



環 境 科 学 会

Society of Environmental Science, Japan

環境科学会 2023 年会

講演要旨集

期日： 2023 年 9 月 7 日(木)～9 月 8 日(金)

会場： 神戸大学 鶴甲第 2 キャンパス

公益社団法人
環 境 科 学 会

環境科学会 2023年会

日 程： 2023年9月7日(木)～8日(金)

場 所： 神戸大学 鶴甲第2キャンパス
〒657-0011 兵庫県神戸市灘区鶴甲3丁目11
<https://www.kobe-u.ac.jp/guid/access/index.html>

交 通： JR西日本神戸線(東海道本線)「六甲道」駅、阪急電鉄神戸線「六甲」駅、阪神電車神戸線「御影」駅より、神戸市バス36系統「鶴甲団地」行き(「鶴甲2丁目止」行きでも可)に乗車。「神大人間発達環境学研究科前」で下車。バス停より徒歩すぐ。
※詳細はアクセス案内をご参照ください。 ※お車のご利用はお控えください

主 催： 公益社団法人 環境科学会

年会への参加登録：

- ・発表申込をされた方を含め、本年会に参加されるすべての方に「参加登録」が必要です。
- ・参加登録には、郵便振替・金融機関振込(ゆうちょ銀行以外の金融機関)を利用した「事前登録/振込払い」あるいは当日受付での「当日登録/現金払い」のいずれかをご利用いただけます。事前登録では当日登録に比べて参加費が少しお安くなります。
- ・事前登録のお申込みは、下記URLで8月16日(水)17:00までにご利用します。締切日時以降は、「当日登録/現金払い」となります。

年会案内WEB サイト：<https://www.ses.or.jp/conference/2023conf>

参加登録URL：https://iap-jp.org/ses/conf/member/login_portal

※ 発表申込には会員番号とパスワードが必要です。

※ 「事前登録/振込払い」は、8月16日(水)17:00までに【参加登録】と併せて【振込をすませた方】に限ります。事前登録をいただいても上記の期日までにお振り込みがない場合には「当日登録/現金払い」扱いになり、支払金額が変わりますので、ご注意ください。万が一、キャンセルなどにより納入いただいた参加費の返金が生じた場合、手数料を頂戴いたします。ご注意ください。

年会参加費：

- ・発表される場合（シンポジウム登壇を除いて発表には会員資格が必要です）

登録・支払日時	正会員	準会員	非会員	非会員 (学生)	名誉会員 シニアフェロー 高校生
事前登録/振込払いの 場合（8月16日17：00 まで）	6,000 円	3,000 円	9,000 円	5,000 円	無料 (参加登録は必要)
当日登録/現金払いの 場合	8,000 円	4,000 円	11,000 円	6,000 円	

※領収書は年会システムから発行可能です。

ログインして最初に表示される画面の「領収書発行」ボタンをクリックしてください。

（ご入金から1週間以内にボタンがアクティブになります）

交流会費：

2023年会では交流会は中止です。

振り込み先：

参加登録をすると自動配信メールにより振込先が送信されます。

※問合わせ先※

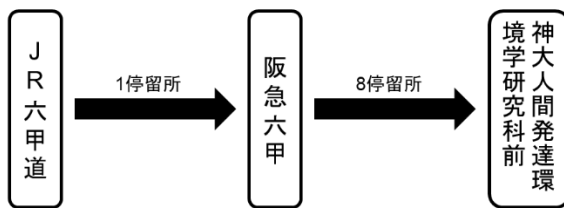
- 1) 研究発表・参加登録・プログラム・会場・その他に関するお問い合わせ
公益社団法人 環境科学会 年会委員会 (E-mail: nenkai@ses.or.jp)
- 2) 入会手続きに関するお問い合わせ
公益社団法人 環境科学会 事務局
TEL: 03-6824-9383 FAX: 03-5227-8631
E-mail: sesj-office@as.bunken.co.jp
- 3) 参加・発表申込システム、参加費納入に関するお問合せ
公益社団法人環境科学会 年会ヘルプデスク
E-mail: sesj-desk@conf.bunken.co.jp

会場案内図 神戸大学 鶴甲第2キャンパス



こちらです！
JR六甲道駅、阪急六甲駅から
神戸市営バス36系統「鶴甲団地」か
「鶴甲2丁目」にお乗り換えください。

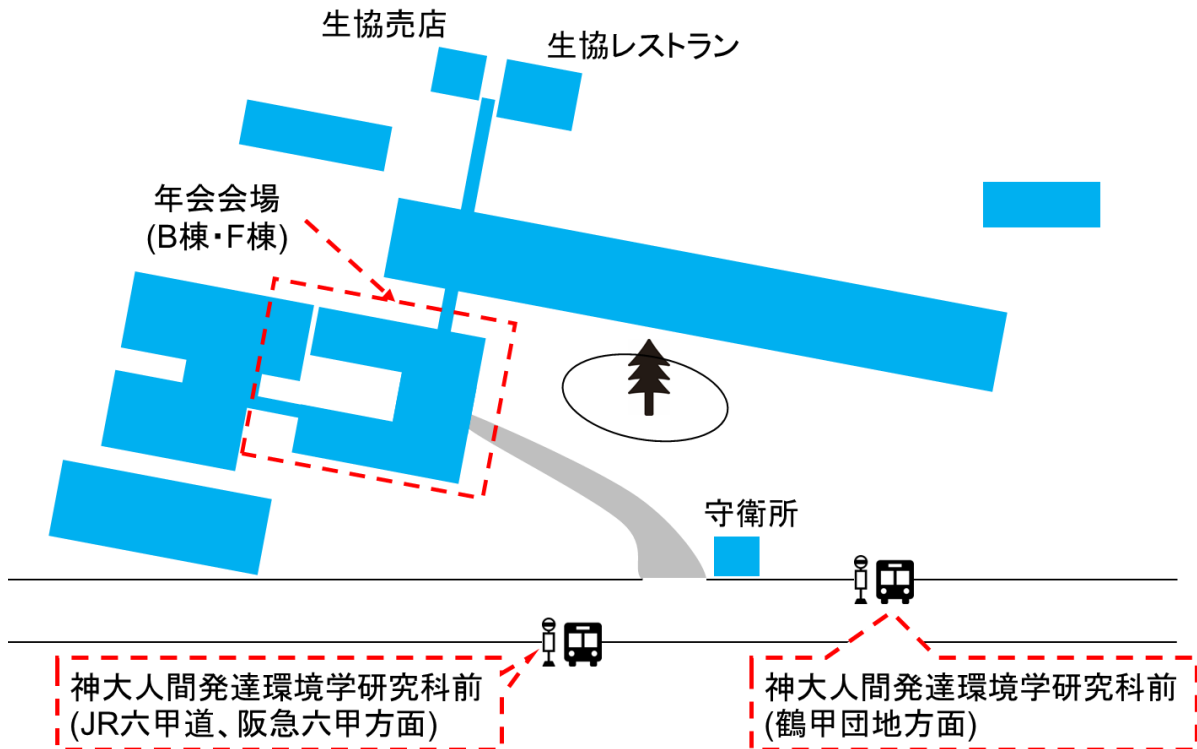
神戸市営バス36系統での鶴甲第2キャンパスへの行き方



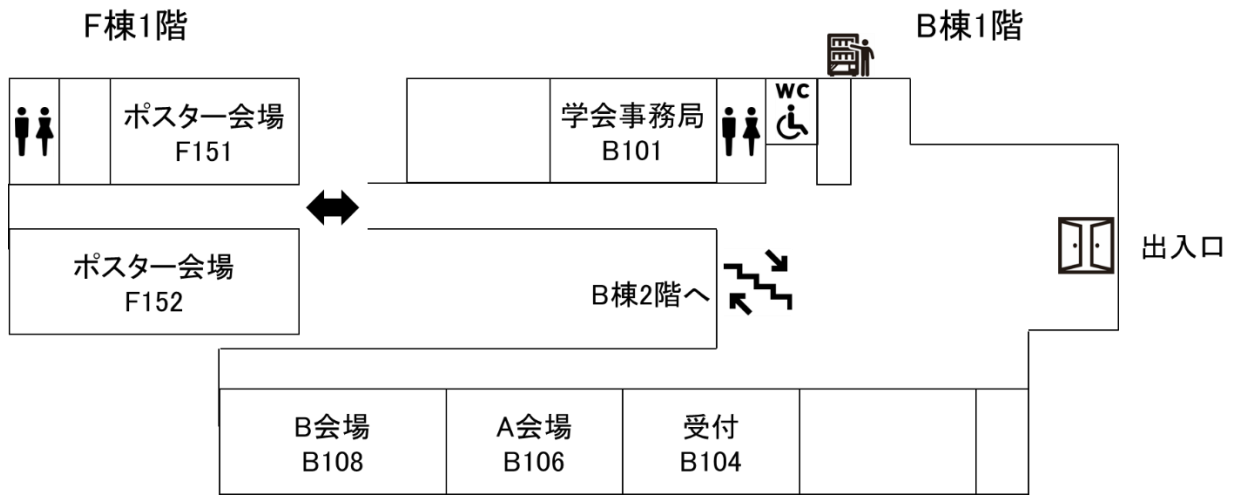
鶴甲第2キャンパスは、ここで下車してください

- バス所要時間
 - ・ JR六甲道から15分～30分
 - ・ 阪急六甲から10分～20分
- ※交通事情によって変動します。余裕を持って行動してください。
- バス料金
210円(片道)
- ※交通系ICカードが利用可能です。詳細は神戸市HPを御覧ください。

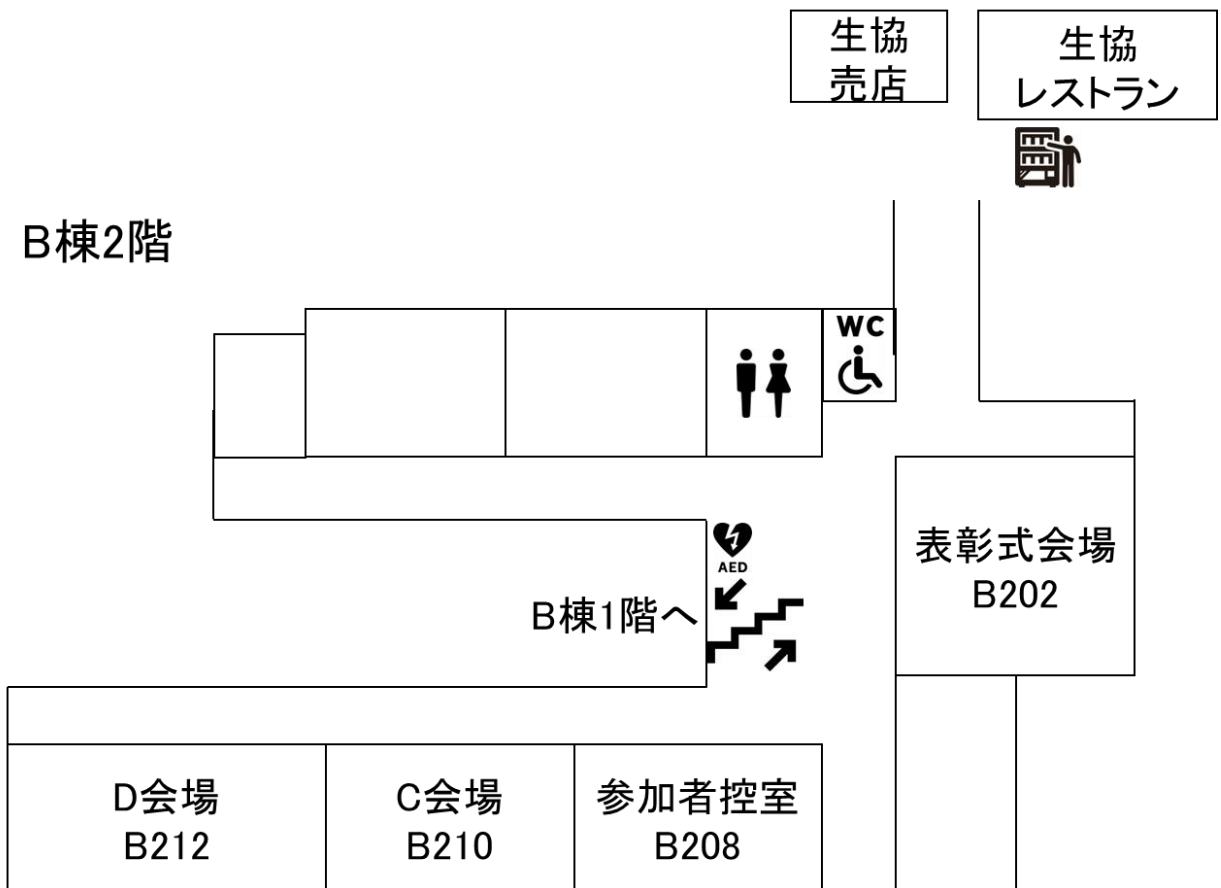
キャンパス内マップ



年会会場 B棟・F棟1階



年会会場 B棟2階



発表者の方々へ

1. 受付

口頭発表、ポスター発表ならびにシンポジウム、いずれへの参加も、必ず受付にて受付手続きを行ってください。

2. 発表時間

口頭発表： 15分（発表10分+質疑応答および入れ替え含めて 5 分）

ポスター発表： 9月7日（木）11：00までにポスターを所定の場所に掲示してください。ポスター発表時間帯は9月7日（木）11：00～ 9月8日（金）15：00です。このうち、発表・討論のコアタイムは9月7日（木）12：45～13：45です。この時間帯には、発表者は必ずポスター前にて発表を行ってください。同時帯に『年会優秀発表賞の審査』が行われます。上記以外の時間帯は自由に閲覧できます。

シンポジウム： オーガナイザーにお問い合わせください。

3. 発表方法

口頭発表・シンポジウム

- ・各発表会場では、プロジェクタを用意致しますが、パソコンは用意致しませんので、各自でご用意ください。
- ・プロジェクタはRGB 接続（ミニ D-Sub15 ピンコネクタ）、HDMI 接続の両方に対応しております。
- ・セッション開始前に動作確認をお願い致します。時間に余裕をもって進行にご協力ください。
- ・発表時のパソコン操作は各自で行ってください

ポスター発表

- ・掲示は受付後に9：00 から行うことができます。
- ・掲示に必要なテープ等は学会事務局で用意致します。
- ・ポスターパネルの掲示面積は横870mm×縦2070mm（内寸）です。
- ・ポスターの撤去は、9月8日（金）15：00までに各自でお願い致します。
（15：00 を過ぎても撤去されていないポスターは、年会実行委員会が撤去、廃棄しますので、ご了承ください）

プログラム

公益社団法人 環境科学会 2023 年会 プログラム

会場名	A会場	B会場	C会場	D会場	ポスター会場	
部屋	B106	B108	B210	B212	F151・F152	
9 月 7 日 (木)	9:00 受付開始					ポスター発表 (閲覧のみ) ※11:00までに 掲示してください。
	9:00	9:00	9:00	9:00		
	9:15					
	9:30					
	9:45	口頭発表1A-1	口頭発表1B-1	口頭発表1C-1	口頭発表1D-1	
	10:00	再生可能エネルギー1	ライフスタイル	国際調査	化学分析1	
	10:15	9:45～10:45	9:30～10:45	9:45～10:45	9:30～10:45	
	10:30	養日超	松本亭	大久保彩子	三宅祐一	
	10:45					
	11:00	口頭発表1A-2	口頭発表1B-2	口頭発表1C-2	口頭発表1D-2	
	11:15	再生可能エネルギー2	食品・農業	化学物質管理	化学分析2	
	11:30	11:00～12:00	11:00～12:00	11:00～12:00	11:00～12:00	
	11:45	小松秀徳	鷲津明由	村上道夫	亀屋隆志	
	12:00	昼休み				
12:15	12:00～14:00				12:00～14:00	
12:30					コアタイム	
12:45					12:45～13:45	
13:00					優秀発表賞審査・投票	
13:15					14:00締切	
13:30						
13:45						
14:00	シンポジウム-1	シンポジウム-2	口頭発表1C-3	口頭発表1D-3	ポスター発表 (閲覧のみ)	
14:15			行政・政策1	化学分析3		
14:30			14:00～15:15	14:00～15:15		
14:45	多様な学問分野における環境	市民や企業の環境配慮行動促	杉本賢二	小林剛		
15:00	科学の最前線	進のための社会実験と実装				
15:15			口頭発表1C-4	口頭発表1D-4		
15:30	山本佳世子	加藤尊秋	行政・政策2	シミュレーション・アルゴリズム		
15:45	岩本茂子	近藤加代子	15:30～16:30	15:30～16:30		
16:00	14:00～16:30	14:00～16:30	岸上祐子	牧誠也		
16:15						
16:30						
16:45						
17:00						

会場名	A会場	B会場	C会場	D会場	ポスター会場	
部屋	B106	B108	B210	B212	F151・F152	
9 月 8 日 (金)	8:30 受付開始					ポスター発表 (閲覧のみ) ※15:00までに 撤収してください。
	8:30					
	8:45					
	9:00	シンポジウム-3	シンポジウム-4	口頭発表2C-1	口頭発表2D-1	
	9:15			物質循環	コスト評価	
	9:30	地域と地球をつなぐ階層的環境	脱炭素社会の実現に向けて統	9:15～10:15	9:00～10:15	
	9:45	ガバナンス	合評価モデル研究は可能か？	小口正弘	林徹	
	10:00					
	10:15					
	10:30	谷口真人	増井利彦	口頭発表2C-2	口頭発表2D-2	
	10:45	馬場健司	金森有子	化学工学	脱炭素	
	11:00	9:00～11:30	9:00～11:30	10:30～11:30	10:30～11:30	
	11:15			奥田哲士	田崎智宏	
	11:30					
11:45	昼休み					
12:00	11:30～12:30					
12:15						
12:30						
12:45	シンポジウム-5	シンポジウム-7	シンポジウム-6	口頭発表2D-3	ポスター発表 (閲覧のみ)	
13:00				気候変動・暑熱対策1		
13:15	地域生活分野への気候変動影	地域脱炭素化の加速に向けた	水道水質検査におけるスクリー	12:30～13:45		
13:30	響の評価と適応策の検討	計画策定の支援システム	ニング分析法の実運用化の現	白木洋平		
13:45			状と課題			
14:00	栗栖聖	荒巻俊也	小林憲弘	口頭発表2D-4		
14:15	谷川寛樹	藤田壮	高木総吉	気候変動・暑熱対策2		
14:30	12:30～15:00	12:30～15:00	12:30～15:00	14:00～15:00		
14:45				棟居洋介		
15:00						
15:15	表彰式・学会賞受賞記念講演					
15:30	15:05～16:45					
15:45	会場:B202					
16:00						
16:15						
16:30						
16:45						
17:00	後片付け					

※ シンポジウムの枠内の氏名はオーガナイザー、口頭発表セッションの枠内の氏名は座長です。

口頭発表（一般発表）

【1日目（9月7日）午前】

口頭発表 1A-1 「再生可能エネルギー1」

A 会場 (B106) 9 : 45～10 : 45

座長： 叢 日超

1A-0945 【奨励賞受賞記念講演】

都市の空間解析と廃棄物処理・エネルギーシステムの最適化に関する研究

○叢 日超（北九州市立大学）

1A-1000 太陽光発電設備の導入や廃止に伴う各種影響の推定に重要となる要因の分析と評価指標の検討

○松岡 賢, 村上 進亮（東京大学）

1A-1015 山梨県における地上設置型太陽光発電所の実態調査

○島崎 洋一（山梨大学）

1A-1030 The impacts of the Tokyo and Saitama ETSs on the energy efficiency performance of manufacturing facilities

○呂 冠宇（早稲田大学），田中 健太（武蔵大学），有村 俊秀（早稲田大学）

口頭発表 1B-1 「ライフスタイル」

B 会場 (B108) 9 : 30～10 : 45

座長： 松本 亨

1B-0930 霞ヶ浦流域住民の社会的属性及び生活の質と環境配慮行動の関係性について

○石井 康平（千葉大学）

1B-0945 「ALPS 処理水の海洋放出」と「除染土の再生利用」をめぐるリスク意思決定の構造的問題—法システムの欠陥と「構造的暴力論」の観点から—

○中山 敬太（九州大学）

1B-1000 コンジョイント分析を用いた資源回収ステーション利用者の選好評価

○藤山 淳史, 二宮 咲, 松本 亨（北九州市立大学）

1B-1015 フューチャー・デザインワークショップにおける仮想将来世代視点の特徴分析と評価指標の検討

○新井 孝延, 澁上 ゆかり, 原 圭史郎（大阪大学）

1B-1030 プラスチックごみに対する住民の意識と削減行動の影響要因に関する検討—レジ袋有料化と自治体のごみ施策に注目して—

○蔡 佩宜（九州工業大学），大西 暁生（横浜市立大学），田畑 智博（神戸大学）

口頭発表 1C-1 「国際調査」

C 会場 (B210) 9 : 45～10 : 45

座長： 大久保 彩子

1C-0945 原子力発電所事故に伴う風評克服への示唆—海外の大学生へのアンケート調査などをもとに—

○沼田 大輔, 佐野 孝治, 吉川 宏人, クズネツオーワ マリーナ, マクマイケル ウィリアム, 朱 永浩, 伊藤 俊介, マッカーズランド フィリップ, グンスケフォンケルン マルティーナ（福島大学）

1C-1000 鯨類管理のための多国間協力における制度間相互作用：バルト海・北海の事例

○大久保 彩子（東海大学）

1C-1015 パンデミックがシェアリング・エコノミー・サービスの利用動機や懸念に与えた影響の可能性 - インドネシアを事例として -

○阿部 直也（東京工業大学）

1C-1030 中国の2060年のエネルギー消費量の推計
○劉 華偉 (千葉大学)

口頭発表 1D-1 「化学分析 1」

D 会場 (B212) 9:30~10:45

座長: 三宅 祐一

- 1D-0930 トリメチルシリル化を用いた環境分析の阻害要因の解明・除去と適用例
○備瀬 凜太郎, 亀屋 隆志, 川合 勇太 (横浜国立大学)
- 1D-0945 不飽和土壌中の揮発性有機化合物による地上室内健康リスクへの大気圧変動の影響
○島 生成, 林 知美, 李 京, 小林 剛 (横浜国立大学)
- 1D-1000 GC-MS AIQS-DB における自動同定判定基準の検討
○清水 大佑, 亀屋 隆志 (横浜国立大学)
- 1D-1015 GC-MS 自動同定定量データベース法の同定要件とする確認イオン比の検討
○反保 日向子, 大高 悟, 清水 大祐, 亀屋 隆志 (横浜国立大学)
- 1D-1030 Spatial and temporal patterns of mercury accumulation in rice paddy field around Nam Son landfill, Hanoi, Vietnam
○Nguyen Thi Quynh,, Yasuhiro Ishibashi (Prefectural University of Kumamoto)

口頭発表 1A-2 「再生可能エネルギー2」

A 会場 (B106) 11:00~12:00

座長: 小松 秀徳

- 1A-1100 熊本県内のバイオガス発電施設予定地における事業性評価
○三森 奈歩, 石橋 康弘 (熊本県立大学)
- 1A-1115 風力発電事業における環境アセスメント長期化の要因分析
○森本 敦志 (ノースアジア大学, 早稲田大学), 森 萌, 井山 智資, 有村 俊秀 (早稲田大学)
- 1A-1130 北海道の風力発電開発に対する基礎自治体の対応
○藤井 康平, 寺林 暁良 (北星学園大学)
- 1A-1145 利他性を用いたナッジの効果検証: 漁業関係者の洋上風力発電に対する受容性
○小松 秀徳, 窪田 ひろみ, 永井 雄宇, 朝野 賢司 ((一財) 電力中央研究所)

口頭発表 1B-2 「食品・農業」

B 会場 (B108) 11:00~12:00

座長: 鷲津 明由

- 1B-1100 好熱菌によるおからのタンパク質分解法の検討
○石田 陽香 (熊本県立大学)
- 1B-1115 コーヒー抽出残渣の脱臭効果とメカニズムの推察
○中川 真緒, 岩井 和也 (UCC 上島珈琲株式会社)
- 1B-1130 スマート農業へのサステナビリティ・トランジションの現状: 都道府県別農業計画のサーベイに基づいて
○鷲津 明由, 野津 喬 (早稲田大学)
- 1B-1145 神戸市における市民農園の経年的分布変化とその周辺土地利用との関係性
○楊 時宇, 大野 朋子 (神戸大学)

口頭発表 1C-2 「化学物質管理」

C 会場 (B210) 11:00~12:00

座長: 村上 道夫

- 1C-1100 **【論文賞受賞記念講演】**

算出方法の実態から見た PRTR 届出排出移動量データの信頼性

○小口 正弘, 大久保 伸, 谷川 昇 (国立環境研究所), 中村 智 (大阪府立環境農林水産総合研究所)

1C-1115 **【博士課程学生研究奨励賞受賞記念講演】**

PRTR 事業所を対象とした土砂災害を起因とする化学物質流出事故のリスク評価

○森口 暢人, 伊藤 理彩, 東海 明宏 (大阪大学)

1C-1130 損失幸福余命を用いた環境及び災害関連健康リスク比較

○村上 道夫 (大阪大学感染症総合教育研究拠点, 福島県立医科大学), 小野 恭子 (産業技術総合研究所), 尾崎 章彦 (福島県立医科大学, ときわ会常磐病院), 野村 周平 (東京大学, 慶應義塾大学), 竹林 由武 (福島県立医科大学), 坪倉 正治 (福島県立医科大学)

1C-1145 様々な発生源を加味したビスフェノール類の年齢階層別曝露量の変遷

○井上 知也, 飼沼 智子, 山田 廣宣 (みずほリサーチ&テクノロジーズ), 小池 英子, 大野 浩一 (国立環境研究所)

口頭発表 1D-2 「化学分析 2」

D 会場 (B212) 11:00~12:00

座長: 亀屋 隆志

1D-1100 迅速な個人曝露評価に向けた揮発性有機化合物パッシブ法の必須パラメータの推算

○溝淵 円香, 高橋 佑果 (横浜国立大学), 王 齐 (労働安全衛生総合研究所), 雨谷 敬史 (静岡県大), 福島 靖弘, 鈴木 義浩 (柴田科学), 三宅 祐一 (横浜国立大学)

1D-1115 ノンターゲット解析ツールを用いた泡消火薬剤に含まれる未知有機フッ素化合物 PFAS の構造推定

○磯部 大斗 (横浜国立大学), 松神 秀徳 (国立環境研究所), 齋藤 隼輝, 三宅 祐一 (横浜国立大学)

1D-1130 身近な撥水加工製品に含まれる有機フッ素化合物 PFAS の含有実態調査

○小澤 真人, 齋藤 隼輝 (横浜国立大学), 松神 秀徳 (国立環境研究所), 三宅 祐一 (横浜国立大学)

1D-1145 水質要調査項目検出スクリーニング調査

○亀屋 隆志, 大高 悟, 清水 大佑, 森 遼介 (横浜国立大学)

【1日目 (9月7日) 午後】

口頭発表 1C-3 「行政・政策 1」

C 会場 (B210) 14:00~15:15

座長: 杉本 賢二

1C-1400 環境リスクをめぐる不確実性政策とイノベーション政策の相関性検討—ナノ・マイクロプラスチック汚染を事例に—

○中山 敬太 (九州大学)

1C-1415 環境人材育成の取り組みの評価

○竹内 彩乃 (東邦大学)

1C-1430 プラスチック資源循環を推進するための市民意識の変革について

○坂本 優奈, 石橋 康弘 (熊本県立大学)

1C-1445 女川町における復興事業に伴う地形改変量の推計

○杉本 賢二 (大阪公立大学)

1C-1500 2050年の未来市長として政策提言を考える未来ワークショップの展開

○倉阪 秀史 (千葉大学)

口頭発表 1D-3 「化学分析 3」

D 会場 (B212) 14 : 00~15 : 15

座長 : 小林 剛

1D-1400 **【奨励賞受賞記念講演】**

残留性有機汚染物質の排出機構・リスクの解明及び除去手法の開発

○王 斉 (労働安全衛生総合研究所)

1D-1415 水銀汚染埋立処分場における土壌中水銀のリスク評価

○坂井 佑圭 (熊本県立大学)

1D-1430 泡消火薬剤中有機フッ素化合物 PFAS の包括的定量分析に基づいた経年動向解析

○齋藤 隼輝 (横浜国立大学), 松神 秀徳 (国立環境研究所), 三宅 祐一 (横浜国立大学)

1D-1445 災害・事故時を想定した多環芳香族炭化水素類の個人曝露評価のためのシリコンパッシブ法の開発

○田川 瑛梨 (横浜国立大学), 王 斉 (労働安全衛生総合研究所), 雨谷 敬史 (静岡県立大学), 三宅 祐一 (横浜国立大学)

1D-1500 カーシート製品に含まれる臭素系難燃剤の年代別使用実態の調査

○永井 大貴, 齋藤 隼輝 (横浜国立大学), 王 斉 (労働安全衛生総合研究所), 雨谷 敬史 (静岡県立大学), 三宅 祐一 (横浜国立大学)

口頭発表 1C-4 「行政・政策 2」

C 会場 (B210) 15 : 30~16 : 30

座長 : 岸上 祐子

1C-1530 自治体における政策への研究成果の活用

○岸上 祐子, 馬奈木 俊介 (九州大学)

1C-1545 SDGs ローカル指標を用いた自治体のコンパクトシティ政策の包括的評価

○山崎 久留巳, 田畑 智博 (神戸大学)

1C-1600 **【高校活動奨励賞受賞記念発表】**

在来水生生物保全に向けた調査及び駆除活動

○高橋 良斗 (秋田県立新屋高等学校)

1C-1615 **【高校活動奨励賞受賞記念発表】**

奈良市登美ヶ丘地域における郷土の普通種が安定して生息できる環境の再生に関する研究

○東 諒太郎, 梨井 悠稀, 印南 敬史, 杉田 颯馬, 桂田 朋生 (奈良学園登美ヶ丘高等学校)

口頭発表 1D-4 「シミュレーション/アルゴリズム」

D 会場 (B212) 15 : 30~16 : 30

座長 : 牧 誠也

1D-1530 カーボンプライシングによる産業競争力への影響—日本の鉄鋼産業におけるシミュレーション

○森村 将平 (早稲田大学)

1D-1545 態度、意図、社会圧力およびコスト感がボランティア活動参加に与える影響：予定行動理論の適用

○森 保文 (国立環境研究所), 浅野 敏久 (広島大学), 前田 恭伸 (静岡大学)

1D-1600 空間的な家計消費推計の時系列分析による家庭部門の活動量の将来推計及び空間推定アルゴリズムの検討

○牧 誠也, 大西 悟, 藤井 実 (国立環境研究所), 後藤 尚弘 (東洋大学), 河井 紘輔 (国立環境研究所)

1D-1615 土砂災害の発生要因を考慮した流出箇所空間分析と早期検出に向けた深層学習モデルの構築

○田中 優也, 後藤 真太郎, 白木 洋平 (立正大学)

口頭発表 2C-1 「物質循環」

A 会場 (B106) 9 : 15~10 : 15

座長： 小口 正弘

- 2C-0915 プラスチック循環への流入が懸念される樹脂添加剤に関する考察
○小口 正弘, 梶原 夏子, 寺園 淳 (国立環境研究所)
- 2C-0930 ジオインフォマティクスを用いた谷津田の窒素収支評価
○佐藤 響平, 後藤 真太郎, 向高 新 (立正大学)
- 2C-0945 Assessment of PM_{2.5} reduction in Kanto region via cutting off various kinds of ammonia sources
○李 友仁, 林 彬勅, 井上 和也 (産業技術総合研究所)
- 2C-1000 窒素化合物の環境リスク/リスクトレードオフ評価:大気沈着量と森林生態系の生物多様性損失
○林 彬勅 (産業技術総合研究所)

口頭発表 2D-1 「コスト評価」

D 会場 (B212) 9 : 00~10 : 15

座長： 林 徹

- 2D-0900 チルド食品配送サービスの燃料消費構造の解明とライフサイクル CO₂ 分析
○山田 祐磨, 加藤 博和 (名古屋大学)
- 2D-0915 IoT を用いた低コスト農業支援製品の開発
○松村 寛一郎 (東京農業大学, Nizhny Novgorod University)
- 2D-0930 オフィスビルを対象とした PV・EV・BT の効果的な導入に関する検討
○カオリ ルトフィア, 松本 亨, 藤山 淳史 (北九州市立大学)
- 2D-0945 時間変動を考慮した地域電力事業の需給解析システムの開発
○加藤 仁志, 藤田 壮, 林 徹, 中谷 隼 (東京大学)
- 2D-1000 節電プログラムが節電行動に与える影響研究
○楊 心悅, 有村 俊秀 (早稲田大学), 木方 真理子, 川原 慶喜 (東京電力ホールディングス株式会社・経営技術戦略研究所)

口頭発表 2C-2 「化学工学」

A 会場 (B106) 10 : 30~11 : 30

座長： 奥田 哲士

- 2C-1030 ペリレンと金ナノ粒子を担持した酸化チタン粉末を充填したカラムによる六価クロムの連続光還元
○大嶋 真広, 森脇 洋 (信州大学)
- 2C-1045 ヒドロキシアパタイトを用いた土壌中でのヒ素不溶化
○中島 常憲, 古賀 朝陽, 中島 瞭太, 高梨 啓和 (鹿児島大学)
- 2C-1100 製鋼スラグからのカルシウム抽出と回収再利用技術の開発
○奥田 哲士, 東森 慣太, 岩月 保乃歌, 開化 大貴, 近岡 佐紀太, 小林 紅音, 峯 竜也 (龍谷大学), 西嶋 渉 (広島大学)
- 2C-1115 小規模廉価型メタン発酵システムの社会的意義と発酵効率の向上を目指した電圧印加技術
○金子 光瑠, 今井 裕之輔, 大門 裕之 (豊橋技術科学大学)

口頭発表 2D-2 「脱炭素」

D 会場 (B212) 10 : 30~11 : 30

座長： 田崎 智宏

- 2D-1030 日本における木質バイオマス発電の炭素中立条件：バイオマス換算係数の検討
○林 亮介, 橋本 征二 (立命館大学)
- 2D-1045 脱炭素・循環・自然共生の統合的実施に向けた概念整理と可視化

- 田崎 智宏, 中島 謙一, 稲葉 陸太 (国立環境研究所), 高木 重定, 水上 碧 (みずほリサーチ&テクノロジー (株))
- 2D-1100 社会変化を考慮した地域の脱炭素将来シナリオのCO2 排出量算定手法の構築
○黄 文彦, 林 徹, 藤田 壮, 中谷 隼 (東京大学)
- 2D-1115 兵庫県内の自治体における脱炭素政策形成プロセスの分析
○増原 直樹 (兵庫県立大学)

【2日目 (9月8日) 午後】

口頭発表 2D-3 「気候変動・暑熱対策 1」

D会場 (B212) 12:30~13:45

座長: 白木 洋平

- 2D-1230 東京都区部を対象とした日射量と地表面温度の関係評価
○白木 洋平 (立正大学), 一ノ瀬 俊明, 平野 勇二郎 (国立環境研究所), 大西 暁生 (横浜市立大学)
- 2D-1245 京都市における熱中症搬送者数と気象変動特性
○安成 哲三 (総合地球環境学研究所)
- 2D-1300 気候変動と農耕地面積の減少を考慮した将来の日本におけるコメ生産像
○西森 基貴, 滝本 貴弘, 石郷岡 康史, 若月 ひとみ, 長谷川 利弘 (農業・食品産業技術総合研究機構)
- 2D-1315 関東西部における熱環境の地域的な特徴の把握
○大西 暁生 (横浜市立大学) 一ノ瀬 俊明, 平野 勇二郎 (国立環境研究所), 白木 洋平 (立正大学)
- 2D-1330 大規模緑地公園再開発計画の屋外温熱環境影響評価
○一ノ瀬 俊明, 潘 毅 (国立環境研究所)

口頭発表 2D-4 「気候変動・暑熱対策 2」

D会場 (B212) 14:00~15:00

座長: 棟居 洋介

- 2D-1400 **【論文賞受賞記念講演】**
わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出, 天然資源の浪費および経済損失の評価
○棟居 洋介 (東京工業大学), 増井 利彦, 金森 有子 (国立環境研究所)
- 2D-1415 介護認定世帯のライフスタイルに着目した、直接・間接温室効果ガス排出量の同定
○吉良 成美, 重富 陽介 (長崎大学)
- 2D-1430 エキスパートインタビューによる気候変動適応推進のための論点整理
○竹中 颯太郎, 栗栖 聖, 福士 謙介 (東京大学)
- 2D-1445 Climate Change Impact Assessment and Adaptation Measures for Regional Tourism: Case Studies of Beach Usage Situation in Ibaraki and Niigata
○Shouni Tang, Kiyo Kurisu (The University of Tokyo)

ポスター発表（優秀発表賞応募発表を含む）

発表・質疑応答：9月7日（木）12：00～14：00（うち、12：45～13：45は「コアタイム」とします）

- P-01 コロナ禍における容器包装プラスチック廃棄物とインターネットによる出前支出額の関係
○大西 暁生, 蔡 佩宜, 田畑 智博（横浜市立大学, 九州工業大学, 神戸大学）
- P-02 業務用液体容器のカーボンフットプリントの分析
○田畑 智博, 隈田原 早稀（神戸大学, 小泉製麻株）
- P-03 アスベスト対策を目的とした多変量解析を用いた解体等工事業者の特性評価
○豊永 悟史, 古澤 尚英（熊本県保健環境科学研究所, 熊本県環境生活部環境局環境保全課）
- P-04 ネズミイルカの諸臓器における水銀およびセレン濃度
○丸本 倍美, 丸本 幸治, 坂本 峰至, 鶴田 昌三（国立水俣病総合研究センター, 愛知学院大学）
- P-05 ファッションの循環経済：ライフサイクル思考を用いた古着利用の環境負荷分析
○陳 夏清, 田畑 智博（神戸大学）
- P-06 森林クレジットの流通促進に向けて～鳥取県を事例に～
○須山 リナ, 野津 喬（早稲田大学）
- P-07 八代海沿岸地域の水俣病発症リスク評価に資する住民健康調査データの予備的解析
○栗原 大和, 松田 裕之, 中井 里史（横浜国立大学）
- P-08 水道水中農薬のGC/MSスクリーニング分析のバリデーション試験
○小林 憲弘, 土屋 裕子, 五十嵐 良明（国立医薬品食品衛生研究所）
- P-09 離散・連続モデルを用いた燃料種別の家庭エネルギー消費量の市区町村別推計
○石河 正寛（国立環境研究所）
- P-10 神戸市立森林植物園における林層の推移および埋土種子の樹種構成からみた非在来樹種が周辺環境に及ぼす影響について
○小林 徹哉, 大野 朋子（神戸大学, 神戸市公園緑化協会 神戸市立森林植物園）
- P-11 質量分析の際に起こるフラグメンテーション反応の解析による水道水生ぐさ臭原因物質の構造推定
○高梨 啓和, 中島 常憲, 新福 優太（鹿児島大学, 東京大学）
- P-12 粘性土中に浸入した高濃度揮発性有機塩素化合物の浄化促進のための加熱方法の検討
○小林 剛, 島 朋輝, 柴田 真輝, 李 京（横浜国立大学）
- P-13 **【優秀研究企画賞受賞記念講演】**
マイクロプラスチック吸着物質のリスク解明を志向した光分解の温度依存性評価
○野呂 和嗣, 柿本 祐奈, 雨谷 敬史, 矢吹 芳教（静岡県立大学, 大阪府立環境農林水産総合研究所）
- P-14 ブタ皮膚を用いた産業化学物質の皮膚透過性に関する検討
○柳場 由絵, 王 斉, 岩瀬 真喜子, 小野 恵美, 豊岡 達士, 王 瑞生, 甲田 茂樹（労働安全衛生総合研究所）
- P-15 風力発電を用いたエネルギー地産地消のポテンシャル評価システム
○平野 勇二郎, 大橋 唯太, 吉岡 剛, 井原 智彦, 吉田 友紀子（国立環境研究所, 岡山理科大学, 東京大学,

茨城大学)

- P-16 廃棄物焼却発電による電気・熱・炭素源供給を考慮したエネルギー需給調整に関する検討
○林 徹, 藤田 壮, 中谷 隼 (東京大学)
- P-17 高光合成植物ケナフを用いた二酸化炭素貯蔵に関する研究 1.深海貯蔵の可能性
○志水 勝好, 千村 涼, 小針 統, 幅野 明正, 中村 啓彦, 内海 真生, 高崎 蒼 (鹿児島大学, 筑波大学)
- P-18 片づけが与える心理的効果の検証
○吉田 綾 (国立環境研究所)
- P-19 田園回帰は持続可能社会のキーになりえるか ～6年間のフィールドワークをもとに～
○一ノ瀬 俊明 (国立環境研究所)
- P-20 2050年までにカーボンニュートラルは可能か
○浮池 広基, 錦井 良子, 丸本 倍美, 丸本 幸治 (熊本県立水俣高校, 国立水俣病総合研究センター)
- P-21 「発表取り消し」
- P-22 レア金属需要増加に伴う潜在的な影響の分析：乗用車の電動化を事例として
○寺田 雄飛, 田畑 智博 (神戸大学)
- P-23 神戸市都心部における屋上緑化の実態から捉えた都市環境向上への提案
○多田 寿々香, 大野 朋子 (神戸大学)
- P-24 車室内空気中における未規制物質の網羅的なリスクスクリーニング手法の検討
○酒井 颯大, 大森 果菜, 徳村 雅弘, 達 晃一, 榎本 剛司, 小池 あゆみ, 篠原 直秀, 佐々木 智啓, 牧野 正和 (静岡県立大学, いすゞ自動車, 日本電子, 産業技術総合研究所, 堀場エステック)
- P-25 高親水性農薬対応パッシブサンプラーのサンプリングレート の算出
○守谷 美祐, 大曲 遼, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史 (静岡県立大学), 矢吹芳教 (大阪府立環境農林水産総合研究所)
- P-26 循環型社会創生に向けたバイオ液肥の利用拡大のための光触媒を用いた高付加価値化の検討
○三原 千穂, 徳村 雅弘, 矢部 光保, 牧野 正和 (静岡県立大学, 九州大学)
- P-27 日本の道路インフラに関するマテリアルストックの空間分布の変化について
○喜古 響, 蛭田有希, 山下奈穂, 白川博章, 谷川寛樹 (名古屋大学)
- P-28 地域における気候変動の影響や対策に関するヒアリング調査 —熊本県 A 自治体を対象として—
○杉内 達弘, 和田 尚弥, 岩見 麻子 (熊本県立大学)
- P-29 地域の自主防災組織の運営方式に関する研究-熊本県 A 自治体 3 地区を対象として-
○草村 昇汰, 浦本 息吹, 岩見 麻子 (熊本県立大学)
- P-30 名古屋市の洪水ハザードエリアにおける建設資材ストックの推計
○細川 莉来, 蛭田有希, 山下奈穂, 白川博章, 谷川寛樹 (名古屋大学)
- P-31 介護認定世帯のライフスタイルに着目した、直接・間接温室効果ガス排出量の同定
○吉良 成美, 重富 陽介 (長崎大学)
- P-32 全球土地被覆変化の検証データの作成とその評価

- 小林 泰子, 木下 嗣基 (茨城大学)
- P-33 SDGs ローカル指標を用いた自治体のコンパクトシティ政策の包括的評価
○山崎 久留巳, 田畑 智博 (神戸大学)
- P-34 可燃ごみ中のプラスチック類の排出実態とリサイクルによる二酸化炭素排出量
○関 睦人, 佐伯 孝 (富山県立大学)
- P-35 全国自治体におけるハザード・曝露・脆弱性から見た気候変動へのリスクの評価
○井田 新, 栗栖 聖, 福士 謙介 (東京大学)
- P-36 Nitrogen Flows in Urban Wastes of Tokyo: Implication for Nitrogen Management
○Yue Zhang (The University of Tokyo) , Bin-Le Lin, Kiyotaka Tsunemi, Kiyotaka Tahara (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology) , Tomohiko Ihara (The University of Tokyo)
- P-37 中国雲南省における少数民族の自然資源利用の実態と森林環境保全への課題
○王 雯, 大野 朋子 (神戸大学)
- P-38 ウォーターサーバーの飲料水中に含まれる有機リン系プラスチック添加剤の実態調査
○内田 亜美, 石田 真徳, 徳村 雅弘, 王 斉, 大曲 遼, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史, 牧野 正和 (静岡県立大学, 労働安全衛生総合研究所)
- P-39 市民の化学物質の認知とリスクコミュニケーションへの参加意欲について
○草山 蓮, 村山 留美子 (神戸大学)
- P-40 マニキュア液中顔料に非意図的に含有するポリ塩化ビフェニルの経皮曝露量の推定
○西山 裕那, 瀬尾 真紀子, 徳村 雅弘, 王 斉, 高桑 裕史, 中野 武, 三宅 祐一, 雨谷 敬史, 牧野 正和 (静岡県立大学, 労働安全衛生総合研究所, アジレント・テクノロジー, 大阪大学, 神戸大学, 横浜国立大学)
- P-41 ポリエチレンマイクロプラスチックに吸着した多環芳香族炭化水素類の光分解における温度依存性の評価
○柿本 祐奈, 大曲 遼, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史 (静岡県立大学)
- P-42 湧水は観光資源となるのか ～秋田県美郷町, 由利本荘市石脇地区, 山形県遊佐町の湧水を比較して～
○新徳 将也, 金澤 伸浩 (秋田県立大学)
- P-43 実空間の状況を考慮した空気清浄能の評価とその課題
○大森 果菜, 酒井 颯大, 徳村 雅弘, 達 晃一, 唐木 恭将, 小池 あゆみ, 三上 紗弥香, 榎本 剛司, 篠原 直秀, 内藤 航, 臼井 信介, 牧野 正和 (静岡県立大学, いすゞ自動車, 日本電子, 産業技術総合研究所, カネカテクノリサーチ)
- P-44 加熱式タバコの葉と煙の含有物質の定量評価
○星野 真梨彩, 大曲 遼, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史 (静岡県立大学)
- P-45 残留抗菌剤の各種酸化法による実排水中の除去性能の実験的評価と機械学習による予測
○西村 有里, 徳村 雅弘, 王 斉, 野呂 和嗣, 大曲 遼, Hossain Anwar, Raknuzzaman Mohammad, 雨谷 敬史, 牧野 正和 (静岡県立大学, 労働安全衛生総合研究所, ダッカ大学)
- P-46 日本版シュタットベルケに向けた地域新電力の現状と課題
○張 文軒, 趙 書恒, 郭 楊薈, 小野田弘士 (早稲田大学)
- P-47 海洋プラスチックごみの素材同定と吸着した多環芳香族炭化水素類の濃度調査
○滝川 哲也, 大曲 遼, 秋山 諭, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史 (静岡県立大学, 大阪府立環境農林水産総合研究所)

- P-48 各種自動車シートにおける難燃剤の経皮曝露評価
○石田 真穂, 西村 有里, 徳村 雅弘, 王 斉, 井立 寛人, 宮崎 高則, 大曲 遼, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史, 牧野 正和 (静岡県立大学, 労働安全衛生総合研究所, 東ソー株式会社)
- P-49 Transition to environmentally sustainable diets: environmental effects and consumer acceptances
○Yinglei Wu, Kiyo Kurisu, Kensuke Fukushi (The University of Tokyo)
- P-50 日本における森林由来の木質バイオマス生産に関する学術的知見の整理
○周 俊男, 田畑 智博 (神戸大学)
- P-51 海洋環境を想定したマイクロプラスチックに対する PCBs 吸着試験法の構築
○須之内 朋哉, 宮本 侑磨, 石井 直人, Nguyen Minh Tue, 後藤 哲智, 日向 博文, 国末 達也 (愛媛大学)
- P-52 野生鳥類2種におけるリン酸エステル系難燃剤汚染
○須之内 朋哉, 平田 若葉, 後藤 哲智, 高橋 真, 田上 瑠美, 国末 達也 (愛媛大学)
- P-53 The importance of accounting for lifestyle differences among racial groups in the U.S. household carbon footprint
○Jiahuan Wang, Yosuke Shigetomi, Andrew Chapman (Nagasaki University, Kyushu University)
- P-54 **【博士課程学生研究奨励賞受賞記念講演】**
高濃度揮発性有機塩素化合物が粘性土壌中に浸入することにより浄化が長期化するメカニズムの検討
○李 京, 島 朋輝, 柴田 真輝, 小林 剛 (横浜国立大学)
- P-55 Spatial and temporal patterns of mercury accumulation in rice paddy field around Nam Son landfill, Hanoi, Vietnam
○Nguyen Thi Quynh,, Yasuhiro Ishibashi (Prefectural University of Kumamoto)
- P-56 好熱菌によるおからのタンパク質分解法の検討
○石田 陽香 (熊本県立大学)
- P-57 水銀汚染埋立処分場における土壌中水銀のリスク評価
○坂井 佑圭 (熊本県立大学)
- P-58 プラスチック資源循環を推進するための市民意識の変革について
坂本 優奈, 石橋 康弘 (熊本県立大学)
- P-59 社会変化を考慮した地域の脱炭素将来シナリオの CO2 排出量算定手法の構築
○黄 文彦, 林 徹, 藤田 壮, 中谷 隼 (東京大学)
- P-60 トリメチルシリル化を用いた環境分析の阻害要因の解明・除去と適用例
○備瀬 凜太郎, 亀屋 隆志, 川合 勇太 (横浜国立大学)
- P-61 GC-MS AIQS-DB における自動同定判定基準の検討
○清水 大佑, 亀屋 隆志 (横浜国立大学)
- P-62 GC-MS 自動同定定量データベース法の同定要件とする確認イオン比の検討
○反保 日向子, 大高 悟, 清水 大祐, 亀屋 隆志 (横浜国立大学)
- P-63 迅速な個人曝露評価に向けた揮発性有機化合物パッシブ法の必須パラメータの推算
○溝渕 円香, 高橋 佑果 (横浜国立大学), 王 斉 (労働安全衛生総合研究所), 雨谷 敬史 (静岡県大), 福島 靖弘, 鈴木 義浩 (柴田科学), 三宅 祐一 (横浜国立大学)
- P-64 ノンターゲット解析ツールを用いた泡消火薬剤に含まれる未知有機フッ素化合物 PFAS の構造推定

- 磯部 大斗 (横浜国立大学), 松神 秀徳 (国立環境研究所), 齋藤 隼輝, 三宅 祐一 (横浜国立大学)
- P-65 身近な撥水加工製品に含まれる有機フッ素化合物 PFAS の含有実態調査
- 小澤 真人, 齋藤 隼輝 (横浜国立大学), 松神 秀徳 (国立環境研究所), 三宅 祐一 (横浜国立大学)
- P-66 泡消火薬剤中有機フッ素化合物 PFAS の包括的定量分析に基づいた経年動向解析
- 齋藤 隼輝 (横浜国立大学), 松神 秀徳 (国立環境研究所), 三宅 祐一 (横浜国立大学)
- P-67 災害・事故時を想定した多環芳香族炭化水素類の個人曝露評価のためのシリコンパッシブ法の開発
- 田川 瑛梨 (横浜国立大学), 王 斉 (労働安全衛生総合研究所), 雨谷 敬史 (静岡県立大学), 三宅 祐一 (横浜国立大学)
- P-68 カーシート製品に含まれる臭素系難燃剤の年代別使用実態の調査
- 永井 大貴, 齋藤 隼輝 (横浜国立大学), 王 斉 (労働安全衛生総合研究所), 雨谷 敬史 (静岡県立大学), 三宅 祐一 (横浜国立大学)
- P-69 日本における木質バイオマス発電の炭素中立条件
- 林 亮介, 橋本 征二 (立命館大学)
- P-70 神戸市における市民農園の経年的分布変化とその周辺土地利用との関係性
- 楊 時宇, 大野 朋子 (神戸大学)
- P-71 不飽和土壌中の揮発性有機化合物による地上室内健康リスクへの大気圧変動の影響
- 島 生成, 林 知美, 李 京, 小林 剛 (横浜国立大学)

企画シンポジウム

【1日目】

シンポジウムー1 9月7日(木) 14:00～16:30

「多様な学問分野における環境科学研究の最前線」

オーガナイザー 山本 佳世子 (電気通信大学) 教授
岩本茂子 (電気通信大学) 協力研究員

挨拶 : 山本 佳世子 (電気通信大学) 教授

趣旨説明 : グローバルサウスとは発展途上国と同様の意味で用いられる言葉であり, 南半球に多いアフリカ, ラテンアメリカ, アジアの新興国などが当てはまる. 一方, 2015年の国連サミットで加盟国の全会一致で採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」に, 2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標として持続可能な開発目標 (SDGs : Sustainable Development Goals) が記載された. この目標は17のゴール・169のターゲットから構成され, 地球上の「誰一人取り残さない」ことを誓うものである. 本シンポジウムでは, 若手研究者のこうした地域を中心としたSDGsに関連した研究成果について紹介するとともに, 参加者とともに, グローバルサウス問題とSDGsの関連性について議論する.

講演者 : ① 「Total Lightning Characteristics Associated with Torrential Rain in Japan: Early Prediction for Sustainable Strategy」

Debrupa Mondal (電気通信大学) 博士後期課程学生

② 「Geographic Visualization of Air Dose and Individual Exposure Using a Pocket Sensor Suit in Bangka Island, Indonesia」

Rakotovao Lovanantenaina Oméga (バンドン工科大学) 博士後期課程学生

③ 「Investigating Multi-Decade Ecological Vulnerability of Punjab Province (Pakistan) Using Earth Observation Big Data」

Muhammad Kamran (電気通信大学) 博士後期課程学生

④ 「Unveiling the Urban Metamorphosis: Forecasting Karachi (Pakistan) Spatial Dynamics with Cellular Automata and Artificial Neural Network (CA-ANN) Modeling Approach from 1990 to 2050」

Shakir ul din (電気通信大学) 博士後期課程学生

⑤ 「Machine Learning Prediction of Streamflow for Flood Risk mitigation along the White Nile in South Sudan」

Manzu Gerald Simon Kenyi (電気通信大学) 博士後期課程学生

総合討論

司会 : 岩本 茂子 (電気通信大学) 協力研究員

シンポジウムー2 9月7日(木) 14:00～16:30

学術賞受賞記念シンポジウム

「市民や企業の環境配慮行動促進のための社会実験と実装」

オーガナイザー 加藤 尊秋 (北九州市立大学) 教授

近藤 加代子 (九州大学) 教授

挨拶：加藤 尊秋 (北九州市立大学) 教授

趣旨説明： 市民や企業の環境配慮行動を促進するためには、環境政策や対策への反応を正確に調べ、それらを適切に設計するとともに、多様な関係者をうまくつないでいく必要がある。このシンポジウムでは、プラスチックごみ対策や省エネルギーに関する社会実験、および、社会実装の事例をもとに、環境配慮行動促進策の効果計測と実装のために用いられる多様な手法について理解し、それらをうまく組み合わせて実践的な結果を得るための方法を議論する。

講演者：①「環境配慮行動に関する社会実験の意義と課題」

加藤 尊秋 (北九州市立大学) 教授

②「自発的選択を促すインセンティブ設計：

ダイナミック・プライシングを用いた節電のフィールド実験」

石原 卓典 (京都先端科学大学) 准教授

共著者：木戸 大道 (京都大学) 研究員

依田 高典 (京都大学) 教授

③「漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機付けの分析手法の開発」

遠藤 愛子 (長崎大学) 教授

④「地域でのプラスチックリサイクルの実際と実施体制作りについて」

近藤 加代子 (九州大学) 教授

総合討論

司会：加藤 尊秋 (北九州市立大学) 教授

【2日目】

シンポジウムー3 9月8日(金) 9:00~11:30

「地域と地球をつなぐ階層的環境ガバナンス」

プロジェクト名：総合地球環境学研究所実践プログラム
「地球人間システムの連環に基づく未来社会の共創」
文科省「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」

オーガナイザー 谷口 真人（総合地球環境学研究所）副所長・教授
馬場 健司（東京都市大学）教授

挨拶：谷口 真人（総合地球環境学研究所）副所長・教授

趣旨説明：人新世における地球環境問題は、異なる 이슈が複雑に絡み合う複合的な地球規模課題となり、その解決に向けたガバナンスでは、要素間を繋げるシステム思考や、トレードオフとシナジーなどのネクサスアプローチが、地域と地球をつなぐ階層的ガバナンスとして求められている。本シンポジウムでは、カーボンニュートラルにおける階層的ガバナンスや、汚染と資源管理のマルチスケールガバナンスなど、様々な空間スケールを階層的につなぐガバナンスのあり方を議論する。

講演者：①「階層的環境ガバナンスのためのネクサスアプローチ」

谷口 真人（総合地球環境学研究所）教授

②「サンゴ礁島嶼系における階層的環境ガバナンス」

久保 慶明（関西学院大学）教授

③「脱炭素社会のための地域間連携と階層的環境ガバナンス」

豊田 知世（島根県立大学）准教授

④「気候変動政策における実効性と波及性のトレードオフを超えたガバナンス」

馬場 健司（東京都市大学）教授

総合討論

司会：馬場 健司（東京都市大学）教授

シンポジウムー4 9月8日(金) 9:00～11:30

学術賞受賞記念シンポジウム

「脱炭素社会の実現に向けて統合評価モデル研究は何ができるか？」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 1-2202
「アジア途上国における気候中立社会の実現に向けたロードマップの定量化に関する研究」

環境研究総合推進費 1-2302
「わが国の脱炭素社会実現に向けた都道府県の脱炭素計画に係る課題の統合的分析」
オーガナイザー 増井 利彦（国立環境研究所）領域長
金森 有子（国立環境研究所）主任研究員

挨拶：増井 利彦（国立環境研究所）領域長

趣旨説明：パリ協定以降、日本においても 2050 年脱炭素社会の実現が目標として定められ、途上国でも多くの国で同様の排出ゼロ目標が示されるようになった。一方で、その実現に向けた道筋は明確ではない。本シンポジウムでは、日本における温室効果ガス排出削減目標に関する議論の研究面からの振り返りを、国立環境研究所が中心となって開発してきた AIM（アジア太平洋統合モデル）の分析結果を中心に紹介し、今後の具体的な取り組みを支援するためにモデル研究として何ができるかについて議論を行う。

講演者：①「日本における脱炭素社会に向けた定量化の経緯と今後必要な研究」

増井 利彦（国立環境研究所）領域長

②「地域における取り組みと今後の可能性 1」

河瀬 玲奈（琵琶湖環境科学研究センター）主任研究員

③「地域における取り組みと今後の可能性 2」

五味 馨（国立環境研究所）室長

④「家計消費から見た取り組みと今後の可能性」

金森 有子（国立環境研究所）主任研究員

⑤「エネルギーシステムから見た取り組みと今後の可能性」

芦名 秀一（国立環境研究所）室長

⑥「日本の経験を踏まえ、アジアに何を伝えるか？ どう協働するか？」

石川 智子（地球環境戦略研究機関）ディレクター

総合討論

司会：増井 利彦（国立環境研究所）領域長

シンポジウムー5 9月8日(金) 12:30~15:00

「地域生活分野への気候変動影響の評価と適応策の検討」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 S18「気候変動影響予測・適応評価の総合的研究」
テーマ 4「国民の生活の質(QoL)とその基盤となるインフラ・地域産業への気候変動影響予測と適応策の検討と評価」

オーガナイザー 栗栖 聖(東京大学 大学院工学系研究科)
谷川 寛樹(名古屋大学 大学院環境学研究科)

挨拶：栗栖 聖(東京大学 大学院工学系研究科)

趣旨説明：2018年に施行された「気候変動適応法」では、各都道府県・市町村による地域気候変動適応計画の策定が努力義務化されています。人口減少や経済的停滞が地域社会に深刻な影響をもたらす中、気候変動はこれらに追加的・相乗的に作用するため、地域生活への気候変動影響を評価すると共に適応策に関する科学的知見を集積し、地域との対話を進めることが求められています。本シンポジウムでは、地域生活を支える地域産業、建造物、市街地環境、土地利用、交通の各分野からの気候変動影響評価、地域の脆弱性評価に関する最新の知見を紹介すると共に、地域での適応のあり方に関して議論します。

講演者：①「農業への気候変動影響から見た地域の脆弱性評価」

今井 葉子(東京大学 大学院工学系研究科)

②「気候変動による地域生活に関するQOLへの影響評価」

白井 浩介(東京大学 大学院工学系研究科)

③「都市構造物の滞留年数に着目した気候変動適応策・緩和策の検討」

谷川 寛樹(名古屋大学 大学院環境学研究科)

④「都市の土地利用計画・市街地環境整備計画への気候変動適応策導入の方向性」

村山 顕人(東京大学 大学院工学系研究科)

⑤「気候変動下の市街地を対象とした温熱環境シミュレーションとその活用」

山崎 潤也(東京大学 大学院工学系研究科)

⑥「気候変動による鉄道ネットワークの水害リスク変化の評価」

加藤 博和(名古屋大学 大学院環境学研究科)

⑦「気候変動によるスキー場の営業可能期間変化の予測と交通量への影響」

徐 非凡(名古屋大学 大学院環境学研究科)

総合討論

司 会：栗栖 聖(東京大学 大学院工学系研究科)

シンポジウムー6 9月8日(金) 12:30～15:00

「水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用化の現状と課題」

プロジェクト名：令和5年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）「水道水及び原水における化学物質等の実態を踏まえた水質管理の向上に資する研究」

オーガナイザー 小林 憲弘（国立医薬品食品衛生研究所）室長
高木 総吉（大阪健康安全基盤研究所）主幹研究員

趣旨説明：人口減少が加速している日本において、将来にわたって安全な水道水が供給されるためには、より少ない人員と労力で水質検査を行えるように迅速・簡便な新しい検査方法を開発・導入していく必要がある。現在、検査対象物質の標準品の測定情報を予めデータベースに登録し、検査時には標準品を測定せずに広範囲の物質をGC-MSやLC-MSを用いて一斉に測定する「スクリーニング分析法」の水道水質検査への適用が検討されている。しかし、水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用には現状では様々な課題があることから、スクリーニング分析法の開発の現状と実運用化に向けた課題について議論する。

講演者：①「水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用化に向けた取組み」

小林 憲弘（国立医薬品食品衛生研究所）室長

②「GC/MS スクリーニング分析法を用いた河川水試料の解析検証」

山崎 貴子（東京都健康安全研究センター）主任

③「LC-QTOFMSを用いたスクリーニング分析法における定量精度の評価」

吉田 仁（大阪健康安全基盤研究所）主幹研究員

④「スクリーニング分析法の適用における登録検査機関としての期待と課題」

古川 浩司（三重県環境保全事業団）次長

⑤「スクリーニング分析法の適用における衛生研究所としての役割と課題」

高木 総吉（大阪健康安全基盤研究所）主幹研究員

総合討論

司 会：小林 憲弘（国立医薬品食品衛生研究所）室長

シンポジウムー7 9月8日(金) 12:30～15:00

「地域脱炭素化の加速に向けた計画策定の支援システム」

プロジェクト名：「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」

文部科学省「大学の力を結集した、地域の脱炭素加速のための基盤研究開発」

オーガナイザー 荒巻 俊也（東洋大学）教授

藤田 壮（東京大学）教授

挨拶：荒巻 俊也（東洋大学）教授

趣旨説明：標記研究プロジェクトにおいては、地域における脱炭素化の計画策定の支援に資する研究開発を進めている。本シンポジウムは2部構成として、第1部では本研究課題の全体像と個別地域・分野での研究開発の状況を、第2部では北九州における戸建住宅の脱炭素化をテーマに行った住民参加の実証実験の結果を紹介する。

講演者：第1部 地域脱炭素化シナリオの分析と計画支援システム

① 「プロジェクトの全体紹介」

藤田 壮（東京大学）教授

② 「都市の建設ストックの脱炭素化に向けて」

谷川 寛樹（名古屋大学）教授

③ 「都市交通の環境負荷低減に向けて」

森本 章倫（早稲田大学）教授

④ 「地域での脱炭素型エネルギーシステムの計画作りに向けて」

芦名 秀一（国立環境研究所）室長

⑤ 「脱炭素地域計画支援システムの開発（仮題）」

藤田 壮（東京大学）教授・林徹（東京大学）助教

総合討論

第2部 脱炭素化計画立案支援のための市民討議会実証試験～北九州市を対象として

～

⑥ 「オンライン市民討議会の実証試験：その概要と狙い」

荒巻 俊也（東洋大学）教授

⑦ 「戸建て住宅における脱炭素化シナリオとその効果」

松本 亨（北九州市立大学）教授

⑧ 「市民討議会における合意形成過程と参加者の態度・意識の変遷」

大塚 佳臣（東洋大学）教授

⑨ 「市民の気候変動に関わる意識とオンライン市民討議会への参加意向の分析」

平松 あい（東洋大学）准教授

⑩ 「オンラインでの市民討議会の意義と課題」

荒巻 俊也（東洋大学）教授

総合討論

司会：荒巻 俊也（東洋大学）教授

2023 年度表彰報告

表彰委員会

2023 年度の環境科学会学会賞，学術賞，奨励賞，論文賞は，次の方々に贈呈することが，理事会の議を経て決定致しました。各賞受賞者は，2023 年 9 月 7 日（木）～8 日（金）に神戸大学で開催される環境科学会 2023 年会でご講演いただき，表彰式で表彰します。

学会賞（1 名）

新藤純子（山梨大学・名誉教授）

表彰課題：地球環境中の窒素等の動態評価と生態系への影響の総合的評価に基づく環境科学への貢献

学術賞（2 名）

加藤尊秋（北九州市立大学・教授）

表彰課題：環境経済分野と防災分野を中心とした学際的取り組みと社会実装

増井利彦（国立環境研究所社会システム領域・領域長）

表彰課題：統合評価モデルを用いた地球温暖化問題への政策評価

奨励賞（2 名）

王斉（独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 化学物質情報管理研究センター 任期付き研究員（現職））

表彰課題：残留性有機汚染物質の排出機構・リスクの解明及び除去手法の開発

叢日超（北九州市立大学環境技術研究所・特任講師）

表彰課題：都市の空間解析と廃棄物処理・エネルギーシステムの最適化に関する研究

論文賞（2 編）

棟居洋介*，増井利彦**，金森有子**

（* 東京工業大学工学院，** 国立環境研究所社会環境システム研究センター）

対象論文：わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出，天然資源の浪費および経済損失の評価

環境科学会誌，34 巻 6 号 pp.256-269（2021）

小口正弘*，大久保伸*，中村智**

（*（国研）国立環境研究所，**（地独）大阪府立環境農林水産総合研究所）

対象論文：算出方法の実態から見た PRTR 届出排出移動量データの信頼性

環境科学会誌，35 巻 4 号 pp.189-198（2022）

【選考経過等】

環境科学会では、学会規程により、環境科学の研究において顕著な業績をあげた研究者に学会賞、学術賞、奨励賞を、また、環境科学会誌に優秀な論文を発表した著者に論文賞を贈呈することが定められています。上記の2023年度各賞受賞者の選考経過は以下のとおりです。

表彰規程に従い、環境科学会 Web サイトに2022年12月24日を締め切りとして、各賞受賞候補者の推薦依頼を会告として告示しました。その結果を受けて、2023年1月26日に表彰委員会を開催して各賞受賞候補者を選考し、その選考経過を2月6日に開催された理事会に報告し、理事会の議を経て各賞受賞者が正式に決定されました。

2004年度からは、学会賞受賞者には表彰式後に記念講演を、学術賞受賞者には年会において受賞記念シンポジウムを企画していただき、その中で受賞記念講演を行っていただくよう依頼することとしています。また、奨励賞および論文賞の受賞者についても、年会の関連する一般研究発表あるいはシンポジウムの中でそれぞれ受賞記念講演を行っていただくよう依頼することとしており、現在、年会委員会と協議の上、準備中です。会員の皆様の年会への多数ご参加をお待ちしています。

最後に、2024年度表彰については、受賞候補者の推薦を2023年末締切として会員の皆様にお願ひする予定であることを記して、表彰委員会報告と致します。

【2023年度表彰委員会】

委員長	藤田 壮	東京大学
理事	高梨啓和	鹿児島大学
	田崎智宏	国立環境研究所
幹事	村上道夫	大阪大学
	沼田大輔	福島大学
委員	加藤博和	名古屋大学
	杉本賢二	大阪公立大学
	田原麻衣子	国立医薬品食品衛生研究所
	徳村雅弘	静岡県立大学
	錦澤滋雄	東京工業大学
	肱岡靖明	国立環境研究所
	棟居洋介	東京工業大学

[2023年度の各賞受賞者]

学会賞

受賞者氏名：新藤 純子（しんどう じゅんこ）

表彰課題：地球環境中の窒素等の動態評価と生態系への影響の総合的評価に基づく環境科学への貢献

所属・職：山梨大学・名誉教授

専門分野：環境影響評価，環境動態解析

略 歴：

1974年 東京教育大学 理学部 化学科 卒業

1976年 東京教育大学 理学研究科 化学 修了

1976年-1991年 国立公害研究所

1991年-2012年 農業環境技術研究所

1993年 博士（工学）取得（京都大学）

2012年-2017年 山梨大学生命環境学域環境科学系 教授

2017年 山梨大学生命環境学域環境科学系 名誉教授

本学会では，評議員（1997~2000年度），理事（2001~2008年度，2011~2014年度），顧問（2022年度）を歴任



新藤 純子
（しんどう じゅんこ）

表彰理由：

新藤純子氏は、環境中の窒素や酸性物質等の動態評価や農業生態系などへの影響の総合的評価を進めてきた。国内の森林から全国・東アジアと様々なスケールでの調査を進めてきた。国境を越えた汚染物質とその管理の難しさが世界的な課題となっている中で、同氏の研究はその基盤的知見を提供するとともに、環境政策への示唆に富むものであり、国際的な環境配慮社会の実現に向けて大きな貢献をもたらしてきた。

同氏の特筆すべき功績は、化学，農学，工学にまたがる広い学術的背景にもとづいて、国際的な環境問題解決に貢献してきた点である。とくに、東アジア諸国を中心とした食糧生産や河川環境等での窒素フローやその汚染の実態解析などを対象にしなが、人と生態系への総合的影響評価を行った点は、近年におけるグローバルモデルや多次元での影響評価の先駆けともいえるものである。さらには、様々な調査にもとづいて、国内外で多数の論文を発表したほか、越境汚染などを含めた国際社会における課題に対する環境政策提言を進められ、国内外から高い評価を受けている。これらの研究成果は、学際的研究を進められてきた同氏ならではの高い波及効果を持って、さまざまな分野の研究者、実務者、学生、市民らに対して環境科学の理解促進において大きな貢献を果たしてきたといえよう。

新藤純子氏の研究業績は、環境科学が有する課題解決志向性を背景として、国際的な環境配慮社会の実現に向けて貢献するものであるとともに、環境科学研究の発展に大きく貢献してきた。さらに、環境科学会の運営においても、評議員を4年、理事を12年務められるといった重要な役割を果たしており、環境科学会の発展を長く支えてこられた。このような氏の業績は、環境科学ならびに環境科学会の発展に貢献した者に与えられる環境科学会学会賞にふさわしいものと評価できる。

主要業績：

1. 濱口航，岡本勝男，新藤純子，川島博之. アジア型経済発展による環境汚染の長期化(中国雲南省・滇池), 環境科学会誌 21, 143-152 (2008)
2. 大浦典子，鈴木啓助，奈良麻衣子，村本美智子，麓多門，新藤純子，戸田任重. 貧栄養多雪地域における森林の窒素循環, 環境科学会誌 19, 217-231 (2006)

3. 新藤純子, 木平英一, 吉岡崇仁, 岡本勝男, 川島博之. 我が国の窒素負荷量分布と全国渓流水水質の推定, 環境科学会誌 18, 455-463 (2005)
4. 小島千穂, 川島博之, 新藤純子, 岡本勝男, 戸田任重, 茅原一之. ベトナムにおける食料生産と窒素フロー, 環境科学会誌 17, 15-24 (2004)
5. Shindo J, Oita, A, Hayashi, K and Shibata, H. Comparison of food supply system in China and Japan based on food nitrogen footprints estimated by a top-down method. *Environ. Res. Lett.* 16, 045003 (2021)
6. Hayashi, K, Shibata, H, Oita, A, Nishina, K, Ito, A, Katagiri, K, Shindo, J and Winiwarter, W. Nitrogen budgets in Japan from 2000 to 2015: Decreasing trend of nitrogen loss to the environment and the challenge to further reduce nitrogen waste. *Environmental Pollution* 286, 117559 (2021)
7. Oita, A, Katagiri, K, Eguchi, T, Morioka, R, Shindo, J, Hayashi, K and Matsubae, K. Nutrient-extended input-output (NutrIO) method for the food nitrogen footprint. *Environ. Res. Lett.* 16, 115010 (2021)
8. Saiki, M, Nguyen, T P M, Shindo, J and Nishida, K. Nitrogen balance in paddy fields under flowing-irrigation condition. *Nutr Cycl Agroecosyst* 116:19–30 (2020)
9. Ito, Y, Malla S S, Bhattarai, A P, Haramoto, E, Shindo J and Kei Nishida. Waterborne diarrhoeal infection risk from multiple water sources and the impact of an earthquake. *Journal of Water and Health* 18.4, 464-476 (2020)
10. Hayashi, K, Oita, A, Lassaletta, L, Shindo, J, Shibata, H, Sakurai, G and Eguchi, S. Reducing nitrogen footprints of consumer-level food loss and protein overconsumption in Japan, considering gender and age differences. *Environ. Res. Lett.* 13, 124027 (2018)
11. Shrestha, S, Shrestha, S, Shindo, J, Sherchand, J B and Haramoto, E. Virological Quality of Irrigation Water Sources and Pepper Mild Mottle Virus and Tobacco Mosaic Virus as Index of Pathogenic Virus Contamination Level. *Food Environ Virol* 10, 107–120 (2018)
12. Shindo, J and Yanagawa, A. Top-down approach to estimating the nitrogen footprint of food in Japan. *Ecological indicators* 78, 502-511 (2017)
13. Shibata, H, Galloway, J N, Leach, A M, Cattaneo, L R, Noll, L C, Erisman, J W, Gu, B, Liang, X, Hayashi, K, Ma, L, Dalgaard, T, Graversgaard, M, Chen, D, Nansai, K, Shindo J, Matsubae, K, Oita, A, Su, M-C, Mishima, S-I and Bleeker, A. Nitrogen footprints: Regional realities and options to reduce nitrogen loss to the environment. *Ambio* 46, 129–142 (2017).
14. Shrestha, S, Aihara, Y, Bhattarai, A P, Bista, N, Rajbhandari, S, Kondo, N, Kazama, F, Nishida, K and Shindo, J. Dynamics of Domestic Water Consumption in the Urban Area of the Kathmandu Valley: Situation Analysis Pre and Post 2015 Gorkha Earthquake. *Water* 9, 222 (2017)
15. Sase, H, Yamashita, N, Luangjame, J, Garivait, H, Kietvuttinon, B, Visaratana, T, Kamisako, M, Kobayashi, R, Ohta, S, Shindo, J, Hayashi, K, Toda, H and Matsuda, K. Alkalinization and acidification of stream water with changes in atmospheric deposition in a tropical dry evergreen forest of northeastern Thailand. *Hydrological Processes* 31: 836– 846 (2017)
16. Sun, F, Chen, M and Shindo J. China's agricultural nitrogen flows in 2011: Environmental

- assessment and management scenarios. *Resources, Conservation & Recycling* 111, 10–27 (2016)
17. Shrestha, S, Haramoto, E, Sherchand, J B, Hada, S, Rajbhandari, S and Shindo J. Prevalence of protozoa and indicator bacteria in wastewater irrigation sources in the Kathmandu Valley, Nepal: cases from Kirtipur, Bhaktapur and Madhyapur Thimi municipalities. *Journal of Water and Environment Technology* 14, 149-157 (2016)
 18. Shindo, J. Changes in the nitrogen balance in agricultural land in Japan and 12 other Asian Countries based on a nitrogen-flow model. *Nutr Cycl Agroecosyst* 94, 47-61 (2012)
 19. Shindo, J., Okamoto, K, Kawashima, H and Konohira, E. Nitrogen flow associated with food production and consumption and its effect on water quality in Japan from 1961 to 2005. *Soil Science and Plant Nutrition* 55, 532–545 (2009)
 20. Shindo, J., Okamoto, K and Kawashima, H. Prediction of the environmental effects of excess nitrogen caused by increasing food demand with rapid economic growth in eastern Asian countries, 1961–2020. *Ecological Modelling* 193, 703-720 (2006)

【書籍】

1. 林健太郎, 柴田英昭, 梅澤有 [編] 窒素と環境の科学 朝倉書店 (2021)
2. 波多野隆介, 犬伏和之 [編] 続環境負荷を予測する, 博友社 (2005)
3. 日本化学会・酸性雨問題研究会 [編] 身近な環境問題 続酸性雨を考える, コロナ社 (2002)

など

学術賞

受賞者氏名：加藤 尊秋（かとう たかあき）

表彰課題：環境経済分野と防災分野を中心とした学際的取り組み
と社会実装

所属・職：北九州市立大学・教授

専門分野：環境経済学，リスク管理

略 歴：

1992年 東京工業大学 工学部 社会工学科 卒業

1994年 東京工業大学 大学院理工学研究科 社会工学専攻修士課程 修了

1996年 東京工業大学 大学院理工学研究科 社会工学専攻博士課程 修了

1996年 University College London The Bartlett School of Architecture 客員研究員

1997年 東京工業大学 大学院社会理工学研究科 助手

2007年 北九州市立大学 大学院国際環境工学研究科 准教授

2008年 北九州市立大学 国際環境工学部 准教授

2017年 北九州市立大学 国際環境工学部 教授（現在に至る）

2017年 北九州市立大学 災害対策技術研究センター センター長（現在に至る）

2021年 JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム 北九州市立大学「地域で育て地域を興す博士後期プログラム」事業統括（現在に至る）



加藤 尊秋
（かとう たかあき）

表彰理由：

加藤尊秋氏は、環境政策の経済評価に関連した環境経済の分野と、防災訓練などの防災・リスク管理分野において、これまでに多数の研究成果を挙げてきた。東日本大震災後における農産物の経済被害額推定、北九州市危機管理室・消防局と連携した防災訓練の評価手法開発など、その研究対象は多岐にわたる。これらの研究成果は、環境科学会誌を含めた国内外の多数の学術雑誌で報告されている。さらに、北九州市およびベトナムなどをフィールドとし、防災訓練手法などの得られた知見の社会実装も進めている。環境科学会では若手育成事業担当幹事を5年務め、若手育成という観点でも大きな貢献を果たしてきた。このように、環境経済と防災という両分野において、科学的知見の蓄積と社会実装を連動させる研究者として目覚ましい活躍を遂げている。加藤尊秋氏の研究業績と活動は、環境科学分野においてとくに優れた研究業績を挙げた者に与えられる環境科学会学術賞にふさわしいと評価できる。

主要業績：

【研究論文等】

1. 園田 雄己, 加藤 尊秋. 原子力災害による福島県産農産物の被害額推定—ナメコを例に—, 環境科学会誌, 27, 20-31 (2014)
2. 加藤 尊秋. エネルギー問題に対する世論調査の変遷—東日本大震災前 50 年間について—, 環境科学会誌, 26, 477-488 (2013)
3. 加藤 尊秋, 中村 秀規. 市町村のエコポイント事業を通じた市民の環境国際協力—エコポイントの寄付に着目して—, 環境科学会誌, 24, 341-352 (2011)
4. 中村 秀規, 加藤 尊秋. 自治体による環境国際協力に対する市民の支持構造—地球温暖化に関する国際都市間連携への示唆—, 環境科学会誌, 24, 89-102 (2011)

5. 肥田野 登, 加藤 尊秋, 風早 隆弘, CVM 調査票における新しい情報提供方法と被験者の反応: プロトコル分析を用いた調査票評価に関する予備的考察, 環境科学会誌, 16, 435-452 (2003)
6. 肥田 野登, 加藤 尊秋, CVM における面接法と郵送法の支払意志額推計値への影響, 環境科学会誌, 13, 167-180 (2000)
7. Kato, T., Wang J.J., and Tsai, N.Y. Elements of standard operating procedures and flexibility issues in emergency management: A Japan-Taiwan comparison. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 71, Article 102813, 1-14 (2022)
8. Sun, M. and Kato, T. The effect of urban agriculture on water security: A spatial approach. *Water*, 14, Article 2529, 1-12 (2022)
9. Kato, T. Sharing experience by residents of past disaster sites: Effects of time from disasters and types of experience. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 61, Article 102390, 1-11 (2021)
10. Sun, M. and Kato, T. Spatial-temporal analysis of urban water resource vulnerability in China. *Ecological Indicators*, 133, Article 108436, 1-14 (2021)
11. Kato, T., Hoang, H., and Phan Hoang, T.T. Economic development and human ties in informal food waste recycling: A follow-up study in Da Nang, Vietnam. *Waste Management & Research*, 38(9), 1019-1027 (2020)
12. Kato, T. and Endo, A. Involving citizens in sharing disaster experiences across areas: An investigation into disaster-stricken communities and observing communities. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 42, Article 101378, 1-11 (2020)

など多数

【書籍】

1. 神尾茉奈美, 加藤尊秋 . 温室イチゴ栽培への温泉熱利用による環境負荷低減, 馬場健司, 増原直樹, 遠藤愛子(編著) 地熱資源をめぐる水・エネルギー・食料ネクサス : 学際・超学際アプローチに向けて, 近代科学社, pp.134-142 (2018)
2. Kato, T., Yanagihara, A., and Endo, A. Experience of disaster and recognition of local resources: A survey of a tsunami-damaged town in Japan. in A. Endo and T. Oh (eds.) *The Water-Energy-Food Nexus: Human-Environmental Security in the Asia-Pacific Ring of Fire*. Springer Nature Singapore, Singapore, pp. 195-207 (2018)
3. 加藤尊秋, 中村秀規. 環境国際協力を通じた地方自治体の低炭素化・環境保全に対する市民の意識, 田中充(編著) 地域からはじまる低炭素・エネルギー政策の実践, ぎょうせい, pp.182-197 (2014)

受賞者氏名：増井 利彦（ますい としひこ）

表彰課題：統合評価モデルを用いた地球温暖化問題への政策評価

所属・職：国立環境研究所社会システム領域・領域長

専門分野：環境システム工学

略 歴：

1993年 大阪大学工学部環境工学科 卒業

1995年 大阪大学大学院工学研究科博士前期課程環境工学専攻 修了

1997年 大阪大学大学院工学研究科博士後期課程環境工学専攻 修了

1998年 環境庁国立環境研究所地球環境研究グループ温暖化影響・対策研究チーム研究員

2000年 東京工業大学大学院社会理工学研究科連携助教授（併任）

2002年 （独）国立環境研究所社会環境システム研究領域統合評価モデル研究室主任研究員

2006年 （独）国立環境研究所社会環境システム研究領域統合評価研究室室長

2014年 東京工業大学 連携教授（併任，2016年4月より特定教授に名称変更）

2022年 （独）国立環境研究所社会システム領域領域長（現在に至る）



増井利彦
（ますい としひこ）

表彰理由：

増井利彦氏は、地球温暖化問題をはじめとする環境問題と社会・経済活動を対象とした統合評価モデルの開発とそれを用いた環境対策の効果と影響の評価、将来シナリオの検討を行ってきた。とくに統合評価モデルによって、地球温暖化問題への緩和策、適応策などの対策効果と影響に関する評価、政策評価、将来シナリオ検討などの側面から科学的知見の蓄積に貢献してきた。これらの研究の成果は、環境科学会誌を含む多数の論文において報告されており、環境システム工学分野への学術的発展に大いに資するものである。環境科学会では、奨励賞を1回、論文賞を1回受賞しており、環境科学会における功績も大きい。気候変動が喫緊の課題として世界的に認識されている中で、同氏の活動は課題解決に向けて大きな役割を果たしている。このような増井利彦氏の研究業績と活動は、環境科学分野において特に優れた研究業績を挙げた者に与えられる環境科学会学術賞にふさわしいものと評価できる。

主要業績：

【研究論文等】

1. 棟居 洋介, 増井 利彦, 金森有子. わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出, 天然資源の浪費および経済損失の評価, 環境科学会誌, 34, 256-269 (2021)
2. 松橋 啓介, 村山 麻衣, 増井 利彦, 原澤 英夫. 持続可能社会への転換に向けた叙述シナリオの構築に関する試みー生産活動の観点からー, 環境科学会誌, 26, 226-235 (2013)
3. 棟居 洋介, 増井 利彦. バイオマスプラスチックの普及が世界の食料不安に及ぼす影響の長期評価, 環境科学会誌, 25, 167-183 (2012)
4. 棟居 洋介, 増井 利彦. 都市の拡大が世界の農地および作物の潜在生産量に及ぼす影響の長期推計, 環境科学会誌, 24, 1-22 (2011)
5. 松本 健一, 増井 利彦. 帰属炭素税の中期的動学効果に関する分析, 環境科学会誌, 22, 391-400 (2009)

6. 増井 利彦. 地球環境モデリングの到達点と今後,環境科学会誌, 22, 137-142 (2009)
7. 棟居 洋介, 増井 利彦. IPCC 排出シナリオ(SRES)にもとづいた世界の農地必要量の変動要因分析, 環境科学会誌, 22, 73-90 (2009)
8. 棟居 洋介, 増井 利彦. IPCC 排出シナリオ(SRES)にもとづいた世界の食料必要量の長期推計, 環境科学会誌, 21, 63-88 (2008)
9. 棟居 洋介, 増井 利彦. IPCC 排出シナリオ(SRES)にもとづいた世界の食事エネルギー必要量の長期推計, 環境科学会誌, 19, 477-493 (2006)
10. Marissa M., Masui T. Potential impact of the adoption of food loss reduction technologies in Indonesia, Journal of Environmental Management, 319(1), (2022)
11. Boonpanya T., Masui T. Assessing the economic and environmental impact of freight transport sectors in Thailand using computable general equilibrium model, Journal of Cleaner Production, 280(Part1), (2021)
12. Wu W., Kanamori Y., Zhang R., Zhou Q., Takahashi K., Masui T. Implications of declining household economies of scale on electricity consumption and sustainability in China, Ecological Economics, 184:106981 (2021)
13. Masui T., Matsumoto K., Hijioka Y., Kinoshita T., Nozawa T. Ishiwatari S., Kato E., Shukla P.R., Yamagata Y., Kainuma M. An emission pathway for stabilization at 6 Wm(-2) radiative forcing . Climatic Change, 109 (1-2), 59-76 (2011)
14. Masui T. Policy evaluations under environmental constraints using a computable general equilibrium model. European Journal of Operational Research, 166 (3), 843-855 (2005)
15. 増井 利彦, 松岡 譲, 森田 恒幸. 環境と経済を統合した応用一般均衡モデルによる環境政策の効果分析. 土木学会環境システム研究論文集, 28, 467-475 (2000)

など多数

【書籍】

1. 増井利彦, 地球温暖化 : 排出シナリオと将来予測 (掲載誌 : 大気環境の事典) 302-303 (2019)

奨励賞

受賞者氏名：王齊 (WANG Qi)

表彰課題： 残留性有機汚染物質の排出機構・リスクの解明及び除去手法の開発

所属・職： 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 化学物質情報管理研究センター 任期付き研究員 (現職)

専門分野： 大気環境, 分析化学, 環境影響評価, 化学物質の曝露・リスク評価

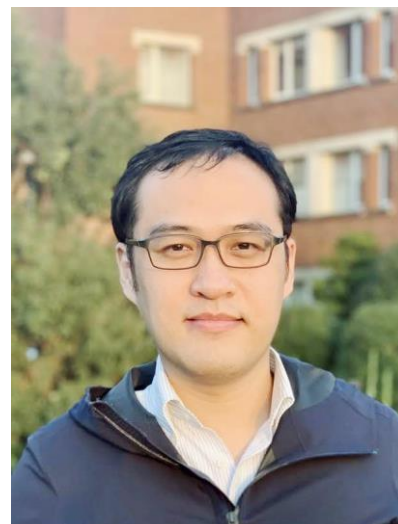
略 歴：

2017年 静岡県立大学 大学院薬食生命科学総合学府環境科学専攻博士後期課程 修了

2017年 静岡県立大学 食品栄養科学部環境生命科学科 特任助教

2023年 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 任期付き研究員 (現在に至る)

2023年 静岡県立大学 食品栄養科学部環境生命科学科 客員研究員 (現在に至る)



王齊
(WANG Qi)

表彰理由：

王齊氏は、人体に有害な多環芳香族炭化水素類 (PAHs) 及びハロゲン化 PAHs の発生源、生成機構、リスクの解明や削減対策に関して多くの論文を発表している。近年では、染色排水の除去手法として有効なフォトフェントン反応に炭素材料を用いることによる反応促進効果についても研究を行っている。これらの研究成果は、環境科学会誌をはじめ、国内外の学術雑誌にも論文が掲載されており、高い評価を得ており、環境科学の分野での社会的・学術的発展に大きく貢献している。

主要業績：

【業績課題に係わる主要論文】

1. 村松孝亮, 徳村雅弘, 王齊, 石橋龍太郎, 安保貴永, 皆川正和, 三宅祐一, 雨谷敬史, 牧野正和. 炭素材料併用型フォトフェントン反応による汚染物質除去機構の反応速度論的解析, 環境科学会誌, 35, 103-112 (2022)
2. 王齊, 徳村雅弘, 三宅祐一, 雨谷敬史, 堀井勇一, 蓑毛康太郎, 野尻喜好, 大塚宜寿. ハロゲン化多環芳香族炭化水素類 (XPAHs) の廃棄物焼却施設からの年間排出量と大気中濃度への寄与度の推定, 環境科学会誌, 30, 336-345 (2017)

【研究論文等】

3. Qi Wang, Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai. Optimization of method for extracting 46 volatile organic compounds (VOCs) from an activated carbon-silica gel active sampler to evaluate indoor work environments, Air Quality, Atmosphere and Health 14(9), 1341-1348 (2021)
4. Kento Sei, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Shinji Suzuki, Yuichi Miyake, Takashi Amagai. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Their Halogenated Derivatives in a Traditional Smoke-dried Fish Product in Japan—Occurrence and Countermeasures, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1, 960-966 (2021)

5. Kento Sei, [Qi Wang](#), Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai. Accurate and ultrasensitive determination of 72 parent and halogenated polycyclic aromatic hydrocarbons in a variety of environmental samples via gas chromatography–triple quadrupole mass spectrometry, *Chemosphere*, 271 (2021)
6. Kento Sei, [Qi Wang](#), Masahiro Tokumura, Anwar Hossain, Mohammad Raknuzzaman, Yuichi Miyake, Takashi Amagai. Occurrence, potential source, and cancer risk of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and their halogenated derivatives in Shizuoka, Japan, and Dhaka, Bangladesh, *Environmental Research*, 196 (2021)
7. Misato Masuda, [Qi Wang](#), Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai. Quantification of brominated polycyclic aromatic hydrocarbons in environmental samples by liquid chromatography tandem mass spectrometry with atmospheric pressure photoionization and post-column infusion of dopant, *Analytical Sciences*, 36(9), 1105-1111 (2020)
8. Misato Masuda, [Qi Wang](#), Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives produced during cooking and released in exhaust gas, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 197, 110592, (2020)
9. Kosuke Muramatsu, Masahiro Tokumura, [Qi Wang](#), Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino, Mitigation of the inhibitory effects of co-existing substances on the Fenton process by UV light irradiation, *Journal of Environmental Science and Health - Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 55(6), 730-738 (2020)
10. Masahiro Tokumura, Shiori Nitta, Tomomi Hayashi, Rina Yamaguchi, [Qi Wang](#), Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino. Probabilistic Exposure Assessment of Aggregate Rates of Dermal Exposure of Japanese Women and Children to Parabens in Personal Care Products, *Chemosphere*, 239, 124704 (2020)
11. Misato Masuda, [Qi Wang](#), Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Takashi Amagai. Simultaneous determination of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives in grilled foods, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 178, 188-194 (2019)
12. Masahiro Tokumura, Makiko Seo, [Qi Wang](#), Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino. Dermal Exposure to Plasticizers in Nail Polishes: An Alternative Major Exposure Pathway of Phosphorus-Based Compounds, *Chemosphere*, 226, 316-320 (2019)
13. Masahiro Tokumura, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Kosuke Muramatsu, [Qi Wang](#), Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino. Comparison of Rates of Direct and Indirect Migration of Phosphorus Flame Retardants from Flame-Retardant-Treated Polyester Curtains to Indoor Dust, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 169, 464-469 (2019)
14. Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, [Qi Wang](#), Takashi Amagai, Yasuhiro Takegawa, Yoko Yamagishi, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Takeshi Kobayashi, Shinji Takasu, Kumiko Ogawa, Kurunthachalam Kannan. Identification of Novel Phosphorus-Based Flame Retardants in Curtains Purchased in Japan Using Orbitrap Mass Spectrometry, *Environmental Science & Technology Letters*, 5, 448-455 (2018)

15. Masahiro Tokumura, Yuichi Miyake, Qi Wang, Hayato Nakayama, Takashi Amagai, Sayaka Ogo, Kazunari Kume, Takeshi Kobayashi, Shinji Takasu, Kumiko Ogawa. Methods for the analysis of organophosphate flame retardants- A comparison among GC-EI-MS, GC-NCI-MS, LC-ESI-MS/MS, and LC-APCI-MS/MS, *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 53, 475-481 (2018)
16. Qi Wang, Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Kiyoshi Nojiri, Nobutoshi Ohtsuka. Effects of characteristics of waste incinerator on emission rate of halogenated polycyclic aromatic hydrocarbon into environments, *Science of the Total Environment*, 625, 633-639 (2018)
17. Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Yuichi Horii, Kurunthachalam Kannan. Mechanism of Formation of Chlorinated Pyrene during Combustion of Polyvinyl Chloride, *Environmental Science & Technology*, 51, 14100-14106 (2017)
18. Yuichi Miyake, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Takashi Amagai, Yuichi Horii. Rate of Hexabromocyclododecane Decomposition and Production of Brominated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons During Combustion in a Pilot-scale Incinerator, *Journal of Environmental Sciences*, 61, 91-96 (2017)
19. Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Go Suzuki, Hidenori Matsukami, Nguyen Minh Tue, Shin Takahashi, Shinsuke Tanabe, Le Huu Tuyen, Pham Hung Viet, Hidetaka Takigami. Halogenated Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil and River Sediment from E-waste Recycling Sites in Vietnam, *Journal of Water and Environment Technology*, 14(3), 166-176 (2016)

受賞者氏名：叢日超 (Cong Richao)

表彰課題：都市の空間解析と廃棄物処理・エネルギーシステムの最適化に関する研究

所属・職：北九州市立大学環境技術研究所・特任講師

専門分野：環境システム工学，環境情報学

略 歴：

2016年 北九州市立大学国際環境工学研究科博士後期課程 修了

2017年 国立環境研究所 地球環境研究センター 特別研究員

2020年 国立環境研究所 福島支部 特別研究員

2021年 北九州市立大学国際環境工学部 特任研究員

2021年 北九州市立大学環境技術研究所 特任講師（現職）

2021年 国立環境研究所 福島地域協働研究拠点 客員研究員（兼務，現在に至る）

2022年 北九州市立大学国際環境工学部・国際環境工学研究科 非常勤講師（兼務，現在に至る）



叢日超
(Cong Richao)

表彰理由：

叢日超氏は、都市空間の解析を通して廃棄物や CO₂ 排出量の定量化とシステムの最適化手法に関して多数の論文を発表し、循環型社会、低炭素社会の構築に大きく寄与している。近年では時間の経過による都市空間の変容がエネルギー消費量に与える影響分析や AI を用いた廃棄物排出量予測などにも取り組んでいる。これらの研究成果は、環境科学会誌をはじめ、国内外の学術雑誌にも論文が掲載されており、高い評価を得ており、環境科学の分野での社会的・学術的發展に大きく貢献している。

主要業績：

【業績課題に係わる主要論文】

1. 叢日超, 藤山淳史, 松本亨, AI 技術による産業系廃プラスチック回収システムの統合化, 環境科学会誌, Vol.35(5), 248-257, 2022.
2. 叢日超, 藤山淳史, 松本亨, AI 技術による産業系廃プラスチックの回収需要量の予測—複数施設を対象に—, 環境科学会誌, Vol.35(5), 237-247, 2022.

【研究論文等】

3. Richao Cong, Kei Gomi, Takuya Togawa, Makoto Oba. How and Why Did Fossil Fuel Use Change in Fukushima Prefecture before and after the Great East Japan Earthquake?, Energy Reports, Vol.8(3), 1159-1173 (2022)
4. Richao Cong, Atsushi Fujiyama, Toru Matsumoto. Carbon Sink Quantification Aids for Achieving the Zero-emission Goal: A Case Study in Japan, Energy Reports, Vol.8(9), 8-17 (2022)
5. Richao Cong, Atsushi Fujiyama, Toru Matsumoto. Collection of Industrial Plastic Waste During the COVID-19 Pandemic A Case Study of the Wholesale and Retail Trade Sector in Fukuoka Prefecture, Japan, Journal of Human and Environmental Symbiosis, Vol.38(1), 46-55 (2022)
6. Richao Cong, Kei Gomi. Evidence for the Development of Energy Resilience in Fukushima Prefecture after the Great East Japan Earthquake, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIV-3/W1-2020, 37-41

(2020)

7. Richao Cong, Makoto Saito, Ryuichi Hirata, Akihiko Ito. Spatiotemporal analysis on CO₂ Emissions from Households in Japan, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol.42, 75-81 (2019)
8. Richao Cong, Makoto Saito, Ryuichi Hirata, Akihiko Ito, Shamil Maksyutov. Uncertainty Analysis on Global Greenhouse Gas Inventories from Anthropogenic Sources, International Journal of Environmental Pollution and Remediation, Vol.7, 1-8 (2019)
9. Richao Cong, Makoto Saito, Ryuichi Hirata, Akihiko Ito, Shamil Maksyutov. Visualization on Fossil-Fuel Carbon Dioxide (CO₂) Emissions from Buildings in Tokyo Metropolis, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol.4(4) (2018)
10. Richao Cong, Makoto Saito, Ryuichi Hirata, Akihiko Ito, Shamil Maksyutov. Exploration on Quantifying Carbon Dioxide (CO₂) Emission from Road Traffic in Megacity, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol.42(4) (2018)
11. Richao Cong, Toru Matsumoto, Wenchao Li, He Xu, Takamasa Hayashi, Changjun Wang. Spatial simulation and LCA evaluation on the Plastic Waste Recycling System in Tianjin, Journal of Material Cycles and Waste Management, Vol.19, 1423–1436 (2017)
12. 叢日超, 松本亨, 徐鶴, 李文超, 中国大都市の家庭系廃プラスチック収集・運搬システムの最適化 : 天津市のケーススタディ, 土木学会論文集 G (環境), Vol.72(5), 65-72 (2016)
など多数

論文賞

受章者氏名：棟居洋介*，増井利彦**，金森有子**

対象論文：わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出，天然資源の浪費および経済損失の評価
34 巻 6 号 pp.256-269 (2021)

受賞論文における所属：* 東京工業大学工学院，** 国立環境研究所社会環境システム研究センター
表彰理由：

本論文は，食品ロスの発生に起因する温室効果ガス排出量，土地・水資源の損失量，および食品の経済的価値の損失額を推定したものであり，温室効果ガス排出以外の観点も含めて総合的かつ定量的な分析を達成している。本研究は，削減対策の優先順位を設定するうえでの基盤となる知見を提供しており，効果的な食品ロスの削減対策の遂行に資するものである。方法等，丁寧かつ分かりやすく書かれていることに加えて，「食品ロス」という SDGs のターゲットにも含まれる，世界的にも注目される事象を対象にしている点で時宜にかなう内容となっている。以上により，本論文は，本会の論文賞に値すると考えられる。



棟居洋介
(むねすえ ようすけ)



増井利彦
(ますい としひこ)



金森有子
(かなもり ゆうこ)

受章者氏名：小口正弘*，大久保伸*，中村智**

対象論文：算出方法の実態から見た PRTR 届出排出移動量データの信頼性

35 巻 4 号 pp.189-198 (2022)

受賞論文における所属：* (国研) 国立環境研究所，** (地独) 大阪府立環境農林水産総合研究所

表彰理由：

本論文は、アンケート調査などを用いながら、PRTR 届出排出移動量データの算出方法の実態を調査し、それをふまえて算出方法の観点から届出データの信頼性を評価したものである。届け出データにおける排出量と実態に 1 桁以上の乖離がある可能性などを指摘したもので、PRTR 制度の信頼性を検討し、運用面の改善の方向性を科学的に提示した研究として評価できる。とりわけ、PRTR 制度の運用が進み、実態評価の重要性が増す中で、今後の有害化学物質管理のあり方に影響を与えるという点で、本研究は環境科学としての高い有用性と新規性があるといえる。以上により、本論文は、本会の論文賞に値すると考えられる。



小口正弘
(おぐち まさひろ)



大久保伸
(おおくぼ しん)



中村智
(なかむら さとし)

人間活動による地球環境中の窒素等の動態変化と生態系への影響の評価 Estimation of changes in global nitrogen dynamics and ecosystem effects caused by human activities

環境再生保全機構 ○新藤純子

1. はじめに

生命に不可欠な物質である窒素は、18世紀に発見された当時、ラボアジエにより「アゾット（生命がない）」と命名され、日本名も「窒息させる物質」の意であるとされている。大気中に膨大な量存在する窒素分子を多くの生物は利用できず、農業でも如何に窒素などの栄養塩を入手するかが大問題であった。現在では人工的な窒素固定により大量の反応性窒素の利用が可能となり、食料生産は格段に増大した。一方、Fowlerらにより推定された全球の窒素収支によると、人為活動による窒素固定は自然の固定量を大きく上回っており、過剰な反応性窒素が様々な環境問題を引き起こしている。著者はこれまで多くの研究者と共同して、日本やアジア諸国を対象に、主として食料生産と消費の変化が窒素循環、そして環境へどのような影響を与えているかについて調査、解析してきた。窒素は古くからローカルな大気汚染や水質汚染の原因として対策が講じられてきたが、近年は気候変動や生物多様性への影響などグローバルな視点で、窒素循環全体の管理の必要性が認識されている²⁾。

2. 日本の食料需給と窒素循環の変化

図1に、日本の食料生産・消費に係る国内での窒素収支の1961年から2020までの変化を示した。窒素の国内へのインプットとして化学肥料と農業に伴う窒素固定（BNF）および食料飼料の輸入など、系外へのアウトプット（土壌への蓄積も含む）として、農地での余剰窒素、家畜糞尿、人からの排出などを考慮した。日本の食料は輸入に依存しており、窒素換算した依存

度は、作物では1970年代から増大し現在は約65%を占め、その大部分は飼料作物である。畜産物は、牛肉自由化前後の1990年ころから増加が始まり現在37%である。国内の食料生産効率（NUE）は、牧草などを含む作物生産の場合低下傾向を示し、現在0.35程度であり、この値はOECD加盟国の中で最も低い一つである。畜産物生産のNUEは急激な低下がみられるがこの原因は魚食から肉食への変化によるところが大きい。一方、食料供給全体のNUEは増加傾向であり、この間人口が1.35倍、肉の消費量は8倍となったにも関わらず、総インプット（＝総アウトプット）は1.2倍にとどまっている（1988年には1.6倍）。食料の輸入の是非については議論があるが、結果として貿易により国内への窒素負荷が抑えられたと言える。

3. アジアの食遷移と水環境への影響評価

日本と同様に東アジア諸国でも数十年の間に一人当たりの食料消費量の増加、肉消費量の増大など食生活が大きく変化した。中国、韓国、マレーシア、ベトナムでは特に経済成長に伴う食の変化が大きく、一人当たり肉消費量は2000年ころから日本をかなり上回っている。インドなど伝統的な食生活を保っている国も存在するが、アジアにおける人口増加と食の変化による食料需要の増大は、大量の化学肥料を用いた食料増産を必要とし、その結果環境への窒素負荷の増大を招いてきた。図2(a)に、前述の食料に係る窒素収支をアジア各国に対して推定し、下水処理の効果を考慮して推定した窒素負荷の分布を示す。中国の黄河・長江の下流域（江蘇省、山東省、河南省付近）とインドのヒンドスタン平原西部（パンジャブ州、ハリヤナ州）で200 kg N ha⁻¹を超える大きな負

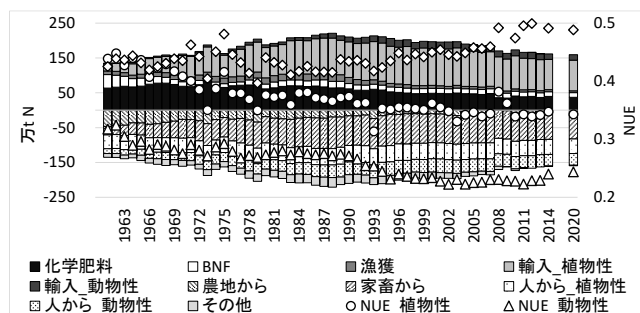


図1 日本の食料生産・消費に係る窒素収支の変化

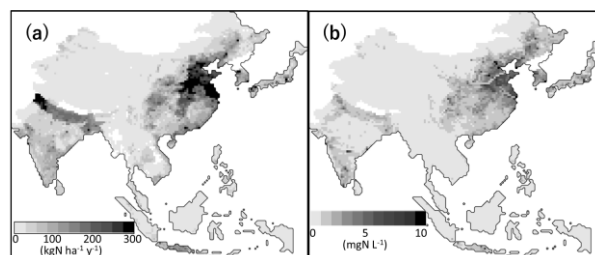


図2 アジアの食料生産に起因する(a)窒素負荷と(b)河川水質の推定分布

【学会賞記念講演】

荷を受けており、その周辺の中国内陸部や南部、ヒンドスタン平原からバングラデシュにかけて広域にわたり負荷の大きい地域が分布する結果となった。これらの地域では水環境への深刻な影響が推測され(図2(b))、いくつかの地域で地下水や表流水の汚染状況を確認した。

4. 生産者への視点から消費者の視点へ

近年、食料生産・供給効率の新たな指標として窒素フットプリント(NFP)の推定が行われている。NFPは、一人が一年間に摂取する食料の生産から消費を通して環境へ排出される窒素量と定義され、食品種類ごとに見積もった仮想窒素係数(VNF:環境へのN排出量/消費食品中のN量)に基づいて求められる³⁾。食品ごとのVNFを比較することにより消費者に環境負荷の小さい食料の選択を促すことを意図している。前述のとおり日本は食料輸入により国内への窒素負荷を減らしてきたが、NFPでは、消費食料生産のための輸入相手国での負荷を含む全負荷を評価することになる。柴田らは食料の輸入は全てアメリカからであるとの仮定の下で輸入を考慮したVNFを推定し、日本のNFPを始めて推定した⁴⁾。実際、日本は様々な国から食料を輸入しているが、それらの国のVNFを入手・推定することは困難である。そこで、著者らはVNFを用いない方法として、図3に示したフローに従って、日本と輸出国における窒素のインプット(化学肥料、BNF、非養殖魚介類)からNFPを推定する方法を提案し^{5,6)}、日本と中国に適用した。日本と中国のNFPは各々18.4と22.0 kg N/capitaとなり、一人当たりの食料消費、特に窒素生産効率低い肉と野菜の消費量が大きいことが中国のNFPが大きい理由であった。また、この方法による推計結果から逆に多数の輸入国を考慮したVNFを求めることも可能となった。

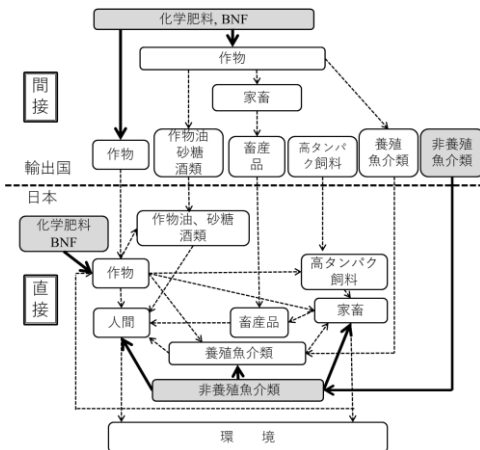


図3 窒素フットプリント推定で想定した窒素フロー

5. 窒素負荷の増大による自然生態系への影響

食料生産や化石燃料利用による全球での窒素循環の増大は、大気を介して自然生態系の健全性や循環にも影響を与えている。欧米では森林生態系における大規模な観測・実験に基づき窒素飽和仮説⁷⁾が提唱され、日本でも多くの研究者により仮説の検証やアジアの特殊性の要因などを明らかにするための生態系調査が行われてきた。著者らも国内外のいくつかの森林での調査や日本の全国渓流水調査⁸⁾などに関わってきたが、地域ごとの土壌や植生、気象条件などの違いにより大気沈着の影響は複雑である。しかし人為起源のない溪流の全国1278地点での窒素濃度の県別平均(図4)は、公共用水域河川の県別平均窒素濃度と濃度レベルは異なるが類似の地域傾向を示し、1950年代の1級河川を中心とする河川の窒素濃度よりも高濃度である県が多い。また、前節で示した窒素負荷分布およびそれらから見積もった大気への揮散量との間で高い相関を示す。従って、人為活動による継続的な窒素負荷は、長期間の間に森林生態系における物質循環に影響を与え、溪流からの窒素流出の増大はその一つの表れであると推測される。

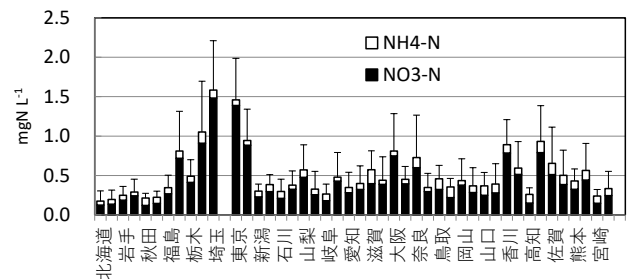


図4 全国渓流水調査結果(県別平均濃度)

参考文献

- 1) Fowler, D. et al. (2013) Philosophical Transactions of the Royal Society B 368, 20130164.
- 2) Sutton et al. (2011) European Nitrogen Assessment, Cambridge University Press.
- 3) Leach et al. (2012) Environmental Development 1, 40-66.
- 4) Shibata et al. (2014) Environ. Res. Lett. 9, 115013.
- 5) Shindo and Yanagawa (2017) Ecological Indicators 78, 502-511.
- 6) Shindo et al. (2021) Environ. Res. Lett. 16, 045003.
- 7) Aber et al. (1989) BioScience 39, 378-386 など.
- 8) 木平ら (2006) 日本水文学会誌 36、145-149.

キーワード 窒素循環, 食料生産・消費, 食料貿易, 窒素フットプリント, 自然生態系影響

プログラム

口 頭 発 表

9 月 7 日 (木)

都市の空間解析と廃棄物処理・エネルギーシステムの最適化に関する研究

Research on urban decarbonization, waste recycling, and energy supply systems optimization based on numerical modeling and spatial analysis

北九州市立大学 ○叢 日超

1. はじめに

廃プラスチックのリサイクルシステムの LCA を契機に、様々な数理モデリング手法を学んできた。その後、GIS 解析や AI 技術などの応用によるシステムの低炭素化研究に力を注いできた。ここでは、その研究の一端を紹介する。

2. 都市の空間解析

ボトムアップ手法を用いて東京都を始め、日本の大都市における人為起源の CO₂ 排出量インベントリマップを開発し、公開までに至った。具体的には、主要な 8 セクターとして、詳細化解析することで、空間解像度 1 km の都市全域ボトムアップ型人為起源 CO₂ 排出量インベントリを実現した。手法の延長活用として、東日本大震災前後の福島県における化石燃料消費量の時空間的変化を 3 次メッシュで分析し、その変動の要因について感動分析法を用いて研究した¹⁾。更に、福岡県における森林・土壌によるカーボンシンクの詳細化推定と高解像度マッピング、ネットカーボン目標の実現に関する将来シナリオ分析といった研究に取り組んできた²⁾。

3. 廃棄物処理システムの最適化

学生時代には、廃プラのリサイクルシステムを対象に、組成調査、収集運搬のための輸送シミュレーション、物質フロー分析、LCA、多目的最適化モデリングによるシステムの効率化といった内容を中心に研究した。最近では、革新的資源循環技術の開発による日本の廃プラスチックリサイクルシステムの将来設計に関して、リサイクル技術と再資源化拠点のベストマッチングを行うための手法を開発した。また、情報通信技術を活用した廃プラ収集・運搬システムの効率化設計に関して、機械学習による将来予測手法^{3,4)}を開発・検証をし、機械学習と最適化アルゴリズムによる輸送システムの統合的提案⁵⁾などの AI 技術を応用する研究を実施した。手法の応用として、食品販売量の事前予測とロス削減への提案や、下水処理量と汚泥発生量の連携的将来予測手法などのテーマにも力を注いできた。

4. エネルギーシステムの最適化

エネルギーシステムの強靱化と低炭素化を指向し再生可能エネルギーの導入促進が求められているが、蓄電システムの最適制御により系統電力網に負荷をかけないことが期待されている。そのために、AI 技術を用いた最適な都市電源構成モデルを開発した。また、地域間エネルギー供給システムの連携化等のテーマにも取り組んでいる。

5. おわりに

各セクターにおける経済と脱炭素の両立が急務となっている。今後は、循環経済とカーボンニュートラルの融合した分野に、より深く社会的に実用性のある研究をしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) Richao Cong, Kei Gomi, Takuya Togawa, Makoto Oba. How and Why Did Fossil Fuel Use Change in Fukushima Prefecture before and after the Great East Japan Earthquake?, Energy Reports, Vol.8(3), 1159-1173, 2022.
- 2) Richao Cong, Atsushi Fujiyama, Toru Matsumoto. Carbon Sink Quantification Aids for Achieving the Zero-emission Goal: A Case Study in Japan, Energy Reports, Vol.8(9), 8-17, 2022.
- 3) Richao Cong, Atsushi Fujiyama, Toru Matsumoto. Collection of Industrial Plastic Waste During the COVID-19 Pandemic A Case Study of the Wholesale and Retail Trade Sector in Fukuoka Prefecture, Japan, Journal of Human and Environmental Symbiosis, Vol.38(1), 46-55, 2022.
- 4) 叢 日超, 藤山淳史, 松本亨, AI 技術による産業系廃プラスチック回収システムの統合化, 環境科学会誌, Vol.35(5), 248-257, 2022.
- 5) 叢 日超, 藤山淳史, 松本亨, AI 技術による産業系廃プラスチックの回収需要量の予測-複数施設を対象に-, 環境科学会誌, Vol.35(5), 237-247, 2022.

キーワード 環境システム工学, 環境情報学, AI, GIS

太陽光発電設備の導入や廃止に伴う各種影響の推定に重要なパラメータの探索と評価指標の検討

Exploring key parameters for forecasting the future PV flows and assessment indicators

東京大学 ○松岡賢, 村上進亮

1. まえがき

太陽光発電設備の導入や廃止に係る環境影響を踏まえ、その影響を緩和することの重要性が増している。しかし、個々の設備導入や廃止は、設備劣化や市場環境の変化等の様々な要因を考慮した事業性判断に基づき行われるため複雑である。そこで本研究では、数理モデルを用いて、各種影響の信頼性をもった推定にとってより重要なパラメータを探索するとともに、その知見を踏まえて影響緩和に向けて参照すべき評価指標を検討した。

2. 分析方法

まず、個々の発電事業者が事業性判断に基づき設備投資や廃止の判断を行う数理モデルを構築した。具体的には、2050年までの各年において、各発電事業者が経済性の観点から設備更新や廃止に関する判断を行い、状態に応じてパネルは中古市場又は廃棄物処理に回る。また、これを踏まえ、外生的に与える2050年に向けた設備容量の推移に整合するように地域の設備導入が行われる。

つぎに、事業系の太陽光発電設備を対象とし、単一の行政区域内で最も発電容量が大きくなることが予見される北海道に着目し、グローバル感度分析を行った。具体的には、物理的特性や事業環境に関する特性を含む計16個の入力変数についてモンテカルロシミュレーションを行った。モデルからの出力としては、2050年までの累積での廃棄物処分量と新規設備導入量の2つに加えて、Heiho et al.を参考として従来型の廃棄物処理(処分①)とホットナイフ分離法による処理(処分②)を想定し、それぞれについて環境負荷の側面として温室効果ガス排出量、鉱物資源消費量について評価を行った。

評価に当たっては、それぞれの出力変数について、その大きさの順に並べたうえで上位20%と下位80%の2群に分割し、入力変数を横軸とした累積分布関数を描画した上で、KS検定(コルモゴロフ・スミルノフ検定)を行うことにより両群に有意な差があるか否かや、その程度を評価した。また、複数の指標で環境負荷に係る各出力を線形回帰し、その決定係数を参照することにより当てはまりの程度を分析し、参照すべき評価指標を検討した。

3. 結果と考察

KS検定を行った結果を図1に示す。事業環境に関する特性としては売電価格や、資本コストが、物理的特性としては発電効率や故障に係るワイブル分布の形状パラメーターが各種影響の増大に寄与することが示された。他方で、パネルの劣化率や購入、撤去・原状回復に係る費用は有意な影響が確認されず、相対的に寄与が小さいことが確認された。

また、いずれの環境負荷についても中古パネルの市場における滞留量を指標とした場合、決定係数において0.8を上回り(正の相関)、当てはまりの良い評価指標となることが確認された。

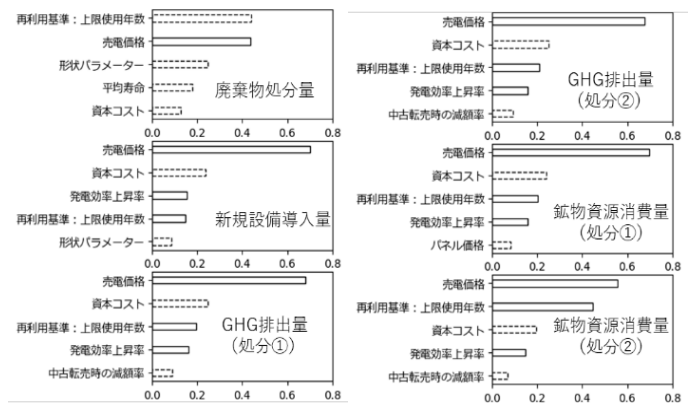


図 各出力に係るKS検定統計量の大きさ

謝辞

本研究の一部は、東京大学ムハンマド・ビン・サルマン未来科学技術センターの支援によるものです。

参考文献

Heiho, A. et al. (2023) Prospective life cycle assessment of recycling systems for spent photovoltaic panels by combined application of physical separation technologies, Resources, Conservation and Recycling, 192(2023), 106922.

キーワード 再生可能エネルギー, 循環型社会, グローバル感度分析

山梨県における地上設置型太陽光発電所の実態調査

Survey of ground-mounted photovoltaic plants in Yamanashi Prefecture

山梨大学 ○島崎 洋一

1. 研究目的

山梨県では、太陽光発電の導入が急速に進み、防災、環境、景観などの問題が顕在化している。特に、林地開発や農地転用の動向を注視する必要がある。村松他¹⁾は浜松市を対象に太陽光発電施設の立地特性を解析した。本研究では、山梨県を対象に地上設置型太陽光発電所の実態を調査し、土地利用とのオーバーレイ解析を用いて、その立地特性を明らかにすることを目的とする。

2. 解析方法

Google Earth を用いて、山梨県の地上設置型太陽光発電所を目視によりポリゴンで囲み、kml ファイルとして保存した。次に、ArcGIS の変換ツールを使用して、kml ファイルを shp ファイルに変換した。国土数値情報²⁾や日本土壌インベントリー³⁾を参照し、ArcGIS の Intersect を用いて、オーバーレイ解析を適用した。

3. 解析結果

山梨県の地上設置型太陽光発電所の面積は、5.21km²である。これは地域全体の面積の0.12%を占めることがわかった。図1に土地利用種別とのオーバーレイ解析の結果を示す。太陽光発電所の面積割合は、森林が32.5%、

その他の農用地が29.8%、建設用地が12.9%を占めた。図2は地目区分とのオーバーレイ解析の結果である。地目区分ごとの面積割合は、田が0.25%、普通畑が0.58%、樹園地が0.36%、牧草地が1.60%である。普通畑や牧草地は農地転用の割合が高いことがわかった。

謝辞

ポリゴンデータ作成にあたり、島崎研究室の菅原梨菜さんのご協力を得ました。深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 村松 千夏, 長岡 篤, 錦澤 滋雄, 村山 武彦 (2021) 太陽光発電施設の立地特性に関する研究, 環境情報科学 学術研究論文集, 35, 137-142
- 2) 国土交通省, 国土数値情報ダウンロードサイト, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (アクセス日: 2023年3月1日)
- 3) 農研機構, 日本土壌インベントリー, <https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/> (アクセス日: 2023年3月1日)

キーワード 太陽光発電, 土地利用, オーバーレイ解析

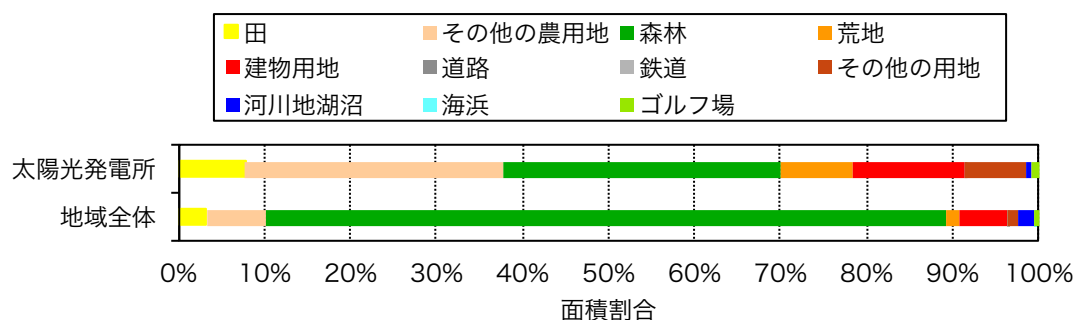


図1 太陽光発電所と土地利用種別のオーバーレイ解析の結果

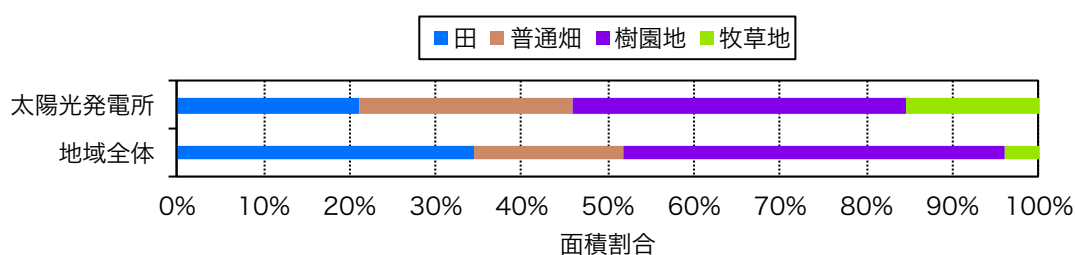


図2 太陽光発電所と地目区分のオーバーレイ解析の結果

The impacts of the Tokyo and Saitama ETSs on the energy efficiency performance of manufacturing facilities

早稲田大学 ○呂冠宇, 武蔵大学 田中健太, 早稲田大学 有村俊秀

1. Introduction and Objectives

Emissions trading schemes (ETSs) are effective tools for addressing the carbon mitigation issue. While ETSs can undoubtedly contribute the carbon mitigation, it also increased the costs for entities potentially resulting in a loss of industrial competitiveness. This asymmetric effect of ETS may not effectively encourage entities to improve energy efficiency for CO2 emissions reduction, but instead prompt the relocation of production. This study investigates Japan's regional ETSs whether affect energy inefficiency and outsourcing activities by combining stochastic frontier analysis (SFA) and difference in differences (DiD) method based on propensity score from 2002 to 2016.

2. Methods adopted

The causal relationship between environmental regulation and outcome variables can be evaluated based on the DID method by comparing the treatment and control groups. We classified the sample (facilities) into treatment and control groups based on whether facilities were targeted by the Tokyo and Saitama ETSs. This study distinguishes the period from the announcement period, the first compliance period, and the second compliance period based on the implementation year of each ETS. The baseline DID model is conducted as follows:

$$Y_{ijt} = \beta_1 ETS_{ij} \times P_t^{an} + \beta_2 ETS_{ij} \times P_t^1 + \beta_3 ETS_{ij} \times P_t^2 + X_{ijt}B + \mu_t + \gamma_i + \theta_j + \varepsilon_{ijt}$$

where the subscript i is the facility, j is the sector, and t is the year. Y_{ijt} represents the outcomes, including the energy inefficiency estimated based on equation (2) and outsourcing activities. ETS is a dummy variable with a value of one for facilities targeted by the Tokyo or Saitama ETS. P_t^{an} , P_t^1 , and P_t^2 represent the announcement period and the first and second compliance periods, respectively. X_{ijt} is a vector of control variables including employee pay (ten thousand yen), the shipment value of products (ten thousand yen), the export

ratio, the usage of freshwater (m3), and area (m2). All continuous variables are logarithmically transformed. μ_t , θ_j , and γ_i are the annual fixed effect, sectoral fixed effect and facility fixed effect, respectively. ε_{ijt} is an error term.

3. Main findings

Table.1 Baseline results

Variables	ln(Inefficiency)	ln(Outsourcing)
ETS × P ^{an}	0.133* (0.0703)	0.0450 (0.158)
ETS × P ¹	0.0480 (0.0768)	0.139 (0.175)
ETS × P ²	0.158 (0.103)	-0.0144 (0.222)
Control Fixed effects	Yes	Yes

The findings of this study highlight two key insights. First, we find that Japan's regional ETSs diminish energy efficiency of targeted facilities during the announcement period, but the ETSs do not affect the energy inefficiency during the compliance periods. Second, we find no evidence to support the claim that Japan's regional ETSs increase outsourcing activities either before or during the compliance period of ETSs.

4. Conclusions

The reduction of energy efficiency is attributed to increases in adjustment costs of production, such as equipment replacement or improvement in technologies, as targeted facilities prepare for emission reduction methods prior to ETS implementation to comply with future uncertainties. Moreover, Japan's ETSs not only increase targeted facilities in reducing their energy efficiency performance, but also in inhibiting the potential risk of outsourcing-induced carbon leakage during the compliance period.

霞ヶ浦流域住民の社会的属性及び生活の質と環境配慮行動の関係性について

The relationship between the social attributes and quality of life of the residents living in the coastal area of Lake Kasumigaura and their environmentally-conscious behavior

千葉大学 ○石井康平

1. はじめに

地域環境における環境保全を考える際、ステークホルダーは、多岐に渡る。このステークホルダーは、個人レベルにおいて、全く同じ状況下で、環境保全に対する具体的な行動（環境配慮行動）に向き合うとは言えない。

本研究では、各個人における状況の差異が、環境配慮行動に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 調査の概要

本研究では、霞ヶ浦流域である茨城県美浦村の住民を対象に、質問紙調査を行った。住民基本台帳閲覧の上、1,057名を無作為に抽出し、2022年8月～10月にかけて、普通郵便で調査票を配布した。

本調査の有効回答数は107名（有効回答率は10%）であり、サンプル数が少なく、母集団を十分に説明しているとは言えない。

質問項目は、琵琶湖を対象に調査した加藤・野波(2010)の項目に加え、Díaz et al. (2018)の「nature's contribution to people（自然がもたらすもの）」を参照し、環境価値の項目を含めて、計50項目を設定した。

3. 分析結果

3.1. 因子分析

まず、本研究では、因子分析（主因子法、プロマックス回転）を行った。結果として、集団行動意図、個人行動意図、湖コモンズに関する目標意図、コモンズの連続性認知、地域への好感、霞ヶ浦に対する愛着、生活影響評価、リスク認知、霞ヶ浦がもたらすもの、の9因子が抽出された。

3.2. 重回帰分析

本研究では、各個人の状況として、社会的属性（年齢、性別、居住地域、居住年数）と生活の質（生活満足度、人生満足度）を設定した。手法としては、社会的属性及び生活の質を独立変数、各因子を従属変数とした重回帰分析を行った。また、性別の変数として女性を用いたモデル1と、男性を用いたモデル2を設定して分析した。結果は、表1（独立変数は5%水準以上で有意）に示す。

表1 重回帰分析の結果

	モデル1	モデル2
従属変数	有意な独立変数	有意独立変数
集団行動意図	年齢, 居住地域, 人生満足度	年齢, 居住地域, 人生満足度
個人行動意図	年齢	年齢
目標意図	居住地域, 人生満足度	居住地域
コモンズの連続性認知	—	—
地域への好感	生活満足度	生活満足度
霞ヶ浦に対する愛着	人生満足度	人生満足度
生活影響評価	年齢, 女性	年齢
リスク認知	人生満足度	人生満足度
霞ヶ浦がもたらすもの	—	男性, 人生満足度

- 本結果において、特筆すべきは、以下の4点である。
- ①年齢や居住地域、人生満足度は、複数の因子への影響が見られた。
 - ②コモンズの連続性認知は、いずれの独立変数の影響も受けていなかった。
 - ③地域への好感のみ、生活満足度との関係が見られた。
 - ④居住年数はいずれの因子にも影響していなかった。

4. まとめ

このように、本結果から、社会的属性や生活の質がいずれかの環境配慮行動の規定要因に影響していることが示され、個人の状況が、環境配慮行動の規定要因に影響を与えていると解釈することができる。

参考文献

- 1) 加藤潤三・野波寛（2010）2種類の目標意図およびコモンズの連続性認知が地域住民の環境配慮行動に及ぼす影響：琵琶湖流域住民の地域環境保全の意思決定過程，実験社会心理学研究，49巻2号，194-204
- 2) Díaz, S. et al. (2018) Assessing nature's contributions to people, Science, vol. 359 No. 6373, 270-271

キーワード 環境配慮行動，社会的属性，生活の質，重回帰分析，霞ヶ浦

「ALPS 処理水の海洋放出」と「除染土の再生利用」をめぐるリスク意思決定の構造的問題 —法システムの欠陥と「構造的暴力論」の観点から—

Structural Problems in Risk Decision-Making Concerning "Release of ALPS Treated Water into the Ocean" and "Reuse of Decontaminated Soil": From the Perspective of Deficiencies in the Legal System and "Structural Violence Theory"

九州大学科学技術イノベーション政策教育研究センター ○中山敬太

1. 本研究の目的とその特徴

本報告では、福島第一原発事故後の「復興と廃炉の両立」理念の一環として行政機関による計画および実施されている「ALPS 処理水の海洋放出」と「放射能除染土の再生利用」には、双方に共通する構造的問題やその被害メカニズム構造(「構造的暴力」を含む)が存在し、行政側の各対応策の計画・実施に至るリスク意思決定プロセスにおけるロジック構造やその法システム上の欠陥(具体的かつ明確な法律に基づく実施計画ではない点など)にも共通点等を見出し明らかにした。とりわけ、「根拠規定」、「リスクコミュニケーションの状況」、「不確実性の種類」、そして「リスク・トレードオフの有無」の4つの要素に関して、福島原発事故対策をめぐる双方の本質的な構造的問題をもたらししている根本的な要因である可能性を指摘し、その上で日本の安全・安心行政の課題を提示し、当該問題領域における法政策学上の新たな視座(政策的示唆)を示した。

2. 問題の所在

まず、国民に対する生命・健康へのリスクが生じる可能性がある行政機関による政策立案やその実施に関して、具体的かつ明確な法律による指示規定が不明確なリスク状況下で、行政機関による政策立案(基本方針等の策定など)までは許容されたとしても、果たしてその実施までできるのかという問題が生じる。

次に、上述した問題を踏まえ、「ALPS 処理水の海洋放出」や「放射能除染土の再生利用」に関する福島原発事故をめぐる国の方針等に関して、その被害のメカニズム構造や行政機関による政策策定及びその実施プロセスに至るロジック構造がどのようになっているのかという問題がある。この問題に関して、「ALPS 処理水の海洋放出」と「放射能除染土の再生利用」における行政機関の一連の基本方針やその施策実施には共通する構造的な要素や法システム上の欠陥があるのではないかとこの本質的な問題が生じる。

3. 本研究の社会的意義

本研究の社会的意義は、福島第一原発事故後の「復興と廃炉の両立」を目指し、その一環として進められている「ALPS 処理水の海洋放出」と「放射能除染土の再生利用」に関して、その両者の共通する課題を明らかにし、法政策学上の新たな政策課題を提示した上で構造的問題を示した点は、少なくとも日本のフィールドでは研究事例は極めて限られており、その社会的意義を見出すことができる。

また、「平和研究」の創始者のひとりであるヨハン・ガルトゥングが提唱した「構造的暴力」論の観点から、福島原発事故後の「ALPS 処理水の海洋放出」や「放射能除染土の再生利用」に関して検討・分析や考察を行った事例は、当該関連分野における類似アプローチとしては、辻内(2016)が存在するものの、よく当該理論の議論が活発な「平和学(平和構築)」をはじめとする国際関係学や国際保健学の分野を超えて、法政策学分野(行政法学の分野)や環境法学分野に当該理論を導入したことは希少性があり、当該学問の更なる発展に一つの政策的示唆やその可能性を示したことに、本研究の社会的意義があるといえる。

参考文献

- 1) 中山敬太(2023)「ALPS 処理水の海洋放出と放射能汚染土の再生利用に関する構造的問題—日本の安全・安心行政とヨハン・ガルトゥング「構造的暴力論」の観点から—」『場の科学』Vol.3、No.1、pp.58-80。
- 2) 辻内琢也(2016)「原発事故がもたらした精神的被害—構造的暴力による社会的虐待—」『科学』Vol.86、No.3

キーワード ALPS 処理水、除染土、リスク意思決定、リスク構造、構造的暴力

コンジョイント分析を用いた資源回収ステーション利用者の選好評価 Users' Preference Evaluation of Resource Recovery Stations Using Conjoint Analysis

北九州市立大学 ○藤山淳史, 二宮 咲, 松本 亨

1. はじめに

国内においてプラスチックの資源循環を促進させる重要性が一層高まっている中で、資源循環は企業や消費者、地方自治体等の協力の下で取り組むべき課題である。使用済みプラスチックボトルや詰め替え用パウチの水平リサイクルに向けた拠点回収の実証プロジェクトとして、2021年7月～12月に北九州市で「MEGURU BOX プロジェクト」¹⁾が、神戸市では2021年10月より「KOBE PLASTIC NEXT」²⁾が実施されている。KOBE PLASTIC NEXTの取り組みでは、店頭等による拠点回収だけでなく、資源回収ステーションも開設され、様々な資源を回収する取り組みが推進されている。

本研究では、KOBE PLASTIC NEXTの資源回収ステーション利用者に対して、ポイントの使用方法と循環資源を持参した際の付与額、自宅から回収場所までの所要時間、回収箱の設置場所を属性として選好を問うアンケート調査を実施し、選択型コンジョイント分析を用いて効用値を評価した。

2. 研究方法

本研究で設定したコンジョイント分析の属性と水準を表1に示す。コンジョイントカードの作成においては、評価属性と水準の組み合わせから、直交性を考慮し、81のプロファイルを抽出し、L₉3⁴型の直交表を用いることで9つのプロファイルに絞った。アンケート調査では選択型コンジョイント分析を採用し、回答者には9つのプロファイルから無作為に3つを抽出し、その中から最も望ましいもの1つを選択するという操作を繰り返し7回実施することにより、回答結果を得た。なお、アンケート調査は2023年2月に、本取り組みの公式LINEアカウントに登録済みの方へ直接アンケートを配布する方法と、下記2か所の資源回収ステーションでアンケートを配布する方法の2通りで行い、合計85名の方から回答を得た。

- ・ふたば資源回収ステーション (神戸市長田区)
- ・あずま資源回収ステーション (神戸市中央区)

3. 結果

解析結果を図1に示す。属性の中で最も重要度が高い

項目は「設置場所」であり、市民に対して回収参加を促すためには、買い物など日常的に利用する場所に資源回収ステーションを設置することが重要であることがわかった。

4. まとめ

本研究では、資源回収ステーションを対象にコンジョイント分析を用いて、資源回収に関する消費者の選好を把握した。回収スキーム(店頭回収/ステーション回収)の違いが資源回収へ与える影響、コア層とライト層(参加する人と参加しない人)の違いを把握することや、回収へ参加することによる意識変化を把握することが課題である。

表1 コンジョイント分析の属性と水準

属性	水準
ポイント付与の使用方法	・寄付 ・現物との交換 ・自身が使用できる電子ポイント
資源1個を持参したときの付与額	・0.2円/個 ・5円/個 ・1円/個
自宅から回収場所までの所要時間	・10分未満 ・30分以上 ・30分未満
回収箱の設置場所	・人との交流がある場所 ・買い物ができる場所 ・通勤途中や子供の送迎時に寄る場所

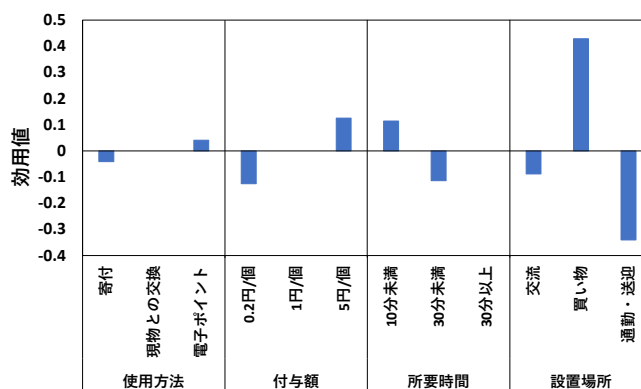


図1 条件付きロジットモデルによる解析結果

参考文献

- 1) MEGURU BOX プロジェクト <https://www.j-cep.com/mb-kitakyushu-c>
- 2) KOBE PLASTIC NEXT, <http://kobeplasticnext.jp/>

キーワード 選択型コンジョイント分析, アンケート調査, 資源循環, 水平リサイクル

フューチャー・デザインワークショップにおける 仮想将来世代視点の特徴分析と評価指標の検討

Study on the characteristic perspective of imaginary future generations and the evaluation Indicators based on Future Design workshops

大阪大大学院工 ○新井孝延, 澁上ゆかり, 原圭史郎

1. 研究背景と目的

現在存在する多くの社会問題は、現世代だけでなく、将来世代への影響を考慮しなければならない長期的な課題であるといえる。フューチャー・デザイン (FD)とは、現世代が将来可能性を発揮できるような社会システムのデザインと実践のことである。FD ワークショップ(FDWS)では、仮想的に将来世代の立場になりきり将来世代の代弁者として現世代と交渉や合意形成を行う「仮想将来世代」という手法を活用しているが、その意思決定や議論の特徴を測る指標は確立されていない。本研究では、FDWS の発話データを基に定性分析と定量分析を組み合わせ、仮想将来世代の議論の特徴を評価する指標を構築することを目的とする。

2. 研究対象と手法

分析対象データとして、2022 年に実施した企業関係者と大阪大学学生による FDWS の発話データを用いる。参加者は企業 5 社から 11 名、学生 15 名の計 26 名であり、多様性を考慮したメンバー構成で 5 グループに別れた。5 グループ中、1・2 班は「暮らし・ライフスタイル・健康」、3-5 班は「地球規模の危機に対するレジリエンス」をテーマとした。FDWS の構成は表 1 の通りであり、各回の議論時間は、2 時間半である。本研究では、議論内容は同じで視点のみが異なる第 1 回と第 3 回の比較を行う。これらの発話データを基に、発話内容を話題ごとに分類する定性分析、テキストマイニングによる定量分析を行った。

表 1 WS 構成

回	日付	視点	議論内容
1	9/12	現世代	2050 年の社会像描写、社会課題・ニーズの共有 等
2	9/29		過去事例を基にした分析・評価
3	10/13	仮想将来世代	2050 年現在の社会像描写、社会課題・ニーズの共有 等
4	11/1		因果ループ図を用いた検討
5	11/14		相互評価、最終提案、発表会

3. 研究結果

テキストマイニングによる分析結果の一部を報告する。現世代視点と仮想将来世代視点の議論内容の高スコア名詞を表 2 に整理した。スコアとは、TF-IDF 法を用いて、単語の出現回数だけでなく、重要度を加味した値のことである。高スコア名詞が、議論でどのように使われているのかを発話データを基に分析した。現世代では、現在の社会課題が、将来ではどのくらい進行しているかという議論で高スコア名詞を使用していることが多かった。社会課題の解決策として、効率化が進んでいるという将来像を議論している傾向がみられる。一方、仮想将来世代では、各班が描いた未来での新たな仕組みやイベントに対して高スコア名詞を使用している傾向がみられた。未来社会での技術進化に伴う環境の変化や未来で発生している新たな問題にまで議論が発展していた。

表 2 現世代と仮想将来世代の高スコア名詞

	現世代	仮想将来世代
1 班	効率化、物差し、多様性	SDGs、自分探し、ベーシックインカム
2 班	二極化、SDGs、都市	タワマン、リソース、SDGs
3 班	コンパクトシティ、AI、少子高齢化	メタバース、冷戦、サブスク
4 班	SDGs、専門性、製薬	VR、減災、インフラ
5 班	AI、価値観、TCFD	シェルター、量子コンピューター、VR

4. 結論と今後の展望

本研究では、FDWS における仮想将来世代の視点での議論の特徴を考察した。現世代では、効率化の進行という観点から議論をしている傾向がみられた。一方、仮想将来世代では、未来社会での環境の変化やそれに伴う新たな社会課題についてまで議論が発展していることが分かった。今後については、この仮説を更に検証し、具体的な指標の検討と提案を行う予定である。

キーワード フューチャー・デザイン, 仮想将来世代, 評価指標, テキストマイニング

プラスチックごみに対する住民の意識と削減行動の影響要因に関する検討 —レジ袋有料化と自治体のごみ施策に注目して—

Factors Influencing Consumers' Perceptions and Behavior towards Dealing with the Plastic Waste: Focus on the Influences of Local Authorities' Municipal Solid Waste Management and Plastic Bag Policies

九州工業大学 ○蔡佩宜, 横浜市立大学 大西暁生, 神戸大学 田畑智博

1. はじめに

近年、プラスチック問題が世界的に注目を集めるようになった。我が国では、2019年以降、『プラスチック資源循環戦略』を策定し、レジ袋有料化や事業者への義務付けなど、ごみの削減対策に取り組んできた。本研究では、レジ袋有料化と自治体のごみ施策の影響に注目し、異なる地域の住民に対してアンケート調査を行い、プラスチック問題に対する人々の意識と削減行動を把握するとともに、プラスチックの使用削減行動への影響要因を検討した。

2. 調査および分析方法

調査は、2022年3月にネットリサーチ会社(楽天インサイト)に委託し、webアンケート調査を行った。対象モニター数は、各自治体のごみ施策の影響を考量し、家庭ごみとプラごみ有料化地域(300名)、家庭ごみと資源ごみ有料化地域(300名)、家庭ごみ有料化地域(300名)と家庭ごみ有料化されない地域(300名)、計1,200名であった。また、対象モニターの性別、年代(20-64歳)は均等にした。調査項目は、回答者の個人属性以外、①新型コロナウイルスの感染拡大による生活意識やライフスタイルおよび消費行動、家庭ごみやプラごみ発生量の変化 ②プラごみ問題に対する意識と削減行動 ③ごみ処理に関する知識 ④行政の情報発信や対策に関する評価 ⑤環境配慮行動などについてそれぞれ独自の項目を作成した。分析方法は、まずプラごみの削減行動に影響を与える因子を抽出するため、因子分析を行った。次に、重回帰分析によって各要因の影響度を分析した。また、レジ袋削減行動と各評価項目の地域別の差異についても検討した。

3. 結果と考察

3.1. 因子分析

因子分析は最尤法、プロマックス回転により分析を行った。抽出された6つの因子について、第1因子は「使い捨てプラスチック製品の過剰使用に関する意識」(10項目)、第2因子は「行政や事業者のプラごみ削減対策

に関する評価」(8項目)、第3因子は「プラごみ問題の影響に関する意識」(8項目)、第4因子は「削減行動の実行可能性」(8項目)、第5因子は「プラごみ問題・削減行動の有効性」(7項目)、第6因子は「ごみ処理に関する知識」(4項目)と命名した。また、信頼性と妥当性を検証する Cronbach の α 係数を検討したところ、良い結果が得られた(第1因子から順に $\alpha = 0.92, 0.88, 0.88, 0.84, 0.81, 0.79$)。さらに、ノンパラメトリックのクラスカル・ウォリス検定により地域別の差異を検討した結果、「行政や事業者のプラごみ削減対策に関する評価」($p < .01$)と「削減行動の実行可能性」($p < .05$)の項目において有意な差が見られた。いずれも、家庭ごみとプラごみ有料化地域に住む回答者のほうが、得点が高かったことが分かった。しかし、回答者の廃棄物・プラごみの削減行動と環境配慮行動に対して、地域別の差が見られなかった。この結果より、住民のプラごみ削減行動には自治体のごみ政策による影響は低かったことが伺えた。

3.2. 重回帰分析による要因間の関連の検討

目的変数とした廃棄物・プラごみ排出削減行動に対して、回答者の属性と各因子を説明変数として重回帰分析を行った。廃棄物・プラごみ排出削減行動 ($R^2 = .466$)に最も強く影響したのは、「削減行動の実行可能性」($\beta = .334, p < .001$)と「ごみ処理に関する知識」($\beta = .154, p < .001$)、次いで「プラごみ問題・削減行動の有効性」($\beta = .104, p < .001$)であった。そのほか、「使い捨てプラ製品の過剰使用に関する意識」や「プラごみ問題に関する学習経験」、また性別や年齢といった個人属性の影響も見られた。また、レジ袋の使用が減少したと回答したグループとレジ袋の使用が増加したグループと比較した結果、レジ袋の使用削減による廃棄物・プラごみに対する意識や削減行動の差が見られるものの、他の環境配慮行動への影響は見られなかった。この結果から、レジ袋の使用削減行動をいかにほかの環境問題意識の喚起に繋げていくのかを検討することが必要である。キーワード プラスチックごみ、ごみ減量施策、アンケート調査

原子力発電所事故に伴う風評克服への示唆—海外の大学生へのアンケート調査などをもとに—

Suggestions for overcoming rumors associated with nuclear power plant accident

-Based on questionnaire surveys to overseas university students-

福島大学 ○沼田大輔, 佐野孝治, 吉川宏人, クズネツォーワマリーナ, マクマイケルウィリアム, 朱永浩, 伊藤 俊介, マッカーズランドフィリップ, グンスケフォンケルンマルティーナ

1. はじめに

東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故は、福島に風評をもたらし続けている。これを超える足掛かりを得るべく、福島大学と学术交流協定がある海外の大学の学生に福島に関するアンケートを行い、インタビューや現地調査なども実施した。テーマは食(2017年度), 観光(2018年度), 若者の消費行動(2019年度)である。本報告では、これらの取組のうち、福島の風評に関するアンケートについて、その概要と、そこから得られる示唆を紹介する。なお、詳細は、福島大学グローバル人材育成企画委員会(編)(2022)を参照されたい。

2. 福島の風評に関するアンケート調査の概要

アンケートでは、各年度のテーマに関する設問とともに、いずれの年度も、東日本大震災や福島の食についての認識に関する4つの質問を尋ねた。福島大学経済経営学類グローバル人材育成企画委員会の教員の授業・ゼミなどと関連させ、海外(韓国・中国・東南アジア・ロシア・ドイツ・アメリカ)の大学の関係者と調整し、各国語に翻訳して実施した。ドイツは春休み、その他の国は夏休みに、紙もしくはインターネットで、現地の大学生にアンケートへの記入を依頼、もしくは聞き取りに

表1. サンプル数

	2017年度	2018年度	2019年度
韓国	100	127	
中国	163	181	195
台湾			57
ベトナム	235		
タイ		458	
マレーシア			118
ロシア	107	118	146
ドイツ	203	169	
アメリカ	77	74	93
計	885	1127	609

によって行った。表1は各国のサンプル数を示したものである(上記の4つの質問いずれにも回答のあったサンプルのみ)。

3. 福島の風評に関するアンケート結果の要点

図1. 福島の食品は安全だと思いますか

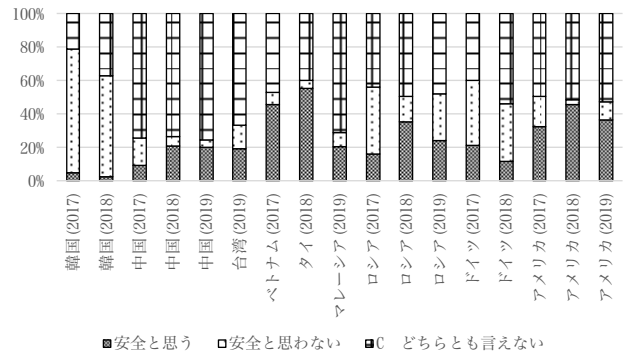


図2. 福島の食品が売られていたら買いますか

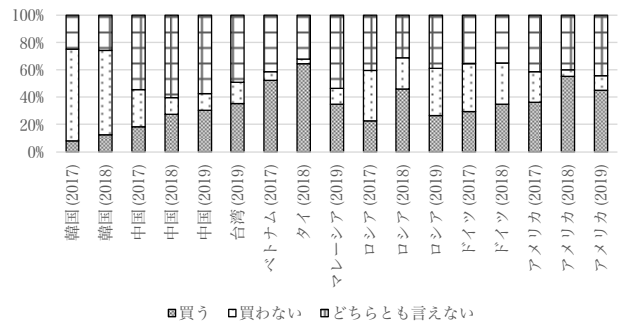


図1・図2より、国によって傾向が大きく異なることが伺われる。このことは、福島の食品が市場に出る前に、安全性が検査されていることの認知にも言える。

上記の4つの質問について回答者が選んだ選択肢の割合を、ピアソンの積率相関係数、無相関係数の検定におけるp値を導出して検討した。その結果、「安全と思う」と「売られていたら買う」に正の相関、「福島の被害を知っている」と「安全と思う」に負の相関が有意に見られた。

参考文献

- 1) 福島大学グローバル人材育成企画委員会(編)(2022) 東日本大震災からの復興に向けたグローバル人材育成, 八朔社, 302頁

キーワード 風評, アンケート, 海外, 福島

鯨類管理のための多国間協力における制度間相互作用：バルト海・北海の事例

Regime Interplay in Multilateral Cooperation for Cetacean Management: A Case Study of the Baltic and North Seas

東海大学 ○大久保彩子

1. はじめに

鯨類の保存、管理、研究のための適切な国際機関とされる国際捕鯨委員会 (IWC) では長らく、規範の対立から実質的な決定ができない状況が続いており、北大西洋海洋哺乳類委員会 (NAMMCO)、バルト海・北海小型鯨類保存協定 (ASCOBANS) などの地域的枠組みが創設・運用されてきた (大久保ら 2011)。鯨類の保全管理のための多国間協力の実態を把握し、その実効性を明らかにするためには、こうした諸制度に加え、海洋環境保護や生息地保全等、より広範な目的を掲げる多国間制度のもとでの取組みを考慮に入れた分析が必要である。本研究では、そうした分析の基礎として、北海・バルト海の事例を対象に、鯨類の保全管理にかかわる諸制度をレジーム・コンプレックスとして捉え、多国間ガバナンスのあり方を検討する。

2. 鯨類の保全管理とレジーム・コンプレックス

レジーム・コンプレックスは、特定の問題や地域を対象とする、部分的に重複した非階層的な諸制度を総体として捉える概念であり (Raustiala and Victor 2004)、鯨類の保全管理にかかわる複数の政策領域 (図 1) に対応した諸制度を総体として捉える際にも有用である。

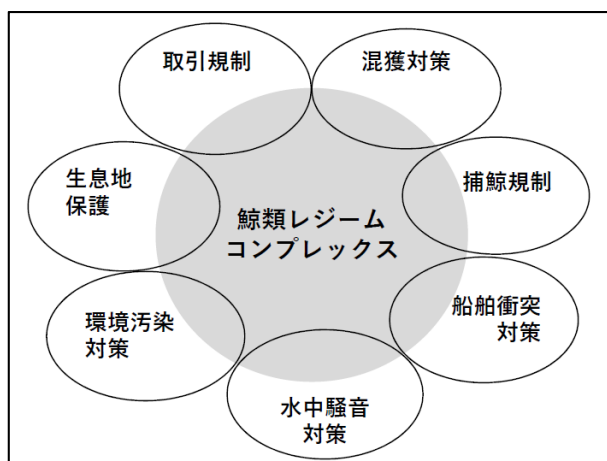


図 1 鯨類の保全管理にかかわる主な政策領域

3. バルト海・北海の鯨類レジーム・コンプレックス

同海域の鯨類レジーム・コンプレックスを構成する主

な多国間制度を表 1 に示す。

表 1 バルト海・北海の鯨類保全管理に関する主な制度

グローバルな枠組み	地域的枠組み
国連海洋法条約(UNCLOS)	北大西洋海洋哺乳類委員会 (NAMMCO)
国際捕鯨委員会 (IWC)	バルト海・北海小型鯨類保存協定 (ASCOBANS)
ワシントン条約 (CITES)	大西洋まぐろ類保存国際委員会 (ICCAT)
移動性野生動物保全条約 (CMS)	欧州野生生物・生息地保全条約
国際海事機関 (IMO)	北東大西洋の海洋環境保護に関する条約
国連食糧農業機関 (FAO)	バルト海環境保護委員会
	欧州連合 (生息地指令、海洋戦略枠組指令、共通漁業政策等)

4. 制度間相互作用とアクターの対応

国際制度が併存する中で、鯨類の消費的利用を前提に資源評価と捕獲枠遵守を図る国々と、鯨類の恣意的捕獲を原則禁止とする国々との間で「棲み分け」がみられる一方、海洋環境保護、混獲対策、船舶衝突対策に関しては、双方の国々が参加する諸制度間で知見の共有や対応指針の策定などがなされており、相乗効果が示唆される。IWC で鯨類保全重視の傾向が強まるなかで、今後の制度間の関係性の変化を注視していく必要があるだろう。

参考文献

- 1) 大久保彩子・真田康弘・石井敦 (2011) 鯨類管理レジームの制度間相互連関, 国際政治, 166 号, 57-70 頁.
- 2) Raustiala, K., and Victor, D. (2004) The Regime Complex for Plant Genetic Resources, International Organization, 58, 277-309.
- 3) Elliott, B. Tarzia, M. and Read, A.J. (2023) Cetacean bycatch management in regional fisheries management organizations: Current progress, gaps, and looking ahead, Frontiers in Marine Science. 9, 1006894.
- 4) Evans, P. (2020) European Whales, Dolphins, and Porpoises, Academic Press, 306 pages.

キーワード 鯨類管理, 自然保護, 制度間相互作用

パンデミックがシェアリング・エコノミーサービスの利用動機や懸念に与えた影響の可能性 - インドネシアを事例としたフォローアップ分析-

Possible impact caused by Covid-19 on the motivation and concerns of the users of sharing economy services: a follow-up case study in Indonesia

東京工業大学 ○阿部直也

1. 研究の背景

新型コロナウイルス感染拡大によるパンデミックは、あらゆる国の様々な社会経済活動に対して影響を与えてきた。特に、感染拡大初期においては、人との接触を避け、人との距離を意識的に作り出す（ソーシャル・ディスタンス）の重要性が強調されていた。こうした行動変容の積極的推奨は、共有や交流を前提とした、シェアリングエコノミーサービスの提供者（事業者）の経営面に大きな影響を与え、消費者・利用者に対しても、同種サービスの利用動機や懸念要因に影響を与えたと想定される。本研究は、2020年にインドネシアの消費者・利用者を対象に行ったシェアリングエコノミーサービスの利用動機や懸念要因を検討するために実施したオンライン調査と同内容のフォローアップ調査を行い、比較検討し、パンデミックがシェアリング・エコノミーサービスの利用動機や懸念に与えた影響の可能性を検討することを目的とした。

関連する既往研究として、Farmaki など(2020)や Hossain(2021)は、パンデミックがシェアリング・エコノミーサービスの提供者（事業者）や利用者・消費者に対して与えた影響について考察している。前者は、主に提供者（事業者）を対象とし、後者は特定の対象地域を設定せず、各種資料を収集することにより実施された定性的分析である。パンデミックが国際社会に与えた影響は甚大なため、関連する研究の蓄積が進んでいるが、本研究は、シェアリング・エコノミーサービスが急速に普及しているインドネシアを対象とし、さらなる知見に蓄積を意図したものである。

本調査の回答者は、前回調査の回答者と同一ではないため、それぞれの結果を単純に比較することはできないが、同一のオンラインプラットフォームを活用し、総勢 1,023 名の回答を得た（前回の調査の回答者数は 504 名）。今回の調査では、前回調査の質問内容をほぼ踏襲し（一部、質問項目を削減）、回答者の社会・経済的属性・家族構成、自家用車所有の有無、配車サービス（ride-hailing）に対する一般的な認識の状況を確認

し、その後、オートバイの配車サービス、自動車の配車サービス、Airbnb などを通じた宿泊サービス利用経験の有無、その利用動機や保健衛生上の懸念、さらには金銭的恩恵や時間的恩恵の有無などを質問した。

2. 調査結果の概要

Airbnb のようなシステムを通じて宿泊スペースの利用に際してどのような懸念がある尋ねる質問に対する回答結果は表 1 の通りである。回答者集団は同一ではないため、前回調査の結果と一概に比較できないが、今回の調査結果は、パンデミックの影響が反映されると判断される「保健衛生上の不安」を選択した回答者の割合が低下している可能性があることを示唆しており、精査が必要と思われる。

表 1. Airbnb などによる宿泊サービス利用に伴う懸念

回答選択肢	2022		2020	
	回答数 (複数回答可)	割合	回答数 (複数回答可)	割合
建物の立地場所の治安(犯罪に巻き込まれる懸念)	338	33.0%	206	40.87%
建物自体のセキュリティー確保建物の立地場所の治安(犯罪に巻き込まれる懸念)	275	26.9%	183	36.31%
身の安全について不安(犯罪に巻き込まれる懸念)	254	24.8%	156	30.95%
保健衛生上の不安(害虫や感染症などの不安)	321	31.4%	195	38.69%
価格設定が不透明	100	9.8%	97	19.25%
その他(例:提供される食べ物が悪くなく、設備が不十分な場合があるため、誰がいるのかわからないため)	7	0.7%	10	1.98%
該当せず	416	40.7%	155	30.75%
		(n=1,023)		(n=504)

参考文献

Farmaki, A., Miguel, C., Drotarova, M. H., Aleksic, A., Casni, A. C., & Efthymiadou, F. (2020). Impacts of Covid-19 on peer-to-peer accommodation platforms: Host perceptions and responses. *Int J Hosp Manag*, 91, 102663. doi:10.1016/j.ijhm.2020.102663

Hossain, M. (2021). The effect of the Covid-19 on sharing economy activities. *J Clean Prod*, 280, 124782. doi:10.1016/j.jclepro.2020.124782

キーワード シェアリング・エコノミー, 利用動機, 懸念, 時間的恩恵, 労力的恩恵

中国の 2060 年のエネルギー消費量の推計 China's estimated energy consumption in 2060

千葉大学大学院人文公共学府 ○劉 華 偉

本研究では、中国の 2060 年カーボンニュートラル目標の達成可能性を検討するため、以下に説明する 2 種類の方法を用いて 2060 年の中国エネルギー総消費量を予測するものである。

一. エネルギー消費弾力性と GDP を用いる方法

1. 分析用の式

$A_n = A_0 (1 + k\%)^n$ 、 $k = a \times g$ 。 A_n は予測年エネルギー消費量、 A_0 は基準年エネルギー消費量、 k はエネルギー消費の年平均成長率、 a はエネルギー消費弾力性値、 g は GDP 年間平均成長率である。

2. 中国のエネルギー消費弾力性値の予測

中国の 2000~2019 年のエネルギー消費弾力性値を用いて、対数曲線・指数曲線・累乗曲線の三種類で回帰させて、より当てはまりのよいモデルを選択して、将来予測を行った (以下同じ)。エネルギー消費弾力性値についてのモデルは $y = 1.0673e^{-0.057x}$ となった。

3. 中国の GDP 年間成長率の予測

中国の 2010~2020 年の GDP 年間成長率を用いて、上記と同様に将来予測を行う。GDP 年間成長率についてのモデルは $y = -0.024 \ln(x) + 0.1106$ となった。

4. 演算結果

分析用の式に当てはめて計算すると 2060 年のエネルギー消費総量は 594293 万トン標準石炭となった。

二. 1 人当たりのエネルギー消費量と人口総数を用いる方法

1. 中国の人口総数予測

出生率高位ケースは、2060 年総人口は 12.6478 億人、出生率低位ケースは、2060 年の総人口が 11.4459 億人で、2 つの状況で検討される。

2. 中国の 1 人当たりエネルギー消費量予測

① 低成長モデル

東アジア 3 国 (中国・韓国・日本) のうち、もっともエネルギー消費原単位が小さい日本の 1987-2000 年の 1 人当たりエネルギー消費量を用いて、上記と同様の回帰曲線によるモデルを構築した。この結果、低成長の場合のモデルは $y = -0.01 \ln(x) + 0.039$ となった。

② 中成長モデル

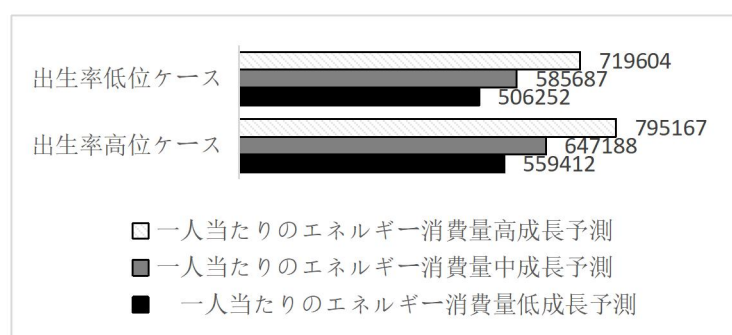
中国の 2012-2020 年の 1 人当たりエネルギー消費量を用いて、上記と同様に回帰させて、モデルを構築した。この場合のモデルは $y = 0.0503 x^{-0.513}$ となった。

③ 高成長モデル

東アジア 3 国中最もエネルギー消費原単位が大きな韓国の 2000 年-2011 年の 1 人当たりエネルギー消費量を用いて、上記と同様に回帰させてモデルを構築した。この結果、回帰式は $y = 0.0355 x^{-0.27}$ となった。

3. 演算結果

人口予測と一人当たりエネルギー消費量予測を掛け合わせて、2060 年の中国のエネルギー消費量を予測した結果、図 1 のようになった。



三. 推計結果のまとめ

この結果、中国の 2060 年のエネルギー消費総量は、第一の推計方法では 594293 万トン標準石炭と予測され、第二の推計方法では、506252 万トンから 797167 万トンの標準石炭と予測された。おおむね二つの予測方法による推計結果が 60 億トン標準石炭程度となった。

参考文献

- 謝和平 (2019) 「2025 年の中国のエネルギー消費及び石炭需要予測」『石炭学報』44 (7) : 1949-1960
- 熊華文 (2019) 「エネルギー消費弾力性値から見る経済の質の高い発展」『中国エネルギー』41 (5) : 9-12
- 任沢平 (2021) 『中国人口予測レポート 2021 版』
- 王雅菲、趙博淵 (2014) 「天然ガス中長期需要予測の成長曲線モデル型」『天然ガス技術と経済』8 (4) : 57-59.

キーワード:カーボンニュートラル 中国 エネルギー消費総量予測

トリメチルシリル化を用いた環境分析の阻害要因の解明・除去と適用例 Reveal and removal of inhibitors of environmental analysis using trimethylsilylation and application examples

横浜国立大学 大学院環境情報学府 ○備瀬凜太郎, 亀屋隆志, 横浜国立大学 理工学部 川合勇太

1. 背景・目的

GC-MS 分析において、そのままの分子構造では GC-MS による分析が困難な物質も存在し、それらはトリメチルシリル化 (TMS 化) という分析前処理によって GC-MS での分析を可能となる物質が存在する。しかし、それらの物質について回収率試験を行った際に、対象物質が TMS 化されないという事例が確認されたため、TMS 化の阻害要因を解明・除去し、環境分析に TMS 化を適用することが本研究の目的である。

2. 方法

2.1 水の混入による TMS 化阻害検証

TMS 置換基は加水分解しやすいという特徴を持ち、分析試料への水分の混入は TMS 化阻害の要因となり得る。混合標準溶液 1mg/L に対し、純水を①0.1%、②0.01%、③0.001%、④0%の4パターンの割合で添加し、バイアルに100 μ L 採取し、内標準物質を 10 μ L、TMS 誘導体化試薬を 5 μ L 添加してそれぞれ 1 時間反応させ、GC-MS で分析した。

2.2 混入した水を取り除くための分析前処理

SPE を用いた分析前処理において、溶媒に残農アセトン(水分 0.3%以下)、脱水剤は未使用、前処理を行う部屋の湿度が 70~75%であった従来法に対し、溶媒に超脱水アセトン(水分 0.001%以下)、試料分析前に脱水剤である硫酸マグネシウム 200mg の添加、分析前処理を行う部屋の除湿を行い、湿度を 55%まで下げた水分除去前処理法の2つの方法の回収率を比較した。

3. 結果

3.1 水の混入による TMS 化阻害検証

分析試料中に水分が 0.1%以上の割合で混入すると TMS 化が阻害され、標準物質が検出されないことが明らかになった。トリアジフラムを例に分析結果を示す(表1)。混入した水分の割合が 0.01%だと検出はされるが変動係数が大きくなる。水分の割合が 0.001%まで小さくなると添加した 1mg/L に近い濃度で安定して検出される。よって、水分の混入割合を 0.001%以下に抑えることができれば、水分の TMS 化への影響を防ぐことができる。

3.2 混入した水を取り除くための分析前処理

溶媒との固液比を考慮し、濃度液 1mL に対して脱水剤 200mg を添加したが、回収率が得られた物質について従来法と比較して回収率の向上はみられなかったため、脱水剤を適用しても水分の混入割合を 0.001%以下に抑えることはできなかったと考えられる。

表 1 水の混入割合による標準物質の検出濃度

水の混入割合[%]	n=1	n=2	n=3	変動係数
① 0.1%	n.d.	n.d.	n.d.	-
② 0.01%	1.30	0.21	0.67	61.6%
③ 0.001%	1.27	0.82	1.08	17.2%
④ 0%	0.98	0.93	0.90	3.7%

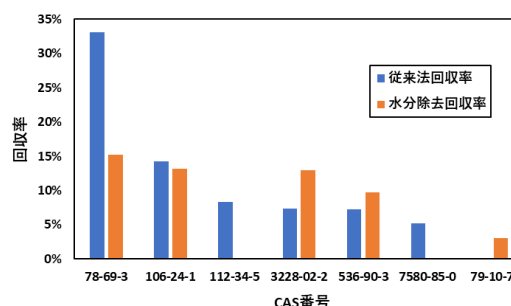


図 1 従来前処理法と水分除去前処理法の回収率比較

4. 結論

分析試料への水分の混入を 0.001%まで抑えれば水分による TMS 化阻害を防げることが明らかになったが、水分除去前処理法では TMS 化を阻害する水分量を除去できなかった。今後は、分析試料中の水分濃度を測定することで空気中や溶媒以外の水分の混入や水分以外の TMS 化阻害要因を検討する。

参考文献

- 1) FRANK J. SCHENCK(2002), Comparison of magnesium sulfate and sodium sulfate for removal of water from pesticide extracts of foods, Journal of AOAC International, 85.5: 1177-1180

キーワード GC-MS, AIQS-DB 法, TMS 化

不飽和土壌中の揮発性有機化合物による地上室内健康リスクへの大気圧変動の影響

Effects of atmospheric pressure variation on above-ground indoor health risks caused by volatile organic compounds in unsaturated soil

横浜国立大学 ○島生成, 林知美, 李京, 小林剛

1. はじめに

揮発性有機化合物(VOC)土壌汚染地では、豊洲の事例のように気相経由の曝露が不安視されることが少なくない。特に、室内健康リスクが懸念され、不飽和土壌中のVOCの放散挙動は温度、大気圧、降水の影響を受けるが、これらの影響まで健康リスク評価で十分に考慮できていない。建屋下では温度変動は小さく降水はないと見なせるが、大気圧変動はある。本研究では、室内健康リスクへの大気圧変動の影響を一方向移流・拡散挙動の推算結果から確認・考察した。

2. 放散流束と室内濃度の推算方法、感度解析方法

土壌を一段の厚み 0.01m で区切り、30 秒間ごとの不飽和土壌からの放散流束と室内濃度を推算した。放散流束は、大気圧降下時は(1)式、上昇時は(2)式により大気膨張や収縮を考慮して推算した。室内濃度は(3)式により推算した。放散面積はテトラクロロエチレン(PCE)による実汚染事例のヒストグラムの最頻値 75 m²とした。床面積は 100 m²とした。床面被覆率は床材の間隙からの放散を想定し 0.9 とした。室内天井高さは多くの住宅メーカーで採用されている 2.4m、室内換気率は建築基準法で 12 回/d 以上の機械換気設備の設置が義務付けられていることから 12 回/d とした。

$$F = D(C_{g,nj-1} - C_{r,j-1})/\Delta z + V_g(i+1 + pol_n + l_n) \left(\frac{P_{aj-1}}{P_{aj}} - 1 \right) \frac{P_{aj}}{P_{aj-1}} C_{g,nj-1} / (S_f \Delta t) \quad \dots(1)$$

$$F = D(C_{g,nj-1} - C_{r,j-1})/\Delta z - V_g(i+1 + pol_n + l_n) \left(1 - \frac{P_{aj-1}}{P_{aj}} \right) \frac{P_{aj}}{P_{aj-1}} C_{r,j-1} / (S_f \Delta t) \quad \dots(2)$$

$$C_{r,j} = (1 - A) \times F \times S_f / (H \times Rv \times S_r) \quad \dots(3)$$

F : 放散流束[mg/m ² /d]	D : 見かけの土壌中の拡散係数[m ² /d]
C _{r,j} : 室内大気濃度[mg/m ³]	C _{g,nj-1} : 地表部の間隙気相濃度[mg/m ³]
Δz : 土壌一段の厚み[m]	Δt : 時間間隔[d]
V _g : 間隙気相体積[m ³]	pol _n : 汚染源段数[段]
l _n : 汚染源と帯水層間の土壌段数[段]	P _{aj} : 大気圧[Pa]
A : 床面被覆率[-]	H : 室内天井高さ[m]
S _r : 放散面積[m ²]	Rv : 室内換気率[回/d]
S : 床面積[m ²]	

標準汚染シナリオは土質が豊浦砂で PCE の汚染が深さ 0.5m~1m に存在するとした。汚染源については間隙水相濃度が地下水環境基準値の 10 倍の濃度で一定とし、固相と間隙水相、間隙水相と間隙気相の濃度が平衡とした。大気圧変動データは東京都千代田区丸の内公園東京管区気象台の 1 年間のアメダスデータを用いた。感度解析では、標準汚染シナリオから土質、換気率などを変えて室内濃度を推算した。

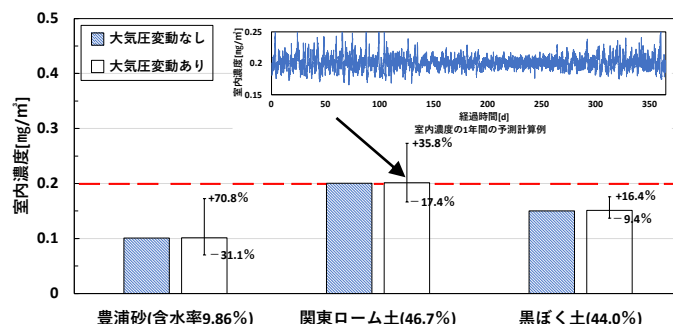


図1 異なる土質での室内濃度の年平均値と変動率の計算例

3. 結果・考察

感度解析の例として、土質が異なる場合の室内濃度の推算結果を図1に示した。土質間で約2倍の差が生じた。また、PCEの大気環境基準値 0.2 mg/m³と室内濃度の年平均値とを比較すると、0.2 mg/m³を0.7%超える程度であった。さらに、換気が停止するなど、室内換気率が 1/5 となった場合は図1の5倍の濃度となる。加えて、各時間の室内濃度の変動率は最大値で+16.4%~+70.8%であったことから、大気圧の低下に換気の不十分な状況が重なれば、一時的には室内濃度が基準値の約7倍となることも想定される。土質間での室内濃度の変動率の違いについて、土壌間隙空気は大気圧の上昇や降下に伴い、収縮や膨張して土壌への大気の吸込み、土壌間隙空気の室内への放出が起こる。有機炭素含有率の大きい土壌ほど、その過程での土壌固相におけるVOCの脱離量や吸着量が多く、土壌間隙気相濃度の変化が抑制されることが原因と考えられる。

4. 結論

標準汚染シナリオから関東ロームに変えた時の室内濃度の年平均値は、PCEの大気環境基準値を0.7%超える程度であり、今回の室内濃度レベルでは、大気圧変動による健康リスクの大きな増加はないことが分かった。しかし、大気圧の低下に換気が不十分な状況が重なれば、一時的に室内が高濃度となる可能性があり、注意が必要と考えられた。

キーワード 土壌汚染, 揮発性有機化合物, 大気圧変動, 室内健康リスク

GC-MS AIQS-DB における自動同定判定基準の検討

Examination of automatic identification conditions in GC-MS AIQS-DB

横国大院・環 ○清水大佑, 亀屋隆志

1. 緒言

GC-MS AIQS-DB 法は保持時間、質量スペクトル、検量線を DB 化し、設定された検出条件に則って自動同定を行う手法である。自動同定パラメータは、保持時間の同定幅、質量スペクトルの一致率、QT 比率の許容範囲であるが、解析ソフトウェアによって用いるパラメータや設定値の違いから検出結果が異なることがある。本研究では異なるソフトウェア間での自動同定パラメータによる判定結果の比較を行った。

2. 方法

GCMS Solution (島津製作所) と Axel NAGINATA (西川計測) の解析ソフトウェアを用いた。各ソフトウェアの検出基準、点数判定に用いるパラメータと基準値を表 1 に示す。

2.1. 質量スペクトルの類似度と一致率の比較

大気サンプル(n=5)、河川サンプル(n=5)を分析した結果を双方のソフトウェアで自動波形処理し、同じスペクトルに対して計算された類似度と一致率を比較した。

2.2. 波形処理方法による QT 比率の比較

同じピークに対して自動波形処理を行った際の QT 比率の比較を行った。QT 比率は (1) 式で表され、試料確認イオン比と標準確認イオン比が同じである時に 1 となり、NAGINATA による判定は 0.9~1.1 の時に 3 点、0.8~1.2 の時に 2 点と判定される。

$$QT \text{ 比率} = \frac{(Q/T)_{\text{sample}}}{(Q/T)_{\text{standard_DB}}} = \frac{(Area_Q/Area_T)_{\text{sample}}}{(Area_Q/Area_T)_{\text{standard_DB}}} \quad (1)$$

$Area_Q$: 確認イオン面積, $Area_T$: 定量イオン面積

表 1. 自動解析ソフトウェアの検出条件

GCMS Solution	検出条件	NAGINATA	5点	4点	3点	2点	1点
RT同定幅	NAGINATAに統一	RI許容範囲	±10	±20	±10	±20	±20
類似度	65	MS一致率下限値	25	25	設定なし	設定なし	設定なし
減算処理+リバースサーチ		バックグラウンド減算法					
QT比率	設定なし	QT比率許容範囲	設定なし	設定なし	0.2	0.1	設定なし

3. 結果と考察

3.1. 質量スペクトルの類似度と一致率の比較

類似度と一致度の比較を図 1 に示す。補助線は各ソフトウェアの検出条件である。GCMS Solution 類似度が 65 以上で NAGINATA 一致率 25 未満の範囲のプロットは、

GCMS Solution では検出となるが NAGINATA では 3 点以下となることを意味するがこのような物質の多くは、n-アルカンなど直鎖の物質であり、分子量に対して検出されるスペクトルの m/z が小さい物質が多かった。一方、GCMS Solution 類似度が 65 未満で NAGINATA 一致率 25 以上となる事例は稀であったが、これらはいずれも S/N < 3 のピークであり、検出条件として S/N をきちんと確認する必要性があった。

3.2. 波形処理方法による QT 比率の違い

同一ピークに対してそれぞれのソフトで波形処理を行い、面積値から QT 比率を算出した (図 2)。同じピークでも QT 比率が不一致となる場合も多く、例えば NAGINATA で QT 比率が ±20% 以内であり、GCMS Solution でも ±20% 以内である事例は約 53% しかなかった。これは、定量化の際にベースラインの波形処理方法が異なり、面積値に違いが生じることが原因であることが分かった。このため、波形の Drift の読み取り方を調整することで改善できると考えられる。

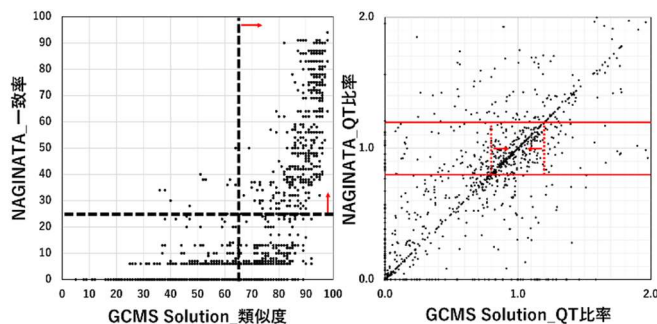


図 1. 類似度と一致率の比較

図 2. QT 比較の比較

4. まとめ

GCMS AIQS-DB 法で自動解析に用いられる二つのソフトの同定パラメータの比較を行った結果、質量スペクトルの類似性を示すパラメータやベースラインの波形処理方法が異なることにより、検出結果に違いが生じることが分かった。

謝辞 本研究の一部は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20215G01)により実施した。

キーワード GC-MS, 検出条件, 類似度, QT 比率

GC-MS 自動同定定量データベース法の同定要件とする確認イオン比の検討

Investigation of Qualifier Ion Ratio as an Identification Requirement for GC-MS Automated Identification Quantification System Database

横浜国立大学 理工学部 ○反保日向子, 横浜国立大学 大学院環境情報学府 大高悟, 清水大佑, 亀屋隆志

1. 背景と目的

GC-MS 分析では、対象物質の保持時間(RT)と確認イオン比 (=定量イオンと確認イオンの面積比) により物質同定していることが多いが、GC-MS AIQS-DB 法では、予め登録された保持時間(RT)と質量スペクトルの一致率あるいは確認イオン比によって多様な化学物質を一斉に自動同定・定量している。しかし、環境試料中では夾雑物の影響により一致率や確認イオン比が大きくなる場合があり、物質同定つまり対象物質の検出/不検出の判定に相違を生じさせる一因となっている。本研究では、環境試料中で確認イオン比が実際にどれだけばらつくのか調査した。

2. 方法

河川水 128 試料に対して、AIQS-DB に収録された 1178 物質を対象にした。測定には GC-EI-MS-QP2020 NX (島津製作所)を用い、70 eV でイオン化し、DB-5ms (30 m×0.25 mm, 0.25 μm, J&W Agilent)カラムで、昇温条件を 40°C(2 min)→8°C/min→310 °C(5 min)で分析した。解析にはデータベースソフト NAGINATA (西川計測(株))を用いた。ターゲットの予測保持時間に対して、20 min までは ±6 sec、20 min 以降は ±0.5 %¹⁾ の同定保持時間幅内にピークが得られたものを検出とした。DB 収録時の定量イオンに対する確認イオンの面積比 (標準確認イオン比) に対する環境試料測定時の面積比 (測定確認イオン比) を QT 比率 (=測定確認イオン比/標準確認イオン比) として、環境試料中の妨害物の影響を調べた。

3. 結果と考察

環境試料において、QT 比率が ±20 %以内のものは検出された全体の 16 %であった。一方、QT 比率は 0.01 から 1000 まで大きく変化する場合があり、検出濃度が低いほど QT 比率が大きく変化する傾向があった。(図 1)

また、質量スペクトルの一致率が 25 以上で同定確度が高い判定とされる物質の中にも確認イオンが検出されない場合が 13%あった。これらのうち、確認イオンは検出されなかったが、一致率によって検出と判定された例が 128 試料中 20 試料以上と多かった物質を表 1 に示

す。これらの物質には、標準確認イオン比が 2.4 %と低いものや 99 %程度で定量イオンと確認イオンの感度がそれほど変わらないものが含まれていた。定量イオンの m/z に着目すると、様々な物質から生じることが知られている非特徴的な m/z=57 や芳香族化合物から生じやすい m/z=91 を定量イオンとする場合が含まれていた一方で、m/z が 150 以上の比較的特異なイオンを定量イオンとする場合もあり、物質や試料の違いによる明らかな傾向は読み取れなかった。

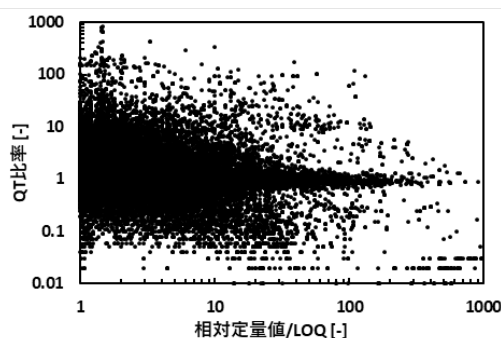


図 1. QT 比率と(定量値)/(LOQ)の関係

表 1. 確認イオンが検出されず一致率で同定された物質の例

物質名	m/z		標準確認イオン比 [%]
	定量イオン	確認イオン	
2-Ethyl-1-hexanol	83	112	2.4
Methomyl oxime	105	107	4.6
Esprocarb	91	222	43
2-Methyl-2,4-pentandiol	59	103	6.0
Dimethyl phthalate	163	194	6.5
n-C9H20	57	85	36
2-Butoxyethanol	57	87	21
Furfural	96	58	99

参考文献

1) 清水ら(2023)水環境学会 23 年会, p416

謝辞 本研究の一部は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20215G01)により実施した。

キーワード GC-MS, AIQS-DB, 確認イオン, QT 比率

Spatial and seasonal patterns of mercury accumulation in rice paddy field around Nam Son landfill, Hanoi, Vietnam

Prefectural University of Kumamoto ○ Nguyen Thi Quynh, Yasuhiro Ishibashi

1. Introduction

In Vietnam, the primary sources of mercury emissions are associated with the use and disposal of Hg-containing products, waste incineration, waste burial, and wastewater treatment (Hanoi, 2017).

The study was carried out at Nam Son landfill, which is the biggest landfill in the north of Vietnam.

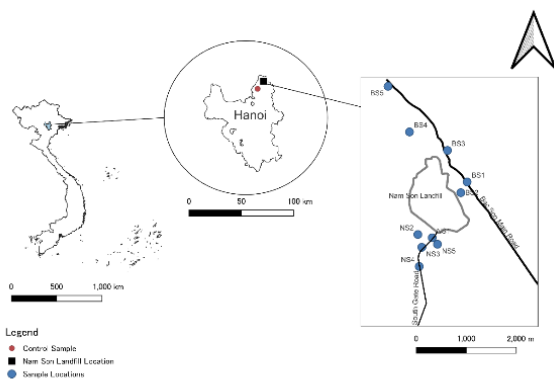
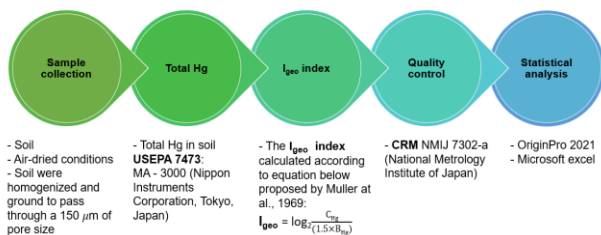


Figure 1. Map of sampling site, Nam Son, Soc Son, Hanoi

2. Methodology

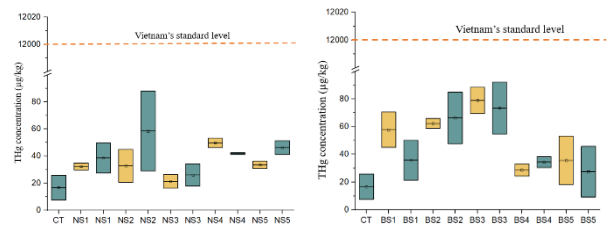


3. Results and discussions

The concentration of THg in the soil around the Nam Son landfill area is shown in Figure 2. The THg concentration ranges from 21.27 ± 1.92 to $78.92 \pm 1.91 \mu\text{g/kg}$ with a mean value of $44.06 \pm 2.29 \mu\text{g/kg}$, which was significantly higher than the control sample concentration in RRD ($16.63 \pm 1.48 \mu\text{g/kg}$).

The concentrations of THg in all soil samples did not exceed the standard Hg level for safe agriculture soil (12

mg/kg) according to the recommendations of the Vietnamese government(QCVN 03:2023/BTNMT).



Nam Son **Bac Son**
■ THg concentration in Sept, 2021 ■ THg concentration in Jan, 2022

Figure 2. THg concentration in soil sample

Geoaccumulation index show all sampling point had moderately polluted and moderately to heavily polluted, considered that Hg was lost from the waste source as landfill.

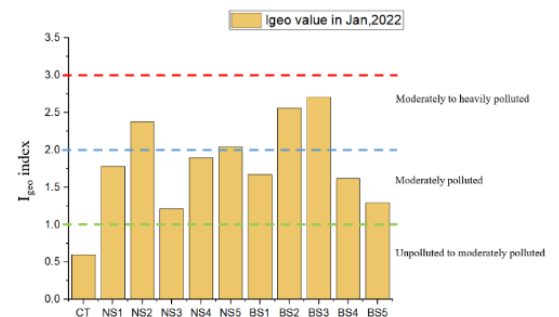


Figure 3. I_{geo} (value and class) for each sampling point

References

- Hanoi. (2017). *Minamata Convention Initial Assessment in Vietnam (Vietnam MIA Project) FINAL REPORT*.
- QCVN 03:2023/BTNMT, National technical regulation on Soil quality Hanoi, 2023.

Keywords mercury accumulation, landfill, rice paddy field

熊本県内のバイオガス発電施設予定地における事業性評価

Feasibility assessment of proposed biogas power generation facilities in Kumamoto Prefecture

熊本県立大学大学院 環境共生学研究科 ○三森奈歩, 石橋康弘,

1. はじめに

廃棄物系バイオマスはバイオガスを発生させるメタン発酵の原料として利用される。廃棄物系バイオマスは産業廃棄物として排出され、適正処理が必要なものが多いため、エネルギー生成が可能となるバイオガス発電への期待が大きい。

熊本県内で計画されているバイオガス発電事業の事業性を評価した。バイオガス発電施設の立地による多面的な有用性についても明らかにすることで、事業推進の意義を示す必要がある。

2. 研究方法

現在までに本研究室で収集したデータから経済性について評価する。また本研究室で行った対象エリアの環境影響評価についての研究データと併せて、経済性について評価し、それらを踏まえて事業性について評価する。採用するメタンガス化システムによっては、全量を焼却する場合と比較して、建設費や維持管理費が高くなる場合が存在する。しかし、メタンガス化システムを導入し、焼却施設を含め循環型社会形成推進交付金の嵩上げや固定価格買取制度 (FIT) を適用して売電することにより、新規の焼却施設を導入するよりも地方自治体の負担を抑えることができる可能性がある。

熊本県内で計画されているバイオガス発電事業の事業性を評価するため、経済性について評価した結果、十分に経済性を有することが示された。また、環境影響評価においても施設を立地しても環境への影響は少ないと評価された。

バイオガス発電の原料は、表 1 に示した実際に使用される予定の廃棄物系バイオマスとし、それぞれの廃棄物系バイオマスのバイオガス発生量およびメタン含有割合は、表 1 に示した文献直および実測値のデータを用い、可溶化後のバイオガス発生量については、発表者が所属する研究室が保有する「可溶化技術」を用いると、1.3～2.0 倍のバイオガス発生量が見込めるため、バイオガス発生量の 1.5 倍とした。また、それぞれのバイオマスの処理委託費については、企業へのヒヤリング結果により算出した金額を計上した。なお、発電電力量について

は、以下の式により算出した。

$$\text{発電電力量 (kWh/年)} = \text{メタンガス発生量 (m}^3\text{/年)} \times 0.03718 \text{ (GJ/m}^3\text{/年)} \text{ (メタン低位発熱量)} \times 40\% \text{ (ボイラー効率)} \div 0.0036 \text{ (単位換算: GJ} \rightarrow \text{kWh)}$$

表 1 各バイオマスの発生バイオガス中のメタン含有率およびバイオガス発生量

バイオマスの種類	メタン含有割合	バイオガス発生量 (m ³ /t)	可溶化後バイオガス発生量 (m ³ /t)	処理委託費 (円/t)
コーヒー粕 ¹⁾	0.536	136	204	10,000
茶殻・麦茶殻 ¹⁾	0.494	83	124.5	10,000
果実絞り粕 ²⁾	0.5	40	60	10,000
果実・野菜くず ²⁾	0.6	75	112.5	10,000
糖蜜 ¹⁾	0.6	62	62	5,000
排水処理汚泥 ²⁾	0.6	68	102	15000
焼酎粕 ¹⁾	0.6	43	64.5	10,000
下水汚泥 ²⁾	0.62	124	186	15,000
グリーストラップ汚泥 ¹⁾	0.6	90	135	15,000

1) 実測値、2) 文献値

3. 結果と考察

昨年度までの研究では、再生可能エネルギーの固定価格買取制度 (FIT) による買取価格である 39 円/kWh を用いて算出していたが、2023 年度からの FIT による買取基準価格が 35 円/kWh へと変更されたため、経済性について見直す必要があり、また、バイオガス発電施設の立地による多面的な有用性についても明らかにすることで、事業推進の意義を示す必要がある。売電価格が下がったため、事業性を維持するためには、バイオガスの発生量の向上が必要であり、ガス発生量の多い原料のより安定的かつ効率的な調達およびメタンガス化プロセスにおける原料の調整を行う必要がある。

参考文献

3) 野池達也編著 (2009 年) メタン発酵, 技法堂出版

キーワード バイオガス, 再生可能エネルギー, 事業性評価, メタン発酵, 固定価格買取制度

風力発電事業における環境アセスメント長期化の要因分析

Analysis of Factors Contributing to Longer Environmental Assessments for Wind Power Generation Projects

早稲田大学¹、ノースアジア大学² 森 萌¹、井山 智資¹、○森本敦志^{1,2}、有村俊秀¹

1. はじめに

世界的な脱炭素社会推進の流れの中で、再生可能エネルギーへの注目が高まっている。その中で近年特に注目されている事業種が風力発電である。風力発電事業の導入に際して問題となる点は、事業計画に伴う大規模施設の建設工事や稼働が自然環境や地域住民、地域経済など様々な方面に影響する可能性があることである。そのため環境アセスメント制度は大きな意義を持つと考えられる。本研究では、どのような要因が環境アセスメントの日数に影響を与えているのかを分析することで、アセスメントの効率化と期間の短縮の手段を検討する。

2. 研究の方法

本研究では、環境アセスメントの開始から終了までの時間を分析対象とし、生存時間分析を行う。ある時点で持続している環境アセスメントのうち、どの程度が次の期間で終了しているかをハザード率 H_i とし、これを下記の式で説明する。

$$H_i = h_0(t) \exp(\beta_i X_i)$$

ここで $h_0(t)$ は基準ハザード関数であり、時間 t によって変化する部分である。生存期間は各風力発電事業計画のアセスメント期間の日を用いた。 X_i は風力発電計画の説明変数ベクトルであり 11 の説明変数から構成される。 β_i は未知パラメータベクトルであり、最尤推定法により推定する。

3. 分析結果

風力発電事業に関する分析結果は表 1 のとおりである。

(1)は、コックス比例ハザードモデルによる分析結果である。(2)では、ハザード基準関数にワイブル分布を仮定したパラメトリックモデルによる分析結果である。表中の***,**,*はそれぞれ 1%,5%,10%水準で統計的に有意であることを示す。

表 1 風力発電事業に関する分析結果

	(1)	(2)
配慮書提出事業ダミー	1.376	1.515**
前倒環境調査実証事業ダミー	3.937***	3.926***
事業実施都道府県外事業者ダミー	0.580***	0.574***
林野面積割合	0.411	0.549
環境アセスメント経験事業者ダミー	0.748	0.715*
高齢者人口割合	1.359**	1.393**
ゾーニング実証事業ダミー	2.014*	2.082*
鳥類注意喚起メッシュレベル平均値	1.044	1.038
風力発電施設の基数	0.992	0.991
風力発電施設の単機出力	0.805**	0.769***
人口密度	1.000	1.000

4. 結果と結論

前倒環境調査実証事業及び、ゾーニング実証事業のどちらもアセスメント期間を有意に短期化するという結果が得られた。また、希少鳥類の存在がアセスメント期間を延ばす効果については、統計的に有意な結果が得られなかった。県外事業者であるとアセスメント期間が増加するという予想は、統計的に有意であることがわかった。これは事業地区の自然環境についての知識が乏しい県外事業者であると、事前の調査項目が増えアセスメントに時間がかかることが考えられる。

参考文献

- Warren, C. R., & McFadyen, M. (2009). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-est Scotland. *Land use policy*, Vol.27 (2), p.204-213.
- 畦地, 啓, 堀, 周, 錦澤, 滋, & 村山, 武. (2014). 風力発電事業の計画段階における環境紛争の発生要因. *Journal of Japan Society of Energy and Resources*, 35(2).
- 畦地啓太, 堀周太郎, 錦澤滋雄, 村上武彦. (2013). 風力発電事業の計画段階における環境紛争の発生要因. *Journal of Japan Society of Energy and Resources*, Vol. 35, No. 2.

キーワード 風力発電、環境アセスメント、希少鳥類

北海道の風力発電開発に対する基礎自治体の対応

Local government policy for wind power development in Hokkaido

北星学園大学 ○藤井康平, 寺林暁良

1. 背景・目的

北海道は全国のなかでも再エネポテンシャルが高く、固定価格買取制度の導入を契機として、多くの再エネ事業が構想され、一部は実際に稼働している。なかでも陸上風力発電の導入ポテンシャルは全国の約51%を占めていると推計されており、特に風況の良い日本海沿岸地域では、大規模なウィンドファームから設備容量20kW未満の小型風力発電に至るまで、多くの風力発電事業が構想・実施されている。

一方で大規模事業の多くが道外資本による外来型開発であること、また小規模事業は投資物件としての性格を持つものが多いことから、地域への利益還元や開発のあり方が問題となっている。本研究ではこのような状況に対する基礎自治体の対応と課題をヒアリング調査によって明らかにする。

2. 研究・調査方法

経済産業省が公表している「事業計画認定情報」を用い、道内日本海沿岸自治体の風力発電事業状況（設備容量20kW以上/未満事業数、20kW未満事業については未稼働数および率、道外事業者数および率）を整理した。これに基づき、小型風力発電の未稼働案件が多く、条例やガイドラインを運用している4自治体（稚内市、羽幌町、石狩市、松前町）へのヒアリング調査を実施した。

3. 結果と考察

3.1. 道内日本海沿岸自治体の風力発電事業状況（表1）

設備容量20kW以上の大・中規模事業は76件、20kW未満の小規模事業は1,510件であった。小規模事業のうち約7割（1,053件）が未稼働であり、また約78%（1,180件）が道外事業者による事業であった。

3.2. ヒアリング調査からの示唆

4自治体へのヒアリングから、大・中規模事業と小規模事業で対応が異なることが示唆された。

大・中規模事業は多くが首都圏に本社を置く事業者による運営であるが、売電収入の一部を自治体へ寄付したり、まちづくりへの参画を行ったりするなど、自治体と協同関係を模索する動きがあり、自治体としても動向を

表1 道内日本海沿岸自治体の風力発電設備
(2022.12.31時点)

No.	自治体名	条例/ ガイドライン	設備容量 20kW以上 事業数	設備容量 20kW未満 事業数	20kW未満事業のうち			
					未稼働 数	未稼働 率	道外事業者 数	道外事業者 率
1	稚内市	条例	13	79	50	63%	46	58%
2	豊富町	ガイドライン	4	3	2	67%	1	33%
3	幌延町	ガイドライン	3	27	19	70%	11	41%
4	天塩町	ガイドライン	2	37	14	38%	23	62%
5	遠別町	ガイドライン	2	49	8	16%	26	53%
6	初山別村	ガイドライン	0	33	17	52%	29	88%
7	羽幌町	条例	0	90	34	38%	62	69%
8	苫前町	ガイドライン	6	56	40	71%	43	77%
9	小平町	ガイドライン	3	19	12	63%	18	95%
10	留萌市	ガイドライン	4	3	1	33%	2	67%
11	増毛町	ガイドライン	2	1	1	100%	1	100%
12	石狩市	ガイドライン	11	142	131	92%	136	96%
13	小樽市	ガイドライン	2	1	1	100%	1	100%
14	余市町	—	1	0				
15	古平町	条例	2	1	1	100%	1	100%
16	横丹町	—	0	11	10	91%	6	55%
17	神恵内村	—	0	0				
18	泊村	—	0	0				
19	共和町	ガイドライン	0	2	1	50%	0	0%
20	岩内町	—	0	0				
21	蘭越町	ガイドライン	1	18	2	11%	15	83%
22	寿都町	ガイドライン	6	3	3	100%	1	33%
23	島牧村	ガイドライン	2	42	42	100%	35	83%
24	せたな町	ガイドライン	4	110	102	93%	73	66%
25	八雲町	—	0	21	20	95%	21	100%
26	乙部町	ガイドライン	1	17	17	100%	17	100%
27	江差町	ガイドライン	3	65	34	52%	56	86%
28	上ノ国町	—	2	262	176	67%	206	79%
29	松前町	ガイドライン	2	418	315	75%	350	84%
	合計		76	1,510	1,053	70%	1,180	78%

注視しつつ受け入れ態勢を整える方向にある。

一方で小規模事業については、自治体に経済的なメリットがないこと、乱立により景観が損なわれる等の問題から、条例やガイドライン等を制定し、無秩序な開発を制限する方向にある。ただし、再エネ事業は資源エネルギー庁の認定事業であり、禁止や不許可などの行政処分が難しいことから、基礎自治体の条例やガイドラインによる対応の限界も指摘された。この点については、国や道の積極的な関与が待たれる。

参考文献

1) 資源エネルギー庁『資源事業計画認定情報 公表用ウェブサイト』(<https://www.fit-portal.go.jp/PublicInfo>) (2023年7月11日閲覧)

キーワード 風力発電, 外来型開発, 基礎自治体, 条例・ガイドライン, 固定価格買取制度

利他性を用いたナッジの効果検証：漁業関係者の洋上風力発電に対する受容性

Message effects of familial nudging: Acceptance of offshore wind power by fishery persons

(一財) 電力中央研究所 ○小松秀徳, 窪田ひろみ, 永井雄宇, 朝野賢司

1. はじめに

我が国では、2040年までに洋上風力発電を45GW導入すると政府目標が掲げられており¹⁾、地域関係者の受容性向上が課題となっている。既存研究では、血縁者の支援を伝えるメッセージ(ナッジ)により、一般市民の洋上風力発電に対する受容性が高まること確認された²⁾。本研究では、洋上風力発電の主要な利害関係者である漁業関係者に対して、同メッセージを提供した場合の効果をはっきりさせる。

2. 調査方法

国内の漁業従事者とその関係者(成人男女、調査会社モニター)を対象に、インターネット質問紙調査を用いたランダム化比較実験により、ナッジとしての情報提供の効果検証を実施した(調査期間:2022/12/9-10、有効回答数:1,040、本人が漁業に従事:509、同居家族が漁業に従事:479、同居でない家族が漁業に従事:677)。

基本的な文字情報のみを提示する統制群(CG)、血縁者の支援を伝える文字情報を追加的に提示する介入群(T1)、支援の関係性を示したイラストも追加的に提示する介入群(T2)の計3グループを設定し(図1)、被験者をいずれかのグループへとランダムに割り当てた。情報提供の直前と直後に、洋上風力発電が自分自身および未来の世

代へ与える影響について、5件法(1=安全,3=どちらともいえない,5=危険)で尋ねた。ナッジの効果は、この認知の情報提供前後での変化量 D (値が大きいほど安全側へ変化)を、統制群からの差で比較する、差分の差分法で評価した。

3. 結果

図2に各メッセージの効果を示す。 D の大きさは自分自身への影響、未来の世代への影響共に $CG < T1 < T2$ となり、特にT2はCGと比較して有意に大きくなった($p < 0.05$)。性別、年齢に加えてパーソナリティ特性などの各種属性を説明変数とするパネル回帰分析では、T2によるナッジの効果は0.13(自分自身に)、0.14(未来の世代に)と推定され($p < 0.05$)、一般市民における効果²⁾と比較すると小さいものの、統計的に有意な結果となった。また、自身や家族が普段漁を行う漁場の所有権の状況によって、ナッジの効果が増減する可能性も示唆された。

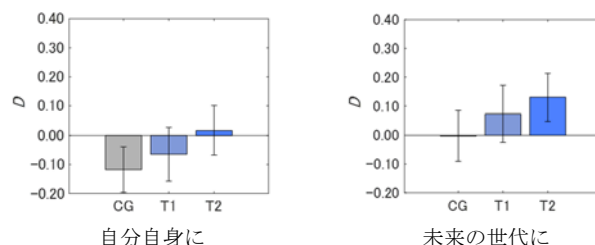


図2 グループ毎のメッセージの効果

4. 結論

血縁者の支援を想起させるナッジが、洋上風力発電の主要な利害関係者である漁業関係者のリスク忌避的な態度に対して、緩和効果を示すことを明らかにした。今後はより詳細なセグメント毎の効果の違いを検証する。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁(2020) 洋上風力産業ビジョン(第1次), 洋上風力の産業競争力強化に向けた官民協議会
- 2) 小松・窪田・永井・朝野(2022) 洋上風力発電への受容性に対するナッジの効果, 環境科学会 2022年会

キーワード 洋上風力発電, 受容性, ナッジ, 情報提供

風力発電の技術開発は、風車の陸上での利用に始まった後、私たちの親世代、さらにその親世代の働きによって一気に進み、より発電効率の高い洋上での建設(洋上風力発電)にも発展しました。こうして生み出された電気は生活インフラとして利用され、CO₂排出量を低下させる気候変動対策として貢献する他、観光資源として活用される等、現代の私たちの暮らしを支えるようになってきました。また、私たちの世代によって進められている洋上風力発電は、このような形で未来の世代の子供たちの暮らしにも貢献すると考えられます。

一方で、台風など自然災害による倒壊、景観の変化、漁業や海洋生物への影響、鳥の衝突事故(バードストライク)といったリスクが報告されています。これらのリスクを低減するために、法律や技術など様々な面から対策が進められています。

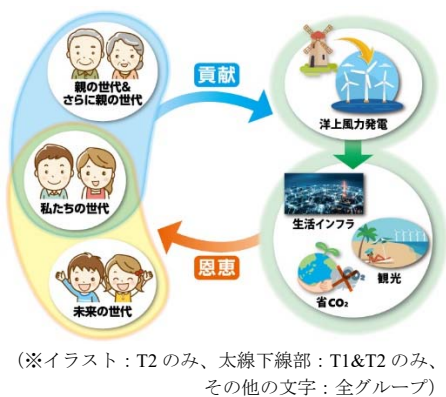


図1 被験者に提示した情報

好熱菌によるおからのタンパク質分解法の検討

Investigation of protein degradation method of okara by thermophilic bacteria

熊本県立大学大学院・環境共生学研究科 ○石田陽香

【はじめに】

現在、世界のおから廃棄量は 60000 万トンに及び、大部分が産業廃棄物として処理されている。有機性廃棄物はタンパク質を多く含み、分解することでアミノ酸やペプチド類を生成するため、有用な資源となりえる。

そこで本研究では、おからのタンパク質分解法を検討することを目的とした。これは廃棄物削減につながり、資源循環と低炭素化に寄与するため、地球環境保全に貢献できる。

【材料と方法】

実験 I：酵素分解実験

タンパク質分解に利用する菌株は当研究室が有する MU3 (*Anoxybacillus sp.*), Kn21 (*Bacillus smithii*) を用いた。これら 2 株を培養し、培養液を酵素溶液とした。その後、酵素溶液と酵素溶液に対して 1%のおからを混合し、振とう加温した。最後に遠心分離し、その上清の遊離アミノ酸量と収率を測定した。

実験 I：菌の単離・タンパク質分解能試験

希釈水でおからサンプルを希釈し ISP-1 培地に塗布し、60°C で培養を行った。分離できたコロニーを保存チューブに移した後-80°C の冷凍庫に保存した。

ISP-1 液体培地に菌株を 1 エーゼ植菌し、24 時間振とう培養後、攪拌した。攪拌後の培養液を遠心分離し菌体除去した上澄み 180µl と 10%スキムミルク 20µl、菌体を除去した上澄み 180µl と滅菌水 20µl の 3 種類を菌株ごとに作成し、OD₆₀₀・OD₆₆₀ 測定を行った。測定後、再び振とう培養し、24 時間後の吸光度測定も行った。

実験 III：菌株の同定

単離した菌体を液体培地で培養後、菌体を振とう破碎し DNA を抽出した。PCR により DNA の増幅後、PCR 産物を精製し、DNA アダプターおよびバーコード DNA を精製した DNA 断片群に連結させて DNA ライブラリーを作製し、DNA メタバーコーディング配列解析を実施した。解読した遺伝子配列を 16S rRNA fast シーケンズデータを用いて Blast 検索を実施した。

【結果と考察】

遊離アミノ酸量と収率を求めた結果、リジン、トリプトファン、メチオニンの収率が特に高く、これらのアミノ酸を有効利用できる可能性が示唆された(図 1)。これら

のアミノ酸の飼料用アミノ酸として利用することで家畜の栄養改善になると考えられる。また、好熱菌よりもコントロールの収率の値のほうが高いことから、おから自体にタンパク質を分解する菌が存在する可能性が示唆された。さらに、オートクレーブの有無による収率の増減がなかったため、おからに存在する菌は耐熱性を有すると考えられた。

また、おからからは合計約 30 株の微生物が単離でき、全ての菌株がスキムミルク培地でハローを形成した。タンパク質分解能試験の結果、分解率の最も高い 5 種を選定した。これらの菌は分解率が 100%であり、スキムミルク培地を完全に分解していた。おからからは、主に非病原性の菌で 60°C の高温環境でも増殖する *Geobacillus stearothermophilus* が確認された(表 2)。

表 1. 遊離アミノ酸量の収率(%)

	コントロール		MU3単体		Kn21		複合	
	無	有	無	有	無	有	無	有
オートクレーブ								
アルギニン	4.88	4.88	0.23	—	—	0.23	—	—
リジン	9.50	8.25	9.00	9.75	9.25	8.75	9.25	9.25
ヒスチジン	3.68	2.63	—	0.53	—	—	—	—
フェニルアラニン	6.88	6.88	6.56	6.56	6.88	6.56	6.88	6.88
チロシン	2.61	1.74	2.17	2.61	2.61	2.61	3.04	3.04
トリプトファン	7.50	8.75	7.50	8.75	7.50	8.75	8.75	8.75
ロイシン	7.35	7.14	4.08	3.67	3.47	1.22	3.67	0.82
イソロイシン	5.71	5	2.86	2.5	2.86	1.07	2.86	1.07
バリン	6.36	5.45	3.64	3.64	3.64	1.82	3.94	1.52
アラニン	6.90	5.86	5.52	6.9	7.24	6.55	7.24	7.24
グリシン	2.07	2.07	2.07	2.41	2.41	2.41	2.41	2.76
メチオニン	10.00	7.78	7.78	6.67	8.89	7.78	7.78	7.78
システイン	—	—	—	—	—	—	—	—
プロリン	2.12	1.52	0.91	—	0.91	0.61	0.61	0.91
セリン	3.75	3.75	—	—	—	—	—	—
スレオニン	4.44	4.07	1.11	2.22	0.74	1.11	0.37	0.74
グルタミン酸	2.67	2.57	2.19	1.9	2.29	1.9	2.19	1.9
アスパラギン酸	1.47	1.32	0.59	0.44	0.29	0.29	0.29	0.29

表 2. 同定結果

菌株名	学名(属・種)	比率(%)
b-12	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	99.82
b-16	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	89.45
b-22	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	48.66
	<i>[Bacillus] caldovelox</i>	40.58
b-24	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	95.48
b-30	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	98.17

【参考文献】

細胞の増殖を捉える-計測法から比例度算出まで-, 小西正郎ら, 北見工業大学工学部バイオ環境化学科 (2015)

キーワード: おから, タンパク質分解, 好熱菌

コーヒー抽出残渣の脱臭効果とメカニズムの推察 Deodorizing Effects and Inferred Mechanisms of coffee grounds

UCC 上島珈琲株式会社 R&D 本部 研究開発部 ○中川真緒, 岩井和也

1. 背景

コーヒー抽出残渣（以下残渣）には脱臭効果があり、その効果のメカニズムは活性炭と同様、残渣表面の細孔による物理吸着だと考えられてきたが、今も未解明である。そこで本研究では、残渣と活性炭の悪臭物質に対する吸着能を気体検知管法により比較評価した。さらに、残渣の脱臭効果のメカニズムについて推察した。

2. 実験方法と結果

2.1. 脱臭効果の評価

アクリルケース内に水溶液の悪臭物質（アンモニア・トリメチルアミン・イソ吉草酸）適量と抽出直後の残渣もしくは活性炭 0.5 g を置き、1 時間後の悪臭物質濃度を気体採取器で測定した。残渣は、これら悪臭物質に対し脱臭効果が見られ、特にアンモニアに対する脱臭効果に優れていることがわかった。更に、アンモニアの脱臭効果は残渣の方が活性炭より有意に高く、コーヒー豆の品種別の比較ではアラビカ種の方がカネフォラ種より有意に高かった。残渣と活性炭のアンモニア吸収量を比較した結果を図 1 に示す。

次に、残渣の水分量が脱臭効果に及ぼす影響を同様の実験で調査した。残渣の水分量を 60% と、ほぼ 0% に調製した残渣についてアンモニア吸収量を比較した結果を図 1 に示す。その結果、アンモニアの脱臭効果は水分量が高いほど高くなる傾向にあったが、水分がほぼ 0% の残渣も活性炭より脱臭効果が高かった。

2.2. 比表面積の測定と比較

残渣の比表面積を Kr ガス吸着法で測定し、活性炭の比表面積と比較した。比表面積は活性炭の方が残渣より約 25000 倍大きかった。

2.3. 表面の SEM 観察

残渣と活性炭の表面を FE-SEM で観察した。結果を図 2 に示す。活性炭では直径 30~100 nm の微細孔が分布していたが、残渣では微細孔を観察できなかった。

2.4. 表面官能基の測定

残渣と活性炭の表面官能基を FT-IR で測定し、酸性・塩基性官能基の検出を試みた。しかし、残渣にはトリグリセリドが多く含まれており、アミノ基やカルボキシ基のピークを検出できなかった。また、活性炭は官能基由来のピークを検出できなかった。

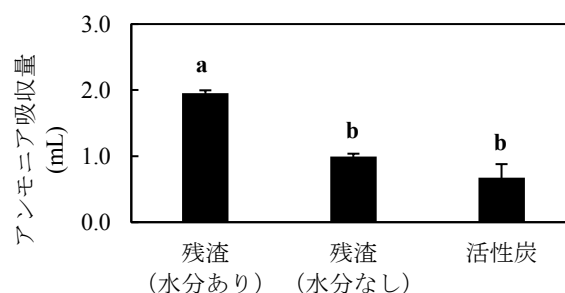


図 1 アンモニアへの脱臭効果
Tukey による多重比較検定を行った (n=3)。
異符号間で有意差あり。

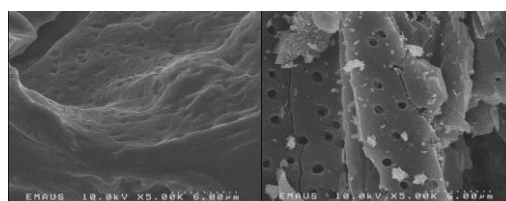


図 2 表面構造 (左: 残渣、右: 活性炭)

3. 考察と今後

本研究により、アンモニアに対する脱臭効果は残渣の方が活性炭より有意に高いことが判明した。しかし、比表面積の測定および表面の SEM 観察から、残渣は活性炭と比較して多孔質性が低いと考えられる。したがって、残渣の脱臭効果のメカニズムには、細孔による物理的吸着以外にも複数の要素が関与していると考えられた。要素の一つとして、表面の官能基構造と悪臭物質との相互作用が考えられたため、FT-IR で測定したが、明確に官能基構造を捉えることができなかった。現在は残渣の褐色色素と脱臭との関連について検討中である。今後も引き続き、コーヒー抽出残渣の脱臭効果のメカニズム解明に取り組んでいく。

キーワード コーヒー抽出残渣, 活性炭, 脱臭効果

スマート農業へのサステナビリティ・トランジションの現状：
都道府県別農業計画のサーベイに基づいて
Sustainability transition to smart agriculture:
Based on a survey of agricultural plans by prefecture

早稲田大学 ○鷲津明由, 早稲田大学 野津喬

1. 背景と目的

個別的な社会技術イノベーション研究を包摂し、新たな持続可能な社会システムへの移行(サステナビリティ・トランジション)を促進する為の政策が必要である。本研究ではデジタル技術を活用したスマート農業と再生可能エネルギーの組み合わせが、今日の農業が直面する多くの経済的、社会的、環境的課題を克服するのに役立つとの認識に立ち、スマート農業への移行をサステナビリティ・トランジション^{1,2)}の観点から考察する。

2. 調査資料

本研究が用いた調査資料は、2023年3月時点で、日本の各都道府県が公表している農業農村振興計画や農林推進振興計画などの農業分野における最上位または総合計画、および、スマート農業推進計画・方針など、農業分野におけるスマート技術の推進に関連して各県が策定した資料である。

3. サステナビリティ・トランジション

3.1. マルチレベルパースペクティブ(MLP)

サステナビリティ・トランジションのために開発されてきたマルチレベルパースペクティブ(MLP)の考え方を図1に示す。マクロレベルの外生的なランドスケープの変化に対応して、ミクロレベルのニッチ・イノベーションが主流化しメゾレベルのレジームが変化する。

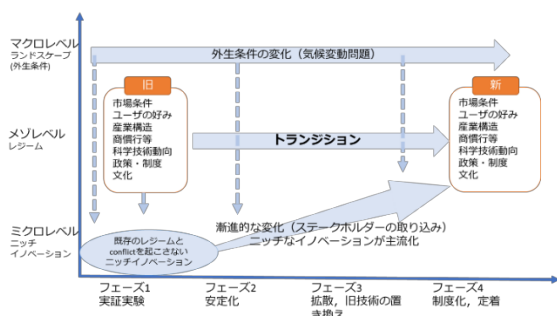


図1 社会技術のトランジションのマルチ レベル パースペクティブ(MLP) な理解

3.2. トランジション・マネジメントの評価基準

図1の考え方に基づいて、トランジションをより円滑にするための方法論—トランジション・マネジメント—が確立されつつあり、それは次の9つの基本原理に則って行われる。: 1.的確な問題点の把握がされていること, 2.長期的な視点に立っていること, 3.柔軟性のある仕組みとなっていること, 4.問題点が生じたとき柔軟に介入ができる仕組みがある, 5.短期的不均衡を变化のきっかけとして意識している, 6.ニッチ・イノベーションの創出があること, 7.内発的なかじ取りがされていること, 8.多様な視点やオプションについての学びを重視, 9.ステークホルダー間の交流がされていること。

4. 結論

都市近郊で付加価値の高い作物栽培が主の県で、2000年代と2010年代に開発されたスマート技術を中心に、その定着化が進行していることが分かった。一方、稲作等特定作物に高い比重のある農業県では、イノベーションのための具体的なマネジメント施策は未整備である一方、脱炭素化などのランドスケープの変化を的確に把握し、炭素貯留やDXなど新しい概念に基づく「農業生産」概念の拡張を可能とするような技術開発の萌芽が見られることが分かった。

参考文献

1) 陳 奕均・城山英明・杉山昌広・青木一益・木村 幸・森 晶寿・太田響子・松浦正浩・松尾真紀子(2022) 日本における持続可能性移行 (サステナビリティ・トランジション) 研究の現況と今後の展望, 環境経済・政策研究, 15(2), pp.1-11.
2) 田崎智宏・亀山康子・増井利彦・高橋潔・鶴見哲也・原圭史郎・堀田康彦・小出瑠 (2023)サステナビリティ・サイエンスの展開-人新世の時代を見据えて-, 環境科学会誌 36(2), pp.53-82.

キーワード スマート農業, サステナビリティ・トランジション

神戸市における市民農園の経年的分布変化とその周辺土地利用との関係性

Research on the Relationship between the Long-Term changes in allotment gardens and Their Relationship to Surrounding Land Use in Kobe City

神戸大学人間発達環境学研究科 ○楊時宇, 大野朋子

1. はじめに

市民農園は、農業体験などアメニティとしての効果だけでなく、都市緑地として生物多様性保全や雨水貯留浸透機能などグリーンインフラとしても期待されている。しかし、市民農園は宅地開発等の都市化の影響を受けやすい立地に分布することが多く、その継続性の担保は課題の一つである。これまで、市民農園に関する研究は多数報告されているが、市民農園の維持について周辺土地利用との関係から探った研究は見られない。

そこで本研究では、市民農園の分布と周辺土地利用との関係について、GISを用いて空間的に経年変化を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 解析対象地

解析対象として神戸市におけるすべての市民農園(「神戸市内の貸農園のご案内」, 「PotGraphで家庭菜園を楽しもう」に記載されているもの)を選定した。神戸市は日本の市民農園の本格的な発展段階を率先して参加した¹⁾市民農園の発展を牽引してきた重要な地域である。

2.2 市民農園の分布とその経年変化の把握

国土地理院撮影、神戸市の1980年(縮尺1/10,000または1/40,000), 1990年(縮尺1/12,500), 2000年(縮尺1/10,000または1/40,000)の空中写真とGoogle Earth Proを用いて1980および1990, 2000, 2010, 2020年における対象地の市民農園を目視により特定した。特定した市民農園をESRI社ArcGis Pro 2.7.0を用いて面積を算出した後、開園から2020年にかけて、面積拡大したものを(A)タイプ、縮小したものを(B)タイプ、面積が変わらないものを(C)タイプとして3分類した。1980-1990年代および1990-2000, 2000-2010, 2010-2020の4時期において個々の市民農園の変化タイプを捉え、経年的な変化を把握した。

2.3 市民農園の経年変化と土地利用との関係把握

第6-7回(1999~)全国植生調査の1/25,000現存植生図と第2-5回(1979-1999)の1/50,000既存植生図を用いて市民農園の分布変化と土地利用との関係性を分析した。土地

利用区分は田畑, 樹林地, 水域, 市街地の4区分とした。面積変化の見られた農園に対してGISのオーバーレイ機能より変化した各土地利用面積を年代別に算出した。

3. 結果

3.1 市民農園の経年変化の特徴

神戸市に現存(2020年時点)する市民農園の総数は67箇所である。表1より最も新規の市民農園が増えた時期は1990-2000年代であった。

表1 年代ごとの市民農園の新設及びタイプ別個所数

年代別	新規市民農園 (箇所)	累計 (箇所)	変化タイプ (箇所)		
			A	B	C
1980-1990	11	11	4	1	6
1990-2000	24	35	8	6	10
2000-2010	21	56	6	1	14
2010-2020	11	67	0	0	11

3.2 市民農園の分布変化と土地利用との関係把握

年代別における市民農園の面積変化とその土地利用調べた。市民農園の面積増加が最も顕著なのは2000-2010年で、逆に縮小が最も顕著なのは2010年以降の10年間である。全体を通して市民農園面積の変化は田畑に集中しているが、特に1990-2000年代では、拡大した面積の土地利用は69.1%が田畑, 29.8%が樹林地であった。2010-2020年代では、縮小した面積の10.1%が樹林地, 17.6%が市街地に置き換わったことが明らかになった。

4. おわりに

神戸市に市民農園が本格的に始まってから40年以上経つ。1990-2000年代から、市民農園は大幅に整備され、田畑や樹林地が開発された。2000-2010年代では、神戸市における市民農園は、面積が最も大幅に増加した。2010-2020年代では市街地に転用された農園が見られる。

参考文献

1) 進士五十八(2010) グリーン・エコライフ「農」とつながる緑地生活, 小学館, p44

キーワード グリーンインフラ・植生・都市緑地・GIS

算出方法の実態から見た PRTR 届出排出移動量データの信頼性

Reliability of the Pollutant Release and Transfer Register Data in Terms of the Employed Estimation Techniques

国立環境研究所 ○小口正弘, 大久保伸, 谷川昇, 大阪府立環境農林水産総合研究所 中村智

1. はじめに

化学物質排出移動量届出制度 (PRTR) では、幅広い化学物質の排出移動量が継続的に把握、公表されている。そのデータは多方面で活用しうるものであり、化学物質管理の基盤となるものである。しかし、PRTR データが実際の排出移動量をどの程度反映しているのかは必ずしも明らかになっていない。そこで本研究では、算出方法の観点から PRTR 届出データの信頼性を評価した。

2. 方法

個々の届出データはあくまで推計値であり、その信頼性は用いられる算出方法とデータに依存する。そこで、国の算出マニュアルや OECD の技術文書で示されている留意事項や算出方法選択の考え方から、それぞれの算出方法の適用性と算出される排出移動量の信頼性を整理した。その上で、4 地方自治体における届出事業所 (主要 10 業種、約 790 事業所) へのアンケート調査を行い、届出データの算出方法の実態を把握した。以上の結果に基づいて、届出データのどの程度が環境排出や移動の実態を示す情報として信頼できるかを考察した。

3. 結果と考察

3.1. 排出移動量の算出方法の適用性

国の算出マニュアルおよび OECD 技術文書の留意事項に基づく整理より、届出データが実際の環境排出や移動をどの程度反映しているかは、取扱量に対する排出移動量の割合 (以降、「排出移動割合」と呼ぶ。), 排ガス・排水・廃棄物等における対象物質の濃度変動、算出に用いる根拠データの観点から適切な算出方法やデータが用いられているかに依存すると考えられた。

3.2. PRTR 届出データの算出方法の実態

届出事業所へのアンケート調査は、対象事業所の約 6 割、225 物質の届出データについての回答が得られた。届出データの主要な算出方法は媒体ごとに以下の通りであった。大気と公共用水域については有機化合物と無機化合物で異なる傾向が見られたが、他の媒体では物質による明確な傾向は見られなかった。また、全ての媒体

について業種による明確な違いは見られなかった。

【大気】有機化合物：物質収支，排出係数，ゼロとしている，無機化合物：ゼロとしている (一部の物質では実測，排出係数)

【公共用水域】有機化合物：ゼロとしている，無機化合物：ゼロとしている，実測

【土壌，埋立，下水道】ゼロとしている，一部排出係数

【廃棄物】物質収支，排出係数，実測，ゼロとしている

3.3 PRTR 届出排出移動量による排出移動実態の反映の程度

アンケート調査結果に基づいて、適切な算出方法が用いられているかという観点から、どの程度の届出データが実態を示す情報として信頼できるかを算出方法ごとに評価した。大気排出量と廃棄物処理について見ると、取扱量に対する届出排出移動量の割合が 1%以下と極めて小さいケースで物質収支による方法が用いられているか、排出濃度の変動が大きいか不明なケースで年 1-2 回の実測データに基づく排出移動量の算出が行われているために、届出データ全体の 10%-15%程度が排出移動の実態から 1 桁程度乖離している可能性があるか、実態をどの程度反映しているかが不明であった。また、届出データ全体の 1 割程度は国や業界団体のマニュアルまたは根拠不明の排出係数を用いており、その信頼性は排出係数の代表性や個別事業所への適用性に依存すると考えられた。これより、届出データ全体の 20%-25%はその信頼性が不十分または不明である可能性があることに留意してデータを利用する必要があるとともに、その信頼性向上に向けては算出マニュアルにおける適切な算出方法のより明確な推奨、排出係数の点検と見直し等が必要であると考えられた。一方、その他の媒体については、一部を除いて対象物質を取り扱う工程において河川や下水道放流、土壌排出や埋立が行われていないために大部分の届出データがゼロとされており、基本的に実態を反映していると考えられた。

キーワード 化学物質排出移動量届出制度 (PRTR), 化学物質, 算出方法, 物質フロー, 排出インベントリ

PRTR 事業所を対象とした土砂災害を起因とする化学物質流出事故のリスク評価 Risk assessment of chemical release accidents triggered by landslide for PRTR facilities

大阪大学大学院工学研究科 ○森口暢人, 伊藤理彩, 東海明宏

1. 背景と目的

近年, 自然災害を起因とする産業事故 (Natural hazard-triggered technological accident: Natech) によって, 周辺住民の健康被害や自然環境の汚染等が発生している¹⁾。これまでに構築された Natech のリスク評価手法の課題として, 日本で増加傾向にある土砂災害を対象とした評価手法が少ないことや評価に用いられるパラメータが決定論的に設定され, 適用できる範囲が限定されることが挙げられる。この課題に対して, Bayesian network (BN) と呼ばれる因果関係を確率により記述したモデルを用いたリスク評価が進んでおり, 土砂災害を対象としたリスク評価も行われている²⁾。しかし, これらの研究では, 化学物質の流出に伴う周辺地域に対する影響を含めた評価は行われていない。そこで, 本研究では Pollutant Release and Transfer Register 制度の対象事業所におけるケーススタディを通じて, BN を用いた評価手法を拡張し, 土砂災害を起因とした化学物質流出事故のリスクと対策の効果を定量的に評価することを目的とした。

2. 方法

土砂災害警戒区域内に立地する天然ガス鉱業の事業所を対象に, 土砂災害によってタンクから流出したノルマルヘキサンが大気中へ拡散し, 吸入曝露が生じた場合のヒト健康リスクを評価した。本研究では, 事故によって影響を受ける可能性のある「人数」と「確率」の関係を表す社会的リスク³⁾を指標として用いた。災害の発生確率としては, 1年間当りの降雨起因の土砂災害発生確率を用いた。また, 土砂災害の発生に伴う土石等の移動・堆積による力がタンクの抵抗力を超過した場合に, タンクが座屈し, 生じた亀裂から化学物質が流出するとして流出確率を設定した。さらに, 亀裂の位置よりも上部に存在する物質が突発的に流出するという仮定の下で算出した流出量を基に, Mackay and Matsugu (1973) のモデルから揮発量, Gaussian plume model から大気中濃度を設定した。曝露人数は Acute Exposure Guideline Level⁴⁾と 250 m メッシュ人口から算出した。対策については, 対策無し、タンクの厚みの変更, 貯蔵率の制限, 吸着剤の使用, オイルフェンスの設置を取り上げた。

3. 結果・考察

本研究で構築した BN モデルは約 18 億通りのシナリオのリスク評価を可能にした。斜面の下端からの距離が

5-10 m の位置にあるタンクの社会的リスクは, 各政府機関が定めた基準の中で最も安全側にあるオランダの基準未満となった (図 1)。10-15 m の位置にあるタンクは 5-10 m の位置と比べ, 土砂が到達する確率が減少し, 社会的リスクは約 100 分の 1 になった。タンクの厚みを政令で規定される最小の 3.2 mm から +2.8-4.3 mm 厚くすると, 1 人以上の死者が生じる確率は約 66% 減少した。貯蔵率を 80% から 50-60% に制限すると, 死者が生じる確率が約 7% 増加したことから, 貯蔵率の制限はタンクの内部圧力を減少させ, かえってリスクを増加させる可能性がある。防油堤外へ流出した場合に, オイルフェンスによって, 流出したノルマルヘキサンのプール面積を事業所面積の 50% に制限できた場合, 1 人以上の死者が発生する確率は約 30% 減少した。

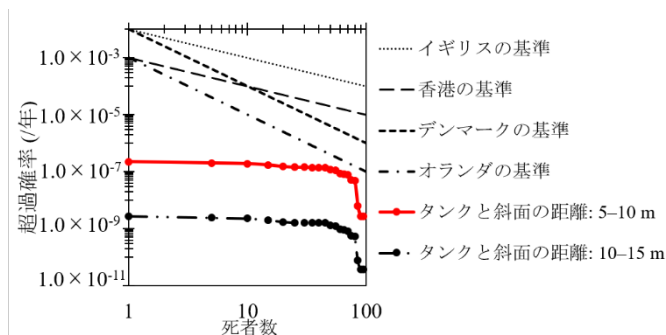


図 1 無対策ケースにおける社会的リスク

4. 結論

各対策のリスク削減効果の評価結果は事業者が対策を導入する際の根拠となることが期待される。

参考文献

- 1) Ricci, F., Moreno, V.C., and Cozzani, V. (2021) A comprehensive analysis of the occurrence of Natech events in the process industry. *Process Safety and Environmental Protection*. 147, 703–713.
- 2) Hao, J., Liu, L., Long, Z., Chu, Y., Zhang, D., Chen, X., Huang, C. (2023) Scenario deduction of Natech accident based on dynamic Bayesian network: A case study of landslide accident in a liquor storage tank area in Guizhou Province, China. *J Loss Prev Process Ind.* 83.
- 3) Jonkman, S.N., Van Gelder, P.H.A.J.M., Vrijling, J.K. (2003) An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage. *J Hazard Mater.* 99, 1–30.
- 4) US EPA (2023) Hexane Results - AEGL Program.

キーワード Natech, 土砂災害, ヒト健康影響, リスク評価, Bayesian network

損失幸福余命を用いた環境及び災害関連健康リスク比較

Comparison of environmental and disaster-related health risks using loss of happy life expectancy

大阪大学感染症総合教育研究拠点/福島県立医科大学医学部 ○村上道夫, 産業技術総合研究所安全科学研究部門
小野恭子, ときわ会常磐病院乳腺甲状腺外科/福島県立医科大学医学部 尾崎章彦, 東京大学大学院医学系研究科/
慶應義塾大学医学部 野村周平, 福島県立医科大学医学部 竹林由武, 坪倉正治

1. はじめに

著者らは損失幸福余命（幸福な気分で過ごす生涯の長さの損失）[1]を用いて、2011年の福島災害後の追加的な放射線被ばくによるがん、糖尿病、心理的苦痛のリスク比較を実施した[2, 3]。本研究では、それらに加え、環境関連健康リスクとして日本における大気中ラドン、飲食物中ヒ素、大気中微小粒子状物質（PM2.5）、及び比較対象として平時の心理的苦痛による損失幸福余命を算出し[4]、リスクを比較した。

2. 方法

本研究は、東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会（2021318NI-(1)）、福島県立医科大学一般倫理委員会（一般 29199）及びときわ会常磐病院倫理委員会（JHTF-2021-0006）の承認を受けて行った。

損失幸福余命は、幸福余命は男女別に生命表と年齢階層ごとの情動幸福の割合を用いて算出した後、リスク要因による情動幸福の低下と各年齢の死亡率を組み合わせることで算出する[1]。福島災害後のリスクについては年会等で紹介したため[2, 3]、本稿では環境関連健康リスクの算定の概要を記す（詳細は[4]参照）。

2022年に実施した日本在住の一般パネルのモニター5000名の回答を用いて年齢階層ごとの情動幸福の割合を得て、幸福余命を算出した。上記の一般パネルと同年のがんの既往歴があるモニター850名の回答を用いて、傾向スコアマッチングによって共変量を調整した上で、がんに伴う情動幸福の有意な低下が生じないことを確認した。心理的苦痛による情動幸福の低下は既報[1]に従って男性0.19、女性0.22を用いた。発がん性物質の暴露に伴う死亡率は、それぞれ既報（ラドン[5, 6]、ヒ素[7-10]、PM2.5[11, 12]）を用いて算出した。平時における心理的苦痛の割合は、2019年における調査結果[13]を用い、死亡率の上昇は考慮しなかった。

3. 結果と考察

環境及び災害関連健康リスク要因による損失幸福余命を比較した結果、福島災害後の心理的苦痛と糖尿

病、平時における心理的苦痛のリスクが 10^{-1} 年を超過し、際立って大きかった。平時や災害後の心理的苦痛のみならず、災害後の糖尿病も顕著なリスク要因であることは注目に値する。一方、福島災害後の放射線被ばくに伴うがんやラドン、ヒ素、PM2.5の損失幸福余命はこれらよりも小さかったが、必ずしも対策の優先性が低いことを意味しないことに注意が必要である。

本研究により、損失幸福余命を用いることで異種のリスクを比較できることが示された。放射線防護、災害後の二次的健康影響、環境中化学物質管理など、包括的にバランスよく組み合わせた公衆衛生施策を打ち立てるための基盤的知見を提供できた。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP17K20069, JP20H04354, 「日本財団・大阪大学 感染症対策プロジェクト」の一環として行われたものです。

参考文献

- [1] Murakami et al. (2018) Sci. Total Environ. [2] 村上ら (2021) 環境科学会 2021 年会. [3] Murakami et al. (2023) medRxiv, 2023.05.01.23289327. [4] Murakami et al. (2023) medRxiv, 2023.02.27.23286547. [5] 原子力安全研究協会 (2020) 生活環境放射線（国民線量の算定）第3版. [6] Turner et al. (2021) Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev. [7] 穂山ら (2020) <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/28122>. [8] 日本水道協会 (2021) 令和元年度水道統計. [9] U.S. EPA (2002) https://iris.epa.gov/static/pdfs/0278_summary.pdf. [10] Health Canada (2006) <https://healthycanadians.gc.ca/publications/healthy-living-vie-saine/water-arsenic-eau/alt/water-arsenic-eau-eng.pdf>. [11] 国立環境研究所 (2023) <https://tenbou.nies.go.jp/download/>. [12] Pope III et al. (2002) JAMA. [13] Ministry of Health, Labour and Welfare (2020) <https://www.mhlw.go.jp/english/database/db-hss/cslic-report2019.html>.

キーワード 損失幸福余命, 発がん性物質, リスク比較

様々な発生源を加味したビスフェノール類の年齢階層別曝露量の変遷 Trends in the exposure to bisphenols by age group considering various sources

みずほリサーチ&テクノロジーズ(株) ○井上知也, 飼沼智子, 山田廣宣, 国立環境研究所 小池英子, 大野浩一

1. 背景・目的

1990年代から2000年代にかけて、内分泌攪乱作用が懸念されて規制や自主的な物質代替が進められたビスフェノールA (BPA) について、過去のリスク評価では人健康に対するリスクは懸念レベルにないと結論付けられている。その後、海外ではBPAのより低用量での毒性プロファイルを明らかにする取り組みが進められた。2023年4月には欧州EFSAがBPAの新TDIとして0.2 ng/kg/dayを設定した¹⁾。当該TDIは免疫影響をエンドポイントとして現行TDIの2万分の1の値という非常に厳しい値となっており、欧州の一般市民の食事によるBPA曝露は健康上の懸念を有するレベルにあると言及する等、今後の欧州委員会の対応に注目が集まっている。

1990~2000年代にBPAのリスクが注目されて以降、産業界はBPAに比べると圧倒的に有害性情報が少ないBPS, BPFといったビスフェノール構造を有する類縁物質への物質代替を進めているが、有害性も類似しているのではないかと懸念から、この動きは「残念な代替 (regrettable substitution)」の代表例と言われることもある。欧州やカナダでは、類縁物質は同様の有害性を有するとして「ビスフェノール類 (BPs)」としての評価・管理を検討している。他方、我が国では、代替物質のリスク管理の扱い方、従来なかったエンドポイントへのリスク評価での扱いは十分には検討できていない。

本物質はNEDO及び産総研による詳細リスク評価²⁾が行われてから約20年が経過し、国内外でBPsの曝露源情報、検出データ等の様々な情報が蓄積されていることから、これらの新たな情報を用いて、過去から現在にかけて我が国におけるBPsの曝露量の変遷を日本人の年齢階層別に推計・解析し、BPsの適切なリスク管理に向けた基礎検討を行うこととした。

2. 方法

リスク評価の先行事例²⁾³⁾に加え新たに報告された発生源を追加して曝露媒体を設定した(表1)。全媒体について、過去から現在にかけて報告されたデータ(主には国内のもの)を網羅的に収集し、データ不足のパラメータについては一定の仮定を置いて分布を設定した。対象はBPAにBPS, BPFといった代替物質を加えたBPsと

し、過去から現在にかけてのBPsの曝露量の変遷を日本人の年齢階層別に評価した。計算にはモンテカルロ法を適用し、不確実性を加味した解析・感度分析を行った。

表1 本曝露評価で設定したBPsの曝露媒体

曝露経路	曝露媒体	既存文献		本研究
		EFSA ³⁾	AIST ²⁾	
経口	1. ダスト	○	—	○
	2. 玩具(おしゃぶり)	○	—	○
	3. 玩具(おもちゃ等)	○	○	○
	4. 食品	○	—	○
	5. 食品(缶詰・飲料缶)	○	○	○
	6. 食器(容器・紙・箸)	○	○	○
	7. 哺乳瓶	○	○	○
	8. 母乳	○	—	○
	9. 調製乳	○	—	○
	10. 離乳食	—	○	○
	11. ケトル	○	—	○
	12. 歯科用シーラント	—	—	○
経皮	13. 感熱紙	○	—	○
	14. 化粧品	○	—	○
	15. 衣類	—	—	○
吸入	16. 室内大気	○	○	○

3. 結果

本解析により、次の結果が得られた。

- 1) 過去から現在にかけてBPsの曝露量は低減したが、EFSAのTDIは大幅に超過(欧州と同様)。
- 2) 現時点の摂取寄与の上位は食品・ダストの経口摂取。
- 3) 体重あたりの曝露量は、成人よりも乳児・幼児の方が大きい。
- 4) 感熱紙接触が多い労働者が高曝露群の可能性あり。

参考文献

- 1) EFSA CEP (2023) Re-evaluation of the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs. EFSA Journal, 21(4), 6857.
- 2) 中西準子・宮本健一・川崎一 (2005) 詳細リスク評価書シリーズ6 ビスフェノールA, 丸善, 267p
- 3) EFSA CEP (2015) Scientific Opinion on the risks to public health related to the presence of bisphenol A (BPA) in foodstuffs, EFSA Journal, 13(1), 3978

キーワード ビスフェノール類, 代替物質, 曝露解析, リスク評価

迅速な個人曝露評価に向けた揮発性有機化合物パッシブ法の必須パラメータの推算 Parameter Estimation in Passive Sampling Method for Rapid Individual Exposure Assessment of Volatile Organic Compounds

横浜国立大学 ○溝渕円香, 高橋佑果, 三宅祐一, 労働安全衛生総合研究所 王齊,
静岡県立大学 雨谷敬史, 柴田科学(株) 福島靖弘, 鈴木義浩

1. はじめに

揮発性有機化合物 (VOCs) はヒトへの健康影響が懸念されており、その適切な管理のために個人曝露評価が必要である。小型のサンプラーを用いるパッシブ法は測定費用が安価で取り扱いも容易であることから迅速な個人曝露評価が可能になると考えられる一方で、濃度測定で必要となるパラメータの実測値が不足している。本研究ではパラメータの実測値が揃っていないにもかかわらず濃度測定が行えるよう、計算のみからパラメータを推算する方法を検討した。

2. 方法

作業環境測定対象物質のうち 33 種類の VOCs について、カーボンビーズアクティブ (CBA) とカーボンビーズパッシブガスチューブ (CBP) (ともに柴田科学(株)製) で捕集し、ISO16107¹⁾に基づいてサンプリングレート (SR) を測定した。また、作業環境測定における有機溶剤規制物質と特定化学物質のうち 50 種類について、直接添加法²⁾を参考に、CBA より取り出した活性炭からの脱着率を測定した。脱着溶媒は二硫化炭素とし、これらの分析は GC-MS で行った。

3. 結果と考察

3.1. SR の推算方法の検討

Fick の第一法則より、SR ($L \text{ min}^{-1}$) は空気 A 中における物質 B の分子拡散係数 D_{AB} ($\text{cm}^2 \text{ sec}^{-1}$) の関数として表すことができる。分子拡散係数の実測値が存在する物質は限られているため、本研究では分子拡散係数の推算方法を検討した。

分子拡散係数の推算式として Chen and Othmer の式³⁾を選定した。SR を実測した 33 種類の VOCs に対して、分子拡散係数の推算値と SR 実測値の間に正の相関関係が認められた。また、SR の推算値を SR の実測値で除した値の平均値を求めると、1.01 ($\pm 7.7\%$) となり、1 に近くばらつきも小さいことから本法の推算精度の高さが確認できた。

3.2. 脱着率の推算方法の検討

脱着率を推算するうえで必要となるパラメータを

検討した。はじめに、物質の酸・塩基性の尺度であり以下の式で表される ΔE_{DA} ⁴⁾ を用いて単回帰分析を行った。

$$\Delta E_{DA} = V(\delta_p^2 + \delta_H^2)/1000 \quad \dots (1)$$

V はモル体積 ($\text{cm}^3 \text{ mol}^{-1}$), δ_p , δ_H (J cm^{-3})^{1/2} はハンセンの溶解度パラメータであり、それぞれ極性と水素結合に由来する。 V , δ_p , δ_H の文献値が得られた 46 種類の物質について、 ΔE_{DA} と脱着率の実測値の関係を図 1 (左) に示す。 ΔE_{DA} と脱着率の間には有意な負の相関関係が認められたものの、精度の高い回帰式は得られず ΔE_{DA} のみでは有効な脱着率の推算値は得られなかった。そこで、原子団を脱着率の説明変数として重回帰分析を行った。脱着率の実測値と、回帰式より得られた脱着率の推算値の関係を図 1 (右) に示す。両者の間には強い相関関係が認められたことから、極性や水素結合では説明されない因子が脱着率に寄与することが示唆された。今後は推算精度の向上のために、より多くの物質について脱着率の測定を行う予定である。

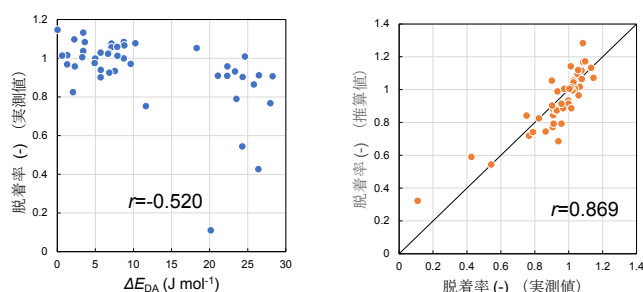


図 1 ΔE_{DA} と活性炭からの脱着率の関係 (左図) および重回帰分析による脱着率の推算値と実測値の関係 (右図)

4. 謝辞

本研究は環境研究総合推進 (JPMEERF18S11704、JPMEERF20231M04) の助成を受け実施した。

参考文献

- 1) ISO 16107:2007; 2) 作業環境測定ガイドブック 5;
 - 3) N. H. Chen and D. F. Othmer, (1962) J. Chem. Eng. Data, 7, 37-41; 4) J. Rudling, J. Chromatogr., 362 (1986) 175-185
- キーワード VOCs, 個人曝露評価, パッシブ法

ノンターゲット解析ツールを用いた 泡消火薬剤に含まれる未知有機フッ素化合物 PFAS の構造推定 A preliminary identification of unknown fluorinated surfactants in the firefighting foams using non-targeted analysis tools

横浜国立大学 ○磯部大斗, 齋藤隼輝, 国立環境研究所 松神秀徳, 横浜国立大学 三宅祐一

1. 緒論

有機フッ素化合物 PFAS は、難分解性、高生体蓄積性、有害性が懸念され、一部の PFAS は残留性有機汚染物質 (POPs) に指定されている。近年、泡消火薬剤においては、POPs 規制を背景に様々な構造の PFAS が代替物質として使用されているが、代替物質の多くは未同定であり、使用実態に関する情報が不足している。そこで本研究では、泡消火薬剤に含まれる未知の PFAS に関して、精密質量数の分析データを基に、複数のノンターゲット解析ツールを用いた分子構造推定を行った。

2. 方法

泡消火薬剤 8 製品 (水成膜泡 3 製品、たん白泡 5 製品) を対象とした。製剤をメタノールに溶解し、LC/HRMS による 57 種の PFAS 個別分析、および燃焼イオンクロマトグラフ (CIC) による抽出可能有機フッ素 (EOF) の分析を行った。また、PFAS 個別分析で同定、定量されなかった未知フッ素化合物について、LC-QTOF-MS (Agilent 6530 Q-TOF Specification) による MS/MS 測定を行い、得られたマススペクトルを基に、ノンターゲット解析ツール (MetFrag、MS-DIAL、MS-FINDER) を用いて未知 PFAS の構造解析を行った。

3. 結果と考察

泡消火薬剤に対する PFAS 個別分析の結果、水成膜泡 3 製品では、分析対象に対し 6:2FTAB が 97%以上の組成を占め、個別分析で同定、定量された PFAS は、EOF に対し 47~94%と高い割合を占めた。また、解析ツールを用いた構造推定の結果、全 3 製品で個別分析対象以外の PFAS について候補が得られた。6:2FTAB の光分解物質である N-AP-6:2FOSA や N-OxAmP-6:2FOSA、短鎖の N-CMAmP-4:2FHxSA が推定され、6:2FTAB に対してそれぞれ最大 120%、200%、30%のピーク強度で検出された。なお、6:2FTAB や N-AP-6:2FOSA は、米軍等で使用された泡消火薬剤中の成分として報告例がある¹⁾。

続いて、たん白泡 5 製品では、個別分析で対象とした 57 物質の総濃度は 55 mg-F/kg 以下であったのに対し、

EOF は 119~3900 mg-F/kg で検出され、EOF の 98%以上が個別分析対象以外の未知フッ素化合物であった。構造推定の結果、4 製品では未知 PFAS の推定結果が得られ、図 1 に示す構造の OBS や PFIP、また C₈F₁₇基をもつ PFAS が候補として挙げられた。OBS や PFIP は泡消火薬剤の成分として報告例があり、高い消火性能をもつ一方で、OBS は肝代謝障害など健康への影響が懸念されている^{2,3)}。これらの物質以外にも構造が類似した p-パーフルオロノネニルオキシ安息香酸などの物質が検出された。なお、今回の MS 測定で未知 PFAS 由来のピークが検出されない製品があり、また 1 製品では、用いた解析ツールで推定結果が得られなかった。今後、FluoroMatch など PFAS に特化した解析ツールの検討を含めた、より包括的な構造推定を行う予定である。

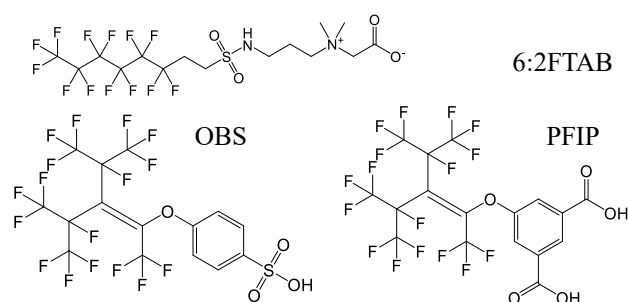


図 1 泡消火薬剤から検出された主要な PFAS の構造式

4. 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費の助成を受け実施した。(3-2102: JPMEERF20213002)

参考文献

- 1) Morten K Moe *et al.* (2012) *Chemosphere*, **89**(7), 869–75
- 2) Guochun Lv and Xiaomin Sun (2021) *Journal of Hazardous Materials*, **417**, 125991
- 3) 深沢正嗣ら (1985) 含フッ素芳香族カルボン酸類の製造法, 株式会社ネオス, JP S6051146A

キーワード PFAS, 定性分析, TOF-MS, 泡消火薬剤

身近な撥水加工製品に含まれる有機フッ素化合物 PFAS の含有実態調査

Investigation of per- and polyfluoroalkyl substances in water-repellent products on the Japanese markets

横浜国立大学 ○小澤真人, 齋藤隼輝, 国立環境研究所 松神秀徳, 横浜国立大学 三宅祐一

1. 緒論

有機フッ素化合物 PFAS は残留性、高蓄積性、有害性が懸念され、2019 年には PFOA および PFOA 関連物質が残留性有機汚染物質に指定されるなど、PFAS 全体の管理が求められる。近年、撥水加工製品中のポリマーから PFAS が分解生成すると報告され、分解生成能を含めた評価が必要である。しかし、化合物ごとの個別分析だけでは PFAS の網羅的測定やポリマーの測定が困難である。本研究では、PFAS 個別分析に加え燃焼イオンクロマト (CIC) 法による総フッ素分析を行い、ポリマーを含めた撥水加工製品中 PFAS の含有実態を調査した。

2. 方法

1989 年から 2022 年製の撥水加工繊維 23 製品、2022 年市販の食品接触素材 30 製品を対象とした。3 cm 角に切った各試料をメタノール 5 mL 中で 30 分間超音波抽出し、GC-MS/MS、LC/HRMS による 72 種の PFAS 個別分析を行った。また、各試料を 1 mg に裁断し、CIC による総フッ素分析を行った。さらに、抽出液 5 mL に 1 M NaOH を 1 mL 加えて 50°C、24 時間の加水分解を行った後、同様に PFAS 個別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. PFAS 個別濃度および総フッ素濃度

PFAS 個別分析の結果、分析対象の PFAS は繊維 13 製品、食品接触素材 1 製品で 0.0069~1.6 mg-F/kg で検出された。そのうち 2012 年以前の繊維 10 製品では PFOA および PFOA 関連物質 (8:2FTOH、10:2FTOH、12:2 FTOH、8:2diPAP) が最大 1.4 mg-F/kg で検出されたが、バーゼル条約の技術ガイドラインにおける濃度指針値 (50 mg/kg) を超過した製品は無かった。一方で CIC 分析の結果、総フッ素濃度は、繊維のうち衣類 5 製品で 140~85000 mg-F/kg、カーペット 7 製品で 240~860 mg-F/kg であり、また食品接触素材では、紙製の皿や袋、ランチボックス等の 9 製品から 13~1800 mg-F/kg で検出された。PFAS 個別分析の合計濃度と比較し、28~190000 倍高濃度であり、分析対象ではないフッ素化合物の使用が示唆された。

3.2. 加水分解による個別 PFAS の濃度変化

ポリマーの分解生成能を評価するため、製品抽出液に加水分解処理を加え、PFAS 個別分析を行った。繊維では、衣類 5 製品とカーペット 4 製品で、加水分解により PFOA 関連物質 (8:2FTOH、10:2FTOH、12:2 FTOH) の濃度が最大 1300 mg-F/kg 増加した。また、食品接触素材では、紙皿、紙袋、ボックスを含む 4 製品で、加水分解後に 6:2FTOH の濃度が最大 670 mg-F/kg 増加した。一部の製品では、加水分解後に主に FTOH を生成することが明らかになり、PFAS の分解生成能を含めた評価が必要であると考えられる。

3.3. フッ素のマスバランス解析

総フッ素が検出された繊維 12 製品、食品接触素材 9 製品について、フッ素のマスバランス解析を行った (図 1)。繊維 8 製品では、分解生成物の 8:2FTOH、10:2FTOH、12:2 FTOH が、また食品接触素材 1 製品では分解生成物の 6:2FTOH が、総フッ素濃度の 20%以上を占め、FTOH の分解生成能を有する PFAS またはポリマーの含有が示唆された。一方で、2013 年以降の 11 製品では、総フッ素濃度の 98%以上が個別分析で検出されない未知フッ素化合物であり、加水分解しにくいポリマーや個別分析対象以外の PFAS の含有が示唆された。これら未知 PFAS について、同定を含めた更なる調査が必要である。

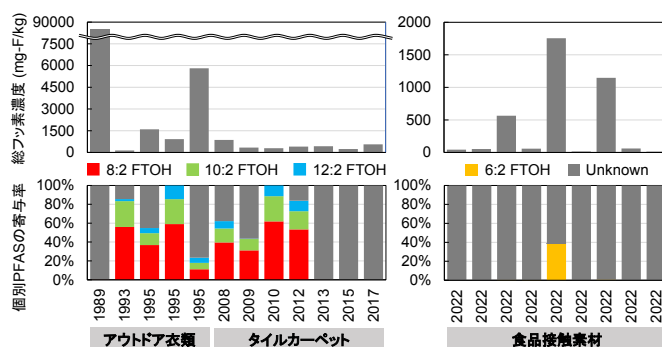


図 1 総フッ素濃度および個別 PFAS の寄与率

4. 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費の助成を受け実施した。(3-2102: JPMEERF20213002)

参考文献

1) van der Veen *et al.* (2020) *Chemosphere*, **249**, 126100
キーワード 撥水加工製品、PFAS、CIC 法

水質要調査項目検出スクリーニング調査

Detection screening survey of monitoring required chemicals with concern in water environment

横浜国立大学 ○亀屋隆志, 大高悟, 清水大佑, 森遼介

1. はじめに

水環境リスに関する知見の集積が必要な物質として環境省がリストアップしている「要調査項目」について、本研究では半揮発性物質を対象に GC-MS 自動同定定量データベース (AIQS-DB) 分析法¹⁾により実環境中におけるスクリーニングレベルのモニタリング調査を行ったので報告する。なお、検出有無の判定条件となるカラム保持時間や質量スペクトルの類似度、確認イオン比などの検証や検出物質の違いについては本年会の別の発表にて報告しているのをご参照されたい。

2. 方法

2-1. GC-MS AIQS-DB の整備

要調査項目のうち、半揮発性有機化合物 (SVOC) の 91 項目 120 物質を DB 登録した²⁾。

2-2. 河川水および下水放流水モニタリング調査

2022 年 9 月、11 月、2023 年 1 月、3 月、5 月に東京都、神奈川県、岐阜県の 12 河川 19 地点、神奈川県と岐阜県の 5 地点の下水放流水を採水した。また、2022 年 11 月～2023 年 1 月に実施した環境省の「令和 4 年度要調査項目等存在状況調査」の地点から河川水 20 試料の提供を受けた。試料水をろ過した後、Waters 社製の Sep-Pak HLB+AC-2 のタンデムカラムの固相抽出でアセトン溶出した 1,000 倍濃縮液を分析試料とした。分析は開発者のデフォルト条件³⁾に従い、登録保持時間±6sec (20min 以降は±0.5%) のピークを同定対象として解析した。

3. 結果と考察

3.1. ブランク値の大きい物質

水道水をイオン交換+活性炭処理した純水を環境水試料と同じ方法で固相抽出した分析液を操作ブランクとして測定した。ブランク値が環境水試料での分析最大値 MEC_{Max} の 50% を超えてしまった物質が 4 物質 (アクリル酸-2-ヒドロキシエチル (要調査 ID.4)、アクリル酸 2-(ジメチルアミノ)エチル (要調査 ID.4)、フタル酸ジメチル (要調査 ID.157)、フタル酸ジ-n-ブチル (要調査 ID.157)) あり、実験室あるいは実験器具からのコンタミによって検出困難であることがわかった。

3.2. 検出事例が得られた物質/得られなかった物質

本調査は 32 河川 39 地点と 5 地点の下水放流水の調査であるが、対象 120 物質中 84 物質の検出事例が得られ、32 物質は検出事例がなく、4 物質は前出のブランク値の高い物質であった。東京都、神奈川県、岐阜県の 12 河川から検出された 74 物質のうち 27 物質は環境省調査の全国 20 河川では検出された物質、また環境省調査のみでの検出が 10 物質あり、調査範囲の拡大により検出事例が増えることが確かめられた。また、検出事例が得られなかった 32 物質のうち 8 物質では、人健康あるいは生態影響に関する有害性評価値²⁾に比べて定量下限値 LOQ が高く、感度不足が原因となった可能性がある。

3.3. 高頻度で検出された物質

本調査において延べ検出率が 50% を超えた物質が 13 物質あり、りん酸トリ-n-ブチル (要調査 ID.207) と 2-エチルヘキサノ酸 (要調査 ID.24) では検出率が 80% を超えた。一方、検出率が 10% に満たない物質が 51 物質、20% に満たない物質が 65 物質あり、物質によって検出状況に差が大きいことが示唆された。

4. まとめ

GC-MS AIQS-DB 一斉分析法により河川水と下水放流水中の半揮発性物質のスクリーニング調査を行い、操作ブランクに注意が必要な物質や新たな検出事例、高頻度で検出のある物質があった一方、物質によって検出状況の差が大きく、モニタリングの有用性が確認された。

謝辞 本研究は、(独)環境再生保全機構の環境総合研究推進費 JPMEERF 20215G01 により実施し、採水は東京大学の栗栖太先生・春日郁朗先生・新福優太先生、岐阜大学の鈴木裕識先生と共同で実施したので謝意を表します。

参考文献

- 1) 亀屋ら(2022)環境科学会 2022 年会, Symp.4-1
- 2) 亀屋ら(2023)第 57 回日本水環境科学会年会, 3-G-10-4
- 3) Kadokami et al. (2005) *J. of Chrom. A*, **1089**, 229-226

キーワード 要調査項目, 網羅分析, GC-MS, AIQS-DB

環境リスクをめぐる不確実性政策とイノベーション政策の相関性検討 —ナノ・マイクロプラスチック汚染を事例に—

Examination of Correlation between Uncertainty Policy and Innovation Policy on Environmental Risk: A Case Study of Nano/Microplastic Pollution

九州大学科学技術イノベーション政策教育研究センター ○中山敬太

1. 本研究の目的とその特徴

本報告では、近年、国際社会でも深刻な問題となっているナノ・マイクロプラスチック汚染を事例に、その環境リスク(身体的リスクを含む)に対する不確実性政策とイノベーション政策の相関性に関して検討を行う。具体的には、ナノ・マイクロプラスチックを含む廃プラスチック等をめぐる汚染対策が産業イノベーションや科学技術イノベーションの創出に対して、行政機関が法律、税金、補助金に次ぐ第4の政策手法と呼ばれている「ナッジ」を含め、いかなる政策デザインを講じていくかが問題となり、日本やEUをはじめとする諸外国の現状と課題や関連する先行研究等を踏まえて相関可能性の検討を行った。本報告では、この点に関して本質的な追究をして、若干の考察を含め政策的示唆を示す。

2. 問題の所在

ナノ・マイクロプラスチックが海洋環境をはじめ大気中や土壌環境なども含め汚染問題が深刻化している中で、人体への悪影響を含む環境リスクに対して一定の科学的な不確実性が伴っている。このように科学的な不確実性を伴うリスク問題に対する不確実性政策が、リスク政策とは別に派生的にイノベーション政策にも何らかの影響を与えているのではないかという問題がある。このように、ナノ・マイクロプラスチック汚染に関する不確実性政策とイノベーション政策の間にはそもそも関係性があるか否か、その相関可能性を含めかかっていない点も多く問題となる。

3. 本研究の社会的意義

本研究は、ナノ・マイクロプラスチック汚染を事例に、その不確実性政策とイノベーション政策の相関性に着目しており、当該関連分野における行政機関によるリスク政策だけに留まらず不確実性政策への着手が、それを契機として産業イノベーションや科学技術イノベーションにも繋がる可能性を示唆した研究は、少なくとも日本のフィールドにおいては希少性があ

り、行政機関による「ナッジ」も踏まえた本研究はその社会的意義を見出すことができる。

謝辞

本研究は、2022年度公益信託エスベック地球環境研究・技術基金の研究助成を受けた研究成果の一部である。

参考文献

- 1) 中山敬太(2023)「ナノ・マイクロプラスチック汚染の予防的な法的制御の可能性—現状と課題を踏まえて環境行政法学からのアプローチ」『環境管理』Vol.59、No.6。
- 2) 中山敬太(2023)「不確実性を伴うリスクに対する「ナッジ」が果たす環境法政策学上の役割—先端科学技術のリスク政策における「予防原則」と「ナッジ」の相乗効果—」『境法政策学会誌』、第26号。
- 3) 中山敬太(2023)「環境リスクに対する日本の不確実性行政における「予防原則」の適用可能性と課題—法政策学上の「責任」構造の転換と「不確実性」の転換の観点から—」『場の科学』Vol.2、No.3。
- 4) 中山敬太(2022)「リスク意思決定に対する不確実性情報の管理に関する有効性の検討—科学的な不確実性と社会的な不確実性の細分化の観点から—」『場の科学』Vol.1、No.3。

キーワード ナノプラスチック、マイクロプラスチック、不確実性政策、イノベーション政策、ナッジ

環境人材育成の取り組みの評価

Evaluation of Environmental Leadership Development Activities

東邦大学 ○竹内彩乃

1. はじめに

気候変動対策やSDGsの実現において、社会において環境人材が果たすべき役割は大きい。東邦大学（以下、本学とする）では、著者が中心となって、大学と学生が共に環境活動に取り組むことを通じて、大学の環境への取り組みの活性化と学生の学びの両立を目指し、東邦 Ecolution を設立した。本研究は、東邦 Ecolution の活動に参加した経験のある在學生と卒業生へのアンケート調査の結果を分析し、環境人材育成の取り組みに関する評価を行うことを目的とする。

2. 東邦 Ecolution について

東邦 Ecolution は、2017年4月に設立された。新型コロナウイルス感染症拡大前は、古紙回収やレジ袋有料化に関する実証事業を行い、実現可能性評価を行ってきた。また、学生食堂を対象に省エネワークショップを開催したり、学園祭における地産地消商品の提供も行ってきた（竹内, 2019）。さらに他大学や企業と連携した活動として、ECORUITING プロジェクトに参加した。これは、学生が企業に環境活動の提案を行い、提案された活動に企業が取り組み、その成果を学生が他の学生に報告することで、環境問題の解決（ECO）と採用（RECRUITING）を同時に実現することを目的としたプロジェクトである。企業との協働を円滑に行うためには、支援者である教職員が、学生のアイデアを社会的課題として再構築するための支援や幅広い関係者から受け入れられる事業にするための支援が重要であることが報告されている（竹内, 2020）。

3. アンケート調査について

これまで東邦 Ecolution の活動に参加してきた学生及び現在参加している学生 43 名を対象にアンケート調査を実施した（期間：2023年1月20日～2月3日）。

アンケートの内容は大きく分けて3つに分けられる。第一が基本情報となっており、東邦 Ecolution について知った時期や活動に参加しようと思った理由、在学中の経験などについて質問した。第二が、東邦 Ecolution での経験であり、活動に参加した期間や参加した具体的な活動に加えて、活動によって得られたスキ

ルなどについて質問した。第三に、主に卒業生を対象にして、東邦 Ecolution での活動が社会人経験にどのように活かされているかや東邦 Ecolution の活動で身につけられると考えられるスキルについて質問した。

4. 結果

回答者数は21名で、内訳は卒業生11名（男：3名女：8名）、在學生が10名（男：1名女：9名）であった。東邦 Ecolution に参加した理由として最も多かったのが、環境問題に関心であった。実務能力の獲得や就職活動への活用も半数近くいた。

東邦 Ecolution の活動に参加して得られたスキルとして最も多く挙げられていたのが、「自分と違う意見や立場の人に対して、自分のルールややり方に固執するのではなく、相手の意見や立場を尊重し理解しようと努力した」「チームで活動をしたとき、自分がどのような役割を果たすべきかを意識して行動した」「学内外の社会人に対して、失礼のない話し方（あいさつ、言葉遣いなど）をする自信がついた」であった。

また就職した学生が、東邦 Ecolution での活動によって身につけられる力について質問したところ、「課題を発見する力」「自ら動く力」が上位に挙げられた。

環境問題の解決においては、さまざまな主体の協力が欠かせず、各主体の目標について理解した上で、調整を行っていくことが必要である。上記の結果を踏まえると、東邦 Ecolution での活動が、調整能力や自ら動き課題を解決する力を身につけるきっかけになっているのではないかと考えられた。

参考文献

- 1) 竹内彩乃 (2019) 大学の省エネ活動を実践的な環境教育の場へ—東邦エコリユージョンの活動を事例に—. 環境科学会誌 32(5), 176-181.
- 2) 竹内彩乃 (2020) 社会へつながる環境人材育成—東邦 Ecolution の活動を事例に—. 環境科学会誌 33(4), 64-69.

キーワード 環境人材, 人材育成, 質問紙調査

プラスチック資源循環を推進するための市民意識の変革について

Changes of public awareness to promote the plastic resource circulation

熊本県立大学大学院 ○坂本優奈, 石橋康弘

1. はじめに

日本では、容器包装廃棄物が家庭ごみの約6割を占め、容器包装の中でもプラスチック製容器包装（以下容リプラ）は約5割と高い(容積比率)¹⁾。プラスチック発生抑制には、個人の参加意識の向上、地方自治体の取組み推進が重要である。そこで、本研究はプラスチック廃棄物に着目し、プラスチックごみの発生抑制のため、市民が実践できるプラスチックごみの回収方法、社会的負担が少ないリサイクル方法、およびリサイクルラインから環境に流出させない方策について検討する。

2. 研究方法

2021年9月から10月に、容リプラやゴミの分別方法等について学生と熊本市民にアンケート調査を行った。集計にはGoogleフォームを用いた。

2021年12月に熊本市に住む学生を、2022年9月にジャカルタ特別州の学生を対象に、ワークショップを行った。「プラスチック廃棄物に関する情報提供」を行った後、プラスチックに関する項目を議題とし、意識改革に有効とされるグループワーク²⁾を行った。また、ワークショップの前後でアンケートを実施し、学生のプラスチックの分別・リサイクル等に対する意識の変化を調査した。

3. 結果と考察

熊本県立大学学生の有効回答数は267件、熊本市民の有効回答数は239件であった。容リプラの定義と適切な分別方法について、学生よりも市民の意識が高い結果となった。特に、正しい分別を行っている割合は学生75.3%、市民94.2%であった。また、居住形態別にみると、「一人暮らし」の学生は「家族と同居する」学生よりも正しい分別を行っている割合が高かった(図1)。また、正しい分別を行う学生の中で、分別の参考ツールを聞いたところ「家族と同居する」学生は「家族に聞いて(42.3%)」が多かったが、一人暮らしの学生は前者と比べて「ごみ分別アプリ(26.6%)」が多かった。つまり、ゴミの分別を自分で考え行うことが、正しい分別を知るきっかけになることが示された。

図2より熊本市の学生に対するワークショップでは、分別やリサイクル方法の理解度向上、正しい分別ができそうという変化が見られた。ジャカルタ特別州の学生に対するワークショップでも、分別やリサイクル方法の理解度向上がみられ、ほとんどが分別をしたいと考えていた。また、分別開始時の課題はゴミの管理者の管理不足であり、発生抑制にはゴミ銀行の拡大が挙げられた。また、両地点で共通した点として情報不足であることが理解度に影響すると考えている参加者が多かった。ワークショップより、課題を自ら考えること、専門家からの指導を受けることがゴミ分別を考えるきっかけとなることが示された。

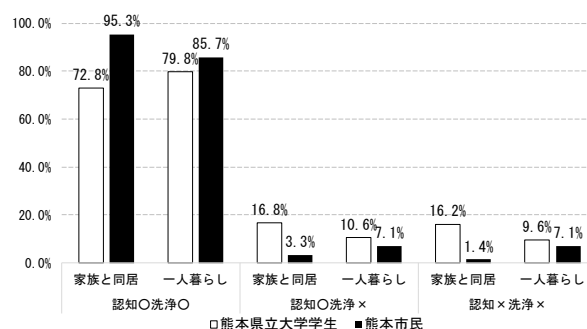


図1 洗浄の有無について認知・洗浄実行しているか

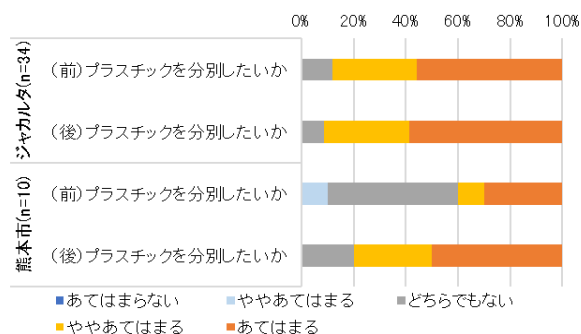


図2 ワークショップ結果

参考文献

- 1) 環境省 (2022) 令和4年度容器包装排出実態調査.
- 2) 田高初奈(2017)日本LCA学会誌, 13号, 349-359

キーワード プラスチック製容器包装, 分別収集, アンケート調査, ワークショップ

女川町における復興事業に伴う地形改変量の推計 Estimation of the amount of landforms due to reconstruction project in Onagawa

大阪公立大学 ○杉本 賢二

1. 背景

東日本大震災の発生から12年が経過し、インフラの復旧や住家再建が概ね完了した。被災地域では、防潮堤の建設や住宅の高台移転、土地の嵩上げといった、広域かつ大規模な復興事業が実施された。これにより津波浸水リスクは大きく低減したものの、大規模な土地改変による環境への影響が懸念されている。本研究では、宮城県女川町を対象として、地表面の高さ情報である複数年のDEM(数値標高モデル)を用いて、標高変化及び地形改変量を空間分布として推計する。また、用途地域別の改変量をもとに、土地利用変更による影響を評価する。

2. 手法

DEMは、国土地理院の「基盤地図情報 5m メッシュ(標高)」を使用した。このデータは航空レーザ測量により得られた標高情報であり、震災直後の2011年度と2021年度に計測されたDEMをもとに、復興事業前後の標高変化及び地形改変量を算出した。また、用途地域は、国土交通省の「国土数値情報 用途地域データ」より、2011年と2019年の用途地域データを使用した。復興事業前後の用途地域別に地形改変量を集計することで、土地利用変化と地形改変との関係性の評価を行った。

3. 結果

対象となった約180万メッシュで、標高変化は最大+74.3m、最小-69.3mであり、差分の合計は116,434.3m

表-1 標高変化区分の推計結果

変化区分	メッシュ数
-40m 未満	730
-40m 以上 -30m 未満	1,241
-30m 以上 -20m 未満	3,244
-20m 以上 -10m 未満	8,094
-10m 以上 0m 未満	602,347
0m 以上 10m 未満	1,169,371
10m 以上 20m 未満	8,195
20m 以上 30m 未満	674
30m 以上 40m 未満	130
40m 以上	61
合計	1,794,087

であった。表-1に、標高変化区分の推計結果を示す。±10mの標高変化が最も多く、全体の98.75%を占めていた一方で、30mを超える標高変化もみられ、大規模な地形改変が行われたといえる。図-1に、用途地域が設定されている女川町中心部の標高変化をしめす。また、表-2に、用途地域別の面積あたり地形改変量(改変強度)を示す。改変強度[m³/m²]は、住宅系用途で-0.869、商業系用途で5.124、工業系用途で1.475であった。用途地域の変化別では商業から住宅へ変更となった地区で改変強度は強く、これは沿岸部で嵩上げが行われて結果である。航空レーザ測量によるDEMだけでなく、人工衛星の観測によるDEMも利用可能であることから、今後は他地域への適用や使用データを検討することが課題である。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 23K11524 の助成を受けたものです。

文献

- 1) 国土地理院「基盤地図情報 5m メッシュ(標高)」
- 2) 国土交通省「国土数値情報用途地域データ」

キーワード DEM, 地形改変, 東日本大震災

表-2 用途地域別の地形改変強度 [m³/m²]

		2011年用途			
		住宅	商業	工業	指定外
2019年 用途	住宅	1.050	15.945	-0.098	-5.360
	商業	5.780	7.611	0	0.203
	工業	2.169	3.390	1.129	-0.967

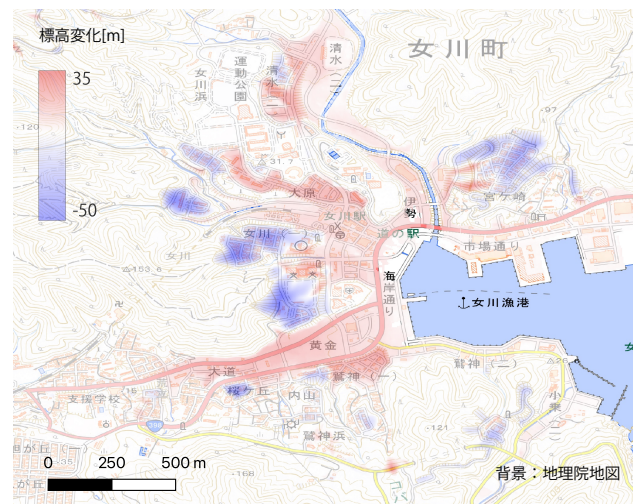


図-1 女川町中心部の標高変化

2050年の未来市長として政策提言を考える未来ワークショップの展開

The past and future of the Future Workshop to consider policy recommendations as a future mayor in 2050

千葉大学 ○倉阪秀史

1. 超長期のバックキャスト型政策形成の必要性

2050年の脱炭素社会の実現、2040年にピークを迎える高齢社会への対応といった課題は、おおむね10年間といった従来の長期行政計画の時間的視野を超えた政策形成が求められる課題である。また、これらの課題に対応するためには、環境部局のみならず、都市計画、福祉、産業といった幅広い部局の政策をまたがった対応が求められる。2019年6月の地方制度調査会の答申では、高齢人口がピークを迎える2040年を想定しつつ、地域の未来予測に基づくバックキャスト型の政策形成を薦めている。2050年をターゲットとする脱炭素社会の構築という課題にあたっては、バックキャスト型政策形成が必要となる。

2. 未来ワークショップの試み

2050年といった時間的視野を自分ごととしている人は少ない。とくに、実際の政策形成に携わっている人々にとって、2050年はすでに引退している時間的視野であろう。このため、2050年をリアルに生きる10代から20代の若者世代の政策形成への参画を促進することが必要であるが、若い世代は社会経験が少なく、自発的な政策形成への動きに期待することも難しい。

このため、倉阪研究室においては、2015年から「未来ワークショップ」の取り組みを継続的に展開してきた¹⁾。このワークショップは、このまま放っておいた場合の人口減少のインパクトを基礎自治体別に視覚化する「未来カルテ」を、参加者に伝えて、2050年の未来首長になったつもりで、今の首長に政策提言を行うものである。

「未来カルテ」は、国立社会保障・人口問題研究所の人口予測をベースに、最新国勢調査での若者世代の産業別就業比率を固定しつつ、2000年以降の各自治体の産業構造の変化を延長することによって、各自治体の2050年の産業構造を予測し、保育、教育、医療、介護などのケア労働の需給バランスを見通すとともに、道路・公有施設などのインフラや人工林・農地の総量が現状とかわらない場合の一人当たりの維持管理負担額を展望するものである。何もしない場合に何が起るかを展望する「気づきのための予測」といえる。「未来ワークショップ

」の参加者へのアンケートにおいては、地域課題に対する関心の高まり、貢献意欲の高まり、異なる人との協働可能性への自信の高まりなどが確認できている。

3. 脱炭素未来ワークショップへの発展

2019年からは、環境省委託研究において、カーボンニュートラルシミュレーター（CNS）の開発を行った。これは、未来カルテデータを用いながら、2050年の脱炭素社会の実現可能性を基礎自治体レベルで簡単にシミュレーションできるものである。CNS体験を未来ワークショップに組み込んだものが「脱炭素未来ワークショップ」である。このワークショップは、地域課題の解決と脱炭素社会の検討を同時に検討できるものであり、中学生においても、広範な課題に対する政策提言が可能であることが確認されている。

表 未来ワークショップ開催実績（2023.7まで）

千葉県原市、2015.8.22-23（初開催）	千葉県白井市、2021.4.17,18,25（市民向け、脱炭素）
千葉県原市、2016.3.24（シニアWS）	ふたば未来ワークショップ、2021.10.17（完全オンライン）
千葉県八千代市、2016.11.23	千葉県千葉市、2021.10.27、11.10、11.17（市民向け、脱炭素）
静岡県、2017.2.5（県内5圏域別未来カルテ）	千葉県大多喜町、2021.11.19（町職員）
千葉県松山市、2017.8.7（特別支援学校生参加）	宮崎県延岡市、2021.12.27（地元独自開催）
千葉県松戸市、2017.10.14、20（市職員研修）	兵庫県神戸市、2021.12.28
東北大学、2018.7.13（実験WS）	鳥取県境港市、2021.12.4（半リモート）
鹿児島県西之表市、2018.8.29	高知県宮子町、2022.2.22（宮子高校、宮子市職員、脱炭素、半リモート）
千葉県松戸市、2018.11.10（小学5、6年生）	山梨県南都賀郡、2021.3.8（九里学園高校、脱炭素、半リモート）
日本科学未来館、2018.11.11（未来総理ワークショップ）	千葉県千葉市、2022.6.21、7.23、9.11（市民会議、脱炭素）
奈良県奈良市、2018.11.18（エネルギー自給率向上WS）	千葉県白井市、2022.6.22（南山中学、脱炭素）
宮崎県延岡市、2019.2.22	東京都武蔵野市、2022.7.28
鹿児島県西之表市、2019.8.20（種子島中、種子島高で事前事業開始）	長崎県杵臼市、2022.8.4
千葉県九十九里町、2019.9.1（中高生、町職員）	ふたば未来ワークショップ、2022.8.6-7
福井県松山市、2019.10.2（郡山高校）	新潟県佐渡市、2022.8.9（脱炭素）
山梨県甲府市、2019.12.22（市独自開催）	千葉県千葉市、2022.8.23（市内高校生、脱炭素）
愛知県北名古屋市、2020.2.15	種子島、2022.8.26（種子島高、種子島中央高、種子島中、種子島小、南種子中、脱炭素）
宮崎県延岡市、2020.2.20（半リモート）	鹿児島県瀬戸内町、2022.11.19（中高生、脱炭素）
熊本県菊池市、2020.2.23-24	千葉県大多喜町、2022.11.30（大多喜中学）
福岡県田川市、2020.7.8-8.12（半リモート、市職員、全5回）	千葉県流山市、2022.12.11
鹿児島県西之表市、2020.8.19（リモート開催）	鹿児島県瀬戸内町、2023.1.23（町職員、脱炭素）
千葉県君津市、2020.12.19（完全オンライン）	岩手県立大学、2023.2.13（ファンリテーター養成講座のための脱炭素ワークショップ）
千葉県白井市、2021.1.27（市職員、脱炭素）	千葉県幸野町、2023.3.30
和歌山大学、2021.2.22（脱炭素、完全リモート）	新潟県上越市、2023.4.17（議員研修）
鹿児島県西之表市、2021.2.24、3.8（市民向け脱炭素、半リモート）	千葉県白井市、2023.6.28（桜台中学、脱炭素）

注

- 1) 科学技術振興機構社会技術研究開発センター持続可能な多世代共創社会のデザイン「多世代参加型ストックマネジメント手法の普及を通じた地方自治体での持続可能性の確保」（研究代表者：倉阪秀史、2014-2019）
- 2) 環境省環境研究総合推進費「基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する研究」（研究代表者：倉阪秀史、2019-2021）

キーワード 持続可能性、合意形成、超長期の市民参加

残留性有機汚染物質の排出機構・リスクの解明及び除去手法の開発

Emission mechanism and risk of persistent organic pollutants and their removal method

労働安全衛生総合研究所／静岡県立大学 ○王 斉

1. はじめに

多環芳香族炭化水素類 (PAHs) の一部は発がん性や変異原性があることから、大気汚染防止法の優先取組物質に指定されている。ハロゲン化 PAHs (XPAHs) は、従来の PAHs に塩素又は臭素が置換した新規汚染物質であり、その一部は PAHs と同等以上の有害性があることが報告されている。近年、XPAHs は様々な環境試料から広く検出され、日本と中国をはじめ、世界中の研究者に注目されているが、発生源や環境挙動、毒性等についてごく一部しか解明されていないため、継続的な発生源調査、環境汚染モニタリングおよび有害性評価が必要である。これまでに、ヒトの健康リスク低減の視点から、XPAHs の排出機構、汚染実態調査とリスク評価などに関する研究を行ってきたため、これらの成果を報告する。

2. 廃棄物焼却と XPAHs の排出

XPAHs は塩素や臭素の存在下、有機物の不完全燃焼により副生成される汚染物質であり、廃棄物焼却はその主要発生源の一つである。廃棄物焼却施設における XPAHs の生成量と排出量に及ぼす影響要因を検討するため、焼却炉の種類や排ガス処理方法などが異なる 7ヶ所の廃棄物焼却施設に対して、排ガス、飛灰、焼却灰中の XPAHs 濃度を実測し、排ガスと飛灰中の XPAHs 濃度が焼却炉の種類により影響されることがわかった。また、各媒体中の XPAHs 濃度に基づいてマスバランス解析を行った結果、バグフィルターのみで排ガス処理を行った施設では、XPAHs 総量の約 50% が排ガスを經由して直接的に大気へ排出されることがわかった。それに対して、活性炭噴霧とバグフィルターを組み合わせる排ガス処理する施設では、環境中への XPAHs 排出量を数パーセントまで抑制することが可能であることを明らかにした¹⁾。

廃棄物焼却施設からの XPAHs 排出量が大气中濃度への寄与度を評価するため、埼玉県内における 40ヶ所の廃棄物焼却施設からの XPAHs 年間排出量を測定した。廃棄物焼却施設を XPAHs の唯一の発生源と仮定し、AIST-ADMER (産総研-曝露・リスク評価大気拡散モデル) を用い、XPAHs の主要同族体に対して大気中濃度を推算し、大気中の XPAHs の実測濃度と比較した。廃棄物焼却施設由来の XPAHs の大気中濃度への寄与は、高

くても 40%程度であり、XPAHs ごとに寄与度が異なることが示された²⁾。

3. 大気中における PAHs・XPAHs の汚染実態および経気道ばく露による健康リスク

PAHs・XPAHs は大気を經由して越境移動することから、地球規模の汚染対策およびリスク削減をするために、先進国と途上国とともに汚染実態調査を行う必要がある。そこで、世界中において大気汚染が最も進行している地域の一つであるバングラデシュのダッカを調査地域として、PAHs・XPAHs の汚染実態を調査し、主成分分析により発生源解析を行った。また、物質の毒性情報を用いて、全対象物質についてリスク評価を行った結果、バングラデシュでの発がんリスクは約 1×10^{-3} - 6×10^{-3} で高いことがわかった³⁾。

4. おわりに

廃棄物焼却以外にも、我々の研究では調理排ガスは室内における XPAHs の発生源の一つであることが示された⁴⁾。一般住宅や職場などの主要な日常生活環境における化学物質のばく露実態は、リスク評価の正確性に大きな影響を与える。今後、ライフスタイルや職場環境などのヒトの日常生活に注目することで、XPAHs などの化学物質へのばく露評価方法を精緻化し、ヒト健康リスク評価に関する研究に貢献していく予定である。

謝辞：本研究を実施するにあたり、多くの共同研究者、連携研究者の皆様のご協力を得ました。また、本研究は科研費若手研究 (18K18208, 20K19985)、基盤研究 (B) (22H03763) の助成を受けたものです。ここに記して、深く感謝の意を表します。

参考文献：1) Wang Q. et al., (2018), *Science of the Total Environment*, 625, 633-639; 2) 王斉ら, (2017), *環境科学会誌*, 30(6), 336-345; 3) Sei K. et al., (2021), *Environmental Research*, 196, 110909; 4) Masuda M. et al., (2020), *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 197, 110592.

キーワード 燃焼, ハロゲン化 PAHs, リスク評価

水銀汚染埋立処分場における土壤中水銀のリスク評価

Risk assessment of soil mercury in mercury-contaminated landfill sites

熊本県立大学院 環境共生学研究科 ○坂井 佑圭

1. はじめに

日本では、廃棄物の最終処分場(埋立処分場)の管理基準に従い廃棄物を埋め立ててきたが、埋め立て処分終了後に問題が発生することがしばしば見受けられ、長崎県にある埋立終了した処分場でも廃棄物中に含まれていた水銀が溶出し、問題となっている。現在、この処分場では埋め立ては行われていないが、埋立地付近の地下水から基準値を超える水銀の溶出が継続している。

そこで、本研究では埋め立て処分場から排出された水銀の環境リスク評価を行うことを目的とした。

2. 材料と方法

実験I：サンプリング

長崎県長崎市にある埋立終了した埋め立て処分場周辺の土壌と浸透水を採取した。

実験II：土壌の前処理と溶出試験、SOM 試験

室温で1週間乾燥後、2 mm メッシュでふるい分けしたサンプルを土壌サンプルとした。土壌サンプルの一部を用いて環境庁告示第 59 号に従い溶出試験を行い、試験液を溶出試験サンプルとした。さらに、土壌中の有機物量 (SOM) を算出した。

実験III：総水銀分析

水銀の分析装置は MA-3000 を使用した。土壌サンプルは 30 mg 及び CRM 5 mg をサンプルポートにのせ、添加剤 B を添加して水銀分析を行い、溶出試験サンプル等の液体サンプルの場合は添加剤 B を添加した後、上から試料液を 0.1 ml 添加 (n=3)して水銀分析を行なった。

実験IV：リスク評価

土壌の水銀によるリスク評価では、(1)式により算出された地球科学的指標 (I_{geo}) で評価した。

$$I_{geo} = \log_2 [C_n / 1.5 B_n] \dots \dots \dots (1)$$

C_n : 土壌中に含まれる総水銀の測定濃度

B_n : 土壌中の総水銀のバックグラウンド濃度

また、溶出試験サンプルは水銀の環境基準値 (0.0005 mg L^{-1}) と長崎市が行っている当該地域の水質試験における総水銀分析結果との比較により評価した。

3. 結果と考察

土壌サンプルの総水銀濃度は $0.074 \sim 3.968 \text{ mg kg}^{-1}$ であった。リスク評価の結果、LF8 が最も汚染レベルが高く、約 7 割のサンプリング場所で汚染レベルが 3 以上であり、中度～極めて重度の汚染であると評価された(図 1)。また、SOM 試験の結果から、土壌中の水銀濃度と有機物量には正の相関が見られた。

溶出試験サンプルの総水銀濃度は、LF6 で $0.0015 \text{ mg kg}^{-1}$ 、水のサンプルの水銀含有量は $0.0002 \text{ mg kg}^{-1}$ であった。LF6 では環境基準値を超過するレベルの汚染が確認された。また、長崎市実施の水質調査における総水銀の分析結果と比較すると、LF6 の水銀濃度が高いことが確認された。

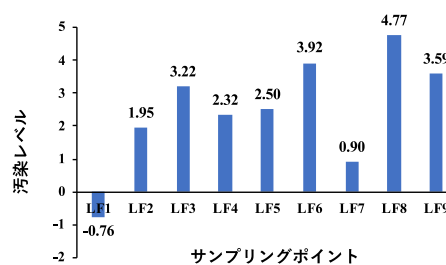


図 1. 土壌の汚染レベル

4. まとめ

土壌中の水銀濃度は土壌中の有機物量に大きく影響を受けており、 I_{geo} の結果から水銀の濃縮が確認された。また、土壌サンプルと溶出試験サンプルの結果に相関関係がみられなかったため、土壌中の水銀の存在状態の相違による影響の可能性が示唆され、埋立処分場とその周辺の継続的な管理とモニタリングが必要であると考えられる。

5. 参考文献

Changhua He, *et al.* (2018); Comparison of mercury and methylmercury bioaccumulation in earthworms (*Bimastus parvus*) native to landfill-leachate-contaminated forest soil, *The Journal of Toxicological Sciences*, Vol.43, No.7, 459-471

キーワード 水銀, 埋立処分場, リスク評価

泡消火薬剤中有機フッ素化合物 PFAS の包括的定量分析に基づいた経年動向解析 Time trend analysis based on simultaneous determination of PFAS in firefighting foams

横浜国立大学 ○齋藤隼輝, 国立環境研究所 松神秀徳, 横浜国立大学 三宅祐一

1. 緒論

有機フッ素化合物 PFAS は、残留性、高蓄積性、有害性が懸念され、PFAS 全体の管理が求められる。近年、泡消火薬剤中の PFAS は、POPs 規制を背景に代替が進み、代替 PFAS を含めた管理が求められる。しかし、化合物ごとの個別分析だけでは、数千種以上存在する PFAS の網羅的測定が難しい。本研究では、PFAS 個別分析に加えて、総フッ素分析によるフッ素マスバランス解析、酸化分解・加水分解による PFAS 分解生成能の評価を行い、泡消火薬剤中 PFAS の経年動向解析を行った。

2. 方法

1983 年から 2022 年に製造された PFAS 含有泡消火薬剤 59 製品（フッ素たん白泡 34 製品、水成膜泡 25 製品）を対象とした。製剤をメタノールに溶解させ、LC/HRMS による 57 種の PFAS 個別分析、および燃焼イオンクロマトグラフ (CIC) による抽出可能有機フッ素 (EOF) の分析を行った。また、製剤溶液 20 mL に $K_2S_2O_8$ 150 mM、NaOH 400 mM の水溶液 20 mL を加え、85°C で 6 時間反応させた後¹⁾、同様に PFAS 個別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. PFAS 個別濃度およびマスバランス解析

泡消火薬剤 59 製品に対する PFAS 個別分析の結果、6:2FTAB が主に検出され、たん白泡 20 製品で 190~870 mg-F/kg、水成膜泡 22 製品で 780~11000 mg-F/kg であり、6:2FTAB が分析対象 57 種の総濃度に対し 95%以上を占めた。なお、現在 6:2FTAB は未規制であるが、USEPA は 2022 年に 6:2FTAB の調査指示を発表し、情報収集が進められている。一方で、CIC 分析の結果、EOF 濃度はたん白泡 34 製品で 120~6000 mg-F/kg、水成膜泡 25 製品で 1500~14000 mg-F/kg であった。フッ素マスバランス解析の結果、水成膜泡の 8 割の製品では、PFAS 個別濃度が EOF 濃度の 50%以上を占め、6:2FTAB 等の個別 PFAS が製剤中 PFAS の主成分と示唆された。一方、たん白泡の半数以上では、EOF 濃度の 90%以上が個別分析で同定できない未知フッ素化合物であり、MS 測定では新規 PFAS と考えられるピークが検出された。今後、これら新規 PFAS の同定・定量について検討が必要である。

3.2. 酸化分解後のカルボン酸 PFCA の濃度

酸化分解処理により、製剤中 PFAS をフッ化炭素鎖長が同じかより短鎖のカルボン酸 PFCA に変化させ、PFCA の分解生成能を調査した。未知フッ素化合物が高い割合を占めたたん白泡 34 製品について、酸化分解後の PFCA 濃度を図 1 に示す。2001 年以前は、C8 カルボン酸が C4~C16 全体の 17~71%を占め、C8 鎖ベースの製剤が主であった。その後 2007 年以降は、C9 以上の長鎖を含む製剤に加えて C7 以下の短鎖ベースの製剤にシフトし、2021 年以降は C7 以下の短鎖ベースの製剤が主となった。現在配備される PFAS 含有泡消火薬剤は、C8 鎖以上を含む製剤も存在する一方で、経年的に C7 以下の短鎖ベースにシフトしており、今後 C7 以下の短鎖 PFAS の使用量の増加を踏まえた実態把握、管理が重要になると考えられる。なお、図 1 で黒棒となった製剤について、EOF 濃度は 360~4600 mg-F/kg である一方、酸化分解前後で PFCA を含む個別 PFAS は検出されず、カルボン酸に酸化分解しない成分や個別分析対象以外の分解生成物の存在が示唆された。酸化分解後も検出されない PFAS について、同定をはじめ更なる調査が必要である。

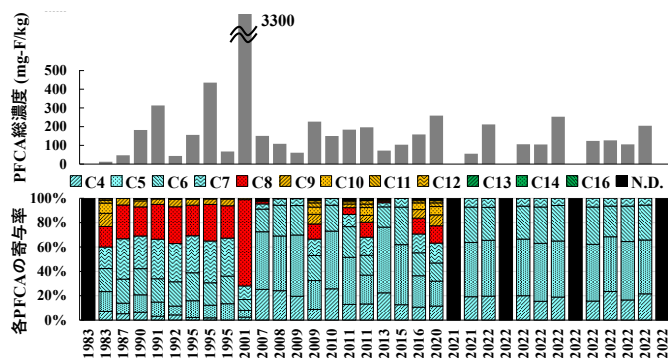


図 1 フッ素たん白泡の酸化分解後の PFCA 濃度

4. 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費の助成を受け実施した。(3-2102: JPMEERF20213002)

参考文献

1) Erika F. Houtz and David L. Sedlak (2012) *Environ. Sci. Technol.*, **46**, 9342–9349

キーワード PFAS、泡消火薬剤、総フッ素分析法

災害・事故時を想定した多環芳香族炭化水素類の個人曝露評価のためのシリコンパッシブ法の開発

A Passive Sampling Method Using Silicone Wristband for Exposure Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Emergency Situations

横浜国立大学 ○田川瑛梨, 三宅祐一, 労働安全衛生総合研究所 王齊, 静岡県立大学 雨谷敬史

1. はじめに

多環芳香族炭化水素類 (PAHs) およびそのハロゲン化誘導体 (XPAHs) は燃焼活動から非意図的に生成し、その一部は高い有害性を示すことが知られている。PAHs・XPAHs 測定のため、シリコンリストバンドを用いたパッシブ法が報告された¹⁾。本手法は外部電源を必要とせず被験者への負担が少ないため、災害・事故時など非定常状態で同時に多くの人の個人曝露評価を行うことが可能であると考えられる。本研究では幅広い条件でシリコンリストバンドによる測定を実施し、迅速な個人曝露評価のためのスキームを検討した。

2. 方法

前洗浄したシリコンリストバンドを乾燥させ、パッシブサンプラーとして使用した。捕集後はサンプラーを切り分け、ジクロロメタンで抽出し、抽出液を精製した。また、パッシブ法と並行し、ミニポンプを用いて大気中濃度を測定した。これらのサンプルは GC-MS/MS (GC 7890B / MS 7010B, Agilent Technologies、GC 8890 / MS 7010C, Agilent Technologies) で分析した²⁾。各種類のサンプラーの前処理における PAHs・XPAHs の回収率は 61-116%であった。

3. 結果と考察

3.1. 大気中濃度と捕集量の関係

シリコンリストバンドを用いたサンプリングの結果、対象物質とした 70 種全てが検出された。また、対象物質の 79%にあたる 55 種の物質において、アクティブ法で測定した大気中濃度とシリコンリストバンドでの捕集量の間に関連関係が認められた ($p < 0.01$)。これより、シリコンパッシブ法を用いて大気中濃度が推算できることが明らかになり、捕集速度に相当するサンプリングレート (SR) は $0.0047 \sim 23$ ($L \text{ min}^{-1} \text{ WB}^{-1}$)と決定できた。なお、本研究での PAHs の測定濃度範囲は、森林火災時において報告された屋外・屋内 PAHs 濃度³⁾をカバーしており、災害・事故時にシリコンパッシブ法が適用できることが示唆された。

3.2. 個人曝露評価のためのスキーム

実際にシリコンパッシブ法を用いて個人曝露量の評価を行う際のスキームを図 1 に示す。災害・事故発生の当日または翌日にサンプラーの配布およびサンプリングが可能であると仮定すると、最短で数日後には PAHs・XPAHs の個人曝露量の評価が可能である。また、SR が算出されていない SVOCs については、現地においてアクティブ法を同時並行で実施することで、簡易的な個人曝露量を算出できる。仮に、電源が確保できないなどの理由から SR 算出のためのアクティブ法が実施困難である場合でも、サンプラーでの捕集量とそれを携帯していた被験者の行動範囲から、被害地域におけるおおよその SVOCs 濃度分布が把握できると考えられる。今後は、前処理において最も時間がかかるサンプラーからの抽出工程の短縮や、PAHs・XPAHs 以外の SVOCs の SR について検討を行う予定である。



図 1 個人曝露評価のためのスキーム

4. 謝辞

本研究は JSPS 科研費・基盤研究 (B) (課題番号: 21H03614)、および環境研究総合推進費 (JPMEERF 18S11704、JPMEERF20231M04) の助成を受け実施した。

参考文献

- 1) O'Connell *et al.* (2014) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 3327-3335; 2) Sei *et al.* (2021) *Chemosphere*, **271**, 129535;
- 3) Ghetu *et al.* (2022) *Environ. Sci. Technol.*, **56**, 10042-10052

キーワード: パッシブサンプリング, 多環芳香族炭化水素類 (PAHs), シリコンリストバンド

カーシート製品に含まれる臭素系難燃剤の年代別使用実態の調査 Time Trend of Brominated Flame Retardants in Car Seats

横浜国立大学 ○永井大貴, 齋藤隼輝, 三宅祐一, 労働安全衛生総合研究所 王斉, 静岡県立大学 雨谷敬史

1. 緒論

臭素系難燃剤 (BFRs) は製品中で広く使用されてきたが、その残留性から一部の BFRs は使用が規制されている。近年では様々な代替 BFRs の使用が進んでいるが、LC-MS/MS や GC-MS/MS を用いた BFRs 個別分析だけでは、未知の BFRs を含めた網羅的測定ができない。そこで本研究では、幅広い年代のカーシート製品を対象とし、BFRs 個別分析および燃焼イオンクロマト (CIC) 法による総臭素分析の結果を比較することで、未知臭素化合物を含めた BFRs の年代別使用実態を調査した。

2. 方法

1996 年から 2017 年に製造された乗用車のカーシート 55 製品を対象とした。各製品の生地部分 0.1 g について、テトラヒドロフランおよびトルエンにより超音波抽出、遠心分離を行い、上澄み液をアセトニトリルで希釈し 1 mL に定容して、LC-MS/MS による BFRs (25 種) 個別分析を行った。また、各製品の生地部分を 1 mg の大きさに切り、CIC による総臭素分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. BFRs 個別濃度および総臭素濃度

カーシート 55 製品に対する BFRs 個別分析の結果、対象物質 25 種のうち 5 種の BFRs (DecaBDE、 α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD、TDBP-TAZTO) が 19 製品で検出され、その濃度は、DecaBDE が 2500~13000 mg-Br/kg、HBCDs が 90~4800 mg-Br/kg、TDBP-TAZTO が 22000 mg-Br/kg であった。HBCDs は PBDEs の代替 BFRs の 1 つと報告されており、今回の調査結果では、2006 年前後において、PBDEs 製品と並んで代替の HBCDs を含む製品が確認された。この時、2013 年以降に HBCDs が検出された製品は無く、2013 年に HBCDs が POPs に指定され、その後の規制による影響が考えられた。また、2016 年の製品では、未規制の TDBP-TAZTO が 22000 mg-Br/kg と高濃度で検出され、近年導入が進んでいる新規 BFRs であると示唆された。一方で、燃焼イオンクロマト法による総臭素分析の結果、臭素が検出されたのは、個別 BFRs が検出された全 19 製品、および個別 BFRs が検出されなかった 2003 年以前の 4 製品であり、

その濃度は 2000~68000 mg-Br/kg であった (図 1)。

3.2. 臭素のマスバランス解析

CIC 分析により総臭素濃度が 2000 mg-Br/kg 以上で検出された 23 製品について、BFRs 個別濃度と総臭素濃度を比較し、臭素のマスバランス解析を行った (図 1)。2006 年および 2016 年の 2 製品では、BFRs 個別分析でそれぞれ検出された HBCDs および TDBP-TAZTO が総臭素濃度の 80%以上を占め、これらの BFRs が製品中 BFRs の主成分であると示唆された。一方で、その他 21 製品では、総臭素濃度の 60%以上が個別分析対象以外の未知臭素化合物であった。HBCDs が主成分である 2006 年製品の前後年の 6 製品では、同様に HBCDs が検出された一方で、総臭素濃度の 90%以上が未知臭素化合物であり、これらの製品では HBCDs 以外の BFRs、または製品から容易に抽出できないポリマーの含有が示唆された。今後、製品中の未知 BFRs の同定および定量について検討が必要である。なお、今回 BFRs 個別分析で DecaBDE が検出された全 11 製品において、DecaBDE 濃度は総臭素濃度の 40%未満となっており、個別分析の前処理において、DecaBDE が溶媒へ完全に抽出されていない可能性があるため、今後、DecaBDE の抽出方法の検討が必要と考えられる。

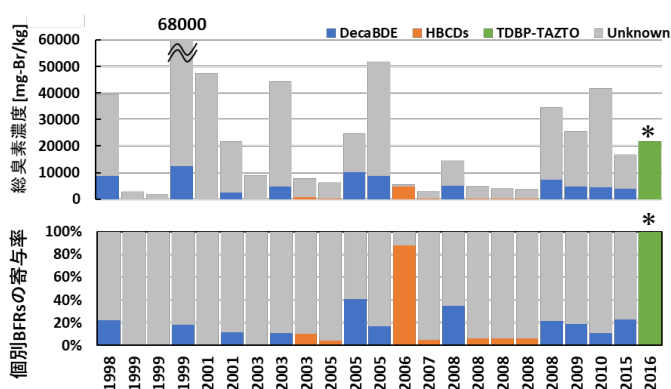


図 1 総臭素濃度および個別 BFRs の寄与率

参考文献

1) Lixi Zeng *et al.* (2014) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 12586-94

キーワード BFRs, CIC 法, 個別分析, カーシート

自治体における政策への研究成果の活用

Application of research results for policy in local government

九州大学 ○岸上祐子, 馬奈木俊介

1. はじめに

気候変動や生物多様性の劣化に対する対策による持続可能な社会を実現することはグローバルに喫緊の課題だ。そのために、行政、企業、消費者といった様々な主体による対策が求められ人々の行動変容が必要となっている。持続可能な社会をつくるためには個人の行動変容と共に社会の行動変容が求められる。個人の行動変容については心理学、臨床医学、環境教育などの分野において多くの研究がなされている。また、近年、低炭素社会への移行をめぐる政策や学問的な議論では、望ましい脱炭素社会の実現に向け、パスウェイという言葉で表現されることが多くなってきた¹⁾。社会の変容を求める場合、速度と影響の強さとして行政による施策があげられる。特に近年、エビデンスに基づく政策が求められている²⁾。このためにも、研究成果の行政活用への推進は、環境行政を推進する際に重要とされる³⁾。

喫緊な行動変容を求めるために、どのように行政に研究成果をいかしていけばよいだろうか。

トランジションスタディにおいて、各国の政策の移行のプロセスについてパスウェイはじめ分析が進んでいる。自治体においてそのプロセスを明らかにする。

2. 方法

2012年に国際連合からGDPに補完する指標として発表された新国富指標は英国や米国、そしてアジアにおいて政策的に利用されている⁴⁾。研究成果の一つであるこ

の新国富指標の自治体への導入を事例に、新国富指標を行政に導入する際の必要な要素についての考察を行う。

2021年の第6次総合計画基本構想に採用した福岡県直方市とこの指標を用い企業との協働から施策に反映させた久山町においてインタビューを行い、新たな試みの導入プロセスについてトランジション・マネジメントの観点から検討を行った。

3. 結果

研究成果を政策に活用する際に、トップダウン的に自治体のルールによるものは実行性が高く影響も自治体内に及ぶ。自治体において、この仕組みをできるだけ早く定着させ持続可能な社会の実現を果たすためには、行政いわゆる官のみの努力ではなく、幅広いステークホルダーとして、企業の力も必要になるであろう。今回のケーススタディでは自治体の動きを主にみたが、企業と連携した動きも表れており、今後、それによる施策の進捗についての調査・分析を行う予定である。

参考文献

- 1) Rosenbloom, D. (2017). Pathways: An emerging concept for the theory and governance of low-carbon transitions. *Global Environmental Change*, 43, 37-50.
- 2) 佐藤 徹 (編) (2021) エビデンスに基づく自治体政策入門ロジックモデルの作り方・活かし方, 公職研, 168pp.
- 3) 豊永悟史, 小原大翼, 宮崎康平, & 古澤尚英. (2023). 地方環境研究所の研究成果を行政施策に活用していくためには何が必要なのか?-PM2.5に関する研究を対象とした事例研究-. *環境科学会誌*, 36(2), 28-41.
- 4) Managi, S., Bhattacharya, A., & Bhattachary, T., (2023) Inclusive Wealth Index: A Comprehensive Measure of LiFE Towards 'Net Zero', Task Force 3: LiFE, Resilience, and Values for Wellbeing, T20 Policy Brief

表1 自治体との連携

自治体	協定締結年	取り組み内容	
久山町 (福岡県)	2017年 (2020年更新)	新国富指標の活用による新規予算策定、総合戦略策定、民間企業との包括連携協定(2018年)のもとで地域・社会の課題解決に向けた取り組み	第2期総合戦略
宮若市 (福岡県)	2018年	新国富指標の活用による新規事業実施、総合戦略策定	第2期総合戦略
直方市 (福岡県)	2019年	新国富指標の活用による総合計画の策定、自然資本においても上昇目標を設定	第6次総合計画
能美市 (石川県)	2020年	SDGs 未来都市の選定のまちづくりにおける新国富指標の活用	2020年度 SDGs 未来都市
中間市 (福岡県)	2020年	新国富指標の活用による環境の保全、福祉の充実、経済の振興等への寄与	まちづくり 連携協定
別府市 (大分県)	2021年	新国富指標の活用による温泉のつちつた脱炭素効果、ワーケーションと療養の効果の科学的実証	包括連携協定
国東市 (大分県)	2021年	新国富指標の活用による「国東市総合計画」及び「国東市まち・ひと・しごと創生総合戦略」で、地域の持続可能な発展(国連SDGs)を踏まえた地方創生	包括連携協定
佐伯市 (大分県)	2023年	県漁協がCO2を吸収するヒジキなどの海藻を育成する事業に着手。九大は排出枠の算出と把握・管理。	佐伯市、大分県漁業協同組合鶴見地区漁業運営委員会の3者で協定

キーワード トランジションスタディ, 社会実装, 社会変容

SDGs ローカル指標を用いた自治体のコンパクトシティ政策の包括的評価 Comprehensive Evaluation of Municipality's Compact City Strategy On Sustainable Development Goals Local Indicators.

神戸大学 ○山崎 久留巳, 神戸大学 田畑 智博

1. はじめに

人口の急激な減少、高齢化、都市問題が深刻化していることを背景として、日本のまちづくりは、安心できる快適な生活環境を実現すること、持続可能な都市経営を可能とすることが大きな課題として挙げられる¹⁾。また、気候変動や自然災害等の諸課題も我々の生活に深刻な影響を及ぼす要因であり、SDGsの目標達成を支援できるまちづくりが求められている。

本研究は、持続可能なまちづくりを促進、実現するための取り組み方針を提案することを目的とする。これを実施するため、政府が推進する立地適正化計画がSDGsの目標とどのように関わるかを包括的に評価する。

2. 研究の方法

対象地域は、2017年に立地適正化計画を策定・公表した、全国66市町村とする。地方創生SDGsローカル指標(以下、ローカル指標)²⁾と都市構造の評価に関するハンドブックの指標(以下、都市構造指標)³⁾を取り上げ、自治体毎に各指標に関わるデータを文献調査により収集した。一部のデータは、推計により補完した。以上の結果を元に、統計解析によりローカル指標と都市構造指標との関係性を分析した。

3. 結果と考察

一例として、SDGs1「貧困をなくそう」のローカル指標のうち、データを収集できた指標を表1に示す。このうち、全て同じ数値であるために分析に使用できない一部の指標を除いて、7指標で主成分分析を行った。主成分の選定条件は、累積寄与率70%以上とした。

結果として、SDGs1は、表2に示す4つの主成分が選定された。主成分1はLI.1.2.1とLI.1.3.1.1よりMIX1-1、主成分2はLI.1.5.1とLI.1.b.1よりMIX1-2、主成分3はLI.1.3.1.1とLI.1.5.1よりMIX1-3、主成分4はLI.1.5.2とLI.1.a.2.1よりMIX1-4と命名した。

SDGs1のローカル指標は、都市構造指標と類似する指標はなかった。しかし、都市構造指標内にある行政運営の指標をみると、医療、福祉等のサービスを市民が適切に享受できるよう自治体財政を運営することが評価軸

表1 SDGs1のローカル指標

LI.1.2.1	年間収入100万円未満の世帯割合
LI.1.3.1.1	第1号介護保険の被保険者割合
LI.1.3.1.2	20-59歳における公的年金加入率
LI.1.5.1	人口1人当たりの自然災害による死者・行方不明者数割合
LI.1.5.2	県内総生産当たりの自然災害による被害額割合
LI.1.5.3.1	地域防災計画作成の有無
LI.1.5.3.2	
LI.1.5.4	
LI.1.a.2.1	人口1人当たりの衛生費(衛生費/総人口)
LI.1.a.2.2	人口1人当たりの教育費(教育費/総人口)
LI.1.b.1	人口1人当たりの生活保護費(生活保護費/総人口)

表2 SDGs1 ローカル指標の主成分分析結果

Component loadings:	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4
LI.1.2.1	0.5356247	0.374961116	0.2767044	0.1270401
LI.1.3.1.1	-0.4197657	0.34029412	-0.4758511	-0.294677
LI.1.5.1	0.2704869	-0.505063002	-0.1587565	0.4540864
LI.1.5.2	-0.1366381	-0.218515171	0.7067359	-0.472879
LI.1.a.2.1	0.4703758	0.007224188	-0.1379436	-0.551042
LI.1.a.2.2	0.4546995	-0.089228742	-0.3599703	-0.330743
LI.1.b.1	0.1306322	0.657839342	0.1539939	0.2327648

となっている。これを勘案すると、SDGs1はコンパクトシティ政策との関連性を見出すことができる。

4. おわりに

今後は、ローカル指標のSDGs目標1~17をそれぞれ要約した指標を用いて、都市構造指標との因果関係を調査する。コンパクトシティ政策とSDGsの関係性を明らかにすることで、各地域の持続可能なまちづくりの目標を達成するための指針となると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省, 立地適正化計画制度, https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network.html
- 2) 内閣府 (2020) 地方創生SDGs関連資料リスト, <https://future-city.go.jp/sdgs/list.html>
- 3) 国土交通省 (2018) 取組成果の「見える化」, https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_tk_000036.html

キーワード コンパクトシティ, SDGs, 立地適正化計画

在来水生生物保全に向けた調査及び駆除活動

Investigation and extermination activities for the conservation of native aquatic organisms

所属 秋田県立新屋高等学校 ○高橋良斗

【1】目的・動機

本校近くにある大森山動物園塩曳潟は、絶滅危惧種であるゼニタナゴやキタノアカヒレタビラ、シナイモツゴなどの在来水生生物が生息する全国的に見ても貴重なホットスポットとなっている。しかし、それらを脅かすアメリカザリガニやウシガエルといった外来生物が猛威を振るっているのが現状である。

R3年度より、在来生物保全に向けて、継続的なモニタリング調査と外来生物の駆除に取り組んできたことから、継続した調査と駆除活動を行う必要性を感じた。また、外来生物を駆除する際に有効活用できないかと考え、アメリカザリガニの肥料化を検討した。

【2】方法

(1) モニタリング調査

秋田市大森山動物園塩曳潟にモンドリを設置し、週1回収し、その結果を記録した。

(2) アメリカザリガニの肥料化

アメリカザリガニを高温粉碎機にかけることで堆肥化したものとした。化成肥料区、アメリカザリガニ肥料と化成肥料区、肥料なしの3つの条件でラディッシュ、カブ、ニンジンの3種を栽培し、生重量を測定した。また、アメリカザリガニ肥料によるpHの変化とアメリカザリガニの粉碎物の成分分析を実施した。

【3】結果

(1) モニタリング調査

表1 モニタリング調査結果

外来生物名	R3 採捕数	R4 採捕数
アメリカザリガニ	248 匹	344 匹
ウシガエル (幼生+成体)	315 匹	104 匹
ウシガエル (幼生)	223 匹	76 匹
ウシガエル (成体)	92 匹	28 匹
在来生物名	R3 採捕数	R4 採捕数
ゼニタナゴ	10 匹	0 匹
キタノアカヒレタビラ	5 匹	11 匹
シナイモツゴ	22 匹	32 匹

(2) アメリカザリガニの肥料化

表2：収穫量結果

栽培方法	アメザリ +化成肥料	化成 肥料	肥料 無し
ラディッシュ	192.5g	264g	79g
ニンジン	9.5g	11.5g	10g
カブ	187g	41g	8.5g

表3：アメリカザリガニ粉碎物 成分元素割合

元素	割合(%)	元素	割合(%)
Ca	75	N	3.6
K	5.5	C	0.56
P	3.6	その他	11.74

*アメリカザリガニ肥料を土に混合させたことによるpHの変化は見られなかった。

【4】考察

(1) モニタリング調査

R3年とR4年を比較してみると、ウシガエルの採捕数が明らかに減少し、アメリカザリガニの採捕数が増加傾向にあることが伺えた。これがキタノアカヒレタビラとシナイモツゴの採捕数が微増した原因と考える。

(2) アメリカザリガニの肥料化

アメリカザリガニを肥料として用いることで、収穫量や土壌改善に効果があると聞き、野菜栽培に取り組んで来たが、明確な収量の差や土壌のpH変化は見られなかった。アメリカザリガニの粉碎が甘く、土壌に十分に浸透しなかったのが原因と考えた。

【5】参考文献

- ・秋田環境部「秋田のため池の生き物たち」秋田市環境部 環境総務課 2022年
- ・環境省自然環境局野生生物課外来生物対策室『アメリカザリガニ対策の手引』
- ・後藤逸男：渡辺和彦：小川吉雄：六本木和夫『環境・資源・健康を考えた土と施肥の新知識』

[キーワード]

在来生物保全,外来生物駆除,外来生物の有効活用

奈良市登美ヶ丘地域における郷土の普通種が安定して生息できる環境の再生に関する研究 A study on the restoration of an environment where local common species can live stably in the Tomigaoka area of Nara City

所属：奈良学園登美ヶ丘高等学校 代表○東 諒太郎，共著者○梨井悠稀 ○印南敬史 ○杉田颯馬 ○桂田朋生

1. 目的

本活動は奈良学園登美ヶ丘キャンパスの正門前にある「修景池」(図1)において、魚類が安定して生息できる環境を創出するために行われているものである。

2. 背景

なぜ、このテーマに至ったのか。修景池では、わが校で管理者が不明確だった事により放置されていたため、そこを清掃し、わが校周辺河川に生息する郷土の普通種が安定して生息できる環境の再生するため。

3. 本活動の内容

奈良学園登美ヶ丘キャンパスの正門前にある「修景池ビオトープ」に生息するカワムツ、ヌマムツの産卵床、ミナミメダカの隠れ家を創作し、それらを利用する生物の生態を観察、研究を行った。

4. 本活動の過程

2023年3月頃に定期的に図2のように、池を6つの区画に区分し、それぞれにおける水中映像を撮影し、修景池の見取り図に得られたデータを記入していった。

その結果から、カワムツ、ヌマムツの行動を把握することにした。その後、それらの魚種の産卵に必要な砂を周辺河川(不動川)から採取し、竹の節間である(40cm-50cm)を格子状に組み立て、上部に砂を被せた。ダイレクトに池底に砂を敷かなかつたのは、竹柵(産卵床)内の一部分を集中的に映像を撮影することにより、より長く生態行動を観察できると思ったからだ。また、産卵床に使用した竹の枝を束ねてミナミメダカの隠れ家を創作した。

こうしてできた産卵床を、カワムツ、ヌマムツの産卵期にこれまでの水中映像、木津川水系の不動川、淀川水系の天野川でのフィールドワークから得られたそれらの魚種の行動範囲、よく潜んでいる場所に設置し、観察を続けている。6月下旬時点では、産卵床付近に居座る様子は見られるが、産卵の様子を撮影、観察するまでには至っていない。

今後は、本活動の実験内容や目的を小冊子に多くの方にご覧いただけるようにわかりやすくまとめていく。

5. 結論

かつては、整備されず、石垣で陸地と水面が隔てられていた池だが、土砂を投入しスロープを作ることで、自然風の状態に、魚の隠れ家となる水辺環境を整えることをしてきた。今回の産卵床づくりにおいても、生徒が自ら自然を再生することは、制作した生徒だけでなくその周りの生徒にも学びのきっかけを与える。それは、これまでの活動の様子を見た児童や園児たちが、興味を持って私達自然再生研究員にたくさんの質問をしてくれたこと、その興味関心を多くの人に感じてもらうこと、これまでの研究内容や説明を誰が見ても理解してもらえるようにわかりやすく小冊子にまとめることだ。今後も産卵床の水中動画を撮影し、それらの魚種の生態に深く入り込んでいけたらと思う。そして、エコトーン的な地域でも、積極的に環境保全に取り組み、繋がりのある環境を作り出すことも、環境、生物そして人にとっても重要であるということが

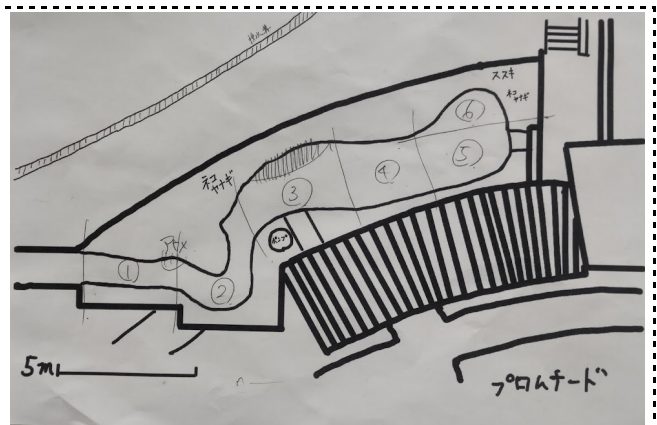
示唆される。

図1 奈良学園登美ヶ丘キャンパスの正門前「修景池」



上の写真は2021年9月27日撮影

池の水深:約30cm



上図の③に産卵床を設置

④、⑤にミナミメダカの隠れ家を設置

※③の黒い斜線部分はecotoneである。

図2 修景池真上からの見取り図を6つの区画に分けた図

謝辞

本研究の一部は2022年度高校活動奨励賞(クリタ活動賞)の助成金により実施された。ここに謝意を表する。

参考文献

1) なし

キーワード 生態系 持続可能 産卵床

カーボンプライシングによる産業競争力への影響—日本の鉄鋼産業におけるシミュレーション

The Impact of Emissions Trading System (ETS): Simulations in the Japanese Steel Industry

早稲田大学環境経済・経営研究所 ○森村将平

1. はじめに

GX リーグの開始へ向けて全国的な排出量取引 (ETS) の導入が議論されている。一方で、代替技術のない鉄鋼産業への大きな負担が懸念されている。特に、高性能鋼を生産する日本の鉄鋼産業は、CO₂排出量の多い転炉(高炉)中心で、電気炉への転換にも技術的な限界がある。本研究では、EU ETS による鉄鋼産業への影響を分析した Demailly and Quirion (2008) を参考に、ETS 導入による日本の鉄鋼産業への影響をシミュレーションする。

2. モデル

日本 (e) とその他 (r) の 2 地域を想定する。t 時点 (t=0 : ETS 実施前、t=1 : ETS 実施後) における地点 e 全体の税引前利益 ($EBITDA_e^t$) は、下式で表される¹。

$$EBITDA_e^t = P_{ee}^t \times Q_{ee}^t + P_{er}^t \times Q_{er}^t - c_e^t Q_e^t + P_{CO_2}(LS - Q_e^t \times ue_e^t)$$

上式の右辺第 1 項と第 2 項は生産による利益 (以降 $EBITDA_Q$)、第 3 項は排出枠売却益・購入損を表す。

ETS 実施後の鉄鋼需要は、 $C_e^1 = (1 - (1 - (P_e^1/P_e^0))\theta) \times C_e^0$ ($\theta < 0$ は需要の価格弾力性) と定義される。なお、限界費用は生産量に依存せず、ETS 実施によって限界排出削減費用のみが上乘せされる仮定を置く ($c_e^1 = c_e^0 + c_e(ua)$)。また、価格への転嫁率は外生的で、輸出より国内の方が高いと仮定する。ETS 後の輸出入は、国内外の価格比に輸出入の価格弾力性を累乗したものに依存し、ETS で海外の鉄鋼価格は変化しないと仮定する。

3. シミュレーションで使用するデータ

鉄鋼産業の生産額と生産量は 2015 年産業連関表、CO₂ 排出量は産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID) における、銑鉄、フェロアロイ、粗鋼 (転炉)、粗鋼 (電気炉) の値を使用する。排出枠価格 P_{CO_2} は日本の省庁での検討会で多く用いられる \$378/t-CO₂ (為替レートは 2016 年平均の \$1 = 108.835 円) を想定する。なお、需要の価格弾力性、輸出入の価格弾力性の絶対値、転嫁

率は、Demailly and Quirion (2008) と同じ定数とする。

限界排出削減費用 $c_e(ua)$ は、環境省 (2015, p.2) から推計する。ただし、産業全体の値であるため、3EID 排出量の内生部門全体に占める鉄鋼の割合を乗じ、鉄鋼産業の現況を考慮して費用が正の部分のみを採用する。

4. 鉄鋼部門の利益への影響

上記のデータから計算した結果、ETS 実施前排出量は約 1 億 2,747 万 t-CO₂、利益 ($EBITDA_e^0$) は約 1 兆 5,269 億円であった。ETS 実施後は、排出量が約 1 億 133 万 t-CO₂ と約 2 割減少する一方、 $EBITDA_Q$ が約 1 兆 3,406 億円と約 9 割減少する。これは、生産量減少が 2 割にとどまる一方、限界費用が 2 倍以上となったことによる。

さらに、無償割当がゼロの場合、排出枠購入損が 5 兆円以上となる。無償割当が実施前排出量なら約 541 億円の排出枠売却益となるが $EBITDA_Q$ の減少を補えず、実施前排出量比約 125% で初めて ETS 実施前の利益が実現する。また、Demailly and Quirion (2008) の結果と異なり、排出枠価格を上昇は利益が減少する。高性能鋼中心で代替技術がない日本の鉄鋼産業の厳しい現状が窺える。

5. おわりに

鉄鋼部門の場合、無償割当を実施前排出量としても ETS の導入で利益が大きく減少する可能性がある。GX-ETS 導入へ向けては、鉄鋼部門への影響を考慮する必要があると思われる。一方で、限界削減費用を始めとしたモデルやデータの精緻化は今後の課題としたい。

参考文献

- 1) Demailly, D. and Quirion, P. (2008) European Emission Trading Scheme and competitiveness: A case study on the iron and steel industry, Energy Economics, 30, 2009–2027 <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.01.020>
- 2) 環境省 (2015) 排出削減ポテンシャルを最大限引き出すための方策検討について 報告書, <https://www.env.go.jp/earth/er-potential/index.html> 2023 年 7 月 12 日閲覧

キーワード 排出量取引, カーボンプライシング, 鉄鋼産業

¹ 式のうち、 P_{ab}^t 、 Q_{ab}^t は t 時点における地点 a から地点 b への販売価格 (鉄鋼価格)、生産量である。また、 $Q_a^t = Q_{aa}^t + Q_{ab}^t$ は t 時点における地点 a での生産量合計、 ue_a^t は単位当たり排出量である。そして、 P_{CO_2} は排出枠価格、 LS は ETS での鉄鋼産業への無償割当である。

態度、意図、社会圧力およびコスト感がボランティア活動参加に与える影響： 予定行動理論の適用

Effects of Attitude, Intention, Social Pressure, and Perceived Cost on Participation in Volunteer Activities: Applying the Theory of Planned Behavior

国立環境研究所 ○森 保文, 広島大・人間社会科学 浅野敏久, 静岡大・工 前田 恭伸

1. はじめに

ボランティア活動参加はコストベネフィット的な解釈で説明され、高い満足と低いコストが参加に必要とされてきた。一方、社会心理学において趣味など多くの活動について同様な考えに基づく予定行動理論が実証されてきた¹⁾。本研究では予定行動理論および人口統計的や心理的な要素を用いた基礎的なモデルをボランティア活動に適用して、活動参加の機構を検討する。

2. 方法

予定行動理論では態度、個人規範、道徳規範および知覚行動制御性が行動意図に関係し、行動意図と知覚行動制御性が行動に関係する(図1)。

2019年(t1)と2020年(t2)に実施した国内Web調査のデータから人口統計的、心理的および予定行動理論に関係する要因を用いた。二つの調査は同一人物を対象としており、予定行動モデルではt1のデータからt2の行動を予測した。

ボランティア活動参加の回数を従属変数として重回帰分析を実施した。予定行動モデルおよび基礎的モデルを試験すると共に、活動の種類毎に予定行動モデルを適用して活動種類による差も検討した。

3. 結果

予定行動理論の第一段階である行動意図(t1)についての R^2 は比較的高かった。個人規範と知覚行動制御性は有意で強い予測因子であった。社会的圧力とコスト感が行動意図に関係することを示した。一方、予定行動理論の第二段階の実際のボランティア活動参加(t2)についての R^2 は極めて小さかった。行動意図は将来のボランティア活動参加をあまり予測しない結果となった。

基礎的モデルにおいては、いくつかの独立変数が有意であったが、 R^2 は極めて小さかった。基礎的モデルは十分にはボランティア活動参加を説明しなかった。

活動の種類については、ごみ拾いなど行動意図に比較的關係するものと、災害時の緊急支援などコスト感

が比較的關係するものがあつた。災害時には前もつての意図がなくてもボランティア活動に参加する傾向があることを示した。

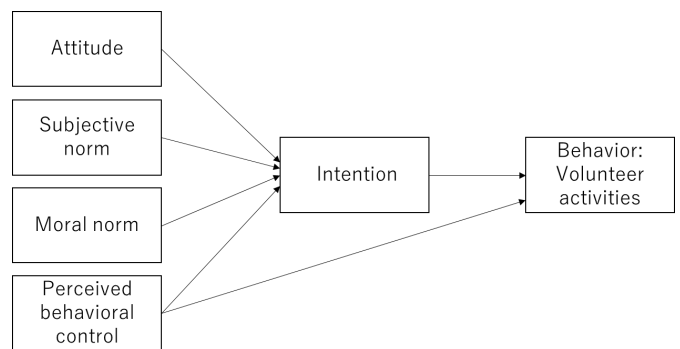


図1 予定行動モデル

4. 考察

予定行動理論がボランティア活動参加を説明しないことは、ボランティア活動参加の機構がレジャーやスポーツなど他の活動と異なることを示している。ボランティア募集の際にはこの違いを考慮すべきである。例えば、活動が快適で簡単であるという宣伝は必ずしも参加者募集に効果的ではないと考えられる。

5. 結論

ボランティア活動参加に予定行動理論を適用したところ、行動意図は比較的良好に説明できたが、行動は予測できなかった。コストベネフィット的な考えはボランティア活動には適合しないと考えられた。なお本研究の一部に科研費(18H01657)を使用している。

参考文献

1) Ajzen, I., & Driver, B. L. (1992). Application of the theory of planned behavior to leisure choice. *Journal of Leisure Research*, 24 (3), 207-224

キーワード 利他主義, 道徳規範, NPO, ボランティア募集

空間的な家計消費推計の時系列分析による家庭部門の活動量の将来推計及び空間推定アルゴリズムの検討

Future household sector activity projection based on time series analysis of spatial household consumption estimation form spatial estimation algorithm results.

国立環境研究所 ○牧誠也, 大西悟, 藤井実, 東洋大学 後藤尚弘, 国立環境研究所 河井紘輔

1. 背景・目的

家庭からの環境影響を家計消費をもとに分析した研究は多数存在する(例えば1)。ただし家計消費を空間的把握することを対象とした研究は市町村レベルではあるものの、メッシュ単位では存在しない。また、空間的な家計消費の推計を時系列で行った研究はない。本研究では、家計消費の空間推定を複数年度で行い、時系列分析を行うことで将来的な家計消費の傾向を検討し、家庭の活動量を自動計算するためのアルゴリズム構築を検討した。

2. 方法

2.1. 既往の空間家計消費の推計

空間的に家計消費の分布を推計し、時系列的に分析を行おうとした研究は存在しない。ただし、商業用に各年度の3次メッシュにおける家計消費推計値がESRI社²⁾より販売されている。

2.2. 空間家計消費の時系列分析

2020年を基準年とし、過去の家計消費の空間分布についてはESRI社²⁾が用いて方法と同様の方法で推計を行った。図1は将来予測を行うためにESRI社²⁾の計算方法を改良したものである。世代間・世帯間の違いを検討するため、社人研による将来推計人口・世帯数³⁾のうち、都道府県のデータを用いて各県研における単身・2人以上世帯の割合、2040年まで5年刻みでの将来推計モデルの構築を行った。図1は改良を行ったモデルである。

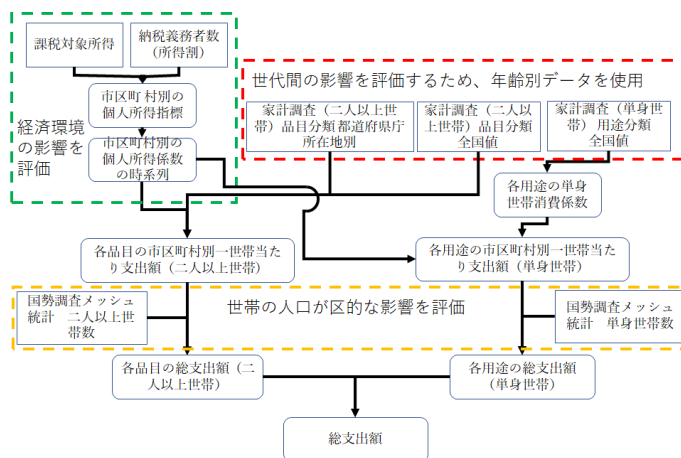


図1 2)をもとに著者作成

2.3. 時系列推計の方法

時系列推計のためには、世帯特性別の将来の家計消費、世帯特性別世帯数の割合、世帯特性別の分布を求める必要がある。各市町村の経済指標推定⁴⁾を過去のデータから推計し、その結果をもとに、世帯特性別の将来の家計消費^{5),6)}、世帯特性別世帯数の割合³⁾、世帯特性別の分布³⁾を求める式である。

3. 結果

本研究では各市町村の経済指標推定、世帯別の将来家計消費、世帯数割合、世帯特性別の分布をもとに2005年から2040年までの家計消費の空間推計を実施した。本研究における将来予測モデルにはまだ改良の余地があるものの、将来の空間推計を実施することができた。

4. まとめ

本研究では家計消費を対象にその活動からの環境影響を評価するための空間家計消費推計モデルを構築した。本研究の成果では計算に簡易な部分があり、世帯数の空間比率や将来予測モデルを政策に反映させられるものにすることが必要になる。

謝辞

本研究は科研費若手研究(21K14281), 独)環境保全再生機構・環境研究総合推進費(JPMEERF20201003, JPMEERF22575974)及び「大学の力を結集した、地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発」事業の成果の一部である。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 金森有子・松岡譲 (2004) 家庭の消費活動とそれに伴う環境負荷発生量の推計, 環境システム研究論文集, 32, 127-136.
- 2) ESRI社 (2020) ArcGIS Stat Suite 推計消費額 2020,
- 3) 社人研 (2019) 将来推計人口・世帯数 日本の子世帯数将来推計(都道府県)
- 4) 総務省統計 統計でみる市区町村のすがた
- 5) 総務省統計 家計調査(二人以上世帯)品目分類
- 6) 総務省統計 家計調査(単身世帯)用途分類

キーワード 家計消費、空間推定、時系列分析、将来推計、自動計算アルゴリズム

土砂災害の発生要因を考慮した流出箇所空間分析と早期検出に向けた深層学習モデルの構築 Deep Learning Model for Spatial Analysis and Early Detection of Predisposed Sediment Runoff Locations

立正大学 ○田中優也, 後藤真太郎, 白木洋平

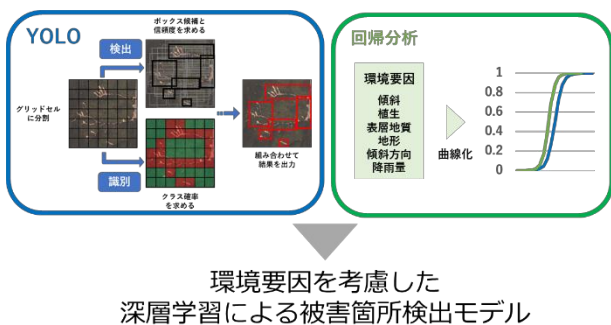
1. はじめに

近年、台風等による集中豪雨や局地的大雨が増えており、人的被害をともなう土砂災害の頻発化、激甚化が問題となっている。従来の被害把握は、専門知識を持った技術者による目視判読が主流であった。しかし、広域化する土砂災害での迅速な被害把握には適していない。そのため、機械学習による手法²⁾が提案されてきた。しかし、画像判読の域を出ておらず、土砂災害の要因に関する知見は活かされていない。

本研究では、土砂災害における潜在的な環境要因について分析し、空中写真から被害箇所を検出するモデルの構築を試みる。

2. 研究方法

研究フローを図1に示す。対象地域は平成30年7月豪雨で被害の頻発した広島県西部地域(約2,000 km²)とする。環境要因を考慮するため、表層地質、植生、累積流量、斜面勾配の要因について分析を行った。モデルの構築にはYOLOを使用し、土石流とがけ崩れの2クラスに分類させた。



3. 結果および考察

3.1. 地形・地質の要因分析

崩壊ポイントの傾斜は25-30度をピークとしていた。回帰分析を行った結果、15度以上で崩壊発生確率の上昇が見られた。植生要因としては常緑針葉樹二次林が、表層地質要因としては花崗岩質岩石が、それぞれ最多となっていた。

以上より、対象地域は花崗岩類由来のマサ土に覆われており、地盤が貧弱になりやすい針葉樹地域であることが示唆された。そのため、他地域に比べ小規模な降雨でも、土地の地質や植生の影響により、土砂災害の可能性が高くなる可能性がある。

3.2. モデルによる検出と評価

テスト画像に本モデルを適用した結果(図2)、がけ崩れでは検出漏れや誤検出が多くなり、土石流では検出漏れは多いが正答率は高くなることが認められた。



図2 被害箇所の検出結果

4. まとめ

対象地域は小規模の降雨でも、環境要因によって発災確率が高くなる地域であることが示唆された。また、構築したモデルによる被害把握はある程度可能であったが、誤検出も多数認められた。今後は他の環境要因を追加し、実態に合った検出モデルの構築に努めたい。

参考文献

- 1) 水野正樹ほか(2018) 単偏波の高分解能 SAR 画像による河道閉塞判読手法(案), 国土技術総合研究所資料, 第760号, 13~30.
- 2) 古木宏和ほか(2018) 深層学習を用いた地すべり地形自動抽出の試みと教師データの影響, 平成30年度砂防学会研究発表会概要集, No.83, 145-146.

キーワード 土砂災害, GIS, 深層学習

口 頭 発 表

9 月 8 日 (金)

プラスチック循環への流入が懸念される樹脂添加剤に関する考察

Concerns regarding the inflow of chemical substances used as resin additives into plastic recycling

国立環境研究所 ○小口正弘, 梶原夏子, 寺園淳

1. はじめに

循環経済政策や化学物質管理に関する EU 文書においては、廃棄過程における懸念化学物質の存在と再生材への混入による循環への残存・蓄積、懸念化学物質を含む廃棄物の越境移動の観点から、資源循環や廃棄物からの化学物質の排除が必要と指摘されている。一方、ストックホルム条約や EU の RoHS 指令などの規制化学物質を除けば、樹脂添加剤として使用されている化学物質のプラスチック循環への流入とその影響については一般論的な議論の域を出ない。そこで本研究では、プラスチック製品中の存在が懸念されている物質の報告事例をもとに、プラスチック循環を阻害しうるものとして循環過程への流入を特に懸念すべき物質を整理、考察した。

2. 方法

欧州化学品庁 (ECHA) はプラスチック業界と共同で、EU においてプラスチックに樹脂添加剤として使用されている化学物質約 400 種のリスト (以下、「ECHA リスト」と呼ぶ。) を作成し、公開している¹⁾。その物質リストでは、REACH 規則のもとで登録されている製造量又は輸入量が年間 100 トン以上の物質を対象とし、添加剤機能 (光安定剤、熱安定剤、その他の安定剤、酸化防止剤、核剤、顔料、静電防止剤、難燃剤、可塑剤、その他の添加剤) ごとに該当する物質と、一般的にそれらの物質が使用されているポリマーの種類および典型的な濃度範囲の情報が整理されている。本研究では、プラスチック製品中での存在が懸念される化学物質について言及している文献 (国際機関や欧州の政府系文書等)²⁻⁵⁾ を参照し、それら文献において挙げられている物質と ECHA リストで整理されている物質の重複を整理した。

3. 結果と考察

ECHA リストの約 400 種の化学物質と参照した文献で懸念されている化学物質の重複を整理すると、22 物質が重複した。重複した物質は国際的な規制物質や REACH 規則の SVHC に該当する物質が多く、具体的にはストックホルム条約の対象物質 (臭素系難燃剤の DeBDE、HBCD、塩素系難燃剤のデクロランプラス、塩素化パラフィン、紫外線吸収剤の UV-328)、欧州 RoHS 指令の対

象物質 (可塑剤 (フタル酸エステル類)、金属系熱安定剤・顔料 (四酸化硫酸鉛、クロム酸鉛等)) などであった。これらの物質は、プラスチック循環を阻害しうるものとして現時点で循環過程への流入が特に懸念される物質と考えられ、プラスチック製品や廃プラスチックの含有実態や循環の実態、再生過程における物質挙動の把握を行うことが重要である。

一方、REACH 規則の SVHC (235 物質、2023 年 6 月 14 日時点) について、REACH 規則関連の情報を元にしてプラスチック製品に使用されている可能性がある物質を抽出、整理すると、70 程度の SVHC が ECHA リストには含まれていない。それらの物質は製造量又は輸入量が年間 100 トン未満であるために ECHA リストに含まれていないと考えられるが、少量でもその流入がプラスチック循環の阻害要因となる可能性があり、プラスチック製品や廃プラスチック中の存在実態等の把握が必要である。なお、これらの物質はあくまで「使用されている可能性がある」として抽出された物質であり、実際には樹脂添加剤として使用されていない可能性もあるので、引き続き情報の精査を行う予定である。

謝辞

本研究は (独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF21S11904、JPMEERF20233001) により実施した。

参考文献

- 1) ECHA Mapping exercise, <https://echa.europa.eu/mapping-exercise-plastic-additives-initiative>
- 2) European Parliament (2018) Options to address the interface between chemical, product and waste legislation
- 3) SCP/RAC and SCRC (2020) Plastic's toxic additives and the circular economy
- 4) COWI and Danish Technological Institute (2013) Hazardous substances in plastic materials
- 5) Food Packaging Forum (2018) Prioritization approaches for hazardous chemicals associated with plastic packaging

キーワード プラスチック, リサイクル, 樹脂添加剤, 残留性有機汚染物質 (POPs), 高懸念物質 (SVHC)

ジオインフォマティクスを用いた谷津田の窒素収支評価

Evaluation of nitrogen balance in Yatsuda using geoinformatics

立正大学大学院地球環境科学研究科 ○佐藤響平, 後藤真太郎, 向高新

1. はじめに

埼玉県北部の比企丘陵地域は、ため池を灌漑用水源に用いて水稻栽培を行う谷津田が多くあり、その地理的特異性と農業形態から日本農業遺産に選定された。谷津田は浸食谷の谷幅に沿った形状を持ち、同一の水田においても環境条件のばらつきがあるため、従来の単位面積での収量調査では実際の収量と乖離が生じ、適正な施肥量が把握できていない現状がある。加えて、水田の土地環境からどの程度窒素が供給されているか把握されていないため、必要以上に施肥されている場合がある。

本研究は、施肥の過剰量や水田の窒素ポテンシャルの把握のために、水稻栽培期間中の谷津田における窒素収支をジオインフォマティクス(UAV 測量・GIS 解析)を用いて明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

埼玉県熊谷市小江川地区にある谷津田(栽培品種 キヌヒカリ)を対象とし、植物の栄養素の三要素かつ、自然界からも比較的供給が多く見込まれる窒素に着目して収支モデルを構築した。収支モデルは水田への窒素供給量と水田に固定された窒素固定量の二つの構成とし、それぞれの要素は、窒素供給量が土壌・ため池・施肥(化学肥料)、窒素固定量が土壌・水稻とした。

水稻の窒素量は、稲わらと玄米の重量へ窒素濃度を乗じて算出した。稲わらと玄米の重量は、株ごとに推定した体積と対応するサンプル株の実測重量から回帰式を求め算出した。水稻株の体積は DSM と NDVI を用いて推定した。DSM と NDVI は、UAV とマルチスペクトルセンサを用いて、石塚ら[1]に準拠した UAV 測量を行い、画像処理により求めた。NDVI は次式によって計算した。 $Red: Sequoia$ の可視域赤の分光反射率, $NIR: Sequoia$ の近赤外域の分光反射率とする。 $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$ 土壌の窒素量は土壌サンプル中の窒素濃度と水田土壌の容積を乗じて算出した。水田土壌の容積は、GIS を用いて水田の面積に水稻が根を張った深さを乗じて算出した。ため池からの窒素量は栽培期間中の流入水量にため池の窒素濃度を乗じて算出した。施肥の窒素量は、肥料配合率から案分して算出した。

3. 結果

埼玉県熊谷市小江川地区にある谷津田を対象に、ジオインフォマティクスを用いて窒素収支を明らかにした。窒素収支の結果を図 1 に示す。流入窒素量と固定窒素量の差は 5.39kg であった。このことから 5.39kg の窒素が流出したことが示唆された。また、化成肥料を除いた窒素供給量は、水稻の窒素固定量の 97% を満たしており、窒素の必要量に着目すれば、無施肥でも施肥を行った場合と同量の収量を確保できることが示唆された。

水稻株への窒素固定量と玄米収量には正の相関があることが分かり、窒素固定量の増加が収量の増加に寄与することが分かった。

ため池の水質分析より、ため池の窒素は降雨と地表面から流入した有機物から供給されていることが示唆され、窒素濃度は低く、栽培期間中のため池から水田への供給窒素量は少量であることが分かった。

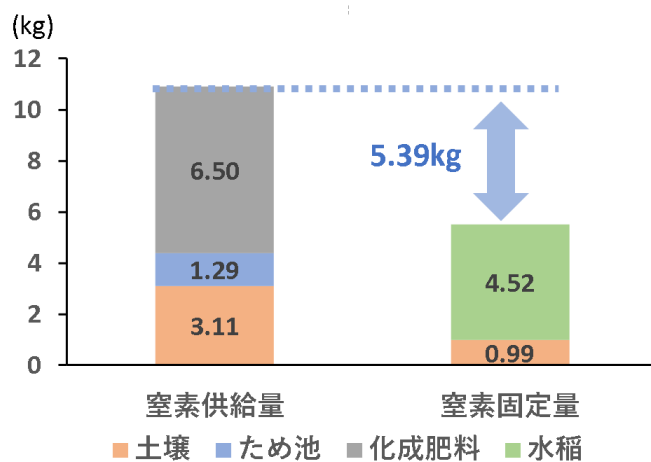


図 1 窒素収支

参考文献

1) 石塚直樹・岩崎亘典・坂本利弘, 技術マニュアル「ドローンを用いたほ場計測マニュアル(不陸(凹凸)), (研) 農業・食品産業技術総合研究機構農業環境変動研究センター, 22-39, 2018

キーワード UAV, 窒素収支, ジオインフォマティクス

Assessment of PM_{2.5} reduction in Kanto region via cutting off various kinds of ammonia sources

産業技術総合研究所(AIST) ○李 友仁, 林 彬勸, 井上 和也

1. Introduction

NH₃, NO_x and SO_x are the precursors of secondary inorganic PM_{2.5}, which had been widely regarded as a threat to public health (Lu et al., 2018). A huge effort into reducing atmospheric NO_x and SO_x had been put into for the past decades, while less effort into cutting off NH₃ had been paid. In addition, atmospheric NH₃ in Japan tends to increase due to the recent movement in using NH₃ as CO₂-free hydrogen energy, provisioned by Japanese government (Valera-Medina et al., 2018).

This presentation will assess the outcome of effectiveness, as well as seeking the most effective strategies of PM_{2.5} reduction via reducing NH₃ emission from different sources, with focus on Kanto region having the densest population, as well as prefectures where heavy agricultural and industrial activities take place.

2. Methods

This study used ADMER-PRO, an atmospheric modeling software developed by AIST, coupled with Regional Atmospheric Modeling System (RAMS) version 4.4, to visualize the PM_{2.5} distribution. To illustrate how NH₃ concentration affects atmospheric PM_{2.5}, this study assesses the distribution and variation of PM_{2.5} after reducing NH₃ emission of various sources, including agriculture, human activities, etc., with different seasons and weather patterns as variables.

3. Results & Discussion

As an example, Figure 1 shows the PM_{2.5} reduction after cutting off 99% NH₃ from agricultural sources, during June 15~18, 2016. If

consider the amount of NH₃ emission reduced only, agricultural reduction turned out to be the best, given that agricultural source is the largest NH₃ source in Japan. But for PM_{2.5} reduction efficacy normalized to kg NH₃ emitted per km², results have shown that cutting off other emissions might have a better performance. This is likely due to the dense population in the Tokyo Metropolis, and industries surrounding the Tokyo Bay. To properly assess the relation between NH₃ and PM_{2.5} reduction turns out to be the next issue of concern.

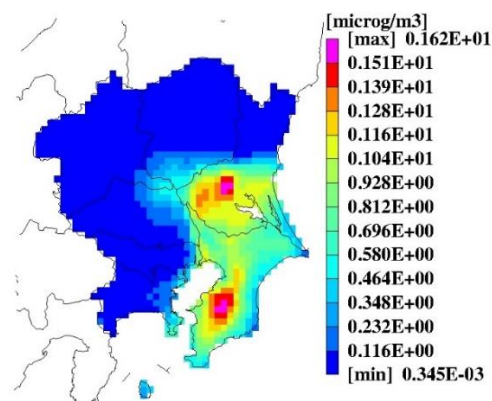


Figure 1. PM_{2.5} reduction after cutting off 99% agricultural NH₃ emission in June 15~18, 2016.

References

1. Lu M, Lin BL, Inoue K, Lei Z, Zhang Z, Tsunemi K. 2018. PM_{2.5}-related health impacts of utilizing ammonia-hydrogen energy in Kanto Region, Japan. *Front. Environ. Sci. Eng.* 12(2):13.
2. Valera-Medina A, Xiao H, Owen-Jones M, David WIF, Bowen PJ. 2018. Ammonia for power. *Prog. Energy Combust. Sci.* 69:63-102.

Keywords: Atmospheric modeling; NH₃ emission; PM_{2.5} reduction; Risk assessment

窒素化合物の環境リスク/リスクトレードオフ評価：大気沈着量と森林生態系の生物多様性損失

Risk/risk trade-off assessment of reactive nitrogen compounds (Nrs): Nrs deposition vs biodiversity loss

産総研 ○林 彬勲, 戸張直子, 井上和也 東京農工大 公文陽子, 寺田昭彦

1. はじめに

生態系の生物多様性損失の三大要因の一つは窒素循環改変がもたらした大気中窒素化合物 (NO_x や NH₃) の増加に伴う窒素沈着量の増加である。イギリスの草原における 150 年以上に亘った窒素沈着実験では、土壌の pH が 5.8 から 3.5 と著しく酸性化し、50 以上の植物種が消えた。このように海外から数多くの窒素沈着と生物多様性損失との相関研究が報告されたが、日本ではこうした研究報告が皆無に等しい。一方、日本ではこれまでに全国規模の長期的な窒素沈着量調査 (酸性雨対応) や森林毎木調査 (生物多様性対応) が実施され、そのモニタリングデータが公表されている。

本研究は、日本における窒素沈着量と生物多様性損失との相関関係を調べる初めての試みとして、公表された長期的なモニタリングデータを用いて、時空間的な窒素沈着量と森林の植物種数の変化との関連を解析した (Lin ら 2021)。本発表では、窒素沈着量による森林の生物多様性損失を中心に紹介するが、関連するリスク/リスクトレードオフ評価事例の概要も紹介する。

2. 解析データ (全国規模長期モニタリングデータ)

全国 8 ヶ所の長期的な窒素沈着量データと森林樹種調査データを収集・整理した。

2.1. 窒素沈着量データ

大気窒素沈着量は湿性沈着と乾性沈着の合計量として算出した。湿性沈着量データについて、日本環境衛生センター (1988-2002 年) とアジア大気汚染研究センターや環境省の報告書 (2003-2011 年) からの実測値データを入手した。乾性沈着量データについては、環境省から全国 12 箇所における 1999-2002 年の実測値データを入手した他、欠損年の乾性沈着量データは気象データや湿性乾性の実測値から求められた相関関係による推定値を用いた。

2.2. 森林の樹種に関するモニタリングデータ

東京大学演習林の樹種調査データおよび 2004 年に開始した環境省の全国森林モニタリング 1000 プロジェクトの毎木調査データを用いた。

3. 結果及び考察

得られた主な結果 (図 1) は、1) 利尻、佐渡島、東

京、愛知、隠岐、小笠原における窒素沈着量が 1980 年代後半から 2011 年にかけて増え続けた ; 2) 全国 20 ヶ所の森林毎木調査から最も高い森林枯死率を有する芦生・秩父・赤津は、長年、最も高い窒素沈着量が観察された愛知・東京・隠岐に隣接していることが確認できた ; 3) 1990 から 2010 年の間、愛知演習林では 273 樹種のうち 22 の樹種 (8.05%) が消えたことに対して、窒素沈着量は 1988 年の 11.8 から 2008 年の 16.8 kgN/ha/yr に増えた ; 4) 日本の森林における窒素限界負荷量が 10 kgN/ha/yr であることが示唆された。

本研究は日本における窒素沈着と生物多様性損失との相関関係を解析した最初の研究事例であり、全国規模で長年実施してきた時空間的な調査データを活用した点も意義がある。さらに、日本の森林における窒素沈着の限界負荷を 10 kgN/ha/yr との提案は、森林生態系の生物多様性保全政策の策定への参考になる。

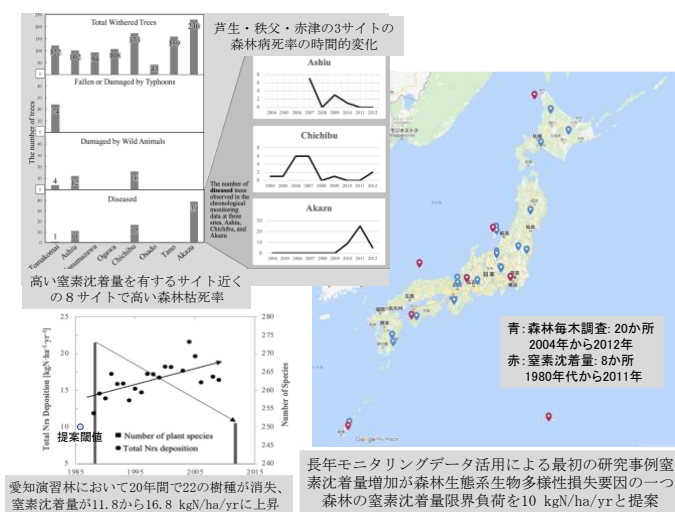


図 1 窒素沈着量増加による森林生態系生物多様性損失

参考文献

- 1) Bin-Le Lin (2021) Increased Nitrogen Deposition Contributes to Plant Biodiversity Loss in Japan: Insights from Long-Term Historical Monitoring Data, Environmental Pollution, 290, 2021/8.

キーワード 窒素循環, 窒素降下量, 生物多様性損失

チルド食品配送サービスの燃料消費構造の解明とライフサイクル CO₂ 分析

The analysis of fuel consumption structure and life cycle CO₂ of chilled food delivery services

名古屋大学 ○山田 祐磨・加藤 博和

1. はじめに

日本の人間活動起源全体の CO₂ 排出量のうち、約 1 割が貨物自動車走行起源分である。今後の物流需要の拡大も考慮すれば、これまで以上に物流部門における効果的な脱炭素施策の実施が求められる。

物流配送サービスの CO₂ 排出削減策に関する研究はこれまでも行われているが、本研究が対象とするチルド食品配送サービス (5~10[°C]) の低温度帯で管理される食品) について、Life-Cycle(LC)での CO₂ 排出量を評価した研究はほとんど見られない。その際には、通常の貨物配送と異なり、車両走行時及び貨物保管時の食品冷却のための冷蔵庫稼働分も含まれる点に注意が必要である。これらを考慮してチルド配送サービスの燃料消費構造を解明し、それに基づいて LC-CO₂ 評価を行ってはじめで、チルド物流の脱炭素施策の検討が可能となる。

以上を踏まえ本研究は、チルド食品配送サービスを対象に、冷却起源及び車両走行起源燃料消費量データを取得するための走行実験(配送用 4t トラック車両を使用)、輸送トンキロあたりの LC-CO₂ 推計を通して、CO₂ 削減のための取組を Life-Cycle で検討可能とすることを目的とする。

2. 調査と分析

2.1. チルドトラック車両の走行時燃料消費構造の解明

まず、トラック車両を(a)エンジン ON・冷却機能 ON(設定温度 4 °C)、及び(b)エンジン ON・冷却 OFF の状態で待機させ、それぞれの燃料消費量を取得・比較した。その結果を表 1 に示す。食品冷却起源の燃料消費量((a)-(b))は約 0.2[L/h]であることがわかった。

次に、様々な運転方法・積載率でチルドトラック車両の走行実験を行い、各条件での走行時燃料消費量データを取得した。この実験において、各条件での 1 時間あたり燃料消費量は 3.0~5.5[L/h]となった。

以上の結果より、チルド配送における食品冷却起源燃料消費量は、走行時燃料消費量全体の 5~10[%]を占めることがわかった。

2.2. チルド配送サービスの LC-CO₂ 排出量評価

本研究では、物流配送サービスシステムの Life-Cycle

表 1 チルドトラック走行時における食品冷却起源燃料消費量の取得実験結果

条件	燃料消費量
(a):エンジン ON・冷却 ON	1.54 [L/h]
(b):エンジン ON・冷却 OFF	1.34 [L/h]
(a)-(b):冷却起源の燃料消費量	0.20 [L/h]

を 1)車両の製造段階、2)車両の走行段階、3)荷物保管のための物流拠点の建設段階、4)物流拠点の運用段階に分け、各段階の LC-CO₂ を推計した。その推計結果を図 1 に示す。

ここで、輸送量[t・km]については、各店舗における詳細な積載率変化の把握が難しいため、各配送コースにおいて、各店舗距離と荷下ろし量を一定として推計値を用いている。

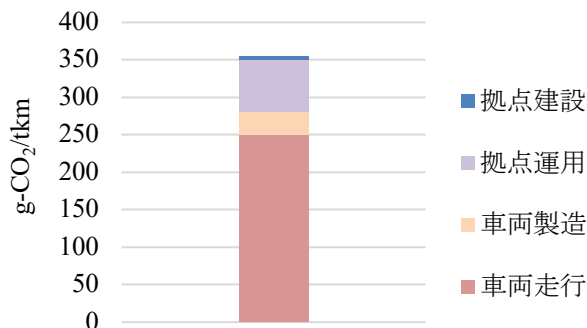


図 1 チルド食品配送サービスの LC-CO₂ 推計結果

3. まとめ

本研究では、走行実験により、チルド食品配送サービス特有の走行時燃料消費構造を解明し、得られたデータを用いて LC-CO₂ 分析を行った。今後は、追加の走行実験により走行原単位や LC-CO₂ 分析結果を精査し、エコ運転や荷待/荷役時間の短縮といった CO₂ 削減施策の効果を Life-Cycle の観点から分析していく。

キーワード チルド食品物流, Cold Chain, Well to Wheel, Life Cycle CO₂ emission

IoT を用いた低コスト農業支援製品の開発 Cost effective IoT device for Agriculture

東京農業大学○松村寛一郎、Nizhny Novgorod University, Nizhny Novgorod University

1. 技能実習生制度の見直し

2023年4月の有識者会合では、技能実習生制度の廃止が議論された。技能実習生制度の最大のしぼりは、転職ができず、転職をすると即帰国という制度そのものにあるために失踪が起きている。今回の制度廃止で、自由に転職できることになるので、技能実習生がより待遇の良い場所に大量に転職し、条件の悪い地域へは人が来なくなることは確実である(1)。東京農業大学の学生は、貴重な労働力となっている。本報告では、高付加価値化を実現する機材と労働力を補完する低コストIoTデバイスを提案する。

2. 甘い(付加価値) トマト栽培実現機材

北見市上常呂のトマト農家へのヒアリングによれば、甘いトマトのような贅沢なものが必要とされるのは首都圏に住まわれている裕福な方しか購入しないとのことである。低コストで甘いトマトを栽培することができれば、トマト農家の競争力向上につながると考えた。冬季はマイナス30度、夏季はプラス40度を超える北海道・本別町にあるトマト苗栽培農家である各務農園からトマト苗を入手して、糖度の高いトマトを栽培するノウハウを3年ほどかけて蓄積してきた。乾燥させると糖度が上昇することを確認している。土壌中の水分量を計測することで、設定した水分量に応じた水を供給する仕組みを構築した。市販品では、土壌中の水分量を計測する装置、ある時間感覚によって水を供給する仕組みは提供されているが、その両者を組み合わせた製品は市販品としては提供されていない。本システムにより高付加価値なトマト栽培が実現できる可能性が見えてきた。

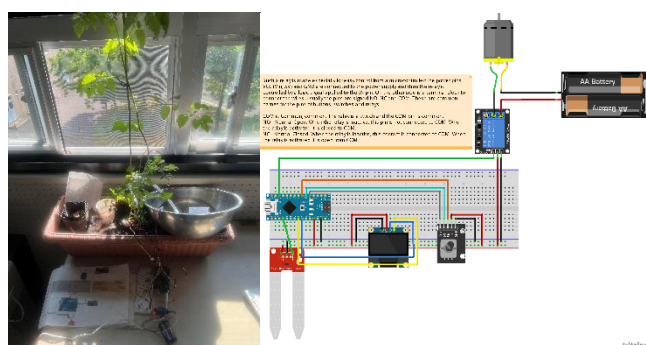


図1.自動水やり装置(左上)と回路図(右上)

3. 低コスト移動台車の製作

70歳前後といわれている農業従事者の引退時期を自律走行型の移動台車を安価に提供することで、数年間遅らせることを実現する。人々が都市部に集まる流れを変えることが不可能であれば、都市部に住みながら日本全国のあるとあらゆる地域における農業を遠隔で働くという仕組みの構築が解決策として期待される。ローカル5Gのネットワーク化と連携させる形で、低コスト移動台車の製作を目指す。

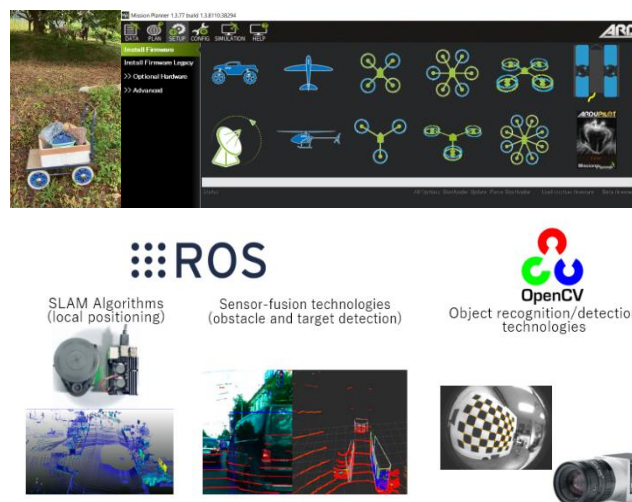


図3. 能登半島農家の台車(左上)、自動操縦実現のMission Planner Soft(右上)、自動運転実現デバイス(下)

中国企業が開発した地上走行ドローン(2)が知られているが、300万円前後の価格であり導入は容易ではなく、修理部品の調達という面においての不安がある。中国本土で導入されている最新のシステムである位置情報でマークした地点に対して農業散布機能が、日本に輸入された段階でついていない。回転のときに地面を傷める。ひっくり返ると起こせない。移動が大変といった問題点が見えてきたので、自主開発を目指した次第である。

参考文献

- 1) お隣は外国人、北海道新聞社、2022
- 2) XR150 移動台車、https://www.xa.com/jp/xauv_r150

キーワード IoT デバイス、低コスト、高付加価値化

オフィスビルを対象とした PV・EV・BT の効果的な導入に関する検討 Study on effective introduction of PV, EV, and BT in office building

北九州市立大学 ○カオリ ルトフィア, 松本 亨, 藤山淳史

1. はじめに

2015年パリ協定を契機として、各国で脱炭素社会の実現に向けて、国や自治体のみならず企業による再生可能エネルギー導入も加速している。企業にとって太陽光パネル(PV)をはじめとした再生可能エネルギーの導入は温室効果ガス排出量の削減だけでなく、企業イメージの向上につながる点でも期待されている。一方、天候によって発電量が変動することなどから導入に踏み出せない企業も少なくない。そこで本研究ではオフィスビル(以下、対象施設)を対象に、PV、電気自動車(EV)、定置用蓄電池(BT)の導入による電力需給調整の可能性およびCO₂削減効果、費用削減効果について評価を行った。さらに、EVの導入台数や運用スケジュール、PVの設置面積、BTの導入容量等を変化させた場合の効果について検証を行った。

2. 研究方法

2.1. ケース設定

導入効果を評価するために、次の5つのケースを導入することを想定した。「PV, EV, BTなし(現況)」、「PV」、「PV, BT」、「PV, EV」、「V2B」ケースを導入する。EVの導入がないケースについてはガソリン車(GV)を導入することとする。「PV, EV」はPVとEVを設置するがV2Bを行わないケース、「V2B」はPVとEVを設置しV2Bを行うケースである。

2.2. 推計手法

PVの発電量は、NEDO標準気象データベースMETPV-20¹⁾の八幡にて観測された斜面日射量データとJISC8907²⁾をもとに、傾斜角5度、方位角0度(真南方向)における発電量を推計した。BTの実行容量を80%、充放電効率を94%とした。EVは日産のリーフ³⁾を想定し、搭載の蓄電池容量を1台あたり40kW、実行容量80%とした。なお、営業日の指定時間にEVは稼働し、それ以外の時間は対象施設の駐車場に停車、またはV2Bを実施すると設定した。

初期の設定では、PVの容量を30kW、BTの容量を36kW、EVは3台を導入することを想定した。またEVが稼働する指定時間を営業日の10:00~15:00とした。

3. 結果

今回の設定において、年間系統電力需要量の推計結果では電力需給調整機能がある「PV, BT」が最も効果がある結果となった。しかし、図1に示すように年間CO₂排出量の推計結果では、現況の設定がGV使用としたためCO₂排出量の削減としては「V2B」が最も効果がある結果となり、その効果は「PV, EV, BTなし」と比較して23%の削減であった。

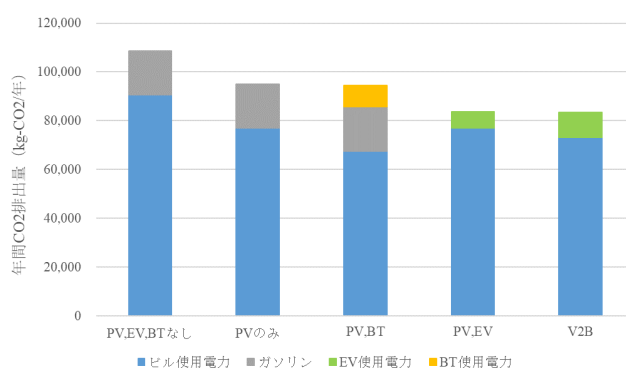


図1 年間CO₂排出量の推計結果

4. まとめと今後の課題

本研究では、北九州市内に立地するオフィスビルを対象に、PV, EV, BTの導入ケース5つを比較し、電力需給調整の可能性およびCO₂削減効果、費用削減効果について評価した。その結果、今回の設定では電力需給調整機能として「PV, BT」が最も効果があるが、現況の設定がGV使用としたためCO₂排出量の削減としては「V2B」が最も効果があった。初期費用を含めた年間費用の削減では、「V2B」の効果は出現しない結果となった。発表では、諸条件を変化させた場合の感度分析の結果について報告する。

参考文献

- 1) NEDO, 年間特別日射量データベース(MRTPV-20)
- 2) JIS C8907:2005, 太陽光発電システムの発電電力量推定方法
- 3) 日産, 蓄電池利用, リーフ主要装備一覧 <https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/leaf/v2h.html>

キーワード 太陽光発電, V2B, 定置型蓄電池

時間変動を考慮した地域電力事業の需給解析システムの開発

Supply-Demand Analysis System for Regional Power Projects Considering Time Variation

東京大学大学院 ○加藤仁志, 藤田壮, 林徹, 中谷隼

1. はじめに

地域脱炭素を目的として、地域内の再生可能エネルギーを地域内で活用する取り組みが全国各地で推進されている。その中心となる太陽光発電は、普遍的な電源である一方出力変動が大きい特徴があるため、これを中心とした地域電力事業の計画にあたってはその変動を踏まえた需給解析を行い、蓄電池などの適切な需給調整オプションを導入する必要がある。そこで本研究では、時間単位での需給解析を通して、太陽光発電と蓄電池の適切な導入量を求める枠組みを構築し、郊外住宅都市である埼玉県越谷市における計算例を示した。

2. 手法

本研究では、REPOSの算定手法¹⁾を参考として、GISを用いて地区単位の太陽光発電ポテンシャルを算出し、実際の気象データを用いて時間単位の供給曲線を作成した。また、家庭部門と業務その他部門を対象に、地区毎の世帯数や床面積から時間単位の需要曲線を作成した。続いて、需要と供給を重ねて過不足を分析した。発電量が需要を超過した場合、蓄電池への充電を行い、蓄電池の容量が不足する場合は出力抑制されるとした。反対に発電量が需要に満たない場合は、蓄電池に充電された電力を使用し、さらに不足する場合は系統電力を購入するものとした。

地域電力事業の計画にあたり、ある供給コストにおいて地域内で消費される電力に占める地域内で発電された電力の割合（以下、「地域内充足率」と表す）を、最大化する導入量を、繰り返し計算により探索的に求めた。本研究では、蓄電池価格を9,800円/kWh・年、系統電力価格を20.10円/kWhとした。

3. 結果

供給コストを系統電力と同じ20.10円/kWhとしたときの需給解析結果を図1に示す。この時の太陽光発電導入量はポテンシャルの65.6%にあたる583MW、必要な蓄電池容量は306MWhであり、地域電力供給量は623GWh/年、地域内充足率は44.5%となった。図2に、同一供給コストにおける太陽光発電、蓄電池の容量と地域内充足率の関係を示した。蓄電池が十分に導入されな

れば、太陽光発電を大量に導入しても利用できないため、地域内充足率はある太陽光発電導入率、蓄電池容量の点で最大値（44.5%）を取ることが示された。

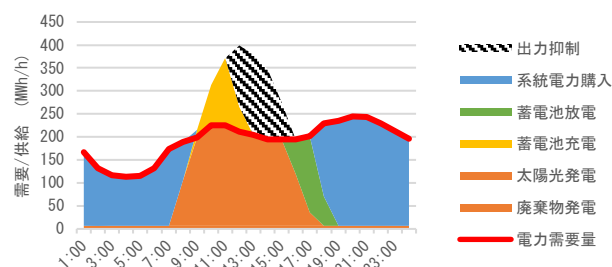


図1 需給解析結果（供給コスト20.10円/kWhの場合）
（1月・晴天日の例）

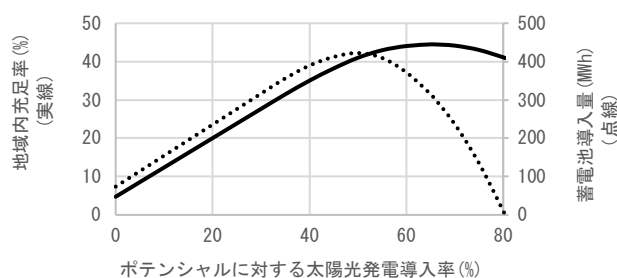


図2 太陽光発電の導入率に対する蓄電池容量と地域内充足率の関係（供給コスト20.10円/kWhの場合）

4. 結論

本研究で構築した手法により、ある供給コスト条件下で地域内充足率を最大化できる太陽光発電、蓄電池の容量を求めることが可能となった。計算例では、現在の系統電力価格と同等の供給コストでは、需要の44.5%を地域内で自給可能であることが示された。

参考文献

1) 株式会社エックス都市研究所ら（2022）, 令和3年度再エネ導入ポテンシャルに係る情報活用及び提供方針検討等調査委託業務報告書

キーワード 再生可能エネルギー, 地域電力事業, 需給解析, 太陽光発電, 蓄電池

節電プログラムが節電行動に与える影響研究

Empirical study on energy conservation behavior: the role of power saving program

早稲田大学経済学研究科 ○楊心悅, 早稲田大学政治経済学術院 有村俊秀,
東京電力ホールディングス株式会社経営技術戦略研究所 木方真理子, 川原慶喜

1. 研究背景

カーボンニュートラル目標に向けて、家庭部門のエネルギー消費が注目される。節電プログラム（電気利用効率化促進対策事業）は節電や電気の効率的な利用に取り組んでもらおうと国が支援をおこなうものである。一般家庭に向けた節電プログラムは節電ポイント付与などの特典の形で実施する機会が多い。インセンティブ型のディマンド・レスポンス（Demand Response：DR）として、家庭の節電行動にインセンティブを与えることが期待される。本研究は節電プログラムが家庭の節電行動に与える影響を分析することを目的とする。

2. データ概要

本研究は2023年に東京電力が実施したライフスタイル調査の個人レベルデータをもとに分析を行う。節電行動の変数は「①非常にあてはまる、②まあまああてはまる、③どちらともいえない、④あまりあてはまらない、⑤全くあてはまらない」という五段階評価形式である。また、①「冷暖房は最低限の利用にとどめている」、②「冷蔵庫は中身を整理し開ける頻度は少なく時間も短くしている」、③「テレビは観たいときだけつけている」、④「誰もいない部屋の照明はこまめに消している」という4つの節電行動の調査結果を用いる。主な説明変数は節電プログラムに参加したダミー変数とする。

3. 分析結果

3.1. 節電行動遂行の傾向

図1「冷暖房は最低限の利用にとどめている」と「誰もいない部屋の照明はこまめに消している」の遂行分布を示している。

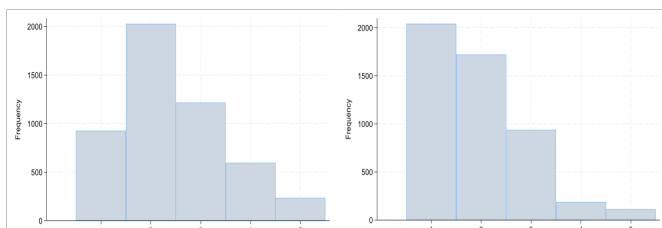


図1 「冷暖房は最低限の利用にとどめている」(左)と

「誰もいない部屋の照明はこまめに消している」(右)の遂行分布

各節電行動の遂行傾向が異なることを明らかにした。それは、各行動の遂行しやすさや意識などの差に影響されている可能性がある。

3.2. 節電プログラムの推定結果

表1はプロビットモデルで推定した各変数の限界効果を表している。各節電行動の推定結果を見ると、節電プログラムに参加することで、対象は節電行動をより積極的に取り組んでいる。

表1 主な変数の限界効果（プロビットモデル）

variables	冷暖房	冷蔵庫	テレビ	照明
節電プログラム	0.0376*** (0.0086)	0.0338*** (0.0064)	0.0193*** (0.0105)	0.0369** (0.0129)
年齢	0.0001 (0.0003)	-0.0001 (0.0002)	-0.0002 (0.0004)	0.0034*** (0.0005)
女性ダミー	0.0484*** (0.0081)	0.0545*** (0.0060)	0.0372*** (0.0101)	0.1478*** (0.0122)
既婚ダミー	-0.0039 (0.0108)	0.0054 (0.0078)	-0.0239* (0.0135)	-0.0231 (0.0166)
obs.	4906	4906	4906	4906

* p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01

4. まとめ

本研究は節電プログラムが各節電行動を促進する効果があることを明らかにした。今後は異なる評価形式の集計結果を用いてより詳細に検討を行う。

参考文献

1) 資源エネルギー庁 (2022) 「節電プログラム」で、特典をゲットしながら無理なくおトクにディマンド・レスポンス！」

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteiky/setsuden_program.html, 2023年7月12日閲覧

キーワード 節電プログラム, 節電行動

ペリレンと金ナノ粒子を担持した酸化チタン粉末を充填したカラムによる 六価クロムの連続光還元

Continuous photoreduction of Cr(VI) by a column packed with titanium dioxide powder loaded perylene and gold nanoparticles

信州大学 ○大嶋真広, 森脇洋

1. 序論

六価クロム (Cr(VI)) を工業廃水から除去する技術として、クリーンエネルギー利用の観点から光触媒が注目されている。酸化チタン (TiO₂) は安定性、低毒性、低コストなどの利点を持ち、光触媒として幅広く利用されている材料の一つである。しかし、光励起した電荷の再結合による活性の低下が課題となる。そのため、電荷再結合を抑制し活性を高める手法が多く研究されている。中でも TiO₂ と他の光触媒を組み合わせることによる Z スキームの構築と、TiO₂ への金ナノ粒子の担持が光触媒活性を上げる手法として盛んに研究されている。

ここでは、TiO₂ 上にペリレンと金ナノ粒子を担持させた新たな有機-無機複合光触媒 (Au/Pe/TiO₂) の作製と、Z スキームと金ナノ粒子の相乗効果による Cr(VI) 光還元活性の向上、Au/Pe/TiO₂ を充填したカラムによる Cr(VI) の連続光還元について発表する。

2. 方法

1 g の TiO₂ を 40 mg のペリレンを溶解させたトルエンに分散させ、トルエンをエバポレーターで取り除くことで Pe/TiO₂ を得た。200 mg の Pe/TiO₂ を 0.50 mM の塩化金酸水溶液に分散させ、NaBH₄ を滴下することで Au/Pe/TiO₂ を得た。

ペリレンと金ナノ粒子の担持による活性の向上はバッチ試験で確認した。20 mg の触媒を 20 mL の Cr(VI) 水溶液 (0.10 mM, pH 2.0) に分散させ、攪拌しながら 500 W キセノンランプを照射して光還元を行った。

Au/Pe/TiO₂ は粉末の詰まりや流出を防ぐためアルギン酸カルシウムゲルに固定して充填剤とした。充填剤をガラスカラム (30 cm×1 cm i.d.) に脱脂綿やガラスビーズとともに充填した (図 1)。Cr(VI) 水溶液 (0.10 mM, pH 2.0) をポンプで送り込みながら、カラムに 500 W キセノンランプを照射して反応を行った。

3. 結果と考察

触媒を分散させた六価クロム水溶液中でのバッチ試験によって金ナノ粒子とペリレンの担持による光触媒活

性の向上が確認された。Au/Pe/TiO₂ は TiO₂ よりも高い活性を示し、その反応速度定数は 2.5 倍向上していた。これは、TiO₂ とペリレンの間の Z スキームと金ナノ粒子の相乗効果によって電荷再結合が抑制されたためである。

カラムによる連続光還元では、まず異なる流速 (0.40, 1.2, 2.0 mL/min) でカラムに Cr(VI) 水溶液を送り込み、流速の影響を調べた。その結果、流速が遅いほど還元率は上昇し、0.40 mL/min の時は 60 分にわたって 89% 以上の還元率を維持していた。これは、流速が遅いほど触媒との接触時間が長くなるためである。次に 0.40 mL/min の条件でカラムに長時間 Cr(VI) 水溶液を流すことでカラムの安定性を調査した。その結果、カラムは 24 時間にわたって 92.5% 以上の還元率を維持し続けた。また、長時間使用による触媒の流出や詰まりは観察されず、カラムの安定性が確認できた。カラムによる Cr(VI) 連続光還元を太陽光照射下や河川水、海水サンプルを利用した条件でも調査した。いずれの条件でも Cr(VI) の還元に成功し、還元率は太陽光照射下では 89.6%、河川水、海水条件下ではそれぞれ 87.1, 62.4% であった。

本研究によって、Au/Pe/TiO₂ を利用したカラムの作製と、カラムを用いて様々な環境下で Cr(VI) の連続光還元が可能であることが示された。本研究の成果は Cr(VI) を含む排水処理技術の発展に貢献するものである。



図 1 作製したカラムの写真

参考文献

- 1) Mahiro Oshima, Hiroshi Moriwaki (2023) Photoreduction of Cr(VI) by TiO₂ adsorbed gold nanoparticles and perylene as a novel organic-inorganic hybrid photocatalyst. Environ. Sci. Pollut. Res. 30, 69122–69134

キーワード 六価クロム、酸化チタン、ペリレン、金ナノ粒子、連続光還元

ヒドロキシアパタイトを用いた土壌中でのヒ素不溶化 Insolubilization of Arsenic in Soil by Using Hydroxyapatite

鹿児島大院理工 ○中島常憲, 古賀朝陽, 中島瞭太, 高梨啓和

1. 緒言

コメ中には他の農作物と比較して高い濃度のヒ素が含まれている¹⁾。既往の研究により水田土壌中では、土壌に含まれている鉄鉱物とヒ素とが結びついていると報告があるが²⁾、灌水時に微生物などの影響により土壌が還元雰囲気となり、鉄鉱物の崩壊に伴いヒ素が溶出し稲穂に移行することが問題となっている。これまでにその対策として、安定な水和鉱物の一種であるヒドロキシアパタイト(以下 HAP と表記する)を用いて水田土壌中のヒ素を不溶化することを試みている。この方法では、HAP 中のリン酸イオンとヒ素イオンがイオン交換して固定化されていると考えられるが³⁾、リン、カルシウム、ヒ素の存在比が異なる場合に同じ機構で不溶化されるのかなど詳細は明らかではない。本研究では P、Ca の存在比から効果的に水田土壌中のヒ素を不溶化できる条件を明らかにした。また、模擬土壌を作成し、水田における落水時、灌水時を模擬した条件にて HAP によるヒ素の不溶化が可能かどうか検討を行った。

2. 実験操作

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ と Na_2HPO_4 を反応させ HAP を合成する際の水相に、As(V)イオンおよび As(III)イオンを共存させ、HAP 生成時にそれぞれのイオンを取り込ませる実験(以下共沈実験)を行った。HAP 単位構造中の P/Ca モル比は 0.6 であり、HAP 構造中のリン酸イオンと As(V)イオンが交換して構造内に取り込まれるという機構を確かめるため、P/Ca = 0.6, 0.3, 0 になるよう P の添加量を調整し共沈実験を行った。続いて、ヒ素を添加した模擬土壌を作成し、水田の落水時(酸化雰囲気)と灌水時(還元雰囲気)を模擬したヒ素の溶出試験を行った。また、作成した模擬土壌に P、Ca を添加し、同様にヒ素の溶出試験を行った。

3. 結果および考察

3.1 共沈実験 共沈実験を行い、ヒ素の不溶化に対して P、Ca の存在比の影響を検討した。As(V)イオンおよび As(III)イオンともに、P/Ca = 0.3 の条件で HAP の生成を確認し As 不溶化率が高かった。また、実際の水田土壌に近い pH6~7 でのヒ素不溶化を検討したところ、P/Ca =

0.3 の条件で As(V)イオンの溶化率は約 90%であったのに対して、As(III)イオンの不溶化率は約 30%であった。これらの結果から、主に As(V)が存在する落水時にて、P、Ca の存在比を P/Ca = 0.3 付近に調整した土壌でヒ素不溶化を実施することが効果的であることが分かった。

3.2 模擬土壌中の As 溶出試験 模擬土壌を用いて模擬落水条件および模擬灌水条件でのヒ素不溶化を検討した。図 1(a)に示すように、模擬落水条件では、ヒ素溶出濃度は 0.13~4.97 $\mu\text{g/L}$ の範囲であったが、模擬灌水条件では 73~272 $\mu\text{g/L}$ の範囲であり、ヒ素の土壌環境基準値である 10 $\mu\text{g/L}$ を大きく上回っていた。そこで、模擬落水条件において模擬土壌中に P/Ca = 0.3 の条件になるよう P、Ca を添加しヒ素の不溶化を検討した。1 g の模擬土壌に対する HAP 生成見込み量は 0.1~1.3 mmol の範囲とした。図 1(b)より、ヒ素溶出濃度を確認したところ、すべての条件においてヒ素溶出濃度を約 1.0 $\mu\text{g/L}$ 以下に抑えることができた。

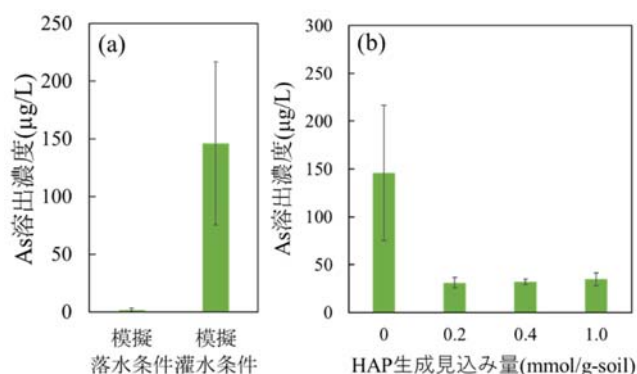


図 1 (a)模擬落水条件および模擬灌水条件下での模擬土壌中ヒ素溶出および (b)模擬灌水条件での HAP によるヒ素溶出抑制

参考文献

- 1) 農研機構, コメのヒ素低減のための栽培管理技術 導入マニュアル, 第 2 版 (2021)
- 2) 広城吉成ら, 地下水学会誌, 第 50 巻, 25 (2008)

キーワード 水田土壌, ヒドロキシアパタイト, ヒ素, 不溶化

製鋼スラグからのカルシウム抽出と回収再利用技術の開発

Calcium Extraction from Steelmaking Slag and its Recovery

龍大・理工 ○奥田哲士, 東森慣太, 岩月保乃歌, 開化大貴, 近岡佐紀太, 小林紅音, 峯竜也, 広大・環セ 西嶋渉

1. 緒言

鉄鋼スラグは製鉄工程で排出される石灰(CaO)とシリカ(SiO₂)が主成分の副産物であり、2021年度については国内で約1195万トン発生している。スラグは土木分野で大部分が再利用されるが、発生が多量で工程によっては石灰を含有するため、利用用途の開拓が重要である。よって抽出や炭酸化などが検討されているが、スラグから石灰中のカルシウム(Ca)を分離回収することも一つの方法であると考えた。そこで我々は、Caの抽出効率が高い水溶液を見つけ、さらに抽出液からCaを回収しスラグをすべて有効利用する技術を開発している。本研究では、種々のCa抽出酸溶媒を検討するとともに、抽出液からの抽出Caの回収の可能性を検討したので報告する。具体的には、Ca抽出溶媒として数種の酸やアルカリを検討、その中で抽出効率が高かった乳酸水溶液について、Ca回収が可能な添加物や条件報告する。

2. 実験方法

製鋼スラグは製鉄メーカーから入手した。Ca含有量はCaOとして49%(XRF: EDX-800HS2, Shimadzu)で既報²⁾の電炉系スラグと同程度あった。抽出試験には1.5mm前後の粒径のものを使用し、酸性水溶液(1Mで統一)を中心に、8種類(図1)の溶媒についてCaの抽出率を検討した。抽出は100mlに対してスラグを5, 10g添加し、1時間、スターラーで攪拌した。抽出中にpHを維持する場合は、適宜抽出溶媒を追加した。抽出液中のCa濃度は、濾液を高周波誘導結合プラズマ発光分光計(ICP-Optima5300V, PerkinElmer)で測定した。抽出液からのCa回収実験は、抽出能が高かった1M乳酸抽出液に対して、水酸化ナトリウム(NaOH)、炭酸カルシウム、塩酸、硝酸、硫酸、クエン酸、酢酸(全て1M水溶液)について検討した。10mlに対して最大で等量のスラグを添加した。NaOHについては、アパタイト生成を期待してリン酸を加える試験も行った。Caの回収は目視での沈殿物生成より判断し、沈殿物が見られた場合は濾取して乾燥重量を測定するとともに、XRFやX線回析装置(XRD-SmartLab, Rigaku)で組成等を調査した。

3. 結果・考察

8種の溶媒中では、乳酸が最も高いCa抽出率(スラ

グ中の全CaOに対する重量比で18%程度)であった(図1)。アルカリに比べて酸による抽出率が高い傾向で、乳酸は他の酸溶媒よりも倍以上の抽出率であった。単にカルシウム塩の溶解度だと硝酸カルシウムが高い溶解度であるため、乳酸のpH干渉能等の特性が影響したと考える。2割弱という数値は高くないが、抽出がスラグ表面でしか起こらないこと等を考えると、接触、浸透できる部分の多くのCaが抽出できていると考えた。

次に、その乳酸抽出液からのCa回収試験では、NaOHとリン酸、あるいは硫酸を添加した場合に沈殿物を認めた。沈殿物はどちらもCaが主成分であり、それぞれヒドロキシルアパタイト(3Ca₃(PO₄)₂·Ca(OH)₂)とチオ硫酸カルシウム(CaS₂O₃)が生成しているようであった。

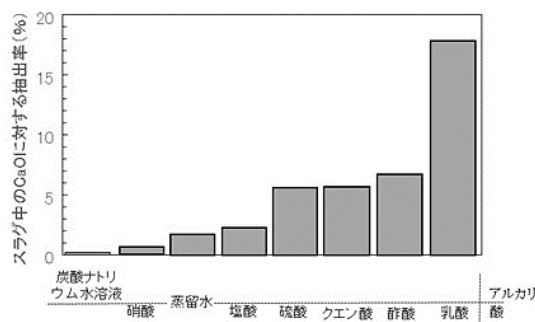


図1 8種の抽出溶媒のカルシウム抽出能

4. 結論

製鋼スラグ中のカルシウムを常温でも乳酸で効果的に抽出でき、硫酸やリン酸添加で石膏やアパタイトとして回収できることが分かった。

謝辞 スラグを提供して頂いた鉄鋼メーカーに感謝する。本研究の一部は、龍大理工学学術研究助成基金2017、龍谷大学革新的材料・プロセス研究センター研究費、科研費(20H04365)により研究助成を受けた。

参考文献

- 1) Sang Hyun Lee 他 (2017) Journal of Industrial and Engineering Chemistry 53, 233-240.
- 2) 環境資材 鉄鋼スラグ、鉄鋼スラグ協会、2022年

キーワード 資源回収、リサイクル、遊離石灰

小規模廉価型メタン発酵システムの社会的意義と発酵効率の向上を目指した電圧印加技術

Social Significance of Small Affordable Methane Fermentation System and Applied Voltage Technology to Improve Fermentation Efficiency

豊橋技術科学大学 ○金子光瑠, 今井裕之輔, 大門裕之

1. はじめに

環境問題の解決および持続可能な社会の構築に向けて、パリ協定とSDGsが制定された。有機性廃棄物を嫌気性条件下で微生物の働きによって分解し、バイオガスを回収するメタン発酵システムはパリ協定およびSDGsを同時に達成できる技術として注目されている。

この背景をもとに本研究室ではこれまでに小規模廉価型メタン発酵システムを国内7か所に社会実装してきた。しかし小規模システムは大規模システムに比べてスケールメリットがないことから、本システムの普及に向けて付加価値をさらに向上させる必要がある。そこで本研究室では粒状活性炭や発酵助剤（発酵食品廃棄物）を使って発酵準備期間の短縮やバイオガス生成量の増加などの効果を確認してきた。近年では、メタン発酵槽内に電圧を印加することで特定の微生物群が活性化され、メタン濃度が増加することが示唆されている¹⁾。本研究では電圧印加によってメタン発酵効率が向上するか検討を行った。

2. 実験方法

活性炭繊維フェルト（10 mm×50 mm×2 mm）の電極を仕込んだ250 mL密閉ネジ口瓶に対して、無機培地60 mL、還元剤1.5 mL、リン酸バッファー20 mLを投入し、N₂パージを行った後、オートクレーブ処理（121℃、15 min）により滅菌を行った。その後、基質（ドックフード溶液）8.5 mLと消化液（種汚泥）60 mLを添加し、回分式メタン発酵試験区を作成した。電圧印加の効果を確認するため、電圧印加あり・なしの2条件について実験を行い、37℃の中温発酵条件下で手動攪拌（10 sec/day）した。電圧は0.7 Vとし、直流条件で常時印加し続けた。発酵中にシリンジを用いて生成したバイオガス0.5 mLをサンプリングし、ガスクロマトグラフ（GC-2014、島津製作所）を用いて分析を行った。得られたデータからメタン生成量およびメタン濃度を算出した。

3. 結果および考察

0.7 V条件の電圧印加によるメタン生成量の経時変化を図1に示す。電圧印加によるメタン生成量の増加を約

20日あたりから確認することができた。これはメタン発酵プロセスにおける有機酸からメタンが生成されるまでのメタン生成相に対して電圧印加が効果を与えたと考えられ²⁾、電気化学活性微生物が活性化されることでメタン濃度が上昇したことが示唆された。

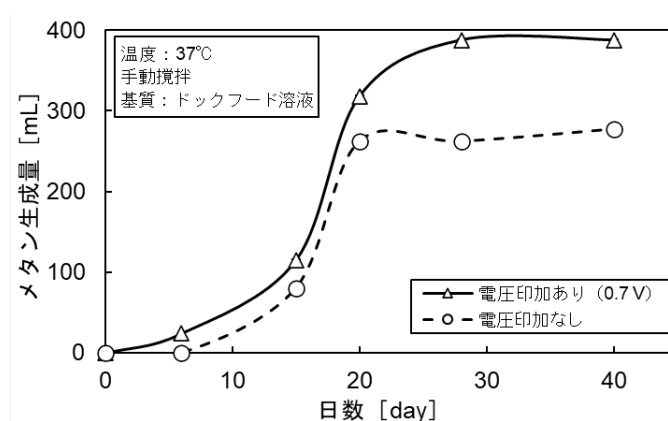


図1 電圧印加によるメタン生成量の経時変化

4. まとめ

電圧を印加する事で発酵期間の中盤からメタン生成量が増加し、メタン発酵に対して有益な効果を与えていることが分かった。

電圧印加も粒状活性炭や発酵助剤と同様にメタン発酵効率を向上することが分かった。これは小規模廉価型メタン発酵システムの普及をさらに促進し、最終的に誰でも容易に導入できるシステムになることで、SDGsの基本理念である「誰も取り残さない」の達成に向けた技術となる。

参考文献

- 1) Bo Wang et al. (2022), Microbial fingerprints of methanation in a hybrid electric-biological anaerobic digestion, Water Research, Vol.226, 119270
- 2) 加藤創一朗 (2021), 電気を使って生きる微生物, モダンメディア, 67巻, 12号, 483-487

キーワード 再生可能エネルギー, メタン発酵システム, 電圧印加, 発酵効率の向上

日本における木質バイオマス発電の炭素中立条件：バイオエネルギー換算係数の検討

Carbon Neutral Conditions of Woody Biomass Power Generation in Japan: Examination of Bioenergy Conversion Factor

立命館大学大学院 ○林亮介, 立命館大学 橋本征二

1. はじめに

再生可能エネルギーの固定価格買取制度のもと、再生可能エネルギーの導入拡大が進められている。しかしながら、木質バイオマス発電については、その炭素中立性に関する疑問も指摘されている¹⁾。木質バイオマス発電は、化石燃料を用いた通常の火力発電と比較すると発電効率が低く、同量の電力を生産するために一時的にはより多くの二酸化炭素を排出すること、排出した二酸化炭素を再び森林で固定するまでの時間が長く、この間は「炭素負債」²⁾をかかえることになること等の指摘である。本研究では、日本における木質バイオマスを対象に主に間伐材を用いた場合の木質バイオマス発電の炭素負債を評価し、その炭素中立条件について検討した。

2. 方法

2.1 炭素負債とシナリオ

木質バイオマス発電による GHG 排出量が、化石燃料を用いた通常の火力発電による GHG 排出量を上回っている場合、これを炭素負債 $C_d(t)(t-C)$ とする²⁾。

$$C_d(t) = C_s(t) - C_s^h(t) - \sum_{n=1}^t C_h(n) \times \eta$$

ここで、 $C_s(t)$ は間伐材を残置した場合の森林の時間 t における炭素貯蔵量 ($t-C$)、 $C_s^h(t)$ は間伐材をバイオマス発電に利用した場合の森林の時間 t における炭素貯蔵量 ($t-C$)、 $C_h(n)$ は時間 n に収穫された間伐材の炭素量 ($t-C/\text{年}$) である。 η はバイオエネルギー換算係数であり、木質バイオマスの炭素量に対して、同量の電力を得るための化石燃料の炭素量 (—) である。

$$\eta = LCG_t \div LCG_b$$

ここで、 LCG_t は火力発電のライフサイクル GHG 排出量 ($\text{g-CO}_2/\text{kWh}$)、 LCG_b は木質バイオマス発電のライフサイクル GHG 排出量 ($\text{g-CO}_2/\text{kWh}$) である。 LCG_t については、石炭、石油、天然ガスの各火力発電の電源構成を考慮したライフサイクル GHG 排出量を LCG_{t1} 、石炭火力発電のみのライフサイクル GHG 排出量を LCG_{t2} とし、それぞれのバイオエネルギー換算係数を η_1 、 η_2 とした。

2.2 条件設定

下記の条件のもと炭素負債を試算した。

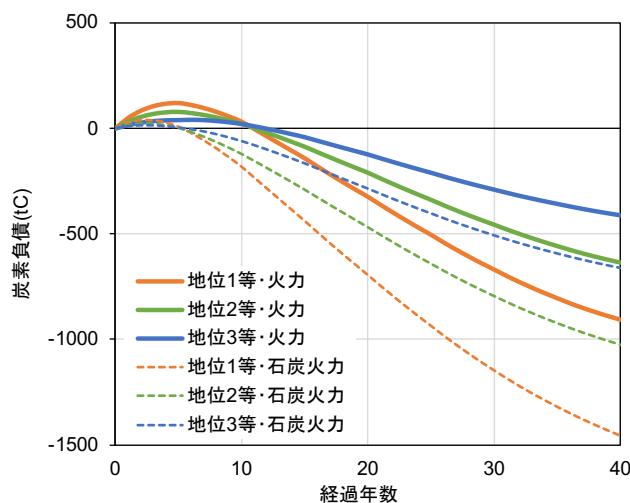


図1 スギ間伐材利用の炭素負債

- ① 木質バイオマスの種類：スギ及びヒノキの紀州地方 地位1等から3等の間伐材
- ② 初期状態：面積40ha、林齢20年の森林
- ③ 主伐周期：初期状態から開始し、林齢40年に達した後、1haずつ皆伐・植林を実施、以後林齢40年ごと

3. 結果と考察

ここでは、スギ間伐材を用いたバイオマス発電の炭素負債の推計結果を図1に示す。いずれも間伐材の利用を開始した初期に炭素負債が生じるが、その後マイナスとなり炭素排出回避量(炭素資産)が増加する結果となった。なお、間伐材の収穫が多い地位1等の炭素負債・炭素資産が大きくなった。

また、石炭、石油、天然ガスの各火力発電の電源構成を考慮して比較した場合(図中「火力」)の炭素負債は約10年、石炭火力発電と比較した場合(図中「石炭火力」)の炭素負債は約6年で返済できる結果となった。なお、地位間で返済期間の差異はほとんどなかった。

参考文献

- 1) Norton, M., et al.: GCB Bioenergy, 11, 1256–1263, 2019
- 2) Mitchell, S.R., M.E. Harmon, K.E.B. O'Connell: GCB Bioenergy, 4, 818–827, 2012

キーワード 再生可能エネルギー, 炭素負債, 間伐材

脱炭素・循環・自然共生の統合的実施に向けた概念整理と可視化

Conceptualization and Visualization for Integrated Implementation of Actions toward Decarbonization, Circularity, and Natural Symbiosis

国立環境研究所 ○田崎智宏、中島謙一、稲葉陸太
みずほリサーチ&テクノロジーズ(株) 高木重定、水上碧

1. はじめに

脱炭素社会、循環型社会、自然共生社会（以下、「三社会」という。）に向けた取り組みの統合的な実施は2007年の「21世紀環境立国戦略」で掲げられ、2012年の第四次環境基本計画では「人の健康や生態系に対するリスクが十分に低減され（中略）、『低炭素』・『循環』・『自然共生』の各分野が、各主体の参加の下で、統合的に達成」することが目指された。さらに、第五次環境基本計画では「分野別（縦割り）の重点分野を設定するという考え方は異なり、特定の施策が複数の異なる課題をも統合的に解決するような、相互に関連し合う横断的かつ重点的な枠組を戦略的に設定することが必要である」とした。また、サステナビリティ・サイエンスでも、複雑系システムおよび物理現象と社会現象との間の共進化が残された課題と指摘されている。

しかしながら、統合的取り組みの具体化は未だ明確でなく、脱炭素社会への取り組みが急進するなか、三社会の統合的実現にはむしろひずみが生じつつある。そこで本稿では、三社会統合に向けての概念整理に資する複雑な関係性（ネクサス）の可視化を行った。

2. マトリックスとマッピングによる可視化

まず、各三社会の実現に向けた取り組みが他の社会に及ぼす副次的な影響をインパクト・マトリックスとして整理した（表1）。それぞれの対策において間接的に生じる事象を想定したうえで、起こりうる蓋然性が高いと考えられた最終影響を記載した。次に、特定の対策をとりあげ、その影響のマッピングを行った（図1）。電気自動車等の二次電池に使われるニッケルの利用量が増えるケースをマッピングした図1の例では、3つの楕円中の悪化事象が監視項目であり、それらの得失を評価して総体的な悪化状況にないかを確認すること、さらに、Cで示したコントロールポイントの作用する対策としてリサイクルの推進、オフセットの実施などの対策を実施することの重要性が抽出・指摘されている。表1が俯瞰的な理解を促すことを主眼とするのに対し、図1の可視化は監視・評価項目と対策介入のコントロールポイントを

特定することに主眼がある。いずれも可視化を通じて三社会にまたがる関係者の統合的概念の理解を促すことを企図している。今後は、関係者の議論によりこれらの社会学習を行っていくことと可視化内容の精査を行うことが課題である。

表1 三社会の各種対策の副次的影響マトリックス

対策	最終影響			
	循環型社会	脱炭素社会	自然共生社会	その他
2R・長寿命化	資源保全、埋立削減	GHG増減	生息地保全、外来種阻止	
溶融等熱処理	埋立削減⇔化石消費	GHG増加	環境汚染防止	
高効率処理	化石保全、埋立削減	GHG削減		
金属回収	鉱物保全	GHG増減	生息地保全、外来種阻止	
バイオマス利用	化石保全、埋立削減	GHG削減	生息地減少	食料生産圧迫
エネルギー向上	化石保全⇔鉱物消費	同上	生息地減少、外来種移入	資源紛争
電化	同上	同上	同上	ヒト健康、資源紛争
再生可能エネ	同上	同上	同上	同上
植林・緑化		C吸収増加	生息地増加	
原子力	放射性廃棄物	GHG削減	環境汚染	ヒト健康
持続的原料調達	化石保全、鉱物保全	同上	生息地保全	
絶滅危惧種保護			同上	
施設立地影響考慮			同上	
里地里山利用	化石保全	C吸収増加	生息地増加	地域活性化
保全・浄化設備	化石消費、鉱物消費	GHG増加	環境浄化、生息地保全	

※灰色は悪影響、半灰色はトレードオフ、無色は好影響もしくは無関係を示す。中間影響の記載は割愛

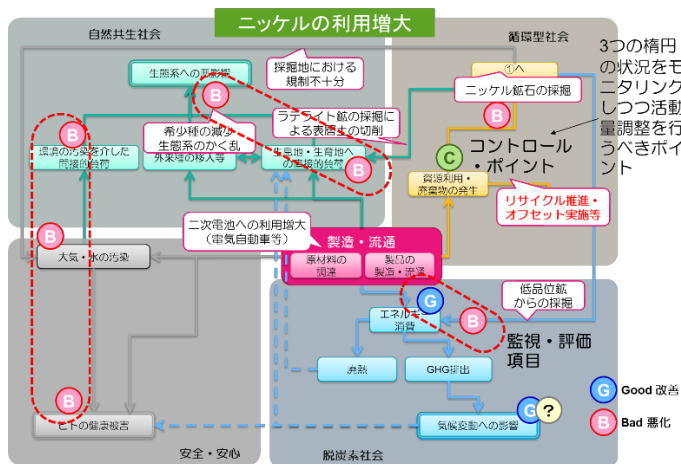


図1 ニッケルの利用増大に伴い改善・悪化する事象とコントロールポイントの特定のネクサス・マッピング

参考文献

1) 田崎ら（2023）環境科学会誌, 36 (2), 53-82

キーワード 三社会統合、脱炭素社会、循環型社会、自然共生社会、ネクサス

社会変化を考慮した地域の脱炭素将来シナリオのCO₂排出量算定手法の構築

Evaluation Method of CO₂ Emission for Regional Decarbonization Future Scenarios Considering Social Change

東京大学 ○黄文彦, 林徹, 藤田壮, 中谷隼

1. 背景と目的

2019年以降の地方自治体のゼロカーボンシティ表明や2050年カーボンニュートラル宣言、地域脱炭素ロードマップの策定など、国内における地域スケールの脱炭素への取り組みは強く促進されている。地域脱炭素へ必要な施策を示すために、地域の脱炭素将来シナリオを構築し定量的な分析を行う必要性が高まっていることに加えて、昨今、新型コロナウイルスに伴う社会変化によるエネルギー需要への影響も観測されており、その影響を考慮した将来の見通しが必要である。本研究では社会変化を考慮した地域の脱炭素将来シナリオのCO₂排出量の算定手法を構築し、その算定例を示す。

2. シナリオのCO₂排出量算定手法

五味ら¹⁾、環境省²⁾を参考に地域の脱炭素将来シナリオにおけるCO₂排出量の算定手法を構築した。エネルギー需要部門を家庭部門、業務部門、旅客輸送部門、貨物輸送部門、産業部門の5部門に分けて、それぞれの活動量にエネルギー消費原単位を乗じることでエネルギー消費量を算定した。地域内のエネルギー供給として廃棄物発電と太陽光発電を考慮し、系統電力と電力以外の燃料種を外部から供給することでエネルギー需要を満たすように供給を算定した。社会変化によるエネルギー需要への影響は、令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業報告書³⁾を参考に、活動量の変化によって表すことで算定した。社会変化として、テレワーク、Eコマース、オンライン授業、オンライン診療、シェアオフィスの5つを選定した。以上の手法を構築することにより、社会変化を地域脱炭素に関わる傾向や施策として明示的に考慮し、算定を行うことが可能となる。

3. シナリオの検討例

3.1. 地域の脱炭素将来シナリオの設計

本研究では、埼玉県越谷市を対象とした地域の脱炭素将来シナリオの算定例を提示する。シナリオはBAU, LC1, LC2, LC3, LC4の5つを設けた。活動量のみがなりゆき的に変化するBAUに対して、LC1では社会変化が進展し、LC2ではエネルギー機器効率改善・電化が

進むとした。LC3とLC4は社会変化の進展と共に、エネルギー機器効率改善・電化も行う。また、LC1, LC2, LC3では、太陽光発電の導入が行われ、LC4では太陽光発電の導入がさらに促進され、廃棄物発電においても発電効率改善等の技術導入が行われると想定した。

3.2. CO₂排出量と電力消費量

各シナリオのCO₂排出量と電力消費量の算定結果を図1に示す。2050年で系統電力は脱炭素化すると想定した。LC4のCO₂排出量が最小となり、2019年比で98.4%のCO₂排出削減率となった。BAUとLC1の比較から社会変化によるCO₂排出削減効果が見られるが、エネルギー機器効率・電化の効果と比較して小さいと示された。

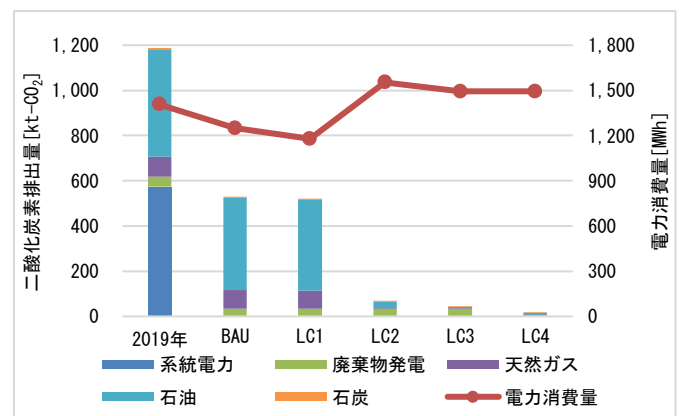


図1 各シナリオの2050年CO₂排出量と電力消費量

参考文献

- 1) 五味馨ら (2008) 地域経済の開放性を考慮した低炭素社会シナリオの構築手法の開発と京都市への適用, 環境システム研究論文集, 36, pp. 1-10
- 2) 環境省 (2008) 地方公共団体実行計画 (区域施策編) 策定・実施マニュアル (算定手法編)
- 3) 三菱総合研究所 (2021) アフターコロナ・ウィズコロナにおける社会構造変化を踏まえたエネルギー需要構造等に関する調査報告書

キーワード シナリオ分析, 地域脱炭素, エネルギーシステム, 再生可能エネルギー, 社会変化

兵庫県内の自治体における脱炭素政策形成プロセスの分析

Analysis on local decarbonization policy process in Hyogo Prefecture

兵庫県立大学 環境人間学部 ○増原 直樹

1. 研究の背景と目的

2020年10月の2050年カーボン・ニュートラル(CN)宣言やその後の「2030年までに温室効果ガス排出46%削減(2013年度比)」の表明を受け、国内で脱炭素社会に向けた動きが加速している。地方自治体に目を向けると、2023年6月末時点で、973自治体(46都道府県、552市、22特別区、305町、48村)が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明し、その数は日々増え続けている(図1参照)¹⁾。

CN宣言を踏まえ、全国の地方自治体で地球温暖化対策実行計画の策定や改定が相次いでおり、今大会の開催地である兵庫県においては、2022年3月に兵庫県の地球温暖化対策推進計画が改定され、削減目標の引上げがなされるなど同様の傾向にある。

そこで、本研究では、発表者がこれまでに県内で関与した5市町における地域脱炭素政策の形成過程を可能な限り客観的に分析し、今後の脱炭素政策形成へ示唆を得ることを目的として設定する。

2. 研究対象

研究の対象として、発表者が地球温暖化対策実行計画を策定・改定するための審議会等に参加した兵庫県及び県内の5市を選定した。こうした審議会等に参加して得られた実感を、可能な限り客観的な資料で裏付け、「審議会等に委員として参加しない場合のケーススタディ」の可能性を検討するためである。結果、明石市、神河町、三田市、宍粟市、豊岡市(50音順)が対象となった。

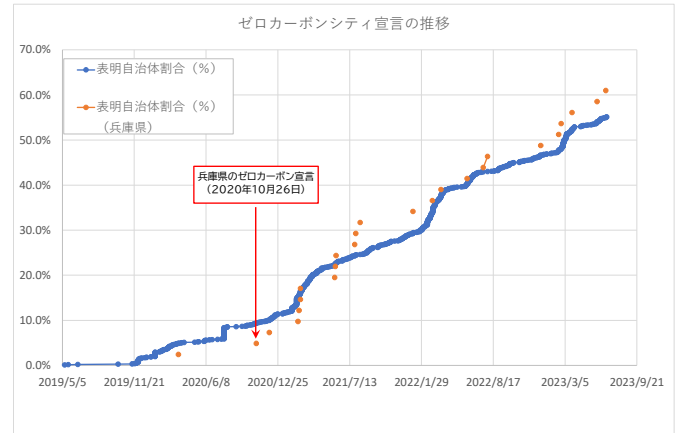


図1 全国と兵庫県のゼロカーボン宣言数の推移

3. 研究の手法と結果

3.1. 研究の手法

兵庫県及び研究対象の5市町について、人口・世帯数、計画策定(改定)期間、主な検討の場や担当課等の基本項目を整理し、さらに、計画の検討プロセスを①新たな計画の概要の確認、②(改定の場合)現行計画の評価、③温室効果ガス排出量の現況推計、④市民・事業者等の意識調査、⑤再生可能エネルギー賦存量の推計、⑥再生可能エネルギー導入目標の設定、⑦温室効果ガス排出削減目標(概ね2030年度)の設定、⑧施策の展開の8段階に分け、各段階における留意点を考察した。

3.2. 得られた結果

兵庫県及び対象5市町の基本項目は表1の通りである。
参考文献

1) 環境省 (2023) 地方公共団体における 2050 年二酸化炭素排出実質ゼロ表明の状況, <https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html>

表1 研究対象地域の基本項目の比較

自治体名 (50音順)	明石市	神河町	三田市	宍粟市	豊岡市	(参考)兵庫県
人口(人)	305,131	10,559	107,744	34,981	74,660	5,378,405
世帯数	136,509	4,208	46,936	14,698	30,484	2,433,838
策定(改定)期間(年月)	改定 2022年5月 ~2023年6月*	策定 2021年8月 ~2022年3月	策定 2022年1月 ~2023年3月	策定 2021年8月 ~2022年3月	改定中 2022年12月 ~	改定 2021年12月 ~2022年3月
Arena(主な検討の場)	環境審議会の部会(4回)	策定委員会(5回)	環境審議会の部会(5回)	環境審議会の部会(2回)	環境審議会の部会(改定中)	環境審議会の部会(3回)
主な担当課	環境創造課	住民生活課	環境創造課	森林環境課	脱炭素推進室	温暖化対策課
議事録	概要公表	特になし	匿名公表	匿名公表	匿名公表	実名公表
パブリックコメントの件	8件(3名)	12件(4名)	4件(2名)	12件(4名)	未実施	183件(40名)

キーワード 兵庫県、地方自治体、脱炭素地域、政策形成プロセス

東京都区部を対象とした日射量と地表面温度の関係評価

Evaluation of the relationship between solar radiation and surface temperature in Tokyo

立正大学 ○白木洋平, 国立環境研究所 一ノ瀬俊明 平野勇二郎, 横浜市立大学 大西暁生

1. はじめに

リモートセンシングによって得られる地表面温度の地域差に影響を与える要因の一つとして日射量が挙げられるが、わが国ではこれまで日射を遮る建物の詳細な形状や高さ情報が不足していたことから、特に広域にて地表面温度と日射量の関係について評価を行うことは困難であった。本研究では、2020年度から始まった国土交通省が主導する日本全国の3D都市モデルの整備・オープンデータ化プロジェクト「PLATEAU」より取得可能な建物のデータを活用し広域における日射量分布について推定するとともに、地表面温度との関係について評価を行うこととした。なお研究対象地域は東京都区部であり、対象日時は2023年6月17日7時から19時とした。

2. 研究方法

2.1. 日射量の算出方法

地理情報システムを活用した日射量解析を行った。解析に必要なサーフェスラスタは前述したPLATEAUより取得可能な建物のデータと5mメッシュ標高を用いている。また、取得した日射量は全天日射量であり、取得時間は7時～19時（計算開始時間：4時30分、時間間隔：0.5時間、出力：1時間毎）である。なお、得られた日射量は積算値であることを追記する。

2.2. 地表面温度の抽出

JAXAのP-Tree Systemより取得可能なHIMAWARI-8の輝度温度を利用することとした。取得した時間は全天日射量の取得時間にあわせて7時～19時までの13シーンである。

3. 結果

本報では、一例として午前10時の結果のみ記す。図1は全天日射量分布図、図2は地表面温度分布図である。これによると、都市中心部においては全天日射量および地表面温度ともに値が低く、離れるにしたがって高くなる傾向を確認することができる。また、図3に示す全天日射量と輝度温度の関係をみると、両者の間には一定の関係があることが示唆された。

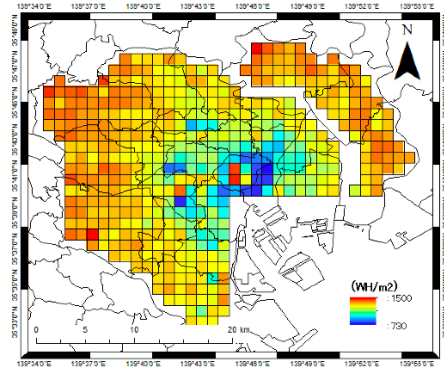


図1. 研究対象地域の全天日射量分布図
(午前4時30分から午前10時までの積算値)

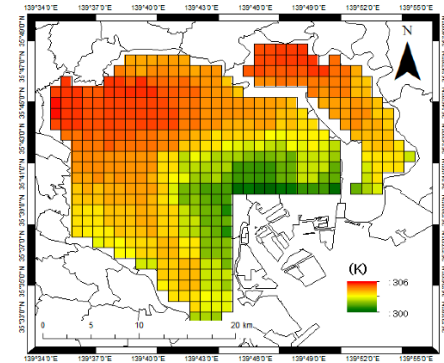


図2. 研究対象地域の地表面温度分布図
(午前10時, HIMAWARI-8を利用)

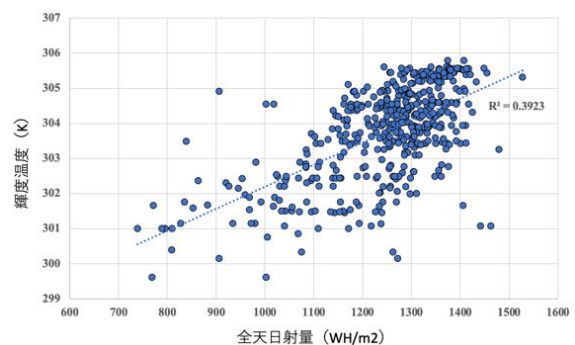


図3 全天日射量と輝度温度の関係
(2023年6月17日10時の例)

キーワード 地理情報システム, リモートセンシング
ヒートアイランド現象, 日射量解析

京都市における熱中症搬送者数と気象変動特性 Characteristics of heat stroke and weather in Kyoto city

京都気候変動適応センター ○安成哲三（総合地球環境学研究所）

1. はじめに

「地球温暖化」が進行する中、京都の夏は、年々ますます暑くなっている。京都は内陸に位置するため、日最高気温などは、近畿地方の中でも特に高く、熱中症のリスクも高くなっている。さらに観光都市京都では、観光客が多く集まる祇園祭やお盆の頃の人出なども熱中症搬送者数に大きく影響する可能性がある。

本報告ではまず、京都市における熱中症搬送者数（京都市消防局提供）と気象条件の関係を明らかにする。さらに、区・学区別の搬送者の属性や地域特性を調べ、熱中症発現の社会的要因についても考察する。

2. 熱中症搬送者数と気象条件

熱中症の発症は、気温だけでなく、人体表面における熱収支を考慮して、相対湿度と日射量を加味したWBGTを用いることが多いが、日本の夏季の天候の特性を考慮すると、気温、相対湿度、（日射量と強い相関をもった）日照時間の組み合わせで、実質的にWBGTに対応した指標として、熱中症搬送者数との関係をみるのが可能である。このような視点から、気温+相対湿度と、搬送者数の関係をプロットしたのが図1である。日平均気温が28℃以上で湿度は50~70%程度の日に搬送者数が集中しており、気温33℃、湿度55~60%で日平均の搬送者数が50~60人超で最大となっていることがわかる。湿度と気温の上限値がほぼ線形的に関係していることは、夏季の京都を覆う地表面近くの大気は高温多湿な小笠原（太平洋）高気圧の気団に対応してことを示している。

3. 気温と搬送者数の季節進行と「祇園祭」効果

図2には、コロナ禍により大幅に観光客や外出移動者が減った2020年と2021年を除く9年間（2011~2019）で平均した気温と搬送者数の平均的な季節推移を示す。この期間における平均的な梅雨明けの日は7月17日頃となり、その標準偏差は約7日である。搬送者数の季節推移には、7月10日頃のプレ梅雨明け日前後に、10人を超える最初のピークがあり、最も大きなピークは7月17日前後、3番目のピークは気温が最も高くなる7月末から8月初めにほぼ対応して出現して

いる。この図で非常に興味深い事実は、7月17日が祇園祭（山鉦巡行）の日で、観光客が非常に多いと推定されており、特異的に搬送者数が極大となっていることである。同時に、梅雨明け直後であり、まだ「暑熱順化」をしていないことの効果が重なっていると推定される。現在、これらについて、さらに検討中である。

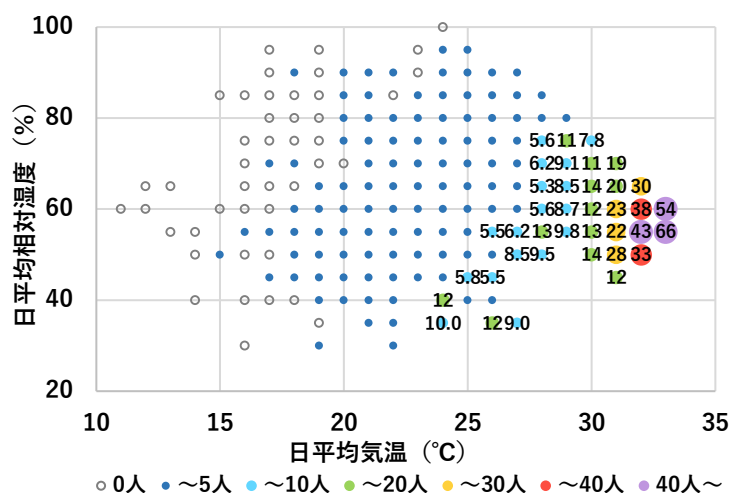


図1：京都市における気温、相対湿度と搬送者数の関係（2011-2021）

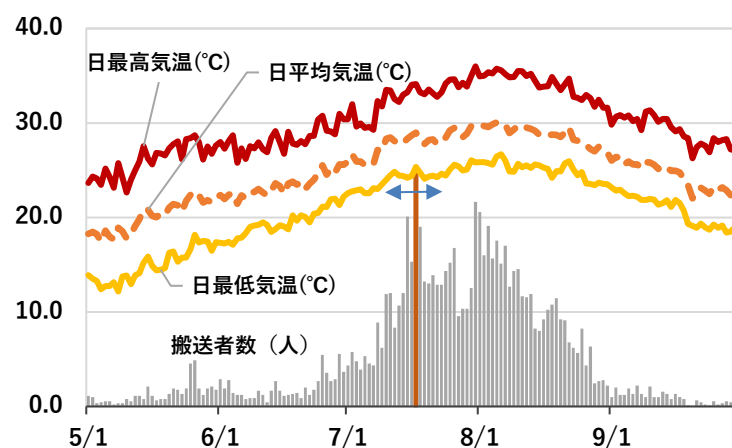


図2 京都市における5月から9月の気温と搬送者数の日毎の平均的推移(2011-2019)

（謝辞）

本報告でのデータ整理と分析には、京都市環境政策局地球温暖化対策室の松浦真奈さんに多大なご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表したい。

気候変動と農耕地面積の減少を考慮した将来の日本におけるコメ生産像 Future Rice Production in Japan considering Climate Change and Declining Agricultural Land

農研機構 ○西森基貴・滝本貴弘・石郷岡康史・若月ひとみ・長谷川利拡

1. はじめに

気候変動のコメ生産への影響が深刻化する予測に対し、高温耐性品種への転換など適応策が急がれている。加えて農業従事者の高齢化と耕作放棄や宅地化による耕作面積減少により、需給バランスのひっ迫も懸念される。農研機構ではこれまで、国土数値情報で水田となるメッシュでの単収変動を推定してきたが、需給バランスや水田農業の産業としての持続可能性を検討するために、耕作面積の変動を踏まえた生産量予測に取り組んでいる。まず「環境研究総合推進費 2-1805 による日本版 SSP 別土地利用シナリオ」²⁾に基づく水田面積シナリオを適用したが、その変化率は小さく、想定される影響は検出できなかった。そこで本研究では農林水産省統計を用いて現在および将来の水田面積を仮定し、将来のコメ生産量と需給バランスに与える影響を解析した。

2. データと方法

コメ単収については、高温・高 CO₂ 相互作用を考慮した水稻生育収量予測モデルに、IPCC 第 6 次報告書掲載の CMIP6 に基づく最新の地域気候シナリオ NIES2020 を入力した結果³⁾を用いた。また水田面積については、2005～2020 年は農林水産省の面積統計⁴⁾を用いて都道府県別に集計し、将来についてはその期間の線形トレンドを 2050 年まで延長することで、仮想のシナリオとした。

3. 結果と考察

まず 2. で構築した水田面積は、2005 年を基準とした 2020 年時点で、東京の減少割合が最大、次いで大阪など関西圏、神奈川など首都圏の減少が大きく、東京では 2050 年までに 50%もの減少となっている。いっぽう北日本の 2020 年までの減少率は小さく、2050 年時点においても 90%を超えるに留まっている。この水田面積を基に 2010 年頃から 2050 年頃までの単収と生産量の、それぞれ県単位での変化比を見た。気候シナリオ MRI-ESM2-0/SSP585 の場合、北東北・北海道での単収は依然として増加しているが (図 1 左)、生産量を見た場合、水田面積が大幅に減少する関東、東海および西日本で生産量も大きく減少している (図 1 右)。気候シナリオ MRI-ESM2-0/SSP126 の場合でも、2050 年頃までは、気温上昇がやや小さいが、施肥効果に関する大気 CO₂ 濃度も

やや小さく、単収変動も SSP585 と大きくは変わらない。気候モデルを MIROC6 にした場合も傾向は同様で、全国集計した 2050 年代の生産量は、おおむね 2010 年現在の約 80%程度と推定された。

今後は、まず農業土地利用に関し、水田からの転作・転換等も考慮したより現実的なシナリオを構築する。また移植日移動による適応策の効果を、生産量の面から評価し、併せて消費量の推定から需給バランスを解析、さらに一等米比率など農家収入に関係するコメの品質面からの検討も行う。

*** 本研究は環境研究推進費 S18-2:JPMEERF 20S11820 および JST 共創の場形成支援プログラム :JPMJPF2013 の支援を受けた。**

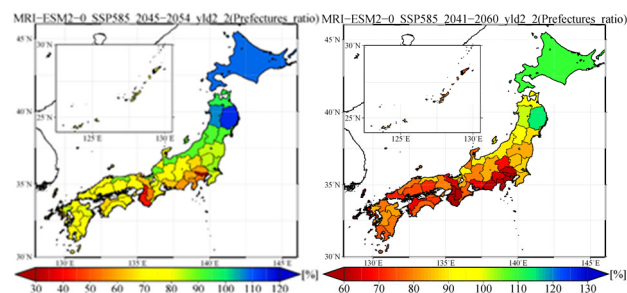


図 1. MRI-ESM2-0/SSP585 シナリオに基づき計算され³⁾、都道府県別に集計した 2050 年頃の (左) 単位収量および (右) それに水田耕作面積を乗じた生産量の、それぞれ現在 (2010 年頃) に対する変化比 (%)。青 (赤) 系色は、現在よりも増加 (減少) を示す。

参考文献

- 1) 西森基貴・石郷岡康史・滝本貴弘・若月ひとみ・長谷川利拡 (2023) 気候変動適応策と社会経済シナリオを考慮した日本におけるコメ生産の将来像. 日本農業気象学会 2023 年全国大会.
- 2) 松橋啓介・高橋潔 (2020) 日本版 SSP (社会経済シナリオ) の叙述とイメージ. 国立環境研究所社会環境システム研究センターディスカッションペーパー.
- 3) 石郷岡康史, 西森基貴, 桑形恒男, 滝本貴弘, 若月ひとみ, 長谷川利拡 (2023) CMIP6 気候シナリオによるわが国の水稻生産および品質への影響と適応. 日本農業気象学会 2023 年全国大会.
- 4) 農林水産省: 統計情報 (面積調査) <https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/menseki/index.html>. (2023 年 7 月 10 日閲覧)

キーワード 気候変動影響適応, コメ生産, 農耕地面積

関東西部における熱環境の地域的な特徴の把握

Understanding of Regional Characteristics of the Thermal Environment in the Western Kanto Region

横浜市立大学 ○大西暁生, 国立環境研究所 一ノ瀬俊明, 平野勇二郎, 立正大学 白木洋平

1. はじめに

都市内部の土地被覆が人工化することによって、熱環境が悪化してきたことは知られている。また、これを緩和するために、緑地や水辺等が有効なことも知られている。しかし、既存研究において、統計的な手法によって気温や地表面温度と土地被覆との関係を把握する場合、その大半は扱う対象地域全体の平均的な関係性のみに着目し、その地域内の詳細な特徴についてはさほど検討されてこなかった。本研究では、既存研究¹⁾を参考に、空間統計によって地域の特徴を示す。

2. 分析方法

地表面温度の情報は、2022年9月26日10時16分28秒に撮影されたLandsat 8の熱赤外バンドを使用する。土地被覆の情報は、2021年12月3日10時37分21秒に撮影されたSentinel-2の2~4&8バンド(BGR & 近赤外)を使用する。まず、田中等²⁾の書籍を元に、機械学習(教師あり)の方法を用いて、関東西部の土地被覆を抽出する。次に、熱環境が悪化する地域の塊(Hotspot)とそうでない地域の塊(Coldspot)の特徴をGlobal & Local Moran's Iによって把握する。そして、全域、Hotspot、Coldspotにおける熱環境と土地被覆との関係を統計的に把握する。

3. 分析結果

3.1. 土地被覆分類の結果

教師ありの土地被覆分類結果は、そのトレーニングデータによって精度の結果は多少異なるが、概ね表1のような結果となった。本研究では以降の分析は、精度の高かったロジスティック回帰の結果を用いる。

3.2. Hotspot & Coldspot の空間的特徴

Global Moran's Iは、0.901 (Zスコア: 162.427)であり、互いに近い値を持つ格子が隣接していることが分かった。Local Moran's Iの結果、山間部や海域でColdspotが存在し、東京都西部や川崎市周辺、神奈川県の内陸においてHotspotが存在することが分かった。また、横浜市北部、町田市、稲城市に向けた南東から

表1 土地被覆分類の精度結果

順位	手法	精度
1	ロジスティック回帰	0.821
2	SVM	0.791
3	k近傍法	0.779

(7手法の内トップ3のみ掲載)

表2 相関分析の結果

土地被覆	全データ	Hotspot	Coldspot
水域	-0.43	-0.16	-0.30
人工構造物	0.92	0.58	0.69
水田・畑地	-0.12	-0.43	0.45
草地・裸地	-0.09	-0.41	0.04
樹木・竹林	-0.74	-0.51	-0.04

北西の方角にかけてHotspotが比較的少なく、Coldspotが点在していることが分かった。

3.3. 相関分析・重回帰分析の結果

特筆すべき結果として、Coldspot内においては水田・畑地と草地・裸地が正の符号となっており、特に水田・畑地は温度上昇につながっていることが分かった(表2)。さらに、Coldspot内のわずか8%の人工構造物が高い正の相関関係であることが分かった。

4. おわりに

本研究では、空間を考慮した統計分析を用いることで、地域独自の特徴を明確にした。

参考文献

- 1) 大西暁生・一ノ瀬俊明(2021)夏季の時系列データによる地表面温度のホットスポットとコールドスポットの抽出とその空間的な特徴—2020年8月を対象として—, 都市計画報告集, No. 20, pp.248-251.
- 2) 田中康平・田村賢哉・玉置慎吾・宮崎浩之(監修)(2022)Pythonで学ぶ衛星データ解析基礎—環境変化を定量的に把握しよう, 技術評論社.

キーワード 熱環境, 土地被覆分類, Hotspot & Coldspot

大規模緑地公園再開発計画の屋外温熱環境影響評価

Numerical Evaluation of Outdoor Thermal Comfort Change by A Re-development of A Large Urban Green Park

国立研究開発法人国立環境研究所/名古屋大学大学院環境学研究科 ○一ノ瀬俊明，
筑波大学大学院理工情報生命学術院/国立研究開発法人国立環境研究所 潘毅

1. 評価の概要

実際の都市内大規模緑地公園再開発計画をテーマに、屋外温熱環境の数値シミュレーションにより、建築形状や土地被覆の変化による夏季日中の暑熱リスク上昇を推定した。地表面温度や風速、気温、湿度への影響により、風下側隣接住区の棟間における温熱環境変化は、季節、時間帯、気象条件次第では、一定割合の住民が変化に気づく程度である可能性が指摘された。しかしこの結果は、開発反対の視点で計画を注視している住民らの認識と乖離していた。

3. 評価の結果

今回は、ドイツで開発され、近隣住区スケール（数百m四方）における屋外温熱環境評価ツールの ENVI-met を用いた。1年を通じ最悪のケースを想定し、7月末の猛暑日の午後3時を計算対象とした。公園の西側に道路をはさんで中高層住宅街区が隣接しており、ここへの影響を想定して、鹿島灘からの海風（東風）が卓越する晴天日の気象データを入力条件とした。一方、懸念すべき気象条件（つくば AMeDAS）を日最高気温 30℃以上、東風が卓越、十分な日射量で絞り込んでみると、それらの出現時間は7～8月日中の5%程度（毎日発生しても30分）であり、当該住区の棟間における PMV の上昇は0.3程度と見積もられた。これは10%程度の住民が、従前と比較して暑さの度合いが変化したと感じるレベルの変化である。

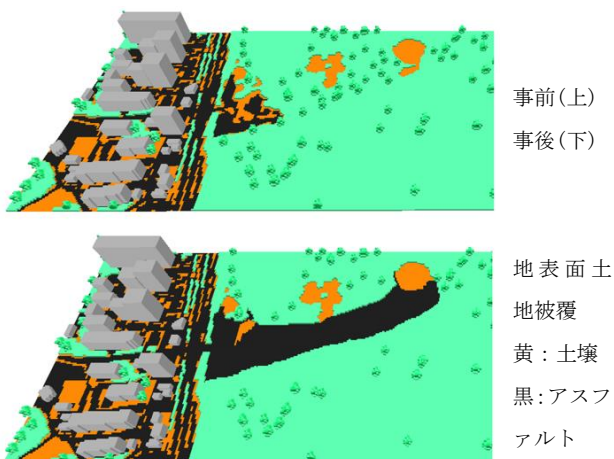


図1 開発計画の概要

2. 対象地の概要

茨城県T市の県営D公園は、東西南北それぞれ1辺数百mのスケールを有する緑地公園である。県庁が提示した再開発計画においては、公園内の野球グラウンドがグランピング施設へ変更され、それに伴い数haの樹林地が駐車場へ変更される。近隣の住民からは、公園内の希少動植物相の喪失に加え、暑熱リスクの上昇についても懸念する声が上がられ、2022年夏の県庁による説明会と、それと前後した住民グループの討論集会を契機に、演者も当該グループの活動に専門家の立場で参与観察をはじめ、本論に述べるアセスメントを試みた。

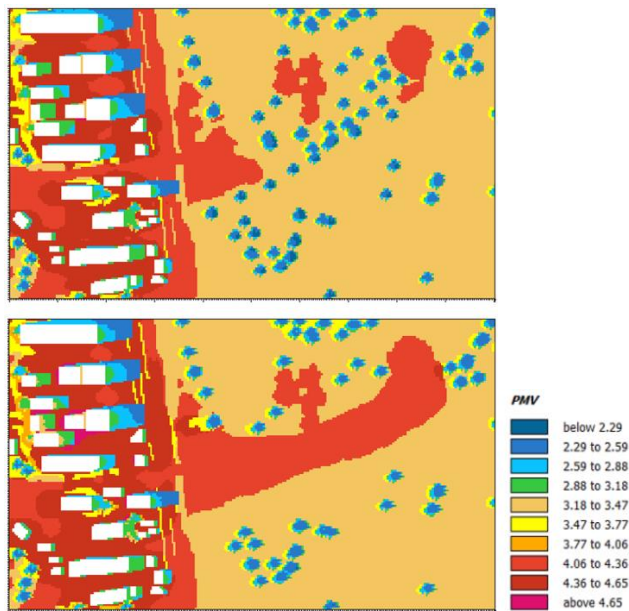


図2 開発による屋外温熱環境影響

キーワード 再開発, 緑地公園, 温熱快適性, 住民運動

わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出，天然資源の浪費および経済損失の評価 Greenhouse Gas Emissions, Natural Resource Wastes and Economic Losses Due to Japanese Food Loss and Waste

東京工業大学 ○棟居洋介，国立環境研究所 増井利彦，金森有子

1. はじめに

わが国では2019年10月に「食品ロスの削減の推進に関する法律」が施行され，2030年度までに食品ロス発生量を2000年度レベルから半減させることが目標となった。しかしながら，食品ロスの発生が環境・経済・社会にどのような影響を与え，またその削減対策によってそれらの影響がどの程度緩和される可能性があるかについては不明な点が多い。本報告では，筆者らがこれらの疑問点を明らかにするためにこれまでに実施した2つの研究¹⁾²⁾の成果に加えて，食品ロスの削減対策が国内の経済・環境に与える影響の分析結果について報告する。

2. 分析の枠組みと方法

本研究は3つの分析で構成される(図1)。分析①の「わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出，天然資源の浪費および経済損失の評価」では，産業連関表をベースにした推定を行い，分析②の「食品ロス削減による国際食料市場を通じた環境・経済・社会への影響」，および分析③の「食品ロス削減による国内の経済，温室効果ガス排出への影響」では，それぞれ食料貿易モデル，応用一般均衡モデルを用いて分析を行った。

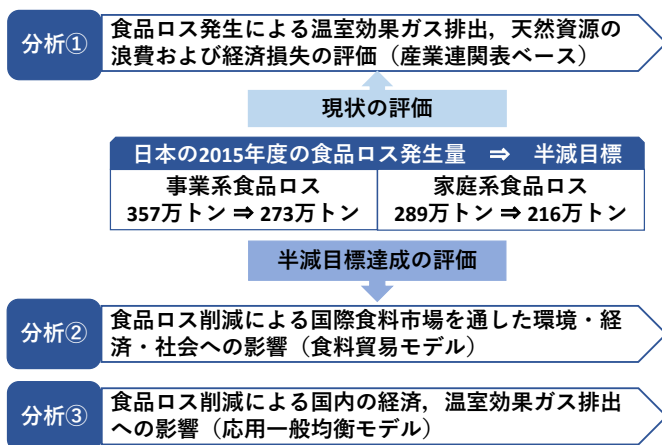


図1 分析の枠組みと方法

3. 結果

3.1. 食品ロスの発生による影響

日本の食品ロスの発生により，2015年に国内外におい

て1,566万t CO₂ eqの温室効果ガスがサプライチェーンを通して排出され，また農業生産時に111万haの土地資源と4億3,870万m³の水資源が浪費されたと推定された。さらに，食品の経済的価値の損失は年間4兆5,870億円，国民一人当たり年間3万6,000円と推定された。

3.2. 削減対策による国際食料市場を通じた影響

2015年の社会経済状況において日本が食品ロスの半減目標を達成した場合，世界全体の食料生産額は27.0億ドル(3,290億円)減少する一方で，農業生産時の土地，水資源の利用量は各々3万7,800ha，7,870万m³抑制されると推定された。また，世界全体で食料生産に起因する温室効果ガスの排出量が94.0万t CO₂eq減少し，栄養不足人口が59.1万人減少すると推定された。

3.3. 削減対策による国内への影響

2015年の社会経済状況において，日本が食品ロスの半減目標を達成した場合，家計の食料・外食支出は年間7,120億円(一人当たり5,600円)減少すると推定され，これにより食品関連部門(農林水産業，食品製造業，食品卸売業，食品小売業，外食産業)の実質生産額は8,150億円，実質付加価値は1,960億円減少すると推定された。他方で，温室効果ガスの排出量は食品関連部門で70.1万t CO₂ eq減少するが，他部門での増加により国全体としては35.1万t CO₂ eq増加すると推定された。

謝辞：本研究は環境研究総合推進費(JPMEERF20193003)の助成により実施された。

参考文献

1) 棟居洋介・増井利彦・金森有子(2021) わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出，天然資源の浪費および経済損失の評価。環境科学会誌，34(6)，256-269。

2) 棟居洋介・増井利彦・金森有子(2023) わが国の食品ロス削減による国際食料市場を通じた環境・経済・社会への影響。環境科学会誌，36(2)，15-27。

キーワード 食品ロス，天然資源，温室効果ガス，経済的価値，栄養不足人口

介護認定世帯のライフスタイルに着目した、直接・間接温室効果ガス排出量の同定 Quantifying lifestyle-related greenhouse gas emissions of households with people certified for long-term care

長崎大学 ○吉良成美, 長崎大学 重富陽介

1 背景

日本では今後も高齢化が進み、2045年には65歳以上の高齢者が36.8%を占め、要支援・要介護認定者（以下、認定者）が約977万人にのぼると予測されている。このような人口動態の変化に呼応し、これまでに日本の高齢化¹⁾や医療サービス²⁾と家庭部門におけるカーボンフットプリント（商品・サービスのライフサイクル全体における温室効果ガス排出量、以下CFとする）の関係に着目した研究が進展している。しかしながら、今後見込まれる介護保険サービスの需要の増大に伴う将来のCFへの影響について詳細に解析した研究事例は見当たらない。

そこで本研究では、認定者がいる世帯の消費行動に着目し、そのCF構造の精緻化と将来認定者が増加することによるCFへの影響の推計を目的とする。

2 手法

世帯属性 h の商品 i における一世帯当たり家計CFである Q_i^h を、式 (1) のように推計した。

$$Q_i^h = e_i y_i^h \quad (1)$$

ここで、 e_i は商品 i の単位生産当たり直接及び間接のGHG排出量（すなわちCF原単位）、 y_i^h は、世帯属性 h の世帯による商品 i に対する平均消費支出額を表す。

次に、要介護度 l 別の介護保険で給付されるサービス s における認定者一人当たりCFである Q_s^l を、式 (2) のように推計した。

$$Q_s^l = e_s y_s^l \quad (2)$$

ここで、 e_s は介護保険サービス s の単位生産当たりCF原単位、 y_s^l は、要介護度 l の認定者における介護保険サービス別認定者一人当たり費用額を表す。費用額とは各サービスを行うために要する費用のことで、保険給付額と公費負担額、利用者負担額の合計である。

最後に、2060年までの t 年における介護サービス由来のCF（以下、介護CF） $Q^l(t)$ を、式 (3) のように推計した。

$$Q^l(t) = \bar{Q}_s^l * \sum_{age=1}^8 p_{age}(t) r_{age}^l \quad (3)$$

ここで、 $p_{age}(t)$ は t 年における年齢階級 age の人口、 r_{age}^l は 2019年の年齢階級 age の人口に占める要介護度 l の認定者の割合を表す。本研究では、将来の認定者数を推計するにあたり、2019年における各年齢階級 age における各要介護度の認定者の割合が、2060年まで一定であると仮定した。

上記の計算には、家計構造調査、産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID)、総合エネルギー統計、介護給付費実態調査、介護保険状況報告を利用した。

3 結果

図1に要介護度別一人当たりの介護CFを示す。要支援者よりも要介護者の方がCFは大きく、また要介護度が上がるとCFも増加することが示唆された。さらに、要介護度が高い人ほど施設サービス由来の排出が占める割合が大きい。これは、要介護度が上がるにつれ増加する、介護が必要となる時間や家庭内での介護者の負担を減らすために、施設サービスを利用する割合が増えるためだと考えられる。その他の詳細な結果および議論については、当日の発表中に示す。

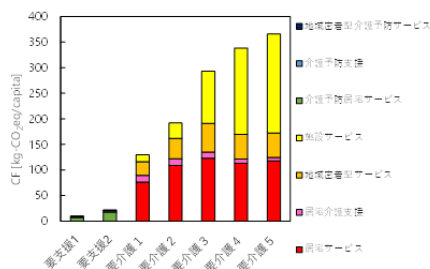


図1 要介護度別一人当たり年間介護CF

参考文献

- 1) Shigetomi, Y., Nansai, K., Kagawa, S. and Tohno, S. (2014) Environ. Sci. Technol., 6069-6080
- 2) Nansai, K., Fry, J., Mailk, A., Takayanagi, W. and Kondo, N. (2020) Resour. Conserv. Recycl., 104525

キーワード カーボンフットプリント, 気候変動, 産業連関分析, 高齢化, 要介護・要支援

エキスパートインタビューによる気候変動適応推進のための論点整理

Summarization of Issues in Climate Change Adaptation through Expert Interviews

東京大学 ○竹中颯太郎, 栗栖聖, 福士謙介

1. はじめに

気候変動影響の増大に伴い、適切な緩和策を講じたとしても回避できないリスクの存在が指摘され、緩和策だけではなく適応策の重要性も増してきている¹⁾。日本では気候変動適応計画(2021)が定められ、気候変動適応に向けた目標や各主体の基本的役割、適応事例が取りまとめられている。しかし、それらは分野ごとに現状の個別事例を列挙するに留まっており、基本戦略や各主体の役割との関連が明確に示されていない。また、地域の実情に応じた対策が必要な一方で、地域独自で適応計画を定める難しさも指摘されている²⁾。

気候変動に関する適応研究を行う各分野の専門家は、適応計画に示された情報以上の各分野への理解と課題の認識、長期的ビジョンを有していると考えられる。そこで本研究では、適応研究のエキスパートインタビューを通して、適応策推進のための分野横断的な課題や論点を整理することを研究目的とした。

2. 研究方法

エキスパートインタビューは次の手順で行った。まず、気候変動適応研究に従事する日本国内の専門家を各分野から計 21 名抽出した。専門家の選定に当たっては、対象者の研究分野が気候変動適応計画の各分野を網羅できるようにした。2022 年 11 月から 2023 年 6 月までの期間に、各専門家に対してオンラインまたは対面での非構造化面接法³⁾を用いた約 1 時間のインタビューを行った。インタビュー対象者の分野一覧を表 1 に示す。

表 1 インタビュー対象者分野一覧

No.	分野	K	農業(水稲)
A	沿岸域・農業	L	経済(製造業)
B	都市計画	M	生態系(河川), 防災
C	水産	N	都市インフラ(交通)
D	畜産	O	都市インフラ(下水道)
E	林業	P	都市インフラ(上水道)
F	沿岸域・防災	Q	農業(果樹)
G	水資源・農業	R	農業(水稲)
H	医療・健康	S	経済
I	観光・経済(農業)	T	生態系(沿岸)
J	生態系(陸域, 海域)	U	農業(野菜)

インタビューでは、①現状の適応策、②緩和とのコベネフィット、③長期的に社会変革が必要な適応策、といった 3 つテーマを中心に聞き取りを行った。

適応策推進のために今後どのような取り組みが必要であるかを明らかにするために、インタビュー内で共通の論点や課題に関する発言を分野横断的な論点として抽出し、同論点や課題を構造化して整理した。

3. 結果

現状の適応計画で示されていない重要な論点のひとつとして、モノやサービスを享受する側の適応の必要性が、研究者 G, C により示された。消費者側の自主的変化を待つのではなく、変化を促すための行政の取り組みが重要であることも併せて示された。

例えば農業(水稲)分野において、高温耐性品種は適応策のひとつだが、無名品種の場合、消費者が買わなくなる可能性があり、農家の適応行動へのハードルになる。これに対して、消費者の気候変動への理解という意識変容が必要で、環境マークの設定や高温耐性品種の地域ブランド戦略といった取り組みが求められる。同様に水産分野においても、気候変動によって漁獲量が増えた魚を、意識して消費者が消費する必要があるといった、生産者だけではなく消費者側の適応に関する発言があった。その他の論点については発表時に示す。

謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

参考文献

- 1) IPCC (2022), Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability Summary for Policymakers
- 2) 馬場健司・小楠智子・工藤泰子・吉川実・大西弘毅・目黒直樹・岩見麻子・田中充 (2020) 地方自治体の気候変動適応計画における科学的知見の活用に関する分析, 土木学会論文集 G (環境), 76 巻, pp233-pp242
- 3) 鈴木淳子(2002) 調査的面接の技法, ナカニシヤ出版

キーワード

気候変動適応, エキスパートインタビュー, 論点整理, コベネフィット, ステークホルダー

Climate Change Impact Assessment and Adaptation Measures for Regional Tourism: Case Studies of Beach Usage Situation in Ibaraki and Niigata

The University of Tokyo ○Shouni Tang, Kiyo Kurisu

1. Introduction

As an island country, Japan has a long coastline and a large number of coastal tourism resources. Among them, bathing beaches, as important coastal tourism resources, attract a large number of tourists every year, and are an indispensable part of the regional tourism industry.

At present, there are more than 800 bathing beaches in Japan. According to the climate change adaptation information platform (A-PLAT, National Institute of Environmental Studies, Japan), it is projected that about 50% to 100% of beaches in Japan will disappear under climate change from 2081 to 2100 in the case of RCP8.5, which will have a huge impact on bathing beaches around Japan.

Currently, Ibaraki has beaches with an area of 8.76 km² and a length of 106.3 km. Niigata has beaches with an area of 9.51 km² and a length of 206.0 km. The beach disappearance rates of Ibaraki and Niigata are shown in Fig.1. They are 0.313 (RCP2.6) and 0.562 (RCP8.5) in Ibaraki and 0.571 (RCP2.6) and 0.876 (RCP8.5) in Niigata from 2081 to 2100, which have a greater impacts on beach tourism in each prefecture. In response to this situation, this study investigates the bathing beaches of Ibaraki on the Pacific side and Niigata on the Sea of Japan side, and conducts case studies.

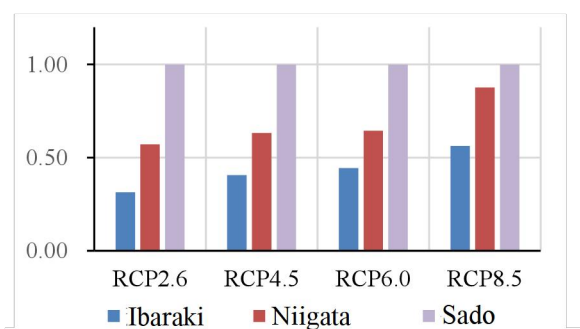


Fig. 1 Beach disappearance rate under climate change (2081 - 2100)

2. Methods

By collecting the information such as the geographical features, management methods, surrounding tourism resources and the latest usage situation of the beaches, we

analyzed the factors of the beach utilization, and evaluated the impact of climate change on the beaches. Adaptation measures will be proposed for the regional tourism industries to respond the current and future climate change impacts.

3. Results

Compared with Ibaraki, Niigata faces a greater crisis from climate change, but Niigata has a winding coastline and colorful beach forms. Timely and correct protection will allow the precious Japanese coastal tourism resources to survive.

Acknowledgement:

This research was performed by the Environment Research and Technology Development Fund (S-18-4(1), JPMEERF20S11815) of the Environmental Restoration and Conservation Agency provided by Ministry of the Environment of Japan.

References:

- 1) A-PLAT : 砂浜消失率の将来予測. <https://a-plat.nies.go.jp/webgis/national/index.html#>
- 2) 環境省 : 水浴場の水質調査結果. https://www.env.go.jp/water/suiyoku_cho/index.html
- 3) 茨城県 : 多客期入込客数調査結果. <https://www.pref.ibaraki.jp/shokorodo/kanbutsu/kikaku/takyakuki.html>
- 4) 茨城県 : 観光客動態調査結果. <https://www.pref.ibaraki.jp/shokorodo/kanbutsu/kikaku/doutaityousa.html>
- 5) 茨城県 : 市町村のデータ. <https://www.pref.ibaraki.jp/kikaku/tokei/fukyu/tokei/sugata/local/index.html>
- 6) 新潟県 : 観光統計情報. <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kankokikaku/1245960085415.html>
- 7) 新潟県 : 総務部 市町村課. <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/shichouson/>
- 8) 新潟県 : 観光ナビ. <https://niigata-kankou.or.jp/spot/7190>

Keywords: Beach, Usage Situation, Climate Change, Ibaraki, Niigata

ポスター発表

(優秀発表賞応募発表も含む)

ポスター会場：神戸大学 鶴甲第2キャンパス F151・F152

発表・討論時間：9月7日（木）12：00～14：00

発表コアタイム：9月7日（木）12：45～13：45

コロナ禍における容器包装プラスチック廃棄物とインターネットによる出前支出額の関係

Relationship between Plastic Waste Containers and Packagings and Internet Delivery Expenditures in the Corona Disaster

横浜市立大学 ○大西暁生, 九州工業大学 蔡佩宜, 神戸大学 田畑智博

1. はじめに

コロナ禍において、私達の生活様式は大きく変容した。とりわけ、外出自粛や在宅ワーク等の影響により、職場での時間が減り家庭で過ごす時間が増した。また、外食を避け、出前利用が日常化する中で、容器包装プラスチックの利用と廃棄が増加したことが懸念される¹⁾。本研究では、コロナ禍がインターネットを利用した宅配支出額と容器包装プラスチック廃棄物との関係を把握することで、コロナ禍における生活様式の変容に伴う出前利用の増加と容器包装プラスチック廃棄物の増加の関係性を示す。

2. 分析手法

まず、e-stat²⁾の家計消費状況調査より、2015年1月～2023年2月までの月別宅配支出額を入手し、その特徴を把握した。さらに、宅配支出額の時系列的な変化を自己相関分析とEPA法(乗法モデル)によって行った。次に、厚生労働省:データからわかる—新型コロナウイルス感染症情報—³⁾より、人口10万人当たり新規陽性者数を入手し、コロナ感染と出前支出のトレンド等との関係を相関分析で把握した。最後に、令和3年版の環境統計集⁴⁾と容器包装廃棄物の使用・排出実態調査⁵⁾から家庭ごみ全体に占める容器包装プラスチック廃棄物の割合(容積比)を入手し、宅配支出額との関係を把握した。

表1 コロナ感染と出前支出額の相関係数

	10万人当たり新規感染者数
トレンド	0.51
季節変動:比率	0.21
不規則変動:比率	0.16

※トレンド等はEPA法の結果

3. 分析結果

3.1. コロナ感染と出前支出額

トレンドとある程度正の相関関係がある(表1)。コロナ感染は出前(5月, 8月, 12月)と同様、季節性があるが、これらの相関関係は定かでない。不規則変動

は、主に第1回緊急事態宣言との関係が考えられる。

3.2. 容器包装プラスチック廃棄物と出前支出額の関係

容器包装プラスチック廃棄物と出前支出額には正の相関関係があった(図1)。対数型が最も近似し、その曲線の上方に2020年が、下方に2022年が位置した。これはコロナ禍において当初は平均より容器包装プラスチック廃棄物の割合が多かったのに対し、コロナが落ち着いた2022年にはそれが少なくなったことを表している。これは、出前頻度の低下や脱プラスチック等の影響が考えられるが、今後更に分析が必要である。

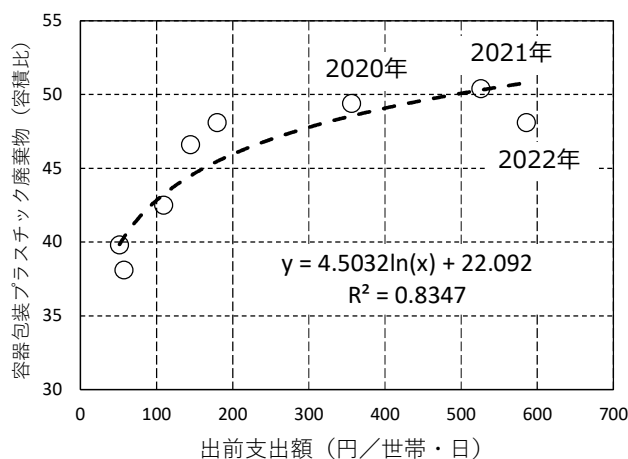


図1 容器包装プラスチック廃棄物と出前支出額の関係

参考文献

- 1) 小針美和(2021) コロナ禍におけるテイクアウト需要の増加とプラスチックごみ問題, 農中総研 調査と情報, 第83号, pp.8~9
- 2) e-stat: <https://www.e-stat.go.jp/>
- 3) 厚生労働省: <https://covid19.mhlw.go.jp/>
- 4) 環境統計集: <https://www.env.go.jp/doc/toukei/tokeisyu.html>
- 5) 容器包装廃棄物の使用・排出実態調査: https://www.env.go.jp/recycle/yoki/c_2_research/index.html

キーワード コロナ禍, 容器包装プラ, 出前支出額

業務用液体容器のカーボンフットプリントの分析 Carbon Footprint Analysis of Commercial Liquid Containers

神戸大学 ○田畑智博, 小泉製麻(株) 隈田原早稀

1. はじめに

2019年に公表されたプラスチック資源循環戦略では、基本原則の一つとしてプラスチックの分別回収とリサイクルによる再生利用を意図した循環利用を図ることが記載されている¹⁾。これは、業務用のプラスチック製品についても同様である。業務用液体容器の一種であるバッグインバッグ(BIB)は、薄肉のプラスチック成形容器であり、同容量のプラスチックボトルと比較して未使用時の省スペース、廃棄物発生量の低減を意図した製品である。BIBは、食品分野、化学分野等で様々な液体を保存するための容器として利用されている。

一方、BIBは、使用後は主に焼却処理されている。BIBは使い捨てプラスチックとして利用されているが、他の容器包装廃棄物と同様に、循環利用されていくことが望まれる。そこで本研究は、BIBの循環利用システムを構築することの効果や課題等を検討することを目的として、BIBのカーボンフットプリントを算出する。

2. 研究の方法

業務用液体容器(BIB, ポリ容器, 18L缶)1個あたりの温室効果ガス排出量を算出する。対象とする液体はフロア洗剤とする。

評価ケースとして、図1に示す①現状ケースと②再商品化ケースを設定する。①現状ケースでは、ポリ容器は洗浄後に再使用されているという実態を考慮する。ここではポリ容器の洗浄を20回と設定し、他の容器を20回製造すると想定して環境負荷を計算する。②再商品化ケースでは、BIBを使用後に回収し、マテリアルリサイクルを行うと想定する。ここでは再商品化を20回行うと想定する。

3. 結果

結果の一部として、各業務用液体容器ともに、原料製造に由来する排出分が多かった。また、プラスチックの焼却に伴う排出分や、BIBの場合は外装に用いる段ボールケースの製造に由来する排出分も多かった。

4. おわりに

他の結果は当日に報告する。BIBのマテリアルリサイ

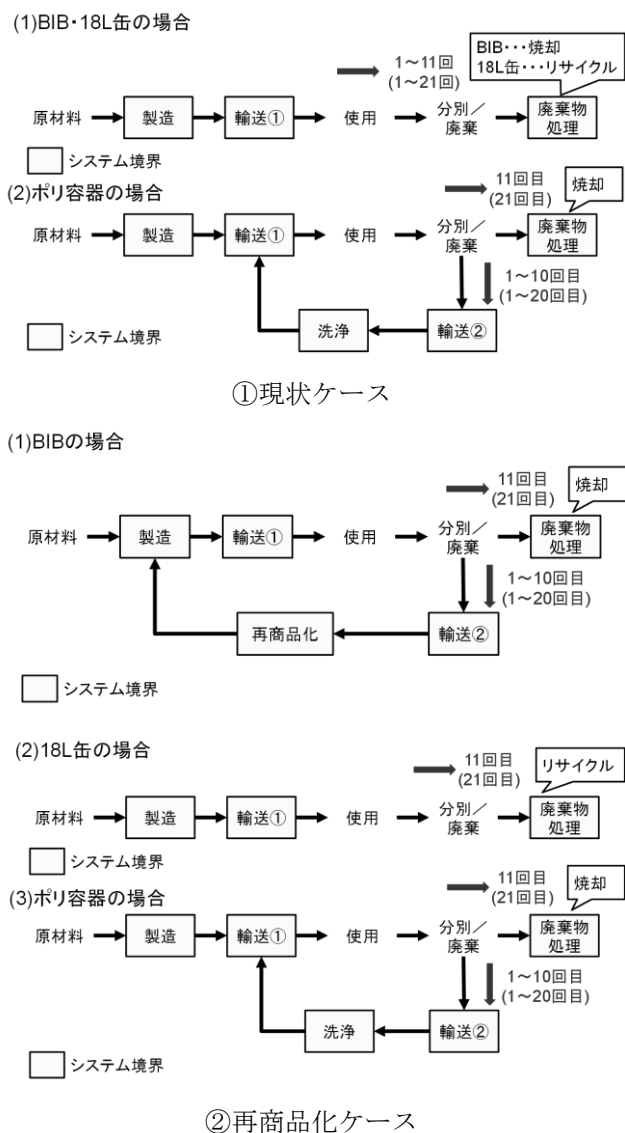


図1 調査対象システムと比較対象システム

クルは、環境負荷削減の観点から有望である。生産者側と消費者側が協力して、業務用液体容器の循環利用システムを構築していくことが期待される。

参考文献

- 1) 環境省 (2019) 「プラスチック資源循環戦略」の策定について, <https://www.env.go.jp/press/106866.html>

キーワード カーボンフットプリント, LCA, 業務用液体容器

アスベスト対策を目的とした多変量解析を用いた解体等工事業者の特性評価 Characteristics evaluation of demolition contractors by multivariate analysis for asbestos measures.

○豊永悟史^{1,2}, 古澤尚英¹ (¹熊本県保健環境科学研究所, ²熊本県環境生活部環境局環境保全課)

1. はじめに

解体等工事において、悪性中皮腫等の疾病の原因になるアスベストの飛散防止対策が重要な政策課題であり、対策の徹底のために地方自治体による立入検査等が行われている。しかしながら、立入検査の対象となる解体等工事は膨大な件数となるため、現実的な対応として合理的な優先順位を設定し、計画的に立入検査を実施していくことが必要となる。そのためには各工事におけるアスベストの飛散につながる法令違反行為（以下、「違反行為」）の発生可能性を定量的に予測することが重要である。これまでの研究により、違反行為の多寡が業者によって大きく異なり、その要因の一つとして業者間ネットワークが影響している可能性が示されている^{1,2)}。

本研究では、業者による違反行為が生じる要因を明らかにし、それを地方自治体の立入検査の優先順位設定に活用することを最終的な目標とし、先行研究とは異なる新たなアプローチを試みた。具体的には、法に基づくアスベストの事前調査報告のデータに多変量解析を適用することで、各業者の特性を明らかにし、それらの特性と違反行為の関連性を定量的に評価することを試みた。

2. 使用データと解析方法

本稿では、2022年度に石綿事前調査結果報告システムに報告された熊本県内（熊本市を除く）の解体等工事の情報を解析対象とした。各業者の特性を明らかにするために、業者毎に工事現場住所が属する市町村、構造や面積規模等を変数として集計し、変数別に相関行列を作成した。この相関行列にクラスター分析を適用し、各業者の分類を行った。なお、解体工事と改修工事では業者や工事内容に違いがあると予想されるため、各報告情報を解体工事と改修工事に分類し、解体工事が全工事の9割以上を占める業者を解体業者、改修工事が9割以上を占める業者を改修業者と分類した上で解析を行った。

3. 結果と考察

結果の一部として、各工事が実施された市町村によって解体業者を分類した結果について述べる。解体業者は10のクラスターに分類された。各クラスターの市町村別工事件数を集計し、割合(%)として Fig.1 に示した。クラ

スター 2, 4 を除く 8 つのクラスターでは、特定の市町村の工事件数の割合が 70%以上となった。この顕著な偏りは、多くの業者の地理的な活動範囲が限定的であることを示唆している。これは各解体業者間の競争の結果と解釈することもできるが、このような競争は本研究の主眼である違反行為の主要因の一つとも考えられ、業者の特性と違反行為にも間接的な関連性が存在することが想定される。発表では、これらの各解体業者の特性と違反行為との関連性についての解析結果を示すとともに、改修業者の結果についても示す予定である。

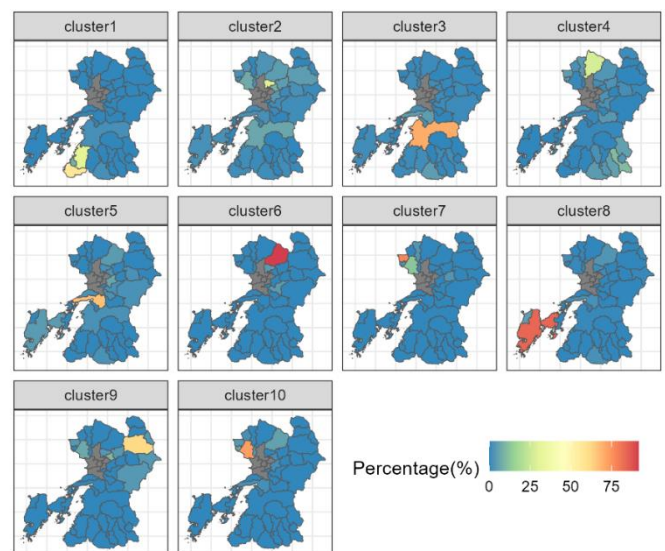


Fig.1 各クラスターの市町村別工事件数の割合(%)

参考文献

- 1) 豊永ら(2023)アスベスト対策を目的とした解体等工事の立入検査における優先度設定手法の検討, クリーンテクノロジー, 33, 56-60.
- 2) 豊永ら(2022) アスベスト対策のための指導履歴に基づいた解体工事立入計画の検討, 環境科学会 2022 年会, P-038.

キーワード

アスベスト, 解体等工事業者, 多変量解析, 立入検査, 優先順位設定

ネズミイルカの諸臓器における水銀およびセレン濃度

Mercury and selenium concentrations in various organs of the harbor porpoise (*Phocoena phocoena*)

国立水俣病総合研究センター ○丸本倍美, 丸本幸治, 坂本峰至, 愛知学院大学 鶴田昌三

1. はじめに

歯クジラは魚介類の摂取により臓器中に高濃度の水銀を蓄積することが知られている。成体になるために、また、生命を維持するために、魚介類の摂取を終生続けるが、メチル水銀中毒で死亡した個体はこれまでに報告されていない。メチル水銀の毒性軽減には、必須微量元素のセレンの役割が重要とされており、歯クジラではセレンによるメチル水銀の無機化の促進が毒性軽減に有用だとされている。メチル水銀は体内に取り込まれた後、時間の経過とともに生体内で無機化され、無機水銀の一部はセレンと1:1の割合で結合して存在することが知られている。鯨類、特にマイルカ科の歯クジラでは生体内のセレンがメチル水銀の毒性軽減に役立つことが知られており、セレンの役割が重要視されている。本研究では、これまでに検索例の少ないネズミイルカ科のネズミイルカの諸臓器における総水銀およびセレン濃度を測定し、臓器による濃度の違い、成長に伴うこれらの濃度の変化について検討した。

2. 研究方法

材料：動物種：ネズミイルカ

成熟度および個体数：性成熟前：9例

成獣：2例

臓器：大脳・肝臓・腎臓・心臓・肺・骨格筋

分析：総水銀・セレン濃度測定

EPMAによる局在検索

分析元素：Hg・Se・Sなど

加速電圧：25 kV

照射電流：0.6 μ A

分析時間：11~13時間

3. 結果と考察

体長が大きくなるのに伴い、諸臓器における総水銀が上昇したが、セレン濃度は減少する臓器も認められた。諸臓器における総水銀濃度とセレン濃度のモル比は必ずしも1:1にならず、臓器によってモル比が大きく異なっていた。特に性成熟前の個体では諸臓器における総水銀濃度とセレン濃度のモル比が大きく異な

り、セレンのモル比が数十倍となる臓器もあった。成獣の大脳、肝臓および骨格筋においては、モル比は1:1になっていたが、それ以外の諸臓器においてはセレンの濃度が高いままであった。

いずれの臓器もセレンが過剰な状態で存在しており、セレンが過剰な状況を維持することで、メチル水銀の毒性防御に働いていることが推測された。

また、EPMAによる元素の局在解析の結果、比較的水銀濃度の高かった成獣の肝臓においてのみ、可視化される元素が観察された。その局在は、クッパー細胞が主であり、水銀・セレン・硫黄の同部位への沈着が認められた。成獣においては、肝臓でのみ局在を解析することが出来たが、性成熟前の個体ではいずれの臓器においても局在を解析することができなかった。これは、水銀およびセレンとの複合体が形成され、電顕下で可視化される大きさに成長するためには、相当な年月がかかるためと推測された。

キーワード ネズミイルカ, 水銀, セレン

謝辞

本研究で分析した試料(の一部)は、愛媛大学の Center for Marine Environmental Studies (CMES) と Joint Usage/Research Center - Leading Academia in Marine and Environment Pollution Research (LaMer) が所有する Environmental Specimen Bank (es-BANK) から提供されました。試料を採取していただいた北海道大学の松石 隆 (Prof. Takashi Matsuishi) 教授およびストランディングネットワーク北海道(Stranding Network Hokkaido)の関係者に感謝申し上げます。

本研究を発表するにあたり、愛知学院大学・長瀬さつき氏、国立水俣病総合研究センター・基礎研究部・千々岩美和氏、環境・保健研究部・鬼塚重美氏、橋本二美可氏、本山愛氏および森本茜氏に謝意を表します。

ファッションの循環経済：ライフサイクル思考を用いた古着利用の環境負荷分析

Circular Economy in Fashion: Analysis of Environmental Impact of Second-Hand Clothing Adopting Life Cycle Thinking

神戸大学 ○陳 夏清, 神戸大学 田畑智博

1. はじめに

ファッション産業は、流行のデザインが重視されるため、まだ着用できる衣服も不要なものとして捨てられてしまう。結果として、繊維の原材料となるコットンや化石燃料などの大量の資源が消費される。また、衣服の生産や消費、廃棄の段階で環境負荷が発生しており、衣服のライフサイクルに関わる環境負荷を抑制することが課題となっている。このような問題に取り組むための一つの手段がリユースであり、古着の取引と着用を通じて衣服の資源循環の仕組みを構築していくことが重要である。

本研究は、消費者の古着の購入状況と衣服の洗濯習慣などの衣服のライフサイクルに関わる生活習慣を調査し、リユースによる古着の利用が衣服のライフサイクルの延長と環境負荷削減に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

2.1 アパレル各社におけるリユースの実態調査

日本で販売されているアパレル各社における古着の回収とリユースに係るサービスの実施状況を把握するために店頭とオンラインによる調査を行った。これにより、古着の回収に関わるサプライチェーンを整理した。

2.2 消費者を対象としたアンケート調査

消費者の古着購入状況、古着利用時の洗濯習慣を調査するため、Webアンケート調査を行う。対象者は東京都民およそ200名であり、Questantのインターネットリサーチ用パネルを用いる。主な質問を表1に示す。質問では、基本属性に関わる質問、衣服のライフサイクルの延長に係る質問(衣服の処分方法、洗濯頻度など)を尋ねる。

2.3 衣服のライフサイクルでのCO₂排出量算定

アンケート調査の結果をもとに、衣服や古着の購入に関わるライフスタイルの違い、衣服のリユースを考慮した、衣服のライフサイクルに関するシナリオを作成する。各シナリオについて、エネルギー消費量とCO₂排出量を

表1 主な質問

(基本属性に関する質問)

- 性別, 年齢個人年収, 1ヶ月あたりの衣服の平均購入金額, ファッションの話題への関心, リサイクルされた繊維を使った衣服の購入意思

(本質問)

- 不要になった衣服の処理方法(古着として売る, 知り合いにあげる, 寄付する, ごみとして処理する等)
- 古着を購入しているかどうか, その理由
- 季節別での衣服の洗濯頻度
- 洗濯物の乾燥方法

算定するとともに、シナリオ間比較によりリユースによるCO₂削減効果を分析する。

3. 結果と考察

3.1 アパレル各社におけるリユースの実態調査

結果の一例として、A社は自社の商品のみの回収サービスを提供し、回収した古着を新商品の原材料として使用していた。B社、C社はブランド問わず古着を回収していた。回収された古着は、NGOに寄付されていた。

3.2 消費者を対象としたアンケート調査

紙面の都合上、ポスター発表にて結果を報告する。

4. おわりに

以上で得られた結果を通じ、ファッション産業における古着の回収と販売に係る資源循環をビジネスモデルとして構築することの意義を提示する。

参考文献

- 1) 環境省, サステナブルファッション, https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/

キーワード サステナブルファッション, 古着, リユース, ライフサイクル

森林クレジットの流通促進に向けて～鳥取県を事例に～

Promoting the Distribution of Forest Carbon Credits: A Case Study in Tottori Prefecture

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科 ○須山リナ, 野津喬

1. はじめに

J-クレジット制度における森林クレジットの課題として、特に売却先開拓の困難さが指摘されている。その解決策の一つとして、地方自治体に地域コーディネーターとして認定された地方金融機関が取引先企業に対してカーボン・オフセットの提案やJ-クレジットの仲介販売を行う「地域コーディネーター制度」がある。本研究では、地域コーディネーター制度が地方自治体による森林クレジット販売にどのような効果を及ぼすのか明らかにするため、制度の現状と課題についてのヒアリング調査を行った。

2. 研究方法

地域コーディネーター制度を全国に先駆けて実施している鳥取県及び、鳥取県の地域コーディネーターである(株)山陰合同銀行に対してヒアリング調査を実施した。鳥取県には文書での回答を頂き(2022年12月及び2023年6月実施)、(株)山陰合同銀行にはオンライン上でのヒアリング(2022年10月実施)を行った。調査項目は、J-クレジット制度への取り組み経緯・目的、販売実績、売却益の用途等である。

3. 結果及び考察

鳥取県は、森林の環境保全や地球温暖化防止等を目的として県有林クレジットの創出を行っており、2010年度から(株)山陰合同銀行を含む地方銀行2行を地域コーディネーターとする仲介販売方法を利用している。

認証された県有林クレジットの売却率は約62%と、全体の森林クレジットの売却率(無効化・償却率)の約38%¹⁾と比較して高く、販売契約件数66件のうち33件(数量に関しては7割以上)が地域コーディネーターによる仲介販売であった。このことから、地域コーディネーター制度の利用が森林クレジット売却に直接的な効果を与えていることが推察された。

県有林クレジットは1t-CO₂あたり15,000円(税抜き)で売却されている。現在までの売却益は約4590万円に上り、県有林整備費として使用されていた。売却益による県有林整備の経済的負担軽減効果は、2021年

度では8%、2022年度では17%であった。

県有林クレジットの仲介販売先は県内企業が約9割であったことから、地方自治体における森林クレジットの販売は、地域経済活性化に向けた取り組みとして有効な手段であると考えられる。また、地域コーディネーター制度により、創出者・仲介者・購入者の関係の構築・強化が可能となる。一度のみでなく複数回のクレジット購入を行う企業も多数存在することから、地域コーディネーターは地域内の継続的な関係性づくりをサポートする機能を担うことが期待される。

一方で、地方自治体による森林クレジット販売には、事務手続き・モニタリング検証の負担、人手不足が課題として挙げられた。過疎化・高齢化が進行する地域では、職員の人手不足が問題となり、プロジェクトの進行や拡大を妨げていると考えられる。そのためにも、制度に取り組む際の手続き負担の軽減やモニタリングの簡素化がより重要となってくる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、地域コーディネーター制度の利用が森林クレジットの販促に繋がることが明らかとなった。今後は、森林クレジットの購入を行った企業にもヒアリングを行い、総合的な分析を進めていく。企業が、比較的安価な削減系クレジットではなく、なぜ森林クレジットを購入するのか、その購入目的を明らかにすることで、更なる森林クレジットの流通促進に繋がると考えられる。

謝辞

調査にご協力いただいた鳥取県農林水産部並びに(株)山陰合同銀行の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) J-クレジット制度運営委員会・第1回森林小委員会(2022)J-クレジット制度の概要及び森林クレジットの現状,第1回森林小委員会配布資料17-19頁

キーワード 森林管理、J-クレジット、地域コーディネーター

八代海沿岸地域の水俣病発症リスク評価に資する住民健康調査データの予備的解析 Preliminary Analysis of Resident Health Survey Data Contributing to Risk Assessment of Minamata Disease in the Yatsushiro Sea Coastal Area

横浜国立大学環境情報学府 ○栗原大和, 松田裕之, 中井里史

1. 背景・目的

筆者らは八代海及び周辺地域における漁業の状況、小売り等を含む魚介類の流通状況、地域別の魚介類摂食頻度や摂食量に関するデータを用いて、水俣病発症リスクを評価するための俯瞰的な知見の整理を目的として研究を進めている。その一環として、熊本県が保管している水俣湾周辺地区住民健康調査データを用いて水俣病患者認定申請推奨者を同定する統計モデルを開発している。本稿では研究で用いる健康調査データの特徴について予備的解析を行った結果を報告する。

2. 方法

2.1. 本研究で用いる水俣湾周辺住民健康調査データ

本研究で用いる水俣湾周辺住民健康調査は熊本県が1971～1974年に水俣湾周辺海域で実施した調査で、第一次検診から第三次検診まで行われた¹⁾。第一次検診は55,606名を対象にアンケート調査が行われ、別途定めた基準を満たした方が第二次検診対象者として抽出された。第二次検診では予め神経専門医によって指導訓練された地元開業医によって他覚的な神経徴候が調べられ、他覚的所見から第三次検診の対象者が抽出された。第三次検診対象者に対しては熊本大学医学部の専門医による神経内科的検診等が行われ、水俣病が疑われた方に患者認定申請が推奨された。

一方、全調査データが今日まで残っているわけではない。本研究ではデータが残っている第一次検診データ12000件（第二次検診対象者分）、第二次検診データ5611件、第三次検診データ1061件の検討を行う。第一次検診データは紙面に出力したデータ、第三次検診データは原票のみあり、新たにデータ入力を行った。

2.2. 予備的解析

本研究で用いるデータ（研究データ）の特徴を把握するため、研究データと報告書¹⁾の比較を行う。解析には統計解析ソフトJMPを用いた。本研究は、横浜国立大学人を対象とする生命科学・医学系研究倫理専門委員会の承認を受けた（人医-2022-09）。

3. 結果・考察

3.1. 本研究で用いる水俣湾周辺住民健康調査データ

図1に研究データの構造を示す。第一次検診データの4.5%が患者認定申請推奨者であった。第三次検診デ

ータが存在しても、第二次検診データ、あるいは第一次と第二次検診データの両方が存在しないケースもあった。

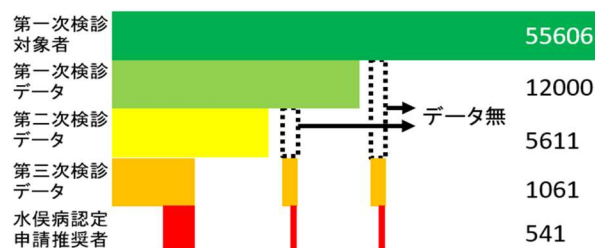


図1 本研究で用いるデータの構造

3.2 予備的解析

表1に研究データと報告書¹⁾に記載されている第一次検診の市町村別対象者数および割合を示す。研究データと報告書で対象者割合に大きな違いは無かった。ただ、他の質問では研究データと報告書¹⁾の回答割合に大きな違いがあるケースもあった。

表1 研究データと報告書データの市町村別対象者数

	研究データ		報告書 ¹⁾	
水俣市	6112	50.9%	28818	51.8%
田浦町	982	8.2%	4510	8.1%
芦北町	1244	10.4%	5508	9.9%
津奈木町	1241	10.3%	4426	8.0%
龍ヶ岳町	1388	11.6%	6924	12.5%
御所浦町	822	6.8%	4380	7.9%
苓北町	217	1.8%	1040	1.9%

4. まとめ

今後、データ構造などについてさらなる検討を進め、水俣病患者認定申請推奨者の同定モデル作成を行う。本研究は、環境省「重金属等による健康影響に関する総合的研究（水俣病に関する総合的研究）」の助成を受けた。参考文献

1)有明海・八代海沿岸地域および水俣湾周辺住民健康調査解析班, 熊本大学医学部有明海・八代海沿岸地域および水俣湾周辺住民健康調査解析報告書, 1977, 103-185
キーワード 水俣病, 患者認定申請, 調査票解析

水道水中農薬の GC/MS スクリーニング分析のバリデーション試験 Validation Test of GC/MS Screening Analysis of Pesticides in Drinking Water

国立医薬品食品衛生研究所 ○小林憲弘, 土屋裕子, 五十嵐良明

1. はじめに

人口減少が加速している日本において将来にわたって安全な水道水が供給されるためには、より少ない人員と労力で水質検査を行えるよう迅速・簡便な新しい検査方法を開発・導入していく必要がある。そこで、検査対象物質の標準品の測定情報を予めデータベースに登録し、検査時には標準品を測定せずに GC-MS や LC-MS で定性・定量する「スクリーニング分析法」の水道水質検査への適用が検討されている。実運用における課題の一つとして、異なる検査員で定性結果となるようにスクリーニング分析におけるピーク同定方法の考え方や手順を確立する必要があると考えられる。そこで我々は、スクリーニング分析のバリデーション試験を実施し、同一データベースを用いて同一試料のスクリーニング分析を行った場合の解析者による定性結果の違いについて解析した。これまで、同一ソフトウェアを用いた GC/MS データ解析のバリデーション試験を実施したことから、今回は解析ソフトウェアによる定性結果の違いを検証するため、複数のデータ解析ソフトウェアを用いたバリデーション試験を行った。

2. 実験方法

河川水試料の GC/MS 測定データを参加者に配布し、参加者は各メーカーのソフトウェアを用いて同試料からのデータベース登録農薬の検出・不検出を評価し、各試料中の検出と判断した農薬のピーク積分した面積値を報告した。測定データは、国立医薬品食品衛生研究所において前処理および GC/MS 分析を行った河川水試料 3 試料 (#421, #438, #464) とした。ソフトウェアは、国内販売シェアの高い主要な GC/MS 装置メーカー 3 社 (日本電子、島津製作所、アジレント) のものを用い、本研究で作成した農薬 GC/MS スクリーニング分析データベースを各ソフトウェアに搭載した。試験には、アジレント 13 人、島津製作所 9 人、日本電子 7 人の合計 29 人が参加した。解析にあたっては、事前に各ソフトウェアの解析パラメータの最適化を行い、解析者は最適化されたパラメータを用いて解析を行った。

3. 結果と考察

各解析者による検出農薬数を試料毎に比較した結果、いずれの試料も解析者による検出農薬数の差が大きかった (図 1 「報告値そのまま」)。しかし、定量下限

(多くの農薬は 0.01 mg/L) の 3 倍未満の検出報告と、明らかな誤同定の検出報告を削除して再解析すると、解析者による検出農薬の差はほとんど見られなかった (図 1 「下限値・誤同定修正」)。下限値・誤同定を修正した場合、ソフトウェアメーカー別の検出農薬数にも大きな違いは見られなかった (図 2)。

ただし、一部の試料ではクロマト上に妨害ピークが見られた場合に、本来検出と判断すべき農薬を見逃すこと (偽陰性) があつた。また、妨害ピークが被っておりマススペクトルがデータベースと一致しないことや、妨害ピークをソフトウェアが自動同定したことによる検出見逃しも見られ、スクリーニング分析におけるデータ解析上の留意点が明らかになった。

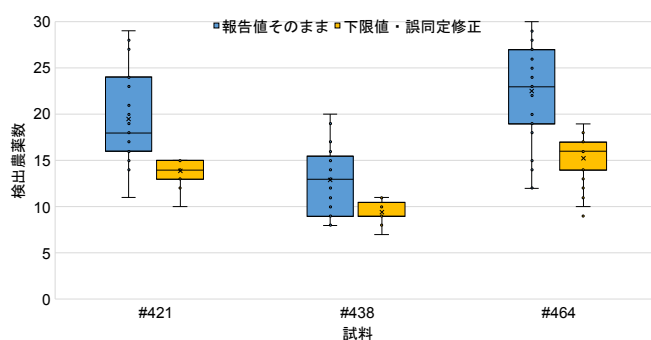


図 1 各試料からの検出農薬数

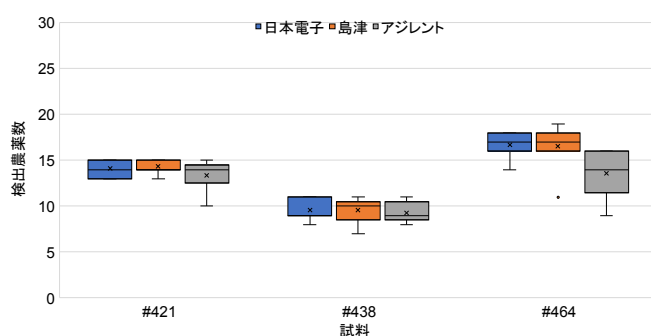


図 2 各試料からの検出農薬数 (ソフトウェアメーカー別)

参考文献

1) 小林憲弘ら (2023) 水道水中農薬の GC/MS ターゲットスクリーニング分析のデータ解析における誤差要因の分析. 環境化学, 33, 26-40.

<https://doi.org/10.5985/jec.33.26>

キーワード 農薬, スクリーニング分析, GC/MS

離散・連続モデルを用いた燃料種別の家庭エネルギー消費量の市区町村別推計

Estimation of household energy consumption by fuel type by municipality using discrete and continuous models

国立環境研究所 ○石河正寛

1. はじめに

持続可能な脱炭素社会の実現に係る昨今の環境行政施策を俯瞰すると、地域脱炭素ロードマップや脱炭素先行地域など“local action”に注力する施策展開が進んでいる。脱炭素関連の政策形成に取り組む地方自治体にとっての参考資料となり得る統計等を活用したデータの整備を行うことは、今般における環境政策上の時宜に適った有用な取り組みといえる。本研究は、家庭における燃料種別エネルギー消費量の市区町村別値の推定を試みた研究結果を報告する。

2. 方法

家庭 CO₂ 統計の調査票情報等を利用した回帰モデル推計により、市区町村別燃料種別の世帯当たり家庭エネルギー消費量の推定を試みた。世帯あたりの電気、ガス（都市ガスと LP ガスの合計）、灯油のエネルギー消費量を目的変数とし、世帯規模や建て方などの世帯レベル変数および人口密度や暖房度日などの都市レベル変数を説明変数とする回帰モデルを 10 地方区分別に作成した。ガスと灯油のモデルは two-part model の考え方を導入し、燃料の使用有無と使用量の大きさを表現するモデルをそれぞれ作成して組み合わせた。

3. 結果と考察

作成した回帰モデルを用いて予測した燃料種別の世帯当たりのエネルギー消費量の推計値は、公表されている家庭 CO₂ 統計の値と比べて 90% 程度の整合を有する結果となった。予測結果は、元とした家庭 CO₂ 統計の値と比較して、エネルギー消費有無は過大に、エネルギー消費量は過少となり、約 90% の整合性を有する結果となった。各市区町村の世帯当たりエネルギー消費量を、地方区分別の散らばり具合を示す箱ひげ図として図 1 に示す。地域で進む脱炭素関連の政策形成に資する実務適合性の高い統計情報の提供を目指し、本研究で作成したモデルの改良を進めるとともに、エネルギー施策の対策効果まで含めて検討・評価することの可能なモデルへ展開を図っていきたい。

謝辞

本研究は、環境省が実施する一般統計調査である「家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査」の調査票情報を用いて実施した。また、環境省・（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20201002 および JPMEERF20231002）により実施した。

キーワード：地域脱炭素，家庭，燃料種別エネルギー，回帰モデル

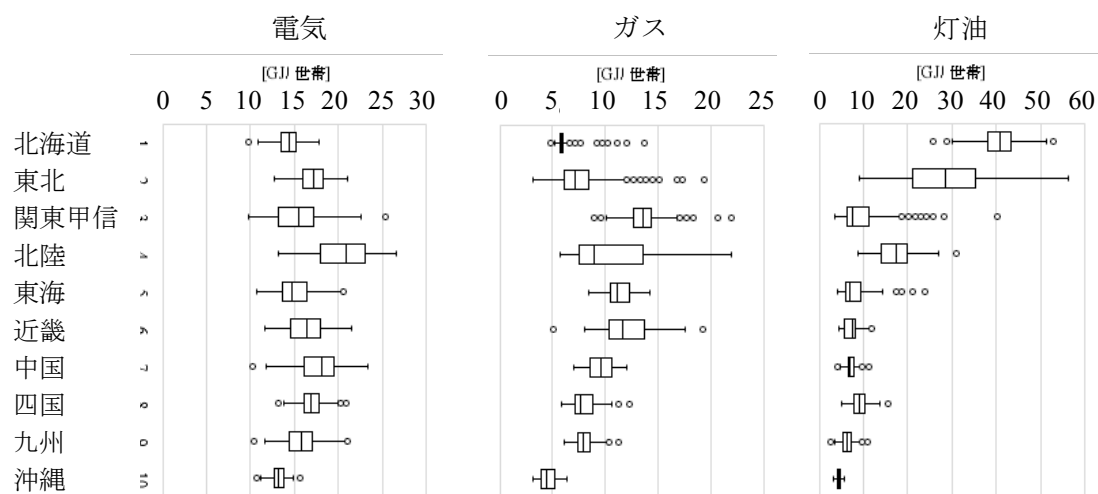


図 1 燃料種別世帯当たりエネルギー消費量の市区町村分布，地方区分別，2020 年度

神戸市立森林植物園における林相の推移および埋土種子の樹種構成からみた非在来樹種が周辺環境に及ぼす影響について

Influence of Non-native Tree Species on the Surrounding Environment, Based on the Changes of Forest Physiognomy and the Tree Species Composition of Buried Seeds in Kobe Municipal Arboretum

○小林徹哉 神戸大学人間発達環境学研究科・神戸市立森林植物園, 大野朋子 神戸大学人間発達環境学研究科

1. はじめに

多くの都市緑地には外国産樹種や地域固有ではない国産樹種が多く植栽されており、その拡散が懸念される。これまで、外国産樹種の拡散に関する報告は多数見られるが、それらの研究の多くは特定の樹種の逸出に限定されている。樹種によっては、数年間地中で休眠した後に発芽するものもあり、どのような非在来樹種が拡散、発芽し、周辺環境に影響を及ぼすのか情報は十分ではない。

本研究は、植栽樹種の逸出状況について埋土種子の発芽実態を明らかにすることを目的とした。この結果から植栽樹木が周辺環境へ及ぼす影響について考察したい。

2. 調査地および方法

2.1 調査地の選定および概要

調査地は神戸市立森林植物園（以下、森林植物園）とした。同園は1940年に開園し、面積は142ha、約1,200樹種を植栽し、そのうち約500樹種は外国産樹種である。

2.2 毎木調査による非在来樹種の把握

人為的な攪乱の少ない林内で10m×10mの調査区を3か所設置し（A・B・C区）、コドラート法による毎木調査を行った。高さ1.3m以上の個体の樹種、胸高直径(cm)、樹高(m)を測定した。経年的な比較のため、これら3か所の調査区について2010年の植生台帳を使用した。調査は2020年12月～2021年3月に実施した。

2.3 埋土種子の発芽試験による非在来樹種の発芽調査

A・B・C区の土壌中に含まれる休眠中の非在来樹種の種子の有無、樹種組成を調べるため、撒き出し法による埋土種子の発芽試験を行い、発芽した種名と個体数を調べた。なお、土壌サンプルの採取は2021年3月、発芽調査は2021年4月～12月に行った。

3. 結果

3.1 調査区別の非在来樹種の実態

表1より、出現種数は2020年時点でA区16種（2010年比±0種）、B区21種（同-7種）、C区12種（同-3種）

表1. 各調査区における在来樹種・非在来樹種の年代別個体数および種数

	A区			B区			C区			
	2020年	2010年	増減	2020年	2010年	増減	2020年	2010年	増減	
個体数 (本)	在来樹種	72	42	30	84	98	-14	69	46	23
	非在来樹種	0	0	0	0	0	0	5	5	0
	計	72	42	30	84	98	-14	74	51	23
種数 (種)	在来樹種	16	16	0	21	28	-7	11	14	-3
	非在来樹種	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	計	16	16	0	21	28	-7	12	15	-3

であり、B区が最も多いが、2010年と比較して種数の減少数も顕著であった。個体数は2020年にA区72個体（同+30個体）、B区84個体（同-14個体）、C区74個体（同+23個体）であり、B区が最も多い一方、2010年以降B区のみが個体数は減少していた。非在来樹種は、C区で展示木として植栽されたコウヤマキが5個体確認されたのみだった。

3.2 埋土種子の発芽調査による非在来樹種の発芽状況

埋土種子調査により、A区では17種、B区では16種、C区では11種、合計で24種の樹種の発芽が確認されたが、非在来樹種はC区のコウヤマキのみであった。また、発芽した24種のうち15種はアカメガシワ、イイギリなど先駆性樹種だった。

4. おわりに

これまで同地域で行った調査では、19種の非在来樹種が確認されたが¹⁾、今回の調査ではそれら19種は認められなかった。この19種の種子が園路周辺から林内へ供給されていないことが確認され、展示木逸出による林内環境への影響は発生していないものと考えられる。

引用文献

1) 小林徹哉・前中久行・大野朋子（2023）公園緑地における非在来樹種の実生発生及び管理作業との関係 神戸市立森林植物園の例. 日本緑化工学会誌, 2023年7月4日受理

キーワード 都市公園, 植栽樹種, 緑地管理計画

質量分析の際に起こるフラグメンテーション反応の解析による 水道水生ぐさ臭原因物質の構造推定

Structural Elucidation of Causative Substance of Fishy Smell in Raw Water for Taps with Quantum Chemical Calculations

鹿児島大院・理工○高梨啓和、中島常憲、東京大院・新福優太

1. はじめに

全国から報告される水道水異臭被害の中で 2 番目に被害件数が多いのは生ぐさ臭¹⁾だが、その原因物質は 40 年間以上不明²⁾である。著者らは、複数存在するであろう原因物質の一つ(以下、Fishy smell X: FX)を発見して構造を推定した³⁾が、同定には至っていない。そこで本研究では、GC-EI-TOFMS と量子化学計算を組み合わせることで FX の詳細な構造を解析することを目的とした。

2. 従来の構造推定状況

質量分析結果および誘導体化試薬との反応性の検討結果から、FX の分子式は $C_{13}H_{20}O_{33}$ であり、3~4 位にヘキサン-2-オンを有し、5~6 位に CH_3O^3 を有する 2-シクロヘキセン-1-オン³⁾と推定され、12 種類の構造異性体(46 立体異性体)のいずれかと推定される。

3. 実験方法

生ぐさ臭を呈した水道原水を 1 検体採取して濃縮・精製し、GC-EI-TOFMS (JMS-T200GC AccuTOF GCx-plus, JEOL) で分析した。推定された FX の構造から、質量分析計内部で起こり得るフラグメンテーション反応を量子化学的に探索した。探索は、合計 5,400 時間の超球面探索・非調和下方歪追跡 (ADDF-SHS)法により実施した(計算は未完了)。計算レベルは PM6-D3 とし、エネルギー、勾配、二次微分行列は Gaussian 16 で求めた。

4. 実験結果と考察

これまでに明らかになった候補構造のうち、5 位にメキシ基(-OCH₃)が置換した 5 種類の立体異性体に起こり得るフラグメンテーション反応を探索した結果、21,348 個の停留点、38,031 個の遷移状態構造、8,615 個の分解構造が発見された。これらは、6 種類のシクロヘキセン開環反応を含む 31 種類のフラグメンテーション反応に集約された。これらの反応で生成する 25 個のフラグメントイオンのうち 11 個(44%)が、2 回の繰り返し測定で得たマススペクトルから安定して観察された。残り 14 個のイオンが観察されなかったのは、フラグメンテーション反応速度が緩徐なためと考えられ

る。

発見された開環反応の中に、2-シクロヘキセン-1-オンの 3 位と 4 位の炭素間の結合が開裂する反応が認められた。その開環構造から逐次的に起こり得る反応を検討した結果、3 位にヘキシル-2-オンが置換した構造から生成し、4 位に置換した構造からは生成し得ないフラグメントイオン 1 (m/z 124.088) の生成が予測された。フラグメントイオン 1 は、実測マススペクトルから安定して観察された。一方、4 位に置換した構造からの生成が予測された 5 個のフラグメントイオンは、実測マススペクトルから観察されなかった。以上より、FX は 3-(ヘキシル-2-オン)-2-シクロヘキセン-1-オンと推定された。

同様に、2-シクロヘキセン-1-オンの 5 位と 6 位の炭素間の結合が開裂する反応に着目し、逐次的に起こり得る反応を検討した結果、6 位にメキシ基またはヒドロキシメチル基(-CH₂OH)が置換した構造からのみ生成するフラグメントイオン 2 (m/z 85.028) の生成が予想され、実測マススペクトルから安定して観察された。一方、5 位に置換した構造からの生成が予測された 5 個のフラグメントイオンは、実測マススペクトルから観察されなかった。以上より、FX の構造は、4 構造(12 立体異性体)のいずれかと推定された。

5. 結論

従来、12 構造(46 立体異性体)が推定されていた水道水生ぐさ臭原因物質の候補構造を、4 構造(12 立体異性体)に絞り込むことに成功した。量子化学計算は未完了であり、確実な推定には計算の完了を待つ必要がある。同定には単離・精製と NMR 測定を行う必要がある。

謝辞

本研究の一部は、厚生労働科学研究費補助金(21LA1004)により、東北大学サイバーサイエンスセンターの計算機を用いて行われた。検体の採取、中群体数や TON の計測にご協力いただいた皆様に謝意を表す。

参考文献 1) J. Wat. Supply: Res. AQUA. 64(7), 832-838、2015、2) JWET. 20(2)、29-44、3) Chemosphere. 257、127174、2020。

粘性土中に浸入した高濃度揮発性有機塩素化合物の浄化促進のための加熱方法の検討 Investigation of the Heating Methods to Enhanced Elution of CVOC in Clay Soil

横浜国立大学 ○小林剛, 島朋輝, 柴田真輝, 李京

1. はじめに

揮発性有機塩素化合物 (CVOC) による土壌汚染は全国に数万ヶ所潜在するとされており、特に小規模事業所では未調査のサイトも多く、高濃度で放置されていることが少なくない。また放置すると粘性土奥部まで浸潤して浄化困難となることも多く、粘性土に着目した汚染の評価技術、効率的浄化技術が求められる。

過去の研究^{1) 2)}で、80°C程度までの加熱と、エタノール注入による浄化促進について検討してきた。本発表では、局所加熱により生じさせた熱対流により、加熱時に対する CVOC の溶出促進効果を確認することとした。

2. 実験方法

水性インクを用いた局所加熱による熱対流の生成の確認実験を実施した。図1に(a)均一加熱条件および(b)局所加熱条件の実験装置を示す。角型ネジ口瓶に粒径の異なる4種類の試料 (D₅₀0.02mmの荒木田土、中心粒径がそれぞれ0.15~0.18mm、0.090~0.106mm、0.063~0.075mmのガラスビーズ①、②、③)を詰めた。拡散の促進を迅速に把握するため赤色水性インクを試料に均一に混合した。局所加熱条件では、容器側面をホットプレート(40°C)とクールプレート(15°C)の間に挟んだ。上部水相には15°Cの水を17mL/minで通水、均一加熱条件では、装置を40°Cに設定した恒温水槽に入れ、40°Cの水を17mL/minで通水した。流出した水溶液のインク濃度を測定し、試料からの溶出フラックスを求めた。

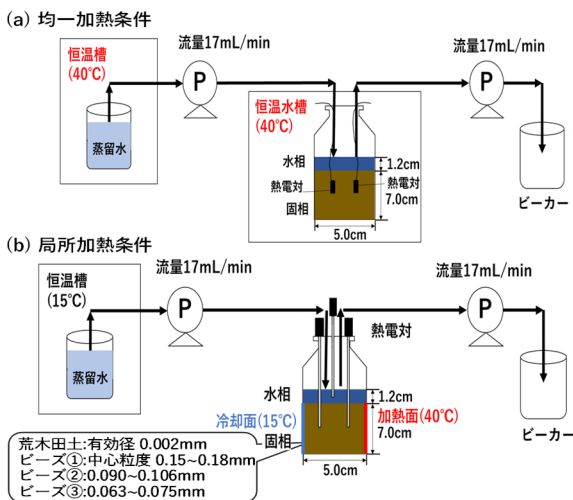


図1 実験装置

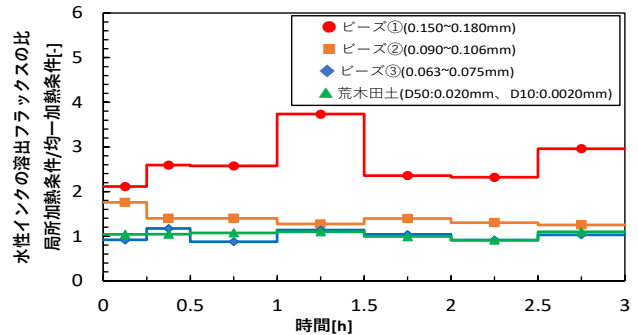


図2 均一加熱時に対する局所加熱時のフラックスの経時変化

3. 結果・考察

図1に水性インクの溶出フラックスの比(局所加熱条件/均一加熱条件)の経時変化を示した。ビーズ①と②の場合、溶出フラックス比が平均2.7倍と1.4倍となり、局所加熱は均一加熱と比べて、加熱部分が少なく溶出促進効果は小さいにも関わらず多く溶出し、熱対流による溶出促進がなされたと考えられた。ただし、荒木田土やビーズ③では、溶出促進は見られなかった。これはビーズ①、②と比べ粒径が小さく、狭い間隙が多いため間隙水中の熱対流が通水抵抗により妨げられたと考えられた。熱対流の効果は粒径が細砂(0.075~0.25mm)以上の粒径である必要が考えられた。ただし、粘性土上部の粒径の大きな部分の移流を促進するだけでも、地下水流れ中の境膜を薄くする効果は期待できる。更に今回は温度差25°Cの局所加熱だが、電極等で60~80°Cまで加熱(温度差は45~65°C程度)すれば、エネルギー消費は大きく増加するが更に移流の効果が高められる可能性はある。

5. 謝辞

本研究はJSPS 科研費 21H03630の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 柴田真輝・島朋輝・李京・小林剛 (2023), 第57回日本水環境学会年会要旨集, p.114
- 島朋輝・宮川涼・小林剛・亀屋隆志 (2021), 環境科学学会 2021 年会要旨集, p.141

キーワード 土壌汚染, 揮発性有機塩素化合物, 加熱浄化, 局所加熱

マイクロプラスチック吸着物質のリスク解明を志向した光分解の温度依存性評価 Temperature dependence of PAHs adsorbed on microplastics

静岡県立大学 ○野呂和嗣, 柿本祐奈, 雨谷敬史, 大阪環農水研 矢吹芳教

1. 背景

マイクロプラスチック(MPs)は海水に溶存する汚染物質を集積し、遠隔地へ輸送する乗り物として機能する。このMPsに吸着した汚染物質を「吸着物質」と呼ぶ。代表的な吸着物質は、多環芳香族炭化水素類(PAHs)、ポリ塩化ビフェニル(PCB)などである。生物がMPsを誤飲することで吸着物質が生物に移行する可能性が指摘されており、その生態系への悪影響が懸念されている。しかし、吸着物質の生態系への影響を評価するために重要な、吸着物質の動態については知見が不足している。近年、著者らは吸着物質が光分解することに着目し、研究を進めてきた。本発表では、その最新の知見を紹介する。

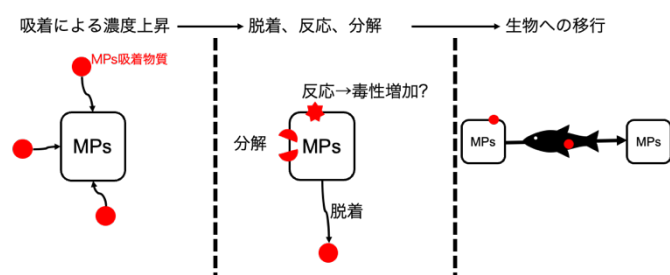


図1 吸着物質の動態

2. これまでの研究

2.1 太陽光による光分解¹⁾

太陽光条件下でMPsに吸着したPAHsの光分解を初めて調べた。PAHs(各25 ng)をポリエチレン粉末に添加した。このサンプルに太陽光を照射し、PAHs濃度を蛍光検出器付き高圧液体クロマトグラフィー(HPLC)を用いて測定した。PAHsの半減期は 3.4×10^2 min (pyren)から 3.2×10^4 min (banz[j]fluoranthene)とであった。これらは、水相での半減期の0.5倍(fluoranthene)から25倍(benzo[a]pyrene)であった。さらに、硝酸塩の光分解によって生成したOHラジカルにより、PAHの分解が促進された。

2.2 人工太陽光による光分解²⁾

本研究では吸着したPAHが光触媒として働き、ポリエチレンの光分解を促進することを示した。光照射により、PAHを吸着したポリエチレンシートの着色と表面劣

化が観察され、PAHを吸着したポリエチレンシートは光に対する耐性が低いことが示された。さらに、ポリエチレンMPに吸着したphenanthrene、anthracene、benzo[a]anthracene、benzo[a]pyrene、indeno[1,2,3-c,d]peryleneは、水相に比べて低い光分解速度を示した。本結果は、これらのPAHsが光触媒として機能することを示している。このPAHsの光触媒効果は、海洋環境に2つの悪影響を及ぼす可能性がある。第一に、プラスチック廃棄物の光分解が促進され、MPsの生成が増加する。第二に、PAHsの寿命が延長され、海洋環境におけるPAHs汚染が促進される。

2.3 紫外線照射装置による光分解

自然太陽光や人工太陽光を光源として用いると、赤外線の影響によってサンプルの温度制御が困難であった。そこで、紫外線(UV)照射装置を用いて光照射試験を実施し、MPsに吸着したPAHsの光分解について、その温度依存性を評価した。詳細はポスター発表「ポリエチレンマイクロプラスチックに吸着した多環芳香族炭化水素類の光分解における温度依存性の評価; 発表者 柿本祐奈」に示した。

3. 今後の展望

これまでは、室内試験によって吸着物質の動態を解析してきた。今後は、野外観測による詳細な動態解析や、AIQS技術による網羅的な吸着物質の分析などを実施する。

参考文献

- 1) Noro and Yabuki (2021) Photolysis of polycyclic aromatic hydrocarbons adsorbed on polyethylene microplastics, *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112561.
- 2) Noro et al., Enhancement of photodegradation of polyethylene with adsorbed polycyclic aromatic hydrocarbons under artificial sunlight irradiation, *Marine Pollution Bulletin*, under review.

キーワード マイクロプラスチック、PAHs

ブタ皮膚を用いた産業化学物質の皮膚透過性に関する検討

Evaluation of skin permeability of industrial chemicals using Yucatan Micropig Skin

労働安全衛生総合研究所 ○柳場由絵, 王 齊, 岩瀬真喜子, 小野恵美, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹

1. はじめに

昨今, 我が国の化学工場において, オルトトルイジン (OT) 等, 芳香族アミン類を取り扱う労働者らに職業性膀胱がんの発生が相次ぎ社会的な問題となった¹。これらの事例は, 管理濃度や許容濃度を遵守していても, 皮膚から化学物質が取り込まれ健康障害が生じることがあるということを示すものである。これを契機に産業化学物質の経皮ばく露が注目を集めることになった。昨今問題となった経皮吸収に起因する職業性疾病の発生により, 皮膚から吸収されて健康障害を引き起こしうる化学物質と当該物質を含有する製剤を製造または取り扱う業務に労働者を従事させる場合には, その物質の有害性に応じて, 労働者に適切な保護具の使用が令和6年に義務化 (または努力義務化) されている。そこで, 我々は, 国内で問題となった芳香族アミン類についてについて, ブタ皮膚を用いた *in vitro* の皮膚透過性について検討を行った。なお, 本研究においては, 1) 皮膚に付着した化学物質が表皮に侵入する状態を浸透, 2) 浸透した物質が皮膚を通過することを透過, 3) 浸透した物質が皮膚から全身循環に入ることをイメージし, レセプター液から対象物質が検出されることを吸収として定義する²。

2. 方法

5ヶ月齢の Yucatan micropig (YMP) から採取された皮膚 (背部) を皮膚透過性実験に用いた。皮膚透過性実験にはガラス製縦型拡散セル (有効面積 1.8 cm²) を使用し, レセプター相にはカナマイシンを添加した PBS を用い攪拌した。ドナー相には 0.2 ml の試料を添加し, 試料添加後 1, 3, 6, 24, 48 時間後にレセプター相を 0.2 ml 採取し, 新たな PBS (0.2 ml) を補充した。時間毎に採取したレセプター液を液体シンチレーションカウンターで計測した。添加試料は ¹⁴C 標識された OT, 3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタ

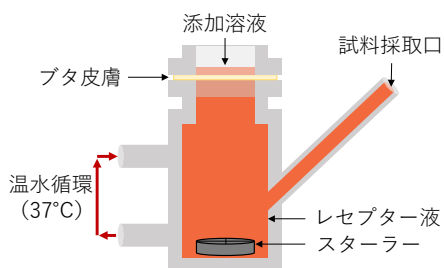


図1 実験イメージ

ン (MOCA) をそれぞれ 0.1 μ Ci になるよう PBS に溶解し実験に使用した。

3. 結果と考察

各被験物質のブタ皮膚透過率は, 添加後 8 時間で OT ($\log P_{ow}=1.32$) は $18.6 \pm 9.1\%$, MOCA ($\log P_{ow}=3.91$) は $1.2 \pm 0.2\%$ が皮膚を透過しており, 24 時間後では OT は $45.9 \pm 12.5\%$, MOCA は $3.5 \pm 0.9\%$ が皮膚を透過していることを確認した。Log P_{ow} が 2 程度の化合物は, 皮膚表面に取り込まれやすく³, これらの化学物質が皮膚との接触により, 皮膚中に分配して深部に浸透・吸収することが示された。一方, 皮膚の一番上の角質層は親油性の層であり, 化学物質の吸収を妨げる最大のバリアとなる。Log P_{ow} が 3.9 である MOCA は, 速やかに角質層に浸透して, 時間とともに皮内に拡散するが, 親油性が高いため角質層以下 (表皮と真皮) での拡散が遅いため皮膚透過性が低く, 真皮への蓄積性が高くなると考えられる。一方, $\log P_{ow}$ が 1.32 である OT は角質層への浸透が遅いが, 親油性が低いので角質層以下 (表皮/真皮) への拡散が速い。したがって, *in vitro* の皮膚透過性が高くなると考えられる。

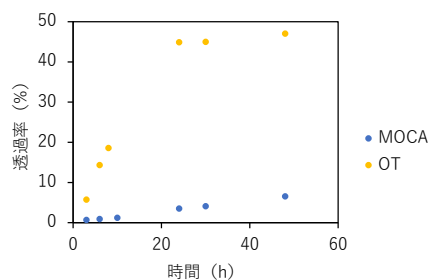


図2 OT および MOCA 皮膚透過率経時変化

参考文献

1) Nakano M. et al., (2018), *J. Occup. Health*, Vol.60, No.4, 307-311; 2) 杉林 堅次 (2017), *オレオサイエンス*, 17 巻 11 号, 549-558; 3) WFtB A.W. et al., (1995), *Chemosphere*, Vol.30, No.7, 1277-1296.

キーワード 皮膚透過性, オルトトルイジン, 3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン

風力発電を用いたエネルギー地産地消のポテンシャル評価システム Evaluation System for Potential for Local Production and Local Consumption of Energy by Wind Power Generation

国立環境研究所 ○平野勇二郎，岡山理科大学 大橋唯太，東京大学 吉岡剛，井原智彦，茨城大学 吉田友紀子

1. 風力発電導入拡大の必要性と課題

地球温暖化の影響が生じつつあり、脱炭素化に向けて再生可能エネルギーの導入が進められている。また、防災・減災といったレジリエンス向上の観点でも、災害時のエネルギー確保に向けた分散型エネルギー導入やエネルギー地産地消が重要であると言われている。

エネルギー地産地消を促進するために太陽光発電を導入した事例は多いが、再生可能エネルギーの多くは気象の変動を受けやすい不安定電源であるため、様々なエネルギー源を導入して変動を平滑化する必要がある。その一環として、今後は風力発電の導入をより積極的に推進する必要がある。ただし、風力発電を導入するには詳細な風況調査が必要である。とくにエネルギー地産地消の計画において風力発電を導入するには、地域内の電力需要や電力市場取引価格の変動などの時々刻々と変化する諸要素と、気象条件により変動する風力発電の出力とを結び付けたポテンシャル評価が必要である。

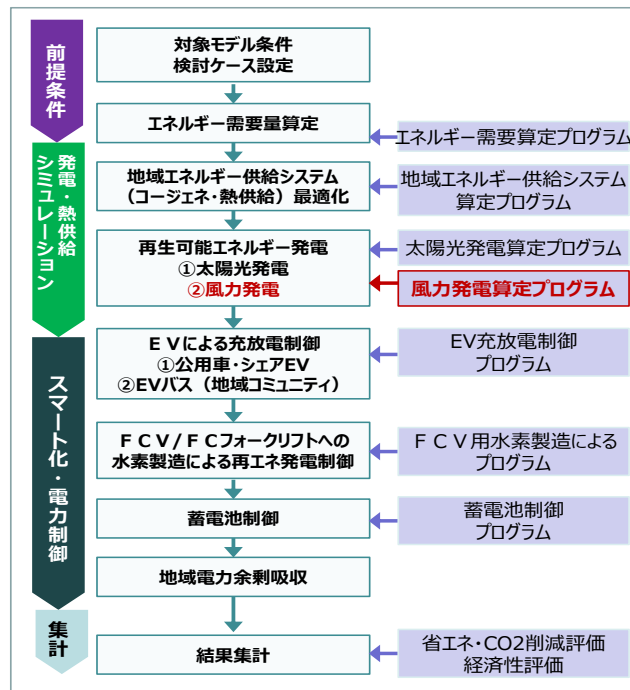


図1 地域エネルギー計画・評価システム¹⁾の概要

2. 風力発電利活用ポテンシャルの評価システム

本研究では風況調査の事前評価として、地域内での需給バランスを踏まえて風力発電の利活用ポテンシャルを評価するシステムを構築した。これは著者らが開発を進めてきた地域エネルギー計画・評価システム¹⁾(図1)の風力発電算定プログラムとして、気象シミュレーションによる風力発電予測手法(図2)を組み込むことにより実現するものである。この手法では、詳細な数値シミュレーションと上空・地上の観測データを駆使して代表年における1年分の空気の流れを示す4次元的数据ベースを作成し、任意の地点における風力発電の発電量予測と、同じ気象条件での需給バランスのシミュレーション評価を可能にする。著者らは現在、この評価システムの精度検証と適用性に関する検討を進めている。

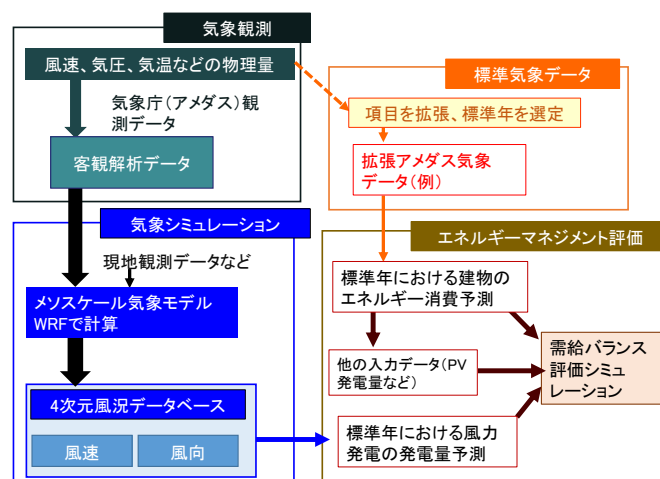


図2 本研究における風力発電予測手法

謝辞

本研究は、文部科学省 大学の力を結集した、地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発 JPJ010039，日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(B) 課題番号 23H01546 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) エネルギー地産地消を促進する地域エネルギー計画・評価システム，国立環境研究所 研究シーズ集 <https://www.nies.go.jp/seeds/jqjm10000014na75-att/a1668048625943.pdf>

キーワード 再生可能エネルギー，地域エネルギーマネジメント，風力発電，需給バランス調整，風況評価

廃棄物焼却発電による電気・熱・炭素源供給を考慮したエネルギー需給調整に関する検討

Study on Energy Supply-Demand Adjustment Considering Electricity, Heat, and Carbon Source Supply by Waste-to-Energy Facilities

東京大学大学院 ○林徹，藤田壮，中谷隼

1. 背景と目的

廃棄物焼却発電施設は、地域の廃棄物処理の拠点であるとともに、地産地消のエネルギー源と位置づけられて、既に多くの施設で電気・熱の外部供給が行われている。さらに、有機素材のバイオマス化やCCUS技術の開発が進む中、廃棄物が有用物質製造へのバイオマス由来炭素を含むCO₂の供給源となることも期待される。

既報において筆者らの研究グループは、埼玉県越谷市の廃棄物焼却発電施設を対象とし、熱需要施設を近隣に立地誘導することを含め熱供給の対象施設を増加させ、熱供給量を増加させると、化石燃料代替による脱炭素効果が增大することを示している¹⁾。一方で、CO₂と水素から燃料として利用可能なメタンを合成するメタネーションは、触媒によりこの反応を進行させる技術としては確立されている。メタネーションを用いることで、既存のガス管を用いたメタンの輸送により、外部へのエネルギー供給をさらに拡大することが可能になりうる。電力による代替が困難な高温の熱需要では化学燃料が引き続き必要であることが考えられ、既存ガス管を通じたメタンの使用と再度のCCUは、脱炭素社会においても化学燃料使用のあり方として候補になりうる。

こうした観点より本研究では、廃棄物焼却発電施設におけるCCU使用やエネルギーセンターとしてのあり方の一例として、越谷市の施設を対象とし、メタネーションによるさらなる熱供給拡大の可能性やエネルギー需給調整に関する検討を行った。

2. 方法

越谷市に立地する東埼玉資源環境組合第一工場ごみ処理施設を対象として、メタネーション由来メタンによる熱供給可能量を計算した。施設からのCO₂排出量

(2021年度)は、活動量について東埼玉資源環境組合の統計資料²⁾を参照し、排出係数について日本国温室効果ガスインベントリ報告書³⁾と、一部、対応する値がないものは温室効果ガス算定・報告・公表(SHK)制度のもの⁴⁾を用いて算定した。また、CO₂排出量の90%を回収でき⁵⁾、その全量がメタンに変換されるとした。

3. 結果と考察

メタネーション由来メタンの総発熱量と、堀ら¹⁾が示した年間ごみ入熱量を図1に示す。メタンの総発熱量は、ごみ入熱量よりも大きいと示された。すなわち、需要制約を考慮して算定された、現状や熱供給拡大シナリオでの抽気蒸気による熱供給量(それぞれ17TJ/年、84TJ/年)¹⁾に加えて、メタネーションと既存のガス管によるメタンの輸送により、より広範囲かつ多くの熱需要を廃棄物焼却発電施設により賄える潜在性が示された。

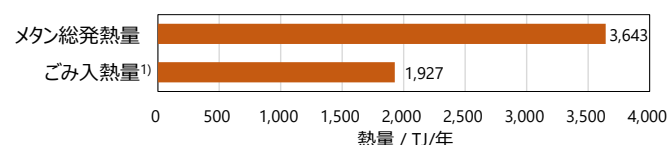


図1 廃棄物焼却発電施設による供給可能熱量の検討

一方で、メタネーションの導入検討には、脱炭素電源を用いるにしても、水素製造、CO₂回収などメタネーションのフィージビリティに関わる各技術の進展やエネルギー消費量及びCO₂排出量、ごみ質・量の将来変化や熱需要といったその地域の条件、他のCCUS技術との比較、コストなどの検討も重要であり、検討を進めている。

参考文献

- 1) 堀啓子・竹中颯太郎・藤田壮(2022)都市ごみ焼却施設による地域エネルギー需給解析と脱炭素効果の算定—埼玉県越谷市におけるケーススタディー, 土木学会論文集G(環境), 78, II-1-II-10
- 2) 東埼玉資源環境組合(2022)事業概要
- 3) 国立環境研究所 GIO 編, 環境省脱炭素社会移行推進室監修(2023)日本国温室効果ガスインベントリ報告書
- 4) 環境省 SHK 制度における算定方法・排出係数一覧
- 5) 環境省環境再生・資源循環局(2021)廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)

キーワード 廃棄物発電, 地域エネルギー, 脱炭素, メタネーション

高光合成植物ケナフを用いた二酸化炭素貯蔵に関する研究

1. 深海貯蔵の可能性

Research on the Storage of CO₂ by High-photosynthetic Plant, Kenaf

1. Availability of CO₂ Storage in the Deep Sea

鹿児島大学農学部 ○志水勝好, 千村 涼, 水産学部 小針 統, 幅野明正, 中村啓彦,
筑波大学生命環境系 内海真生, 鹿児島大学農学部 高崎 蒼

1. 緒言

地球温暖化の主な原因として、石炭や石油の消費により大気中に大量に放出されるCO₂濃度の増加がある¹⁾。この問題への対策として、CO₂排出量を減らす取り組みが世界各国で行われている。例えば電気自動車の普及、節電、石油・石炭発電から再生可能エネルギー発電への転換が挙げられる。しかしこれらの取り組みで、CO₂排出量は減少するが、これまでに大量に空気中へ排出されてきたCO₂の絶対量は低下せず、空気中のCO₂濃度は増加し続ける。つまり空気中のCO₂を除去しなければ、異常気象の進行を招き続ける。そのため大気からCO₂を取り除き、CO₂濃度を低下させることが急務である。

空気中のCO₂濃度を低下させる手段として、植物の光合成による空気中のCO₂除去が最も廉価かつ簡便な方法である。そこで高い光合成能力を持つ繊維作物であるケナフ(*Hibiscus cannabinus* L.)を供試した。ケナフは熱帯から温帯にかけて広い範囲での栽培が可能である。光合成能力の高いケナフにより空気中のCO₂をどのくらい固定できるか、空気中のCO₂を深海で長期貯蔵できるのか、について明らかにすることを一連の本研究の目的とした。前報の結果から深海貯留中のケナフの経時的変化の確認が出来ないこと、収穫物をそのまま深海に貯蔵したため、空気中で付着した微生物が深海環境でケナフの分解に影響を及ぼす可能性が課題となった。そのため、第一実験は主茎の太さと空気中の微生物がケナフの分解に及ぼす影響として、深海環境と海水、照度、温度を同様にして経時的なサンプリングを行う実験を行なった。第二実験はケナフの深海貯蔵に関する研究として2年間深海貯蔵したケナフを調査した。

2. 実験材料および方法

第一実験：主茎の太さと空気中の微生物がケナフの分解に及ぼす影響：2019年に鹿児島大学附属農場の圃場で収穫したケナフ(品種:Everglades 41)の主茎(太:株間30cm, 細:株間15cm)を15cm程度に切った40本のうち半数をクリーンベンチ内で80%エタノールを噴

霧してケナフの外表面に微生物の付着がない状態とし、滅菌したプラスチック製容器(20cm×15cm×8cm)にケナフ主茎を5本ずつ充填し、対照区と処理区それぞれ4容器用意し、海水とともに密閉・封入した。2020年6月26日に鹿児島大学附属農場の低温室(約7℃)に保管し42日後、84日後、126日後、168日後に1容器ずつ開封し、取り出したケナフを送風定温恒温機で80℃で3日間乾し乾物重の変化を調査した。

第二実験：2018年に鹿児島大学附属農場で収穫したケナフ(品種:Everglades 41)を供試した。ケナフの主茎を30cm程度に切断し、80℃で2日間乾燥し乾物重を測定した後、5本ずつ網袋(種籾消毒袋)に入れ、10袋用意した。係留装置の金棒にこれらの網袋を固縛し、2019年6月13日、2020年9月10日に沖縄県付近の東シナ海(N27° 02.634' E125° 56.632', N27° 02.647' E125° 56.819')に鹿児島大学附属練習船「かごしま丸」から水深606mに貯留し、2020年9月、2022年6月に回収、送風定温恒温器で2日間乾燥させ乾物中を測定し、増減を比較した。

3. 結果および考察

第一実験：貯蔵日数が経過しても、乾物重が全ての処理区、貯蔵日数で乾物重が増加する傾向があり、ケナフの分解は行われていなかった。深海にケナフを貯蔵する場合、主茎が太、細どちらを用いても有効であり、空気中の微生物はケナフの分解に影響を及ぼしていなかった。
第二実験：1年間の深海貯蔵で乾物重に差は無かったが2年間は減少が見られた。ケナフは深海に貯蔵するには靱皮繊維を剥離して利用し、木部を深海貯蔵することが有効と考えられた。

参考文献

1) 環境省 (2014) IPCC 第5次評価報告書の概要-第1作業部会(自然科学的根拠)[Online]

https://www.env.go.jp/earth/ipcc/5th/pdf/ar5_wg1_overview_presentation.pdf (2021年6月14日確認)

キーワード ケナフ, 光合成, 深海貯蔵

片づけが与える心理的効果の検証

Examining the psychological effects of tidying up

国立環境研究所 ○吉田綾

1. 背景

現代の消費生活において、私たちは多くのモノを所有しており、これらのモノの整理の必要性が高まっている。2010年代に、片づけに関する書籍が国内外でベストセラーになって以降、モノを減らす片づけが広く行われるようになった。片づけには、幸福度の向上 (Lee, 2017)、無駄な買い物をしなくなるなどの効果があると言われている。本研究は質問紙調査を用いて、これらの片づけが与える心理的効果について検証することを目的とした。

2. 方法

首都圏 (東京・埼玉・千葉・栃木・群馬・茨城) 在住の男女 18-69 歳のうち、3 か月以内に片づけをする予定がある人を対象にインターネットを用いた質問紙調査を行ったところ、474 名から回答を得た。実際にこの3 か月間に片づけを行った 180 名 (性別: 男性 84 名 (47%)、女性 96 名 (53%); 平均年齢 48.28 歳 (SD=11.73)) を分析対象とした。

主な質問項目は、(1) ホーディング尺度 (池内, 2014) を一部改変したもの (14 項目, 5 点尺度)、(2) 衝動的購買尺度 (原田ら, 2010) (9 項目, 5 点尺度)、(3) 物質主義尺度 (呉・寺島, 2016) (6 項目, 5 点尺度)、(4) 自尊感情尺度 (山本ら, 1982) (10 項目, 5 点尺度)、(5) 普段の食料品や日用消耗品の買い物頻度 (「毎日=1」から「2-3 か月で 1 日以下の頻度=8」までの 8 件法)、(6) 生活満足度 (「全く満足していない=0」から「完全に満足している=10」までの 11 件法および属性に関するの質問であった。

3. 結果と考察

片づけの方法について、「自己流で、自分一人で行った」が 76%、「自己流で家族・友人に手伝ってもらいながら自分で行った」が 17%、「書籍やインターネットなどでの片づけ方法を参考にしながら、自分で行った」が 6%、「プロの人にも手伝ってもらいながら、自分で行った」人はわずか 1%であった。処分したモノの量は、「45 リットル 5 袋以内」という回答が最も多く、全体の 67% を占めた。

6 月と 9 月の衝動的購買尺度について、それぞれ確認的因子分析を行った結果、いずれも 1 因子性が認められた。6 月の衝動的購買尺度得点 (M=2.39, SD=.81, $\alpha=.853$) と 9 月の衝動的購買尺度得点 (M=2.42, SD=.80, $\alpha=.871$) の平均値に差があるかどうかを対応のある t 検定で検討したが、有意な差は見られなかった ($t(179)=-.548$, ns)。

6 月と 9 月の物質主義尺度 6 項目について、それぞれ確認的因子分析を行った結果、いずれも 1 因子性が認められた。6 月の物質主義尺度得点 (M=3.09, SD=.78, $\alpha=.80$) と 9 月の物質主義尺度得点 (M=3.02, SD=.78, $\alpha=.81$) の平均値に差があるかどうかを対応のある t 検定で検討したが、有意な差は見られなかった ($t(179)=1.43$, ns)。

6 月と 9 月の自尊感情尺度 10 項目について、それぞれ確認的因子分析を行った結果、いずれも 1 因子性が認められた。6 月の自尊感情尺度得点 (M=31.7, SD=7.17, $\alpha=.88$) と 9 月の自尊感情尺度得点 (M=32.0, SD=7.54, $\alpha=.88$) の平均値に差があるかどうかを対応のある t 検定で検討したが、有意な差は見られなかった ($t(179)=-.863$, ns)。

6 月から 9 月にかけて、買い物頻度、生活満足度の平均値に差があるかどうかを対応のある t 検定で検討したが、有意な差は見られなかった。

参考文献

- 1) Lee, H.-H.M. (2017). In pursuit of happiness: Phenomenological study of the KonMari decluttering method. *Advances in Consumer Research*, 45, 454-457.
- 2) 池内浩美 (2014) 人はなぜモノを溜め込むのか: ホーディング傾向尺度の作成とアニミズムとの関連性の検討 *社会心理学研究*, 30, 86-98.
- 3) 呉 金海・寺島 拓幸 (2016). 「望子成龍」意識と物質主義—上海市中心八区の調査を通じて— *応用社会学研究*, 58, 333-340.
- 4) 原田 知佳・吉澤 寛之・吉田 俊和 (2010). 社会的自己制御と BIS/BAS・Effortful Control による問題行動の弁別的予測性 *パーソナリティ研究*, 19, 76-78.

キーワード 衝動的購買, 生活満足度, ライフスタイル

田園回帰は持続可能社会のキーになりえるか ～6年間のフィールドワークをもとに～ Is “Urban to Rural Migration” a key to the sustainable society? - A six years’ fieldwork

国立研究開発法人国立環境研究所/名古屋大学大学院環境学研究科 ○一ノ瀬俊明

COVID-19の世界的な流行は、先進国・発展途上国を問わず大都市から農村への移住、つまり田園回帰を加速させたといわれる。「田園回帰」は、過疎地域において都市部からの人の移住・定住の動きが活発化している現象と定義できる。また、LOHASという生き方も世界的なトレンドとして認識されるようになってきている。進学のために離郷上京する投資が将来「回収」可能かどうかは、世界的な「学歴社会」化の動向にも関わらず、今後の学歴構造の変化にも影響を与えうると考えられる。移住者が働くことを通じて地域創生に貢献する田園回帰とは対照的な「ライフスタイル移住」は、裕福層の自己実現手段の一つとされ、高学歴の終身雇用労働者の事例が議論されている²⁾。そしてこれとは対極的な移住とも考えられるが、LOHASに近い概念としての

Downshiftingがあり、ライフワークバランスを優先した結果、大都市における(比較的高い)地位や収入を手放し、地方に移住する事例も増えている。磯田³⁾は田園回帰と反都市化(Counter-urbanization)との関連性を論じており、欧米では農村のジェントリフィケーション

(Gentrification)と反都市化が密接な関係にあると認識されている⁴⁾。田園回帰の現場においていわゆるジェントリフィケーションが起こるのかについては、研究事例が不足している。Janoschka and Haas⁵⁾は、地方におけるジェントリフィケーションが引き起こす地域のコンフリクトについて論じている。一方西村ら⁶⁾は、旧住民と移住者の関係成熟プロセスを分析し、彼らへの必要な支援のヒントを提示している。そこで本研究では田園回帰とジェントリフィケーションの関係が観察できるフィールドとして、演者の出身自治体である長野県上伊那郡辰野町を選び、2016年から約6年間にわたり、辰野町周辺における「地域おこし」活動ステークホルダーを対象としたインフォーマントとの対話、活動における参与観察を行った。この参与観察においては、旧来の地域住民(高齢化に直面する中でのコミュニティと公共サービスの維持がメジャーな課題)と、(Iターン人材、総務省の地域おこし協力隊、活性の高いNPOなど)SNSなどを通じて遠くからもその活動が見えやすいステークホルダーとの「温度差」に注目した。東日本大震災を契機に辰野町へIターンしたという事例は少なくないが、そ

うした移住生活の実像には、田園回帰の国際的イメージの一つであるFIREなどとは程遠い、徒手空拳的な事例も散見される。つまり、都会の競争社会から降りてLOHASを求めるようなケースもある。また最近では、そのような傾向を賛美するかのよう報道での取り扱いもあり、旧住民からの違和感を招いているケースもある。これらステークホルダーへの聞き取りによれば、今日の問題としては、就労機会、教育、分断の3つがあげられる。旧住民が利便性の向上を望む一方、大都市から来た移住者のなかには、不便の中の豊かさや、自らが作り上げる主体性を求めている人もあり、個人としての夢の実現のベクトルが異なっている。短期的な移住施策のみならず、長期的に町に関わりを持つ「関係人口」を増やすことは、経済効果や将来的な移住、起業につながると考えられる一方、このような二極化、分断の顕在化とともに、行政が択一を迫られたときの混乱が懸念される。地方自治体が政策を考える上では、地域の発展(人口、経済など)のみならず、持続可能性も重要である。たとえば、地域の子供が「選ばれる道」を選び、その選択の郷土への貢献ができる教育をきちんと残したいものである。しかし、地域における就労の機会創出という甘い話だけではなく、国土や社会の構造、(高学歴・高収入などに象徴される上昇志向を基調とした)人々の価値観にメスを入れるような荒療治の政策が必要となる可能性もある。

参考文献

- 1) 小島ら(2018) 地理, 63, 6, 14-67
- 2) O'Reilly and Benson eds. (2009) Lifestyle Migration: Expectations, Aspirations and Experiences, Routledge
- 3) 磯田(2017) 日本地理学会秋季学術大会要旨集, 100099
- 4) Mitchell (2004) Journal of Rural Studies, 20, 15-34
- 5) Janoschka and Haas (2017) Contested Spatialities, Lifestyle Migration and Residential Tourism, Routledge
- 6) 西村ら(2015) 都市計画論文集, 50, 3, 1303-1309

キーワード 田園回帰, 関係人口, ジェントリフィケーション, 持続可能性

2050年までにカーボンニュートラルは可能か Is carbon neutrality possible by 2050?

熊本県立水俣高等学校 ○浮池広基, 錦井良子, 国立水俣病総合研究センター 丸本倍美, 丸本幸治

1. はじめに

2020年、菅総理大臣（当時）が「2050年までに温室効果ガスの排出を全体として実質0にするカーボンニュートラル（脱炭素社会）の実現を目指す」ことを宣言した。

二酸化炭素（CO₂）は地球温暖化に及ぼす影響がもつとも大きな温室効果ガスであり、石炭や石油の消費、セメントの生産等により大量に大気中に放出される。本邦では、CO₂等の温室効果ガスの削減に向け、再生可能エネルギーによる発電の普及・電気自動車への転換・商品製造における温室効果ガスの削減などの対策が進められている。

本研究では、CO₂の主要な発生源である発電と自動車に着目し、発電量や燃料需要量の見通しを基に2050年までにカーボンニュートラルが実現できるのか検証することを目的とした。

2. 研究方法

2015~2020年の間、1年で2%ずつ再生可能エネルギー、特に太陽光発電の割合が増加したので¹⁾、2050年には太陽光による発電割合が60%（2%×30年）増加すると仮定して、2050年の電源構成および各発電方法で排出するCO₂の量を算出した。

一方、2020および2050年度の自動車によるCO₂排出量を算出するため、2050年度まで2020年度と同程度ガソリン、軽油需要量がそれぞれ年平均2.4%、0.4%で減少²⁾し続けると仮定し、2050年度の需要量を算出した。また、単位体積あたりのCO₂排出量³⁾から2020年度と2050年度の運輸部門から排出されるCO₂量を算出した。ガソリン車・ディーゼル車の平均燃費⁴⁾とガソリンと軽油の需要量から総走行距離を算出し、電気自動車の単位走行距離あたりのCO₂排出量⁵⁾より、すべて電気自動車に転換した場合のCO₂排出量についても算出した。2050年におけるCO₂の吸収量は、2020年⁶⁾と同量であり、かつ、森林による吸収のみと仮定して、カーボンニュートラルの達成可否を検討した。

3. 結果と考察

2020年の発電および自動車によるCO₂排出量は、そ

れぞれ約4億7800万t、約1億8800万tと算出された³⁾。2050年の電源構成は、2020年の自然エネルギーの割合20.8%に太陽光発電の推定増加分を加算すると再生可能エネルギーの割合は約80%になると推察した。これを基に、2050年のCO₂排出量を算出すると、発電が約1億1500万t、自動車が約1億200万tと予想された。また、すべてを電気自動車に転換した場合、約5650万tの削減が可能であり、排出量は約4570万tとなった。

CO₂森林吸収量は2020年（91,705千t）と2050年で同量と仮定すると、2050年のCO₂排出量は吸収量を上回った。従って、カーボンニュートラルは達成できないと推察した。

4. まとめ

現在のペースでの再生可能エネルギー利用の増加、電気自動車への総転換が実施されてもカーボンニュートラルは達成できないことが推察された。達成のためには再生可能エネルギーによる発電技術の向上、水素またはアンモニアを使った温室効果ガスを排出しない発電方法の開発、電気自動車の性能向上など、さらなる対策の強化が不可欠である。今回は発電と自動車によるCO₂のみを対象としたが、その他の様々な要因を追加して、カーボンニュートラル達成の可能性を考察していきたい。

参考文献

- 1) ISEP 2021年の自然エネルギー電力の割合
- 2) 経済産業省資源エネルギー庁 2021~2025年度石油製品需要見通し
- 3) 環境省 温室効果ガス総排出量 算定方法ガイドライン Ver. 1.0
- 4) 国土交通省 自動車燃費一覧（令和4年3月）
- 5) 広島市 次世代自動車のCO₂排出量
- 6) 弘前大学大学院地域社会研究科年報 第10号

キーワード

2050年 カーボンニュートラル CO₂
再生可能エネルギー 電気自動車

レアメタル需要増加に伴う潜在的な影響の分析：乗用車の電動化を事例として

Potential impact analysis of increased demand for rare metals

: A case study of passenger car electrification

神戸大学 寺田雄飛, 神戸大学 田畑智博

1. はじめに

近年、世界的に脱炭素の潮流が強まっている。その流れは、自動車業界に「EV シフト」という形で押し寄せている。政府は、脱炭素に向けた戦略として「グリーン成長戦略」を公表している¹⁾。この中で、自動車分野の目標を「2035年に乗用車の新車販売電動車100%」と設定している。一方、現行の技術水準において、EVシフトの推進にはリチウムイオン電池の材料となるレアメタル(Li, Co, Ni, Mn)が多量に必要とされる。これらの採掘・精製の現場において、水資源の消費、水質汚染や土壌汚染・生態系破壊等の環境問題、児童労働や強制労働等の社会問題が多く存在するとされている。「脱炭素」を目的としてEVシフトを進めた結果、持続可能性に関わる他の側面で負の影響が生じる可能性がある。

本研究は、このグリーン・コンフリクトに関わる問題を解決し、持続可能な日本の自動車戦略を提案することを目的とする。これを実施するため、EVシフトによるレアメタルの需要増加が、環境・経済・社会の各項目に与える影響を特定する。

2. 研究の方法

まず、レアメタル採掘を含めたりチウムイオン電池のライフサイクルを通じて、環境・経済・社会の側面から発生しうる問題を整理し、指標化する。続いて、文献調査等により、各指標の算定に適した原単位を作成する。

次に、グリーン成長戦略の目標年である2035年における自動車用のリチウムイオン電池由来のレアメタル必要量を推計する。ここでは、文献調査により、乗用車販売台数、ハイブリッド車(HV)・二次電池式電気自動車(BEV)等の販売比率、平均電池容量、レアメタルリサイクル率等のデータを収集し、シナリオを用いた分析を行う。得られたレアメタル必要量の結果に各指標の原単位を掛け合わせ、EVシフトの持続可能性を評価する。

3. 結果と考察

結果の一例として、表1に示す項目の指標化を行った。また、2035年におけるHV・BEV等の販売比率を変化させた11のシナリオを作成し、レアメタル必要量を推計した。このうち、シナリオ1(HV0%, BEV90%), シナリオ

5(HV40%, BEV50%)の結果を図1に示す。

表1 持続可能性指標の例

大項目	小項目	採掘	輸送	製造	使用	廃棄
EVシフトによる環境面メリット	GHG排出量削減	○	○	○	○	○
	エネルギー消費削減	○	○	○	○	○
	大気汚染物質削減	○	○	○	○	○
レアメタル採掘時の影響	児童労働	○				
	強制労働	○				
	労働者の健康と安全	○				
	採掘地域経済への貢献	○				
	水質汚染	○				
	土壌汚染	○				
	水の使用	○				
	生物多様性の減少	○				
資源枯渇(土地かく乱)	○					

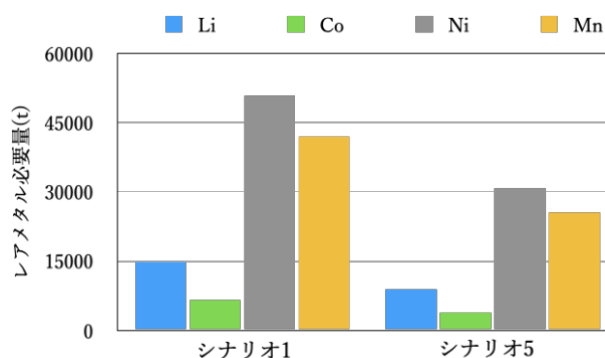


図1 2035年におけるレアメタル必要量の推計結果

4. おわりに

本研究を通じて、レアメタル供給に伴う持続可能性への影響が網羅的に定量化されることが期待される。ライフサイクル全体での影響を分析することで、EVシフトの影響を網羅的に捉えられると考えられる。

- 1) 参考文献 https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/
- 2) Maisel et al (2023) *Resour. Conserv. Recycl.* Vol.192, article: 106920.

キーワード レアメタル, 電気自動車, グリーン成長戦略

神戸市都心部における屋上緑化の実態から捉えた都市環境向上への提案

Proposal for the Improvement of Urban Environment Based on the Actual Condition of Rooftop Greening in the Kobe City

神戸大学国際人間科学部 ○多田寿々香, 神戸大学大学院人間発達環境学研究科 大野朋子

1. はじめに

都市緑地の拡充は、ヒートアイランド現象の緩和のみならず、都市空間のアメニティを高めるなど、その効果への期待は高まっている。特にコロナ禍を経て人々は都市により多くの公園、緑地を求めているものの、新たな公園や緑地帯を設けることは、非常に困難である。空間が著しく制限される都市において有効な緑化手法の一つとして屋上緑化が挙げられる。しかし、屋上緑化はその特性上、歩行者からの視認性が低く、さらに屋上を一般には解放していない建築物も多数存在することから、都市を利用する人々に対して緑の享受が行われないう問題がある。都市において多くの課題を抱える屋上緑化ではあるが、多様化する都市空間での緑化推進には、この屋上緑化の効率的な利活用が重要であり、有効な手段であると考えられる。

そこで本研究では、神戸市都心部の屋上緑化の現状について設置の有無を明らかにするとともに、今後の利用可能性について GIS を用いて数量的に把握することを目的とした。これらの結果から今後の都市環境向上に向けた緑化の提案を行いたい。

2. 研究方法

2.1. 対象地の選定

本研究の対象地は兵庫県神戸市都心部とし、神戸市情報マップにおける用途地域の区分から、商業地域、第1種住居地域、工業地域の計3地域を選定した。

2.2. 対象地における屋上緑化設置の有無および設置可能性の検討

Google Earth Pro から目視で特定できる建築物に対して現状の屋上緑化の有無を把握した。Google Earth Pro の衛星画像データを Arc Map に取り込み、屋上面積、屋上付帯物（機械室、ソーラーパネル等）、現状の屋上緑化部分についてそれぞれ面積を算出した。

3. 結果および考察

3.1. 対象地における屋上緑化の実施割合

屋上を有する建築物は106戸あり、そのうちの6施設

は緑化を行っており、わずか約5%が屋上緑化を実施していることが分かった。また、3地域の屋上面積の総計は139,229 m²であり、そのうちの緑化可能面積は106,774 m²であった。全体の約77%の屋上が利用可能であることが明らかになった。

3.2. 用途地域別の屋上緑化可能性

図1は対象とした用途地域別の総屋上面積に対する緑化可能面積等の割合を示している。

表より、最も屋上での緑化可能面積の割合が高いのは約9割を示した工業地域であった。次いで約8割の第1種住居地域である。商業地域は6割弱と3つの地域では最も緑化可能割合が低い結果となった。これら3地域はいずれも現状の緑地割合はほとんど見られず、付帯物に関しても商業地域が約4割と高い値を示す以外、ほぼ未利用の屋上地であることが分かった。

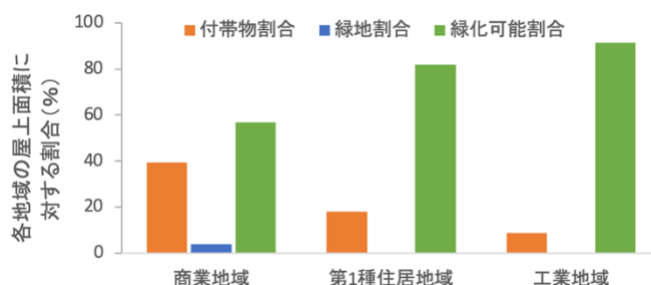


図1 用途地域別の屋上総面積に対する屋上付帯物および現状の緑化面積、緑化可能面積の割合

4. おわりに

本研究では、既存建築物の屋上緑化の有無と利用可能性について検討した。用途地域別にみても5割から9割程度の屋上緑化の潜在性はあるが、屋上緑化導入の際には建築上の耐荷重に留意する必要がある。緑化可能空間の確保はもちろんのこと、今後は建築物の種類と耐荷重、適した緑化方法など多様な要素を重ねてより正確な評価を行いたい。

キーワード 人工地盤, 都市緑地, 荷重制限, アメニティ, ヒートアイランド現象

車室内空気中における未規制物質の網羅的なリスクスクリーニング手法の検討 Comprehensive Risk Method for Unregulated Substances in Vehicle Interior Air

静岡県立大学 ○酒井 颯大, 大森 果菜, 徳村 雅弘, 牧野 正和, いすゞ自動車 達 晃一
日本電子 榎本 剛司, 小池 あゆみ, 産総研 篠原 直秀, 堀場エステック 佐々木 智啓

1. はじめに

車室内には多くの内装材が使用されており、多種多様な化学物質が放散している。車室内は容積に対する表面積が大きく、日射により高温になりやすいため、放散した化学物質が高濃度になりやすい。そのため、職業的に長時間乗車する人の健康影響が特に懸念される。

近年、ノンターゲット分析などの手法によって我々の身の回りに存在する様々な化学物質の存在が明らかとなってきた。その多くは未規制物質であり、意図的に使用されているものだけでなく、非意図的に生成する物質も含まれており、その物質数は膨大である。そのため、ハザード情報が不足している化学物質も多く、現行のリスクスクリーニング手法では、すべての化学物質についてのリスクを評価することは、時間的、経済的に難しい。

本研究では、車室内空気中に存在する化学物質のノンターゲット分析と、有害性評価支援システム統合プラットフォーム (HESS) のデータベースを用いた毒性ポテンシャルの予測手法を組み合わせることで、網羅的なリスクスクリーニング手法の初期検討を行った。

2. 方法

2.1 曝露評価および毒性ポテンシャルの予測方法

日射条件における (車室内 35°C) 路線バス (新車) の車室内空気を ISO12219-10 に即して捕集し、水素炎イオン化検出器 (FID) と質量分析計 (MS) のデュアル検出器を用いたポストカラム反応ガスクロマトグラフ (TD-GC-MS/TE-FID) を用いることで、車室内空気中の化学物質の網羅的な定性・定量分析を行った。得られた濃度データを基に、バスの運転手を対象とした曝露シナリオを構築し、曝露評価を行った。

HESS のデータベースから反復投与毒性の実測試験データ (522,930 個) を収集した。各物質に対して複数の毒性が登録されている場合は、より安全側な視点で評価を行うという観点から、最小の No Observed Effect Level (NOEL) 値を用いることとした。HESS の毒性予測手法に倣い、毒性ポテンシャルを予測する化学物質 (対象物質) の構造類似物質をデータベースから抽出し、対象

物質のオクタノール/水分配係数 ($\text{Log } K_{ow}$) と近い構造類似物質の NOEL の平均を求めることで、毒性ポテンシャル (NOEL_p) を推算した。

2.2 リスクスクリーニング方法

予測した毒性ポテンシャルを、曝露評価から得られた推定曝露量で除すことで、リスクポテンシャル (MOE_p) を推算した。

3. 結果と考察

路線バスの車室内空気を TD-GC-MS/TE-FID により分析することで、238 種類の化学物質を検出することができた。

同定された 238 種類の化学物質の NOEL_p 、 MOE_p の推算結果を抜粋したものを表 1 に示す。本手法によると、2-methylpropyl acetate のリスクポテンシャルが最も高いと考えられた。本研究の手法により、ノンターゲット分析と NOEL_p の予測を組み合わせることにより、優先的に詳細な評価を行うべき化学物質のスクリーニングを行うことができる可能性が示唆された。ただし、毒性値ではなく、毒性の推算値である毒性ポテンシャルを用いて算出しているため、一般的なリスク評価で用いられている曝露マージン (MOE) とは異なることに留意する必要がある。今後、リスクスクリーニング手法の妥当性、および精緻化についてさらに検討を行う必要がある。

表 1 リスクスクリーニング結果 (一部抜粋)

	$\text{Log } K_{ow}$	NOEL_p ($\text{mg kg}^{-1}\text{day}^{-1}$)	推定濃度 ($\mu\text{g m}^{-3}$)	推定曝露量 ($\mu\text{g kg}^{-1}\text{day}^{-1}$)	MOE_p
2-methylpropyl acetate	1.8	0.10	23	2.6	40
butan-2-one	0.3	11	1900	210	50
1,3,5-trimethylcyclohexane	4.0	34	510	57	600
ethylbenzene	3.1	38	510	57	670

参考文献

- 1) Besis et al. (2023) Environmental Pollution, 330, 121763.
- 2) Wang et al. (2023) Cell Reports Physical Science, 4, 101375.
- 3) 松村年郎 (1996) 大気環境学会誌, 31, 154-164.

キーワード リスク評価, 未規制物質, 室内環境, 毒性予測, ノンターゲット分析

高親水性農薬対応パッシブサンプラーのサンプリングレートの算出 Sampling rates of a new passive sampler for highly hydrophilic pesticides.

○守谷美祐¹⁾、大曲遼¹⁾、野呂和嗣¹⁾、矢吹芳教²⁾、雨谷敬史¹⁾
1)静岡県立大学、2)大阪環農水研

1. はじめに

ネオニコチノイド系農薬は水環境中の濃度変動が大きいため、長期モニタリングが必要である。極性有機化合物積算サンプラー(POCIS)は、親水性農薬の長期サンプリングが可能なパッシブサンプラーであるが、一部のネオニコチノイド系農薬に適用できないことと、校正試験が煩雑であることが課題である。

本研究では、新規ネオニコチノイド系農薬への POCIS サンプリングレート(R_s)を算出した。また、 R_s を簡易に算出するための初期検討として、膜の評価試験を行った。

2. 実験方法

2.1 校正試験: PES 膜と HLB 樹脂を用いて作製した POCIS を混合農薬標準液(200 ng L⁻¹)に一定期間浸漬し、 R_s 値を算出した。対象物質はネオニコチノイド系農薬 6 種とピラゾール系農薬など 5 種とした。

2.2 浸透試験: PES 膜、PTFE 膜の浸透試験を行った。装置は 2 つのセルを膜で仕切った浸透試験装置を用いた(図 1)。片方のセルに希釈農薬標準液(250 μg mL⁻¹)、もう片方に純水を入れ、一定時間ごとにセルから 200 μL ずつ分取し LC-MS/MS を用いて分析した。

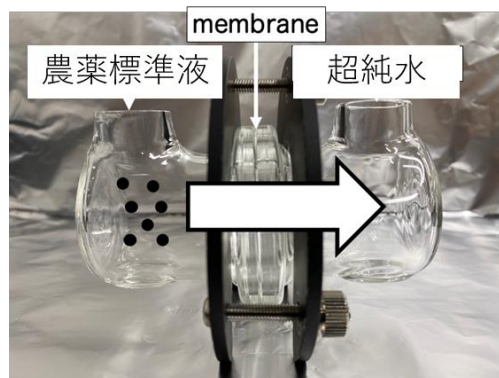


図 1. 膜透過試験装置

2.3 透過試験: PES と PTFE フィルターを用い、膜の透過試験を行った。希釈農薬標準液を入れたガラス溶液にガラス棒を挟んだ POCIS を入れ、一定時間ごとに POCIS から 1 mL 分取し、LC-MS/MS を用いて分析した。

3. 実験結果と考察

R_s 値の範囲は 148.4(ジノテフラン)–295.5(フルピラジフロロン) mL d⁻¹であった。

PES フィルターの浸透試験の結果を示す(図 2)。標準溶液から農薬が膜を透過することが観察された。48 時間後には平衡に達した。データを一次反応速度式にフィッティングし、物質移動係数(k_1 ; h⁻¹)を算出した。 k_1 値の範囲は 0.089(トリフルメゾピリン)–0.20(チアクロピリド) h⁻¹であった。

透過試験の結果を一次反応速度式にフィッティングし、物質移動係数(k_2 ; h⁻¹)を算出した。 k_2 値の範囲は 0.31(トリフルメゾピリン)–2.1(ジノテフラン) h⁻¹であった。

PES の実験では、 k_1 、 k_2 値と R_s 値には相関がみられなかった。これは農薬の PES への吸着が原因と考えられた。PES 膜に吸着しない 1,4-ジオキササンは k_2 値と R_s が近い値であったという報告があることから、吸着力の弱い膜を用いることで、 k_1 、 k_2 値から R_s 値を推定できる可能性がある。

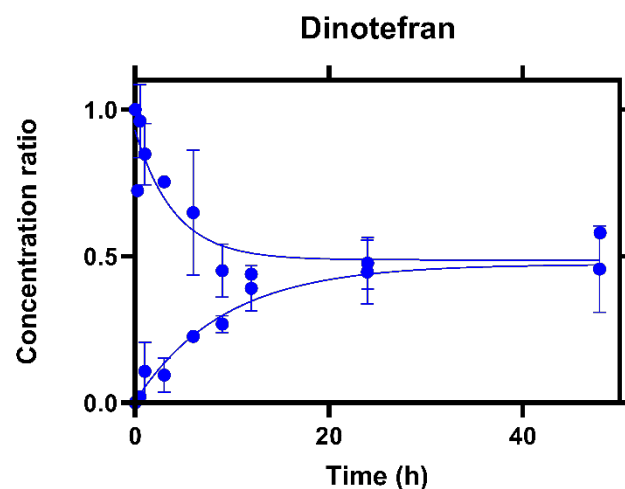


図 1. 浸透試験の結果(ジノテフラン)

キーワード ネオニコチノイド系農薬、LC/MS-MS、パッシブサンプリング

謝辞

本研究は、環境研究総合推進費(JPMEERF20231M04)によって遂行された。

循環型社会創生に向けたバイオ液肥の利用拡大のための光触媒を用いた高付加価値化の検討 Increasing the Use of Bio-liquid Fertilizer for a Recycling-oriented Society by using Photocatalyst to Provide Additional Value

静岡県立大学 ○三原 千穂, 徳村 雅弘, 牧野 正和, 九州大学 矢部 光保

1. はじめに

循環型社会の創生に資する技術として注目されているバイオガス発電の副産物として発生する消化液には、窒素・リン・カリウムなどの肥料成分が含まれていることから、バイオ液肥として利用することが出来る。バイオ液肥は、近年の肥料の価格高騰に加え、農林水産省が策定した「みどりの食料システム戦略」によっても、化学肥料の使用量を30%低減するという目標に向けて、その利用が推進されている。

一方、需要を超えたバイオ液肥は多大なコストやエネルギーをかけて処理されているのが現状であり、需要拡大のための工夫が必要とされている。その例として、土壌を用いない植物工場や水耕栽培への応用を考えると、バイオ液肥中のアンモニア態窒素を植物がより利用しやすい形態である硝酸態窒素に効率的に変換する手法の開発が求められている。現在、硝化方法として、硝化細菌を用いた生物学的な手法が検討されているが、アンモニア態窒素濃度が高い場合、硝化反応が強く阻害されてしまうことが知られている。一方、光触媒を用いた物理化学的な硝化反応は、高濃度のアンモニア態窒素に対しても原理上有効であり、特に酸化チタン光触媒は、安価でハンドリングが容易であることから有望だと考えられる。しかし、液体肥料中のアンモニア態窒素に対しての研究例はなく、詳細な反応メカニズムの解析や液体肥料中に含まれる夾雑物質の影響評価、プロセスの最適化など、実用化に向けた検討が必要とされている。

本研究では、液体肥料中アンモニア態窒素の酸化チタン光触媒を用いた物理化学的な硝化反応についての初期検討を行った。本報では、酸化チタン光触媒の結晶構造の影響について示す。

2. 方法

パイレックス製 500 mL ビーカーにアンモニア水溶液を添加し、硫酸を用いて初期 pH を調整した後、酸化チタン光触媒を添加し、紫外線 (UV) ランプ (6 W を 3 本) を点灯して実験を開始した。攪拌にはマグネチックスターラーを用いた。実験中、適当な時間ごとにサンプリングを行い、メンブレンフィルター (孔径 = 0.45 μm) でろ過した後、各種分析を行った。

硝化実験より得られた各形態の窒素濃度について、最小二乗法を用いて実験値にフィッティングすることにより、反応速度論的パラメータ (k , k_{r1} , k_{r2} , K_{C1} , K_{C2}) を求めた。 k , k_{r1} , k_{r2} は反応速度定数 (mM h^{-1}), K_{C1} , K_{C2} は吸着定数 (mM^{-1}) である。

3. 結果と考察

酸化チタン光触媒の結晶構造の硝化反応における速度論的パラメータへの影響を Fig. 1 に示す。実験条件は、各種酸化チタン光触媒濃度が 2.0 g L^{-1} , 初期 pH = 9 である。酸化チタンの結晶構造として、正方晶系の Anatase 型と Rutile 型, 斜方晶系の Brookite 型に加え、市販品である P25 (80%が Anatase 型, 20%が Rutile 型) を用いた。実験結果より、Brookite 型の 6 時間における平均硝化速度は 0.11 mM h^{-1} であり、P25 は 0.09 mM h^{-1} であり、Anatase 型と Rutile 型と比較してより早い硝化速度を示した。また、Fig. 1 の反応速度論的解析の結果より、P25 はアンモニア態窒素から亜硝酸態窒素に変換する速度は遅いが、亜硝酸態窒素から硝酸態窒素への変換は速く、他方、Brookite 型はアンモニア態窒素から亜硝酸態窒素への変換は速いが、亜硝酸態窒素から硝酸態窒素への変換は遅いということが示唆された。これより、酸化チタン光触媒の結晶構造の違いにより、硝化反応の各段階における変換効率が異なることが示唆された。

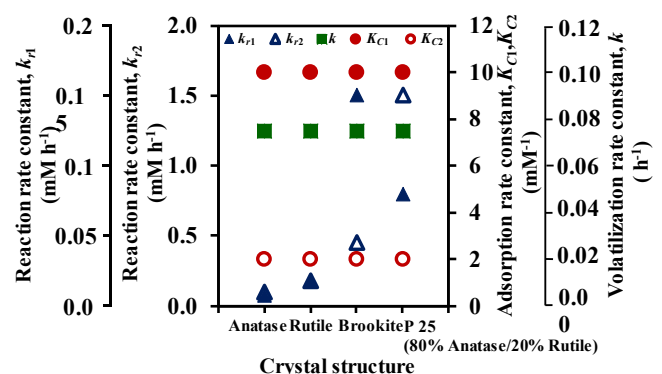


Fig. 1 酸化チタン光触媒の結晶構造の反応速度論的パラメータへの影響

謝辞：本研究は JSPS 科研費 22H02446 の助成を受けたものです。

キーワード 光触媒, 硝化反応, 反応速度論, 液体肥料

日本の道路インフラに関するマテリアルストックの空間分布変化について

The Change in Spatial Distribution of Material Stocks in Japan's road infrastructure

名古屋大学工学部環境土木・建築学科 ○喜古響

名古屋大学未来社会創造機構脱炭素社会創造センター 蛭田有希

名古屋大学大学院環境学研究科 山下奈穂, 白川博章, 谷川寛樹

1. はじめに

道路インフラは、その建設に大量の建設資材を必要とすると同時に、建設廃棄物の再生品の重要な受け皿にもなっている。そこで、道路の資材ストック量を把握することは、将来の再生材に対する需要を検討する上で非常に重要である。道路インフラの資材ストック量を推計した研究はすでに幾つかあるが、それらの多くは統計資料に基づく行政単位のものであり、空間分布についてはまだ十分明らかになっていない。

本研究は、GIS データを用いることで道路インフラへの建設資材の集積状況とその変化を空間的に把握することを目的とする。

2. 推計手法

本研究では、日本全国の道路構造物を対象に、2005年から2020年まで5年ごとのGISデータ(TMI道路地図)を用い、道路区間種及び幅員別の道路延長から、道路延床面積を推計し、稲津ら(2009)の資材投入原単位を乗じることで建築資材ストック量を推計した。さらに、建設資材ストック量を全国地図上に表示することによりその時間的、空間的変化を分析した。

3. 結果

推計の結果、2005年時点での道路資材ストック量は全国で約9,300Mt、2020年時点での道路資材ストック量は約9,800Mtと15年間で約467.5Mt増加していた。全ての道路延長のうち高速道路の延長は5%程度、道路資材ストック量は17~18%程度であった。全ての道路における建設資材別ストック量は、骨材が約83%を占め、次いで地上アスファルトが9.8%、地下アスファルトが7.4%程であった(図1)。

資材ストックは2005年から2020年にかけて都市の外縁部で増加が見られ、東京北部が最も顕著であった

(図2)。また、九州地方や東北地方南部、静岡県では、高規格幹線道路網計画に準じて、地方都市を結ぶ高速道路や一般国道自動車専用道路の整備による資材ストック量の増加が確認された。

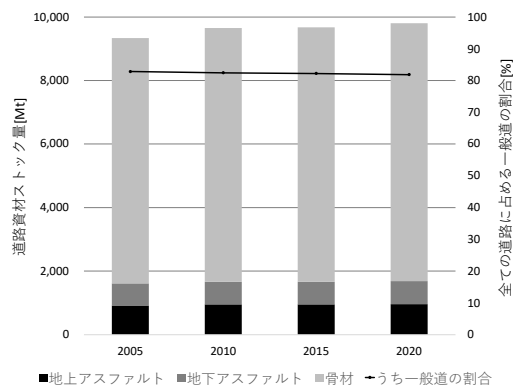


図1 道路資材ストック量の推移

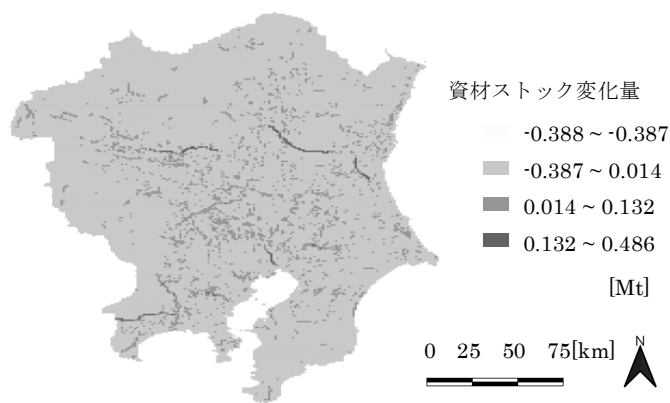


図2 関東地方における
2005年から2020年までの資材ストック量変化

4. おわりに

本研究では、日本全国の道路構造物を対象に、資材ストック量と資材ストックの時空間分布を明らかにした。今後の課題として、資材ストック量推計の緻密化があげられる。これに対し、トンネルや橋梁など道路構造を考慮した原単位の設定を行う。

参考文献

- 1) 稲津亮・谷川寛樹・大西暁生・東修・石峰・井村秀文 (2009) 複数年の空間情報を用いた都市重量の変化に関する研究—建築物・道路を対象とした和歌山市中心部でのケーススタディー, 環境情報科学論文集 23, pp.89-94.

キーワード: マテリアルストック分析, GIS, 社会基盤施設, 道路インフラ, 建設資材ストック

地域における気候変動の影響や対策に関するヒアリング調査—熊本県A自治体を対象として—

Interview survey on the impact of climate change in the region

熊本県立大学 ○杉内達弘、和田尚弥、岩見麻子

1. はじめに

気候変動適応法が2018年に施行され、その中で地域の状況に応じた地域気候変動適応計画の策定や地域気候変動適応センターの設置が努力目標として地方自治体に課されることとなった。気候変動の影響は地域によってさまざまであり、地域特性や地域に生じる影響を踏まえた上で適応策を検討していく必要がある。しかし適応策の認知度が低かったり、気候変動に関する地域住民の実感や意向が把握されていなかったり、各地域で適応策を推進していくためには課題が存在している。そこで本稿では、熊本県A自治体を対象に、同地域の主要産業に従事するキーパーソンらが実感している変化やそれへの対応策をヒアリング調査によって把握した結果について報告する。

2. 研究方法

本研究では、熊本県A自治体で農林水産業や観光業に従事するキーパーソン及び行政の職員である16件（17名）を対象に、実感している変化やそれへの対策について尋ねる半構造化ヒアリング調査を行った。ヒアリング調査時の音声データを文字起こししたテキストデータを作成し、各対象者が言及した単語の傾向に基づくクラスター分析によって対象者を分類し、グループごとに共通して発言された内容を整理した。

3. 研究結果

クラスター分析を実施した結果、解釈が可能であった5つのクラスターに分類し前述した分析を進めた。分類結果について、グループIは商工振興自治体職員1名、IIは農業従事者2名、IIIは農業や畜産業、林業の従事者、これら産業に関連する部局の自治体職員などの計7名、IVは観光業従事者とまちづくり関連部局の自治体職員の2名、グループVは児童福祉事業従事者と、漁業や農業と共に飲食業を営んでいる対象者、観光関連部局の自治体職員の4名が含まれ、概ね対象者が従事する産業分野によって分類された。

各グループに含まれた対象者の回答を整理した結果を表1に示す。表に示すように実感している変化について、グループIでは漁獲量の減少、グループIIでは品質の低下、グループIIIでは害虫被害の増加や植物の成長の早期化、グループIVでは海水温の上昇、グループVでは農作物の収量減少などの回答が見られた。鹿やイノシシなどの害獣、豪雨や台風などの災害が増加していることは、多くのグループが共通して実感していることが分かる。次に対応策については、スプリンクラーや防護柵の設置、行政からは補助金による支援などの対策が実施されていることが分かった。

キーワード 気候変動影響、地域適応策、ヒアリング調査

謝辞 本研究は、JST 共創の場形成支援プログラム JPMPF2109 の支援を受けて実施した。

表1 質問に対する各グループの回答

	グループ I	グループ II	グループ III	グループ IV	グループ V
対象者の分野	商工振興	農業	農林畜産業	観光・まちづくり	児童福祉事業、飲食業、観光
実感している変化	<ul style="list-style-type: none"> ・豪雨の頻度の増加 ・漁獲量の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・シカやイノシシの増加 ・品質の低下 ・植物の成長の早期化 	<ul style="list-style-type: none"> ・シカやイノシシの増加 ・害虫被害の増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・災害の増加 ・シカやイノシシの増加 ・海水温の上昇 	<ul style="list-style-type: none"> ・災害の増加。 ・シカやイノシシの増加 ・農作物の収量の減少
変化への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・被災企業へ補助金の支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・スプリンクラーの設置 ・防護柵の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・スプリンクラーの設置 ・防護柵の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・避難訓練へ補助金の支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・防護柵の設置 ・温度を下げる機械の導入

地域の自主防災組織の運営方式に関する研究—熊本県 A 自治体 3 地区を対象として— A study on management system of local voluntary disaster prevention organizations

熊本県立大学 ○草村昇汰, 浦本息吹, 岩見麻子

1. はじめに

自主防災組織とは、「住民の隣保協同の精神に基づく自発的な防災組織」(災害対策基本法第5条第2項)のことである。阪神淡路大震災の教訓として「共助」が重要視されたことにより、同組織は全国各地で結成されてきた。熊本県でも2016年の熊本地震や2020年(令和2年)7月豪雨といった大きな災害が発生しており、自主防災組織の存在意義がより一層高まってきている。近年の災害の教訓を踏まえ、防災教育や避難行動要支援者対策、避難所運営に取り組むことが自主防災組織の役割として期待されている²⁾。また、自然的・社会的な条件や住民の意識などは地域によって異なり、地区の特性に応じた活動が求められる。しかし、活動内容や運営方式に関する定めはなく、どのように運営されているかは明らかではない。そこで本研究では、地域における自主防災組織の運営方式を把握することを目的とする。

2. 調査方法

本研究では、令和2年7月豪雨で大きな被害を受けた熊本県 A 自治体における3地区の自主防災組織の会長および副会長に対して、組織の運営方法や地域防災力を高める活動などについて尋ねるヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査の結果を整理することで、地区ごとの運営方式と活動内容の違いを明らかにした。なお、本調査は2022年9月から2023年2月にかけて実施した。

3. 調査結果

ヒアリング調査で尋ねた運営方式と活動についてまとめた結果を表1に示す。表に示すように、まず会議の

開催方法について a 地区では規約・防災計画の改正や予算及び決算に関することなど多くの事項について話し合う、c 地区では日頃の繋がりから「ついでに会議」を行うことで一度の会議にそれほど時間をかけないなど地区によって違いが見られた。c 地区の「ついでに会議」とは、防災とは直接関わりがない日頃の集まり(グラウンドゴルフや料理教室など)のついでに情報交換を行い、普段から近況報告や考えの共有をすることで、今後の方針を話し合う会議などでの決定を円滑にすることができるとの仕組みのことである。また、活動については防災訓練を重視し実施して、地域づくりやまちづくりを行っている地区と、防災には直接関係しないイベントの実施によって住民間のつながりを創出しようとしている地区といった防災意識の醸成方法にも違いが見られた。

参考文献

- 1) 大金誠, 梅本通孝, 齋藤愛美, 糸井川栄一; 自主防災活動への現役世代の参加促進に関する研究—茨城県東海村を対象として—, 地域安全学会論文集, No.29, pp.197-205 (2016)
- 2) 総務省消防庁; 自主防災組織の手引 https://www.fdma.go.jp/mission/bousai/ikusei/items/bousai_R5_3.pdf (2023年6月11日参照)

キーワード 自主防災組織, 住民意識, 地域防災力, ヒアリング調査

本研究は JST 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2109 の支援を受けて実施した。

表1 対象3地区の会議の開催方法と地域防災力を高める活動

地区	会議の開催方法	地域防災力を高める活動
a	・総会(年1回)や幹事会(随時)を開催し、規約・防災計画の改正や予算及び決算についてなどを話し合う	・地域づくり活動(高齢者の生活支援活動、地域防災活動)
b	・定期的に会議を開いて、訓練の確認などを行う	・安心安全のまちづくり(防災訓練等) ・高齢者のフォロー、危険地域からの移住支援
c	・3か月に1度会議を行う。組織のメンバー12人と民生委員を含めて情報交換などを行う ・日頃から「ついでに会議」を行う	・日頃から隣近所との交流を深めるよう勧める ・地域社会で子どもを見守る

名古屋市の洪水ハザードエリアにおける建設資材ストックの推計 Estimation of the Building Stocks in Flood Hazard Areas: A Case Study in Nagoya City

名古屋大学工学部環境土木・建築学科 ○細川莉来

名古屋大学未来社会創造機構脱炭素社会創造センター 蛭田有希

名古屋大学大学院環境学研究科 山下奈穂, 白川博章, 谷川寛樹

1. はじめに

近年、気候変動に伴う洪水発生頻度の増加が懸念されている。これまで、将来の洪水被害に関する研究はいくつか行われている。當麻・多田 (2022) は 2015 年から 2050 年にかけて浸水深別に人口の変化を推計した¹⁾。また、柳原他 (2022) は人口変動に伴う土地利用変化により生じる 21 世紀末の洪水被害額の変化を推計した²⁾。しかし、ハザードエリアにおける建築物の空間分布や建て替わり、それに伴う建設資材ストック量の変化や利用状況などの実態はまだ十分に明らかではない。建物のこれらの実態を明らかにすることで、災害廃棄物の発生予測や洪水被害予測の精度向上に加え、建物の堅牢化などの防災対策やそれに伴う資源需要の予測精度向上が期待される。本研究では名古屋시를 ケーススタディ対象地とし、洪水浸水想定区域に着目した上で 1991 年から 2021 年まで 5 年ごとに建築物の動態及びマテリアルストックの変化を明らかにする。

2. 推計手法

本研究では、1991 年から 2021 年まで 5 年ごとに名古屋市の建物データを対象に、階数情報や用途、建築面積を利用して青柳 (2015)³⁾に従い建物を木造 (W 造)、鉄骨造 (S 造)、鉄筋コンクリート造 (RC 造) に分類した。さらに、地理情報システム (GIS) を用いて建物棟数、建設資材ストックを洪水浸水想定区域別に推計した。

3. 結果

推計の結果、棟数と建設資材ストックは全ての浸水レベルで増加しており、1991 年では 56.6 万棟、217.7 Mt、2021 年では 66.9 万棟、369.2 Mt であった (図 1)。ストック量の内、コンクリートが 8 割前後を占めていた。地域別では、名古屋市の多くの地域でストック量が増加しており、特に名古屋駅周辺や栄地域などの名古屋市中心部で増加量が大きくなった (図 2)。浸水想定区域別に建物構造の割合を調査した結果、どの区域でも W 造が減少し、S 造と RC 造が増加しており、浸水レベルによる大きな違いはみられなかった。

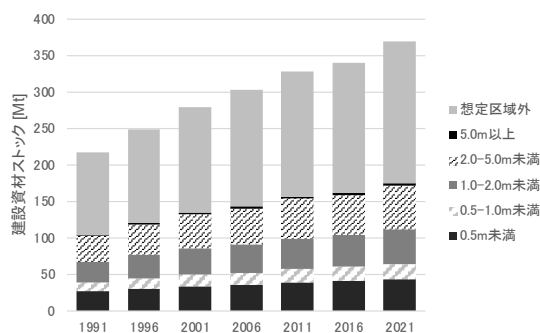


図 1 浸水想定区域別建設資材ストック量

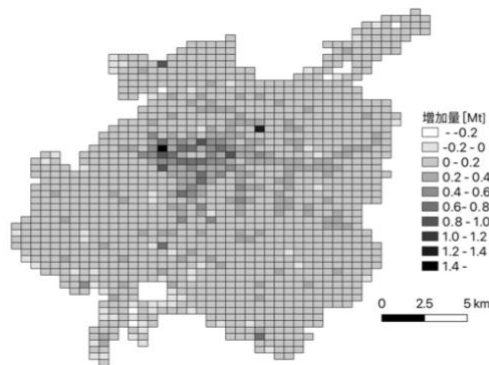


図 2 建設資材ストック増加量 (1991 年から 2021 年)

4. おわりに

本研究では、名古屋市をケーススタディ対象地として、洪水浸水想定区域別の建設資材ストックの推移を明らかにした。今後の課題として、同一性判定を用いた建物の建て替わりを評価し、マテリアルストックフロー分析を行う。

参考文献

- 1) 當麻雅弘, 多田智和: 洪水リスク地域人口に関する調査~将来人口予測データからみた人口変動と浸水被害前後のケーススタディ~, 国土交通政策研究所紀要, 第 80 号, pp. 49-63, 2022.
- 2) 柳原駿太, 風間総, 多田毅, 山本道, 峠嘉哉: 人口変動に伴う土地利用変化を考慮した将来の洪水被害の全国評価, 水文・水資源学会 日本水文科学会 2022 年度研究発表会, OP-5-04, 2022.
- 3) 青柳淳之介, 杉本賢二, 奥岡桂次郎, 谷川寛樹: 名古屋市中心部における 4d-GIS を用いた都市の経年変化による MSFA に関する研究, 環境システム研究論文集, Vol.71, II_467-II_474, 2015.

キーワード マテリアルストック, 災害廃棄物, ハザードエリア, GIS, 洪水

介護認定世帯のライフスタイルに着目した、直接・間接温室効果ガス排出量の同定 Quantifying lifestyle-related greenhouse gas emissions of households with people certified for long-term care

長崎大学 ○吉良成美, 長崎大学 重富陽介

1 背景

日本では今後も高齢化が進み、2045年には65歳以上の高齢者が36.8%を占め、要支援・要介護認定者（以下、認定者）が約977万人にのぼると予測されている。このような人口動態の変化に呼応し、これまでに日本の高齢化¹⁾や医療サービス²⁾と家庭部門におけるカーボンフットプリント（商品・サービスのライフサイクル全体における温室効果ガス排出量、以下CFとする）の関係に着目した研究が進展している。しかしながら、今後見込まれる介護保険サービスの需要の増大に伴う将来のCFへの影響について詳細に解析した研究事例は見当たらない。

そこで本研究では、認定者がいる世帯の消費行動に着目し、そのCF構造の精緻化と将来認定者が増加することによるCFへの影響の推計を目的とする。

2 手法

世帯属性 h の商品 i における一世帯当たり家計CFである Q_i^h を、式 (1) のように推計した。

$$Q_i^h = e_i y_i^h \quad (1)$$

ここで、 e_i は商品 i の単位生産当たり直接及び間接のGHG排出量（すなわちCF原単位）、 y_i^h は、世帯属性 h の世帯による商品 i に対する平均消費支出額を表す。

次に、要介護度 I 別の介護保険で給付されるサービス s における認定者一人当たりCFである Q_s^I を、式 (2) のように推計した。

$$Q_s^I = e_s y_s^I \quad (2)$$

ここで、 e_s は介護保険サービス s の単位生産当たりCF原単位、 y_s^I は、要介護度 I の認定者における介護保険サービス別認定者一人当たり費用額を表す。費用額とは各サービスを行うために要する費用のことで、保険給付額と公費負担額、利用者負担額の合計である。

最後に、2060年までの t 年における介護サービス由来のCF（以下、介護CF） $Q^I(t)$ を、式 (3) のように推計した。

$$Q^I(t) = \bar{Q}_s^I * \sum_{age=1}^8 p_{age}(t) r_{age}^I \quad (3)$$

ここで、 $p_{age}(t)$ は t 年における年齢階級 age の人口、 r_{age}^I は 2019年の年齢階級 age の人口に占める要介護度 I の認定者の割合を表す。本研究では、将来の認定者数を推計するにあたり、2019年における各年齢階級 age における各要介護度の認定者の割合が、2060年まで一定であると仮定した。

上記の計算には、家計構造調査、産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID)、総合エネルギー統計、介護給付費実態調査、介護保険状況報告を利用した。

3 結果

図1に要介護度別一人当たりの介護CFを示す。要支援者よりも要介護者の方がCFは大きく、また要介護度が上がるとCFも増加することが示唆された。さらに、要介護度が高い人ほど施設サービス由来の排出が占める割合が大きい。これは、要介護度が上がるにつれ増加する、介護が必要となる時間や家庭内での介護者の負担を減らすために、施設サービスを利用する割合が増えるためだと考えられる。その他の詳細な結果および議論については、当日の発表中に示す。

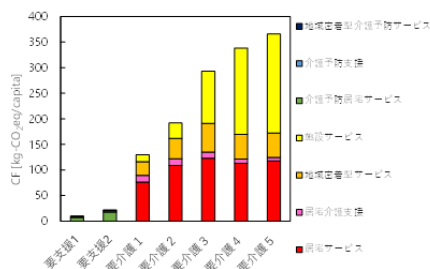


図1 要介護度別一人当たり年間介護CF

参考文献

- 1) Shigetomi, Y., Nansai, K., Kagawa, S. and Tohno, S. (2014) Environ. Sci. Technol., 6069-6080
- 2) Nansai, K., Fry, J., Mailk, A., Takayanagi, W. and Kondo, N. (2020) Resour. Conserv. Recycl., 104525

キーワード カーボンフットプリント, 気候変動, 産業連関分析, 高齢化, 要介護・要支援

全球土地被覆変化の検証データの作成とその評価 Development of validation dataset for global land cover change

茨城大・農 ○小林泰子, 木下嗣基

1. 背景

全球土地被覆図を用いた研究はいくつか存在する

1). 変化に関する研究は気候や環境変化の研究で陸域炭素循環モデリングや気候モデルの入力データとして重要である^{2,3)}。

そこで本研究の目的は、全球の土地被覆変化を検証するためのデータを作成し、現在の変化を既存の変化を捉えた地図と評価することを目的とする。

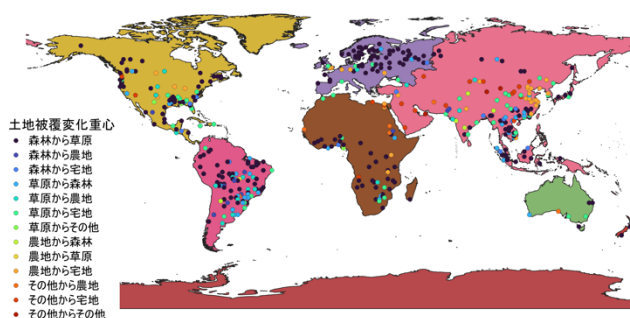


図1 作成した検証データの土地被覆変化の様子

2. 手法

Google Earth Pro と QGIS を用いて検証データを作成する。Google Earth Pro は 1km×1km の範囲で緯度経度 1 度ずつをランダムにサンプリングし、変化の領域を目視で抽出後、ポリゴンとして取得する。取得する変化の時間領域は、Google earth Pro で利用可能な 2000 年から 2022 年までの全ての航空衛星画像である。そして QGIS を用いて抽出した変化情報を入力する。目視判読で検出する変化のクラスは森林の増減、農地の増減、宅地の増加、その他クラスの変化とする。

3. 結果

3.1. 変化の様子

作成した土地被覆変化の結果は表 1 となり、地理的な変化は図 1 のような結果となった。主に森林から草原への変化が最も多く約半分が変化していた。

3.2 他の隔年全球土地被覆地図との評価

今回作成した検証データ(変化した面積が大きい変化あり 100 点変化なし 100 点)と CCI-LC と比較すると総合精度は 70%であった。

表 1 作成した土地被覆検証データの結果

		変化後				
		森林	草原	農地	宅地	その他
変化前	森林		354	12	17	0
	草原	68		32	67	3
	農地	5	1		46	0
	宅地	0	0	0		0
	その他	0	0	9	33	3

4. 考察

CCI-LC と検証データを比較した結果、CCI-LC は変化を過小評価していることが分かった。

今回作成した検証データの利点として、①検証データをポリゴンで作成するため変化の大きさがわかること②変化があった部分の位置が記録でき、見る範囲が狭まることなどが挙げられる。欠点としては①作成に時間がかかること②Land Use の変化が分かりにくいこと③モザイク状の変化が捉えにくいことが挙げられる。

参考文献

- 1) Gerten Dieter, Sibyll Schaphoff, Uwe Haberlandt, Wolfgang Lucht, and Stephen Sitch. (2004) Terrestrial Vegetation and Water Balance - Hydrological Evaluation of a Dynamic Global Vegetation Model, Journal of Hydrology Vol.286, 249-70.
- 2) Li, B L Turner, Eric F Lambin, and Anette Reenberg (2007) The Emergence of Land Change Science for Global Environmental Change and Sustainability,PNAS Vol.104 No.52.
- 3) Jin Suming, Limin Yang, Patrick Danielson, Collin Homer, Joyce Fry, and George Xian (2013) A Comprehensive Change Detection Method for Updating the National Land Cover Database to circa 2011, Remote Sensing of Environment Vol.132,159-75.

キーワード 環境情報, リモートセンシング, 全球土地被覆変化

SDGs ローカル指標を用いた自治体のコンパクトシティ政策の包括的評価 Comprehensive Evaluation of Municipality's Compact City Strategy On Sustainable Development Goals Local Indicators.

神戸大学 ○山崎 久留巳, 神戸大学 田畑 智博

1. はじめに

人口の急激な減少、高齢化、都市問題が深刻化していることを背景として、日本のまちづくりは、安心できる快適な生活環境を実現すること、持続可能な都市経営を可能とすることが大きな課題として挙げられる¹⁾。また、気候変動や自然災害等の諸課題も我々の生活に深刻な影響を及ぼす要因であり、SDGsの目標達成を支援できるまちづくりが求められている。

本研究は、持続可能なまちづくりを促進、実現するための取り組み方針を提案することを目的とする。これを実施するため、政府が推進する立地適正化計画がSDGsの目標とどのように関わるかを包括的に評価する。

2. 研究の方法

対象地域は、2017年に立地適正化計画を策定・公表した、全国66市町村とする。地方創生SDGsローカル指標(以下、ローカル指標)²⁾と都市構造の評価に関するハンドブックの指標(以下、都市構造指標)³⁾を取り上げ、自治体毎に各指標に関わるデータを文献調査により収集した。一部のデータは、推計により補完した。以上の結果を元に、統計解析によりローカル指標と都市構造指標との関係性を分析した。

3. 結果と考察

一例として、SDGs1「貧困をなくそう」のローカル指標のうち、データを収集できた指標を表1に示す。このうち、全て同じ数値であるために分析に使用できない一部の指標を除いて、7指標で主成分分析を行った。主成分の選定条件は、累積寄与率70%以上とした。

結果として、SDGs1は、表2に示す4つの主成分が選定された。主成分1はLI.1.2.1とLI.1.3.1.1よりMIX1-1、主成分2はLI.1.5.1とLI.1.b.1よりMIX1-2、主成分3はLI.1.3.1.1とLI.1.5.1よりMIX1-3、主成分4はLI.1.5.2とLI.1.a.2.1よりMIX1-4と命名した。

SDGs1のローカル指標は、都市構造指標と類似する指標はなかった。しかし、都市構造指標内にある行政運営の指標をみると、医療、福祉等のサービスを市民が適切に享受できるよう自治体財政を運営することが評価軸

表1 SDGs1のローカル指標

LI.1.2.1	年間収入100万円未満の世帯割合
LI.1.3.1.1	第1号介護保険の被保険者割合
LI.1.3.1.2	20-59歳における公的年金加入率
LI.1.5.1	人口1人当たりの自然災害による死者・行方不明者数割合
LI.1.5.2	県内総生産当たりの自然災害による被害額割合
LI.1.5.3.1	地域防災計画作成の有無
LI.1.5.3.2	
LI.1.5.4	
LI.1.a.2.1	人口1人当たりの衛生費(衛生費/総人口)
LI.1.a.2.2	人口1人当たりの教育費(教育費/総人口)
LI.1.b.1	人口1人当たりの生活保護費(生活保護費/総人口)

表2 SDGs1 ローカル指標の主成分分析結果

Component loadings:	Comp.1	Comp.2	Comp.3	Comp.4
LI_1_2_1	0.5356247	0.374961116	0.2767044	0.1270401
LI_1_3_1_1	-0.4197657	0.34029412	-0.4758511	-0.294677
LI_1_5_1	0.2704869	-0.505063002	-0.1587565	0.4540864
LI_1_5_2	-0.1366381	-0.218515171	0.7067359	-0.472879
LI_1_a_2_1	0.4703758	0.007224188	-0.1379436	-0.551042
LI_1_a_2_2	0.4546995	-0.089228742	-0.3599703	-0.330743
LI_1_b_1	0.1306322	0.657839342	0.1539939	0.2327648

となっている。これを勘案すると、SDGs1はコンパクトシティ政策との関連性を見出すことができる。

4. おわりに

今後は、ローカル指標のSDGs目標1~17をそれぞれ要約した指標を用いて、都市構造指標との因果関係を調査する。コンパクトシティ政策とSDGsの関係性を明らかにすることで、各地域の持続可能なまちづくりの目標を達成するための指針となると考える。

参考文献

- 1) 国土交通省, 立地適正化計画制度, https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network.html
- 2) 内閣府 (2020) 地方創生SDGs関連資料リスト, <https://future-city.go.jp/sdgs/list.html>
- 3) 国土交通省 (2018) 取組成果の「見える化」, https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/toshi_city_plan_tk_000036.html

キーワード コンパクトシティ, SDGs, 立地適正化計画

可燃ごみ中のプラスチック類の排出実態とリサイクルによる二酸化炭素排出量 Plastics in Burnable Waste and CO2 Emission from Recycling

富山県立大学 ○関睦人、佐伯孝

1. はじめに

プラスチック製容器包装は、汚れの程度により排出先（可燃ごみ、資源ごみ）が異なっている。また、2022年に施行された「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」により、プラスチック使用製品も資源ごみとして回収されることとなる。市民へ分別の協力依頼やリサイクル可能なプラスチックの回収可能量の推計を行うため、事前に可燃ごみの排出実態を把握する必要がある。本研究では、家庭から排出された可燃ごみに含まれているプラスチック類の組成調査より、プラスチック類の排出実態を明らかにした。また、汚れの状態に着目することで資源ごみとして分別可能な量を把握し、リサイクルした場合の二酸化炭素排出削減量を算出した。

2. 研究方法

富山県滑川市内の4か所（集合住宅・市街地・戸建て住宅・農村部）から家庭の可燃ごみを試料として採取した。調査期間は2022年9~12月、各地点1回の採取で約10袋を試料とした。各地点で2回の採取を行った。試料は3種類（プラスチック製容器包装、プラスチック使用製品、その他）、汚れの状態3性状（汚れなし、軽度、重度）に分類した。その後、プラスチックを洗浄・乾燥し、重量の変化から汚れ・水分付着率を算出した。

プラスチックごみが可燃ごみとして排出した場合と、可燃ごみとして排出されているプラスチック製容器包装について市民が洗浄することなく資源ごみとして分別可能なものを分別した場合について、二酸化炭素排出量を算出し比較を行った。本研究においてリサイクルとは、パレットへのリサイクルを想定した。

3. 結果

可燃ごみ全81袋を組成調査した結果、ごみ全体のうちプラスチック類は12.9%であった。プラスチック類の細組成調査の結果を図1に示す。プラスチック製容器包装（汚れなし）は、お菓子の外袋やポリ袋等であり、プラスチック類の1/5以上を占めていると分かった。また、プラスチック製容器包装（汚れなし）の汚れ・水分付着率は、11.1%であった。滑川市の1年間に排出される可燃ごみの重量7,156 t¹⁾から、プラスチック製容器包装（汚れなし）は1年間に183.0 t可燃ごみとして排出されてい

ると推算される。このプラスチック製容器包装（汚れなし）は、市民が洗浄なしで資源ごみへ分別可能であり、市民に負担を強いることなく、分別をすることが可能なものを分別した場合、可燃ごみとして排出していたごみのうち183.0 t/年の可燃ごみの削減につながると分かった。

プラスチックごみのリサイクルによる二酸化炭素排出量を算出した。現在、滑川市において、可燃ごみとして排出されているプラスチックごみ737.6 t/年を全て焼却した場合と737.6 t/年のうちプラスチック製容器包装（汚れなし）183.0 t/年をリサイクル、残りを焼却した場合を比較すると、リサイクルした場合の方が302.0 t-CO₂/年の二酸化炭素削減効果があると分かった。

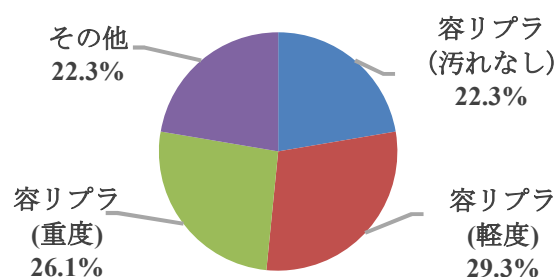


図1 プラスチック類の組成結果
(プラスチック製容器包装：容リプラ と記載)

4. まとめ

市民が可燃ごみとして排出している洗浄することなく資源ごみへ排出が可能であるプラスチック製容器包装（汚れなし）は183.0 t/年であることが明らかとなった。自治体は、市民へプラスチック製容器包装（汚れなし）の分別協力を強化することで、市民の負担も少なく二酸化炭素削減も可能になると考える。

参考文献

1) 滑川市（2022年3月）「第2次滑川市一般廃棄物処理計画」p.29

<https://www.city.namerikawa.toyama.jp/material/files/group/10/20220120115025.pdf>（参照2023年6月24日）

キーワード 可燃ごみ、プラスチック、組成調査

全国自治体におけるハザード・曝露・脆弱性から見た気候変動へのリスクの評価 Evaluation of Climate-change Risk in Japanese Local Municipalities based on Hazard, Exposure, and Vulnerability

東京大学 ○井田新, 栗栖聖, 福士謙介

1. 背景と目的

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は地球温暖化の着実な進行と、我々の生活環境への影響を指摘している。日本においては気候変動適応法が地域レベルでの対応を求めており、各自治体では自然的・経済的・社会的状況に応じた適応が必要とされている。しかしながら戸川ら¹⁾が指摘するように、既往研究の多くは個別分野における評価に留まっている。本研究では日本の全国自治体を対象に、複数分野を跨ぐ視点から気候変動へのリスクについてハザード、曝露、脆弱性に基づき評価することを目的とした。

2. 方法

気候変動影響評価報告書²⁾の示す陸域の高温、海洋の高温、強い降水、干ばつ、火災の発生しやすい気象条件、海面水位の上昇、海洋の酸性化、降水量の地域的減少という8つの気候変動影響について、ハザードと曝露を(1)外力として、脆弱性を(2)感受性と(3)適応能力の2つに分け、それぞれ表1に示す指標を選定した。

表1 選定した指標の一覧

(1)外力	平均気温変化度	平均降水量変化度	感染症リスク変化度
	コメ収量変化度	コメ品質変化度	
(2)感受性	人口あたり農業生産額	人口あたり農業従事者数	人口あたり漁業従事者数
	幼児割合(0-4歳)	高齢者割合(65歳以上)	高齢者同居家族有無
	林野率	森林率	非耐火木造建築割合
(3)適応能力	世帯あたり平均収入	人口あたり法定普通税	人口あたり自治体収入
	生産年齢人口割合	5年間人口増減率	

各指標について収集したデータを平均0標準偏差1となるようZ得点化した上で、Choi et al.³⁾同様に [(1)外力] + [(2)感受性] - [(3)適応能力]にて各自治体の特徴によりリスクスコアを求めた。また各Z得点値を用いクラスター分析により各自治体を類型化した。

3. 結果

リスクスコアが高く算定された自治体として高知県土佐郡大川村や北海道枝幸郡枝幸町、奈良県吉野郡野迫川村、長野県南佐久郡川上村、高知県室戸市があり、それぞれリスクが高くなる要因は(1)~(3)で異なっていた。また、28指標のZ得点に基づくクラスター分析により、9クラスターに類型化された。クラスター①~⑨における(1)~(3)のスコアを図1に示す。クラスター①はリスクスコア平均が3.21と最も高く、(1)外力が高いことがリスク要因となっており、上述した枝幸町がこれに含まれた。これに対しリスクスコア平均が-2.56と最も低かったクラスター③では、(3)適応能力が高いことがリスクを低めており、大都市が多く含まれるクラスターとなっていた。

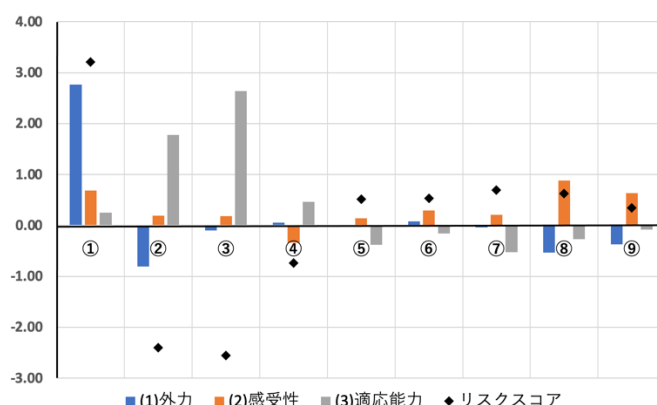


図1: クラスター①~⑨における(1)~(3)のスコア内訳

謝辞:

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

参考文献:

- 1) 戸川卓哉, 高野剛志, 森田紘圭, 大場真, R.C. Estoque, 近藤美沙希, (2020), 気候変動が住民の生活の質(QOL)に与える影響評価フレームワークの提案. 土木学会論文集G(環境), 76(5), I_461-I_470.
- 2) 環境省(2020), 気候変動影響評価報告書(総説).
- 3) Choi, S.Y., E. Yamaji, (2015), Local-level Climate Change Vulnerability Assessment Using Three Indices. 農村計画学会誌, 34, pp.261-266.

キーワード: 気候変動, 適応, リスク, 自治体

Nitrogen Flows in Urban Wastes of Tokyo: Implication for Nitrogen Management

○Yue Zhang¹, Bin-Le Lin², Kiyotaka Tsunemi², Kiyotaka Tahara², Tomohiko Ihara¹

¹Department of Environment Systems, Graduate School of Frontier Sciences, The University of Tokyo, Japan;

²Research Institute of Science for Safety and Sustainability, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan.

Given the fact that global environmental issues such as global warming, biodiversity loss, and health effects are associated with reactive nitrogen compounds (Nrs)^[1], United Nations Environment Programme adopted the Colombo Declaration in 2019 aiming to halve nitrogen (N) waste by 2030. N waste in urban areas have become more severe N hot spots than rural areas^[2]. Tokyo, as a typical urbanized city, its N flows and its Nrs emissions to the environment represents a good model.

This study quantified N flows of 20 types of waste in Tokyo metropolitan area from 2000 to 2018 using available statistics, datasets, and literature based on Mass Balance Approach, and presented the situation and trend of its N flows, and its Nrs emissions related to urban wastes. Over the last 19 years, the total N inflow to the waste treatment system decreased from 66.26 to 64.71 Gg N yr⁻¹, sewage sludge N was defined as the most pressing waste N (Fig.1). While the total N stock and N outflow showed a flat decreasing trend. The annual average of Nrs emission, including NH₃ and N₂O, to the atmosphere was found to be 15.28 Gg yr⁻¹ between 2015 and 2018. This first analysis of urban N waste in Tokyo is useful for sustainable N management and provides a significant guide for developed countries and/or rapidly developing emerging economies in the Asia-Pacific region.

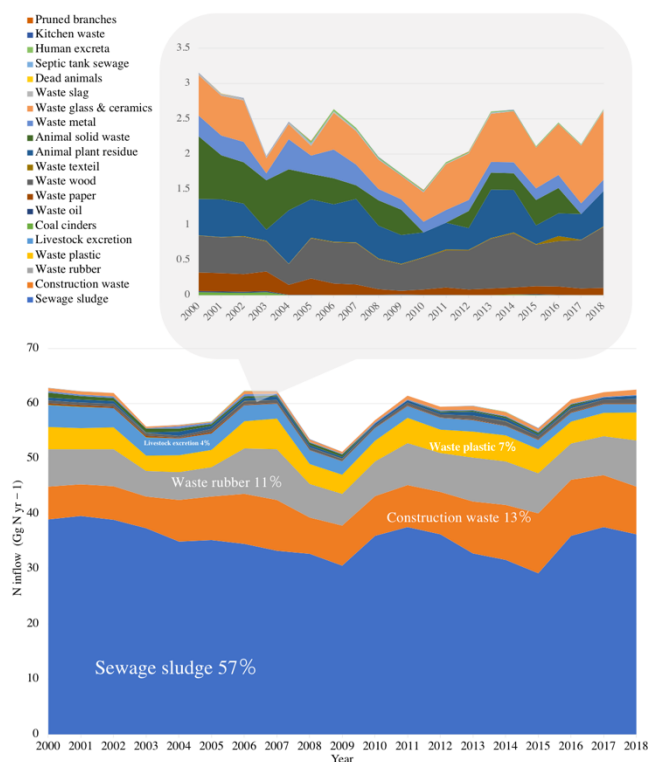


Fig. 1. Yearly change of total N inflow of 20 types of urban waste from 2000 to 2018.

References

- Galloway, J. N., Aber, J. D., Erisman, J. W., Seitzinger, S. P., Howarth, R. W., Cowling, E. B., Cosby, B. J. (2003). The nitrogen cascade. *Bioscience*, 53(4), 341-356.
- Gu, B., Ju, X., Chang, J., Ge, Y., Vitousek, P. M. (2015). Integrated reactive nitrogen budgets and future trends in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28), 8792-8797.

Key words: Urban waste; Nitrogen flows; Nitrogen cycle

中国雲南省における少数民族の自然資源利用の実態と森林環境保全への課題

The Actual Situation of Natural Resource Use by Ethnic Minorities in Yunnan Province, China and Issues for the Conservation of Forest Environment

神戸大学大学院人間発達環境学研究科 ○王雯, 大野朋子

1. はじめに

雲南省は中国西南部に位置し 25 の少数民族が自然資源を利用した多種多様な文化とともに暮らしているが、近年は急速な経済発展とともに少数民族の生活様式も変わってきている。これまでの自然資源を利用してきた持続的な生活は失われつつあり、地域の自然環境の変容が危惧されている。森林保全に着目すると、雲南省全体の森林面積は、行政の取り組みによって回復、維持されてきている。しかし、少数民族がこれまで行ってきた自然資源への信仰と利用の文化的変容が質的森林への保全にどのような影響を与えるか分かっていない。

そこで本研究では、文化的に異なる少数民族間での植物利用と自然資源に対する信仰、経年的な森林面積について明らかにすることを目的とした。その結果からそれぞれの関係性を考察したい。

2. 研究方法

研究対象の少数民族は、イ族、ミャオ族、ダイ族とした。各民族の利用する植物のうち、森林保全にかかわる植物種と利用法、信仰についての情報を「林人共生：彝族森林文化及变迁探究」など文献から収集し整理した。また、中国地理データセンターから各地域の土地利用データを入手し、経年的森林面積を調査した。

3. 結果

3.1. 各少数民族の伝統的植物利用と自然信仰

表 1 より、各民族はいずれも樹木への信仰を持っていることが分かった。特にイ族は幅広い自然崇拝を行っている民族であることが分かった。

次に各民族の祭祀および植物利用について特徴を述べる。イ族の特徴的な祭事として「ミジ祭」がある。「ミジの森」(神聖な山)に入り、神々に1年の豊穡を願い、村に幸福と繁栄をもたらすという¹⁾。また、主に山間部に住むミャオ族は、他の民族よりも木材の使用が多いのが特徴である。ミャオ族は"ジネン"と呼ばれる菓草の使い方をしており²⁾、すべての資源は森からの贈り物だと信じている。ダイ族はタケを多用し、タケ類で作られた高床式住居は特徴的である。小乗仏教

表 1 各少数民族における対象別自然崇拝の有無

崇拝対象	各少数民族の自然崇拝の有無		
	イ族	ミャオ族	ダイ族
樹木	○	○	○
花	○	-	○
菓草	-	○	-
草	-	○	-
山	○	-	○
火	○	-	-

を信仰し、森林は仏陀の聖地で、勝手に破壊してはならないとしている³⁾。

3.2 雲南省における森林面積の推移

近年、雲南省はさまざまな林業生態建設・保護プロジェクトを実施してきた。雲南省の森林被覆率は、最も低かった時期(改革開放期当初)の約 23%から現在(2020年)は約 57%に達している。この値は、1980年から40年間大きな変動はないが、中でもダイの暮らす地域の森林面積は約 74%前後の高い値を維持している。

4. おわりに

雲南省に住む各少数民族は、独自の自然崇拝文化を持ち、自然資源を利用した生活をしている。行政によって、近年は安定的な森林面積を維持しているが、時代と共に民族の伝統的技術や意識は変化し、信仰対象の樹木や菓草など資源の減少が、さらにその変化を加速させるとされる。文化と深く関わった森林を持続的に保全するためには、詳細な現状把握と課題の抽出とともに文化的行動がもたらす環境形成について明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 刘荣昆 (2016) 林人共生：彝族森林文化及变迁探究, 120-151
- 2) 张苗 (2021) 野性反击：云南文山牛村苗药知识的生成与转化研究, 29-60
- 3) 李敏洁・唐岱 (2013) 宗教信仰对云南傣族生态文化的影响, 01-03

キーワード 民族文化, 樹木信仰, 外来種, 植林

ウォーターサーバーの飲料水中に含まれる有機リン系プラスチック添加剤の実態調査

Occurrence of organophosphorus plastic additives in drinking water collected from water dispensers

静岡県立大学 ○内田亜美, 石田真穂, 徳村雅弘, 大曲遼, 野呂和嗣, 雨谷敬史, 牧野正和
労働安全衛生総合研究所 王斉

1. はじめに

有機リン化合物はプラスチックの難燃剤や可塑剤として広く使用され、室内空気やハウスダストを介してヒトに曝露することが報告されている。一方、近年、COVID-19の影響により、飲料水への不安や備蓄のために、自宅や職場のウォーターサーバーの設置、常飲が増えている。既往研究によれば、中国のウォーターサーバーの水中から高濃度の有機リン化合物が検出されたことが報告されており¹⁾、飲料水が有機リン化合物のヒトへの重要な曝露経路となる可能性も示されている²⁾。しかし、我が国における測定例はない。

本研究では、ウォーターサーバーの飲料水を介した有機リン系プラスチック添加剤のリスク評価を行うことを目的とし、液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計(LC-MS/MS)を用いてウォーターサーバーの飲料水中に含まれる有機リン系プラスチック添加剤の実態調査を行った。

2. 方法

2022年7月から2023年5月に、一般家庭で使用されているウォーターサーバーから水をサンプリングした。水サンプル100 mLと酢酸エチル:ヘキサン(1:1, v/v) 100 mL、クリーンアップスパイク(*d*体 mix 4種: triphenyl phosphate (TPhP) -*d*₁₅, tris(2-ethylhexyl) phosphate (TEHP) -*d*₅₁, tricresyl phosphate (TCsP) -*d*₂₁, tris(2-chloroethyl) phosphate (TCEP) -*d*₁₂)を分液漏斗に加え、振とう機で30分間振とうした。有機層をナスフラスコに移し、エバポレーターでおよそ1 mLまで濃縮した。窒素パーズで80 μLまで濃縮した後、アセトニトリルで溶媒置換し、シリンジスパイク(tributyl phosphate (TBP) -*d*₂₇)を加え、最終液量を100 μLとした。定量分析には、LC-MS/MSを用いた。

3. 実験結果

本研究で使用する分析法の検証を行った。混合標準溶液7点の濃度で検量線を作成した結果、LC-MS/MSのレスポンスと濃度が比例関係にあることを確認した(決定係数(R^2) > 0.99)。定量下限値(LOQ)はシグナルノイ

ズ比が10となる濃度とし、0.32–10 ng mL⁻¹の範囲であった。クリーンアップスパイクの回収率は、良好であった(62% (TCEP-*d*₁₂)–113% (TPhP-*d*₁₅))。

ウォーターサーバーの水中より、19種類の測定対象有機リン化合物のうち、TCEPおよびtris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCPP)が比較的高い濃度で検出され、それぞれ88 ng L⁻¹および39 ng L⁻¹(平均値)であった。既往研究におけるウォーターサーバーの水中濃度と比較すると、68倍および1.8倍の値が得られた¹⁾。

1日の飲料水の摂取量を1.9 L³⁾とした際の推定曝露量(EDI)をFig. 1に示す。有機リン化合物の主要な曝露経路であるダストの経口曝露と比較すると、ウォーターサーバーの水からの経口曝露量はそれぞれ7.8倍から0.52倍の値となった⁴⁾。

4. 結論

ウォーターサーバーの水からの経口曝露は、有機リン化合物の主要な曝露経路となり得ることが示唆された。今後はさらにウォーターサーバーのサンプル数を増やす予定である。

謝辞

本研究は厚生労働科学研究費補助金「飲料水中有機リン化合物の健康影響評価に関する研究」(研究代表者: 徳村 雅弘, R4-化学-一般-005)によって実施された。

参考文献

1) Hou et al. (2021) *Environ. Sci. Technol. Lett.*, **8**, 884-889. 2) Lee et al. (2016) *Water Res.*, **103**, 182-188. 3) 日本人の食事摂取基準(2020年版)厚生労働省. 4) Wu et al. (2016) *Chemosphere*, **150**, 465-471. 5) Cequier et al. (2014) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 6827-6835.

キーワード 飲料水, ウォーターサーバー, 有機リン化合物, 経口曝露

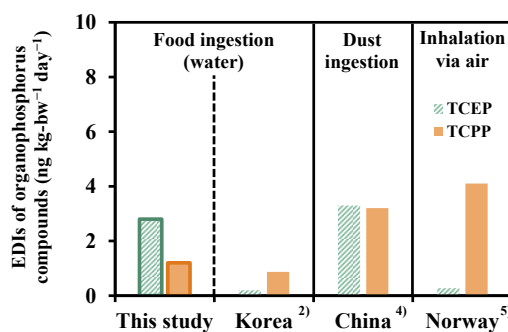


Fig. 1 EDIs of organophosphorus compounds.

市民の化学物質の認知とリスクコミュニケーションへの参加意欲について

Public Perception of Chemical Substances and Engagement in Risk Communication

神戸大学 ○草山蓮, 村山留美子

1. 背景

日本では一部の化学物質についてリスクベースの環境基準が定められている。このような決定には、化学物質とそのリスクに関するリスクコミュニケーション（以下、リスコミ）の実施の上で行われることが必要であるが、十分な実施がなされていないのが実情である。その背景には、リスコミに対する認知度が低いことや、そもそも市民が化学物質に対して悪いイメージを持っているなど（NITE, 2008）、開催と対話に向けた課題があるとされる。そこで本研究はそのような化学物質の基準値の設定や見直しに関わるリスコミに資することを目的として、日本人のリスコミへの意識と化学物質のリスクに関わる認知についての調査結果を示す。

2. 方法

調査会社の有するパネル 2000 人を対象とした Web 調査を実施した。回答者は地域、年代で層化した。実施時期は 2023 年 3 月下旬である。質問項目は、個人属性や化学物質のリスクに関する各種認知、許容リスクレベルの判断、リスコミに関する各種認知についてである。

3. 結果

本研究では「環境中にある化学物質に基準を設定したり見直したりするような場合に、あなたがその化学物質や基準値に関する説明を聞いたり、質問や意見をjする場面」について問う形でリスコミに関する質問を行った。これについて、機会があれば参加しようと思うか（リスコミへの参加意欲）、政府は市民へリスコミの機会を提供しなければならないと考えるか（政府によるリスコミ開催の必要性）の質問を行った。リスコミへの参加意欲について 4 件法で回答を得た結果、参加しようと思う、できれば参加しようと思うと回答した、いわゆる参加意欲が高い回答者は合わせて 33.1%、あまり参加しようとは思わない、参加しようとは思わないと答えた参加意欲が低い回答者は 66.9% であった。参加しない理由としては、化学物質のリスクについて難しい問題であるから（26.5%）、基準値の設定や見直しは専門家に任せるべきだと思ふから（26.4%）という意見が多く挙げられた。リスコミへの参加意欲別で比較した結果、政府によるリスコミ

開催の必要があると考えるかという質問に対しては（回答は 1: まったくそう思わない ~ 6: とてもそう思う）、参加意欲が高い群、低い群の両群で 3.5 以上のスコアであったが、参加意欲が低い群は高い群よりも平均スコアが有意に低かった。また環境中の化学物質による自分や身近な人の健康への影響の程度について詳しく知りたいかという質問に対して、同様に 6 件法で回答を得た結果、参加意欲が高い群は低い群よりも平均スコアが有意に高かった。

次にリスコミへの参加意欲の高低を目的変数とし、個人属性（性別、年代、最終学歴、子供の有無）と大気中の化学物質のリスクの高さ（リスク認知）、もしくは今現在の大気中の化学物質による健康への影響を受けているか（ハザード認知）を説明変数としたロジスティック回帰分析を行った。参加意欲が高い群では低群に比して相対的に大学・大学院卒が多く含まれており、またリスク認知、ハザード認知が高い傾向にあった。

4. まとめ

多くの市民は政府が環境中の化学物質の基準に関するリスコミの機会を提供するべきと考える一方で、自身のリスコミへの参加意欲は高くなかった。参加意欲の高い群は大卒・大学院卒が相対的に多かったことと合わせて、参加しない理由として多く挙げられた化学物質のリスクに関する問題の難しさが参加への障壁の一つとなっていることが考えられた。リスコミへの参加意欲が高い群は、リスク認知だけではなくハザード認知が高い人が多かった。すなわち、現時点で想定される参加者は大気中の化学物質による健康影響を今現在受けていると認知する人が相対的に多かったことから、それらを前提としたコミュニケーションの準備が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE) 化学物質管理センター(2008) 化学物質管理に係わるリスクコミュニケーションに対する市民の意識調査

キーワード 化学物質, リスク認知,
リスクコミュニケーション, 許容リスク

マニキュア液中顔料に非意図的に含有するポリ塩化ビフェニルの経皮曝露量の推定

Dermal exposure to polychlorinated biphenyls in nail polish

静岡県立大学 ○西山 裕那, 瀬尾 真紀子, 徳村 雅弘, 雨谷 敬史, 牧野 正和
労働安全衛生総合研究所 王 齊, アジレント・テクノロジー 高桑 裕史
大阪大学環境安全研究管理センター, 神戸大学 中野 武, 横浜国立大学 三宅 祐一

1. はじめに

ポリ塩化ビフェニル (PCBs) は難分解性であることや高い生物蓄積性をもつことに加え, 神経毒性や内分泌かく乱作用が懸念されている物質である。近年, 一部の有機顔料の製造過程において PCBs が非意図的に生成することから, 有機顔料中に微量に含まれることが明らかとなった。有機顔料は, 印刷インキや塗料, プラスチックの着色だけでなく, 化粧品や食品にも使用されている。

近年, COVID-19 の感染拡大により, 自宅において自分でネイルをするセルフネイルを楽しむ人が増加している。セルフネイルで使用されるマニキュアは着色成分として有機顔料を含む化粧品の一つであるため, マニキュア液中には PCBs が非意図的に含有している可能性がある。しかし, マニキュア中の PCBs について測定された事例は非常に限られている。また, その経皮曝露に関する研究も限られている。

本研究では, マニキュア液中の有機顔料に非意図的に含有する PCBs の実態調査を行った。また, パラメータの分布を考慮した確率論的経皮曝露評価も行った。

2. 実験方法

日本国内で販売されているマニキュア液 45 種を網羅的に入手した。マニキュア液 (約 0.1 g) を 10 mL 試験管に滴下し, ヘキサン 900 μL を添加後, ボルテックスして溶解したことを確認した。20%ジクロロメタン含有ヘキサン 10 mL でコンディショニングしたシリカゲルカラム (Supelclean LC-Si 6 mL tubes) に, マニキュア溶液を通液して精製し, 窒素パーズを用いて約 1 mL まで濃縮した。PCB 高速分析用カラムである Rapid-MS PCB Screening を実装したガスクロマトグラフ-タンデム質量分析計 (GC-MS/MS) により定量分析を行った。

消費者製品曝露モデル ConsExpo で使用されている式を用いて, パラメータの分布を考慮したマニキュアの使用に伴う PCBs の確率論的経皮曝露評価を行った。

3. 結果と考察

209 種類の PCBs を分析対象とし, 45 種のマニキュア

液を分析したところ, マニキュアのサンプル No. 29 および 32 より PCB-1, No. 22 より PCB-52, No. 42 より PCB-208 および 209 が検出された ($0.95\text{--}7.0\text{ ng g}^{-1}$)。既往研究によると, 有機顔料であるアゾ系顔料やフタロシアニン系顔料には, PCBs が副生成物として含まれていることが報告されている¹⁾。本研究で分析したマニキュア No. 29 に含まれている色素の一つである赤 228 (Pigment Red4) は, 2-クロロ-4-ニトロアニリンを原料に合成されたアゾ色素であり, モノクロロビフェニル, ジクロロビフェニルが副生する可能性のある顔料として懸念されている²⁾。PCB-208 や PCB-209 は, フタロシアニン系顔料に含まれていることが報告されているが³⁾, これらの PCBs が検出されたマニキュアには, フタロシアニン系顔料の使用は明記されていなかった。

本研究で推算したマニキュアの使用に伴う PCBs の経皮曝露量を, 文献から得た他の曝露経路による曝露量と比較した結果を Fig. 1 に示す。マニキュアの使用による PCBs の経皮曝露量は, 経気道曝露やダストの摂取に伴う経口曝露量よりは高いが, 食べ物の摂取に伴う経口曝露量などと比較すると低い値となった。

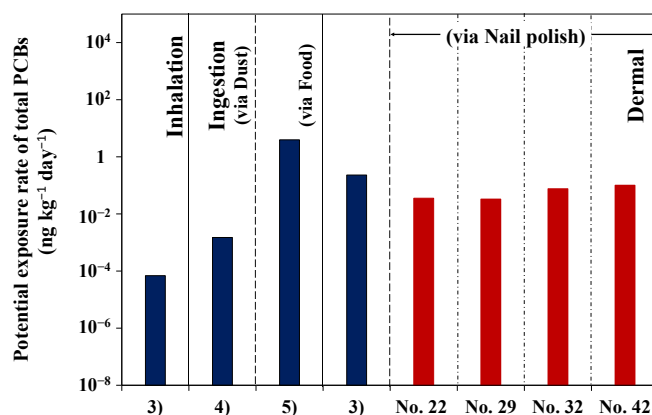


Fig. 1 Comparison of exposure rates of total PCBs via various exposure routes³⁻⁵⁾.

参考文献

1) Nakano et al. (2013) *J. Environ. Chem.*, **23**, 107-114. 2) 経済産業省 報告書. 3) Cappelletti et al. (2019) *Environ. Geochem. Health*, **41**, 699-711. 4) Anh et al. (2019) *Sci. Total Environ.*, **652**, 345-355. 5) Shin et al. (2015) *Environ. Pollut.*, **207**, 403-412.

キーワード 化粧品, 非意図的の生成物, 経皮曝露評価, ポリ塩化ビフェニル

ポリエチレンマイクロプラスチックに吸着した多環芳香族炭化水素類の光分解における温度依存性の評価

Temperature dependence of photolysis of polycyclic aromatic hydrocarbons adsorbed on polyethylene microplastics

静岡県立大学 ○柿本祐奈, 大曲遼, 野呂和嗣, 雨谷敬史

1. 背景

海洋環境汚染の要因の1つとして、マイクロプラスチック(MPs)に吸着した様々な汚染物質が知られ、多くの地域で観測されてきた。MPsに吸着した汚染物質は、MPsが生物に誤飲されることによって生物に移行し、生物の健康や生態系に悪影響を及ぼす可能性が指摘されている。また、吸着物質の代表的なものに多環芳香族炭化水素類(PAHs)があり、それらは発がん性や変異原性をもつため注視されてきた。MPsに吸着した汚染物質のリスクを評価するためには、吸着物質の動態を把握することが必要であるが、その動態に関する知見は不足している。近年では、吸着したPAHsの1つの分解経路として光分解が着目されている。本研究では、PAHsを吸着させたMPsサンプルに紫外線を照射し、観測された光分解反応速度から量子収率を推定した。さらに光分解における温度依存性を評価した。

2. 方法

MPsサンプル調整およびMPsサンプルへの光分解試験

低密度ポリエチレン(LDPE)の微粒子(50 mg)に、16種PAHs混合標準液(2 mg L⁻¹, 125 μL)を滴下し、乾燥させてMPsサンプルとした。超純水(100 mL)を入れた石英ガラス窓付きステンレス容器にMPsサンプル(50 mg)を加え、攪拌しながら恒温槽内でUV-LED照射装置を用いて紫外線(極大波長 305 nm)を照射した。照射時間は5, 10, 15, 30, 60, 120 min、温度は10, 20, 30°Cであった。光照射後、MPsサンプルを回収した。並行して暗条件において試験を行った。

MPsサンプルを固相抽出チューブに移し、アセトン:ヘキサン(1:1)混合溶媒を用いて抽出した(1 mL min⁻¹, 20 min)。抽出液を濃縮し、アセトニトリルに溶媒転換した。この試料を、蛍光検出器付き高速液体クロマトグラフを用いて分析した。

量子収率の算出および温度依存性の評価

MPsに残存したPAHs量を一次反応速度式にフィッティングし、光分解速度定数を算出した。この光分解速度定数、光線束、吸収断面積から量子収率を求めた。アレニウスの式を用いて温度依存性を評価した。

3. 結果と考察

3.1. 量子収率の推定

光照射によってPAHsの分解が確認された。したがって、MPsに吸着したPAHsは、実環境においても光分解している可能性がある。

本研究で得られたMPsに吸着したPAHsの量子収率の範囲は 9.6×10^{-6} (benzo[ghi]perylene) – 1.1×10^{-3} (Fluorene)だった。MPs吸着PAHの量子収率は溶存態PAHsの0.020 (Benzo[a]anthracene) – 0.34 (Fluorene)倍であった。この結果は、MPsが吸着したPAHsを太陽光から保護する機能を持つことを示唆する。したがって、この保護能がMPsによる長距離輸送に寄与している可能性がある。

3.2. 温度依存性の評価

異なる温度条件から得られた一次反応速度定数を、アレニウスの式にフィッティングした(Fig.1)。光分解速度は温度に依存し、温度が高いほど光分解が促進されることが示唆された。

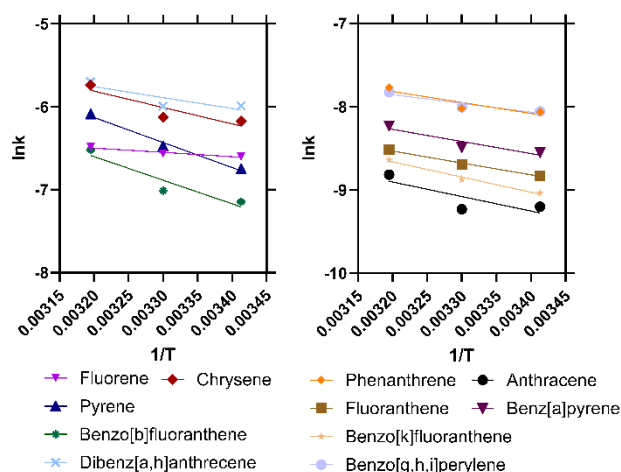


Fig.1 異なる温度のMPsに吸着したPAHsの光分解

キーワード 光分解速度、量子収率、紫外線

謝辞

本研究は、環境研究総合推進費(JPMEERF20231R03)によって遂行された。

湧水は観光資源となるのか ~秋田県美郷町, 由利本荘市石脇地区, 山形県遊佐町の湧水を比較して~ Spring water would be a tourism resource

秋田県立大学大学院 システム科学技術研究科 ○新徳将也, 金澤伸浩

1. はじめに

湧水は古くから人々の暮らしと密接に関わり、地域の産業発展にも大きく貢献してきた。しかし、水道が普及した現代においては人と湧水との関わりは少なく、湧水の保全が難しくなっている地域もある。一方で、湧水は地域活性化の観光資源、災害時の水の確保などと期待される存在でもある。そこで、湧水が観光資源として維持可能な条件を明らかにすることを目的に、秋田県美郷町六郷湧水群、由利本荘市石脇地区、山形県遊佐町の湧水を対象に多面的評価を行った。

2. 研究方法

2.1. 地域概要

秋田県美郷町の六郷湧水群は名水百選や水の郷百選などに選定されている。秋田県由利本荘市石脇地区は街中に多くの湧水が確認できる。山形県遊佐町は町内の至る所に湧水や自噴井戸が確認されており水の郷百選に選定されている。

2.2. 調査方法

現地にて周辺環境の整備状況の調査と水質計を用いて水温、pH、DO、ORP、ECを測定した。湧水は採取し持ち帰ったのちにTOC、主要溶存成分の分析を行った。滅菌したガラス瓶に湧水を採取し大腸菌・大腸菌群数用フィルム培地を用いて大腸菌個数を計測した。また、行政の取り組みや歴史、産業などについて調査した。

3. 結果と考察

3.1. 湧水の美味しさと安全性

湧水の水質分析結果を表1に示した。「おいし水の要件」¹⁾とおいしい水指標(O Index)¹⁾をもとに評価した湧水の美味しさは全地点で条件を満たした。TOCはすべて1 mg/L未満であり、湧水はおいしくきれいな水といえた。エンドポイントを腹痛とし、飲用リスクを大腸菌個数より算出した²⁾ところ、 $1 \times 10^{-5} \sim 10^{-7}/100 \text{ mL}$ であった。一般的なリスクの考えから大腸菌による影響は小さく、飲用は問題ないと考えられた。亜硝酸態窒素は全地点で水質基準0.04 mg/Lを上回る結果となり、乳幼児が飲用した場合の影響は懸念された。

表1 湧水のおいしさ, 安全性

Gp.	地点名称	OI	TOC (mg/L)	飲用リスク	NO ₂ ⁻ (mg N/L)
A	美郷町六郷湧水群				
	側清水	3.0	0.71	3.3E-06	0.27
	藤清水	2.5	0.42	-	0.22
	御台所清水	2.6	0.57	-	0.23
B	遊佐町				
	清水の館わくわく	2.4	0.32	1.7E-07	0.24
	鳥海三神の水	7.2	0.08	3.4E-06	-
	胴腹滝	4.5	0.10	-	-
	神泉の水	2.5	0.18	-	0.32
	釜磯の湧水	6.4	0.52	-	0.11
C	由利本荘市石脇地区				
	丸勝の水	3.6	0.11	-	-
	八走湧水	3.6	0.66	4.0E-06	0.077
	公德水道	2.2	0.83	5.4E-06	0.10
	大渡御番所	2.2	0.57	1.3E-05	0.11

3.2. 湧水の多面的評価

湧水が観光資源として機能する条件を評価するため、現地調査や文献調査をもとに湧水を認知度、管理、水質、情報、歴史、特産品の観点から指標化して評価を行った。表2に結果を示した。観光地として機能している六郷が最も高く、観光地として認識されていない石脇や今後の維持が不透明な遊佐と大きな差が生じた。湧水が観光資源として持続可能な条件には湧水の認知度や周辺環境の整備・維持管理、情報が重要と考えられた。

表2 湧水の多面的評価結果

Gp.	認知度	管理	水質	情報	特産品	総合
A	4	5	4	4	2	19
B	1	3.5	3	4	1	12.5
C	1	0	3	0	2	6

* 認知度:4点, 管理:5点, 水質:5点, 情報:4点, 特産品:3点

4. おわりに

三地域の比較から、湧水を観光資源として生かすための条件を検討した。優れた水質の維持だけでなく、認知度を上げ管理する努力を続けることが重要である。

参考文献

- 1) 楠本・南 (1985), 第36回全国水道研究会講演集, p541
- 2) Haas et al (1999), Quantitative Microbial Risk Assessment, Wiley

キーワード 湧水, 観光資源, 持続可能性

実空間の状況を考慮した空気清浄能の評価とその課題

Evaluation of Air Purification Performance Considering Real Space Conditions

静岡県立大学 ○大森 果菜, 酒井 颯大, 徳村 雅弘, 牧野 正和, いすゞ自動車 達 晃一, 唐木 恭将
日本電子 小池 あゆみ, 三上 紗弥香, 榎本 剛司, 産総研 篠原 直秀, 内藤 航, カネカテクノロジー 白井 信介

1. はじめに

空気清浄機の一般的な空気清浄能の評価試験では、単一の化学物質を除去対象としていることが多いが、実空間には多種多様な化学物質が共存している。そのため、実空間での空気清浄機の利用においては、除去対象物質以外の夾雑物質による影響（例えば除去速度の低下）により、現行の評価試験の性能とは異なる可能性が考えられる。そのため、汚染源となる実製品から放散する複合的な化学物質の影響を含めた評価が重要である。

酸化分解反応を伴う空気清浄法に関しては、除去対象物質の分解に伴い、非意図的に副生成物が生成することが報告されている。分解反応により生じるアルデヒド類などは、高リスク懸念物質になり得るため、副生成物を含めた総合的なリスクを検討する必要がある。

本研究では、鉄触媒を用いた新たな空気清浄法の開発を行い、自動車室内を対象により現実に近い環境での空気清浄能の評価を行った。まず、除去対象物質としてホルムアルデヒドを選定し、現行の空気清浄能評価法に則り、その除去性能を評価した。その後、より実空間の状況を考慮するため、ホルムアルデヒドの主要な発生源となる自動車内装材を発生源として用い、その他の揮発性有機化合物 (VOC) を含む状況における空気清浄能の評価も行った。また、空気清浄に伴って非意図的に生成する副生成物についても測定を行った。

2. 方法

鉄触媒は、3種の担体を用いて5種を調製した。具体的には、綿布に鉄イオン水溶液（硫酸鉄(II)七水和物水溶液）を噴霧し乾燥させたものを SpC、綿布を鉄イオン水溶液に一晩浸漬し乾燥させたものを SoC、綿布を鉄イオン水溶液に浸漬後、還元して乾燥させたものを SoC-R とした。Nafion 膜を鉄イオン水溶液に一晩浸漬し乾燥させたものを SoIM、廃陽イオン交換樹脂を鉄イオン水溶液に一晩浸漬とう機 (150rpm) を用いて浸漬し、乾燥させたものを SoIER とした。

空気清浄能の評価試験は、連続発生式 (ワンパス式) で行い、反応器として内径 28.4 mm、長さ 300 mm のガラス管を用い、ガス流量は 0.6 L min^{-1} とした。光源には、紫外線ランプ (極大照射波長: 352 nm) を用いた。入口

ガスと出口ガスの分析は、ホルムアルデヒドセンサー、高速液体クロマトグラフ (HPLC)、ガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) などを用いた。

3. 結果と考察

ホルムアルデヒド単体の空気清浄能の評価試験では、5種すべての鉄触媒において、著しいホルムアルデヒドの除去がみられた ($0.13\text{--}1.5 \mu\text{g min}^{-1}$)。

自動車内装材を VOC 発生源として用いた場合の評価試験の結果を Fig. 1 に示す。すべての鉄触媒において、入口ホルムアルデヒド濃度に比べて、出口ホルムアルデヒド濃度が高くなった ($34\text{--}140 \mu\text{g m}^{-3}$)。一般に、ホルムアルデヒドはトルエンやブタノールのような有機化合物の酸化分解により生成することが知られている。そのため、共存する VOC が酸化分解され、その分解物としてホルムアルデヒドが非意図的に生成した結果、出口ホルムアルデヒド濃度が上昇したと考えられる。今後、触媒の性能向上や反応時間を増やすことで、実空間においても空気清浄効果が期待できる条件を検討していく予定である。

本研究の結果より、試験室内における単一物質の除去性能の評価試験では、実空間における空気清浄能を正しく評価できないことが示唆された。実空間における正確な評価のためには、想定する実空間に共存する化学物質の影響に加え、処理に伴い非意図的に生成する副生成物も考慮して性能の評価をしていくことが重要であると考えられる。

キーワード 空気清浄法, ホルムアルデヒド, VOC, 評価法, 副生成物

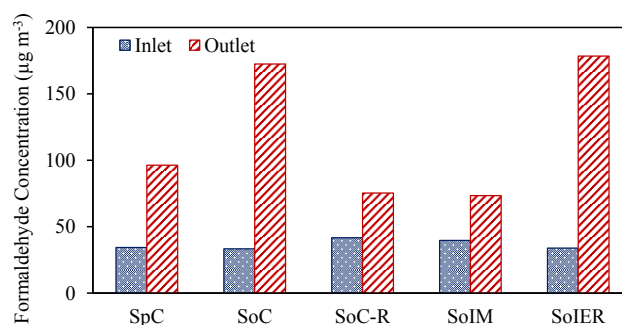


Fig. 1 Inlet and outlet concentrations of formaldehyde during air cleaning performance tests.

加熱式タバコの葉と煙の含有物質の定量評価

Determination of chemicals contained in tobacco leaves and smoke of heated tobacco products

静岡県立大学 ○星野 真梨彩、大曲 遼、野呂 和嗣、雨谷 敬史

1. 背景

加熱式タバコ(HTP)は、紙タバコに代わり使用量が増加している。特に、若年者の利用率が高く、20-30歳代の喫煙者の30-50%がHTPを使用している¹⁾。HTPには香料が添加されたフレーバータバコが登場し、さらにHTP市場が拡大している。HTPはタバコ葉を燃焼しないため、燃焼起源の有害物質の放散量が比較的少なく、ニコチン放散量も少ないとされる。しかし、含有する香料の吸入曝露や加熱による化学変化についての報告は限られており、HTPの有害性に関する知見は不足している。HTPの健康リスクを評価するためには、これまで調査されてきたニコチンや揮発性有機化合物(VOCs)に加え、香料成分の放散量や曝露量の測定が必須である。そこで本研究では、HTPカートリッジの葉とその煙について、含有物質の同定およびその濃度調査を行った。

2. 実験方法

9種類の加熱式タバコカートリッジを使用した。本実験では、同定した12種の香料、21種のVOCs、ニコチンの計34種を対象物質とした。

タバコ葉の抽出

タバコ葉50mgに、5mLのアセトンを追加し、15分間の超音波抽出を行った。10分間の遠心分離後、上澄み1mLをバイアルに分取しサンプルとした。この操作を4回繰り返し、内標準物質を添加してサンプルとした。サンプルはガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS/MS)によって分析した。

タバコ主流煙捕集

Health Canada Intense法に従って主流煙を捕集した。吸煙量は55mL、吸煙時間は2秒、吸煙間隔は30秒で行った。ニコチンは硫酸水素ナトリウム含浸フィルターに捕集し、超音波抽出して液体クロマトグラフによって分析した。その他の物質は活性炭チューブに捕集し、5mLのCS₂で超音波抽出を行った。内標準物質を添加してサンプルとし、GC-MS/MSによって分析した。

3. 結果・考察

Fig.1にHTP主流煙の濃度結果を示す。nicotineの濃度範囲は9.95-36.3 μg/stickであった。紙タバコのニコチン濃度(2,100 μg/stick)²⁾と比べて低い値であった。menthol濃度は316-1,444 μg/stickであった。mentholのタバコ重量当たり最大使用レベルは3.5%とされており、最大10.5 mg/stickが含有している。本実験で3.01-13.8%のメンソールが放散されることが示唆された。タバコの代表的な香料であるmentholは、ニコチン依存を高め、タバコ中毒を悪化させる。そのため米国ではmentholを含有する製品の販売が制限される可能性がある³⁾。メンソールは対象物質の中で最も高濃度で検出されたため、詳細なリスク評価が必要である。triacetin、linalool、menthoneが比較的高濃度で放散され、その放散量はそれぞれ151-471、0.303-77.2、2.23-8.27 μg/stickであった。

本研究で対象としたサンプルのうち、フレーバーカプセル入りの製品が対象香料成分の放散量が最大であった。したがって、フレーバーカプセル入りの製品に由来する香料の曝露による健康影響が懸念される。

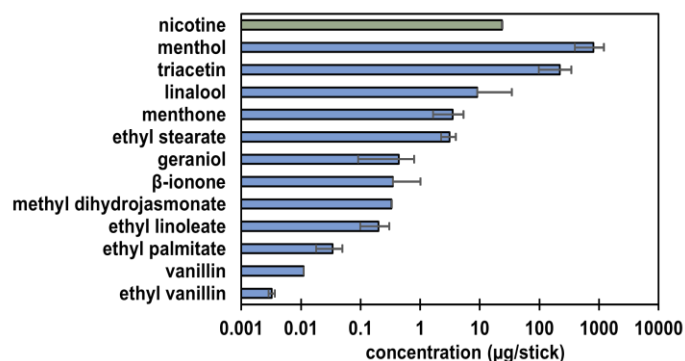


Fig.1 Concentration of nicotine and flavors in the mainstream smoke of HTP

参考文献

- 1) 厚生労働省, 2019, 令和元年「国民健康・栄養調査」
 - 2) 稲葉洋平ら, 2020, *保健医療科学*, 69(2), 144-152
 - 3) Cadham et al., 2020, *BMC Public Health*, 1055
- キーワード 加熱式タバコ, 香料, ニコチン

残留抗菌剤の各種酸化法による実排水中の除去性能の実験的評価と機械学習による予測 Evaluation and Prediction of Removal Performances of Residual Antimicrobial Agents in Real Wastewaters by Various Oxidation Processes

静岡県立大学 ○西村 有里, 徳村 雅弘, 野呂 和嗣, 大曲 遼, 雨谷 敬史, 牧野 正和
労働安全衛生総合研究所 王 齊, ダッカ大学 Hossain ANWAR, Raknuzzaman MOHAMMAD

1. はじめに

抗菌剤は、病気の治療や予防に多く使用されている。しかし、活性汚泥法では抗菌剤が十分に除去されないまま水環境中に排出され、薬剤耐性菌の発生が懸念されている。これにより、2050年までに関連する死者数が1000万人にまで増加する可能性が報告されている。抗菌剤を安心して使い続けるためには、投与後の抗菌剤を適切かつ効率的に処理できる処理技術の検討が重要である。

その対策として、種々の酸化分解法が開発・検討されているが、それらを定量的かつ詳細に比較した例は限られている。また、実排水に含まれる夾雑物質の影響を定量的に評価した既往研究は少ない。

本研究では、既往研究において残留報告例の多い抗菌剤を含む7種の抗菌剤を対象とし、オゾン酸化法およびオゾン/過酸化水素法、フォトフェントン反応による分解実験を純水中に加え、5種の実排水中でも行い、除去性能に関するパラメータを実験的に収集した。また、機械学習を用いた予測手法についても検討した。

2. 実験方法

除去対象の抗菌剤として、オキシテトラサイクリン (OTC)、ナリジクス酸 (NA)、スルファメトキサゾール (SMX)、トリメトプリム (TMP)、シプロフロキサシン (CPF), エリスロマイシン (EM), クラリスロマイシン (CAM) を選定した。初期濃度は $2 \mu\text{mol/L}$ とした。オゾン酸化法は、溶液に 0.55 mg/L のオゾンガスを、ガス流量 3.0 L/min で吹き込むことで実験を開始した。オゾン/過酸化水素法は、上記に30%過酸化水素を 100 mg/L になるように添加して実験を開始した。フォトフェントン反応は、 $\text{pH} = 3.0$ に調整した水溶液に抗菌剤、硫酸鉄(II)七水和物 (3.0 mg-Fe/L)、過酸化水素 (100 mg/L) を添加し、3本のブラックライトブルーランプ (極大照射波長 = 355 nm) を点灯することで実験を開始した。実験中、溶液をサンプリングし、高速液体クロマトグラフ-タンデム型質量分析計 (LC-MS/MS) を用いて測定した。

分解実験で得られた処理性能に関する反応速度論的パラメータを予測するために、Random Forest を用いて予測モデルを構築した。

3. 結果と考察

本研究で対象としたすべての酸化法にて、純水中において、すべての抗菌剤を30分以内に90%以上分解できることを確認した。一方、実排水中では顕著に阻害された抗菌剤もあった。また、実排水中の分解実験で得られた除去性能に関するパラメータである擬一次反応速度定数を、純水中の擬一次反応速度定数で除した値 (IF: Inhibitory factor) を算出した。この数値が低いほど、実排水の夾雑物質による阻害影響が強いことを示し、1以上は純水中と比較して分解反応が促進されたことを示す。

純水中の分解実験で得られた擬一次反応速度定数を目的変数とし、抗菌剤の分子記述子などを説明変数とすることで、純水中における抗菌剤の除去性能を予測するモデルを構築した (R^2 (決定係数) > 0.80)。

IFを目的変数とし、実排水の性状などを説明変数とすることで、IFを予測するモデルを構築した。上述のモデルによって推算した純水中における抗菌剤の除去性能 (擬一次反応速度定数) に、IFを予測するモデルで予測したIF値を乗ずることで、実排水中における抗菌剤の除去性能を予測した (図1)。予測値と実測値は、科学的に妥当な範囲で一致がみられた。

謝辞 本研究は、環境省の環境研究総合推進費 (5-1954)、クリタ水・環境科学振興財団 (18A070) (21A028)の支援により実施された。

キーワード 促進酸化法, オゾン酸化法, 残留抗菌剤, 排水処理, 機械学習

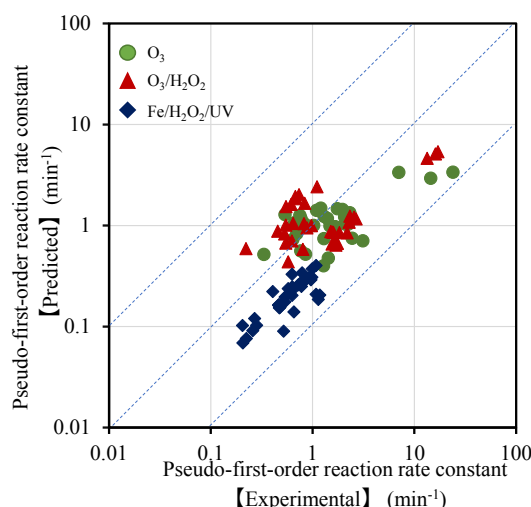


図1 実排水中における処理性能パラメータの予測結果

日本版シュタットベルケに向けた地域新電力の現状と課題

Current status and challenges of regional new electricity for the Japanese version of stadtberg

早稲田大学 ○張文軒, 趙書恒, 郭 楊蒼, 小野田弘士

1. 研究背景および目的

近年、環境面での気候変動、カーボンニュートラルの実現と、社会面の少子高齢化、福祉ニーズの増加からの税収減少、財政悪化によるインフラ投資の減少により、公共サービスの質の低下を引き起こしている。そこで、循環型地域経済や地域課題の解決、災害への備え、そして持続可能な地域まちづくりを推進するため、ドイツのシュタットベルケを参考にした取り組みが注目されている。とりわけ、地域公益の実現を目的とした、持続可能な官民連携事業体である日本版シュタットベルケとして地域新電力の存在が注目されている。本報では、地域新電力の課題と失敗経験の現状分析を通じて、文献調査とヒアリング調査により、地域のニーズ・シーズの類型化と地域課題解決に向けた効果的な政策、手法やサービス等を体系化し、提案することを試みた。

2. 日本版シュタットベルケとしての地域新電力の現状分析

2.1 地域新電力の現状調査

自治体が出資者として、参加している新電力は自治体新電力とも呼ばれる。自治体が出資により議決権の確保等によって、ある程度で日本版シュタットベルケとしての「公益性」を確保している。2023年4月末時点まで小売電気事業者（新電力会社）は721社があり、そのなかで、地域新電力会社は74社がある。図1は地域新電力の自治体出資比率を示したものである。自治体の出資比率からみると、自治体が出資しなくても協定締結により間接的に関与している地域新電力は10社存在する。また、出資比率数%から100%に近い事例までさまざまあるが、ドイツのように自治体が全額出資、公社形態で運営するものは現時点では少ない。

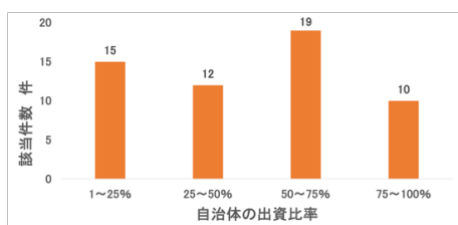


図1 地域新電力における自治体の出資比率

2.2 事業継続を断念した地域新電力の事例調査

地域新電力を含めて、新電力の小売事業者の登録数は2021年の4月（716社）から2023年の4月（721社）まで増加傾向があまりなかった。一方で、事業承継は131件、事業休止件数は32件、事業廃止や法人の解散等は94件となっている。例えば、加賀市が100%出資する地域新電力「加賀市新電力」が2019年から続

けてきた電力小売事業は22年6月末で終了する。その原因として、自社の発電所が保有なく、卸市場の高騰で21年3月期に債務超過に陥るなど、厳しい経営状態により、事業継続を断念した。

2.3 地域新電力と日本版シュタットベルケに関する考察

地域新電力は日本版のシュタットベルケとして、エネルギーの供給だけでなく、再生可能エネルギーを中心とする「地産地消」を標榜し、地域内のコミュニティや市民グループが主導する地域に根ざした事業である。多くの場合、「自治体から出資を受けられれば住民に信頼されやすい」、あるいは「地元ならではのプランを謳うことで、親近感と支持を得やすい」という思惑から設立される。例えば、福岡県北九州市は、市が自ら出資する地域新電力の北九州パワーの事業収益の一部を奨学金返還という形で、人材育成のための地域の教育支援サービスに還元している。また、民間企業が主導する地域新電力の湘南電力は事業収益の一部を湘南ベルマーレに寄付し、湘南ベルマーレが行う地域貢献活動（スポーツスクールの建設や高齢者向けヘルスケアなど）をサポートするという形で地域に利益還元を行っている。

3. 結論と考察

倒産・撤退した新電力はほぼ自社の発電所が保有なく、調達を多くを卸市場に依存しており、2020~21年冬に行なった市場価格高騰で電力調達のコストが大きく上昇したため、採算が悪化したことが大きな要因となっている。さらに、ウクライナ情勢により、燃料価格の高騰につながり、結果として、新電力の倒産または撤退する主な原因になっている。一方で、自治体、地域住民、企業の3者が積極的に参加することができていないから、地域住民の意見が反映されず、地域ニーズに対応した取り組みが不十分なことがある。今後、公共インフラの投資以外、非物質的な投資も地域住民との信頼関係構築の課題の1つになる。

【引用文献】

- (1) 趙書恒, 「イノベーション論に基づく持続可能な官民連携事業体の推進方策に関する研究」
- (2) 諸富徹, 「人口減少時代の都市～成熟型のまちづくりへ～」(地方社会学年報, 2020)

キーワード: シュタットベルケ, 地域付加価値, 地域新電力

海洋プラスチックごみの素材同定と吸着した多環芳香族炭化水素類の濃度調査

Identification of marine plastic waste and investigation of adsorbed polycyclic aromatic hydrocarbon concentrations

静岡県立大学 ○滝川 哲也, 大曲 遼, 野呂和嗣, 雨谷敬史, 大阪環農水研 秋山諭

1. はじめに

近年、海洋プラスチックごみ（プラごみ）による環境汚染が問題となっている。また、プラごみが海水中に溶存する有害物質を吸着・濃縮し、生物がプラごみを摂取し、吸着した化学物質を取り込むリスクが懸念されている。プラごみに吸着している代表的な物質である多環芳香族炭化水素類（PAHs）の一部は、高い毒性や環境残留性を示す。また、我々の研究グループにおいて吸着した PAHs がプラスチックの劣化・分解の促進に寄与していることが示唆されている。

本研究では、フーリエ赤外分光法（FTIR）を用いて、駿河湾と大阪湾におけるプラごみの素材を同定した。また、プラごみに吸着した PAHs 濃度を調査した。

2. 材料・方法

海洋プラスチックごみのサンプリング

2023 年 4-5 月に駿河湾と大阪湾において、プラごみのサンプリングを行った。（図 1）



図 1. 駿河湾（左）と大阪湾（右）で採取したプラごみ

素材同定

FTIR を用いて、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレン（PS）、ポリプロピレン（PP）、ポリエチレン（PE）の標準板を分析した。標準板とサンプルから得られた FTIR スペクトルを比較し、素材を同定した。

プラごみに吸着した PAHs の前処理および分析方法

本研究では 26 種の PAHs を対象とした。同定したサンプルを約 1 g 測り、細かく刻んだ。素材ごとに最適化された溶媒を用いて超音波抽出した。抽出液を濃縮し、ガスクロマトグラフ質量分析計を用いて分析した。

3. 結果・考察

素材同定

駿河湾から 15 個、大阪湾から 7 個の計 22 個プラごみを採取した。FTIR 分析より、19 個の素材を同定した。その内訳は PS 3 個、PP 7 個、PE 9 個であった。

プラごみに吸着した PAH 濃度

プラごみに吸着した PAHs 濃度を Fig.1 に示す。比較的高濃度で検出された Flu と BbF の平均濃度はそれぞれ 131, 84 pg g^{-1} であり、その濃度範囲はそれぞれ 13.9–421, 0.897–1146 pg g^{-1} であった。

駿河湾の PE, PP, PS に吸着した PAHs の平均濃度はそれぞれ 376, 117, 212 pg g^{-1} であった。

駿河湾と大阪湾から採取されたプラごみの平均総 PAH 濃度はそれぞれ 296, 1009 pg g^{-1} であった。

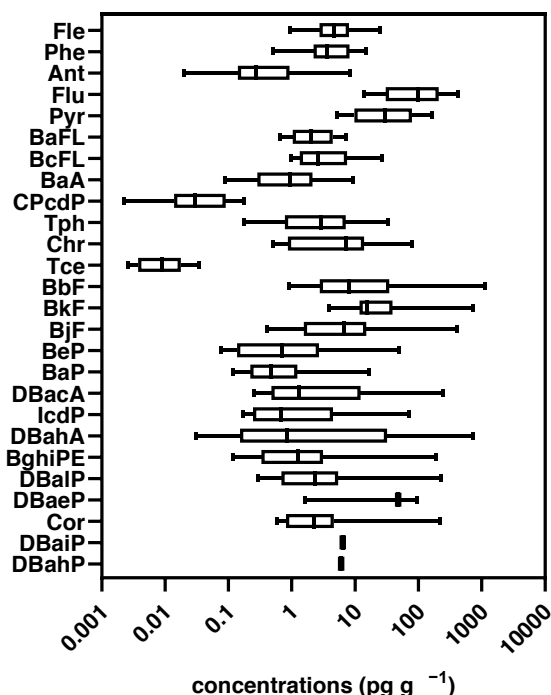


図 1 プラごみに吸着した PAHs 濃度

謝辞

本研究は、環境研究総合推進費(JPMEERF20231R03)によって遂行された。

各種自動車シートにおける難燃剤の経皮曝露評価 Dermal Exposure Assessment of Flame Retardants in Various Car Seats

静岡県立大学 ○石田 真穂, 西村 有里, 徳村 雅弘, 大曲 遼, 野呂 和嗣, 雨谷 敬史, 牧野 正和
労働安全衛生総合研究所 王 齊, 東ソー株式会社 井立 寛人, 宮崎 高則

1. はじめに

難燃剤 (FRs) は可燃性を低下させる目的で様々な室内製品に使用されている化学物質である。なかでも、リン系難燃剤 (PFRs) と臭素系難燃剤 (BFRs) の多くは添加型の難燃剤であり、揮発や拡散によって容易に環境中に放出される可能性がある。近年、室内製品との直接接触に伴う経皮曝露は、FRs のヒトへの曝露経路の一つとして注目されている。しかし、室内製品の性状や FRs の種類、衣服の着用が皮膚透過に与える影響については、情報が限られている。また、製品に使用される FRs の種類や濃度は様々であり、すべての製品において皮膚透過試験を行うことは困難であると考えられる。そのため、経皮曝露量の推算方法の確立が求められる。

本研究では、人工皮膚を用いた室内プラスチック製品中 FRs の皮膚透過試験を行い、製品性状や FRs の種類の違い、衣服の着用が経皮曝露量に与える影響を評価した。また、機械学習を使用した経皮曝露量の推算法の初期検討を行った。

2. 方法

EPISKIN (三次元組織ヒト表皮モデル) 表面に自動車シートを接触させた。約 32°C で皮膚透過試験を行い、各測定時間でレセプター溶液を回収・交換した。レセプター溶液として、5% ウシ血清アルブミン DMEM 培地を用いた。回収したレセプター溶液に抽出溶媒 (酢酸エチル:ヘキサン [1:1, v/v]) 2 mL を加え、攪拌 (1 min) と遠心分離 (3000 rpm, 3 min) を行い、上清を分取した。この操作を 3 回行い、分取した上清を、窒素パーズを用いて濃縮し、内標準物質 (リン酸トリブチル- d_{27} (TBP- d_{27})) を添加した。これを、高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析計 (LC-MS/MS) を用いて分析した。

3. 結果と考察

自動車シートの皮膚透過試験の結果から、自動車シートの表皮素材がファブリックと比較して非ファブリックのほうが、皮膚透過量が多くなる可能性が示唆された。

製品との接触により皮膚に蓄積した PFRs の経皮曝露を評価するために、皮膚中濃度分布を考慮した皮膚透過

モデルを構築した。微分方程式を下記に示す。

$$\frac{dC_{S,1}}{dt} = k_S(K_S C_P - C_{S,1}) - k_S'(C_{S,1} - C_{S,2}) \quad (1)$$

$$\frac{dC_{S,i}}{dt} = k_S'(C_{S,i-1} - C_{S,i}) - k_S'(C_{S,i} - C_{S,i+1}) \quad (2)$$

$$\frac{dC_{S,20}}{dt} = k_S'(C_{S,19} - C_{S,20}) - k_R K_R C_{S,20} \frac{V_R}{V_{S,20}} \quad (3)$$

$$\frac{dC_R}{dt} = k_R K_R C_{S,20} \quad (4)$$

ここで C_P は製品中 PFRs 濃度 (wt%), C_S , C_R は皮膚中、レセプター溶液中 PFRs 濃度 (ng cm^{-3}), k_S , k_S' , k_R は物質移動係数 (h^{-1}), K_S は平衡定数 ($\text{ng cm}^{-3} \text{wt}^{-1}$), K_R は平衡定数 (-), V_S は皮膚の体積 (cm^3), V_R はレセプター溶液の体積 (cm^3) を表している。式 (1) - (4) を Runge-Kutta 法により解くことで、皮膚透過量を推算した。実験値とのフィッティングにより速度論的パラメータを決定した。

得られた各パラメータ (k_S , K_S , $k_R K_R$) を目的変数とし、PFRs の化学構造から得た分子記述子や製品の性状に関するパラメータなどを説明変数として、ランダムフォレストを用いて予測モデルを構築した。実験値との比較を Fig. 1 に示す。PFRs の化学構造や製品の性状より、経皮曝露に関する速度論的パラメータを、科学的に妥当な精度で予測することができた。

謝辞 本研究は経済産業省化学物質安全対策「大学・公的研究機関と連携した化学物質管理高度化推進事業」、厚生労働科学研究費補助金の助成を受けたものです。

キーワード 難燃剤, 経皮曝露, リスク評価, 曝露評価, 速度論的解析

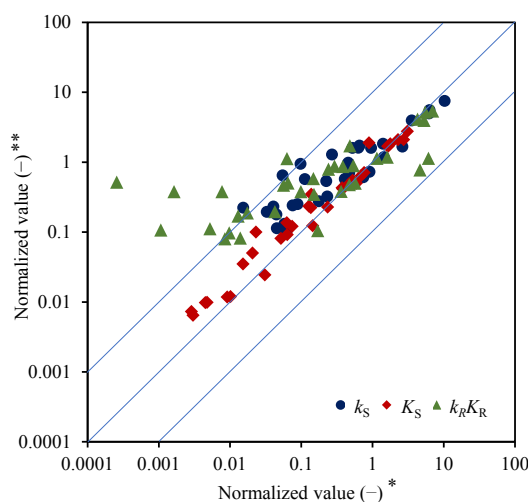


Fig. 1 Comparison of predicted and measured parameters in the skin permeation model. *Measured value/Measured average value, **Predicted value/Measured average value

Transition to environmentally sustainable diets: environmental effects and consumer acceptances

東京大学 ○Yinglei WU, Kiyo KURISU, Kensuke FUKUSHI

1. Introduction

Considerable environmental burdens are associated with the food system. The transition towards more environmentally sustainable diets plays a vital role in environmental impact mitigations. Various diet choices are perceived as effective in reducing environmental burdens. Issues such as organic food, seasonal food, local food, and plant-based diets are prominent concerns due to their impact on agricultural production, which accounts for 72% of food-related greenhouse gas (GHG) emissions. Additionally, unpackaged food, sustainable cooking, food waste reduction, and household composting are also significant issues related to packaging, consumption, and waste treatment stages.

2. Research Objectives

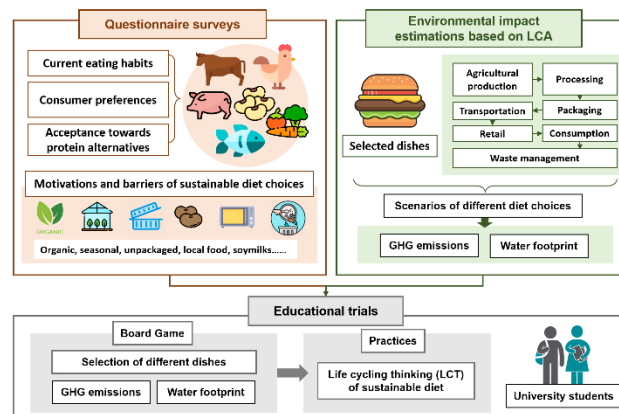
To explore strategies for promoting environmentally sustainable diets, we set research objectives as follows:

- 1) to estimate the GHG emissions and water consumption associated with different food consumption patterns,
- 2) to understand people's current food consumption styles and assess their acceptances to transition towards environmentally sustainable diets, and
- 3) to develop educational materials and conduct trials with university students to encourage the adoption of environmentally sustainable diets.

3. Research Outline

The research outline is presented in Figure 1. This study utilized a questionnaire survey to explore individuals' current eating habits, preferences for various protein-based foods, and their acceptances to transition towards alternative protein sources. Additionally, we identified the motivations and barriers that consumers associate with twelve sustainable diet choices. A total of 3,999 responses were collected from eight provinces in China. In addition, GHG emissions and water footprints of representative dishes were estimated using a life cycle assessment (LCA) approach. Finally, educational materials will be developed, incorporating board games and practical exercises. The effectiveness of these materials will be evaluated through trials conducted with university students.

Figure 1. Research Outline



4. Results

Our findings revealed that more than half of the Chinese respondents consume beef at least once a week, and a similar proportion expressed a strong preference for beef. Wealthier individuals consume beef more frequently and exhibit a greater preference for it. When considering people's acceptance of dietary transitions, individuals with higher income levels displayed lower acceptance of dietary transitions related to beef. Besides, individuals who consume beef more frequently showed a weaker acceptance of beef replacement, while those who consume pork more frequently demonstrated a greater willingness to stop eating beef and replace it with pork.

Furthermore, the correspondence analysis results indicated that motivations and barriers differed for organic food and soymilk compared to other dietary choices. The primary motivations for choosing organic food were "healthy," "environmentally friendly," and "safe," while the major barrier was "expensive". Taste emerged as both the primary motivation and barrier for soymilk consumption.

Acknowledgement: This study is supported by JSPS KAKENHI Grant Number JP23K11529 and JSPS 23KJ0440.

Key words: Sustainable Diet, Consumer Acceptances, Life Cycle Assessments, China

日本における森林由来の木質バイオマス生産に関する学術的知見の整理

Review of Forest-derived Biomass Production in Japan

神戸大学 ○周 俊男, 神戸大学 田畑智博

1. はじめに

2012年の固定価格買取制度（FIT）の本格導入以降、木質バイオマスは国内における豊富な賦存量と地域活性化への寄与などといった利点から、発電や熱利用の両面で幅広く利用されつつある。また、2050年のカーボンニュートラル実現という目標を達成するため、木質バイオマスの利用はさらに拡大することが予想される。しかし、1980年から続く国産材価格の低迷よりもたらした林業の衰退は木質バイオマスの安定供給に大きく影響を与え、利用拡大を妨げる要因の一つになった。

本研究は将来における木質バイオマスの供給量の変化を予測し、カーボンニュートラル実現における木質バイオマスのエネルギー供給の限界と課題を明らかにすることを目的とする。本稿では、日本の各地域を事例とした森林由来の木質バイオマス（以下、木質バイオマス）の供給ポテンシャル、利用可能量の推計に関する論文をレビューし、日本国内の研究動向を整理するとともに、現状での国内の木質バイオマスの供給状況を把握する。

2. 研究の方法

2007年～2022年に公開された、日本の各地域を事例とする木質バイオマスの供給ポテンシャル、利用可能量の推計に関する研究論文をレビューする。対象とした樹種、収穫システム、残材率等の供給側における計算条件を整理する。また、生産コスト、供給ポテンシャル、利用可能量等の基本情報についても整理する。

3. 結果と考察

木質バイオマスの供給ポテンシャルや利用可能量の推計は、主に針葉樹の人工林を対象として行われている。単位面積の年間供給ポテンシャルは $1.2\sim 5.5\text{m}^3/\text{ha}/\text{year}$ であった（図1）。主伐、間伐の残材率、残材利用率及び枝葉の有無に大きく影響されることがわかった。

利用可能性は主に収穫地の平均傾斜、集材距離などの地形による制限に影響される。生産コストは、主産物を木質バイオマスにした場合で $4,106\sim 20,700\text{円}/\text{m}^3$ 、副産物の場合で $1,322\sim 8,572\text{円}/\text{m}^3$ と幅広い結果となった（図2）。作業システムの選択、輸送距離、対象とする費目の構造などの要素より大きく変動していた。

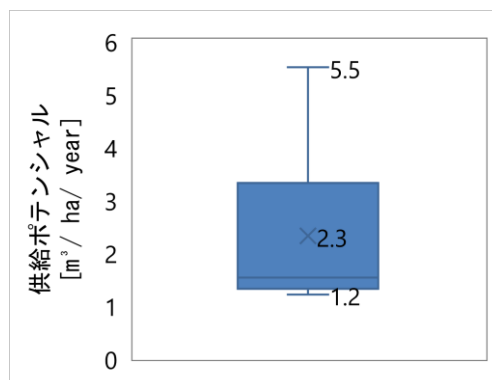


図1 単位面積当たりの年間供給ポテンシャル

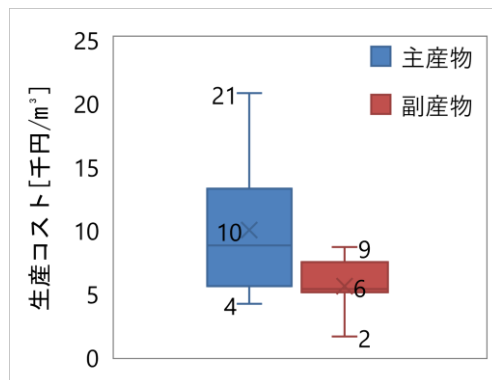


図2 森林由来の木質バイオマスの生産コスト

補助金の適用がない場合、木質バイオマスの利用可能量は供給ポテンシャルの1.3%～40.0%に留まった。利用可能量の割合を増やす施策として、林業補助金、作業システムの機械化、林小班の団地化等が挙げられていた。

4. おわりに

供給側での計算条件によるものの、木質バイオマスの供給ポテンシャルで見れば、多くの地域で木質バイオマスの需給バランスが成立する可能性が高い。しかし、利用可能性でみると、補助金の適用がない場合、供給ポテンシャルの半数近くが利用できなくなり、自給自足ができる地域は極めて少なくなると考えられる。地形に基づいて効率的な収穫システムを確定することに加えて、補助金を適切に適用することが、生産コストを抑え、利用可能性を高める鍵と考えられる。

キーワード 木質バイオマス、供給ポテンシャル、利用可能量、生産コスト

海洋環境を想定したマイクロプラスチックに対する PCBs 吸着試験法の構築 Development of a test method for PCBs adsorption on microplastics in artificial seawater

○須之内 朋哉, 宮本 侑磨, 石井 直人, Nguyen Minh Tue, 後藤 哲智, 日向 博文, 国末 達也
(愛媛大学 沿岸環境科学研究センター)

1. はじめに

海域に流出したプラスチック製品・廃棄物は、摩耗や紫外線による劣化にともない粒子径 5 mm 以下のマイクロプラスチックを形成することが知られている。マイクロプラスチックは海洋環境中に遍在しており、地球規模での汚染拡大が危惧されている¹⁾。また近年、海洋プラスチックに対する有害化学物質の吸着が新たな環境問題として認識され始めている²⁾。米国のサンディエゴ湾で実施されたフィールド研究では、ポリ塩化ビフェニル (PCBs) 等の海洋汚染物質が汎用プラスチックに比較的高濃度で吸着することが明らかとなった³⁾。しかしながら、海洋環境を想定したラボスケールの吸着試験は世界的にも報告例が乏しく、とくにマイクロプラスチックに対する PCB 異性体別の吸着挙動やメカニズムに関する基礎データはほとんど集積されていない⁴⁾。そこで本研究では、人工海水を用いた試験法の検討をおこない、物性が異なる PCB 異性体 2 種の吸着特性について解析した。

2. 試料と方法

本研究では物性が異なる 2 種の PCB 異性体, CB-52 (4 塩素化体) と CB-153 (6 塩素化体) を評価対象とした。各 PCB 異性体の標準溶液を褐色のデュラン瓶に添加し溶媒を揮発させた後、人工海水 (ASW) (TetraMarin® Salt Pro, USA) を加えて平衡化した(120rpm, 20h)。次に、マイクロポリエチレン (MPE) を封入したステンレス製のメッシュゲージをデュラン瓶に加えた後、恒温振とう機を用いて攪拌を開始し (120 rpm, 24h), ASW と MPE の経時的なサンプリングをおこなった (1, 3, 6, 9, 12, 24h)。ASW および MPE 試料は、それぞれ液液分配と超音波処理により、PCBs 溶出画分を回収した。両試料の最終溶液に含まれる PCB 異性体濃度は、ガスクロマトグラフ-四重極型質量分析計 (GC-MS) の選択イオンモニタリングモードで測定した。

3. 結果と考察

吸着試験の結果、MPE に対する CB-52 と CB-153 の吸着濃度に経時的な上昇が観測された。また反復試験を実施しデータの再現性を検証したところ、吸着濃度の時系列変動パターンは、概ね同様の傾向を示すことが確認さ

れた。

そこで、PCB 異性体 2 種の吸着特性について比較解析した結果、CB-52 は CB-153 に比べ MPE に対する吸着が顕著であることが明らかとなった (図 1)。また、ASW 中の PCB 異性体濃度を比較すると、CB-52 は試験開始直後から相対的に高値を示しており、CB-153 よりも比較的速やかに水相へ分配したものと考えられた。これらの結果は、各 PCB 異性体の有機炭素/水分係数 (Log Koc)⁵⁾ の差に起因することを示している。

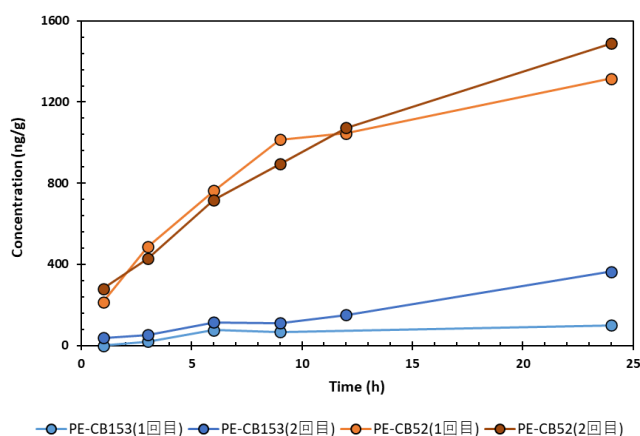


図 1. MPE に対する PCB 異性体吸着濃度の経時変化

参考文献

- 1) Julienne *et al.*, (2019), From macroplastics to microplastics: Role of water in the fragmentation of polyethylene, *Chemosphere*, 236, 124409
- 2) Bergmann *et al.*, (2015), *Marine Anthropogenic Litter*, Springer, 447
- 3) Rochman *et al.*, (2013) Long-Term Field Measurement of Sorption of Organic Contaminants to Five Types of Plastic Pellets: Implications for Plastic Marine Debris, *Environ. Sci. Technol.*, 47, 1646-1654
- 4) Zhan *et al.*, (2016) Sorption of 3,3',4,4'-tetrachlorobiphenyl by microplastics: A case study of polypropylene, *Marine Pollution Bulletin*, 110, 559-563
- 5) Durjava *et al.*, (2007) Distribution of PAHs and PCBs to dissolved organic matter: high distribution coefficients with consequences for environmental fate modeling, *Chemosphere*, 67, 5, 990-997

キーワード マイクロプラスチック, PCBs, 吸着特性

野生鳥類 2 種におけるリン酸エステル系難燃剤汚染 Contamination status of organophosphate flame retardants in two wild avian species

○須之内 朋哉, 平田 若葉, 後藤 哲智, 高橋 真, 田上 瑠美, 国末 達也 (愛媛大学 沿岸環境科学研究センター)

1. はじめに

ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) に代表される有害な臭素系難燃剤 (BFRs) の使用規制に伴い, リン酸エステル系難燃剤 (PFRs) の需要が増加している. PFRs は, 難燃剤だけでなく可塑剤としても広く使用されていることに加え, 油圧作動油やエンジンオイル等に添加されているため, 陸から沿岸の広域における環境放出が懸念されている. PFRs の汚染実態調査は環境媒体で実施されているものの, 生物モニタリングは分析上の問題から極めて限定的である²⁾. とくに, 陸域に生息する生物種の PFRs 曝露や蓄積特性に関する知見は集積されていない. そこで本研究では, 鳥類の筋肉組織に適用可能な高精度分析法を確立し, 野生鳥類 2 種における PFRs 汚染の実態解明を試みた.

2. 試料と方法

本研究では, 2017~2018 年に外部機関から提供を受けたトビ (愛媛県: $n=5$) とハシブトガラス (愛媛県: $n=5$; 大阪府: $n=5$) の死亡個体を解剖し, 両種の筋肉組織を分析対象とした. 鳥類の筋肉 ($n=15$) 中 PFRs の分析は, 本研究で新たに構築した. 具体的には, 凍結乾燥試料をジクロロメタン/ n -ヘキサン混合溶媒で超音波抽出し, 固相抽出カラム (ENVI-Carb II/PSA カートリッジ) を用いて夾雑成分を除去した. 得られた最終精製溶液は, 高速液体クロマトグラフータンデム質量分析計

(HPLC-MS/MS) の多重反応モニタリング (MRM) モードで定性・定量し, 13 種の PFRs 濃度を測定した. 本研究で構築した分析法の添加回収率は, 72~126 % と良好であった.

3. 結果と考察

化学分析の結果, 愛媛県のカラス 2 検体を除く全筋肉試料中から PFRs が検出され (図 1), PFRs 汚染が日本に生息する野生鳥類に及んでいることが本研究により明らかとなった. しかしながら, 両鳥種において 50 % 以上の検出率を示した PFRs は, 対象とした 13 物質中 2 物質のみであり, トビでは tris(1-chloro-2-propyl) phosphate (TCIPP) が, カラスでは trimethylphenyl phosphate (p -TMPP) が主体であった. 興味深いことに,

カラスの筋肉中 p -TMPP 濃度は愛媛県に比べ大阪府の検体で相対的に高値を示し, トビで観測された濃度を上回る検体も存在していた. p -TMPP は難燃剤や可塑剤としての使用に加え, 工業用潤滑油等にも添加されていることから, カラスから検出された p -TMPP 濃度の地域差は, 産業形態の違いを反映しているものと推察された. また特筆すべきことに, トビの筋肉中 TCIPP 濃度は先行研究 (unpublished data) で分析した同一検体の PBDE 主要異性体 (BDE-47) の蓄積レベルに匹敵していた. TCIPP は BDE-47 に比べ脂溶性 (オクタノール-水分分配係数) が低いことを考慮すると, トビに対する特異的な曝露が示唆された.

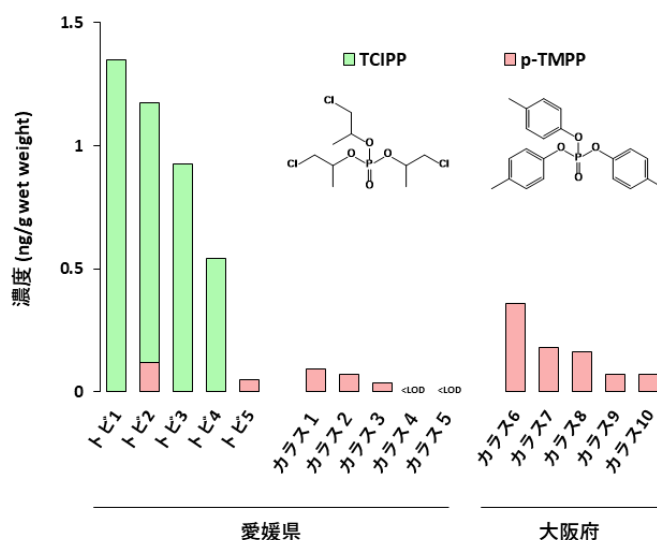


図 1. 野生鳥類 2 種から検出された筋肉中 TCIPP および p -TMPP の濃度 <math>< \text{LOD}</math> : 検出下限値以下

参考文献

- 1) Ike van der Veen and Jacob de Boer (2012) Phosphorus flame retardants: Properties, production, environmental occurrence, toxicity and analysis, Chemosphere, 88, 1119-153
- 2) Tlou B. Chokwe *et al.* (2020) A review of sources, fate, levels, toxicity, exposure and transformations of organophosphorus flame-retardants and plasticizers in the environment, 6, 345-366

キーワード リン酸エステル系難燃剤, 野生鳥類, 種差

The importance of accounting for lifestyle differences among racial groups in the U.S. household carbon footprint

Nagasaki University ○Jiahuan Wang, Nagasaki University Yosuke Shigetomi, Kyushu University Andrew Chapman

1. Background

Household consumption (lifestyle) directly and indirectly generates greenhouse gas emissions (carbon footprint; CF) through the supply chain of various demands, primarily in areas such as food, residential energy, and transportation. Considering several socio-economic factors influencing household CFs, studies have analyzed the structure of household CFs according to brackets such as income, family size, age¹⁻³, ideology⁴ and culture⁵. Due to the U.S. has the highest per-capita CF among countries worldwide, making it crucial to develop effective CF reduction strategies. The U.S. also has a significant number of immigrants from abroad, which is considered that there are the diverse cultural backgrounds affecting a mixture of various lifestyles and perspectives⁶. This complexity is expected to contribute to a more intricate set of factors influencing CF compared to countries with fewer ethnicities. However, the relationship between immigration and the CF has not been clarified yet.

Against this backdrop, we will focus on the lifestyle preferences regarding environmental issues among different racial groups by examining the structure of CFs. Therefore, we aim to provide novel strategies for climate change mitigation in an equitable way by considering the relationship between race and CF for the first time.

2. Methods

We employed EXIOBASE 3⁷, which is a multi-regional input-output database to quantify the U.S. household CF through the global supply chain. To identify the relationship between the U.S. household CFs and racial group, this study carried out quadratic programming method³ to minimize the differences of household consumption between the U.S. Consumption Expenditure Surveys and the household final demands on EXIOBASE 3.

3. Results

Fig. 1 represents the per-capita household CF across the four racial groups (1: White and other races; 2: Asian; 3: Black or African-American; 4: Hispanic or Latino) for the 12 categories

that are aggregated from 200 products on EXIOBASE 3 from 2007 to 2021. The race group with the highest annual average per capita CF was the “White and all other races” with 25.2 t-CO₂eq/cap while the lowest was the “Hispanic or Latino” with 19.5 t-CO₂eq/cap. The categories associated with the highest per capita CF across all racial groups and years were “Transportation, Post, and Telecommunications.” Among these, “Asian” had the highest reduction rates in CF with a decrease of 7.8%, although the decreases were fluctuated. Future studies will consider utilizing demographic estimates for four racial groups to project the CFs.

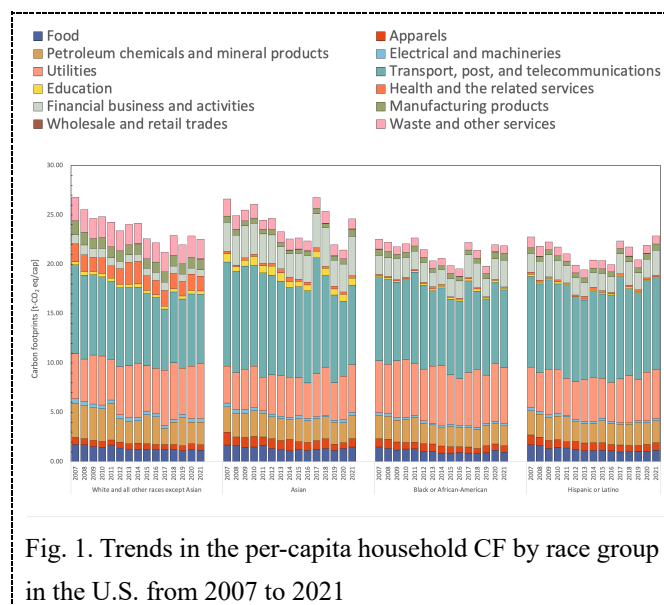


Fig. 1. Trends in the per-capita household CF by race group in the U.S. from 2007 to 2021

4. References

- 1) Hardadi et al., *J. Ind. Ecol.*, 2021
- 2) Feng et al., *J. Clean. Prod.*, 2021
- 3) Shigetomi et al., *Environ. Sci. Technol.*, 2014
- 4) Hu et al., *Resour., Conserv. Recycl.*, 2017
- 5) Zheng et al., *One Earth*, 2021
- 6) Chapman et al., *Energy Res. Soci. Sci.*, 2021
- 7) Stadler et al., *J. Ind. Ecol.*, 2018

Keyword: carbon footprint, lifestyle, environmental input-output analysis, the United States, human race

高濃度揮発性有機塩素化合物が粘性土壤中に浸入することにより浄化が長期化するメカニズムの検討 Investigation of the Mechanism of Prolonged Remediation of Clayey Soils Permeated by High Concentrations of Chlorinated Volatile Organic Compounds

横浜国立大学大学院 ○李京, 島朋輝, 柴田真輝, 小林剛

1. はじめに

揮発性有機塩素化合物(CVOC)による長期間汚染土壌では、地下水環境基準値以下まで浄化した後、再び基準を超過するリバウンド現象が生じることがあり、浄化の長期化とともに問題となっている。原因の一つは、高濃度 CVOC が粘性土壤中に浸入して、溶出しにくくなることが考えられる。本研究では、CVOC の粘性土壤中の浸入挙動を測定・解析するとともに、得られたパラメータと浸入モデルを用いて、高濃度 CVOC で 30 年間汚染された土壌を揚水浄化した時の溶出挙動を予測計算した。

2. 土壌浸入モデル

粘性土壌浸入実験結果¹⁾を参考に、土壌浸入モデルを構築した。土壌を Δl の薄い段に切り、土壌固相への吸着量は、有機物と無機鉱物とに分けて考えた(1)式で表せた。

$$C_{Sij} = C_{S1ij} + C_{S2ij} \quad (1)$$

有機物への微小時間 Δt での吸着量は(2)、(3)式で表せた。同様に、無機鉱物への吸着量は(4)式で表せた。水相濃度は、マスバランスを考慮して(5)式で表せた。

$$(j-1 \sim j \text{ 時間区分までの吸着量}) - (j \text{ 時間区分での吸着量}) - (j-1 \text{ 時間区分での吸着量}) \\ \Delta V K_{La1} \epsilon \left(C_{w1j} - \frac{C_{S1ij}}{H_{SW1}} \right) \Delta t = \rho_b \Delta V C_{S1ij} - \rho_b \Delta V C_{S1i,j-1} \quad (2)$$

$$\therefore C_{S1ij} = C_{S1i,j-1} + \frac{K_{La1} \epsilon \left(C_{w1j} - \frac{C_{S1ij}}{H_{SW1}} \right) \Delta t}{\rho_b} \quad (3)$$

$$C_{S2ij} = C_{S2i,j-1} + \frac{K_{La2} \epsilon \left(C_{w2j} - \frac{C_{S2ij}}{H_{SW2}} \right) \Delta t}{\rho_b} \quad (4)$$

$$(i+1 \text{ 段からの拡散量}) - (i-1 \text{ 段への拡散量}) \\ = (\text{有機物への吸着量}) + (\text{無機鉱物への吸着量}) \\ \frac{10^3 DS}{\Delta t} (C_{w1i,j-1} - C_{w1i}) - \frac{10^3 DS}{\Delta t} (C_{w1i} - C_{w1i,j-1}) \\ = \Delta V \epsilon K_{La1} \left(C_{w1j} - \frac{C_{S1ij}}{H_{SW1}} \right) + \Delta V \epsilon K_{La2} \left(C_{w2j} - \frac{C_{S2ij}}{H_{SW2}} \right) \quad (5)$$

ここで: C_{S1ij} , C_{S2ij} : 第*i*層*j*時間区分での有機物, 無機鉱物への吸着量 [mg/kg-drysoil],
 C_{w1j} : 第*j*層時間区分の水相濃度 [mg/L], ΔV : 土壌一段の体積 [L],
 K_{La1} , K_{La2} : 有機物, 無機鉱物への物質移動容量係数 [1/d], ϵ : 間隙率 [-],
 H_{SW1} , H_{SW2} : 有機物, 無機鉱物への固液吸着平衡定数 [L/kg-dry],
 Δt : 時間区分の時間 [d], ρ_b : 充填密度 [kg-dry/L],
 D : みかけの拡散係数 [m²/day], S : 接触面積 [m²], Δl : 土壌一段の厚み [m]

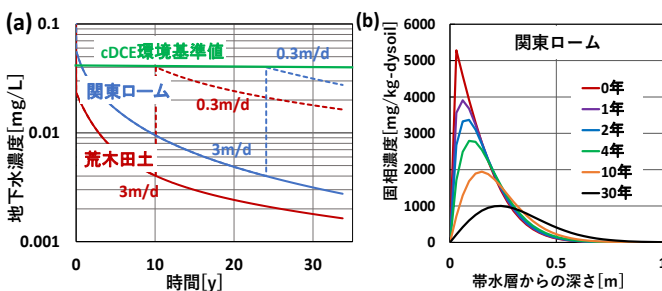


図1 地下水中 cDCE 濃度の経時変化や固相濃度分布の例

みかけの拡散係数と土壌有機物への固液吸着平衡定数は実測値、無機鉱物への固液吸着平衡定数と有機物および無機鉱物の物質移動容量係数はフィティングパラメータとした。高濃度の cDCE(4224mg/L)および TCE(392mg/L)が30年間で粘性土壤中に浸入したサイトにおいて、揚水浄化した時(3m/d)および浄化停止時(0.3m/d)の地下水濃度の経時変化や固相濃度分布等を計算した。

3. 結果と考察

図1(a)には、揚水浄化時および停止時の地下水濃度の経時変化を示した。浄化によって、地下水濃度は時間とともに低下したが、荒木田土より、関東ロームでは浄化期間で地下水濃度が高かった。これは関東ローム中 cDCE のみかけ拡散係数は2倍大きく、固液吸着平衡係数も1.65倍大きいいため、30年間で土壌に浸入した cDCE の量が多かったと考えられる。更に、浄化停止後、流速が1/10に低下して、地下水濃度がリバウンドした後も基準値(0.04mg/L)以下になる最短浄化時間は、関東ロームが約24年間、荒木田土が約10年間必要だった。図1(b)には、浄化時の関東ローム中の固相濃度分布の経時変化を示した。浄化時も時間経過とともに、cDCE が粘性土壌の更に深い所に浸入する挙動がみられた。粘性土壌表面が浄化されて、固相濃度のピークも0.03mから0.24mに移動した。また、30年間浄化しても、固相中には約40%のcDCEが残留した。計算例では、cDCEが土壌環境基準値を超過する状態残留しているが、粘性土壌からの溶出速度は遅く、地下水環境基準は超過することではなく自然浄化を期待して、揚水浄化は終了と判断できる。

参考文献

1) 李京・島朋輝・小林剛 (2023), 第28回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 88-89

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 21H03630 及び環境科学会 2022 年度博士後期課程学生研究奨励賞 (クリタ研究賞) の助成を受けて実施しました。ここに記して謝意を表します。

キーワード CVOC, 粘性土壌, 浸入・溶出挙動

Spatial and seasonal patterns of mercury accumulation in rice paddy field around Nam Son landfill, Hanoi, Vietnam

Prefectural University of Kumamoto ○ Nguyen Thi Quynh, Yasuhiro Ishibashi

1. Introduction

In Vietnam, the primary sources of mercury emissions are associated with the use and disposal of Hg-containing products, waste incineration, waste burial, and wastewater treatment (Hanoi, 2017).

The study was carried out at Nam Son landfill, which is the biggest landfill in the north of Vietnam.

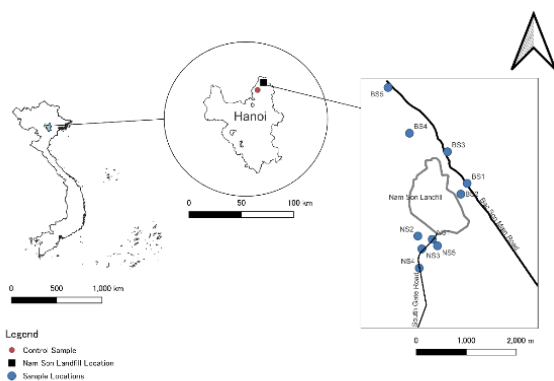
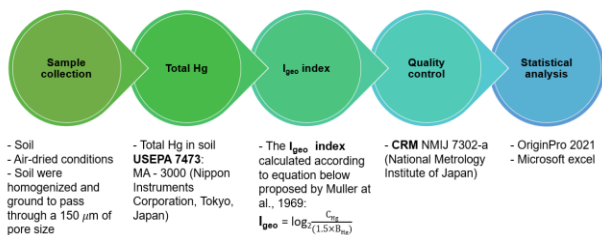


Figure 1. Map of sampling site, Nam Son, Soc Son, Hanoi

2. Methodology



3. Results and discussions

The concentration of THg in the soil around the Nam Son landfill area is shown in Figure 2. The THg concentration ranges from 21.27 ± 1.92 to $78.92 \pm 1.91 \mu\text{g/kg}$ with a mean value of $44.06 \pm 2.29 \mu\text{g/kg}$, which was significantly higher than the control sample concentration in RRD ($16.63 \pm 1.48 \mu\text{g/kg}$).

The concentrations of THg in all soil samples did not exceed the standard Hg level for safe agriculture soil (12

mg/kg) according to the recommendations of the Vietnamese government (QCVN 03:2023/BTNMT).

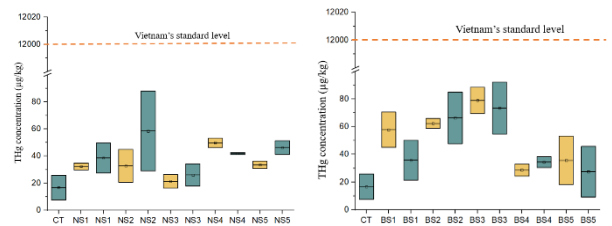


Figure 2. THg concentration in soil sample

Geoaccumulation index show all sampling point had moderately polluted and moderately to heavily polluted, considered that Hg was lost from the waste source as landfill.

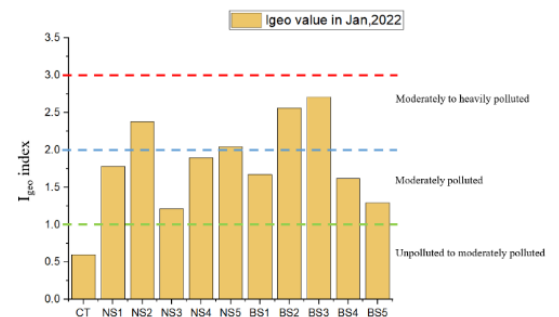


Figure 3. I_{geo} (value and class) for each sampling point

References

- Hanoi. (2017). *Minamata Convention Initial Assessment in Vietnam (Vietnam MIA Project) FINAL REPORT*.
- QCVN 03:2023/BTNMT, National technical regulation on Soil quality Hanoi, 2023.

Keywords mercury accumulation, landfill, rice paddy field

好熱菌によるおからのタンパク質分解法の検討

Investigation of protein degradation method of okara by thermophilic bacteria

熊本県立大学大学院・環境共生学研究科 ○石田陽香

【はじめに】

現在、世界のおから廃棄量は 60000 万トンに及び、大部分が産業廃棄物として処理されている。有機性廃棄物はタンパク質を多く含み、分解することでアミノ酸やペプチド類を生成するため、有用な資源となりえる。

そこで本研究では、おからのタンパク質分解法を検討することを目的とした。これは廃棄物削減につながり、資源循環と低炭素化に寄与するため、地球環境保全に貢献できる。

【材料と方法】

実験 I：酵素分解実験

タンパク質分解に利用する菌株は当研究室が有する MU3 (*Anoxybacillus sp.*), Kn21 (*Bacillus smithii*) を用いた。これら 2 株を培養し、培養液を酵素溶液とした。その後、酵素溶液と酵素溶液に対して 1%のおからを混合し、振とう加温した。最後に遠心分離し、その上清の遊離アミノ酸量と収率を測定した。

実験 I：菌の単離・タンパク質分解能試験

希釈水でおからサンプルを希釈し ISP-1 培地に塗布し、60°C で培養を行った。分離できたコロニーを保存チューブに移した後-80°C の冷凍庫に保存した。

ISP-1 液体培地に菌株を 1 エーゼ植菌し、24 時間振とう培養後、攪拌した。攪拌後の培養液を遠心分離し菌体除去した上澄み 180µl と 10%スキムミルク 20µl、菌体を除去した上澄み 180µl と滅菌水 20µl の 3 種類を菌株ごとに作成し、OD₆₀₀・OD₆₆₀ 測定を行った。測定後、再び振とう培養し、24 時間後の吸光度測定も行った。

実験 III：菌株の同定

単離した菌体を液体培地で培養後、菌体を振とう破碎し DNA を抽出した。PCR により DNA の増幅後、PCR 産物を精製し、DNA アダプターおよびバーコード DNA を精製した DNA 断片群に連結させて DNA ライブラリーを作製し、DNA メタバーコーディング配列解析を実施した。解読した遺伝子配列を 16S rRNA fast シーケンズデータを用いて Blast 検索を実施した。

【結果と考察】

遊離アミノ酸量と収率を求めた結果、リジン、トリプトファン、メチオニンの収率が特に高く、これらのアミノ酸を有効利用できる可能性が示唆された (図 1)。これら

のアミノ酸の飼料用アミノ酸として利用することで家畜の栄養改善になると考えられる。また、好熱菌よりもコントロールの収率の値のほうが高いことから、おから自体にタンパク質を分解する菌が存在する可能性が示唆された。さらに、オートクレーブの有無による収率の増減がなかったため、おからに存在する菌は耐熱性を有すると考えられた。

また、おからからは合計約 30 株の微生物が単離でき、全ての菌株がスキムミルク培地でハローを形成した。タンパク質分解能試験の結果、分解率の最も高い 5 種を選定した。これらの菌は分解率が 100%であり、スキムミルク培地を完全に分解していた。おからからは、主に非病原性の菌で 60°C の高温環境でも増殖する *Geobacillus stearothermophilus* が確認された (表 2)。

表 1. 遊離アミノ酸量の収率(%)

	コントロール		MU3単体		Kn21		複合	
	無	有	無	有	無	有	無	有
オートクレーブ								
アルギニン	4.88	4.88	0.23	—	—	0.23	—	—
リジン	9.50	8.25	9.00	9.75	9.25	8.75	9.25	9.25
ヒスチジン	3.68	2.63	—	0.53	—	—	—	—
フェニルアラニン	6.88	6.88	6.56	6.56	6.88	6.56	6.88	6.88
チロシン	2.61	1.74	2.17	2.61	2.61	2.61	3.04	3.04
トリプトファン	7.50	8.75	7.50	8.75	7.50	8.75	8.75	8.75
ロイシン	7.35	7.14	4.08	3.67	3.47	1.22	3.67	0.82
イソロイシン	5.71	5	2.86	2.5	2.86	1.07	2.86	1.07
バリン	6.36	5.45	3.64	3.64	3.64	1.82	3.94	1.52
アラニン	6.90	5.86	5.52	6.9	7.24	6.55	7.24	7.24
グリシン	2.07	2.07	2.07	2.41	2.41	2.41	2.41	2.76
メチオニン	10.00	7.78	7.78	6.67	8.89	7.78	7.78	7.78
システイン	—	—	—	—	—	—	—	—
プロリン	2.12	1.52	0.91	—	0.91	0.61	0.61	0.91
セリン	3.75	3.75	—	—	—	—	—	—
スレオニン	4.44	4.07	1.11	2.22	0.74	1.11	0.37	0.74
グルタミン酸	2.67	2.57	2.19	1.9	2.29	1.9	2.19	1.9
アスパラギン酸	1.47	1.32	0.59	0.44	0.29	0.29	0.29	0.29

表 2. 同定結果

菌株名	学名(属・種)	比率(%)
b-12	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	99.82
b-16	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	89.45
b-22	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	48.66
	[<i>Bacillus</i>] <i>caldovelox</i>	40.58
b-24	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	95.48
b-30	<i>Geobacillus stearothermophilus</i>	98.17

【参考文献】

細胞の増殖を捉える-計測法から比例度算出まで-, 小西正郎ら, 北見工業大学工学部バイオ環境化学科 (2015)

キーワード: おから, タンパク質分解, 好熱菌

水銀汚染埋立処分場における土壤中水銀のリスク評価

Risk assessment of soil mercury in mercury-contaminated landfill sites

熊本県立大学院 環境共生学研究科 ○坂井 佑圭

1. はじめに

日本では、廃棄物の最終処分場(埋立処分場)の管理基準に従い廃棄物を埋め立ててきたが、埋め立て処分終了後に問題が発生することがしばしば見受けられ、長崎県にある埋立終了した処分場でも廃棄物中に含まれていた水銀が溶出し、問題となっている。現在、この処分場では埋め立ては行われていないが、埋立地付近の地下水から基準値を超える水銀の溶出が継続している。

そこで、本研究では埋め立て処分場から排出された水銀の環境リスク評価を行うことを目的とした。

2. 材料と方法

実験I：サンプリング

長崎県長崎市にある埋立終了した埋め立て処分場周辺の土壌と浸透水を採取した。

実験II：土壌の前処理と溶出試験、SOM 試験

室温で1週間乾燥後、2 mm メッシュでふるい分けしたサンプルを土壌サンプルとした。土壌サンプルの一部を用いて環境庁告示第 59 号に従い溶出試験を行い、試験液を溶出試験サンプルとした。さらに、土壌中の有機物量 (SOM) を算出した。

実験III：総水銀分析

水銀の分析装置は MA-3000 を使用した。土壌サンプルは 30 mg 及び CRM 5 mg をサンプルポートにのせ、添加剤 B を添加して水銀分析を行い、溶出試験サンプル等の液体サンプルの場合は添加剤 B を添加した後、上から試料液を 0.1 ml 添加 (n=3)して水銀分析を行なった。

実験IV：リスク評価

土壌の水銀によるリスク評価では、(1)式により算出された地球科学的指標 (I_{geo}) で評価した。

$$I_{geo} = \log_2 [C_n / 1.5 B_n] \dots \dots \dots (1)$$

C_n : 土壌中に含まれる総水銀の測定濃度

B_n : 土壌中の総水銀のバックグラウンド濃度

また、溶出試験サンプルは水銀の環境基準値 (0.0005 mg L^{-1}) と長崎市が行っている当該地域の水質試験における総水銀分析結果との比較により評価した。

3. 結果と考察

土壌サンプルの総水銀濃度は $0.074 \sim 3.968 \text{ mg kg}^{-1}$ であった。リスク評価の結果、LF8 が最も汚染レベルが高く、約 7 割のサンプリング場所で汚染レベルが 3 以上であり、中度～極めて重度の汚染であると評価された(図 1)。また、SOM 試験の結果から、土壌中の水銀濃度と有機物量には正の相関が見られた。

溶出試験サンプルの総水銀濃度は、LF6 で $0.0015 \text{ mg kg}^{-1}$ 、水のサンプルの水銀含有量は $0.0002 \text{ mg kg}^{-1}$ であった。LF6 では環境基準値を超過するレベルの汚染が確認された。また、長崎市実施の水質調査における総水銀の分析結果と比較すると、LF6 の水銀濃度が高いことが確認された。

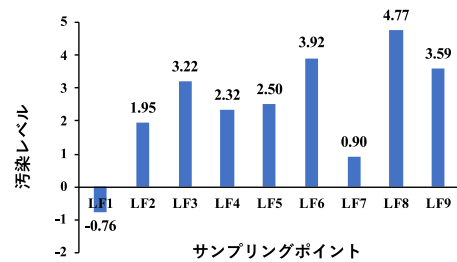


図 1. 土壌の汚染レベル

4. まとめ

土壌中の水銀濃度は土壌中の有機物量に大きく影響を受けており、 I_{geo} の結果から水銀の濃縮が確認された。また、土壌サンプルと溶出試験サンプルの結果に相関関係がみられなかったため、土壌中の水銀の存在状態の相違による影響の可能性が示唆され、埋立処分場とその周辺の継続的な管理とモニタリングが必要であると考えられる。

5. 参考文献

Changhua He, *et al.* (2018); Comparison of mercury and methylmercury bioaccumulation in earthworms (*Bimastus parvus*) native to landfill-leachate-contaminated forest soil, *The Journal of Toxicological Sciences*, Vol.43, No.7, 459-471

キーワード 水銀, 埋立処分場, リスク評価

プラスチック資源循環を推進するための市民意識の変革について

Changes of public awareness to promote the plastic resource circulation

熊本県立大学大学院 ○坂本優奈, 石橋康弘

1. はじめに

日本では、容器包装廃棄物が家庭ごみの約6割を占め、容器包装の中でもプラスチック製容器包装（以下容リプラ）は約5割と高い(容積比率)¹⁾。プラスチック発生抑制には、個人の参加意識の向上、地方自治体の取組み推進が重要である。そこで、本研究はプラスチック廃棄物に着目し、プラスチックごみの発生抑制のため、市民が実践できるプラスチックごみの回収方法、社会的負担が少ないリサイクル方法、およびリサイクルラインから環境に流出させない方策について検討する。

2. 研究方法

2021年9月から10月に、容リプラやゴミの分別方法等について学生と熊本市民にアンケート調査を行った。集計にはGoogleフォームを用いた。

2021年12月に熊本市に住む学生を、2022年9月にジャカルタ特別州の学生を対象に、ワークショップを行った。「プラスチック廃棄物に関する情報提供」を行なった後、プラスチックに関する項目を議題とし、意識改革に有効とされるグループワーク²⁾を行った。また、ワークショップの前後でアンケートを実施し、学生のプラスチックの分別・リサイクル等に対する意識の変化を調査した。

3. 結果と考察

熊本県立大学学生の有効回答数は267件、熊本市民の有効回答数は239件であった。容リプラの定義と適切な分別方法について、学生よりも市民の意識が高い結果となった。特に、正しい分別を行っている割合は学生75.3%、市民94.2%であった。また、居住形態別にみると、「一人暮らし」の学生は「家族と同居する」学生よりも正しい分別を行っている割合が高かった(図1)。また、正しい分別を行う学生の中で、分別の参考ツールを聞いたところ「家族と同居する」学生は「家族に聞いて(42.3%)」が多かったが、一人暮らしの学生は前者と比べて「ごみ分別アプリ(26.6%)」が多かった。つまり、ゴミの分別を自分で考え行うことが、正しい分別を知るきっかけになることが示された。

図2より熊本市の学生に対するワークショップでは、分別やリサイクル方法の理解度向上、正しい分別ができそうという変化が見られた。ジャカルタ特別州の学生に対するワークショップでも、分別やリサイクル方法の理解度向上がみられ、ほとんどが分別をしたいと考えていた。また、分別開始時の課題はゴミの管理者の管理不足であり、発生抑制にはゴミ銀行の拡大が挙げられた。また、両地点で共通した点として情報不足であることが理解度に影響すると考えている参加者が多かった。ワークショップより、課題を自ら考えること、専門家からの指導を受けることがゴミ分別を考えるきっかけとなることが示された。

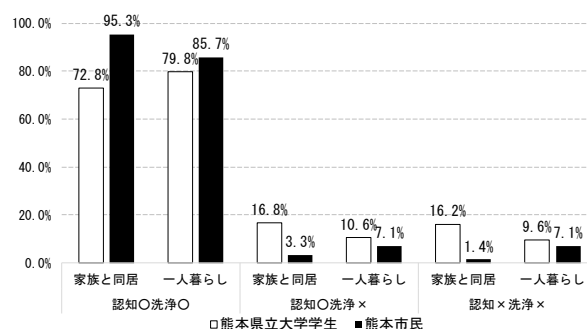


図1 洗浄の有無について認知・洗浄実行しているか

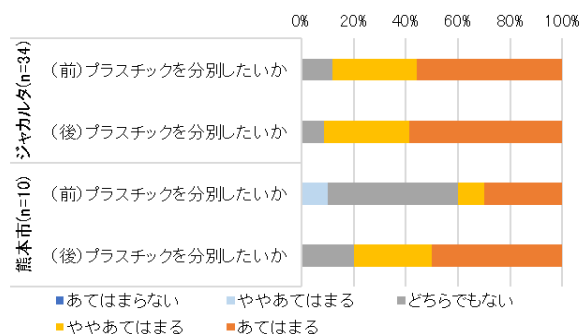


図2 ワークショップ結果

参考文献

- 1) 環境省 (2022) 令和4年度容器包装排出実態調査.
- 2) 田高初奈(2017)日本LCA学会誌, 13号, 349-359

キーワード プラスチック製容器包装, 分別収集, アンケート調査, ワークショップ

社会変化を考慮した地域の脱炭素将来シナリオの CO₂ 排出量算定手法の構築

Evaluation Method of CO₂ Emission for Regional Decarbonization Future Scenarios Considering Social Change

東京大学 ○黄文彦, 林徹, 藤田壮, 中谷隼

1. 背景と目的

2019年以降の地方自治体のゼロカーボンシティ表明や2050年カーボンニュートラル宣言、地域脱炭素ロードマップの策定など、国内における地域スケールの脱炭素への取り組みは強く促進されている。地域脱炭素へ必要な施策を示すために、地域の脱炭素将来シナリオを構築し定量的な分析を行う必要性が高まっていることに加えて、昨今、新型コロナウイルスに伴う社会変化によるエネルギー需要への影響も観測されており、その影響を考慮した将来の見通しが必要である。本研究では社会変化を考慮した地域の脱炭素将来シナリオのCO₂排出量の算定手法を構築し、その算定例を示す。

2. シナリオのCO₂排出量算定手法

五味ら¹⁾、環境省²⁾を参考に地域の脱炭素将来シナリオにおけるCO₂排出量の算定手法を構築した。エネルギー需要部門を家庭部門、業務部門、旅客輸送部門、貨物輸送部門、産業部門の5部門に分けて、それぞれの活動量にエネルギー消費原単位を乗じることでエネルギー消費量を算定した。地域内のエネルギー供給として廃棄物発電と太陽光発電を考慮し、系統電力と電力以外の燃料種を外部から供給することでエネルギー需要を満たすように供給を算定した。社会変化によるエネルギー需要への影響は、令和2年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査等事業報告書³⁾を参考に、活動量の変化によって表すことで算定した。社会変化として、テレワーク、Eコマース、オンライン授業、オンライン診療、シェアオフィスの5つを選定した。以上の手法を構築することにより、社会変化を地域脱炭素に関わる傾向や施策として明示的に考慮し、算定を行うことが可能となる。

3. シナリオの検討例

3.1. 地域の脱炭素将来シナリオの設計

本研究では、埼玉県越谷市を対象とした地域の脱炭素将来シナリオの算定例を提示する。シナリオはBAU, LC1, LC2, LC3, LC4の5つを設けた。活動量のみがなりゆき的に変化するBAUに対して、LC1では社会変化が進展し、LC2ではエネルギー機器効率改善・電化が

進むとした。LC3とLC4は社会変化の進展と共に、エネルギー機器効率改善・電化も行う。また、LC1, LC2, LC3では、太陽光発電の導入が行われ、LC4では太陽光発電の導入がさらに促進され、廃棄物発電においても発電効率改善等の技術導入が行われると想定した。

3.2. CO₂排出量と電力消費量

各シナリオのCO₂排出量と電力消費量の算定結果を図1に示す。2050年で系統電力は脱炭素化すると想定した。LC4のCO₂排出量が最小となり、2019年比で98.4%のCO₂排出削減率となった。BAUとLC1の比較から社会変化によるCO₂排出削減効果が見られるが、エネルギー機器効率・電化の効果と比較して小さいと示された。

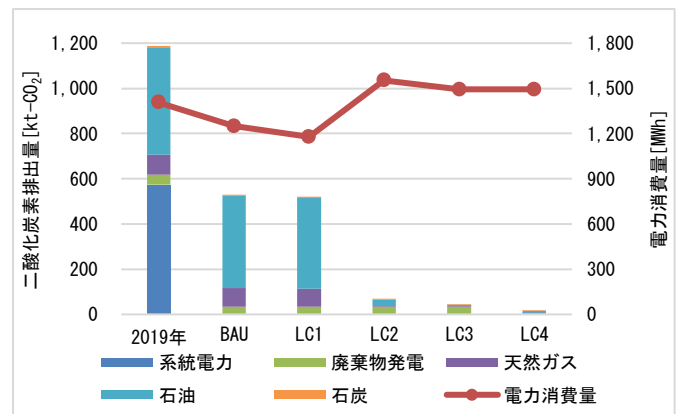


図1 各シナリオの2050年CO₂排出量と電力消費量

参考文献

- 1) 五味馨ら (2008) 地域経済の開放性を考慮した低炭素社会シナリオの構築手法の開発と京都市への適用, 環境システム研究論文集, 36, pp. 1-10
- 2) 環境省 (2008) 地方公共団体実行計画 (区域施策編) 策定・実施マニュアル (算定手法編)
- 3) 三菱総合研究所 (2021) アフターコロナ・ウィズコロナにおける社会構造変化を踏まえたエネルギー需給構造等に関する調査報告書

キーワード シナリオ分析, 地域脱炭素, エネルギーシステム, 再生可能エネルギー, 社会変化

トリメチルシリル化を用いた環境分析の阻害要因の解明・除去と適用例 Reveal and removal of inhibitors of environmental analysis using trimethylsilylation and application examples

横浜国立大学 大学院環境情報学府 ○備瀬凜太郎, 亀屋隆志, 横浜国立大学 理工学部 川合勇太

1. 背景・目的

GC-MS 分析において、そのままの分子構造では GC-MS による分析が困難な物質も存在し、それらはトリメチルシリル化 (TMS 化) という分析前処理によって GC-MS での分析を可能となる物質が存在する。しかし、それらの物質について回収率試験を行った際に、対象物質が TMS 化されないという事例が確認されたため、TMS 化の阻害要因を解明・除去し、環境分析に TMS 化を適用することが本研究の目的である。

2. 方法

2.1 水の混入による TMS 化阻害検証

TMS 置換基は加水分解しやすいという特徴を持ち、分析試料への水分の混入は TMS 化阻害の要因となり得る。混合標準溶液 1mg/L に対し、純水を①0.1%、②0.01%、③0.001%、④0%の4パターンの割合で添加し、バイアルに100μL採取し、内標準物質を10μL、TMS 誘導体化試薬を5μL添加してそれぞれ1時間反応させ、GC-MS で分析した。

2.2 混入した水を取り除くための分析前処理

SPE を用いた分析前処理において、溶媒に残農アセトン(水分0.3%以下)、脱水剤は未使用、前処理を行う部屋の湿度が70~75%であった従来法に対し、溶媒に超脱水アセトン(水分0.001%以下)、試料分析前に脱水剤である硫酸マグネシウム200mgの添加、分析前処理を行う部屋の除湿を行い、湿度を55%まで下げた水分除去前処理法の2つの方法の回収率を比較した。

3. 結果

3.1 水の混入による TMS 化阻害検証

分析試料中に水分が0.1%以上の割合で混入すると TMS 化が阻害され、標準物質が検出されないことが明らかになった。トリアジフランを例に分析結果を示す(表1)。混入した水分の割合が0.01%だと検出はされるが変動係数が大きくなる。水分の割合が0.001%まで小さくなると添加した1mg/Lに近い濃度で安定して検出される。よって、水分の混入割合を0.001%以下に抑えることができれば、水分のTMS化への影響を防ぐことができる。

3.2 混入した水を取り除くための分析前処理

溶媒との固液比を考慮し、濃度液1mLに対して脱水剤200mgを添加したが、回収率が得られた物質について従来法と比較して回収率の向上はみられなかったため、脱水剤を適用しても水分の混入割合を0.001%以下に抑えることはできなかったと考えられる。

表1 水の混入割合による標準物質の検出濃度

水の混入割合[%]	n=1	n=2	n=3	変動係数
① 0.1%	n.d.	n.d.	n.d.	-
② 0.01%	1.30	0.21	0.67	61.6%
③ 0.001%	1.27	0.82	1.08	17.2%
④ 0%	0.98	0.93	0.90	3.7%

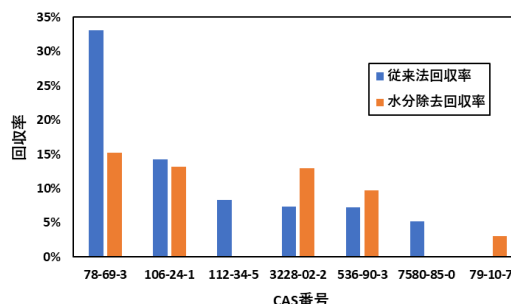


図1 従来前処理法と水分除去前処理法の回収率比較

4. 結論

分析試料への水分の混入を0.001%まで抑えれば水分によるTMS化阻害を防げることが明らかになったが、水分除去前処理法ではTMS化を阻害する水分量を除去できなかった。今後は、分析試料中の水分濃度を測定することで空気中や溶媒以外の水分の混入や水分以外のTMS化阻害要因を検討する。

参考文献

- FRANK J. SCHENCK(2002), Comparison of magnesium sulfate and sodium sulfate for removal of water from pesticide extracts of foods, Journal of AOAC International, 85.5: 1177-1180

キーワード GC-MS, AIQS-DB 法, TMS 化

GC-MS AIQS-DB における自動同定判定基準の検討

Examination of automatic identification conditions in GC-MS AIQS-DB

横国大院・環 ○清水大佑, 亀屋隆志

1. 緒言

GC-MS AIQS-DB 法は保持時間、質量スペクトル、検量線を DB 化し、設定された検出条件に則って自動同定を行う手法である。自動同定パラメータは、保持時間の同定幅、質量スペクトルの一致率、QT 比率の許容範囲であるが、解析ソフトウェアによって用いるパラメータや設定値の違いから検出結果が異なることがある。本研究では異なるソフトウェア間での自動同定パラメータによる判定結果の比較を行った。

2. 方法

GCMS Solution (島津製作所) と Axel NAGINATA (西川計測) の解析ソフトウェアを用いた。各ソフトウェアの検出基準、点数判定に用いるパラメータと基準値を表 1 に示す。

2.1. 質量スペクトルの類似度と一致率の比較

大気サンプル(n=5)、河川サンプル(n=5)を分析した結果を双方のソフトウェアで自動波形処理し、同じスペクトルに対して計算された類似度と一致率を比較した。

2.2. 波形処理方法による QT 比率の比較

同じピークに対して自動波形処理を行った際の QT 比率の比較を行った。QT 比率は (1) 式で表され、試料確認イオン比と標準確認イオン比が同じである時に 1 となり、NAGINATA による判定は 0.9~1.1 の時に 3 点、0.8~1.2 の時に 2 点と判定される。

$$QT \text{ 比率} = \frac{(Q/T)_{\text{sample}}}{(Q/T)_{\text{standard_DB}}} = \frac{(Area_Q/Area_T)_{\text{sample}}}{(Area_Q/Area_T)_{\text{standard_DB}}} \quad (1)$$

$Area_Q$: 確認イオン面積, $Area_T$: 定量イオン面積

表 1. 自動解析ソフトウェアの検出条件

GCMS Solution	検出条件	NAGINATA	5点	4点	3点	2点	1点
RT同定幅	NAGINATAに統一	RI許容範囲	±10	±20	±10	±20	±20
類似度	65	MS一致率下限値	25	25	設定なし	設定なし	設定なし
減算処理+リバースサーチ		バックグラウンド減算法					
QT比率	設定なし	QT比率許容範囲	設定なし	設定なし	0.2	0.1	設定なし

3. 結果と考察

3.1. 質量スペクトルの類似度と一致率の比較

類似度と一致度の比較を図 1 に示す。補助線は各ソフトウェアの検出条件である。GCMS Solution 類似度が 65 以上で NAGINATA 一致率 25 未満の範囲のプロットは、

GCMS Solution では検出となるが NAGINATA では 3 点以下となることを意味するがこのような物質の多くは、n-アルカンなど直鎖の物質であり、分子量に対して検出されるスペクトルの m/z が小さい物質が多かった。一方、GCMS Solution 類似度が 65 未満で NAGINATA 一致率 25 以上となる事例は稀であったが、これらはいずれも S/N < 3 のピークであり、検出条件として S/N をきちんと確認する必要性があった。

3.2. 波形処理方法による QT 比率の違い

同一ピークに対してそれぞれのソフトで波形処理を行い、面積値から QT 比率を算出した (図 2)。同じピークでも QT 比率が不一致となる場合も多く、例えば NAGINATA で QT 比率が ±20% 以内であり、GCMS Solution でも ±20% 以内である事例は約 53% しかなかった。これは、定量化の際にベースラインの波形処理方法が異なり、面積値に違いが生じることが原因であることが分かった。このため、波形の Drift の読み取り方を調整することで改善できると考えられる。

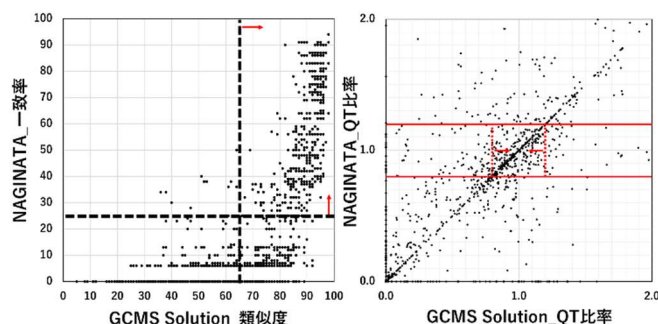


図 1. 類似度と一致率の比較

図 2. QT 比較の比較

4. まとめ

GCMS AIQS-DB 法で自動解析に用いられる二つのソフトの同定パラメータの比較を行った結果、質量スペクトルの類似性を示すパラメータやベースラインの波形処理方法が異なることにより、検出結果に違いが生じることが分かった。

謝辞 本研究の一部は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20215G01)により実施した。

キーワード GC-MS, 検出条件, 類似度, QT 比率

GC-MS 自動同定定量データベース法の同定要件とする確認イオン比の検討

Investigation of Qualifier Ion Ratio as an Identification Requirement for GC-MS Automated Identification Quantification System Database

横浜国立大学 理工学部 ○反保日向子, 横浜国立大学 大学院環境情報学府 大高悟, 清水大佑, 亀屋隆志

1. 背景と目的

GC-MS 分析では、対象物質の保持時間(RT)と確認イオン比 (=定量イオンと確認イオンの面積比) により物質同定していることが多いが、GC-MS AIQS-DB 法では、予め登録された保持時間(RT)と質量スペクトルの一致率あるいは確認イオン比によって多様な化学物質を一斉に自動同定・定量している。しかし、環境試料中では夾雑物の影響により一致率や確認イオン比が大きくなる場合があり、物質同定つまり対象物質の検出/不検出の判定に相違を生じさせる一因となっている。本研究では、環境試料中で確認イオン比が実際にどれだけばらつくのか調査した。

2. 方法

河川水 128 試料に対して、AIQS-DB に収録された 1178 物質を対象にした。測定には GC-EI-MS-QP2020 NX (島津製作所)を用い、70 eV でイオン化し、DB-5ms (30 m×0.25 mm, 0.25 μm, J&W Agilent)カラムで、昇温条件を 40°C(2 min)→8°C/min→310 °C(5 min)で分析した。解析にはデータベースソフト NAGINATA (西川計測(株))を用いた。ターゲットの予測保持時間に対して、20 min までは ±6 sec、20 min 以降は ±0.5 %¹⁾ の同定保持時間幅内にピークが得られたものを検出とした。DB 収録時の定量イオンに対する確認イオンの面積比 (標準確認イオン比) に対する環境試料測定時の面積比 (測定確認イオン比) を QT 比率 (=測定確認イオン比/標準確認イオン比) として、環境試料中の妨害物の影響を調べた。

3. 結果と考察

環境試料において、QT 比率が ±20 % 以内のものは検出された全体の 16 % であった。一方、QT 比率は 0.01 から 1000 まで大きく変化する場合があり、検出濃度が低いほど QT 比率が大きく変化する傾向があった。(図 1)

また、質量スペクトルの一致率が 25 以上で同定確度が高い判定とされる物質の中にも確認イオンが検出されない場合が 13% あった。これらのうち、確認イオンは検出されなかったが、一致率によって検出と判定された例が 128 試料中 20 試料以上と多かった物質を表 1 に示

す。これらの物質には、標準確認イオン比が 2.4 % と低いものや 99 % 程度で定量イオンと確認イオンの感度がそれほど変わらないものが含まれていた。定量イオンの m/z に着目すると、様々な物質から生じることが知られている非特徴的な m/z=57 や芳香族化合物から生じやすい m/z=91 を定量イオンとする場合が含まれていた一方で、m/z が 150 以上の比較的特異なイオンを定量イオンとする場合もあり、物質や試料の違いによる明らかな傾向は読み取れなかった。

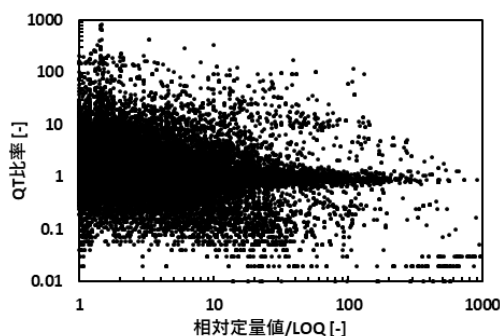


図 1. QT 比率と(定量値)/(LOQ)の関係

表 1. 確認イオンが検出されず一致率で同定された物質の例

物質名	m/z		標準確認イオン比 [%]
	定量イオン	確認イオン	
2-Ethyl-1-hexanol	83	112	2.4
Methomyl oxime	105	107	4.6
Esprocarb	91	222	43
2-Methyl-2,4-pentandiol	59	103	6.0
Dimethyl phthalate	163	194	6.5
n-C9H20	57	85	36
2-Butoxyethanol	57	87	21
Furfural	96	58	99

参考文献

1) 清水ら(2023)水環境学会 23 年会, p416

謝辞 本研究の一部は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20215G01)により実施した。

キーワード GC-MS, AIQS-DB, 確認イオン, QT 比率

迅速な個人曝露評価に向けた揮発性有機化合物パッシブ法の必須パラメータの推算 Parameter Estimation in Passive Sampling Method for Rapid Individual Exposure Assessment of Volatile Organic Compounds

横浜国立大学 ○溝渕円香, 高橋佑果, 三宅祐一, 労働安全衛生総合研究所 王齊,
静岡県立大学 雨谷敬史, 柴田科学(株) 福島靖弘, 鈴木義浩

1. はじめに

揮発性有機化合物 (VOCs) はヒトへの健康影響が懸念されており、その適切な管理のために個人曝露評価が必要である。小型のサンプラーを用いるパッシブ法は測定費用が安価で取り扱いも容易であることから迅速な個人曝露評価が可能になると考えられる一方で、濃度測定で必要となるパラメータの実測値が不足している。本研究ではパラメータの実測値が揃っていないにもかかわらず濃度測定が行えるよう、計算のみからパラメータを推算する方法を検討した。

2. 方法

作業環境測定対象物質のうち 33 種類の VOCs について、カーボンビーズアクティブ (CBA) とカーボンビーズパッシブガスチューブ (CBP) (ともに柴田科学(株)製) で捕集し、ISO16107¹⁾に基づいてサンプリングレート (SR) を測定した。また、作業環境測定における有機溶剤規制物質と特定化学物質のうち 50 種類について、直接添加法²⁾を参考に、CBA より取り出した活性炭からの脱着率を測定した。脱着溶媒は二硫化炭素とし、これらの分析は GC-MS で行った。

3. 結果と考察

3.1. SR の推算方法の検討

Fick の第一法則より、SR ($L \cdot min^{-1}$) は空気 A 中における物質 B の分子拡散係数 D_{AB} ($cm^2 \cdot sec^{-1}$) の関数として表すことができる。分子拡散係数の実測値が存在する物質は限られているため、本研究では分子拡散係数の推算方法を検討した。

分子拡散係数の推算式として Chen and Othmer の式³⁾を選定した。SR を実測した 33 種類の VOCs に対して、分子拡散係数の推算値と SR 実測値の間に正の相関関係が認められた。また、SR の推算値を SR の実測値で除した値の平均値を求めると、1.01 ($\pm 7.7\%$) となり、1 に近くばらつきも小さいことから本法の推算精度の高さが確認できた。

3.2. 脱着率の推算方法の検討

脱着率を推算するうえで必要となるパラメータを

検討した。はじめに、物質の酸・塩基性の尺度であり以下の式で表される ΔE_{DA} ⁴⁾ を用いて単回帰分析を行った。

$$\Delta E_{DA} = V(\delta_p^2 + \delta_H^2)/1000 \quad \dots (1)$$

V はモル体積 ($cm^3 \cdot mol^{-1}$), δ_p , δ_H ($J \cdot cm^{-3}$)^{-1/2} はハンセンの溶解度パラメータであり、それぞれ極性と水素結合に由来する。 V , δ_p , δ_H の文献値が得られた 46 種類の物質について、 ΔE_{DA} と脱着率の実測値の関係を図 1 (左) に示す。 ΔE_{DA} と脱着率の間には有意な負の相関関係が認められたものの、精度の高い回帰式は得られず ΔE_{DA} のみでは有効な脱着率の推算値は得られなかった。そこで、原子団を脱着率の説明変数として重回帰分析を行った。脱着率の実測値と、回帰式より得られた脱着率の推算値の関係を図 1 (右) に示す。両者の間には強い相関関係が認められたことから、極性や水素結合では説明されない因子が脱着率に寄与することが示唆された。今後は推算精度の向上のために、より多くの物質について脱着率の測定を行う予定である。

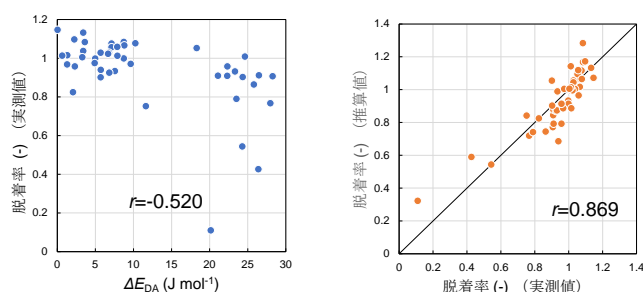


図 1 ΔE_{DA} と活性炭からの脱着率の関係 (左図) および重回帰分析による脱着率の推算値と実測値の関係 (右図)

4. 謝辞

本研究は環境研究総合推進 (JPMEERF18S11704、JPMEERF20231M04) の助成を受け実施した。

参考文献

- 1) ISO 16107:2007; 2) 作業環境測定ガイドブック 5;
 - 3) N. H. Chen and D. F. Othmer, (1962) J. Chem. Eng. Data, 7, 37-41; 4) J. Rudling, J. Chromatogr., 362 (1986) 175-185
- キーワード VOCs, 個人曝露評価, パッシブ法

ノンターゲット解析ツールを用いた 泡消火薬剤に含まれる未知有機フッ素化合物 PFAS の構造推定 A preliminary identification of unknown fluorinated surfactants in the firefighting foams using non-targeted analysis tools

横浜国立大学 ○磯部大斗, 齋藤隼輝, 国立環境研究所 松神秀徳, 横浜国立大学 三宅祐一

1. 緒論

有機フッ素化合物 PFAS は、難分解性、高生体蓄積性、有害性が懸念され、一部の PFAS は残留性有機汚染物質 (POPs) に指定されている。近年、泡消火薬剤においては、POPs 規制を背景に様々な構造の PFAS が代替物質として使用されているが、代替物質の多くは未同定であり、使用実態に関する情報が不足している。そこで本研究では、泡消火薬剤に含まれる未知の PFAS に関して、精密質量数の分析データを基に、複数のノンターゲット解析ツールを用いた分子構造推定を行った。

2. 方法

泡消火薬剤 8 製品 (水成膜泡 3 製品、たん白泡 5 製品) を対象とした。製剤をメタノールに溶解し、LC/HRMS による 57 種の PFAS 個別分析、および燃焼イオンクロマトグラフ (CIC) による抽出可能有機フッ素 (EOF) の分析を行った。また、PFAS 個別分析で同定、定量されなかった未知フッ素化合物について、LC-QTOF-MS (Agilent 6530 Q-TOF Specification) による MS/MS 測定を行い、得られたマススペクトルを基に、ノンターゲット解析ツール (MetFrag、MS-DIAL、MS-FINDER) を用いて未知 PFAS の構造解析を行った。

3. 結果と考察

泡消火薬剤に対する PFAS 個別分析の結果、水成膜泡 3 製品では、分析対象に対し 6:2FTAB が 97%以上の組成を占め、個別分析で同定、定量された PFAS は、EOF に対し 47~94%と高い割合を占めた。また、解析ツールを用いた構造推定の結果、全 3 製品で個別分析対象以外の PFAS について候補が得られた。6:2FTAB の光分解物質である N-AP-6:2FOSA や N-OxAmP-6:2FOSA、短鎖の N-CMAmP-4:2FHxSA が推定され、6:2FTAB に対してそれぞれ最大 120%、200%、30%のピーク強度で検出された。なお、6:2FTAB や N-AP-6:2FOSA は、米軍等で使用された泡消火薬剤中の成分として報告例がある¹⁾。

続いて、たん白泡 5 製品では、個別分析で対象とした 57 物質の総濃度は 55 mg-F/kg 以下であったのに対し、

EOF は 119~3900 mg-F/kg で検出され、EOF の 98%以上が個別分析対象以外の未知フッ素化合物であった。構造推定の結果、4 製品では未知 PFAS の推定結果が得られ、図 1 に示す構造の OBS や PFIP、また C₈F₁₇基をもつ PFAS が候補として挙げられた。OBS や PFIP は泡消火薬剤の成分として報告例があり、高い消火性能をもつ一方で、OBS は肝代謝障害など健康への影響が懸念されている^{2,3)}。これらの物質以外にも構造が類似した p-パーフルオロノネニルオキシ安息香酸などの物質が検出された。なお、今回の MS 測定で未知 PFAS 由来のピークが検出されない製品があり、また 1 製品では、用いた解析ツールで推定結果が得られなかった。今後、FluoroMatch など PFAS に特化した解析ツールの検討を含めた、より包括的な構造推定を行う予定である。

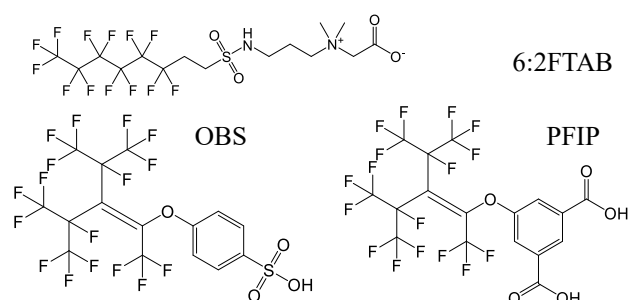


図 1 泡消火薬剤から検出された主要な PFAS の構造式

4. 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費の助成を受け実施した。(3-2102: JPMEERF20213002)

参考文献

- 1) Morten K Moe *et al.* (2012) *Chemosphere*, **89**(7), 869–75
- 2) Guochun Lv and Xiaomin Sun (2021) *Journal of Hazardous Materials*, **417**, 125991
- 3) 深沢正嗣ら (1985) 含フッ素芳香族カルボン酸類の製造法, 株式会社ネオス, JP S6051146A

キーワード PFAS, 定性分析, TOF-MS, 泡消火薬剤

身近な撥水加工製品に含まれる有機フッ素化合物 PFAS の含有実態調査

Investigation of per- and polyfluoroalkyl substances in water-repellent products on the Japanese markets

横浜国立大学 ○小澤真人, 齋藤隼輝, 国立環境研究所 松神秀徳, 横浜国立大学 三宅祐一

1. 緒論

有機フッ素化合物 PFAS は残留性、高蓄積性、有害性が懸念され、2019 年には PFOA および PFOA 関連物質が残留性有機汚染物質に指定されるなど、PFAS 全体の管理が求められる。近年、撥水加工製品中のポリマーから PFAS が分解生成すると報告され、分解生成能を含めた評価が必要である。しかし、化合物ごとの個別分析だけでは PFAS の網羅的測定やポリマーの測定が困難である。本研究では、PFAS 個別分析に加え燃焼イオンクロマト (CIC) 法による総フッ素分析を行い、ポリマーを含めた撥水加工製品中 PFAS の含有実態を調査した。

2. 方法

1989 年から 2022 年製の撥水加工繊維 23 製品、2022 年市販の食品接触素材 30 製品を対象とした。3 cm 角に切った各試料をメタノール 5 mL 中で 30 分間超音波抽出し、GC-MS/MS、LC/HRMS による 72 種の PFAS 個別分析を行った。また、各試料を 1 mg に裁断し、CIC による総フッ素分析を行った。さらに、抽出液 5 mL に 1 M NaOH を 1 mL 加えて 50°C、24 時間の加水分解を行った後、同様に PFAS 個別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. PFAS 個別濃度および総フッ素濃度

PFAS 個別分析の結果、分析対象の PFAS は繊維 13 製品、食品接触素材 1 製品で 0.0069~1.6 mg-F/kg で検出された。そのうち 2012 年以前の繊維 10 製品では PFOA および PFOA 関連物質 (8:2FTOH、10:2FTOH、12:2 FTOH、8:2diPAP) が最大 1.4 mg-F/kg で検出されたが、バーゼル条約の技術ガイドラインにおける濃度指針値 (50 mg/kg) を超過した製品は無かった。一方で CIC 分析の結果、総フッ素濃度は、繊維のうち衣類 5 製品で 140~85000 mg-F/kg、カーペット 7 製品で 240~860 mg-F/kg であり、また食品接触素材では、紙製の皿や袋、ランチボックス等の 9 製品から 13~1800 mg-F/kg で検出された。PFAS 個別分析の合計濃度と比較し、28~190000 倍高濃度であり、分析対象ではないフッ素化合物の使用が示唆された。

3.2. 加水分解による個別 PFAS の濃度変化

ポリマーの分解生成能を評価するため、製品抽出液に加水分解処理を加え、PFAS 個別分析を行った。繊維では、衣類 5 製品とカーペット 4 製品で、加水分解により PFOA 関連物質 (8:2FTOH、10:2FTOH、12:2 FTOH) の濃度が最大 1300 mg-F/kg 増加した。また、食品接触素材では、紙皿、紙袋、ボックスを含む 4 製品で、加水分解後に 6:2FTOH の濃度が最大 670 mg-F/kg 増加した。一部の製品では、加水分解後に主に FTOH を生成することが明らかになり、PFAS の分解生成能を含めた評価が必要であると考えられる。

3.3. フッ素のマスバランス解析

総フッ素が検出された繊維 12 製品、食品接触素材 9 製品について、フッ素のマスバランス解析を行った (図 1)。繊維 8 製品では、分解生成物の 8:2FTOH、10:2FTOH、12:2 FTOH が、また食品接触素材 1 製品では分解生成物の 6:2FTOH が、総フッ素濃度の 20%以上を占め、FTOH の分解生成能を有する PFAS またはポリマーの含有が示唆された。一方で、2013 年以降の 11 製品では、総フッ素濃度の 98%以上が個別分析で検出されない未知フッ素化合物であり、加水分解しにくいポリマーや個別分析対象以外の PFAS の含有が示唆された。これら未知 PFAS について、同定を含めた更なる調査が必要である。

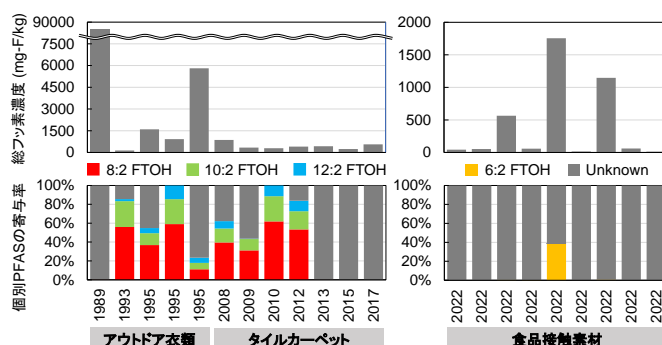


図 1 総フッ素濃度および個別 PFAS の寄与率

4. 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費の助成を受け実施した。(3-2102: JPMEERF20213002)

参考文献

1) van der Veen *et al.* (2020) *Chemosphere*, **249**, 126100
キーワード 撥水加工製品、PFAS、CIC 法

泡消火薬剤中有機フッ素化合物 PFAS の包括的定量分析に基づいた経年動向解析 Time trend analysis based on simultaneous determination of PFAS in firefighting foams

横浜国立大学 ○齋藤隼輝, 国立環境研究所 松神秀徳, 横浜国立大学 三宅祐一

1. 緒論

有機フッ素化合物 PFAS は、残留性、高蓄積性、有害性が懸念され、PFAS 全体の管理が求められる。近年、泡消火薬剤中の PFAS は、POPs 規制を背景に代替が進み、代替 PFAS を含めた管理が求められる。しかし、化合物ごとの個別分析だけでは、数千種以上存在する PFAS の網羅的測定が難しい。本研究では、PFAS 個別分析に加えて、総フッ素分析によるフッ素マスバランス解析、酸化分解・加水分解による PFAS 分解生成能の評価を行い、泡消火薬剤中 PFAS の経年動向解析を行った。

2. 方法

1983 年から 2022 年に製造された PFAS 含有泡消火薬剤 59 製品（フッ素たん白泡 34 製品、水成膜泡 25 製品）を対象とした。製剤をメタノールに溶解させ、LC/HRMS による 57 種の PFAS 個別分析、および燃焼イオンクロマトグラフ (CIC) による抽出可能有機フッ素 (EOF) の分析を行った。また、製剤溶液 20 mL に $K_2S_2O_8$ 150 mM、NaOH 400 mM の水溶液 20 mL を加え、85°C で 6 時間反応させた後¹⁾、同様に PFAS 個別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. PFAS 個別濃度およびマスバランス解析

泡消火薬剤 59 製品に対する PFAS 個別分析の結果、6:2FTAB が主に検出され、たん白泡 20 製品で 190~870 mg-F/kg、水成膜泡 22 製品で 780~11000 mg-F/kg であり、6:2FTAB が分析対象 57 種の総濃度に対し 95%以上を占めた。なお、現在 6:2FTAB は未規制であるが、USEPA は 2022 年に 6:2FTAB の調査指示を発表し、情報収集が進められている。一方で、CIC 分析の結果、EOF 濃度はたん白泡 34 製品で 120~6000 mg-F/kg、水成膜泡 25 製品で 1500~14000 mg-F/kg であった。フッ素マスバランス解析の結果、水成膜泡の 8 割の製品では、PFAS 個別濃度が EOF 濃度の 50%以上を占め、6:2FTAB 等の個別 PFAS が製剤中 PFAS の主成分と示唆された。一方、たん白泡の半数以上では、EOF 濃度の 90%以上が個別分析で同定できない未知フッ素化合物であり、MS 測定では新規 PFAS と考えられるピークが検出された。今後、これら新規 PFAS の同定・定量について検討が必要である。

3.2. 酸化分解後のカルボン酸 PFCA の濃度

酸化分解処理により、製剤中 PFAS をフッ化炭素鎖長が同じかより短鎖のカルボン酸 PFCA に変化させ、PFCA の分解生成能を調査した。未知フッ素化合物が高い割合を占めたたん白泡 34 製品について、酸化分解後の PFCA 濃度を図 1 に示す。2001 年以前は、C8 カルボン酸が C4~C16 全体の 17~71%を占め、C8 鎖ベースの製剤が主であった。その後 2007 年以降は、C9 以上の長鎖を含む製剤に加えて C7 以下の短鎖ベースの製剤にシフトし、2021 年以降は C7 以下の短鎖ベースの製剤が主となった。現在配備される PFAS 含有泡消火薬剤は、C8 鎖以上を含む製剤も存在する一方で、経年的に C7 以下の短鎖ベースにシフトしており、今後 C7 以下の短鎖 PFAS の使用量の増加を踏まえた実態把握、管理が重要になると考えられる。なお、図 1 で黒棒となった製剤について、EOF 濃度は 360~4600 mg-F/kg である一方、酸化分解前後で PFCA を含む個別 PFAS は検出されず、カルボン酸に酸化分解しない成分や個別分析対象以外の分解生成物の存在が示唆された。酸化分解後も検出されない PFAS について、同定をはじめ更なる調査が必要である。

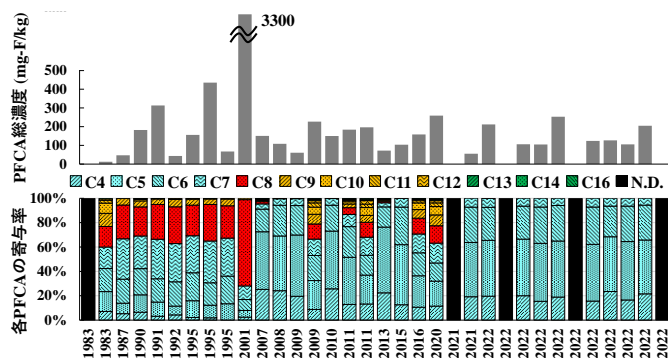


図 1 フッ素たん白泡の酸化分解後の PFCA 濃度

4. 謝辞

本研究は、環境研究総合推進費の助成を受け実施した。(3-2102: JPMEERF20213002)

参考文献

1) Erika F. Houtz and David L. Sedlak (2012) *Environ. Sci. Technol.*, **46**, 9342–9349

キーワード PFAS、泡消火薬剤、総フッ素分析法

災害・事故時を想定した多環芳香族炭化水素類の個人曝露評価のためのシリコンパッシブ法の開発

A Passive Sampling Method Using Silicone Wristband for Exposure Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Emergency Situations

横浜国立大学 ○田川瑛梨, 三宅祐一, 労働安全衛生総合研究所 王齊, 静岡県立大学 雨谷敬史

1. はじめに

多環芳香族炭化水素類 (PAHs) およびそのハロゲン化誘導体 (XPAHs) は燃焼活動から非意図的に生成し、その一部は高い有害性を示すことが知られている。PAHs・XPAHs 測定のため、シリコンリストバンドを用いたパッシブ法が報告された¹⁾。本手法は外部電源を必要とせず被験者への負担が少ないため、災害・事故時など非定常状態で同時に多くの人の個人曝露評価を行うことが可能であると考えられる。本研究では幅広い条件でシリコンリストバンドによる測定を実施し、迅速な個人曝露評価のためのスキームを検討した。

2. 方法

前洗浄したシリコンリストバンドを乾燥させ、パッシブサンプラーとして使用した。捕集後はサンプラーを切り分け、ジクロロメタンで抽出し、抽出液を精製した。また、パッシブ法と並行し、ミニポンプを用いて大気中濃度を測定した。これらのサンプルは GC-MS/MS (GC 7890B / MS 7010B, Agilent Technologies、GC 8890 / MS 7010C, Agilent Technologies) で分析した²⁾。各種類のサンプラーの前処理における PAHs・XPAHs の回収率は 61-116%であった。

3. 結果と考察

3.1. 大気中濃度と捕集量の関係

シリコンリストバンドを用いたサンプリングの結果、対象物質とした 70 種全てが検出された。また、対象物質の 79%にあたる 55 種の物質において、アクティブ法で測定した大気中濃度とシリコンリストバンドでの捕集量の間に関連関係が認められた ($p < 0.01$)。これより、シリコンパッシブ法を用いて大気中濃度が推算できることが明らかになり、捕集速度に相当するサンプリングレート (SR) は $0.0047 \sim 23$ ($L \text{ min}^{-1} \text{ WB}^{-1}$)と決定できた。なお、本研究での PAHs の測定濃度範囲は、森林火災時において報告された屋外・屋内 PAHs 濃度³⁾をカバーしており、災害・事故時にシリコンパッシブ法が適用できることが示唆された。

3.2. 個人曝露評価のためのスキーム

実際にシリコンパッシブ法を用いて個人曝露量の評価を行う際のスキームを図 1 に示す。災害・事故発生の当日または翌日にサンプラーの配布およびサンプリングが可能であると仮定すると、最短で数日後には PAHs・XPAHs の個人曝露量の評価が可能である。また、SR が算出されていない SVOCs については、現地においてアクティブ法を同時並行で実施することで、簡易的な個人曝露量を算出できる。仮に、電源が確保できないなどの理由から SR 算出のためのアクティブ法が実施困難である場合でも、サンプラーでの捕集量とそれを携帯していた被験者の行動範囲から、被害地域におけるおおよその SVOCs 濃度分布が把握できると考えられる。今後は、前処理において最も時間がかかるサンプラーからの抽出工程の短縮や、PAHs・XPAHs 以外の SVOCs の SR について検討を行う予定である。



図 1 個人曝露評価のためのスキーム

4. 謝辞

本研究は JSPS 科研費・基盤研究 (B) (課題番号: 21H03614)、および環境研究総合推進費 (JPMEERF 18S11704、JPMEERF20231M04) の助成を受け実施した。

参考文献

- 1) O'Connell *et al.* (2014) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 3327-3335; 2) Sei *et al.* (2021) *Chemosphere*, **271**, 129535;
- 3) Ghetu *et al.* (2022) *Environ. Sci. Technol.*, **56**, 10042-10052

キーワード: パッシブサンプリング, 多環芳香族炭化水素類 (PAHs), シリコンリストバンド

カーシート製品に含まれる臭素系難燃剤の年代別使用実態の調査

Time Trend of Brominated Flame Retardants in Car Seats

横浜国立大学 ○永井大貴, 齋藤隼輝, 三宅祐一, 労働安全衛生総合研究所 王斉, 静岡県立大学 雨谷敬史

1. 緒論

臭素系難燃剤 (BFRs) は製品中で広く使用されてきたが、その残留性から一部の BFRs は使用が規制されている。近年では様々な代替 BFRs の使用が進んでいるが、LC-MS/MS や GC-MS/MS を用いた BFRs 個別分析だけでは、未知の BFRs を含めた網羅的測定ができない。そこで本研究では、幅広い年代のカーシート製品を対象とし、BFRs 個別分析および燃焼イオンクロマト (CIC) 法による総臭素分析の結果を比較することで、未知臭素化合物を含めた BFRs の年代別使用実態を調査した。

2. 方法

1996 年から 2017 年に製造された乗用車のカーシート 55 製品を対象とした。各製品の生地部分 0.1 g について、テトラヒドロフランおよびトルエンにより超音波抽出、遠心分離を行い、上澄み液をアセトニトリルで希釈し 1 mL に定容して、LC-MS/MS による BFRs (25 種) 個別分析を行った。また、各製品の生地部分を 1 mg の大きさに切り、CIC による総臭素分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. BFRs 個別濃度および総臭素濃度

カーシート 55 製品に対する BFRs 個別分析の結果、対象物質 25 種のうち 5 種の BFRs (DecaBDE、 α -HBCD、 β -HBCD、 γ -HBCD、TDBP-TAZTO) が 19 製品で検出され、その濃度は、DecaBDE が 2500~13000 mg-Br/kg、HBCDs が 90~4800 mg-Br/kg、TDBP-TAZTO が 22000 mg-Br/kg であった。HBCDs は PBDEs の代替 BFRs の 1 つと報告されており、今回の調査結果では、2006 年前後において、PBDEs 製品と並んで代替の HBCDs を含む製品が確認された。この時、2013 年以降に HBCDs が検出された製品は無く、2013 年に HBCDs が POPs に指定され、その後の規制による影響が考えられた。また、2016 年の製品では、未規制の TDBP-TAZTO が 22000 mg-Br/kg と高濃度で検出され、近年導入が進んでいる新規 BFRs であると示唆された。一方で、燃焼イオンクロマト法による総臭素分析の結果、臭素が検出されたのは、個別 BFRs が検出された全 19 製品、および個別 BFRs が検出されなかった 2003 年以前の 4 製品であり、

その濃度は 2000~68000 mg-Br/kg であった (図 1)。

3.2. 臭素のマスバランス解析

CIC 分析により総臭素濃度が 2000 mg-Br/kg 以上で検出された 23 製品について、BFRs 個別濃度と総臭素濃度を比較し、臭素のマスバランス解析を行った (図 1)。2006 年および 2016 年の 2 製品では、BFRs 個別分析でそれぞれ検出された HBCDs および TDBP-TAZTO が総臭素濃度の 80%以上を占め、これらの BFRs が製品中 BFRs の主成分であると示唆された。一方で、その他 21 製品では、総臭素濃度の 60%以上が個別分析対象以外の未知臭素化合物であった。HBCDs が主成分である 2006 年製品の前後年の 6 製品では、同様に HBCDs が検出された一方で、総臭素濃度の 90%以上が未知臭素化合物であり、これらの製品では HBCDs 以外の BFRs、または製品から容易に抽出できないポリマーの含有が示唆された。今後、製品中の未知 BFRs の同定および定量について検討が必要である。なお、今回 BFRs 個別分析で DecaBDE が検出された全 11 製品において、DecaBDE 濃度は総臭素濃度の 40%未満となっており、個別分析の前処理において、DecaBDE が溶媒へ完全に抽出されていない可能性があるため、今後、DecaBDE の抽出方法の検討が必要と考えられる。

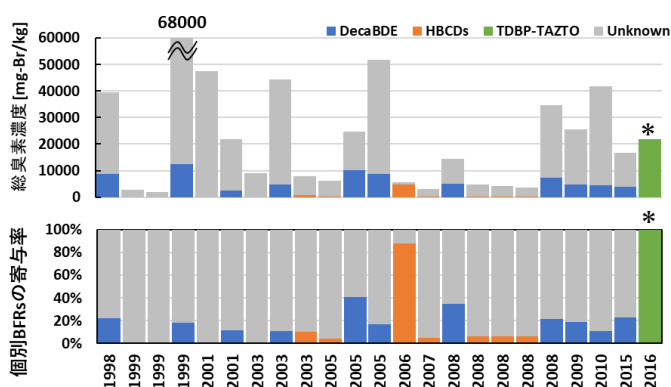


図 1 総臭素濃度および個別 BFRs の寄与率

参考文献

1) Lixi Zeng *et al.* (2014) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 12586-94

キーワード BFRs, CIC 法, 個別分析, カーシート

日本における木質バイオマス発電の炭素中立条件：バイオエネルギー換算係数の検討

Carbon Neutral Conditions of Woody Biomass Power Generation in Japan: Examination of Bioenergy Conversion Factor

立命館大学大学院 ○林亮介, 立命館大学 橋本征二

1. はじめに

再生可能エネルギーの固定価格買取制度のもと、再生可能エネルギーの導入拡大が進められている。しかしながら、木質バイオマス発電については、その炭素中立性に関する疑問も指摘されている¹⁾。木質バイオマス発電は、化石燃料を用いた通常の火力発電と比較すると発電効率が低く、同量の電力を生産するために一時的にはより多くの二酸化炭素を排出すること、排出した二酸化炭素を再び森林で固定するまでの時間が長く、この間は「炭素負債」²⁾をかかえることになること等の指摘である。本研究では、日本における木質バイオマスを対象に主に間伐材を用いた場合の木質バイオマス発電の炭素負債を評価し、その炭素中立条件について検討した。

2. 方法

2.1 炭素負債とシナリオ

木質バイオマス発電による GHG 排出量が、化石燃料を用いた通常の火力発電による GHG 排出量を上回っている場合、これを炭素負債 $C_d(t)(t-C)$ とする²⁾。

$$C_d(t) = C_s(t) - C_s^h(t) - \sum_{n=1}^t C_h(n) \times \eta$$

ここで、 $C_s(t)$ は間伐材を残置した場合の森林の時間 t における炭素貯蔵量($t-C$)、 $C_s^h(t)$ は間伐材をバイオマス発電に利用した場合の森林の時間 t における炭素貯蔵量($t-C$)、 $C_h(n)$ は時間 n に収穫された間伐材の炭素量($t-C$ /年)である。 η はバイオエネルギー換算係数であり、木質バイオマスの炭素量に対して、同量の電力を得るための化石燃料の炭素量(—)である。

$$\eta = LCG_t \div LCG_b$$

ここで、 LCG_t は火力発電のライフサイクル GHG 排出量($g-CO_2/kWh$)、 LCG_b は木質バイオマス発電のライフサイクル GHG 排出量($g-CO_2/kWh$)である。 LCG_t については、石炭、石油、天然ガスの各火力発電の電源構成を考慮したライフサイクル GHG 排出量を LCG_{t1} 、石炭火力発電のみのライフサイクル GHG 排出量を LCG_{t2} とし、それぞれのバイオエネルギー換算係数を η_1 、 η_2 とした。

2.2 条件設定

下記の条件のもと炭素負債を試算した。

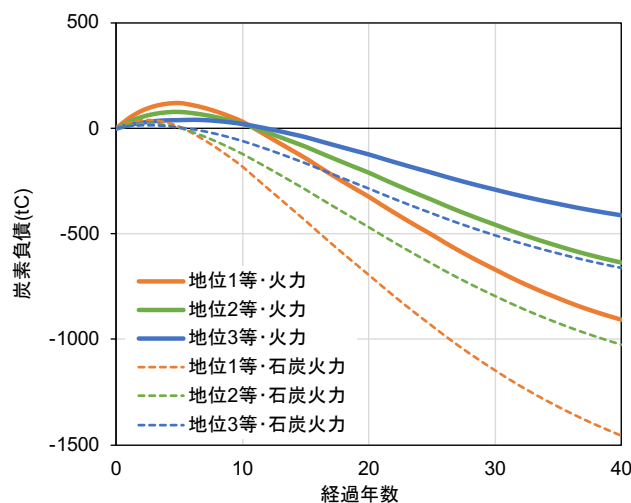


図1 スギ間伐材利用の炭素負債

- ① 木質バイオマスの種類：スギ及びヒノキの紀州地方 地位1等から3等の間伐材
- ② 初期状態：面積40ha、林齢20年の森林
- ③ 主伐周期：初期状態から開始し、林齢40年に達した後、1haずつ皆伐・植林を実施、以後林齢40年ごと

3. 結果と考察

ここでは、スギ間伐材を用いたバイオマス発電の炭素負債の推計結果を図1に示す。いずれも間伐材の利用を開始した初期に炭素負債が生じるが、その後マイナスとなり炭素排出回避量(炭素資産)が増加する結果となった。なお、間伐材の収穫が多い地位1等の炭素負債・炭素資産が大きくなった。

また、石炭、石油、天然ガスの各火力発電の電源構成を考慮して比較した場合(図中「火力」)の炭素負債は約10年、石炭火力発電と比較した場合(図中「石炭火力」)の炭素負債は約6年で返済できる結果となった。なお、地位間で返済期間の差異はほとんどなかった。

参考文献

- 1) Norton, M., et al.: GCB Bioenergy, 11, 1256–1263, 2019
- 2) Mitchell, S.R., M.E. Harmon, K.E.B. O'Connell: GCB Bioenergy, 4, 818–827, 2012

キーワード 再生可能エネルギー, 炭素負債, 間伐材

神戸市における市民農園の経年的分布変化とその周辺土地利用との関係性

Research on the Relationship between the Long-Term changes in allotment gardens and Their Relationship to Surrounding Land Use in Kobe City

神戸大学人間発達環境学研究科 ○楊時宇, 大野朋子

1. はじめに

市民農園は、農業体験などアメニティとしての効果だけでなく、都市緑地として生物多様性保全や雨水貯留浸透機能などグリーンインフラとしても期待されている。しかし、市民農園は宅地開発等の都市化の影響を受けやすい立地に分布することが多く、その継続性の担保は課題の一つである。これまで、市民農園に関する研究は多数報告されているが、市民農園の維持について周辺土地利用との関係から探った研究は見られない。

そこで本研究では、市民農園の分布と周辺土地利用との関係について、GISを用いて空間的に経年変化を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 解析対象地

解析対象として神戸市におけるすべての市民農園(「神戸市内の貸農園のご案内」, 「PotGraphで家庭菜園を楽しもう」に記載されているもの)を選定した。神戸市は日本の市民農園の本格的な発展段階を率先して参加した¹⁾市民農園の発展を牽引してきた重要な地域である。

2.2 市民農園の分布とその経年変化の把握

国土地理院撮影、神戸市の1980年(縮尺1/10,000または1/40,000), 1990年(縮尺1/12,500), 2000年(縮尺1/10,000または1/40,000)の空中写真とGoogle Earth Proを用いて1980および1990, 2000, 2010, 2020年における対象地の市民農園を目視により特定した。特定した市民農園をESRI社ArcGis Pro 2.7.0を用いて面積を算出した後、開園から2020年にかけて、面積拡大したものを(A)タイプ、縮小したものを(B)タイプ、面積が変わらないものを(C)タイプとして3分類した。1980-1990年代および1990-2000, 2000-2010, 2010-2020の4時期において個々の市民農園の変化タイプを捉え、経年的な変化を把握した。

2.3 市民農園の経年変化と土地利用との関係把握

第6-7回(1999~)全国植生調査の1/25,000現存植生図と第2-5回(1979-1999)の1/50,000既存植生図を用いて市民農園の分布変化と土地利用との関係性を分析した。土地

利用区分は田畑, 樹林地, 水域, 市街地の4区分とした。面積変化の見られた農園に対してGISのオーバーレイ機能より変化した各土地利用面積を年代別に算出した。

3. 結果

3.1 市民農園の経年変化の特徴

神戸市に現存(2020年時点)する市民農園の総数は67箇所である。表1より最も新規の市民農園が増えた時期は1990-2000年代であった。

表1 年代ごとの市民農園の新設及びタイプ別個所数

年代別	新規市民農園 (箇所)	累計 (箇所)	変化タイプ (箇所)		
			A	B	C
1980-1990	11	11	4	1	6
1990-2000	24	35	8	6	10
2000-2010	21	56	6	1	14
2010-2020	11	67	0	0	11

3.2 市民農園の分布変化と土地利用との関係把握

年代別における市民農園の面積変化とその土地利用調べた。市民農園の面積増加が最も顕著なのは2000-2010年で、逆に縮小が最も顕著なのは2010年以降の10年間である。全体を通して市民農園面積の変化は田畑に集中しているが、特に1990-2000年代では、拡大した面積の土地利用は69.1%が田畑, 29.8%が樹林地であった。2010-2020年代では、縮小した面積の10.1%が樹林地, 17.6%が市街地に置き換わったことが明らかになった。

4. おわりに

神戸市に市民農園が本格的に始まってから40年以上経つ。1990-2000年代から、市民農園は大幅に整備され、田畑や樹林地が開発された。2000-2010年代では、神戸市における市民農園は、面積が最も大幅に増加した。2010-2020年代では市街地に転用された農園が見られる。

参考文献

1) 進士五十八(2010) グリーン・エコライフ「農」とつながる緑地生活, 小学館, p44

キーワード グリーンインフラ・植生・都市緑地・GIS

不飽和土壌中の揮発性有機化合物による地上室内健康リスクへの大気圧変動の影響

Effects of atmospheric pressure variation on above-ground indoor health risks caused by volatile organic compounds in unsaturated soil

横浜国立大学 ○島生成, 林知美, 李京, 小林剛

1. はじめに

揮発性有機化合物(VOC)土壌汚染地では、豊洲の事例のように気相経由の曝露が不安視されることが少なくない。特に、室内健康リスクが懸念され、不飽和土壌中のVOCの放散挙動は温度、大気圧、降水の影響を受けるが、これらの影響まで健康リスク評価で十分に考慮できていない。建屋下では温度変動は小さく降水はないと見なせるが、大気圧変動はある。本研究では、室内健康リスクへの大気圧変動の影響を一方向移流・拡散挙動の推算結果から確認・考察した。

2. 放散流束と室内濃度の推算方法、感度解析方法

土壌を一段の厚み 0.01m で区切り、30 秒間ごとの不飽和土壌からの放散流束と室内濃度を推算した。放散流束は、大気圧降下時は(1)式、上昇時は(2)式により大気膨張や収縮を考慮して推算した。室内濃度は(3)式により推算した。放散面積はテトラクロロエチレン(PCE)による実汚染事例のヒストグラムの最頻値 75 m²とした。床面積は 100 m²とした。床面被覆率は床材の間隙からの放散を想定し 0.9 とした。室内天井高さは多くの住宅メーカーで採用されている 2.4m、室内換気率は建築基準法で 12 回/d 以上の機械換気設備の設置が義務付けられていることから 12 回/d とした。

$$F = D(C_{g,nj-1} - C_{r,j-1})/\Delta z + V_g(i+1 + pol_n + l_n) \left(\frac{P_{aj-1}}{P_{aj}} - 1 \right) \frac{P_{aj}}{P_{aj-1}} C_{g,nj-1} / (S_f \Delta t) \quad \dots(1)$$

$$F = D(C_{g,nj-1} - C_{r,j-1})/\Delta z - V_g(i+1 + pol_n + l_n) \left(1 - \frac{P_{aj-1}}{P_{aj}} \right) \frac{P_{aj}}{P_{aj-1}} C_{r,j-1} / (S_f \Delta t) \quad \dots(2)$$

$$C_{r,j} = (1 - A) \times F \times S_f / (H \times Rv \times S_r) \quad \dots(3)$$

F : 放散流束[mg/m ² /d]	D : 見かけの土壌中の拡散係数[m ² /d]
C _{r,j} : 室内大気濃度[mg/m ³]	C _{g,nj-1} : 地表部の間隙気相濃度[mg/m ³]
Δz : 土壌一段の厚み[m]	Δt : 時間間隔[d]
V _g : 間隙気相体積[m ³]	pol _n : 汚染源段数[段]
l _n : 汚染源と帯水層間の土壌段数[段]	P _{aj} : 大気圧[Pa]
A : 床面被覆率[-]	H : 室内天井高さ[m]
S _r : 放散面積[m ²]	Rv : 室内換気率[回/d]
S _f : 床面積[m ²]	

標準汚染シナリオは土質が豊浦砂で PCE の汚染が深さ 0.5m~1m に存在するとした。汚染源については間隙水相濃度が地下水環境基準値の 10 倍の濃度で一定とし、固相と間隙水相、間隙水相と間隙気相の濃度が平衡とした。大気圧変動データは東京都千代田区丸の内公園東京管区気象台の 1 年間のアメダスデータを用いた。感度解析では、標準汚染シナリオから土質、換気率などを変えて室内濃度を推算した。

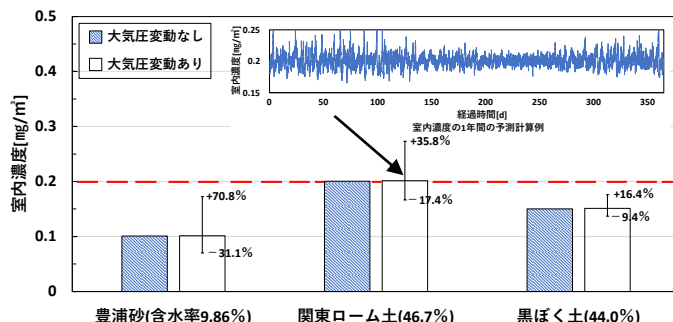


図1 異なる土質での室内濃度の年平均値と変動率の計算例

3. 結果・考察

感度解析の例として、土質が異なる場合の室内濃度の推算結果を図1に示した。土質間で約2倍の差が生じた。また、PCEの大気環境基準値 0.2 mg/m³と室内濃度の年平均値とを比較すると、0.2 mg/m³を0.7%超える程度であった。さらに、換気が停止するなど、室内換気率が 1/5 となった場合は図1の5倍の濃度となる。加えて、各時間の室内濃度の変動率は最大値で+16.4%~+70.8%であったことから、大気圧の低下に換気の不十分な状況が重なれば、一時的には室内濃度が基準値の約7倍となることも想定される。土質間での室内濃度の変動率の違いについて、土壌間隙空気は大気圧の上昇や降下に伴い、収縮や膨張して土壌への大気の吸込み、土壌間隙空気の室内への放出が起こる。有機炭素含有率の大きい土壌ほど、その過程での土壌固相におけるVOCの脱離量や吸着量が多く、土壌間隙気相濃度の変化が抑制されることが原因と考えられる。

4. 結論

標準汚染シナリオから関東ロームに変えた時の室内濃度の年平均値は、PCEの大気環境基準値を0.7%超える程度であり、今回の室内濃度レベルでは、大気圧変動による健康リスクの大きな増加はないことが分かった。しかし、大気圧の低下に換気が不十分な状況が重なれば、一時的に室内が高濃度となる可能性があり、注意が必要と考えられた。

キーワード 土壌汚染, 揮発性有機化合物, 大気圧変動, 室内健康リスク

シンポジウム

シンポジウムー1

「多様な学問分野における環境科学研究の最前線」

9月7日(木) 14:00～16:30

シンポジウムー2

「市民や企業の環境配慮行動促進のための社会実験と実装」

9月7日(木) 14:00～16:30

シンポジウムー3

「地域と地球をつなぐ階層的環境ガバナンス」

9月8日(金) 9:00～11:30

シンポジウムー4

「脱炭素社会の実現に向けて統合評価モデル研究は何ができるか？」

9月8日(金) 9:00～11:30

シンポジウムー5

「地域生活分野への気候変動影響の評価と適応策の検討」

9月8日(金) 12:30～15:00

シンポジウムー6

「水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用化の現状と課題」

9月8日(金) 12:30～15:00

シンポジウムー7

「地域脱炭素化の加速に向けた計画策定の支援システム」

9月8日(金) 12:30～15:00

シンポジウムー1

「多様な学問分野における環境科学研究の最前線」

オーガナイザー 山本佳世子（電気通信大学）教授
岩本茂子（電気通信大学）協力研究員

趣旨説明：グローバルサウスとは発展途上国と同様の意味で用いられる言葉であり，南半球に多いアフリカ，ラテンアメリカ，アジアの新興国などが当てはまる．一方，2015年の国連サミットで加盟国の全会一致で採択された「持続可能な開発のための2030 アジェンダ」に，2030年までに持続可能でよりよい世界を目指す国際目標として持続可能な開発目標（SDGs:Sustainable Development Goals）が記載された．この目標は17のゴール・169のターゲットから構成され，地球上の「誰一人取り残さない」ことを誓うものである．本シンポジウムでは，若手研究者のこうした地域を中心としたSDGsに関連した研究成果について紹介するとともに，参加者とともに，グローバルサウス問題とSDGsの関連性について議論する．

Total Lightning Characteristics Associated with Torrential Rain in Japan: Early Prediction for Sustainable Strategy

The University of Electro-Communications ○Debrupa Mondal
The University of Electro-Communications Yasuhide Hobara
The University of Electro-Communications Hiroshi Kikuchi
Earth Networks Jeff Lapierre

1. Introduction

In 2021, the number of flood events increased by about 36% than the last two decades on average, and the fatalities accounted for nearly 40% of all weather-related hazards worldwide (Center for Research on the Epidemiology of Disasters, 2022). Due to the topography, the area near short and steep rivers, and foothills of mountains are prone to flash flood during short-term heavy precipitation events and these events also caused most fatalities (due to the floods and the landslides 43.9% and 53.8% respectively) in Japan. With the rising intensity and severity of these torrential rainfall events, the need for an accurate earlier prediction of occurrence as well as the quantitative parameters such as rainfall amount is becoming obvious. Investigating the correlation and temporal dependencies of heavy rain and lightning, Gungle and Krider (2016) have shown that Cloud to Ground (CG) lightning can be used for heavy rain estimation during warm season ThunderStorms (TSs) in Florida. Hobara *et al*, 2017 & Ogawa *et al*, 2018 have indicated that Total Lightning (TL) i.e. In-Cloud (IC) as well as CG have a better positive correlation with Precipitation Volume (PV) for summer TSs in Japan but no major time lag between these two have been found. In this study, we demonstrate the overall picture of the development of TS clouds and precipitation cores associated with TSs by using TL data and high-speed full-volume scan weather radar data. Early prediction possibility of torrential rainfall using the TL along with the meteorological parameters is proposed.

2. Data and Methods

The rainfall data were obtained from the Ministry of Land, Infrastructure, Transport, and Tourism's eXtended RADar Information Network which covers most parts of Japan around 14 major cities. The network is composed of 26 C-band radars and 39 X-band multiparameter (X-MP) radars. The X-MP radars produce 3-dimensional volume scan data ranging from 0° to 20° by scanning twelve elevation angles. X-band and C-band radar-derived, high resolution (temporal resolution of 1 min, and spatial resolution of 250 m), composite ground rainfall intensity data (mm/h) is also collected from XRAIN.

TL data associated with the torrential rain events were collected from Japanese Total Lightning Network (JTLN) which consists of 16 Earth Networks Total Lightning Sensors

over Japan deployed by the University of Electro-Communications (UEC) and jointly operated with Earth Networks. We have collected lightning parameters such as types of lightning (IC and CG), time of occurrence (UT), location (latitude-longitude), and lightning polarity for each lightning discharge.

3. Results

From every 5-min full volume scan data of the weather radar, constant altitude plan position indicator (CAPPI) plots were produced and a smaller (smaller than typical precipitation cell scale) area (precipitation core) of analysis was selected. For the detailed analysis of development of the storm with TL distribution, we took maximum radar reflectivity projection on horizontal (NS-EW) and vertical planes (EW-Altitude) for the selected range. For an isolated TS event with heavy rainfall (max. >100 mm/h), that occurred in Saitama prefecture and caused flooding of Yanase river on August 30, 2017, we considered two precipitation cells formation and dissipation during the life cycle of the TS. For both cells, precipitation cores at higher altitudes (above 7 km)

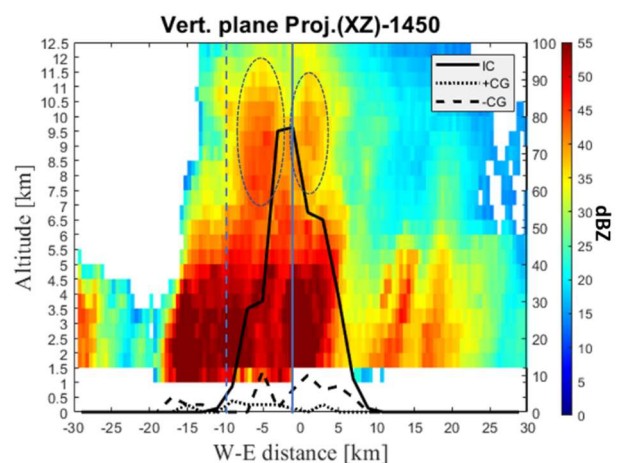


Figure 1 Maximum radar reflectivity projection on vertical plane with lightning distribution at 14:50

started evolving with the IC lightning occurrence (Figure 1, which shows high reflectivity cores above 7 km at 14:50 when the number of IC flash (black solid line) was maximum). The developed cores faded with the decrease in IC pulses. CG pulses are found to be concentrated in the precipitation core

region just before maximum ground precipitation. We have carried out a cross-correlation analysis between different lightning rates and PV (normalized cross-correlation between IC rate and high-altitude PV, IC rate and ground PV, CG rate and ground PV for the same time series) during the entire storm period. After cross-correlation, and considering the resultant time lag, the maximum correlation coefficients have been calculated. Higher altitude PV and IC rate showed a high correlation (correlation coefficient, $R=0.95$) and no time lag. A positive lag (lag = 1 i.e., time lag = 5 min) between ground PV and IC rate is observed which indicates IC pulses are 5 ~ 10 min ahead of ground PV for the entire TS activity. Whilst, the ground PV is observed to be more correlated with -CG ($R=0.88$) than +CG ($R=0.75$), and the time lag between them is shorter than 5 min. The temporal evolution plots of high altitude and ground PV with the TL, IC, and CG rates show that the peak of IC (or, IC lightning jump) comes 10 mins earlier than the maximum ground PV (Figure 2).

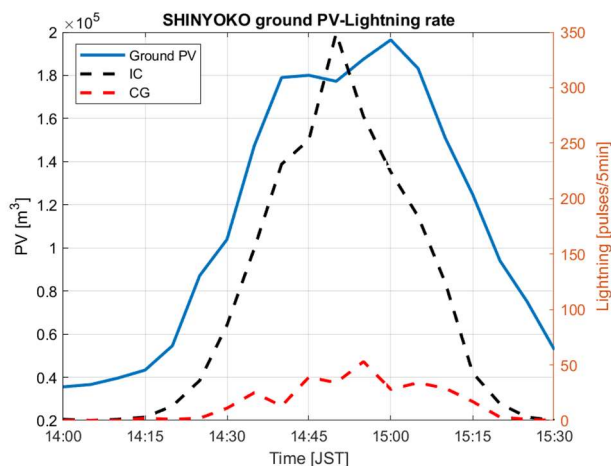


Figure 2 Temporal evolutions of ground PV and lightning pulse rates

4. Discussion

In the preliminary case study, for the isolated TS events analysis, we found that consideration of a smaller spatial scale (individual precipitation core) rather than the storm scale, resulted in a peak of IC (or, IC lightning jump) occurrence nearly ~10 min earlier than peak ground PV, which may be used as a precursory parameter for short-term prediction of maximum ground rainfall (Mondal *et al*, 2023). We have found the similar precursory signature for multicellular TSs as well. Also, as the IC lightning rate showed higher correlation with the high-altitude PV, we can use this parameter where there is poor radar coverage.

Besides observational data from radar, satellites, Lightning Detection Systems (LDSs) with numerical models and simulations, recent studies have used Machine Learning (ML) techniques to predict various severe weather phenomena. Our

ultimate goal is to develop an early warning system using machine learning based on the study to mitigate, eliminate or reduce the impacts and risks of hazards caused by severe weather events which can be applicable to Japan and other countries. The meteorological weather parameters are connected to the charging mechanism in a thunderstorm via various physical processes. So, along with the lightning parameter, daily, hourly, half Hourly, and 15-min data of meteorological parameters (such as temperature, relative humidity, wind speed, and direction, etc.) will be considered as the input variables to develop a ML model since they play an important role in shaping the occurrence of TS. Finally, the ML algorithm will be validated with observations. A more precise spatio-temporal prediction will ensure the safety and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters (SDG 13, Target 1).

References

- 1) B. Gungle and E. P. Krider (2006), Cloud-to-ground Lightning and Surface Rainfall in Warm-season Florida Thunderstorms, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 111, D19203.
- 2) Y. Hobara, S. Kono, T. Ogawa, S. Heckman, M. Stock and C. Liu (2017), Total Lightning Characteristics of Recent Hazardous Weather Events in Japan, *AGU Fall Meeting*.
- 3) T. Ogawa, Y. Hobara, H. Iwasaki, S. Heckman and M. Stock (2018), Statistical Study of The Relationship Between Total Lightning and Heavy Rainfall, *International Conference on Atmospheric Electricity*, Nara, Japan.
- 4) D. Mondal, Y. Hobara, H. Kikuchi and J. Lapierre (2023), Thunderstorms and Total Lightning Characteristics Causing Heavy Precipitation in Japan: A Case Study, *Radio Science Bulletin* (accepted).

Keywords: Total lightning, spatio-temporal analysis, extreme heavy precipitation

Geographic Visualization of Air Dose and Individual Exposure Using a Smart Sensor Device in Bangka Island, Indonesia

Institut Teknologi Bandung ○Rakotovao Lovanantenaina Omega
Institut Teknologi Bandung Sidik Permana
The University of Electro-Communications Yo Ishigaki
The University of Electro-Communications Kayoko Yamamoto

1. Introduction

Bangka Island in Indonesia is classified as having potential tin mines and is also home to naturally occurring radioactive material (NORM). The production of tin results in the generation of a huge amount of by-product called slag, which is considered a source of Technologically Enhanced Natural Occurring Radioactive Material (TENORM) [1]. Mining site workers can be exposed to Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials (TENORM) through the inhalation of tailings debris, and dust particles, as well as through skin contact [1]. The ELCR (Excess Lifetime Cancer Risk) and the AGDE (Average Glandular Dose in Mammography) research has established a clear correlation between working in tin ore mining areas and an elevated risk of developing radiation-related illnesses, notably cancer, among mining workers. These findings highlight that individuals who live in or are employed in mining regions face a greater likelihood of cancer incidence than residents of non-mining areas [2]. To assess the potential risks, this study uses a PM sensor device to measure the air dose and individual exposure, specifically focusing on particulate matter (PM) such as PM 2.5 and PM 10. The ambient exposure dose is also measured using Pocket Geiger (POKEGA) at the NORM site in Bangka, Indonesia. The measurement results are visualized on a map.

2. Measurement Methods

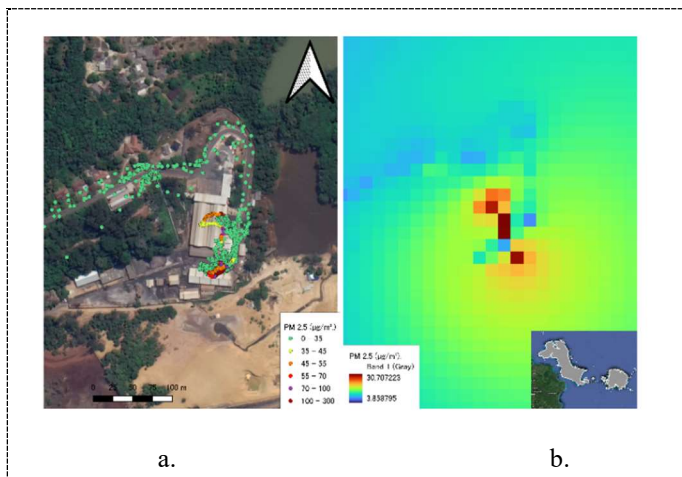
The values were recorded using Pocket PM 2.5 to measure particulate matter and a pocket Geiger called POKEGA to assess ambient dose. These measurements were taken at the NORM site, which is populated with people living, working, and residing in the surrounding. Both devices are equipped with GPS, enabling measurement at precise coordinates while recording real-time doses. The values are directly displayed on a smartphone, indicating the level of air quality through a color-coded chart ranging from blue, yellow, orange, red,

purple, and maroon, as well as the ambient dose in $\mu\text{Sv/h}$. The dose results were displayed on a map using QGIS (Quantum Geographic Information System) software version 3.32.0, a free and open-source geographic information System [5].

3. Results and discussion

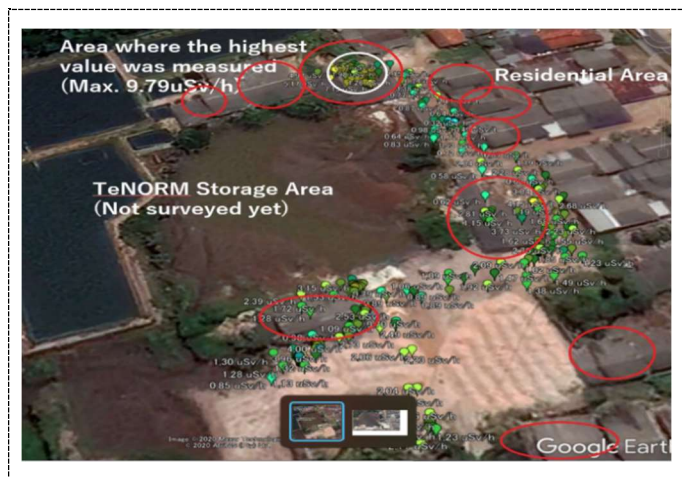
The highest recorded air dose reached $214.9 \mu\text{g/m}^3$, which is categorized as "very unhealthy" according to the Air Quality Index by the United States Environmental Protection Agency (US. EPA) [1]. This level of contamination was observed in the mining process area, indicating significant pollution. Regarding the ambient dose recorded in another area, the highest dose measured was $9.79 \mu\text{Sv/h}$ (Figure 2). This dose can lead to an annual exposure of 85.82 mSv , exceeding the annual dose limits set by the International Commission on Radiological Protection (ICRP) [3], which stipulate 20 mSv/year for workers and 1 mSv/year for the general public. These areas pose a serious threat to the health of workers and residents in the vicinity, who may be unaware of the dangers associated with high-dose exposure in their daily routines.

Figure 1 below describes the concentration value of PM 2.5 in one of the NORM sites, specifically an area of private tin mineral processing located in Bangka. The first side of Figure 1(a.) illustrates the dose points measured with the value during the monitoring. These measurements were taken at multiple points, revealing a color gradient ranging from green to purple. The color variation indicates that the air dose falls within the $100\text{-}300 \mu\text{g/m}^3$ range, categorized as "very unhealthy," and in some instances, even hazardous [3]. The highest dose was recorded in the dry ore separation plant where the sample of monazite, ilmenite, and zircon dust sample. On the other side figure 1(b.) is showing the interpolation of the value measured from all points recorded.



(Image generated by QGIS using Google Earth.)

Figure 1 Concentration of PM 2.5 in mineral processing NORM site (a. Recorded value of the NORM site area, b. Interpolation of the measured concentration)



(Image generated using Google Earth)

Figure 2 Ambient dose in Bangka NORM site (source: Yo Ishigaki)

The next figure (Figure 2) represents a research survey focusing on natural radiation in a different tin mining area in Bangka, depicts various areas, including a working place, residential areas, and storage. The dose was recorded using the POKEGA device, and the dose rate was measured in $\mu\text{Sv/h}$. The highest recorded value reached an alarming level of $9.70 \mu\text{Sv}$ or 85.8 mSv/year , significantly surpassing the dose limitation established by ICRP for both the general public and workers. This excessive dosage highlights a severe breach of the prescribed safety standards [4].

4. Conclusion

The NORM site in Bangka Island, particularly the mineral

processing area, exposes high particulate matter (PM) levels, with values reaching up to $214.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. This is represented by the color maroon on the map, indicating significant contamination in the area. Additionally, the ambient dose has exceeded the permissible limits for the public and workers, set at 1 mSv/year and 20 mSv/year , respectively. Based on these findings, it is crucial to take immediate action and prioritize public protection. Implementing strong communication strategies and raising awareness is essential to ensure the safety of workers and the general public through sustainable protection measures. The International Commission on Radiological Protection (ICRP) [4] outlines three principles for radiation protection: justification, optimization, and dose limitation of practices. These principles can be applied in this case by limiting the time spent in areas with high levels of exposure, maintaining distance from the source (such as keeping storage areas far from residential and public areas), and employing shielding measures to minimize exposure for both the general public and workers. In summary, our research has provided valuable insights into the measurement of PM 2.5 levels and radiation doses in various tin mining locations in Bangka. While this study encompassed different measurement sites, our future endeavors will prioritize broadening the scope of our measurements to encompass both PM levels and radiation doses within the same areas. By expanding our analysis, we aim to comprehensively assess the risks that the general public and workers may encounter, further enhancing our understanding of the potential hazards.

References

- [1] AIP Conference Proceedings 2381, 020045 (2021); Sri Murniasih, Devi Swasti Prabasiwi, and Kharistya Rozana The impact of radioactivity from tin mining on Bangka Island
- [2] UNSCEAR. Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Vol I.; 2000
- [3] U.S. EPA. Exposure Factors Handbook (1997, Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/P-95/002F a-c, 1997.
- [4] ICRP Publication 103: "The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection"
- [5] QGIS Development Team, 2009. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.org>

Keywords: PM 2.5, ambient dose, smart sensor, NORM

Investigating Multi-Decade Ecological Vulnerability of Punjab Province (Pakistan) Using Earth Observation Big Data

The University of Electro-Communications ○Muhammad Kamran

The University of Electro-Communications Kayoko Yamamoto

1. Introduction

Pakistan is the world's 5th most populous country in the global south. It is facing severe adverse effects of climate change [1]. Consequently, the eco-environment is under stress. In addition, it also lags behind in meeting sustainable development goals (SDGs) set by the United Nations (UN). According to the 2023 Sustainable Development Report (SDR), Pakistan ranks 128/166 countries included in the report. Therefore, there is a need to implement novel scientific approaches to aid in effective policymaking and implementation. Ecological vulnerability assessment (EVA) is an integrated scientific approach for evaluating the status of sustainable development at regional or local scales [2]. The EVA is conducted with the help of indicators that represent the natural, social or economic characteristics of the region. Earth observation technologies, particularly satellite remote sensing (RS), have undergone rapid development. It has proven to be a valuable tool for evaluating status and trends in various domains, including hydrology, agriculture, natural disasters, archeology, and urban studies etc. Accordingly, the use of RS datasets in EVA has also increased ever since [3]. The main reasons include the high temporal and spatial resolutions of RS datasets, low cost or free availability of data for research, and the ability to analyze phenomena over longer time series. This study also adopts a novel RS-based approach for EVA in Pakistan.

2. Study Area

Punjab Province (located approximately at 30°00 N, 70°00 E) is a central province of Pakistan that connects northern Pakistan to the southern parts. It is Pakistan's second-largest province in land area, covering 205,344 km². It is the most populous province in Pakistan. The Indus River and its four main tributaries Jhelum, Chenab, Ravi, and Sutlej Rivers, traverse Punjab from north to south. This is also one of the reasons why this region is sensitive to ecological change. The plain agricultural lands are famous for their agricultural productivity which ensures food security to large number of

people. Given these facts, sustainability or vulnerability can directly affect a large population. Therefore, the investigation of ecological vulnerability in the Punjab Province of Pakistan is prioritized.

3. Methodology

This study adopts a remote sensing ecological index (RSEI) to evaluate the ecological vulnerability of the Punjab Province, Pakistan. RSEI is composed of four indicators: greenness, dryness, wetness, and heat [4, 5]. Table 1 lists the technical names of these indicators in RS Science.

Table 1 Technical names of RSEI indicators in RS Science

RSEI Indicators	Technical name in RS Science
Greenness	Normalized Difference Vegetation Index
Dryness	Normalized Difference Bare Soil Index
Wetness	Tasseled Cap transformation
Heat	Land Surface Temperature

These factors are derived based on RS data and combined using principal component analysis (PCA). The integration of index weights through a principal component transformation can effectively avoid the influence of human judgement and rely only on the nature of the data itself.

This study uses the Landsat datasets to construct RSEI for 1990, 2000, 2010 and 2020. Table 2 lists the details of these datasets. Data for the same months (April to June) is used for each year to avoid the effect of seasonality. Approximately 23 Landsat images are required to cover the study area.

Table 2 Summary of datasets used.

Years	Datasets used
1990, 2000, 2010	TM (Landsat 5)
2020	OLI/TIRS (Landsat 8)

Prior to the construction of the RSEI, cloud cover is removed using cloud masking algorithms, and four indicators are normalized to unify their dimensions to 0–1 using the following equations.

$$NI_i = (I_i - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

where NI_i is a normalized index value, I_i is the value of the index in pixel i , I_{\max} is the maximum value of the index, and I_{\min} is the minimum value of the index

Google Earth Engine (GEE) and geographical information system (GIS) are used for the management, analysis, and visualization of datasets. GEE is a cloud-based platform which offers functionality of managing extremely large computations [6]. Figure 1 provides an overview of the proposed methodology.

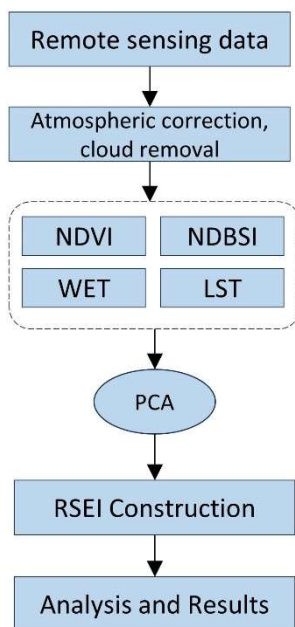


Figure 1 Overview of research methodology

4. Results and discussion

Current research is in progress. The results are expected to provide valuable insights into the spatial and temporal occurrence of ecological vulnerability in the Punjab province. The advantage of using the RSEI is that it can be calculated entirely from the RS dataset, which eliminates the need to find a large number of other datasets. In addition, this algorithm objectively reflects the quality of the ecological environment. The implementation of the national spatial data infrastructure (NSDI) is still in the ideation phase in Pakistan [7]. Therefore, as in other developing countries, acquiring

additional datasets from stakeholders remains a challenge in Pakistan as well. In this scenario, the adoption of RSEI for EVA in the Punjab Province is justified.

The findings of this study will be helpful for policymakers in formulating effective mitigation or conservation strategies. The findings also demonstrate that developing countries in the global south can use RS datasets to extract essential information and achieve SDGs in due time.

• •

References

- (1) Shehzad, K., Extreme flood in Pakistan: Is Pakistan paying the cost of climate change? A short communication. *Science of The Total Environment*, 2023. 880: p. 162973.
- (2) Jiang, L., et al., Method for evaluating ecological vulnerability under climate change based on remote sensing: A case study. *Ecological Indicators*, 2018. 85: p. 479-486.
- (3) Kamran, M. and K. Yamamoto, Evolution and use of remote sensing in ecological vulnerability assessment: A review. *Ecological Indicators*, 2023. 148: p. 110099.
- (4) Zhang, S., et al., Research and analysis of ecological environment quality in the middle reaches of the yangtze river basin between 2000 and 2019. *Remote Sensing*, 2021. 13(21).
- (5) An, M., et al., Spatiotemporal change of ecologic environment quality and human interaction factors in three gorges ecologic economic corridor, based on RSEI. *Ecological Indicators*, 2022. 141: p. 109090.
- (6) Gorelick, N., et al., Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 2017. 202: p. 18-27.
- (7) Ali, A., et al., Factors influencing integrated information management: Spatial data infrastructure in Pakistan. *Information Development*, 2021. 39(2): p. 213-234.

Keywords: ecological vulnerability, remote sensing, earth observation, geographical information system

Unveiling the Urban Metamorphosis: Forecasting Karachi (Pakistan) Spatial Dynamics with Cellular Automata and Artificial Neural Network (CA-ANN) Modeling Approach from 1990 to 2050

The University of Electro-Communications ○Shaker ul din
 The University of Electro-Communications Kayoko Yamamoto

1. Introduction

The world has gone through unprecedented rapid urbanization in the last several decades, characterized by population increase, concentration, and urban expansion. In the present world, economies and the quality of urban environments are severely affected by climate change. Whereas in developing countries, urbanization has caused widespread slum development, population booms, environmental deterioration, and unemployment. Hence, climate change and urbanization are important phenomena whose impact is global in nature. A high urbanization rate has been observed in the cities of developing countries. Studying urban expansion at the regional level requires a manageable approach to assessment. Under all these requirements, GIS and remote sensing techniques are the most viable solution.

2. Data and Methods

Recently, cellular automata- artificial neural network (CA-ANN) models for urban growth simulation have succeeded as of their simplicity, flexibility, and perceptiveness, principally because of their capability to integrate the spatial and temporal proportions of the progressions. The three key steps of the research approach were as follows: (i) Land use classification from 1990 to 2020 using remotely sensed images and a semi-automatic classification plugin (SCP) approach; (ii) simulation of future prediction using Modules of Land Use Change Evaluation (MOLUSCE) prediction model; and (iii) monitoring, change detection, and result interpretation.

3. Discussion and Results

The result conclusions showed that from 1990 to 2020, about 423.67 km² of the built-up area expanded, with a decline in vegetation, rocky terrain, bare soil, waterbody, and mangroves respectively. Between 2020 and 2050, the built-up is predicted to increase by 561.93 km², while vegetation, rocky terrain, bare soil, waterbodies, and mangroves are expected to decrease respectively. In addition, it was also observed that the mainstream of the city's urban area expansion was noticed in

the city's eastern and northeastern regions. The accuracy assessment presented that the results were highly available. The producer's accuracy (PA) and user's accuracy (UA) of all six land cover types from four classified results were all larger than 87%. The overall accuracy and Kappa index agreement in 1990, 2000, 2010, and 2020 were above 94.38 and 0.90.

Table 1 LULC 1990-2020

1990 \ 2020	B	V	R	B.S	W	M.F	T.A
Built-up	245.09	104.47	214.14	107.97	10.39	0.19	682.25
Vegetation	8.05	360.35	541.59	494.36	13.35	0.15	1417.85
Rocky	0.91	71.13	561.30	388.93	0.94	0.0009	1023.21
Bare Soil	2.72	15.47	103.61	242.01	1.59	0.0009	365.40
Waterbody	1.65	9.17	14.23	8.44	44.56	0.80	78.85
Mangroves	0.08	0.29	0.33	0.05	0.05	7.40	8.2
T/A 1990	258.52	560.91	1435.23	1241.78	75.69	8.56	-
C/C	13.43	200.56	873.93	999.77	31.13	1.15	-
I.D	423.73	856.96	-412.00	-876.36	3.19	4.47	-

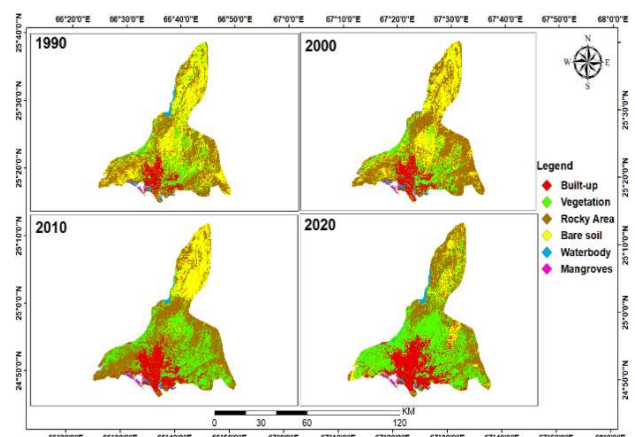


Figure 1 LULC 1990-2020

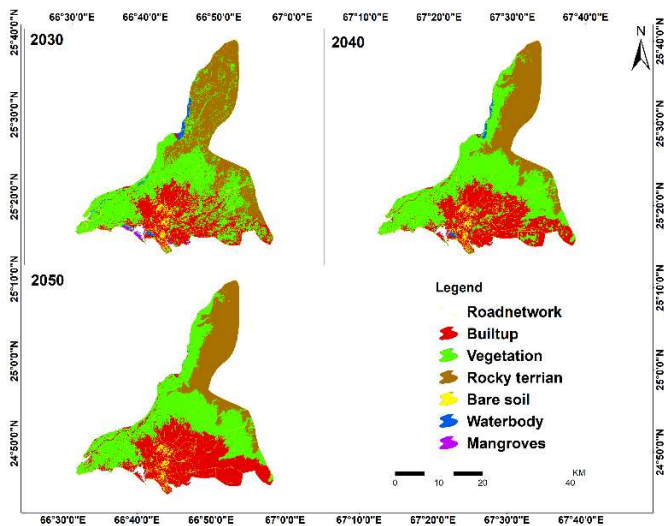


Figure 2 Predicted LULC 2030-2050

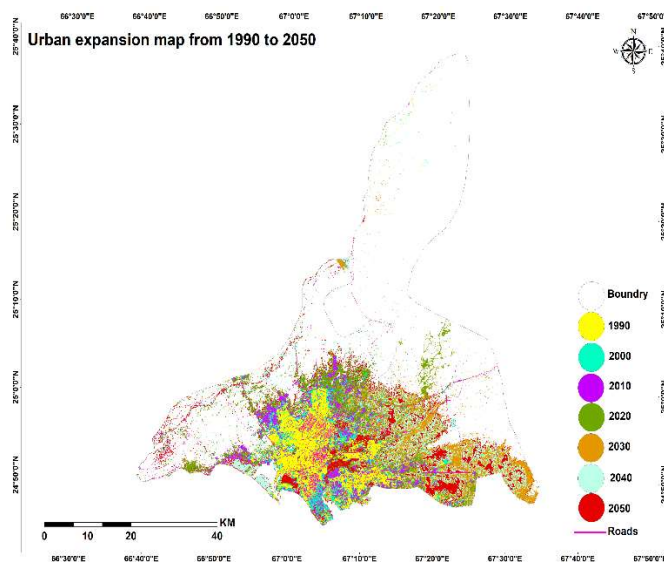


Figure 3: Built-up area growth from 1990-2050

4. Conclusion

The core objective of this research was to analyze historical land use and land cover (LULC) changes and simulate future urban growth patterns in Karachi using remote sensing data. We implemented the Semi-Automated Classification Plugin (SCP) for LULC classification at 10-year intervals from 1990 to 2020. We then used a Cellular Automata and Artificial Neural Network (CA-ANN) model to detect future land-use patterns for the years 2030, 2040, and 2050. The research findings revealed that the amount of built-up area had rapidly increased during the previous three decades, from 1990 to 2020, from 258.51 km² to 682.18 km². For the urban world, future projection outputs also revealed interesting facts from 2020 to 2050; mainly, urban expansion had shown continuous

progress in the past three decades. After the next thirty years, urban areas could double from 682. km² to 1244 km². The results conclusion is supported by several studies of spatial dynamics and urban expansion predictions in the study region. Furthermore, an average of exceeding 90% accuracy in terms of Producer Accuracy (PA), User Accuracy (UA), Overall Accuracy (OA), and Kappa coefficient (KC) was obtained during all four time periods when Ground Truth Points (GTP) were adopted for validation and also achieved more than 90% accuracy for future urban growth for the projected outputs. However, the constant rise of population, village-to-city migration, as well as industrial and socio-economic growth, could lead to numerous possible social and environmental complications, such as rural-urban inequalities, extreme traffic emissions, air and noise pollution, and huge meteorological instabilities. Our research results also revealed that machine learning approaches, such as Cellular Automata-Artificial Neural Networks (CA-ANN), can process multispectral satellite imagery more efficiently and can deliver significant urban simulations with a high percentage of accuracy. Therefore, the city administration should focus on spatial planning for future urban growth to reduce the socio-economic and environmental challenges concentration and the LULC effect. This research output can also support countries in achieving the Sustainable Development Goals (SDG) by 2030, particularly in developing countries.

References

- 1) Sato Y, Y. K. (2005). " Population concentration, urbanization, and demographic transition." *Journal Urban Economy* 58: 45-61.
- 2) Feng YJ, L. Y., Tong X, Liu M and Deng S (2011). " Modeling dynamic urban growth using cellular automata and particle swarm optimization rules." *Landscape and Urban Planning* 102(3): 188-196.
- 3) Graymore, M. L. M. S., N.G.; Rickson, R.E. (2010). "Sustaining Human Carrying Capacity: A tool for regional sustainability assessment. ." *Ecol. Econ.* 69: 459-468.

Keywords: Remote Sensing, Cellular-automata, Artificial Neural Network, Simulation

Machine Learning Prediction of Streamflow for Flood Risk mitigation along the White Nile in South Sudan

The University of Electro-Communications ○Manzu Gerald Simon Kenyi
The University of Electro-Communication Kayoko Yamamoto

1. Introduction

The White Nile River is a significant tributary of the Nile River and plays a crucial role in the hydrological system of South Sudan. Historically, it has been known for annual floods within South Sudan. Understanding the patterns and behavior of its streamflow is essential for effective water projects including irrigation, agriculture, optimization of water resources and forecasting for flood management. Streamflow forecasting using Autoregressive Differencing and Moving Average Models (ARIMA) and Seasonal Autoregressive Differencing and Moving Average Models (SARIMA) have had a lot of attention by a number of studies (Zhang et al., 2011). Valipour modeled the log-term runoff in the United States, adopting the stochastic SARIMA and ARIMA models. This study focuses on analyzing historical monthly stream-flow data collected between 1915 and 1944 over the Sobat Tributary of the White Nile River, at Dollieb Station using the SARIMA Model

2. Data and Methods

We use the Seasonal Autoregressive, Differencing and Moving Average Model (SARIMA) for modeling and forecasting. The data provided consists of stream-flow volume in m³ collected from the Sobat river, which is the main tributary of the White Nile in South Sudan. The data was collected between 1915 and 1944. We divided the data into two sets. A training set (1915 to 1940) and a testing set (1941 to 1944). The general form of a SARIMA model is given by:

$$\text{SARIMA}(p, d, q)(P, D, Q)_s \text{-----}(1)$$

A series exhibits periodic behavior with period s when similarities in the series occur after s 's basic time intervals. In the monthly streamflow data for instance, since it is recorded monthly, the period is $s=12$. s 's can also have quarterly or semi-annual data (where periodicity is more than one). The general SARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)_s$ model is expanded to give a basis of the general multiplicative seasonal models. The fundamental fact about seasonal time series with period s 's is that observations that are s 's intervals apart are similar.

Observations for a particular month are related to those of previous months. This can be represented by:

$$\varphi(B^s)\nabla^D z_t = \Theta(B^s)\alpha_t \text{-----}(2)$$

Where:

- $s = 12$, $\varphi(B^s)$, $\Theta(B^s)$ are polynomials of degrees P and Q respectively.

However, it is possible to link behaviors of a given month to a few months prior with a seasonality (s). For instance, streamflow data for August could be correlated to those of June and July. Such can be represented in a model as:

$$\varphi(B^s)\nabla^D z_{(t-1)} = \Theta(B^s)\alpha_{(t-1)} \text{-----}(3)$$

Where:

- α_t and α_{t-1} ..., are components which might be correlated.
- α_t in equation (2) could be related to $\alpha_{(t-1)}$ in equation (3).

Such relationships are combined to form a better representation as below:

$$\varphi(B)\nabla^d \alpha_t = \Theta(B)\alpha_{(t)} \text{-----}(4)$$

Where:

- α_t is a white noise process, θB and ΘB are polynomials in B of degrees P and Q , and $\nabla = \nabla 1 = 1 - B$

Substituting equation (4) in equation (3) gives the general multi-plication model written as;

$$\varphi_p(B)\Phi_p(B^s)\nabla^d\nabla^D z_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^s)\alpha_t \text{-----}(5)$$

Where:

- $S = 12$
- subscripts p, P, q and Q capture the seasonal and non-seasonal components yielding a multiplicative process of order SARIMA $(p, d, q)(P, D, Q)_s$

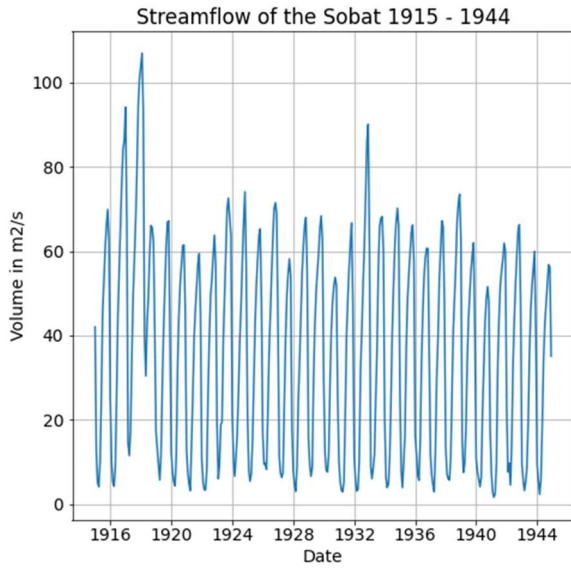


Figure 1 Streamflow data from the Sobat River

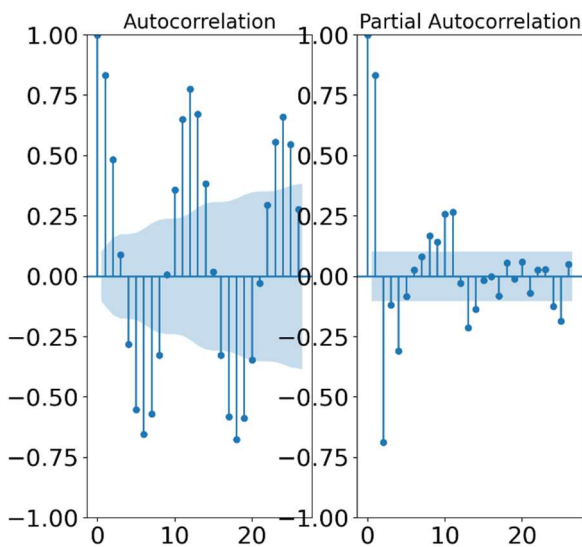


Figure 2 Autocorrelation and Partial

3. Discussion

To determine whether the data was stationary or not, a Unit Test was carried out using the Ad fuller test. The stationarity test on the data strongly negated the null hypothesis that the stream-flow data is non-stationary with a p-value of 0.0038 which was significantly lower than $\alpha=0.05$.

A seasonal differencing ($D=1$) was applied and the best model was chosen using an automated ARIMA function, yielding ARIMA (1,0,1) (2,1,0)₁₂. This model had the lowest Akaike value compared to 43 other models, with p-values all lower than the significant value of $\alpha=0.05$.

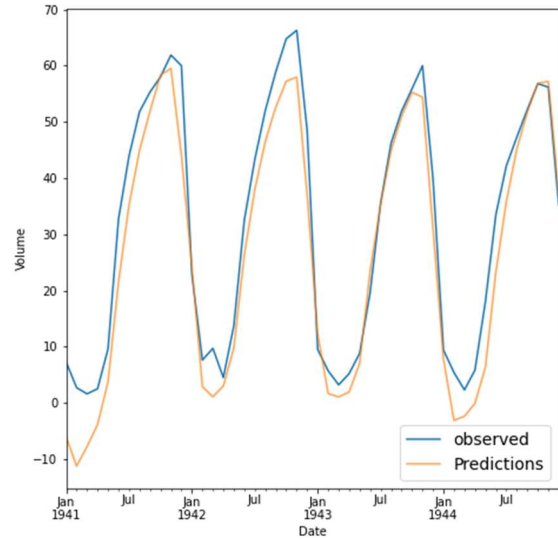


Figure 3 Model Performance

The standardized residual showed stability around zero, while the correlogram had all values minimized. The model performance was evaluated using the coefficient of determination, with a score of 0.91, indicating a better fit (A score of 0 symbolizes that the model does not explain any variability in the dependent variable, while a score of 1 indicates that the model is a perfect fit).

4. Conclusion

The forecasts made using the SARIMA model ARIMA(1,0,1)(2,1,0) can be useful when combined with other data sources for flood risk mitigation, management of water resources in the Sobat basin, assisting in decision-making processes related to water infrastructure, agriculture, environmental conservation and other flood related studies.

References

- 1) Zhang, Q., Wang, B.-D., He, B., Peng, Y., and Ren, M.-L. (2011). Singular spectrum analysis an ARIMA hybrid model for annual runoff forecasting. *Water Resources Management* 25, 2683-2703.
- 2) Valipour, M. (2015). Long-term runoff study using SARIMA and ARIMA models in the United States. *Meteorological Applications* 22(3): 592-598.

Keywords: Time series, prediction, forecasting, streamflow, floods

シンポジウムー2

学術賞受賞記念シンポジウム 「市民や企業の環境配慮行動促進のための社会実験と実装」

オーガナイザー 加藤 尊秋（北九州市立大学）教授
近藤 加代子（九州大学）教授

趣旨説明：市民や企業の環境配慮行動を促進するためには、環境政策や対策への反応を正確に調べ、それらを適切に設計するとともに、多様な関係者をうまくつないでいく必要がある。このシンポジウムでは、プラスチックごみ対策や省エネルギーに関する社会実験、および、社会実装の事例をもとに、環境配慮行動促進策の効果計測と実装のために用いられる多様な手法について理解し、それらをうまく組み合わせる実践的な結果を得るための方法を議論する。

環境配慮行動に関する社会実験の意義と課題

Experimental methods for analyzing environmentally friendly behavior: Prospect and concern

北九州市立大学 ○加藤尊秋

表1 RCT型社会実験の課題²⁾

1. 環境配慮行動と社会実験

近年、環境分野を含む政策評価分野において効果計測のための社会実験の重要性が高まっている。中でも、被験者を無作為に実験群（政策的介入を受ける群）と統制群（政策的介入を受けない比較対象用の群）に分け、両群の比較を通じて政策的介入の効果を測るランダム化比較試験（以下、RCT）の重要性が強調されてきた¹⁾。また、ランダム化を行わずに群間での比較を行う非RCT型の社会実験もみられる。これらの手法は政策的介入の因果関係を明確に示せる可能性がある点で魅力的だが、現実の制約下で行われる社会実験には課題もあり、しかも、課題の存在が論文等で報告されていない場合も多い。

本発表では、RCTを中心に群間比較型の社会実験の課題について既存研究をまとめる。次に、実験対象者として選ばれること自体が被験者の行動を変えてしまうホーンソン効果に着目し、既存論文におけるその検討・報告状況を整理する。なお、本発表は、2022年度採択の科研費「ランダム化比較型政策評価実験におけるホーンソン効果の検証と報告ガイドライン作成」による研究の途中経過報告である。

2. ランダム化比較試験等の群間比較実験の課題

2.1. Field Experiments and Their Critics²⁾より

表記書籍は、D. L. Teele の編集による2014年の論文集でRCTおよび非RCT型の実験的手法を用いた政策評価に関する方法論的な課題とそれに対する反論をまとめたものである。RCTの課題については、著者間で重複した指摘も多いので、第3章(Barrett and Carter)、第4章(Banerjee and Duflo)、第6章(Deaton)をもとにまとめた結果を表1に示す。

2.2. エネルギー関連群間比較社会実験論文にみる方法論的な課題

次に、エネルギーに関連したテーマで実際にRCTや群間比較型の社会実験を行った論文において、どのような方法論上の課題が未解決なものとして記述されていたか、整理する。このために、2023年6月に学術論文データベースScopus（論文表題、キーワード、概要の検索）、

項目	内容	
必要な値	政策評価に必要なeffectivenessではなくefficacyを測る	
	Average Treatment Effect、あるいは、Local Average Treatment Effectのみでは政策評価に不十分	
	被験者間の介入効果の違いがわからない	
	介入効果のメカニズムが不明	
内的妥当性	無作為化の失敗	介入を義務化できない（実験群でも介入を受けない等）
		調査実施者の手順違反
	実験群から統制群への情報漏れによる統制群の反応変化	
	実験者と被験者による介入の解釈の違い	
	実験参加促進のためのギフトが介入への反応を変える	
	実験参加自体が反応を変える（ホーンソン効果など）	
外的妥当性	母集団と標本のずれ	
	実験の背景条件の違い	
	被験者間での介入効果の違い	
統計的課題	効果検定時の分散推定	単純無作為抽出でない場合に抽出法を考慮しない 群間比較での分散推定が不正確
	サブグループ分析	RCT以外の研究と同様の統計的課題が発生（内生性など）
倫理的課題	実験実施を被験者に伝えない	
	介入の結果、生活が悪化	
実験手順報告	計画と実際のずれがほとんど報告されない	
	医療分野RCTで言われる問題がほとんど検討されていない	

また、ScienceDirect (Elsevier 社)、および、SAGE 社の学術誌全文検索をもとに査読付きの群間比較型社会実験論文を80編ほど収集した(科研研究分担者の牛房義明、石原卓典両氏からも情報提供あり)。このうち整理が終わった54編についての結果を示す。これらの論文には、RCT型実験37件、非RCT型実験17件（群分け方法が不詳のもの含む）が報告されている。また、実際に社会の現場で行われた実験が47件、研究室で被験者を用いた実験が4件、情報提供内容を変えるなどの実験的操作を含む社会調査が3件である。

これらの論文の中で指摘されたおもな方法論上の未解決課題を表2にまとめる。表1で指摘された事項のうち、上側の3項目に該当する事項がおもに記載されていた。外的妥当性のうち、母集団と標本のずれ、および、実験条件が異なる対象への適用可能性については、多くの論文で記述がみられた。

表2 収集した論文に記されたおもな方法論上の課題

項目	内容
政策評価に必要な結果	指標の適切さ：節電影響は測れたが仕事率への影響が未評価、介入対処のための時間費用が未評価、実験期間が短く長期の影響が不明 なぜ効果が出たかメカニズムが不明
内的妥当性	無作為化の失敗：一部の群を意図的に作成 実験群から統制群への情報漏れ：建物間での実験実施状況の漏洩による行動変化可能性 実験者と被験者による介入の解釈の違い：電力使用量通知メールがどこまで読まれたか不明、通知内の絵の影響が不明、学生による節電アドバイスの信ぴょう性が不明、価格メニュー変更についてどのような不利益が認識されたか不明 実験参加自体が反応を変える：ホーソン効果、Social desirability biasで調査回答が歪む、調査者バイアスで問題症状の自己申告が減る 計測誤差：自己申告させた消費電力量の正確さ
外的妥当性	母集団と標本のずれ：国全体に対する代表性、小サンプル、介入への反応率が極めて低い 実験の背景条件の違い：対象集団以外では結果が違う恐れ（自主参加によるずれ、より貧しい地域、他階層、電力供給力が小さい場所）、節電情報の提供者による違い 被験者間での介入効果の違い：考慮できていない個人属性による影響の可能性（サブグループ分析）

3. ホーソン効果とその関連情報の記載度合い

既存研究でほとんど触れられていない事項として、実験参加自体が被験者の行動を変えるホーソン効果と研究実施時の社会的背景との関連性が挙げられる。図1は、RCTにおける効果計測の考え方を示し、介入によって生じる実験群と統制群の効果指標平均値の差を求めることが基本である（Average Treatment Effect: ATE）。この際に、介入ではなく、実験参加自体に起因する行動変化が生じると、正確なATEが算出できなくなる。ホーソン効果はこのような現象の1つとして知られている。

ホーソン効果に類する事項は、前節で紹介した書籍、および、調査した論文のうちの3編で言及されており、特にFaruqui et al. (2013)³⁾は、電力価格の変動実験において2つの統制群を比較し（実験実施を伝える群と伝えない群）統制群間の行動に有意差はなく、ホーソン効果は生じなかったとしている。

ただし、特定の社会的な背景下でホーソン効果が高まる可能性があり、これについては、今回調べた文献には言及が見られなかった。

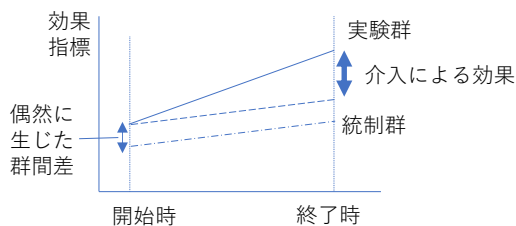


図1 RCTにおける介入の効果計測

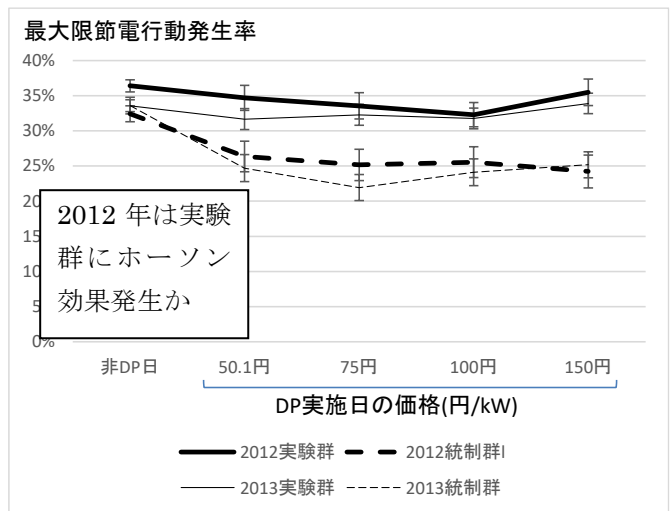


図2 電力不足下の電力価格変動実験

図2は、発表者らが分析した北九州市東田地区の集合住宅における電力価格変動実験の結果であり⁴⁾、縦軸に最大限の節電をした世帯の割合を示す。実験群では、電力価格変動行わない日（非DP日）の最大限節電実施世帯率に2012年と2013年で差が生じた。福島第一原子力発電所事故後の電力不足で九州でも数値目標付きの節電が呼びかけられていた2012年には、実験群となること自体が最大限の節電を促した可能性がある。このような可能性を考えると、社会実験の結果を報告する際に、結果に歪みを与える特殊な社会的状況下で行われた実験であるか否か、示すことが望ましいと考える。

4. まとめ

本発表では政策評価手法として期待されるRCTを中心に、群間比較型の社会実験で考慮すべき方法論的課題について、既知、および、未考慮の事項を整理した。

参考文献

- 1) 中室牧子 (2015) 「学力」の経済学, ディスカヴァー・トゥエンティワン
- 2) Teele D E (ed.)(2014) Field Experiments and Their Critics, Yale University Press
- 3) Faruqui A, et al. (2013) Dynamic pricing of electricity for residential customers, Energy Efficiency, 6, 571–584
- 4) Kato T, Ushifusa, Y (2021) Maximum electricity-saving behavior and practical issues of randomized controlled trial, EAERE 26th Annual Conference, 1-23.

キーワード 社会実験, ホーソン効果, エネルギー

**自発的選択を促すインセンティブ設計：
ダイナミック・プライシングを用いた節電のフィールド実験
Incentive Design to Promote Voluntary Choice:
A field experiment on energy conservation using dynamic pricing**

京都先端科学大学 ○石原卓典, 京都大学 木戸大道, 京都大学 依田高典

1. はじめに

本報告では、2022 年度冬季に実施したインセンティブ付ダイナミック・プライシング (DP) による節電のフィールド実験について報告を行う。

この研究では、ダイナミック・プライシングを受けるか否かについて需要家の意思決定が求められる場面を想定し、インセンティブを付与することでその意思決定がどのように変化するかということを検証する。また、インセンティブにより加入率が変化することによって、節電効果がどのように変化するかを検証する。

2. 実験デザイン及びデータ

我々は、2022 年度冬季に節電に関する大規模なフィールド実験を実施した。この実験は環境省の「多様な価値観を反映したパーソナル・ナッジの開発と社会実装」事業の一貫として実施したものである。

我々の実験の主な対象は、地域電力会社と契約する需要家である。この需要家に対し、インターネット調査会社を通じて実験への参加を呼び掛けた。実験への参加同意が取得できた需要家は 3,356 世帯であり、このうち電力データを取得できなかった世帯等 799 世帯を除外した 2,557 世帯のデータを本研究での分析に使用した。

本実験では需要家を、介入を与えない統制群 (UT : 284 世帯) と、後述するダイナミック・プライシングによる介入を強制的に与える強制型介入群 (T:246 世帯)、DP を受けることを希望すれば DP による介入が与えられるオプトイン型介入群 (OT_in : 平均 257.6 世帯) 5 種類、DP を受けることを希望しなければ DP による介入が与えられないオプトアウト型介入群 (OT_out : 平均 245.3 世帯) 3 種類の計 10 群のうちの一つにランダムに割り当てた (図 1)。このうち、オプトイン型介入群とオプトアウト型介入群のうち各 1 群を、DP を選択したとしても DP 以外の報酬が与えられない条件とし、残りの 4 つあるいは 2 つの群では、DP を選択することにより 300 円～1,200 円までの報酬が与えられるような条件付けを行った。

実験期間は 2023 年 1 月 23 日から 1 月 29 日の 1 週間である。この 2 週間前にあたる 1 月 5 日から 1 月 12 日

の間に、上記したオプトイン型介入群とオプトアウト型介入群に割り振られた需要家は DP を希望するか否かの意思決定を行う必要がある。

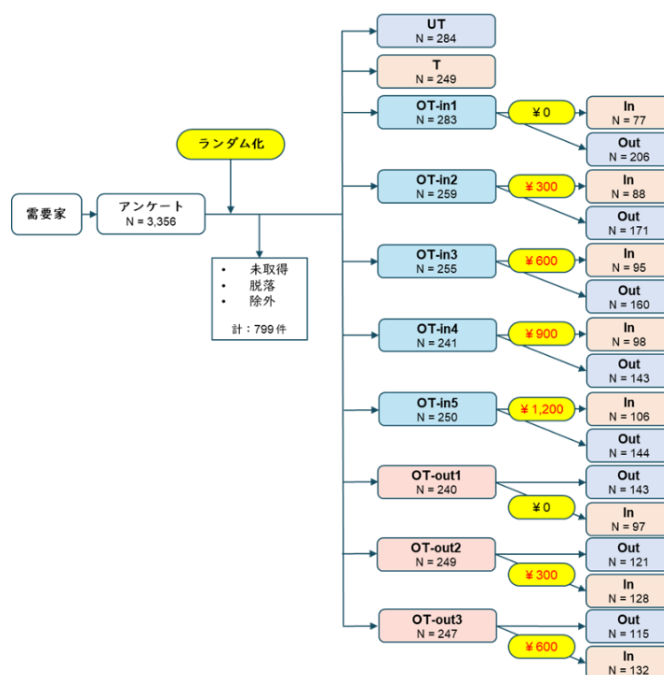


図 1 : 実験デザイン

本研究で行った DP による介入は、ピーク時 (17 時から 21 時) の電力料金単価を 1kWh あたり 100 円とし、オフピーク時 (21 時から 17 時) の料金単価を 1kWh あたり 13 円と設定した。DP による介入を受ける世帯は実験期間中に DP を適用された電気料金支払額とベースライン価格 (30 円/kWh) を適用された場合のものを比較し、ベースラインよりも DP での支払額が低い場合に差額を報酬として受け取ることができるものとしている。

3. 推定結果

まず、オプトイン型介入群およびオプトアウト型介入群における DP を希望する割合 (オプトイン率) は、平均で 40%であった (図 2)。特にオプトイン型の場合、報酬の無い OT_in1 が最も低く 25%であり、そこから報酬額が増加するのに伴ってオプトイン率も増加している。また、オプトアウト型の場合、報酬がない場合でも

オプトイン率は40%あり、オプトイン型同様、報酬額が増加するのに伴ってオプトイン率も増加していることが分かる。

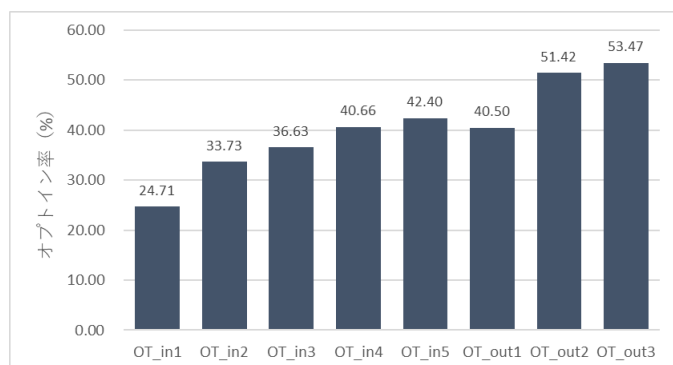


図 2：オプトイン率

次に、図 3 では実験期間におけるグループ別のピーク時節電効果 (ITT 効果) の推定結果を示している。DP を受けるか否かに関わらず、グループ全体で見た節電効果は 4.93% - 7.23% であり、いずれの群においても統計的に有意な節電効果がみられている。一方で、グループ間での節電効果に有意な差は見られなかった。このことから、今回の実験設定においてはオプトイン率に関わらず、DP による節電効果はほとんど一定であることが分かる。

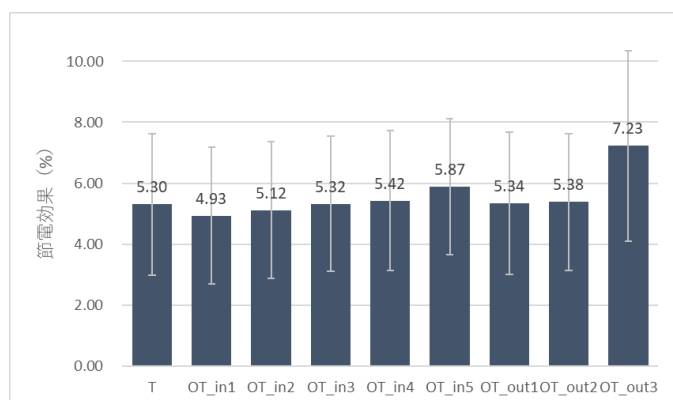


図 3：ピーク時節電効果 (ITT 効果)

4. 結論

本研究では、2022 年度冬季に実施したインセンティブ付ダイナミック・プライシングによる節電のフィールド実験に基づいて、インセンティブを付与することによって、DP への加入率がどのように変化するか検証した。また、加入率の変化に伴ってどのように節電効果が異なるかを検証した。

分析の結果、DP への加入率は、初期状態が DP なし

(オプトイン) の場合には報酬がない場合、25%程度の加入率にとどまるが、報酬額を増加させるに伴って加入率は増加し、4 割程度まで増加することが分かった。同様に、初期状態が DP あり (オプトアウト) の場合には、報酬なしの場合でも加入率は 4 割近くあり、報酬額を増加させるに伴って加入率は増加することが確認された。

加入率が節電効果に与える影響については、グループ全体での効果に着目すると、加入率に関わらず節電効果に違いは見られなかった。

キーワード： フィールド実験, 節電, ダイナミック・プライシング, オプトイン・オプトアウト

漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機付けの分析手法の開発

Development of analytical methods for motivating fishermen to collect marine plastic debris

長崎大学 ○遠藤愛子

1. 研究の背景

プラスチックを含む海底に沈着したごみは、海洋環境・漁場環境等の自然資本や海洋生物資源を含む生態系サービスの劣化、漁網等の漁具の損壊、混獲した海底ごみが魚体に与えるダメージによる漁獲物の経済的価値の低下、さらに、混獲した海底ごみの分別作業や処分により操業効率の悪化等を引き起こし、一部の漁業活動に直接的に影響を与えることから、特に、小型底曳網漁業によって、ローカルかつ分野に特化した問題として、日本では早くから認識されてきた。例えば、瀬戸内海では、特にプラスチックごみに特化した取り組みではないが、漁業者による海底ごみ回収が、1970年代に開始され、1990年代以降、国の漁場保全事業等を通して、小型底曳網漁業者等が回収・分別した海底ごみを、漁業協同組合（以下、漁協）が設置したゴミステーションで一時的保管し、その処理費用は、地方自治体が負担する等、漁業者と自治体が協力し、海底ごみを処理する体制が徐々に構築されていった歴史的経緯がある。近年、海底プラスチックごみ問題は、ローカル問題から地球規模で取り組むべき政策アジェンダとして発展し（表1）、今後、さらに、海底プラスチックごみ回収の意義と重要性が増すとともに、漁業者による海底プラスチックごみ回収活動による海洋環境保全効果への期待が高まっている。一方で、漁業者による海底プラスチックごみ回収による漁場保全が漁獲物の付加価値向上に繋がっておらず、漁業者が実施する海底プラスチックごみ回収の実態が全国的に把握されていないものの、漁業者による回収は、限定的・一時的なものに留まっていると言える。

2. 手法開発

本研究では、漁業者が実施する海底プラスチックごみ回収の現状や課題を把握するとともに、今後、燃料の高騰や漁業人口が減少する中、海底環境保全効果による漁獲物の付加価値化等、漁業者に海底プラスチックごみの回収を促す動機づけ分析手法を開発することを目的とする。

全国の漁業者が実施する海底プラスチックごみ回収の実態把握について、全国の沿海地区の漁業協同組合に対し郵送による質問票調査を実施し、海底プラスチックごみ回収状況の

ターン、傾向、データ間の関係性、課題を確認し、可視化する。次に漁業者に海底プラスチックごみ回収を促す重要な要因をあきらかにする手法を開発するため、ワークショップにおける漁業者の意識変化を計測する。ワークショップは3回開催予定で、第1回目では、漁業者のみを対象として、研究結果を、漁業者にフィードバックする前後の、意識変化、第2回目では、研究を実施した専門家にワークショップで、直接漁業者に解説後の意識変化、第3回目では、海底プラスチックごみに関して一般市民とのディスカッション後の意識変化を、質問票調査、及び、ディスカッションによる発話記録データを、テキストマイニング等により解析し、プラスチックごみ回収促す要因を探索する。

表1 海底プラスチックごみに関する国際動向

年	制度
1975	廃棄物その他の物の投棄による海洋汚染の防止に関する条約（ロンドン条約）
1983	船舶の運航や事故による海洋の汚染を防止するための条約（マルポール条約）
1983	移動性野生生物種の保全と持続的利用を目指す条約（ボン条約）
1992	有害廃棄物の定義や輸出入を規定する国際条約（バーゼル条約）*2019年改正
1995	国連環境計画「陸上活動からの海洋環境の保護に関する政府間会合」
2014	第1回国連環境総会「海洋プラスチックごみとマイクロプラスチック」決議採択
2016	G7伊勢志摩サミット「資源効率性及び3Rに関する、陸域を発生源とする海洋ごみ、特にプラスチックの発生抑制及び削減に寄与」
2018	G7シャルルボアサミット「海洋プラスチック憲章」
2019	G20大阪サミット「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」
2022	国連環境総会「プラスチック条約」制定に向けた政府間交渉委員会設置決議
2023	G7広島サミット「2040年までに追加的なプラスチック汚染をゼロ」

参考文献

- 磯部 作 (2009) 漁業者による海底ゴミの回収の状況と課題—瀬戸内海を中心として—, 地域漁業研究 49(3)
- 寺島紘士, 市岡卓, 遠藤愛子, 河津静花, 塩入同, 田上英明 (2012) 平成 23 年度 森川海の一体的な管理に関する調査研究報告書, 海洋政策研究財団
- 堀正和, 山北剛久 (2021) 人と海辺の生態系の未来—課題解決へお取り組み—, 宮下直, 西廣淳編, 人と生態系のダイナミクス④海の歴史と未来, 朝倉書店

キーワード 海底プラスチックごみ, 漁業者, 動機づけ

地域でのプラスチックリサイクルの実際と実施体制作りについて

The reality of regional plastic recycling and the formation of the implementation system

九州大学 ○近藤加代子 早瀬百合子 尾方義人、福岡大学 八尾滋 鈴木慎也
 北九州市立大学 松本亨 藤山淳史
 プラスチック容器包装リサイクル推進協議会 久保直紀、A luten 菊澤育代

1. 福岡県筑後地区のプラスチックリサイクルの経緯

プラスチック資源循環戦略では焼却をサーマルリサイクルとする立場をとらずに 2035 年に廃プラスチックの 100%有効活用（リユース・リサイクル等）の目標を掲げている。そして 2023 年 4 月に新法を施行して容器包装だけでなく製品プラも回収する枠組みと循環利用の推進を掲げた。

福岡県筑後地区の大木町と周辺 3 自治体は 2018 年から一次選別・資源化施設 YK クリーンを立ち上げて、容器プラと製品プラの一括回収、手選別による選別、製品プラのケミカルリサイクル（重油）を行っている。4 自治体ではじまったが、新法等の追い風の中、現在は 8 自治体に拡大している。収集選別のシステムとしては順調である。ただし重油の需要がないために、製品プラの大半は域外のリサイクル業者に引き渡されている。製品プラも最終的には域外で材料リサイクルされているのだが、100%有効活用を進めるために大きな問題がある。

2. プラスチック分別行動の改善の課題

大木町はごみゼロ宣言の町であり可燃系廃棄物の資源化率は 65%であるが、プラスチックは推定で 35%にとどまる。他の自治体も一般廃棄物の資源化率に比べてプラスチックの資源化率は半分以下であった。

回収・資源化のシステムを導入することは入り口にすぎず、住民の分別排出の協力的行動をどうやって上げていくのかという問題こそが、100%有効活用のために解決されるべき課題である。

2021 年に大木町と周辺 4 自治体を対象に住民アンケートを行った結果、プラスチック分別排出行動への影響要因として、環境意識、社会関係資本のほか、回収頻度、回収場所の設定、プラスチックの地域循環が有意であった。週 1 回のステーション回収（可燃と同じ）、2 週に 1 回、拠点回収など自治体で回収条件が違っていた。プラスチックは可燃ごみの半分近くを占めるので、回収頻度及び回収場所の設定は分別排出に大きな影響を与える。さらに協力した結果が見える形で

再生品として確認できる（地域で循環する）ことも有意であった。

3. 生活実感がある地域循環をめざして

一般廃棄物のプラごみの材料リサイクルはダウンリサイクルされることが一般的であり、リサイクルの実感を生活の中で得られる商品に再生されることは難しかった。この課題解決をおこなうべく、八尾滋福岡大学名誉教授とともに、われわれは 2019 年より研究会を組織して実証実験等を行ってきた。その結果、2021 年に大木町・みやま市で実施している生ごみ分別に用いるバケツを PP で作ることに成功した。（株）YK クリーンが手選別した PP を高度なコンパウンド技術を有しているいその（株）でペレタイズして、岐阜プラスチック工業（株）が製品加工を行った。この工程は実証実験等を含めて研究会で信頼関係を構築する中で可能になった。今後もさらに発展・展開をしていく。

一般廃棄物のプラスチックリサイクルへの参加を地域企業に呼び掛けたときに逡巡する企業も少なくなかった。技術と経済性の裏付けでプラスチックの地域循環の可能性を広げていくことが必要と考えられる。

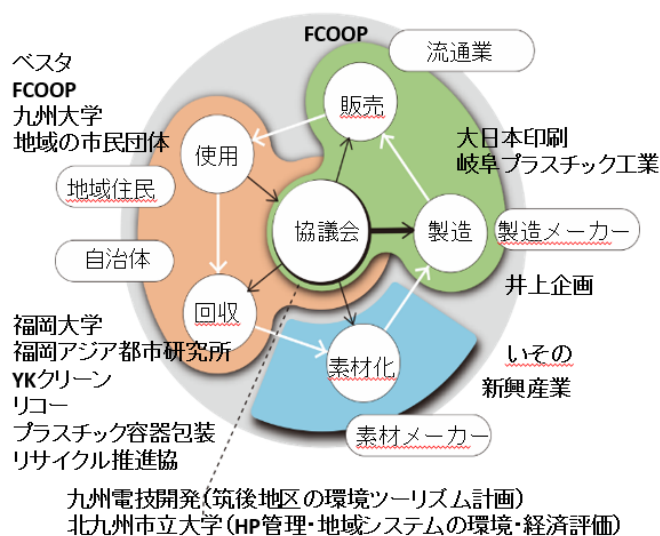


図 1 地域循環の担い手

シンポジウムー3

「地域と地球をつなぐ階層的環境ガバナンス」

プロジェクト名：総合地球環境学研究所実践プログラム

「地球人間システムの連環に基づく未来社会の共創」

文科省「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」

オーガナイザー 谷口真人（総合地球環境学研究所）副所長・教授
馬場健司（東京都市大学）教授

趣旨説明：人新世における地球環境問題は、異なる 이슈が複雑に絡み合う複合的な地球規模課題となり、その解決に向けたガバナンスでは、要素間を繋げるシステム思考や、トレードオフとシナジーなどのネクサスアプローチが、地域と地球をつなぐ階層的ガバナンスとして求められている。本シンポジウムでは、カーボンニュートラルにおける階層的ガバナンスや、汚染と資源管理のマルチスケールガバナンスなど、様々な空間スケールを階層的につなぐガバナンスのあり方を議論する。

地域と地球をつなぐ階層的環境ガバナンス

Hierarchical Environmental Governance Linking Local and Global

総合地球環境学研究所 谷口真人、東京都市大学 馬場健司

1. はじめに

人新世における地球環境問題は、異なる 이슈が複雑に絡み合う複合的な地球規模課題となり、その解決に向けたガバナンスでは、要素間を繋げるシステム思考や、トレードオフとシナジーなどのネクサスアプローチが、地域と地球をつなぐ階層的ガバナンスとして求められている。本シンポジウムでは、カーボンニュートラルにおける階層的ガバナンスや、汚染と資源管理のマルチスケールガバナンスなど、様々な空間スケールを階層的につなぐガバナンスのあり方を議論する。

2. 階層的環境ガバナンスのためのネクサスアプローチ (総合地球環境学研究所・谷口真人)

本報告では、総合地球環境学研究所で行ってきた共同研究の中で、カーボンニュートラルにおける階層的ガバナンスや、ベルmontフォーラムでの都市の水・エネルギー・食料ネクサスにおける階層的資源管理、さらに、新たに開始される「地球人間システムの共創」プログラムにおける階層的ガバナンスの位置づけについて報告し、課題と今後の研究の方向性について議論する。

カーボンニュートラル(CN)達成にむけた大学等コアリションでは、我が国におけるCNに向けた各大学の取り組みに関する情報の共有が行われている。現在203の大学等の組織が、五つのワーキンググループにおいて活動を行なっている。これに加えてCNプロジェクトの地球研ユニットでは、京都府及び島根県において、府県と基礎自治体との間で、階層的環境・資源ガバナンスを議論するプラットフォームの構築を行なっている。また、ベルmontフォーラムの水エネルギー食料ネクサス研究では、京都市と京都府という階層的ガバナンスの中で水・エネルギー・食料のベストミックス政策を決定する支援ツールの開発を通じた、階層的資源管理について報告する。

さらに、本年度末から2年間にわたりプロジェクトの公募が予定される、地球実践プログラム「地球人間システムの共創」では、様々な要素のつながりを明らかにし、均質な資源の確保と多様な環境の維持や、恩恵の享受と災いの軽減、身近な判断と遠い目標のための選択など、人・社会・自然の中にある様々な境界を再考・再設

定する(谷口¹⁾)。人間社会の生存基盤を支える水・大気・生態系・エネルギー・食料・土地・労働などの資源間や、社会活動のプロセス間、ステークホルダー間における二律背反の減少と相乗効果の増大を、ステークホルダーとの共創を通して行う中で、部分最適解ではない階層的ガバナンスのあり方の位置づけを議論する。そして、資源エネルギーの需要と供給のミスマッチや、環境規制における、国レベルの政策と都道府県レベルの政策のベストミックスなど、現在の行政界を超えた階層的環境ガバナンスのあり方について議論する。

3. サンゴ礁島嶼系における階層的環境ガバナンス(関西学院大学・久保慶明)

本報告では、総合地球環境学研究所のLINKAGEプロジェクト(陸と海をつなぐ水循環を軸としたマルチリソースの順応的ガバナンス:サンゴ礁島嶼系での展開)の中間的な成果をもとに、階層的環境ガバナンスのあり方を議論する。LINKAGEプロジェクトでは、琉球弧や西太平洋の熱帯・亜熱帯に位置するサンゴ礁島嶼系において、陸と海の水循環を介したつながりや、暮らしの中で育まれてきた生物と文化のつながりや多様性、多様な資源のガバナンスの規範・組織・制度の変遷や重層性の解明に取り組んでいる。

サンゴ礁島嶼系が直面する複合的な危機の中で、本報告は次の3つに注目する。第一に、水資源の過剰利用や化学肥料の過剰使用など、環境負荷の増大による生態系の劣化である。第二に、営農方法の画一化、それに伴う伝統的な加工技術の喪失など、近代化に伴う文化的多様性の喪失である。第三に、災害や感染症による移動制限、資源エネルギー価格の高騰など、グローバルなショックに対する脆弱性の高まりである。

こうした危機に対処するため、本報告では環境ガバナンスにおける階層性と順応性の関連に注目する。具体的には、陸域と沿岸域を繋ぐ水循環(特に流動)、課題認識・人材育成・場の創出における組織間の連携、普遍的な科学技術とローカルな民俗知の相補的な活用、生存基盤・産業振興・伝統文化など生態系サービスの多面的な評価、国際条約・国内法令・慣習といった規範の制度化といったトピックをとりあげる。それらを通じて、環境

ガバナンスにおいて階層性が順応性に及ぼす影響を仮説的に検討することが、本報告のねらいである。

4. 脱炭素社会のための地域間連携と階層的環境ガバナンス(島根県立大学・豊田知世)

本報告では、中山間地域の脱炭素化を達成するための階層的環境ガバナンスの在り方について議論することを目的にする。この議論には二つの視点が含まれる。一つ目は、国の政策と地方行政との関連である。中山間地域も脱炭素社会を表明する地域が増えているが、その目的は単なる環境保護的な視点だけではなく、取り組みを通じた地域振興や産業振興が目的の一つである。このような世界的、もしくは国全体の脱炭素の潮流に乗ることができる自治体と、そこに達するためには時間を要する自治体がある。そこで、中山間地域の階層的な環境ガバナンスの現状について整理したうえで、柔軟な階層的な環境ガバナンスを推し進めるために必要な一般的な条件について議論する。

もう一つは脱炭素化を目指すための地域間の連携の在り方である。中山間地域は再生可能エネルギーの供給地となりうるが、エネルギー需要は都市域で発生する。日本全体でのゼロカーボンを目指すとき、中山間地域と都市域それぞれの連携が必須となる。その場合、どのような地域間連携が必要かについて議論する。

本報告は、主に小規模木質バイオマス施設(熱電併給施設)を導入している島根県津和野町の事例を対象とする。まずは階層的環境ガバナンスについて整理する。その上で、地域間連携の在り方についての考察を試みる。木質バイオマスは、エネルギーの蓄積が可能であり、また運搬可能であることから環境的重要性は高い。また、木材を切り出す林業、木質バイオマスを燃料に加工する製造業、エネルギー転換部門、および木質バイオマス消費者と、裾野が広い産業であることから、経済的波及効果や社会的価値を形成する効果がある(山崎他²⁾)。一方、木質バイオマスを普及させるためには、関連ステークホルダーの共通認識のもと、消費と生産を増やしていく必要がある。そこで、需要者のニーズについて調査し、木質バイオマス利用の現状と課題について報告する。

5. 気候変動政策における実効性と波及性のトレードオフを超えたガバナンス(東京都市大学・馬場健司)

国・地方脱炭素実現会議による「地域脱炭素ロードマップ」は、100カ所の「脱炭素先行地域」のモデルを全国に伝播させ、これにより「脱炭素ドミノ」を発生させ

ていくというのが骨子となっている。しかしながら、脱炭素施策の実効性と波及性にはトレードオフの関係が存在することがこれまでに指摘されている。

そこで本発表では、京都府をケーススタディとして、

表1 実効性と波及性とのトレードオフ(馬場他³⁾)

		波及性→	
		高い	低い
↓実効性	高い	理想	現実
	低い	現実	×

「2050年ゼロカーボンシティ宣言」を表明している基礎自治体における脱炭素施策を文献調査によりインベントリーを作成し、これらが実効性と波及性を持ち得るかについて質問紙調査を2023年1~2月に実施した集計・分析結果を報告する。主な結果は以下のとおりである。

1) セクター別にみた注力している施策、実効性が高いと考えられる施策ともに家庭部門が圧倒的に多い一方で、実効性が高いと考えられるものの自身では注力していない施策には業務部門、建築物部門が多い。2) 手法別にみると、普及啓発手法は注力している施策としては多いものの実効性が高いと考えられる施策としては少なく、一方で、経済的手法、規制的手法は、注力している施策としては少ないものの実効性が高いと考えられる施策としては多い。

以上の結果を踏まえて、実効性と波及性のトレードオフを超えた広域的なガバナンスをいかに図っていくのかが「脱炭素ドミノ」のキーとなる。それには、サステイナビリティ・トランジション論におけるMLP(multi-level perspective)にみられるように、ミクロレベルにおける政策変容(イノベーション)がメゾ、マクロレベルに至る要件として、政策学習、ネットワーキングなどがいかに作用するのか、といった視点が有効と考えられる。

謝辞 本発表は、本研究は、文部科学省「大学の力を結集した、地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発(JPJ010039)」、総合地球環境学研究所「地球人間システムの共創」プログラムの助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 谷口真人編著(2023)「SDGs達成に向けたネクサスアプローチ - 地球環境問題の解決のために-」共立出版, 272p.
- 2) 山崎・横田・豊田・吉田・宮崎(2022)「「木の駅」活動の地域性に応じたステークホルダーの環境・社会価値構造」、環境情報科学論文集, 36, 179-184.
- 3) 馬場健司他(2012): 産業・業務部門における低炭素政策波及の可能性と促進・阻害要因, 環境科学会誌 25(2) 73-86.

キーワード ネクサス、順応性、政策波及

シンポジウムー4

学術賞受賞記念シンポジウム

「脱炭素社会の実現に向けて統合評価モデル研究は何ができるか？」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 1-2202

「アジア途上国における気候中立社会の実現に向けたロードマップの定量化に関する研究」

環境研究総合推進費 1-2302

「わが国の脱炭素社会実現に向けた都道府県の脱炭素計画に係る課題の統合的分析」

オーガナイザー 増井利彦（国立環境研究所）領域長

金森有子（国立環境研究所）主任研究員

趣旨説明：パリ協定以降、日本においても 2050 年脱炭素社会の実現が目標として定められ、途上国でも多くの国で同様の排出ゼロ目標が示されるようになった。一方で、その実現に向けた道筋は明確ではない。本シンポジウムでは、日本における温室効果ガス排出削減目標に関する議論の研究面からの振り返りを、国立環境研究所が中心となって開発してきた AIM（アジア太平洋統合モデル）の分析結果を中心に紹介し、今後の具体的な取り組みを支援するためにモデル研究として何ができるかについて議論を行う。

日本における脱炭素社会に向けた定量化の経緯と今後必要な研究

History of quantification of decarbonized society in Japan and necessary future works

国立研究開発法人国立環境研究所 ○増井 利彦

1. 脱炭素社会の実現に向けて

2015年にパリ協定が合意され、世界の平均気温上昇を産業革命前と比較して2°Cより十分低く保つという「2°C目標」が世界共通の目標として認識されるようになった。2018年にIPCCが公表した「1.5°C特別報告書」や、それに続く各作業部会の第6次評価報告書、2023年に公表された統合報告書を受けて、「1.5°C目標」の実現を目指した計画策定が、先進国だけでなく途上国でも加速した。日本においても2030年の温室効果ガス排出削減目標として2013年比46%、2050年の排出削減目標である長期低炭素発展戦略として温室効果ガス排出量の実質ゼロが、それぞれ提示され、2021年に国連に提出された。

本セッションでは、(独)環境再生保全機構・環境研究総合推進費(JPMEERF20221002, 20231002)等の成果のもと、「脱炭素社会の実現に向けて統合評価モデル研究は何ができるか?」というタイトルで、モデル研究の視点から脱炭素社会の実現に向けたわが国における研究の知見と今後の課題、更には地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けた日本の経験をアジアにどう伝えるかを、各著者から報告する。

2. 日本における気候変動問題に関する定量化の経緯

筆者が所属する国立環境研究所では、国内外の研究機関と連携してアジア太平洋統合評価モデル(AIM)の開発とそれをを用いた将来シナリオの定量化を1990年から行ってきた。AIMの視点からのシナリオ研究の経緯や排出削減目標への貢献については、増井・高橋(2023)¹⁾にとりまとめている。1997年に京都で開催されたCOP3に向けて、AIMも定量的な分析結果を環境庁(当時)に提供してきたが、モデルやシナリオに対する政策決定者の認識は十分ではなかった。2004年に開始した環境省地球環境研究総合推進費(現、環境研究総合推進費)において、2050年の日本の温室効果ガス排出量を1990年比70%削減する研究が、脱炭素社会の実現に向けた研究のはじまりであったが、当時の目標は「低炭素」であった。それでも産業界等からは「夢物語」と批判された。2009年に公表された2020年の排出削減目標の推計にはAIMも参加したが、最終的に既存の技術を最大限積み上げて「2015年比15%削減(1990年比8%削減に相当)」とい

う水準に止まっていた。また、日本では、2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故により、排出削減目標の定量化に関する議論そのものが停滞した時期があった。

3. 日本で脱炭素社会をいかに実現するか?

国立環境研究所は、2023年4月に中央環境審議会地球温暖化対策計画フォローアップ専門委員会において、AIMを用いた2050年の脱炭素社会を日本で実現する定量的な結果を公表した²⁾。脱炭素社会の実現に向けて、エネルギー消費量の削減(省エネ)、使用エネルギーの脱炭素化(再エネ)、利用エネルギーの転換(電化)に加えて、負の排出技術や社会変容(消費行動や生産の見直し)といった取り組みも鍵となる。さらに、再エネの大量導入に対応して、従来の年間のエネルギー需給に加えて時間単位の電力需給を踏まえた分析結果を示した。このように、日本において脱炭素社会の実現は可能であり、現在は自治体や企業などにおける取り組みや社会実装が問われるようになっている。

4. 日本でのAIM開発の経験をどうに活かすか?

気候変動問題の解決は、アジアを含めた発展途上国での温室効果ガス排出削減も重要となる。一方で、発展途上国では経済発展と脱炭素の両立という日本以上に困難な課題に直面している。こうした課題に解決に向けて、AIMプロジェクトチームでは、中国、インド、タイ、インドネシア等の研究者と連携して各国のAIMを開発し、政策支援に貢献する活動を実施している。こうした人材育成を含めた取り組みを通じて、アジアさらには世界全体の気候変動緩和策に貢献していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 増井利彦・高橋潔(2023) 脱炭素社会の実現に向けたモデル研究の状況と展望, 環境科学会誌, 36(2), 83-93
- 2) 国立環境研究所 AIM プロジェクトチーム(2023) 2050年脱炭素社会実現に向けた排出経路分析, 中環審地球温暖化対策計画フォローアップ専門委員会(第5回)

キーワード 脱炭素社会, 統合評価モデル, AIM, シナリオ定量化, 気候政策支援

地域における取り組みと今後の可能性 1

The Regional Initiative and Future Challenge 1

滋賀県琵琶湖環境科学研究センター ○河瀬 玲奈

1. 滋賀県の 2050 年 CO₂ ネットゼロにむけた取り組み

滋賀県では 2020 年 1 月に「しが CO₂ ネットゼロムーブメント・キックオフ宣言」を行い、2050 年までに CO₂ 排出量を実質ゼロにすることを目指し、「滋賀県 CO₂ ネットゼロ社会づくりの推進に関する条例(2022 年 4 月施行)」および 2030 年度に 50%削減(2013 年度比)を目標とする「滋賀県 CO₂ ネットゼロ社会づくり推進計画(2022 年 3 月)」の策定を行った。この推進計画の削減目標算定根拠は国の地球温暖化対策計画(2021 年 10 月)をベースに県の産業・地域特性などを考慮して設定されているが、その社会全体での社会経済マクロ指標やエネルギー消費量などの整合性の確認は、ExSS モデルを用いて行われた。

2. 将来シナリオの分析

2.1. モデル分析の概要

将来シナリオの定量分析に用いられた ExSS モデルは、人口、産業構造やライフスタイルなど将来社会の想定をもとに、業務床面積や輸送量などのエネルギーサービス需要を推計し、これを満たすためのエネルギー供給量、施策の導入量及び CO₂ 排出量を包括的・整合的に定量化するモデルである。推計は、基準年(2010 年度)と目標年(2030 年度及び 2050 年度)の 2 時点である。

2.2. 将来シナリオの結果

2050 年度には、産業部門にて森林吸収量に相当する CO₂ 排出量が残存しているほかは排出量がほぼゼロと

なる。削減量に占める割合(対 2010 年度)は、59%が再生可能エネルギーの導入と系統電力の排出係数の変化であり、次に機器の効率化が続く。事業者による運用改善や県民の省エネ行動などは 14%の寄与となっている。太陽光発電の導入量(2019 年度比)は、2030 年度、2050 年度にはそれぞれ 2.1 倍、2.3 倍となり、導入想定量のほとんどが 2030 年までに導入されるという高い目標が掲げられている。

3. 今後の展開

3.1. 将来シナリオの評価指標

これまでも将来像の評価は、豊かさを感じられる持続可能な社会が望ましいとの視点から、環境(CO₂ 排出削減量)、経済(地域循環額)、社会(自然や地域とつながる時間)の 3 つの側面での評価を試みてきた。これは今後も継続すべき評価の枠組みであると考えられる。

一方で、脱炭素社会の実現には、再生可能エネルギーや森林の吸収能力など、自然資源を最大限活用することが求められる。森林による吸収量を確保するためにはその維持管理が不可欠であり、太陽光パネルの設置は土地利用と関係する。森林や土地といった自然資源の活用においては、CO₂ 排出量だけではなく、生物多様性など他の環境課題も含めた視点での評価が必要である。脱炭素と生態系保全に関する諸問題の同時解決に対する対策を社会経済システムとのかかわりから明示的に組み込み、その評価枠組みを構築することが今後の課題である。

3.2. 経路の探索

計画の目標年における将来像の定量化は行ったものの、そこに至る道筋はまだ描かれていない。自然資源を利用しながらの社会活動は、今後想定される気候変動影響の考慮も不可欠であり、緩和策と適応策の関係は、シナジーもトレードオフもある。さらに、社会経済に関する様々な要素は 2050 年に向けて線形的な変化となる訳ではない。1.5°C 目標のためには累積 CO₂ 排出量を制約内に抑えることも求められることから、現在と将来像をつなぐ道筋を描くことが、課題の二つ目である。

キーワード 脱炭素社会、自然資源、モデル分析

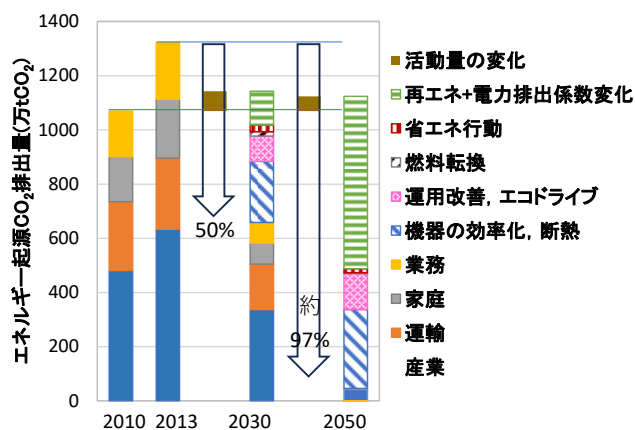


図 1 CO₂ 排出量

地域における取り組みと今後の可能性 2

The Regional Initiative and Future Challenge 2

国立研究開発法人国立環境研究所 ○五味 馨

1. 地方自治体の「脱炭素社会ビジョン」

日本政府による2020年10月の脱炭素宣言に前後して多くの地方自治体（都道府県・市区町村）が2050年までにカーボン・ニュートラルを達成する目標の表明、いわゆる「ゼロカーボン宣言」を行った。一方、2050年に脱炭素を達成したときの地域の定量的な将来像とそのため必要な取組の計画（これらを合わせたものを本報告では「脱炭素社会ビジョン」と呼ぶ）を策定している地方公共団体はそのごく一部に留まり、多くの地域で具体的な計画は2030年までとなっている。ここでは地域において脱炭素社会ビジョンを構築するための課題を特にその定量化の視点から整理し、福島県大熊町における事例を示す。

2. 地域における脱炭素社会ビジョンの定量化の課題

2.1. スコープと目標水準

地方自治体のスケールではエネルギー消費や温室効果ガス排出に関連する多くの活動が行政境界をまたいで行われる。そこである地域に帰属させるべき排出の範囲（スコープ）の決定が課題である。そのための基準として以下を提案する：主要な排出源が含まれること（重要性）、地域主体の努力が反映されること（関連性）、排出量を把握できること（情報）、地方政府の影響が及ぶこと（統治）、地域間で漏れや重複がないこと（整合性）。例えば域外から供給される電力由来の排出は地方政府からの統治可能性は低い、省エネルギーの効果（関連性）、排出量に占める割合（重要性）が高く、含まれるべきである。一方、域外からimportされる他の財の生産に伴う排出（いわゆる「消費ベース」の排出量）は地域によっては重要性が高いが、関連性・統治・情報・整合性の点で課題が多く、現時点の環境では推奨されづらいだろう。一方、多くの地域が自治域内でのカーボン・ニュートラルを目指すことは合理的でない可能性がある。排出源と吸収源は各々偏在しているから、吸収源（典型的には森林）を豊富に持つ地域では吸収が排出を上回らなければ、排出源の多い大都市や工業地域などの残余排出を吸収できないだろう。

2.2. 対策の選定

脱炭素の目標はこれまでの気候変動緩和の取組に比

べると大幅に高い水準の目標である。実際に脱炭素のための大規模な事業が地域において順調に実施されるには地域に適した脱炭素対策を選定する必要性はあるだろう。景観に影響を与える再生可能エネルギー施設の建設や、家庭において大型の支出が必要となるゼロエネルギー住宅、電気自動車、これらを組み合わせたV2H、事業者の自家消費型再生可能エネルギーの導入や省エネルギー投資、バイオマス燃料の利用、森林の整備などの主要な脱炭素対策について、その排出削減への効果と地域社会・経済への影響を可能な限り評価すべきである。そこには気候変動緩和以外の望ましい影響（共便益、副次的便益、多便益のように呼ばれる）を含み、脱炭素社会の取組が地域課題の解決に資するようなマネジメントが期待される。

2.3. 定量化の手法

一般に人口規模の小さな地域ほど情報の入手可能性や地方政府の人的資源・予算に制約があり、定量化が困難になる。しかし脱炭素に関係する各分野（エネルギー、交通、産業・経済、家庭、土地利用など）にはこれまでに開発されてきた多数の定量化手法が存在する。これを難易度別に分類すると、比較的簡易な手法であっても脱炭素の取組を進めるために必要な知見は得られることも多い。例えば技術の普及について現状と目標年の水準とを線形補間する単純な方法でも、毎年一定の割合で更新されるような性質であれば近似的には十分である。

3. 福島県大熊町における事例

東京電力福島第一原子力発電所の立地元である福島県大熊町では復興の一環として脱炭素を目指し、2021年に「大熊町ゼロカーボンビジョン」を策定した。建物建設を含む多くの投資が行われること、同時に震災の影響で太陽光発電等に活用できる土地が多いことなどを好機として電化・省エネルギー・再生可能エネルギーを中心とし、共便益を目指す地域の課題として住宅の熱性能改善による健康への好影響、公共交通のサービス水準向上による高齢者等の生活利便性の改善、世界に先駆けた脱炭素の実現による経済への好影響などを挙げている。

キーワード 温暖化対策計画, 地域目標, 将来シナリオ

家計消費から見た取り組みと今後の可能性

Decarbonization Initiatives and Future Possibilities from the Perspective of Household Consumption

国立研究開発法人国立環境研究所 ○金森 有子

1. 家庭部門の CO₂ 排出量と削減目標

家庭部門に限定すれば明確な削減目標が示されたのは 2015 年である。現在はその目標が更新され、2030 年度には 2013 年度比で 66%の CO₂ 排出量の削減が求められている。家庭部門の CO₂ 排出量を見てみると、2013 年度の排出量がピーク（208Mt CO₂）となり、減少傾向にある。2021 年度の排出量は 156Mt CO₂ となり、2013 年度と比較して 25%の削減となった。しかしながら、2030 年度の排出量の目安である 70Mt CO₂ と比べると今後 10 年足らずで大幅に削減することが必要になることがわかる。これまで 2013 年度比で 25%削減できたことの大きな理由は、電気の排出係数が約 20%下がったことである。もしエネルギー需給見通しに示されたレベルまで 2030 年度の電気の排出係数が下がったとしても、その他の条件が変わらなければ削減目標は達成できない。家庭部門の削減目標の達成には、低炭素なエネルギーの使用に切り替え、電化を推進し、省エネを進めるといった人々の適切な判断が必要である。

2. 家庭部門の CO₂ 排出量分析と結果

金森(2022)¹⁾では、家庭部門における削減目標の達成可能性について分析した。これは 2050 年までの社会経済変化を踏まえたエネルギーサービス需要と機器の更新を想定し、エネルギー消費量及び CO₂ 排出量を推計したものである。機器の更新については、電化と高効率化が進展するものとした。日本を 10 地域に分割し、地域別の特徴を分析に反映させた。

エネルギー消費量の結果を図 1 に示す。人口・世帯数の減少や機器の高効率化の進展等に伴い全ての地域でエネルギー消費量が減少する結果となった。次に、表 1 には全ての想定を反映させたときの CO₂ 排出量（基準ケース）に加え、CO₂ 排出量に影響を与える主要因 3 つ（機器分担率、機器効率、エネルギーサービス）を 2015 年値に固定した場合の CO₂ 排出量の結果を示した。この結果から、2030 年度、2050 年度問わず、電気の排出係数が大きく下がるのであれば、電化を適切に進めることが脱炭素に向けて、重要な対策であることが定量的に示された。

3. モデル分析から現実世界での行動変容へ

このようなモデル分析では、CO₂ を大幅に削減するために必要な諸条件を示すことはできるが、この結果をもって現実に人々の行動変容を促すことは難しい。情報を適切に政策決定者や企業と共有し、行動変容を促す政策や社会システム、製品開発につなげることが必要となる。人々の生活は多様で、エネルギー消費行動も異なる。あらゆる人が脱炭素型ライフスタイルを取れるような仕掛けづくりが求められる。

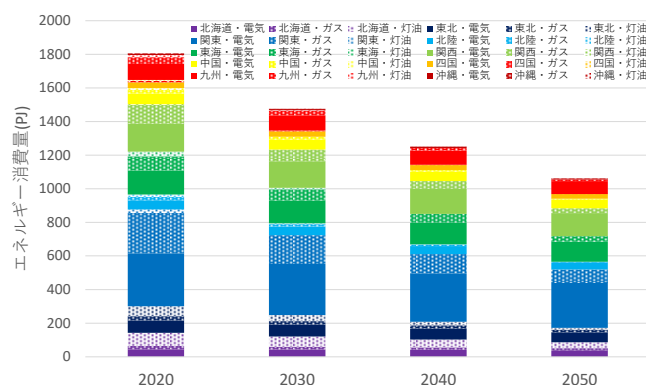


図 1 地域別エネルギー種別エネルギー消費量

表 1 主要な変化を 2015 年で固定した場合の CO₂ 排出量

単位:	基準	分担率	機器効率	エネルギー
100万tCO ₂	ケース	2015固定	2015固定	サービス
				2015固定
2020	167	173 (104%)	175 (105%)	160 (96%)
2025	130	143 (110%)	145 (111%)	128 (98%)
2030	92	114 (124%)	108 (118%)	95 (103%)
2035	69	95 (138%)	83 (121%)	74 (108%)
2040	47	77 (162%)	59 (124%)	54 (114%)
2045	28	61 (218%)	35 (127%)	34 (121%)
2050	10	46 (473%)	13 (130%)	13 (138%)

※()内の数字は、基準ケースとの比較を表す。

参考文献

1) 金森有子 (2022) わが国の家庭部門における 2030 年及び 2050 年の温室効果ガス削減目標達成に関する分析, 土木学会論文集 G (環境), 78, 6, II_215-II_224

キーワード 家庭部門, 脱炭素社会, CO₂ 排出量

エネルギーシステムから見た取り組みと今後の可能性 Past Experiences and Future Perspectives of Energy System Models in AIM Project

国立研究開発法人国立環境研究所 ○芦名 秀一

1. はじめに

日本では、その温室効果ガス排出量のうちエネルギー起源二酸化炭素(CO₂)排出量が8割以上を占めており、脱炭素社会に向かうにはエネルギーシステムに関する対策・施策の検討と実施が不可欠となっている。

アジア太平洋統合評価モデル(AIM)では、ボトムアップ型のエネルギーシステムモデル AIM/Enduse を開発し、1990年代前半から炭素税の評価や、各種対策・施策の実施によるCO₂排出量変化の分析を実施してきた。近年は、エネルギーシステムの中でも特に電力システムに着目した多地域電源計画モデル(AIM/MOGPM)の開発にも取り組み、再生可能エネルギー(再エネ)や原子力などの脱炭素型発電設備の拡大や、蓄電池や水素製造技術の導入によるCO₂削減効果の分析なども進めている。

2. AIMのエネルギーシステム分析モデルの概要

AIM/Enduse は、エネルギーサービス需要を所与として、CO₂排出量上限などの各種制約条件を満たす技術とエネルギーの組み合わせの中から、費用が最小となるものを選択するモデルである。いっぽう、AIM/MOGPM は、予め設定した毎時の電力需要と太陽光や風力発電などの変動性再生可能エネルギーの単位容量あたりの出力をもとに、各種制約条件も考慮しながら、費用最小化のもとで火力発電等も含めた発電所の運用や蓄電池の充放電パターンを求めるモデルである。

これら2つのモデルは、電力需要を介して相互に連携することができる。脱炭素社会に向けた検討においては、図1に示すように、AIM/Enduse で時間別・地域別の電力需要や水素需要を算定し、AIM/MOGPM では発電電力

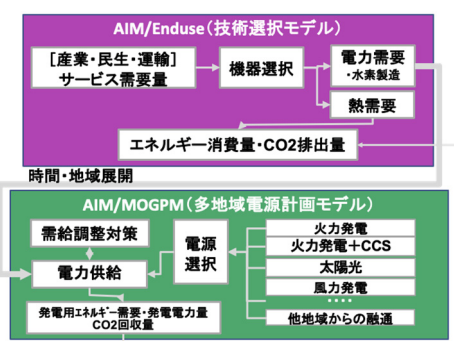


図1 エネルギーシステムモデル間の連携

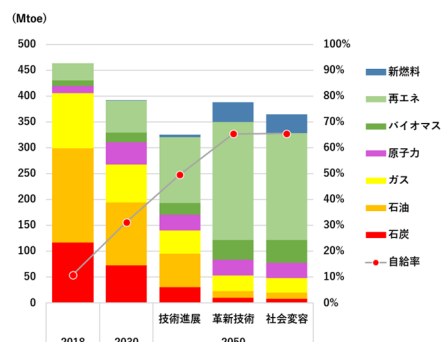


図2 シナリオ別一次エネルギー消費量の変化

量やCO₂回収量等を求め、それら結果をAIM/Enduseにフィードバックすることでエネルギーシステム全体の整合性を維持しつつ分析を行っている。

3. 脱炭素型エネルギーシステムの分析結果

一例として、2030年までの技術普及速度が移行も進展する技術進展シナリオと、脱炭素を目指して2030年以降に革新的技術が追加的に普及する革新技術シナリオと社会変容の進展も織り込んだ社会変容シナリオの3つについて、2050年のエネルギーシステムを分析した結果から、一次エネルギー消費量を図2に示す。

脱炭素に向けては、エネルギー消費量の削減とともに再エネの拡大が重要であることがわかる。特に電力部門での太陽光・風力発電への期待は大きく、これら2つの発電量を合わせると、発電量全体の6割程度を占める。

4. まとめと今後の可能性

日本で脱炭素化を進めるためにはエネルギーシステムの転換が不可欠であり、エネルギーシステム全体を分析するAIM/Enduseと電力部門に特化したAIM/MOGPMを連携させた分析からは、特に電力部門での再エネ拡大が大きく期待されることが示された。

今後に向けては、エネルギーと交通の連携などセクターカップリングの効果やVPP・DRなど需要側での取組の効果など、新たな技術やシステム化の取り込みによるモデルの高度化とともに、各種技術実証との連携など数理モデルと工学・技術の融合も期待される。

キーワード エネルギー、電力、モデル分析

日本の経験を踏まえ、アジアに何を伝えるか？ どう協働するか？ What message can Japan deliver to Asia, based on experience, and how best to collaborate?

公益財団法人地球環境戦略研究機関 ○石川 智子

1. タイ、インドネシア、マレーシア都市での先行事例
AIM プロジェクトチームと低炭素アジア研究ネットワーク (LoCARNet) は、アジア地域において、国が決定する貢献 (NDC) や長期戦略 (LTS) の策定・更新、またその実施主体である各国都市の脱炭素戦略等の策定を、若手研究者育成を目的としたトレーニングや、各国研究者との共同研究、研究者と政策担当者との科学・政策対話会合の実施を通じて支援してきた。こうした支援により、タイやインドネシアでは自国の研究者が政策担当者と連携し、NDC や長期戦略などの討議過程に関与しており、AIM の貢献がこれらの文書に明記されている。また、マレーシアでは複数の都市で AIM の推計結果をベースにした計画づくりや実装プロジェクトへの展開が見られる。

2. ベトナムの事例

AIM プロジェクトチームと LoCARNet はこれまでに、ベトナム国の直轄 5 都市 (ハノイ、ハイフォン、ダナン、ホーチミン、カントー) の低炭素シナリオ開発を支援してきた。2020 年 2 月には、ベトナム国天然資源環境戦略政策研究所 (ISPONRE) との協働により、これらの都市シナリオをベトナム政府が策定する NDC と関連付けることを目指し、ベトナム国天然資源環境省 (MONRE) との科学・政策対話会合を実施した。

2020 年 8 月、MONRE 及び日本環境省との間で第 6 回日越環境政策対話が実施された。同共同閣僚声明にて「ベトナムにおける脱炭素化への移行を政策、政策実施手段、能力構築 (中略) を通じて前進させるための包括的協力に合意」し、「例えば AIM を利用した長期戦略の策定及び再生エネルギーの主流化を含む」と明記された。

また、2021 年 11 月に開催された第 7 回日越環境政策対話にて、COP26 でベトナム・チン首相が発表した 2050 年までのカーボンニュートラルを実現するための包括的な協力を行うことに合意し、「AIM を利用した将来の排出シナリオの分析を通じて、パリ協定で要求される長期戦略を含む 2050 年までの期間の気候変動に関する国家戦略の策定」での協力強化が挙げられた。

2020 年度、AIM プロジェクトチームは AIM を用いたシミュレーション分析 (カーボンニュートラルとピーク

アウト年の分析等) を開始し、2021 年度中にベトナム側 MONRE, ISPONRE 等、日本側環境省、在ベトナム国日本大使館、JICA ベトナム事務所を含む 7 回の科学・政策対話会合を実施した (表 1)。また、2022 年 5 月に実施した 8 回目の対話会合にて国家気候変動戦略 (NCCS) への貢献について日越の共同作業 (joint work) との言及と、これまでの作業への謝意が示された。NCCS は 2022 年 7 月に承認された (Decision No. 896/QD-TTg)。

表 1 ベトナムとの科学・政策対話会合での議論

第 1 回	2021 年 4 月 16 日	利用データの共有と追加の情報提供の依頼
第 2 回	2021 年 5 月 31 日	CO2 ピークアウト年の分析結果の報告
第 3 回	2021 年 7 月 5 日	CO2 ピークアウト年の分析結果 (最新版) の報告 CO2 ピークアウト年の分析結果報告書草案の提示
第 4 回	2021 年 7 月 30 日	技術固定シナリオと対策シナリオの分析結果を報告 CO2 ピークアウト年の分析結果報告書の提示
第 5 回	2021 年 12 月 1 日	2050 年 CO2 ネットゼロの分析結果の報告
第 6 回	2021 年 12 月 21 日	2050 年 GHG ネットゼロの計算条件の確認
第 7 回	2022 年 2 月 18 日	2050 年 GHG ネットゼロの分析結果の報告
第 8 回	2022 年 5 月 13 日	2050 年 GHG ネットゼロの分析結果の意見交換

3. 知見・経験共有の重要性とモデルワークへの期待

ベトナムの事例は、日越の国レベルの合意のもと、モデル側からのアウトプットを累次の科学・政策対話会合を経て短期決戦で戦略文書に提供できた点に特徴がある。他方で AIM プロジェクトチームがモデルワークを行っており、今後国内の研究者の関与が望まれる。

タイやインドネシア等、AIM を用いた科学的な政策立案や、自国研究者の関与が進んでいる国から、ベトナムのようにこれから AIM を用いた科学的な政策立案を進めようとする国・自国研究者のコミュニティの確立が待たれる国に知見・経験を共有することが望ましい。

また、バングラデシュからはステークホルダーやライン省庁とのコンサルテーションを頻繁に実施したいとの意向が示されている。今後モデルを介したステークホルダーとの対話が促進されれば、日本もこうした試みから学ぶことができるのではないかと考える。

キーワード AIM, LoCARNet, 能力構築, 科学・政策対話, 知見・経験共有

シンポジウムー5

「地域生活分野への気候変動影響の評価と適応策の検討」

プロジェクト名：環境研究総合推進費 S18 「気候変動影響予測・適応評価の総合的研究」

テーマ4 「国民の生活の質（QoL）とその基盤となるインフラ・地域産業への気候変動影響予測と適応策の検討と評価」

オーガナイザー 栗栖 聖（東京大学 大学院工学系研究科）

谷川寛樹（名古屋大学 大学院環境学研究科）

趣旨説明：2018年に施行された「気候変動適応法」では、各都道府県・市町村による地域気候変動適応計画の策定が努力義務化されています。人口減少や経済的停滞が地域社会に深刻な影響をもたらす中、気候変動はこれらに追加的・相乗的に作用するため、地域生活への気候変動影響を評価すると共に適応策に関する科学的知見を集積し、地域との対話を進めることが求められています。本シンポジウムでは、地域生活を支える地域産業、建造物、市街地環境、土地利用、交通の各分野からの気候変動影響評価、地域の脆弱性評価に関する最新の知見を紹介すると共に、地域での適応のあり方に関して議論します。

農業への気候変動影響から見た地域の脆弱性評価

Regional Vulnerability Assessment of Climate Change Impacts on Agriculture in Japan

東京大学 ○今井葉子, 栗栖聖

1. はじめに

都道府県および市区町村において気候変動に適応するための対策を実施するには、予想される各種の影響や被害に対し優先順位付けを行うことが重要とされる。農業分野での取組みでは、気候変動に伴う被害を予防・低減するため、高温耐性品種の導入や作付け時期の変更等、複数の品目ごとに様々な適応策が提案・実施されている。また農業はその地域の自然環境や風土を反映し地域産業として発展してきたと考えられるため、気候変動が及ぼす影響を考える際は地域性を考慮することが必要である。本研究は、地域の適応策の担い手である全国の自治体を対象に、農業分野における気候変動影響に対するリスクの高い地域の抽出とそれらの地域の脆弱性を評価することを目的とした。

2. 方法

全国の自治体が農業分野にどのくらい依拠しているかを調べるため、自治体単位の農業算出額¹⁾と自治体人口データ²⁾を用い、全国自治体の人口当たりの農業依拠度を算出した。次に、農業の中でも各自治体がどの程度生産する農作物に依拠しているかを調べるため、階層クラスター分析により耕種当たりの当該作物への依拠度を求めた。

加えて、当該作物がどれ程気候変動の影響を受けるのかを見るため、現代(2016-2022年)と将来(2071-2090年)の2つの年代の収量予測³⁾を用いた比較を行った。収量予測値が得られた複数の果樹を対象に、その地域はどれくらい当該作物に依拠し、その作物がどの程度気候変動の影響を受けるのかを求め、地域の特徴を抽出した。これらの結果から、当該作物の生産を行う地域のうち、リスクが高いと考えられる地域の抽出を試みた。

3. 結果

3.1. 全国自治体の人口当たりの農業依拠度

40品目の農業算出額を用いた階層クラスター分析の結果、1719自治体は13のクラスターに分類された。最も多い1424自治体が分類されたクラスターは、コメの生産が約3割でその他は多品目を生産するグループだった。一方、キャベツやレタス、たまねぎ、豆等の単品の

生産により算出額が支えられている自治体が複数のクラスターで見られ、地域依拠度の高い品目があることや単品生産に頼る自治体の存在が確認された。これらのクラスターに分類された自治体の数は少ないが、このような地域では、収量減少・品質低下等が地域の農業分野に与える影響が大きくなる可能性が示唆された。

3.2. 農業生産品目別の地域の分析

生産自治体における、現状の耕種の算出額に占める品目の割合を示す依拠度(横軸)と、2つの年代で比較した収量変化(縦軸)との関係が得られた(図1, バブルの大きさは自治体の年間生産額)。ここから「依拠度が高く収量減少が予想される自治体」や「依拠度が小さいが収量減少が大きい自治体」が抽出され、さらに、品目による特徴が認められた。

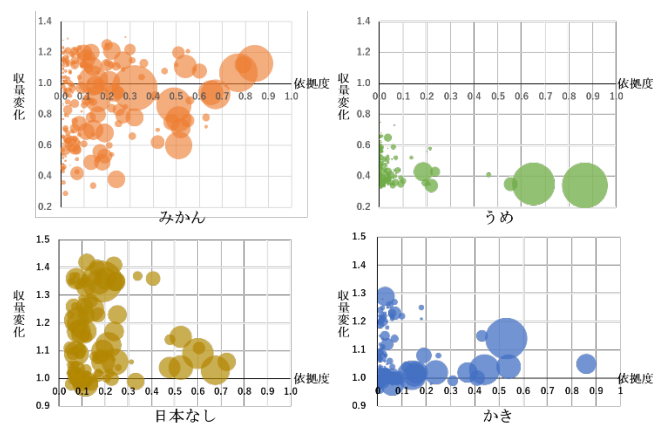


図1 依拠度と収量変化によるバブルチャート

謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

参考文献

- 1) 市町村別農業産出額(推計)2020年(農林水産省, 農林業センサ結果等を活用した市町村別農業産出額の推計結果)
- 2) 国勢調査2020年(令和2年度, 総務省統計局)
- 3) 収量の将来予測は2016-22年と2071-90年の平均値(t/ha)を用いた(GCM: MIROC6・SSP5, RCP8.5)

キーワード 気候変動適応, 自治体, 農業分野

気候変動による地域生活に関する QOL への影響評価

Evaluation of the impact of climate change on the quality of life on regional scales

東京大学 ○白井浩介, 栗栖聖, 福士謙介

1. はじめに

気候変動に対して様々な分野において影響評価、影響予測が実施されてきている。生活の質 (QOL: Quality of Life) は、生活に関わる様々な外的状況により影響を受けるため、気候変動による影響も想定される。気候変動に関連が深い QOL 要素を評価することを目的とした CC(Climatic Change)-QOL¹⁾等が提案されているが、具体的な将来の影響評価はいまだ十分に行われていない。近年、QOL に対する注目が増しており、日本においても政策運営に活かす動きがある²⁾ことから、QOL 評価の重要性が高まっている。

QOL としては、生活満足度や幸福感といった主観的な要素と自然資本や人口資本等の客観的な要素の両面が対象として扱われる。本発表では、まず客観的な要素に着目し、地域の客観的な QOL をあらかず地域の生活環境の状態について取り上げる。

2. 地域の生活環境の状態に対する評価

2.1 評価単位

気候変動適応法において策定が努力義務化された気候変動適応計画は自治体単位での検討となること、地域の生活環境の状態は自治体サービスによる影響を受けることから、日本全国市区町村単位での評価を行った。

2.2 評価指標と得点化

多様な分野にわたる気候変動の影響を念頭に、地域の生活環境の状態を評価する指標として、地域生活に係る QOL に関する既往研究をもとにできるだけ多様な要素を含めた。大きく地域環境、快適性、生活利便性、健康、活性度、安全性のカテゴリーからそれぞれ細分化し、41 の指標を設定した。各指標は、指標間での比較のため、日本全国の地域差に着目し z 得点化した。また、結果をより分かりやすく示すため各カテゴリー得点を算出した。単純合成や主成分分析を用いた統計的積み上げ等を行うことで複数の得点を算出し、結果の比較を行った。

2.3 将来影響の評価

将来シナリオは RCP2.6, RCP8.5 の二つを想定し、21 世紀中頃 (2050 年)、21 世紀末 (2100 年) における影響評価を行った。将来の気温、湿度等の気候データ、浸水深データ等を活用し、各指標の予測値を算出した。なお、

気候変動による影響が定量的に示されていない一部の指標については、仮想的なシナリオを設定した。得点は、各指標の現在の平均値、標準偏差を用いて z 得点化することで、現在の状態からの変化を示した。例として図 1 に 8 月不快指数の現状値と 21 世紀中頃の結果を示した。

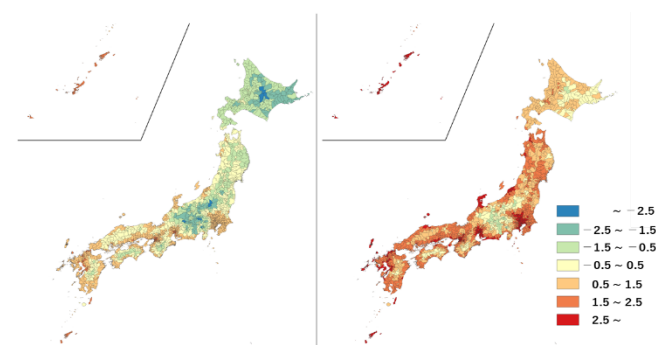


図 1 8 月不快指数 (左: 現状, 右: 21 世紀中頃)

3. おわりに

気候変動による QOL に対する影響として、まず市区町村別の客観的な生活環境の状態について現状および将来の評価を行った。これはあくまで地域としての評価であり、QOL は個人間のばらつきがあることに留意が必要である。また、今回の評価では主観的な要素を含めていない。主観的な生活満足度評価や各指標に対する主観的重要度に応じた積み上げ等を行うことで、今後主観と客観の両面を含めた総合的な QOL の評価を行っていく。

謝辞

本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (S-18-4(1), JPMEERF20S11815)により助成を受けた。

参考文献

- 1) 戸川卓哉・高野剛志・森田紘圭・大場真・Ronald C. Estoque・近藤美沙希 (2020) 気候変動が住民の生活の質 (QOL) に与える影響評価フレームワークの提案, 土木学会論文集 G (環境), 76(5), I_461-I_470
- 2) 内閣府 (2022) 満足度・生活の質に関する調査報告書 2022

キーワード 気候変動, QOL, 地域評価

都市構造物の滞留年数に着目した気候変動適応策・緩和策の検討

Climate Change Adaptation and Mitigation: Focusing on the Retention Time of Material Stock

名古屋大学大学院 ○谷川寛樹, 飯塚悟, 白川博章, 平山修久, 山下奈穂
東京大学 丸山一平, 醍醐市朗, 澤 大幹

1. はじめに

近年, 気候変動に伴う降水量や自然災害の増加が都市構造物に与える影響が懸念される。これらは直接的な人的・物的被害に留まらず, 防災施設の新設・補強や構造物の基礎高の見直しなど都市強靱化のための新規資材投入量の増加や廃棄物の処理を通して, 都市の循環システムにも多大な影響をもたらす。本研究では, 都市構造物の滞留年数に着目し, 物質ストックの戦略的管理と気候変動の適応策・緩和策について総合的に議論する。

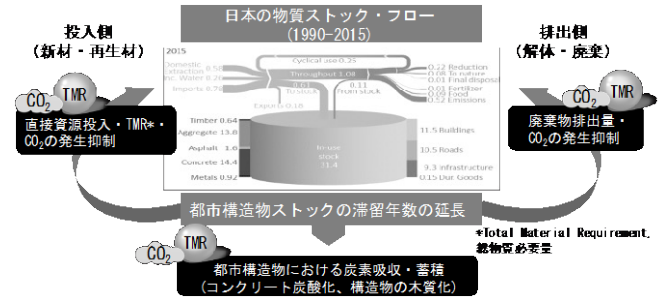


図1 滞留年数と物質ストックフロー

2. 研究手法

図1に示すように, 物質ストックと物質フローは相互に影響しあっており, 都市構造物の使用年数によって将来の投入・排出フローは変化する。滞留年数とは, ストックされた物質の平均的な存在年数を測る指標であり, その構造物が使用されているかどうか関わらず, 物質が何らかの形で社会に滞留している期間を指す。本研究では, 1990年から2015年にかけての物質ストック・フロー図^{1),2)}を用いて都市構造物の滞留年数の変化を明らかにし, 将来の資源投入量及びそれに伴う環境負荷・CO₂排出量の抑制効果について考察を行う。

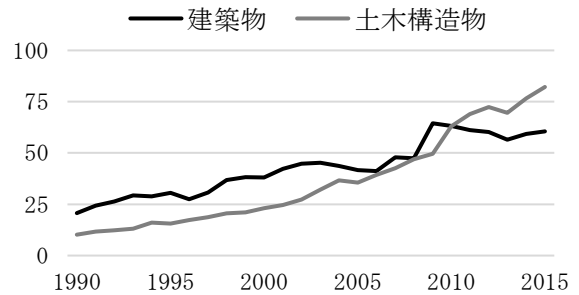


図2 非金属鉱物系資源の滞留年数の推移

3. 結果と考察

建設資材の多くを占める非金属鉱物系資源について, 2015年の建築物における滞留年数は60.6年, 土木構造物では82.2年であった(図2)。滞留年数はその年の物質ストック量を全体の資源投入量で除して計算することから, 仮に, 日本の物質ストックが既に飽和状態であり今後も一定であるとすると, 滞留年数を1年延長することで資材投入量は建築物で1.6%, 土木構造物で1.2%削減されると推計された。

4. おわりに

今後の課題として, データベースの拡張や廃棄物処理容量の推計, 人口減少や高齢化を考慮したコンパクトシティへの移行による影響評価などが挙げられる。建設資材は生産時の炭素強度が高いセメントや鋼材から炭素吸収・固定機能を有する木材まで様々であり, これら素

材ごとの分析によって資源循環だけではなくライフサイクル全体を通じたCO₂排出量への影響も評価する。

謝辞: 本研究は, 環境省環境研究総合推進費(JPMEERF20S11816)の助成を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Tanikawa, H., Fishman, T., Hashimoto, S., Daigo, I., Oguchi, M., Miatto, A., Takagi, S., Yamashita, N., Schandl, H. (2021) A framework of indicators for associating material stocks and flows to service provisioning: Application for Japan 1990-2015, *Journal of Cleaner Production*, Vol.285., 1-12
- 2) 山下奈穂・橋本征二・白川博章・谷川寛樹 (2022) 非金属鉱物系資源の物量投入産出表の整備及び循環指標群への適用, *環境共生*, 38(2), 176-187

キーワード 気候変動適応策・緩和策, 都市構造物, 物質ストックフロー分析, 建設資材, 自然災害

都市の土地利用計画・市街地環境整備計画への気候変動適応策導入の方向性

Direction for Introducing Climate Change Adaptation Measures to Urban Land Use and Development Plans

東京大学 ○村山顕人，山崎潤也，似内遼一，真鍋陸太郎

1. はじめに

都市の土地利用計画や市街地環境整備計画に気候変動適応策を導入する際に要請される主なポイントは、

- (1) 全球スケールの気候変動予測結果やそれに基づく流域圏スケールの気候変動影響予測（水害予測）結果を、建物・外構・公共空間のスケールにおいて即地的に解釈し、具体的な適応策を検討すること
- (2) その際、気候変動への適応だけでなく、人口減少・超高齢社会、建物や都市基盤の老朽化、住宅のアフターダビリティと質、健康と幸福に関わる進行性ストレスや、地震・津波、都市基盤の不具合、病気の世界的流行といった突発的ショックに関わるリスクへの適応も同時に検討する必要があること
- (3) 建物や移動手段の省エネルギー化、環境性能の高い地区への再生、コンパクトな都市構造・形態の実現等の気候変動緩和策も導入する必要があること

である。

こうした要請に応えるためには、各種制度に基づき土地利用、交通、緑と水、住宅、環境等の基本計画を策定する自治体や、住民、事業者、地権者等の多様な主体の合意形成を進めながら具体的な施策を決定していく地区のスケールにおいて、様々な課題に挑戦し、即地的・統合的・包摂的で、リスクを意識した、前向きな姿勢のプランニングが求められる¹⁾。

本発表では、気候変動に伴う水害及び暑熱のリスクへの適応を軸に、こうしたプランニングを展開する際の初歩的方法を2つのケーススタディに基づき提示する。

2. 水害予測と人口減少を踏まえた土地利用計画の検討 (茨城県那珂川流域圏)

2.1. 方法

- (1) 那珂川本川が流れる茨城県の6都市（水戸市、ひたちなか市、常陸大宮市、那珂市、大洗町、城里町）を対象に、①浸水想定区域、②土地利用現況、③土地利用規制（農用地区域、都市地域、用途地域）、④立地適正化計画（居住誘導区域）、⑤人口、⑥建物現況、⑦那珂川水系流域治水プロジェクトの公開データを地図表示し、水害リスクについて考察した。

- (2) 自治体の土地利用将来シナリオを5つ設定し（表1）、シナリオ毎に、気候変動研究で使用されるSSPシナリオに応じて推計された市町村別の将来人口を自治体内の各エリアに配分した。その上で、各エリアの将来の土地利用や建物について考察した。
- (3) 水害リスクの高い4つの地区を対象に、①地区の位置と周辺環境、②浸水想定区域図、③土地利用現況と土地利用規制、④立地適正化計画（居住誘導区域）、⑤人口、⑥建物現況、⑦那珂川水系流域治水プロジェクトのデータを地図上に表示し、水害の予測と適応策の検討を行った。なお、建物現況については、築年数や嵩上げ状況を現地調査によって把握した。

表1 自治体の土地利用将来シナリオ

シナリオ名	シナリオの概要
①現状趨勢	現状趨勢に従った人口配分
②中心市街地維持	居住誘導区域は2020年以降の最大人口を維持し、その他は人口減少
③拡散	市街化調整区域は2020年以降の最大人口を維持、その他は人口減少
④部分撤退	居住誘導区域外の浸水想定区域の人口を0とし（撤退）、居住誘導区域（浸水想定区域を含む）で撤退人口を受け入れる
⑤完全撤退	全ての浸水想定区域の人口を0とし（完全撤退）、居住誘導区域の非浸水想定区域で撤退人口を受け入れる

2.2. 結果

- (1) 例えば水戸市では、市の北東部を中心に浸水想定区域が広がり、水戸駅周辺の中心市街地やその東側の市街地では人口が多くかつ浸水が想定されている（図1）。人口維持を目指す居住誘導区域の中にも浸水想定区域がある。
- (2) 水戸市においても、シナリオ毎に2030年・2050年の人口分布は異なる。また、市全体として人口減少が進行するので、どのシナリオでも浸水想定区域内の人口は減少するが、浸水想定区域内人口が全市人

口に占める割合を算出すると、②中心市街地維持と③拡散ではその値が下がらないことが分かった。この2つのシナリオでは特に、浸水想定区域における建物の適応策が求められる。

- (3) 水害リスクの高い4地区では、一般的に見られる0.3m程度の嵩上げでは不十分であること、築年数の浅い建物が浸水想定区域内に存在すること等が明らかになり、建物の移転や設計上の工夫（1階部分のピロティ化等）が必要であることが確認された。

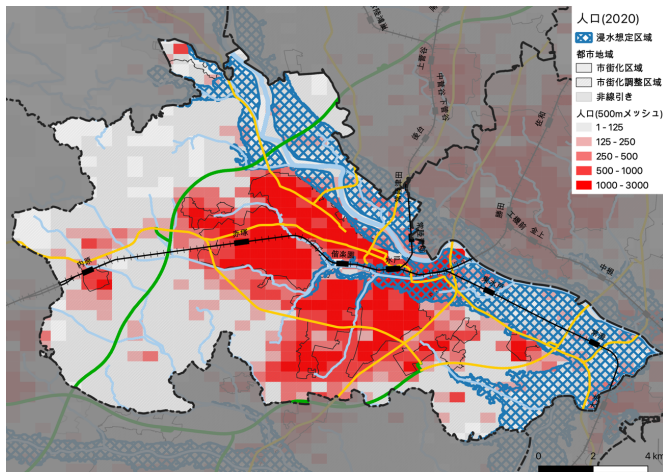


図1 水戸市の浸水想定区域と人口分布（2020年）

3. 政策・計画視点と事業主体視点を合わせた暑熱適応策の検討（東京都世田谷区）

3.1. 方法

- (1) 一般的に、リスクはハザードと曝露量と脆弱性を掛け合わせたものとして捉えられる。都市の物的環境に着目する本検討では、ハザードとして地表面温度曝露量として昼間人口を用い、脆弱性は「現在の適応策供給量（の少なさ）」と捉えることとした。そして、この3つを掛け合わせたものが、そのエリアで必要とされる適応策の量である。
- (2) 暑熱リスクが高いエリア（ハザードが大きく曝露量が多く適応策供給量が少ないエリア）を自治体が全体的視点から特定して対策を促すための「政策・計画視点」の適応策検討フローと、ハザードが大きく曝露量が多かつ将来の適応策供給可能量が多いエリアを様々な事業主体（駐車場経営者、バス事業者、行政等）が特定して対策を実施していく「事業者視点」の適応策検討フローを設定する。
- (3) 2つの検討フローに基づき、適応策を優先的に導入すべき／することができるエリアを特定する。
- (4) 特定されたエリアにおいて即地的に暑熱適応策を

検討するための「暑熱適応策マップ」を作成する。

3.2 結果

例えば、世田谷区のクライメートシェルターの必要度は、昼間人口が多いにも関わらずクライメートシェルターとなり得る資源が少ない住宅系の鉄道駅周辺地区や幹線道路沿道で高い（図2）。

また、尾山台駅周辺地区他を対象に、導入可能な適応策を即地的に示す暑熱適応策マップ（図3）を作成した。

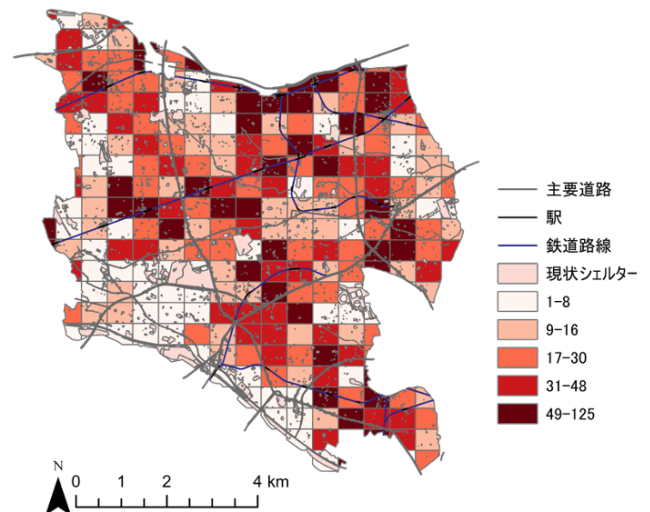


図2 世田谷区のクライメートシェルターの必要度

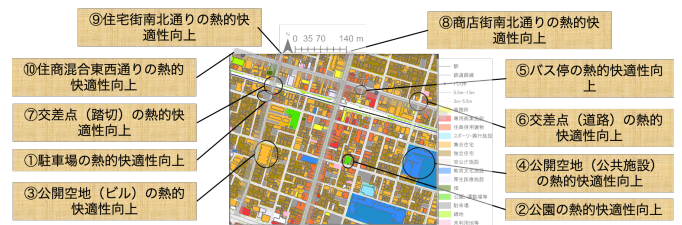


図3 世田谷区尾山台駅周辺地区の暑熱適応策マップ

4. おわりに

このように、気候変動適応策導入に向けたプランニングの初歩的方法を検討したが、冒頭で述べたポイントには十分に対応できておらず、多くの課題が残っている。

参考文献

- 1) Resilient Cities Network, What is Urban Resilience?, <https://resilientcitiesnetwork.org/what-is-urban-resilience/> (2023年7月5日閲覧)

キーワード 気候変動適応, 水害, 暑熱, プランニング

気候変動下の市街地を対象とした温熱環境シミュレーションとその活用 Thermal Environment Simulation and its Application for Urban Center Neighborhood under Climate Change

東京大学 ○山崎潤也, 似内遼一, 真鍋陸太郎, 村山顕人

1. はじめに

昨今、気候変動に伴う気温上昇の影響が顕在化しており、ヒートアイランド現象と相まって特に都市部における屋外環境の高温化が顕著である。暑熱対策は地区スケールなど小さな単位でも個別具体的に検討していくべき課題であり、地区の物的環境整備に向けても将来的な気候変動の影響を考慮した中長期的な視点を持つことが求められている。そこで、本報では愛知県名古屋市中区の商業業務地である錦二丁目地区を対象とした気候変動下の温熱環境シミュレーションを実施し、その結果を基に気候変動適応に向けたまちづくりワークショップ（以下 WS）を実施した内容を報告する。

2. 温熱環境シミュレーションの実施

2.1 方法

本報では対象地における SSP（共通社会経済シナリオ）・RCP（代表的濃度シナリオ）に基づく市街地形態・気象条件をシナリオ別に予測し、2021年、2030年代、2050年代、2090年代の将来像を対象とした温熱環境シミュレーション（CFD解析）を実施した（表1、表2）。市街地形態については同地区のまちづくりに関わる専門家を中心としたエキスパートジャッジメントによって決定し、気象条件については全球気候モデルより構築された将来気候データを参照した。

2.2 結果

各ケースにおける各年の表面温度、地上1.2m気温、地上1.2m風速の解析結果を図1に示す。第一に表面温度は市街地変容に伴う影の分布変化に大きく依存する様子が伺え、例えば SSP1-2.6 の2090年代では直達日射の当たる場所が増えるため数値の高い場所が拡大した。第二に地上1.2m気温は市街地変容よりも気候変動の影響を大きく受ける様子が伺え、特に SSP5-8.5 では2021年から2090年代までに流入温度が2.9℃上昇するため地区への影響も顕著となった。第三に地上1.2m風速は市街地形態の影響が伺え、特に SSP1-2.6 と SSP5-8.5 における2090年代の結果は建築物の分布に伴う風の流れの相違が明確に表れた。

表1 解析条件の概要

解析コード	Altair AcuSolve™	
解析要素	速度・温度・放射（日射を含む）	
数値解析法	有限要素法	
乱流モデル	1方程式 RANS モデル（Spalart-Allmaras モデル）	
放射の設定	形態係数法、灰色体放射	
解析範囲	900m(X)×900m(Y)×400m(Z)	
メッシュ数	10,714,274 (2021年)～27,542,812 (SSP5-8.5・2090年代)	
サーフェス	建築物・地面表面にて平均1.0m	
メッシュ		
解析対象日時	各年8月5日12:00（定常解析）	
境界条件	流入条件	モデル南面：1.0m/s（流入温度は表2の気温を参照）
	流出条件	モデル北面：自由流出境界
	日射量	直達日射量：796W/m ² 、全天日射量：767W/m ²

表2 解析のケース設定

ケース	市街地形態	気象条件	8月5日12時の気温 [℃]			
			2021年	2030年	2050年	2090年
① SSP1-fixed	SSP1	固定	33.4	33.4	33.4	33.4
② SSP1-2.6	SSP1	RCP2.6	33.4	34.0	34.2	33.8
③ SSP5-fixed	SSP5	固定	33.4	33.4	33.4	33.4
④ SSP5-8.5	SSP5	RCP8.5	33.4	33.8	34.5	36.3

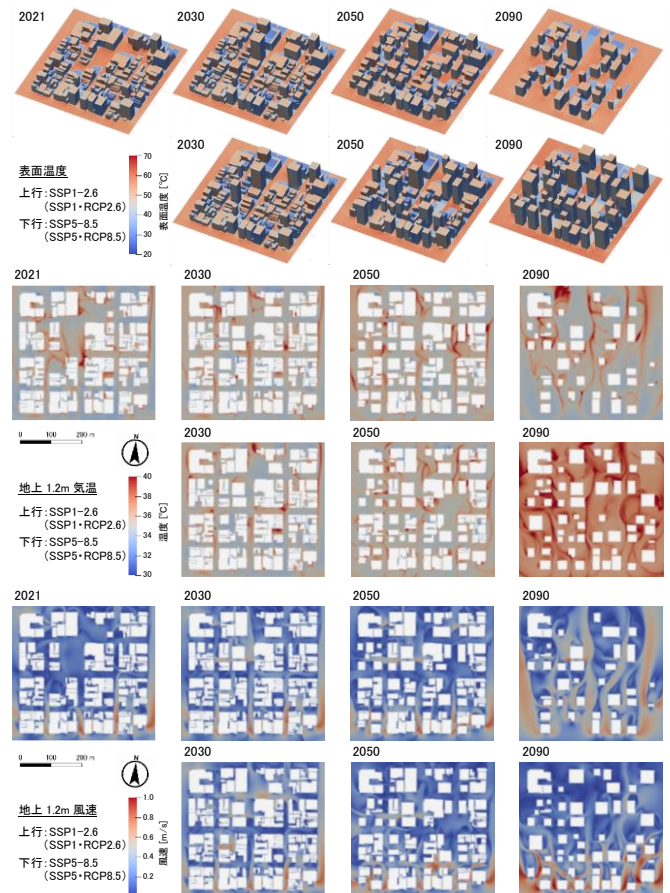


図1 錦二丁目の解析結果

（上段：表面温度、中段：地上1.2m気温、下段：地上1.2m風速）

3. 気候変動適応まちづくり WS の実施¹⁾

3.1 WS その1 (表3)

WS その1 では参加者が気候変動影響について理解し、錦二丁目地区のシミュレーション結果を基に適応策のアイデアを意見交換することを目的とした。第1・2部ともに専門家によるレクチャーを基にそれぞれの問いに対するコメントをオンライン上で整理した(図2)。

3.2 WS その2 (表4)

WS その2 では参加者が実測を通じて同地区の温熱環境の課題を把握し、適応策のアイデアを模型制作によって提案することを目的とした。第1部では参加者が提案に向けた前提知識を得るために3名の専門家によるレクチャーを実施した。第2・3部では同地区の温熱環境の課題を把握するために参加者による環境実測調査を実施し、模型の上に調査結果を整理する形で温熱環境の課題を考察した。第4部では参加者が対象地の課題を解決する適応策のアイデアを創出して模型に反映するグループワークを実施し(図3)、第5部では成果発表を行った。成果として、歩道屋根の設置、壁面緑化の実施、道路空間の再配分・木質化、ビオトープの設置、再開発に伴う新たな公共空間の設計などが提案された(図4)。

3.3 WS その3 (表5)

WS その2 にて制作された模型の3Dモデルを対象とした温熱環境シミュレーションを実施し、WS その3ではその結果を共有した上で同地区の将来的なまちづくり方針に関する意見交換を行った。ここではこれまでの活動内容に対する感想、解析結果を踏まえた新たな適応策のアイデア、様々な技術のまちづくりへの活用可能性について意見が交わされた。

4. まとめと今後の展望

本報では気候変動下の市街地を対象とした温熱環境シミュレーションとそれを活用したWSの実践内容について報告した。今後は実際の社会実験を通じて適応策の効果を実測・体感するWSの設計を試みたい。

参考文献

- 1) 錦二丁目エリアプラットフォーム：#6 気候変動その2 N2/Lab WS 報告, <https://n2-lab.jp/report/report-37008> 他

キーワード 気候変動適応, 3D 都市モデル, CFD, ワークショップ, 環境実測

表3 WS その1の概要

内容	気候変動影響への理解と適応策のアイデア創出
日時	2022年2月22日(火) 18:30-20:30
形態	オンライン(Web 会議サービス Zoom を利用)
参加者	現地まちづくり関係者を中心に約40名
プログラム	【第1部(45分)】 レクチャー①: 気候変動は私たちの暮らしにどう影響するの? WS①: 身近な暮らしへの気候変動の影響を深掘りしよう! 【第2部(60分)】 レクチャー②: 錦二丁目の夏の暑さは将来どうなるの? WS②: 夏の災害レベルの暑さを乗り越えるアイデアを議論しよう!

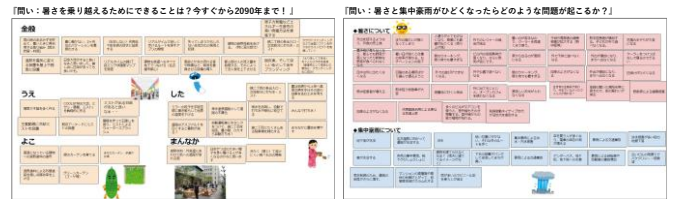


図2 WS その1のコメント整理結果

表4 WS その2の概要

内容	温熱環境調査と模型制作に基づくまちづくりワークショップ
日時	2022年9月10日(土) 13:00-17:00, 11日(日) 10:00-15:00
場所	愛知県名古屋市中区錦2-7-7 スペース七番
参加者	現地まちづくり関係者を中心に22名
プログラム	【1日目】 第1部 気候変動に適応するまちづくりのためのレクチャー(70分) 第2部 温熱・物的環境調査のフィールドワーク(80分) 第3部 調査結果の整理と考察(80分) 【2日目】 第1部 都市デザインのグループワーク(180分) 第2部 成果発表(60分)



図3 WS その2の様子

(左: 温熱環境調査、右: 都市デザインのグループワーク)



- ◆7番街区会所「ビオトープ・遊歩道で“涼”をつくる」
グループAは、7番街区の将来像について短期・長期に分けてデザインしてくださいました。短期的には、会所の快適性を向上させるためのミスト・アーケード、壁面緑化を組み合わせた即効性のある計画を提案。そして長期的には、会所の中央にビオトープを設けることで地域に隠される親水空間を設計しました。会所空間の水面は表面温度の上昇をやわらげ、涼しい風を周囲に届けてくれることが期待できます。
- ◆袋町通り「歩きごちよい街路」
グループBは、夏の暑さにも気にならずに歩いてしまおう袋町道をデザインしてくださいました。現在の道路空間を再配分して歩道を広げ、街路樹を再配置することで日陰を創出します。さらに10番街区では環境に配慮した再開発が行われることを想定し、7番街区の会所との動線を意識した新たな公開空間を設計しました。7番と10番をつなぐ会所は風の通り道となり、快適な空間となる可能性が秘められます。
- ◆長島町通り「歴史の糸を紡ぐ」
グループCは、連続間屋街として発展した錦二丁目の歴史をつなぐ長島町道をデザインしてくださいました。6番街区の再開発の想定では、公開空間に高低差をつけた「錦の丘」を設計し、画期的な会所空間を提案。さらに歩道空間には錦の産業を活かした「まちにかかるカーテン」を提案し、従来のアーケードに代わる日陰空間を創出。錦の歴史を伝えるデザインは暑熱改善との相乗効果が見込めます。

図4 WS その2における都市デザイン成果

表5 WS その3の概要

内容	温熱環境シミュレーションの報告と意見交換
日時	2022年12月14日(水) 18:30-20:00
場所	愛知県名古屋市中区錦2-7-7 スペース七番(オンライン併用)
参加者	現地まちづくり関係者を中心に15名
プログラム	第1部 温熱環境シミュレーション報告(30分) 第2部 ディスカッション(60分)

気候変動による鉄道ネットワークの水害リスク変化の評価に関する研究 Prediction of Changes in Flood Risk for Railway Networks Due to Climate Change

名古屋大学 ○加藤博和, 徐非凡, 名古屋鉄道株式会社 田島治希

1. 研究の背景と目的

日本の交通ネットワークを災害に対して強靱なインフラとするためには、将来の災害リスクを定量的に把握し、高リスク、かつ社会的に重要な路線から順に早期の災害対策・気候変動適応策を進める必要がある。本研究では、水害を対象に、全国の鉄道路線のリスクを評価する手法を提案する。その後、水害の現在データ、将来予測データを用いて、現在から将来にかけての水害リスクを評価・考察する。以上により、長期的に水害リスクの大きくなる鉄道路線を特定し、鉄道分野における計画的な災害対策そして気候変動適応策導入の検討に寄与することを目的とする。

2. 研究対象と水害リスク評価手法

国土交通省国土数値情報ダウンロードサイトより鉄道ラインデータ(令和2年度)を入手し、鉄道区分が「普通鉄道」であり、かつ地下鉄ではない路線を抽出し、これを本研究における水害リスク評価の対象路線として用いる。将来における路線の新設・廃止は考慮せず、現在の鉄道ネットワークを評価する。

本研究では、「ハザード」「曝露」「脆弱性」という3つの因数の積をリスク値と定義した(式1)。

$$R = H \times E \times V_1 \times V_2 \quad (1)$$

ここで、R: 水害リスク値(分/年) H:ハザード(/年) E: 曝露(人/日) V_1 :インフラ形状による脆弱性(日) V_2 :ネットワーク形状による脆弱性(分/人)である。

水害リスク値の単位は分/年となる。これは、鉄道路線が水害によって不通になることで利用者が損失する時間の総和の1年当たり期待値に相当する。以下にそれぞれの用語と指標の定義を示す。

(1) ハザード

“ハザード”は、“鉄道路線が長期不通となり得る規模の水害の発生確率”と定義する。一定の区間ごとに計画基準や浸水深を基に閾値を設け、その閾値に相当する水害が1年間に発生する確率(/年)をもって表す。なお、全国の鉄道路線を河川橋梁であるかどうかで大別し、それぞれの閾値を設けることとした。

(2) 曝露

“曝露”は、“鉄道路線の長期不通によって直接影響を

受ける人口”と定義する。不通となった鉄道路線を平常時に利用していた人数、すなわち路線の区間通過人員(人/日)をもって表す。

(3) 脆弱性

“脆弱性”は、“水害の発生によって、より大きな悪影響を及ぼしうる特性”と定義する。具体的には以下の2つが考えられる。

- ・インフラ形状による脆弱性:インフラが老朽化している、被災すると修復が困難である等の要因から、インフラ形状に依拠して不通期間が長くなってしまふ特性
- ・ネットワーク形状による脆弱性:ネットワークとして重要な路線であるため、不通になると迂回時間が発生することで悪影響を及ぼす特性

3. 使用するデータと評価方法

3.1. ハザード

a) 浸水深データ

現在及び将来の水害による期待浸水深の推定データとして、柳原ら(2022)¹⁾の作成したデータを用いる。柳原らの研究では、第6期結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP6)をベースにした日本域バイアス補正気候シナリオデータ(NIES2020)を使用し、デカルト座標系の二次元不定流モデルによる洪水氾濫解析が行われている。この解析により、共有社会経済シナリオ(SSP: Shared Socioeconomic Pathways)ごとに将来気候における浸水深が推定されている。また、洪水氾濫解析に用いたパラメータであるマンニングの粗度係数などは土地利用によって異なるため、各土地利用の面積を用いて加重平均し推計することが必要となる。柳原らはこれを、「土地利用固定シナリオ」「土地利用変化シナリオ」と設定しているが、実際には人口変化を考慮しない(固定)場合と考慮する(変化)場合について評価しており、これをそのまま本研究でも利用している。

b) 閾値の設定

閾値について、鉄道路線データと河川マスクデータをArcGIS上で重ね合わせ、重なる区間を“河川橋梁部”、重ならない区間を“地上部”として分け、それぞれについて「標準気候における再現期間100年に相当する水深」と「60cm」と設定した。

3.2. 曝露

a) 現在の区間通過人口データ

鉄道統計年報[令和元年度]より「(2)運輸成績表」, 「(24)JR 旅客会社運輸成績表」を入手した。私鉄の一部路線は区間通過人員が公開されていないため, 当該鉄道会社の全路線の平均値で代用した。

b) 将来人口データ

将来人口データとして, 国立環境研究所が開発した日本版 SSP 別人口シナリオ第 2 版より, 性別・人口階級別 3 次メッシュ人口シナリオ第 2 版の 2015 年人口データ, SSP1, SSP5 における近未来として 2050 年, 21 世紀末として 2100 年の人口推計データを入手した。

区間通過人員は路線沿線人口に比例すると仮定し, 次式を用いて“曝露”である将来区間通過人員(人/日)を推定した。なお, “路線沿線人口”は路線と交差するメッシュ内の人口として定義した。

$$\begin{aligned} & \text{将来区間通過人員} \left(\frac{\text{人}}{\text{日}} \right) \\ &= \text{現在区間通過人員} \left(\frac{\text{人}}{\text{日}} \right) \times \frac{\text{将来路線沿線人口(人)}}{\text{現在路線沿線人口(人)}} \quad (2) \end{aligned}$$

3.3. 脆弱性

a) インフラ形状による脆弱性

鉄道路線を河川橋梁部・高地部・低地部に分け, それぞれについて水害時の不通日数(日)を 1 年, 4 週間, 1 週間と設定し, “インフラ形状による脆弱性”として定義する。

b) ネットワーク形状による脆弱性

本研究ではある路線(リンク i)が長期不通になった際の迂回により損失する時間の 1 人あたり平均 T を次式のように定義する。

$$T_i = \frac{\sum_j \left(\sum_k \left(P_{jk} (t_{ijk} - t_{0jk}) \right) \right)}{\sum_k \left(\sum_j (x \times P_{jk}) \right)} \quad (3)$$

ここで, t_{0jk} : 平常時における出発地 j から目的地 k までの所要時間(分) t_{ijk} : リンク i 断絶時における出発地 j から目的地 k までの所要時間(分) P : 出発地 j から目的地 k

まで鉄道を利用して移動する人数(人) $x: t_{ijk} - t_{0jk} = 0$ のとき 0, $t_{ijk} - t_{0jk} > 0$ のとき 1 をとる変数である。

本研究では, ArcGIS 上で OD コストマトリックス解析を行うことで各 OD ペア間の所要時間を算出する。各都道府県間の鉄道を利用した流動数で代用することとし, 国土交通省「都道府県間流動表(2015 年度)」を利用した。

4. 評価結果

上述各因数の積をとり, 5 パターンの全球気候モデル, 2 パターンの SSP (持続可能なシナリオである SSP1 と化石燃料に依存して発展するシナリオである SSP5), 2 パターンの土地利用変化シナリオごとに将来の水害による鉄道路線への影響を評価した。

・土地利用固定シナリオ

基準気候と将来気候を比較すると, 東北地方, 九州地方などの, 基準気候で比較的水害リスク値の小さい路線では微減の傾向が見られる一方, 東京・名古屋・大阪を結ぶような, 基準気候で比較的水害リスク値の大きい路線では増加の傾向が見られる。また, 近未来において SSP1・SSP5 シナリオ間で大きな差はないが, 21 世紀末では SSP1 シナリオでは微増であるのに対し, SSP5 シナリオでは大きく増加との結果が得られた。

・土地利用変化シナリオ

土地利用固定シナリオ同様, 近未来気候では SSP1・SSP5 シナリオ間で大きな差はないが, 21 世紀末では明確な差が現れた。特に, SSP1 シナリオでは選択する全球気候モデルによって基準気候よりも水害リスク値が減少するという結果が得られた。(図 1)

参考文献

- 1) 柳原駿太, 風間聡, 多田毅, 山本道, 峠嘉哉(2022), 共有社会経済経路 (SSP) を用いた気候変動と土地利用変化による日本全国の洪水被害の変化, 土木学会論文集 G (環境), 78 巻 5 号, pp. I_387-I_396.

キーワード 気候変動, 鉄道, 災害リスク評価, SSP

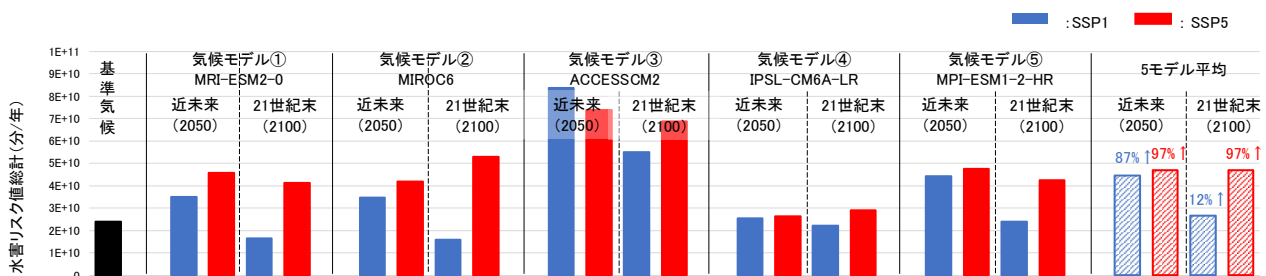


図 1 土地利用変化シナリオにおける全国の水害リスク値の総計

Predicting the Changing Operational Periods of Ski Resorts Due to Climate Change and the Effect on Traffic Volume

Nagoya University ○Feifan XU, Hirokazu KATO

1. Background

The tourism industry plays a significant role in driving regional economic growth and rejuvenation. Nevertheless, the functionality of numerous leisure facilities is profoundly impacted by climate conditions. It is crucial and pressing to quantitatively assess how variations in winter temperatures and other climate factors influence the likelihood of success for ski resorts. In the case of leisure facilities such as ski resorts that are particularly vulnerable to climate-related effects, accurately understanding and predicting their business potential and potential operational periods will enable us to forecast traffic demand more effectively for accessing specific facilities within specified timeframes. This, in turn, will offer valuable scientific and theoretical support for future land transport planning and route design.

2. Research Subjects and Research Purpose

The primary objective of this study is to construct a logistic regression model using a panel dataset comprising 71 entities observed over a period of 15 years. The aim is to evaluate the extent to which different factors influence the business performance of ski resorts. By doing so, this research seeks to gain valuable insights into the potential impact of climate change on the sustainability of ski resort operations. Furthermore, the study aims to provide scientific and theoretical foundations for future land transport planning and the design of optimal routes, taking into account the projected changes in ski resort viability.

3. Data Collection and Methodology

In this study, data collection was conducted from four main perspectives. Firstly, we gathered basic attribute data of 71 ski resorts in the Hokkaido region, including the number of openings for each ski season from 2006 to 2020, geographic location, elevation, number of lifts, and maximum slope of the piste. These basic attributes were obtained from the *Railway Information System*. Additionally, we examined the historical changes in business statuses over the past 15 years.

As shown in Fig. 1, the business statuses were categorized into three types: continuation, stoppage, and suspension. Ski resorts that operated continuously from the first business year until the 2020 ski season were classified as the continuation type. Those that experienced operational stagnation on or before the 2020 ski season were categorized as the stoppage type. Ski resorts that were temporarily suspended and subsequently resumed operations were classified as the suspension type. The opening time of ski resorts ranged from early November to late May, forming the time series of panel data used in this study.

The second aspect of data collection focused on the transportation accessibility of the ski resorts. This included investigating public transportation options such as the nearest railway station and bus stop, as well as private transportation options such as the nearest highway entrance and exit, and the number of parking capacities available at the ski resort.

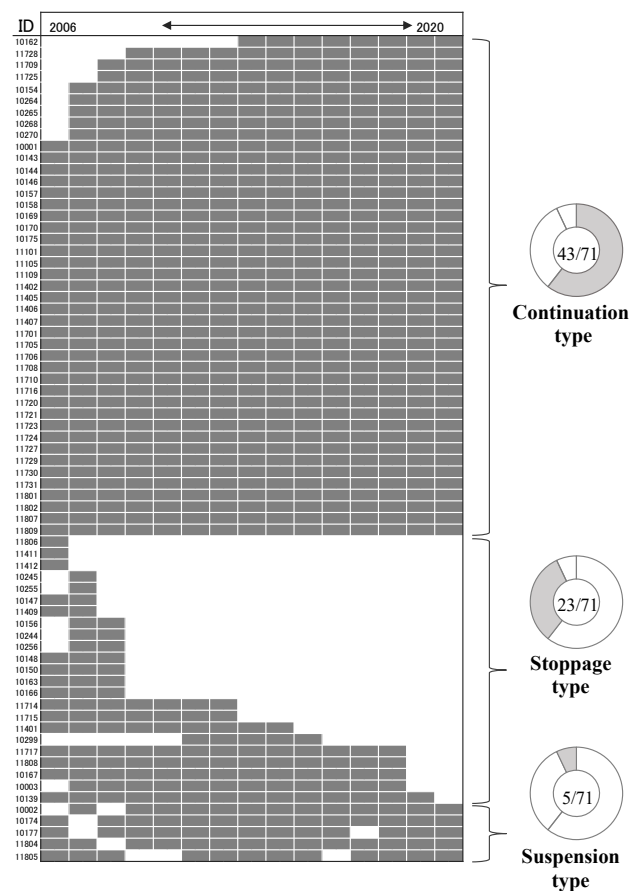


Figure 1. Three types of business mode of 71 ski resorts

Furthermore, skiing activities are influenced by social trends at specific times. To gauge social trends, we utilized the skiing population data from the *Leisure White Paper* provided by the Japan Productivity Center and the total population of Hokkaido ropeway transportation, obtained from the *Hokkaido Ropeway & Ski Lift Association*.

Lastly, we collected eight variables based on bias-corrected climate scenarios over Japan, using the CDFDM method with CMIP6¹). These variables, provided by the National Institute for Environmental Studies, Japan, included daily mean temperature ($^{\circ}\text{C}$), daily maximum temperature ($^{\circ}\text{C}$), daily minimum temperature ($^{\circ}\text{C}$), daily precipitation (mm/day), global solar radiation ($\text{MJ/m}^2/\text{day}$), wind speed (m/s), surface relative humidity (%), and downward longwave radiation ($\text{MJ/m}^2/\text{day}$).

In summary, the panel data set used in this research is a balanced (complete) panel data, meaning it includes all observations for each individual measured at the same time points. It consists of data collected on 71 individuals, including business statuses, attribute data, meteorological data, and the social trend index. The data covers a period of every ten days from 2006 to the 2020 ski season, resulting in a sample size of 22,365 (71 individuals * 3 ten-day periods * 7 months * 15 years).

4. Results

The results of the Pooled regression model show among the five climatic variables, except daily precipitation, p values are close to 0, and the absolute values of coefficients are between 0.02 and 0.52, which indicates that climatic conditions have a significant effect on the operation of ski resorts. Among the attribute variables, the capacity of the parking, the maximum elevation value, and the minimum elevation value show significant influence, which is derived from the understanding of the skier's traffic utilization mode. Most skiers approach the ski resort by self-driving, which is different from other sightseeing facilities. The capacity of the parking will directly affect the opening status. For the result that the maximum elevation coefficient is negative and the minimum elevation coefficient is positive, and the absolute value of both coefficients are very low, it can be explained as follows: the natural conditions of the elevated areas are more likely to be more conducive to skiing, however, because the high elevation also means that there is a high probability of

impassability due to extreme weather conditions, the resistance of ski resort users to reach the ski resort is also increased. The presence of snowmobiles and ropeway had a significant positive effect, on the contrary, the presence of heli-skiing and events showed a significant negative effect. This reflects that the diversity of ski resort activities will promote the business sustainability of ski resorts, but at the same time, the high cost of hardware configuration and the consumption of manpower and material resources required for event operation will also bring challenges to the operation of ski resorts. In addition, the number of quad, triple, and pair lifts had a significant effect, while the number of single lifts did not. Skiing, as an outdoor recreational activity, tends to attract crowds of visitors. It is worth noting that whether the artificial snow machine is set up or not significantly affects the dependent variable, namely the business possibility of the ski resort. In terms of social trends, ropeway transportation volume as a reference index has a certain positive effect, but it is not very significant. At the same time, the total skiing population did not show a significant effect. This is related to the unique advantages of the Hokkaido region. This suggests that Hokkaido, as a well-known ski resort in Japan and Asia, may not be particularly affected by its business prospects even in less popular years.

Taking into account the individual differences among ski resorts, a single-factor fixed effect model was constructed, which offers more specific insights. In both the pooled regression model and the single-factor fixed effect model, the daily mean temperature was found to have a significant effect. The results indicate that for each one-unit increase in daily mean temperature, the probability of a ski resort opening is reduced by 40.35%. Furthermore, the analysis reveals that a one-unit increase in daily precipitation leads to a 6.95% reduction in the probability of a ski resort opening.

Reference

1) N.Ishizaki (2021), Bias corrected climate scenarios over Japan based on CDFDM method using CMIP, Ver.1.1, NIES. doi:10.17595/20210501.001. Reference date: 2022/08/18

Keywords Climate change, Ski resorts, Panel data, Coupled model intercomparison project phase 6 (CMIP6), Representative Concentration Pathways (RCPs), Shared socioeconomic pathways (SSPs)

シンポジウムー6

「水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用化の現状と課題」

プロジェクト名：令和5年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
「水道水及び原水における化学物質等の実態を踏まえた水質管理の向上に資する研究」

オーガナイザー 小林憲弘（国立医薬品食品衛生研究所）室長
高木総吉（大阪健康安全基盤研究所）主幹研究員

趣旨説明：人口減少が加速している日本において、将来にわたって安全な水道水が供給されるためには、より少ない人員と労力で水質検査を行えるように迅速・簡便な新しい検査方法を開発・導入していく必要がある。現在、検査対象物質の標準品の測定情報を予めデータベースに登録し、検査時には標準品を測定せずに広範囲の物質をGC-MSやLC-MSを用いて一斉に測定する「スクリーニング分析法」の水道水質検査への適用が検討されている。しかし、水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用には現状では様々な課題があることから、スクリーニング分析法の開発の現状と実運用化に向けた課題について議論する。

水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用化の現状と課題

Current Status and Issues of Application of Screening Method in Drinking Water Quality Analysis

シンポジウムオーガナイザー

国立医薬品食品衛生研究所 小林憲弘
(地独) 大阪健康安全基盤研究所 高木総吉

主旨

人口減少が加速している日本において、将来にわたって安全な水道水が供給されるためには、より少ない人員と労力で水質検査を行えるように迅速・簡便な新しい検査方法を開発・導入していく必要がある。現在、検査対象物質の標準品の測定情報を予めデータベースに登録し、検査時には標準品を測定せずに広範囲の物質をGC-MSやLC-MSを用いて一斉に測定する「スクリーニング分析法」の水道水質検査への適用が検討されている。しかし、水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用には現状では様々な課題があることから、スクリーニング分析法の開発の現状と実運用化に向けた課題について議論する。

1. 水道水質検査におけるスクリーニング分析法の実運用化に向けた取組み

小林憲弘 (国立医薬品食品衛生研究所)

スクリーニング分析法を水道水質検査に実運用するためには、データベースに登録された検量線で定量した場合の定量精度の検証や装置性能の評価方法の確立に加え、異なる検査員でも同じ定性結果が出せるように、スクリーニング分析におけるピーク同定方法の考え方や基準を確立する必要があると考えられる。そこで我々は、スクリーニング分析のバリデーション試験を実施し、同一データベースを用いて同一試料のスクリーニング分析を行った場合の、解析者による定性および定量結果の違いについて解析を行った。

最初に、同一のソフトウェアを用いたGC/MSデータ解析のバリデーション試験を16人の解析者で実施した。次に、主要なGC/MS装置メーカー(アジレント、島津製作所、日本電子)のデータ解析ソフトウェアを用いたバリデーション試験を29人の解析者で実施した。

データ解析結果はいずれも解析者による検出農薬数の差が大きかったが、定量下限(多くの農薬は0.01 mg/L)の3倍未満の検出報告と、明らかな誤同定の検出報告を削除すると、解析者による検出農薬の差はほとんど見られなかった。ただし、クロマト上に妨害ピークが見られ

る場合に、解析者によっては本来検出と判断すべき農薬を見逃すこと(偽陰性)があった。妨害ピークが被っている場合、マススペクトルがデータベースと一致しないことや、妨害ピークをソフトウェアが自動同定したことによる検出の見逃しが見られた。スクリーニング分析のデータ解析において、解析者はこれらの点に気を付ける必要があると考えられたことから、今後はソフトウェアの改善に加え、これらの点を踏まえスクリーニング分析の適用方法のガイドラインを作成する予定である。

2. GC/MS スクリーニング分析法を用いた河川水試料の解析検証

山崎貴子 (東京都健康安全研究センター)

アジレント・テクノロジー社製GC/MSにおける168種農薬のスクリーニング分析法(以下、スクリーニング)を構築し、農薬標準液(各0.05 mg/L)を解析したところ、162農薬(96%)を同定した。スクリーニングによる定量値と設定濃度(各0.05 mg/L)との誤差率は、52農薬が±20%以内、157農薬が±100%以内で、大部分の農薬は設定濃度の2倍以内の誤差に抑えられる可能性が示唆された。

令和3年5~8月の各月に採水した河川水の実試料(5地点)において、検量線用標準液を調製して分析する通常測定の結果と、スクリーニングによる解析結果を比較した。全20検体について、スクリーニングの検量線下限値0.01 mg/L以上を検出とすると、通常測定による検出農薬との一致率は95%であった。不一致となった原因は、スクリーニングでライブラリとマススペクトルの一致率が低かったことや、S/N比が許容下限値よりも低かったことが挙げられる。一方、スクリーニングで「検出」、通常測定で「非検出」と評価された農薬も見られ、スクリーニングでの検出ピークの検証は必要と考えられる。

さらに、検出された農薬の定量値の誤差率は-39~60%であり、最大誤差は1.6倍程度であった。この結果、目標値の6割程度までの検出であれば、スクリーニング解析により目標値超過となるような誤差は生じないと考えられた。

3. LC-QTOFMS を用いたスクリーニング分析法における定量精度の評価

吉田仁（大阪健康安全基盤研究所）

我々は、水質分析をより簡便・迅速かつ高精度に実施できる新規分析法を開発することを目的に、液体クロマトグラフ-四重極飛行時間型質量分析計（LC-QTOFMS）を用いたターゲットスクリーニング分析法（スクリーニング分析法）の定量精度を検証した。

はじめに、データベースに登録した 217 種の農薬類の検量線の再現性を検証するために、2020 年 10 月および 2022 年 4 月に作成した検量線の傾きを比較した。データベースに登録した農薬類の 63%の傾きの比が 70~130%以内に、84%の傾きの比が 50~200%以内に収まったため、本法の定量について一定の再現性が確認できた。次に本法の回収率を検証した結果、測定対象とした農薬類の 84%（水道水試料）および 91%（河川水試料）の回収率が 70~130%の範囲内に収まった。本法は、多数の農薬類を精度良く定量できる方法であることがわかった。そして、クロマトグラムを解析する際に発生する個人差の影響を明らかにするためにバリデーション試験を実施した。その結果、定量下限値付近の農薬類は、個人により検出の判断が分かれる傾向がみられた。そのため、定量下限値を 5 倍高く設定したところ、解析者 5 名中 4 名以上が検出と判断した農薬類が 71%から 85%に増加した。定量下限値を適切に増加することで個人間の一致率を増加することが可能となった。

以上の検証結果より、スクリーニング分析法の定量精度は良好であり、簡便に農薬類を測定する手段として有用であることがわかった。

4. スクリーニング分析法の適用における登録検査機関としての期待と課題

古川浩司（三重県環境保全事業団）

水道水の登録水質検査機関（以下、「20 条機関」）とは、水道法第 20 条の規定により厚生労働大臣の登録を受けた機関であり、水道水の定期及び臨時検査を行うことができる。本来、水道水質検査は、水道事業者が行う必要がある。しかし、予算等の関係で自ら水質検査ができない事業者は、20 条機関に検査を委託することになる。実際、自ら水質検査ができる事業者は、東京や大阪など都市部の事業者のみであり、上水道及び用水供給事業の 67%が、また、簡易水道事業の 85%が、20 条機関に委託している。国内の水道水質検査の分析精度は、20 条機関が担っているとも言える。

このため、スクリーニング分析法を水質検査に実運用するには、20 条機関がその運用内容を理解し、かつ、スクリーニング分析が可能な技術力を有することが必要である。しかし、登録を受けた 20 条機関は、令和 5 年 4 月現在、204 機関と多数存在するが、全ての 20 条機関がスクリーニング分析に対応できるかは不透明であり、スクリーニング分析を担う 20 条機関に対し、技術的な品質を確保することが重要な課題である。

一方、スクリーニング分析法を水道水の農薬類検査に実運用できれば、予算の関係で検査が見送られている簡易水道事業に対し、農薬調査のための検査を提案することができ、結果として、日本の水道水の安全性を高めることが期待できる。また、20 条機関としても、標準液の管理やその廃棄等に要するコストが削減でき、また、より環境負荷の少ない検査法を採用できることで、SDGs（持続可能な開発目標）の達成寄与に貢献できると期待している。

5. スクリーニング分析法の適用における衛生研究所としての役割と課題

高木総吉（大阪健康安全基盤研究所）

当所では水道水に対して法律で定められた検査を実施するだけでなく、検査対象外の化学物質について調査・研究を行っている。

スクリーニング分析法は一度に多くの化学物質を分析することができる。また、取得したデータはイオン化された化学物質のマスマスペクトル情報を保有しているため、測定後に追加解析ができるのがメリットである。

我々は水道水源河川に対して定期的な農薬類のモニタリングをスクリーニング分析法で実施することにより、検出濃度の経時変化を捉えることができた。この情報から水道事業体に対して検査時期における適切な検査項目の選定について助言も可能である。またデータベースに、近年使用量が増加している農薬を追加し、測定後のデータを再解析した。その結果、クロラントラニプリプロールやペンフルフェンといった厚生労働省がピックアップしていない農薬の存在が明らかになった。このことから、これらの農薬について優先的にターゲット分析法を開発し、実態調査を行うことにより、正確に存在状況の把握と評価が行えた。

スクリーニング分析法により得た情報を活用し、行政に対してフィードバックすることが衛生研究所の新たな役割になり得ると考える。しかし、データの解析については専門的な知識が不可欠である。そのためには衛生研究所のレベルアップも同時に必要である。

シンポジウムー7

「地域脱炭素化の加速に向けた計画策定の支援システム」

プロジェクト名：「地域の脱炭素社会の将来目標とソリューション計画システムの開発と自治体との連携を通じた環境イノベーションの社会実装ネットワークの構築」
文部科学省「大学の力を結集した、地域の脱炭素加速のための基盤研究開発」

オーガナイザー 荒巻俊也（東洋大学）教授
藤田壮（東京大学）教授

趣旨説明：標記研究プロジェクトにおいては、地域における脱炭素化の計画策定の支援に資する研究開発を進めている。本シンポジウムは2部構成として、第1部では本研究課題の全体像と個別地域・分野での研究開発の状況を、第2部では北九州における戸建住宅の脱炭素化をテーマに行った住民参加の実証実験の結果を紹介する。

地域脱炭素化の加速に向けた計画策定の支援システム

Development of Regional Planning System of Green Innovation for a Decarbonized Society

オーガナイザー 東洋大学 荒巻俊也, 東京大学 藤田壮

1. はじめに

カーボンニュートラル達成に向けて、900 を超える地方自治体が 2050 年のゼロカーボンシティ実現を掲げる中、各地域が将来に向けたシナリオを描き、脱炭素化を含めた複合的な価値を実現する戦略的な計画づくりを行う必要がある。一方、各地域では、政策横断的に相乗効果をもたらすような技術や評価手法、地域の特性を踏まえた汎用的に活用できるツール等に関する知見が不足している。

これを踏まえ、本研究プロジェクトでは、各地域の脱炭素化 (de-carbonization) と都市転換 (re-urbanization) を統合的に推進する観点から、エネルギー、モビリティ、建設ストックの政策分野を中心に、これらを横断的に捉え、地域の計画づくりのために各地域の特性を踏まえつつ汎用的に活用できるシステムを構築し、環境・経済・社会の一体的な向上に向けた取組を推進するための基盤づくりと体制の構築を行っている。

本シンポジウムでは、前半は「地域脱炭素化シナリオの分析と計画支援システム」として、各政策分野における脱炭素化と都市転換に向けた計画や政策の評価方法とその分析結果を紹介するとともに、これらを連携した脱炭素地域計画支援システムの開発状況について報告する。後半は、「脱炭素化計画立案支援のための市民討議会実証試験」として、北九州市における戸建て住宅の脱炭素化をテーマに行った住民参加の実証実験について、政策評価に関する科学的な情報提供、参加者の特徴、参加者間の合意形成過程や態度・意識の変化等について報告する。

2. 地域脱炭素化シナリオの分析と計画支援システム

2.1 都市の建設ストックの脱炭素化に向けて

○谷川寛樹・蛭田有希 (名古屋大学)
國枝稔 (岐阜大学)

地域における建築物や社会基盤施設といった建設ストックを脱炭素型に誘導するため、炭素排出強度の高いコンクリートと鉄鋼に関する建設ストックマネジメントシステムの設計、都市物質循環データベースの拡張及び更新を行うとともに、建設時の資材歩留の改善による脱炭素効果について検討する。愛知県及び岐阜県および

福岡県をケーススタディー対象地域とし、建設資材別ストックの空間分布と時系列変化に基づいた資材投入・排出量の定量化、および、歩留改善策の一つとして戻りコンの削減による CO2 削減ポテンシャルの推計を行った。

2.2 都市交通の環境負荷低減に向けて

○森本章倫 (早稲田大学)・大森宣暁 (宇都宮大学)

都市交通の脱炭素化に向けた次世代交通システムについて、栃木県宇都宮市に導入される LRT を対象に、環境負荷推計の交通システム評価モデルの構築を行った。多様な都市・交通政策を想定したシミュレーションの結果から、政策と環境負荷削減の定量的な関係を整理した。また、自動車に依存した交通行動から環境に配慮した交通行動への変容を促すため、地域住民が自身の交通行動が環境に与える具体的な影響の理解を助ける行動変容 Web システムの構築を行った。

2.3 地域での脱炭素型エネルギーシステムの計画作りに向けて

○芦名秀一・牧誠也・平野勇二郎 (国立環境研究所)

国全体が脱炭素に向かうためには、地域スケールでもエネルギーシステムの脱炭素化の計画を立案し、着実に実施することが求められる。本研究では、地域でのエネルギー需給構造の推計を行い、他地域との比較も含めて、地域ごとの特徴の分析を行った。さらに、再生可能エネルギーポテンシャル量等の情報と組み合わせることで、地方自治体単位でのエネルギーシステムの脱炭素化の実現可能性について検討を行った。

2.4 脱炭素地域計画支援システムの開発

○藤田壮・林徹 (東京大学)

脱炭素に関わる主要な政策分野の脱炭素化モデルや、その実現のための主体間連携や行動に関するロードマップ等に係る知見を地域の脱炭素化のための技術・政策のナレッジプラットフォームとして統合的に体系化し、各地域における特性と社会・経済・環境的な制約、脱炭素に係る現状分析等を踏まえた将来目標の設定、その実現に向けた複合的な事業設計に係るガイドラインや、その社会実装に資する合意形成システム等に係る研究を

通じ、これらの成果を基盤とした「脱炭素地域計画支援システム」の開発を進めた。

3. 脱炭素化計画立案支援のための市民討議会実証試験 ～北九州市を対象として～

3.1 オンライン市民討議会の実証試験：その概要と狙い ○荒巻俊也・大塚佳臣・平松あい・後藤尚弘・ 花岡千草（東洋大学）

地域の脱炭素化にむけて地域住民との合意形成や協働を進めるためには、多様な意見を有する幅広い住民市民の参加が有効である。その方法として、無作為抽出によって選出された住民に報酬を支払ったうえで参加してもらい、設定されたテーマに対して専門家からの情報提供を受けながら少人数で討議を行う市民討議会をとりあげた。北九州市在住の調査会社のオンラインモニターに対して事前にアンケート調査を実施し、地球温暖化に対する意見に基づいて回答者を4つのセグメントに分け、性別、年齢も利用して、多様な市民が含まれるよう参加者を25名選定した。そして本プロジェクトで得られた戸建て住宅における脱炭素化のシナリオとその評価結果を用いて、2023年2月4日にオンライン討議会を実施した。

3.2 戸建て住宅における脱炭素化シナリオとその効果 ○松本亨・藤山淳史（北九州市立大学）

住宅用太陽光パネル（PV）、定置用蓄電池（BT）、電気自動車（EV）の導入と連携の効果について、7つの世帯モデルを設定して世帯単位のCO₂排出量等を推計した。PV、BT、EVの組み合わせについては5ケース設定した。その結果、CO₂排出量では「PV、EV導入、連携あり（V2H）」、次いで「PV、EV導入、連携なし」のケースで大きな削減効果を得られることを示した。さらに、北九州市を対象に拡大推計を行うことで、都市全体に与える効果について評価した。戸建かつ持ち家世帯は全体の約49%であり、仮に現在の戸建かつ持ち家世帯すべてが「PV、BT、EVなし」と仮定すると、V2Hを導入することで家庭部門CO₂排出量の最大23%が削減されると試算された。

3.3 市民討議会における合意形成過程と参加者の態度・意識の変遷

○大塚佳臣・平松あい・後藤尚弘・花岡千草・
荒巻俊也（東洋大学）

討議前は、PVとEVまたは蓄電池を組み合わせた、GHG削減が見込まれるシナリオ、PV電力を有効に活用

できるシナリオの支持が高かったが、討議中はコストが話題の中心となったことから、討議後は、総費用が最も低く、GHG削減量も大きいシナリオ（PV+EV）の支持が高くなった。また、戸建居住者を中心に、蓄電池の活用によりPV電力を有効利用することで、系統電力の依存度が低い自律的なシナリオも支持されるようになっていた。

3.4 市民の気候変動に関わる意識とオンライン市民討議会への参加意向の分析

○平松あい・後藤尚弘・花岡千草・大塚佳臣・
荒巻俊也（東洋大学）

事前アンケート調査では、住居や自家用車の保有状況の他、環境問題への意識や討議会への参加意向を質問し、北九州市在住の市民2,557人から回答を得た。全体で5.7%がオンライン討議会への参加意向を示し、20代～30代で4.9%とやや低く、40代～50代で6.3%とやや高くなった。気候変動への意識に基づいて類型化した4つのセグメントごとに見ると、対策積極層が6.7%と最も高かったが、無関心層（5.0%）、温暖化懐疑層（4.8%）でも一定程度の参加意向が見られた。

3.5 オンラインでの市民討議会の意義と課題

○荒巻俊也・大塚佳臣・平松あい・後藤尚弘・
花岡千草（東洋大学）

オンライン会社のモニターを事前アンケートによりスクリーニングすることにより、多様な意識を持つ住民の参加し、オンラインでの討議を通して個人の態度変容が発生し、一定の合意形成が進むことを確認できた。一方で、この問題に無関心あるいは懐疑的な住民の参加していること、研究成果を踏まえたシナリオに関する情報をオンラインで伝達しなければならず、十分に理解が進まなかったケースもあり、グループによっては討議が十分に進まないこともあった。

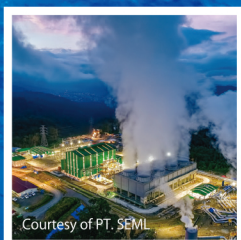
謝辞 本シンポジウムは、文部科学省 大学の力を結集した、地域の脱炭素化加速のための基盤研究開発JPJ010039の助成を受けて企画・開催したものである。

キーワード 地域脱炭素化、都市転換、計画支援、社会実装

Innovating Energy Technology

エネルギー技術を、究める。

電気、熱エネルギー技術の革新の追求により、
エネルギーを最も効率的に利用できる製品を創り出し、
安全・安心で持続可能な社会の実現に貢献します。



地熱発電プラント



パワー半導体



パワーコンディショナ



インバータ



無停電電源装置



自動販売機

F 富士電機

2024年度

「水や水環境」に関する

学術研究助成公募スケジュール

応募受付期間(予定) 2024年3月～4月中旬

募集要項は2024年2月頃に当財団ホームページに掲載の予定

助成対象研究分野

最大助成額

◆ 自然科学・技術(1)	150万円
◆ 自然科学・技術(2)	150万円
◆ 特別テーマ(「水を究める」研究)	150万円
◆ 人文・社会科学	100万円
◆ 萌芽的研究(a)(b)	100万円
◆ 継続	150万円 (初回採択分野の上限と同じ)
◆ 国際会議 発表	25万円
◆ 国際会議 開催	100万円
◆ ネットワーク構築	500万円 (for 3年間)

応募資格

- ◆ 日本国内の大学、研究機関(民間団体・企業を除く)に所属し、水や水環境に関する研究を行っている若手研究者(45歳以下)
- ◆ 助成金の管理および経理事務を申請者の所属機関が行えること。

*2024年度の募集内容は後日変更となる可能性があります。

◆◆ ホームページ http://www.kwef.or.jp/josei/josei_koku.html ◆◆

公益財団法人 **クリタ水・環境科学振興財団** (KWEF)

KOIZUMISEIMA

— Dattanda! KOIZUMI



あなたの町にも「だっただんた！」

1890年創業の小泉製麻は黄麻紡績から始まりました。その伝統から培った技術と知識を土台に、産業・農業・緑化土木資材分野において既存の枠に収まらない商品を生み出しています。現在は業務用液体容器「バロンボックス®」や防草シート、フレキシブルコンテナ原反等を幅広く生産、取り扱っています。



コーヒーのテイクアウトにも



スパウトバッグ

薬品容器にも



バロンボックス®
成型タイプBIB

グリーン/グリーンα



バロンボックスは樹脂製のやわらかい袋とそれを保護する段ボール箱からなるBIB（バッグインボックス）です。

ハードボトルと異なり内袋と個装ケースをともに折りたたむことができるため廃棄処理が簡単で、さらには輸送・保管コストを削減します。

ワンウェイ容器の衛生性についてもご評価いただき、食品・薬品の分野を問わず幅広くご愛顧をいただいています。

小泉製麻株式会社

本社 | 神戸市灘区新在家南町1丁目2番1号
TEL: 078-841-4141 FAX: 078-841-4145

事業所 | 東京支店 福岡事業所 中部事務所
北関東事務所 札幌出張所
滋賀工場 岸和田工場
加西物流センター

www.koizumiseima.co.jp



食品容器にも



バロンボックス®
ガゼットタイプBIB

スガエア / スガエアα

公益社団法人 環境科学会 2023 年会

年会実行委員

委員長	田畑智博	神戸大学
幹事長	大野朋子	神戸大学
副幹事	村山留美子	神戸大学

年会委員会

委員長	島崎洋一	山梨大学
理事	栗栖 聖	東京大学
幹事	白木洋平	立正大学
幹事	杉野 誠	法政大学
幹事	野呂和嗣	静岡県立大学
事務局	林 信宏・村瀬彩子	

本講演要旨集の著作権は当学会に帰属しておりません。

転載許可につきましては個々の著者に直接お問い合わせ頂けますようお願いいたします。

公益社団法人 環境科学会 2022 年会 講演要旨集
編集・発行：公益社団法人 環境科学会
〒162-0801
東京都新宿区山吹町 358 番地 5
TEL: 03-6824-9383 FAX: 03-5227-8631
Email: sesj-office@as.bunken.co.jp
<https://www.ses.or.jp/>