

令和6年度

# 環境創造センター成果報告会

## 要旨集



令和6年6月

環境創造センター



## 御挨拶

東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故から13年が経過しました。この間、避難指示区域の見直しや特定復興再生拠点区域の整備が進められ、県内全ての自治体で住民が暮らせるようになりました。また令和5年6月の福島復興再生特別措置法の改正により、新たに創設された「特定帰還居住区域」につきましても、計画に基づき、復興・再生に向けた取組が進められるなど、本県の環境回復は着実に進展しております。

県民が将来にわたり安心して生活できる環境の回復及びより良い未来に向けた環境の創造を目指す拠点として整備された当センターにおきましては、平成28年7月の全面開所から8周年を迎えます。

これまで、環境放射能・有害物質のモニタリングや放射線計測、除染・廃棄物、環境動態及び環境創造の各部門における調査研究などを着実に実施するとともに、ホームページやイベントなどを通じて積極的な情報発信に努めてきました。

また、当センターの情報発信、教育、交流の基盤である交流棟「コミュタン福島」は県内の子どもたちをはじめ、県内外の多くの方々に御活用いただき、開所以来60万人以上の方が来館され、展示や体験研修を通して、放射線やふくしまの環境などについて学んでいただきました。

さらに、本県が2050年までに目指すカーボンニュートラルの実現のため、温室効果ガスの排出を削減する緩和策に加え、気候変動の影響による被害の回避・軽減対策である適応策の取組などの新たな課題にも対応してきました。

今年度は、10年間の事業方針を定めた環境創造センター中長期取組方針における最終年度となり、日本原子力研究開発機構（JAEA）、国立環境研究所（NIES）及び福島県がより一層緊密に連携しながら、この方針の下、本県の環境回復・創造に取り組んでおります。

当成果報告会は、今年度も、会場とオンラインのハイブリットで開催することといたしました。この機会に、当センターにおける三機関の取組の成果を県内外に広く発信・共有することにより、県民を始め多くの皆様に本県の環境の現状に対する理解を深めていただければ幸いです。

令和6年6月25日

福島県環境創造センター  
所長 青木 浩司

# 令和6年度 環境創造センター成果報告会

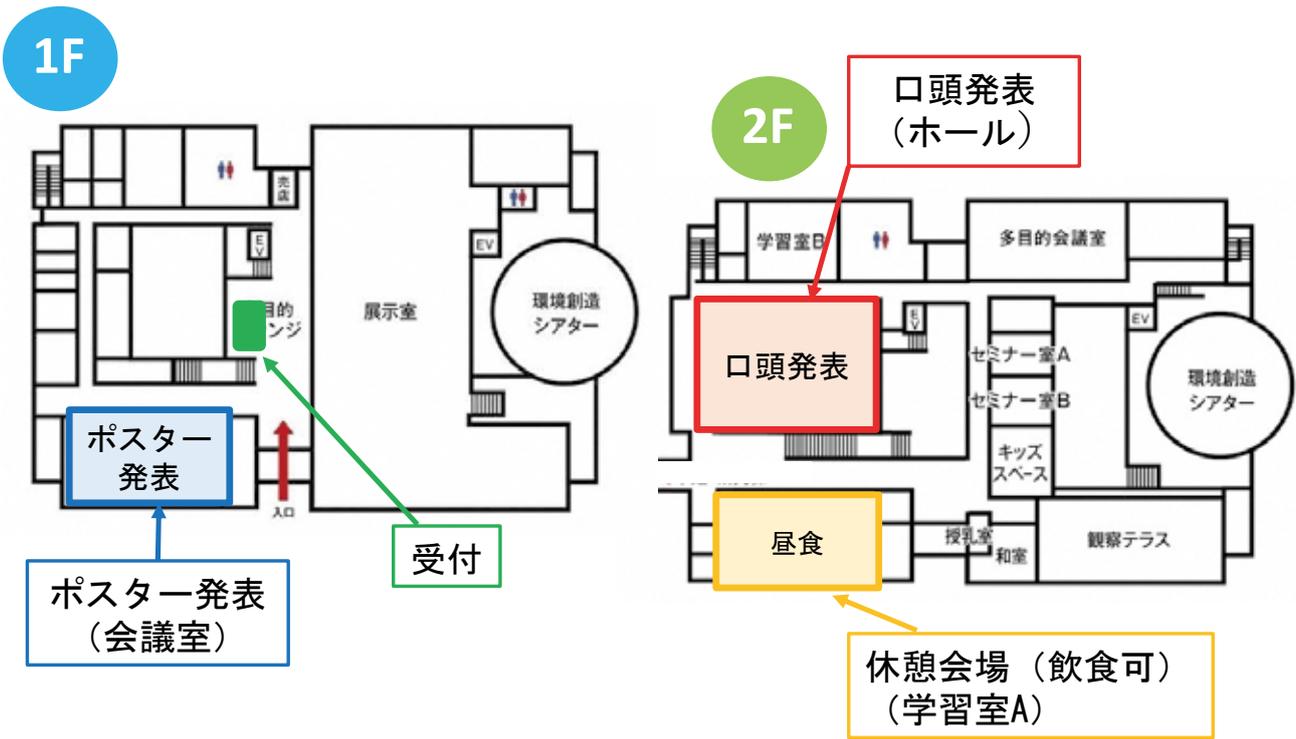
日時：令和6年6月25日（火）10:30～16:15

会場及びオンラインのハイブリット開催

ホール			
10:30- 10:35	開会挨拶	JAEA 福島廃炉安全工学研究所 廃炉環境国際共同研究センター長	岡本 孝司
10:35- 10:45	環境創造センター 取組概要説明	福島県環境創造センター所長	青木 浩司
10:45- 11:25	基調講演	「カーボンニュートラルに向けた産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所（FREA）の取組 国立研究開発法人産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所 所長 古谷 博秀	
11:25- 11:30	休憩		
会議室			
11:30- 12:00	ポスター セッション1	放射線計測部門、除染・廃棄物部門、モニタリング事業、 気候変動適応センター、情報収集・発信事業、教育・研修・交流事業、 東日本大震災・原子力災害伝承館	
12:00- 12:45	休憩		
12:45- 13:15	ポスター セッション2	環境動態部門、環境創造部門	
13:15- 13:20	休憩		
ホール			
		放射線計測部門 13:20-14:00	部門長：池内 嘉宏
		① 電解濃縮装置を用いた海水の極低濃度トリチウム分析 橋本 晃佑（福島県）	
		② 放射性同位体の迅速分析における質量分析技術の進展 松枝 誠（JAEA）	
13:20- 16:10	部門毎取組 成果報告	除染・廃棄物部門 14:00-14:40	部門長：井上 正
		① 福島県が取り組む廃棄物及び木質バイオマスに関する調査研究 日下部 一晃（福島県）	
		② 県外最終処分に向けた導入技術システムシナリオ 三成 映理子（NIES）	
		③ 除染措置等により移動した放射性Cs量の可視化に向けて 遠藤 和人（NIES）	

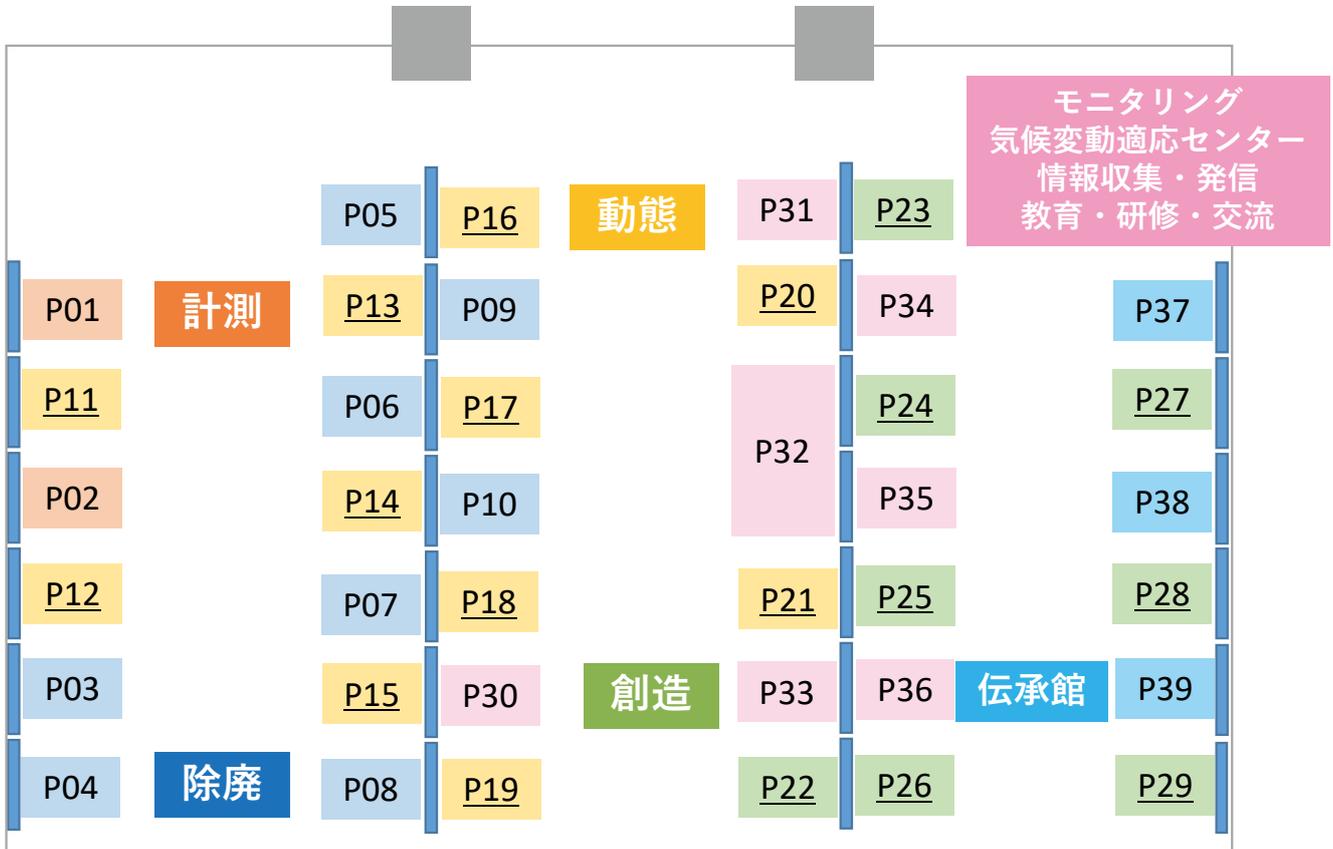
	休憩	14:40-14:50	
	環境動態部門	14:50-15:30	部門長：塚田 祥文
	① 福島県内におけるイノシシの放射性セシウム濃度の 長期モニタリング		小松 仁 (福島県)
	② 森林生態系における放射性セシウムの分布と動き		佐々木 祥人 (JAEA)
	③ 淡水生態系食物網内の放射性 Cs 動態-栄養段階と餌資源-		石井 弓美子 (NIES)
	環境創造部門	15:30-16:10	部門長：中田 俊彦
	① 災害・事故発生時を想定した大気中化学物質の網羅的モニタリング 手法の検討		高澤 嘉一 (NIES)
	② 浜通りの復興まちづくりにおける産業形成と脱炭素化に関する 研究		大西 悟 (NIES)
	③ 猪苗代湖における水質予測モデルの精緻化の課題と展望		篠崎 真希 (福島県)
16:10- 16:15	閉会挨拶	NIES 福島地域協働研究拠点長	松田 和久

# 会場案内



## ポスター会場 (1階会議室)

※ポスターセッションⅠ (下線なしの番号)  
 ポスターセッションⅡ (下線ありの番号)



令和6年度環境創造センター成果報告会  
基調講演・発表要旨 目次

<基調講演>

- 1 カーボンニュートラルに向けた産業技術総合研究所  
福島再生可能エネルギー研究所 (FREA) の取組 . . . . 12  
国立研究開発法人産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所 所長 古谷 博秀

<口頭発表要旨>

放射線計測部門 座長 池内 嘉宏 部門長

- 1 電解濃縮装置を用いた海水の極低濃度トリチウム分析 . . . . 14  
福島県 橋本 晃佑  
2 放射性同位体の迅速分析における質量分析技術の進展 . . . . 15  
JAEA 松枝 誠

除染・廃棄物部門 座長 井上 正 部門長

- 1 福島県が取り組む廃棄物及び木質バイオマスに関する調査研究 . . . . 16  
福島県 日下部 一晃  
2 県外最終処分に向けた導入技術システムシナリオ . . . . 17  
NIES 三成 映理子  
3 除染措置等により移動した放射性 Cs 量の可視化に向けて . . . . 18  
NIES 遠藤 和人

環境動態部門 座長 塚田 祥文 部門長

- 1 福島県内におけるイノシシの放射性セシウム濃度の長期モニタリング . . . . 19  
福島県 小松 仁  
2 森林生態系における放射性セシウムの分布と動き . . . . 20  
JAEA 佐々木 祥人  
3 淡水生態系食物網内の放射性 Cs 動態-栄養段階と餌資源- . . . . 21  
NIES 石井 弓美子

環境創造部門 座長 中田 俊彦 部門長

- 1 災害・事故発生時を想定した大気中化学物質の網羅的モニタリング手法の検討 . . . . 22  
NIES 高澤 嘉一  
2 浜通りの復興まちづくりにおける産業形成と脱炭素化に関する研究 . . . . 23  
NIES 大西 悟  
3 猪苗代湖における水質予測モデルの精緻化の課題と展望 . . . . 24  
福島県 篠崎 真希

<ポスター発表要旨>

放射線計測部門

- P 1 発電所周辺モニタリングにおける大気中セシウム-137 濃度評価手法の検討 . . . . 26  
福島県 前川 暁洋  
橋本 晃佑
- P 2 フラクタル形状検出器による 3 次元放射線イメージングの新展開 . . . . 27  
JAEA 佐々木 美雪  
弘前大学 阿部 裕稀  
JAEA 眞田 幸尚  
福島大学 鳥居 建男

除染・廃棄物部門

- P 3 一般廃棄物最終処分場内の放射性セシウムの挙動の予測 . . . . 28  
福島県 高瀬 和之  
日下部 一晃
- P 4 一般廃棄物焼却炉を手動運転する際の燃焼条件の最適化に関する検討 . . . . 29  
福島県 高瀬 和之  
日下部 一晃
- P 5 福島県内の森林におけるリターの放射性セシウム濃度の地理的分布調査 . . . . 30  
福島県環境創造センター 日下部 一晃  
前川 暁洋  
JAEA 新里 忠史  
佐々木 祥人  
福島県林業研究センター 小川 秀樹
- P 6 バイオ炭の自然発火危険性の評価 . . . . 31  
福島県 村沢 直治  
日下部 一晃  
NIES 倉持 秀敏  
農業・食品産業技術総合研究機構 万福 裕造  
森林総合研究所 小井土 賢二
- P 7 旧福島県水産種苗研究所建屋コンクリートの汚染の特徴 . . . . 32  
NIES 山田 一夫  
新井 裕之  
遠藤 和人
- P 8 特定廃棄物（飛灰）の最大減容化に向けた二段階化学共沈法 . . . . 33  
NIES 田中 悠平  
山田 一夫  
遠藤 和人

P9 廃棄物系バイオマスメタン発酵におけるバイオ炭連続投入の影響		・ ・ ・ ・ 34
	NIES 小林 拓朗 倉持 秀敏	
P10 木質バイオマスガス化における原料種とガス化特性		・ ・ ・ ・ 35
	NIES 倉持 秀敏 小林 拓朗 森林総合研究所 小井土 賢二	
<b>環境動態部門</b>		
P11 福島県を流れる河川における放射性セシウムの長期観測		・ ・ ・ ・ 36
	福島県 樊 少艶 那須 康輝 福田 美保 津山工業高等専門学校 谷口 圭輔 筑波大学 恩田 裕一	
P12 帰還困難区域の沢水及び河川水における溶存態放射性セシウム濃度の経年変化		・ ・ ・ ・ 37
	福島県 福田 美保 樊 少艶 那須 康輝	
P13 出水期間の阿武隈川における懸濁物質の放射性セシウム濃度変化と移行量について		・ ・ ・ ・ 38
	福島県 那須 康輝 樊 少艶 福田 美保 津山工業高等専門学校 谷口 圭輔	
P14 福島県内におけるキジ ( <i>Phasianus colchicus</i> ) の行動調査		・ ・ ・ ・ 39
	福島県 神田 幸亮 小松 仁 村上 貴恵美	
P15 福島県内における野生傷病鳥獣の放射性セシウムのモニタリング		・ ・ ・ ・ 40
	福島県 村上 貴恵美 小松 仁 神田 幸亮 稲見 健司 壁谷 昌彦	
P16 落葉から水への放射性セシウムの溶出挙動		・ ・ ・ ・ 41
	JAEA 寺島 元基 佐々木 祥人 渡辺 勇輔	

P17 沿岸表層堆積物の放射性セシウム濃度の変動要因			• • • • 42
	JAEA	中西 貴宏 鶴田 忠彦 御園生 敏治 舟木 泰智	
P18 低線量放射線による花成促進への植物ホルモンの関与			• • • • 43
	NIES	玉置 雅紀 松浦 恭和	
	岡山大学	森 泉	
P19 ダム湖の貯水位と放射性セシウムの放流負荷の関係			• • • • 44
	NIES	辻 英樹 林 誠二	
	JAEA	舟木 泰智	
P20 帰還困難区域に生息する野生動物における放射性セシウムの排泄動態			• • • • 45
	NIES	生島 詩織	
	福島県	小松 仁 村上 貴恵美 神田 幸亮	
	福島大学	塚田 祥文	
	NIES	玉置 雅紀 林 誠二	
P21 福島から世界へ：カメラトラップによる野生動物モニタリングとそのネットワーク形成			• • • • 46
	NIES	深澤 圭太 吉岡 明良	
<b>環境創造部門</b>			
P22 避難指示解除区域での人口回復状況とその要因			• • • • 47
	NIES	五味 馨	
P23 福島県における燃料流通の観点から見た木質バイオマス発電事業の現状と課題			• • • • 48
	NIES	中村 省吾 大西 悟	
P24 自給的農業から特産品化への取組-高齢農家によるハウスブドウ栽培の事例-			• • • • 49
	NIES	大和田 興 辻 岳史	
P25 住民と連携した災害廃棄物対策について			• • • • 50
	NIES	多島 良 森嶋 順子	

P26 脱炭素地域づくりを支援する地域エネルギー計画・評価システム			・ ・ ・ ・ 51
	NIES	平野 勇二郎	
P27 基礎自治体における適応策推進にむけた庁内検討体制整備の課題：郡山市を事例として			・ ・ ・ ・ 52
	NIES	辻 岳史 戸川 卓哉	
P28 環境まちづくり先進都市の生成プロセスの記述と展開			・ ・ ・ ・ 53
	NIES	戸川 卓哉 大西 悟	
P29 DCGE モデルを用いた福島県における洪水被害の影響分析			・ ・ ・ ・ 54
	福島県	TAN JIAZE	
<b>モニタリング</b>			
P30 福島県のモニタリングの取組Ⅰ			・ ・ ・ ・ 55
	福島県環境創造センター	調査・分析部 放射能調査課	
P31 福島県のモニタリングの取組Ⅱ			・ ・ ・ ・ 56
	福島県環境創造センター	調査・分析部 環境調査課	
P32 環境放射線センターのモニタリング事業			・ ・ ・ ・ 57
	福島県	環境創造センター 環境放射線センター 小椋 裕斗 江川 慧	
P33 福島県における水準調査について			・ ・ ・ ・ 58
	福島県	環境創造センター福島支所 佐藤 暁久	
<b>福島県気候変動適応センター</b>			
P34 生物季節でみる気候変動による福島県内の動植物の変化について (カエデ・イチョウ編)			・ ・ ・ ・ 59
	福島県	蛭田 真史 大竹 駿	

## 情報収集・発信、教育・研修・交流

P35 コミュタン福島における取組		・ ・ ・ ・ 60
	福島県環境創造センター	総務企画部企画課
P36 野生生物共生センターの取組		・ ・ ・ ・ 61
	福島県	野生生物共生センター
		壁谷 昌彦
		佐藤 浩樹
		土沼 佳史

## 東日本大震災・原子力災害伝承館

P37 日常生活における東日本大震災・原子力災害についての情報探索行動 -福島県内在住者を対象とした Web 調査データの分析-		・ ・ ・ ・ 62
	東日本大震災・原子力災害伝承館	静間 健人 山田 修司
P38 モビリティの観点による震災伝承の検討		・ ・ ・ ・ 63
	東日本大震災・原子力災害伝承館	山田 修司
P39 原子力防災を知る機会づくりに関する実践の報告		・ ・ ・ ・ 64
	東日本大震災・原子力災害伝承館	大杉 遥

## <PR 資料>

1 東日本大震災・原子力災害伝承館リーフレット		・ ・ ・ ・ 66
	東日本大震災・原子力災害伝承館	
2 ふくしまの放射性物質はどうなっているの？ FaCE!S（福島総合環境情報サイト）		・ ・ ・ ・ 68
	JAEA	
3 NIES リーフレット		・ ・ ・ ・ 70
	NIES	
4 コミュタン福島 PR チラシ		・ ・ ・ ・ 71
	福島県	

# < 基調講演 >

## 産業技術総合研究所 福島再生可能エネルギー研究所

### 古谷 博秀所長 プロフィール



1992年3月筑波大学大学院工学研究科博士課程修了後、1992年4月産業技術総合研究所の前身の工業技術院機械技術研究所に入所。

入所後WE-NETプロジェクトの一員として水素利用技術の研究開発に従事、水素燃焼タービン、水素ディーゼルエンジン等の技術開発に携わると同時に、NSS推進本部の一員として、水素技術開発全般に関与。その後もレーザ着火などエンジンの燃焼技術の研究開発を続けるとともに、省エネルギー技術についてもNEDOプロジェクトリーダーを経験、国の省エネルギーロードマップ策定委員等を歴任。

2024年4月より、FREA所長に就任。

### 基調講演テーマ

## 「カーボンニュートラルに向けた産業技術総合研究所

### 福島再生可能エネルギー研究所(FREA)の取組」

近年、地球温暖化を発端とした自然災害を契機とし、温室効果ガス排出を削減すべく、数多くの研究が世界各国で推進されているところです。国際エネルギー機関(IEA)の報告書によると2023年度における世界のエネルギー関連の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量は、先進国に限定すると減少しているものの、過去最高となる374億トンに達したとの報道もあります。

そのような中で再生可能エネルギーは、我が国にとって貴重な国産エネルギー源であり、地球温暖化防止と持続可能なエネルギーとして必要不可欠な位置付けになっています。

福島再生可能エネルギー研究所(FREA)は、東日本大震災からの復興における政府の基本方針により、産業技術総合研究所の新たな研究開発拠点として2014年4月に福島県郡山市に開所しました。再生可能エネルギーに関する世界のイノベーションハブを目指すと共に、研究機関や企業・大学等との連携によって、独創的な再生可能エネルギー技術を福島県からの発信することを目指したFREAの最先端の取組みをご紹介します。

# <口頭発表要旨>

# 電解濃縮装置を用いた海水の極低濃度トリチウム分析

○橋本 晃佑<sup>1</sup>・前川 暁洋<sup>1</sup>・寺島 元基<sup>2</sup>・小荒井 一真<sup>2</sup>・井上 広海<sup>1</sup>  
(所属 1:福島県、2:JAEA)

## 【目的】

福島県環境創造センター研究部では、電解濃縮装置を使用した低濃度トリチウム分析の検討を進めており、検出限界値を0.03~0.06 Bq/L程度まで低下させることができた<sup>[1]</sup>が、不検出となる環境試料もある。本研究では、トリチウムの環境動態解明に資するため、極低濃度トリチウムの分析条件の検討を目的とする。

## 【方法】

I 令和4年12月に福島県沿岸域4地点で採取した海水試料について、電解濃縮装置を用いて、供試料量(1,000 mL or 2,000 mL)及び測定時間(500分/試料 or 2,000分/試料)毎に4パターンの条件でトリチウム濃度分析を行うとともに、検出限界値を評価した。  
II Iの結果を踏まえ、令和5年12月に同4地点で採取した海水試料の分析を行った。

## 【結果】

表 各測定条件パターンにおけるトリチウム濃度及び検出限界値(単位: Bq/L)

測定条件	パターン①		パターン②		パターン③		パターン④	
	1,000 mL	500分	1,000 mL	2,000分	2,000 mL	500分	2,000 mL	2,000分
項目	<sup>3</sup> H濃度	検出限界値	<sup>3</sup> H濃度	検出限界値	<sup>3</sup> H濃度	検出限界値	<sup>3</sup> H濃度	検出限界値
地点A	0.063±0.013	0.039	0.061±0.006	0.019	0.067±0.010	0.029	0.057±0.005	0.014
地点B	0.065±0.013	0.040	0.060±0.007	0.020	0.050±0.007	0.022	0.048±0.004	0.011
地点C	N.D.	0.040	0.053±0.007	0.020	0.039±0.011	0.034	0.038±0.006	0.017
地点D	N.D.	0.039	0.039±0.007	0.020	0.039±0.007	0.021	0.051±0.004	0.011

Iの結果を表に示す。過去報告された条件(パターン①)では4試料中2試料で不検出となったが、供試料量増加、測定時間延長及びその両方を行った3パターンの条件では全ての海水試料でトリチウムの検出に成功した。

各パターンにおける作業時間を図に示す。なお、減圧蒸留はロータリーエバポレータ2台で1回当たり1,000 mL蒸留、測定は11サンプル(BG 1サンプル + 試料10サンプル)とした。電解濃縮及び測定に要する時間が、電解濃縮法によるトリチウム分析全体の時間への寄与が大きいパラメータである。

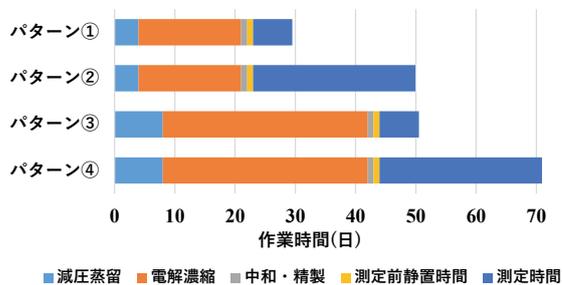


図 各測定条件パターンと作業時間(日)の関係

この結果を踏まえ、パターン①及び②の条件でIIを行ったところ、パターン①では4試料中2試料で不検出となったが、パターン②では全ての海水試料で検出に成功した。

## 【考察】

電解濃縮法において、供試料量と測定時間はトリチウム分析の検出限界値に影響するパラメータであり、適切に設定することで環境試料中のトリチウムを検出できるようになる。一方で、検出限界値0.03~0.06 Bq/Lの条件でも前処理から測定までに1か月を要し、これより検出限界値を低下させる場合はさらに作業時間が長くなるため、調査等の目的に応じて、適切な分析条件を選択することが重要である。

## 参考文献

[1] 令和4年度環境創造センター成果報告会 口頭発表 放射線計測部門 電解濃縮装置を使用した海水のトリチウム分析 井上 広海 <https://www.fukushima-kankyosozo.jp/2022seikahoukoku/>

## 放射性同位体の迅速分析における質量分析技術の進展

○松枝 誠<sup>1</sup>・柳澤 華代<sup>1</sup>・高貝 慶隆<sup>2</sup>

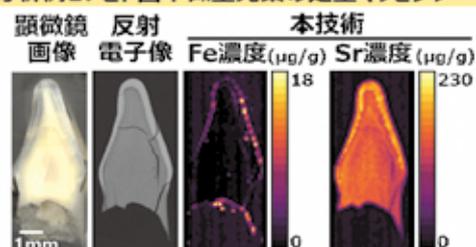
(所属 1:JAEA、2:福島大学)

ALPS 処理水の海洋放出や放射性廃棄物の処分における環境影響評価など、環境中の放射性同位体 (Radioisotope: RI) の分析ニーズは今後益々高くなると予想される。しかし、多種多様な試料形態、多くの検体数に限られた分析人材で対応する必要があり、分析法自体の迅速化・合理化を推進する必要がある。誘導結合プラズマ質量分析法 (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry: ICP-MS) は、 $\mu\text{g/L}$  ~  $\text{ng/L}$  レベルの元素・同位体を数分間で一斉検出可能である。しかし、分析対象と同じ質量数を有する物質が定量を妨害するため、妨害物質の含有割合が小さい試料に限定されていた。また、通常の ICP-MS 分析は、液体試料を導入するため、固体試料 (土壌、堆積物など) の場合、数時間から数日程度の分解工程 (酸分解、蒸発乾固、メスアップなど) を経て溶液化する必要があった。我々は、①ICP-MS による RI 計測の適用範囲拡大、②固体の直接分析技術の開発に取り組むことで RI 分析の迅速化・合理化を目指した。

① ALPS 処理水の主要 7 核種の一つである  $^{129}\text{I}$  の分析は、高価な加速器質量分析法が主流であった。一方、ICP-MS は、環境中に大量に存在する安定同位体ヨウ素 ( $^{127}\text{I}$ ) に装置内で水素が付加した  $^{127}\text{IH}_2^+$  が  $^{129}\text{I}^+$  へと干渉するため、 $^{127}\text{I}$  の含有割合が小さい試料に限定される。本研究では、ICP-MS 内の反応セル内にて  $^{129}\text{I}^+$  と  $^{127}\text{IH}_2^+$  のわずかな大きさの違いによる  $\text{CO}_2$  ガス分子との衝突挙動の差を利用した分離技術を開発した。この技術は、従来より  $^{127}\text{I}$  の含有割合が大きい試料に対する  $^{129}\text{I}$  分析へ ICP-MS の適用を拓げるものである。

② 固体試料の直接分析法として、固体表面にレーザーを照射して ICP-MS へと導入するレーザーアブレーション (Laser Ablation: LA) - ICP-MS 法を採用した。本技術は、試料の前処理が不要かつ  $\mu\text{m}$  スケールでレーザー照射位置をコントロールできる。一方、試料の化学組成により気化効率の変動や元素分別が起こるため、同じ組成の標準試料がないと定量が難しいという課題があった。本研究では、同位体希釈法を組み合わせることで、個別試料ごとの気化効率等を評価することで、標準試料が不要の定量技術を開発した。これにより、複雑な化学組成を持つ生体組織 (歯、耳石) 中の極微量元素の分布を  $\mu\text{m}$  スケールで定量的に可視化することが可能となった。本技術は元素のみならず、RI の迅速定量や分布・移行予測などへの展開が期待できる。

### 分析例1: ヒト歯中微量元素の定量マッピング



### 分析例2: アユ耳石中Sr濃度による回遊歴推定

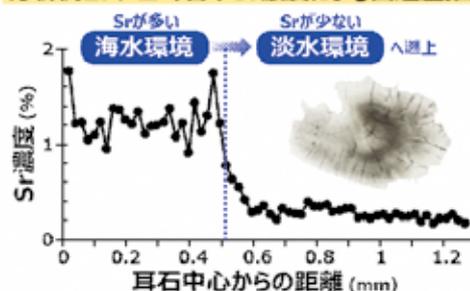


図 本技術による固体試料の分析例

### 参考文献

- [1] M. Matsueda et al., *Anal. Sci.*, **38**, 1371-1376 (2022).
- [2] K. Yanagisawa et al., *Analyst*, **148**, 4291-4299 (2023).

# 福島県が取り組む廃棄物及び木質バイオマスに関する調査研究

○日下部 一晃<sup>1</sup>・高瀬 和之<sup>1</sup>・村沢 直治<sup>1</sup>

(所属 1：福島県)

## 1. はじめに

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により放射性セシウム等の放射性物質が環境中に放出され、それらの一部は生活圏や森林等の陸域に沈着した。これにより、一部の廃棄物や木質バイオマスに放射性物質が含まれることとなった。そのため、これらを焼却または燃焼利用した際に発生する灰等への放射性物質の移行状況の把握が重要となる。また、灰等の廃棄物は、ほとんどが最終処分場（以下、「処分場」という。）に埋め立てられる。廃棄物とともに埋め立てられた放射性物質の一部は浸出水とともに埋立地の外へ移行し水処理施設に移送される。浸出水は処理後、放流水として環境中へ排出される。放流水中の放射性セシウム濃度等の測定が処分場の管理者に義務付けられており安全は確保されているものの、処分場の長期的な安全性に不安を持つ住民等も存在する。そのため、浸出水中の放射性セシウム濃度の経時変化の把握と予測が重要となる。

## 2. 調査研究の概要

木質バイオマスに関する調査研究として、木質バイオマスを用いてガス化発電している県内の発電施設等を対象に、排出されたバイオ炭の貯蔵時の自然発火性を評価した。その結果、試験に用いたバイオ炭は、40℃前後から空気との酸化によるものと推定される微小な発熱を開始することがわかった。この結果から、貯蔵条件によっては自然発火による火災に至る危険性があると考えられる。放射性セシウムを含むバイオ炭が火災を発生させた場合、火災による焼損被害以外に、放射性セシウムが大気中へと飛散する可能性も考えられる。そのため、貯蔵量の制限や温度のモニタリング等の火災を発生させないための事前対策が重要である。

処分場に関する調査研究としては、福島県内の処分場A～Eの浸出水等の放射性セシウムの濃度の測定を継続的に実施した。調査の結果、処分場A・Bが比較的高い値を示した。処分場Aのセシウム137濃度は、2014年以降10 Bq/L前後で推移しており最大で15 Bq/L程度であった。処分場Bでは2018年以前は処分場Aと同程度の推移をしていたが、その後低下し処分場C・D・Eと同様に5 Bq/Lよりも低い値となった。

また、浸出水の放射性セシウム濃度の予測を行うため、処分場内の水とそれに付随して移動する粒子の挙動についてシミュレーションを行った。処分場の構造を縮小簡略模擬した2次元解析体系で計算を行った結果、入口境界の直下に位置する微粒子は水の流れとともに下方へと移動する一方、初期に入口境界から離れた個所に位置した微粒子は水の流れの影響を受けにくいことがわかった。

住民の不安解消や処分場の管理等に資する知見を得るためには、引き続き現地調査による実測データを入手しつつ、シミュレーションの精度を向上させていく必要があると思われる。

# 県外最終処分に向けた導入技術システムシナリオ

○三成 映理子<sup>1</sup>・山田 一夫<sup>1</sup>・遠藤 和人<sup>1</sup>  
(所属 1：国立環境研究所)

東京電力福島第一原子力発電所事故に対する環境再生事業によって集められた放射性物質汚染廃棄物等の県外最終処分実現のため、減容化に向けた多くの技術開発が実施されており、2024年度には、県外最終処分に向けた減容化技術等の戦略目標が提示される。そこで本研究では、高濃度土壌、及び仮設灰処理施設から発生する熱処理飛灰の処理・処分プロセスに着目したシナリオ評価を実施した。これまでの研究<sup>[1]</sup>において、大きく三つのシナリオを設定し、選択する減容化技術の違いにより発生する廃棄物及び二次廃棄物の評価や、経済性の評価を行ってきたが、実証事業による減容化効果が明らかになったことを踏まえ<sup>[2]</sup>、発生物量およびコストいずれも再評価を行った。

本研究において評価したシナリオの材料フローを図に示す。物質評価ではこの材料フローによって発生する廃棄物及び二次廃棄物の発生量を評価し、経済性評価においては、処理・処分及び県外への輸送によって発生するコストを評価し、各シナリオ間の差をシナリオの効果として示すことで比較検討を行った。推計した結果を表に示す。その結果、高度減容化技術の適用による廃棄物量減少が顕著に示された。発表においては、物質移動評価結果と併せて重金属や水素発生等のリスクも踏まえた各シナリオの分析結果について報告する。

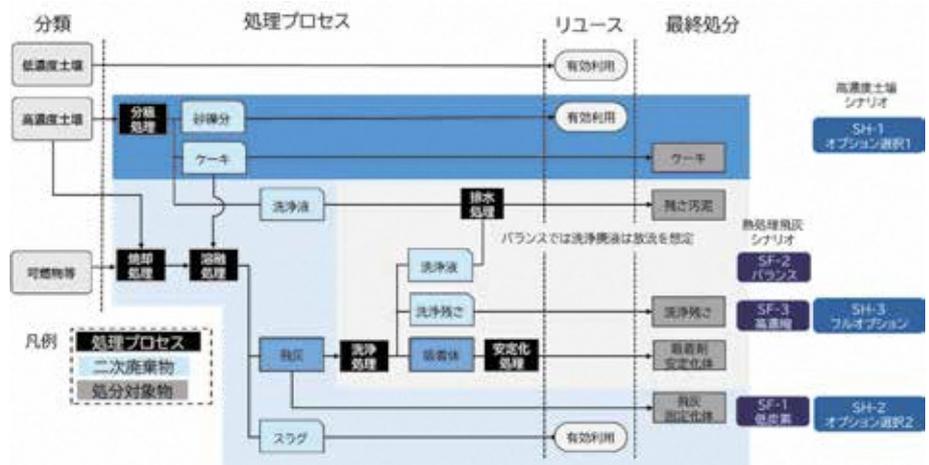


図 評価シナリオの材料フロー

表 各評価シナリオの廃棄物/再生利用物量およびコスト等まとめ

シナリオ	項目	洗浄	吸着	固定化	物量		処理処分 コスト	濃度 放射性物質 Bq/kg	重金属 考慮有無	水素発生		
					処分対象	再生利用						
高濃度 土壌	オプション 選択1	SH-1	-	-	-	m <sup>3</sup>	167万	155万	2,707	5万<	×	×
	オプション 選択2	SH-2	-	-	セメント	80万	383万	13,835	50万<	×	×	
	フルオプション	SH-3	混合攪拌式	フォロシアン処理	セメント	40万	383万	12,036	1,000万<	×	×	
熱処理 飛灰	低減策	SF-1	-	-	セメント	7.8万	49.3	2,731	19万	○	×	
	バランス	SF2-1	混合攪拌式	ケイチタン質	ガラス	3.5万	49.3	7,161	42万	×	×	
		SF2-2	混合攪拌式	液中合成 フォロシアン処理	ゼオライト質	1,222	49.3	3,014	608万	×	×	
		SF2-3	混合攪拌式	フォロシアン処理	セメント	460	49.3	2,731	2,000万	×	○	
高濃縮	SF-3	混合攪拌式	液中合成 フォロシアン処理	セメント/ ジオポリアラス	0.6	49.3	2,933	63億	×	○		

参考文献：[1] 三成他，第34回廃棄物資源循環学会研究発表会，A1-5-0，

[2] 環境省，中間貯蔵施設における除去土壌等の減容化技術等検討ワーキンググループ第3回  
(2023/9/27)，資料2

## 除染措置等により移動した放射性 Cs 量の可視化に向けて

○遠藤 和人<sup>1</sup>・三成 映理子<sup>1</sup>・山田 正人<sup>1</sup>  
(所属 1:国立環境研究所)

東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性セシウム（以下、rCs とし、<sup>134</sup>Cs と <sup>137</sup>Cs の合計とする）の地上への沈着量は、文部科学省航空機モニタリングデータでは 4900 TBq と推計されている<sup>[1]</sup>。福島県内に沈着した rCs は減衰によって減少する以外に、河川等の表流水による移動、一般廃棄物等と共に移動、そして除染作業等の環境再生事業によって土壌や廃棄物と共に中間貯蔵施設に集められている。

除染措置や特定廃棄物などの運搬などが実施された 2015 年 3 月～2022 年 3 月までのフレキシブルコンテナ毎のタグ情報（約 1,297 万データ）を元に、品目や市区町村、時間毎の総 rCs 移動量について評価した。運搬された除去土壌の総重量は約 1,420 万トンであり、総 rCs 量は約 144 TBq（厚生労働省方式にて換算、2011 年 3 月時点で計算）と試算された。これを JAEA 方式で換算すると約 55 TBq となり、表面線量率等からの換算方式によっても rCs 総量の試算結果は大きく変化する。下図は、仮置場から大熊町、双葉町に整備されたそれぞれの受入分別施設へ搬送された総 Bq 数、ならびに保管場に搬送された総 Bq 数の時系列変化を表している。なお、総 Bq 数は 2011 年 3 月時点での値として計算した。また、本試算結果は速報値であり数値自体は確定値ではないことを申し添える。

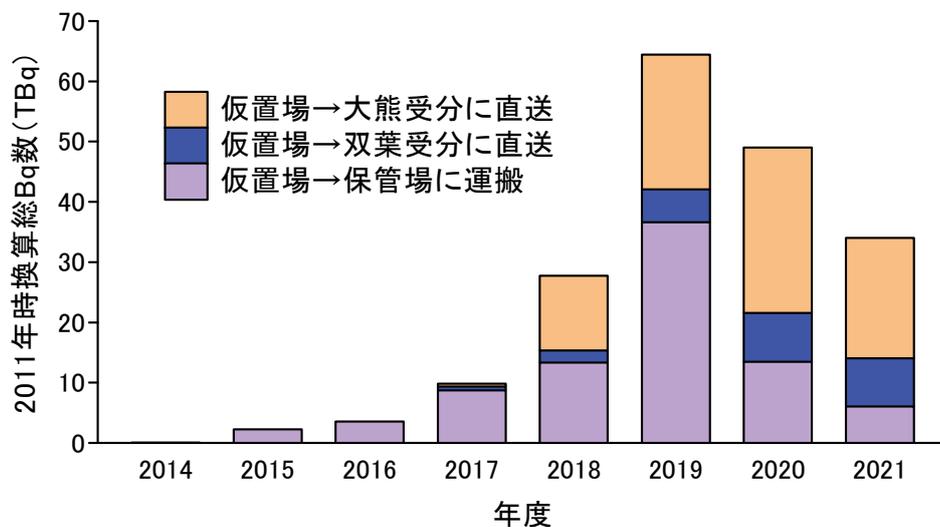


図 環境再生事業において運搬された総 Bq 数の経時変化

福島県内の放射性物質による影響は、空間線量率や食品モニタリング等によって継続的に観察されているが、現実的に沈着した rCs がどのような過程を経て、経時的にどのように変化してきたかを可視化することは住民との理解醸成という観点でも重要と考えられる。今後、環境創造センターの部門間連携のアウトカムの一環としてとりまとめ、環境再生事業や環境中の動態を含めて可視化していく予定である。

参考文献： [1] 飯野成憲・有馬謙一・保高徹生・高田モモ・小口正弘・山田正人・遠藤和人・大迫政浩（2021）：環境再生事業による放射性 Cs の回収量の推計，第 10 回環境放射能除染研究発表会，p. 56

# 福島県内におけるイノシシの放射性セシウム濃度の長期モニタリング

○小松 仁<sup>1</sup>・村上 貴恵美<sup>1</sup>・神田 幸亮<sup>1</sup>  
(所属 1：福島県)

## はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故から 13 年が経過した現在においても福島県内の野生鳥獣において放射性セシウムが検出されており、摂取・出荷制限が指示されている状況である。

福島県では、「有害鳥獣捕獲」、「個体数調整」及び「狩猟」における捕獲・処理等の安全確保に必要な情報を県民に発信するため、イノシシ等の野生鳥獣の放射線モニタリング調査<sup>[1]</sup>を行っている。これらの野生鳥獣の放射線モニタリング調査の結果から、生物種によって体内のセシウム 137 濃度が異なり<sup>[2], [3]</sup>、とりわけイノシシにおいて筋肉中のセシウム 137 濃度が高い傾向が認められている。

本報告会では東京電力福島第一原子力発電所の事故直後から現在までの福島県内におけるイノシシを中心とした野生鳥獣体内の放射性セシウム濃度の長期的なモニタリング結果について報告する。

## 調査方法

福島県内で採取されたイノシシ等の野生鳥獣について、筋肉中の放射性セシウム濃度をゲルマニウム半導体検出器にて測定した。得られたデータを採取地域及び採取年度間で比較した。

## 結果

採取地域及び採取年度を要因とした分散分析を行った結果、イノシシ筋肉中の放射性セシウム濃度は、浜通り>中通り>会津であった( $p<0.0001$ )。浜通りでは、2018 年以降は 2014 年度以前よりも筋肉中の放射性セシウム濃度が低い状態で推移していた。しかし、中通りの場合、2016 年度から 2021 年度までの間は 2015 年度以前より筋肉中の放射性セシウム濃度が低かったが、2022 年度は 2014 年度と同程度の放射性セシウム濃度に上昇した。2023 年度は放射性セシウム濃度が前年度より低くなる傾向にあったが、2016 年度と差がなかった( $p<0.0001$ )。会津では時間経過と共にイノシシ筋肉中の放射性セシウム濃度は低下しており上昇はみられなかった。

## 参考文献

- [1] 「野生鳥獣の放射線モニタリング調査結果」福島県 HP. 2024 年 2 月閲覧.  
(<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/wildlife-radiationmonitoring1.html>)
- [2] Saito, R., Kabeya, M., Nemoto, Y. & Oomachi, H. Monitoring 137Cs concentrations in bird species occupying different ecological niches; game birds and raptors in Fukushima Prefecture. *Journal of Environmental Radioactivity*. 197, 67-73 (2019).
- [3] Nemoto, Y., Saito, R. & Oomachi, H. Seasonal variation of caesium-137 concentration in Asian black bear (*Ursus thibetanus*) and wild boar (*Sus scrofa*) in Fukushima Prefecture, Japan. *PLoS One*. 13, e0200797 (2018).

# 森林生態系における放射性セシウムの分布と動き

○佐々木 祥人<sup>1</sup>・新里 忠史<sup>1</sup>

(所属 1:JAEA)

## 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災による津波が原因で起こった東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質が放出され、半減期が長いセシウム137が現在、環境中に残存している。福島県の県土の約70%は森林である。森林においては、そのほとんどが除染される計画がない。また、森林からの放射性セシウムの流出は、非常に小さく、長期にわたり森林内に放射性セシウムが残るものと考えられる。森林で採取される野生きのこにおいてもまた放射性セシウム濃度が高く、利用が制限されている。森林で生育する落葉広葉樹のコナラは、きのこの原木栽培に利用されてきたが、これらも放射性セシウムの汚染により利用が制限されている。本報告では、落葉広葉樹林の林床および植物体における放射性セシウムの分布及び野生きのこへの放射性セシウム移行についての調査結果及び子実体への放射性セシウムの移行機構の解明を目的に実施した腐生性きのこの培養試験の結果について報告する。

## 2. 方法

調査は、県内のコナラ林にて実施した。林床表面のリター、土壌を採取した。植物体は、コナラを3本切り倒し、枝、葉及び幹（外樹皮、内樹皮、辺材、心材に分離）を採取した。植物体の地下部は、深さ1mのトレンチを掘削し、植物根を採取した。野生きのこは、樹木の根と共生している菌根性きのこ木や落ち葉を腐らせる腐生性きのこを採取した。採取した試料の放射能分析を行った。きのこの培養試験は、コナラの材をベースとした培地を使用して、きのこ（ヒラタケ）を培養する培地の上部と下部にセシウム137濃度の異なる培地を用い、上部にセシウム137濃度が高い培地、下部にセシウム137濃度が高い培地を充填した培養の2パターンの培養を行い、発生する子実体のセシウム137濃度を測定した。

## 3. 結果

コナラの樹木全体において葉が最も放射性セシウム濃度が高かった。樹幹部の外樹皮は、葉と同程度の濃度であり、内樹皮、辺材、心材の順でセシウム137濃度が低下する傾向があった。林床においては、土壌表面深さ5cmまでに放射性セシウムが9割程度留まっていた。一方、地下部の根においては、深度1mの根においても、地上部の樹幹部の内樹皮と辺材と同程度のセシウム137濃度が検出され、樹木全体にセシウム137が循環していることが示唆された。きのこのセシウム137濃度の比較から、菌根性きのこは腐生性きのこに比べ高い傾向がみられた。きのこ培養試験の結果から、どちらの充填パターンの条件においても、発生した子実体のセシウム137濃度はほぼ同じであったことから、子実体が培地全体から放射性セシウムを吸収していることが明らかになった。

## 淡水生態系食物網内の放射性 Cs 動態 -栄養段階と餌資源-

○石井 弓美子<sup>1</sup>・中川 恵<sup>1</sup>・松崎 慎一郎<sup>1</sup>・Jaeick Jo<sup>1</sup>・林 誠二<sup>1</sup>  
(所属 1：国立環境研究所)

東京電力福島第一原子力発電所事故後、福島県原発近傍では淡水魚の<sup>137</sup>Cs汚染が継続している。河川・湖沼など異なった淡水生態系における<sup>137</sup>Csの動態を理解することは、淡水魚の<sup>137</sup>Cs濃度の将来予測のために不可欠である。本研究では、炭素・窒素安定同位体比分析を用いて、福島県内の複数の河川と湖沼において魚の<sup>137</sup>Cs取り込みに寄与の大きい餌資源、また食物網の栄養段階を通じた魚の<sup>137</sup>Cs濃度の変化を明らかにすることを目的とした<sup>[1]</sup>。

窒素同位体比( $\delta^{15}\text{N}$ )分析の結果、河川の魚では栄養段階に対して<sup>137</sup>Cs濃度の増加は見られなかったが、湖沼では高次栄養段階の魚ほど<sup>137</sup>Cs濃度が高くなる生物濃縮の傾向が見られた(図1)。また、炭素同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )の値を用いて、河川においては付着藻類とリター、湖沼においてはプランクトンと底生動物の魚への餌資源としての寄与率を計算した。餌資源の寄与率と<sup>137</sup>Cs濃度の関係を調べたところ、河川では真野川・太田川ともに餌資源を付着藻類に依存する魚ほどリターに依存する魚より<sup>137</sup>Cs濃度が高かった。はやま湖においては、餌資源をプランクトンに依存する魚ほど、底生動物に依存する魚より<sup>137</sup>Cs濃度が高かった(図2)。ただし、魚の汚染に重要な餌資源は、各水域の汚染状況と餌資源の<sup>137</sup>Cs濃度、餌資源に含まれる<sup>137</sup>Csの生物利用性(生物組織への取り込まれやすさ)によって異なると考えられた。これらの結果から、安定同位体比分析により流域における<sup>137</sup>Csの食物網を通じた魚への<sup>137</sup>Cs取り込みを解明し、流域ごとに異なる餌資源の汚染と各魚種の餌資源寄与率を考慮することは、より精緻な<sup>137</sup>Cs濃度の将来予測を行う上で有用であると考えられる。

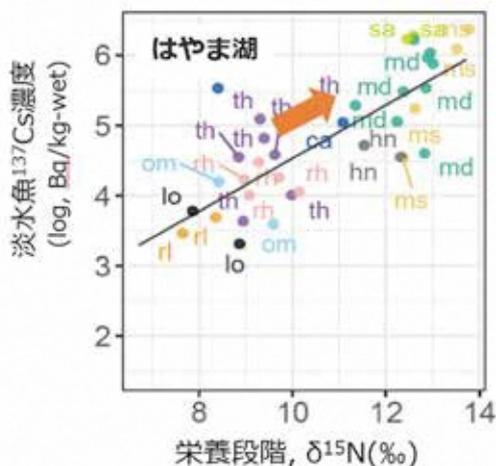


図1 淡水魚の栄養段階と<sup>137</sup>Cs濃度

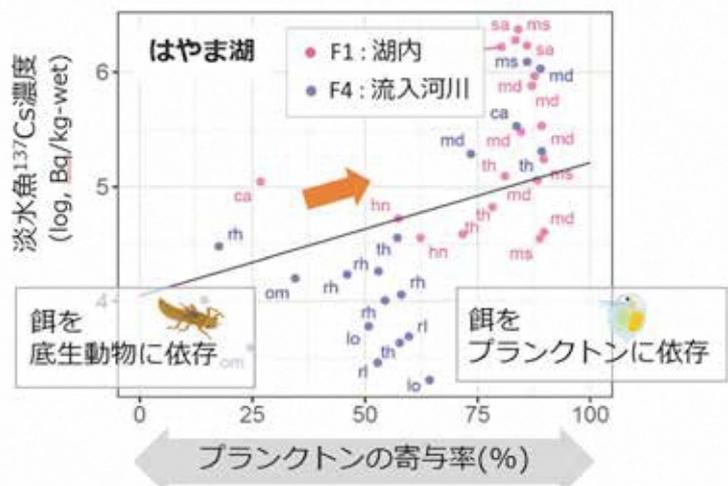


図2 淡水魚の餌資源寄与率と<sup>137</sup>Cs濃度

参考文献

- [1] Ishii Y., Nakagawa M., Matsuzaki S. S., Jo J., Hayashi S. (2023) Contrasting radiocesium transfer in the river and lake food webs: Importance of trophic level and food source. J. Environ. Radioact. 263: 107184

# 災害・事故発生時を想定した大気中化学物質の網羅的モニタリング手法の検討

○高澤 嘉一

(所属 国立環境研究所)

【はじめに】本発表では、災害・事故発生時を想定して、より迅速且つ高精度、高感度に大気中の化学物質を網羅的に定量できるシステムの開発を目指し、加熱脱着-二次元ガスクロマトグラフィー/高分解能飛行時間型質量分析 (TD-GCxGC/HRTOFMS) による大気測定データから T-SEN プログラムを用いた残留性有機汚染物質の自動検索定量を試みた。

【方法】大気捕集は国立環境研究所にて実施した。TD 分析用試料の捕集は小型ポンプに Tenax 管を取り付けて行い、捕集量は 1.44m<sup>3</sup> (捕集速度 0.2L/min) であった。加熱脱着による GC への試料導入では加熱脱着装置 (TDU: GERSTEL 製) と昇温気化型 GC 注入口 (CIS4: GERSTEL 製) を用いた。GCxGC には KT2004 (ZOEX 製) を内部に組み入れた GC (6890; Agilent 製) を用いた。1次元目カラムには InertCap 5MS/SIL (長さ 60m、内径 0.25mm、膜厚 0.10mm; GL Sciences) を、2次元目カラムには SLB-IL59 (長さ 1.5m、内径 0.10mm、膜厚 0.008mm: SUPELCO) を適用した。HRTOFMS には JMS-T100 GC (JEOL 製) を用いた。

【結果と考察】TD-GCxGC-HRTOFMS-calc. ( $n = 2$ ) は T-SEN を用いたデータ処理結果を、HV-GC/HRMS は HV 捕集後に環境省マニュアルにしたがって前処理を行った結果 (公定分析法) を意味する。両者を比較すると TD-GCxGC-HRTOFMS は全体的にやや低い定量値を示し、対象化合物を通じて HV-GC/HRMS 定量値の 0.41~0.98 の比率であった。

表 定量値の比較

	TD-GCxGC-HRTOFMS-calc.						HV-GC/HRMS
	conc.	ratio	R/%	conc.	ratio	R/%	conc.
a-HCH	28	0.53	49	25	0.48	47	53
b-HCH	2.5	0.45	39	2.8	0.51	53	5.6
g-HCH	6.9	0.43	45	7.8	0.49	48	16
d-HCH	0.53	0.41	25	0.61	0.47	30	1.3
HCB	71	0.72	51	84	0.86	58	98
heptachlor	13	0.82	55	16	0.98	60	16
cis-hepta epo	1.3	0.62	60	1.5	0.73	57	2.1
dieldrin	5.2	0.52	54	5.9	0.59	58	10
endrin	0.27	0.83	57	0.25	0.77	63	0.32
o,p'-DDD	0.095	0.73	61	0.11	0.84	62	0.13
p,p'-DDD	0.070	0.64	47	0.075	0.68	46	0.11
o,p'-DDE	0.28	0.73	51	0.31	0.79	49	0.39
p,p'-DDE	2.7	0.72	57	2.9	0.78	51	3.7
o,p'-DDT	1.1	0.62	49	1.5	0.81	49	1.8
p,p'-DDT	1.5	0.54	53	1.4	0.49	58	2.8
cis-chlordane	36	0.64	-	44	0.77	-	57
trans-chlordane	35	0.48	52	40	0.55	49	72
cis-nonachlor	4.2	0.63	55	4.9	0.74	59	6.7
trans-nonachlor	29	0.53	53	32	0.58	59	55
oxychlordane	0.86	0.66	47	0.92	0.71	66	1.3
mirex	0.01	0.72	40	0.01	0.78	44	0.01

# 浜通りの復興まちづくりにおける産業形成と脱炭素化に関する研究

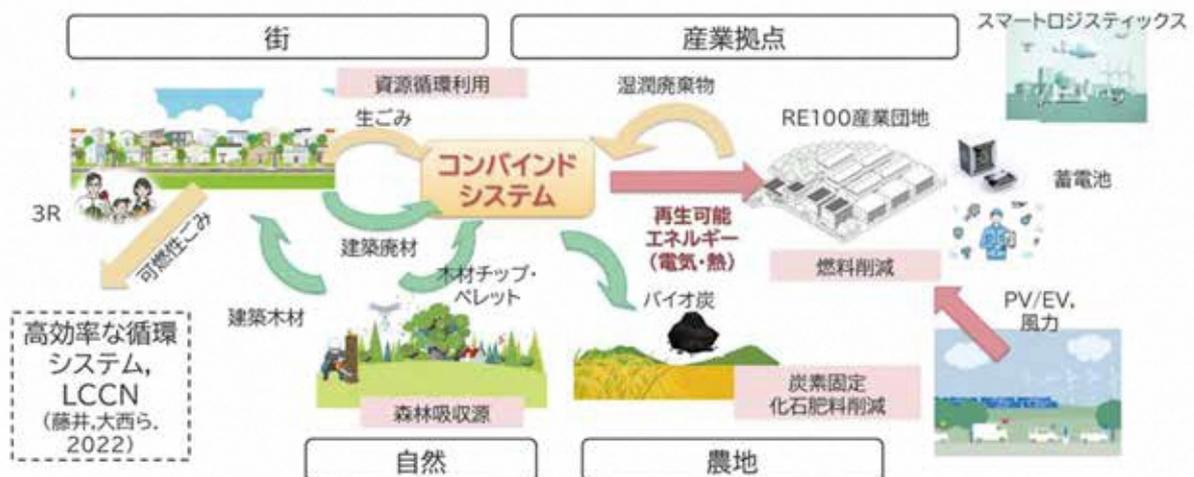
○大西 悟  
(所属 国立環境研究所)

浜通りの復興まちづくりに資する脱炭素型のエネルギー拠点の設計に向けて、浜通り地域の需要家の特定と創出にむけた推計手法を開発した。浜通り地域の復興事業を調査し、災害復興住宅、公共施設、震災遺構施設、産業団地、インキュベーション支援を特定した。今後、新産業創出など需要家の増加が見込まれ、かつ情勢によって変動が大きい産業部門のエネルギー需要については、電熱エネルギー需要推計を実施した。

浜通りの復興事業のうち、産業団地の造成状況、事業所の立地状況の調査結果を以下に示す。21の産業団地のうち、150事業所の立地（予定含む）があり、募集敷地面積の88%程度を占めている。製造業は、67で43%を占め、その他、建設業が立地しているが、それぞれの小分類を見ると業種は多様であることがわかった。

産業団地の立地シナリオを想定し、除染・廃棄物部門と連携し、電熱エネルギー需要を満たす分散型木質バイオマス-メタン発酵コンバインドシステムの技術システム及びマテリアル・エネルギーフローを設計した。廃棄物系バイオマスは、発生分布をもとに事業者情報等から推計し、木質バイオマスの供給可能性を加味している。需給がともに不確実性があることから、技術システムの設計には十分な柔軟性をもたせた。このシステムは、発電のみならず、熱利用と資源循環を考慮することができ、森林整備、営農再開、まちづくりといった地域ニーズへの対応も検討できる可能性を示すことができた。

一方、社会実装に当たっては、放射性Csの影響、大気汚染、臭気対策、景観への配慮等を十分に考慮する必要がある点、立地事業所の工場設計との連携を進めるために工業団地内の組合の創設時に協議体制を構築する必要がある点、木質チップ・ペレットの供給体制は、浜通り地域の需給バランスと川上側の林業事業者の経営方針と川下側の産業団地の需要創出とあわせた需給システムの設計が求められる点があげられる。



## 猪苗代湖における水質予測モデルの精緻化の課題と展望

○篠崎 真希  
(所属 福島県)

猪苗代湖は日本で4番目の面積を有する大型湖沼であり、福島県内の飲料水、農業用水、観光資源等として利用される重要な水資源である。酸性湖であった猪苗代湖は1990年代以降に中性化が進行し、それに伴って湖水中の有機物指標（化学的酸素要求量：COD）の値が上昇した。猪苗代湖は閉鎖性水域であるため、一旦汚濁が進行すると水質を容易に改善することはできず、水質悪化への速やかな対応が求められる。

本研究は、猪苗代湖の将来的な水質予測及び水質汚濁対策の効果検証を目的に、猪苗代湖水質予測モデル（以下「水質予測モデル」という。）の構築を行っている。水質予測モデルは湖水流動予測モデルにpH・生態系モデルを組み合わせたものであり、2022年度では水質の評価の基準点である湖心の再現性は確保できたものの、北部浅水域（図(左)の計算ボックス10、11）の再現性が低いことを報告した。北部浅水域は浅くて平坦な地形であり、周囲から流入する栄養塩類が蓄積しやすく、水生植物の生息面積は猪苗代湖で最も広い。刈取船やボランティアによる水生植物の刈取り・回収等の水質浄化対策も盛んに進められており<sup>[1]</sup>、その対策効果の評価が求められている。そこで、本研究は、北部浅水域の水質の再現性を確保するため、水質予測モデルの北部浅水域の精緻化を実施した。

精緻化手法として、北部浅水域に当たる領域の細分化を実施した。水平方向の11個の計算ボックスを45個に分割し、再計算を行った。その結果、水質項目であるCOD、TN、TP、DOの再現性が向上した。また、分割後のCODやクロロフィルの計算結果が短時間で変動し、その変動幅も大きくなった。原因として、計算ボックスの細分化により、北部浅水域における降雨流出等の影響やプランクトンの変動に伴う物質循環を再現できたと考えられる。

今後は、北岸部浅水域の水質等の調査結果（植生の分布、栄養塩溶出速度等）から、植生とその回収が水域に与える影響をまとめ、本モデルの更なる精緻化を行う予定である。

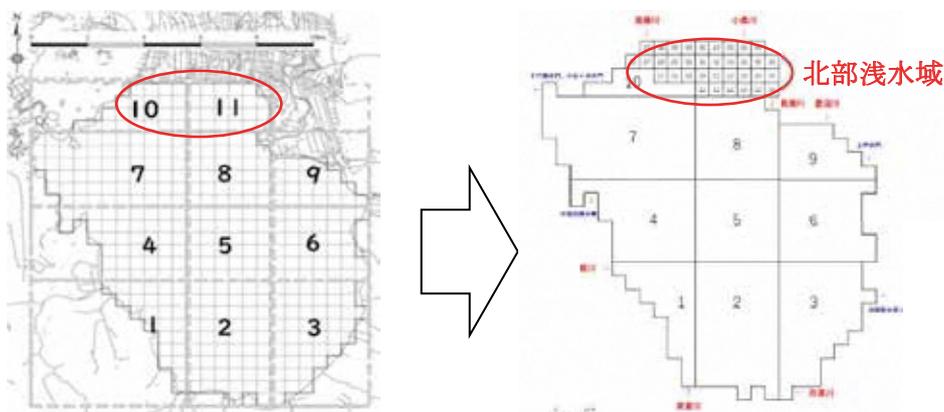


図 猪苗代湖水質予測モデルの改良前後の計算格子

### 参考文献

[1] 猪苗代湖及び裏磐梯湖沼水環境保全推進計画 福島県（2022年1月）

# <ポスター発表>

# 発電所周辺モニタリングにおける大気中セシウム-137 濃度評価手法の検討

○前川 暁洋<sup>1</sup>・橋本 晃佑<sup>1</sup>  
(所属 1:福島県)

1. はじめに 環境中の放射性物質のモニタリング結果を評価する際には、過去のモニタリング結果を統計解析して設定される「平常の変動幅」の範囲内かどうか客観的な評価の指標の一つとなっている<sup>[1]</sup>が、本県では、東京電力福島第一原子力発電所事故の影響により、「平常の変動幅」の設定ができていない。本研究では、大気中セシウム-137 濃度のモニタリングを対象として、事故の影響を考慮した客観的なモニタリング結果の評価手法を検討した。

2. 方法 本県がモニタリング事業として大気中セシウム-137 濃度の連続測定を行っている 42 地点のうち、2018 年度から 2021 年度において不検出の割合が 50%未満である 23 地点のデータを解析した。モニタリング結果を対数変換した後に線形回帰分析を行い、回帰直線の傾きから算出した実効半減期を物理学的半減期と比較するとともに、JAEA が海洋モニタリング結果の評価のために提案している手法<sup>[2]</sup>を参考にして、回帰直線の標準誤差の 2 倍を「変動ファクター」と定義し、変動ファクターを指標として 2022 年度のモニタリング結果を試行的に評価した。

3. 結果と考察 図に回帰分析結果の例を示す。実効半減期は 19 地点で物理学的半減期より短く、4 地点では回帰直線の傾きが正の値になった。回帰直線による予測値+変動ファクターを超過したデータ数の割合は 9%であった。本研究はあくまで試行的な評価であり、今後モニタリング結果の評価手法を確立するためには、濃度の変動要因等も把握したうえで、適切な評価指標を設定する必要がある。

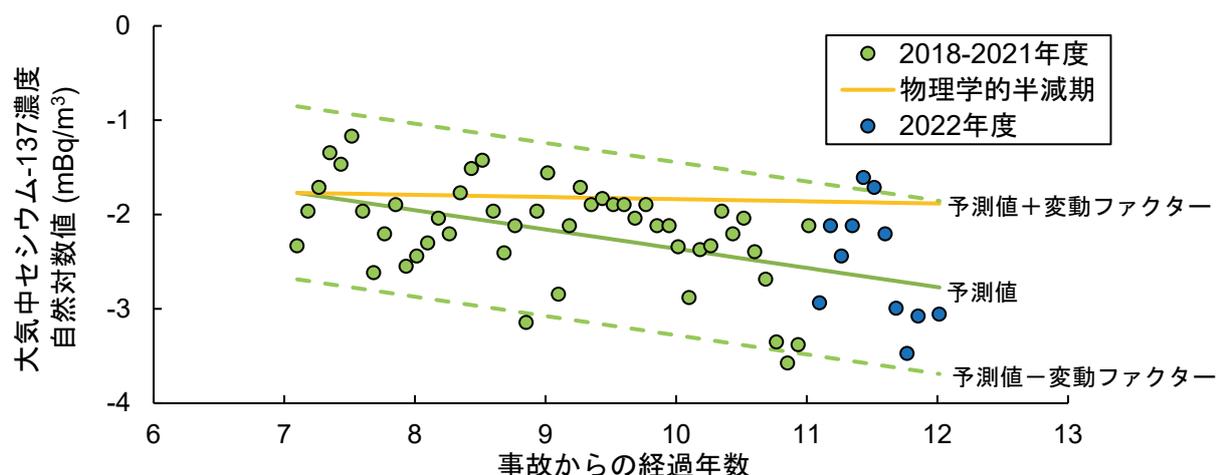


図 大気中セシウム-137 濃度の回帰分析の例

## 参考文献

- [1] 原子力規制庁監視情報課，平常時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料）
- [2] 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構，令和 4 年度放射性物質測定調査委託費（東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約）事業 成果報告書

## フラクタル形状検出器による 3次元放射線イメージングの新展開

佐々木 美雪<sup>1</sup>、○阿部 裕稀<sup>2</sup>、眞田 幸尚<sup>1</sup>、鳥居 建男<sup>3</sup>  
(所属 1:JAEA、2:弘前大学、3:福島大学)

2011年の東京電力福島第一原子力発電所（FDNPS）事故後に広範囲に拡散した放射性物質の影響を受けて、現在、FDNPSの原子炉建屋内外で廃炉・除染作業が進められている。FDNPS 建屋内の放射線分布マップの作成は、廃炉及び除染作業員等の放射線被ばく低減のために不可欠な情報であり、また放射線分布の可視化技術は、FDNPSの建物内だけでなく、環境中など放射線源の位置の特定が必要なさまざまな分野において重要な技術である。放射能汚染分布の調査は一般的に手持ち式サーベイメーターを使用して行われるが、その場合、広範囲にわたる汚染を評価するには時間がかかり、局所的なホットスポットを見逃す危険性がある。そこで私たちは、小型・軽量の装置で放射線分布を推定できる FRIE (Fractal Radiation Imaging Element) と呼ばれる放射線計測システムを開発した (図参照)<sup>[1]</sup>。FRIE システムは、フラクタル形状であるシェルピンスキー四面体構成を模擬した結晶配置構造をとっており、個々のセンサーデータを使用して放射線の入射方向を特定することができる。また、FRIE システムは、放射線測定データと測定空間の3次元点群データを利用することで、測定環境における放射能分布を逆問題解析により推定することができる。その放射能分布推定分解能は約 10~30 度程度と、高い推定精度が得られることがシミュレーション及び実測データを用いた評価から分かっている。なお現状の FRIE システムは、ロボットや人がセンサーを背負うことで、歩行しながら測定可能なシステムとなっている。システムには放射線検出部の他に、デプスカメラを用いた自己位置推定機能が搭載されており、衛星測位システムから位置情報を得られない屋内、又は森林内などの環境であっても測定が可能となっている。今後、FRIE システムをそれぞれの測定環境に応じて最適化することで、放射能分布把握の効率化および推定精度向上が期待できる。

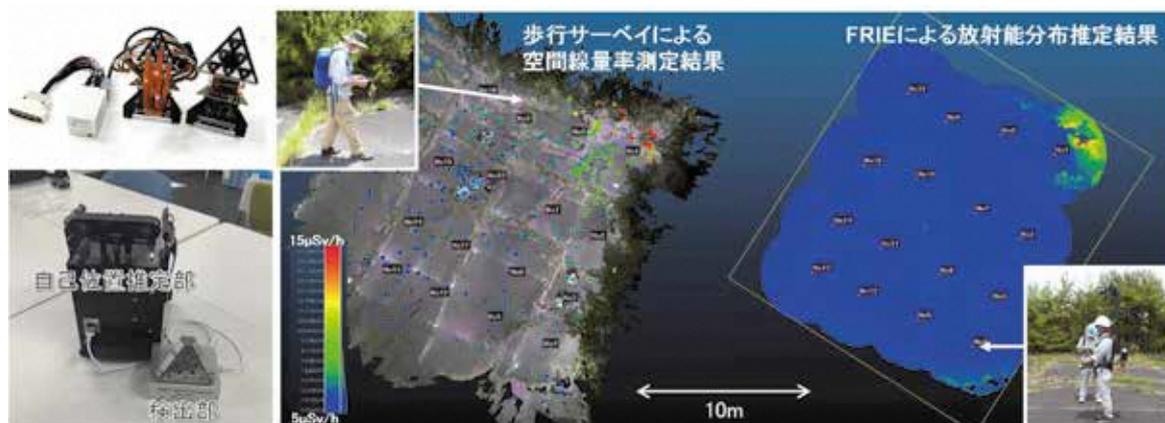


図 FRIE システム及び FRIE による放射能分布推定結果例

### 参考文献

- [1] T. Torii, M. Sasaki, Y. Sanada. Development of an omnidirectional detector for beta and gamma-ray imaging with fractal geometry, 2023 IEEE Nuclear Science Symposium (2023)

# 一般廃棄物最終処分場内の放射性セシウムの挙動の予測

○高瀬 和之<sup>1</sup>・日下部 一晃<sup>1</sup>  
(所属 1：福島県)

## 1. はじめに

福島県内5か所の一般廃棄物最終処分場（以下、「処分場」という。）の浸出水に含まれる放射性セシウム<sup>137</sup>Cs濃度を調べたところ、ほとんどの処分場は数Bq/Lであったが、図1に示すように10 Bq/Lを超える処分場も存在した。浸出水に含まれる放射性<sup>137</sup>Cs濃度が処分場によって異なる要因の一つとして、処分場に降った雨水の影響が考えられることから、雨水に付随して処分場内を移動する放射性<sup>137</sup>Csの挙動予測を行った。

## 2. 数値シミュレーション

処分場の構造を縮小簡略模擬した2次元解析モデルを図2に示す。雨水は処分場上端の左側から流入し、処分場下端右側に設けた出口管から流出する。それ以外からの水の流入流出は起こらない。埋立物の構造を多孔質体と仮定し、ダルシー則を適用して処分場内の水の流れを求めた。また、埋立物の微粒子に放射性<sup>137</sup>Csが付着（または固着）した状態を想定し、雨水に付随して移動する放射性<sup>137</sup>Cs付着微粒子を予測した。

## 3. 結果と考察

図3に処分場内を流れる水の挙動の予測結果を示す。最終覆土の下方は水が流れにくい傾向にあることがわかる。図4に水の流れに伴って移動する放射性<sup>137</sup>Cs付着微粒子の予測結果を示す。微粒子は直径0.1 mm、密度1.2 g/cm<sup>3</sup>である。初期に横一列に微粒子を配置したが、水の入口直下に位置した微粒子は下方へと移動する一方、初期に水の入口から離れた位置に配置した微粒子は水の流れの影響を受けにくいことがわかった。

## 4. 今後の展望

処分場の管理や廃止を見据えた放射性<sup>137</sup>Cs等の将来予測の検討に、現地調査に加えてシミュレーションを活用していきたい。

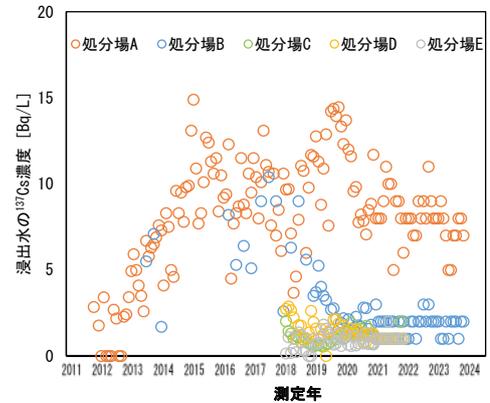


図1 5処分場で採取した浸出水中の放射性Cs濃度の時間変化

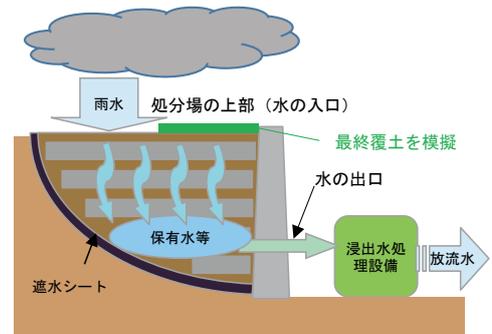


図2 処分場の解析モデルの例

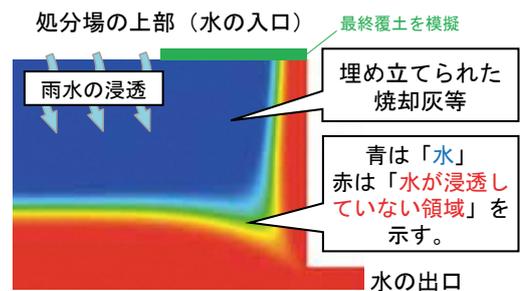


図3 処分場を流れる水の予測結果例

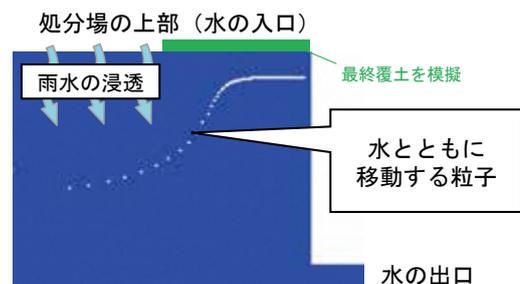


図4 水の流れと共に処分場内を移動する放射性<sup>137</sup>Cs付着微粒子の予測結果例

# 一般廃棄物焼却炉を手動運転する際の燃焼条件の最適化に関する検討

○高瀬 和之<sup>1</sup>・日下部 一晃<sup>1</sup>  
(所属 1 : 福島県)

## 1. はじめに

一般廃棄物焼却炉の運転には様々な廃棄物に対して常に安定した燃焼が求められるが、福島県内の一部の一般廃棄物焼却炉の操作は手動であるため、廃棄物の燃焼が運転員の操作テクニックの影響を受ける場合がある。また、自動操作であってもプラスチックなどの高カロリーごみの燃焼による急激な温度上昇を短時間で抑制するために手動に切り替えて操作する場合もある。そこで、操作テクニックの影響を極力低減し、かつ過渡時に対しても安定した運転操作を可能にするために燃焼条件の最適化について検討した。

## 2. ストーカ式焼却炉

ストーカ式焼却炉は図1に示すように廃棄物を火格子（ストーカ）の上で乾燥・加熱し、攪拌・移動させながら燃焼させるもので、廃棄物を燃やす一次燃焼室と未燃物を完全燃焼させる二次燃焼室からなり、それぞれに燃焼促進のために空気が供給される。

## 3. シミュレーションによる検討例

焼却炉内の燃焼挙動を把握するため、各種廃棄物の組成や代表的な元素からなる化学反応式を検討し、燃焼計算を行った。計算結果の一例として図1の一次燃焼室内の青い実線部分に対し、燃焼によって生成した高温ガス中の廃棄物モル分率 $C$ の分布を図2に示す。一次燃焼室への空気供給量を $5,000 \text{ m}^3/\text{hr}$ として廃棄物発熱量 $Q$ を変えたところ、 $Q$ が $6,000 \text{ kJ/kg}$ よりも小さくて距離 $x$ が $4 \text{ m}$ を超えると $C$ はほぼ0になり、 $Q$ が $8,000 \text{ kJ/kg}$ 以上で $x$ が $4 \text{ m}$ 以上では $C$ は大きく変動することから、どちらも安定した燃焼が起きていないことが推察できる。この場合は $x$ に対しての $Q$ の変動が少ない $Q=6,000 \sim 6,500 \text{ kJ/kg}$ が最も良い燃焼条件であるといえる。

## 4. 将来計画

燃焼シミュレーションを利用して種々のパラメータに対する最適な燃焼条件を整理し、手動操作時の最適制御に役立てたい。

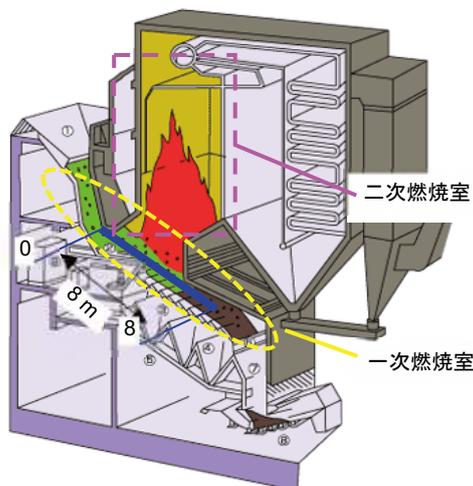


図1 ストーカ式焼却炉の概要

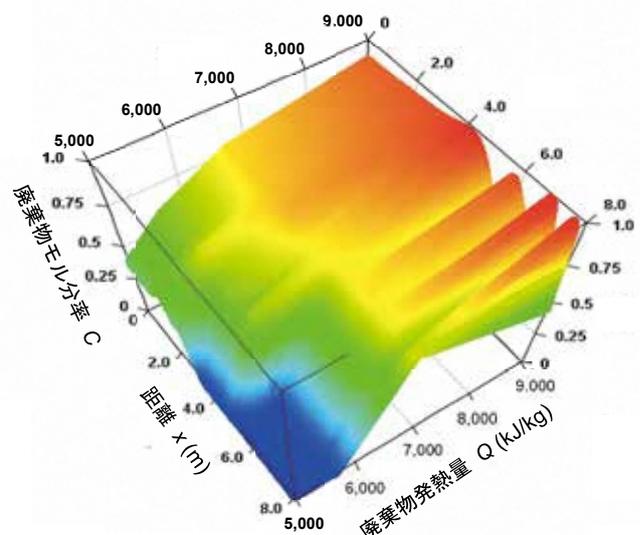


図2 最適な燃焼条件の検討例

\*廃棄物モル分率は、定常燃焼時に生成した全化学成分のモル数で廃棄物の化学成分のモル数を割った値を指す。

# 福島県内の森林におけるリターの放射性セシウム濃度の地理的分布調査

○日下部 一晃<sup>1</sup>・前川 暁洋<sup>1</sup>・新里 忠史<sup>2</sup>・佐々木 祥人<sup>2</sup>・小川 秀樹<sup>3</sup>  
(所属 1:福島県環境創造センター、2:JAEA、3:福島県林業研究センター)

## 1 背景・目的

福島県では東京電力福島第一原子力発電所事故由来の放射性物質が落ち葉に含まれている場合があり、国により肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値(400 Bq/kg)が定められている。落ち葉を堆肥等に利用する場合、一般的に生活圏近傍の林縁部で採取されることが想定されるが、福島県内の森林を対象とした調査<sup>[1]</sup>では、森林の内側より林縁部の空間線量率が高い地域があったこと(林縁効果)が報告されている。

本調査は、落ち葉の適正な有効利用に資するため、福島県内の森林の林縁部における落ち葉の放射性セシウム濃度の地理的分布を明らかにすることを目的として実施した。

## 2 調査方法

調査地は、広葉樹が優占する中通りの森林4か所(調査地A、B、C、D)と浜通りの森林1か所(調査地E)とし、2023年12月~2024年1月に各調査地で1回ずつ試料を採取した。試料採取にあたり、調査対象地を10m×10mメッシュで15等分し、各メッシュの中心からリター(本調査では腐食が進んでいない広葉樹の落ち葉のみをリターとした。)及び土壌(5cm深さ)を採取した。採取したリター及び土壌の放射性セシウム濃度をゲルマニウム半導体検出器で測定した。

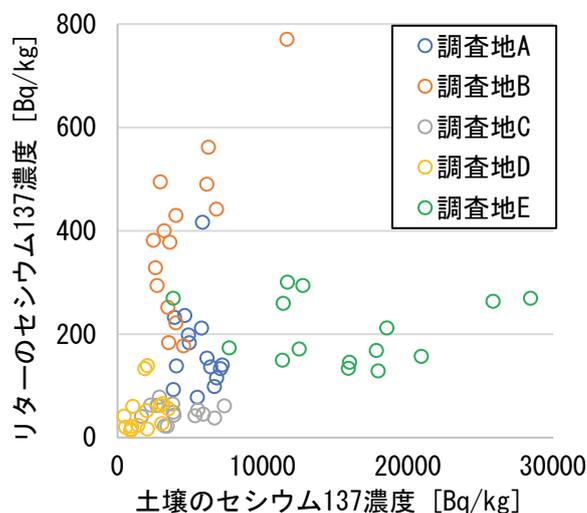


図1 各調査地のリターと土壌のセシウム137濃度

## 3 結果と考察

リターと土壌のセシウム137濃度の測定結果を図1に示す。各調査地のリターの平均濃度は、50~387 Bq/kg-乾重、土壌の平均濃度は、1,803~15,523 Bq/kg-乾重の範囲であった。全ての調査地でリターと土壌のセシウム137濃度に明確な正の相関はみられなかった。

また、全ての調査地で林縁から森林内部への明確な濃度勾配はみられなかった。一例として調査地Cの濃度分布を図2に示す。林縁効果を報告する既往の調査<sup>[1]</sup>では針葉樹林を対象としており、今回の調査地のように広葉樹が優占する場合は、明らかな林縁効果がみられない可能性が示唆された。



図2 調査地Cのリター(左)と土壌(右)のセシウム137濃度の分布[Bq/kg-乾重]  
(上部が林縁、下方が森林内部)

### 参考文献

[1] Naohiro Imamura et al., Forest edge effect in a radioactivity contaminated forest in Fukushima, Journal of Forest Research, Volume 23, 15-20(2018).

## バイオ炭の自然発火危険性の評価

○村沢 直治<sup>1</sup>・日下部 一晃<sup>1</sup>・倉持 秀敏<sup>2</sup>・万福 裕造<sup>3</sup>・小井土 賢二<sup>4</sup>  
(所属 1:福島県、2:国立環境研究所、3:農業・食品産業技術総合研究機構、  
4:森林総合研究所)

### 1. はじめに

木質バイオマスをガス化利用する発電施設の導入拡大を安全に進めていく上では、残渣として排出されるバイオ炭の貯蔵時における自然発火危険性を把握しておく必要があり、それに応じた管理が求められる。そこで、福島県内に立地するガス化発電施設とラボレベルの熱分解炉の試験により得られたバイオ炭計5種類を用いて、貯蔵場所における自然発火危険性を明らかにするための試験を行った。

### 2. 試験

熱重量・示差熱分析装置を用いた試験では、バイオ炭の含有水分量と有炎燃焼を開始する温度と全体的な熱挙動を評価した。次に、バイオ炭は、室温環境何℃の貯蔵状態で空気との酸化等による微小な発熱を開始するのかを双子型高感度熱量計を用いて評価した。また、バイオ炭が火災を発生させた際の燃焼の程度を把握するため、ボンベ型熱量計を用いて評価した。さらに、バイオ炭は外部からの火炎により比較的容易に着火し、延焼拡大しやすい性質を有するのかを把握するため、消防法に記される小ガス炎着火試験により評価した。

### 3. 結果と考察

バイオ炭は、40℃前後から空気との酸化によるものと推定される微小な発熱を開始することがわかった。この結果から、木質ペレットやバークを原料とするいずれのバイオ炭においても、40℃前後の室温環境で大量貯蔵され、外部との熱の出入りがない「断熱状態」であれば、微小発熱により蓄熱後に温度上昇し、有炎燃焼を開始する熱分解開始温度に到達すると自然発火による火災に至る危険性があると考えられる。

また、バイオ炭の燃焼熱量は、RDF等の既存の廃棄物由来のバイオマス燃料の値と同等であることがわかった。このことから、バイオ炭が火災を発生させた場合、既存のバイオマス燃料と同等の火災被害となる可能性もあるため、貯蔵場所での火災予防と消火方法の事前検討が必要である。さらに、バイオ炭は外部からの火炎によって比較的容易に着火する可能性があり、火災が発生した場合延焼拡大していくことがわかった。

放射性Csを含むバイオ炭が火災を発生させた場合、放射性Csの飛散状況モニタリングや消火等(含:消火水による放射性Cs流出防止措置)、現場では様々な対応や意思決定を求められる可能性が高い。

そのため、貯蔵場所でのバイオ炭の火災を防止し、バイオ炭を製品として有効活用していく上では、堆積高さや貯蔵量の制限、内部温度のモニタリング等の事前対策が必要になると考えられる。

#### 謝辞

本研究は、独立行政法人環境再生保全機構の環境研究総合推進費「脱炭素化を目指した汚染バイオマスの先進的エネルギー変換技術システムの開発と実装シナリオの設計及び評価(JPMEERF20211002)」からの支援を受け実施しました。

# 旧福島県水産種苗研究所建屋コンクリートの汚染の特徴

○山田 一夫<sup>1</sup>・新井 裕之<sup>1</sup>・遠藤 和人<sup>1</sup>  
(所属 1: 国立環境研究所)

コンクリートへのCs浸透の理解は、汚染廃棄物処分施設を鉄筋コンクリートで建設する場合や、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉過程で必要となる多量の建屋コンクリートの解体、除染、保管、処分計画<sup>[1]</sup>に必須である。汚染水に節した状態にあるタービンピット地下構造物については文科省英知事業において種々の検討を行った<sup>[2]</sup>が、地上部での汚染の情報は限られている。本報告では既報の汚染解析事例<sup>[3]</sup>に加え、追加情報を考慮し、降雨に曝される地上部のコンクリートの汚染の特徴をまとめる<sup>[4]</sup>。

・現場での表面線量率計測は、遮蔽体があってもNaIは環境放射能の影響をより強く受けるため、GM管がより適切である。

・放射能濃度推定は、GM管の現場測定ではばらつきが大きく、採取試料を低BG環境でNaIにより計測することが好ましい(図1)。

・汚染は水平面が垂直面や裏面よりも大きかった。  
・屋外にある倒壊した柱の表面の線量率は2014年12月から8年で半減した(図2)。炭酸化ペースト部に吸着された放射性Csが溶脱したものと推定される。  
・室内密閉保管では、放射性Csは移動しなかった。  
・コンクリートの表層汚染は、炭酸化したセメントペースト部分でも顕著であるが、ある種の骨材による放射性Csの濃縮も認められた(図3)。

・コンクリートの汚染は炭酸化部分で顕著であり、倒壊し被りコンクリートが剥落し炭酸化していない部分では表層のみであった。

・骨材の種類によっては粒子全体に放射性Csが浸透しており、周囲のセメントペーストよりも大きい汚染であった。さらに、ひび割れに沿って、深部の骨材が選択的に汚染されている状況も認められた。

## 参考文献

- [1] 東京電力ホールディングス：1F瓦礫類・建屋解体物等に対する分析について、1F技術会合(第15回)資料1-1、2023年12月4日 <https://www.nra.go.jp/data/000461455.pdf>
- [2] 東京大学：合理的な処分のための実機環境を考慮した汚染鉄筋コンクリート長期状態変化の定量評価、文部科学省国家課題対応型研究開発推進事業 英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業(R2-R4)
- [3] K. Yamada, et al., Field survey of radioactive cesium contamination in concrete after the Fukushima-Daiichi nuclear power station accident, Journal of Advanced Concrete Technology, 17, 659-672, 2019. doi.10.3151/jact.17.659 [4] K. Yamada et al., Assessment of Radioactive Cesium Contamination in Concrete Structures near Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, ChemRxiv. 2024; doi:10.26434/chemrxiv-2024-bqr88

This content is a preprint and has not been peer-reviewed.

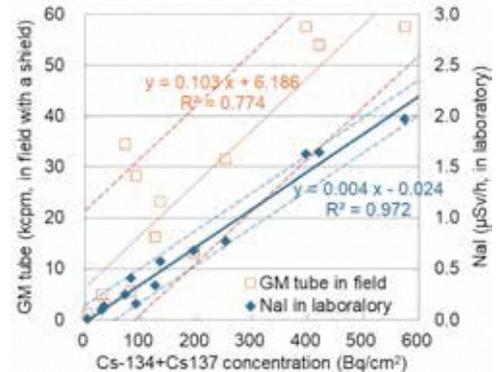


図1 汚染コンクリートの表面放射能濃度とサーベイメータによる評価の関係

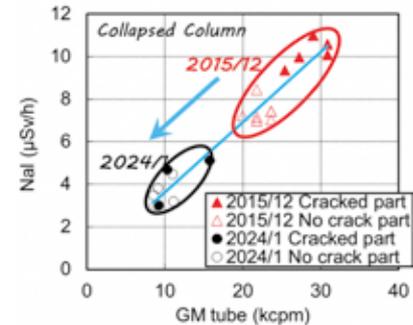


図2 コンクリート柱の線量率経時変化

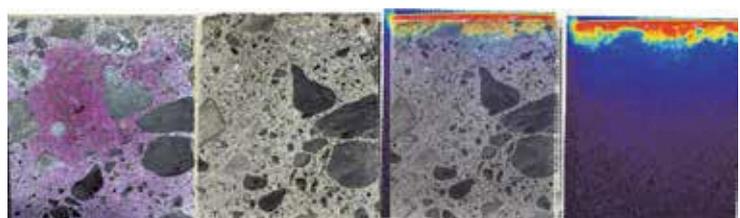


図3 コンクリート柱からのコア(径5cm)断面のイメージングプレートによるオートラジオグラフィ(左はフェノールフタレイン噴霧による中性化部の評価)

# 特定廃棄物（飛灰）の最大減容化に向けた二段階化学共沈法

○田中 悠平<sup>1</sup>・山田 一夫<sup>1</sup>・遠藤 和人<sup>1</sup>  
(所属 1: 国立環境研究所)

放射性セシウム（Cs）を含む特定廃棄物である可燃性廃棄物の焼却残渣は、塩化カルシウム等を加えて熔融処理するとスラグと熔融飛灰（FA）になり、放射性 Cs は塩化 Cs として FA に濃縮され減容化される。水溶性である塩化 Cs は FA の水洗浄で溶解でき、FA より少量の吸着材で多量の Cs を吸着させると更なる減容化となる。飛灰洗浄液には Cs 吸着を妨害するカリウム（K）等のイオンも含まれるため、Cs 選択性がある吸着材を用いる必要がある<sup>[1]</sup>。高性能 Cs 吸着材であるフェロシアン化銅（CFC）の Cs 吸着方法の1つに CFC を合成しながら Cs 吸着させる化学共沈法（化共法）がある。化共法による CFC はアルカリ溶液で分解でき、このアルカリ分解液は飛灰洗浄液と比べて妨害イオン濃度が極めて低い溶液となるため、この溶液で二段階目の合成 Cs 吸着では一段階目より高濃縮が可能だと考えられる。本研究では、イオン交換理論を用いて、模擬飛灰洗浄液で化共法による CFC の Cs 吸着性能を市販品<sup>[2]</sup>と比較し、二段階化共法での最大減容化の可能性を試算した。なお本研究では安定 Cs を用いた。

Cs 陽イオン交換容量（CEC\_Cs）及び選択係数（ $K_{Cs/K}$ ）の測定には塩化 Cs を含む溶液で CFC 合成及び吸着後に Cs 濃度 [Cs] を測定した。模擬飛灰洗浄液は  $K = 3.0 \text{ mol/L}$ ,  $K/Cs = 20,000$  とし、CFC の原料にはフェロシアン化鉄カリウムと塩化銅を用いた。 $K_{Cs/K}$  は式  $K_{Cs/K} = ([X-Cs][K]) / ([Cs][X-K])$  を用い、測定値 [Cs] から Cs 吸着量 [X-Cs]、Cs と交換すると想定される液相中の K 量 [K]、CEC\_Cs から吸着サイトの K 量 [X-K] で計算することで求めた。CEC\_Cs 及び  $K_{Cs/K}$  実験値から、イオン交換理論で二段階化共法における Cs 吸着サイト数あたりの Cs 吸着量である濃縮率（Cs 吸着量/CEC\_Cs）及び FA に対する吸着処理後の CFC の減量比（ $1/(FA \text{ kg}/CFC \text{ kg})$ ）を試算した。

CEC\_Cs は市販品が  $2.4 \text{ eq/kg}$  で、化共法が  $4.6 \text{ eq/kg}$  となり 1.9 倍であった。CEC\_Cs と  $K_{Cs/K}$  の実験値から求めた液固比に対する Cs 吸着量を図 1 に示す。最大吸着量は市販品が  $0.6 \text{ mmol/g}$ 、化共法が  $3.4 \text{ mmol/g}$  となり 5.7 倍であった。化共法による CFC は市販品と比べて飛灰洗浄液中での Cs 吸着性能が高いことが明らかになった。二段階化共法の試算の概略図を図 2 に示す。一段階目の試算の結果、CFC に吸着している K/Cs 比は 390 となり、濃縮率は 0.3% で、減量比は 1/160 であった。この CFC をアルカリ分解及び再合成すると、二段階目で CFC の濃縮率は 55% となり、減量比は 1/8,900 となった。以上より、二段階化共法は高濃縮減容化に有用である可能性が示された。

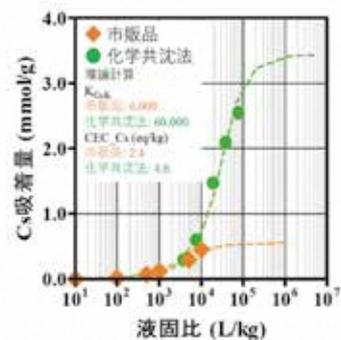


図 1 液固比に対する Cs 吸着量

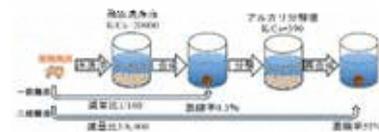


図 2 二段階化学共沈法の結果

## 参考文献

- [1] 有馬謙一, 遠藤和人, 大迫政浩, 放射性物質に汚染された土壌と廃棄物の減容化処理技術と今後の課題, 廃棄物資源循環学会誌, Vol. 33, No. 6, pp. 423-434, 2022
- [2] 田中 悠平・山田 一夫・遠藤 和人, 令和 5 年度環境創造センター成果報告会, 高濃縮減容化を目的とした Cs 吸着材の性能評価

**[謝辞]** 本研究は, 環境省・(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF22S20910)により実施した。

# 廃棄物系バイオマスメタン発酵におけるバイオ炭連続投入の影響

○小林 拓朗<sup>1</sup>・倉持 秀敏<sup>1</sup>

(所属 1:国立環境研究所)

## 1. はじめに

木質バイオマスガス化発電等で発生する炭化物に関して、近年は炭素貯留や土壌改良剤等の用途でのバイオ炭としての利用が拡大している。食品残渣等の湿潤バイオマスを対象とするメタン発酵においてもバイオ炭は有用な添加剤として活用できることが最近の研究から明らかとなってきている。本研究では、福島県内のガス化施設から採取したバイオ炭を連続的に添加しながら、食品残渣及び草本残渣のメタン発酵連続実験を行い、その効果を検討した。

## 2. 実験

滞留時間 30 日、温度 35°C、攪拌の回転速度 300rpm に設定した連続攪拌反応槽に対して不足する栄養素を添加したミネラル液と混合し、TS 濃度約 90 g/L に調整した食品及び草本残渣をそれぞれ投入した。実験条件は各原料に対して 3 通り設け、R1 はバイオ炭を添加せず、R2 はバイオ炭を原料比 1% で添加、R3 はバイオ炭を CO<sub>2</sub> 雰囲気中で賦活化したものを原料比 1% で添加する条件とした。R3 の炭は R2 のその 2 倍の表面積であった。

## 3. 結果と考察

食品残渣については R1～R3 どれもが約 120 日間安定して運転が継続された。メタン生成速度の点では賦活化した炭を添加した R3 において他より 20% 高い数値を示した。R1 と R2 は同等であった。一方、槽内の発酵液中の固形分は炭を添加した系で R1 よりも 7～10 g/L 高い濃度を示した。しかしながら、発酵液の粘度は逆に固形分濃度の高い R2、R3 の方が 3～5 mPa・s 低い値を示した。植物残渣については、灰分および窒素分が少ないため、発酵液の pH 緩衝容量が小さい実験系となった。炭を添加しない R1 では、液の pH が初期の 7.2 から次第に低下し適正 pH を逸脱した 6.6 まで低下した。図に示すようにメタンの生成速度も減少が認められたので、継続不可能と判断し運転を停止した。他方で、炭は pH 緩衝容量を増大させ、実験期間中の pH の低下を抑制し、安定したメタン生成が継続できた。メタン生成速度は、R3 において R2 よりも 20% 程度高い水準であった。以上から、バイオ炭の添加は安定性の点で改善効果があることと、賦活化した比表面積の大きなバイオ炭は、原料からのメタンの収率も増大させることを確認した。また、バイオ炭は放射性 Cs を含有していたため、発酵液内での分布を調査したが、水中への溶出分は 2～4 割程度で <sup>137</sup>Cs が 2～4 Bq/kg 程度の水準であった。

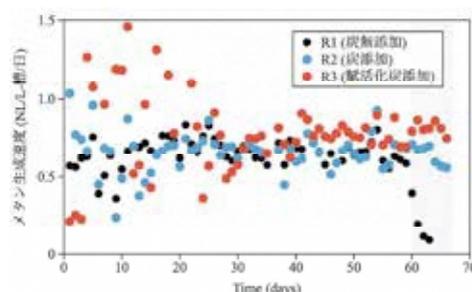


図 草本残渣のメタン発酵におけるメタン生成速度の推移の例

## 謝辞

本研究は、独立行政法人環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF20211002)により実施した。

# 木質バイオマスガス化における原料種とガス化特性

○倉持 秀敏<sup>1</sup>・小林 拓朗<sup>1</sup>・小井土 賢二<sup>2</sup>

(所属 1:国立環境研究所、2: 森林総合研究所)

## 1. はじめに

近年、100kW以下の小型木質バイオマスガス化発電装置の導入が注目されており、福島県においても同装置が安定に稼働し始めている。普及への課題として低コスト化があり、未利用かつ安価な原料、例えばペレット工場で産業廃棄物として処理・処分されている樹皮（バーク）を原料として利用することが期待される。しかしながら、バークを原料とした場合のガス化特性に関する情報は少なく、特に放射性セシウム（r-Cs）の挙動に関する知見はほとんどない。そこで、杉及び松のバークと杉チップ（従来原料）を対象に、試作したガス化実験装置を用いて、r-Csの挙動を含めてガス化特性を明らかにした。

## 2. 実験

既報の実験装置<sup>[1]</sup>を参考に、ダウンドラフト型ガス化装置を試作し、以下の実験を行った。2.0~2.8mmの大きさに調製した各種木質原料を水蒸気共存下（Steam/Carbon=1）で800~1000℃の温度条件でガス化させた。ガス化実験後に、回収した発生ガスやバイオ炭の性状を評価し、炭素収支からガスやバイオ炭等への変換率を算出するとともに、原料及びバイオ炭に対するr-Cs濃度をゲルマニウム半導体検出器にて測定し、ガス化におけるr-Csの収支より、r-Csの分配挙動を解析した。

## 3. 結果と考察

どの原料においても、ガス化温度の上昇とともに、ガス変換率とバイオ炭の比表面積が増加した。水素等の可燃性ガスの回収及びバイオ炭の高機能化を目的とすると、ガスの発生量が多く、バイオ炭の比表面積が高い1000℃がガス化温度として望ましいと考えられた。杉材の部位で比較すると、可燃性ガスの組成はあまり変化しないことから、バークを原料として利用できる可能性が示唆された。また、バーク原料のガス化の方が運転阻害となるタールの発生率がより低く、安定な運転が期待される。バークのガス化特性について樹種間で比較を行ったが、顕著な差が生じないことから、松バークでも原料として利用できると予想された。r-Csの挙動については、図に発生ガスとバイオ炭に対するr-Csの分配率を示す。温度の上昇とともに、r-Csのガスへの分配率が増加し、特に900℃と1000℃を境に急激に増加した。これは、温度上昇に伴うr-Cs化合物の揮発性の向上や、ガス変換率の急激な増加がその要因と推察された。

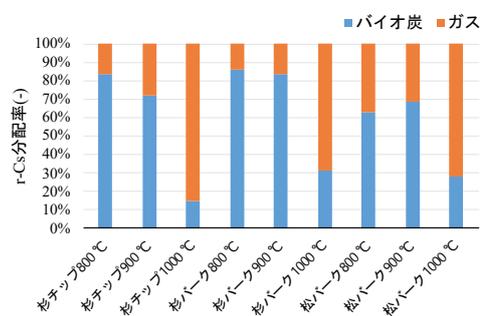


図 木質ガス化における発生ガス-バイオ炭間のr-Cs分配率

## 参考文献

[1] Koido et al., Biomass and Bioenergy 14, 105954(2021)

## 謝辞

本研究は、独立行政法人環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20211002）かにより実施した。

## 福島県を流れる河川における放射性セシウムの長期観測

○樊 少艶<sup>1</sup>・那須 康輝<sup>1</sup>・福田 美保<sup>1</sup>・谷口 圭輔<sup>2</sup>・恩田 裕一<sup>3</sup>  
(所属 1:福島県、2:津山工業高等専門学校、3:筑波大学)

2011年3月11日に発生した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により、大量のセシウム<sup>137</sup>(<sup>137</sup>Cs)をはじめとする放射性物質が環境中へ放出された。<sup>137</sup>Csの物理的半減期が約30年と長く、生物に対する長期的な被ばく線量を評価するうえでも<sup>137</sup>Csの環境中における動きを把握することは重要である。河川水の<sup>137</sup>Csは溶存態と懸濁態の2形態に分けられる。溶存態は河川水中に溶けているので、生物に取り込まれやすい。一方、懸濁態は土壌粒子などに吸着され、堆積物に含まれて空間線量率に影響する。本研究は河川を介して移行する<sup>137</sup>Csの動きを把握することを目的とし、福島県内を流れる河川水の溶存態(0.45 μm以下の微小な粒子を含む)及び懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度を継続的に観測している。

阿武隈川と浜通りの河川中の計29地点における、河川水の懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度は、事故直後は高濃度(阿武隈川水系32,000~58,000 Bq/kg-dry)であったが、2023年10月時点では1/10から1/100まで低下した(阿武隈川水系330~7,000 Bq/kg-dry、浜通り河川180~19,000 Bq/kg-dry)。2023年7月時点の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度は、阿武隈川水系で0.00056~0.011 Bq/L、浜通り河川で0.0021~0.058 Bq/Lであり、日本の飲用水基準(10 Bq/L)より3~5桁低かった。

各河川の懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度の時間変化は、事故初期(2012年3月まで)の急激な減少と、事故中期(2012年4月以降)の緩やかな減少の2つの段階を示した。事故からの経過年数( $t$ )に対する懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度 $C$ (Bq/kg)は $C = a_1 e^{-k_1 t} + a_2 e^{-k_2 t}$ 式により近似できた。事故初期の減衰率 $k_1$ は流域の草地・裸地や水域の割合が高いところで大きかった。一方、事故中期の減衰率 $k_2$ は、土地利用が都市域の割合が低いところで大きかった。

懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度、懸濁物質濃度、河川流量などの値をもとに、福島県沿岸域(9河川、11地点)における2012年10月から2020年12月までの海洋への懸濁態<sup>137</sup>Cs移行量は17 TBqと算出された。また、各地点の流域初期沈着量に対する懸濁態<sup>137</sup>Cs移行率は、0.1%~1.7%であった。各地点の懸濁態<sup>137</sup>Cs移行率は、ダムの被覆率(観測地点の流域面積に対するダムの集水面積の割合)とは負の相関を、年間河川比流量(流域面積あたり河川流量)とは正の相関を持つことが分かった。

今後も継続して調査を行い、河川水の安全・安心に係る情報発信を進める。また、事故で放出された放射性Cs動態の国際的な理解の増進に寄与するため、多くの研究者等が参照できるよう、観測データの整理と公開を進める。

# 帰還困難区域の沢水及び河川水における溶存態放射性セシウム濃度の 経年変化

○福田 美保<sup>1</sup>・樊 少艶<sup>1</sup>・那須 康輝<sup>1</sup>  
(所属 1:福島県)

東京電力福島第一原子力発電所(FDNPS)事故に伴い、約  $10 \times 10^{15}$  Bq の  $^{137}\text{Cs}$  が環境中へと放出され<sup>[1]</sup>、そのうちの約3割である約  $2.7 \times 10^{15}$  Bq が陸域に蓄積した<sup>[2]</sup>。福島県における土地利用ごとの  $^{137}\text{Cs}$  の蓄積量は、森林が約74%を占め、次いで水田(10%)、建築物(1.1%)であった<sup>[3]</sup>。森林土壌中のCsは粘土鉱物に強く吸着する一方で、河川水の懸濁物質は主に森林土壌起源である<sup>[4]</sup>ことから、懸濁物質に吸着したCsも森林から河川へと継続的に移行していると考えられる。従って、源流域やその周辺河川の放射性Cs( $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ )データを継続して得ることが陸域環境でのCs量の収支を明らかにする上でも重要である。そこで本研究では、2024年2月時点で帰還困難区域に位置する福島県浪江町の十万山の沢水および双葉町の前田川上流の河川水の存在形態ごと(溶存態、懸濁態)の $^{134}\text{Cs}$ 及び $^{137}\text{Cs}$ 濃度の経時変化とその要因を明らかにすることを目的とした。

試料は、福島県双葉郡浪江町の十万山の沢水の本流および支流(2017年5月-)及び、周辺の双葉町の前田川上流(2017年5月-)にて採取した。これらの試料の溶存態 $^{137}\text{Cs}$ 濃度はFDNPS事故から時間が経過するとともに減少しており、2023年11月現在、事故前の福島県の河川水の $^{137}\text{Cs}$ 濃度(0.22-1.85 mBq/L<sup>[5]</sup>)と同レベルまで減少していた。しかし、明確な季節変化は見られなかった。さらに、指数関数的に減少すると仮定した場合の溶存態 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の実効半減期を算出した結果、2.4年から6.3年であった。福島県の河川や貯水池の溶存態 $^{137}\text{Cs}$ の実効半減期は、事故後3年以降で2.2年から4.4年であったこと<sup>[6]</sup>と、2015-2018年における請戸川や太田川での実効半減期はそれぞれ3.7年、2.4年であり<sup>[7]</sup>、今回の結果は概ね同じくらいの値であった。一方、懸濁態 $^{137}\text{Cs}$ 濃度は一様に減少しておらず、降水量が増加した際に一時的に上昇する傾向が見られた。特に、沢水における懸濁態 $^{137}\text{Cs}$ の一時的な増加が見られた地点は、採水時期に応じて異なることや、同時期に懸濁態 $^{137}\text{Cs}$ が減少していた地点も見られていたことから、降雨による侵食の影響は局所的な現象であったと推察される。

## 参考文献

- [1] Terada et al. (2020) Journal of Environmental Radioactivity, 213, 106104.
- [2] Onda et al. (2020) Nature Review Earth and Environment, 1, 644-660.
- [3] Kato et al. (2019) Journal of Environmental Radioactivity, 210, 105996.
- [4] Arai et al. (2021) Water, 13, 3021.
- [5] 環境放射線データベース, <https://www.kankyo-hoshano.go.jp/data/database/>.
- [6] JAEA (2019) JAEA-Research, 235pp.
- [7] Nakanishi and Sakuma (2019) Chemosphere, 215, 272-279.

# 出水期間の阿武隈川における懸濁物質の 放射性セシウム濃度変化と移行量について

○那須 康輝<sup>1</sup>・樊 少艶<sup>1</sup>・福田 美保<sup>1</sup>・谷口 圭輔<sup>2</sup>  
(1:福島県、2:津山工業高等専門学校)

東京電力福島第一原子力発電所事故によって、環境中に<sup>137</sup>Csをはじめとする人工放射性核種が拡散及び沈着し、陸域に沈着したこれらの核種は、河川を介して陸域から海域へも移行している。平水期間の阿武隈川においては、懸濁態<sup>137</sup>Csが溶存態よりも<sup>137</sup>Cs移行に大きく寄与していたと報告されている<sup>[1]</sup>が、出水期間の陸水における懸濁態<sup>137</sup>Cs移行量や水位変化に伴う懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度の変化に関する報告例は少ない<sup>[2], [3]</sup>。そこで本研究では、福島県の一級河川である阿武隈川を対象に、出水期間の水位変化に伴う懸濁物質の濃度、懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度及び懸濁物質中の<sup>137</sup>Cs濃度等の変化について観測し、懸濁物質による<sup>137</sup>Cs移行量を明らかにすることを目的とした。

試料は、阿武隈川中流域の二本松水位観測所付近で、2023年11月7日6時～8日8時の出水期間（総降水量：33.0 mm（二本松アメダス観測所））に、2時間ごとに河川水（約40 L）を採取したものをを用いた。河川水試料を懸濁態カートリッジフィルター（孔径1 μm）でろ過したのち、Ge半導体検出器を用いてカートリッジの<sup>137</sup>Csを測定し、ろ過した試料量[L]で除して懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度[mBq/L]を算出した。また、カートリッジを乾燥させて懸濁物質質量[mg]を測定し、懸濁物質中の<sup>137</sup>Cs濃度[Bq/kg 乾]を算出した。比較のため、2022年8月～2023年12月の平水期間に月1回程度採取した河川水についても同様の測定を行った。

二本松水位観測所の水位は、11月7日6時（2.65 m）～13時（4.37 m）にかけて上昇し、その後緩やかに低下した。水位の上昇とともに懸濁物質濃度（17～388 mg/L）と懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度（19～261 mBq/L）も上昇し、平水期間の範囲（それぞれ4～28 mg/L、2～32 mBq/L）と比較しても、1桁以上高かった。降雨とともに上流域の土壌に由来する懸濁物質が大量に流入したものと考えられる。懸濁物質濃度と懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度との間には有意な正の相関関係がみられ（ $R^2 = 0.55$ 、 $p < 0.01$ ）、宮城県の大川での既報<sup>[3]</sup>と同様の結果であった。一方、懸濁物質中の<sup>137</sup>Cs濃度は810～2580 Bq/kg 乾の範囲であり、平水期間の範囲内（460～3520 Bq/kg 乾）にあった。

懸濁態<sup>137</sup>Cs濃度と水位から、二本松水位観測所における観測期間（2023年11月7日5時～8日9時）の懸濁態<sup>137</sup>Cs移行量は $2.3 \times 10^9$  Bq（1時間あたり $8.3 \times 10^7$  Bq）と算出された。また、同一地点における平水期間の懸濁態<sup>137</sup>Cs移行量は $1.7 \times 10^5 \sim 8.7 \times 10^6$  Bq/時と算出された。このことから、今回の観測期間に平水期間の約9.5～490倍の懸濁態<sup>137</sup>Csが移行したことが示された。

## 参考文献

- [1] K. Taniguchi et al., Environ. Sci. Technol., 2019, 53, 12339-12347
- [2] 篠宮佳樹, 水利科学, 2017, 354, 19-31
- [3] 橋本達範ら, 土木学会論文集 B1 (水工学), 2015, 71-4, I\_1195-I\_1200

# 福島県内におけるキジ (*Phasianus colchicus*) の行動調査

○神田 幸亮<sup>1</sup>・小松 仁<sup>1</sup>・村上 貴恵美<sup>1</sup>  
(所属 1 : 福島県)

## 1. はじめに

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の影響により、福島県では現在でもイノシシなどの狩猟対象鳥獣において放射性セシウムが検出されており出荷制限等がかけられている。一方、近年キジの放射性セシウム濃度は減衰し、食品基準値である 100 Bq/kg を大きく下回っているものの出荷制限等がかけられたままである<sup>[1]</sup>。国が示す出荷制限解除の条件<sup>[2]</sup>では、動物の移動性を考慮することとされているため、今後出荷制限解除を検討するためには移動性を明らかにする必要がある。そこで、本研究ではキジの行動圏を明らかにし、出荷制限等解除の検討に資する知見を得ることを目的とした。

## 2. 方法

キジの捕獲数とモニタリング数が多い二本松市にて、2021 年および 2022 年の 11 月にカモ網等を用いてメスキジ 2 羽を捕獲した。これらに GPS 発信器を装着して放鳥した。データの収集期間は、狩猟期間である 11 月から 2 月までの 4 か月間とした。行動圏サイズを最外郭法を用いて算出した。

## 3. 結果と考察

最外郭法により推定した捕獲個体の行動圏サイズは 0.06 から 0.31 km<sup>2</sup>であった。

今回調査をおこなったメスキジ 2 羽の行動圏サイズは、最大でも 0.3 km<sup>2</sup>程度であり、少なくとも調査を行なった 11 月から 2 月の 4 か月間は捕獲場所の周辺のみで暮らしていたことが明らかとなった。このことからキジについては、放射性核種により高濃度に汚染された原発周辺地域から汚染が少ない会津等の地域へ移入する可能性は低いと考えられる。

## 参考文献

- [1] 「野生鳥獣の放射線モニタリング調査結果」福島県 HP. 2024 年 2 月閲覧.  
(<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/wildlife-radiationmonitoring1.html>)
- [2] 「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」原子力災害対策本部, 厚生労働省 HP. 2024 年 2 月閲覧. (<https://www.mhlw.go.jp/content/11135000/000920657.pdf>)

# 福島県内における野生傷病鳥獣の放射性セシウムのモニタリング

○村上 貴恵美<sup>1</sup>・小松 仁<sup>1</sup>・神田 幸亮<sup>1</sup>・稲見 健司<sup>1</sup>・壁谷 昌彦<sup>1</sup>  
(所属 1：福島県)

## 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故により、現在でも狩猟対象鳥獣において放射性セシウムが検出されている。福島県では、有害鳥獣捕獲、狩猟などにおける捕獲・処理などの安全確保に必要な情報を県民に発信するため、イノシシなどの野生鳥獣の放射性モニタリング調査<sup>[1]</sup>を行っている。これらのモニタリング調査の結果から、生物種によってセシウム 137 濃度が異なり<sup>[2], [3]</sup>、特にイノシシで筋肉中のセシウム 137 濃度が高い傾向が認められている。加えて、イノシシの筋肉中のセシウム 137 濃度と捕獲場所のセシウム 137 土壌沈着量に正の相関があり、同様な土壌沈着量の汚染レベルのエリアで捕獲されたイノシシでも個体間の測定値のばらつきが大きいという結果が得られている。一方で、狩猟対象種以外の野生鳥獣の筋肉中の放射性セシウム濃度については知見が少なく、汚染状況は不明である。本研究では、福島県内の様々な野生鳥獣の筋肉中の放射性セシウム濃度についての知見を得ることを目的とする。

## 2. 方法

2013 年から 2022 年までに福島県内で保護され、野生生物共生センターに運び込まれたのち死亡した傷病鳥獣の筋肉を採取し、筋肉中に含まれるセシウム 137 を測定した。得られたデータを用いて、生息地域の放射性セシウムの土壌沈着量と筋肉中の放射性セシウム濃度との相関の確認、生息地域間における筋肉中放射性セシウム濃度の比較、ほ乳類と鳥類間における筋肉中放射性セシウム濃度の比較及び食性による放射性セシウム濃度の比較を行った。

## 3. 結果

生息地域の放射性セシウム土壌沈着量と筋肉中放射性セシウム濃度については会津と中通りで弱い正の相関、浜通りで強い正の相関がみられた。生息地域間における筋肉中放射性セシウム濃度は浜通り・中通りに比べて会津が有意に低かった。ほ乳類と鳥類間における筋肉中放射性セシウム濃度は、ほ乳類が鳥類に比べて有意に高かった。食性による放射性セシウム濃度は、それぞれ会津の鳥類で雑食よりも動物食、中通りのほ乳類で雑食よりも植物食の方が有意に高かった。

### 参考文献

- [1] 「野生鳥獣の放射線モニタリング調査結果」福島県 HP. 2024 年 2 月閲覧。  
(<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/wildlife-radiationmonitoring1.html>)
- [2] Saito, R., Kabeya, M., Nemoto, Y. & Oomachi, H. Monitoring 137Cs concentrations in bird species occupying different ecological niches; game birds and raptors in Fukushima Prefecture. *Journal of Environmental Radioactivity*. 197, 67-73 (2019).
- [3] Nemoto, Y., Saito, R. & Oomachi, H. Seasonal variation of caesium-137 concentration in Asian black bear (*Ursus thibetanus*) and wild boar (*Sus scrofa*) in Fukushima Prefecture, Japan. *PLoS One*. 13, e0200797 (2018).

## 落葉から水への放射性セシウムの溶出挙動

○寺島 元基<sup>1</sup>・佐々木 祥人<sup>1</sup>・渡辺 勇輔<sup>1</sup>  
(所属 1 : JAEA)

東京電力福島第一原子力発電所の事故から 13 年が経過した今日においても、除染が行われていない森林には比較的高い濃度で放射性セシウム ( $^{137}\text{Cs}$ ) が残存し、キノコや山菜の汚染を引き起こしている。森林内における  $^{137}\text{Cs}$  の生体への移行は、林床の堆積有機物相 (A0 層) から水相へ溶出した  $^{137}\text{Cs}$  が生物体内に吸収されることで起こると考えられており、それら溶出や吸収の程度がキノコや山菜の汚染の程度を決定する要因となる。そのため、長期に渡るキノコや山菜の  $^{137}\text{Cs}$  汚染状況の予測・評価には、A0 層から水相へ溶出する  $^{137}\text{Cs}$  の量や水相から生体へ移行する量を予測するための数値モデルの開発が不可欠である。

森林内の A0 層は、落葉や落枝からなる L 層、それらが部分的に分解した F 層、原形を判別できないほどに分解した H 層によって構成されている<sup>[1]</sup>。また、それら A0 層からの溶出や生体への移行は、各層の有機物層の特性の違いや環境条件の変化に応じて変化する可能性が高い。本調査では、第一にモデル化において考慮すべき相互作用を特定することを目的に、A0 層を構成する L 層、F 層、H 層からの  $^{137}\text{Cs}$  の水相への溶出量と共溶出する成分との関係を調査した。

溶出試験に用いた L 層と F 層は、2020 年 11 月に福島県浪江町の森林内から採取した広葉樹の落葉とその下層の腐葉土 (F-腐葉土) を用いた。H 層は、土壌粒子による  $^{137}\text{Cs}$  溶出への影響を抑制するために、採取した広葉樹落葉を昆虫により分解させて調製したものを  
用いた (H-腐葉土)<sup>[2]</sup>。溶出試験は粉碎した試料と純水とを試験管の中で一定時間混合することで  
行い、水相へ溶出した  $^{137}\text{Cs}$  の量は Ge 半導体検出器を用いて測定した。試験の結果、 $^{137}\text{Cs}$  の溶出率は、落葉に対して最も高く、その溶出率は腐葉土の 2~3 倍程度高いことが分かった。また、落葉では  $^{137}\text{Cs}$  だけでなく溶存有機物 (DOM) の溶出量も腐葉土と比べて 2~3 倍程高く、且つ、DOM の解離官能基濃度は全共存無機陰イオン濃度より約 1 桁高いことから、 $^{137}\text{Cs}$  溶出に対して DOM が対イオンとして重要な役割を果たすことが示唆された (図)<sup>[3]</sup>。

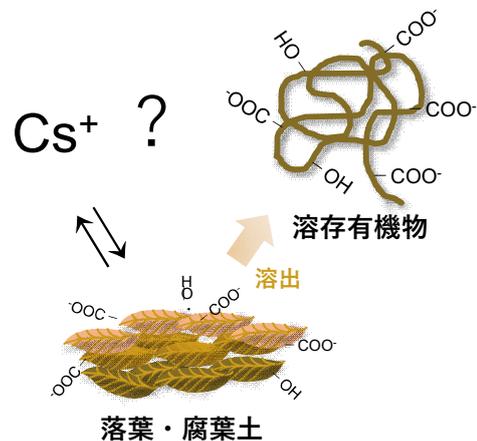


図 溶出試験から想定された落葉および腐土からの  $^{137}\text{Cs}$  の溶出機構

### 参考文献

[1] 森林総合研究所 (2007)

[https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/soiltype/survey/survey\\_descript.html](https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/soiltype/survey/survey_descript.html)

[2] 寺島ほか (2022) 日本腐植物質学会第 38 回講演会要旨集.

[3] Terashima *et al.* (2023) Goldschmidt 2023 Abstract.

## 沿岸表層堆積物の放射性セシウム濃度の変動要因

○中西 貴宏<sup>1</sup>・鶴田 忠彦<sup>1</sup>・御園生 敏治<sup>1</sup>・舟木 泰智<sup>1</sup>

(所属 1 : JAEA)

東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故後に実施されているモニタリングによって、海底の表層堆積物に含まれる放射性セシウム（ $^{137}\text{Cs}$ ）の濃度は時間とともに低下傾向にあることが示されている。しかし、沿岸域（水深 30 m 以浅）では濃度の低下速度が遅い地点や濃度のバラつきが大きい地点が存在する。沿岸域は漁業やレクリエーション等、人との関わりが深い場所であり、地域住民の不安を取り除くためにも、この要因を明らかにする必要がある。昨年度の報告会<sup>[1]</sup>では、大規模出水時に河川から流入する粒子態 $^{137}\text{Cs}$ が沿岸堆積物の $^{137}\text{Cs}$ 濃度の変動要因の一つであることを報告した。本研究では、1F 周辺海域の外浜（水深約 10 m）と沖浜（水深 20~30 m）で 2019~2021 年に採取した柱状堆積物を分析し、海底付近の海況が沿岸表層堆積物の $^{137}\text{Cs}$ 濃度変動に及ぼす影響を評価した。

外浜の柱状堆積物は表層から深さ数十 cm 以上までの砂質層において $^{137}\text{Cs}$ 濃度が均質に分布しており、観測期間を通じて $^{137}\text{Cs}$ 濃度は殆ど変化しなかった。外浜の海底は波浪や潮汐により定常的に高いせん断応力が働いており、堆積物は深さ数十 cm まで強い鉛直混合が起きている<sup>[2]</sup>。この混合により、細かい粒子（粘土、シルト）は海水を介して速やかに拡散する一方、粗い粒子（砂、礫）は砂質層に長期的に留まる。その結果、流入する $^{137}\text{Cs}$ よりも砂質層内に保存された $^{137}\text{Cs}$ の寄与が大きいことが、表層堆積物の $^{137}\text{Cs}$ 濃度の低下速度が遅くなる要因として考えられた。

外浜とは対照的に、沖浜で採取した柱状堆積物の $^{137}\text{Cs}$ 分布は鉛直的にも時間的にも非常に不均質であった。 $^{137}\text{Cs}$ 濃度は粒子径に依存しており、粒子径が大きい層ほど $^{137}\text{Cs}$ 濃度が低かった。沖浜では堆積物を混合するようなせん断応力は暴風時等、年に数回しかない<sup>[2]</sup>。この時の擾乱・再堆積時に起こる粒子サイズ分別が $^{137}\text{Cs}$ 濃度の鉛直分布を更新するため、擾乱前後等、採取時期により表層堆積物の $^{137}\text{Cs}$ 濃度の変動すると考えられた。

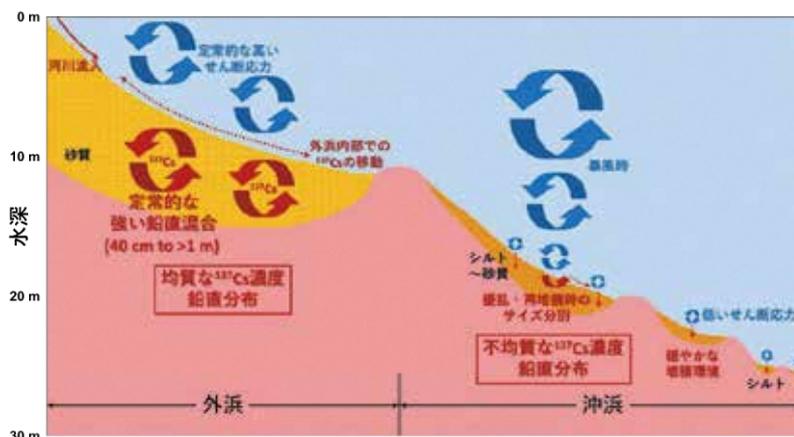


図 沿岸域海底における $^{137}\text{Cs}$ 動態の模式図

### 参考文献

[1] 御園生ほか（2023）令和5年度環境創造センター成果報告会。

[2] Misonou *et al.* (2022) Marine Pollution Bulletin, 178, 113597.

## 低線量放射線による花成促進への植物ホルモンの関与

○玉置 雅紀<sup>1</sup>・松浦 恭和<sup>1</sup>・森 泉<sup>2</sup>  
(所属 1:国立環境研究所、2:岡山大学)

東京電力福島第一原子力発電所事故に由来する放射性物質より発生する低線量放射線による植物への遺伝的影響を調べる過程で、低線量放射線を照射した植物(シロイヌナズナ)において花成誘導が促進されることが示唆された。また、花成誘導には植物ホルモンの関与が知られている。本研究では低線量放射線により花成誘導促進が光条件とは独立に起きるのか、これが繁殖に影響するのか、及びこの過程において植物ホルモンが関与しているのか、を明らかにすることを目的とする。

シロイヌナズナ(生態型 Col-0)を対照区(放射線量 0.09  $\mu$ Gy/hr)及び処理区(放射線量 3.8  $\mu$ Gy/hr)にて、長日(明期 14 時間、暗期 10 時間)及び短日(明期 10 時間、暗期 14 時間)、23°C、光強度 120  $\mu$ mol photons/m<sup>2</sup>/sec の条件で生育させた。

放射線処理による花成誘導促進について評価したところ、花茎の形成は対象区に比べ処理区において長日条件では 3.6 日、短日条件では 5.6 日早くなっていた。また花茎の形成時(花茎長 1 cm)の葉の枚数は、対象区に比べ処理区において長日条件では 2.1 枚、短日条件では 9.5 枚少なくなっていた。これらのことから低線量放射線処理により日長に関わらず花成誘導が促進されることが示された。花成誘導促進による繁殖影響を調べたところ、長日条件及び短日条件ともに処理区において総種子重が対照区に比べ有意に低下していた。以上の結果から、低線量放射線処理により花成誘導促進に伴って種子数の低下による繁殖影響が起きる可能性が示唆された。

植物の地上部を用いて植物ホルモンの定量を行ったところ、長日条件及び短日条件ともに処理区において tZA や iP などのサイトカイニン類、JA や JA-Ile などのジャスモン酸類及びサリチル酸の含有量が有意に低下していた。一方で、オーキシン、アブシジン酸、ジベレリン及びジャスモン酸類のうち OPDA の含有量に有意差は見られなかった。

一般的に植物の栄養成長期にはサイトカイン含有量がオーキシンに比べて卓越し、花性誘導期になるとこれらの比率が逆転し、オーキシン含有量が卓越することが知られている。そこで、花性誘導前の植物試料を用いて IAA/iP について比較を行った、その結果、播種後 2 週間の試料において対象区の IAA/iP は 1.44 であったのに対し、処理区では 9.21 と 6 倍も IAA の比率が高い状態となっていた。このことから、低線量放射線処理区においてサイトカイニン含量が低下し、栄養成長期の相対的にオーキシン含量が卓越するため、花性誘導が早まるのではないかと結論づけられた。

# ダム湖の貯水位と放射性セシウムの放流負荷の関係

○辻 英樹<sup>1</sup>・林 誠二<sup>1</sup>・舟木 泰智<sup>2</sup>  
(所属 1: 国立環境研究所、2: JAEA)

## 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所事故の被災地域では、2023年の夏季に原発事故以降で最大規模の濁水が観測された。この時、ダム湖では水位が大きく低下したことから、湖内の水質・温度環境の変化に伴い<sup>137</sup>Cs動態が大きく変化した可能性がある。本研究では、福島県相双地域におけるダム湖を対象とした長期的な流入水・放流水及びダム湖内の<sup>137</sup>Cs濃度の観測結果をもとに、ダム湖の水位低下による湖水の<sup>137</sup>Cs動態への影響を評価した。

## 2. 調査地および方法

福島県相馬市の松ヶ房ダムおよび南相馬市の横川ダムを対象に、流入水と放流水を2014年以降毎月採取し、水中の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度をカートリッジフィルタ法<sup>[1]</sup>により測定した。横川ダムの湖水位が著しく低下した2023年8月には横川ダム湖内の3地点における表層水の<sup>137</sup>Cs濃度の分布を観測するとともに、湖心部の、湖底が嫌気状態にあった地点(水深8m)において溶存態<sup>137</sup>Cs濃度の鉛直分布を観測した。

## 3. 結果と考察

2つのダムにおける流入水・放流水中の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度はいずれも夏に上昇し冬に低下する季節変動を示しながら経年的に低下した。特に湖水位が著しく低下した時期(松ヶ房ダム:2015・2016・2023年の夏季、横川ダム:2019・2023年の夏季)には放流水中の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度が流入水に対し顕著に上昇した。2023年8月の横川ダム湖表層水中の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度は水深1m未満の領域で上昇し、それより下流方向には変化が見られなかった。湖心部における溶存態<sup>137</sup>Cs濃度は、表層と深さ6mにおいてピークを示し、2019年の夏季における鉛直濃度分布(深さ方向への上昇<sup>[2]</sup>)とは異なる傾向が観測された。

以上の観測結果から、ダム湖が放流水中溶存態<sup>137</sup>Csの負荷を増大するメカニズムは大きく2つに分けられる。まず夏季には、湖底が嫌気状態でかつ微生物分解が活発な温度(20℃以上)を持つ、水深約10mの領域の底層においてNH<sub>4</sub><sup>+</sup>とのイオン交換により溶存態<sup>137</sup>Cs濃度が上昇する<sup>[3]</sup>。この時底層に溜まった<sup>137</sup>Cs濃度の高い湖水は、全層循環が生じる晩秋～初冬期に放流地点に達すると見られる。次にダム湖の水位が極端に低下すると、上流部の流速が遅くなるため、底質からの<sup>137</sup>Cs溶出が強く影響し、湖水の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度が上昇しやすくなる。この水塊は成層状態の湖表層のみを流下するため、数十日以内にダム放流地点に到達し、放流水の溶存態<sup>137</sup>Cs濃度の上昇をもたらすと見られる。

## 引用文献

- [1] Tsuji et al. (2014) Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 299(1), 139-147.
- [2] Funaki et al. (2022) Science of the Total Environment, 812, 152534.
- [3] Tsuji et al. (2022) Applied Geochemistry, 140, 105303.

## 帰還困難区域に生息する野生動物における放射性セシウムの排泄動態

○生島 詩織<sup>1</sup>・小松 仁<sup>2</sup>・村上 貴恵美<sup>2</sup>・神田 幸亮<sup>2</sup>・塚田 祥文<sup>3</sup>・  
玉置 雅紀<sup>1</sup>・林 誠二<sup>1</sup>

(所属 1:国立環境研究所、2:福島県、3:福島大学)

福島県に生息する野生動物は、今日においても出荷制限や自家消費を控える要請により資源としての利活用に大きな制約がある。一方で、野生動物による被害は県内各地で発生しており、捕獲個体の資源としての利活用減退による捕獲実績低下への影響が深刻な問題となっている。これらの背景から、野生動物における放射性セシウムの動態を予測することは福島県の野生動物管理における課題であるが、代謝や排泄に関するデータは乏しい。

また、野生動物は生態系の構成要素の一部であることから、生態系の中での放射性セシウムの循環や除染地の汚染リスクの評価の観点からも、野生動物における<sup>137</sup>Cs排泄動態の理解は重要である。

本研究では、2023年6月～2024年3月に帰還困難区域で捕獲された野生動物(イノシシ、アライグマ)を対象に、その排泄物(直腸糞、尿)中に含まれる<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。排泄物中の<sup>137</sup>Cs濃度を目的変数、体サイズ(体重、体長)と雌雄を説明変数に、一般化線形モデルを構築した。また、イノシシ4個体については、直腸糞中に含まれる各画分(交換態、有機物結合態、強固結合態)濃度を、イノシシ2個体については尿中の溶存態濃度を測定した。

イノシシの排泄物中の<sup>137</sup>Cs濃度は直腸糞で平均7,393 Bq/kg(FW)、最大32,183 Bq/kg(FW)(N=39)、尿で平均1,225 Bq/kg、最大10,393 Bq/kgであった(N=39)。アライグマでは、直腸糞で平均7,950 Bq/kg(FW)、最大29,690 Bq/kg(FW)(N=20)、尿ではそれぞれ617 Bq/kg、1,786 Bq/kgであった(N=2)。イノシシにおいては、<sup>137</sup>Cs濃度は尿よりも直腸糞で高い傾向がみられた(P<0.01)。一方で、生物利用性画分の割合は直腸糞で21%以下、尿で99%であったことから、環境中への移行や汚染を考慮すると尿が重要である可能性が考えられた。直腸糞の<sup>137</sup>Cs濃度を説明する要因としては体サイズを含むモデルが選択され、体サイズが小さい程直腸糞中の<sup>137</sup>Cs濃度が高い傾向にあった(体重:P<0.01、体長:P<0.01)。福島県のイノシシを対象とした既報<sup>[1]</sup>では、筋肉中の<sup>137</sup>Cs濃度と体サイズに正の相関がみられたことから、排泄物中の<sup>137</sup>Cs動態は筋肉中の<sup>137</sup>Cs動態とは異なる可能性が考えられた。尿の<sup>137</sup>Cs濃度を説明する要因としては雌雄を含むモデルが選択され、オスの方がメスよりも高い結果となった(P=0.018)。

野生動物の排泄物中に含まれる<sup>137</sup>Cs濃度の水準は高く、排泄を通じた環境汚染の可能性が考えられた。今後は複数の体内器官や内容物の<sup>137</sup>Cs濃度の比較、授乳の影響や成獣・幼獣での摂食量や排泄量及び消化管内での<sup>137</sup>Csの吸収率の違い等に注目した分析により、体内蓄積や排泄の機序を解明したい。

参考文献

- [1] Saito R, Kumada R, Inami K, Kanda K, Kabeya M, Tamaoki M, Nemoto Y. 2022. Monitoring of radioactive cesium in wild boars captured inside the difficult-to return zone in Fukushima Prefecture over a 5-year period. *Sci Rep* 12:5667.

# 福島から世界へ：カメラトラップによる野生動物モニタリングと

## そのネットワーク形成

○深澤 圭太<sup>1</sup>・吉岡 明良<sup>1</sup>

(所属 1:国立環境研究所)

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う避難指示に伴い、無居住化や狩猟圧の低下等の多様な環境変化が生じている。その下で野生動物の個体群がどのように変化していくかを長期にわたってモニタリングすることは、今後の復興に伴う人間と野生動物の軋轢回避においてきわめて重要である。また、原発事故に限らない今後のカタストロフィックな環境変化の影響を正しく評価するには、国内・世界で観測のネットワークを構築する必要がある。

国立環境研究所においては、2014年から避難指示区域内外の46地点にカメラトラップを設置し、野生動物の個体数を継続的にモニタリングしてきた。その結果、イノシシ・ニホンカモシカ・アライグマ等の撮影頻度や確認範囲の増加が確認できた。これらのデータについてはデータペーパーとして出版されており<sup>[1]</sup>、国立環境研究所生物多様性ウェブマッピングシステムで閲覧することが可能である<sup>[2]</sup>。今後、豚熱発生以降のイノシシのデータが利用可能になるため、感染症動態と関連付けたモデリングへの活用が期待できる。

上記の継続的なモニタリングと並行して、2023年度より世界的に統一された手順によるカメラトラップによるモニタリングイニシアチブ Snapshot<sup>[3]</sup> <sup>[4]</sup>の日本版「Snapshot Japan」を立ち上げ、国内の複数のモニタリングサイトのネットワークを構築した。避難指示区域内外の調査サイトもそれに組み込まれている。今後、参加サイトを公募するなどして規模を拡大し、世界規模のデータを活用した研究展開を目指す予定である。

### 参考文献

- [1] Fukasawa, K., Mishima, Y., Yoshioka, A., Kumada, N., Totsu, K. and Osawa, T. (2016) Mammal assemblages recorded by camera traps inside and outside the evacuation zone of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. *Ecol. Res.*, 31: 493-493.  
<https://doi.org/10.1007/s11284-016-1366-7>
- [2] 国立環境研究所, JBIF (2015) 福島県東部の野生動物, 生物多様性ウェブマッピングシステム (BioWM), 国立環境研究所 生物多様性領域制作, CC BY 4.0.
- [3] Cove, M. V., et al. (2021) SNAPSHOT USA 2019: a coordinated national camera trap survey of the United States. *Ecology* 102(6):e03353. 10.1002/ecy.3353
- [4] Kays, Roland, Michael V. Cove, Jose Diaz, Kimberly Todd, Claire Bresnan, Matt Snider, Thomas E. Lee Jr, et al. (2022) “SNAPSHOT USA 2020: A Second Coordinated National Camera Trap Survey of the United States during the COVID-19 Pandemic.” *Ecology* 103(10): e3775.  
<https://doi.org/10.1002/ecy.3775>

## 避難指示解除区域での人口回復状況とその要因

○五味 馨

(所属 国立環境研究所)

2011年の東京電力福島第一原子力発電所事故によって周辺の市町村には避難指示が出され、事故から12年が経過した2023年においても一部の地域では避難が継続している。本研究ではこれらの市町村における公表されている統計情報を調査し、この間の人口動態を明らかにする。また特に避難指示の解除された地域においては人口回復の進展に地域間にかなりの差が生じている。そこで地域ごとの避難指示解除の時期や汚染の程度との関連等に注目してその要因を分析する。

住民基本台帳より2011年1月1日を基準(1)として市町村別の人口推移を確認すると、2022年1月1日において対象市町村は0.75~0.88であった。福島県のその他の地域の合計は0.92であり、避難指示のあった市町村では他地域よりも早く人口減少が進んでいる。社会増加率は2011年の1年間に大きく負になるが、以降は震災以前と同水準が継続している。自然増加率はほとんどの地域において震災以前からの減少傾向が継続している。

国勢調査により避難指示の解除された区域の昼夜間人口比を確認すると、ほとんどの地域で昼間人口が夜間人口を上回っている(例:浪江町2.02、大熊町5.89、富岡町2.04、楡葉町1.45)解除後にも域内に居住せず域外から通勤している従業者が相当数いることが確認され、その居住地としてはいわき市が最も多い。

地域別の居住率においては、2022年7月時点において最も低い大熊町が4%、最も高い田村市都路地区が85%である。同時期に避難指示の解除された地域の間で比較すると例えば2017年度にほぼ同時に解除された浪江町と飯舘村では、浪江町9%に対し飯舘村44%であった。また田村市・川俣町では居住率がほぼ横ばいとなっている。

毎月の居住率回復に影響する要因を重回帰分析により分析した。居住率の増加に対して負の影響がある、すなわち人口回復の遅れにつながる要因として、発災から避難指示解除までの期間の長さ、避難指示解除からの期間の長さ、同一市町村内に避難指示未解除の区域があることが示された。原子力発電所からの距離は居住率の増加に対して正の影響があった。震災直前の高齢化率、学校の再開、未解除区域の面積などは有意性の低さや多重共線性の高さから除外された。

長期間にわたる大規模な避難には人口に対し負の影響があることが示された。また、避難指示解除の遅れ、解除からの時間の経過、同一自治体内に未解除の区域があることなどが帰還と人口回復の障害となる恐れは従前より指摘されており、上述の結果はこれを支持するものと言える。

## 福島県における燃料流通の観点から見た 木質バイオマス発電事業の現状と課題

○中村 省吾<sup>1</sup>・大西 悟<sup>1</sup>  
(所属 1 : 国立環境研究所)

福島県では、「再生可能エネルギー推進ビジョン 2021」において「2040 年度頃を目途に県内エネルギー需要の 100%に相当するエネルギーを再生可能エネルギーから生み出す」としており、再エネ導入量の内訳のうちバイオマス（木質以外も含む）の占める割合を 2020 年度の 9.7%から 2030 年度には 13.2%に拡大することを見込んでいる。近年になって地域産間伐材を使用する発電施設が複数稼働を開始し、比較的規模の大きい発電施設の計画分も含めると直近で急速に燃料需要が高まることが予想される。しかし、県内の木質バイオマス燃料の流通量に関する情報は公開されておらず、持続可能性に関する検討も十分でない可能性がある。そこで本研究では、福島県内で輸入燃料を使用しない木質バイオマス発電事業、燃料供給体制の現状及び課題について整理することを目的とする。

2023 年 1 月 1 日現在で福島県内にて稼働中及び計画が公開されている木質バイオマス発電施設 (N=18)、木質バイオマス燃料製造施設 (N=39) を対象に、2023 年 6 月 23 日から 7 月 7 日にかけて郵送アンケート調査を実施した。回答率は発電が 44% (8/18)、燃料製造が 49% (19/39) であった。燃料製造側は主要な事業者を概ね網羅できたが、発電側は一部回答が得られなかったため過小評価の可能性もある。また、ステークホルダー計 6 者（福島県関連部署、流通団体、発電計画事業者、主な燃料製造事業者）に対してヒアリング調査を並行して実施した。

発電側の観点から見た場合、稼働中施設の年間燃料使用量の合計は 226,761 生 t で、流通経路では「会津から会津」の 50,933 生 t が最多であった。計画中施設の想定年間使用量は 104,000 生 t で、流通経路では「浜通りから浜通り」の 59,000 生 t が最多であった。両者を踏まえると今後 1 年間で年間燃料使用量が約 1.5 倍に増加することが明らかとなった。また、認識している課題としては「燃料の供給量不足」、「価格の高騰化」の回答が特に多かった一方、「燃料チップの放射性物質濃度の基準超え」や「発電プラント自体のトラブル」については挙がらなかった。

燃料供給側の観点から見た場合、稼働中施設の年間燃料生産量の合計は 758,204 生 t で、県内の流通経路では「浜通りから浜通り」の 167,560 生 t が最多であったが、県外も含めると「県外から浜通り」の 183,725 生 t が最多であった。固定価格買取制度の区分で見ると、「間伐材等」で中通りの 98,600 生 t、「建築資材廃棄物」で浜通りの 206,323 生 t がそれぞれ大きな割合を占めていた（流通経路で県外から浜通りで最多であった内容が建築資材廃棄物に相当）。認識している課題としては、「伐採量が少なく供給力不足」、「原木価格の高騰化」の回答が多かった一方、「原木の放射性物質濃度の基準超え」や「建築材等他の利用用途の需要と競合」については少数であった。

再生可能エネルギーの中でも、木質バイオマスは川上から川下まで多くの関係主体が関わることから体制構築が難しいと考えられるが、一つの地域の中で複数の発電事業が立ち上がっていくことで、事業間の調整を担う機能を持つ場づくりの必要性が示唆されたと考えられる。

## 自給的農業から特産品化への取組 —高齢農家によるハウスブドウ栽培の事例—

○大和田 興<sup>1</sup>・辻 岳史<sup>1</sup>  
(所属 1：国立環境研究所)

福島県双葉郡川内村のハウスブドウ栽培の取組が近年拡大している。川内村では、2014年に高齢農家による自家消費を目的としたハウスブドウの栽培を始めた。現在では、村の新たな特産品になりえる農作物として販売する取組へと進展している。

自給的農業という都市への食料供給を目的としない農業は、農環境の保全や再生のみならず、地域社会の人間関係など様々な利益を享受する側面もあり、また、過疎地域の高齢農家は楽しみとして自給的農業を行っている側面もあると推察される。

本報告の目的は、自給的農業と農業経営との間に存在している連続性から両者の相互関係性と自給的農業の独自性の意義を明らかにし、高齢農家の復興の可能性を考察する。

事例研究として川内村において自給的農業の取組とハウスブドウ栽培の取組を行う農家に聞き取り調査を実施した。調査対象農家は60歳代（1戸）と70歳代（2戸）であり、いずれも村内の農家の長男として生まれ、定年退職までは水稲栽培を中心とした兼業農家であった。自給的農業も先代以前から継続されており、野菜や庭木果樹などを栽培し、自家消費のみならず贈与が行われてきた。また震災直後も農業をやめるという意識はなく、帰村後は農地の除染や自給的農業から農業を再開した。

ハウスブドウ栽培の取組は、水稲育苗ハウスの有効活用のために始め、2014年当初、販売や特産品作りなどの目的はなく「自給でブドウが食べられればいい」と考えていた。自家消費では食べきれない収穫量のため、親類などへの贈与をキッカケに好評を得て購入希望者や栽培希望者が少しずつ増加していった。そのため2016年に生産組合を組織し、各農家とも現在は販売に至っている。一方で、規模拡大などは考えておらず、栽培の楽しみや多少の生活費の足しになる収入で十分と考えている。

本事例から、自給的農業には、食料生産としての農業とは意義の異なる農環境の維持や再生がある一方、自給的農業と農業経営の連続性が存在する可能性があることが示唆された。自給的農業と農業経営は独立するものではなく、地域内や個人内に連続性があり、かつ併存すると考えられる。

また、高齢農家は何らかの形で農業を継続することを望んでいる。被災地の高齢農家がどう「いきいき」<sup>[1]</sup>と生きるかという視点も重要である。自給的農業は、高齢農家の主体性や自由度が高いと考えられる。高齢農家の「生きがい」は、農業経営の再生のみならず、いかに地域社会の維持、再生のための仕事をしたいかという意味があることもまた重要な視点である。

本質的に高齢農家の生業にある自給的農業は、農環境とともに残されていると考えられる。しかし、高齢農家の自給的農業のみでは復興などの課題解決には限界がある。一方で、今を「いきいき」と生きることも復興において求められる。

### 参考文献

- [1] 大和田興（2019）「農家の庭木果樹の利用にみる生存・生活的な価値に関する一考察：ヴァナキュラー、コンヴィヴィアリティの視点から」『共生社会システム研究』農林統計出版。

## 住民と連携した災害廃棄物対策について

○多島 良<sup>1</sup>・森嶋 順子<sup>1</sup>  
(所属 1：国立環境研究所)

※本研究成果は第34回廃棄物資源循環学会研究発表会（2023年9月11日～13日、大阪工業大学）において発表された内容<sup>[1]</sup>の抜粋版です。

災害廃棄物の処理主体である市町村が適切かつ円滑に災害廃棄物の処理を進めるためには、適切な場所において災害廃棄物が分別排出されることが重要である。このためには、市町村が進める災害廃棄物処理に対して発災初動期から被災住民の協力を得ることや、住民同士の助け合いによる災害廃棄物の管理等が欠かせない。本稿では、平時から災害廃棄物処理に関する普及啓発、情報の周知、協働といった住民連携の取組みを進めることに向け、全国市町村における災害廃棄物処理に係る住民連携の取組み実態を把握することを目的とする。

取組実態を把握するため、全国基礎自治体を対象としたアンケート調査を郵送とオンラインを併用して実施した。中でも、災害廃棄物処理に関する住民連携の内容について、各自治体で実際に行われた取組を最大7件まで念頭に置き、それぞれについて手法、効果、実施の前提条件等を複数選択式で尋ねた。結果は、単純集計するとともに、実施された住民連携事業の種類と、実施にあたって必要であった前提条件について得た回答の関係を対応分析により考察した。

その結果、過去5年間に実施されていた住民連携事業の上位3つは、「災害時のごみの出し方の広報」（11.1%）、「処理計画への関与（アンケート、パブコメ）」（9.22%）、「処理計画への関与（審議会委員）」（5.30%）であり、より積極的に訓練、ルール作り、仮置場候補地の選定を住民連携によって実施していたのは1%程度であった。また、過去5年間に何かしらの住民連携事業を実施したのは20.8%であり、これは災害廃棄物処理計画を改定済みまたは策定済みと答えた割合79.9%と比べて著しく低かった。

また、住民連携の方法を「情報発信」（webや紙媒体による情報発信）、「対面説明」（webや対面での講演やイベントブースの設置）、「対面訓練」（ワークショップ、図上訓練、または現場訓練）の3種類に整理したうえで、対応分析によって連携の方法ごとに特徴的な前提条件を分析した結果、「情報発信」は予算の確保が、「対面訓練」は地域リーダーの存在と専門家の支援が、「対面説明」は住民同士のつながり、住民の危機意識、住民と行政とのつながり、地区集積所の設置方針が決まっていること等が重要であることが示唆された。

### 参考文献

- [1] 多島良, 森嶋順子, 夏目吉行, 飯田勝平 (2023) 災害廃棄物処理に関する住民連携の取組み実態に関する研究. 第34回廃棄物資源循環学会研究発表会, 同予稿集, 109-110

## 脱炭素地域づくりを支援する地域エネルギー計画・評価システム

○平野 勇二郎  
(所属 国立環境研究所)

環境に配慮した復興まちづくりを進めるためには、太陽光や風力などの地域資源を活用した再生可能エネルギーの利活用を進めることが重要である。これはCO<sub>2</sub>排出を大幅に削減するだけでなく、地域外から購入するエネルギーを減らし、地域内で雇用を創出するため、地域経済を活性化する効果も期待できる。加えて、近年は自然災害が増加しているため、災害時のエネルギー源としても有益である。

こうした状況において、最近では復興まちづくりのプロセスにおいて地方自治体やその他の様々な地域ステークホルダーによる再生可能エネルギーの導入が進められている。そこで国立環境研究所では気候条件や地形、土地利用などの地域条件を踏まえて、地域エネルギーシステムの導入計画を支援する科学的ツール「地域エネルギー計画・評価システム」の開発を進めている。

特に太陽光や風力などの地域資源を活用した再生可能エネルギーは、前述した通り多くのメリットがあるが、その一方で、気象条件などにより発電量が変動しコントロールが難しいことが問題点として指摘されている。また、住宅や各種施設によるエネルギー需要も人間活動に応じて変動するため、有効利用するためには常に需給バランスを調整する必要がある。このため、地域エネルギー計画・評価システムでは、例えば電気自動車なども含めた蓄電池の充放電や、電力余剰時の水素製造によるエネルギー貯蔵などの様々な技術を組み合わせて、効率的なエネルギーマネジメントを行った場合の効果を算定し、地域条件に応じて最適なエネルギーシステムを提案する。

このツールの計算フローを図に示す。まず対象地域の条件として、地域内の建物の床面積を要と設定し、予想されるエネルギー需要量を算出する。次に、導入する技術等に関する検討ケースを設定し、各ケースに対応する地域エネルギー供給システム並びに再生可能エネルギーの効果を算定する。この各々の検討ケースを比較し、地域エネルギーシステムの導入を検討するに際し最適なシステム提案し、地域エネルギーマネジメントの経済的な効果を評価することができる。実際にこのシステムを操作する際には、表計算形式の簡便なインターフェースにより入力し、その結果はグラフと数値で分かりやすく出力される。今後はこの評価システムを活用し、様々な地域において脱炭素地域づくりの計画を支援する研究を進める予定である。

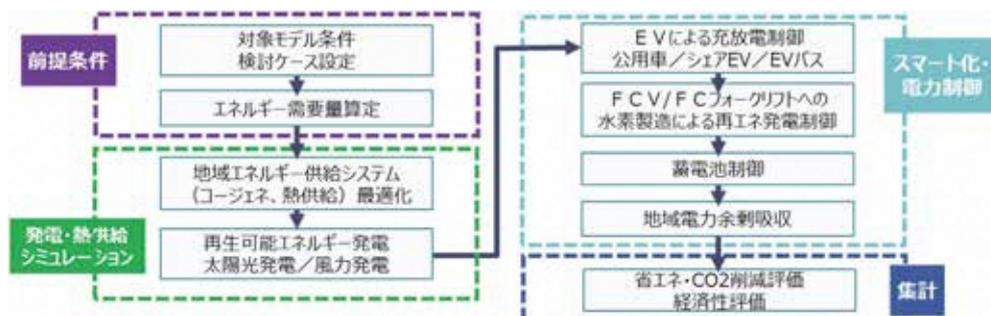


図 地域エネルギー計画・評価システムの計算フロー

## 基礎自治体における適応策推進にむけた庁内検討体制整備の課題 ：郡山市を事例として

○辻 岳史<sup>1</sup>・戸川 卓哉<sup>1</sup>  
(所属 1：国立環境研究所)

気候変動適応の推進に向けて、基礎自治体（以下、自治体）が計画や施策に適応の概念を取り入れ、主流化することが期待されている。とはいえ、自治体において適応の主流化は容易ではない。第一に、自治体庁内の各部局が適応策の意義を理解して、自部局の政策課題とすることが困難である。第二に、自治体において従来、緩和策の推進主体を担ってきた環境部局と適応策の推進主体が異なるうえ、潜在的に適応策の推進主体となりうる自治体の部局は多岐に及ぶ（例：防災部局・農林漁業部局・保健福祉部局）。

適応策を推進する自治体では、これらの障壁を乗り越えるため、環境部局と非環境部局が連携して庁内検討体制を整備し、総合的に対策を進める必要がある。本研究では福島県郡山市を事例に、自治体の適応策推進に向けた庁内検討体制整備の課題を考察する。本研究では、郡山市の適応策推進に向けた庁内検討体制整備の課題を検討するため、「郡山市気候変動適応ワーキンググループ」（以下、WG）に参画した 21 課の職員を対象とした半構造化インタビュー調査を 2020 年 11 月 5 日から 12 月 16 日に実施した。WG は、郡山市が適応策の調査・検討を目的として 2020 年度に庁内で設置した部局横断組織である。インタビュー調査では①適応策の優先度に関する認識、②適応策に係る庁内検討体制への参画状況を質問した。なお②について、調査実施時点の郡山市役所では適応に特化した庁内検討体制が WG のみであったため、調査データとともに市の例規・要綱を参照して、環境政策全般及びその他の適応策に係る庁内検討組織への参画状況を確認した。

分析の結果、以下の知見が得られた。第一に、優先すべき適応策について、少数の適応策に多数の部局の関心が集中することがある。郡山市では令和元年東日本台風の影響を受け、自然災害（水害）対策を優先すべきと認識する部局が多勢を占めた。多数の部局の関心を集める適応策については、庁内検討体制整備の障壁は少ないと考えられる。他方でその他の適応策については、施策上の関わりがある部局が庁内検討体制に参画せず、担当部局のみ、あるいは担当部局と少数の関連部局の小規模な連携によって取りまざるを得なくなることが懸念される。第二に、適応策に係る庁内検討体制への参画状況について、郡山市では政策分野ごとに庁内横断型の検討組織がすでに整備されており、その整備状況には政策分野ごとに差異がみられた。環境政策と災害（水害）対策では複数部局の連携による検討組織が整備され、多数の部局が参画していた。一方で、熱中症対策をはじめとするその他の適応策の検討体制は整備されておらず、部局間の役割分担も不明確であった。

本研究の知見は、自治体において適応策に係る庁内検討体制を整備するにあたって、多数の部局が参画する既存の庁内検討組織に、適応策を組み込むことの意義を示唆している。その際、既存の庁内検討組織に、多数の部局の関心を集める適応策を組み込むことは、職員の自発的参画を促すという点で有効である。同時にこの場で、優先度が低いと認識される適応策の実施に向けた部局間調整・役割分担のあり方を協議することも有効であろう。

## 環境まちづくり先進都市の生成プロセスの記述と展開

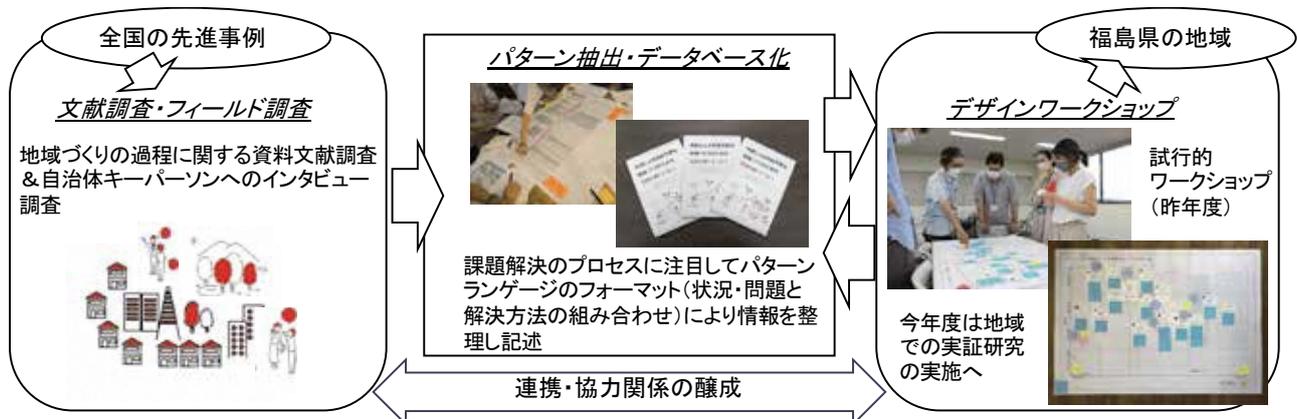
○戸川 卓哉<sup>1</sup>・大西 悟<sup>1</sup>  
(所属 1:国立環境研究所)

本研究は、福島県における災害復興まちづくりを他地域の先進的取組によって得られた知見に基づいて支援するためのフレームワークを構築することを目的として実施している。

まず、地域づくりの先進的事例として知られる5地域（岩手県紫波町、宮城県女川市、宮崎県日南市、岡山県真庭市、福島県飯舘村）を対象として、文献調査とステークホルダーへのインタビュー調査を実施し、課題解決プロセスの特徴的要素を抽出した。ここでは、災害復興事例として宮城県女川市や福島県飯舘村の事例も加えている。さらに、パターン・ランゲージのフレームに基づいて記述した。全体で40のパターンが抽出されたが、地域に共通するパターンとして、小規模な試行錯誤のプロセスを繰り返したこと、外部専門家とのネットワークを重視したこと、地域内の多様な主体と連携しつつ地域全体の課題としてまちづくりを進めたこと、状況に応じて組織体制を柔軟に変更したことが挙げられた。地域づくりにおいて、共創的・漸進的プロセスの重要性が明らかになった。

次に、パターンを展開するためのワークショッププログラムを開発した。内部検証の後に、福島県浜通り地域の自治体を対象として、地域のまちづくりに関わるステークホルダーの協力のもとでワークショップを実施した。その結果、多くのパターンが適用地域における文脈に応じて具体化して解釈することが可能であることが分かった。さらに、それらを関連付けることでまちづくりの流れを表現し、状況に応じてどのように取り組んでいけば良いかという点を共有することができた。分析的に検討を進める総合計画等に基づく従来のアプローチに対して補完的なまちづくりの方法論を提示することができた。

以上を通じて、先進的事例の共創的・漸進的プロセスからパターンを抽出し、その知見を他地域へ展開するための枠組を提示することができた。



## DCGE モデルを用いた福島県における洪水被害の影響分析

○TAN JIAZE  
(所属 福島県)

福島県では気候変動への適応策等を効果的に進めるための基礎データとして、「福島県の気候変動と影響の予測」（令和5年3月）を福島大学と連携して取りまとめている<sup>[1]</sup>。「福島県の気候変動と影響の予測」では、7分野で気候変動の影響を評価しているが、このうち産業・経済活動分野の評価には、建物等のストックの被害（直接被害）だけでなく、自然災害発生時における営業停止や投資の減少といったフローの被害（間接被害）も考えられる。こうした間接被害の分析には、産業間の取引関係を念頭に競争的な資本・労働市場を導入したモデルである応用一般均衡（CGE）モデルのうち、市場経済における価格メカニズムを基礎に置いた動学モデルである「動学的応用一般均衡（DCGE）モデル」が用いられている<sup>[2]</sup>。

本研究では、気候変動が県内に与える影響の中から洪水被害に着目し、直接・間接被害の合計として、より正確な推計を実施する。その上で推計結果を基に、適応策の費用対効果を明らかにすることにより、その便益を可視化することを目的とする。以上を踏まえ、本発表では「福島県の気候変動の影響と予測」の中で潜在被害額が最大である、いわき地域とした。ケーススタディとしていわき地域を対象とし、分析期間は20年とした。その上で2つのSSPシナリオ（SSP1-2.6、SSP5-8.5）を設定し、DCGEモデルを用いた潜在的な洪水の経済被害の推計を行った。また、産業部門ごとに被害の影響の程度が異なることを考慮し、産業部門数は10部門とした。

分析の結果、間接被害の影響も少なくないことがわかった。産業別財価格は、10の産業部門のうち、農林水産業など7つの産業部門で価格の上昇がみられた。また、生産量はすべての部門で減少していたが、鉱業・工業部門や建設・公務・サービス部門で特に減少が大きかった。しかし、部門ごとの生産量の減少率にはあまり大きな差はみられなかった。

### 参考文献

[1] 「福島県の気候変動の影響と予測」

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/570240.pdf>

[2] 西鶴誠希、武藤慎一（2017）「山梨県における動学CGEモデルを用いた洪水被害に着目した地球温暖化の影響評価」土木学会論文集 G（環境）、73(6)、391-402.

## 福島県のモニタリングの取組 I

○環境創造センター調査・分析部 放射能調査課  
(所属 福島県)

環境創造センター放射能調査課では、環境試料の放射能と空間線量率のモニタリングを行っています。

### 1 県内メッシュ調査

県内全域を2 kmのメッシュに分け、空間線量率を測定しています。

平成23年度に実施した第1回調査では、 $0.2 \mu\text{Sv/h}$ 未滿の地点数の割合は19.2%でしたが、令和5年度の調査では95.6%となっています。

また、第1回調査では、 $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 以上の地点が396地点(22.3%)ありましたが、令和5年度の調査では $1.0 \mu\text{Sv/h}$ 以上の地点はありませんでした。

福島県内の空間線量率は、原発事故直後に比べ、大きく減少してきています。

(参考)

原発事故前(平成22年度)における県内の空間線量率(自然放射線)のレベルは、 $0.02 \sim 0.13 \mu\text{Gy/h}$ (地上1m)です。 $(\mu\text{Gy/h} = \mu\text{Sv/h})$

### 2 走行サーベイ

地上での空間線量率を面的に測定するため、GPS連動型空間線量率自動記録システム「KURAMA」を利用した走行サーベイを実施しています。

### 3 その他のモニタリング

原子力発電所周辺地域の監視測定結果の評価解析に使用する比較対照地点調査を実施しています。

また、県内各地における集会所、学校等の空間線量率の測定等、住民ニーズに応えたモニタリングを実施し、福島県放射能測定マップで分かりやすく公表しています。

## 福島県のモニタリングの取組Ⅱ

○環境創造センター調査・分析部 環境調査課  
(所属 福島県)

環境創造センター環境調査課では、水や大気などに有害な物質が含まれていないか調査をしています。

### 1 大気汚染

工場や自動車から排出されるガスで大気が汚染されていないか調べています。

県内の測定局では、大気中の汚染物質を24時間連続で監視測定しています。また、硫黄酸化物などの大気汚染物質が原因で起こる酸性雨や、古い建物の解体で飛散するおそれがあるアスベストを調べています。

### 2 水質汚濁

工場や事業場、最終処分場からの排水に含まれる有害物質の濃度が基準を満たしているか調べています。また、魚類のへい死事故などが起きた場合は、原因特定のため、緊急にその水質を調べています。

### 3 猪苗代湖の水質

清らかで美しい猪苗代湖は福島県民の大切な財産であり、美しいままに将来の世代に残していくために、主に猪苗代湖や上流河川の水質のイオン成分等を調べています。

### 4 化学物質

化学物質は生活を便利にしてくれますが、私たちの身体に有害な場合もあるため、工場からの排水や排ガスに含まれる、ダイオキシン類などの有害な化学物質を調べています。

### 5 騒音・振動・悪臭

良好な生活環境を保つため、福島空港の周辺の騒音を調べています。

また、市町村が実施する調査のために測定機材を貸し出しや、技術的支援を行っています。

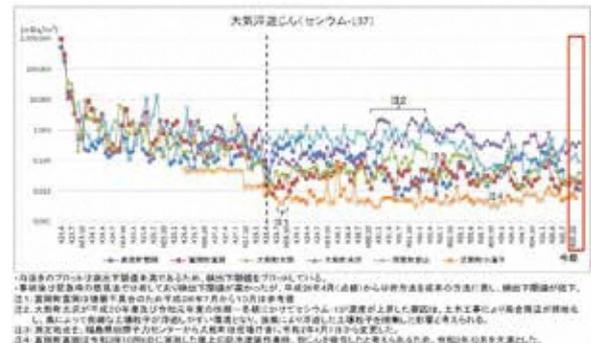
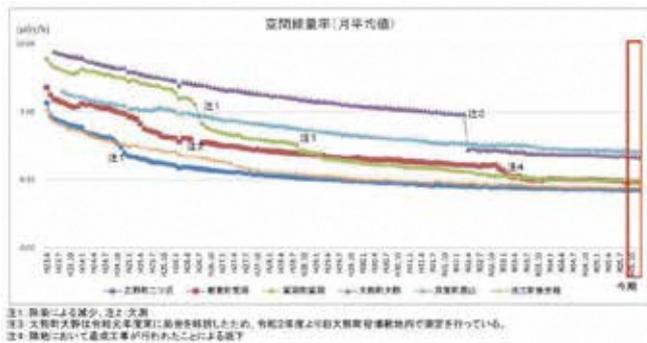
### 6 中間貯蔵施設等の周辺環境

中間貯蔵施設や特定廃棄物埋立処分施設などの排水や周辺の河川の水質を調査しています。

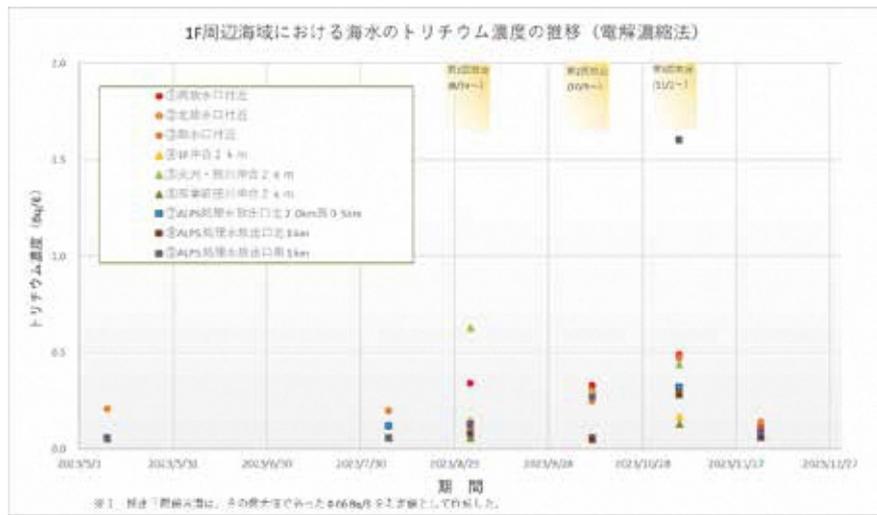
## 環境放射線センターの環境モニタリング業務

○小椋 裕斗<sup>1</sup> ○江川 慧<sup>1</sup>  
(所属 1 : 福島県)

原子力発電所の周辺地域で行っている環境モニタリングのうち、特にモニタリングポストで測定した空間線量率及び連続ダストモニタによる大気浮遊じんの分析結果の概要を報告する。空間線量率は年月の経過とともに減少する傾向にあり、大気浮遊じんは前年度に比べて概ね横ばい傾向となっている。



東京電力福島第一原子力発電所の多核種除去設備等 (ALPS) 処理水の海洋放出が令和5年8月より開始した前後に、県が測定した令和5年5月から12月までの電解濃縮法による海水中トリチウム分析の結果を示した。処理水の放出中に放出前の測定値の範囲を上回った測点もあったが、放出停止中には9地点全ての測点で放出前の測定値の範囲内であった。



## 福島県における水準調査について

○佐藤 暁久  
(所属 福島県)

原子力規制庁では、原子力発電施設等からの環境への影響を把握するために、環境放射能水準調査を実施している。当該調査は全国 47 都道府県において実施されており、福島県においては環境創造センター福島支所がその分析業務を担当している。毎年実施されている当該調査において、定時降水調査の紹介と当所が実施した当該調査の結果についてとりまとめた。

2014 年度以降は同一の方法による定時降水調査を実施しているが、その結果を図 1 に示す。試料には降雨以外にも舞い上がった砂等の固形物が含まれるが、2018 年以降は固形物の混在状況を写真で記録している (図 2、図 3)。Cs-137 が検出された試料には視認できる固形物が含まれており、試料に混在している固形物に沈着している放射性物質が測定結果に与える影響が大きいものと推察された。

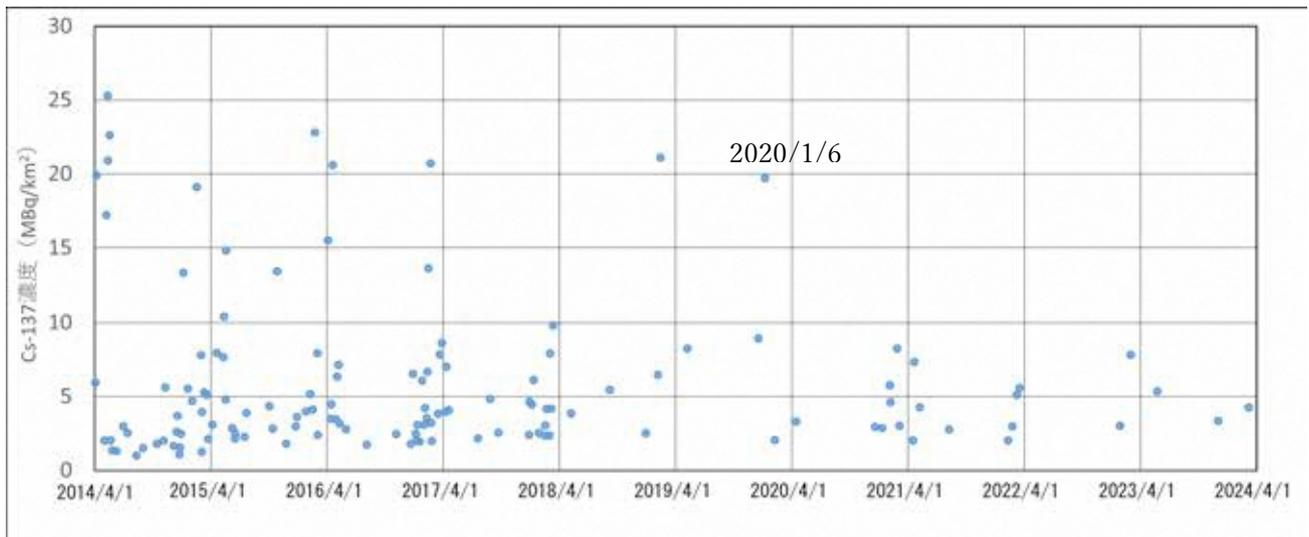


図 1 定時降水調査における Cs-137 濃度の推移



図 2 2020/1/6 の試料状況



図 3 2020/1/8 (不検出) の試料状況

# 生物季節でみる気候変動による福島県内の動植物の変化について

(カエデ・イチョウ編)

○蛭田 真史<sup>1</sup>・大竹 駿<sup>1</sup>  
(所属 1:福島県)

## 1 はじめに

福島県気候変動適応センターでは、気候変動の適応策に関する情報収集・分析などを実施するとともに、県民が気候変動を身近に実感し、適応策を自ら進んで実践してもらうために、県民に気候変動に関する情報をわかりやすく提供する取組を進めている。

このことから、気候変動による動植物への影響として、福島地方気象台が観測しているカエデ・イチョウの紅葉・黄葉、落葉の生物季節観測データとアメダス福島の気温の変化等の気象データの関係について解析した。

## 2 カエデの紅葉・落葉

カエデ類については、朝方の最低気温が8～9℃に下がると、紅葉しはじまるといわれている<sup>[1]</sup>ことから、福島におけるカエデの紅葉日と日最低気温が秋季初めて8℃を下回った日の経年変化を図1に示す。カエデの紅葉日と日最低気温が秋季初めて8℃を下回った日はともに年々遅くなる傾向がみられた。

また、カエデの紅葉見頃期間（カエデ紅葉日～カエデ落葉日）の経年変化をみると、紅葉見頃期間が年々遅くなり、期間が短くなる傾向がみられた。

今後、気候変動で秋季の気温が上昇すると、カエデの紅葉日がますます遅くなり、紅葉の見頃期間が短くなることが予想される。

## 3 イチョウの黄葉・落葉

イチョウについては、北ヨーロッパで秋に初めて6～7℃以下の気温に遭遇すると、約2週間後に黄葉が始まるといわれる<sup>[2]</sup>ことから、福島におけるイチョウ黄葉日と日最低気温が秋季初めて6℃を下回った日の経年変化をみると、年々遅くなる傾向がみられた。

また、イチョウの黄葉見頃期間（イチョウ黄葉日～イチョウ落葉日）の経年変化をみると、黄葉日頃期間は年々遅くなっているが、期間には変わりがない。

今後、気候変動で秋季の気温が上昇すると、イチョウの黄葉日がますます遅くなることが予想される。

### 参考文献

[1] 参考文献:大後美保:季節の科学;産業と気象,7,4～8,3(1960～1961)

[2] 参考文献:市川寿一:紅・黄葉と気象;産業気象資料,201,12～13(1968)

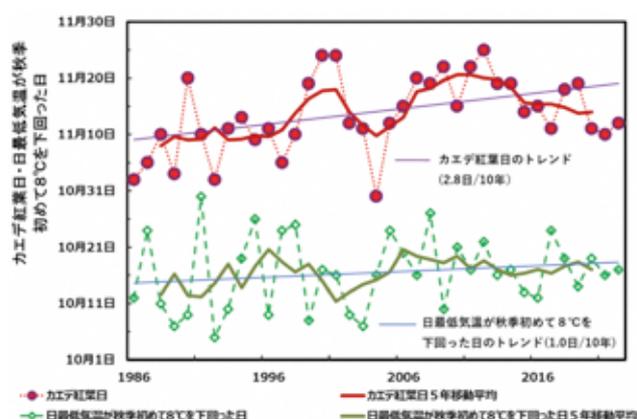


図1 カエデの紅葉日と日最低気温が秋季初めて8℃を下回った日の経年変化

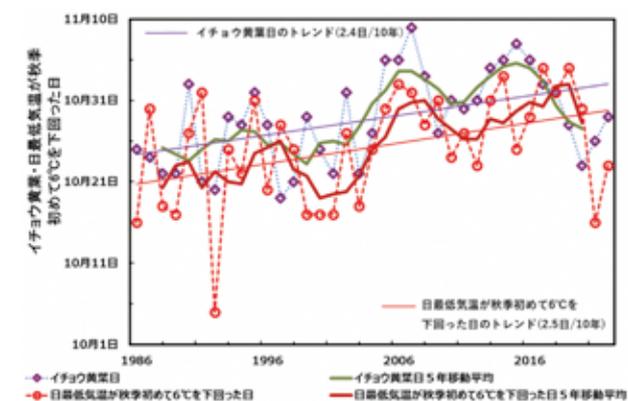


図2 イチョウ黄葉日と日最低気温が秋季初めて6℃を下回った日の経年変化

# コミュタン福島における取組

環境創造センター総務企画部企画課  
(所属 福島県)

## 1 はじめに

「福島県環境創造センター」は東京電力福島第一原子力発電所事故により福島県を中心とした東日本の広範囲に拡散された放射性物質の環境汚染を受け、原発事故からの環境を回復し、県民が安心して生活できる環境を創造するための拠点施設として整備し、平成 28 (2016) 年 7 月に全面開所した。当センターは福島県の環境回復・創造に向け、モニタリング、調査研究、情報収集・発信及び教育・研修・交流事業を柱として様々な取組を進めており、今回は、情報収集・発信及び教育・研修・交流事業を担う当センターの 1 施設である交流棟『コミュタン福島』の利用実績の報告及び令和 5 年 3 月にリニューアルを行った新規展示の一部について紹介を行う。

## 2 コミュタン福島の利用実績等

2016 年 7 月 21 日～2024 年 3 月 31 日までの総来館者数(オンラインを除く)は 610,361 人となり、平成 29 年度～令和元年度まで年間 90,000 人を超える来館者が訪れ、目標の 80,000 人を大きく上回る状況であったが、2020 年度以降は、新型コロナウイルス感染症の影響により

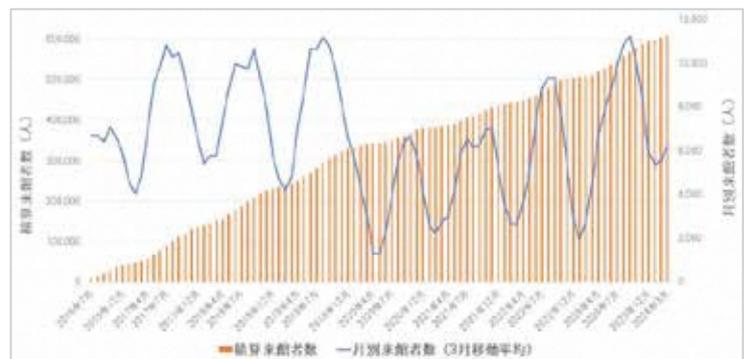


図1 コミュタン福島の来館者数(平成 28 年 7 月 21 日～令和 6 年 3 月 31 日)

より年間の来館者数はこれまでの約 5 割程度まで減少した。2023 年度は、展示施設のリニューアルや新型コロナウイルス感染症の 5 類感染症移行などもあり目標の 80,000 人を大幅に超える 97,976 名もの来館者を迎え、コロナ禍以前の状況に戻ったことが示唆された。

## 3 新規展示の紹介

### (1) 「バーチャルラボ」

普段は目にすることができない環境創造センターの研究施設の様子をコミュタン福島のマスコットキャラクター「コミュタン」が案内し、クイズを交えながら楽しく解説している。環境創造センターの研究への理解醸成や興味・関心へ繋げることを目的としている。



図2 新規展示

(左：バーチャルラボ、右：未来創造インフォストリーム)

### (2) 「未来創造インフォストリーム」

ふくしまの環境回復・創造に関する「今」を数値や映像で発信するとともに、環境創造センターがこれまで取り組んできた研究についてその成果や研究者の思いなどを発信するタッチパネル式デジタルサイネージとなる。なお、コンテンツの更新(追加・蓄積など)ができることが大きな特徴の 1 つであるため、来館者のニーズや学習したい内容等をよく把握した上で、引き続き情報を発信していくこととしている。

## 野生生物共生センターの取組

○壁谷 昌彦<sup>1</sup>・佐藤 浩樹<sup>1</sup>・土沼 佳史<sup>1</sup>  
(所属 1：福島県)

野生生物共生センターは、昭和 57 年に安達郡大玉村の「ふくしま県民の森」内に設置され、人間活動が原因で傷ついた野生動物を治療し、野生復帰させる活動を行っていた「鳥獣保護センター」に、野生動物の調査研究、保護管理、環境学習の新たな機能を追加し、平成 28 年に環境創造センターの附属施設として開所した施設である。

### 野生生物共生センターの 4 つの機能と令和 5 年度の取組

#### 1 野生動物の調査研究

環境創造センター研究部と協力して放射性核種濃度の検査や食性・行動の測定等、野生動物への放射線の影響に関する研究を行っている。令和 5 年度は、ツキノワグマ 5 頭の食性・行動調査を実施した。

#### 2 野生動物の救護・野生復帰

交通事故など人の活動により、ケガを負った野生動物の治療・リハビリを行い野生に帰す活動を行っている。令和 5 年度の救護件数は 185 件、野生復帰率は 31%であった。

#### 3 野生動物の保護管理

人と野生動物の適正な関係に向けて、野生動物に由来する人の生活への影響に対して調査・分析や、野生動物の市街地迷入への対応、鳥インフルエンザ等の人と動物の共通感染症の調査等を行っている。令和 5 年度の取組として、県内の有害獣対策データの集計・解析、市街地迷入のツキノワグマへの麻酔銃対応、マダニ媒介性疾病調査や死亡野鳥の鳥インフルエンザ検査等を実施した。

#### 4 環境教育

生物多様性の保全について理解を深めてもらうため、調査・研究や救護活動によって得られた結果を環境教育素材として活用し、施設内に動物のはく製等の展示や復帰訓練中の動物を観察できるコーナーを設け、来館者に環境教育の場を提供している。また、小学生親子を対象に、野生動植物や自然環境に関して学ぶことができる環境学習会を開催しており、令和 5 年度は 11 回の環境学習会を実施した。



野生動物の診察・治療の様子



環境学習会 昆虫観察の様子

# 日常生活における東日本大震災・原子力災害についての情報探索行動

## —福島県内在住者を対象とした Web 調査データの分析—

○静間 健人<sup>1</sup>・山田 修司<sup>1</sup>

(所属 1:東日本大震災・原子力災害伝承館)

### 問題・目的

東日本大震災と原発事故の教訓や記憶の風化を感じる福島県民が多くいること<sup>[1]</sup>、震災の記憶のない福島県内の高校生<sup>[2]</sup>や、福島県の大学生<sup>[3][4]</sup>の東日本大震災・原子力災害に関する知識が不足していることが指摘されている。一方、環境省の調査<sup>[5]</sup>では、除去土壌等の福島県外での最終処分の認知率は年代が上がるにつれて高くなっている。

これらの世代間の違いは、情報探索行動や意識が異なっていることが影響していると考えられる。そこで本研究では、福島県内在住者を対象とした調査から、世代間の情報探索行動の違いを検討する。

### 調査方法

(1) 調査対象：2024年3月13日から3月15日の期間に、福島県内在住者800人(株式会社マクロミルのモニター)に対してWeb調査を実施、(2) 割付：性別×年代(20代から60代)×県内3地域(浜通り・中通り・会津地域)の人口構成比で割付、(3) 分析項目：東日本大震災・原子力災害に関する、ア)1か月間の情報取得状況、イ)1年間の情報探索状況、ウ)情報収集意識、エ)震災関連施設の認知・訪問状況を分析、(4) 倫理審査：所属組織の倫理審査委員会の承認を得て実施(承認番号2023-2-04)

### 結果・考察

若い世代ほど、ア)情報に接触せず【20代：20.9%、30代：12.9%、40代：8.6%、50代：7.0%、60代：2.5%】、ウ)さらに情報を知りたい人が少なかった【[知りたい/知りたくない]20代：26.3%/38.1%、30代：31.0%/40.2%、40代：38.9%/23.4%、50代：45.3%/19.2%、60代：48.6%/14.2%】。加えて、ウ)調べるまでもなく情報は手に入るという認識が多かった【[手に入る/手に入らない]20代：48.2%/30.0%、30代：50.4%/22.3%、40代：36.6%/28.0%、50代：25.0%/33.2%、60代：36.3%/28.0%】。以上の結果から、若い世代の情報接触や情報探索の傾向を考慮した情報発信の必要性が示唆された。

### 参考文献

- [1] 福島民報「【震災・原発事故13年】福島県民世論調査 東日本大震災と原発事故の教訓や記憶「風化」77.6% 正確な情報発信必要」2024年3月4日記事
- [2] 井上天凱・開沼博(2024)「震災記憶消滅世代の東日本大震災・原発事故に対する認識の現状と課題」東日本大震災・原子力災害第2回学術研究集会予稿集, pp. 175-176.
- [3] 呉書雅・前川直哉・西村君平(2023)「東日本大震災後の福島に関する知識の年次変化：福島大学ふくしま未来学入門受講生の知識チェックに着目して」福島大学地域創造 第35巻 第1号, pp. 35-44.
- [4] 毎日新聞「“東北“電力福島第1原発”？高校生の半数が誤解 調査で判明」2024年5月17日記事
- [5] 環境省中間貯蔵施設情報サイト「中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会 コミュニケーション推進チーム(第6回)：資料2 今年度の理解醸成活動の効果検証について」

## モビリティの観点による震災伝承の検討

○山田 修司

(所属 東日本大震災・原子力災害伝承館)

本報告では、いわゆる震災伝承と呼ばれる営みについて、その内容やコンテンツよりも外形的な社会的環境に焦点を当てて理論的な考察及び定量的な調査を報告する。社会的環境については、特にモビリティ (mobility) の観点を導入する。

震災伝承という語を用いるとき、そこに自然災害の科学現象的な側面に加えて被災者達が経験した主観や感情といった要素を含めることが許容されるとしよう。このとき震災伝承には、受け手に対する防災行動の変容といった期待に加えて、より広く、被災者－被災地の復興に貢献し得る社会的な意義を見出すことができるのではないだろうか。

2011年の東北地方太平洋沖地震と東京電力福島第一原子力発電所事故に端を発する一連の災害は、福島県の双葉郡を中心に、長期・広域の避難、避難先と被災地との多拠点の居住による生活といった、考慮すべき論点として被災者の移動が生じているといえる。被災地にとっても、避難指示の解除とともに避難者の帰還がすぐさま結びつくわけではない。役場機能や商店等、公営住宅といったハード・ソフトのインフラの回復が進められ、営農の再開といったかたちで地域の復興を期待することができる。しかし、その地域はもはや災害の起こる以前のものでなく、従前の地域へと時間を巻き戻すことは原理的に不可能である。地域にとって、移住者や工事作業従事者、そして観光客といった人々の役割が被災者に加えて、大きな役割を占めていくと考えられる。

被災者－被災地の復興にとって、取り戻し得ないものだとしても、他方で過去は決してないがしろにされるものではない。そうした過去は、ある観点からは、震災という一般的にはネガティブな内容も含めて、記憶実践という営みとして私たちの理解の対象となる。被災地を中心に、語り部と呼ばれるような震災の経験を他者に話し伝える人々がいる。そこには、伝える－伝わるといったシャノンの情報理論の解釈に集約されない、創造的な側面が指摘しうる。そうした震災伝承のあり方と条件について、山田 (2023)<sup>[1]</sup>、山田 (2024)<sup>[2]</sup> をもとに整理し検討を加える。

また、被災地へは、避難者も含めて、「足を運んでもらう必要」がある。このような「アクセス」の概念は近年の社会科学的なモビリティ研究において論点となっており<sup>[3]</sup>、震災伝承の社会的環境としても、震災伝承を規定しうる要因となると考えられる。2024年に実施した福島県内居住者を対象としたウェブ調査をもとに、定量的な分析と検討を行い、先述した理論との接続を図る。

### 参考文献

[1] 山田修司 (2023) 「震災伝承施設における資料化とその概念的検討」『日本都市学会年報』56, pp. 193-202.

[2] 山田修司 (2024) 「観客性に注目した震災伝承の理論的考察」『日本都市学会年報』57 [印刷中] .

[3] Cass, N., Shove, E., & Urry, J. (2005). "Social Exclusion, Mobility and Access." in *The Sociological Review*, 53(3), pp. 539-555. doi: 10.1111/j.1467-954X.2005.00565.x

# 原子力防災を知る機会づくりに関する実践の報告

○大杉 遥

(所属 東日本大震災・原子力災害伝承館)

日常から防災に関心を持つ一般市民が主体となり、原子力災害への備えである「原子力防災」を知ることが目的とした勉強会を開催したことを報告する。さらに、勉強会への参加者を対象に実施したアンケートの結果についても紹介する。

「原子力防災」は、原子力発電所で事故が起きた場合などの、放射線からの避難、防護といった身を守るための行動の知識である。2011年3月に発生した東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所の事故では、地震後の津波による電源損失が原因となり水素爆発及び炉心溶融という事象が発生した。現在、日本には廃止措置を行う原子炉も含めて約60基の原子力発電所が立地している。さらには、南海トラフ地震、首都直下地震などの大規模災害が予測されており、今後も複合災害に伴う原子力災害への備えが必要である。一方で、原子力防災教育の普及・定着はされておらず、取組に地域差があることが課題である<sup>[1]</sup>。また、放射線及び原子力エネルギーの利用は、医療・軍事・産業において需要があり、今後も利益の享受が期待されている。以上のことから、原子力及び放射線の「リスク」と「安全・安心」について、専門家と一般市民が出会い、対話を行い、協働に発展するための機会となる場所づくりが必要と考えた。

表1 勉強会の開催概要

開催日	2024年4月27日
開催場所	静岡県静岡市
講師	福井大学附属国際原子力工学研究所 安田仲宏 先生
内容	①講義「放射線の基礎知識」 ②講義「原子力防災」 ③トークセッション(質疑応答も含む)
参加者人数	184名 会場参加:57名 オンライン参加:127名

表2 事前勉強会の概要

開催日	【第一回】2024年4月17日 【第二回】2024年4月21日
開催方法	オンライン形式
話題提供者	大杉遥, 主催団体の任意の参加者
内容	【第一回】「放射線について」 放射線の性質と利用について紹介 【第二回】「原子力の災害と防災」 福島第一原子力発電所事故について 当時の避難を経験者から紹介

本勉強会の主催は、防災・減災の活動及び地域貢献活動を行う一般市民によって構成させた団体である。勉強会への参加対象者は、これまで放射線や原子力に関する情報に触れる機会が少ないことが予想され、事前に放射線の知識や原子力防災を知ることの必要性について情報提供が必要と考えた。そこで、勉強会への参加者の募集期間内に「事前勉強会」を開催した。勉強会には、原発の立地都道府県に関係なく、全国各地から20代~60代までの幅広い年齢層が参加した。原子力防災を知ることがきっかけに、過去の原子力災害の経験、原子力発電所の廃止措置、放射性廃棄物の最終処分などの課題についての興味関心が明らかとなり、

それらの話題についても対話の場を提供することが可能になることが示唆された。

参考文献

[1] 藤本登(2019) 「原子力防災教育の現状と課題」 Bulletin of Faculty of Education, Nagasaki University, Combined Issue Vol. 5, p203~216

# <PR 資料>

## 東京電力福島第一原発事故に伴う原子力災害。

当たり前のように過ごしていた日常。当館の展示は、それが災害によって一変し奪い去られていくことを語りかけます。

—— 日常を見つめなおす ——

東日本大震災・原子力災害伝承館へぜひお越しください。



### 研修プログラム (オブション)

20名以上の団体向け。要事前予約、入館料と別に研修料金が必要です。

#### フィールドワーク

所要時間：60分  
内容：双葉町や浪江町の被災地をバスで巡ります。複合災害や復興の状況を理解できます。

#### 研修語り部講話

所要時間：40分  
内容：語り部が自身の体験に加え、震災当時や原子力災害、復興の概要について語ります。

場所：1階研修室等 (別途利用が必要)



## 東日本大震災・原子力災害伝承館マップ



【双葉町からシャトルバスで約6分(約2.7km)】

仙台から	常磐自動車道経由一般道	約80分	一般道約7.5km
仙台空港	常磐自動車道	約27分	一般道約2.7km
仙台駅	常磐線特急ひたち	約80分	一般道約2.7km
東京から	常磐自動車道経由一般道	約240分	一般道約7.5km
東京駅	常磐線特急ひたち	約190分	一般道約2.7km

### 東日本大震災・原子力災害伝承館 利用案内

〒979-1401 福島県双葉郡双葉町大字中野字高田39
開館時間 9:00～17:00(最終入館16:30)
休館日 火曜日・年末年始(12/29～1/3)
入館料 大人600円 小中高300円
研修室 大人団体(20名以上)480円 小中高団体(20名以下)240円
駐車場 最大90名収容(要事前予約、有料)
貸車場 大型バス10台、普通車111台 無料

お問い合わせ先  
公益財団法人 福島イノベーション・コースト構想推進機構  
東日本大震災・原子力災害伝承館

電話0240-23-4402 FAX0240-23-4403  
電子メール archive@fipo.or.jp  
HP <https://www.fipo.or.jp/lore/>



掲載内容は2024年4月1日現在のものです。

あの日からの経緯

〔日本語〕

福島県 Fukushima  
東日本大震災・  
原子力災害  
伝承館

The Great East Japan  
Earthquake and Nuclear Disaster  
Memorial Museum

津波で変形した消防車

原簿庫前向に双葉町に届けられたいた語り部伝承の文字(ハシル(レリカ))

みらいへの教訓

## 2011年3月11日に発生した東日本大震災と

未曾有の複合災害を経験し、復興への途を歩んできた福島の記事と記憶を防災・減災の教訓として未来へつないでゆく。

### 館内語り部講話

所要時間：40分  
個人の来館者向け。毎日4回実施しています。  
内容：地域住民が語り部となり、被災体験や想い、災害への備えなどを語ります。語り部の年齢や被災した場所などにより、語る内容はさまざまです。  
時間：10:00～、11:15～、13:15～、14:30～  
場所：2階ワークショップスペース  
定員：27名(先着順、予約不可)  
料金：入館料だけで聴講いただけます



# 原子力災害を中心とした展示や語り部講話を通じて、震災の記録と記憶を教訓として防災・減災に役立てる。

東日本大震災から  
原子力災害  
伝承館

開館の所定時間 ▶▶▶ 60分～  
館内語り部講話 ▶▶▶ 40分

The Great East Japan  
Earthquake and Nuclear Disaster  
Memorial Museum



プロローグ

地震・津波・津波・原子力発電所事故発生当時の映像とアニメーションを効果的に組み合わせた映像を大型スクリーンに映します。基本理念をもとにした「災害の自分事化」、「福島の実験と教訓の未来への継承」というメッセージを来館者に伝え、震災のこと、事故のこと、復興のこと、これからの未来のことについて考える入り口としての役割を担っています。福島県出身の俳優、田中誠行さんがナレーターを務めています。



## 1. 災害の始まり

平穏な暮らしを一変させた地震と津波、それに続く原子力発電所事故。複合災害の発生を導き、人々はそのもとに行動したのか、震災前、震災当時、震災直後の状況を時系列でたどり、さまざまな資料・証言・事故調査の記録から、複合災害の始まりを究明に掘り込んでいきます。



東日本大震災、原子力発電所直撃車載

福島と津波の記録(映像)



消防隊員の防火衣、学校に持ち込まれた学習用品



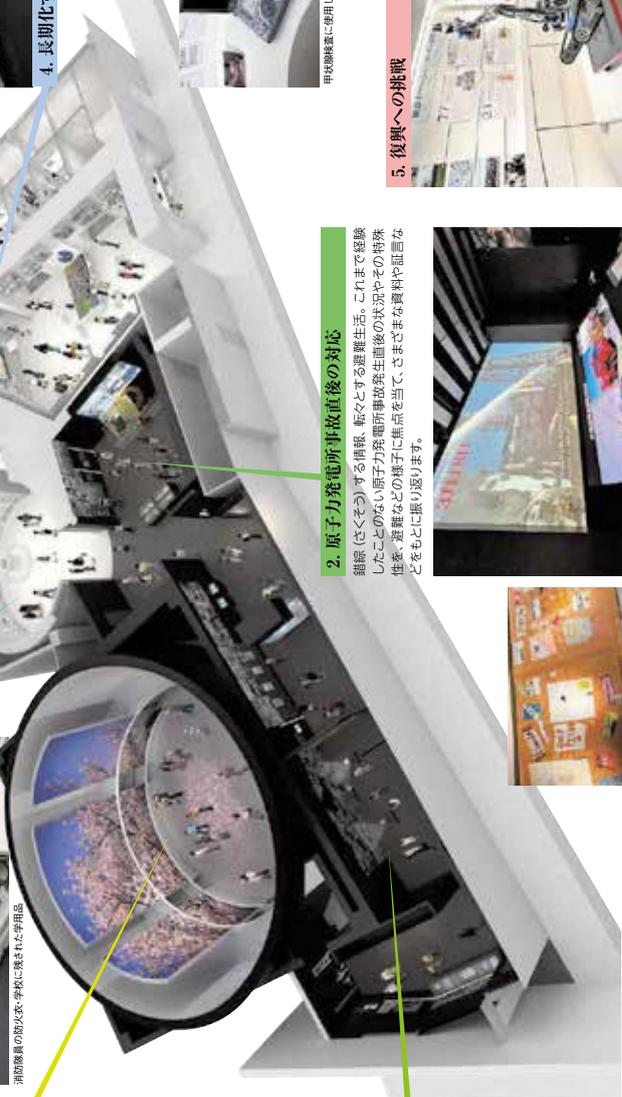
3. 県民の思い

山梨県に設置した県民センター  
福島に集ったおのりメッセージ

平穏な日常が複合災害によりどのように変わってしまっただのか、県民の思い、証言と資料を組み合わせて発信します。特に、広域的・長期的な避難、あらゆる分野への風評など、原子力災害特有の事象を中心に伝えます。

## 4. 長期化する原子力災害の影響

除去(放射性物質の除去)、風評の払拭、長期避難への対応、健康に関する取り組みなど、原子力災害による長期的で困難な課題に、福島県の人々がどのように対応してきたのか、タッチパネル解説や資料を通して伝えます。



## 2. 原子力発電所事故直後の対応

錯綜(さくそう)する情報、賑々とする避難生活。これまで経験したことのない原子力発電所事故発生直後の状況やその特殊性、避難などの様子に焦点を当て、さまざまな資料や証言などをもとに振り返ります。



1週間後の事故の映像(映像)

海外からの届ましのメッセージ



甲冑除染室に使用したエコー機

米の全量全額検査機搬入



## 5. 復興への挑戦

逆巻を乗り越え、復興に挑戦する福島県民の姿を紹介いたします。廃炉作業の進捗、福島インフレーション、コースト・リハビリなどの取り組みから、県民が困難に立ち向かい、復興へ向け力強くチャレンジする姿を伝えます。



災害対応ロボットの「MISOORA」

# ふくしまの放射性物質は どうなっているの？

フェイス  
FaCE!S(福島総合環境情報サイト)



FaCE!S JAEA

<https://fukushima.jaea.go.jp/ceis/>



PC・タブレット・  
スマートフォン  
から!!



## どんな時に使うの？



ふくしま環境中の放射性物質や空間線量率に  
ついて不安なことを知りたいなあ…

これまでの調査で分かっている放射性物質の  
動きなど、根拠と一緒に調べられるんだ!



研究や教育のための資料はないかなあ…

情報を探すための足掛かりとして活用できるんだ!



国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 廃炉環境国際共同研究センター

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10-2 福島県環境創造センター研究棟

お問合せ(mail) : [fukushima-ceis@jaea.go.jp](mailto:fukushima-ceis@jaea.go.jp) URL : <https://fukushima.jaea.go.jp/ceis/>

# 放射性物質モニタリングデータ

URL: <https://emdb.jaea.go.jp/emdb/>

空間線量率の変化や、農林水産物に含まれる放射性セシウムの濃度など、測定結果を数値だけではなく図で見ることができます。

## ●空間線量率分布の変化

※モニタリングとは?  
状況を知るために測定を行うこと



2011年3月～2012年3月



2021年3月～2022年3月

## 根拠情報Q&A

URL: <https://fukushima.jaea.go.jp/QA/>

「山菜や水の中の放射性セシウムの量は？」  
「森林内の放射性セシウムの動きは？」

これまでの調査・研究結果に基づいて、みなさまの疑問にわかりやすくお答えします。

※根拠情報とは?  
データの根拠となる論文や報告書の情報

データや情報を  
随時更新!



国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 廃炉環境国際共同研究センター

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10-2 福島県環境創造センター研究棟

お問合せ(mail): [fukushima-ceis@jaea.go.jp](mailto:fukushima-ceis@jaea.go.jp) URL: <https://fukushima.jaea.go.jp/ceis/>

# 環境の“知”を、 地域とともに。



わたしたちは2011年、東日本大震災の直後から  
ふくしまの環境の回復と創生のための  
取り組みを進めてきました。



広大なふくしまのいろいろな地域へ  
わたしたちは直接、足を運びます。

住民の皆さんとともに地域の課題へ向き合い、  
互いの“知識と知恵”を響かせ合い、  
未来につながる環境の“知”をともに築き、  
地域のために活かしていきます。



ふくしまの環境がより良くなるように。  
安心な暮らしと豊かな社会が広がるように。  
世界各地の地域づくりの礎となるように。

わたしたちは「地域協働」の研究拠点として  
歩み続けます。



# 環境の“知”を、 地域とともに。



## WEB MAGAZINE

ふくしまの環境とその研究を知ろう！  
研究を紹介する記事や動画などを公開

「ふくしまから地域と環境の未来を考える」をコンセプトに、福島から環境問題と地域創生について考え、対話するきっかけとなる情報を発信！ 国立環境研究所 福島地域協働研究拠点が運営するWEBマガジンです。

知識を  
深める情報は  
こちらから



ふくしまから地域と環境の  
未来を考えるWEBマガジン  
**FRECC+**  
フレックプラス

<https://www.nies.go.jp/fukushima/magazine/>

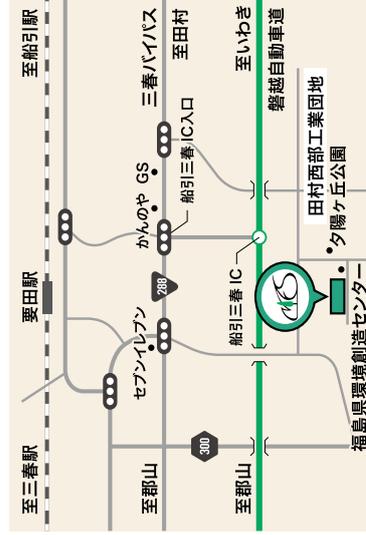
## ACCESS

### ■電車をご利用の場合

郡山駅→JR磐越東線(約20分)→三春駅→タクシー(約12分)→環境創造センター  
郡山駅→JR磐越東線(約30分)→要田駅→タクシー(約7分)→環境創造センター

### ■自家用車をご利用の場合

磐越自動車道、船引三春ICから5分



国立環境研究所  
福島地域協働研究拠点

〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10-2

〔TEL〕 0247-61-6561

〔mail〕 fukushima-po@nies.go.jp

<https://www.nies.go.jp/fukushima/>



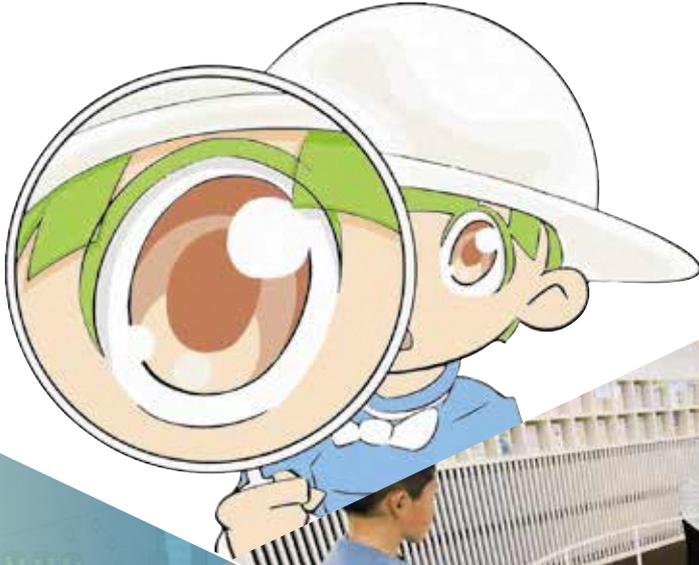
国立環境研究所  
福島地域協働研究拠点

福島県環境創造センター交流棟

# コミュタン福島

Fukushima Prefectural Centre for Environmental Creation  
COMMUTAN FUKUSHIMA

ふくしまの  
今を知り  
放射線について学び  
未来を描く



FUTURE OF FUKUSHIMA



- 入場料** コミュタン福島の入場料は**無料**です。どなた様もお気軽にお越しください。
- 開館時間** 9:00～17:00
- 休館日** ●毎週月曜日 ※ただし月曜日が祝日の場合は翌平日  
●年末年始:12月29日～1月3日

コミュタン福島へは三春町町営バスがお得！  
コミュタン福島をご利用の方はバス料金無料  
バスの時刻表については、ホームページをご覧ください。  
<https://www.com-fukushima.jp/information/access.html>



福島県環境創造センター 交流棟 〒963-7700 福島県田村郡三春町深作10番2号  
**コミュタン福島** TEL.0247・61・5721 FAX.0247・61・5727  
 (コミュタン福島公式ホームページ)   
<https://com-fukushima.jp>





**1** ふくしまの3.11から

**復興のあゆみを振り返ろう!**

2011年3月11日、午後2時46分。大きな揺れと押し寄せた大津波。そこから始まる福島原子力災害との闘い。その記録と記憶を振り返ります。



**6** 触れる地球

**宇宙からみたりアルタイムの地球の姿を体感**

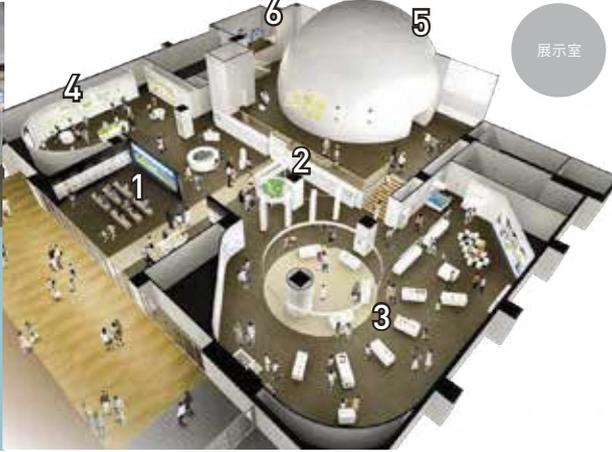
“触れる地球”にふれながら、私たちの社会や環境は、今、どんな課題をかかえているのか、地球を取り巻く現状に目を向け、一緒に未来を考えよう。



**2** 未来創造エリア

**ふくしまの今を知り、ふくしまの未来をともに描こう!**

原子力発電事故の環境への影響、そして近年地球を脅かすさまざまな環境問題。それらの課題を乗り越えた先に、ふくしまはどんな未来を描いているのか?今の課題と未来のビジョンをみんなで共有するエリアです。



**5** 環境創造シアター

**大迫力の映像と音響空間! 全球型ドームシアター**

360°全方位の映像・音響による大迫力の全球型シアター。独特の浮遊感を感じながら、これからのふくしまの環境の未来を考えます。



**3** 環境回復エリア

**放射線や環境創造センターの研究について学ぼう!**

放射性物質による環境汚染からの完全な回復はまだ道半ばです。このエリアで放射線のことを知り、きちんと判断するための情報を見つけましょう。また、センターで行われている研究を学ぼう。



**4** 環境創造エリア

**原子力に代わる新しいエネルギーや、自然環境について学ぼう!**

“原子力に依存しないふくしま”の実現へ。再生可能エネルギーや自然と共生する社会。そして、持続可能なくらし方を体験してみよう。

**迫力満点の映像を体験しよう!!**

**環境創造シアター上映作品紹介**

国立科学博物館オリジナル番組				制作:国立科学博物館				コミュニティ福島オリジナル番組			

協力・映像提供: JAMSTEC (海洋研究開発機構)

東京・国立科学博物館の「シアター360」の大人気番組が、コミュニティ福島の「環境創造シアター」でも体験できます! 国立科学博物館の大人気番組7作品の中から、月替わりで2作品ずつ上映ももちろん、コミュニティ福島オリジナル番組もご鑑賞いただけます。

**科学に触れる体験をしよう! 土日祝日等に開催**



**コミュニティラボ**

身の回りの放射線を測定してみよう! 風力発電の工夫を学ぼう!



**テーブルサイエンス**

紫外線で色が変わるアクセサリをつくらう! かんたんレントゲンを体験しよう!



**コミュニティクラフト**

葉脈のしおりをつくらう! 芳香剤をつくらう!



**サイエンスショー**

液体窒素でひえひえ実験! 静電気でびっくりショー!

コミュニティのいままでの展示がよみがえる!

**おうちDEコミュニティ**

コミュニティ福島の旧展示室内を3Dビューでご案内! 様々なコンテンツを準備していますので、探索してみよう!





