令和5年度

環境創造センター成果報告会
口頭発表要旨・ポスター集

令和5年 10 月

環境創造センター

御挨拶

東日本大震災と原発事故から 12 年半が経過しました。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、本年６月の福島復興再生特別措置法の改正では、特定帰還居住区域の創設等がなされ、避難の長期化に伴う生活基盤の実態等を踏まえた多様な帰還の在り方が認められるなど、本県の復興及び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・創造の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７周年を迎えました。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。

当センターの情報発信、教育、研修、交流の基盤である交流棟「コミュタン福島」は本年３月にリニューアルオープンし、開所以来 55 万人以上が来館され、放射線や福島の環境などについて一緒に学んでいただいております。

また、本県は、2050 年までに脱炭素社会の実現を目指す「福島県 2050 年カーボンニュートラル」を宣言し、その実現に向けて、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を強化するため、当センター等に福島県気候変動適応センターを設置いたしました。

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のフェーズであるフェーズ３(2022 年度～2024 年度)の２年目となり、日本原子力研究開発機構(JAEA)、国立環境研究所（NIES）及び福島県の３機関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、今年度は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３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５年 10 月３日

福島県環境創造センター

所長　青木　浩司

令和５年度　環境創造センター成果報告会

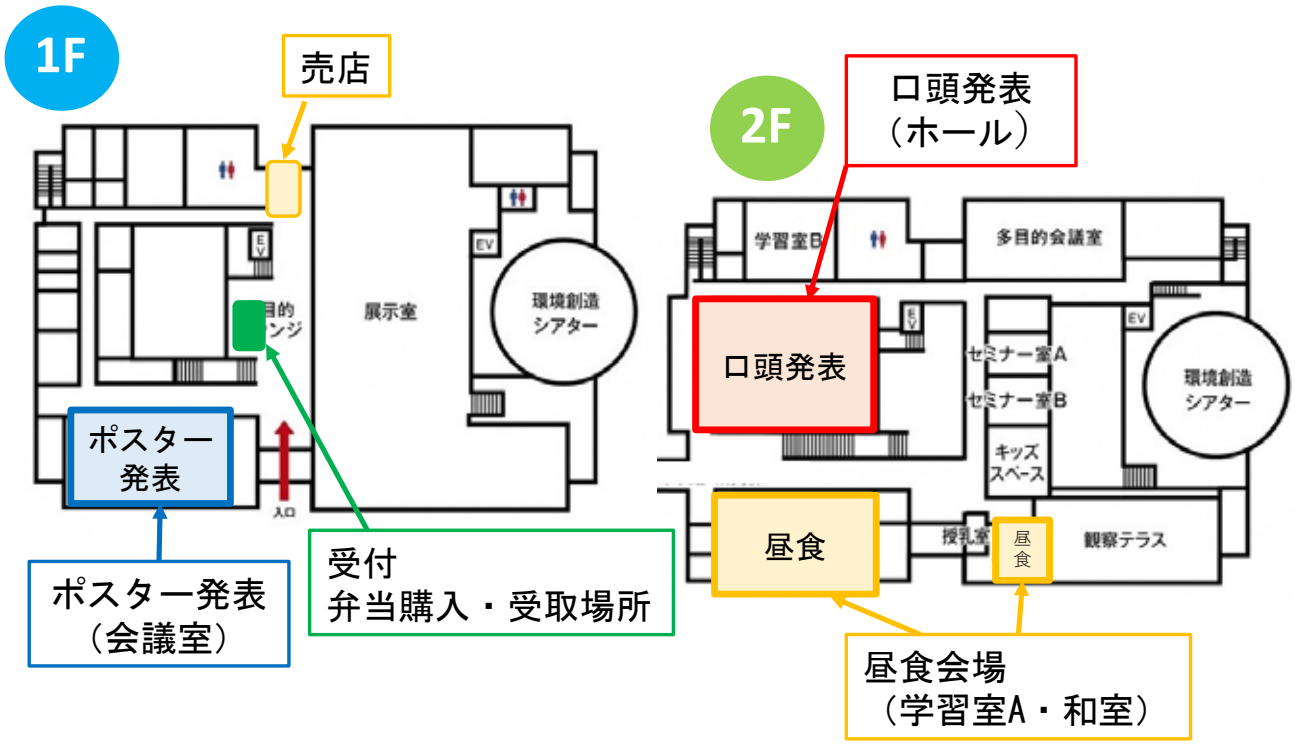
日時：令和５年 10 月３日（火）11:00～16:50

会場及びオンラインのハイブリット開催

ホール			
11:00- 11:05	開会挨拶	JAEA 福島研究開発部門　福島研究開発拠点 廃炉環境国際共同研究センター長	岡本 孝司
11：05- 11：15	センター取組概要	福島県環境創造センター所長	青木 浩司
11:15- 11:55	基調講演	「ふくしまの原子力災害と未来の継承について」 東日本大震災・原子力災害伝承館長	髙村 昇
11:55- 12:05	調査研究事業概要	福島県環境創造センター研究部長	小田島 正
12：05- 12：45	休憩		
12:45- 15:20	部門毎取組 成果報告	放射線計測部門：12:45-13:15　座長 池内 嘉宏 部門長 ①　福島県内のモニタリングポスト測定値と土壌水分の関係 前川 暁洋（福島県） 除染・廃棄物部門：13:15-13:55　座長 井上 正 部門長 ①福島県が取り組む廃棄物に関する調査研究 日下部 一晃（福島県） ②高濃縮減容化を目的とした Cs 吸着材の性能評価 田中 悠平（NIES） ③バイオ炭を介した熱分解ガス化とバイオガス化のシナジーの可能性 小林 拓朗（NIES） 休憩：13:55-14:00 環境動態部門：14:00-14:40　座長 塚田 祥文 部門長 ①河川を介して海へ、放射性セシウムの移行量について 樊 少艶（福島県） ②生活環境では空間線量率が早く下がる！その理由とは 吉村 和也（JAEA） ③「赤とんぼ」の自動撮影モニタリング技術開発 吉岡 明良（NIES） 環境創造部門：14:40-15:20　座長 中田 俊彦 部門長 ①環境・まちづくり先進都市に見られる共創的プロセスの記述と展開 戸川 卓哉（NIES）	

		②福島県を対象とした気候変動による洪水被害の経済的な影響評価 TAN JIAZE（福島県）
15:20- 15:25	挨拶	NIES 福島地域協働研究拠点長　松田 和久
15：25- 15：30	休憩	
会議室		
15：30- 16：10	ポスター セッションⅠ	放射線計測部門、除染・廃棄物部門、情報収集・発信事業、 教育・研修・交流事業、福島県気候変動適応センター、 東日本大震災・原子力災害伝承館
16：10- 16：50	ポスター セッションⅡ	環境動態部門、環境創造部門、モニタリング事業
16：50	閉会	

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）

P01	P12	P15	P18	P21	P24
P10	P05	P08	P29	P32	P35
P02	P13	P16	P19	P22	P25
P11	P06	P09	P30	P33	P36
P03	P14	P17	P20	P23	P26
P04	P07	P28	P31	P34	P27

令和５年度環境創造センター成果報告会
基調講演・口頭発表要旨・ポスター集　目次

＜基調講演＞

ふくしまの原子力災害と未来の継承について　・・・・12
東日本大震災・原子力災害伝承館長　髙村 昇

＜口頭発表要旨＞

放射線計測部門　　座長　池内 嘉宏 部門長

福島県内のモニタリングポスト測定値と土壌水分の関係　・・・・14
福島県　前川 暁洋

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に関する調査研究　・・・・15
福島県　日下部 一晃
２　高濃縮減容化を目的としたCs吸着材の性能評価　・・・・16
NIES　田中 悠平
３　バイオ炭を介した熱分解ガス化とバイオガス化のシナジーの可能性　・・・・17
NIES　小林 拓朗

環境動態部門　　座長　塚田 祥文 部門長

１　河川を介して海へ、放射性セシウムの移行量について　・・・・18
福島県　樊 少艶
２　生活環境では空間線量率が早く下がる！その理由とは　・・・・19
JAEA　吉村 和也
３　「赤とんぼ」の自動撮影モニタリング技術開発　・・・・20
NIES　吉岡 明良

環境創造部門　　座長　中田 俊彦 部門長

１　環境・まちづくり先進都市に見られる共創的プロセスの記述と展開　・・・・21
NIES　戸川 卓哉
２　福島県を対象とした気候変動による洪水被害の経済的な影響評価　・・・・22
福島県　TAN JIAZE

＜ポスター発表＞

放射線計測部門

P01 トリチウム迅速分析法の検討 ・・・・24

福島県　橋本 晃佑
前川 暁洋
鈴木 崇之
吉田 博文

P02 ALPS 処理水の海洋放出に備えた環境モニタリングデータの解析 ・・・・25

JAEA　御園生 敏治
JAEA　舟木 泰智
JAEA　尻引 武彦
NESI　卜部 嘉
JAEA　眞田 幸尚

除染・廃棄物部門

P03 一般廃棄物最終処分場の浸出水に含まれる放射性セシウムとその他元素の関連性について ・・・・26

福島県　髙瀬 和之
日下部 一晃
国分 宏城

P04 一般廃棄物最終処分場の表面から深さ方向の放射性セシウム濃度の現状 ・・・・27

福島県　髙瀬 和之
日下部 一晃
国分 宏城

P05 木質バイオマス燃焼利用施設での調査 ・・・・28

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

P06 仮置場跡地の利用に伴う被ばく線量評価 ・・・・29

福島県　日下部 一晃
小磯 将広

P07 セメント固型化が困難な溶融飛灰への対策とその意義 ・・・・30

NIES　山田 一夫
遠藤 和人
北海道大学　市川 恒樹
安河内 隆仁
東條 安匡

P08 県外最終処分に向けた導入技術システムのシナリオ分析 ・・・・31
NIES 三成 映理子
山田 一夫
遠藤 和人
大迫 政浩
P09 木質バイオマス発電残渣(燃焼灰及び炭化物)の有効利用に関する基礎的検討 ・・・・32
NIES 倉持 秀敏
小林 拓朗
福島県 村沢 直治
日下部 一晃

環境動態部門

P10 帰還困難区域内及びその周辺域に分布するイノシシの放射性セシウムのモニタリング ・・・・33
福島県 小松 仁
村上 貴恵美
神田 幸亮
稲見 健司
壁谷 昌彦
東京農業大学 根本 唯
University of Georgia 斎藤 梨絵
P11 浮遊砂サンプラーを用いた河川水の懸濁態 ^{137}Cs 濃度 ・・・・34
福島県 福田 美保
那須 康輝
樊 少艶
F-REI 青野 辰雄
津山高専 谷口 圭輔
P12 沿岸域における放射性セシウム濃度の変動傾向 ・・・・35
JAEA 御園生 敏治
中西 貴宏
尻引 武彦
舟木 泰智
P13 森林生態系における放射性セシウムの分布と動き ・・・・36
JAEA 佐々木 祥人
新里 忠史
P14 河川堆積物における放射性セシウムを吸着する鉱物の特徴 ・・・・37
JAEA 萩原 大樹
渡辺 勇輔

P15 どんな場所でタラノメの ^{137}Cs 濃度は高くなるのか ・・・・38
NIES 境 優
渡邊 未来
越川 昌美
田中 あすか
高橋 晃子
高木 麻衣
辻 岳史
辻 英樹
竹田 稔真
玉置 雅紀
林 誠二
P16 山菜の女王「コシアブラ」の放射性セシウム蓄積に関する研究 ・・・・39
NIES 渡邊 未来
越川 昌美
高木 麻衣
玉置 雅紀
境 優
辻 岳史
辻 英樹
田中 あすか
高橋 晃子
武地 誠一
竹田 稔真
青木 伸二
林 誠二
P17 河川と湖で異なる放射性セシウムの淡水生態系移行：栄養段階と餌資源 ・・・・40
NIES 石井 弓美子
中川 恵
松崎 慎一郎
趙 在翼
林 誠二

環境創造部門

P18 脱炭素型の産業拠点形成にむけたシステムの検討 ・・・・41
NIES 大西 悟
中村 省吾
倉持 秀敏
小林 拓朗

P19 福島原発事故後に全町村避難を実施した被災自治体の復興計画比較分析 ・・・・42
NIES 辻 岳史
P20 適切な森林管理に向けた木質バイオマス利活用による環境創生型地域づくり ・・・・43
NIES 中村 省吾
大西 悟
P21 避難指示解除区域の居住人口回復状況の分析 ・・・・44
NIES 五味 馨
P22 災害廃棄物仮置場のレイアウト作成ツール（Kari-hai）の開発 ・・・・45
NIES 森嶋 順子
多島 良
P23 東北地方太平洋沿岸海域における津波による底質の石油・炭化水素汚染 ・・・・46
NIES 牧 秀明
金谷 弦
P24 福島県政世論調査より「知りたいこと」と「伝えたいこと」 ・・・・47
福島県 篠田 佳彦
P25 長瀬川の硫酸イオン起源解析 ・・・・48
福島県 篠崎 真希
茨城大学 林 暁嵐
京都大学 新井 宏受

モニタリング

P26 福島県のモニタリングの取組Ⅰ ・・・・49
福島県
P27 福島県のモニタリングの取組Ⅱ ・・・・50
福島県

福島県気候変動適応センター

P28 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 （サクラ編） ・・・・51
福島県 蛭田 真史
大竹 駿

情報収集・発信、教育・研修・交流

P29 コミュタン福島における取組 ・・・・52
福島県
P30 ふくしま育ちの若者による県内外での情報発信 ・・・・53
福島県

P31 野生生物共生センターの取組 ・・・・54
福島県

東日本大震災・原子力災害伝承館

P32 東日本大震災・原子力災害伝承館の調査・研究 ・・・・55
東日本大震災・原子力災害伝承館
P33 福島県における高校生向け震災伝承プログラムの可能性と課題 ・・・・56
東日本大震災・原子力災害伝承館　青砥 和希
P34 住民自治組織の形成～祭に関わる活動に着目して～ ・・・・57
東日本大震災・原子力災害伝承館　葛西 優香
P35 アウトリーチの必要性
ーフレーミング理論を災害伝承に応用するためにー ・・・・58
東日本大震災・原子力災害伝承館　静間 健人
P36 展示から創造へ：震災伝承の認識論モデルの考察と提案 ・・・・59
東日本大震災・原子力災害伝承館　山田 修司

＜PR 資料＞

1　環境創造センター中長期取組方針の改定概要 ・・・・60
福島県
2　NIES リーフレット ・・・・61
NIES
3　コミュタン福島 PR チラシ ・・・・62
福島県

＜基調講演＞

東日本大震災・原子力災害伝承館　館長

髙村　昇先生　プロフィール

1968 年生まれ、長崎県長崎市出身。長崎大学医学部卒、同大学院医学研究科博士課程修了。2008 年 4 月から長崎大学原爆後障害医療研究所教授。専門は被ばく医療学。

世界保健機関本部（WHO）テクニカルオフィサー等を歴任し、2020 年 4 月から東日本大震災・原子力災害伝承館館長。

2011 年の東京電力福島第一原子力発電所事故直後から福島県に入り、県民に放射線被ばくと健康影響について科学的な見地から講演を行ってきた。

その後は原発事故によって避難し、いち早く帰還を開始した川内村のほか、富岡町、大熊町、双葉町の復興支援に携わっている。

基調講演テーマ

「ふくしまの原子力災害と未来の継承について」

2011 年 3 月の東日本大震災・東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）事故から 12 年が経ちました。地震、津波、そして原子力災害という未曽有の複合災害は、福島に甚大な被害を与えました。福島第一原発から 20km 圏内の住民約 11 万人が避難を余儀なくされ、そのうち 3 万人余りの方は、いまだ故郷に帰還できない状況となっていることを、私たちは忘れてはならなりません。

事故直後からこれまで、福島は多くの困難を抱えながら、復興に向けて取り組みを進めてきました。避難地域の除染から帰還、復興という世界でも類を見ない取り組みは、今後の防災・減災を考えるうえで大きな示唆を与えています。一方で、長期に及ぶ避難に伴う災害関連死や、コミュニティの崩壊等、将来に向けた課題を露呈したのも事実です。今回の基調講演では、12 年前の原子力災害で何が起こったのか、そして何を未来に伝えるべきなのかについて、皆さんと考えたいと思います。

＜口頭発表要旨＞

福島県内のモニタリングポスト測定値と土壌水分の関係

○前川 暁洋[1]・菱沼 憲[1]・吉田 博文[1]・井上 広海[1]
（所属　1:福島県）

1　目的

福島県では、東京電力福島第一原子力発電所及び東京電力福島第二原子力発電所の廃炉作業に伴い、新たな放射性物質の放出が起こっていないかを常時監視している。県民の安全・安心のためには、測定値を示すだけでなく、その変動の原因をわかりやすく説明することが重要である。本研究は、土壌水分が空間線量率に与える影響を明らかにし、県民の安全・安心に資することを目的とした。

2　方法

2021 年 7 月から 12 月にかけて、福島県双葉町のモニタリングポスト（北緯 37.447859°、東経 141.024434°）において、NaI(Tl)シンチレーション検出器により地上高さ約 3 m の空間線量率を測定するとともに、同地点の表層土壌に土壌水分センサー（EC-5、METER 社）を埋設し、土壌体積含水率を測定した。空間線量率はレスポンスマトリクス法により U、Th、K 及びそれ以外の成分に分解した。さらに、モンテカルロ計算コード PHITS（Ver.3.27）を用いて、土壌水分等の条件を変化させて空間線量率をシミュレーション計算した。

3　結果と考察

図 1 に示すとおり、空間線量率は放射性 Cs の物理減衰による長期的な減衰に加え、土壌体積含水率の変動とよく一致する短期的な増減を繰り返していた。レスポンスマトリクス法及び PHITS を用いた解析により、天然核種より土壌の放射性 Cs 由来の成分のほうが、土壌水分による遮へいの影響を受けやすいことが分かった。

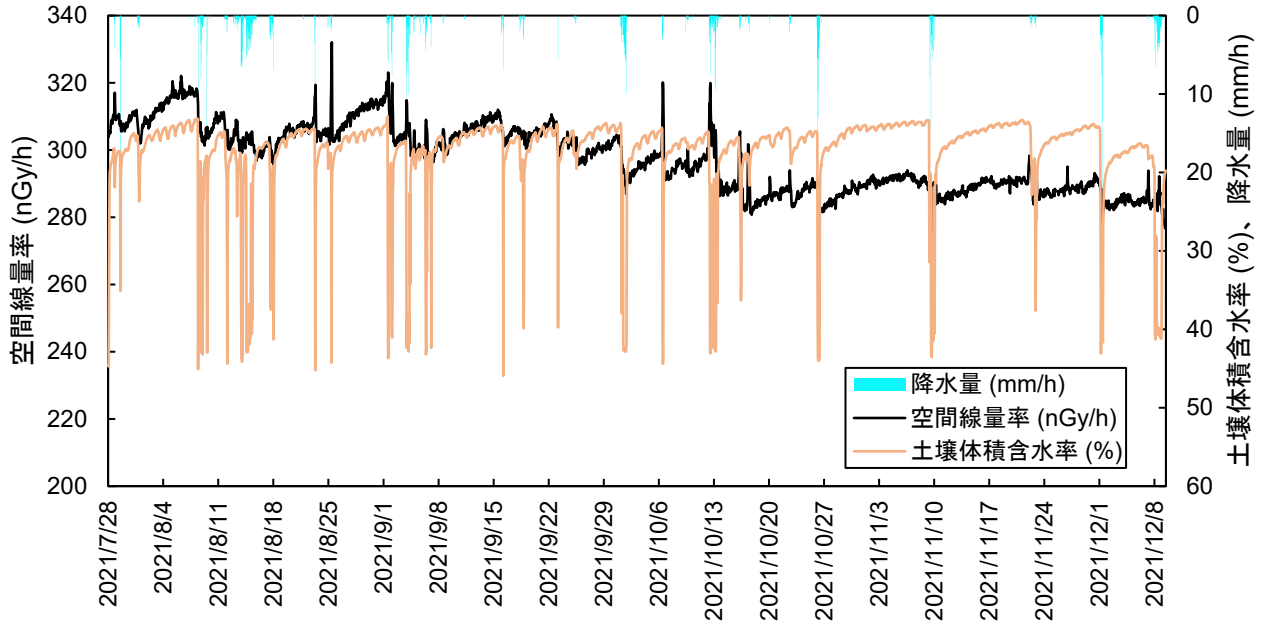


図 1 モニタリングポストにおける空間線量率及び土壌体積含水率の経時変化

福島県が取り組む廃棄物に関する調査研究

○日下部 一晃[1]・村沢 直治[1]・高瀬 和之[1]
（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

放射性セシウムを含む木質バイオマスと一般廃棄物を調査研究の対象とした。木質バイオマスに関する調査研究として、低濃度の放射性セシウムを含む木質バイオマスを燃焼利用している県内の発電施設で木質バイオマス及び飛灰の放射性セシウム濃度の測定、バグフィルタによる排ガス中の放射性セシウム除去効果の確認等を実施した。結果、今回の施設で採取したものと同程度の放射性セシウム濃度の木質バイオマス(< 14～< 37 Bq/kg)を燃焼利用している限りは、指定廃棄物の基準である 8,000 Bq/kg を超える飛灰が生じる可能性は低く、放射性セシウムは飛灰に付着した状態でバグフィルタに捕捉されるため 99.9 %以上は除去されることを明らかにした。なお、一般廃棄物の焼却においてもバグフィルタ等によって放射性セシウムが飛灰とともに高度に除去されることが国立環境研究所の調査[1]によって明らかにされている。

一般廃棄物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継続的な測定、処分場 B 内 3 地点で放射性セシウムの深度分布の調査を実施した。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。処分場 B の放射性セシウム濃度の深度分布調査については、20～80 Bq/kg でばらつきがみられ、深さ方向への濃度変化に明確な傾向はみられなかった。今後、更に実測データを集積することで、評価モデルを用いた処分場内の放射性セシウムの挙動予測を行い、処分場由来の放射線影響を評価する考えである。

参考文献
[1]山本貴士，田野崎隆雄，竹内幸生，鈴木 剛，滝上英孝，大迫政浩，酒井伸一：焼却排ガス中の放射性セシウム測定における試料採取方法の検討，第 1 回環境放射能除染学会講演要旨集，p.71（2012）.

高濃縮減容化を目的としたCs吸着材の性能評価

○田中 悠平[1]・山田 一夫[1]・遠藤 和人[1]
(所属　1：国立環境研究所)

福島県内で発生する放射性Cs (rCs)汚染された可燃性廃棄物は熱処理されて減容化され、この熱処理残さに $CaCl_2$ 等を添加して熱処理することで rCsCl として飛灰に濃縮されている。今後この熱処理飛灰を水洗浄して rCs を溶解させた溶液から吸着材を用いて rCs を吸着濃縮させることで更なる減容化が可能である。飛灰の洗浄試験結果から、洗浄液中にはCs と化学的挙動が類似するアルカリ金属が多く含まれるため、Cs 選択性を有する吸着材を用いる必要がある[1]。従来の評価法である分配係数は、高濃縮Cs吸着の場合は適正に求めることが困難であるが、イオン交換理論を用い、吸着材のCEC (カチオン交換容量)と選択係数($K_{Cs/K}$)を測定し、これらから計算によって任意の溶液組成と液固比での吸着量(見掛けの分配係数も含む)を得られる可能性があるため、イオン交換理論の適用が有意となる。本報告では、安定Csを用いて汎用なモルデナイト型ゼオライト (Mor: Mordenite)、高濃縮が可能なフェロシアン化金属錯体であるプルシアンブルー (PB: Prussian blue)とフェロシアン化銅 (CFC: Cupper ferrocyanide)に対して、イオン交換理論で性能評価をおこなった。

CEC_Cs はCs溶液に少量の吸着材を添加後の溶液中の Cs 濃度変化を測定して決定した。$K_{Cs/K}$ は模擬飛灰洗浄液に吸着材を添加後の溶液中 Cs 濃度[Cs]を測定して次の式で計算した。式 $K_{Cs/K}=([X\text{-}Cs][K])/([Cs][X\text{-}K])$で、測定値[Cs]からCs吸着量[X-Cs]、Cs と交換すると想定されることから液相の K 量[K]、CEC_Cs から吸着サイトの K 量[X-K]を求めて、$K_{Cs/K}$ や[X-Cs]の理論値を決定した。

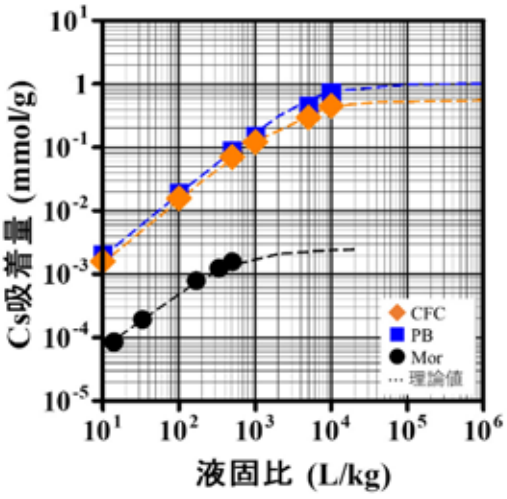


図1 液固比に対するCs吸着量

実験で得られた $K_{Cs/K}$ (CFC: 6,000, PB: 15,000, Mor: 25)から液固比に対する各吸着材の吸着量の理論値と実験値を図1に示す。どの吸着材でも実験値は理論値とよく一致していたため、イオン交換理論による吸着量の推定が可能で、吸着量は液固比が増加して飽和吸着に達するため、運用の際は適切な液固比を設定する必要がある。安定Csとrcsは分離できないため、飛灰中の全 Cs を飽和吸着量（理論値）で全吸着させた時の減量化度を計算すると、Mor が約1/10、PB が1/3500、CFC が1/2000となった。飛灰の推定発生量を40万tだと想定すると、Mor の場合は4万t、PB だと0.01万t、CFC だと0.02万t まで減容できる。吸着材の選定によって県外最終処分量はオーダーで変化することになり、更なる減量化を目指した吸着プロセスについて研究を進めている。

参考文献 [1]有馬 謙一, 三浦 拓也, 小田 俊司, 當間 久夫, 今井 啓祐, 遠藤 和人, 大迫 政浩, 環境放射能除染学会誌, Vol.10, No.3, pp.115-123, 2022.

[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。

バイオ炭を介した熱分解ガス化とバイオガス化のシナジーの可能性

○小林 拓朗[1]・倉持 秀敏[1]
（所属　1：国立環境研究所）

1. はじめに

未利用バイオマスの熱分解により生成したバイオ炭は、CO_2 排出削減に寄与する資材として利活用が注目されている。放射性 Cs を含むバイオマスを熱分解・ガス化した場合にも、バイオ炭は燃焼灰と比較して放射性 Cs 及び他の金属元素の濃縮率が低く、利活用における障壁の小ささの点でも期待できる。バイオ炭を土壌還元の前にメタン発酵促進剤としてカスケード利用する方法もある。バイオ炭添加による発酵促進の効果としては、図 1 に示すようにメタン収率増加、メタン生成速度の増加、阻害等を受ける場合のラグ時間の短縮等が挙げられる。バイオ炭は原料や処理方法によって性状が多様性に富むため、この効果に関し、どのパラメータがどの促進指標に影響するのかはまだ明らかではない。本研究では処理温度、多孔性、無機元素に着目してその関係を調査した。

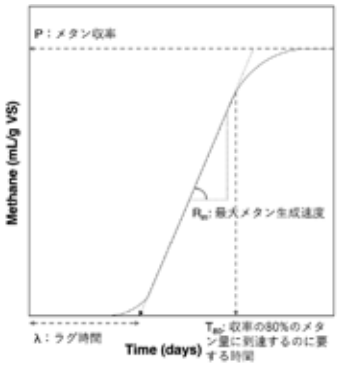


図 1 発酵促進に係る指標

2. 実験結果

2.1 バイオ炭の性状

400ºC～800ºC への温度上昇に従い、電気伝導率および比表面積の増大が確認され、逆に親水性は低下した。特に電気伝導率の変動は大きく、400、600ºC では通電しなかったのに対して、800ºC において 1 cm/S 程度とカーボンブラックに匹敵する数値を示した。CO_2 雰囲気下で生成したバイオ炭は比表面積、細孔容積の増大が著しく、前者は窒素雰囲気下の同温度で生成したバイオ炭の 2 倍以上の約 700 m^2/g まで増加した。灰溶出液を添加して生成したバイオ炭は、CO_2 雰囲気下で生成したバイオ炭と同様に高い比表面積を持つ上に、表面に $CaCO_3$ と思しき析出物を保持していた。親水性にも富み、FT-IR 分析によると $CaCO_3$ に特徴的なピークと O-H のピークが際立った。

2.2 発酵特性

400～800ºC で作成したバイオ炭を添加したメタン発酵実験においては、バイオ炭有無が促進指標に対してほとんどポジティブな影響を及ぼさなかった。800ºC において生成したバイオ炭のみ、メタン生成速度が添加なしの系よりも 5%上昇することを確認した。CO_2 雰囲気下で生成したバイオ炭はラグ時間、T_{80} に対して顕著な改善効果を示し、対照系と比較して前者は 5 日減少、後者は 0.64 倍となった。灰溶出液添加のバイオ炭はその傾向をさらに促進し、前者は 5.6 日以上、後者は 0.6 倍以下だった。一方で、CO_2 雰囲気下で生成した 2 種類のバイオ炭は、対照系や N_2 雰囲気で生成したバイオ炭の系と比較して最終的なメタン収率を 10～20%低下させた。これは多孔性、細孔の増大に起因する基質の吸着による結果であると推察された。

4. まとめ

高温処理および賦活化を伴う多孔質なバイオ炭は発酵による油脂のメタンへの変換をより短い時間で達成することに寄与した。親水的で $CaCO_3$ を保持した灰溶出水を添加したバイオ炭はその傾向を一層促進した。しかしながら、十分な時間経過後のメタン収率はバイオ炭無添加の場合よりも低下することがわかり、十分な発酵時間が確保できない高負荷処理や阻害性物質の処理への適用等には強みを発揮すると考えられた。

河川を介して海へ、放射性セシウムの移行量について

○樊 少艶[1]・那須 康輝[1]・福田 美保[1]・谷口 圭輔[2]・恩田 裕一[3]
（所属　1：福島県、2：津山高専、3：筑波大学）

東京電力福島第一原子力発電所事故によって放出された放射性核種が陸域に沈着した。河川を介して陸域から海域へ移行した ^{137}Cs は、その 9 割以上が土壌粒子や粘土鉱物などに付着した懸濁態（粒径＞0.45μm）として運ばれている[1]。事故から 12 年が経過し、環境中の空間線量率は十分に低下し、避難指示区域の解除が進み、住民の帰還が始まっている。帰還困難区域以外では、2018 年まで除染作業が完了しているが、未除染である森林域に初期沈着量の約 9 割の ^{137}Cs が残存していると考えられており[2]、これらの地域の下流域（福島県浜通り地域）では、^{137}Cs が継続して流出している可能性がある。本研究は懸濁態 ^{137}Cs に着目し、10 年間の ^{137}Cs 移行量と経時変化について考察を行った。

福島県内を流れ、太平洋に注ぐ 9 つの河川（阿武隈川・真野川・新田川・太田川・小高川・浅見川・藤原川・鮫川・請戸川）の下流域に、合計 11 の観測地点を設置した。各観測地点に浮遊砂サンプラーを設置して懸濁物質を捕集したほか、水位と濁度の連続観測も行った。懸濁態 ^{137}Cs 濃度を測定し、濁度から懸濁物質濃度を算出し、水位から河川流量を計算し、下記式により懸濁態 ^{137}Cs 移行量を算出した。

「懸濁態 ^{137}Cs 移行量」＝「懸濁態 ^{137}Cs 濃度」×「懸濁物質濃度」×「河川流量」

2012 年 10 月から 2020 年 12 月までに対象 9 河川を介して海洋へ移行した懸濁態 ^{137}Cs の総量は 1.7×10^{13}Bq であった。海洋へ流れ込む河川の懸濁態 ^{137}Cs 濃度は、事故直後の高濃度から 2020 年 12 月までに 1/10 から 1/100 まで低下した。その低減速度は、地点により異なっていた。この 10 年間に、各河川から海洋への懸濁態 ^{137}Cs 移行量は、流域初期沈着量の 0.1%－1.7%であった（図 1）。

今後も継続して調査を行い、流域の特徴（除染の実施の有無、河川比流量、上流域ダムの有無と集水域の割合）と ^{137}Cs 濃度、^{137}Cs 移行量の関係について検討を進める。

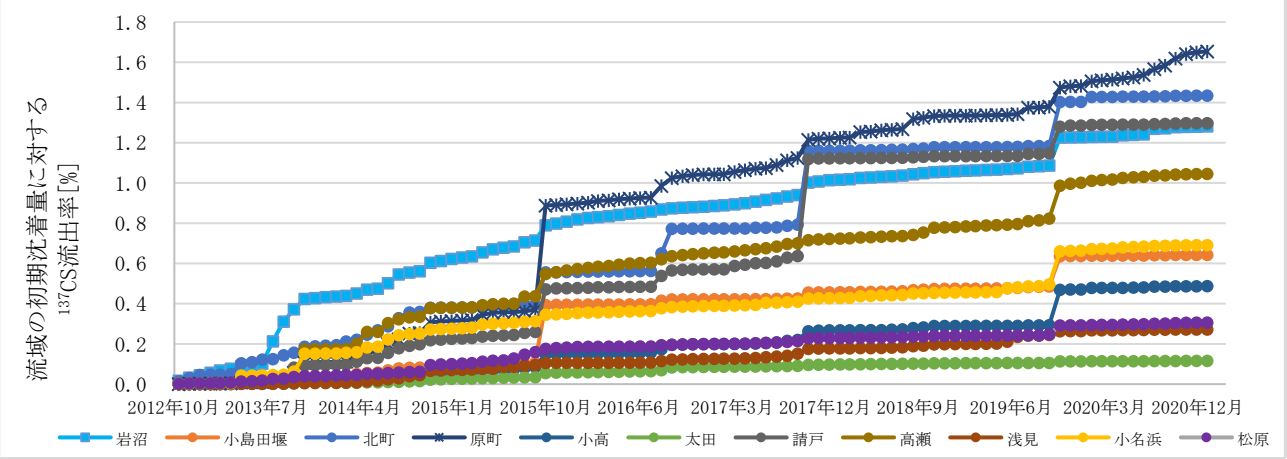


図 1　流域の初期沈着量に対する懸濁態 ^{137}Cs 累積移行割合

参考文献

[1] Taniguchi et al (2019) Environmental Science & Technology 53.21: 12339-12347.

[2] Onda et al (2020) Nature Reviews Earth & Environment, 1(12), 644-660.

生活環境では空間線量率が早く下がる！　その理由とは

○ 吉村 和也
（日本原子力研究開発機構）

福島第一原子力発電所事故の影響を受けた地域の多くは森林であり、市街地の占める割合は小さい。しかし、市街地は住民が長時間滞在する環境であり、森林に比べて公衆の被ばく線量に大きく影響する。そのため、市街地における空間線量率の減少傾向は放射線防護の観点において重要である。事故後の継続的な広域モニタリングにより、市街地の空間線量率は他の土地利用よりも速やかに減少することが報告されている。この要因の一つとして、土地利用により放射性セシウムの動態が異なることが挙げられる。特に、地表が主な線源である現在において、市街地に特徴的な舗装面は、草地などの土壌面と異なる放射性セシウムの動態により、空間線量率の低減に寄与している可能性がある。本研究は地表の放射性セシウムに着目し、その動態（水平方向への流失、及び鉛直方向への移動）が空間線量率の減少に及ぼす影響について評価した。

放射性セシウムは、水平方向へ流失、及び地中へ浸透することにより空間線量率の減少に寄与する。そこで除染など人間活動の影響がない地域において、土壌面と舗装面を対象に放射性セシウムの沈着量の減少傾向、及び鉛直方向への移動状況を調査した。放射性セシウム沈着量は、舗装面で放射性崩壊よりも速やかに減少し、水平方向へ流失していることが確認された一方、土壌面では放射性崩壊に伴って減少しており、水平方向への流失は認められなかった[1]。また放射性セシウムは、沈着してから5年以上経過しても舗装面でごく表層に保持されていた一方[2]、土壌面では時間と共に鉛直方向に移動していた。

本調査により得た水平方向への流失に伴う沈着量の減少速度や、鉛直方向への移動速度を考慮し、舗装面と土壌面を対象に放射性セシウムに由来する空間線量率の時間に伴う減少をシミュレートした（図1）。その結果、空間線量率は舗装面で土壌面よりも速やかに減少しており、放射性セシウムの動態に伴う空間線量率の減衰効果は、舗装面における流失で、土壌面における鉛直方向への移動よりも大きいことが示された。以上の結果は、舗装面を有する市街地において、他の土地利用よりも空間線量率が速やかに減少することを意味しており、従来の観測結果と符合するものである。このように、市街地に特徴的な放射性セシウムの動態は、速やかな環境回復に寄与することが示唆された。

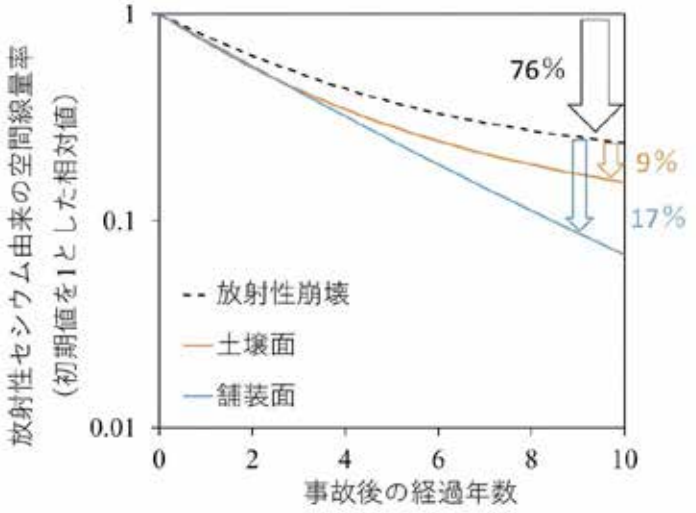


図1. 空間線量率のシミュレーション結果

参考文献

［1］ Yoshimura K., 2021. Journal of Nuclear Science and Technology, 59, 25-33.

［2］ Yoshimura K.et. al., 2020. Journal of Environmental Radioactivity, 217, 106213.

「赤とんぼ」の自動撮影モニタリング技術開発

○吉岡 明良
（所属：国立環境研究所・福島地域協働研究拠点）

自動撮影カメラ（カメラトラップ）は省力的、非侵襲的な生物調査が可能であり、立ち入りが制限されるような場所でも有効な調査手段として期待されている。国立環境研究所による原発事故に伴う避難指示区域のほ乳類モニタリングでも赤外線センサーを備えた自動撮影カメラが応用されている。一方、昆虫類調査では自動撮影カメラが十分に応用されていない。小型の変温動物である昆虫類はほ乳類のように赤外線センサーによる検出が容易ではないからである。演者らは避難指示とその解除に伴う稲作中断・再開による影響を受けている可能性があるアカネ類（アキアカネ、ノシメトンボ等の、秋の田んぼの風物詩「赤とんぼ」として知られているアカネ属に属するトンボ類）に着目し、自動撮影によるモニタリングの可能性を検討した。まず、アカネ類が竿の先にとまるという性質を利用して、安価で省電力な光センサーによってトンボを図 1 のように自動撮影する装置を開発した[1]。さらに、福島県農業総合センターの研究者らと協力しながら被災地周辺の営農再開水田等に装置を設置し、装置による自動撮影調査と人による目視調査の傾向が一致するのかを検証した[2]。その結果、秋期のアカネ類成虫に関して、装置による日あたり撮影頻度と畦畔沿いでの目視調査による個体数には統計学的に有意な正の相関があることが確認された（図 2）。また、ノシメトンボに関しては秋期成虫の日あたり撮影頻度と翌年初夏の畦畔沿い目視調査によるヤゴ羽化殻数にも有意な正の相関があることが確認された。これらの結果は、自動撮影によるモニタリング調査が里地里山の環境指標となる昆虫に適用可能であることを示唆している。

図 1. 自動撮影されたアカネ類

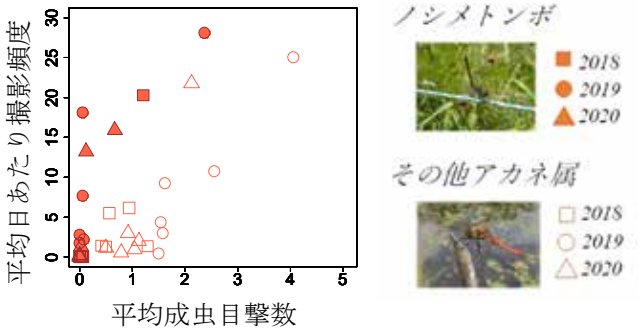


図 2. 秋のアカネ類成虫の人による調査と自動撮影による調査の関係（Yoshioka et al. 2023 を改変）

参考文献

[1] Yoshioka A., Shimizu A., Oguma H., Kumada N., Fukasawa K., Jingu S., Kadoya T. (2020) Development of a camera trap for perching dragonflies: a new tool for freshwater environmental assessment. PeerJ, 8, e9681

[2] Yoshioka A., Mitamura T., Matsuki N., Shimizu A., Ouchi H., Oguma H., Jo J., Fukasawa K., Kumada N., Jingu S., Tabuchi K. (2023) Camera-trapping estimates of the relative population density of Sympetrum dragonflies: application to multihabitat users in agricultural landscapes. PeerJ, 11, e14881

環境・まちづくり先進都市に見られる共創的プロセスの記述と展開

○戸川卓哉[1]，大西悟[1]，福島秀哉[2]，後藤良子[3]，五味泰子[3]
（1：国立環境研究所、 2： 株式会社上條・福島都市設計事務所、 3：URBANWORKS）

環境先進都市・まちづくり先進都市と呼ばれる都市・地域が存在し，それらの中には多主体の共創的プロセスにより地域の課題が克服され，新たな価値が創出されている事例も見られる．しかしながら，情報を包括的に整理・共有する枠組みが未整備であるため，得られた知見はそれぞれの現場で共有されるに留まっている．

本研究では，環境・まちづくり先進都市である岩手県紫波町，宮城県女川町，宮崎県日南市、岡山県真庭市、福島県飯舘村の資料文献調査及び政策担当者へのインタビュー調査に基づき，その地域づくりの過程において特徴的に現れる要素を抽出し，パターン・ランゲージの枠組みに基づいてパターンを抽出した．下図にその例を示す。さらに、抽出されたパターンの比較検討から先進事例に共通するプロセスの構造と地域ごとの特殊性について明らかにした。

図　パターンの記述例

また，抽出したパターンを福島県浜通り地域へ適用するためのワークショッププログラムを開発し内部で試行した。ワークショップ試行後には、各ツールの使い勝手や被災地域における適応感等について、参加者からフィードバックを得た結果、多くのパターンが浜通り地域において適合する可能性があることが示唆された。これにより、先進地域から他地域へと持続可能な地域づくりの技術・知識・経験を展開するための基本的な枠組みを構築することができた。

参考文献

[1] 戸川卓哉，大西悟，福島秀哉，後藤良子，五味泰子：パターン・ランゲージによる環境・まちづくり先進都市に見られる共創的プロセスの記述 ー紫波町，女川町，日南市を対象としてー，土木学会論文集D3，78（ 6 ），p. II_491-II_508，2022.

福島県を対象とした気候変動による洪水被害の経済的な影響評価

○TAN JIAZE
（所属　福島県）

「福島県地球温暖化対策推進計画」（令和５年３月改定）では、福島県は気候変動の影響が生じている又は影響が大きいと考えられる７つの分野（農林水産業、水環境・水資源、自然生態系、自然災害・沿岸域、健康、産業・経済活動、国民生活・都市生活）において、適応策を推進していくこととしている。また、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[1]。

「福島県の気候変動と影響の予測」では、各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は、建物等のストックの被害（直接被害）が中心で、限定的なものとなっている。気候変動が産業・経済活動分野にもたらす被害には、直接被害だけではなく、例えば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）が考えられる。直接被害が生じるのは一部の地域となる一方で、間接被害は地域間・産業間の関連性のために周辺地域にも波及し、被災地の復興に負の影響を及ぼす可能性も考えられる[2]。こうした間接被害の推計には、市場経済における価格メカニズムを基礎に置いたモデルである、「応用一般均衡モデル」が先行研究で用いられている[3]。これにより、自然災害がもたらす各産業の財・サービスの生産量や価格などの変化を明らかにすることができ、間接被害のより正確な推計が可能となる。

また、効果的な適応策の実施には、費用対効果の検討が重要であると考えられる。しかし、適応策の費用対効果に関する先行研究[4]は直接被害のみを対象としたものが多く、間接被害まで含めた費用対効果の評価はあまり行われていない。

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」で推計された気候変動予測の結果をもとに、先行研究を参考にしながら、「応用一般均衡モデル」を用いた洪水による経済被害の分析を行った結果を報告する。

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］　土屋哲、多々納雄一＆岡田憲夫(2006)「新潟県中越地震による経済被害の計量化の枠組み」土木学会論文集、23(2)、365-371.

［3］　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.

［4］　山本道、風間聡、峠嘉哉、多田毅＆山下毅 (2019) 「気候変動による洪水被害に対する緩和策と適応策の評価」土木学会論文集 G (環境)、75(5)、 15-23.

＜ポスター発表＞

（放射線計測部門）

トリチウム迅速分析法の検討

福島県　○橋本 晃佑、前川 暁洋、鈴木 崇之、吉田 博文

令和３年、政府がALPS処理水の海洋放出の方針を決定し、本年８月２４日から放出が開始され、県でもモニタリング体制を強化しながら監視を行っている。体制の強化に当たり、海水のトリチウム濃度を速やかに確認・公表することが重要であることから、従来よりも迅速なトリチウム分析法について検討を行ったので、結果を報告する。

従来の分析条件及び今回の検討条件

従来のトリチウム分析条件を以下に示す。

項目	条件等
前処理法	減圧蒸留
容器	100 mLテフロンバイアル
液体シンチレータ	Ultima Gold LLT(ﾚﾋﾞﾃｨ)
試料：液体シンチレータの混合比	50 mL: 50 mL
静置時間	１週間
トリチウム濃度測定方法	液体シンチレーションカウンター(LSC-LB7, 日本ﾚｲﾃｯｸ)によるβ線測定
測定時間	500 分/試料(50 分×17 回測定を行い、内10回分を濃度計算に使用)
検出下限値	0.4 Bq/L程度

従来法からの迅速化に向けて「静置時間」及び「測定時間」の短縮を検討した。一般に検出下限値は測定時間を長くすると低くなり、逆に測定時間を短くすると高くなる。本検討では検出下限値の目標を10 Bq/L程度とし、この水準となる条件を探すことにした。

また、試料量が減少すれば、前処理の時間を短縮できる可能性もあるため、試料：液体シンチレータの混合比について、50 mL：50 mLと10 mL：90 mLの２条件での比較も行うこととした。

静置時間の検討

試料と液体シンチレータの混合直後は疑似発光によりカウントが高くなるため、測定前には十分な静置時間が必要とされている。そこで、トリチウムをほとんど含まない水試料（以下、「BG水」という）と液体シンチレータを混合し、15分間蛍光灯照射後、10分測定を24時間程度継続して行い、カウントの傾向を確認した。

結果を図１、図２に示す。いずれの混合比においても、混合直後は高いカウントを計測するが、数時間程度経過するとカウントが減少することを確認した。これは国による検討結果とも一致している。(1)

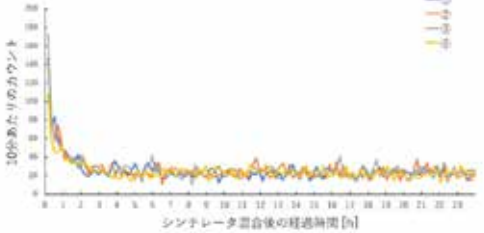


図１　BG水24時間カウント（試料：液体シンチレータ混合比　50 ml：50 ml）

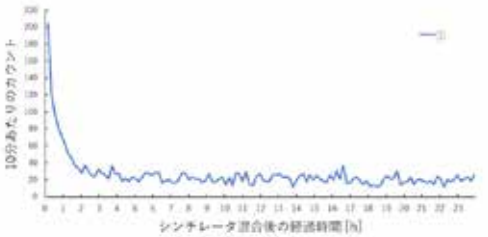


図２　BG水24時間カウント（試料：液体シンチレータ混合比　10 ml：90 ml）

（１）ALPS 処理水に係る海域モニタリング専門家会議（第６回）
資料３（別紙１）トリチウム分析法の分析時間と検出下限値について　https://www.env.go.jp/content/000094125.pdf

測定時間の検討

次に測定時間の検討を行った。0.39 Bq/L～500 Bq/Lの間の濃度に調製したトリチウム試料水（９種類）と液体シンチレータを混合し、５時間以上静置した後、１～100分間の測定を行った。各試料濃度及び混合比と測定時間の関係を図３に示す。

また、検出下限値が目標である10 Bq/L程度となった条件における各測定データを図４～７に示す。図６と図７を比較すると、平均値をとると同程度の検出下限値となる条件でも、測定時間が短いほど値のばらつきが大きくなる傾向が確認された。

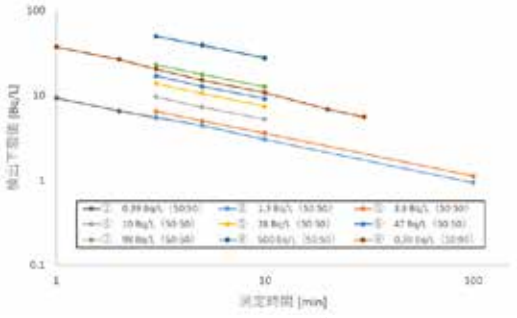


図３　測定時間と検出下限値の関係

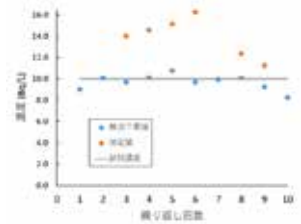


図４　試料濃度10 Bq/L、測定時間３分
（試料：液体シンチレータ混合比　50 ml：50 ml）

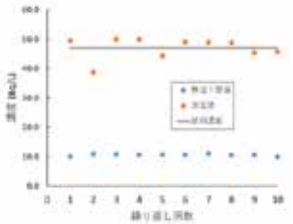


図５　試料濃度47 Bq/L、測定時間10分
（試料：液体シンチレータ混合比　50 ml：50 ml）

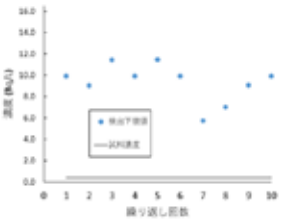


図６　試料濃度0.39 Bq/L、測定時間１分
（試料：液体シンチレータ混合比　50 ml：50 ml）

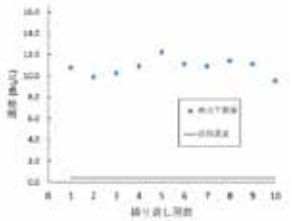


図７　試料濃度0.39 Bq/L、測定時間10分
（試料：液体シンチレータ混合比　10 ml：90 ml）

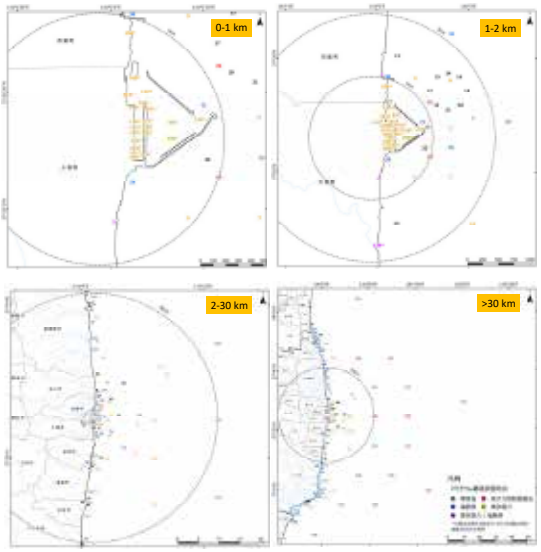
（放射線計測部門）

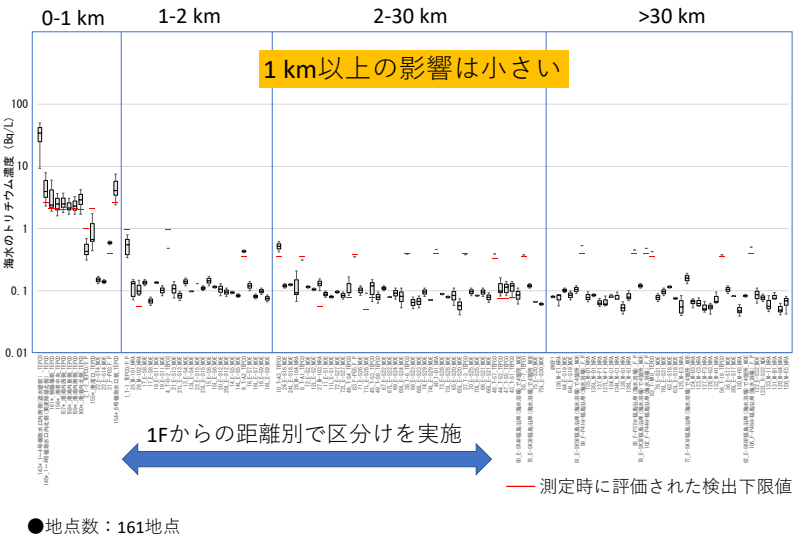
ALPS処理水の海洋放出に備えた環境モニタリングデータの解析

*1JAEA　*2NESI　○御園生 敏治*1、舟木 泰智*1、尻引 武彦*1、卜部 嘉*2、眞田 幸尚*1

原子力機構では、東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故後に開始された、「海域モニタリングの進め方」に沿って取得された、海水・海底土・海生生物の各放射性核種濃度のデータについて、取りまとめを進めています。原子力規制員会・水産庁・環境省・福島県・東京電力が公開した放射性核種のデータベースを一元化し、各観測地点のトレンドグラフを作成することで、異常値を迅速に報告できるように準備しています。

1Fからの距離に応じたカテゴリー分け

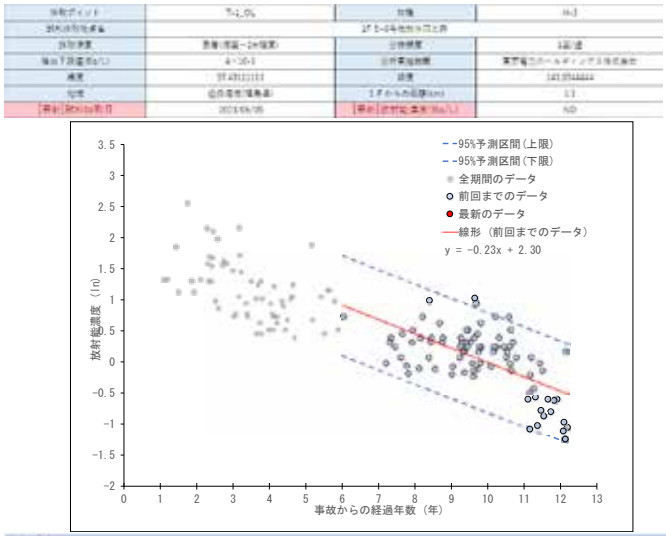




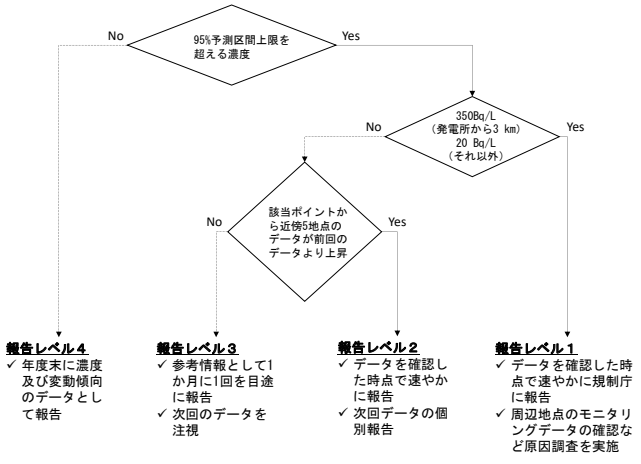
●地点数：161地点

各機関のデータの取りまとめと解析

- 既存のモニタリングデータから、95%の信頼区間、予測区間を計算し、その範囲外の値を過去の傾向と異なる数値として注視していきます
- これらの解析結果は、報告レベルに応じて対応していきます



- 報告レベルの考え方



原子力機構では、トリチウム濃度のみではなく、原子力規制委員会・水産庁・環境省・福島県・東京電力の各機関が公表するすべての核種に対して、統一したフォーマットに変更し、情報を一元化し、報告する取り組みを進めていきます

（除染・廃棄物部門）

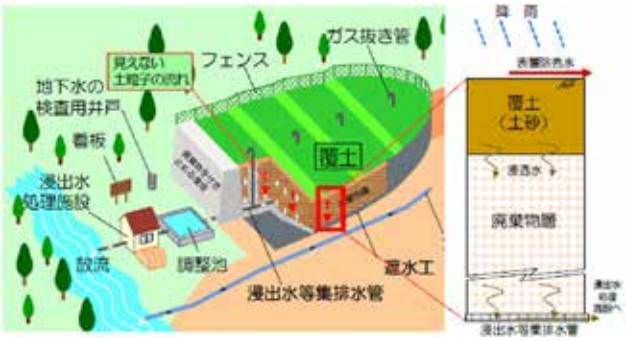
一般廃棄物最終処分場の浸出水に含まれる放射性セシウムとその他元素の関連性について

福島県　○髙瀬 和之、日下部 一晃、国分 宏城

福島県内の一般廃棄物最終処分場における浸出水の安全性評価の一環として、浸出水に含まれる放射性セシウム濃度の現状を明らかにして安全性を確認することを目的に、県内5処分場から取得した浸出水を各種分析装置を使って定量的に分析した。一連の分析結果から、放射性セシウム濃度と代表的な元素の関連性を調べ、処分場毎の特性を明らかにした。

1. 研究背景と目的

一般廃棄物最終処分場の安全性評価の一環として、福島県内の一般廃棄物最終処分場を対象に浸出水を分析したところ、ほとんどの処分場の放射性セシウム(Cs)濃度は数ベクレルと低い値だったが、一部の処分場では10 Bq/kgを超える値を示すことがわかった。そこで、各処分場の浸出水の特性を明らかにするために浸出水中の放射性Cs濃度と各種元素の関連性について調べた。



https://www-cycle.nies.go.jp/magazine/genba/201611b.html

処分場表面に降った雨は廃棄物層を流れて処分場底部から外部に流出する。

図１　一般廃棄物最終処分場の構造模式図

2. 浸出水の定量分析

福島県内の任意の5か所の一般廃棄物最終処分場(A, B, C, D, E)から取得した浸出水の定量分析は、ゲルマニウム半導体検出器、誘導結合プラズマ発光分光分析装置、誘導結合プラズマ質量分析装置などを使って行った。分析は、放射性セシウム137(^{137}Cs)の他に塩化物イオン(Cl^-)や電気伝導度及びナトリウムなどの代表的な元素に対して行った。

3. 定量分析結果

A、B、C、D及びEの各処分場における浸出水の分析結果を図2～図7に示す。図2からA処分場の放射性^{137}Cs濃度は2015年以降は10Bq/L前後を推移する一方、その他の処分場は現状では3Bq/L未満であることがわかった。図3～図7は放射性^{137}Cs濃度と塩化物イオン、電気伝導度及びその他元素の関連性を示したグラフである。放射性^{137}Cs濃度の増加とともに右肩上がりの傾向が見られた。ただし、図7に示すストロンチウム濃度の場合、処分場CとDの結果(赤破線で囲んだ部分)はわずか2Bq/Lの放射性^{137}Cs濃度の変化に対してストロンチウム濃度が大きく増加する傾向が見られた。

4. まとめ

福島県内5か所の一般廃棄物最終処分場の浸出水の分析結果から、放射性^{137}Cs濃度と各種元素の関連性が明らかになった。今後は放流水や地下水の分析も加えて、各処分場の特性の違いを総合的に評価したいと考えている。

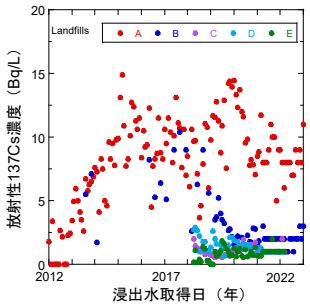


図２ 各処分場における浸出水中の放射性^{137}Cs濃度の経時変化

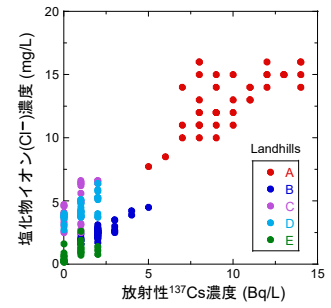


図３ 処分場毎の浸出水中の放射性^{137}C濃度と塩化物イオンの関係

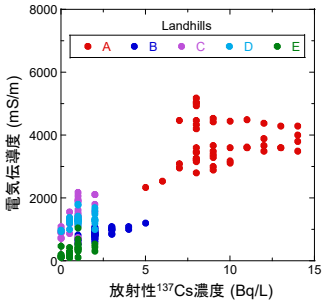


図４ 処分場毎の浸出水中の放射性^{137}C濃度と電気伝導度の関係

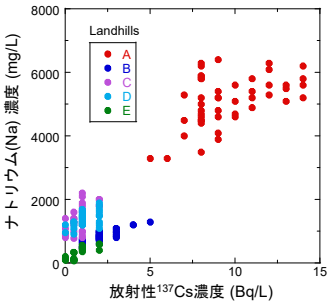


図５ 処分場毎の浸出水中の放射性^{137}C濃度とNaの関係

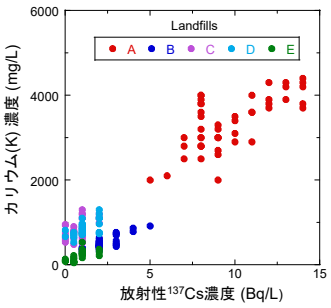


図６ 処分場毎の浸出水中の放射性^{137}C濃度とKの関係

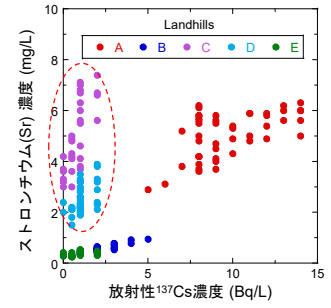


図７ 処分場毎の浸出水中の放射性^{137}C濃度とSrの関係

（除染・廃棄物部門）

一般廃棄物最終処分場の表面から深さ方向の放射性セシウム濃度の現状

福島県　○髙瀬 和之、日下部 一晃、国分 宏城

一般廃棄物最終処分場の放射線影響評価の一環として、処分場表面から深さ100 cmまでの任意の位置で採取した廃棄物に含まれる核種をゲルマニウム(Ge)半導体検出器を使って定量的に分析し、処分場内部の放射性セシウム(Cs)濃度の現状を定量的に明らかにした。

1. 研究背景と目的

一般廃棄物最終処分場では、浸出水中の放射性Cs濃度を定期的に測定し、安全性を確認することが義務付けられている。測定の結果、いくつかの処分場間で浸出水中の放射性Cs濃度が有意な差を生ずることが判明し、この要因の１つとして、浸出水中の放射性Cs濃度は処分場内の放射性Cs存在量に依存すると考えた。そこで、処分場表面から深さ100 cmまでの任意の位置で廃棄物を採取し、処分場内部の放射性Cs濃度の現状を定量的に調べた。

2. 廃棄物の採取と分析

分析する廃棄物は次のように採取した。

① 処分場表面に対して穴を掘る場所を選定する。
② 選定場所の表面から廃棄物を100cm^{3}程度採取する。
③ 直径10 cmの穴を開ける（図1）。
④ 設定した深さまでドリルで掘り進める(図2、図3)。
⑤ 廃棄物を100cm^{3}程度採取する（図4）。
⑥ 深さ100 cmに達するまで④と⑤を繰り返す。
⑦ Ge半導体検出器で採取した廃棄物の核種分析を行う。

図1 直径10cmの穴

図2 ドリルによる穴掘り

図3 深さの確認

図4 採取した廃棄物の一部

3. 定量分析結果

定量分析結果を図5～図7に示す。Case1～Case 3は同一処分場の異なる3地点の結果を表している。

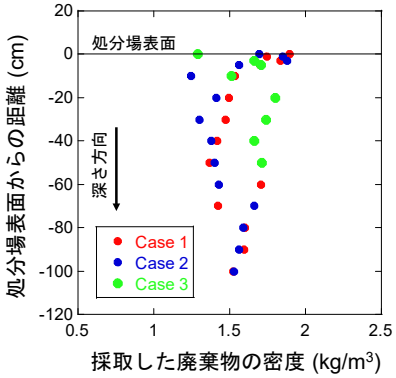


図5 深さ方向の密度分布

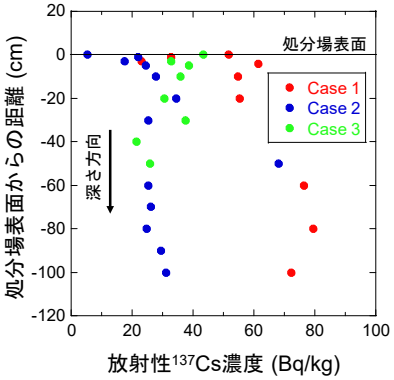


図6 深さ方向の放射性^{137}Cs濃度分布

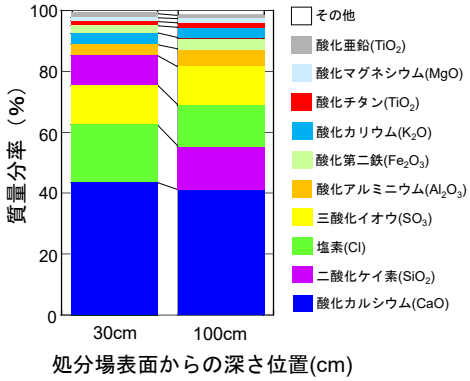


図7 質量分析の結果

4. まとめ

本研究によって、一般廃棄物最終処分場の表面から深さ100 cmまでの範囲における放射性Csの濃度分布が明らかになった。今後は複数の処分場を対象に同様のデータを取得し、福島県内一般廃棄物最終処分場の立地場所と処分場内部の放射性Cs濃度の関係について明らかにする考えである。

（除染・廃棄物部門）

木質バイオマス燃焼利用施設での調査

○村沢 直治[1]、日下部 一晃[1]、倉持 秀敏[2]、万福 裕造[3]
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

放射性Cs（セシウム）濃度が100Bq/kg以下の木質バイオマスを燃焼利用している施設にて、木質バイオマスからその燃焼時に排出される飛灰や排ガスへの放射性Cs移行状況を調べるための調査を行った。その結果、今回の施設で採取したものと同程度の放射性Cs濃度の木質バイオマス（<14～<37Bq/kg）を燃焼炉内へ投入している限りにおいては、8,000Bq/kgを超える飛灰が生じる可能性は低く、バグフィルタは排ガス中の放射性Csとばいじんに対して高い除去効果を有していることが示された。

試料

今回は、1日につき表1に示す工程で合計9日間の試料採取を行った。また、今回試験を行った施設では、木質バイオマス受入時に放射性Cs濃度が施設側で設定した受入基準値以下であることを確実に確認し、基準値を超えるものは受入拒否が徹底されている。さらに、木質バイオマス（図1）とその飛灰に関しては、1日6回採取した試料を等量混合し、1つの代表試料としたものを各試験に用いた。

図1木質バイオマス

表1 採取工程

採取時刻	木質バイオマス	飛灰	バグフィルタ入口排ガス	バグフィルタ出口排ガス
9:00				
10:00	○	○	10:00～16:00	10:00～16:00
11:00	○	○		
12:00	○	○		
13:00	○	○		
14:00	○	○		
15:00	○	○		
16:00				
17:00				
試料数/日	6	6	1	1

試験

放射性Cs濃度測定及びJIS K 0058-1溶出試験

各種試料の放射性Cs濃度を調べるため、Ge半導体検出器を用いて測定した。また、各種試料の含水率は、105℃に設定した恒温槽に試料を24時間保持した際の重量減量分から算出を行った。さらに、一時保管や埋立処分の過程で試料が水分と接触した際の放射性Cs溶出特性を調べるため、JIS K 0058-1溶出試験を行った。

バグフィルタによる排ガス中の放射性Cs除去効果確認試験

燃焼炉からの排ガスがバグフィルタを通過することにより、排ガス中の放射性Csがどの程度除去できているかを調べるため、バグフィルタの入口と出口で排ガス中の放射性Cs濃度等を測定し、2か所における放射性Cs量を算出し、その差からバグフィルタによる放射性Cs除去効果の確認を行った。排ガス中の放射性Cs濃度測定方法は、「廃棄物関係ガイドライン第5部放射能濃度等測定方法ガイドライン」に定められているJIS Z 8808「ダスト濃度測定方法」に準拠して行った。

結果と考察

表2 採取試料の放射性Cs濃度

採取日	木質バイオマス (Bq/kg-wet)				木質バイオマス燃焼飛灰 (Bq/kg-wet)			
	^{134}Cs	^{137}Cs	合計	含水率 (%)	^{134}Cs	^{137}Cs	合計	含水率 (%)
1日目	< 4	23	< 27	47	86	1,800	1,886	8
2日目	< 4	13	< 17	51	98	2,100	2,198	6
3日目	< 3	13	< 16	46	110	2,600	2,710	8
4日目	< 4	20	< 24	52	88	2,000	2,088	10
5日目	< 4	21	< 25	52	140	3,200	3,340	10
6日目	< 3	11	< 14	45	94	2,100	2,194	6
7日目	< 4	33	< 37	48	110	2,600	2,710	7
8日目	< 4	13	< 17	50	160	3,700	3,860	7
9日目	< 4	32	< 36	46	150	3,500	3,650	8

表3 飛灰溶出液の放射性Cs濃度と溶出率

採取日	木質バイオマス燃焼飛灰溶出液 (Bq/L)			放射性Cs溶出率 (%)	pH	EC (mS/m)
	^{134}Cs	^{137}Cs	合計			
1日目	5	110	115	61	12.88	826
2日目	2	56	58	26	12.93	426
3日目	5	120	125	46	12.95	846
4日目	4	83	87	42	11.95	488
5日目	6	130	136	41	12.72	560
6日目	4	93	97	44	12.85	534
7日目	5	100	105	39	11.93	535
8日目	8	200	208	54	12.68	847
9日目	9	190	199	55	12.55	760

表4 排ガス（バグフィルタ入口）の分析結果

採取日	放射性Cs濃度 (Bq/m^3)						ばいじん濃度 (g/m3)
	ろ紙部			ドレン部			
	^{134}Cs	^{137}Cs	合計	^{134}Cs	^{137}Cs	合計	
1日目	0.09	2.1	2.19	< 0.10	< 0.08	< 0.18	1.6
2日目	0.11	2.4	2.51	< 0.08	< 0.09	< 0.17	0.9
3日目	0.09	2.2	2.29	< 0.09	< 0.08	< 0.17	0.52
4日目	0.09	1.8	1.89	< 0.09	< 0.08	< 0.17	0.77
5日目	< 0.07	1.8	< 1.87	< 0.09	< 0.09	< 0.18	0.42
6日目	0.15	3.5	3.65	< 0.07	< 0.09	< 0.16	1.1
7日目	0.18	4.3	4.48	< 0.09	< 0.09	< 0.18	0.88
8日目	0.09	2.5	2.59	< 0.08	< 0.08	< 0.16	0.47
9日目	0.21	4.6	4.81	< 0.09	< 0.08	< 0.17	1.2

表5 排ガス（バグフィルタ出口）の分析結果

採取日	放射性Cs濃度 (Bq/m^3)						ばいじん濃度 (g/m3)
	ろ紙部			ドレン部			
	^{134}Cs	^{137}Cs	合計	^{134}Cs	^{137}Cs	合計	
1日目	< 0.008	< 0.006	< 0.014	< 0.03	< 0.03	< 0.06	< 0.001
2日目	< 0.007	< 0.006	< 0.013	< 0.04	< 0.04	< 0.08	< 0.001
3日目	< 0.007	< 0.006	< 0.013	< 0.04	< 0.04	< 0.08	< 0.001
4日目	< 0.007	< 0.006	< 0.013	< 0.04	< 0.04	< 0.08	< 0.001
5日目	< 0.008	< 0.007	< 0.015	< 0.03	< 0.04	< 0.07	< 0.001
6日目	< 0.010	< 0.009	< 0.019	< 0.04	< 0.04	< 0.08	< 0.001
7日目	< 0.008	< 0.007	< 0.015	< 0.04	< 0.04	< 0.08	< 0.001
8日目	< 0.009	< 0.008	< 0.017	< 0.03	< 0.03	< 0.06	< 0.001
9日目	< 0.008	< 0.007	< 0.015	< 0.04	< 0.04	< 0.08	< 0.001

- 表2に示す程度の放射性Cs濃度の木質バイオマスを燃焼炉内へ投入し燃焼させている限りは、指定廃棄物の基準となる8,000Bq/kgを超過する飛灰が生じる可能性は限りなく低いと予想される。
- 一般廃棄物焼却飛灰からの放射性Cs溶出率は、80%を超過することが示唆されてきているが、木質バイオマス燃焼飛灰の放射性Cs溶出率の値は、付着土壌の多い廃棄物等を燃焼させた際に生じる飛灰の値に近い傾向となった。

- バグフィルタ入口と出口での排ガス中の放射性Csの測定結果から、排ガスがバグフィルタを通過することによって、排ガス中の放射性Csはばいじんとともに高度に除去され、バグフィルタは放射性Csとばいじんに対して高い除去効果を有していることが示された。

（除染・廃棄物部門）

仮置場跡地の利用に伴う被ばく線量評価

福島県　○日下部 一晃、小磯 将広

原状回復後の仮置場跡地の利用に伴う追加被ばく線量を、様々な土地利用に応じて評価する手法を確立するため、放射性セシウムの単位濃度（1 Bq/kg）あたりの追加被ばく線量を年齢区分別に計算した。更に、実際の仮置場跡地の表土のセシウム濃度や空間線量率を放射性セシウム濃度に変換した値を上記の計算結果に乗じることで追加被ばく線量を土地利用の種類ごとに計算した。
結果、追加被ばく線量の計算値が最も大きくなる住宅利用の事例においても1 mSv/年を下回った。

はじめに

・除染で発生した放射性物質を含む土や廃棄物は、仮置場で一時的に保管される。
・仮置場は、原則として従前の土地利用を考慮して原状回復される。
・汚染状況重点調査地域では、市町村等が空間線量率等の測定を行い、除去土壌等の保管による明らかな汚染が無いことを確認することとなっている。
・一方で、仮置場に事故直後に沈着した放射性物質が残っている場合や、万が一の可能性ではあるが除去土壌等の保管によって仮置場の土壌が汚染され、且つそれが見逃されることも考えられる。
・本研究では、汚染状況重点調査地域の仮置場跡地の利用における安全性を追加的に確認するため、被ばく線量評価を行った。

方法

・様々な土地利用（農地、森林、居住場所等）や被ばく経路（図1）を想定し、全年齢区分を対象に解析した。
・土地利用と年齢区分に応じて、放射性セシウム単位濃度（1 Bq/kg）あたりの追加被ばく線量を求めた。
・また、事例評価として、仮置場跡地の表土中の放射性セシウム濃度（3か所）や空間線量率（571か所）を用いて追加被ばく線量を求めた。

図 1　想定した被ばく経路

結果

・仮置場の空間線量率を用いた被ばく線量評価の結果を図2に示す。
・大人を対象とした計算では、仮置場跡地を居住場所（住宅等）とする場合が0.094 mSv/年で最大値となった（子供の場合は0.14 mSv/年）。
・この値は、追加被ばく線量の長期的な目標値である1 mSv/年の10分の1程度である（子どもの場合は7分の1程度）。
・平均値ではなく極端なパラメータ値を用いたケースでは、大人の追加被ばく線量の最大値が0.56 mSv/年となった。（子供の場合は0.71 mSv/年）
・これは実際に起きる可能性が極めて低い状況を想定した計算であり、それでもなお1 mSv/年を下回った。

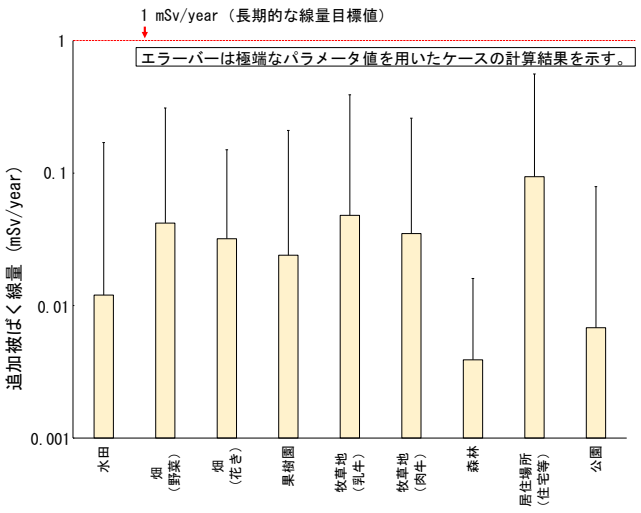


図 2　仮置場の空間線量率を用いた被ばく線量評価結果（大人のみ）

（除染・廃棄物部門）

セメント固型化が困難な溶融飛灰への対策とその意義

国立環境研究所　○山田　一夫、遠藤　和人　北海道大学　市川　恒樹、安河内　隆仁、東條　安匡

東京電力福島第一原子力発電所事故後の放射性Csで汚染した焼却飛灰のセメント固型化はすでに事業が行われている。一方で、中間貯蔵施設内における熱処理により生じる溶融飛灰については、洗浄・濃縮及び安定化に係わる実証事業が行われているが、直接セメント固型化するという選択肢もある。ただし、溶融飛灰には硬化阻害成分（亜鉛等）が含有され、固型化困難な場合もある。そこで、対策を講じ、灰洗浄濃縮と比較して特徴を説明する。

溶融飛灰の組成とセメント硬化阻害

代表的セメント硬化阻害成分（XRF）

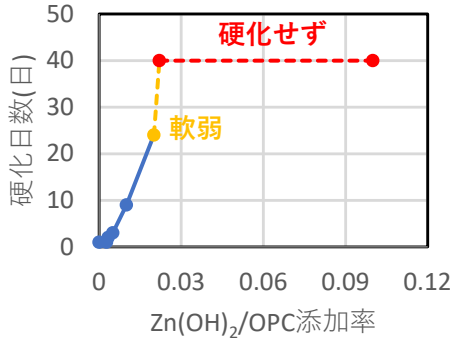
硬化阻害成分	含有量(%)		
	ｽﾄｰｶ飛灰*	溶融飛灰*	検討試料
P_2O_5	0.6～1.3	0.2～2.2	5.9
CuO	0.08～0.15	0.4～1.1	0.9
ZnO	0.9～2.5	1.1～6.0	27

*文献情報による組成範囲

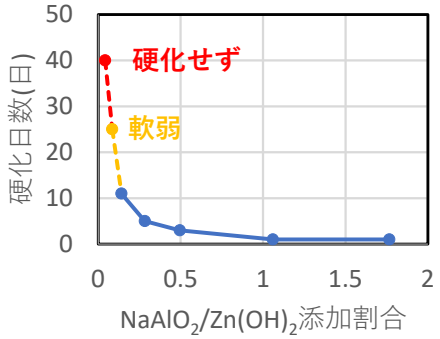
検討した溶融飛灰の主成分（XRD）
KCl、NaCl、ZnO、アルミノリン酸Na、リン酸Fe、硫酸Na、ほか

硬化阻害成分の検証と対策

- 普通セメント（OPC）に$Zn(OH)_2$を添加し、硬化阻害が起きる添加割合を調査
- W/C=0.50，40℃封緘養生



- $Zn(OH)_2$をOPCの10%添加し、アルミン酸Naにより硬化阻害の解消を試みた。
- ハイドロカルマイト$Ca_2(Al(OH)_6)Cl(H_2O)_2$に亜鉛酸アニオンが固定されると推定。



溶融飛灰（MFA）のセメント固型化の要求性能

- 流し込み成形可能な流動性：φ50H50 mmの円筒からの引き抜きスランプフロー70 mm以上
- 圧縮強度：0.98 MPa（材齢7日）
- セメント固型化体体積が元のMFA体積以下

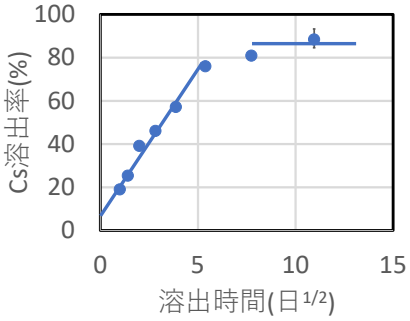
溶融飛灰（MFA）のセメント固型化実験

- MFA（一般施設）　かさ密度0.59 g/cm3, Cs=32 ppm
- BB高炉セメントB種(六価クロム溶出防止のため)
- 水道水+減水剤：ポゾリスNo.70
- 硬化促進剤：$NaAlO_2$，$CaCl_2$，半水石膏
- 流動性：内径φ50H50 mmの円筒
- 圧縮強度：φ50H100 mm円柱（24℃室内11日間封緘養生）

No	配合割合							フロー	強度
	水	BB	MFA	減水剤	$NaAlO_2$	$CaCl_2$	石膏	mm	MPa
1	1	1	0.8	-	-	-	-	50	未硬化
2	0.6	1	1.0	0.25	-	-	-	76	未硬化
3	0.6	0.95	1.0	0.25	-	-	0.05	57	未硬化
4	0.6	0.90	1.0	0.25	-	0.10	-	57	0.19
5	0.6	0.80	1.0	0.25	-	0.20	-	58	0.59
6	0.6	0.95	1.0	0.25	0.05	-	-	71	1.9
7	0.6	0.90	1.0	0.25	0.10	-	-	73	6.1
8	0.6	0.92	1.0	0.25	0.05	0.02	-	53	0.94

MFAｾﾒﾝﾄ固型化からのCs溶出

- 液固比10、200rpmの撹拌、液相のCsを定量
- 初期溶出は拡散律速だが、全溶出



まとめ

- ZnOを硬化阻害成分と仮定し、$NaAlO_2$添加で必要強度を実現
- 他の阻害要因も要検討
- セメント固型化体容積を元のMFA容積の74%に削減
- 灰洗浄・濃縮工程の開発が必要、かつ処分施設検討も必要
- 灰洗浄・濃縮に比べ、処理・処分の手法は確立済み+実績あり
- 管理型処分場が手当てできれば、技術的困難さは小さく、費用算定の確度も高い

参考文献：市川恒樹、山田一夫、東條安匡、亜鉛含有汚染飛灰のセメント固型化に対するアルミン酸ナトリウムの添加効果、第12回環境放射能除染学会研究発表会（投稿中）、安河内隆仁、山田一夫、新井裕之、東條安匡、市川恒樹、遠藤和人、溶融飛灰のセメント固型化手法の検討、同前

（除染・廃棄物部門）

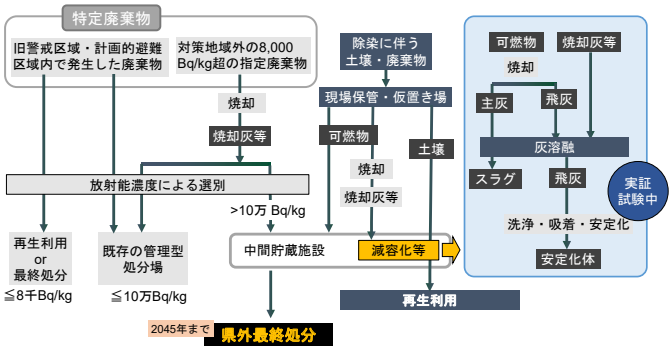
県外最終処分に向けた導入技術システムのシナリオ分析

国立環境研究所　○三成 映理子、山田 一夫、遠藤 和人、大迫 政浩

東京電力福島第一原子力発電所事故および環境再生事業によって発生した放射性物質に汚染された除去土壌や廃棄物等の県外最終処分実現に向けて、現在様々な減容化・再生利用等の処理技術に関する研究開発が行われている。県外最終処分までの一連の流れにおいて、様々な減容化技術の選択肢があり、本研究では複数の処理・処分プロセスを考慮したシナリオの設定および比較検討を実施する

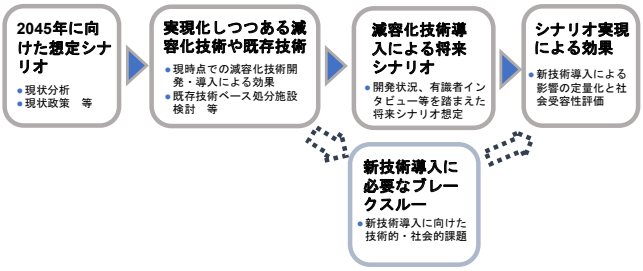
研究背景

- 2024年度が県外最終処分に向けた減容化基盤技術開発を終える戦略目標
- その後、県外最終処分の方式具体化予定



研究目的

- 県外最終処分実現に向けて、廃棄物等の減容化における複数の導入技術を考慮したシナリオ分析を実施
- 減容化技術の選択と県外最終処分場の施設成立性の関係を整理することで国民の理解醸成に貢献



研究内容

- 減容化技術開発の動向を踏まえつつ、「国民の社会受容性」および「減容化技術導入」の軸により三つの将来シナリオを設定
- 将来シナリオに沿って以下項目を推計
  - マスバランス解析を通した廃棄物量・二次廃棄物量
  - 当該分野における処理・処分費用

図1.　将来シナリオの考え方と評価方法

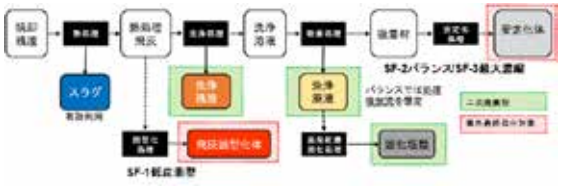
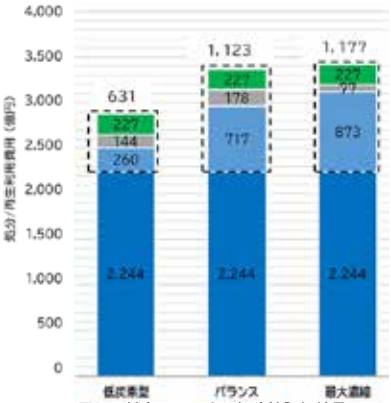


図2.　評価シナリオのマテリアルフロー

表1　各処理・処分シナリオにおける固型化・安定化体および二次廃棄物発生物質量

シナリオ	低炭素型	バランス	最大濃縮
固型化・安定化体発生物質量 (t)	999	1600	120
放射能濃度 (Bq/kg)	10万	800万	11,000万
低炭素型との比	100%	▲98%	▲99%
二次廃棄物発生物質量（焼却灰対象のスラグは含めない）	0.0	78.6	10.1
	スラグはいずれのシナリオにおいても36万t発生することを想定		
バランスとの比	—	—	▲87%

県外最終処分対象となる固型化・安定化体の削減を図ることによって二次廃棄物が発生するため、適正処理が課題



費用計算の考え方

再生利用費用：
発生したスラグの再生利用
（輸送費:県外への片道300km程度を想定）
処分費用：集約処分場を想定
⇒分散処分場/重金属の処分費用考慮要
⇒運搬費用を想定（距離600km）
⇒維持管理費用なし

飛灰処理費用：以下の処理費用を考慮
洗浄処理　蒸発乾固処理
吸着処理　吸着剤安定化
排水処理　飛灰固型化

⇒放射線防護費用等　不確定要素有

熱処理費用：処理方法の違いによる追加費用発生の可能性有

凡例

図3.　将来シナリオの経済性評価結果

まとめ・今後の予定

- 各減容化技術のコスト面や溶出抑制効果の特徴を踏まえ、実証試験結果を反映することによるマスバランスと経済性評価の精緻化がキー
- 安全評価を通した最終処分時の被ばく影響を評価することで環境安全性を示す

（除染・廃棄物部門）

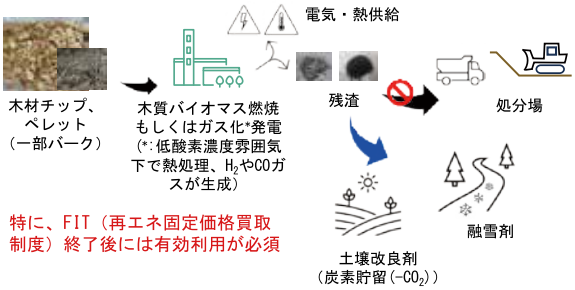
木質バイオマス発電残渣(燃焼灰及び炭化物)の有効利用に関する基礎的検討

国立環境研究所　○倉持 秀敏、小林 拓朗　福島県　村沢 直治、日下部 一晃

木質バイオマス燃焼発電及びガス化発電施設から、残渣として排出される燃焼灰や炭化物を採取し、それらを土壌改良剤や融雪剤として有効利用することを想定し、両残渣に対して規制重金属に関する含有量や溶出特性を明らかにした。燃焼灰については一部土壌汚染対策法の基準を超過するケースがあるものの、炭化物は基準を満たし、直接利用の可能性が示唆された。また、炭素貯留法としても期待される。

背景と目的

近年、木質バイオマス燃焼発電やガス化発電施設の稼働が増えているが、将来に向けて残渣の有効利用が課題となる。本研究では、残渣である燃焼灰及び炭化物に含まれる規制重金属の含有量等の実態を明らかにし、それらの利用可能性を評価した。



特に、FIT（再エネ固定価格買取制度）終了後には有効利用が必須

調査方法

調査施設と試料（図1参照）

- 木質バイオマス燃焼発電施設（流動床式2施設(A,B施設)、ストーカ式1施設(C施設)）から燃焼灰を採取
- 木質ペレットを原料とする小型ガス化発電施設1施設（ダウンドラフトガス化方式、D施設）から炭化物を採取

含有量分析法

王水分解等により重金属を水溶液に溶解させ、高周波誘導結合プラズマ-発光分析法及び質量分析法(ICP-AES or MS)にて、規制重金属（As,Cd,Cr,Pb,Se,Cu,Zn等）の定量を実施。炭化物では、灰化処理(600℃で3時間)を前処理として実施。

溶出試験（図2参照）

JIS K 0058-1に準拠した試験を実施し、溶出液中の重金属濃度を含有量分析法と同様な方法で定量分析した。

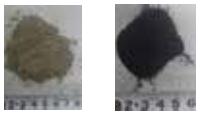


図1 燃焼灰（左）及び炭化物（右）

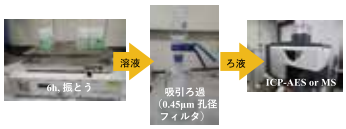


図2　溶出試験の概略

結果と考察

１）燃焼飛灰

- ✓ 流動床式の燃焼飛灰の含有量については基準をほぼ満たすが、溶出基準については、図3のようにCr、Se、As、Pbについては基準を超過。土壌改良剤や融雪剤の利用では注意
- ✓ B施設では、上流から下流側の各種灰のPb含有量は下流に行くほど高濃度(図4参照)　➡採取位置の工夫で基準値超過を抑制できる可能性
- ✓ C施設のストーカ式でも灰の排出場所で傾向が異なる（表1参照）

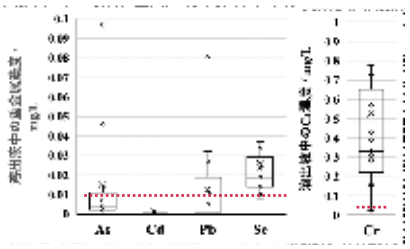


図3 A・B施設の燃焼飛灰の溶出液中の規制重金属濃度と土壌汚染対策法の基準値（赤線）

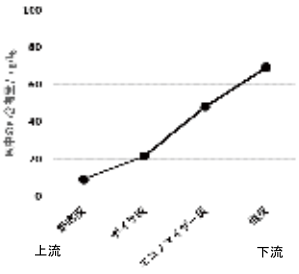


図4 B施設の各種灰中のPb含有量

２）炭化物

- ✓ 表1のように含有量及び溶出基準もクリア　➡土壌改良剤として利用可
- ✓ 農用地に係る基準値（Cu及びZn含有量）も満たす（図5参照）➡より広い用途に利用可
- ✓ 炭化物の熱しゃく減量が75.1%
  ➡炭素含有量が極めて高く、炭素貯留の効果・CO_2排出権取引も期待

表1 C及びD施設の残渣中の規制重金属含有量及び溶出液中の濃度と土壌汚染対策法の基準値

		As	Cd	Pb	Se	Cr
	含有量基準 (mg/kg)	150	150	150	150	250
	溶出基準 (mg/L)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05
C施設の主灰	含有量 (mg/kg)	5.11	<0.2	16.3	<8	84.6
	溶出液濃度 (mg/L)	0.001	<0.001	<0.001	<0.003	0.024
C施設の飛灰	含有量 (mg/kg)	15.6	4.24	58.7	<9	94.8
	溶出液濃度 (mg/L)	0.002	<0.001	<0.001	0.018	0.162
D施設の炭化物	含有量 (mg/kg)	0.210～0.291	1.02～1.42	1.57～2.68	<0.45	2.56～4.65
	溶出液濃度 (mg/kg)	0.001～0.002	<0.001	<0.001	<0.003	<0.001

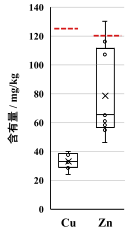


図5 炭化物中の規制重金属含有量と農用地に係る規制値（赤線）

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（JPMEERF20211002）により実施した。

（環境動態部門）

帰還困難区域内及びその周辺域に分布するイノシシの放射性セシウムのモニタリング

福島県　○小松 仁、村上 貴恵美、神田 幸亮、稲見 健司、壁谷 昌彦　**東京農業大学**　根本 唯
University of Georgia 斎藤 梨絵

帰還困難区域及びその周辺域のイノシシの放射性セシウム濃度のモニタリングを2016年から2023年にかけて行った。その結果、帰還困難区域及びその周辺のイノシシの放射性セシウム濃度は、福島県内の他の地域と比べて一桁以上高い濃度で推移していることが分かった。

背景

県では、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故後、野生鳥獣肉の放射性核種濃度を測定している（図1）

^{137}Cs土壌沈着量と筋肉中^{137}Cs濃度に正の相関関係があることが分かった（図２）

将来的な出荷制限解除に向け、高濃度汚染された地域（帰還困難区域やその周辺域）の現状把握が必要である。

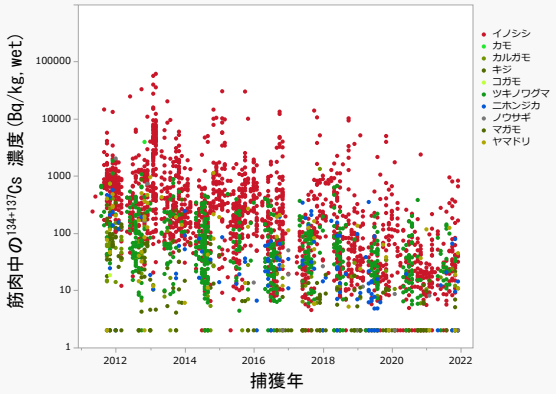


図1. 2011年から2021年公表分の野生鳥獣の放射性セシウムモニタリング結果

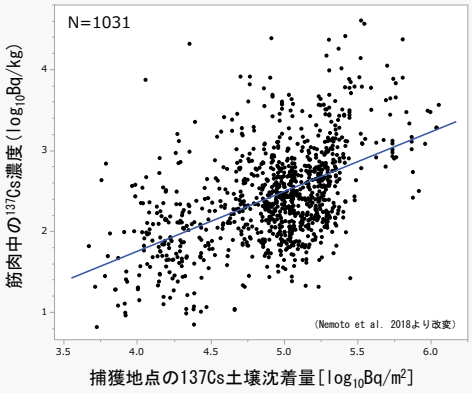


図2. 福島県の^{137}Cs土壌沈着量とイノシシの筋肉中^{137}Cs濃度の関係

結果

地域間の濃度を比較すると帰還困難区域及びその周辺域＞浜通り＞中通り＞会津であった（図3）

帰還困難区域では他の地域と比べて一桁以上高い濃度で推移していた（図4）

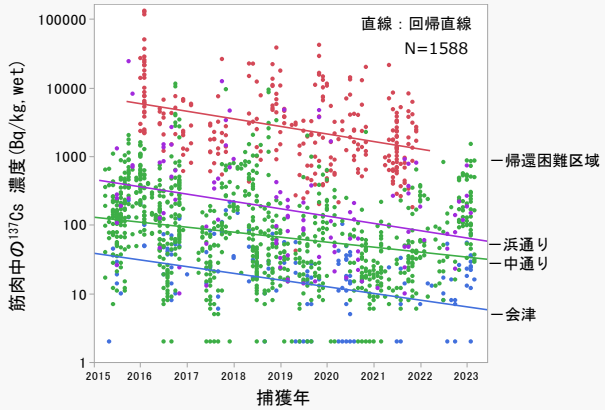


図3. 福島県全域におけるイノシシ筋肉中の^{137}Cs濃度

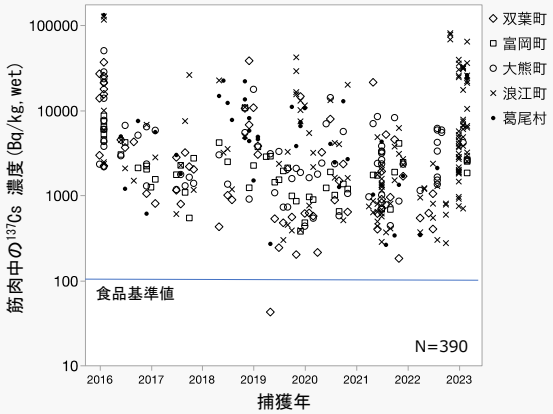


図4. 帰還困難区域周辺域におけるイノシシ筋肉中の^{137}Cs濃度

方法

サンプル：環境省より提供を受けた筋肉試料の放射性セシウム濃度をGe半導体検出器により測定

調査期間：2016年1月～2023年3月

対象地域：帰還困難区域を含む5町村（双葉町、富岡町、大熊町、浪江町、葛尾村）

（環境動態部門）

浮遊砂サンプラーを用いた河川水の懸濁態^{137}Cs濃度

福島県　○福田 美保、那須 康輝、樊 少艶、F-REI　青野 辰雄、津山高専　谷口 圭輔

河川水の懸濁態 (粒径:>0.45 μm)^{137}Csがどのくらい存在し、下流へと運ばれているのか？を明らかにするために、福島県内(一部宮城県)の21河川、33地点に浮遊砂 (Suspended Solid: SS)サンプラーを設置し、調査を行った。近年の帰還困難区域における、河川水のSS(≒懸濁態)の^{137}Cs濃度は福島県内の他の河川とほぼ同程度の値であった。また^{137}Csは、粒径の小さい粘土鉱物や有機物に吸着しやすいことが分かっており、特に小さい粒径の分布について、試料採取方法に応じて違いが見られるのか調査を行った。

SSサンプラーの特徴

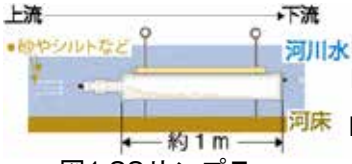


図1 SSサンプラー

- SSサンプラーは、上流部のチューブ(口径：4 mm)から流入した河川水がサンプラー内で流速が小さくなることで沈殿した粒子を捕集。
- 一定期間のSSを効率的に、かつ連続的に採取することができる。
- 吸引ろ過と比べて比較的安価で設置することが可能。
- 流れてくる流木やごみなどが引っかかってしまうなどの課題もある。

帰還困難区域を流れる河川(猿田川, 前田川)水の懸濁態^{137}Cs濃度

【研究の焦点】

SSサンプラーに捕集された粒子(≒懸濁態)^{137}Cs濃度 ⇔比較 河川水をフィルター(孔径0.45 μm)に通し(ろ過)その上に乗った粒子(=懸濁態)の^{137}Cs濃度

フィルターを通り抜けた粒子とろ液に溶存している(=溶存態)の^{137}Cs濃度
→ラドディスクに吸着

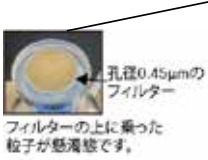


図2 試料採取地点(猿田川, 前田川)

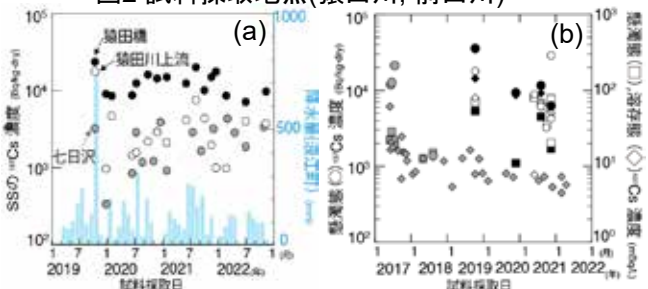


図3 (a)SSの^{137}Cs濃度と浪江町の降水量(※気象庁)
(b)河川水の^{137}Cs濃度

※気象庁 過去の気象データ：https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php?prec_no=36&block_no=0295&year=&month=&day=&view=

- (猿田橋)と(猿田川上流、七日沢)との間で、SSの^{137}Cs濃度は有意差が認められていた($p<0.01$) (図3a)。
- SSと河川水の懸濁態^{137}Cs濃度は、全体的に同程度(10^3-10^4 Bq/kg-dry)の値であった(図3a,b) 。
- 猿田橋と猿田川上流における、河川水の懸濁態^{137}Cs濃度は、顕著な違いがみられなかった(図3b) 。

試料採取方法の違いによる懸濁物質の粒度分布

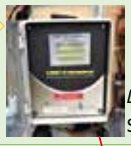
【研究の焦点】

SSサンプラーに捕集された粒子の粒度分布
→粒度分析装置で測定。

Partica LA960-V2,HORIBA製

⇔比較

現地での連続観測
（１時間ごとに河川水をポンプでくみ上げて測定）
→自動粒度分布分析装置



LISST-StreamSide, SEQUOIA製

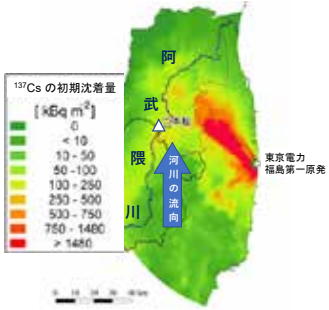


図4 調査地点（二本松）と^{137}Cs初期沈着量

図5 自動粒度分布分析装置の設置風景

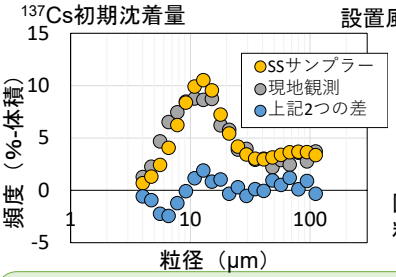


図6 2つの方法で測定した粒子の粒度分布
（2022年8-10月採取）

- 両方の方法で粒径が約12μm周辺で最も頻度が高かった(図6) 。
- 一方で、SSサンプラーの試料における粒径が10μm以下の割合は、現地観測(河川水)したものよりも低かった (図6) 。今後データの数を増やし、同様の傾向が見られるのか調査を行う。

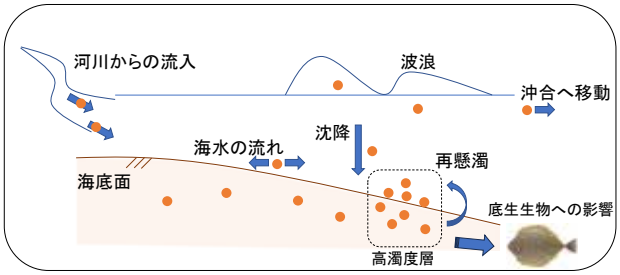
（環境動態部門）

沿岸域における放射性セシウム濃度の変動傾向

JAEA　○御園生 敏治、中西 貴宏、尻引 武彦、舟木 泰智

事故から12年が経過した現在、沿岸域においては、河川を通じた陸域から海域への放射性セシウム（^{137}Cs）の供給が考えられます。特に台風などの大規模な出水イベントではその影響が顕著にみられることが報告されており、沿岸域堆積物中の^{137}Csの分布や収支に影響を与えると考えられます。そこで、台風による出水イベントに着目し、沈降粒子の^{137}Cs濃度の変動傾向と堆積物への影響の度合いを評価しました。

粒子状の放射性物質移動のイメージ

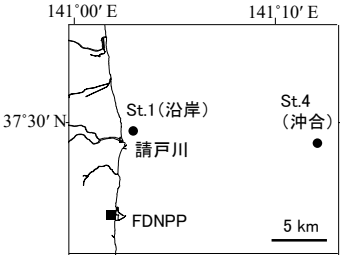


●放射性物質を含んだ土粒子など

●沿岸域では海底面直上に海流などで移動しやすい高濁度層が再懸濁や沈降等によって形成されます

●高濁度層中の放射性物質は波浪や流れ等の影響を受けて移動しやすいと考えられ、堆積物中の^{137}Cs濃度に影響を与えると考えられます

対象地域と手法



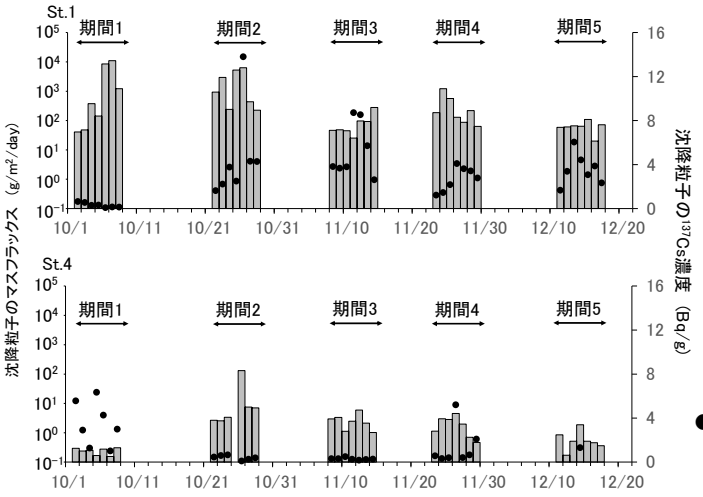
調査期間（2019年）
期間1：10/2–10/8
期間2：10/22–10/28（台風時）
期間3：11/8–11/14
期間4：11/23–11/29
期間5：12/11–12/17

● 福島第一原子力発電所（FDNPP）に近く、流域が大きい請戸川河口を対象地域として設定しました

● セジメントトラップで高濁度層中の粒子（沈降粒子）を24時間ごとに捕集しました

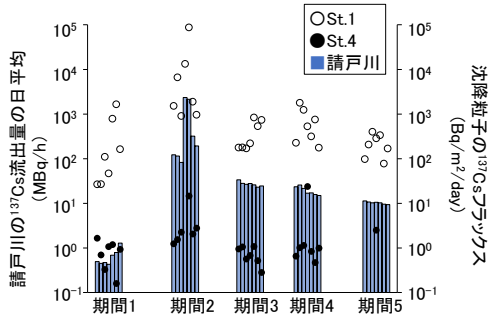
● 捕集した沈降粒子は凍結乾燥を行い、ゲルマニウム半導体検出器で放射性セシウム（^{137}Cs）を測定しました

沈降粒子の^{137}Cs濃度とマスフラックス



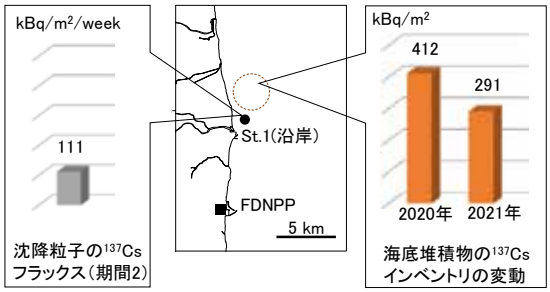
✓ 放射性物質の移動量の指標（^{137}Csフラックス）を計算し、請戸川の^{137}Cs流出量と比較しました

^{137}Csフラックス（Bq/m²/day）＝沈降粒子量（g/m²/day）×^{137}Cs濃度（Bq/g）



●河川の^{137}Cs流出量が期間2（台風時）には増加しており、それに伴って沈降粒子の^{137}Csフラックスも増加する傾向を示しますが、その期間は短いです

海底堆積物への影響



●台風イベントのような大規模出水時には、海底堆積物の^{137}Csインベントリに対して約25%の^{137}Csフラックスが沈降粒子として供給されますが、海底堆積物のインベントリは経年で減少するため、沿岸に留まり続ける可能性は低いことが示唆されました

陸域から流入した粒子状の土砂等に吸着した^{137}Csは河口周辺の^{137}Csフラックスを一時的に増加させますが、その範囲・期間は限定的であることが示唆されました

本ポスターは、既報（月刊海洋Vol.54, No.11, 2022）の一部をまとめたものです

（環境動態部門）

森林生態系における放射性セシウムの分布と動き

JAEA　○佐々木 祥人・新里 忠史

放射性セシウムの沈着した森林において放射性セシウムの流出率は非常に小さいことから、長期間にわたり森林に放射性セシウムが残ることが予想される。そこで我々は、森林の木を用いて栽培されるキノコにどのように放射性セシウムが移動するかを調べるために、キノコを用いた培養試験を行った。培養試験の結果、キノコ（子実体）が発生する際に、子実体は菌糸が成長した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。

セシウム137流出量と流出物の経年変化

＜表1　セシウム137流出量の経年変化＞

川俣サイト落葉広葉樹林（除染地・未除染地）

観測プロット	観測期間	降水量 (mm)	林床被覆 (%)	流出土砂量 ($g\ m^{-2}$)	^{137}Cs 濃度 ($kBq\ kg^{-1}$)	^{137}Cs 流出量 ($kBq\ m^{-2}$)	(%)
除染地	2016.3.16 – 12. 8	1094	30.0 – 52.5	655	24.5	16.1	3.24
	2017.4.16 – 11.30	977	42.5 – 80.0	287	25.9	7.4	1.59
	2018.4.28 – 12. 5	618	62.5 – 82.5	142	21.4	3.0	0.61
未除染地	2016.4.12 – 12. 9	1030	86.0 – 94.0	32	33.0	1.1	0.22
	2017.3.24 – 12.15	1022	86.0 – 94.0	37	27.8	1.0	0.21
	2018.4.13 – 12. 6	662	86.0 – 94.0	15	23.7	0.3	0.07

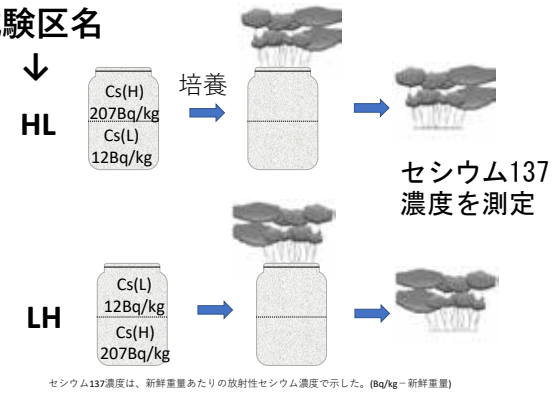
- 除染地では、林床被覆が60%程度に回復すると、未除染と同程度の流出率となった。

＜図1. 除染地における林床被覆率回復の様子＞

林床からの放射性セシウムの流出量は非常に小さい。⇒現在、森林内での放射性セシウムの動きを調査している。以下では、木からキノコへの放射性セシウムの移行について培養試験にて調査した結果を示す。

＜方法＞　キノコを用いた培養試験

木材をベースとした培地を使用して、キノコ（ヒラタケ）を培養する培地の上部と下部に放射性セシウム濃度の異なるCs(L)とCs(H)を充填し、培養を行い、発生するキノコ（子実体）の放射性セシウム濃度を測定した。

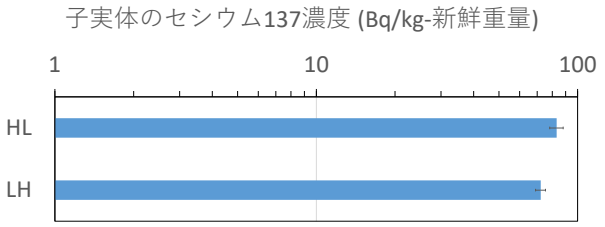


＜図2.　キノコ栽培試験の流れ＞

＜結果＞培地からキノコ（子実体）へのセシウム137の移行

キノコ（子実体）の根元近くで放射性セシウムを吸収している場合には、発生したキノコの濃度に違いが出ることが予想された。

＜図3. キノコ栽培試験で培地から発生した子実体＞



＜図4. 培養後に採取した子実体のセシウム137濃度＞

放射性セシウムによる汚染度合いが異なる培地を培養瓶の上下に分け充填し、培養を行った結果、充填パターンを反転させた条件においても、発生したキノコ（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。

（環境動態部門）

河川堆積物における放射性セシウムを吸着する鉱物の特徴

JAEA　○萩原 大樹、渡辺 勇輔

河川水系に沈着した放射性セシウムは、鉱物に吸着後、水流により移動し、下流域に再分配する。放射性セシウムを吸着する鉱物種の特定とその挙動を理解することは、河川水への溶出や堆積挙動への評価の観点から重要である。本研究では、放射性セシウムとさまざまな鉱物の吸着メカニズムを明らかにし、将来の放射性セシウムの移動予測に寄与することを目的とする。

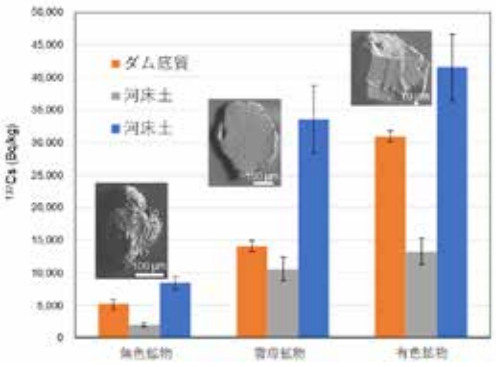
はじめに

背景

- 農水産物中の放射性セシウム濃度の将来予測をする上で、溶存態および懸濁態の放射性セシウムの挙動理解が重要
- 河川水への溶出、粘土鉱物への吸着による堆積挙動への影響等の評価へ反映可能
- 河川水系中の移動が寄与する砂分画に着目すると、放射性セシウムが吸着しやすい雲母鉱物だけでなく、無色鉱物、有色鉱物にも吸着していることを確認
- 特に、有色鉱物は雲母鉱物と同等の吸着量と存在量を確認。有色鉱物と放射性セシウムの吸着メカニズムを理解することで、河川水系での放射性セシウムの移行挙動をさらに明らかにできる。

目的

有色鉱物の代表として、角閃石の結晶構造を調べ、その吸着メカニズムの解明を目指す。



鉱物毎の放射性セシウム濃度
(Hagiwara et al., 2020)

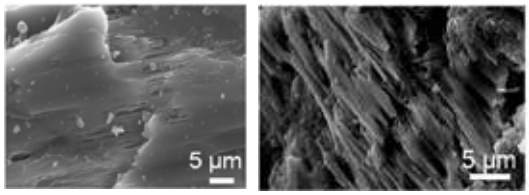
これまでの成果

角閃石の表面は、風化・変質により粘土鉱物に変化し、放射性セシウムが吸着する可能性が示唆された。

表面形態観察

表面にレンズ状、歯ブラシ状、洞窟状の形態を確認

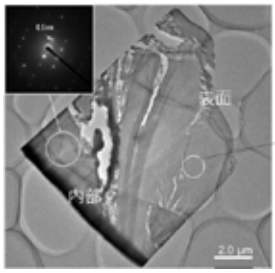
⇒ 典型的な風化・変質構造を示す。



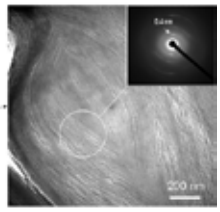
角閃石表面のSEM像

結晶構造解析

- 電子回折図形から、表層と内部の結晶構造が異なる
- 割れ目周辺では、粘土の集合体が存在。バーミキュライトの可能性



角閃石のTEM像



粘土鉱物の集合体

化学組成分析

表面では、内部より溶脱されやすい成分（Na、Mg、Ca、Fe）が少なく、Alの含有量が多い。

⇒みかけ上の角閃石は、表面が粘土鉱物に変質している可能性

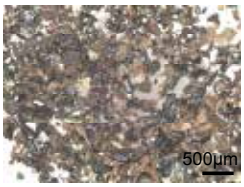
鉱物表面と内部の化学組成の比較（wt.%）

	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	TiO_2	Fe_2O_3
表面	1.6	3.7	36.6	52.7	0.6	0.2	0.3	4.7
内部	3.0	11.4	16.3	55.5	1.2	7.8	0.4	6.6

変質程度での鉱物の分離

細粒砂分画の有色鉱物の内、風化・変質の程度による分離が可能→今後、放射性セシウム濃度を比較

風化・変質が少ない有色鉱物



風化・変質が多い有色鉱物

まとめと今後の実施内容

- 角閃石の表面は、風化・変質により粘土鉱物に変化し、放射性セシウムが吸着する可能性が示唆
- 変質した粘土鉱物種の同定、変質した鉱物と放射性セシウム濃度の関係を考察

参考文献
Hagiwara, H., Konishi, H., Nakanishi, T., Fujiwara, K., Iijima, K., Kitamura, A., 2020. Mineral composition characteristics of radiocesium sorbed and transported sediments within the Tomioka river basin in Fukushima Prefecture. J Environ Radioactiv 211.

（環境動態部門）

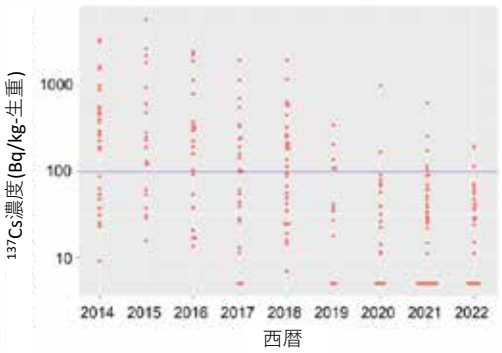
どんな場所でタラノメの^{137}Cs濃度は高くなるのか

国立環境研究所　○境 優、渡邊 未来、越川 昌美、田中 あすか、高橋 晃子、
高木 麻衣、辻 岳史、辻 英樹、竹田 稔真、玉置 雅紀、林 誠二

タラノメは現在43市町村で出荷が制限されているが、^{137}Cs濃度は少しずつ下がってきている。本研究では、タラノキの根本の地表面の空間線量率が高いほどタラノメの^{137}Cs濃度が高くなることがわかった。このことは、タラノキが生えている場所の土壌表層にどれくらいセシウムが残っているのかが、タラノメの汚染に関与していることを示している。また、除染の有無より現在の土壌表層のセシウム蓄積量がタラノメの^{137}Cs濃度に強く影響していた。

はじめに

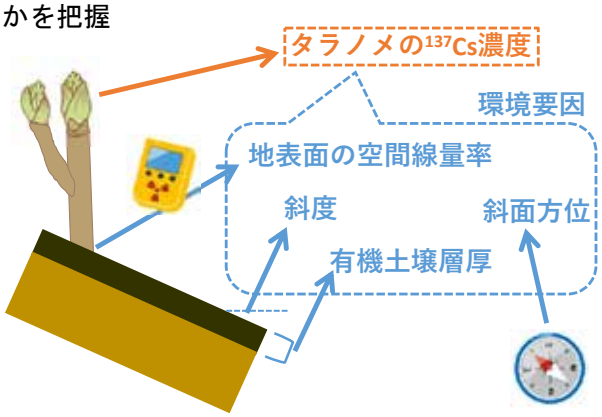
- 現在43市町村で山菜の王様「タラノメ」は出荷制限されている
- タラノメの^{137}Cs濃度は下がりつつあり、食品基準値(100 Bq/kg)を下回るものも少なくない(下図)
- どのような場所に生えているタラノキでタラノメの^{137}Cs濃度が高くなるのかがわかれば、より安全な山菜採取につながるかもしれない



飯舘村の検査所へ持ち込まれたタラノメの^{137}Cs濃度の経年変化

方法

- 2022、2023年の4～5月にタラノメを福島県内から40か所採取
- 各調査木直下の地表面の空間線量率、斜度、斜面方位、有機土壌層厚を測定
- 各タラノメの^{137}Cs濃度を測定
- 一般化線形混合モデルの構築によりどのような場所のタラノキでタラノメの^{137}Cs濃度が高くなるのかを把握



結果と考察

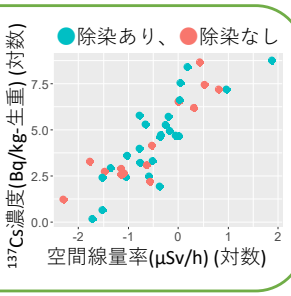
- 地表面の空間線量率が高いほどタラノメの^{137}Cs濃度は高くなった
- 赤池情報量規準に基づき選択されたベストモデル2つでも地表面の空間線量率が高いほどタラノメの^{137}Cs濃度が高くなることを支持した

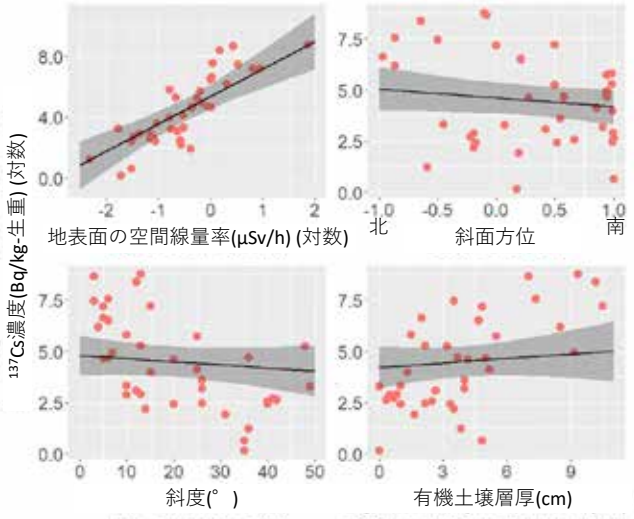
⇒土壌表面の^{137}Cs蓄積量を線量計で測ることによりタラノメの^{137}Cs濃度が高くなる場所がわかる

- ベストモデルの1つは北向き斜面ほどタラノメの^{137}Cs濃度が高くなる傾向を示した

⇒先駆種であるタラノキはもともと日当たりのよい南向き斜面を好み、北向き斜面のタラノメデータが少なかったたため？

ちなみに、
各調査地点の除染の有無はタラノメの^{137}Cs濃度に影響していない
⇒除染の有無より直近の地表面の空間線量率の把握が重要





タラノメの^{137}Cs濃度と各環境要因との関係

ベストモデルでの環境要因とタラノキの^{137}Cs濃度との関係

順位	空間線量	斜面方位	斜度	有機土壌
1	+	−		
2	+			

（環境動態部門）

山菜の女王「コシアブラ」の放射性セシウム蓄積に関する研究

国立環境研究所　○渡邊 未来、越川 昌美、高木 麻衣、玉置 雅紀、境 優、辻 岳史、辻 英樹、田中 あすか、高橋 晃子、武地 誠一、竹田 稔真、青木 伸二、林 誠二

野生山菜の放射性Cs濃度を下げる栽培法や調理法は、地元住民が山菜利用を再開し、里山の食文化を引き継ぐ助けになると考える。本研究では、^{137}Cs濃度が高いコシアブラを対象に、簡単なカリウム施肥と、手間の少ない調理によって^{137}Cs濃度を下げられるかを調べた。カリウム施肥では^{137}Cs濃度を下げられなかったが、調理では最大8割まで^{137}Cs濃度を下げることができた。

1. はじめに

- 野生山菜のなかでコシアブラは^{137}Cs濃度が高く、食品基準値（100 Bq/kg）の超過も依然多いため、現在は8県119市町村で出荷が制限・自粛されている。
- コシアブラの利用再開に向けて、^{137}Csの蓄積特性を調べるとともに、^{137}Cs濃度を下げる栽培法や調理法の効果を調べる必要がある。

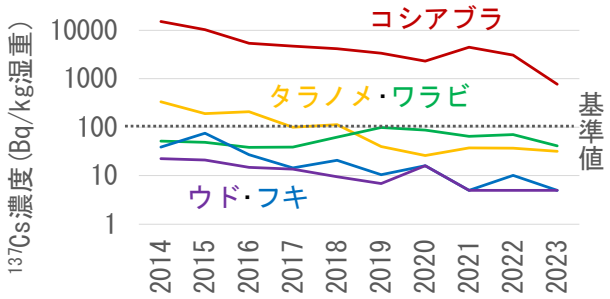


図1 飯舘村の検査所へ持ち込まれた山菜の^{137}Cs濃度（中央値）の経年変化
基準値は^{137}Cs濃度+^{134}Cs濃度に対するもの。

2. コシアブラの^{137}Csはどこに？

- 2021年の春～夏に飯舘村の里山でコシアブラ若木16本を掘り起こして^{137}Cs分布を調べた結果、^{137}Csは根に多く蓄積していたが、濃度は葉で高かった。

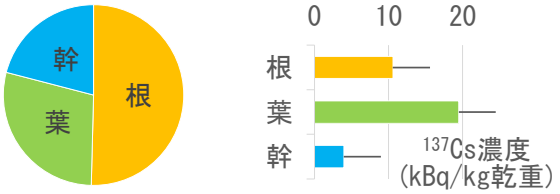


図2 若木^{137}Csの分布割合と各部位の平均濃度

- 2023年春の若葉をｲﾒｰｼﾞﾝｸﾞﾌﾟﾚｰﾄ（IP）法を用いて解析した結果、^{137}Csは葉全体に分布していた。

図3 若葉の^{137}Cs分布
左：写真
央：IP画像（ｸﾞﾚｰｽｹｰﾙ）
右：IP画像（擬似ｶﾗｰ）

3. 簡単なカリウム施肥の効果は？

- 飯舘村の里山に(1)水溶性の塩化カリウム（28.6 gK/m^2→自然に存在する量の約4倍）を春に1回撒いた場合も、(2)緩効性カリウム肥料（16 gK/m^2→肥料袋の最大値）を毎年春に撒いた場合も、1年後と2年後の新芽の^{137}Cs濃度は大きく低下しなかった。

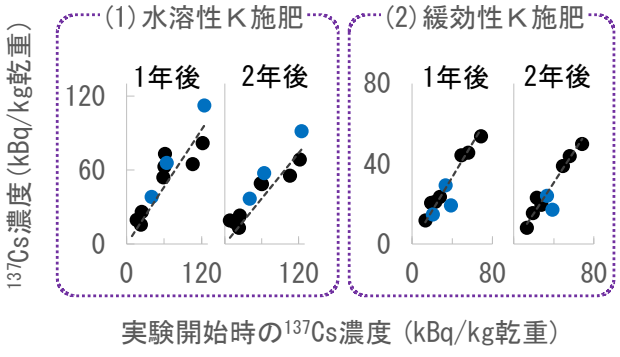


図4 K施肥区（●）と無処理区（●）の新芽の^{137}Cs濃度
点線は無処理区に対する近似曲線を示す。

4. 手間の少ない調理の効果は？

- 調理前のコシアブラ新芽・若葉の^{137}Cs総量に対し、調理後に残った^{137}Cs総量の割合（＝^{137}Cs残存率）を調べた結果、天ぷらでは^{137}Csの90%が残存したが、1分間の塩茹でをした後に6時間水にさらすと^{137}Csの残存率は20%にまで低下した。

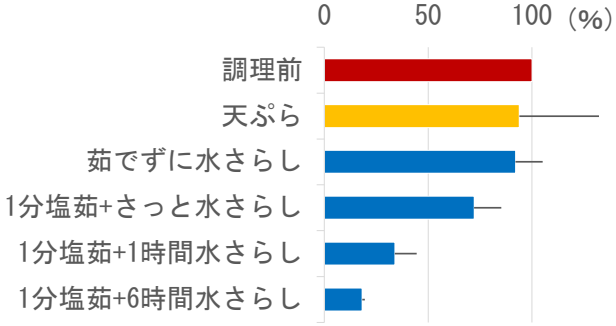


図5 調理後のコシアブラ新芽の^{137}Cs残存率
それぞれn=3で実施、ｴﾗｰﾊﾞｰは2SDを示す。

（環境動態部門）

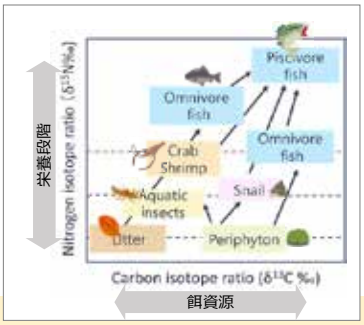
河川と湖で異なる放射性セシウムの淡水生態系移行：栄養段階と餌資源

国立環境研究所　○石井 弓美子，中川 恵，松崎 慎一郎，趙 在翼，林 誠二

✓福島県の淡水食物網において,炭素と窒素の安定同位体比分析により,栄養段階と餌資源が淡水魚の放射性セシウム(rCs)に与える影響を調べた。
✓栄養段階：河川の魚ではrCsの生物濃縮なし,湖の魚では生物濃縮の傾向あり。
餌資源：河川では付着藻類, 湖ではプランクトンがrCsの重要な供給源。
✓生態系によって異なる淡水魚へのrCs供給源を明らかにすることは, 予測や汚染管理に重要。

研究の背景

- 炭素と窒素の安定同位体比分析は, 食物網内の生物の栄養段階 ($\delta^{15}N$)と餌資源($\delta^{13}C$) の推定に用いられ, 食物網における汚染物質の動態把握のための重要なツール。
- 福島原発事故後の研究では, 河川において安定同位体比分析によりrCsの生物希釈の傾向が報告されたが, 湖など異なる食物網構造を持つ生態系で生物濃縮があるか, また餌資源とrCsとの関係は未解明。



方法

- 福島県太田川, 真野川, はやま湖, 猪苗代湖で2015年に年4回生物の採集を行い, rCs濃度測定, 炭素窒素の安定同位体分析を行った。
- 混合モデル(R, Simmr)により, $\delta^{13}C$の値を用いて各餌資源の寄与率を推定した。
- $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$, 季節, 魚重量, 餌資源の寄与率を固定効果とした一般化線形混合モデル(GLMM)により, rCs濃度に影響を与える要因を解析した。

結果・考察

- 河川食物網において, rCs濃度は生産者で最も高く, 栄養段階が高いほどrCs濃度が低かった（**図1**）。
- 湖の魚において, $\delta^{15}N$と魚重量ともにrCs濃度と正の相関があった(**図2**)。同じサイズの魚でもrCs濃度にはばらつきがあり, 魚の餌を反映した栄養段階の方がrCs濃度をより精度良く予測した。
- 河川では餌を付着藻類由来の餌に依存した魚ほどrCs濃度が高く, 湖ではプランクトン由来の餌に依存した魚ほどrCs濃度が高かった（**図3**）。各生産者のrCs生物利用性が生物への移行しやすさに影響している可能性。

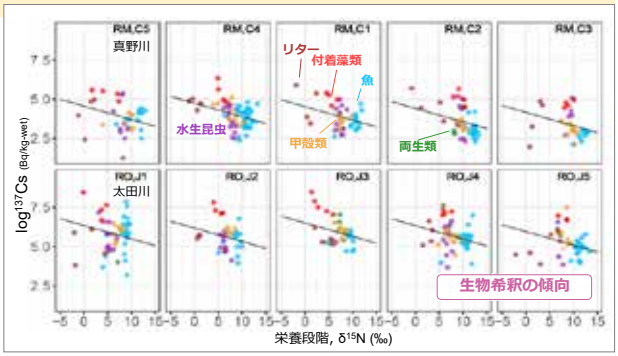


図1. **河川食物網**の栄養段階とrCs濃度

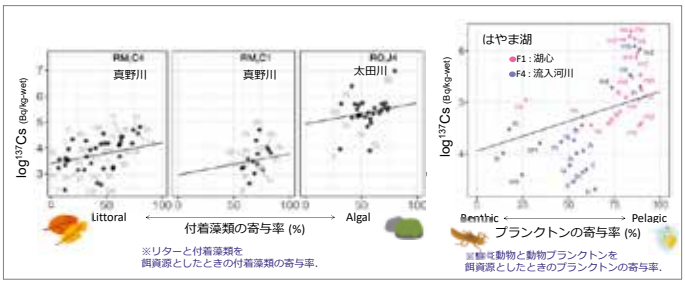


図3. **餌資源**とする生産者とrCs濃度

- 生態系によって異なるrCs取り込みに重要な餌資源と栄養段階間移行を理解することで, 正確な将来予測や汚染管理につながる。

本ポスターは Ishii et al. (2023)の結果を元に作成しました。
詳しくは→を参照してください。

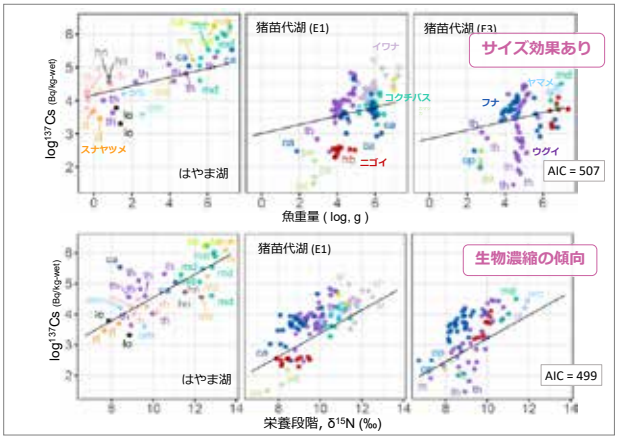


図2. **湖の魚**の体サイズ, 栄養段階とrCs濃度

（環境創造部門）

脱炭素型の産業拠点形成にむけたシステムの検討

国立環境研究所　○大西悟、中村省吾、倉持秀敏、小林拓朗

浜通りで整備が進みつつある産業拠点の脱炭素化を目指したシステムを提案しました。
木質系バイオマス、湿潤系廃棄物バイオマスの組み合わせた仕組みを核に産業拠点に再エネ供給を可能にし、脱炭素、資源の有効活用、森林吸収、化石燃料削減、炭素貯留といった複数の効果をもたらす可能性を示しました。

研究の背景と目的

- 浜通り地域では、復興にむけた**産業拠点の造成**とカーボンニュートラル(CN)の要請が同時期に進行。
- 産業部門は、**CNの達成が困難なセクター**。
- 150～400℃程度の温度域では、**再生可能バイオマス**での代替が有力な候補。
- 被災地における産業団地の整備とCNに貢献するシステムを提案し、評価。

（大西ら、2022a）

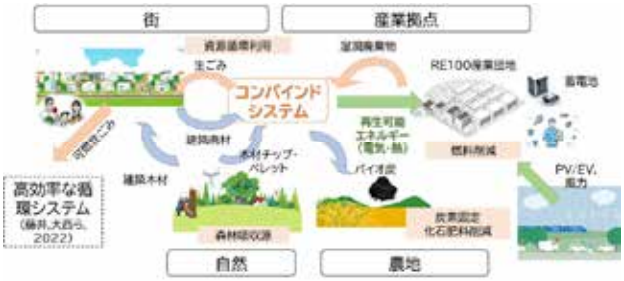
【図】浜通り地域での産業拠点の整備

【表】産業プロセスでの需要温度域の幅

*IEA(2021)をもとに作成（大西ら、2022b）

方法

- 小中規模の**木質バイオマスのガス化コジェネ**と**メタン発酵施設**を近接して連携させた**複合型システム**を提案。建築廃材チップによる蒸気供給も隣接させている。
- 木質バイオマスとメタン発酵用廃棄物利活用の**相乗効果**を十分に活かす。
- 地域と調和した環境づくりの取り組みを目指す。
- **段階的な施設整備**を念頭に置いた事業展開が可能な仕組みとする。



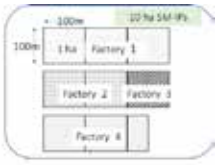
【図】脱炭素型産業拠点での資源循環・エネルギーシステム

結果と考察

- 産業拠点に熱需要をもつ工場が立地した場合、**約20億円の初期費用**が生じるものの、**1/2補助**、FITなしで、最良シナリオで**5年程度の投資回収**年、**5億円／年程度の地域経済効果**、**14,000t-CO_2の脱炭素効果**をうむ。
- **放射性Csの挙動**、**安定操業**等コンバインドは技術的な課題は多く、研究連携が欠かせない。地域との**対話・協働**も重要になる。
- 需要推計手法と**実態との乖離**があるため、詳細設計へとつながる技術・経済的情報を精査していく必要がある。
- **地域資本**に根差したシステムの評価および社会的な受容性の高める**コミュニケーションおよびデザイン**が必要となる。
- 産業拠点レベルで**ハブ**ができると**広域連携**の可能性もありうるか、資源循環ふくめて複数の産業拠点での検討も視野にいれていく。

◆産業立地シナリオの設定

シナリオ1:食品加工業など(エネルギー需要大)
+植物工場
シナリオ2:食品加工業など(エネルギー需要少)
+植物工場
シナリオ3:電力多消費産業+植物工場
シナリオ4:化学系産業など+植物工場



【図】コンバインドシステムの経済性・GHG削減効果の算定と分析

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(【JPMEERF20211002】、【JPMEERF22S20900】、【JPMEERF20223C02】)により実施した内容を含みます。

（環境創造部門）

福島原発事故後に全町村避難を実施した被災自治体の復興計画比較分析

国立環境研究所　辻　岳史

福島原発事故後に全町村避難を実施した福島県双葉郡の被災8町村の復興計画に記載された復興の理念･目標と、復興の目標を達成するための枠組みと手段を比較分析した。結果、町村外復興拠点の位置づけ、復興計画の策定過程で適用された住民参加の状況･水準について、被災自治体間で差異があることが確認された。

調査･分析方法

調査方法

- ■ 被災8自治体のウェブサイトから取得した復興計画の記載内容を精読、情報を整理
- ■ 関連する行政資料、先行研究を参照して情報を補足

分析方法

① 復興の理念・目標（復興スローガン）

- ➢ 特に広域避難を経験した被災市町村に特有の理念・目標として町村外復興拠点（町村外コミュニティ）の位置づけを確認

② 計画策定過程の住民参加（策定組織の構成と住民参加手法）

- ➢ 策定組織は復興計画策定に関与する様々な主体（行政、地域事業者、各種民間団体、地縁的組織等）の結節点となる
- ➢ 住民参加手法は間接的なもの、直接的なものに大別（金井 2010）

被災8自治体における復興計画策定状況（2022年6月時点）

	地域類型（山川 2021）	復興構想・復興ビジョン	復興計画（第一次）	復興計画（第二次）	第二次以降の復興計画 その他復興に関連する計画
大熊町	3	大熊町復興構想 （2011年10月）	第一次大熊町復興計画 （2012年9月）	大熊町第二次復興計画 （2015年3月）	大熊町復興まちづくりビジョン（2014年3月） 大熊町第二次復興計画改訂版（2019年3月）
双葉町	3	—	双葉町復興まちづくり計画（第一次） （2013年6月）	双葉町復興まちづくり計画（第二次） （2016年12月）	双葉町復興まちづくり長期ビジョン（2015年3月） 双葉町復興まちづくり計画（第三次）（2022年6月）
富岡町	3	富岡町災害復興ビジョン （2012年1月）	富岡町災害復興計画（第一次） （2012年9月）	富岡町災害復興計画（第二次） （2015年6月）	富岡町復興まちづくり計画（2014年3月） 富岡町再生・発展の先駆けアクションプラン ～復興拠点整備計画～（2015年9月） 富岡町災害復興計画（第二次）後期（2020年3月）
浪江町	3	浪江町復興ビジョン （2012年4月）	浪江町復興計画（第一次） （2012年10月）	浪江町復興計画（第二次） （2017年3月）	浪江町復興まちづくり計画（2014年3月） 浪江町復興計画（第三次）（2021年3月）
楢葉町	3	楢葉町復興ビジョン （2012年1月）	楢葉町復興計画（第一次） （2012年4月）	楢葉町復興計画（第二次） （2013年5月）	楢葉町帰町計画（2014年3月） 楢葉町復興計画（第二次）第二版（2016年1月） 楢葉町復興計画（第二次）第三版（2019年9月）
飯舘村	2	までいな希望プラン （2011年6月）	いいたてまでいな復興計画（第1版） （2011年12月）	いいたてまでいな復興計画（第2版） （2012年8月）	いいたてまでいな復興計画（第3版）（2013年6月） いいたてまでいな復興計画（第4版）（2014年6月） いいたてまでいな復興計画（第5版）（2015年6月）
葛尾村	2	葛尾村復興ビジョン （2012年2月）	葛尾村復興計画（第一次） （2012年12月）	—	復興まちづくり事業化計画「かつらお再生戦略プラン」 （2014年6月）※2019年1月一部修正
川内村	1	川内村災害復興ビジョン （2011年9月）	川内村復興計画 （2013年3月）	—	川内村における緊急時避難準備区域解除に係る復旧計画 （2011年9月）

第一次復興計画における復興の理念･目標（復興スローガン）

	大熊町	双葉町	富岡町	浪江町
地域類型（山川 2021）	3	3	3	3
復興スローガン（基本理念）	あなた自身と、まちの再建・復興を目指して	"町民一人ひとりの復興"と"町の復興"をめざして	なし	みんなでともに乗り越えよう　私たちの暮らしの再生に向けて～未来につなぐ復興への想い～
復興スローガン（基本目標）	短期的取り組み 1. 再建の柱となる財物補償を早期に実現する 2. 安心して暮らせるための住居環境を確保する 3. 安全・安心して学べる教育環境を確保する 4. ふるさと大地を取り戻すための効率的で無駄のない除染を実施する 5. 町民ニーズに根ざした計画を策定する 中期に向けた取り組み 1. 会津若松市の現拠点の維持強化を図る 2. 大川原地内に除染、治安維持の拠点を設ける 3. いわき市周辺に拠点（町指定地）を設ける 4. 除染をし、将来、自然の大地を取り戻す	1. 生活再建の決意：暮らしの復興をめざして　みんなで頑張ろう　双葉町 2. 町民のきずな・結びつき：つなげよう　つながろう　双葉町 3. 町の再興への決意：子どもたちの未来のためにとりもどそう　美しいふるさと双葉町	1．今の生活の不安を軽減し、安心して帰りたくなる環境を整える 2．震災・原発事故を契機に従前のまちづくり課題を解決し、安全・安心で新たな魅力を備えた「ふるさと富岡」をかたちづくる 3．当面帰還できない町民の心身の健康を守り生活を再建する	1. すべての町民の暮らしを再建する～どこに住んでいても浪江町民～ 2. ふるさとなみえを再生する～受け継いだ責任、引き継ぐ責任～ 3. 被災経験を次代や日本に生かす～脱原発、災害対策～
町村外復興拠点の位置づけ	あり	あり	あり	あり

	楢葉町	飯舘村	葛尾村	川内村
地域類型（山川 2021）	3	2	2	1
復興スローガン（基本理念）	地震・津波災害と原子力災害を克服し、より健康で暮らしやすい、新しい楢葉の礎をつくる ～住む人すべてが安心して健康に暮らす、先進モデルの町を目指して～	みんなで創ろう 新たな「いいたて」を ～「までいの力」を結集して～	村民一人ひとりの生活再建と、ふるさと「かつらお」の繁栄をめざして	新生かわうち創造の礎を築く
復興スローガン（基本目標）	1　安全・安心な生活の再建: 安全な暮らしを取り戻し、みんなの安心できる生活を再建する 2　町民の主体的参画と自立: 復興に向け、ひとりひとりが持てる力を結集する 3　次世代への継承: これまでとは違う新しい楢葉をつくり、子どもたちの未来につなげる 4　広い視野に立つ復興: 楢葉単独ではなく、近隣地域との広域的な連携と協力で、復興に取り組む	1. 生命（いのち）をまもる 2. 子どもたちの未来をつくる 3. 人と人とがつながる 4. 原子力災害をのりこえる 5. までいブランドを再生する	1. 村民の将来にわたっての安全・安心を最優先する 2. 避難している方の支援を続け、村民全員の帰還をめざす 3. 村のさらなる発展をめざし、村民一体となった復興をめざす	なし
町村外復興拠点の位置づけ	なし	なし	なし	あり

基本理念

- ➢ 富岡町を除く7自治体が掲載。町村民の生活再建と地域復興の同時達成（大熊町・双葉町・葛尾村）など、複数の自治体が類似した理念を掲載

基本目標

- ➢ 川内村を除く7自治体が掲載。子どもたち・次世代への地域継承（双葉町・浪江町・飯舘村・楢葉町）など、複数の自治体が類似した目標を掲載。地域間の広域的連携を掲げた楢葉町など、独自の目標を掲げた市町村も

町村外復興拠点の位置づけ

- ➢ 5自治体（大熊町・双葉町・富岡町・浪江町・川内村）が位置づけ。浪江町は「町外コミュニティ」という概念を提示。既存市街地に隣接した地区に復興公営住宅、店舗・事業所、役場出張所を整備するイメージを提示

第一次復興計画の策定過程における住民参加

	大熊町	双葉町	富岡町	浪江町
地域類型（山川 2021）	3	3	3	3
策定委員数	20	45	23	103
策定委員の属性 ※（）は人数	町職員（12）町民代表（8） ※町民代表は、町民アンケートで募った希望者から、性別・年代などのバランスや、活動履歴などを総合的に判断して町行政が選出	有識者（5）町職員（8）町議会（2） 行政区（2）避難先自治組織（2） 商工団体（3）民生団体（2） 農業関係者（3） 教育委員会・学校（4）PTA（3） 医療福祉機関（3）若者代表（5） その他（3）	有識者（1）町職員（13） 国・県（4）その他（5）	有識者（6）町職員（18） 避難先自治組織（1） 行政区（15）産業団体（15） 民生団体（4）商工業者（8）PTA（2）NPO（3）教育委員会・学校（2） 公募（21）国・県（2）その他（6）
策定委員の町村職員比率	60.0%	17.8%	56.5%	17.5%
住民参加手法	・行政区長会、町の各種団体の長への計画素案の説明 ・町民アンケート	・「7000人の復興会議」 ①ワークショップ会議、 ②インターネット会議、 ③みんなでまちづくりノート ・住民意向調査	・町民アンケート	・パブリックコメント ・町民アンケート

	楢葉町	飯舘村	葛尾村	川内村
地域類型（山川 2021）	3	2	2	1
策定委員数	41	30	26	非公開
策定委員の属性 ※（）は人数	有識者（6）行政区（4） 産業団体（4）民間企業（4） 教育委員会・学校（2）PTA（4）医療福祉機関（1）国・県（2） 町民代表（13）その他（1）	有識者（5）村職員（9）村議会（4） 行政区（1）避難先自治組織（3） 産業団体（2）復興まちづくり団体（1） PTA（1）避難住民代表（2） 国・県（2）	公募（4）その他（22） ※その他の内訳・詳細は不明	非公開
策定委員の町村職員比率	0.0%	30.0%	不明	不明
住民参加手法	・パブリックコメント ・町民アンケート	・住民懇談会 ・村民アンケート	・パブリックコメント ・住民意向調査 ・住民懇談会	非公開

策定組織の構成

- ➢ 町村職員が最大勢力となる自治体（大熊町・富岡町・飯舘村）と、町村職員比率が20%以下と低い自治体（双葉町・浪江町・楢葉町）に大別
- ➢ 民間諸団体・公募の属性は自治体ごとに多様。避難先自治組織・避難住民代表を策定委員とした自治体もみられた（双葉町・浪江町・飯舘村）

住民参加手法

- ➢ ワークショップや住民懇談会などの、直接的・双方向的な参加機会を設けた自治体（双葉町・飯舘村・葛尾村）と、住民代表との調整、パブリックコメント・住民アンケート等の間接的・一方的な参加機会のみを設けた自治体（大熊町・富岡町・浪江町・楢葉町）に大別
- ➢ 双葉町は、2012年8月～2013年1月にかけて「7000人の復興会議」という直接的な住民参加の手法を採用

まとめ

- ■ 復興スローガン（基本理念・基本目標）は複数の自治体で類似。ただし、町村外復興拠点の位置づけは、被災自治体間で差異が確認された
- ■ 復興計画の策定過程で適用された住民参加の状況・水準は、被災自治体間で差異が確認された
- ➢ 福島原発事故の被災自治体が策定した復興計画には、共通性と差異の双方がみられる

（環境創造部門）

適切な森林管理に向けた木質バイオマス利活用による環境創生型地域づくり

国立環境研究所　○中村省吾、大西悟

国立環境研究所では、平成28年度より福島県三島町と協働して環境創生型まちづくり研究を進めています。三島町では、木質バイオマスなどの地域の資源を活用した持続可能な社会の構築に取り組んでおり、国立環境研究所の森林資源の利活用に関する研究知見の提供や町との協働研究を進め、同町の取り組みを支援する予定です。

1．三島町との連携・協力に関する基本協定の締結

三島町は、会津地域の只見川沿いに位置する人口約1,390人の自治体です。早くから地域の特徴を活かしたふるさと運動を始めとする生活工芸などを活かした地域づくりを進めており、現在は交流人口の拡大や若者定住の促進に取り組んでいます。町と国立環境研究所は、2017年8月に連携・協力に関する基本協定を締結し、木質バイオマス等の地域資源を利活用した地域振興に関する調査・研究を協働で進めています。

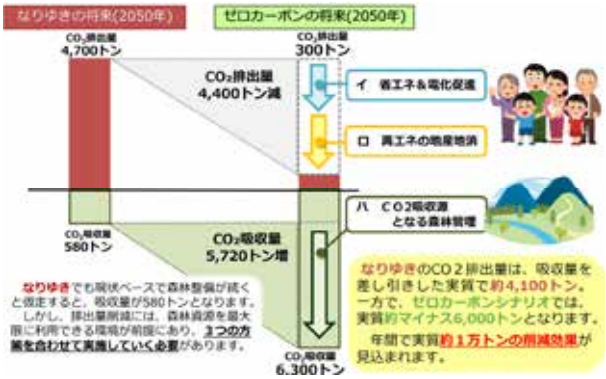
2．適切な森林管理と木質バイオマスの利活用

三島町では、長年の未管理により荒廃した森林の利活用が大きな課題となっており、山から材を出すきっかけづくりとしてエネルギー利用に着目し、木質バイオマスを中心とした再生可能エネルギーによる地域エネルギーシステムの検討を進め、2020年2月には町内外の関係者の協力を得て「三島町地域循環共生圏推進協議会」を設立しました（国立環境研究所はアドバイザーとして参画）。同協議会では、材の収集から燃料加工、エネルギー化、消費までの町内の各関係主体が集まり、協議が進められています。

適切な森林管理の必要性イメージ

3．三島町ゼロカーボンビジョンの策定とゼロカーボン宣言

近年、脱炭素（ゼロカーボン）に向けた動きが国内外で加速していますが、その中でも森林は二酸化炭素（CO_2）の吸収源として重要な役割を期待されています。国立環境研究所にて、2050年までに三島町で十分な施策を行った場合を試算したところ、適切な森林管理を通じて吸収源として活用することで、CO_2の排出量が差し引きマイナス6,000トンとなるカーボンマイナス達成できることが明らかになりました。これらの結果を「三島町ゼロカーボンビジョン」としてとりまとめて今年5月に公開するとともに、「三島町2050ゼロカーボン宣言」を行いました。中山間地域での脱炭素化のモデルとなるよう、今後も支援を進めていきます。



2つのシナリオによる2050年のCO2排出量推計結果の比較
（三島町ゼロカーボンビジョンより抜粋）

※本ビジョンは公開されていますので、是非「三島町ゼロカーボンビジョン」で検索の上、ご覧ください

（環境創造部門）

避難指示解除区域の居住人口回復状況の分析

国立環境研究所　五味　馨

東京電力福島第一原子力発電所事故により避難指示の出された地域では順次避難指示解除が進み、これまでに全ての市町村で住民の帰還と復興まちづくりが始まっています。しかし居住者の回復状況は地域によって大きく差があります。本研究では人口の回復状況を詳しく調べ、その要因を分析しました。

避難指示と解除

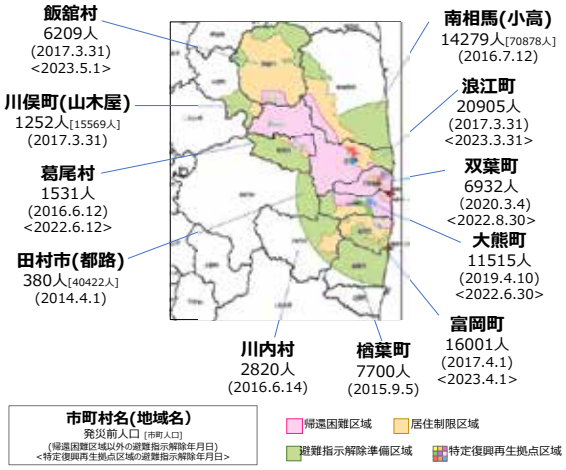


図1 避難指示区域の概要

避難区域は2013年5月28日時点、特定復興再生拠点区域は2017~2018年に認定された各町村の計画による。人口は2010年国勢調査、[]内は当該市町全体、南相馬市小高・川俣町山木屋・田村市都路の人口は住民基本台帳による発災時点の住民登録数。()の日付は居住制限区域と避難指示解除準備区域の避難指示が解除された日、<>の日付は特定復興再生拠点区域の避難指示が解除された日（またはその予定日または時期）。川内村では2016年の解除以前、全村避難中の2011.9.30に緊急時避難準備区域が解除され、2012.1.1より帰村を開始。双葉町では2020年３月４日に避難指示解除準備区域及びJR二葉駅周辺等の一部区域の避難指示が解除されているが住民の帰還・居住は2022年8月30日の特定復興再生拠点区域の避難指示解除から開始。広野町は緊急時避難準備区域が設定され多くの住民が避難したが避難指示は出されなかったためここでは対象としていない。

- 東京電力福島第一原子力発電所事故により避難指示の出された区域で徐々に解除が進みました。
- 2023年5月までに特定復興再生拠点の避難指示も解除されています。

居住人口回復の状況

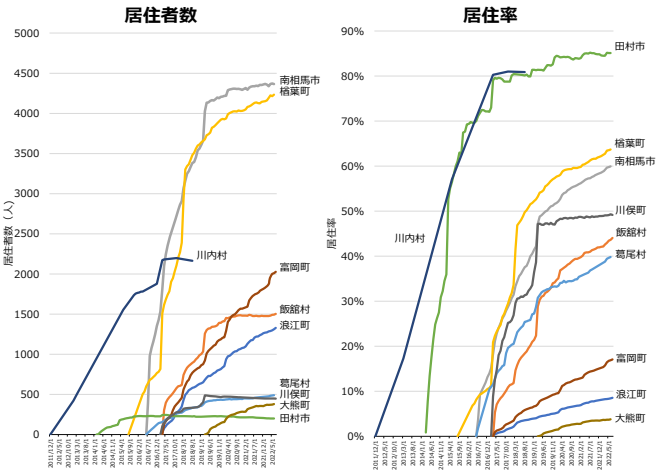


図2 解除区域の居住者数と居住率居住者数と居住率

出典：各市町村公表の避難指示の解除された区域（解除区域）の居住者数及び住民登録数より作成。対象期間は避難指示解除より2022年7月31日。居住率は原則として解除区域の登録人口に対する居住者数の割合。ただし、町域の一部に避難指示が出ていないが全町避難をしていた楢葉町は全町民を対象とした。浪江町では解除区域のみの毎月の人口は公表されていないため2010年国勢調査の構成比で解除区域の登録数を推定した。葛尾村では同じく2018年同町公表の資料より推定した。なお葛尾村では2022年6月12日に特定復興再生拠点区域の避難指示が解除されたが上図の対象期間のうち最終2か月のみにあたるため、ここでは同地区の登録人口は居住率の計算にあたり対象としていない。

- 避難指示解除後に解除区域に居住している人口とその割合（居住率）を調べました。
- 地域により居住率にはかなりの差があることが分かりました。

人口回復の要因分析

- 地域による人口回復状況の差の要因を分析するため、様々なデータを集めて統計的な解析を行いました。
- その結果、居住率の回復を遅くする要因として避難指示解除までの期間、解除からの期間、原子力発電所への近さ、同じ市町村内に帰還困難区域があることが示されました。
- 一方、生活利便性や仕事（雇用機会）についてはデータが不足していたため、今回の分析には含まれておらず、今後の研究課題です。

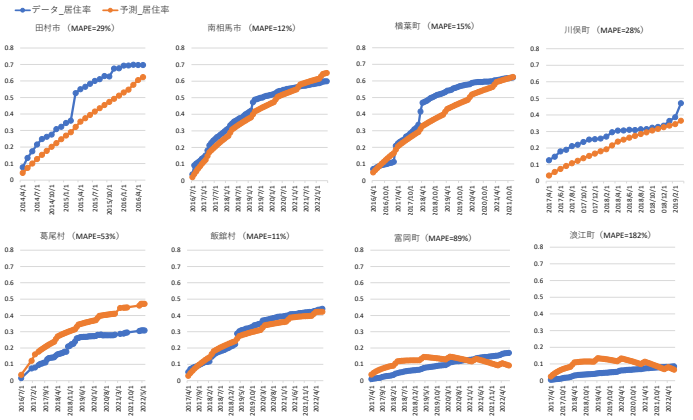


図3 各地域の居住率の実績値とモデルからの推計値の比較

居住率を説明する11の候補変数から変数減少法により重回帰モデルを構築（右表）
解析結果の解釈（月次の居住率の差分0.01を1パーセント・ポイントとし、単に%で示す）

- 1カ月の居住率の増加率は、5.08%を基本とし、
- 解除が1年遅れるごとに0.33%下がる。
- 解除から1年たつと2.7%下がる。（2年で3.0%、5年で3.4%、それぞれ下がる）
- 原子力発電所から1km離れるごとに0.02%上がる
- 同じ地域内に帰還困難区域(可住地)があると0.30%下がる。

重回帰統計（R=0.58, R²=0.35）

	係数	標準誤差	t	P-値
切片	1.67.E-03	1.91.E-04	8.76	4.20.E-17
解除までの日数（日）	-2.99.E-07	7.84.E-08	-3.81	1.59.E-04
解除からの日数の自然対数	-1.50.E-04	1.74.E-05	-8.60	1.41.E-16
原子力発電所からの直線距離（km）	6.05.E-06	1.48.E-06	4.10	5.01.E-05
3月-4月ダミー	3.62.E-04	4.61.E-05	7.85	3.22.E-14
可住地帯居困難区域ダミー	-9.78.E-05	4.80.E-05	-2.04	4.21.E-02

（環境創造部門）

災害廃棄物仮置場のレイアウト作成ツール（Kari-hai）の開発

国立環境研究所　○森嶋 順子、多島 良

発災後、災害廃棄物を円滑に処理するためには、災害廃棄物仮置場の事前準備が欠かせない。そのために仮置場の配置計画（レイアウト）を平時から検討しておくことが重要である。Kari-haiは、災害廃棄物処理を行う自治体の職員が、必要最小限の情報を入力することで、仮置場のレイアウトを容易に作成・出力できるツールである。

災害廃棄物仮置場とは

災害廃棄物仮置場は、災害廃棄物を分別、保管、処理するために一時的に集積する場所であり、迅速な撤去、処理処分を行うために設置される。

令和2年7月豪雨時の災害廃棄物仮置場
（出典：災害廃棄物対策フォトチャンネル（環境省）令和2年7月豪雨）

災害廃棄物仮置場のレイアウトの重要性

仮置場のレイアウトは、仮置場の出入口の位置、運搬車両等の場内動線、災害廃棄物の種類ごとの配置場所を含む。適切なレイアウトを計画することは、仮置場での分別や災害廃棄物のスムーズな搬入出につながり、処理期間の短縮などにつながる。

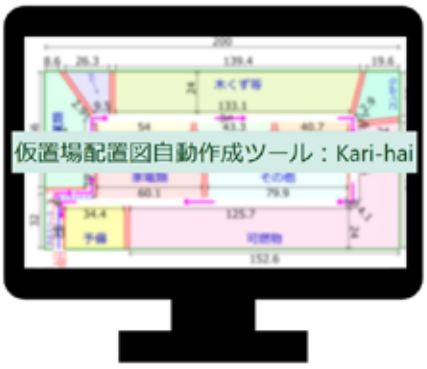
一次仮置場の配置計画（レイアウト）例
（出典：災害廃棄物対策指針 技術資料18-3）

仮置場に品目別に配置されている災害廃棄物
（出典：災害廃棄物対策フォトチャンネル（環境省）令和2年7月豪雨）

Kari-haiの仕組み

インプット

1．Webブラウザの入力画面で、想定する仮置場の情報を入力する。
　仮置場の敷地面積や出入口の幅、想定する災害の種類（地震・水害）等の項目がある。



https://www.nies.go.jp/kari-hai/entry

2．ユーザーがインプットしたデータを基に、仮置場内の配置品目別の占有面積と寸法をプログラムが計算し、結果を反映した矩形の配置図を自動作成する。

アウトプット

3．占有面積の計算結果と仮置場配置図、設置作業における留意事項をWebブラウザに表示する。
　PDF形式で出力し、平時・災害時の様々な場面で活用できる。

Kari-haiの活用方法の例

<u>仮置場管理をテーマにした研修会</u>を開催したいけど、どのような資料を用意したら良いか分からない！

→実際の仮置場候補地の情報（寸法など）を用いて、Kari-haiでレイアウト案を作成。これをたたき台にして、レイアウトの改善点、仮置場内の人員・重機の配置、仮置場開設に必要な準備（備品等）を議論する研修会を実施することで、手軽な準備で効果的な研修会を実施できる。

仮置場候補地のイメージ

（環境創造部門）

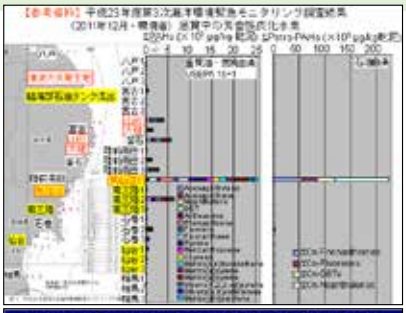
東北地方太平洋沿岸海域における津波による底質の石油・炭化水素汚染

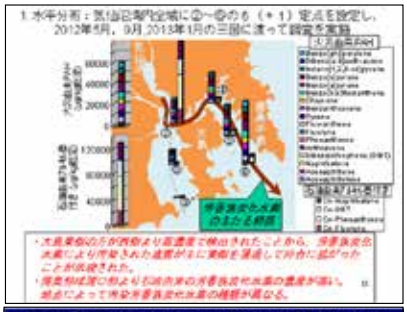
国立環境研究所　○牧　秀明・金谷　弦

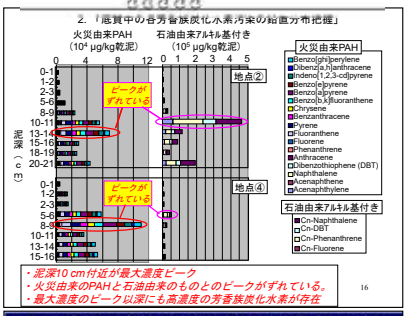
2011年3月の東日本大震災で発生した大津波により東北地方太平洋沿岸部の石油タンクが流失・損壊を受け、大量の油が海域に流出しました。その一部が沿岸部の海底に沈降し、今なお残留しています。
国立環境研究所では被災地自治体や地方環境研究所、東北大学大学院、環境省の協力を得てその汚染実態と炭化水素類の分解・消長について調査をしてきました。

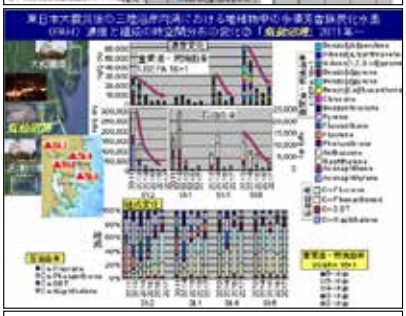
本調査研究の背景

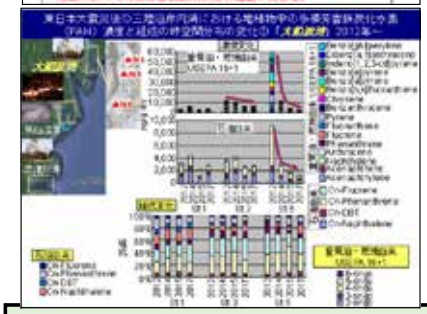
- 2011年3月東日本大震災発生時の津波により沿岸部の船舶、火力発電所燃料用の重油タンクが倒壊・損壊し、石油コンビナートで火災が発生した結果、海域への油流出が発生
- 気仙沼湾では23基在った備蓄タンクの内、22基が倒壊・流失し、主に船舶燃料用A重油が推定13,000 キロリットル流出した。
- 流出した油に引火し、海面と湾東岸部で大規模な火災発生
- 宮城県沿岸海域での公共用水域常時監視が震災後しばらく停止していた事態を受け、宮城県保健環境センターと東北大学大学院土木工学専攻環境生態工学研究室では、三陸沿岸内湾で独自調査を実施
- 環境省では2011年6月より東日本大震災の被災地における環境モニタリング調査を青森県、岩手県、宮城県、福島県沿岸海域で実施してきた
- 国立環境研究所では気仙沼湾、大船渡湾、志津川湾での調査を実施してきた。

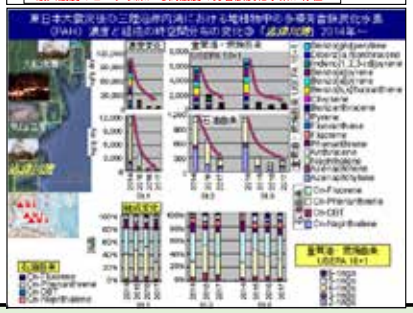












米国国家海洋大気庁（NOAA）によるScreening Quick Reference Tables (SQuiRTs)における海域底質のPAHの影響評価
- Effect range-low (ERL)「生物学的に10%の確率で悪影響が発生する濃度」
- Effect range-medium (ERM)「生物学的に50%の確率で悪影響が発生する濃度」

2017年時点での各湾内でのERL, ERMの超過地点数

	大船渡湾	気仙沼湾	志津川湾
Acenaphthylene	ERL超 1	ERL超 3	–
Acenaphthene	ERL超 3	ERL超 1	–
Naphthalene	–	–	–
C1-Naphthalene	–	ERL超 3	–
Anthracene	–	ERL超 1	–
Phenanthrene	–	ERL超 1	–
Fluorene	ERL超 2	ERL超 1	–
Fluoranthene	–	ERL超 1	–
Pyrene	ERL超 1	ERL超 2	–
Benzanthracene	ERL超 1	ERL超 2	–
Chrysene	ERL超 1	ERL超 1	–
Benzo[a]pyrene	–	ERL超 3、ERM超 1	–
Dibenz[a,h]anthracene	ERL超 2	ERL超 1、ERM超 1	–
Total PAHs	ERL超 2	ERL超 3	–

要約

- 津波の襲来により大量の船舶燃料用重油が流出した気仙沼湾内の底泥中には、極めて高濃度の炭化水素が蓄積していた。
  ⇒ 備蓄タンクから流出した油が津波により巻き上げられた底泥と混合し、沿岸付近の海底に沈降・堆積したと考えられる。
- 脂肪族炭化水素（アルカン）は早期に分解されたが、多環芳香族炭化水素（PAH）は長期間高濃度で残留していた。
- 気仙沼湾では大島西側より東側～湾口部の底質中の燃焼由来と思われるPAHの濃度が高かった一方、湾奥部では石油系PAHの濃度が高かった。
- 底質中のPAHの鉛直分布では泥深10 cm以上の箇所で最大濃度を示したが、それより深い箇所で高濃度のPAHが検出された。
- 経年的に石油系PAHの方が優先して減少していた。
- 大船渡湾と気仙沼湾では、湾奥部よりも湾口部の方がPAH濃度が高い分布を示した。
- 各湾において震災後PAHの確実な減少が見られた。

ご協力頂きました（一財）山形県理化学分析センター、日本エヌ・ユー・エス（JANUS）（株）、（株）環境総合テクノス、ユーロフィン日本環境（株）の関係者と環境省水・大気環境局水環境課海洋環境室の皆様に感謝します。また東北大学大学院工学研究科土木工学専攻環境生態工学研究室、宮城県保健環境センター、日鉄住金環境（株）、大船渡市生活福祉部市民環境課の皆様に御礼申し上げます。

（環境創造部門）

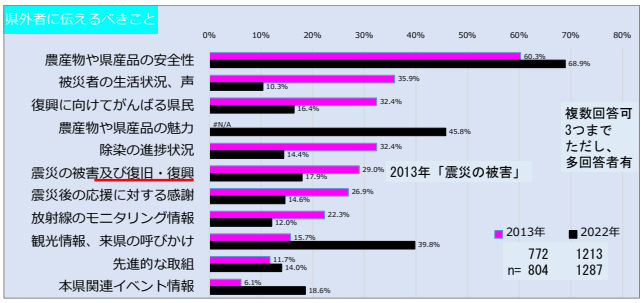
福島県政世論調査：「知りたいこと」と「伝えたいこと」

福島県　　篠田 佳彦

「福島県民への情報発信に関する事業等の向上」を目指した研究では、県民の意識を十分に掘り下げて把握することが緊要である。福島県政世論調査（母集団：県民、1回／年）は「知りたいこと」と「伝えたいこと」を尋ねた質問（2013年から）があり、有用な知見を含んでいる。ここでは、震災直後2013年および最新2022年（2023年7月現在）に実施された調査を比較する。

単純集計：0/1＝選ばない／選ぶ→2値

安全、放射線（廃炉）が多数→関心→不安？の現れ
震災直後に比べて「産業の振興」のみ増加：前向？

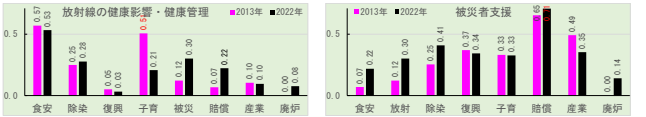


現況・被害情報が減少（除食品安全）→心配ない
観光・来県呼びかけなど積極的姿勢が上昇→日常化

2値（0/1:カテゴリーデータ）相関係数

潜在的な特性値θを仮定、2項のクロス集計から算出

知りたいこと:ほぼ正、賠償／被災者、食品安全／放射線：>0.5

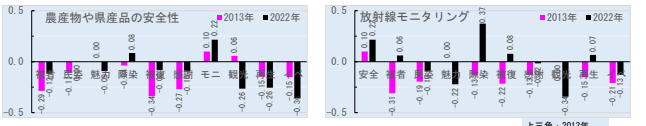


	食品安全	放射線	除染	復興	子育て	被災者	賠償	産業復興	廃炉
食品安全		0.57	0.15	−0.03	0.42	0.07	0.03	0.22	
放射線	0.53		0.25	0.05	0.51	0.12	0.07	0.10	
除染	0.30	0.28		0.23	0.27	0.25	0.20	0.15	
復興	0.05	0.03	0.29		0.15	0.37	0.13	0.32	
子育て	0.20	0.21	0.12	0.22		0.33	0.20	0.19	
被災者	0.22	0.30	0.41	0.34	0.33		0.65	0.49	
賠償	0.16	0.22	0.69	0.23	0.21	0.71		0.35	
産業復興	0.17	0.10	0.24	0.35	0.12	0.35	0.31		
廃炉	0.11	0.08	0.34	0.11	−0.09	0.14	0.06	0.11	

上三角：2013年
下三角：2022年

0.61<= R <0.75
0.48<= R <0.61
0.34<= R <0.48
0.20<= R <0.34
0.07<= R <0.20
−0.07<= R <0.07
−0.20<= R <−0.07
−0.34<= R <−0.20
−0.48<= R <−0.34
−0.61<= R <−0.48
−0.75<= R <−0.61

伝えたいこと:相関→正≒同様に、負≒項目の2分化 伝えたい／ない

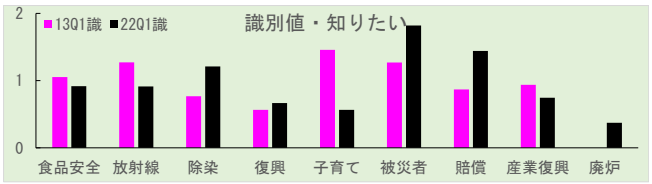


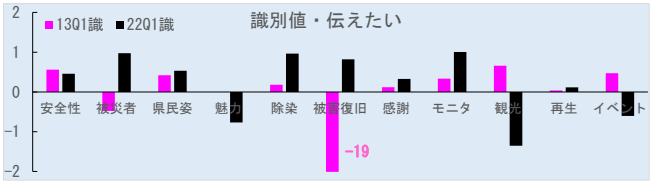
	安全性	被災者	県民姿	魅力	除染	復旧	感謝	モニタ	観光	再生	イベント
安全性		−0.29	−0.11		−0.04	−0.34	−0.27	0.10	0.06	−0.15	−0.15
被災者	−0.12		−0.23		−0.23	0.18	−0.29	−0.31	−0.25	−0.20	0.02
県民姿	0.00	0.21			−0.18	−0.32	0.01	−0.19	−0.08	−0.22	0.07
魅力	−0.09	−0.30	−0.31								
除染	0.08	0.15	−0.06	−0.33		−0.19	−0.17	−0.13	−0.19	−0.07	−0.31
復旧	−0.08	0.29	0.11	−0.28	0.13		−0.14	−0.22	−0.37	−0.08	−0.30
感謝	−0.10	−0.07	0.07	−0.10	0.03	−0.01		−0.13	−0.08	−0.15	−0.16
モニタ	0.22	0.06	−0.10	−0.22	0.37	0.08	−0.02		0.00	−0.15	−0.21
観光	−0.26	−0.32	−0.22	0.13	−0.24	−0.30	−0.26	−0.34		−0.12	0.22
再生	−0.26	0.00	0.01	−0.08	0.01	0.06	0.06	0.07	−0.11		0.14
イベント	−0.36	−0.12	−0.10	0.00	−0.13	−0.12	−0.12	−0.13	0.24	0.08	

上三角：2013年
下三角：2022年

0.33<= R <0.40
0.25<= R <0.33
0.18<= R <0.25
0.11<= R <0.18
0.04<= R <0.11
−0.04<= R <0.04
−0.11<= R <−0.04
−0.18<= R <−0.11
−0.25<= R <−0.18
−0.33<= R <−0.25
−0.40<= R <−0.33

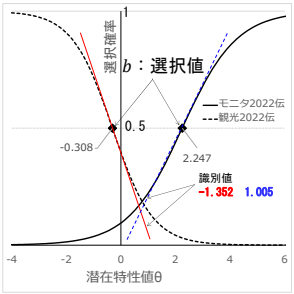
項目反応理論 ＝離散的結果を特性値θ（母集団・正規分布）による項目の選択確率

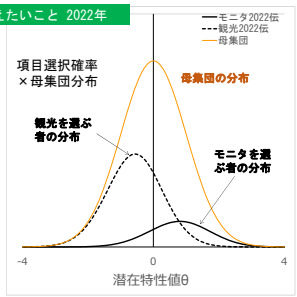




θでの項目 選択確率
b：選択値：確率0.5
a：識別値→$\theta=b$での傾き→意見分断を示す尺度

$$\frac{1}{1+\exp\left(-1.7a(\theta-b)\right)}$$





知りたい：「子育て環境」が大きく、「産業振興」「食品安全」「放射線」がやや、意見分断が緩和。

「子育て環境」に影響を及ぼす項目は 2013年：放射線 から 2022年：産業振興 に変化。両年で「支援」

2013年は「被災者、震災被害の状況」を伝えたい／伝えたくない が 分化。「震災被害」は意見分断が大。

2022年は「安全関連：現況は不安も」派と「観光・来県関連：もう大丈夫だから経済振興へ」派に分化。

2022年：放射線のモニタリングは除染（正）、観光（負）の傾向 → 経済振興に現況の情報は弊害？

統計計算は、R(Itm, irtoys),HAD,College Analysis, Easy Estimation および Excel(Macro)にて実施、Black-Box, js-STAR, langtest.jp 2-way Contingency Table AnalysisのWEB計算サイトも活用
無償でこれらのツールを公開してくれている方々に感謝を表します。なお、評価分析は現在も鋭意進行中であり、結果が変わっていく場合があります。

（環境創造部門）

長瀬川の硫酸イオン起源解析

○篠崎 真希[1]、 林 暁嵐[1,2]、 新井 宏受[1,3]（1. 福島県、2. 茨城大学、3. 京都大学）

長瀬川は猪苗代湖の最大流入河川であり、酸性支流の源流に旧硫黄鉱山と温泉源泉が存在する。1996年以降の猪苗代湖の中性化は長瀬川からの硫酸イオン（SO_4^{2-}）供給量の減少と関連性があるものと考えられる。本研究は、長瀬川でのSO_4^{2-}の起源をより詳細に明らかにすることを目的とし、長瀬川の酸性支流の源流から合流後の本流下流まで採水し、$\delta^{34}S_{SO4}$ および $\delta^{18}O_{SO4}$ を分析することで、SO_4^{2-}の起源解析を行った。その結果、猪苗代湖に流入するSO_4^{2-}の4～6割が廃鉱山水等表層地下水に由来し、残りの割合が温泉源泉に由来すると推定された。したがって、大きな火山活動の変動がない限り、今後も猪苗代湖へのSO_4^{2-}供給量は減少すると予測された。

背景と目的

Fig. 1　猪苗代湖流域図と長瀬川

◎長瀬川の概要

- 阿賀(野)川水系
- 年間流入量　約10億 m^3（全流入水量の40%以上）
- 酸性河川（pH3～4）
- 猪苗代湖に流入する酸供給量が減少 ⇒ SO_4^{2-}の濃度減少と関連

廃鉱山由来？

温泉源泉由来？

長瀬川に流入する SO_4^{2-} の起源をより詳細に 明らかにするため、河川水の $\delta^{34}S_{SO4}$ および $\delta^{18}O_{SO4}$ を分析し、SO_4^{2-}の起源解析を行う。

結果

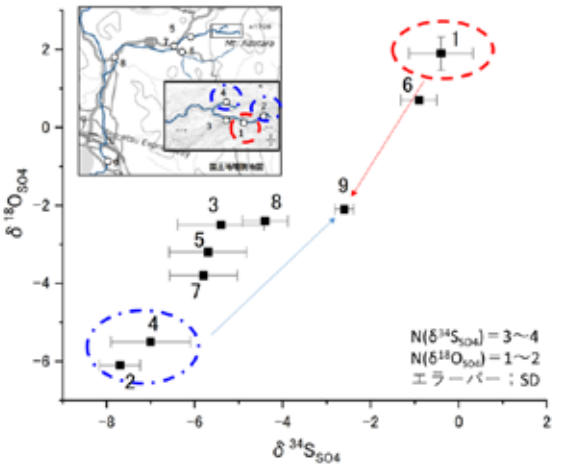


Fig. 3　$\delta^{34}S_{SO4}$、$\delta^{18}O_{SO4}$の結果

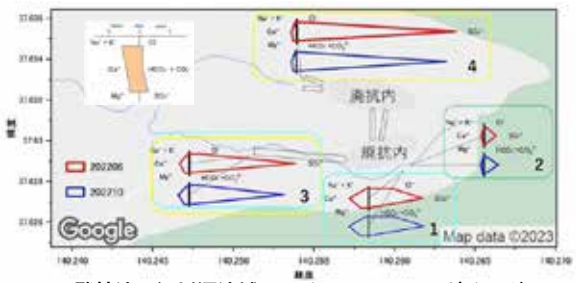


Fig. 4　酸性流入河川源流域におけるシュティフダイアグラム

※本件は、第57回日本水環境学会年会(2023年3月)で報告した。

方法

● 調査地点

地点	
1	温泉源泉水
2	源泉上流沢水
3	廃鉱山排水；白糸
4	廃鉱山排水；天沢
5-9	河川水

Fig. 2　長瀬川酸性支流の源流域および本流における調査地点

○採水時期；
2020年 8 月、 2021年 11 月（1のみ）、
2022年 6 、10 月

● $\delta^{34}S_{SO4}$、$\delta^{18}O_{SO4}$ 分析方法

$$\delta^{34}S_{SO_4},\ \delta^{18}O_{SO_4}\ (‰) = \left(\frac{R_{試料}}{R_{スタンダード}} - 1\right) \times 1000$$

$\delta^{34}S_{SO4}$　DELTA plus Advantage + FlashEA1112（Thermo Finnigan）,
DELTA V Advantage + Flash2000（Thermo Fisher Scientific）
$\delta^{18}O_{SO4}$　DELTA V Advantage + TC/EA（Thermo Scientific）

● 水質分析方法

項目	
水 温	JIS K 0102 7.2
p H	イオン 電極法
EC	交流 二電極法
溶存 イオン	イオンクロマトグラフ 法
金属元素	ICP-MS, ICP-OES
酸度 （p H 4.8 , p H 8.3 ）	滴定 法
流量	電磁式流速計

考察および今後の展開

- ✓ 温泉源泉（地点1）の $\delta^{34}S_{SO4}$ および $\delta^{18}O_{SO4}$ が高いことから、火山活動に伴ったSO_2ガスの不均化反応に由来する[1]。
- ✓ 源泉上流（地点2）および鉱山排水（地点4）中の $\delta^{34}S_{SO4}$ および $\delta^{18}O_{SO4}$ は低く、硫黄鉱床や鉱染鉱床形成時の硫化水素に由来する[1]。
- ✓ 長瀬川下流（地点9）の SO_4^{2-}は、4～6割が旧硫黄鉱山の廃鉱山水等表層地下水（地点2, 4）由来で、残りの割合が温泉源泉（地点1）由来と推定された。

- ➢ 長瀬川に流入する SO_4^{2-}は、温泉水だけではなく旧硫黄鉱山からの廃鉱山水等表層地下水の影響も大きい。
- ➢ 旧硫黄鉱山内のSO_4^{2-}保持量（ポテンシャル）には際限があり、猪苗代湖に流入するSO_4^{2-}の大半が旧硫黄鉱山に由来するため、SO_4^{2-}供給量は時間経過と共に徐々に下降する[2,3]と考えられる。
- ➢ 今後の課題として、 温泉源泉と鉱山排水の寄与率を算出し、 猪苗代湖に流入する硫酸イオン濃度変化の予測を行う。

参考文献　1）酢谷ら（2013）土木学会論文集 G（環境）、Vol.69、No.7、 Ⅲ_265-Ⅲ_274.
2）大井ら（1991）、日本化学会誌、No. 5、478-483.
3）Koide et al., 2012. Mine Water Environ, 31, 287 287-296.

（モニタリング）

福島県のモニタリングの取組Ⅰ

調査・分析部　放射能調査課

環境創造センター（環境放射線センター、福島支所）では、環境放射能と放射線のモニタリングを行っています。

原子力発電所周辺のモニタリング

原子力発電所周辺の環境放射能や放射線を測定することで、県民の健康と安全の確保に役立てています。

・環境放射能と放射線の常時監視

測定局では、原子力発電所からの新たな放射性物質の放出がないか確認するため、放射線と大気中のちりの放射能を24時間連続で測定しています。

測定局（富岡町夜ノ森局）

・環境試料の採取と測定

事故由来放射性物質による汚染状況を把握するため、大気中のちり、土、海水などに含まれるセシウム137やストロンチウム90を調べています。

海水のサンプリング

県内全域のモニタリング

観光地や集会所などの人が多く集まる場所、公園や道路といった生活で利用される場所の放射線を測定しています。

道路のモニタリング

メッシュ調査（令和４年度）

県民ニーズに対応したモニタリング

中間貯蔵施設や特定廃棄物埋立処分施設による周辺環境への影響の有無を確認するため、施設の下流の河川水や河川底質のセシウム137を調べています。

河川水のサンプリング

問い合わせ先：houshanou-chousa@pref.fukushima.lg.jp

（モニタリング）

福島県のモニタリングの取組Ⅱ

調査・分析部　環境調査課

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分析しています。

各地方振興局
（試料採取）

環境創造センター
環境調査課

（調査・分析業務）

本庁
（結果の公表等）

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。

排ガスの採取

アスベスト繊維の計測

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。

吸引ろ過

蒸留

埋立廃棄物の溶出試験

猪苗代湖の水質

清らかで美しい猪苗代湖は大切な財産であり、美しいままに将来の世代に伝えていくため、主に猪苗代湖や上流河川の水質のイオン成分や大腸菌数等を調べています。

河川水の採水

湖水の採水

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。

大気、海水のサンプリング

ダイオキシン類の分析

騒音・振動・悪臭

良好な生活環境を保つため、空港周辺の騒音を調べたり、市町村に測定機材を貸し出しています。

騒音計の設置

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稼働、また、輸送による大気の汚染状況や騒音・振動を調べています。

大気の測定

問い合わせ先：kansou-bunseki@pref.fukushima.lg.jp

（福島県気候変動適応センター）

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（サクラ編）

福島県　○蛭田 真史、大竹 駿

令和５年４月に福島県環境創造センター及び福島県環境共生課に「福島県気候変動適応センター」を設置し、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、気候変動の緩和策や適応策を自ら進んで実践するために、県民に気候変動に関する情報をわかりやすく提供することとしている。

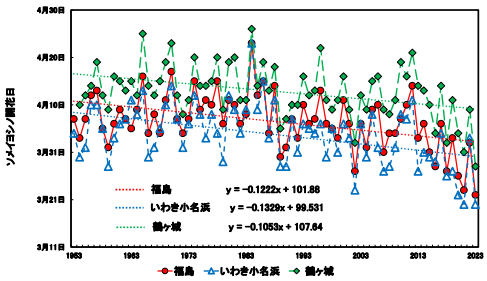
このため、気候変動による動植物への影響として、県内のソメイヨシノ及び日本三大桜の一つである「三春滝桜」（ベニシダレザクラ）の開花と近傍のアメダスの気温の変化の関係について検討した。

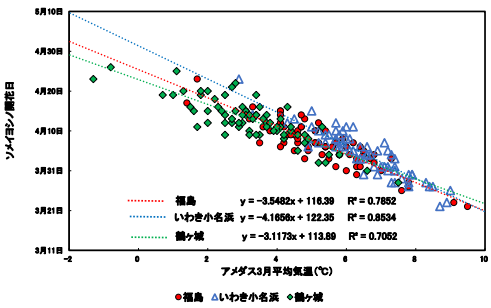
ソメイヨシノ（福島、いわき小名浜、鶴ヶ城）の開花

ソメイヨシノの開花日は年々早まっており、一次近似曲線の傾きから３地点ともここ70年で約９日早まり、特に2023年は記録がある中で最も早い日であった。

ソメイヨシノの開花日と近傍アメダスの３月平均気温には３地点とも負の相関があり、３月平均気温が高くなると、開花日は早まっている。

今後、気候変動により３月の気温が上昇すると、さらに福島県内のソメイヨシノの開花が早まると予想される。



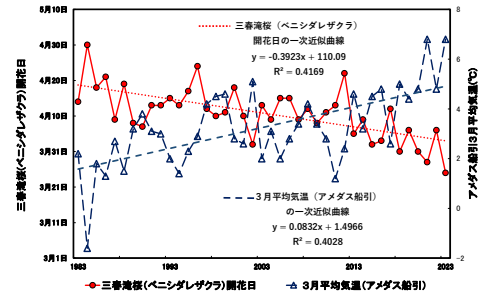


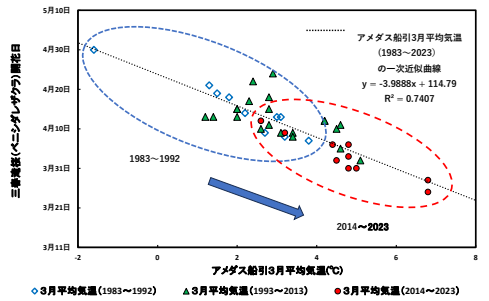
「三春滝桜」（ベニシダレザクラ）の開花

「三春滝桜」（ベニシダレザクラ）の開花日は年々早まっており、一次近似曲線の傾きからここ40年で約15日早まり、2023年は記録がある中で最も早い3月27日であった。

「三春滝桜」（ベニシダレザクラ）の開花日とアメダス船引の３月平均気温には負の相関があり、最近10年（2014年～2023年）は開花日の記録がある最も古い10年（1983年～1992年）に比べて、３月平均気温が高く、開花日は早まっている。

今後、気候変動により３月の気温が上昇すると、さらに「三春滝桜」（ベニシダレザクラ）の開花日が早まると予想される。





（情報収集・発信、教育・研修・交流）

コミュタン福島における取組

福島県環境創造センター総務企画部

福島県環境創造センター交流棟「コミュタン福島」は、放射線に関する正確な理解を促進し、また、原子力災害を経験した福島県の現状を伝えることを目的とした展示室等を備えた施設として、2016年7月21日にオープンした。
放射線や原子力災害を受けた福島の状況についての理解不足に起因する風評や不当な差別など福島で生まれ育つ子どもたちが今後も背負う問題を解決するためには、放射線や福島の状況を子どもたち自身がきちんと理解し、自らの言葉で伝えることが必要なため、「コミュタン福島」では体験型の展示やスタッフとの対話を通して、それらを主体的に学ぶことができる。

放射線や福島の状況について、子どもたちが主体的に学べる施設 コミュタン福島

コミュタン福島 外観

原子力災害について学ぶエリア

放射線について学ぶエリア

ドームシアター外観(左上)

子どもたちをターゲットにしたコミュタン福島における学習

子どもたちが主体的に学べるように、

・体験型の展示で、子どもたちの興味を喚起　　・対話を重視したハードとソフトで、コミュニケーションの促進

展示での学習内容

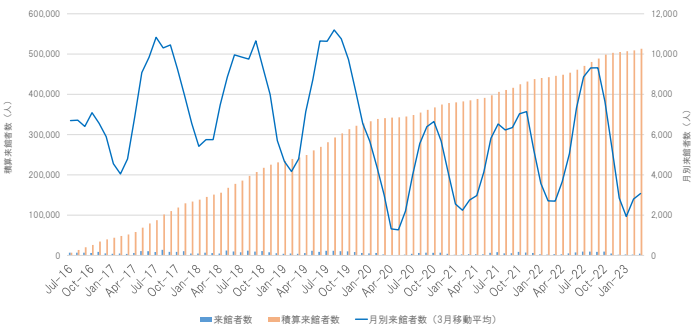
・原子力災害、放射線の基礎知識
・カーボンニュートラルなどの地球温暖化対策
・SDGsの概要と各ゴールに関連した展示

実験講座の内容

・身の回りの放射線の測定
・霧箱で放射線の性質の観察
・再生可能エネルギーによる発電体験

コミュタン福島 来館者数等

2016年7月21日にオープン後、2017年度～2019年度は毎年9万人を超える来館者を迎えており、目標である年間総来館数の8万人を達成している。2020年度は新型コロナウイルス感染症の影響により来館者は44,260人と減少した。2021年度は60,631人、2022年度は71,771人（オンライン利用も含む）と前年度に比べ増加傾向にあるものの、コロナ禍以前の来館者数までには至らない。
また、2022年度の福島県内小学校の利用割合は約50.2%（213校が来館）となる。引率教諭からは、“東日本大震災の記憶がない子ども達にもわかりやすい内容だった。放射線についても楽しく学べた”、“震災時の記憶がない児童がほとんどで、福島で何が起こり、どう立ち向かって行ったかを伝える必要があると思う。”、“ごみの量や平均気温の上昇など、地球温暖化に関わる展示を見て、環境問題についての意識を高めることができました。”との感想を頂いている。



コミュタン福島来館者数(2016.7.21～2023.3.31)

コミュタン福島　展示室

コミュタン福島 リニューアル

コミュタン福島で福島県の環境回復と創造に向け、来館者一人ひとりが展示物を見て体験することにより、現在の環境問題に対して「自分でできることは何か」をそれぞれの立場から考え、「自分事化」する視点を育むとともに、日常生活の中で自らの行動に反映するきっかけとなるよう、展示内容をリニューアルをした。

未来創造インフォストリーム

環境創造センターが取り組んできた研究などについて「放出された放射性物質の行方を追う」「持続可能な未来を創る」「福島の環境を守る」の３つのテーマで紹介している。タッチパネル形式のデジタルサイネージで気になるテーマをどんどん深堀りすることができる。

エネルギークリエーター

再生可能エネルギーと地形との関係を砂場を使って体験する。砂場で発電したエネルギーは壁面に送電され、CO_2削減に向けた再生エネルギーについて興味関心へつなげている。

（情報収集・発信、教育・研修・交流）

ふくしま育ちの若者による県内外での情報発信

福島県環境創造センター総務企画部

ふくしまナラティブ・スコラ

高校生のプレゼンテーションは
こちらから☞

ふくしまナラティブ・スコラは高校生向けのプレゼンテーション講座です。

「ナラティブ」とは、聞き手に想いを伝える話術、特に一人ひとりが主体となって語る表現技術のこと。「スコラ」とは「学問の技法」や「思考の過程」を意味する言葉です。

発災当時、幼かった今の高校生には、福島で生きてきた経験が一人ひとりにあります。そんな高校生が震災後の福島で生きてきた時間を振り返り、「福島で生きること」に向き合い、自分が伝えたいことを探求し、そして最後に、自分が一番伝えたい想いを自分の言葉でプレゼンテーションし、福島の今や未来を多くの人に伝えています。

グループワーク

プレゼン大会

	修了者数	プレゼン大会開催日
令和２年度	22名	令和２年12月13日（日）
令和３年度	20名	令和４年１月９日（日）
令和４年度	19名	令和５年１月７日（土）　県　内 令和５年３月４日（土）　東京都
令和５年度	18名	令和６年２月３日（土）　予　定

「ふくしまナラティブ・キャラバン隊」実施概要

令和５年度は、過年度に本講座を修了し、プレゼン大会で発表した３人が「ふくしまナラティブ・キャラバン隊」を結成し、県外のショッピングモール等にブースを設け、来館者に自ら声を掛けながら「ふくしまへの想い」を語っています。

修了生たちがより正確に福島県の復興の状況を発信するため、観覧者から福島県に関するアンケートを実施しました。

①令和５年７月23日（日）　ふくしまフェスタ（アーバンドックららぽーと豊洲）

②令和５年８月14日（月）　・「どうしても福島が好きだ」（新宿住友ビル　三角広場）

・日本科学未来館

③令和５年９月24日（日）　まるごとふくしまフェス（有楽町駅前広場）

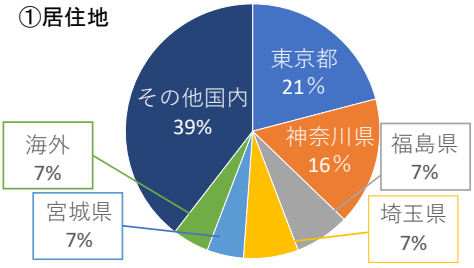
④令和５年９月30日（土）　ふくしまフェスタ（佐野プレミアムアウトレット）

⑤令和５年11月26日（日）　東日本大震災と福島の経験を伝える（阪神淡路大震災 人と防災未来センター）

※一部予定（令和５年９月　日時点 ）

＜アンケート結果（回答者数：43名）＞

①居住地



「ふくしまナラティブ・キャラバン隊」活動の様子

②プレゼンテーションを聞いて、福島県について印象が変わったことがあれば教えてください。
・若い人が頑張ってる姿を見て明るい未来があることを確信
・震災を知らない娘にいい学びになったと思います。

③福島県の風評の払拭、風化の防止のために必要なことは何だと思いますか？
・今回のふくしまフェスタのように、話し伝えてくれると風化はしないと思います。

④その他、福島県について思うことや、福島県をさらに盛り上げるためのアイデアがあれば教えてください！
・東京に住む者として、原発事故について責任を感じています。決して事故を風化させないように努力したいと思います。

まとめ

報道資料やデータの発信だけでは伝わりにくい当事者たちの想いを発信することは非常に効果的である。
また若者の成長や発信力の高さも窺えたことから、今後も引き続き若者の経験や想いを発信していくことが望ましい。

（情報収集・発信、教育・研修・交流）

野生生物共生センターの取組

福島県野生生物共生センター

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、怪我や病気の野生動物を治療し、野生に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、環境学習等の新たな機能を追加し、平成28年にオープンした施設です。

野生生物の調査研究

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ます。

＜野生生物の食性・行動調査＞

麻酔をかけたツキノワグマにGPS発信器を装着しています。

また、捕獲用罠の設置、管理、捕獲時の麻酔対応を行っています。

＜野生生物放射性核種調査＞

野生動物の救護や保護管理活動を通して得られた個体の筋肉等を採取し、放射性核種の挙動解明に向けたデータの蓄積と分析を行っています。

野生生物の保護管理

野生動物に由来する人の生活への影響に対して対処、調査、研究を行っています。

＜有害獣に関する調査・分析＞

有害獣対策の専門家と共に、出没・被害状況調査を行っています。また、市町村等から出没・被害データを収集・整理し地図上に表示、対策会議等で提示しています。

有害獣情報のマップ化

＜野生動物由来感染症の調査・分析＞

ヒトと動物の共通感染症の調査

- マダニ媒介性疾病調査
- 薬剤耐性菌保有状況調査
- 野生動物サルモネラ保有状況調査

死亡野鳥の鳥インフルエンザ検査

県内17件（センター8件）

環境教育・普及啓発

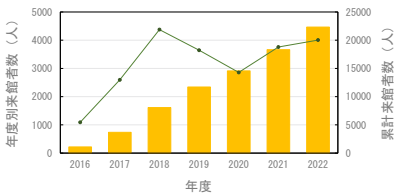
生物多様性についての理解を深めてもらうため、生物多様性ついてまとめた展示や動物の剥製、復帰訓練中の動物を観察できる展示があります。

また、小学生親子を対象に、特定外来生物や自然観察会などの環境学習会を行っています。

館内展示の様子

環境学習会
「ウチダザリガニを
釣って・食べて・学ぼう！」

野生生物共生センター
イメージキャラクター
あだぽん



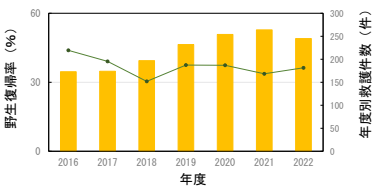
野生生物共生センター来館者数（2016～2022）

野生動物の救護・野生復帰

交通事故など人の活動の影響により、野生動物が怪我等を負う事例が年間245件（R4年度）発生しています。そうい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ます。

治療の様子

怪我した野生動物を護る「野生動物管理員」の仕事を紹介します。



野生生物共生センターの傷病鳥獣の
野生復帰率(2016～2022)

怪我をした野生動物の野生復帰率は約35%です。

また、年間の救護件数の平均は、約220件です。

（東日本大震災・原子力災害伝承館）

東日本大震災・原子力災害伝承館の調査・研究

東日本大震災・原子力災害伝承館

東日本大震災・原子力災害伝承館は、未曾有の複合災害である東日本大震災と原子力災害の記憶と記録、そこから得られる教訓、そして福島が復興していく姿を、国や世代を超えて未来へ継承する施設として、2020年9月20日にオープンしました。

当館では、資料の収集・保存、展示、研修のほか、東日本大震災と原子力災害に関する調査・研究に取り組んでいます。

1．調査・研究の目的とミッション

○東日本大震災から時間が経過し、避難指示解除や福島の復興は着実に進展しているが、住民の帰還に向けては、生活環境整備、風評被害対策、産業・生業の再生など、依然として課題が山積。

○原子力災害の実態については、各事故調査委員会以降あまり調査されておらず、原子力災害に加え、復興過程まで俯瞰的・体系的な調査・研究が進んでいない課題がある。

○国内外において福島に対する記憶の風化が進んでいる。

◎福島県が蓄積した経験や記録について、調査・研究を通じて教訓として抽出し、後世に継承することが伝承館の役割。

【目的達成のための３つのミッション】
①教訓の体系化　②教訓の発信　③人材の育成

2．調査・研究の活動状況

○研究班による調査・研究活動

・館長及び上級研究員が客員研究員等と研究班を組織し、調査・研究活動を実施。

【各研究班のテーマ】
・高村班：福島の環境と人をつなぎ、伝える
・安田班：原子力災害下住民防護行動における対策の総合的検証
・関谷班：東日本大震災から10年後の記録収集、基本統計・データベースの作成、研究集成
・開沼班：被災・復興の過程・課題の全体像を洗い出す

○専門研修の実施

・館長及び上級研究員が、放射線被ばくと健康影響、原子力防災、風評被害など、それぞれの専門分野に関する講座を実施。

○学術研究集会の開催

・東日本大震災及び原子力災害に関わる研究者等を対象とした学術研究集会を令和5年3月に初開催。１日目のエクスカーションに57名、２日目の研究報告会には73件の発表と166名の参加があった。
・令和５年度も開催予定（令和6年3月19日～20日）

3．調査・研究の体制

館長
副館長
企画事業部
企画広報課　事業課

館長　高村 昇
（長崎大学原爆後障害医療研究所 教授）

◎館長・上級研究員に加え、令和4年度から常任研究員が着任し、伝承館の調査・研究体制が整った。常任研究員は、館長・上級研究員のアドバイスを受けながら個別研究を実施。

調査・研究部門

上級研究員　３名

安田 仲宏
（福井大学 附属国際原子力工学研究所 原子力防災・危機管理部門 教授）

関谷 直也
（東京大学大学院 情報学環 総合防災情報研究センター 准教授）

開沼 博
（東京大学大学院 情報学環 准教授）

常任研究員　５名

青砥 和希 <R4着任>
【研究内容】
・地域ｱｲﾃﾞﾝﾃｨﾃｨ ・教育復興
・ｻｰﾄﾞﾌﾟﾚｲｽ ・人文地理学
・教育社会学

静間 健人 <R4着任>
【研究内容】
・広域避難 ・災害時要配慮者
・災害伝承施設 ・社会心理学

大杉 遥 <R5着任>
【研究内容】
・放射性廃棄物 ・理解醸成活動
・科学技術コミュニケーション
・対話・語り

葛西 優香 <R4着任>
【研究内容】
・文化・宗教・社会意識
・社会集団・社会組織
・社会的相互作用 ・災害ﾌｨｰﾙﾄﾞ学

山田 修司 <R4着任>
【研究内容】
・哲学 ・倫理学
・科学社会学・科学技術史
・リスク ・防災 ・移動

（東日本大震災・原子力災害伝承館）

福島県における高校生向け震災伝承プログラムの可能性と課題

東日本大震災・原子力災害伝承館 常任研究員 青砥 和希

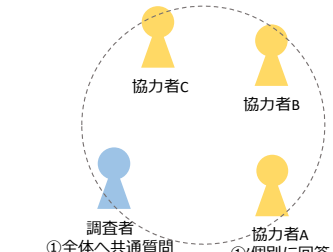
概要｜2011年3月に幼児～小学生であった世代に対して、「震災を知る最後の世代」という言及がされることがある。2023年現在、高校生にあたる世代に対して、行政や民間団体が、震災の記憶を伝承するための教育プログラムを提供している。これらの実施経過については報告例があるものの、教育プログラムの受講者である高校生の側から、これらのプログラムの意義を整理した先行研究が少ない。グループインタビュー等の手法を用いて、参加者にとってのプログラムの可能性と課題を検討する。

1．背景・概要

震災後、行政機関や教育機関などは、復興における若者の役割を定義し期待を表明してきた。震災直後は、子どもに対する教育内容として科学リテラシーへ注目が集まり、のちに風評・風化を前提としたものに変化（岡田 2019）してきた。震災後の福島県において、義務教育～中等教育段階を経過した子どもたちは、家庭・学校・地域などの社会集団やマスコミやSNSなどの言説、行政機関・教育機関の影響を受けながらアイデンティティを形成してきた。例えば東日本大震災・原子力災害伝承館は、その設置目標として、「複合災害を「自分事」として捉え、考えるきっかけとなる場所を目指す」と明記されている。実際に教育プログラム等を通じて、若者が震災を「自分事」化することは可能か、その可能性と課題があるとすればどのような点が整理されるか、教育を受ける当事者である高校生の認識から整理を行う。

2．方法

高校生から意見を聴取する手法として、半構造化グループインタビューの手法をとった。参加者が「語り部」取り組みに従事する過程で感じる震災・地域に対する考えを明らかにすると同時に、構造化インタビュー・アンケート調査では回答できない内面的な心情を相互作用によって明らかにすることを目的とした。調査者と協力者が１：複数となる環境を、心理的な安全性の確保と同時に、参加者相互のコミュニケーション機会として位置付けた。



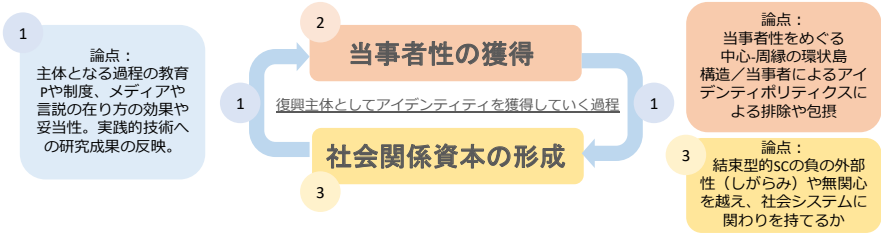
半構造化グループインタビューの流れ
調査者・協力者は円形など相互の反応が見えやすい配置となるよう配慮する

3．結果・分析

福島県内で実施されている２つの震災伝承プログラムの参加者を対象に、半構造化グループインタビューを行った。「震災を自分事化すること」を「高校生にとっての当事者性の獲得」と仮定すると、松岡（2006）の整理する「包括的な当事者性」「潜在的な当事者性」を獲得する契機として機能していることが明らかになった。さらに高次の当事者性である「当事者の連帯性」獲得のためには障壁が存在し、プログラムだけで震災や被災者との関わりを完結させず、プログラム外部で社会との連携・接点を創出する必要が示唆された。

■包括的な当事者性…地域の見学や語り部の受講を通じて、身近な問題として被災や復興を捉える
■潜在的な当事者性…被災者や家庭の年長者、更なる次世代との交流を通じて、自己の立ち位置を自覚
■当事者の連帯性…参加同士の交流が重要、被災者や地域人材との関係性はワンショットになりがち

震災伝承プログラムは、県内の複雑な被災の過程を記録・発信・伝承する契機になっている。「福島」という立場をメタ認知し、発信する意欲・技能・アイデンティティを共有するために有用である。一方で課題として、プログラムの外部（日常）に、社会関係資本の獲得に至る支援が必要であること、「知っている」というポジショナリティへの誘惑を避けて、被災者特有の苦難・教訓の伝承をするために支援者がどのような教育機会・環境を整備するのかという２点を整理した。



（東日本大震災・原子力災害伝承館）

住民自治組織の形成～祭に関わる活動に着目して～

東日本大震災・原子力災害 伝承館　常任研究員　葛西 優香

本研究では、福島県双葉郡において、東日本大震災と原子力災害からの復興過程で、離れ離れになった住民が再び集い活動を行うきっかけを明らかにし、集合状態から集団として住民自治組織化する過程に視点を置いた。

調査の中で見えてきたことは、神楽や民俗芸能、盆踊りなどを通じて、地元住民や震災後に新たに移住してきた住民が、集まった状態から集団へと変化し、組織を形成し始め、継承するために創意工夫しながら活動を継続している姿である。活動を行う背景にある住民心理に着目して調査を続けている。

住民自ら立ち上がった神社再建委員会

震災による倒壊

再建

浪江町は、一部地域避難指示解除以降、6年が経過し、帰還した住民や震災後に住み始めた住民の生活から多様な集まりが生まれている。中でも避難指示解除前の2015年から、神社再建委員会の活動は動き出していた。倒壊した神社の姿と心理が連動し、「生きる上での軸を失ったような気がした」と住民は語る。

住民は、自ら立ち上がり、**再起のきっかけ**として村社の立て直しを行った。

神楽・田植踊り・盆踊りの再興

神楽

田植踊り

盆踊り

神社が再建されれば、震災前から奉納を続けてきた神楽の練習が行われ、芸能保存会の活動が再興された。また、一年の五穀豊穣を願う田植踊り、そして年に一度、集落の住民が集まり音頭に合わせて共に舞う盆踊りが2022年7月に再興した。居住地が離れた住民、新しく住み始めた住民が神社という**一つの場所に集まってきている集合状態**が再興1年目の盆踊り会場である神社では見られた。

各町において住民が模索しながら進める継承活動

大熊

双葉

浪江

町に戻り、生活をしている住民、避難先から通いながら活動に参加する住民、新しく震災後に居住を始めた移住者と多様な背景を抱える住民が集合し、盆踊りを舞う。再興2年目の盆踊りでは、1年かけて住民自治活動により練習を重ね、神楽や田植踊り、盆踊りの音や技の継承が行われ始めている。かつてあった芸能保存会という組織は、集落で生まれた住民のみが所属していたが、構成員や守られてきた規範を変化させつつ、いかに町の文化を守り続けるか、各町で模索しながら活動が行われている。守られてきた歴史の中にある**文化の再現は、すぐには成立しないことを住民は認識し始めている**。

住民自治組織の形成がなぜ神社の再起から始まり、祭の中で行われる神楽や田植踊り、盆踊りにある技の継承の中で行われているのか。祭の中には、地域で営まれてきた記憶があり、新旧住民が記憶の中にある文化を残すことに一つになる欲望が生まれ、一体感覚を味わう状況は、そう簡単に成し得ない。**難しさを感じながら、その境地を目指し始めている**のである。

参考文献：村本由紀子：集団と集合状態との曖昧な境界：早朝の公園で見出される多様なアイデンティティ，社会心理学研究，第12 巻第2 号，pp113- 124，日本社会心理学会，1996　他

（東日本大震災・原子力災害伝承館）

アウトリーチの必要性
ーフレーミング理論を災害伝承に応用するためにー

東日本大震災・原子力災害伝承館　静間 健人

福島で起きたことを後世に伝えていくために、科学と社会の「間」を可視化する展示の方向性を提案した。これを達成するためには、伝承施設（東日本大震災・原子力災害伝承館）が科学的営為である調査・研究を行う場所だと認識されていることが重要であるとの考えのもと、東日本大震災・原子力災害伝承館が研究機能を備えた施設であると認識されているのかどうかを、令和4年度に実施したアンケートより確認した。結果、継続したアウトリーチ活動の必要性が示唆された。

1．背景

■背景１

災害伝承施設が設置される等、福島県で伝承活動の動きが本格化している。一方で、東日本大震災・原子力災害伝承館の展示内容の充実度の評価が来館者によって異なることが指摘されている【静間2022；2023】。

■背景２

原子力災害を含む複合災害を経験した福島県では、科学的な対応を要する課題と社会的な対応を要する課題が存在する【例えば、開沼2014：松岡2021】。

科学と社会の「間」の可視化【岸本2021】が展示にも必要。
⇒たとえば、フレーミング理論【竹村1994】の鑑賞に応用
（展示コンテンツを捉える際に、科学と社会の「間」の可視化を促すフレームを提供）

2．目的

調査・研究を行い、施設の諸活動へ還元することを行う場所であることを知らない可能性がある。そこで、東日本大震災・原子力災害伝承館のアンケートから、調査・研究の認知度を示す。

3．方法

■対象期間／設置場所

令和4年7月23日～令和5年3月31日／東日本大震災・原子力災害伝承館の机

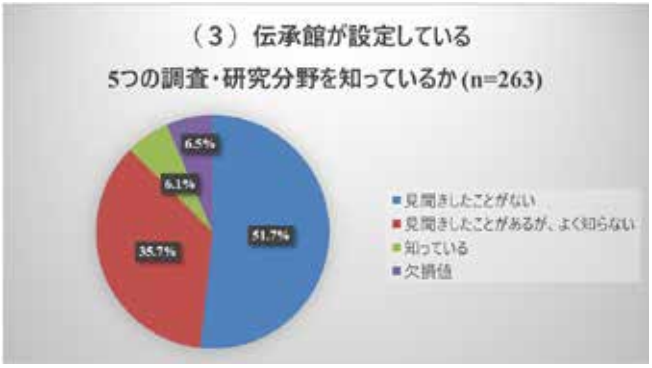
■分析項目

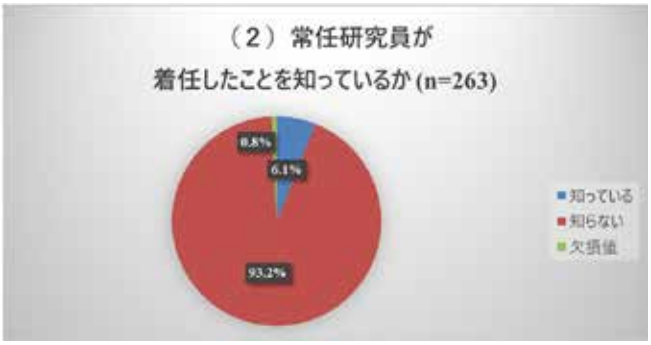
（１）研究・調査部門の認知度、（２）常任研究員の認知度、（３）調査・研究5分野の認知度、（４）必要な調査・研究

■回答者属性

回答者数：263人／性別：男性128人、女性83人、不明52人／居住地：県内61人、県外201人、不明1人／平均年齢：45.1歳

4．結果





（４）伝承館で必要な調査・研究　【複数回答】	人数	比率
原子力事故起因の放射線影響対策（対応）に関する研究	141	57.3%
原子力災害を含む複合災害におけるコミュニケーションのあり方に関する研究	119	48.4%
原子力災害を含む複合災害における行政対応のあり方に関する研究	152	61.8%
地域コミュニティの崩壊・再生と住民意識の変遷に関する研究	155	63.0%
地域産業の崩壊・再生と産業構造の変遷に関する研究	126	51.2%
わからない	12	4.9%
その他	38	15.4%
回答者数	246	100.0%

現在、伝承館では、出張展示や研修等といったアウトリーチ活動が行われている。継続して、教育目的のアウトリーチ活動や、研究組織の行動や現状を周知する広報・宣伝活動としてのアウトリーチ活動等を行う必要性が示唆された。

※　発表内容は報告者個人の見解に基づくものであり、所属する組織の公式見解ではない。

（東日本大震災・原子力災害伝承館）

展示から創造へ：震災伝承の認識論モデルの考察と提案

東日本大震災・原子力災害伝承館　常任研究員　山田 修司

概要　「経験していない人にはわからない」。一見すると正しく思えるこの主張はしかし、「他者」への「拒絶」を意味するのだろうか。あるいは大きな物語りへの迎合をせまるのだろうか。訪れ、留まり、語り、鑑賞する。これらによって生じる「経験」とその展示空間の「場所」に注目したとき、震災伝承という営みを、伝達に限られない、ある種の創造と意味づけるモデルを提示する。そこでは場所への関わりの仕掛けが重要であり、課題となることが指摘される。

Keyword　震災伝承　認識論　場所　語り　真正性　公共性

■ 背景と問題

1）震災伝承の場：
（過去完了の）被災地や震災伝承施設

2）経験していない人にはわからない：
被災の経験とは？

3）ハコモノ批判：
官製の物語りというネガティブな評価

■ 提案

「素朴な伝達」モデル
（or 逆転した「何でもあり」モデル）

↓（ゆらぎ）

経験の生成する場所
〈展示から創造へ〉

■ 考察と課題

1）知覚的な識別（不）可能性

・放射線：目で見えない、耳に聞こえない

・原子力災害：長期かつ広範囲にわたる「避難」
＝日常と非日常の境界の曖昧さ

・経験の私秘性：わたしの経験はわたしにしか
わからない（？）

← **対象への「アクセス」の問題**を提起

2）被災経験の質的な差異

・一次的：ハザードとの経験
→ 被災者に基盤

・二次的：震災伝承への参加＝記憶実践
→ 被災者・非被災者の集まる
場所に基盤

← **真正性へのアクセス**を保証

◎展示から創造の可能性へ

・「与えられる」文脈：
→ 正当化の可能性

・生産ではなく創造：
→ 社会化される知識
地域価値の（再）認識

・展示＝「語られる物語り」の公共への開かれ

継　承
教　訓
復興知

●仕掛けと課題

・仕掛け：観客性の政治学
→ 気づきをもたらす展示構成、
研修プログラム、……

・課題① 語りの「委任」：言葉、モノ、ヒト
→ 正統性の問題

・課題② 客観的な指標（尺度・モデル）の構築

注：
[1] 本稿の内容は報告者個人の見解であり、報告者が所属する組織の公式見解を示すものではない。
[2] 本研究は令和４年度および令和５年度の「東日本大震災・原子力災害伝承館個人研究費」、「令和４年度（公財）上廣倫理財団研究助成」（採択課題：道徳の物質的転回による設計論の構築に向けた技術哲学的考察）の補助を受けている。

主な参考文献：
[1] クレア・ビショップ〔2012〕（2016）『人工地獄』大森俊克訳、フィルムアート社
[2] 深谷直弘（2019）「福島第一原発事故と東日本大震災の記憶を残す活動：資料調査・収集現場における空間の考察」『社会志林』、66巻3号、法政大学社会学部学会、75-88
[3] 光岡寿郎（2017）『変貌するミュージアムコミニュケーション』せりか書房
[4] 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巻（近刊）
[5] Walton, K. L. (1970). “Categories of Art,” *The Philosophical Review*, 79-3: 334-367. [森功次訳（2015）電子出版物、https://note.mu/morinorihide/n/ned715fd23434]

連絡先：　山田修司（s.yamada@fipo.or.jp）

環境創造センター中長期取組方針の改定概要

改定概要

○　**環境創造センター概要**

・環境の回復・創造に取り組むための拠点として設置

・県、ＪＡＥＡ及びＮＩＥＳが、それぞれの強みを生かしながら、連携して４事業（モニタリング、調査研究、情報収集・発信、教育・研修・交流）を実施

○　**中長期取組方針の改定**

・１０年間の基本方針である「中長期取組方針」のフェーズ３の開始に当たり、今後３年間の事業方針等を策定

○　**改定のポイント**

・災害発生時における３機関の調査や情報発信等の連携強化（４事業全体）

・新たに部門間を横断した研究テーマ（バイオマスの利活用、放射性物質濃度の迅速な測定）を設定（調査研究）

・地球温暖化、カーボンニュートラル、SDGs等のニーズに対応した学習の実施（教育・研修・交流）

・「コミュタン福島」展示室の更新（情報収集・発信及び教育・研究・交流）

Ⅰ　モニタリング事業

フェーズ１～２の主な取組と成果

1 環境放射能モニタリングシステムの構築・運用

・各種計画に基づくモニタリング

2 有害物質等モニタリングの実施

・有害物質等モニタリング

・猪苗代湖の水質調査等

3 モニタリングデータの一元管理、解析・評価

・空間線量率マップ等でリアルタイムに公表

4 緊急時環境放射線モニタリング体制の構築・運用

・林野火災、東日本台風時のモニタリング

フェーズ３の事業方針

1　環境放射能モニタリングシステムの充実・強化

・県民や専門家の意見等を反映した実施体制

2　有害物質等モニタリングの実施

・中間貯蔵施設等のモニタリングや猪苗代湖の水質改善対策のための調査

3　モニタリングデータの一元管理、解析・評価

・規制物質の追加等に対応できる体制の構築等

4　緊急時におけるモニタリング体制の構築・運用

・体制の充実強化及びモニタリング要員の技能向上

Ⅱ　調査研究事業

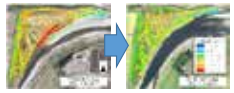
フェーズ１～２の主な取組と成果

1　放射線計測部門

・ＧＰＳ歩行サーベイ等による空間線量率の測定技術の確立

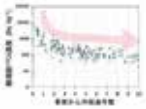
2　除染・廃棄物部門

・台風等の異常気象時も含め、除染後の河川敷や公共施設の除染効果の持続性を確認



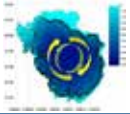
3　環境動態部門

・河川水中における懸濁態・溶存態の放射性セシウム濃度は、セシウム137の半減期よりも速い低下傾向を示すことを確認



4　環境創造部門

・猪苗代湖の湖水流動モデルや粒子追跡計算モデルの構築と解析



フェーズ３の事業方針

1　放射線計測部門

・フェーズ１～２で研究してきた分析手法の検出限界値の低減や簡易化・迅速化等の高度化への取組

2　除染・廃棄物部門

・廃棄物処理施設等における放射線影響についての安全性評価

3　環境動態部門

・河川流域圏における放射性セシウムの動態把握

・野生生物への放射性セシウム移行挙動の解明

4　環境創造部門

・猪苗代湖の水質の将来予測や水質改善対策の検討

新　部門間連携研究

■バイオマスの利活用

脱炭素社会の構築に向け、放射性物質の挙動を踏まえたバイオマスの利活用を促進するための調査研究を「除染・廃棄物」「環境動態」「環境創造」の各部門が連携して取り組む。

■放射性物質濃度の迅速な測定

災害廃棄物処理の際に必要となる放射性物質濃度の迅速な把握を行うための調査研究を「除染・廃棄物」「放射線計測」の両部門が連携して取り組む。

Ⅲ　情報収集・発信事業

フェーズ１～２の主な取組と成果

1　モニタリングデータの収集・発信

・空間線量率等に係る情報ポータルサイト等の構築・公開

2　調査研究成果の収集・発信

・学会発表、ウェブサイト、研究者と対話ができる体験イベント等による調査研究成果の発信

3　環境回復・地域再生・環境創造に関する情報の収集・発信

・環境創造シンポジウム等の開催

4　交流棟「コミュタン福島」における取組

・放射線の基礎知識等の理解促進

・「おうちdeコミュタン」の制作・公開

・「触れる地球」、「3Dふくしま」の整備

フェーズ３の事業方針

1　モニタリングデータの収集・発信

2　調査研究成果の収集・発信

3　環境回復・地域再生・環境創造に関する情報の収集・発信

4　交流棟「コミュタン福島」における取組

・地球温暖化、カーボンニュートラル、SDGsに対応した交流棟展示の更新及び学習プログラムの開発

・Webを活用した情報収集・発信の強化

Ⅳ　教育・研修・交流事業

フェーズ１～２の主な取組と成果

1　環境放射能等に関する教育

・放射線や環境の学習に必要な展示製作、学習プログラム等の開発

・小中学校への交通費の補助

2　環境の回復・創造に関する人材育成・研修

・各種年齢層を対象とした人材育成講座（ナラティブ・スコラなど）の開設

・「せせらぎスクール」の開催

3　県民・ＮＰＯ・関係機関等との交流

・環境創造シンポジウム等による高校生やＮＰＯ、研究機関の交流機会の創出

・国立科学博物館との協力・連携に関する包括協定の締結、巡回展の開催等

フェーズ３の事業方針

1　環境放射線等に関する教育

・廃炉作業の進捗状況、地球温暖化対策等を踏まえた展示や学習プログラムの開発等

2　環境の回復・創造に関する人材育成・研修

・発達段階に応じた各種講座の開設及び効果的な人材育成

3　県民・ＮＰＯ・関係機関等との交流

・ワークショップや出前講座等を通じた県民等との交流

・国立科学博物館、東日本大震災・原子力災害伝承館等との連携推進

環境の“知”を、地域とともに。

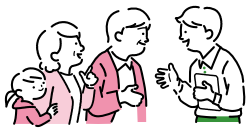
わたしたちは2011年、東日本大震災の直後から
ふくしまの環境の回復と創生のための
取り組みを進めてきました。

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。



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

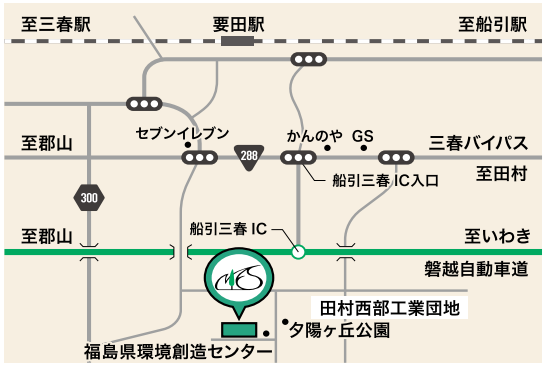
ふくしまから地域と環境の未来を考えるWEBマガジン
FRECC+
フレックプラス

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/

環境の〝知〟を、地域とともに。

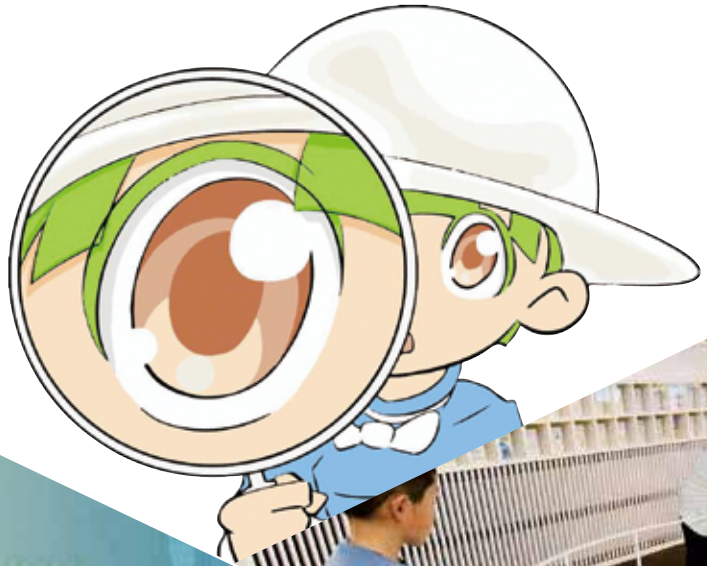
国立環境研究所
福島地域協働研究拠点

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/infomation/access.html

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

VEGETABLE OIL INK

この印刷物は、環境にやさしい
植物油インキを使用しています。
紙へリサイクル可