

令和7年度

野生動植物への放射線影響に関する
調査研究報告会

要旨集

主 催：環境省(事務局 一般財団法人自然環境研究センター)

日 時：2026(令和8)年3月6日(金曜日) 13:30～16:30

令和 7 年度野生動植物への放射線影響調査研究報告会
プログラム

日時：令和 8 年 3 月 6 日（金）13:30～16:30

場所：WebEX によるオンライン開催

13：30～13：35 開会の挨拶

- 1 13：35～13：45「野生動植物への放射線影響調査モニタリング」……………1
環境省自然環境局自然環境計画課
- 2 13：45～14：05「帰還困難区域および周辺地域におけるイノシシの食性解析」……………4
小松 仁（福島県環境創造センター）
- 3 14：05～14：35「福島大学環境放射能研究所の放射生態学研究 2025 年度」……………5
難波 謙二（国立大学法人福島大学環境放射能研究所）
- 4 14：35～15：05「福島県における野生キノコおよび露地栽培キノコの放射性セシウム調査」…7
渡邊 未来（国立研究開発法人国立環境研究所）

15：05～15：15 〈休 憩〉

- 5 15：15～15：45「森林・溪流生態系の連結に着目した放射性セシウムの移行プロセス：帰還困難
区域における長期モニタリング」……………9
中里 亮治（国立大学法人茨城大学）
- 6 15：45～16：15「東日本大震災及び福島原発事故後の 1F 近傍におけるイボニシの調査結果」・11
堀口 敏宏（国立研究開発法人国立環境研究所）

16：15～16：25 全体質疑応答

16：25～16：30 閉会

野生動植物への放射線影響調査モニタリング

MOE's study of radiation effects for wild animals and plants

環境省自然環境局自然環境計画課
Biodiversity Policy Division, Nature Conservation Bureau, Ministry of the Environment, Japan

1. はじめに

環境省では、東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島第一原発という）の事故により放出された放射性物質による野生動植物への影響を長期的に把握するため、福島第一原発周辺で調査を実施しています。本報告会では調査の終了した令和6（2024）年度の結果を報告しますが、令和7（2025）年度も調査を継続しており、令和8（2026）年度以降も調査を実施する予定です。（表3）

2. 環境省で実施した調査結果のまとめ

環境省では、平成24（2012）年度から平成27（2015）年度にかけて、福島第一原発周辺において、約80種の野生動植物を対象に、試料採取及び外部形態の観察、放射能濃度の測定、被ばく線量率の推定、繁殖にかかる調査（発芽試験、ツバメの繁殖状況調査）、定点カメラの撮影による環境変化の記録等を行ってきました。平成28（2016）年度からは、専門家の意見等を踏まえて必要な調査の絞り込みを行い、調査を継続しています（表1）。

令和6（2024）年度の調査では、採取した試料から測定した放射能濃度から、既存のツール（ERICA assessment tool）を用いて被ばく線量率を推定し、生じうる放射線影響の評価を行ったところ、令和5年度までの調査結果と変わらず、一部の地域・動植物種で影響が生じている可能性を否定できないことが示されました（表2）。ただしこれは、被ばく線量率の推定の際に、より大きな影響が生じうる条件を設定して計算した保守的なものであり、実際にこのような影響が生じていることを示すものではありません。

表1 平成30（2018）年度から令和7（2025）年度までの試料採取状況（令和8年度は予定）

分類群	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
ほ乳類（ネズミ類）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鳥類（ツバメ）		○			○		○		○		
両生類（アカハライモリ、カエル類）		○			○		○		○		
魚類（メダカ）		○			○		○		○		
無脊椎動物（ミミズ類）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
植物（草本）（キンエノコロ、チカラシバ）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
植物（木本）		○			○		○		○		
環境試料（土壌、水等）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※「長寿命である」、「生息域が限られ、採取によって個体数が減少するおそれがある」、「ICRPの定める標準動植物に該当しない」等の理由からそれぞれ判断し、鳥類、両生類、魚類、木本類は3年に1度程度の調査対象としている。

表2 令和6（2024）年度推定被ばく線量率に基づいて評価した生じる可能性のある放射線影響
（※ICRP（2014）標準動植物の線量率－影響評価表参照）

種類	1日当たり被ばく線量率（mGy/日）と影響の程度を目安					
	<0.01	0.01～	0.1～	1～	10～	100～
ほ乳類	自然放射線レベル	観察される影響なし	影響は非常に小さい	雌雄の不妊による繁殖成功率低下の可能性	罹患率の上昇、寿命短縮の可能性、繁殖成功率の低下	種々の原因による寿命短縮
アカネズミ			●●	● ● ●		
ヒメネズミ			●	●		
鳥類	自然放射線レベル	情報なし	情報なし	幼鳥の生存率減少による繁殖成功率低下の可能性	罹患率の上昇	胚の発生への長期的影響
ツバメ		●●				
両生類	自然放射線レベル	情報なし	情報なし	影響を肯定する情報なし	影響を肯定する情報なし	卵の死亡
ウシガエル			●			
魚類	自然放射線レベル	情報なし	情報なし	繁殖成功率低下の可能性	若魚への若干の悪影響（例：感染症の耐性減少、繁殖成功率の低下）	疾患率上昇の可能性
メダカ				●		
無脊椎動物	自然放射線レベル	情報なし	情報なし	情報なし	影響は見込まれない	若干の罹患率の上昇と繁殖成功率の低下
ミミズ類			● ● ● ●			
イネ科草本	自然放射線レベル	情報なし	情報なし	情報なし	繁殖能力の低下	繁殖能力の低下
キンエノコロ			●	●		
チカラシバ			●	●●		
木本植物	自然放射線レベル	情報なし	情報なし	解剖学上、構造学上及び形態上の構造を介して示される病的状態、長期被ばくによる繁殖成功率の低下	長期被ばくによる一部個体の死亡、生育阻害、繁殖成功率の低下	長期被ばくによる一部個体の死亡
スギ			●	●		
ヒノキ			●	●		

〔凡例〕 ●：1日当たり被ばく線量率の同一種における採集地点ごとの最大値

※環境試料と生物試料の放射能濃度から ERICA ツールを用いて被ばく線量率を推定。被ばく線量率の推定にあたっては、同一地点で同一種の試料が複数得られた場合や同一個体でも部位によって異なる濃度が得られた場合には、最も高い濃度を用いる等、より大きな影響が生じうる条件を設定して保守的な推定を実施。さらに、平均的な被ばく線量率に安全係数として3を乗じた被ばく線量率を算出。

表3 令和8（2026）年度から令和12（2030）年度までの試料採取計画案

分類群	R8	R9	R10	R11	R12
ほ乳類（ネズミ類）	○	○	○	○	○
鳥類（ツバメ）		○			○
両生類 （アカハライモリ、カエル類）		○			○
魚類（メダカ）		○			○
無脊椎動物（ミミズ類）	○	○	○	○	○
植物（草本） （キンエノコロ、チカラシバ）	○	○	○	○	○
植物（木本）		○			○
環境試料（土壌、水等）	○	○	○	○	○

帰還困難区域および周辺地域におけるイノシシの食性解析

○小松 仁¹、神田 幸亮¹、村上 貴恵美¹、生島 詩織²

¹福島県環境創造センター ²国立環境研究所

1. 背景・目的

東京電力福島第一原子力発電所事故から 10 年以上が経過し、多くの野生動物における放射性セシウム (Cs-137) 濃度は低下傾向にある。しかし、帰還困難区域およびその周辺地域に生息する野生イノシシ (*Sus scrofa*) においては、依然として高いセシウム濃度が維持されており、他の地域と比較してその減衰は緩やかである。チェルノブイリ原発事故後の欧州では、イノシシの高濃度汚染の要因としてキノコ類の摂取が指摘されているが、日本国内の環境下において、イノシシが年間を通じて具体的に何を摂取し、高濃度状態が維持されているのか、その詳細な食性動態は明らかになっていない。植物・菌類・動物質のすべてを網羅した定量的な評価は依然として不十分な状況にある。そこで本研究では、DNA メタバーコーディング法を用いることで、帰還困難区域等のイノシシが年間を通じて何をどの程度摂取しているのか、その年間を通じた食性の実態を解明することを目的とした。

2. 調査方法

2022 年から 2023 年にかけて福島県帰還困難区域およびその周辺地域で捕獲されたイノシシ 133 個体の胃内容物を試料とした。各試料から DNA を抽出し、植物 (rbcL 領域)、菌類 (ITS 領域)、動物 (COI 領域) を対象としたユニバーサルプライマーを用いて PCR 増幅を行い、Illumina MiSeq によるシーケンス解析を実施した。得られたリードデータに基づき、PERMANOVA および Kruskal-Wallis 検定を用いて食性構成の季節変動を統計的に解析した。

3. 結果と考察

解析の結果、全季節を通じて植物質が食性の 9 割以上を占め、次いで動物質、菌類の順で利用されていることが明らかになった。食性構成は植物・菌類・動物の全カテゴリにおいて統計的に有意な季節変動を示した (PERMANOVA, $p < 0.01$)。具体的には、マメ科植物が年間を通じて利用される食物として確認された一方で、季節特異的な食物の利用が明らかになった。夏にはクズ (マメ科) の根やキク科・ドクダミ科などの草本類に加え、バクカクキン科 (菌類) やフトミズ科の摂取割合が有意に増加した。冬にはツリミズ科の利用が特徴的であった。また、一般に秋の主要食とされるブナ科 (ドングリ) は、本解析では秋よりも春に摂取割合が高くなる傾向が示された。

本研究により、当該地域のイノシシは、通年利用される食物をベースとしつつ、季節ごとに発生するマメ科地下茎や菌類、ミズ類などを機会的に集中採食していることが明らかになった。これらの季節特異的な食物には、土壌中の放射性核種を蓄積しやすいとされる菌類やミズ類、地下茎が含まれている。したがって、今回明らかになった通年利用される食物による定常的な摂取と季節ごとの集中採食を組み合わせた食性行動は、イノシシが年間を通じて環境中のセシウムを摂取し続ける経路の一つとなっている可能性が示唆される。

福島大学環境放射能研究所の放射生態学研究 2025 年度
Radioecological Researches in the Institute of
Environmental Radioactivity at Fukushima University in FY 2025

難波謙二
福島大学環境放射能研究所
NANBA Kenji

Institute of Environmental Radioactivity at Fukushima University

1. はじめに

福島大学環境放射能研究所(IER)は水文学的あるいは生態学的な視点で放射能の環境動態の研究を行っている。また、生態学的な放射能の移行研究とともに、野生動植物への放射線影響の研究を発足当初から守備範囲としており、2014 年度より、本ワークショップで放射線影響研究を中心に IER の研究活動等を紹介してきた。今年度も引き続き現在の IER での研究活動状況を紹介する。

2. 教育機能

環境放射能学専攻博士前期課程の今年度修了予定者は 4 名であり、修士論文題目は「福島県におけるスズキの河川利用と ^{137}Cs 蓄積要因の解明」、「福島県におけるスズキの河川利用と ^{137}Cs 蓄積要因の解明」、「実験・野外データ解析によるニホンウナギへ ^{137}Cs 移行特性の解明」および「大気輸送モデルを用いた東アジア域における大気中ラドンと壊変生成物の時間空間変動の解析」である。なお、理工学専攻で教員が担当する修論のテーマには「表面電離型質量分析計による放射性および安定ストロンチウムの同時定量と動物中の生体蓄積性の評価」、「誘導結合プラズマ質量分析法における指標元素を用いる間接定量法の研究」、「微量計測を目的とする中空糸型正浸透膜によるヨウ化物イオンの濃縮」、「X 線 CT 視認機能を付加した新しい放射線塞栓剤に関する研究」、「Physics-Informed Neural Networks を用いた Cs-137 線源の放射線場シミュレーション」、「機械学習を用いた 3 次元構造物中における放射線源および遮蔽体の分布推定」、「福島第一原子力発電所 PCV 内における燃料デブリ等の識別モデル作成に向けた検討」、また環境放射能学専攻博士後期課程には修了予定は無いが、理工学専攻で IER 兼務教員が主査となっているテーマに、「ケモインフォマティクスによる起源同定法の開発」および「Monitoring and data analysis of suspended sediment transport from the Abukuma River watershed to the Pacific Ocean」がある。

福島大学では学士課程改革が行われ、2027 年 4 月からは一部再編等が行われた上で、学類から学部学科となる。主として大学院教育を担う IER については従来からの変更はない。IER の学士課程教育としては、2020 年度より学士課程のあらゆる分野の学生が選択できる基盤科目の「環境放射能学入門」が継続中である。さらに、2025 年度 4 月入学以降の共生システム理工学類生を対象に 2 年次に理工専門科目として「環境放射能学概論」を開講する予定である。理工の学士課程教育では 3 年生後期には研究室に配属され卒業研究の準備が始まる。理工の学生の研究室配属先として IER が受け入れ先となるような制度を整備中である。これにより理工の学士課程学生が大学院環境放射能学専攻への進学増加につながることも期待される。

3. 研究

3.1 F-REI の公募研究

兼務教員と専任教員で IER では 4 件の F-REI の公募型研究に研究分担を含めて参画している。

第 1 分野(ロボット)では「環境放射能動態調査のための水中ロボットの開発とその応用に関する研究」(令和 5-11 年)、第 5 分野(原子力災害に関するデータや知見の集積・発信)では「放射性物質の魚類への取込・排出メカニズム」にそれぞれ代表研究者として、また第 5 分野の「原子力災害医療科学」では分担者として参画している。さらに、金沢大学が代表となっている調査研究等の中で「汚染木材からメカノケミストリーで製造する人工土壌ポリマーを用いる汚染フリー植物油製造」(令和 6-7 年)に研究分担で参加している。

「原子力災害医療科学」の研究課題で、リスク認知研究、線量研究、複合災害時教訓研究というこの課題が

含む3つの研究のうち、線量研究を IER が担っている。線量研究の中では、きのこ蜂蜜の Cs-137 濃度の傾向、アカネズミの Cs-137 濃度と放射線影響の研究を令和 7 年度に実施した。野生アカネズミ個体と配偶子の塩基配列比較を行った。海外での原子力防災や防災の観点でのリスクコミュニケーション等環境放射能動態研究の社会実装に関わる情報収集も継続しており、令和 7 年度には実験炉の継続再認や商用炉準備などの動きがあったポーランドと旧核実験場での環境研究や開発研究が進むカザフスタン等を訪問した。

3.2 ALPS 処理水と魚類に含まれるトリチウム濃度 (Takata et al., 2025)

2021 年から 2024 年にかけて、福島県の福島第一原発周辺の沿岸海域において採取した魚類とその生息場所の海水中トリチウムを測定した結果、ALPS 処理水放出後においても、魚類中濃度は生息海水中濃度と同程度であり、放出の影響を最も受けると考えられる海域でもトリチウムは魚類に蓄積しないことが確認された。

3.3 福島第一原発から放出される トリチウムの濃度分布を予測 (Cauquoin, A., Gusyev, M. et al., 2025)

地球温暖化の影響や高解像度モデルによる海洋渦の輸送効果も考慮した全球海洋モデルを用いて、福島第一原子力発電所の処理水の放出による海洋中のトリチウム濃度をシミュレーションしたところ、放出場所付近(最小グリッドの 25km 程度)以遠では放出開始前のトリチウム濃度(背景トリチウム濃度)からの増加は検出されないとの結果を得た。東京大学などとの共同研究。

4. 共同研究

福島大学は 2025 年度フランス国立科学センター (CNRS) およびフランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) との連携研究拠点 (IRL) 「MITATE Lab. Post Fukushima Studies」を設立した。日本では 13 番目の IRL であり、設置受入機関でみると、東北大学、筑波大学、東京大学、OIST に次いで 5 番目である。MITATE Lab. では日本とフランスを中心とした様々な国籍の研究者が集い、学際的な研究を進めることで、震災がもたらした結果とその複雑性を、人間と環境の両方の観点から探求することを目的としている。もちろん環境放射能や放射線影響の研究も含まれ、復興まちづくりや住民の帰還に関わること等、社会学や政策に関する研究も含まれている。現在はフランスの大学と CNRS 二所属する博士課程の学生が IER に常駐して原発事故後の福島で進められてきた再生可能エネルギーについて研究を行っている。

「放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 (ERAN)」では、2025 年度は 138 件の公募型研究課題が採択されている。これらのうち、福島大学が受入機関となっているのは 20 課題であった。今年度は昨年度 F-REI に移籍したことから国立環境研究所と原子力研究開発機構の福島環境動態研究のユニットが拠点ネットワークから外れたが、F-REI の環境動態ユニットが新たに加わった。

海外との共同で生物影響の研究は継続している。2023 年と 2024 年帰還困難区域を含む浜通り6地点での実験養蜂を共同で行ったフランス ASN (旧 IRSN) の研究チームは採取したセイヨウミツバチ個体試料の分析等が進行中である。

アジア太平洋地域各国の環境や原子力を担当する政府機関のモニタリング担当技術者を対象に、海洋モニタリング技術に関する研修を IAEA モナコが主体となり IER と共同で 2025 年 3 月に1週間の日程で IER を会場に実施した。研修を受講したのは、バングラデシュ、中華人民共和国、インド、インドネシア、韓国、マレーシア、マーシャル諸島共和国、ニュージーランド、フィリピン、シンガポール、スリランカ、タイ、ベトナムの 13 カ国 24 名であった。

5. 広報など

2025 年度は3回の「研究活動懇談会」を行った。まず 11 月に国土交通省福島河川国道事務所にて、同事務所の所長はじめ職員と阿武隈川漁業協同組合職員を対象に阿武隈川の観測で得られた放射能動態の研究成果と森林管理と並行して行う河川管理の話題を提供し、懇談した。12 月には昨年度に続き請戸を拠点としていた元ホッキガイ漁師らのグループに IER に来ていただいて、河川を通じた放射性セシウムの動きと河口域での動態について今までの知見を話題に懇談会を実施した。1 月には富岡町で、IER が実施してきた、森林、淡水魚、海洋環境、および廃炉に関係する研究の話題を水産研究・教育機構及び原子力研究開発機構の研究者も含むそれぞれの研究者から話題提供した。

IER で毎年年度末に開催する「第12回成果報告会」2026 年 3 月 10 日と 11 日に開催する。今年度は「福島の声:自然と人の 15 年」をテーマとし、人間を対象とした研究報告も予定している。

福島県における野生キノコおよび露地栽培キノコの放射性セシウム調査 Survey of radiocesium in wild and open-field cultivated mushrooms in forests of Fukushima Prefecture

○渡邊未来¹、高木麻衣¹、境優¹、越川昌美¹、玉置雅紀¹、辻岳史¹、高橋晃子¹、武地誠一¹、吉田芳¹、田中あすか¹、大和田興¹、古川成治²、小松雅史³、操上広志⁴、佐々木祥人⁴、林誠二^{1,4}
¹国立環境研究所、²きのこ振興センター、³森林総合研究所、⁴福島国際研究教育機構

1. はじめに

山の恵みである野生キノコの利用は、単に食料や収入を得るだけでなく、里山の暮らしにおける季節の味覚であり、お裾分けなどを通して住民の交流を育む食文化である¹⁾。しかし福島原発事故から15年経った現在も、野生キノコは広く出荷が制限されており²⁾、家庭用に採って食べることも自粛が要請されている。これは、キノコの放射性Cs濃度が一般食品の基準値である100 Bq/kgを超過したためであるが、なかには自己責任で採って食べている例もある。放射性Csによる森林の汚染は、森林内で行われる露地栽培キノコの生産にも深刻な影響を与えている。例えば、シイタケ等の原木キノコは地域によって出荷制限がある²⁾。一方、菌床キノコについては、出荷制限こそないものの、森林土壌からの放射性Cs吸収に対する不安から、福島県内では生産自粛が続いている。以上を踏まえ本研究では、福島県の森林を対象に、①野生キノコの放射性Cs濃度調査、②野生キノコ利用による追加被ばく線量の推定、③菌床キノコの露地栽培試験を行ったので報告する。

2. 方法

①野生キノコの放射性Cs濃度調査:野生キノコの放射性Cs濃度の現状を把握するため、2020～2023年の秋に、福島原発からおおよそ30～50kmに位置する3地点の森林で調査を行なった。食用になる野生キノコを採取し、水洗い、乾燥、粉碎等の前処理をした後、子実体に含まれる¹³⁷Cs濃度を測定した。また、菌根菌であるコウタケとアマタケについて、その¹³⁷Cs濃度を左右する因子を調べるため、キノコを採取した直下土壌の¹³⁷Cs濃度や、キノコの¹³³Cs濃度を分析し、キノコの¹³⁷Cs濃度との関係を調べた。

②野生キノコ利用による追加被ばく線量の推定:野生キノコを食べることで受ける内部被ばく線量と、野生キノコを採取する時に受ける外部被ばく線量を、それぞれの推定式を用いて求めた。地元の暮らしに基づいた推定を行うため、飯舘村A地区の住民を対象に、福島県で人気の高いコウタケの摂取量と、キノコを採取する時間を聞き取り調査した。調査を行なった2024年は、野生キノコの出荷や自家消費は制限されていたため、現在の値ではなく、よく食べていた頃の値を聞き取った。これに、飯舘村で測定されたコウタケの放射性Cs濃度や、空間線量率の現地踏査データなどを利用して、追加被ばく線量を推定した。

③菌床キノコの露地栽培試験:森林内で一般食品の基準値を下回る菌床キノコが生産できるかを調べるため、生産が自粛されているハタケシメジとムラサキシメジを対象に、福島県全域に渡る14地点で露地栽培試験を行なった。栽培地点は全て空間線量率が1 μ Sv/h未満の落葉広葉樹林とし、2024年7月～11月に実施した。ハタケシメジは、菌床サイズに掘った穴に菌床を埋め込み、穴掘り時に採取した下側の土壌で菌床を被覆した。ムラサキシメジは、腐葉土を掻いた土壌表面に菌床を置き、これを腐葉土でマウンド状に被覆した。収穫したキノコの¹³⁷Cs濃度を測定し、基準値と比較するとともに、栽培地点の土壌中¹³⁷Cs濃度との関係を調べた。

3. 結果と考察

本研究におけるキノコの¹³⁷Cs濃度は全て、水分量を90%と仮定した新鮮重あたりの値を示した。また、測定した¹³⁷Cs濃度から¹³⁴Cs濃度を推定し、¹³⁷Csと¹³⁴Csの合計値を放射性Cs濃度とした。

①野生キノコの¹³⁷Cs濃度調査:本調査では菌根菌16種と腐生菌9種を含む、全122試料の野生食用キノコを採取した。その¹³⁷Cs濃度は82～290,000 Bq/kgであったが、100 Bq/kgを下回ったものは2試料であり、現状では基準値の観点から食べられない野生キノコがほとんどであった。野生キノコの¹³⁷Cs濃度は、菌根菌と腐生菌ともに種類による違いが大きかったものの、同じ種類でも10～100倍の違いがあった。コウタケとアマタケの¹³⁷Cs濃度は、直下土壌の¹³⁷Cs濃度やキノコの¹³³Cs濃度が高いほど高い傾向を示し、土壌からのCs移行特性が、野生キノコの¹³⁷Cs濃度に影響していることが示された。

②野生キノコ利用による追加被ばく線量の推定:住民24名への聞き取り調査の結果、よく食べていた頃のコウタケ摂取量は中央値150 g/yであり、放射性Cs濃度を10,000 Bq/kgとして求めた内部被ばく線

量の中央値は 20 $\mu\text{Sv/y}$ となった。キノコ採りをしていた住民 19 名の採取時間は中央値 5 h/y であり、外部被ばく線量の追加分を 0.55 $\mu\text{Sv/h}$ として求めた外部被ばく線量の中央値は 3 $\mu\text{Sv/y}$ となった。住民 24 名について内部と外部を合わせた追加被ばく線量の中央値は 24 $\mu\text{Sv/y}$ であった。最大値であった 100 $\mu\text{Sv/y}$ で見ても、長期的な追加被ばく線量の目標値である 1,000 $\mu\text{Sv/y}$ の 10%相当であった。

③菌床キノコの露地栽培試験：収穫したキノコの放射性 Cs 濃度は、ハタケシメジが 0.4～12 Bq/kg、ムラサキシメジが 0.2～43 Bq/kg であった。いずれも一般食品の基準値である 100 Bq/kg を下回っており、空間線量率が 1 $\mu\text{Sv/h}$ 未満の落葉広葉樹林では、ハタケシメジとムラサキシメジの菌床露地栽培による生産を再開できる可能性が示された。一方で、それぞれのキノコの ^{137}Cs 濃度は、栽培地点における土壌の ^{137}Cs 汚染度と正の相関を示したことから、土壌中における放射性 Cs の汚染度や移動性の高い地点では、これらキノコの放射性 Cs 濃度が高くなることに注意が必要と考えられた。

4. 参考文献

- 1) 渡邊未来、辻岳史、高木麻衣(2022, FRECC+)
<https://www.nies.go.jp/fukushima/magazine/research/202301.html>
- 2) 厚生労働省(2026、WEB) https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html

森林・溪流生態系の連結に着目した放射性セシウムの移行プロセス: 帰還困難区域における長期モニタリング

中里 亮治

茨城大学学術研究院基礎自然科学野 (地球・地域環境共創機構 水圏環境フィールドステーション)

1. 目的

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は、周辺地域に甚大な放射性物質の汚染をもたらした。事故後の避難指示区域は福島県全体の面積の約 2.24%に及び、特に浪江町においては町全体の 80%以上が帰還困難区域に指定されるなど、深刻な影響が続いている。こうした地域の再活性化や内水面漁業の復興を果たす上で、ヤマメやイワナをはじめとする溪流魚の遊漁活動を再開させることは、地域住民や漁業関係者からの要望が極めて強く、喫緊の課題となっている。

しかしながら、本研究が着手された 2015 年以前においては、帰還困難区域内の山地溪流生態系における放射性セシウム (^{137}Cs) の動態に関する知見は極めて限定的であった。特に、森林から溪流へと続く食物網を通じた放射性物質の移行プロセスについては、未解明な点が多く残されていた。そこで本研究は、浪江町内の山地溪流を対象に、魚類、餌資源となる無脊椎動物、および各種環境試料の長期的なモニタリングを実施し、 ^{137}Cs の汚染実態と森林から魚類への移行メカニズムを定量的かつ体系的に解明することを目的とした。調査は 2026 年 1 月現在でも継続しているが、今回の発表では主に 2023 年度までの結果について報告する。

2. 方法

調査は、福島県浪江町の帰還困難区域内を流れる請戸川支流の 3 地点 (Site B, C, D) において実施した。

2.1 調査対象および試料採取

- **魚類:** 溪流生態系における高次消費者であるヤマメ (*Oncorhynchus masou masou*) およびイワナ (*Salvelinus leucomaenis pluvius*) を、エサ釣りをを用いて採捕した。
- **大型の無脊椎動物:** 魚類の主要な餌資源となる陸生および水生の大型無脊椎動物を対象とした。採集にはライトトラップ、ベイトトラップ、および D フレームネット等を用いた。
- **基礎生産者・菌類等:** 生態系内の低次栄養段階の生物の ^{137}Cs 濃度を把握するため、糸状藻類、河床付着物 (付着藻類)、地衣類、および菌類を採取した。
- **環境試料:** 放射性物質の供給源および蓄積場を把握するため、山土、河床堆積物 (川砂)、および河川水 (溶存態) を定期的に採取した。

2.2 測定および期間

各試料の ^{137}Cs 濃度はゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。あわせて、各調査地点における空間線量率の測定も実施した。調査期間は、魚類および環境試料については 2015 年 5 月から 2024 年 3 月までの約 9 年間にわたる長期モニタリングを行い、無脊椎動物や藻類については 2021 年から 2023 年にかけて重点的な補完調査を実施した。

3. 結果と考察

調査の結果、非生物的環境 (空間線量・土壌) と生物体内の ^{137}Cs 濃度推移の間には、明らかな乖離が認められた。

3.1 環境試料における濃度推移

空間線量率、および山土・川砂中の ^{137}Cs 濃度は、時間の経過とともに明瞭な減少傾向を示した。これは、物理的減衰に加え、土壌の流出や堆積、さらには周辺環境における自然減衰が進行していることを示唆している。

3.2 溪流魚における濃度維持と個体差

一方で、ヤマメおよびイワナの筋肉中 ^{137}Cs 濃度には、環境試料に見られるような経年的な減少傾向が確認されなかった。空間線量率の高い地点ほど魚類の濃度も相対的に高い傾向にあるものの、同一地点・同一時期に採捕された個体間においても、 ^{137}Cs 濃度に数倍から十数倍の著しいばらつきが認められた。このことは、魚類の汚染レベルが周囲の環境線量のみならず、個体ごとの摂餌習慣などの生物学的要因に強く依存していることを示している。

3.3 食物網を通じた移行メカニズム(カマドウマの寄与)

魚類の ^{137}Cs 濃度が高止まりし、かつ大きな個体差が生じる要因を解明するため、餌資源の寄与度を解析した。

- **餌資源の濃度特性:** 調査した無脊椎動物の中で、特にマダラカマドウマ(陸生昆虫)の ^{137}Cs 濃度が注目された。マダラカマドウマは森林の落葉層などで菌類や有機物を摂食するため、比較的高濃度の ^{137}Cs を蓄積しており、その個体別濃度の平均値($n=50$)は 11,000 Bq/kg-dw、最大値は 42,000 Bq/kg-dw、また 1 個体あたりの ^{137}Cs 体内負荷量(総量)は平均 1 Bq、最大で約 5 Bq であった。
- **蓄積シミュレーションによる検証:** 魚体重量 50g-ww のヤマメが、1 Bq の ^{137}Cs を含む体重 0.1g-dw のマダラカマドウマを 1 日 1 個体ずつ摂取すると仮定し、単純な蓄積モデルで計算を行ったところ、得られた蓄積速度は約 5,000 Bq/kg-ww/年となった。これは野外で観察されるヤマメの平均的な濃度推移と概ね整合する。
- **最大濃度の要因:** さらに、最大値に近い 5 Bq のカマドウマを継続的に捕食した個体が存在すると仮定した場合、その理論的な蓄積濃度は 25,000 Bq/kg-ww/年を超え、実際に確認された最大値(33,000 Bq/kg-ww 超)に近い値を説明可能であることが判明した。

以上の結果から、帰還困難区域の溪流魚における ^{137}Cs 濃度の維持および個体差の主要因の 1 つとして、森林生態系から溪流へ供給されるカマドウマ等の高濃度な陸生無脊椎動物を選択的に捕食しているためだと推察された。

4. まとめ

本研究は、帰還困難区域内の山地溪流において、環境中の放射能レベルが低減しつつある一方で、溪流魚の ^{137}Cs 濃度が依然として高水準を維持し、かつ大きな個体差を持って推移している実態を明らかにした。このメカニズムには、森林から溪流へと流入する特定の陸生昆虫(カマドウマ等)を通じた生物濃縮プロセスが極めて重要な役割を果たしている。環境中の線量低減が必ずしも魚類の安全性を直ちに担保するものではないという本知見は、放射性物質の生態系内動態を理解する上で極めて重要である。

今後の課題として、カマドウマ以外の微小な餌資源(ユスリカ幼虫等)が寄与する割合や、季節変動に伴う移行経路の変化についても、さらなる定量的評価が求められる。本研究で得られた知見は、将来的な避難指示区域における遊漁活動の再開や内水面漁業の復興に向けた、科学的根拠に基づくリスク管理および政策立案のための不可欠な基礎データとなるものである。

謝辞 本研究の一部は公益財団法人河川財団の運営する河川基金の助成によって実施した。また帰還困難区域での調査には、室原川・高瀬川漁協組合員の方々の全面的にご協力いただいた。記して感謝いたします。

東日本大震災及び福島原発事故後の 1F 近傍におけるイボニシの調査結果

堀口 敏宏

国立環境研究所 環境リスク・健康領域

1. はじめに

2026 年 3 月 11 日で東日本大震災から満 15 年となる。同時に、これに付随して発生した、東京電力福島第一原子力発電所(1F)における炉心溶融事故からも 15 年の節目を迎える。1F 事故は、1986 年 4 月に旧ソ連(現ウクライナ)で起きたチェルノブイリ原発事故と比べて、環境中に放出された放射能の量がおおよそ 1/10 とされ、ヒト及び野生生物の被ばく線量は比較的小さいとされてきた。ここでは野生生物への影響に焦点を絞り、2011 年 12 月以降に演者らが進めてきた現地調査の結果に基づき、東日本大震災と 1F 事故後の福島県潮間帯、特に 1F 近傍におけるイボニシを中心とする無脊椎動物で観察されてきた変化を紹介する。

2. 方法

現地における目視観察と生物試料採集、水質試料採取、種の同定後の個体数算定と重量計測、組織標本の作製と顕微鏡観察、水質及び生物試料の化学分析(γ 線核種、 β 線核種、化学物質など)及び統計検定などを行った。

3. 結果と考察

震災・1F 事故から約 9 か月後の 2011 年 12 月 14 日に放射線医学総合研究所(放医研;当時)並びに福島県と共同で、1F の半径 20 km 圏内(警戒区域;当時)に立ち入って潮間帯調査(予備調査)を行った結果、檜葉町～南相馬市の 17 地点でイボニシの棲息をほとんど確認できず、檜葉町波倉(福島第二原子力発電所(2F)の南側)の 1 地点で 1 個体のみ採集された。また、イボニシだけでなく、潮間帯でごく普通にみられるイガイ類やフジツボ類などの無脊椎動物が少なく、カニ類やヤドカリ類もほとんどみられなかった。この時点では潮間帯の無脊椎動物が津波によってさらわれていなくなったものと想像された。

上記の予備調査結果を受け、2012 年 4 月を中心に本調査を実施した(本調査では警戒区域(1F の半径 20 km 圏内)の 10 地点と、比較のために千葉県～岩手県の 33 地点において潮間帯調査を行った)。その結果、潮間帯の無脊椎動物の種数が、南北両方向から 1F に近づくにつれ有意に減少した($P < 0.001$)。また、肉食性巻貝のイボニシとチヂミボラの棲息が、1F を含む、広野町～双葉町の約 30 km の範囲で確認されなかった。津波による被害が甚大であった福島県北部、宮城県及び岩手県でイボニシやチヂミボラが採集されたことから、1F を含む、広野町～双葉町の約 30 km の範囲におけるイボニシとチヂミボラの“不在”が津波によって引き起こされたと考えすることは困難であった。

イボニシ以外の潮間帯の無脊椎動物群集を対象に、上述の 2012 年の東日本での 43 の調査地点の中から、テトラポッドなどの消波ブロックで構成される地点として 7 地点(警戒区域(当時)として富岡町、大熊町、双葉町及び南相馬市の 4 地点、比較対象として茨城県神栖市と日立市、宮城県石巻市の 3 地点)を選び、一片 50 cm の方形枠を用いた調査も 2013 年 5 月以降、継続してきた。その結果、1F 南側(大熊町と富岡町)の地点で付着動物の種数と個体数密度及び重量密度が他の地点よりも有意に低い($P < 0.05$)ことがわかった。

1F 南側(大熊町と富岡町)の地点で付着動物の種数と個体数密度及び重量密度が有意に低く、また、1F を含む、広野町～双葉町の約 30 km の範囲で肉食性巻貝(イボニシとチヂミボラ)が姿を消した原因について、演者らは、津波ではなく、1F 事故によって放出された放射性核種や化学物質によってこうした生物が死滅した可能性を作業仮説として設定し、現在も検証中である。

潮間帯の無脊椎動物群集の種数と個体数密度に回復の兆しがみられたのは 2015 年 5 月～6 月であった。一方、イボニシは 2013 年以降、福島県北部及び南部から県中央部に向けて、年々、徐々に採集されるようになり、いわゆる、イボニシ個体群の復活が観察された。また、1F 南側約 1 km に位置する大熊町大沢でイボニシが初めて観察され、イボニシの“空白地帯”が解消したのは、震災・1F 事故から約 5 年後の 2016 年 7 月であった。すなわち、潮間帯の無脊椎動物群集の種数と個体数密度、そしてイボニシ個体群に回復の兆しがみられるまでに震災・1F 事故から約 4～5 年を要した。潮間帯の無脊椎動物群集及びイボニシ個体群にこうした回復の遅延をもたらした要因について、演者らは、2012 年 3 月～2015 年 4 月まで断続的に続いた、1F 専用港湾の底質被覆工事(工事に付随した濁度の上昇に加え、セメント由来の複数の

重金属など)が関わっているとの作業仮説を設定し、検証を進めている。

イボニシ个体群の復活については、上述のように、震災・1F 事故から約 5 年後の 2016 年 7 月に 1F 南側約 1 km に位置する大熊町大沢でイボニシが初めて観察されたことを以ておよそ達成されたと考えられるが、个体群の存続には繁殖・再生産が健常に行われる必要がある。そこで、演者らは 2017 年 4 月以降、毎月、大熊町大沢においてイボニシとレイシガイを採集し、生殖腺組織標本の作製と顕微鏡観察により、生殖周期を追跡してきた。その結果、対照地点である茨城県ひたちなか市平磯(1F から直線距離で約 120 km 南側に位置する)のイボニシでは、年に 1 回、夏季に性成熟することが観察された。これまでにイボニシは年 1 回、夏季に性成熟して産卵することが知られてきたため、これは当然と言えば、当然である。しかしながら、大熊町大沢のイボニシとレイシガイでは、2017 年 4 月から 2019 年 5 月まで 2 年間以上に亘り、性成熟が続いた(その症状の強弱についてはイボニシ>レイシガイであり、種差がみられた)。これは明白な生殖異常であり、演者らはこの生殖異常を通年成熟現象(consecutive sexual maturation; CSM)と名付け、2021 年に論文で報告した。その後、現在までほぼ周年、大熊町大沢のイボニシでは性的な成熟状態が続いている(2025 年 12 月現在)。これまでに明らかになった CSM の特徴を紹介し、その原因や機構などについて論議する予定である。