

令和5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：2024(令和6)年3月15日(金曜日)13:30~16:30

令和5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（予定）

日時：令和6年3月15日（金）13:30～16:30
場所：WebEXによるオンライン開催

開会の挨拶	13:30～13:35
1 環境省自然環境局自然環境計画課 「野生動植物への放射線影響調査モニタリング」	13:35～13:45
2 小松 仁（福島県環境創造センター） 「福島県内における野生大型哺乳動物の放射性セシウム濃度の長期モニタリング」	13:45～14:05
3 難波 謙二（国立大学法人福島大学環境放射能研究所） 「福島大学環境放射能研究所の放射生態学研究 2023 年度」	14:05～14:35
4 田中 草太（公立大学法人秋田県立大学） 「カイコに対する内部被ばく実験」	14:35～15:05
〈休憩〉	15:05～15:15
5 吉岡 明良（国立研究開発法人国立環境研究所） 「自動撮影装置による赤トンボ類調査の可能性 —営農再開水田と避難指示区域内試験水田における実証—」	15:15～15:45
6 玉置 雅紀（国立研究開発法人国立環境研究所） 「中間貯蔵施設周辺地域における生物相及び生態系サービス評価の取り組み」	15:45～16:15
全体質疑応答	16:15～16:25
閉会の挨拶	16:25～16:30

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4（2022）年度の結果を報告しますが、令和5（2023）年度も調査を継続しており、令和6（2024）年度以降も調査を実施する予定です。

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、福島第一原子力発電所周辺において、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4（2022）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3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る可能性を否定できないことが示されましたが、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2）。

表1 平成30（2018）年度から令和5（2023）年度までの試料採取状況（令和6年度以降は予定）

分類群	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
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4（2022）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：感染症の耐性現象、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、生育障害、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測定の最大値、最小値

——：同一種で複数の試料が得られた場合、その1日当たり被ばく線量率の値の分布範囲

※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。

福島県内における野生大型哺乳動物の放射性セシウム濃度の長期モニタリング

小松仁、村上貴恵美、神田幸亮
福島県環境創造センター

1. はじめに

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

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

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

2. 調査方法

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

3. 結果

イノシシ筋肉中の放射性セシウム濃度の長期的なモニタリング結果を図1に示した。採取地域および採取年度を要因とした分散分析を行なった結果、イノシシ筋肉中の放射性セシウム濃度は浜通り>中通り>会津であった($p<0.0001$)。浜通りでは2018年以降は2014年度以前よりも筋肉中の放射性セシウム濃度が低い状態で推移していた。しかし中通りの場合、2016年度から2021年度までの間は2015年度以前より筋肉中の放射性セシウム濃度が低かったが、2022年度は2014年度と同程度の放射性セシウム濃度に上昇した。2023年度は放射性セシウム濃度が前年度より低くなる傾向にあったが2016年度と差がなかった($p<0.0001$)。会津では時間経過と共にイノシシ筋肉中の放射性セシウム濃度は低下しており上昇はみられなかった。

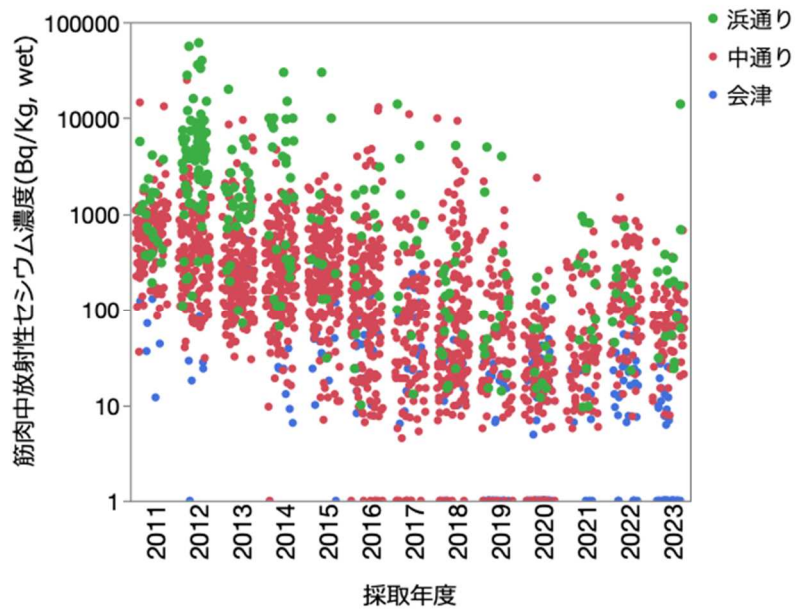


図1 イノシシの筋肉中放射性セシウムのモニタリング結果

4. 参考文献

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

福島大学環境放射能研究所の放射生態学研究 2023 年度
**Radioecological Researches in the Institute of
Environmental Radioactivity at Fukushima University in FY 2023**

難波謙二・兼子伸吾・高貝慶隆・石庭寛子・和田敏裕・ヴァシル ヨシエンコ
福島大学環境放射能研究所

**NANBA Kenji, KANEKO Shingo, TAKAGAI Yoshitaka,
ISHINIWA Hiroko, WADA Toshihiro, VasyI YOSCHENKO
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 5 名であり、修士論文題目は「事故後のメタデータを用いた福島沿岸海域への放射性セシウムの流入量の推定」、「広塩性魚をモデルとした魚類の放射性セシウム汚染メカニズムの解明」、「2011 年に福島県から採取した土壌アーカイブ試料の Cs 存在形態の経時変化に関する研究」および「帰還困難区域の陸域および水域生態系における ^{137}Cs 濃度分布と季節性」である。なお、理工学専攻で IER 兼任教員が担当する学生のテーマには「コンプトンカメラを用いた線源分布推定の高精度化」、「放射性物質を包含する生体親和性樹脂の化学的機能評価」などがある。また博士後期課程では理工学専攻で「誘導結合プラズマ質量分析法による放射性同位体の直接定量および定量マッピングに関する研究」および「表面電離型質量分析法を利用した超微量放射性ストロンチウムの直接定量に関する研究」の最終試験が行われた。

IER は学士課程教育への寄与は小さいが、福島大学の基盤科目の問題探求科目の一つとして「環境放射能学入門」を開講してきた。2023 年度で4年目となる。人文系の学生も含む主として1年生が受講する授業であり、福島大学で地域の課題などを学ぶ学生として知っておくと役立つと考えられる、福島第一原発事故由来の環境放射能の基本的なことがらを学習し、環境放射能が関係する最新の課題についても考えられるようになることを目指している。今年度はこの授業の教科書を出版することを企画し、2024 年 2 月に県内の出版社歴史春秋社より「環境放射能学入門」の出版にこぎつけた。この出版はイノベーションコースト構想の「大学等の『復興知』を活用した人材育成基盤構築事業」で長崎大学が代表で採択されている「災害・被ばく医療科学分野の人材育成による知の交流拠点構築事業」で行われた。この教科書は今後、県内大学・高校図書館や公立図書館に寄贈することになっている。野生生物への影響研究紹介を大きく取り扱っているのは、第9章「森林の放射生態学 放射線の植物への影響」、第10章「野生動物への放射線影響」およびコラム5「野生動物の線量測定入門:外部被ばく線量の野外測定から学ぶ」である。予算の都合上非売品として出版したが、教育目的のほか役立てて頂ける個人や組織に配布したいと考えている。

3. 研究

3.1 スギとサクラスギとサクラ(ソメイヨシノ)について

2011 年の原発事故に起因する長期低線量被ばくによる遺伝的変異を森林総研と共同で調べた(Ueno et al. 2023, Environment International 174: 107893. <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107893>>)。針葉樹はマツとモミで放射線量によると考えられる形態変化が知られているなど放射線の影響を受けやすいことが知られている。また、サクラ(ソメイヨシノ)は、母樹が単一のクローンであり、データ解析において母樹の遺伝的な違いを考慮する必要が無い。これらのことから 2 つの樹種が選択された。2018 年~2019 年にかけて帰還困難区域内外のスギ 31 個体から採取した種子 146 個、サクラ 16 個体から採取した種子や実生 69 個につ

いて親個体との塩基配列の違いを調べた。RADseq 法という縮約ゲノム解析によって、スギにおいては合計約 1 億 7 千万塩基について、サクラについては合計 2 億 1 千万塩基について、親個体と次世代の配列を比較した。その結果、スギは突然変異率が生育地や枝ごとに異なるが、帰還困難区域内においてのみ突然変異の数が増えることはなかった。サクラにおいては新規の突然変異は確認されなかった。

3.2 ^{90}Sr の微量分析

半減期 30 年のこの核種では大気圏核実験由来のものも残存しており、福島第一原発の事故では ^{90}Sr は残存していたものとせいぜい同程度の低濃度の沈着であった。低濃度しか存在せずしかもガンマ線を放出しないことによる分析手順の長さや検出限界を低く出来ないことから、 ^{90}Sr の分布状況の調査研究は福島で行われた例は少ない。廃炉支援研究として取組んできた質量分析による ^{90}Sr 分析手法の開発の一環として、今年度 TIMS を用いて $1\mu\text{Bq}$ 程度の ^{90}Sr の定量ができ、安定 Sr を同時に定量できる技術を開発し、ネズミの歯などに適用可能であることを示した (Aoki et al., 2023, Anal. Chem. 95:4932-4939. <<https://doi.org/10.1021/acs.analchem.2c04844>>)。この方法により、チルノービリのように高濃度の ^{90}Sr で汚染された場所でも、生態学的な ^{90}Sr の動態研究が可能となる可能性がある。生物の硬組織等では特定元素あるいは同位体の面的分布の変化が生息環境や生理状態の変化を反映している可能性がある。Laser Ablation (LA)-ICP-MS では数 μm から $100\mu\text{m}$ 程度の空間分解能で核種の分布を面的に解析可能であり、ネズミの歯や魚類の耳石にも適用可能であることが示された (Yanagisawa et al., 2023, Analyst 148:4291 <DOI: 10.1039/d3an01028g>)。

4. 共同利用共同研究拠点

5 年目となった「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、2023 年度は 126 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 28 課題であり、そのうち 7 件が生物影響研究となっている。対象生物としては、セミ、ゾウリムシ、アカネズミ、土壤生物、ミツバチ、アマガエル、野生げっ歯類である。

このうち、ミツバチ、土壤生物およびアマガエルを対象とした共同研究はいずれもフランスの研究チームとの共同研究である。ミツバチの研究では、ミツバチに対する生理的影響と認知・行動に対する影響を調べるという 2 つの研究が行われている。生理的影響の研究ではミツバチに対する被曝線量評価、分子細胞組織レベルでの分析、生殖機能について調査する計画である。2023 年シーズンには帰還困難区域を含む 6 個所に 6 群ずつの巣箱を設置して養蜂実験を行った。現在までのところではミツバチと蜂蜜の放射能濃度の結果が得られており、ミツバチの行動範囲を巣箱から半径 2km として平均沈着量から求めた面移行係数 (m^2/kg) は、蜂蜜では概ね 2.5×10^{-5} から 1.25×10^{-4} が得られている。ミツバチへはこの 4-7 倍の移行が見られた。帰還困難区域での最大の問題はオオスズメバチによる攻撃であった。分蜂の管理は 1 週間に 1 度程度の内検で対応可能であるが、8 月以降のオオスズメバチシーズンはトラップ等設置していても毎日見回りするような管理が養蜂業では行われている。今年度の養蜂実験では帰還困難区域の高線量の地点に設置した巣箱はオオスズメバチによる攻撃のため全滅となった。なお、フランスで行われている放射線照射実験では最大 $4,000 \mu\text{Gy/h}$ の線量率で 4 週間の照射を行っているが、摂餌行動や精子嚢に変化は見られず、バイオマーカーの分析が進められている。

5. 広報など

通算第 19 回となる「研究活動懇談会」として、2023 年 12 月 8 日に「浪江町における環境放射能調査報告～現状と残された課題～」を道の駅なみえ大会議室で開催した。IER によるミツバチ、森林、淡水魚、それに町内の自家消費野菜についての研究のほか、京都大学と福島県内水面水産試験場によるそれぞれ森林生態系、内水面漁場についての研究について紹介をおこない、これらを題材に参加者との懇談が行われた。

IER で毎年年度末に開催する「成果報告会」は本年度第 10 回となる。2023 年 2 月 27 日と 28 日に開催する。海においては今年度 ALPS 処理水の海洋放出が開始され、特にトリチウムについて関心が高まった。また、特定居住区域の制度が始まり帰還困難区域の避難指示解除が一層進み、森林環境と居住区域や下流域とのつながりにも関心が続いている。これらのことから、海、森それにトリチウムに関連したテーマでシンポジウムを開催する。また、第 10 回の節目にあたり、今までの歩みを振り返る内容や原発事故後の

研究・経験から着想した、新たなアイデアに基づく技術の紹介も含めた内容となっている。

カイコに対する内部被ばく実験

Internal exposure experiment on the silkworms, *Bombyx mori*

田中草太¹・木野内忠稔²・藤井告³・今中哲二²・高橋知之²・福谷哲²・牧大介⁴
納富昭弘³・高橋千太郎²

¹秋田県立大学・²京都大学複合原子力科学研究所・³九州大学・⁴千代田テクノル

Sota Tanaka¹, Tadatoshi Kinouchi², Tsuguru Fujii³, Tetsuji Imanaka², Tomoyuki Takahashi², Satoshi Fukutani², Daisuke Maki⁴, Akihiro Nohtomi³, Sentaro Takahashi²

¹Akita Prefectural University, ²Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science Kyoto University, ³Kyushu University, ⁴Chiyoda Technol Corporation

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故後の汚染地域において、比較的放射線感受性が低いとされていた鱗翅目（チョウ目）昆虫に形態異常が報告された[1]。同様の形態異常は、汚染された餌植物を摂食させることで生じることが確認されている[2-4]。しかし、これらの報告では、被ばく線量評価がなされていないため、この形態異常が放射線の影響によって直接的に生じたものかどうかは明らかになっていない。また、事故後の長期的な影響評価において重要となる低線量率・致死以外の被ばく影響に関するデータは、昆虫類を含む無脊椎動物において全く欠けているのが現状である[5]。この低線量率被ばくの影響を野生生物から検出するには、環境条件の不均一性や個体差など多くの不確定要素が障害となる。これらの障害を取り除いたうえで、放射線影響を正確に評価するためには、実験室レベルのアプローチが求められる。本研究では、遺伝的に均一で形質が安定しているカイコを鱗翅目昆虫のモデル生物とし、放射性セシウムを滴下した人工飼料を摂食させる内部被ばく実験により、被ばく線量を推定し、低線量率被ばくの影響を検証した[6]。また、ガンマ線照射による外部被ばく実験によって、形態異常や体細胞突然変異が生じる線量を明らかにすることで、鱗翅目昆虫における致死以外の放射線影響を評価した。

2. 方法

形態異常の指標として、サナギの翅と全長の比を用いた (Fig. 1) [7]。内部被ばく実験では、放射性セシウム水溶液 (¹³⁷CsCl) を滴下した人工飼料 (1.3×10³ Bq/g fw) を 1-5 齢の全幼虫期間摂食させ、サナギの形態異常を評価した。外部被ばく実験では、卵に 0-10 Gy、5 齢幼虫に 0-140 Gy のガンマ線を照射し、体細胞突然変異及び形態異常を評価した。体細胞突然変異の検出には、体色の黒い黒縞 (*p^s/p^s*) と体色の白い姫蚕 (*+p/+p*) を掛け合わせて得たヘテロ黒縞 (*p^s/+p*) の 5 齢幼虫の外皮に発生した白斑を指標に用いた。外部被ばく線量は、ガラス線量素子 (GD-302M) で推定し、内部被ばく線量についてはモンテカルロ計算コード PHITS を用いて算出した[8]。

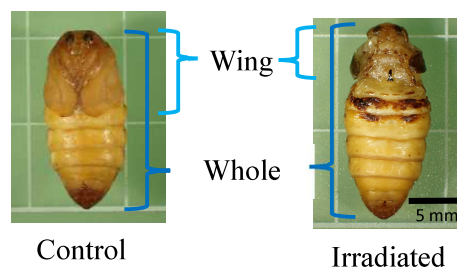


Fig. 1 サナギ翅原基を指標とした形態異常の評価

3. 結果と考察

内部被ばく実験における平均被ばく線量率は、0.74 mGy/day と推定された。この線量率では、内部被ばく群とコントロール群の翅と全長の比に有意差は認められなかった。一方、外部被ばく実験では、80 Gy からサナギ翅の有意な萎縮が認められた。体細胞突然変異は、卵に対する 1 Gy の照射から幼虫外皮に白斑の発生が確認され、線量の増加とともに発生率が増加し、10 Gy で全個体から白斑が検出された。

本研究でカイコに摂食させた人工飼料の ^{137}Cs 濃度は、沈着量に換算すると 90 MBq/m² であり、福島原発事故による高汚染地域における初期沈着量よりも高い値である。このような高濃度の ^{137}Cs を含む餌を全幼虫期間にわたって直接摂食させても、形態異常は認められなかった。したがって、環境中で長期的に残存する ^{137}Cs による被ばくでは、形態異常が生じる可能性は低いことが示された。また、鱗翅目昆虫においても生育段階によって放射線感受性が大きく異なることが示され、体細胞突然変異は、感受性の高い卵の段階で少なくとも 1 Gy の照射によって生じることが明らかとなった。この線量は、事故直後の短半減期核種を含む被ばくを除いて想定されにくく、事故後の放射線による直接的な影響があった場合でも、その影響が長期に及ぶ可能性は低いことが示された。

参考文献

- [1] Hiyama, A. et al. (2012) The biological impacts of the Fukushima nuclear accident on the pale grass blue butterfly. *Sci. Rep.* 2, 570.
- [2] Nohara, C. et al. (2014) The biological impacts of ingested radioactive materials on the pale grass blue butterfly. *Sci. Rep.* 4, 4946.
- [3] Nohara C, Taira W, Hiyama A, et al. (2014) Ingestion of radioactively contaminated diets for two generations in the pale grass blue butterfly. *BMC Evol. Biol.* 14, 193.
- [4] Taira W, Hiyama A, Nohara C, et al. (2015) Ingestional and transgenerational effects of the Fukushima nuclear accident on the pale grass blue butterfly. *J. Radiat. Res.* 56, i2-i18.
- [5] ICRP. "Environmental Protection - the Concept and Use of Reference Animals and Plants." Pub. 108. Ann. ICRP 38 (2008) (4-6).
- [6] Tanaka S, et al. (2020) Observation of morphological abnormalities in silkworm pupae after feeding $^{137}\text{CsCl}$ -supplemented diet to evaluate the effects of low dose-rate exposure. *Sci. Rep.* 10, 16055.
- [7] Takada N, et al. (2006) A novel indicator for radiation sensitivity using the wing size reduction of *Bombyx mori* pupae caused by γ -ray irradiation. *J. Insect Biotechnol. Sericology*, 75(3), 161-165.
- [8] Sato T, et al. (2024) Recent improvements of the Particle and Heavy Ion Transport code System - PHITS version 3.33. *J. Nucl. Sci. Technol.* 61, 127-135.

自動撮影装置による赤トンボ類調査の可能性
— 営農再開水田と避難指示区域内試験水田における実証 —
Applicability of camera trapping to monitoring of *Sympetrum* dragonflies:
demonstration at test fields in the evacuation zone and resumed paddy fields

吉岡明良
国立環境研究所
Akira Yoshioka

National Institute for Environmental Studies

1. はじめに

東電福島第一原発事故によって発令された避難指示区域内では長期にわたって営農が困難であったため、農地を含む里地里山環境に適応した動植物種への影響が懸念されており、それらの種が避難指示解除後にどのような状態にあるのかも生物多様性の保全と再生の観点から重要な知見となる。特に、水田環境を好む種については避難指示区域等の立入制限がある場所で継続的に調査を行う方法が限られており、省力的なモニタリング手法の開発が課題となっていた。

発表者らは水田で繁殖する赤トンボ類（アカネ属）に着目して、棒の先にとまったアカネ属を検出して撮影する自動撮影装置を開発する（Yoshioka et al. 2020）とともに、その装置を用いて営農再開水田や避難指示区域内の水田試験地で調査を行ってきた。装置の開発とそれを用いた営農再開水田における調査の開始については平成 30 年度の報告会においても紹介させて頂いたが、今回はその進展と成果について発表する。

2. 営農再開水田等における赤トンボ類自動撮影調査

発表者は福島県農業総合センターの研究者らの協力の下、平成 30 年から 3 年間、浜通り及び中通りの 6 地区（平成 30 年は 5 地区）の営農再開水田を含む水田に装置を設置し、秋期のアカネ属成虫に関して人の目視による個体数と自動撮影による撮影頻度の傾向が一致するのかを検証した（Yoshioka et al. 2023）。その結果、装置によるアカネ属成虫の日あたり撮影頻度と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確認された。また、アキアカネと比べて移動分散の範囲が狭いと考えられる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確認された。これらの結果は、自動撮影による調査が水田環境の指標種である赤トンボ類の定量的調査に応用可能であることを支持するものであった。

3. 避難指示区域内の水田試験地における赤トンボ類自動撮影調査

さらに、令和 3 年には除去土壌の再生利用実証事業の一環として水田試験が実施されて

いる試験地において自動撮影装置を用いた調査を実施した（吉岡ほか 2023）。その結果、1年目ではアキアカネと思われるアカネ属が、2年目からはノシメトンボも撮影された。当該試験地は当時避難指示区域内（令和5年に解除）であり周辺には長期間水田がなかったものの、復田によって速やかにアカネ属成虫が移入することが示唆された。福島県農業総合センターの共同研究者と発表者らが令和4年の初夏に同地で実施した畦畔調査ではアキアカネのヤゴの羽化殻も確認されており、アカネ属が周辺から孤立した水田にも速やかに定着可能であることが実証された。

これらの結果によって、福島県の被災地のように長期にわたり広範囲で耕作停止が発生した場合でも、アカネ属は水田試験による湿地環境の再生に迅速に反応することが確認できた。また、自動撮影装置が立入制限のある地区で有効活用できることも実証できた。これらの知見は、福島県のみならず、他地域の耕作放棄地における湿地再生の生物多様性保全効果を検証する際に参考になることが期待される。

参考文献

- 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
- 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
- 吉岡明良, 三田村敏正, 大内博文, 趙在翼, 松木伸浩, 田淵研 (2023) 東電福島第一原発事故に伴う帰還困難区域における水田試験地へのアカネ類の迅速な定着. 北日本病害虫研究会報 74:56-60.

中間貯蔵施設周辺地域における生物相及び生態系サービス評価の取り組み

○玉置雅紀¹・藤野正也²・石井弓美子¹

¹ 国立環境研究所・² 福島大学

1. 背景および目的

中間貯蔵施設設置地域は 2045 年に住民に返還される予定であるが、それまでに周辺地域では避難解除により住民帰還が進むことが予想される。このような状況において中間貯蔵施設設置地域では住民帰還が遅れることにより周辺地域との間で復興の遅れやズレなどが生じることが懸念される。したがって、このような遅れやズレを速やかに解消するため、中間貯蔵施設設置地域の返還を見据えた当該地域の跡地利用の将来デザインを検討する必要がある。本発表では中間貯蔵施設周辺地域の生物多様性及び生態系サービスを評価し、得られた結果を科学的根拠に基づく跡地利用の将来デザイン策定のために活用することを目的とする。また、生物多様性評価に必須となる生物相モニタリングも同時に行う。

2. 手法

生物相モニタリング調査としてはほ乳類及び昆虫類の調査を行った。ほ乳類の調査は 2022 年 9 月からカメラトラップによるモニタリングを中間貯蔵施設設置地域において開始した。なお、避難指示区域外、避難指示解除区域、帰還困難区域については 2014 年から行なっているカメラトラップデータを活用した。また、赤トンボ類の調査は 2022 年及び 2023 年の 10 月から 11 月にかけてトンボセンサーを中間貯蔵施設区域と避難指示解除地域に設置することにより行った。

生態系サービスについては福島県の避難地域 12 市町村及び周辺地域において、震災前後 50 年程度（1970 年～2020 年）の文献、資料及びデータの収集・整理を行い、供給・調整・文化・ディサービスを含む 58 項目について生物多様性及び生態系サービスの総合評価 2021（JBO3）に準じた評価手法により評価を行った。また、プレ調査として 2023 年 10 月に大熊町で開催されたイベントにて「住民がどのような自然を重要と感じているか」について調査するため、ベストワーストスケーリング（BWS）調査を実施した。

3. 結果

ほ乳類のカメラトラップによる調査の結果、中間貯蔵施設設置地域では 10 種の動物が観察された。そのうち、ホンダタヌキ、アライグマ、ホンドギツネ、ニホンノウサギの観察頻度が周辺地域に比べ中間貯蔵施設地域で高くなっていた。また、中間貯蔵施設設置地域でのイノシシの観察頻度は避難指示解除区域、帰還困難区域と同等であったが、2022 年に比べ 2023 年では高い頻度かつ広範囲で観察されるようになった。赤トンボの総数は避難指示解除地域の水田における観察数と違いは見られなかったが、赤トンボの一種であるノシメト

ンボについては水田が再開されていない中間貯蔵施設地域において高い頻度で観察された。生態系サービスのうち供給サービスでは、農林水産業に係る指標のうち、水稻、麦類・大豆、畜産、海面漁業において、避難地域内外ともに震災によって著しく減少したが、近年になって回復を見せた。一方で、木質粒状燃料については、震災後に域内外で生産量が大きく増加した。調整サービスは震災前後で大きな変化が見られなかった。BWS 調査では 42 通の有効回答が得られ、生態系サービスの中でも観光・レクリエーションが多く望まれているという結果が得られた。

4. 考察

生物相モニタリングにより中間貯蔵施設設置地域ではホンダタヌキなど里山の生物がある程度観察されたことから里地里山の環境が維持されていることが示唆され、また、行動範囲の狭いノシメトンボも観察されたことから中間貯蔵施設地域内では水場を利用する昆虫類が維持できる環境にあることが推察された。一方で、2022 年に中間貯蔵施設設置地域では 1 ヶ所でしか観察されなかったイノシシが全ての地点で観察された。これは、2020 年に福島県に侵入した豚熱が浜通り地域で 2022 年にかけて蔓延し、イノシシの数が一過的に減少したが、2023 年にはその影響が小さくなってイノシシの観察数が増加したと考えられる。

供給サービスは震災後に著しく減少したものの、木質粒状燃料の生産量などは震災後に域内外で生産量が大きく増加した。これは脱炭素に向けた動きやバイオマス資源のニーズの高まりも背景にあると考えられた。調整サービスは震災前後で大きな変化が見られなかった。調整サービスは土地利用の状況に強く紐づいて評価を行っているが、震災後の農地と耕作放棄地の区別がつかないなど、地域の実情を正確に反映した評価はできていない。特に農地や森林はこれらの違いを評価することで、今後の地域の復興に向けた生態系サービスの評価がより効果的に行えると考えられる。また、BWS 調査では観光・レクリエーション、野菜・果実生産、景観、災害の緩和がのぞかれている結果となったが、大熊町町民の回答は 25%であり、この結果が町民の意向を正確に反映したものではないこと、また、回答が難しいとの意見もあり、住民の意向調査方法については見直しが必要である。

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【JPMEERF22S20900】により実施した。