

公益信託 エスベック地球環境研究・技術基金
平成26年度 助成金研究報告書
概要書

「森林生態系における放射性セシウムの生物拡散」

村上 正志
(千葉大学・大学院理学研究科・生物学コース)

1. はじめに

2011年3月11日に起きた東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故では、大量の放射性物質が大気中に放出された。日本の国土のほとんどは森林におおわれているので、森林生態系における放射性物質の分布と拡散経路を明らかにすることは、放射性物質の影響を考え対策を立てるうえでとても重要である。

広範囲かつ大量に拡散された放射性物質の中でもセシウム137 (^{137}Cs) は、半減期が約30年と比較的長いために、長期的な影響を考えるうえで一番重要な放射性核種である。今回の事故は、春、落葉広葉樹の芽吹き前に起こったため、森林域では、事故前の2010年の秋に落ちて林床に積もった落ち葉の上に、 ^{137}Cs が高濃度で蓄積していることが分かっている。これまでの我々の調査から、腐食連鎖が消費者生物への ^{137}Cs の移動の主要な経路として働いていることが明らかになっている (Murakami et al. 2014)。

このような放射性物質が、生物体内に蓄積する(生物濃縮)のか、あるいは、蓄積せず速やかに排出される(生物拡散)のかは、その影響を考える上で、極めて重要な問題である。全ての生元素は、体外から取り込まれ、その必要性や化学的性質により体内での濃度が決定される。放射性物質も例外では無く、例えば、ヨウ素は甲状腺に蓄積され、その濃度は取り込んだ資源での濃度より高くなることが知られている

(Yun et al. 2005)。一方、生物に必須でなく水溶性の高い物質は受動的に拡散されるため、生物濃縮は起こらないとされる。ほとんどの生物にとって、セシウムは必須ではない元素であり、生物濃縮は起こりにくいとされるが、魚類においては濃縮の傾向が見られるなど、さらなる調査が必要である(横田ら2013など)。

本研究では、福島第一原発の事故によるセシウム 137 が蓄積した、森林生態系において、各種生物を採取し、その体内のセシウム 137 濃度、および、栄養段階の指標として、窒素安定同位体比 (Minagawa and Wada 1984 参考) を測定した。これらの結果から、森林生態系に生息する生物における、放射性セシウムの生物濃縮 (あるいは、生物拡散) の可能性について、考察する。

2. 調査地と方法

1) 野外調査

福島県伊達市小国地区 (図 1) の森林において、各種生物を捕獲した。

2) 放射線および窒素安定同位体分析

採取した標本は全て 60°C のオーブンで 168 時間以上乾燥し、るつぼで破碎し粉末とした。これを、秤量し U8 容器に

詰めて、ゲルマニウム半導体

検出器 (Seiko EG&G) により、 ^{137}Cs を定量した。測定は放射線医学総合研究所において行った。測定値は、調査地における土壌の測定値 (Murakami et al. 2014) と比較するために、 ^{137}Cs 半減期を 30.14 年として 2012 年の 6 月 1 日時点での値に補正した。さらに、これらのサンプルについて、山梨大学において、窒素安定同位体比を測定した。測定には、SerCon ANCA GSL elemental analyser を用いた。

3) 解析

採取された生物種を、栄養段階によって分類した。ここでは、植物 (川の藻類を含む)、植食者、捕食者、分解者 (腐植食者) に分類した。窒素安定同位体比の栄養段階に沿っての変化を、GLM (一般化線型モデル) により解析した。ここでは、栄養

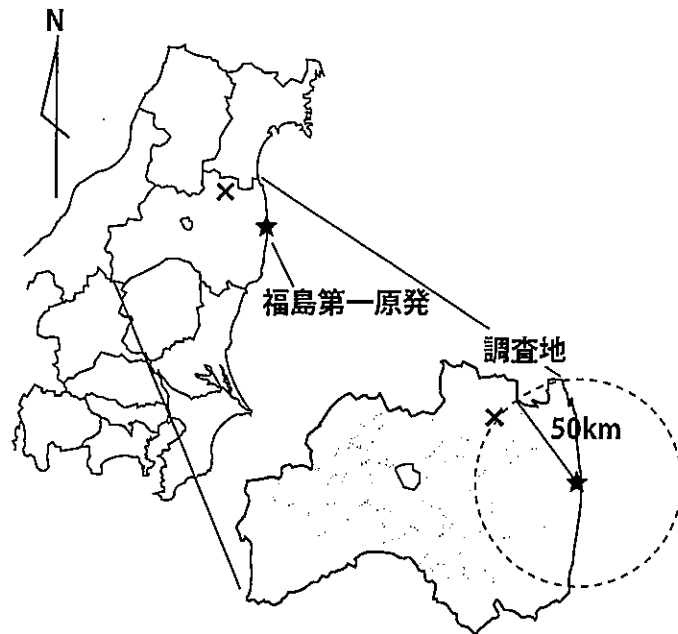


図 1. 調査地の地図。

段階を順序変数として扱い、誤差構造として正規分布を仮定した。また、窒素安定同位体比と ^{137}Cs の関係も GLM により解析した。解析は、統計ソフト R をもちいた。

3. 結果と考察

窒素安定同位体比の栄養段階に沿っての変化は、GLM によって確かめられた (栄養段階モデルと帰無モデル間の $\Delta\text{AIC} = 19.6$)。窒素安定同位体比と ^{137}Cs の関係を図 2 に示す。この結果は、栄養段階が上がるほど、 ^{137}Cs が低くなることを示し、この系では、生物濃縮は起こっておらず、体内に取り込まれた ^{137}Cs は、取り込まれる速度より速く体外に排出されていることを示している。

このような結果は、過去、チェルノブイリ原発事故において、陸上生態系で報告された研究例と一致している。ただし、これは、事故後 3 年以内の結果であり、今後、 ^{137}Cs が生態系内でどのような動態を示すのか、注意深く観察を続ける必要がある。また、図 2 に見られるように、生物における ^{137}Cs 濃度は、種間で大きくばらついている。このような、濃度のばらつきの原因は不明であり、高い濃度を示した生物が、どのような状況にあったのか、その原因を明らかにすることも重要であろう。

4. 謝辞

本研究を進めるに当たって、京都大学の大手信人氏、東京大学の田野井慶太郎、廣瀬農氏、放射線医学研究所の石井信昌氏には、多大な協力をいただきました。山梨大学の西田継氏には、安定同位体分析を行っていただいた。また、福島県伊達市上小国の渡邊長之助氏には、調査地を提供いただくとともに、いろいろと便宜を図っていただきました。ここに、深謝の意を表します。

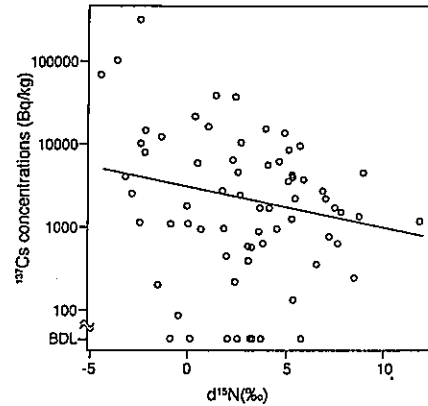


図 2. 窒素安定同位体比と ^{137}Cs の関係を示す。関係式は、 $\log(^{137}\text{Cs}) = -15.73(d^{15}\text{N}) + 1392.3$ で示される。

5. 引用文献

- Beresford NA, Wright SM, Barnett CL, Golikov V, Shutov V, Kravtsova O & Kravtsova O (2005) Approaches to estimating the transfer of radionuclides to Arctic biota. *Radioprotection* 40: S285-S290.
- Minagawa, M. & Wada, E. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: further evidence and the relation between ^{15}N and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48, 1135–1140 (1984).
- Murakami M, Ohte N, Suzuki T, Ishii N, Igarashi Y & Tanoi K (2014). Biological proliferation of cesium-137 through the detrital food chain in a forest ecosystem in Japan. *Scientific reports*, 4.
- 横田瑞郎, 渡邊剛幸, 吉川貴志 & 土田修二 (2013). 東日本太平洋側の水産物から検出された放射性物質について: 2011年9月~2012年1月の調査結果. *海洋生物環境研究所研究報告*, 16: 11-28.
- Yun AJ, Lee PY, Bazar KA, Daniel SM & Doux JD (2005). The incorporation of iodine in thyroid hormone may stem from its role as a prehistoric signal of ecologic opportunity: an evolutionary perspective and implications for modern diseases. *Medical hypotheses*, 65: 804-810.

6. 研究成果

学会発表

国際放射線生態学会 2014年9月 (バルセロナ・スペイン)

Detritivores enhance the mobilization of ^{137}CS from leaf-litter

Masashi Murakami, Takahiro Suzuki, Nobuyoshi Ishii, Nobuhito Ohte

Ecosystem monitoring on dispersion and export dynamics of Cesium-137 deposited on the forested area in Fukushima after the nuclear power stations accident in March 2011.

Nobuhito Ohte & Masashi Murakami

The transfer and diffusion of Cesium 137 within forest ecosystems in Fukushima after the nuclear power plant accident

Takahiro Suzuki & Masashi Murakami

論文

森林生態系における放射性セシウムの鳥類への移行

村上正志・鈴木隆央・大手信人・石井伸昌

日本鳥類学会誌（印刷中）