

福島 の 森林 ・ 林業 の 現状 と 再生 に 向 け て の 課 題

国立研究開発法人 森林研究・整備機構
森林総合研究所 主任研究員

眞中 卓也

未曾有の大災害である東京電力福島第一原子力発電所事故より、14年もの年月が経過した。日本政府は、将来的に帰還困難区域の全ての避難指示を解除し、希望する全ての地元住民が帰還することを目標に、様々な復興施策を講じている。特に2023年秋から2024年春にかけては、双葉町や大熊町を中心に新たに「特定帰還居住区域」の認定が行われ、インフラの整備などが進行している。

本報が対象とする森林は、放射性核種（主に放射性セシウム）による汚染を受けた地域の、面積にして約70%を占めている⁽¹⁾。しかしながら、福島 の 森林 や 林業 の 再生 は 未 だ 十 分 と は 言 い 難 い。本稿では、森林の放射性セシウムによる汚染の現状とその対策、今後のあり方について、これまで福島 の 森林 に て 調 査 を 行 っ て き た 研 究 者 と し て の 立 場 か ら、概説する。

森林における放射性セシウムの分布の概要

事故により大気中に放出された放射性セシウムは、森林の樹木の枝や葉に捕捉された。事故が発生した3月は、コナラなどの落葉広葉樹はまだ葉を付けておらず、スギなどの常緑針葉樹と比べると、放射性セシウムの捕捉率は低かった。その後、葉や枝に付着した放射性セシウムは、雨による洗い流しや、落葉による脱落などを介して、林床の落葉層（落ち葉やその分解途中の有機物からなる層）、そしてその下の土壌（鉱質土層）へと移動した。そして土壌に含まれる粘土鉱物の一部は、放射性セシウムを強く固定する能力

を有していることが知られている。

実際の森林における放射性セシウムの分布について、研究例を紹介する。筆者が所属する森林総合研究所のモニタリングによると、森林全体に分布する放射性セシウム量に対する、樹木（葉・枝・樹皮・材）に含まれる放射性セシウム量の割合は、2011年8月の時点で、コナラ林では17%、スギ林では45%であった⁽²⁾（図1）。ただし2023年8月の時点では、樹木の放射性セシウム量の割合は、いずれの樹種においても2%以下にまで低下した。一方で、森林内の放射性セシウムの90%以上は土壌に存在していた。土壌の中においては、放射性セシウムは表層5 cm以内にその大半が固定されている。土壌の下方(5cm以深)への放射性セシウムの移動は、統計的に認められなかった⁽³⁾。また森林から溪流などを通じて系外に流出する放射性セシウム量も非常に少なく、全体の1%にも満たないことが報告されている⁽⁴⁾。

森林における除染の難しさ

生活において受ける放射線量（被ばく線量）を減らす手段として、放射性セシウムを取り除く「除染」が挙げられる。放射性セシウムは土壌に固定されることから、居住空間の周辺では、表土の剥ぎ取りや高圧水による泥の除

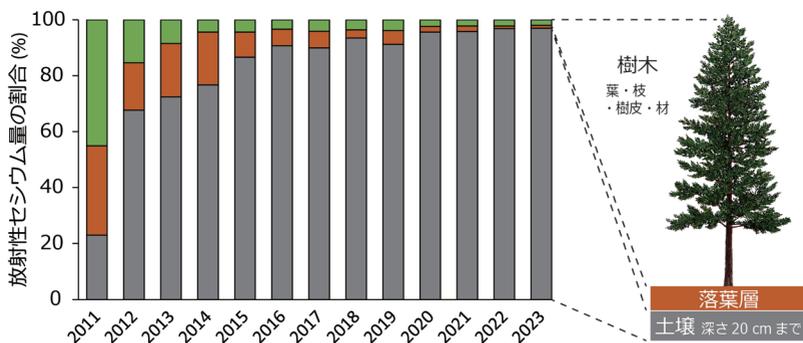


図1 森林全体に分布する放射性セシウム量に対する、樹木（葉・枝・樹皮・材）・落葉層・土壌の放射性セシウム量の割合。森林総合研究所のモニタリングのうち、福島県川内村三ツ石スギ林の例⁽²⁾。2011年～2023年の調査結果を、積み上げグラフの形で表記

去などが行われる。またその手段も、手作業に加え、油圧ショベルなどの建設・農業機械がしばしば用いられる。

一方、森林は急峻で起伏に富み、機械を用いた作業を行うことが困難である。また樹木や礫が不規則に分布することから、土壌を剥ぎ取ることが難しい。ゆえに、除染の対象は表層の落葉層であり、竹箒などを用いた手作業を中心に実施することを余儀なくされている（図2）。先述のように、放射性セシウムがその下の土壌に移行してしまった現在では、その効果は限定的と考えられる⁽⁵⁾。また落葉層を剥ぎ取るとは、草木の根を露出させ、土壌侵食のリスクを高めることにも留意が必要である。

さらに、このような森林における除染の対象範囲は、「森林周辺に居住する住民」に対する被ばく線量の低減の観点から、林縁から20mの範囲内と定められている。ゆえに、放射性セシウムの汚染を受けた地域の大半が森林に属しているにもかかわらず、実際に除染が行われている面積は非常に小さい。一方で森林全域の除染は、そのコストが16兆円を超えるという試算もあり⁽⁶⁾、現時点では費用対効果が薄いという結論に至っている。



図2 除染された森林の様子（写真提供：森林総合研究所 今村直広主任研究員）

森林施業における検証・対策

森林や林業の再生に当たっては、放射性セシウムの動態や分布といった科学的な知見を押さえた上でのリスクコミュニケーションが不可欠である。具体的には、被ばくというリスクに対して、森林内においてどれくらいの時間の滞在が許容されるか、どのような森林の利用方法を想定するか（例えば木材利用、きのこ原木利用、レクリエーション利用など）を考慮する必要がある。間伐などの基本的な森林施業に当たっては、土壌表層に固定された放射性セシウムによる外部被ばく⁽⁷⁾が主なリスクである。ゆえに、林業機械を活用し、作業時間を短くすることが基本的な対策となる⁽⁸⁾。一方で、作業道の敷設や、間伐の際の土砂移動、土壌に対する新たな落葉の供給などが、放射性セシウムの動態や分布にどのような影響を与えるのかについては、十分な検証が行われていない。林野庁は、2021年より事業規模での実証試験（里山再生事業）を開始しており、さらなる科学的な知見の蓄積が期待される。

樹木による放射性セシウムの吸収とその検証

森林内の放射性セシウムの大半は土壌中に固定されているが、樹木の根が土壌よりカリウムなどの養分を吸収する過程で、カリウムと似た化学的性質を持つ放射性セシウムも、その一部が樹体内に吸収されてしまうことが知られている。先述のように、樹木中の放射性セシウムの量や割合は、現在では非常に小さい。森林の利用方法の一つとして、例えば森林内の樹木を木材として加工し、建築材として利用したとしても、居住者の外部被ばくのリスクは無視できるほどに小さくなることが検証されている⁽⁸⁾。

一方で、コナラなどの木材には、きのこ原木としての用途も存在する。ただしこの用途については、原木中の放射性セシウムが食品であるきのこに移行するリスクから、非常に厳しい放射性セシウム濃度の当面の指標値が定められている。この課題に対して、先の林野庁の事業では、事故によって直接汚染を受けた樹木を切り倒して、切り株からの萌芽を新しい樹木として育てる場合（萌芽更新）と、新たな苗木をその場に植え直した場合（新規植栽）

とで、木材中の放射性セシウム濃度・分布がどのように変化するのかについて、検証を進めている。それ以外にも、木材中の放射性セシウムの濃度を枝から予測する技術⁽⁹⁾や、カリウムを散布することで樹木の放射性セシウム吸収量を抑える技術の創出⁽¹⁰⁾、木材からきのこへの放射性セシウムの移行メカニズムに関する調査⁽¹¹⁾など、様々な研究が行われている。

福島の森林の研究に求められること

最後に、これまで筆者自身が見てきた現場の状況と、汚染対策に関連するリスクコミュニケーションについて、私見を述べる。森林の放射性セシウムの分布の特徴として、非常にばらつきが大きいことが挙げられる。筆者が専門とする森林土壌の場合、調査地点が数mずれただけで、放射性セシウム濃度が数倍変動することもざらである。とはいえ森林の調査は、アクセスや試料採取に時間や労力を要することから、試料数を増やすことも難しい。調査手法にもよるが、1日の森林調査で採取できる試料数はせいぜい数点である。公的な研究機関による研究において、これまでに採取・分析された試料数は、同じ土壌でも森林土壌と農地土壌と比べると数十倍（もしくはそれ以上）もの差があるのが現状である。

このような状況を踏まえて、森林の放射性セシウムに関する研究については、

- ① 放射性セシウムの移動メカニズムに関する基礎的な研究：例えば樹木による放射性セシウムの捕捉・吸収、地形の影響など
- ② (①を踏まえての) 放射性セシウム分布の統計的な評価・モデル予測の両面からのアプローチが必要であろう。

研究者としても、コミュニケーションを怠ってはならない。筆者の知人の研究者の話だが、土壌の調査を行っていたところ、周辺の住民から質問された。「ここで調査を行っているのは、この土地がまだ危険だからでしょうか」との話であり、調査自体にやや悪いイメージを抱かれてしまった。福島の森林の放射性セシウムを今すぐに無くすことは、残念ながら不可能に限りなく近い。その上で、科学的な調査をしているのだからとは驕らずに、丁寧かつ分かりやすい説明に努めること。ばらつきも踏まえた科学的なデータを提供

すること。その上で、森林利用によって得られるベネフィット、被ばくというリスク、対策に関するコストなどの正確な情報を社会全体で共有した上で、相互対話を進めていく必要があるだろう。

[引用文献]

- (1) Hashimoto et al., 2012. The total amounts of radioactively contaminated materials in forests in Fukushima, Japan. *Sci. Rep.* 2, 416.
- (2) 林野庁, 2024. 令和5年度 森林内の放射性物質の分布調査結果について . https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/jyosen/r5_surveys_on_radioactive_cesium.html
- (3) Manaka et al., 2022. Ten-year trends in vertical distribution of radiocesium in Fukushima forest soils, *Japan. J. Environ. Radioact.* 251–252, 106967.
- (4) Iwagami et al., 2017. Contribution of radioactive ^{137}Cs discharge by suspended sediment, coarse organic matter, and dissolved fraction from a headwater catchment in Fukushima after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *J. Environ. Radioact.* 166, 466–474.
- (5) Koarashi et al., 2020. Effectiveness of decontamination by litter removal in Japanese forest ecosystems affected by the Fukushima nuclear accident. *Sci. Rep.* 10, 1–11.
- (6) Yasutaka et al., 2016. Assessing cost and effectiveness of radiation decontamination in Fukushima Prefecture, Japan. *J. Environ. Radioact.* 151, 512–520.
- (7) Malins et al., 2021. Calculations for ambient dose equivalent rates in nine forests in eastern Japan from ^{134}Cs and ^{137}Cs radioactivity measurements. *J. Environ. Radioact.* 226, 106456.
- (8) 林野庁, 2024. 放射性物質の現状と森林・林業の再生 (令和5年度パンフレット) . <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/jyosen/20240529.html>
- (9) Sakashita et al., 2021. Seasonal stability of ^{137}Cs in coppiced *Quercus serrata* current-year branches: Toward the estimation of trunk ^{137}Cs activity concentrations without felling. *Ecol. Indic.* 133, 108361.
- (10) Komatsu et al., 2017. Potassium fertilisation reduces radiocesium uptake by Japanese cypress seedlings grown in a stand contaminated by the Fukushima Daiichi nuclear accident. *Sci. Rep.* 7, 15612.
- (11) Hiraide, 2021. Factors affecting the cesium transfer factor to shiitake (*Lentinula edodes*) cultivated in sawdust medium. *J. Wood Sci.* 67(1), 17.