

様式 6 - 3

平成 30 年度 交付金プロジェクト研究課題 終了評価結果

課題名 : 森林の放射性セシウム動態解明による将来予測マップの提示

主査氏名（所属） : 平井敬三（立地環境研究領域）

担当部署 : 立地環境研究領域、震災復興・放射性物質研究拠点、植物生態研究領域、森林管理研究領域、木材加工・特性研究領域、きのこ・森林微生物研究領域、研究ディレクター、東北支所

研究期間 : 平成 28 ～ 30 年度

1. 目的

東京電力福島第一原子力発電所事故によって、福島県を中心にキノコ原木用の広葉樹生産が困難になっている。樹木の放射性セシウム汚染は樹皮の処分やバイオマス発電の焼却灰の処理においても問題となっている。本研究では放射能で汚染された森林における将来予測に向け、放射性セシウムをはじめとする各種物質の内部循環を解析し、移動のパラメータを明らかにする。それとともに、事故直後の調査や情報から開発した放射性セシウム分布予測モデル（RIFE1 モデル）を利用し、新たに得た樹木吸収等の動態パラメータをライフワンモデルに反映させ、より信頼性の高いモデルに改良するとともに、樹種や土壌分布、地形等の GIS 情報を新たに整備し、森林の放射性セシウム濃度や蓄積量の将来予測地図を作成する。

2. 全期間における研究成果の概要

福島原発事故の被災地域における森林管理や林業再生計画に貢献するため、森林内の放射性物質インベントリや材の予測モデルを作成し、将来予測マップを作成した。さらに、新規植栽木の調査から事故による直接汚染を切り分けた経根吸収量の評価やカリウム施肥が放射性セシウムの吸収抑制に有効であることを提示するなど、当初予定していなかった成果を得た。これらの成果は現場に有効な技術普及とともに、将来予測を通じて被災地域の今後の林業生産や森林経営計画の策定に貢献する。具体的には以下の通りである。

リターフォールによる放射性物質に関して、各部位の放射性セシウム濃度は時間経過とともに指数的に減少するが、半減期が観測期間とともに長くなり、平衡状態に近づきつつあることを明らかにした。また、林床リター分解による土壌への放射性セシウムの移行はモデル予想に比べて遅く、堆積リターに留まる傾向にあり、菌類による Cs の保持や鉱質土壌からの再吸収が関与していることを明らかにした。この点はさらにモデル改良を進め、予測の高度化に反映させることが必要である。

次に材や各器官の放射性物質濃度の予測や移行・吸収に関する評価を行い、汚染程度が大きい林分で移行係数が大きくなることを明らかにした。樹種によって各器官の放射性セシウム濃度には 30 倍以上の違いがあることを明らかにした。また、各器官の放射性セシウム濃度予測は葉や当年枝を用いることが有効であることなど、評価手法の確立を行った。放射性セシウムの吸収に関わる菌根菌の機能を検討し、コヅバダケの接種によりアカマツ苗の吸収量が高まる傾向をもつことを明らかにした。さらに、樹種ごとに幹材中での放射性セシウムの垂直および水平方向の分布特性を明らかにするなど、材の利用からみた森林管理の情報提供につながる成果を得た。加えて、放射性物質に非汚染のヒノキ苗を新規植栽し、放射性セシウムの経根吸収速度を評価するとともに、カリウム施肥によって放射性セシウムの吸収を抑制することを明らかにした。これらは樹木中の放射性物質の低減に役立つ技術開発として、今後の林業活動の展開に貢献する。

放射性物質のインベントリや濃度の将来予測やマップ化のため対象地域の森林分布や立地条件等を反映させる必要がある。そのため、福島県全域の樹種、林齢、材積、土壌型、地質のほか、航空機モニタリングデータを重ね合わせ、県全域の従来（約 1 km 毎）より高解像度（約 250 m 毎）の森林分布と放射性セシウム沈着量分布を対応付けた GIS データセットを作成し、モデルへ引き渡した。川内村では、事故前の山菜・きのこ採取適地の回復予測を進め、対象種、場所、頻度を変えると回復までの時間が変わる可能性を明らかにした。

これらの成果と森林総合研究所の長期モニタリングデータを加え、放射性セシウム動態モデルの高度化および 1km 解像度の広域及び 250m 解像度の詳細版の材の放射性セシウム濃度予測マップを作成した。改良した RIFE1 モデルは堆積リターにおけるセシウムの滞留も表現可能となり、森林内の放射性セシウムのイ

ンベントリを的確に表現できた。また観測データとの比較により、スギ・ヒノキ・アカマツの濃度の時系列出力値は樹種の時間変化の特徴を良好に再現できた。モデルの推定値と観測値をスギについて検討したところ、実際の濃度がモデル推定よりも高いところでは、現地の観測結果から明らかになった安定同位体セシウムの移行係数も高い傾向があった。また放射性セシウム循環量の計算結果はリターフォールによる移動量が初期沈着量は事故初期の数 10%から、10 年後には 0.2-0.4 %程度になることから、筑波山でのモニタリング結果とほぼ一致しするなど、モデルの精度が検証できた。松浦が整備した樹種分布マップを用いて広域及び詳細版の材の放射性セシウム濃度予測マップを作成し、事故直後は不明瞭であった材濃度の樹種間の違いが、時間と共に増大する状況を表現することができた。すなわち、スギは事故後微増したがそれ以降大きく変化しない一方で、コナラは事故後 10 年程度大きく増大し、その後変化が小さくなった。アカマツは事故後、数年で濃度が低下し、その後は濃度の変化は大きくなかった。今後は得られたマップをさらに精緻化し、森林管理・林業活動再開により貢献できるようにする必要がある。

3. 全年度の発表業績

- 田中憲蔵、梶本卓也、齊藤哲ら. 福島原発事故で汚染された森林における様々な樹種の放射性セシウム濃度. 関東森林研究, 67, 45-48, 2016. 03、査読あり
- 田中憲蔵、梶本卓也、齊藤哲、三浦覚. 福島第一原発事故後に植栽・発芽した 3 樹種の当年枝と葉の放射性セシウム濃度. 関東森林研究, 68, 9-12, 2017. 03、査読あり
- 金子真司. 特集:森林における放射性物質 森林内での放射性セシウムの樹木から土壌への移動について. 水利科学, 354, 37-44, 2017. 04、査読あり
- OGO S (小河澄香)、YAMANAKA T(山中高史)他. Growth and uptake of caesium, rubidium, and potassium by ectomycorrhizal and saprotrophic fungi grown on either ammonium or nitrate as the N source. Mycological Progress, 16, 8, 801-809, 2017. 08、査読あり
- 小松雅史、平井敬三、長倉淳子、野口享太郎. Potassium fertilisation reduces radiocaesium uptake by Japanese cypress seedlings grown in a stand contaminated by the Fukushima Daiichi nuclear accident. Scientific Reports, 7, 15612, 2017. 11、査読あり
- 田中憲蔵、齊藤哲、三浦覚他. 福島第一原発事故で汚染された様々な樹種の葉内 ^{137}Cs と K 濃度の関係. 関東森林研究, 69, 39-42, 2018. 03、査読あり
- 金子真司、後藤義明、田淵隆一、赤間亮夫他. 帰還困難区域で発生した森林火災が樹木樹皮と表層土壌の放射性セシウムの蓄積に及ぼす影響. 森林総合研究報告, 17, 259-264, 2018. 09、査読あり

4. 評価委員氏名（所属）

大久保達弘（宇都宮大学農学部教授）

5. 評価結果の概要

林冠から林床への放射性セシウム移動量、リター分解に伴う放射性物質濃度の変化・移動、樹木各部位におけるアルカリ金属の分布、事故後の植栽木の放射性セシウムの吸収とカリウム施肥による抑制効果実験、さらに統合モデル化など当初目標を上回る成果が達成されたと判断された。成果は林野庁の森林内の放射性物質の実態把握に科学的知見として貢献しており、被災地の森林・林業の復興における普及に活用されている。今後の課題として、最終目的であるモデル構築による樹木中の放射性セシウム予測マップ作成に対して、設定された共通パラメータやモデルの改良に関する議論をさらに深める必要がある。

6. 評価において指摘された事項への対応

設定された共通パラメータやモデル改良を進めるため、引き続き継続調査により、データを随時更新して、モデルとマップの精度向上を図る。さらに次年度以降開始する新たな交付金プロジェクトの実施を通じて、原木利用を含めた放射性セシウム予測マップの作成に取り組む予定である。