

【復興枠 4ZD-1202】上流域水系ネットワークにおける森林－溪流生態系の放射性物質移動と生物濃縮の評価 (H24～H26；累計予算額 71,488 千円)

五味 高志 (東京農工大学)

1. 研究実施体制

- (1) 森林水系ネットワークにおける放射性物質の移動量の把握 (東京農工大学)
- (2) 森林陸域生態系の物質循環と放射性核種の蓄積 (東京農工大学)
- (3) 放射性核種の蓄積量と流域空間分布 (東京大学)
- (4) 生息環境および生物体内における放射性物質量の把握 (北海道大学)
- (5) 生態系構造の解明と生物濃縮の評価 (北海道大学)

2. 研究開発目的

本研究では、以下の点を明らかにすることで、今後の生態系保全や対策に必要な生物相への影響を評価するとともに、将来予測に必要な森林流域放射性物質移動モデルや生物濃縮評価モデルの開発のためのパラメータを提供することを目的とした。これにより、内水面漁業をはじめとした地域産業の復興並びに放射性物質による森林流域生態系及び森林水系網の汚染を除去する環境修復技術の早期確立に寄与する見込みである。

- (1) 福島県および関東辺縁部の森林流域における物質の移動の解明：上流域を構成する森林、溪流への放射性核種の蓄積量、流路を通して下流域へ移動流出する放射性核種量を特定する。
- (2) 森林流域生態系の生物相への放射性物質の蓄積の解明：森林や森林溪流の生物相への放射性物質の蓄積量と放射性核種を特定する。
- (3) 森林流域生態系の食物連鎖網と生物濃縮プロセスの解明：森林の陸域および水域における放射性物質が蓄積する箇所を特定し、水・有機物・土砂における放射性物質の移動・蓄積プロセスを考慮した食物網における生物濃縮を評価する。

また、被災地への復興と寄与については、常に地域と連携した、「現場立脚型」の視点で進める必要があることから、本研究では、研究を進める初期段階から積極的に地域連携を進め、地域の産業復興や地域資源管理の情報として活用し得る研究成果を提供することも目的として進めた。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

森林生態系における放射性セシウムの空間分布は、林相、微地形、立地などに大きく影響されていることが判明した。森林－溪流生態系を構成する物質では、林床の落葉の放射性セシウム濃度が最も高く、福島原発事故によって放出された放射性物質の多くは、陸域に現存していることが明らかとなった。特に、森林土壌では、農地土壌と比べて有機物などに吸着した放射性セシウムが多く、動植物へ放射性セシウムが移行しやすい土壌環境を有していることが示唆された。また、溪流において懸濁体として流出しているものの組成に注目すると、有機物の占める割合が高い場合に、高い放射性セシウム濃度が見られた。とくに、リターが森林から溪流に供給されることで、溶脱によって放射性セシウムがリターから放出されることが明らかとなった。このことから、従来の研究から言われている土壌動態に加えて、森林－溪流における放射性セシウムの動態では、有機物の放射性 Cs 濃度およびその移動を追跡することが重要であることを示すことができた。

生物の放射性セシウム濃度は、栄養段階に応じて低くなる傾向が見られた。同じ栄養段階の生物では、林床に生息する分類群の方が、溪流に生息する動物よりも放射性セシウム濃度が高くなる傾向があった。とくに、広域の調査結果では、降水量の多い地域でも、森林と溪流との間で食物網の栄養基盤の放射性セシウム濃度が相違を招いていた。ただし、これらは震災後3年までの結果であり、腐食食者の放射性セシウム濃度と高次捕食者であるイワナの放射性セシウム濃度の違いを生じさせる要因

や、これら各栄養段階における濃度の今後の推移などを注意深くモニタリングする必要があると考えられた。また、イワナの放射性セシウム濃度は、体長が大きいほど高くなり、イワナに見られる放射性セシウム濃度の季節差は、水温による代謝率の変化や、餌資源内容の変化に起因することが推察された。

従来の研究では、森林の降下量に対する生物の汚染量の評価が行われてきたが、森林への降下量の多い地域においても、溪流生物相への移行量は少なくなっていた。これらは、水系環境における移行係数などを考慮する場合、基準となる汚染度の評価としては、溪流内のリターが有効であると考えられた。また、湿潤多雨の日本では、落ち葉の森林から河川の流入や土砂流出にともなう有機物動態を考慮する必要があることがわかり、日本独自の放射性 Cs 動態モデルの構築を進めることが可能となった。これらのモデルによる将来予測研究は、現在、米国ロスアラモス研究所とコロラド州立大学の研究者との共同研究により、実施中である。

(2) 環境政策への貢献（研究者による記載）

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

現状では、生物の放射性セシウム濃度は、栄養段階に応じて低くなることが判明した。本研究は震災後3年目までの結果であることから、腐食食者から高次捕食者への生物間での放射性セシウムの移行については長期的なモニタリングを通して生物濃縮の有無を注視する必要があることが示唆された。また、同じ栄養段階の生物では、林床に生息する分類群の方が、溪流に生息する動物よりも放射性セシウム濃度が高くなる傾向があった。このことは、落葉リターからの放射性セシウムの溶脱が、森林と溪流との間で食物網の栄養基盤の放射性セシウム濃度が相違を招いていることに起因していると考えられた。このように、生物相における放射性セシウムの移行では、従来の水（もしくは底質）と生物の濃度を用いた移行係数の適用のみではなく、食物網を考慮した移行係数などを検討することも必要であると考えられた。

本研究調査地は、平成25年環境省「森林除染に関する当面の整理」によると、エリアCの森林圏に該当し、森林から生活圏への放射性物質の流出・拡散の実態把握と流出・拡散防止対策の推進が必要となる。森林管理を行った場合、作業道や林道の攪乱により土壌侵食が顕在化する。本研究からもセシウムは粘土鉱物に強く吸着し、森林施業による流出量増加も示唆できた。また、人工降雨実験からも侵食土壌でセシウム濃度が高くなる傾向があることが示されている。また、有機物の流亡による生物への取り込みも示唆できた。今後、汚染地域では、「Riparian Zone Management」などの溪畔林域を中心とした保全管理対策を行うことによって、人為的な攪乱などによるセシウムの溪流への流亡を防ぐことが可能である。また、森林斜面、林道作業道、溪流への土砂流 出箇所を特定するとともに、具体的に土砂移動を抑制するための簡易な土砂捕捉場（Sediment Fence）を設定するなどが重要である。

流域的な視点での放射性セシウム対策の重要性を示唆することができた。山地森林流域から流出する放射性セシウムの多くは有機物であり、それらは落葉からの溶脱などによって溪流へ供給される。これらの有機物は、放射性セシウム砂防ダムやため池に堆積することから、水系網における砂防ダムや貯水池の分布、農地の利用実態の把握、放射性セシウムの空間分布などをGISを用いて統合的に解析するデータベースの整備による対策に寄与する基礎情報を提示することができた。

内水面漁業の管理で重要となるイワナなど汚染度では、餌資源や代謝率などを考慮したモデル解析により評価が可能となった。また、イワナの放射性セシウム蓄積量は、かならずしも、その溪流を含む流域のCs-137降下量を反映していないこともわかった。本研究成果から、森林—溪流生態系のアンブレラ種にあたるイワナの放射性セシウム濃度は、餌資源のCs-137濃度が重要であり、かつ体サ

イズや水温に関連して変動することをモデル化することが可能となり、今後の予測に活用することが出来る基礎データを蓄積できた。

4. 委員の指摘及び提言概要

タイトルにあるネットワークとしての議論がなく、「移動量」も示されていない、また対象地とした大沢川の上流が広葉樹林であるにも関わらず、全てスギリターを中心に食物網の議論を進めているなど、全体として予測された成果を、主にポイント実測により示したというレベルに留まっている。一方、森林水系における Cs137 の移動、拡散に有機物が大きな役割を果たすことを確認したこと、また溪流の食物連鎖では Cs は生物濃縮よりも生物希釈であることを示唆し、その食物連鎖も生食連鎖ではなく、腐食連鎖であることを明らかにしたことは評価できる。

5. 評点

総合評点： B