

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 杉 浦 佑 樹

論 文 題 目

Radiocesium accumulation properties of wild plants in Fukushima
and a possibility of phytoremediation

(福島の自生植物における放射性セシウム集積特性とそれらの除染への利用可能性)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学教授	竹 中	千 里
委 員	名古屋大学教授	肘 井	直 樹
委 員	名古屋大学准教授	山 本	一 清
委 員	名古屋大学助教	富 岡	利 恵

論文審査の結果の要旨

東京電力福島第一原子力発電所事故により環境中に放射性核種が放出され、特にセシウム ^{137}Cs による汚染は、その放出量と長い半減期（30年）から、長期にわたる問題となっている。福島県は面積の約7割を森林が占め、木材生産やきのこの原木栽培、山菜の採取など森林が利用されてきた地域であるため、森林域の汚染は非常に深刻である。現在森林の除染は林縁の落ち葉除去だけであり、土壌や樹木には大量の ^{137}Cs が残存している。長期にわたる放射能汚染への対策手法として、環境への負荷の少ない除染方法としてファイトレメディエーションの実用化が望まれている。そこで本研究では、森林域における ^{137}Cs 除去方法としてのファイトレメディエーションの実用化を目的として、福島県に自生する植物から ^{137}Cs 集積種を見出してその集積特性を評価し、さらに効率化のための土壌改良剤の効果を評価した。

本研究では、福島県内における自生植物の ^{137}Cs 集積特性やそれらの除染への応用にむけての土壌改良材の効果について、以下のような知見が得られている。

(1) 福島第一原子力発電所事故後2年間にわたって、福島県の自生植物新葉中の放射性セシウム濃度を評価した。評価にあたっては、植物の新葉および土壌を採取し、両者の濃度比(CR値)を用いた。植物は、木本については常緑樹と落葉樹、草本については一年生と多年生に分類して評価した。その結果、事故直後(2011年試料)では、常緑樹におけるCR値が高く、その値は2年目(2012年試料)になると低下したことが明らかとなった。これは事故直後に植物表面に沈着した ^{137}Cs が表面吸収されたことによるものと考えられ、特に葉からの表面吸収が顕著であることが示唆された。

(2) 環境の異なる5地点において土壌中の交換態 ^{137}Cs の割合を2011年と2012年で比較したところ、4地点において2012年は2011年よりも割合が低下していた。これは時間経過による ^{137}Cs の粘土鉱物への固定によると考えられ、粘土鉱物や有機物の組成・含有量の違いが地点間の差に影響していると推察された。

(3) 既往の報告によりヒユ科、アカザ科、およびタデ科の植物は ^{137}Cs を特異的に吸収する傾向が示唆されているが、本調査ではこれら3つの科において特異的な ^{137}Cs 吸収をしている種は確認されなかった。一方で、落葉樹のコシアブラおよびウリカエデ、多年生草本のドクダミは2012年においても複数の地点でCR値の高い個体が見られ、 ^{137}Cs を特異的に吸収している可能性が示唆された。

(4) コシアブラにおける ^{137}Cs の吸収能力、樹体内の分布、および他元素との関係を調べた。同一地点に生育する落葉広葉樹5種の葉中 ^{137}Cs および ^{133}Cs 濃度を比較した結果、コシアブラは他種と比較して ^{137}Cs および ^{133}Cs ともに高濃度に含んでいることが確認された。また、他の4種における ^{137}Cs 集積の傾向と ^{133}Cs 集積の傾向は一致しなかった。コシアブラの各組織における ^{137}Cs 濃度は、葉>樹皮>材の傾向が見られた。さらに、材の中でも今後新芽を展開する頂端および葉痕では ^{137}Cs 濃度が高い傾向が見られ、成長の盛んな部位に ^{137}Cs が集積している傾向が見られた。

(5) コシアブラにおいて、個体内における各組織中のカリウム(K)濃度と ^{137}Cs 濃度には有意な正の相関が見られ、両者は樹体内に取り込まれた後に同じ経路で各組織へ輸送される可能性が示唆された。一方で、個体間では葉中 K 濃度と ^{137}Cs 濃度に有意な関係性は見られず、個体によって両者の取り込みの比が異なることが明らかとなった。植物の ^{137}Cs および ^{133}Cs 吸収に影響を与える要因として、土壌中での両者と根の分布の関係、および特異的な能力を持つ共生菌の存在が示唆された。

(6) 土壌 pH 低下作用を持つ硫酸アンモニウムおよび硫黄華を土壌改良材として用いた際の ^{137}Cs の移行に及ぼす影響を評価するため、ポット実験を行った。その結果、 NH_4^+ 区では土壌 pH の低下は見られなかったが、S 区では pH の低下が見られた。硫酸アンモニウムおよび硫黄華の施肥は植栽したドクダミおよびコナラの地上部への ^{137}Cs の移行に影響を与えなかった一方で、硫黄華は発生した植物の地上部への ^{137}Cs の移行を促進させた。有意な差は見られなかったが、 NH_4^+ 区および S 区では土壌表面においた稲わらへの ^{137}Cs の移行量が増えている傾向が見られた。

(7) ファイトレメディエーションと森林管理を組み合わせた除染方法として、予め硫黄華を施肥することで土壌から下草への ^{137}Cs の移行を促進し、下草刈りにより効率よく ^{137}Cs を回収できること、樹木を伐採した地点では、コシアブラやウリカエデなどの ^{137}Cs 集積傾向のある木本を導入すること、ドクダミのような草本と組み合わせることにより土壌表面の被覆による伐採後の ^{137}Cs 流出の防止機能を発揮させることなどを提案している。

以上のように本研究は、原子力発電所事故に起因する ^{137}Cs 汚染について、事故直後の汚染状況把握と今後の対策に貢献する貴重なデータを包含している。また、長期にわたると推測される森林における ^{137}Cs 汚染に対して、効率よい除染方法を提案している。このように本論文は、未だ効果的な解決策が見いだされていない森林における ^{137}Cs 汚染問題において、重要な知見を社会に発信するものと評価できる。よって、本審査委員会は、本論文の内容が博士（農学）の学位論文として十分に価値のあるものと認め、論文審査に合格と判定した。

試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 第	号	氏名	杉浦 佑樹
試験担当者	主査 竹中千里、肘井直樹、山本一清、富岡利恵			
<p>(試験の結果の要旨)</p> <p>平成 28 年 7 月 22 日学位審査委員会において、主論文の内容を中心としてこれに関連する科目の学識および研究能力について試問し審査した結果、合格と判定した。</p>				