

氏名（本籍）	MENGISTU TERAMAGE TESFAYE（エチオピア）
学位の種類	博士（理学）
学位記番号	博 甲 第 6921 号
学位授与年月日	平成26年 3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	The relationship between fallout radionuclides and soil organic carbon in coniferous forest (針葉樹林における降下放射性核種と土壌有機炭素の関係)
主査	筑波大学教授 理学博士 恩田 裕一
副査	筑波大学教授 工学博士 福島 武彦
副査	筑波大学准教授 博士（地球環境学） 松下 文経
副査	筑波大学准教授 博士（理学） 廣田 充

論 文 の 要 旨

森林、とくに荒廃人工林における深刻な侵食があることはよく知られているが、降下性放射性核種を用いた土壌侵食に関する研究はあまり行われていない。また、放射性核種は、耕作地における炭素循環研究には応用されて成果を上げているが、森林地域についての応用研究は、まだ行われていない。そのためには、森林地域における SOC の正確な観察とモニタリングの手法が必要である。本研究においては、放射性核種と SOC の挙動を下記の手法を用いて調査した。(1)山地斜面のある森林エリアにおいて、侵食により流出した SOC と、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ と ^{137}Cs の流出量との関係を観察するための三つの異なる森林タイプにおける流出プロット(2)針葉樹林 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の特性と SOC の空間深度分布を調査するため土壌コアサンプルとリターに由来する堆積物を、モニタリング、収集、そして分析した。高知県でリターに伴う $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の段階的な堆積パターンを推定するため簡易的なボックスモデルを用いて評価した。(3) 福島原発事故由来の放射性物質の動きは唐沢山（栃木県）の針葉樹林においてリタートラップ、流出プロット、スクレーパー、土壌コアサンプル技術を用いて調査した。スクレーパープレート採取方法（サンプリングエリア=450 cm²）を用いて、土壌サンプルは未攪乱の平坦なサイトから 30 cm の深さまで層ごとに収集された。林床を構成する下層植生、リター(OI-)、分解された層(Of-)を収集、別々に処理した。

現地調査の結果、それぞれの森林のタイプにおいて流出した SOC と放射性核種に高い相関関係が得られた。しかし ^{137}Cs と比べると $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ のほうが移行した SOC とより親密に関わっており、二乗平均平方根誤差 (RMSE)の値は約半分とかなり低くなっている。これは土壌侵食プロセスにおいて $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ のほうが ^{137}Cs よりも SOC と共に移動するというを示唆している。さらに 1960年代の核実験によりもたらされた ^{137}Cs は減少しており、福島原発事故が起こる直前までは、環境中の存在は限られていたと考えられる。詳細な分析のためコンパートメントモデル(IUS)を採用した。これにより山地斜面、安定した森林エリアにおいて放射性鉛の動きを簡単に例証でき、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の再分布を確定できる。これに従い、未攪乱サイトにおいて一定の $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の沈着量を推測すると、研究エリアでの $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の年間沈着量は 614 Bq m⁻² year⁻¹ となる。樹冠に存在する $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の 53%をリターフォールが林床へ運び、それにより 117 g m⁻² の有機炭素が森林土壌へ移動することが推定された。すなわち、リターフォールを起源とする森林土壌中の SOC は、同じくリターに多くが付着した $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の分布と類似していると考えられる。実際、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ は SOC と共に移動し、共に同一のプロファイル形状を示した。さらに、SOC が有機物（例：リター）により容易に補充されるように、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ も自然界から連続的な供給を受けられる。これらすべてから $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ が SOC の再分布とそれに関連したプロセ

スを理解するための重要な候補核種であると考えられる。

一方で、福島由来の放射性セシウムは、SOCの移動を示す放射性核種として有効である可能性が高い。栃木県のフィールド調査の結果、リター落下によって林床で高濃度の福島由来の放射セシウムが観測されており、さらに、放射性セシウムが急速に移行していることを示している。第1回の土壌採取(2012年1月16日)時には、有機質層(OI+Of)には52% (5.3kBq m⁻²)の福島由来の放射性セシウムが、25% (0.7 kBq m⁻²)の福島事故以前の放射性セシウムが含まれていた。残りはOf層より深い土壌に分布していた。福島事故以前のCs-137を含め、全存在量の99%が、有機物(OM)を10%以上含む表層から10 cmまでの土壌に存在している。従って、その後の分布は、OMのダイナミクスに影響されることを示唆している。¹³⁴Cs:¹³⁷Cs比は、深度に伴い減少傾向が見られた。これは福島事故以前の¹³⁷Csによるものと思われる。放射性セシウムの移行は、急速な移行期の後、SOCの移動に伴うゆっくりとした移行にシフトすることがわかり、SOCの分解プロセス中の放射性セシウムの挙動とその変化の長期的なモニタリングが、今後の重要であることが示唆された。

審 査 の 要 旨

陸域における炭素の循環・蓄積とその評価は、地球温暖化に対する対策の基礎研究としての重要性は高い。しかしながら、炭素のシンクとしての森林における有機炭素(SOC)の挙動及び蓄積を容易に評価する指標は乏しく、森林管理と炭素蓄積の関連を解明する上でも大きな課題が残るものであった。本研究においては、降下放射性同位体である過剰鉛(Pb-210_{ex})を用い、森林管理が遅れている人工林において、SOCとの関連を調査した画期的な研究である。この研究により、Pb-210_{ex}がSOCの蓄積量の評価に利用可能であることを示した。また、福島起源の放射性核種の利用の可能性も示唆されており、今後の研究に大きな貢献をするものと評価される。

平成26年1月30日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士(理学)の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。