

伐採林地における土壌有機物と放射性 Cs の移動 Migration of organic matter and radioactive Cs at cleared forest

○西村 拓¹⁾, 山崎 琢平¹⁾, 加藤千尋²⁾, 大澤和敏³⁾, 溝口 勝¹⁾

NISHIMURA Taku¹⁾, YAMASAKI Takuhei¹⁾, KATO Chihiro²⁾, OHSAWA Kazutoshi²⁾, MIZOGUCHI Masaru¹⁾

はじめに：2011年3月の東日本大震災時直後の福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性Csは、震災後の住民の帰還の大きな障害になっている。放射性物質汚染の問題は、空間放射線量、農作物への移行、生物生態系の中における循環等様々な側面を持つ。イオン交換選択性を考慮すると、土中のCsイオンの移動は水の流れに対して1000分の1以下になる。たとえば、年降水量から蒸発散量を差し引いた年間の実質的な降雨浸入量を1000mmとしたとき、この水の流れに伴うCsの下方への移動が数mmに至らないことを示唆している。しかし、実際には、数mmをはるかに超えるCsの移動が土中で生じていることは、過去2年間の農地土壌における放射性Cs分布調査の結果が示している。この違いは、Csが水溶してイオンの形で移動しているのではなく、粘土粒子や有機物など微細なコロイドと呼ばれる粒子状の物質に随伴して移動している可能性を示唆している。本稿では、有機コロイドによるCsの移動促進が疑われる調査事例を紹介する。

調査地および方法：Fig.1に、福島県相馬郡飯舘村内の森林Aの南東斜面(約300m長)の地形を示した。この斜面には、福島第一原発から放出された後、北西方向の風と共に移動した放射性物質が降下したと考えられる。2013年5月に丸印で示した地点において、表層30cmの土壌試料を採取し、放射性Cs濃度、土壌炭素、土壌窒素の分析を行った。Fig.1中、No.1, 2, 8は表面を5cm程度のリターが覆っていた。No.3, 4, 5, 6は、被覆はほとんどなく、上方から流下してきた土砂の堆積が地表近傍に観察された。No.7, 9, 10, 11, 12は周囲に雑草や幼生木が茂っている地点で、それほど著しい土砂堆積は見られなかった。

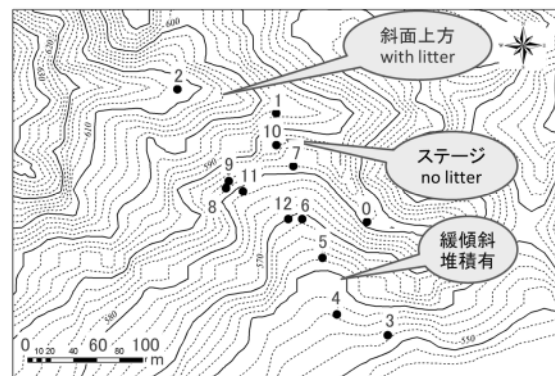


Fig.1 調査地の地形とサンプリング地点

土壌試料はライナー採土器(大起理化工業)で採土した後、所定の間隔に切り分け、炉乾燥後、放射性Csの測定をNaIスペクトロメーター(Wizard 2480, Perkin Elmer Inc.)を用いて行った。土壌の全窒素、全炭素は、NaIスペクトロメーターの測定終了後にサンプル瓶から分取した試料を用いて、CNコーダー(CN-60, Sumika Inc.)で測定した。

結果と考察：Fig.2に例として地表面の状態の異なるNo.1, 4, 12の放射性Cs分布と全炭素、C/N比の分布を示す。斜面上部で尾根に近く、地表がリターに被覆されていて侵食による流亡土砂の影響のないNo.1地点は、表層近傍の全炭素量の高い層で非常に高い放射性Cs含量を示した。また、深さ15cmで1000 Bq kg⁻¹を超える放射性Csを検出し、深さ30cmでも80~360 Bq kg⁻¹という値を示した。No.1同様に地表がリターで覆われているNo.2, 8は、全炭素量分布、放射性Cs含

1) 東京大学大学院農学生命科学研究科, School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

2) 弘前大学農学生命科学部, Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

3) 宇都宮大学農部, Faculty of Agriculture, Utsunomiya University

キーワード：放射性Cs, 土壌コロイド, 土壌流亡

量分布とも No.1 と類似した結果を示した。C/N 比の分布は、地表近傍のリター層の有機物が分解し、C/N 比を低下させながら下方に移行していることを示している。土砂の堆積が見られる No.4, 5 では深さ 3~5cm の層で放射性 Cs の極大値が見られた。植生に囲まれ侵食土砂の堆積があまり無い No.12 では、放射性 Cs 含量、全炭素量共に地表から下方に行くほど減少する分布が見られた。地表面の状態が類似する No. 7, 10, 11 では共通に No.12 と同様の分布を示した。

Fig.3 に流亡土砂堆積の影響がなくリターに被覆される地点(No.1,2,8)の土壤中の放射性 Cs 含量と全炭素量(TC)の関係を示した。全炭素量と放射性 Cs 含量の間に高い相関がみられた。森林内(No.1, 2)と森林縁外の低木や雑草の繁茂する地点(No.8)で、若干異なる傾向を示したが、これは、リターの母材となる地上の植生の違いによる可能性がある。Fig.4 に流亡土砂の堆積の影響のない No.1,2,7,8,10,11,12 について、C/N 比と放射性 Cs 含量の関係を示した。Fig.3 では、全炭素含量と放射性 Cs 含量の関係に地表の条件に応じた相違があったが、C/N 比と放射性 Cs 含量は、地表におけるリター層の有無に関係なく、高い相関を示した。

C/N 比の低下は有機物の分解を反映している。12 地点は近接しており、同様の気候、水分条件だったと考えられる。この条件下で地表の有機物の分解によって生じた二次生成物は、さらに分解されながら、また同時に C/N 比を低下させながら土中下方へ移動していく。この森林 A においては、地表の有機物の分解によって生じた二次生成物(有機コロイドや有機酸)が土中を下方へ移動するのに随伴して放射性 Cs が下方へ移動していたと考えられる。

まとめ: 福島県内で原子力発電所事故後、放射性物質が沈着したと考えられる森林で、地表面状態と土中の Cs 分布の関係を検討した。その結果、地表にリター層がある地点で大きな放射性 Cs の移動が見られた。全炭素量、C/N 比の値から、分解しながら移動する有機物に随伴して Cs が移

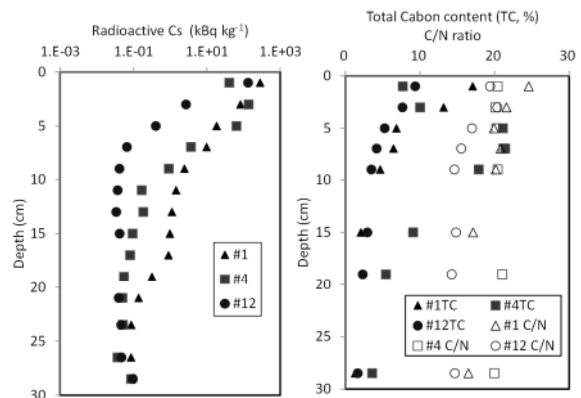


Fig.2 森林 A の表層土壌における放射性 Cs, 全炭素, C/N 比分布

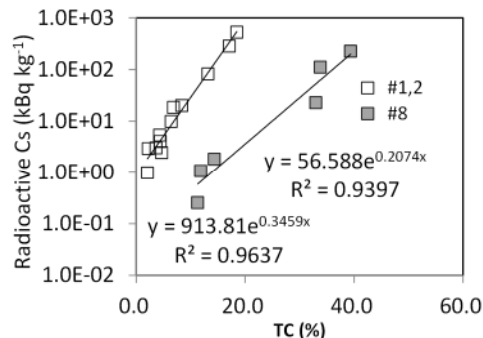


Fig.3 森林 A の表層近傍土壌の放射性 Cs 含量と全炭素量(TC)の関係

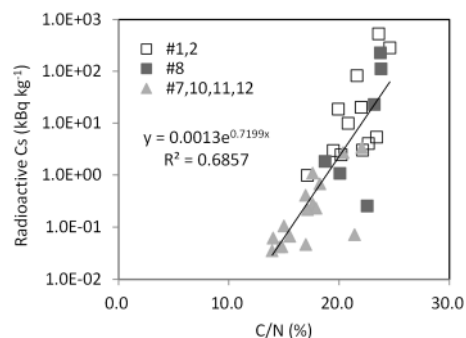


Fig.4 森林 A の表層近傍土壌の放射性 Cs 含量と C/N 比の関係

動していることが推察された。

謝辞: 本研究は、明治大学震災復興支援・防災研究プロジェクト(代表 登尾浩助), 科研費基盤研究(B) 24380130, 基盤研究(C) 25517005, 東京大学農業工学復興会議の補助を受けた。また、調査実施において、ふくしま再生の会, 東京大学環境地水学研究室院生ならびに宇都宮大学大澤和敏氏にお世話になった。ここに記して感謝する。また、本稿の詳細は土壌の物理性 126 号の特集を参照下さい。
参考文献: Comans et al. (1991) *Geochimica Cosmochimica Acta*, 55: 433-440, Contradi et al. (2001) *J. of Contami. Hydrol.* 47:323-333, Turner et al. (2006) *Water Resour. Res.* 42, W12S09 doi:10.1029/2006WR004972, 山口紀子ら(2012):*農環研報*, 31:75-129.