

## 福島県森林域における放射性微粒子の土壌内分布

## Distribution of radioactive cesium-rich microparticles in forest soils of Fukushima Prefecture

○辰野宇大\* 脇嘉理\*\* 角間海七渡\*\* 二瓶直登\*\*\* 大手信人\*\*

○Takahiro Tatsuno, Hiromichi Waki, Minato Kakuma, Naoto Nihei, and Nobuhito Ohte

## 1. 背景・目的

2011年の東京電力福島第一原発事故により、大量の放射性セシウム<sup>137</sup>Csが環境中に飛散し、土壌、河川、周辺の動植物が汚染された。原子炉内の構造物等に<sup>137</sup>Csが取り込まれたガラス質状の微粒子を放射性微粒子(CsMPs)といい、アルカリ性溶液中以外では溶解しづらいため、粒子内の<sup>137</sup>Csは比較的長期間環境中に存在しやすい可能性が指摘されている[1]。CsMPsは比較的高濃度<sup>137</sup>Csを内包していることから、土壌や河川水、稲、水生昆虫などに付着・混入した場合、局所的に<sup>137</sup>Cs濃度を上昇させたり[2][3][4]、水系の見かけの分配係数の値を増加させ、固相-液相間の<sup>137</sup>Csの移行を過大評価する要因となることが指摘されている[5][6]。また、CsMPsは降雨時の土砂流出と共に河川を通じて下流へ移動するが[6]、そもそも上流の土壌環境中にCsMPsがどのような傾向で分布しているかは明らかにされていない。本研究では、福島県浪江町の帰還困難区域の森林域を対象に、土壌鉛直方向および森林斜面中の<sup>137</sup>CsおよびCsMPsの分布調査を行った。

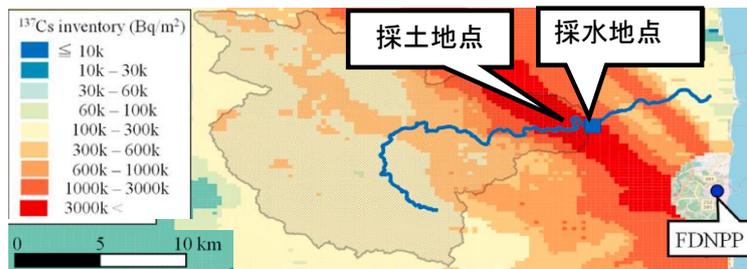


Fig.1 高瀬川流域における土壌の採取地点と河川水の採水地点[6]  
Fig.1 Sampling points at Takase River watershed

## 2. 研究方法

2.1 鉛直方向のCsMPs分布調査と<sup>137</sup>CsおよびCsMPsの測定

対象地において比較的表層の攪乱を受けていないサイトを調査地とし、表層のリター試料を採取した。リター試料採取後、100 mL容コアサンプラーを用いて、土壌深さ0-35cmの土壌を5cm毎に採取した。試料を乾燥させた後、100 mL容のU8容器に詰め、

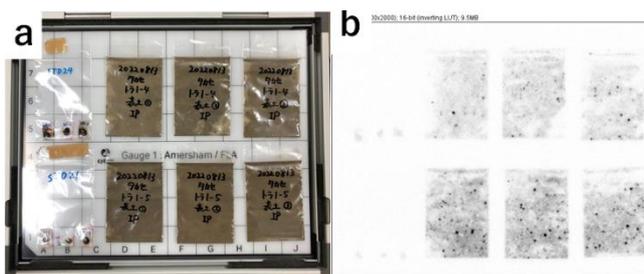


Fig.2 (a)土壌と(b)イメージングプレート画像  
Fig.2 (a) Soil sample and (b) IP image

ゲルマニウム半導体検出器で<sup>137</sup>Cs濃度を測定した。<sup>137</sup>Cs濃度測定後、試料の一部をミキサーミル等で孔径125 μm篩を通過するまで粉碎し、ジップ付きポリ袋に入れ、イメージングプレートを用いて各粒子の放射能を測定し、CsMPsを同定した。尚、本研究では既往の文献を参考に1粒子あたり0.06 BqのものをCsMPsとして取り扱った[7]。

\*福島大学 環境放射能研究所 Institute of Environmental Radioactivity, Fukushima University, \*\*\*福島大学 食農学類 Faculty of Food and Agricultural Sciences, Fukushima University, \*\*京都大学 大学院情報学研究所 Graduate school of Informatics, Kyoto University  
キーワード セシウム, 放射性微粒子, 森林土壌, 福島

## 2.2 斜面における $^{137}\text{Cs}$ および CsMPs 分布

対象地内を流れる溪流付近の谷間地形（斜面）を対象に、溪流部から斜面方向へ向かって約 20 m の範囲で 4-5 か所の採取地点を設けて土壌試料を採取した。同様のトランセクト調査を径流域において 3 斜面行い、土壌の  $^{137}\text{Cs}$  および CsMPs について、前述の手法で測定した。

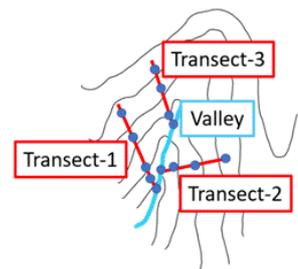


Fig.3 トランセクト調査  
Fig.3 Transect survey

## 3. 結果

### 3.1 CsMPs の鉛直分布

土壌深さ 0-35cm における  $^{137}\text{Cs}$  と CsMPs の分布 (Fig.3-a), 及び、各層の  $^{137}\text{Cs}$  濃度に対する CsMPs 由来の Cs の割合を示す (Fig.3-b).  $^{137}\text{Cs}$  と同様に CsMPs の多くは土壌深さ 0-10cm にその多くが分布しており、土壌侵食などの影響を受けて移動しやすい表層部に多くが留まっていることが確認された (Fig.3-a).

一方で、再下層部 (30-35 cm) で  $^{137}\text{Cs}$  濃度に占める CsMPs の割合が 0-30cm の各層の値と比べても大きく (Fig.3-b), 土壌水に溶けて移動したイオン態の  $^{137}\text{Cs}$  や土粒子に吸着した  $^{137}\text{Cs}$  (懸濁態) よりも、CsMPs は土壌深くまで移動しやすいことが考えられた。

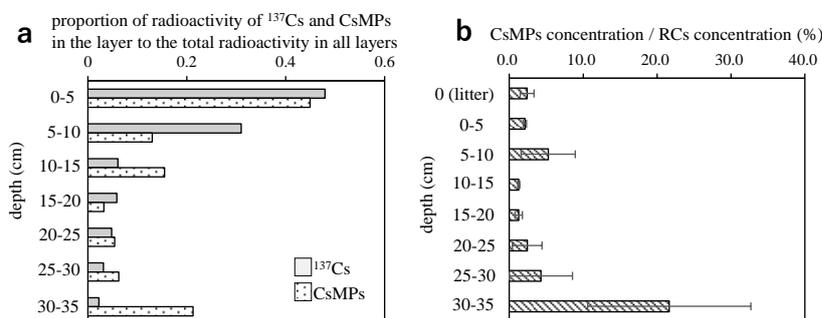


Fig.4 (a)  $^{137}\text{Cs}$  と CsMPs の分布及び、 (b)  $^{137}\text{Cs}$  濃度に対する CsMPs の割合  
Fig.4 (a) Vertical distribution of  $^{137}\text{Cs}$  and CsMPs, and (b) proportion of CsMPs in  $^{137}\text{Cs}$  conc. in each soil layer

### 3.2 斜面における CsMPs の分布

Fig.4 に各斜面における  $^{137}\text{Cs}$  および CsMPs の分布を示す。各斜面における  $^{137}\text{Cs}$  と CsMPs の分布傾向は類似していた。これにより、降雨時の土砂流出における懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  と CsMPs の流出傾向も類似した傾向を持つことが考えられた。しかし、調査地下水流の河川水を調査した報告では、

河川水の懸濁物濃度と相関を持つ懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  と異なり、CsMPs は懸濁物濃度との相関がなく、両者の流出傾向は異なることが報告されている[6]。斜面と流域というスケールの違いがあるため、単純な比較は難しいが、斜面から河川に流入した後、もしくは降雨時の斜面における表面流表水や雨滴による浸食による移動が懸濁態  $^{137}\text{Cs}$  と CsMPs では異なる可能性が考えられる。

**謝辞** この研究は下記の助成を受けて行った。ここに記して感謝する。(1. 科研費 (20H00435) 2. 放射能環境動態・影響評価ネットワーク共同研究拠点 2022 年度重点共同研究 (F-21-28) 3. 2022 年度 ニッセイ財団環境問題研究助成 4. 令和 4 年度 福島大学環境放射能研究所 学内プロジェクト)

**参考文献** [1] Igarashi et al., 2019. J. Environ. Radioact., 205-206, pp.101-118 [2] Ikehara et al., 2020. Chemosphere, 241, 125019. [3] Ishii et al., 2022. PLoS One, 17(5), pp. 1-17. [4] Nihei et al., 2018. J. Radioanal. Nucl. Chem., 318(1), pp. 341-346 [5] Miura et al., 2018. Geochem. J. 52, 145-154. [6] Tatsuno et al., 2023. J. Environ. Manag. 329, 116983. [7] Ikehara et al., 2018. Environ. Sci. Tech., 52(11), 6390-6398.