

福島県飯舘村の屋敷林における放射性セシウムの鉛直分布 Vertical Distribution of Radiocesium in a Residential Grove in Iitate Village, Fukushima Prefecture

砂川優樹¹・橋井一樹¹・菅野弘燿²・登尾浩助²

¹ 明治大学大学院農学研究科・² 明治大学農学部

要旨(Abstract)

福島県相馬郡飯舘村の屋敷林にて、セシウム 137 (Cs) の鉛直分布を調査した。調査地点の土壌は花崗岩風化土壌であり、Cs を固定可能なバーミキュライトを含むものの、Cs の放出直後に報告された福島県内の土壌中の Cs 鉛直分布よりも、深さ方向に広がって分布していた。

キーワード： 放射性セシウム, 屋敷林, 鉛直分布

Key words: radiocesium, residential grove, vertical distribution

1. はじめに

2011 年に東京電力福島第一原子力発電所から放出された Cs は半減期が 30 年であり、森林生態系から系外への流出が限定的である (Shinomiya et al., 2014) ので、系内に長期間に渡って Cs は存在し続ける。森林土壌中の Cs 濃度は、時間の経過とともに落葉層から鉱質土壌へと移行する。しかし、生物によっては地表面よりも下層に存在する Cs を吸収し、地上部に移行した Cs が地上部ごと捕食されることで、他の生物へと移行する事例が報告されている (Stäger et al., 2023)。したがって、長期間に渡る生態系内の Cs の移動を予測するには、土壌中の Cs の鉛直分布の把握が必要である。また、粘土鉱物による Cs の固定が有機物により阻害されることから、森林土壌のように有機物が豊富な土壌では Cs が農地と比べて速く鉛直下方へと移動する可能性がある。一方で、国内の森林土壌中の Cs の鉛直分布の報告例は放出から 10 年以上が経過した現在では減少している。そこで、森林土壌中の Cs の鉛直分布を明らかにするために調査を行った。

2. 方法

2021 年 12 月に、福島県相馬郡飯舘村比曽の屋敷林にて、油圧ショベルを用いて深さ 155 cm まで穴を掘り、土壌を採取した。採取深度

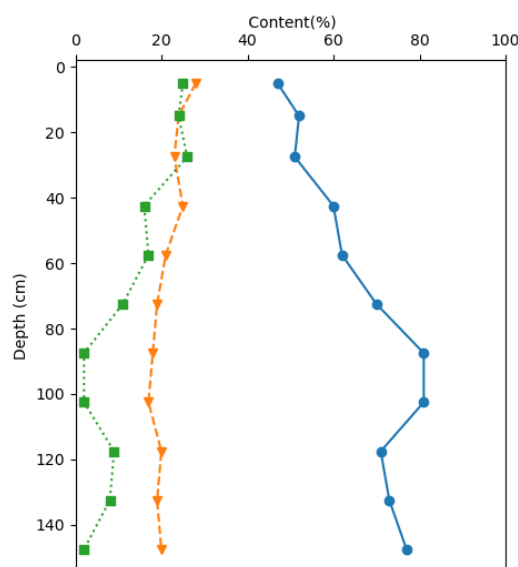


Fig. 1. Sand (●), silt (▼), and clay (■) content (%) in the soil profile.

は、表層から、落葉層、0-1、1-3、3-5、5-10、10-15、15-20 cm とした後、20 cm 以深は深さ 155 cm まで 15 cm 刻みとし、移植ゴテを用いて断面の土を削り取った。土壌試料は風乾し、一部を密度試験と粒度試験に供した。Fig. 1 に深さごとの砂、シルトおよび粘土の割合を示す。地表面から深さ方向にかけて、砂の割合が増加し、粘土の割合が低下する傾向にあった。シル

トの割合はどの深さでも概ね一定であった。

調査地点の土壌は花崗岩風化土壌である。深さ 20 cm までは A 層であり、有機物が豊富に存在し、深さ 20-35 cm で A 層と B 層の境界面が見られ、深さ 35 cm 以深は B 層であった。A 層と B 層の風乾土壌試料を用いて、橋井ら (2023) は X 線回折法により粘土鉱物の同定を行い、A 層と B 層ともに、Cs を固定可能であるバーミキュライトが含まれることを確認した。風乾後の土壌試料の一部を炉乾し、Ge 半導体検出器を用いて Cs 濃度を測定した。落葉層は水洗後、ミキサーで粉碎し、炉乾した後 Cs 濃度を測定した。測定した Cs 濃度は試料採取日の値に補正した。

不攪乱土壌の Cs の鉛直濃度分布は深さ方向に指数関数的に減少する。深さ x に対する Cs 濃度 $C(x)$ を Beck (1966) の式(1)を用いてフィッティングした。

$$C(x) = C(0) \cdot e^{(-\alpha \cdot x)} \quad (1)$$

ここで、 $C(0)$ は地表面の Cs 濃度、 α は緩和長 (cm^{-1}) であり、鉛直分布を特徴づけるパラメータである。 α の値が小さいほど深さ方向に放射性物質が広がって分布していることを示す。

3. 結果

地表面から深さ 50 cm までの Cs 濃度分布と、式(1)によるフィッティングの結果を Fig. 2 に示す。Cs 濃度が高いのは、調査地点で除染を行っていないためである。深さ 1 cm までに全体の 31%、深さ 3 cm までに 57%、深さ 5 cm までに全体の 83% が分布していた。深さ 50 cm 以深では濃度が 2 桁となり、深さ 155 cm まで Cs が検出された。これは、土壌採取時に採取深度より上層から土粒子が混入した可能性がある。落葉層の Cs 濃度は 7 kBq/kg と地表面と比較して低く、土壌断面全体の 2% を占めた。これは既往の報告と一致しており、調査地点においても、土壌環境に降下した Cs の大半は鉱質土壌に移行していたと見られる。 α は 0.13、決定係数は 0.96 であった。 α は事故直後

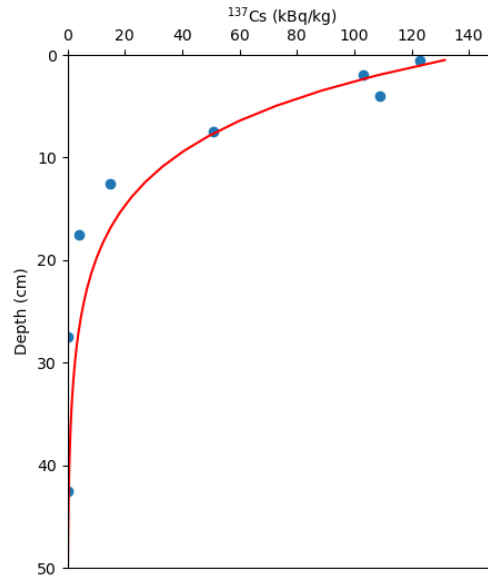


Fig. 2. Cs vertical distribution (●) at the study site with fitted curve

に福島県の土壌について報告された値(例えば, Fujiwara et al., 2012)よりも小さい。

4. 考察

地表面から深さ 20 cm までの土性はほとんど変化しない(Fig. 1)ことから、Cs の固定サイトの存在量の鉛直分布もほぼ均一であると予想される。Cs が鉛直下方へと輸送されうる要因としては、有機物による Cs の固定サイトへのアクセスの阻害や、マクロポアによるコロイド輸送が挙げられる。

5. おわりに

今後は調査地点における Cs の存在形態を調べた後、カラム試験を行い、マトリクスとマクロポアによる Cs の輸送を検討する。

参考文献

- 1), Shinomiya et al. (2014) : Soil Science and Plant Nutrition. Vol. 60, pp 765–771., 2) Stäger et al. (2023) : Environ. Sci. Technol. Vol. 57, pp 13601–13611., 3) 橋井ら (2023) : 農業農村工学会全国大会発表要旨集., 4) Beck (1966) : Health Physics Pergamon Press. Vol. 12, pp 313–322., 5) Fujiwara et al. (2012) : J. of Environ. Radioactivity. Vol. 113, pp 37–44.