

土壌中における放射能鉛直分布測定器の開発とその応用

Development and application of the device for measuring the vertical distribution of radiocaesium concentration in soil.

○ 鈴木心也¹, 板倉康裕², 溝口勝¹

Shinya SUZUKI¹, ITAKURA Yasuhiro², Masaru MIZOGUCHI¹

1. はじめに

土壌中の放射性セシウム (Cs) 濃度の鉛直分布は、通常、現場で採取した土壌試料を所定の手順で処理して、ゲルマニウム半導体検出器などによって分析される。しかし、この方法は作業に手間と時間がかかる。そのため、現場で Cs 濃度を迅速に測定する手法が求められている。本研究では、簡便に現場土壌中の放射能鉛直分布を測定する装置を開発し、実際の農地でその適用性を評価した。

2. 実験方法

2.1 土壌放射能鉛直分布測定器

本研究では土壌放射能鉛直分布測定器「土壌くん」を開発した (Fig. 1)。本測定器はセンサ部とロガー部から構成される。土壌中の各深さで Cs 由来の放射線を捉えられるように、センサ部に検出器として4本の GM 計数管 (LND 712, LND Inc.) が厚さ 1 cm の鉛板の間に挟み込まれている。GPS センサを搭載したロガー部 (Misao Network Ltd.) は、現場で計数率 (cpm) を表示し、SD カードに CSV, KML 形式データを記録できる。

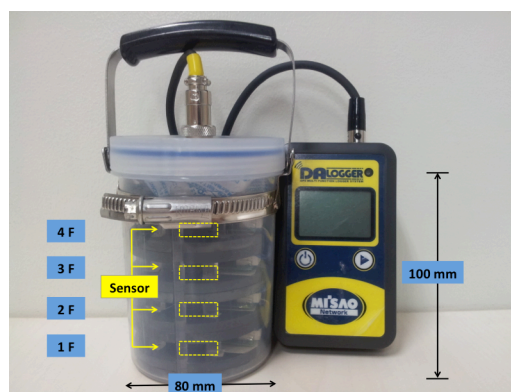


Fig. 1 土壌放射能鉛直分布測定器「土壌くん」

2.2 測定器の較正

土壌中での減衰や散乱のため、深さごとの放射線量を正確に推定するのは難しい。そこで体積線源を仮定し、PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) を用いて計算した計数率 (cpm) と Cs 濃度 (Bq kg^{-1}) の関係から較正式を求めて、採取土壌の Cs 濃度と比較した。

2.3 模擬汚染土壌実験

1 cm 厚さのみに汚染土壌を用い、それ以外を非汚染土壌で充填した模擬汚染土壌を作成し、測定器を 1 cm ずつ上方に移動させながら、各位置で 3 分間計数率を測定した。

2.4 除染前後 Cs 鉛直分布 (応用)

福島県飯舘村の不撓乱水田でライナー採土器 (大起理化工業) を用いて土壌を採取し、所定の手順で 2 cm ごとに切り分け、NaI スペクトロメーターで Cs 濃度を測定した。また、測定器を地表面から 1 cm ずつ移動させて土壌中の計数率を 3 分間測定した。

¹東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo ² (有) ミサオネットワーク MisaoNetwork Ltd.

3. 結果と考察

3.1 測定器の較正

PHITS 較正式によって推定した Cs 濃度は、深い層では採取土壌の Cs 濃度と一致したものの地表面付近では過小に評価した (Fig. 2)。そのほかにも様々な較正を試みたが、満足いく再現性が得られなかった。

3.2 模擬汚染土壌実験

空気中の計数率は土壌中より若干大きかったが、ほぼ対称的な分布になった (Fig. 3)。これは空気中と土壌中で放射線の減衰が異なることによる。また、本実験により、測定器を地面に設置するだけで地表面の汚染状況を捉えられる可能性が確認された。

3.3 除染前後 Cs 鉛直分布 (応用)

採取した土壌の Cs 濃度は土壌の浅い層で高かった。同様に、測定器による計数率は浅い層で高いことを確認できた。また、除染後では除染前より計数率が減少した (Fig. 4)。これは除染効果があったことを示す。また、本実験により、本測定器を用いることでこれまでの分析法と比べて、手間と時間を約 1/40 (人・時) に削減でき、誰でも簡便に除染効果を確認できることがわかった。ほかの応用例として、本測定器を用いて 10 m×20 m の水田 49 点で放射能分布を測定した結果、地表面が不均一に汚染されていることがわかった。

4. おわりに

3 分間で土壌中の放射能鉛直分布の傾向を捉えられるようになったことは画期的である。しかし、測定器「土壌くん」の計数率と Cs 濃度との較正は現時点ではできていない。今後はコンプトン散乱など、土壌中の放射線の物理的な挙動を考慮した適切な較正法を考案することにより、本測定器の価値が高まることが期待される。

謝辞

土壌の Cs 濃度に関して、東京大学農学部「サークルまでい」と放射性同位元素施設の皆様の協力を得た。また、本研究は NTC コンサルタンツ株式会社からふくしま再生の会への委託業務の 1 つとして実施した。ここに記して深く謝意を表す。

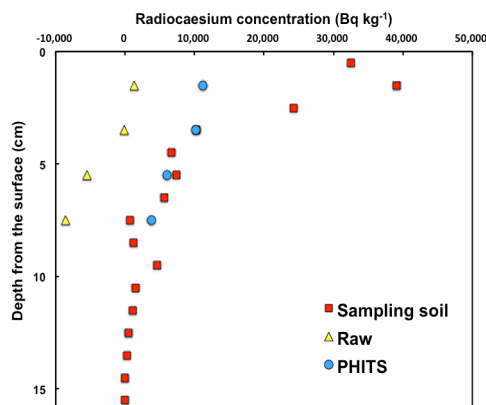


Fig. 2 較正により再現された Cs 濃度の鉛直分布

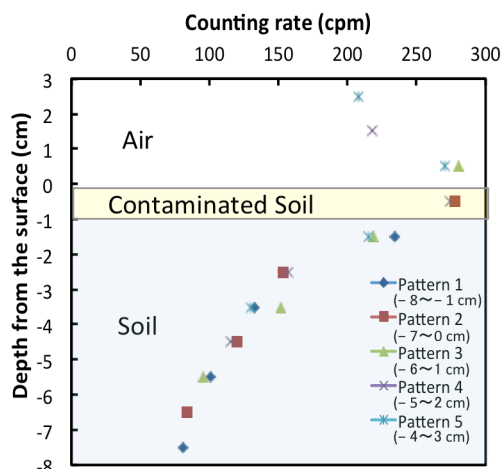


Fig. 3 模擬汚染土壌の計数率の鉛直分布

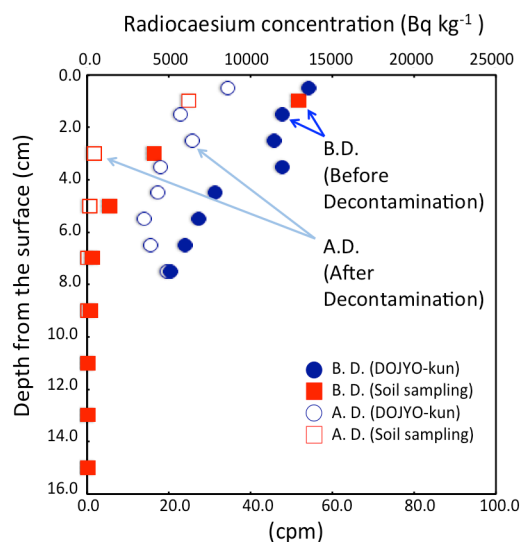


Fig. 4 除染前後の Cs 濃度と計数率の鉛直分布