

土壤中における放射能濃度鉛直分布測定器の開発

Development of a Simple Device to Measure the Vertical Distribution of Radiocesium Concentration in Soil.

鈴木心也¹・岩瀬広²・登尾浩助³・溝口勝¹・小林大樹¹・伊藤哲⁴

¹東京大学大学院農学生命科学研究科・²高エネルギー加速器研究機構・³明治大学農学部・

⁴株式会社クロスアビリティ

要旨(Abstract)

農地土壤において深度別の放射性セシウム濃度を測定するニーズが高まっている。しかし、現状では現場で土壤採取を行い、持ち帰った後に分析を行うために時間と労力がかかってしまい、非効率的である。そこで、本研究では現場で簡易的に深度別の放射性セシウム濃度が測定可能な装置の開発を行った。開発した測定器は補正を加えることにより、深度別の放射性セシウム濃度を捉えることができた。

テーマ：放射性物質と土壤物理

キーワード：放射性セシウム、鉛直濃度分布、フォトダイオード、簡易測定、除染

Key words: Radiocesium, Vertical distribution, Photodiode, Simple measurement, Decontamination

1. はじめに

土壤中における深度別の放射性セシウム濃度を現場で簡易的に測定するニーズが高まっている。本研究では現場において簡易的に放射性セシウム濃度を測定できる機器の開発を行った。

2. 実験材料と実験方法

農地土壤では放射性セシウム濃度分布は空間的に異なる。安価なセンサを使用することによって、複数点に設置することが可能となり、空間分布を把握できると考えた。そこで放射線を検知するセンサには、PIN フォトダイオード (Vishay 製) を採用した。用いたセンサはポケットガイガー (Radiation-Watch.org 製) を一部改変した基板である。また、放射線は様々な方向に向かって放射し、散乱するので目的の深さでの放射能濃度を測定するためには指向性を持たせる必要がある。そこで遮蔽効果の高い鉛を用いて指向性を高めた測定器を設計した (Fig. 1)。ここで、鉛の直径 70 mm、厚さ 10 mm である。エポキシ樹脂

でセンサ基板をコーティングして防水性を持たせ、アクリル円筒内にセンサ基板と鉛板を入れた。センサは変換基板 (X-ability 社製) を介してデータロガー Em5b (Decagon 社製) と接続した。

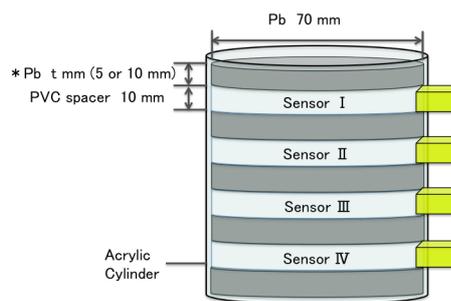


Fig. 1 土壤放射能濃度鉛直分布測定器模式図

また、本測定器に測定範囲外からの放射線の影響 (漏れ) があると考え、それを評価することで現場の放射性セシウム濃度を再現できると考えた。

(1) 指向性実験

¹³⁷Cs チェッキングソース (3MBq) を用い、式 (1) で評価した。

$$L_{ij} = \frac{C_j}{C_i} \quad (1)$$

ここで、 L_{ij} は点線源が位置 i にある時のそれぞれのセンサの漏れ係数、 C_i は点線源と同位置のセンサの計数率 (cpm)、 C_j は点線源と他位置のセンサの計数率 (cpm) である。ただし、 $i=j$ の場合、 $L_{ij}=1$ と表し、それに対する漏れの成分を漏れ係数として評価できる。

(2) 現場測定

福島県飯館村内の不耕起水田に穴を掘って、土壌採取を行うと同時に測定器を設置した。採取土壌は 2 cm 毎に放射性セシウム濃度を測定した。採取土壌による放射性セシウム濃度分布と補正後の計数率 (補正計数率) を比較した。

$$C_{mea j} = \sum C_{est i} L_{ij} \quad (2)$$

ここで、 $C_{mea j}$ は土壌に設置した際の実測計数率、 $C_{est i}$ は補正計数率、 L_{ij} は式 (1) より得られた漏れ係数である。これを並べて、行列式を解くことで未知数である補正計数率を求めた。

3. 結果と考察

(1) 指向性実験

測定器の各センサからの漏れ係数を示した (Fig. 2)。測定範囲外から 0.06~0.16 程度の影響を受けることが観察された。

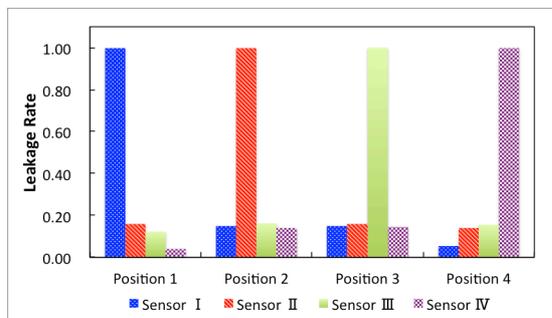


Fig. 2 漏れ係数の評価

(2) 現場測定

採取土壌と補正計数率の関係を示した (Fig. 3)。漏れの影響を考慮することで土壌中の 2 cm 毎の放射性セシウム濃度の傾向を捉えられることが分かった。

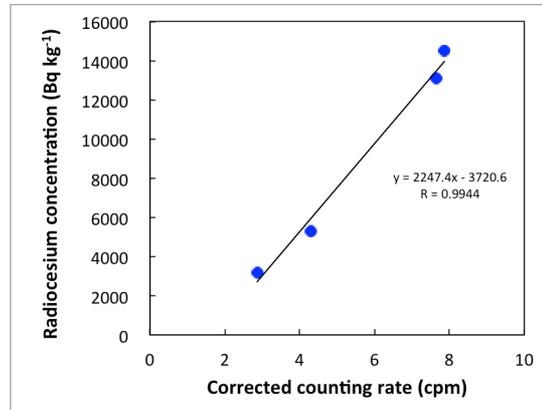


Fig. 3 採取土壌の放射性セシウム濃度と測定器の補正計数率の関係

4. おわりに

本研究で開発した測定器は補正をすることで放射能汚染された農地において活用できると考えられる。さらに、現在、検出部に GM 管 (Geiger-Muller tube) を使用した測定器を開発中である。PHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) によるシミュレーションを援用し、遮蔽に対する放射能の漏れを考慮した測定器の完成を目指している (Fig. 4)。

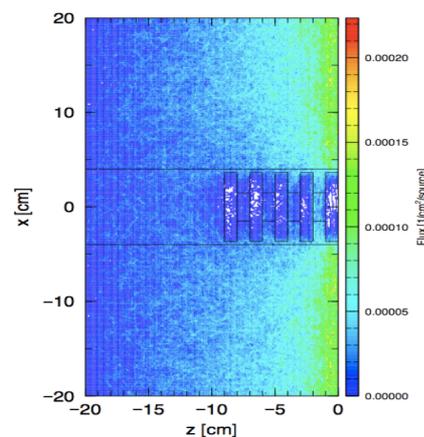


Fig. 4 PHITS によるシミュレーション

謝辞

本研究は 2011 年明治大学震災復興・防災研究プロジェクトの助成を受けて実施した。