

## 土壌における簡易な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 radioactive concentration in soil.

○鈴木 心也<sup>1</sup>, 岩瀬 広<sup>2</sup>, 溝口 勝<sup>3</sup>, 小林 大樹<sup>3</sup>, 伊藤 哲<sup>4</sup>, 登尾 浩助<sup>1</sup>  
 SUZUKI Shinya, IWASE Hiroshi, MIZOGUCHI Masaru, KOBAYASHI Daiki,  
 ITO Tetsu, NOBORIO Kosuke

#### 1. はじめに

福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性物質が自然環境へ放出された。放出された主な放射性物質は、粘土鉱物に非常に吸着されやすい放射性セシウム ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ) で、半減期がそれぞれ約 2 年、約 30 年である。農地においては特に表土のセシウム濃度が高いことが明らかとなっており、除染が進められている。しかし、表土は栄養分が多く含まれており、農作物を育てるためには不可欠である。従って、可能な限り除染を行う表土を少なくすることで、農業の早期復興が実現できると考えられる。現在、土壌の放射性セシウム濃度は土壌採取を行い、実験室に持ち帰って分析するため、時間と労力がかかる。そのため、現場で簡易的に放射能濃度が測定できる測定器が必要とされている。そこで、本研究では、土壌における放射能濃度鉛直分布を現場で簡易的に推定できる測定器を開発することを目的とした。

#### 2. 実験材料と実験方法

放射線を検出するセンサには、PIN フォトダイオードを使用した。このセンサには安価で小型である利点がある。農地土壌では、放射性セシウムの濃度分布は空間的に変動する。安価なセンサを使用することにより複数点に測定器を設置することが可能である。放射線は土壌中においても様々な方向に向かって放射されるため、目的の深さでの放射能濃度を測定するには指向性を持たせる必要がある。

そこで、 $\gamma$ 線に対する遮蔽効果が高い鉛を用いて、指向性を高めた測定器の設計を行った (Fig. 1)。ここで、鉛の直

径  $D = 70 \text{ mm}$ 、鉛の厚さ  $t = 5 \text{ mm}$  または  $10 \text{ mm}$  である。エポキシ樹脂でセンサ基板をコーティングし、防水性を持たせた。アクリル円筒内にセンサ基板と鉛板を入れた。測定器に組み込んだセンサは、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。

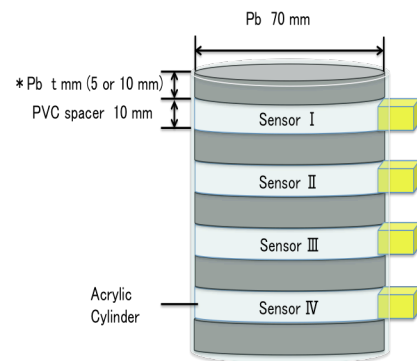


Fig. 1 土壌放射能濃度鉛直分布測定器  
 Simple device to measure the vertical distribution of radioactive concentration in soil.

<sup>1</sup> 明治大学農学部 School of Agriculture, Meiji University

<sup>2</sup> 高エネルギー加速器研究機構 High Energy Accelerator Research Organization

<sup>3</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate school of Agriculture and Life Science, The University of Tokyo

<sup>4</sup> 株式会社クロスアビリティ X-ability Inc.

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

点線源を用いて測定器の指向性を評価した。点線源には、 $^{137}\text{Cs}$  チェッキングソース (3MBq) を用いた。Sensor I から SensorIV に対して、点線源をそれぞれの位置に設置した時の各センサの計数率 (CPM) を測定した。指向性評価の後、福島県飯舘村の水田土壌に穴を掘って本測定器を設置し、同時に鉛直方向の土壌カラムの採取を行った。採取した土壌カラムは 2 cm 毎に切断し、実験室に持ち帰って湿重量あたりのセシウム濃度を測定した。

### 3. 結果と考察

鉛の厚さ  $t = 10 \text{ mm}$  測定器の結果を示した。

#### (1) 漏れ率の評価

各センサにおいて点線源と同位置のセンサの計数率に対する別位置のセンサの計数率の割合を漏れ率として定義した。漏れ率より点線源とセンサが同位置でなく、別位置であっても点線源から 4 ~16 % の影響を受けることが観察された。従って、目的深さにおける計数率を得るためには、測定範囲外からの遮蔽漏れを考慮しなければならない。

#### (2) 測定器の校正

現地に設置した測定器の示す計数率を実測計数率、漏れ率を用いて測定範囲外からの影響を考慮した計数率を推定計数率として(1)式から算出した (Fig. 2)。

実測計数率(sensor  $n$ ) =

推定計数率(sensor I)  $\times a$  + 推定計数率(sensor II)  $\times b$  +  
推定計数率(sensor III)  $\times c$  + 推定計数率(sensor IV)  $\times d$

(1)

ここで  $a, b, c, d$  は指向性実験より得られた各センサにおける漏れ率である。推定計数率を未知数として解くことで、目的深さの各センサに対する計数率を算出できる。推定計数率と採取土壌から得られたセシウム濃度より、校正式 (推定セシウム濃度 (Bq/kg) =  $2247.4 \times$  推定計数率 -  $3720.6$ ) を求めた。校正式から推定したセシウム濃度分布は、土壌採取によるセシウム濃度分布を適切に再現することがわかった (Fig. 3)。

### 4. おわりに

本研究では、土壌中の放射能濃度鉛直分布を簡易に把握する為の測定器を開発した。遮蔽漏れを考慮することにより、セシウム濃度分布を適切に測定することができた。

謝辞：本研究の一部は、2011 年度明治大学震災復興・防災研究プロジェクトの助成を受けて実施した。

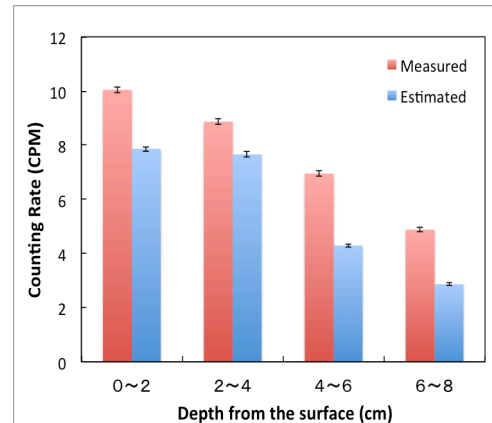


Fig. 2 実測計数率と推定計数率の比較  
Measured counting rate and Estimated counting rate.

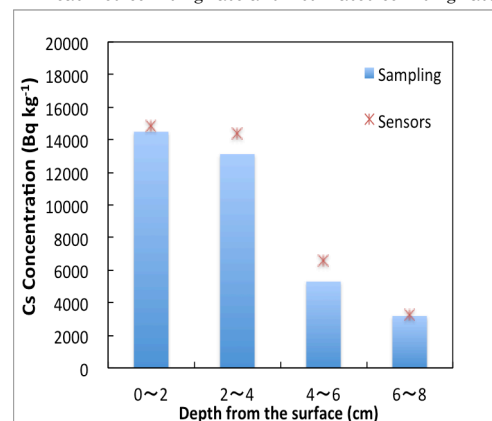


Fig. 3 土壌採取及び測定器によるセシウム濃度  
Vertical distribution of Cesium concentration in soil.