

# 農地土壌の放射性セシウム鉛直分布測定結果の正しい使い方

## Proper use of measured radioactive cesium profiles in farm land soil

吉田修一郎、山野泰明、西田和弘

YOSHIDA Shuichiro, YAMANO Hiroaki and NISHIDA Kazuhiro

### 1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故後、放射性セシウムによる汚染状況の把握のため、広域で数多くの農地土壌の調査が行われてきた。また、農水省は、農地除染対策技術書（農水省、2013）のとりまとめのため、複数の農地で放射性セシウムの鉛直分布を調査した。これらの結果から、明らかになったのは、一つの耕区内でも、放射性セシウムの濃度やその分布は極めてバラツキが大きいということである。また、現在、被汚染農地では、土壌の密度や地表の凹凸、雑草の繁茂状況などに差異があり、放射性セシウム濃度の鉛直分布のみでどのように除染すべきかを定める事は到底できない状況にある。本研究では、放射性セシウムの鉛直分布のデータを除染の計画や効果の評価に用いる際に注意すべき点を、一筆水田内での多点調査データに基づいて検討した。

### 2. 解析対象データ

福島県飯舘村内の 30m×110m の水田一筆において採土器を用いて採取した試料(内径 5cm、最大深さ 20cm、スライス幅 1cm もしくは 2cm) の分析結果(山野・吉田, 2013 に概要報告) を解析の対象とした。試料は、ほ場の長辺方向、および短辺方向に 1m もしくは 2m 間隔で採取されたもの(82 点)、ほ場内の凹凸が大きい 1m 四方において、10cm~20cm 間隔の格子状に採取されたもの(39 点)、ほ場の対角線の 4 分点(5 点) で採取されたものがある。

### 3. 解析結果

#### (1) 作土平均濃度の一筆平均値の推定・利用方法

土壌の汚染度を表す指標で最も一般的なのが、作土の平均セシウム濃度  $\overline{C}$  ( $\text{Bq kg}^{-1}$  乾土) である。ほ場対角線上の 5 点の試料から求めた  $\overline{C}$  のほ場平均の推定値は、全試料の平均値より  $5,000 \text{ Bq kg}^{-1}$  以上も小さく、両者の区間推定範囲の上限下限が辛うじて重なった

(Table)。標準誤差は、測点数の平方根に反比例するので、測点数を 4 倍にしても標準誤差は半分にしかならない。よって、この問題への現実的な対応としては、測点数は増やさず、5 点採取により推定される値を、標準誤差を考慮して利用するのが妥当であろう。

#### (2) ほ場内での面的な分布の特徴

測定値が近接点で似通っているかどうかをセミバリオグラムにより検証したところ、最小のラグである 1m ないし 2m でも、全く相関が認められない (Fig.1)。すなわち、測定値の変動は、Table のとおり非常に大きい、その大小には場所による傾向がない。換言すれば、ある点の測定値は、その近傍の濃度の高低傾向を代表しない。よって、数センチの小スケールの試料の測定結果に基づき、濃度の等値線図をほ場スケールで作成し、汚染状

況や除染効果の面的な分布を議論する際には、図の妥当性に注意を要する。

### (3) 明らかな濃度特異点の採取回避

Fig.2(a)(b)は、格子状に高密度に採取した点における  $\bar{C}$  と地表面の起伏を比較したものである。地盤高が最も低く谷底のような微地形となっている部分には、その近辺のセシウム濃度が高い。すなわち、水が明らかに集中する凹型地形では、セシウムが沈着しやすく、局所的な高値となることがある。このような部分がほ場面全体に占める割合は小さいため、少数のサンプリングでは、採取は基本的に避けるべきである。

### (4) 土壌の密度を考慮した剥ぎ取り厚の検討

一般に放射性セシウムは、地表近傍で高濃度であり、土の密度は表層で小さい。乾燥密度が異なると、同じ厚さの土層でも、土量が異なる。そのため、剥ぎ取りにより除去されるセシウム量を推定するためには、深さごとの乾土当たりの濃度分布だけでなく、密度分布も考慮しないと、必要な剥ぎ取り厚を過小評価する可能性がある (Fig.3)。

(引用文献)

農林水産省, 農地除染対策の技術書, 2013

山野泰明, 吉田修一郎, 農地土壌における放射性セシウムの鉛直分布の空間変動, 2013年度土壤物理学大会講演要旨集, p.41, 2013.

Table 作土平均の放射性セシウム濃度  $\bar{C}$  に関する統計値

|                                   | 全試料               | 対角線上 5 点           |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------|
| 試料数                               | 82                | 5                  |
| Mean $\pm$ SE Bq kg <sup>-1</sup> | 20,200 $\pm$ 1200 | 14,500 $\pm$ 4,300 |
| SD Bq kg <sup>-1</sup>            | 10,800            | 9,600              |
| CV %                              | 53.7              | 66.3               |
| Max Bq kg <sup>-1</sup>           | 76,000            | 28,600             |
| Min Bq kg <sup>-1</sup>           | 4,100             | 5,700              |

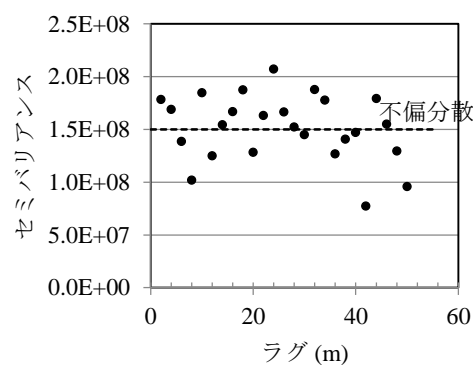


Fig.1 長辺方向の  $\bar{C}$  に関するセミバリオグラム

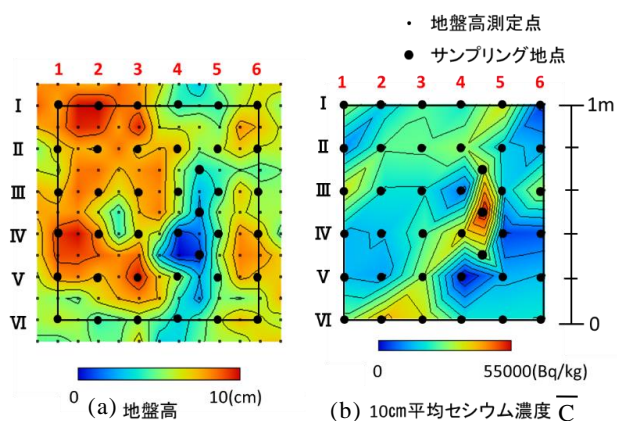


Fig.2 1m×1m 格子状測点における  $\bar{C}$  と地盤高

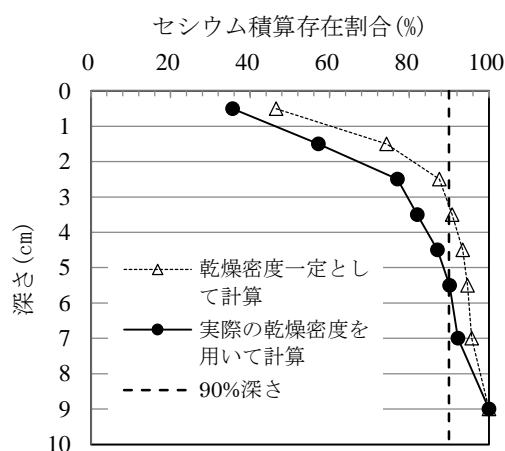


Fig.3 乾燥密度の考慮の有無による深度方向のセシウム積算存在量の違い