

放射性セシウムを含む埋設土壌からの放射線長期モニタリング

Long-term radiation monitoring from buried soil containing radiocesium

○溝口勝¹

MIZOGUCHI Masaru¹

1. はじめに

昨年の発表では、福島県飯舘村佐須地区の水田における Cs 汚染表土現地埋設実験から 3 年間の土壌放射線量の測定結果を示し、その上で通常の稲作をしても Cs がほとんど移動しないこと報告した¹⁾。今年の発表では、これに 1 年後のデータを追記した。また、松塚地区の水田を転用した牛の放牧地で実施した畦畔埋設実験の土壌放射線測定データをまとめ、両地区の結果を比較するとともに土壌放射線量の減衰について考察した。

2. 方法

(1) Cs 汚染畦畔土の現地埋設実験の概要

国の除染工事では水田の畦畔は除染対象外だった。そこで、飯舘村松塚地区で除染工事が完了した水田の畦畔の横を帯状(幅 10m, 長さ 10m, 深さ約 70-100cm)に掘削し、そこに畦畔を埋設し、約 50cm 厚で非汚染土を覆土した(2015 年 11 月 15 日)。この際、佐須地区の実験¹⁾と同様に、底と蓋が付いた塩ビパイプの観測井を深さ 150cm から地上 50cm に設置した。この水田は 2016 年から牛の放牧地として利用されてきたが、排水不良のため大雨や融雪水により頻繁に水没していた。

佐須地区の水田については 2015 年 3 月の Cs 汚染表土埋設後、毎年普通に水田稲作を続けている。



Fig. 1 畦畔埋設工事 (動画撮影: 田尾陽一氏)
Burial work of ridge between rice fields (2015.11.15)

(2) 土壌放射線量の測定¹⁾

GM 管を 10cm 間隔で 10 本配列した長さ 1m の放射線計(俗称は長尺くん)を観測井に挿入し、土壌中の放射線量を測定した。

3. 結果と考察

(1) 土壌中の放射線量の分布

Fig.2 は 2 か所の水田土壌中の放射線量の実測値(cpm)である。水田管理法で地表面の位置が毎年変化するので縦軸は観測井の底からの高さ(cm)で表示してある。図には 2015~2019 年の 3 月の測定値に対する近似式を実線で示した。

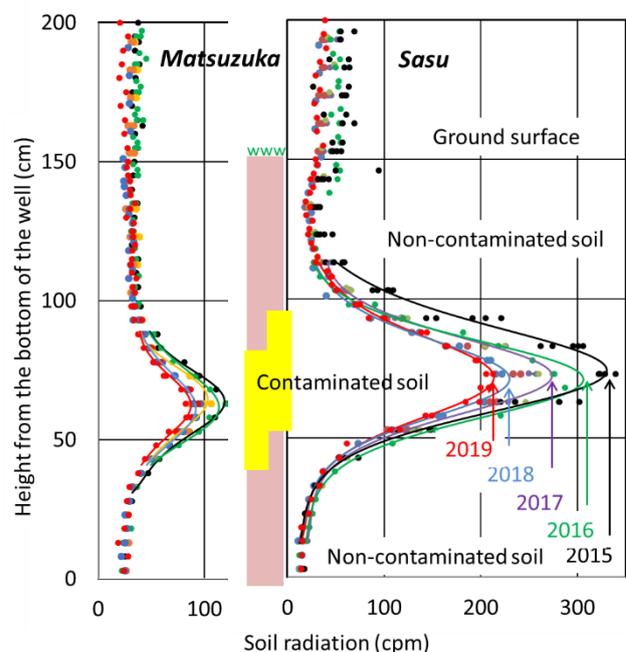


Fig. 2 水田土壌中の放射線量の分布
松塚地区(左)と佐須地区(右)

Profiles of radiation doses in the soil starting in March 2015. Note that Cs-contaminated soil was buried in the layer from around 40–100 cm high from the bottom of the well. The ground surface is at the height of 150 cm from the bottom of the well. The solid lines are fitting curves of data measured in 2015–2019.

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo, キーワード: 埋設, 放射性セシウム, 減衰, 水田

土壌中の放射線量は特定の高さ（松塚：60cm、佐須：70cm 付近）で最大値を持つガウス型分布になった。また、松塚の放射線量の最大値は佐須の1/3程度だった。これは、松塚地区では汚染された畦畔の上部と汚染されていない下部の土壌を一緒に埋設したので埋設土壌の平均Cs濃度が低くなったためと考えられる。

(2) 土壌放射線の最大値と最大高さの解析

昨年同様¹⁾に放射線量の自然対数を最大値の近傍（松塚：33-98cm、佐須：13-113cm）で近似し、EXCEL ソルバーを利用して最大土壌放射線量(CPM)をなる高さをbを決定した。また、各測定値に対する近似曲線の重心高さをcも計算した。それらの結果をTable1に示す。

(3) 土壌中におけるCs移動速度

Fig.3に松塚と佐須におけるb, c, CPMの値を示した。1次回帰式の傾きから、Csの移動速度は松塚と佐須の水田でそれぞれ0.6-4.6、4.8-6.1 mm/yearとなった。わずかに佐須水田の移動速度が大きかったが、これは水稻栽培で常時下方浸透があるからかも知れない。しかし、いずれにせよ両水田でほとんどCsは移動しないと見える。一方、Maximum CPMの絶対値と傾きは松塚と佐須で大きく異なった。

Table1 Analysis of maximum value of radiation for Matsuzuka(upper) and Sasu(lower) sites

Date measured	Years after 2011/3/15	Height (cm)		Maximum CPM
		b	c	
2015/11/21	4.7	63.9	64.7	119
2016/3/20	5.0	60.8	64.4	113
2017/3/12	6.0	64.2	65.3	103
2017/12/9	6.7	60.4	64.5	91
2018/3/11	7.0	60.0	64.1	92
2019/3/10	8.0	62.4	64.6	87
Gradient	1.0	-0.49	-0.07	-10

Date measured	Years after 2011/3/15	Height (cm)		Maximum CPM
		b	c	
2015/3/21	4.0	72.2	73.7	328
2016/3/20	5.0	70.7	69.4	306
2016/11/6	5.7	70.8	70.7	274
2017/3/12	6.0	71.9	70.8	265
2017/12/9	6.7	69.7	71.1	243
2018/3/11	7.0	69.8	70.3	224
2019/3/10	8.0	69.8	70.7	210
Gradient	1.0	-0.61	-0.48	-32

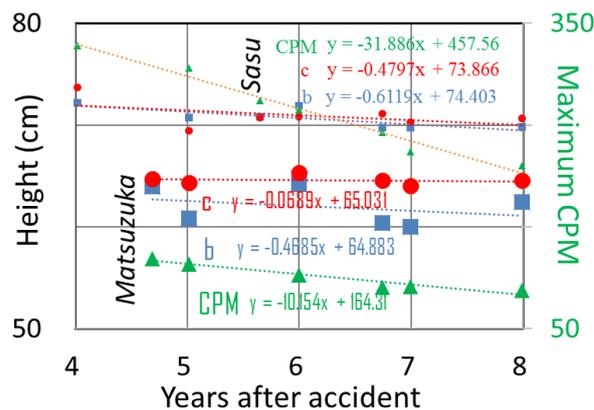


Fig.3 Maximum of radiation dose in soil and its height

(4) 最大土壌放射線量の減衰

土壌放射線量はCs-134, 137の自然減衰により年々低下する。Fig.4は、①原発事故直後に放出されたCs134とCs137の比率を1:1 ②半減期を2.1年(Cs137), 30.2年(Cs137) ③Cs134とCs137の放射線量に与える影響の割合を7.3:2.7と仮定し、Table1の2016/3/20のMaximum CPM値を使って計算した減衰曲線である。この図は土壌放射線量が理論式通りに着実に自然減衰していることを示している。

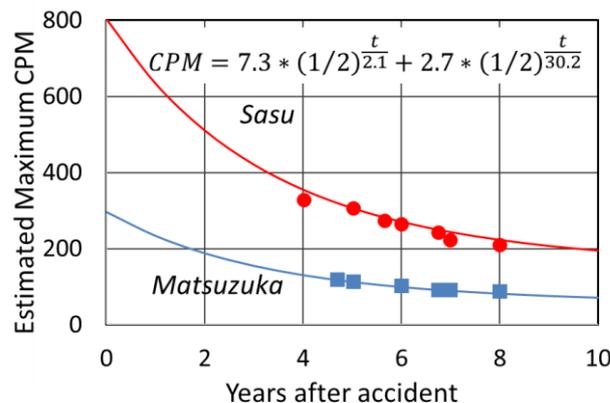


Fig.4 Estimation of radiation dose in soil

4. おわりに

飯館村の2か所のCs汚染土現地埋設実験水田の4年目の土壌放射線量測定からCsは土壌中でほとんど移動しないことを再確認できた。また、土壌放射線量は理論通りに自然減衰していることが分かった。

参考文献 1) 溝口：飯館村の水田に埋設された汚染土壌から放射性セシウムは漏出するか？、農業農村工学会講演要旨集、pp.350-351 (2018)