

# 1. 基本情報

区分	農地	担当者名	井上隆信、横田久里子
タイトル (英文)	Effects of low molecular weight organic acids on <sup>137</sup> Cs release from contaminated soils.		
タイトル (和文)	汚染土壌からのセシウム 137 の放出に対する低分子量有機酸の影響		
キーワード	<sup>137</sup> Cs; Complexation; Low molecular weight organic acids (LMWOAs); Parabolic diffusion		
著者	Chiang P.N.; Wang M.K.; Huang P.M.; Wang J.J.		
文献	Applied Radiation and Isotopes, 69 (6), 844-851, 2011		

## (1) 対象地域

台湾の台北から 30km 南に位置する Ta-Han 流域内の土壌を用いて実験が行われた。

## (2) 重要な図表

Table3 には LMWOAs と 3-24 時間反応させた土壌から脱着された <sup>137</sup>Cs と汚染土壌から脱着された Al と Fe の量との関係が示されている。

Fig.3 には汚染土壌から脱着された <sup>137</sup>Cs に対する LMWOAs の再添加の影響を示した。データは代表的な平均値と標準偏差 (n=3) を示している。

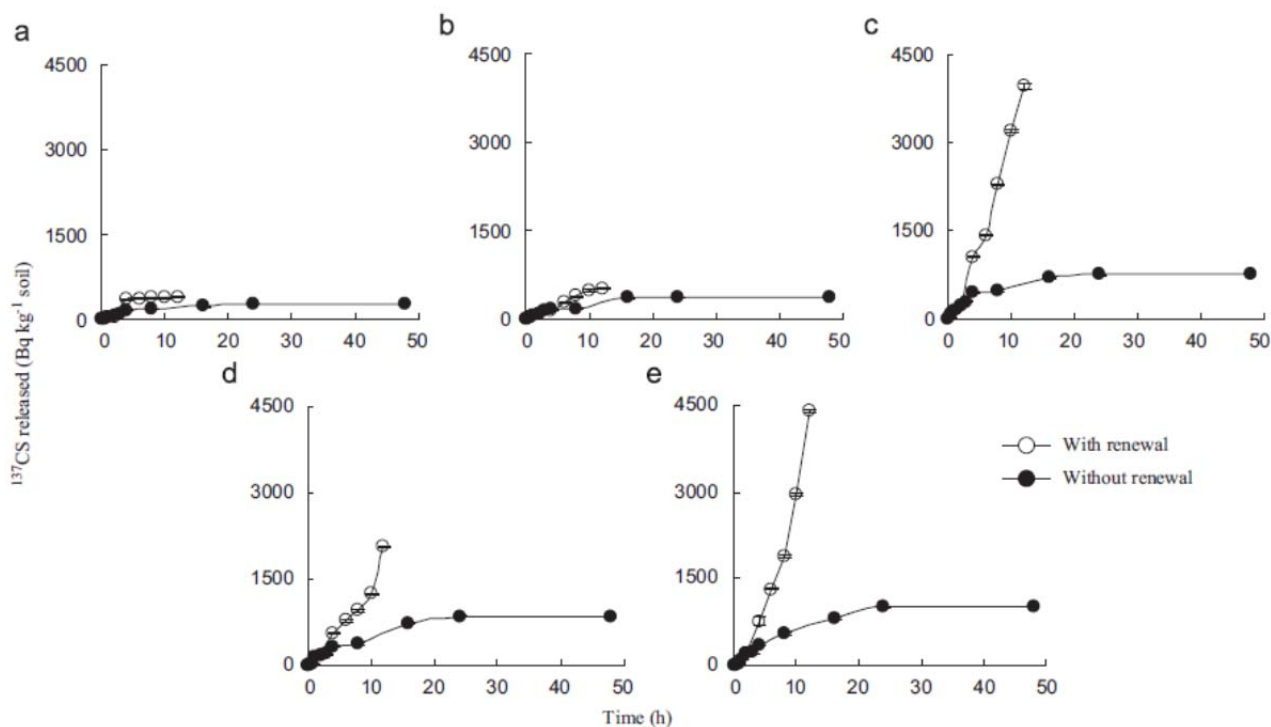
どの LMWOAs を添加した場合にも、0.083-3 時間で急速に <sup>137</sup>Cs が脱着され、その後 (3-24 時間) は穏やかな脱着が続いた。初めの 3 時間は、LMWOAs と粘土鉱物との反応に一致する。3-24 時間は内部粒子の拡散に起因すると考えられた。<sup>137</sup>Cs の脱着量は 24 時間後に頭打ちになった。

植物の生育中の根による LMWOAs の土壌根圏への排出は動的なプロセスであるため、汚染土壌からの <sup>137</sup>Cs の脱着に対する LMWOAs の再添加の影響が調査された。LMWOAs の再添加は、植物の根からの LMWOAs の動的な排出を表している。

LMWOAs の再添加がない場合には <sup>137</sup>Cs の放射能は 48 時間後に動的平衡に達したが (Figs.1、3)、LMWOAs を 2 時間ごとに添加している間は汚染土壌からの <sup>137</sup>Cs の継続的な脱着に効果的であった。<sup>137</sup>Cs は土壌の FES に固定され、イオン交換による脱着は困難であるが、汚染土壌に LMWOAs を再添加することで Al や Fe の酸化を引き起こし、粘土鉱物のエッジの崩壊が起きることで <sup>137</sup>Cs の脱着が増加すると考えられた。土壌根圏での <sup>137</sup>Cs の移動性における LMWOAs の動態の重要性が示された。

**Table 3**  
 Relationship between  $^{137}\text{Cs}_r$  released ( $^{137}\text{Cs}_r$ ) from soil by selected LMWOAs during the reaction period of 3–24 h and amounts of Fe ( $\text{Fe}_r$ ) and Al ( $\text{Al}_r$ ) released from the contaminated soils.

	Equation	$r^2$	$p$ value
<b>Al</b>			
Oxalic	$\text{Al}_r = 0.033 \text{ } ^{137}\text{Cs}_r + 26.75$	0.96	$3.1 \times 10^{-3}$
Tartaric	$\text{Al}_r = 0.006 \text{ } ^{137}\text{Cs}_r + 10.75$	0.82	$3.5 \times 10^{-2}$
Citric	$\text{Al}_r = 0.025 \text{ } ^{137}\text{Cs}_r + 14.32$	0.98	$9.0 \times 10^{-4}$
<b>Fe</b>			
Oxalic	$\text{Fe}_r = 0.065 \text{ } ^{137}\text{Cs}_r + 32.93$	0.98	$14 \times 10^{-3}$
Tartaric	$\text{Fe}_r = 0.018 \text{ } ^{137}\text{Cs}_r + 6.36$	0.95	$5.4 \times 10^{-3}$
Citric	$\text{Fe}_r = 0.055 \text{ } ^{137}\text{Cs}_r + 40.28$	0.98	$1.1 \times 10^{-3}$



**Fig. 3.** Effect of renewing (a) acetic, (b) succinic, (c) oxalic, (d) tartaric, and (e) citric acids on  $^{137}\text{Cs}$  released from the contaminated soils. Data represent mean  $\pm$  one standard deviation ( $n=3$ ).

## 2. 提言につながる情報

### (1) モニタリングへの活用

該当なし。

### (2) 流出挙動・経路

LMWOAs を添加した土壌からの  $^{137}\text{Cs}$  の脱着量は大きく増加した。これは、LMWOAs が  $^{137}\text{Cs}$  の土壌からの脱着で重要な役割を果たすことを示唆している。より低い pH になる LMWOAs は、土壌の内部や末端破壊部 (FES) 結合している  $^{137}\text{Cs}$  と  $\text{H}^+$  とのイオン交換か、 $\text{H}^+$  による粘土鉱物の分解によって  $^{137}\text{Cs}$  の脱着を促進する。しかし、LMWOAs の再添加なしに  $^{137}\text{Cs}$  の脱着の増加が見られたことから (Fig.3)、 $\text{H}^+$  は部分的に  $^{137}\text{Cs}$  の土壌からの脱着に寄与し、Al と Fe のような粘土鉱物イオンとの錯体形成を促進すると考えられた。 $\text{H}^+$  が土壌鉱物にプロトンを付加することにより、Al や Fe と錯体を形成する。汚染土壌中の Al や Fe の脱着は、有機酸との結合 (Table3) か土壌鉱物の溶解がもたらす沈殿により起きると考えられ、続いて  $^{137}\text{Cs}$  が土壌から脱着されると考えられた。

### (3) 除染の際の留意点

20000-60000  $\text{Bq kg}^{-1}$  の濃度で放射性物質に汚染された土壌からの植物体による  $^{137}\text{Cs}$  の吸収・除去には、植物体の量から 10-58 年かかると予測されている。そのため、新しいファイトレメディエーションの方法として植物体からの有機酸による  $^{137}\text{Cs}$  の脱着が注目されている。

### (4) 担当者のコメント

土壌中に堆積した  $^{137}\text{Cs}$  のファイトレメディエーションを目的に行われた研究であるが、植物から排出される LMWOAs によって土壌からの  $^{137}\text{Cs}$  の移動性が増すため、土壌中の  $^{137}\text{Cs}$  をコントロールするためには植生に対する注意が必要であると考えられる。