

1. 基本情報

区分	農地	担当者名	井上隆信
タイトル (英文)	Plant uptake and downward migration of ^{85}Sr and ^{137}Cs after their deposition on to flooded rice fields: lysimeter experiments with and without the addition of KCl and lime.		
タイトル (和文)	湛水水田に堆積したストロンチウム85とセシウム137の植物による吸収と下方への移動：KClと石灰の添加の有無が異なるライシメーター試験		
キーワード	^{85}Sr ; ^{137}Cs ; Rice; Uptake; Migration; K_d ; KCl; Lime		
著者	Choi Y.H.; Lim K.M.; Choi H.J.; Choi G.S.; Lee H.S.; Lee C.W.		
文献	Journal of Environmental Radioactivity, 78 (1), p.35-49, 2004		

(1) 対象地域

試験は韓国で行われ、温室内のライシメーターが用いられた。Fig. 1にはライシメーターの概要とイネの移植の配置図が示されている。放射性物質はイネが移植されたライシメーターの64ヶ所に田面水へ滴下された。放射性物質をイネの移植後14日目に滴下した実験を実験Ⅰ、移植後83日目に滴下した実験を実験Ⅱとした。

実験に用いた土壌の物性は Table 1 に示された。

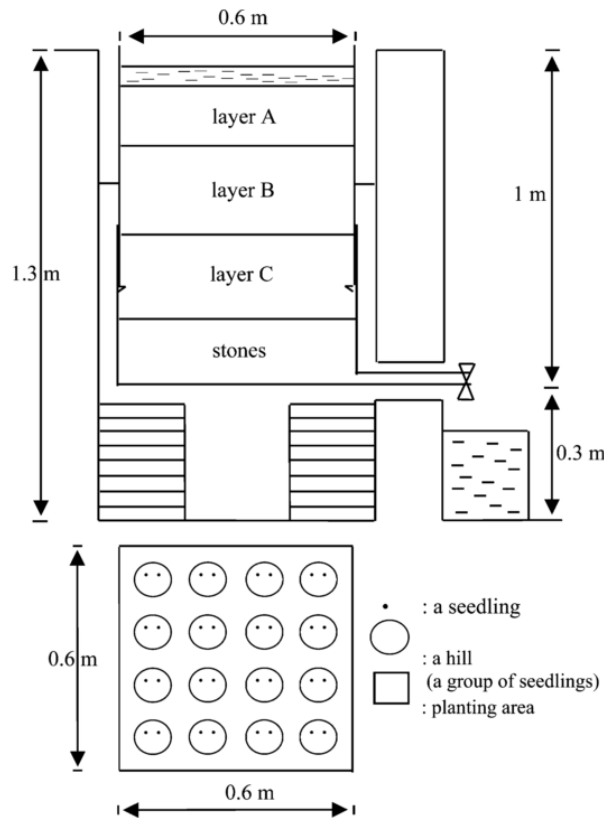


Fig. 1. Schematic diagram of the lysimeter installed in the greenhouse and the scheme of the rice transplanting.

(2) 重要な図表

Table 2 には ^{85}Sr と ^{137}Cs のイネへの面積あたりの移行係数 (TF_a) が示されている。 ^{85}Sr のイネにおける TF_a は種子に比べて 1 オーダー高かったが、 ^{137}Cs の TF_a は 2-3 倍の違いしか見られなかった。イネには ^{85}Sr の方が移行しやすく、種子には ^{137}Cs の方が移行しやすいことが示された。

KCl と石灰の添加がない場合には、 ^{137}Cs の TF_a は実験 I より高くなった。一方で ^{85}Sr では大きな違いは見られなかった。 ^{137}Cs の TF_a の増加は、植物体による吸収が増加したことによると考えられ、それは移植後 14 日より 83 日目で見られた。

^{85}Sr と ^{137}Cs のイネへの TF_a に対する種子への TF_a の割合は実験 I より実験 II で高かった。どちらの放射性物質も根による吸収より植物体の吸収の方が容易であると考えられた。実験 II での種子への移行の大きさは、放射性物質の添加時期が非常に近いためであると考えられた。これは、植物体内での移動性が比較的低い ^{85}Sr で起こりやすいようであった。

KCl と石灰の添加は、 ^{85}Sr の TF_a を実験 I で 50-58%、実験 II で 84-85%、 ^{137}Cs の TF_a を実験 I で 39-57%、実験 II で 86-92% 減少させた。どちらの放射性物質でも、減少割合はわずかにイネより種子で高かった。KCl と石灰の添加は植物体による吸収だけでなく種子への移行も減少させている可能性が考えられた。

実験 II での TF_a の有意な減少は、KCl と石灰の添加が根による吸収より植物体による吸収を効果的に減少させていることを示唆している。

Table 2
Areal transfer factors of ^{85}Sr and ^{137}Cs for rice plants as affected by the addition of KCl and lime

Time of spiking	Addition of KCl and lime	Plant part	Areal transfer factor ($\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$ -dry plant) ^a	
			^{85}Sr	^{137}Cs
14 DAT (exp. I)	No	Hulled seeds	$3.9 \times 10^{-4} \pm 1.2 \times 10^{-4}$	$1.4 \times 10^{-4} \pm 5.5 \times 10^{-5}$
		Straws	$1.3 \times 10^{-2} \pm 3.2 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-4} \pm 5.9 \times 10^{-5}$
	Yes	Hulled seeds	$1.6 \times 10^{-4} \pm 3.6 \times 10^{-5}$ (41.8 ± 15.8)	$5.8 \times 10^{-5} \pm 4.0 \times 10^{-6}$ (43.1 ± 17.8)
		Straws	$6.5 \times 10^{-3} \pm 8.0 \times 10^{-4}$ (50.3 ± 13.8)	$2.0 \times 10^{-4} \pm 6.9 \times 10^{-5}$ (61.4 ± 24.4)
83 DAT (exp. II)	No	Hulled seeds	$9.8 \times 10^{-4} \pm 6.1 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-3} \pm 1.2 \times 10^{-4}$
		Straws	$1.4 \times 10^{-2} \pm 1.3 \times 10^{-3}$	$1.7 \times 10^{-3} \pm 2.7 \times 10^{-4}$
	Yes	Hulled seeds	$1.5 \times 10^{-4} \pm 2.6 \times 10^{-6}$ (15.3 ± 1.0)	$9.4 \times 10^{-5} \pm 1.4 \times 10^{-5}$ (8.4 ± 1.5)
		Straws	$2.2 \times 10^{-3} \pm 3.5 \times 10^{-4}$ (15.8 ± 2.9)	$2.4 \times 10^{-4} \pm 6.2 \times 10^{-5}$ (13.9 ± 4.2)

DAT, days after transplanting.

^a Values in parentheses are the percent of the controls.

Table 3 には実験 I で得られたライシメーターからの浸透水中の放射性物質の割合が示される。 ^{85}Sr の浸透の割合は ^{137}Cs より 2 オーダー高かった。KCl と石灰の添加により、浸透の割合は ^{85}Sr で 4 倍、 ^{137}Cs で 9 倍増加していた。

Table 4 には KCl と石灰の添加の有無ごとに ^{85}Sr と ^{137}Cs の土壌中の垂直分布が示される。KCl と石灰が無添加の場合、 ^{137}Cs では表層から 3 cm、 ^{85}Sr では表層から 6 cm で 90% 以上が保持された。深度に伴う濃度の減少は ^{85}Sr より ^{137}Cs で極端であった。

以上より、KCl と石灰が無添加の場合、ごくわずかな放射性物質が 20 cm 以下の土壌に存在したが、KCl と石灰の添加により、添加放射性物質の下方への移動性がわずかに増加したことがわかる。

2. 提言につながる情報

(1) モニタリングへの活用

農地に非常に強く吸着した放射性物質の植物による吸収を定量化するためには、これまでの重量当たりの移行係数では妥当ではない。この論文では、単位面積あたりの移行係数 (TF_a) を用いた点が重要である。湛水した水田では、放射性物質は土壌ではなく湛水した水中に堆積し、植物体へと移行する。 TF_a は植物体による吸収と根による吸収を一つのパラメーターで同時に表している。 TF_a は事故の時期による影響をより現実的に評価できるため、植物の様々な成長段階で計測されるべきである。

(2) 流出挙動・経路

生育期の湛水水田の汚染後に KCl と石灰を同時に添加することは、 ^{85}Sr と ^{137}Cs の植物による吸収を減少させる効果的な方法になりうるが、浸透による損失を有意に増加させる。そのため、実際に KCl と石灰を添加する場合には、二次汚染の可能性を考慮する必要がある。

(3) 除染の際の留意点

該当なし。

(4) 担当者のコメント

放射性物質の植物への移行性に対する KCl と石灰の添加のメリットとデメリットが示されている。また、植物の成長段階と放射性物質による汚染の時期を考慮した移行係数の算出方法は、より現実的な植物への移行性を反映するため役立つと考えられる。