

# 土壌理化学性が水稻の放射性セシウム吸収に及ぼす影響（続報）

## 1. 試験のねらい

東京電力福島第一原子力発電所の事故により、多量の放射性セシウム（Cs）が環境中に放出された。栃木県でも県北部において、平成23年産に引き続き平成24年産玄米においても検査強化対象となる50Bq/kgを超える放射性Csが検出された。放射性Csの作物への吸収は、事故直後の大気経路による直接吸収から土壌経路の間接吸収に推移している。このため、データを蓄積し、土壌からの移行要因を明らかにすることで、消費者の安全安心に資する。

## 2. 試験方法

平成24年9月から11月に県北部を中心として水稻および跡地土壌（84検体）を採取し、それぞれの放射性Cs濃度を測定した。両者から移行係数を求め、跡地土壌の理化学性との関係について検討するとともに、移行係数の予測式を求めた。

## 3. 試験結果および考察

- (1) 土壌の理化学性のうち、交換性加里含量に加えて、吸着に關与する粘土含量が放射性Csの玄米への移行係数（玄米の放射性Cs濃度/土壌の放射性Cs濃度）と有意な負の相関を示した（1%水準）。一方、粗砂含量、砂含量（粗砂+細砂）は正の相関を示した（表-1）。
- (2) 23年度産の玄米への移行係数と交換性加里含量との間の順位相関係数は5%水準で有意であった。さらに、交換性加里含量を炭素で除した場合、移行係数との間の順位相関が強くなり（表-2）、炭素含量が大きいと、移行係数も大きくなる傾向にあった（図-1）。同様に、交換性加里含量を塩基置換用量（CEC）および可給態窒素含量でそれぞれ除した場合、移行係数との間の順位相関が強くなった。一方、24年産玄米については、23年度と同様の操作をしても、加里単独の場合以上に順位相関が強くなる項目はなかった（表-2）。
- (3) 平成24年度は交換性加里含量が25mg/100g以下の時、移行係数が0.05以上の事例が散見され、炭素含量が8%以下の場合に限られた（図-2）。移行係数が比較的高い地点については、粘土含量が小さい、あるいは粗砂含量が大きいことが判明した（図-3、4）。粗砂含量は、炭素含量および粘土含量との間にそれぞれ有意な負の相関を示した（表-1）。これらのことから、平成24年度については、移行係数に関して炭素含量に比べて粘土含量や粗砂含量の影響が大きく、移行係数との相関係数にも反映されていた（表-1）。
- (4) 上記のことを踏まえて、移行係数の予測精度を向上させるために重回帰分析を試みた。交換性加里含量および粘土含量を説明変数とした場合、寄与率は0.215であった（1%水準で有意）。交換性加里含量および粗砂含量を説明変数としたときに寄与率が最も大きくなり、下記の予測式が示された。しかし、寄与率が小さく、移行係数の推定には誤差を伴うことに留意する必要がある（図-5）。

$$\text{移行係数} = 0.00672 - 0.00091 \times \text{交換性加里含量 (mg/100g)} + 0.00197 \times \text{粗砂含量 (\%)} \\ \text{(寄与率 : 0.306、1\%水準で有意)}$$

## 4. 成果の要約

平成23年度は、水稻玄米への放射性Csの移行係数には、交換性加里含量に加え、炭素含量の影響が大きかった。一方、平成24年度は、炭素含量に代わり粘土含量や粗砂含量の影響が大きかった。玄米への放射性Csの移行係数（平成24年度）は、交換性加里含量、粗砂含量を用いた予測式で求められ、その寄与率は0.306であった。

（担当者 土壌環境研究室 鈴木 聡、経営技術課 小林 靖夫、薄井 雅夫）

表-1 平成24年産水稻玄米への放射性Cs移行係数と土壤理化学性との相関係数(r)

	移行係数	交換性Cs	pH(H <sub>2</sub> O)	T-C	交換性CaO	交換性MgO	交換性K <sub>2</sub> O	CEC	可給態N	可給態N+施肥N	粘土	シルト	細砂	粗砂	砂(粗砂+細砂)	作土深
移行係数	1.000															
交換性Cs	-0.148	1.000														
pH(H <sub>2</sub> O)	-0.032	-0.079	1.000													
T-C	-0.089	<b>-0.376</b>	-0.133	1.000												
交換性CaO	-0.125	<b>-0.225</b>	<b>0.561</b>	<b>0.476</b>	1.000											
交換性MgO	-0.180	-0.032	<b>0.493</b>	<b>0.272</b>	<b>0.825</b>	1.000										
交換性K <sub>2</sub> O	<b>-0.360</b>	<b>0.294</b>	<b>0.237</b>	<b>-0.259</b>	0.144	<b>0.273</b>	1.000									
CEC	-0.151	<b>-0.231</b>	0.177	<b>0.720</b>	<b>0.649</b>	<b>0.467</b>	0.093	1.000								
可給態N	-0.115	0.113	-0.024	<b>0.343</b>	0.157	0.061	0.034	<b>0.346</b>	1.000							
可給態N+施肥N	-0.039	0.061	-0.171	<b>0.508</b>	0.147	<b>0.017</b>	<b>-0.113</b>	<b>0.364</b>	<b>0.876</b>	1.000						
粘土	<b>-0.403</b>	0.026	0.180	0.103	<b>0.226</b>	<b>0.250</b>	<b>0.252</b>	<b>0.347</b>	<b>0.357</b>	0.143	1.000					
シルト	<b>-0.220</b>	<b>-0.156</b>	0.213	<b>0.608</b>	<b>0.510</b>	<b>0.438</b>	0.016	<b>0.658</b>	<b>0.350</b>	<b>0.329</b>	<b>0.378</b>	1.000				
細砂	<b>-0.076</b>	<b>0.262</b>	-0.163	<b>-0.565</b>	<b>-0.477</b>	<b>-0.335</b>	-0.007	<b>-0.608</b>	<b>-0.392</b>	<b>-0.426</b>	<b>-0.327</b>	<b>-0.693</b>	1.000			
粗砂	<b>0.482</b>	-0.032	-0.198	<b>-0.302</b>	<b>-0.317</b>	<b>-0.352</b>	-0.129	<b>-0.439</b>	<b>-0.263</b>	-0.116	<b>-0.638</b>	<b>-0.766</b>	0.183	1.000		
砂(粗砂+細砂)	<b>0.319</b>	0.118	<b>-0.236</b>	<b>-0.532</b>	<b>-0.495</b>	<b>-0.444</b>	-0.100	<b>-0.658</b>	<b>-0.409</b>	<b>-0.318</b>	<b>-0.654</b>	<b>-0.948</b>	<b>0.679</b>	<b>0.846</b>	1.000	
作土深	-0.213	-0.074	0.157	<b>0.220</b>	0.174	0.063	0.036	0.195	0.036	0.118	0.048	0.195	-0.080	-0.178	-0.176	1.000

移行係数:玄米乾物/乾土ベース

太字:1%、 :5%水準でそれぞれ有意 n=84

表-2 移行係数と測定項目とのスピアマンの順位相関係数(r)

項目	年度	平成23年 (n=18)	平成24年 (n=84)
加里		-0.523 <sup>※</sup>	-0.554 <sup>※※</sup>
加里/炭素		-0.645 <sup>※※</sup>	-0.437 <sup>※※</sup>
加里/CEC		-0.614 <sup>※※</sup>	-0.446 <sup>※※</sup>
加里/粗砂		-0.373	-0.358 <sup>※※</sup>
加里/可給態窒素		-0.754 <sup>※※</sup>	-0.475 <sup>※※</sup>
加里/(可給態窒素+施肥窒素)			-0.542 <sup>※※</sup>

※※、※:1%、5%水準でそれぞれ有意

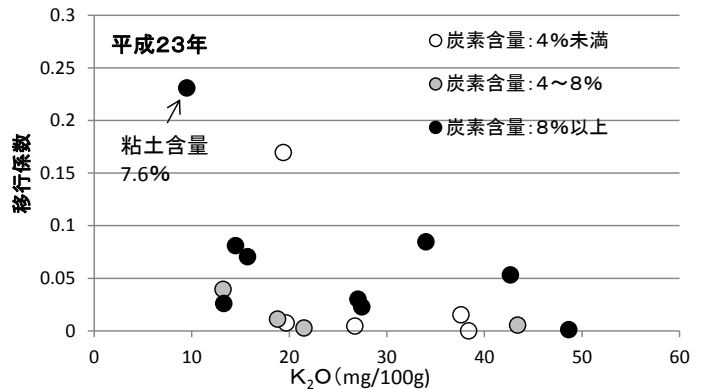


図-1 土壤の交換性加里含量と放射性Cs移行係数との関係(炭素含量別)

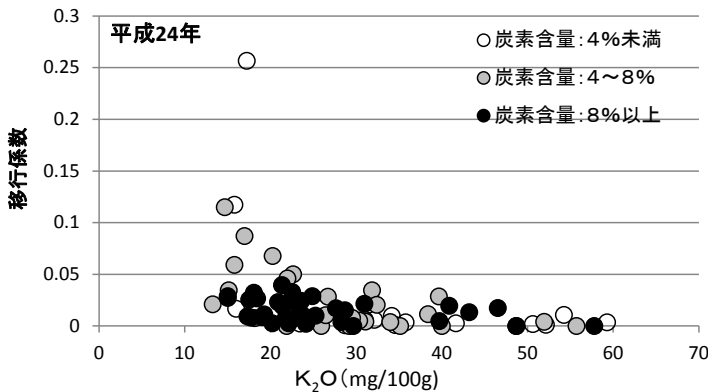


図-2 土壤の交換性加里含量と放射性Cs移行係数との関係(炭素含量別)

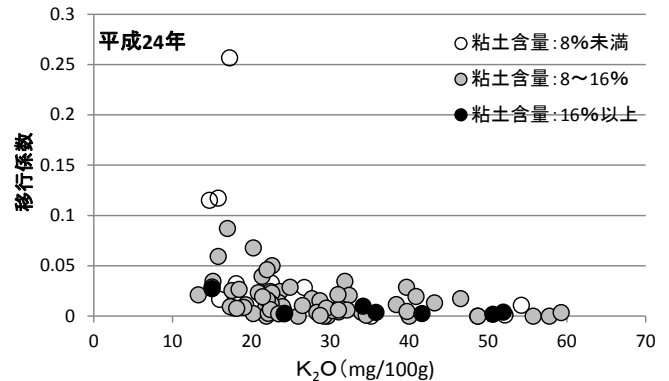


図-3 土壤の交換性加里含量と放射性Cs移行係数との関係(粘土含量別)

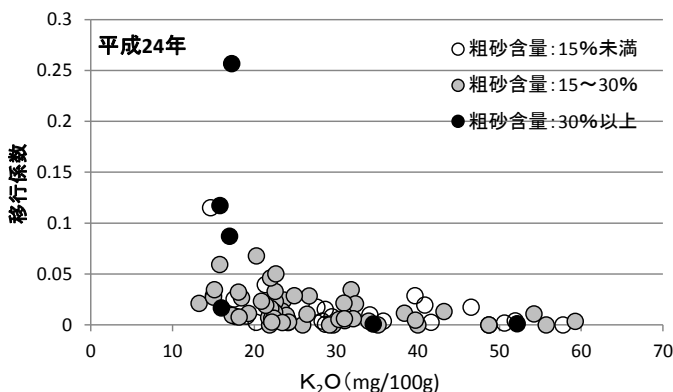


図-4 土壤の交換性加里含量と放射性Cs移行係数との関係(粗砂含量別)

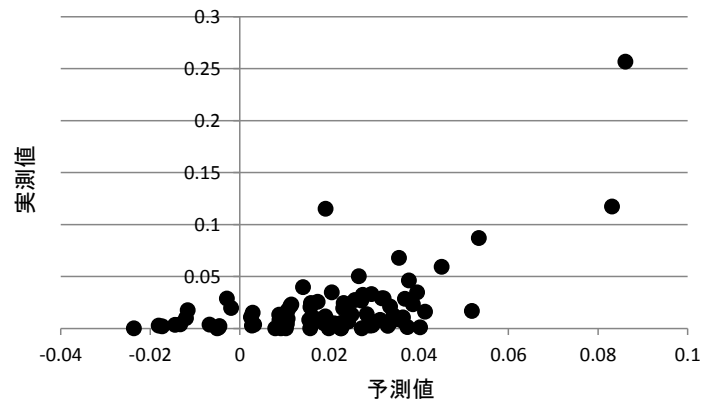


図-5 重回帰式による移行係数の予測値と実測値との関係