

第二回東京農大 東日本支援プロジェクト報告会

南相馬市と伊達市での
放射性セシウム吸収抑制のための水稲作付試験

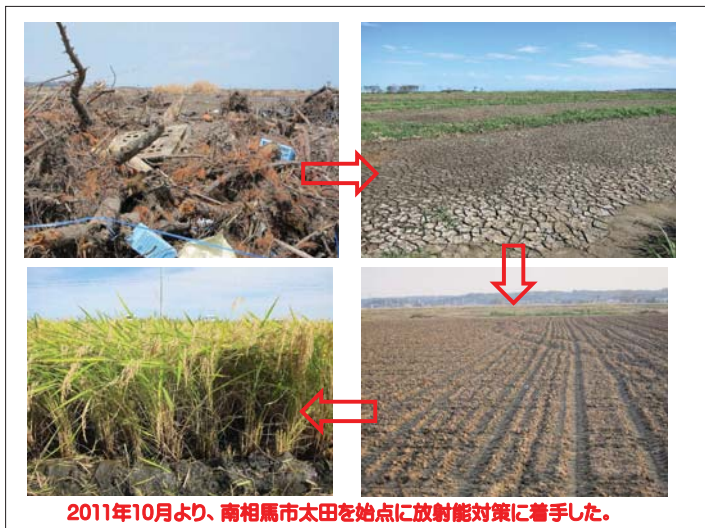
「ゼオライトの施用は放射能対策に有効か?」



創立122年
TOKYO NODAI 1891

生物応用化学科
後藤 逸男・稲垣 開生

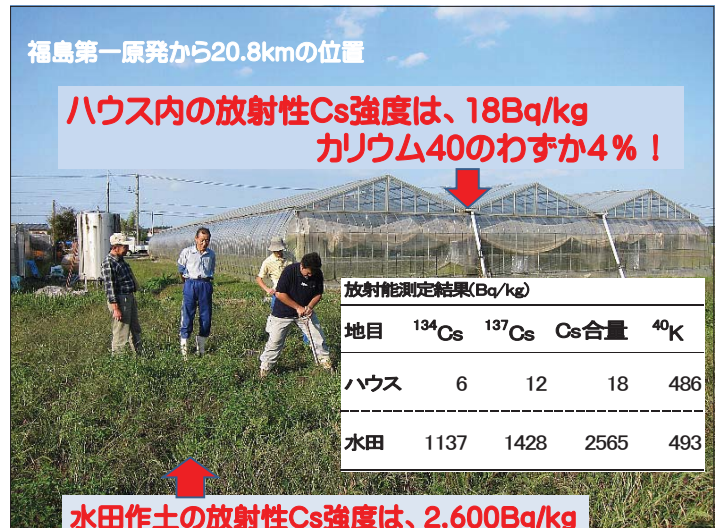
「東京農業大学東日本支援プロジェクト 土壌肥料グループ」2年間のおゆみ

2011年10月より、南相馬市太田を始点に放射能対策に着手した。

福島第一原発から20.8kmの位置

ハウス内の放射性Cs強度は、18Bq/kg
カリウム40のわずか4%!



放射能測定結果(Bq/kg)				
地目	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	Cs含量	⁴⁰ K
ハウス	6	12	18	486
水田	1137	1428	2565	493

水田作土の放射性Cs強度は、2,600Bq/kg

福島原発に最も近い、安全・安心キュウリ



131I : 検出されず(0.9Bq/kg 未満)
¹³⁴Cs : 検出されず(1.2 Bq/kg 未満)
¹³⁷Cs : 検出されず(1.3 Bq/kg 未満)
⁴⁰K : 67Bq/kg(検出限界:17Bq/kg)

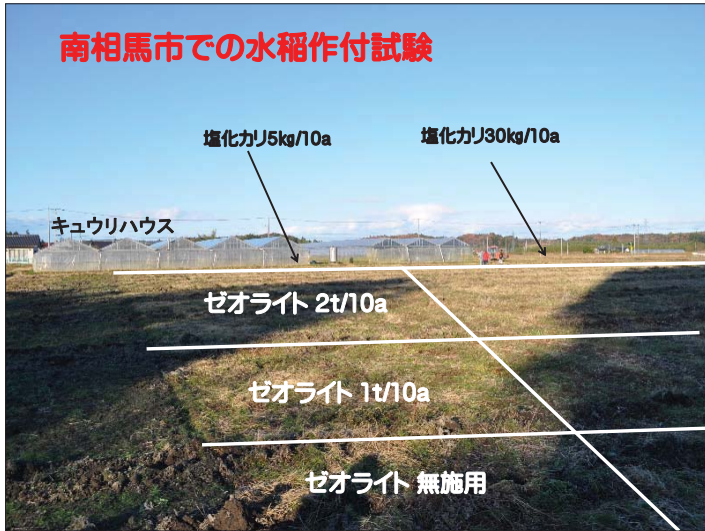
- ★ 試験水田：面積約30a、放射能強度約2,600Bq/kg(放射性セシウム合計)
- ★ 試験目的：カリ肥料(塩化カリ)とゼオライトの組合せによる放射能軽減効果の判定
- ★ 試験区
 - ★ カリ施用量：K₂Oとして、5kg/10a、30kg/10a
 - ★ ゼオライト施用量：0t/10a、1t/10a、2t/10a



南相馬市の水田におけるゼオライト施用(左)・作土混層作業(右)(2011年12月)

水田の放射能強度の変化

2011年10月	耕転	2012年5月
2,600Bq/kg	→	1,400Bq/kg
0.24μSv/h	自然減衰	0.16μSv/h

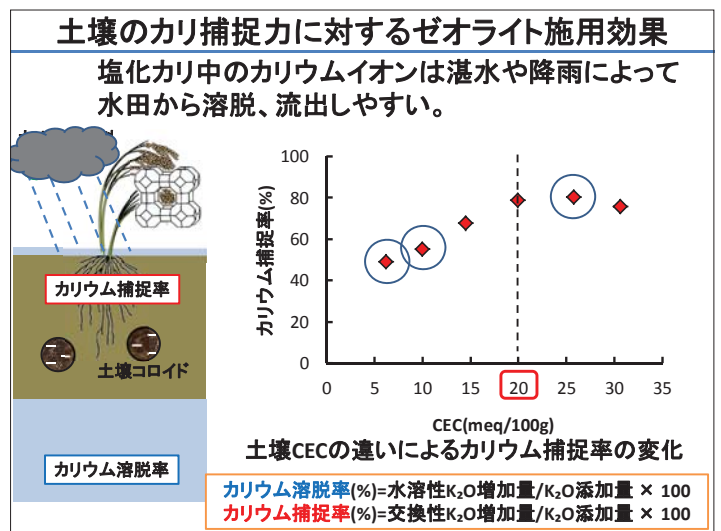
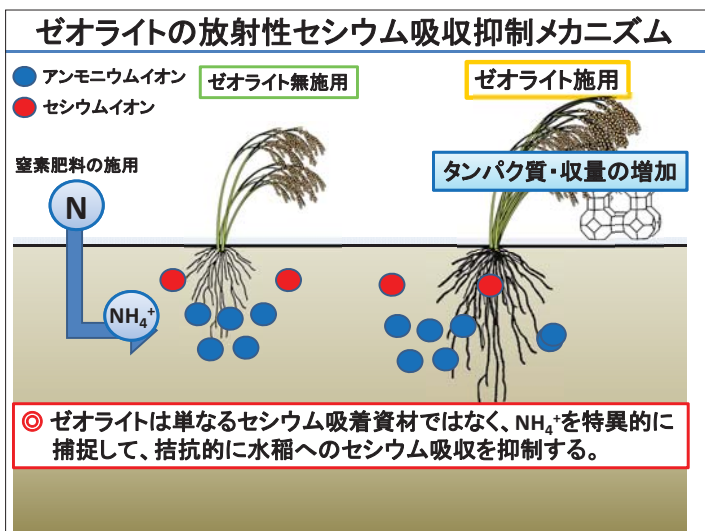


玄米収量と放射能強度

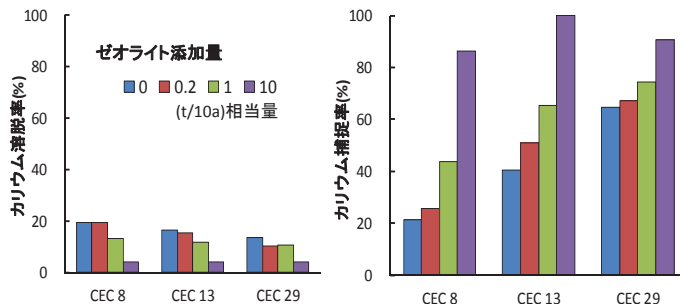
ゼオライト	カリ肥料	玄米収量 kg/10a	玄米の放射能強度(乾物当たりBq/kg)			
			¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	Cs合計	⁴⁰ K
0t/10a	5kg/10a	449	6.1	10.5	16.6	72.1
	30kg/10a	493	2.5	3.9	6.4	75.4
1t/10a	5kg/10a	530	4.5	7.3	11.8	65.5
	30kg/10a	609	2.4	3.6	6.0	81.2
2t/10a	5kg/10a	553	2.4	3.9	6.3	68.8
	30kg/10a	676	2.0	3.3	5.3	70.0

- ★ カリ肥料の施用による軽減効果が認められた。
- ★ ゼオライトの施用による軽減効果が認められた。
- ★ 放射能軽減区ほど、増収傾向にあった。

- #### ゼオライトは放射性セシウム吸収抑制に有効！
- ★ ゼオライトの施用により増収する！ その原因は、
 - ★ ゼオライトがアンモニウムイオンを特異的に捕捉する
 - ★ 稲に効率よくアンモニウムイオンが吸収され、玄米中のタンパク質含有量が増加
 - ★ 玄米収量が増加する。
 - ★ ゼオライトに捕捉されたセシウムとアンモニウムイオンとの拮抗作用により、稲体中に吸収されるセシウムが減少する。
 - ★ 稲体中の放射能強度が低下する！



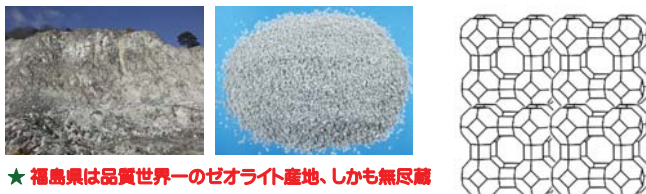
土壤にゼオライトを施用すると施肥したカリを捕まえて、「貯金箱」となる！



土壤のCECの違いとゼオライト添加によるカリウム溶脱率、捕捉率の変化

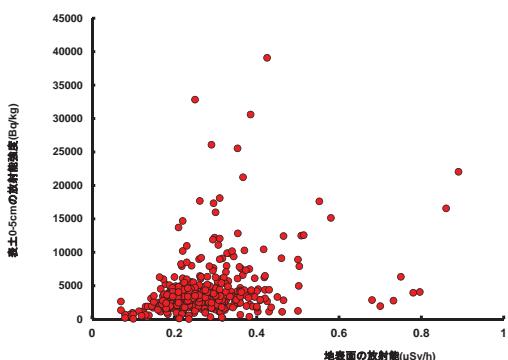
作物に対する放射能軽減対策資材としてのゼオライトの働き

- ★ゼオライトは単なるセシウム吸着資材としてではなく、カリウムおよびアンモニウムイオンを特異的に捕捉し、それらを植物体に効率よく吸収させる資材として有効である。
- ★ゼオライトの施用により、水稻に窒素とカリが効率よく吸収され、その拮抗作用でセシウムの吸収が抑制されると推察される。
- ★すなわち、従来から認められているゼオライトの土壤改良効果が、放射性セシウム吸収抑制に関与する。



★福島県は品質世界一のゼオライト産地、しかも無尽蔵

今後の作物への放射性セシウム吸収抑制対策に向けて

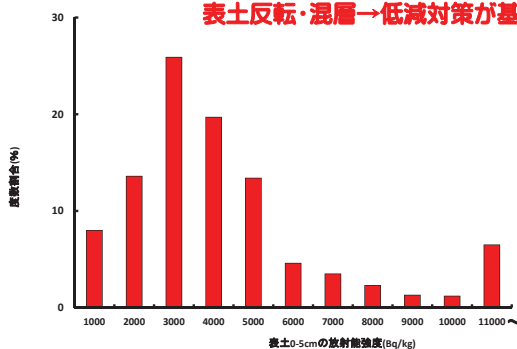


相馬市玉野地区の農耕地の放射能分布

東京農大東日本支援プロジェクト 門間Gの測定値より作成

玉野地区では、調査農地の81%が5,000Bq/kg以下

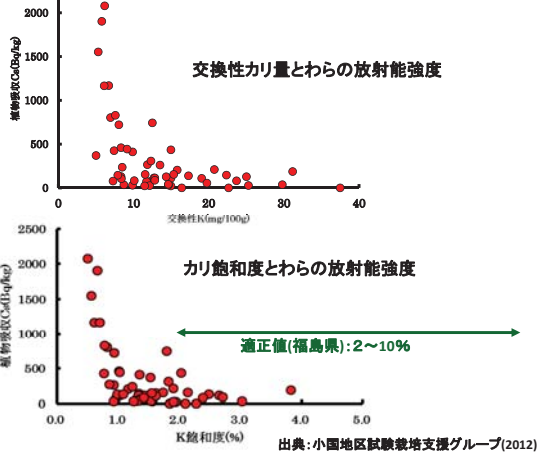
表土反転・混層→低減対策が基本となる！



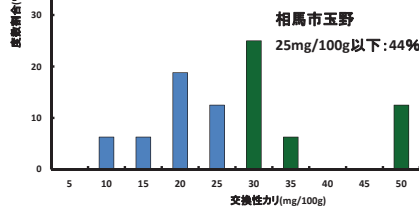
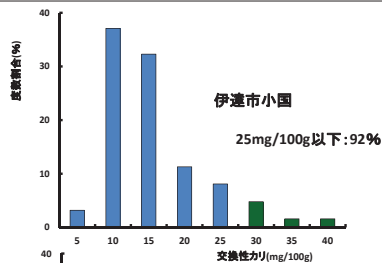
相馬市玉野地区の農耕地表土0-5cmの放射能強度分布

東京農大東日本支援プロジェクト 門間Gの測定値より作成

低減対策の基本は土壤中のカリ量！

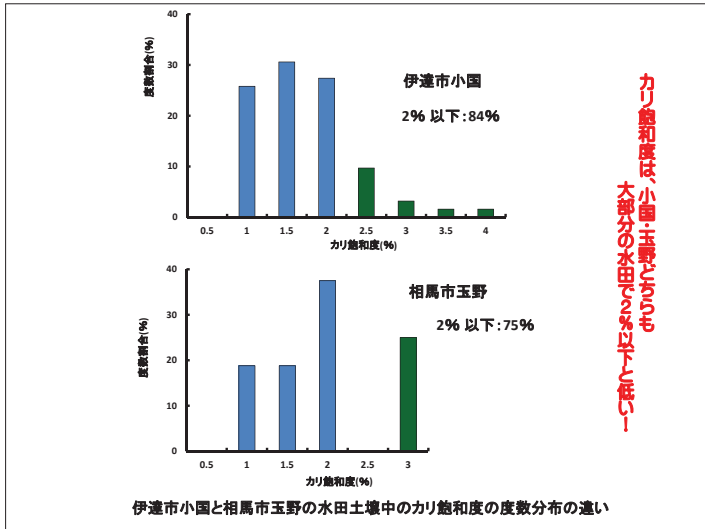


伊達市小国地区の水田における土壤中のカリ量と水稻わら中の放射能強度との関係



伊達市小国と相馬市玉野の水田土壤中の交換性カリ量分布の違い

交換性カリ量は、小国の方が少ないが



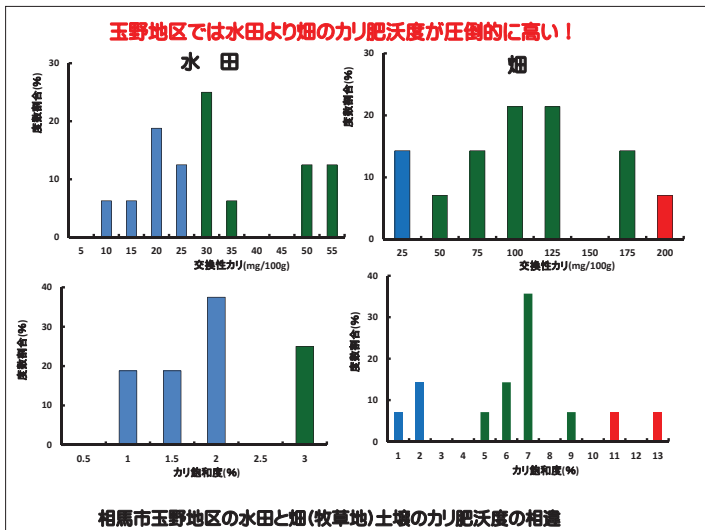
カリ飽和度は、小国・玉野の水田より畑の水田の方が高い傾向がある。

● K カリ
○ 石灰・苦土

交換性カリ量: A > B
カリ飽和度: A < B

CECの大きな土壌(A)
CECの小さな土壌(B)

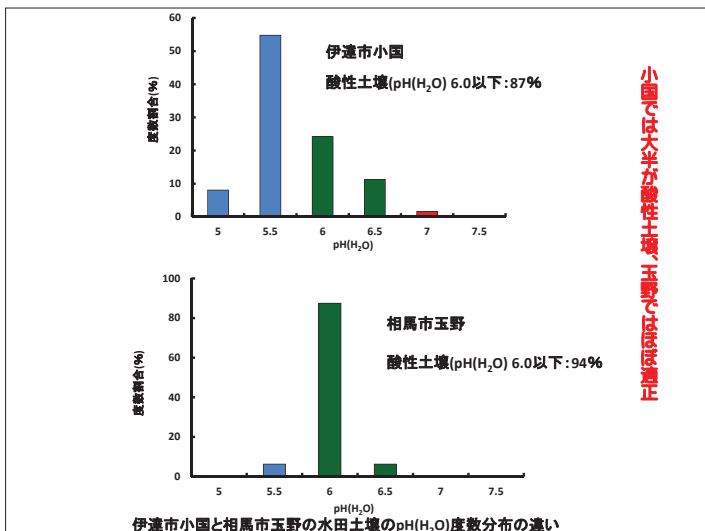
- ★ CECとは、土の「胃袋(貯金箱)」
- ★ CECが大きいと「肥持ち」がよい
- ★ 「カリ飽和度」とは、CECに占めるカリの割合(%)
- ★ カリ飽和度の適正值(福島県): 2~10%



相馬市玉野地区ホウレンソウハウスでは、交換性カリ過剰で、pH(H₂O)も高い！

2011年10月

第一原発事故時 設置材の有無	有				無			
土壌中の放射能濃度 (Bq/kg)	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	合計Cs	⁶⁰ K	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	合計Cs	⁶⁰ K
検出限界	75.0	108	183	297	66.8	101	168	255
	5.5	4.6	62.3	62.3	4.8	4.3	52.3	20.0
								14.9
								58.1



小国では大半が酸性土壌、玉野でも酸性土壌が多い傾向がある。

土壌酸性改良により
作物への放射能吸収を抑制できないか？

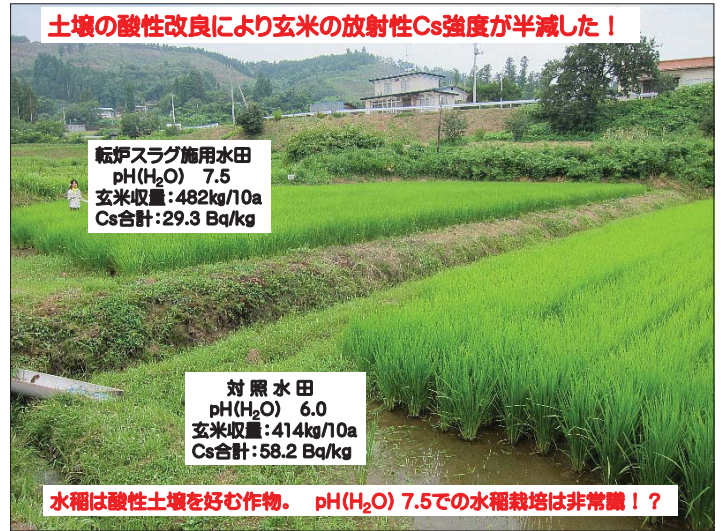
★ チェルノブイリでは、石灰や肥料の施用により¹³⁷Csや⁹⁰Srの吸収が抑制された。(IAEA)

石灰の施用による削減係数

¹³⁷Cs : 1.5 ~ 3.0
⁹⁰Sr : 1.5 ~ 2.6

表 1 田ノ浦の350mで実施された各種緩和対策の削減係数の要約 (IAEA, 2006に追加)	セシウム-137	ストロンチウム-90
通常の耕種	2.5~4.0	—
農産物交換	0~16	—
石灰施用	1.5~3.0	1.5~2.6
化学肥料の施用	1.5~3.0	0.8~2.0
有機質肥料の施用	1.5~2.0	1.2~1.5
根本的改良		
実施1回目	1.5~9.0 ¹⁾	1.5~3.5
その後の継続実施	2.0~3.0	1.5~2.0
農産物交換		
実施1回目	2.0~3.0	2.5~2.5
その後の継続実施	1.5~2.0	1.5~2.0
飼料作物種の変更	3~9	—
クレーン肥料	2~5 (短期間で異なる)	2~5
セシウム結合剤の投与	2~5	—
ミルクのバターへの加工	4~6	5~10
ナタネ種子の埋没	250	600

¹⁾ Skim and burial ploughing 放射能汚染された表層土に、デンマーク(Road5, 1996)で開発された耕転方法。0-40cmの土層のpHを変えず、0-6cmの土層を40cm下に埋没させる耕転方法。
²⁾ 濃度状態の泥炭土では、排水もすれば最大15%。



「転炉スラグ」とは、製鉄所で副産される肥料

副産石灰肥料
(粒径が細かい)

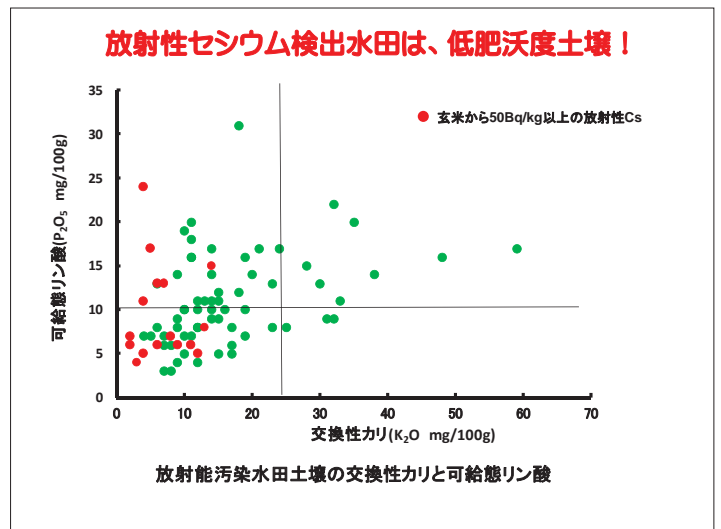
特殊肥料
(粒径が粗い)

- ★ 従来から、水田での秋落ち防止資材(含有鉄資材)として利用されてきた資材。
- ★ 最近、アブラナ科野菜根こぶ病やキュウリホモプシス根腐病対策資材として、東北各県で注目されている資材。

転炉スラグ(粗粒) ミネカル 消石灰

pH 7.2

- ★ 転炉スラグでは、高pH条件でも生育障害をきたさない。
- ★ 主成分: ケイ酸カルシウム
- 副成分: 苦土・リン酸・鉄・マンガン・ホウ素など
- ☆ 畑では、土壌酸性改良資材
- ☆ 水田では、ケイ酸・鉄補給資材

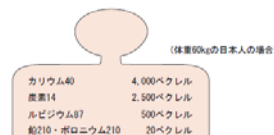


今後の水稲への放射性セシウム吸収抑制対策に向けて

- ★ 表土が5,000Bq/kg程度以下の農地では、
混層により土壌表面の放射能を低下させる。
- ★ 作付前の作土のカリを25mg/100g以上(カリ飽和度を5%程度以上)とする。
 - ★ カリ肥料としては、塩化カリが最適。
 - ★ ただし、塩化カリでは一部が作土から溶脱・流出する。
- ★ 南相馬市・伊達市での試験作付・室内実験の結果を総合的に判断すると、
今後の放射性セシウム吸収軽減対策として、
ゼオライトと塩化カリの施用が合理的と考えられる。
 - ★ ただし、
 - ※ ゼオライト施用量は1,000kg/10aで、施用は一回のみでよい。
 - ※ 200~300kg/10a程度を数年継続施用してもよい。
 - ※ 塩化カリの施用量は、対象農地の土壌診断結果により加減する。
- ★ 酸性を示す水田・畑では、その改良を図る。
 - ★ 水田:6.0~6.5、畑:6.5~7.0
 - ★ 土壌酸性改良効果として、転炉スラグを施用すれば、
水田・畑共にpH(H₂O)7.5程度まで高めることが可能。
- ★ 土壌診断に基づいた施肥管理が、根本的対策として何よりも重要である！
- ★ 除染効果を謳った様々な土壌改良資材や微生物資材に注意！

体内、食物中の自然放射性物質

●体内の放射性物質の量



●食物中のカリウム40の放射性物質の量(日本)

(単位:ベクレル/kg)

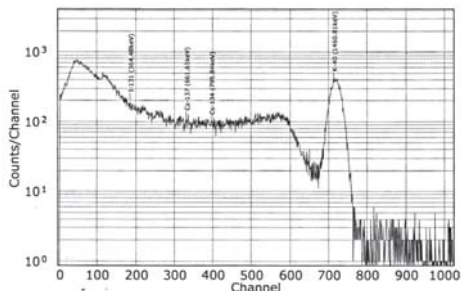


塩化カリから検出される天然放射能は、何と16,000Bq/kg！

【放射能測定結果】

No	判定	核種名	エネルギー (keV)	ネット面積±誤差 (Counts)	放射能濃度±誤差 (Bq/kg)	検出限界 (Bq/kg)
1	不検出	I-131	284.48	N. D.	N. D.	3.09E+01
2	不検出	CS-137	661.05	N. D.	N. D.	4.28E+01
3	不検出	CS-134	795.845	N. D.	N. D.	4.74E+01
4	検出	K-40	1460.81	1.33E+04 ± 1.21E+02	1.57E+04 ± 6.63E+02	3.80E+02

⁴⁰Kの放射エネルギーは、¹³⁷Csの2倍以上強い！



市販カリ肥料(塩化カリ)の放射能測定結果

