

放射性セシウムを減らす！ なぜカリウムで？

— 植物研究者の思考回路 —

平成 25 年 7 月 27 日

東京大学大学院 農学生命科学研究科 放射性同位元素施設

小林 奈通子

①食べ物の放射性セシウム含量を減らす

- ✓ 食べ物の多くは、植物に由来している

②「彼を知り己を知れば百戦殆からず」

- ✓ 対策を考えるため、まず植物の性質を理解する

③植物の特徴；他の生物を食べる必要がない

- ✓ 植物の成長に必要なもの
水、光、空気（酸素、二酸化炭素）、適温、必須元素
- ✓ 体を作り続ける；「老若同居」・・・養育 vs. 転流

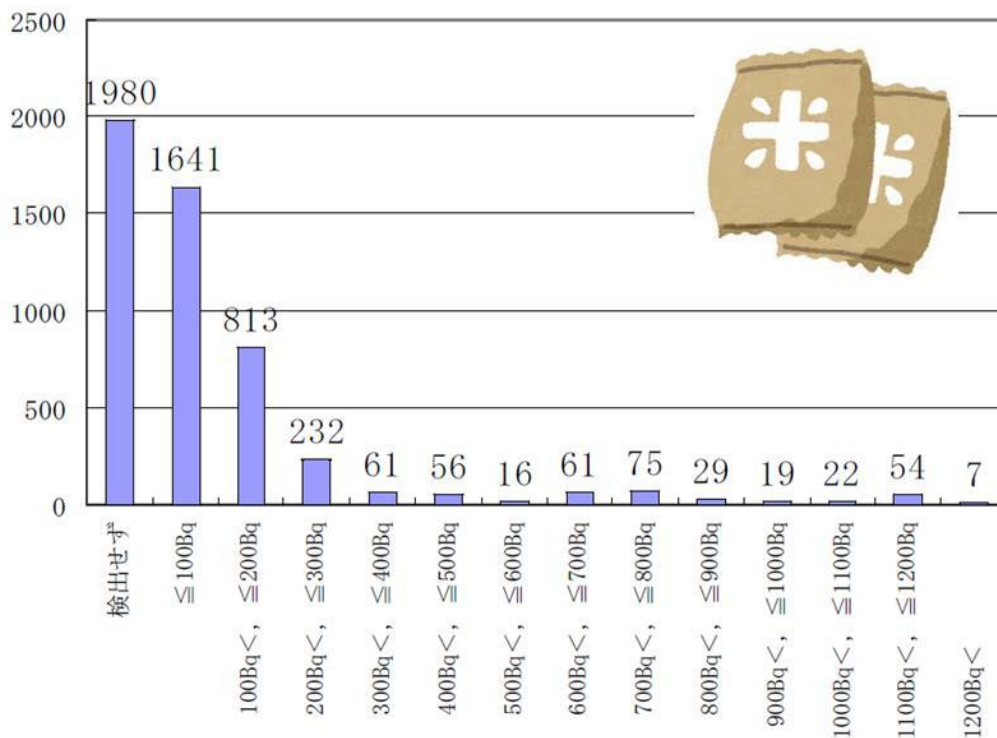


「転流」

④汚染問題に取り組む

- ✓ まず現状を把握する：全袋検査（2011 年度）

放射性セシウム濃度別点数



『米の放射性物質緊急調査の結果(第9報)について』(2011.12.18) より

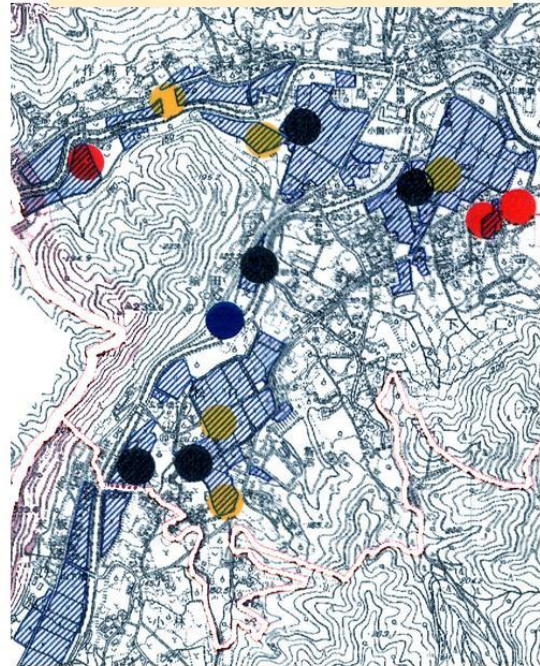
✓ 特徴を探す

土壌、治水、栽培・・・etc

それぞれの専門分野から

汚染された米が収穫された水田

凡 例	
●	500Bq/kg～
●	400～500Bq/kg
●	300～400Bq/kg
●	200～300Bq/kg

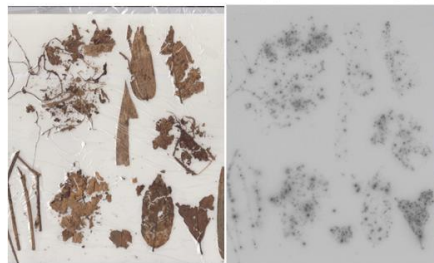


⑤玄米の放射性セシウム濃度が高い水田の特徴（2011 年度）

✓ 山間部が多い

山に残っている落葉

画像化された放射能



✓ カリウム（K）含量が少ない場合が多い

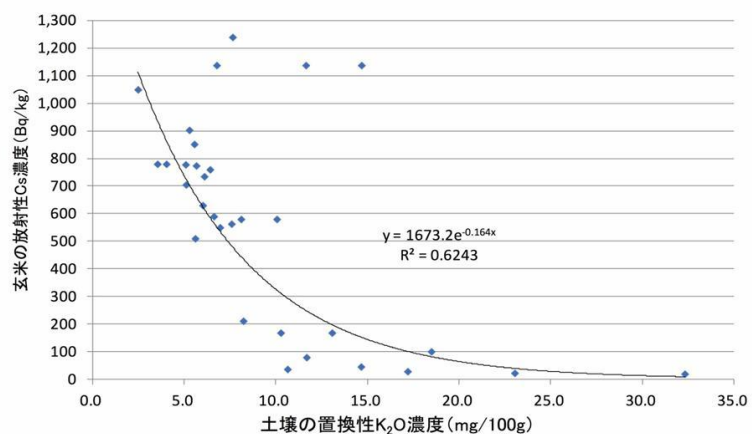
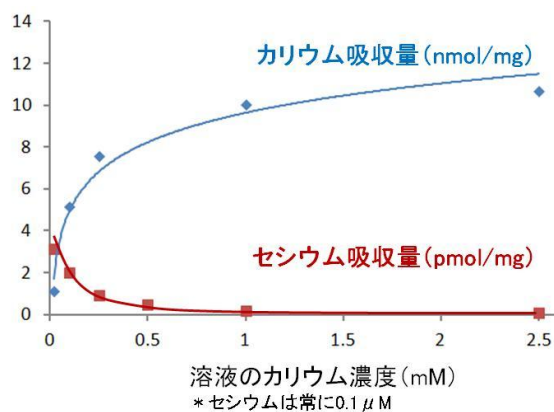
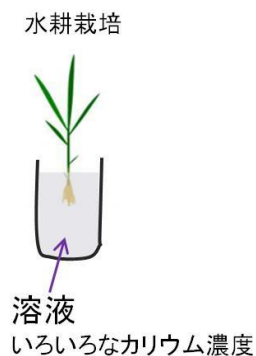


図4 土壌の置換性カリウム濃度と玄米の放射性セシウム濃度との関係

暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析(中間報告)(2011)より

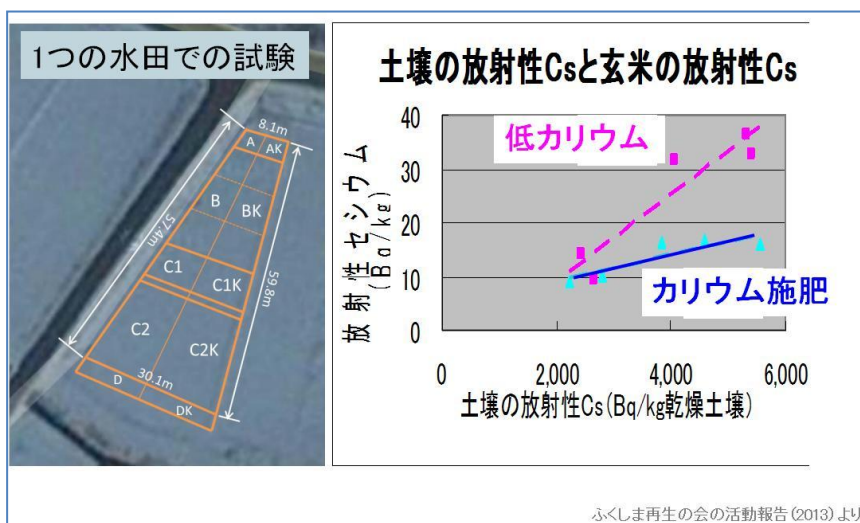
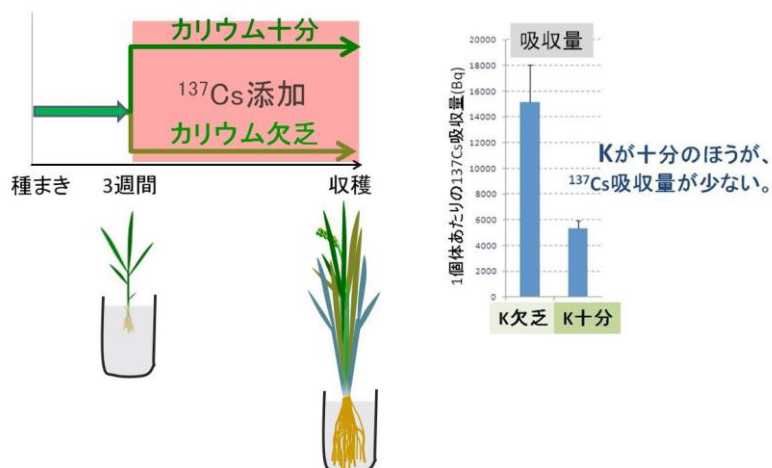
⑥カリウムとセシウムの関係

- ✓ 植物の根に入る時に、競合する



- ✓ とともにアルカリ金属元素：よく「似ている」と言われる

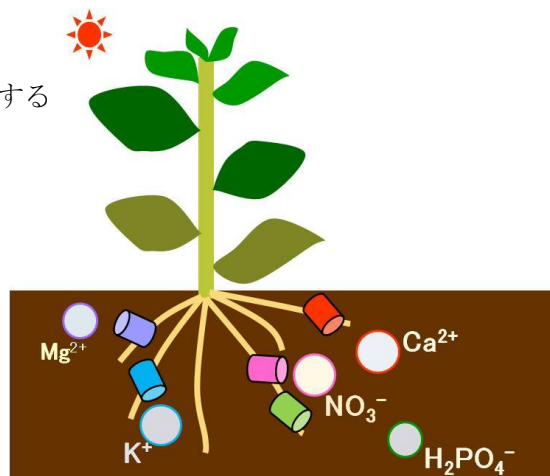
- ✓ カリウムを与えれば放射性セシウム含量は下がる



ふくしま再生の会の活動報告 (2013) より

⑦根がカリウム/セシウムを吸収する仕組み

- ✓ 「輸送体」の存在：各栄養素には、各輸送体が存在する
- ✓ 輸送体の実態は、タンパク質



- ✓ カリウム輸送体には、セシウムを通すものもある

Table 1. Potassium (K^+) transporters identified in root cells from their gene expression pattern and/or presence in root cell cDNA libraries, or electrophysiologically

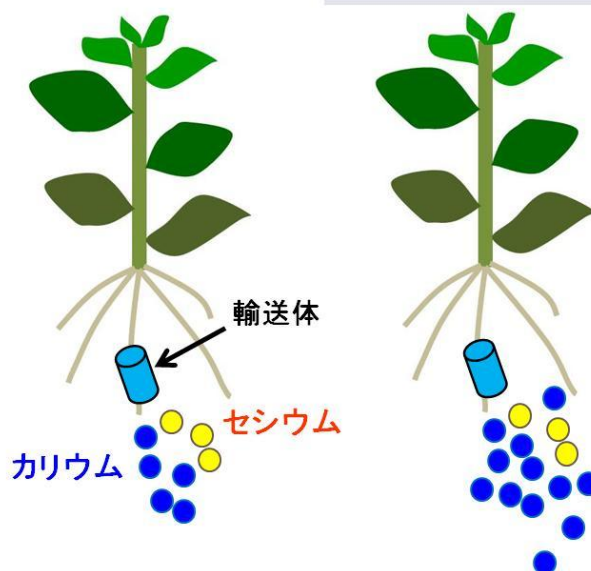
Identification method	Transporter	Mechanism	Function	Expression	Cs ⁺ permeability	Reference
Pattern/presence	AKT1	Channel	K ⁺ uptake	Epidermis, cortex, endodermis	Probably?	Gaymard <i>et al.</i> (1996); Lagarde <i>et al.</i> (1996); Bertl <i>et al.</i> (1997); Hirsch <i>et al.</i> (1998)
	SKT1	Channel	K ⁺ uptake	Root	Not known	Zimmermann <i>et al.</i> (1998)
	SKT2			Vasculature	Not known	Czempinski <i>et al.</i> (1999)
	SKT3			Root	Not known	"
	KAT1	Channel	K ⁺ uptake	Vasculature	Yes	Schachtman <i>et al.</i> (1992); Nakamura <i>et al.</i> (1995)
	AtKC1	Channel	K ⁺ uptake	Root	Not known	Dreyer <i>et al.</i> (1997)
	SKOR1	Channel	K ⁺ efflux to xylem	Stele	$P_{Cs}/P_K = 0.15$	Gaymard <i>et al.</i> (1998)
	KCO1	Channel	K ⁺ efflux	Root	Not known	Czempinski <i>et al.</i> (1997, 1999)
	AtKUP1	K ⁺ /H ⁺ symport?	K ⁺ uptake	Root	Probably?	Fu & Luan (1998); Kim <i>et al.</i> (1998)
	AtKUP2	K ⁺ /H ⁺ symport?	K ⁺ uptake	Root	Probably?	"
	AtKUP3	K ⁺ /H ⁺ symport?	K ⁺ uptake	Root	Probably?	"
	AtKUP4	K ⁺ /H ⁺ symport?	K ⁺ uptake	Root	Probably?	"
	HvHAK1	K ⁺ /H ⁺ symport?	K ⁺ uptake	Root	Probably?	Santa-Maria <i>et al.</i> (1997)
	HKT1	K ⁺ /Na ⁺ symport	K ⁺ uptake	Cortex	No	Schachtman & Schroeder (1994); Gassmann <i>et al.</i> (1996)
Electrophysiology	KEA1	K ⁺ /H ⁺ antiport?	K ⁺ efflux?	Root	Not known	Yao <i>et al.</i> (1997)
	LCT1	Not known	Not known	Root	Probably?	Schachtman <i>et al.</i> (1997)
	K ⁺ /H ⁺ symport		K ⁺ uptake		Not known	Maathuis & Sanders (1994)
	KIR	Channel	K ⁺ uptake		$P_{Cs}/P_K = 0.39-0.43$	Wegner & Raschke (1994)
					$P_{Cs}/P_K = 0.07$	Maathuis & Sanders (1995)
					$P_{Cs}/P_K = 0.12$	"
					$P_{Cs}/P_K = 0.31$	Roberts & Tester (1997b)
					$P_{Cs} = P_K$	Wegner & Raschke (1994)
					$P_{Cs}/P_K = 0.85$	White & Tester (1992); White (1997, 1999)
					$P_{Cs}/P_K = 0.85$	White (1998, 2000)
	DACC	Channel	Ca ²⁺ influx		Not known	White (2000)
	HACC	Channel	Ca ²⁺ influx			

A question mark indicates a putative mechanism or function.

White and Broadley (2000), New Phytologist 147

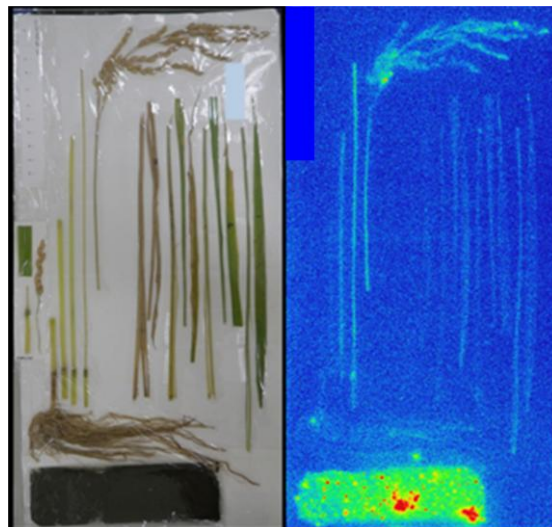
- ✓ カリウムが多ければ、セシウムの吸収を減らせる
原理の一つに「吸収段階での競合」

カリウム肥料を増やす

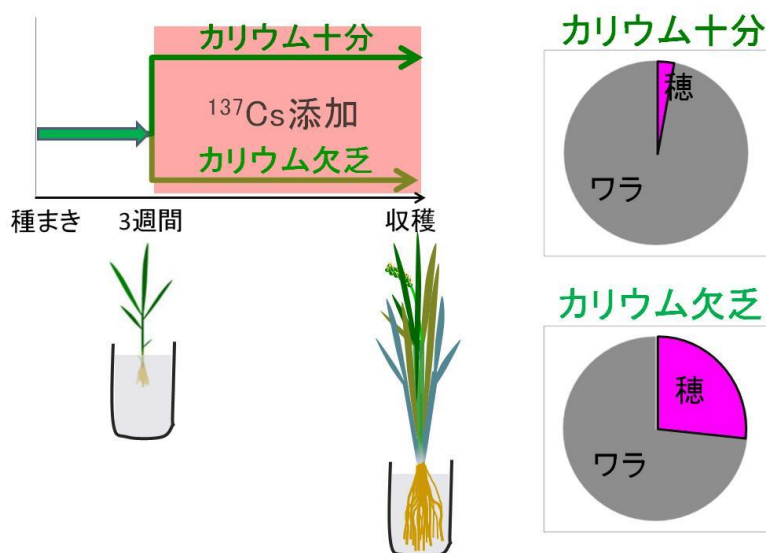


⑧それ以外のカリウム施肥の効果：放射性セシウムが穂に集まることを妨げる

- ✓ 玄米の放射性セシウム濃度が高いイネの特徴：葉よりも穂（玄米）の放射性セシウム濃度が高い
- ✓ カリウムの転流機構に放射性セシウムが取り込まれた可能性がある



- ✓ カリウムを与えれば
セシウムが玄米に蓄積する割合が下がる



カリウムの施肥で、イネによる放射性セシウムの

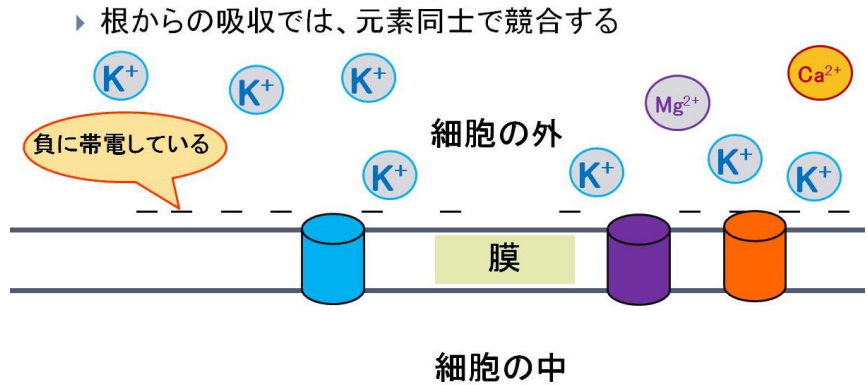
『**吸収が減少** × **玄米への蓄積割合が低下**
= **ご飯の放射性セシウムを減らす**』！

⑨追記

- ✓ 過剰なカリウムは植物成長に悪影響

原理の一つが、陽イオン同士の競合：

陽イオン（正に帯電）は、膜（負に帯電）に電氣的に引き寄せられ、結果的に、輸送体に近づく。
ある陽イオンが多すぎると、他の陽イオンが膜に引き寄せられにくくなる。



カリウムが過剰にあると、他のイオンが根に近づきにくくなり、
欠乏症につながる。

- ✓ カリウムとセシウムは「似て非なるもの」

セシウムとカリウムが同じように動くのなら、両者の存在比は植物体全体で一定になるはずだが・・

▶ セシウムとカリウムの比率は、葉ごとに違う

