

本講義のまとめ 質問への返答

放射性同位元素施設

田野井慶太郎

講義一覽

- 9/14(月) 講師：田野井慶太郎 准教授「身近な放射線について」
- 9/28(月) 講師：広瀬農 特任助教「放射線と放射性同位体の基礎」
- 10/5(月) 講師：広瀬農 特任助教「放射線の人体影響の基礎」
- 10/12(月) 講師：二瓶直登 准教授「農産物の安全の取組みと放射性物質の畑作物への移行」
- 10/19(月) 講師：三浦覚 特任准教授「森林と林産物の放射能汚染」
- 10/26(月) 講師：安永円理子 准教授「放射能汚染に対する食と農をめぐる消費者意識」
- 10/29(木) 講師：西村拓 教授「土壌中の化学物質の移動」
- 11/2(月) 講師：眞鍋昇 教授「家畜と畜産物における放射性核種の動態」
- 11/9(月) 講師：八木信行 准教授「水産物の放射能汚染と福島県の漁業」
- 11/16(月) 講師：高田大輔 助教「果樹栽培と放射能汚染」
- 11/30(月) 講師：根本圭介 教授「コメの放射能汚染」
- 12/7(月) 講師：溝口勝 教授「農地除染と農業再生の試み」
- 12/14(月) 講師：田野井慶太郎 准教授「農環境における放射線影響試験の動向と放射線利用」
- 12/21(月) 試験

みなさんのコメント&質問を見ながら、、、

- ・ 基準値の設定

- ・ カリウム施肥による放射性セシウム低減効果（イネの場合）
に特に焦点をあてての解説をしていきます。

他のご質問にも少しお答えします。

モニタリング・基準値など（二瓶先生）

- （除染）剥いだ土の処理は？袋に入ったらどんな作業がありますか？
- カリウム施肥で放射性セシウム吸収が抑えられるわけですが、そういった肥料の研究・開発は国の機関で行われているのでしょうか？原発事故を受けて特別に設置したのでしょうか？
- 農産物を粉砕して容器に詰めるとき、隙間ができないようにしている理由は？
- 窒素肥料とカリウム肥料はどのぐらいで用いるのが効率がよいのか？

- セシウムの吸収量が時期や種によって違うのは何故でしょうか？
- 放射性物質は海水より重く深海に蓄積しそうですが、どうでしょうか？
- 一般食品がすべて100Bq/kgというのはおおざっぱ過ぎるのではないのでしょうか？（水分含量・食べる量）
- 100Bq/kg の基準値の正当性は？
- 基準値設定で干し柿が水分が失われることで基準値を超えるということだが、同じ1つを食べるならば摂取量は一緒だと思うので、濃度での基準値設定に問題があるのではないか？

基準値のおさらい・解説をします。

2012年4月

- 暫定規制値から新基準値へ。
- 何故、値は低くなったか？

新基準値を設けた理由

厚労省HP

“暫定規制値を下回っている食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全性は確保されています。しかし、より一層、食品の安全と安心を確保するために、事故後の緊急的な対応としてではなく、長期的な観点から新たな基準値を設定しました。”

新基準値

- 食品を食べることにより内部被ばくの上限を、年間5ミリシーベルトから、年間1ミリシーベルトへ引き下げた。

新たな基準値の概要

放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を、年間5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに引き下げ、これをもとに放射性セシウムの基準値を設定しました。

放射性セシウムの暫定規制値 (単位:ベクレル/kg)

食品群	野菜類	穀類	肉・卵・魚・その他	牛乳・乳製品	飲料水
規制値	500			200	200

※放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

放射性セシウムの新基準値 (単位:ベクレル/kg)

食品群	一般食品	乳児用食品	牛乳	飲料水
基準値	100	50	50	10

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

シーベルト：放射線による人体への影響の大きさを表す単位

ベクレル：放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位

基準値の設定について

○年間の線量の上限値 1 ミリシーベルトから、飲料水による線量（約0.1ミリシーベルト）を引き、残りの線量を一般食品（乳児用食品、牛乳を含む）に割り当てます。

① 「一般食品」の基準値

まず、年齢や性別などにより10区分に分け、区分ごとに一般食品の摂取量と体格や代謝を考慮した係数を使って限度値を算出しました。その結果から、最も厳しい値（13～18歳の男性：120ベクレル/kg）を下回る**100ベクレル/kg**を全区分の基準としました。これは、**乳幼児をはじめ、すべての世代に配慮した基準**です。



② 「乳児用食品」「牛乳」の基準値

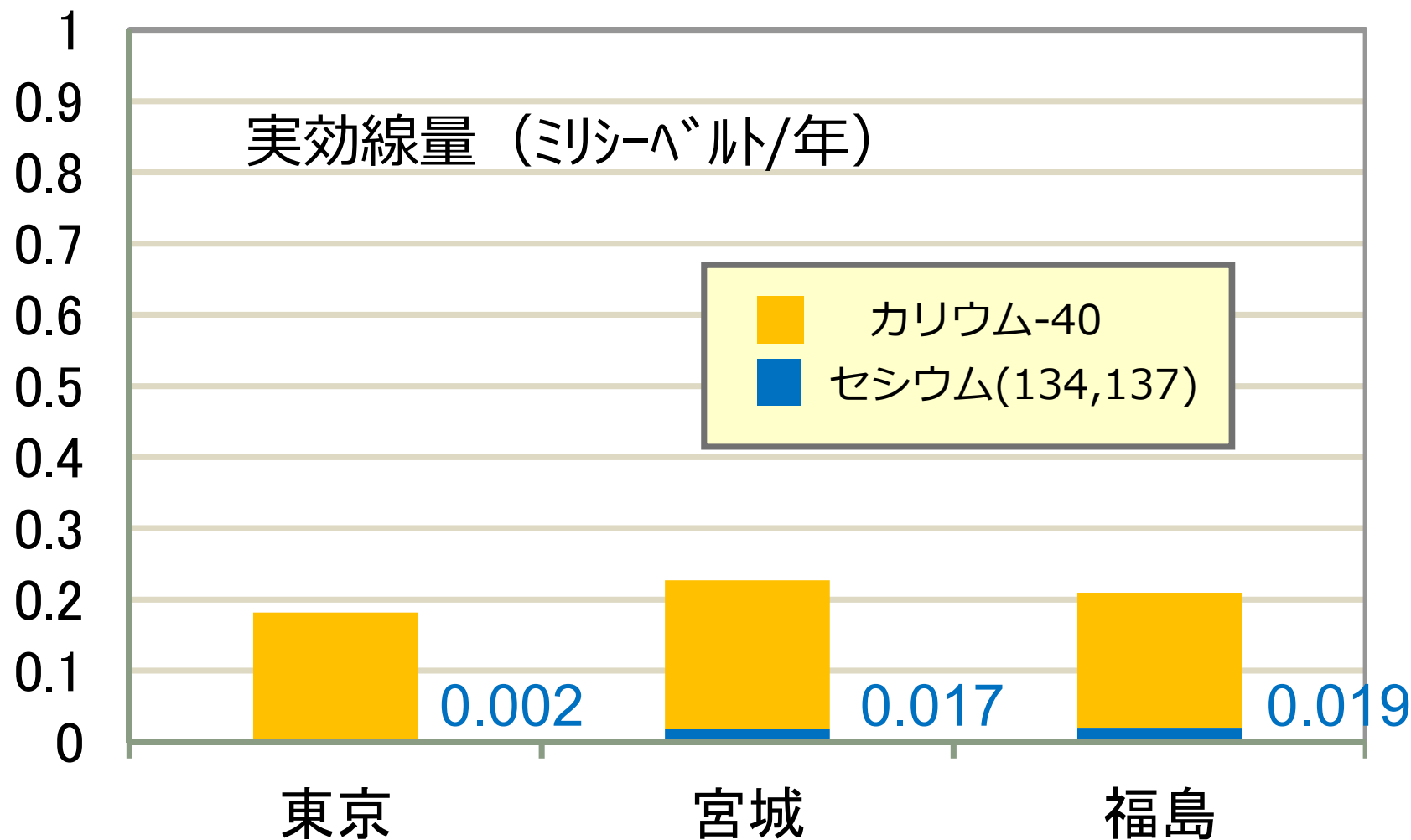
放射線への感受性が高い可能性がある子どもへの配慮から、独立の区分とし、「一般食品」の半分の**50ベクレル/kg**としています。（乳児用食品、牛乳の範囲は次ページ参照）

③ 「飲料水」の基準値

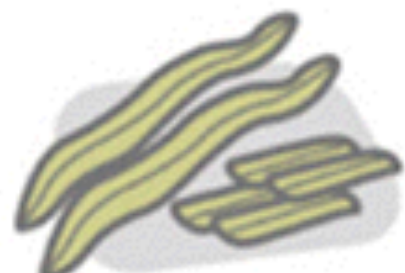
すべての人が摂取し、代替がきかず、摂取量が多いことから、WHO（世界保健機関）が示している基準を踏まえ、**10ベクレル/kg**としています。

2011年9月と11月

食品からの放射性物質の年間摂取量の推定値



●食物(1kg)中のカリウム40の放射性物質の量(日本)
(単位:ベクレル/kg)



干し昆布2000



干しいたけ700



ポテトチップ400



生わかめ200



ほうれん草200



魚100



牛肉100



牛乳50



食パン30



米30



ビール10

基準値が下がると

- 低濃度までサンプルの濃度を測定する。
- 測定するための時間が増える。
 - およそ時間を倍にすると、検出感度が倍。
- 測定サンプルが減る。or 測定機器が増える。
- 「安心」に社会的コストをどこまでかけるか？

農業の現場

測定をする現場

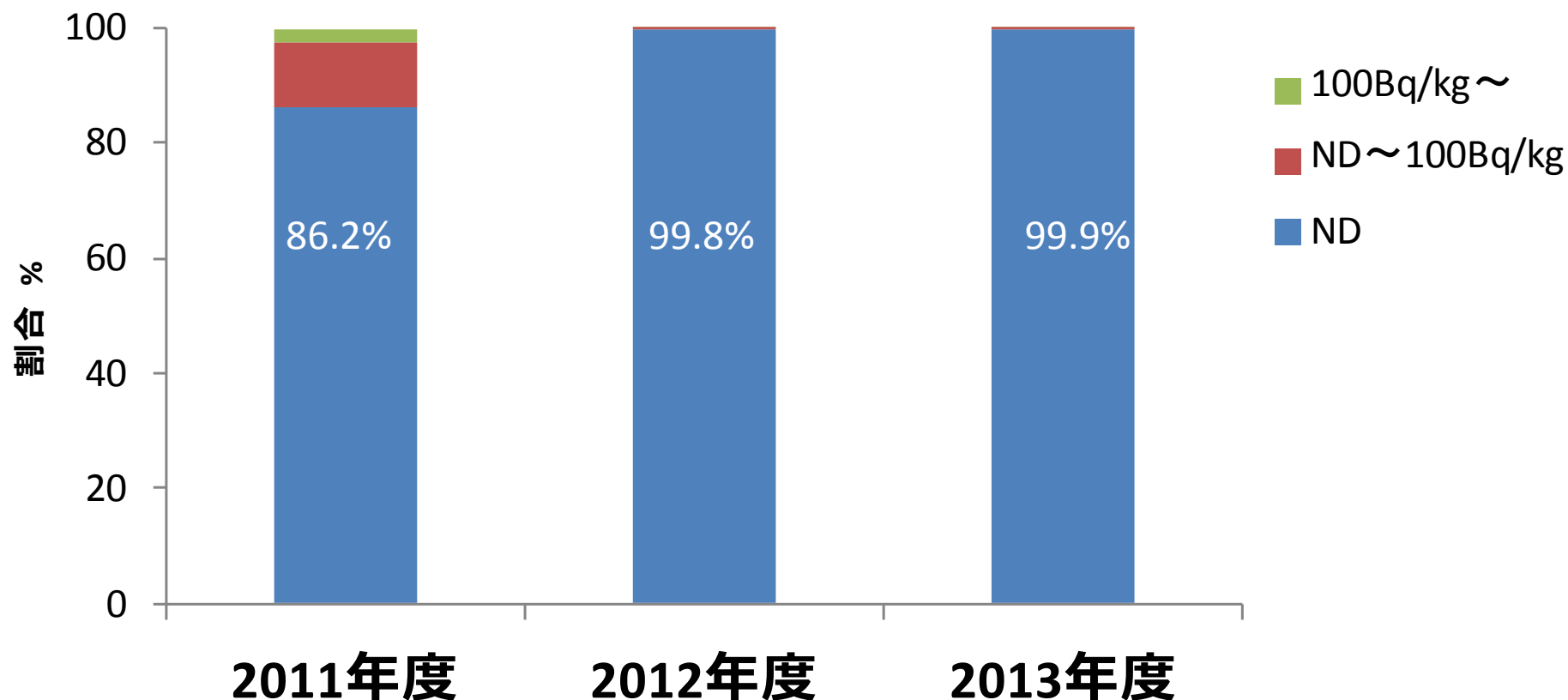
考えてみましょう。

安心へのコストの例

全袋検査



米の検査結果



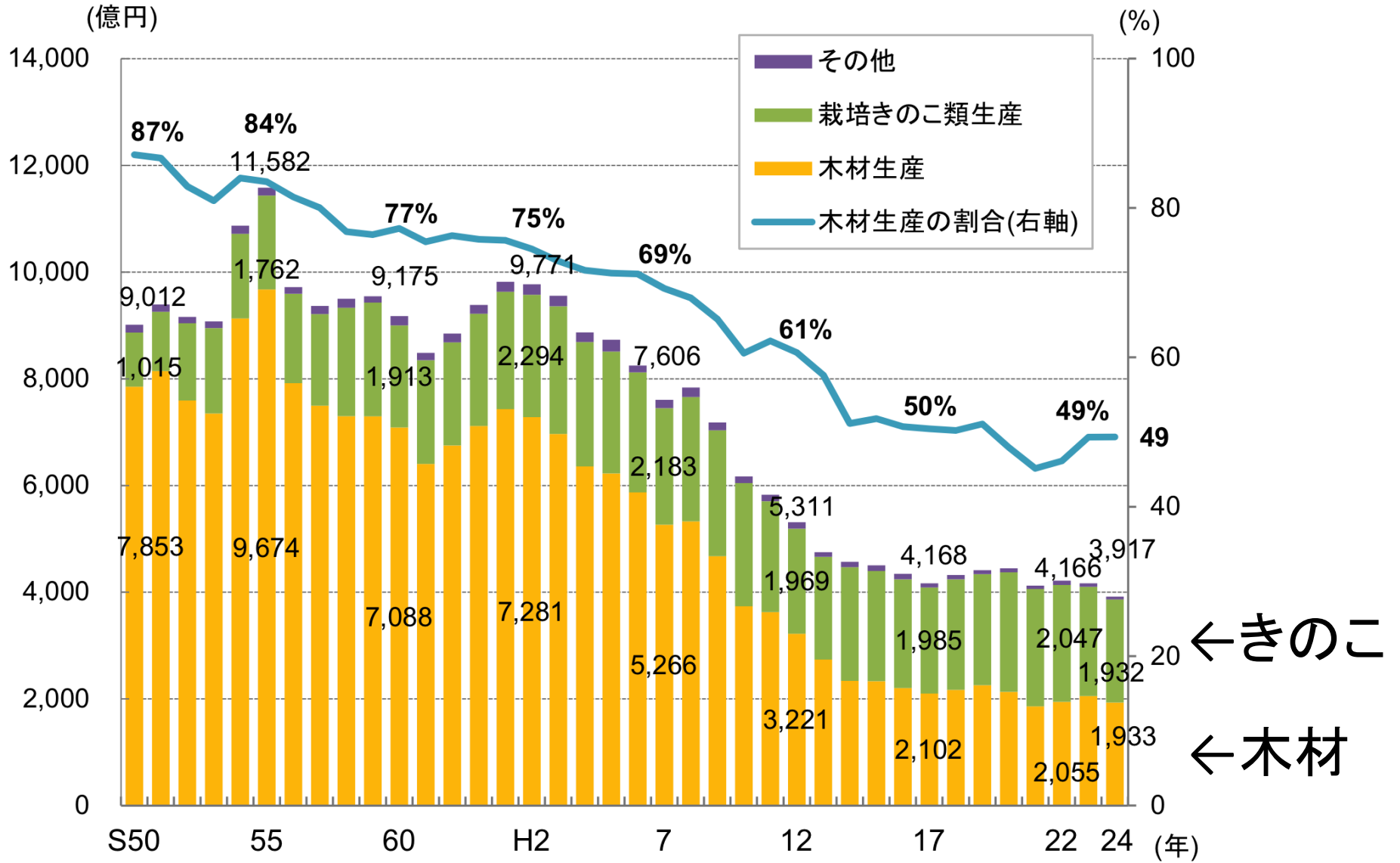
100Bq/kg超過 : 2012年度 10,335,000袋中71袋
2013年度 10,809,000袋中28袋
2014年度(10月10日現在)
10,956,000袋中2袋

安心へのコストの例

原木生産



林業産出額の推移



資料: 農林水産省「生産林業所得統計報告書」 注: 「その他」は、薪炭生産、林野副産物採取。

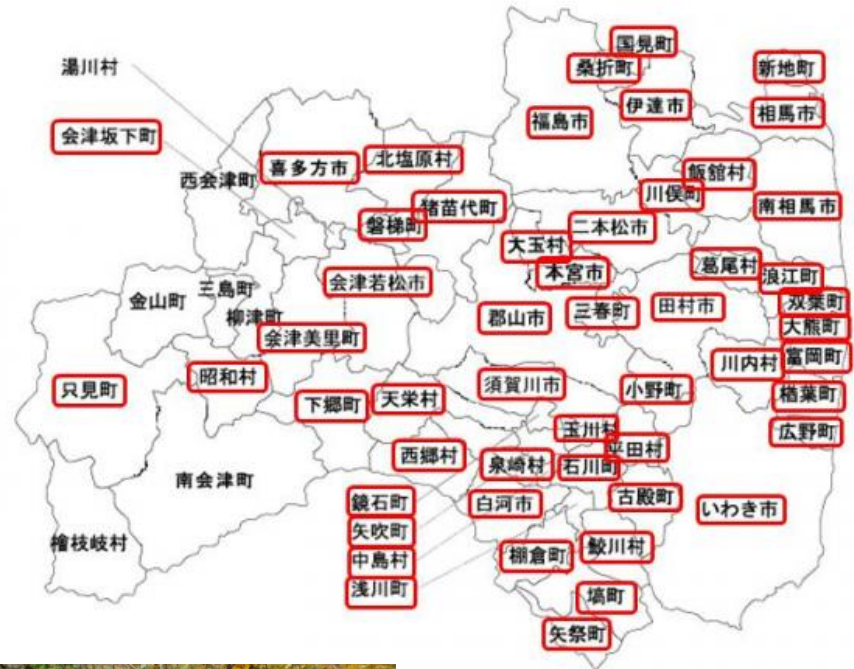
図6 林業産出額の推移

出荷制限 原木しいたけ、野生きのこ



原木しいたけ (露地栽培)

(※田村市及び川内村については、原発から半径20km圏内(警戒区域)に限る。)

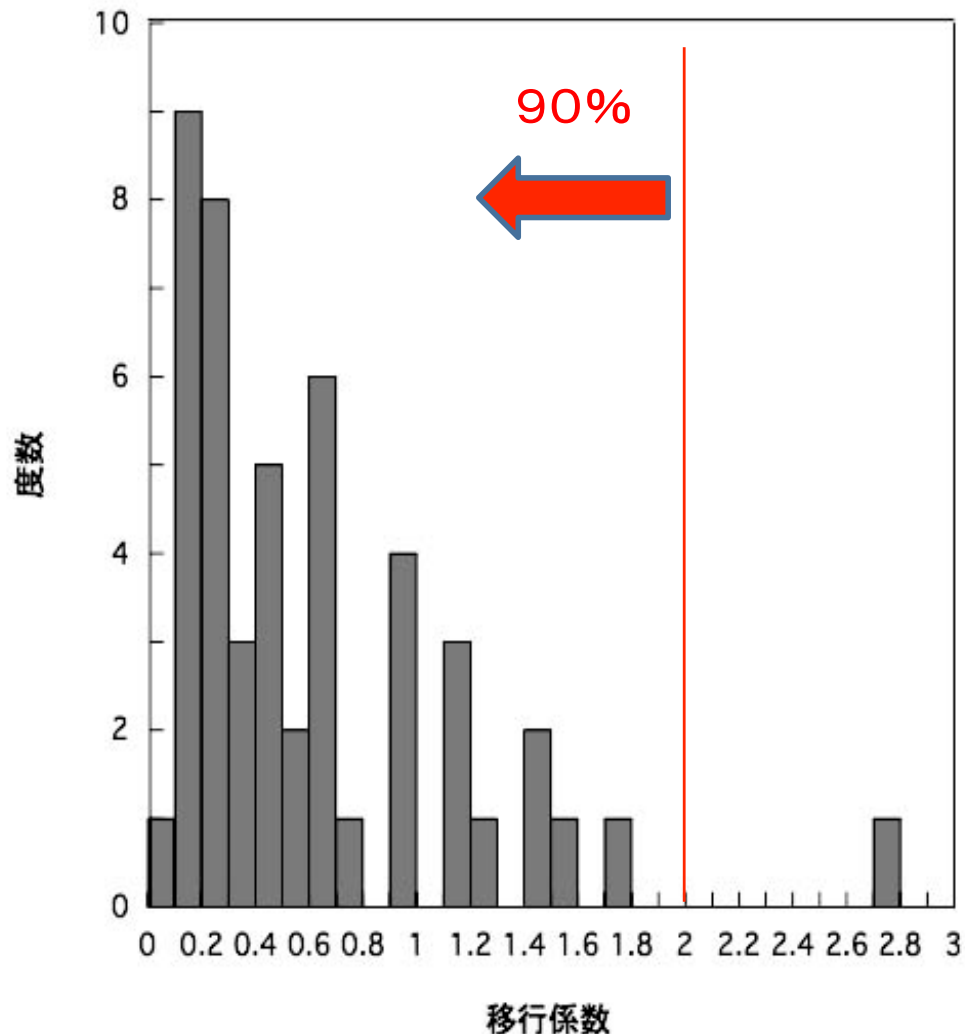


野生きのこ



(林野庁、H26.5.19)

移行係数(シイタケの放射能濃度/原木・
ほだ木の放射能濃度)は、平均**0.43**、
分布の90%が含まれる上限の値は、**1.99**



食品の基準値
100 Bq/kg



50Bq/kg以下の
原木を使うことで、
基準値以下の
シイタケを生産可能

原木栽培シイタケの放射性セシウムの移行係数の分布

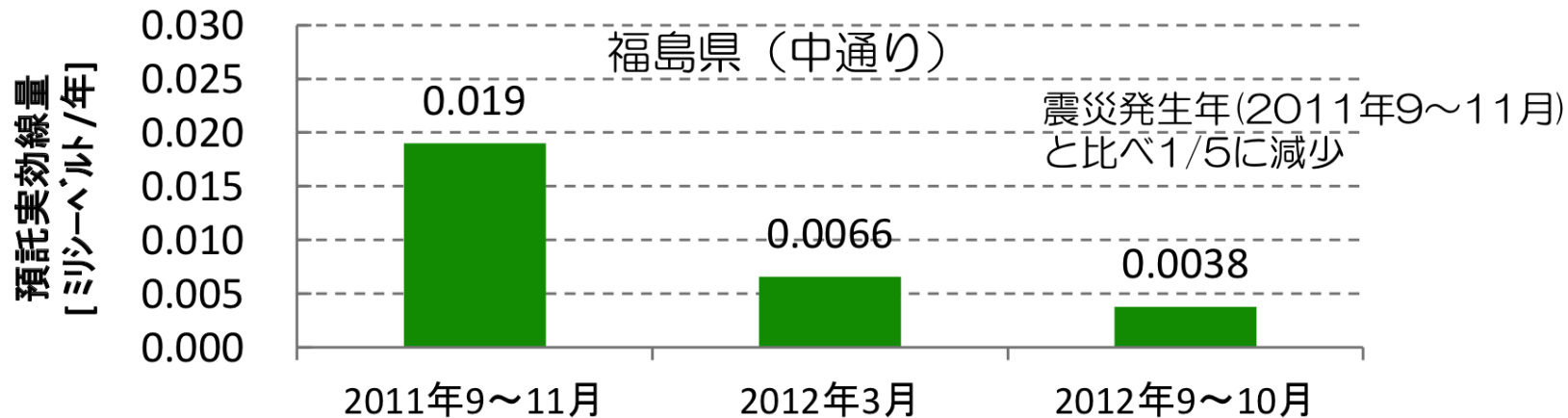


(根田仁 森林総合研究所)

三浦先生プレゼンファイルより

ヒトの内部被ばくは十分にコントロール

＜食品中の放射性セシウムから受ける預託実効線量の推定の推移＞



【出典データ】厚生労働省委託調査「食品からの放射性物質の摂取量調査」

○ 年間1人当たりの消費量

主食の米^{*1} 59.5 kg ↔ 副食のきのこ^{*2} 3.4 kg

^{*1} <http://www3.ocn.ne.jp/~eiyou-km/newpage54.htm>

^{*2} <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/tokusan/megurujoukyou/pdf/2-1kinoko.pdf>

○ きのこ原木の指標値 50 Bq/kg

← 食品の基準値が一律100 Bq/kgは適切か？

内部被ばく量を
計算してみましよう。

1年で消費する量

$$\begin{array}{l} \text{お米} \\ 60\text{kg} \end{array} \times \overset{\text{Cs-137}}{100 \text{ Bq/kg}} \times 0.013 (\mu\text{Sv/Bq}) \\ = 78 \mu\text{Sv}$$

$$\begin{array}{l} \text{きのこ} \\ 3.4 \text{ kg} \end{array} \times \overset{\text{Cs-137}}{1000 \text{ Bq/kg}} \times 0.013 (\mu\text{Sv/Bq}) \\ = 44 \mu\text{Sv}$$

食品の基準値、 モニタリングのまとめ

- 暫定規制値および基準値を超える作物を流通させないためのモニタリングが実施されている。
- 林産業の復興は厳しい状況である。
- 基準値は、品目ごとのに値を変えるなどの修正が必要であると考える。

基準値は、「何を」「誰を」護ったのですか？

森林について（三浦先生）

- 森林は放射能の低下を待つことしかできないということだが、改善するための研究がどの程度あるのか知りたくなった。

私たちの活動の例をお知らせします。

- 東京大学大学院農学生命科学研究科と福島県田村市都路の森林組合のチャレンジ

森林組合と農家さんの協力で、コナラ等のしいたけ原木のための森林を調査研究の場として提供していただいた。

ほとんど同じ場所でも、特段に樹木中の放射性セシウムが少ない場所がある！（10倍以上の差）

低い要因を見いだすことで、早期の林業再開への対策に。
（土壌pH、土壌中カリウム、A層の厚さ、生育速度など）

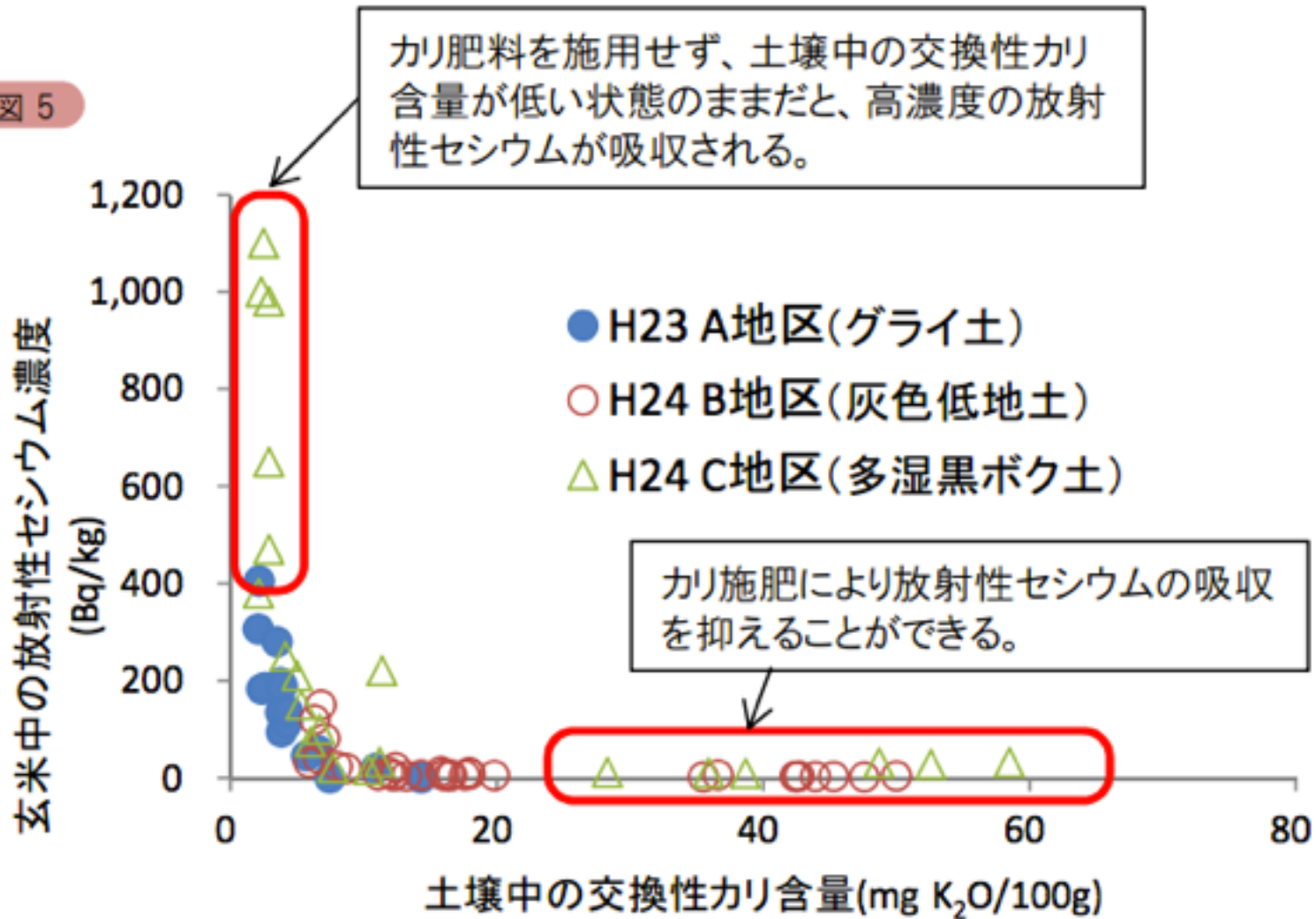


カリウムの効果

1 H									
3 Li	4 Be								
11 Na	12 Mg								
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	
55 Cs	56 Ba	57~71 La-Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	
87 Fr	88 Ra	89~103 Ac-Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	
			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	
			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	

カリウムの効果

図 5



福島県・農林水産省の報告書より

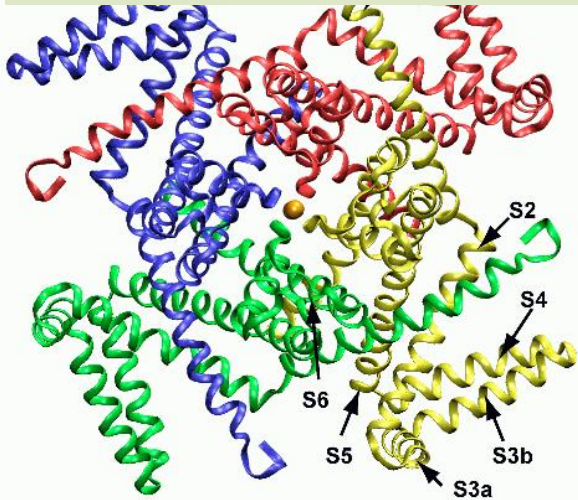
なぜ

カリウム施用は効果があるのでしょうか？

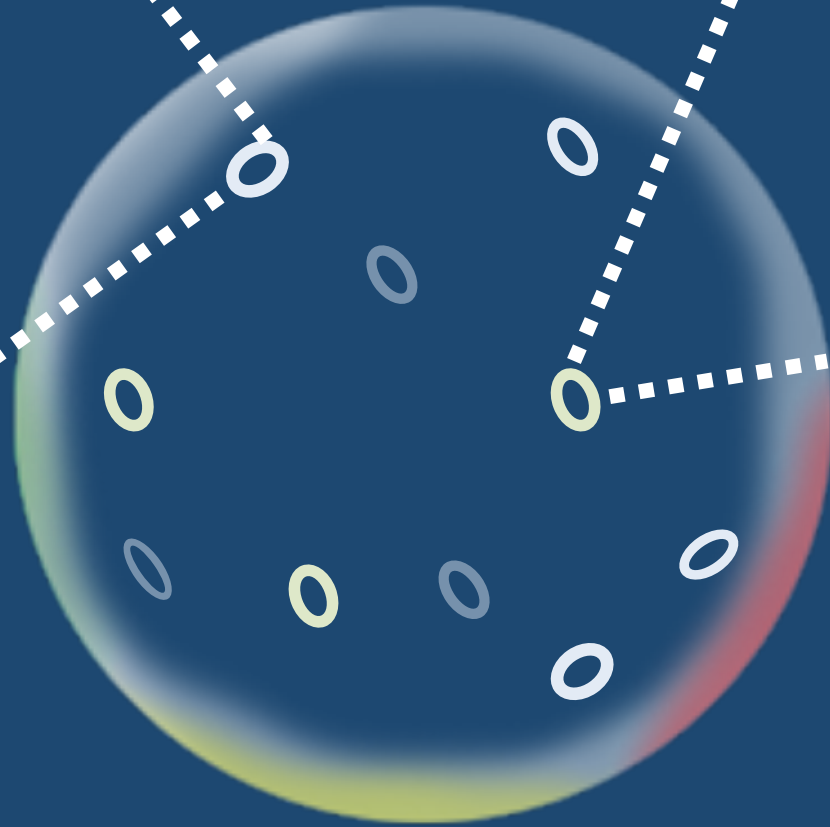
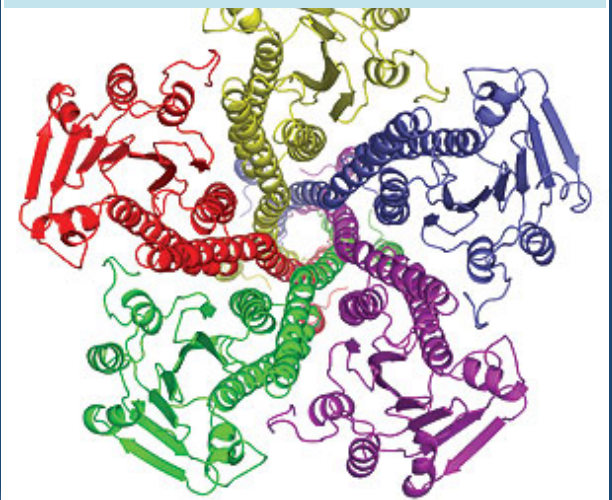
1. 土壌から根にCsが入る段階
 1. 根に入る前のイベント
 2. 根から入る時のイベント
2. 植物体内のCsが玄米に以降する段階

輸送体

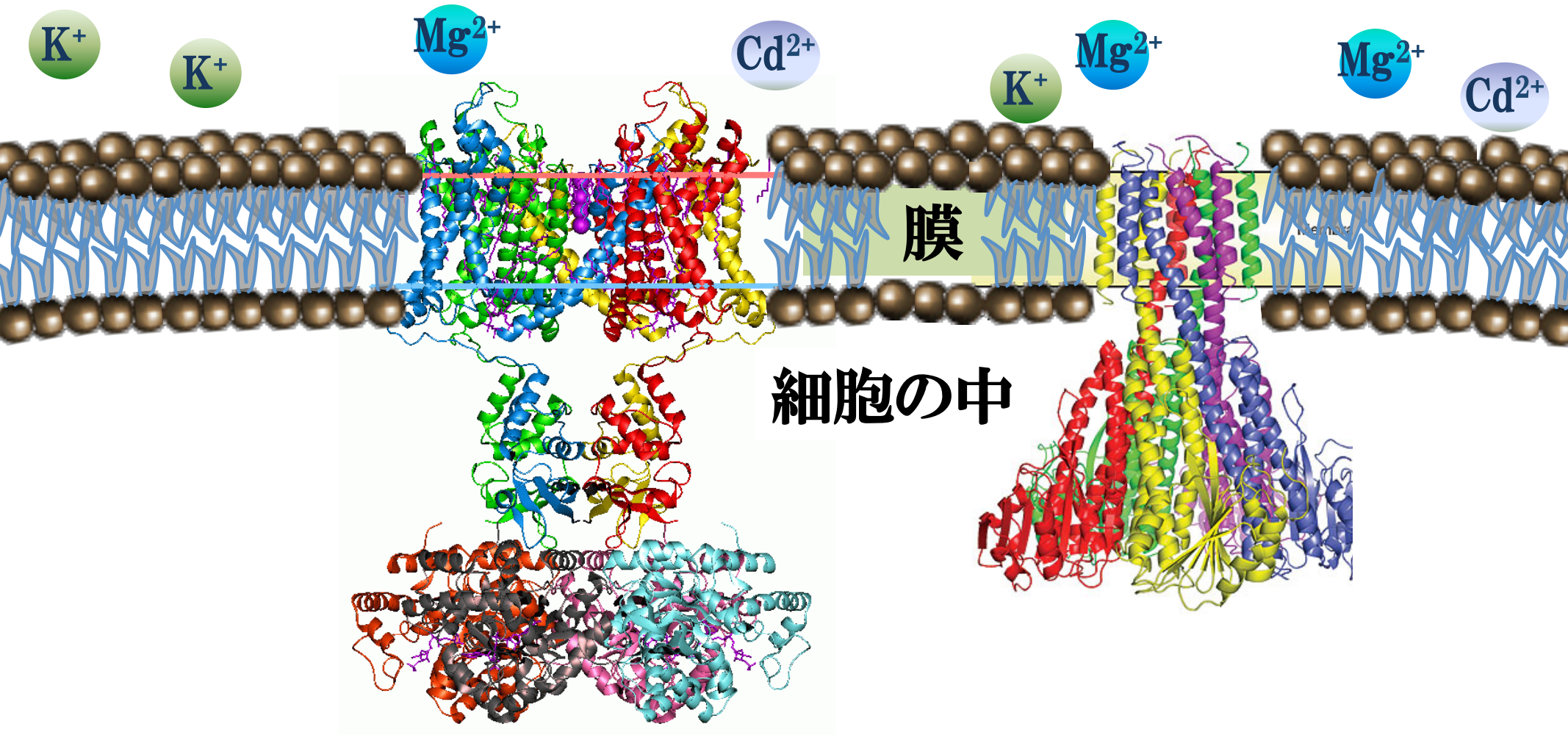
カリウム (K^+)



マグネシウム (Mg^{2+})

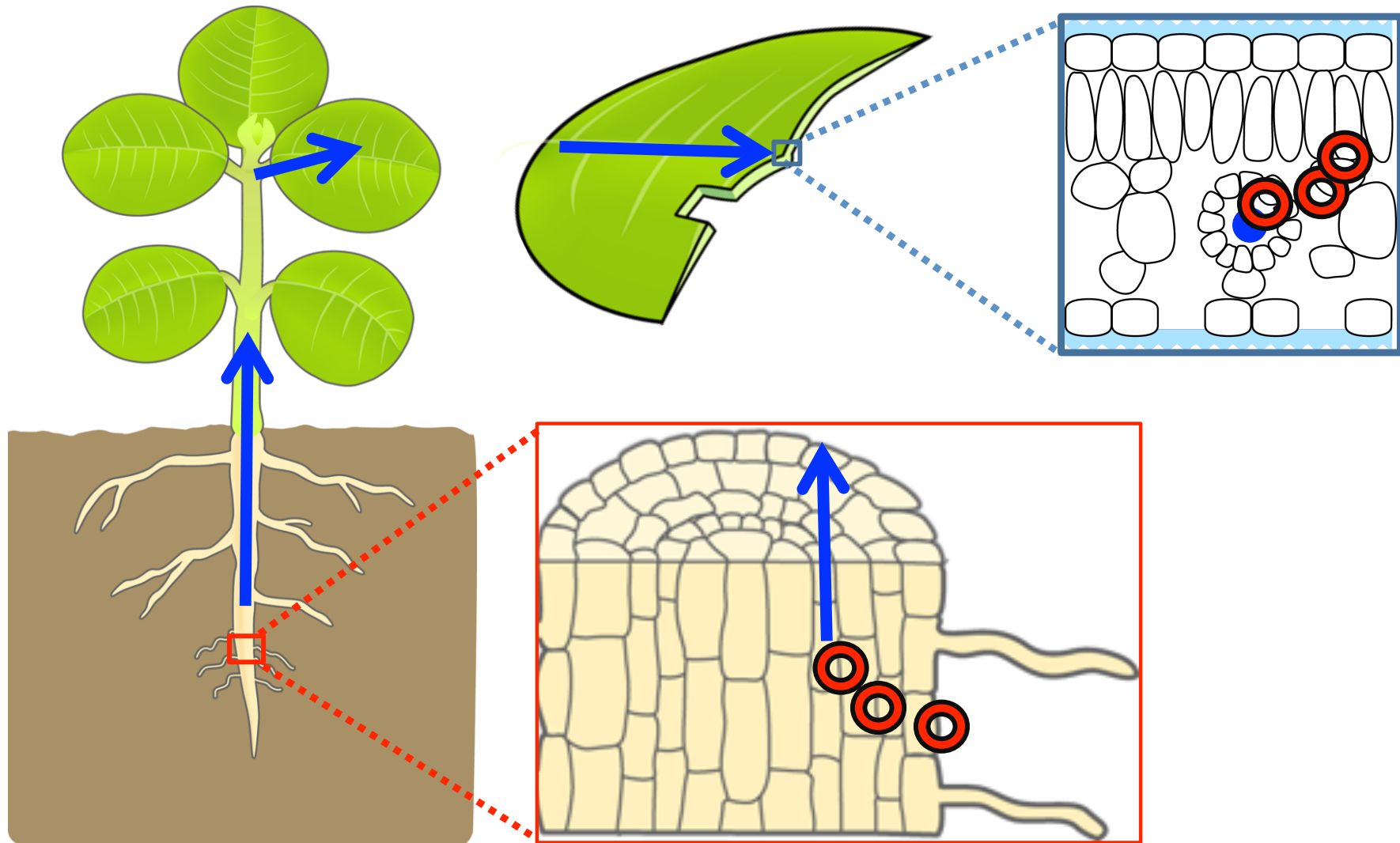


輸送体の姿

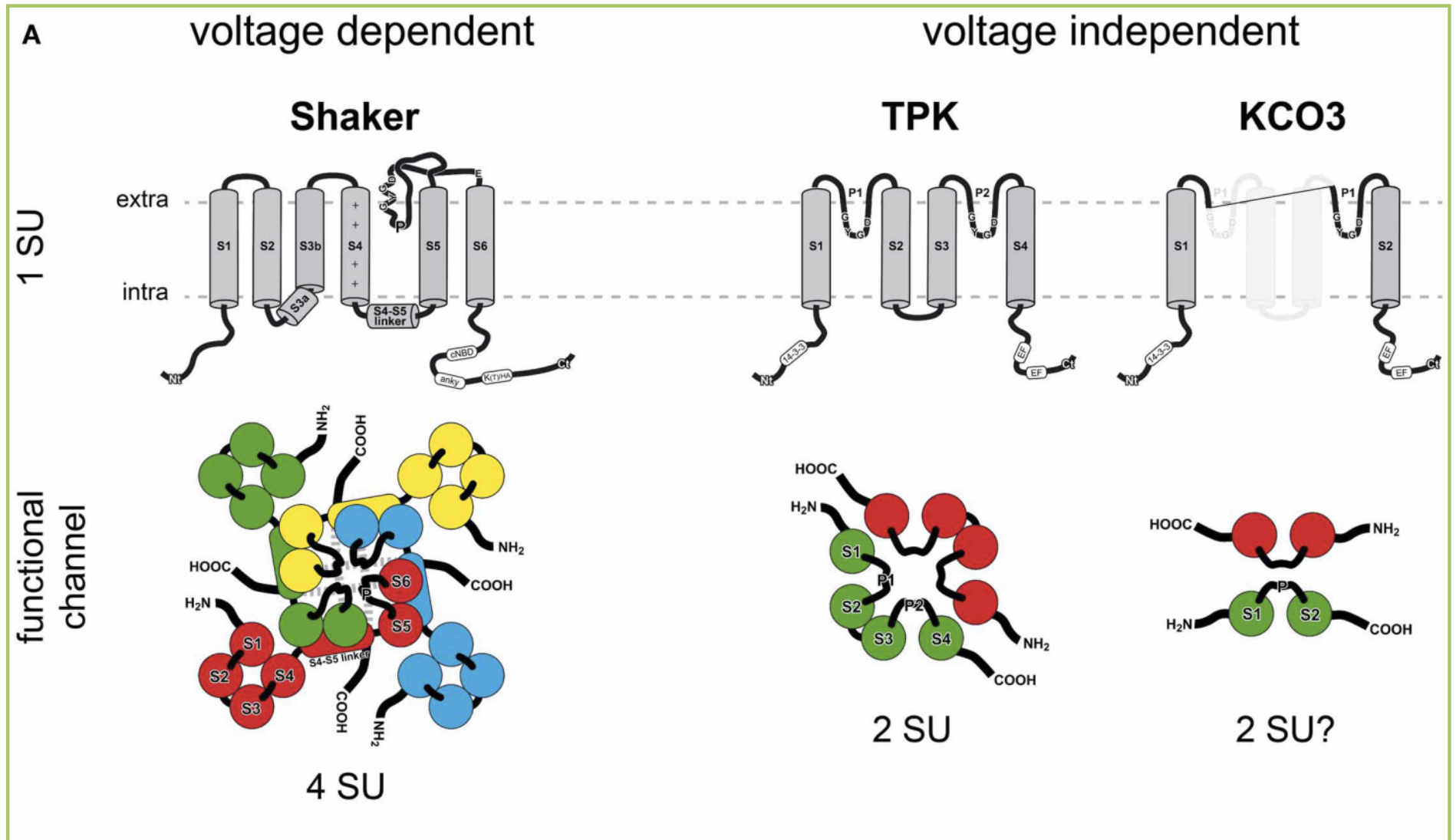


元素の動き —輸送体が担う吸収・輸送・蓄積—

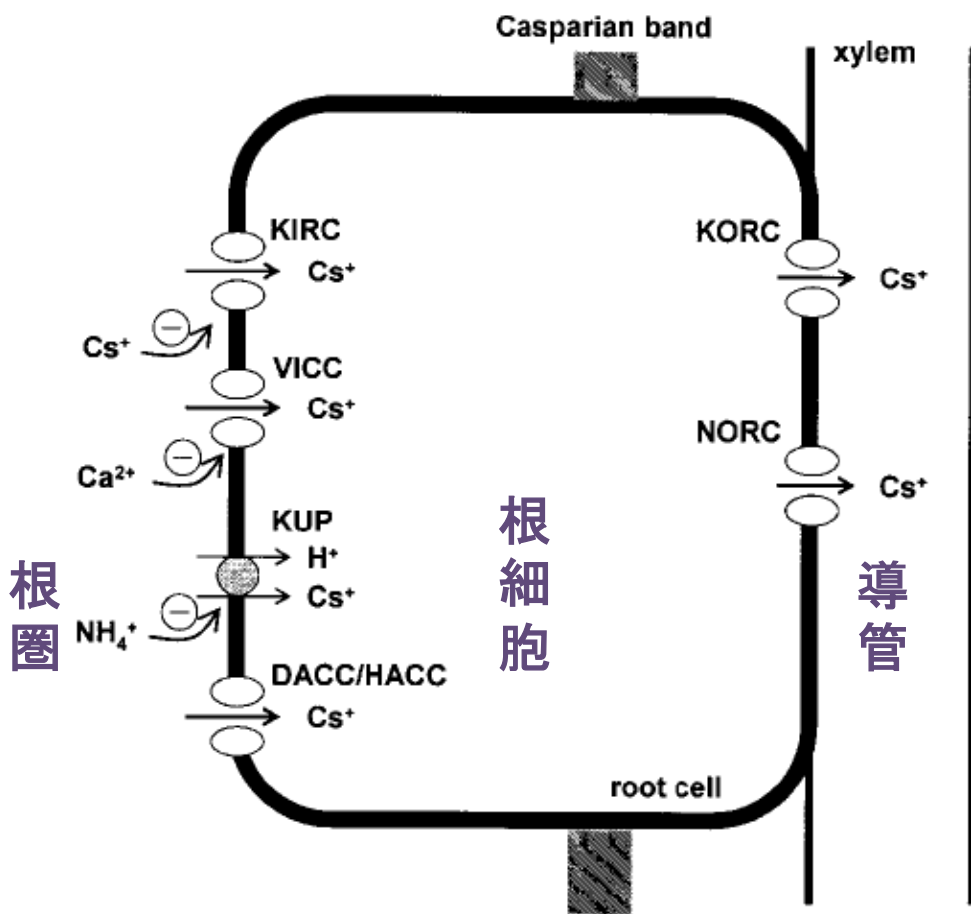
植物体内での動きは、元素ごとに異なる。



カリウム輸送体の構造



Cs吸収に関与するカリウム輸送体



輸送体の孔に存在するK選択性フィルターの主要4アミノ酸配列と、各欠損体の元素濃度($\mu\text{mol.g}^{-1}$ FW)。

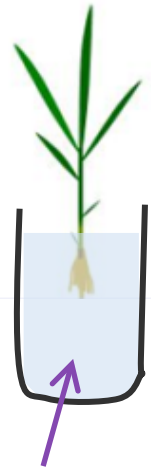
	CNGC	Cs	K	Ca
	12	4.50 ^U	256	29.3
	11	5.36	335	38.1
	3	3.80 ^D	222	28.3
	13	3.98	193	24.9
	10	5.01 ^U	217	26.0
	1	5.22 ^U	67.4 ^D	6.98
	6	4.05	189	18.5
	9	4.43 ^U	179	18.8
	5	3.98	196	21.9
	8	4.80	278	36.5
	7	4.41	189	22.6
	15	4.30	147	70.6

* CNGC: cyclic nucleotide gated channel

Hampton et al, 2005, *Nukleonika*より

根に入る前のイベント

Increased K^+ concentration can effect on reducing the Cs^+ uptake rate in roots.

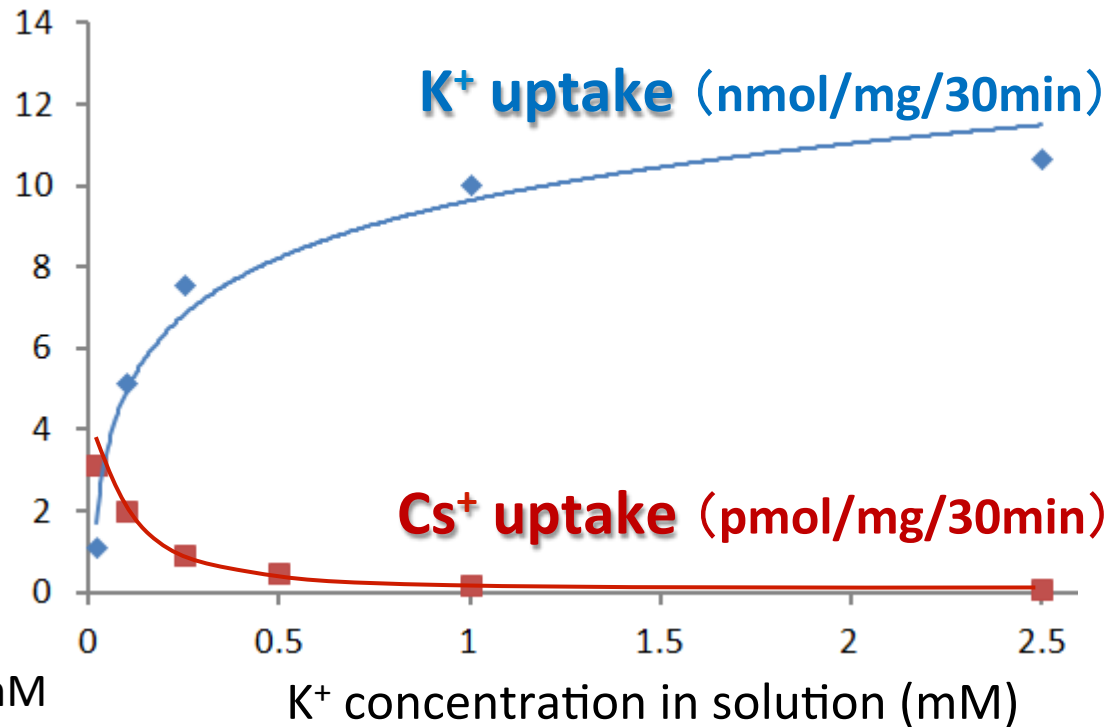


Nutrient solution

K^+ concentration: $25\mu M \sim 2.5mM$

Cs^+ concentration: $0.1\mu M$

with ^{42}K and ^{137}Cs



→ K^+ と Cs^+ は競合する。

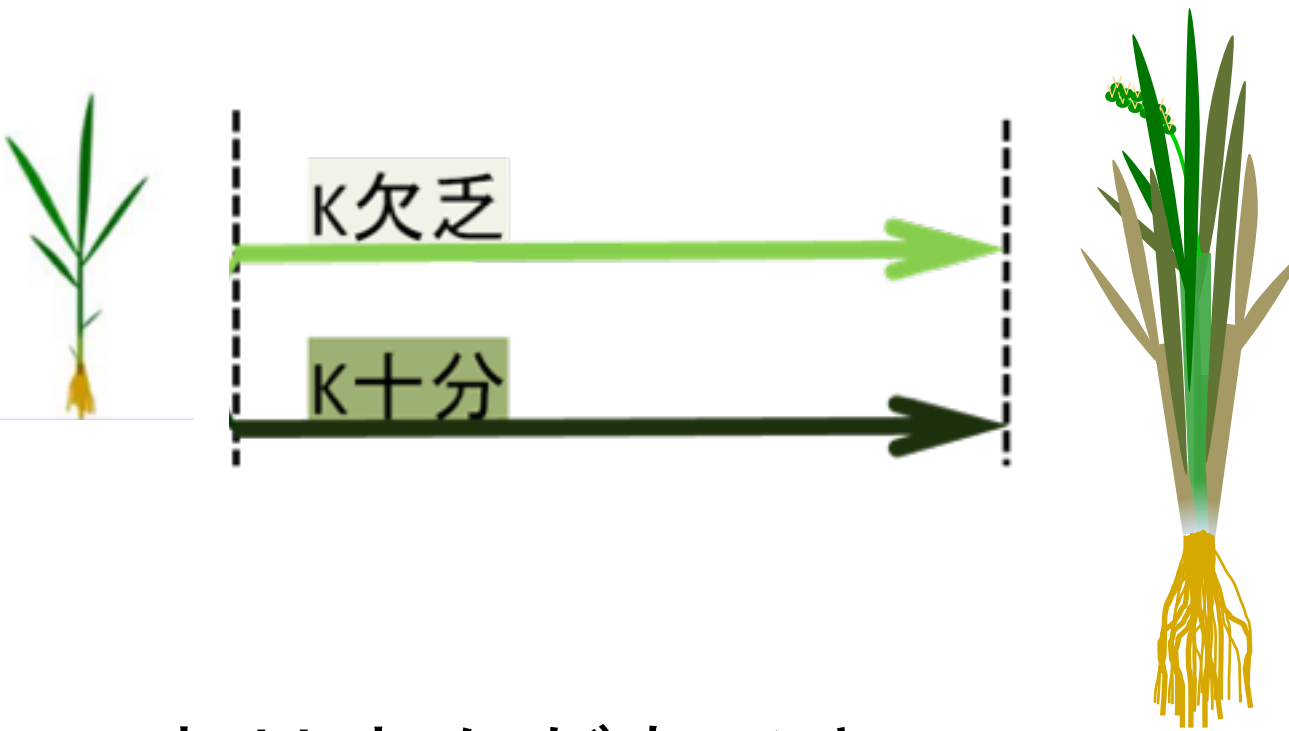
根に入る時のイベント

$$\text{Selectivity factor} = \frac{\text{K}^+ \text{ uptake rate} / \text{Cs}^+ \text{ uptake rate}}{[\text{K}^+]_{\text{solution}} / [\text{Cs}^+]_{\text{solution}}}$$

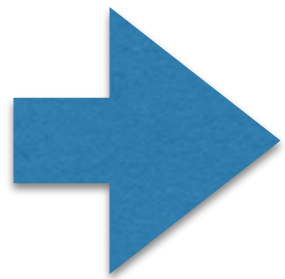
	K-deficient	Control
$[\text{K}^+]_{\text{solution}} = 20 \mu\text{M}$	3.6	5.5
$[\text{K}^+]_{\text{solution}} = 1 \text{ mM}$	7.0	11.8

→K⁺が十分だと、根がK⁺を選ぶ率が上がる。
(Cs⁺を間違っって吸収する率が下がる。)

カリウムがあると根からのCs吸収が減る。



カリウムがあると

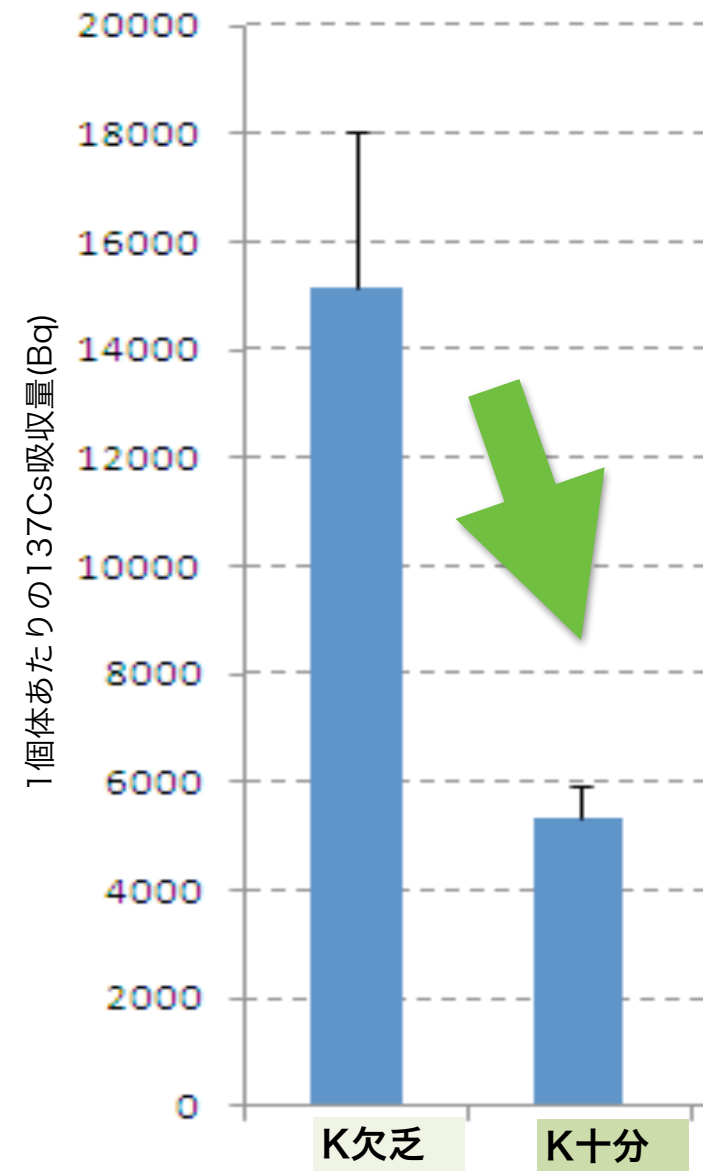


競合

K選択率向上

根からのCs吸収が減る。

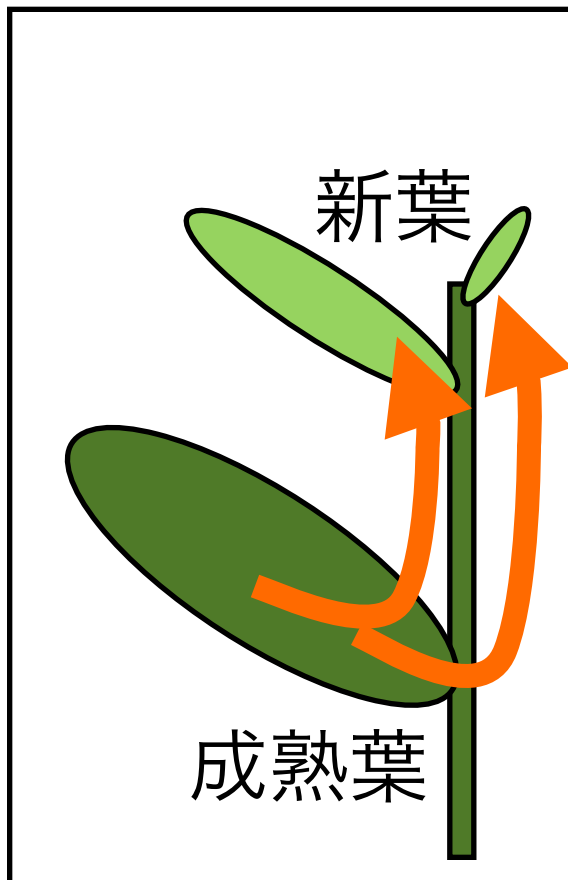
Kが十分のほうが、
¹³⁷Cs吸収量が少ない。



植物体内のCsが玄米に以降する 段階

転流

成熟葉から新葉（や穂など）へ養分を送る。



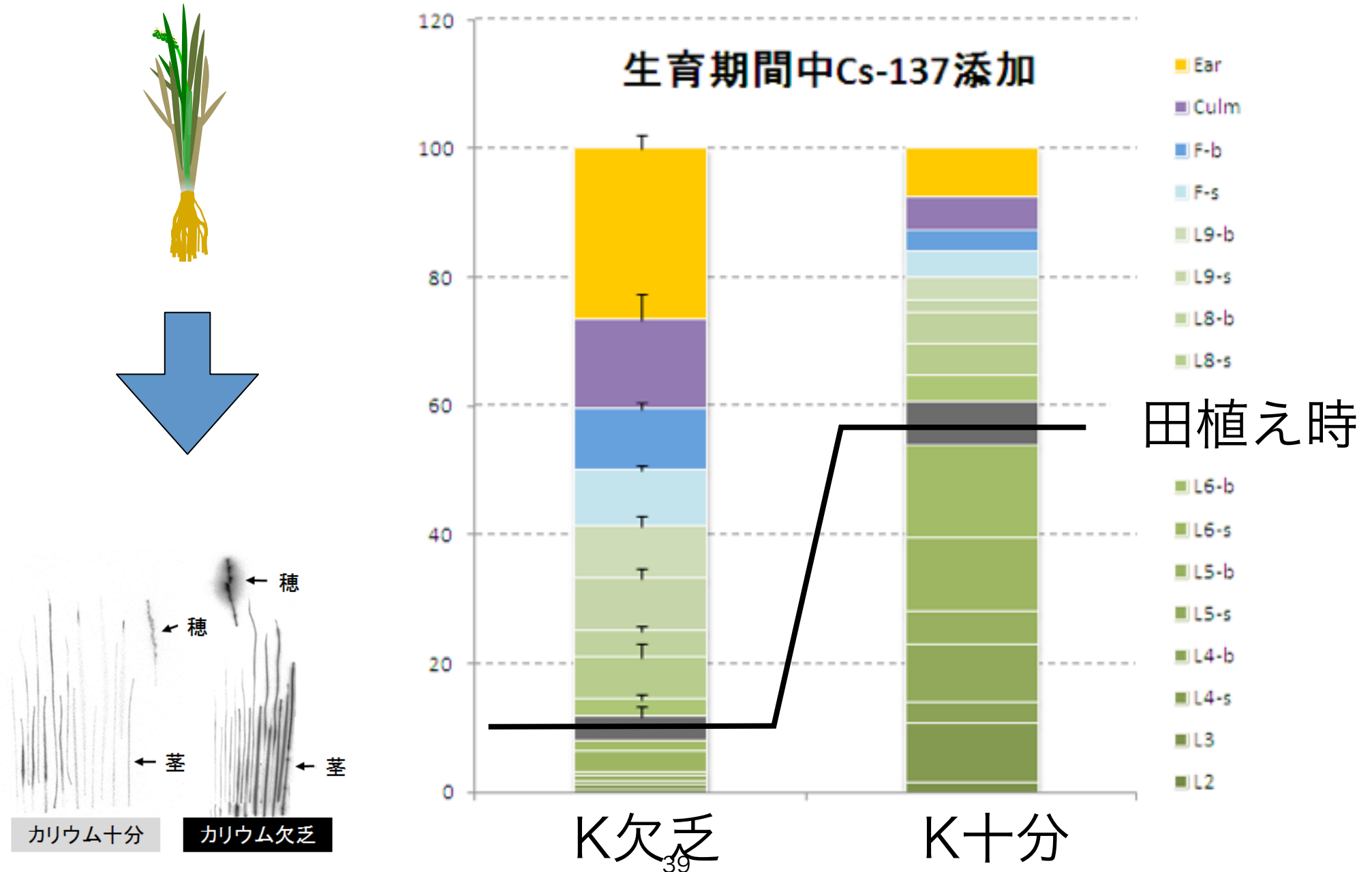
光合成産物（糖）

必要な元素

カリウム

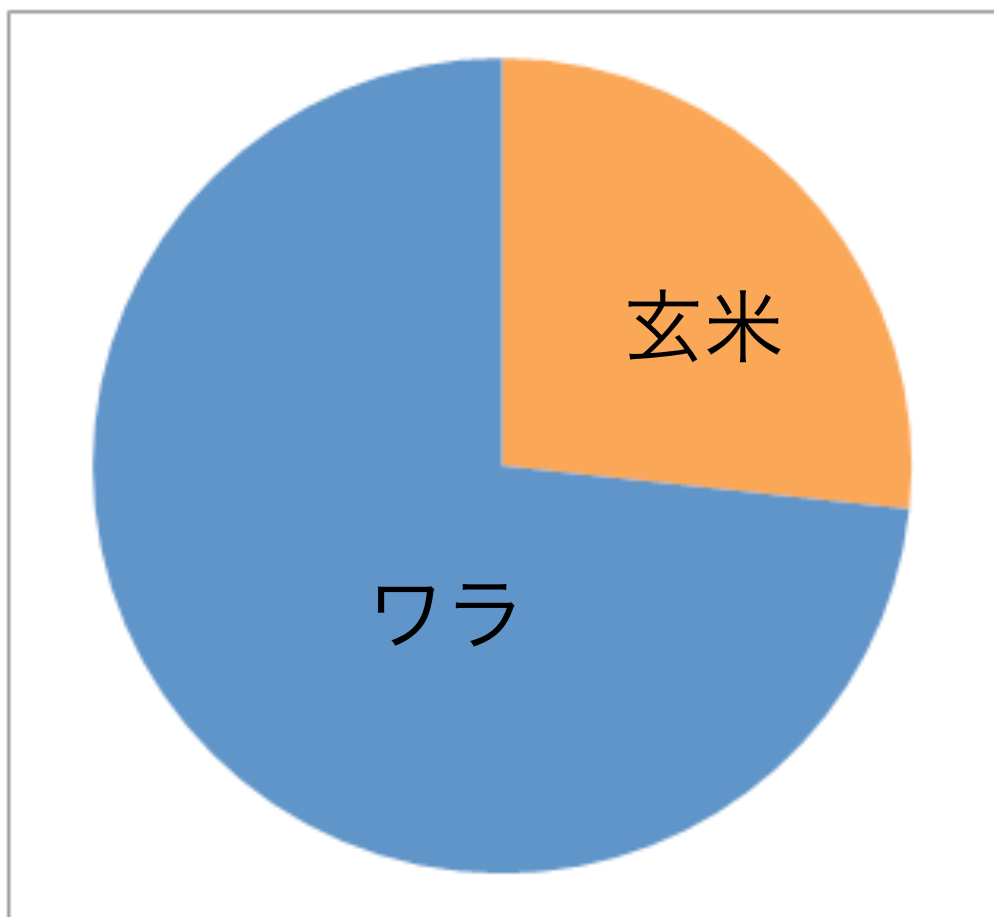
結果

全体のセシウム分布：積み上げグラフ

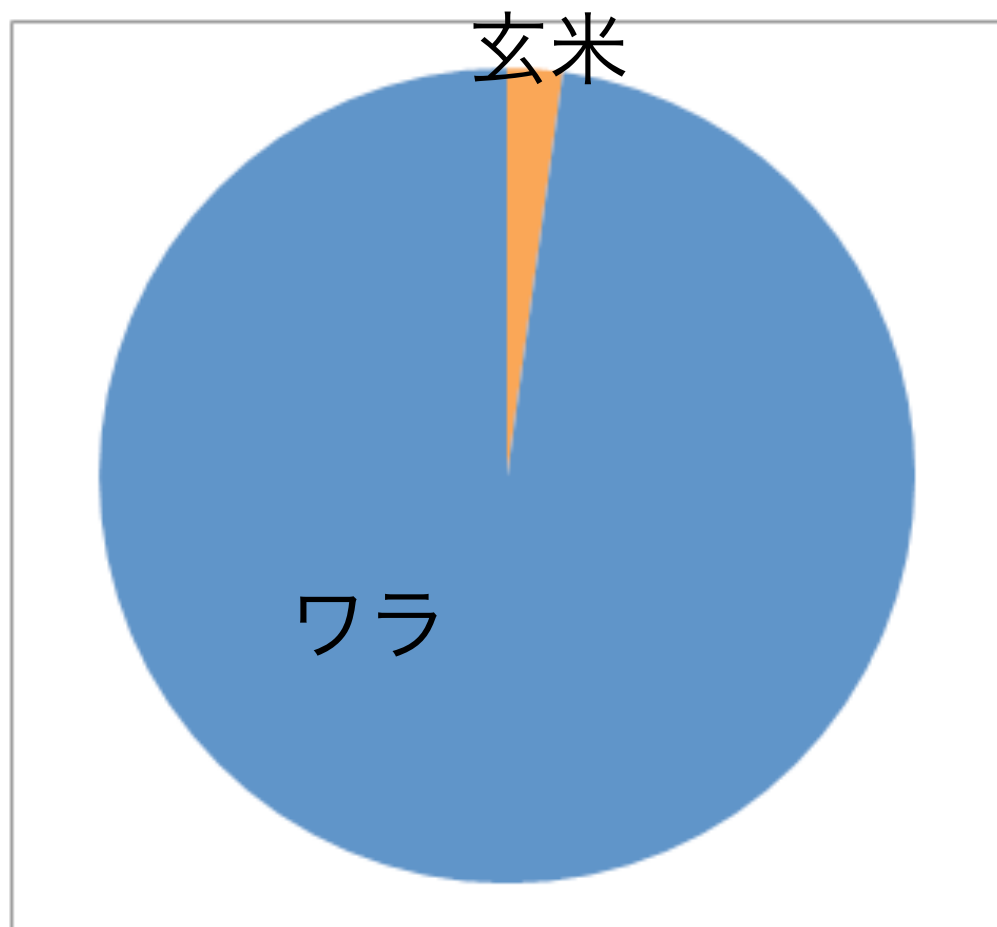


カリウムがあると穂にCsが行きにくい

カリウム欠乏イネ



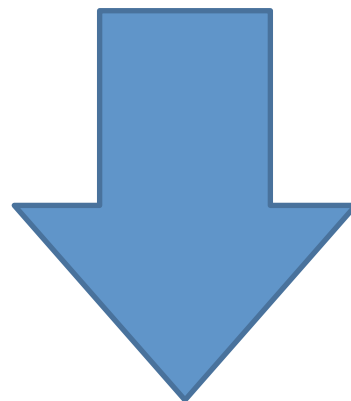
カリウム十分



カリウム肥料：2つの効果、3つのメカニズム

カリウムが十分にあれば

- 1 セシウムの吸収量が半分以下になった。
(イオン同士の競合・根のカリウム選択率の向上)
- 2 吸収されたセシウムが穂に移動しにくかった。



「**吸収抑制**」 「**移動（転流）抑制**」

という二重の効果によって、
米のセシウム含量低減対策として有効。

本日の講義でお話したこと

- 基準値
- カリウムの低減効果

A1A2での受講、ご苦労さまでした。

試験は講義内容から出題されます。

講義もよいですが、是非現場に足を運びましょう。