

# イネ植物体内におけるセシウムイオンの動態と分子機構の考察

田野井慶太郎(東京大学大学院農学生命科学研究科)

塩見修人(東京大学大学院農学生命科学研究科・修士2年)

登達也(Max Planck Institute for Plant Breeding Research・PhD Candidate)

福田善通(JIRCAS熱研・プロジェクトリーダー)

高木宏樹(石川県立大学・助教)

小林奈通子(東京大学大学院農学生命科学研究科・助教)

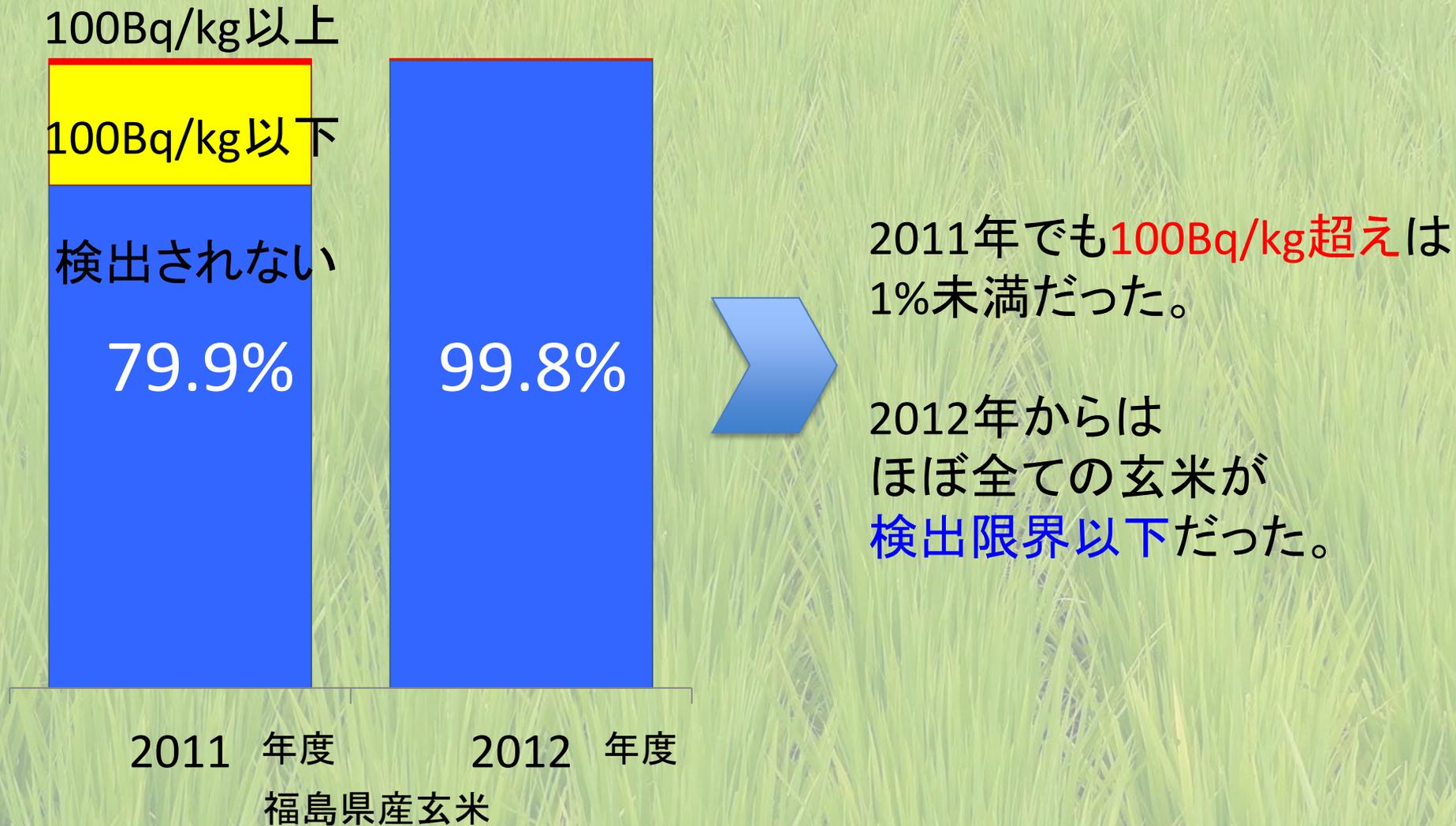
二瓶直登(東京大学大学院農学生命科学研究科・准教授)

中西友子(東京大学大学院農学生命科学研究科・特任教授)

# 今日のお話

1. 玄米の放射性セシウム汚染状況の推移
2. 低セシウム米の必要性
3. セシウムが玄米にいくまでの経路
  - 吸収: 土壌から根へCsを移動させるタンパク質
  - 転流: 葉から穂へCsを移動させるタンパク質
4. 転流をつかさどる門番を探す
5. 今後の見通し

# 1. 玄米の放射性セシウム汚染状況の推移



(Nihei et al., Sci. Rep. 2015, “ふくしまの恵み安全対策協議会”HPより)

# 1. 玄米の放射性セシウム汚染状況の推移



全袋検査を見学するスウェーデンからの来客:伊達市

2012年度	10,346,000袋中	<u>71</u> 袋
2013年度	11,006,000袋中	<u>28</u> 袋
2014年度	11,014,000袋中	<u>2</u> 袋
2015年度	10,496,000袋中	<u>0</u> 袋
2016年度	10,098,204袋中	<u>0</u> 袋



現在は  
すべての玄米が  
100Bq/kgである。

(Nihei et al., Sci. Rep. 2015, “ふくしまの恵み安全対策協議会”HPより)

# 1. 玄米の放射性セシウム汚染状況の推移

- 東日本の水田の多くでは、セシウムイオンの土壌への固定が強かった。



現在、  
お米の安全性  
は保たれている。

- 高濃度に放射性セシウムが玄米に移行する恐れのある地域では、カリウム施肥が徹底された。



## 2. 低セシウム米の必要性

- 一部の水田ではカリウムを施肥しないと心配な状況。
- 世界の土壌は様々。



移行係数      5000Bq/kg土壌での玄米中濃度

最大	0.61	3,050	Bq/kg
最小	0.00013	0.65	Bq/kg
平均 調査466点	0.0083	41.5	Bq/kg

IAEA Technical Reports series no. 472  
P79 Table22

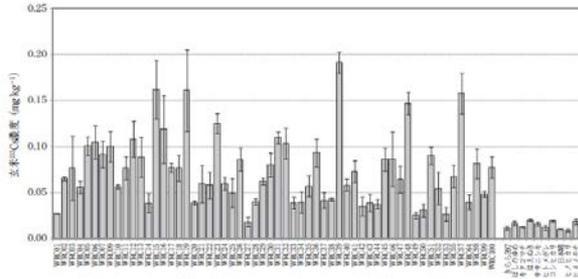


低セシウム米  
必要

# 2. イネの品種間差

世界のイネの玄米中セシウム濃度

Cs-133

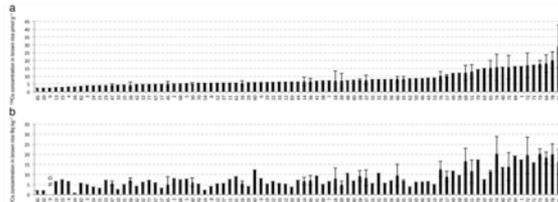


山口ら 2012, 農業環境技術  
研究所報告 31, 75-129.



品種の差がある。

Cs-133

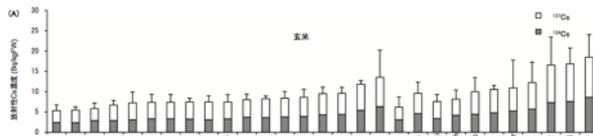


Cs-137

Ohmoriら2014, J Plant Res  
127:57-66.

どうして差があるのか？

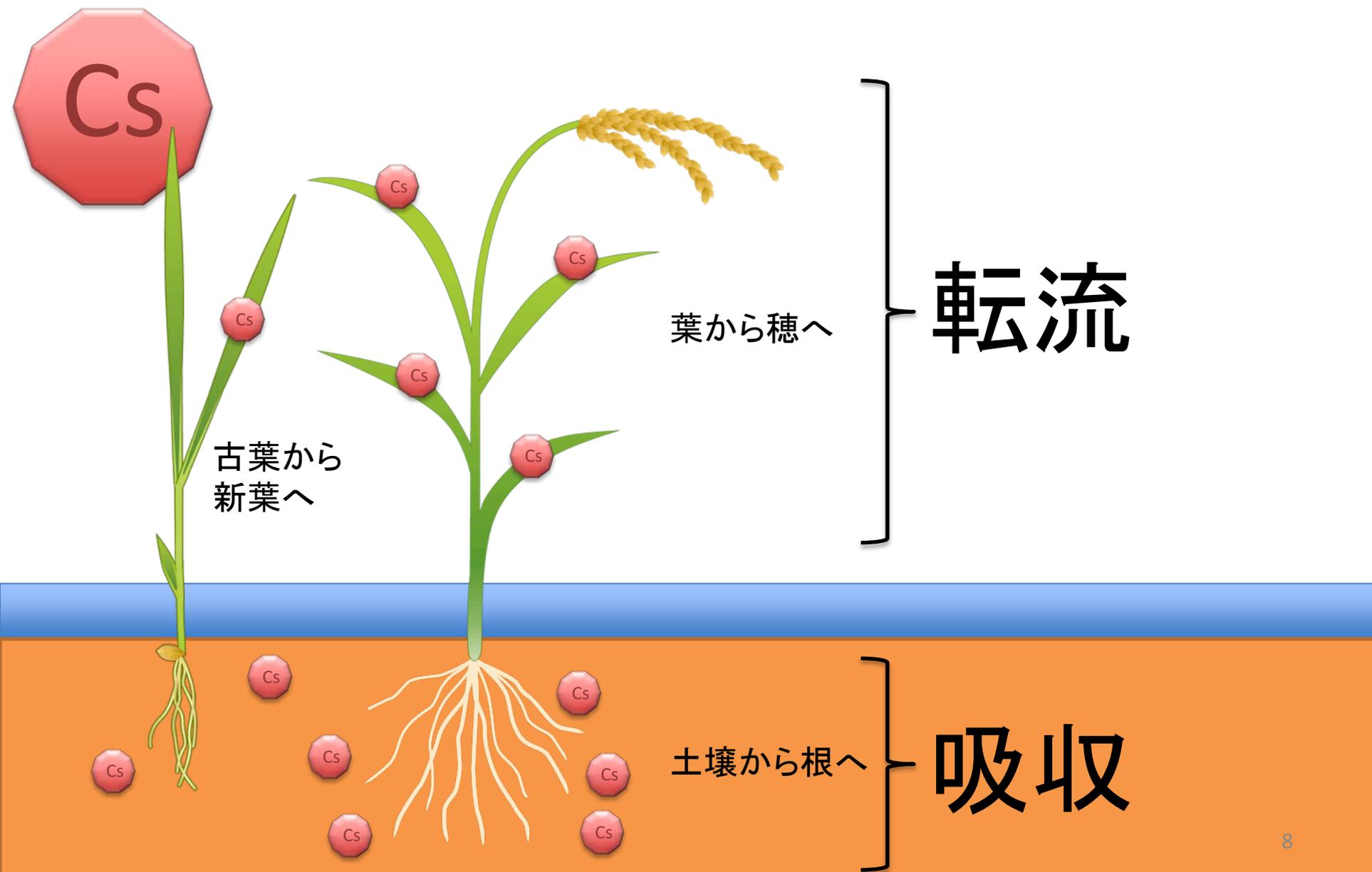
Cs-137



小野ら2014, 福島県農業総合センター研究報告  
放射性物質対策特集号 29-32

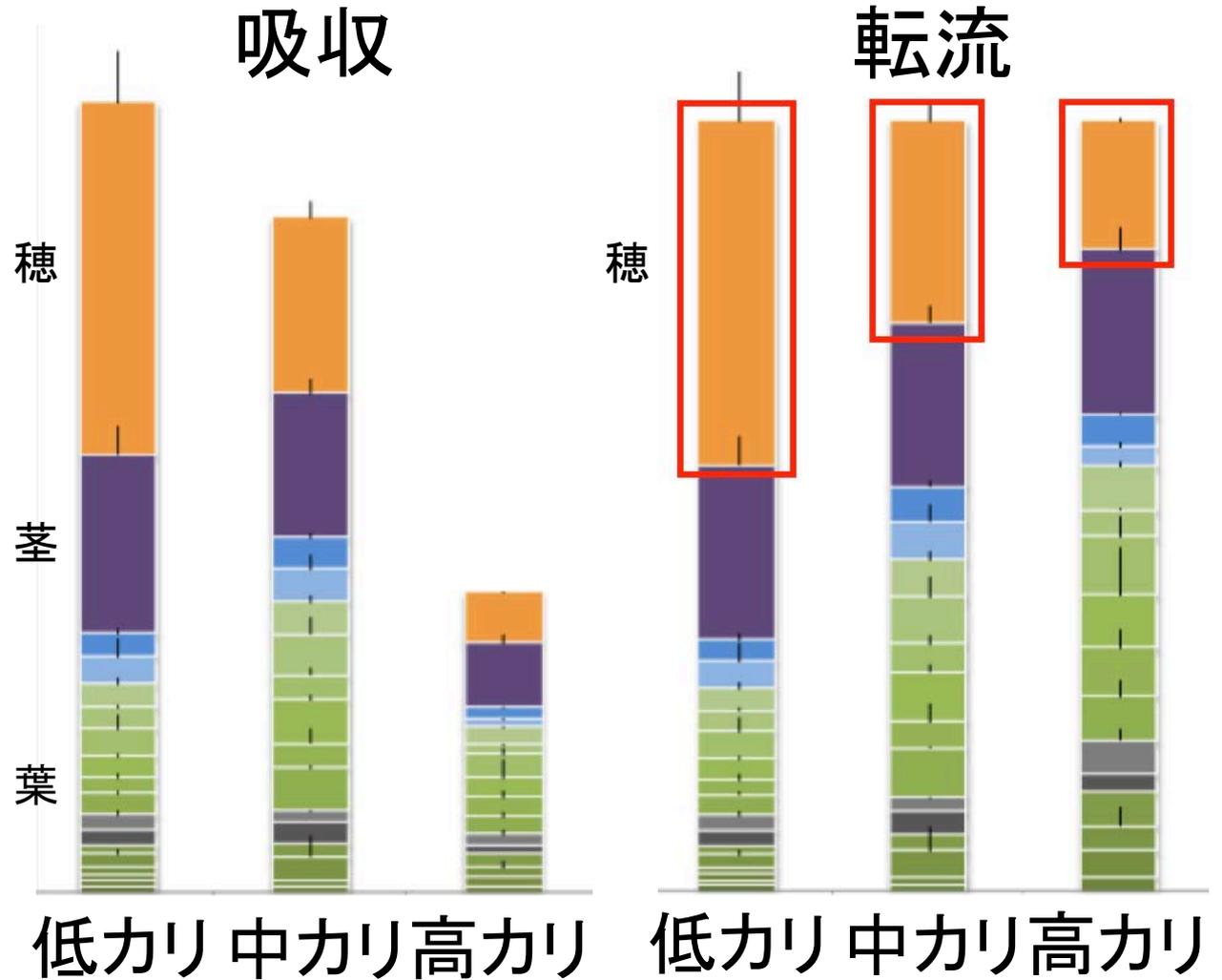
セシウムが玄米に  
到達するまでの  
経路を考えよう。

### 3. セシウムが玄米にいくまでの経路



ちなみに...

# カリウム施肥で セシウムの吸収も転流も低減できる。





# セシウムの吸収

土壌から根へCsを移動させるタンパク質 関所

セシウムとカリウムは同じ様式で植物に吸収されている。

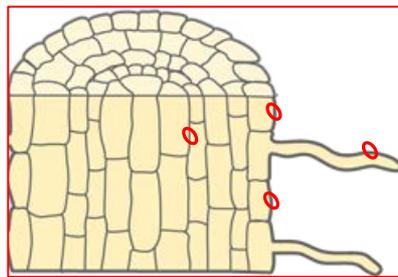
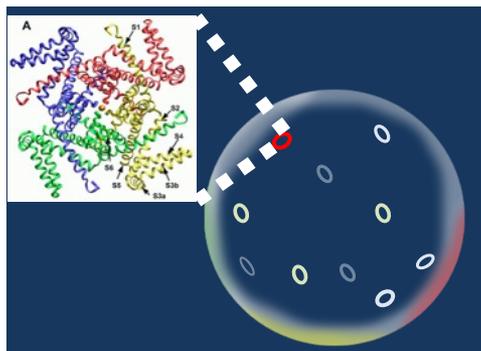
(Collander 1941, Bange and Overstreet 1960, Epstein 1972, White and Broadley. 2000, Smolders and Tsukada. 2011)

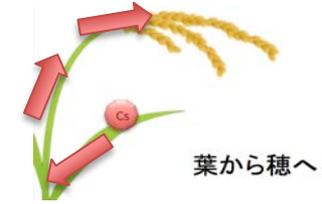
カリウム輸送タンパク質がセシウムイオンも輸送する。

(Kim et al. 1998, Fu and Luan 1998, Qi et al. 2008, Pyo et al. 2010)



土壌から植物へ。  
セシウムは、  
カリウムの**通り道**を  
**〇〇〇〇**  
通っているようだ。

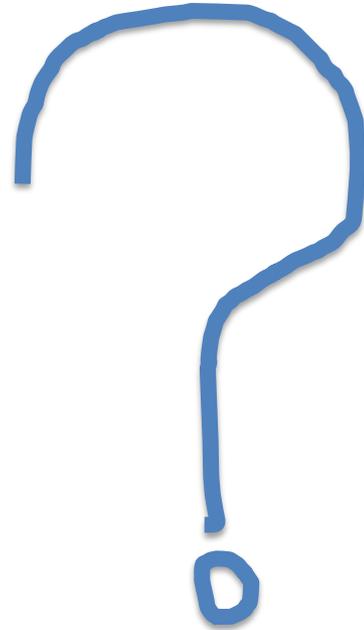
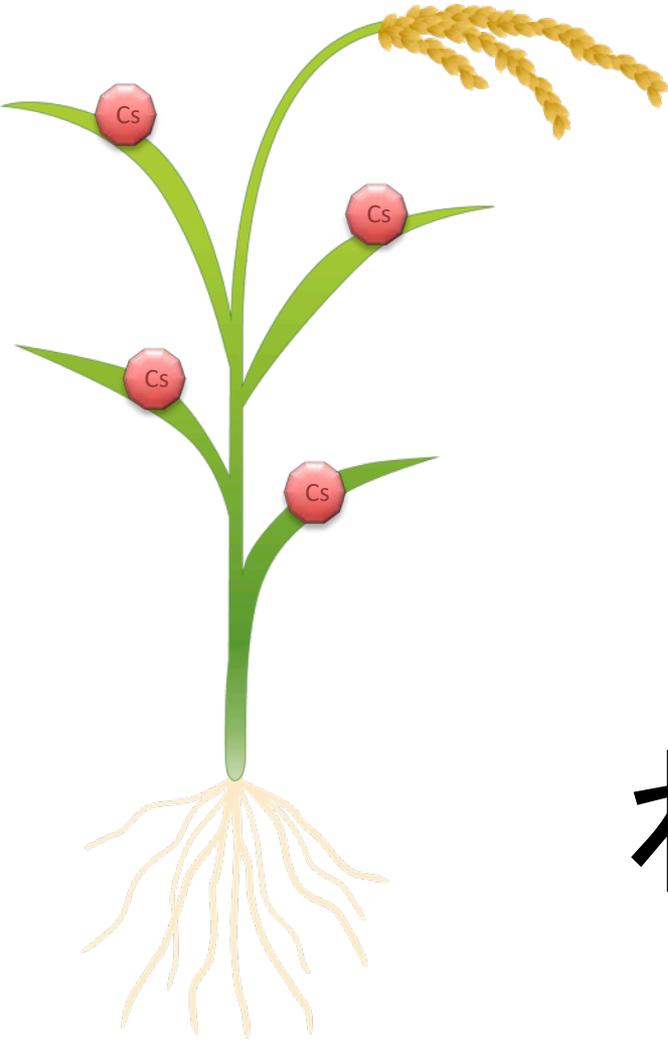




葉から穂へ

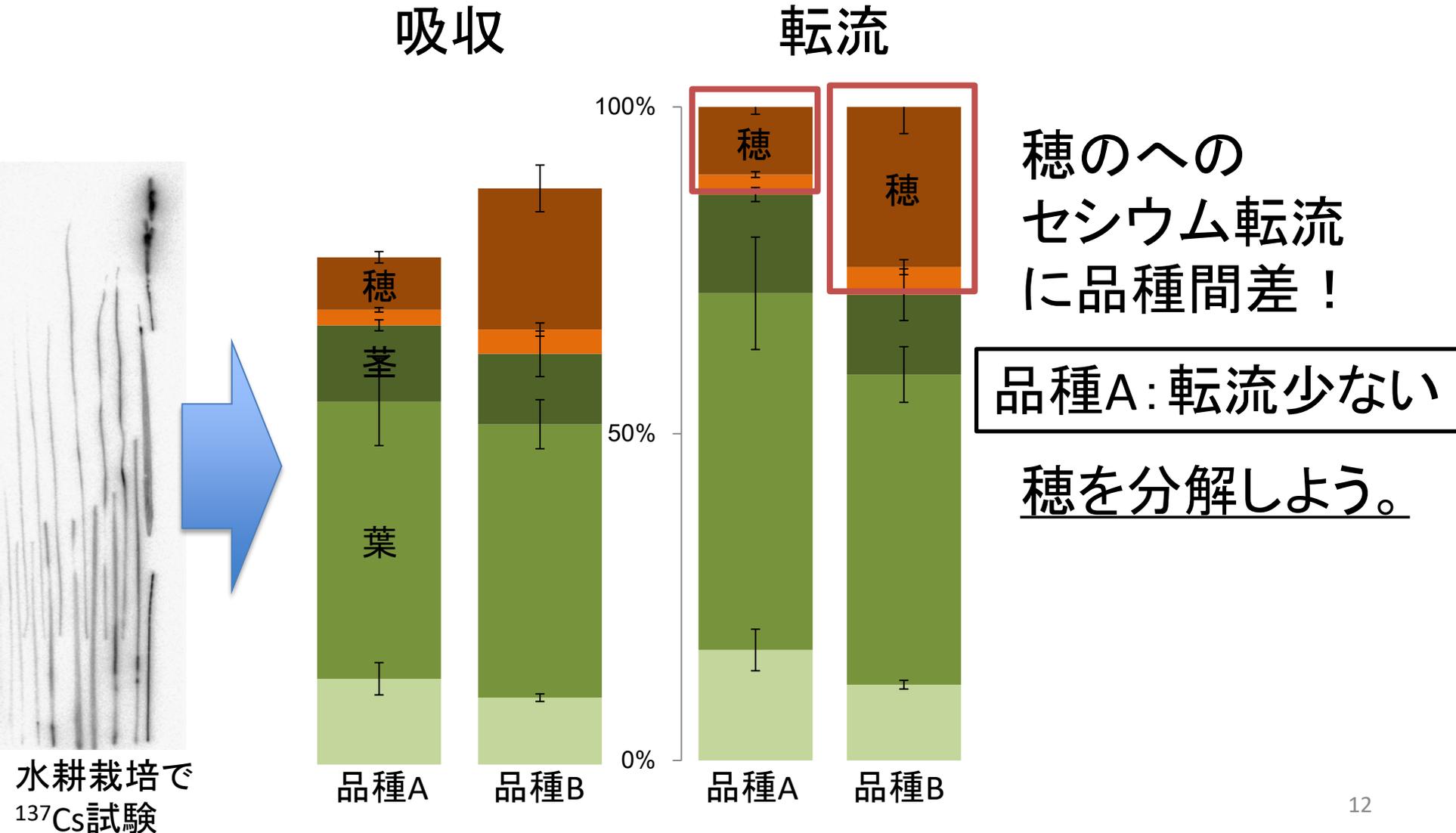
# セシウムの転流

葉から穂へCsを移動させるタンパク質 関所



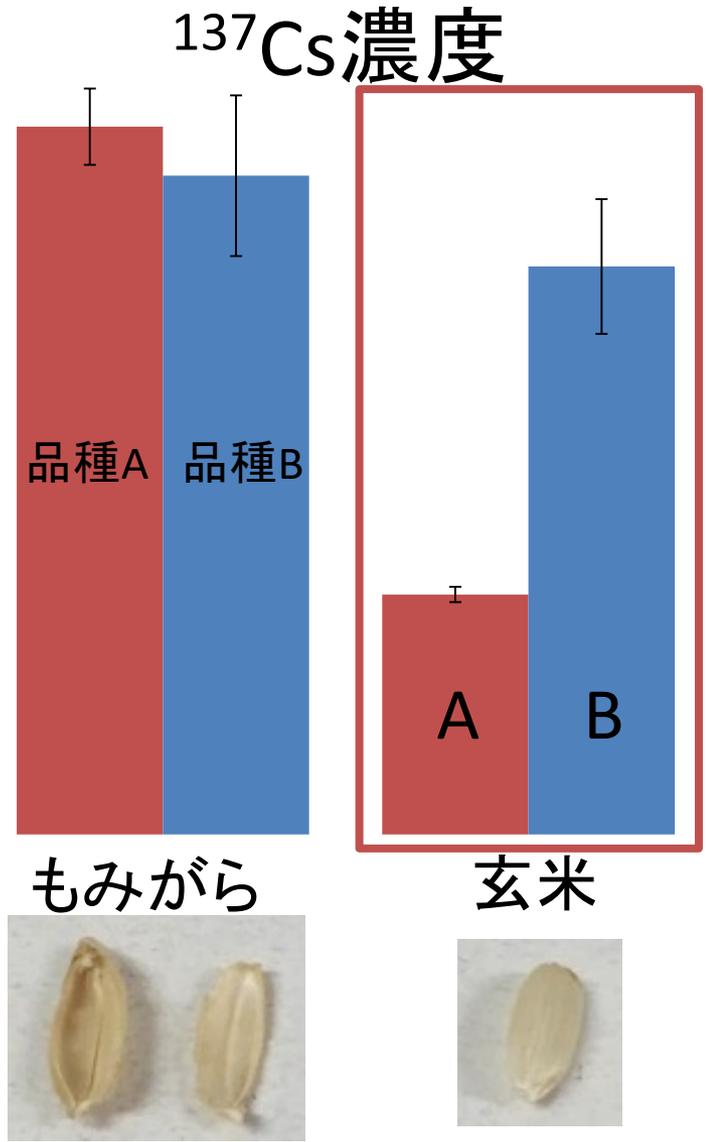
わかってません！

# 4. 転流をつかさどる門番を探す



4. 転流をつかさどる門番を探す

# 玄米へのセシウム移行に違いがあった。



籾殻のセシウム濃度は同様

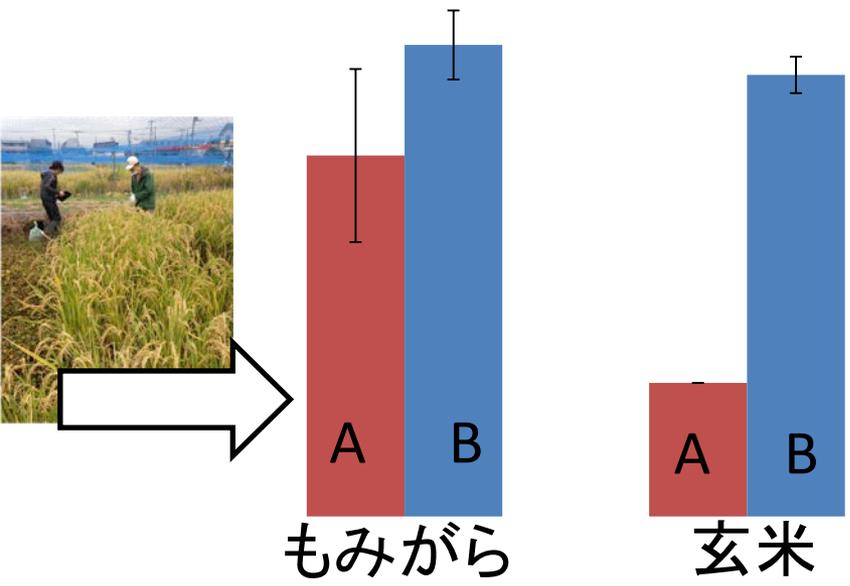
玄米の放射性セシウム濃度に大きな違い！

品種A: 転流少ない

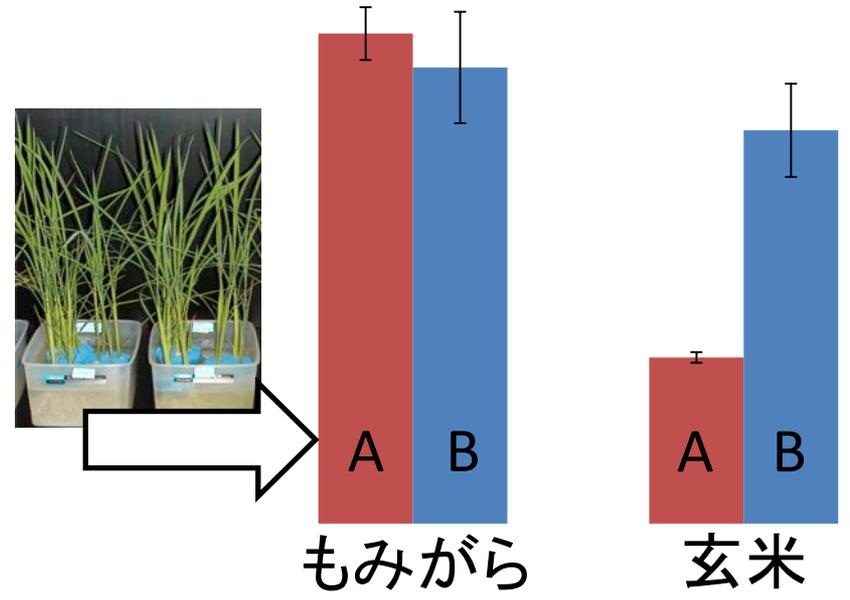
4. 転流をつかさどる門番を探す

水耕土耕ともに同じ傾向が見られた。

田無(土耕)  $^{133}\text{Cs}$



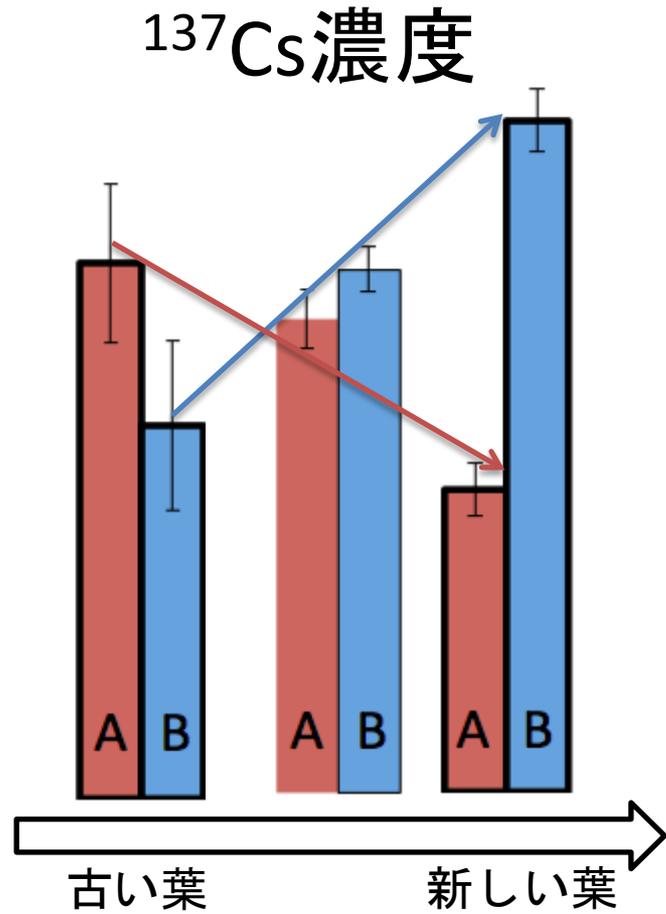
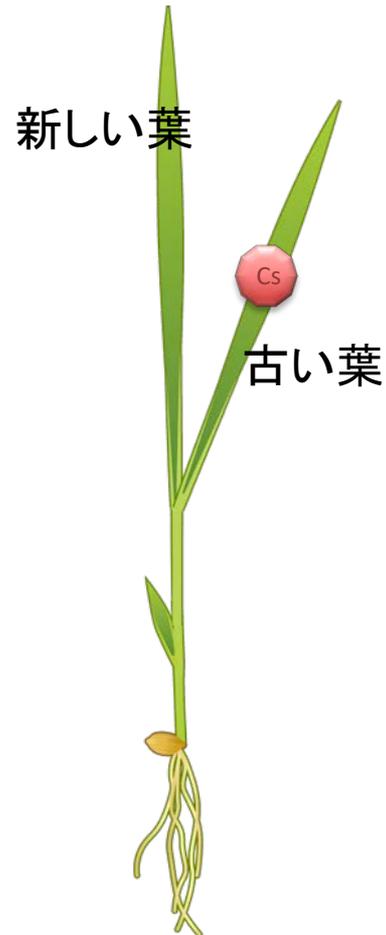
トレーサー実験(水耕)  $^{137}\text{Cs}$



品種A: 転流少ない

4. 転流をつかさどる門番を探す

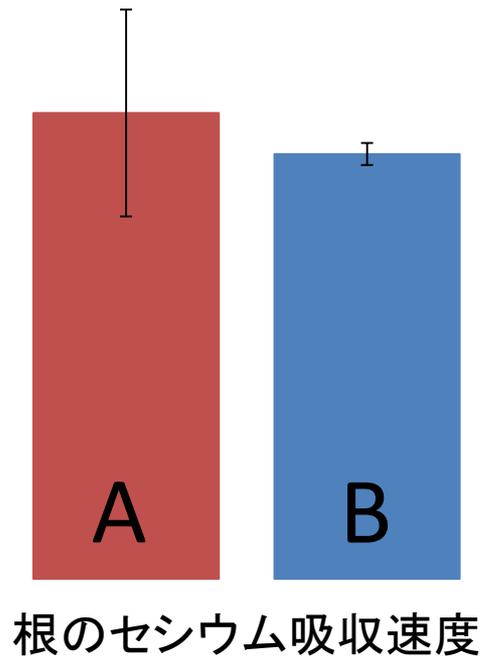
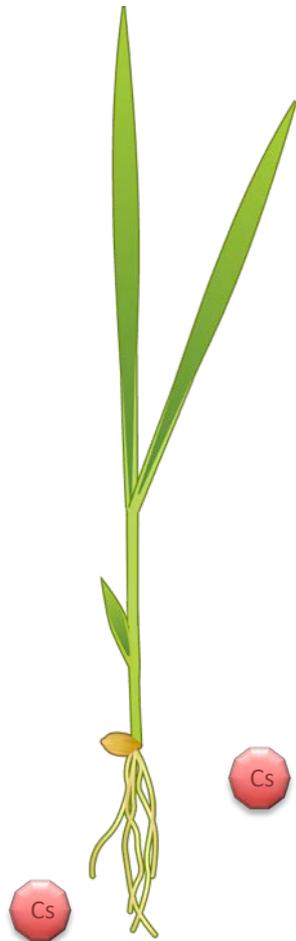
幼植物でも同じ傾向が見られた。



品種A: 転流少ない

#### 4. 転流をつかさどる門番を探す

# セシウム吸収に差は無い。



品種Aと品種Bで  
根がセシウムを  
吸収する量は  
差が無い。

## 品種AとBのまとめ

### 差がある項目

- 穂へ移行するCsの量
- 玄米のCs量
- 新しい葉へ移行するCs量

### 差がない項目

- もみがらのCs量
- 根が吸収するCs量



この2つの品種を比べることで、セシウムが玄米に移行するメカニズムを明らかにできるのでは！？

# 2つのイネを比較して 遺伝子情報の差を見つける



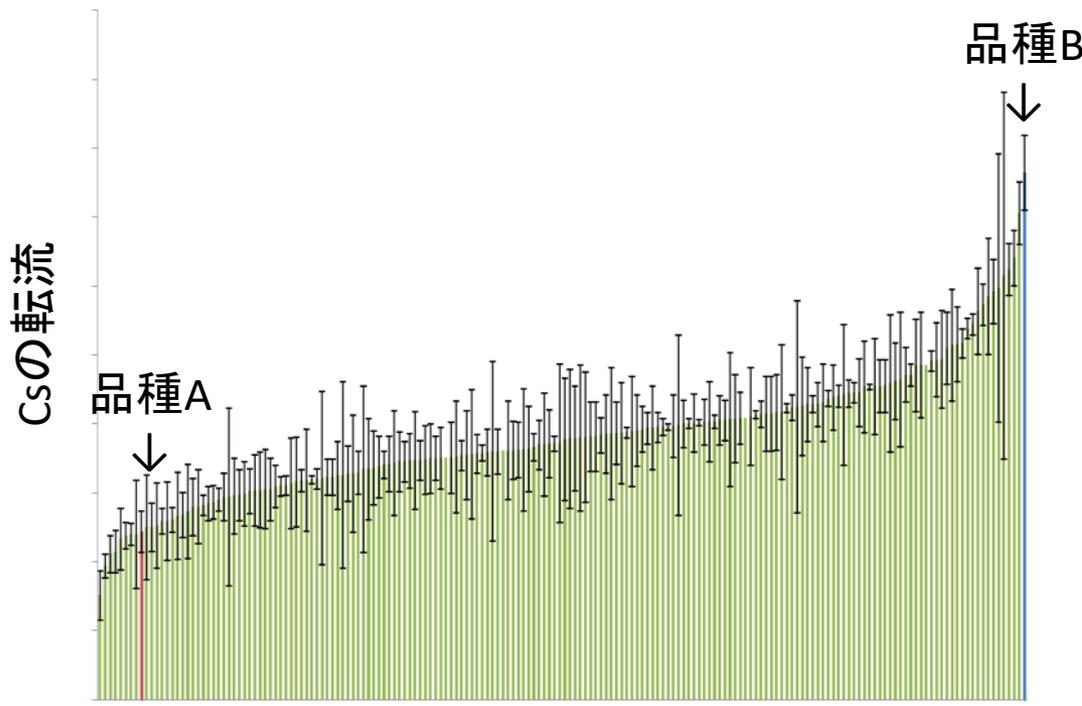
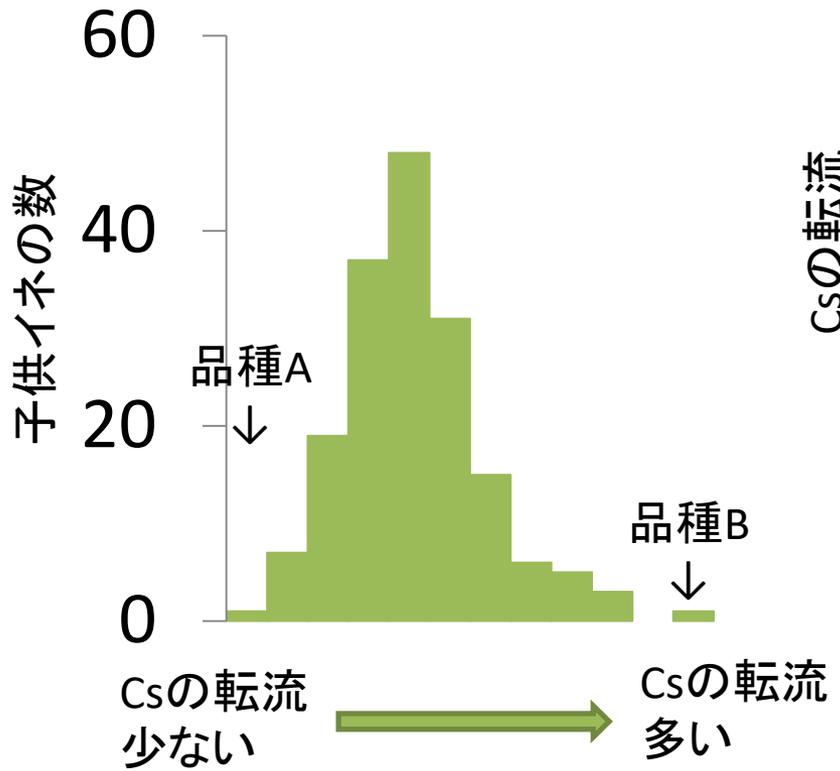
## やり方

- 2つのイネを交配する。
- できたお米を再度育てて、何度か自家受粉で育てる。
- 2つのイネを親とした子供たちがたくさんできる。
- この子供たちのセシウム転流と遺伝子を調べると、「セシウム転流」をつかさどる遺伝子が見つかるかもしれない。

4. 転流をつかさどる門番を探す

# 品種AとBの子供イネ

幼植物での実験

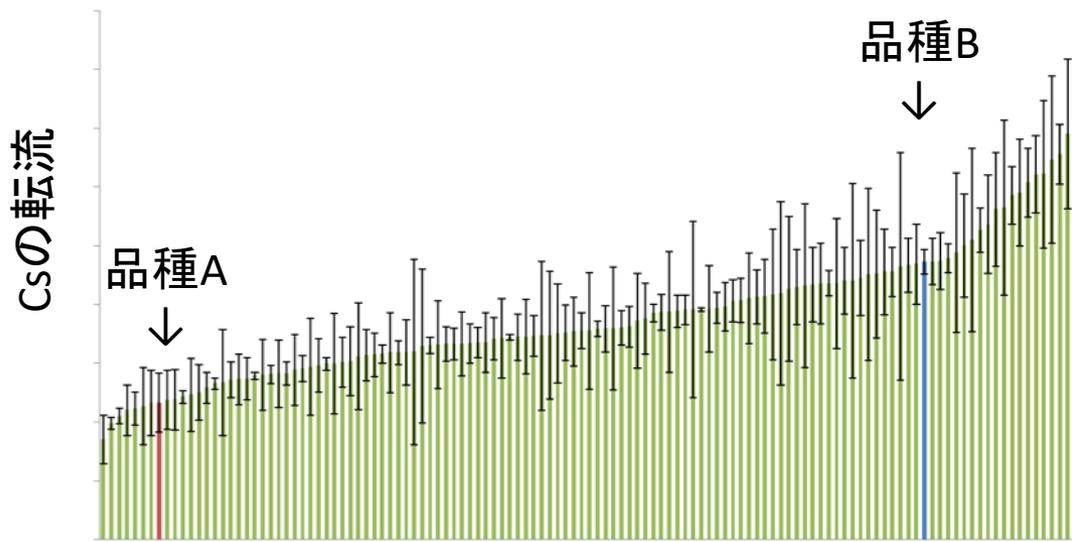
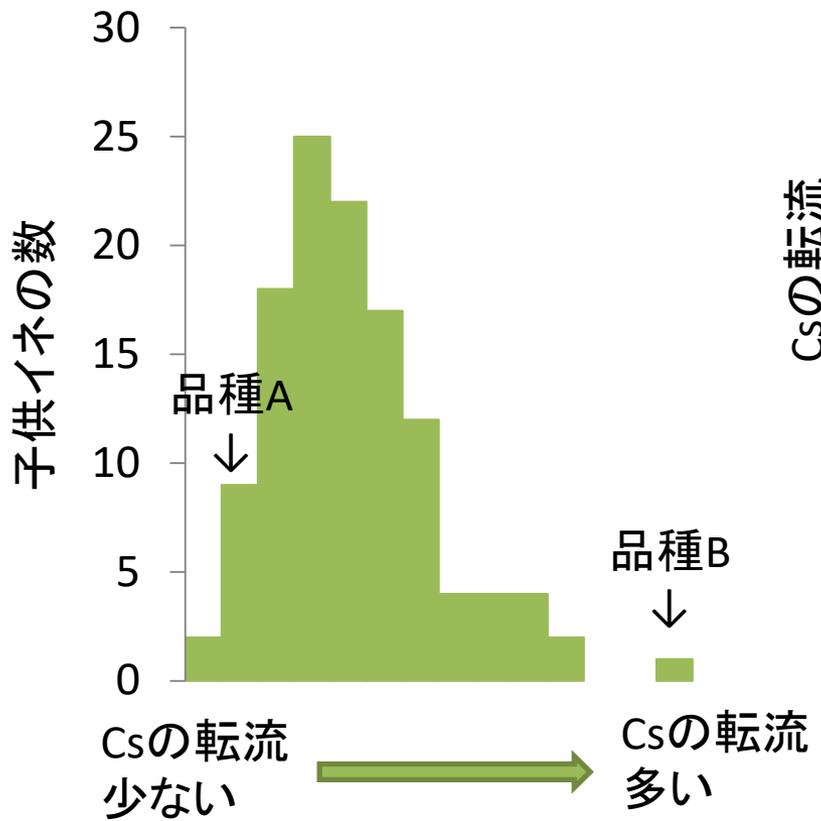


173の子供イネと2つの親イネ  
転流がすくない順に並べた。

4. 転流をつかさどる門番を探す

# 品種AとBの子供イネ

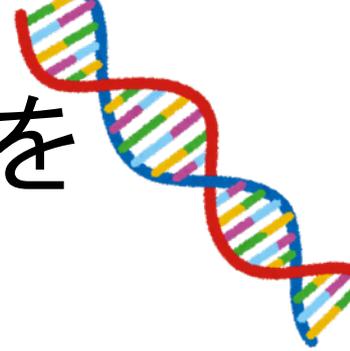
玄米/もみから



120の子供イネと2つの親イネ  
転流がすくない順に並べた。

4. 転流をつかさどる門番を探す

# ゲノムのどこにセシウム転流をつかさどる領域があるか？



イネには12本の染色体

どの領域にセシウム転流がありそうか

現在、研究を進めている。

## 5. 今後の見通し

- 低カリウム時のセシウム吸収をかなり抑えられるイネは近く誕生するのでは。シロイヌナズナでは既に報告済み。
- カリウムがあるのにセシウムが玄米に検出される水田が一部で存在する。これを防ぐイネの開発のために、、、
  - 転流メカニズムの解明
  - 吸収メカニズムの解明

# ご静聴ありがとうございました。

放射能汚染教育研究 — 最近の活動より

