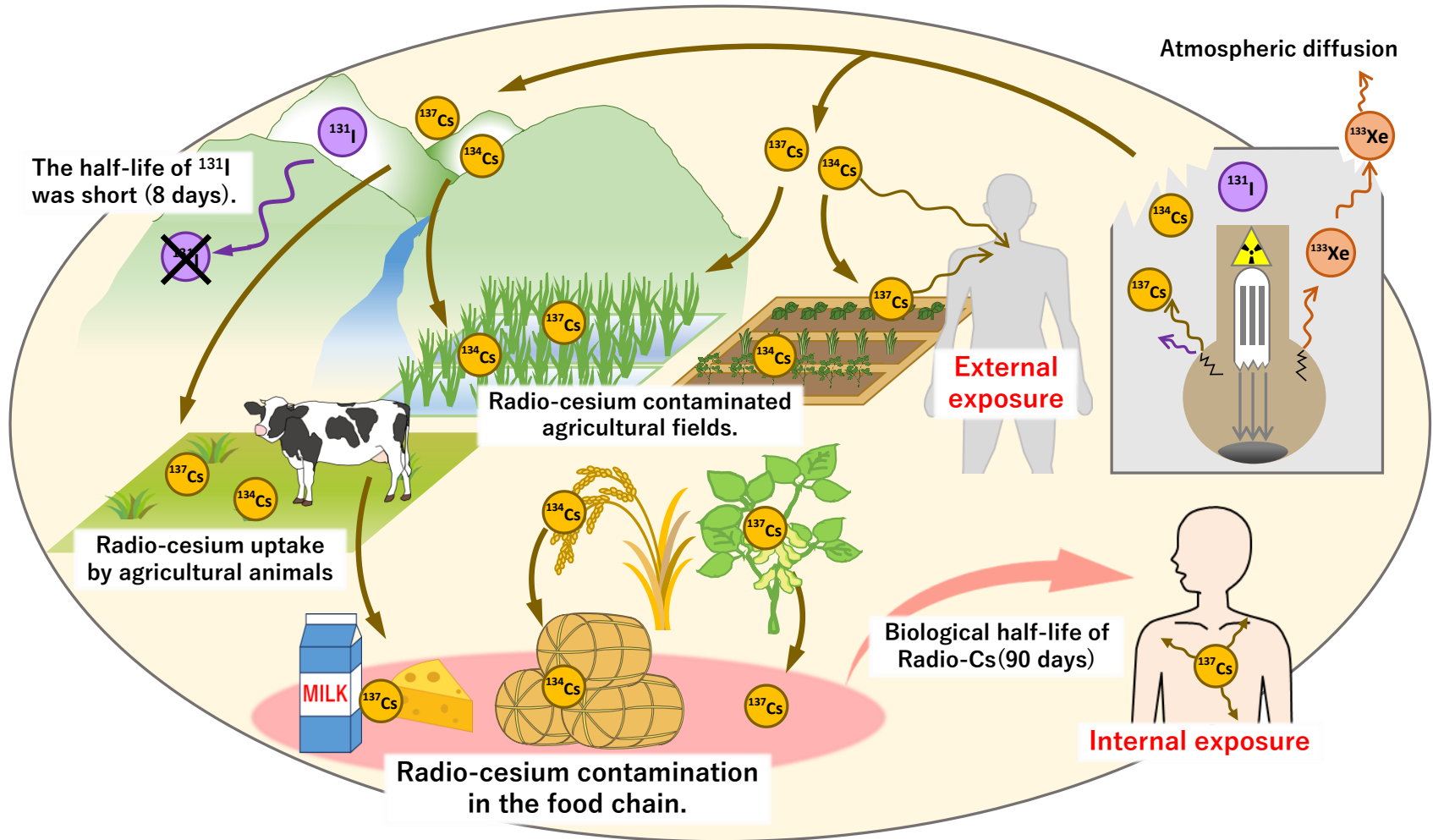


# セシウム低吸収性イネの開発

秋田県立大学 生物資源科学部  
生物生産科学科 植物栄養研究室  
准教授 頼 泰樹  
TEL 018-872-1655  
E-mail [raihiro@akita-pu.ac.jp](mailto:raihiro@akita-pu.ac.jp)

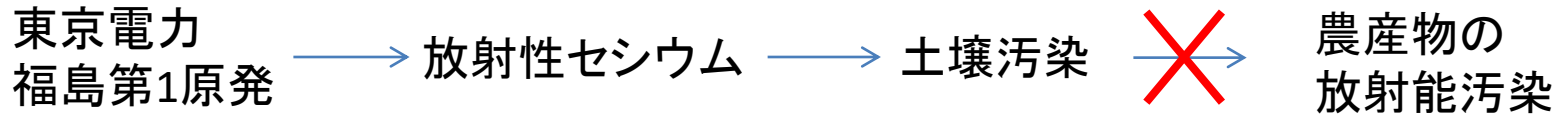
# 原発事故とそれによる放射性セシウム汚染の問題



# 従来技術とその問題点

## 原発事故による放射性セシウムの問題

2011年3月11日 東日本大震災



### 農産物の放射能汚染防止策

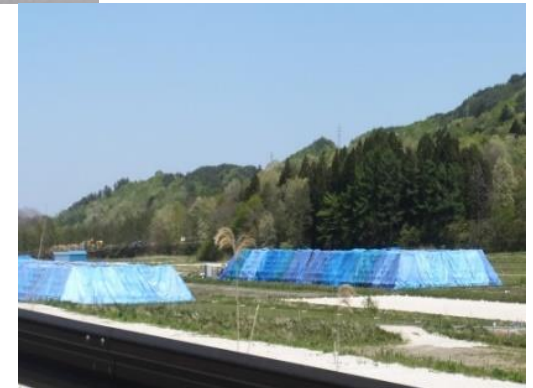
#### ① 表土の除去

- ・ 莫大な除去・運搬コスト
- ・ 汚染土の保管



#### ② カリウム多肥

- ・ カリウム肥料散布の労力のコスト



とにかくも 莫大な費用と労力を要する

研究を始めた段階では・・・。

植物全般

カリウムの輸送体が壊れると枯れるのでは？

シロイヌナズナ

セシウムが複数の輸送体から根に流入している可能性

高等植物のセシウム  
吸収メカニズムは不明

イネ

カリウム輸送体は  
50種類もある。

セシウム低吸収の品種、系統  
は見つかっていなかった

イネ

セシウムを吸わないイネはできないのでは？

**栽培品種の突然変異集団を探索して**

**セシウム低吸収系統を発見。**

原因遺伝子の特定

生理学的な特性解析

図1 イネのセシウム吸収に関する研究の背景と研究の流れ

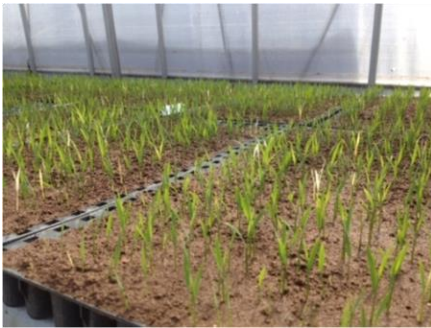
## 試料

- 化学変異剤(MNU,アジ化ナトリウム)で突然変異を誘発したあきたこまちのM<sub>3</sub>世代

注)玄米のセシウム吸収において、あきたこまちは日本の栽培品種の中でコシヒカリなど玄米のセシウム量が低いグループに属しています。

## 方法

- 秋田県内の水田圃場で変異体イネ11000系統を栽培
- 収穫できた8027系統の玄米 → 自然条件下で微量に存在する<sup>133</sup>Csを定量



5月上旬「播種」



5月下旬「田植え」



9月下旬「籾収穫」



玄米の元素組成分析

図2 本研究における突然変異水稻の作出手法

## セシウム低吸収変異体の探索

セシウム吸収量が低く  
カリウム吸収量は普通

セシウム少

	25Mg	39K	43Ca	52Cr	54Fe	55Mn	65Cu	66Zn	75As	92Mo	114Cd	133Cs	K/Cs
6152 E10-4	1103	2561	65	0.297	9.7	18.1	3.74	52.4	0.132	0.849	0.339	0.006	465116
7037 F5-136	1206	2410	62	0.277	7.0	15.1	4.64	54.1	0.093	0.829	0.316	0.006	373750
5193 D10-23	1102	2211	57	0.229	3.3	13.4	3.79	43.4	0.080	0.650	0.329	0.008	278077

8027個体を分析

3245 B11-102	930	2951	73	0.298	9.4	2.2	5.84	65.5	0.042	0.703	1.381	0.092	32171
2024 B3-12	1656	3367	101	0.240	13.2	24.1	5.29	80.2	0.162	0.916	0.379	0.107	31352

セシウム多

玄米のセシウム( $^{133}\text{Cs}$ )濃度を測定

セシウム濃度が  
極端に低い  
3系統を発見  
*lcs-1~3とする。*  
(*low Cs accumulation*)



それぞれ独立に生じた系統



Cs低吸収性は3世代にわたり安定的に維持

圃場試験は2012年から継続して実施

図3 セシウム低吸収変異体の探索



セシウム低吸収系統  
*lcs-3*



対照

#### 図4 セシウム低吸収系統の外観

秋田県大潟村の土壌を用いて試験用ポットで栽培しました。

収穫期の外観では親品種のあきたこまちと大きな差は見られませんでした。



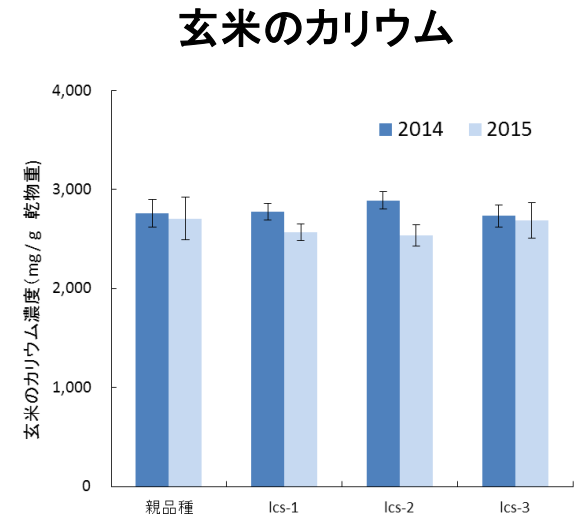
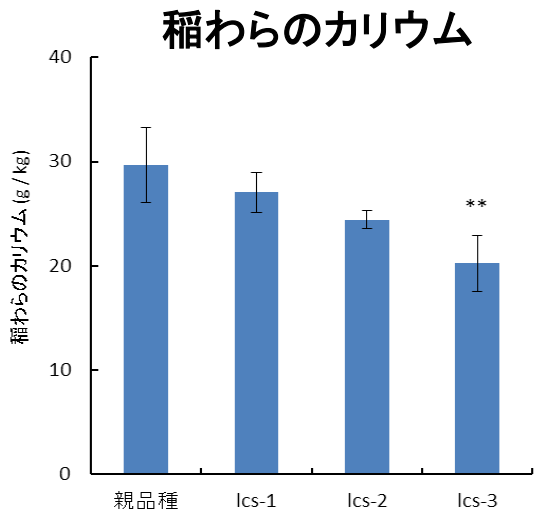
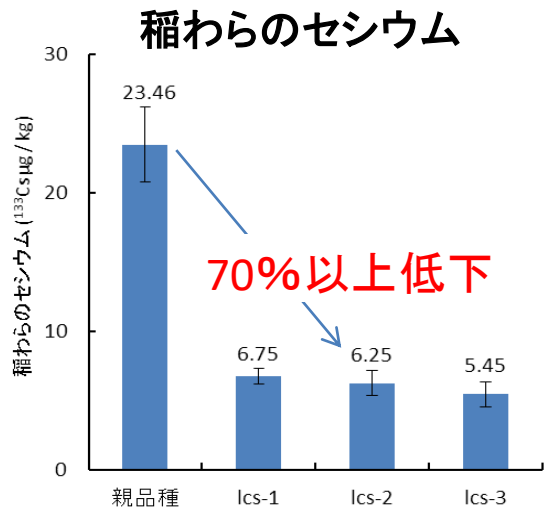
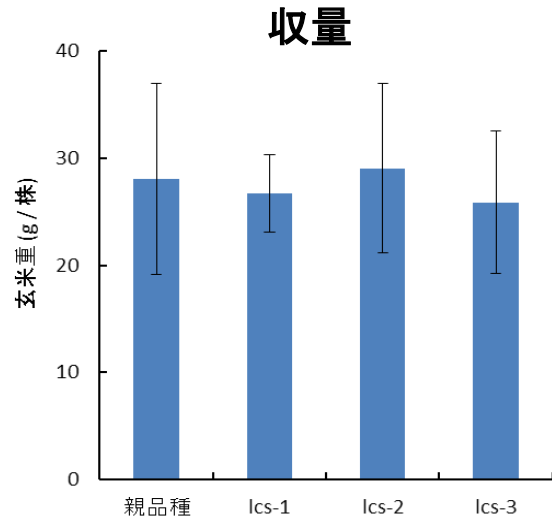
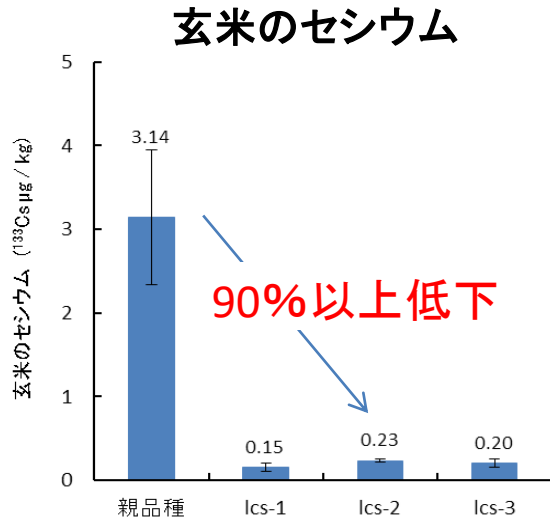


図5 セシウム低吸収系統の特性【2015年度 秋田県大潟村】

放射性セシウムで汚染されていない圃場で栽培し、安定同位体の $^{133}\text{Cs}$ を測定しました。稲わら、玄米のセシウム濃度は大きく低下するものの、稲わらに含まれるカリウムや玄米の収量に対する影響はみられませんでした。



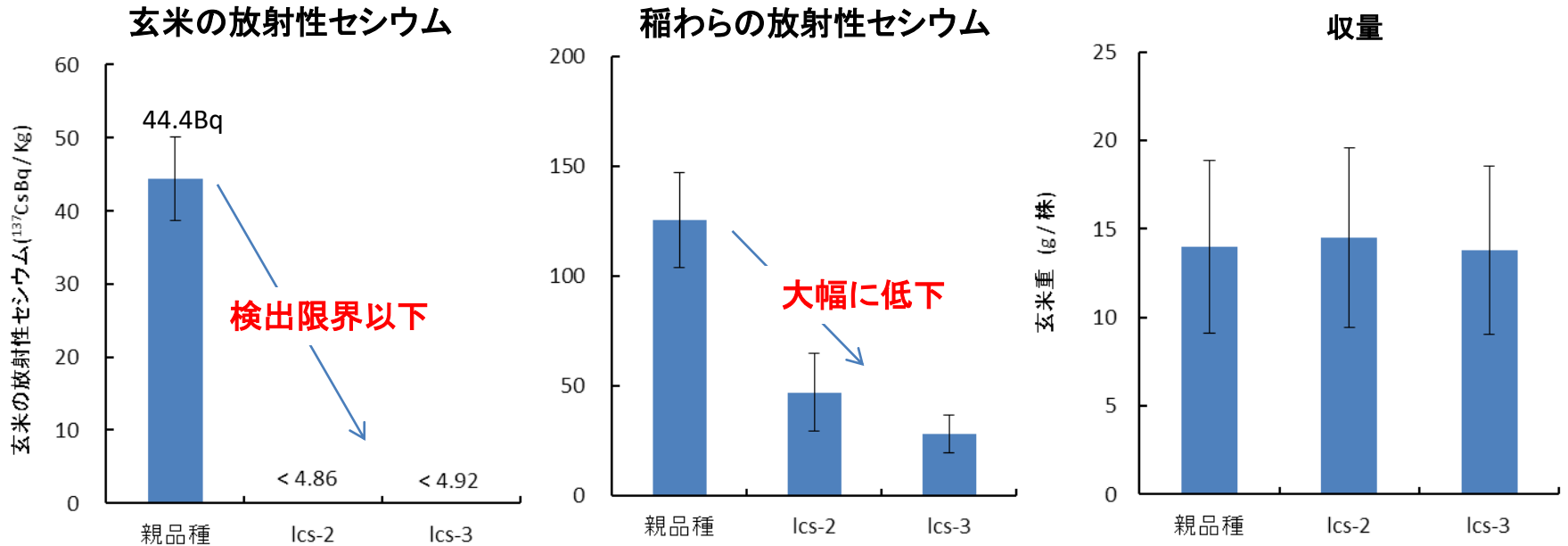


図6 放射性セシウム汚染圃場での栽培結果【2016年度 福島県】

セシウム低吸収系統 (lcs-2と3) および親品種のあきたこまちを約3,500 Bq/kgの<sup>137</sup>Csを含み、交換性カリウム濃度は79 mg/kg (交換性カリ濃度換算で95 mg/kg) という (セシウムを吸収しやすい) カリウム欠乏圃場で栽培しました。玄米のセシウム濃度は対照の10%近くに抑えられていました。開花期の遅れや生育後半に稲わらが若干もろくなるなどの影響も見られましたが、その収量はほぼ同等でした。

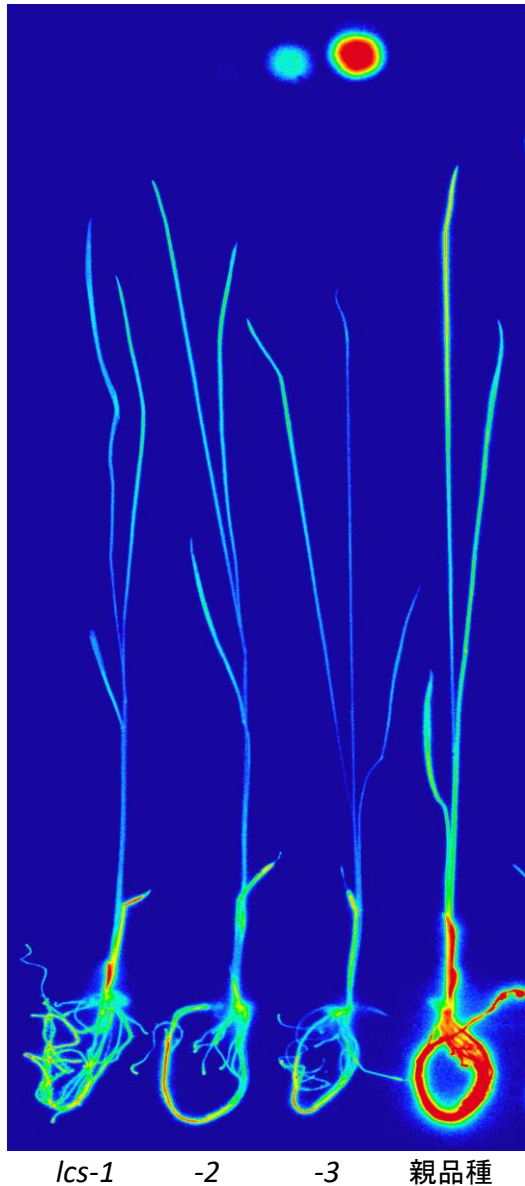
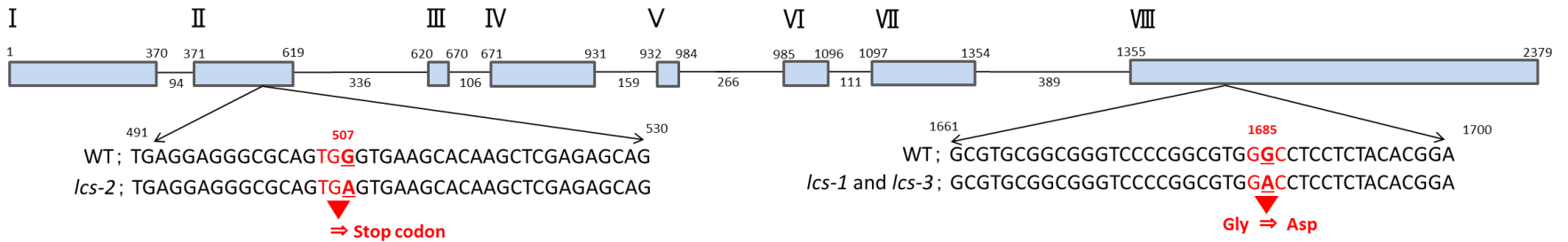


図7 根への $^{137}\text{Cs}$ の吸収解析

青⇒緑⇒黄⇒赤と $^{137}\text{Cs}$ の存在量が多くなることを示しています。親品種に対し、セシウム低吸収系統では根への $^{137}\text{Cs}$ の吸収が少ないことがわかります。

# 原因遺伝子の特定

Cs低吸収の原因遺伝子 ⇒ *OsHAK1* (LOC\_Os04g32920)



突然変異体は3系統とも

high affinity K<sup>+</sup> transporter  
~~*OsHAK1*~~

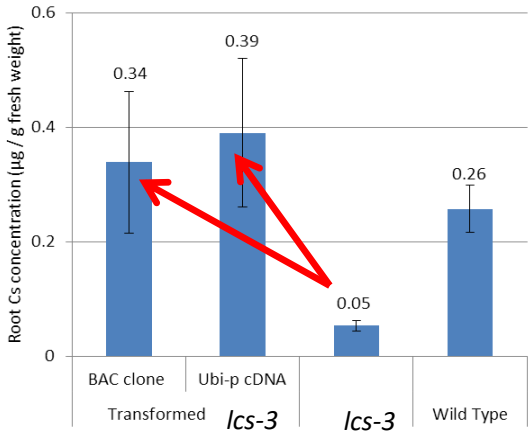
が壊れていた。

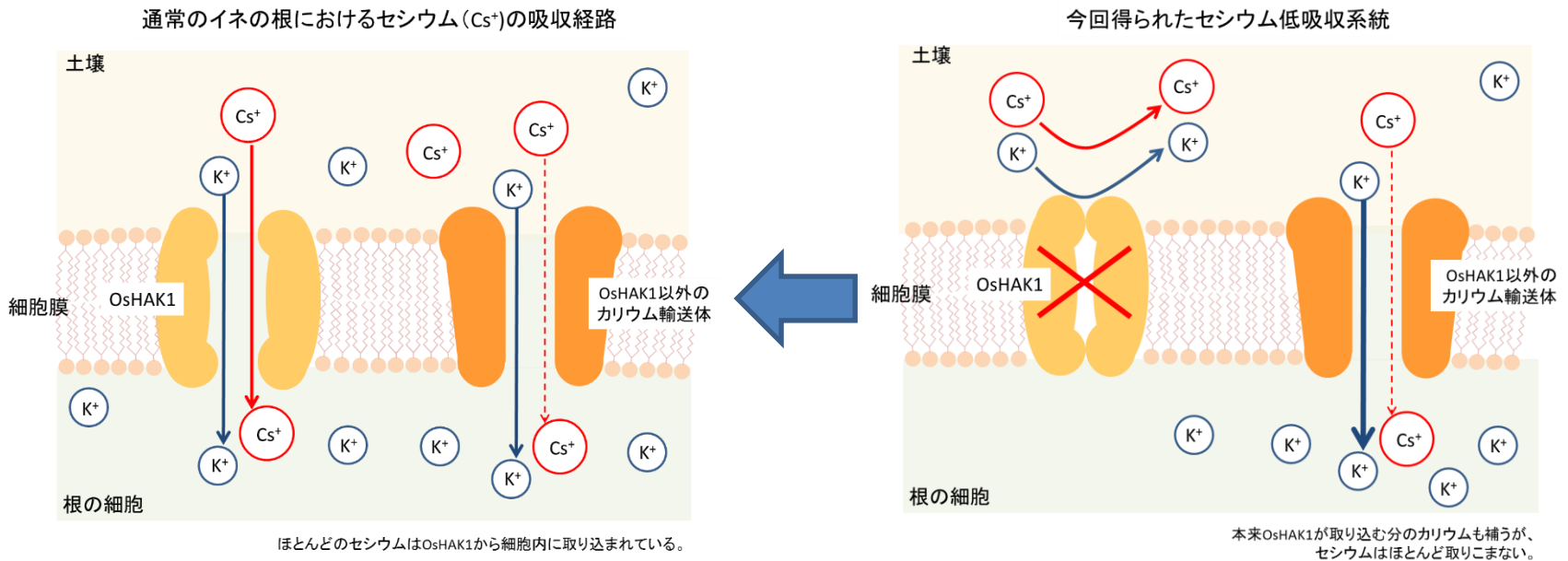
壊れていない  
*OsHAK1*

この遺伝子で  
間違いない



*OsHAK1*の機能  
を取り戻した  
イネを作成



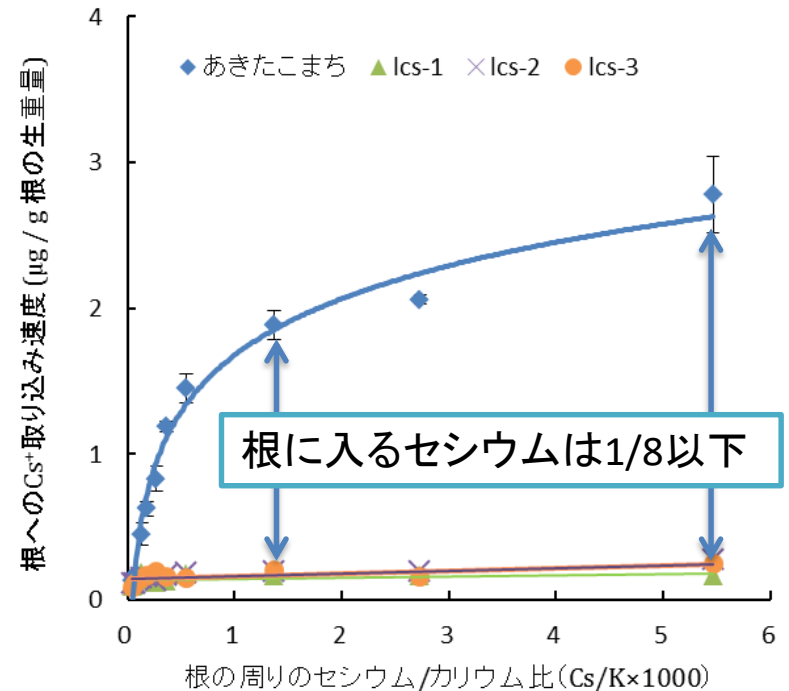
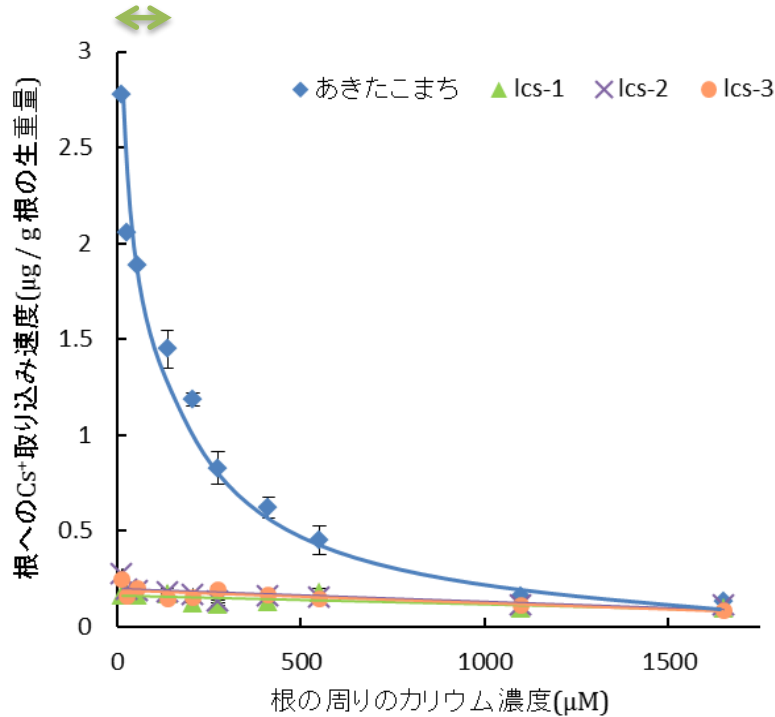


## 図8 推定されるイネの根におけるセシウムの吸収経路

低吸収系統が得られたことで、遺伝子の働きと生理学的な特性の比較が可能になり、イネがどのようにセシウムを吸収しているかが推定できました。

## セシウム低吸収系統の根へのセシウム吸収特性(カリウム濃度との関係)

### 通常の土壌のK<sup>+</sup>濃度



通常の土壌のK<sup>+</sup>濃度

一般的な濃度でカリウムを含む土壌で栽培すると  
根に取り込まれるセシウムは1/8以下となることが予測される。

## 本研究の要約

### 原因遺伝子の特定

- ① セシウム低吸収の原因遺伝子は*OsHAK1*

### 生理学的な特性解析

- ② イネのセシウムの吸収経路で最も重要な経路は*OsHAK1*である。
- ③ *OsHAK1*遺伝子を壊すとCsの根への取り込みは1/8に下がる。  
(葉から籾にセシウムが入る段階でも低減効果がみられる。)
- ④ 今回得られた変異体は通常の肥沃度の土壌で十分生育できる。  
収量に対する致命的な悪影響も現時点ではみられていない。

## 新技術の特徴・従来技術との比較

土壌の除去などによる除染には莫大な費用と長期にわたる汚染土壌の保管が問題



土壌を移動させることなく基準値以下の農作物の生産が可能。

## 企業への期待

- ① 万が一の対抗策として品種を作出しておく必要性
- ② その他の元素の低吸収（高吸収）品種の開発の  
**ニーズ**があればお聞かせください！



## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：セシウム吸収を制御する遺伝子  
およびセシウム低吸収性植物
- 出願番号：特願2016-167064
- 公開番号：特開2018-033326
- 登録番号：特許第6874956号
- 出願人：公立大学法人秋田県立大学
- 発明者：頼 泰樹、佐藤 奈美子

## 参考文献

- 1) Rai,H., Yokoyama,S., Satoh-Nagasawa,N., Furukawa,J., Nomi,T., Ito,Y., Fujimura,S., Takahashi,H., Suzuki,R., Mannai,Y.E.L., Goto,A., Fuji,S., Nakamura,S., Shinano,T., Nagasawa,N., Wabiko,H. and Hattori,H. 2017.  
Cesium uptake by rice roots largely depends upon a single gene, HAK1, which encodes a potassium transporter. *Plant and Cell Physiology*, vol.58(9), 1486-1493
- 2) Rai,H., Kawabata,M., 2020, The dynamics of radio-caesium in soils and mechanism of caesium uptake into higher plants: Newly elucidated mechanism of caesium uptake into rice plants, *Frontiers in Plant Science*,Vol.11, Article528  
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00528>
- 3) 頼 泰樹, 河端 美玖, 2020. 土壌, そして植物への放射性セシウムの動態, ]  
*化学と生物* vol.58(6), 333-342,
- 4) 頼 泰樹 セシウムを吸わないイネの開発 アグリバイオ 2023年11月  
臨時増刊号

# お問い合わせ先

公立大学法人秋田県立大学

地域連携・研究センター 泉 牧子

TEL : 018-872-1557

FAX : 018-872-1673

e-mail : [stic@akita-pu.ac.jp](mailto:stic@akita-pu.ac.jp)