

ダイズの放射性セシウム吸収 について

放射性同位元素施設
二瓶 直登

ダイズ

起源：中国東北北部からシベリア（諸説あり）

原種：ツルマメ



ダイズ

世界第4位の生産量

- ◎ 世界の生産地(約2億トン)
- (1)アメリカ(8,205万トン)
 - (2)ブラジル(6,570万トン)
 - (3)アルゼンチン(4,040万トン)
 - (4)中国(1,280万トン)
 - (5)インド(1,150万トン)
- (資料:FAOSTAT)

- ◎ 国内の生産地
- (1)北海道
 - (2)宮城
 - (3)佐賀
 - (4)福岡
 - (5)秋田

食用消費、植物油、脱脂大豆(油のしぼりかす)

○ 我が国の大豆の需要量 (平成24年)



飼料、種子等

○ 食用大豆の国産、輸入割合 (平成24年)



○ 国産大豆の用途別供給割合 (平成23年)



注: ()内は各用途における国産シェアである。



きな粉、お菓子等

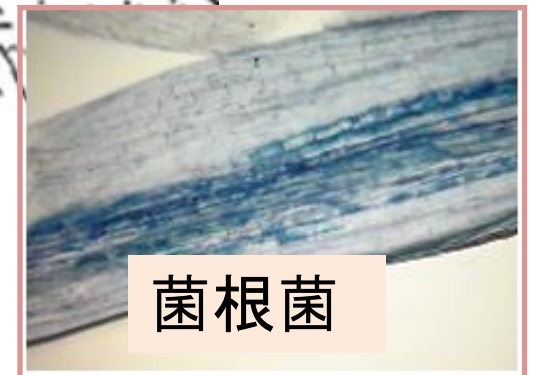
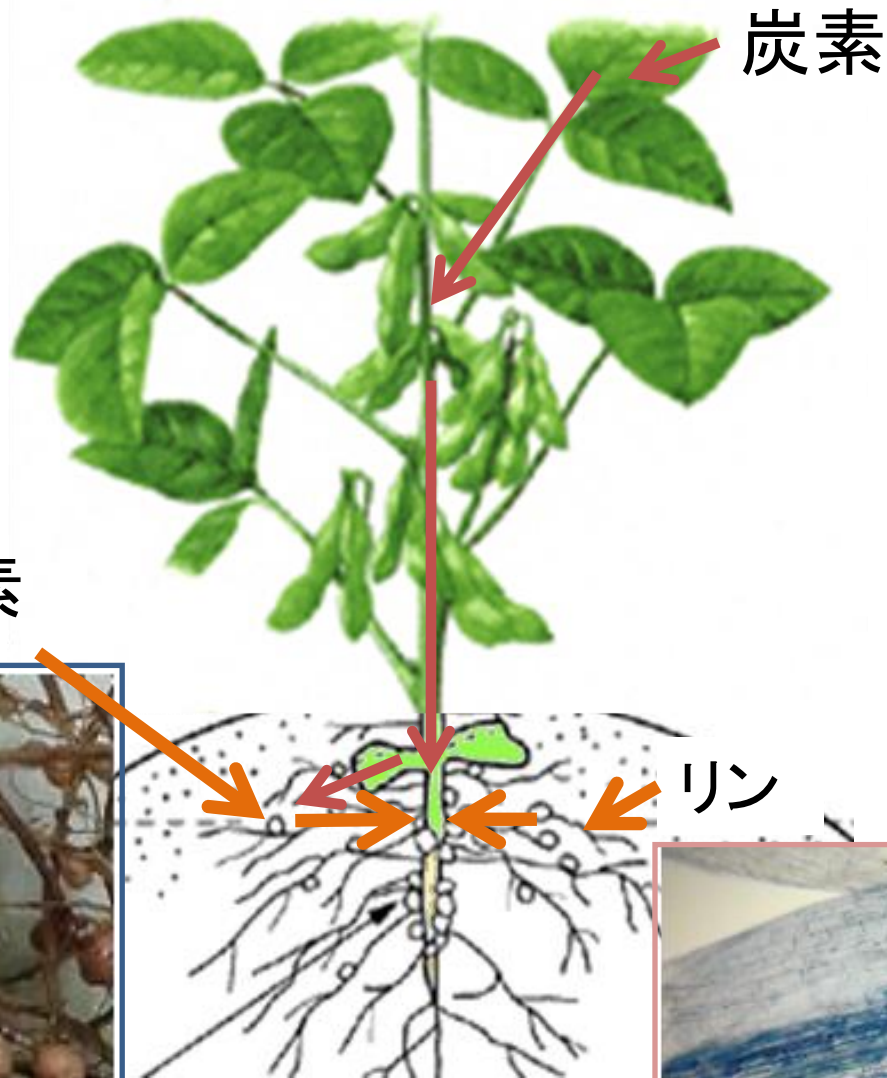
(農林水産省HPより)

ダイズ

共生する菌

- ・根粒菌→ダイズ
(空中の)窒素を供給
大豆が吸収する窒素の50～80%に寄与

- ・ダイズ→根粒菌
(光合成で固定した)炭素を供給



ダイズ

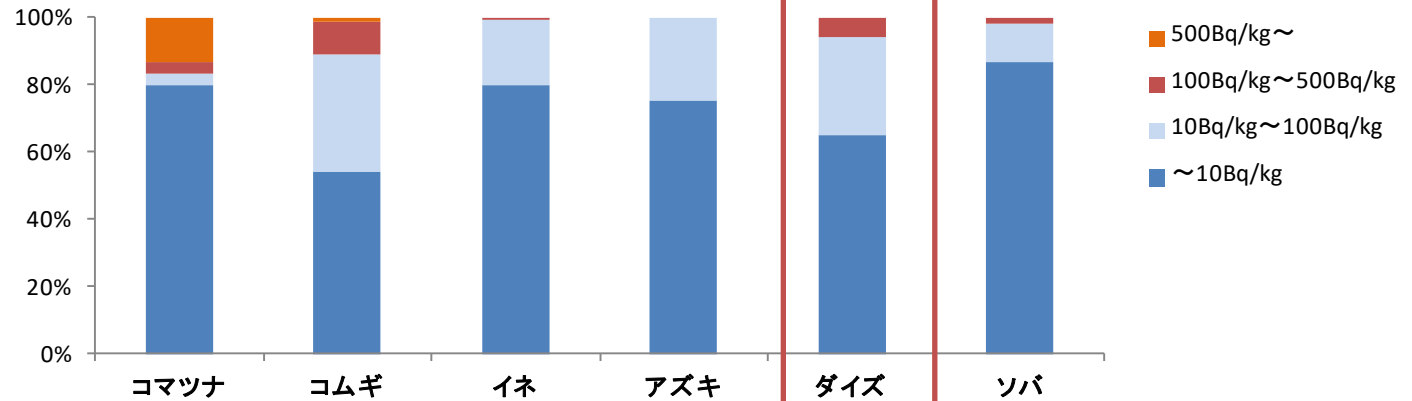
各作物の成分(食品成分分析表より)

	コマツナ	コムギ	イネ	アズキ	ダイズ	ソバ
水分	94.1	13.5	15.5	15.5	12.5	13.5
タンパク質	1.5	10.5	7.4	20.3	35.5	12.0
脂質	0.2	3.0	3.0	2.2	19.0	3.1
炭水化物	2.4	71.4	72.8	58.7	28.2	69.6
灰分	1.3	1.6	1.3	3.3	5.0	1.8
カリウム	500	460	250	1500	1900	410
リン	45	350	300	350	580	400
カルシウム	170	24	10	75	240	17
マグネシウム	12	80	110	120	220	190
鉄	3	3	6	5	9	3
ナトリウム	15	2	1	1	1	2

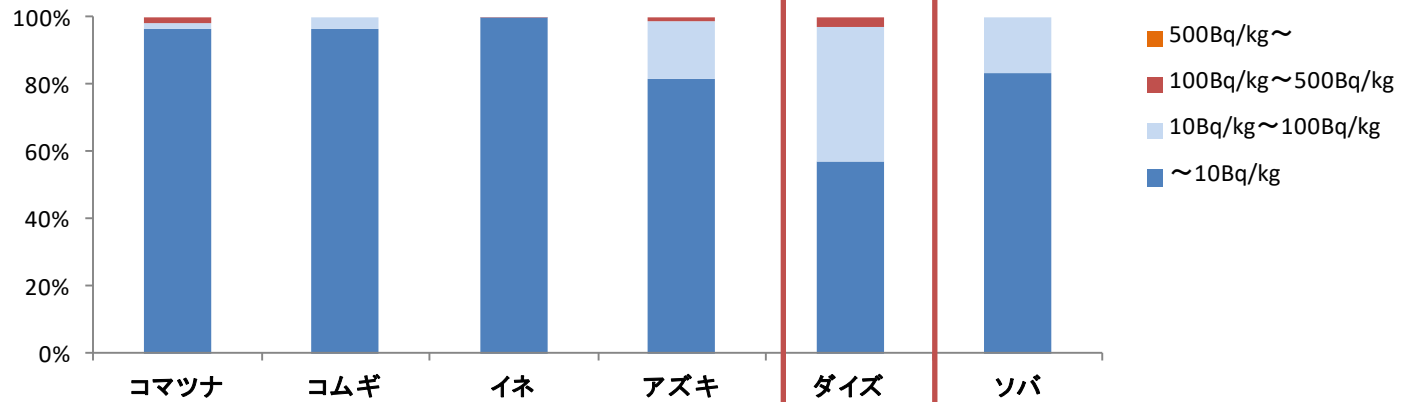
上段はg/100g、下段は灰分の内訳についてmg/100g

モニタリング検査結果(福島県)

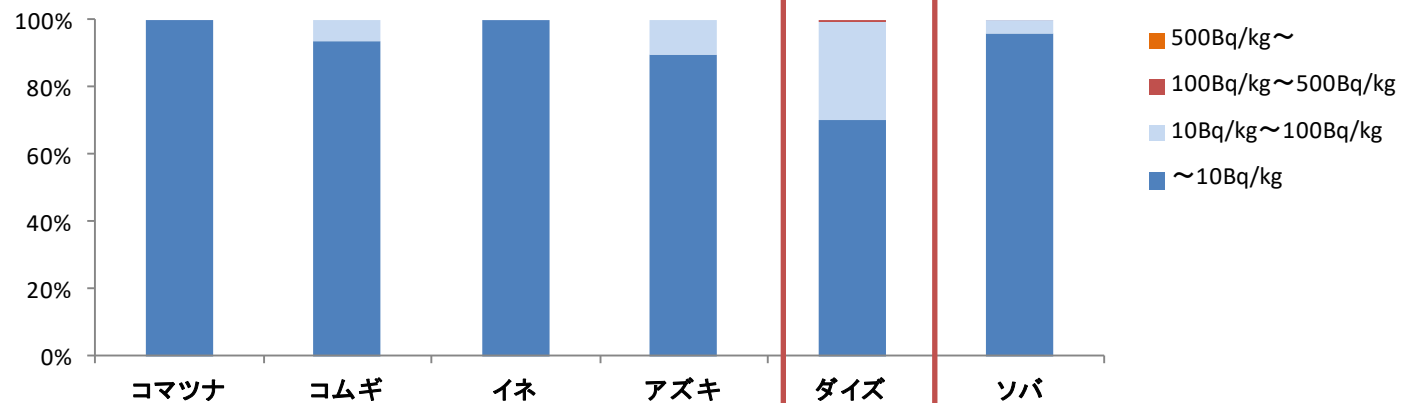
2011年



2012年



2013年



ダイズの放射性セシウム吸収について

- 1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過
- 2 吸収・蓄積に影響する諸要因
- 3 セシウム吸収メカニズムの検討

ダイズの放射性セシウム吸収について

1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過

- (1) 吸収経過
- (2) 部位別濃度
- (3) 子実内分布
- (4) 層位別の子実濃度

2 吸収・蓄積に影響する諸要因

3 セシウム吸収メカニズムの検討

現地試験

2013年7月9日 移植

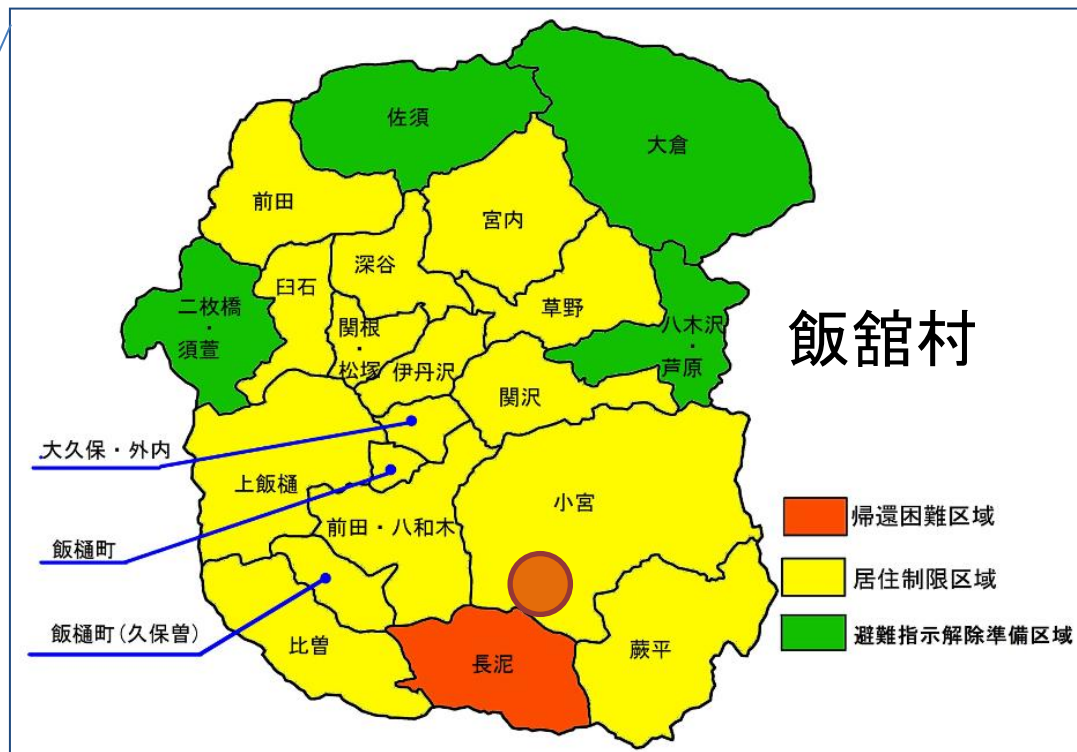
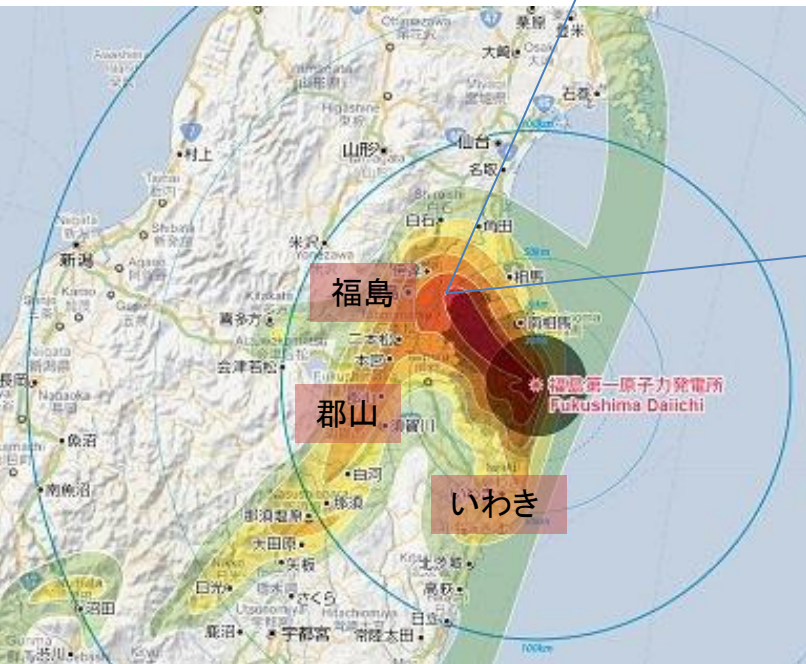


表1 土壌の放射性Cs、交換性K、pH

深さ	放射性Cs Bq/kg	交換性K mg/100g	pH
0～5cm	11857	27.6	6.2
5～10cm	10825	11.3	6.2
10～15cm	10426	8.5	6.2

ほ場内5箇所のアverage

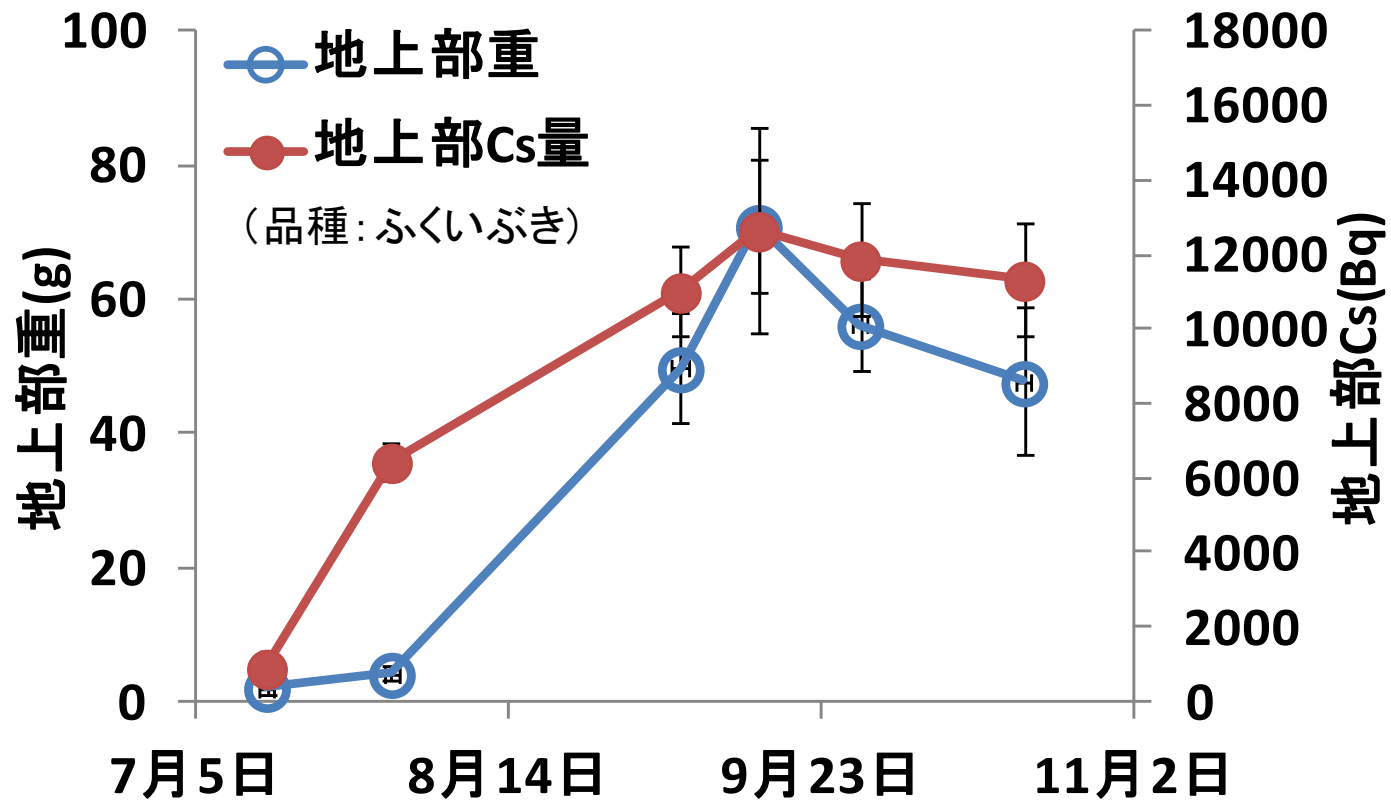
福島県飯舘村でほ場試験



福島県飯舘村でほ場試験



生育期間中の放射性Cs吸収経過



移植

開花期

着莢期

収穫期

➡放射性Cs吸収は、地上部重と共に9月中旬(最大繁茂期)まで増加

部位別の放射性セシウム濃度

- ・飯舘村小宮
- ・2013年6月29日播種

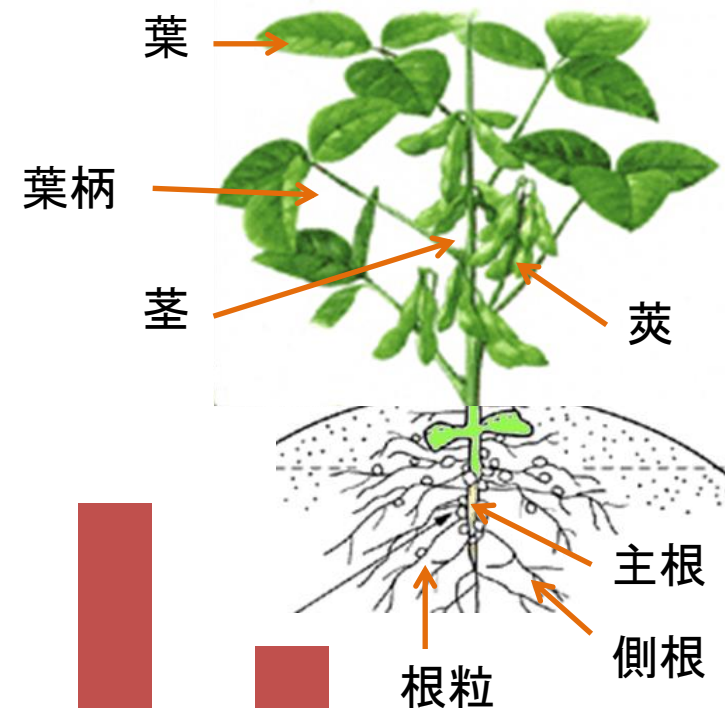
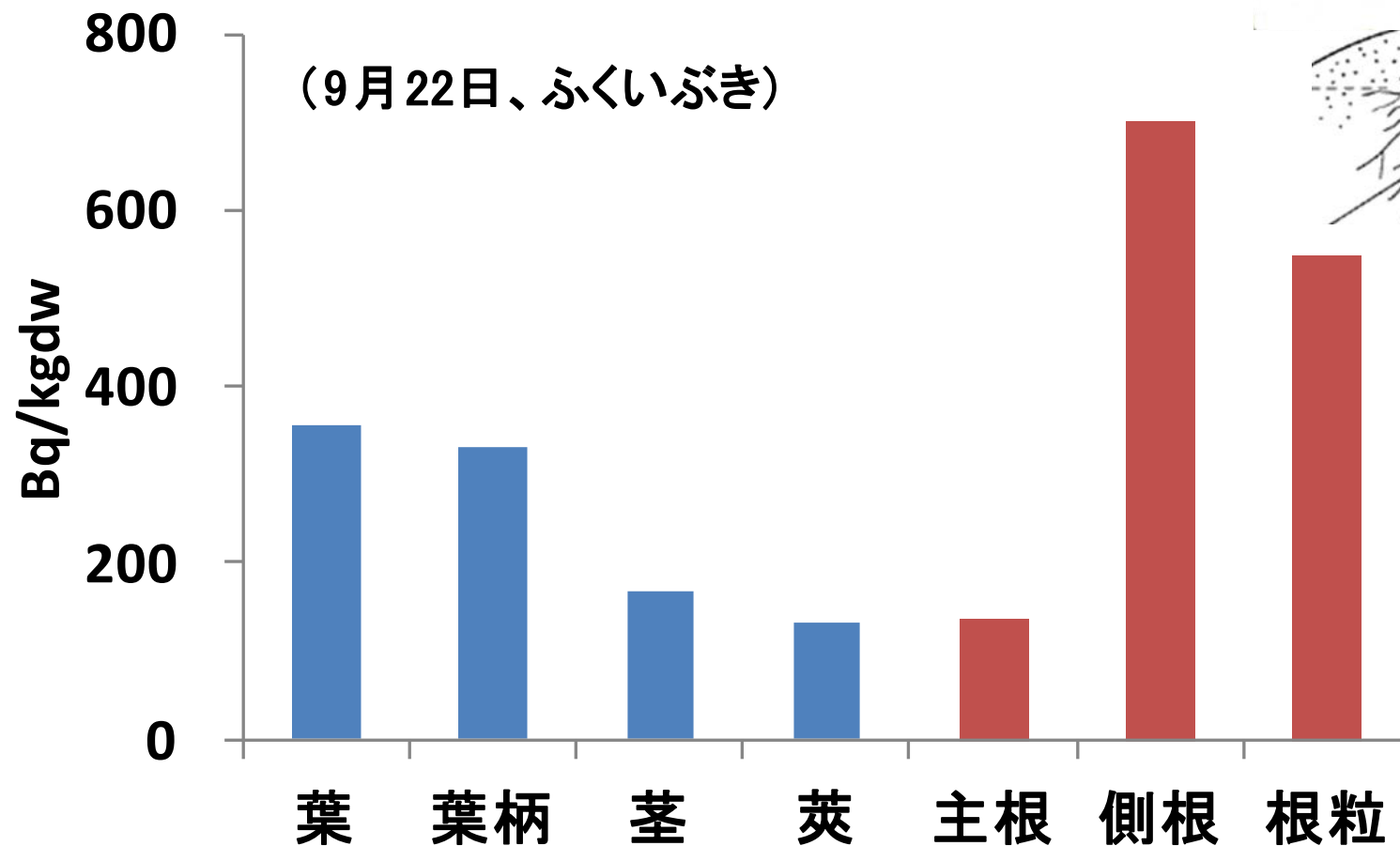
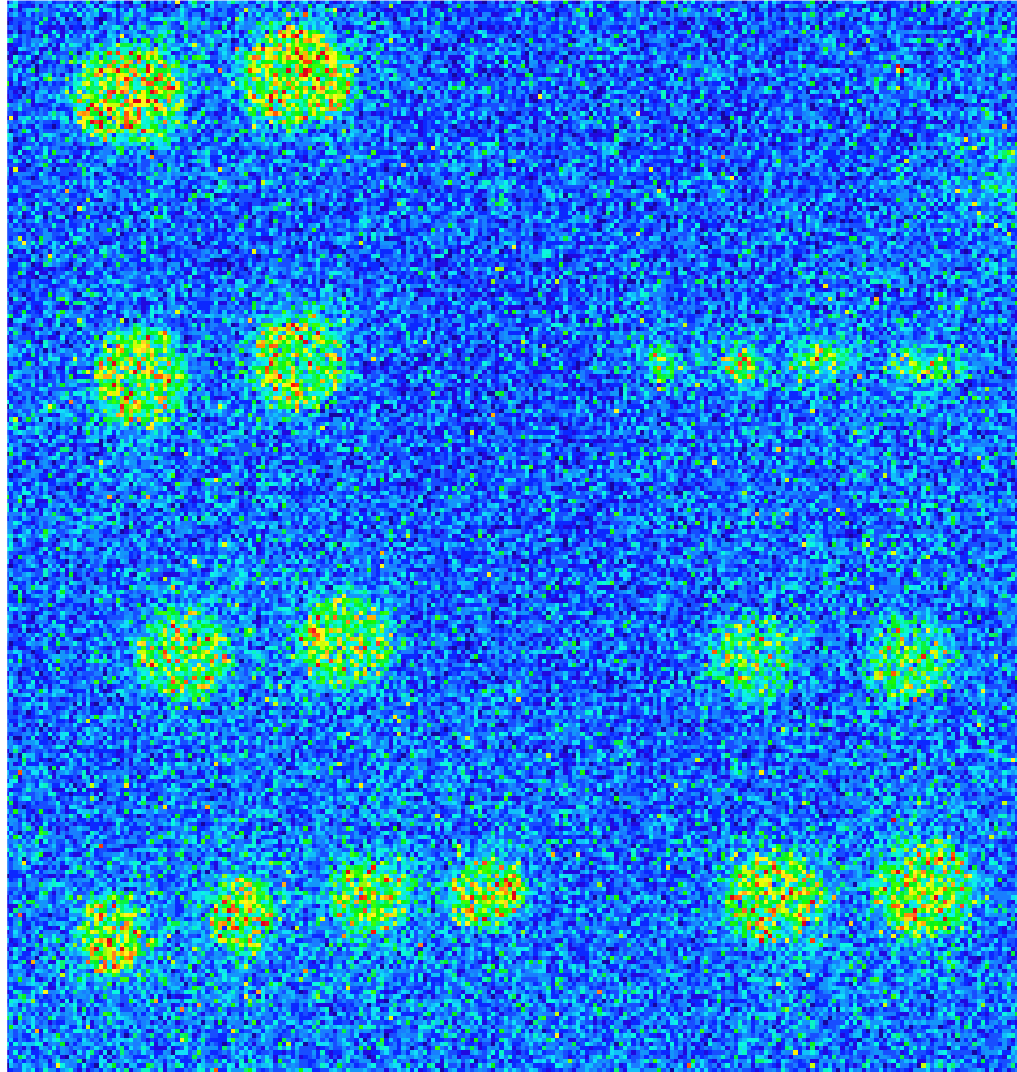
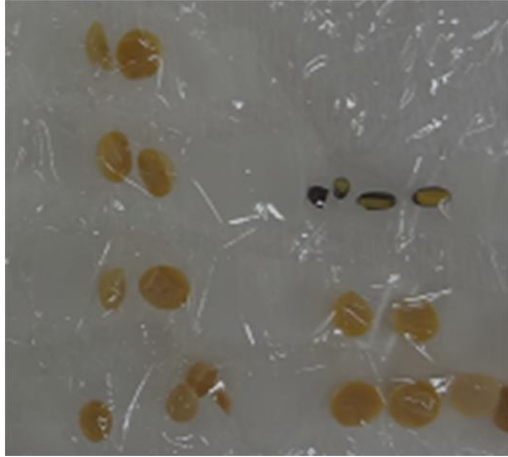
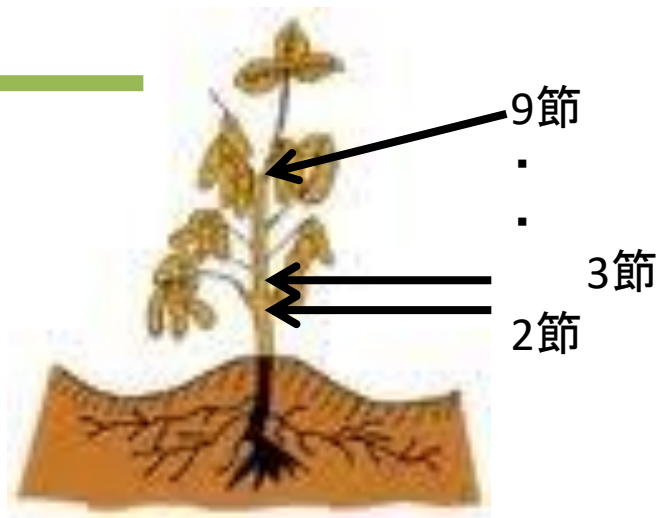


図 部位別の放射性セシウム濃度



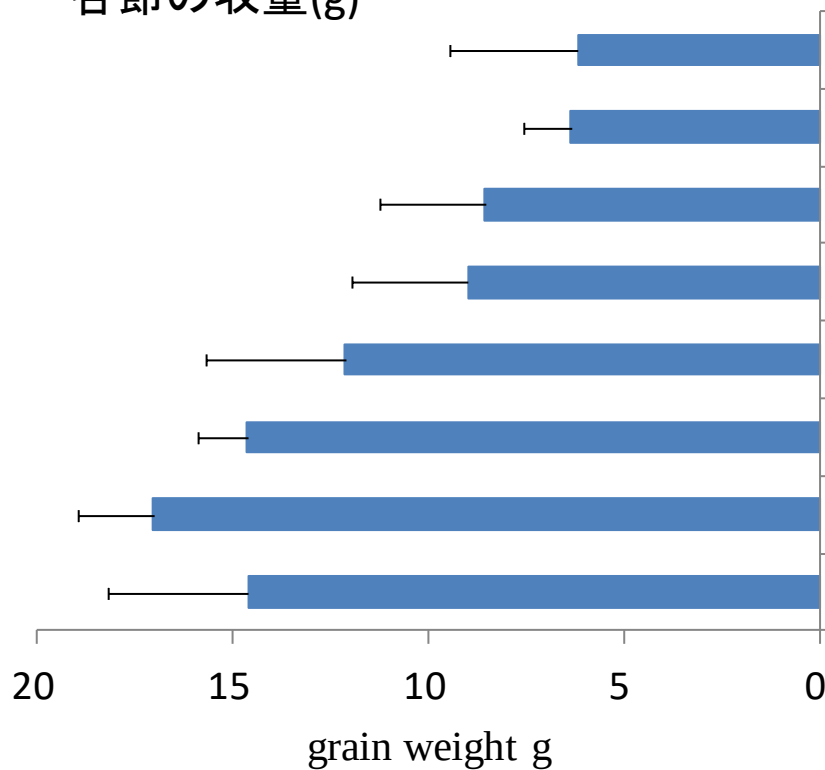
子実内均一に放射性セシウムが分布

層位別の濃度差

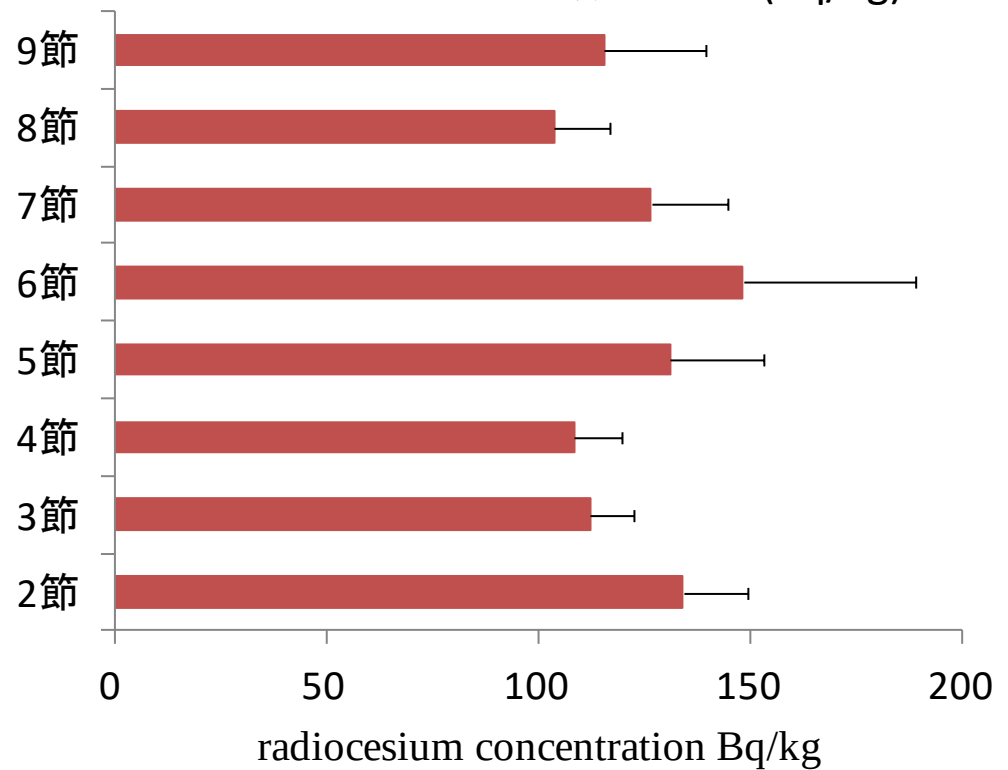


・収量は上位節になるほど低下するが、放射性Cs濃度差はない。

各節の収量(g)



放射性Cs(Bq/kg)



ダイズの放射性セシウム吸収について

1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過

2 吸収・蓄積に影響する諸要因

- (1) 品種間
- (2) カリウム施肥
- (3) 窒素施肥
- (4) 根粒

3 セシウム吸収メカニズムの検討

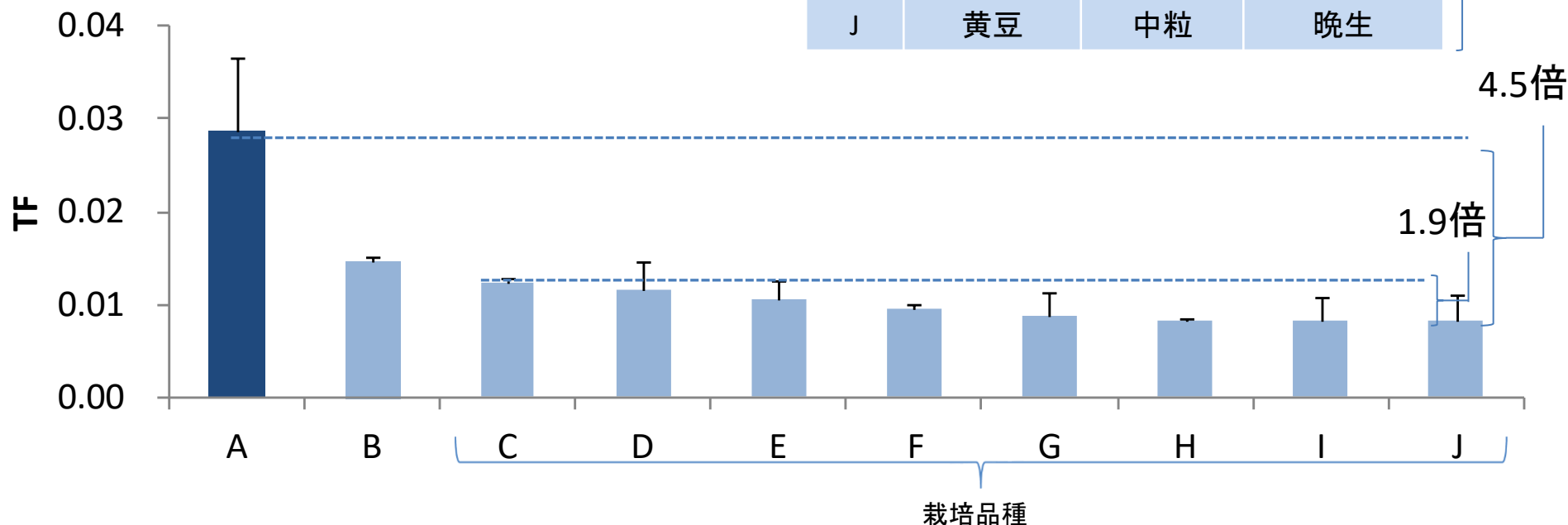
(1) 品種別の子実のCs移行係数

$$\text{移行係数(TF)} = \frac{\text{子実のCs濃度(Bq/kg)}}{\text{土壌のCs濃度(Bq/kg)}}$$

平均TF: 0.012 (132Bq/kg)

No.	分類	粒大	熟期
A	ツル豆	極小粒	中生
B	黄豆	中粒	早生
C	黄豆	小粒	早生
D	黄豆	大粒	早生
E	黄豆	中粒	中生
F	黄豆	中粒	中生
G	緑豆	中粒	晩生
H	青豆	中粒	やや晩生
I	黄豆	中粒	やや晩生
J	黄豆	中粒	晩生

栽培
品種



A(ツルマメ)のTFが高い(最小値との比4.5倍)

C~J(栽培品種間)の最大値と最小値の比1.9倍



通常ダイズ



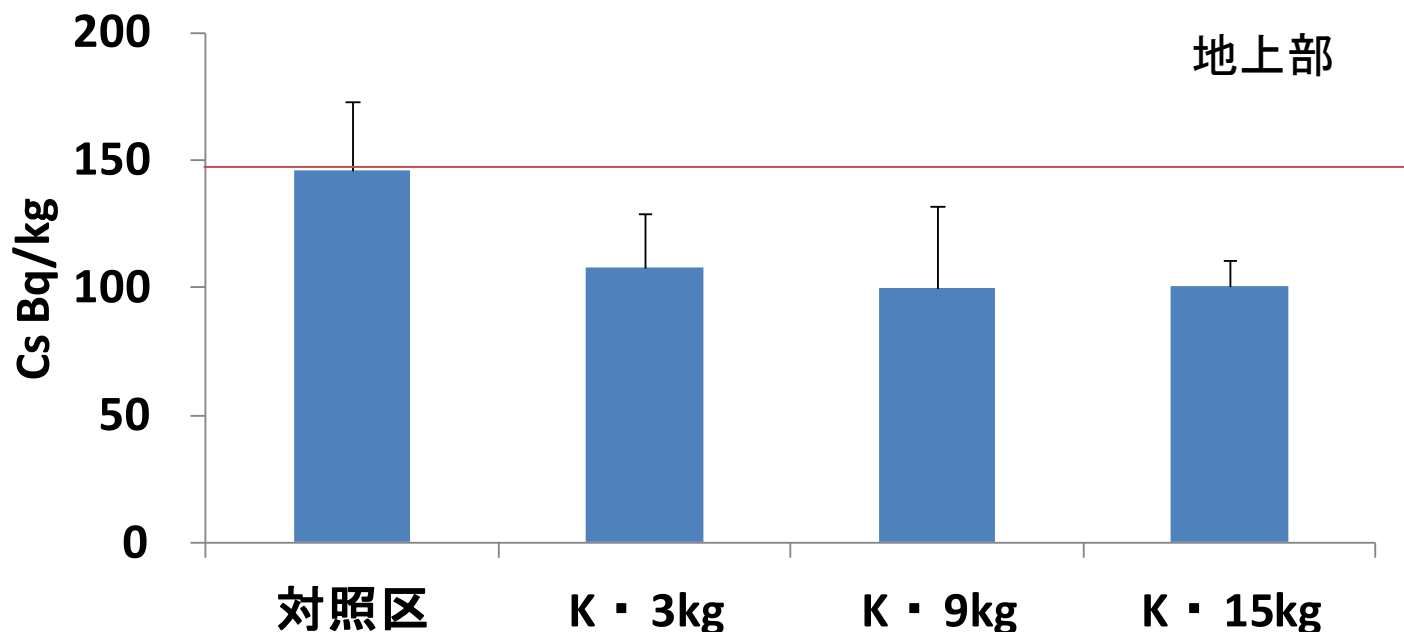
ツル豆

(2) カリウム施肥

育苗ポット(6.5cm×6.5cm×6cm)に飯舘村比叢土壌(約32000Bq/kg)を充填(120g)し、バイオトロンで18日間栽培。地上部を採取後、NaIで測定。



区名N	施肥形態	N(orK)施肥量	
		Kg/10a	g/pot*
対照区			
硫酸カリ3	K_2SO_4	3	0.04
硫酸カリ9	K_2SO_4	9	0.12
硫酸カリ15	K_2SO_4	15	0.20



→ カリウム施肥でセシウム吸収が抑制

(3) 窒素施肥

・供試作物:ダイズ(エンレイ)

・試験概要:育苗ポット

(6.5cm×6.5cm×6cm)に
飯舘村比叢土壌(約
32000Bq/kg)を充填(120g)
し、バイオトロン(30℃、
16h/8h)で18日間栽培。
地上部を採取後、NaIで測
定。3反復。



* g/pot

Pot表面積当たりで算出

(参考)

ダイズの施肥

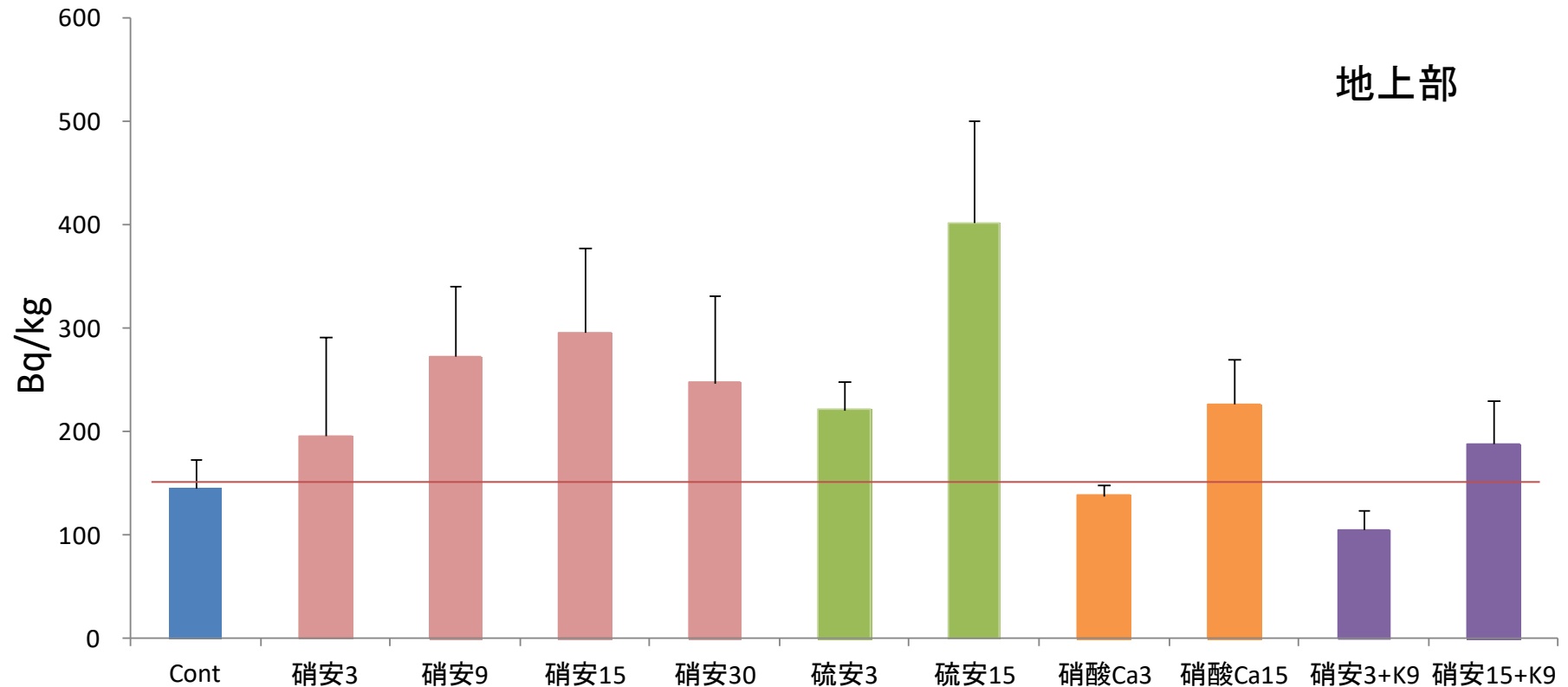
N-P-K=3(+6追肥)-9-9kg/10a

・試験区

区名N	施肥形態	N(orK)施肥量	
		Kg/10a	g/pot*
Cont.			
硝安3	NH_4NO_3	3	0.04
硝安9	NH_4NO_3	9	0.11
硝安15	NH_4NO_3	15	0.18
硝安30	NH_4NO_3	30	0.37
硫安3	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	3	0.06
硫安15	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	15	0.30
硝酸Ca3	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	3	0.11
硝酸Ca15	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	15	0.54
硝安3+K9	$\text{NH}_4\text{NO}_3+\text{K}_2\text{SO}_4$	3+9	0.04+0.12
硝安15+K9	$\text{NH}_4\text{NO}_3+\text{K}_2\text{SO}_4$	15+9	0.18+0.12

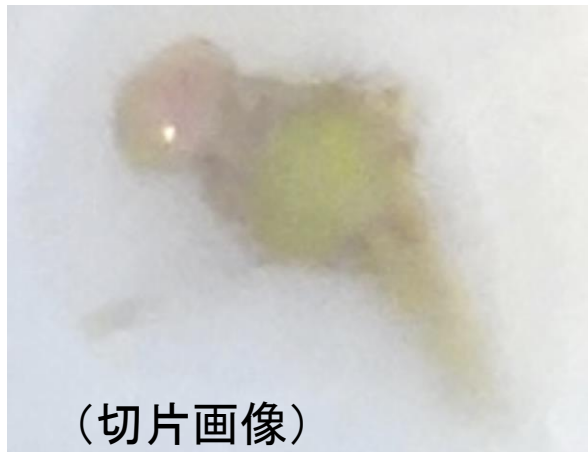
(3) 窒素施肥

地上部

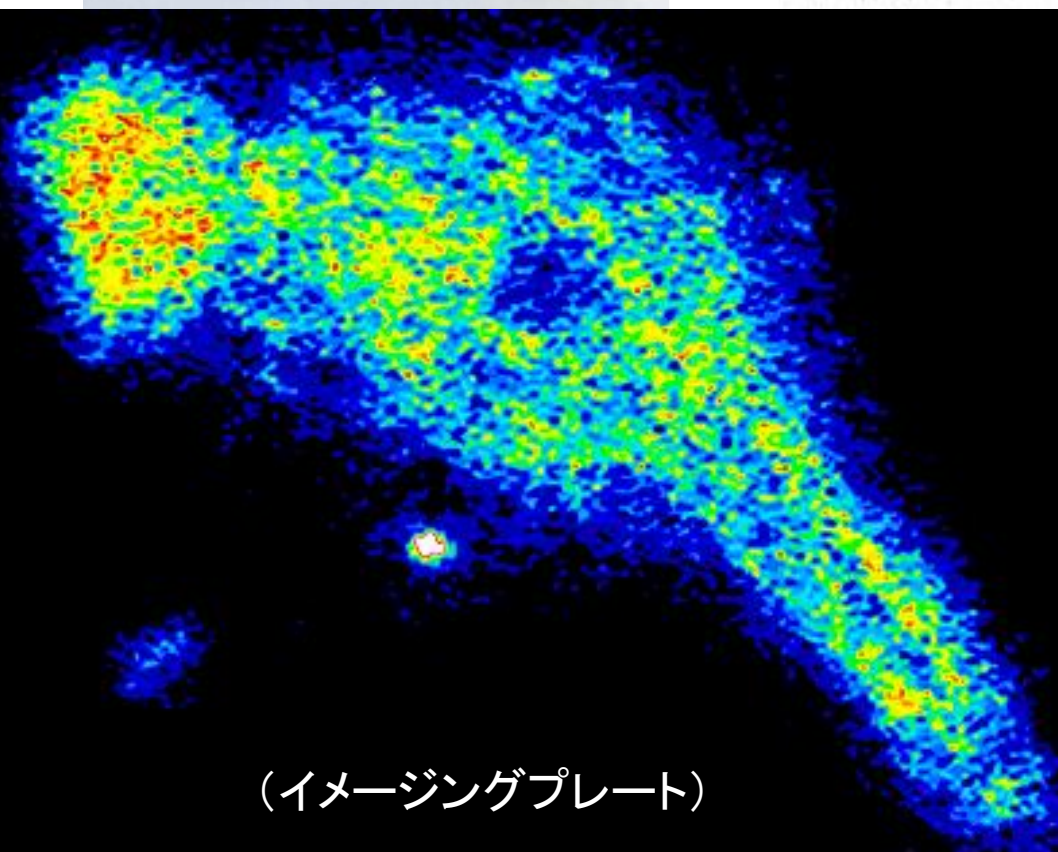
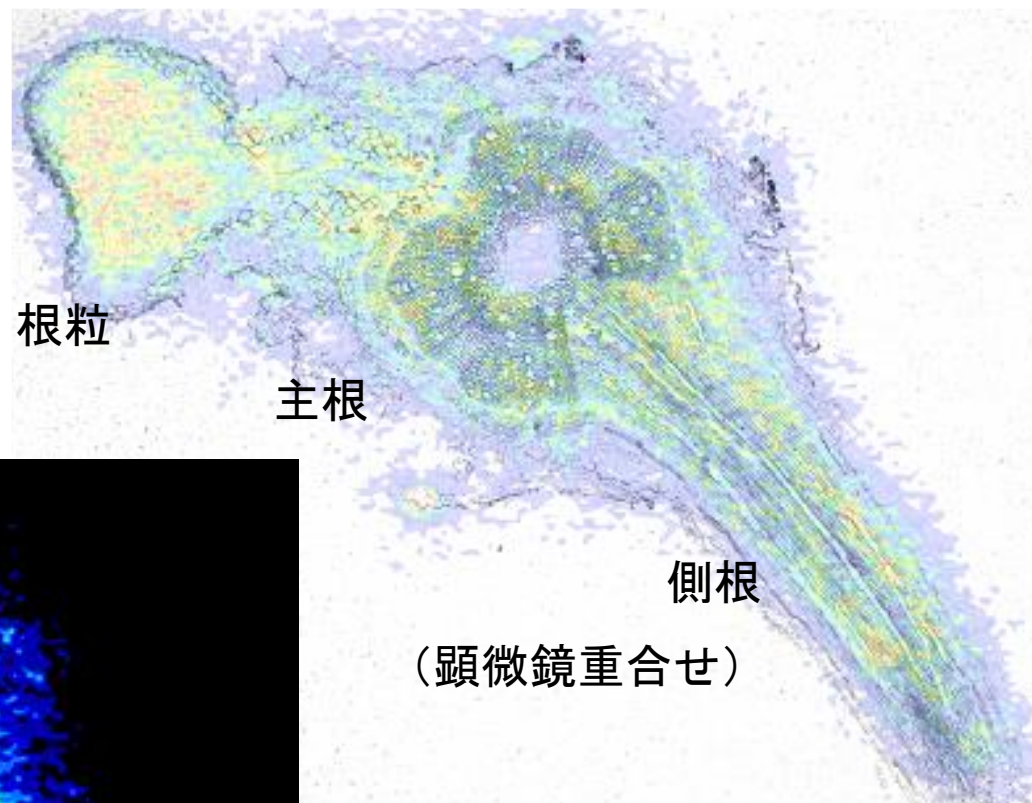


→ 窒素施肥でセシウムの吸収が促進
Csの吸収促進: 硫安 > 硝安 > 硝酸Ca

(4) 根粒 ^{137}Cs を24時間吸収(RI試験)



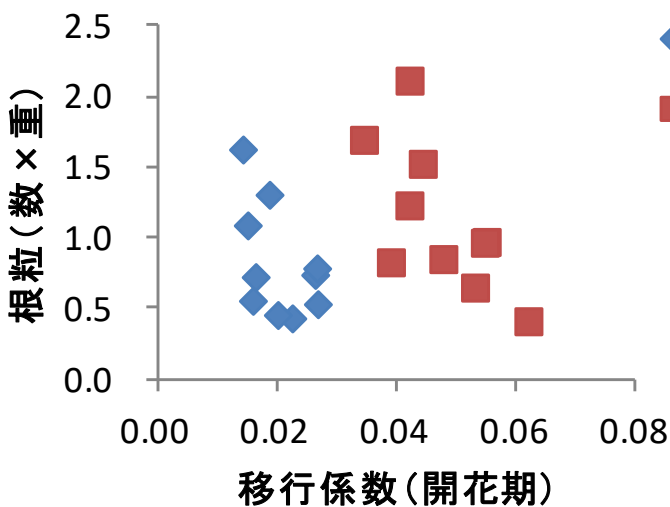
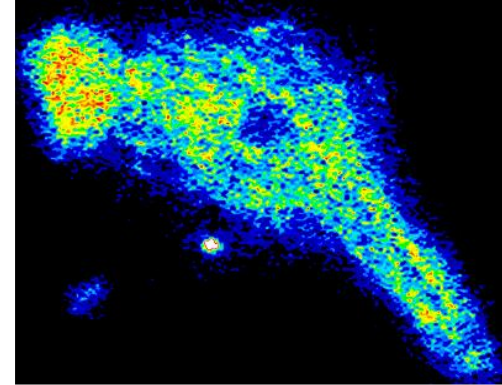
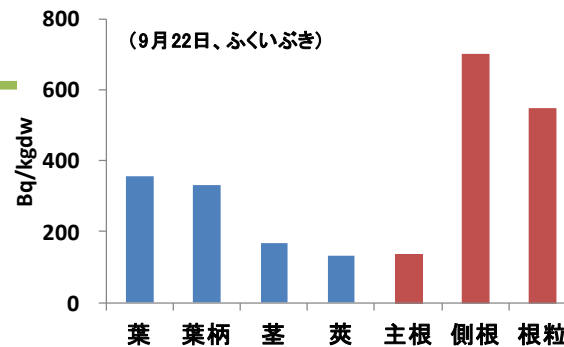
(切片画像)



(イメージングプレート)

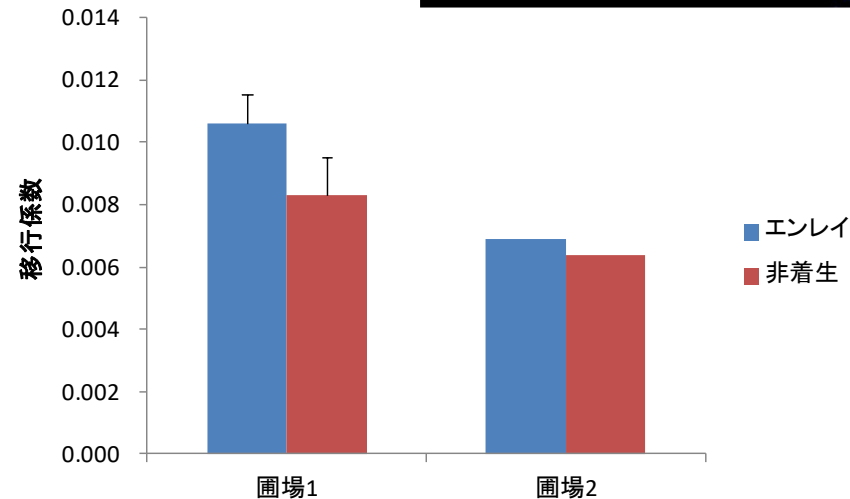


(4) 根粒



◆ 圃場2
■ 圃場1

?



根粒の着生 (数 × 重) と移行係数

放射性セシウム吸収に関し、根粒着生の影響は判然としない

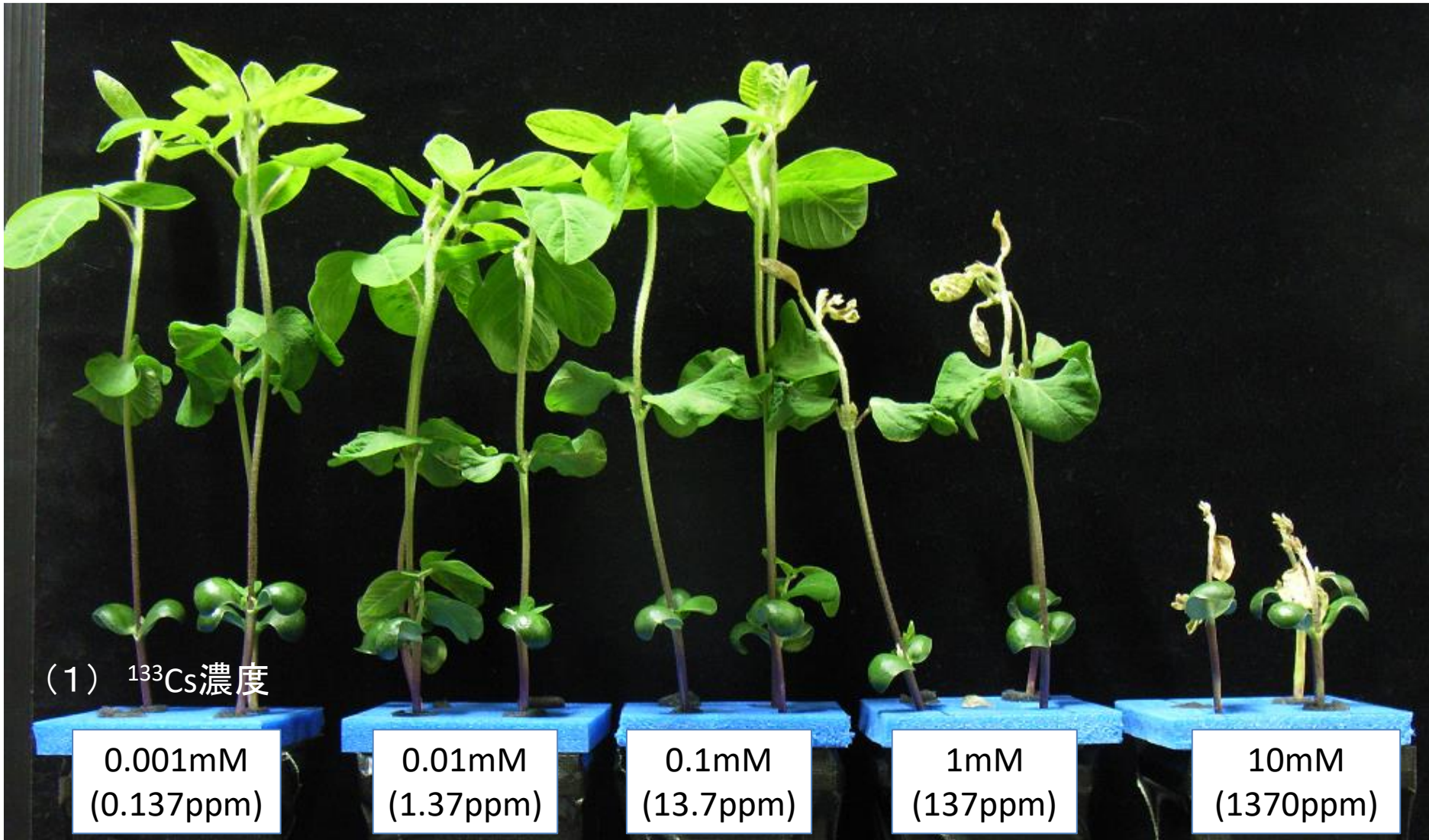
ダイズの放射性セシウム吸収について

- 1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過
- 2 吸収・蓄積に影響する諸要因
- 3 セシウム吸収メカニズムの検討
 - (1) 吸収
 - (2) 地下部から地上部への移行

セシウムは必須元素ではない
なぜ吸収するのか？

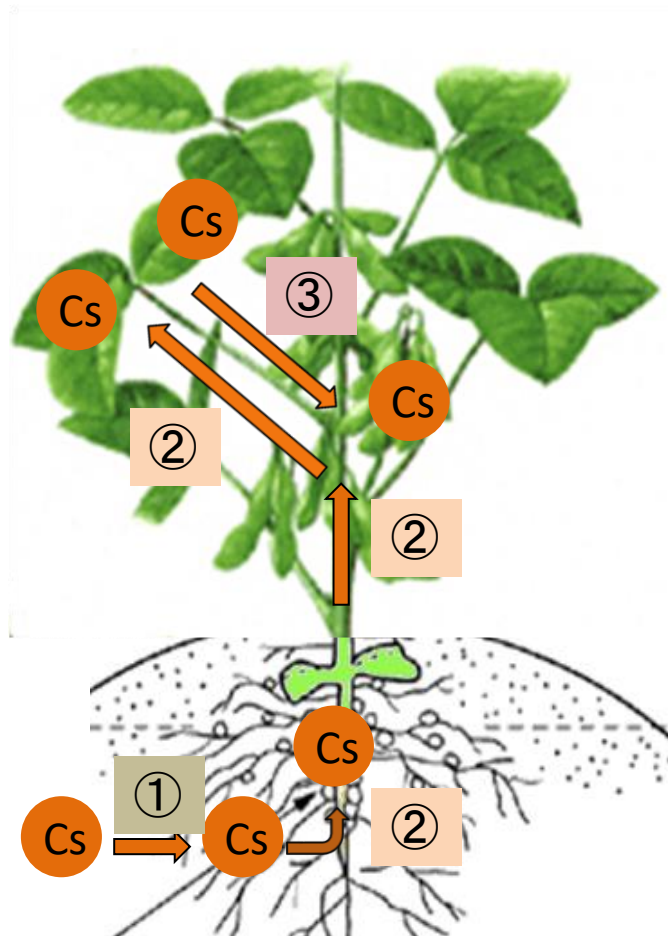
(参考)

^{137}Cs : 1000Bq/kg $\rightarrow$ 2pmol/kg $\rightarrow$ 2×10^{-9} mmol/kg



1/2Hoagland(一K) 10日間

Csの吸収・移行

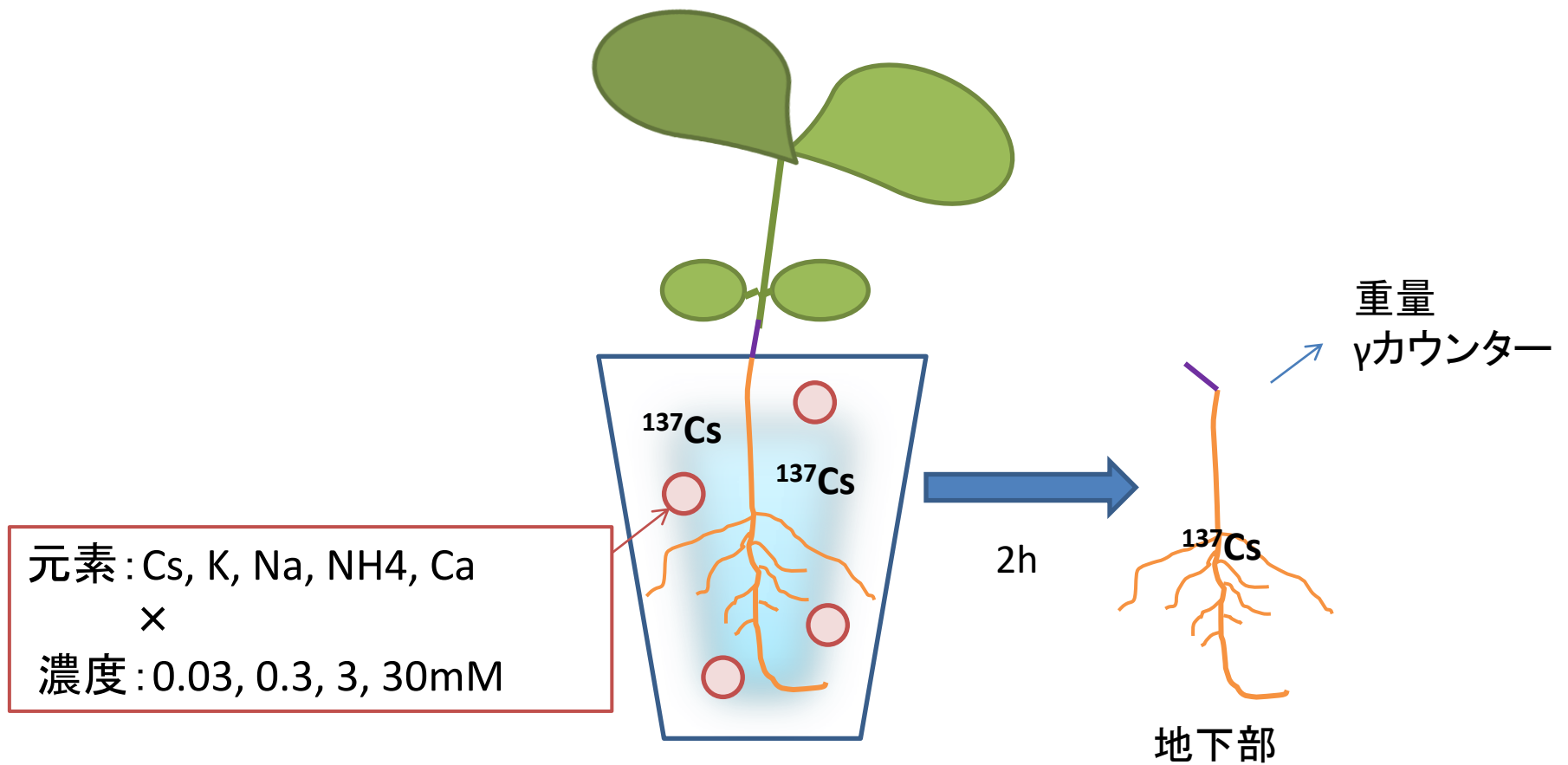


① 吸収: 土壌(溶液)→根

② 移行: 根→導管→組織

③ 蓄積: 組織→師管→子実

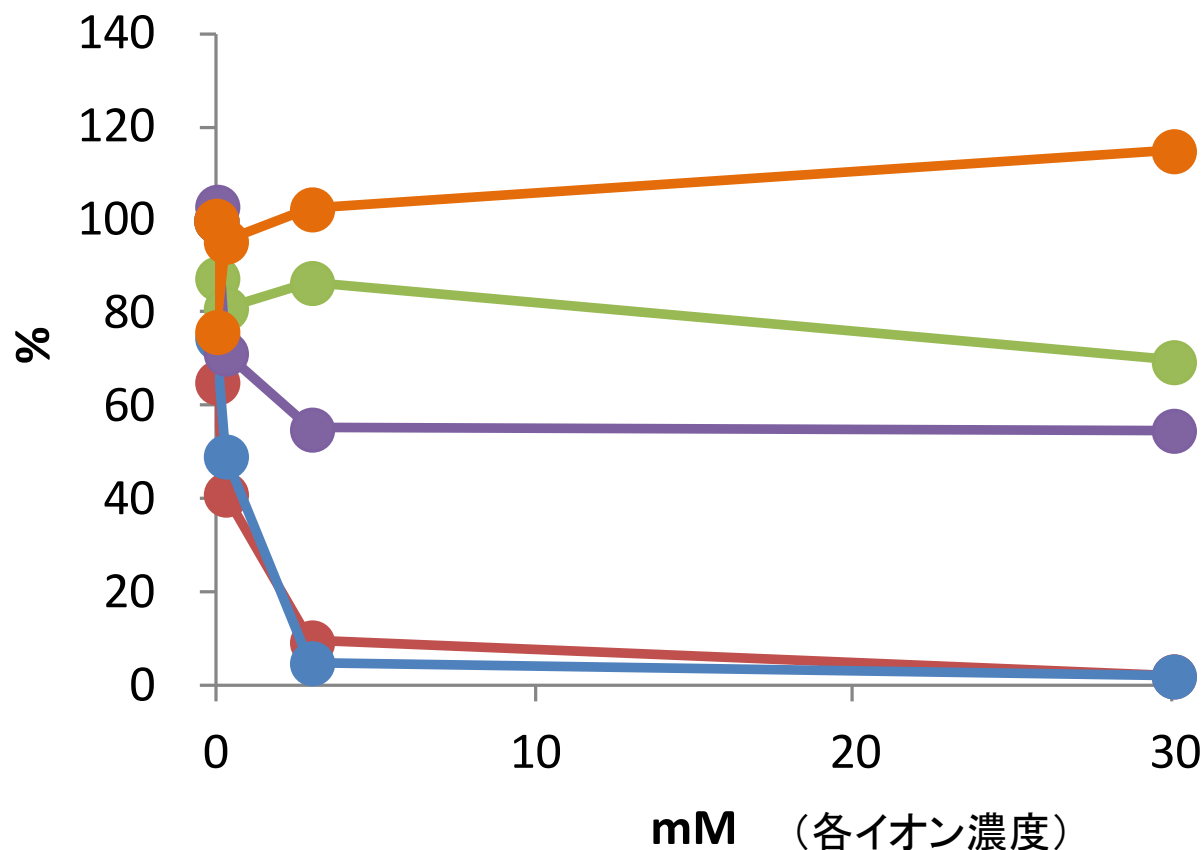
(1) 吸収 イオン競合



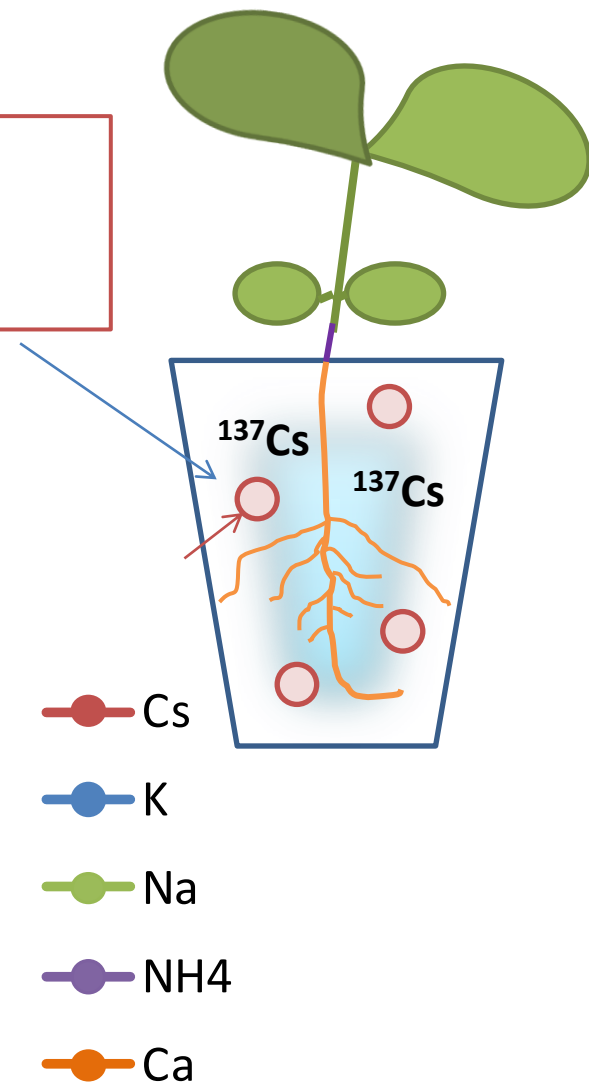
(1) 吸収 イオン競合

元素 : Cs, K, Na, NH₄, Ca
×
濃度 : 0.03, 0.3, 3, 30mM

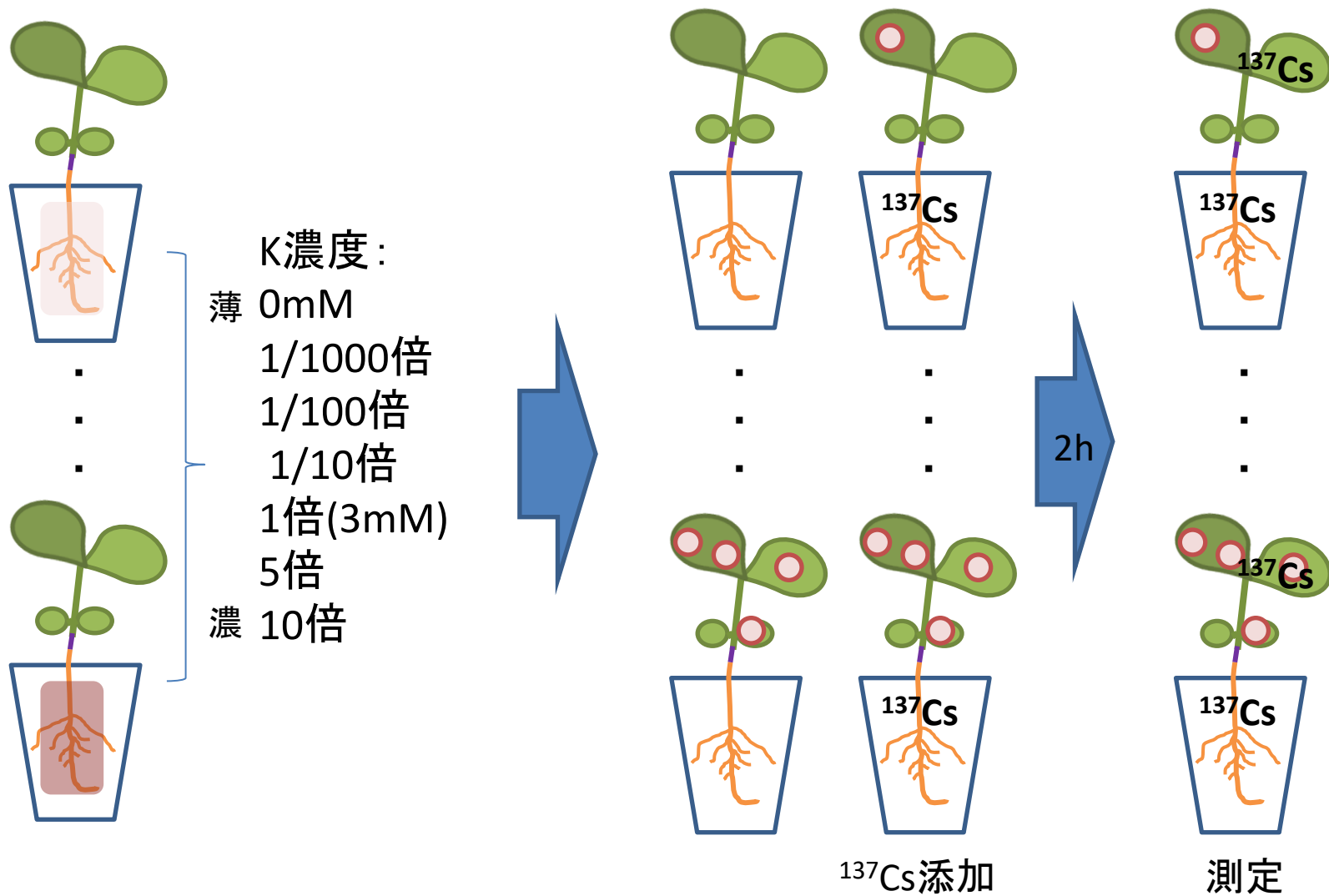
地下部の¹³⁷Cs濃度
(基準溶液区を100)



・Kとの競合でCs吸収は低下

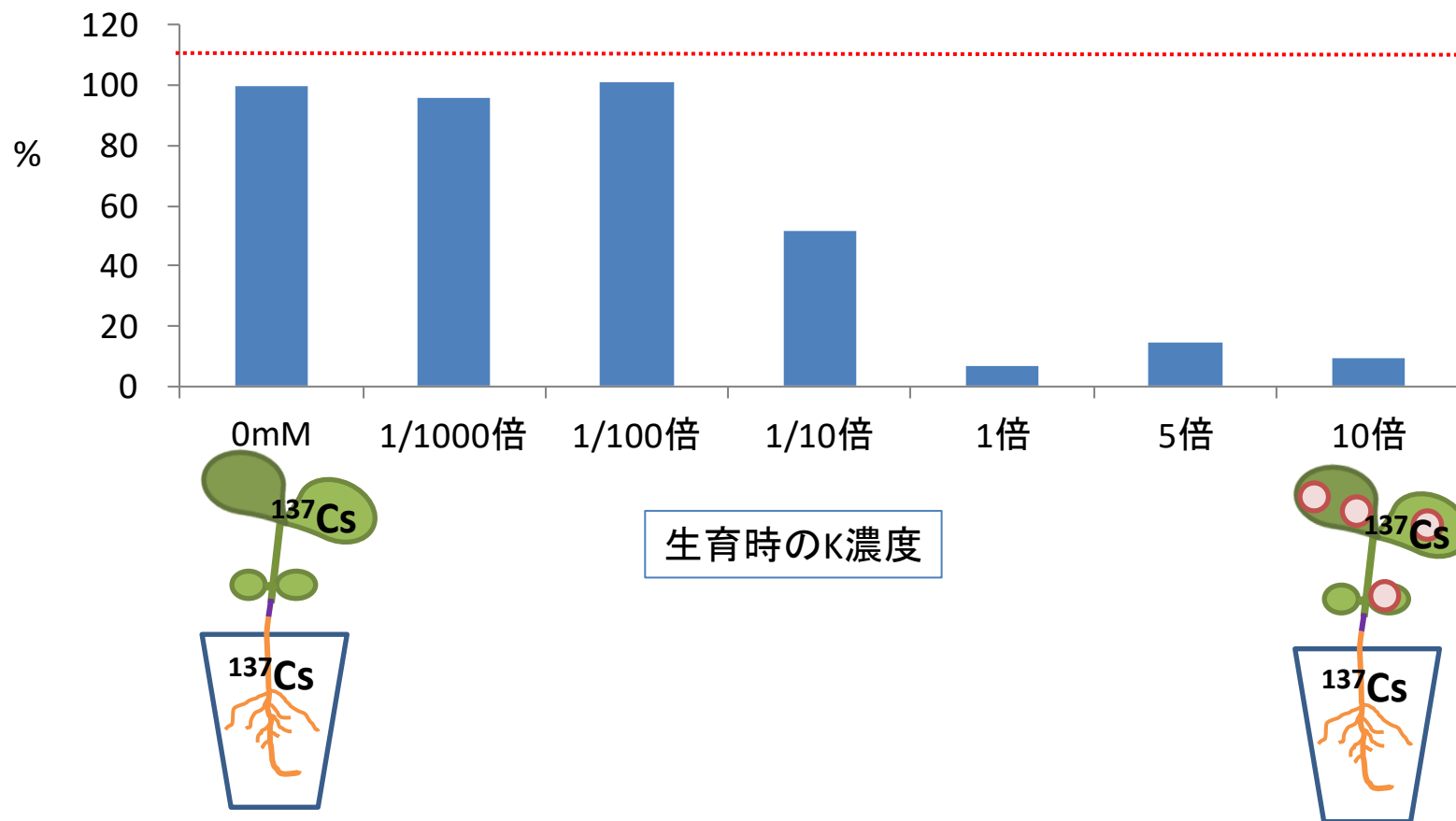


(1) 吸収 前処理のK栄養条件



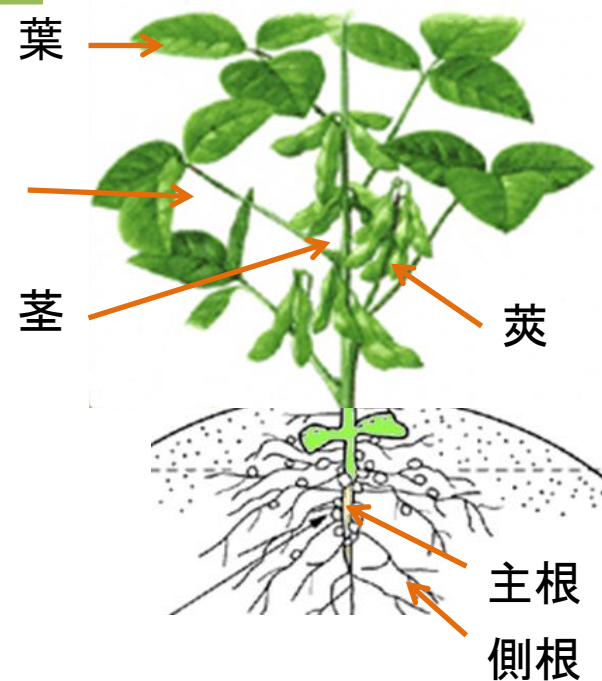
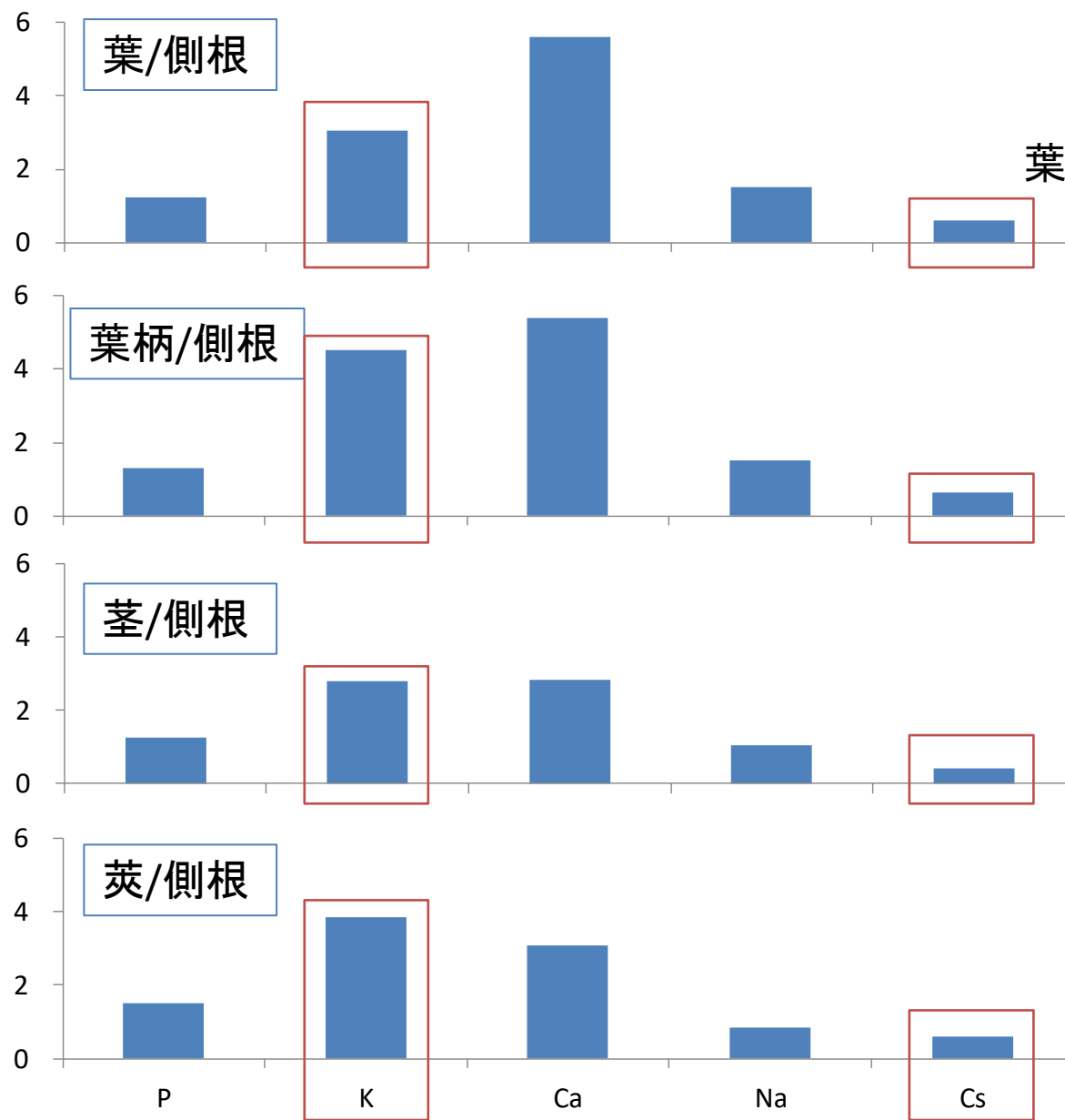
(1) 吸収 前処理のK栄養条件

地下部の ^{137}Cs 濃度
(0mM区を100)



・生育時の溶液K濃度が高い→Cs吸収抑制

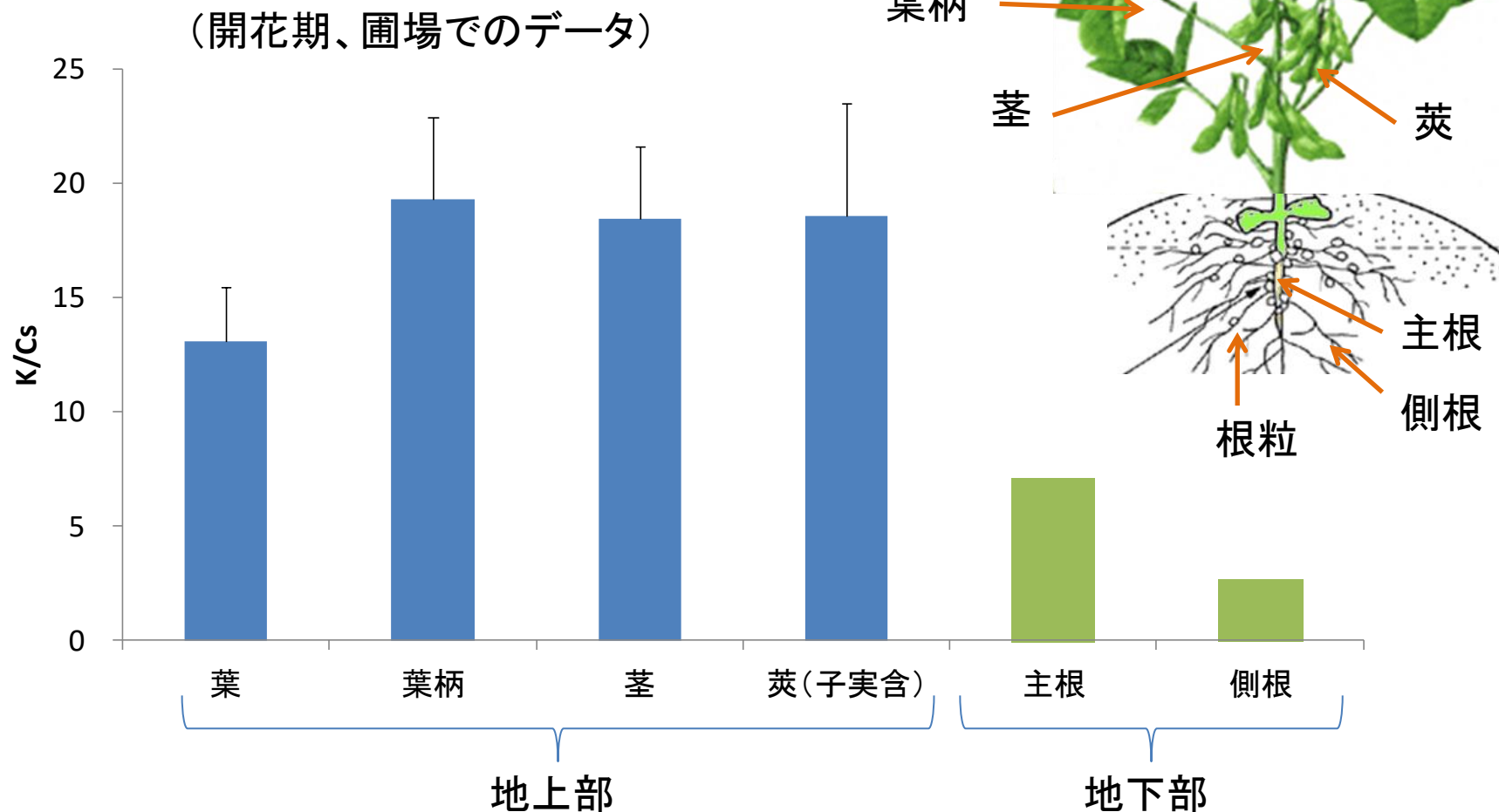
(2) 地下から地上への移行 地上部/地下部比



飯館村小宮
9月15日

圃場でも、Csは、P、K、Caと比べると地上に移行しにくい

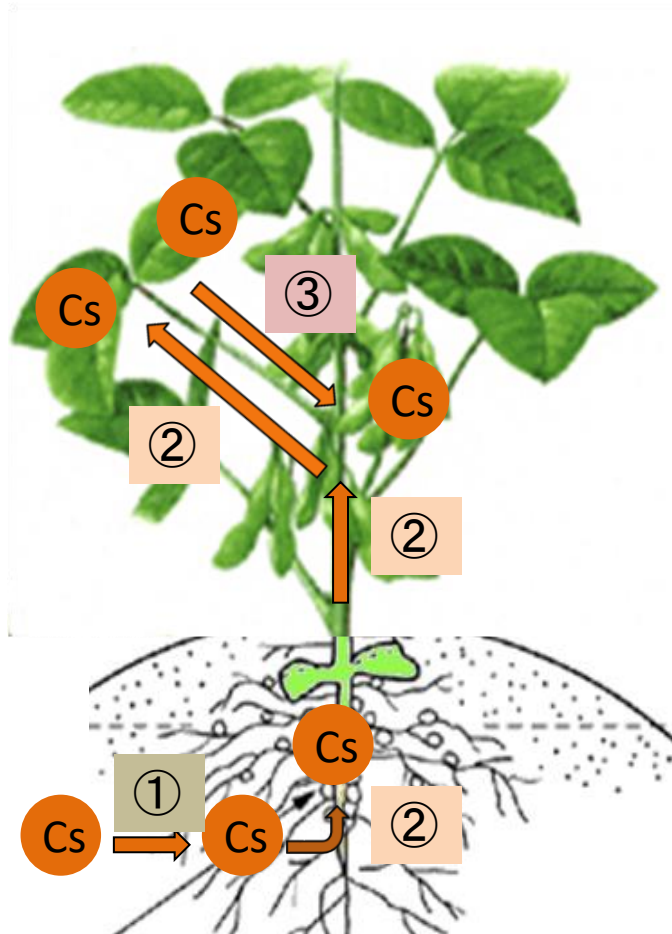
(2) 部位間でK/Cs比の比較



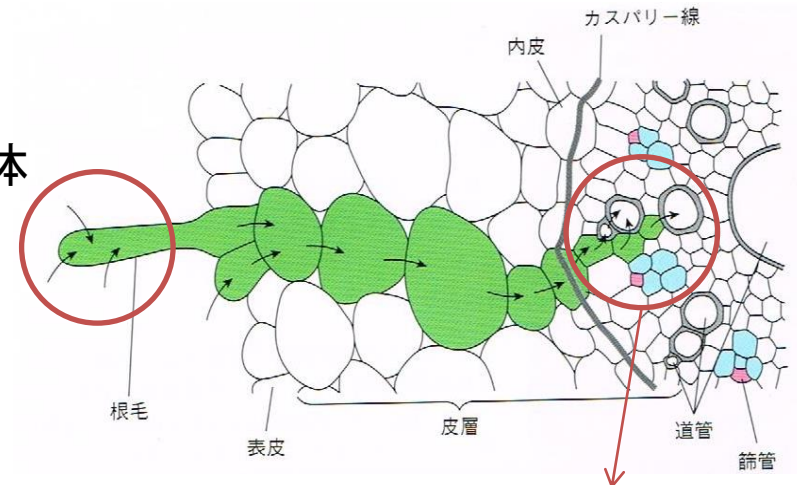
根(特に側根)は他部位より低い
地上部と地下部でK/Cs比が異なる

Csの吸収、地上への移行

- ・K濃度が高まると、Cs吸収が抑制される
→ Cs移行にK輸送経路の関与
- ・K濃度：地上部 > 地下部、Cs濃度：地下部（側根） > 地上部
→ 体内の移行はKとCs同一でない（CsとKが識別）



Kと同じ輸送体
(仮定)



一部は輸送されるが、
一部は輸送されずに、
側根に蓄積(仮定)

1 現地圃場における放射性セシウム吸収経過

- ・吸収経過 9月中旬(最大繁茂期)まで増加
- ・部位別濃度 →側根>葉、茎>子実
- ・子実内分布 →均一
- ・層位別の子実濃度 →差なし

2 吸収・蓄積に影響する諸要因

- ・品種間差 →ツルマメのTFが高い(最小値との比4.5倍)
栽培品種間の最大値と最少値の比1.9倍
- ・カリウム施肥 →吸収抑制
- ・窒素施肥 →吸収促進、形態により異なる
- ・根粒 →セシウム吸収への寄与 判然とせず

3 セシウム吸収メカニズムの検討

- ・吸収 →Csの吸収はKの吸収と大いに関与
- ・地下から地上への移行→ 体内の移行はKとCs同一でない