

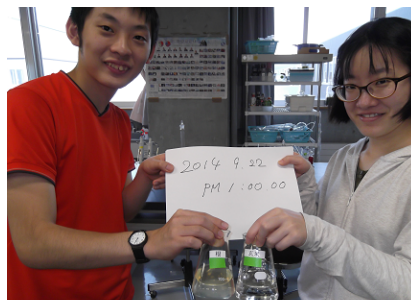
ゆめぴりか・ななつぼしはセシウムを吸収できるか

北海道有朋高等学校 S O H C (園芸・科学)部

瀬戸めぐみ 4年 中村文保 3年

【研究動機】

私たちが有朋高校 SOHC 部は、2009～2011 年にかけて「食の安全性」の観点から、道産米のゆめぴりか・ななつぼし・おぼろづきによるカドミウム（以下：Cd）の吸収実験を行った。原子吸光分析の結果、3 品種とも Cd は玄米ではなく、根に留まることを報告した。また、このことは Cd の吸収関連遺伝子の研究報告と一致した結果であった。^{1) 2)}



今回 Cs が根に留まり、玄米に含まれないことを確認しました。(2014.9.22)

2011 年 3 月に起きた福島第 1 原発の事故後、放射性同位体のセシウム（以下：Cs）を含む汚染水の処理が大きな課題である。そこで、私たちはこれまでの研究を発展させて道産米に Cs の吸収ができないか、検証する実験を試みた。

0. 先行研究

高 Cd 吸収性に関わる遺伝子座が 6 番目の染色体に、低 Cd 吸収性に関わる遺伝子座が 3 番目の染色体に、それぞれあることがすでにわかっている。¹⁾

北海道中央農業試験場の報告では Cd は根に蓄積されていることが示されている。なお、この報告は食の安全性の観点からのもので、玄米の数値は極めて低くなっている。²⁾

1. 実験方法

1) Cs 耐性実験

20cm ほどの苗（ゆめぴりか・ななつぼし）を赤玉土を培養土として、発泡スチロールの容器の中で校舎中庭にて成長させ、40cm ほどの大きさにそろえる。



赤玉土を十分に落とし、水洗いした苗 5 本を 500mL の三角フラスコの中に入れ、硝酸セシウム CsNO_3 を 1ppm～10ppm の範囲で加え、耐性実験を行った。（範囲の決定は 2010 年の Cd の吸収実験³⁾の経験に基づく。）

結果は、数日浸漬しても、葉が縮んだり、枯れたりするなどの生育障害は見られなかった。さらに、硝酸セシウムの濃度を 200ppm まで広げ、数日間浸漬したが生育障害は見られなかった。



1000ppm (CsNO_3) 浸漬した根

最終的に 1000ppm まで硝酸セシウムの濃度を上げたが、顕著に葉が縮んだり、枯れたり、または根に異常が見られるなどの生育障害はいっさい見られなかった。

2) Cs 吸収実験

40cm ほどの大きさにそろえ、分けつ間近（穂が出てくる前の段階）の稲を 5 本ずつ、500mL の三角フラスコの中に入れ、硝酸セシウムの濃度を 1000ppm にして十分日照量の取れる室内で 3 週間（21 日間）浸漬させた。

分けつ間近の稲を使用する理由として、十分に稲の生長がそろったもので、耐性のある状態でさらに継続して生育し、根・茎葉・玄米の 3 つの部位が確実に採取でき、それぞれの Cs 吸収量の測定が可能であるため。



3) Cs 吸収量の測定

Mg を用いた間接キレート滴定

Cs は、 $\text{Cs}_{12}\text{Mg}_8[\text{Fe}(\text{II})\text{CN}_6]_7$ のヘキサシアニド鉄(II)酸マグネシウムセシウム（錯塩）の白色沈殿（右写真）を生じる。

これを利用して、Cs が含まれる水溶液に、一定過剰の Mg 標準液（硝酸マグネシウム水溶液）とヘキサシアニド鉄(II)酸イオンを添加し、錯塩の形成で残された Mg を 0.02M EDTA（エチレンジアミン四酢酸二水素二ナトリウム二水和物）でキレート滴定することで間接的に Cs の吸収量を求める。

キレート滴定に用いる試薬

BT（エリオクロム・ブラック T）指示薬 バッファー（緩衝液）pH=10 ($\text{NH}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$)
 NH_4Cl 70g と濃アンモニア水（比重 0.9）570mL を脱イオン水に溶かして 1L としたもの

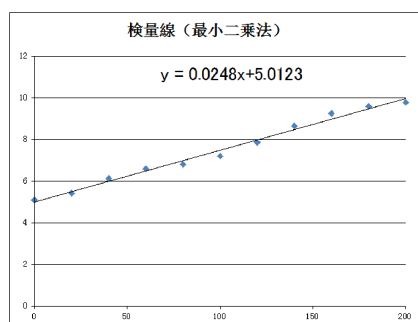
判定は、試料 100mL につき、バッファー（緩衝液）を 2mL、BT 指示薬を 1, 2 滴加え、EDTA 標準液で滴定し、赤味が完全になくなり、青色になったところを終点とする。

4) Cs 吸収量の検量線の作成

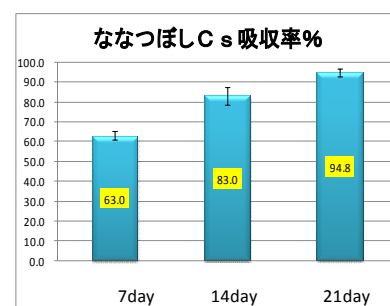
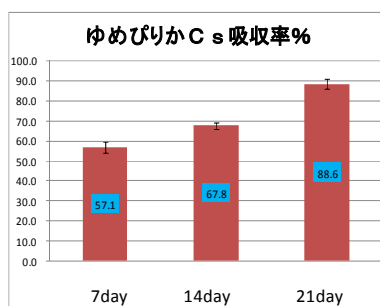
はじめに Cs 0~200mg の範囲で検量線を作成する。



滴定開始 → 終点直前 → 終点



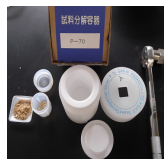
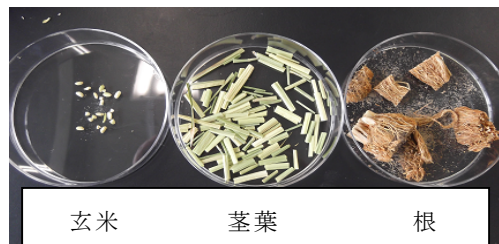
2. 結果（吸収率）



ゆめぴりか・ななつぼしは、ともに 21 日間で、Cs を 90 % 程度は吸収できる。

3. 根・茎葉・玄米の分析

(原子吸光分析法の前処理と同様のことを行う。)



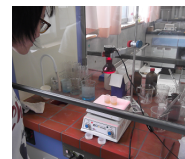
分解容器



試薬



電子レンジで加熱分解



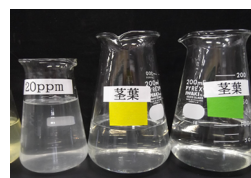
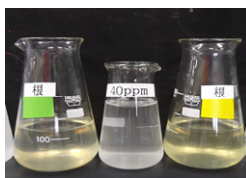
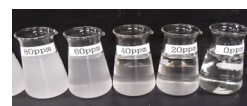
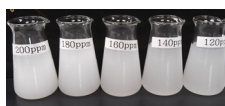
蒸発乾固

ドラフター内で濃硝酸 2.0mL, 60%過塩素酸 0.3mL, 6M 塩酸 0.15mL, 濃フッ化水素酸 0.15mL を容器に加え、試料を溶解させる。次に 200w で 5 分間、電子レンジで分解し、赤外ランプにより蒸発乾固させる

4. 結果（目視による定性分析）

はじめにヘキサシアニド鉄（Ⅱ）酸マグネシウムセシウム（錯塩）の白色沈殿のサンプルを作成する。

写真に示すように根では、白色沈殿によるにごりが確認され、茎葉では少量のにごりが確認されたが、玄米では無色透明な試料水溶液で白色沈殿は見られなかった。



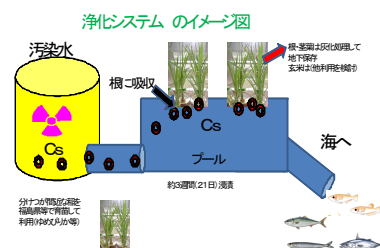
5. まとめ

1) ゆめぴりか・ななつぼしは、分けつ間近の稲を用い、約 21 日間で、1000ppm という高濃度の条件下で Cs を 90%程度は吸収できる。

2) 定性的分析(目視による白色沈殿の確認)では、Cs は根に大部分が蓄積され、茎葉にはその一部が吸収される。しかし、玄米には Cs は含まれないことがわかった。

6. 展望

放射性同位体のセシウムを含む汚染水をプールに集め、十分に生育した分けつ間近の稲を用いることで、効率よく浄化させるシステムが検討できる。



- 1) 「イネのカドミウム吸収関連遺伝子座の同定」 H15`H18 報告 独立行政法人農業技術研究所 石川 寛
- 2) 「北海道における水稲カドミウム濃度の変動要因と低減対策」 (2009. 1) 報告 北海道中央農業試験場
- 3) 第 35 回全国総文祭自然科学「ゆめぴりかにおける Cd の吸収について」北海道有朋高校 SOHC 部 2011. 8 報

この度は、日本化学会北海道支部奨励賞という名誉ある賞を頂くことができ、大変嬉しく思っております。有朋高校 SOHC 部では、2009～2011 年にかけて食の安全性の観点も含め、稲による土壌浄化の研究を行ってまいりました。今回このような名誉ある賞を頂けたのは、研究に携わった先輩たちが、私たちに良質なデータと論文を残してしてくれたからこそと思います。この間には、福島第 1 原発事故も発生し、私たちも放射能による汚染、またその除染について考えさせられる日々が続いています。

私たちの「ゆめぴりか・ななつぼしはセシウムを吸収できるか」という研究が、事故の収束に少しでも役立つことを願って、これからも地に足を着けて研究を継続していきたいと思っております。最後にこの研究をするにあたってご協力をいただきました皆様方にこの場を借りて感謝申し上げます。