

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月21日現在

機関番号：81401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22780297

研究課題名（和文）カドミウム低吸収ダイズのカドミウム吸収・蓄積と吸水機能の関係解明

研究課題名（英文）Relationship between cadmium absorption and water uptake ability in soybean with low cadmium absorption

研究代表者

松波 寿典（MATSUNAMI TOSHINORI）

秋田県農林水産部（農業試験場）・作物部・研究員

研究者番号：10506934

研究成果の概要（和文）：カドミウム低吸収ダイズ、通常ダイズ品種とも登熟期に地上部へのカドミウム蓄積量が増大するが、カドミウム低吸収ダイズは子実中のカドミウム濃度が低く、子実へのカドミウム移行が少ない特徴をもつ可能性が示唆された。また、両ダイズ品種・系統ともカドミウムの吸収は根圏温度が 35℃から 15℃の範囲で高く、さらにカドミウム低吸収ダイズ系統では吸水能とカドミウム吸収能の間に明瞭な関係は認められなかった。したがって、カドミウム吸収能を遺伝的に改良したとしても、吸水形質への影響は小さいと考えられ、分子生物学的手法による実用形質を備えたカドミウム極低吸収ダイズの育成が可能であると推察された。

研究成果の概要（英文）：Genotypic difference in Cd absorption and its associated with water uptake ability was examined. A marked genotypic difference was found in the grain Cd concentration under high Cd contaminated experimental field. The Cd absorption peaked during reproductive stage regardless of genotypes. The rhizosphere temperature affected the Cd absorption; the absorption was inhibited below 15°C. Water uptake ability did not correlated with the genotypic difference in the amount of Cd uptake in this study.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,800,000	540,000	2,340,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：環境汚染

## 1. 研究開始当初の背景

(1) ダイズ製品は、わが国では主要な食品であり、日本人が摂取するカドミウム量のうち約 10%はダイズ製品由来とされ、ダイズのカドミウム濃度は消費者の関心も高い。食の安全が懸念されている現状では、ダイズのカドミウム吸収低減技術の開発は急務である。

(2) 近年、子実中のカドミウム濃度が著しく低いダイズが見出され、それらを活用した新品種の育成が期待されている。しかし、カドミウム低吸収ダイズのカドミウムの吸収・蓄積に關与する生理機能は明らかにされていない。今後、さらにカドミウムを吸収しないダイズを効率的に育成する場合、カドミウム

の吸収・蓄積やそれに関与する生理機能を明らかにすることは重要である。

## 2. 研究の目的

カドミウムは経根吸収されることから、その吸収・蓄積と吸水機能には密接な関係があると推察される。本研究では、カドミウム低吸収ダイズの根域温度の変化に伴う吸水能の変化がカドミウム吸収・蓄積に及ぼす影響を解析し、カドミウム吸収・蓄積と吸水機能の関係を明らかにすることにより、カドミウム低吸収ダイズを活用したカドミウム吸収低減技術の開発に資することを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 秋田県農業試験場内のカドミウム人工添加圃場（表層腐植質黒ボク土<低濃度区： $0.56 \pm 0.08$ ppm（平均値±標準偏差）、高濃度区： $1.12 \pm 0.18$ ppm>）において、カドミウム低吸収とされる刈系 818 号、刈系 838 号、刈系 839 号、刈系 841 号、リュウホウを 2010 年 6 月 4 日、2011 年 6 月 1 日に  $14.8$  粒/ $m^2$ （畝間 75 cm、株間 18 cm、2 粒播）で播種し、慣行法に従い栽培した。その後、着莢始期（R3 期）、着莢盛期（R4 期）、粒肥大始期（R5 期）、粒肥大盛期（R6 期）、成熟期（R8 期）に生育中庸な 10~15 個体を収穫し、子実中カドミウム濃度をフレーム原子吸光法で定量した。また、成熟期には  $1.4m^2$  を坪刈し、収量を調査した。

(2) 黒ボク土を充填したセルポットに刈系 841 号とリュウホウを播種し、温室内で生育させた後、播種後 20 日目に日長 14 時間、気温  $25^\circ C/20^\circ C$ （昼/夜）、湿度 70% に設定した人工気象室内（ $450 \mu mol m^{-2} s^{-1}$ PPFD）に移動させ、水温を  $35^\circ C$ 、 $25^\circ C$ 、 $15^\circ C$ 、 $5^\circ C$  に調整したカドミウム濃度が  $1.0$ ppm の水耕液にセルポットの底面 1cm を 24 時間浸漬した。その後、最上位完全展開葉の気孔コンダクタンスをリーフポロメーター（SC-1、DECAGON 社製）で測定し、終了後、地際で茎を切断し、溢液を採取した。そして、切断面の中央部の直径をノギスで計測し、円とみなして茎切断面積を計算し、出液速度を算出した。また、浸漬前後のポットと植物体の重さを秤量する差し引き法により蒸散量を測定し、処理期間中の吸水量とした。

## 4. 研究成果

(1) 供試した全ての系統ともリュウホウよりも子実中カドミウム濃度は低かった（図 1）。特に刈系 841 号は、カドミウム濃度が最も低かった。また、刈系 841 号は、リュウホウよりも収量性が優れ、実用的なカドミウム低吸収ダイズとして有望であることが明らかとなった（図 2）。

現在、国内外で品種登録されたカドミウム低吸収ダイズはなく、本系統の兄弟系統が、東北地域において世界初の実用的なカドミウム低吸収ダイズとして有望視されている。今後は本系統あるいは本系統の交配母本を用いた品種育成を行うことで、近い将来、実用的なカドミウム低吸収ダイズが誕生すると思われる。

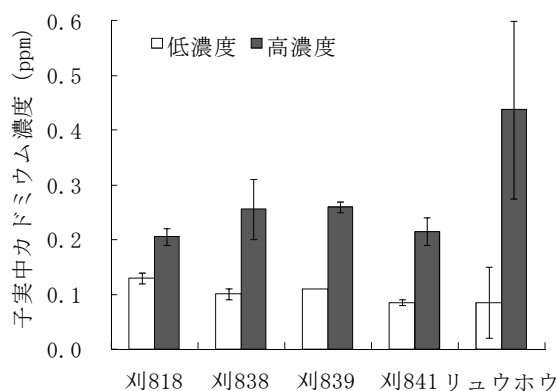


図 1. カドミウム人工添加圃場における子実中カドミウム濃度。

図中の値は 2 ヶ年の平均値 (n=2) を示し、棒線は標準誤差を表す。

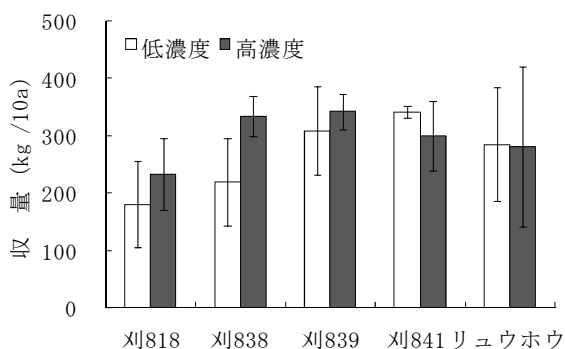


図 2. カドミウム人工添加圃場における収量性。

図中の値は 2 ヶ年の平均値 (n=2) を示し、棒線は標準誤差を表す。収量は水分 15%換算した値を示す。

(2) リュウホウ、刈系 841 号とも地上部カドミウム蓄積量は着莢始期 (R3 期) から成熟期 (R8 期) にかけて増加した (図 3)。また、地上部カドミウム濃度は着莢盛期 (R4 期) から粒肥大始期 (R5 期)、粒肥大盛期 (R6 期) から成熟期 (R8 期)、に高まる傾向がみられた (図 4)。これらのことから、粒の肥大や充実など各栄養分が主に集積される登熟期にダイズ体内へカドミウムが活発に取り込まれることが示唆された。

既往の研究では通常ダイズ品種について同様の結果が報告されているが、カドミウム低吸収ダイズについては、国内外初の知見である。また、カドミウム低吸収ダイズは子実中のカドミウム濃度が低い (図 2) 一方で、地上部カドミウム濃度にリュウホウと明瞭な差が認められなかったことから、子実へのカドミウム移行が少ない特徴をもつ可能性が示唆された。今後、本成果は、既に実用化されている土壌資材の投入など耕種的手法によるカドミウム吸収低減技術やカドミウム極低吸収ダイズの品種育成の基礎的知見としての活用が期待される。

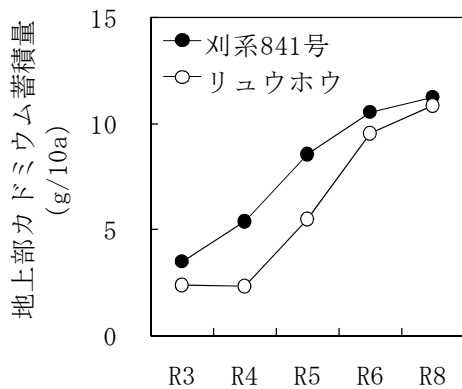


図 3. カドミウム人工添加圃場における生殖成長期間における地上部カドミウム蓄積量の推移。

図中の値は 2 ヶ年の平均値 (n=2) を示す。

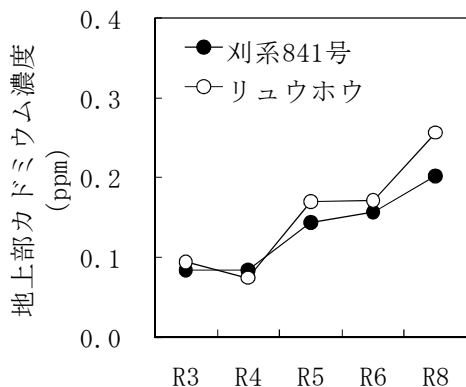


図 4. カドミウム人工添加圃場における生殖成長期間における地上部カドミウム濃度の推移。

図中の値は 2 ヶ年の平均値 (n=2) を示す。

(3) リュウホウと刈系 841 号で根圏温度に対する出液速度の反応に品種間差は認められなかったが、刈系 841 号では根圏温度が 15°C の場合、気孔コンダクタンスが著しく低下した (図 5、6)。これらのことから、刈系 841 号では根圏温度が 15°C で吸水能が低下する可能性が示唆された。

これまで、温度変化に伴うダイズの吸収能の品種間差を見出した研究事例はない。一方、イネでは吸水能の温度依存性が水チャネルを担うアクアポリンの活性に因ることが明らかにされている。したがって、本成果は、ダイズの水チャネル等の分子生物学的な生体機能の解明に向けた基礎的知見として有用であり、今後の活用が期待される。

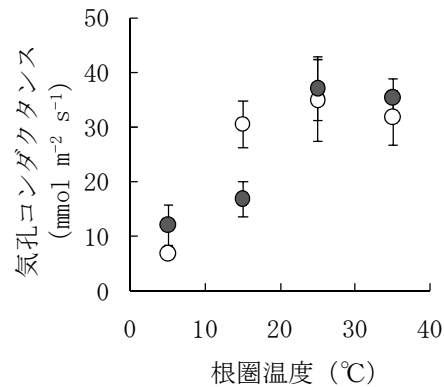


図 5. 根圏温度が出液速度に及ぼす影響。

図中の値は平均値 (n=6) を棒線は標準誤差を表す。

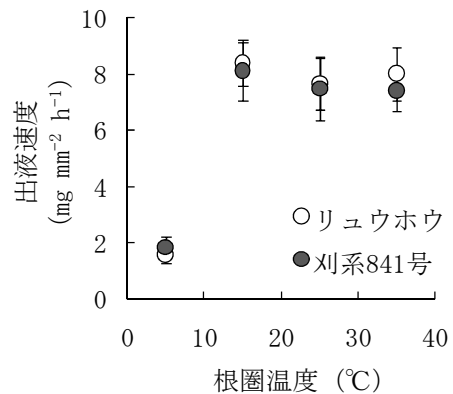


図 6. 根圏温度が気孔コンダクタンスに及ぼす影響。

図中の値は平均値 (n=6) を棒線は標準誤差を表す。

(4) 根圏温度が 35°C から 5°C の範囲において、カドミウムの吸収が旺盛となる根圏温度はリュウホウ、刈系 841 号とも 35°C から 15°C であった (図 7)。

本成果ではダイズのカドミウム吸収性に温度依存性は認められたものの、極端な温度域での反応であった。このことから、カドミウムの吸収に関わる各酵素反応やタンパク

発現は幅広い温度環境下で安定的であり、カドミウムの吸収に関わる諸形質は、温度環境の影響を受けにくい可能性が推察された。

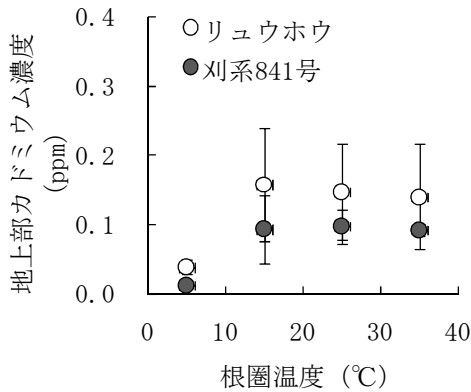


図 7. 根圏温度が地上部カドミウム濃度に及ぼす影響.

図中の値は平均値 (n=4) を棒線は標準誤差を表す。

(5) リュウホウは 25°Cと 15°Cで吸水量に明瞭な差は認められなかったが、刈系 841 号では 15°Cで吸水量が著しく減少した (図 8)。そして、25°Cと 15°Cで吸水量に差が認められなかったリュウホウは両温度域でカドミウム吸収能に有意な差は認められなかった。一方、15°Cで吸水量が減少した刈系 841 号では、カドミウム吸収能は 15°Cで高まる傾向がみられた (図 9)。したがって、カドミウム低吸収ダイズの刈系 841 号において吸水能とカドミウム吸収能の間に明瞭な関係は認められないことが明らかとなった。

上記の本成果は、カドミウム吸収能を遺伝的に大幅に改良したとしても、ダイズの生育にとって大きな役割を担う吸水形質への影響は小さいことを示唆していると考えられる。このことから、分子生物学的手法による実用形質を備えたカドミウム極低吸収ダイズの育成が可能であると考えられる。

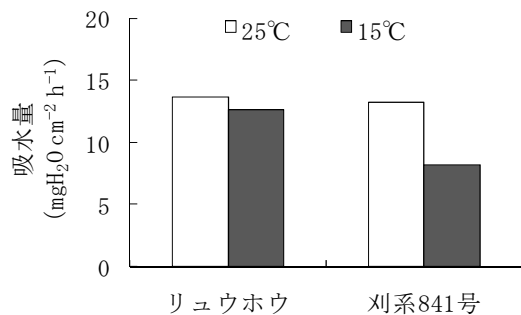


図 8. 根圏温度が吸水量に及ぼす影響.  
吸水量は重量法 (24 時間浸漬前後の差) により算出した。

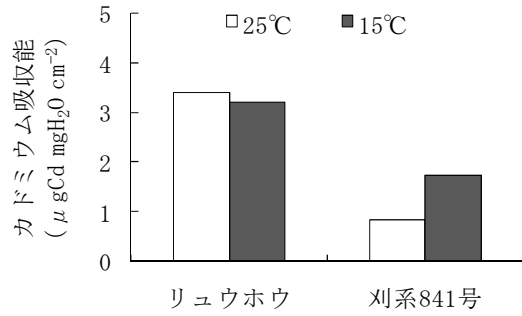


図 9. 根圏温度がカドミウム吸収能に及ぼす影響.

カドミウム吸収能は 24 時間のカドミウム吸収量を吸水量で除した値を示す。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 件)

[学会発表] (計 1 件)

- ① 松波寿典、根圏温度がカドミウム低吸収ダイズの吸水能に及ぼす影響、第 235 回日本作物学会、2013 年 3 月 26 日、神奈川県川崎市

[図書] (計 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松波寿典 (MATSUNAMI TOSHINORI)

秋田県農林水産部 (農業試験場)・作物部・  
研究員

研究者番号 : 10506934

(2) 研究分担者

( )

研究者番号 :

(3) 連携研究者

( )

研究者番号 :