

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	平田 香里
論文題目	高品質ダイズ品種育成のためのDNAマーカーの開発		
(論文内容の要旨)			
<p>ダイズは、日本では食品用として古くから利用されてきており、とりわけ近年では「国産」表示商品の売上げが増加傾向にある。国産ダイズは、供給量が安定していないことから、国内のダイズ育種現場では安定多収性品種の育成が主体となってきた。しかし、国産ダイズは品質面の良さが実需者から高い評価を受けているため、国産ダイズの利用拡大に対応するためには、安定多収性品種に実需者や消費者ニーズに応える高い品質の付与が重要となる。本研究は、消費者の関心が高まりつつある食品安全性に関わる種子の低カドミウム (Cd) 蓄積性および煮豆などの加工過程で重要視される蒸煮大豆の硬さに着目し、これら特性の効率的な育種に有用なDNAマーカーの開発を目指したものである。</p> <p>第1章では、実需者ならびに消費者が食品に求める高い品質のなかでも安全性や加工適性に着目する背景について概説している。</p> <p>第2章では、ダイズの根から茎へのCd移行に関与すると報告されている遺伝子<i>GmHMA3</i>が、種子中 (ダイズ子葉) のCd蓄積性に与える効果を確認した。まず、ダイズに変異原処理をした後代集団よりスクリーニングして得た<i>GmHMA3</i>遺伝子に変異をもつ<i>GmHMA3</i>変異系統3系統を原品種と交配し、交配後代における野生型と変異型個体の種子中Cd濃度を比較した。その結果、3変異のうち2変異は種子中Cd濃度を有意に増加させ、残りの1変異は種子中Cd濃度を減少させたことから、<i>GmHMA3</i>はダイズ種子中のCd蓄積性にも関与することを明らかにした。</p> <p>第3章では、<i>GmHMA3</i>遺伝子内の多型に基づくDNAマーカーを利用した戻し交配育種により、東北地域向けダイズ系統「東北185号」を育成した。「東北185号」の育成では、倒伏抵抗性および収量性が高く、東北地域で問題となっているダイズシストセンチュウ (SCN) レース3に抵抗性がある品種を戻し交配親とした。また、東北地域では裂莢による収量損失が近年懸念されているため、難裂莢性もDNAマーカーを利用して導入した。「東北185号」の諸形質を調査したところ、種子中Cd濃度および裂莢率が低だけでなく、倒伏抵抗性および収量性が高くSCNレース3に抵抗性を示した。さらに、複数の形質導入にDNAマーカーを用いたことにより、育種面積、期間を従来の育種法と比較して縮小でき、育種目標に適ったダイズ品種の効率的な育成が可能であることを実証した。</p> <p>第4章では、蒸煮大豆の硬さの品種間差に関わる遺伝的要因の解明のため、蒸煮大豆の硬さが異なる品種由来のRILsを用いて蒸煮大豆の硬さに関するQTL解析を行った。その結果、<i>qHbs3-1</i>および<i>qHbs6-1</i>を検出した。<i>qHbs3-1</i>および<i>qHbs6-1</i>の近傍に粒重および吸水倍率に関するQTLは検出されず、<i>qHbs3-1</i>および<i>qHbs6-1</i>による蒸煮大豆の硬さへの影響は粒重や吸水倍率とは独立であると考えられた。効果が高い<i>qHbs3-1</i>についてRHLを用いて解析し、原因遺伝子の座乗領域を約330kbに絞り込んだ。また、F<sub>2</sub>分離集団において<i>qHbs3-1</i>の対立遺伝子型間に蒸煮大豆の硬さに関して差が認められたことより、<i>qHbs3-1</i>は蒸煮大豆の硬さの改善を目的とした品種育成に有用であることを示した。</p> <p>第5章では、<i>qHbs3-1</i>領域の詳細なマッピングに基づき、ペクチンメチルエステラーゼ (PME) をコードすると推定される遺伝子<i>Glyma03g03360</i>が<i>qHbs3-1</i>の原因遺伝子と推察した。<i>Glyma03g03360</i>の遺伝子型が異なる品種間のF<sub>2</sub>分離集団では、<i>Glyma03g03360</i>が機能型と機能欠損型の品種・系統間に蒸煮大豆の硬さの差が認められた。PMEは細胞壁でペクチンの脱エステル化に関与しており、隣接するペクチン間にCa架橋構造を</p>			

構築する。*Glyma03g03360*が機能型の品種群のCa含量と蒸煮大豆の硬さに高い相関関係が認められ、ペクチン間のCa架橋構造が蒸煮大豆の硬さに重要な役割を果たす可能性を示した。第3章で育成した「東北185号」は蒸煮大豆が硬い系統であったが、戻し交配に用いた反復親品種の*Glyma03g03360*は機能型で蒸煮大豆が硬いタイプである。したがって、*Glyma03g03360*のDNA多型マーカーを利用して、「東北185号」の蒸煮大豆の硬さを比較的短期間で改良できる可能性を示した。

第6章では、国内のダイズ育種現場の実情を踏まえて総合考察をしている。現在、育種現場では品質に関わる評価を外部に委託することが多いため、選抜過程で多数系統を評価することは難しい。したがって、食品安全性や加工適性を判別するDNAマーカーの開発は、育種現場で多数系統を評価する簡易手法の開発に直結する。本研究では、ダイズ種子のCd蓄積性および蒸煮大豆の硬さを制御する遺伝子を特定し、その遺伝子内多型に基づいたDNAマーカー開発に成功した。開発されたDNAマーカーは、既に育種現場で活用が進んでいる収量性に関わるDNAマーカーと併用することで、優良な栽培特性をもつダイズ品種のCd蓄積性および蒸煮大豆の硬さの効率的な改善が可能となり、国産ダイズの利用拡大に対応できるダイズ品種の高品質化に貢献できることを示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、「国産」表示のダイズ加工食品の売上げが増加傾向にあり、かつ国産ダイズは品質面の良さが実需者から高い評価を受けて現状から、従来のダイズ育種に重要視されてきた安定多収性品種に実需者や消費者ニーズに応える高い品質を付与することに着目して、食品安全性に関わる低Cd蓄積性がダイズ遺伝子*GmHMA3*の機能に依存することを明らかにした。さらに、*GmHMA3*遺伝子内多型を検出するDNAマーカーを利用することで効率的に低Cd蓄積性を兼ね備えた有望系統「東北185号」を育成し、DNAマーカーの有用性を実証した。また、煮豆の加工適性を左右する蒸煮大豆の硬さに関連するQTL、*qHbs3-1*および*qHbs6-1*を検出した。効果の大きい*qHbs3-1*について詳細なマッピングを行った結果、*Glyma03g03360*が*qHbs3-1*の原因遺伝子の候補であり、この遺伝子の機能型と機能欠損型の品種・系統間に蒸煮大豆の硬さに差異があることを明らかにした。本研究の評価できる点として、以下の3点を挙げる事ができる。

1. ダイズ種子中のカドミウム含量に*GmHMA3*遺伝子の機能が関与していることを明らかにした。
2. *GmHMA3*遺伝子内の多型に基づくDNAマーカーを利用した戻し交雑により有望品種に低Cd蓄積性を効率的に付与できることを実証した。
3. ダイズの加工適性と密接に関連する蒸煮大豆の硬さに関するQTL解析より、原因遺伝子が*Glyma03g03360*であると推察した。さらに、*Glyma03g03360*遺伝子の機能欠損型では煮豆の硬さが柔らかくなることから、*Glyma03g03360*遺伝子内の多型に基づくDNAマーカー開発が蒸煮大豆の硬さに関するに効率的な育種に繋がることを示した。

以上のように、本論文は育種学、作物学、品質設計開発学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和2年1月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

また、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）