

学位論文題名

野生ダイズの硬実性の遺伝的制御機構と  
ダイズの栽培化における遺伝的役割

学位論文内容の要旨

ダイズの祖先野生種であるツルマメ(*Glycine max* subsp. *soja*)の硬実性の遺伝的制御機構とツルマメのダイズの栽培化過程における遺伝的役割についての情報は限られている。本研究では、ツルマメのもつ硬実性の遺伝的支配様式と関与 QTL を明らかにし、ダイズの栽培化における役割について調査した。本論文は 5 章から構成され、第 1 章が緒言、第 2 章が研究小史、第 3 章が分子マーカーを用いた硬実性の遺伝学的解析、第 4 章が SSR 多型に基づくダイズとツルマメの遺伝的関係、第 5 章は、雑種模擬群落集団の異なる選択圧に対する反応、第 6 章が総合考察となっている。なお、本研究ではツルマメをダイズの亜種として扱い、上記の学名で表記した。

第 1 章の緒論では、作物の栽培化における環境適応性の減少と、その後の近代育種における特定品種への依存が遺伝資源の喪失を招いた歴史的事実をふまえ、育種素材として特定の遺伝資源への偏重を回避すること、新たな遺伝資源を探索、開発することの重要性について論じた。

第 2 章の研究小史では、遺伝資源の重要性および野生種の積極的な利用について詳述した。第 1 節では、野生種の積極的な利用に伴う、野生形質の遺伝子座の同定についてその歴史的過程を中心に概説した。第 2 節では野生形質の中でも本研究で対象とする硬実性の遺伝解析および関連遺伝子の探索についてその歴史的過程を中心に記述した。これまでの報告では、種皮色関連遺伝子と硬実性の連鎖関係が示唆され、硬実性の喪失の要因は種皮色の選抜によるものと考えられる。第 3 節では、野生種を含めたダイズ遺伝資源の育種利用を事例的に記述した。特にツルマメのもつ硬実性は病虫害の抵抗性にも関与することから、硬実性の遺伝的制御機構の解明が栽培化過程の解明だけでなく、遺伝資源の開発においても必要であることを述べた。第 4 節では、野生種の利用および探索に伴う、起源および分化過程の諸問題について概説した。特に野生種ツルマメの分布および細胞質ゲノム型との関連性から、ダイズが多元的起源であることがこれまでの報告から示唆されることを述べた。第 5 節では、野生形質と環境適応性には相関がみられることから、栽培環境が野生型と栽培型の分化の主要因とする Oka(1983)の実験

報告を概説した。以上からダイズの栽培化過程における硬実性の喪失には種皮色以外の因子が存在するものと考えた。

第 3 章では、ツルマメのもつ硬実性の遺伝的支配様式および硬実性の関与遺伝子を調査した。供試材料にはダイズ‘十系 780 号’とツルマメ‘日高 4 号’の交雑 F<sub>2</sub> およびその後代を用いた。種子吸水率の変異は正規分布を示さず、硬実型と非硬実の吸水型の 2 つのモードを持つ連続的な変異を示した。親子相関は 0.82、Wright(1934)の有効因子数は 1.88 であった。また、後代で非硬実の吸水型が固定し、ツルマメのもつ硬実性は硬実を優性とする少数の遺伝子により支配されることが示された。F<sub>3</sub> 家系での SSR 解析から、Hs1(C2)、Hs2(D1b+W)、Hs3(G)の 3 つの硬実性 QTL を検出した。また、後代検定で、種皮色抑制遺伝子(*I*)、毛茸色遺伝子(*T*)と硬実性との間に共分離がみられ、Hs4(A2)が同定された。この Hs4(A2)では *I* 座と *T* 座のエピスタシスにより劣性ホモ型の *iit/t* 型で裂皮を伴う吸水型となることが判った。Keim *et al.*(1990)との比較から、Hs1(C2)、Hs3(G)は本研究で新たに得られた QTL であり、Hs2(D1b+W)と Hs4(A2)は、Keim *et al.*(1990)が報告している QTL と共通であるが作用が異なっていた。従って両者の交雑系統の遺伝的背景の差異が硬実性の遺伝的制御機構に差異をもたらしたと考えた。以上から、硬実性の遺伝的制御機構は、交雑系統の遺伝的背景に基づき複数存在するものと考えた。

第 4 章では、日本に自生するツルマメ、中間型の形態を有する青刈りダイズ(飼料・緑肥ダイズ)および日本の栽培ダイズについて 20 個の連鎖群から任意に選んだ 20 個の SSR マーカーによる多型解析を行った。ツルマメではダイズよりも多くの多型がみとめられ、ダイズの有する変異はツルマメにもみとめられた。また母系が同一のダイズとツルマメでは核 DNA における変異構成は異なっていた。特に Satt600 でダイズにおいて Abe *et al.*(2003)が報告する地理特異的変異はツルマメにおいても認められた。これらの変異は同所的に分布するツルマメからの遺伝子流動によりもたらされ、栽培化の過程での栽培化形質との共分離によるヒッチハイキング効果により維持された痕跡のひとつであると推察した。

第 5 章では、北大構内に人工的な雑種群落を設け、F<sub>3</sub> 家系を用い、播種と収穫を行わない放任の野生区、播種と収穫を行う栽培区それぞれにおける栽培圧の差異と雑種個体の動向との関係について 4 か年の経年調査を行った。その結果、野生区では雑種個体が栽培 3 年目でほとんど消失し、硬実性や草型が栽培環境に応じて異なることが示された。越冬性の調査から、雑種個体の喪失の要因の一つとして硬実性が関与することを確認した。

第 6 章の総合考察で、第 3 章から第 5 章での結果をもとに、ツルマメの硬実性の喪失は栽培環境に応じた播種と収穫の繰り返しによる無意識的選択により起こったものと考えし、ダイズの栽培化の過程では、硬実性の喪失を伴う無意識的選択の効果が最も大きいことを明らかにした。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 喜多村 啓 介  
副 査 教 授 佐 野 芳 雄  
副 査 助 教 授 阿 部 純

学 位 論 文 題 名

## 野生ダイズの硬実性の遺伝的制御機構と ダイズの栽培化における遺伝的役割

本論文は125頁からなる和文論文であり、図15と表16を含む。

ダイズの祖先野生種であるツルマメの硬実性の遺伝的制御機構とツルマメのダイズの栽培化過程における遺伝的役割についての情報は限られている。そこで、ツルマメのもつ硬実性の遺伝的支配様式と関与 QTL を明らかにし、ダイズの栽培化における硬実性の役割および両種の雑種群落模擬集団の異なる選択圧に対する反応について調査した。得られた結果の概要は以下の通りである。

### 1. 分子マーカーを用いた硬実性の遺伝学的解析

ツルマメのもつ硬実性の遺伝的支配様式および硬実性の関与遺伝子を調査し、種子吸水率の変異は正規分布を示さず、硬実型と非硬実の吸水型の2つのモードを持つ連続的な変異を与えることを示した。親子相関は0.82、Wright(1934)の有効因子数は1.88であった。また、後代で非硬実の吸水型が固定し、ツルマメのもつ硬実性は硬実を優性とする少数の遺伝子により支配されることが示された。F3家系でのSSR解析から、Hs1(C2)、Hs2(D1b+W)、Hs3(G)の3つの硬実性QTLを検出した。また、後代検定で、種皮色抑制遺伝子(*I*)、毛茸色遺伝子(*T*)と硬実性との間に共分離がみられ、Hs4(A2)が同定された。このHs4(A2)では*I*座と*T*座のエピスタシスにより劣性ホモ型の*i/it/t*型で裂皮を伴う吸水型となることが判った。Hs1(C2)、Hs3(G)は本研究で新たに得られたQTLであり、Hs2(D1b+W)とHs4(A2)は、Keim *et al.* (1990)が報告しているQTLと共通であるが作用が異なっていた。従って両者の交雑系統の遺伝的背景の差異が硬実性の遺伝的制御機構に差異をもたらすものであり、硬実性の遺伝的制御機構は、交雑系統の遺伝的背景に基づき複数存在するものと考えた。

## 2. SSR 多型に基づくダイズとツルマメの遺伝的関係

日本に自生するツルマメおよび栽培ダイズについて 20 個の連鎖群から任意に選んだ 20 個の SSR マーカーによる多型解析を行った。ツルマメではダイズよりも多くの多型を認め、ダイズの有する変異はツルマメにも認められた。また母系が同一のダイズとツルマメでは核 DNA における変異構成は異なっていた。特に Satt600 でダイズにおいて Abe et al. (2003) が報告する地理特異的変異はツルマメにおいても認められた。これらの変異は同所的に分布するツルマメからの遺伝子流動によりもたらされ、栽培化の過程での栽培化形質との共分離によるヒッチハイキング効果により維持された痕跡のひとつであると推察した。

## 3. 雑種群落模擬集団の異なる選択圧に対する反応

北大構内に人工的な雑種群落を設け、播種と収穫を行わない放任の野生区、播種と収穫を行う栽培区それぞれにおける栽培圧の差異と雑種個体の動向との関係について 4 か年の経年調査を行った。野生区では雑種個体が栽培 3 年目でほとんど消失し、硬実性や草型が栽培環境に応じて異なることが示された。越冬性の調査から、雑種個体の喪失の要因の一つとして硬実性が関与することを確認した。以上の結果から、ツルマメの硬実性の喪失は栽培環境に応じた播種と収穫の繰り返しによる無意識的選択により起こったものと考察し、ダイズの栽培化の過程では、硬実性の喪失を伴う無意識的選択の効果が最も大きいことを明らかにした。

本研究は、ダイズの硬実性の遺伝的制御機構を明らかにするとともに、硬実性がダイズの栽培化に果たした役割を遺伝的に示したものであり、学術的に高く評価できる。

よって、審査員一同は、坂本晋一が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。