

氏名	いし かわ ご ろう 石 川 吾 郎
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1247 号
学位授与の日付	平成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	農学研究科農学専攻
学位論文題目	Genetic analyses of fatty acid composition and pregermination flooding tolerance in soybean seeds (ダイズ種子の脂肪酸組成および発芽前冠水抵抗性に関する遺伝分析)
論文調査委員	(主査) 教授 谷坂隆俊 教授 堀江 武 教授 内海 成

論 文 内 容 の 要 旨

脂肪酸組成は、ダイズ油の品質を決定する主要要因のひとつであり、従来多くの改良がなされてきた。しかし、脂肪酸組成は栽培環境によって大きく変動し、望ましい脂肪酸組成を安定的に得ることはまだ困難である。また、播種期が雨季にあたる地域でのダイズ栽培では、播種後の降雨による冠水が発芽を阻害し、著しい収量減を招来する。本論文は、高品質種子を安定的に生産するダイズ品種を開発するための基礎的知見を得ることを目的として、ダイズ油の品質に関わる脂肪酸組成および種子収量に影響を与える発芽前冠水抵抗性の2つの重要形質に関して遺伝分析を行ったものである。得られた主要な結果は、以下の通りである。

1. 内外のダイズ60品種を供試して、播種後開花迄日数および開花後成熟迄日数の効果を取り除いた場合の脂肪酸組成に関する遺伝的変異を解析した結果、供試品種間の脂肪酸組成の変異は主として飽和脂肪酸含量およびオレイン酸からリノール酸への不飽和化の程度によって説明されることが明らかになった。
2. 早生群から特異的脂肪酸組成をもつ3品種(Cutler71:高リノール酸, Clark:高ステアリン酸, 油豆:高オレイン酸)を選び、これに標準的脂肪酸組成品種タマムスメを加えた計4品種を供試して、種子登熟期間中の脂肪酸含量の変化を調査した。パルミチン酸, オレイン酸, リノール酸およびリノレン酸含量は、その変化に品種間変異がなく、いずれの品種においても1粒重約250mg時に増加量が最大となるS字曲線を描いて増加することが明らかになった。しかし、ステアリン酸含量に関しては大きな品種間差異が認められ、4品種は急増するタイプと緩慢に増加するタイプの2タイプに大別された。
3. 上記4品種を供試して、登熟中の種子および完熟種子における4種類の脂肪酸不飽和化酵素遺伝子(SACPD, FAD2-1, FAD2-2およびFAD3)の転写量を調査したところ、リノール酸を合成する酵素遺伝子FAD2-1およびFAD2-2の転写量に品種間差異があり、それぞれCutler71および油豆で有意に少ないことが明らかになった。また、FAD2-1をプローブとしたサザン分析により、FAD2-1近傍にみられた塩基配列の変異がFAD2-1の転写量と脂肪酸含量の正比例関係を歪めていることが示唆された。
4. 脂肪酸組成に及ぼす環境および遺伝子型の効果を、上記4品種を用いて解析したところ、パルミチン酸およびステアリン酸に関しては年次の効果、オレイン酸, リノール酸およびリノレン酸に関しては作期の効果および品種・年次間交互作用の効果が認められた。また、パルミチン酸およびオレイン酸の含有率は、開花後成熟迄期間の平均気温と正の相関、ステアリン酸およびリノール酸の含有率は負の相関を示した。さらに、脂肪酸合成経路における最初の3ステップの脂肪酸流量はほぼ同調して変化しており、流量の大きい活性期が2回、停止期が1回あることが認められた。しかし、リノール酸からリノレン酸へのステップでは活性期が1回のみであった。脂肪酸流量には環境および遺伝子型の効果が認められた。
5. 冠水抵抗性強品種と同弱品種間の正逆交雑に由来するF₂個体の種子(F_{2:3})を供試し、発芽前冠水抵抗性に関する2つの指標、すなわち発芽率と生長率(処理区胚軸長/対照区胚軸長)の遺伝を調べたところ、これら2つの指標は遺伝的に独立であり、粒重および粒型とも相関を示さなかった。また、F_{2:3}集団は、種皮色に関して4群(黄, 淡褐, 褐, 黒)に

分けられ、黒色群の平均発芽率は他の群に比べて有意に高かったが、生長率に関しては群間差異が認められなかった。また、淡褐および黄色群内にも高い発芽率を示す系統がいくつか見出され、発芽前冠水抵抗性には種皮色のみならず他の要因も関与していることが明らかになった。

6. 再現性の高い冠水抵抗性評価法を開発する目的から、その評価にあたり考慮すべき形質を探索したところ、発芽率のみならず、種皮崩壊率、根端致死率および幼苗生長量も重要であることが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

ダイズは、脂質および蛋白質の供給源として重要な作物である。しかし、ダイズの品質や収量は栽培環境による変動が大きいため、高品質種子を安定生産する品種の育成が求められている。本論文は、このような観点から、ダイズ油の品質を決定する脂肪酸組成および種子収量に影響を及ぼす発芽前冠水抵抗性の2つの重要形質に関して遺伝分析を行ったものであり、その評価すべき点は以下の通りである。

1. ダイズ60品種の脂肪酸含量の調査によって、脂肪酸組成の遺伝的変異が、主として飽和脂肪酸含量およびオレイン酸からリノール酸への不飽和化の程度によって説明されることを明らかにした。この結果に基づき、脂肪酸組成の改良にはオレイン酸およびリノール酸の合成経路を操作することが有効であると結論した。

2. 早生品種群から脂肪酸組成が特異的な3品種および標準的な1品種、計4品種を選んで、種子の登熟に伴う脂肪酸含量の変化を調査し、脂肪酸蓄積パターンの解析がダイズ種子の脂肪酸組成に関する潜在的遺伝的変異の様相を明らかにする上で有効であることを示した。

3. 上記4品種の登熟中種子および完熟種子における4種類の脂肪酸不飽和化酵素遺伝子の転写量を調査して、リノール酸の生成に関わる ω 6脂肪酸不飽和化酵素遺伝子 *FAD2-1* および *FAD2-2* の発現に顕著な品種間差異のあることを明らかにするとともに、これら遺伝子が脂肪酸組成の決定に重要な役割をもつことを示した。

4. 上記4品種を用いて、種子の脂肪酸組成に及ぼす環境および遺伝子型の効果を解析し、飽和脂肪酸に関しては栽培年次の効果、不飽和脂肪酸に関しては作期の効果および品種・年次間の交互作用の効果が大きいことを明らかにした。さらに、登熟中種子の脂肪酸含量から一定期間の脂肪酸流量を推定し、これに及ぼす環境および遺伝子型の効果を明らかにした。

5. 冠水抵抗性強品種と同弱品種間の正逆交雑によって得られたF₂個体の種子を供試して、発芽前冠水抵抗性に関する遺伝分析を行い、発芽率と生長率は独立に遺伝すること、また、これら2形質は粒重および粒型と相関がないことを明らかにした。さらに、黒色種皮群は他の種皮色群に比べて発芽率が有意に高いが、淡褐および黄色種皮群内にも高い発芽率を示す組換え型系統が出現することを認め、発芽前冠水抵抗性の黄色種皮品種への導入が可能であることを示した。

6. 発芽前冠水抵抗性の評価およびその生理機構を解明する上で重要な4つの指標を同定した。

以上のように本論文は、望ましい脂肪酸組成を安定的に示すダイズ品種の開発に資する重要な知見を与えるとともに、発芽前冠水抵抗性育種の可能性を初めて示したものであり、育種学、作物学、品質科学の分野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、平成14年2月15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。