

学 位 論 文 要 旨

氏 名 ファティチン

題 目 熱帯地域におけるダイズの生産性向上のための遺伝・栽培学的アプローチ
(Genetic and agronomic approaches for improving soybean (*Glycine max* (L.)
Merrill) productivity in tropical area)

インドネシアなど熱帯低緯度地域のダイズ栽培においては、短日条件による栄養成長の不足と乾季の乾燥ストレスが環境面での収量制限要因となっている。本論文では、熱帯地域でのダイズの生産性向上を目的に、Ⅰ. 短日条件下におけるダイズ生産性の遺伝的変異の解析、Ⅱ. 短日条件に適する品種の選定と育成、Ⅲ. 品種 PI 416937 の耐乾性と収量性の評価と熱帯における乾季栽培への導入の可能性を検討した。その要約は以下に示す通りである。

Ⅰ. 短日条件下での品種比較試験により、①品種 Caviness (アメリカ)・品種 Parana ならびに IAS-5 (ブラジル)・品種アキセンゴクならびにアキヨシ (日本) が、比較的高い収量性を示した。これらの品種は、百粒重が中から小程度であったが、単位面積当たりの粒数が多く、子実肥大期間が長かった。②大粒で、発芽直後の子葉養分転流率が高い品種は、旺盛な初期生育を示したが、短日条件下での収量性とは必ずしも相関を示さなかった。③早生である品種 Ripley (アメリカ) や品種 Hefeng (中国) は、日長非感応性を示した。これらの結果より、短日条件下の熱帯地域においては、単位面積当たりの種子数が多く、栄養成長ならびに生殖成長期間が長い形質を有する品種の導入が有効であると示唆された。

Ⅱ. 熱帯で育成された品種と温帯で育成され農業的有用形質を持つ栽培品種とを交配し、得られた系統の収量性を検討した結果、①品種フクユタカ (日本) × 品種 Slamet (インドネシア) の後代 (F6) において、短日条件下で親品種 Slamet より高い系統 (JI 12-201, JI 12-209, JI 12-208, JI 12-304, JI 12-211) を確認した。②品種 Ripley (アメリカ) × 品種サチユタカ (日本) の後代において、種子の大きさや、タンパク含量の向上など質的な改善を示した系統 (UJ 34-1, UJ 34-2, UJ 34-3, UJ 34-10, UJ 34-12) を確認した。なお、これらの系統の熱帯地域への導入適性・実用性については、今後インドネシア・ジャワ島の現地圃場で後代検定を実施する予定である。

Ⅲ. 乾燥ストレスを付加した圃場試験において、品種 PI 416937 の生育・収量特性は、他の比較4品種よりも、乾燥ストレスによる減収程度が最も少なかった。その理由は、一般に浅根性で乾燥ストレスを受けやすい品種に比較して、品種 PI 416937 が相対的に深い根系を形成し、深土層の水を有効に利用することにより、耐乾性が強化されたものと考えられた。このことは、根系の発達を制限する小容量ポット栽培で、その耐乾性が発揮されないことから裏付けられた。

以上のように、本論文は、熱帯の栽培環境に適した高収量性のダイズ品種の導入と育成に関して、基本的環境要素である短日条件と乾燥条件を前提とした実証試験を実施した。ここで得られた品種情報は、低収量に悩む熱帯の現地で直接実用に供することのできる成果である。また、本論文で得た知見は、今後の熱帯ダイズの生産性向上に有益な視点を与えている。

学 位 論 文 要 旨

氏 名

Fatichin

題 目

Genetic and agronomic approaches for improving soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) productivity in tropical area
(熱帯地域におけるダイズの生産性向上のための遺伝・栽培学的アプローチ)

Short day-length, which causing the less vegetative growth, is the major yield limiting factors of soybean production in tropical area. Furthermore, drought stress restricts soybean production additionally in this area when it is sown during dry season. In order to improve soybean productivity in the tropical area, in this study, the approaches of 1) evaluating genotypic variation and contributive characters for adaptability to short day length, 2) introducing the suitable soybean cultivation method under short season, and 3) identifying the characteristics of drought tolerant soybean genotype PI 416937 under drought stress, were applied.

The experiments showed that late maturing genotypes such as Caviness, Parana, IAS-5, Akisengoku and Akiyoshi performed higher yield in short season, and some early maturing genotype such as Hefeng and Ripley showed less sensitive to short day-length in term of the days to flowering. Although some genotypes showed rapid seedling growth rate associated with their big seed size or great cotyledon digestion, it did not support high yielding under short day-length. The results point out that soybean genotypes with large seed number, small-medium seed size, also longer term in vegetative growth and seed filling are adaptable to short day-length condition.

Based on the agronomic characteristics, the crossing experiment was conducted between the genotypes originated from Indonesia, Japan and USA. The selected crossing lines were evaluated under extra short day length (10.06 – 11.07 hours) using growth chamber (27°C day / 22°C night). Generation F6, progenies of Fukuyutaka x Slamet, such as JI 12-201, JI 12-209, JI 12-208, JI 12-304 and JI 12-211 showed higher yield than parent cv. Slamet (Indonesia). Also progenies of Ripley x Sachiutaka such as UJ 34-1, UJ 34-2, UJ 34-3, UJ 34-10, and UJ 34-12 showed better seed quality than Slamet.

The introduction of drought tolerant genotypes is the effective way for the soybean cultivation during dry season in tropical area. The drought tolerant soybean genotype (PI 416937) consistently showed the highest yield at drought condition but not in well watered field. Therefore the reduction in the seed yield by drought stress was the lowest in PI 416937 compared with other 4 cultivars evaluated. The drought tolerance mechanism in PI 416937 is considered as drought avoidance because of its large and deep root system. However, the small pot experiment which restricted root development showed no difference between PI 416937 and Tamahomare in biomass production.

The results of this study are expected to be contributive for the development of soybean production in tropical area, through the determination and cultivation of adaptive genotypes.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	Fatichin
審査委員	主査 佐賀大学 教授 有馬 進
	副査 佐賀大学 准教授 鄭 紹輝
	副査 鹿児島大学 教授 佐々木 修
	副査 佐賀大学 教授 野瀬 昭博
	副査 琉球大学 准教授 モハメド・アムザド・ホサイン
審査協力者	
題目	Genetic and agronomic approaches for improving soybean (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill) productivity in tropical area (熱帯地域におけるダイズ生産性向上のための遺伝・栽培学的アプローチ)
<p>インドネシアなど熱帯低緯度地域のダイズ栽培においては、短日条件による栄養成長の不足と乾季の乾燥ストレスが環境面での収量制限要因となっている。本論文では、熱帯地域でのダイズ生産性向上を目的に、Ⅰ. 短日条件下におけるダイズの生産生態とその遺伝的変異の解析、Ⅱ. 短日条件に適する品種の選定と育成、Ⅲ. 品種 PI 416937 の耐乾性と収量性の評価と熱帯における乾季栽培への導入の可能性を検討した。その要約は以下に示す通りである。</p> <p>Ⅰ. 短日条件下での品種比較試験により、①品種 Caviness(アメリカ)・品種 Parana ならびに IAS-5 (ブラジル)・品種アキセンゴクならびにアキヨシ (日本) が、比較的高い収量性を示した。これらの品種は、百粒重が中程度であったが、単位面積当たりの粒数が多く、子実肥大期間が長かった。②出芽後の幼苗期においては、種子が大きく、子葉養分転流率の高い品種で、旺盛な茎葉生育を示し、その後の成長速度が高かった。その場合、地上部乾物重と個葉の光合成速度には相関が認められなかったことから、幼苗期には葉面積の拡大が優先されていることを確認</p>	

した。③早生である品種 Ripley (アメリカ) や品種 Hefeng (中国) は、日長非感応性を示した。これらの結果より、短日条件下の熱帯地域においては、単位面積当たりの種子数が多く、生殖成長期間が長い形質を有する品種の導入が有効であると示唆された。

II. 熱帯で育成された品種と温帯で育成され農業的有用形質を持つ栽培品種とを交配し、得られた系統の収量性を検討した結果、①品種フクユタカ (日本) × 品種 Slamet (インドネシア) の後代 (F6) において、短日条件下で親品種 Slamet より高い系統 (JI 12-201, JI 12-209, JI 12-208, JI 12-304, JI 12-211) を確認した。②品種 Ripley (アメリカ) × 品種サチユタカ (日本) の後代において、種子の大きさや、タンパク含量の向上など質的な改善を示した系統 (UJ 34-1, UJ 34-2, UJ 34-3, UJ 34-10, UJ 34-12) を確認した。なお、これらの系統の熱帯地域への導入適性・実用性については、インドネシア・ジャワ島の現地圃場で後代検定中である。

III. 乾燥ストレスを付加した圃場試験において、品種 PI 416937 の生育・収量特性は、他の比較4品種よりも、乾燥ストレスによる減収程度が最も少なかった。その理由は、浅根性で乾燥ストレスを受けやすい品種に比較して、品種 PI 416937 が相対的に深い根系を形成し、深土層の水を有効に利用することにより、耐乾性が強化されたものと考えられた。このことは、根系の発達を制限する小容量ポット栽培で、その耐乾性が発揮されないことから裏付けられた。

以上のように、本研究では、熱帯の栽培環境に適した高収量性のダイズ品種の導入と育成に関して、基本的環境要素である短日条件と乾燥条件を前提とした実証試験を実施した。ここで得られた品種に関する生態と遺伝情報は、低収量に悩む熱帯の現地で直接実用に供することのできる成果である。また、本論文で得た知見は、今後の熱帯ダイズの生産性向上に有益な視点を与えている。したがって、審査員一同は、本論文を博士 (農学) の学位論文として十分に価値のあるものと判断した。

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	Fatichin		
審査委員	主査	佐賀大学 教授	有馬 進
	副査	佐賀大学 准教授	鄭 紹輝
	副査	鹿児島大学 教授	佐々木 修
	副査	佐賀大学 教授	野瀬 昭博
	副査	琉球大学 准教授	モハメド・アムザド・ホサイン
審査協力者			
実施年月日	平成 25年 1月 24日		
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。)			<input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答
<p>主査及び副査は、平成25年1月24日の公開審査会において学位申請者に対し、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士（農学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>			

学位申請者	
氏名	Fatichin

氏名

Fatichin

〔質問1〕耐乾性が認められたダイズ品種PI-416937について、これまでに確認されている特性、ならびに本研究で新たに確認した点を説明して下さい。

〔回答1〕品種PI-416937の既存の研究は、短期間の乾燥ストレスに対し、光合成速度や蒸散速度などの生理的応答を明らかにしたものが大半です。また、この品種は水分保持機能が高いとも指摘されています。本研究では、圃場及びポットにおいて、長期間（開花から成熟まで）の継続的な乾燥ストレスに対する子実収量の反応性や、根系機能について、新たな確認を行いました。

〔質問2〕品種PI-416937の乾燥ストレス条件下における光合成速度や、蒸散速度を調べていますが、耐乾性には、気孔コンダクタンスや、気孔開度、気孔密度なども関わるので、これらの特性についても検討すべきです。

〔回答2〕耐乾性に関する多くの論文では、光合成と蒸散速度を論じてあるので、ここでも、光合成速度と蒸散速度を中心に検討した。気孔コンダクタンスは、光合成を解析するには大変重要なファクターであり、私の光合成測定ではライカー社製の光合成・蒸散測定装置を使用して、光合成速度と同時に気孔コンダクタンス等の関連データも採っているため、解析できます。

〔質問3〕先の質問に関連して、品種PI-416937の葉面構造、例えば気孔密度などの何か形態的特徴はありますか。

〔回答3〕肉眼観察で、葉脈が非常に密に走っていることを確認しています。気孔密度などと連動する蒸発散や水分生理に関係すると思われる。

〔質問4〕ダイズ幼苗の生育比較試験で、生育量に大きな品種間差異が認められています。幼苗においても、生育量は光合成速度と正の相関を示すべきですが、播種28日後では、乾物重と光合成速度とが負の相関となっています。この点はどのように解釈していますか。

〔回答4〕ダイズ幼苗の成長では、光合成が重要なファクターですが、基本的に、幼苗の成長エネルギーは子葉に蓄えられた養分の分解によって得るところが大きいです。今回の結果は、幼苗期の成長において、貯蔵エネルギーが、光合成機能よりも葉面積の拡大に多く向けられていることを示唆しています。光合成と葉面積の関係については、単なる葉面積だけではなく、SLA、つまりspecial leaf areaの観点からも解析します。

〔質問5〕ダイズ品種の日長に対する反応性を調べる際、短日条件は冬の間にはグロスターチャンパーを用いましたが、長日条件の場合なぜ露地なのですか。露地では、風や温度などの環境要因の影響は排除できないでしょう。

〔回答5〕この実験の主な目的はダイズの開花に対する日長の影響の品種間差を見ることです。日本において調査する場合、短日は冬、長日は夏に、実施することが物理的に、経済的にも合理的です。確かに、圃場では日長以外の環境要因もありますが、品種間差を相対的に見るには差支えがないと考えました。

〔質問6〕この研究のゴールは何処ですか、これらの知見はどう活かされますか。

〔回答6〕日本などでは、ダイズの品種改良が進み、フクユタカのような優良品種が育成されて収量レベルも高まっています。しかし、アジアの熱帯地域、特にインドネシアでは、ダイズをはじめマメ科作物の品種改良は、始まったばかりで、品種数も少なく、収量レベルも世界水準から見るとかなり低いです。ですから、本研究の研究手法や成果は、このような熱帯地域で今後、応用できると考えています。