

学 位 論 文 要 旨

氏 名	藪 田 伸
題 目	イネの日長反応特性に関する研究 (Study on Photoperiodic Responses in Rice Plants)

イネの感光性は幼穂分化に対する重要なシグナルとして、イネの生長特性の理解や制御のために、古くから研究が行われてきた。しかし、従来の感光性は感光性全てが感光相に集約されていること、生殖生長相が日長や品種の影響を受けず一定であることが前提とされてきたため、実際の生長との矛盾が指摘されていた。そこで本研究では、相転換の目印に形態的变化を用いる点、生育相ごとに感光性を許容する点の2点を変更し、イネの感光性の品種ごと、生長相ごとの変化を調査した。

1. 生殖生長相における感光性および品種間差の検討

幼穂分化の調査は幼穂発育段階に応じた発育ステージと分化後日数を定め、顕鏡観察で認められた幼穂のステージに応じ遡って幼穂形成始期を求めた。生殖生長相は早生で短く晩生で長く、また短日条件により期間が短縮された。これにより感光性は感光相のみならず生殖生長相においても存在する事が明らかとなった。

2. 短日処理による出葉転換点と出葉速度の変化

葉齢と播種後日数を2本の直線で近似し、それらの交点を出葉転換点、傾きを出葉速度とした。出葉転換点には品種間差異と処理区間差異が認められた。出葉速度における品種間差異は2直線共に認められたが、短日反応は出葉転換点以降に明確にみとめられ、出葉速度は短日処理区で増加傾向にあった。出葉転換点と幼穂形成始期および止葉展開日との間には有意な正の相関が認められた。これらの結果から出葉転換点を境に短日反応に関わる生理的变化が生じることが示された。

3. 出葉転換点および幼穂形成始期を用いた生長相の分画

出葉転換点および幼穂形成始期を感光相の前後の相転換の目印と仮定し、各品種における生育相ごとの感光性を求めた。コシヒカリを除く7品種で感光相はもっとも大きな感光性を有し、また早生で短く晩生で長い結果となった。同じ晩生品種でもその感光性が大きく異なる事のように、従来の報告と類似した結果の他、ジャポニカ品種は基本栄養生長相の感光性が大きいことも認められた。

4. 乾物生産およびその分配からみた出葉転換点

乾物生産およびその分配率の変化と出葉転換点の関係を調査した結果、出穂まで各部乾物重は増加傾向にあったが、供試3品種が出葉転換点を迎えた播種後48日ごろに全乾物中に占める葉身の割合が減少に転じた。一方、根や茎の割合はそれぞれ横ばいまたは増加していたことから、葉身への乾物分配率が低下することで出葉転換点が生じている可能性が示唆された。

以上の結果より、イネ品種の感光性をより詳細に評価することが可能となり、今後の栽培学、育種学分野において利用・発展に繋がるものと期待される。

学 位 論 文 要 旨

氏 名

Shin Yabuta

題 目

Study on Photoperiodic Responses in Rice Plants
(イネの日長反応特性に関する研究)

Photoperiodic sensitivities of rice plants as a signal for panicle initiation have been investigated in order for understanding and managing the growth characteristics for long time. However, the contradiction between conventional photophase and actual growth had been pointed out, since the conventional photoperiodic sensitivity presupposes to summarize all photoperiodic sensitivity in photophase and to have no effects on variety and photosensitivity of reproductive phase.

At the present study, both the changing point to mark the phase change with a morphological change and to allow photosensitivity in each growth phases was determined and the photosensitivity of rice in each variety and growth phase was investigated.

1. Examination about the photosensitivity and varietal differences at the reproductive phase.

Panicle development stage was investigated on the day after its start for investigation into panicle development and the panicle initiation period, determined on the result of microscopic observation. The result, reproductive phase in early varieties is shorter than it in late varieties. And it became short under short day length. Those results show that there is photoperiodic sensitivity not only in photophase but also in reproductive phase.

2. Differences in the turning point of leaf emergence rate (TPL) by short day treatment.

Two lines were approximated between days after sowing and plant age in leaf number. And the intersection and slopes of the two regression lines show each TPL and leaf emergence rate. There were significant difference in TPL among varieties and treatments. There were significant differences in both leaf emergence rates among varieties. Short day sensitivity of leaf emergence rate is recognized after TPL and leaf emergence rate tended to increase under short day length. TPL were significant positive correlation between the day when the flag leaf on a main stem emerged and panicle initiation period. Those results that show physiological change which relates to short day sensitivity is happened in TPL.

3. Fraction of growth phase by TPL and panicle initiation period.

TPL and panicle initiation period were assumed to mark phase change and photoperiodic sensitivity in each growth phase was investigated. Photophase has longest photoperiodic sensitivity in 7 varieties. The photophase obtained from early varieties were shorter than those from late varieties. Some results similar to the conventional reports were recognized. For example Photoperiodic sensitivity in the early varieties tended to be shorter than those of the late varieties. Another result shows photoperiodic sensitivity in basic vegetative growth phase is longer than others.

4. TPL is investigated by dry matter product and its distribution factor.

Relationship among the dry matter production, its distribution factor and TPL, and then dry weight of each part increased until heading stage were investigated. But leaf weight ratio started decrease from the 48th day after sowing when 3 varieties in this experiment just after PL. It is possible for TPL to be appeared because of a lowering of dry matter distribution factor due to the root and stem weight ratios were not decreasing.

From the present results, it becomes possible to evaluate the photoperiodic sensitivity of rice plants in detail, and it is expected that those results lead to utilization and development in crop science and breeding fields.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	藪田 伸
審査委員	主査 琉球大学 教授 川満 芳信
	副査 琉球大学 教授 上野 正実
	副査 鹿児島大学 教授 坂田 祐介
	副査 佐賀大学 教授 野瀬 昭博
	副査 鹿児島大学 准教授 岡本 繁久
審査協力者	
題目	イネの日長反応特性に関する研究 (Study on photoperiodic responses in rice plants)
<p>イネの感光性は幼穂分化に対する重要な性質として、イネの生長特性の理解や制御のために、古くから多くの研究が行われてきた。しかし従来、感光性は感光相のみに存在しており、基本栄養生長相や生殖生長相では日長、品種などに影響されず一定であると理解されてきたが、その理解が当てはまらない事例が指摘されるなど問題もあった。そこで本研究では、相転換の目印となる形態的变化を探り、生長相ごとに感光性があるかを確かめること、そしてもし、それが確認されるとしたらイネの品種、生長相ごとに感光性がどのように変化するかを明らかにする目的で研究を行った。</p> <p>1. 生殖生長相における短日の影響</p> <p>生殖生長相は幼穂形成始期から出穂期までの期間とした。幼穂形成始期は顕鏡観察した日の幼穂のステージに応じ、そのステージまでの幼穂発育に要する分化後日数を遡った日とした。この手法によって求めた生殖生長相は早生で短く晩生で長く、また短日処理により短縮された。これにより感光相は生殖生長相においても存在することが明らかとなった</p>	

2. 出葉転換点を用いた生長相の区分

生殖生長相に感光性のあることが確かめられたことから、基本栄養生長相における感光性の存否の検討が必要となった。その検討にあたって基本栄養生長相と感光相を区分する新たな目印として出葉転換点に注目して解析したところ、葉齢と播種後日数の関係は2本の直線で近似でき、それらの交点が出葉転換点、傾きが出葉速度に相当することが確かめられた。出葉転換点は品種、処理により差があり、また出葉転換点と幼穂形成始期、止葉展開日との間には有意な正の相関関係が認められた。出葉速度における短日反応性は出葉転換点以降に顕著で、特に短日処理によって有意に増大した。出葉速度は生育速度と同等であると考え、出葉転換点以降の期間は短日処理により生育が促進される期間、つまり感光相と捉えることができる。なお、基本栄養生長相も感光性を有することが確かめられた。

3. 各生長相を考慮した感光性の評価

出葉転換点および幼穂形成始期を感光相の前後における相転換の目印として、イネの生長相を基本栄養生長相、感光相、生殖生長相の3相に区分すると、各品種の生長相ごとの感光性の特徴が明瞭になった。ほとんどの品種が感光相で最も大きな感光性を有し、感光相の長さは早生で短く晩生で長いこと、同じ晩生品種でも感光性の変異がおおきいことなど、従来の報告と類似した結果が得られた。なかでも、ジャポニカは基本栄養生長相の感光性が大きいことや、Tepi, Miriti, Binashail は生殖生長相の感光性が小さいことなど品種ごとの特徴も明らかとなった。

本研究の結果は、作物学分野においてイネを対象とした日長反応の多様性の解釈に新たな科学的根拠を加えたものであり、イネの伝播、栽培地域の拡大過程における多様な品種分化の実態を生理・生態的に解明する端緒を提示したものと評価できる。また、出葉転換点は品種ごとに認められる特徴的な形態変化であり、かつ非破壊で測定可能であるため、稲体生育の指標としての利用も期待される。

以上要するに、本研究がイネ品種の生長相を考慮して感光性の概要を明らかにしたことは、栽培地の環境に応じた品種の選定や遺伝資源に対する新たな評価法の提示など作物学に新しい知見を提供したものでありその貢献度は大きい。

よって博士（農学）の学位を与えるに足る資格を持つものと判定した。

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏 名	薮 田 伸		
審査委員	主 査	琉球大学	教授 川満 芳信
	副 査	琉球大学	教授 上野 正実
	副 査	鹿児島大学	教授 坂田 祐介
	副 査	佐賀大学	教授 野瀬 昭博
	副 査	鹿児島大学	准教授 岡本 繁久
審査協力者	印		
実施年月日	平成 24 年 1 月 11 日		
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。)		<input checked="" type="radio"/> 口答・筆答	
<p>主査および副査は、平成24年1月11日(水)の公開審査会において学位申請者に対して、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、いずれも満足が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見識を有すると認めた。</p>			

学位申請者 氏 名	数 田 伸
〈質問1〉	供試品種にジャポニカに加え、インディカを採用したのはなぜか？
〈回答1〉	日本では夏期を中心として栽培行われており、出穂期の品種間差は小さい。そこで早晩性に幅を持たせるために極晩生を含むインディカを加えた。
〈質問2〉	供試品種は世界各地で栽培されているイネの代表とすることができるか？
〈回答2〉	供試したのは8品種のみでありイネ全体の代表と捉える事は難しい。しかし、出穂期や感光性に品種間差が認められたことから、ある程度の幅を持った品種であると考えられる。
〈質問3〉	感光性や出穂期をインディカ、ジャポニカという観点から分けることはできないか？
〈回答3〉	供試品種は日本、バングラデシュで栽培されているもののみであり、インディカ、ジャポニカの様な大きな分類で論じるには数が足りないと思う。
〈質問4〉	基本栄養生長相と生殖生長相の重複期間が生じたのはなぜか？
〈回答4〉	重複が見られたのは短日処理を行ったもののみであることから、短日により感光相が短縮されほぼ0となったこと、出葉転換点と幼穂形成始期が同一サンプルから得られたものでないために生じた誤差によると考えられる。
〈質問5〉	イネの花成に対する日長反応を司る遺伝子は1つだけか？
〈回答5〉	花成誘導物質、いわゆるフロリゲンとして働くタンパク質をコードする <i>Hd3a</i> をはじめ、 <i>Hd1</i> , <i>Ghd7</i> , <i>Ehd2</i> など様々な遺伝子の関与が報告されている。しかし、その全貌が明らかになっている訳ではない。
〈質問6〉	本実験の供試品種をバングラデシュで栽培すれば出穂期はどうか？
〈回答6〉	より熱帯に近いバングラデシュでは温暖であるため、通年栽培が可能と考えられるが、本実験と同時期に栽培を行うのであれば、10時間日長区の結果に近い値になると予想される。
〈質問7〉	短日処理により出葉転換点以降の出葉速度が増加するのはなぜか？
〈回答7〉	熱帯・亜熱帯地域をのぞけば短日条件は自然環境下において大きな環境の変化、つまり冬の到来を知らせるシグナであると考えられる。出葉速度の増加は生育の促進と捉えられるため、低温に遭遇する前に充実した種子を残すために生長を促進し出穂を早めていると考えられる。
〈質問8〉	出葉転換点と分けつの関係はどうか？
〈回答8〉	両者の関係は従来から指摘されているが、本研究では分けつの発生数や発生次数、最大分けつ期と出葉転換点との関係性は認められなかった。
〈質問9〉	日長を積算日射と捉えた場合、感光性の関係はどうか？
〈回答9〉	積算日射をデータとして捉えてはいないが、播種直後から短日処理を行ったものは播種後2週間目から短日処理を行ったものに比べ出穂が遅れる傾向が認められた。このことから短日日長にはシグナルとして花成を促進する以外に、出穂を前後させる要因を含んでいると考えられる。
〈質問10〉	本実験の具体的な利用はどのようなものが考えられるか？
〈回答10〉	本実験の手法を用い品種の早晩性、感光・感温性のデータを蓄積することで、栽培地や栽培時期を変えた場合の到穂日数や栽培可能期間を明らかにすることができる。

<質問11> 出葉転換点にどのような遺伝子が関与しているかについて、遺伝子研究によく用いられる日本晴、Kasalathで調査してほしい。

<回答11> 今後の展開として、供試品種を増やす、多地点で実験を行う、遺伝学や分子生物学の観点からの知見を加えるなどを考えている。供試品種を増やす際にはKasalathと日本晴を含めたい。

<質問12> 育種学においては放射線育種などを用い、遺伝子を破壊することで早生を作りだしてきた。これに示されるように短日反応性には遺伝的背景が存在するが、本研究で取り上げた量的な感光性と遺伝的背景はどのように関連付けられるか？

<回答12> 供試品種の選定に遺伝的背景の明確さは考慮しておらず、現段階ではこれを論じることとはできない。しかし、イネの日長反応性に関する遺伝子解析が近年盛んに行われているので、その知見や手法を取り入れ今後につなげたい。

<質問13> 感光相は幼穂形成始期の準備期間と考えられるか？

<回答13> 特に晩生品種では幼穂形成始期と出葉転換点のずれが大きく一概に準備期間ということとはできない。

<質問14> 顕鏡観察により推定した幼穂形成始期はあくまで形態的な変化を捉えているにすぎず、体内生理的な変化がそれ以前に始まっている可能性はある。その視点からも調査を行ってほしい。

<回答14> 分子生物学的、遺伝学的手法は取り入れたいと考えている。指摘の通り幼穂形成始期も出葉転換点も形態的な変化で生長相を区分しているが、目印として用いた現象は今後、より適したものを見つければ、それらに替えて調査を行いたい。