

学 位 論 文 要 旨	
氏 名	リヤン ハ クン
題 目	イネ晩生遺伝子の同定及び農業形質に及ぼす出穂性遺伝子の多面作用 (IDENTIFICATION OF LATENESS GENES AND THEIR PLEIOTROPIC EFFECTS ON OTHER AGRONOMIC TRAITS IN RICE, <i>Oryza sativa</i> L.)
<p>イネの出穂特性は品種の地域、作期適応性などにかかわる重要な形質であり、これまで多くの遺伝的研究が行われてきた。T65-ef2(t), T65-ef3(t), T65-LH2, T65-LH1 および T65-LH7 の5系統は台中65 (T65) の同質遺伝子系統であり、それぞれ ef2(t), ef3(t), ef4(t), ef5(t) および ef6(t) の晩生遺伝子 (いずれも仮名) をもつが、詳しい遺伝分析は行われていない。本研究ではトリソミック分析、対立性検定、標識遺伝子との連鎖関係などによりこれら晩生遺伝子の同定を試みた。さらに、出穂性遺伝子は収量などの農業形質にも影響を及ぼすことが指摘されており、ef2 を除くこれら晩生遺伝子および早生遺伝子 <i>Efl</i> の農業形質に及ぼす影響についても検討した。これらの研究は琉球大学農学部で行われた。</p> <p>ef2(t) は第3染色体の早生遺伝 <i>Efx</i> および第10染色体の早生遺伝子 <i>Efl</i> と独立であり、トリソミック分析の結果、第9染色体に座乗していた。ef3(t) は <i>Efl</i> の対立性遺伝子であった。ef4(t) は <i>Efx</i> と同座であり、<i>Efl</i> とは独立であった。ef4(t) は第3染色体の標識遺伝子 <i>Hg</i> と33.2%、<i>dl</i> と16.8%の組換え価が得られ、<i>bcl</i> とは独立であった。これらの3晩生遺伝子は末尾に付けてある(t)を取り除き正式に ef2, ef3 および ef4 と命名された。ef5(t) は、ef2, ef3 および ef4 と独立であることが判明し、さらに、第6染色体の標識遺伝子 <i>Wx</i> と18.7%の組換え価が得られたことから座位が確定でき正式に ef5 として命名された。ef6(t) は <i>Efl</i>, <i>Efx</i>, ef2, ef3, ef4 および ef5 と独立であり、トリソミック分析の結果、第7染色体に座乗していた。同遺伝子は第7染色体の標識遺伝子 <i>gl</i> と独立であったが、<i>Re</i> とは43.9%で連鎖していた。ef6(t) 遺伝子も正式に ef6 と命名された。</p> <p>農業形質に及ぼす影響において <i>Efl</i> は葉数、草丈、乾物量、葉面積および100粒重が減少したが、全体としての収量には影響が見られなかった。ef3 は葉数、葉面積、草丈および収量に影響を与えなかったが、乾物量および100粒重を増加させた。ef4 は葉数、葉面積および草丈では ef3 との同様であったが、収量は増加した。ef5 は葉数を増加させ、草丈、乾物量、葉面積および100粒重には影響与えず、収量を減少させた。ef6 は100粒重を増加させ、収量には影響を与えなかった。他の形質に関しては ef5 との同様であった。以上、出穂性および収量の面から考えた場合、<i>Efl</i>, ef3 および ef4 は、沖縄または沖縄と同様の栽培環境下においては重要な遺伝資源として利用できるものと考えられた。</p>	

学 位 論 文 要 旨

氏 名	LEANG HAK KHUN
題 目	IDENTIFICATION OF LATENESS GENES AND THEIR PLEIOTROPIC EFFECTS ON OTHER AGRONOMIC TRAITS IN RICE, <i>Oryza sativa</i> L. (イネ晩生遺伝子の同定及び農業形質に及ぼす出穂性遺伝子の多面作用)

Heading time of rice is one of the important agronomic traits for seasonal and regional adaptability of cultivars. The present study was carried out to identify genes for late heading and to elucidate the pleiotropic effects of heading time genes on other agronomic traits in rice. The experiments were conducted at the Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, Okinawa.

Genetic analysis of late heading had been conducted using five near isogenic lines of Taichung 65, T65-ef2(t), T65-ef3(t), T65-LH2, T65-LH1 and T65-LH7. Each of which carried the tentatively lateness genes, *ef2(t)*, *ef3(t)*, *ef4(t)*, *ef5(t)* and *ef6(t)*, respectively. Various genetic analyses such as allelism test, trisomic analysis and linkage study were performed. We found that gene *ef2(t)* was independent of the earliness genes, *Efx* on chromosome 3 and *Ef1* on chromosome 10. Results of trisomic analysis suggested this mutant was located on chromosome 9. Gene *ef3(t)* was allelic to *Ef1* and distributed in several rice varieties in Asia. Gene *ef4(t)* was allelic to *Efx* and independent of *Ef1*. Linkage analysis revealed that *ef4(t)* was linked to *Hg* and *dl* by the recombination values estimated at 33.2% and 16.8%, respectively while segregating independently from *bc1*. Based on these findings, the designations of the above three genes should be *ef2*, *ef3* and *ef4*. Whereas gene *ef5(t)* was independent of *ef2*, *ef3* and *ef4*. This mutant was linked to *Wx* on chromosome 6 by the recombination value of 18.7%. Consequently, the designation of this gene was suggested as *ef5*. While gene *ef6(t)* was independent of *Ef1*, *Efx*, *ef2*, *ef3*, *ef4* and *ef5*. Results of trisomic analysis showed that *ef6(t)* was located on chromosome 7. Moreover, it was obtained that *ef6(t)* was independent of *g1* and linked to *Rc* by the recombination value of 43.8%. Hence, the designation of this mutant should be *ef6*.

On the other hand, study on the pleiotropic effects of heading time genes, *Ef1*, *ef3*, *ef4*, *ef5* and *ef6* on other agronomic traits was carried out using five near isogenic lines and T65 as control. Results showed that *Ef1* pleiotropically decreased leaf number, plant height, biomass, leaf area and 100-grain weight. Interestingly, the mutant did not affect grain yield. *ef3* exerted no effect on leaf number, plant height, leaf area and grain yield while increasing biomass and 100-grain weight. While the pleiotropic effects of *ef4* were almost similar to those of *ef3* except that *ef4* increased grain yield by about 13%. *ef5* increased and decreased leaf number and grain yield, respectively, and it did not affect plant height, biomass, leaf area as well as 100-grain weight. Moreover, genetic effects of *ef6* were nearly equal to those of *ef5*, however, this mutant increased 100-grain weight and did not affect grain yield. Based on these results particularly when heading time and grain yield are considered, *Ef1*, *ef3* and *ef4* would be the most important genetic resources for the improvement of rice varieties adapted to growing environment similar to the present study, Okinawa.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	LEANG HAK KHUN
審査委員	主査 琉球大学 教授 村山 盛一
	副査 琉球大学 教授 本村 恵二
	副査 佐賀大学 教授 野瀬 昭博
	副査 鹿児島大学 教授 富永 茂人
	副査 宮崎大学 教授 小川 紹文
審査協力者	
題目	<p>Identification of Lateness Genes and Their Pleiotropic Effects on Other Agronomic Traits in Rice, <i>Oryza sativa</i> L. (イネ晩生遺伝子の同定および農業形質に及ぼす出穂性遺伝子の多面作用)</p>
<p>イネの出穂特性は、品種の地域、作期適応性などにかかわる重要な形質であり、その遺伝学的研究が盛んに行われている。しかしこれまでの研究では早生遺伝子の研究が主であり、晩生遺伝子に関しては報告例が少ない。T65-ef2(t), T65-ef3(t), T65-LH2, T65-LH1およびT65-LH7の5系統は他の品種や系統に台中65号(T65)を連続戻し交雑して得られたT65の同質遺伝子系統であり、それぞれ単一のef2(t), ef3(t), ef4(t), ef5(t)およびef6(t)の晩生遺伝子(いずれも仮名)をもつことがわかっているが、詳しい遺伝分析は行われていない。また、T65-LH8, T65-LH9およびT65-LH10の3系統も同じくT65の同質遺伝子系統であり、T65に比べて出穂が遅いことから晩生遺伝子をもつと考えられるが、調査がまったく行われていない。本研究では対立性検定、トリソミック分析、標識遺伝子との連鎖関係などによりこれら系統の晩生遺伝子の同定を試みた。一方、出穂性遺伝子は収量などの農業形質にも影響を及ぼすことが指摘されている。そこでef3(t), ef4(t),</p>	

ef5(t) および *ef6(t)* の晩生遺伝子および早生遺伝子 *Ef1* の農業形質に及ぼす影響についても検討した。なお、*Ef1* の保有系統は T65-ER1 であり、これも T65 の同質遺伝子系統である。得られた研究成果の概要は次の通りである。

対立性検定の結果、T65-*ef2(t)* のもつ *ef2(t)* は第3染色体の早生遺伝子 *Efx* および第10染色体の早生遺伝子 *Ef1* と独立であった。トリソミック分析により、*ef2* は第9染色体に座乗することがわかった。T65-*ef3(t)* のもつ *ef3(t)* は *Ef1* と同座であった。T65-LH8, T65-LH9 および T65-LH10 の3系統はいずれも単一の同一晩生遺伝子をもっていた。T65-LH8 と *ef3(t)* をもつ T65-*ef3(t)* との交雑で分離がみられなかったことから、これら系統の遺伝子は *ef3* 遺伝子と同じであった。*ef4(t)* は *Efx* と同座であり、*Ef1* とは独立であった。連鎖分析の結果、*ef4(t)* は第3染色体の標識遺伝子 *Hg* と 33.2%、*d1* と 16.8% の組換え価が得られ、*bc1* とは独立であった。*ef5(t)* は、*ef2(t)*、*ef3(t)* および *ef4(t)* と独立であることが判明し、さらに、第6染色体の標識遺伝子 *Wx* と 18.7% の組換え価が得られ座位が確定できた。*ef6(t)* は *Ef1*、*Efx*、*ef2(t)*、*ef3(t)*、*ef4(t)* および *ef5(t)* と独立であり、トリソミック分析により、第7染色体に座乗することが判明した。同遺伝子は第7染色体の標識遺伝子 *g1* と独立であったが、*Rc* とは 43.9% で連鎖していた。以上の5晩生遺伝子 *ef2(t)*、*ef3(t)*、*ef4(t)*、*ef5(t)* および *ef6(t)* はすべて座位または座乗染色体が明らかにされ、それぞれ異なる遺伝子であることがわかったため、末尾の仮名を示す (t) を取り除き、それぞれ *ef2*、*ef3*、*ef4*、*ef5* および *ef6* と命名された。

農業形質に及ぼす影響において *Ef1* は葉数、草丈、乾物量、葉面積および100粒重を減少させたが、全体としての収量には影響が見られなかった。*ef3* は葉数、葉面積、草丈および収量に影響を与えなかったが、乾物量および100粒重を増加させた。*ef4* は葉数、葉面積および草丈では *ef3* と同様であったが、収量は増加した。*ef5* は葉数を増加させ、草丈、乾物量、葉面積および100粒重には影響与えず、収量を減少させた。*ef6* は100粒重を増加させ、収量には影響を与えなかった。他の形質に関しては *ef5* と同様であった。以上、出穂性および収量の面から考えた場合、*Ef1*、*ef3* および *ef4* は、沖縄または沖縄と同様の栽培環境下においては重要な遺伝資源として利用できるものと考えられた。

以上のように本研究は晩生遺伝子の遺伝解析を進め、さらに出穂性の遺伝子が農業形質に及ぼす影響を明らかにしており、本論文は博士(農学)の学位論文として十分に価値のあるものと判定した。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏 名	LEANG HAK KHUN
審査委員	主査 琉球大学 教授 村山 盛一
	副査 琉球大学 教授 本村 恵二
	副査 佐賀大学 教授 野瀬 昭博
	副査 鹿児島大学 教授 富永 茂人
	副査 宮崎大学 教授 小川 紹文
審査協力者	
実施年月日	平成 18 年 / 月 26 日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) (口答)・筆答	
<p>主査および副査の5名は、平成18年1月26日の公開審査会において学位申請者本人に対して、学位申請論文の説明を求め、その内容および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>その結果、審査委員会は申請者が大学院連合農学研究科博士課程修了者としての学力ならびに識見を有するものと認め、博士（農学）の学位を与えるに十分な資格を持つものと判定した。</p>	

学位申請者 氏名	LEANG HAK KHUN
-------------	----------------

[質問 1] 熱帯地方で生育期間の長い晩生型品種を育成・栽培する有利な点を教えてください。

[回答 1] 熱帯地方の稲作では灌漑利用の水田以外では晩生型品種も盛んに栽培されており、優良な晩生型品種を育成することは重要なことである。

[質問 2] いくつかの晩生遺伝子の分析をされましたが、それぞれの遺伝子の出穂に対する反応の違いを教えてください。

[回答 2] 台中65号は1期作で102日あり、晩生系統は早いもので108日、遅いもので116日となっているなど、それぞれの遺伝子をもつ系統の出穂日を表を用いて説明した。2期作についても同様に説明した。

[質問 3] 農業形質上、晩生(刈り取りが遅くなる)ほど、葉数が多く、葉面積が増加し、また、草高が直線的に上がっているが、Biomass, 100粒重, 粒重/本が頭うちあるいは低下している。その理由についての考えを教えてください。

[回答 3] 葉数が多かったり、葉面積が大きかったり、あるいは草丈が高かったりする系統では、生育後期において日陰などが生じ、光合成効率が悪くなり、Biomass, 100粒重, 粒重/本が低下したと考えられる。また一つの系統ではwaxyであったため、光合成産物の穀粒への分配率が低いのではないかと考えられた。

[質問 4] 遺伝子記号 Efx は表記法としてこれで良いのか。

[回答 4] もともとは仮名として Efx を用いていたが、論文等でそれが一般的となって、現在そのように使用している。

[質問 5] 基本栄養生長性 (BVP) の遺伝子と感光性 (PSP) の遺伝子の違いはどのような方法により判別しますか。

[回答 5] BVP の遺伝子は高温・短日条件下での出穂反応、また PSP 遺伝子は短日条件下で栽培した場合、長日条件に比べて、どの程度出穂の促進効果があるかで判定する。

[質問 6] 連鎖分析の地図はフィジカルマップにした方が良かったのでは？

[回答 6] フィジカルマップにすると遺伝子の位置表示に不都合な点も生じる。今後は検討したい。