

氏 名	おおすみ あきひろ 大 角 壮 弘
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	農 博 第 1628 号
学位授与の日付	平 成 19 年 3 月 23 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	Studies on Determinant Factors for Leaf Photosynthesis and Their Genotypic Variations in Rice (イネの個葉光合成能の支配要因とその遺伝的変異に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 白 岩 立 彦 教 授 谷 坂 隆 俊 教 授 山 末 祐 二

論 文 内 容 の 要 旨

世界の穀物需要が急増を続ける中、アジアでは主食であるコメの土地生産性の向上が強く求められている。そのためにはイネ品種の収量ポテンシャルの向上が必要であり、その制限要因ならびに改良方向の提示が課題となっている。本研究は、イネの収量形成におけるソース能を左右している個葉光合成能について、その支配要因と遺伝的変異を CO_2 の輸送と同化過程に着目して明らかにし、個葉光合成能とソース能をさらに高める方策を提示しようとしたものである。本研究の内容は以下のように要約される。

1. イネ収量の品種間差異の決定要因としての乾物生産能および個葉光合成能の意義について検討している。新旧の *indica*, *japonica* 品種および *O. glaberrima* × *O. sativa* 交雑種を含む多様な遺伝的背景をもつ10品種を用いて圃場試験を行い、イネ収量の品種間差異が乾物生産速度 (CGR) の品種間差異、とくに収穫期前のそれと密接な関係にあることを確認した。この時期の CGR の変異は群落の受光率よりも日射利用効率の変異とよく関係していた。日射利用効率は光合成能を強く反映することが知られていることから、この時期の葉身の光合成速度の差異がイネ品種の収量に強く関わると結論した。

2. イネの個葉光合成能の品種間差異に及ぼす葉身窒素と気孔コンダクタンスの影響について、定量的に解析している。一般に、個葉光合成には葉身の面積あたり窒素含量 (N_a) および気孔コンダクタンス (g_s) が関係することが知られている。しかし、それらが光合成能の品種間差異にどの程度寄与しているかは明らかでない。前章と同じ10品種を用い、個葉光合成速度 (P_n)、 N_a および g_s を圃場およびポット条件で測定し、相互の関連性を解析した。 P_n は生育ステージと品種により大きく変異したが、多収性を示す品種はほとんどの時期において高い P_n を示した。そして、 N_a と g_s の2要因は互いに独立的であり、生育にともなう P_n の推移は N_a のそれと、各生育ステージにおける P_n の品種間差異は g_s のそれとそれぞれ密接に関係することを明らかにした。次に、 CO_2 拡散および固定過程の理論式をもとにして、現段階では測定が困難な葉内コンダクタンス (g_w) の変異が g_s のそれに比例すると仮定し、 P_n を N_a および g_s の関数として表すモデルを構築した。本モデルにより圃場およびポット試験で測定された P_n の品種間差異および生育による変化が精度よく説明された。本モデルを用いたシミュレーションにより、 N_a および g_s の P_n への効果は同程度であり、 N_a もしくは g_s の増加が P_n の増大に及ぼす寄与は、他方が高いほど大きくなることを示した。

3. 飽差増大による光合成の低下反応の品種間差異およびその機作について解析している。イネの光合成速度は、湛水条件においても晴天日の午後には飽差の増大とともに低下し、それが乾物生産の低下要因となる。前章と同じイネ10品種の P_n を飽差を段階的に変化させた条件で測定した結果から、 P_n と g_s は生育時期・品種を問わず飽差の増大にともなって低下すること、しかし g_s の品種間における優劣関係は比較的安定しており、多収品種はいずれの飽差環境においても最も高い g_s を示すことを明らかにした。前章で構築したモデルを用いて、飽差増大時の光合成低下への g_w および CO_2 固定の関与について検討し、通常の範囲では、飽差の低下により引き起こされる P_n の低下が主として g_s の低下によることを示した。

4. 前項までに、 P_n の品種間差異における g_s の重要性が示されたことをふまえ、イネにおける g_s および g_s 関連形質の

遺伝的変異を評価するとともに、個葉光合成能のさらなる改良の可能性について考察している。栽培イネの遺伝子型変異を最大限網羅した64品種（イネコアコレクション）とタカナリを含む多収品種3品種を圃場栽培し、 g_s 、葉身両面の気孔密度（D）および孔辺細胞長（気孔長）を調査した。 g_s および D にそれぞれ大きな変異がみられたが、その中での多収品種群の特徴として、それらが最も高い D と中程度の気孔長および単位気孔数あたりの g_s (g_s/D) をもつことを明らかにした。 g_s/D と気孔長のデータの分布から、気孔長が g_s/D の上限を規定していること、および多収品種の g_s/D はその上限には達していないことが示唆され、現在の多収品種の g_s は気孔開度などの改良によりさらに向上する余地があるものと推察した。

5. 以上の結果を総括し、イネの個葉光合成能の遺伝的変異には g_s の差異が生育ステージや飽差環境を問わず支配的に関わること、および既存のイネの個葉光合成能を高めるには、 N_a の増進とともに気孔の形態的・機能的特性に着目した遺伝的改良をはかることが有効であることを指摘した。

論文審査の結果の要旨

近年、イネの収量形成における遺伝的能力の向上が停滞している。現在の多収品種ではソース能が収量ポテンシャルの制限要因となっており、ソース能を左右する個葉光合成速度（ P_n ）には、葉身の面積あたり窒素含量（ N_a ）および気孔コンダクタンス（ g_s ）が関係することが知られている。しかし、これらの要因が P_n の品種間差異にどのように関わっているかは明確でなく、このため、既存品種の光合成能改良のための方策は明らかになっていない。本論文は、個葉光合成能の支配要因と遺伝的変異を CO_2 輸送と固定過程の面から解析した研究の成果をとりまとめたものであり、評価すべき主要な点は以下のように要約される。

1. 個葉光合成能の遺伝的変異が N_a よりも g_s の違いに強く起因することを明らかにした。すなわち、新旧の *indica*, *japonica* 品種などの多様な品種の P_n , g_s および N_a の測定を繰返し行なって大規模なデータセットを構築し、諸形質相互の関連性を量的に解析した。その結果、 N_a と g_s の2要因は互いに独立的であり、生育にともなう P_n の推移は N_a に依存するが、各生育ステージにおける P_n の品種間差異は g_s のそれと密接に関係することを明らかにした。
2. P_n を N_a および g_s の関数として表すモデルを構築するとともに、それを用いて、 N_a と g_s の増大が P_n の増大に対して相乗的に作用することを示した。また、本モデル解析を通じて、これまで、測定が困難なため光合成能における寄与の評価が不十分であった葉内 CO_2 コンダクタンスに関して、その変異が g_s のそれと比例的である可能性が大きいことを指摘した。
3. P_n および g_s の品種間差異が、異なる飽差環境のもとでも安定的にみられることを明らかにした。すなわち、飽差を段階的に変化させた測定により、 P_n と g_s は飽差の増大にともなって低下するが、品種間における優劣関係は比較的安定しており、多収品種はいずれの飽差環境においても相対的に高い g_s と P_n を示すことを見出した。これにより、品種の光合成能と g_s との関連をさらに明確にするとともに、光合成能の評価を g_s から行う方法の有効性を示した。
4. イネにおける g_s および気孔関連形質の遺伝的変異を評価し、この面での高 P_n 品種の特徴および既存品種の光合成の改良の方向を提示した。すなわち、栽培イネの遺伝子型変異を最大限網羅した64品種（イネコアコレクション）の調査結果から、高 P_n 品種群は、特に高い気孔密度と中程度の気孔長および単位気孔数あたりの g_s を有すること、およびこれらの g_s はさらに向上する余地があること指摘した。

以上のように、本論文は、イネの多様な遺伝子型を対象として、その個葉光合成速度および関連形質の実験的な評価と光合成モデルを用いた解析を合わせ行うことで、従来明確でなかったイネの個葉光合成能の遺伝的変異の要因として、 g_s の差異が極めて重要であることを明らかにするとともに、気孔関連形質の遺伝的変異にもとづいて既存品種の光合成能の改良方向を提示したものであり、作物学、育種学および植物生態生理学の発展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19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。