

氏 名	イスカンダル ルビス Iskandar Lubis
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2476 号
学位授与の日付	平成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Genotypic Variation in Rice Yield under Optimal and Sub-Optimal Nitrogen Supply in Reference to Sink and Source Formations (多窒素および省窒素施肥条件下での水稻収量ならびにシンク・ソース形成における遺伝的変異の解析)
論文調査委員	(主 査) 教 授 堀 江 武 教 授 谷 坂 隆 俊 教 授 天 野 高 久

論 文 内 容 の 要 旨

水稻品種の収量ポテンシャルは、いわゆる“緑の革命”以後ほとんど向上しておらず、収量停滞の打破が強く求められている。その一方で、様々な社会・経済的制約から多肥栽培が行えないような条件において高収量を得るような水稻品種の開発も要請されている。多窒素施肥条件と省窒素施肥条件とでは、高収量を得るための品種特性が異なるであろうとの指摘がある。しかし、具体的にどの品種特性において異なるかは明確でなく、これを明らかにするためには、遺伝的背景が著しく異なる品種を対象にして、その収量形成の諸過程にわたって検討する必要がある。本論文は、多窒素施肥と省窒素施肥の両条件下での収量支配形質を同定し、それが両条件でどのように異なるかを明らかにすることを目的として、多様な品種の収量形成過程を総合的に解析したものであり、主な内容は以下の通りである。

1. ジャポニカとインディカの新旧品種、熱帯ジャポニカ、およびそれらの交配種を含むのべ15品種を、多窒素および省窒素施肥条件のもとで4年間栽培した。収量形成過程を、シンク（穎花数×稃実粒1粒重）およびソース（出穂前に蓄積する非構造化炭水化物（NSCo）+登熟期間の乾物生産量（DMP_{GF}））の形成過程として捉え、それらにおける生理・生態的諸形質の寄与を解析した。

2. 収量には、多窒素施肥と省窒素施肥の両条件で2倍近い品種間差異がみとめられた。収量の品種間差異は、多窒素条件ではソースサイズと、省窒素条件ではシンクサイズと、それぞれ密接に関係する傾向があった。これは、窒素施肥量の増加に対するソースサイズの増分が全体としてシンクサイズのそれよりも小さいこと、すなわち、シンクとソースの施肥反応の違いに起因すると考えられた。

3. シンクサイズの環境的変異は、一般に、シンク形成が始まる穂首分化期の地上部乾物重（DW_{PI}）に大きく起因する。しかし品種間変異においては、多窒素と省窒素の両条件において、DW_{PI}よりもDW_{PI}当たりシンク形成効率（Sink/DW_{PI}）の影響が大きかった。改良インディカ種が他に比べて常に高いSink/DW_{PI}を示したが、これは、生殖生長期間（穂首分化期から穂揃い期）における群落生長速度（CGR）が他よりも高いことと関連していた。

4. ソースの構成要素の一つであるNSCoの品種間差異は、生殖生長期間の乾物生産量（DMP_{RP}）の差異と最も密接に関連していた。多窒素条件では、非構造化炭水化物への乾物分配率（NSCo/DMP_{RP}）に有意な品種間差異が存在し、稲体窒素濃度や草丈といった形質が関連する傾向があったが、これに起因するNSCoの変異は限られていた。NSCoの穀実への転流割合（NSC利用率）の品種間差異は、シンクサイズに対するDMP_{GF}の不足程度と関連する傾向があった。これらのことから、多窒素施肥と省窒素施肥の両条件を通じて、NSCoの品種間差異の主要な部分は生殖生長期間の乾物生産力に支配されていること、そしてNSCoの収量性への寄与にはシンクの大きさが関与することが示唆された。

5. シンクサイズと、NSCoを含んでいるソースサイズの両面の品種間差異において、乾物生産力が第1義的に重要であることをふまえ、生殖生長と登熟の各期間における乾物生産力と諸形質との関係を検討した。乾物生産量の品種間差異は、群落の積算受光日射量よりも受光日射の乾物変換効率（RUE）の違いによってもたらされていた。RUEの関連形質として、個葉光合成活性の推移、群落吸光係数および葉群内における穂の垂直位置の品種間差異を検討した結果、RUEの品種間差

異に対して、個葉光合成活性の寄与が相対的に大きく、かつこのことは両生育時期と異なる窒素条件の間で共通していた。個葉光合成活性の品種間差異は、葉身の窒素栄養よりも気孔コンダクタンスにより強く依存していた。年次と窒素条件を問わず多収を示した品種タカナリは、全生育期間を通じて気孔コンダクタンスを高く保ち、このことが同品種の高い乾物生産力とシンクおよびソースの形成能をもたらしていた。

以上より、高収量に關与する形質は多窒素施肥と省窒素施肥条件の間で基本的に共通しており、特に個葉の気孔コンダクタンスが重要な位置を占めることが明らかになった。気孔コンダクタンスの品種間差異をもたらす生理的メカニズムの解明が、収量ポテンシャルの向上および省窒素栽培条件下での生産性向上にとって重要な課題であることを指摘した。

論文審査の結果の要旨

人口・食料問題の観点から、稲生産力の拡大、特に水稻の単位面積当たりの生産性の向上が強く求められており、そのためには、2つの異なる課題が提示されている。一つは30年来停滞しているイネ品種の収量ポテンシャルの向上であり、今一つは、アジア・アフリカの多くの地域の様々な社会・経済的制約のもとで求められる低投入栽培の下での増収である。収量ポテンシャルを引き出すような多窒素施肥条件と上述のように窒素施肥が制限される条件とでは、高収量を得るための品種特性が異なるとの指摘があるものの、その具体的特性は未解明のままである。本論文は、この点を明らかにするために多窒素施肥と省窒素施肥の2条件において、多様な遺伝的背景を持つ品種の収量形成過程を、収量器官の容量であるシンクサイズの形成と、非構造化炭水化物の出穂前蓄積量（NSCo）と登熟期間の乾物生産量（DMP_{Gr}）の和であるソースサイズの形成の両面から総合的に解析した研究成果をまとめたものであり、評価すべき主要な点は以下の通りである。

1. 収量の品種間差異が、多窒素条件ではソースサイズと、省窒素条件ではシンクサイズとそれぞれ密接に関係し、このような違いが施肥の増加に伴うソースサイズの増大がシンクサイズの増大に比べて小さいことに起因することを示した。これにより、収量ポテンシャルの停滞打破のためには、限界に達しつつある収穫指数の向上よりも乾物生産力の向上がより重要であるとする最近の考え方に対して、一つの根拠を提出した。

2. シンクサイズを、穂首分化期頃の地上部乾物重（DW_{Pi}）とそれに対するシンク形成効率（Sink/DW_{Pi}）とに分けて検討し、シンクサイズの品種間差異が主に後者の違いから生じること、改良インディカ品種は2つの施肥条件を通じて高いSink/DW_{Pi}を示し、これには穂首分化期から穂揃い期まで（生殖生長期間）の群落生長速度が関わっていることを明らかにした。すなわち、シンク形成にとって生殖生長期の乾物生産力が重要な意味を持つことを示した。

3. NSCoの品種間差異を、生殖生長期間の乾物生産量（DMP_{RP}）とそのNSCへの分配率（NSCo/DMP_{RP}）の積で表し、両施肥条件におけるNSCoの品種間差異が主に前者によって決定されていることを明らかにした。一般に、栽培条件によるNSCoの差異では分配率の影響も大きいとされるのに対して、品種間変異に関しては生殖生長期間の乾物生産力がより重要な要因であることを指摘した。

4. 多窒素と省窒素の両施肥条件下においてソースおよびシンクサイズの支配要因である生殖生長期および登熟期の乾物生産の品種間差異は、群落の葉面積指数や幾何学的構造よりも、個葉の光合成活性のそれにより強く依存することを明らかにした。さらに、個葉光合成活性の品種間差異が主に気孔コンダクタンスの違いによってもたらされていることを示した。

5. 以上の解析結果を総合し、収量性を支配する主要形質は多窒素施肥条件と省窒素施肥条件の間で基本的に共通していること、すなわち気孔コンダクタンスの差異に起因する個葉光合成活性の違いが収量の品種間差異をもたらす最も重要な要因であることを指摘した。

以上のように本論文は、多窒素と省窒素の両施肥条件下とも気孔コンダクタンスが水稻の収量性を支配する主要形質であることを明らかにし、多収品種の育成に重要な知見を提示したものであり、作物学および水稻の育種と栽培の実践面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15年2月20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。