

イネ収量ポテンシャルの生態生理的および遺伝的決定機構に関する研究  
高井俊之（農業生物資源研究所）

アジアにおけるイネ生産向上のためには、収量ポテンシャルのさらなる改良が求められている。しかし、1960年代のIR8の登場以来、収量ポテンシャルを大きく上回る品種はいまだ育成されていない。現在、イネゲノムの解析の進展にともない、多くの量的形質の遺伝子座が連鎖地図にマッピングされ、分子マーカーを用いた選抜による効率的な育種が可能になってきた。本研究は、収量ポテンシャルの支配形質として出穂期直前の群落生産能力と気孔コンダクタンスに着目し、これらに関係する幾つかの収量関連形質の量的遺伝子座を明らかにし、今後の分子マーカーを用いた効率的育種に資することを目的とした。

まず、新旧のインド型および日本型品種を含む水稻品種の栽培試験により、タカナリおよび密陽23号が高い収量ポテンシャルを有することを確認するとともに、成長解析の結果から収量の品種間差異は穂孕み期（出穂前2週間）の個体群成長速度（CGR）と高い相関をもつことを明らかにした（業績1）。タカナリおよび密陽23号は、穂孕み期頃の成長速度が高いことにより、籾数形成に優れ、同時期の茎葉部非構造性炭水化物の蓄積も多いことが、高い収量ポテンシャルをもたらした（業績1）。このような穂孕み期頃のCGRに品種間差異をもたらす要因としての水稻群落の拡散コンダクタンス（ $1/r_c$ ）に着目し、群落条件での評価法を開発した（業績2）。すなわち、リモートセンシング技術（熱画像による葉面温度の遠隔測定）と熱収支モデルを組み合わせることで、生殖成長期後半の $1/r_c$ を圃場条件で迅速に推定することを可能にした。業績1と同じ品種を対象に測定した結果、穂孕み期の $1/r_c$ とCGRとの間には、品種間で高い相関があり、収量とも密接な関係があった。従って、タカナリおよび密陽23号は穂孕み期の高い $1/r_c$ を介して優れた光合成活性を持つことによって高い収量を達成していることが明らかになった。そして、 $1/r_c$ の基礎となる気孔コンダクタンスが収量性の重要な支配形質の1つであることを指摘した（業績2）。

次に、フィリピンの国際イネ研究所で、密陽23号とアキヒカリを両親とする組換え近交系（RILs）を用いて収量関連形質に関わる遺伝子座の検出を試みた。その結果、気孔コンダクタンスを反映するとされる炭素同位体分別（ $\delta^{13}C$ ）値については染色体上に7つ、一穂当たり籾数については6つ、稈および葉鞘へのNSCの蓄積については6つ、そしてNSCの穂への再転流については5つのQTLをそれぞれ検出した。気孔コンダクタンスの改良に直接つながるQTLは見出されなかったものの、両親系統の光合成特性の解析から、 $\delta^{13}C$ 値は、他の関連形質と組合せて評価することで、気孔コンダクタンスの遺伝分析のための有効な評価指標になり得ることを示した（業績3）。また、第8染色体上に検出された穂への再転流に関わるQTLは、登熟歩合を高める効果を有することが示唆され、収量性を高めるのに非常に有効なQTLの1つと考えられた（業績4）。

上述したQTLの検出から、1つの遺伝子の効果としてQTLを同定するためには、RILsの分析だけでは不十分であり、QTLの同定・単離およびそれらの集積のための染色体断片置換系統群（CSSLs）と準同質遺伝子系統（NIL）の利用が有効である。そこで、収量ポテンシャル向上の研究に活用できる材料としてのCSSLsの作成に取り組んできており、現在までのところ、品種コシヒカリ（反復親）とインド型品種Nona Bokraを供試親とするCSSL44系統を作成し公表した（業績5）。

作物の生産性改良に向けて、分子生物学的手法を駆使した生理学・遺伝学と圃場に立脚した作物研究との協働の必要性がしばしば言及される。しかし、現在までのところ、生理学的知見が作物の生産性向上を目指した育種に利用された例は非常に少ない。これを推し進めるには、作物学の側からは、作物の生産機能の向上に具体的に寄与する生理形質を究明すること、およびその遺伝的改良の可能性の見通しを明らかにすることが求められよう。本研究は、従来の成長解析に加えてリモートセンシングやQTL解析といった手法を用いることによってイネの多収性育種に資する重要形質の同定、その評価方法の開発、ならびに遺伝要因の解明に取り組もうとしたものである。本研究は初歩的にせよ先駆的な成果を挙げた点が高く評価される。

主要業績リスト

1. Takai T, S. Matsuura, T. Nishio, A. Ohsumi, T. Shiraiwa and T. Horie 2006. Rice yield potential is closely related to crop growth rate during late reproductive period. *Field Crops Res.* 96 : 328–335.
2. Horie T, S. Matsuura, T. Takai, K. Kuwasaki, A. Ohsumi and T. Shiraiwa 2006. Genotypic difference in canopy diffusive conductance measured by a new remote-sensing method and its association with the difference in rice

yield potential. *Plant Cell Environ.* 29 : 653–660.

3. Takai T, Y. Fukuta, A. Sugimoto, T. Shiraiwa and T. Horie 2006. Mapping of QTLs controlling carbon isotope discrimination in the photosynthetic system using recombinant inbred lines derived from a cross between two different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Plant Prod. Sci.* 9 : 271–280.
4. Takai T, Y. Fukuta, T. Shiraiwa and T. Horie 2005. Time-related mapping of quantitative trait loci controlling grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Exp. Bot.* 56 : 2107–2118.
5. Takai T, Y. Nonoue, S. Yamamoto, U. Yamanouchi, K. Matsubara, Z. Liang, H. Lin, N. Ono, Y. Uga and M. Yano 2007. Development of chromosome segment substitution lines derived from backcross between indica donor rice cultivar 'Nona Bokra' and *japonica* recipient cultivar 'Koshihikari'. *Breed. Sci.* 57 : 257–261.