

新遺伝資源利用による超多収稲開発

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
巻/号	66
掲載ページ	p. 9-12
発行年月	1983年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



新遺伝資源利用による超多収稲開発

金田 忠吉

農作物の収量水準が、新しい遺伝資源によって飛躍的に向上した例は珍らしくない。導入遺伝資源の直接利用ではないが、それに近い形のものとして最近の例では、韓国の水稲にみられる「統一」系品種群の採用がある。1971年の550カ所、1972年の1,000カ所の展示団地(各5ha)において、隣接田の日本型品種の収量をそれぞれ14%、41%上まわる平均収量を挙げ、「統一」の急速な普及と米の自給達成を導いた。導入遺伝資源の間接利用(交配母本としてなど)についても、とうもろこしやかんしょなど、飛躍的な収量向上を実現させた品種には、つねに外来の新遺伝質の利用が関与していた。

稲の収量性改良の歩み

わが国の稲品種は、古い在来品種にこそインディカやブル(熱帯ジャポニカ)のものがみられたが、近年の栽培品種はすべてジャポニカとなっており、しかも系譜からみると、互いに近縁のものが圧倒的に多い。このような狭い遺伝的変異の中で、収量性の向上はどのように実現してきたのであろうか。これを段階的に区分するとつぎのようになる。

(1) 安全性向上による収量確保の段階

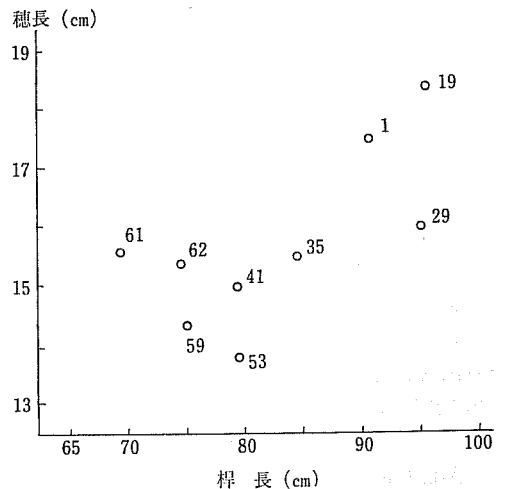
化学肥料が広く使用される以前は、稲品種は長稈長穂少けつが一般的なタイプであり、いもち病や冷害などの減収要因に対する耐性の付与が育種目標の主たるものであった。日清戦争のあと導入された「戦捷」は現在の品種の系譜の中にかなり広く入ってくる古い外国稲遺伝質であるが、双葉、藤坂5号などを経て、いもち耐病性、強稈性の付与に大きく貢献し、すでに日本品種の中によく融和している。また、いくつかのインディカ品種が、耐病性の改良に用いられたが、多数回の戻し交配によって、導入

されたのは目的の耐病性遺伝子のみであり、収量性等に関しては依然として純日本型を保っているとみてよい。

(2) 短稈化による耐肥多収性の実現

油粕等の有機質肥料の使用が広がり、続いて化学肥料が多用されるようになるにつれて、多収実現は耐倒伏性の裏づけなしにはあり得なくなった。耐倒伏性の要因として、稈質の強化には限界があり、育種的に比較的扱いやすいものとして、短稈化の方向がとられた。しかし、わが国の稲遺伝資源の中では、短稈化は同時に短穂化を伴い(第1図)、稈数の減少につながるため、これを補償する形で穂数型化が進行した。

短稈穂数型化による収量向上は著しく、特に九州地域では在来品種「十石」の遺伝子が極めて有用で、ホウヨク、コクマサリ以下多数の短強稈品種が育成され、単収向上に大きく貢献してきた。短稈化への



第1図 北海道の稲品種にみられる稈長、穂長の変化過程。数字は西暦年で29は1929。(佐本, 昭46から作図)

Chukichi KANEDA: Rice breeding for higher yields through the use of new gene sources.

改良と平行して受光体勢の改良によって光合成能力の向上を図ろうとする草型理論が育種の現場に浸透し、収量性向上に役立った。

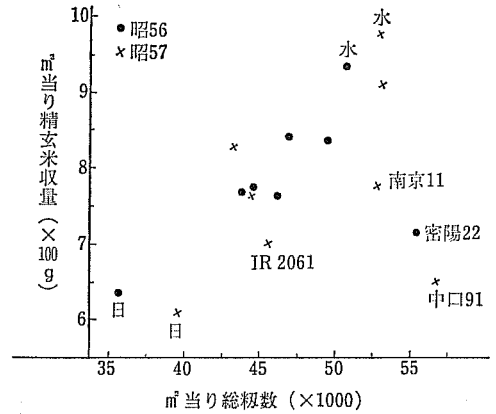
(3) 総粒数増加による sink 容量の拡大

わが国の遺伝資源の範囲内では、この短稈性を古い伝統的な品種の長穂性と結合させることができなかったのであるが、これは両形質を支配する遺伝子の多面的発現や、遺伝子の連鎖などによるものと考えられる。

このような遺伝的制約を打破して、ごく短稈の稲に長い穂をつけさせるのに成功したのが「IR 8」であった。IR 8 では、日本の稲品種のもつ短強稈性と草型理論に着目し、インディカの新しいタイプを作ろうとした。IR 8 の短稈遺伝子は、台湾在来インディカ「鳥尖」の自然突然変異から発見された「低脚鳥尖」に由来する。これと、病害虫に対する耐性の遺伝子源に用いた「ベタ」の長大穂性がうまく組み合わせられて、IR 8 は未曾有の短稈大穂品種群を得た。いうまでもなく硬く直立する葉群がついてこそ、このタイプが生きているのである。これが一般にいう“半矮性インディカ品種群”である。その後の研究により、この特異的な半矮性遺伝子は、各国のごく短稈品種にかなり共通するものであり、中国南部に広く栽培されるごく短稈の早熟品種群、わが国の十石系の九州品種、突然変異による育成品種レイメイ、同じく Calrose 76 など、いずれも遺伝子は同一であることが明らかになった。すなわち、(2)の段階における育種が進んで、収量性の停滞がみられていたところに、この停滞を打破する重要な手がかりが得られたことになる。「統一」とこれに続く半矮性品種群による韓国の緑の革命は、この新しい遺伝子の重要さを如実に示したものである。

韓国では1960年代までわが国と同様の品種を用いていたが、いもち病、倒伏、秋落ち、及び縞葉枯病などによる減収が大きく、このため単収の大幅向上をねらって、アメリカ、エジプトなどのジャポニカを導入したが成果を得ず、結局インディカのIR系統に落ちついたのであった。わが国では昭和54年の連絡試験で端緒を開いた「超多収稲の開発」の研究で、広くこの半矮性品種群の多収性が認められている。

半矮性品種群の著しい特徴は1穂粒数の大きさにあり、日本品種に比較して1株穂数はやや少ないものの、 m^2 当り総粒数の増加率は時に50%に達する。このsink（光合成産物蓄積器官＝収穫部）容量の著し



第2図 半矮性インディカ品種の粒数と収量性。日＝日本晴(比較品種)、水＝水原258。(四国農試作物3研、早期栽培による)

い増大が、すぐれた受光体勢(葉身が厚く直立する)に支えられて、稔実歩合は適切な栽培条件下では日本品種に匹敵するほど高く、これが多収性につながっている(第2図)。図中で粒数が多くても比較的収量の伸びない品種は、いずれも登熟歩合が低いか、または不稔の多いものであり、中国91号は千粒重がやや小さいことも理由の1つになっている。

超多収稲開発の当面の戦略

わが国の稲の多収性育種は上述の(3)の段階に入っている。すなわち、短稈耐倒伏性を備え、受光体勢を改良したこれまでの成果の上に立って、今後はsink容量を飛躍的に高めることにより多収化を図ろうとする。具体的には粒数増、特に長穂多粒性にもとづく粒数増加が育種戦略として選ばれている。粒数増の別の方法として、穂長はそのまま密粒化によるときは、一般に小粒化、不稔、登熟歩合の低下を伴うこともしばしばであり、多収化につながりにくい。これに対して、現在用いられているような半矮性品種のもつ長穂多粒性は、粒着密度が在来のものと大きく変わらず、かえって小さくなっているものも少ない。このため、 m^2 当り粒数の増加にかかわらず登熟低下をもたらさず、粒数増が容易に多収に結びつくと考えられる。

単収向上の別の手段として試みられているものに、粒重増による方法がある。これは現在の稲品種のもつ千粒重(一般に20~24g前後)を一挙に50%以上高めようとするもので、イタリーの大粒品種アルポリ

オヤその改良系統を用いたり、長粒品種×厚粒品種により超越育種的に超大粒系統を育成する試みも行われている。

世界の稲遺伝資源を広く見渡してみると、大粒品種は各地に分布しているが、通常は著しく少げつであって、このための総粒数の減少分は千粒重の増大分ではカバーしきれず、収量水準は一般にはわが国の普通品種のそれに達しない。これに加えて長稈による倒伏やいもち病、さらに欧州品種ではウイルス病（縞葉枯病など）の問題もあり、多収性の遺伝子源としては、将来の検討材料として残されるべきものが多い。したがって現段階では、収数増の方向での超多収稲開発に努力が傾けられ、その方法としてつぎのようにまとめられる。

(1) 半矮性インディカを多収性の遺伝子源とし、これに日本稲の安定性を付加するための日印交雑粒数増加の遺伝子源としてのインディカ品種にとつて、わが国の自然環境、特に温度条件は厳しい。しかも各発育段階における生育の適温は日本品種に比して高く、収量/日射量の値を最大にする最適気温は1~1.5℃高いといわれる。従って栽培時期によっては発育有効温度の積算に著しく不利となる。一般に半矮性品種が早期、早植栽培で多収を發揮しても、普通期、晩植で減収が著しくなるのはこのためであり、半矮性品種を多収性の遺伝子源としてどれだけ活用できるかは、こうした温度反応をどれだけ日本稲に近づけ得るにかかっていると思われる。

(2) 十石やレイメイの短稈遺伝子を用いたIR8型の純日本短稈長穂品種の育成

長穂性との組み合わせが容易なこの特異的な遺伝子の利用を日本稲間でもっと広く試みるべきである。古い在来品種の長穂多粒性をアキヒカリやツクシバレなどと交配することにより、日印交雑よりも容易に目的の系統が得られると考えられる。この場合、耐病虫性が問題点となるであろうから、母本の選択や組み合わせに工夫を要する。

(3) 遺伝的基盤の拡大のために、ブル群品種等からの長穂多粒性の遺伝子のとり入れ

ブル群品種は日本稲との交雑親和性が高く、少けつではあるが長穂多粒の遺伝子源として有用とみられる。粒型は日本稲に近いものが多い。粒長、粒形を無視すればマダガスカルやスリナムにも素材は求められ、さらに、熟期を考えなければタイ、ビルマ等にも遺伝子源は拡大される。

(4) 一代雑種利用による超多収稲の開発

これまでの各国における F_1 の調査成績によると、多くの場合、多収をもたらす要素は1株穂数と1穂粒数である。粒数増は密粒化によるよりも穂長増によるとみられる。一般に F_1 の粒のサイズは両親の間になり、雑種強勢が出ることは稀であるため、一代雑種利用は、多収性育種の現段階（粒数増）でこそ有効であると判断され、次の段階（粒重増）での貢献度は明らかでない。

昭和58年度から細胞質雄性不稔を用いる F_1 品種育成が、従来の「超多収稲の開発」の研究計画に加えられることとなった。雄性不稔系統の核が、生産される F_1 種の特性に強く作用を及ぼすことはいうまでもないが、一方、細胞質の起源によって、 F_1 品種にみられる雑種強勢の程度が異なることも知られている。このため、雄性不稔系統の作出は広汎な遺伝資源の調査の上に行われることが望ましい。さらに F_1 利用の実用化に決定的な影響を及ぼすとみられる柱頭や雄ずいの諸特性、あるいは開花習性など、現在の日本稲とは著しく異なるものが求められねばならない。こうした点では、従来実際の育種では用いられることのなかった野生種の遺伝資源としての活用が大いに期待される。

超多収稲開発の将来方向

以上、当面の育種戦略として、粒数増加に力点を置いた育種を述べた。この段階での多収水準が達成され、増収傾向が頭打ちになるとき、次の方向は何であろうか。

単純な理くつからいえば、獲得した粒数を保ちつつ粒重を増加させることになる。このときに、前述した欧州系ジャポニカやタイ・ラオスの山地稲などの大粒品種が有用な遺伝子源となり得るかどうかが、総粒数を減らさずに粒重を増すのは容易ではないと思われるが、これは単に遺伝関連の問題のみではなからう。現在の大粒品種は一般に籾内へのでん粉の充実がち密でなく、かつ粒間で登熟良否に大きな差がある。千粒重30gとか、50gを越したとかいわれる場合、それはよく充実した粒についての数字であって、多くの場合その蔭に選別から落ちる少からぬ粒がある。このことは現在の大粒遺伝子源品種自体の転流・蓄積能力に問題があることを示している。従来、多粒でかつ大粒の品種を育成するためには、著しく拡大されたSink容量に対して、これに十分見合うような光合成や転流の能力が伴わなければなら

らない。

これに関連しては、現在大型プロジェクト研究「グリーン・エナジー計画」で行われている光合成等の一連の生理学的研究の成果が役立つと期待している。ただ、光合成能力の品種間差異をとり上げてみても、これまで各国で広く調査が行われてきたが、まだ品種の多収性に直接結びつく形での成果を得ていない。光合成能力の調査方法の検討も含めて、今後の研究の一層の進展を祈りたい。光呼吸については、まだ品種間差の検討が始まったばかりであるが、今後の方向として光呼吸も重要な分野であろう。

さらに生体機能、特に光合成・転流器官の寿命・老化の問題については未知のことが余にも多い。現象的には、sink への転流が早く、老化の早いインディカ品種が多収のようにみえるが、果してそうか。日本品種のゆっくりと転流する多収品種とくらべてどう違うのか、など重要な問題であろう。

sink 容量が大きくなり、sink としての地上部の機能の改良が伴ったとしても、根の機能の強化に関する研究が進展しなければ、超多収稲の開発は困難であろう。近年、わが国でも外国の半矮性品種等の生態を身近に観察する機会が多くなって、根の機能の品種間差の著しいことを、秋冷の中で、あるいはフェーン風のあとで実見している。このような知見の積み重ねが研究を動かし、研究の成果が新遺伝資源の発掘へとつながるものであるから、こうした生体機能に関して遺伝資源利用の見通しを語るのはまだ先のことである。

これまでの稲の育種は、作物生理部門からの貢献が足りなくても進んできた。しかし、今後の育種、特に超多収性の育種には上述のように各種の生体機能の解明が必須のものとなり、生理学者の果たすべき役割が極めて大きいことを強調しておきたい。

(農林水産技術会議事務局研究開発官)

単細胞、微生物のバイオテクの成果

◆大阪大学工学部の大嶋泰治教授らの研究グループは、アルコールや食パンに使われる酵母について、遺伝子操作で人工的に酵母の倍数体を作り出すことと同時に、別の遺伝子を組み込んだプラスミドをこの倍数体の中に組み込むのに成功した。

◆宝酒造はRNA(リボ核酸)からDNA(デオキシリボ核酸)をコピーするときに必要な逆転写酵素を、1年以内に発売できるメドがついたと発表している。この酵素は、現在アメリカなどからの輸入に依存しているものだ。

◆住友商事、ヤマサ醤油の両社は、生命工学の研究開発に欠かせない遺伝子合成用の素材(DNAフラグメント)を商品化し、本格販売を始めた。商品化したのは、遺伝子の基本要素となる4つの化合物(グアニン、シトシン、アデニン、チミン)と、それを2つずつ結合させた16種の遺伝子合成用の部品だ。日本では商品化第1号だ。

◆東京大学の庄野邦彦助教授は、アグロバクテリウムをそのままニチニチソウの細胞の中に、細胞融合の手法で取込ませ、40°Cの熱をかけると細菌

が消え、Tiプラスミドだけがニチニチソウの染色体の中に組込むことができることを発見した。

◆米国CRI社のドナルド・モア氏は、チーズの凝乳酵素であるプロレンニンを遺伝子組換えで酵母内で発現させることに成功した。

同社では別に、すでに大腸菌にプロレンニンの遺伝子を組込み、プロレンニンの生産に成功し、特権使用権を確立している。

これからの問題は、酵母によるプロレンニンの生産効率を、さらに高めることにあるといっている。

◆国立がんセンターの研究グループは、トランスRNA(tRNA)が細菌分裂にも関与しているという新しい機能を発見した。tRNAは遺伝子情報をメッセンジャーRNAが写り取り、このRNAの暗号をtRNAが読みとって、細胞質内から該当するアミノ酸を運んでリボゾームのところにつれてくる働きをもつ。つまりアミノ酸運搬遺伝子といわれているものだ。