

## 生物改良分野 受賞

### ヘンリー M. ビーチェル博士 Henry M. Beachell

フィリピンにある国際稲研究所 (IRRI) の前稲育種部長。1963年から国際稲研究所の稲の品種改良事業に参加し、熱帯・亜熱帯における稲の育種戦略の基礎を確立した。

1966年、「緑の革命」の基礎となる画期的な多収獲品種 IR8 を育成した。

1906年生まれ。



#### ●主要論文

Beachell, H.M.: The Development of Rice Varietal Types for the Tropics. *Indian J. Genet.* 24A: 200-205, 1966.

Beachell, H.M. and G.S. Khush: Objectives of the IRRI Rice Breeding Program, *SABRAO Newslett.* 1: 69-80, 1969.

Beachell, H.M., G.S. Khush and R.L. Aquino: IRRI's International Breeding Program, in "Rice Breeding" pp 419-429, International Rice Research Institute, Philippines, 1972.

### グルデブ S. クッシュ博士 Gurdev S. Khush

国際稲研究所 (IRRI) の稲育種部長。

1967年から国際稲研究所に参加し、ビーチェル博士とともに、熱帯・亜熱帯における多収獲稲の研究を行ない、1976年には、耐病性、耐虫性、各種の不良土壌に対する適応性に優れた IR36 を育成した。

1935年インドのパンジャブ州生まれ。



#### ●主要論文

Khush, G.S. and H.M. Beachell: Breeding for Disease and Insect Resistance at IRRI, in "Rice Breeding" pp 301-322, International Rice Research Institute, Philippines, 1972.

Khush, G.S. and K.C. Ling: Inheritance of Resistance to Grassy Stunt Virus and Its Vector in Rice, *Jour. Hered.* 65: 135-137, 1974

Khush, G.S.: IRRI Breeding Program and Its Worldwide Impact on Increasing Rice Production, in J.P. Gustafson ed. "Gene Manipulation in Plant Improvement" pp 61-94, Plenum Press, U.S.A., 1984.

## 緑の革命

### GREEN REVOLUTION

ヘンリー M. ビーチェル

HENRY M. BEACHELL

私は、国際稲研究所 (IRRI) の品種改良研究チームの一員になる機会を得ましたことを、非常に幸運なことと思っています。このチームの研究が、IR 8、IR 5をはじめとする品種を生み出し、全世界での米の増産を可能にしました。

1930年代後半、場所によってはそれよりも早い時期に、米などの穀物の深刻な不足が生じた経緯を簡単にふりかえてみましょう。

1850年から1930年までの80年間に世界の人口は10億人から20億人に倍増しました。そして、1930年から1975年までのわずか45年間に、20億から40億へと倍増したのです。2010年には、世界の人口は80億人になるものと予測されています。ということは、2010年までに米の生産も1975年の水準の2倍にしなければならないことを意味します。

世界の食用穀物生産の集約化は人口の急増した1800年代の終わり頃に始まりました。人口増加で需要が増大したからです。

私が、稲の育種家としての仕事をテキサス州ボーモントの近くにあるテキサス A&M 試験場で始めたのは1931年のことでしたが、当時、米の集約栽培をしていたのは日本くらいのものでした。

1945年には、熱帯アジア地域を中心に深刻な米不足が発生しました。これらの地域では、都市部の人口が爆発的に増え、米不足に拍車をかけたのです。

熱帯アジア地域の農民は、自分たちの家族や隣近所の人が必要とする量の米は生産しましたが、急増する都市部の人口の食糧需要をまかなうには不十分でした。

米不足は、南アジアや東南アジアで、同時

に起こりましたから、熱帯アジア諸国の中には、生産余剰国からの輸入に頼るところも出てきました。1950年代の半ばになると、熱帯アジア諸国の国内生産を増やすために、なんとか手を打たなければならない、という認識が強まりました。

こうして1960年、フォード、ロックフェラーの両財団が動き、1962年に国際稲研究所がフィリピンに設立されたのです。至上命令は、「熱帯アジアにおける米の収量は、なぜ低いのか、また、その改良にはどうしたらよいのか」を探ることでした。

気候の温暖な地域から高収量品種が取り寄せられましたが、これらの品種は、熱帯の厳しい環境——洪水、かんばつ、雑草、病虫害、ネズミ、土壌の問題——に耐えることができませんでした。

熱帯アジア全域で栽培されていたインド型の稲品種は、かんばつ、洪水などの環境上の難題には耐えることができたものの、収穫量は非常に少なく、農民が自分たちで必要とする以上の収量をあげることは難しかったのです。

窒素肥料は、温帯地域での稲栽培には非常に効果がありますが、晩生で丈が高く、無効分けつの多い熱帯インド型品種の収量を増やすことはできませんでした。なぜなら、この種の稲は背が高すぎたからです。窒素肥料を施すと、稲が風などで倒れやすくなり、収量がかえって減ってしまいました。

単純な遺伝をする半わい性遺伝子をもつ稲が中国大陸と台湾で発見された結果、育種家は熱帯インド型品種の背丈を低くする方法を

手にすることができました。この種の半わい性遺伝子は、コウリャンでは1920年代以降、また小麦では1940年代以降、それぞれの育種家が利用しています。

IRRIで8番目に行なわれた交配(ペタ/ディー・ジェオ・ウー・ジェン)でIR 8が生まれたことは、同研究所の育種家にとって非常に幸運なことでした。IR 8は、熱帯アジアで要求される稲の基本的な特性を数多くもっていたからです。これらの特性とは次のようなものです。

- ・背が低い
- ・茎が丈夫である
- ・分けつ能が高い
- ・葉がまっすぐに立つ習性がある
- ・窒素反応性が大きい(窒素肥料を施すと著しく収量が上がる)
- ・収量が高い

1964年にIR 8が選り出されて1年もたないうちに、農学者たちは、1ヘクタール当たり12トン近い収量をあげています。当時、熱帯アジアの多くの国では、1ヘクタール当たり2トン以下の収量しかあげていませんでした。

IR 8の熱帯インド型の親は、インドネシア産のペタという品種です。これは背が高く、分けつ能も高く、晩生ながら葉はまっすぐに立っています。

一方、半わい性の親、ディー・ジェオ・ウー・ジェンは、台湾から取り寄せられた早生で、単純な遺伝をするわい性遺伝子をもった茎の丈夫な品種です。

この2品種の交配によって作られたIR 8は、両方の親の望ましい特性をすべて兼ね備

えていたのです。

IR 8の種子は、高収量をあげるための栽培方法の説明書とともに、全アジア諸国に送られました。その結果、各国で自分の環境にあった似たような品種を開発しようという関心が、いっきよに高まり、また深まりました。アジアだけでなく、世界の稲作国すべてが関心を示しました。

ある国では、IR 8よりも少し背の高い品種の方がうまくいきました。この問題に応えたのがIR 5です。これは、ペタと、ある程度背の高いマレーシアの品種タンカイ・ロタンとの交配でできたものです。IR 8、IR 5、そしてIRRIで使われた育種方法は、アジア全域の育種計画に劇的な変化をもたらしました。

IR 8、IR 5は、熱帯アジアの水田で高い収量をあげることが可能であることを証明したのです。上で述べたような特性が、熱帯アジアの厳しい自然環境に耐えて元気に生育する熱帯インド型品種の利用を可能にしたのです。

世界の食用作物需要は、20世紀中は満たすことができるでしょう。しかし、それには、幅広い分野の科学者が緊密に協力し、互いに啓発しあうこと、そして政府による強力な支援がなくてはならない要素なのです。

## イネの改良とバイオテクノロジー

### RICE BREEDING: PAST, PRESENT AND FUTURE

ゲルデブ S. クッシュ

GURDEV S. KHUSH

稲が最初に栽培されたのは、おそらく中国の南部とインド北東部で、約8000年前のことでした。人々は、優れた性質を伸ばすために絶え間なく選抜を行なってきました。その結果、野生の祖先種からいろいろな栽培稲が生まれました。しかし、その変わりようが大きかったために、もはや野生の状態では生育できなくなってしまっていました。たとえば刈り取りと種まきという単純な作業は、選抜を行なうことでもあるのです。古代の人々はそうとは気がつかなかったのでしょうが、稲作を始めた時点で、彼らは稲の最初の育種プログラムを実行し始めたのでした。彼らは植物に対して鋭い目と感受性をもっていました。農夫はこの直感力と感受性をもって、数千年にわたってよりよい品種の選抜を行なってきたのです。

選抜は最初、変化しやすく、またいろいろな種類がある野生の集団や半野生の集団で行なわれました。こうした選抜は、必然的に遺伝的変異をせばめてしまいましたが、原始の農業にみられる別の地域からの品種の導入や、自然交雑により、選抜に必要な変異性は豊かなものとなりました。栽培稲と雑草との自然交雑は、変異をもたらす第2の源でした。第3の源は、栽培稲の品種混合です。古代の農業従事者は、病気が広がらないように、品種を混ぜ合わせた栽培もしていたのです。混ぜ合わせた品種間ではときどき交雑が起こり、これも変異性を増やすのに役立ちました。こうして、人間による意図した、また意図しない選抜によって、世界中で15万を超える品種が生まれたのです。

現代の植物育種の基礎は1700年から1900年

の間に作られました。1694年の植物の性の発見と、1719年の交雑の開始によって、変異を人工的に作り出す道が開かれたのです。この間、科学者たちは「細胞説」を提案し、核と染色体、そして配偶子を作って受精するための減数分裂を発見しました。不稔という現象は、種間交雑で気がつかれ、いろいろな特性の遺伝が研究されました。自然淘汰の考えを使って種の起源に迫ったダーウィンの書物、植物界にみられる他家受精と自家受精の効果は、植物育種への興味をかりたてたのでした。

植物育種の科学的基礎は、今世紀に入って、猛烈な勢いで強化・増大してきています。新しい大躍進は、2つの面つまり進化の面（変異の創造）と評価の面（優秀な組み合わせの選抜）で、植物育種が改善されたことでした。

1960年に国際稲研究所 (IRRI) が設立され、科学を農業に応用して米の増産をめざす努力が始まりました。米は、世界の1/3の人々の食糧の半分以上をまかなっているからです。1962年、IRRIの科学者は、ディー・ジェオ・ウー・ジェンに、インドネシアの生長力の高いベタを交配しました。1966年には、この交配から IR8 が生まれました。この品種は倒伏抵抗性が強く窒素反応性が大きいため、従来品種よりも2～3倍の収量をもたらしました。生育期間も、従来品種の160～180日から135日に短縮されました。

1960年代の終わり頃には、IR 8 はアジアの国々で広く栽培されるようになりました。しかし、IR8はいくつかの欠点をもっていました。病虫害にかかりやすく、粒の品質もあまりよくありませんでした。ツングロウイルス

や白葉枯病やトビイロウンカの被害を受けてしまったのです。しかし幸いなことに、IRRIはIR8育成後直ちに、病虫害に強く、粒の品質がよく、生長期間が短く、やせた土壌でも生育する性質を、一連の高収量品種に取り入れる仕事に着手しました。IR8の最初の改良品種として1969年にIR20が、また1973年にIR26ができました。その後さらに22の品種が相次いで生まれ、現在、これらの品種は、アジア、アフリカ、ラテンアメリカの熱帯・亜熱帯地方で広く栽培されています。

1982年には、IR36は、1000万 ha 以上と世界のあらゆる穀物の中で最も広く栽培されている品種となりました。IR36は10種以上の病虫害に対して遺伝的な抵抗性を持ち、高収量で、粒の品質がよく、乾燥地帯ややせた土地でも生育するからです。その上わずか110日で成熟するため、稲栽培の前後に、別の作物を育てることも可能です。

今日、IRRIで開発された何千もの育種系統が、各国の稲改良計画に貢献しています。IRRIと協力国が開発した改良品種は、いまや第三世界の米生産地の55%で栽培され、その増産分は10億人の2/3を養っているのです。世界の米生産量は、1965年の2億5700万トンから、1985年の4億6800万トンへと増大しました。20年間で82%も増えたのです。大部分の米生産国は自給を達成し、生産過剰になり別の作物に一部転作する国さえ出てきました。

しかし、私たちは満足している暇はありません。50億という現在の世界の人口は、西暦2000年には60億、2020年には80億になります。この増加は大部分がアジアで起こると考えられ、このアジアで米の90%以上が生産・消費

されているからです。稲の育種家が現在直面している最大の課題は、より高収量で、より安定的に米を生産する品種を作ることです。

革新的な育種法と最近のバイオテクノロジーが、こうした目的を達成するために使われ始めています。現在の改良品種より15~20%も収量が高いハイブリッド稲は、中国で実現されています。野生種から遺伝子を取り込むことは、昔よりはるかに簡単にできるようになりました。組織培養は育種のサイクルを短縮してくれています。組み換えDNA技術はまもなく利用できるようになり、有用な遺伝子をあらゆる生物から取り出して、稲に組み込めるようになるでしょう。これまで培ってきた育種法とこうした新しい技術が補い合えば、稲の品種改良の最終目標を達成する強力な手段となるでしょう。

今日の稲育種は、世界の科学者による国際的協同作業なのです。IRRIは、CGIAR(国際農業研究顧問グループ)と呼ぶ34の基金提供機関の非公式組織によって支えられています。日本政府は、CGIARで3番目に多くの資金を提供している機関です。たくさん日本人科学者が、これまで、稲の科学と改良の分野で、注目すべき貢献をしてきました。稲の科学に関する文献の半分以上が、毎年日本で出版されています。

1987年度の日本国際賞がIRRIの仕事の重要性を認識された事実は、発展途上国で行なわれている稲の品種改良事業にとって、さらに大きな支援となることでしょう。このことは、国際科学技術財団が標榜する「人類の繁栄と平和」という高い目標に向かって、必ずや大きな力となることでしょう。