

日本における多収育種

丸山 清明*

1. 序

作物品種に望まれる特性は多収性と良質性とに大別でき、両者の調和が最もとれた品種が主要品種となる。多収性と良質性はしばしば矛盾する。その理由は複雑多岐であり、純粹に遺伝学上の問題から消費者の心理まで及ぶ。しかし、育種家は自らの手法でそれを解決するように最大の努力を払っている。多収性は理想的環境下で収量性を示す狭義の多収性と、病虫害、気象災害等に対する安定性とに分けられる。この狭義の多収性と安定性ととの調和も同様に重要である。遺伝相関あるいは形質間相関により、どちらかの特性の極端な強化は残りの特性の改良を犠牲にすることになるからである。

2. 日本における収量水準の推移と主要品種の変遷

日本では1883年から水稻の収穫量について全国的な統一調査が実施されている。単収水準は当時のヘクタール当り約2トン（玄米、以下同じ）から現在の約5トンまで順調に伸びてきた。これは、1年間にヘクタール当り約30kgずつ単収が伸びてきたことを意味する（図1）。

狭義の多収性は草型の改良によってもたらされた。愛国、神力、亀の尾、旭といった代表的な在来種はその後の改良種に比べて長稈、長穂で穂数は少ない。このような在来種は多肥下で茎葉が必要以上に繁茂し、重なり合い、稈長も伸びて倒伏し、減収する。また、降水が多く日射量が少ない日本では、受光態勢の乱れは登熟不良を引き起こす。19世紀末になって、政府により農業試験場が創られると、先ず、遺伝的に雑駁な在来種より純系分離法で優良品種が選出され、短期間に大きな効果をあげた。しかし、草型の改良が始まったのは、交雑育種が本格的に開始されてからである。

1927年に稲育種組織が全国的に再編され、1931年には農林1号が普及に移された。この育種組織は、その後何回か改変があったものの、基本的には今日まで引き継がれてきた。本年の登録品種は6品種で（農林284号～農林289号）である。なお、農林51号以降は、コシヒカリ、ササニシキのように、名前も同時に付けられるようになった。

多収性は一貫して最大の育種目標であったが、1960年代の後半になると単収の向上とは裏腹に1人当りの消費量が減り続け、1970年には、720万トンの在庫を保有するに至った。現在でも年間の総消費量が約1100万トンに対して潜在生産力は1400万トン程度と見込まれている。そこで、水稻の作付を制限し、他の作物の栽培を奨励している現状であり、育種目標も多収から良質へと重心を移してきた。ここに日本の水稻育種の特徴がある。

*ヘテロシス育種研究室長、農業研究センター作物第一部、〒305 つくば市観音台3-1-1

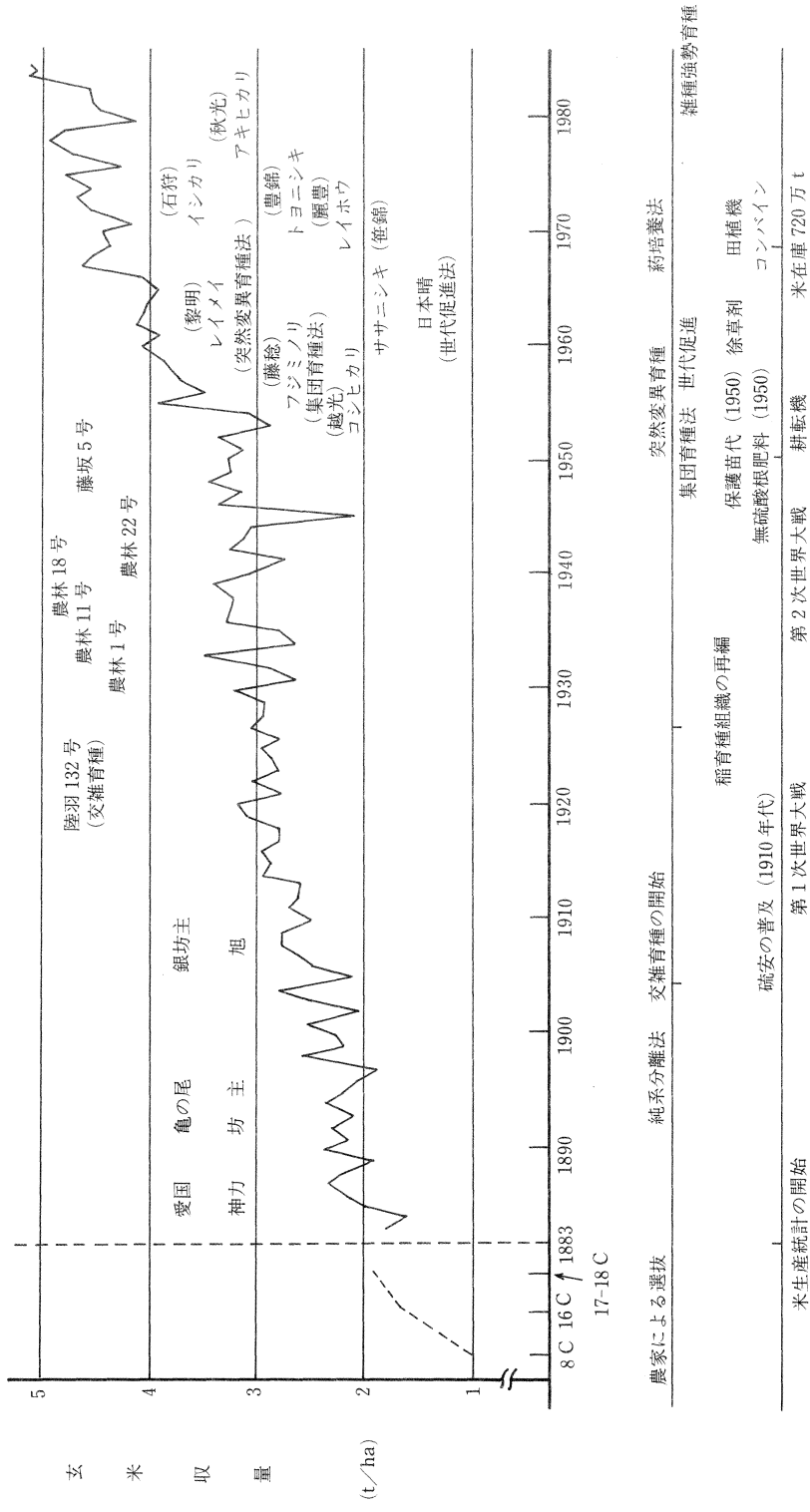


図 1 日本における水稻の収量水準の推移と主要品種の変遷
 Fig. 1 Production of rice and changes in leading cultivars in Japan.

育種法の改善は多収育種の効率化に大きな役割を果たしてきた。純系分離法に引続き1905年には交雑育種が開始され、系統育種法が主力となった。系統育種法は1950年代になり、集団育種法を取り入れ、雑種初期世代の扱いは大きく変化した。集団育種法による第1号品種はフジミノリ（1960年命名、以下同じ）であった。また、雑種初期世代を温室中で年3回養成する世代促進法も集団育種法を改良する形で導入され、今日の主力育種法となっている。世代促進を利用した第1号は日本晴（1963年）であった。さらに、1966年には突然変異育種も成果をあげ、フジミノリに放射線を照射した半矮性品種、レイメイが育成された。

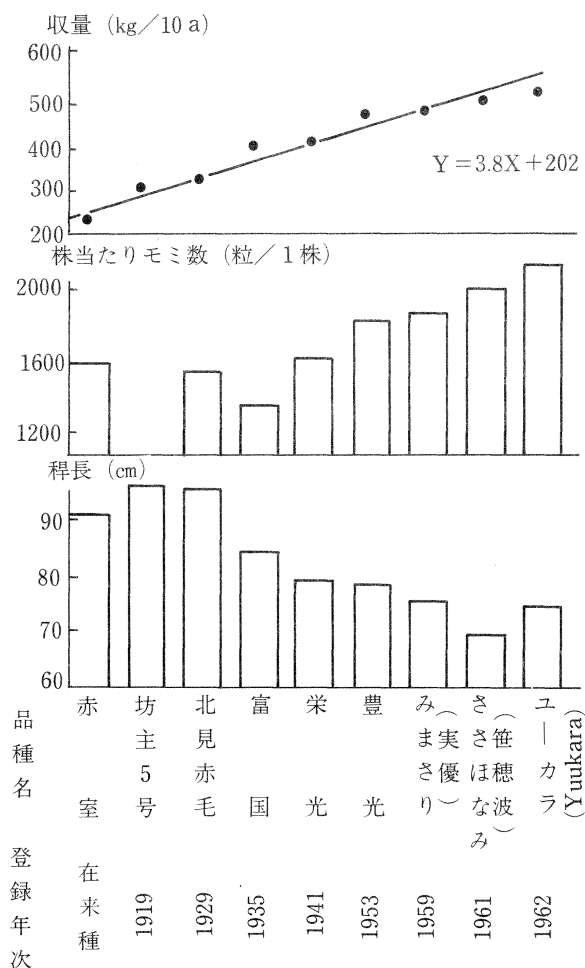


図2 北海道における育種による水稻の草型の改良と収量性の向上 (佐本, 1971 より改写)

Fig. 2 Improvement of plant type and yielding ability of rice through breeding in Hokkaido (revised from Samoto, 1971).

日本の最北に位置する北海道では冷涼な気候のため、最南端の一部地域を除いては、約100年前まで、稲作は皆無であった。第2図に北海道における育種による水稻品種の多収化の例（佐本四郎、1971年）を示した。この試験は在来種と改良種とを同一条件で栽培した試験の結果である。在来種の赤室や純系分離法による坊主5号と北見赤毛はその後の改良種に比べて10~20cm長程である。一方、収数は改良種ほど多く、その結果、収量に大差が生じた。育種により草型が短稈、穂数型で総収数の多いタイプへと改良されてきたことが分かる。

3. 半矮性遺伝子の利用

前述したように、草型の改良は長稈、長穂の在来種を母本にして、その穂数を増しつつ、しかも1穂収数をあまり減らさずに短稈化すること、および、直立した上位葉で良好な受光態勢を生育中期以降維持させることにより実現した。

このような草型の改良は1950年代から60年代にかけて著しく進歩した。九州では、半矮性在来品種、十石が母本として用いられ、ホウヨク（1961年）、シラヌイ（1964年）、レイホウ（1969年）などの多収品種が次々と育成された。本州中部では、十石と似た草型の白千本が早くから注目され、金南風（1948年）をはじめ多くの品種の先祖となった。東北ではレイメイが極多収を実現するとともに、半矮性遺伝子源として利用されアキヒカリなど、今日の多収品種の母本となっている。

日本において草型の改良が進められているのと時期を同じくして、IRRIにおいても低脚烏尖に由来する半矮性をもつIR8が公表された。また、中国南部においても籼稻の半矮性化が収量水準を押し上げた。

これらの品種の半矮性に関する遺伝分析が進み、世界で多収を実現している多くの品種が同一座の半矮性遺伝子を共有していることが次第に明らかになってきた。図3にその遺伝分析の例（菊池文雄他、1985年）を示した。遠縁交雑に伴う雑種不稔や著しく拡大する変異を回避するため、長稈の農林29号に半矮性遺伝子を連続戻し交雑で導入した準同質遺伝子系統を用い、アレリズムテストを行った。SC2は台中在来1号（低脚烏尖／菜園種）を半矮性遺伝子の供給源とし、SC4はシラヌイに由来する（それぞれ、農林29号／台中在来1号／／4 * 農林29号、農林29号／シラヌイ／／4 * 農林29号）。図が示すようにSC2とSC4の半矮性遺伝子は単因子で同一座の対立遺伝子であることが証明された。また、標識遺伝子系統との連鎖分析から遺伝子座は第三連鎖群の *sd-1* または *d-47* (t) 座であることも明らかにされている。この遺伝子座に半矮性遺伝子を持つものとして推定され、遺伝資源として重要な役割を果たしている品種の代表をいくつかあげれば、低脚烏尖、矮脚南特、レイメイ、十石、白千本、Calrose76などがある。

4. 安定性の強化

安定性の強化は多収性の向上にとって不可欠である。安定性の必要性を知る良い例はIR8であろう。理想的な草型を持ち狭義の多収性は高いIR8は病害虫に対する防御が不十分なためそ

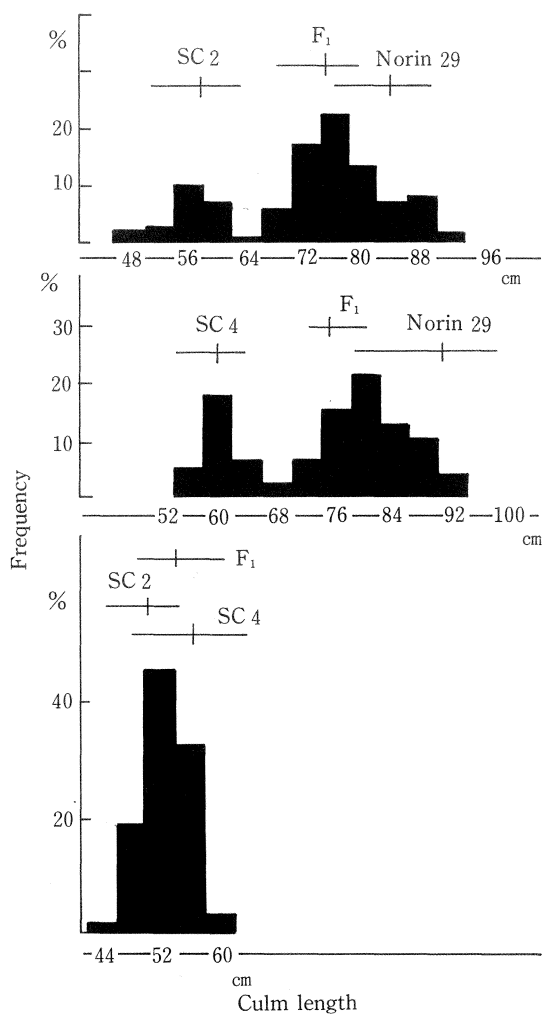


図3 農林29号を反復親とした台中在来1号及びシラヌイ(不知火)の準同質遺伝子系統を用いた半矮性遺伝子の同定(菊池他, 1985)
 SC 2=農林29号/台中在来1号//4*農林29号,
 SC 4=農林29号/シラヌイ//4*農林29号

Fig. 3 Allelism test for semidwarf gene using near-isogenic lines of Taichung Native 1 and Shiranui with the genetic background of Norin 29. (Kikuchi *et al.*, 1985)
 SC 2=Norin 29/T. N. 1//4 * Norin 29
 SC 4=Norin 29/Shiranui//4 * Norin 29

の多収性を十分に発揮できなかった。

日本は降水に恵まれ水稻栽培に適してはいるが、一方では、夏期の高湿多湿な気候が病害虫の多発の原因になっている。日本の病害の中では「いもち」が最大の被害を引き起こすが、この病

気の蔓延は多窒素下で著しく助長される。このため、幾多の多収系統が育種の途中で棄却されてきた。また、低温による障害不稔も多窒素下で栽培された稲の方が被害が大きいことが知られている。したがって、耐冷性も多収性の育種に結びついている。

例えば、1980年、東北地方を中心に日本全土は100年に1回と云われる冷夏に襲われ、太平洋岸や山間部では収穫皆無の圃場が続出した。しかし、日本全体の単収は4.1トンで100年前の水準の約2倍を確保している。冷害の軽減は、用水系の整備に助けられた深水かんがいや育苗技術の進歩など栽培技術によるところも大きいですが、耐冷性の向上も大きな役割を果たした。

5. 今後の道

今後、育種によって、水稻単収水準を飛躍的に増大させるためには以下の3点が重要と考えられる。

- (1) 草型の一層の改良による sink 量の増大（この中には、大粒と半矮性の結合、稲体全体の大型化も含まれる）。
- (2) 光合成能などの生理的機能の改良による source の増大（育種と結びついた根の生理的研究も重要な課題である）。
- (3) 以上2点を実現するために、遺伝資源を一層活用すること、および、ヘテロシスを積極的に活用すること。

ジャポニカの変異は稲全体の変異からみれば小さい。また、現在の改良種の系譜をたどると、純系分離育種時代に出されたいくつもの優良品種に依存する割合が高く、変異はさらに小さい。

このため、遺伝資源を広く世界の稲に求め、当面、多収性の飛躍的向上を目的としたプロジェクト研究「超多収作物の開発と栽培技術の確立」が1982年から開始されている。この研究開発計画では、1981年から起算して、15年後に50%の多収を実現することを目標としている（表1）。

日印交雑による育種は雑種不稔の発生や、広大な変異のため雑種集団中の希望型割合が極めて小さくなり、限られた育種規模では事実上選抜不可能になるなどの困難がある。そのため、病害抵抗性など特定の遺伝子の連続戻し交雑による導入以外は成功例が少ない。今後は、超多収計画の実行に伴う育種規模の拡大に期待するところが大きい。また、インドネシアのブル稲に発見された雑種不稔緩和遺伝子、S-5ⁿ (IKEHASHI and ARAKI, 1985年)の利用により、F1世代での組換えの機会を増大させるなど、効率的な育種が可能となろう。

また、両親の遺伝子を同時に利用できるハイブリッド品種の開発は収量水準を一挙に向上させるために大変魅力的な育種法である。中国の籼稲で実現している20~30%のヘテロシスはインディカの広い変異を利用したものである。しかし、日本、特に、稲作の中心である北日本では、インディカは適応性が小さい。そこで、日印交雑F1の利用が考えられている。幸いなことに、現在まで報告されているところでは、幼苗期の低温退色、障害不稔、登熟期の葉枯れについては、インディカの低温感受性はジャポニカの抵抗性に対して劣性である場合が多い。したがって、F1世代ではジャポニカの低温抵抗性が発現することになる。日印交雑に伴う雑種不稔の問題は両

表1 プロジェクト研究「超多収作物の開発と栽培技術の確立」の
段階育種目標（農林水産省 農林水産技術会議 1981）

Table 1. Breeding objectives of the research project
“Development of super high yielding crop
varieties and establishment of their
cultivation methods”(MAFF, Agriculture,
Forestry and Fisheries Research Council, 1981)

段階	育種年度	収 量 (農家段階)	備 考
第1段階	3年	10%増	現在育成中の系統からの選出(56~58年度) 当面の対応として各育成地において育 成中の系統から食用としては品質不良 であるが、収量性と安全性に優れたも のを選出する。
第2段階	8年 (第1段階 達成後5 年)	30%増	既存の多収品種、韓国品種、極大粒品種等 の改良による育種。(59~63年度) 既存の多収品種等を素材とし、早生性、 耐冷性、耐倒伏性の付与を目標に極多 収種の育成を行う。収量目標としては、 500kg地帯で650kg、650kg地帯で850kg とし、識別性も付与する。
第3段階	15年 (第2段階 達成後7 年)	50%増	第2段階の育成系統を素材とし、早生性、 耐病虫性、耐冷性、耐倒伏性の強化、草型 の改善によって超多収化を図る。収量目標 としては、500~650kg地帯で750~980kg、 多収田では1トン以上とする。(64~70年 度)

親のどちらかに $S-5^n$ 遺伝子を保有させれば解消する。

生理的機能の改良による多収育種は、草型などの形態と異なるため、選抜に困難が伴う。それ故に適切な簡易検定法が開発されるか否かが重要な点となる。このため、根の生理活性の強化、物質同化能力の増強、出穂前の同化物の蓄積能力の拡大、半矮性以外の耐肥性の可能性の探索(多窒素下で草型が乱れないことなど)等、今後の基礎的な研究の深化に対する期待が大きい。

引用文献

1. 佐本四郎(1971) 北海道農業試験場報告 78、P23-73、水稻の多収品種育成よりみた主要形質の変遷。
2. 菊池文雄他(1985) 農業技術研究所報告 D 36、P125-126、短稈・多収水稻品種の半矮性に関する遺伝分析。
3. IKEHASHI, H. and ARAKI, H. (1985) Genetics of F1 sterility in remote crosses of rice, In Proceedings of International Rice Genetics Symposium, May 27-31, International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines.

討 論

内山田博士（全農）：Sink 量の増大のための大粒化を提言されているが、その程度はどの位か。

回答：バランスの問題で何 mg とは言えないが、現在の日本稲の200—230mgよりは遙かに高いところにあると考えている。