

水稻耐冷性育種の研究——水稻の生物学的収量 収獲指数の遺伝及び収量性について——

廖 佩 言

摘 要

水稻の生物学的収量及び収獲指数と収量との相関係数を区別した：すなわち、0.986と0.5404で両者は $P < 0.01$ である。 F_1 と両親の平均値との回帰係数(b)は、生物収量について0.4429、収獲指数について0.5744であり、それぞれ対応する回帰方程式を作った。1株穂数、1穂粒数、乾物生長率、収獲指数、生物学的収量と子実収量の回帰関係を用い、合せて26の順列組合せについて、5個の形質の回帰分析を行なったところ、形質の組合せの中で生物学的収量の貢献が最大で、収獲指数がその次に大きかった。生物学的収量と収獲指数が単独で、或は共に組合せされると、収量との回帰は有意であり、26の形質の組合せのうち8種は $R = 0.99$ 、 $R^2 = 0.98$ であったが、その他の場合は有意でなかった。この8種の組合せは、収量遺伝変異の98.0%を支配しており、収量に影響する主要な要因であった。それらによって収量に対して間接的選抜をすると、かなり良好な結果を得ることができる。この結果は育種を行なう上で、役立つと思われる。

1. はじめに

イネは暖かい環境を好み、低温には弱い作物であるので、低温にあうと冷害を起し易い。冷害についての研究は、今国内外で大きく注目されている。国際イネ研究所(I R R I)の統計によると、東南アジアの冷害による被害面積は毎年700万 haに達すると言う。このような情勢に当って、1978年国際イネ研究所は南朝鮮(韓国)で第一回国際水稻耐冷性育種シンポジウムを開催した。

わが国における冷害は、今までは北部のことであったが、近頃は南部でもしばしば冷害に侵され稲作に大きな脅威をもたらすようになった。このことはすでにわが国の育種界で大きく注目されている。冷害を起す原因は主に寒冷気候と冷水灌漑が挙げられる。

四川省は山並みが起伏し、標高の差が顕著で、地形が複雑である。西部は高原山間地区であるが、東部は盆地である。稲作は昔から主に一期作であるが、盆地南方の長江岸に位置している河谷浅丘地帯では二期作を行ってきた。二期作の栽培面積が一番大きかった時は60万 haに達した。しかし、多くの地方で秋期の気温低下があまりに早く、晩生稲の開花と登熟に大きな影響をもたらすため、近頃は二期作の面積が徐々に減少してきた。二期作面積の減少はイネ総収量の増加に直接的影響をもたらしている。

四川省の水稻単収は地域によって大きな差がある。盆地中部地区の単収は畝当たり400kg以上に達するに対して、盆地周辺山間地帯の単収はわずか200kg前後である。盆地周辺山間地帯は気象条

件が多様で、熱量不足と冷害の発生が生産量を制限する要因である。年平均気温は13.7～15℃で、日平均気温が20℃を超える日は年間100日にもならず、15℃を超える日も180日以下である。多数の品種は生育初期に稲苗腐病と立枯病が発生し易く、生育後期の冷害による不稔率が高いため収量が低い。一部の地帯では収穫皆無の圃場が続出している。したがって、著者らは四川省における早生稲の苗代期耐冷性強化による稲苗腐病防除と晩生稲の耐冷性強化による結実率の増加を目標として、耐冷性育種に関する研究を行った。次にその成績を報告する。

1) 収穫指数と収量との相関

早籾中生群、中籾中生及び中籾晩生群の29品種・系統466株を調査した。収穫指数と収量との相関係数は $r = 0.5404$ 、 $P < 0.01$ 、回帰係数 $b = 0.9523$ であり、収穫指数が1%増すごとに、1株当たりの収量は0.95g増加した。これによってわかるように、収穫指数の向上は、品種の収量を増加するのに重要である。

ここで、29品種、系統の生育期によって3群に分けた。すなわち、早籾中生群は120日以下、中籾中生群は130～139日、晩生群は140日以上である。3つの品種群の相関と回帰の計算結果は表1に示した。表中に見られるように、早籾群と中籾中生群の収穫指数と収量との相関係数 r は、それぞれ0.3461、0.7861であり、両者とも $P < 0.001$ で、相関は有意である。それらの回帰係数は、それぞれ0.3416と1.5943であり、収穫指数が1%増加すると早籾群の収量増加は0.34g、中籾群の増加は1.59gであった。このことから、中籾品種の収穫指数の向上は早籾品種に比べて、更に重要である。

2) 10個の交雑母本の生物学的収量及び稲わら重と収量との相関

相関係数の計算結果を表2に示した。

生物学的収量と収量、稲わら重と収量との相関係数は、それぞれ0.9865及び0.8898であり、極めて高い水準に達した。決定係数(r^2)を用いて推測すれば、それらはそれぞれ97.32%、79.17%の個体が上述の関係を持っている。

3) 雑種第1世代(F_1)と両親平均値の相関と回帰

生物収量について F_1 と両親平均値との間には明確な相関がある(表3)。 F_1 の生物収量は一般に両親の平均値によって決定される。すなわち、両親の平均値が高いものは、 F_1 の値も高い。 F_1 と両親平均値との相関係数は第1群0.7461、第2群0.3798となり、相関は有意である。回帰係数 b は1.6684と0.4429であって、両親平均値が1g増加すごとに2組の F_1 はそれぞれ1.6688gと0.4429g増加するわけで、決定係数を用いて推測すると、親子相関の個体数は、第1群では55.67%、第2群では14.42%がこのような関係を持っている。

収穫係数の親子相関のうちで、第2群の親子相関は有意性が高く($r = 0.4413$ 、 $P < 0.01$)、収穫指数とその他の特性は同様に次世代へ遺伝するものであることを示した。

第1群の親子相関は負の値 ($r = -0.2347$, $P > 0.05$) をとり、有意でなかった。その群の、B44T×矮足南特は気候条件の影響を受けたため、結実が劣り、収量は低く、収穫指数を低くし、次代の収穫係数は皆両親の平均値より低かったため、 r は負の値となった。

第2群の回帰係数 $b = 0.5744$ は両親平均値が1%増加することに F_1 の値は0.57%増加することを示している。

以上の分析から次のことを察知することができる。すなわち、高生物収量と高収穫指数の材料は母親を選ぶことにある。そうすると後代の中からも、比較的生物収量と収穫指数の高い個体材料を得ることができる。

4) 雑種第1代 (F_1) の収穫指数とその他の主要特性の相関関係

F_1 の収穫指数とその他の特性の相関関係を計算した結果は表4に示した。この表から解るように、収穫指数と草丈は有意な負の相関を示し、交雑後代の中から草丈の低いものの選抜育種が重要であることを明らかに示している。

収穫指数と粒数・収量の相関では、第1群の相関係数は皆1%水準の有意性に達し、結果は一致した。収穫指数と株当り穂数の相関は、第1群では無相関を示し、それらは独立して遺伝するものであることを示した。

生物収量と収量との相関係数 (r 値) は、第1群、第2群それぞれ0.9721及び0.9428で最も強い正の相関を示した。

5) 生物学的収量、収穫指数と収量との回帰

近年、多くの学者^{3,5,6,7)}は生物学的収量と収穫指数に対する間接選抜によって収量の選抜効果を高めるため力をそそいできた。いわゆる生物学的収量は収穫時の全乾物重である。井山審也²⁾、I R R I³⁾の研究によると、品種の生物学的収量の増加に伴ない、収量も増加すると言う。DONALD (1962)⁴⁾の定義によると収穫指数は生物学的収量のうちどれだけの部分が経済収量として得られたかを示す比率である。この値は同化産物が経済収量に変換される効率を反映しており、一般に百分率によって表示する。水稻^{3,5)}、コムギ^{6,7,8)}、エンバク⁹⁾、トウモロコシ¹⁰⁾、ダイズ⁵⁾などの収穫指数と収量との相関については多くの研究が行われ、両者に正の相関関係があることが明らかになった。収穫指数による選抜は多収育種において有数な方法であり、収穫指数によって選抜した系統は種々の面で収量によって選抜された系統よりすぐれているという。

禾穀類では多収育種によって育成された品種はいずれも高い収穫指数と安定した生物学収量を持っている。イネ品種の収量は単位面積当りの生物学収量によって決まるだけでなく、収穫指数によっても決まる。したがって、DONALD⁴⁾は収穫指数によって品種の多収遺伝子を収集するのは有効な方法であると報告した。

生長率については、TAKEDA と FREY¹¹⁾、JALANI¹²⁾らによって研究されているが、品種育種においての効果も確認された。

著者らは収量に対する選抜効果を高めるため、初期世代に対して多元回帰と重相関分析を行った。

(1)多元回帰

1983年15組の交雑組合せにおける410個体の穂数 (x_1)、主茎粒数 (x_2)、生産率 (x_3)、収穫指数 (x_4)、生物学的収量 (x_5) と収量との関係について回帰分析を行い、その結果を表5に示した。表5で見られるように収量に与える影響が最も大きいのは生物学的収量で、その次は収穫指数であった。

イネのいろいろな形質の間には互いに依存し合い、制約し合う関係がある。これまで収量形質についての研究は、主に穂数、1穂粒数及び粒重など単一形質に対して行うだけで、総合形質が収量に与える影響については重要視しなかったため、得られた研究成績の利用価値が低かった。したがって、いろいろ形質の組合せが収量に与える影響について研究を行い、その結果を表6に示した。

表6からわかるように、26形質の組合せの中で、生物学収量と収穫指数がそれぞれ単独であるいは共同で組合わされた場合のF値には有意差が見られたが、他の場合には有意差が見られなかった。この結果は生物収量と収穫指数が収量に対して決定的な影響を与えることを示している。

(2)各種の形質の組合せの収量に対する影響

上記した26形質の組合せの結果について重相関係数を求めたところ、表7の結果が得られた。表7から見られるように、26組の組合せの中で三つの組合せの相関係数には有意差が見られなかった。また三つの組合せは5%水準で有意差が見られ、ほかの20組の組合せはいずれも1%水準の有意差が見られた。

26組の順列組合せの重相関係数の変異は0.1942~0.9947であったが、そのうち8形質組合せの重相関係数は0.9935~0.9947に達した。一方、決定係数 R^2 から見ても収量変異の98%はこの8形質組合せが制御していることが推定された。8形質組合せの中でも、さらに生物学収量+収穫指数の組合せの重相関係数 ($R=0.9935$) と決定係数 ($R^2=0.987$) が最も高く、この二つの形質組合せが収量変異の98.7%を支配することが示唆された。したがって、収量に対してこの二つの形質組合せによって間接選抜を行えば、きわめてすぐれた効果が得られると思われる。

討 論

李兆方(東北農学院)：表5最下欄のSilewahの正常結実%はどういう意味か。またその結実率が低い原因は何か。

回答：正常結実率は充実度のことである。充実度が低い原因は品種資材研究室のデータを用い、直接担当しなかったのではわからない。

志村英二(農研センター)：DoDoの草型を教えてください。

回答：草丈110cm，葉の角度大きく葉色濃い。初期栄養生長早い。

中根晃（農研センター）：1）間接選抜に用いた集団の世代は何世代か。2）同上の集団はどのような取扱い（無選抜か，何らかの選抜を加えたか）をした集団か。3）調査対象個体はどのようなサンプリングしたものか。

回答：1．間接選抜に関しては F_2 代からやってみたが，今のところでは成功したとはいえない。今後また検討して確認する必要がある。2．調査は F_2 代材料について行った。3．ランダムに30株を取って調査した。