

水稻形質の遺伝力、親子相関および個体と系統値の重みづけに関する試験

柴 田 和 博†

日本の水稻育種では最近までもつばら系統育種法が用いられ初期世代に個体選抜が行われてきたが、酒井⁹⁾がポリチーン形質に対する集団育種法の理論的有意性を発表して以来系統育種法と並んで集団育種法が各地で研究され、また実際にも行われつつある。この両者のいずれによるのがより有利であるかは対象とする形質、育種の規模およびその他の諸条件によつて変わるであろう。いずれにしても、各形質についての実験的資料の積重ねが育種の効率を高めるうえに現在最も必要であろうと考えられる。

本文では、水稻の1組合せについて行なつた6形質の遺伝力、親子相関並びにF₂の個体値、系統値とF₃系統値との関係についての実験結果を報告する。

本文を草するに当り、御鞭達と御校閲をいただいた支隊長桑原武司氏、稲作課長小林喜久夫氏並びに実験に御協力下さつた野村稔、菅原市男の諸氏に深謝申上げる。

I 材料および方法

組合せ：糯品種「上野1号×ユキモチ」

調査形質：稈長、穂長、穂数、穂重、全重および出穂期の6形質。

1956年に栽培したF₂ 150個体の中から26個体をランダムに選びF₃ 26系統の種子とした。この選ばれた26個体は穂重以外の形質では元の150個体の頻度分布と同じ分布を示したが、穂重では不稔を多発し十分な種子を保有しないと思われる個体が約8%あつたので元の分布よりも平均値がやや重く、幅が少し狭くなつた。

1957年には、1区2行30個体(20個体調査)とし、両親、F₁、B₁(F₁×P₁)、B₂(F₁×P₂)は各2区、F₂ 4区、F₃ 26系統各1区を任意に配列して栽培した。

1958年には前年のF₃ 26系統の中から任意に20系統を選び更に各系統内からそれぞれ任意に選んだ4個体からのF₄ 80系統(20群)を任意配列し、各系統および系統群の平均値を得た。

耕種法：冷床苗の移植で、移植期は1956年6月1日、1957年5月25日および1958年5月27日。

栽植密度は30cm×12cm、1本植、施肥量(10a当り)は成分窒素4.5kg、磷酸4.5kg、加里4.0kg、堆肥750kg、その他は当支場標準耕種法に準じた。

II 実験結果

1. 1957年に得た両親および各世代の平均値とその標準誤差とともに第1表に示した。上野1号(P₁)は稈長、穂長ともに長く、茎数の少ない品種であり、ユキモチ(P₂)はこれと反対に稈長、穂長が短かく穂数の極く多い品種である。F₁の平均値は中間親(MP)よりも稈長、穂重および全重で大きかつたが、F₂とF₃系統平均(F₃)の平均値は各形質ともMPと近似した。

各世代の個体と区平均値とから得た分散に対して、Mather⁶⁾の模型を適用し、最小自乗法によつて相加的遺伝分散D、非相加的遺伝分散Hおよび個体当りと区平均の環境分散E₁とE₂を推定し第2表に示した。この値は普通の尺度のままの数字を用いて計算したものであるが、Mather⁶⁾によるscaling testを行なうと特に穂重および全重では何らかの尺度変換を必要とすることが知られた。しかし、適当な尺度を見出すのに困難を感じたので未変換のままの結果をのせたものである。

第3表にはF₃系統平均値に対するF₂の回帰による遺伝力(h²F₂/F₃)、F₂とF₃系統平均値の相関係数(rF₂F₃)F₂とback crossの分散を用い

† 上川支場

て算出した遺伝力 ($h^2F_2(N)$) および第2表の各成分の値を用いて算出した F_2 の遺伝力 ($h^2F_2(B)$)、 F_3 系統の遺伝力 ($h^2\bar{F}_3$) を示した。各の計算式は次のとおりである。

$$h^2F_2(B) = \frac{\frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H}{\frac{1}{2}D + \frac{1}{4}H + E_1}$$

$$h^2F_2(N) = \frac{2VF_2 - (VB_1 + VB_2)}{VF_2}$$

$$h^2F_2/\bar{F}_3 = \frac{WF_2/F_3}{VF_2}$$

$$h^2\bar{F}_3 = \frac{\frac{1}{2}D}{\frac{1}{2}D + \frac{1}{16}H + E_2}$$

$h^2F_2(B)$ 、 h^2F_2/\bar{F}_3 と $r_{F_2\bar{F}_3}$ の値は比較的良く一致しており、稈長で最も大きく、次いで穂長と穂数の順となり、穂重と全重ではいずれも 0 に近い。

2. 1958年に得られた結果から、 F_3 系統平均値と F_4 系統群平均値 ($r_{F_3\bar{F}_4}$)、 F_3 個体値と F_4 系統平均値 ($r_{F_3\bar{F}_4}$)、 F_3 系統平均値と F_4 系統平均値 ($r_{F_3\bar{F}_4}$) および F_3 個体と F_4 系統群平均値 ($r_{F_3\bar{F}_4}$) 等の相関係数を求めて第4表に示した。これらの傾向は第3表の F_2 個体と F_3 系統との関係と良く一致し、稈長、穂数、穂長、出穂期で相関は有意となり、穂重と全重では有意でない。

次に F_3 個体値と F_3 系統平均値とを用いて F_4 系統平均値に対する偏回帰係数 (b_1 と b_2 の I) を求めて個体値と系統値の重みの比較を行なった。なお、参考のために酒井¹³⁾の競争の影響を受けない場合の式から算出した個体値と系統値の重み b_1 と b_2 (II) も一括して第5表に示した。この b_1 と b_2 を用いて F_3 から計算した推定値とそれに対応する F_4 の系統平均値との相関係数 (R) は、第4表の F_3 個体値あるいは F_3 系統平均値単独の場合と同様に稈長、穂数、穂長で有意となり、穂重と全重とでは有意でない。また偏回帰係数は稈長と穂数の b_1 および稈長、穂長と穂数に対する b_2 が各 1% 水準で有意であつた。表の b_1 と b_2 の比は b_1 を 1 とした値で示してある。

なお、酒井¹³⁾の計算式の大略は次のようである。先ず、個体の測定値、その個体の属する系統の平均値、その系統の属する系統群の平均値をそ

れぞれ x_1 、 x_2 、 x_3 とし、その重みづけの係数を b_1 、 b_2 、 b_3 とすると選抜指数 X は次のようになる。

$$X = b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3$$

ここで X と個体の遺伝的価値との相関を最大にするような b の各値を求めるものである。ただし、今の場合系統群の値はないので右辺の第3項は 0 である。

III 考 察

Mather⁶⁾の模型に従つて雑種集団および系統の分散を D、H、E の各成分に分割したが、穂重と全重では D、H とともにその標準誤差よりも小さな値となり明らかに無意味であつた (第2表参照)。また、各形質とも H の項は負となつたが、これも理論的には少なくとも 0 よりは小さくない値でなければならぬものであり、このために D の値が過大に評価された危険がある。これらは scaling の不適当なことや雑種集団の個体数が少なかつたことなどによると考えられるが、これを根本的に改善するような scale を見出すのに困難を感じたので元のままの値を示したものである。

従つて、第2表の D、H、E の値を用いて推定した第3表の遺伝力も当然不正確であると思われるが、稈長、穂長、穂数等の各形質の Broad の遺伝力 ($h^2F_2(B)$) は F_2 と F_3 系統の親子相関 ($r_{F_2\bar{F}_3}$) とかなり良く一致し、更にこの傾向は第4表の F_3 と F_4 の親子相関 ($r_{F_3\bar{F}_4}$ 、 $r_{F_3\bar{F}_4}$) の値とも一致することははなはだ興味深い。年次その他の環境条件の異なる 2 世代間の相関は理論的には不十分な面を持つものではあろうが実際的には意味があるもののように思われる。

次に、1つの形質の個体と系統の値を重みづけてその形質の選代の値を最も良く推定する場合、酒井¹³⁾は理論的な計算から遺伝力が低く、世代が若く、対立因子間の優劣の関係が低くなるほど系統や系統群の重み (b_2 と b_3) が個体の重み (b_1) に比して大きくなり、逆の場合には個体の重みが大きくなることを示している。本実験では F_4 系統値に対する F_3 個体と系統値の偏回帰係数を求めたが各形質とも b_1 よりも b_2 の値がやや大きかつた (第5表)。しかし、標準偏回帰係数では各形

質とも b_2 の重みは減少し、稈長と穂数以外では b_1 の重みが b_2 よりもやや大きくなった。稈長と穂数での $\frac{b_1}{b_2}$ の比は酒井¹¹⁾ の計算した表の $h^2 = 0.5$, $K = 0$ の値に近似し、穂長では $h^2 \approx 0.3$, $K = 0$ の値に近似している。しかし、各形質に対する酒井¹¹⁾ の競争の影響も受けない場合の式を用いて計算した個体と系統の重み (b_1 と b_2 , II.) はあまり有効とは思われない結果となつた。これは D, H, E の分割が不十分に行われ、また穂数、穂重、全重等では競争の影響を考慮しなかつたためであろう。偏回帰係数は、稈長と穂数では b_1 , b_2 とも有意であり、穂長では b_2 のみが有意となり、これらは F_4 系統値の推定に有効であることがわかる。穂重、全重のように環境の影響の大きい形質では初期世代で個体値と系統値とを組み合わせても翌代のその形質の値を推定することは全く不可能であつた。

一般に、初期世代の親子相関は稈長、穂長、出穂期等で高く、穂数、穂重、全重等では低いことが報告されている¹²⁾¹³⁾。しかし、本実験では稈長、穂長、出穂期等と同じく穂数も高い値を示した。これは本組合せと場所の特別な性質によるのかも知れない。

IV 摘 要

1. 水稻雑品種の組合せ「上野1号×ユキモチ」を材料とし $F_1 \sim F_4$ を用いて親子相関、遺伝力および F_2 個体と F_2 系統平均値の F_4 系統値に対する関係について若干の考察を行なつた。

2. 稈長、穂長、穂数、穂重、全重および出穂期の6形質を調査した。 F_2 から F_4 までの2世代間に有意な関係のあつたのは稈長、穂長、穂数および出穂期で、稈長が最も高く、次いで穂数であつた。穂重および全重では既に報告されている結果と同様に全く関係が認められなかつた。

3. 各形質の F_4 系統値に対する F_2 個体と F_2 系統値の偏回帰係数 (b_1 と b_2) は b_2 の方が各形質ともやや大きかつた。しかし、標準偏回帰係数では b_2' の値が b_1' よりも小さい場合もあつた。また稈長と穂数では b_1 , b_2 とも有意であつたが、穂長では b_2 のみが有意となり、その他の形質では両方とも有意とならなかつた。

4. 本実験で、一般に低いとされている穂数の遺伝力や親子相関が高かつたのは組合せの特徴かも知れない。

第1表 各形質の平均値と標準誤差 (1957年)

世代 \ 形質	出穂期 (月, 日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本)	穂重 (g)	全重 (g)
P_1	8. 9	74.23±0.99	20.34±0.24	9.65±0.25	27.02±0.80	41.69±1.23
P_2	8. 9	64.94±0.76	15.12±0.33	18.40±1.02	23.60±1.17	36.78±2.02
M.P.	8. 9	69.58	17.73	14.02	25.31	39.23
F_1	8.10	73.55±0.71	17.33±0.28	13.78±0.69	29.57±1.51	45.41±2.31
B_1	8. 9	69.22±0.81	17.91±0.22	11.58±0.52	27.14±0.93	41.73±1.41
B_2	8. 8	69.53±0.95	16.39±0.30	16.00±0.74	28.23±1.17	44.06±1.71
F_2	8. 8	69.25±1.24	17.45±0.26	13.49±0.63	26.27±0.91	40.68±1.51
F_3	8. 8	67.54±0.90	17.52±0.25	14.25±0.60	25.93±0.98	40.27±1.51

注) P_1 : 上野1号
 P_2 : ユキモチ
 B_1 : $F_1 \times P_1$
 B_2 : $F_1 \times P_2$

第2表 各形質の分散成分の推定値

成分	形質	稈長	穂長	穂数	穂重	全重
D		33.24±8.53	1.04±0.53	4.60±3.50	-3.48±8.62	8.18±19.19
H		-21.22±21.95	-1.52±1.35	-9.62±9.01	-11.98±22.17	-75.40±49.34
E ₁		13.44±3.51	1.44±0.22	9.04±1.44	25.17±3.54	64.22±7.89
E ₂		-0.14±3.40	0.17±0.21	0.98±1.40	2.79±3.44	3.91±7.65

注) D : 相加的遺伝分散 E₁ : 個体間環境分散
H : 非相加的遺伝分散 E₂ : 区間環境分散

第3表 F₂ と F₃ 系統の遺伝力と相関係数

形質	稈長	穂長	穂数	穂重	全重
h ² F ₂ (B)	0.67	0.33	0.26	-0.09	0.08
h ² F ₂ (N)	0.98*	≐ 0	≐ 0	≐ 0	≐ 0
h ² F ₂ /F ₃	0.49	0.18	0.26		
rF ₂ F ₃	0.65**	0.34	0.45*	-0.05	0.07
h ² F ₃	≐ 1	0.87	0.86		

注) ** : 1%水準で有意。 * : 5%水準で有意。

第4表 F₂ 及び F₃ と F₄ 系統及び系統群の相関係数

形質	出穂期	稈長	穂長	穂数	穂重	全重
rF ₃ F ₄		0.78**	0.35**	0.67**	0.06	0.10
rF ₃ F ₄		0.80**	0.49**	0.64**	0.04	0.06
rF ₃ F _{4II}	0.71**	0.94**	0.78**	0.88**	0.06	0.13
rF ₃ F _{4C}		0.63**	0.38	0.50*	0.34	0.33

注) ** : 1%水準で有意。 * : 5%水準で有意。

第5表 F₃ と F₄ の回帰係数と相関係数

形質	稈長	穂長	穂数	穂重	全重
bとR					
b ₁	I +	1.00**	1.00	1.00**	1.00
		1.61**	6.51**	1.51**	2.11
b ₂	II ++	1.00	1.00	-1.00	1.00
		-0.57	12.74	96.88	67.88
b' ₁	+++	1.00**	1.00	1.00**	1.00
b' ₂		1.20**	3.96**	0.86**	0.41
R	I	0.836**	0.500**	0.736**	0.067
	II	0.604**	0.498**	0.633**	0.041

注) + : 偏回帰係数。
++ : 酒井の式から計算した重みの係数。
+++ : 標準偏回帰係数。
** : 1%水準で有意。

引用文献

- 1) Bartley, B. G. and Weber, C. R. 1952: Heritable and non-heritable relationships and variability of agronomic characters in successive generation of soybean crosses. Agron. J. 44 (9): 487-493.
- 2) Grafius, J. E., Nelson, W. L. and Dirks, V. A. 1952: The heritability of yield in barley as measured by early generation bulked progenies. Agron. J. 44 (5): 253-257.
- 3) 橋口渉子 1958: Heritability の信頼区間表 (未定稿). 農業技術研究所.
- 4) 稲の量的形質に関する統計遺伝学的研究 (総合抄録) 1955: 育種雑 5 (3): 29, 58.
- 5) 伊藤隆二, 橋爪 厚 1958: 水稻雑種における個体および系統選抜に関する二, 三の知見. 植物の集団育種法研究: 163-169.
- 6) Mather, K. 1949: Biometrical genetics. Methuen, London.
- 7) 松尾孝嶺 1956: 水稻における多収品種の育種法. 農及園 31 (5): 1-6.
- 8) 酒井寛一 1949: ラムシユ育種法の理論と方法. 農及園. 24 (2): 105-110.
- 9) ----- 1955: 育種通論. 朝倉書店, 東京.
- 10) ----- 1956: 植物集団における競争の研究, 駒井酒井編「集団遺伝学」. 培風館 184-211.
- 11) ----- 1957: 自殖性植物の個体選抜における系統群, 系統及び個体の測定値の重みづけ. 育種雑 6 (3): 175-179.
- 12) 赤藤克巳 1950: 量的遺伝の研究第5報A水稻. 育種研究 4: 13-32.
- 13) 赤藤克巳, 林喜三郎, 鈴木 勲, 福永公平, 大川博通 1958: 水稻の個体選抜に関する実験的研究. 植物の集団育種法研究: 153-162.
- 14) 戸刈義次, 松尾孝嶺等編 1957: 作物試験法 農業技術協会.
- 15) 鳥山国土, 蓬原雄三 1958: 水稻における個体及び系統の遺伝力の推定. 育種雑 7 (4): 208-212.