



Title	密穂形成に係わる遺伝子の形質表現 : 稲の交雑に関する研究、第LIX報
Author(s)	木下, 俊郎; KINOSHITA, Toshiro; 菊池, 治巳 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 21, 6-17
Issue Date	1979-03-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13352
Type	departmental bulletin paper
File Information	21_p6-17.pdf



密穂形成に係わる遺伝子の形質表現

—稲の交雑に関する研究，第 LXIX 報—¹⁾²⁾

木下俊郎・菊地治巳・高橋萬右衛門

(北海道大学農学部育種学教室)

緒 言

密穂，疎穂或いは短穂と言った特徴ある穂型には，単一の主働遺伝子が関与する 경우가多い。また，矮性・不稔遺伝子等の多発作用によっても独特な穂型を構成することもある。一方これらに正常型として対応する一般品種では，穂重型，中間型，或いは穂数型といった分類があり，これらは主として微動遺伝子支配による場合が多い。この様に穂型に関する遺伝子の形質発現には，主働遺伝子と微動遺伝子が関与しており，両者の間には相互作用を生じたり更に環境要因の影響の加わることも考慮されねばならず，形質発現過程は極めて複雑である。一方，穂の発育には他の栄養器官との係わり合いも深いから，発育遺伝学的な手法による解析も必要である。

本研究では，密粒型の穂型を採り上げて正常型穂型との対比の下に，穂形質にみられる変異や形質間の相関関係特に穂部と植物体との関係等を調べて，密粒性に関与する遺伝子の作用を究明した。

実験材料及び方法

供試品種 (Table 1) は正常型群(A)として北海道の新旧品種で草型の異なるものを 9 品種用い，出来るだけ多様な穂型の変異が含まれる様にした。一方，密粒型群(B)としては北大農学部作物育種学教室の系統保存中から，*Ur* (枝梗彎曲) や *Dn* (密穂性) を含む系統とそれらを有さぬが着粒の密な 2 系統を加えて，計 9 系統を対応せしめた。なお

N-59 と H-310 の有する密粒性については別に遺伝子分析を実施中である。

各品種・系統は 1976 年に栽植距離を 30 cm × 15 cm として，1 株 1 本植えの条件で 2 反復の乱塊法により栽植した。調査には 1 区 5 個体についてそれぞれの主稈を用いた。Fig. 1 には密粒型として選ばれた代表的穂型を示した。



Fig. 1. Compact panicle types used in the experiment. From left to right; Ishikari, N-55(*Ur*), H-86(*d-1*, *Ur*), N-53(*Dn*), H-232(*Ur*, *Dn*), N-59, H-310(*d-6*).

実験結果

(1) 穂部形質の特性

A 及び B 群の計 18 系統について，穂部の特徴を構成する 9 形質の平均値を Table 2 に示した。まず，穂長に関して，B 群内でかなりの変異がみられるのは，矮性遺伝子を含んでいるためである。また，穂長，一次枝梗長や一次枝梗数では A と B

1) 文部省総合研究(A)課題番号 336001 による研究成果
2) 北海道大学農学部育種学教室及び附属農場育種部業績

Table 1. List of the varieties and strains used in the experiment

Variety or strain	Plant type or marker gene concerned with panicle type
Group A.	
Akage	Panicle weight type
Akamuro	do
Nohrin-9go	Panicle number type
Eiko	do
Uryu	Intermediate type
Shiokari	Closer to panicle number type
Matsumae	do
Ishikari	do
Dohoku-22go	do
Group B.	
A- 32 Furenbozu	<i>Ur</i>
N- 55 Megrosakae	<i>Ur</i>
H- 85 Marker	<i>Ur, d-2</i>
H- 86 do	<i>Ur, d-1</i>
H-131 do	<i>Ur, ri</i>
H-462 do	<i>Dn</i>
H-463 do	<i>Dn</i>
N- 59 Kairyobozumitsu	
H-310 Marker	<i>d-6</i>

群の間に有意差はみられなかったが、他の6形質では、B群系統の大きい場合が多かった。

次に、密粒型群中から *Ur* を含む5系統と *Dn* を含む2系統を取り出し、それぞれの平均値をA群平均値と対比させた (Fig. 2)。 *Ur* 型では穂長、一次枝梗長、一次枝梗数はA群と変らぬが、他の5形質は著しく増加した。一方 *Dn* 型では、着粒数、穂長、一次枝梗長はA群よりもむしろ減少したものの着粒密度や二次枝梗数及び二次枝梗着粒割合はかなり増加した。なお、 *Ur* や *Dn* によらぬ密粒性であるN-59の形質平均値は穂長を除いて *Dn* 型に似たが、H-310はむしろ *Ur* の形質表現によく似ていた。 *Ur* と *Dn* 型双方の描く八角形には相似性がみられるから、 *Ur* と *Dn* の両主働遺伝子について或る程度類似した作用性がうかがわれる。少なくとも密粒性を構成する機構としては、一次枝梗に比して二次枝梗がよく分化し着粒密度を高めるといふ様な点で共通している。

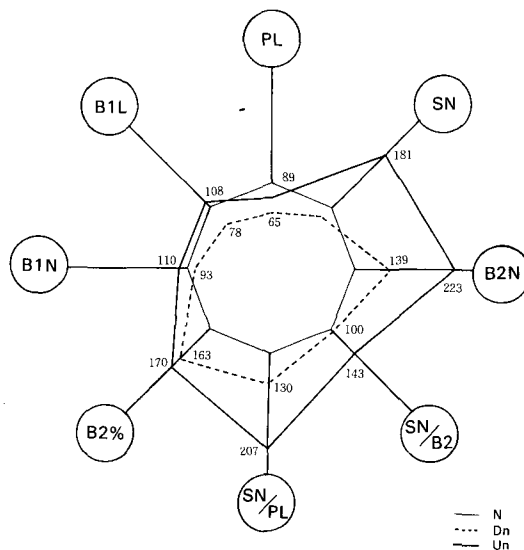


Fig. 2. Diagrammatic representation of panicle characters in the two kinds of compact panicle types (*Ur* and *Dn* types) and the normal type, shown as relative index of those of normal type.

Table 2. Mean of the characters concerned with panicle

Variety or strain	PL	B1L	B1N	SN	B2N	SN/PL	SN/B2	B2%	B2/B1
Group A.	(cm)	(cm)							
Akage	21.3	9.9	11.3	145.2	21.3	6.82	3.5	50.9	1.96
Akamuro	19.2	8.6	12.6	149.1	23.7	7.77	3.0	47.6	1.89
Nohrin-9go	15.8	7.6	7.0	67.8	10.9	4.29	3.2	51.8	1.58
Eiko	18.1	7.0	11.8	136.9	22.0	7.56	3.1	49.4	1.88
Uryu	18.6	7.0	9.7	117.2	18.9	6.30	3.1	50.8	1.96
Shiokari	15.4	6.7	11.0	124.2	18.9	8.06	3.3	50.7	1.77
Matsumae	18.3	6.6	11.0	117.0	19.1	6.39	2.8	46.4	1.74
Ishikari	17.1	7.1	8.4	97.6	16.5	5.71	3.1	51.9	1.99
Dohoku-22go	17.8	7.1	9.9	126.1	21.6	7.08	3.1	51.9	2.20
Mean	18.0	7.5	10.3	120.1	19.2	6.66	3.1	50.2	1.89
Group B.									
A-32	17.8	9.0	9.3	196.4	36.7	11.14	4.6	84.4	4.64
N-55	17.0	8.1	11.4	251.1	44.1	14.87	5.2	87.9	5.15
H-85	16.7	8.3	12.7	233.8	47.7	14.25	4.3	85.2	4.25
H-86	13.0	6.1	9.1	162.0	29.6	12.50	4.6	83.9	4.59
H-131	15.3	9.1	13.8	243.3	56.4	15.95	3.7	86.1	3.66
H-462	10.8	5.4	10.7	96.5	26.5	8.99	2.9	66.5	2.88
H-463	12.5	6.2	8.3	104.1	26.9	8.24	3.4	78.6	3.37
N-59	20.1	7.8	11.8	176.7	33.3	8.85	3.9	84.4	3.87
H-310	11.9	6.2	12.3	191.8	35.8	15.87	3.5	75.0	3.53
Mean	15.0	7.4	11.0	184.0	37.4	12.30	4.0	81.3	3.99
A-B	3.0	0.1	-0.7	-64.1	-18.2	-5.64	-0.9	-31.1	-2.10
L.S.D.1%	1.26	1.03	1.53	42.7	5.54	2.48	0.6	5.9	0.45

PL=Panicle length, B1L=Length of primary rachis-branches, B1N=Number of primary branches, SN=Number of spikelets per one panicle, B2N=Number of secondary branches, SN/PL=Number of spikelets per unit length of panicle (Ear density), SN/B2=Number of spikelets borne on secondary branches, B2%=Percentage of spikelets borne on secondary branches to total number of spikelets, B2/B1=Ratio of number of rachis-branches to secondary branches (Rachis index).

(2) 相関関係

前節で Ur と Dn の作用には量的な差異はあっても共通性が見出された。そこでこれらを一括して、A群とB群という区分において形質間の相関関係を調べた。

穂部形質間：5種の形質間で有意な相関係数の得られた場合のみを図示した (Fig. 3)。A群では一穂粒数——一次枝梗数——二次枝梗数の間でそれぞれ高い相関関係がみられたのに反して、B群ではむしろ一穂粒数——一次枝梗長——二次枝梗数間における相関関係が密であり、二次枝梗の分化は一次枝梗長の制約を或る程度受けることが明らかとなった。

穂部と茎葉器官間：穂部形質として、穂長、一穂粒数及び二次枝梗数を用い、それぞれについて草丈、稈長及び各節の茎葉部の大きさとの間で相関係数を算出した (Table 3)。A群では穂長が各部の大きさと正の相関を示し、一穂粒数及び二次枝梗数も下位節間と密接な相関を示したのに対して、B群では穂長と各器官の結びつきが弱く、一穂粒数や二次枝梗数といった密粒型を代表する形質では第一節関係の形質を除いて、ほとんど関係がみられなかった。すなわち、 Ur や Dn による密粒型の特徴は穂体の大きさとほとんど独立に発現される様であった。

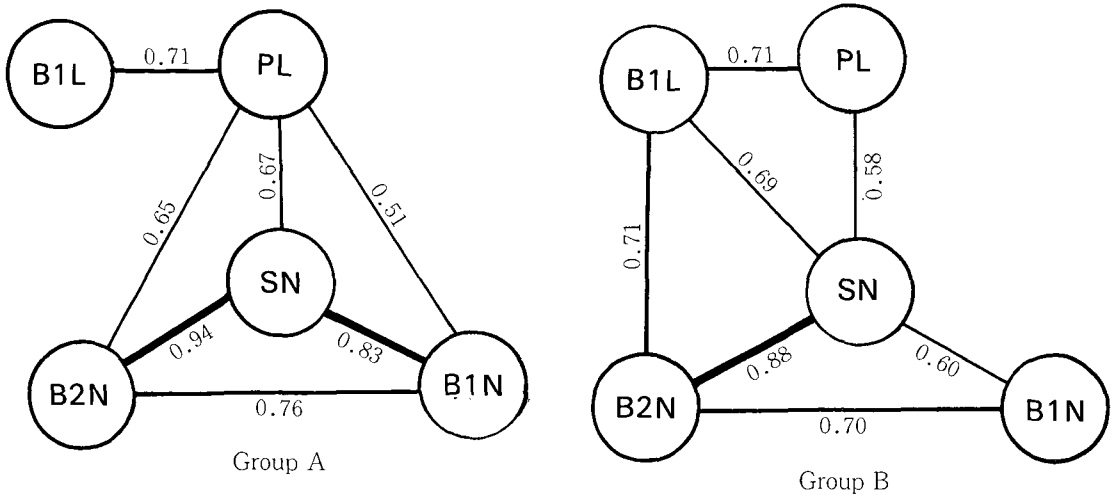


Fig. 3. Phenotypic correlation among the five panicle characters in two groups, A (normal type) and B (compact panicle type).

Table 3. Correlation coefficients between characters of panicle and vegetative organs

Vegetative organ	Character of panicle					
	Ear length		No. of spikelets		No. of secondary branches	
	A	B	A	B	A	B
Plant height	.684**	.571**	.666**	.261	.537**	.363*
Culm length	.594**	.478**	.681**	.187	.543**	.291
1st internode	.671**	.562**	.347*	.756**	.235	.745**
" leaf blade	.621**	.523**	.540**	.564**	.535**	.529**
" leaf sheath	.820**	.571**	.570**	.642**	.463**	.589**
2nd internode	.488**	.406*	.507**	.081	.411*	.155
" leaf blade	.736**	.459**	.802**	.295	.812**	.214
" leaf sheath	.813**	.313	.817**	.305	.737**	.313
3rd internode	.328*	.311	.687**	-.044	.568**	.136
" leaf sheath	.669**	.223	.845**	-.017	.791**	.033

*, **, ... significance at 5% and 1% levels, respectively (degree of freedom=32). Group A and B contain the normal and the compact panicle types, respectively.

論 議

イネの穂型及び粒型に係わる遺伝子の一覧表 (Table 4) から、密粒性に係わりの深い遺伝子として *Bp* (ガマ穂型), *cg* (シガー型), *Pd* (ペンダント型) 並びに本実験に用いた *Ur* (枝梗彎曲), *Dn* (密穂性) が挙げられる。しかし、これらの遺伝子座位の明らかなもの以外に、いわゆる密穂として記載されている型 (盛永・福島 1943 等) はかなりあり、著者らも N-59 と H-310 を密粒型系統群に含めた。

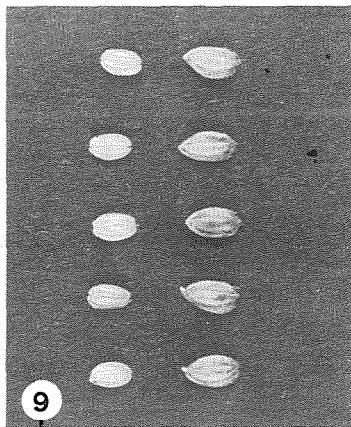
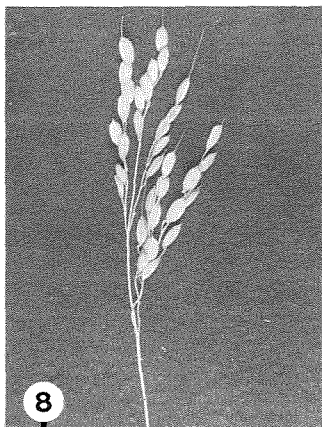
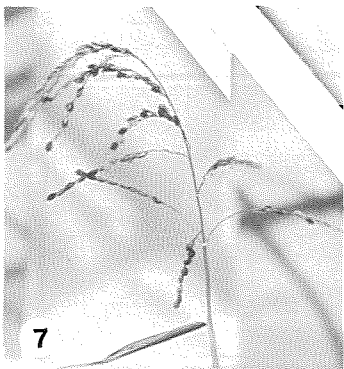
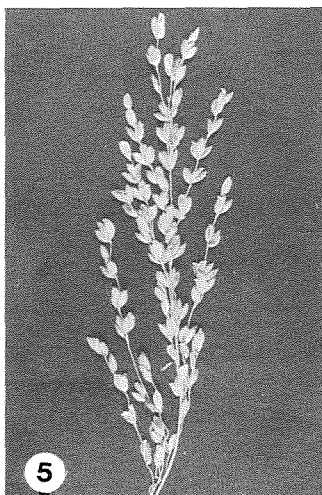
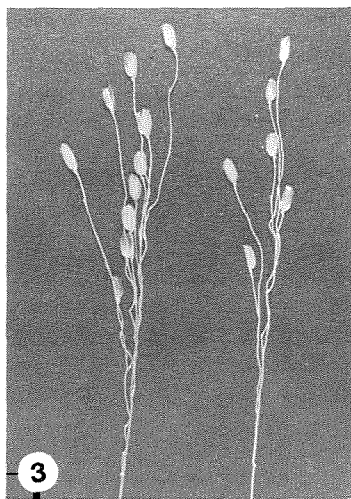
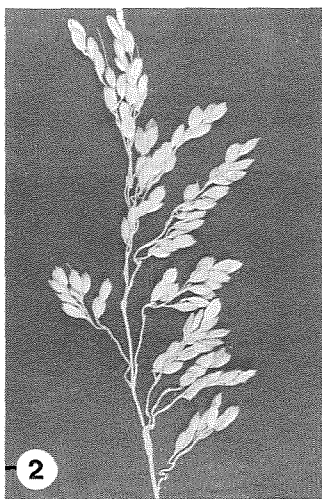
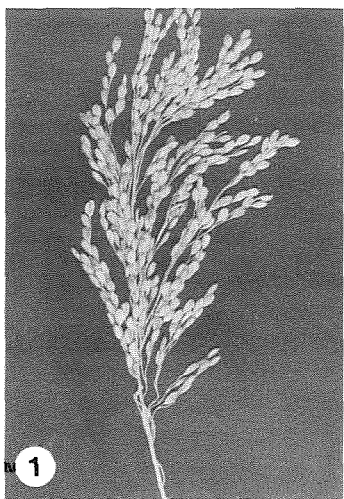
本研究では密穂の形成に係わる発育遺伝的なパターンの解析を試みるため、出来るだけ遺伝子背景の異なる *Ur* や *Dn* 型を用いた。このような密粒型の特性は正常型群における穂重型よりもかなり異なっていて、二次枝梗の分枝の顕著な結果、二次枝梗当りの着粒数が極めて増大する。かかる形質の変化については *Ur* と *Dn* では明らかな差異が存在したが、両者の形質変化の型には互いに相似性が示された。従って、高橋・武田(1969)が節間比で群別した如く、穂型についても将来群別が可能になると思われる。矮性 (*d-1*, *d-2*) 及び

Table 4 List of the genes responsible for panicle and grain forms

Gene symbol	Name	Description	Segregation ratios	Gene locus	Reference
[A] Panicle type					
<i>Bp</i>	Bulrush-like panicle	Compact panicle resembled to the spike of bulrush.	3 : 1	VII	17, 21
<i>cg</i>	cigar shaped panicle	compact and cylindrical panicle with small grains. pleiotropic effect of the dwarf gene (<i>d-48</i>).	3 : 1		67
<i>Dn-1</i>	Dense (barnyard-grass-like) panicle	Compact panicles resembled to those of Japanese barnyard grass. Incomplete dominant over normal.	3 : 1	VII : 69	21, 43, 48
<i>Dn-2</i>	Dense panicle	Compact panicles with plumper seed than that of normal type.	3 : 1		28
<i>Ex</i>	Exserted panicle	Complete exsertion from the flag leaf. In the recessive condition of the gene, panicles are enclosed by the leaf sheath due to a shortened internode below the panicle base (Sathi' type).	1 : 2 : 1 49 : 3 : 12 (emarged:tip-emarged: enclosed)		28 68
<i>Lx-1</i>	Lax panicle	Sparsely distributed spikelets on the branches. Lax panicle are also used to denote the open and spreading forms. Lax is dominant over normal or compact.	3 : 1	IV (Ind) ² 32% with <i>Pa</i>	7
<i>Lx-2</i>	"	"	3 : 1	XI (Ind) 7.7% with <i>Lk</i>	62
<i>Lx-a,b</i> (<i>Lxp_{a,b}</i>)	"	Dominant complementary genes.	9 : 7		6
<i>lx</i> (<i>lax</i>) (<i>K_aK_b</i>)	lax panicle	very sparse setting of spikelets. under low temperature condition, various deformity and complete absence of spikelets are observed.	3 : 1 9 : 3 : 3 : 1 (Normal:1 ₁ :1 ₂ :1 ₃)	III: 16	8, 40, 43, 44 74
<i>Pd-a,b,c</i>	Pendant panicle	Pendant nature of panicle with drooping ear axis. Dominant complementary genes.	27 : 37	XI or XII (Ind) 19.7% with <i>B</i>	63
<i>sp</i>	short panicle	absence of primary branches in the lower part of the ear axis.	3 : 1	VIII: 54	17, 21, 23
<i>Spr-a,b</i> (<i>E₁E₂</i>)	Spreading panicle	Spreading habit of primary branches extending obliquely outward. Dominant complementary genes.	9 : 7		39
<i>spr</i>	spreading panicle	" due to a recessive gene.	3 : 1		13
[B] Rachis and arrangement of spikelets					
<i>B-a,b</i>	Beaded arrangement	Dominant complementary genes.	9 : 7	XI or XII (Ind)	63
<i>Cl</i>	Clustered spikelets	Clumped arrangement on the primary or secondary branches with 2-6 spikelets per cluster. Incomplete dominance.	3 : 1	I : 95	25, 26, 41, 48, 50, 59, 71
			9 : 7	XI (Ind)	38, 56, 77
			45 : 19 162 : 94		31, 55 64
<i>En-Cl</i> (<i>Scl</i>)	Super-clustered spikelets	High degree of condensation of the branches with 10-30 spikelets per cluster occasionally as many as 40. Non-allelic to <i>Cl</i> .			1, 65
<i>ri</i>	verticillate rachis	arrangement of panicle branches as a whorl around the basal node of the ear axis.	3 : 1	IX : 32	48
			1 : 2 : 1		59
<i>Sn-1,2</i>	Sinuuous neck	Curved and wavy condition in the uppermost internode of the culm below the panicle base. Duplicate	15 : 1		29

<i>Ur</i>	Undulate rachis	genes. Compact panicle characterized by the undulate and well branched rachises. Incomplete dominant over normal.	3 : 1	VII : 0	48, 49
[C] Grain					
<i>bk</i> (<i>a</i>)	big grain	big grain is recessive to normal. mutable in a definite rate from recessive to dominant.	3 : 1		32, 76
<i>lgt</i>	long twisted grain (spikelet)	tip of lemma and palea are slightly twisted. long grain with twisted tip.	3 : 1	II : 16% with <i>d-18</i>	12
<i>Lk-a,b</i> (<i>Kl a,b</i>)	Long grain	Dominant over short round. Complementary genes.	3 : 1 9 : 7	XI (Ind) VIII (Ind) 31% with <i>Lp</i>	38, 62 61
<i>lk</i>	long grain	wide vs. slender grain	3 : 1		26
<i>me-1,2</i>	multiple embryos (poly-embryonic)		3 : 1 15 : 1		51, 27, 36, 60 33
<i>mp</i>	multiple pistils (poly-caryoptic)	2-7 pistils with 1-4 functional ovaries in the spikelet.	3 : 1		9, 37, 42, 53
<i>Mi</i> (<i>Sp</i>)	Minute grain	Very small seed. Incomplete dominant over short round.	3 : 1	IV? : 1.1% with <i>g-2</i>	5, 28, 35, 75
<i>Nk-a,b,c</i>	Notched kernel	A small wedge-shaped depression at the middle portion of the abdominal side of the brown rice.	13 : 3 27 : 37 229 : 27		9 66 54
<i>nk</i>	notched kernel		3 : 1	II : 164	43, 72
<i>l-Nk</i>	Inhibitor for notching	Inhibitor for the three complementary genes. <i>Nk-a</i> , <i>Nk-b</i> , and <i>Nk-c</i> .			66
<i>Rk-a,b,c</i> (<i>Sh</i>) (<i>Kr a-d</i>)	Short round grain (spikelet)	Short round spikelet is dominant over long or medium size.	3 : 1 9 : 7, 45 : 19 81 : 175	IV (Ind) : 8% with <i>g</i>	59 54 30
<i>rk-1</i>	round grain	short round grain with slightly flattened shape.	3 : 1	II : 35% with <i>Ig</i>	19, 21
<i>rk-2</i>	"	"	3 : 1	C ³	20
<i>tri</i>	triangular shape grain (lemma and palea)	spikelets and grains appear triangular.	3 : 1	X : 0	17, 43
<i>Un-a,b</i>	Uneven grain	Tip of palea side of kernel outgrows the tip of lemma side. Dominant complementary genes.	9 : 7	I : 22% with <i>Ct</i> , IV : 18% with <i>g</i>	77
[D] Quantitative characters					
	Panicle length	2 or 3 genes are responsible. Long panicle is dominant or incomplete to short ones.			11, 29, 69
	Grain shape (length, breadth and thickness)	Controlled by 2 or 3 genes accompanying with various pleiotropic effects to panicle length and other parts.			10, 14, 57, 70

1. Gene symbols were adopted with the rules which were recommended by the the working committee of FAO International Rice Commission in December 1959 (2, 78). The original symbols are mentioned in parenthesis.
2. Linkage group in *Indica* rice.
3. Chromosome 'C' is denoted by Iwata *et al.* (1978).
4. As to the further information of genetics and linkage groups, refer to the key literatures: 2,3,4,15,16,34,38,45,46,47,48,58,72,78.



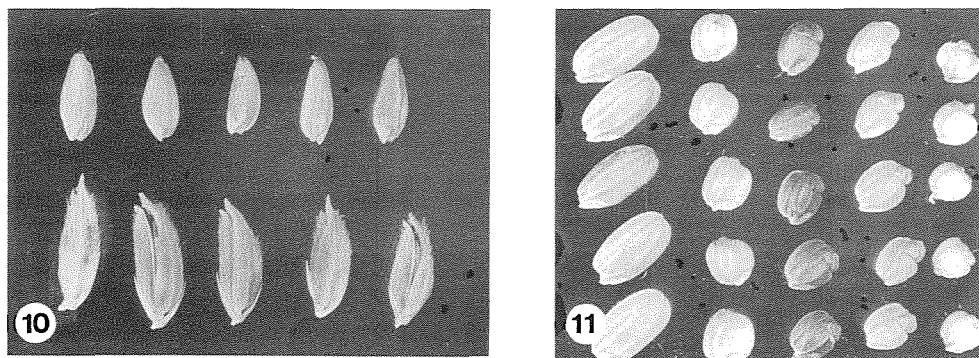


Fig. 4 Mutant forms concerned with panicle and grains : 1. *Ur*(Undulate r.) 2. *Dn*(Dense p.) 3. *lx*(lax p.) 4. *ex*(enclosed p.) 5. *Cl*(Clustered s.) 6. *ri*(verticillate r.) 7. *Spr*(Spreading p.) 8. *sp*(short p.) 9. *rk*(round k.) 10. *tri*(triangular g.) 11. From left to right ; Normal, *d-1*(daikoku), *Mi*(Minute), *d-8*(Nohrin 28 wai), *d-8 Mi*(extremely minute).

輪枝遺伝子 *ri* はそれぞれ穂の一部に主或いは副次的効果を有するが、密粒性についての *Ur* の作用はそれらに上位性を示した。 *Ur* 自体の効果は先に F_2 集団や F_3 系統を用いて調べてあるから (長尾・高橋・木下 1958), 本実験の如く遺伝的背景が著しく異なる場合でも, かかる *Ur* 自体の作用性の変らぬことが確かめられた事になる。

形質間相関について, 密粒型群では二次枝梗数が一次枝梗長についての制約を受けるとか, 一穂粒数の増大が栄養器官の大きさと独立に表現されるといった正常型の場合と異なる相関関係が検出された。これらの遺伝的意義については, よく関係を確かめた上で考慮したい。また穂型に係わる主働遺伝子の効果や遺伝子間の働き合いも重要であり, それらの精密な解析に役立つ如き, 等遺伝質系統の作成を目下試みている。

摘 要

(1) 密粒型に特有な性状や形質間相関関係を調べて, 密穂形成における発育的パターンを明らかにすることを目的とした。

(2) 密粒型群としては *Ur* (枝梗彎曲) や *Dn* (密穂性) を含むか, それらと類似した穂型を有する 9 系統を用い, 一方正常型には北海道の新旧 9 品種を用いて, 両型間で穂部形態の特性を比較した。

(3) 密粒型に共通する特性として, 一次枝梗数

や一次枝梗長は正常型と差異のみられぬもの, 二次枝梗数や二次枝梗着粒割合が顕著に増大した。

(4) *Ur* 型と *Dn* 型では穂形質の量的変化はかなり異なるものの, 形質変化のパターンは相似していた。

(5) 密粒型と正常型で, 形質間相関の様相を比べると密粒型では, 正常型の場合と異なり一次枝梗長——二次枝梗数間に有意な相関を生じ, 一穂粒数と下位節の節間・葉身・葉鞘長の間には逆に全く相関が認められなかった。

(6) これまで報告されている穂型及び粒形に関与する遺伝子の一覧表及び図版 (Table 4, Fig. 4) を作成した。

引用文献

1. BUTANY, W. T. and R. SEETHARAMAN. (1960): A new type of clustering in rice. *Curr. Sci.* 29:188-189.
2. CHANG, T. T. (1964): Present Knowledge of Rice Genetics and Cytogenetics. pp. 96. Intern. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines.
3. ——— (1965): The Morphology and Varietal Characteristics of Rice Plant. pp.40. Intern. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines.
4. CHANDRARATNA, M.F. (1964): Genetics and Breeding of Rice. pp.389. Longmans, London.
5. CHAO, L.F. (1928): Linkage studies in rice. *Genetics* 13: 133-169.

6. DHULAPPANAVAR, C.V. and A.K. KOLHE (1972): Inheritance of growth habit and panicle density in rice. *Indian J. Genet. & Plant Breeding* 32(1): 33-34.
7. ————— (1977): A linkage group in rice (*Oryza sativa* L.) involving anti-inhibitory genes. *Euphytica* 26(2): 427-432.
8. 蓬原雄三・近藤貞昭・北野英巳・三位正洋 (1978): 水稻における密・疎穂に関する遺伝学的研究. I. 疎穂稲の形質発現と遺伝. *育種雑*, 28 別(1): 72-73.
9. GHOSE, R.L.M., and W.T. BUTANY (1952): Studies on the inheritance of some characters in rice (*Oryza sativa* L.). *Indian J. Genet. & Plant Breeding* 12(1): 25-30.
10. 原 史六 (1942): 長粒米稲と穀良都の自然雑種植物の後代に就ての遺伝学的研究. *農業及園芸*, 17(6): 743-744.
11. HEU, M.H., T.T. CHANG and H.M. BEACHELL. (1968): The inheritance of culm length, panicle length, duration to heading and bacterial leaf blight reaction in a rice cross *Sigadis* x *Taichung* (Native) 1. *Japan. J. Breed.* 18(1): 7-11.
12. HSIEH, S.C. (1960): Genic analysis in rice. I. Coloration genes and inheritance of other characters in rice. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 1(2): 117-132.
13. ————— (1962): Genic analysis in rice. III. Inheritance of mutations induced by irradiations in rice. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 3(2): 151-162.
14. 池田長守 (1952): 玄米粒長の遺伝と之に関与する遺伝子の穂長に及ぼす影響. *岡山大学農学報告* 1: 46-51.
15. INTERNATL. RICE RES. INST. (1964): *Rice Genetics and Cytogenetics*. pp.274, Elsevier, Amsterdam.
16. ————— (1972): *Rice Breeding*. pp.738, Los Baños, Philippines.
17. 岩田伸夫・大村 武 (1971): 相互転座法によるイネの連鎖分析. II. 染色体 5, 6, 8, 9, 10, 11 に対応する連鎖群. *九大農学雑誌*, 25(3, 4): 137-153.
18. ————— (1972): 三染色体植物利用によるイネの連鎖分析 II. *育種雑*, 22 別(1): 49-50.
19. ————— (1973): イネの連鎖研究, γ 線照射によって誘発された若干の変異体について II. *育種雑*, 23 別(1): 20-21.
20. ————— (1976): 三染色体植物利用によるイネの連鎖分析 III. *育種雑* 26 別(1): 112-113.
21. IWATA, N. and T. OMURA. (1976): Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.) IV. On the possibility of association of three linkage groups with one chromosome. *Japan. J. Genetics* 51(2): 135-137.
22. 岩田伸夫・佐藤 光・大村 武 (1977): イネの連鎖研究. 新たに記載された 6 遺伝子の所属連鎖群について. *育種雑* 27 別(1): 250-251.
23. ————— (1978): イネの連鎖研究. 第 8, 11 連鎖群における遺伝子の配列順序. *育種雑* 28 別(1): 170-171.
24. JODON, N.E. (1940): Inheritance and linkage relationships of a chlorophyll mutation in rice. *J. Amer. Soc. Agron.* 32(5): 342-346.
25. ————— (1957): Inheritance of some of the more striking characters in rice. *J. Hered.* 48(4): 181-192.
26. ————— (1964): Genetic segregation and linkage, important phases of rice research. In: *Symp. Rice Genet. Cytogenet., Internat. Rice Res. Inst.* (1963): 193-204. Elsevier, Amsterdam.
27. JONES, J.W. (1928): Polyembryony in rice. *J. Amer. Soc. Agron.* 20(7): 774.
28. ————— (1952): Inheritance of natural and induced mutations in Caloro rice and observations on sterile Caloro types. *J. Hered.* 43(2): 81-85.
29. ————— (1928): Inheritance of earliness and other agronomic characters in rice. *J. Agr. Res.* 36(7): 581-601.
30. KADAM, B.S. and R. D'CRUZ (1960): Genic analysis in rice. III. Inheritance of some characters in two clustered varieties of rice. *Indian J. Genet., Plant Breeding* 20(1): 79-84.
31. ————— and N.M. PANT (1969): A linkage between an inhibitor of awns and a gene for clustering of spikelets in rice. *Sci. & Cult.* 35: 406-407.
32. KAGAWA, F. (1939): Studies on the inheritance of a type of large-grained, partially sterile rice plant. *Japan. J. Botany* 10(1-2): 1-33.
33. 笠原安夫 (1947): 部分二室子房稲の遺伝. *農業及園芸*, 22(8): 411-412.
34. 木下俊郎 (1976): 日本型, インド型間における連鎖群の異同. *育種学最近の進歩*, 17: 19-34.
35. —————・高橋萬右衛門 (1974): イネの極小粒型の遺伝. *育種雑*, 24 別 1: 120-121.
36. 小室英夫 (1922): いねの多胚植物. *植雑*, 36(421): 33-24.
37. KUANG, H.H. (1951): Studies on rice cytology and genetics as well as breeding work in China. *Agron. J.* 43(8): 384-397.
38. MISRO, B. R.H. RICHARIA and R. THAKUR (1966): Linkage studies in rice (*Oryza sativa*, L.). VII. Identification of linkage groups in Indica rice. *Oryza, Cuttack* 3(1): 96-105.
39. MITRA, S.K. and P.M. GANGULI, (1932): Some observations on the characters of wild rice hybrids.

- Indian J. Agr. Sci. 2(3): 271-279.
40. 森 宏一・木下俊郎・高橋萬右衛門 (1973) : 九州大学が保有せる形態の突然変異形質の関与遺伝子の示す連鎖関係一稲の交雑に関する研究, 第LV報—北大農邦文紀要, 8(4) : 377-385.
 41. 森村克美 (1961) : 稲の叢粒性に関する遺伝学的研究, 北農試報告, 20 : 3-40.
 42. 盛永俊太郎・田尻龍彦 (1941) : 多粒稲の遺伝と一般粳の発芽機構, 遺伝雑, 17(2) : 57-62.
 43. ————・福島榮二 (1943) : 稲の形質と遺伝, I, 畸型形質と遺伝, 九大農学芸雑誌, 10(3) : 301-339.
 44. ————・栗山英雄 (1948) : 稲に於ける粗粒因子及び偏穎因子と着色因子との連鎖, 遺伝雑, 23(1, 4) : 33-34.
 45. NAGAI, I. (1958): Japonica Rice: Its Breeding and Culture. pp.843. Yokendo, Tokyo.
 46. 長尾正人 (1935) : 稲の遺伝と育種, pp.219, 養賢堂・東京.
 47. NAGAO, S. (1951): Genic analysis and linkage relationship of characters in rice. Advn. Genet. 4: 181-212.
 48. ———— and M. TAKAHASHI (1963): Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 53(1): 72-130.
 49. 長尾正人・高橋萬右衛門・木下俊郎 (1958) : 稲の交雑に関する研究, 第XXIII報, 稲の'風連坊主'型穂型の遺伝について, 北大農邦文紀要, 3 : 38-46.
 50. ————・高橋萬右衛門・森村克美 (1964) : 稲の交雑に関する研究, 第XXVIII報, 主として外国稲より導入された数種の形態の形質とそれに関与する遺伝子, 並にその連鎖関係, 北大農邦文紀要 5(2) : 89-96.
 51. 中森榮一 (1934) : 稲の突然変異「複粒型」に就て, 農業及園芸 9(3) : 759-760.
 52. 大村 武・岩田伸夫 (1972) : イネの連鎖研究, 第8, 10, 11連鎖群について, 育種雑, 22別(1) : 43-44.
 53. PARTHASARATHY, N. (1935): The inheritance of multiple pistils in rice. Proc. Assoc. Econ. Biol. Coimbatore. 3:32-41.
 54. PAVITHRAN, K. (1977): Inheritance and linkage relationship of notched kernel in rice (*Oryza sativa*). Can. J. Genet. Cytol. 19:483-486.
 55. ———— and C. MOHANDAS (1976): Inheritance of clustered spikelets and ligule pigmentation in rice, *Oryza sativa* Linn. Sci. & Cult., 42: 181-182.
 56. RAHMAN, and D.P. SRIVASTAVA (1968): Inheritance of grain characters in rice. Indian J. Genet. & Plant Breeding 28(1): 82-84.
 57. RAMIAH, K. and N. PARTHASARATHI (1933): Inheritance of grain length in rice (*Oryza sativa*). Indian J. Agr. Sci. 3(5): 808-819.
 58. ———— and M.B.V.N. RAO (1953): Rice Breeding and Genetics. Sci. Mong. Ind. Council Agr. Res. 19. pp.360. ICAR, New Delhi.
 59. ————, S. JOBITHRAJ. and S.D. MUDALIAR (1931): Inheritance of characters in rice. Part IV. Mem. Dept. Agri. Ind. Bot. Ser. 18: 229-259.
 60. ————, N. PARTHASARATHY, and S. RAMANUJAM (1934): Polyembryony in rice. Indian J. Agric. Sci. 5: 119-124.
 61. RAO, A and B. MISRO (1968): Linkage studies in rice (*Oryza sativa*, L.). VIII. Inheritance of genes governing long palea, red pericarp, grain shape and shattering of grain and their interrelationships. Oryza, Cuttack 5(1): 5-9.
 62. RAO, PRABAHAKAR K. and B. MISRO (1965): Linkage studies in rice. IV. Interrelationship of genes governing grain size and type of panicle. Oryza, Cuttack. 2(1) : 61-67.
 63. RAO, PRASADA U. and B. MISRO (1968): Linkage studies in rice (*Oryza sativa* L.) IX. Inheritance and interrelationships of genes governing panicle type, grain arrangement and other characters. Indian J. Agric. Sci. 38(4): 690-695.
 64. SARAN, S. and D.P. SRIVASTAVA (1969): Linkage studies in rice (*Oryza sativa* L.). I. linkage between clustered grain character and pigmentation in various plant parts. J. Indian Bot. Soc. 48: 113-118.
 65. SEETHARAMAN, R. (1964): Certain considerations on genic analysis and linkage groups in rice. In. Symp. Rice Genet, Cytogenet. Internatl. Rice Res. Inst. (1963). 205-214. Elsevier, Amsterdam.
 66. ———— (1967): Inheritance of notch in rice kernels. Indian J. Genet. Plant Breed. 27: 465-472.
 67. ———— and D.P. SRIVASTAVA (1969): Inheritance of semi-dwarf stature and cigar shaped panicle in rice. Indian J. Genet. & Plant Breed. 29(2) : 220-226.
 68. SETHI, R. L., B.L. SETHI, and R.R. MEHTA (1937): Inheritance of sheathed in rice. Ind. J. Agric. Sci. 70(1): 134-148.
 69. 赤藤克巳・富永正義・川瀬恒男・林喜三郎 (1952) : 量的遺伝の研究 (第8報), A. 水稻(a)穂長の遺伝とその遺伝因子の量的支配に関する研究, (4) 2穂長遺伝因子と1矮性因子D₁の量的支配価について, 育種雑, 1(4) : 254-260.
 70. ————・川瀬恒男・中尾武夫 (1953) : 量的遺伝の研究 (第10報), A. 水稻(c)玄米の大きさの遺伝とその遺伝子の量的支配価に関する研究, (2)Gr₃及びD₁因子の量的支配価について, 育種雑, 2(4) : 193-200.
 71. TAKAHASHI, M. and K. MORIMURA (1968): Prelimi-

- nary report on the inheritance of clustering habit of spikelets in rice plant -Genetical studies on Rice Plant X X X IV-. J. Fac. Agr., Hokkaido Univ. 56(1):67-77.
72. 高橋萬右衛門・木下俊郎(1968): 稲連鎖地図の現状. 稲の交雑に関する研究. 第X X X I報. 北大農附属農場報告, 16: 33-41.
73. ———・武田和義(1969): 節間長比の型による水稻品種の群別, (稲の交雑に関する研究第X X X VII報) 北大農邦文紀要7: 32-43.
74. 竹崎嘉徳(1932): 粗粒稲の遺伝. 遺伝雑, 8(1): 49-63.
75. 武田和義・齊藤健一(1977): 水稻実験系統“Minute”に由来する小粒性遺伝子の遺伝性と形質発現. 弘大農報, 27: 1-29
76. 寺尾 博(1921-1922): 大粒稲に於ける因子突然変異殊に「アレロモルフ」の転化率に就て. 遺伝雑, 1, 2: 127-151.
77. THAKUR, R. and R. P. ROY (1975): Linkage studies in Indica rice, *Oryza sativa* L. Euphytica 24: 511-516.
78. U.S. DEPARTMENT of AGRICULTURE (1963): Rice gene symbolization and linkage groups. Crops Research U.S.D.A. Agr. Res. Serv. 34-28. Jan 1963. pp. 56.

Character Expression of the Genes Responsible for Compact Panicles

—Genetical studies on rice plant, LXIX—

Toshiro KINOSHITA, Harumi KIKUCHI and Man-emon TAKAHASHI

(Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Summary

Morphological features of the compact panicle types which are caused by the gene or genes concerned with panicle characters and dwarfness, were investigated by running a comparison against those of normal types chosen from new and old varieties cultivated in Hokkaido. The results obtained are summarized as follows:

- (1) As to the common nature of compact panicle types, it has been mentioned that the number of secondary branches and the percentage of spikelets in the secondary branches increase remarkably without an alternation in the number of primary rachis-branches from those of normal types.
- (2) It was indicated that the genes, *Ur*(Undulate rachise) and *Dn*(Dense panicle) exerts stronger effects than those of the other genes on the several characters of panicle and that a definite pattern of character expression exists arising from the effect of both genes.
- (3) Correlation coefficients between the panicle characters were examined both in the compact and normal panicle types. It was noted that a significant correlation was newly found between the length of the primary rachis-branches and the number of the secondary branches in the compact panicle type.
- (4) In the correlation between the number of spikelets per one panicle and the size of plant bodies in the compact panicle type, there is an indication that the panicle characters are determined independently from the size of internodes and leaves in the lower parts of the plant.
- (5) For the use of genetical studies on the panicle and grain forms, the nature and the inheritance mode were tabulated as shown in Table 4.