



Title	「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」の遺伝的關係並びに形質比較：稲の交雑に関する研究、第L 報
Author(s)	新橋, 登; 木下, 俊郎; 高橋, 萬右衛門; 長谷部, 公三郎
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 10(1), 69-75
Issue Date	1976-08-10
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11884
Type	bulletin (article)
File Information	10(1)_p69-75.pdf



[Instructions for use](#)

「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」の遺伝的 関係並びに形質比較

— 稲の交雑に関する研究, 第 LXVI 報* —

新橋 登・木下 俊郎

高橋 萬右衛門・長谷部 公三郎

(北海道大学農学部作物育種学教室)

(1976年2月16日受理)

Genetic aspects of two dwarfs “Hosetsu dwarf” and “Kotake-tamanishiki”, and their character expressions

— Genetical studies on rice plant, LXVI —

Noboru SHINBASHI, Toshiro KINOSHITA,
Man-emon TAKAHASHI and Kozaburo HASEBE
(Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

(Received February 16, 1976)

緒 言

イネの矮性型には単純劣性遺伝子に起因する突然変異体が多い(高橋・木下 1974)。

2種の矮性が、もし互いに異なる座の遺伝子に因る場合には、両者の交雑のF₁は正常型を示し、同一座より由来する2種の突然変異に起因するならば、両者の交雑のF₁は両親のいずれかに類似すると考えてよい。

今回は後者の型に属する2種の矮性型、すなわち「豊雪矮性」と「小丈玉錦」についての遺伝子同定実験を報告する。また「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」の形質表現の比較や後者に特異的に作用する変更遺伝子の存在についても述べる。

本実験に際し、九州大学農学部育種教室、大村武博士並びに北海道小川農業試験場、森村克美博士より材料の提供を受けた。ここに記して深く謝意を表する次第である。

材料及び方法

供試系統は Table 1 に示す4系統であり、それを4

Table 1. Dwarf strains used in the experiment

Stock No.	Type of dwarf	Genotype
N-71	‘Hosetsu dwarf’	d_{18}^h
H-500	do	$d_{18}^h Pl la$
F1-26	‘Kotake-tamanishiki’	$d_{18}^k C^{Bv} A lop_2$
F1-103	do	$d_{18}^k dp_2 lg lop_2$

月下旬に温室に播種し、5月下旬に移植した。「豊雪矮性」を除く親系統及びF₁植物はビニルハウス内で30×15 cmの栽培密度による1本植とされ、「豊雪矮性」はガラス室内に栽培された。1区平均12個体で2反復とし、肥培管理は慣行法に従った。成熟後、周辺栽植個体を除き、主稈の草丈(稈長+穂長)、穂長、各節間長、1穂穎花数、内穎長及び穎花幅を測定した。内穎長及び穎花幅は5穎花の平均値を以て個体の値とした。一方、分離世代、すなわちB₁、F₂及びF₃集団は移植前に2型に分類し、「豊雪矮性」型はガラス室内に、また「小丈玉錦」型は上記ビニルハウス内にそれぞれ15×15 cmの栽培密度により栽植された。成熟後、全個体の主稈の草丈

* 北海道大学農学部作物育種学教室業績

(稈長+穂長)を測定した。

実験結果

1. 「豊雪矮性」型、「小丈玉錦」型並びにそれらの交雑による F₁ の形質比較

「豊雪矮性」型の N-71, 「小丈玉錦」型の 2 系統, Fl-26, Fl-103 及びそれらの交雑 F₁ を用いて, 9 種の形質に関する調査を行ない, Fl-26 及び Fl-103 の特性をそれぞれ 100 とした場合の計測値を Table 2 に示した。N-71 は Fl-26 及び Fl-103 に較べて, 粒形質以外の形質が著しく矮小である。節間長については, N-71 では第 3 及び第 4 節間の伸長が認められず, 第 1 節間の占める割合が 92% となり, Fl-26 及び Fl-103 に於ける節間伸長の様相とは大きく異なった。粒形質に関しては, N-71 と Fl-26 及び Fl-103 との間に, それぞれ有意な差が認められた。なお, Fl-103 は内穎発育不全遺伝子, dp_2 により穎花が畸形となる。また N-71 の Fl-26 に対する値は Fl-103 に対する指数とも近似しており, 「豊雪矮性」型の一般的特性は「小丈玉錦」型よりも顕著に矮小化を示すと言える。一方, 両交雑由来の F₁ 植物は, いずれも粒形質に関して Fl-26 或いは Fl-103 との間に有意差を生じたものの, その他の形質はすべて「小丈玉錦」型の親系統に類似していた。また, 正逆交雑組合せ F₁ の間にも有意な差は見出されなかった。

2. 「豊雪矮性」型と「小丈玉錦」型との交雑実験

前述の如く, N-71 と「小丈玉錦」型は「豊雪矮性」型

に対して完全優性を示すと言える。次に F₁ を N-71 へ戻し交雑した B₁ 世代でも正常型は出現せず, 「豊雪矮性」型と「小丈玉錦」型を 1:1 の比に生じた (Table 3)。

この様に, d_{18}^{k*} (旧記号, d_{18}) と d_{18}^k (旧記号, d_{25}) とは対立関係にあることが明らかとなった。

一方, F₂ では幼苗時の分離に於いて「小丈玉錦」型と「豊雪矮性」型を 3:1 の比に分離した。しかし, 成熟時に達すると草丈が「小丈玉錦」より短小で, 茎葉も繊細な「中間矮性」型が, 幼苗時の「小丈玉錦」型集団中より出現, 識別されるに至った (Fig. 1)。Table 4 はかかる 3 種の矮性型についての分離様式を示したものである。N-71 × Fl-26, N-71 × Fl-103 の交雑組合せ F₂ では正逆交雑のいずれからも「小丈玉錦」型, 「中間矮性」型及び「豊雪矮性」型の 3 型を 45:3:16 なる比に, また Fl-26 × H-500 の F₂ では 3 型を 9:3:4 の比に生じた。いま, 「中間矮性」型には「小丈玉錦」型遺伝子, d_{18}^k の作用を変更する 2 対の重複遺伝子 (a, b と仮称) が作用すると仮定するならば, 各親系統は, N-71: $aa BB$, Fl-26, Fl-103: $AA bb$ 及び H-500: $aa bb$ なる遺伝子型を有していたものと考えてよい。上記の遺伝子仮定から期待される F₂ の期待値と観察値はすべてよく適合した。次に Fl-26 × H-500: 1 の F₂ で分離した「小丈玉錦」型, 「中間矮性」型及び「豊雪矮性」型からそれぞれ任意に 36, 8 及び 3 の計 47 系統を抽出して, 次代 (F₃) の矮性型分離を調べた結果 (Table 5), 「小丈玉錦」型に由来する F₃ 系統からは「小丈玉錦」型, 「中間矮性」型及び

Table 2. Relative size of characteristics in 'Hosetsu dwarf' (N-71) and two kinds of F₁s as shown in percent of those in Fl-26 (a) and Fl-103 (b)

Strain and F ₁	PH	LP	LI-1	LI-2	LI-3	LI-4	SP	LG	WG
a. N-71	25.77***	36.28***	49.68***	8.11***	0.00***	0.00***	13.68***	102.83**	101.69
N-71 × Fl-26	93.86	107.64*	102.65	101.35	88.76	15.63*	111.92	106.67***	113.87***
Reciprocals	99.40	104.17	106.75	108.95	95.41	46.88	105.55	105.00**	110.07***
b. N-71	26.62***	33.78***	42.27***	7.51***	0.00***	0.00***	12.67***	118.81***	103.79**
N-71 × Fl-103	97.39	97.52	97.22	97.05	78.44	94.44	88.90	123.88***	114.67***
Reciprocals	96.06	100.75	93.75	92.36	84.04	73.46	92.01	124.52***	117.77***

Note; PH: Plant height (culm+panicle) LP: Length of panicle
 LI-1~4: Length of internode SP: Number of spikelets per panicle
 LG: Length of grain WG: Width of grain
 *, **, ***: Significant at the level of 5, 1 and 0.1%, respectively.

* 「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」に関与する遺伝子に対しては, それぞれ d_{18} 及び d_{25} なる遺伝子記号を与えていたが, 今回, 対立関係が明らかになったためそれぞれ d_{18}^k 及び d_{18}^{k*} に改めた。

Table 3. Segregations of dwarf types in the backcrosses of F₁ hybrids to 'Hosetsu dwarf'

Cross combination	Phenotype	'Kotake-tamanishiki' type	'Hosetsu dwarf' type	Total	Goodness of fit	
	Genotype	d_{18}^k	d_{18}^h		χ^2	P
F ₁ (Fl-26×N-71)×N-71	Obs.	22	16	38 (38)	0.947	.3-.5
	Cal. (1:1)	(19)	(19)			
F ₁ (N-71×Fl-26)×N-71	Obs.	11	13	24 (24)	0.167	.5-.7
	Cal. (1:1)	(12)	(12)			
F ₁ (Fl-103×N-71)×N-71	Obs.	12	11	23 (23.0)	0.043	.8-.9
	Cal. (1:1)	(11.5)	(11.5)			
F ₁ (N-71×Fl-103)×N-71	Obs.	9	9	18 (18)	0	1
	Cal. (1:1)	(9)	(9)			
Combined data		54 (51.5)	49 (51.5)	103 (103.0)	0.243	.9<

Homogeneity: $\chi^2=0.914$, $df=3$, $.8<P<.9$.

Table 4. F₂ segregations in the crosses between 'Hosetsu dwarf' type and 'Kotake-tamanishiki' type

Cross combination	Phenotype	'Kotake-tamansihiki' type	'Inter-mediate dwarf' type	'Hosetsu dwarf' type	Total	Goodness of fit		
		$d_{18}^k, (AB, Ab, aB)$	$d_{18}^k, (ab)$	$d_{18}^h, (AB, Ab, aB, ab)$		Ratio	χ^2	P
N-71×Fl-26	Obs.	292	26	113	431	45:3:16	2.322	.3-.5
Reciprocal	Obs.	309	28	104	441	45:3:16	2.956	.2-.3
N-71×Fl-103	Obs.	155	20	56	231	45:3:16	8.161	.01-.02
Reciprocal	Obs.	207	20	75	302	45:3:16	2.550	.2-.3
Combined data		963	94	348	1,405	45:3:16	12.681	.001-.01

Homogeneity: $\chi^2=3.308$, $df=3$, $.3<P<.5$.

Genotype ¹⁾		$d_{18}^k, (Ab)$	$d_{18}^k, (ab)$	$d_{18}^h, (Ab, ab)$	Total	Ratio	χ^2	P
Fl-26×H-500:1	Obs.	89	30	39				
Fl-26×H-500:2	Obs.	95	38	43	176	9:3:4	0.942	.5-.7
Combined data		184	68	82	334	9:3:4	0.568	.7-.8

Homogeneity: $\chi^2=0.385$, $df=1$, $.5<P<.7$.

1): In the cross Fl-26×H-500, only *a* locus is segregating as a modifier.

「豊雪矮性」型をそれぞれ1:0:0, 3:1:0, 3:0:1及び9:3:4の比に生ずる様な4型の出現をみた。「中間矮性」型由来からは上記の3矮性型が0:1:0及び0:3:1の分離比を示す2型が出現し、また「豊雪矮性」型のF₃系統はすべて同型に固定した。なお、F₃に於ける分離型及び固定型の系統比に於いても、観察値と期待値はよく適合していた。

3. F₂及びF₃集団に於ける矮性型と草丈との関係

「豊雪矮性」型と「小丈玉錦」型との間の3交雑組合せのF₂に於ける草丈の変異をFig. 3に示した。なお、N-71とFl-26及びN-71とFl-103との交雑では正逆交雑間に差が認められなかったため、それらを併せて頻度分布図を作製した。いずれの交雑組合せでも草丈は基本的に「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」型に分かれ、2頂

Table 5. Plant height of F₃ lines derived from Fl-26×H-500:1

Phenotype in F ₂ ¹⁾	Plant height (cm)															Mean ± S. D	Type of seg. (K:I:H) ¹⁾	Obs. No. of lines	Cal. No. of lines (1:2:2:4)
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75				
K-type							1	7	7	16	17	10	14	4	57.17 ± 8.65	1:0:0	5	4	
			1	1	3	8	7	20	33	25	25	9	15		50.26 ± 10.39	3:1:0	7	8	
	1	9	11	5	1	8	12	11	18	10	6	3	4		38.51 ± 15.79	3:0:1	8	8	
	4	23	31	16	17	24	20	38	39	19	20	10	4	2	36.98 ± 15.71	9:3:4	16	16	
															$\chi^2=0.375, .9 < P.$				
I-type															27.76 ± 5.65	0:1:0	2	2.7	
			1	4	10	2	1	1							24.25 ± 7.64	0:3:1	6	5.3	
	1	8	7	15	17	7	4	1							$\chi^2=0.250, .5 < P < .7.$				
H-type	1	6	12	8											17.50 ± 4.16	0:0:1	3	—	

Note; 1) K: 'Kotake-tamanishiki' type.
 I: 'Intermediate dwarf' type.
 H: 'Hosetsu dwarf' type.

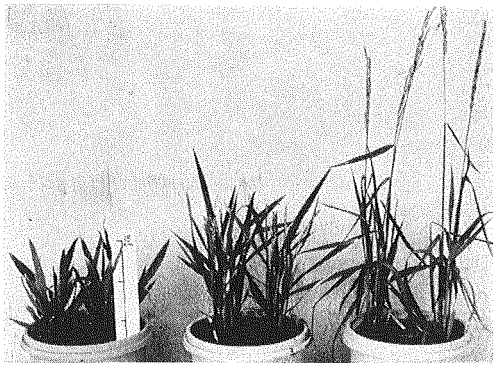


Fig. 1. 'Hosetsu dwarf' (left), 'Kotake-tamanishiki' type with lopped leaves (middle) and 'Intermediate dwarf' type (right).

型の分布を示し、「中間矮性」型は両者間に介在していた。しかし、幼苗時の調査では、いずれの交雑組合せに於いても「中間矮性」型と「小丈玉錦」との識別は不可能で、「豊雪矮性」型と「それ以外の型」の2型について不連続となった。

F₃では、系統内に於ける矮性分離型の同じものを括めて、系統群別に草丈の変異を表示した (Table 5)。F₂に



Fig. 2. 'Akibare dwarf' (left) and 'Hosetsu dwarf' (right).

於ける3種の矮性型、すなわち「小丈玉錦」型 (K-型)、「中間矮性」型 (I-型)、及び「豊雪矮性」型 (H-型)の3者間には、夫々有意差や分布範囲の違いが認められていたが、F₃でも系統群別にみるとこれらの関係が更に明らかとなった。F₂に於けるK型の次代では、K型固定群の草丈が最も高く、分布幅が一番狭い。F₂と同一の分離型 (K:I:H=9:3:4)を示した系統群では、逆に平均値が最小で分布幅が最も広がった。また K:I=3:1の分離型群はK型固定群に近く、K:H=3:1分離型群ではF₂分離型群に近い分布となった。一方、I型の次代では、I型とH型のみを生じ、従って、草丈でもK型に近い分布は生じなかった。また、I型固定群よりは、

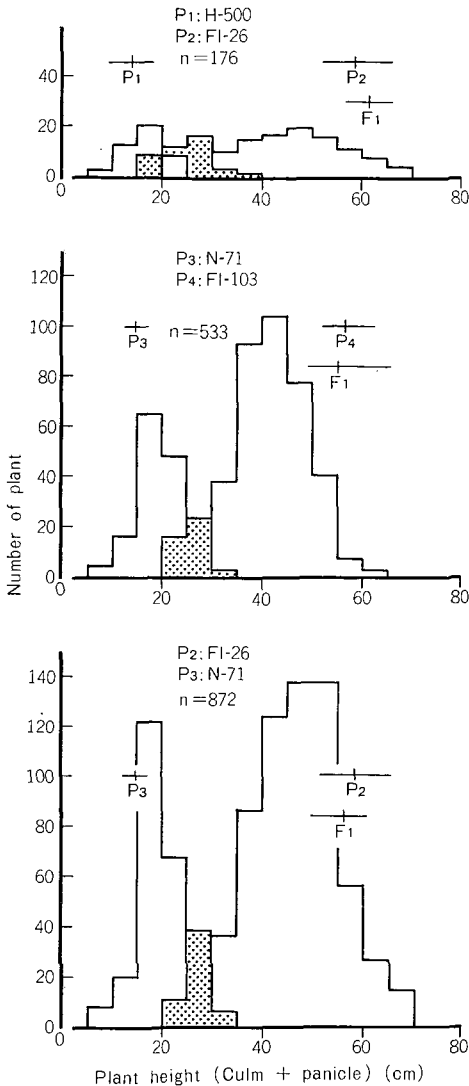


Fig. 3. Frequency distributions of plant height in the F₂ populations. Dotted means 'Intermediate dwarf' type.

I: H=3:1 分離型群の分布がやや低い方に偏った。H型の次代は、すべてH型に固定し、草丈は最小の分布を示した。この様にF₂及びF₃代を通じて、草丈には矮性主動遺伝子及び変更遺伝子の及ぼす効果が極めて大きい事が明らかとなった。

論 議

2種の矮性型、すなわち「豊雪矮性」型並びに「小丈玉錦」型にはそれぞれ単純劣性の遺伝子、 d_{18}^k 及び d_{18}^k が

関与している(盛永・福島 1943, 木下・高橋ら 1974)とせられていたが、今回の遺伝子同定実験から、両遺伝子は同一座の遺伝子で互いに対立関係にあり、したがって、 d_{18} 座は $+>d_{18}^k>d_{18}^k$ なる複対立関係のみられることが判明した。また、 d_{18}^k に作用して草丈をやや矮小化せしめる2種の重複遺伝子が存在することが、F₂及びF₃世代に於ける分離から確認された。「豊雪矮性」型では、この変更遺伝子の作用は受けない様であった。なお、 d_{18}^k に特異的に作用する変更遺伝子の少くとも1つを「豊雪矮性」が有し、他方は「小丈玉錦」型に含まれていた。

「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」をそれぞれの原品種とみられる「豊雪A」及び「玉錦」の特性を100とした指数で図示すると Fig. 4 の如くなる。「小丈玉錦」では稈を構成する各節間の伸長にdn 節間型矮性の特徴がみられたのに対して、「豊雪矮性」では第3及び第4節間の伸長がほとんど認められず、第1節間長比のみが高かった。一般に、生育期間の短い品種では長いものに比べ、伸長節間数が減少すると同時に、上位節間が相対的に長くなる傾向にあるので(武田・高橋 1973)、「豊雪矮性」に於ける節間構成が d_{18}^k のみにみられる特異型と言えるかどうかはなお検討の余地がある。一方、粒形質については、「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」は共に原品種との間に顕著な差が認められなかった。この点は、姿型の矮小化や茎葉の異常が顕著な「大黒矮性」型(d_1)の場合等

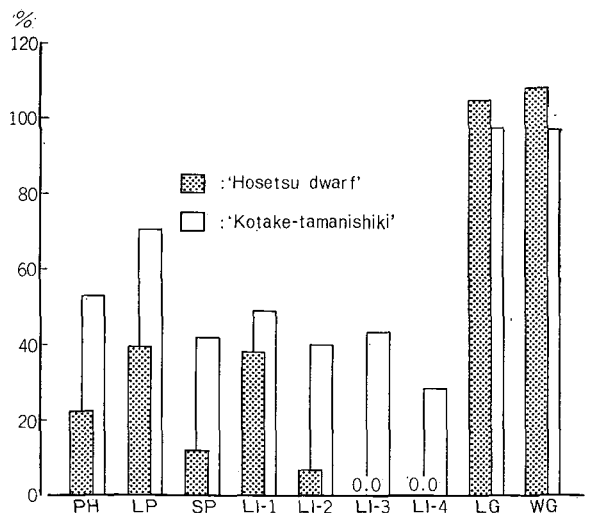


Fig. 4. Relative size of 'Hosetsu dwarf' and 'Kotake-tamanishiki' shown as percentage of those of the original varieties, 'Hosetsu A' and 'Tamanishiki', respectively. The abbreviations are the same as in Table 2.

とは異なっていた。

草丈では、 d_{18}^k と d_{18}^k の遺伝子作用の相違が最も顕著に現われ、 F_2 及び F_3 に於ける「豊雪矮性」型と「小丈玉錦」型の間では草丈の変異幅が大きく異なり、平均値は「小丈玉錦」型の方が大きかった。これは両遺伝子間では内的或いは外的な要因に対する反応規格が異なることを示唆している。

なお、品種「秋晴」からも蓬原(1974)によって、「豊雪矮性」のごとき短秆突然変異が得られており、誘発源や供試品種の相違にも拘らず、両突然変異体の形態的特徴には類似点が多い(Fig. 2)。今後両者間で交雑実験を行って、遺伝子同定を行なう必要がある。

d_{18} 座は「短銀坊主」に関与する遺伝子、 d_{35} が所属する座とは独立の関係にある(新橋・木下・高橋 1975)。しかし、 d_{18}^k 及び d_{18}^k による矮性は d_{35} による矮性等と共に、ジベレリン A_3 に対する反応性が高い。この様に、異なる遺伝子座間でも遺伝子作用に類似性が認められ、反対に、複対立遺伝子系を構成する遺伝子の作用にもかなりの差異がみられることは、イネの形態形成についての遺伝学的機構を考究する上で興味ある現象と言える。

摘 要

1. 2種の矮性型、すなわち「豊雪矮性」並びに「小丈玉錦」を用いて交雑実験を行ない、関与遺伝子の同定を行なうと共に、それらの形質発現の特異性や遺伝的關係について調査した。

2. 「豊雪矮性」は「小丈玉錦」型に較べ、粒形質を除く他の形質がいずれも矮小となった。また、両矮性型間の交雑 F_1 は、ほとんどの形質で「小丈玉錦」型に類似していた。

3. 「豊雪矮性」及び「小丈玉錦」型間の交雑 F_2 で矮性型の分離様式を調べ、両矮性型に関与する遺伝子は互いに対立関係にあり、 $+ > d_{18}^k > d_{18}^k$ なる優劣関係にあることが明らかとなった。

4. 上記の交雑で、幼苗時には「小丈玉錦」型と識別できぬが、成熟時には同型より草丈が明らかに短小で、且つ、茎葉の繊細となる「中間矮性」型が出現した。 d_{18}^k の作用を変更する2対の重複遺伝子が、 F_2 及び F_3 を含む一連の実験から確められた。

引用文献

- 蓬原雄三(1974): イネの矮性突然変異に関する発育遺伝学的研究 I. 育種 24 別 2: 68-69.
木下俊郎・高橋萬右衛門・森 宏一・新橋 登(1974):

3種の矮性種の形質表現とその遺伝。——稲の交雑に関する研究, 第 LXI 報——. 北大農場報告, 19: 64-75.

盛永俊太郎・福島栄二(1943): 稲の形質と遺伝 I. 畸形形質と遺伝. 九大農芸雑誌, 10 (3): 301-309.

新橋 登・木下俊郎・高橋萬右衛門(1975): 「豊雪矮性」及び「短銀坊主矮性」に関与する遺伝子がジベレリン代謝に与える影響予報。——稲の交雑に関する研究, 第 LXIII 報——. 北大農学部邦文紀要, 9 (2): 201-207.

高橋萬右衛門・木下俊郎(1974): 4種の分蘖矮種に関する遺伝子同定。——稲の交雑に関する研究, 第 LIX 報——. 北大農場報告, 9: 41-50.

武田和義・高橋萬右衛門(1973): イネの器官生長に関する研究 II. 伸長節間数と節間長との関係。——稲の交雑に関する研究, 第 LIII 報. 育種, 23: 7-14.

Summary

The present paper deals with the genetic nature and the identification of the causal genes for two dwarf types, 'Hosetsu dwarf', and 'Kotake-tamanishiki'.

The results obtained are summarized as follows.

1. It is known that 'Hosetsu dwarf' and 'Kotake-tamanishiki' types are single recessive to the normal and highly responsive for gibberellin A_3 treatment (SHINBASHI *et al.* 1975). From the comparison of the characters with the original varieties, viz. 'Hosetsu A' and 'Tamanishiki', it is indicated that the diminishing effects are more conspicuous in 'Hosetsu dwarf' than those in 'Kotake-tamanishiki', except the traits of spikelets.

2. F_1 plants of the crosses between 'Hosetsu dwarf' and 'Kotake-tamanishiki' resembled to 'Kotake-tamanishiki' and no normal plant appeared in throughout F_1 and F_2 generations. Segregation ratios in the backcrosses of F_1 plants to 'Hosetsu dwarf' and F_2 generations fitted monogenic (1:1 or 3:1), showing the dominancy of 'Kotake-tamanishiki' type. Thus it is concluded that the gene for 'Kotake-tamanishiki' is allelic relation with the gene for 'Hosetsu dwarf', in the order of $+ > d_{18}^k > d_{18}^k$.

3. Besides these major genes for dwarfness, a set of duplicate genes exerts modifying effects on the gene for 'Kotake-tamanishiki' and results in the intermediate type which is distinguished from the parental dwarf types by the features of short

and slender culms. From the segregation modes in F_2 populations and F_3 pedigrees, the above postulation is fairly well satisfied.

4. 'Akibare dwarf' is a mutant induced by the treatment of ethyleneimine in the variety, 'Akibare'

and is simple recessive to the normal (FUTSUHARA 1974). General features of culms and leaves in 'Hosetsu dwarf' were close agreement with the 'Akibare' dwarf. Thus, the identification of the genes are needed between both dwarf types.