

矮性稲の遺伝学的ならびに生理学的研究 : I 矮性稲の遺伝ならびに形態的特性

続, 栄治
九州大学農学部育種学教室

永松, 土巳
九州大学農学部育種学教室

大村, 武
九州大学農学部育種学教室

<https://doi.org/10.15017/23049>

出版情報 : 九州大学農学部学藝雑誌. 25 (2), pp.119-128, 1971-01. 九州大学農学部
バージョン :
権利関係 :

矮性稲の遺伝学的ならびに生理学的研究

I 矮性稲の遺伝ならびに形態的特性

続 栄治・永松 土巳・大村 武

Genetical and physiological studies on the dwarf mutants of rice plants (*Oryza sativa* L.)

I. Genic identification of dwarf mutants and their morphological characteristics

Eiji Tsuzuki, Tsutsumi Nagamatsu
and Takeshi Omura

緒 言

植物の矮性は野生植物・栽培植物を通じ現在まで数多くみいだされ、それらは劣性の突然変異によつて生じたものと考えられている(まれに優性突然変異も存在する—杉本 1923)。これら矮性は代謝過程の欠陥による組織の分化・発達の異常に起因するものと推測され、矮性形質の発現機構は、高等植物の遺伝子の作用機作を解明するために興味ある問題を提示するものである。

遺伝的矮性については、*Phaseolus vulgaris* (Brian et al. 1954), *Vicia faba* (Brian and Hemming 1955), *Pisum sativum* (Brian and Hemming 1955), *Zea mays* (Phinney 1965), *Lycopersicum esculentum* (Soost 1959), *Lolium perenne* (Cooper 1958), *Oryza sativa* (中山 1954; 鎌田ら 1960) および *Pharbitis nil* (Hirono et al. 1960) などの植物で研究され、矮性遺伝子と植物ホルモンとの関係が示唆されてきた (Van Overbeek 1935, Brian 1955, Phinney 1956)。

イネの矮性には多くの系統がみいだされ、遺伝ならびに連鎖関係についての報告は多数にのぼるが (Parnell et al. 1922; 杉本 1923; 明峯 1925; Kadam 1937; 盛永・福島 1943; Nagao and Takahashi 1963; 永松・大村 1963)、矮性稲の遺伝生理に関する研究はきわめて少なく、中山 (1937, 1939, 1940, 1954) および鎌田・岸本 (1960) の報告があるにすぎない。

著者らは矮性稲の形質発現機構を明らかにする目的の下に矮性稲の遺伝ならびに形態的特性、および植物

ホルモンに対する反応など一連の遺伝・生理に関する実験を進めている。

本報告では、矮性遺伝子の同定と矮性稲の類別を試み、さらに、各遺伝子型に基づく形態的特徴を把握することによつて、各矮性遺伝子の形質に及ぼす作用ならびに遺伝子の発現時期について調査した結果をまとめた。

材料および方法

実験1 遺伝子の同定と分類

本実験に用いた材料は矮性稲 21 品種、連鎖分析用 (F₁, F₃, HO) 37 系統である。これらの系統名(品種名)、取り寄せ年次および取り寄せ地名を第1~2表に示した。

交配は1960年から1965年まで附属農場において温湯除雄法によつて行ない、F₁植物は学内コンクリート水田で、またF₂植物は附属農場において当教室の慣行法で栽培した。調査はF₁, F₂ともに生育途中数回と成熟乾燥後に行なつた。

実験2 形態的特性

実験1からえられた結果に基づき、8型の中から矮性程度の顕著な6型を選出し、代表6品種を実験に供試した。すなわち、大黒、長茎大黒、矮性白笹、矮稈白笹、小丈玉錦および分けつ稲である。なお対照品種として農林18号を用いた。

胚および胚乳の重さ

玄米15粒を30°C定温器内で蒸留水に7時間浸漬したのち、外科用メスで胚乳部より胚をはく離し、105°Cで24時間乾燥し、デシケータ内で冷却したのち、1粒づつ秤量した。

Table 1. Materials used in this experiment (Dwarf type).

No.	Name of variety	Year collected	Source
Ho 532	Daikoku	1923	Kinai
Ho 533	Daikoku	1936	Kyoto Univ.
Ho 534	Chōkei-daikoku	1924	Kinai
Ho 535	Murasaki-daikoku	1923	Kinai
Ho 536	Watari bune gawari	1934	Kōnosu
Ho 537	Sōtoku gawari No. 1	1924	Kinai
Ho 538	Sōtoku gawari No. 9	1924	Kinai
Ho 539	Waisei-shirasasa	1923	Saga
Ho 540	Tankan-shirasasa	1923	Saga
Ho 541	Waisei-shinriki	1923	Saga
Ho 543	Omachi-gawari	1924	Kinai
Ho 544	Shinriki-hen-ishukuto	1923	Saga
Ho 545	Ehime-shinriki	1924	Kinai
Ho 548	Kikei-ban-shinriki	1929	Kyushu Univ.
Ho 549	Kairyō-aikoku-hen-daikoku	1928	—
Ho 550	Miyazaki No. 3	1923	—
Ho 552	Murasaki-waikei-mochi	1923	Kinai
Ho 556	Shinkane-aikoku	1935	Kōnosu
Ho 557	Sekitori-gawari	1935	Kōnosu
Ho 563	Kotake-tamanishiki	1935	Kōnosu
Ho 568	Bunketsu-to	1930	—

Note; Kinai: Kinai dranch of the National Agricultural Experiment Sta.
 Kōnosu: Kōnosu Farm of the National Agricultural Experiment Sta.
 Saga: Saga prefectural Agricultural Experiment Sta.

Table 2. Materials used in this experiment (Linkage tester plants).

Strain No.	Combined characters
Fl 3	<i>lg, C, A, d</i> (Omachi-gawari)
Fl 7	<i>lg, lax, C, A</i>
Fl 10	<i>lg, dp</i>
Fl 17	<i>lg, C, A, d</i> (Chōkei-daikoku)
Fl 18	<i>lg, d</i> (Sekitori-gawari)
Fl 19	<i>dl, d</i> (Chōkei-daikoku)
Fl 20	<i>dl, d</i> (Murasaki-daikoku)
Fl 22	<i>dl, d</i> (Omachi-Gawari)
Fl 26	<i>dl, C, A, d</i> (Kotake-tamanishiki)
Fl 38	<i>dl, tri, C, A</i>
Fl 44	<i>ch, d</i> (Waisei-shirasasa)
Fl 45	<i>ch, d</i> (Tankan-shirasasa)
Fl 51	<i>ch, d</i> (Bunketsu-to)
Fl 58	<i>ch, d, dp</i>
Fl 62	<i>ch, tri, s</i>
Fl 86	<i>wx, d</i> (Bunketsu-to)
Fl 90	<i>sl, g</i>
Fl 93	<i>d</i> (Chōkei-daikoku)
Fl 125	<i>lg, ws, sp</i>
Fl 136	<i>lg, dl, la, d</i> (Chōkei-daikoku)
Fl 146	<i>g, lg, d</i> (Tankan-shirasasa)
Fl 151	<i>lg, d</i> (Shiukin-aikoku)
F ₃ 3	<i>la, d</i> (Kotake-tamanishiki)
F ₃ 7	<i>Ph, Pr, d</i> (Shinkin-aikoku)
F ₃ 17	<i>g, pd, d</i> (Tankan-shirasasa)
Ho 597	<i>ws</i> (Shima ine)
Ho 613	<i>z</i> (Iyo-gasuri No. 1)
Ho 618	<i>lax Pl</i> (Murasaki-soryu-to)
Ho 644	<i>s</i> (Funen-to)
Ho 672	<i>dp₂</i> (Mikazuki-to)
Ho 683	<i>eg</i> (Katachoei-to)
Ho 688	<i>tri</i> (Sankaku-ine)
Ho 696	<i>pd₂</i> (Katsumon-hyo)
Ho 698	<i>pd₁</i> (Ban-Shinriki-byogata)
Ho 702	<i>bc</i> (Kamairazu-ine)
Ho 706	<i>lg</i> (Murasaki-muyozetsu-to)
Ho 788	<i>dl</i> (Tareba-ine)

鞘葉の生長

精選種子1区30粒を30°C定温器内で48時間浸漬し催芽させたのち、砂を入れたバット(21×16×4.5 cm)に各品種13粒を播種した。25°Cに保つた暗黒内で生育させ、播種後3日目から8日目まで毎日10個体を測定し平均値で表わした。測定は赤色光下で行なつた。

初期生育および形態的特性調査

鞘葉の場合と同様に催芽させ、苗箱(60×30.5×8.5 cm)に16粒を播種した。調査は播種後7日目から1週間おきの4回行なつた。肥料は播種1日前に苗箱当り、硫安、過磷酸石灰および塩化カリをそれぞれ5g, 7g, 3gずつ与えた。

形態調査の場合は各品種の種子をウズプルン1000倍液で消毒後、水洗して苗箱に播種し、30日苗を学内コンクリート水田(11.0×1.5 m)に各品種15個体を移植した。肥料はm²当り、硫安45.5g, 過磷酸石灰58.0gおよび塩化カリ26.2gを基肥として全面に施した。生育調査は主稈について行ない、稈径は第3節間(上位より)の中央部を測定した。

実験結果

1 遺伝子の同定と分類

交配結果の一部を第3表に示した。遺伝子の同定の結果、供試した矮性種をそれぞれつぎの8型に分類した。

Table 3. Comparison of culm and ear length of parents and F₁ plants.

Year	Cross combination	F ₁ pheno-type	Cnlm length	Ear length (cm)
1963	Ho 535 (41.1) × Ho 545 (38.7)	dwarf	28.0	8.0
1960	Ho 536 (47.0) × Ho 541 (37.8)	dwarf	36.4	13.0
1960	Ho 536 (47.0) × Ho 537 (44.4)	dwarf	48.5	17.6
1960	Ho 537 (44.4) × Ho 541 (37.8)	dwarf	48.0	14.5
1960	Ho 545 (38.7) × Ho 537 (44.4)	dwarf	55.5	14.2
1963	Ho 552 (46.0) × Ho 545 (38.7)	dwarf	46.0	14.0
1963	Ho 552 (46.0) × Ho 533 (49.3)	dwarf	56.0	17.0
1963	Ho 552 (46.0) × Ho 538 (45.6)	dwarf	49.0	13.0
1963	F1 18 (43.8) × Ho 538 (45.6)	dwarf	55.0	14.5
1963	F1 18 (43.8) × Ho 533 (49.3)	dwarf	63.0	15.5
1963	F1 19 (66.6) × Ho 549 (70.4)	dwarf	80.0	15.0
1963	F1 20 (49.3) × Ho 536 (47.0)	dwarf	50.0	14.5
1963	F1 20 (49.3) × Ho 552 (46.0)	dwarf	47.0	12.0
1963	F1 44 (49.1) × Ho 544 (61.3)	dwarf	65.0	14.5
1963	F1 44 (49.1) × Ho 543 (61.5)	dwarf	67.0	12.4
1963	F1 45 (37.9) × Ho 550 (49.7)	dwarf	42.0	11.0
1963	Ho 537 (44.4) × Ho 556 (57.8)	normal	96.0	26.0
1963	F1 19 (66.6) × Ho 563 (52.4)	normal	98.0	21.0
1963	F1 19 (66.6) × Ho 552 (46.0)	normal	103.0	23.0
1963	F1 19 (66.6) × Ho 568 (49.3)	normal	95.0	21.0
1963	F1 19 (66.6) × Ho 544 (61.3)	normal	111.0	21.0
1963	F1 20 (49.3) × Ho 568 (49.3)	normal	95.0	21.0
1963	F1 20 (49.3) × Ho 534 (66.6)	normal	96.0	19.0
1963	F1 20 (49.3) × Ho 556 (57.8)	normal	115.0	24.0
1963	F1 26 (52.4) × Ho 568 (49.3)	normal	116.0	25.4
1963	F1 26 (52.4) × Ho 533 (49.3)	normal	108.0	24.0
1963	F1 26 (52.4) × Ho 543 (61.5)	normal	97.0	18.0
1963	F1 26 (52.4) × Ho 540 (37.9)	normal	98.0	22.0
1963	F1 44 (49.1) × Ho 545 (38.7)	normal	91.0	19.0
1963	F1 44 (49.1) × Ho 563 (52.4)	normal	98.0	22.0
1963	F1 45 (37.9) × Ho 539 (49.1)	normal	92.0	19.0
1963	F1 45 (37.9) × Ho 534 (66.6)	normal	82.0	19.0
1964	F1 86 (49.3) × Ho 548 (36.4)	normal	—*	—*

() represents culm length of parents.

*; Not measured.

I 大黒型：稈長，穂長，葉身長，粒長の短縮が顯著で，典型的な矮性を示している。

所属品種；大黒（2品種），紫大黒，渡舟変，相徳変1号，同9号，愛媛神力，小粒神力，矮性神力，紫矮型モチ

II 長茎大黒型：大黒に似ているが，稈長，穂長は長い。着粒が密で粒は短円形を呈している。

所属品種；長茎大黒，改良愛国変大黒

III 矮性白笹型：稈長，穂長は短かく，粒形の矮小化が著しい。稈毛の着生がみられず，表面はなめらかである。

所属品種；矮性白笹，雄町変，神力変萎縮稲

IV 短稈白笹型：下位の節間の短縮が著しく，草姿は叢性を呈し，穂の抽出が不完全である。

所属品種；短稈白笹，宮崎 No. 3

V 小丈玉錦型：稈長，穂長が短いほかは比較的正常型に近い。

所属品種；小丈玉錦

VI 分けつ稲型：分けつの発生が著しく，正常種の

5～6倍に及び稈，穂，葉身は繊細である。

所属品種；分けつ稲

VII 畸型晩神力型：外観的には分けつ稲とはほぼ同じ草性を示している。

所属品種；畸型晩神力

VIII 信金愛国型：稈長は比較的長いが，粒形は円く，小さく着粒が粗である。

所属品種；信金愛国

2 F₂ の分離

矮性稲と正常稲との雑種について

F₁ の表現型および F₂ での分離をまとめて第4表とした。同表から，F₁ の表現型は正常となり，F₂ の分離は正常：矮性が3：1を示すことが認められる。従つて供試したいずれの矮性稲も単一の劣性遺伝子によつて支配されていることが判明した。

3 胚および胚乳の重さ

胚および胚乳の重さを第5表に示した。胚についてみると，分けつ稲，短稈白笹が最も重く，0.70 mg を示し，農林18号の0.68 mg を上廻つたが，有意な差

Table 4. Segregation mode on "dwarf".

Year	Cross combination	F ₁ pheno type	F ₂ segregation	χ ² value	
Daikoku type					
1964	Ho 613 × Ho	533	Normal	413: 152	1.0908
1964	F1 62 × Ho	533	Normal	138: 48	0.0645
1963	Ho 696 × Ho	533	Normal	562: 203	0.9625
				1113: 403	2.1178-2.0263
Chōkei-daikoku type					
1965	F1 136 × F1	10	Normal	134: 48	0.1832
1963	F1 17 × F1	7	Normal	579: 218	2.3525
1960	Ho 788 × Ho	534	Normal	291: 92	0.1595
				1004: 358	2.6952-1.1645
Waisei-shirasasa type					
1965	F1 3 × Ho	618	Normal	146: 57	1.0263
1961	Ho 597 × F1	22	Normal	432: 150	0.1856
1961	F1 51 × F1	22	Normal	219: 69	0.1667
				797: 276	1.3786-1.0338
Tankan-shirasasa type					
1964	F1 58 × F1	140	Normal	297: 110	0.8919
1964	F1 45 × Ho	672	Normal	277: 93	0.0036
1964	Ho 613 × F1	140	Normal	270: 86	0.1348
				844: 289	1.0303-0.1670
Kotake-tamanishiki type					
1964	Ho 563 × F1	93	Normal	90: 31	0.0248
1963	Ho 563 × F1	93	Normal	240: 80	0.0000
1963	F1 90 × F ₃	6	Normal	364: 120	0.0111
				694: 231	0.0359-0.0025
Bunketsu-to type					
1964	F ₃ 6 × Ho	568	Normal	320: 108	0.0124
1964	Ho 568 × Ho	668	Normal	142: 49	0.0436
1963	Ho 568 × F1	125	Normal	146: 37	2.2313
				608: 194	2.2873-0.3036
Shinkane-aikoku type					
1965	F1 151 × F1	38	Normal	152: 42	1.1615
1963	F1 151 × Ho	672	Normal	141: 49	0.0632
1963	F ₃ 17 × Ho	702	Normal	97: 31	0.0417
				384: 128	1.2664-0.3751

Table 5. Weight of embryos and endosperms in dwarf rice plants (mg).

	Daikoku	Chōkei-daikoku	Waisei-shirasasa	Tankan-shirasasa	Kotake-tamanishiki	Bunketsu-to	Norin No. 18
Embryo	0.53±0.08*** (77.9)	0.54±0.08*** (79.4)	0.62±0.07 (91.2)	0.70±0.07 (102.9)	0.63±0.07 (92.6)	0.70±0.05 (102.9)	0.68±0.06 (100.0)
Endosperm	12.6±1.2*** (63.0)	17.9±0.94*** (89.5)	12.5±0.73*** (62.5)	16.1±1.1*** (80.5)	21.4±0.99* (107.0)	16.0±0.62*** (80.0)	20.0±1.1 (100.0)

Mean value of 10 individuals.

***; Significant at 0.1% level.

*; Significant at 5% level.

は認められなかつた。これに反し、大黒は最も小さく長茎大黒がこれにつき、それぞれ 0.53, 0.54 mg で、農林 18 号に比しきわめて小さかつた。矮性白笹、小丈玉錦は 0.62, 0.63 mg で両者のほぼ中間を示した。胚乳の重さは胚と異なり、小丈玉錦が最も大きく農林 18 号の 20.0 mg を上廻り、分けつ稲、短稈白笹、長茎大黒がこれにつづいたが、農林 18 号には及ばなかつた。大黒、矮性白笹はきわめて小さく農林 18 号の 60% にすぎなかつた。

4 鞘葉の成長

鞘葉の生長曲線を第 1 図に示した。鞘葉長は播種後 7 日で最大に達し、その後の伸長はみられなかつた。品種間差異は播種後 3 日目からみられた。3 日目の鞘葉長は、胚の大きさと平行的な関係にあり、分けつ稲、短稈白笹は大きく、大黒は小さかつた。7 日目の調査では農林 18 号は 2.5 cm であるのに対し、分けつ稲は 2.9 cm であつた (1% で有意)。一方、大黒の鞘葉長はきわめて小さく 1.3 cm にすぎなかつた。

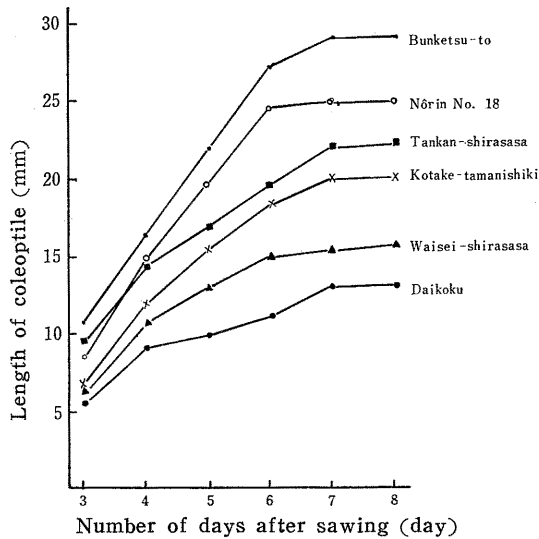


Fig. 1. Growth curve of coleoptile in dwarf rice plants.

短稈白笹は3日目の調査では農林18号を若干上廻るが5日以降は農林18号に劣つた。

5 草丈および分けつの推移

幼苗期の草丈、分けつ数および葉数について調査した結果をまとめて第6表とした。草丈は播種後1週間で品種間差異がみられ、分けつ稲が最も大きく、短稈

白笹がこれにつづき、最も小さかつたのは矮性白笹であつた。播種後2週間でその差はさらに顕著となり、分けつ稲が最も大きく、長茎大黒、小丈玉錦、矮性白笹はほぼ等しかつた。

分けつ稲は多分けつ性を示す点で他の矮性稲と著しく異なつており、播種後14日ですでに分けつの発生がみられ、21日後には2.7本が数えられた。これに対し、他の矮性稲では21日目に0.9~1.6本がみられたにすぎなかつた。

つぎに矮性稲と正常稲との草丈を比較すると、播種後7日で大黒、矮性白笹、小丈玉錦および長茎大黒は農林18号に劣るが(1%有意)、分けつ稲、短稈白笹は農林18号との間に差はなかつた。14日以降はいずれの矮性稲も農林18号との間に有意な差が認められたが、分けつ稲、短稈白笹および長茎大黒は大黒、小丈玉錦に比してその差が小さい。

移植後の草丈の推移を示すと第2図の通りで、大黒、矮性白笹、小丈玉錦ならびに長茎大黒は上述のように農林18号と比較して生育の初期から小さく、生育の中期、後期においてはさらに小さくなつてゐる。分けつ稲は7月10日の調査では農林18号と大差はないが、その後の伸長は緩慢で生育後期においては大黒との間に大差はない。短稈白笹は生育中期(7月24日)までは生育が旺盛で農林18号と大差はなく、そ

Table 6. Growth of seedling in dwarf rice plants.

		Daikoku	Chôkei-daikoku	Waisei-Shirasasa	Tankan-Shirasasa	Kotake-tamanishiki	Bunketsu-to	Norin No. 18
7 days after sowing	Plant (cm) height	5.2±0.5**	5.0±0.3***	4.8±0.4***	5.5±1.0	4.8±0.5***	5.9±0.6	6.1±0.8
	No. of tillers	—	—	—	—	—	—	—
	No. of leaves	3	2	3	3	3	3	3
14 days after sowing	Plant (cm) height	10.2±3.2***	13.3±0.5***	12.6±0.8***	15.6±1.2***	13.2±0.7***	17.3±0.7*	18.4±1.2
	No. of tillers	—	—	—	—	—	0.7	—
	No. of leaves	4.8	4.0	4.1	5.0	4.9	4.0	4.0
21 days after sowing	Plant (cm) height	17.0±0.9***	21.9±4.9***	21.4±0.8***	22.1±1.2***	20.5±0.7***	24.7±1.1***	28.2±1.3
	No. of tillers	1.0	0.9	1.1	1.3	1.6	2.7	1.5
	No. of leaves	6.4	6.0	6.1	6.7	6.8	6.0	6.0
28 days after sowing	Plant (cm) height	19.1±0.3***	24.3±0.8***	23.3±1.0***	25.3±0.9***	21.6±0.6***	25.6±1.1***	30.5±0.7
	No. of tillers	—	—	—	—	—	—	—
	No. of leaves	7.0	6.8	6.9	7.1	7.1	7.0	7.0

***; Significant at 0.1% level, **; Significant at 1% level, *; Significant at 5% level.

—; Not observed

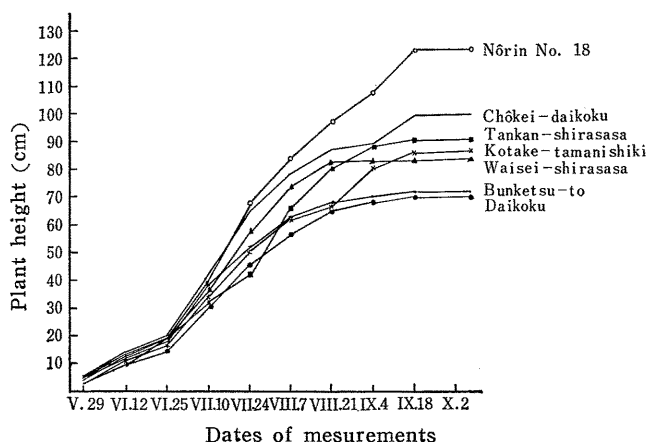


Fig. 2. Growth curve of dwarf and normal rice plants.

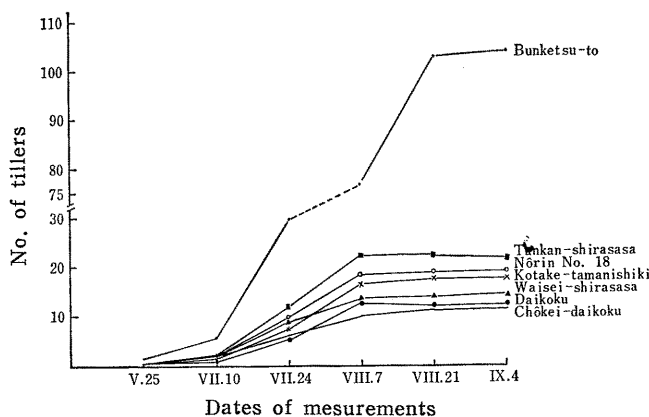


Fig. 3. Developmental curve of tillers.

の後の伸長が緩慢となる。

分けつ数についてみると、分けつ稲は生育初期より分けつの発生が著しく他の品種をはるかに上廻り最高分けつ期には100本にも達した。他の品種間には大差はなく農林18号とはほぼ同様であつた(第3図)。

6 稈・穂・粒およびその他2・3の形質

1) 稈の特性 稈の特性について調査した結果を示すと第7表の通りである。草丈においては分けつ稲が最も短かく60cm前後で、長茎大黒は80cmを越え最も大きかつた。稈長は短稈白笹が最も短かく、矮性白笹、大黒、分けつ稲がこれにつづき、長茎大黒が最も長く67cmに達し、その差はおよそ30cmに及んだ。小丈玉錦は草丈、稈長ともに両者の中間を示した。草丈と稈長との間には必ずしも平行的な関係はみられず、草丈に比して稈長が小さく葉身が穂上に抜き出ている型がみられた。その程度は型によつて異なり、これを表示するために〔草丈－(稈長+穂長)〕を算出し、仮りに穂の埋没度と称した。短稈白笹は埋没度が大きく草姿が叢性を呈している。大黒および矮性白笹も埋没度は比較的大きく、稈長は草丈に比し小さかつた。小丈玉錦、分けつ稲および長茎大黒は埋没度は小さい。稈径および稈重をみると、大黒が最も大きいのに対し、分けつ稲は最も小さく、他の型は両者のほぼ中間値を示した。

2) 穂の特性 穂の特性について調査した結果を示すと第8表の通りである。穂数は分けつ稲が40本ときわめて多く、他は短稈白笹および矮性白笹の8.7本から小丈玉錦の5.1本にわたつて分布し概して少ない。穂長では矮性稲間には大差はなく22~15cmの範囲であつた。

1穂粒数は大黒が大きく、矮性白笹、短稈白笹、長茎大黒の3型がこれにつづくが、3品種間には大差は認められなかつた。小丈玉錦はさらに小さく、分けつ稲では1穂粒数19と極端に小さい。1次枝梗数では

Table 7. Morphological characteristics of culm in dwarf rice plants.

	Plant height	Culm length (cm)	Buried degree*	Weight of culm (g)	Diameter of culm (mm)
Daikoku	70.8	49.3	6.9	3.75	8.86
Chôkei-daikoku	84.1	66.6	3.2	2.81	7.90
Waisei-shirasasa	73.2	49.0	12.6	2.21	6.07
Tankan-shirasasa	68.6	37.9	19.2	2.56	8.30
Kotake-tamanishiki	67.9	52.4	-0.01	1.42	5.77
Bunketsu-to	61.6	49.3	0.1	0.39	2.80
Nôrin No. 18	101.3	87.3	-7.7	3.15	7.00

*; Buried degree; Plant height-(Culm length+Ear length).

Table 8. Morphological characteristics of ear in dwarf rice plants.

	Ear length (cm)	No. of ear per plant	No. of grain per panicle	No. of primary rachis
Daikoku	14.7	6.0	122.8	8.1
Chôkei-daikoku	14.3	7.5	68.5	6.8
Waisei-shirasasa	11.6	7.3	77.5	8.1
Tankan-shirasasa	11.7	9.9	70.0	8.4
Kotake-tamanishiki	15.1	5.1	38.2	7.0
Bunketsu-to	12.2	36.5	19.3	3.0
Norin No. 18	21.7	6.1	100.0	10.1

Table 9. Characteristics of grain in dwarf rice plants.

	Length of grain (mm)	Width of grain (mm)	Thickness of grain (mm)	Length / Width	Weight of 100 grains (g)
Daikoku	5.0	3.5	2.3	1.42	1.05
Chôkei-daikoku	5.3	3.8	2.3	1.47	1.77
Waisei-shirasasa	5.3	3.2	2.3	1.65	1.15
Tankan-shirasasa	5.6	3.5	2.5	1.42	1.85
Kotake-tamanishiki	7.4	3.5	2.5	2.11	2.24
Bunketsu-to	7.2	3.0	2.2	2.40	1.82
Norin No. 18	6.7	3.5	2.2	1.91	2.65

Table 10. Results measured of some characters in dwarf rice plants.

	Maximum length of leaf blade (cm)	Maximum length of leaf sheath (cm)	No. of leaves	Degree of angle of flag leaf	No. of days to heading
Daikoku	41.6±2.4	19.5±0.5	20.0±0.0	10.0± 2.2	108.8±1.4
Chôkei-daikoku	45.3±3.0	25.1±1.4	18.0±0.0	33.5± 5.3	112.2±1.4
Waisei-shirasasa	49.0±3.0	27.6±0.7	19.2±1.4	—*	115.5±0.8
Tankan-shirasasa	53.0±5.3	27.6±2.7	19.0±0.0	35.5± 6.2	113.8±1.9
Kotake-tamanishiki	41.5±2.6	22.6±0.7	17.0±0.0	53.5±15.0	99.7±0.8
Bunketsu-to	40.2±2.4	18.5±0.3	16.0±0.0	31.1± 6.9	99.0±0.6

*; Not observed.

分けつ稲は少ないが、他の品種間には大差はなかつた。

3) 粒の特性 粒の特性について調査した結果をまとめて第9表とした。粒幅および粒厚においては矮性稲間に顕著な差異はみられないが、粒長においては若干その差が認められた。すなわち、小丈玉錦および分けつ稲は粒長が大きく、農林18号を上廻り、大黒は最も小さい。従つて粒形指数(長/幅)は後者(1.42)において小さく、粒は円形を呈している。これに反し、前者(2.11~2.40)は細長い形を示している。短稈白笹、長茎大黒、矮性白笹の3品種は大黒に近い(1.42~1.65)。粒重では小丈玉錦は大きく、大黒、矮性白笹は小さかつた。

4) その他の形質 その他2・3の形質について調査した結果をまとめて第10表とした。葉身・葉鞘長とも、短稈白笹および矮性白笹は大きく、分けつ稲、大黒は小さかつた。上葉の角度は大黒が最も小さくほぼ直立であつた。他の品種も小丈玉錦を除き概し

て小さい。なお矮性白笹は調査出来なかつた。

葉数は大黒が最も多く20葉を数え、短稈白笹、矮性白笹は19葉で、これら3品種は農林18号の18葉より多かつた。分けつ稲、小丈玉錦は16・17葉でやや少なかつた。出穂期は葉数と密接な関係がみられ、葉数の少ない分けつ稲、小丈玉錦は早く、短稈白笹および他の品種は比較的小そく、農林18号とはほぼ同様であつた。一般に矮性稲の葉色は濃緑を呈しているが、分けつ稲、矮性白笹は比較的淡緑であつた。一方、大黒、長茎大黒、短稈白笹は濃緑を示し、大黒と矮性白笹の差異は葉形、葉色、粒色において顕著である。長茎大黒は閉花受粉を行ない、他の品種と異なつている。

7 農林18号に対する各形質の割合

大黒：稈径。1穗粒数において農林18号を若干上廻るが、他の形質は小さかつた。この型は各種の形質の矮小化が顕著で、典型的な矮性を示している。

長茎大黒：稈長ならびに草丈は農林18号に若干劣

Table 11. Comparison of each character in dwarf rice plants with Norin No. 18 (%).

	Plant height	Culm length	Ear length	No. of ear	No. of grain per panicle	Diameter of culm	Weight of 100 grains
Daikoku	48.9	54.0	68.2	70.5	109.0	110.0	68.4
Chōkei-daikoku	78.8	86.0	64.5	72.4	66.1	119.5	54.4
Waisei-shirasasa	66.8	68.3	59.3	87.8	110.5	102.4	59.2
Tankan-shirasasa	69.8	39.5	57.0	117.3	69.6	87.8	70.4
Kotake-tamanishiki	68.9	71.8	84.1	95.5	73.1	95.1	99.2
Bunketsu-to	56.5	57.3	63.5	597.4	20.8	46.3	81.3
Norin No. 18	122.8	88.3	21.4	15.6	151.3	0.41	2.75

る程度だが、穂長、1穂粒数、100粒重はそれぞれ50~60%にすぎない。

矮性白笹：稈径においては農林18号を上廻るが、他の形質は農林18号の60~80%である。

短稈白笹：穂数においては農林18号を若干上廻るが、稈長・穂長の割合は小さく40~50%である。この型の特徴は埋没度が大きいこと、すなわち、下位の節間の著しい短縮により、稈長が草丈に対してきわめて小さいことである。

小丈玉錦：いずれの形質も農林18号に劣るが、外觀では矮性稲間で最も正常型に近く、矮性の程度は小さい。

分けつ稲：穂数が非常に多く農林18号のおよそ6倍であるが、他の形質は小さく特に1穂粒数は20%にすぎない(第11表)。

考 察

矮性稲21品種を供試し交配を行ないそのF₁の表現型およびF₂の分離から、これら矮性稲は単一の劣性遺伝子によつて支配されていることが認められた。この結果は盛永ら(1943)の報告と同様である。

盛永ら(1943)は外部形態の特徴に基づき29品種の矮性稲をI. 相徳変1号型(所属品種1), II. 大黒型(12), III. 短稈白笹型(4), IV. 矮性白笹型(7), V. 分けつ稲型(3), VI. 盆栽稲型(1)およびVII. 小丈玉錦型(1)の7型に分類した。著者らは遺伝子の固定と形態的特徴に基づいて矮性稲をつぎの如き8型に分類することを試みた。すなわち、I. 大黒型(所属品種10), II. 長茎大黒型(2), III. 矮性白笹型(3), IV. 短稈白笹型(2), V. 小丈玉錦型(1), VI. 分けつ稲型(1), VII. 畸型晩神力型(1)およびVIII. 信金愛国型(1)である。著者らの分類と盛永らのそれを比較すると、長茎大黒、畸型晩神力および信金愛国を独立の型とした点および相徳変1号、渡舟変を大黒型に、改良愛国変大

黒を長茎大黒型に加えた点において相違が認められた。本実験には盆栽稲は供試されなかった。

Nagao and Takahashi (1963)によつて報告された矮性稲(d₁~d₉)と本実験に用いられた矮性稲との関係をみると、短稈白笹はd₆に、大黒はd₁に相当すると思われるが、他の品種については現在のところ不明である。最近の永松・大村(1963)は畸型晩神力についてd₁₀なる遺伝子記号を与えた。

Van Overbeek (1935)は矮性トウモロコシ(*Zea mays*)の鞘葉と中茎を観察し、1)中茎、鞘葉ともに短縮する型、2)中茎は短縮するが、鞘葉は全く常型と異ならぬ型の2型を報告し、中山(1941)は矮性稲(*Oryza sativa* L.)の夷、大黒、小大黒の3品種を供試し、中茎、鞘葉ともに常型に比べ著しく短くなることを報告している。著者らの用いた矮性稲6型では鞘葉に関して、Overbeekの指摘する両型がみられた。すなわち、大黒、長型大黒および矮性白笹は鞘葉の伸長がきわめて小さく、分けつ稲は最も大きく農林18号を上廻っていた。短稈白笹、小丈玉錦は分けつ稲について大きかった。

中山(1941)は胚の發育を詳細に追跡し、胚全長・幼根長・胚重を測定した結果、胚發育の時期には矮性遺伝子の作用はほとんどみられず、浸種後18時間では顕著になると述べている。著者らが胚の重さを測定した結果、矮性稲間に差異がみられ、この差異は鞘葉長のそれと一致し、大黒、長茎大黒および矮性白笹は正常型に比べ、胚重・鞘葉長ともに小さかった。さらに幼苗期の草丈も生育の初期から小さかった。このことは大黒、長茎大黒および矮性白笹は生育の比較的初期の段階で正常型と異なることを示唆するものであろう。

分けつ稲ならびに短稈白笹は胚重・鞘葉長・幼苗長ともに農林18号と大差なかった。分けつ稲は分けつの発生が著しく分けつの発生と前後して草丈の伸長が緩慢となる。また短稈白笹は生育の中期から後期にか

けての節間伸長期において小さくなり、節間長の解析結果、下位の節間の著しい短縮が認められる(永松ら1963)。これらの結果は前述の大黒らの4品種と異なり分けつ稲は分けつの発生と、短稈白笹は節間の伸長と矮性遺伝子の作用との間に密接な関係が存在することを示唆するものであろう。

摘 要

矮性稲間ならびに矮性稲と他の系統(FI-HO系統)との間に交配を行ない矮性遺伝子の同定を試み、さらに各遺伝子型に基づく矮性稲の生育解析ならびにその形態的特徴を調査した。

供試された矮性稲21品種はすべて単一の劣性遺伝子によつて支配されていることが認められ、遺伝子の同定と外部形態の特徴から矮性稲を8群に分類した。

初期生育ならびに生育の追跡から矮性稲の生育型は2群に分けられ、大黒・矮性白笹・長茎大黒および小文玉錦は生育の初期から伸長が小さく、分けつ稲および短稈白笹の初期生育は正常種と大差なかつた。分けつ稲は分けつの発生と前後して、また短稈白笹は節間伸長期より生育が劣える傾向が認められた。このことから、分けつ稲の遺伝子は分けつの発生と、また短稈白笹のそれは下位の節間の伸長と密接な関係があるものと考えた。

文 献

明峰正夫 (1925): 稲におよる矮性の遺伝について。日本学術報告, 1, 308-314.
 足立武二 (1935): 新に見出された矮性稲及び多葉稲について。農及園, 10, 1048-1050.
 Brian, P. W. (1958): Reversal of genetic dwarfism in plant by gibberellic acid. Heredity, 12, 143-144.
 Brian, P. W. and H. G. Hemming (1955): The effect of gibberellic acid on shoot of pea seedlings. Physiol. Plantarum, 8, 669-681.
 Brian P. W. and H. G. Hemming (1955): A physiological comparison of gibberellic acid and some auxins. Plant Physiol., 8, 899-912.
 Brian, P. W., G. W. Elson, H. G. Hemming and M. Radley (1954): The plant growth promoting properties of gibberellic acid, a metabolic product of the fungus *Gibberella fujikuroi*. J. Sci. Food Agr., 5, 602-612.
 Beachell, H. M. (1957): The use of X-ray and thermal neutrons in producing mutations in rice. News Lett. FAO Inter. Rice Comm., 6, 18-22.
 Cooper, J. P. (1958): The effect of gibberellic

acid on a genetic dwarf in *Lolium perenne*. New Phytol., 57, 235-238.
 Chang, T. D. and S. C. Hsieh (1957): Mutation in rice induced by X-ray. Plant Breed. Abstract, 30, 535.
 Gorter, C. J. (1961): Dwarfism of pea and the action of gibberellic acid. Physiol. Plantarum, 14, 332-343.
 Hirono, Y., Y. Ogawa and S. Imamura (1960): Eine neue Methode für Gibberellin-Test bei einem Zwergmutanten von *Pharbitis nil*. Plant & Cell Physiol., 1, 81-89.
 今井喜孝 (1935): 稲における劣性分離型の著き低比。植雑, 49, 743.
 Jodon, N. E. (1957): Inheritance of some of more striking characters in rice. J. Heredity, 48, 181-192.
 Jodon, N. E. and H. M. Beachell (1943): Rice dwarf mutations and their inheritance. J. Heredity, 34, 155-160.
 Jones, I. W. (1952): Inheritance of natural and induced mutations in Caloro rice. J. Heredity, 43, 81-85.
 Kadam, B. S. (1932): Mutation in rice. Nature, 129, 616-617.
 Kadam, B. S. (1932): Genes for dwarfing in rice. Nature, 139, 1070.
 鎌田慶子・岸本 修 (1960): ジベレリンが矮性型水稻の稈長に及ぼす影響について。育雑, 10, 204.
 宮沢文吾 (1935): 稲の突然変異に関する研究。宮崎高農学術報, 7, 1-110.
 盛永俊太郎・福島栄二 (1943): 稲の形質と遺伝。1. 畸型形質と遺伝。九大農学雑, 10, 301-339.
 盛永俊太郎・栗山英雄・青木政治 (1942): Haploid より生じたる Diploid 稲における不稔極矮性突然変異。遺雑, 18, 297-304.
 中山 包 (1937): 矮性ゲンに因る水稻器官の生長抑制について。遺雑, 13, 196-199.
 中山 包 (1939): 稲の遺伝的矮性について。遺雑, 15, 170-178.
 中山 包 (1941): 遺伝的矮性稲の鞘葉の生長と生長素(予報)。遺雑, 17, 156-164.
 中山 包 (1954): 稲の矮性の発現に関する遺伝生理学的研究。信州大文学紀要, 4, 1-32.
 Nagai, I. (1932): Studies on the mutations in *Oryza sativa* L.. II, On owned sterile, compact panicked and dwarf mutants. Jap. J. Bot., 3, 55-65.
 永松土巳・大村 武 (1963): 稲における若干の連鎖新事例。育雑, 13, 202.
 永松土巳・大村 武・戸田 修 (1961): 矮性稲における節間長の分解的研究。日作九支報, 11, 29-31.
 永松土巳・大村 武・戸田 修 (1962): 矮性稲に関する研究 I. 各遺伝子型の形態的特性。育雑, 12, 94.

- 長尾正人・高橋右右衛門 (1943): 矮性稲の遺伝における重複因子の1例. 札幌農林学会報, 36, 1-19.
- Nagao, S. and M. Takahashi (1963): Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Faculty of Agr. Hokkaido Univer., 53, 72-130.
- 押領司軍吉 (1936): X線照射により惹起された水稻の二突然変異の遺伝について. 台北農林学会報, 1, 281-295.
- Van Overbeek, J. (1935): The growth hormone and the dwarf type of growth in corn. Proc. Nat. Acad. Sci. US., 21, 292-299.
- Van Overbeek, K. V. (1966): Plant hormones and regulators. Science, 152, 721-730.
- Paruell, F. R., G. N. Rangowani and C. R. S. Ayyanger (1922): The inheritance of character in rice. Mem. Dept. Agr. India. Bot. Ser., 11, 185-208.
- Phinney, B. O. (1956): Growth response of single dwarf mutants in maize to gibberellic acid. Proc. Nat. Acad. Sci. US., 42, 185-189.
- 杉本重雄 (1923): 稲における畸型観察の実例. 遺雜, 2, 71-75.
- Soost, R. K. (1959): Effects of gibberellic acid on genetic characters in two tomato lines. Bot. Gaz., 121, 114-118.
- Thimman, K. V. (1963): Plant growth substances: Past, present and future. Ann. Rnv. Plant Physiol., 14, 1-18.
- 内田音四郎 (1947): 米麦突然変種数々 (1), (2). 農及園, 67-70, 122-126.
- 山口弥輔 (1939): 稲の遺伝. 遺雜, 15, 1-9.

Summary

Various kind of spontaneous and artificial dwarf mutants have been found so far in cultivated rice plants (*Oryza sativa* L.) It is assumed that dwarfness is caused by the abnormal differentiation and development of the organs by means of the dearrangement in the metabolic processes.

As it was thought that dwarf mutants might be suitable for studying the gene action in higher plant, the authors have engaged in the genetical and physiological studies on the dwarf mutants of rice plants. The present paper deals with the results of the genic classification and morphological investigation of each type. Twenty one varieties of dwarf mutant were crossed each other and with linkage testers. From the results of the progeny test, it was confirmed that all of the dwarf mutants used in this experiment were simple recessive to normal type, and these mutants were classified into following 8 types.

Type	No. of varieties included
1. Daikoku	10
2. Chôkei-daikoku	2
3. Waisei-shirasasa	3
4. Tankan-Shirasasa	2
5. Kotake-tamanishiki	1
6. Bunketsu-to	1
7. Kikei-ban-shinriki	1
8. Shinkane-aikoku	1

Growth analysis and the investigation of morphological characteristics of the dwarf rice plants were made in comparison with normal one (Norin No. 18). The length of coleoptile and seedling height of Daikoku, Waisei-shirasasa, Chôkei-daikoku and Kotake-tamanishiki are shorter than those of a normal variety. From these facts, it is supposed that the action of the dwarf genes in these varieties exert relatively in early stage of growth.

On the other hand, Bunketsu-to and Tankan-shirasasa were about the same as a normal variety, "Norin No. 18", in weight of an embryo, in length of the coleoptile and in the seedling height. Bunketsu-to reduced, however, the elongation of plant height after the time of development of tillers, and Tankan-shirasasa is suppressed in the elongation of basal internode. These results may suggest that the dwarf gene of Bunketsu-to is closely related to the development of tillers, and of Tankan-shirasasa elongation of internode.