



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	稲品種「そらち」より生じた突然変異体「長穎不稔稲」について：稲の交雑に関する研究、第L×VII報
Author(s)	木下, 俊郎; KINOSHITA, Toshiro; 肥田野, 豊 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 10(3), 247-268
Issue Date	1977-05-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/11896">https://hdl.handle.net/2115/11896</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	10(3)_p247-268.pdf



# 稲品種「そらち」より生じた突然変異体 「長穎不稔稲」について

— 稲の交雑に関する研究, 第 LXVII 報<sup>1)</sup> —

木下俊郎・肥田野 豊\*・高橋萬右衛門

(北海道大学農学部育種学教室)

(昭和 51 年 11 月 8 日受理)

## A mutant 'long hull sterile' found out in the rice variety, 'Sorachi'

— Genetical studies on rice plant, LXVII —

Toshiro KINOSHITA, Yutaka HIDANO  
and Man-emon TAKAHASHI

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

(Received November 8, 1976)

### 緒 言

イネの穎花に関する突然変異体は、多数知られているが、本研究に供試した“長穎不稔稲”は一見イネの穎花と思われぬ程変形した内外穎を有する不稔稲である。本報では突然変異体の起源、性状、関与遺伝子並びにその所属連鎖群について報告する。

本文に先立ち、実験材料を提供された農林省北海道農業試験場稲第 1 研究室長、柴田和博氏に対し厚く謝意を表する。

なお、本研究の費用の一部は文部省の科学研究費の援助によった事を附記し、併せて謝意を表する。

### 材料の起源と方法

長穎不稔稲 (N-76 と略称) は、1970 年に農業改良普及員高橋三平氏によって、石狩郡石狩町花畔、小林秀治方の水田で品種「そらち」の栽植、約 30 a 中から 6 株発見されたとの事である。

突然変異株からの採種種子は、1971 年春に北海道大学農学部附属研究温室で、原品種「そらち」と共に比較栽

培された。また N-76 を母株に用いて、Table 1 に示した 5 種の標識遺伝子型系統と交配された。1972 及び 1973 年には、F<sub>2</sub> 集団の遺伝分離や、不稔稲の形態並びに不稔機構の調査が行なわれ、1973 年以降は関与遺伝子の所属連鎖群の探索や、F<sub>3</sub> 系統の他家交雑率の検討等にあてられた。なお、組換え価の算出には IMMER 法が用いられた。

### 実験結果

#### 1. 一般的性状

長穎不稔の穂及び穎花の特徴は、Fig. 1 及び 3 に示す如くで、内外穎の変形である。穎の葉片化により、一見エンバクの小花に類似し、内外穎の鉤合は不完全である。出穂以前における草型では、N-76 と原品種「そらち」の間に目立った差は見出されない。温室条件に於て両者を比較栽培した場合、Table 2 の如き特性を示した。N-76 では、出穂日が遅れ、分けつ数が増大するが、これは不稔性にもとづく二次的効果と思われる。N-76 の種子稔性は、全穂の平均で約 0.7% であり、穂毎にはかなりの変異がみられる。

1) 北海道大学農学部育種学教室業績

\* 酪農学園短期大学

Table 1. List of the linkage testers used for crossings with N-76

Stock No.	Marker gene	Character expression
H-9	<i>d<sub>2</sub>, bc</i>	"ebisu" dwarf, brittle culm
H-103	<i>C<sup>Bp</sup>, A, nl, gl<sub>1</sub></i>	Chromogen, Activator, neck leaf, glabrous leaf and hull
H-120	<i>C<sup>B</sup>, A, Pl<sup>ve</sup>, Hl<sub>a</sub>, Hl<sub>b</sub></i>	Chromogen, Activator, Purple leaf and pericarp, Hairy leaf (complementary)
H-126	<i>d<sub>6</sub>, C<sup>Bp</sup>, A, Pl, Hg</i>	"lop-leaved" dwarf, Chromogen, Activator, Purple leaf, Hairy glume
H-143	<i>gw, gh<sub>1</sub></i>	green and white stripes, gold hull
H-190	<i>C<sup>Bp</sup>, A, Pl<sup>ve</sup>, I-Pl, Hl<sub>a</sub>, Hl<sub>b</sub></i>	Chromogen, Activator, Purple leaf, Inhibitor for <i>Pl<sup>ve</sup></i> , Hairy leaf (complementary)



Fig. 1. Panicles of the 'long hull sterile' mutant.

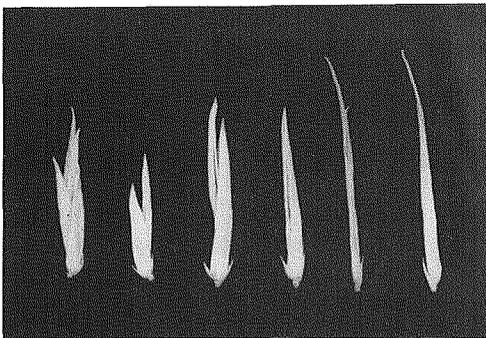


Fig. 2. Various types of the spikelets occurred in the mutant.

Table 2. Comparison of agronomic characters between N-76 'long hull sterile' and the original variety 'Sorachi'

Strain	Plant height (cm)	No. of tillers	Heading* date	Spikelet fertility (%)
N-76	97.8	23.0	119.1	0.7
Sorachi	99.5	18.1	112.1	97.4
difference	1.7	4.9	7.0**	-96.7**

\* number of days counted from seed planting.

\*\* significance at 1% level.

## 2. 花器形態の異常

## A. 内外穎

内外穎の長さ及び鉤合の異常程度は、穎花により変異が大きい。一般に外穎より内穎が長く、その差は10~15 mmに達する。また、1枚の穎のみより成る場合もかなりあった。正常の出穂期以外にたとえば冬期間切断株よりの伸長程に出穂をみる場合には、穎花の質性化(穂上

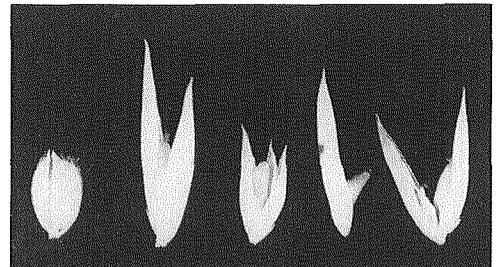


Fig. 3. Grains of the 'long hull sterile' mutant in comparison with the normal type (the extreme left).

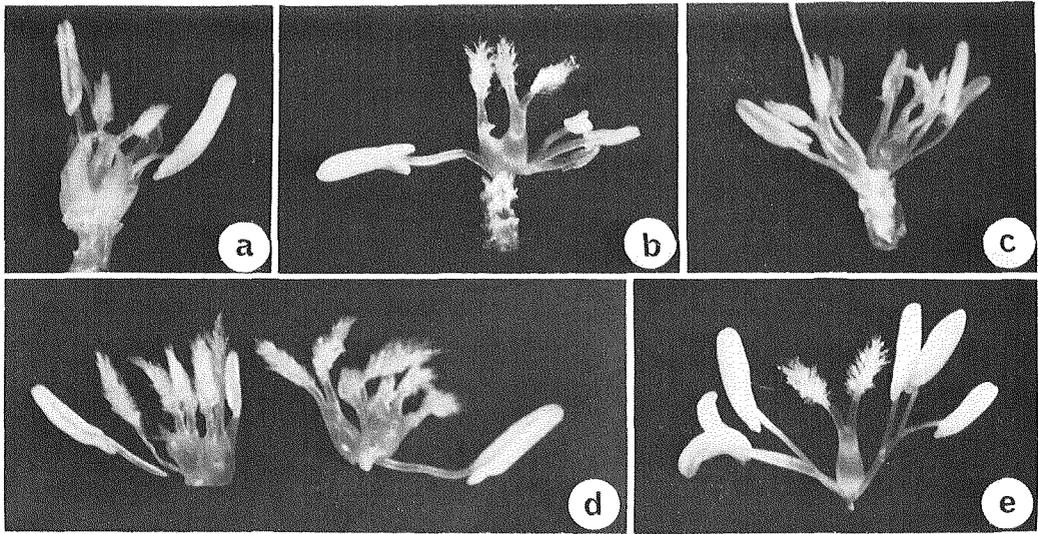


Fig. 4. Various abnormalities of floral organs.

a: two pairs of elongated lodicules surround the stamen and pistils. b, c, d: fusion of ovaries and the numeral alternation of stamens and pistils. e: normal organs.

での栄養生長) が起り, Fig. 2 に示す如く, 雌雄ずいを欠いて葉片の重合のみより成る場合や, 穎長が 35 mm に達する場合もみられた。しかし, 護穎の長さや形態には全く異常がみられなかった。

**B. 鱗皮**

通常のイネでは, 外穎の基部に 1 対ずつ生ずるのに反して, N-76 では 2 対のものも多く, しかも変形して小花穎を形成して子房を包む (Fig. 4a)。また, 鱗皮の一部が雌雄ずいに転化することがあり, その時には柱頭や葯が先端に付着した。正常の鱗皮を欠くため, 開穎しない場合が多い。葯の裂開の予測も極めて困難なので交配に

は専ら母本として用いざるを得なかった。

**C. 雌雄ずい**

前述の如く, 鱗皮から雌雄ずいの転化が起るばかりでなく, 2 穎花がゆ合して 1 花中の雌雄ずい数が増加する事もあった (Table 3)。すなわち, 2 子房が約 19% に達し, 柱頭数も 1~5 本になった。雄ずい数も不定で, 葯数は 1~8 に亘って変異し, 3~4 本にモードがあった。1 個の穎花中に最高 6 個の子房と 11 本の柱頭及び 3 個の



Fig. 5. Duplicated spikelets arisen from the same rachilla.

Table 3. Variation of ovaries and anthers in spikelets of N-76 'long hull sterile'

Number	Ovaries per spikelet		Anthers per spikelet	
	Freq.	%	Freq.	%
1	220	73.1	2	0.7
2	58	19.3	45	15.0
3	9	3.0	84	27.9
4	14	4.6	83	27.6
5			47	15.6
6			35	11.6
7			4	1.3
8			1	0.3
Total	301	100	301	100

約より成る場合も見出された (Fig. 4d)。正常の穎花内の花器 (Fig. 4e) と比べてゆ合や性転換に伴う数的変異が特徴的であった。その外に、穎花内に更に新しい小穎花を生じ、内外穎を欠くものの葯や柱頭は分化しているという複雑な構造を有する場合もあった (Fig. 5)。

種子稔性は極めて低いものの、温室条件であれば健全種子を生じ、切穎交雑種子の如き形をした種子や複胚粒

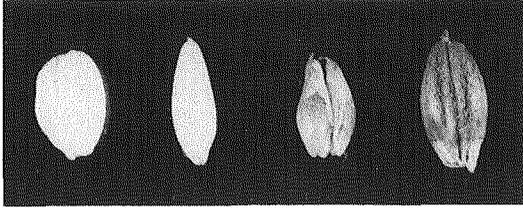


Fig. 6. Various types of kernels occurred in the mutant, N-76, in comparison with the normal one (the extreme left)

(double kernel) を生じた (Fig. 6)。一般に穎の鈎合不完全なために胚乳の発達が悪く、不完全種子となるものが多かった。

### 3. 遺伝

N-76 に 7 種の検定系統を交配した  $F_1$  では、いずれも正常型を示した。また  $F_2$  では Table 4 の如く全交雑組合せを通じ、単遺伝子劣性にもとづく正常型:不稔型=3:1 の比によく適合した。関与遺伝子記号を *lhs* とする。

$F_3$  代では長穎不稔型は固定する様であるが、 $F_3$  代或いは

$F_4$  の系統栽培中に正常型個体を混ざる事がある。同様な傾向は N-76 の系統栽培中にもみられた。これらが正常型への復帰突然変異によるか或いは自然交雑によってヘテロの正常型個体を生じたためかを検定する必要があった。N-76 中に生じた正常個体を自殖して次代分離の有無を調べたところ正常型:不稔型=305:108となり、3:1 の理論比によく適合した ( $\chi^2=0.291$ , d. f. 1,  $P=0.5-0.7$ )。従って正常型出現は他家交雑の結果である事が明らかとなった。おそらく内外穎の不鈎合によって生じたすき間から花粉が入り、他家交雑を生じたものと考えられる。

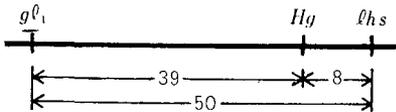
8 種の連鎖群を代表する 11 種の標識遺伝子を用いて、長穎不稔遺伝子の連鎖分析を行った結果、第 12 群所属の長稈毛遺伝子 *Hg* と *lhs* の間には、相引で 8.2 或いは 20.4% の組換え価が算出された (Table 5)。第 12 連鎖群に属する別の遺伝子、*gl* (無葉毛) と *lhs* の間には、独立とみなしてよい関係も得られたので、遺伝子の配列順序は Fig. 7 の如くと推定される。他の連鎖検定遺伝子との間では、Table 6 の如くすべて独立関係がたしかめられた。ここで稈先色に関する遺伝子 (*C* 及び *A*) と *lhs* の関係を調べたところ、長穎不稔型の穎では、稈先に相当する部分には着色がみられず内外穎の基部に花青素が着色した。おそらく、穎の葉片化のために生じた 2 次的現象であろう。夷や夷糯矮性型では穎花が小型化するが、長穎不稔の特徴には変りがなかった。

Table 4.  $F_2$  segregation of long hull sterility in the crossings between N-76 and the tester strains

Cross Combi,		Normal (+)	Sterile ( <i>lhs</i> )	Total	Goodness of fit		
					$\chi^2$	d. f.	P
N-76×'Shiokari'	O	333	104	437	0.336	1	0.5-0.7
	C (3:1)	327.75	109.25	437.00			
N-76×H-9	O	290	88	378	0.596	1	0.3-0.5
	C (3:1)	283.5	94.5	378.0			
N-76×H-103	O	66	24	90	0.133	1	0.7-0.8
	C (3:1)	67.5	22.5	90.0			
N-76×H-120	O	121	48	169	1.043	1	0.3-0.5
	C (3:1)	126.75	42.25	169.00			
N-76×H-126	O	504	186	690	1.409	1	0.2-0.3
	C (3:1)	517.5	172.5	690.0			
N-76×H-143	O	278	105	383	1.191	1	0.2-0.3
	C (3:1)	287.25	95.75	383.00			
N-76×H-190	O	177	68	245	0.992	1	0.3-0.5
	C (3:1)	183.75	61.25	245.00			

**Table 5.** Linkage relations between the gene for the sterility, *lhs* and the genes belonging to the 12th group, *Hg* (Hairy glume) and *gl<sub>1</sub>* (glabrous leaf)

Cross No.	F <sub>2</sub> Segregation					Total	Recomb. value (%)	Goodness of fit		
	+ T	+ t	<i>lhs</i> T	<i>lhs</i> t	$\chi^2$			d. f.	P	
Cross: N-76 ( <i>lhs</i> +) × H-126 (+ <i>Hg</i> ): coupling										
I	Obs.	269	22	33	67	391	20.4 ± 2.85	6.483	3	0.05-0.1
	Cal.	257.44	35.81	35.81	61.94					
II	Obs.	206	7	20	66	299	8.2 ± 3.54	3.135	3	0.3-0.5
	Cal.	212.51	11.74	11.74	63.01					
Cross: N-76 ( <i>lhs</i> +) × H-103 (+ <i>gl<sub>1</sub></i> ): repulsion										
	Obs.	51	15	15	9	90	59.8 ± 4.48	2.444	3	0.3-0.5
	Cal.	50.625	16.875	16.875	5.625					



**Fig. 7.** Linkage map of the 12th group showing the relation of three loci.

**4. 他家交雑率**

前節で述べた如く、長穎不稔型は自然他家交配を生じやすい。2種の交雑組合せの F<sub>3</sub> 個体を用いて、F<sub>4</sub> 代における正常型の出現割合から F<sub>3</sub> 個体の他家交配率を推定したところ、Table 7 の如く、最高 59% の他家交雑率をみた。しかし N-76 を含め、全く他家交配のみられない場合もあった。

**Table 6.** Independent relationship between the gene for the sterility and the marker genes representing seven kinds of linkage groups

Linkage group	Cross combi.	Gene pair		F <sub>2</sub> Segregation				Total	Goodness of fit for indep. segregation		
		A	B	AB	Ab	aB	ab		$\chi^2$	d. f.	P
I	N-76 × H-190	<i>lhs</i>	<i>C</i>	138	34	66		238	3.367	2	0.1-0.2
	" × H-120	"	"	91	30	35	13	169	1.172	3	0.7-0.8
II	" × H-9	"	<i>d<sub>2</sub></i>	224	66	61	27	378	2.802	3	0.3-0.5
	" × H-126	"	<i>Pl</i>	123	43	40	13	219	0.154	3	0.98-0.99
	" × H-120	"	<i>Pl<sup>w</sup></i>	95	26	35	13	169	1.930	3	0.5-0.7
	" × H-190	"	"	126	43	46	17	232	0.736	3	0.8-0.9
III(I)	" × H-126	"	<i>CA</i>	163	56	128	44	391	0.078	3	0.99-1.0
IV	" × H-126	"	<i>d<sub>6</sub></i>	373	136	133	48	690	1.581	3	0.5-0.7
VI	" × H-143	"	<i>gh<sub>1</sub></i>	199	81	79	24	383	3.149	3	0.3-0.5
VII	" × H-120	"	<i>Hla</i>	92	29	31	17	169	4.265	3	0.2-0.3
	" × H-190	"	"	131	44	46	22	243	3.350	3	0.3-0.5
XI	" × H-9	"	<i>bc</i>	215	75	73	15	378	3.479	3	0.3-0.5

**Table 7.** Rate of out-crossings in  $F_3$  lines bred true in the long hull sterility

Line No. of $F_3$	Phenotype in $F_4$		Total	Rate of outcross (%)
	<i>lhs</i>	Normal		
N-76×H-120				
2-1	7	10	17	59
2-5	23	2	25	8
13-3	39	9	48	19
N-76×H-126				
4-11	18	0	18	0
7-10	19	0	19	0
8-10	16	1	17	6
16-10	14	0	14	0
N-76	18	0	18	0

## 論 義

不稔稲や穎の形態異常に関する形質の内、これまで遺伝様式及び関与遺伝子の所属連鎖群の分析等が行われたものを一括して Table 8 に表示した。不稔稲中には採種不能で、株保存やヘテロ接合状態で遺伝質を保存せねばならぬ場合も少なくない、すでに遺伝質保存が途絶して入手困難なものも含まれている。

本報告の長穎不稔に類似する不稔機構を示す形質としては、密粒不稔 (compact panicle sterile), 畸型不稔 (malformed lemma sterile), 頰化不稔 (paleaceous sterile) 等があげられるが、この内、密粒不稔にみられた種々の花器の形態異常や穎の不鉤合による胚嚢発育不全現象 (高橋・館 1951) はほとんどすべて長穎不稔稲の場合にもあてはまるようであった。また、品種「レイメイ」の X 線突然変異体及び「秋晴」のエチレンイミン処理による変異体では、小穂の貫性化を生じやすく、その発現機構、形態形成、形態の季節的变化等が調べられている (武岡・清水 1973ab, 1974abc) が、長穎不稔の穂に

**Table 8.** List of genes responsible for sterilities and aberration of glumes

Gene symbol	Name	Description	Inheritance mode (gene locus)	Reference
[A] genic sterility				
<i>as</i>	asynapsis	complete failure of chromosome pairing at zygotene and pachytene.	3 : 1	69, 155
<i>asa, b</i>	"	"	9 : 7	186
<i>ans</i>	awned sterile	complete pollen sterile but functional ovules, fully awned (male sterile).	3 : 1	125
<i>bs</i>	barren sterile	reduced leaf blades and short plants, dimorphism for grains in a heterozygous plant.	3 : 1	2
<i>bs<sub>1,2</sub></i>	"	thin and long flag leaf and small panicle with reduced spikelets.	15 : 1	191
<i>cps<sub>1</sub></i>	compact panicle sterile	deformation and excessive development of palea, lemma pistil, stamen, lodicule and ovules, high sterile.	3 : 1	133, 224, 228
<i>cps<sub>2</sub></i>	"	partly sterile, compact panicle with long outer glumes or an additional glume, deformed seeds.	3 : 1	61
<i>cs</i>	complete sterile, lax panicle	degeneration of both male and female organs, sparsely setting of spikelets on the upper part of panicle.	3 : 1	106, 222
<i>d<sub>36</sub></i>	extremely small dwarf, complete sterile	no viable pollen grains or embryo-sacs, fairly large percent of double ovules, a pleiotropic effect of the dwarf gene.	3 : 1	119

Gene symbol	Name	Description	Inheritance mode (gene locus)	Reference
<i>dps</i>	degeneration of pistil	absence of hairy structure of stigma and the development of an additional pistil.	3 : 1	106
<i>ds</i>	desynapsis	normal synapsis at early meiotic phase but failure of pairing at diakinesis and metaphase-I.	3 : 1	12, 13
<i>fes</i>	female sterile	normal pollen fertility but unfunctional ovules, very few seed setting (0-10%).	3 : 1	26, 261
<i>Fes</i>	"	Sterility is dominant over fertility.	1 : 3	195
<i>ga<sub>1</sub></i>	gametophyte gene	differential fertilization caused by the lesser viability of pollen grains possessing <i>ga</i> , responsible for the F <sub>2</sub> segregation distortion.	reduced fertilization rate of <i>ga</i> pollens (I : 36) <sup>1)</sup>	50
<i>ga<sub>2</sub></i>	"	"	11% from <i>lop<sub>2</sub></i> & 29% from <i>bc<sub>1</sub></i> (XI)	139, 140, 141
<i>ga<sub>3</sub></i>	"	"	34% from <i>lop<sub>2</sub></i> & 24% from <i>bc<sub>1</sub></i> (XI)	139, 140, 141
<i>ga<sub>4</sub></i>	"	"	20% from <i>C</i> & 34% from <i>wx</i> (I)	81, 109, 139
<i>ga<sub>5</sub></i>	"	"	50% from <i>C</i> & 27% from <i>wx</i> (I)	81, 109
<i>has</i>	'haploid-3' sterile	small sterile plant with the short panicle and small spikelets.	3 : 1	61
<i>l-1, l-2</i>	balanced lethal	persistent segregation into green and yellow seedlings. Loss of either of the two dominant genes results in chlorophyll deficiencies.	3 : 1, 1 : 1	76
<i>L<sub>a,b</sub></i>	Lethality of intervarietal F <sub>1</sub> plants	Complementary dominant lethals occurred in F <sub>1</sub> plants of the crossings between distantly related varieties.	—	167
<i>l<sub>1,2</sub></i>	inviability of F <sub>2</sub> plants	lethal effect by complementary action of recessive alleles in F <sub>2</sub> of the crossings between distantly related varieties, a set of duplicate genes.	15 : 1	174
<i>lhd</i>	leafy head	clump of leaves instead of a panicle, dwarf, development of normal panicle after short day treatment (10 hours).	3 : 1	41
<i>lhs</i>	long hull sterile	deformity of floral organs characterized by long palea and lemma.	3 : 1	*
<i>lx<sub>a</sub></i>	lax panicle, partial sterile	sparse seed setting.	3 : 1	238, 240
<i>me</i>	multiple embryos (polyembryonic)	plural embryos within a single ovule.	—	59, 86, 98, 190
<i>mls<sub>1,2</sub></i>	malformed lemma	deformity of palea and lemma, high pollen sterility (60-70%) and low seed setting (10%), duplicate genes.	15 : 1	230

Gene symbol	Name	Description	Inheritance mode (gene locus)	Reference
<i>mp</i>	multiple pistils (polycaryotic)	2-7 pistils with 1-4 functional ovaries in each spikelet, high rate of double kernels.	3 : 1	24, 37, 93 117, 145, 178
<i>mp1-3</i>	"	"	15 : 1 54 : 10	68 5
<i>ms<sub>1</sub></i>	male sterile	spontaneous mutant.	3 : 1 (I : 27)	27
<i>ms</i>	"	complete or partial pollen sterilities. Though the genes are not identified, monogenic and trigenic ratios are recorded	3 : 1 or 45 : 19	22, 47, 48, 63, 184, 194, 237, 239, 181
<i>ms<sub>d</sub></i> <i>ms2-5</i>	"	partial sterility. Pollen restoration occurs in complementary action of <i>Ms<sub>d</sub></i> , <i>Ms<sub>2</sub></i> or <i>Ms<sub>3</sub></i> , <i>Ms<sub>4</sub></i> and in the presence of <i>Ms<sub>5</sub></i> . As a pleiotropic action, <i>ms<sub>d</sub></i> is responsible for the dwarfness and <i>Ms<sub>5</sub></i> shows tolerance for cold temperature.	3 : 1, 15 : 1, 57 : 7, 63 : 1, 249 : 7	214, 215
<i>nbs</i>	non-bearing of spikelets	complete absence of spikelet in the panicle.	—	149, 247
<i>ops<sub>1</sub></i>	open hull sterile	incomplete closing of glumes caused by deformity of palea and lemma prior to flowering.	3 : 1	53
<i>ops<sub>2</sub></i>	"	parted lemma and palea after blooming, high sterile and parthenocarpic caryopsis.	3 : 1	133, 134
<i>ops<sub>3</sub></i>	"	incomplete closing of lemma and palea by the presence of secondary paleas transformed from lodicules.	3 : 1	105
<i>pas</i>	paleaceous sterile	supernumerary paleas replaced from pistil and stamens, complete sterile.	3 : 1 completely linked with <i>sts</i>	126
<i>rls</i>	rolled leaf sterile	leafy carpels as a transformation of pistil, accompanied by absence of midrib in the twisted leaf blades.	3 : 1	89
<i>s<sub>A1, A2</sub></i>	intervarietal F <sub>1</sub> sterility	gametes carrying a double recessive combination deteriorate during development (duplicate gametophytic lethal). Dominant genes are called as 'Gametic development genes'.	25% lethal by one set <i>s<sub>A1</sub></i> ...21% from <i>wx</i> (I)	160, 171
<i>s<sub>B1, B2</sub></i>	"	"	<i>s<sub>B1</sub></i> ...18% from <i>wx</i> (I)	160, 171
<i>s<sub>C1, C2</sub></i>	"	"	<i>s<sub>C1</sub></i> ...33% from <i>wx</i> (I)	171
<i>s<sub>D1, D2</sub></i>	"	"	<i>s<sub>D1</sub></i> ...16% from <i>bc<sub>1</sub></i> (XI), <i>s<sub>D1</sub></i> ...15% from <i>lg</i> (II)	171
<i>s<sub>1, 2</sub></i>	diploantic partial sterility in F <sub>2</sub>	partial sterility in F <sub>2</sub> caused by recessive combinations of the duplicate factors which existed separately in the distantly related varieties.	15 : 1 (one set) <i>s<sub>1</sub></i> ...linked with <i>wx</i> (I)	174

Gene symbol	Name	Description	Inheritance mode (gene locus)	Reference
$S_{A,B}$	Intervarietal hybrid sterility	Gametic lethals controlled by the duplicate genes $S_A S_A$ and the other single factor pair $S_B$ . The gametic constitution of $S_A S_A S_B$ , $S_A S_A S_B$ and $s_A s_A S_B$ are abortive.	50% lethal	36, 93
$shs$	shriveled stamens	pale white, small anthers devoid of pollens (male sterile).	3 : 1	106
$sls_{1,2}$	slender leaf sterile	persistence of the segregation in the partial sterile type during 12 years.	72.5 : 27.5 (2 factors) <sup>2)</sup>	104, 106
$ss$	semisterile	lethal in both male and female gametes, persistent segregation in semisterile plants (possible to interpret as reciprocal translocation).	1 : 1	47, 147
$ss$	"	lethal to female gametes, persistent segregation in semisterile plants.	1 : 1	241
$ss$	"	Half of female gametes are only capable of fertilization and the majority of $ss$ gametes lack the ability of fertilization.	7 : 1	47
$ss$	"	partial sterility appearing bred true but small number of fertile plants occurring by reversion.	3 : 1	127
$ss$	"	In the pedigrees of fertile and partial sterile plants, the ratio of both forms are extremely variable.	variable	67, 87
$ss$	"	large grained, partial sterile, A certain number of normal plants and panicles are produced somatically. Gene reversion also occurs in germ cells.	3 : 1	65
$SS_{1,2}$ ( $I I A A$ )	"	Semisterility behaved as a dominant trait, governed by a series of duplicate dominant genes regulated by an inhibitor-antiinhibitor genetic system.	1 : 3 7 : 9 1 : 15	248
$ssk$	malformed semisterile	malformed spikelets and partial sterile.	3 : 1 7% from $Pl_1$ (II)	27
$sts$	staminoidal sterile	supernumerary abortive stamens transformed from stigma, accompanied with leaf rolling, multiple allelic with roll leaved fertile.	3 : 1	124
$Tst$	Tolerance for sterility caused by low temperature	Tolerance was tested in the paddy field irrigated with cold water (14°C).	continuous var. (5-7 factors) <sup>3)</sup>	23, 227, 246
$Tst_{1,2}$	"	Tolerance for the tapetal hypertrophy caused by low temperature, complementary genes.	9 : 6 : 1 <sup>4)</sup>	199

## [B] cytoplasmic-genetic male sterility

[ <i>cms-boro</i> ]	cytoplasmic factor inducing male sterility	introduced to Taichung 65 ( <i>Japonica</i> ) from Chinsurah Boro II ( <i>Indica</i> ) by successive back crossings.		217, 218, 219
---------------------	--------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------

Gene symbol	Name	Description	Inheritance mode (gene locus)	Reference
<i>Rf<sub>1</sub></i>	Pollen fertility restoration	effective for both [ <i>cms-boro</i> ] and [ <i>cms-lead</i> ], gametophytic, distributed in aman and boro varieties ( <i>Indica</i> ).	1 : 1 0.4% from <i>fl</i> (Chr. C) <sup>(5)</sup>	217, 218, 219 220
[ <i>cms-lead</i> ]	cytoplasmic factor inducing male sterility	introduced from a Burmese variety 'Lead rice'.		250
<i>Rf<sub>2</sub></i>	Pollen fertility restoration	effective for [ <i>cms-lead</i> ], derived from Japanese variety 'Fukuyama', gametophytic.	1 : 1	220
[ <i>cms-akebono</i> ]	Cytoplasmic factor inducing male sterility	male sterility arisen from combination with the nuclear constitution of <i>O. glaberrima</i> , W0440.		254, 255
<i>Rf<sub>3</sub></i>	Pollen fertility restoration	effective for [ <i>cms-akebono</i> ], sporophytic.	3 : 1	254, 255

## [C] Aberrant glumes

<i>Bd</i>	Beaked lemma	Tip of lemma bends like a beak.	3 : 1 (XII Ind.) <sup>(6)</sup>	103, 152
<i>cls</i>	cleistogamous spikelet	Spikelet opening are inhibited by an union of palea and lemma. a pleiotropic effect or complete linkage with <i>d<sub>7</sub></i> .	3 : 1	136, 137
<i>clw</i>	claw-shaped spikelet	lemma curves over abbreviated palea.	3 : 1	88, 133, 224 230
<i>Da</i>	Double awns	An awn develops on both lemma and palea. There are variations in the different panicles in the same plant.		64, 133, 224
<i>dp<sub>1</sub></i>	depressed palea	underdeveloped palea.	3 : 1 (I : 24)	105, 108, 118, 121, 131, 210, 231
<i>dp<sub>2</sub></i>	"	"	3 : 1	53, 108
<i>eg</i>	extra glume	an extra long glume between palea and empty glumes.	3 : 1 (III : 0)	53
<i>g</i>	long empty glume	empty glume of exceptional length nearly as long as lemma and palea.	3 : 1 (IV : 14)	60, 120, 133, 135, 137, 177
<i>g<sub>1,2</sub></i>	"	" , duplicate genes.	15 : 1	11
<i>Su-g</i>	Suppressor for even long empty glumes	Uneven long type, long glume in palea side in spite of a short one in lemma side.	1 : 3 (even : uneven)	135, 137
<i>Gm</i>	Long empty glume	incomplete dominant over the normal short glume.	1 : 2 : 1	58, 187
<i>gi</i>	irregular empty glume	multiform empty glumes (even, uneven long, and no empty glumes) are mixed in the same panicle.	3 : 1	230
<i>lgt</i>	long twisted grain (spikelet)	tip of lemma and palea are slightly twisted.	3 : 1 16% from <i>d<sub>18</sub></i> (III)	30

Gene symbol	Name	Description	Inheritance mode (gene locus)	Reference
<i>lmx</i>	long extra lemma	Spikelets exhibit the extra length in lemma or have an extra glume between lemma and outer glume.	3 : 1	58
<i>lmx</i> <sub>1,3</sub>	"	Extra lemma exists in either or both sides of the spikelet. the percentage of abnormal spikelets varies widely with both varieties and year. called as 'polyhusk'.	3 : 1 63 : 1	93, 94, 95
<i>lp</i> <sub>1,2</sub>	long palea	Palea outgrows the lemma, duplicate genes.	15 : 1 30% from <i>g</i> (IV)	245
<i>Lpa</i> <sub>a,b</sub>	Long palea	Palea protrudes beyond the lemma tip, dominant complementary genes.	9 : 7 (VII Ind)	103, 192
<i>o</i>	open hull, narrow leaf	lemma and palea failed to close after blooming, accompanied with narrow leaves, claw-shaped small grains.	3 : 1	89
<i>op</i>	over developed palea	abnormal development of palea.	3 : 1 (XI : 41)	51
<i>tri</i>	triangular shape of lemma and palea	Spikelets appears triangular because of deformation.	3 : 1	54, 120, 133

- 1) Linkage group and gene locus.
- 2) The segregation ratio is explained by assuming two factors.
- 3) Estimated by partitioning method and Mather's biometrical method.
- 4) The segregation ratio of tapetal hypertrophy; none or slightly (0-1): medium (2-8): prominent (9-11).
- 5) Chromosome C is denoted by IWATA *et al.* (1970).
- 6) Linkage group in *Indica* rice.
- 7) \*Data shown in the present paper.
- 8) Key literatures on genetics and linkage groups.  
6, 7, 8, 17, 81, 103, 128, 132, 133, 137, 138, 191, 226, 229

**Table 9.** Articles on the chromosomal sterility and the intervarietal hybrid sterility

Item	Description	Literature
[A] Aberration of chromosome numbers		
Haploidy	spontaneous	82, 110, 111, 148, 188
	anther culture	153, 154, 175
	cytological behavior	25, 38, 39, 40, 114, 260
Triploidy	spontaneous	143, 189, 216
	cytological behavior	44, 115, 185, 193, 207
Tetraploidy	spontaneous	116, 144
	colchicine treatment	3, 18, 80, 90, 161, 223
	cytological behavior	99, 116, 173, 196, 225
	gene segregation	113, 122, 166
	character expression	162, 164

Item	Description	Literature
Polyploidy and heteroploidy	radio sensitivity	75, 256
	spontaneous irradiation	45, 62, 70, 72, 98, 185, 202, 208 45, 71, 73, 129, 155, 179, 211
Trisomy	anther culture	154, 249
	induction	45, 61, 62, 70, 71, 179, 185, 207, 262
	primary trisomic types linkage analysis	43, 52, 72, 142, 146, 207, 251, 252 55, 56, 252
[B] Aberration of chromosome structure		
Asynapsis		62, 69, 71, 186, 258
Desynapsis		12, 13, 102
Meiotic abnormalities (chromosome interchanges)		14, 31, 46, 71, 92, 123, 129, 155, 179, 183, 209, 211
Reciprocal translocation	induction	9, 32, 34, 49, 156, 157, 158, 172, 206, 221
	linkage analysis	10, 35, 53, 54, 156, 157, 205, 206
Secondary association		4, 15, 39, 40, 42, 74, 97, 98, 150, 179, 180, 197
[C] Intervarietal hybrid sterility		
Crossing affinity		77, 78, 96, 130, 163, 168, 242, 257
Gene analysis		16, 36, 57, 160, 167, 169, 170, 171, 174
Tetraploid hybrid		19, 100, 101, 165
Structural hybridity		28, 29, 91, 107, 201, 212, 213, 259
Cytology		20, 21, 33, 253
Cytoplasmic effects		79, 83, 84, 85, 200, 201
[D] Miscellaneous sterility		
Effect of low-temperature		1, 66, 159, 198, 203, 227, 243, 244
Effect of high-temperature		176, 204

Key literatures ; 6, 7, 112, 128, 132, 151, 182, 191

於ても穎の葉条化や、小穂中での栄養生長への転換等がしばしば起るので、貫性現象についての生理、形態学的研究材料としても役立つと考えられる。特に前者が株保存に頼っているのに反し、長穎不稔では種子保存も可能という利点がある。長穎不稔遺伝子は第12連鎖群における座位も明らかとなったので、連鎖標識遺伝子として役立つと考えられる。

### 摘 要

1. イネ品種「そらち」より発見された自然突然異体である“長穎不稔稲”に関して、花器の形態異常を観察すると共に遺伝分析を行った。

2. 内外穎が葉片化して、鉤合が不完全であり、貫性化を生じて雌雄ずいを欠く事もある。

3. 鱗皮は小花穎化して、尖端に雌雄ずいを付着する場合がある。また子房のゆ合や雌雄ずいの転換によって柱頭数では1~5、また葯数では1~8に亘る変異がみられた。

4. 小穂内部に新たに小穎花を含む場合もあり、6個の子房と11本の柱頭、3個の葯より成る小穂も生じた。

5. 種子稔性はきわめて低く、胚乳の発達も不良な場合が多いが、温室条件で健全種子も得られた。

6. 穎花の異常には単純劣性遺伝子が関与し、遺伝子記号を *lhs* とする。

7. 連鎖分析の結果, 第12連鎖群の長稈毛遺伝子 *Hg* と相引で8~20%の組換え価で連鎖し, *gl<sub>1</sub>-Hg-lhs* なる配列順序となった。

8. 長穎不稔型個体は穎が不鈎合のため他家交配を生じやすく, 最高59%の他家交雑率を生じた。

9. これまで報告されている不稔性及び穎の異常形態に関与する遺伝子の一覧表 (Table 8) 並びに各種の不稔性に関する文献表 (Table 9) を作成した。

#### 引用文献

- 1) 明峰正夫・星加 賀美 (1939): 水稻不稔性の品種間差異及び其の環境との関係, 北大農附農農場特別報告, 7: 1-151.
- 2) ANANDAN, M. and V. KRISHMASWAMY (1934): Barren sterile, A new mutation in rice and its inheritance. *Curr. Sci.* 3: 21-23.
- 3) BEACHELL, H. M. and J. W. JONES (1945): Tetraploids induced in rice by temperature and colchicine treatments. *J. Amer. Soc. Agron.* 37(3): 165-175.
- 4) BOUHARMONT, J. (1962): Observations on somatic and meiotic chromosomes of *Oryza* species. *Cytologia* 27(3): 258-275.
- 5) BUTANY, W. T. and R. K. BHATTACHARYYA (1962): Inheritance of glume length and pistil number in rice and their relationship with the occurrence of anthocyanin pigment in certain plant parts. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 22: 12-19.
- 6) CHANDRARATNA M. F. (1964): Genetics and Breeding of Rice. Longmans, London pp. 389.
- 7) CHANG, T. T. (1964): Present Knowledge of Rice Genetics and Cytogenetics. Intern. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines. pp. 96.
- 8) ——— (1965): The morphology and varietal characteristics of the rice plant. Intern. Rice Res. Inst. Los Baños, Philippines. pp. 40.
- 9) ——— (1955): X線処理による稲の相互転座. 育雑, 5(1): 27-31.
- 10) 張 文財 (1960): 相互転座法による稲遺伝子の分析 (予報). 育雑, 10(1): 49-51.
- 11) CHAO, L. F. (1928): Linkage studies in rice. *Genetics* 13: 133-169.
- 12) CHAO, C. Y., D. LI and W. L. HU (1960): A desynaptic mutant in rice. *Bot. Bull. Acad. Sinica, N. S.*, 1(1): 29-36.
- 13) ——— and W. L. HU (1960): The effect of temperature on a desynaptic gene in rice. *Bot. Bull. Acad. Sinica, N. S.*, 2(2): 87-100.
- 14) ——— and S. W. CHAI (1961): Cytological and genetic changes induced by X-rays and thermal neutrons in rice. *Bot. Bull. Acad. Sinica N. S.*, 2(1): 15-25.
- 15) CHU, Y. E. (1967): Pachytene analysis and observations of chromosome association in haploid rice. *Cytologia*, 32(1): 87-95.
- 16) ——— (1972): Genetic bases, classification and origin of reproductive barriers in *Oryza* species. *Bot. Bull. Acad. Sinica, N. S.*, 13(1): 47-66.
- 17) CROPS RESEARCH (1963): Rice gene symbolization and linkage groups. U.S.D.A. Agr. Res. Serv. 34-28 Jan. 1963 pp. 56.
- 18) CUA, L. D. (1951): A newly devised colchicine method for inducing polyploidy in rice. *Bot. Gas.* 112(3): 327-329.
- 19) ——— (1952): Artificial polyploidy in the *Oryzaceae*. III. Cytogenetical studies on intra- and interspecific tetraploid hybrid in *Oryza sativa* L. Rep. KIHARA Inst. Biol. Res., 5: 42-53.
- 20) ENGLE, L. M., T. T. CHANG and D. A. RAMIREZ (1969): The cytogenetics of sterility in  $F_1$  hybrids of *indica* × *indica* and *indica* × *javanica* varieties of rice (*Oryza sativa* L.). *Philippine Agriculturist* 53: 289-307.
- 21) ——— D. A. RAMIREA, and T. T. CHANG. (1969): The cytology of sterility in  $F_2$ ,  $F_3$  and  $F_4$  hybrids of *Indica* × *Japonica* crosses of rice (*Oryza sativa* L.). *Cytologia*, 34(4): 572-585.
- 22) FUJIMAKI, H., S. HIRAIWA, K. KUSHIBUCHI and S. TANAKA (1977): Artificially induced male-sterile mutants and their usages in rice breeding. *Jap. J. Breed.* 27(1): 70-77.
- 23) FUTSUHARA, Y. and K. TORIYAMA (1966): Genetic studies on cool tolerance in rice. III. Linkage relations between genes controlling cool tolerance and marker genes of NAGAO and TAKAHASHI. *Jap. J. Breed.* 16(4): 231-242.
- 24) GHOSE, R. L. M. and W. T. BUTANY (1952): Inheritance of some characters in rice. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* 12: 26-30.
- 25) GOVINDASWAMI, S. and M. T. HENDERSON Cytological studies in haploid rices (*O. sativa* L.). *Oryza* 2(1): 11-20.
- 26) HAN, C. Y., T. S. KEUM and M. S. RI (1965): Genetical and developmental studies on female-

- sterile rice. Nong-sa Si-hem Yen-ku Po-ko/ Res. Rep. Office Rur. Dey., Suwon 8(1): 97-103.
- 27) 原 史六 (1946): 水稻に於る着色関係因子と不稔因子との連関. 遺雜, 21(2): 32.
- 28) HENDERSON, M. T., B. P. YEH and B. EXNER (1959): Further evidence of structural differentiation in the chromosomes as a cause of sterility in intervarietal hybrids of rice, *Oryza sativa* L. Cytologia, 24(4): 415-422.
- 29) ——— (1964): Cytogenetic studies at the Louisiana Agricultural Experiment Station on the nature of intervarietal hybrid sterility in *Oryza sativa*. Symp. Rice Genet. Cytogenet., Internatl. Rice Res. Inst. (1963): 147-153. Elsevier, Amsterdam.
- 30) HSIEH, S. C. (1960): Genic analysis in rice I. Coloration genes and inheritance of other characters in rice. Bot. Bull. Acad. Sinica, N. S., 1(2): 117-132.
- 31) ——— (1961): Effect of X-rays and thermal neutrons on chromosomes of rice. Mutations in rice induced by X-rays IV. Bot. Bull. Acad. Sinica, N. S., 2(1): 43-49.
- 32) HSIEH, S. C. (1961): Analysis of reciprocal translocations in rice. Mutations in rice induced by X-Rays. V. Bot. Bull. Acad. Sinica N. S., 2(2): 111-118.
- 33) ——— and H. I. OKA (1958): Cytological studies of sterility in hybrids between distantly related varieties of rice, *Oryza sativa* L. Jap. J. Genet. 33(3): 73-80.
- 34) ———, T. D. CHANG and H. C. YOUNG (1959): Isolation of reciprocal translocation lines in rice. Mutations in rice induced by X-rays III. J. Agr. Res., 8(3,4): 1-10.
- 35) ———, W. T. CHANG and T. M. CHANG (1962): Studies on agronomic characters in reciprocal translocation homozygotes of rice. Jap. J. Breed, 12(1): 45-48.
- 36) HSU, K. J. (1945): On sterility resulting from crossing different types of rice. Indian J. Genet. Pl. Breed. 5: 51-57. (Plant Breeding Abs. 17: 985. 1947).
- 37) ——— and H. J. LU (1943): A genetical study of botanical characters in *Oryza sativa*. Indian J. Genet. Pl. Breed. 3: 108-114. (Plant Breeding Abs. 15: 33. 1945).
- 38) 胡兆華 (1957): 稻の半数体植物の核学的研究. I. 減数分裂の染色体対合, 遺雜, 32(1): 28-36.
- 39) ——— (1958): 稻の半数体植物の核学的研究. II. 核型および体細胞染色体の対合, 遺雜, 33(9): 296-301.
- 40) HU, C. H. (1960): Karyological studies in haploid rice plants IV. Chromosome morphology and intragenome pairing in haploid plants of *Oryza glaberrima* Steud., as compared with those in *O. sativa* L. Cytologia, 25(3-4): 437-449.
- 41) 胡兆華 (1961): 稻のX線処理後代に見出された穂の退化突然変異について. 育雜, 11(1): 19-23.
- 42) HU, C. H. (1962): Studies of meiosis in *Oryza* species, with special reference to secondary association. Cytologia, 27(3): 285-295.
- 43) ——— (1968): Studies on the development of twelve types of trisomics in rice with reference to genetic study and breeding programme. J. Agr. Ass. China, New Ser. 63: 53-71.
- 44) ——— and K. M. HO (1963): Karyological studies of triploid rice plants. I. Chromosome pairing in autotriploid of *Oryza sativa* L. Bot. Bull. Acad. Sinica, (N. S.) 4(1): 30-36.
- 45) ICHIJIMA, K. (1934): On the artificially induced mutations and polyploid plants of rice occurring in subsequent generations. Proc. of Imp. Academy, 10: 388-391.
- 46) IMAI, Y. (1935): The effects of X-rays on the production of sterile rice. Jap. J. Genet. 10(3,4): 233-236.
- 47) ISHIKAWA, J. (1927): Studies on the inheritance of sterility in rice. J. Fac. Agr., Hokkaido Imp. Univ., Sapporo, 20: 79-201.
- 48) 石川潤一 (1929): 稲に於ける Male-sterility の遺伝に就きて. 遺雜, 4(3): 156-157.
- 49) 岩田伸夫 (1970): 長崎の原爆被曝イネの後代における細胞遺伝学的研究. 九大農学芸雑誌, 25(1): 1-
- 50) ———, 永松土巳・大村 武 (1964): イネの第1連鎖群に属する配偶体遺伝子によるモチ性および稈先色の異常分離. 育雜, 14(1): 33-39.
- 51) ———, 大村 武 (1968): 相互転座法によるイネの連鎖分析 IV. 育雜, 18, 別 2: 69-70.
- 52) IWATA, N., T. OMURA and M. NAKAGAHRA (1970): Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.) I. Morphological classification of trisomics. Jap. J. Breed. 20(4): 230-236.
- 53) 岩田伸夫・大村 武 (1971): 相互転座法によるイネの連鎖分析. I. 染色体 1, 2, 3, 4 に対応する連鎖

- 群. 育種, **21**(1): 19-28.
- 54) ——— (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. 九大農学芸雑誌, **25**(3,4): 137-153.
- 55) IWATA, N. and T. OMURA (1975): Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.). III. Relation between trisomics and genetic linkage groups. Jap. J. Breed. **25**(6): 363-368.
- 56) ——— and ——— (1976): Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.) IV. On the possibility of association of three linkage groups with one chromosome. Jap. J. Genet. **51**(2): 135-137.
- 57) JENNINGS, P. R. (1966): Evaluation of partial sterility in *Indica* × *Japonica* rice hybrids. The Internat. Rice Res. Inst. pp. 63.
- 58) JODON, N. E. (1957): Inheritance of some of the more striking characters in rice. J. Hered. **48**(4): 181-192.
- 59) JONES, J. W. (1928): Polyembryony in rice. J. Amer. Soc. Agron. **20**(7): 774.
- 60) ——— (1933): Inheritance of characters in rice. J. Agr. Res. **47**(10): 771-782.
- 61) ——— (1952): Inheritance of natural and induced mutations in Caloro rice and observations on sterile Caloro types. J. Hered. **43**(2): 81-85.
- 62) ——— and A. E. LONGLEY (1941): Sterility and aberrant chromosome numbers in Caloro and other varieties of rice. J. Agr. Res. **62**(7): 381-399.
- 63) KADAM, B. S. (1932): Mutation in rice. Nature **23**: 616-617.
- 64) ———, G. G. PATIL and V. K. PATANKAR (1936): Double awned spikelets in rice. Curr. Sci. **4**: 739.
- 65) KAGAWA, F. (1939): Studies on the inheritance of a type of large grained, partially sterile rice plant. Jap. J. Bot. **10**(1-2): 1-33.
- 66) 柿崎洋一・木戸三夫 (1938): 水稻の穂の生育過程上低温に依る稔実障壁を来し易き時期. 農業及園芸 **13**(1): 59-62.
- 67) 笠原安夫 (1934): 不稔稻の連続越年株に連年現はるる不稔粒歩合並びに次世代の分離に就て. 農学研究 **23**: 261-279.
- 68) ——— (1947): 部分二室子房稻の遺伝. 農業及園芸, **22**(8): 411-412.
- 69) 片山 平 (1961): X線照射後代に生じたイネの遺伝的染色体不対合現象. 染色体, **48**: 1591-1601.
- 70) KATAYAMA, T. (1963): Study on the progenies of autotriploid and asynaptic rice plants. Jap. J. Breed. **13**(2): 83-87.
- 71) ——— (1963): X-ray induced chromosomal aberrations in rice plants. Jap. J. Genet. **38**(1): 21-31.
- 72) ——— (1964): Relationship between seed-weight and somatic chromosome number in the progeny of partially asynaptic rice plants—Occurrence of trisomic and monosomic plants—Jap. J. Breed. **16**(1): 10-14.
- 73) ——— (1964): Studies on the syncyte formation induced by X-rays in rice plants. Jap. J. Genet. **39**(4): 217-221.
- 74) ——— (1965): On so-called secondary association in rice plants. I. Cytological observations. Jap. J. Genet. **40**(1): 25-32.
- 75) ——— (1972): Radiosensitivity in plants. III. Relationship between radiosensitivity and DNA content per nucleus of polyploid plants in *Oryza*. Jap. J. Breed. **22**(3): 153-158.
- 76) KATAYAMA, Y. and S. SHIDA (1968): Behaviour of balanced lethal genes occurring in progeny of X-rayed rice. Jap. J. Genet. **43**(2): 129-136.
- 77) 加藤茂苞・小坂 博・原史 六 (1928): 雑種植物の結実度より見たる稲品種の類縁に就て. 九大農学芸雑誌, **3**(2): 132-147.
- 78) KATO, S., H. KOSAKA, S. HARA, Y. MARUYAMA and Y. TAKIGUSHI (1930): On the affinity of the cultivated varieties of rice plants, *Oryza sativa* L. J. Dept. Agr. Kyushu Imp. U. **2**(9): 241-276.
- 79) 勝尾 清・水島宇三郎 (1958): 稲の細胞質差異に関する研究. I. 栽培稻と野生稻との間の雑種および戻交雑後代の稔性について. 育種, **8**(1): 1-5.
- 80) 河原栄治 (1941): 水稻のコルヒチン処理実験. 農業及園芸, **16**(8): 1392-1397.
- 81) 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.
- 82) 北村英一 (1949): 2, 3 のハプロイド稲について. 育種研究, **3**: 39-45.
- 83) ——— (1961): 稲の日本型と印度型との交雑における雑種不稔性の遺伝学的研究. 育種学最近の進歩, **2**: 53-62.
- 84) ——— (1962): 稲の遠縁品種間雑種における細胞質的不稔性に関する研究. I. フィリピン稲と日本稲との交雑による育成系統と日本稲との正逆交雑の F<sub>1</sub> の稔性. 育種, **12**(2): 81-84.

- 85) ——— (1962): 籾の遠縁品種における細胞質的不稔性に関する研究. II. 細胞質的不稔性に関する日本籾核内遺伝子の分析. 育種, 12(3): 166-168.
- 86) 小室英夫 (1922): いねの多胚植物. 植種, 36(421): 23-24.
- 87) KONDO, M. (1927): Ueber die Ergebnisse der Pedigree Zucht der Semisterilen Reispflanzen. Bericht. Ohara Inst. f. Landwirt. Forsch. 3(3): 276-289.
- 88) 近藤万太郎・藤本隅木 (1927): 畸型籾の一例“曲玉籾”に就て. 大日本農会報, No. 558: 1-5.
- 89) ———・一色重夫 (1933): 畸型籾二種の出現並に其遺伝に就て. 農学研究, 20: 135-153.
- 90) 近藤頼己 (1942): コルヒチン処理による籾ポリプロイドの誘発. 農業及園芸, 17(2): 209-211.
- 91) 近藤 晃 (1962): 栽培籾品種間雑種の形質分離様式から帰納される染色体接合. 育種学最近の進歩 4: 15-25.
- 92) KORAH, M. (1958): Two rare chromosomal abnormalities in *Oryza sativa* L. induced by X-rays. Phyton, 11: 97-101.
- 93) KUANG, H. H. (1951): Studies on rice cytology and genetics as well as breeding work in China. Agron. J. 43(8): 387-397.
- 94) ———, D. S. TU and Y. H. CHANG (1943): Genetical studies on the polyhusks in cultivated rice (*Oryza sativa* L.). J. Sci. Agric. 1: 125. (Plant Breeding Abs. 15: 1019. 1945).
- 95) ———, Y. H. CHANG and D. S. TU (1946): Studies on the variation of polyhusks in cultivated rice (*Oryza sativa* L.) J. Genet. 47(3): 260-271.
- 96) ———, and D. S. TU (1949): Studies on the fertile percentage in varietal crosses of rice hybrids. Agron. J. 41(5): 195-199.
- 97) KUDO, A. and T. KATAYAMA (1965): On so-called secondary association in rice plants. II. Statistical analysis. Jap. J. Genet. 40(1): 33-44.
- 98) KUWADA, Y. (1910): A cytological study of *Oryza sativa* L. Bot. Mag. 24(287): 267-281.
- 99) 真島勇雄 (1952): 四倍体イネの不稔原因に関する考察. 育種, 1(3): 179-188.
- 100) MASHIMA, I. and H. UCHIYAMADA (1955): Mechanism of recovery of fertility in autotetraploid rice. Jap. J. Breed. 5(3): 163-166.
- 101) 真島勇雄・佐藤尚雄・内山田博士 (1958): 籾における品種雑種不稔と四倍体不稔との相関. 育種, 7(3): 141-144.
- 102) MISRA, R. N. and S. V. S. SHASTRY. (1969): Desynapsis and intragenomic differentiation in cultivated species of *Oryza*. Cytologia 34(1): 1-5.
- 103) MISRO, B., R. H. RICHHARIA 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.
- 104) 宮沢文吾 (1930): 水稲半稔性一種の遺伝. 遺種, 5(3, 4): 131-133.
- 105) MIYAZAWA, B. (1932): On the two cases of semi-sterility. Bull. Miyazaki Coll. Agric. and Forestry 4: 193-197.
- 106) 宮沢文吾 (1935): 籾の突然変異に関する研究. 宮崎高農学術報告 7, pp. 110.
- 107) MIZUSHIMA, U. and A. KONDO (1959): Structural difference of chromosomes between a Japanese and an Indian varieties proved by anomalous mode of segregation in apical anthocyanin pigmentation in their hybrids. Tohoku J. Agr. Res. 10(3): 241-261.
- 108) 森宏一・木下俊郎・高橋萬石衛門 (1973): 九州大学が保有せる形態的突然変異形質の関与遺伝子の示す連鎖関係—籾の交雑に関する研究, 第LV報—北大農邦文紀要, 8(4): 377-385.
- 109) ——— (1973): 遠縁籾間交雑における胚乳の縮硬性に関する分離の歪みとその原因—籾の交雑に関する研究, 第LVIII報—北大農邦文紀要, 9(1): 74-86.
- 110) MORINAGA, T. (1931): Preliminary report on the haploid plant of rice, *Oryza sativa* L. Proc. Imp. Acad. Japan, 7(10): 383-384.
- 111) ——— (1932): Some observations on the microsporogenesis of the haploid plant of rice. Proc. Imp. Acad. Japan, 8(8): 403-405.
- 112) 盛永俊太郎 (1939): 籾の細胞遺伝学. 植物及動物, 7: 179.
- 113) ——— (1951): 同質四倍体の植物ではどう遺伝するか. 染色体, 9-10: 348-355.
- 114) MORINAGA, T. and E. FUKUSHIMA (1934): Cytogenetical studies on *Oryza sativa* L. I. Studies on the haploid plant of *Oryza sativa* L. Jap. J. Bot., 7(1-2): 73-106.
- 115) ——— and ——— (1935): Cytogenetical studies on *Oryza sativa* L. II. Spontaneous autotriploid mutants in *Oryza sativa* L. Jap. J. Bot. 7(3-4): 207-225.
- 116) ——— and ——— (1937): Cytogenetical studies on *Oryza sativa* L. III. Spontaneous autotetraploid mutants in *Oryza sativa* L. Jap.

- J. Bot. 9(1): 71-94.
- 117) 盛永俊太郎・田尻竜彦 (1941): 多粒稲の遺伝と一般籾の発芽機構. 遺雜, 17(2): 57-62.
- 118) ———・永松士巳 (1942): 稲に於ける連関の研究. 遺雜, 18(4): 197-200.
- 119) ———・栗山英雄・青木政春 (1942): Haploidより生じた diploid 稲に於ける不稔極矮性突然変異. 遺雜, 18(6): 297-304.
- 120) ———・福島栄二 (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.
- 121) ———・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関. 遺雜, 23(1,4): 33-34.
- 122) ———・———— (1949): 稲の同質四倍体に於ける遺伝. 遺雜, 24(1,2): 36-38.
- 123) ———・———— (1950): 偶発不稔稲の後代において認められた structural hybrids. 遺雜, 25(1,2): 26-27.
- 124) NAGAI, I. (1926): Studies on the mutations in *Oryza sativa* L. I. On the staminoidal sterile and roll-leaved fertile mutants. Jap. J. Bot. 3(2): 25-53.
- 125) ——— (1926): Studies on the mutations in *Oryza sativa* L. II. Awned sterile compact-panicked and dwarf mutants. Jap. J. Bot. 3(2): 55-66.
- 126) ——— (1926): Studies on the mutations in *Oryza sativa* L. III. On paleaceous sterile mutants. Jap. J. Bot. 3(2): 67-84.
- 127) ——— (1926): Studies on the mutations in *Oryza sativa* L. IV. On a case of partial sterility. Jap. J. Bot. 3(2): 85-96.
- 128) ——— (1958): Japonica Rice: Its Breeding and Culture. Yokendo, Tokyo. pp. 843.
- 129) NAGAMATSU, T. (1955): Effects of the atomic bomb explosion on some crop plants, with special reference to the genetics and cytology of a mutant rice (*Oryza sativa* L.) in Nagasaki. Proc. Internatl. Conf. Peaceful Uses Atomic Energy, Geneva 629-642, 3 pl.
- 130) 永松士巳・大村 武 (1958): イネの亜種間雜種から育成された新型系統の両親に対する交雜親和性. 育雜, 8(1): 13-16.
- 131) NAGAMATSU, T. and T. OMURA (1962): Linkage study of the genes belonging to the first chromosome in rice. Jap. J. Breed. 12(4): 231-236.
- 132) 長尾正人 (1935): 稲の遺伝と育種. 養賢堂・東京 pp. 219.
- 133) NAGAO, S. (1951): Genic analysis and linkage relationship of characters in rice. Advn. Genet. 4: 181-212.
- 134) 長尾正人・星加 賀美 (1938): 一種の開穎不稔稲に就て. 農業及園芸, 13(2): 521-530.
- 135) NAGAO, S., M. TAKAHASHI and T. KINOSHITA (1960): Genetical studies on rice plant. XXV. Inheritance of three morphological characters, pubescence of leaves and floral glumes, and deformation of empty glumes. J. Fac. Agr., Hokkaido Univ., 51(2): 299-314.
- 136) 長尾正人・高橋萬右衛門 (1954): 稲の交雜に関する研究. 第 XVIII 報, 開花受精稲に関する二, 三の觀察. 育雜, 4(5): 135-139.
- 137) NAGAO, S. and M. TAKAHASHI (1963): Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 53(1): 72-130.
- 138) ———, ——— and T. KINOSHITA (1964): Present status of rice linkage studies and some intriguing associated problems. Genetical studies on rice plant, XXIX. J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 54(1): 29-41.
- 139) 中川原捷洋 (1976): 遺伝子の地理的分布からみた栽培イネの分化. 育種学最近の進歩, 17: 35-44.
- 140) NAKAGAHARA, M. (1972): Genetic mechanism on the distorted segregation of marker genes belonging to the eleventh linkage group in cultivated rice. Jap. J. Breed. 22(4): 232-238.
- 141) ———, T. OMURA and N. IWATA (1972): Gametophyte genes and their loci on the eleventh linkage group of cultivated rice. Jap. J. Breed. 22(6): 305-312.
- 142) ———, T. AKIHAMA and N. IWATA (1976): Directional change of quantitative characters in trisomics. Studies on the trisomics in rice plants (*Oryza sativa* L.) II. Jap. J. Breed. 26(1): 51-58.
- 143) NAKAMORI, E. (1932): On the appearance of the triploid plant of rice, *Oryza sativa* L. Proc. Imp. Acad. Japan, 8(10): 528-529.
- 144) ——— (1933): On the occurrence of the tetraploid plant of rice, *Oryza sativa* L. Proc. Imp. Acad. Japan, 9(7): 340-341.
- 145) 中森栄一 (1934): 稲の突然変異「複粒型」に就て. 農業及園芸, 9(3): 759-760.
- 146) ——— (1949): 稲における数型の trisomic 植物. 育種研究, 3: 47-50.
- 147) 中村誠助 (1931): 二種の不稔稲の細胞学的觀察.

- 日作紀, 3: 259-265.
- 148) ——— (1933): 稲に於けるハプロイド植物. 遺種, 8(4): 223-227.
- 149) 中務哲男 (1942): 穎花を有しない畸型稲. 農業及園芸, 17(10): 1285-1286.
- 150) NANDI, H. K. (1936): The chromosome morphology, secondary association and origin of cultivated rice. J. Genet. 33(2): 315-336.
- 151) NAYAR, N. M. (1973): Origin and cytogenetics of rice. Advn. Genet. 17: 153-292.
- 152) ——— and P. J. JACHUCK (1968): Beaked palea, a chemically induced mutant character in rice. Curr. Sci. 37: 445-446.
- 153) NIIZEKI, H. and K. OONO (1968): Induction of haploid rice plant from anther culture. Proc. Jap. Acad. 44(6): 554-557.
- 154) NISHI, T. and S. MITSUOKA (1969): Occurrence of various ploidy plants from anther and ovary culture of rice plant. Jap. J. Genet. 44(6): 341-346.
- 155) NISHIMURA, Y. (1957): Genetic and cytological studies on the progeny of rice plants exposed to the atomic bomb as well as those irradiated by X-rays. Proc. Internatl. Genet. Symp., Tokyo: 265-270.
- 156) ——— (1961): Studies on the reciprocal translocations in rice and barley. Bull. Natl. Inst. Agr. Sci. Ser. D9: 171-235.
- 157) 西村米八 (1962): 人為転座利用による遺伝子分析. 育種学最近の進歩, 4: 26-33.
- 158) ———・倉上秀雄 (1952): X線処理による水稻の突然変異. 育種, 2(2): 65-71.
- 159) 西山岩男 (1976): イネの冷害, 穂ばらみ期不稔の発生機構. 化学と生物, 14(7): 479-486.
- 160) 岡 彦一 (1953): 栽培稲における品種間雑種不稔性の機構. 栽培稲の系統発生的分化 (第6報) 育種, 2(4): 217-224.
- 161) ——— (1953): 四倍体稲の研究. 第1報, 稲のホルヒチン処理の方法, 遺種, 28(5,6): 227-232.
- 162) ——— (1954): 四倍体稲の研究. 第2報, 四倍体稲の個体間変異, 遺種, 29(1): 18-25.
- 163) ——— (1954): 雑種不稔性に依る稲品種の分類. 第2報, 栽培稲の系統発生的分化, 育種, 3(3,4): 1-6.
- 164) ——— (1954): 四倍体稲の研究. 第3報, 四倍体稲品種間の各種形質の変異, 遺種, 29(2): 53-67.
- 165) ——— (1954): 四倍体稲の研究. 第4報, 稲四倍体品種間のF<sub>1</sub>雑種, 遺種, 29(3): 101-108.
- 166) OKA, H. I. (1955): Studies on tetraploid rice. VI. Fertility variation and segregation ratios for several characters in tetraploid of rice, *Oryza sativa*, L. Cytologia 20(3): 258-266.
- 167) ——— (1957): Phylogenetic differentiation of cultivated rice. XV. Complementary lethal genes in rice. Jap. J. Genet. 32(3): 83-87.
- 168) ——— (1958): Intervarietal variation and classification of cultivated rice. Indian J. Genet. Pl. Breed, 18: 79-89.
- 169) 岡 彦一 (1962): 栽培稲における雑種不稔性の機構. 育種学最近の進歩, 4: 34-43.
- 170) OKA, H. I. (1964): Considerations on the genetic basis of intervarietal sterility in *Oryza sativa*. Symp. Rice Genet. Cytogenet. Internatl. Rice Res. Inst. (1963): 158-174. Elsevier, Amsterdam.
- 171) ——— (1974): Analysis of genes controlling F<sub>1</sub> sterility in rice by the use of isogenic lines. Genetics, 77: 521-534.
- 172) ———, T. T. CHANG and M. S. HONG Reciprocal translocation in rice (a preliminary note). Jap. J. Genet. 28(2): 87-91.
- 173) 岡 彦一・謝順景・黄真生 (1954): 四倍体稲の研究. 第5報, 稲四倍体品種及び品種間雑種に於ける染色体の行動, 遺種, 29(5,6): 205-214.
- 174) OKA, H. I. and Y. DOIDA (1962): Phylogenetic differentiation of cultivated rice, XX. Analysis of the genetic basis of hybrid breakdown in rice. Jap. J. Genet. 37(1): 24-35.
- 175) 大野清春 (1975): イネの薬培養による半数体の作出とその育種の利用. 農技研報, D26: 139-222.
- 176) OSADA, A., V. SASIPRAPA, M. RAHONG, S. DHAMMANUVONG and H. CHAKRABANDHU: (1973): Abnormal occurrence of empty grains of *Indica* rice plants in the dry, hot season in Thailand. Proc. Crop Sci. Soc. 42(1): 103-109.
- 177) PARNELL, F. R., G. N. RANGASWAMY AY-YENGAR and K. RAMIAH (1917): Inheritance of characters in rice I. Mem. Dep. Agr. Ind. Bot. Ser. 9: 75-105.
- 178) PARTHASARATHY N. (1935): The inheritance of multiple pistils in rice. Proc. Assoc. Econ. Biol. Coimbatore. 3: 32-41.
- 179) ——— (1938a): Cytogenetical studies in *Oryzaceae* and *Phalarideae*. I. Cytogenetics of some X-ray derivatives in rice (*Oryza sativa* L.). J. Genet. 37(1): 1-40.
- 180) ——— (1938b): Cytological studies in *Ory-*

- zcae* and Phalarideae II. Further studies in *Oryza*. *Cytologia* **9**(2-3): 307-318.
- 181) PAVITHRAN, K. and C. MOHANDAS (1976): Genetics of male sterility in rice. *J. Hered.* **67**(6): 352.
- 182) Proceedings of the Symposium on Rice Genetics and Cytogenetics (1964): Rice Genetics and Cytogenetics. Elsevier Publishing Company Amsterdam pp. 274.
- 183) RAJ, A. Y., A. S. RAJ and G. RAO. (1972): Mutagenic studies of gamma rays on *Oryza sativa* L. *Cytologia* **37**(3): 469-477.
- 184) RAMANUJAM, S. (1935): Male sterility in rice. *Madras Agr. J.* **23**: 190.
- 185) ——— (1937): Cytogenetical studies in the *Oryzaeae*. II. Cytogenetical behaviour of an autotriploid in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Genet.* **35**(2): 183-221.
- 186) ——— and N. PARTHASARATHY (1935): An asynaptic mutant in rice. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B.* **2**: 80-87.
- 187) RAMIAH, K., S. JOBITHRAJ and S. D. MUDALIAR (1931): Inheritance of characters in rice. Part IV. *Mem. Dept. Agr. Ind. Bot. Ser.* **18**: 229-259.
- 188) ———, N. PARTHASARATHY and S. RAMANUJAM (1932): Haploid plants in rice. *Curr. Sci.* **1**: 277.
- 189) ———, ——— and ——— (1933): Triploid mutation in rice. *Curr. Sci.* **2**: 170-172.
- 190) ———, ——— and ——— (1935): Polyembryony in rice. *Indian J. Agr. Sci.* **5**: 119-124.
- 191) ——— and M. B. V. N. RAO (1953): Rice Breeding and Genetics. *Ind. Council Agr. Res. Sci. Monogs.*, **19**: 360 pp.
- 192) 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.
- 193) RAO, G. M. and M. V. REDDI (1971): Chromosomal association and meiotic behaviour of a triploid rice (*Oryza sativa* L.). *Cytologia* **36**(3): 509-514.
- 194) RAZZAQUE, C. A. (1974): Genetics of male sterility in rice. *Indian J. Genet. Pl. Breed.* **34**(3): 303-308.
- 195) ——— (1974): A female sterile variant in rice. *Indian J. Genet. and Pl. Breed.* **34**(4):
- 196) REDDI, V. R. and T. V. V. SEETHARAMI REDDI (1977): Chromosome pairing at pachytene and meiosis in autotetraploid rice. *Cytologia* **42**(2): 189-196.
- 197) 酒井寛一 (1935): イネの染色体研究. I. 減数分裂染色体の二次接合, 遺雜, **11**(3): 145-156.
- 198) ——— (1949): 冷害におけるイネ不稔性の細胞組織学的並に育種学的研究. 特に低温によるタペート肥大に関する実験的研究, 北農試報告, **43**: 1-46.
- 199) ———・島崎佳郎 (1948): イネ“タペート肥大”の遺伝 (予報) (イネの耐冷性育種への資料). 寒地農学, **2**: 93-95.
- 200) SAMPATH, S. (1964): The significance of hybrid sterility in rice. *Symp. Rice Genet. Cytogenet., Internatl. Rice Res. Inst.* (1963): 175-186. Elsevier, Amsterdam.
- 201) ——— and H. K. MOHANTY (1954): Cytology of semisterile rice hybrid. *Curr. Sci.* **23**: 182-183.
- 202) ——— and V. KRISHNASWAMY (1958): A chromosome deficient paddy type. *Curr. Sci.* **17**: 271-272.
- 203) SATAKE, T. (1976): Determination of the most sensitive stage to sterile-type cool injury in rice plants. *Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn.* **113**: 1-35.
- 204) 佐竹徹夫・吉田昌一 (1977): インディカ水稻の開花期の高温による不稔 (1), (2), (3). 日作紀, **46**, 別1: 215-220.
- 205) 佐藤茂俊・木下俊郎・高橋萬右衛門 (1973): 西村の相互転座系統利用による稲の連鎖分析, 稲の交雑に関する研究. 第 LIV 報, 北大農邦文紀要 **8**(4): 367-385.
- 206) ———・———— (1975): 稲の標識遺伝子型系統よりの相互転座系統の育成とそれを利用した連鎖分析. 稲の交雑に関する研究, 第 LXII 報, 北大農邦文紀要 **9**(2): 193
- 207) SEN, S. K. (1965): Cytogenetics of trisomics in rice. *Cytologia*, **30**(2): 229-238.
- 208) SESHU, D. V. and T. VENKATASWAMY (1958): A monosome in rice. *Madras Agr. J.* **45**: 311-314. (*Plant Breeding Abs.* **29**: 1575 1959).
- 209) SHAH, H. M., H. M. BEACHELL and I. M. ATKINS (1961): Morphological and cytological changes in Century patna 231 and Bluebonnet 50 rice resulting from X-ray and thermal neutron irradiation. *Crop Sci.* **1**(2): 97-102.
- 210) 赤藤克巳 (1950): 量的遺伝の研究 (第 5 報).

- a. 穂長の遺伝と其遺伝因子の量的支配係に関する研究.
- b. 2穂長遺伝因子とGI因子の量的支配係に就て. 育種研究, 4: 13-32.
- 211) SHASTRY, S. V. S. and K. RAMIAH (1961): Cytogenetical effects of X-rays, thermal neutrons and beta-particles in *Oryza sativa* L. Indian J. Genet. Pl. Breed. 21: 43-51.
- 212) ——— and R. N. MISRA (1961): Pachytene analysis in *japonica-indica* rice hybrids. Curr. Sci. 30: 70-71.
- 213) ——— and ——— (1961): Pachytene analysis in *Oryza* II. Sterility in *japonica-indica* hybrids. Chromosoma 12(2): 248-271.
- 214) 渋谷紀起 (1966): イネの部分雌性不稔性の研究. 育種, 16(3): 174-178.
- 215) ——— (1973): 稲の部分雌性不稔性の遺伝機構と関与遺伝子の耐冷性検定への利用に関する研究. 山形大紀要 (農学), 6(4): 571-625.
- 216) 志賀政敏 (1935): 陸稲に於けるトリプロイド植物の出現. 農業及園芸, 10(4): 1051-1052.
- 217) SHINJYO, C. (1969): Cytoplasmic-genetic male sterility in cultivated rice, *Oryza sativa* L. II. The inheritance of male sterility. Jap. J. Genet. 44(3): 149-156.
- 218) 新城長有 (1970): 栽培イネにおける細胞質的雌性不稔性の研究. 1. 雄性不稔と花粉稔性回復系統の育成経過および自然環境に対するそれらの安定性. 琉大農学術報告, 17: 261-272.
- 219) SHINJYO, C. (1975): Genetical studies of cytoplasmic male sterility and fertility restoration in rice, *Oryza sativa* L. Sci. Bull. Coll. Agr. Univ. Ryukyus, 22: 1-57.
- 220) 新城長有・西銘竜蔵・渡辺好郎 (1974): Lead Rice 細胞質中における稔性回復遺伝子  $Rf_x$  と  $Rf$  の遺伝 (予報). 育種, 24 別1: 130-131.
- 221) SORIANO, J. D. (1959): X-ray-induced reciprocal translocations and chlorophyll mutations in rice. Bot. Gaz. 120(3): 162-165.
- 222) 杉本重雄 (1921): 稲に於ける畸型発生の実例. 遺種, 2(1): 71-75.
- 223) 田畑久雄・栗山英雄 (1949): コルヒチンに依る稲の染色体倍加. 遺種, 24(3-4): 90-93.
- 224) 高橋萬右衛門 (1950): 稲に見出された数種の突然変異の性状とその遺伝に就いて. 稲の交雑に関する研究. 第X報, 育種研究, 4: 33-42.
- 225) ——— (1955): 稲の交雑に関する研究. 第XVII報, 四倍体稲の種子形成. 遺種, 30(2): 62-70.
- 226) ——— (1962): 日本稲と外国稲の遺伝子および連鎖群の同定. 育種学最近の進歩, 4: 3-14.
- 227) ——— (1977): イネの低温障害に関する育種学的研究. 特に発芽期と生殖生長期における耐冷性の遺伝解析 (稲の交雑に関する研究, 第LXV報) 北大農場研究報告, 20: 1-15.
- 228) ———・館 歩 (1951): 稲の新しい突然変異体「密粒不稔稲」に就いて—長尾・高橋: 稲の交雑に関する研究 XI—. 育種, 1(2): 119-124.
- 229) ———・木下俊郎 (1968): 稲連鎖地図の現況, 稲の交雑に関する研究. 第XXXI報, 北大農附属農場報告, 16: 33-41.
- 230) TAKAHASHI, M., T. KINOSHITA and K. TAKEDA (1968): Character expressions and causal genes of some mutants in rice plant (Genetical studies on rice plant, XXXII). J. Fac. Agr., Hokkaido Univ. 55(4): 496-512.
- 231) ——— and K. MORIMURA (1968): Preliminary report on the inheritance of clustering habit of spikelets in rice plant —Genetical studies on rice plant XXXIV—. J. Fac. Agr., Hokkaido Univ. 56(1): 67-77.
- 232) 武岡洋治・清水正治 (1973): イネ小穂の貫生化に関する研究. 第1報, X線突然変異系統の小穂における貫生の外部形態, 日作紀, 42(4): 513-519.
- 233) ———・——— (1973): イネ小穂の貫生化に関する研究. 第2報, X線突然変異系統の小穂における貫生構造, 日作紀, 42(4): 520-526.
- 234) ———・——— (1973): イネの小穂の貫生化に関する研究. 第3報, エチレンイミンによる突然変異系統の小穂にみられる貫生の外部形態. 日作紀, 43(2): 252-260.
- 235) ———・——— (1974): イネ小穂の貫生化に関する研究. 第4報, 貫生化小穂における組織, 器官形成 (その1), 日作紀, 43(3): 445-452.
- 236) ———・———・畔柳千枝子 (1974): イネ小穂の貫生化に関する研究. 第5報, X線突然変異系統における貫生形態の季節的变化, 日作紀, 43(4): 523-530.
- 237) 竹崎嘉徳 (1932): 二, 三の不稔性水稻の遺伝 (I). 1. 花粉不稔稲 (SA), 農業及園芸, 7(3): 387-397.
- 238) ——— (1932): 二, 三の不稔性水稻の遺伝 (II). II. 部分不稔稲1「HL」, 農業及園芸, 7(12): 2255-2267.
- 239) ——— (1933): 二, 三の不稔性水稻の遺伝 (III). II. 部分不稔稲「SS」, 農業及園芸, 8(3): 687-706.
- 240) ——— (1932): 粗粒稲の遺伝. 遺種, 8(1): 49-63.
- 241) 寺尾 博 (1921): 稲に於ける半稔性の突然変異及びその遺伝現象. 遺種, 1(1): 45-54.

- 242) TERAU, H. and U. MIZUSHIMA (1939): Some considerations on the classification of *Oryza sativa* L. into two subspecies, so-called 'Japonica' and 'Indica'. Jap. J. Bot. **10**(3): 213-258.
- 243) 寺尾 博・大谷義雄・白木 実・山崎正枝 (1940): 水稻冷害の生理学的研究(予報). II, 幼穂發育上の各期に於ける低温障害. 日作紀, **12**(3): 177-202.
- 244) ———・—————・土井弥太郎・泉 洋一 (1942): 水稻冷害の生理学的研究(予報). VIII, 挿秧より出穂に至る各期よりの各種低温の幼穂分化・出穂・稔実に及ぼす影響, 日作紀, **13**(3,4): 317-336.
- 245) THAKUR, R. and R. P. ROY (1975): Linkage studies in *Indica* rice, *Oryza sativa* L. Euphytica **24**(3): 511-516.
- 246) 鳥山国土・蓬原雄三 (1960): 水稻における耐冷性の遺伝と選抜に関する研究. 1. 耐冷性の遺伝分析, 育種, **10**(3): 143-152.
- 247) 内田音四郎 (1951): 米麦突然変異種の数々(2). 農業及園芸, **22**(2): 122-126.
- 248) VILAWAN, S., E. A. SIDDIQI, K. PALANICHAMY and V. P. SINGH (1973): Cytogenetics of induced semisterile mutants of rice variety Taichung (native) 1. Indian J. Genet. Pl. Breed. **33**(3): 380-388.
- 249) WATANABE, Y. (1974): Meiotic chromosome behaviours of auto-pentaploid rice plant derived from anther culture. Cytologia, **39**(2): 283-288.
- 250) 渡辺好郎・坂口 進・工藤政明 (1968): ビルマ稲 Lead Rice の細胞質を有する雌性不稔稲について. 育種, **18**別2: 77-78.
- 251) WATANABE, Y., S. ONO, Y. MUKAI and Y. KOGA (1969): Genetic and cytogenetic studies on the trisomic plants of rice, *Oryza sativa* L. Jap. J. Breed. **19**(1): 12-18.
- 252) 渡辺好郎・古賀義昭 (1975): 栽培イネとその野生近縁種の細胞遺伝学的研究. 第II報, 栽培イネ (*Oryza sativa* L.) のトリソミック植物に関する遺伝学的ならびに細胞遺伝学的研究. 農技研報, **D26**: 91-138.
- 253) WU, H. K., S. C. KWAN and H. W. LI (1964): A preliminary note on the pachytene analysis of *japonica* × *indica* hybrids. Symp. Rice Genet Cytogenet. Internatl. Rice Res. Inst. (1963): 187-188. Elsevier, Amsterdam.
- 254) 藪野友三郎 (1974): *Oryza sativa* (アケボノ) × *O. glaberrima* (W 0440) の核置換系統の戻し交雑後代における蒴裂開に及ぼす細胞質的作用. 育種, **24**別1: 132-133.
- 255) ——— (1976): *Oryza sativa* (アケボノ) × *O. glaberrima* (W 0440) の核置換系統の稔性回復遺伝子. 育種, **26**別1: 144-145.
- 256) YAMAGUCHI, H. and A. ANDO (1959): Radio-sensitivity of gamma-irradiated autotetraploid in rice. Jap. J. Breed. **9**(2,3): 169-172.
- 257) 山口彦之 (1963): 雑種不稔性による日本陸稲在来品種の分類. 育種, **13**(4): 217-223.
- 258) YAMAGUCHI, H. (1974): Mutations with gamma irradiation on dormant seeds of a partially asynaptic strain in rice. Jap. J. Genet. **49**(2): 81-85.
- 259) YAO, S. Y., M. T. HENDERSON and N. E. JODON (1958): Cryptic structural hybridity as a probable cause of sterility in inter-varietal hybrids of cultivated rice, *Oryza sativa* L. Cytologia, **23**(1): 46-55.
- 260) YASUI, K. (1941): Diploid-bud formation in a haploid *Oryza* with some remarks on the behaviour of nucleolus in mitosis. Cytologia **11**(4): 515-525.
- 261) 横尾政雄 (1976): イネの *indica* × *japonica* 戻し交雑系統にみられた雌性不稔. 育種, **26**別2: 117-118.
- 262) 柚木 正・増山義克 (1944): Autotriploid 稲の後代調査. 九大農学芸雑誌, **11**(2,3): 182-216.

### Summary

A high sterile mutant, 'long hull sterile' was discovered in a population of the variety 'Sorachi'. This mutant form was characterized by leaf-like transformation of the lemma and palea and various malformities of floral organs.

The spikelet has elongated palea and lemma lacking an occlusion. Although the palea is usually longer than the lemma, one of them is lacking in some spikelets, while the empty glumes undergo normal development. In the winter season, the mutant produces spikelets which transform to vegetative proliferations composed of many leafy glumes without a pistil and stamens.

As to the description of the abnormalities, it was noted that lodicules, stamens, pistils and ovaries were overdeveloped, while deformation and fusion of floral organs and spikelets showed a remarkable appearance. Considerable abnormali-

ties occurred in the ovules may be the cause of the sterility although the pollen grains were functional.

Genetically the mutant form was controlled by a single recessive gene, *lhs*. The linkage analysis indicated that the gene, *lhs* belongs to the 11th linkage group in the order of  $gl_1-Hl-lhs$ . In

addition, the floral structure promoted out-crossing showing 59% in maximum in the  $F_3$  lines bred true to the 'long hull sterile' type.

The authors tabulated the nature and inheritance modes of genes on the sterilities and aberrant glumes as a reference for genetical studies.