



Title	稲の枝稃毛及び葉毛の遺伝子構成補遺 : 稲の交雑に関する研究 第X X X II報
Author(s)	木下, 俊郎; KINOSHITA, Toshiro; 高橋, 萬右門衛門 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 6(3), 364-370
Issue Date	1968
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11770
Type	departmental bulletin paper
File Information	6(3)_p364-370.pdf



稲の稈毛及び葉毛の遺伝子構成補遺

稲の交雑に関する研究 第XXXII報¹⁾

木下俊郎・高橋萬右衛門

(北海道大学農学部育種学教室)

Supplemental report on genes responsible for pubescence
of glumes and leaves in rice plant.

Genetical Studies on Rice Plant, XXXII.

By

Toshiro KINOSHITA and Man-emon TAKAHASHI

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

(Received December 11, 1967)

稲の稈毛及び葉毛はその長短及び着生密度につき多様な変異を示す。著者等は前報(第XXV報)に於いて、外国稲品種 E-43 Garumbalay, E-44 Pirurutong 及び E-45 Betong にみられる稈毛並びに葉毛の特殊な形質表現に関し、その遺伝様式を調べ、*gl*, *Hla*, *Hlb* 及び *Hg* なる4対の遺伝子が関与していることを報告した(NAGAO, TAKAHASHI and KINOSHITA 1960)。

その後、これらの外国稲品種と日本稲との交雑後代から選抜、育成を重ねて特殊形質保有の系統数を増した。それらを対象に正常型との交雑や系統間の交雑を通じて関係する形質表現とその遺伝子型を確かめ、遺伝子間の連鎖独立関係をも明らかにしたので、ここに稈毛及び葉毛に関する遺伝子分析の追補として報告する。

実験材料及び方法

稈毛及び葉毛に関する特殊な形質表現を示す系統(以後、特殊形質系統と略称)とその推定遺伝子型、並びにその系統が由来した交雑組合せは第1表の如くである。

特殊形質系統はまず正常型系統との検定交雑により、その遺伝子型が確かめられた。ついて特殊形質系統間の交雑を試み、その F_1 及び F_2 を通じて、さきの遺伝子分析結果を追証すると共に関係遺伝子の連鎖分析を行なった。実験材料は北海道大学農学部附属農場実験圃場に於いて、通常の耕種栽培法の下に養成せられた。遺伝子間の組換え価の算出は IMMER 氏の乗積比法によっている。

実験結果

I. 特殊形質系統と正常型系統間の交雑

a. 長稈毛型×正常型

稈毛と葉耳の毛が長く(2乃至3mm)、着生密度の高い、いわゆる長稈毛型は優性の単遺伝子(*Hg*)支配であると予測されていたことは、今回の検定交雑の結果からも再び明らかにされた(第2表)。

b. 無毛型×正常型

稈毛及び葉毛を欠く無毛型の遺伝に関しては単純劣性の遺伝子(*gl*)による場合と2遺伝子の分離とみなすべき場合のあることが報告されている(RAMIAH and RAO 1953, JODON 1955, NAGAO, TAKAHASHI and KINOSHITA 1960)。今回の検定交雑の結果によると無毛型はやはり前回と同じく、単純劣性の遺伝子による形質であった(第3表)。

c. 長葉毛密生型×正常型

短葉毛密生型に属する E-44 Pirurutong に日本稲の正常型を交雑して得られた後代から分離し、それを固定せしめた長葉毛密生型に対して著者らはさきに、2対の補足遺伝子 *Hla*, *Hlb* の存在を推定していた。正常型系統と長葉毛密生型系統の検定交雑の結果によれば、 F_1 では例外なく長葉毛密生型が優性を示し、 F_2 では、長葉毛密生型:正常型を3:1の比に分離する場合と、9:7の比に分離する場合とがあった。このことは長葉毛密生型の遺伝子型がやはり *Hla*, *Hlb* の2対であることと一致

1) 北海道大学農学部育種学教室業績

Table 1. List of genetic stocks in which the characters were transferred from foreign varieties.

Stock No.	Source	Pubescence		Estimated genotype
		Glumes	Leaves	
H-125	A-12×E-45	shaggy	medium pubescent	$Hg + \begin{matrix} Hla + \\ + \\ + \\ Hlb \end{matrix}$
H-126	N-45×E-45	do	do	do
H-127	do	do	do	do
H- 90	A-38×E-43	nearly glabrous	glabrous	$+ gl \begin{matrix} Hla + \\ + \\ + \\ Hlb \end{matrix}$
H- 92	do	do	do	do
H-121	A-13×E-44	do	do	do
H-122	do	do	do	do
H-164	do	do	do	do
H-115	A- 5×E-44	medium pubescent	thick pubescent with long hairs	$+ + Hla Hlb$
H-120	A-13×E-44	do	do	do
H-156	do	do	do	do
H-112	A- 5×E-44	nearly glabrous	thick pubescent with short hairs	$+ gl Hla Hlb$
H-150	A-13×E-44	do	do	do
H-165	N-45×E-44	do	do	do

Name of strains :

A-5 Akamuro, A-12 Bunketsu-waito, A-13 Chabo, A-58 Kokushokuto-2, N-45 "multiple marker", E-43 Garumbalay, E-44 Pirurutong, E-45 Betong.

Table 2. F₂ segregation in crosses between the shaggy and the normal medium pubescent glume types.

Phenotype glumes	Genotype	Cross combinations		
		H-25×H-127	H-126×H-79	H-84×H-127
shaggy	Hg	293	257	290
medium pub.	$+$	98	81	99
Total		391	338	389
Goodness of fit (3:1)	χ^2 P	0.85 0.3-0.5	0.19 0.7-0.8	0.01 0.9-0.95

Table 3. F₂ segregation in crosses between the glabrous and the normal medium pubescent leaf blade.

Phenotype		Genotype	Cross combinations		
floral glumes	leaves		A-96×H-122	H-75×H-121	A-5×H-121
medium pub.	medium pub.	$+$	282	400	212
nearly glabrous	glabrous	gl	97	128	61
Total			379	528	273
Goodness of fit (3:1)		χ^2 P	0.07 0.7-0.8	0.16 0.5-0.7	1.03 0.3-0.5

Table 4. F₂ segregation in crosses between the thick pubescent with long hairs and the normal medium pubescent leaf blade.

Phenotype		Genotype	Cross combi. H-75×H-120
floral glumes	leaves		
medium pub.	thick pub. (long)	<i>Hla Hlb</i>	400
medium pub.	medium pub.	+ <i>Hlb</i>	130
Total			530
Goodness of fit (3:1)		χ^2 <i>P</i>	0.06 0.8-0.9

Phenotype		Genotype	Cross combi. N-46×H-120
floral glumes	leaves		
medium pub.	thick pub. (long)	<i>Hla Hlb</i>	160
medium pub.	medium pub.	<i>Hla</i> + + + + <i>Hlb</i>	134
Total			294
Goodness of fit (9:7)		χ^2 <i>P</i>	0.40 0.5-0.7

し正常型には *Hla*+, ++, 或いは +*Hlb* の3種の遺伝子型が含まれている事を意味するといつてよい (第4表)。

d. 短葉毛密生型×正常型

E-44 Pirurutong と同一の表現型を有する H-150 と

Table 5. F₂ segregation in crosses between the thick pubescent with short hairs and the normal medium pubescent leaf blade.

Phenotype		Genotype	Cross combi. H-39×H-150
floral glumes	leaves		
medium pub.	thick pub. (long)	+ <i>Hla Hlb</i>	79 (89.0)*
nearly glabrous	thick pub. (short)	<i>gl Hla Hlb</i>	34 (29.7)
medium pub.	medium pub.	<i>Hla</i> + + + + <i>Hlb</i>	77 (69.2)
nearly glabrous	glabrous	<i>gl</i> + + + + <i>Hlb</i>	21 (23.1)
Total			211
Goodness of fit (27:9:21:7)		χ^2 <i>P</i>	2.82 0.3-0.5

* Theoretical numbers.

正常型 H-39 の交雑の F₁ は長葉毛密生型となり、F₂ の分離比は両親の遺伝子型をそれぞれ *gl*, *Hla*, *Hlb* 及び +++ と看做した場合に期待される長葉毛:短葉毛:正常:無毛=27:9:21:7 の比に近い (第5表)。なお短葉毛密生型は同時に稈毛を殆んど欠く型であった。

II. 特殊形質系統間の交雑

a. 長稈毛型×無毛型

長稈毛型に関する遺伝子 *Hg* と無毛遺伝子 *gl* が対立関係にあるか否かは一つの興味を中心である。この点を

Table 6. F₂ segregation in crosses between the shaggy and glabrous glume types.

Phenotype		Genotype	Cross combinations		
floral glumes	leaves		H-92×H-126	H-127×H-122	H-90×H-127
shaggy	medium pub.	<i>Hg</i> +	157 (170.6)*	173 (178.3)	269 (264.9)
shaggy	glabrous	<i>Hg gl</i>	40 (42.4)	59 (49.7)	70 (69.6)
medium pub.	medium pub.	+ +	52 (42.4)	44 (49.7)	67 (69.6)
nearly glabrous	glabrous	+ <i>gl</i>	35 (28.6)	28 (26.3)	40 (41.9)
Total			284	304	446
Goodness of fit		χ^2 <i>P</i>	4.83 0.1-0.2	2.66 0.3-0.5	0.25 0.95-0.98
Recombination value			36.5%	41.2%	38.7%

* Theoretical numbers by each recombination value.

調べるために、両型の間で交雑を行なってみた。F₁は長稈毛型となり、F₂では両親の型のほかに、正常型を折出すと共に稈の先端部に長毛をわずかに生じ、しかも葉毛を欠くところの新型が現われ、合計4つの型が分離した。このことから、*Hg* と *gl* は明らかに対立関係にないといえる。しかし、この4型の出現頻度は両遺伝子が独立というより連鎖している場合に適合し、第6表に示す如く36.5~41.2%の組換え価が計算せられた。

b. 長稈毛型×長葉毛密生型

H-125 (長稈毛型)×H-115 (長葉毛型) の交雑の F₁ は稈毛が長く、しかも葉毛も長且つ密生の型であった。F₂ は両親の型、F₁ 型、正常型の4型に分類された。F₂ の分離は *Hg* 遺伝子と長葉毛に関する補足遺伝子の一つ (*Hla*) が独立関係にある場合に期待される 9:3:3:1 の比に良く適合した (第7表)。

Table 7. F₂ segregation in a cross between the shaggy glume type and the thick pubescent leaf blade with long hairs.

Phenotype		Genotype	Cross combi.
floral glumes	leaves		H-125×H-115
shaggy	thick pub. (long)	<i>Hg Hla Hlb</i>	307 (303.7)*
shaggy	medium pub.	<i>Hg + Hlb</i>	97 (101.3)
medium pub.	thick pub. (long)	+ <i>Hla Hlb</i>	100 (101.3)
medium pub.	medium pub.	+ + <i>Hlb</i>	36 (33.7)
Total			540
Goodness of fit (9:3:3:1)		χ^2 <i>P</i>	0.38 0.9-0.95

* Theoretical numbers.

c. 無毛型×長葉毛密生型

前節の検定交雑により、短葉毛密生型の遺伝子型は *gl, Hla, Hlb* であることがたしかめられた。従って無毛型と長葉毛密生型の交雑では、短葉毛密生型を生ずることが期待される。H-122 (無毛型)×H-120 (長葉毛型) なる交雑を試みたところ、その F₂ においては、長葉毛密生型:短葉毛密生型:正常型:無毛型が9:3:3:1の比に生じた。故に、無毛性遺伝子 *gl* は葉毛に関する *Hla* 及び *Hlb* 遺伝子とは独立の関係にある (第8表)。

d. 無毛型×短葉毛密生型

短葉毛密生型は稈毛を欠き、従って、*gl* 遺伝子を有する

Table 8. F₂ segregation in a cross between the thick pubescent leaf blade with long hairs and glabrous leaf blade.

Phenotype		Genotype	Cross combi.
floral glumes	leaves		H-122×H-120
medium pub.	thick pub. (long)	+ <i>Hla Hlb</i>	237 (229.5)*
nearly glabrous	thick pub. (short)	<i>gl Hla Hlb</i>	62 (76.5)
medium pub.	medium pub.	+ + <i>Hlb</i>	80 (76.5)
nearly glabrous	glabrous	<i>gl + Hlb</i>	29 (25.5)
Total			408
Goodness of fit (9:3:3:1)		χ^2 <i>P</i>	3.63 0.3-0.5

* Theoretical numbers.

Table 9. F₂ segregations in crosses between the thick pubescent leaf blade with short hairs and the glabrous leaf blade.

Phenotype		Genotype	Cross combi.
floral glumes	leaves		H-121×H-112
nearly glabrous	thick pub. (short)	<i>gl Hla Hlb</i>	200
nearly glabrous	glabrous	<i>gl + Hlb</i>	62
Total			262
Goodness of fit (3:1)		χ^2 <i>P</i>	0.25 0.5-0.7

Phenotype		Genotype	Cross combi.
floral glumes	leaves		H-164×H-165
nearly glabrous	thick pub. (short)	<i>gl Hla Hlb</i>	272
nearly glabrous	glabrous	<i>Hla + gl + + Hlb</i>	171
Total			443
Goodness of fit (9:7)		χ^2 <i>P</i>	4.72 0.02-0.05

とみなされる。無毛型×短葉毛密生型の交雑を行なうならば、*gl* 遺伝子の分離は起らずに、補足遺伝子の *Hla* 及び *Hlb* の分離のみが起るはずである。第9表にみられる如く、無毛型×短葉毛密生型の F₁ は短葉毛密生型で稈毛は無く、F₂ でも稈毛はすべて無毛型となったが、葉毛に関しては短毛密生型と無毛型の2型を生じた。その分離比は短毛:無毛が3:1の場合と9:7の場合にわけられる。このことは補足遺伝子 *Hla* 及び *Hlb* の分離

Table 10. Linkage relation between gene (*fs*) for fine striped seedling and gene (*Hla*), in coupling phase.

Phenotype		Genotype	Cross combi.
seedling	leaf hair		H-69×H-156
normal	thick pub. (long)	+ <i>Hla Hlb</i>	52 (55)*
normal	medium pub.	+ + <i>Hlb</i>	7 (8)
fine stripe	thick pub. (long)	<i>fs Hla Hlb</i>	10 (8)
fine stripe	medium pub.	<i>fs</i> + <i>Hlb</i>	15 (13)
Total			84
Goodness of fit		χ^2	1.09
		<i>P</i>	0.7-0.8
Recombination value			21.3%

* Theoretical numbers by the recombination value.

Table 11. The hair types of floral glume and leaf blade produced by gene combinations among *Hg*, *gl*, *Hla* and *Hlb*.

Characters	Phenotype		Genotype	Genetic stocks
	glume hair	leaf hair		
shaggy hairs of glumes	++	+	<i>Hg</i> + ^{<i>Hla</i>} + + + + <i>Hlb</i>	H-125, H-126, H-127
glabrous glume and leaf blade	-	-	+ ^{<i>gl</i>} ^{<i>Hla</i>} + + + + <i>Hlb</i>	H-90, H-92, H-121, H-122, H-164
thick pubescent leaf blade with long hairs	+	++	+ + <i>Hla Hlb</i>	H-115, H-120, H-156
thick pubescent leaf blade with short hairs	-	+	+ ^{<i>gl</i>} <i>Hla Hlb</i>	H-112, H-150, H-165
thin but shaggy hairs of glumes	+	-	<i>Hg</i> ^{<i>gl</i>} ^{<i>Hla</i>} + + + + <i>Hlb</i>	H-167, H-168
shaggy hairs of glume and leaf blade	++	++	<i>Hg</i> + <i>Hla Hlb</i>	H-169, H-170

が *gl* 遺伝子とは独立に行なわれることを裏付ける。

III. 連鎖関係

無毛性遺伝子は芒遺伝子の一つ *An*₂ と連鎖関係にあり、第 XII 群を構成するから *Hg* 遺伝子も第 XII 群に属するとみられる (BREAUX 1940, NAGAO and TAKAHASHI 1963)。また、葉毛に関する補足遺伝子の一つ *Hla* は第 VII 群の赤毛縞遺伝子 *fs* と連鎖関係にあり、組換え価は相引で 21.3% であった。しかし *Hla* 遺伝子と同群中の他の遺伝子との座位関係は未決定である (第 10 表)。

論 議

稈毛に関する主働遺伝子として *Hg* (長稈毛性) と *gl* (無毛性) の 2 つがある。両遺伝子間は座位を異にするが (すなわち対立関係はない)、組換え価 38.8% をもって連鎖関係が認められた。なお、*Hg* は、その形質表現から SEETHARAMAN (1963) の *Fg* 遺伝子と類似のものと考えられる。葉毛には、その主働遺伝子として、上記の *gl* のほかに、*Hla* 及び *Hlb* (長葉毛補足遺伝子) が存在する。*gl* 遺伝子のみでは無毛となり、*gl* が *Hla*, *Hlb* と存在するならば短毛が密生する。*Hla*, *Hlb* のみの場合即ち +, *Hla*, *Hlb* の遺伝子型では長毛密生となる。なお稈毛及び葉毛に関するこれらの 4 遺伝子を、種々に組合せた場合に得られる遺伝子型の内これまでに実際に形質表現がたしかめられたものは第 11 表の如くである。すなわち、稈毛或いは葉毛の有無という点だけからこの表をみるならば、可能な組合せのすべてが網羅されたわけである。無毛性が刈取や脱穀調製に不快感を与えぬのみならず、播種を含めた一貫した機械作業上でも有利な

形質である。事実、北米の現行品種の多くが無毛性であるのもこの理由からとされている (JODON 1955)。しかし我が国の如く、農業を多用する処では、葉毛を有することが葉面への薬剤の附着をよくする上で望ましいかも知れない。この点は今後の実証的研究にまたねばならないが、いまかりに、短葉毛密生型の遺伝子構成 (*gl*, *Hla*, *Hlb*) を利用するならば稈毛のみを欠き、葉毛は或る程度残すことが可能となる筈である。

摘 要

(1) 外国稲と日本稲の交雑を通じて外国稲から日本稲へ導入された葉毛及び稈毛に関する特殊形質につき、各型を日本稲と再び検定交雑することにより関与遺伝子の分析を行ない、前報 (第 XXV 報) で予告した 4 種の主働遺伝子の存在を再確認すると共に遺伝子相互の作用関係を明らかにした。

(2) 特殊形質を有する系統間の交雑によって、新たに長稈毛及び無葉毛なる形質を併有する新型 (遺伝子構成 *Hg*, *gl*) 並びに長稈毛・長葉毛型 (遺伝子構成 *Hg*, *Hla*, *Hlb*) を作出した。

(3) 稈と葉の無毛遺伝子 *gl* を共通に有する交雑の下でも、短葉毛密生型と無毛型の分離が起るが、これは補足遺伝子 *Hla*, *Hlb* の作用により生ずるものであることが認められた。

(4) *Hg* と *gl* は共に稈毛に働く遺伝子であるが、その作用の方向は反対である。両遺伝子間に対立遺伝子の関係はない。しかし組換価 36.5~41.2% で連鎖するという特殊な関係がある。*gl* は第 XII 連鎖群所属であるから *Hg* もこの群に入ると考えられる。

(5) 葉毛に関する補足遺伝子の一つ *Hla* は第 VII 連鎖群の赤毛縞遺伝子 *fs* と連鎖関係を保つ。組換価は相引で 21.5% であった。

(6) 葉毛及び稈毛の有無について可能なすべての組合せを有する遺伝子型が育成された。これらの遺伝子型の或るものは、育種素材としても有用であろうと考えられる。

文 献

BREAUX, N. (1940): Character inheritance, factor interaction, and linkage relations in the F_2 of rice cross. Unpublished theses. La. State Univ., 33 pp.
 JODON, J. E. (1940): Recent status of rice genetics. J. Agr. Assoc. China 10 (N. S.): 5-21.
 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. Faculty of Agr. Hokkaido Univ. 51: 299-314.
 NAGAO, S. and M. TAKAHASHI (1963): Genetical studies on rice plant, XXVII. Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. J. Faculty of Agr. Hokkaido Univ. 53: 72-130.
 RAMIAH, K. and M. B. V. N. RAO (1953): Rice breeding and genetics. I.C.A.R. Sci. Monograph 19: 1-360.
 SEETHARAMAN, R. (1964): Certain considerations on genic analysis and linkage groups in rice. Symp. Rice Genet. Cytogenet. International Rice Res. Inst. (1963): 205-214. Elsevier, Amsterdam.

Summary

In the previous report (Genetical studies on rice plant XXV), it has shown that there exist four kinds of major genes, *Hg*, *gl*, *Hla* and *Hlb* which are responsible for an expression and development of pubescence in floral glumes and leaves. A gene *gl* is responsible for glabrous glumes and leaves, and *Hla* and *Hlb* are responsible to be complementary in producing long hairs in leaves, while *Hg* is considered as a gene for long hairs on floral glumes. These four genes were introduced from Indica to Japonica type and hence several strains were bred true.

In the present report, the mode of inheritance was re-examined with respect to many types of character expressions which are supposedly caused by the combination of the said genes. In addition to this, some linkage relationships were studied in crosses between the said strains in which the characters were transferred.

A couple of the character expressions newly discovered in the present studies and their genic constitutions are as follows:

i) Thin but shaggy hairs of glumes accompanied by glabrous leaves.

Shaggy hairs grow in limited area around apiculus but leaves retain glabrous or non-hairy appearance. This type appeared in F_2 of the crosses between shaggy glume and glabrous glume types. The genic constitution is decided as *Hg*, *gl*.

ii) Shaggy hairs of glumes and leaves

Floral glumes and leaves are covered with shaggy hairs. This type of character expression appeared in

F₁ and F₂ segregants of the crosses between shaggy glume type and a type with thick and long pubescent leaves. The concerning genotype is revealed as *Hg*, *Hla*, *Hlb*.

Under a reducing effect of hair length by *gl* gene, complementary action of *Hla* and *Hlb* was expressed as "thick but short pubescent leaves".

The linkage relation was confirmed between *gl* and *Hg* genes, however, the recombination values varied

from 36.5% to 41.2%. One of the complementary genes (*Hla*) for thick pubescence links to the gene (*fs*) for fine striped seedling, with a recombination value of about 21.5% in coupling phase.

It is possible to build up strains which possess diverse grade of hairs in floral glumes and leaves in different direction, by employing various genotypes produced by every kind of gene combination among *Hg*, *gl*, *Hla* and *Hlb*.