Title	印度稲 Surjamkhi にみられる稃先の花青素着色形質の遺伝子分析: (稲の交雑に関する研究 第 L 報)
Author(s)	森, 宏一; 木下, 俊郎; 高橋, 萬右衞門
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 8(3), 267-276
Issue Date	1972-06-30
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11837
Туре	bulletin (article)
File Information	8(3)_p267-276.pdf



印度稲 Surjamkhi にみられる 稃 先の 花青素着色形質の遺伝子分析*

(稲の交雑に関する研究 第 LII 報)

森宏一・木下俊郎・高橋萬右衞門

Genic analysis of anthocyanin color character in the indica type rice variety "Surjamkhi" (Genetical studies in rice plant, LII)

Koh-ichi Mori, Toshiro Kinoshita and Man-Emon Takahashi
(Plant Breeding Institute, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)
Received November 30, 1971

緒 言

稲体の花青素着色形質に関しては従来多くの報告がなされている。 まず日本 稲群間 では 長尾 (1947), 高橋 (1957), 長尾・高橋 (1963) により花青素着色には色原素 C, 活性化遺伝子 A 及び分布遺伝子 P の存在により 移先着色がみられることが報告され,一方印度稲群間でも基本的には C-A-P 遺伝系が存在し,これらに加えて花青素の色調を変更する遺伝子や C 座や A 座に於いて複対立遺伝子の分化が進んでいる可能性をも認められた(高橋・木下 1967,高橋・木下・森 1968)。 また 特定の印度 稲品種を用いたときには C-A-P 遺伝子系からは期待されない異常分離比が観察されることも水島・近藤 (1959, 1960) により報告されている。

本実験では水島等が先に日印間交雑で異常分離を見い 出した交雑実験に用いた印度稲品種 "Surjamkhi"を日 本稲の花青素分析用検定系統と交雑し、F₃世代までの 観察結果にもとづいて花青素基本着色遺伝子の構成につ き検討を行なった。

実験の遂行にあたり、実験材料の栽培・管理に種々の 御援助を賜わった弘前大学附属農場長森助教授に対して 深く感謝の意を表する。

材料及び方法

供試した検定系統及び品種は Table 1 に示す如くであ

Table 1. List of strains used in this experiments.

		s experiments.
-	strain	genotype
A- 5	Akamuro	$C^{Br}AP$
A-13	Chabo	C^BA+P
A-28	Ebisu-mochi	C^BA+P
A-31	Fukoku	$C^{Bm}A+P$
A-43	Hokkai-mochi	$C^{Bm}A^+P$
A-58	Kokushokuto-2	C^BAP
A-133	Norin No. 9	C^+A^dP or $C^{Bm}A^dP$
N- 4	Yoshin momo	C^BA^dP
N-44		C^+AP or $C^{Bm}AP$
H-21		$C^{Bp}A^+P$
H-59		C^BA^dP
H-61		$C^{Bp}AP^+$
H-123		C^BA+P
H-138		C^BA^dP
I -33	Surjamkhi	(C^BAP)

る。 印度稲品種として用いた Surjamkhi はインド原産で農業技術研究所伊藤隆博士から分譲を受けたもの,その他の系統は北海道大学農学部育種学教室保存のものである。 Surjamkhi と日本稲の標識遺伝子型系統間の交雑 14 組合せについては F_1 及び F_2 世代を,またそのう

^{*} 北海道大学農学部育種学教室業績

			mode of coloration					
type of coloration	genotype	anthocyanin color shade	apiculus	empty glume	internode			
I	$C^{B}AP$	blackish red purple	full	full	striped			
II	$B^{Bp}AP$	pansy purple	do	do	*			
III	C^BA^dP	amaranth purple	do	do	striped			
IV	$C^{Bp}A^aP$	pomegranate purple	do	colored at apex	_			
V	$C^{Br}AP$	rose red	do	do	_			
VI	$C^{Br}A^dP$	seashell pink	only at apex	not detectable	_			
GT	C^BA^+ or $C^{Bp}A^+$	russet or tawny	full	full	_			
Gt	C^+A, C^+A^+, CAP^+	white or straw white			_			

Table 2. Classification of anthocyanin coloration.

Note: * indicates "uncolored"

Table 3. Segregation mode of apiculus color in F_2 of the crosses, I-33 Surjamkhi \times tester strains.

ganatuna		tuno	tuno			F_2	segr	egatio	n				fitness		
genotype of tester	combination	of cross	type of F ₁	I	II	III	IV	V	VI	Gt	GT	total	ratio	χ2	P
C^BAP	A-58 × I -33	$I \times I$	I	385		17*						402			
$C^{B}A+P$	A-28 × I -33	$GT \times I$	I	258		2					72	332	I+III:GT=3:1	1.94	.21
	I -33 ×H-123	$I \times GT$	I	198	10	13		3	3	12	58	297	I+II+III+V:VI+Gt+GT=3:1	0.03	.98
	I -33 × A-13	$I \times GT$	I	282							97	379	I:GT=3:1	0.07	.87
C^BA^dP	I -33 × N- 4	IXIII	I	240	43	73	27					383	I+II:III+IV=3:1	0.25	.75
	I -33 ×H-59	$I \times III$	I	287		106	1					394	I:III+IV=3:1	0.98	.53
	I -33 ×H-138	IXIII	1	334		89			1			424	I:III+VI=3:1	3.22	.10
C^+AP	I -33 × N-44	I ×Gt	I	418	<u>45</u>	21			7	7		498	I+II+III:VI+Gt=3:1	130.77	.001
$C^{Br}AP$	I -33 × A- 5	I×V	I	318	135			19				472	I+II:V=3:1	110.75	.001
$C^{Bp}A^+P$	I -33 ×H-21	I ×GT	I	242	58	2	1			17	78	398	I+III:II+IV:Gt+GT=9:3:4	5.29	.10
$C^{Bm}A^+P$	I -33 × A-43	I ×Gt	I	551	87	17			8	24		687	I+II+III:VI+Gt=9:7	326.72	.001
	I -33 × A-31	I ×Gt	I	245	43				_	24	98	410	I+II:Gt+GT=9:7	32.63	.001
C^+A^aP	A-133× I -33	$Gt \times I$	I	374	81	127			1	47		630	I+II:III:VI+Gt=9:3:4	105.36	.001
$C^{Bp}AP^+$	H-61 × I -33	Gt× I	I	242	117				1	133		493	I+II:VI+Gt=3:1	1.25	.32

^{*} The underlined indicates the unexpected type from the genotypes of the parents.

ちの4組合せについては F₃ 系統をも育成して後代検定を行なった。F₂ 集団を北海道大学農学部世代短縮温室,同大学農学部実験圃場に加えて,弘前大学農学部附属金木農場の水田にも栽植することにより,花青素着色形質発現の環境変異をたしかめ,分析の精度を高めることに留意した。花青素の着色様式並びに色調の調査に用いた記号は Table 2 に示す如くである。即ち I 型から VI 型までの花青素着色型, Tawny 型 (GT) 及び緑色一藁色型 (Gt) の8種である。

実験結果

印度稲 Surjamkhi (以後 I-33 と略称) の稃先色は暗紫色であり、これは日本稲の C^BAP にもとづく表現型、即ち I 型に相当する。 I-33 を一方の親とする 14 交雑組合せの F_1 の稃先色は全て I 型である。 F_2 に於ける着色型の分離は Table 3 に示す如く、 両親型と F_1 型のほかに種々の着色型を分離した。

日本稲検定系統の遺伝子型が C^BAP の交雑, $A-58 \times I-33$,に於いては F_1 は I 型, F_2 では I 型の他に III 型を生じた。いま I-33 の遺伝子型を C^BAP とするならば この組合せでは III 型の出現は期待されない。 F_2 系統 の調査を行なったところ F_2 で III 型となった個体は F_3 では全て I 型に固定した。 従って F_2 に於ける III 型の着色は環境変異によるとみなしてよい。

遺伝子型が C^BA+P 或いは C^BA^dP の検定系統と組合 せた場合には A 遺伝子のみについての分離が 期待 され る。まず、検定系統が CBA+P の組合せ、A-28×I-33 では、I-33が CBAP ならば F2 は I 型と GT 型となる はずであるが、実験結果は期待外の2個体(III型)を生 じた他は期待と一致した。一方, I-33×H-123 では各種 の予期されない着色型 (II, III, V 及び VI 型) をかなり 生じた。 然しいま仮に I 型のなかに II, III 及び V 型 を加えて花青素着色型とし、また Tawny 色と微量着色 である VI 型を緑色型に含めて着色型と緑色型に大別す るならば A 遺伝子単独による分離 $(A:A^+)$ による期待 比3:1によく一致する。 C^BA^dP の検定系統との交雑、 即ち I-33×N-4, I-33×H-59, I-33×H-138の3種の組 合せでも理論上期待されない II, IV, VI 型を生じたが, これらを夫々類似の型に含めて着色型 (I+II): 着色型 (III+IV+VI) に 2 大別すると、 やはり $A:A^d$ の分離 による期待比3:1によく一致する。 従ってこれも A 遺 伝子に基づく分離であるとみなしてよいと考えられる。

一方,日本稲検定系統に C^+AP 或いは $C^{Br}AP$ を用いた場合の交雑組合せ,I-33×N-44 及び I-33×A-5 で

は C 遺伝子座についての 分離 のおこることが 期待される。 $I-33 \times N-44$ の F_2 は着色 (I+II+III): 緑色 (VI+Gt) に大別され, $I-33 \times A-5$ では (I+II) 型:V 型に分類が可能であった。 然し両組合せ共に観察値は C の分離として 期待 される分離比 3:1 とは明らかに 一致しなかった。

日本稲検定系統が $C^{Bp}A+P$, $C^{Bm}A+P$ 或いは $C+A^{a}P$ の遺伝子型である交雑組合せでは, C 及び A 遺伝子の複合分離比が期待される。まず $I-33 \times H-21$ に於いては $I-33 \times C^{B}AP$ とすると F_2 では $C^{B}AP:C^{Bp}AP:C^{B}A+P$ + $C^{Bp}A+P$, 即ち I 型: II 型: 緑色型を 9:3:4 の比に分離するはずであるが,観察結果は期待比に適合した。また A 遺伝子のみについての分離をとると (I+II+III+IV):(Gt+GT) に大別して A:A+ が 3:1 によく適合したが,C に関する分離では I:II+III+IV=242:61 となり,これは 3:1 に適合しない。 $I-33 \times A-31$ 及び $A-133 \times I-33$ では着色型 (I+II+III): 緑色型 (VI+Gt+GT) に分類した場合,C と A の複合分離 比としての 9:7 が 期待される。 然し観察値は理論比に適合しなかった。

日本稲検定系統が C^{Bp}AP+ なる 遺伝子型を 有する交 雑組合せである H- $61 \times I$ -33 に於いては P 遺伝子による 分離が期待される。ここで着色型:緑色型に区分するな らば、 観察 結果は 期待比 3:1 によく適合したが、 C^B : C^{Bp} の分離である I 型: II 型については期待比3:1に 適合しなかった。水島・近藤(1959, 1960)及び近藤(1963)に よると I-33 は C 座を重複して有しているため日本稲と 交雑するとしばしば4遺伝子を担う染色体が自由に対合 する場合があり、その結果 4 染色体分離 (例えば $C^B:C^+$ =35:1) がみられると推定している。また 2 個の相同染 色体を選択的に対合する場合には重複遺伝子による比、 例えば $C^B: C^+=15:1$, になると仮定している。また CとAが同時に分離する場合には,CとAのいずれかー 方のみが転座をおこしている時には15:1と3:1の組合 せによる 57:7 (約8:1) の分離比が期待されると論じて いる。さて著者等の得た Table 3 の異常分離について水 島・近藤の仮説を適用してみると I-33×N-44 の F₂ では Table 4 に示す如く C 座の重複による 4 染色体分離から 期待される理論比35:1によく適合する値となった。ま た I-33×A-5の F₂ では 15:1 と 35:1 のいずれにも適 合するとみてよい結果であった。 I-33×H-21 は C, A両遺伝子の分離がみられる場合であるが、Table 5の如 く着色型 (I+II+III+IV): 緑色型 (Gt+GT) に分ける と, 期待比3:1によく適合した。I-33×A-43ではC座

	segregation		F ₂ segregat	ion		fitr	iess
combination	ratio		colored (C^B)	colorless (C+)	total	χ2	P
I -33× N-44	$C^B:C^+$	obs.	484	14	498		
	3:1	cal.	373.5	124.5	498	130.77	.001>
	15 : 1	cal.	467	31	498	10.05	.01001
	35 : 1	cal.	484	14	498	0.00	1
			colored (C^B)	colored (C^{Br})			
I -33 × A-5	$C^B:C^{Br}$	obs.	453	19	472		
	3:1	cal.	354	118	472	110.75	.001>
	15 : 1	cal.	442.5	29.5	472	3.99	.0502
	35:1	cal.	459	13	472	2.72	.105

Table 4. F₂ segregation of the apiculus color in the crosses, $I-33\times N-44$ and $I-33\times A-5$.

Table 5. F_2 segregation of the apiculus color in the crosses, $I-33\times H-21,\ I-33\times A-43,\ I-33\times A-31$ and $A-133\times I-33$.

	segreg	ation		apicul	us col	or		fitness	
combination	C locus	A locus	c	olored		colorless	total	χ^2	P
I -33×H-21	$C^B:C^{Bp}$	A:A+	obs.	303		95	398		
	3:1	3:1	cal.	298.5		99.5	398	0.27	.75
$I-33\times A-43$	$C^B:C^{Bm}$	$A:A^+$	obs.	655		32	687		
	3:1	3:1	cal.	386		301	687	326.72	.001>
	35 : 1	35:1	cal.	648		39	687	1.33	.32
I $-33 \times A -31$	$C^B:C^{Bm}$	A:A+	obs.	288		122	410		
	3:1	3:1	cal.	231		179	410	32.63	.001>
	15 : 1	3:1	cal.	288		122	410	0.00	1
			(I	olored	(III)	colorless	_		
1 100 7 00	GD G		1						
A-133× I −33	$C^B:C^+$	$A:A^d$	obs.	455	127	48	630		
	3:1	3:1	cal.	355	118	157	630	105.36	.001>
	15 : 1	3:1	cal.	443	148	39	630	5.38	.105

も A 座も 4 染色体分離をする場合,即ち (35:1) と (35:1) の組合せから期待される着色型: 緑色型=1225:71 の比として,よくそれに適合した。 然し, $I-33\times A-31$ では $C^B:C^B$ が 15:1, $A:A^+$ が 3:1 に分離する場合の着色型: 緑色型 (GT を含む)=45:19 の比の方に 適合する。 $A-133\times I-33$ では $C^B:C^+$ が 15:1, $A:A^a$ が 3:1 に分離する場合の I,II 型着色: III 型着色: 緑色=45:15:4 の比に適合する。従って $I-33\times A-43$ については C 座についても A 座についても遺伝子を重複して有していることになる。然し Table 3 で明らかな如く,日本稲

検定系統の A-28, H-123, A-13, N-4, H-59, H-138, H-21を用いると A 座の重複による分離比 (A: A⁺=35:1) は全く生じない。 一方日本稲検定系統 A-31, A-133を用いた場合には C^B : C⁺は 15:1となり,これは水島説による C 座の転座或いは選択的対合による結果と考えられる比となったわけである。 次いで C と P の分離の期待される交雑組合せ H-61×I-33に於いては P: P+は3:1となるが C^B : C^B pは35:1, 15:1のいずれの分離比にも適合せず,ここでの分離比は2:1である (Table 6)。

		F ₂ seg	regation		fitr	ess
segregation	ratio	colored (P)	colorless (P+)	total	χ^2	P
$P:P^+$	obs.	359	134	493		
3:1	cal.	370	123	493	1.25	.32
		colored (CB)	colored (C^{Bp})			
$C^B:C^{Bp}$	obs.	242	117	359		
3:1	cal.	269	90	359	11.03	.001>
2:1	cal.	239	120	359	0.09	.87

Table 6. Segregation of apiculus color in F_2 of the cross H-61×I-33.

Table 7. Segregation of apiculus color in the F₃ pedigrees.

	F3									
F ₂ phenotype	type of s	egrega	tion	theoret	observed number of pedigrees*					
	colored (C^B)	colorl	ess (C^+)	ratio	_ (cal.	or pe	aigree b)_	c)	
colored (C^B)	1			1	12	12.5	10	12	17	
	3	:	1	2	25	25	21	22	15	
	15	:	1				3	5	15	
	9	:	7				2			
	12	:	27				1			
${\rm colorless}\ (C^+)$			1	1	12	12.5	12	11	3	
total				4	49	50	49	50	50	
	colored (CB)	colore	ed (C^{Br})				d)			
colored (CB)	1			1		12.5	22			
	3	:	1	2		25	10			
	15	:	1				10			
	2	:	39				1			
colored (C^{Br})			1	1		12.5	7			
total				4		50	50			

Note * a) $I-33 \times A-43$, b) $I-33 \times N-44$, c) $A-133 \times I-33$, d) $I-33 \times A-5$

I-33と日本稲検定系統との交雑 4 組合せ、即ち I-33× A-43, I-33× N-44, A-133× I-33, I-33× N-40 F_2 集 団より無作為に抽出した個体を用いて F_3 系統を養成した結果は Table 7 の如くである。I-33× A-43 の F_2 に於ける着色個体由来の F_3 系統では着色型及び緑色型固定系統群と着色型: 緑色型に分離する系統群を生じた。尚, F_2 で III 型着色を示した個体の F_3 系統はいずれも I 型:G(t) 型に分離するか、或いは I 型の固定系統となった。従って A-58× I-33 の場合の如く I 型と III 型着色は同じ遺伝子型を有すると考えられる。 F_3 の系統内分離比

は着色型:緑色型につき 3:1 の場合と 15:1 の場合の外に、新たに 9:7 に分離する 2 系統と 12:27 に分離する 1 系統があった。 次いで $I-33\times N-44$ の F_3 系統では 着色型固定系統、単遺伝子分離型及び 2 因子分離型と緑色型固定系統が得られた。尚 F_2 で III 型着色個体の F_3 系統はいずれも I 型固定系統か、或いは I 型:G(t)型の分離を示した。 $A-133\times I-33$ の F_3 系統は着色型固定,3:1 及び 15:1 の分離並びに緑色型固定と言う結果であった。 $I-33\times A-5$ に於いては F_2 で濃紫色 着色個体(I 型)と淡紫色・赤淡個体(II 型及び V 型)を生じたが I 型個体由

来の F_3 系統では濃紫色固定系統と濃紫色:淡赤色が 3:1 或いは 15:1 に分離する場合及び異常分離比である 2:39 に分離する場合がみられ,淡赤色 (V 型) 由来の F_3 系統からは淡赤色固定系統のみを生じた。 $I-33\times A-43$, $I-33\times N-44$, $A-133\times I-33$ の F_3 に於いて着色型固定系統群と着色分離型系統群の系統比をとると 1:2 によく適合する結果となった。 これらの F_3 の後代検定の結果は 水島説によっては説明が困難である。

尚,遠縁稲間交雑に於いては交雑不稔性がおこり,それが原因となって各種形質の異常分離をおこしている場合があるが,本実験に用いた交雑組合せの F_1 は Table 8 にみられる如くほとんど総ての組合せで高稔性を示すものである。 もっとも一部には稔性の低い組合せもあるが,そのことと異常分離の出方との間には関連があるとは認めがたかった。

Table 8. Spikelet fertility in the F₁ of the cross combination.

combination	spikelet fertility (%)
A-58 × I -33	96
$A-28 \times I-33$	62
I −33 ×H−123	80
I $-33 \times A - 13$	95
$I-33 \times N-4$	97
$I-33 \times H-59$	91
I -33 ×H-138	86
I $-33 \times N-44$	81
$I-33 \times A-5$	86
I $-33 \times H-21$	62
$I-33 \times A-43$	84
I $-33 \times A -31$	90
$A-133 \times I -33$	57
H-61 \times I-33	96
mean	84

考 察

Table 3 に示すごとく、日本稲検定系統、A-28、H-123、A-13、N-4、H-59、H-138、H-21、A-31 及び A-133 を印度稲 I-33 に配した 組合せでは A 遺伝子 については、ほぼ期待通りの正常な分離が観察されたのに対し、A-43 と I-33 の交雑では A:A+ の分離との予想に反し、

activator によるはずの分離比が 35:1 に近似した。もし水島 5の主張するごとく,I-33 が A 座を重複して有し,そこに 4 染色体分離があるとするならば,A 遺伝子座の差に関して 3:1 の分離を示した日本 稲検定系統では I-33 と同様に A 座を重複して 有すると共に,その 1 対に於いてのみ分離が生じたものと考えねばならない。これ 5の日本 稲検定系統と A-43 の交雑 組合せでは A 座の重複による 異常分離比 (35:1 或いは 15:1) は 観察されていない。従ってここではこれら日本稲検定系統やI-33 が A 座を重複して有すると言う仮説は認めがたい。

I-33 との交雑に於いて、C 遺伝子座に関して分離が期待される日本稲検定系統のうち、N-44、A-5、A-43 を用いた場合にはC の分離が 4 染色体分離による 35:1 になり、A-31、A-133 を用いた場合にはC 座が選択的に対合すると考える比 15:1 に適合するのに対し、H-21 を用いた場合では正常分離比 (3:1) となり、また H-61 を用いた場合にはC の分離は約 2:1 であった。C 座の異常分離が 35:1、15:1 の分離を示した場合のみは水島説で説明可能であるが、正常分離或いは 2:1 の異常分離比については説明困難である。

また、Table 3 にみられるごとく各種の 両親の 遺伝子 型から期待される以外の着色型を析出した点について も、水島説によっては説明が困難である。即ち水島説で は I-33 が C 座に関し、重複した遺伝子CP、CP をもち、 これらは $C^B > C^B \ge C^{Bp} > C^B \ge C^{Bt} > C^{Br} > C^+$ なる優 劣関係にあり、CF は他の遺伝子との間に累積的作用(例 えば $C_1^B + C_2^B = C^B$) をもつことを前提としている。色調 の分離様式は、 $C_{2}^{B}C_{2}^{B}A\times C+C^{-*}A+$ の交雑組合せの下 でC遺伝子が選択的に対合する場合、濃紫色 ($C_1^{PC}_2^{P}A$): 赤紫色 (CPC-A+CPC+A): 無着色 (C+C-A, CA+)= 27:18:19, 4 染色体分離がおこる 場合, 濃紫色 (CFC2) $A+C_{P}^{p}C+A$): 赤紫色 $(C_{P}^{p}C-A+C_{P}^{p}C+A)$: 淡赤色 $(C_{P}^{p}C+A+C_{P}^{p}C+A)$ $C^{-}A$): 無着色 $(C^{+}C^{-}A + CA^{+}) = 72:30:3:39$ となる。 いまこの解釈に従って、I-33×A-43、A-133×I-33、I-33×A-31 及び I-33×A-5 の F₂を眺めると, Table 9 に みられるようになり、I-33×A-43、I-33×A-31 及び A-133×I-33 については水島説による色調の差のみでは説 明しきれない結果となる。 ただし I-33×A-5 のみは C座が35:1に分離する場合に適合する値となった。I-33 ×N-44 及び I-33×A-43 の F₃ については系統内に 35:1 の分離型に相当するものは認められず、むしろ正常分離 の3:1に適合するものが増加した。以上の結果から、水

^{*} C^- は C^p 遺伝子座に 対応する遺伝子座が 欠失しているか否か, また C^+ 遺伝子 をもつか 否かが 共に 不明なるもの。

	1	F ₂ segregation		fitness
combination	segregation ratio	dark purple red purple red color-less	total	χ² P
I −33 × A−43	$C^B:C^+$ $A:A^+$	obs. 551 87 17 32	687	
	15:1 3:1	27 : 18 : 0 : 19		
		cal. 290 193 0 204	687	438.14 .001>
	35:1 3:1	72 : 30 : 3 : 39		
		cal. 344 143 14 186	687	274.64 .001>
I -33 × A-31	$C^B:C^+$ $A:A^+$	obs. 245 43 0 122	410	
	15:1 3:1	27 : 18 : 0 : 19	i	
		cal. 173 115 0 122	410	75.04 .001>
	35:1 3:1	72 : 30 : 3 : 39		
		cal. 205 85 9 111	410	29.65 .001>
I -33 × A -5	$C^B:C^{Br}$	obs. 318 135 19 —	472	
	15:1	9 : 6 : ľ		
		cal. 265.5 177 29.5 —	472	24.08 .001>
	35:1	24 : 10 : 2		
		cal. 315 131 26 —	472	2.04 .53
A-133× I -33	$C^B:C^+$ $A:A^+$	obs. 374 81 127 48	630	
	15:1 3:1	36 24 : 4		
]	cal. 354 236 39	629	6.30 .0502
	35:1 3:1	96 : 44 : 4		
		cal. 420 193 18	631	56.20 .001>

Table 9. Application of the genetical hypothesis by Mizushima for the F₂ segregation of the apiculus color.

島説は F_2 の交雑結果の一部にはよく適合するとしても、 その他の組合せ並びに F_2 と F_3 の結果を統一的に説明する上にも不充分であるといわざるを得ない。

日・印間の交雑実験で形質の異常分離のおこる機構として水島らの説の外に、岩田ら (1964) による ga (配偶体遺伝子) との連鎖にもとづく説がある。しかし F_2 でC の異常分離の顕著にみられる I-33×A-43の F_3 では異常分離(15:1) よりむしろ正常分離型(3:1) を多く生じているから、C-ga 連鎖説も採用するわけにはいかない。従って著者らはここに C-A-P 遺伝子系について新たな複対立遺伝子の分化があるものと仮定して実験結果を検討することにする。即ち,i) C 系複対立遺伝子として、従来から知られている C^B > C^B P> C^B P>

iii) ただし A 複対立系には A^m なる新たなアレーレが存 在し、これとの補足作用に関しI-33 のもつ C^B は日本稲 の C^B と作用を 異にする。 iv) 従って I-33 の有する C^B 遺伝子は C^{Bs} と仮称する。v) この仮定での C 座の優劣 関係は $C^{Bs} \ge C^B > C^{Bp} > C^{Bt} > C^{Br} > C^{Bm} > C^+$ である。 vi) この外に A 系複対立遺伝子については新たな対立遺 伝子の分化を仮定する。 即ち I-33 の有する A 遺伝子は 作用力が強く、とくに CBm 遺伝子との補足作用に於い て、II 型或いは I 型の濃紫色の稃先着色を示すから、こ れを A⁸ とする。 vii) また A-43 の有する A^m 遺伝子は C^{Bs} を除いた C 系複対立遺伝子に関しては A^+ と全く 変わらぬ 作用を 有するが、 I-33 の有する CBs 遺伝子と の補足作用に於いては少なくともIIないしI型の着色 を示すものとする。viii) 従って A 座の優劣関係は $A^S \ge$ $A^{E}>A>A^{d}>A^{m}\geq A^{+}$ となる。以上の条件の下では異 常分離を示した交雑親の遺伝子型と表現型は次記のごと くになる。

I -33	$C^{Bs}A^{SP}$	I 型着色
A-31	$C^{Bm}A+P$	Gt 型
A-133	$C^{Bm}A^dP$	"
N-44	$C^{Bm}AP$	"
A- 5	$C^{Br}AP$	V 型着色
A-43	$C^{Bm}A^mP$	Gt 型

I-33 と他の検定系統との交雑の F_2 分離について、 花青素着色程度を考慮せず着色型:緑色型に分類して上記の遺伝子仮説にもとづく理論値と観察値の適合度を示したのが Table 10 であり、各組合せを通じて満足すべき成積である。 F_3 検定結果 (Table 7) について検討するならば、2遺伝子分離型 (15:1) と単遺伝子分離型 (3:1) を生ずる点は F_2 での遺伝子 仮説が 妥当であることを裏づけているといってよい。 $A-133 \times I-33$ 及び $I-33 \times A-5$ の 2 交雑に於ける F_3 の分離系統 比は 2 遺伝子から期待さ

れる系統分離比である着色固定型: (3:1) 型: (15:1) 型 =7:4:4 に極めてよく適合した $(夫々 <math>\chi^2=2.14, 0.2>P$ $>0.1, \chi^2=1.00, 0.5>P>0.3)$ 。しかし $1-33\times A-43$ 及び $I-33\times N-44$ の 2 交雑については F_3 で 15:1 の分離比を示すべき系統の数が過少であった。その原因は現在のところ不明である。しかしここに注目すべきことはこの 2 交雑は、いずれも wx 遺伝子座(糯遺伝子)に関しても分離する交雑組合せであり、しかも糯粳性に関しても分離が異常となっていると言う事実である。 wx の異常分離機構については、稿を改めて論ずるが、 wx^+ 花粉とwx 花粉の間には受精競争がおこる可能性のあること、並びに C は wx と連鎖することを指摘したい。これが F_2 及び F_3 に於ける C 遺伝子の分離に影響を与えているのかもしれない。尚、ここに残された大きな問題点の一つは、多くの交雑組合せに認められたところの理論的に

Table 10. Application of author's hypothesis for F₂ segregation of apiculus color.

				2			fitness		
combination	genotype of cross		$C^{Bm}A^{S}$	$C^{Bs}A^+)$	$\frac{ \text{colorless} }{(C^{Bm}A^+)}$	total	χ2	P	
I -33 × A-31	$C^{Bs}A^S \times C^{Bm}A^+$	obs.	312	98	24	410			
		ratio	12 :	3	: 1				
		cal.	307	77	26	410	5.96	.105	
		$C^{Bs}A^{S}$	$C^{Bs}A^d$, C	BmAs	$(C^{Bm}A^d)$				
A-133× I -33	$C^{Bm}A^d \times C^{Bs}A^S$	obs.	582		48	630			
		ratio	15		: 1				
		cal.	591		39	630	2.02	.2~.1	
		$(C^{Bs}A^s,$	$C^{Bs}A, C$	BmAS	$(C^{Bm}A)$				
I -33 × N-44	$C^{Bs}A^S \times C^{Bm}A$	obs.	484		14	498			
		ratio	15	; · · · · ·	: 1				
		cal.	467	,	31	498	10.05	.01001	
		(CBsAS	$, C^{Bs}A, C$	(BrAS)	$(C^{Br}A)$				
I -33 × A- 5	$C^{Bs}A^{S}\times C^{Br}A$	obs.	453		19	472			
		ratio	15	,	: 1				
		cal.	442	2.5	29.5	472	3.99	.0502	
		$C^{Bs}A^{S}$,	$C^{Bm}A^S$, ($C^{Bs}A^m$	$(C^{Bm}A^m)$				
I -33 × A-43	$C^{Bs}A^S \times C^{Bm}A^m$	obs.	655	5	32	687			
		ratio	15	5	: 1				
		cal.	644	Į	43	687	2.97	.105	

は期待されない各種の色調をもった分離個体の少なから ぬ出現をいかに解釈するかと言うことである。この内には $A-58 \times I-33 \Leftrightarrow I-33 \times A-43$ に於ける III 型のごとく, F_3 検定の結果,I 型の環境変異によることの明らかとなったものもある。しかしそのような場合のみであるかは,今後さらに精密な実験を必要とする。色調を変更する新たな遺伝子の存在をも考慮しなければならぬかも知れない。

以上,著者らは I-33 の着色に関する基本遺伝子型は $C^{Bs}A^{SP}$ であり,辞先色の異常分離として認められる現象は,夫々が複対立遺伝子系を構成する C, A 両座に於ける遺伝子の分化にもとづくものではないかと論じ,あわせて標遺伝子座に於ける分離のひずみも C の分離に影響を与えている可能性のある事を推論した。

摘 要

- 1) 印度稲品種 Surjamkhi を種々の着色型の日本稲検定系統と交雑して、 释先の花青素 基本着色遺伝子 C・A・P に関する分離を調査した。Surjamkhi を CBAP なる遺伝子型とした場合、交雑組合せを異にすることにより両親の着色型から期待される通りの正常分離を行なう場合と従来の期待とは異なる、いわゆる異常分離を生ずる場合とがみられた。
- 2) $A-58 \times Surjamkhi の F_2$ では分離はおこらなかったが,他の交雑組合せに於いては両親の遺伝子よりの期待外の着色型を析出する場合が多かった。しかし,色調段階をまとめて着色と緑色と言う区分だけでは,A 座については 1 組合せで異常分離比 (35:1) であった。C 座については正常分離比 (3:1) を示す場合と,種々の異常分離比 (15:1,35:1,2:1 等)を示す場合がみられ,P 座については正常分離 (3:1) を示す場合がみられ,P 座については正常分離 (3:1) を示した。
- 3) F_2 で異常分離を示す組合せについては、水島等が仮定したごとく、Surjamkhi が C を重複してもち、各々が自由に対合する 4 染色体分離による 場合の 期待比 35:1, 或いは各々が選択的に対合する場合の期待比 15:1 によく適合した。しかし、この説では著者らの実験結果を統一的に説明することは不可能である。
- 4) 両親の遺伝子型から期待されない各種の着色型を 水島説による分離比により検定したが、よく適合する組 合せと適合しない組合せが混在する。
- 5) 尚,異常分離と種子稔性との間には何らの関連も認められない。
 - 6) 全ての結果を最もよく説明しうるものとして,

Surjamkhi の遺伝子型が $C^{Bs}A^{s}P$,日本稲検定系統 A-43 が $C^{Bm}A^{m}P$ なる遺伝子型を有し, $C \cdot A$ 両座が $C^{Bs} \ge C^{B} > C^{Bp} > C^{Bt} > C^{Br} > C^{Bm} \ge C^{+}$ 及び $A^{s} \ge A^{E} > A$ $> A^{d} > A^{m} \ge A^{+}$ なる複対立遺伝子系のアレーレの分化 があるものと仮定した。この説明によれば異常分離を示すとみられる各交雑組合せの F_{2} 及び F_{3} に於ける遺伝子分離の結果はこれを統一的に説明し得られる。

7) Surjamkhi×N-44 或いは Surjamkhi×A-43 の ごとく,wx遺伝子の異常分離を伴う場合は,C が wx の連鎖することから,wx遺伝子についての受精競争の 影響をも考慮に入れて検討する必要がある。

参考文献

- 岩田伸夫・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稃先色 の異常分離. 育種雑, 14:33-39.
- 近藤 晃 (1963): 栽培稲品種間雑種での形質分離様式 から帰納される染色体接合. 育種学最近の進歩,4: 15-25.
- 水島宇三郎・近藤 晃 (1959): 日本稲と外国稲との交雑 による育種の基礎的研究, I. 日本品種×インド品 種の雑種で観察される花青素着色. 育種雑, 9: 212-218.
- ------(1960): 同上, II. 花青素着色形質 の異常分離から帰納される供試及びインド品種間の 染色体構造差異. 育種雑, 10:1-9.
- 長尾正人・高橋萬右衛門 (1947): 稲の交雑に関する研究, 第6報. 稲の花青素による着色に関する実験遺伝学 的研究. 遺伝学論文集, 1: 1-27.
- NAGAO, S. and M. TAKAHASHI (1963): Trial construction of twelve linkage groups in Japanese rice. (Genetical studies on rice plant XXVII), J. Fac. Agr., Hokkaido Univ., 53: 72-130.
- and T. KINOSHITA (1962): Genetical studies on rice plant, XXVI. Mode of inheritance and causal genes for one type of anthocyanin color character in foreign rice varieties. J. Fac. Agi., Hokkaido Univ., **52**: 20–50
- TAKAHASHI, M. E. (1957): Analysis on apiculus color genes essential to anthocyanin coloration in rice. J. Fac. Aga., Hokkaido Univ., 50: 266-361.
- 高橋萬右衛門・木下俊郎 (1967): 遠縁稲品種間の花青素 遺伝子の異同. 育種雑, 17: 別冊 2, 145-146.
- -----・森 宏一 (1968): 遠縁 栽培 稲における着色形質の遺伝について. 育種雑, 18: 別冊 2, 79-80.

Summary

Mode of inheritance and causal genes for anthocyanin color character of apiculus in the Indica type rice variety "Surjamkhi" was studied by crossing with many Japanese testers.

Surjamkhi produces blackish red purple apiculus of which color type is similar to the color type caused by a genotype, C^BAP , of the Japanese tester.

The apiculus color of F₁ hybrids between Surjamkhi and the testers was blackish red purple without exception.

Employing genic schemes proposed in Japanese rice, F_2 and F_3 generations were examined.

In the F₂ generation, however, genetic situation of segregation patterns were divided into two cases, viz. normal and anomalous segregation patterns.

As to alleles of A locus, they segregated almost normal in F_2 , except for one cross combination. In C locus, segregation types were various, giving such ratios of colored vs. calorless as 3:1, 15:1, 35:1 and 2:1.

MIZUSHIMA and KONDO (1959) previously inferred that, as far the C locus is concerned, there was

structural difference of chromosomes between the Japanese and the Indian variety. This was based on the facts that their data were in favor of the theoretical segregation ratio calculated on the bases of criptic translocation and included inversion. Our results in F_2 segregation were partly satisfied by the above hypothesis, however, this could not explain our data of other F_2 s and F_3 s.

As far as the present examinations are concerned sterility barrier did not preclude the genetic situation in the standard segregation mode of the color character.

To cover all the data we have obtained in this experiment we tentatively propose the existence of three new alleles at the C and the A loci. They are C^{Bs} in the C, and A^{ss} and A^{ss} in the A.

The rank of dominancy of alleles in these loci are;

$$C^{Bs} \ge C^B > C^B p > C^B t > C^{Br} > C^{Bm} > C^+$$

 $A^S \ge A^E > A > A^d > B^m \ge A^+$

In this scheme the genotype of Surjamkhi and A-43 are estimated to be $C^{Bs}A^{S}P$ and $C^{Bm}A^{m}P$ respectively.