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形質の異常分離*

水島宇三郎・近藤 晃

(東北大学農学部)

I. 緒 言

稲の遠縁品種間の F_1 の不稔性については既によく知られているが、 F_1 の稔実歩合は完全でありながら、 F_2 以後の後代に極めて不規則な不稔個体の分離がみられ、単純な遺伝子の補足作用では説明できないと考えられる場合がある。このような雑種では不稔性以外の形質の分離もすこぶる複雑で簡単には取扱えない。この報告では不稔性を直接に問題にしないで、花青素着色形質の異常な分離を例にとつて、かような雑種の両親品種間に染色体構造の分化の差異があるのではなからうか？、という疑問に対して1つの資料を与えることとする。

ここで問題とする花青素着色形質は稈先の色で、長尾 (1951 a, b) および高橋 (1957) によつて他の植物体部位の着色とともに詳細な研究がなされている。両氏の日本品種を材料とする研究結果によれば、稲の花青素生成には C と Sp の2遺伝子の存在が必要で、これらの相互作用でつくられた花青素は更に種々の分布遺伝子の作用によつて、植物体の特定の部位に着色を呈することになる。 C は色素原の生成に関与し、 Sp は還元物質の生成に関与するもので、ともに下に記すような複対立遺伝子群を形成する。すなわち

$$C^B > C^{Bp} > C^{Bt} > C^{Br} > C^+,$$

$$Sp > Sp^a > Sp^+$$

これらの遺伝子の組合せによつて表現型は暗紫色—赤色—淡赤色—無色のように変化する。またそれと同時にこれらの遺伝子の多面作用もわかっているの、表現型から遺伝子同定の可能な場合が多い。

一方花青素による稈先着色を支配する分布遺伝子は A であつて、数例をあげれば $C^B Sp A$ は稈先暗紫色、 $C^B Sp^a A$ は赤色、 $C^B Sp^+ A$ と $C^{Bp} Sp^a A$ とは無色となる。

ここで特に注意すべきことは C^B の作用で、 C^B が存在すると $C^B Sp^+ A$ のように開花時の稈先が無色であつても、成熟時には花青素とは別の褐色の色素を沈積し、稈先は長尾によつて tawny と名づけられる色調を呈することである。

II. 材料とその遺伝子型の決定

ここで研究の対象となつた雑種の両親の一つはインド品種 Surjamkhi で他の一つは農林1号である。前者は水島 (1950) によつて稲の親和力検定の分析品種に用いられた代表的インド品種の一つ (g 型) で、後者は c 型に属する日本品種である。 c 型と g 型との交雑で得られる F_1 は稔実歩合は完全ではあるが、花粉稔性は必ずしも完全とはいえない。ここで得られた F_1 Surjamkhi × 農林1号は正逆交雑とも稔実歩合 96%，花粉稔性は 86% であつた。両親品種の稈先着色の状態は他の部位の着色の有無と色調とともに表1に示してある。

Table 1. Anthocyanin pigmentation in various parts of plant body and genotypes in respect to apiculus color of Surjamkhi, Norin No.1 and their F_1 hybrid (upper part) and the result of test crosses of Norin No.1 with two tester varieties, Akamuro ($C^{Br} Sp A$) and Akage ($C^{Bp} Sp^+ A$).

	Apiculus	Empty glume	Stigma	Leaf blade	Leaf sheath	Internode
Surjamkhi ($C^B Sp A$)	Dark purple	Reddish purple	Purple	Purple (margin)	Reddish purple stripe	Reddish purple
Norin No. 1 ($C^B Sp^a A$)	Red	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Red
F_1 Surj. × Norin No. 1 ($C^B C^{Bp} Sp Sp^a AA$)	Dark purple	Reddish purple	Purple	Purple (margin)	Reddish purple stripe	Reddish purple
F_1 Norin No. 1 × Akamuro ($C^{Br} Sp A$)	Dark purple	Reddish purple	Reddish purple	Colorless	Colorless	Reddish purple
F_1 Norin No. 1 × Akage ($C^{Bp} Sp^+ A$)	Red	Colorless	Colorless	Colorless	Colorless	Red

* 文部省科学研究費（総合研究）の援助による。

昭和 34 年 7 月 4 日受領

さてインド品種も日本品種と同じ遺伝子系によつて花青素の生成と植物体各部位の着色が支配されるならば、Surjamkhiの稃先色についての遺伝子型は、その暗紫色を呈することによつて直ちに $C^B Sp^a A$ と決定されるが、農林1号の稃先色は赤色であつて、類似の赤色を呈する遺伝子型 $C^B Sp^a A$, $C^{Br} Sp^a A$, $C^{Br} Sp A$, ……等の何れに該当するかわからない。それ故長尾(1951a)によつて明らかにされた既知遺伝子型の赤室($C^{Br} Sp A$)と赤毛($C^{Br} Sp^+ A$)とを分析品種として交雑し、表1に示すような結果を得て農林1号は $C^B Sp^a A$ であることを同定した。従つて F_1 の遺伝子型は同じく表1に示すように $C^B C^B Sp Sp^a AA$ で Sp についてのみヘテロとなる。

なお稃先以外の部位の花青素着色は、既述したように、それぞれの部位への花青素分布を支配する遺伝子が関与するが、複雑になることをさけて、それらについては別に報告することとしここでは言及をさし控える。

実験材料はすべて短日操作を行ない得る特殊実験圃場で栽培されたが、実験期間中の気象条件は良好で、実験植物は短日操作を施さずとも殆んど総てが8月末迄に出穂し、各個体の稔性調査には何等支障がなかつた。

III. 実験結果

1. F_2 の分離 前述のように F_1 は $C^B C^B Sp Sp^a AA$ で Sp についてのみヘテロであるから、 F_2 では当然 $Sp : Sp^a = 3 : 1$ すなわち暗紫：赤 = 3 : 1 の分離が期待されるが、事実は予期に反して表2に示すように、

暗紫：赤：無色(tawny)：無色
= 684 : 83 : 213 : 85

の分離がみられた。ここですぐ気のつくことは次の3項に述べることである。

a. 赤の個体の出現頻度が著るしく減少しその代りに

Table 2. Segregation in apiculus coloration in F_2 Surjamkhi $\times$ Norin No. 1

	Colored		Colorless		Total
	Dark purple	Red	Tawny at ripening	Straw white	
Plants with colored leaf sheath	645	49	1	0	695
Plants with colorless leaf sheath	39	35	212	85	371
Total	684	84	213	85	1,066

$$684 + 49 + 1 : 35 + 212 = 734 : 247$$

$$\approx 3 : 1$$

$$\chi^2 = 0.016 \quad P : 0.9 \sim 0.8$$

期待外の無色個体が出現しており、恰も $Sp^a \rightarrow Sp^+$ の変化が高い頻度で起つたかのような状態を示している。

b. F_2 全個体は C^B を持つ筈で、従つて開花時稃先色は無色でも成熟時には tawny に当然なる筈であるが、無色個体中の85個体は tawny にならず、恰も $C^B \rightarrow C^+$ の変化が起つたかのような観を呈する。

c. 開花時無色で成熟時 tawny になる個体中の1個体は、葉鞘に濃い着色があり明らかに $C^B Sp$ と考えられ、恰かも $A \rightarrow A^+$ の変化を起して稃先が無色になつたように考えられる。

Table 3. Segregation of partial sterility in F_2 and its distribution in relation to apiculus coloration*

Seed-setting fertility (%)	Apiculus color			
	Dark purple and Red	Tawny	Straw white	Total
100—90	319	31	37	387
90—80	264	72	28	364
80—70	88	25	13	126
70—60	41	25	3	69
60—50	19	12	0	31
50—40	9	6	1	16
40—30	8	13	1	22
30—20	5	11	1	17
20—10	2	13	1	16
10—0	4	5	0	9
Total	759	213	85	1,057
Mean	84.2	67.8	84.5	80.9

Heterogeneity test : $\chi^2_{(18)} = 118.30$, $P < 0.001$

* 9 of the total 1,066 F_2 individuals failed to show their exact seed-setting fertility.

F_1 が殆んど完全稔実性を示し花粉にのみ15%内外の不稔性を示すに対し、 F_2 では稔実歩合の軽度にもたは著るしく低い部分不稔個体の分離がみられる。稃先色による分類の各級内の部分不稔性の分布は表3に示されている。均一性検定結果は各級の分布が同様なものでないことを示し、特に無色 tawny 個体の平均稔性の低いことが注目されるが、各級には何れも高稔性のものと低稔性のものが含まれていることから、 F_1 で産出された無色個体を結果する配偶子も有色個体を結果する配偶子も機能に著るしい差異がなく、 F_2 の分離に関する限り稃先色と不稔性の間に特別な関係の考慮を必要としないことを示している。

2. F_3 の分離 無作為に抽出した82個体の F_2 植物(中48は開花時稃先無色個体)から同数の F_3 系統を養成した。実験圃場の面積に制約されて各系統の個体数は20に限定されたが、表4および5に示すような結果が得られた。

Table 4. Types of segregation in apiculus anthocyanin coloration and their frequency in F_3 strains originated from 48 randomly taken F_2 individuals with colored apiculus

Types of segregation			Number of strains observed
Dark purple	Red	Colorless	
1	0	0	10
0	1	0	2
3	1	0	3 (1)*
3	0	1	15 (5)*
9	3	4	2
9	0	7	7 (1)*
15	2	3**	1
14	1	5**	1
17	1	2**	1
15	1	4**	1
11	1	8**	1 (1)*
13	6	1**	1
0	15	1** ***	1
0	19	1**	1
0	18	2**	1
Total			48

* The figure in parenthesis shows the number of strains originated from F_2 individuals with red apiculus and colored leaf sheath.

** Theoretical ratio of this type of segregation can not be determined and the ratio given shows the actual number of individuals.

*** This strain consisted exceptionally of 16 individuals.

まず表4の48の着色 F_2 個体に由来する系統を眺めると、1系統20個体であるため厳密な分離型の決定はむずかしいが、5%の危険率で区別すると、暗紫ホモおよび赤ホモの固定系統のほかに、単性および両性雑種の分離型が4みとめられる(表4上部)。しかしそのほかに分離型の決定の全く困難な9系統が出現しており、これらについては20個体でみられた実数がそのまま表に与えられている(表4下部)。さてこの表で直ちに注意されることは次に述べることである。

a. F_2 で稈先が赤く葉鞘に着色を示す個体から生じた系統は、いずれも稈先暗紫の個体を分離しており(表4の系統数の場所に括弧で与えてある数字)、 F_2 で C^B と Sp の2遺伝子をもつていたにかかわらず、その表現型は $C^B Sp^d$ の表現型をとつていたという奇怪なことを示している。

b. 表の下方に与えてある実数で示した不可解な分離型のうちの上部の6は、厳密にはいえないが、9:3:4の分離型の変形とは考えられない。また他の3は15:1の変形と考えられぬこともないが、現在関与する遺伝子の関する限り、かような同義遺伝子の分離比は期待できない。

Table 5. Types of segregation in tawny apiculus coloration and their frequency in F_3 strains originated from 34 randomly taken F_2 individuals with colorless apiculus at the time of flowering

Types of segregation		Number of strains observed
Tawny	Straw white	
1	1	6
3	1	15
0	1	13
Total		34

次に表5の F_2 無色個体に由来する34の無色系統では、tawny ホモと straw white ホモ(成熟しても稈先が tawny にならぬもの)の2型の他に、tawny : straw white = 3 : 1 の分離型がみられるのみで特に不可解な分離型はみうけられない。

Table 6. Average fertility of F_3 strains and its distribution in relation to apiculus coloration

Average Seed-setting fertility (%)	Number of strains observed			
	Dark purple and Red	Tawny **	Straw white	Total
100—90	2	1	0	3
90—80	16	3	9	28
80—70	18	8	3	29
70—60	9	3	0	12
60—50	1	3	0	4
50—40	0	2	0	2
40—30	2	0	1	3
30—20	0	1	0	1
20—10	0	0	0	0
10—0	0	0	0	0
Total	48	21	13	82
Mean	75.2	67.9	78.8	73.9

* This class includes both strains homozygous and heterozygous for colored apiculus.

** This class includes both strains homozygous and heterozygous for tawny apiculus coloration.

表6に F_3 の着色系統、無色 tawny 系統および無色 straw white 系統の3群内での部分不稔性の分布が与えられている。この表では F_2 の無色 tawny 個体の部分不稔性が高かつたことと同様に無色 tawny 系統の部分不稔性が高いことが注目されるが、それ以外には特に明瞭な傾向がみられない。

3. F_3 無色系統の検定交雑 F_2 の無色 tawny 個体や straw white 個体で C^B や Sp^d がどうなつていたかをしらべるために、 F_3 で24の無色系統から無作為に1個体宛をとつて、既知遺伝子型の分析品種赤室 ($C^{Br} Sp$)、茶穂 ($C^B Sp^+$) および赤毛 ($C^{Br} Sp^+$) と交雑し

Table 7. Determination of genotype in respect to apiculus color of 24 randomly taken F_3 individuals, each one from 24 F_3 strains with colorless apiculus at flowering, by means of testcrossing them with three tester varieties of known genotype.

Gametic genotypes of F ₃ individuals determined	Tester varieties						Frequency of genotype
	Akamuro (<i>C^{Br}Sp</i>)		Chabo (<i>C^BSp⁺</i>)		Akage (<i>C^{Bv}Sp⁺</i>)		
	Apiculus Color of F ₁		Apiculus color of F ₁		Apiculus color of F ₁		
	At flowering	At ripening	At flowering	At ripening	At flowering	At ripening	
<i>C^B</i> —	D. P.	D. P.	Cls.	T.	Cls.	T.	17
— <i>Sp</i>	R.	St. W.	D. P.	D. P.	D. P.	D. P.	3
— <i>Sp^a</i>	R.	St. W.	R.	T.	R.	T.	0
— —	R.	St. W.	Cls.	T.	Cls.	T.	4
Total							24

Note: D. P., R., T., St. W. and Cls. denote dark purple, red, tawny, straw white and colorless respectively. The same applies to Table 9.

— in the first column means either recessive mutation or deficiency of the corresponding gene.

た結果が表7に示されている。この表の結果を要約すると次のようになる。

a. 供試した24個体中の17では Sp 座の遺伝子が Sp^+ に変化したか、または何等かの理由によつて Sp 座を欠くとみられる。

b. 3個体では Sp 遺伝子を2個または1個もつが、 C^B が C^+ に変化したかあるいは C 座を欠くとみられる。

c. 4個体では C^+Sp^+ の組成をもつか、あるいは C と Sp の両座を欠いている。

d. 同定された Sp 座の遺伝子は Sp のみで、 Sp^a を単独またはホモにもつ個体が見出されない。

IV. 実験結果の考察と論議

上述した日本稲×インド稲の雑種にみられる日本稲間の雑種の場合と異つた稃先色の分離の機構を明らかにするためには、両者の稃先色を支配する遺伝子系が同じであるかどうかを確かめる必要がある。長尾・高橋(1958, '59)は既知遺伝子型の日本稲をtesterとして外国稲の花青素着色形質を支配する遺伝子を同定し、供試した外国稲では何れも日本稲と同じ遺伝子系を確かめており、 Sp 座に日本稲の Sp より更に優性の Sp' 遺伝子を発見している。著者等の同定実験(水島・近藤、未発表)では現在の交雑親を含めて数種の外国稲を材料とし、それらに C 、 Sp および A の3遺伝子座の存在と、日本稲の C および Sp 遺伝子との正常な補足作用をみとめている。従つて少なくとも現在問題とする稃先色は両親が同じ遺伝子系で支配されていることは明らかである。

さて表2の F_2 の分離から考察を進めよう。葉鞘着色稃先赤の49個体は F_3 で稃先暗紫の個体を分離するから、その遺伝子型は $C^B Sp A$ で何等かの理由によつて表

現型が赤であつたと考え、更に葉鞘着色稃先無色で成熟時 tawny になる1個体は $C^B Sp A^+$ と考えると、結局 $C^B Sp$ 個体は $684+49+1=734$ となり、

$$C^B Sp : C^B Sp^a : C^B - : - Sp + --- = 734 : 35 : 212 : 85$$

となる。ここで一であらわした遺伝子は C^+ 、 Sp^+ およびその欠失の何れかに結着すべきであるが、現在ではまだ何れともきまらないからこの記号で表示しておく。いまここで暗紫個体数と赤個体と無色 tawny 個体の和とを比較してみると、表8の上方に示すように3:1の分離比によく適合する。従つて F_2 の無色 tawny の212個体の析出は、 $Sp^a \rightarrow Sp^+$ の突然変異によつたか、あるいは何等かの理由で Sp^a 遺伝子座の欠失が起つたかの二つの原因が考えられる。同様に無色 straw white の85個体の出現も、 $C^B \rightarrow C^+$ の突然変異かまたは C 遺伝子座の欠失が考えられる。

いまかりに突然変異による両遺伝子の劣性化が原因であるとしてその頻度を計算してみると、かような突然変異は F_1 の配偶子形成の際に $C^B \rightarrow C^+$ は28%、 $Sp^a \rightarrow Sp^+$ は47%の割合で起つたことになり(表8)、自発的突然変異としては従来類例をみない高頻度で常識的には考えられない。

またかりに偽似対立遺伝子(pseudoallele)の組換によつて突然変異様の異常があらわれるものとしてもあまりに頻度が高すぎる。

次に両遺伝子座の欠失の場合を考えてみる。たとえば両親の染色体構造差にもとづく C および Sp 座の位置のずれによつて、 C および Sp の何れか一つまたは両方を欠く配偶子や一つまたは両方を重複してもつ配偶子が生じ、これらが機能に欠けるところなく受精に関与した結

Table 8. Calculation of the frequency of gametes lacking *C*- or *Sp*-locus produced on *F*₁ Surjamkhi × Norin No.1 and goodness of fit of the compensated *F*₂ data to the theoretical expectation.

$$\text{Rate of gametes lacking } C\text{-locus} : \sqrt{\frac{85}{1,066}} \div 0.28$$

$$\text{Rate of gametes lacking } Sp\text{-locus} : \sqrt{\frac{212}{734+35+212}} \div 0.47$$

Apiculus color { at flowering at ripening	Dark purple Dark purple	Red Tawny	Colorless Tawny	Colorless Straw white	Total
Number observed	734	35	212	85	1,066
Number expected	735.5	32.0	213.2	85.3	1,066

果と考えると、上述の突然変異の頻度として計算された28%および47%なる値は配偶子での両遺伝子座の欠失の頻度をあらわすことになり、それと同頻度で*C*座および*Sp*座を重複してもつ配偶子が生ずることになるから両遺伝子の組換え価はそれぞれ56%および93%の特別な値をとることになる。かような特別な組換え価は関与する染色体の対合と交叉に対して何か特別な制約が加えられることを考えねばならないが、*F*₃での異常な分離比を示す系統の出現したことを考慮すると突然変異を原因とする考え方より遙かに原因となる可能性が高い。従つて以下にこの考え方で考察を進めて行くこととする。

以上の考え方で*F*₂の各表現型の理論値を計算し実験値と対比すると両者は極めてよく適合する(表8, 下段)。

次に*F*₃系統の分離型とその出現頻度が果して*C*および*Sp*座の欠失と重複で説明できるかどうかを吟味してみよう。かような異常がおこる原因として供試日本およびインド品種間に転座または逆位による両遺伝子座の位置のずれをまず考えてみる。ただし従来著者等が観察した材料に関する限りでは、著るしい不稔現象を伴う遠縁品種間雑種でもその花粉母細胞の成熟分裂は外見的に正常で、染色体橋や多価染色体の形成は見られないので、転座や逆位による染色体構造差異が両品種間にあるとしても、それは染色体対合を乱したり分裂に異常性を与えるような大きさのものでなく、問題とする遺伝子座を中心とする極めて小さな部分の構造的差異と考えねばならない。かような考え方で*C*と*Sp*との両遺伝子座が両品種で単純逆位、包含逆位(Included inversion)および潜性転座(伏性転座 Cryptic translocation)の何れかによつてずれているとし、可能な組合せで*F*₃分離型の種類と出現頻度を計算してみると、何れの場合も観察値によく適合する理論値は得られなかつたが、表9に示す3理論値すなわち*C*座が包含逆位、*Sp*座が単純逆位でずれている場合(Ⅱ)、両座ともに包含逆位でずれている

場合(Ⅲ)および*C*座が潜性転座で*Sp*座が包含逆位でずれている場合(Ⅳ)が最も観察値に近いものとしてとられる。その他表9には*C*^Bと*Sp*^aが突然変異により*C*⁺と*Sp*⁺に変化する場合の理論値(Ⅰ)も与えてあるが、これはあまりに観察値とかけ離れていて問題にならない。

表9-Aの*F*₂の稈先着色個体に由来する系統では、中央の線で区分した上方の分離型に関する限り、(Ⅱ)の理論値が観察値に対し一番よく適合しているようにみえるが、下方の分離型に関しては他の理論値と同様に適合の度が悪い。しかも(Ⅱ)の理論値は*Sp*座の単純逆位を仮定しているから、雑種の成熟分裂では必ず染色体橋の出現がみられねばならぬという弱点をもっている。

表9-Bの*F*₂稈先無色個体に由来する系統の場合は、混同し易いとみられる分離型をくくつて適合度の検定を行つてみると、(Ⅱ)の理論値に一応適合していることになるが、着色分離系統の場合を考慮すると(Ⅱ)の仮説の取捨の決定はできない。*F*₃系統数は僅かに82でしかも1系統の個体数は20である。この程度では各分離型の出現頻度の検定には標本の大きさが小さすぎる上、各分離型の決定も厳密にはなし得ないことになる。従つて表9の結果では最大限で異常分離の原因が突然変異の所産ではないと言えるだけで、何れの理論値が適合するかあるいはすべてが不適合であるかの結論はできないことは勿論である。

*F*₃の分離について今一つ考慮せねばならないことは、不稔性によつて分離型に乱れを生ずるかも知れぬということである。完全な稔実歩合を示す*F*₁配偶子の受精では、表3に掲げた事実からも考えられるように、問題とする遺伝子の重複や欠失は直ちに配偶子に致死的な効果を与えず、従つて*F*₂の稈先色に関する各型の出現頻度には特別に重大な制約が加えられているとは考えられないが、部分不稔性のあらわれる*F*₃世代では問題は別になるからである。

Table 9. Comparison of the actual frequency of F_3 segregation types in respect to apiculus coloration with theoretical expectations from the following four different bases,

- I. the case where two kinds of mutations, $C^B \rightarrow C^+$ and $Sp^a \rightarrow Sp^+$, occur in the gametes of F_1 and F_2 at the rate of 0.28 and 0.47 respectively.
 - II. the case where the two gene loci of the parental varieties locate at different position :
C-locus, by included inversion;
Sp-locus, by simple inversion.
 - III. Ibid. :
both C-and Sp-locus, by included inversion.
 - IV. Ibid. : C-locus, by cryptic translocation;
Sp-locus, by included inversion.
- A. F_3 strains originated from randomly taken 48 F_2 individuals with colored apiculus.

Types of segregation D.P. : R. : Cls.	Number of strains observed	Theoretical expectation			
		I	II	III	IV
1 : 0 : 0	10	—	9.5	9.5	5.5
0 : 1 : 0	2	—	0.0	0.0	0.0
0 : 0 : 1	0	—	—	—	10.2
3 : 1 : 0	3	—	1.0	12.9	10.3
3 : 0 : 1	15	—	17.3	5.5	4.1
0 : 3 : 1	0	—	1.1	1.1	0.8
9 : 3 : 4	2	—	0.6	7.5	6.0
9 : 0 : 7	7	—	7.6	0.7	0.5
0 : 9 : 7	0	—	0.6	0.6	0.5
15 : 0 : 1	0	—	—	—	3.2
11 : 1 : 4	5	—	0.0	0.0	—
11 : 4 : 1	1	—	0.6	7.8	6.0
11 : 0 : 5	0	17.1	7.9	0.7	0.5
11 : 0 : 1	0	8.8	1.6	1.6	—
0 : 11 : 1	3	—	0.0	0.0	—
0 : 11 : 5	0	—	0.6	0.6	0.5
Other types	0	19.1	—	—	—
Total	48	48.0	48.4	48.5	48.1

- B. F_3 strains originated from randomly taken 34 F_2 individuals with colorless apiculus at the time of flowering.

Types of segregation Tawny : St. white	Number of strains observed	Theoretical expectation			
		I	II	III	IV
1 : 0	6	—	12.9	17.5	12.1
19 : 1		—	—	—	—
15 : 1		—	—	—	—
11 : 1	0	13.7	0.3	0.5	6.9
3 : 1		—	—	—	—
2.4 : 1.6		10.6	12.2	7.4	6.9
0 : 1	13	9.7	8.6	8.6	8.0
Total	34	34.0	34.0	34.0	33.9

χ^2 : 5.376 15.494 19.429

P : — .1~.05 <.001 <.001

さて上述したように理論値と観察値の適合は不明であつても、実際に問題とする遺伝子座の一方または両方を欠く配偶子や重複してもつ配偶子の出現が証明されるならば、それらの遺伝子座の位置の差異がどんな機構で起つているにせよ、供試した日本およびインド両品種間に、少くとも問題とする両遺伝子座を指標として、染色体構造の差異があると結論できることになる。このことに関しての一つの資料として表7の F_3 無色個体の遺伝子型分析結果があげられる。すなわち無色個体の出現が突然変異による遺伝子の劣性化によると考えられぬ以上表7で決定された F_3 個体の遺伝子型中 — 記号で表わされた部分は、該当する遺伝子座の欠失をあらわすと考えざるを得ないからである。従つて C および Sp 両遺伝子座の一方または両方を欠く配偶子の形成が F_1 および F_2 で行われ、これらが受精に関与したと考えられることになる。勿論表7の結果は必要条件であつて充分条件ではない。問題とする両遺伝子座の一方または両方を重複してもつ個体を発見して始めて仮説の当否が決められる。このことについては後報で詳述することとし、本報では供試した日本品種とインド品種間に染色体構造差を暗示する事実の報告に止めることとする。

この報告を終るに当り、花青素着色に関し既知遺伝子型の日本品種を供与され著者等の研究に至大な便宜を与えられた北大農学部の高尾正人および高橋万右衛門両氏に深い謝意をあらわす。

V. 摘 要

インド稲の1品種 Surjamkhi と農林1号との間の F_1 は完全稔実性で僅かの程度の花粉不稔性を示すが、 F_2 以後に不規則な部分不稔個体の分離がみられる。この報告ではこの雑種で観察された不稔性とは直接には関係ないとみられる花青素による稈先着色の異常分離を報告し、両品種間に染色体構造の差異を示唆した。

Surjamkhi の稈先色は暗紫で農林1号のそれは赤色である。両者の稈先色に関する遺伝子型はそれぞれ $C^B Sp^a A$ および $C^B Sp^a A$ と決定された。両者の間の F_1 の稈先色は暗紫で、 F_2 では暗紫 : 赤 = 3 : 1 の分離が当然期待されたが、事実はこれに反して F_2 全個体数の約 30% の稈先無色個体の出現がみられた。

稈先無色個体の出現機構について考察が行われ、出現頻度の高いこと、 F_3 系統で更に異常な分離が観察されたこと、 F_3 無色個体の既知遺伝型の分析品種との交雑結果等から、関係遺伝子の劣性突然変異によるとは考えられないと結論され、成熟分裂に異常性を与えぬ程度の微小な包含逆位や潜性転座等による遺伝子座のずれが示唆されたが、決定的な結論は次の報告にもちこされた。

引用文献

- 1) MIZUSHIMA, U. (1950) : Study on sexual affinity among rice varieties *Oryza sativa* L. II. Analysis of affinity of other Asiatic and Hawaiian varieties. Tohoku Jour. Agr. Res., 1, 151~160
- 2) 長尾正人 (1951 a) : 稲の遺伝——特に着色形質を中心として. 最近の生物学, 4, 48~96, (東京)
- 3) NAGAO, S. (1951 b) : Genetic analysis and linkage relationship of characters in rice. Advances in Genetics, 4, 181~211
- 4) 長尾正人・高橋万右衛門 (1958) : 遺伝子の同定とその染色体上の分布差異. 総合研究報告集録 (農学篇) 1957年度, 44頁
- 5) ——— (1959) : 遺伝子の同定とその染色体上の分布差異. 研究報告集録 (農学編) 昭33, 総合研究, 42頁
- 6) TAKAHASHI, M. (1957) : Analysis on apiculus color genes essential to anthocyanin coloration in rice. Jour. Facult. Agr., Hokkaido Univ., Vol. 50. Pt. 3, 266~362

Fundamental studies on rice breeding through hybridization
between Japanese and foreign varieties

I. An anomalous mode of segregation of apiculus anthocyanin
pigmentation observed in a hybrid between a Japanese
and an Indian variety.

Usaburo MIZUSHIMA and Akira KONDO

(Institute of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Tohoku University)

Résumé

An anomalous mode of segregation in respect to apiculus anthocyanin pigmentation observed in a fertile hybrid between a Japanese (Norin No. 1) and an Indian rice variety (Surjamkhi) was described.

The apiculus color of Norin No. 1 is red and that of Surjamkhi is dark purple, whose genotypes have been determined as $C^B Sp^d A$ and $C^B Sp A$ respectively after the gene symbols designated by NAGAO and TAKAHASHI. C is a gene responsible for the production of chromogen and Sp , acting complementarily, turns it into anthocyanin. Both C and Sp form a multiple allelic series, $C^B > C^{Bp} > C^{Bt} > C^{Br} > C^+$ and $Sp > Sp^d > Sp^+$. F_1 hybrid between them shows dark purple apiculus color. Its seed-bearing fertility is nearly perfect (96%), though it shows a certain degree of pollen abortion (14%).

In F_2 it segregated individuals with colorless apiculus which came up to about 30 per cent of the total, instead of showing the expected segregation ratio of 3 dark purple : 1 red, i. e., 3 Sp : 1 Sp^d , accompanying remarkable decrease of individuals with red apiculus color (Table 2). A large part of the colorless plants showed tawny coloration in their apiculus at ripening, showing the effect of C^B observed when Sp or Sp^d is absent. The apiculus color at ripening of the remaining colorless plants was straw white, showing no effect of C^B .

Segregation of partial sterility also occurred in F_2 as shown in Table 3, in which one can detect no clear relation between the partial sterility and

the types of apiculus coloration. The similar distribution of partial sterility in each of the classes is taken to show that the gametes of F_1 bearing non-coloredness were equally functional as those bearing coloredness in bringing forth the F_2 progeny.

The mode of segregation of apiculus color observed in 83 F_3 strains originated from randomly taken F_2 plants, including 48 colored and 34 colorless ones, was various (Tables 4 and 5). Some strains showed mono- and dihybrid segregation ratios, but others did rather complex ratios which could not readily be explained. Here again no definite relation between the partial sterility and the apiculus color was observed.

Discussion was made as to the mechanism which resulted in the segregation of individuals with colorless apiculus in F_2 . Since the frequency of the appearance of colorless plants in F_2 was remarkably high, the mechanism due to autonomous mutations, $C^B \rightarrow C^+$, and $Sp^d \rightarrow Sp^+$, was concluded to be out of question. It was suggested that the anomalous segregation might be due to minor structural differences of chromosomes between the parental varieties which did not affect directly the viability of gametes produced on F_1 hybrid. Though there were found some F_3 plants which seemed to be deficient in the gene loci in question by crossing them with tester varieties of known genotype, the authors could not attain to a definite conclusion as to the mechanism under issue.