

水稻日本晴に現われた変異の検討

その3 開花・開葯・受粉過程

今 木 正*

On Anomalous Segregation of Culm Length and Heading Time Observed in the Rice Variety "Nipponbare"

III. The Relationship between the Outcrossing and Flowering, Anther dehiscence, and Pollination Processes

Tadashi IMAKI

For the rice variety "Nipponbare", the number of shed pollen grains on a stigma and the number of pollen grains per anther before anthesis were significantly smaller than the other 3 to 11 varieties tested.

And the delaying of an anther dehiscence, many remained pollen grains in an anther after blooming, and long blooming duration were often observed in the variety "Nipponbare".

These results suggest that the high percentage of the outcrossing in "Nipponbare" is correlated to the disturbed processes of anther dehiscence or pollen shedding.

緒 言

稲品種日本晴は原種圃、採種圃において、異型個体が発生する頻度が高く、異型個体の後代検定を行うと、大部分がその後代において出穂期、稈長の分散が極めて大きくなり、自然交雑している可能性が示された¹⁾。

そこで、1977年以来、日本晴と出穂期のほぼ同じ数品種を用いて、自然交雑率の品種間差異を検討してきたが、その結果ムラサキイネを標識個体とした日本晴の自然交雑率は他品種と比較して高く、有意差が認められた。そして葯の裂開過程に品種間差があり、これが自然交雑率の品種間差を引き起こしているものと考えられた²⁾。そこで本実験では日本晴と他の品種との間に開花・開葯・受粉過程に品種間差異があるかないかを調査した。

材料および方法

1. 柱頭上花粉粒数、柱頭長および葯内花粉粒数

実験は1979年に行った。供試品種は日本晴の他11品種で、これらを圃場とポットで栽培した。圃場で栽培した材料については、出穂開花期中1品種当たり4日間毎日開穎後の5個乃至10個の穎花を穂の中位の枝梗から選り採取した。この採取した穎花から柱頭を取りだしスライドガラスの上に載せコットンブルーと乳酸フェノール液で染色固定し柱頭上花粉粒数および柱頭長を調査した。また、ポット栽培した材料から開穎前の葯を各品種約15個採取し前記と同じ方法で染色固定し葯内花粉粒数を調査した。以上の方法は既報に準じた³⁾。

2. 開花・開葯・受粉過程

実験は1982年と1983年に行った。1982、1983年ともに日本晴を含む4品種を供試した。これらの催芽種子を1/5000a ワグネルポットに円形20粒直播し戸外にて生育させた。出穂2～3日前からポットを自然光型温度制御

*作物学研究室

ガラス室（以下制御ガラス室と呼ぶ）、人工照明型温度制御室（以下人工照明室と呼ぶ）に搬入した開花・開薬・受粉過程の観察を行った。制御ガラス室、人工照明室の温度条件は、日中（10時から14時）を34℃、夜間（20時から6時）を24℃としてプログラムコントローラーを用いてなめらかに昼温、夜温間を変化させた。なお、制御ガラス室は戸外の約70%の相対照度であり、人工照明室の主光源は400wの陽光ランプ6個で30,000lxの明るさが得られ、本実験では6時から18時までの12時間照明とした。また湿度条件は両室とも70~80%の間にあるように調整した。なお1982年にはポットを制御ガラス室のそばの戸外に置いた戸外区を設けた。

開花過程の観察には、既報³⁾に準じて次のような基準を設定して行った。；(A)開穎直後で薬が穎内にとどまっている状態、(B)開穎が進み薬の一部が穎外に突出した状態、(C)開穎角度が最大に達し薬が完全に穎外へ突出、花糸が伸びきった状態、(D)閉穎し始め穎の先端部での内外穎の間隙が1mm以下となった状態、(E)閉穎した状態。

また薬の裂開の有無とその程度を推測するため薬色の变化についても観察を行い、既報の基準を適用し次の2水準を設定した；(i)薬色が新鮮な黄色を失い始めた状態（薬裂開開始時）、(ii)薬の裂開により花粉の大部分が薬から放出されて薬色完全に変色した状態（薬完全裂開時）。

以上の基準に従って各観察日に5~10個の穎花を選び、開花・開薬過程を10時から5分間隔で観察し各穎花につき開穎後3時間で観察を打ち切った。また、開花・開薬過程を観察した穎花が閉穎した後、観察の対象とし

た穎花について、柱頭と穎花1個当たり3個の薬を採取し、コットンブルーで染色乳酸フェノールで固定後顕微鏡下で柱頭上花粉粒数及び薬内残存花粉粒数を調査した。そして、開花・開薬過程観察後もポットを調査期間中と同じ条件下に置き、籾を登熟させて不稔率を調査した。稔実不稔の判定は、子房の肥大の有無を手で触って行った。子房の肥大が手で触っただけでは認められない籾については、穎を開き子房の肥大の有無を確認した。

実験結果

1. 柱頭上花粉粒数、柱頭長および薬内花粉粒数

1) 柱頭上花粉粒数

結果を第1表に示した。日本晴はしまねにしき、改良八反流とともに値が小さく、花粉粒数の多いムラサキイネ長稈系統、コトブキモチ、ヤエホ、ヤマビコの4品種と有意な差が認められた。

2) 柱頭長

結果を第1表に示した。ニホンマサリ、しまねにしきの柱頭は短く、日本晴は何方かという長い群に類別された。しかしムラサキイネ長稈系統、ヤマビコはさらに柱頭が長くニホンマサリ、しまねにしきと同様、日本晴との間に有意差が認められた。

3) 受粉密度

薬の裂開の良否を間接的にみるには、1柱頭当たりの着床花粉粒数よりは、柱頭の長さの長短を消去した柱頭の単位長さ当たり着床粒数をみた方が良いと考え、柱頭上花粉粒数を柱頭長で除し受粉密度として第1表に示した。柱頭長の品種間差が柱頭上花粉粒数に比べると小さ

第1表 柱頭上花粉粒数、柱頭長および薬内花粉粒数の品種間差（1979年）

調査項目 品 種	柱 頭 上 花 粉 粒 数 個	柱 頭 長 μm	受 粉 密 度 個/mm	薬 内 花 粉 粒 数 個
日 本 晴	90.0	1315	68.4	921.3
近 畿 33 号	135.0	1274	104.8	898.0
しまねにしき	101.0	1231*	82.5	869.5
ニホンマサリ	121.2	1164**	105.2	803.8*
ヤ エ ホ	179.6*	1281	140.2*	1298.0**
農 林 44 号	118.7	1296	91.1	1287.8**
ヤ マ ビ コ	173.0*	1383*	127.1	1042.1
大 川 早 生	166.8	1305	127.5	1504.5**
コトブキモチ	209.8**	1279	160.5**	1419.0**
改 良 八 反 流	90.3	1311	68.7	1269.6**
ムラサキイネ短稈	159.0	1305	121.5	1557.6**
ムラサキイネ長稈	218.3**	1377*	158.5**	1307.8**

注 *、**：5、1%水準で日本晴との間に有意差あり

いので受粉密度の品種間差は柱頭上花粉粒数の結果とほぼ同じ傾向を示すに止まった。

4) 葯内花粉粒数

第1表に結果を示した。日本晴は供試12品種の中では値が少ない群に入った。粒数の少ないしまねにしき、近畿33号およびヤマビコとは有意差がなかったが、一番粒数の少なかったニホンマサリおよびその他の粒数の多い他の品種とは有意差が認められた。

2. 開花・開葯・受粉過程

1) 開花過程

開花過程を観察した結果を第2表に示した。開花過程A段階は、毎時5分間隔の調査では観察が難しく、大部分が開花過程B段階から観察された。1982年の場合、開花過程の品種間差は開花過程C段階（開花最盛期）を過ぎる頃から現れ始め、開花過程D段階および開花過程E段階で、日本晴が他品種に比べて有意に長くなるが多かった。1983年では日本晴は制御ガラス室、人工照明室とも調査し4品種中どちらかというとき長くなる方であ

ったが、他の品種との有意差はなかった。

2) 葯裂開開始時間

一般に葯は開穎直後に白く変色し裂開したことが推察できる。本調査でも戸外や制御ガラス室での観察結果では開穎後5分～10分後にはほぼどの品種も裂開を開始した（第2表）。それに対し人工照明室では葯が変色せずに黄色のまま閉じる穎花も観察された。とくに1983年には、人工照明室では葯の変色過程を明確にとらえることが出来なかった。品種間差については、戸外や制御ガラス室では一定の傾向は認められなかったが、1982年の人工照明室では、日本晴は明らかに開葯が遅く他の品種と有意差があった。

3) 葯内残存花粉粒数

調査結果を第3表に示した。1982、1983年の何れの実験場所でも日本晴が他の品種に比べて多い方であった。分散分析した結果1982年と1983年ともに他の品種に比べて有意差の認められる場合が多かった。また1983年では葯の裂開過程の観察されなかった人工照明室の方が制御

第2表 開花・開葯過程の品種間差 (1982, 1983年)

年	実験場所	調査項目 品種	開花過程各段階到達時間(分)				葯裂開開始時 (分)	葯完全裂開時 (分)
			B	C	D	E		
1982年	戸外	日本晴	5.7	10.4	63.6	87.1	5.9	13.2
		近畿33号	5.0	12.3	48.2*	75.5	5.0	7.2
		しまねにしき	5.0	10.9	53.2	68.2**	5.8	10.9
		農林44号	5.0	12.7	47.5*	60.5**	10.8	11.8
	制御 ガラス室	日本晴	5.0	12.6	48.5	66.1	6.1	12.9
		近畿33号	5.0	11.8	50.6	60.9	6.4	13.5
		しまねにしき	5.0	10.6	42.1*	60.0	6.5	13.9
		農林44号	5.0	12.2	39.0**	51.3**	5.0	18.0
	人工 照明室	日本晴	5.0	13.2	65.5	102.5	77.3	103.2
		近畿33号	5.5	10.8	44.5*	71.8**	23.6**	69.6*
		しまねにしき	5.5	12.9	40.4**	60.4**	20.4**	60.4**
		農林44号	5.0	9.5*	42.7**	61.5**	9.4**	50.9**
1983年	制御 ガラス室	日本晴	5.0	14.7	40.7	104.0	5.3	12.3
		近畿33号	5.0	15.5	46.0	111.0	6.0	13.5
		しまねにしき	5.0	12.5	39.8	85.5	5.0	10.3
		ニホンマサリ	5.0	15.8	46.2	99.2	6.4	13.8
	人工 照明室	日本晴	5.0	16.3	49.0	148.8	—	—
		近畿33号	5.0	16.0	43.2	143.0	—	—
		しまねにしき	5.0	13.7	36.7	119.8	—	—
		ニホンマサリ	5.0	18.0	54.5	146.2	—	—

注 *、**：各年各実験場所毎に日本晴との有意差を検定した結果

ガラス室に比べて残存花粉粒数が多かった。

4) 柱頭上花粉粒数

調査した結果を第3表に示した。1982年では、しまねにしきが少なく、日本晴は必ずしも少なくはなかったが、品種間に有意差はほとんどなかった。1983年の場合は制御ガラス室では日本晴はしまねにしきとともに少ない方で着床花粉粒数の多いニホンマサリとの間では有意差が認められた。

5) 不稔率

調査した結果について第3表に示した。1982年については日本晴が他品種に比べて高くなる傾向にあり、しまねにしき、農林44号とは有意差が認められた。1983年には制御ガラス室では品種間差は少なく、人工照明室では日本晴の不稔率が高かった。

考 察

1979年の実験結果(第1表)から、日本晴は供試品種中柱頭上花粉粒数、受粉密度、葯内花粉粒数とともに少ない傾向を示した。そこで前報²⁾で品種間差が認められた自然交雑率と1979年の調査項目間の関連をみるため相関係数を計算した。自然交雑率の値は1979年の2回の実験²⁾の交雑率の平均値を使った。結果を第4表に示した。交雑率は柱頭長を除く柱頭上花粉粒数、受粉密度、葯内花粉粒数との間に有意な負の相関が認められた。次に自然交雑率と有意な相関があった3者のうち何れが一番自然交雑率と深い関係にあるかを検討した。柱頭上花粉粒数と受粉密度は極めて高い相関関係にあったが、結果の項で述べたように受粉密度は柱頭上花粉粒数に支配されているので、この受粉密度を除いた2者と自然交雑率の間で偏相関を求めたところ、自然交雑率は柱頭上花粉粒数と有意な負の相関が認められた(第4表)。このよう

第3表 葯内残存花粉粒数、柱頭上花粉粒数および不稔率の品種間差 (1982, 1983年)

年	調査項目		葯内残存 花粉粒数	柱頭上 花粉粒数	不稔率 %
	実験場所	品種			
1982年	戸外	日本晴	292.0	135.8	7.4
		近畿33号	264.4	155.3	5.1
		しまねにしき	132.0*	76.7	2.4**
		農林44号	86.7*	204.5	3.0**
	制御 ガラス室	日本晴	269.2	119.1	6.6
		近畿33号	169.4	189.6*	4.3
		しまねにしき	151.9	98.9	2.0*
		農林44号	104.7*	97.8	3.2*
	人工 照明室	日本晴	297.9	116.0	19.0
		近畿33号	144.8**	139.1	8.6**
		しまねにしき	247.9	69.5	11.6*
		農林44号	169.5*	175.3	9.7**
1983年	制御 ガラス室	日本晴	248.0	97.6	5.7
		近畿33号	230.4	128.7	3.5
		しまねにしき	254.0	93.4	5.9
		ニホンマサリ	194.6*	144.9*	4.7
	人工 照明室	日本晴	441.8	60.4	40.3
		近畿33号	270.8**	117.9**	34.4
		しまねにしき	281.8**	92.1	32.9
		ニホンマサリ	372.7*	145.3**	31.7*

注 *, **: 第2表参照

第4表 1979年に行った実験の調査項目間の
相関係数

(a) 単相関

	葯内花粉粒数	受粉密度	柱頭長	柱頭上花粉粒数
自然交雑率	-0.737**	-0.795**	-0.091	-0.787**
柱頭上花粉粒数	0.545	0.989**	0.214	
柱頭長	0.397	0.074		
受粉密度	0.492			

(b) 偏相関

	葯内花粉粒数	柱頭上花粉粒数
自然交雑率	-0.595	-0.681*
柱頭上花粉粒数	-0.085	

注*, **: 5, 1%水準で有意差あり

に自然交雑率と柱頭上花粉粒数の関連が認められたことは、間接的に葯の裂開の良否が自然交雑率に関与している可能性が示されたものと解釈した。

そこで次に1982, 1983年の結果から日本晴の葯の裂開の良否を考察してみる。葯の裂開が不良であれば葯裂開開始時間が遅かったり、閉穎時の葯内残存花粉粒数が多くなる。また葯の裂開不良により、柱頭上に着床する花粉粒数が少なくなり、柱頭上花粉粒数の低下が極端になれば、花粉の着床しない柱頭も生じ、不稔となる場合も生じてくるであろう。事実、柱頭に着床する花粉数が^{4,5)}20粒以下になると不受精が起こりやすいとの報告がある。一方柱頭への花粉の着床が遅れば、閉穎が遅れ、したがって開花時間も長くなると一般にいわれている。このように開花生態の諸調査項目間を関連させて1982, 1983年の結果をみると日本晴は葯の裂開開始が1982年の人工照明室で遅くなることが認められ、葯内残存花粉粒数は兩年とも他品種に比べて多く有意差の認められる場合が多かった。柱頭上花粉粒数はあまり明確な傾向はなかったが、1983年の人工照明室では他の品種に比べて有意に少なかった。また不稔率は兩年とも他品種に比べて高くなる傾向が見受けられた。そして開花時間についても日本晴は1982年ではどの場所でも平均して他品種より開花時間が長く、1983年では開花時間の品種間差が認められなかったが、人工照明室では3時間以上閉じなかった穎花の割合が日本晴で特に高く、閉穎に長時間かかるものが多かった(第5表)。この結果から日本晴は葯の裂開が不良となりやすい特性を有していると推測した。

第5表 3時間以上不閉穎の穎花割合
(1982年人工照明室)

品 種	穎花の割合 %
日 本 晴	36.7
近 畿 33 号	20.0
しまねにしき	26.7
ニホンマサリ	26.7

第6表 1982, 1983年に行った実験の調査
項目間の相関

	開花E段階到達時間	開花D段階到達時間	不稔率	柱頭上花粉粒数
1982年				
葯内残存花粉粒数	0.674	0.669	0.724*	-0.025
柱頭上花粉粒数	0.014	0.214	-0.096	
不稔率	0.838**	0.678		
開花D段階到達時間	0.911**			
1983年				
葯内残存花粉粒数	0.776*	0.522	0.786*	-0.475
柱頭上花粉粒数	-0.090	0.403	-0.342	
不稔率	0.887*	0.248		
開花D段階到達時間	0.567			

注 *, **: 5, 1%水準で有意差あり

葯内花粉粒数が日本晴より多いにもかかわらず柱頭上花粉粒数、受粉密度の値が小さく葯の裂開の仕方に何らかの異常が起こりやすいことを示唆する改良八反流のような品種もあったが²⁾(第1表)、自然交雑率は日本晴よりも値が低かった。他の供試品種についても、調査項目の一部については日本晴と同じ傾向を示しても2~3以上の項目で日本晴と同じ動きをする品種はなかった。最後に開花生態を調査した各調査項目間の関連を確認するため、調査項目間の相関関係を求め第6表に示した。1982年については、葯内残存花粉粒数と不稔率および不稔率と開花過程E段階到達時間の間に相関が認められた。1983年では葯内残存花粉粒数と不稔率、開花過程E段階到達時間の間および不稔率と開花過程E段階到達時間の間に相関が認められ葯の裂開不良との関連が確認されたが、柱頭上花粉粒数と他の調査項目間には全体としてみた場合相関が認められなかった。

以上の結果からは明確な実証が出来たとはいえないが、日本晴の高い自然交雑率の一原因として葯の裂開が

関与していることが想定された。本報では、蒴内花粉粒数と自然交雑率の関係も認められた。蒴内の正常な花粉が極端に少なくなると蒴の裂開が不良となることが指摘されているが⁴⁾、本報においては蒴内の花粉粒数が少ないといっても800粒あり、粒数が少ないことがすぐ蒴の裂開不良や交雑率に関与することは考えにくい。また柱頭上花粉粒数は開穎と開蒴の時間的なずれによっても影響を受けると考えられる、本報でも日本晴の開蒴が他品種より遅れる場合も観察されているので交雑率と開花生態についてはさらに検討することが必要であろう。

摘 要

日本晴が自然交雑しやすい原因を探るため、柱頭上花粉粒数、柱頭長、蒴内花粉粒数や開花諸過程の品種間差を比較調査した。その結果を要約すると以下のとおりである。

1. 日本晴は柱頭上花粉粒数、蒴内花粉粒数が少なく、自然交雑率と柱頭上花粉粒数、蒴内花粉粒数の相関が認められ、蒴の裂開の良否が自然交雑率に関与していることが示された。
2. 日本晴は蒴の裂開が遅く、蒴内残存花粉粒数が多

く、不稔率が高く、開花時間が長くなる傾向が他の品種より多く認められ、蒴の裂開が不良となりやすいと考えられた。

3. 以上の結果から、日本晴の自然交雑率が高くなる原因の一つとして蒴の裂開不良が想定された。

謝 辞

本実験を行うに当たり作物学研究室の元専攻生常慶一芳、高田雅之、佐藤英一の諸君の多大の協力を得た。記して謝意を表する。

引用文献

1. 今木 正・安達一明：島大農研報 15：1-6, 1981.
2. 今木 正：島大農研報 18：1-7, 1984.
3. 今木 正・常慶一芳・原 一博：島大農研報 16：1-7, 1982.
4. ITO N., H. HASE, T. SATAKE and I. NISHIYAMA: Proc. Crop Sci. Japan 39: 60-64, 1970.
5. 戸刈義次・柏倉康光：日作紀 27：3-5, 1958.
6. 加藤 浩・生井兵治：育雑 33別1：38-39, 1983.