Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2026-11-09

酒米に関する育種学的研究 : II. F_2 集団における心白発現率, 玄米粒重および稈長の分離と, それら諸形質間の相互関係(園芸農学)

上島, 脩志
山本, 仁
中西, 恵子

(Citation)
神戸大学農学部研究報告, 14(2):265-272

(Issue Date)
1981-01-30

(Resource Type)
departmental bulletin paper

(Version)
Version of Record

(JaLCDOI)
https://doi.org/10.24546/00227222

(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/00227222

KOBE UNIVERSITY

神大農研報 (Sci. Rept. Fac. Agr. Kobe Univ.) 14 : 265-272, 1981

酒米に関する育種学的研究

Ⅱ. F_2 集団における心白発現率，玄米粒重および稈長の分離と，それら諸形質間の相互関係*

上島脩志**・山本　仁***・中西恵子****

(昭和55年8月11日受理)

STUDIES ON BREEDING RICE FOR SAKE BREWERY

II. Segregations of Occurrence Frequency of White-Core Kernels, Kernel Weight and Culm Length in F_2 Populations, and Interrelationships of These Characters

Osamu KAMIJIMA, Jin YAMAMOTO and Keiko NAKANISHI

Abstract

The six F_2 populations from Asahi × Hyokeisake No. 18, Senbon-asahi × Yamada-nishiki, Asahi × Yamada-nishiki, Ise-nishiki No. 722 × Senbon-asahi and Senbon-asahi × Ise-nishiki No. 722 were investigated on the segregation of their occurrence frequency of white-core kernels, kernel weight and culm length. Both the parents for each of the crosses were in contrast with each other in three traits mentioned above.

Heritability estimates were considerably high for three characters in all the F_2 populations studied, showing 0.533-0.897 for occurrence frequency of white-core kernels, 0.483-0.921 for kernel weight, and 0.388-0.733 for culm length.

The mean occurrence frequency of white-core kernels in each of the F_2 populations was smaller than the value of it's mid-parent. Segregation patterns were continuous and only a few segregants which are as high in occurrence frequency of white-core kernels as the desirable parents occurred in many of the crosses. These facts suggest that this character is controlled by several genes and the genes which inhibit the occurrence of white-cores in kernels are dominant.

Frequency distributions for kernel weight and culm length in six F_2 populations were also continuous, but relatively many F_2 plants which have as heavy kernels as the parents and have desirable culm length segregated from all the F_2 populations used. The F_2 populations differed from one another in direction of dominance in these two characters.

Considerably highly positive phenotypic and genetic correlations were found between the occurrence frequency of white-core kernels and the kernel weight, suggesting the existance of partial pleiotropic effects or linkage of genes for these two characters. On the other hand, relationships of the occurrence frequency of white-core kernels and of the kernel weight to the culm length both were relatively low. These facts seem to be favorable for selection of desirable strains from segregating populations.

緒　　言

大粒心白米は醸造酛麹米の製造に適しているので，いわゆる酒米として古くから使用されてきており，現在でもこれに対する需要は多い[2,8,9,13-15,17]。しかし，山田錦に代表される従来の多くの良質酒米品種は，改良が進んだ現在の食用米品種に比べると，長稈で倒状抵抗性が低く，耐病性や生産性も劣るため，近年の省力機械化栽培には適さず，その生産量が著しく低下している[8,9,16]。そのため，栽培が容易で良質かつ多収の酒米新

* 本研究の一部は文部省科学研究費総合研究(A)（代表者角田重三郎東北大学教授）の一環として行われた。

** 作物育種学研究室
*** 福井県園芸センター
**** 徳島県徳島農業改良普及所

品種育成が強く望まれており，最近各県でその育種が積極的に行われつつある[1,7,10,12,16]。

このような育種を効率的に進めるためには，心白発現や粒大など，酒米の品質を支配する諸形質についての遺伝様式，およびこれらの形質と，生産性や耐倒状性などに関与する形質との関連を明らかにしておくことが重要であると考えられるが，従来この方面の研究は極めて少ない[16]。

このような観点から，本研究ではいくつかの交雑F_2植物集団を用いて，心白発現率，玄米粒重および稈長の分離と，これら諸形質の相互関係をみた。

材料および方法

実験1：1976年に，朝日×兵系酒18号と千本旭×山田錦の2組合わせのF_2植物集団（以後F_2集団という）を供試した。交雑に用いた親品種のうち，朝日と千本旭は小粒で心白発現率の低い食用米品種であり，兵系酒18号と山田錦は大粒で心白発現率の高い酒米品種である。各F_2集団はその両親品種とともに，N，P_2O_5，K_2Oをいずれも10kg/10a を施用した畑苗代へ，5月22日に播種し，7月2日に本田へ移植した。本田での施肥量はN，P_2O_5，K_2Oをいずれも8kg/10aとし，栽植密度は30cm×15cmの1本植えとした。

完熟後植物体を抜き取り，各個体の主稈の長さを測定した後，これに稔った穂の稔実良好な種子を玄米とし，その心白発現と粒重を前報[4]と同様にして調査した。心白発現率は，各個体ごとの調査粒数に対する心白米粒数の比をもって表わし，これを逆正弦の値に変換して統計的分析を行った。

心白発現率，粒重および稈長の遺伝率と，これら各形質間の表現型および遺伝相関係数は，F_2集団と両親の分散・共分散を用いて推定した。

実験2：1977年に，伊勢錦722号×千本旭とその逆交雑，および山田錦×朝日とその逆交雑の計4組合わせのF_2集団を供試した。親品種の伊勢錦722号は極長稈の大粒で心白発現率の高い品種である。

これらの組合わせのF_2および親品種の種子は，後に述べる理由によってすでに玄米とされていた。そこで，これらの玄米を約28℃で48時間催芽し，約100℃で24時間殺菌した畑土壌を詰めたプラスチック製のバットへ，5月18日に播種した。施肥量は，N，P_2O_5，K_2Oをいずれも10kg/10aとし，育苗はガラス室内で行った。その結果，発芽および苗の生育は良好であった。本田への移植は6月20日に，1976年と同様にして行った。但し施肥量はN，P_2O_5，K_2Oをいずれも10kg/10aとした。

完熟後の調査および統計的分析方法も前年度と同様であった。但し，これらのF_2集団は，既報[6]のように，心白発現に胚乳の遺伝子型が影響するか否かを検討することを目的として使用されたものである。したがって，各組合わせともF_1植物に稔ったF_2種子の心白発現率があらかじめ調査されており，それは組合わせによって約13～36%となっていた。これを栽培するにあたっては，心白米由来の植物体数と無心白米由来のそれとがなるべく接近するように配慮されたので，各F_2集団とも，全植物体数に対する心白米由来の植物体数の占める割合が，F_2種子の心白発現率より高くなっていた。そしてこの実験の結果，心白発現に対して胚乳の遺伝子型も影響を及ぼすことが強く示唆されたので，原F_2集団は，心白発現率が高くなる方向に人偽的選抜が加えられたものであると考えられた。そこで統計的分析は，全F_2植物体数に対する心白米由来のF_2植物体数の割合が，F_2種子の心白発現率にほぼ等しくなるように，心白米由来の植物体に関するデータを無作為に除外し，残りのデータを使用して行った。

結果および考察

1. 心白発現率，玄米粒重および稈長の分離様式とそれらの遺伝率

Table 1 に，実験1と実験2で供試したF_2組合わせとそれらの親品種に関して，心白発現率，玄米粒重および稈長の平均値と分散を，Table 2にはそれらの形質の遺伝率を示した。

各形質の品種内分散は，心白発現率で 8.77～30.39，粒重で0.107～0.807，稈長で3.41～28.96となっていた(Table 1)。また，これらの平方根をそれぞれの平均値で割った値（変異係数）は，心白発現率で4.7～37.1%，粒重で1.4～3.7%，稈長で 2.5～5.1% となった。とくに，心白発現率の変異係数は，心白発現率の高い酒米品種では 4.7～12.4%と比較的小さかったが，食用米品種では18.7～37.1%と著しく大きかった。これは，各食用米品種の平均値は非常に小さいにもかかわらず，その分散は酒米品種とほとんど変わらなかったためである。

同一条件で栽培された同一品種内の各形質の変異係数の値は，ほとんどの場合，心白発現率＞稈長＞粒重の順となっていた。このことは，心白発現率は他の形質よりも環境条件による影響を受けやすく，同一品種内の個体変異が大きくなる傾向のあることを示している。しかし，心白発現率を含めいずれの形質の遺伝率もかなり高く，それは心白発現率で0.533～0.897，粒重で0.483～

Table 1. Observed means and variances of parents and F_2 populations for three characters in six crosses.

Parents and F_2	No. of plants observed	Occurrence freq. of white-core kernels		1000-kernel weight		Culm length	
		Mean (Arcsin)	Variance	Mean (g)	Variance	Mean (cm)	Variance
21. Asahi	11	15.3	11.72	23.3	0.107	95.8	7.93
21×3	84	32.7	119.29	26.3	3.996	90.0	27.25
3. Hyokeisake No. 18	11	75.8	12.85	29.5	0.525	85.8	17.90
23. Senbon-asahi	20	13.1	16.87	22.1	0.308	70.4	12.86
23×1	127	26.9	72.88	23.0	1.076	83.2	36.45
1. Yamada-nishiki	20	54.5	8.77	25.3	0.346	90.0	6.59
1. Yamada-nishiki	25	45.0	18.82	24.1	0.248	101.3	6.39
1×21	96	27.7	50.37	22.8	1.012	99.7	35.94
21. Asahi	38	23.4	19.22	22.4	0.410	94.2	23.80
21. Asahi	19	20.4	19.73	22.5	0.565	86.2	17.13
21×1	74	23.8	69.51	22.7	1.085	97.1	35.89
1. Yamada-nishiki	25	45.0	18.82	24.1	0.248	101.3	6.39
17. Ise-nishiki No. 722	27	44.6	30.39	24.2	0.807	114.9	28.96
17×23	72	27.2	103.36	24.0	1.311	89.6	26.43
23. Senbon-asahi	28	13.2	23.95	21.9	0.258	72.4	3.41
23. Senbon-asahi	19	14.6	24.67	20.7	0.274	77.0	5.70
23×17	59	22.0	58.89	22.9	1.045	92.1	32.15
17. Ise-nishiki No. 722	27	44.6	30.39	24.2	0.807	114.9	28.96

Table 2. Heritability estimates for three characters in six F_2 populations.

F_2[1]	Occurrence freq. of white-core kernels	Kernel weight	Culm length
21× 3	0.897	0.921	0.526
23× 1	0.824	0.696	0.733
1×21	0.622	0.675	0.580
21× 1	0.723	0.625	0.672
17×23	0.737	0.594	0.388
23×17	0.533	0.483	0.461

1) The numbers given here indicace the variety names corresponding to those in Talbe 1.

0.921，稈長で0.388～0.733となっていた(Table 2)。このように，心白発現率の遺伝率が，粒重や稈長のそれに劣らず高かったのは，交雑に用いた両親間でその平均値が著しく異なるので，分離集団においても変異が比較的大きくなったためと考えられる。したがって，このような雑種集団を用いれば，この形質も十分遺伝的な分析を行い得るものといえよう。

Fig. 1には，調査個体数が比較的多かった朝日×兵系酒18号，千本旭×山田錦，山田錦×朝日および伊勢錦722号×千本旭の4組合わせにおける，心白発現率の分離の様子を示した。この図から，いずれの組合わせでも，両親の平均値（中間親の値）より低い心白発現率を有する個体の分離頻度が高いのに対し

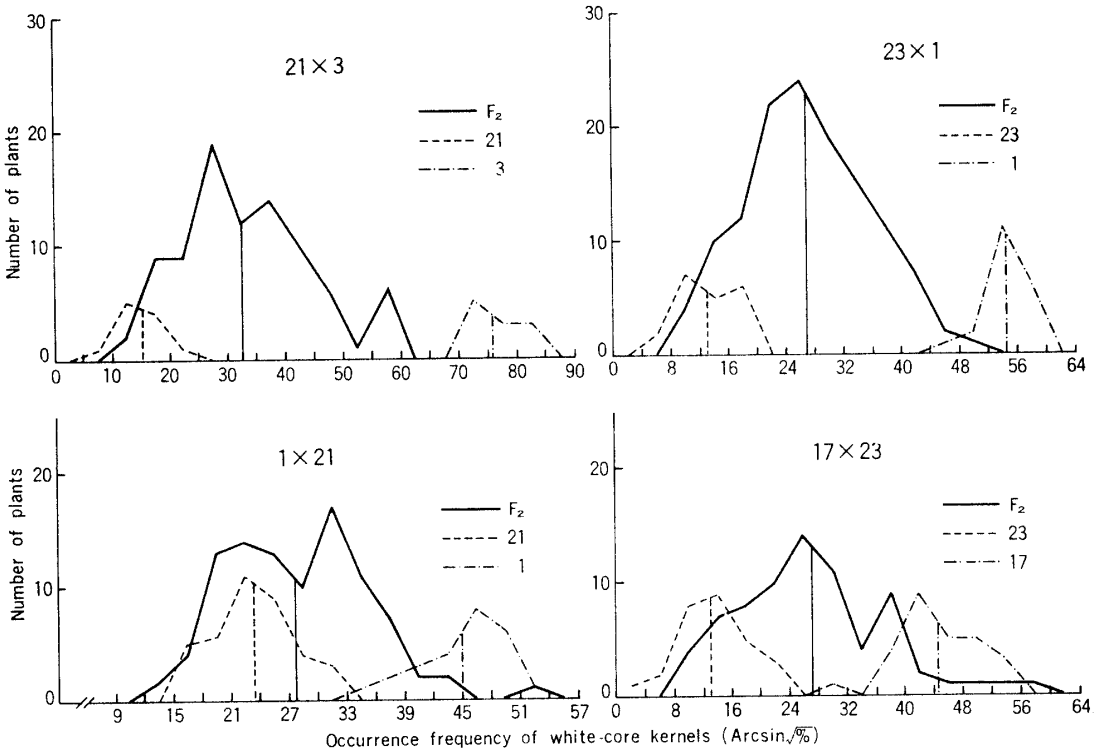


Fig. 1. Frequency distribution curve for occurrence frequency of white-core kernels in four F_2 populations.
Name of variety : 1 Yamada-nishiki, 3 Hyokeisake No. 18, 17 Ise-nishiki No. 722, 21 Asahi, and 23 Senbon-asahi.

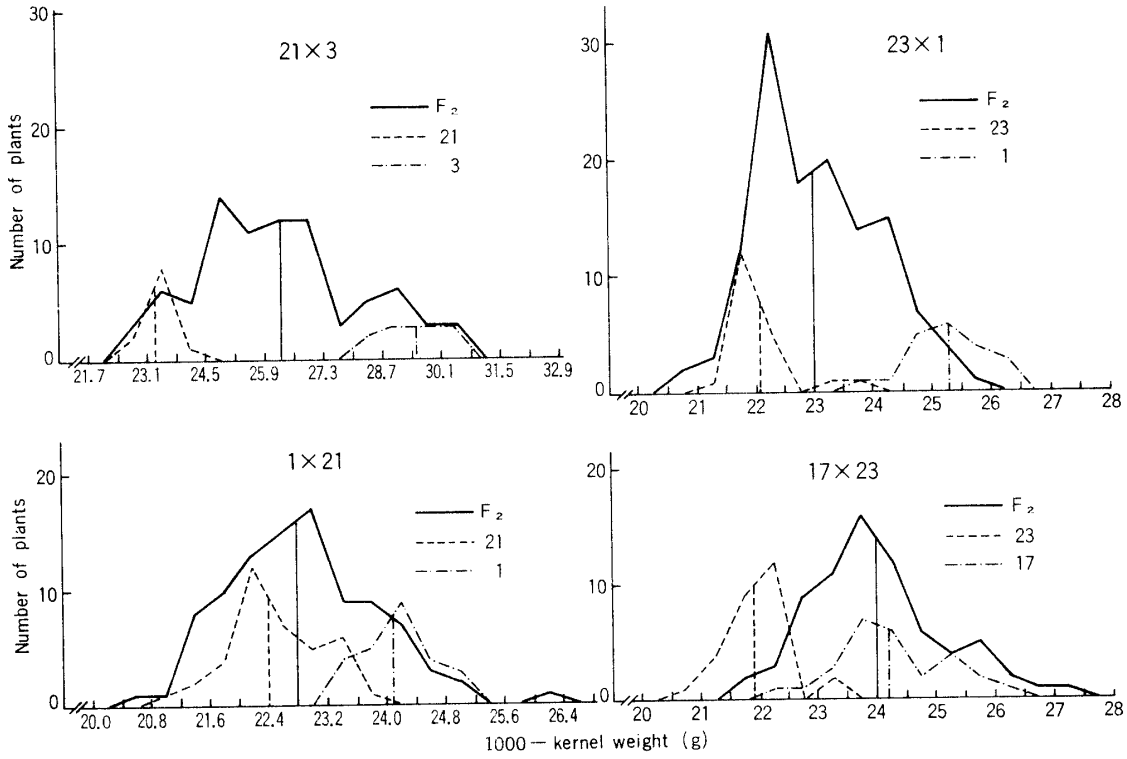


Fig. 2. Frequency distribution curve for kernel weight in four F_2 populations.
Name of variety is the same as in Fig. 1.

て，心白発現率の高い親品種と同程度の心白発現率を示す個体の出現頻度は著しく低く，その割合は全 F_2個体数の¼よりはるかに小さかった。その結果，Table 1に示したように，F_2 集団平均値は中間親の値より低くなっていた。このことから，一般に心白発現を抑制する遺伝子が優性であると考えられる。また，心白発現率の高い親品種と同じ遺伝子型に固定したと思われる個体の出現頻度が極めて少なかったことから，いずれの組合わせでも，両親間でこの形質に関与する遺伝子座のうちの少なくとも2つ以上が異なっているものと推察される。とくに，千本旭×山田錦にみられる分離は正規分布に近いので，この組合わせでは両親間で多数の遺伝子が異なっていると思われる。これらのことは，心白発現率の高い分離個体を多数得ようとする場合，分離集団の個体数をかなり多くしなければならないことを意味しており，実際の育種を行う際に不都合な点であると考えられる。

一方粒重では，Fig. 2に示したように，いずれの組合わせも，両親と同程度の重さを持つ分離個体の出現頻度が比較的高かった。したがって，一般に粒重に関与する遺伝子の両親間での違いは，心白発現率の場合より少ないと考えられ，粒重の重い系統を選抜することは，心白発現率の高い系統を選抜することに比べて容易であると思われる。とくに朝日×兵系酒18号では，各親品種に近い粒重の分離個体がそれぞれ全 F_2個体の約¼，それらの中間の粒重を有する個体が約½の割合で，また山田錦×朝日では，朝日および山田錦に近い粒重を持つ個体がほぼ3：1の割合で分離していた。このことから，これら2組合わせでは，両親間で1つの主働遺伝子が異なるのみであると推察される。但し，大粒性が1つの主働遺伝子に支配されているという報告は少ないので[11]，これらの組合わせの粒重の遺伝については，今後さらに検討する必要があろう。

粒重についてはさらに，心白発現率の場合と異なり，そのF_2 集団平均値が中間親の値にほぼ等しい組合わせ（朝日×兵系酒18号），中間親の値より高い組合わせ（伊勢錦722号×千本旭およびその逆交雑），および低い組合わせ（千本旭×山田錦，山田錦×朝日およびその逆交雑）が存在した（Table 1）。このことは，粒重を増大させる遺伝子が優性の場合と劣性の場合，および対立遺伝子内にほとんど優劣関係が存在しない場合があることを示しているものと思われる。

稈長は，機械収穫適応性や良質性を考慮して，80～95 cm程度が望ましいとされている[8,9]。本実験で用いた組合わせのうち，山田錦と朝日の正逆交雑を除くといずれの場合も，分離個体の大部分の稈長はその範囲内にあり，F_2集団平均値は約83～92cmとなっていた（Table 1）。とくに，極長稈の伊勢錦 722号と極短稈の千本旭との交雑 F_2集団では，その平均値が中間親の値より小さかったことから，長稈性を支配する遺伝子が劣性と考えられた。また，分離個体の稈長の変異も非常に小さいため，長稈親と同程度の稈長を有する個体はほとんど分離しなかった。さらに山田錦と朝日との組合わせでも，稈長が95cm以下の個体の分離頻度は，全F_2 個体の約25%であった。したがって，これらの交雑組合わせから，上記の条件を満たす系統を選抜することは容易であり，場合によっては，極長稈品種でも育種素材として有効に使い得るものと考えられる。

なお，F_2個体の稈長については，正規分布に近い連続的な分離を示す組合わせと，正規分布とはやや異なる分離を示すものとが認められた。このことから，両親間でこの形質に関与する遺伝子の違いが比較的多い場合と，それが少ない場合とがあるものと思われる。また，稈長では粒重と同様に，その F_2集団平均値が中間親の値とほぼ等しい組合わせ（朝日×兵系酒18号），前者が後者より大きい組合わせ（千本旭×山田錦，山田錦と朝日との正逆交雑），および小さい組合わせ（伊勢錦722号と千本旭との正逆交雑）があった（Table 1）。これは F_1植物での観察結果[5]と一致しており，稈長を支配する遺伝子の優劣関係はさまざまであることを示している。

2. 心白発現率，玄米粒重および稈長の相互関係

Table 3に，各 F_2組合わせについて，上記3形質相互の表現型および遺伝相関係数を示した。また Fig. 3には，一例として朝日×兵系酒18号と山田錦×朝日について，粒重と心白発現率および稈長と心白発現率との間の関係を図示した。

Table 3にみられるように，心白発現率と粒重との間の表現型相関係数は，組合わせによって0.365～0.795と異なっているが，それらはいずれも1%水準で有意であった。また遺伝相関係数も，千本旭×伊勢錦722号で0.316とやや小さかったほかは，いずれも0.5以上のかなり大きな値になっていた。さらに，Fig. 1 と Fig. 2 とを比較すると，両形質の F_2分離頻度のパターンに類似性が認められた。したがって，両形質に関与する一部の遺伝子は多面作用を発揮しているか，又は密接な連鎖関係にあると推察される。但し，すでに述べたように，大粒で心白発現率の高い親品種と同程度の粒重を持つ F_2個体は比較的多数分離したが，このような個体でも，親品種と同様に高い心白発現率を示すものは非常に少なかった（Fig. 1～Fig. 3）。このことから，粒重とは別に心白発現だけを支配する遺伝子もいくつか存在し，これを

Table 3. Phenotypic and genetic correlation coefficients among occurrence frequency of white-core kernels (A), kernel weight (B) and culm length(C) in six F_2 populations.

Characters correlated	Cross[1)]					
	21 × 3	23 × 1	1 × 21	21 × 1	17 × 23	23 × 17
Phenotypic correlation						
A vs. B	0.795**	0.383**	0.542**	0.625**	0.499**	0.365**
A vs. C	−0.285**	0.192*	−0.221*	−0.193	−0.218	0.176
B vs. C	−0.243*	0.056	−0.175	−0.236*	0.005	−0.198
Genetic correlation						
A vs. B	0.845	0.611	0.656	0.725	0.579	0.316
A vs. C	−0.276	0.271	−0.339	−0.272	−0.452	0.456
B vs. C	−0.275	0.066	−0.214	−0.401	0.259	−0.204

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels, respectively, for phenotypic correlation coefficient.
1) The numbers given here indicate the variety names corresponding to those in Table 1.

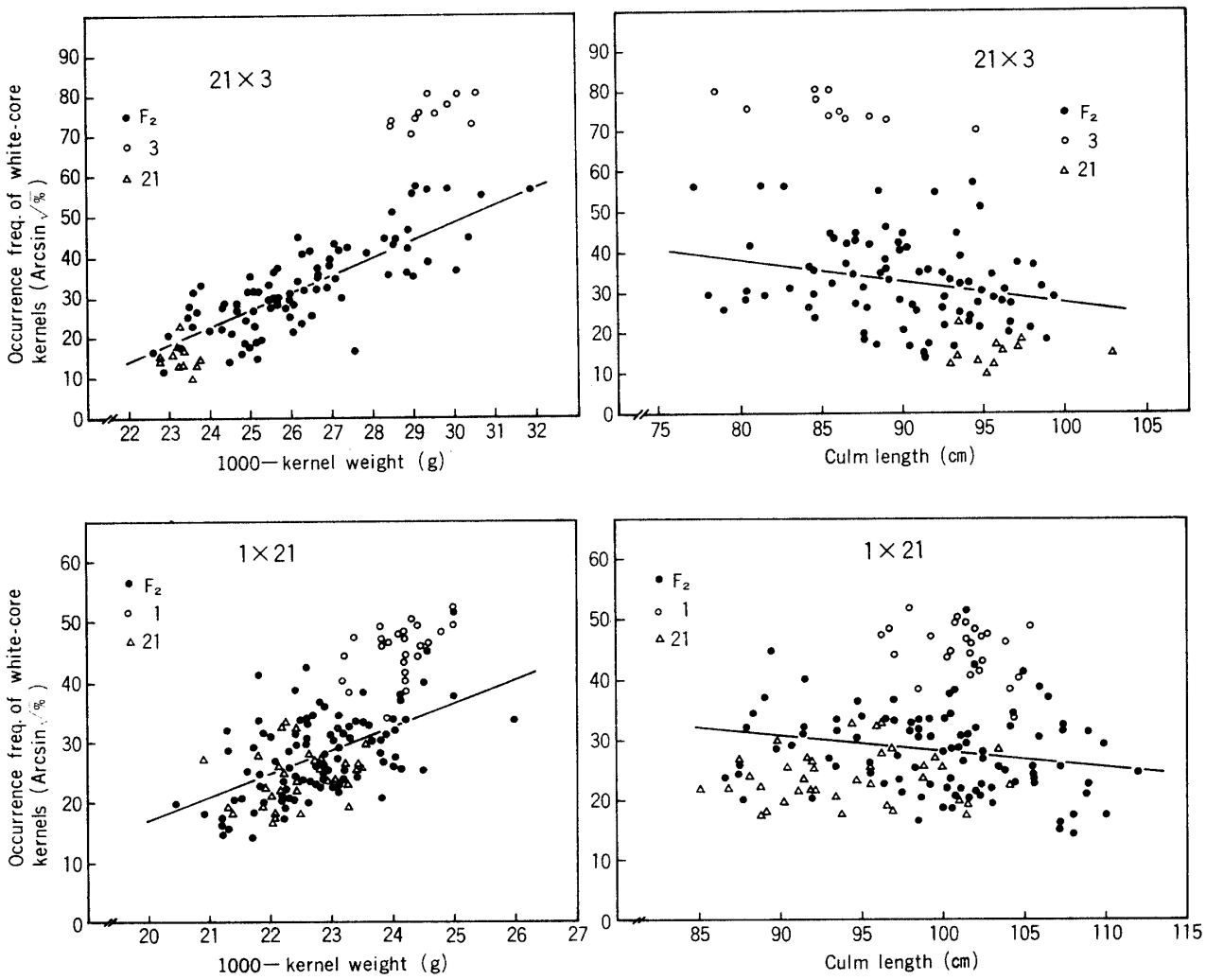


Fig. 3. Relationships of occurrence frequency of white-core kernels to kernel weight and culm length in F_2 populations of crosses Asahi (21) × Hyokeisake No. 18(3) and Yamada-nishiki (1)× Asahi (21).

抑制する遺伝子が含まれている個体では，たとえ粒重が重くても心白発現率は低くなると考えられる。

このように，心白発現が粒重を支配する遺伝子の多面作用，又はこれと密接に連鎖する遺伝子だけで完全に支配されているとは言い難いが，粒重の重い分離個体は心白発現率も高い傾向のあることは，酒米品種育成にとって望ましい点と考えられる。また，心白発現の調査には多大の労力を要するので，これが比較的少なくてすむ粒重を選抜の対象として育種を進めることも，ある程度可能であると思われる。

一方，心白発現率と稈長との間の表現型相関係数の値は，組合わせによって−0.285～0.192となっており，中には5％又は1％水準で有意なものもみられたが，全体的にその絶対値は小さかった。また遺伝相関係数も，伊勢錦 722号と千本旭の正逆交雑集団で正又は負のやや大きな値となっていたが，残りの組合わせでは −0.339～0.271 の範囲にあった。さらに，粒重と稈長との間の表現型相関係数の値も−0.243～0.056の範囲にあって，その絶対値はいずれも小さく，2組合わせ（朝日×兵系酒18号と朝日×山田錦）において5％水準で有意になっていたのみであった。遺伝相関係数の値も−0.401～0.259で，やはり全般に小さかった(Table 3)。

すでに，粒重が重く心白発現が多い系統を選ぶと，それが長稈・長穂になりやすいという報告がある[3]。しかし上記のように，本実験で供試した組合わせにおいては，心白発現率および粒重と稈長との間の表現型および遺伝相関は全体的に弱く，中には負の有意な表現型相関が認められる場合もあった。このことから，交雑組合わせによっては，粒重が重く心白発現率の高い個体を選抜しても，それが必ずしも長稈になるとは限らないといえよう。事実，Fig. 3 からも，比較的短稈でかつ心白発現率と粒重の大きな分離個体がいくつか存在することが明らかであった。

以上のように，心白発現，粒重および稈長の間には，育種上大きな障害となるような相互関係は認められなかった。しかし，心白発現率に関しては，これに比較的多くの遺伝子が関与していると考えられるので，少なくとも F_2集団中でこれの著しく高い個体を得ることがやや困難であるように思われる。したがって，雑種の後期世代においても選抜を繰り返して遺伝子の固定をはかるか，戻し交雑又は多系交雑を行い，心白発現を促進する遺伝子を集積するなどの方法によって，心白発現率のより高い系統を育成していく必要があると考えられる。また，すでに報告したように[6]，心白発現には母体の遺伝子型のほかに，胚乳の遺伝子型も関与している可能性が高い。したがって，雑種集団を栽培するに先立って，あらかじめ種子の心白発現を調査し，心白粒だけを播種・栽培するという種子段階での選抜を加えれば，心白発現率の高い分離個体の出現頻度を，ある程度高めることができるものと思われる。

摘　要

1．大粒で心白発現率の高い酒米品種山田錦，兵系酒18号および伊勢錦 722号と，小粒で心白発現率の低い食用米品種朝日および千本旭との間で交雑して得られた，6組わせの F_2集団を用いて，心白発現率，玄米粒重および稈長の分離様式と，これらの形質間の相互関係を調べた。

2．心白発現率の遺伝率は，組合わせによって 0.533～0.897 であり，粒重および稈長のそれに劣らず高かった。

3．いずれの組合わせにおいても，心白発現率の F_2集団平均値は，中間親の値より小さかった。また，F_2個体の分離は連続的で，組合わせによっては正規布分に近かった。

4．心白発現率が高い親品種と同程度の心白発現率を示す個体の分離頻度は，一般に非常に少なかった。これに比べて，粒重の重い親品種と同様の粒重を有する分離個体の出現頻度は，比較的多かった。

5．粒重および稈長に関しては，F_2集団平均値が中間親の値より大きい組合わせ，小さい組合わせおよび両者がほぼ等しい組合わせが認められた。

6．いずれの組合わせでも，心白発現率と粒重との間には正の相関が認められ，表現型相関係数は，0.365～0.795，また遺伝相関係数は 0.316～0.845 とかなり大きな値であった。

7．心白発現率および粒重と稈長との間には，正又は負の相関関係が認められる場合があったが，相関係数の絶対値は一般に小さかった。

謝　辞

一部の材料の栽培・調査には，高谷信之氏の御援助を頂いた。記して感謝の意を表する。

引用文献

1）羽田丈夫：私信，1979.
2）花本秀生：育種学最近の進歩，**17**，55-60，1976.
3）石墨慶一郎：指定試験育種，**8**，103-104，1974.
4）上島脩志：神大農研報，**14**，25-30，1980.
5）上島脩志・北沢節子：神大農研報，**13**，39-45，1978.

6）上島脩志・山本仁：近畿作物・育種談話会報，**24**，94-99，1979.
7）工藤哲夫：農業技術，**31**，551-553，1976.
8）佐村薫：育種学最近の進歩，**17**，67-72，1976.
9）佐村薫・西田清数：近畿作物・育種談話会報，**20**，4-8，1975.
10）佐村薫・角田和美・西田清数・山根国男・田渕満一・越生博次：兵庫県農業総合センター研報，**26**，1-8，1977.
11）武田和義・斎藤健一：育種学雑誌，**30**，別1，254-255，1980.
12）竹井孝行・古川和雄・前重道雅：広島県農試報告，**27**，1-5，1968.
13）山根国男・西田清数：農業および園芸，**54**，612-616，1979.
14）山根国男・西田清数：農業および園芸，**54**，738-742，1979.
15）山根国男・西田清数：農業および園芸，**54**，867-869，1979.
16）山根国男・西田清数：農業および園芸，**54**，1105-1110，1979.
17）米崎治男：育種学最近の進歩，**17**，61-66，1976.