

イネ穀粒における心白発現と粒重との関係

誌名	神戸大学農学部研究報告 = The science reports of Faculty of Agriculture, Kobe University
ISSN	04522370
著者名	上島, 脩志 高谷, 信之
発行元	神戸大学農学部
巻/号	16巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 19-25
発行年月	1984年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



イネ穀粒における心白発現と粒重との関係*

上 島 脩 志**・高 谷 信 之***

(昭和58年8月10日受理)

RELATIONSHIPS BETWEEN KERNEL WEIGHT AND OCCURRENCE OF WHITE-CORE IN KERNEL OF RICE

Osamu KAMIJIMA and Nobuyuki TAKAYA

Abstract

1. The occurrence frequency of white-core (OFW) in kernels with the same grain weight was compared (i) among the varieties which differ from one another in their mean grain weight and mean OFW, (ii) among individual plants within a variety whose mean grain weight and mean OFW were changed by application of various amounts of nitrogen fertilizer, and (iii) among F_1 plants and their parental varieties.

2. A significantly positive correlation was seen between mean grain weight and mean OFW among the six varieties used. There was also a close relationship between grain weight and OFW of the kernels of each class of grain weight in each variety.

3. The varieties with a larger grain weight and with a higher mean OFW also tended to be higher in their OFW than the varieties with a smaller grain and with a lower mean OFW in each class of grain weight.

4. In two varieties, the OFW of kernels of the same class of grain weight was significantly different among plants within a variety which were applied with various amounts of nitrogen fertilizer.

5. The mean OFW of F_2 kernels observed in two combinations of crosses both were intermediate between their parental values. On the other hand, values of F_2 kernels were more close to that of the variety with a higher mean OFW than the variety with a lower mean OFW when compared with each other in the kernels of a class of the same grain weight.

6. The above results suggest that the OFW closely depends on the kernel weight, and it is also influenced by some genetic and environmental factors which do not affect directly the grain weight.

緒 言

イネ穀粒における心白発現の程度は粒重と密接に関係しており、粒重の重い品種ほど心白発現率（全粒に対する心白を発現した粒の割合）が高い傾向にある^{1,3)}。また、1つの品種の同一個体内でも、強勢穎花に稔った種子ほど心白が発現しやすい^{5,6)}。このようなことから、心白発現率にみられる遺伝的・環境的変異の多くの部分は、遺伝

子や環境条件の違いが粒重に影響を及ぼすことによって、間接的に現われるものと考えられる。事実、著者らは⁴⁾、大粒で心白発現率の高い酒米品種と、小粒で心白発現率の低い食用米品種との間の交雑 F_2 分離集団で、両形質の分離頻度のパターンがよく似ていることを認めた。しかし、これらの F_2 集団において、①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するが、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いこと、② F_2 個体群における心白発現率と粒重との遺伝相関は、交雑組み合わせによって0.316~0.845となっており、相関の低い組み合わせが存在することも明らかであった。また、窒

*本研究は文部省科学研究費総合研究A（代表者木下俊郎北海道大学教授）の一環として行われた。

**作物育種学研究室

***現在神戸市

素施用量や登熟温度を変えて栽培すると、必ずしも粒重の増加を伴わずに心白発現率だけが高くなる場合も認められた³⁾。このようなことから、心白発現が粒重の軽重だけで一義的に決められるのではなく、心白発現に独自に作用する遺伝的・環境的要因も存在すると考えられる。

本研究は、平均粒重が異なる品種間、栽培条件を変えて平均粒重を変化させた個体間、およびF₂種子とその両親との間で、同じ重さの玄米の心白発現率を比較することにより、心白発現が粒重以外の要因でどのように影響されるかをみようとして行った。

材料および方法

実験1：玄米粒重と心白発現との関係における品種間差異

材料は、大粒で心白発現率の高い4つの酒米品種、すなわち、山田錦、野条穂、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2つの食用米品種、すなわち朝日および千本旭を用いた。

これらの品種を1977年5月14日に畑苗代へ播種し、6月20日に水田へ移植した。水田での栽植密度は35cm×15cmの1本植えとし、施肥量は、N、P₂O₅、K₂Oをいずれも8kg/10aとした。

成熟後、主稈の穂に稔った種子を玄米とし、これの心白発現の有無を既報の方法で調査するとともに、玄米1粒ごとの重さを1mg単位で測定した。調査粒数は1品種当たり184~656粒であった。各品種ごとに、調査したすべての玄米の平均粒重と、その心白発現率（以後これを平均心白発現率という）を求めるとともに、同一重量を示す玄米ごとの心白発現率（以後これを粒重別心白発現率という）を算出し、この値を逆正弦の値に変換した後、1粒重を独立変数として、各品種ごとに両形質間の直線回帰式を推定した。回帰係数と定数の推定は、同一粒重に属する粒数によって重みづけをしてから行い、また、これらの推定値における品種間差異の検定を奥野ら⁷⁾に従って行った。なお、同一粒重を示す玄米の数が15未満の階級は、統計分析から除外した。

実験2：窒素施用量の違いが粒重と心白発現率との関係に及ぼす影響

山田錦、兵系酒18号および千本旭の3品種を1977年5月10日に畑苗代へ播種し、6月18日に1/5000aのワグネルポットへ1ポット当たり2個体を1本植えた。Nの全施肥量は0、10、20、30、40kg/10aの5段階に変え、P₂O₅とK₂Oの施肥量は20kg/10aの一定とした。これらの施肥量のうち半量は基肥とし、残りは2回にわたって追肥した。

成熟後、主稈の穂に稔った種子を玄米とし、実験1と全く同様の方法で調査と統計的解析を行った。各品種・各肥料区ごとの調査粒数は325~605粒であった。

実験3：F₂種子における玄米粒重と心白発現率との関係

供試組合せとして、千本旭×兵系酒18号および伊勢錦722号×千本旭を用いた。

千本旭×兵系酒18号のF₁植物は、実験1と全く同じ条件で1977年に栽培した。この組合せの親品種として用いた個体は、実験1のそれと同一である。

伊勢錦722号×千本旭のF₁植物およびその両親は、1979年5月25日にガラス室内の育苗箱に播種し、6月27日に35cm×15cmの栽植密度で水田へ移植した。水田でのN、P₂O₅、K₂Oの施肥量はいずれも、基肥で8kg/10a、追肥で2kg/10aとした。

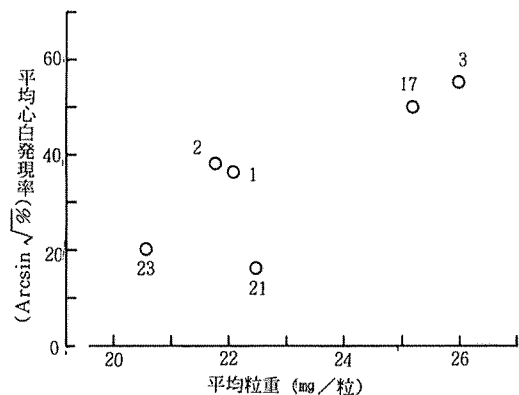
得られたF₂種子についての粒重および心白発現率の調査と統計的分析は、実験1と全く同様にして行った。

結 果

1. 玄米粒重と心白発現率との関係における品種間差異

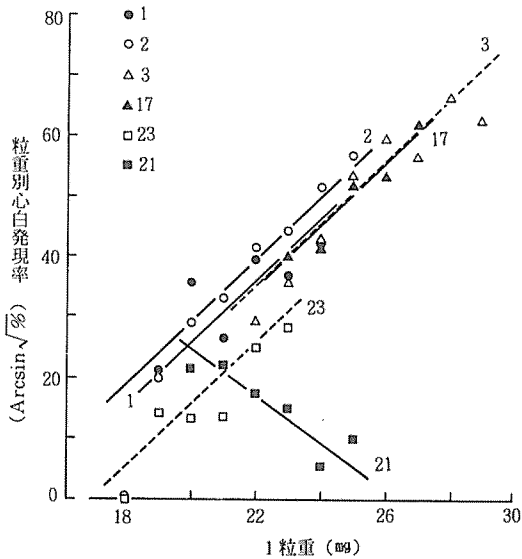
第1図に、各品種の平均粒重と平均心白発現率との関係を示した。これによると、平均粒重の重い品種ほど平均心白発現率も高い傾向が認められ、両形質の相関係数は $r=0.813$ （5%水準で有意）となった。ただし、朝日はその平均粒重に比べて平均心白発現率がやや低く、逆に野条穂はやや高かった。

第2図には、各品種の玄米1粒重と粒重別心白発現率との関係を、また、第1表左欄には、各品種ごとに推定



第1図 6品種についての平均粒重と平均心白発現率との関係

1. 山田錦, 2. 野条穂, 3. 兵系酒18号, 17. 伊勢錦722号, 21. 朝日, 23. 千本旭



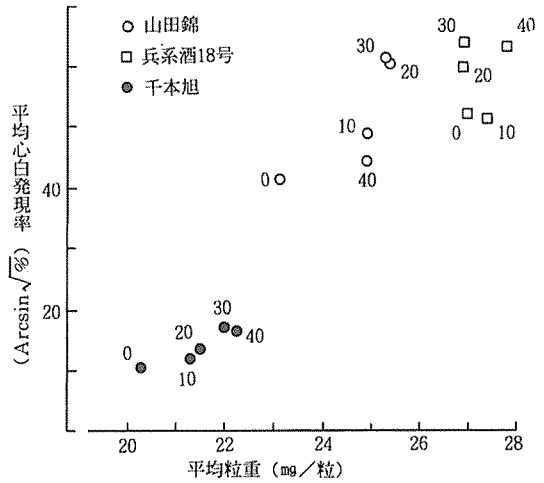
第2図 6品種についての1粒重と粒重別心白発現率との関係(品種名は第1図に同じ)

された両形質間の回帰係数と定数とを示した。これらによると、朝日を除く5品種ではいずれも粒重が重くなるほど粒重別心白発現率は直線的に増大する傾向があり、山田錦を除く4品種の回帰係数は0より有意に大きかった。一方、朝日の回帰係数は0より有意に小さくなっていった。第2表の分散分析表に示すように、6品種を込みにすると、回帰係数と回帰定数の品種間差は有意となった。しかし、朝日を除くと、回帰定数だけに品種間差があり、回帰係数には有意差が認められなかった。そこで、第1表右欄に示すように、朝日を除く5品種については、これらに共通の回帰係数と、品種ごとの回帰定数とを求め、これらの推定値で与えられる各品種ごとの回帰直線

第1表 1粒重に対する粒重別心白発現率の回帰における品種間差異

品 種 名	各品種ごとの回帰直線		共通の回帰数をもつ回帰直線	
	回帰係数 b	回帰定数 a	回帰係数 b	回帰定数 a
1 山 田 錦	3.63	-44.3	5.15**	-77.6
2 野 条 穂	6.44**	102.1	5.15	-74.1
3 兵系酒18号	5.00**	-74.6	5.15	-78.5
17 伊勢錦722号	5.29**	-82.4	5.15	-78.9
21 朝 日	-3.82*	101.4	—	—
23 千 本 旭	4.82**	-82.0	5.15	-87.6

*,** それぞれ5%および1%水準で有意



第3図 窒素施用量を変えたときの平均粒重と平均心白発現率との関係(図中の数字は窒素施用量, kg/10a).

を第2図に示した。この図にみられるように、野条穂はどの粒重においても他の品種より粒重別心白発現率が高く、逆に千本旭と朝日ではそれが低い傾向にあった。また、山田錦、兵系酒18号および伊勢錦722号の間では、同じ粒重の玄米で比較すると、それらの粒重別心白発現率にほとんど差がみられなかった。

2. 窒素施用量が玄米粒重と心白発現率との関係に及ぼす影響

第3図に、山田錦、兵系酒18号および千本旭について、各窒素施用区ごとの平均粒重と平均心白発現率との関係を示した。この場合にも、平均粒重が重い品種ほど平均心白発現率が高く、また、山田錦と千本旭では、平均粒重が重い窒素施用区ほど平均心白発現率も高くなる傾向

第2表 6品種および5品種の粒重別心白発現率の1粒重に対する回帰における分散分析

変 動 因	品種 21 を含む		品種 21 を除外	
	df	MS	df	MS
全 体 の 回 帰	1	6379.5**	1	6952.5**
定 数 項 の 差	5	914.0**	4	210.0**
回 帰 係 数 の 差	5	157.7**	4	22.7
残 差	27	13.5	23	14.3
プ ール した 残 差	32	36.0	27	15.6
全 体	38		32	

** 1%水準で有意

があった。しかし兵系酒18号では、平均粒重と平均心白発現率との間にはほとんど関連がみられなかった。

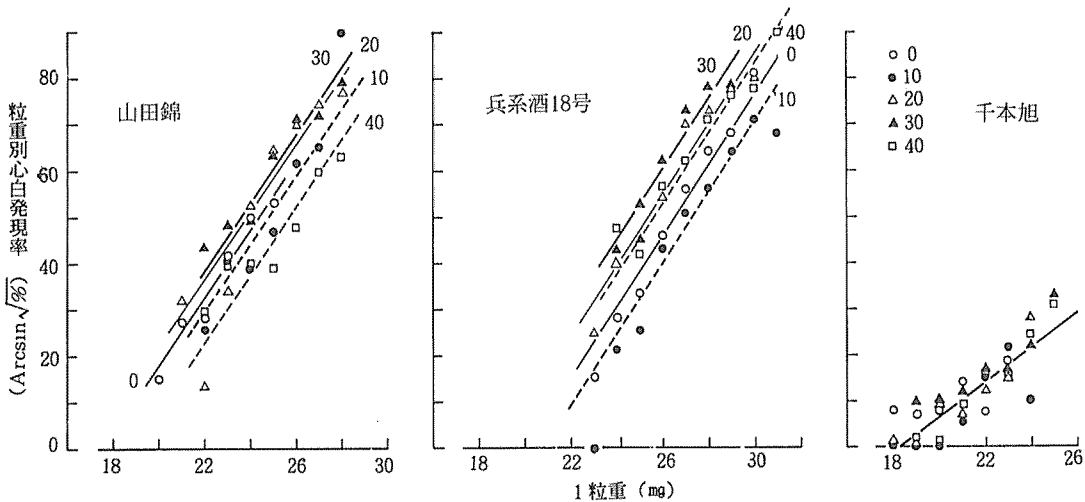
第4図には、各品種の5つの窒素施用区について、1粒重と粒重別心白発現率との関係を示し、また、第3表の上段には、各窒素施用区ごとに推定された両形質間の回帰係数と回帰定数を示した。これによると、千本旭の窒素0kg区以外はすべて回帰係数が1%または5%水準で有意となり、粒重が重くなるにしたがって粒重別心白発現率も高くなる傾向が明らかであった。回帰係数および定数について、窒素施用量の違いによる差の有意性を検定した結果、第4表にみられるように、山田錦と兵系

酒18号では回帰係数に有意差はなかったが、回帰定数の差は有意であった。また、千本旭では、回帰係数および定数のいずれも、窒素施用量の違いによる差は有意とならなかった。そこで、千本旭については、すべての窒素施用区を込みにした1本の回帰直線をあてはめ(第3表下段)、他の2品種については、それぞれ回帰係数を共通とする5本の回帰直線をあてはめて(第3表中段)、これらを第4図に示した。

以上の分析結果から、山田錦と兵系酒18号では、窒素施用量が異なれば、同じ粒重を示す玄米でもその粒重別心白発現率が有意に異なることがわかる。とくに山田錦では、窒素施用量の20および30kg区で、他の

施用量の区に比べてどの粒重の玄米でもほぼ一貫して粒重別心白発現率が高く、40kg区ではそれが低い傾向にあり、また、兵系酒18号では20~30kg施用区で粒重別心白発現率が高い傾向が認められた。一方千本旭では、肥料条件を変えても、それは1粒重と粒重別心白発現率との関係にほとんど影響を及ぼさないとみなし得ることがわかった。

回帰係数の値を品種間で比較すると、山田錦と兵系酒18号では大差がなかった。しかし、千本旭は他の2品種よりそれが小さく、粒重が重くなっても心白が発現しにくい傾向があった。



第4図 窒素施用量を変えたときの3品種における1粒重と粒重別心白発現率との関係(図中の数字は窒素施用量, kg/10a)

第3表 窒素施用量を変えたときの1粒重に対する粒重別心白発現率の回帰

窒素施用量 (kg/10a)	山 田 錦		兵系酒18号		千 本 旭	
	肥料区ごとの回帰直線					
	回帰係数 b	回帰定数 a	回帰係数 b	回帰定数 a	回帰係数 b	回帰定数 a
0	7.90**	-141.8	8.90**	-186.6	1.30	-16.6
10	8.90**	-171.3	8.29**	-176.6	4.12**	-78.8
20	8.35**	-150.1	7.99**	-152.5	3.86**	-71.5
30	6.34**	-97.3	6.41**	-104.5	3.19**	-54.1
40	5.27**	-86.8	6.47**	-112.5	5.17**	-100.2
共通の回帰係数をもつ回帰直線						
	b	a	b	a	b	a
0	7.35**	-129.3	7.72**	-154.6	3.67**	-64.7
10	7.35	-132.6	7.72	-160.9	3.67	-69.1
20	7.35	-124.7	7.72	-145.2	3.67	-67.5
30	7.35	-123.2	7.72	-140.1	3.67	-64.6
40	7.35	-139.1	7.72	-147.5	3.67	-66.8
肥料区を無視した回帰直線						
	b	a	b	a	b	a
	7.60**	-135.5	7.43**	-141.6	3.62**	-65.4

*** それぞれ5%および1%水準で有意

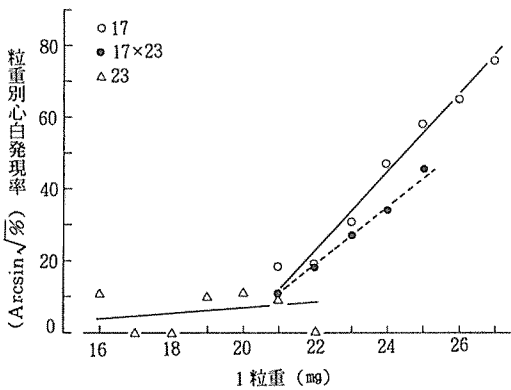
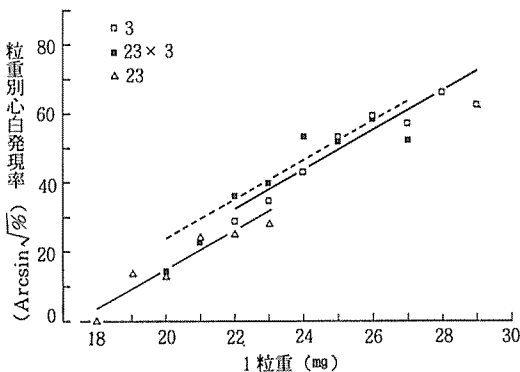
第4表 窒素施用量を変えたときの粒重別心白発現率の1粒重に対する回帰における分散分析

変 動 因	山 田 錦		兵系酒18号		千 本 旭	
	df	MS	df	MS	df	MS
全体の回帰	1	6624.6**	1	7674.8**	1	1168.5**
定数項の差	4	308.9**	4	548.1**	4	20.4
回帰係数の差	4	43.6	4	31.7	4	26.1
残 差	25	25.8	30	17.1	24	12.8
プールした残差	29	28.2	34	18.8	28	15.8
全 体	34		39		33	

** 1%水準で有意

第5表 F₂ 種子とその親品種の調査粒数、平均粒重および平均心白発現率

交雑組合せとその親品種	調査粒数	平均粒重 (mg/粒)	平均心白発現率 (Arcsin√%)
3 兵系酒18号	580	26.0	55.0
23 千本旭	314	20.6	20.1
23 × 3	634	23.1	41.9
17 伊勢錦722号	589	24.3	47.6
23 千本旭	329	18.7	8.4
17 × 23	749	22.4	25.1

第6図 伊勢錦722号(17)と千本旭(23)およびその交雑F₂ 種子における1粒重と粒重別心白発現率との関係第5図 兵系酒18号(3)と千本旭(23)およびその交雑F₂ 種子における1粒重と粒重別心白発現率との関係

3. F₂ 種子およびその両親における玄米粒重と心白発現率との関係
千本旭×兵系酒18号および伊勢錦722号×千本旭のF₂ 種子と、各交雑組合せの両親について、平均粒重と平均心白発現率を第5表に示し、また、1粒重と粒重別心白発現率との関係を第5図と第6図に示した。千本旭×兵系酒18号のF₂ 種子およびその両親の間では、両形質間の回帰定数に有意差が認められたが、回帰係数は有意に異ならなかったため、これらには共通の回帰係数をもつ3本の回帰直線をあてはめた(第5図)。また、伊勢錦722号×千本旭のF₂ 種子およびその両親

の間では、回帰係数と定数のいずれにも有意差があったため、F₂ 種子および両親のそれぞれに、異なる回帰係数をもつ回帰直線をあてはめた(第6図)。

各組合せのF₂ 種子の平均粒重と平均心白発現率は、いずれも両親のはほぼ中間の値であった(第5表)。一方、第5および第6図にみられるように、同じ粒重の玄米と比較すると、F₂ 種子の粒重別心白発現率は、いずれの交雑組合せでも心白発現率の高い親品種とほとんど変わらなかった。

2組合せに共通の親品種である千本旭の平均粒重および平均心白発現率を年度間で比較すると、それらの値はいずれも1979年に栽培した材料で小さかった(第5表)。これと同様の傾向は伊勢錦722号についても認められた(第1図、第5表)。このことは、1979年には各品種とも登熟がやや不良であったことを示している。しかし千本旭は、兵系酒18号に比べて回帰定数が、また伊勢錦722号に比べて回帰係数がそれぞれ有意に小さかった(第5および第6図)。したがって、千本旭は栽培条件が変わっても酒米品種より心白を発現しにくい傾向を持つことが、さらに確かめられた。

考 察

本実験で用いた6つの品種間では、平均粒重と平均心白発現率との間に有意な正の相関があった。また、同一品種内でも、多くの場合1粒重と粒重別心白発現率との間に高い正の相関が認められた。これらのことから、心白発現の程度は粒重に大きく依存しているといえる。

しかし、平均粒重が同程度の品種間でも平均心白発現率に変異があった。また、6品種について1粒重と粒重別心白発現率との関係を見ると、同じ粒重の玄米どうし

で比較しても、小粒の食用米品種は大粒の酒米品種より、その粒重別心白発現率が低い傾向にあった。これらのことは、粒重を支配することによって間接的に心白発現率に影響する遺伝子とは別に、直接これに影響を及ぼす遺伝子も存在することを示唆している。とくに、小粒の食用米品種で平均心白発現率が低いのは、これらの品種が、粒重を重くする遺伝子と心白発現を促進する遺伝子の両方を持っていないためと考えられる。これに対して、酒米品種だけで比較すると、1粒重と粒重別心白発現率との関係には大きな違いがみられなかった。したがって、これらの品種に関しては、平均心白発現率の差のほとんどが平均粒重の差によってもたらされたものであり、心白発現に直接影響を及ぼす遺伝子の違いは小さいものと推察される。

同一品種でも、窒素施用量が変わることによって平均粒重が重くなると、それに伴って平均心白発現率も高くなる場合が多くみられた。しかし、この場合両形質の相関は比較的小さく、兵系酒18号のように平均粒重と平均心白発現率との間にほとんど関係が認められないこともあった(第3図)。このことは、環境条件の違いが粒重の支配を介さずに、直接心白発現に影響を及ぼす場合のあることを示している。

山田錦と兵系酒18号では、それぞれ1粒重と粒重別心白発現率との間の回帰定数は、窒素施用量の違いによって有意に異なったが、回帰係数には有意差がなかった。このことから、窒素施用量を変えた場合、イネ個体内のいずれの重さの階級に属する粒も、その心白発現率がほぼ一律に変化するといえる。そして、兵系酒18号では、窒素条件が変わっても粒重はほとんど影響を受けず、単に粒重別心白発現率だけが変化して平均心白発現率に差が生じたとみることができる。これと同様のことは、山田錦の窒素施用量10~40kg区でも認められる(第3および第4図)。これに対して、山田錦の0kg区では、粒重別心白発現率はあまり低くないのに、平均心白発現率は他の窒素施用区と比較して最も低かった。その原因は、この処理区で粒重が軽かったためである。また、千本旭における平均心白発現率の変異も、その大部分は粒重の変化によってもたらされたものといえる。

ここで用いた交雑組合せのF₂種子の平均粒重と平均心白発現率は、ともに両親のほぼ中間の値となっていた。したがって、これらの形質を支配する遺伝子には両親間でほとんど優劣関係がないと考えられる。一方、F₂種子の粒重別心白発現率は、2組合せとも心白発現率の高い親品種のそれに近かった。このことから、同一粒

重に属する玄米で比較すれば、心白発現率を高くする遺伝子が完全優性に近いと思われる。そして、すでに述べたように、心白発現率は粒重に大きく依存しており、しかも平均粒重を支配する遺伝子に優劣性がないため、平均心白発現率にもほとんど優劣性が認められなくなると考えられる。ただし、これらのことに関しては、さらに多くの交雑組合せで検討する必要がある。

摘 要

1. 大粒で心白発現率の高い酒米4品種(山田錦、野条穂、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2品種(朝日および千本旭)を用いて、玄米1粒重と同一粒重に属する玄米の心白発現率(粒重別心白発現率)との関係を調べた。酒米品種はいずれも、玄米1粒重が増加すると粒重別心白発現率も直線的に高くなり、両形質間の回帰定数と回帰係数には品種間で大差がみられなかった。一方、食用米品種では、粒重の増加に伴って粒重別心白発現率が高くなる場合でも、その程度は小さく、酒米品種の同じ粒重の玄米と比較しても、一般に心白発現率は低かった。

2. 山田錦、兵系酒18号および千本旭を、種々の窒素施用量のもとで栽培し、玄米1粒重と粒重別心白発現率との関係をみた。酒米品種では、同一品種内同一粒重の玄米を比較しても、窒素施用量が異なると粒重別心白発現率も異なった。千本旭では、いずれの窒素施用量においても、粒重が増したときの粒重別心白発現率の上昇程度は酒米品種より小さかった。

3. 千本旭×兵系酒18号と伊勢錦722号×千本旭のF₂種子を用いて、玄米1粒重と粒重別心白発現率との関係をみたところ、同一粒重の玄米で比較すると、F₂種子の心白発現率は、心白発現率の高い酒米品種に近い値を示した。

引用文献

- 1) 江幡守衛・長戸一雄: 日作紀, 29, 93-96, 1960.
- 2) 上島脩志: 神大農研報, 14, 25-30, 1980.
- 3) 上島脩志・村本正昭: 近畿作物・育種談話会報, 24, 1-6, 1979.
- 4) 上島脩志・山本 仁・中西恵子: 神大農研報, 14, 265-272, 1981.
- 5) 長戸一雄: 日作紀, 21, 26-27, 1952.
- 6) 長戸一雄・江幡守衛: 日作紀, 27, 49-51, 1958.
- 7) 奥野忠一・芳賀敏郎・久米 均・吉沢 正: 多変量解析法, 112-122, 日科技連, 東京, 1971.