Kazuyoshi TAKEDA, Rinsabro NAKAYAMA and Ken-ichi SAITO: Unbalanced Growth in Floral Glumes and Caryopsis in Rice. IV. Influence of Waxy Character on Grain Size. (with English Summary, p. 92)

Synopsis. As a result of a careful comparison between waxy and non-waxy rice grains, it was revealed that the ratios of waxy kernel size to non-waxy one were approximately 0.98 for length, breadth and thickness, and 0.93 for weight.

糯粳性が玄米の大きさに及ぼす影響

(イネにおける穎と子房の相互関係 IV.)

武田 和義・中山林三郎・斎藤 健一

(弘前大学農学部, 弘前市)

緒 言

イネでは一般に糯品種の収量が粳品種よりも少なく, それには①糯性を支配する主働遺伝子 *wx* が多面発現的に収量を低下させる, ② *wx* 遺伝子が収量を低下させるような遺伝子と強く連鎖している, あるいは単に③栽培上の重要性が低いことから糯品種の育種規模が小さく, 確率的に多収品種が少ない, などの理由が考えられる。

これらの点に関しては二・三の研究があり, 岡 (1959) は木下糯に台中 65 号を 7 回戻し交雑して育成した糯粳性の isogenic line 間で収量に有意差が認められなかったことから①の可能性を否定しているが, HIRATA (1966) は青森糯 14 号に藤坂 5 号を 6 回戻し交雑して育成した糯粳性の isogenic line 間で分蘖数, 平均 1 穂重をはじめとするいくつかの収量関連形質に有意差が認められたとして①および②の可能性を示唆している。また小野沢 (1960) は埼玉糯 10 号に農林 29 号を 3 回戻し交雑した B_3F_3 から農林 29 号型の糯 4 系統を選抜し, これらの収量は農林 29 号に比べて有意差の認められなかったことを報告している。しかし, この実験方法では, B_3F_3 から農林 29 号型の糯を選抜する過程で, 収量に対する *wx* 遺伝子の多面発現, もしくは連鎖による効果を相殺するような遺伝的背景をもつ個体が選ばれた可能性を否定できないので, 収量に対する *wx* 遺伝子の効果は不明といわなければならない。

このように isogenic line または near-isogenic line を供試した場合でも, 交配に用いた親品種または材料の

育成方法などによって結果が一致しないことからみて, それぞれの系統の遺伝的背景と *wx* 遺伝子との間に連鎖を含めた広い意味での遺伝的相互作用が存在するものと考えられ, *wx* 遺伝子の収量に対する影響に関しては更に検討を必要とする。

なお, 盛永ら (1943) は多数の糯粳間交雑の F_1 を供試して糯玄米重が粳玄米重に劣ることを報告しており, 鈴田 (1954) は水稻旭 1 号と高尾糯の交雑 F_1 個体に稔った種子で粳玄米の厚さが糯玄米よりも有意に厚いことを見出し, その理由は糯粳性玄米で含有率の異なるアミロースとアミロペクチンの性質の違いにあると考えている。前述の HIRATA (1966) も玄米の長さ, 幅, 厚さ, 重さ共に粳が糯に優ることを認め, それを *wx* 遺伝子の多面発現ないし連鎖の影響ではなく, 玄米の発育過程における糯粳性の二次的効果であろうとしている。また籾の比重は糯よりも粳で大きいことが知られており, これらの事実は糯粳性が玄米の大きさに何らかの影響を及ぼすことを示唆している。

著者らはイネにおける粒形質の遺伝性を研究する過程で比較的広汎な遺伝変異を取扱い, 糯粳性が玄米の大きさに及ぼす影響について若干の知見を得たので取りまとめ報告する。

材料および方法

実験 1

粒形, 粒大を大きく異にする粳 75 系統, 糯 13 系統を供試し, 糯粳系統群間で玄米の長さ, 幅, 厚さ, 重さ, 籾殻重, 籾摺歩合および籾比重を比較した。材料は 1973 年に弘前大学農学部のガラス室において, N, P_2O_5 , K_2O

各 0.9g を施与した 1/5000a ワグナーポットに 4 株 1 本植えて栽培された。

実験 2

青森県農業試験場（青森県黒石市）および同藤坂支場（同十和田市）で系統保存中の東北・北海道の新旧栽培品種の中から粳 228 系統（本場 159 系統、支場 69 系統）、および糯 22 系統（本場 18 系統、支場 4 系統）を供試し、糯粳系統群間で玄米の長さ、幅、厚さ、重さ、籾殻重、籾摺歩合、玄米ならびに籾の比重を比較した。供試材料は 1973 年に両試験場の系統保存圃場でそれぞれの慣行法によって栽培されたものである。

実験 3

粒大の大きく異なる系統 H-347（粳、千粒重約 28g）と H-346（糯、同 8g）の交雑後代を 1 親 1 子法で養成した F₄ 集団から無作為に粳ホモの 49 個体と糯ホモの 17 個体を抽出し、糯粳個体群間で玄米の長さ、幅、厚さ、重さ、籾殻重、籾摺歩合および籾の比重を比較した。またその集団から糯粳ヘテロの 10 個体を無作為に抽出し、同一個体内の糯粳玄米間で長さ、幅、厚さ、重さおよび籾摺歩合を比較した。材料は 1973 年に弘前大学農学部附属金木農場において N, P₂O₅, K₂O 各 10kg/10a を施与した圃場に 21×21cm, 1 本植えて栽培された。

実験 4

Table 4 に示される 10 組合せの糯粳系統間の交雑 F₁ 植物に稔った充実の良い種子各々 500 粒を籾の長さで 0.1mm 毎に階級分けし、籾重を測定した後、脱粒して糯粳に区分し、玄米の長さ、幅、厚さ、重さを測定し、糯粳間で粒大および籾摺歩合を比較した。材料は 1973 年に弘前大学農学部のガラス室において N, P₂O₅, K₂O 各 0.9g を施与した 1/5000a ワグナーポットに 4 株 1 本植えて栽培された。

実験 5

実験 4 に供試した交雑組合せのうち種子の十分に得られた 4 組合せ (Table 6) の籾を比重 0.01 毎に階級分けした後に脱粒し、それぞれの階級に現れる糯粳玄米の数および重さを調べた。

これらの実験における粒大、比重などの調査粒数は実験 4 および 5 では供試全粒、実験 1, 2 および 3 では長さ、幅、厚さについては各系統または個体あたり 10 粒、重さについては 100~200 粒、比重については 20~100 粒とし、長さおよび幅はマイクロメーターを用いて 0.1 mm, 厚さは厚み計を用いて 0.01mm, 重さは直示天秤を用いて 0.1mg まで測定した。比重は硫酸亜鉛液を用いて浮き秤で測定した。籾および玄米の含水率は 10~11 % であった。なお、有芒の材料においては芒を除いた後に籾重、籾比重を測定した。

実験結果

実験 1 および 2 で観測された糯粳系統の玄米の長さ、幅、厚さ、重さ、籾殻重、籾摺歩合、籾ならびに玄米の比重を Table 1 に示す。

Table 1 に示される糯粳間の比較には、それぞれの系統の遺伝的背景が影響していることもあって籾殻および玄米の大きさには糯粳間で明らかな差異が認められないが、籾殻重と玄米重の相対値で決まる籾摺歩合は糯系統で約 1 % 低く、また籾比重は 0.07, 玄米比重は 0.01 程度いずれも糯で小さかった。

実験 3 で観察された糯粳性ホモ個体の粒大、籾摺歩合および籾比重を Table 2 に示す。H-346 は小粒を発現する主働遺伝子を保有するので F₄ 集団は小粒個体群と大粒個体群に二分されるが、ここでも籾殻重には糯粳間で有意差が認められない反面、大粒個体群では玄米重、籾摺歩合および籾比重が糯で有意に小さく、小粒個体群では籾比重が糯で有意に小さかった。

なお、Table 2 に示される材料は無作為選抜集団であ

Table 1. Comparison of grain characters between waxy and non-waxy varieties

Group	Endosperm character	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mg)	E (mg)	F (%)	G	H	No. of varieties
i	Non-waxy	4.83	2.92	2.04	19.81	4.27	81.86	1.161***	1.408	75
	Waxy	5.36	2.82	2.05	21.37	4.92	80.78	1.089	1.401	13
ii	Non-waxy	4.90***	2.88	2.07	22.49**	4.87	82.19***	1.181***	1.421***	159
	Waxy	4.74	2.91	2.11	21.37	5.08	80.80	1.101	1.406	18
iii	Non-waxy	4.99	2.88	2.05	21.08	4.26	83.18	1.178***	1.422***	69
	Waxy	4.94	2.83	2.07	21.09	4.48	82.50	1.113	1.413	4

Notes: A; hulled grain length, B; hulled grain breadth, C; hulled grain thickness, D; hulled grain weight, E; hull weight, F; hulled grain weight/unhulled grain weight, G; specific gravity of unhulled grain and H; specific gravity of hulled grain.

i; varieties with various genotypes cultivated in the green house, ii; Japanese varieties cultivated in Aomori Agr. Exp. Sta. (Kuroishi) and iii; Japanese varieties cultivated in Aomori Agr. Exp. Sta. (Fujisaka).

*, ** and ***; exceeding significantly at the 5%, 1% and 0.1% levels, respectively.

Table 2. Comparison of grain characters between waxy and non-waxy plants in an F₄ population from H-347 (non-waxy, normal) × H-346 (waxy, minute)

Grain size	Endosperm character	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mg)	E (mg)	F (%)	G	No. of plants
Normal	Non-waxy	5.99	2.81	1.87	21.83*	4.94	81.53***	1.177***	22
	Waxy	5.64	2.76	1.84	19.68	5.00	79.74	1.106	7
Minute	Non-waxy	4.04	2.70	1.80	12.74	3.83	76.80	1.150***	27
	Waxy	3.94	2.70	1.84	12.36	3.77	76.50	1.089	10

Notes: A~G; same as in Table 1.

* and ***; exceeding significantly at the 5% and 0.1% levels, respectively.

Normal vs. minute grain size is determined by single major gene.

Table 3. Comparison of grain characters between waxy and non-waxy grains in heterozygous F₄ plants from H-347 × H-346

Grain size	Endosperm character	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mg)	F (%)	No. of plants
Normal	Non-waxy	5.93*	2.84**	1.93*	21.80**	82.07**	6
	Waxy	5.74	2.77	1.90	20.51	81.15	6
Minute	Non-waxy	4.13	2.82*	1.86	14.35*	78.13**	4
	Waxy	4.00	2.72	1.84	13.33	76.85	4

Notes: A~F; same as in Table 1.

* and **; exceeding significantly at the 5% and 1% levels, respectively. Normal vs. minute grain size is determined by single major gene.

Table 4 に示されるように H-347 × H-346 の交雑組合せにおいては F₂ 世代から糯が過少となっているので、この交雑組合せには糯が過少になる何らかの遺伝的機作が働いているものと考えられる。また H-346 および H-347 はそれぞれ極小粒、極大粒を目ざして育成された系統であり、そのため Table 2 および 3 に示されるように交雑後代の小粒および大粒個体は微働遺伝子の組みかえによ

るから糯ホモの個体数と粳ホモの個体数は等しいことが期待されるが、実際には 49 : 17 と糯が過少である。

て中間親に近づいている。

実験 3 の糯稈性ヘテロ個体に稔った糯稈性玄米の比較

Table 4. Comparison of grain characters between waxy and non-waxy grains in F₁ plants

Cross combination	Endosperm character	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mg)	F (%)	I (mm)	No. of grains
Fusakichi × N. K. N. [†]	Non-waxy	7.72***	3.23***	2.26***	42.09***	85.32***	9.18	363
	Waxy	7.51	3.12	2.23	39.03	84.36	9.18	137
Shin-2 × N. K. N. [†]	Non-waxy	6.42***	3.17***	2.21***	33.24***	84.22***	7.68	381
	Waxy	6.25	3.09	2.17	30.40	82.98	7.66	119
L-45 × N. K. N. [†]	Non-waxy	6.49***	3.16***	2.20***	32.12***	83.86***	7.71	390
	Waxy	6.33	3.08	2.15	29.25	82.56	7.69	110
N. C. [†] × Caloro	Non-waxy	5.77***	2.88***	1.99***	24.29***	83.80***	6.97	368
	Waxy	5.65	2.81	1.95	22.46	82.68	6.93	132
N. C. [†] × Zuiho	Non-waxy	5.61**	2.72***	1.97***	22.75***	83.22***	6.91	354
	Waxy	5.53	2.67	1.94	21.75	82.60	6.90	146
N-7 [†] × Yukara	Non-waxy	4.74***	2.84***	2.03***	19.64***	82.76***	5.77*	359
	Waxy	4.59	2.76	1.97	17.74	81.23	5.72	141
H-346 [†] × Yukara	Non-waxy	4.05***	2.80***	1.93***	15.65***	80.13***	4.91	381
	Waxy	3.99	2.72	1.89	14.35	78.71	4.93	119
Yukara × H-346 [†]	Non-waxy	4.05***	2.77***	1.93***	15.24***	80.16***	4.92	371
	Waxy	3.96	2.70	1.90	14.19	78.99	4.89	129
H-346 [†] × H-347	Non-waxy	4.25*	2.72***	1.80***	14.33***	77.24***	5.17	382
	Waxy	4.21	2.67	1.78	13.60	76.31	5.18	118
H-347 × H-346 [†]	Non-waxy	4.23***	2.68***	1.77***	13.82***	77.31***	5.11	392
	Waxy	4.13	2.61	1.74	12.83	75.99	5.11	108

Notes: A~F; same as in Table 1. I; hull length. [†]; waxy variety. N. K. N.; Nok-Khao-Ngo. N. C.; Nahang-Chalawng.

*, ** and ***; exceeding significantly at the 5%, 1% and 0.1% levels, respectively.

Table 5. Analysis of variance of the grain characters in F_1 plants from crosses between waxy and non-waxy varieties

Source of variation	Degree of freedom	Mean square ($\times 100$)					
		A	B	C	D	F	I
Cross combination	9	311.4387***	8.2189***	5.5161***	17723.2956***	1795.7833***	435.5831***
Waxy vs. non-waxy	1	6.9620***	2.3780***	0.6845***	1685.4480***	806.4500***	0.0980
Error	9	0.1442	0.0147	0.0067	43.4769	5.3389	0.0247

Notes: A~I; same as in Table 1. and 4.

***; significant at the 0.1% level.

は Table 3 に示される通りで、いずれの測定値も粳に比べて糯で小さく、粳玄米の大きさに対する糯玄米の大きさの割合は 10 個体の平均値で玄米の長さ 0.969, 幅 0.972, 厚さ 0.984, 重さ 0.937 であった。また籾摺歩合は糯が粳よりも約 1% 低い値を示した。

なお, Table 2 の籾殻重ならびに Table 4 の籾の長さに関して糯粳間で有意差が認められなかったことから, Table 3 および Table 4 に示される糯粳性ヘテロ個体においては糯粳間で籾殻重が等しいものとして籾摺歩合を算出している。

実験 4 で測定された糯粳性 F_2 種子 (F_1 植物に稔った種子) における籾の長さ, 玄米の長さ, 幅, 厚さ, 重さおよび籾摺歩合を Table 4 に示す。これらの測定値に関する糯粳間の差異は, 玄米の重さおよび籾摺歩合については籾の長さで区分した各 seed lot の平均値を基礎に, それ以外は 1 粒ごとの値を基礎に t 検定で有意性を検定した。

Table 4 によれば籾の長さは N-7 $\times$ ユーカラの一例を除いて糯粳間に有意差がなく, 玄米の大きさおよび籾摺歩合に関してはいずれも粳が糯よりも大きな値を示した。粳粒の大きさに対する糯粒の大きさの割合を 10 組合せの平均値で示すと, 玄米の長さで 0.979, 幅で 0.975, 厚さで 0.982, 重さで 0.926 となり, 実験 3 の結果と近似した値であった。籾摺歩合の平均値は粳粒で 82.0%, 糯粒で 80.7% となった。

交雑組合せによる差異および糯粳性による差異を一括して分散分析した結果は Table 5 の通りであり, 玄米の入れ物としての籾殻の大きさには糯粳間で差異がなく, 中味である玄米は長さ, 幅, 厚さ, 重さともに糯が粳よりも小さく, その結果, 籾摺歩合も糯において有意に低いことが示された。

実験 5 で観察された糯粳性 F_2 種子における籾比重は Table 6 に示される通りで, いずれの交雑組合せにおいても粳粒の籾比重が有意に大きかった。

なお, Table 3 および Table 4 に示されるように籾摺歩合は粒大と関係があり, 大粒で高く小粒で低い傾向が認められるが, この点については別に報告する予定である。

Table 6. Comparison of specific gravity of unhulled grains in F_1 plants from crosses between waxy and non-waxy varieties

Cross combination	Endosperm character	Specific gravity	No. of grains
N. C. $\times$ Caloro	Non-waxy	1.144***	1026
	Waxy	1.111	344
N. C. $\times$ Zuiho	Non-waxy	1.151***	655
	Waxy	1.114	317
L-45 $\times$ N. K. N.	Non-waxy	1.163***	503
	Waxy	1.104	154
N-7 $\times$ Yukara	Non-waxy	1.162***	676
	Waxy	1.113	244

Notes: N. C. and N. K. N.; same as in Table 4.

***; exceeding significantly at the 0.1% level.

論 議

既存の品種・系統を供試した実験 1 および 2 (Table 1) においては供試材料の遺伝的背景が様々であるために wx 遺伝子単独の効果を論議することはできないが, 籾殻重と玄米重の相対値で決まる籾摺歩合は, いずれも糯が粳よりも小さく, 籾比重も糯が小さい値を示した。糯粳間の交雑後代を供試した実験 3 の糯粳性ホモ個体 (Table 2) においては wx 遺伝子およびそれと密接に連鎖した遺伝子以外の遺伝的背景は一応ランダムと考えられる。ここでは籾殻重には糯粳間で差異がない反面, 玄米は糯で小さく, その結果, 籾摺歩合ならびに籾比重も糯で小さい値を示した。

Table 3, Table 4 および Table 5 に示される糯粳性ヘテロ個体に稔った糯粳性玄米の比較では, 籾殻の大きさおよび光合成産物の供給に糯粳間で差がないものと考えられる。ところが玄米の長さ, 幅, 厚さ, 重さは共に糯で小さく, 糯玄米は入れ物の大きさ, および光合成産物の供給が同じであったとしても, 粳玄米より小さくできあがることが示された。

なお, 糯粳性ヘテロ個体に稔った糯玄米の胚乳の遺伝子型は $wxwxwx$ 一種類であるが粳玄米のそれは $WxWxWx$, $WxWxwx$, $Wxwxwx$ が 1:1:1 の割合で混在している。そこで実験 4 の測定値を用いて玄米の長さ, 幅および厚さに対する wx 遺伝子のヘテロ効果を検

Table 7. Comparison of the grain size variation between waxy and non-waxy grains in F_1 plants

Character	$Wx > wx$	$Wx \approx wx$	$Wx < wx$	Total
Length	1	8	1	10
Breadth	2	7	1	10
Thickness	0	9	1	10
Total	3	24	3	30

Notes: Numerals in the table show the number of cross combinations.

$Wx > wx$; the variance of non-waxy grains significantly exceeds that of waxy grains.

$Wx \approx wx$; the variance of non-waxy grains does not significantly differ from that of waxy grains.

$Wx < wx$; the variance of waxy grains significantly exceeds that of non-waxy grains.

討し、Table 7 を得た。すなわち玄米の長さ、幅および厚さの分散を糯稈間で比較したところ、糯の分散が稈の分散よりも有意に大きい事例が 30 例中 3 例、逆に稈の分散が糯の分散よりも有意に大きい事例が 30 例中 3 例となり、全体として稈の分散が糯の分散よりも大きいとはいえないので、玄米の大きさに対する wx 遺伝子のヘテロ効果は統計的に有意とは認められない。

すでに軟X線透視で明らかにしたように(武田 1973) 発育中の子房は糯稈性に関係なく受精後一定の日数が経過すると糊の内部を完全に満たすので、収穫乾燥後に認められる糊殻と玄米の間の空隙は登熟後期以後に起こる玄米の脱水収縮によるものと考えられる。従って糊殻の大きさが等しい場合にも糯玄米が稈玄米に比べて小さくできあがるということは糯玄米における脱水収縮が稈玄米におけるよりも甚しく、糊殻と玄米の間の空隙が大きくなることを意味するものであり、これは Table 1, Table 2 および Table 6 に示される糯の糊比重は稈のそれよりも小さいという事実によって確認される。

また完熟した糯玄米を一定以下の含水率まで乾燥すると、いわゆる緑化現象(ハゼ)が起こり、玄米の組織に細かい空隙が生じて光を乱反射し、玄米が乳白色を呈することは良く知られているが、Table 1 に示されるように糯玄米の比重が稈に比べてわずかながら低いことは糯玄米の組織が稈玄米よりもいくぶん粗であることを示唆するものである。

本実験の結果、ならびに前述の二・三の報告からみて、遺伝的背景ならびに登熟条件が同一であっても糯玄米は稈玄米にくらべて小さくできあがると考えられる。実験 3 および 4 で明らかにされたように、糊殻の大きさおよ

び光合成産物の供給量が等しい場合、糯玄米は稈玄米よりも長さ、幅、厚さで約 2 %, 重さで約 7 % 小さく、換言すれば糯玄米は光合成産物の“sink”としての 1 粒あたりの能力が稈玄米よりも約 7 % 低いといえる。

従って糯品種の収量を稈品種と同一の水準に保つためには、総穎花数、登熟歩合および糊殻の大きさのいずれか、またはそのいくつかを増して、全体としての“sink”を大きくする必要がある。

本実験は糯稈品種間の収量を比較するために企画されたものではないが、 wx 遺伝子以外の遺伝的背景が等しい場合でも糯玄米は稈玄米に比べて小さくできあがるという事実は糯品種の多収性育種が負っている一つのハンディキャップを示すものと考えられる。

謝 辞: 供試材料の一部を御提供下さった青森県農業試験場の関係各位、ならびに原稿の校閲をいただいた北海道大学農学部高橋萬右衛門教授に御礼申し上げる。

摘 要

(1) 既存の糯稈系統、糯稈間交雑後代の糯稈性ホモ個体ならびにヘテロ個体を供試し、糯稈間で粒大、糊摺歩合、糊比重などを比較した。

(2) 糯玄米は稈玄米に比べて糊殻の大きさの割に小さくできあがり、その結果、糊摺歩合ならびに糊比重が小さい。

(3) 糊殻の大きさおよび光合成産物の供給が等しい場合、糯玄米は稈玄米よりも長さ、幅、厚さで約 3 %, 重さで約 7 % 小さく、1 粒あたりの光合成産物の“sink”としての能力が低い。

引 用 文 献

- HIRATA, H. 1966. Studies on the inheritance of some quantitative characters in rice by means of backcrossing. II. A comparison of characteristics in two varieties Fujisaka No.5 and Aomori-Mochi No.14, and in their F_2 plants up to the sixth repeatedly backcrossed generation. Sci. Rep. Hirosaki Univ. 13: 16~69.
- 盛永俊太郎・今井嘉重 1943. 稻の糯性とその収量. 農業及園芸 18: 638.
- 岡 彦一 1959. 同一の遺伝子型をもち、モチ遺伝子だけ異なるイネの系統. 遺伝研年報 9: 110~111.
- 小野沢芳郎 1960. 戻し交雑によって育成した水稻モチ系統の生産力について. 育種 10: 261.
- 鈴木 巖 1954. 水稻雑種個体内に於ける稈及び糯玄米の粒厚に就いて. 日作紀 23: 105~106.
- 武田和義 1973. 玄米の発育経過から見たくびれ米の発生機構について. II. 軟X線透視法による発育経過の観察. 弘大農報 20: 20~28.

Summary

Although it is generally accepted that the grain yield of waxy varieties is less than that of non-waxy varieties, the exact cause of this trend has not been elucidated. Herein, the authors have attempted to compare the grain characters between waxy and non-waxy grains. The characters studied here were the length, breadth, thickness and weight of hulled grain, length and weight of hull, specific gravity of hulled and unhulled grain, and ratio of hulled grain weight to unhulled grain weight.

Our experiment consisted of three parts: In the first part 35 waxy and 303 non-waxy varieties were examined. In this case the genetic background of these materials were different; hence the influence of the waxy gene on grain size could not be exactly determined. The homozygous waxy and non-waxy plants which segregated into an F_4 population from a cross between a waxy (8 mg kernel weight) and a non-waxy (28 mg kernel weight) variety were compared in the second part of the experiment. In this case there should be no difference in genetic background of waxy and non-waxy plants, except for genes closely linked to the waxy gene. In the third part, waxy and non-waxy grains from heterozygous waxy plants belonging to an F_4 and ten F_1 's were compared. In this case the dimensional capacity of floral glumes and photosynthate supply of waxy grains were considered equal to those of non-waxy grains; thus the direct effect of the waxy gene to the grain character could be clarified with exactness, provided that the heterozygous effect of the waxy gene is negligible.

In the first part the following was pointed out: Although waxy and non-waxy varieties did not differ significantly in hull weight and hulled grain weight, the ratio of hulled grain weight to unhulled grain weight, and the specific gravity of unhulled grain were smaller in waxy varieties. This sug-

gests that the caryopsis of waxy varieties shows relatively smaller growth than that of non-waxy varieties. The specific gravity of hulled grain in waxy varieties was also less than that of non-waxy ones (Table 1).

A similar result to that mentioned above was detected in the second part of the experiment (Table 2).

The influence of the waxy gene on the size of kernel was clearly demonstrated in the third part of the experiment: although the dimensional capacity of floral glumes and photosynthate supply of waxy grains were considered equal to those of non-waxy ones, the size of waxy kernels were less than that of non-waxy kernels. The specific gravity of unhulled waxy grains were smaller than that of non-waxy grains, which suggests that the gap between the floral glumes and kernel of waxy grain is larger than that for non-waxy grain (Table 3, 4, 5 and 6). The heterozygous effect of the waxy gene on kernel size was negligible (Table 7).

The conclusion from this experiment can be summarized as follows: assuming that the genetic background is the same, except for the waxy gene, the kernel size of waxy grain would be expected to be smaller than non-waxy grain; the ratios of waxy kernel size to non-waxy one are approximately 0.98 for length, breadth and thickness, and 0.93 for weight. Therefore, with regard to the capacity for the so-called "sink" of photosynthate, waxy grain may be considered inferior to non-waxy grain. This may cause some difficulty in the improvement of waxy rice varieties.

K. TAKEDA

R. NAKAYAMA

K. SAITO

Faculty of Agriculture, Hiroshima University, Hiroshima