

形 態

水稻の粳比重と玄米形質との関係

姚友礼¹⁾・山本由徳^{*,1)}・新田洋司²⁾・王余龍³⁾

吳華³⁾・吉田徹志¹⁾・宮崎彰¹⁾・蔡建中³⁾

(¹⁾高知大学・²⁾茨城大学・³⁾中国揚州大学)

要旨: 水稻精粳 (比重 1.00 以上の粳) 及び玄米の諸形質と精粳重との関係を明らかにするために、中国産 4 品種 (インド型及び日本型普通品種とインド型及び日印交雑ハイブリッドライス各 1 品種、全て粳種) の精粳を比重法で階級別に分け、形態形質を測定した。精粳 1 粒重の重い品種は比重の高い側に局在分布したが、粒重の軽い品種は比重の低い側に分散分布した。各品種ともすべての形態形質について玄米の変動係数は精粳より大きかったことから、粳のサイズが決定された後に発育する玄米の形態変異は、より大きいことが分かった。玄米の厚さはすべての品種において玄米体積を支配する第一の形質であり、他の形質 (長さと幅) の影響程度は品種によって異なった。玄米の体積が増加するほど、精粳体積のみならず、精粳比重と精粳重も増加し、粳摺り歩合も高くなった。粳穀重と精粳重とは供試 4 品種中 2 品種が有意な正の相関関係を示したが、残りの 2 品種では有意な相関はみられなかった。以上の結果から、粳の比重は粒重と密接な関係があり、精粳重は玄米の体積に、また玄米の体積は厚さに主に支配され、粳穀が玄米の発育や登熟に及ぼす影響には品種間差異が存在すると推定された。

キーワード: インド型, 玄米, 水稻, 精粳, 日本型, 比重, 粳穀, 粒の大きさ。

水稻の千粒重 (あるいは 1 粒重) は収量構成要素の一つであるが、一般的な栽培条件下では同一品種における変異は他の構成要素である穂数、1 穂粒数や登熟歩合に比べて小さい (松島 1957)。このような理由から、粒重に関する研究は極めて少ない (王ら 1998)。一方、王ら (1998) は栽培条件によって中国産ハイブリッドライスの汕優 63 号、同日本型品種 9004 及びコガネマサリの千粒重がそれぞれ 15、30 及び 23% 変動したと報告している。これらの報告は、水稻の多収獲栽培上、粒重も他の構成要素と同様に栽培条件との関係において検討する必要のあることを示している。また、近年、IRRI や中国及び韓国等で育成された多収性品種では 1 穂粒数が多く、面積当たりの粒数の確保が容易となっており (小松ら 1984)、このことから多収獲上の 1 粒重の意義は旧来の粒数水準が低かった時代に比べて大きくなっていると考えられる。

水稻の粳重は粳穀の大小と玄米の発育によって決定され、粳重を増加するには粳穀のサイズの拡大と玄米の発育を促進しなければならない (松島 1971)。粳穀のサイズは開花期までに決定されるが、粳穀重は登熟に伴って変化する (徐・太田 1982 a)。そして、登熟期の粳穀重は、粳の登熟程度によって異なる (松島 1957, 王ら 1995 b)。しかし、粳穀重と玄米重は必ずしも関連しないとの報告もある (佐藤, 1968)。ある品種の 1 粒重に関係する形質を明らかにすることは、その品種の粒重増加方法についての有用な情報を提供することになるが、この点に関する報告はほとんどない (王ら 1995 b)。

そこで本研究では、異なる品種を用い、比重選法で 1 粒重の異なる粳を階級別に分け、それぞれの粳と玄米の形態

形質を調査し、これらの形質と 1 粒重との関係について検討した。

材料と方法

供試品種として、揚稲 4 号 (YD 4, インド型)、ハイブリッド汕優 63 号 (SY 63, インド型, 珍汕 97A/明恢 63 号)、塩粳 2 号 (YJ2, 日本型) とハイブリッド 02428M (02428M, 日印交雑型, 02428/明恢 63 号) の 4 品種 (全て粳種) を用い、1996 年、中国江蘇省揚州大学農学院附属実験農場水田 (前作は小麦、土壌は沖積土) で行った。慣行法により乾粳重で m^2 当たり 45 g 相当量の催芽粳を 5 月 5 日に水苗代に播種し、6 月 7 日に葉齢約 7.5 の苗を水田に m^2 当たり 30 株、株当たり 2 本で移植した。6 月 11 日に分げつ肥として、また 7 月 23 日穂肥として尿素を m^2 当たり成分量でそれぞれ 6.8 g N, 4.5 g N を追肥した。移植前の土壌の可溶性 P_2O_5 は 20 mg/kg, K_2O は 40 mg/kg と高かったため、リンと加里は施用しなかった。供試品種の出穂期は 8 月 14~22 日の間であり、収穫は 10 月の初旬であった。雑草は手で抜き取り、病虫害の防除は当地の慣行法により農薬を適宜散布した。

収穫後、脱穀した粳の小枝梗と芒を手で取り除き、45°C の乾燥器内で 72 時間乾燥後、デシケーター内に室温になるまで放置した。そして、粳を水道水に入れ、浮かんだ粳は未登熟粳とし、沈下した粳は中国での慣行法に従い比重 1.00 g/cm³ 以上の登熟 (精) 粳とした。この精粳を再乾燥してから、比重 1.01 g/cm³ の食塩水に入れ、浮かんだ粳は比重 1.00~1.01 g/cm³ の粳とし、沈下した粳は同方法で繰り返し、比重 1.00 から 1.20 g/cm³ まで 0.01 g/

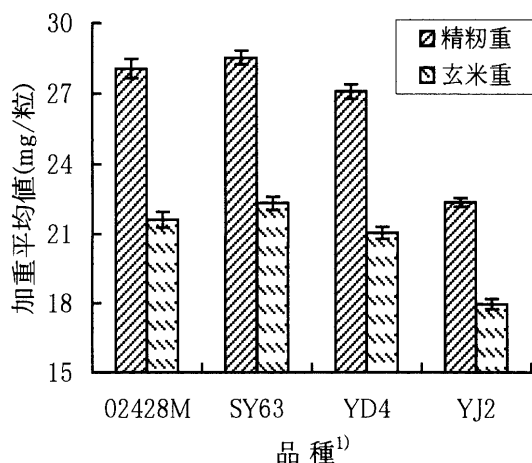
cm³ 間隔で 20 階級の比重の異なる粳に分別した。なお、塩粳 2 号は比重 1.15 g/cm³ 以上の粳が極めて少なかった (0.16%) ので、1.00~1.15 g/cm³ まで同様に 15 階級に分別した。

これらの比重を異にする各階級の粳から、無作為に 50 粒を 4 反復で抽出し、以下の調査に供した。まず、粳の投影面積を自動面積計 (LI-COR 社製, LI-1600 型) で測定し、粳の長さ、幅と厚さは粳を 10 粒ずつ一列に並べ、その総長を粒数で除して算出した。粳の体積は、次の排水法で測定した。50 ml メスフラスコに計数した粳を入れて計重 (W_1) し、30 ml 目安まで水を入れて十分に振って粳上の気泡を除去してから、50 ml に定容して再び計重 (W_2) した。粳当たりの体積は $[50 - (W_2 - W_1)] / \text{粒数}$ より求めた。精粳 1 粒重 (以下精粳重) は、65°C の乾燥機内で 72 時間乾燥してから測定した。その後、粳殻を手で丁寧に取り除き、粳の場合と同じ方法により玄米の長さ、幅、厚さ、体積と玄米 1 粒重 (以下玄米重) を測定した。粳殻重は精粳重と玄米重の差から算出した。なお、精粳重と玄米重は含水率 15% に補正した値で示した。粳面積当たり粳殻重は粳殻重と粳の投影面積から算出した。玄米重/精粳重比率、すなわち粳摺り歩合は玄米重と精粳重から算出した。

結 果

1. 精粳重と玄米重の品種間差異

供試品種の各比重別の粳 (玄米) 数とその重さより算出した全精粳の粳重と玄米重の加重平均値は、02428M; 28.1 と 21.6 mg, SY63; 28.5 と 22.3 mg, YD4; 27.1 と 21.1 mg, YJ2; 22.4 と 18.0 mg であった (第 1 図)。02428M, SY63 と YD4 の 3 品種間には精粳重及び玄米重ともに有意差はみられなかったが、YJ2 の精粳及び玄米重は他の 3 品種と比べて有意に軽かった。



第 1 図 精粳 1 粒重と玄米 1 粒重の加重平均値。

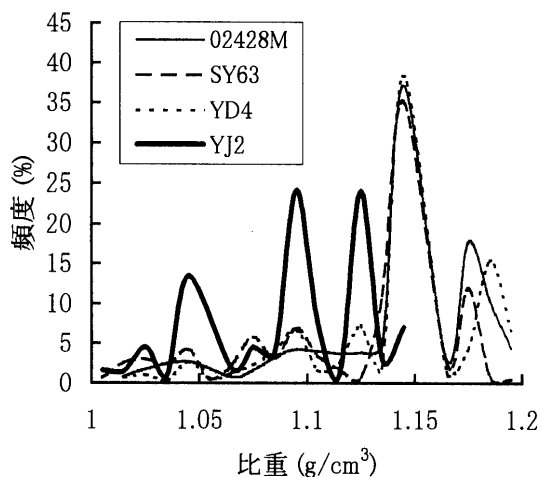
バーの上に平均値の標準偏差を示した。1): 第 1 表参照。

2. 精粳比重の頻度分布

精粳比重の頻度分布は、精粳重が近い値を示した 02428M, SY63 と YD4 ではほとんど一致した (第 2 図)。これら 3 品種では、比重が 1.14~1.15 g/cm³ の精粳が著しく多く、それに次いで比重 1.17~1.18 g/cm³ の精粳が多く、比重 1.00~1.13 g/cm³ の精粳は非常に少なかった。YJ2 においては、比重 1.08~1.09, 1.11~1.12 及び 1.03~1.04 g/cm³ 前後の 3 つのピークがみられ、他の 3 品種と比べて精粳の比重は低い側に分散して分布した。

3. 比重の異なる精粳及び玄米の形態形質

各品種の比重を異にする精粳及び玄米の長さ、幅、厚さ、体積と重さの最大値、最小値、レンジ (最大値-最小値)、平均値及び変動係数 (CV) をそれぞれ第 1, 第 2 表に示した。各品種の平均値でみると、精粳及び玄米とも長さは YD4 > SY63 > 02428M > YJ2, 幅は YJ2 > SY63 > 02428M > YD4, 厚さは YJ2 > SY63 > YD4 > 02428M, 体積は SY63 > YD4 > 02428M > YJ2, 重さは SY63 > 02428M > YD4 > YJ2 の順に値が大きかった。特に、YJ2 の精粳及び玄米の長さや重さは、他の 3 品種の平均値に比べて著しく低い値を示した。各品種のレンジは、精粳及び玄米ともに重さにおいて最も大きく、体積がこれに次ぎ、その他の形質では比較的小さかった。精粳重及び玄米重のレンジは、それぞれ 4.3~10.0 mg, 5.7~8.4 mg の範囲にあり、登熟粳においても精粳重や玄米重の変動幅が大きかった。また、精粳重及び玄米重の低い品種は、高い品種に比べてレンジが小さい傾向を示した。一方、各形質の CV をみると、精粳及び玄米とも各品種の重さにおいて最も大きく、次いで体積で大きく、長さ、幅、厚さに関しては、厚さ > 幅 > 長さの順にやや大きくなった。また、第 1 表と第 2 表から各品種の調査形質の CV を比較すると、全ての形質で玄米の CV の方が大きく、精粳に比べて玄米の変異がより大きいことが分かった。



第 2 図 精粳の比重分布。

品種記号は第 1 表参照。

第1表 比重の異なる精粳形質の品種間差異。

形質	品種 ¹⁾	最小値	最大値	レンジ	平均値 ²⁾	変動係数 (CV)
長さ (mm)	02428M	8.07	8.81	0.74	8.46 c	2.56
	SY63	8.33	8.82	0.49	8.60 b	1.21
	YD4	8.60	9.14	0.54	8.81 a	1.48
	YJ2	6.48	6.84	0.37	6.67 d	1.21
幅 (mm)	02428M	2.93	3.27	0.34	3.10 b	2.94
	SY63	3.02	3.16	0.14	3.10 b	1.75
	YD4	2.72	2.87	0.15	2.79 c	1.61
	YJ2	3.32	3.60	0.27	3.47 a	1.84
厚さ (mm)	02428M	1.92	2.18	0.26	2.11 b	3.17
	SY63	2.04	2.20	0.16	2.13 b	1.81
	YD4	2.05	2.18	0.13	2.13 b	1.91
	YJ2	2.15	2.28	0.13	2.21 a	2.13
体積 (mm ³)	02428M	17.64	23.86	6.23	20.73 b	9.81
	SY63	20.71	25.18	4.47	22.86 a	5.68
	YD4	19.19	24.07	4.88	21.00 b	6.34
	YJ2	16.75	19.55	2.80	18.19 c	5.36
重さ (mg)	02428M	20.55	30.56	10.01	26.11 ab	12.35
	SY63	23.53	30.79	7.26	27.41 a	8.51
	YD4	21.89	30.59	8.70	25.59 b	9.20
	YJ2	19.75	24.09	4.34	21.89 c	6.87

1) 02428M: 日印交雑ハイブリットライス, SY63: 汕優63号 (インド型ハイブリットライス), YD4: 揚稲4号 (インド型), YJ2: 塩粳2号 (日本型)。2) 各形質について同一アルファベットのついた平均値間には5%水準で有意差のないことを示す。

第3表には各品種の比重を異にする精粳の粳穀重、投影面積及び粳面積当たり粳穀重の最大値、最小値、レンジ、平均値及びCVを示した。粳穀重の平均値は、精粳重 (第1表) と同じく SY63>02428M>YD4>YJ2 の順に重く、YJ2 は他の3品種に比べて有意に軽かった。粳の投影面積は、粳穀重と同じく SY63>02428M>YD4>YJ2 の順に大きかったが、粳面積当たり粳穀重には品種間に有意な差がみられず、平均値で 27.5~29.7 mg/cm² を示した。

4. 精粳重と粳, 玄米の形態形質との関係

精粳重は粳の体積と比重の2要因に分解できる。第3図

第2表 比重の異なる精粳の玄米形質の品種間差異。

形質	品種 ¹⁾	最小値	最大値	レンジ	平均値 ²⁾	変動係数 (CV)
長さ (mm)	02428M	6.16	6.86	0.70	6.51 c	3.19
	SY63	6.40	6.85	0.46	6.65 b	1.81
	YD4	6.54	7.08	0.54	6.75 a	2.02
	YJ2	4.98	5.15	0.17	5.07 d	1.28
幅 (mm)	02428M	2.47	2.73	0.26	2.57 c	3.49
	SY63	2.56	2.79	0.23	2.65 b	2.30
	YD4	2.22	2.48	0.26	2.40 d	2.73
	YJ2	2.79	3.05	0.26	2.93 a	2.87
厚さ (mm)	02428M	1.61	1.95	0.34	1.82 b	5.88
	SY63	1.80	1.95	0.15	1.88 ab	2.28
	YD4	1.73	1.94	0.21	1.85 b	3.32
	YJ2	1.83	2.00	0.18	1.92 a	2.97
体積 (mm ³)	02428M	10.80	15.93	5.13	13.42 b	13.23
	SY63	13.48	16.83	3.35	15.06 a	7.28
	YD4	11.90	15.42	3.53	13.69 b	7.81
	YJ2	11.19	13.45	2.26	12.19 c	6.30
重さ (mg)	02428M	15.34	23.73	8.39	19.97 ab	13.63
	SY63	17.08	24.36	7.29	21.22 a	10.21
	YD4	16.05	22.88	6.82	19.67 b	10.65
	YJ2	14.01	19.73	5.73	17.24 c	10.20

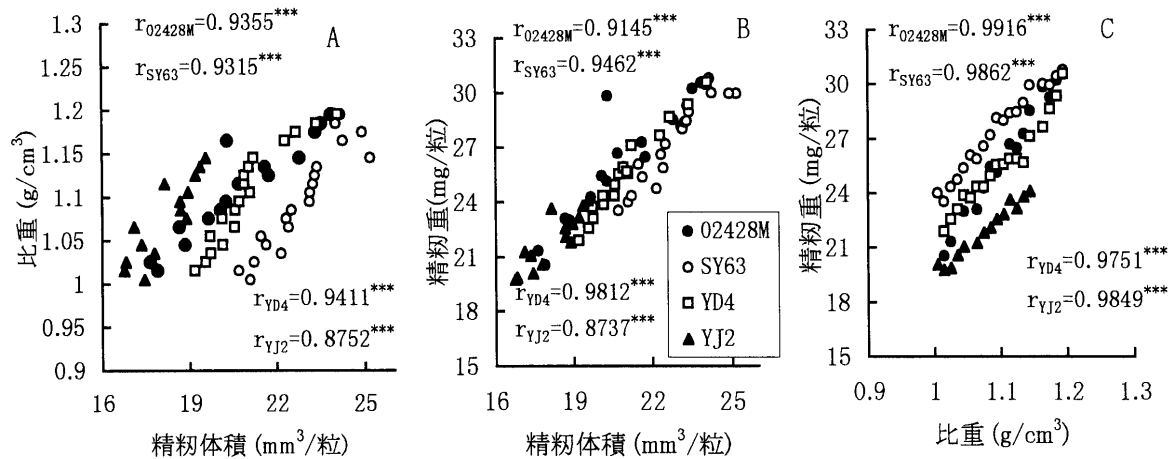
1), 2): 第1表参照。

にはこれら3形質間の相関関係を示した。同図より、品種を込みにしてみた場合及び各品種別にみた場合の両者において、3形質間にはいずれも高い有意な正の相関関係がみられた。すなわち、粳の形態形質からみると粳の体積の増加に伴って、粳の比重と重さともに増加した。精粳重を目的変数、精粳体積と比重を説明変数として重回帰分析を行ったところ、精粳重への精粳体積と比重の標準偏回帰係数 (径路係数) は、品種を込みにすると 0.6752, 0.3287 であり、精粳重は主として精粳体積によって決定された ($R^2=0.8754^{***}$)。品種別にみると、YD4 ではそれぞれ 0.5555 と 0.4524 であり、ほぼ影響の程度が等しかったが、02428M では -0.1055 と 1.0903, SY63 では 0.2081 と 0.7924, YJ2 では 0.0501 と 0.9411 となり、これら3品種ではいずれもほとんど比重によって決定された。

第3表 比重の異なる精粳の粳穀形質の品種間差異。

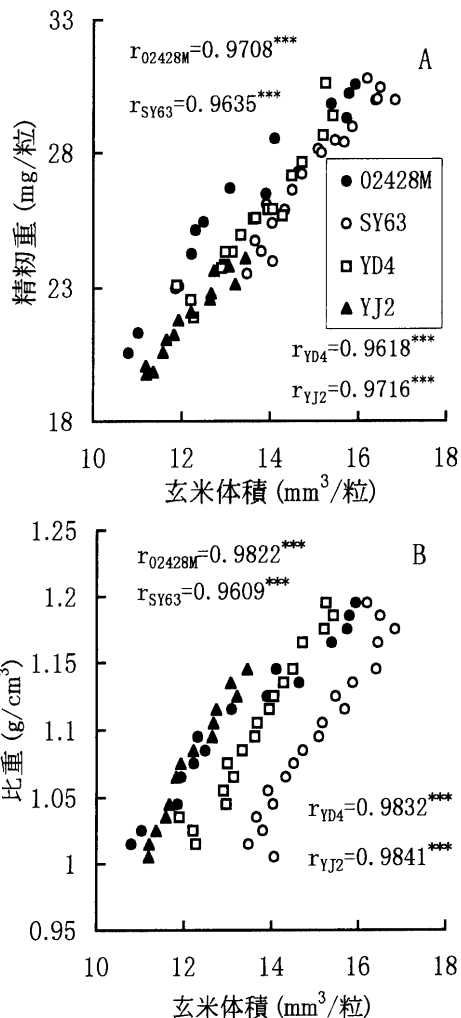
形質	品種 ¹⁾	最小値	最大値	レンジ	平均値 ²⁾	変動係数 (CV)
面積 (mm ²)	02428M	19.68	21.57	1.89	20.64 b	2.48
	SY63	20.44	21.89	1.45	21.24 a	2.10
	YD4	19.30	21.61	2.30	20.19 c	2.83
	YJ2	16.42	17.83	1.41	16.96 d	2.74
重さ (mg)	02428M	5.21	6.83	1.62	6.13 a	9.36
	SY63	4.85	7.19	2.33	6.19 a	10.30
	YD4	4.77	7.71	2.94	5.92 a	10.31
	YJ2	4.12	6.07	1.95	4.66 b	11.42
粳面積当たり粳穀重 (mg/cm ²)	02428M	25.61	33.01	7.40	29.68 a	7.73
	SY63	23.64	34.01	10.37	29.12 a	9.93
	YD4	23.70	36.27	12.57	29.31 a	8.79
	YJ2	24.01	36.54	12.53	27.49 a	11.97

1), 2): 第1表参照。



第3図 精粳比重と体積 (A), 精粳1粒重と体積 (B) および比重 (C) との関係。

品種記号は第1表参照。***: 0.1%水準で有意であることを示す。品種を込みにした場合の相関係数は A: $r=0.7010^{***}$, B: $r=0.9058^{***}$, C: $r=0.8022^{***}$ 。



第4図 玄米体積と精粳1粒重 (A) および比重 (B) との関係。

品種記号は第1表参照。***: 0.1%水準で有意であることを示す。品種を込みにした場合の相関係数 A: $r=0.8022^{***}$, B: $r=0.7484^{***}$ 。

精粳の体積は、玄米と粳殻の体積及びその間隙から構成され、主に玄米体積により決定される。第4図に示したように、玄米体積と精粳の比重および精粳重との間にはいず

第4表 比重を異にする精粳の玄米の体積と長さ、幅および厚さとの相関係数。

品種 ¹⁾	長さ	幅	厚さ
02428M	0.9337 ***	0.8665 ***	0.9366 ***
SY63	0.8578 ***	0.9158 ***	0.9361 ***
YD4	0.8801 ***	0.5548 *	0.9395 ***
YJ2	0.5369 *	0.9094 ***	0.9564 ***

1): 第1表参照。*, ***: 5%, 0.1%水準で有意であることを示す。

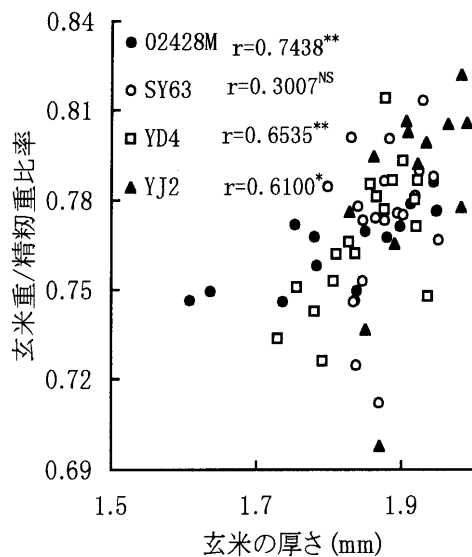
第5表 玄米体積への標準偏回帰係数。

形質	02428M ¹⁾	SY63	YD4	YJ2
長さ, X_1	0.1450	-0.0037	0.3669	-0.0699
幅, X_2	0.2913	0.4431	-0.0961	0.2266
厚さ, X_3	0.5823	0.5688	0.6997	0.7917
決定係数 R^2	0.9333 ***	0.9350 ***	0.9269 ***	0.9257 ***

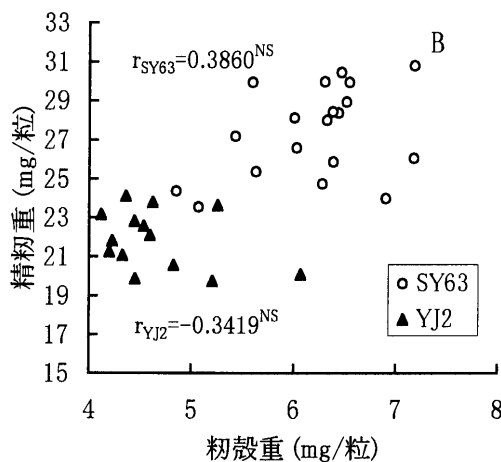
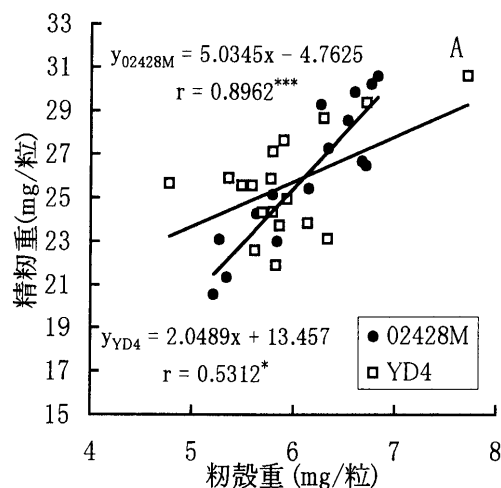
1): 第1表参照。形質は玄米の長さ、幅及び厚さである。重回帰数式は $y=a+b_1X_1+b_2X_2+b_3X_3$ 。***: 0.1%水準で有意であることを示す。

れも高い有意な正の相関関係がみられた。この結果は、登熟した粳の玄米体積が大きいほど精粳の比重が高くなり、精粳重が増加することを示している。すなわち、精粳重は玄米体積により決定される。

玄米体積は、玄米の長さ、幅と厚さの3形質によって決定される。本実験では、いずれの品種においてもこれら3形質と玄米体積の間に有意な正の相関関係がみられたが(第4表)、3形質の中では、各品種とも玄米の厚さの標準偏回帰係数が最も高かった(第5表)。すなわち、厚さが

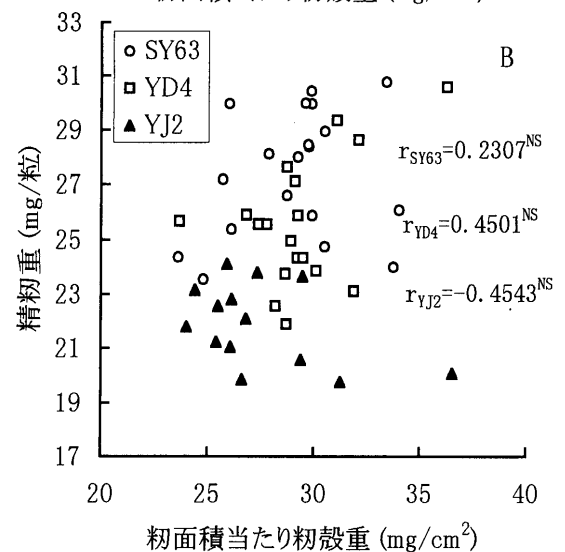
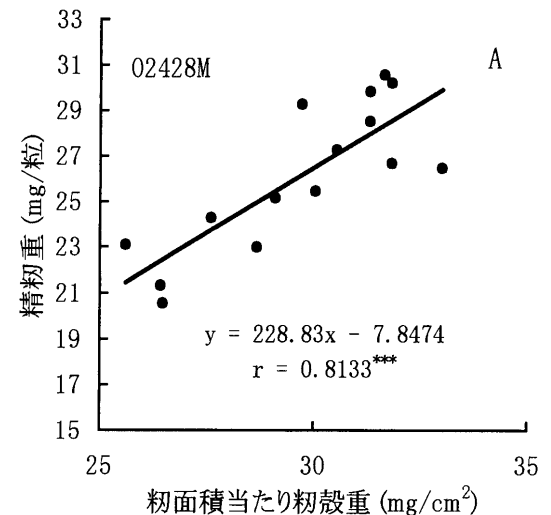


第5図 玄米重/精粒重比率と玄米の厚さとの関係。
品種記号は第1表参照。NSは5%水準で有意ではない。
*, **: 5%, 1%水準で有意であることを示す。



第6図 精粒1粒重と籾殻重との関係。
品種記号は第1表参照。NS: 5%水準で有意ではない。
*, ***: 5%, 0.1%水準で有意であることを示す。

玄米体積を決定する第一の形質であり、第二の形質は02428M, SY63及びYJ2では玄米の幅であり、YD4では玄米の長さであった。玄米の厚さはまた、SY63を除く各



第7図 精粒1粒重と籾面積当たり籾殻重との関係。
品種記号は第1表参照。NS: 5%水準で有意ではない。
***: 0.1%水準で有意であることを示す。

品種で玄米重/精粒重比率と有意な正の相関関係を示し(第5図), 玄米の厚さを厚くするほど籾摺り歩合が高くなることが示されたが, SY63ではこのような傾向は認められなかった。

5. 籾殻と精粒重との関係

02428MとYD4においては, 籾殻重の増加に伴って精粒重が重くなった(第6図A)。一方, SY63とYJ2においては, 両者の間には有意な相関関係はみられなかった(第6図B)。また, 籾殻の充実程度を示す(王ら1995b)と考えられる籾面積当たり籾殻重と精粒重との間には, 02428Mでは高い有意な正の相関関係が認められた(第7図A)が, 他の3品種では有意な相関関係は認められなかった(第7図B)。

考 察

水稻の登熟籾は, 日本においては粳品種では比重1.06, 糯品種では比重1.03以上の籾とされている(松島1957)

が、中国においては粳、糯品種とも比重 1.00 以上の籾とされている。この点に関して、小松ら (1984) は外国稲の登熟歩合の調査方法について、比重 1.06 との登熟歩合の差や屑米混入率および精玄米棄却率から、水選で差し支えないとしている。登熟籾、すなわち精籾 1 粒重が増加すると収量が増加するだけではなく、屑米率が減少し、籾摺り歩合や精米率も増加するといわれている (松島 1957)。しかし、精籾 1 粒重は品種特性であり、栽培条件の影響は他の収量構成要素である穂数、1 穂粒数や登熟歩合に比べて小さいとされ、精籾として分別された籾の 1 粒重の変異やそれに関与する形態的形質等に関する研究は著しく少ない (松島 1957, 長戸ら 1976, 王ら 1995 a)。一方、精籾 1 粒重は同一品種においても栽培条件によってかなり変動するとの報告があり (王ら 1998), 同一品種における精籾の粒重変異やそれに関与する形態形質等について検討することは、今後、収量構成要素である千粒重の増加を通しての多収栽培技術確立の上から重要である。

本研究では、中国産のインド型 (YD4) と日本型普通品種 (YJ2), 日印交雑 (02428M) 及びインド型ハイブリッドライス (SY63) の 4 品種 (全て粳種) について、比重 1.00 以上の籾を登熟籾とみなして、比重別の頻度分布をみたところ、平均精籾 1 粒重の重い品種 (YD4, 02428M, SY63) では比重の高い側に局在して分布したが、軽い品種 (YJ2) では比重の低い側に散在して分布した。著者らは、別の実験において YJ2 と精籾の平均粒重がほぼ等しい日本型品種武育粳 2 号における精籾の比重の頻度分布を調査したところ、本実験の YJ2 とほとんど一致した (未発表)。中国産のインド型品種の粒は一般的に日本型品種より小さい (中国農業科学院 1986) とされているが、インド型品種と日本型品種の比重の差についての報告はない。一方、日本稲 (日本型) 品種の玄米比重の分布には品種間差異のあることが報告されている (長戸・反田 1957)。本研究において精籾比重に品種間差が認められたが、これがインド型と日本型品種の差によるもの (Osada ら 1973) か、単に品種間の粒重の差によるものかについて、今後さらに供試品種数を増やして検討を要する。

Kato (1986) は、粒の大きさの異なる品種によって、遮光および枝梗切除に対する登熟期間と最終粒重の反応が異なることを見出している。また、顧ら (1981) と朱ら (1988) は大粒品種や 1 穂粒数の多い品種では、小粒品種や 1 穂粒数の少ない品種に比べて屑米が発生しやすいとしている。本研究において、相対的に大粒の品種 (02428M, YD4, SY63) では、上述したように比重の高い籾の割合が高くなるとともに、比重の軽い籾の割合が低く、さらに登熟歩合は低くなる傾向がみられた (02428M; 68%, SY63; 78%, YD4; 79%)。これに対して、相対的に小粒品種 (YJ2) では、登熟歩合は高くなった (86%) が、比重の軽い籾の割合が多くなり、登熟歩合に関しては Kato (1986) や顧ら (1981) と朱ら (1988) の結果と一

致した。これは、大粒品種または 1 穂粒数が多い品種では、登熟に利用される同化産物の 1 穂内での部位間の競争がより激しくなり、登熟開始 (開花期) 時期の早い強勢籾ほど、登熟開始が遅れる弱勢籾にくらべて登熟上、より有利となるためと考えられる。

水稻籾 (穎花) の大きさは、開花期に長さや幅が決定されたあと、登熟期間の玄米の発育によって厚さが決定される。比重を異にする籾について調査を行った本研究の結果、品種に関わりなく玄米の体積が大きければ籾重や比重が重く、また籾摺り歩合 (玄米重/精籾重比率) も高くなった。そして、玄米の体積は玄米の厚さと密接に関係していたが、このことは玄米の厚さが長さや幅に比べて登熟過程の最も遅い時期に決定されることから (星川 1975)、当然といえよう。また、籾殻は玄米の発育の保護と発育を物理的に制限するという相反する作用を及ぼすが (松島 1957)、本実験では長さ、幅、厚さ、体積及び重さのいずれの形質も玄米の変動係数は精籾より大きかった。この結果から、籾殻の玄米発育への影響の程度は小さいと考えられた。

籾殻重は玄米の発育に伴って出穂開花後約 2 週間頃まで増加し (佐藤 1968, 徐・太田 1982 a), 玄米の発育に必要な N, P, Mg や炭水化合物の一時的な集積場所としての役割も果たすと推定されている (徐・太田 1982 a, c)。また、徐・太田 (1982 b) によれば、籾殻の大きさがほぼ等しい 1 次枝梗上の籾においても、登熟良好な籾ほど籾殻および玄米 1 粒重がともに重い。これらの結果は、籾殻重あるいは籾殻の充実程度は玄米の発育程度と密接に関係することを示唆しており、王ら (1995 b) が中国産日本型品種武育 2 号を用いて籾面積当たり籾殻重と精籾重が密接に関係すると報告している結果とも一致する。一方、佐藤 (1968) は籾殻重と玄米重は必ずしも関連しないと報告している。本研究では、02428M と YD4 において籾殻重と精籾重とは有意な正の相関関係を示したが、SY63 と YJ2 では有意な相関関係は認められず (第 6 図)、品種によって徐・太田 (1982 b) あるいは佐藤 (1968) の報告と一致した。また、02428M で籾殻の籾面積当たりの重さと精籾重との間に有意な相関関係認められたが (王ら 1995 b)、他の品種では認められなかった (第 7 図)。これらの結果は、籾殻の物質集積量が登熟に及ぼす影響には品種間差異のあることを示唆している。徐・太田 (1982 a) によると、登熟期間中籾殻から流出することなく、集積のみ行われる成分は K, SiO₂, Ca 及び Mn であり、これらの成分の中で K と SiO₂ は炭水化物の転流を促進して、登熟に大きな役割を果たしている。従って、登熟と籾殻中の K や SiO₂ の集積量との関係が品種によって異なることが推定された。今後は、登熟過程における籾殻中の K や SiO₂ をはじめとする成分集積量と登熟との関係について、品種間で比較を行う必要があると考えられた。

引用文献

- 中国農業科学院 1986. 中国稲作学. 農業出版社, 北京. 52.
- 顧自奮・朱慶森・曹頭祖 1981. 水稻結実率の研究—稲穂上強, 弱勢粒の乾重積累過程与空秕粒の分布. 中国農業科学 6: 38—44.
- 星川清親 1975. イネの生長. 農山漁村文化協会, 東京. 262—264.
- Kato, T. 1986. Effects of the shading and rachis-branch clipping on the grain filling process of rice cultivars differing in the grain size. *Jpn. J. Crop Sci.* 55: 252—260.
- 小松良行・金忠男・松尾喜義・片山信浩・片岡孝義 1984. 多収性外国稲の品種生態. 四国農試報 43: 1—37.
- 松島省三 1957. 水稻収量の成立と予察に関する作物的研究. 農技研報 A5: 1—271.
- 松島省三 1971. 稲作の理論と技術. 養賢堂, 東京. 219—225.
- 長戸一雄・反田嘉博 1957. 玄米の品質に関する研究. 日作紀 26: 85—86.
- 長戸一雄・鈴木清太・佐渡敏弘 1976. 粳の比重と品質との関係. 日作紀 45: 563—568.
- Osada, A., M. Nara, Chakrabandhu, H., Rahong, M., and Gesprasert, M. 1973. Seasonal changes in growth pattern of tropical rice II. Environmental factors affecting yield and its components. *Proc. Crop Sci. Japan* 42: 351—361.
- 佐藤庚 1968. 稲の粳殻の大きさの意義について. 日作紀 37: 454—456.
- 徐錫元・太田保夫 1982a. 水稻の登熟に及ぼす粳殻の役割. 第1報 登熟における粳殻の無機成分の動態. 日作紀 51: 97—104.
- 徐錫元・太田保夫 1982b. 水稻の登熟に及ぼす粳殻の役割. 第4報 登熟程度の異なる粳と米粒の形態的相関性について. 日作紀 51: 354—359.
- 徐錫元・太田保夫 1982c. 水稻の登熟に及ぼす粳殻の役割. 第6報 炭水化物の稔実粳および不稔粳への移行について. 日作紀 51: 570—576.
- 王余龍・姚友礼・徐家寬・李昱雲・蔣軍民・蔡建中 1995a. 稻穂不同部位籽粒的結実能力. 作物学報 21: 29—38.
- 王余龍・姚友礼・李昱雲・蔡建中 1995b. 水稻籽粒有関性状与粒重關係的初步探討. 作物学報 21: 573—578.
- 王余龍・山本由徳・姚友礼・卞悦・蔣軍民・新田洋司・李昱雲・蔡建中 1998. 栽培条件对水稻粒重的影響及其原因分析. 作物学報 24: 280—290.
- 朱慶森・曹頭祖・駱亦其 1988. 水稻籽粒灌漿の生長分析. 作物学報 14: 182—193.

Relationships between the Characters of Hull, Brown Rice and Paddy Grain of Different Specific Gravity among Different Cultivars: Youli YAO¹⁾, Yoshinori YAMAMOTO^{*1)}, Youji NITTA²⁾, Yulong WANG³⁾, Hua WU³⁾, Tetsushi YOSHIDA¹⁾, Akira MIYAZAKI¹⁾ and Jianzhong CAI³⁾ (¹⁾*Fac. of Agr., Kochi Univ., Nankoku 783-8502, Japan*; ²⁾*Ibaraki Univ.*; ³⁾*Yangzhou Univ., China*)

Abstract: By categorizing the water selected ripened paddy grains into groups with different specific gravity, we observed several characteristics of the paddy grain and brown rice in four cultivars. It was found that the grains of cultivars with heavier grain were intensively distributed in higher specific gravity, whereas those of cultivar with lighter grain were sparsely distributed around lower specific gravity. The coefficient of variation (CV) of the character in brown rice was always higher than that of the respective character in paddy grain. These results suggested that after the size of the hull was determined at flowering, the brown rice still had a wider variation. The brown rice volume was primarily determined by its thickness, and the influences of its length and width varied among cultivars. With the increases of brown rice volume, all characters of the paddy grain volume, the specific gravity of paddy grain, the paddy grain weight, and the brown rice-paddy grain ratio increased. These were found to be consistent in the four cultivars. The hull weight and the paddy grain weight showed positive correlation in two cultivars, but not in the others. It was concluded that the specific gravity closely related with the paddy grain weight, which was mainly determined by its brown rice volume. The brown rice volume was primarily subject to its thickness. The hull's role in regulating the growth of brown rice might be different among cultivars.

Key words: Brown rice, Grain size, Hull, Indica, Japonica, Rice, Specific gravity, Winnowed paddy grain.