短稈多収性の改良インド型水稻品種の特性に関する研究

第2報 粒形および粒質，とくに腹白米の発現について

徐 錫元・茶村修吾

(新潟大学農学部)

昭和54年1月31日受理

前報¹⁰⁾において、短稈多収性の改良インド型品種の登熟特性を、日本型品種と比較し、早生品種群においても、晩生品種群においても、短稈多収性の改良インド型品種は出穂期のLAIが日本型品種よりも小さく、 m^2 当りの穎花数は日本型品種よりも多い傾向がみられ、出穂期におけるシンク・ソース・バランスを示すと考えられる1穎花当り葉面積は短稈多収性の改良インド型品種において小さく登熟歩合は低かった。また、日本型品種間においては、出穂期が早い品種ほど上述の1穎花当り葉面積が小さく登熟歩合が低いことを明らかにした。さらに、品種間において登熟歩合は出穂期における1穎花当り葉面積の大小以外に、籾殻の大きさの違いによっても大きく変動することがわかった。

著者らは、これらの短稈多収性の改良インド型品種の数品種の粒質がきわめて不良で、とくに腹白米の発現率がきわめて高く、その不透明部が非常に厚いことを観察した。従来、短稈多収性の改良インド型品種の粒形および粒質についての詳細な報告はみられない。

著者らは、米質が良好な短稈多収性の改良インド型品種の育成の基礎資料を得る目的で本研究を実施した。

実験材料および方法

1977年¹⁰⁾の調査結果および試料を主とし、一部1976年⁹⁾の調査結果および試料を用いた。供試品種名は第1表に示した。腹白米の発現率は精玄米1000粒の調査によって示した。粒形調査は同じく50粒について行った。

1978年、早生品種である日本型品種のレイメイ、五百万石、短稈多収性の改良インド型品種の早生統一を用いて開花後の粒重増加を調査した。調査方法は各品種とも同一日に出穂した穂を選び、同一日に開花した上位枝梗の先端から第4番目および第5番目に着粒する強勢穎花に黒マジックで印を付け以後一定間隔でサンプリングしデシケーター中で約20日間放置させた後粒重を測定した。なお、1回のサンプリング粒数

は20~30粒であった。

著者らは、品種間における腹白米発現率と籾殻1粒重、玄米1粒重、玄米の長さ、幅、長さ×幅、厚さとの相関係数を求めたが、江幡¹¹⁾は、長狭粒品種に腹白米は発現しにくいと報告していることから、粒長が8.04 mm、粒幅が2.28 mmと極めて小さかった長狭粒品種SML 680 2/1を相関係数を求める場合、調査対象から除外した。

実験結果

1. 粒形について

第1表に示したように、本研究に使用した短稈多収性の改良インド型品種（以後、改良インド型品種とする）は、日本型品種よりも粒の長径（長さ）は大きく、背腹（幅）は小さく最も大きいもので早生統一の2.91 mmであった。

米粒の一次生長量と考えられる粒の長さ×幅はSML 680 2/1のようにきわめて大きいものがみられたが、その他の品種では日本型品種よりも大きいとは言えなかった。

つぎに、米粒の二次生長量と考えられる粒の横径（厚さ）をみると、改良インド型品種は日本型品種よりも小さい傾向がみられた。以上の事柄から総合すると、改良インド型品種は米粒の一次生長量のわりに二次生長量が不良であると言える。このことは第1図からも明らかである。第1図は、品種間における粒の一次生長量の長さ×幅と二次生長量の厚さとの関係をみたものである。日本型品種では、長さ×幅が大きい品種ほど厚さも大きい傾向がみられるのに対し、改良インド型品種では、長さ×幅（mm×mm）が16以上になるとそれにつれて厚さが小さかった。

2. 籾殻の大きさと粒形との関係

つぎに、籾殻の大きさと粒形との関係をみるために、籾殻の大きさを籾殻重をもって示し、品種間における籾殻1粒重と玄米の長さ、幅、長さ×幅、厚さとの相関係数を求めた。結果を第2表に示した。籾殻1粒重と玄米の長さとは $r=0.6974^{***}$ と高い正の相関がみら

第1表 供試品種

年度	品種名	粒形（玄米）				籾穀1粒重 (mg)	玄米千粒 重 (g)	腹白米 発現率 (%)	*腹白米 のタイプ
		長さ (mm)	幅 (mm)	厚さ (mm)	長さ×幅 (mm ²)				
1977	1. 新 雪	4.63	3.06	2.00	14.16	4.25	18.9	49.5	C・D
	2. 巴 ま さ り	4.84	2.94	1.90	14.22	4.40	19.0	67.3	C・D
	3. レ イ メ イ	5.04	3.02	2.09	15.22	4.76	22.4	3.2	C・D
	4. 越 路 早 生	5.11	2.95	1.97	15.07	4.34	20.7	8.7	C・D
	5. フジミノリ	5.14	2.97	2.03	15.26	4.82	22.4	6.2	C・D
	6. ホーネンワセ	4.98	2.98	2.03	14.84	4.69	21.8	2.8	C・D
	7. 五 百 万 石	5.33	3.30	2.12	17.58	5.49	24.5	14.8	C・D
	8. トドロキワセ	5.22	2.98	2.04	15.56	4.60	22.0	4.5	C・D
	⑨. 早 生 統 一	6.14	2.91	1.78	17.86	5.59	22.6	75.7	A・B
	⑩. 南 京 11 号	5.89	2.72	1.95	16.02	5.46	23.0	72.9	A・B
	⑪. SML680 2/1	8.04	2.28	1.71	18.35	5.52	24.8	18.8	A・B・C・D
	⑫. Yushin	5.79	2.53	1.93	14.64	4.53	20.7	39.0	A・B・C・D
	13. 日 本 晴	5.22	2.94	2.00	15.35	4.90	21.0	2.1	C・D
	14. M 83-5-1	5.14	3.01	2.05	15.47	4.89	21.9	1.4	C・D
	15. M 98-10-7	5.27	2.91	1.99	15.33	4.56	20.9	3.6	C・D
	⑬. IR- 8	6.45	2.68	1.83	17.29	5.75	23.9	72.9	A・B
1976	17. 農 林 20 号	4.80	2.95	2.02	14.16	4.25	20.6	25.3	C・D
	18. コシヒカリ	5.10	3.00	1.96	15.30	4.44	22.0	16.7	C・D
	18. 振 興	5.39	3.06	2.12	16.49	5.35	25.5	22.8	C・D

○：改良インド型品種

*：規準は第4図に準じた

れたが幅および厚さとは相関がみられなかった。最も相関係数が大きかったのは粒の長さ×幅で $r=0.9065$ *** と極めて高い相関係数があった。したがって、籾穀が大きい品種ほど米粒の一次生長量が多いものと推定され、二次生長量は個々の品種によって異なることが判明した。

3. 籾穀1粒重と出穂期の1穎花当り葉面積からみた粒厚

出穂期における1穎花当り葉面積（乾物生産）と籾穀1粒重（乾物収納）から粒厚をみ、結果を第2図に示した。籾穀が大きい品種のうちで、出穂期の1穎花当り葉面積が大きい日本型品種の五百万石や振興は粒の厚さが大きかったが、1穎花当り葉面積が小さかった SML 680 2/1, 南京 11 号, IR-8, 早生統一は上述の五百万石や振興よりもはるかに厚さが小さかった。

つぎに、1穎花当りの葉面積がほぼ同程度に小さかった改良インド型品種および極早生品種の間において、籾穀が大きい改良インド型品種ほど厚さは小さかった。

4. 腹白米発現率の品種間差

第1表に腹白米発現率の調査結果を示した。本研究に供試した極早生品種の新雪や巴まさは、他の日本

第2表 籾穀1粒重と玄米の長さ、幅、厚さ、長さ×幅、および1粒重との相関係数

長さ	幅	厚さ	長さ×幅	玄米1粒重
*** 0.6974	N.S -0.2614	N.S -0.3621	*** 0.9065	*** 0.9309

第3表 腹白米発現率と諸要因との相関係数^{注)}

籾穀1粒重	玄米1粒重	粒 形			
		長さ	幅	厚	長さ×幅
N.S 0.5009	N.S -0.0168	* 0.5509	** -0.4656	*** -0.7120	N.S 0.2800

注) SML 680 2/1 を除外する。

型品種よりも小粒であったが、腹白米の発現率は高かった。改良インド型品種では、長狭粒品種である SML 680 2/1 に発現率が低かった他は腹白米発現率が高かった。日本型品種で大粒品種である五百万石や振興は、おのおの発現率が 14.8%, 22.8% と比較的低かった。

5. 品種間における腹白米発現率と籾穀1粒重、玄米1粒重、粒の長さ、巾、長さ×巾、厚さとの相関係数

結果を第3表に示した。江幡ら¹⁾は、日本型品種間において腹白米発現率と粒重、粒の長さ、幅、長さ×幅

第 1 図 米粒の長さ×幅と厚さとの関係

第 2 図 出穂期における 1 穎花当り葉面積と籾殻 1 粒重が米粒の厚さに及ぼす影響

第 3 図 出穂期における 1 穎花当り葉面積と籾殻 1 粒重が腹白米発現率に及ぼす影響

第 4 図 腹白米の品種間比較

注) A : 南京 11 号 B : 早生統一
C : 新 雪 D : 巴まさり

とは相関があるが、厚さとは相関が無いことを報告している。著者らは江幡らとは若干異なる結果を得、本研究に供試した品種間では、粒重、長さ×幅、籾殻重との間には相関がみられず、正の相関は長さとの間に、負の相関は幅および厚さとの間にみられ、とくに厚さとは $r = -0.7120^{***}$ と高い負の相関があり、米粒の二次生長が極めて不良な品種に腹白米が多発した。

6. 籾殻 1 粒重と出穂期における 1 穎花当り葉面積が腹白米発現率に及ぼす影響

結果を第 3 図に示した。図から明らかなように出穂期における 1 穎花当り葉面積が小さい極早生品種や改良インド型品種 (SML 680 2/1 を除く) は腹白米の発現率は高かった。また、日本型品種のうちで改良インド型品種と同程度に籾殻が大きかった五百万石や振興は出穂期の 1 穎花当り葉面積が大きく、腹白米の発

現率が比較的低かった。

第 4 図は腹白米発現率が極めて高い日本型品種の新雪、巴まさり、改良インド型品種の南京 11 号、早生統一の腹白米を示したものである。図から明らかなように、不透明部の大きさに品種間差があり、改良インド型品種は不透明部が極めて大きい内外層腹白米¹⁾であったのに対し、日本型の極早生品種は不透明部が小さい外層腹白米であった。なお、他の日本型品種に発現した腹白米は外層腹白米であり、改良インド型品種の IR-8 は大部分が早生統一や南京 11 号と同様に不透明部が大きい内外層腹白米であった。また、改良インド型品種のうちで、籾殻が比較的小さかった Yushin や長狭粒品種の SML 680 2/1 に発現した腹白米は内外層腹白米と外層腹白米が混合していた (第 1 表)。

第5図 開花後の粒重増加

7. 粒重増加の品種間差

一般に在来インド型品種は日本型品種よりも、粒重増加が開花後早期に停止し、在来インド型品種の低収性の一因と考えられるので^{4,6)}、著者らは在来インド型品種とは異なる短稈多収性の改良インド型品種の粒重増加を調査した。結果を第5図に示した。改良インド型品種の早生統一⁷⁾は日本型品種よりも開花後急激な粒重増加がみられたが開花後16日以降粒重増加がほとんどみられず日本型品種よりも早期に粒重増加が停止した。このことは、改良インド型品種の腹白米発現率が高かった一因に挙げられるものと考えられる。

考 察

松島³⁾によると、米粒の大きさは籾殻の大きさによって一次的に決定されるが、この籾殻の大きさは出穂期までに決まり、出穂後にこの決まった大きさの籾殻の内容積をどの程度に胚乳が充満するかによって二次的に玄米の大きさが決定される。従来、米質に関する研究は多くの研究者によってなされているが、米質を乾物の生産および収納の両面から調査した報告はみあたらない。

本実験結果より、米粒の一次生長量である粒の長さ×幅は、籾殻が大きい品種ほど大きい、粒の二次生長量である厚さは個々の品種によって異なることがわかった。日本型品種間では、五百万石や振興でみられるように米粒の長さ×幅が大きい品種ほど粒の厚さも大

きかったが、これは、これらの出穂期の1穎花当り葉面積が大きいことからして、登熟期間中に生産された1粒当りの乾物生産量が多く二次生長が順調に行われた結果、厚さも大きくなったものと考えられる。

一方、改良インド型品種では、米粒の長さ×幅(mm×mm)が16mm²以上になる品種ほど粒の厚さが小さかった。これは、これらの出穂期の1穎花当り葉面積をみると、全品種中で極めて小さく登熟期間中に生産される1粒当りの乾物生産は少いが、これらは籾殻が大きいので、生産された1粒当りの少い乾物が米粒の大きい一次生長に使用され、二次生長に配分される乾物が少い結果、粒の二次生長が不良となり粒の厚さが小さくなったものと考えられる。また、改良インド型品種は、稲体の活性が比較的高いと考えられる開花後16日目にすでに粒重増加が停止していることから、籾および枝梗の早期老化⁵⁾による養分の受け入れ能力の低下も、改良インド型品種で粒の厚さが小さかった原因と考えられる。一般に、籾殻1粒重と玄米1粒重とは高い正の相関があると報告されているが^{8, 7, 10)}、著者らは前報¹⁰⁾において、改良インド型品種は日本型品種よりも籾殻の大きさのわりに玄米1粒重が小さいことを報告したが、これは本実験の調査より粒の二次生長の不良によることが明らかとなった。

腹白米とは、米粒の腹部に白色不透明部があるものをさし、腹部の養分集積が抑えられることによって組織が透明化せず発現するものと考えられ²⁾、一般には、大粒品種に多発することが報告されている¹⁾。しかし、本研究における日本型品種の大粒である五百万石や振興の発現率は、おのおの14.8%、22.8%と比較的低かった。一方、籾殻の大きさが上述の五百万石や振興とはほぼ同程度であった改良インド型品種の南京11号、早生統一、IR-8は米粒の一次生長量である粒の長さ×幅が五百万石や振興とはほぼ同じであるが、二次生長は前述したように極めて不良であるため登熟後半に行われる腹部の充実が不良となる結果腹白米が多発した。

以上の事柄から、品種間において、籾殻が大きく米粒の一次生長量が大きくとも、二次生長が順調に行われれば、日本型の五百万石や振興のように大粒となっても腹部の充実は良く、腹白米の発現率は低いものと考えられる。反対に二次生長が不良であれば改良インド型のIR-8、早生統一、南京11号のように、腹部の充実が不良となり腹白米は多発するものと考えられる。

日本型品種間では、小粒の極早生品種の新雪、巴まきりに腹白米が多発した。これは、出穂期における1

穎花当り葉面積が小さく、登熟期間中に生産される1粒当りの乾物量が少いことの他に、これらの品種は高温時に登熟期を経過し登熟期間が短縮するためと考えられる。

江幡⁹⁾らは、長狭粒品種に腹白米の発現がみられなかったと報告しているが、著者らは本研究において長狭粒品種の SML 680 2/1 に 18.8% の発現を観察した。これは、この品種の粒の長さ×幅が 18.35 と全供試品種中で最も大きかったためと思われる。また、この出穂期の1穎花当り葉面積が非常に小さいことから、1粒当りの乾物生産量が少かったことも長狭粒品種の SML 680 2/1 に腹白米発現がみられた一因と考えられる。

以上の諸結果より、本研究に用いた日本型品種の新雪、巴まさに腹白米が多発する原因は、主として出穂期における1穎花当り葉面積が小さいことと、高温時に登熟期を経過し登熟期間が短いことにあるのに対し、改良インド型品種の IR-8、南京 11 号、早生統一では、遺伝的特性として出穂期における1穎花当り葉面積が小さいこと、籾殻が極めて大きいこと、さらに粒の肥大が早期に停止することが主としてあげられる。このように改良インド型品種は、腹白米発現に関与する因子が極早生品種よりも多いため、極早生品種に発現する腹白米と改良インド型品種に発現する腹白米とは質的に大きく異り、前者の腹白部は極めて小さく出穂期の窒素追肥によって発現率を抑えることが可能⁹⁾ なのに対し、後者の腹白部は極めて大きく、どのような耕種法をもってしても腹白部が小さくなることはあっても、腹白米の発現を抑制することは困難と考えられる⁹⁾。

前報¹⁰⁾において、 m^2 当りの子実生産の面からみた場合、改良インド型品種は、 m^2 当りの乾物収納容器の容量 (m^2 当り穎花数×籾殻1粒の大きさ) が日本型品種よりも極めて大であった。また、出穂期の LAI は早生品種群においても、晩生品種群においても日本型品種よりも小さく、したがって日本型品種と比較してシンク・ソースバランスが極めて不均衡であった。このことは改良インド型品種の m^2 当りの乾物収納容器の容量が極めて大きいにもかかわらず、収量は日本型品種とほぼ同程度になる原因であると報告した。本研究においても、粒形および粒質とくに腹白米発現からみた場合も同様なことが言えた。したがって、今後、粒質が良好である改良インド型品種の育成にあたっては、シンク・ソースバランスの均衡を考慮することが望まれる。この場合、穎花数を減少させたり、籾殻を

小さくしシンク・ソースバランスの均衡をはかることが考えられるが、これは乾物収納容器の容量を小さくすることから子実生産の面からみると好ましいことではない。したがって、ソースサイズの増大、すなわち、最適葉面積を考慮しつつ LAI がさらに大きい品種の育成が望まれる。このことは、また多収獲品種の育成に通じるものと考えられる。

摘 要

短稈多収性の改良インド型品種の粒形および粒質、とくに腹白米発現について日本型品種と比較しつつ調査し、つぎの結果を得た。

1. 全品種間において、籾殻1粒重と玄米の長さ×幅との間には、 $r=0.9065^{***}$ と高い正の相関があった。

2. 全品種間において、玄米の厚さと籾殻1粒重との間には相関がみられず、日本型品種間では籾殻が大きい品種ほど玄米の厚さが大きかったが、改良インド型品種間では、籾殻が大きく玄米の長さ×幅 ($mm \times mm$) が $16 mm^2$ 以上である品種ほど厚さは小さかった。

3. 早生品種の五百万石、レイメイ、早生統一の間で、開花後の粒重増加に品種間差がみられ、改良インド型品種に属する早生統一は、日本型品種に属するレイメイや五百万石よりも早期に粒重増加が停止した。

4. 腹白米の発現は、出穂期の1穎花当り葉面積が小さい日本型品種の新雪や巴まさり、および改良インド型品種 (長狭粒品種の SML 680 2/1 を除く) に多発した。また、腹白米の不透明部の大きさに品種間差がみられ、籾殻が大きい改良インド型品種の不透明部は大きく、籾殻が小さい極早生品種の不透明部は小さかった。

5. 日本型品種間において、五百万石や振興の籾殻は他の日本型品種よりも大きく、改良インド型品種の IR-8、南京 11 号、早生統一、SML 680 2/1 とほぼ同程度であったが、玄米の厚さや玄米の粒重は、改良インド型品種よりもはるかに大きかった。腹白米の発現率は、改良インド型品種よりもはるかに低かった。

6. 長狭粒品種の SML 680 2/1 に 18.8% の腹白米発現があった。

終りに、終始御助言を頂いた本学梁取昭三助教授に対し心から感謝の意を表します。

引 用 文 献

1. 江幡守衛・田代 亨 1973. 腹白米に関する研究. 第1報 腹白米の発現の品種間差異. 日作紀 42:

- 370—376.
2. 稲垣乙丙 1899. 米の腹白に就て. 農学会会報 **47**: 14—15.
 3. 松島省三 1957. 水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農技研報 **A5**: 1—271.
 4. NAGATO, K. and F. M. CHAUDHRY 1969. A comparative study of ripening process and kernel development in Japonica and Indica rice. Proc. Crop Sci. Soc. Japan **38**: 657—667.
 5. NAKAYAMA, H. 1974. Panicle senescence in rice plant. Bull. Hokuriku Natl. Agric. Exp. Sta. **16**: 15—27.
 6. SAMMARAI, S. M. 1969. Studies on varietal differences in productivity and related characters between japonica and indica rices and their genetic behaviors. I. Proc. Crop Sci. Soc. Japan **38**: 627—646.
 7. 佐藤 庚 1968. 稲の籾殻の大きさの意義について. 日作紀 **37**: 454—456.
 8. 徐 錫元・茶村修吾 1979. 玄米蛋白質含有率の品種間差の発現. 日作紀 **48**: 34—38.
 9. ———・——— 1979. 改良インド型（短稈多収性）水稻品種の腹白米発現の軽減について. 新潟大農研究報告 **31**: 17—22.
 10. ———・——— 1979. 短稈多収性の改良インド型水稻品種の特性に関する研究. 第1報 シンク, ソース, 貯蔵炭水化物からみた登熟特性. 日作紀 **48**: 365—370.

Studies on the Characters of the Improved Semi-Dwarf, High-Yielding Indica Rice Varieties

II. Shape and quality of rice kernel, especially occurrence of white belly kernel

Seok Weon SEO and Shugo CHAMURA

(Faculty of Agriculture, Niigata University, Igarashi, Niigata 950-21)

Summary

We conducted this work to get the informations about the shape and quality of rice kernel in the improved indica varieties, comparing with the japonica varieties. The results obtained are as follows:

1. In all varieties, a high positive correlation ($r=0.9065^{***}$) was found between the hull weight and the length $\times$ width of the kernel.
2. In all varieties, there was no correlation between the hull weight and the thickness of the kernel, but the varieties, which had bigger hulls, had a greater thickness in the kernel in the japonica varieties. On the other hand, the varieties which had bigger hulls and whose kernel's length $\times$ width were over 16 mm², had a smaller thickness in the kernel in the improved indica varieties.
3. Varietal differences of the increase in the grain weight were observed. Among the early varieties, the increase in the grain weight stopped more rapidly in Chosaeng Tongil which belongs to the improved indica variety than in Gohyakumangoku and Reimei which belong to the japonica variety.
4. White belly kernels occurred more in the very early varieties and the improved indica varieties except SML 680 2/1 which is long slender kernel. At the heading stage, they had a much smaller leaf area per spikelet than the other japonica varieties.
5. In the japonica varieties, Gohyakumangoku and Jinheung had a much bigger hull than the other japonica varieties (almost the same with IR-8, Chosaeng Tongil, SML 680 2/1, Namking 11, which belong to the improved indica variety.) and their grain weight were much larger than the improved indica varieties. But the percentage of the occurrence of white belly kernel was much lower in these than in the improved indica varieties. At the heading stage, they had 1.2 to 2.2 times larger leaf area per spikelet than the improved indica varieties.
6. A long slender kernel variety SML 680 2/1 produced 18.8% of white belly kernel, though the percentage was much smaller than that of the other indica varieties.
7. The opaque part of the white belly kernel was small in the very early varieties which had a small hull, and very large in the improved indica varieties which had a large hull.