

## 紫黒糯米品種「紫宝」における篩い下米のポリフェノール含量と加工特性

小林和幸<sup>1)</sup>・城斗志夫<sup>2)</sup>・福山利範<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 新潟県農業総合研究所, <sup>2)</sup> 新潟大学農学部)

**要旨:** 紫黒米の生産現場で一定量発生する粒厚 1.85 mm 未満の米粒（一般には篩い下米あるいは屑米と称される）を、米加工食品産業界へ安価に提供することを前提とし、新潟県が開発した紫黒糯米品種「紫宝」を用い、粒厚別にポリフェノール含量と熱糊化特性を調査して、その加工特性を評価した。「紫宝」の米粒 1 粒あたりのポリフェノール含量は、粒厚 1.85 mm 以上の精玄米に比べ、1.85~1.70 mm の米粒で 26.1%、1.70 mm 未満の米粒で 54.3% 低下した。したがって、粒厚 1.85 mm 未満の篩い下米を一般食用米に添加して利用する場合、精玄米並のポリフェノール含量を確保するためには、通常量より 30~50% 程度増量する必要があると考えられた。単位重量あたりに換算した場合、1 粒あたりより、ポリフェノール含量の低下率が低く、篩い下米を米粉として利用する場合には、10~25% 程度の増量で精玄米並のポリフェノール含量を確保できると考えられた。一方、玄米のタンパク質含有率は、粒厚が薄くなるにつれて高まり、粒厚 1.70 mm 未満の米粒では 8.6% に達した。また、精玄米に比べ、粒厚 1.85 mm 未満の篩い下米の糊化開始温度および各種粘度特性値は低く、餅生地硬化性や澱粉の膨潤能、ゲル強度、老化性は低いと推定され、加工利用時に注意を要すると考えられた。生産現場で一定量発生する篩い下米を原材料として米加工食品産業界に提供するためには、こうした加工利用上の留意点を製造現場にあらかじめ十分に伝達すること、生産流通体制を整備することが重要と考えられた。

**キーワード:** 加工特性、玄米タンパク質含有率、糊化開始温度、紫黒糯米、紫宝、篩い下米、ポリフェノール含量、餅生地硬化性。

紫黒米には、動脈硬化抑制 (Ling ら 2001, Ling ら 2002)、腎臓病予防 (Toyokuni ら 2002)、細胞の老化に関与する活性酸素の除去能力 (木村ら 2002, 須田 2002, Oki ら 2002)、血糖値の上昇抑制 (山口ら 2003) など、様々な生理機能が動物実験等で報告されている。紫黒米では、玄米の果皮に含まれる主要なポリフェノールであるアントシアニン系の色素が抗酸化活性に大きく寄与しており、一般米に比べ、カリウム、カルシウム、マグネシウム、食物繊維も多く含まれる (猪谷 2000, 山口 2002, 小林ら 2008)。このように生理機能成分や栄養成分を簡便に摂取できる紫黒米は、消費者の関心と評価が高く、玄米を白米に混合・炊飯するなどして広く利用されている (小林ら 2008)。

紫黒米は地域活性化への貢献度が高く、地域特産化を目指した生産活動や商品開発が各地で進められているが (猪谷 2000, 小林 2004)、紫黒米の生産には、他品種との混種を防ぐための生産管理と設備投資が不可欠である (小林 2009)。また、高いポリフェノール含量と抗酸化能を得るためには、冷涼な登熟条件が必要であるが、この条件では逆に登熟歩合や千粒重が減少し、収量が低下することから (高田ら 2004, 小林ら 2010)、一般米に比べ高い市場流通価格になっている。

一方、価格感度測定法による紫黒糯米品種「紫宝」の評価によると、消費者は「紫宝」を健康食品と捉え、新潟県魚沼産「コシヒカリ」の 2~7 倍の価格でも受容する事が示されており、農業経営的には、特定の顧客層に対して、

価格感度測定法による上限価格で販売することが効果的とされる (小林ら 2008)。しかし、小林 (2009) によると、新潟県の米加工食品産業界における紫黒米への関心は低く、その大きな理由として、紫黒米が食品加工業者の求める原料米としての価格帯を大きく超え、価格面での折り合いがつかないことが指摘されている。

したがって、紫黒米の生理機能成分を活かした商品開発に期待する消費者のニーズに応えるとともに、米の新たな需要拡大によって地場産業の振興と地域農業の活性化を図るためには、米加工食品産業界に対し、安価な紫黒米の原料を安定的に供給することが重要である。

米加工食品産業界の中でも日本酒醸造業には、原料米の流通体系に「中米」という制度がある。新潟県における酒米の流通では粒厚 2.00 mm 以上を精玄米として取り扱っているが、篩目 2.00 mm の米選下を 1.85 mm で再選別したものを、「中米」と称して別に集荷し、掛米等の加工用原料米として安く流通させている。

そこで、本研究では、紫黒米の生産現場において一定量発生する粒厚 1.85 mm 未満の米粒（一般には篩い下米あるいは屑米と称される）を、米加工食品産業界へ安価に提供することを前提とし、新潟県が開発した紫黒糯米品種「紫宝」を用い、粒厚別にポリフェノール含量と熱糊化特性を調査して、その加工特性を評価した。

第1表 現地栽培ほ場<sup>1)</sup>の登熟条件と収量 (2006年).

出穂期 (月/日)	登熟 気温 <sup>2)</sup> (℃)	成熟期 (月/日)	粒厚 (mm) 別割合 (%)									粗玄 米重 (kg/a)	精玄米 重歩合 (%)	精玄 米重 (kg/a)	千粒 重 (g)
			≥ 2.2	≥ 2.1	≥ 2.0	≥ 1.9	≥ 1.85	≥ 1.8	≥ 1.7	≥ 1.6	1.6 <				
8/22	22.9	10/ 9	0.2	2.2	27.9	40.5	10.8	9.8	4.2	2.5	1.9	24.9	81.6	20.3	21.4

<sup>1)</sup> 新潟県長岡市小国町森光地内ほ場 (ほ場面積 9 a).<sup>2)</sup> 登熟気温は出穂後 35 日間の日平均気温.

第2表 粒厚別の千粒重及び玄米成分.

粒厚	千粒重 (g)	玄米タンパク質 含有率 (%)	ポリフェノール含量			
			1粒あたり		1gあたり	
			(μmol/粒)	対照比 (%)	(μmol/g)	対照比 (%)
2.00 mm 以上	23.6 a	7.2 d	0.44 a	-4.3	18.4 b	-16.4
2.00~1.85 mm	21.4 b	7.4 c	0.47 a	+2.2	22.1 a	+0.5
1.85~1.70 mm	16.6 c	8.0 b	0.34 b	-26.1	19.6 ab	-10.9
1.70 mm 未満	13.1 d	8.6 a	0.21 c	-54.3	16.3 b	-25.9
対照	1.85 mm 以上	21.4 b	7.4 c	± 0	22.0 a	± 0

各項目 3 反復調査, 異なる英文字間には Tukey の多重比較で 5%水準の有意差あり.

## 材料と方法

### 1. 供試材料

「紫宝」は父本である奥羽糯 349 号 (後の「朝紫」) (東ら 1997) に由来する紫黒色の果皮をもつ糯種である. 本研究では, 2006 年に新潟県長岡市小国町森光で生産された「紫宝」の玄米を用いた. 施肥窒素成分量は 0.4 kg/a, 5 月 21 日に栽植密度 14.3 株/m<sup>2</sup> で, 中苗を 1 株あたり 3~5 本で手植えた. なお, サンプルング地点における登熟期 (出穂後 35 日間) の平均気温は 22.9℃であった. 成熟期に, ほ場内 (栽培面積 9.0 a) の生育中庸な地点より 3.3 m<sup>2</sup> 分を面積刈りし, 天日乾燥後, 脱穀, 粳摺りした粗玄米試料を供試した.

### 2. 調査方法

粗玄米試料 200 g を試験用縦目段篩 (大屋丹藏製作所) で 7 分間振とうしたのち, 粒厚別に回収し, 各々重量比を求めた. 粒厚 1.85 mm 以上の米粒を精玄米とし, 千粒重および精玄米重歩合を求め, 単位面積当たりの精玄米重を算出した. 精玄米の水分を測定後, 千粒重と精玄米重を水分含有率 15% 時の値に換算した.

粗玄米試料をテスト粒選別機 (TWSB, サタケ社) により, 粒厚 2.00 mm 以上, 2.00~1.85 mm, 1.85~1.70 mm, 1.70 mm 未満の 4 区分に分画し, それぞれ, 千粒重, 玄米タンパク質含有率, ポリフェノール含量, 熱糊化特性を調査した. また, テスト粒選別機により, 精玄米 (粒厚 1.85 mm 以上) を分画し, これを比較対照として, 同様の方法により上記項目を調査した.

各分画試料をサイクロンサンプルミル (UDY 社) で粉碎

し, 近赤外分光分析計 (6250HON, ニレコ社) により, 玄米タンパク質含有率を測定した. 粉碎玄米 1 g に 80% エタノール 7 ml を加え 10 分間振とう後, 遠心分離 (10000 × g, 5 分) して上清を分取したのち, 沈殿にさらに 80% エタノールを加えて同様の抽出操作を 2 回繰り返す, 得られた上清を合わせ, 80% エタノールで 25 ml に定容して, これを総ポリフェノールの定量に用いた. 総ポリフェノール量は Folin-Ciocalteu 法により定量し (金谷 2006), 没食子酸相当量として求めた.

粒厚別に分画し粉碎した玄米試料について, 小林ら (2003) の方法により糊化開始温度, および澱粉の粘度特性値として, 最高粘度, 最低粘度, 最終粘度をラピッド・ビスコ・アナライザー (RVA-3D, ニューポートサイエンティフィック社, 以下 RVA と略) で測定し, ブレークダウン (最高粘度と最低粘度の差) およびコンシステンシー (最終粘度と最低粘度の差) を求めた.

餅生地硬化性 (一定時間冷蔵後の餅生地硬度) と RVA による糊化開始温度との間には高い正の相関が認められることから (小林ら 2003, Kobayashi ら 2003, Kobayashi and Nishimura 2007), 石崎ら (1996) が提唱した糯品種の餅生地硬化性ランクに基づいて, 各ランクに属する糯品種および系統の糊化開始温度と一定時間冷蔵後の餅生地硬度を小林 (2000) のデータにより算出し, RVA による糊化開始温度から, 供試試料の餅生地硬化性のランクを推定した.

## 結 果

### 1. 「紫宝」の粒厚と玄米成分

現地栽培ほ場で収穫した「紫宝」は, 粒厚 1.90 mm 以上 2.00 mm 未満の米粒の比率が 40.5% と最も高く, 粗玄

米収量は 24.9 kg/a, 精玄米重歩合 (粒厚 1.85 mm 以上) は 81.6% で, 精玄米重は 20.3 kg/a, 精玄米千粒重は 21.4 g であった (第1表)。

第2表に, テスト粒選別機によって分画した各画分の千粒重, 玄米タンパク質含有率およびポリフェノール含量を示した。千粒重は粒厚 2.00 mm 以上の米粒が 23.6 g と最も重く, 粒厚が薄くなるほど軽くなった。1.70 mm 未満の米粒の千粒重は, 対照より約 40% 軽い 13.1 g であった。玄米タンパク質含有率 (乾物換算) は千粒重とは逆の傾向を示し, 粒厚 2.00 mm 以上の米粒が 7.2% と最も低く, 1.70 mm 未満の米粒は 8.6% で, 対照より 1.2% 高かった。

ポリフェノール含量は 1 粒あたりで見た場合, 粒厚 1.85 mm 以上の米粒と対照との間に有意な差は認められなかったが, 粒厚 1.85~1.70 mm は 26.1%, 1.70 mm 未満は 54.3%, 対照より有意に低下した。一方, 1 g (単位重量) あたりに換算した場合, 粒厚 2.00~1.85 mm の米粒と対照との間に有意な差は認められなかったが, 2.00 mm 以上の米粒では, ポリフェノール含量が対照より 16.4% 低下した。また, 対照に対するポリフェノール含量の低下率は, 1.85~1.70 mm が 10.9%, 1.70 mm 未満が 25.9% となり, 各々 1 粒あたりの 1/2 程度の値を示した (第2表)。

## 2. 「紫宝」の粒厚と加工特性

第3表は石崎ら (1996) が提唱した餅生地硬化性ランク

第3表 餅生地硬化性ランクと糊化開始温度。

餅生地硬化性 ランク	餅生地硬度 (Newton)	糊化開始温度 (℃)	品種 系統数
極高	81.1 a	68.5 a	8
高	69.9 ab	67.9 a	4
やや高	59.8 b	67.7 a	10
中	48.2 c	66.5 b	13
やや低	52.5 c	66.2 b	11
低	43.2 d	64.9 c	10
極低	40.7 d	65.1 c	9

玄米試料による。石崎ら (1996) の餅生地硬化性ランクに基づき, 各ランクに属する品種・系統の餅生地硬度および糊化開始温度を小林 (2000) のデータを用いて算出した。異なる英文字間には Tukey の多重比較で 5% 水準の有意差あり。

に属する糯品種および系統の一定時間冷蔵後の餅生地硬度と糊化開始温度を小林 (2000) のデータにより算出したものである。餅生地硬度では, 餅生地硬化性ランク「極高」と「やや高」, 「やや高」と「中」, 「やや低」と「低」との間に有意な差が認められた。糊化開始温度もほぼこの傾向と一致し, 「やや高」と「中」, 「やや低」と「低」との間に, それぞれ 1.0℃ 以上の有意な差が認められた。

第4表は「紫宝」の粒厚別の RVA 熱糊化特性値であるが, 糊化開始温度はすべて 64℃ 以下であり, 第3表から判断すると, 供試材料の餅生地硬化性は極めて低いランクに属すると推定された。また, 粒厚 1.85~1.70 mm および 1.70 mm 以下の米粒は, 粒厚 2.00 mm 以上および 2.00~1.85 mm より糊化開始温度が 1.2~2.0℃ 下回っていることから, 粒厚 1.85 mm 未満の篩い下米の餅生地硬化性は, 粒厚 1.85 mm 以上の精玄米に比べ, 明らかに低いと推定された。

RVA による粘度特性値は糊化開始温度と同様の傾向を示した。粒厚 2.00 mm 以上の米粒は全ての粘度特性値で対照を上回った。粒厚 1.85~1.70 mm の米粒は最低粘度と最終粘度が対照よりやや低い値を示した。粒厚 1.70 mm 未満の米粒は全ての特性値で対照を大きく下回った (第4表)。

## 考 察

本研究では, 日本酒醸造業の「中米」制度に倣い, 米加工食品産業界に対して, できるだけ安価な紫黒米の原料を供給するため, 紫黒糯米品種の「紫宝」を用い, 現在のところ有効活用されていない粒厚 1.85 mm 未満の篩い下米のポリフェノール含量と熱糊化特性を調査して, その加工特性を評価した。

「紫宝」のポリフェノール含量は, 1 粒あたりで見た場合, 精玄米に比べ, 粒厚 1.85~1.70 mm で 26.1%, 1.70 mm 未満で 54.3% 低下した。したがって, 粒厚 1.85 mm 未満の篩い下米を一般米に混合するなどの方法により, そのまま玄米として利用する場合, 精玄米並のポリフェノール含量を確保するためには, 通常量より 30~50% 程度増量する必要がある。一方, 1 g (単位重量) あたりに換算した場合, ポリフェノール含量は, 10~30% 程度の低下率にとどまるため, 米粉として各種加工用に利用する場合には,

第4表 粒厚別の RVA 熱糊化特性値。

粒厚	糊化開始 温度 (℃)	最高 粘度 (RVU)	最低 粘度 (RVU)	最終 粘度 (RVU)	ブレイク ダウン (RVU)	コンシス テンシー (RVU)
2.00 mm 以上	63.6	186	82	119	104	37
2.00~1.85 mm	63.8	181	78	111	103	33
1.85~1.70 mm	62.4	178	69	102	109	33
1.70 mm 未満	61.8	134	62	87	72	25
対照 1.85 mm 以上	63.4	170	77	112	93	35

粒厚別に分画し粉碎した玄米試料について, 小林ら (2003) の方法により分析した。



増量の程度を低く抑えることができる（第2表）。

ただし、単位重量に換算した場合、粒厚2.00 mm以上の米粒のポリフェノール含量は対照より16.4%低下した。これは、紫黒糯米のポリフェノールが果皮に局在すること、粒厚2.00 mm以上の米粒の千粒重が対照より2 g以上重かったことから、粒厚増大に伴う果皮表面積の増加以上に、玄米中の貯蔵澱粉の比率が高まったためと考えられる。今後、粒厚2.00 mm以上の米粒の米粉利用の適否について、詳細な検討が必要である。

「紫宝」の玄米タンパク質含有率は、粒厚が薄くなるにつれて高まり、粒厚1.7 mm未満の米粒では8.6%に達した。米加工では、米粒中のタンパク質含有率が増加すると、米菓の膨化は劣り（吉井・有坂 1994）、切り餅の食味や品質は低下する（諸橋・江川 2000）。また、1.70 mm未満の米粒は、一般食用米品種であれば未熟粒に相当することから、粒厚が極端に薄い米粒を加工に用いる場合には、十分な注意が必要である。

既に述べたように、糯米における餅生地硬化性と糊化開始温度には高い有意な正の相関があり、糊化開始温度が高いほど餅生地硬化性に優れる（第3表）。小林ら（2010）の調査結果を見ると、新潟県内の現地ほ場において、冷涼な登熟条件下で生産されたポリフェノール含量の高い「紫宝」の糊化開始温度は63℃程度、また、一定時間冷蔵後の餅生地硬度も30Newton程度の値を示しており、「紫宝」の餅生地硬化性は極めて低いランクにあることが推定される（第3表）。

本研究におけるRVAでの調査結果においても、「紫宝」の餅生地硬化性は一般的な実用品種より低いランクにあり、粒厚1.85 mm未満の篩い下米では、精玄米よりさらに低い餅生地硬化性を示すものと推定される（第4表）。したがって、粒厚1.85 mm未満の篩い下米のみで調製した「紫宝」の餅生地は、その硬化が極めて遅く、裁断に至るまで長時間を要すると判断され、切り餅等の加工では注意が必要である。

糯米の熱糊化特性値のうち、最高粘度は、澱粉が最も膨潤した状態を示す特性値であり、最低粘度は糊化時の米粉ゲルの強度を、最終粘度は $\beta$ 化による米粉ゲルの老化度を示す特性値とされる（有坂 1994）。したがって、粒厚1.70 mm未満の米粒は、精玄米に比べ、明らかに澱粉の膨潤能が低く、ゲル強度は弱く、澱粉の老化は遅いと考えられる。一方、粒厚1.85~1.70 mmの米粒では、精玄米に比べ、タンパク質含有率はやや高く、ポリフェノール含量もやや低下するものの、1.70 mm未満の米粒ほど熱糊化特性値は低下しないことから、食品製造時の加水量や吸水・蒸きょう・調製時間の調節といった加工処理技術により、ある程度、精玄米に近い製品特性と品質の加工品を得ることは可能と考えられる。

粒厚1.70 mm未満の米粒は、精玄米に比べ、粘度特性値が著しく低いことから、技術的な対応によって精玄米に

近い特性を得ることは難しいと考えられるが、ポリフェノールを含有すること、玄米タンパク質含有率の高さや澱粉老化の遅さといった特性を逆に活かすことにより、これまでにない新たな米加工食品素材になる可能性がある。例えば、餅生地の硬化が遅く、いつまでも柔らかいという特性は、生菓子など伝統的な和菓子製品の日持ち性を向上させるために重要な特性であり、和菓子などの既存の糯米加工食品にポリフェノールを付与する上で有効な食品素材になることが期待される。

「コシヒカリ」に「紫宝」を添加した炊飯米の食味官能試験によると、消費者は「紫宝」の生理機能を加味しながら、独自の尺度や感性でその食味を評価している（小林ら 2008）。したがって、一般的な糯米品種に比べ、切り餅などの製造では特性が劣ると考えられる粒厚1.85 mm未満の篩い下米であっても、含有されるポリフェノール等により、消費者の健康志向に応える和洋菓子類やパン、麺といった加工食品の素材として、十分な利用適性を有すると判断できる。

微細米粉加工技術の普及により、生理機能成分を含有する米粉やそれらを利用した米加工食品のニーズはより一層高まることが予想され、今後、米加工食品産業界から、安価な紫黒米の安定供給がさらに強く求められるものと考えられる。紫黒米の安価な加工用原料として、粒厚1.85 mm未満の篩い下米を安定的に供給するためには、実需者と生産者との連携をより一層強化すること、粒厚別の加工特性を現場に十分周知すること、価格感度測定法をはじめとするマーケティング・リサーチの手法を用い、実需者が求めやすい適正販売価格を設定すること、粒厚別米粒の流通システムを構築することなどの取り組みが必要である。

本研究における現地栽培ほ場の「紫宝」の精玄米重歩合は81.6%であり（第1表）、粒厚1.85 mm未満の篩い下米は4.6 kg/a発生する。また、小林ら（2010）が調査した新潟県内産「紫宝」の精玄米重歩合の平均値は85.3%（2006、2007年の2か年、のべ17調査区）であり、推定される粒厚1.85 mm未満の篩い下米の量は4.6 kg/aと算出される。小林（2009）によると、新潟県における「紫宝」の栽培面積は1.3 haであることから、粒厚1.85 mm未満の篩い下米の供給量は概ね600 kg程度と推定される。

一方、先行品種である「朝紫」は、岩手、福島県を主体として100 ha近くの作付けがあり、育成地の成績（東ら 1997）から推定される粒厚1.85 mm未満の篩い下米の供給量はおよそ50 tに達する。今後、新潟県においても、「紫宝」の普及拡大が進めば、相当量の当該米粒が発生すると考えられることから、生産現場と米加工食品産業界との連携を強化し、安価な紫黒米の原料を安定的に供給する体制を早急に整える必要がある。

## 引用文献

有坂将美 1994. 米菓製造における澱粉の性質評価に関する研究. 新潟

- 食研研報 特別号. 27-34.
- 東正昭・山口誠之・小山田善三・春原嘉弘・小綿寿志・田村泰章・横上晴郁・佐々木武彦・阿部眞三・松永和久・岡本栄治・狩野篤・池橋宏・荒木均 1997. 紫黒糯米新品種「朝紫」の育成. 東北農試研報 92 : 1-13.
- 石崎和彦・中村恭子・東聡志・小林和幸・阿部聖一・星豊一 1996. もち品種の加工特性に関する研究. 第3報 こがねもちに由来するもち品種のもち硬化性. 北陸作報 31 : 16-17.
- 猪谷富雄 2000. 事例で見る古代米栽培の実際. 赤米・紫黒米・香り米－「古代米」の品種・栽培・加工・利用－. 農山漁村文化協会, 東京. 68-112.
- 金谷建一郎 2006. ポリフェノール類・総量. 日本食品科学工学会・食品分析研究会編. 新食品分析法 II. 光琳, 東京. 68-79.
- 木村俊之・山口誠之・鈴木雅博・山岸賢治・新本洋士 2002. 色素米のラジカル消去能. 東北農業研究 55 : 271-272.
- 小林和幸 2000. 微量核酸熱変性測定システムによる水稻糯品種の餅硬化性評価. 新潟農総研報 2 : 1-7.
- 小林和幸・合田梢・河合由起子・松井崇晃・重山博信・石崎和彦・西村実・山元皓二 2003. イネ糯誘発突然変異系統の餅加工特性. 育種学研究 5 : 45-51.
- Kobayashi, K., K. Ishizaki, Y. Kawai, T. Matsui, H. Kasaneya and T. Hoshi 2003. Development of rapid measuring method on rice-cake hardness in waxy rice. Breed. Sci. 53 : 169-175.
- 小林和幸 2004. 新潟県で育成した新形質米品種とその普及状況. 育種学研究 6 : 215-224.
- Kobayashi, K and M. Nishimura 2007. Waxy rice mutants with unique processing properties for waxy rice breeding. Breed. Sci. 57 : 175-180.
- 小林和幸・福山利範・平泉光一 2008. マーケティング手法の導入による水稻品種の評価とその育種的意義－新潟県における紫黒糯米品種「紫宝」への価格感度測定法の適用事例－. 育種学研究 10 : 15-22.
- 小林和幸 2009. 地域活性化を目指した新規開発稲品種の効果的な導入と普及のための実証的研究. 新潟農総研報 10 : 15-31.
- 小林和幸・城斗志夫・高橋能彦・福山利範 2010. 紫黒糯米品種「紫宝」の収量, ポリフェノール含量および餅加工特性を高める栽培法の検討. 日作紀 79 : 518-527.
- Ling W.H., Q.X. Cheng, J. Ma and T. Wang 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. J. Nutr. 131 : 1421-1426.
- Ling W.H., L.L. Wang and J. Ma 2002. Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. J. Nutr. 132 : 20-26.
- 諸橋敬子・江川和徳 2000. 糯米の性状と餅の食味品質. 新潟食研七研報 34 : 11-13.
- Oki, T., M. Masuda, M. Kobayashi, Y. Nishiba, S. Furuta, I. Suda and T. Sato 2002. Polymeric procyanidins as radical-scavenging components in red-hulled rice. J. Agric. Food Chem. 50 : 7524-7529.
- 須田郁夫 2002. アントシアニン・プロアントシアニジン含有農作物の機能性と利用. 研究ジャーナル 25(7) : 33-35.
- 高田聖・溝渕正晃・坂田雅正・岩崎昭雄・島本文子 2004. 有色米の特性評価と安定栽培技術. 高知農技研報 13 : 89-102.
- Toyokuni S., T. Itani, Y. Morimitsu, K. Okada, M. Ozeki, S. Kondo, K. Uchida, T. Osawa, H. Hiai and T. Tashiro 2002. Protective effect of colored rice over white rice on fenton reaction-based renal lipid peroxidation in rats. Free Radic. Res. 36 : 583-592.
- 山口誠之 2002. 有色作物育種の現状と展望. 研究ジャーナル 25(7) : 23-29.
- 山口誠之・横上晴郁・片岡知守・中込弘二 2003. 有色素米品種「朝紫」, 「紅衣」の静菌作用とラットでの血糖値上昇抑制作用. 育種学研究 5(別 1) : 154.
- 吉井洋一・有坂将美 1994. うるち米の理化学的性質と米菓の膨化性. 食科工誌 41 : 747-754.

**Polyphenol Contents and Processing Properties of Screenings of Black-kerneled Glutinous Rice Cultivar ‘Shiho’** : Kazuyuki KOBAYASHI<sup>1)</sup>, Toshio JOH<sup>2)</sup> and Toshinori FUKUYAMA<sup>2)</sup> (<sup>1)</sup>Niigata Agr. Res. Inst., Nagaoka, Niigata 940-0826, Japan; <sup>2)</sup>Fac. of Agr., Niigata Univ.)

**Abstract** : Black-kerneled rice contains antioxidants, making it of interest to consumers. However, it is much more expensive than common rice, and this is one of the problems for the food industry to utilize. To supply cheaper raw materials for the food industry, we assessed the polyphenol content and heat gelatinization properties of the screenings of ‘Shiho’ black-kerneled glutinous rice developed in Niigata Prefecture. Screenings of 1.70–1.85 mm grain thickness had 26.1% less polyphenol than refined grain, and screenings of <1.70 mm had 54.3% less. Therefore, to achieve the same polyphenol yield as from refined grain, it would be necessary to use 30% to 50% more rice screenings. The rate of decrease of polyphenol content was lower per unit weight than per kernel, and it seems that flour made from screenings would reduce the necessary amount of raw materials in comparison with whole grains. Thinner grain had a higher protein content than thicker grain, and screenings of <1.7 mm had 8.6% protein. In addition, the gelatinization start temperature was lower, and the rice cake hardening rate of rice screenings seemed to be lower than those of refined grain. The heat gelatinization properties of rice screenings also seemed to be inferior. Flour made from screenings would have a lower swelling capacity, a weaker gel strength, and slower starch retrogradation than that made from refined grain. It will be necessary to solve these problems before rice screenings can be used in the food industry. A supply route also needs to be established.

**Key words** : Black-kerneled glutinous rice, Gelatinization start temperature, Polyphenol content, Protein content, Rice cake hardening rate, Rice cake processing properties, Rice screenings, Shiho.