

極小粒の紫黒米糯品種「紫こぼし」の育成

片岡 知守^{*1)}・山口 誠之^{*2)}・遠藤 貴司^{*3)}・中込 弘二^{*2)}
滝田 正^{*4)}・横上 晴郁^{*5)}・加藤 浩^{*6)}

抄 録：「紫こぼし」は、東北農業研究センターにおいて、東北地域に適する早生の紫黒米で、糯種の極小粒米品種の育成を目標に、極小粒の「関東195号」と東北地域に適する紫黒糯米の「朝紫」を交配し、その後代から育成された極小粒の紫黒米糯品種である。2008年に種苗法に基づく品種登録出願を行った。

出穂期と成熟期は、育成地（秋田県大仙市）では、「朝紫」より約1日早い“早生の晩”に属する。葉身、葉鞘、稈、ふ先等稲体の種々の部位が紫色に着色し、識別性がある。稈長は「朝紫」より短く、倒伏に強い。いもち病圃場抵抗性は葉いもちが“やや強”、穂いもちが“やや弱”、耐冷性は“弱”で、穂発芽性は“難”である。粗玄米重は、「朝紫」の約70%と低い。玄米千粒重は「朝紫」の約55%で“極小”である。「朝紫」の玄米より食物繊維、カルシウム、チアミン、ビタミンE等の含量が高く、「ヒメノモチ」との比較では、これらに加えタンニン等の含量が高い。一般白米に玄米を10%混米した着色米飯の食味は、「朝紫」の着色米飯より優れる。

本品種は着色飯、雑穀飯等の調理飯のほか極小粒である玄米の形を残した和菓子等加工用への利用が期待され、東北地域中南部の有色米品種導入地域での普及が見込まれる。

キーワード：水稲、極小粒、紫黒米、糯、東北地域中南部、識別性

Development of a New Purple and Very Small Grain Glutinous Rice Variety “Murasaki-koboshi”

: Tomomori KATAOKA^{*1)}, Masayuki YAMAGUCHI^{*2)}, Takashi ENDO^{*3)}, Koji NAKAGOMI^{*2)}, Tadashi TAKITA^{*4)}, Narifumi YOKOGAMI^{*5)} and Hiroshi KATO^{*6)}

Abstract : A new rice variety with black (dark purple), glutinous and very small grains, “Murasaki-koboshi”, was developed at the National Agricultural Research Center for Tohoku Region. In 2008 we applied for registration of this variety based on the Plant Variety Protection and Seed Act.

This cultivar was selected from the progenies of the combination “Kanto195” and “Asamurasaki”. “Kanto195” is a very small grain strain, and “Asamurasaki” is a glutinous and black grain variety. The maturity of “Murasaki-koboshi” is almost the same as that of “Asamurasaki” and is classified as early to moderate in the Tohoku region. Its leaf edge, sheath, culm and apiculus are purple, and it is easy to distinguish from common cultivars. Its partial resistance to leaf blast and panicle blast are slightly high and slightly low, respectively. The cool weather tolerance during the reproductive stage is low, and the seed dormancy is strong. The culm length is shorter than that of “Asamurasaki”, and lodging resistance is higher. Its grain yield is low, about 70% of that of “Asamurasaki”. Its grain is very small, approximately 55% of the grain weight of “Asamurasaki”.

* 1) 九州沖縄農業研究センター (National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region, Chikugo, Fukuoka 833-0041, JAPAN)

* 2) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Daisen, Akita 014-0102, JAPAN)

* 3) 宮城県古川農業試験場 (Miyagi Prefecture Furukawa Agricultural Experiment Station, Osaki, Miyagi 989-6227, JAPAN)

* 4) 国際農林水産業研究センター (Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, JAPAN)

* 5) 北海道農業研究センター (National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, Hokkaido 062-8555, JAPAN)

* 6) 作物研究所 (National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, JAPAN)

2009年4月10日受付、2009年12月3日受理

The grains contain dietary fiber, calcium, thiamine and vitamin E at higher levels than those of "Asamurasaki", and in addition to these nutritive contents, "Murasaki-koboshi" contains a higher level of tannin in comparison to "Himenomochi". In eating quality of colored cooked rice blended with common white rice, the taste of "Murasaki-koboshi" is better than that of "Asamurasaki".

"Murasaki-koboshi" can be used for some kinds of cooked rice and as one of the ingredients for packaged grain cereal mix. It can also be used as part of processed foods in which the grain shape is important, such as Japanese style confections, to make the best use of the very small grain size. It is adapted to the lowland area below middle Tohoku of Japan.

Key Words : Rice, Very small grain, Black grain, Purple grain, Glutinous rice, Middle to south areas in the Tohoku region, Distinction

I 緒 言

近年、食の健康志向や多様化を背景に、高付加価値化や地産地消の推進等を目的として、紫黒米及び赤米品種が全国的に育成されている。東北地域では、紫黒米糯品種「朝紫」(東ら 1997)、赤米糯品種の「夕やけもち」(山口ら 2007)を中心に、いくつかの品種が普及している。これらは、赤飯や雑穀飯の素材として、玄米の形で全国的に流通しているほか、紫や赤色の日本酒、大福、麺や煎餅等地域特産物として様々な加工品に活用されるなど、地域振興に貢献している(猪谷・小川 2004、山口 2004)。また、青森県では、極小粒という特徴的な外観と食感で消費者の興味を引く「つぶゆき」(小林ら 2003)を育成し、これを素材とした種々の調理飯が提案され、原料生産から商品開発、消費に至る各方面で地域振興が図られている。一方、アワやキビ、ヒエ等の雑穀類も、地域振興を図る作物として機能性研究(西澤 2002)や調理・加工技術の開発が進められてきたが、最近の健康志向の高まりとともに脚光を浴び、急速に市場を拡大している。このように有色米及び雑穀飯の関連市場において、次々と新しい製品が開発されるようになり、生産者や実需者から、より多様で、かつ国内あるいは当該地域で生産可能な素材を求める声が寄せられている。

そこで、東北地域での生産に適するこれまでにない特徴的な素材を提供するため、極小粒で糯種の紫黒米品種「紫こぼし」を育成した。本報告では、本品種の普及並びに今後の有色米品種の開発に資するため、育成経過及び特性等を取りまとめた。

本品種の育成に当たり、加工、利用の研究を推進していただいた関係各位、及び特性検定試験、奨励品種決定調査を実施していただいた関係機関及び担当者各位に厚くお礼申し上げる。また、生産者各位

には現地調査に、実需各社には加工品の試作や市場性評価にご協力いただいた。さらに、研究支援センター業務第4科各位及び非常勤職員各位には育種業務の遂行に尽力いただいた。本研究は、農林水産省プロジェクト研究「低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発」予算で実施されたものである。ここに記して深く感謝の意を表す。

II 育種目標及び育成経過

1. 育種目標

多様化する米飯関連の市場に対応し、より特徴的な素材を提供するため、極小粒で、かつ紫黒米という、これまでにない玄米形質の組み合わせを持つ品種を育成することを第一の目標とした。同時に、梗種よりも用途が広い糯種であること、東北地域に適する早生であることを目標とした。

2. 育成経過

「紫こぼし」は、極小粒の「関東195号」を母とし、東北地域に適する紫黒糯米の「朝紫」を父とする組合せから育成された品種である(図1)。「紫こぼし」の選抜経過の概要を図2に示す。

1998年に東北農業試験場水田利用部(現・東北農業研究センター大仙研究拠点)において人工交配を行い、1999年に圃場でF₁を養成した。2000年にF₂集団414個体を養成し、圃場において熟期及び葉色、草姿等により30個体を選抜し、さらに室内で玄米形質により19個体に絞った。2001年F₃世代で19系統を養成し、2系統を選抜した。以降、系統育種法により選抜、固定を図ってきた。

2002年F₄世代で「Y2-32」、2003年F₅世代で「羽系糯778」の系統名で他の1系統とともに生産力検定試験、特性検定試験を行い、収量性及び玄米品質で優れる本系統を選抜した。2004年F₆世代で「奥羽紫糯389号」の系統名を付し、2005年から希望する関係

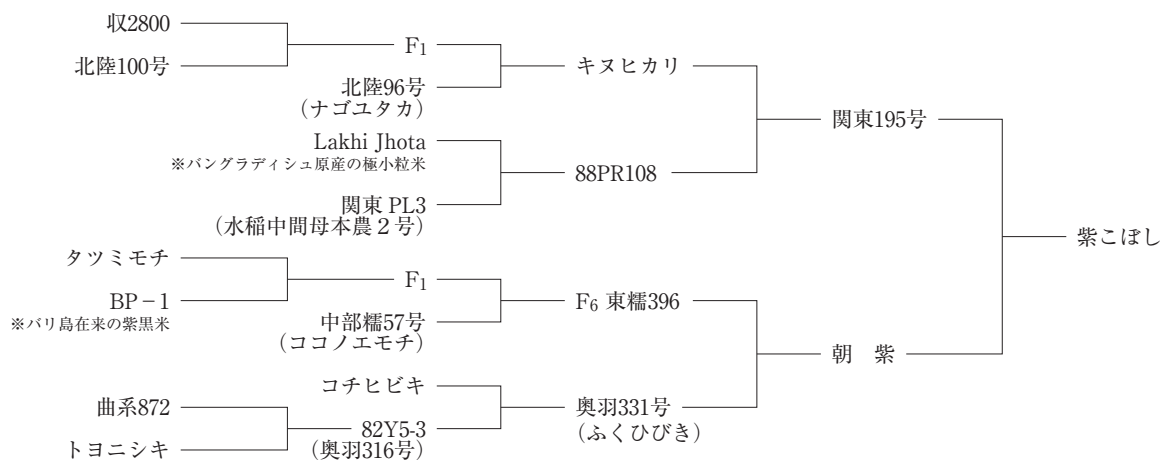


図1 「紫こぼし」の系譜

年次	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
世代	交配	F ₁	F ₂ 集団	F ₃ 単独系統	F ₄	F ₅ 羽系糯778	F ₆ 奥羽紫糯389号	F ₇	F ₈	F ₉
育成系統図	奥交98-123 × 関東195号 朝紫	TL-100	TB-11 (414個体)	1583	2211	2611	2841	3021	3251	3241
				1589	2212	2612	2842	3022	3252	3242
				1593	2213	2613	2843	3023	3253	3243
				1599	2044	2614	2844	3024	3254	3244
				1611	2045	2615	2845	3025	3255	3245
			(5)	(5)						
選抜経過	養成系統群数			-	2	2	1	1	1	1
	養成系統数			19	10	10	5	5	5	5
	選抜系統数			2	2	1	1	1	1	1
	選抜個体数			19	10	10	5	5	5	5

注. 奥交：交配番号, TL：雑種第一代番号, TB：雑種集団番号。括弧 () 内の数字は系統数, 下線 () は「紫こぼし」の選抜系統を示す。

図2 「紫こぼし」の育成経過

県に奨励品種決定調査に配付すると共に、有色米を導入している地域での現地試作を行い、地方適性を評価した。2007年度に固定度調査を行い、実用的に固定されたものと判断された。

3. 品種登録及び命名の由来

本品種は、極小粒で紫黒米というこれまでにない組合せの玄米形質を持ち、普及が見込まれることから、2008年に「紫こぼし」の名で種苗法に基づく品種登録の出願を行った（出願番号：第22846号、出願年月日：2008年8月25日）。2008年の世代は雑種第10代である。「紫こぼし」の名は、丸い形が起き上がり小法師に似ており、小さくても様々な力を秘めている紫黒米であることを表している。

III 特 性

1. 形態的特性

移植時の苗丈は「朝紫」よりやや短く、葉色は濃く「朝紫」と同程度である。幼苗期の葉身には、縁を中心とした斑点状にアントシアニンによる濃い紫の着色が見られる（表1）。稈の細太は「朝紫」より細い「細」で、稈の剛柔は「やや柔」である（表1）。稈長は「朝紫」、「ヒメノモチ」より6～7cm短い「やや短」で、穂長は「朝紫」より約1cm、「つぶゆき」より2cm以上長い。穂数は「朝紫」、「ヒメノモチ」より1平方メートル当たり70本程度、「つぶゆき」より同60本程度多い（写真1、表2）。



写真1 株標本 (左から、「紫こぼし」、「朝紫」、「ヒメノモチ」)

草型は“穂数型”である。一穂粒数、一株穂数ともに多く、「朝紫」及び「つぶゆき」と比較して総粒数が極めて多い。また、二次枝梗着生粒割合が55%と高く(表3)、粒着は「朝紫」と同じ“やや密”である(表1)。芒は無く、ふ先色は“紫”、穎色は“黄白”である。脱粒性は“難”で、成熟期の止葉はほぼ水平である(表1、写真2)。幼苗期から成熟期にかけて「朝紫」と同様に、葉縁、ふ先色に加え、葉舌、葉鞘、節も紫色を呈し、品種識別が容易である。

2. 生態的特性

「あきたこまち」と比較して、育苗初期における生育量が小さく、苗マットの強度が低い(表4)。これは、穂発芽性が“難”で種子休眠が深く発芽が遅れる個体があるためと推察される。稚苗育苗において、徒長せず、かつ作業に支障がない程度にルートマットの形成が可能な播種量は、乾粒重量で通常より30~50%減じた苗箱当たり60~80g(6,600~8,800粒)と見られ、極小粒品種「つぶゆき」で適当とされた播種量60g(小林ら 2003)と同等かやや多い。

出穂期は「朝紫」より1日早く、成熟期は「朝紫」より5日早く「ヒメノモチ」より1日遅い“早生の

表1 「紫こぼし」の形態的特性(育成地、2007年)

品種名	移植時			稈		芒		ふ先色	穎色	粒着密度	脱粒性	止葉
	苗丈	葉色	葉のアントシアニンの分布	細太	柔剛	多少	長短					
紫こぼし	やや短	濃緑	縁のみ	細	やや柔	無	-	紫	黄白	やや密	難	水平
朝紫	中	濃緑	縁のみ	中	中	少	短	紫	黄白	やや密	難	水平
ヒメノモチ	中	中	無	中	やや柔	稀	極短	白	黄白	中	難	水平

注. 止葉: 成熟期の止葉の直立程度。

表2 「紫こぼし」の生育特性(育成地)

年次	品種名	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-5)	穂いもち (0-5)
2002、 2004~2007	紫こぼし	8. 2	9. 8	74	18.8	390	0.1	0.0
	朝紫	8. 3	9.13	81	17.8	317	0.2	0.1
	ヒメノモチ	7.31	9. 7	80	19.5	319	1.2	0.1
2005、2007	紫こぼし	7.29	9. 7	73	18.5	433	0.3	0.0
	つぶゆき	7.28	9. 8	76	16.0	377	0.0	0.0

注. 数値は年次平均。倒伏: 0(無倒伏)~5(完全倒伏)。穂いもち: 0(発病無)~5(発病極多)。平均の播種日は4月26日、移植日は5月19日、基肥はN成分0.7kg/a、追肥はN成分0.2kg/a、3本植で栽植密度は30cm×15cm、他の条件は慣行栽培に準じる。

表3 「紫こぼし」の穂相（育成地、2007年）

品種名	一穂枝梗数		一穂粒数				計 (個/穂)	穂数 (本/m ²)	総粒数 (粒/m ²)
	一次 (本/穂)	二次 (本/穂)	一次枝梗着生		二次枝梗着生				
			粒数 (個/穂)	比率 (%)	粒数 (個/穂)	比率 (%)			
紫こぼし	7.4	15.9	47.8	45	57.9	55	105.7	474	50,102
朝紫	10.8	8.9	61.9	72	23.6	28	85.5	385	32,918
つぶゆき	10.0	8.6	53.7	71	21.6	29	75.3	393	29,593
ヒメノモチ	9.0	10.2	49.5	64	27.5	36	77.0	326	25,102

注. 表2の生育調査成績と同一試験区から採取した3株を調査。



写真2 圃場での草姿（育成地、2007年9月）
（ラベルより左：「紫こぼし」、右：「朝紫」）

表4 「紫こぼし」の苗の特性（育成地、2007年）

品種名	播種量 (g/箱)	同左 粒数換算 (粒/箱)	草丈 (mm)	葉齢 (葉)	乾物重 (mg/個体)	マット強度 (N)	マット形成
紫こぼし	20	2,200	140	3.2	11.8	53	×
	40	4,400	167	3.3	15.6	123	△
	<u>60</u>	<u>6,600</u>	150	3.1	11.9	192	○
	80	8,800	145	2.8	8.6	255	○
	120	13,200	157	2.8	10.5	260	○
あきたこまち	20	950	180	4.0	40.5	299	○
	40	1,900	160	3.6	32.2	354	○
	80	3,800	182	3.4	25.1	454	○
	<u>120</u>	<u>5,700</u>	180	3.1	17.9	588	○
	160	7,600	175	3.0	16.2	634	○

注. 4月27日播種、5月25日調査。2反復。草丈、葉齢、乾物重は、1区10個体を調査。変動係数は、全個体の調査値から算出。マット強度は、5cm幅に切り分け、倒伏試験器（大起理化）で真横から45°の角度まで押した時の応力。マット形成は、田植機への移しかえ作業の観点から、○：支障ない程度にしっかりしている、△：やや崩れやすく支障あり、×：非常に崩れやすく支障有り、で評価。下線 は、苗の生育及びマット形成から判定した適当な播種量。

表5 「紫こぼし」の収量及び外観品質(育成地)

年次	品種名	全重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	同左比率 (%)	収穫指数 (%)	屑米重 (kg/a)	玄米千粒重 (g)	同左比率 (%)	玄米外観品質		
									色	光沢 (3-7)	総合 (1-9)
2002、 2004~2007	紫こぼし	123	33.7	71	27.4	22.9	10.7	54	暗紫	5.1	5.4
	朝紫	136	47.2	(100)	34.7	2.2	19.8	(100)	暗紫	4.1	4.1
	ヒメノモチ	124	49.7	105	40.0	0.9	22.2	112	淡褐	4.2	3.6
2005、2007	紫こぼし	135	35.6	99	26.4	23.1	10.1	71	暗紫	5.0	6.0
	つぶゆき	145	35.8	(100)	24.7	1.9	14.2	(100)	淡褐	5.5	6.8

注. 数値は年次平均。粗玄米重比率は「朝紫」あるいは「つぶゆき」の玄米重を100としたときの比率。収穫指数は、全重に対する粗玄米重の比率。屑米重は1.80mm篩による。光沢：3(大)~7(小)。1(上上)~9(下下)。耕種概要は表2と同じ。

表6 「紫こぼし」の葉いもち圃場抵抗性

品種名	真性抵抗性 遺伝子型	育成地		判定
		6年平均	愛知山間 3年平均	
紫こぼし	<i>Pia</i>	4.5	8.7	やや強
朝紫	<i>Pia</i>	5.2	5.9	やや強
奥羽320号	<i>Pia</i>	4.1	3.0	(極強)
こころまち	+	5.2	-	(強)
中部102号	<i>Pia</i>	-	5.9	(やや強)
キヨニシキ	<i>Pia</i>	6.0	7.0	(やや強)
スノーパール	+	6.3	7.8	(中)
ササニシキ	<i>Pia</i>	6.5	8.0	(やや弱)
愛知旭	<i>Pia</i>	-	8.2	(弱)

注. 数値は畑晩播法による葉いもち発病程度：0(無発病)~10(全茎葉枯死)。愛知山間：愛知県農業総合試験場山間農業研究所。育成地の6年平均は2002~2007年の平均、愛知山間の3年平均は2003、2006、2007年の平均。()は基準品種の評価。

晩」に属する(表2)。耐倒伏性は「ヒメノモチ」より強い「やや強」である。収量性は、粒厚が薄いため、粗玄米重で比較すると極小粒の「つぶゆき」並で「朝紫」の71%、「ヒメノモチ」の68%である(表5)。

いもち病真性抵抗性遺伝子型は、主要レースに対する抵抗性反応から「*Pia*」と推定され、圃場抵抗性は葉いもちが「朝紫」よりやや弱い「やや強」(表6)、穂いもちが「朝紫」よりやや強い「やや弱」である(表7)。白葉枯病抵抗性は「朝紫」及び「ヒメノモチ」並の「弱」で、縞葉枯病には「罹病性」である(データ省略)。穂発芽性は「ひとめぼれ」並の「難」である(表8)。障害型耐冷性は「ヒメノモチ」より弱い「弱」である(表9)。

3. 玄米の形状及び外観品質

玄米の粒長は「朝紫」の67%、粒幅は87%で粒厚

表7 「紫こぼし」の穂いもち圃場抵抗性

品種名	真性抵抗性 遺伝子型	育成地						判定
		6年平均	秋田 2年平均	山形庄内 2007年	福島相馬 3年平均	愛知山間 2年平均	山口徳佐 2年平均	
紫こぼし	<i>Pia</i>	5.1	9.7	8.7	5.7	8.3	6.4	やや弱
朝紫	<i>Pia</i>	6.3	-	8.4	-	-	-	弱
奥羽357号	<i>Pia, Pii</i>	2.2	-	-	-	-	-	(極強)
青系128号	<i>Pia</i>	2.5	4.8	4.4	2.4	-	-	(強)
キヨニシキ	<i>Pia</i>	-	6.8	-	3.8	-	-	(中)
あきたこまち	<i>Pia, Pii</i>	5.2	-	-	-	-	5.9	(やや弱)
ふ系94号	<i>Pia</i>	6.4	8.7	7.9	5.7	-	-	(弱)
ササニシキ	<i>Pia</i>	6.7	9.0	7.2	4.6	9.3	-	(弱)

注. 数値は検定圃場での自然感染による穂いもち発病程度：0(無発病)~10(全穂罹病)。
秋田：秋田県農林水産技術センター農業試験場、山形庄内：山形県農業総合研究センター農業生産技術試験場庄内支場、福島相馬：福島県農業総合センター浜地域研究所、愛知山間：愛知県農業総合試験場山間農業研究所、山口徳佐：山口県農業試験場徳佐寒冷地分場。
育成地の6年平均は2002~2007年の平均、秋田の2年平均は2003、2007年の平均、福島相馬の3年平均は2003、2006、2007年の平均、愛知山間の2年平均は2003、2007年の平均、山口徳佐の2年平均は2006、2007年の平均。()は基準品種の評価。

表8 「紫こぼし」の穂発芽性（育成地）

品種名	穂発芽程度	判定
紫こぼし	0.2	難
朝紫	3.4	やや易
ひとめぼれ	0.6	難
あきたこまち	1.7	やや難
ふくひびき	3.4	やや易
ヒメノモチ	7.1	易

注. 数値は2003～2007年の平均。
 成熟期に採取した穂を30℃湿室に静置。4～6日後に発芽率及び伸長程度を達観調査。
 穂発芽程度：0（無発芽）～10（全粒発芽・伸長大）。

の平均は「朝紫」の88%（表10）、粒大は既存の極小粒品種「つぶゆき」よりやや小さい“極小”であり、これが本品種の重要な特徴の一つである（写真3、表10）。千粒重は「朝紫」の54%、「つぶゆき」の71%である（表5）。粒形は「つぶゆき」に近い“円”である。

玄米の果皮は「朝紫」に由来するアントシアニン系の色素により濃い紫（暗紫）を呈し、濃い部分では真っ黒に見え、これが第二の重要な特徴である（写真3、表5）。胚乳は糯性で、外観品質は、光沢

表9 「紫こぼし」の障害型耐冷性

品種名	育成地 5年平均		青森藤坂 2年平均		岩手 2007年		古川 3年平均		福島冷害 2年平均		判定
	出穂 (月.日)	不稔 (%)	出穂 (月.日)	不稔 (%)	出穂 (月.日)	不稔 (%)	出穂 (月.日)	不稔 (%)	出穂 (月.日)	不稔 (%)	
	紫こぼし	8.14	98.3	8.16	70.9	8.9	100.0	8.16	96.7	8.20	
朝紫	8.14	77.7	8.13	42.5	-	-	-	-	-	-	やや強
ひとめぼれ	8.17	30.2	8.19	11.9	-	-	-	-	8.24	73.6	極強
トドロキワセ	8.14	50.9	8.18	18.0	-	-	8.13	37.8	-	-	極強
オオトリ	8.16	54.2	8.17	30.5	-	-	8.18	55.2	-	-	強
コガネヒカリ	-	-	8.17	36.6	-	-	8.18	62.9	-	-	やや強
トヨニシキ	8.17	87.1	-	-	-	-	8.17	71.7	8.22	96.5	やや弱
ヒメノモチ	-	-	-	-	8.7	89.8	-	-	8.18	80.4	中

注. 青森藤坂：青森県農林総合研究センター藤坂稲作研究部、岩手：岩手県農業研究センター、古川：宮城県古川農業試験場、福島冷害：福島県農業試験場冷害試験地（廃止）。
 福島冷害は冷水掛け流し、他は恒温深水法による穂ばらみ耐冷性の検定。
 育成地の5年平均は2003～2007年の平均、青森藤坂の2年平均は2006、2007年の平均、古川の3年平均は2003、2006、2007年の平均、福島冷害の2年平均は2003、2004年の平均。



写真3 穂及び玄米（左から「紫こぼし」, 「朝紫」, 「ヒメノモチ」）

表10 「紫こぼし」の玄米形状(育成地、2007年)

品種名	長さ (mm)	同左比率 (%)	幅 (mm)	同左比率 (%)	厚さ (mm)	同左比率 (%)	長さ/幅	長さ×幅	判定	
									粒形	粒大
紫こぼし	3.44	67	2.29	87	1.69	88	1.50	7.89	円	極小
朝紫	5.10	(100)	2.64	(100)	1.92	(100)	1.93	13.48	紡錘形	中
ヒメノモチ	5.05	99	2.91	110	2.06	107	1.74	14.66	半円	中
つぶゆき	3.60	71	2.74	104	2.06	107	1.32	9.86	円	極小

注. 玄米30粒を調査。「紫こぼし」以外は、1.80mmの篩を通した試料。

表11 「紫こぼし」のL*a*b*表色系による玄米の色調

産地	品種名	年次	L* (0~100)	a*	b*	登熟気温(℃)
育成地	紫こぼし	2006、2007平均	19.5	8.8	6.7	23.5
	朝紫		14.6	3.1	0.8	23.5
いわき市	紫こぼし	2007	15.9	4.7	2.1	21.7
	朝紫		13.8	1.0	-0.4	21.7
	紫こぼし	2006	15.4	3.9	0.9	21.1
花巻市	紫こぼし	2007	15.9	5.6	1.6	23.3

注. コニカミノルタ土色計 SPAD-503による測定。L*は明度で0(黒)~100(白)。a*は赤みの強さ(0は無彩色、マイナスは緑み)、b*は黄みの強さ(0は無彩色、マイナスは青み)。登熟気温は、出穂後10~40日の平均気温で、最寄りのアメダスデータを使用して算出。

表12 「紫こぼし」の蛋白質及びアミロース含有率(食品総合研究所)

品種名	精米白度	蛋白質含有率 (%)	アミロース 含有率(%)
紫こぼし	18.7	6.6	0.5
朝紫	19.3	5.6	0.8
ヒメノモチ	53.9	5.6	0.8

注. 材料は育成地産。数値は2004~2006年の平均。精米無水物中の値。

が「朝紫」より劣り、赤褐色部もやや多く、紫黒米としての品質は「朝紫」よりやや劣る“中中”と評価される(表5)。L*a*b*表色系による評価においても「朝紫」の玄米色はa*、b*とも0に近く(彩度が極低く)、L*も小さい(黒に近い)のに対し、「紫こぼし」の玄米はL*、a*、b*とも同一栽培条件の「朝紫」より大きく、わずかに赤及び黄の要素が認められる。登熟気温がやや低いいわき市産では着色が良く、「朝紫」との差は小さい。花巻市産についてもL*、a*、b*とも小さく良質である(表11)。

4. 玄米成分

精米の蛋白質含有率は「朝紫」、「ヒメノモチ」より1%高い(表12)。アミロース含有率は、糯性であるため0%に近い(表12)。玄米に含まれる栄養

成分を表13に示す。「朝紫」、「ヒメノモチ」の玄米と比較して、食物繊維、マグネシウム、チアミン(ビタミンB₁)、ビタミンE(a-トコフェロール)の含量が高い。カルシウム及びリボフラビン(ビタミンB₂)含量については、食品としての栄養表示基準(厚生労働省告示第176号)に照らした場合には高いとはいえないものの、「ヒメノモチ」の2.4倍、2.0倍と多く含む。また、「ヒメノモチ」では検出されないか、極少量しか含まれないアントシアニン及びタンニンを含む。しかし、その量は「朝紫」と比較すると少ない。

5. 食味及び加工関連特性

適搗精までに要する時間は「ヒメノモチ」及び「朝紫」より長い。適搗精時における搗精歩合は、「ヒメノモチ」より5%程度低く、「朝紫」並の85%である。適搗精時においてもヌカが溝に少量残存し、白度は「ヒメノモチ」より35低く、「朝紫」並である。胚芽残存歩合はこれら品種と同程度で、碎米歩合は低い(表14)。

「あきたこまち」に本品種の玄米を重量比で10%混米した炊飯米の食味は、「朝紫」の10%混米より香りがやや優り、食感及び総合値で優る。ただし、赤飯としての色合いはやや淡い(写真4)。混米比率20%では、各評価項目とも「朝紫」10%混米と同

表13 「紫こぼし」玄米の成分含量（日本食品分析センター）

分析項目	紫こぼし		朝 紫		ヒメノモチ	紫こぼし（いわき市）	
	含量	比率	含量	比率	含量	含量	比率
蛋白質 (g)	7.5	114	6.3	96	6.5	8.4	129
脂質 (g)	4.3	156	3.7	134	2.8	4.3	156
灰分 (g)	1.6	127	1.3	100	1.3	1.6	127
糖質 (g)	67.3	93	70.1	97	72.2	66.7	92
食物繊維 (g)	5.2	167	4.1	133	3.1	4.8	156
エネルギー (kcal)	348	101	347	100	346	349	101
ナトリウム (mg)	1.1	93	1.0	86	1.2	1.4	114
鉄 (mg)	1.10	122	1.04	115	0.90	1.00	110
カルシウム (mg)	21.3	243	13.7	156	8.8	24.2	275
マグネシウム (mg)	148	122	126	104	121	144	118
亜鉛 (mg)	2.00	100	1.56	77	2.01	1.94	97
チアミン (ビタミンB ₁) (mg)	0.54	126	0.39	90	0.43	0.51	118
リボフラビン (ビタミンB ₂) (mg)	0.09	200	0.08	180	0.04	0.10	240
ビタミンE (α -トコフェロール) (mg)	2.7	155	2.2	130	1.7	2.1	120
ナイアシン当量 (mg)	7.48	101	8.62	116	7.41	8.38	113
ナイアシン (ニコチン酸相当量) (mg)	5.73	97	7.09	120	5.89	6.43	109
トリプトファン (mg)	106	116	92	101	91	117	128
タンニン (タンニン酸として) (g)	0.20	256	0.47	611	0.08	0.19	244
アントシアニン (デルフィニジンとして) (g)	0.11	-	0.35	-	<0.01	0.10	-
カテキン (mg)	<0.5	-	<0.5	-	<0.5	<0.5	-

注. 材料は2007年産。いわき市以外は育成地産。数値は玄米100g（水分14%換算）中の値。比率は「ヒメノモチ」の値に対する比率（%）。

表14 「紫こぼし」の搗精特性（育成地、2007年）

品種名	玄米	適搗精	搗精	胚芽残		碎米
	水分 (%)	時間 (秒)	歩合 (%)	白度 (%)	存歩合 (%)	歩合 (%)
紫こぼし	13.8	340	84.9	29.2	12.0	0.9
朝 紫	14.1	240	84.3	29.1	13.3	9.9
ヒメノモチ	13.7	200	90.0	63.8	15.0	1.8

注. サタケ家庭用精米機（SKM-5）による。20秒間隔で4～5通りの時間搗精し、白度および胚芽残存歩合の変化が緩慢になった時点を適搗精時間とした。搗精歩合、白度、胚芽残存歩合、碎米歩合は適搗精時の値。1回あたり粒厚1.8mm以上の玄米各340gを供試。「紫こぼし」は1.6mm以上の玄米を使用。白度の測定はKettC-300を使用。胚芽残存は各300粒、碎米歩合は各10gについて調査。



写真4 着色米飯（玄米10%を一般白米に混ぜて炊飯）
（左：「紫こぼし」、右：「朝紫」）

等で、赤飯として適当な色合いを呈する。混米比率30%では、色合いは適当であるが、玄米粒が目立ちすぎ、食感、香り、総合値で劣る（表15）。炊飯米は、白米粒にも着色が見られ、その色調をL*、a*、b*で表すと、L*は小さく、a*は大きい（赤みが強い）。また、「紫こぼし」の混米比率が高いほどL*は小さく、a*は大きい。しかし、混米比率30%においても「朝紫」10%のa*、b*と同程度で、L*は大きい（色が薄い）（表16）。

極小粒糯品種「つぶゆき」の玄米10%混米の食味

と比較した場合、香りが劣るが、粘りがやや強く、食感及び総合値はほぼ同等である。「あきたこまち」玄米10%混米との比較では、食感及び総合値で優る（表15）。

一般に雑穀と称されるアワ（糯）、キビ（糯）、ヒエ（梗及び低アミロース）をそれぞれ10%混合した炊飯米との比較では、粘りは稈性ヒエよりやや強いが他との比較では弱く、香りは糯性アワと同等であるが、他との比較では劣る。総合値は食感と関連が高く、糯性キビ及び低アミロース性ヒエ

表15 「紫こぼし」炊飯米(混米)の食味(育成地)

品種名	加水量 (倍)	食味評価値					年.月.日 パネル数
		色	粘り	食感	香り	総合値	
紫こぼし玄米10%+あきたこまち	1.32	やや淡	-0.26	0.60	0.30	0.68	2007.6.4・9名
紫こぼし玄米20%+あきたこまち	1.28	中	-0.01	-0.15	-0.02	0.05	2007.12.19・15名
紫こぼし玄米30%+あきたこまち	1.25	中	-0.11	-0.59	-0.40	-0.45	(2回の平均)
朝紫玄米10%+あきたこまち<基準>	1.32	中	0	0	0	0	
紫こぼし玄米10%+あきたこまち	1.32	-	0.29	-0.14	-0.57	0.00	2007.12.20
朝紫玄米10%+あきたこまち	1.32	-	-0.43	-1.14*	-1.00	-1.00*	7名
あきたこまち玄米10%+あきたこまち	1.34	-	-0.29	-0.71	0.14	-0.43	
つぶゆき玄米10%+あきたこまち<基準>	1.34	-	0	0	0	0	
紫こぼし玄米10%+あきたこまち	1.32	-	0.36	-0.29	-0.36	-0.07	2007.12.20
朝紫玄米10%+あきたこまち	1.32	-	0.21	-0.71*	-0.86*	-0.71*	14名
アワ(糯)10%+あきたこまち	1.22	-	0.64	0.21	-0.29	0.00	
キビ(糯)10%+あきたこまち	1.22	-	0.79*	0.57	0.07	0.57	
ヒエ(低アミロース)10%+あきたこまち	1.22	-	0.86*	0.71*	0.21	0.79*	
ヒエ(梗)10%+あきたこまち<基準>	1.22	-	0	0	0	0	

注. アワ、キビ、ヒエは岩手県産、その他は育成地産。「あきたこまち」は白米、アワ、キビ、ヒエは精白米。混米割合及び加水量は重量比。色は絶対評価で、淡～中(適当)～濃。数値は官能値で、-3(かなり不良)～0(基準と同じ)～3(かなり良)の7段階評価。*は、5%水準で有意差あり(符号検定)。

表16 「紫こぼし」のL*a*b*表色系による炊飯米の色調(育成地、2007年)

系統・品種名	炊飯米全体			白米のみ			紫黒米のみ		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
紫こぼし玄米10%+あきたこまち	47.0	5.2	2.5	47.7	6.1	3.3	24.0	3.4	0.3
紫こぼし玄米20%+あきたこまち	36.9	7.1	1.8	41.8	7.3	1.7	22.2	4.4	1.5
紫こぼし玄米30%+あきたこまち	33.7	7.6	1.9	37.0	8.7	1.7	21.6	3.9	1.3
朝紫玄米10%+あきたこまち	31.3	7.4	-0.3	33.3	9.6	0.4	23.0	2.4	-0.3

注. コニカミノルタ土色計 SPAD-503により測定。2007年12月19日の食味試験試料。L*は明度で0(黒、濃い)～100(白、淡い)。a*は赤みの強さ(0は無彩色、マイナスは緑み)、b*は黄みの強さ(0は無彩色、マイナスは青み)。

より明らかに劣るが、粳性ヒエ及び糯性アワと同等である(表15)。

一般消費者を対象とした「紫こぼし」の着色おにぎりの単独試食では、外観、香り、食感及び総合の全項目で高い評価が得られている。また、着色米飯での「朝紫」との比較試食では、「朝紫」より外観及び香りで優る。一方、食感及び総合については、約60%の回答者が「朝紫」より優る、約25%が劣ると評価しているが、同じとする回答は約15%にとどまり、両品種の違いが認識されている。これら2回の試食調査において、特徴的な外観や食感の面白さ、従来の紫黒米と比べた食べやすさ等が主なコメントとして挙げられている(表17)。

餅については、完全搗精が難しく糠が残るため「ヒメノモチ」、「朝紫」と比較して白さが明らかに劣る。のびは「朝紫」より劣り、総合値は「ヒメノ

モチ」より劣る(表18)。餅の硬化性は、「ヒメノモチ」より明らかに低く、「朝紫」並かそれ以上に硬化しにくい(表19)。

IV 適地及び栽培上の留意点

1. 配付先における試作結果

奨励品種決定調査での試作結果を表20に示す。2005及び2006年に3県4場所で合計5試験が実施された。「朝紫」を奨励品種(特定品種)に採用している山梨県では、品質が有利点に挙げられているものの、低収であるために試験打ち切りとなっている。岩手及び佐賀両県では、低収に加え、極小粒の紫黒米という特殊性により広範な普及が見込めないため試験が打ち切られている。2009年現在、奨励品種として採用されていない。

「朝紫」の栽培実績がある福島県いわき市の生産

表17 「紫こぼし」炊飯米（混米）の一般消費者による評価
（育成地、酒田市農業委員会、2007年）

評価方法	項目	人数割合 (%)					年.月.日 回答人数	
		劣る	やや劣る	どちらでもない	やや優る	優る		
単独評価	外観	1	2	17	26	54	2007. 8. 30	
	香り	0	1	45	27	27	271~289名	
	食感	0	5	21	30	44	(大仙市)	
	総合	0	3	15	32	49		
比較評価 (対照：朝紫)	外観	0	15	37	24	24	2007. 10. 28	
	香り	0	6	49	26	19	2007. 11. 3	
	食感	2	21	11	26	40	計53~68名	
	総合	0	26	17	35	22	(酒田市)	
主な コ メ ン ト	良い評価	・ぶちぶちした食感が良く、食べやすい。						19名
		・アズキの赤飯より食べやすい。						13名
		・小粒で舌触りが良く、普通の紫黒米（朝紫含む）より食べやすい。						10名
		・粒が邪魔せず、普通のご飯のように食べられる。						4名
		・さっぱりして食べやすく、飽きが来ない。						6名
	悪い評価	・見た目が特徴的で良い。						5名
		・あっさりしていて、もちもち感が物足りない。						7名
		・少し皮が口に残る。						1名

注. 単独評価は、東北農業研究センター大仙研究拠点一般公開の来場者対象。「紫こぼし」玄米を一般粳白米に重量比で15%混合して炊飯し、俵形おにぎり（2.5cm径）に成型して提供。評価の“劣る”は“おいしくない”、“優る”は“おいしい”の意。

比較評価は、酒田市農林水産まつり及び本楯収穫感謝祭の来場者対象。「紫こぼし」及び「朝紫」の玄米をそれぞれ一般粳白米に重量比で10%混合して炊飯し、成型せず小皿に盛りつけて2品種同時に提供。

いずれの試験とも記入漏れのため項目によって回答人数が異なる。主なコメントは、2回の試食で得られたものをあわせて集計。

表18 「紫こぼし」餅の食味（育成地）

品種名	搗精歩合 (%)	精米白度	食味評価値				年.月.日 パネル数
			白さ	のび	味	総合値	
紫こぼし	(69.7)	20.2	-2.17**	-0.25	-0.67	-0.83*	2007. 12. 26
朝 紫	77.7	36.3	0.33	0.25	-0.33	-0.33	12名
ヒメノモチ（基準）	88.2	54.2	0	0	0	0	

注. 「紫こぼし」の搗精歩合は、碎米が多く見かけの値。数値は官能値で、-3（かなり不良）～0（基準と同じ）～3（かなり良）の7段階評価。*、**は、それぞれ5%、1%水準で有意差あり（符号検定）。

者現地圃場における2カ年の試験栽培では、冷害による不稔やいもち病の発生はなく、粗玄米重は「朝紫」の70%で、育成地と同様の良好な生育を示した。玄米品質は、「朝紫」にはやや劣るものの育成地産の玄米より色が濃く高品質で（表11、21）、同地域での適応性が認められた。

2. 栽培適地

「朝紫」とほぼ同じか若干早い熟期であること、耐冷性及びいもち耐病性が不十分なことから、東北地域中部以南で冷害の常襲がない地域に適応すると考えられる。また、玄米の着色の点から、登熟期の気温は生育に障害のない範囲で低い地域が望ましい。

表19 「紫こぼし」餅の硬化性（育成地、2007年）

品種名	a (mm)	b (mm)	b/a
紫こぼし	48	125	2.60
朝 紫	63	125	1.98
ヒメノモチ	145	25	0.17

注. 釣りかけ器を用いた方法による。aは支持中心から餅端の水平距離、bは下垂高。2007年12月26日に製造。長さ300mm、厚さ21mm、幅40mmに成形し、室温で12時間、冷蔵庫内で10時間貯蔵後に測定。

表20 「紫こぼし」の奨励品種決定基本調査における有望度と収量比

県名	場所名	2005年				2006年				対照品種名
		有望度	収量比 (%)		作期	有望度	収量比 (%)		作期	
			標肥	多肥			標肥	多肥		
岩手	農研	-	-	-	-	×	63	-	普通	ヒメノモチ
山梨	総農技	-	-	-	-	×	-	49	普通	ひとめぼれ
	岳麓	-	-	-	-	×	-	60	晩植	ひとめぼれ
佐賀	三瀬	×	34	-	早植	-	-	-	-	ヒデコモチ

注. 岩手：岩手県農業研究センター、山梨総農技：山梨県総合農業技術センター、山梨岳麓：山梨県総合農業技術センター岳麓試験地、佐賀三瀬：佐賀県農業試験研究センター三瀬分場。有望度は、×：打ち切り。収量比は、各場所の対照品種に対する収量比。

表21 「紫こぼし」の配付先における生育、収量及び品質特性（いわき市）

品種名	年次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	全重 (kg/a)	粗玄米重 (kg/a)	同左比率 (%)	千粒重 (g)	品質 (1-9)
紫こぼし	2006	8. 8	10. 8	-	-	-	-	21.0	-	9.0	4.0
	2007	8. 13	10. 4	64	17.2	459	91	28.0	70	9.9	4.2
朝 紫	2007	-	-	71	15.8	347	107	39.9	(100)	17.9	3.0

注. 福島県いわき市の中山間地（標高約550m）における試験。

3. 普及利用上の留意点

- 1) 一般品種への混入を防ぐために、播種、移植時に種子や苗が混入しないように注意するとともに、収穫及び乾燥・調製時にも機械類を共用しない等の対策を取る。また、自然交雑の可能性があるため、出穂期が近い一般品種周辺での栽培は避ける。さらに、こぼれ種による漏生があるので、栽培圃場を固定する。
- 2) 障害型耐冷性が弱く、いもち耐病性が不十分なため、栽培地域の選定に注意し、適正施肥、適期防除に努める。
- 3) 播種量は、極小粒であるため、一般品種より乾粒重量で40%程度減らし、一箱あたり60~80gとする。
- 4) 極小粒のため調製機械類の選別網等を適正なものに交換する。

V 育成従事者

育成に従事した者及びその期間は表22のとおりである。

VI 考 察

1. 期待される効果

「紫こぼし」の千粒重は一般紫黒米の約半分、雑穀類の2~3倍と大きさではこれらの中間に位置

し、かつ紫黒米であるという、これまでにない特徴的な外観を有する。一般白米にブレンドした炊飯米の食味は一般紫黒米の「朝紫」より優れ、糯性アワや稈性ヒエと同等である。玄米収量は一般紫黒米の約7割、雑穀の1~3倍程度で、雑穀と比較して生産性が高く、栽培も容易である。こうした特性から、多種類の雑穀をブレンドした商品や多数の単品雑穀を扱う場面において、国産の新しい素材として採用されることが期待される。逆に、粉や抽出物としての利用にはコスト面で不利である。将来的には、特徴的な玄米の外観を活かした種々の調理飯や和菓子等の加工品が開発され、食卓をより多彩にすることが期待される。

また、紫黒米は、中国をはじめとする東アジアにおいて長い間食され、薬としても重用されてきた歴史を持ち（猪谷・小川 2004）、現在でも食物繊維やビタミン、ミネラルが豊富な健康食品として認識されている。さらに最近、赤ワインやカカオ、ブルーベリー等に含まれるポリフェノール類が生理的機能性成分として話題になったことから、アントシアニンを含有する紫黒米も脚光を浴び、赤米とともにその機能性に関する研究が加速した（津田 2006）。試験管内レベルの基本的な部分については、猪谷・小川（2004）及び山口（2004）により有色米の糠層に高い抗酸化活性が見いだされてい

表22 「紫こぼし」の育成従事者と従事期間

年次	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	従事 月数	現在の所属
世代	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀		
(室長)													
山口誠之					⑩						③	78	現在員
滝田 正	④			⑨								42	東北農研
(室員)													
片岡知守	④										③	120	九沖農研
遠藤貴司						⑩					③	54	古川農試
中込弘二					⑧						③	68	現在員
横上晴郁	④					⑨						66	北海道農研
加藤 浩			②	⑨								20	作物研
山口誠之	④			⑧								17	現在員

注. 丸囲み数字はその年次における月の始まり、または終わりを示す。

東北農研：東北農業研究センター、九沖農研：九州沖縄農業研究センター、古川農試：宮城県古川農業試験場、北海道農研：北海道農業研究センター、作物研：作物研究所。

る。動物実験レベルでは、ラットにおける血糖値上昇抑制効果（山口 2004）や成長促進及び骨密度向上効果（Kaneda *et al.* 2005）、ラット及びウサギにおける冠動脈疾患の予防・改善効果（Ling *et al.* 2001, Ling *et al.* 2002, Xia *et al.* 2003, Xia *et al.* 2006）が示唆されている。ヒト試験においても、紫黒米色素画分の摂取による冠動脈疾患患者血漿の抗酸化性向上及び炎症状態の緩和が報告されており（Wang *et al.* 2007）、ポリフェノール全般における総合的なヒト試験の知見（内藤 2008）と考え合わせても期待が持てる。「紫こぼし」は、極小粒であることから食味が良く、従来の紫黒米や一般白米の玄米よりブレンド比率を高められるため、普段の食事の中でより多くの栄養並びに機能性成分を摂取できる。アントシアニンについては、現在のところ効能が期待される量を食事から摂取することは難しいと考えられるが、食物繊維、マグネシウム、チアミン（ビタミンB₁）、ビタミンE（ α -トコフェロール）、ナイアシンについては、含有量から見て補給効果が期待できる。また、調理に際しては、玄米を白米に混合して炊飯するのみでよく、手間も品数も増えないため継続も容易である。

東北農業研究センターでは、本品種を含めそれぞれ特色のある5品種の紫黒米及び赤米を育成してきた。将来的に、これら有色米品種が健康の維持・増進に有効であることが、十分な規模のヒト試験で示されることとなれば、近年の有色米の需要拡大が一過性のものに留まることなく、食卓を彩り健やかな生活をj提供する身近な食材として広く普及定着すると思われる。その結果として国民の健康の維持増進

に資するだけでなく、中山間等農耕地の維持と農村の活性化、農業者所得の向上、さらには食糧自給率向上の一助となることが期待される。

2. 残された問題点

かつて、赤米は一般米に混入し品質を下げるとして、明治時代に多大な労力を払い根絶された歴史を持つ。「紫こぼし」を含め最近の有色米改良種は耐倒伏性が強く脱粒性が難で、そのような問題が起こりにくくなっており、また、生産者もこの10年で混入を防ぐポイントを習熟してきている。しかしながら、人為的なミスだけでなく台風や冷害等の特異な自然環境による他家受粉等依然として混入の危険性は残されている。そのため、東北農業研究センターではホームページ（<http://tohoku.naro.affrc.go.jp/DB/kome/color/color.html>）等で、混入事故を起こさないための情報提供を行っている（山口ら 2005）。他方、万一混入した際に有色米を選択的に除去したり、一般米との自然交雑を防いだりできる特性を持つ品種の開発も進められている。

「紫こぼし」の収量性は、雑穀類に比べると高いものの、一般水稲品種の70%に満たない。高付加価値販売が前提ではあるが、収量性の向上が望まれている。また、耐冷性及びいもち耐病性が不十分であり、こうした栽培特性の改良も必要である。

玄米に含まれる色素等成分の含量は、施肥や登熟気温など栽培条件によって変動するが（小林ら 2001、小玉ら 2004）、「紫こぼし」の玄米の着色も高温登熟条件で「朝紫」より劣るため、改良の余地がある。また、同時に高位安定化のための栽培指針作りが望まれる。

引用文献

- 1) 猪谷富雄, 小川正巳. 2004. わが国における赤米栽培の歴史と最近の研究情勢. 日作紀 73(2) : 137-147.
- 2) 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, 阿部真三, 松永和久, 岡本栄治, 狩野 篤, 池橋 宏, 荒木 均. 1997. 紫黒糯水稻新品種「朝紫」の育成. 東北農試研報 92 : 1-13.
- 3) Kaneda, I.; Kim, C.S.; Igawa, S. and Sakurai, H.. 2005. Combined effects of the administration of black-rice bran extracts and running training on bone mineral density and body compositions in rats. Jpn. J. Biometeor. 42(1) : 29-37.
- 4) 小林明晴, 清水 亘, 黒田昌治. 2001. 紫黒米の登熟期の平均気温と色素含量の関係. 北陸作物学会報 36 : 33-35.
- 5) 小林 渡, 三上泰正, 川村陽一, 前田一春. 2003. 極小粒水稻新品種「青系147号」の特性. 東北農業研究 56 : 1-2.
- 6) 小玉郁子, 眞崎 聡, 川本朋彦, 松本眞一. 2004. 紫黒糯品種「小紫」の玄米色素発現に及ぼす窒素施肥の影響. 東北農業研究 57 : 19-20.
- 7) Ling W.H.; Chen Q.X.; Ma J.; Wang T.. 2001. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. J. Nutr. 131(5) : 1421-1426.
- 8) Ling W.H.; Wang L.L.; Ma J.. 2002. Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. J. Nutr. 132 : 20-26.
- 9) 内藤通孝. 2008. ポリフェノールと粥状硬化の疫学的研究 (食品機能性の科学編集員会編, 食品機能性の科学). 株式会社産業技術サービスセンター. p.312-314.
- 10) 西澤直行. 2002. キビ, アワ, ヒエの機能性. 農林水産技術研究ジャーナル 25(11) : 33-40.
- 11) 津志田藤二郎. 2006. 食品機能性研究の展望. 農林水産技術研究ジャーナル 29(9) : 5-9.
- 12) Wang, Q.; Han, P.; Zhang, M.; Xia, M.; Zhu, H.; Ma, J.; Hou, M.; Tang, Z.; Ling, W.. 2007. Supplementation of black rice pigment fraction improves antioxidant and anti-inflammatory status in patients with coronary heart disease. Asia. Pac. J. Clin. Nutr. 16(suppl 1) : 295-301.
- 13) Xia M.; Ling W.H.; Ma J.; Kitts D.D.; Zawistowski J.. 2003. Supplementation of diets with the black rice pigment fraction attenuates atherosclerotic plaque formation in apolipoprotein E deficient mice. J. Nutr. 133 : 744-751.
- 14) Xia X.; Ling W.; Ma J.; Xia M.; Hou M.; Wang Q.; Zhu H.; Tang Z..2006. An anthocyanin-rich extract from black rice enhances atherosclerotic plaque stabilization in apolipoprotein E-deficient mice. J. Nutr. 136 : 2220-2225.
- 15) 山口誠之. 2004. 機能性を有する米の品種改良の現状. 食品加工技術 24 (3) : 125-131.
- 16) 山口誠之, 橋 雅明, 内野 彰. 2005. 有色米品種における交雑粒の玄米色および漏生種子の発芽. 日作東北支部報 48 : 11-12.
- 17) 山口誠之, 片岡知守, 遠藤貴司, 中込弘二, 滝田正, 横上晴郁, 加藤 浩. 2007. 赤米糯品種「夕やけもち」の育成. 東北農研研報 107 : 1-13.

付表1 稲種苗特性分類一覧

形質 番号	形質	紫こぼし		朝紫		ヒメノモチ	
		階級	区分	階級	区分	階級	区分
(特性グループ1)							
1	葉：アントシアニン着色	9	有	9	有	1	無
2	葉：アントシアニン色の分布	2	緑のみ	2	緑のみ	—	—
3	葉：葉耳のアントシアニン色	9	有	9	有	1	無
4	止葉：葉身の姿勢（初期観察）	5	水平	5	水平	5	水平
5	止葉：葉身の姿勢（後期観察）	5	水平	5	水平	5	水平
6	出穂期（50%出穂）	4	早生～中生	4	早生～中生	4	早生～中生
7	外穎：頂部アントシアニン着色（初期観察）	7	強	7	強	1	無又は極淡
8	程：長さ（穂を除く）	4	短～中	6	中～長	6	中～長
9	程：節のアントシアニン着色	9	有	9	有	1	無
10	穂：主軸の長さ	5	中	4	短～中	5	中
11	穂：穂数	7	多	5	中	5	中
12	穂：芒の分布	—	無	5	全体	1	先端のみ
13	小穂：外穎の毛茸の多少	3	少	5	中	5	中
14	小穂：外穎先端の色（ふ先色）	5	紫	5	紫	1	白
15	穂：主軸の湾曲程度	5	垂れる	5	垂れる	5	垂れる
16	穂：穂型	3	棍棒状	2	紡錘状	2	紡錘状
17	成熟期	4	早生～中生	4	早生～中生	4	早生～中生
18	穎色	1	黄白	1	黄白	1	黄白
19	穎色：模様	4	紫色の斑	4	紫色の斑	1	無
20	外穎：頂部のアントシアニン着色	7	濃	7	濃	1	無又は極淡
21	護穎：長さ	3	短	5	中	5	中
22	護穎：色	1	黄白	1	黄白	1	黄白
23	籾：1000粒重（成熟）	2	極小	3	小	4	小～中
24	籾：穎のフェノール反応	1	無	1	無	1	無
26	玄米：長さ	3	短	5	中	5	中
27	玄米：幅	3	細	4	細～中	5	中
28	玄米：形（側面から見て）	1	円	2	紡錘形	2	半円
29	玄米：色	9	暗紫	9	暗紫	2	淡褐
30	玄米：香り	1	無又は極弱	1	無又は極弱	1	無又は極弱
(特性グループ2)							
31	鞘葉：アントシアニンの着色	2	少	2	少	1	無色又は極少
32	根出葉：鞘葉の色	2	緑に淡紫の条	2	緑に淡紫の条	1	緑
33	葉：緑色の程度	7	濃緑	7	濃緑	5	中
34	葉鞘：アントシアニンの着色	9	有	9	有	1	無
35	葉鞘：アントシアニンの着色の程度	3	淡	3	淡	—	—
36	葉身：表面の毛茸	5	中	5	中	5	中
37	葉：襟のアントシアニン着色	9	有	9	有	1	無
38	葉：葉舌の形	2	鋭形	2	鋭形	2	鋭形
39	葉：葉舌の色	5	紫	5	紫	1	無色
40	葉：葉身の長さ	5	中	5	中	5	中
41	葉：葉身の幅	4	狭い～中	5	中	5	中
42	程：形状	3	半立	3	半立	3	半立
44	雄性不稔	1	無	1	無	1	無
45	外穎：キール（竜骨）のアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
46	外穎：頂部下のアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
47	小穂：柱頭の色	5	紫	4	淡紫	1	白
48	程：太さ	3	細	5	中	5	中
49	程：節のアントシアニン着色の程度	7	濃	7	濃	—	—
50	程：節間のアントシアニン着色	1	無	1	無	1	無
51	穂：芒	—	無	9	有	9	有
52	穂：芒の色（初期観察）	—	—	8	紫	1	黄白
53	穂：最長芒の長さ	—	—	3	短	1	極短
54	穂：芒の色（後期観察）	—	—	8	紫	1	黄白
55	穂：2次枝梗の有無	9	有	9	有	9	有
56	穂：2次枝梗の型	2	2型	2	2型	2	2型
57	穂：抽出度	7	概ね抽出	7	概ね抽出	7	概ね抽出
58	葉：老化（枯れ上がり）	7	晩	7	晩	7	晩
59	外穎：キール（竜骨）のアントシアニン着色	1	無又は極淡	1	無又は極淡	1	無又は極淡
60	外穎：頂部下のアントシアニン着色	3	淡	3	淡	1	無又は極淡
61	籾：長さ	3	短	5	中	5	中
62	籾：幅	3	細	5	中	5	中
63	胚乳：型	1	糯	1	糯	1	糯
65	精米：アルカリ崩壊	3	低崩壊	3	低崩壊	3	低崩壊
68	障害型耐冷性	3	弱	6	やや強	5	中
70	穂発芽性	7	難	5	中	3	易
71	耐倒伏性	6	やや強	5	中	4	やや弱
72	脱粒性	7	難	7	難	7	難
73	地上部全重	5	中	5	中	5	中
74	いもち病抵抗性推定遺伝子型	1-1	Pia	1-1	Pia	1-3	Pik
75	穂いもちほ場抵抗性	4	やや弱	3	弱	7	強
76	葉いもちほ場抵抗性	6	やや強	7	強	7	強
78	白葉枯病ほ場抵抗性	3	弱	3	弱	3	弱
79	しま葉枯病抵抗性品種群別	1	日本水稻型(+)	1	日本水稻型(+)	1	日本水稻型(+)
84	蛋白質含量	5	中	4	低～中	4	低～中
(特性グループ3)							
	草型	7	穂数	5	中間	6	偏穂数
	玄米：外観品質	5	中中	6	中上	7	上下
	食味（餅）	6	中上	7	中上	8	上中
	胚芽の大きさ	5	中	5	中	5	中

付表2 指定種苗品種特徴表示に基づく品種特性表示基準

系統名 (育成場所)	紫こぼし (東北農業研究センター)
栽培適地	東北中部以南
用途	食用 (着色米飯)、加工用
早晚性	早
稈長	中
草型	穂数
耐倒伏性	強
耐冷性	弱
いもち病	中
白葉枯病	弱
縮葉枯病	無
玄米の見かけの品質	中 (糯、黒、小粒)
栽培上の注意	一般米に混入しないよう特に注意する。冷害の常襲地帯およびいもち病の常発地での栽培は避ける。