

加工用途に適する高アミロース米水稻品種「北瑞穂」の育成

松葉修一¹⁾・清水博之²⁾・横上晴郁³⁾・黒木 慎⁴⁾・
船附稚子⁵⁾・池ヶ谷智仁, 田村泰章⁶⁾

摘 要

「北瑞穂」は、北陸以南向けのインド型多収高アミロース米品種「夢十色」と北海道向け酒米品種で耐冷性が極強の「初雫」を反復親とした戻し交配後代から選抜・育成された高アミロース米品種であり、2014年に種苗法に基づく品種登録がなされた。

「北瑞穂」の主要特性は以下のとおりである。

1. 育成地における出穂期および成熟期は、“中生の中”に属する。
2. 穂ばらみ期耐冷性は、“強”である。
3. いもち病真性抵抗性遺伝子型は“*Pia, Pik*”と推定され、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”である。
4. 「きらら397」に比べて収量性はやや高く，千粒重はやや低く，粒厚はやや薄い。
5. 白米のアミロース含有率が高く，約30%である。
6. 白米の高アミロース性による特性により，米粉麺や米粉クッキーなどの加工用途に適する。

以上の特性から，米粉麺などの加工向け高アミロース米品種として，寒地における成熟期が“中生の中”の水稻の栽培が可能な稲作地帯で普及が期待される。

キーワード：水稻，新品種，高アミロース，米粉加工用

I. 緒 言

わが国の平成26年度の供給熱量ベースの食料自給率は39%であり，先進国中で非常に低く，また米を巡る情勢では，一人当たりの米の消費量が漸減し，生産量，水田面積ともに減少してきている（農林水産省大臣官房政策課，2015）。自給率を向上させ，また環境資源としても重要な水田面積を維持するため，わが国で自給可能な米の消費量を増やすことが重要である。その一つの方策として，米の主な消費形態である炊飯米とは別の新たな米の用途開発・拡大を進めることが期待されている。その中でも，特に米粉としての利用は国の施策の一つとして目標が

明記されており（食料・農業・農村基本計画，2015年3月閣議決定），2025年度には10万t（2013年度実績の5倍量）の生産努力目標が掲げられている。米粉の利用拡大をはかるためには，いくつかの問題を解決する必要があるが，品種育成においても，米粉としての適性を備えた新品種の育成が期待されている。一方，白米のアミロース含有率が25%以上の高アミロース米の炊飯米は，硬くて粘らないことから，一般に日本人の嗜好に合わないため，これまでその用途はピラフなどの用途にとどまっていた。しかし近年，米粉麺への適性があることが明らかとなり，道外でいくつかの高アミロース米品種が育成されてきている。そこで北海道農業研究センターにおいても，寒地向けの多収・高アミロース米品種の育成を進め，2012年に「北瑞穂」を育成し，2014年に品種登録がなされた。「北瑞穂」は“中生の中”の成熟期で北海道の広い地域で栽培可能であり，白米のアミロース含有率が約30%の高アミロース米とし

平成29年1月12日 原稿受理

北海道農業研究センター作物開発研究領域

1) 現 北海道農業研究センター 企画部企画室

2) 現 北海道農業研究センター 技術支援センター

3) 現 東北農業研究センター 水田作研究領域

4) 現 次世代作物開発研究センター 稲研究領域

5) 現 西日本農業研究センター 企画部産学連携室

6) 現 国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点

て普及が期待される。本稿では、「北瑞穂」の育成経過とその品種特性および加工適性の概要について報告する。

II. 育種目標と育成経過

「北瑞穂」は、北海道向けの耐冷性が強い高アミロース米品種育成を目標として、2003年に北海道農業研究センターにおいて、耐冷性が極強でやや高アミロースの北海道初の酒米品種「初雫」と高アミロース性のWx-a遺伝子を持つ北陸以南向きのインド型多収品種「夢十色」とのF₁に、「初雫」を花粉親として戻し交配を行って育成された品種である(第1図)。

第1表に「北瑞穂」の育成経過を示した。2004年にBC₁F₁を温室で養成し、2005年に国際農研沖縄支所において、BC₁F₂からBC₁F₃の世代促進を行った。2006年にBC₁F₄世代で個体選抜を行い、2007年以降

は系統栽培を行いながら選抜・固定をはかった。2009年にはBC₁F₇世代で「札系09035」の系統番号を付して生産力検定試験に供試した。2010年BC₁F₈世代より「北海315号」の系統名で北海道の奨励品種決定調査に供試した。奨励品種決定調査では、「北海315号」の高アミロース性が日本における一般的な良食味品種とは異なる特性であり、全道に広く普及するものではないと判断され、北海道優良品種(奨励品種)には採用されなかった。しかし、「北海315号」の高アミロース性に注目した生産者から作付けおよび加工・販売の希望があったことから、一般栽培・流通を可能にすることを目的として、2012年に品種名「北瑞穂」として品種登録出願を行い、2014年5月に登録された(第23428号)。また、2013年度の世代はBC₁F₁₁である。

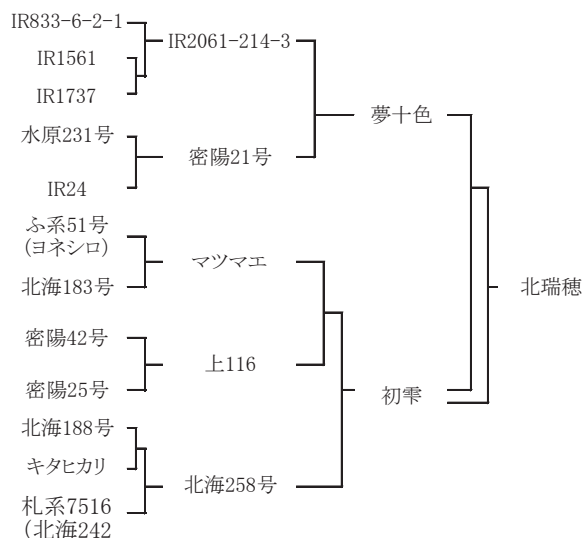
III. 特性概要

「北瑞穂」の特性について、同様な出穂期区分の多収品種「きらら397」と多収の良食味品種「ななつぼし」を比較品種として、その概要を記す。

1. 形態的特性

移植時の苗丈は“やや短”，葉色は“中”であり「きらら397」並であるが、葉身の形状は“やや立”である(第2表)。本田における生育初期の草丈は「きらら397」よりも長く「ななつぼし」より短い。茎数は「きらら397」「ななつぼし」より少ない(データ省略)。ふ先色は“黄白”で、芒の多少と長さはそれぞれ“稀”“短”である。粒着密度は“やや密”で、脱粒性は“難”である(第2表)。

「北瑞穂」の成熟期における、株上げした草姿を写真1に示した。稈長は「きらら397」,「ななつぼ



第1図 「北瑞穂」の育成系譜

第1表「北瑞穂」の育成経過

年次(年度)	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
世代	交配	BC ₁ F ₁	BC ₁ F ₂	BC ₁ F ₃	BC ₁ F ₄	BC ₁ F ₅	BC ₁ F ₆	BC ₁ F ₇	BC ₁ F ₈	BC ₁ F ₉
育成系統図	夢十色/初雫 × 初雫	- BC ₁ F ₁ -	B	- B -	B	- S59 -	S640, S641, S642	L236, L237, L238, L239, L240	L89, L90, L91, L92, L93	L56, L57, L58, L59, L60, L61, L62, L63, L64, L65
備考	札15交5		世代促進 国際農研沖縄支所		個体 選抜			札系 09035	北海 315号	

1) Bは集団, □は選抜系統を示す。

第2表 「北瑞穂」の形態的特性

品種名	移植時苗			稈		芒		ふ先色	穎色	粒着密度	脱粒難易
	苗丈	葉色	葉身	細太	剛柔	多少	長短				
北瑞穂	やや短	中	やや立	中	中	稀	短	黄白	黄白	やや密	難
きらら397	やや短	中	中	中	中	稀	短	黄白	黄白	中	難
ななつぼし	やや短	中	中	中	やや剛	少	短	黄白	黄白	中	難

1) 育成地における調査の結果。移植時苗特性は達観調査，それ以外の特性は稲種苗特性分類調査報告書（農林水産技術情報協会，1980）に従って調査した。



写真1 「北瑞穂」の草姿

(左：北瑞穂，中央：きらら397，右：ななつぼし)

し」よりも長く，穂長は「きらら397」より長く，「ななつぼし」並である（第3表）。穂数は「きらら397」，「ななつぼし」より少ない。一穂粒数は「きらら397」，「ななつぼし」より多く，草型は“偏穂重型”である。耐倒伏性は「きらら397」よりやや劣り，「ななつぼし」並の“やや弱”である。割粒の発生は「きらら397」と同程度からやや多い（第3表）。

2. 生態的特性

出穂期は「きらら397」並からやや遅い“中生の中”，成熟期は「きらら397」よりやや遅い“中生の中”の粳種である（第3表）。精玄米重でみた収量性は，冷害年であった2009年を含めた3ヶ年の平均値では「きらら397」と比べてやや多く，通常年においても「きらら397」並からやや多い（第4表）。また精玄米の千粒重は，「きらら397」より同程度からやや軽く，「ななつぼし」と同程度である。

障害型耐冷性は「きらら397」及び「ななつぼし」よりも強い“強”（第5表），いもち病の真性抵

第3表 移植栽培の生産力検定試験における生育調査成績

栽培条件	品種名	出穂期	成熟期	登熟日数	稈長	穂長	穂数	一穂粒数	倒伏	不稔歩合	割粒歩合
		(月.日)	(月.日)	(日)	(cm)	(cm)	(本/m ²)	(粒)	0-5	(%)	(%)
中苗 標肥	北瑞穂	7.31	9.19	50	81	17.2	463	79.7	0.4	9.3	31.8
	きらら397	7.30	9.15	47	69	15.7	587	53.8	0.3	10.4	32.8
	ななつぼし	7.29	9.13	46	77	17.6	517	60.3	0.7	9.5	40.7
	ほしのゆめ	7.28	9.11	45	72	15.8	606	51.3	0.1	11.4	55.2
中苗 多肥	北瑞穂	8.01	9.20	50	87	18.1	517	83.3	1.8	14.7	40.3
	きらら397	7.30	9.16	48	75	16.7	673	56.8	1.4	17.8	33.4
	ななつぼし	7.30	9.15	47	82	17.6	594	67.5	2.5	18.5	41.0
	ほしのゆめ	7.29	9.13	46	77	16.1	688	53.5	0.9	17.8	56.9

- 1) 2009～2011年の3ヶ年における育成地の成績の平均値を示す。
- 2) 播種：4月15～21日，移植：5月20～23日。
- 3) 栽植密度は24株/m²（条間33.3cm，株間12.5cm），1株個体数は3本とした。
- 4) 施肥は化成肥料（14：17：12）を全量基肥とした。1aあたりの施肥量は窒素成分で標肥栽培が0.7kg，多肥栽培が1.0kgである。
- 5) 倒伏程度：0（無），1（微），2（少），3（中），4（多），5（甚）の6段階評価

第4表 移植栽培の生産力検定試験における収穫物調査成績

栽培条件	品種名	全重 (kg/a)	精玄米重 (kg/a)	同左比 きらら397 対比	屑米歩合 (%)	玄米千粒重 (g)	検査等級	精玄米重 (2010, 2011平均)*	
								(kg/a)	きらら397対比
中苗 標肥	北瑞穂	159	60.6	114	10.7	21.8	3中	66.0	110
	きらら397	136	53.4	(100)	7.7	22.4	1下	60.3	(100)
	ななつぼし	153	57.3	107	4.6	21.6	1中	64.6	107
	ほしのゆめ	140	51.8	97	9.6	21.7	1下	59.1	98
中苗 多肥	北瑞穂	171	62.7	106	12.9	21.6	3下	70.5	100
	きらら397	151	59.2	(100)	9.3	21.9	1下	70.8	(100)
	ななつぼし	172	61.1	103	8.6	21.1	1下	73.5	104
	ほしのゆめ	159	58.6	99	12.4	21.5	2中	70.6	100

- 1) 2009～2011年の3ヶ年における育成地の成績の平均値を示す。
 - 2) 試験条件は第3表に示したものと同様である。
 - 3) 精玄米重は1.9mmの篩選後のデータを示した。
 - 4) 検査等級は、検査機関による達観評価（1～3等，等外）による。「北瑞穂」の落等要因は、「充実度不足」（心白・腹白・乳白が多い）。
- *：冷害年（2009年）を除いた通常年のデータ平均を示した。

第5表 穂ばらみ期耐冷性検定試験における評価

品種名	北海道農研 (育成地)	上川農試	中央農試
	2009-2011年	2010年	2010年
北瑞穂	強	強	やや強
きらら397	やや強	やや強	やや強
ななつぼし	やや強～強	強	強
ほしのゆめ	強	強	強
初雫	極強	極強	極強

- 1) 設定水温19～20℃の中期冷水掛け流し法または恒温深水循環法により処理を行い、稔実程度を基準品種と比較して評価した。
- 2) きらら397（やや強），ほしのゆめ（強），初雫（極強）は基準品種としても供試された。

抗性遺伝子型は“*Pia, Pik*”と推定され、圃場抵抗性は葉もちが「きらら397」よりも優る“やや強”，穂もちが「きらら397」並の“やや弱”である（第6表，第7表）。

3. 玄米品質および食味特性

玄米の粒形は「きらら397」より細長い“やや細長”であり、粒大は「きらら397」と同程度で“やや大”である。「きらら397」より粒長はやや長く、粒幅はやや狭く、粒厚はやや薄い（第8表，第9表，写真2）。玄米の外観は、腹白・心白・乳白の発生程度が多く、検査等級は「きらら397」より劣る（第4表）。玄米白度および白米白度は、「きらら397」「ななつぼし」より高い（第10表）。搗精に要する時間は、「きらら397」「ななつぼし」よりやや長く、胚芽残存及び碎米は「きらら397」「ななつぼし」より多い（第11表）。

第2図のDNAマーカー電気泳動写真で示すとおり、「北瑞穂」は「夢十色」や「越のかおり」と同様に*Wx-a*遺伝子を持つため、白米のアミロース含有率は「きらら397」より高く、約30%を示す（第12

第6表 葉もち圃場抵抗性検定試験における評価

品種名	真性抵抗性 推定遺伝子型	特性基準	北海道農研 (育成地)	上川農試	中央農試
			2009-2011年	2010年	2010年
北瑞穂	<i>Pia, Pik</i>		やや強	やや強	やや強
キタアケ	<i>Pia, Pik</i>	やや強	やや強	—	—
キタヒカリ	<i>Pia, Pik</i>	中	中	—	—
ユーカーラ	<i>Pia, Pik</i>	弱	弱	—	—
きらら397	<i>Pii, Pii</i>	やや弱	やや弱	弱	やや弱
ななつぼし	<i>Pia, Pii</i>	やや弱	やや弱	やや弱	やや弱

- 1) いずれも畑晩播法による評価。前年の罹病葉を散布して発病を誘発した。発病程度を特性基準品種と比較して耐病性を評価した。
- 2) —：供試されなかったことを示す。
- 3) 真性抵抗性推定遺伝子型が「北瑞穂」とは異なるが、対照，比較品種の評価を点線以下に示した。

第7表 穂いもち圃場抵抗性検定試験における評価

品種名 系統名	真性抵抗性 推定遺伝子型	特性 基準	北海道農研 (育成地)	上川農試	中央農試
			2009-2011年	2010年	2010年
北瑞穂	<i>Pia, Pik</i>		やや弱	やや弱	やや弱
渡系8215	<i>Pia, Pik</i>	強	強	強	強
イシカリ	<i>Pia, Pik</i>	中	中	中	中
はなぶさ	<i>Pia, Pik</i>	やや弱	やや弱	中	中
キタヒカリ	<i>Pia, Pik</i>	やや弱	やや弱	やや弱	やや弱
ユーカラ	<i>Pia, Pik</i>	弱	弱	弱	弱
きらら397	<i>Pii, Pik</i>	中	やや弱	やや弱	やや弱
ななつぼし	<i>Pia, Pii</i>	やや弱	やや弱	やや弱	やや弱

- 1) 発病の誘発方法は以下のとおり。
北海道農研：「ほしのゆめ」の罹病苗を誘発源として移植。
上川農試：前年の罹病藁を散布。
中央農試：「ほしのゆめ」「彩」の罹病苗を誘発源として移植。
- 2) 各試験地とも発病程度を特性基準品種と比較して耐病性を評価した。
- 3) 真性抵抗性推定遺伝子型が「北瑞穂」とは異なるが、対照、比較品種の評価を点線以下に示した。これらは特性基準品種でもある。

第8表 玄米の粒形の特徴

品種名	粒長 (mm)	粒幅 (mm)	粒厚 (mm)	粒長/粒幅	粒長×粒幅	粒形	粒大
北瑞穂	5.29	2.68	2.06	1.98	14.19	やや細長	やや大
きらら397	5.14	2.75	2.08	1.87	14.13	中	やや大
ななつぼし	4.99	2.70	2.07	1.85	13.48	中	中
ほしのゆめ	5.17	2.70	2.04	1.92	13.95	やや細長	中

- 1) 2009年と2011年の北海道農研・生産力検定試験区の玄米について、SATAKE穀粒判別機RGQI10Bを用いて標肥区、多肥区それぞれ整粒1000粒を調査し、平均値を示した。
- 2) 粒形および粒大は稲種苗特性分類調査報告書（農林水産技術情報協会，1980）に従って判定した。

第9表 玄米の粒厚分布の比較

品種名	北海道農業研究センター(育成地)				他場			
	粒厚別(mm・重量%)				粒厚別(mm・重量%)			
	1.9≦	2.0≦	2.1≦	2.2≦	1.9≦	2.0≦	2.1≦	2.2≦
北瑞穂	14.9	38.5	39.2	7.4	12.9	35.2	44.2	7.7
きらら397	12.2	36.4	42.5	8.9	9.8	28.6	50.1	11.6
ななつぼし	10.9	35.8	44.1	9.3	6.3	24.0	53.9	15.9
ほしのゆめ	24.8	46.9	25.5	2.8	18.8	51.7	27.0	2.5

- 1) 1.9mmの篩選にかけた玄米について段篩を用いて調査した。
- 2) 北海道農研は2009-2011年、他場は上川農試、中央農試の2010年の標肥区、多肥区の平均値を示した。



写真2 「北瑞穂」の籾および玄米

(左：北瑞穂，中央：きらら397，右：ななつぼし)

第10表 玄米白度および白米白度の比較

品種名	玄米白度		白米白度	
	標肥	多肥	標肥	多肥
北瑞穂	20.3	19.6	48.4	46.5
きらら397	19.6	19.0	42.4	41.7
ななつぼし	19.1	18.0	43.1	42.4
ほしのゆめ	19.8	19.1	43.3	42.4

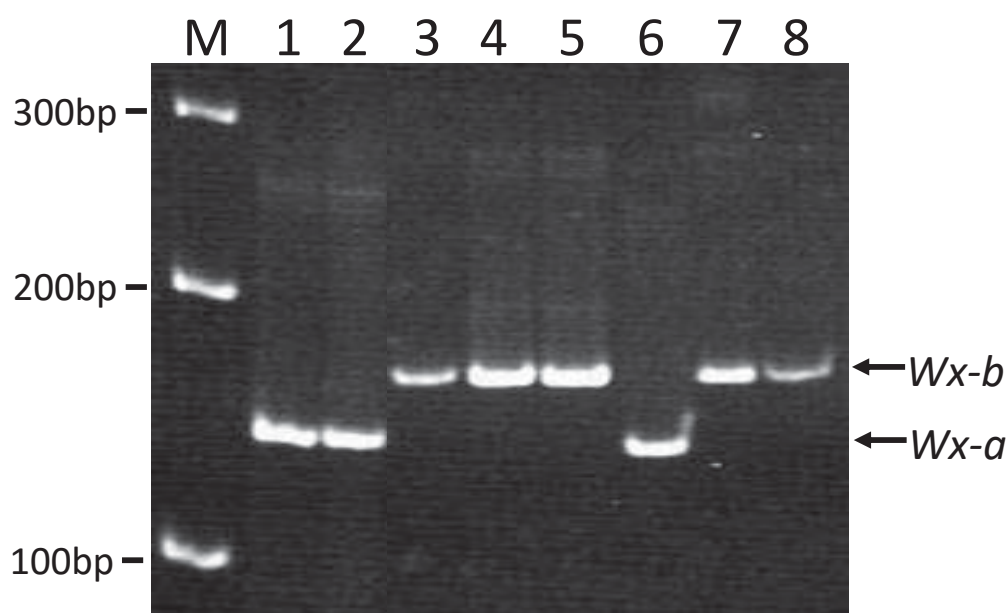
1) 北海道農研における2009-2011年の生産力検定産米の平均値を示した。白度はKett社白度計C-300で測定した。

表)。アルカリ崩壊性は“易”であり、「越のかおり」の“難”（笹原ら 2008）とは異なる（第12表）。白米のタンパク質含有率は「きらら397」、「ななつぼし」より低い（第13表）。炊飯米は粘りが弱くて硬く、食味は「きらら397」より大きく劣る（第14表）。ラピッドビスコアアナライザーを用いた「北瑞穂」の白米粉の糊化粘度特性の測定結果を第15表に示す。「きらら397」や「ななつぼし」と比べ、「北瑞穂」では、食味と正の相関が報告されて

第11表 玄米の搗精試験成績

品種名	供試玄米		調査項目	搗精時間(秒)					
	水分(%)	白度		60	70	80	90	100	110
北瑞穂	14.1	21.2	搗精歩合(%)	92.3	91.4	91.2	90.2	89.4	88.3
			胚芽残存歩合(%)	49.3	33.0	23.0	11.7	8.7	1.7
			白度	38.5	40.6	41.2	43.0	44.1	44.8
			碎米歩合(%)	4.7	8.0	6.7	9.3	12.0	14.0
きらら397	13.7	20.8	搗精歩合(%)	92.1	91.3	90.7	90.4	90.1	89.5
			胚芽残存歩合(%)	22.7	13.3	8.0	6.7	2.7	2.0
			白度	33.2	35.8	37.9	39.1	40.2	40.7
			碎米歩合(%)	0.7	1.0	1.7	2.0	2.7	5.3
ななつぼし	14.0	20.3	搗精歩合(%)	91.9	91.3	90.9	90.6	90.2	89.9
			胚芽残存歩合(%)	20.0	13.0	8.0	4.0	2.0	0.7
			白度	35.7	37.6	38.1	39.7	40.7	40.9
			碎米歩合(%)	1.0	0.7	1.0	1.3	1.3	1.7

- 1) 2011年産の北海道農研・生産力検定試験・標肥区の玄米100gを供試した。Kett社TP-2型搗精機を使用し搗精し、白度はKett社C-300で測定した。
- 2) □は適搗精時の搗精歩合を示す。適搗精時は、胚芽残存歩合および糠層の残存程度から判定した。
- 3) 胚芽残存歩合の測定には、搗精米100粒を供試し、胚芽が残存した粒を目視で判別した。
- 4) 碎米歩合は、白米10g中の碎米の重量%で示した。



第2図 Wx-a を判別するdCAPS マーカーによる反応産物の電気泳動

M: 100bp サイズマーカー, 1: 北瑞穂, 2: 夢十色, 3: 初雫, 4: きらら397, 5: ななつぼし, 6: 越のかおり, 7: ほしのゆめ, 8: おぼろづき

1) PCR, 制限酵素処理は, Yamanaka *et al.* (2004)の方法に従った。

第12表 白米中のアミロース含有率(%)とアルカリ崩壊性

品種名	北海道農研 (育成地) 2009-2011年		上川農試 2010年		中央農試 2010年		アルカリ 崩壊性
	標肥	多肥	標肥	多肥	標肥	多肥	
	北瑞穂	29.6	29.2	32.9	32.0	31.8	
きらら397	19.8	18.9	20.1	20.2	18.2	18.6	易
ななつぼし	19.3	17.7	19.1	19.1	17.9	18.1	易
ほしのゆめ	19.9	19.3	20.9	20.6	19.5	19.1	易

- 1) アミロース含有率は, ブランルーベ社オートアナライザーにより測定。
北海道農研では食味試験用として, 山本製作所精米機VP30で3回搗精した白米を用いた。上川農試・中央農試では搗精歩合90.5%の白米を使用した。
- 2) アルカリ崩壊性は, 白米を1.5%水酸化カリウム溶液に浸し, 25°C・24時間保持した後、目視観察によって判定した。

第13表 白米中のタンパク質含有率(%)

品種名	北海道農研 (育成地) 2009-2011年		上川農試 2010年		中央農試 2010年	
	標肥	多肥	標肥	多肥	標肥	多肥
	北瑞穂	5.1	5.7	6.1	6.9	6.0
きらら397	6.8	7.3	7.0	7.8	7.5	7.7
ななつぼし	5.9	6.6	7.0	7.3	7.0	7.2
ほしのゆめ	6.5	7.1	7.2	8.2	7.3	7.5

- 1) 北海道農研: ニレコ社 近赤外分析計 NIRSystems 6500で測定。
上川農試: FOSS ELECTRIC社INFRATEC1255で測定。
中央農試: ブランルーベ社インフラライザー2000で測定。
- 2) 白米の調製方法は第12表と同様である。

第14表 食味官能試験成績

品種名	つや	白さ	粘り	柔らかさ	味	総合
	光沢小～ 光沢大	くすむ～ 白い	パサパサ～ 粘る	硬い～ 柔らかい	不良～良	不良～良
北瑞穂	-2.16	0.81	-2.84	-2.20	-2.41	-2.82
きらら397	0.04	0.24	-0.05	0.04	-0.01	-0.11
ななつぼし	0.19	0.33	0.30	0.22	0.05	0.12

1) 北海道農研における2010～2011年産の同じ試験区の米で行った計4回の試験の平均値を示した。各調査項目は、20名程度のパネルにより、-3～+3の7段階で評価した。

例) つや -3: (基準と比較して) 光沢が非常に小、-2: 光沢小、-1: 光沢やや小、0: 同等、1: 光沢やや大、2: 光沢大、3: 光沢非常に大

2) 炊飯時の加水量は1.4倍で、基準は標肥栽培の「ななつぼし」とした。

第15表 ラピッドビスコアライザー (RVA) による糊化粘度特性

品種名	産地	最高粘度	ブレイクダウン	セットバック	粘度上昇 開始温度
		(RVU)	(RVU)	(RVU)	(°C)
北瑞穂	上川農試	308	87	185	69.6
きらら397	上川農試	329	154	123	71.2
ななつぼし	上川農試	346	172	113	70.8
ほしのゆめ	上川農試	326	150	128	70.5
大地の星	上川農試	315	133	129	71.2
あきたこまち	秋田	410	216	112	70.8
ひとめぼれ	宮城	402	221	112	71.5
コシヒカリ	新潟魚沼	390	202	115	72.9
ヒノヒカリ	鹿児島	376	182	118	70.8

1) 2010年産米の米を用いて、上川農業試験場において測定した。

RVA: NEWPORT SCIENTIFIC社製, RVA-4を使用。白米粉乾重3.0g, 0.01M EDTA・2K 25ml使用。

2) ブレイクダウンは「最高粘度-最低粘度」、セットバックは「最終粘度-最低粘度」で算出。

いるブレイクダウンと最高粘度 (太田ら, 1993) は非常に低い。またセットバックは非常に高い (第15表) ことから、「きらら397」よりも糊化デンプンの老化がかなり速いと判断される。

4. 米粉を用いた食品への加工適性

1) ライスパスタ (コンキリエ型) および米粉麺 (ロング型)

道内において、米の生産・加工・販売で6次産業を展開しているA社では、水稻粳品種「ゆきひかり」の白米粉または玄米粉を用いて、ライスパスタ・コンキリエ (貝殻) 型や米粉麺・ロング型を製造・販売している。そこでA社において「北瑞穂」の加工時の評価を行い、さらに北海道農研で食味官能試験を行った。その結果、A社による製麺時の評価では、比較品種「ゆきひかり」と比べて、白米

粉、玄米粉ともに麺帯のつながりに優れ、作業性に優れるとともに、乾燥時の割れも少なく、総合評価も優れた (第16表)。また白米粉によるライスパスタ・コンキリエ型 (写真3・左上) を北海道農研で食味官能試験に供試したところ、基準品種「ゆきひかり」に比べ、食感・口当たりが優れ、適度な硬さがあり、味や総合評価に優れる結果が得られた (第17表)。さらにA社の「北瑞穂」米粉麺 (写真3・左下) についても、いくつかのイベントで試食に提供したところ、「のどごしに優れる」、「適度な硬さとコシの強さ」、「麺離れが良い」などのコメントが得られ、概ね好評であった。

2) 米粉入りクッキー

道内の洋菓子製造販売B社に依頼し、「北瑞穂」50%入り米粉入りクッキー (写真3・右上) の加工作

第16表 ライスパスタ（コンキリエ型）「製麺時」の評価（A社）

米粉種類	品種名	生地状態	麺帯のつながり	製麺作業性	乾燥時の割れ	総合評価(1~5)
精白米粉	北瑞穂	やや粗い	良い	良い	少ない	4
	ゆきひかり	滑らか(基準)	普通(基準)	普通(基準)	普通(基準)	(基準)
玄米粉	北瑞穂	粗い	やや切れ易い	良い	少ない	3
	ゆきひかり	粗い	やや切れ易い	やや悪い	割れやすい	2

- 1) A社水田圃場における2010年産の米を用いた。
 2) 総合評価は基準と比較して、1：「非常に劣る」、2：「劣る」、3：「同じ」、4：「優る」、5：「非常に優る」の5段階で評価した。

第17表 ライスパスタ（白米粉・コンキリエ型）の食味官能試験（パネル11名）

品種名	つや (-3~+3)	白さ (-3~+3)	食感・ 口当たり (-3~+3)	柔らかさ (-3~+3)	味 (-3~+3)	総合 (-3~+3)	基準品種
北瑞穂	-0.36	0.18	1.00 **	-0.82 **	0.82 **	0.91 *	ゆきひかり

- 1) A社・2010年産の米を用いて製造されたライスパスタを評価した。
 2) *は5%、**は1%水準でt検定による基準との有意差ありを示す。



写真3 「北瑞穂」の米粉を用いた加工品

(左上：A社のライスパスタ・コンキリエ型，左下：A社の米粉麺ロングタイプ，
 右上：B社の50%米粉入りクッキー，右下：C社で開発された60%玄米粉クッキー)

業性評価と食味官能評価を行った。その結果、精白米粉および玄米粉のいずれにおいても、基準品種「ななつぼし」と比べて、「北瑞穂」の米粉入りクッキーでは、生地の状態や成形作業性を含めた加工作業性は同等であり、食味官能評価ではサクサク感や味に優る評価を得た（第18表）。

IV. 栽培適地および栽培上の留意点

「北瑞穂」の栽培適地は、北海道において出穂期、成熟期が「中生の中」である品種が栽培可能な地帯である。栽培上の留意点は以下の通りである。

- 1) 穂いもち病抵抗性は十分ではないので、適正な防除に努める。

- 2) 耐倒伏性は十分ではないので、極端な多肥栽培は避ける。

V. 命名の由来および育成従事者

「北瑞穂」は、北海道の北国でこの品種が、瑞々しく稲穂を垂れるのを願うことに因んで命名された。育成従事者は第19表の通りである。

VI. 論議

「北瑞穂」は、*Wx-a*遺伝子を備えた北海道向けの高アミロース米品種として育成された。これまでに高アミロース米品種は道外でいくつか育成されているが、2000年以前に育成された「夢十色」（上原

第18表 米粉50%入りクッキーの加工作業性および食味官能評価（B社）

米粉種類	品種名	加工作業性			食味官能評価			総合評価点 (1~5)
		生地状態	成形作業性	総合評価点 (1~5)	焼き色	食感 (サクサク感)	味	
精白米粉	北瑞穂	滑らか	普通(小麦粉だけの既製品と同様)	3	普通(小麦粉だけの既製品と同様)	ややサクサクする	クセがなく 美味しい	3
	ななつぼし	滑らか	普通	3	普通	ややもちもちする	淡泊、香ばしくない	2
玄米粉	北瑞穂	やや粗い	普通	3	普通	サクサクする	香ばしい、 かむと甘みある	4
	ななつぼし	やや粗い	普通	3	やや濃い	ややサクサクする	香ばしい	3

- 1) 北海道農研・2010年産の米を供試した。
- 2) 総合評価点は、1：非常に悪い，2：悪い，3：普通，4：良い，5：非常に良い，の5段階評価で行った。

第19表 育成従事者一覧

氏名	2003 交配	2004 BC ₁ F ₁	2005 BC ₁ F ₂ BC ₁ F ₃	2006 BC ₁ F ₄	2007 BC ₁ F ₅	2008 BC ₁ F ₆	2009 BC ₁ F ₇	2010 BC ₁ F ₈	2011 BC ₁ F ₉	備考
清水博之										現 北海道農業研究センター 技術支援センター
横上晴郁	10月									現 東北農業研究センター
松葉修一		4月								現 北海道農業研究センター 企画部企画室
黒木 慎	3月					4月				現 次世代作物開発研究センター
船附稚子				4月						現 西日本農業研究センター
池ヶ谷智仁								4月		現在員
田村泰章			4月 3月							現 国際農林水産業研究センター 熱帯・島嶼研究拠点

ら 1997) や「ホシユタカ」(篠田ら 1990) 等は、チャーハンやレトルト粥などの粒食の調理加工用米として普及が図られた。しかし、「北瑞穂」や北海道外で近年に育成されたいくつかの高アミロース米品種(「越のかおり」(笹原ら 2008)、「さち未来」(永野ら 2013) など) は、米粉を巡る情勢の変化などあって、米粉麺などの米粉加工用途が大きく期待されている。「北瑞穂」は「越のかおり」と同様にライスパスタや米粉麺への加工適性が高い(第17表)が、これは高アミロース米の特性が原因と考えられる。すなわち、アミロース含有率はデンプンの老化性や生地の粘りに関係し、一般の中低アミロース米では麺の表面の付着性が強いいため、麺線どうしがくっついて麺離れが悪くなるが、高アミロース米による麺では表面の付着性が弱く、麺離れが良くなる。さらに高アミロース米の米粉麺は適度な硬さを保持しており、コシのある麺として食感の向上にも寄与しているものと考えられる。このような「北瑞穂」の米粉麺への加工適性および食味適性をふまえ、実際に「北瑞穂」の米粉麺(ロングタイプ)が開発・市販されている。また、米粉入りクッキーにおいて、「北瑞穂」で示された優れたサクサク感(第18表)は高アミロース性による可能性がある。この結果も参考にして、道内のC社において、「北瑞穂」の玄米粉クッキー(玄米粉60%+小麦粉40%)が商品開発され(写真3・右下)、一般販売に至った。また米粉だけでなく、粒食としての用途においても、従来の高アミロース米同様、「北瑞穂」はピラフやリゾットへの適性も高いことが期待できる。さらに、高アミロース米は一般に難消化性デンプンや食物繊維含有量が高く、食後の血糖値の急激な上昇を抑える(Zenel and Stewart 2015)などの機能性が報告され、近年注目されつつある。「北瑞穂」においても、これら高アミロース米の機能性に関する特性は興味深い長所となりうる。一方、米粉としては、米粉パンへの加工用途にも、大きな需要があるが、一般に高アミロース米による米粉パンは硬く、パサつくなど、米粉パンへの適性は低いことが知られており(青木 2009)、「北瑞穂」についても米粉パン適性は低いという予備的な試験結果が得られている(データ省略)。高アミロース米の粒食、米粉以外の用途として、炊飯米を高速せん断攪拌することで、多様な用途に利用する「米ゲル」が最近開発され(柴田ら 2012)、新たな需要が期待で

きる。今後も、高アミロース米という新しい素材を活かせる用途、加工技術が開発されることを想定し、より望ましい農業特性(多収性、低コスト生産を可能とする直播栽培適性、耐病性など)を付与する品種改良についても継続していく計画である。

「北瑞穂」は2014年産から国の多収性専用品種および北海道における産地品種銘柄指定を受けた。2015年4月における種子の利用許諾先は1件であり、複数の原種苗提供契約による種子配付量を含め、推定される2015年の普及面積は約4haである。2015年3月に策定された「食料・農業・農村基本計画」には、「食料の安定供給を確保するため、農業や食品産業が、消費者ニーズへの的確な対応や新たな需要の取り組み等を通じて健全に発展するため、6次産業化等を促進する」方針が記載された。米粉麺等への加工適性があり、また一般の主食用米とは異なる用途、高アミロース性に関する機能性を利用した新しい商品開発が期待される「北瑞穂」は、6次産業化に資する有望な素材の1つである。北海道で栽培可能な高アミロース米品種として、「北瑞穂」がさらに普及し、北海道産米の新規需要拡大の一端を担うことが期待される。

謝 辞

「北瑞穂」の育成にあたっては、農林水産省の委託プロジェクト研究「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」(実施年度2006~2010年)の助成を受けた。また、特性検定の実施などで北海道立総合研究機構・農業研究本部・農業試験場の関係者から多大な協力をいただいた。道内のA社では、北瑞穂の試験栽培から米粉麺の試作と評価、洋菓子製造B社では、米粉入りクッキーの試作と評価、C社では、北瑞穂を用いた米粉入りクッキーの商品開発から一般販売までを手がけて頂いた。また北海道農業研究センター業務第2科職員として、小田認氏、笠井健二氏(現畜産研究部門)、佐藤勝彦氏、澤田将氏(現野菜花き研究部門)に支援をいただいた。室内調査や圃場作業等で非常勤職員の太谷美恵子氏、故・石川良子氏、南久子氏、矢内厚子氏、北川紗由利氏、近藤美奈子氏、天城美幸氏、菊池智子氏、千高佐知子氏、菅原里佳氏、中島睦美氏、小林裕子氏には多大の支援をいただいた。また芦田かなえ博士には、「北瑞穂」の玄米粉クッキーの商品化等に多大なる協力をいただいた。さら

に、次世代作物開発研究センター・梅本貴之博士と
 入来規雄作物開発研究領域長には試験成績の取りま
 とめに当たって貴重なご助言をいただいた。ここに
 記して深謝する。

引用文献

- 1) 青木法明(2009): 米粉を用いた製パン試験の現状. 食品工業, 52(12), 29-35
- 2) 永野邦明, 松永和久, 早坂浩志, 薄木茂樹, 小山倫子, 千葉文弥, 宮野法近, 佐々木都彦, 遠藤貴司, 我妻謙介(2013): 水稻新品種「さち未来」について. 宮城県古川農業試験場研究報告 11, 1-16
- 3) 農林水産技術情報協会 (1980) 稲種苗特性分類基準調査報告書. 農林水産技術情報協会, 東京.
- 4) 農林水産省大臣官房政策課(2015) 平成26年度食料需給表. 農林水産省. 東京.
- 5) 太田早苗, 佐々木忠雄, 田中一生, 吉村徹(1993): 道内水稻品種系統におけるラピッドビスコアライザー(RVA)と食味の関係. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会会報 34, 70-71
- 6) 笹原英樹, 三浦清之, 清水博之, 後藤明俊, 重宗明子, 長岡一朗, 上原泰樹, 小林陽, 太田久稔, 福井清美, 大槻寛, 矢野昌裕, 小牧有三(2013): 製麺用高アミロース水稻品種「越のかおり」の育成. 中央農業総合研究センター研究報告 19, 15-29
- 7) 柴田真理朗, 杉山純一, 藤田かおり, 蔦瑞樹, 吉村正俊, 粉川美踏, 荒木徹也(2012): 攪拌処理処理による高アミロース米ゲル物性の変化. 日本食品科学工学会誌, 59(5), 220-224
- 8) 篠田治躬, 岡本正弘, 星野孝文, 坂井真, 柴田和博, 藤井啓史, 鳥山國士, 山田利昭, 小川紹文, 関沢邦雄, 山本隆一(1990): 多収性水稻新品種「ホシユタカ」の育成. 中国農業試験場研究報告 6, 135-148
- 9) 上原泰樹, 小林陽, 古賀義昭, 内山田博士, 清水博之, 太田久稔, 福井清美, 大槻寛, 三浦清之, 堀内久満, 奥野員敏, 藤田米一, 石坂昇助, 中川原捷洋, 山田利昭(1997): 水稻新品種「夢十色」の育成. 北陸農業試験場報告 39, 23-47
- 10) Yamanaka, S., Nakamura, I., Watanabe, KN. and Sato, Y. (2004) Identification of SNPs in the *waxy* gene among glutinous rice cultivars and their evolutionary significance during the domestication process of rice. *Theor. Appl. Genet.*, 108(7), 1200-1204.
- 11) Zenel, A. M. And Stewart, M. L. (2015) High amylose white rice reduces post-prandial glycemic response but not appetite in humans. *Nutrients*, 7, 5362-5374

Breeding of “Kitamizuho”, a rice cultivar with high amylose content suitable for processing.

Shuichi MATSUBA¹⁾, Hiroyuki SHIMIZU²⁾, Narifumi YOKOGAMI³⁾, Makoto KUROKI⁴⁾,
Wakako FUNATSUKI⁵⁾, Tomohito Ikegaya and Yasuaki Tamura⁶⁾

Summary

“Kitamizuho”, a new rice cultivar with high amylose content in the endosperm was bred from the progeny of backcross between “Yumetoiro” (donor parent), which has high amylose content, and “Hatsushizuku” (recurrent parent), a cultivar for sake brewing with high cold tolerance at Hokkaido Agricultural Research Center, NARO.

1. “Kitamizuho” is a moderate maturing cultivar, and its heading and maturing dates are slightly later than those of “Kirara397”, one of leading cultivars in Hokkaido.
2. “Kitamizuho” has high tolerance to cold temperature at the booting stage.
3. “Kitamizuho” is estimated to possess the true resistance gene *Pia* and *Pik* for blast disease. Its field resistance to leaf and panicle blast are moderate resistant and moderate sensitive, respectively.
4. Yielding ability of “Kitamizuho” is slightly superior to “Kirara397”. The grain weight of “Kitamizuho” is slightly lighter and the grain thickness of “Kitamizuho” is slightly thinner than that of “Kirara 397”.
5. The amylose content in the endosperm of “Kitamizuho” is very high and the value is approximately 30%.
6. “Kitamizuho” is suitable for rice noodle and rice cookies because of the feature of high amylose content.

“Kitamizuho” is considered to be adaptable to major rice cultivating areas in Hokkaido.

Key words : Rice, New cultivar, High amylose content in the endosperm, Rice flour

Division of Crop Breeding Research, Hokkaido Agricultural Research Center, NARO

1) Present address: Planning Section, Department of Planning, Hokkaido Agricultural Research Center, NARO.

2) Present address: Technical Support Center, Hokkaido Agricultural Research Center, NARO.

3) Present address: Division of Lowland Farming Research, Tohoku Agricultural Research Center, NARO.

4) Present address: Division of Rice Research, Institute of Crop Science, NARO.

5) Present address: Promotion Section of Industry–Academia Collaboration, Department of Planning, Western Region Agricultural Research Center, NARO.

6) Present address: Tropical Agriculture Research Front, JIRCAS.

