

秋まきコムギ新品種「きたさちほ」の育成^{*1}

神野 裕信 ^{*2}	吉村 康弘 ^{*2}	西村 努 ^{*3}	小林 聡 ^{*4}
佐藤三佳子 ^{*5}	足利 奈奈 ^{*2}	来嶋 正朋 ^{*2}	中道 浩司 ^{*5}
柳沢 朗 ^{*4}	池永 充伸 ^{*5}	荒木 和哉 ^{*6}	谷藤 健 ^{*7}
樋浦 里志 ^{*8}	田引 正 ^{*9}		

秋まきコムギ「きたさちほ」は、2000年に北海道立北見農業試験場作物研究部小麦科（農林水産省小麦育種指定試験地、現北海道立総合研究機構北見農業試験場研究部麦類グループ）においてコムギ縞萎縮病抵抗性、穂発芽耐性に優れた、やや早生、良質品種の育成を目的に、「北系1731」を母、「北見72号」（後の「きたもえ」）を父として人工交配を行った雑種後代から育成された。2011年1月に「北見83号」として北海道優良品種に認定され、2013年10月に「きたさちほ」の名で品種登録された。

本品種は、成熟期が「きたもえ」より3日早い“やや早生”種である。稈長および穂長は「きたもえ」よりやや長い。コムギ縞萎縮病抵抗性は「きたもえ」と同等の“中”で、北海道の日本めん用品種では最も強い。容積重は「きたもえ」よりも大きい。製めん適性は、ゆでうどんの色が「きたもえ」と同等に優れ、粘弾性は優り、「きたもえ」の品質面の欠点が改善されている。本品種の栽培によりコムギ縞萎縮病発生地帯のコムギの品質および生産の安定性向上が図られると期待される。

緒 言

コムギ縞萎縮病は、コムギ縞萎縮ウイルス（Wheat yellow mosaic virus）を病原とする土壤伝染性の病害である。コムギ縞萎縮ウイルスは土壤生息性の原生生物 *Polymyxa graminis* により媒介される。北海道では1991年に恵庭市等で初めて確認⁹⁾され、本病害に抵抗性を持たない「ホクシン」¹⁹⁾の普及に伴い被害が顕在化し、

2012年までに9振興局、51市町村で発生が確認された⁴⁾。コムギ縞萎縮ウイルスに感染したコムギは、越冬後の株が黄化や萎縮症状を呈し、抵抗性を持たない品種では最大50%以上の減収を生じる場合がある^{4) 11) 12)}。このため、コムギ縞萎縮病の多発地帯では2000年に育成された抵抗性品種「きたもえ」²⁰⁾が栽培されており、コムギ作の安定化や輪作体系の維持に貢献している。しかし「きたもえ」はアミロース含量が高いことから、ゆでうどんの粘弾性は「ホクシン」より劣る²⁰⁾。また、近年の栽培環境の変化から、年次により容積重の低下など品質取引項目の基準¹⁰⁾に満たないといった問題が生産現場から寄せられている。

2006年に育成された「きたほなみ」²¹⁾は従来のめん用コムギ品種に比較して、灰分含量が低く、製粉性や粉色、製めん適性が優れている。さらに多収で穂発芽耐性に優れるため「ホクシン」からの置き換えが進められ、2011年には北海道のコムギ作付けの大部分⁵⁾を占める基幹品種となった。しかし、「きたほなみ」はコムギ縞萎縮病の抵抗性が“やや弱”であるため、同病が多発する圃場での栽培には適していない²¹⁾。このため、生産現場からは、発生面積や被害の拡大しているコムギ縞萎縮病に対して抵抗性を有する、高品質で生産安定性の高い品

2014年10月31日受理

^{*1} 本報の一部は、日本育種学会第120回講演会で発表した。

^{*2} （地独）北海道立総合研究機構北見農業試験場、099-1496 常呂郡訓子府町
E-mail: jinno-hironobu@hro.or.jp

^{*3} 同上（現：同上川農業試験場、078-0397 上川郡比布町）

^{*4} 同上（現：同十勝農業試験場、078-0397 河西郡芽室町）

^{*5} 同上（現：同中央農業試験場、069-1395 夕張郡長沼町）

^{*6} 同上（現：同中央農業試験場遺伝資源部、073-0013滝川市）

^{*7} 同上（現：同食品加工研究センター、069-0836 江別市）

^{*8} 同上（現：北海道オホーツク総合振興局、093-8585網走市）

^{*9} 同上（現：（独）農業・食品産業技術総合研究機構北海道農業研究センター、082-0081 河西郡芽室町）

種が強く望まれてきた。

「きたさちほ」は、「きたもえ」と同等のコムギ縮病抵抗性を有し、「きたもえ」の欠点であったうどんの粘弾性が改善され、製めん適性が優れる。また「きたもえ」よりも容積重が大きい。本品種の栽培によりコムギ縮病発生地帯のコムギの品質および生産の安定性向上が図られることが期待される。

育種目標と育成経過

「きたさちほ」は、1999年度（2000年6月、以下播種

年度をもって示す）に北海道立北見農業試験場において、コムギ縮病抵抗性、穂発芽耐性に優れた、やや早生、良質品種の育成を目標に、早生・耐雪性“やや強”・穂発芽性“やや難”・良質の「北系1731」を母、やや早生・縮病抵抗性“やや強”・耐雪性“やや強”・穂発芽性“やや難”の「北見72号」（後の「きたもえ」）を父として人工交配を行い（表1、図1）、2000年度にF₁養成、2001年度にF₂で個体選抜を行い、以降、系統育種法により選抜、固定を図ってきたものである（表2）。

2004年度（F₅世代）に「16045」として小規模生産力

表1 親系統の特性

系統名	成熟期	穂発芽性	耐倒伏性	耐寒性	耐雪性	赤かび病抵抗性	赤さび病抵抗性	うどんこ病抵抗性
北系1731（母）	早	やや難	強	中	やや強	やや弱	弱	やや強
北見72号（父）	やや早	やや難	強	中	やや強	やや弱	やや弱	やや強

表2 育成経過

播種年度	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
世代	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
供試系統群数					21	9	5	2	1	1	1
供試系統数				121	63	35	25	13	10	30	30
供試個体数		23個体	5175個体								
選抜系統群数					9	5	2	1	1	1	1
選抜系統数			121個体	21	9	5	2	1	1	1	1
選抜個体数	23粒	5175粒			35	25	13	10	30	30	30
生産力検定	小規模生産力試験					ドリル標肥					
	予備試験					ドリル標肥					
	本試験							標準栽培 ドリル標肥 ドリル多肥			
系統番号	訓交3229					16045	北系1824	北見83号			
	23粒	23個体	5175個体	1 ・ ⑫ ・ 121	① 2 3	1 2 ③ 4 5	1 2 3 ④ 5	1 ② ・ ・ 10	① ・ ・ 30	1 ・ ⑭ ・ 30	1 ・ ⑫ ・ 30

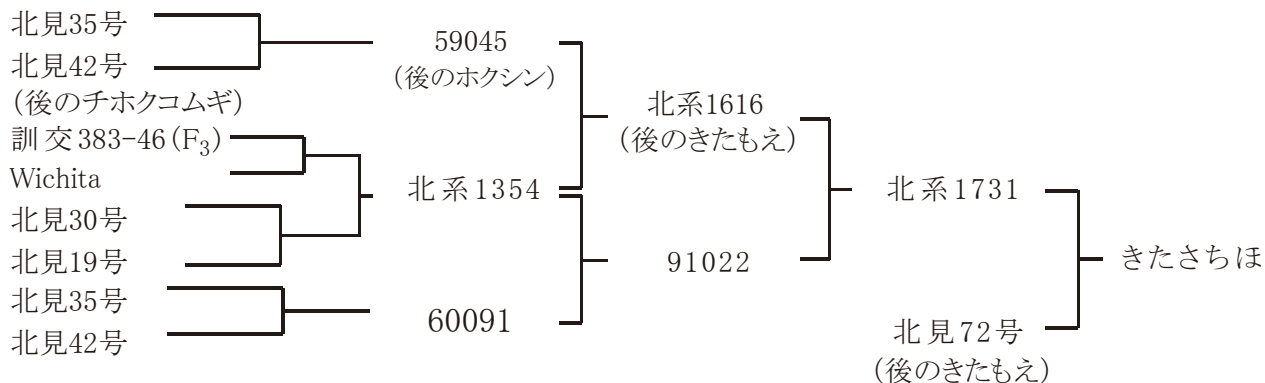


図1 「きたさちほ」の系譜

試験，コムギ縮萎縮病抵抗性などの各種特性検定試験に供試し，2005年度（F₆世代）に「北系1824」として生産力検定予備試験，特性検定試験，系統適応性検定試験に供試した。その結果成績が良好であったので，2006年度（F₇世代）より「北見83号」の系統名を付して奨励品種決定調査に供試した（表2）。2011年1月に北海道優良品種に認定され，2012年3月に「小麦農林174号」として農林認定された。2013年10月に「きたさちほ」の名で品種登録された（品種登録番号第22745号）。

特性の概要

1. 形態的特性

叢性は“直立”，株の開閉は“やや閉”である。稈長は“やや短”で「きたもえ」と同程度，稈の細太は“やや太”である。稈のワックスの多少は“少”である。葉色は“やや淡”で，葉身の下垂度は「きたもえ」と同程度である。穂型は“棒状”で，粒着は“密”である。芒は無く，ふの色は“淡黄”である。粒形は“中”，粒の大小は“やや大”で，粒色は“黄褐色”である。黒目粒は少なく“無～極少”，千粒重は“やや大”，容積重は「きたもえ」より大きい“やや大”である。原麦粒のみかけの品質は「きたもえ」と同等である（表3）。

2. 生態的特性

播性は“Ⅵ”で「きたもえ」と同じである（表3）。出穂期は「きたもえ」より2日，成熟期は「きたもえ」より3日早く，“やや早”に属する。耐倒伏性は「きたもえ」と同程度の“強”である。耐寒性は「きたもえ」と同程度の“中”，耐雪性は「きたもえ」と同程度の“やや強”である。赤さび病抵抗性は「きたもえ」にやや優る“やや弱”，うどんこ病抵抗性は「きたもえ」と同程度の“やや強”，赤かび病抵抗性は「きたもえ」と同程度の“やや弱”，コムギ縮萎縮病抵抗性は「きたもえ」と同程度の“中”である（表4）。穂発芽性は「きたもえ」と同程度の“やや難”である（表5）。

3. 収量

育成地の標準栽培およびドリル播標肥栽培では子実重は「きたもえ」対比96～105%と同程度である（表6）。全道3カ所の農業試験場で行った奨励品種決定基本調査の結果では，子実重は「きたもえ」対比で98～106%と同程度である（表7）。3ヵ年のべ59例の現地試験では，「きたさちほ」の子実重は「ホクシン」対比107%である（表8）。コムギ縮萎縮病発生圃場における子実重は，発病が激しい圃場では「きたもえ」比100%と同程度である（表9）。発病が比較的軽微な圃場では，「ホクシン」

表3 「きたさちほ」の形態的特性と生態的特性

品種名	叢性	株の開閉	稈長	稈の細太	稈のワックス	葉色	葉身の下垂度	穂型	粒着の疎密	ふの色	粒形	千粒重	容積重	外観品質
きたさちほ	直立	やや閉	やや短	やや太	少	やや淡	中	棒状	密	淡黄	中	やや大	やや大	中上
きたもえ	直立	閉	やや短	中	少	やや淡	中	棒状	密	淡黄	中	やや大	中	中上
ホクシン	直立	閉	やや短	やや太	少	やや淡	やや大	棒状	密	淡黄	中	やや大	中	中上
きたほなみ	直立	閉	やや短	やや太	少	中	中	棒状	密	淡黄	中	やや大	中	中上

品種名	播性程度	出穂期	成熟期	耐倒伏性	耐寒性	耐雪性	縮萎縮病抵抗性	赤かび病抵抗性	うどんこ病抵抗性	赤さび病抵抗性	穂発芽性
きたさちほ	Ⅵ	やや早	やや早	強	中	やや強	中	やや弱	やや強	やや弱	やや難
きたもえ	Ⅵ	やや早	やや早	強	中	やや強	中(やや強)	やや弱(中)	やや強	弱(やや弱)	やや難
ホクシン	Ⅵ	やや早	やや早	強	中	やや強	弱	やや弱	やや強	弱(やや弱)	中
きたほなみ	Ⅵ	やや早	やや早	強	中	やや強	やや弱	中	やや強	やや強	やや難

注) 特性が過去の成績や種苗登録と異なる場合，過去の評価を（ ）で示した。

表4 「きたさちほ」のコムギ縮萎縮病抵抗性

品種名	2006年	評価	2007年	評価	2008年	評価	2009年	評価	累年評価
きたさちほ	1.0	やや強	1.5	中	2.0	中	2.0	中	中
きたもえ	2.0	中	2.0	中	2.0	中	2.0	中	中(やや強)
ホクシン	4.0	弱	4.0	弱	4.0	弱	4.0	弱	弱
チホクコムギ	2.0	中	2.5	やや弱	2.0	中	2.0	中	中
ホロシリコムギ	1.0	やや強	2.0	中	2.0	中	2.0	中	中
きたほなみ	3.0	やや弱	3.0	やや弱	4.0	弱	3.0	やや弱	やや弱
Madsen	0.0	強	0.0	強	0.0	強	0.0	強	強

注) A市の多発圃場で実施，数字は発病指数（0：無～4：甚）。

累年評価の「中（やや強）」は，評価は「中」であるが品種登録時は「やや強」であったことを示す。

表5 「きたさちほ」の穂発芽性

系統・ 品種名	穂発芽性 (十勝農試) ¹⁾				
	穂発芽程度		評価	穂発芽 粒率 ²⁾	α -アミラーゼ 活性 ³⁾
	成熟期刈り	晩刈り			
きたさちほ	0.8	1.4	やや難	0.0	1.61
きたもえ	1.3	2.5	中	1.5	2.48
ホクシン	3.7	4.4	やや易	1.2	2.90
チホクコムギ	4.6	5.0	易	15.8	4.77
ホロシリコムギ	4.3	5.0	易	8.4	4.46
きたほなみ	1.1	2.0	やや難	4.2	3.04
北系1354	0.9	1.8	やや難	2.0	2.05
北系1802	0.3	0.6	難	0.3	1.38

系統・ 品種名	穂発芽程度（北見農試） ⁴⁾												
	2006年			2007年			2008年			2009年			累年 評価
	成熟期刈り	晩刈り	評価	成熟期刈り	晩刈り	評価	成熟期刈り	晩刈り	評価	成熟期刈り	晩刈り	評価	
きたさちほ	0.0	0.1	難	0.0	0.1	やや難	0.0	0.2	やや難	0.0	0.6	難	やや難
きたもえ	0.1	0.5	やや難	0.0	0.0	やや難	0.1	0.3	やや難	0.1	1.3	やや難	やや難
ホクシン	0.4	2.9	中	0.6	1.8	中	0.4	1.9	中	0.2	2.2	中	中
チホクコムギ	3.0	4.6	やや易	2.3	3.7	やや易	0.7	4.4	やや易	2.6	4.5	やや易	やや易
ホロシリコムギ	0.8	3.9	中	0.4	1.1	中	0.7	2.5	中	1.1	4.1	やや易	中
きたほなみ	0.0	0.4	やや難	0.0	0.1	やや難	0.1	0.4	やや難	0.2	1.3	やや難	やや難
北系1354	0.0	0.1	難	0.0	0.0	難	0.1	0.1	難	0.0	0.3	難	難
北系1802	0.0	0.2	難	0.0	0.0	かなり難	0.0	0.0	極難	0.1	0.6	極難	極難

注1) 調査は8～11日間の人工降雨処理(15℃)による穂発芽程度(0:無～5:甚)(2007～2010年平均)。晩刈りは成熟期1週間後収穫。

注2) 立毛状態で圃場に放置後に晩刈りし、発芽粒率(%)を調査。

注3) 上記サンプルの α -アミラーゼ活性(ln620Abs/g)を中央農試農産品質グループで測定。

注4) 調査は8～9日間(北見)の人工降雨処理(15℃)による穂発芽程度(0:無～5:甚)。晩刈りは成熟期1週間後収穫。

表6 「きたさちほ」の育成地における生育および収量

品種名	試験名	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 程度	子実重 (kg/a)	同左比 (%)	容積重 (g/l)	千粒重 (g)	外観 品質
きたさちほ	手播	6/10	7/25	86	8.4	712	0.8	54.9	96	837	35.8	中上
きたもえ	標準	6/12	7/28	82	7.3	720	0.5	57.5	100	819	35.3	中上
ホクシン	栽培	6/10	7/25	86	8.5	712	1.1	57.0	99	817	35.7	中上
きたほなみ		6/11	7/27	84	8.5	705	0.8	65.7	114	830	36.0	中上
きたさちほ	ドリル	6/11	7/26	86	8.8	735	0.9	60.0	105	828	36.1	中上
きたもえ	播	6/14	7/27	79	7.5	714	0.3	56.9	100	804	35.2	中上
ホクシン	標肥	6/11	7/25	85	8.8	702	0.9	62.5	110	805	35.2	中上
きたほなみ		6/13	7/27	82	8.8	696	0.4	66.3	116	825	36.8	中上

注) 2006～2009年の4ヵ年平均。倒伏程度は無(0)～甚(5)。

表7 「きたさちほ」の奨励品種決定基本調査における生育および収量

試験 場所	品種名	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏程度	子実重 (kg/a)	同左比 (%)	容積重 (g/l)	千粒重 (g)	外観 品質
中央 農試	きたさちほ	6/5	7/19	94	8.5	737	1.1	67.1	98	823	38.5	中上+
	きたもえ	6/9	7/20	87	7.5	719	0.2	68.4	100	803	36.5	中上
	ホクシン	6/5	7/17	91	8.4	720	1.0	61.0	89	802	37.3	中上
	きたほなみ	6/7	7/20	89	8.6	777	0.9	76.7	112	806	38.1	中上
上川 農試	きたさちほ	6/5	7/16	86	8.6	626	0.1	62.5	106	805	42.5	中上
	きたもえ	6/9	7/17	79	7.3	624	0.0	59.1	100	782	39.2	中上
	ホクシン	6/6	7/15	82	8.4	658	0.3	61.4	104	786	41.1	中上
	きたほなみ	6/7	7/17	82	8.5	636	0.1	71.4	121	782	40.7	中上
十勝 農試	きたさちほ	6/7	7/24	93	8.5	686	0.0	55.1	103	843	38.6	中上
	きたもえ	6/8	7/22	88	7.4	660	0.0	53.3	100	823	37.2	中中
	ホクシン	6/7	7/22	92	8.5	694	0.1	54.9	103	828	38.4	中上
	きたほなみ	6/8	7/24	87	8.7	627	0.0	60.0	112	839	38.8	中上

注) 2006～2009年の4ヵ年平均。倒伏程度は無(0)～甚(5)。

表8 「きたさちほ」の現地試験における生育および収量

試験地域	品種名	試験年次	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏 程度	子実重 (kg/a)	同左比 (%)	容積重 (g/l)	千粒重 (g)	試験 場所
道央南部	きたさちほ	2007～	6/5	7/18	90	8.7	775	0.7	50.1	100	847	38.6	伊達
	きたもえ	2009年	6/6	7/19	82	7.3	832	0.0	50.2	100	829	37.5	
道央羊蹄 山麓	きたさちほ	2007～	6/12	7/25	85	8.3	565	1.8	52.8	109	844	38.8	倶知安
	ホクシン	2009年	6/10	7/21	80	8.3	583	2.0	48.3	100	824	38.0	
道央中部	きたさちほ	2007～	6/7	7/21	86	9.0	640	1.1	63.1	106	827	39.3	千歳、岩見沢、深川、安平、長沼、 当別、共和、富良野、美瑛
	ホクシン	2009年	6/7	7/21	84	8.6	610	1.3	59.5	100	807	38.4	
道央北部	きたさちほ	2007～	6/5	7/22	95	9.1	503	0.0	60.8	102	822	38.4	羽幌
	ホクシン	2008年	6/5	7/20	92	8.7	581	1.7	59.8	100	801	37.0	
道北	きたさちほ	2007～	6/6	7/30	92	9.4	530	0.0	57.8	110	860	47.4	美深
	ホクシン	2008年	6/6	7/28	91	8.4	427	0.0	52.4	100	848	46.0	
十勝中部	きたさちほ	2007～	6/9	7/27	91	8.8	684	0.8	52.6	108	825	39.4	更別、本別、音更
	ホクシン	2008年	6/9	7/26	88	8.2	670	0.7	48.7	100	804	40.4	
十勝山麓	きたさちほ	2007～	6/7	7/26	94	8.8	793	0.0	64.4	102	800	35.6	鹿追
	ホクシン	2008年	6/7	7/25	93	8.8	772	0.3	63.3	100	775	36.8	
十勝沿海	きたさちほ	2007～	6/12	7/30	90	9.2	781	0.8	51.7	113	801	34.6	豊頃、大樹
	ホクシン	2008年	6/12	7/29	87	8.6	731	1.2	45.7	100	792	37.2	
網走内陸	きたさちほ	2007～	6/8	7/25	84	8.8	667	1.8	59.5	113	830	37.5	大空、北見、北見市 端野
	ホクシン	2009年	6/8	7/24	82	8.2	640	1.7	52.5	100	809	38.1	
網走沿海	きたさちほ	2007～	6/11	7/30	87	8.6	752	0.6	57.2	101	832	37.5	清里、網走
	ホクシン	2009年	6/11	7/30	88	8.8	725	0.6	56.5	100	821	38.5	
道南北部	きたさちほ	2007～	6/6	7/19	95	9.0	557	1.5	58.4	102	818	39.6	今金
	ホクシン	2009年	6/4	7/18	91	8.9	606	2.0	56.9	100	804	38.6	
道南南部	きたさちほ	2007～	6/3	7/15	91	8.6	512	1.0	37.1	112	809	37.1	厚沢部
	ホクシン	2009年	6/3	7/15	89	8.8	690	1.0	33.2	100	787	36.5	
全道	きたさちほ	2007～	6/8	7/24	88	8.9	656	1.0	58.5	107	825	38.5	26箇所 のべ59試験
	ホクシン	2009年	6/7	7/23	86	8.5	644	1.2	54.8	100	807	38.5	

注) 数字は各試験年次および試験箇所の平均値。倒伏程度は無(0)～甚(5)。

表9 「きたさちほ」のコムギ縮病発生圃場発生圃場における生育および収量

縮病の 発生状況 ¹⁾	品種名	のべ 試験数	コムギ縮 病発生程度	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/㎡)	倒伏程 度	子実重 (kg/a)	同左比 (%)	容積重 (g/l)	千粒重 (g)
多～甚	きたさちほ	3	2.3	6/5	7/18	90	8.7	775	0.7	50.1	100	847	38.6
	きたもえ		2.2	6/6	7/19	82	7.3	832	0.0	50.2	100	829	37.5
微～少①	きたさちほ	7	1.0	6/8	7/22	80	8.9	613	1.0	58.6	110	825	36.8
	ホクシン		2.3	6/8	7/22	76	8.4	536	1.0	53.4	100	808	37.5
微～少②	きたさちほ	4	0.3	6/9	7/22	82	9.1	676	1.5	62.0	98	817	35.5
	きたほなみ		1.4	6/10	7/22	80	8.9	669	1.8	63.4	100	809	34.9

注1) “多～甚”はA市における調査。“微～少①”はB市、C町、D町、E町における調査。

“微～少②”はB市、C町における調査。数字はいずれも2007～2009年の平均。

注2) コムギ縮病および倒伏程度は無(0)～甚(5)の6段階評価

対比では110%と多収で、「きたほなみ」対比では98%と同程度である。

4. 品質

製粉特性は、製粉歩留が「きたもえ」と同程度の“中”、ミリングスコアが「きたもえ」と同程度の“やや高”である(表10)。粒質は“粉状質”、60%粉粗蛋白質含量は“やや少”、60%粉灰分含量は“やや少”である。ファリノグラムの特性は吸水率、バロリメーターバリュウが「きたもえ」と同程度の“低”である。エキステンソグラムの特性は、伸張抵抗は“中”、伸張度は“中”、形状係数は“やや大”である。アミログラムの最高粘度は「きたもえ」

より高い“大”である。粉色は、粉の赤色みが“かなり低”、粉の黄色みが“かなり高”であり「きたもえ」と同程度である(表11)。製めん適性は「きたもえ」と比較して、ゆでうどんの色は同程度で、粘弾性は高く、優れる。

栽培適地及び栽培上の注意

「きたさちほ」の普及見込み地帯は北海道のコムギ縮病発生地帯である。

栽培上の注意として、過繁茂になると「きたもえ」よりも倒伏程度が大きくなる場合があるので、栽培管理に留意する。

表10 「きたさちほ」の製粉性と60%粉性状¹⁾

栽培法	品種名	原粒灰分 (%)	原粒蛋白 (%)	製粉歩留 (%)	ミリング スコア	BM率 ²⁾ (%)	60%粉性状			
							灰分 (%)	蛋白 (%)	アミロース (%)	アミロMV (BU)
標準栽培	きたさちほ	1.35	10.5	69.0	84.2	34.0	0.38	8.8	21.9	829
	ホクシン	1.40	10.3	67.8	81.4	30.7	0.42	8.7	22.0	878
	きたもえ	1.40	10.4	68.5	83.1	31.6	0.39	8.7	24.3	639
	きたほなみ	1.27	9.4	72.0	87.3	31.2	0.38	8.2	22.2	736
ドリル播 標肥	きたさちほ	1.35	10.5	69.2	84.2	32.1	0.39	8.6	22.5	764
	ホクシン	1.47	10.4	67.7	81.7	29.9	0.41	8.7	22.4	791
	きたもえ	1.42	10.2	68.3	83.0	32.0	0.39	8.5	24.4	653
	きたほなみ	1.27	9.7	72.7	87.9	30.6	0.38	8.1	22.5	685
ドリル播 多肥	きたさちほ	1.36	11.5	67.7	83.3	33.0	0.38	9.5	22.4	781
	ホクシン	1.42	11.2	66.4	80.3	30.8	0.41	9.4	22.2	758
	きたもえ	1.39	11.7	67.3	82.0	30.4	0.40	9.6	24.7	628
	きたほなみ	1.27	10.7	70.6	85.7	30.5	0.38	9.1	22.7	705

栽培法	品種名	ファリノグラム ³⁾					エキステンソグラム (135min) ⁴⁾			
		Ab. (%)	DT. (min)	Stab. (min)	Wk. (BU)	VV	A (cm ²)	R (BU)	E (mm)	R/E
標準 または ドリル播	きたさちほ	52.0	2.0	2.7	106	42	58.8	178.8	183.4	1.09
	ホクシン	51.1	1.3	3.0	114	38	74.7	208.8	196.1	1.20
	きたもえ	52.2	1.5	2.3	121	38	57.7	198.3	170.6	1.39
	きたほなみ	52.6	1.8	2.6	113	40	59.8	217.3	163.9	1.60

注1) 北見農試産。2006～2009年の4ヵ年平均。ただし、エキステンソグラムは2006～2008年の3ヵ年平均。
ファリノグラムおよびエキステンソグラムは、2006年はドリル標肥播栽培、2007年は標準栽培、2008年および2009年はドリル播多肥栽培の生産物を使用。

注2) BM率は(B粉/M粉)×100により算出。粒の硬度をみる参考になる。硬質より軟質の方が高い。

注3) Ab., DT., Stab., Wk., VVはそれぞれ吸水率、生地形成時間、安定度、弱化度、バリロメーターバリュー。

注4) A,R,E,R/Eはそれぞれエキステンソグラムの面積、伸長抵抗、伸長度、形状係数

表11 「きたさちほ」の粉色と製めん適性

試験場所	品種名	点数	カラー バリュー	粉色			ゆでうどんの官能検査 ²⁾						
				L*	a*	b*	色 (20)	外観 (15)	かたさ (10)	粘弾性 (25)	滑らかさ (15)	食味 (15)	合計 (100)
北見農試 (標準栽培)	きたさちほ	4	-	89.18	-0.84	19.56	17.3	10.7	7.0	17.7	10.6	10.5	73.8
	きたもえ	4	-	88.97	-0.52	18.61	16.9	10.6	6.9	16.0	10.4	10.5	71.4
	ホクシン	4	-	89.05	-0.24	16.25	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0
	きたほなみ	4	-	89.40	-0.66	17.36	17.9	10.8	7.1	17.7	10.6	10.5	74.5
北見農試 (ドリル標肥)	きたさちほ	4	-	89.26	-0.76	19.60	17.5	10.7	7.0	17.6	10.5	10.5	73.7
	きたもえ	4	-	89.07	-0.63	18.96	17.0	10.7	6.9	16.1	10.5	10.5	71.7
	ホクシン	4	-	89.22	-0.29	16.33	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0
	きたほなみ	4	-	89.46	-0.61	17.60	17.8	10.7	7.0	17.4	10.6	10.5	74.0
北見農試 (ドリル多肥)	きたさちほ	4	-	88.91	-0.68	19.65	17.0	10.6	7.0	17.5	10.6	10.5	73.2
	きたもえ	4	-	88.75	-0.46	18.92	17.0	10.6	6.8	15.8	10.4	10.5	71.0
	ホクシン	4	-	89.10	-0.21	16.38	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0
	きたほなみ	4	-	89.19	-0.47	17.55	17.4	10.7	7.0	17.3	10.6	10.5	73.4
製粉研究所	きたさちほ	2	-1.80	-	-	-	14.5	10.5	7.0	18.5	11.3	10.5	72.2
	きたもえ	2	-1.50	-	-	-	14.6	10.5	7.0	17.9	10.9	10.5	71.3
	ホクシン	2	-1.40	-	-	-	13.0	10.5	7.0	18.4	11.1	10.5	70.2
	きたほなみ	2	-2.30	-	-	-	14.6	10.5	7.1	18.3	10.7	10.5	71.5
	農林61号	2	-2.80	-	-	-	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0
	ASW	2	-3.55	-	-	-	15.4	10.7	7.5	19.2	11.4	10.5	74.5
道産小麦研究会	きたさちほ	3	-	95.16	-1.75	9.28	12.5	9.9	6.4	16.9	10.2	10.4	66.4
	きたもえ	3	-	95.01	-1.64	8.75	12.6	9.8	6.7	16.5	10.0	10.3	65.8
	ホクシン	3	-	95.36	-1.30	7.80	11.9	9.5	6.6	16.9	9.9	10.4	65.2
	きたほなみ	3	-	95.38	-1.48	8.48	13.9	10.4	6.7	17.0	10.4	10.5	69.0
	ASW	3	-	95.24	-1.44	8.44	14.0	10.5	7.0	17.5	10.5	10.5	70.0

注1) 北見農試は2006年～2009年産の4ヵ年、製粉協会は2007～2008年の2ヵ年、道産小麦研究会2007～2009年の3ヵ年平均

注2) ゆでうどんの官能検査の各項目の()内は配点。北見農試は「ホクシン」を基準、製粉研究所は群馬県産「農林61号」を基準、道産小麦研究会は「ASW」を基準とする。

注3) 「農林61号」は群馬県農業技術センター、「ASW」は農林水産省総合食料局からそれぞれ無償貸与されたもの。注4) A,R,E,R/Eはそれぞれエキステンソグラムの面積、伸長抵抗、伸長度、形状係数

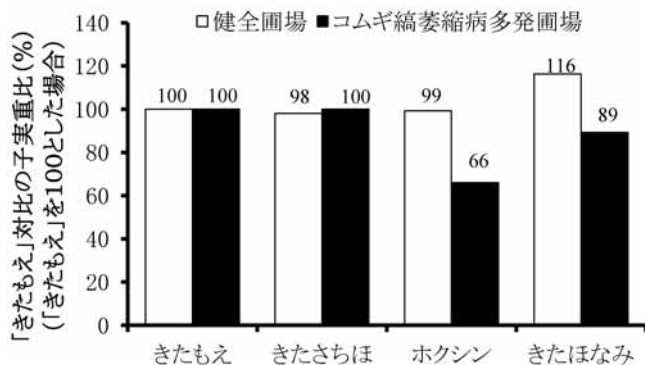


図2 奨励品種決定試験における日本めん用品種の子実重比注)「きたもえ」を100とした子実重比で示した。

「きたさちほ」は2006～2009年の4カ年,「ホクシン」は1995～1998の4カ年,「きたほなみ」は2003～2004年の2カ年の平均値

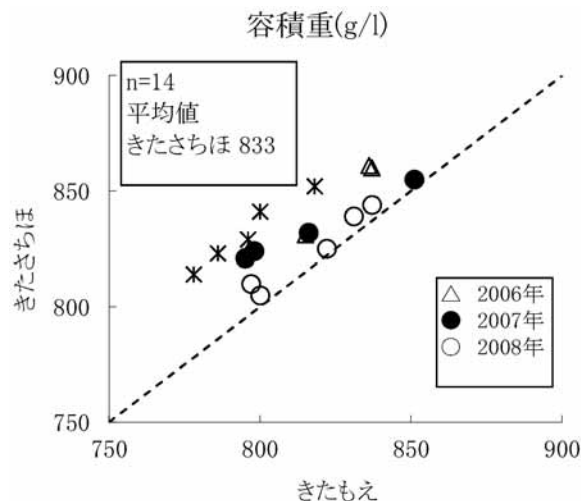


図3 「きたさちほ」と「きたもえ」の容積重に関する散布図

(2002～2005年, 奨励品種決定基本および現地調査より作図)

論 議

1. コムギ縞萎縮病発生地帯での品種選択と抵抗性育種

北海道の小麦作付面積は2011年以降「きたほなみ」が多くを占めている⁵⁾。「きたさちほ」は「きたほなみ」と比較して, コムギ縞萎縮病が未発生の健全圃場では子実重が劣り(表6, 7), 同病の発病が軽微な圃場では同程度である(表9)。発病の激しい多発圃場では, 「きたさちほ」と「きたほなみ」を直接比較した試験事例ではないものの, 「きたほなみ」の子実重は「きたもえ」対比89%と劣り, 「きたさちほ」の子実重は「きたもえ」と同等である(図2)。「きたさちほ」の収量面での優位性はコムギ縞萎縮病が蔓延している圃場や地域において発揮され, 病害発生地帯の生産生向上に寄与できると考えられる。

「きたさちほ」の育成により, 当初の育種目標であった「きたもえ」並の抵抗性は達成できた。「きたさちほ」はコムギ縞萎縮ウイルスに感染するものの被害は比較的軽微である⁴⁾。しかし, 近年のコムギ縞萎縮病による被害状況をみるとさらに強い抵抗性が必要となりつつある。「きたさちほ」の抵抗性は「きたもえ」に由来すると推察されるが, 「きたもえ」の抵抗性は育成当時“やや強”と評価されていた²⁰⁾。しかし, 近年の圃場検定では「きたもえ」に明らかな生育抑制が観察されるようになり, 「きたもえ」の抵抗性は“中”と評価されている⁴⁾¹⁶⁾。この要因は明らかではないが, 積雪前後の気象変動により病原ウイルス感染の機会が高まったことが一因と推察されている¹⁶⁾。

北海道農業研究センターにて育成された硬質コムギ品種「ゆめちから」¹⁶⁾は, コムギ縞萎縮病抵抗性が「きたもえ」よりも強い“強”であり, その抵抗性は日本めん用の育種母本としては利用されてこなかった海外品種「KS831957」に由来すると考えられている。今後はこのような新たな遺伝資源を活用した抵抗性の強化が必要である。しかし, 現在の日本めん用品種は農業特性や加工適性など複数の特性が高度に集積されてきており, 新たな遺伝資源を利用して実用品種を育成するには数回の育種サイクルが必要である。最近, コムギ縞萎縮病抵抗性遺伝資源「Madsen」に「ホクシン」を連続戻し交配して作出した「滝系麦」系統が育成され, 「Madsen」が有する抵抗性遺伝子の座乗領域も明らかにされつつある¹⁷⁾。コムギ縞萎縮病抵抗性のさらなる向上に向けて, これらの遺伝情報を活用しながら抵抗性品種の早期開発に取り組んでいるところである。

2. 加工適性の改良

製めん適性に係わる形質について, 粉色およびアミロース含量は初期世代からの選抜が有効であり¹⁾²⁾, 「きたもえ」, 「きたほなみ」の育成時にも適用された²⁰⁾²¹⁾²²⁾。「きたさちほ」の製めん適性については, F₃世代の生産物についてプラベンダージュニアテストミルによる試験製粉を行い良粉色の選抜を, F₄世代以降はこれに加えてアミロース含量²⁾の選抜を行った。さらに, F₆世代以降の基本系統についてWx-B1に関するDNAマーカー検定¹⁵⁾を行い, Wx-B1が欠失したやや低アミロースタイプであることを確認した。これにより「きたもえ」並の粉色を維持したまま, 「きたもえ」よりアミロース含量がやや

低い「きたさちほ」を選抜することができた。実需者によるゆでうどんの官能検査では、「きたさちほ」の評点は「ホクシン」や「きたもえ」よりも高く、「きたほなみ」に近い結果となった。「きたさちほ」を「きたもえ」に置き換えて普及することで、道産コムギ全体の品質向上に寄与できると考えられる。

3. 容積重

「きたさちほ」の容積重は「きたもえ」よりも大きい(図3)。容積重は、原粒たんぱく質含有率や灰分含有率、フォーリングナンバーとともに契約生産奨励金品質改善奨励額ランク区分の品質評価項目であり、日本めん用の基準値は840g/l以上である¹⁰⁾。これら品質取引項目が基準値を下回った場合は戸別所得補償制度における所得補償交付金の額が減少することから、生産現場ではこれらの基準を満たすために粒厚選別や比重選別などにより調整を行い、“整品”として出荷している。比重選別の程度と容積重の向上について明確な関係を示した試験結果はないが、春まきコムギでは比重選別により6.7～8.3%の屑重を除外することで容積重が11～21g向上した事例がある³⁾。両品種の容積重の違いは20g程度であるが、選別・調整による“整品”収量に対して大きな影響が生じると考えられる。

容積重は、登熟期間の気象条件の影響を受け、日照時間が少なく⁷⁾降水量が多い^{7),8)}条件で軽くなることが報告されている。また、容積重は千粒重と相関が高く、千粒重は登熟期間の気温が高いと軽くなる^{13),14)}。長期的な気象変動として夏期の昇温や降水量の増加が予想されており⁶⁾、今後「きたさちほ」のような容積重の大きい特性が、安定生産のために重要となる可能性がある。

4. 「きたさちほ」の遺伝背景

「きたさちほ」の父本は「きたもえ」であり、母本の「北系1731」も「きたもえ」の後代である(図1)。「北系1731」の父方の系譜は「北系1354」、「北見35号」および「北見42号」で構成されるが、これらは全て「きたもえ」の系譜に存在する。すなわち、「きたさちほ」の遺伝背景は、「きたもえ」とその母材に集約される。「きたさちほ」の育種目標は、「きたもえ」の長所であるコムギ縮病抵抗性や良粉色を維持しながら、ゆでうどんの粘弾性といった比較的少数の特性を改良することにあつた。母本の特性を維持しながら、確実に優良特性を集積するためには、ある程度優良形質が集積した比較的狭い遺伝変異内での交配が有利であると考えられる。「きたさちほ」は、「きたもえ」の改善点である熟期やゆでうどんの粘弾性を除けば、収量や各種障害・病害抵抗性は母本とほぼ同程度の特性を有している。しかし、逆の見方をすれば、両親を超越するような変異の拡大はみられない。

一方、「きたほなみ」の母本は「きたさちほ」と同じ

「きたもえ」だが、父本の「北系1660」は大きく遺伝背景を異にしている。「北系1660」は、雪腐病抵抗性や多収性など特徴的な海外遺伝資源を系譜に含む育成系統であり²²⁾、長期的視野に立って遺伝変異の拡大を図った交配母本といえる。「きたほなみ」はコムギ縮病抵抗性が「きたもえ」より劣ったが、収量や製粉性等の形質は大きく向上した²¹⁾。

小麦育種の目標は多岐にわたり、求められる特性も年々高度化している。育成場は育種目標の達成に向け、適切な母材や育種選抜方法を選択する必要がある。その際には、短期的な視点と長期的な視点の双方を常に念頭におきながら進めることが求められよう。

謝 辞

本品種の育成にあたり、各種試験の実施にご協力、ご助言をいただいた関係道総研農試の皆様、奨励品種決定現地調査をご担当いただいた北海道農業改良普及センターの担当者および農家の皆様、また、品質検定試験を実施いただいた製粉協会、北海道製粉工業協同組合および製粉会社の皆様に厚くお礼申し上げます。また、本稿の校閲をいただいた北見農業試験場長志賀弘行博士、研究部長中津智史博士に深く感謝の意を表します。

適 用

付表1 育成担当者

氏名	年次	世代
神野 裕信	2009	F ₁₀
吉村 康弘	1999～2009	交配～F ₁₀
西村 努	1999～2008	交配～F ₉
小林 聡	2001～2009	F ₂ ～F ₁₀
佐藤三佳子	2009	F ₁₀
足利 奈奈	2004～2009	F ₅ ～F ₁₀
来嶋 正朋	2007～2009	F ₈ ～F ₁₀
中道 浩司	1999～2006	交配～F ₇
柳沢 朗	1999～2004	交配～F ₅
池永 充伸	2003～2007	F ₄ ～F ₈
荒木 和哉	2000～2002	F ₁ ～F ₃
谷藤 健	1999～2000	交配～F ₁
樋浦 里志	2008	F ₉
田引 正	1999	交配

付表2 系統適応性検定および地域適応性検定試験、特性検定試験、奨励品種決定基本調査担当場所

場所名/項目	担当者	年次
系統適応性検定試験		
中央農業試験場	前野 眞司	2005
上川農業試験場	藤田 正平	2005
地域適応性検定試験		
十勝農業試験場	沢口 敦史	2005
奨励品種決定基本調査		
中央農業試験場	前野 眞司	2006～2008
	相馬ちひろ	2009
上川農業試験場	藤田 正平	2006
	中道 浩司	2007～2009
十勝農業試験場	沢口 敦史	2006～2007
	内田 哲司	2008～2009
特性検定試験		
雪腐小粒菌核病抵抗性検定試験		
上川農業試験場	藤田 正平	2006
	中道 浩司	2007～2009
赤さび病抵抗性検定試験		
中央農業試験場	前野 眞司	2006～2008
	相馬ちひろ	2009
穂発芽性検定試験		
十勝農業試験場	沢口 敦史	2006～2007
	内田 哲司	2008～2009
コムギ縞萎縮病抵抗性検定試験		
中央農業試験場	堀田 治邦	2006～2009
Wx遺伝子の検定		
中央農業試験場	鈴木 孝子	2005～2009

*) このほか育成場での赤さび病抵抗性検定における接種菌培養では北見農試生産環境Gの協力を得た。

引用文献

- 1) 天野洋一, 柳沢 朗. “秋播小麦における高品質品種の育成”. 育種学最近の進歩. 35, 8-15 (1993)
- 2) 荒木和哉. “小麦粉を用いた澱粉アミロース含量測定法の改良 (オートアナライザー法による)”. 平成3年度北海道地域主要研究成果情報. 77-80 (1992)
- 3) 北海道農政部. “小麦のデオキシニバレノール汚染低減のための乾燥調整法”. 平成17年普及奨励ならびに指導参考事項. 151-153 (2005)
- 4) 北海道農政部. “コムギ縞萎縮病の発生分布と被害解析”. 平成25年普及奨励並びに指導参考事項. 143-145 (2013)
- 5) 北海道農政部生産振興局農産振興課. 麦類・豆類・雑穀便覧 麦類編. 2014, 29P
- 6) 北海道立総合研究機構農業研究本部中央農業試験場. “戦略研究「地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築－気象変動が道内主要農作物に及ぼす影響の予測－」成果集”. 道総研農試資料. 39, 2011, 96P
- 7) 神野裕信, 吉村康弘, 小林 聡, 佐藤三佳子. “近年の秋まき小麦の収量変動要因—北見農試の作況解析—”. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会報. 52, 37-38 (2011)
- 8) Kettlewell, P. S., D. B. Stephenson, M. D. Atkinson, P. D. Hollins. Summer rainfall and wheat grain quality: Relationships with the North Atlantic Oscillation. Weather. 58, 1-9 (2003)
- 9) Kusume, T., T. Tamada, H. Hattori, T. Tsuchiya, K. Kubo, H. Abe, S. Nanba, T. Tsuchizaki, K. Kishi and S. Kashiwazaki. Identification of a new wheat yellow mosaic virus strain with specific pathogenicity towards major wheat cultivars grown in Hokkaido. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 63, 107-109 (1997)
- 10) 森 寛孝. “国内産麦に関する品質評価基準の見直しについて”. 製粉振興. 477, 5-11 (2006.9)
- 11) 宗方信也, 鈴木孝子, 浅山 聡, 神野裕信, 竹内 徹. “コムギ縞萎縮病 (WYMV) 抵抗性遺伝子 YmMD の座乗位置と準同質遺伝子系統の収量性”. 育種・作物学会北海道談話会会報. 50, 59-60 (2009)
- 12) 西村 努, 鈴木孝子, 神野裕信, 浅山 聡, 宗方信也, 堀田治邦, 吉村康弘, 小林 聡, 佐藤三佳子. “反復戻し交配によって育成したコムギ縞萎縮病抵抗性系統「滝系麦」の収量性”. 日作記別号. 221, 80-81 (2006)
- 13) 西尾善太, 伊藤美環子, 田引 正, 中司啓二, 長澤幸一, 山内宏昭, 広田知良. “高温による小麦の減収要因”. 「北海道における2010年猛暑による農作物の被害解析」報告書. 北海道農研資料. 69, 15-21 (2011)
- 14) 沢口敦史, 上堀孝之, 竹内 徹, 高橋義雄. “秋まき小麦「きたほなみ」の製品歩留まり低下要因”. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会報. 52, 33-34 (2011)
- 15) 鈴木孝子, 神野裕信, 中道浩司, 佐藤奈奈, 西村 努, 小林 聡, 池永充伸, 吉村康弘, 竹内 徹. “道立農試の小麦育種におけるDNAマーカーの利用”. 日本育種学会・日本作物学会北海道談話会報. 48, 67-68 (2007)
- 16) 田引 正, 西尾善太, 伊藤美環子, 山内宏昭, 高田兼則, 桑原達雄, 入来規雄, 谷尾昌彦, 池田達也, 船附稚子. “超強力秋まき小麦新品種「ゆめちから」の育成”. 北海道農業研究センター研究報告. 195, 1-12 (2011)
- 17) 竹内 徹, 宗方信也, 鈴木孝子, 千田圭一, 堀田

- 治邦, 荒木和哉, 浅山 聡, 佐藤導謙. “コムギ縞萎縮病抵抗性系統の育成と「Madsen」由来の抵抗性遺伝子 *YmMD* の座乗領域の推定”. 育種学研究. 12, 1-8 (2010)
- 18) 谷藤 健, “Ⅳ. 畑作物に対する影響 1. 秋まき小麦”. 戦略研究「地球温暖化と生産構造の変化に対応できる北海道農林業の構築－気象変動が道内主要作物に及ぼす影響の予測－」成果集. 道総研農試資料. 39, 23-31 (2011)
- 19) 柳沢 朗, 谷藤 健, 荒木和哉, 天野洋一, 前野眞司, 田引 正, 佐々木宏, 尾関幸男, 牧田道夫, 土屋俊雄. “秋まき小麦新品種「ホクシン」の育成について”. 道立農試集報. 79, 1-12 (2000)
- 20) 柳沢 朗, 谷藤 健, 荒木和哉, 天野洋一, 三上浩輝, 田引 正, 前野眞司, 吉村康弘, 中道浩司, 佐々木宏, 牧田道夫, 土屋俊雄. “秋まき小麦新品種「きたもえ」の育成”. 道立農試集報. 82, 11-20 (2002)
- 21) 柳沢 朗, 吉村康弘, 天野洋一, 小林 聡, 西村 努, 中道浩司, 荒木和哉, 谷藤 健, 田引 正, 三上浩輝, 池永充伸, 佐藤奈奈. “秋まきコムギ新品種「きたほなみ」の育成”. 道立農試集報. 91, 1-13 (2007)
- 22) 吉村康弘. “技術開発の成果と展望 (4) 「きたほなみ」「はるきらり」の育成と今後の小麦育種について”. 北農. 77 (1), 56-67 (2010)

写 真



「きたさちほ」の草姿
左「きたさちほ」 中「きたもえ」 右「ホクシン」



「きたさちほ」の穂（上）および粒（下）
左「きたさちほ」 中「きたもえ」 右「ホクシン」

A New Winter Wheat Variety “Kitasachiho”

Hironobu JINNO^{*1}, Yasuhiro YOSHIMURA^{*1}, Tsutomu NISHIMURA^{*2},
Satoshi KOBAYASHI^{*3}, Mikako SATO^{*4}, Nana ASHIKAGA^{*1},
Masatomo KURUSHIMA^{*1}, Koji NAKAMICHI^{*4}, Akira YANAGISAWA^{*3},
Mitsunobu IKENAGA^{*4}, Kazuya ARAKI^{*5}, Ken TANIFUJI^{*6},
Satoshi HIURA^{*7}, Tadashi TABIKI^{*8}

Summery

“Kitasachiho” is a soft red winter wheat developed and released by Kitami agricultural Experiment Station at Kunneppu, Hokkaido. It was developed from the cross “Kitakei 1731” and “Kitami 72”. “Kitakei 1731” is medium-early maturing winter wheat with moderately high pre-harvest sprouting resistance. It has the Wx-B1 null allele. “Kitami 72”, later released as “Kitamoe”, is medium-early maturing winter wheat with good flour color. It has moderately high pre-harvest sprouting resistance and intermediate resistance to wheat yellow mosaic virus (WYMV). “Kitamoe” is grown in the area where wheat production is suffering from WYMV. But its noodle texture is inferior to that of “Hokushin”, because of its highly amylose content. “Hokushin” was most widely grown in Hokkaido, and then it was replaced at “Kitahonami” in 2011 because of its highly yielding and good noodle-making quality. But “Kitahonami” has moderately susceptible to WYMV. It is difficult to be cultivated in the area where wheat production is suffering from WYMV.

“Kitasachiho” was recommended by Hokkaido government in 2011 because of intermediate resistance to WYMV and good noodle-quality. “Kitasachiho” is medium-early maturing variety. It has intermediate resistance to WYMV similar to “Kitamoe”. Its resistance is highest among soft winter wheat varieties recommended by Hokkaido government. Its specific weight is higher than that of “Kitamoe”. The resistances of “Kitasachiho” to Snow mold, pre-harvest sprouting, leaf rust, powdery mildew and fusarium head blight are almost similar to those of “Kitamoe”. Its 1000-kernel weight is similar to that of “Kitamoe”. Its Protein content and flour color are similar to those of “Kitamoe”. “Kitasachiho” has better texture of noodle than “Kitamoe”, and its total noodle score is higher than that of “Kitamoe”.

Yield of “Kitasachiho” is similar to that of “Kitamoe”. In WYMV nursery field, the yield of “Kitasachiho” shows similar to that of “Kitamoe”. “Kitasachiho” is well adapted to an area where wheat production is suffering from WYMV.

^{*1} Hokkaido Research Organization Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-1496 Japan
Email : jinnno-hironobu@hro.or.jp

^{*2} ditto. (Present; HRO Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu, Hokkaido, 078-0397 Japan)

^{*3} ditto. (Present; HRO Tokachi Agricultural Experiment Station, Memuro, Hokkaido, 082-0081 Japan)

^{*4} ditto. (Present; HRO Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-1395 Japan)

^{*5} ditto. (Present; HRO Central Agricultural Experiment Station, Plant Genetic Resources Division, Takikawa, Hokkaido, 073-0013 Japan)

^{*6} ditto. (Present; HRO Food Processing Research Center, Ebetsu, Hokkaido, 069-0836, Japan)

^{*7} ditto. (Present; Hokkaido Government Okhotsk General Subprefectural Bureau, Abashiri, Hokkaido, 093-8585, Japan)

^{*8} ditto. (Present; NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Memuro, Hokkaido, 082-0081 Japan)