

売れる麦に向けた新技術



目 次

はじめに	1
I. 麦を巡る情勢	1
1. 種類と用途	1
2. 作付面積と地域性	2
3. 麦作制度・政策の改正	2
II. 売れる麦に向けた技術開発	3
1. 小麦 ー実需と産地のニーズに応える新品種ー	4
日本めん用	4
(1) 見ておいしく、食べてうまい加工適性	4
(2) 日本めん用新品種の特徴と各地における展開	6
パン用	7
(3) 良く膨らみ風味がよいパン用小麦の加工適性	7
(4) パン用新品種の特徴と展開	8
<コラム① 強力粉をもっと強力に ーブレンドして中力粉でもパンをー>	8
新規用途向け	9
(5) 世界初、モチ小麦と甘いコムギ	9
2. 大麦とはだか麦 ー安定生産に貢献する高品質な新品種ー	9
(1) 六条大麦 ー体に良い、見た目も良い主食用ー	9
(2) 二条大麦 ー産地拡大、高品質な醸造用ー	9
(3) はだか麦 ー特産品として売れる麦ー	10
3. 高品質化・低コスト化に向けた新しい栽培技術	11
(1) 人工衛星等を活用した合理的・低コストな収穫管理	11
(2) 播種時期の移動による春播き・秋播き小麦の生産性向上	11
(3) 雨害の低減に向けた基礎技術	12
<コラム② 小麦の単収比較 ー各国それぞれの栽培環境ー>	13
III. 残された問題とこれからの技術開発	14
<コラム③ ハイバイン・ピックアップ収穫 ー春播き小麦の成熟をコントロールー>	14

はじめに

農林水産省農林水産技術会議では、国民の皆様幅広く農林水産分野の研究開発についてご理解いただくため、「農林水産研究開発レポート」を発行、配布しています。

麦は、機械化作業体系が早い時期に確立され、土地利用型作物の中でも労働時間当たりの生産性が高い作物です。北海道の畑作地帯にあっては基幹作物として重要な位置を占め、関東以西の水田地帯にあっては二毛作体系上、不可欠で、農家経営の安定化や土地利用率の向上に寄与しています。最近では、消費者の安全・安心な国内産農作物への要望や地産地消の取り組み機運の高まりから、国産麦の特徴を活かしためんやパン等の商品化も活発となっています。一方、麦の流通は平成17年産から、全量が民間流通となり、実需ニーズに応じた高品質な麦生産が一層、重要となっています。加えて平成19年産からは品目横断的経営安定対策の対象作物となることから、品質向上とともに麦作の規模拡大が期待されています。

現在、小麦の自給率は14%、大・はだか麦の自給率は9%と低く、大部分が輸入によって賄われている状況にあります。小麦については、今後は、需要に応じた生産を進める中で、良品質麦生産や多様な用途への展開、また、輸入麦とのコスト差を縮小すべく、一層の低コスト生産についての課題を解決しなければなりません。大麦とはだか麦は、「食料・農業・農村基本計画」における生産努力目標の35万tを達成すべく(図1)、大幅な増産に向けた単収向上や高付加価値化等の新技術開発・導入が必要な状況です。

そこで、本レポートでは、近年の我が国における麦

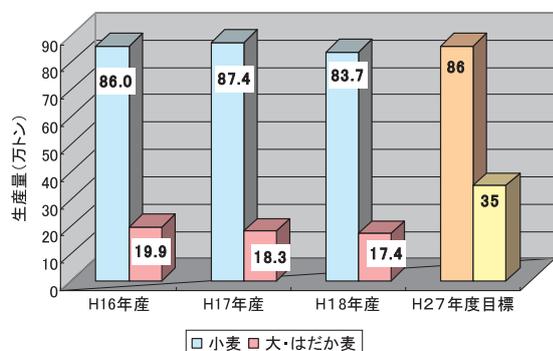


図1. 麦類の生産量の推移と生産努力目標

の品質向上、低コスト化に貢献できる一連の技術開発の取り組みとその成果について紹介します。

I. 麦を巡る情勢

1. 種類と用途

小麦と大麦はともにイネ科に属し外観は似ていますが(写真1)、小麦は *Triticum* 属、大麦は *Hordeum* 属ですので、植物学的には異なります。大麦は粒が穂に着生する状態により二条種と六条種に分けられ、さらに穎(イネの籾殻に相当)が粒に癒着しているものを皮麦、そうでないものをはだか(裸)麦に分けます。

平成17年における小麦の国内需要621万tのうち、パン用が158万tで最も多く、日本めん用(うどんが中心)は65万t、中華めんやスパゲティ等のその他めん類が124万t、菓子用が77万tとなっています(表1)。我が国における小麦の年間一人当たりの消費量は、



写真1. 小麦の穂(上)と二条大麦(下)の穂
(大麦は一般的に「のげ」が長い)

表 1.小麦の需要量と国産小麦の仕向先 (平成17年産)

区分	需要量(万トン)		うち国産 (万トン)	国産シェア (%)
		シェア(%)		
全体	621	100	88	14
日本めん用	65	10	41	63
中華麵等用	124	20	4	3
パン用	158	25	1	1
菓子用	77	12	17	22
家庭用その他製粉	96	15	7	7
みそ・醤油、工業用	36	6	18	50
飼料用等	65	10	0	0

米のほぼ半分の 32kg 前後で推移しています。なお、スパゲティは本来、乾燥地帯に適したデュラム小麦という通常のコムギとは異なる種の小麦を原料とした食品です。一方、国内の小麦生産量は約 86 万 t ですが、6 割の 41 万 t が日本めん用に用いられ、パン用への利用は北海道の春播小麦が大部分を占めています。輸入小麦に関しては、平成 16 年度では総量 498 万トンのうち、5 割強がアメリカからの輸入で、残りをオーストラリアとカナダで分け合っています。主にオーストラリア産は日本めん用、アメリカ産はパン・中華麵用や菓子用、カナダ産はパン用に使用されています。これら輸入小麦は日本の需要に応じて、毎年一定の品質になるように複数の品種を混合したブレンド品となり、銘柄としては、日本めん用の「ASW」(Australian Standard White：オーストラリア スタンダード ホワイト)やパン用の「1CW」(No.1 Canada Western Red Spring：ワン シー ダブリュー)が有名です。

大麦は醸造利用が中心で、需要が最も多いビールは、種子が大きな二条大麦を原料とし、麦芽の麦芽糖からアルコールを造ります。我が国では、平成 17 年における大麦・はだか麦の主食用・加工用としての需要は

105 万 t で、このうち、ビール用が 68 万 t、焼酎用が 23 万 t と醸造用の需要がほとんどです。これら加工用の国内生産量はわずかに 10 万トン程度で、多くはオーストラリア、カナダ等から輸入されています。一方、主食用 7 万トンの需要のうち 9 割は国産ですが、近年の健康志向の高まりを受け、供給不足となっており生産量の増加が課題となっております。

2. 作付面積と地域性

近年の麦生産は作付面積が増加し、平成 14 年以降では、小麦が 22 万 ha、大・はだか麦が 5 万 ha、全体で 27 万 ha 程度で推移しています。小麦の 10a 当たりの労働時間は、平成 9 年の 6.5 時間から平成 18 年には 5.6 時間と 15% 減少し、60kg 当たりの全算入生産費も同 9,435 円から 8,560 円と、10 年間で省力・低コスト化が進んでいます。このため、小麦は 10a 当たりの所得が約 22,000 円と水稻の倍以上を示し労働生産性が高くなっています。平成 18 年産について麦種別に見ると、小麦は、北海道が 11.9 万 ha で最も多く、次いで九州の 3.7 万 ha、関東・東山の 2.6 万 ha となっており、これらの地域で全国の 85% を占めます。大麦は、ビール用は栃木県と佐賀県がそれぞれ 1 万 ha 弱を作付け、両県で全体の 50% 以上を占めています。六条大麦は北陸地方が中心で福井県に 4 千 ha、はだか麦は四国地方が中心で愛媛県に 2 千 ha が作付けられています。

3. 麦作制度・政策の改正

麦は、政府による無制限買入れ体制から、平成 12 年からは順次民間流通に移行し、平成 17 年産には全量が民間流通に移行しました。民間流通では、実需者のニーズを反映した生産が基本となり、政府買入れに

表 2. 小麦の品質評価基準

評価項目	基準値	
	日本めん用	パン・中華麵用
たんぱく	9.7%~11.3%	11.5%~14.0%
灰分	1.6%以下	1.75%以下
容積重	840g/l以上	833g/l以上
フォーリングナンバー	300以上	300以上

日本めん用については平成 19 年産から一部改正。

ランクについては、評価項目の基準値を 3 つ以上達成した場合は「A」、2 つ達成が「B」、1 つ達成が「C」ランクとなります。

フォーリングナンバーとは、小麦粉に水を加えたときの粘度で 300 以下ではベトつき、加工適性が悪い。

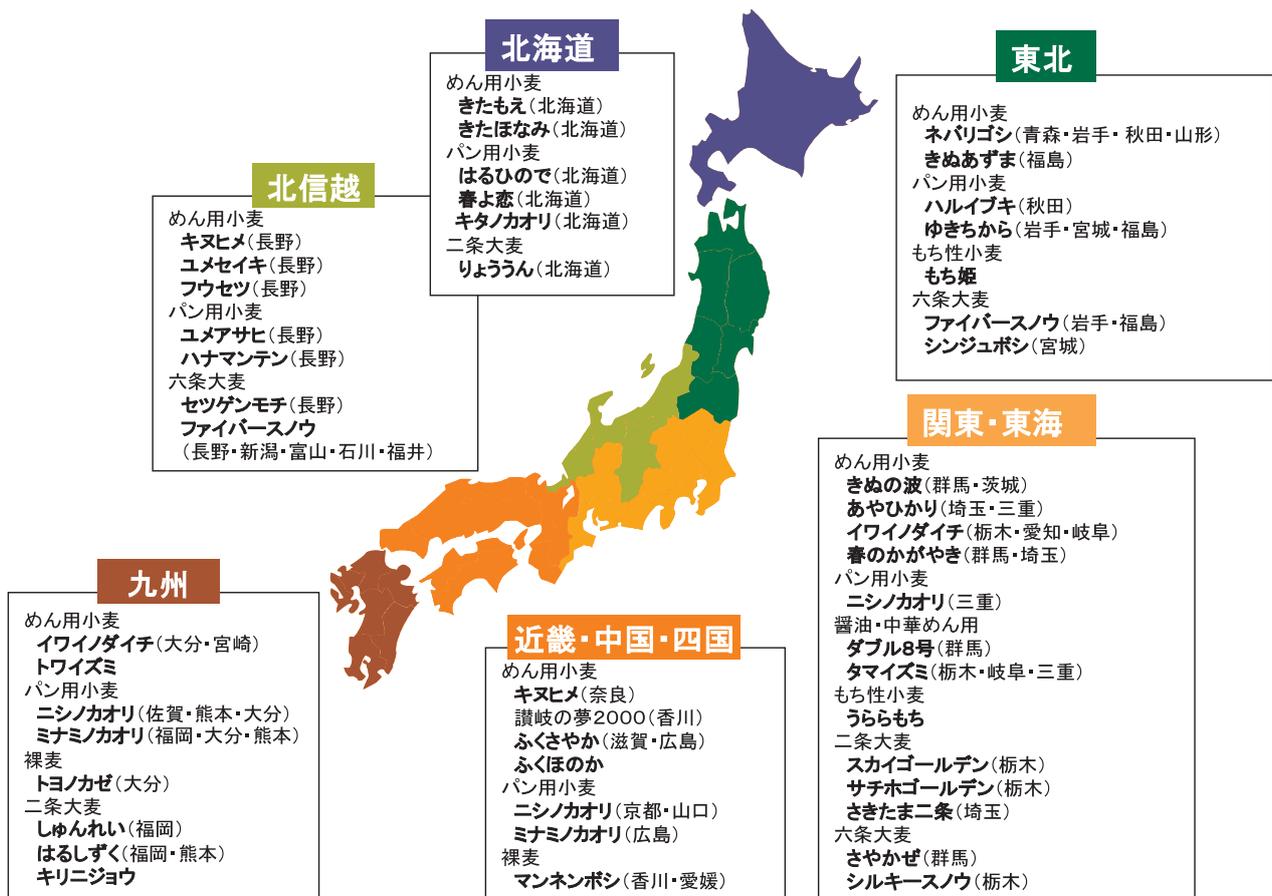
よる流通体制以上に計画的な作付、品質管理が重要となっています。さらに平成17年産からは、ビール麦を除き、麦作経営安定資金にこれまでの外観品位に基づいた等級区分に加えて、小麦ではタンパク質含量、灰分、容積重、フォーリングナンバーといった4つの品質評価項目を設け、良質な国産麦の生産を促しています(表2)。これらの取り組みにより、小麦では、供給過剰銘柄のミスマッチ率(販売予定数量-購入希望数量)/販売予定数量)は平成12年産の20%から平成18年産では6%まで低下しています。一方、大・はだか麦では、供給不足銘柄のミスマッチ率が同43%から59%と高くなっています。これは大麦の需要が堅調に推移している反面、小麦に比較して年による豊凶の差が大きく、作柄が不安定であること等により、作付面積が総じて減少傾向にあることから生じています。地域によっては小麦から大・はだか麦への麦種転換の推進が必要な状況です。

麦に対する交付金制度は平成19年産から担い手へ支

援を集中する品目横断的経営安定対策に統合されます。本対策は一定規模以上の作付を行う生産者を対象にしており、生産規模拡大、単収向上等による一層の低コスト生産が求められています。

II. 売れる麦に向けた技術開発

平成11年からの「麦品種緊急開発プロジェクト」以降、8年間に各地域、用途に向けた品種を小麦では28品種、二条大麦では7品種、六条大麦では5品種、はだか麦では2品種の計42品種が開発されました(図2、表3)。これらの開発に当たっては、「麦類良質品種実用化・普及促進協議会」において実需による品質評価結果を重視し、品質が良くない系統は、たとえ収量性等に優れていても廃棄した結果、日本めん用、パン用ともに加工適性の高い品種開発が行われました(図3)。これらの麦類新品種の普及は年々進み、平成18年産の麦全体の作付面積26.7万haに対して、新品種は3.8



注) 品種名の後の()内は奨励県

図2. 麦新品種開発プロジェクト以降に育成された新品種

表 3. 主な新品種の特性と適地

麦種(用途)	品種名	育成年	成熟期(日)	主要特性	栽培適地	
小麦	(めん用)	あやひかり	平11	-2	低アミロースで、食感が優れる	関東、東海
		イワイノダイチ	平11	-4	早播きにより1週間早生で、適地も広い	東海、近畿、中国、九州
		きぬの波	平12	-2	やや低アミロースで食感が優れる	関東
		ネバリゴシ	平12	-5	耐寒・雪性に優れ、穂発芽に強い	東北
		ふくさやか	平14	-2	倒伏しにくく、めん色が優れる	近畿、中国
		ハナマンテン	平17	-4	グルテンが強い中華麺用	東山
		トワイズミ	平18	-3	赤かび病にやや強い	九州
	きたほなみ	平18	1	ASW並みの高品質で、多収	北海道	
	(パン用)	ニシノカオリ	平11	-3	適地が広い秋播き品種	東海、近畿、中国、九州
		春よ恋	平12	0	単収、穂発芽耐性に優れる春播き品種	北海道
		ゆきちから	平14	0	耐雪性、耐病性に優れる	東北
		キタノカオリ	平15	5	大粒、多収で、中華麺も可	北海道
		ミナミノカオリ	平15	0	多収で倒伏しにくく、製パン性が優れる	中国、九州
		ユメアサヒ	平16	1	グルテンが強く、穂発芽にも強い	東山
二条大麦		(ビール用)	しゅんれい	平16	-3	麦芽品質が高く、早播きに適する
(焼耐用)	サチホゴールド	平17	0	縮萎縮病に強く、多収、高麦芽品質	関東	
	はるしずく	平17	0	縮萎縮病に強く、多収	関東	
	キリニジョウ	平18	0	風味豊かな焼酎ができる	九州	
六条大麦(主食用)	シルキースノウ	平17	-1	精麦品質良好、多収	東山	
裸麦(多用途)	トヨノカゼ	平17	0	多収、軟質	九州	

成熟期は各地域における標準品種の成熟期との比較

万 ha (割合にして 14%超)、うち小麦は 2.6 万 ha で 12% (日本めん用新品種とパン用新品種がほぼ半分ずつ)、大麦は 1.3 万 ha で 23%を占め、作付面積は増加してきています (図 4)。その一方で、これまで都府県の主力品種であった「農林 61 号」の作付面積が減少の傾向にあり、新品種が地域ブランドとして普及していることが窺えます。次に、これら新品種の開発のポイントと活用状況について紹介します。

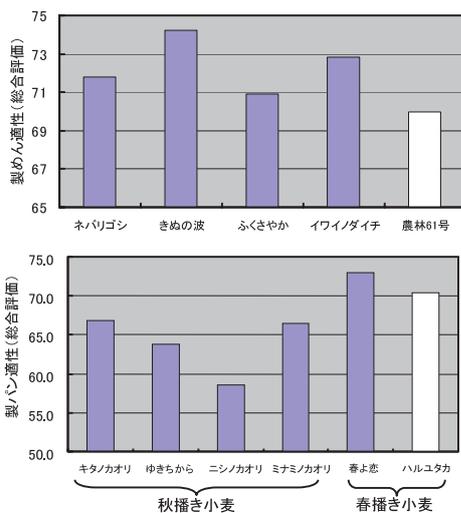


図 3. 実栽培した新品種の実需者による加工適性

上段がめん用品種で、下段がパン用品種
加工適性は製粉協会による平成 16-18 年産結果の平均

1. 小麦 -実需と産地のニーズに応える新品種-

日本めん用

(1) 見ておいしく、食べてうまい加工適性

【でん粉を改良して食感を向上】

うどんは材料、製造工程も少なく、食味の大半は食感によって決まります。国産麦は輸入麦に比較して、食感が「ボソボソ」といった欠点がありました。うどんのおいしさを物性から試験したところ、表面は滑らかで軟らかいけども噛み切るにはある程度の力を必要とするうどんがおいしいということが分かりました。小麦粉のでん粉はアミロースとアミロペクチンからなり、全てアミロペクチンとなったものがモチ(糯)で言葉の通り、「もちもち」します。でん粉はブドウ糖から、合成酵素 I 型によりアミロース、合成酵素 II 型によりアミロペクチンが作られますが、小麦は由来の

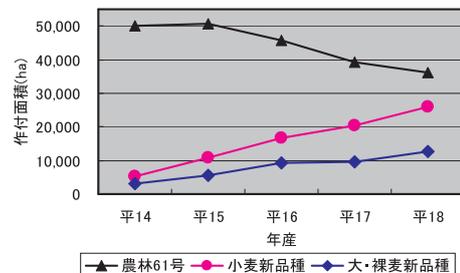


図 4. 麦類新品種の作付状況

新品種については平成 11 年以降に開発された品種を積算



写真2. 「ホクシン」(従来品種) (左)と「きたほなみ」
(右)の草姿とめん色

「きたほなみ」は日本人が好むクリーミーホワイトに仕上がる

異なる遺伝子をそれぞれ3個ずつ持つ特徴があり、合成酵素遺伝子もそれぞれ3個ずつあります。I型酵素の遺伝子のうち、1個欠くとやや低アミロース、2個欠くと低アミロースと含量が低下します。この新しい知見を基に、近年、開発した品種の多くは、「もちもち」感を出すことに成功し、食感は輸入麦に負けなくなりました。

【クリーミーホワイトなめん色へ】

国産うどんは色相の点で、やや黄色みがあるクリーミーホワイトな「ASW」より劣ると言われていました。この点を品種開発により克服するために、これまでよりも早い世代から色について選抜してきた結果、「ふくさやか」や「きたほなみ」(写真2)といった色相の優れた品種が開発されました。現在では、両親の交配から3世代目という早い世代での選抜も行われています。

色相劣化の原因については、製粉時に細かく破碎された種皮(ふすま)が、粉に混ざる「切れ込み」が関与していると考えられています。特に日本の品種は、種皮が赤い赤粒種の方が白粒種よりも穂発芽に圧倒的に強いことから、赤粒種がほとんどですので、色相への影響が強いと考えられます。

【小麦粉の歩留まり向上させる新たな取り組み】

原粒を製粉し、なるべく多くの粉を得ることは製粉会社にとって大切なポイントです。新品種「きたほなみ」は、この製粉性が「ASW」より優れますが、ここでは、新たな取り組みについて紹介します。小麦粉には、粒の性質によって軟質品種と硬質品種がありますが、硬質品種の粉では、粒度の大きいものも多く、製粉時に小麦粉が凝集しにくいことから「ダマ」になりやすく、歩留まりが高いことが知られていました(図5)。これまで硬質品種には高タンパク質なものが多いことからパン用には硬質品種、めん用には軟質品種と仕分けられてきました。近年、硬質と軟質の区分は、ピュロリンというタンパク質の変異によることが判明し、

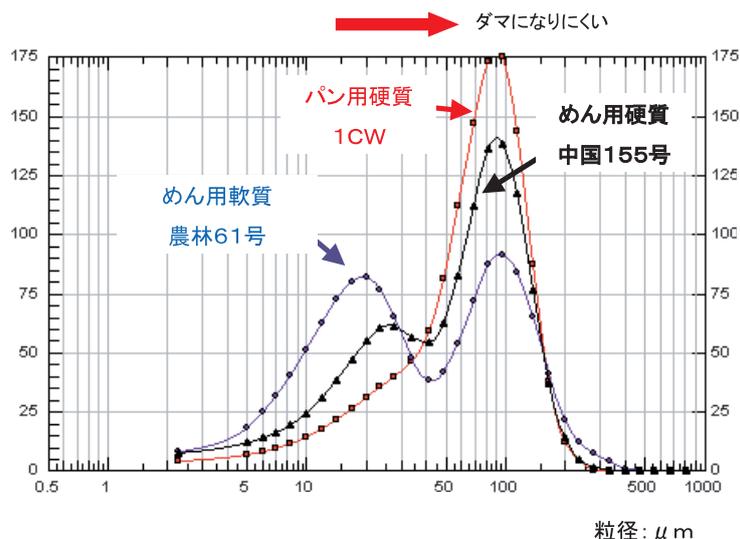


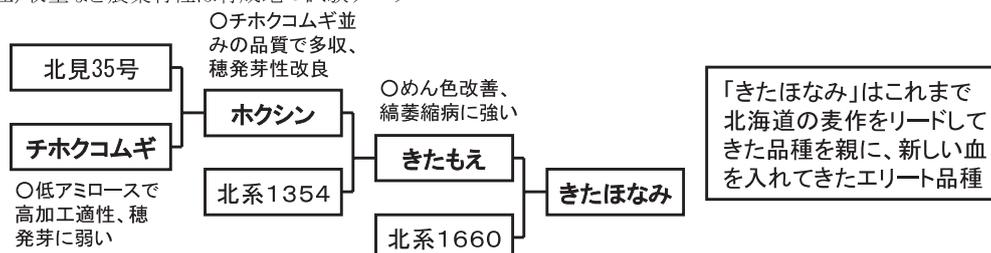
図5. 小麦粉の粒度分布

(小麦粉が細かいと粉が凝集して篩抜けが悪く、粗いとサラサラして篩抜けが良い)

表 4. 「ASW」に匹敵する高品質な日本めん用品種「きたほなみ」の特性と系譜

項目		きたほなみ	ホクシン	ASW
農業特性	収量(kg/10a)	684	577	—
	赤かび病	中	やや弱	—
	穂発芽	やや難	中	—
加工適性	製粉歩留(%)	74.2	66.5	68.9
	めん色(/20)	16.6	14.2	16.3
	粘弾性(/25)	18.9	18.9	19.2
	滑らかさ(/15)	11.3	10.9	11.3
	総合評点(/100)	75.0	72.0	75.5

注) 収量など農業特性は育成地の試験データ



硬質による高い製粉性と高い製めん適性を組み合わせた新しいタイプの品種開発が各地で試みられています。

(2) 日本めん用品種の特徴と各地における展開

【ASWに匹敵する高品質な「きたほなみ」－北海道－】

北海道に向けた小麦の品種開発としては、うどん用としての品質が高く評価された「チホクコムギ」から品質特性を受け継ぎ、多収で農家に作りやすい特性を持った「ホクシン」が開発されました。「ホクシン」は、現在 10 万 ha 以上の作付面積を占め、日本全体でも 5 割以上のシェアを占めていますが、製めん適性や穂発芽耐性の一層の改良が望まれていました。「ホクシン」を片親に開発された「きたもえ」は穂発芽耐性と粉の色が優れましたが、食感がやや劣りました。そこで、「ホクシン」を超え ASW 並みの高品質な品種を開発するために、「きたもえ」を母親とし、父親には高品質を維持しつつ収量性や雪腐病抵抗性を改良した系統を用いた交配が行われました。得られた子孫の中からアミロース含量が「チホクコムギ」並みで加工適性が優れるものを選び続け、平成 18 年についに「きたほなみ」が開発されました(表 4)。「きたほなみ」は「ASW」に匹敵する製めん適性を示し、特にめん色と製粉歩留まりは「ASW」を上回る加工適性を示します。栽培する上

でも「ホクシン」より 1 割以上多収で穂発芽や病害にも強いといったすばらしい品種ですので、今後は、北海道産麦の生産性の向上に大きく寄与していくことが期待されています。「きたほなみ」が目指した ASW は毎年、複数の品種により品質を調整するブレンド品であり、単一品種である「きたほなみ」により日本の品種開発の能力が高いことを世界に示したといえます。

【うどんに適した「うまい」品種－関東・東海地方－】

これまで関東や東海地方の麦作は「農林 61 号」が中心に作付けされてきました。しかし、その栽培しやすさの反面、日本めんの加工適性が低く、価格も低く推移してきました。試験研究機関は、九州地方における低アミロース品種「チクゴイズミ」の普及に鑑み、平成 11 年に暖地、温暖地向けの「あやひかり」(低アミロース)、「イワイノダイチ」(やや低アミロース)、平成 12 年に関東向けの「きぬの波」(やや低アミロース)と東北向けの「ネバリゴシ」(低アミロース)といったアミロース含量を低下させた品種が開発されてきました。これらの品種は、製めん適性が高く、特に粘弾性やなめらかさに優れるとともに、栽培的にも平均して 3 日程度早生となりました。アミロース含量を低下させるという新技術を活用したこれら品種群は、「農林 61 号」を初めとした既存の品種に置き換わりながら作付面積

が拡大しています。

【用途が広く倒れにくい「ふくさやか」－近畿・中国地方－】

近畿、中国地方は「農林61号」と「シラサキコムギ」を中心に作付けられてきていますが、いずれも熟期が遅く、倒伏しやすいこと、また、製めん適性が不十分であることが指摘されてきました。平成14年に開発された「ふくさやか」は「農林61号」よりも5日程度早生であり、また、草丈が10cm程度低いことから倒伏しにくい特性を持ちます。また、「農林61号」と同じ通常アミロース含量であるにもかかわらず、粘弾性に優れる特徴を持ち実需者にも扱いやすい品種です。滋賀県や広島県で採用され、うどん用や菓子用として平成18年には1,300haまで作付が増加してきています。

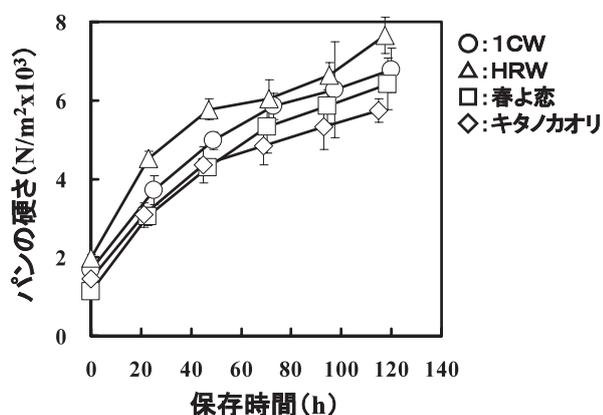


図6. パン用品種の製パン後における保存の硬さの変化



1CW (カナダの春播き硬質小麦) HRW (アメリカの秋播き硬質小麦) 春よ恋 キタノカオリ

写真3. パン用品種で作ったパン

「春よ恋」の内相や膨らみは「HRW」並みであり、「キタノカオリ」はやや黄色みを帯びる特徴がある。

パン用

(3) 良く膨らみ風味がよいパン用小麦の加工適性

一般に製パン性が高い小麦粉には高いタンパク質含量、弾力のある強いタンパク質、高い吸水性が必要です。このような特性を持った小麦粉から、ボリュームが大きくソフトで保存中の老化（パンの硬さの変化）がしにくいパンが得られます。これらの特性を示す小麦として、世界的にはカナダの春播き硬質小麦（1CW）、アメリカの秋播き硬質小麦（HRW）が代表格です。これらのパン用に適した特性は基本的に遺伝子により決定されます。小麦のタンパク質の多くはグルテンとグリアジンがほとんどで、中でも製パン性にはパンの骨組みとなるグルテンが重要です。近年、このグルテンを構成するグルテニンの最適な構成も判り、DNAマーカーもできています。

これまで、パン用に適した小麦で最も知名度の高い国産小麦は、北海道の春播き品種「ハルユタカ」でした。しかし、この品種は輸入パン用小麦よりはタンパク質含量が低く、製パン吸水がやや低い等の欠点がありました。そこで、この欠点を遺伝的に改良した「春よ恋」と「キタノカオリ」が開発されました。改良に当たっては、①最適な高分子グルテニンサブユニットを交配により導入したこと、②デンプン粒が損傷すると水を取り込みやすくなることから吸水性を高めてパンの老化抑制のために製粉時に損傷デンプン量が増加するような品質選抜を行いました。この結果、生地物性と吸水性は、外国産パン用小麦銘柄に近い特性を示し、製パン性もかなり近い特性を示します（図6、写真3）。



キタノカオリのクロワッサン
(コーフ十勝開発、販売)



春よ恋、キタノカオリのベーグル
(小樽市の麦の輪開発、販売)



キタノカオリの生ラーメン
(岩見沢市で開発、販売)



春よ恋、キタノカオリを使った即席種
(帯広商工会議所開発、販売)

写真 4. パン用新品種を使った商品

(4) パン用新品種の特徴と展開

【秋播き小麦でもパンが作れます「かおり三姉妹」】

日本では長い間、パン用に使える品種は北海道の春播き小麦に限定されてきました。しかし、消費者による地産地消の高まりや実需による日本めん用の過剰感から、秋播き小麦でもパンを作る品種開発が行われてきました。その結果、平成 12 年に本州で初めて、秋播きパン用品種「ニシノカオリ」が開発されました。「ニシノカオリ」は九州から東海地方まで、栽培が可能で、製パン適性は春播き小麦より劣りますが、菓子パン等の原料としての需要が増加しています。

平成 15 年には、「ニシノカオリ」の製パン時の吸水性や作業性、パンの食感等を改良した「ミナミノカオリ」が開発されました。「ミナミノカオリ」は、九州地方を

中心に栽培が増加しています。「ニシノカオリ」と「ミナミノカオリ」はそれぞれの品種の特性を活かした商品開発やグリーン・ツーリズム（種まきからパン作りまで）へのメニュー化、学校給食への提供等といった活用も行われています。

また、平成 15 年には、北海道向けの秋播きパン用品種「キタノカオリ」が開発されました。「キタノカオリ」の特記すべき点として秋播きであるため、春播きよりも栽培期間が長いので 3 割以上も収量性が高いことが挙げられます。また、品質面でも、やや低アミロースであることから、「1CW」や「HRW」には無い「もちもち」とした食感のパンが焼け、老化の進行も遅いというすばらしい特性を持っており、クロワッサンやベーグル等の商品が続々と販売されています（写真 4）。こ

コラム①

強力粉をもっと強力に ブレンドして中力粉でもパンをー

現在パン用や中華麺への需要は、そのほとんどは輸入に頼っていますが、国産小麦によるパン需要が高いことも事実です。このため製パン会社は国産中力粉にグルテン等の添加や種々の製パン法の工夫をすることによりパンを生産しています。しかし、添加物による中力粉の物性改善（膨らみ向上や老化防止）には限界があるとともに小麦粉本来の風味を損ないます。そこで、強靱なグルテンを持つ超強力特性を持つ小麦の利用が考えられています。超強力粉の特性解明により国産中力粉へのブレンドによる製パン性や中華麺適性の向上や冷凍中に劣化の激しい冷凍生地製パンへの利用が見いだされています。現在、超強力特性を持つ品種は関東向けの「ハナマンテン」のみですが、北海道や東北向けの品種開発が進められています。超強力粉品種の普及により中力粉の用途が拡大し、中力粉の過剰傾向を緩和することが期待されています。

れらパン用小麦品種は、パンと同様に高タンパク質が求められる中華麺としての適性もあるため中華麺用としても盛んに用いられています。

【「ハルユタカ」に換わる春播き品種「春よ恋」とその後】

春播き小麦は熟期が遅いことから、穂発芽や赤かび病の発生により、収量、品質ともに不安定になりやすく、平成7年以降の単収が200kg/10aを割っている状況にありました。しかし、春播き小麦「ハルユタカ」は、製パン適性が高いことからおいしいパン用として広く認知され、買入れ価格も高く推移してきました。「ハルユタカ」を片親として平成12年に開発された「春よ恋」は穂発芽耐性、収量性、製パン適性も「ハルユタカ」を上回る特性を示します(図3)。「春よ恋」は「ハルユタカ」に換わり、平成18年には8,000haを超えるにまで普及し、導入以前に5,000haにまで減少した春播き小麦の作付面積の向上に大きく寄与しています。さらに平成19年には、「春よ恋」よりもさらに製パン性に優れ、穂発芽や赤かび病といった雨害にも強い「北見春67号」が開発されており、生産が不安定な地域において普及が見込まれています。

新規用途向け

(5) 世界初、モチ小麦と甘いコムギ

低アミロースとやや低アミロース品種の開発の中でアミロースの合成を全てブロックするとでん粉は全てアミロペクチンとなりモチ性を示すことから、平成5年に世界で初めてモチ小麦の素材が発見され、平成12年にはモチ小麦品種が開発されました。しかしながら、これらの品種は製粉性が悪いという欠点があり、普及にはいたりませんでした。その後、製粉性や農業特性を大幅に改良した「うららもち」(平成17年)と「もち姫」(平成18年)が開発されました。これらは、煎餅や洋菓子といった特産品の原料として注目され、三重県や青森県の特産品として栽培が始まっています。

一方、アミロペクチンの合成をブロックするとでん粉は高アミロースとなります。そこで、東北農業研究センターと日本製粉(株)が共同して、モチ小麦と高アミロース小麦を交配した子孫の中から、アミロースとアミロペクチンの両方の合成がブロックされている小麦を平成18年にこれも世界で初めて見つけました。この小麦はでん粉の含量が少なく、マルトース等の糖が通常の小麦粉よりも多くなっていました。この小麦からは天然の甘みを持つ小麦粉がつくられるため、「ス

イートウィート」(甘いコムギ)と名付けました。パンやケーキ等に独特の風味や食感を加えることができるので、今後のコムギの用途拡大が期待されています。

2. 大麦とはだか麦 ー安定生産に貢献する高品質な新品種ー

(1) 六条大麦 ー体に良い、見た目も良い主食用ー

主食用六条大麦(押し麦や切り麦として米に混ぜて炊飯)では、安定多収と精麦品質、特に白度が高いことが重要です。主産地、北陸地方では従来の「ミノリムギ」から、平成13年に開発された「ファイバースノウ」へ置き換わり、7,000ha程度が栽培されています。本品種は倒伏や耐雪性に強いとともに、粒の黒条線が細く、精麦品質が優れていることから、実需者のニーズが高く、供給不足となっています。さらに、平成18年には、関東地方に適した品種で、縞萎縮病に強く、精麦白度に優れる「シルキースノウ」が開発されています。品質特性の解明についても、炊飯・冷却した後の褐変にはポリフェノールが大きく関与していること、ポリフェノールの産生を低減する遺伝子の効果、また、麦臭に寄与する成分が明らかにされています。

大麦は水溶性食物繊維のベータグルカンが豊富で、精白粒には5%程度含まれています。アメリカの食品医薬品局は特定食品の健康強調表示に、全粒グレインおよびドライミル加工した大麦食品を承認し、例えば、「大麦はコレステロールを下げる働きがある」等の表示が認可されています。今後、一層の生産拡大が期待されています。

なお、麦茶用の栽培が盛んな関東向けに、多収で耐倒伏性に優れ、タンパク質含量が高い麦茶向け品種「さやかぜ」も開発されています。

(2) 二条大麦 ー産地拡大、高品質な醸造用

ビール麦の品種開発は産地と実需のニーズの一つずつ応えて進められてきました。産地拡大に向けては、土壤伝染性のオオムギ縞萎縮病の発生地域拡大が壁となっていました。本病には複数のウイルス系統が存在し、関東、九州では従来のⅠ、Ⅱ型に加えⅢ型の被害が拡大し、全てに対応した抵抗性品種が必要であることが判明しました。新しく開発された関東向けの「スカイゴールデン」や、九州向けの「しゅんれい」は全てに抵抗性を持ち、麦芽品質も良好なことから、作付が拡大し、「スカイゴールデン」は3,700haが作付けら

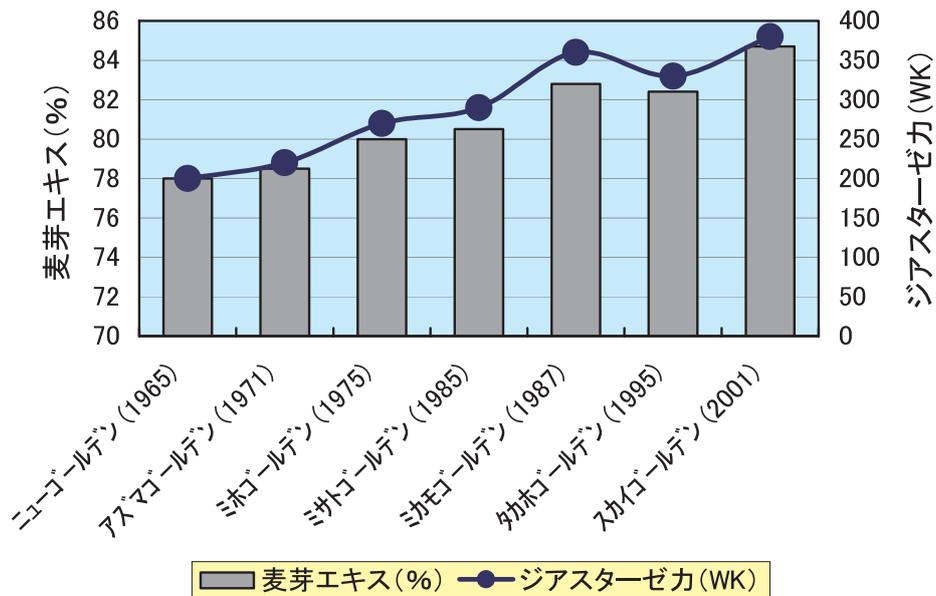


図7. ビール用大麦新品種による品質の向上

れています (図7)。

一方、近年、早播き等により出穂が早まった大麦では、実が不十分のまま成熟し、皮が収縮することによる側面裂皮粒が等級低下の要因となっています。「しゅんれい」は、脱穀機を改造した簡易な評価法を用いて側面裂皮粒が少ない品種として開発され、播種適期も広く、通常よりも10日程度早い11月中旬の早播きが可能となりました。

品質面については、古くから官民共同により品質検定が行われてきた結果、国産品種の麦芽エキスやジアスターゼ力といった品質形質は充分に改善されてきましたが、数年前からタンパク質が溶けすぎる点が問題視されだしました。しかし、新品種「サチホゴールドン」は可溶性窒素として最適な0.7～0.8%の麦芽を作ることができ、この問題は解消に向かっていきます。

現在ビールの透明度向上が期待できる低ポリフェノール化等の高付加価値化を図っているところです。最近では、二条大麦は国産の焼酎醸造用としての需要も拡大しており、大麦産地は地域特産品として、新品種に期待しています。「ニシノホシ」を初めとして「しゅんれい」や「キリニジョウ」は農業特性の改良とともに、醸造品質に特徴を付加した九州向けの品種として開発されています。

(3) はだか麦 ー特産品として売れる麦ー

はだか麦は加工用・食用としての需要が強く、供給不足が長く続き、実需者から増産が求められている状況にあります。そこで、平成13年には、倒伏に強く、



粒ぞろいの良い「マンネンボシ」が開発され、愛媛県では、作付の9割が「マンネンボシ」となり、これまでの「イチバンボシ」とともに主用途の麦味噌だけでなく、焼酎の醸造、外食産業向け麦飯や麦茶等への利用も増えています（写真5）。

実需者がはだか麦に望む形質としては搗精時間の短い品種が求められています。そこで、原麦が硬いと搗精時間が長くなることに着目し、硬度計による硬さから搗精時間を簡易に評価できる技術が開発されました。この技術により、平成17年には、九州向けで多収、白度が優れる「トヨノカゼ」が開発されました。この品種は「イチバンボシ」より10%程度収量が多く、また、粒が軟らかい軟質であるため搗精時間が短くてすむといった利点があります。現在、大分県で栽培され、今後は中国地方における普及も見込まれています。

大麦、はだか麦の新しい品種の作付面積は年々増加し、現在13,000haを超え、全体の23%を占めています。

3. 高品質化・低コスト化に向けた新しい栽培技術

これまで新品种の開発について、紹介してきましたが、高品質で優秀な品種ほど、手がかかるといえます。排水対策や適性施肥等の基本技術の励行はもちろんですが、ここでは品種開発と平行して開発されてきた栽培技術の中から、現場で実用化されているものを紹介します。

(1) 人工衛星等を活用した合理的・低コストな収穫管理

北海道の畑作地帯では収穫機械及び乾燥施設についてもヨーロッパ並みの大規模栽培を実現していますが、成熟期前後の天候不順（低温・多雨）のほか、品種「ホクシン」による寡占化により、収穫適期が1週間から10日間程度と短く、収穫適期を逸し、低アミロ化（低温下で雨に当たることにより穂発芽せずともアミラーゼ活性が高まり、内部の品質が低下すること）の要因となっています。そのため共同利用する施設・機械の効率的な運用システムの構築が必要ですが、収穫・搬入順序の調整は経験と圃場の目視により行われてきました。そこで、衛星リモートセンシングやメッシュ気象情報といった先端技術を用いた小麦適期収穫支援システムが開発されました。本システムではまず、地域内設置した気象ロボットから気象メッシュ情報(250m四方)により成熟および子実水分の予測を算出し、地域の収穫早限を判定します。また、衛星リモートセンシ

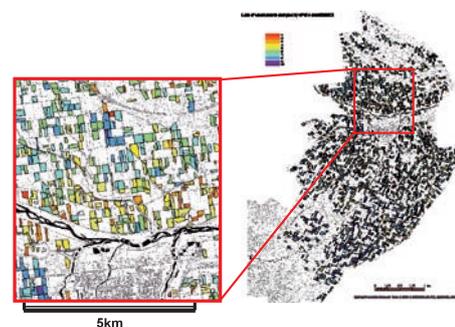


図8. 衛星より推定した生育早晚マップ
(芽室町での事例、図中の赤い畑は成熟が早く、青い畑は成熟が遅れている)

ングにより圃場毎の登熟の相対的な早晚を判定します。同時に、成熟期後日数、気温、降水量から低アミロ発生を予測し、低アミロの危険度から収穫期の晩限も判定し、これらを組み合わせて、生育早晚マップを作成します（図8）。マップは、域内のコンバイン数と乾燥施設の能力を制限要因とした中で、収穫・運搬順序を決める支援情報として発信しています。本システムは平成14年産から、JA芽室が実施主体となり実用化され、高水分収穫や刈り残しが減り、乾燥調製施設での受け入れ水分の低下と均一化が実現しています。また、コンバインの1台あたりの収穫量が増加し、乾燥施設での乾燥経費も2割程度が削減されています。

(2) 播種時期の移動による春播き・秋播き小麦の生産性向上

春播き小麦はパン用としてのニーズが高いのですが、秋播き小麦よりも収穫期が遅いことに加えて、転換畑が多い北海道道央部の多雪地帯では融雪が遅れ、播種が5月に入ることも多く、穂発芽や赤かび病により収量・品質ともに不安定な状況にありました。そこで初冬期（根雪直前）に播種し、生育量の確保とともに早生化を図る「究極の早播き栽培」技術として開発されたのが「春播き小麦の初冬播き栽培」です。播種は根雪直前の11月中旬に行い、積雪下で発芽、融雪と同時に生育できるので、収穫は通常よりも10日ほど早い7月下旬から可能となります（図9）。また、適正な追肥により、1割程度多収となります。栽培のポイントは①土壤凍結が浅く雑草が少ない圃場の選定、②土壤表面のクラスト防止のため碎土しすぎない、③11月播種の徹底、④「春よ恋」は初冬播きにより倒伏しやすいため「ハルユタカ」の利用です。近年、江別市を中心

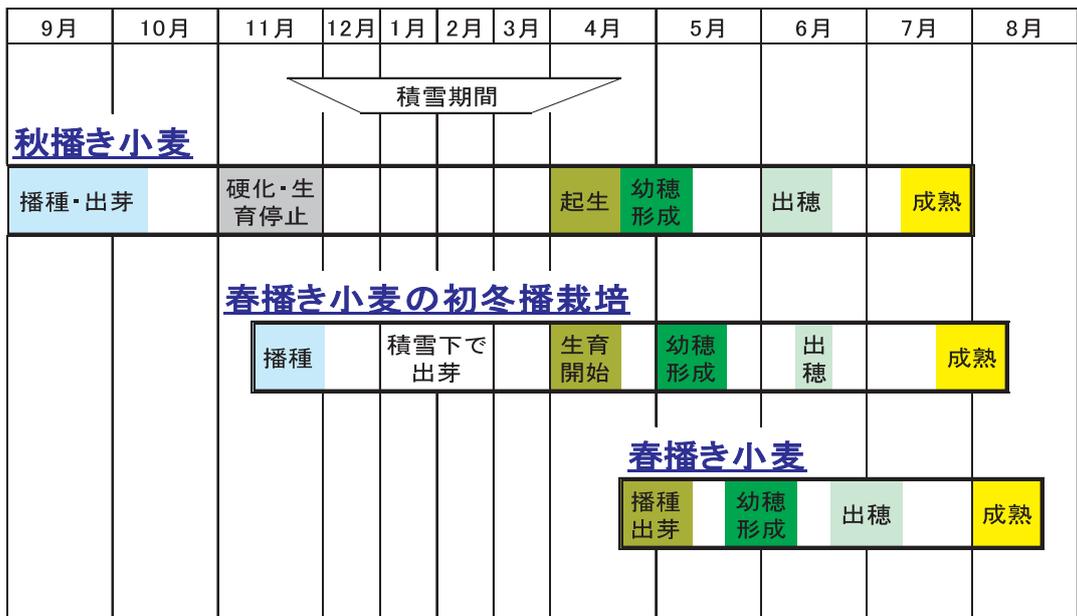


図9. 初冬播き栽培の生育ステージ

初冬播き栽培における播種期は各地域の平年根雪日から 20 - 25 日以前が最適

に 800ha 程度まで普及しています。

岩手県や青森県といった北東北では、水稲や大豆の収穫期が 10 月の中下旬と遅いことから、10 月初旬が適期である秋播き小麦の播種に間に合わず、作業競合や土地利用上の問題となっていました。そこで、水稲や大豆の収穫期よりも十分に後の 12 月に播種する冬期播種技術が開発されました。この技術では通常よりも播種量を 15kg/10a と多めにすることで収量が向上し、加工適性もほぼ通常期播き並みとなります。また、本技術では、近年、発生が拡大傾向にある小麦縞萎縮病の被害を軽減できます。これは冬期播種では、播種から 40 日間の平均気温が感染適温である 10℃よりも明らかに低いことから、感染しにくく発病株率がごくわずかとなります。このため、最終的な収量では、通常の秋播きよりも 2 割程度多収となる結果が出ています。

(3) 雨害の低減に向けた基盤技術

雨が多い日本にとって収穫期の穂発芽や赤かび病といった雨害は長年の課題です。例年、穂発芽被害は発生し、平成 7 年の北海道では、網走地方を中心に規格外小麦が 43%にも達し、被害総額は 100 億円以上と推定されています。穂発芽に対しては、効果的な薬剤や回避できる栽培技術が難しく、穂発芽耐性品種の活用が基本です。我が国の主力品種の中では「農林 61 号」が比較的穂発芽に強いものの、雨に当たると年次によ

り穂発芽が発生し、また、穂発芽しなくとも低アミロ化しやすくなります。穂発芽耐性の向上は麦新品種緊急開発プロジェクト以降重点的に取り組んできた結果、北海道において穂発芽耐性が極めて強く、連続低温・降雨下でも低アミロ化しない系統「北系 1802」が開発され、実用品種の育成に活用されています。一方、穂発芽耐性に関する遺伝・生理学的な研究についても、受精後 25 日頃のアブシジン酸 (ABA) 感受性の向上が種子を強く休眠させることや、休眠性が比較的強い赤粒種の赤皮遺伝子と ABA 感受性の関係解明が進んでいます。さらに、穂発芽耐性の DNA マーカーの開発や、イ



写真 6. 小麦の赤かび病 (矢印)

ネゲノムプロジェクトの成果を活用した稲と小麦の遺伝子の同祖性の解析も始まっています。今後はこれらの知見を活用し、一層、穂発芽や低アミロに強い高品質な小麦品種の開発が期待されています。

雨害には穂発芽に加えて赤かび病（写真6）が作り出すかび毒（マイコトキシン）の被害があります。平成14年に厚生労働省が小麦のかび毒（デオキシニバレノール）含有の暫定基準を1.1ppmに設定したことを受け、農林水産省は小麦の農産物検査規格について、赤かび病による被害粒の混入率の上限を1.0%から0.0%に改正しました。このように、かび毒のリスク低減に

対する要望が産地・消費者において高まっていますが、抵抗性品種については限られた状況でした。新品種「トワイズミ」や「北見春67号」は赤かび病に対して既存品種より強く、かび毒の蓄積も少ないことから、汚染リスクの軽減が期待されています。品種開発の他にも、赤かび病菌に感染したコムギでは粒厚が小さくなるとともに千粒重が軽くなることから、粒厚選別と比重選別を組合せることにより、収穫物からのマイコトキシンの低減技術や、発病程度のモニタリングによる効率的防除技術も開発しています。

コラム②

小麦の単収比較 —各国それぞれの栽培環境—

小麦の平成18年産の年平均単収は、全国では384kg/10aですが、北海道が427kg/10a、都府県が331kg/10aを示し、特に北海道の畑作地帯で463kg/10a（麦作共励会農林水産大臣賞では799kg/10a）と高い生産性を示します。大麦は、概して小麦よりやや低い年平均単収となっています。一方、海外では、イギリス、フランス、ドイツにおける小麦の収量がいずれも平均で700kg前後の高水準にあります（図10）。これらの国は、わが国よりも冬期間の気温が高いことから、冬期間も少しずつ生長できること、また収穫期に梅雨等の長雨が少ないため麦の生育期間を長く設定できることから、多収となります。逆にアメリカやオーストラリアは、降水量が少なく、時に干ばつに見舞われ、単収は290kg、190kgと低い状況です。一方、日本の冬期間、麦は生育を停止し、収穫期についても梅雨前収穫を目指すことから、世界的に極めて早生な品種が栽培されています。日本の年平均単収は、気象条件の不利を考えると高い生産性を示していると言えます。また、本州では稲・麦の二毛作が中心であり、水稻と小麦の単収合計でみると1t/10a程度と圃場生産力が非常に高いことがわかります。

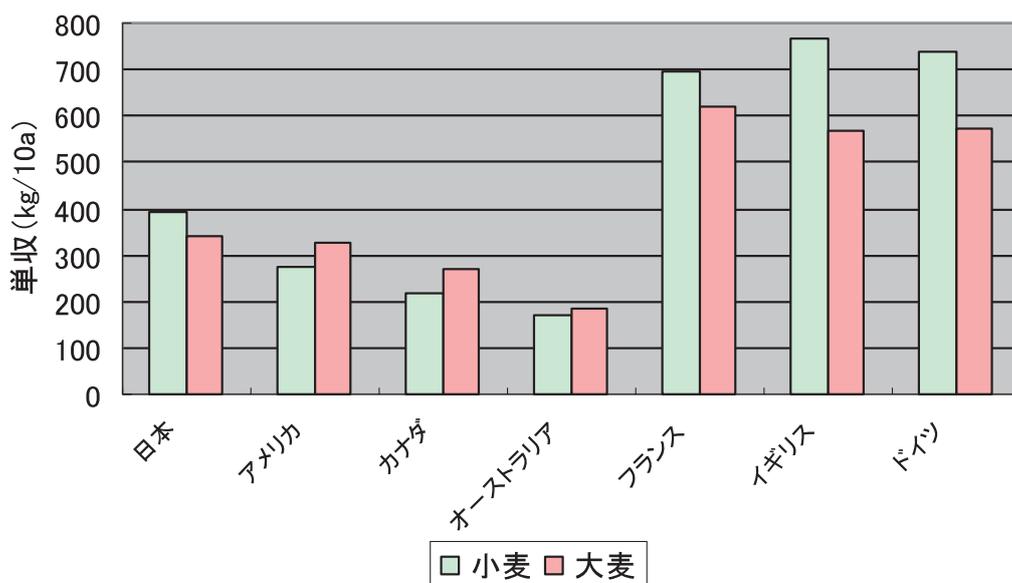


図10. 世界における単収比較

Ⅲ. 残された問題とこれからの技術開発

北海道の小麦作では、「きたほなみ」の開発により「ASW」に匹敵する品質が現実のものになるとともに、人工衛星の情報による適期収穫により、品質の均質化についても向上しました。また、春播き、秋播きのパン用小麦品種の開発も進み、今後とも日本の大産地と

しての地位を占めていくことでしょう。

一方、都府県については、売れる麦作りに向けた一層の技術開発が必要です。短期的には、各地域に適応した「ASW」並みの加工適性を示す品種の開発、中長期的には通常アミロース含量で汎用性が高く、広域な地域に適応する品種を開発する必要があります。また、収穫期の雨害回避に向け、早生化とともに雨に当たっ

コラム③

ヘイバイン・ピックアップ収穫 —春播き小麦の成熟をコントロール—

北海道において春播き小麦の収穫適期となる8月中・下旬は天候が不順で雨も多く、成熟と水分低下を待っている間に雨害を受ける場面が多くみられます。そこで、収穫を早めて、雨害リスクを低減させるために、牧草用のヘイバイン（大型刈り倒し機）（写真7）を用いて小麦を刈り倒し、刈り株の上で3、4日間の天日干しすることによって短期間で追熟と水分低下させた後に、ピックアップ装置を付けたコンバインで収穫する方式が注目されています。この収穫方式は欧州発の技術で、ポイントは①刈り倒し後に晴天が予想されること、②風通しを良くするために刈り高さを20～30cmの高刈りとする、③刈り株が干し台となるため播種量をやや多め（13～15kg/10a）とすることが大切です。この技術は斜里町の春播き小麦集団で実践され、雨害の発生を最小限度に食い止め、高い製品歩留まりを実現していることから、平成17年度の農林水産祭天皇杯（農産部門）を受賞しています。斜里町では、平成13年には春播き小麦の作付面積は123haでしたが、ヘイバイン・ピックアップ収穫により安定生産の見込みが立ったことから、作付面積を450haまで伸ばす計画です。



写真7. 左上是ヘイバイン機、右上はピックアップ装置を装着したコンバインの前部、下はヘイバイン機による刈り倒し作業（高刈りした刈り株の上で麦（矢印）を短期間で乾燥させます）

でも穂発芽や低アミロ化しない品種の開発、赤かび病によるかび毒の蓄積が明らかに少ない品種の開発が必要です。これらの開発は、他分野・他作物からの知見の活用と生理・遺伝解析の一層の推進により可能となるでしょう。

一方、国産麦は輸入麦と比較した場合、一層の低コスト・省力化が必要です。麦での不耕起省力栽培や欧州で普及している収穫前に刈り倒して乾燥を速める「ヘイバイン・ピックアップ収穫技術」、小規模圃場における収穫適期判別技術等の意欲的な技術開発・取り組みが必要です。

モチ小麦や「甘いコムギ」など新規用途向けでは、それぞれ新しい性質を持っており、商品化・生産拡大にはステップが数段あり、これも民間の技術・知見を活用した取り組みが必要です。パン用小麦についても、

各地に分散している産地を面的に拡大するためには、外麦並みの品質を目標とするのではなく、まずは各地域向け品質を「ハルユタカ」並みまで底上げし、消費者から支持を集めることが肝要です。大麦については、供給不足の解消に向けて、小麦が過作傾向にある産地における麦種転換するために、一層の高品質・多収品種の開発とともに小麦と大麦の適地判別技術や効率的な作業・輪作体系の構築・提案も重要です。

農林水産研究基本計画では、これら麦に関する品種開発、栽培技術について目標を示し、オールジャパンで取り組むことが掲げられています。目標達成に向けて産学官が連携して、高品質な「売れる」麦の安定生産技術の開発が重要な課題です。

(執筆担当：大淵直樹、中谷 誠)

レポートの作成にご協力いただいた方々（敬称略）

(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 山内 宏昭
田引 正
(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター 藤田 雅也
小田 俊介
北海道立北見農業試験場 吉村 康弘
栃木県庁 加藤 常夫
(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター 柳澤 貴司

図・写真の出典

写真 1 上：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター
下：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 九州沖縄農業研究センター
写真 2 上：北海道立北見農業試験場
図 5：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター
図 6：(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
写真 3：(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
写真 4：(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
図 7：栃木県農業試験場
写真 5：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター
図 8：(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
図 9：北海道立中央農業試験場
写真 6：(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所
写真 7：北海道立上川農業試験場

『農林水産研究開発レポート』既刊リスト

- No.1 (2001.10) 麦の高品質化を目指して
- No.2 (2002. 1) イネゲノム情報を読む
- No.3 (2002. 5) 循環する資源としての家畜排せつ物
- No.4 (2002. 9) 機能性食品の開発
- No.5 (2002.12) バイオマスエネルギー利用技術の開発
- No.6 (2003. 3) 新たな用途をめざした稲の研究開発
- No.7 (2003. 5) 昆虫テクノロジー研究
- No.8 (2003. 9) 地球温暖化の防止に関わる森林の機能
- No.9 (2004. 2) 海洋生態系と水産資源－持続的水産資源管理の高度化を目指して－
- No.10 (2004.11) 食品の品質保証のための研究開発
- No.11 (2004.12) 食料・環境問題の解決を目指した国際農林水産業研究
- No.12 (2005. 3) 病害虫の総合的管理技術－化学農薬だけに依存しない病害虫防除－
- No.13 (2005. 7) 大豆の安定・多収を目指して
- No.14 (2005.11) 進化する施設栽培－大規模施設から植物工場まで－
- No.15 (2006. 3) イネで牛を育てる－飼料イネによる国産牛生産－
- No.16 (2006. 3) 魚と貝のバイオテクノロジー－安全で信頼できる魚と貝を目指して－
- No.17 (2006. 7) 野生動物による農林業被害を防ぐ技術
- No.18 (2006.10) 新たな用途をめざした稲の研究開発 平成18年度版
- No.19 (2007. 1) 水田・畑輪作体系を進める効率的な新技術
- No.20 (2007. 3) スギ人工林資源活用のための木材加工・利用技術の開発
- No.21 (2007. 7) ゲノム情報の品種改良への利用－DNAマーカー育種－

農林水産研究開発レポートについてお気づきの点等ございましたら、
下記担当までお願いいたします。

担当：〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1
農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課 広報班
T E L 03-3502-7407
F A X 03-3507-8794
E-Mail : www@s.affrc.go.jp

インターネットでのご利用について

1 農林水産研究開発レポート

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/report.htm>

2 農林水産研究開発レポート ビデオ版

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/movie.htm>

3 その他、農林水産研究成果等の紹介

- ・ 農林水産省農林水産技術会議

<http://www.s.affrc.go.jp/>

- ・ 研究成果情報

<http://www.affrc.go.jp/ja/db/seika/index.html>

- ・ 農学情報資源システム AGROPEDIA

http://rms1.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/menu_ja.html

- ・ 農林水産研究成果ライブラリー

<http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/index.html>

- ・ プロジェクト研究成果シリーズ

<http://rms2.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/contents/JASI/seika.html>

4 食と農の研究メールマガジン

「食と農の研究メールマガジン」は農業担い手や食品産業、農林水産研究者はもちろん、消費者のみなさまなどに役立つ食と農に関する情報をお届けするメルマガです。配信は月2回で無料です。

登録は下記URLからお願いします。

http://www.s.affrc.go.jp/docs/mg/mg_top.htm

農林水産研究開発レポートNo.22

「売れる麦に向けた新技術」

2007年8月31日

監 修 農林水産省 農林水産技術会議

編集・発行 農林水産省 農林水産技術会議事務局

〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1

TEL : 03-3502-7407

FAX : 03-3507-8794