

## 高品質な国産小麦の研究開発動向

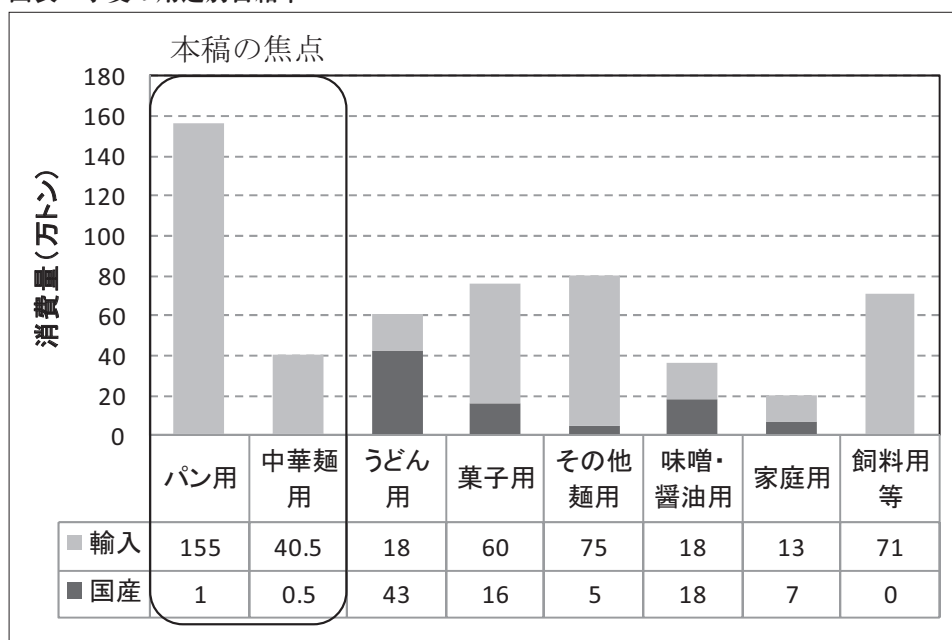
日本人は3大主食として、2人以上の世帯当たり年間86kgの米、45kgのパン、36kgの麺を消費している。これらを食料自給率で見ると、米がほぼ100%であるのに対し、パンや麺の原料となる小麦は約13%と低い。特にパン用小麦は1%程度しかない。

世界の小麦生産量は、従来小麦品種の持つ環境適性から、収穫時期に比較的冷涼で雨量の少ない地域に強く偏在している。異常気象の多発により、2010年には10ヶ国以上が小麦の輸出を制限するなど、世界の小麦の生産は不安定化している。一方、消費の面では、新興国における富裕層人口の増加に伴って、今後も大きく増加することが見込まれている。これらの事由により、2020年には世界の小麦の取引価格は、2000年の約3倍に達すると予想されている。

日本国内でも、食料の安定的な供給が図られる必要があるという食料安全保障の考え方があるほか、食品に対する安全意識の高まりから国産小麦の需要が増えている。研究開発の面では、1990年代後半以降、農林水産省を中心として国産小麦の多収品種や栽培技術の向上が図られてきた。しかし、まだまだその規模は小さく、分散的で、人材も不足している。

今後は、公的研究機関や大学を通して国産小麦の研究開発を大幅に強化し、輸入小麦に匹敵する良質な国産小麦品種を開発するとともに、それらを安定的に供給できるような新品種の栽培技術、加工技術、製粉・製パン・製麺等の商品開発技術を向上させていくべきである。さらに、開発した技術の知財を活用し、国産小麦のブランド化を進め、国際戦略も視野に入れた地域振興および食品産業の活性化を図ることが望ましい。

図表 小麦の用途別自給率



参考文献<sup>4)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

# 高品質な国産小麦の研究開発動向

金間 大介  
客員研究官

鷺見 芳彦  
客員研究官

## 1 はじめに：日本における小麦生産と消費の現状

総務省統計局が実施した家計調査によると、2007年から2009年までの平均で、日本人は2人以上の世帯当たり年間約86kgの米、約45kgのパン、および約36kgの麺を消費しており<sup>1)</sup>、これらが日本人の3大主食である。一方、食料自給率においては、米が95から100%で推移しているのに対して、パンや麺の原料となる小麦は約13%と極めて低い。特に、パン用小麦においてはわずか1%程度しかない。残りの99%は輸入に依存している。

輸入小麦の内訳は、約5割が米国からの輸入で、残りをオーストラ

リアとカナダで分け合っている<sup>2,3)</sup> (図表1)。主に米国産やカナダ産はパンや中華麺用に、オーストラリア産はうどん用に使用されている。代表的な商品としては、米国産ダークノーザン・スプリングやカナダ産ウェスタン・レッド・スプリング、オーストラリア産スタ

ンダード・ホワイトなどが有名である。これらの輸入小麦は全て政府が買い取ったのち、マークアップと呼ばれる利ざやを上乗せして製粉企業等に売り渡される。その後、パンや麺等に加工され消費者へ届けられる<sup>2,3)</sup> (図表2)。

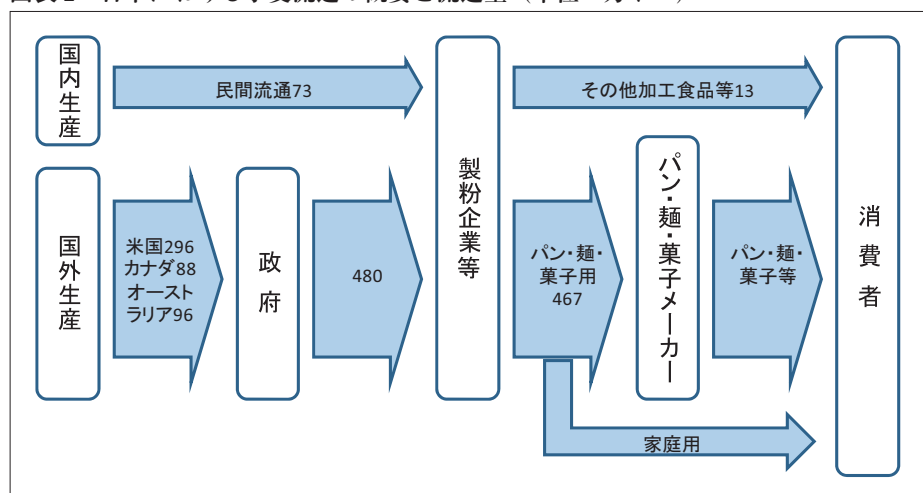
小麦は、米やトウモロコシと並

図表1 2009年における日本の小麦輸入・生産量

産地	取引量(万トン)	(割合)
輸入小麦合計	480	86.8%
米国産	296	53.5%
オーストラリア産	96	17.4%
カナダ産	88	15.9%
国産小麦合計	73	13.2%

参考文献<sup>2,3)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 日本における小麦流通の概要と流通量 (単位：万トン)



参考文献<sup>2,3)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

び、世界で最も生産量の多い作物の1つだが、日本ではパンや中華麺用の強力小麦の品種の栽培は少なく、主にうどん用や菓子用の中力小麦が栽培されている<sup>4)</sup> (図表3)。その理由は、ほとんどの国産小麦は、弥生時代以来の長い時間をかけて、日本の湿潤な気候と食文化に適するように改良されてきたうどん用小麦だからで、その他の多くの小麦は元々乾燥地帯に適しており、雨の多い日本では病気や穂発芽が発生してしまうため収穫が難しい。

しかしながら、国産小麦で作ら

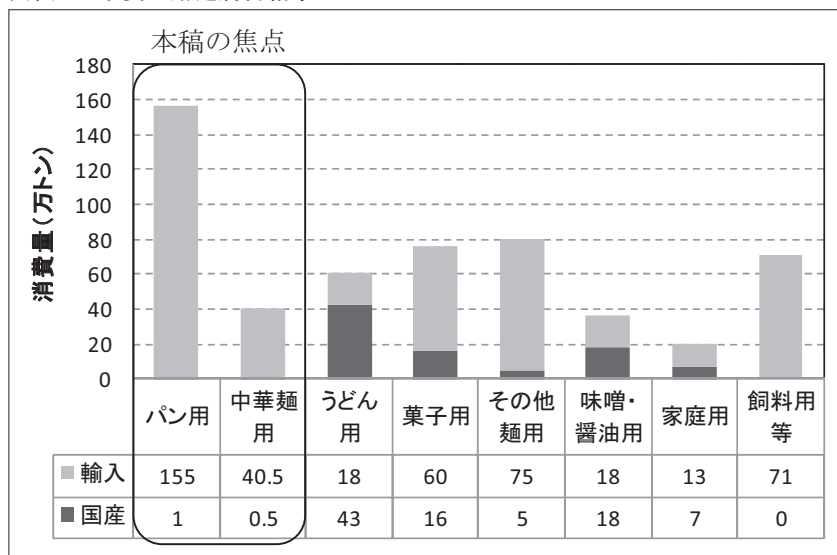
れたパンや中華麺に対する需要は増加している。この背景として、多様な食に対するニーズの高まりだけでなく、輸入食品に対する不安、食料自給率の向上に対する期待、新興国における富裕層人口の増加や気候変動による世界的な小麦市場の高騰と不安定化等がある。

本稿では、世界の小麦の生産状況の変化、日本における国産小麦に対する期待や研究開発動向などをまとめ、今後の国産小麦開発の方向性を探る。小麦は、元々持っているたんぱく質の量で強力粉、中力粉、薄力粉といった種類に分

類されるが(図表4)、本稿では主に、国産の割合が極めて少ないが需要の多い強力粉用の小麦に焦点を当てる。

なお、パン等の国産化という意味では、米粉で作られた、いわゆる米粉パンや米粉麺が近年話題となっているが、当然小麦とは成分が異なるため味や食感も異なり、大規模な産業化にはまだ時間がかかると考えられることから、本稿では取り扱わないこととする。

図表3 小麦の用途別自給率



参考文献<sup>4)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表4 小麦粉の種類、特性、たんぱく質の関係

	本稿の焦点		
	薄力粉	中力粉	強力粉
たんぱく質の含有量	6~9%	9~11%	11~13%
グルテンの性質	弱い	<<<<	強く、よく伸びる
こね方	あまりこねない	こねる	よくこねる
主な用途	カステラ ケーキ 和菓子 ビスケット 天ぷら粉	即席麺 うどん ビスケット 和菓子	食パン 菓子パン フランスパン パン粉 中華麺
日本の主な輸入小麦品種	米国産ウェスタン・ホワイト(WW)	オーストラリア産スタンダード・ホワイト(ASW)	カナダ産ウェスタン・レッド・スプリング(1CW) 米国産ダークノーザン・スプリング(DNS)

## 2 世界の小麦生産と消費を取り巻く状況

### 2-1

#### 偏在する世界の小麦生産と輸入

世界的に小麦の栽培は、古くから比較的寒冷で乾燥した気候に適するように改良が重ねられてきた。そのため、収穫時期に当たる6～7月ごろに高温で多湿な気候となる日本では、収穫の直前に萎縮病や赤かび病等の病害や穂発芽が多く発生し、収穫ができなくなってしまう。特に主食として需要の多いパンや中華麺用の強力小麦の品種にこの傾向が強く、結果的に日本ではこれまで強力小麦のほとんどを輸入に頼っている。

このような小麦の特性は、もちろん日本以外の高湿・多湿な地域における栽培も困難にしている。そのため、世界的に見た小麦の生産量は、適度に肥沃でありながら収穫時期に雨量が少なく、かつ大規模な農法を適用することができる地域に大きく偏在している。図表5（左図）に2009-2010年における世界の小麦生産量を示したが、EUからカナダまでの生産量上位8カ国で、世界の小麦生産量

の78%を占めている<sup>5,6)</sup>。

言うまでもなく、世界の小麦を主食とする人口構造は、小麦の生産地域とは一致していない。したがって、多くの国が数少ない生産国に小麦の輸入を依存している。2009-2010年における小麦輸入量の多い上位26カ国を合計してもなお、世界の全輸入量の70%に満たない（図表5（右図））。すなわち、世界中で小麦を取り合う構図となっている。

このように、小麦は生産地と消費地に大きな乖離がある。小麦の生産に適さないモンスーン地帯や熱帯地帯、過度の乾燥地帯などを国土に多く含み、かつ人口の多い東南アジア、アフリカ、中東などの国々では、生産量のわりに人口が少なく、しかも高い生産技術を持つ米国、EU、ロシア、オーストラリア、カナダなどからの輸入に強く依存している。したがって、もし何らかの事由により、これらの生産国が小麦の輸出に制限をかければ、ただちに多くの小麦輸入国において小麦不足が発生し、価格も急騰することになる。しかも、これらの小麦輸入国の多くで今後の人口の増加が予想されている。

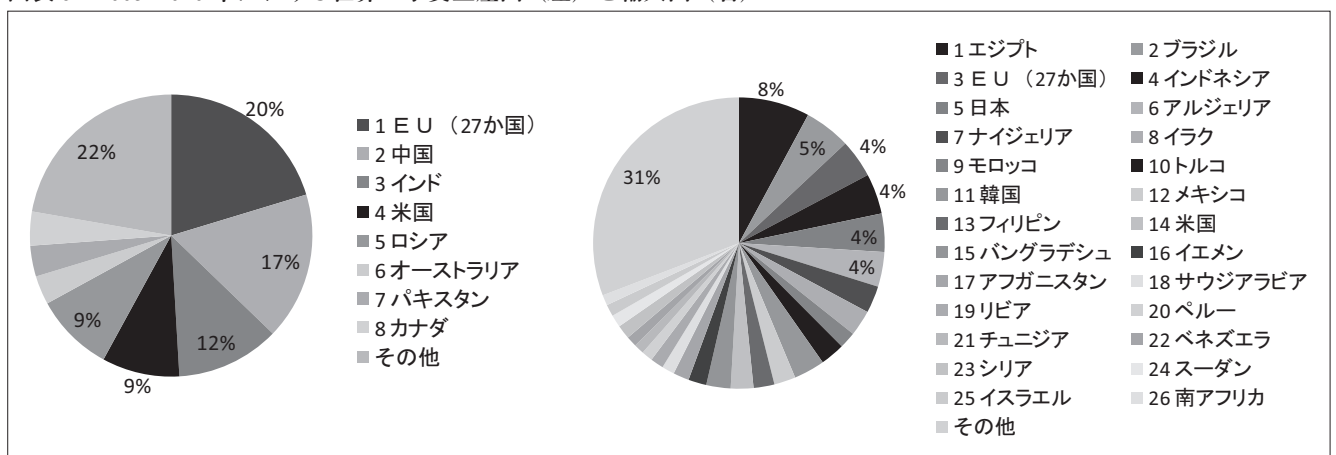
### 2-2

#### 富裕層人口の増加による穀物需要の高まり

小麦を含む世界の穀物の消費量は、2008年から2020年までの12年間で5億トン増加し27億トンに達すると見込まれている<sup>7)</sup>。一方、2020年における穀物生産量は26.5億トンにとどまる見通しで、そのため世界中の穀物在庫は取り崩され、2008年ではおおよそ20%あった在庫率は2020年には15%となり、国連食糧農業機関（FAO）が安全基準とする17～18%を下回る見通しとなっている。そのため今後は全ての穀物価格において上昇基調が続き、小麦も例外ではなく、名目ベースにおける2020年の小麦の価格は、過去において最も高騰した2008年と同等の水準に達すると見られている。これは以前の基準年だった2000年の価格と比較すると、おおよそ3倍となる<sup>7)</sup>。

このような穀物価格の上昇と需給のひっ迫の背景にあるのが、新興国における富裕層人口の増加である。先進国を中心とした金融危

図表5 2009-2010年における世界の小麦生産国（左）と輸入国（右）



参考文献<sup>5,6)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成



機による世界経済の低迷の影響にかかわらず、新興国は高い水準で成長を続け、今後の世界経済を牽引すると考えられている。彼らは豊かになるにつれて、より好んで肉類を食べるため、飼料としてより多くの穀物が必要になる。また、パンや麺などの小麦加工食品も多く消費するようになる。その結果、小麦の場合、現状では100%に近い小麦自給率を維持している中国やインドが今後は輸入国となる可能性があり、これも小麦市場に大きな影響を与えると懸念されている。

さらに、中国やインド以外のアジア諸国、アフリカ、中東の国々でも穀物の消費は急増する見込みである。これらの各地域での穀物生産量は増加傾向にあるものの、それを上回るスピードで穀物の需要が増加し、年々輸入依存度も高まっていく。小麦輸入量の上位国であるエジプト、インドネシア、ナイジェリア、バングラデシュなどでは、すでに過去5年間に小麦輸入量が増加した。特に、アフリカの2020年における穀物消費量は、

大幅な人口増と経済成長に伴い、世界の1割に相当する約2.7億トンに達する見込みである<sup>5)</sup>。一方で生産量は消費の増加に追いつかず、結果的にアフリカの2020年の穀物輸入量は、1996年のおよそ12倍の8千万トンに拡大すると予想されている。

## 2-3

### 気候変動による 生産量の不安定化

世界的な穀物争奪戦に拍車をかけているのが、近年の異常気象の多発である。2010年には、異常気象による不作により、10ヶ国以上で小麦の輸出が制限された。

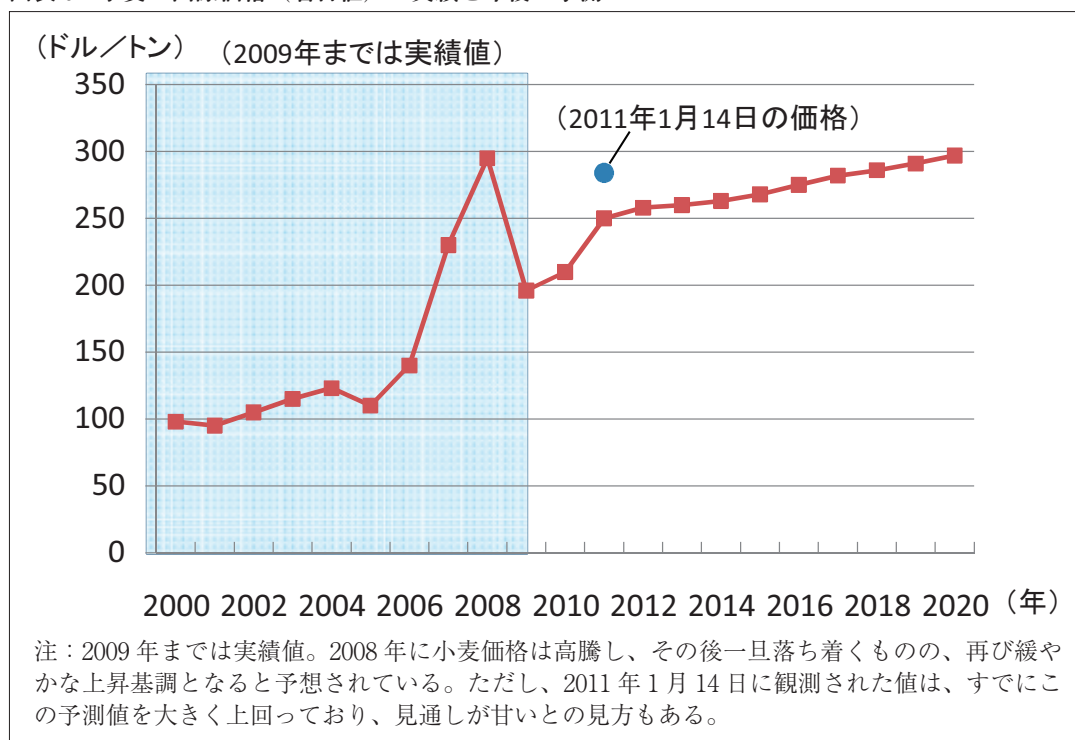
ロシアは、現時点で世界第4位の小麦生産国（世界シェア約9%（2009年））であり、また世界第4位の輸出国（世界シェア約14%（2009年））でもある。しかし、2010年8月15日から12月末まで、小麦等の穀物の海外輸出を禁止すると発表した。これは

2010年度に作付けした小麦の約20%が干ばつによってダメージを受けて収穫できなかったため、国内供給を優先するための措置である。小麦の輸出は季節的な要因から、通常は年度の下期に偏重するが、仮にロシアからの輸出の半分が海上貿易から消失したと仮定すると、世界の年間の輸出市場の7%程度が消失することになる。同時に、ウクライナ等の周辺国も同様の気候変動による影響を受けている。

オーストラリアでは、2010年に発生した洪水による品質低下で、同年のオーストラリア産小麦は半分しか製粉用に使えないという見込みが発表された。オーストラリア産のスタンダード・ホワイト（ASW）はうどん用小麦の原料として日本でも使われている関係で、日本市場にも直接的な影響が懸念されている。

さらに世界的に、将来の農地減少の可能性も不安材料として浮上している。現在、世界では1年間に砂漠が500万ヘクタール増加している。これは日本の全農地面積

図表6 小麦の国際価格（名目値）の実績と今後の予測



参考文献<sup>7)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

である 465 万ヘクタールと同等レベルである。さらに都市化や水不足も進んで、世界における新たな農地を増やすことは、今後は難しいのではないかという懸念が広がっている。

このような事態を受けて、例えば韓国政府はスーダンに 210 万ヘクタールの農地を確保したと発表した。ほかにも中国はコンゴに

280 万ヘクタールを、ザンビアに 200 万ヘクタールを確保したところである。そのほか、サウジアラビアや UAE も石油と引き換えに国外の農地の確保を急いでいる。一方、日本は歴史的に国内農家を優先しているため、海外の安い農地を確保するという計画は今のところない。

このような背景により、世界の

小麦の取引価格は 2000 年と比べると約 3 倍、2006 年と比較してもすでに約 2 倍の水準に達している。今後の長期的な上昇基調を予想する投資家による投機資金も流入し、価格の上昇に拍車をかけていると見られる。気候変動の影響は、富裕層人口の増加と違って事前に予測することが難しく、小麦価格を不安定化させている。

## 3 日本国内における国産小麦の期待

### 3-1

#### 国産小麦に対する消費者の期待

世界的な潮流を受ける形で、日本国内における小麦の取引価格も上昇している。現在、海外産の小麦については政府が一括して輸入し、製粉企業等への売り渡し価格を決定している。その価格が近年急上昇し、2007 年 10 月には 10%、2008 年 4 月には 30% も値上げされた。農林水産省は、引き続き小麦の国際価格が高騰していることを理由に、2011 年 4 月 1 日から輸入小麦の製粉企業への売り渡し価格をさらに 18% 引き上げたところである。これを受けて、大手の製パン企業は、主力製品の価格を 5~10% 引き上げている。

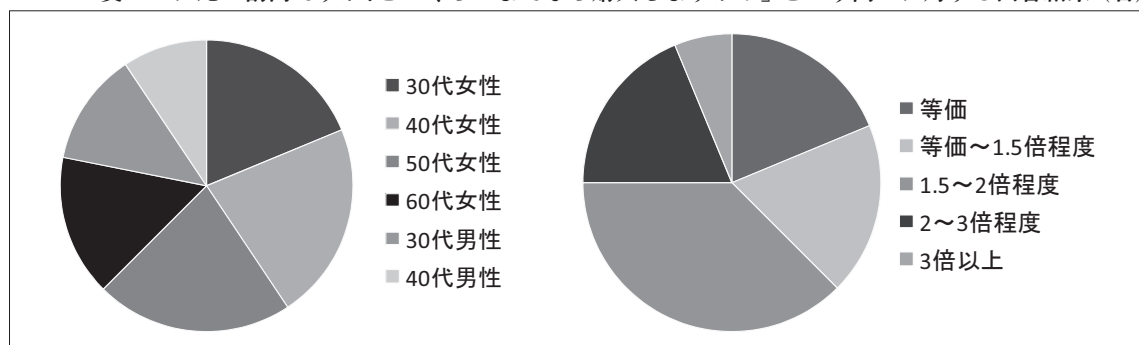
このように世界的な穀物争奪戦が懸念される中、日本国内では国産小麦の需要が増加している。その要因の 1 つとして、食品に対する安全意識の高まりがある。現状では国産であっても農薬は使われているが、国産小麦にはポストハーベスト農薬は使用されていない。農薬の健康への影響はまだ未解明な部分が多いものの、消費者としてはより安全なものが身近にあるのであれば、多少のコスト増は気にしないといった価値観が生まれつつある。2008 年の餃子の食中毒事件や、乳幼児 30 万人に健康被害が及んだ粉ミルクの汚染問題といった事件がほぼ同時期に中国で発生したのが、価値観の変化への大きなきっかけとなった。

国産小麦に興味を持つ消費者、安全性を意識したパン製造・販売店は、いずれも年々増加している。

小麦は、大規模な農法により生産された外国産小麦を政府が大量に輸入し、その多くがパンや中華麺、パスタ等の原料となり加工されてから消費者に提供されるため、米に比べると品種についてあまり意識されてこなかったという背景がある。しかし、地産地消意識の高まりや、パンづくりの技術が向上したことによる自家製パンや小規模経営のパン製造・販売店が登場するにつれて、国産の良質な小麦に対する需要が高まりつつある。そして一般の消費者も小麦の産地や品種を徐々に意識するようになった<sup>8)</sup>。

筆者らは、2011 年 1 月に札幌市内にあるパン販売店の前で小規模な市場調査を行った（図表 7）。同店は輸入小麦に加え、国産の小麦粉を使用したパンを製造・販売しており、調査対象者は、同店で

図表 7 国産小麦パンの購入意欲に関する調査結果：調査対象者の内訳（左）と、「国産小麦パンは輸入小麦パンに比べ割高ですが、どのくらいまでなら購入しますか？」という問いに対する回答結果（右）



パンを購入した32名である。「国産小麦パンは割高だが、どのくらいまでなら購入するか」という質問に対し、平均で2.3倍までなら購入してもいいという回答が得られた。

しかし、国産小麦の需要が増えていく一方で、国内の小麦生産量はここ数年でほとんど変化していない。図表8は、国内における小麦の落札価格の推移である。最も高値で取引されている「春よ恋」は、パン用の強力国産小麦として現在取引されている代表的な銘柄である。これはパン用として取引される輸入銘柄に比べ、2倍程度高い。経年変化で見ても、近年の「春よ恋」の取引価格は上昇基調にあり、国産小麦に対するニーズの高まりを示している。この価格差を埋めるため、農林水産省は輸入小麦を一旦すべて買い取り、その後マークアップと呼ばれる利ざやを上乗せして市場に売り渡し、輸入小麦の価格を引き上げる一方で、そこから得た利益を活用して国産銘柄の購入者に対し補助金を支給し、国産小麦の購入を補助している。

## 3-2

### 食料安全保障の考え方

日本では、「食料・農業・農村基本法」第2条第2項および第4項において、食料安全保障についてそれぞれ次のように規定されている。これらの規定は、まさに現在の国産小麦に当てはまるものである。

(第2条第2項)「国民に対する食料の安定的な供給については、世界の食料の需給および貿易が不安定な要素を有していることにかんがみ、国内の農業生産の増大を図ることを基本とし、これと輸入および備蓄とを適切に組み合わせて行われなければならない」

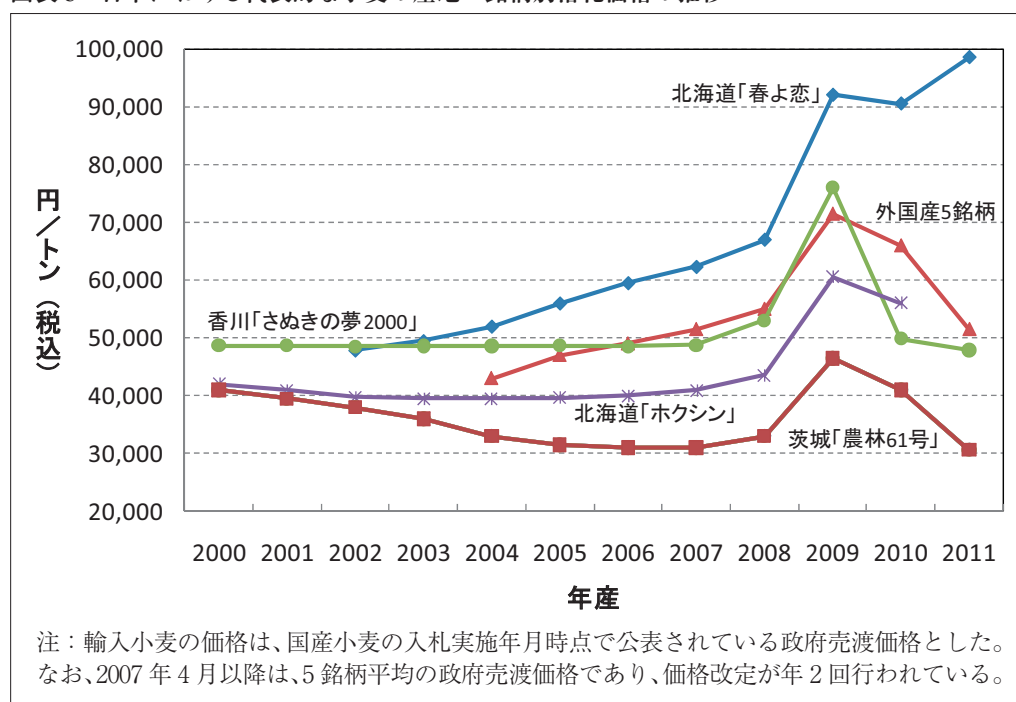
(第2条第4項)「国民が最低限度必要とする食料は、凶作、輸入の途絶等の不測の要因により国内における需給が相当の期間著しくひっ迫し、又はひっ迫するおそれがある場合においても、国民生活の安定および国民経済の円滑な運営に著しい支障を生じないように、供給の確保が図られなければならない」

これまで見てきたように、パンや麺の原料となる小麦は米と並び日本人の主食である。その一方で、新興国の人口増大や異常気象の多発により世界における小麦の需給状況は不安定化しつつある。このことは明らかに日本の食料安全保障を脅かす要素である。したがって小麦は、国内の農業生産の増大を図り(上記第2項)、国民経済の円滑な運営に著しい支障を生じないように、供給の確保が図られなければならない(上記第4項)。

食料安全保障の考え方においては、生命の維持を脅かすような不測の事態に備えるだけではなく、健康で充実した生活の基礎として、将来にわたって良質な食料が合理的な価格で安定的に供給されなければならない(同法第2条第1項)とも規定されている。

したがって輸入小麦に匹敵する良質な国産小麦品種を開発するとともに、それらを安定的に供給できるように新品種の栽培技術、加工技術、製粉・製パン・製麺等の商品開発技術を向上させていく必要があると考えられる。

図表8 日本における代表的な小麦の産地・銘柄別落札価格の推移



参考文献<sup>3)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成



## 4 国産小麦に関する政策と研究開発の動向

### 4-1

#### 国産小麦関連の 農業政策の変遷

日本における小麦の生産量は1970年代まで低迷していたが、その後水田からの転作作物として位置付けられることにより、少しずつ増加した。1998年に決定された「新たな麦政策大綱」においては、水田における麦栽培の本作化の方針が示され、プロジェクト等による新技術の開発が徐々に加速されてきた<sup>9)</sup>。

この「新たな麦政策大綱」では、麦類の研究開発の充実・強化のための方策として、「生産者・実需者の要望の品種開発への反映」「目標を明確にした品種開発の推進」「研究成果の移転の促進」「緊急研究開発プロジェクトの創設」が提示され、1999年からは「麦新品种緊急開発プロジェクト」が開始された。それ以降も、国産小麦の関連プロジェクトによって研究が継続され、品種改良を中心とした技術開発が進められてきた。この間、パン・中華麺用品種として「ニシノカオリ」「キタノカオリ」など、各地域の環境に対応できる強力粉

用の品種が育成され、製粉・製パン性、加工適性等の解明等が行われた<sup>10)</sup>。

続く2003年に開始された「新鮮でおいしい『ブランド・ニッポン』農産物提供のための総合研究」では、これまで解決が困難だった穂発芽や赤かび病の対策、低品質の要因解明、需要拡大を図るための新規用途の開発を目的に進められた。この中で、穂発芽や、赤かび病や縞萎縮病などの難防除病害に対する抵抗性遺伝子の導入および集積技術を開発し、抵抗性品種を開発した<sup>11)</sup>。

この間、2005年には「食料・農業・農村基本計画」が改定され、2006年には「新需要麦の研究」プロジェクトも実施された。現在は、2010年からスタートした「水田の潜在能力発揮による農地周年有効活用技術の開発」が進行中である。この事業では、冬期に水田を有効利用することで農地を周年活用し、食料自給率の向上を目指すとともに、これまで開発した高品質の品種の生産性の向上を実現するための研究開発が行われている。

さらに、2010年3月に2度目の改定となる新たな「食料・農業・農村基本計画」が閣議決定された。世界の穀物等の需要が中長

期的にひっ迫傾向にあるという認識の下で、2020年の食料自給率をカロリーベースで50%まで引き上げることが目標としている。この中で、生産面での取り組みとしては、「収量性に優れた良質なパン・中華麺用品種の育成」「良質な水稻晩生品種の育成による広範な水田二毛作の普及」「加工技術の確立等による国産うどん用小麦のパン・菓子用への利用拡大」等が課題として挙げられている。これらの克服を通して、小麦の生産量は、現在の約2倍の180万トンに増産させることが数値目標として明記されている<sup>12)</sup>。

### 4-2

#### 小麦の遺伝的特性の 研究動向

小麦粉は適量の水を加えてこねると、小麦粉中に含まれているたんぱく質の主要な成分であるグルテニンとグリアジンが絡み合って、弾力性と粘着性に富むグルテンが形成される。これは水を加えてこねることで高分子の巨大な網目構造が形成されるためである<sup>13)</sup> (図表10)。パンや麺の生地の特性は

図表9 日本における近年の国産小麦に関する主な農業政策

1998年	「新たな麦政策大綱」の策定
1999年	「麦新品种緊急開発プロジェクト」の開始
1999年	「食料・農業・農村基本法」の制定
2000年	「食料・農業・農村基本計画」の策定
2003年	「新鮮でおいしい『ブランド・ニッポン』農産物提供のための総合研究」の開始
2005年	「食料・農業・農村基本計画」の改定(第一回)
2006年	「研究プロジェクト—新需要麦—」の開始
2010年	「水田の潜在能力発揮による農地周年有効活用技術の開発」の開始
2010年	「食料・農業・農村基本計画」の改定(第二回)



グルテンの質と量によって左右され、加工製品に応じた小麦粉が利用されている。パンや中華麺用にはグルテンが多く弾力のある強力粉が、うどん用にはグルテンの質、量ともに中間的な中力粉が使われる。

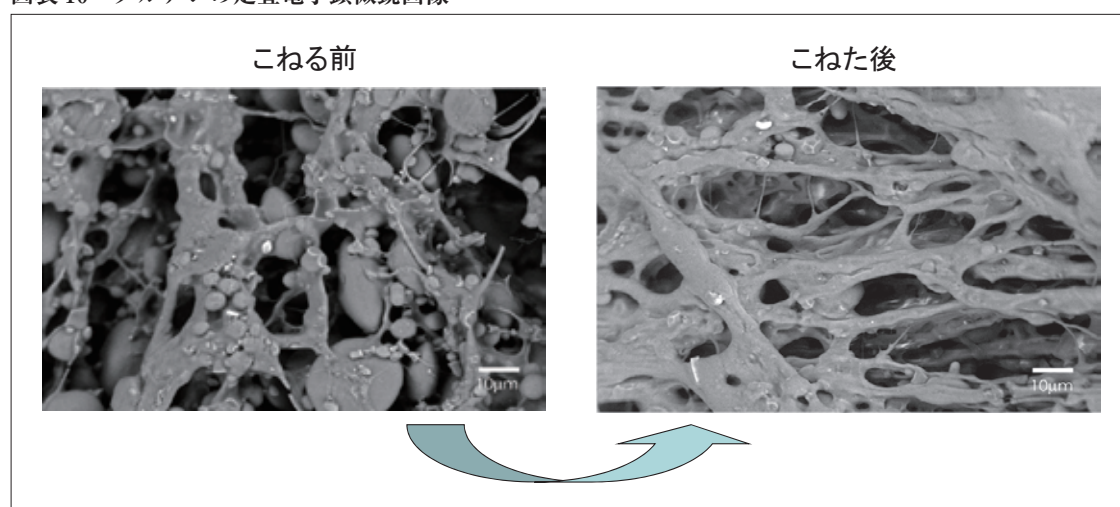
グルテニンとは、グルテニンに含まれるアミノ酸の一種であるシステイン同士のジスルフィド結合により重合する高分子構造を形成し、多くの分子が連なった巨大な

ポリマーとなっている（図表 11（左図））。グリアジンはお互いが水素結合などで弱く結合したモノマーの状態が存在する（図表 11（右図））。これらの特徴から、グルテニンはゴムのよう伸び縮みすることで弾力（強さ）に影響を与え、グリアジンはグルテンの粘り（伸び）に関与していると考えられている<sup>14)</sup>。

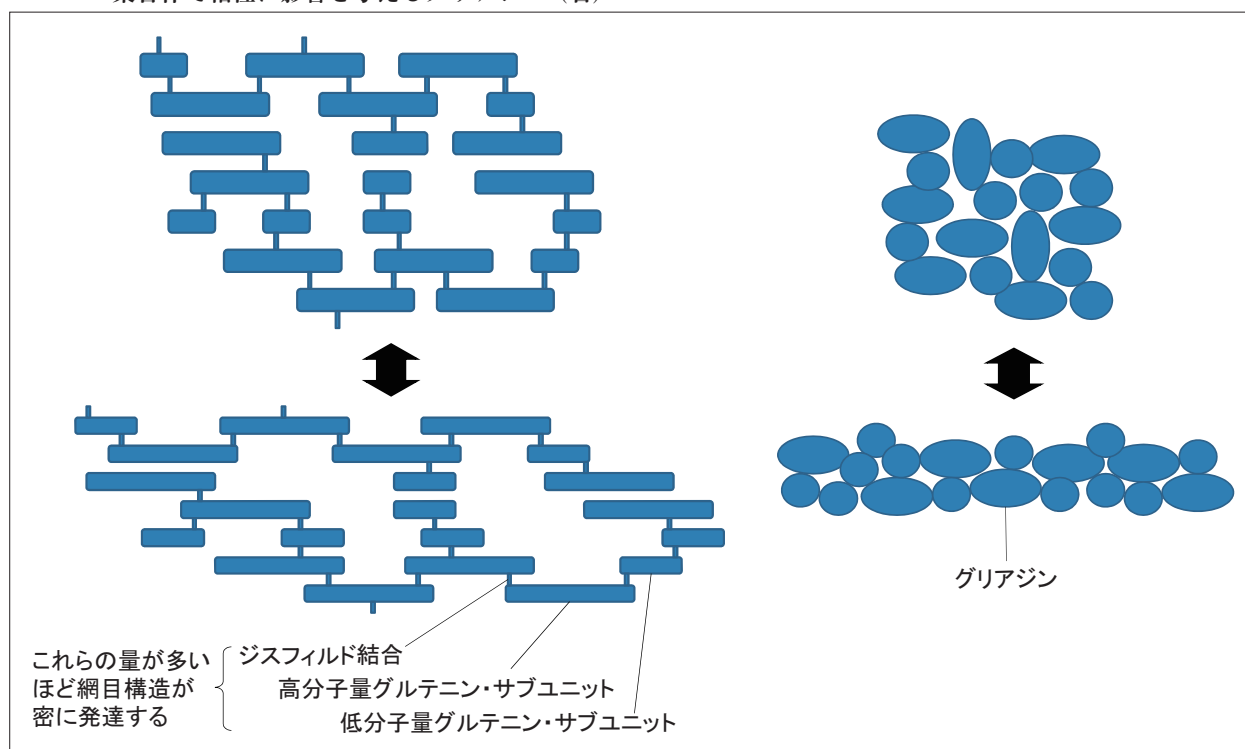
グルテニンは、分子量が8万から16万の高分子量サブユニット

と、分子量が3万から4万6千の低分子量サブユニットに分けられる。たんぱく質含量が同じレベルでも、品種ごとにグルテニン・サブユニット含有比、構成、重合度の違いによりグルテンの粘弾性は大きく変わる。一方、グリアジンは分子量が2万5千から4万6千の間にある3種類と、分子量が4万6千から7万の間にある1種類に分けられる。加工適性はそれらの要因で大きく異なる。

図表 10 グルテンの走査電子顕微鏡画像<sup>15)</sup>



図表 11 グルテンの粘弾性のもとになるたんぱく質の性質：ジスルフィド結合によりポリマーとなってゴムのよう伸び縮みすることで弾性に影響を与えるグルテニン（左）と、水素結合などで弱く結合したモノマーの集合体で粘性に影響を与えるグリアジン（右）



参考文献<sup>14)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

これまでの研究成果により、高分子量のグルテニン・サブユニットには様々な遺伝子型がある中で、どのサブユニットが生地を強める効果が高いかが明らかになりつつある。具体的には、分子間結合をするシステインの数によりポリマーの形状が異なり、その結果、弾性の低い直鎖状か、あるいは弾性の高い網目状の形状を持ったポリマーが作られる。一方、低分子量のサブユニットの遺伝子型が生地特性に与える効果については、システイン数の違いは関係せず、サブユニットの数や量、立体構造の違いなどが影響していると考えられている<sup>14)</sup>。

結果的に、高分子量と低分子量のそれぞれにおいて、生地を強めるサブユニットを合わせ持つ品種で、超強力な性質を示す生地ができあがる。この生地は弾力が非常に強く、この小麦粉に中力粉を混ぜることにより、パン等の製造に適する強力粉のような特性を発揮させることができる。このように、超強力粉はブレンド用に用いられる。国産小麦としては、次節で紹介する新品種の「ゆめちから」がこの特性を備えており<sup>16)</sup>、米国のダークノーザン・スプリングと同等またはより強い生地特性を示すことがわかっている。

以上のように、グルテニン・サブユニットの遺伝子型の組み合わせにより生地特性の推定がある程度まで可能と考えられる。加工目的に合わせて最適化した高品質小麦の選抜も可能になりつつある。

## 4-3

### 北海道における 品種改良と穂発芽・ 病害対策の研究動向

北海道は日本の小麦生産量の6～7割を占める日本最大の産地であ

図表 12 北海道産小麦の種類

	銘柄	用途
秋まき小麦	ホクシン	日本麺用
	きたほなみ	
	ホロシリコムギ	
	きたもえ	
	キタノカオリ	
春まき小麦	ゆめちから	パン・中華麺用
	ハルユタカ	
	春よ恋	
	はるきらり	

る。多くの小麦は高温・多湿に弱く、収穫時期に乾燥し冷涼となる地域での栽培に適しているため、梅雨時期がない北海道は小麦の産地として適している。さらに北海道では、大規模農業を行うことが可能である。例えば十勝地区は、東京・千葉・神奈川の合計を上回る総面積を保有し、早くから大規模農業を発達させており、農家一戸当たりの平均耕地面積は全国平均の24倍である。また、石狩地区では地元で事業を展開する江別製粉株式会社等のバックアップにより、強力粉用の新品種の育成に力を入れている<sup>8)</sup>。

国産小麦の中で、パン用に適しているといわれている代表銘柄に「ハルユタカ」や「春よ恋」があり、ともに需要がある。しかし、それでも北海道における小麦生産の割合でいうと、中力粉の「ホクシン」が生産量の約91%を占め、次いで「春よ恋」が約4%、「キタノカオリ」が約1.5%、「ハルユタカ」が約0.6%とパン用小麦の生産はまだまだ希少となっている。

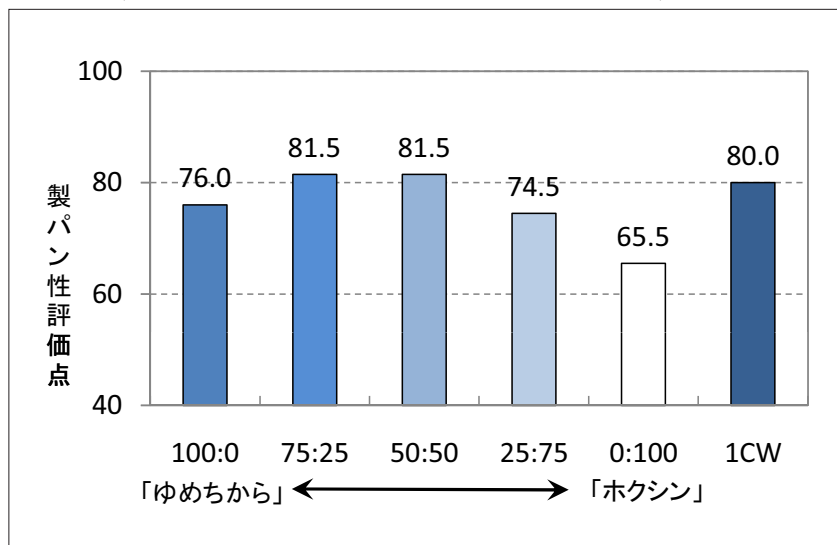
そこで、(独)農業・食品産業技術総合研究機構の北海道農業研究センターでは、春まき小麦よりも、収穫時期を早めることで病害等を減らすことが期待できる秋まき小麦の品種改良を進め、優れた萎縮病抵抗性や赤かび病抵抗性を示し、強靱なグルテンを持つ超強力小麦の新品種「ゆめちから」の改良を進めている<sup>16)</sup>。超強力粉は「ホクシン」等の国産中力粉とブレンドすることで、生地特性がパンや

中華麺用に適した小麦粉になることから、国産小麦の消費拡大に寄与することが期待されている。

「ゆめちから」は、1996年に越冬性が優れる「札系159号」と、製パン適性が優れ超強力である「KS831957（カンザス州立大学育成系統）」のF1を母、「月系9509（後のキタノカオリ）」を父として人工交配を行い、選抜・育成された品種である<sup>17)</sup>。近年北海道の小麦栽培地帯で被害が問題になっている小麦萎縮病に対する抵抗性が優れること、ブレンド利用することで優れた加工特性を示すことが評価され、2008年に北海道の優良品種のひとつに採用された。

道産小麦とのブレンド粉で加工適性の評価も行われている<sup>16)</sup>。「ゆめちから」と国産小麦の基幹品種である「ホクシン」のブレンド比率を変えた製パン試験が行われ、「ゆめちから」のブレンド比率を高めるにしたがい、生地の弾性および硬さがよくなり、体積が大きくなり、膨らんだパンになることがわかった。しかし、「ゆめちから」100%では生地が強すぎて、製パンの作業性が低下し、パンも膨らまず固い食感となる。結果として、「ゆめちから」に「ホクシン」を25%から50%ブレンドした方が製パン作業がしやすい生地特性になるとともに、ふっくらとした総合点の高いパンになった（図表13）。

図表 13 「ゆめちから」と「ホクシン」の比率と製パン性試験結果  
(1CW：カナダ産ウェスタン・レッド・スプリング)



参考文献<sup>16)</sup>を基に科学技術動向研究センターにて作成

## 5 今後の国産小麦の発展に向けて

### 5-1

#### 小麦の研究開発の促進

これまで見てきたように、世界的な小麦生産の偏在に加え、新興国における富裕層人口の増加と世界的な気候変動により、世界の小麦市場は高騰かつ不安定化しつつある。食料安全保障の観点や消費者の食の安全性に対する関心の高まり等から、日本国内においても、国産小麦に対する期待は大きくなっている。

しかし、図表8で示したように、国産小麦の価格は輸入小麦に比べまだまだ高い。4.1節で述べたように、1990年代後半以降、農林水産省を中心として国産小麦の多収品種や栽培技術の向上が図られてきたが、日本全体の研究開発の規模はまだ小さく、分散的で、研究開発人材も不足している。

製粉企業や製パン・製麺企業等からの要望としては、国産小麦の安定した品質と供給が強く求められている。これまでの研究により

高品質な優良品種が開発されてきたが、依然として生産年や生産地による収量や品質のばらつきが大きい。例えば前節で紹介した国産強力小麦「ハルユタカ」は、多くの注文を受けながらも、求められる収量を確保できず、2009年、2010年と2年連続で販売量の縮小を余儀なくされている。

したがって今後は、特に安定した品質の開発と収量の向上を実現していくことが重要である。そのために公的研究機関や大学の国産小麦の研究開発を大幅に強化する必要がある。また、関連する企業側では、国産小麦の品種に合わせた製粉・製パン・製麺性技術の向上や、品質評価技術の更なる改良を進めることが期待される。

コストの低下や、品質と供給の安定化を実現するために、育種研究に求められる課題として次の2点が挙げられる。

第一に、収穫直前の多湿な時期に発生する赤かび病や縞萎縮病、穂発芽等を防ぐことである。ライバルである輸入小麦の品種には、赤かび病や穂発芽の耐性が必要な

いため、この課題は梅雨のある日本が独自に克服していかななくてはならない。

そこでこの研究を加速する手法として、DNAマーカー選抜が注目されている。品種間には、DNAの塩基配列に少しずつ違いがあり、この違いを目印（マーカー）にすると、良食味性などの有用形質をDNAの違いを利用して間接的に選抜することができる。これにより、交配と検定の繰り返しに頼った今までの育種選抜に比べ、大幅に選抜時間を短縮することができる。例えば、従来の選抜方法とDNAマーカー選抜を組み合わせることで、幼苗時に葉からDNAを抽出するだけで品種の有用形質を選抜することができ、交配および育成に時間と労力をかけることなく、複数の形質を短期間でチェックすることが可能となる。今後、DNAマーカー選抜の効果的な活用が求められる。

育種研究に対し求められるもう1つの課題が、小麦の栽培性の向上である。仮に病害等に対する抵抗性があり、かつ高い品質を持つ



品種を開発できたとしても、実際に各農家が安定して栽培できるような栽培技術を確立しなければ意味がない。これまでの研究により、高品質な国産小麦品種が一定数開発されてきたが、安定した収量を毎年確保するだけの栽培技術は確立されていない。これは、どうしても生産者によって少しずつ作り方が異なるため、小麦の品質を一定に保つことができず、結果的に食品に加工する段階で高コストとなってしまう。安定的で高い汎用性を持った栽培技術を確立するとともに、様々な症状の発症に対する追肥の種類やタイミングを周知させるなど、生産者に対する的確な情報の提供やサポートの確立が求められる。

## 5-2

### 小麦ブランドの確立とその展開

2007年3月に農林水産省が策定した「農林水産省知的財産戦略」を契機として、農林水産分野においても本格的に知的財産政策が動き出すこととなった<sup>18)</sup>。農林水産分野には、生産・加工段階における植物の新品種（育成者権）、技術開発の成果（特許権・実用新案権）、遺伝子特許、販売段階におけるデザイン（意匠権）やネーミング（商標権）、さらには現場の技術やノウハウ、地域ブランドや食文化といった無形の情報等、様々な知的財産がある<sup>19)</sup>。上記の戦略は、これら農林水産分野の知的財産を総合的に創造、保護、活用することによって、農林水産業や食品産業の競争力を高め、地域振興を実現することを目的としている<sup>20)</sup>。さらに2010年3月には、この流れを強化すべく、「新たな農林水産省知的財産戦略」が策定されている<sup>21)</sup>。特に地域独自の価

値を見いだし、それを価値ある産品として販売する地域ブランド戦略が、国内産地の生き残り策として重要視されている。そこで、国産小麦の高品質化およびブランド化を通し、地域振興および食品産業の活性化を図るべきである。

もともと農林水産物や食品は、本質的に地域ブランドの概念になじむものである<sup>22)</sup>。ブランドの確立において基本的なことは、その商品の本来的な価値の確立であることは言うまでもない。小麦でいえば、それを原料として製造された食品の味や食感、風味、栄養価等の品質が高いものでなければならぬ。しかし、それだけでは地域ブランドは確立されない。確立した食品の価値や地域との関連性を適切に伝えるための販売戦略も必要となってくる。前述したように、品種や栽培技術、ネーミングなどは全て知財の保護下に置くことができる。地域ブランドの推進のために、これらの知財を総合的に管理・活用する必要がある。

さらに地域ブランド戦略の延長線上として、日本で開発した小麦の国際戦略の可能性についても検討すべきであろう。長期的に日本国内の食品市場が縮小していく一方で、アジア諸国等の富裕層の拡大や世界的な日本食の広がりなど、海外には今後伸びていくと考えられる大きな食品市場が存在している。従来、小麦品種は、その強い環境適性から生産地が偏る傾向にある。そこで、日本で開発された高温多湿に耐性のある品種および栽培技術を権利化した上で海外へ運び、現地生産も試みるべきであろう。その過程の中で、海外に日本の食材の魅力を十分に伝えることや、日本の高品質な農産物の認知を高めていくことが期待される。一連の活動の中心となるのは、もちろん農家や農事組合法人などの民間農業従事者だが、品種改良や新しい栽培技術、遺伝子関

連技術などは、(独)農業・食品産業技術総合研究機構や各地の農業試験場、地方独立行政法人等が高度な知識を蓄積している。また、企業活動の現地化については(独)日本貿易振興機構(JETRO)が優れたノウハウとサポート体制を提供している。これらの関係者が力を合わせて海外における日本産小麦の生産・販売を促進していくことが期待される。

### 謝辞

本稿を執筆するにあたり、(独)農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所の小田俊介様から大変多くのご助言をいただきました。また、同機構近畿中国四国農業研究センターの池田達哉様からは貴重な資料を提供していただきました。さらに(有)アニーアンドケイティの大沢明日香様からは、サンプルを提供していただくとともに、パンの製造方法についてご教授いただきました。江別製粉(株)の山本嘉彦様には、同社の製粉過程を見学させていただきました。皆様に対し、ここに深く感謝申し上げます。

### 語句説明

- ・穂発芽（ほはつが）：収穫前の穂に実った種子から芽が出てしまう現象。降雨などの気象条件によって小麦・米・トウモロコシなどに見られ、収穫減や品質低下の原因となる。対策として、降雨期の前に収穫できる早熟種や、休眠性が強く吸水しても発芽しにくい遺伝子を持つ品種の育種が行われている。
- ・赤かび病：小麦、大麦など麦類の最重要病害のひとつであり、穂に病原菌が感染することで、粒が肥大しなくなったり、穂全体が枯れたりする病害である。
- ・コムギ縞萎縮病：新葉にかすり状の斑点が現れ、これが黄白色の縞状となる。病原ウイルスが



- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p>土壤中に生息する土壤伝染性のウイルス病である。病原ウイルスと菌は、長期間にわたり土壤中に生存する。なお、土壤中のウイルスや媒介菌を根絶することは困難と言われる。</p> <p>・ポストハーベスト農薬：収穫後</p> | <p>の農産物に使用する殺菌剤、防かび剤などのこと。日本では収穫後の作物にポストハーベスト農薬を使用することは禁止されている。しかし、米国をはじめとする諸外国から輸入されている作物等には、収穫後の輸送中</p> | <p>にカビ等の繁殖を防止するために農薬が散布されることがある。</p> <p>・ジスルフィド結合(Disulfide bond)：2個のシステイン残基のSH基が酸化されて共有結合した架橋構造。全体的な構造はR-S-S-Rとなる。</p> |
|--|---|---|

## 参考文献

- 1) 総務省統計局「家計調査」(2011)
- 2) 農林水産省「麦をめぐる事情について」(2010)
- 3) 農林水産省「麦の需給に関する見通し」(2011)
- 4) 小田俊介「新たに育成された国内品種の加工適性と今後の育種の方向性について」第2回グルテン研究会資料(2010)
- 5) U.S. Department of Agriculture「Grain: World Markets and Trade」(2010)
- 6) U.S. Department of Agriculture「World Agricultural Production」(2010)
- 7) 農林水産政策研究所「2020年における世界の食料需給見通し—世界食料需給モデルによる予測結果—」(2011)
- 8) 堤悦子「農商工連携による地域活性化活動の成果に関する実証研究」北海道開発協会平成21年度助成論文、pp.73-92(2008)
- 9) 小田俊介、勝田眞澄「小麦・大麦の増産による食料自給率向上に向けた研究の方向性」農林水産技術研究ジャーナル Vol.33、No.11、pp.5-8(2010)
- 10) 農林水産省「新たな麦政策大綱」(1998)
- 11) 農林水産技術会議「新鮮でおいしい『ブランド・ニッポン』農産物提供のための総合研究」(2007)
- 12) 農林水産省「食料・農業・農村基本計画」(2010)
- 13) 田引正「超強力小麦『ゆめちから』の開発」農林水産技術研究ジャーナル Vol.33、No.11、pp.15-19(2010)
- 14) 池田達哉「小麦粉の加工適性とグルテンタンパク質組成の関連と高品質な品種開発」農林水産技術研究ジャーナル Vol.33、No.11、pp.9-14(2010)
- 15) 池田達哉「グルテンの質を決定する遺伝子群と製パンについて」第2回グルテン研究会資料(2010)
- 16) (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「北海道地域向けの超強力秋まき小麦「ゆめちから」」(2010)
- 17) (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「新品種『ゆめちから』の栽培に当たって」(2010)
- 18) 農林水産分野知的財産研究会「よくわかる農林水産業の知的財産権」ぎょうせい(2008)
- 19) 市村雅俊「農林水産分野における知財戦略の展開と地域農業振興」『地域政策研究』(高崎経済大学地域政策学会) Vol.13、No.1、pp.39-49(2010)
- 20) 農林水産省「農林水産省知的財産戦略」(2007)
- 21) 農林水産省「新たな農林水産省知的財産戦略」(2010)
- 22) 農林水産省「農林水産物・食品の地域ブランド化の推進に向けて」(2009)

---

## 執筆者プロフィール

---



### 金間 大介

科学技術動向研究センター 客員研究官

北海道情報大学経営情報学部 准教授

<http://www.do-johodai.ac.jp/>

博士（工学）。専門は産学連携と知的財産、科学技術予測、ナノテクノロジー分野の研究動向など。産学連携活動の分析や技術予測プロジェクトに従事し、中・長期的な技術トレンドと経済社会との関係に興味を持つ。



### 鷺見 芳彦

科学技術動向研究センター 客員研究官

北海道大学 人材育成本部 特任教授

<http://www.synfoster.hokudai.ac.jp/hop-station>

バイオテクノロジーを使って社会にイノベーションを起こすよう知恵を絞りたい。若手博士人材がアカデミアだけではなく産業界で活躍できるよう、教育システムを変革することも重要と考える。社会変革を目指す一方で、いまだにアナログレコードを愛している。