

スペルト小麦の高付加価値加工利用方法の開発 (R4)

公益財団法人とかち財団 ものづくり支援部

食品技術グループ 高谷政宏

1 研究の背景と目的

スペルト小麦 (*Triticum aestivum* ssp. *spelta*) は *Aegilops squarrosa* と *Triticum dicoccum* が自然交雑して誕生したと考えられている古代から存在する小麦の垂種である¹⁾。山岳地帯や肥沃でない土壌でも生育することができ、病気や害虫などにも強い性質がある。南西アジアが起源と考えられているが、新石器時代にはドイツ、オーストリア、スイス、ベルギー、チェコ、スロバキア、カナダ、オーストラリアで大規模に栽培されている^{2, 3, 4)}。収量や収穫の作業性の観点から育種改良された現代の小麦が主流になったが、近年では栄養や栽培特性などの面からスペルト小麦が注目されるようになった^{5, 6, 7)}。2010年にヨーロッパでスペルト小麦が栽培されていた面積は約 18,000ha に達し、2014年には 60,000ha に増加したと報告されており⁸⁾、近年では日本国内でも栽培されるようになった。

Oberkulmer rotkorn はスペルト小麦に分類される一品種であり、十勝清水町の佐藤農業株式会社で栽培されていた。ヨーロッパで栽培された Oberkulmer rotkorn の栽培や加工に関する報告はあるが^{9, 10, 11, 12)}、日本国内で栽培された Oberkulmer rotkorn の研究報告はまだなかった。また、既存の研究報告には Oberkulmer rotkorn の加工利用の適性を調査した報告例は少なかった。そこで、本研究では十勝清水町で栽培されたスペルト小麦 Oberkulmer rotkorn の加工利用適性を調査し、高付加価値利用方法の開発に取り組んだ。

2 試験研究の方法

2-1. スペルト小麦の加工利用適性

十勝管内で栽培されていたスペルト小麦がどのような食品の加工に適性があるのかを明らかにするため、各種分析評価した。十勝清水町で栽培されていたスペルト小麦 Oberkulmer rotkorn の原麦を佐藤農業株式会社より購入し、ブラベンダー社のテストミルにより製粉して使用した。株式会社日清製粉ウェルナのカメリヤ強力小麦粉、雪中力小麦粉、国内麦小麦粉（薄力小麦粉）を対照とした。ケルダール法によりたんぱく質を測定した。株式会社島津製作所の噴射型乾式測定ユニット SALD-DS21 とレーザー回折式粒度分布測定装置 SALD-2200 を使用して粒度分布を測定した。粒度分布はそれぞれ 6 回測定した。

2-2. クッキーの試作評価

佐藤農業株式会社が生産したスペルト小麦であるディンケルスター（販売元：アルナチュリア株式会社）を使用した。株式会社日清製粉ウェルナの国内麦小麦粉（薄力小麦粉）、北海道産きたほなみを 100% 使用した CO・OP 北海道小麦の全粒粉（たんぱく質 11.9 g/100g）を対照とした。それぞれの小麦粉 60 g、バター 30 g、上白糖 20 g、全卵 8 g、食塩 0.6 g、重曹 0.6 g をフードプロセッサーで攪拌してそばろ状にして取り出し、厚さ 5 mm

の生地にした。内径 41 mm の円型の型を使用して型抜きし、180 °C にあらかじめ予熱しておいたオーブンで 10 分間焼成した。焼成後、1 時間ほど放冷してチャック付きのビニル袋に入れて室温で保管し、翌日に分析に使用した。

クッキーはくさび形プローブを装着した英弘精機株式会社のテクスチャーアナライザー TA.XT.plus により破断応力を測定した。クッキー 20 g に蒸留水 180 g を加えてミルサーで攪拌し、5,000 rpm で 5 分間、遠心分離した後、ろ過して 10 倍希釈溶液を調製した。次いで、株式会社インテリジェントセンサーテクノロジーの味認識装置 TS-5000Z により調製した 10 倍希釈溶液の味質を分析した。15 mL 容ガラスバイアル瓶に粉碎したクッキー 2 g を加えて、ヘッドスペースガスを固相マイクロ抽出 SPME 法 (DVB/Carboxen/PDMS, 50/30 μ m, Supelco 社) により 50°C・30 分間吸着して、株式会社島津製作所のガスクロマトグラフ質量分析計 GCMS-QP2010Plus で揮発成分を測定した。実験は独立して 3 回実施し、統計処理は Excel の統計ソフトにより検定した。

2-3. 減塩カレールウの試作評価

一般的な市販小麦粉に含まれるカリウムは 123 ± 6 mg/100g であったのに対し、ディンケルスターに含まれるカリウムは 450 ± 5 mg/100g であった (原子吸光光度法による実測値)。このカリウムを利用して減塩カレールウの開発を試みた。ラード 72 g、薄力粉もしくはディンケルスター 72g、コンソメ 12 g、砂糖 8 g、食塩 8 g、赤缶カレー粉 (エスビー食品株式会社) 24 g を基本配合とし、減塩率に応じて食塩を減らして減塩カレールウを調製した。また、食塩を減らして塩化カリウムを追加することで高減塩率のカレールウを調整した。なお、試作したカレールウは原子吸光光度法によりナトリウムを測定し、理論的な減塩率と実測値に誤りがないことを確かめた。試作したカレールウは 5 倍希釈溶液にして湯浴中で温めながら攪拌してお湯に溶いてカレーにした。カレーは味認識装置による塩味強度の解析と 3 点識別法による官能評価試験に使用した。味認識装置による評価の際は、蒸留水でさらに 5 倍に希釈して 5,000 rpm で 5 分間、遠心分離した後、ろ過して測定溶液とした。

3 結果と考察

3-1. スペルト小麦の加工利用適性

佐藤農業株式会社より購入し、テストミルで製粉したスペルト小麦の加工利用適性を調べた。スペルト小麦のたんぱく質は 10.7 ± 0.1 g/100g であった。対照とした小麦粉製品のたんぱく質は薄力粉が 8.7 g、中力粉が 10.0 g、強力粉が 12.0 g であり、スペルト小麦のたんぱく質量は中力粉に近かった。続いて、スペルト小麦の粒度分布を測定した (図 1)。スペルト小麦は 20~40 μ m に特徴的な分布があり、およそ 130 μ m に最も大きな分布が現れた。小麦粉は粒度分布によりその用途が分類可能と報告されていることから¹²⁾、スペルト小麦は中力粉用途に適性があるものと推測された。

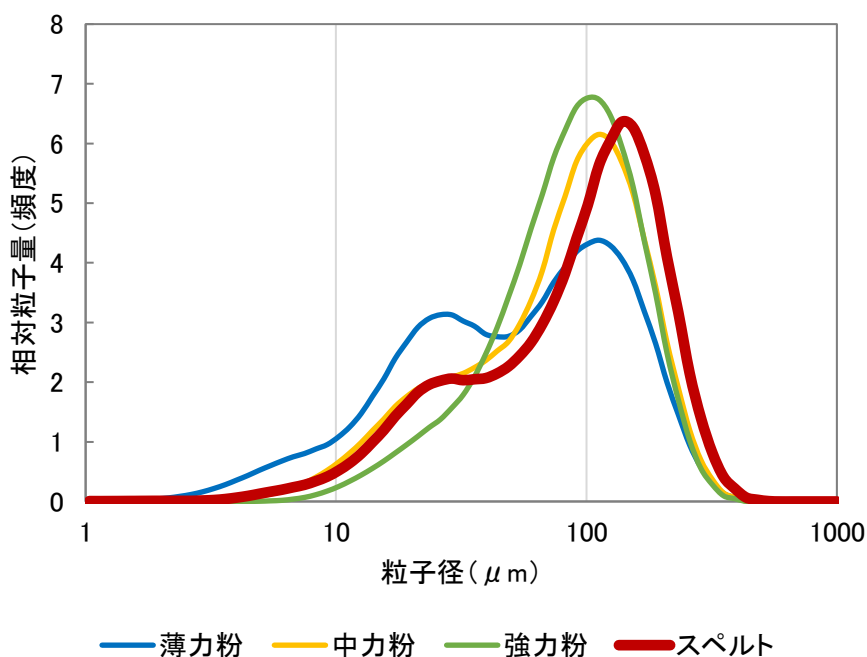


図1. 十勝産スペルト小麦の粒度分布

3-2. クッキーの試作評価

市販されている十勝産スペルト小麦であるディンケルスターは石臼挽きの全粒粉であった。中力粉用途の適性と全粒粉の特性を活かしてクッキーを試作して評価した。試作したクッキーの破断応力を測定した。スペルト小麦の破断応力は 19.3 ± 2.1 N、きたほなみ全粒粉は 24.2 ± 3.8 N、国産薄力粉は 21.1 ± 2.3 N であった。スペルト小麦のクッキーは国産薄力粉のものと同程度の硬さで、きたほなみ全粒粉のものよりもソフトな食感であることが分かった。試作したクッキーの味質を味認識装置により分析した。表1は国産薄力粉クッキーの数値を1とした相対値で表している。スペルト小麦を使用したクッキーは国産薄力粉のものと比較すると、苦味雑味と渋味刺激が弱く、塩味と旨味コクが強かった。もう一方のきたほなみ全粒粉を使用したクッキーと比較すると、酸味と渋味刺激が弱く、旨味コクが強かった。これらのことからスペルト小麦のクッキーの味質は雑味が弱く、コクが強い特徴があると考えられた。次にクッキーの香りに関係する揮発成分を分析した(表2)。スペルト小麦を使用したクッキーの揮発成分は国産薄力粉のものと比較すると、アルデヒド類の多くの化合物とピラジン類が多かった。もう一方のきたほなみ全粒粉を使用したクッキーと比較すると、アルデヒド類では不快な脂臭であるヘプタナールが少なく、花や果実の香りであるノナナールが多かった。香ばしい香りの特徴とするピラジン類はスペルト小麦のクッキーが多かった。これらの結果からスペルト小麦のクッキーの香りは国産薄力粉のものよりも香りに多様性があり、きたほなみ全粒粉のものよりもすっきりとした香ばしい香りが特徴であると考えられた。

表 1. 試作クッキーの味質評価

	酸味	苦味雑味	渋味刺激	塩味	苦味	渋味	旨味コク
薄力粉	1.00±0.24 b	1.00±0.35 a	1.00±0.27 a	1.00±0.41 b	1.00±0.03	1.00±0.00	1.00±0.09 c
きたほなみ	1.49±0.15 a	-1.12±0.27 b	0.04±0.12 b	1.19±0.07 ab	1.05±0.03	1.03±0.03	1.51±0.05 b
スペルト	0.83±0.05 b	-1.38±0.59 b	-0.57±0.22 c	1.84±0.21 a	1.06±0.14	1.02±0.01	1.85±0.15 a

表 2. 試作クッキーの揮発成分

	面積(×10 ³)		
	薄力粉	きたほなみ	スペルト
アルデヒド類			
Furfural	71±15 b	218±50 a	243±24 a
Hexanal	205±24 b	459±10 a	442±15 a
Heptanal	30±11 c	199±14 a	151±25 b
Nonanal	46±25 b	84±18 b	151±22 a
ピラジン類			
Methyl pyrazine	134±23 b	184±41 b	354±15 a
2,3-Dimethyl pyrazine	22±7 b	28±6 b	72±8 a
2,5-Dimethyl pyrazine	150±25 c	240±33 b	412±29 a

3-2. 減塩カレールウの試作評価

WHO が推奨している 1 食あたりの塩分摂取量は 1.7 g であり、全日本カレー工業協同組合が公表しているカレー 1 食あたりの塩分量は 1.8~2.0 g であった。2.0 g と仮定すると WHO の推奨摂取量に収めるにはカレー 1 食あたりの塩分摂取量を 15% 減らす必要があった。そこで、全粒粉のスペルト小麦に多く含まれていたカリウムを利用して、減塩カレールウの開発を試みた。カレールウ中の食塩量を減らすことで 15% 減塩カレールウを試作して、味認識装置で塩味強度を分析した。薄力粉を使用して減塩していないカレーの塩味強度は 4.17±0.04 であり、試作したスペルト小麦の減塩カレーの塩味強度は 3.46±0.04 であった。その差は 0.71 であり、味認識装置では数値が 1 違うと 1.2 倍の強度差が感じられると言われていることから、スペルト小麦を使用した減塩率 15% のカレーは塩味強度に大きな違いを感じずに喫食することが可能と考えられた。

大手メーカーから市販されている減塩カレールウの減塩率は 25% であった。減塩によく使用される塩化カリウムをスペルト小麦と併用すれば 25% 以上の減塩率を達成することも可能ではないかと考え、30% 食塩を減らして 15% 塩化カリウムを添加した減塩率 30% のカレールウを試作して評価した。味認識装置により塩味強度を分析すると、薄力粉を使用して減塩していないカレーの塩味強度が 4.17±0.04 であり、スペルト小麦と塩化カリウムを使用した減塩率 30% のカレーは 3.27±0.03 であった。この結果から一般的なカレーと比較す

ると、スペルト小麦と塩化カリウムを併用した減塩率 30%のカレーはやや塩味が弱く感じられるものと考えられた。次に、塩化カリウムを用いた減塩は、塩化カリウムの持つえぐみが美味しさを損なうことがあるため、3点識別法により官能評価した。薄力粉を使用して減塩していないカレーと薄力粉に塩化カリウムを使用して減塩率 30%にしたカレーを評価すると、パネル6名中5名が識別したため有意に識別が可能と分かった。また、塩化カリウムを使用したカレーはやはりえぐみが感じられたとコメントがあった。一方で、スペルト小麦を使用した減塩率 15%のカレーとスペルト小麦に塩化カリウムを併用した減塩率 30%のカレーでは、識別したパネルは7名中4名であったため有意な差はなく、両者の識別はできないという結果になった。減塩品でも美味しいといったコメントが得られ、塩化カリウムのえぐみは識別されていなかった。以上のように、薄力粉に塩化カリウムを使用して減塩率 30%にしたカレーは食味に明らかな影響を及ぼすが、スペルト小麦に塩化カリウムを使用すれば食味に大きな影響を及ぼさずに減塩率 30%を達成することが可能であると分かった。

4. まとめ

スペルト小麦をインターネットで検索すると小麦アレルギーを発症しにくい、または発症しないという情報を数多く見かける。この情報に期待を持ち、スペルト小麦を使用した商品開発の相談に当センターへ来られる方もいるが、例えば Sievers らの研究¹⁴⁾では小麦アレルギーのリスクは低下しないと報告していることを伝えるとすっかり落胆されてしまう。しかし、本研究によってスペルト小麦の新たな利用方法を開発した。たんぱく質含量と粒度分布から推測されるスペルト小麦の加工利用適性は中力粉用途に適性があることを示唆した。十勝地域をはじめ北海道で多く生産されている超強力小麦ゆめちからは、きたほなみ等の中力粉とブレンドして製パンに利用されることが多い。全粒粉のクッキーではスペルト小麦ときたほなみで明らかな品質の差が得られた。ゆめちからとスペルト小麦をブレンドして製パンに利用しても、きたほなみとのブレンドとは差別化されたパンが得られる可能性も考えられる。また、昨今は平均寿命と健康寿命の差の縮小が重要だと言われている。塩分の過剰摂取は高血圧症を引き起こしやすく、高血圧症は脳卒中、心臓病、認知症等のリスクを高めることにつながる。本研究では高塩分食であり、日本人に馴染みのあるカレーを例にスペルト小麦を使用した減塩手法を開発したが、小麦を使用した様々な加工品への応用が可能と考えられる。

本研究成果の技術移転を希望する企業もすでに現れている。小麦の一大産地である十勝地域から、スペルト小麦を利用した新たな高付加価値小麦加工品を発信し、社会問題の解決にも貢献していきたい。

5. 参考文献

- 1) M. Lacko-Bartošová, P. Otepka, 2001, *Acta Phytotech. Zootech.* 4, 71-73.
- 2) E-S.M. Abdel-Aal et al., 1997, *J. Cereal Sci.* 26, 363-370.
- 3) G. Bonafaccia et al., 2000, *Food Chem.* 68, 437-441.

- 4) I. Capouchová, 2001, *Sci. Agric. Bochem.* 32, 307-322.
- 5) E-S.M. Abdel-Aal, P. Hucl, 2002, *J. Food Compos. Anal.* 15, 737-747.
- 6) T. Bojnanská, H. Francáková, 2002, *Rost. Vyroba* 48, 41-147.
- 7) Y. Sakai et. al., 2018, *Breeding Science* 68: 587-595.
- 8) A. Szymańska, 2016, *Rolniczy Magazyn Elektroniczny. Centralna Biblioteka Rolnicza*, 74. July-August. www.rme.cbr.net.pl (in Polish).
- 9) P. R. Shewry et al., 2022, *Food Chem.* 374, 16, 131710
- 10) A. Magistrali, 2020, *Field Crops Res.* 255, 15, 107869
- 11) S. A. Schweizer et al., 2018, *Sci. Total Environ.* 639, 15, 608-616
- 12) Ž-G. Krystyna et al., 2018, *J. Cereal Sci.* 79, 501-507
- 13) 今井 徹, 柴田 茂久, 2000, *日本食品科学工学会誌* 47, 1, 17-22
- 14) S. Sievers et. al., 2020, *Eur. J. Nutr.* 59, 2693-2707