

「大麦粉」を使ったフォルコンブロート

ライ麦粉の代わりに大麦粉を利用する（２）

～ 大麦粉利用拡大と栄養的な価値 ～

昨今、大麦は機能性が高い食材として広く認知されてきています。その背景には、食物繊維、ビタミンE、ビタミンB群、ミネラル、フェノール化合物（酸化防止機能）のすぐれた供給源だからです。

特に大麦由来のβ-グルカンが健康に寄与する点が多く、血中コレステロールを正常化する、食後血糖値の上昇を穏やかにする（GI値の低下）、腸内細菌叢（腸内フローラ）を改善する、脂質代謝を向上させ、内臓脂肪を低減化する、などの効果が期待されています。

一方、大麦の国内生産量はおよそ20万トン（参考：小麦は約90万トン）で、自給率は国内消費量の1割もありません。食材としての特性は小麦のように粘弾性を保つグルテンを持たないので、パン製品のようにふっくらと膨らみません。これに対して、グルテンの粘弾性の低い製パン原料ではライ麦粉が挙げられます。国内産のライ麦はほとんどが輸入に頼っており、国内産は統計に上がる程生産されていません。

そこで、ライ麦（粉）を大麦（粉）に代替して製パンすることで、品質の変化や、栄養的な価値がどの程度高まるのか、検証することとしました。

今回はライ麦粉の代わりに大麦粉を使用し、さらに茹でた大麦粒と圧ぺんした大麦粒（押麦）、種子（ひまわりの種）が練り込まれた「フォルコンブロート」で、ライ麦使用のパンと比べて、その特徴や栄養的な価値について考察してみます。

技術的な製法上の障壁

大麦とライ麦は同じイネ科植物で、両方ともコムギ近縁種になるため、グルテンでアレルギーを発症する人は、個人差にもよりますが、大麦やライ麦でも発症する可能性があります。そして、両者の加工に関する成分を比較すると下表のようにいくつか異なる点があり、これがライ麦パンのライ麦粉を大麦粉に代えた時の技術的な障壁となります。

これらのうち、①種皮に由来する生地の色さ、②灰分の多さと比例するサワー種発酵時の酸臭の強さや、③赤みがかったクラスト（パンの外皮）の色調、④グリアジンに由来する生地の粘性や接着性など、同等品を加工する上で工夫改善すべき点多々あります。そこで、ライ麦パンに対して大麦粉で全くの同等品を作ることは困難ですが、類似のパンは作れます。特に、生地のベタつきが少ないので、作業性という点では比較的楽に作業ができました。

性質や成分	ライ麦(粉)	大麦(粉)
麦粒の硬さ	胚乳が砕けやすい	胚乳が砕けにくい
種皮の剥がれやすさ	粃殻が剥がれやすい(裸性)	裸性と皮性があり、皮性は粃殻が剥がれにくい 粃殻を剥くため搗精した後に粉碎する
一般的な粉の灰分	全粒粉では種皮(粃殻ではない)ごと製粉されるため、灰分は高く、色調は暗い	搗精で粃殻と種皮が取り除かれるため、ライ麦全粒粉よりも灰分は低く、色調は明るい
蛋白質	粘性を与えるグリアジンは含まれる(小麦と同様)、弾性を与えるグルテニンは含まないで代わりに粘弾性に寄与しないセカリンを含む	ホルディンという蛋白が含まれるが、粘弾性には寄与しない(ライ麦粉と比べて粘らない)

焼き上がったパンの特徴

実際に試作したパンの作り方は文末の「参考:試作したパン製法の詳細」をご参照ください。

今回は、ライ麦粉、ライ押麦と茹でた小麦粒を使用したフォルコンブローと、ライ麦粉を大麦粉に、ライ押麦を大麦の押麦に、茹でた小麦粒を加熱冷凍したもち麦に変更したフォルコンブローを作成し、品質を比べてみました。なお、灰分が少ない大麦粉のサワー種に砂糖を加えることで発酵を促し、ライ麦粉に含まれている α アミラーゼを補うためモルトシロップを本捏ねで加えています。

製品の外観と内相は以下に示す写真の通りです。



写真左:ライ麦使用、写真右:大麦使用

パンの外観では、ライ麦粉を使用したフォルコンブローはひび割れが細かく浅い状態で上部が横に広がっています。これに対し、大麦粉を使用したフォルコンブローはひび割れが大きく深い状態で上部が横に広がっていません。ライ麦粉を使用したフォルコンブローは粘りが強くて軟らかい生地であったのに対し、大麦粉を使用したフォルコンブローは粘りが弱く硬い生地であったことが影響したと考えられます。



写真左:ライ麦使用、写真右:大麦使用

内相は、大麦粉を使用したフォルコンブロートのほうがきめ立ちが細かく、若干詰まっています。色調は、大麦粉に比べて灰分含量が多いライ麦粉を使用したほうが粉の色が濃いこと、不活性モルトシロップの着色効果が高焙煎大麦粉よりも強かったことから、ライ麦粉を使用したフォルコンブロートのほうが濃くなっています。

香りは、ライ麦粉を使用したフォルコンブロートのほうが香ばしい香りが強く感じられました。これは、不活性モルトシロップによる影響によるところが大きいのですが、大麦粉を使用したフォルコンブロートでも高焙煎大麦粉の使用量を増やすことで調製は可能です。

食感は、大麦粉を使用したフォルコンブロートのほうが脆くて口溶けがよい傾向です。練り込み粒の食感は、ボイルド小麦粒はプチプチとした強めの食感に対し、もち麦は軟らかいグミ的な食感でした。

味は、ライ麦粉を使用したフォルコンブロートは不活性モルトシロップの風味が強く、酸味も強く感じられるのに対し、大麦粉を使用したフォルコンブロートは高焙煎大麦粉の風味や酸味は穏やかに感じられます。酸味の強いパンを食べ慣れてない日本人にとっては、大麦粉を使用したフォルコンブロートのほうが食べやすいと感じられました。

栄養的な価値

ライ麦粉、ライ押麦と茹でた小麦粒を使用したフォルコンブロートと、大麦粉、大麦の押麦と加熱冷凍したもち麦を使用したフォルコンブロートについて、日本食品成分表 2020 年版(八訂)の数値を引用して、製品 100g 当たりの栄養成分を計算しました。

なお、ライ押麦についてはライ麦全粒粉の値を使用しました。大麦粉については、大麦の押麦・乾の値を使用しました。ヒマワリの種については、ひまわり(フライ、味付け)の値の食塩を0として使用しました。ボイルド小麦粒の栄養成分の試算は、1)ボイルによって増えた重量(1.7倍)を水分増加分(小麦粒に対して70%増)として加算し、2)その水分増加分に食塩が1.5%含まれていることとしてボイルド小麦粒の栄養成分に補正を加えました。加熱冷凍もち麦については、判明しているタンパク質、脂質、食物繊維以外は押麦・めしの値を使用しました。日本食品成分表 2020 年版(八訂)に掲載されていない不活性モルトシロップ、高焙煎大麦粉、コリアンダー(乾燥粉末)、キャラウェイは計算から除外しています。また、栄養計算には焼減率も反映させています。

※以下の「製品 100g 当たりの栄養成分比較表」について、比較対象のライ麦粉、ライ押麦と茹でた小麦粒を使用したフォルコンプロートに対して、**±20%増減は青色太字**、**±50%増減は赤色太字**で示しています。

製品 100g 当たりの栄養成分比較表

		(単位)	ライ麦粉使用	大麦粉使用
エネルギー		kcal	217	207
たんぱく質		g	8.3	6.1
脂質		g	5.8	5.3
炭水化物		g	39.1	39.0
食物繊維総量		g	7.6	6.8
食塩相当量		g	1.0	0.9
脂肪酸	飽和脂肪酸	g	0.68	0.66
	一価不飽和脂肪酸	g	1.17	1.08
	多価不飽和脂肪酸	g	2.87	2.57
ミネラル	ナトリウム	mg	410	365
	カリウム	mg	275	174
	カルシウム	mg	22	17
	マグネシウム	mg	86	61
	リン	mg	232	161
	鉄	mg	2.1	1.1
	亜鉛	mg	2.2	1.2
	銅	mg	0.37	0.27
	マンガン	mg	1.74	0.95
	セレン	μg	14	13
	クロム	μg	0.9	0.4
	モリブデン	μg	30	11
ビタミンB群	ビタミンB1	mg	0.39	0.23
	ビタミンB2	mg	0.12	0.06
	ナイアシン	mg	2.7	2.6
	ビタミンB6	mg	0.24	0.18
	葉酸	μg	73	53
	パントテン酸	mg	0.68	0.45
	ビオチン	μg	12.3	9.5
ビタミンE	α-トコフェロール	mg	1.5	1.1

ライ麦粉使用製品と大麦粉使用製品の栄養成分を比較してみます。

脂肪酸はひまわりの種に多く含まれおり、同量使用していることから、ライ麦粉使用製品と大麦粉使用製品とで栄養分量に大きな差はありません。

これに対し、大麦粉使用製品は、ライ麦粉使用製品に比べてタンパク質やミネラル、ビタミンの多くで20%以上栄養分量が少なくなっています。ミネラルやビタミンは種皮や胚芽部分に多く含まれていますが、大麦粉では搗精によってそれらの部分が取り除かれているからです。

食物繊維総量については、ライ麦粉使用製品に比べて減少してはいますが、その減少率は10%程度にとどまっています。種皮部分には食物繊維が多く含まれていますが、その大部分はセルロースなどの不溶性食物繊維です。大麦には β -グルカンを主とする水溶性食物繊維が不溶性食物繊維以上に多く含まれており、これは種皮部分ではなく胚乳部分に多く含まれています。そこで、搗精による減少がミネラルやビタミンに比べて小さくなります。そして、ライ麦より多く含まれる大麦 β -グルカンには、血中コレステロール値の低下、食後血糖値の上昇抑制、腸内環境を改善するなどの機能性が認められています。

参考:試作したパン製法の詳細

	一般的なライ麦粉使用製品	ライ麦粉を大麦粉に代えた製品
サワー種配合	ライ麦粉 35%、スターター3%、水 27%	大麦粉 35% 、スターター3%、砂糖 0.4%、水 32%
サワー種工程	生地温度 27℃、一晚発酵(27℃、約 18 時間)	
熱湯処理配合	ライ麦粉 10%、ライ押麦 10%、熱湯 25%	大麦粉 10%、押麦(大麦) 10% 、熱湯 20%
熱湯処理工程	均一になるまで混合し、一晚冷蔵	
生地配合	ライ麦粉 25%、小麦全粒粉(一般挽き) 20%、小麦全粒粉(粗挽き) 10%、食塩 2.3%、パン酵母 3%、不活性モルトシロップ 3%、水 45%	大麦粉 25% 、小麦全粒粉(一般挽き) 20%、小麦全粒粉(粗挽き) 10%、食塩 2.3%、パン酵母 3%、モルトシロップ 0.8%、高焙煎大麦粉 1.5%、水 44%
練り込み穀物・種子類	ボイルド小麦粒 50% 、ヒマワリの種 20%、コリアンダー0.3%、キャラウェイ 0.3%	もち麦(加熱冷凍) 50% 、ヒマワリの種 20%、コリアンダー0.3%、キャラウェイ 0.3%
生地工程	生地ミキシング、捏ね上げ温度 28℃、フロアタイムなし(即分割・丸め・成形)、分割重量 1.2kg、ホイロ後焼成。焼減率 7.5%	

成分参考値)大麦粉成分:水分 12.6%、灰分 0.78%、蛋白 7.3%

／ライ麦粉成分:水分 13%、灰分 1.4%、蛋白 8%

2022 年 11 月