

令和7年度豆類振興事業調査研究

「ひよこ豆による
大麦パンの製パン性向上」

名古屋文理大学健康生活学部 教授 近藤 徹弥

● 1 はじめに

大麦は水溶性・不溶性食物繊維のバランスが良く、総食物繊維量も小麦より非常に多い¹⁾。また、カルシウムやカリウムなどのミネラルも豊富であり、腸内環境の改善、脂質異常の改善、血圧低下作用、さらに低GI食品として健康機能性が期待される食材である。しかし、その利用は麦ごはんや麦茶、味噌、ビールなどに限られている。日本人が日常的に摂取する主食としてパンや麺への応用が考えられるものの、大麦のたんぱく質はグルテン形成能を持たないため、これらの製品の原料としては適していない。このため、大麦を用いたパンや麺の製造では、小麦やグルテンを添加することが一般的である。しかし、グルテンは小麦アレルギーやセリアック病の原因となるため、これらを含まない大麦パンの開発が求められている。

ひよこ豆やその煮汁にも、たんぱく質、食物繊維、難消化性オリゴ糖、葉酸などのビタミン類、ミネラル類が豊富に含まれており、さまざまな健康効果が注目されている。ひよこ豆は、スープなどの煮込み料理やサラダに利用されるほか、メレンゲ（卵白）や小麦粉の代替として菓子類、パスタ、パンなどにも用いられている²⁾。これらの製品では、ひよこ豆の健康機能性やベジタリアン・ヴィーガン対応、グルテンフリーが訴求されるとともに、加工適性として乳化作用や増粘性が活用されている。しかし、製パン特性の改善に関する研究報告はなく、ひよこ豆の加工適性を製パンに積極的に応用した例も見当たらない。

著者らは、グルテン無添加の大麦パン試作過程において、ひよこ豆煮汁の添加が物性改善に寄与する可能性を見出した。そこで本研究では、ひよこ豆煮汁を添加した大麦パンを調製し、その製パン性および物性への影響を検討した。

● 2 研究方法

(1) 実験材料

大麦粉（国産、cotta）、乾燥ひよこ豆（カナダ産、Urban Natural）、ひよこ豆缶詰（Vesú、Chick peas、イタリア産、神戸物産輸入）、ドライイースト（日清スーパーカメリア、日清フーズ(株)）を試験に用いた。

(2) ひよこ豆煮汁の調製

乾燥ひよこ豆を4倍量の水道水に一晩浸漬した後、中火で加熱した。沸騰後に灰汁を除去し、豆が柔らかくなるまで弱火で30分～1時間煮た後に、煮豆と煮汁を分離した。煮汁を1/2～1/3量まで煮詰めた後、凍結乾燥（フリーズドライ、FD）して煮汁FDを調製した。必要に応じて、ひよこ豆缶詰の煮汁も使用した。

(3) 煮汁の成分分析

ひよこ豆の煮汁の一般成分分析は、あいち産業科学技術総合センターに委託した。水分は常圧加熱乾燥法、たんぱく質はケルダール法、脂質は酸分解法、灰分は直接灰化法により測定した。煮汁中のオリゴ糖はHPLC法にて分析した。カラムにはShodex NH2P-50 4D (4.6mm I.D.×250mm)、移動相に70% アセトニトリル水溶液を用い、流速は1mL/min、カラム温度は35℃とした。

(4) ひよこ豆煮汁の成分分画

ひよこ豆の煮汁FD20g (6.91g/乾燥豆100g) を精製水に溶解し、透析膜（分画分子量 3.5kDa）を用いて5Lの精製水中で、5℃、一晩透析した。透析中に精製水を3回交換した。透析後、内液を凍結乾燥したものを煮汁透析FD（収量11.23g）とした。

(5) ひよこ豆煮汁を添加した大麦パン生地 of 膨張力試験

パン生地 of 膨張力試験はメスシリンダー法³⁾ に準じて行った。すなわち、表1に示した製パン組成に従って材料を十分に混合した後、ポリスチレン製計量カップにいれて35℃、湿度80%以上で発酵させ、生地体積を経時的に測定した。

(6) 製パン試験および製パン評価

特に断りのない限り、以下の方法で製パンを行った。表1に示した製パン組成に従って材料をシリコン製のヘラで十分に混合し、クッキングシートを敷いたミニパウンド型（底面約50mm×約125mm、高さ約40mm）に入れた。

35℃、湿度80%以上で60分間発酵後、180℃で15分間焼成した。

焼成後、菜種法³⁾により体積を測定し、体積 (ml) をパン重量 (g) で除した値を比容積とした。パン内相の硬さはレオメータ (山電製 RHEONER RE-3305S) を用いて測定した。厚さ2cmに切り出したパン内相を円柱形プランジャー (φ16mm) で、速度1mm/sec、測定歪率40%まで圧縮し、その際の最大荷重を硬さとした。有意差の検定にはTukeyの多重比較検定を用いた。官能評価では、パンの内相の柔らかさについて5名のパネリストによる順位付けを行った (1位を最も柔らかいとした)。物性測定と同様に有意差の検定にはTukeyの多重比較検定を用いた。

表1 ひよこ豆の煮汁FDを添加した大麦パンの組成

	煮汁FD量 (vs.大麦粉)				
	0%	2%	5%	10%	20%
大麦粉 (g)	66				
煮汁FD (g)	0	1.32	3.3	6.6	13.2
水道水 (g)	79.2 (120%)				
塩 (g)	0.99 (1.5%)				
酵母 (g)	0.99 (1.5%)				

● 3 研究成果

(1) ひよこ豆の煮豆および煮汁の成分

煮豆、煮汁の収量および一般成分の分析結果を表2に示す。市販のひよこ豆缶詰の煮汁 (缶詰煮汁) の分析結果も併せて示した。

また、煮汁の単糖～三糖類までの糖組成をHPLCにより分析した結果、煮汁FDではスクロースが最も多く (14.2g/煮汁FD 100g)、次いでラフィノース (12.9g/煮汁FD 100g) が検出された。また、フルクトース (5.0g/煮汁FD 100g)、グルコース (1.7g/煮汁FD 100g) も含まれていた。缶詰煮汁においても同様にスクロースが最も多く (0.65g/煮汁100g)、ラフィノース、フルクトース、グルコースの濃度はそれぞれ、0.62g、0.12g、0.19g/煮汁100gであった。

表2 煮豆および煮汁の一般成分

	煮豆	煮汁	缶詰煮汁	
			分析値	表示値 ^{*4}
収量(g/乾燥豆100g)	200.9	150.4 (6.91) ^{*3}		
熱量 ^{*1} (kcal)	178	11	24	72
水分(g)	57.9	96.8	92.9	-
たんぱく質 ^{*2} (g)	8.6	0.4	1.9	4.3
脂質(g)	2.7	0.0	0.0	1.3
炭水化物(g)	29.8	2.4	4.0	13.1
灰分(g)	1.0	0.4	1.2	0.4 ^{*5}

*1 熱量の換算係数 (kcal/g)：たんぱく質4,脂質9,炭水化物4

*2 窒素-たんぱく質換算係数：6.25

*3 凍結乾燥後の収量

*4 製品に記載の表示値（煮豆+煮汁）

*5 食塩相当量

(2) ひよこ豆煮汁の大麦パンへの添加効果の検討

表1の配合で調製したパン生地の膨張力試験を行った。生地体積はいずれの試験区でも発酵時間とともに増加し、45分でほぼ最大に達した（図1左）。生地体積は煮汁FDの添加量とともに増大し、生地内の気泡も増加した（図1右）。この傾向は缶詰煮汁でも同様であった。缶詰煮汁を用いて焼成（発酵時間45分間、焼成250℃（5分間）→210℃（15分間））したパンの外観・断面および比容積を図2に示す。煮汁の添加により生地中の気泡が増加し、比容積も有意（ $p < 0.05$ ）に増加した。また、大麦粉の代わりに小麦粉を用いたパンにおいても、煮汁添加による比容積の増加が認められた（結果は図示せず）。

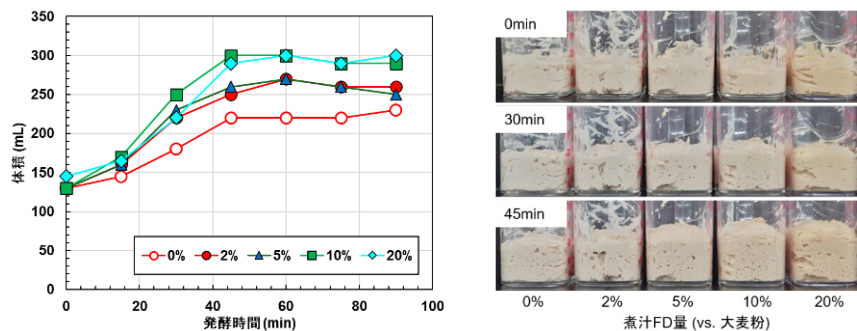


図1 ひよこ豆の煮汁FDを0～20%を添加した大麦パン生地の発酵経過
左：生地体積の経時変化、右：生地の様子

焼成直後のパン内相のテクスチャー解析を行った結果、煮汁FDの添加により有意に硬さが低下 ($p<0.01$) した (図3左)。室温で2日保存した場合でも、対照区と煮汁添加区のいずれも硬化は認められたものの、煮汁添加区の最大荷重は対照区よりも低い値を示した (図3右)。

これらの結果から、煮汁の添加は酵母の発酵を促進し、生地中での炭酸ガス量を増加させることで、生地の膨張性を高め、大麦パンの物性改善に寄与する可能性が示唆された。

豆類の煮汁には、単糖類やオリゴ糖が含まれている。特にひよこ豆には、ラフィノースやスタキオースが他の豆に比べて比較的多く含まれている。煮汁に含まれているグルコース、フルクトース、スクロースに加え、ラフィノースも *Sacchromyces cerevisiae* (パン酵母を含む) によって利用されることが知られている⁴⁾。

そこで、煮汁に含まれるこれらの発酵性糖類が大麦パン生地の膨張に寄与する可能性を検討した。煮汁透析FDを添加した試験区および煮汁FDに含まれる発酵性糖類 (グルコース、フルクトース、スクロース、ラフィノース) を煮汁FD中の濃度に相当する量で添加した試験区 (糖類添加区) を設定し、膨張力試験および製パン試験を行った。

膨張力試験の結果を図4に示す。発酵60分後の生地体積は、煮汁FD添加区 (B) > 煮汁透析FD添加区 (C) ≒ 糖類添加区 (D) > 対照区 (A、煮汁無添加) の順であった。製パン試験の結果、差は小さいものの比容積も同様の傾向を

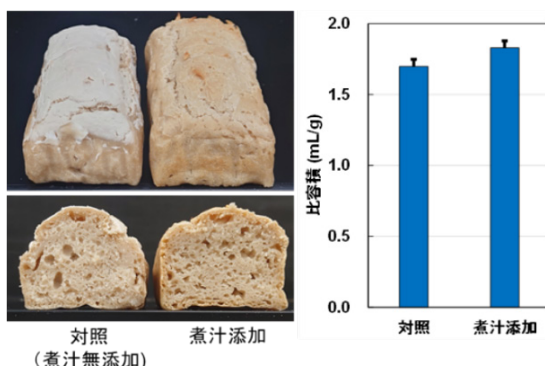


図2 ひよこ豆の缶詰煮汁を添加した大麦パンの断面 (左) と比容積 (右) 比容積の測定は $n=3$ で行った

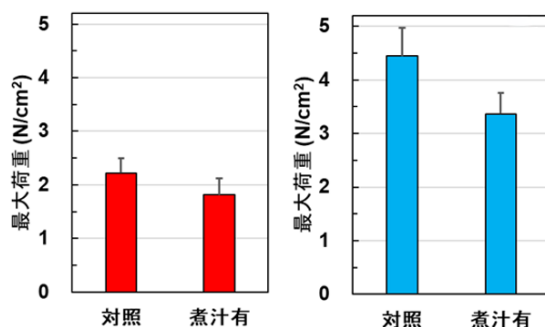


図3 ひよこ豆の煮汁FDを添加した大麦パンの物性比較 ($n=6 \sim 12$) 左: 焼成直後, 右: 室温にて2日間保存後

示した（結果は図示せず）。さらに焼成したパンの内部層についてテクスチャー解析を行ったところ、対照区に対して他の試験区では有意に硬さが低下した（図5）。この結果は官能評価（順位法）においても支持された。

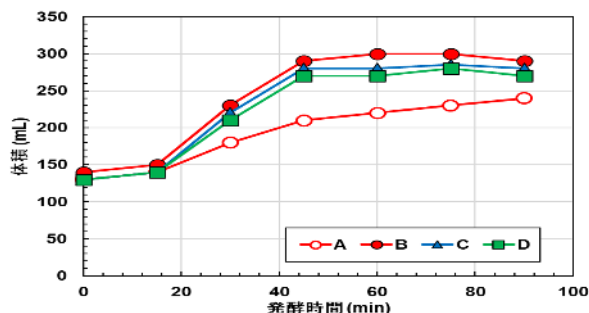


図4 ひよこ豆の煮汁FDを添加した大麦パン生地発酵経過
A: 対照(煮汁無添加), B: 煮汁FD添加, C: 煮汁透析FD添加, D: 糖類添加

下した（図5）。この結果は官能評価（順位法）においても支持された。煮汁FD添加区が最も柔らかいと評価されたが、他の試験区も対照区に対して有意に柔らかいとの結果が得られた（図6）。

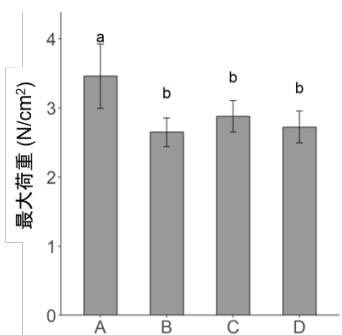


図5 ひよこ豆の煮汁FDを添加した大麦パンの物性比較(各n=6)
A～Dは、図4と同じ。図中の異なるアルファベット間には有意差が認められた($p<0.05$)

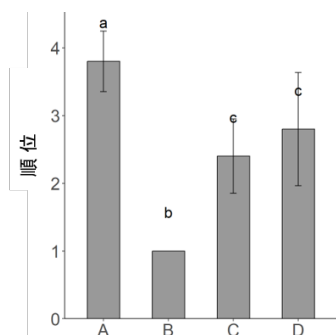


図6 ひよこ豆の煮汁FDを添加した大麦パンの官能評価(順位法)
A～Dは、図5と同じ。図中の異なるアルファベット間には有意差が認められた($p<0.05$)

これらの結果から、煮汁の添加による大麦パンの膨化および物性改善（軟化）には、煮汁に含まれる発酵性糖類が一定程度寄与していることが示唆された。さらに、煮汁透析FD添加区が糖類添加区と同様の効果を示したことから、煮汁には発酵性糖類以外にもパン生地の膨化に寄与する成分が含まれている可能性が示唆された。

4 まとめ

本研究では、ひよこ豆煮汁の添加が大麦パンの膨化性および柔らかさを改善することを明らかにした。試食会においても、試作した大麦パン（図7）の

食感と風味が良いとの評価が多く寄せられ、ひよこ豆煮汁がグルテンを含まない穀粉パンの品質改善に寄与する可能性が示された。ひよこ豆煮汁は通常廃棄される副産物であるが、本研究の結果は、これを製パン素材として有効利用できる可能性を示唆しており、食品副産物の高付加価値化や資源循環の観点からも意義がある。



図7 ひよこ豆の煮豆や煮汁を添加した大麦パン

一方で、この改善効果が発酵の促進によるものか、あるいは生地的气体保持性や粘弾性の改善によるものかは明らかではない。今後は、煮汁に含まれる有効成分の特定や作用機構の解明、酵母の発酵活性やガス発生挙動への影響について検討を進めていきたい。

近年、日本でもひよこ豆の利用は増加しているものの、加工食品や加工技術に関する研究はまだ少なく、商品化事例も限られている。したがって、本研究で示した煮汁の利用技術が、食品副産物の高付加価値化や資源循環の促進、新たなひよこ豆利用技術の創出につながることを期待したい。

● 5 謝辞

本研究は、令和7年度公益財団法人日本豆類協会からの研究助成を受けて実施しました。ここに深く感謝しお礼申し上げます。

(参考文献)

- 1) 大麦食品推進協議会, Barley Book for healthy life : 大麦その驚きのパワーとは (<https://oh-mugi.com/pdf/barleybook.pdf>) (2026/3/1)
- 2) 日本豆類協会, 豆類の栄養・機能性成分の分析とその利用動向に関する調査 (2022)
- 3) 日本イースト工業会, パン用酵母試験法 (1996)
- 4) 安田 (吉野) 庄子, 北本則行, 花からの *Saccharomyces cerevisiae* の選択的分離と遺伝的多様性, 日本食品科学工学会誌, 58, 433-439 (2011)