

はだか麦及びはだか麦加工品の香気成分特性の調査

渡部将也 田中八壽子

Investigation of aroma component characteristics of naked barley and processed barley products
WATANABE Masaya and TANAKA Yasuko

愛媛県の主力農産物であるはだか麦は、機能性表示食品届出における機能性関与成分であるβ-グルカンを豊富に含み、健康志向の高まりから昨今注目されている食品素材であるが、独特の風味や香りを有しており、消費者の好みに大きな影響を与えている。

本研究では、はだか麦の風味や香りを生かした加工品への応用に向け、香気成分分析を行い、はだか麦の有する香気特性の調査を行った。その結果、はだか麦を特徴づける独特の風味や香りは高い香気成分割合を示すアルデヒド類や、加熱時に特徴的に生成されるフラン類に起因することが分かった。

キーワード：はだか麦 香気成分分析 香り

はじめに

愛媛県のはだか麦生産量は4,590t（2023年）¹⁾であり、36年間生産量日本一を誇る愛媛県の主力農産物である。はだか麦は穀皮が容易に外れるため加工適性が高く、整腸作用や血糖値上昇抑制効果等が報告されている水溶性食物繊維である大麦β-グルカンを豊富に含むことが知られている²⁾。そのため、昨今の健康志向等の意識の高まりから注目を集めている食品素材の一つであるが、はだか麦を活用した製品開発における課題は多い。

その中でも、はだか麦は一般的な小麦とは異なる独特の風味や香りを有しており、消費者の好みが変わることなどがさらなる需要拡大のための課題の一つに挙げられる。これまでにもはだか麦を用いた加工法等については、既報においてパンや菓子、麺類への活用の検討を行ってきた³⁾が、風味や香りに着目した研究は行っていない。

そこで本研究では、はだか麦及びはだか麦を用いた加工品について香気成分分析を行い、はだか麦の有する独特な香気成分特性の調査を行ったため報告する。

実験方法

1. 試料

県内農業法人にて生産・精麦・粉碎されたはだか麦（丸麦、全粒粉）を用いた。またパン試作に用いたはだか麦試料は、県内企業にて加工された「パン用はだか麦粉」を用いた。

2. はだか麦加工品の加工法

(1) 炊飯試験

はだか麦（丸麦）140g に対し二倍量の水 280g を加え、30分浸漬後、炊飯器にて炊飯した。その後、すみやかに香気成分分析へと供試した。

(2) 焙焼試験

はだか麦（丸麦）100g をフライパンに移し、中火にて5分間加熱し焙焼した。その後、すみやかに香気成分分析へと供試した。

(3) パン加工試験

使用した材料は以下の通り。

ドライイースト：S. I. Lisaffre 社製インスタント・ドライイースト赤

脱脂粉乳：全国酪農業協同組合連合会製脱脂粉乳

砂糖：DM 三井製糖（株）製上白糖

この研究は、「愛媛県産はだか麦のフードペアリング特性解明と加工品の開発」の予算で実施した。

食塩：精製塩

小麦粉（強力粉）：（株）ニッポン製強力粉（イーグル）

マーガリン：（株）ADEKA 製マーガリン（リスブルー）

既報⁴⁾に従い、はだか麦パンについては一次発酵を行わないストレート法、対照区となる小麦パンについては一次発酵を行うストレート法にて作製を行った。基本配合及び製パン条件については表1及び表2のとおり。

表1 パンの基本配合

材料名	はだか麦パン	食パン
	(ベーカーズパーセント%)	(ベーカーズパーセント%)
パン用はだか麦粉	100	—
強力粉	—	100
ドライイースト	1.5	1.5
脱脂粉乳	3	3
砂糖	5	5
食塩	2	2
マーガリン	8	8
水	85	65

表2 製パン条件

製造工程	はだか麦パン製造条件	食パン製造条件
混捏	すべての材料を投入後、低速で3分混捏、次いで生地の状態を見ながら高速で5～15分混捏した。	油脂以外の材料を投入後、低速で3分、高速で2分混捏し、油脂を投入後、低速で2分混捏した。次いで生地の状態を見ながら高速で5～15分混捏した。
分割・丸め	分割量 200g	分割量 200g
ベンチタイム	30℃、湿度75%、20分	30℃、湿度75%、20分
一次発酵	なし	30℃、湿度75%、60分
二次発酵	35℃、湿度85%、パウンドケーキ型の上1.5cmまで（約50分）	35℃、湿度85%、パウンドケーキ型の上1.5cmまで（約50分）
焼成	上部180℃、底板160℃	上部180℃、底板160℃
焼成時間	16分	16分

ミキシングには（株）ダルトン製の万能混合攪拌機（5DM-03-P）、生地の発酵やベンチなどは（株）マルゼン製キャビネットホイロ（FH-32-1-2）を用いて行った。作製した生地はワンルーフ型に形成を行い、パウンドケーキ型（170×80×60mm）に入れて、（株）マルゼン製デッキオープンホイロ（PJT-22H）で二次発酵・焼成を行った。

焼成後のパンについて、室温で放冷後フードプロセッサーにて粉碎し、すみやかに香気成分分析へと供試した。

(4) 麺加工試験

基本配合は表3のとおり。万能混合攪拌機にて混合した生地を製麺機（田中製作所製）の一次ロールで麺体にした。この麺体を二つ折りにし同ロールにて複合、圧延をさらに2回行った。1時間室温にて静置後、さらに厚さ約1.0mmまで圧延し、切刃#16で麺線とした。完成した麺線を2分間茹で、包丁にて細断後、すみやかに香気成分分析へと供試した。

表3 麺の基本配合

原材料名	はだか麦麵 (%)	小麦麵 (%)
はだか麦粉	100	—
中力粉 ((株) ニップン製麵匠)	—	100
10%食塩水	46	37

3. 香気成分分析

(株) 島津製作所製ガスクロマトグラフ-質量分析計 (GCMS-QP2020NX) を用い、ヘッドスペース法で試料バイアル中のヘッドスペースガスの組成を分析した。分析条件は表4のとおり。得られたスペクトルについては、NIST (National Institute of Standards and Technology) データベースとの比較から推定した。

表4 香気成分分析条件

	条件
ガスクロマトグラフ	GC-2030
質量分析計	GCMS-QP2020NX
ヘッドスペースサンプラー	HS-20NX
GC オープン温度	60℃
バイアル保温時間	30分
トラップ冷却温度	-10℃
カラム	SH-WAX 長さ 30.0m、内径 0.25mmID、膜厚 0.25 μm
昇温時間	45℃、10分保持 5℃/分 昇温
イオン源温度	220℃、10分保持 200℃

結果と考察

1. はだか麦の香気成分

はだか麦粉及び小麦粉を香気成分分析に供試した。推定された香気成分及びスペクトル全体に占める面積割合は図1のとおりである。

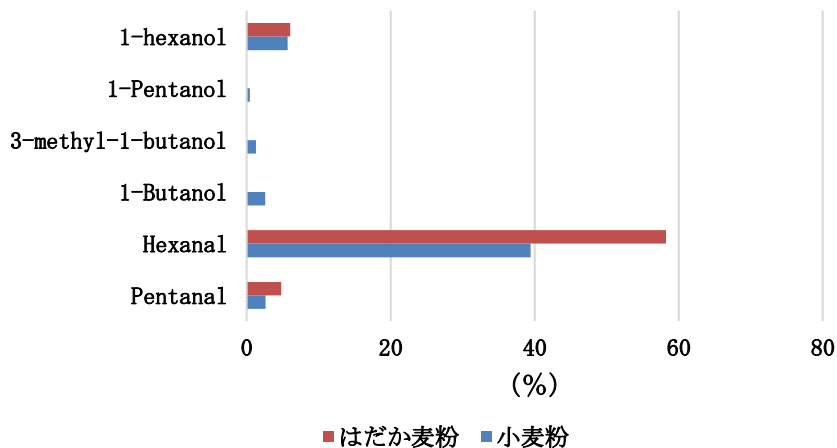


図1 はだか麦粉及び小麦粉の香気成分割合比較

得られた結果からはだか麦粉の有する香気成分の割合は Pentanal や Hexanal などのアルデヒド類の寄与が大きく、小麦粉ははだか麦粉に対して 1-Butanol や 1-Pentanol、3-methyl-1-butanol など、はだか麦粉からは未検出であったアルコール類の寄与が大きいことが示唆される。中でも 3-methyl-1-butanol はイソアミルアルコールとも呼ばれ、微量でウイスキーのような豊かな香気を示し、香料（食品添加物）としても幅広く利用されている⁵⁾。一方、はだか麦でより寄与率の高い Hexanal は大豆の青臭さの原因物質ともされており、油っぽい草様の匂いを示すことが知られている。はだか麦への寄与率が高いアルデヒド類は、一般に短鎖のもので緑葉的な香気（Green、Grassy な香り）を示すことが多く⁶⁾、これらのはだか麦の独特な香りを構成する物質であると考えられる。

2. はだか麦の炊飯及び焙焼による香気成分の変化

炊飯及び焙焼したはだか麦を香気成分分析に供試した。推定された香気成分及びスペクトル全体に占める面積割合は図 2 及び図 3 のとおりである。

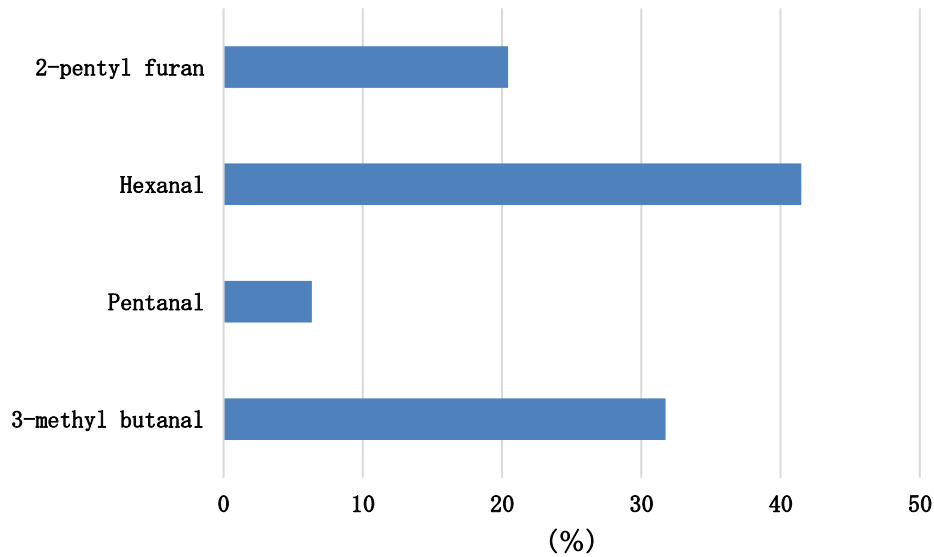


図 2 炊飯したはだか麦の香気成分割合

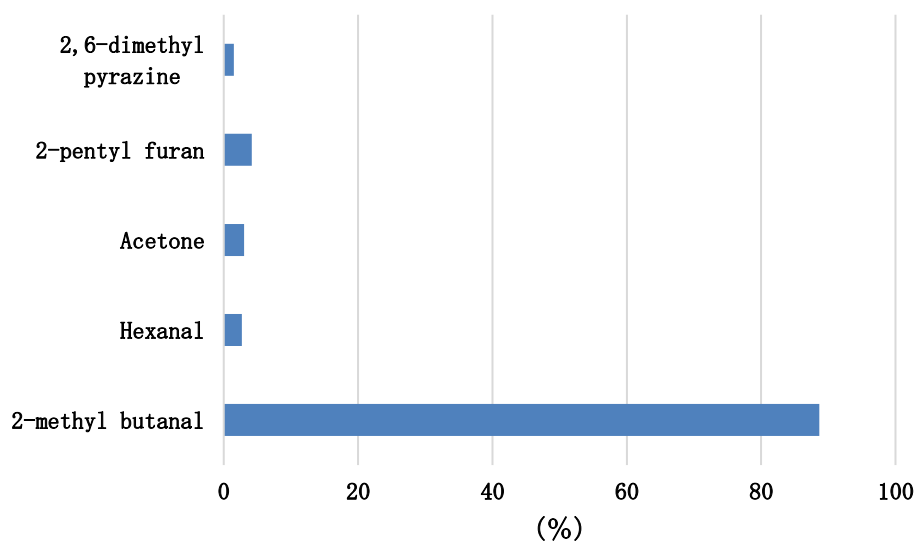


図 3 焙焼したはだか麦の香気成分割合

炊飯過程を経ることではだか麦の主香気成分であったアルデヒド類に加えて、2-pentyl furan が生成されていることがわかった。このようなフラン類は加熱工程によるメイラード反応や脂肪酸の酸化等により生成されることが知られており⁷⁾、緑葉的な香気を示すアルデヒド類と異なり、甘い香りを示す。また、焙焼を行った際には、炊飯時と同様にフラン類（2-pentyl furan）が生成される一方、新たにピラジン類（2,6-dimethyl pyrazine）が生成されていることが分かった。ピラジン類は（火香

とも呼ばれる) 焙焼等の乾燥を伴う加熱工程を経た際に生成される香ばしい焙煎香を有する香気成分である。同じ加熱工程でも、炊飯及び焙焼などによる加水の有無で生成される香気成分には差異があるため、加工方法によってどのように香気成分が変化するかを注意する必要がある。

3. はだか麦加工品の香気成分

(1) はだか麦パンの香気成分

はだか麦パン及び小麦パンを香気成分分析に供試した。推定された香気成分及びスペクトル全体に占める面積割合は図4のとおりである。

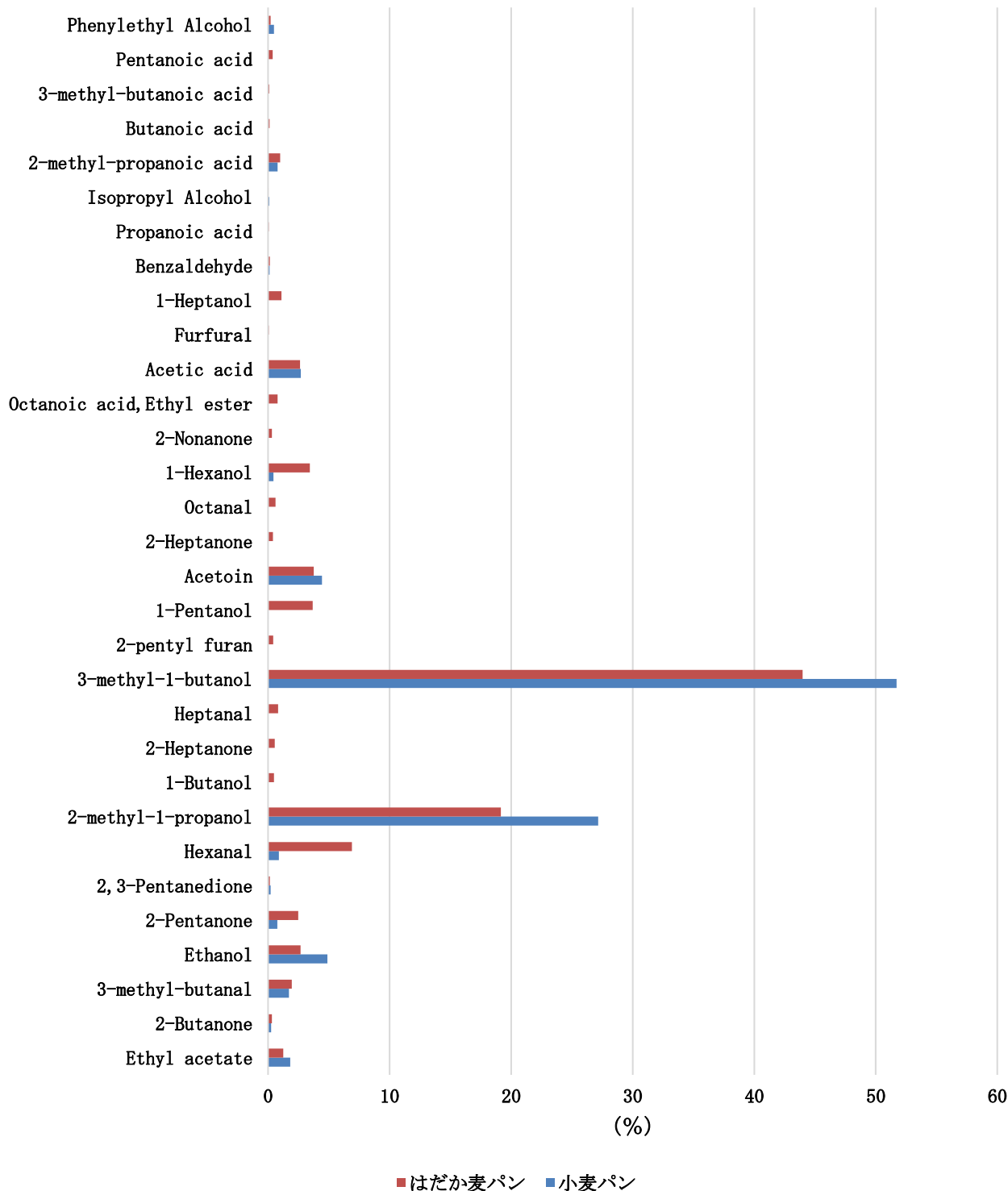


図4 パン加工品の香気成分割合比較

はだか麦パンでは 31 種、小麦パンでは 17 種の香気成分が検出された。はだか麦パンで多種の香気成分が検出された要因として、全粒粉を用いているために、小麦粉に比べて脂肪酸量が多く、加熱過程で脂肪酸が分解し新たな香気成分の生成がされたと考えられる。小麦粉（強力粉）の脂質量は

1.5g/100g⁸⁾ であり、はだか麦粉の脂質量は 3.2g/100g である。また、小麦パンと異なる特徴的な点としては、2-pentyl furan 及び Furfural などのフラン類の生成、Hexanal を主としたアルデヒド類の寄与率が高い点が挙げられる。Furfural はカラメルやアーモンドの様な香ばしい香りを有する芳香族化合物であり、2-pentyl furan 同様、メイラード反応等によって生成する。フラン類による甘いあるいは香ばしい香り、小麦よりも強く感じる Hexanal を主とした油っぽいあるいは緑葉様の香りははだか麦の独特な風味や香りに大きく寄与していることが示唆される。

(2) はだか麦麵の香気成分

はだか麦麵及び小麦麵を香気成分分析に供試した。推定された香気成分及びスペクトル全体に占める面積割合は図 5 のとおりである。

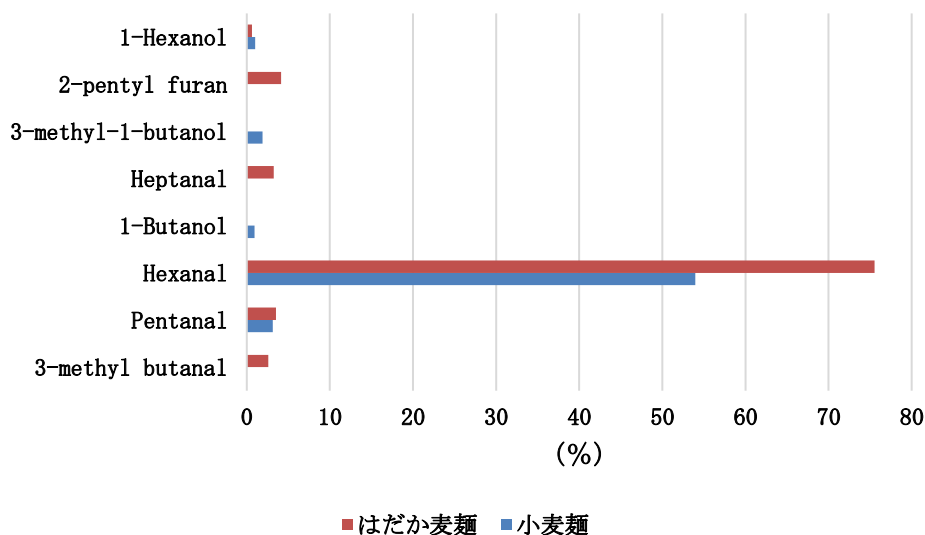


図 5 麵の香気成分割合比較

麵についてもこれまでの結果と同様に、はだか麦麵では小麦麵と比較して Hexanal を主としたアルデヒド類の寄与が高く、2-pentyl furan が特徴的に検出された。以上の結果から、はだか麦を特徴づける独特の風味や香りは、高い香気成分割合を示すアルデヒド類及び加熱時に新たに生成されるフラン類に起因する可能性が高いことが示唆された。

ま と め

はだか麦及びはだか麦加工品の有する独特の風味や香りを調査するため、香気成分分析を行い、以下の結果が得られた。

1. はだか麦は一般的な小麦に比べてアルデヒド類の香気成分割合が高く、短鎖アルデヒド類の緑葉様の香りを示すことが分かった。
2. はだか麦を炊飯した場合には、アルデヒド類に加え、新たに甘い香りを有するフラン類 (2-pentyl furan) が検出された。
3. はだか麦を焙焼した場合には、アルデヒド類及びフラン類に加え、さらにカラメルやアーモンド様の香ばしい香りを有するピラジン類 (2,6-dimethyl pyrazine) が検出された。
4. パンや麵に加工した場合でも、はだか麦を用いたものではアルデヒド類の割合が高く、フラン類が特徴的に検出された。

文 献

- 1) 農林水産省：令和5年産麦類（子実用）の作付面積及び収穫量(令和5年11月29日公表)(2023).
- 2) 青江誠一郎：大麦β-グルカンの機能性について(2015).
- 3) 大野一仁, 菅忠明, 松長崇, 首藤喬一, 佐野和夫：裸麦粉の加工方法に関する研究(2005).
- 4) 逢阪江理, 田中八壽子, 武士末純夫, 開俊夫, 西村理子, 玉井敬久:大麦(はだか麦)粉の特性と大麦パンの開発(2015).
- 5) (公財)日本食品化学研究振興財団 指定添加物リスト.
- 6) Bernard Lahousse, Peter Coucquyt, Johan Langenbick: The Art & Science of Food-pairing.
- 7) 加藤俊二 他: Determination of tricylglycerol oxidation mechanisms in canola oil using liquid chromatography-tandem mass spectrometry, *npj Science of Food* (2018).
- 8) 文部科学省：日本食品標準成分表 2020年版(八訂).