

フードペアリングによる愛媛県産はだか麦加工品開発

渡部将也 朝倉将斗 田中八壽子

Development of new processed products using naked barley from Ehime through food-pairing.

WATANABE Masaya, ASAKURA Masato and TANAKA Yasuko

愛媛県の主力農産物であるはだか麦は高い健康機能性から注目されている食品素材である。しかし、はだか麦が本来持つ独特の香りがあることから、その使用用途は限定的である。

そこで本研究では、フードペアリングという考えに基づき^{1) 2)}、香気成分に着目し、はだか麦のアロマリング作成により香りの可視化を行った。また、はだか麦の有する香りの内、香ばしい香りなどを強調できるナッツ類や黒糖などとの組み合わせや、はだか麦のグリーンな香りを抑制できる柑橘との組み合わせを選定し、加工品を試作した。加工品に対し官能評価を実施したところ、良好な食味を示し、フードペアリングの考え方に基づくはだか麦加工品の開発の有効性が確認された。

キーワード：はだか麦、香気成分分析、香り、フードペアリング

はじめに

はだか麦生産量は 4,030t (2024 年)³⁾ であり、38 年間生産量日本一 (1987 年～) を誇る愛媛県の主力農産物である。はだか麦は大麦の一種であるが、皮麦と比較し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、水溶性食物繊維「大麦 β -グルカン」を豊富に含むことが知られている⁴⁾。そのため、近年の社会ニーズ (消費者健康志向等) から注目を集めている。

しかし、はだか麦は一般的な小麦と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がさらなる需要拡大のための大きな課題の一つに挙げられる。前報⁵⁾において、はだか麦の独特の香りは香気成分寄与割合の高いアルデヒド類によるもの、加熱時に発生するフラン類、ピラジン類などによるものと推測された。

そこで本研究では、フードペアリングの考え方に基づいた香気成分割合の可視化を目的としたアロマリングの作成及び、同系統の香りを組み合わせた「同調効果」、異なる香りを組み合わせた「抑制効果」の 2 つを用いたペアリングを行い、はだか麦を活用した新規加工品の開発および評価を行った。

実験方法

1. はだか麦加工品の香気成分分析とアロマリングの作成

県内農業法人にて生産・精麦・粉碎されたはだか麦 (搗精粉) を用いた。ナッツ類は市販されている素焼きのナッツ類 (アーモンド、カシューナッツ、ピーナッツ)、黒糖は市販されている沖縄県産黒糖を用いた。伊予柑ピールは愛媛県産業技術研究所にて加工したものを用いた。

前報で試作したはだか麦加工品 (炊飯、焼成、はだか麦パン、はだか麦麺) について、(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。サンプルは試料バイアルに 3 g 分取し、検出器は質量分析計を用いた。その他の分析条件を表 1 に示す。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。

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。

表1 香気成分分析条件

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

上記分析により推定した香気成分について、化合物の香気特性を分類した。その後、得られたすべてのピーク面積の和を 100%とした場合の各香気成分のピーク面積割合を算出し、香気特性分類別に合算したピーク面積割合からアロマリングを作成した。

2. はだか麦と選定した食品による加工品試作及び官能評価による検証

(1) チュロッキー

使用した材料を以下の表 2 に示す。

表 2 はだか麦チュロッキーの配合

材料名	はだか麦チュロッキー (g)
はだか麦粉	160
ベーキングパウダー	4
マーガリン	20
砂糖 (又は黒糖)	60
塩	少々
卵	50
牛乳	50

材料を全て捏ねて生地を形成し、8号の花口金を付けた搾り袋でクッキングシート上に形成し、180°Cの油で2分半揚げ作製した。

(2) はだか麦まんじゅう

使用した材料を以下の表 3 に示す。

表 3 はだか麦まんじゅうの配合

材料名	はだか麦まんじゅう (g)
はだか麦粉	130
砂糖 (又は黒糖)	70
重曹	2
水	45

材料を全て捏ねて生地を形成し、生地 10g に対しあんこ 15g を加えて、中火で 10 分蒸し作製した。伊予柑ピールはあんこに対し 5 (w/w)% 添加した。

(3) はだか麦加工品の官能試験

試作したはだか麦加工品は速やかに官能試験へ供試した。官能試験は、愛媛県産業技術研究所職員 23 名をパネラーとし、「香り」「味」「食感」の 3 項目について好ましい (5 点) から好ましくない

(1点)までの5点評価方式にて実施した。

結果と考察

1. はだか麦加工品の香気成分分析とアロマリングの作成

フードペアリングの考え方に基づき、はだか麦と組み合わせる食品素材を探索するため、前報⁵⁾で実施したはだか麦加工品の香気成分分析結果からアロマリングを作成し、香気特性を可視化した。アロマリングは、分析にて得られた香気成分の香りを系統別に分類し、得られたピークを100%としたときのピーク面積割合から作成を行った。また、比較のために小麦パン及び小麦麵についてもアロマリングを作成した。作成したアロマリングをそれぞれ図1、図2及び図3に示す。

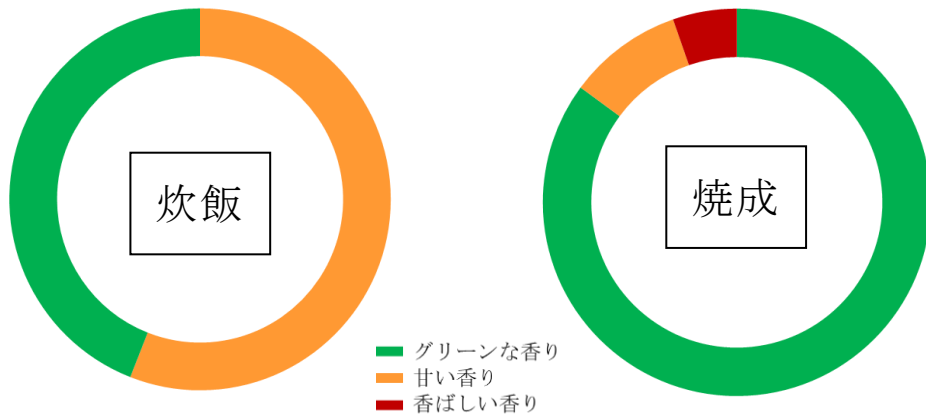


図1 炊飯及び焼成したはだか麦のアロマリング

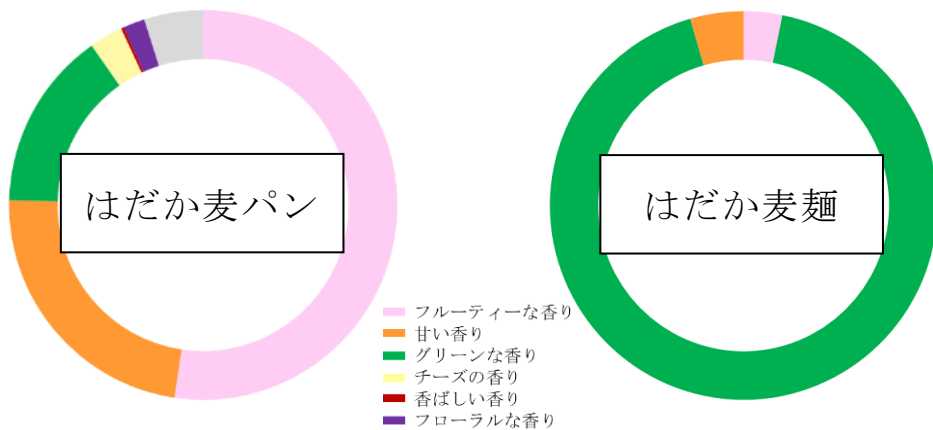


図2 はだか麦パン及びはだか麦麵のアロマリング

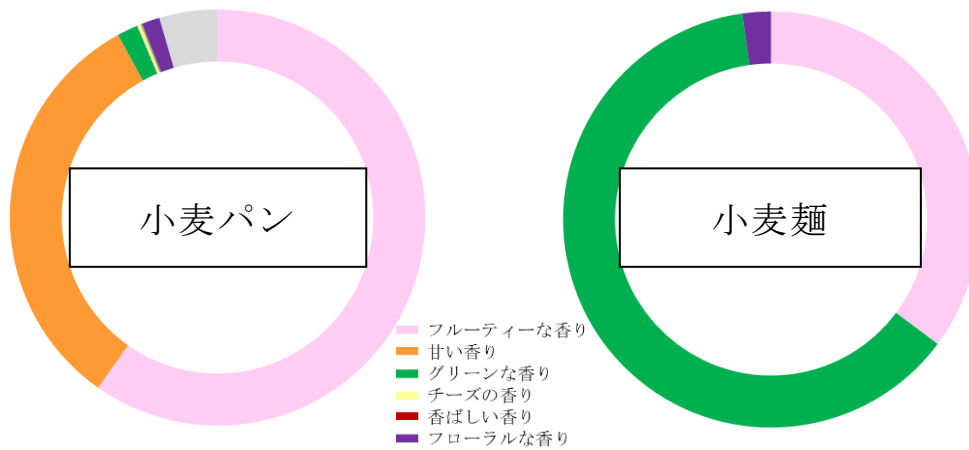


図3 小麦パン及び小麦麺のアロマリング

いずれのはだか麦加工品においても Hexanal などを中心とするグリーンな香りを示すアルデヒド類の寄与率が高く、パンや麺へ加工調理した際も小麦に比べグリーンな香りの寄与率が高かったことから、はだか麦の独特の香りはアルデヒド類に起因するものと考えられる。

2. フードペアリングの考え方による食材探索

フードペアリングの考え方の重要な要素として、同系統の香りを掛け合わせて強調する同調の効果と、他の香りを掛け合わせて特定の香りを抑制する効果の2つが挙げられる¹⁾。はだか麦において同調の効果を期待する場合、香ばしい香りや甘い香りの掛け合わせが考えられる。ピラジン類などによる香ばしい香りはナッツ系フレーバーとも呼ばれ、ナッツ類に多く含まれるほか、黒糖の重要な香気成分であることも知られている^{6) 7)}。抑制の効果においては、シトラス香などではだか麦の青臭さの原因香気成分の1つと考えられる Hexanal をマスキングする効果が高いことなどが報告されている⁸⁾。このことからシトラス香を持ち、愛媛県の特産品でもある柑橘類などは相性が良いと考えられることから、これらのナッツ類、黒糖、柑橘類について選定し、はだか麦との組み合わせについて検討を行うこととした。

3. 同調効果によるナッツ類とはだか麦の組み合わせのアロマリングによる検討

ローストされたアーモンド、カシューナッツ、ピーナッツなどのナッツ類は、従来パン類や菓子類に使用されており、同様の加工品として用いられることがあるはだか麦加工品への適用に違和感なく用いることが可能な食品素材であると考えられる。さらにローストされていることによって発生するピラジン類等の香ばしい香り成分を有していることが推測される。このことから、はだか麦と香ばしい香りで同調する食品素材として組み合わせるのに適している可能性が高いため、これらナッツ類の素焼きサンプルについて香気成分分析を行った。分析により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それぞれ図4に示す。

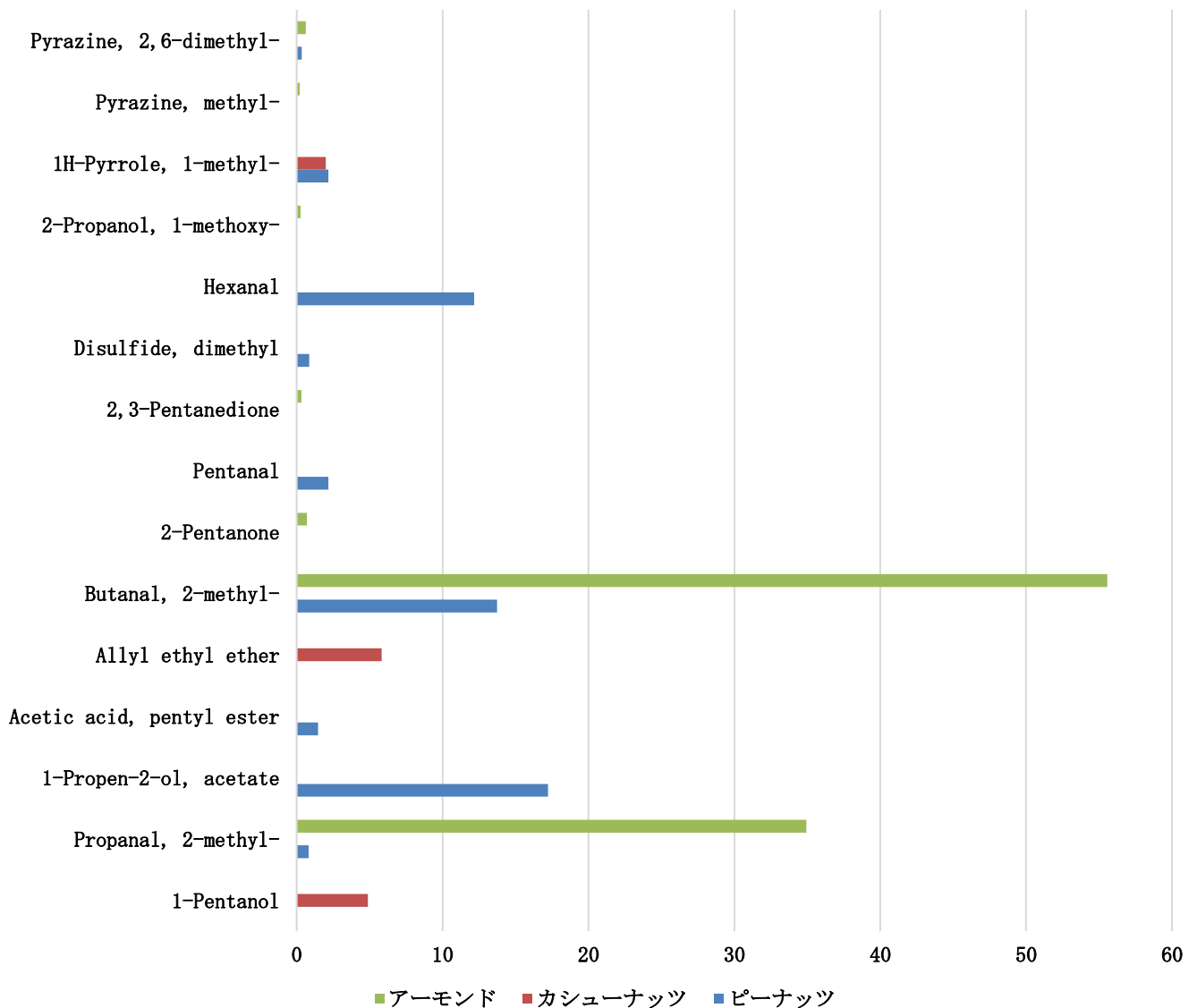


図4 アーモンド、カシューナッツ、ピーナッツの香気成分分析結果

香気成分分析の結果、アーモンドははだか麦が有している 2,6-dimethyl Pyrazine などのピラジン類を主とした香ばしい香りを有していることが分かった。また、カシューナッツは検出された香気成分の種類が少なく、1-methyl-1H-Pyrrole といったピロール類が特徴的に検出された。ピーナッツははだか麦と同調の効果が期待できる香ばしい香りの成分として 1-methyl-1H-Pyrrole や 2,6-dimethyl -Pyrazine が検出された。いずれも香ばしい香りとされる成分を有しておりはだか麦と良い食品素材であることが推測された。

ナッツ類の内、例としてはだか麦（焼成：図1右）とアーモンドを組み合わせた際の予想されるアロマリングを図5に示す。同調の効果によってはだか麦の有する香ばしい香りが強調され、食味が良好になることが期待できる。

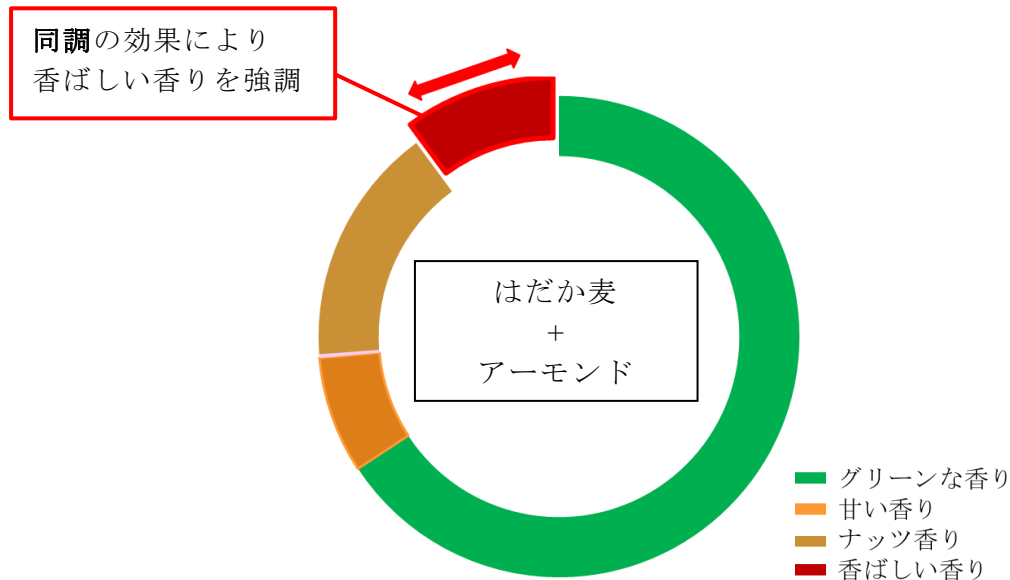


図5 予想されるはだか麦（焼成）とアーモンドの組み合わせによるアロマリングの変化

4. 同調効果と抑制効果による黒糖及び柑橘類とはだか麦の組み合わせのアロマリングによる検討

黒糖は一般的に製菓に用いられる上白糖やグラニュー糖などと比較して、より複雑な香気成分を有しており、その中にははだか麦の焼成時にも生成される 2,6-dimethyl Pyrazine などのピラジン類を有することや、ケトン類などによる甘い香り成分を有すること知られている⁸⁾。そのため香ばしい香りや甘い香りにおいてはだか麦と同調の効果を示し、組み合わせる食品素材として相性の良い可能性がある。一方で、抑制の効果を示す香りは有していないことから、はだか麦のグリーンな香りに対して抑制の効果を示すと考えられる柑橘類を同時に加え、同調と抑制の効果をそれぞれ別の食材を組み合わせる手法を検討した。はだか麦（焼成）に対し、黒糖及び柑橘類を添加した際の予想されるアロマリングの変化を模式的に図6へ示す。

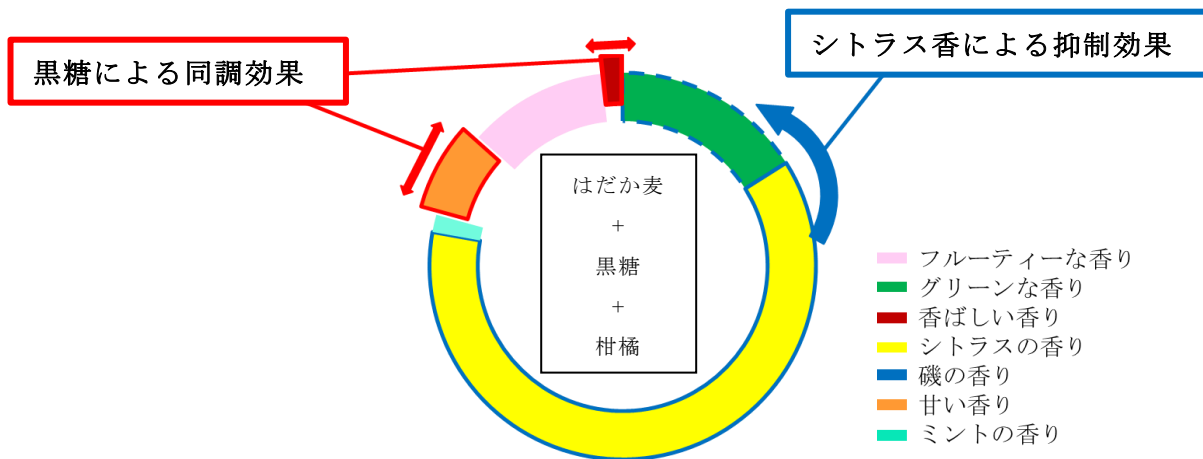


図6 予想されるはだか麦（焼成）、黒糖、柑橘の組み合わせによるアロマリングの変化

5. はだか麦と選定した食品による加工品試作及び官能評価による検証

前段のとおり香気成分分析結果から推測されるはだか麦とナッツ類の食品素材相性を実証するため、実験方法4-(1)の方法で試作したはだか麦チュロッキーに、包丁にて5mm程度に細かく刻んだアーモンド、カシューナッツ、ピーナッツを上部にトッピングした加工品を試作し、官能評価を行った。結果を図7に示す。

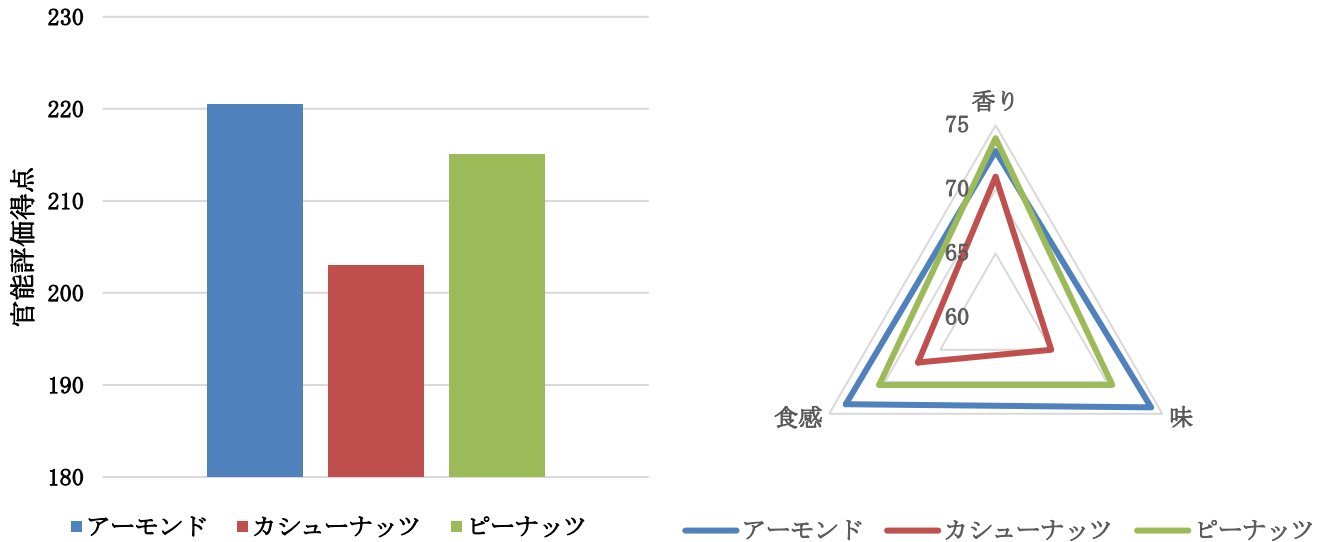


図7 ナッツ類を組み合わせたはだか麦加工品の官能評価結果

官能評価の結果、香気成分分析から推測されたとおり、アーモンド及びピーナッツを用いたもので評価が高く「香り」「味」の項目において、カシューナッツよりも高い評価を得た。アーモンドが最も高い評価を得た理由としては、アーモンドが有する香ばしい香り成分がはだか麦と同様のピラジン類によるものであり、カシューナッツやピーナッツはピロール類を主成分としていることが考えられる。同じ化合物群の香気成分を共有する食品素材の組み合わせの方がより食味良好なはだか麦加工品を開発する上で有効な手段である可能性があることが示唆された。

また、フードペアリングの考え方に基づくはだか麦と黒糖及び柑橘類との組み合わせについて検討するため、はだか麦まんじゅうを実験方法4-(2)の方法にて試作し、官能評価を行った。官能評価結果を図8に示す。

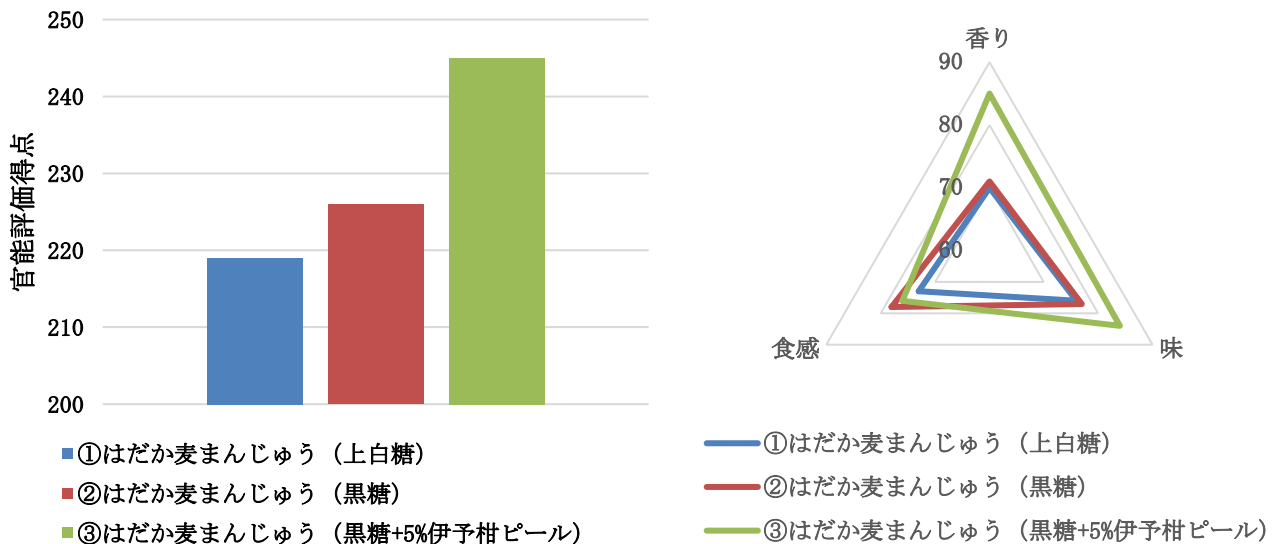


図8 はだか麦まんじゅうの官能評価結果

官能評価の結果、はだか麦と黒糖を組み合わせたものでは、上白糖を用いたものに比べ「食感」の項目で評点が高くなり、良好な食味を有していることが分かった。また、さらに柑橘ピールを用いたものでは、後味がすっきりとしたさわやかな風味になり、特に「香り」の項目について高い評点を得た。このことから、同じ香気成分を共有し同調の効果を期待できる食品と、はだか麦の独特の香りを抑制できる食品をそれぞれ組み合わせる効果を発揮させるペアリングは、より食味良好なはだか麦加工品を開発する上で有効な手段であることが示唆された。

ま と め

フードペアリングの考え方に基づき、はだか麦の有する香気成分特性に対し、同系統の香りを組み合わせ強調する同調の効果、他の香りを掛け合わせて特定の香りを抑制する効果を示す食品素材の組み合わせについて、ナッツ類、黒糖及び柑橘を加えた加工品を開発し、官能評価を行ったところ、以下の結果が得られた。

1. はだか麦加工時の香気成分分析結果からアロマリングを作成し、香気特性の可視化を行った。また、得られた結果から、フードペアリングの考え方の内、同系統の香りを組み合わせ強調する同調の効果や他の香りを掛け合わせて特定の香りを抑制する効果を期待できる食品としてナッツ類、黒糖、柑橘類を選定した。
2. アーモンドやカシューナッツ、ピーナッツの香気成分を分析したところ、アーモンドでは主にピラジン類が検出され、カシューナッツやピーナッツでは主にピロール類が香ばしい香り成分が検出された。はだか麦とナッツ類を組み合わせた加工品について官能評価を行ったところ、はだか麦と同じピラジン類を有するアーモンドを用いたものが最も高い評価を得た。
3. はだか麦と同調の効果を示すピラジン類を有する黒糖及びはだか麦のグリーンな香りを抑制できる柑橘とを組み合わせた加工品について官能評価を実施したところ、黒糖や柑橘を添加したもので食味が良好であるとの評価を得た。

文 献

- 1) Bernard Lahousse 他：The Art & Science of Food-pairing (2021) .
- 2) 山野善正 他：おいしさの見える化マニュアル (2023) .
- 3) 農林水産省：令和6年産麦類（子実用）の作付面積及び収穫量(令和6年11月26日公表)(2024).
- 4) 青江誠一郎：大麦 β -グルカンの機能性について，日本食生活学会誌，**26-1**，3-6 (2015) .
- 5) 渡部将也 他：はだか麦及びはだか麦加工品の香気成分特性の調査，愛媛県産業技術研究所研究報告，**62**，46-51 (2024).
- 6) 広瀬直人 他：香気を強化した黒糖の製造技術開発，沖縄農業，**49-1**，11-19 (2018) .
- 7) 広瀬直人 他：沖縄県産黒糖の常温保存における物理化学的およびフレーバー特性の変化，日本食品保存科学会誌，**41-6**，253-259 (2015)
- 8) 寺田祐子 他：大豆の青臭さの原因となる n-ヘキサナールの感知に関わる嗅覚受容体の特定，大豆たん白研究，**23**，159-164 (2020) .