

研究ノート

官能評価による加熱植物油の簡便な風味のプロファイリング

早川 文代^{1*}, 風見 由香利¹, 神保 聡子², 浦田 貴之²

¹ 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所

² ボーソー油脂株式会社

Rapid flavor profiling of heated vegetable oils by sensory evaluation

Fumiyo HAYAKAWA^{1*}, Yukari KAZAMI¹, Satoko Jimbo² and Takashi URATA²

¹ National Food Research Institute, NARO, 2-1-12 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

² Boso oil and fat Co.,Ltd., 2-17-1 Hinode, Funabashi, Chiba 273-0015, Japan

Abstract

Flavor profiles of heated vegetable oils (canola, palm olein, soybean, rice bran and corn oils) were rapidly determined. Eleven selected assessors were asked to describe flavor of each sample oil by selecting perceived flavor terms out of the 35 candidate terms. The data was submitted to correspondence analysis and the flavor map of sample oils was obtained, showing the characteristics of each oil flavor, e.g. rice bran oil had sweet aroma. This profiling method can be applicable to other products and will help researchers/technologists to conduct sensory evaluation easily and rapidly by reducing panel training for scoring.

Keywords: vegetable oil (植物油), sensory evaluation (官能評価), flavor (風味)

緒言

さまざまな食品や料理において、油脂の独特の風味は、消費者の受容性に影響する重要な要素の一つである。油脂が含まれる食品や、油脂を用いた調理において、油脂の風味がどの程度強いのか、また、その風味が

どのような質のものであるかは、品質を設計あるいは制御する上で考慮すべき重要な点である。そのため、さまざまな製品において、油脂の風味の質と強度およびその好ましさを官能評価によって客観的に示した報告は多くある。最終製品や料理の受容性を調べるだけでなく、油脂そのものの風味の特徴を数値化する試みもなされている。例えば、LeveauxとResurreccion¹⁾は

* 連絡先 (Corresponding author), fumiyo@affrc.go.jp

ピーナッツ油や綿実油などの官能特性のプロファイリングを試みているし、Wangら²⁾は精製度の低い大豆油の品質を官能評価でも調べている。また、日本調理科学会近畿支部揚げる・炒める分科会³⁾は、揚げ油の劣化の判定は揚げ種ではなく揚げ油の官能評価の方がよいと結論づけている。米国油化学協会 (American Oil Chemists Society, 以下 AOCS) が推奨している植物油の風味の官能評価法⁴⁾もある。

油脂の官能評価においては、パネルの訓練および評価項目の設定に留意すべき点がある。通常の食生活では油脂を単独で味わうことはないので、他の食品試料に比べて、油脂に特化したパネリストの訓練の必要性が高くなる。しかも、油脂単独では不快な風味を呈することが多いため、パネリストの負担が大きい。また、試料油脂の個々の風味特性がそれぞれの試料に固有である場合も多く、“青臭い”や“魚の風味”等、複数の項目の強度を評価しても、多くの項目で、特定の試料以外は0か0に近い値になり、個々の項目の強度に意味がなくなる可能性が考えられる。実際、AOCSが提案している標準法⁴⁾においても、個々の特性の強度評価ではなく風味全体の強度評価と12項目の風味の有無をチェックするのみにとどまっている。しかし、AOCSが推奨している12項目のみでは種々の植物油の風味の特徴を示すことは難しいと考えられる。

前報⁵⁾において、著者らは、原料の異なる植物油5種(なたね油、パームオレイン、大豆油、こめ油、とうもろこし油)を試料とし、新鮮な未加熱の状態での風味の簡易プロファイリングに成功した。具体的には、まず、油脂の風味を構成する個々の特性について候補用語リストを作成し、そのリストから試料に感じられる特性を選択するという多肢選択法によって定性的な官能評価を行い、データにコレスポネンス分析を適用して試料油と特性との関係を示すマップを作製した。なお、コレスポネンス分析は、主成分分析のようにデータを解釈しやすい次元を減らして新しい因子を抽出し、対象物や変数の関係を探る統計手法である。得られたマップから、試料油の風味の特徴を俯瞰することができた。

本研究では、前報⁵⁾で開発した未加熱の植物油の簡易プロファイリング法が、加熱した植物油に適用できるかどうかを確認し、さらに、簡易プロファイリングの成果物として、原料の異なる5種の加熱植物油の風味の特徴を示すマップを得ることを目的とした。

なお、「風味」は、JIS Z8144⁶⁾で「食品を口内に入れたときの味覚、嗅覚などの総合的感覚」と定義され

ている。油脂の風味はその大部分が嗅覚によって知覚されていると考えられるが、口腔内で知覚される油脂の味に関する近年の知見⁷⁾もあることから、本研究では味覚と嗅覚を分離せず、油脂の風味とした。

実験方法

1. 材料

実験で用いる油には、国内消費量の上位5種類である、なたね油、パーム油、大豆油、こめ油、とうもろこし油を用い、パーム油についてはパームオレインを用いた。油脂の名称の表記は日本農林規格¹⁾に準じた。いずれも市販もされている業務用の製品と同等のもので、なたね油、大豆油、こめ油、とうもろこし油については日本農林規格¹⁾のサラダ油の基準を満たし、パームオレインは同規格の食用パームオレインの基準を満たしていた。

2. 試料油の調製

5種の材料油は、いずれも、製造後1か月以内に加熱して試料油とした。加熱処理はヒーティングブロックにて、180℃で120分間加熱した。加熱終了後、室温にて放冷し、24 mlの褐色瓶に約15 ml入れ、ヘッドスペースを窒素置換して密封した。試料油は暗所、常温で保存し、試料調製後2週間以内、容器を開けた後4時間以内に分析および官能評価に供した。

なお、パームオレインは上昇融点が10~20℃であり、保存中に一部が固体となる場合が考えられた。そこで、官能評価に用いる試料油は、いずれも、60℃のインキュベーターで45分間加熱し、その後、24℃の室温で30分間放冷して室温に戻してから供した。

3. 試料油の性状

材料として用いた5種の油の脂肪酸組成、材料とした油および加熱した試料油の過酸化価、酸価およびカルボニル価の測定を基準油脂分析試験法⁸⁾に準じて行った。また、極性化合物量はデジタル極性化合物量測定器(株テスト社製 testo270)で測定した。なお、極性化合物量は3回測定した平均値とした。

4. 風味用語リストの作成

5種の試料油に関する文献¹⁾⁴⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾から評価用語を抽出し、さらに試料油に対する自由記述による予備評価によって、油の風味の質を表現する評価用語(以下、風味用語)のリストを作成した。得られた風味用

語は50音順に評価用紙に列挙した。

5. パネル

農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所（以下、農研機構食品総合研究所）の近隣住民から募集し、ISO8586¹²⁾を参考にして選抜、訓練し、数か月から数年の官能評価経験をもつ11名をパネルとした。パネルリストにはインフォームドコンセントを行い、評価参加の承諾を得た。一連の実験は、農研機構食品総合研究所の疫学研究倫理審査委員会の承認を経て実施した。

6. 官能評価の手順

試料油0.3 gを3桁のランダムコードを付したプラスチック製のスプーンに入れ、5種1組とし、1枚のトレイに横に並べて提示した。並べ方は、パネルリストごとにランダム化した。試料を左から順に味わい、各試料油について、感じられた風味にチェックをいれるよう指示した。1つの試料油に、風味用語が列挙してある評価用紙を1枚提示した。5種の油を全て味わった後は、必要であれば、試料を追加して提示することとした。口直しに食パンと水を用意し、試料油が変わるときには必ず、続けて同じ試料油を味わうときは必要に応じて口直しをするように指示した。

7. 統計解析

油の種類と風味用語についてクロス集計を行い、コレスポンデンス分析を適用した。コレスポンデンス分

析にはSPSS Statistics 22（日本IBM）を用いた。

実験結果および考察

1. 試料油の性状

材料として用いた5種の油の脂肪酸組成を表1に示す。いずれの油もパルミチン酸、オレイン酸、リノール酸が主要な脂肪酸であった。なたね油および大豆油はリノレン酸が特徴的で、パームオレインは飽和脂肪酸（パルミチン酸およびステアリン酸）が多かった。

試料油の性状を表2に示す。油脂の劣化度を評価する方法として、一般的に用いられる指標が過酸化価物価である。しかし、過酸化価物価で示される過酸化脂質は、熱で分解されやすく、蓄積されないことが知られている。本研究においても、最も高いパーム油でも2.0程度であった。酸価も、油脂の劣化を評価する一般的な指標であるが、いずれの油においても、加熱による上昇はみられたものの、上昇の程度は大きくなく、加熱による遊離脂肪酸量の生成量は少ないことが示された。

カルボニル価は、酸化二次生成物であるアルデヒドやケトンといったカルボニル化合物量を示す。これらのカルボニル化合物は油脂のにおいに影響することが知られている。いずれの試料油も、加熱前に比べてカルボニル価は上昇しており、酸化二次生成物の増加が示された。すなわち、加熱によって油の風味が変化していることが確認された。

極性化合物量は、ステロールやトコフェノール含量

表1. 5種の植物油の脂肪酸組成

脂肪酸	なたね油	パーム オレイン	大豆油	こめ油	とうもろ こし油
ラウリン酸 (12:0)	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
ミリスチン酸 (14:0)	0.0	0.9	0.0	0.3	0.0
パルミチン酸 (16:0)	4.1	40.5	10.2	16.9	10.8
パルミトレイン酸 (16:1)	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1
ステアリン酸 (18:0)	1.8	4.1	4.0	1.8	1.8
オレイン酸 (18:1)	64.4	42.9	26.1	43.6	31.7
リノール酸 (18:2)	18.8	10.6	52.1	34.3	53.4
リノレン酸 (18:3)	8.6	0.1	6.5	1.1	1.3
アラキジン酸 (20:0)	0.6	0.3	0.4	0.7	0.4
エイコセン酸 (20:1)	1.2	0.2	0.3	0.5	0.3
ベヘニン酸 (22:0)	0.3	0.0	0.3	0.2	0.2
リゲノセリン酸 (24:0)	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0

総脂肪酸量に対する脂肪酸の割合 (%、w/w) を示した。

が多いとうもろこし油, こめ油や大豆油などで高かった。極性化合物量は, 一般的にフライ油の劣化度評価として用いられ, モノグリセライド, ジグリセライド, 遊離脂肪酸の他に重合体などの量を示している。いずれの試料も加熱によって微増したことが確認された。

2. 風味用語リスト

AOCS⁴⁾の評価項目, 種々の原料の未加熱油の記述的な官能評価¹⁾の項目, および成書¹¹⁾の植物油の風味用語を収集したところ19語を得た。さらに, 5種の試料油についての自由記述による予備評価で16語を追加して, 35語の候補を得た(表3)。

3. 試料油と風味用語のマップ

風味用語と5種の試料油に関して, 11人のパネリストの反応をクロス集計した。“メロンのにおい”および“もみがらのにおい”は出現頻度の合計が0であったため, 解析から除外した。また, “紙・段ボールのにおい”等の12語についても, 出現頻度の合計が1~3と極めて低かったため, 以下の解析から除外した。なお, 予備的な解析によって, これらの12語を含めて解析しても, 解析結果のおおよその構造は変わらず, 残りの用語の分離が悪くなるのみであることを確認した。最終的に, 試料油5種, 用語21語の5行21列のデータ行列を用いてコレスポネンス分析を行った。

結果を図1に示す。用語および試料油に対するスコアを第1次元および第2次元の直交座標上に布置した。第1次元および第2次元に対する固有値はそれぞれ0.572および0.274であり, この2次元でデータの約85%の情報を集約できた。図1から, 試料間の親近性, 試料と用語の親近性が読み取れ, すなわち, 各試料油の風味の質の特徴を俯瞰することができる。本研究で対象とした種類の異なる加熱油のように, 試料に共通して評価できる項目を設定しにくいような場合でも, 候補項目を列挙し, その風味を感じるか否かのデータを集計し, 解析することで, 試料の風味の質を特徴づ

けることができた。

図1より, 各試料油からは, 脂肪酸およびその分解物由来, 含まれる不ケン化合物や極性化合物由来の風味が感じられたりしていることが示された。例えば, なたね油は, 高度不飽和脂肪酸由来と考えられる“魚”の風味が感じられていた。大豆油は, 構成脂肪酸がリノール酸およびリノレン酸であるトリグリセリドを多く含み, これらが加熱によって, 2,4-デカジエナールや2,4-ヘプタジエナールを生成し, いわゆる“天ぶら臭”を醸し出すことはよく知られている¹³⁾。本研究においても, 大豆油は, “天ぶら・天かす”の近くに布置されていた。大豆油およびなたね油は, 高度不飽和脂肪酸を多く含み, 加熱すると, 揚げ物らしい風味とともに, 加熱した油に特有の劣化臭も生成する¹⁴⁾。そのため, これらの油は“加熱劣化臭”の近くに布置された。さらに, リノレン酸は加熱によって胸焼け臭のもととなるアクロレインを生成すると報告¹⁵⁾もある。本研究においても, 大豆油およびなたね油は“胸焼け臭”の近くに布置された。

とうもろこし油は“コクがある”や“香ばしい”と

表3. 試料油の風味用語リスト

青い芝	香ばしい	ナッツ
青臭い(大豆臭)	鉱物*	苦味
揚げ餅	焦げた	ぬか・ふすま*
油揚げ	こくがある	粘土
甘い香り	ゴム*	バター*
甘味	魚	花*
えぐみ	酸化臭	古い油
加熱劣化臭	酸味	フルーティ
紙・段ボール*	塩味	ペンキ
枯草*	刺激がある	マーガリン
きのこ*	渋味	まろやか
きゅうり*	スポンジケーキ*	胸焼け臭
金属*	鉄	メロン*
クレヨン	天ぶら・天かす	もみがら*
ケミカル	とうもろこし*	

*出現頻度が極めて低かったため, 解析からは除外した。

表2. 試料油の性状

	なたね油		パームオレイン		大豆油		こめ油		とうもろこし油	
	加熱前	加熱後	加熱前	加熱後	加熱前	加熱後	加熱前	加熱後	加熱前	加熱後
過酸化物質	0.0	0.5	0.0	2.0	0.1	1.0	0.0	0.8	0.0	1.9
酸価	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.05	0.03	0.06	0.09	0.13
カルボニル価	2.4	4.8	2.5	5.7	3.3	6.7	5.5	7.0	5.1	7.8
極性化合物量(%、w/w)	5.5	6.7	7.2	8.2	9.0	10.0	9.8	10.2	9.3	10.5

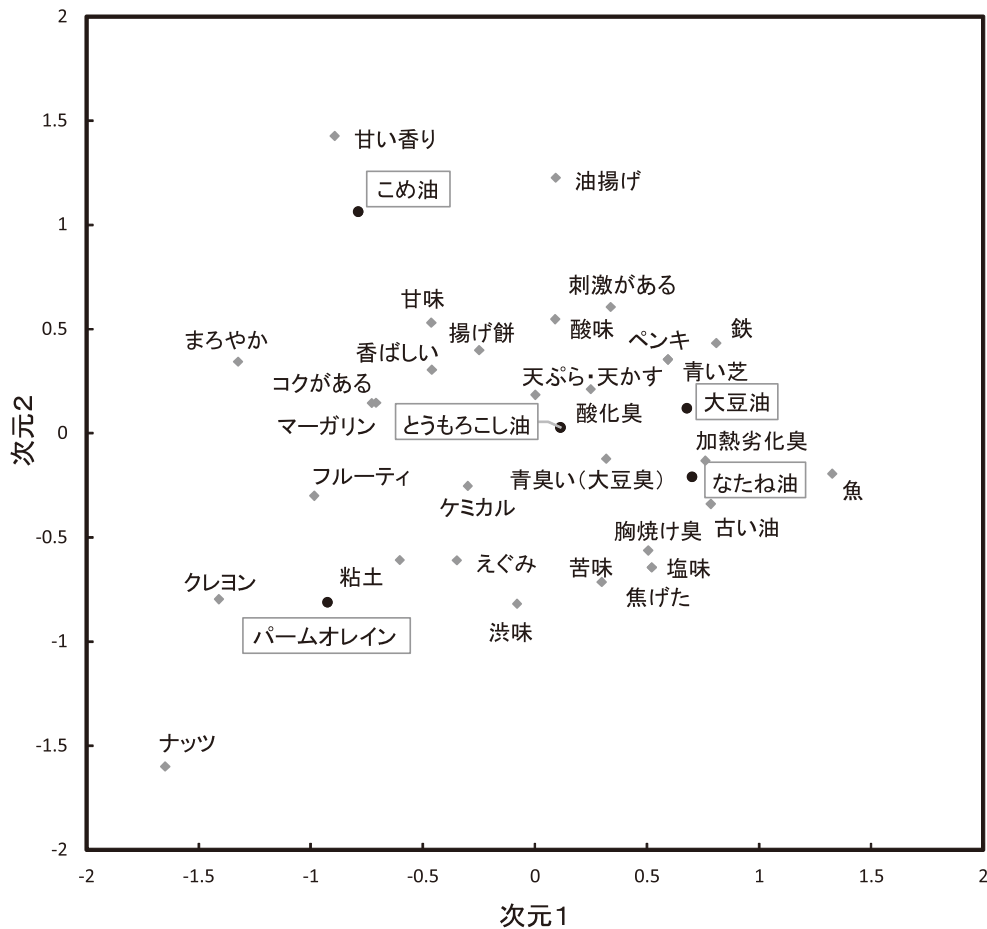


図1. 試料油の風味マップ

いった風味用語の近くに布置されていた。とうもろこし油は、こくが風味の特徴に挙げられる¹⁴⁾こともあり、本研究で作成したマップもそれを裏付けるものであった。“マーガリン”の近くに布置されたのは、とうもろこし油を原料としたマーガリンが製品として広く認知されていることが影響していると推察された。

こめ油は“甘い香り”や“まろやか”が風味を特徴づけていることが示された。こめ油の風味について、Ghosh¹⁶⁾は“delicate flavor (繊細なフレーバー)”，Liangら¹⁷⁾は“appealing flavor (魅力的なフレーバー)”と評している。これらは、研究者によって経験的に感じられた特性が表現されたものであるが、その具体的な要素は甘い香りやまろやかさである可能性が示唆された。また、こめ油中のオリザノールは加熱によってバニリンに変化するとの研究結果¹⁸⁾もあり、こめ油の甘い香りはバニリンが関与している可能性が考えられた。

パームオレインは、淡白な風味、あっさりした風味が特徴に挙げられている¹⁴⁾。本研究では、加熱によって生じる不快臭(“加熱劣化臭”，“胸やけ臭”等)とも、加熱特有の好ましい香気(“香ばしい”，“甘い香り”等)とも遠い位置にプロットされ，“ナッツ”や“クレヨン”等が特徴であることが示された。

本研究では、候補用語リストから感じられる風味用語を選択するという、パネリストにとっては負担が小さい方法で、簡便に、風味マップを作成した。これは、強度の評定を行わないため、パネリスト間で尺度を合わせる練習セッションがいらず、実験者にとっても負担が小さい方法である。また、得られたマップは、加熱した油の風味の特徴を一元的に把握することができるもので、用途や好みに応じた油の選択の際の有用な参照資料となると考えられる。油以外の試料でも、同様の方法での風味マッピングは可能であり、前報⁵⁾お

よび本研究で示した方法により、試料の官能特性を俯瞰するマップを簡便に作成できると考えられる。

要 約

前報で提案した、用語リスト作成および多肢選択法による官能評価という簡易法を、加熱した油の風味評価に適用した。試料油は、5種の植物油（なたね油、パーム油、大豆油、こめ油およびとうもろこし油）を180℃で120分間加熱したものとした。用語リストは、文献調査と予備評価によって作成し、35語で構成した。11人の分析型パネリストに、各試料油に感じられる特性を用語リストから選択させ、得られたデータにコレスポンデンス分析を適用した。その結果、例えばこめ油は甘い香り、大豆油は天ぷら臭、とうもろこし油は香ばしさが特徴的であるといった風味の特性を俯瞰することのできるマップが得られた。この方法は他アイテムでも適用可能な、実験者にとっても、パネリストにとっても、負担が小さい簡便なプロファイリング法であると考えている。

引用文献

- 1) Leveaux, V. D. and Resurreccion, A. V. A., Descriptive sensory profiling of freshly processed commercial peanut, cottonseed, canola and soybean oils. *J. Food Qual.*, **19**, 265-277 (1996).
- 2) Wang, X., Wang, T. and Johnson, L. A., Composition and sensory qualities of minimum-refined soybean oils. *JAOCs*, **79**, 1207-1214 (2002).
- 3) 日本調理科学会近畿支部揚げる・炒める分科会, フライ油の使用限界に関する研究 (Ⅲ), 日本調理科学会誌, **31**, 214-219 (1998).
- 4) American Oil Chemists Society (AOCS), Flavor panel evaluation of vegetable oils, *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society*, sixth ed, AOCS, Cg2-83 (2009).
- 5) 早川文代, 風見由香利, 神保聡子, 浦田貴之, 官能評価による未加熱こめ油の風味のプロファイリング, 日本調理科学会誌, **47**, 333-340 (2014).
- 6) 日本規格協会, 官能評価分析－用語. JIS Z8144 (2004).
- 7) Tucker R. M., Mattes R. D. and Running C. A., Mechanisms and effects of “fat taste” in humans. *BioFactors*. **40**, 313-326 (2014).
- 8) 日本油化学会, 基準油脂分析試験法2013年版 (2013).
- 9) Prakash, M. Ravi, R. and Bhat, K. K., Effect of blending on sensory odor profile and physico-chemical properties of select vegetable oils. *J. Food Lipids.*, **8**, 163-177 (2001).
- 10) Warner, K. and Gupta, M., Frying quality and stability of low- and ultra-low-linolenic acid soybean oils. *JAOCs*, **80**, 275-280 (2003).
- 11) 戸谷洋一郎監修, 「油脂の特性と応用」, (幸書房, 東京), (2012).
- 12) International Organization for Standardization, Sensory analysis General guidance for the selection, training and monitoring of selected and expert assessors. ISO/DIS 8586 (2011).
- 13) 山下道大, 小山文裕, 大豆油, 「油脂の特性と応用」, 戸谷洋一郎監修, (幸書房, 東京), pp. 2-42 (2012).
- 14) 伊吹昌久, パーム油, 「油脂の特性と応用」, 戸谷洋一郎監修, (幸書房, 東京), pp. 176-205 (2012).
- 15) Endo, Y., Hayashi, C, Yamanaka, T., Takayose, K., Yamaoka, M., Tsuno, T., and Nakajima, S., Linolenic Acid as the main source of acrolein formed during heating of vegetable oils. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **90**, 959-964 (2013).
- 16) Ghosh, M., Review on recent trends in rice bran oil processing. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **84**, 315-324 (2007).
- 17) Liang, Y., Gao, Y., Lin, Q., Luo, F., Wu, W., Lu, Q. and Liu, Y., A review of the research progress on the bioactive ingredients and physiological activities of rice bran oil. *Eur. Food Res. Technol.*, **238**, 169-176 (2014).
- 18) 椿原靖規, 細川雅史, 宮下和夫, 生稲淳一, 根岸弘典, 米油の加熱におけるバニリン生成のメカニズムについて, 第44回日本油化学会講演要旨集, p. 90 (2005).

引用 URL

- i) 食用植物油の日本農林規格, 最終改正平成27年3月27日農林水産省告示第714号, http://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/kikaku_syokyu_150327.pdf (2015.10.15)