

〈研究ノート〉

オリーブオイルの色・香気分析と嗜好との関連

橋本夕紀恵, 佐川 敦子, 大橋きょう子, 中西 員茂

Relationship between Color and Aroma Analysis of Olive Oil and Preference

Yukie HASHIMOTO, Atsuko SAGAWA, Kyoko OHASHI
Kazushige NAKANISHI

【目的】本研究は4品目のオリーブオイルが有する特徴ある色, 香りを分析し, ヒトの感覚(色覚, 香り, 味覚)との関連を明らかにすることとした。

【方法】試料油として市販のエキストラバージンオリーブオイル4品目を選定した。色の分析として色差測定及びクロロフィル定量を行った。香気分析としてガスクロマトグラフ質量分析法及び, におい識別装置による試料油4品目の香気成分の相対的な比較として類似度を測定した。官能評価では外観の色, 香りの強弱, 香りの好み, 苦味の強弱, 辛味の強弱, 味の好みの6項目を評価した。

【結果及び考察】色については機器測定の結果, 試料油Cは他の試料油と比較して明度は低く, クロロフィル量は多かった。官能評価において試料油Cは有意に緑色が強いと評価され, 機器測定の結果とほぼ一致した。香りは機器分析の結果と, ヒトが感じる香りの強さの程度と香りの好ましさに関連性はみられなかった。また香気成分の違いや香りの強さ, 好ましさの程度と, 苦味及び辛味の強弱, 味の好ましさととの関連はみられなかった。

緒言

近年, オリーブオイルの消費量は世界的に増加し, 日本においても需要は拡大している¹⁾。その背景には, 食生活の変化やオリーブオイルの有する機能性が注目されるようになったことが要因の一つと考えられる。その機能性として, オリーブオイルを構成する主たる脂肪酸であるオレイン酸は脂肪酸総量の70%以上を占め, 動脈硬化や心筋梗塞, 糖尿病など生活習慣病の予防・改善への有用性, 加えて, 精製工程を経ないことで残存されるポリフェノール類が脂質代謝やホルモン分泌に寄与することが報告されている²⁻⁵⁾。

オリーブオイルはInternational Olive Council (以下IOC)の基準で, その製法と品質により等級分けされている。オリーブの果実を物理的, 機械的処理のみで搾ったバージンオリーブオイルの中で, 100gあたりの遊離オレイン酸の酸度が0.8%以下, 官能検査の欠陥要素が0と判定された品質のオイルがエキストラバージンオリーブオイルとされている⁶⁾。ポリフェノール含量については, 品質基準はなく品種や栽培環境, 熟度により変動が大きい⁷⁻⁹⁾。またポリフェノールは辛味に影響しており, オリーブ果実由来の香りや味わいは様々である。

オリーブオイル特有の色調や風味により調理への汎用性も高くなっているものの、オリーブオイル自体の色、香り、味とヒトの感覚との関連に着目した論文報告は少ない¹⁰⁾。そこで本研究は日本で汎用されているオリーブオイル4品目を用いて、その特徴ある色、香りを機器分析し、ヒトの色覚、香りや味の強弱、嗜好との関連を明らかにすることを目的とした。

実験方法

(1) 試料油

試料油には、流通・販売量が多く¹¹⁾、価格が手頃で手に入りやすい市販のエキストラバージンオリーブオイル4品目(A:昭和産業(株)社製, B:(株)J-オイルミルズ社製, C:日清オイリオグループ(株)社製その1, D:日清オイリオグループ(株)社製その2)を選定した。購入後は未開封の状態では遮光し、冷暗所で保存した。原料となるオリーブ果実の原産国は試料油A・B・Dはスペイン, Cはイタリア及びギリシャである。バージンオリーブオイルはオリーブ果実を粉砕、ペースト化、遠心分離、ろ過を経て製造される。

(2) 測定項目及び方法

本研究では機器分析として色差測定、クロロフィル定量及び香気分析を実施し、ヒトの感覚評価として香り及び味の官能評価を実施した(表1)。

1) 色差測定

(株)日本電色工業社製分光色差計 Spectrophotometer SE6000を使用し、透過測定を行った。セルに蒸留水15mlを入れ標準校正を行った。試料油は常温で15mlをセルに入れ、1種類につき5回連続でL*値, a*値, b*値及び色差($\Delta E^*ab = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$)の測定を行い、平均値を算出した。L*は明度, a*, b*は色彩(+a*は赤方向, -a*は緑方向, +b*は黄方向, -b*は青方向)を示す。

2) クロロフィル定量

日本油化学会による基準油脂分析試験法¹²⁾に準じて算出した。試料油2.2mlを三角フラスコに量り取り、抽出溶剤(2.2.4.トリメチルペンタン/エタノール(3:1, vol))7.8mlを加えて攪拌した。これを吸光度測定用検液とし、625nm, 665nm, 705nmの吸光度を測定した。吸光度測定には(株)日立ハイテクサイエンス社製分光光度計U-5100を使用した。測定した吸光度から、次の計算式を用いてクロロフィル量を求めた。

$$\text{クロロフィル (ppm)} = k \times B \times 30/C$$

$$B = A^1 - (A^2 + A^3)/2$$

A¹: 665 nm における吸光度, A²: 705 nm における吸光度, A³: 625 nm における吸光度

k: クロロフィル a の吸光係数 (12.3), C: 試料採取量

表1 機器分析及び官能評価による評価項目

評価項目	機器分析	官能評価
色	色差測定	外観の色
	クロロフィル定量	
香り	ガスクロマトグラフ質量分析装置による香気分析	香りの強さ
	におい分析装置による香気成分の類似度	香りの好み
味	—	苦味の強さ
		辛味の強さ 味の好み

3) 香気分析

香気分析は以下の2つの方法により行った。

① (株)島津製作所社製ガスクロマトグラフ

質量分析装置 GCMS-QP2010 Ultra を用いた方法

試料油 2 g を 55 ml 容バイアル瓶に入れて蓋を閉め、恒温槽で 40℃、15 分間加温し瓶内に香気成分を飽和させた。瓶内に SIGMA-ALDRICH 社製 SPME ファイバー (100 μm/PDMS) を挿入し、香気成分を 40℃、30 分間吸着させ、そのファイバーを GCMS 装置に導入した。カラムは Restek 社製 Rtx-WAX (60 m × 0.32 mm × 0.50 μm) を使用した。測定条件はキャリアガス (ヘリウム)、インジェクション温度 (200℃)、カラム温度 (40℃ /15 min, 1℃ /min で 220℃ まで昇温)、流速 (1 ml/min) とした。

② (株)島津製作所社製におい識別装置 FF-2020 を用いた方法¹³⁻¹⁵⁾

試料油 4 品目の香気成分の類似度を測定した。試料油 100 μl をサンプルバッグに入れ、無臭の窒素ガスでバッグを充填し、40℃、1 時間の前処理により試料油からガスを発生させた。発生させたガスをにおい識別装置にセットし、測定した。再現性を確認するため各試料油に対して 2 回ずつ (n=2, 試料油 A : A₁, A₂, 試料油 B : B₁, B₂, 試料油 C : C₁, C₂, 試料油 D : D₁, D₂) ガスを発生させ測定した。

4) 官能評価

パネルは、昭和女子大学管理栄養学科に在籍する 18~22 歳の学生 63 名を対象とした。評価項目は外観の色、香りの強弱、香りの好み、苦味の強弱、辛味の強弱、味の好みの 6 項目とした。評価方法は、試料油 A・B・C・D 単独の評価とした。1 日に 2 種類の試料油の評価を 2 日間にわたり実施した。試料油は 55 ml 容ガラス瓶に 30 g を入れて蓋を閉め、恒温槽で 28 ± 2℃ に加温した。この時の温度は IOC が定めるバージンオリーブ

オイルの官能評価の方法に基づく¹⁶⁾。味・香りの評価においては、視覚による影響が出ないようにガラス瓶にアルミ箔を巻いた状態で評価を実施した。味の評価は、試料油およそ 0.2 ml を口に含み、飲み込んでもらった。評価法には 15 cm の直線上に感知強度を最もよく反映する位置に垂直な線でチェックする線尺度を用いた。直線の両端には強さ、好み及び色味 (左端が黄色、右端が緑色とした) の程度を示す語句を付けた。直線の左端からパネリストがチェックした位置までの距離を測り、0.0 cm から 15.0 cm の間における強度の評価結果として記録、解析した。

本研究は昭和女子大学倫理委員会による承認を得て施行した (承認番号 17-32, 18-10)。

5) 統計解析

官能評価から得られたデータの解析は IBM SPSS Statistics 24 を用い、対応のある一元配置分散分析及び多重比較法で解析し、有意水準は 5% とした。N=63, 平均値 ± 標準偏差で示した。

結果及び考察

(1) 色

各試料油の明度 (L*), 色相 (a*, b*) 及び色差を表 2 に示した。試料油 C の明度は他の 3 品目と比較してやや低値を示した。葉緑素であるクロロフィル量は、試料油 A (15.9 ppm), B (15.4 ppm), D (20.6 ppm) と比較して C (42.1 ppm) が最も多かった (表 3)。色の官能評価では試料油 C は他の 3 品目と比較して有意に緑色が強い ($F(3,248)=47.183, p<0.01$) と評価された (図 3-1)。色については機器測定で得られた特徴と感覚評価はほぼ一致したと考えられる。米国標準局が設定している色差 ΔE と感覚的な差の関係を表す評価基準でみると¹⁷⁻¹⁹⁾, 試料油 C と他の試料油での色差は, ΔE=6.0~12.0 で感覚的な差は much (大いに) に分類された。

表2 試料油の色調

試料油	L*	a*	b*	ΔE	
A	90.3	-11.5	106.1	1.78	9.99
B	90.4	-11.1	107.8		
C	83.9	-8.6	113.2	7.21	
D	90.1	-10.8	110.2		
				4.19	8.79

L*は明度、a*・b*は色彩（+a*は赤方向、-a*は緑方向、+b*は黄方向、-b*は青方向）を示す。米国標準局が設定する色差ΔEと感覚的な差の関係を表す評価基準の数値。

表3 クロロフィル定量の結果

試料油	665nm	705nm	625nm	クロロフィル (ppm)
A	0.093	0.002	0.012	15.9
B	0.186	0.092	0.113	15.4
C	0.264	0.023	0.049	42.1
D	0.315	0.192	0.215	20.6

(2) 香り

ガスクロマトグラフ質量分析による各試料油のクロマトグラムを図2-1~2-4に示す。化合物の総面積に対する割合は、試料油Aでは酢酸が20.73%と最も多く、次いでエタノールが15.87%、ギ酸が10.55%検出された。試料油Bではエタノールが26.2%、酢酸が17.04%、酢酸エチルが3.39%、試料油Cでは(E)-2-ヘキセナールが23.31%、酢酸が11.99%、ギ酸が4.79%、試料油Dではエタノールが22.39%、酢酸が21.32%、ギ酸が9.49%検出された。検出された化合物を比較すると、試料油A、Bは類似しており、CとDは異なる傾向にあった。また試料油Cは他の試料油と比較して、(E)-2-ヘキセナールのピーク面積が大きかった。におい識別装置による試料油4品目の香り成分の類似度(図1)は、AとBは相互の類似度が高く、CとDはAやBと異なるにおいと判断された。

香りの官能評価において、強さ及び好みの評価

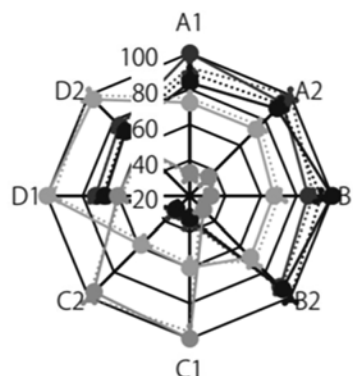


図1 おい識別装置による香り成分の類似度

n=2, 試料油A: A₁, A₂, 試料油B: B₁, B₂, 試料油C: C₁, C₂, 試料油D: D₁, D₂

を行ったところ、強さについてBがDと比較して有意に強い ($F(3,248)=3.088, p<0.05$) と評価された(図3-2)。また各試料油とも香りはやや強いと評価された。香りの好みは試料油間で有意差は認められなかったが、線尺度において0.0を嫌い、15.0を好きとしたときの好ましさを強度の平

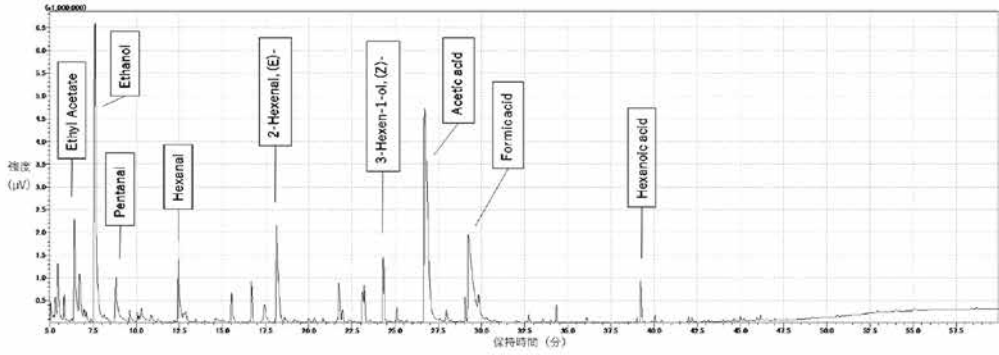


図 2-1 ガスクロマトグラフ質量分析結果：試料油 A

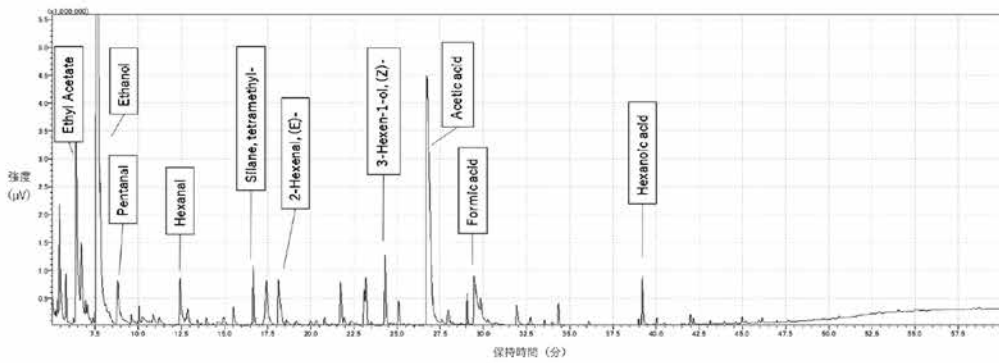


図 2-2 ガスクロマトグラフ質量分析結果：試料油 B

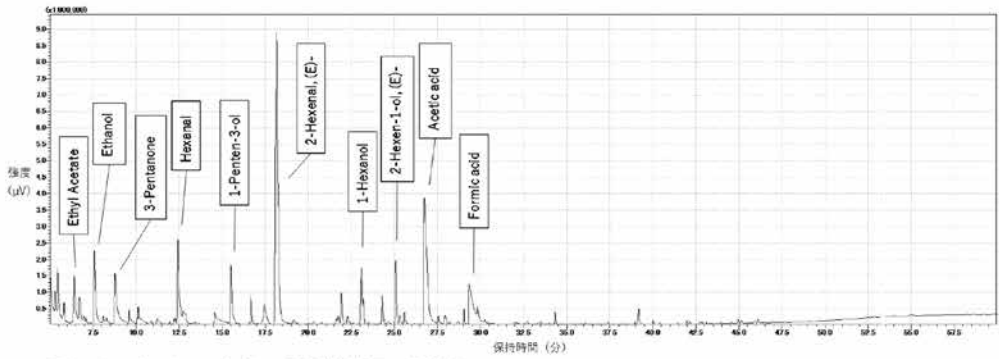


図 2-3 ガスクロマトグラフ質量分析結果：試料油 C

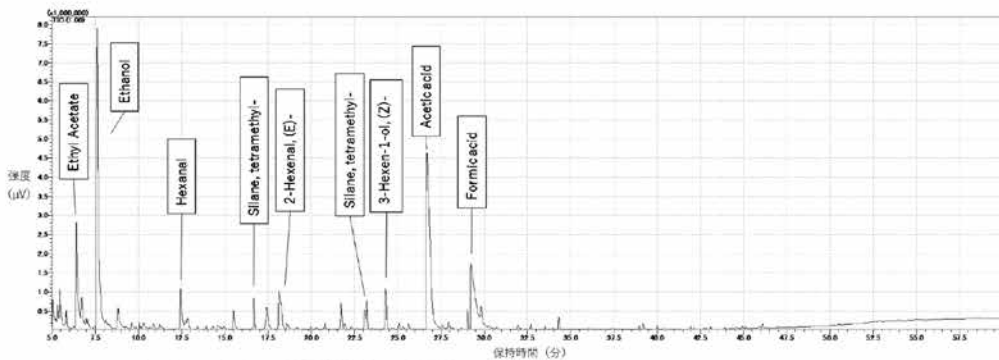


図 2-4 ガスクロマトグラフ質量分析結果：試料油 D

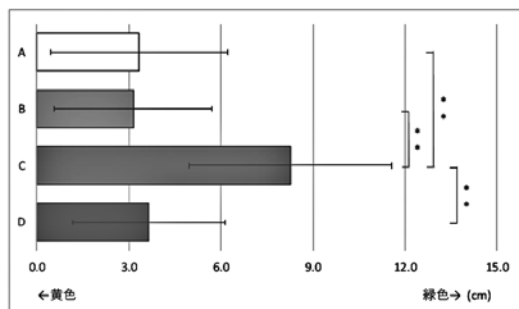


図3-1 官能評価の結果：外観の色
n=63、平均値±標準偏差
** $p < 0.01$

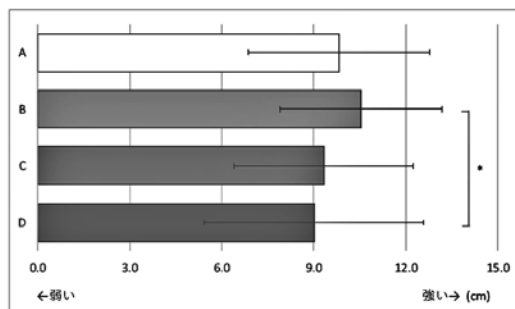


図3-2 官能評価の結果：香りの強さ
n=63、平均値±標準偏差
* $p < 0.05$

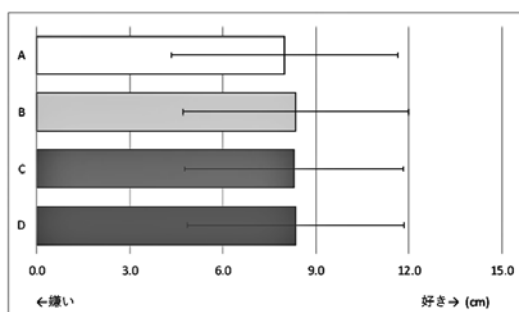


図3-3 官能評価の結果：香りの好み
n=63、平均値±標準偏差

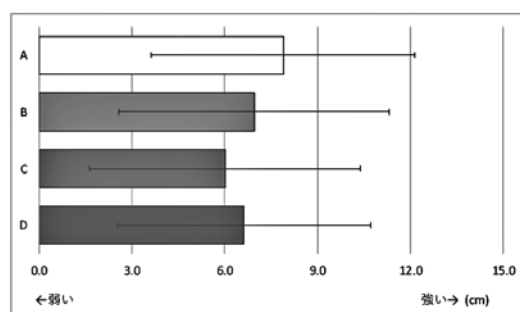


図3-4 官能評価の結果：苦味の強さ
n=63、平均値±標準偏差

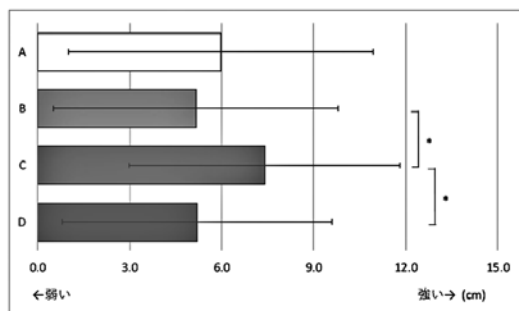


図3-5 官能評価の結果：辛味の強さ
n=63、平均値±標準偏差
* $p < 0.05$

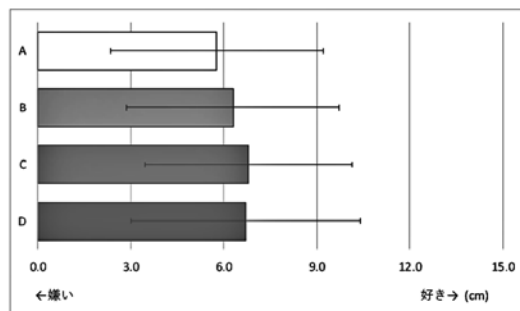


図3-6 官能評価の結果：味の好み
n=63、平均値±標準偏差

均値は試料油A 8.0, B 8.4, C 8.3, D 8.4であり、4品目とも好ましい傾向を示した(図3-3)。

(3) 味

官能評価において苦味の強さに有意差は認められなかった(図3-4)。辛味の強さは、試料油CはB, Dと比較して有意に強いと評価された(F

(3,248)=3.259, $p < 0.05$) (図3-5)。味の好みの評価は、4品目の試料油いずれも好ましさはやや低い傾向を示し、試料油間に有意差は認められなかった(図3-6)。

以上の結果から、試料油4品目の色については機器分析で得られた結果とヒトの色覚はほぼ一致した。香りについては機器分析の結果と、ヒトが

感じる香りの強さの程度と香りの好ましさに関連性はみられなかった。また香気成分の違いや香りの強さ、好ましさの程度と、苦味及び辛味の強弱、味の好ましさととの関連はみられなかった。

本研究ではパネルのオリーブオイルの苦味・辛味に対する識別能力の違いや評価基準の違いによる影響が考えられる。今回、官能評価の手法として直線上に感知強度を最もよく反映する位置に垂直な線でチェックする線尺度を採用した。感知した官能特性の強度を数段階の用語で示すカテゴリ尺度（例えば、苦くない・わずかに苦い・普通の苦さ・大変苦い・極めて苦い）を用いて官能評価を行った場合、パネルにおける用語間の間隔は必ずしも等しくないことや、尺度上で極端な点を使うことを避けるという問題がある²⁰⁻²²⁾が、本研究ではこれらのカテゴリ尺度の問題点は取り除くことができたと考えられる。しかし、試料油単独の評価を行う上で、パネリストの味に対する評価基準は異なると考えられることから、基準となる試料油との比較を行う評価方法に変更することで、香り・味の強弱や好ましさについてより精度の高い結果が得られると推察された。

また官能評価におけるパネルの年齢や官能評価の経験は評価の精度に影響する。本研究では18～22歳の女子学生63名をパネルとしたが、オリーブオイルの香りや苦味・辛味を評価する上で官能評価の経験が未熟であることは考慮しなければならない。しかし、訓練された少数のパネルによる分析型の官能評価に対して、嗜好型の官能評価では多数のパネルを必要とされており、嗜好型の官能評価を用いた先行研究ではパネル数を40人以上で実施することで未熟なパネルであっても精度がよい評価が可能であるとされている²³⁻²⁶⁾。したがって本研究は63名のパネルによる嗜好型の官能評価として精度は信頼できるものであると考える。

今後の課題として、エキストラバージンオリー

ブオイルの成分が品種や栽培環境によって変動することを考慮し検討する必要があると考える。

謝辞

本研究を行うにあたり、におい識別装置による分析にご協力くださった(株)島津製作所の橋本紅良様、上田篤様に厚く御礼申し上げます。

本研究は昭和女子大学2017～2019年度研究奨励補助金の助成を受けたものである。

引用文献

- 1) 農林水産省, 農林水産物輸出入概況2019年(令和元年), 品目別統計表, 2020-03-27, 50
- 2) Oi-Kano, Y., Kawada, T., Watanabe, T., Koyama, F., Watanabe, K., SENBONGI, R., Iwai, K. Oleuropein, a Phenolic Compound in Extra Virgin Olive Oil, Increases Uncoupling Protein 1 Content in Brown Adipose Tissue and Enhances Noradrenaline and Adrenaline Secretions in Rats, *J Nutr Sci Vitaminol*, 2008, **54**, 363-370
- 3) Gary K. Beauchamp, Russell S. J. Keast, Diane Morel, Jianming Lin, Jana Pika, Qiang Han, Chi-Ho Lee, Amos B. Smith & Paul A. S. Breslin, Phytochemistry: Ibuprofen-like activity in extra-virgin olive oil, *Nature*, 2005, **437**, 45-46
- 4) Peyrot des Gachons C, Uchida K, Bryant B, Shima A, Sperry JB, Dankulich-Nagrudny L, Tominaga M, Smith AB 3rd, Beauchamp GK, Breslin PA, Unusual pungency from extra-virgin olive oil is attributable to restricted spatial expression of the receptor of oleocanthal, *J Neurosci*, 2011, **31**, 999-1009
- 5) Salas-Salvadó J, Bulló M, Estruch R, Ros E, Covas MI, Ibarrola-Jurado N, Corella D, Arós F, Gómez-Gracia E, Ruiz-Gutiérrez V, Romaguera D, Lapetra J, Lamuela-Raventós RM, Serra-Majem L, Pintó X, Basora J, Muñoz MA, Sorlí JV, Martínez-González MA, Prevention of diabetes with Mediterranean diets: a subgroup analysis of a randomized trial, *Ann Intern Med*, 2018, **169**, 271-272
- 6) International Olive Oil Council (IOOC), COI/

- T.15/NC No 3/Rev. 11. July 2016, www.internationaloliveoil.org, Accessed 31 October 2020
- 7) Baiano A, Terracone C, Viggiani I, Nobile MAD, Effects of Cultivars and Location on Quality, Phenolic Content and Antioxidant Activity of Extra-Virgin Olive Oils, Journal of the American Oil Chemists' Society, 2013, **90**, 103-111
- 8) 柴崎博行, 品種別オリーブオイルの品質の比較, 香川県産業技術センター研究報告, 2000, **92**, 27-30
- 9) 柴崎博行, 藤井浩子, 大谷尚美, 吉岡尚美, 松原保仁, 田中利幸, 県産オリーブオイルの品種間比較, 香川県産業技術センター研究報告, 2017, **17**, 70-72
- 10) 古谷彰子, 大西峰子, 佐藤成一, 平尾和子, 女子短期大学生による非加熱オリーブ油の食味特性, 愛国学園短期大学紀要, 2018, **36**, 29-40
- 11) 公益財団法人流通経済研究所, 食用油 2016年1月18日~2017年1月1日 ランキング, “流通・製造業向け市場 POS データ分析サービス NPI Report”, 2017-01-12, 2017-09-16
- 12) 日本油化学会規格試験法委員会, “クロロフィル”, 日本油化学会制定 基準油脂分析試験法 1-2, 2013年版, 東京, 2013
- 13) 青山佳弘, におい識別装置と食品・飲料のにおい評価への応用, 日本食生活学雑誌, 2006, **17**, 266-270
- 14) 工藤美奈子, 小泉昌子, 峰木真知子, 開発された鶏卵皮蛋の製造後貯蔵過程における品質特性の変化, 日本家政学雑誌, 2019, **70**, 823-832
- 15) 小泉昌子, 峰木真知子, イソマルトオリゴ糖添加飼料を給与した鶏の産んだ卵の調理特性および嗜好性, 日本家政学雑誌, 2020, **71**, 523-531
- 16) International Olive Oil Council (IOOC), COI/T.20/Doc No 15/Rev. 10. 2018, www.internationaloliveoil.org, Accessed 23 November 2020
- 17) D.B. Judd. Specification of uniform color tolerances for textiles, Textile Research, 1939, **9**, 253-292
- 18) D.B. Judd, Specification of color tolerances at the National Bureau of Standards, Am.J.Psychol. 1939, **52**, 418-428
- 19) NATIONAL BUREAU OF STANDARDS, Colorimetry, 1950, **478**, 25-41
- 20) 相島鐵郎 (訳). 食品ラボにおける官能評価 (1), 日本食品科学工学会誌, 2001, **48**, 311-320
- 21) 相島鐵郎 (訳). 食品ラボにおける官能評価 (2), 日本食品科学工学会誌, 2001, **48**, 378-392
- 22) 相島鐵郎 (訳). 食品ラボにおける官能評価 (3), 日本食品科学工学会誌, 2001, **48**, 453-466
- 23) 横江未央, 川村 周三, 米の官能評価に対するパネルの地域間差と年齢間差およびパネル数の影響, 農業食料工学会誌, 2014, **76**, 170-178
- 24) 熊崎稔子, 舟橋由美, 牛乳を加えたみそ汁の塩味の嗜好性の評価——乳和食の減塩効果の検討——, 愛知学泉大学紀要, 2020, **2**, 171-175
- 25) 石川友利加, 吉田かな美, 星野亜由美, 飯田文子, TI・TDS法によるカカオ豆の異なるビターチョコレート の呈味特性, 日本官能評価学会誌, 2019, **23**, 14-25
- 26) 富永しのぶ, 前田智子, 岸田恵津, 江戸期の調味料「いり酒」の嗜好特性: 成分特性と官能評価, 日本調理科学会誌, 2012, **45**, 37-42
- (はしもと ゆきえ 生活科学部管理栄養学科)
(おおはし きょうこ 女性健康科学研究所)
(さがわ あつこ 生活科学部管理栄養学科 専任講師)
(なかにし かずしげ 生活機構学専攻 教授)

受理年月日 2020年9月30日
審査終了日 2020年11月25日