

パウンドケーキの嗜好性

佐藤幸子*・桑野恵理子*・中條祥子*・長岡麻紀*・栗原幸子**

* 食生活科学科 調理学第二研究室 ** 目白大学短期大学部

The palatability of pound cakes

Sachiko SATO, Eriko KUWANO, Shoko NAKAJO, Maki NAGAOKA
and Sachiko KURIHARA

**Department of Food and Health Sciences, Jissen Women's University **Mejiro University College*

Pound cake is a traditional, baked, French sweet, whose main ingredient is butter. In recent years, however, many of the commercially available pound cakes use vegetable oil, instead. In this study, we evaluated the palatability of pound cakes by preparing them with butter and vegetable oil, determining their traits such as color, breaking properties, and odor-active compounds, and finally performing a sensory evaluation of their palatability on a scale of 1 to 5.

The results of instrumental analysis showed no difference in color within the limit of visual recognition. Their breaking strengths indicated that pound cakes made with vegetable oil can resist higher breaking pressure than those made with butter, and analysis by GC/MS and GC/O led to detection of odor-active compounds of butter but not those of vegetable oil. Pound cakes made with butter ranked the highest in overall sensory evaluation. Based on these results, it was revealed that pound cakes made with butter have better palatability and their hardness as well as flavor has favorable effects on palatability.

Key words : vegetable oil (植物油), butter (バター), rupture property (破断特性), odour-active compounds (香气成分), sensory evaluation (官能評価), gas chromatography/ mass spectrometry (GC/MS) (ガスクロマトグラフィー/マススペクトロメトリー)

1. 緒言

フランスの伝統的な菓子であるカトルカル・オ・シトロン (QUATREQUARTS AU CITRON) は、4種類の材料を同量ずつ使用するという意味から名付けられたものである。わが国では4種類の材料を1ポンド使用することから英語のパウンドケーキとして親しまれている¹⁾。このパウンドケーキの材料は、バター、砂糖、薄力粉、卵を配合して調製する。しかし、近年、健康志向や安価なバターの代用品として植物油、無塩マーガリン、コンパウンドをして使用している²⁾市販品も数多く見られる。

パウンドケーキに関する研究には、バターの配合割合と保存性、攪拌が品質に及ぼす影響など、様々な研究が報告されている^{3) 4) 5)}。近年はアレルギー除去を目的として米粉添加やハッシュウマメ粉末を代用し

た報告もある^{6) 7) 8)}。しかし、バターと植物油を使用したパウンドケーキの報告は、正岡氏らの発表要旨⁹⁾に止まり、その嗜好性に関する報告は見られない。

そこで、本研究では、パウンドケーキに使用する油脂材料に着目し、バターと植物油を使用することによって、パウンドケーキの焼き色、破断特性、香りなどについて機器分析により検討し、あわせて嗜好型官能評価を実施し、パウンドケーキの嗜好性について考察することを目的とした。

2. 実験方法

2-1. 試料調製に使用する材料

材料は一般家庭において入手しやすいものを選択し、近年の料理書を参考に予備実験を繰り返し、材料および配合割合を決定した¹⁰⁾。

バターは、北海道よつ葉バター（製造元：よつ葉乳業㈱、450g）100gを使用した。植物油は、人の嗅覚で感知できない無臭のものを選択し、更に工業的に加熱処理に比較的安定な菜種を原料とした日清キャノラー油（製造元：日清オイリオグループ㈱、1,000g）100gを使用した¹¹⁾。その他の材料は、薄力粉（製造元：日清製粉㈱、1kg）100g、グラニュー糖（製造者：三井製糖㈱、1kg）60g、鶏卵（製造元：㈱ぶなさわGPセンター）100g、牛乳（製造元：栃木明治牛乳㈱）20g、ベーキングパウダー（製造元：大宮糧食工業㈱相模原工場、100g）5gを使用した。

2-2. 試料調製

パウンドケーキの調製方法には、油脂にグラニュー糖を添加して混ぜクリーム状にしてから、そのあと合わせた粉類と卵を加えバターを作るシュガーバター法（sugar-batter）法と、油脂に粉類を添加して混ぜ、そのあと他の材料を加えてバターを作るフラワーバター法（flour-batter）がある¹²⁾。これらの製法はパウンドケーキの出来上がりの再現性に大きくかわることから、予備実験を重ねより高い再現性が見込まれたシュガーバター法を採用した。この際、後述する比重を測定し、バターの状態を確認した。温度環境として、25℃前後の室温を保ち調製した。型は焼きつきの少ないテフロン加工のパウンド型（82×170×50mm）を使用して、180℃で予熱したガスオーブン（RN-860LC 東京ガス㈱）で30分間焼成した。その後、横に交互に倒して内相の中心温度26℃まで約2時間保冷し、試料とした。

2-3. バター（生地）の比重の測定

パウンドケーキの性状には、油脂のクリーミング性が影響を及ぼすことから、バター生地の比重を測定した。測定方法は、シャーレ（直径30mm）にバターを満たし、その重量を測定し水との比較において算出した。

《生地比重 = 生地重量 (g) / 水の重量 (g)》

2-4. パウンドケーキの高さの測定

焼成後のパウンドケーキは、放冷後型から取り出し、ノギスで測定した最も高い部分の実測値（最高値）を膨化の程度を表すものとした。

2-5. 比容積の測定

パウンドケーキは体積を菜種法により測定し、その体積をバターの重量で割り、比容積を求め、膨化の度合いを検討した。

《比容積 = 試料の体積 cm³ / バター重量 (g)》

2-6. 水分の測定

試料は1gを粗くほぐして専用のアルミトレーにセッティングし、水分計（MOC-120H ㈱島津製作所製）を使用し、乾燥減量法に準じ、水分変化量0.05%、乾燥温度120℃として測定した。

2-7. 色の測定

バターおよび試料は、分光測色計（CM-5 コニカミノルタ㈱製）を用い、SCE（正反射光除去）方式を採用し、L*、a*およびb*値を測定し、それらの値からバター使用のパウンドケーキを基準に色差（ΔE）を求めた。

バターは直径30mmの専用のシャーレに入れ、直径30mmのターゲットマスクで測定した。

試料の表相は上面を12等分（10×10×20mm）し、測定した。内相は、試料を「40×40×20mm」の直方体に分割し、測定した。表相および内相ともに、直径8mmのターゲットマスクを用いて測定した。なお、色彩管理ソフトウェア Spectra Magic®NX CM-S100w を使用して解析を行った。

2-8. 破断強度の測定

パウンドケーキの内相を直方体（20×40×19mm）に分割し、クリープメーター（RE2-3305B ㈱山電）にて測定した。測定条件はロードセル20N、測定歪率90%、測定速度1mm/sec、楔形プランジャーを用い、定速破断測定を行った。

2-9. 香気成分の測定

香気成分の吸着剤として高い香気捕集効率を有する MonoTrapRSC18TD（以下 MT）を使用し、Monolithic Material Sorptive Extraction 法（以下 MMSE 法）により捕集した。すなわち、試料5gを入れたバイアル瓶（40mL 容）の気相に MT を投入し、常温で30分間香気成分の捕集を行った。その後、専用ライナーに MT をセットし GC/MS および GC/O 分析を行った。

GC/MS および GC/O 測定条件は GCMS-QP2010 Ultra (梶島津製作所製) を使用し、キャピラリーカラムは SLB-5MS (30m×0.25mm i.d., 膜厚 0.25µm, Agilent technologies 製) を用いた。カラム温度条件は 40℃から 3℃/分で 230℃まで昇温し、230℃で 10 分間保持した。注入口およびイオン源温度は 230℃とした。

なお、GC/MS の昇温気化注入口として OPTIC-4 (ジーエルサイエンス製) を使用し、昇温気化の注入口昇温条件は 60℃/秒で 35℃から 200℃とした。

なお、GC/MS 分析から得た香気成分の全イオン電流クロマトグラム (以下 TICC) の香気成分のピーク面積を比較し、GC/O により匂い嗅ぎを行い、匂いの質を確認した。

GC/MS 分析における化合物は、標準物質との GC における保持指標 (以下 RI、n-alkane 類の保持時間より算出) および質量スペクトルの解析、文献情報¹³⁾、FFNSC3LIBRARY (ChromalontS.r.l 製) から香気成分を推定した。n-alkane 類は、林純薬工業製の n-alkane 混合標準溶液 (C7-C33) を使用した。

2-10. 官能評価

官能評価は本学食物科学専攻の学生と教職員をパネル 30 名で行った。

評価サンプルは、バター (100g) および植物油 (100g) で調製した 2 種類をそれぞれ A (バター使用) および B (植物油 100g 使用) とした。さらに B の評価サンプルと柔らかさの異なる試料として植物油を 60g 使用したものを同条件で調製し評価サンプル C (植物油 60g 使用) として加え、計 3 種類について官能評価を行った。3 種類のサンプルは一口で食することができるように 2cm 立方体にカットし、次のサンプルを試食する前に水で口すすぎを指示し行った。

評価は、5 段階嗜好型採点法にて行った。評価項目は、「香りを感じる」「香りが良い」「甘さを感じる」「硬さ良い」「総合評価 (嗜好性)」の 5 項目とした。

2-11. 統計分析

統計分析には統計処理ソフト SPSS 23.0J を用いた。2 群間の差の比較には対応のない t 検定、3 群間のときは対応のない一元配置分散分析を行った。等分散性を検定し、仮定された場合が Tukey を、仮定されなかった場合には Games-Howell を適用した。

3. 結果および考察

3-1. バターおよびパウンドケーキの形状の特徴

バターの比重は、植物油が 0.92、バターが 0.85 と植物油を使用した方が大きく、クリーム状のバターに比べて液体状の植物油は空気を取り込みにくいということが認められた。バターのクリンミング性により空気を取り込みの度合いが左右されるため、材料の混合にはこの比重を目安に調製を行った¹⁴⁾。

焼成後のパウンドケーキの高さを比較するとバターより植物油の方が膨化したが、全体の体積はバターのほうが大きかった。そこで、比容積を比較するとバターの方が植物油よりも大きいことから、バターの方が混ぜて拡散させた水分 (卵) を、分離しないよう安定させることができたと思われ、均一な気泡により軽い食感に仕上がりと、植物油は重い食感に仕上がったパウンドケーキになったと推察された。

また、水分率を見ると、もともとバターには水分が含まれていることもあり、約 31% を示し、バターはしっとりとした口あたりになっていると思われた。

表 1 パウンドケーキの形状

	バター	植物油
バター比重	0.85 ± 0.02	0.92 ± 0.09
最高値 (cm)	6.78 ± 0.25	7.63 ± 0.49
体積 (cm ³)	741.33 ± 8.99	731.49 ± 1.62
比容積 (cm ³ /g)	2.10 ± 0.05	1.97 ± 0.004
水分 (%)	30.91 ± 0.67	26.02 ± 1.25

3-2. ドウおよびパウンドケーキの色調

バターおよび植物油のバターの色調を分光測色計により測定した結果を表 2 に示した。

バターおよび植物油においていずれも有意差 ($p < 0.05$) が認められた。植物油では L* 値がバターよりも低く、a* 値および b* 値は植物油の方より高いことから、植物油を使用すると明度が低くなり、赤および黄方向が強いバターであることがわかった。

パウンドケーキの表相は、バターに比較して植物油では L* 値は低く、a* 値および b* 値では赤方向の色相が高く、黄方向の色相は低値を示したが、両者間には有意差は認められなかった。(表 3)

内相は、表相に比較するとバターおよび植物油い

表2 バターの色調

	バター	植物油	t 検定
L*	75.27 ± 0.23	68.48 ± 0.09	**
a*	8.19 ± 0.14	10.09 ± 0.56	**
b*	31.64 ± 0.37	40.03 ± 1.00	**
△E* ab	0	10.96	

** : $p < 0.01$

表3 表相の色調

	バター	植物油	t 検定
L*	44.56 ± 5.35	48.01 ± 6.57	n.s.
a*	18.77 ± 1.19	18.25 ± 2.2 0	n.s.
b*	32.76 ± 6.54	34.31 ± 4.91	
△E* ab	0	4.03	

n.s. : 有意差無し

表4 内相の色調

	バター	植物油	t 検定
L*	77.21 ± 0.49	76.58 ± 0.53	
a*	7.64 ± 0.03	6.71 ± 0.06	**
b*	40.86 ± 0.36	38.55 ± 0.60	*
△E* ab	standard	2.56	

** : $p < 0.01$ * : $p < 0.05$

れも L*値が高く、a*値および b*値では赤方向・黄方向の色相が有意に高く、明るい色を示した。色差 (△E) については、表相ほど内相の色差は少なく、視覚的には色の差は認められなかった。(表4)

パウンドケーキの色調について、バターおよび植物油を比較すると、表相の焼き色は内相よりもばらつきは見られるもののほとんど差はなく、内相においても差は認められなかった。バターを使用した場合も植物油を使用した場合もパウンドケーキの外観はほとんど見分けがつかない色調であった。

3-3. 破断特性

最大応力および破断荷重は、植物油の方がバターよりも有意に高い値を示し、植物油に比べてバターを使用したパウンドケーキが軟らかいことがわかった。これは、バターをクリーム状にすることで空気を取り込みやすい状態にするというパウンドケーキの従来の調製法に準ずる結果であること認められた。

表5 破断特性

	バター	植物油	t 検定
最大応力 [Pa]	3657.67 ± 74.49	7896.97 ± 189.10	**
破断荷重 [N]	1.15 ± 0.17	2.24 ± 0.54	**
破断エネルギー [J/m ³]	1364.11 ± 75.89	2412.42 ± 69.41	**

** : $p < 0.01$

破断エネルギーについては、植物油の方がバターよりも有意に高く、植物油の方がもろいパウンドケーキであると推察された。前述の形状の結果と合わせて考察すると、植物油はバターよりも水分率が低いことからろくバサつく食感をともなうと思われた。

これらのことからバターおよび植物油を使用したパウンドケーキの物性については、植物油の方が硬くもろい特性があり、バターは柔らかくしっとりとしたきめ細かいパウンドケーキであると推察された。

3-4. 香気成分

パウンドケーキの香気成分について、GC/MS による TICC の Area を図1に示した。バターおよび植物油のパウンドケーキの香気成分は decene, heptanone, toridecane, octanaal, 2-methylcyclohexanal, octadecane, undecenoate, eikosane が推定された。これら共通の香気成分は、スペクトルの特徴から油脂由来の脂肪族ケトンや脂肪族アルデヒドであると確認できたが、GC/O 分析ではそれぞれの香気成分の匂いは感知できなかった。一方、バター特有の香気成分としては、m/z56 のスペクトルを有する脂肪族ケトンが確認でき、標準品と照合し γ -valerolactone と同定された。この成分は GC/O 分析でもバター様の甘い匂いを感知でき、バターのパウンドケーキの特徴的な香りであることがわかった。

以上のことから、パウンドケーキの香りはバターを使用したときは油脂特有の甘い匂いをもたらすが、植物油では嗅覚では匂いを感じることができなかった。

3-5. 官能評価

官能評価の結果、「香りを感じる」「香りが良い」の項目ではバター使用の A の評価が高く、植物油 60g 使用の C との間に有意差 ($p < 0.05$) が認められた。バターの評価は高かったが、嗜好評価では、B および

Cの植物油との顕著な差は認められなかった。

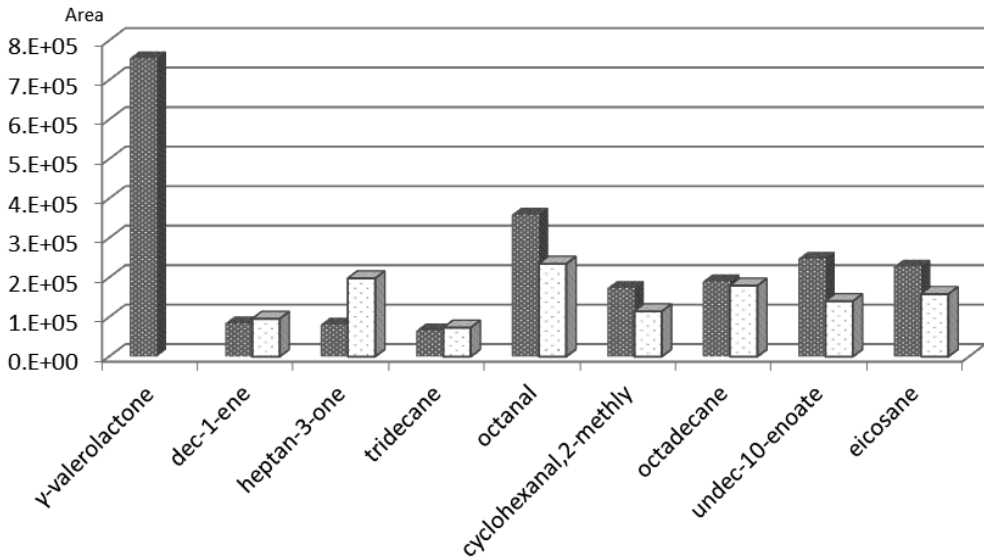
次に「硬さが良い」ではA, B, Cの順に有意に評価が低くなり、バターを使用したAの柔らかくしっとりした食感が評価を高くしたと推察された。

「甘さを感じる」ではAとCの間に有意差が認められたことから、硬さが軟らかいと舌に接触する表面積

が広くなり、より甘さを感じると思われた。

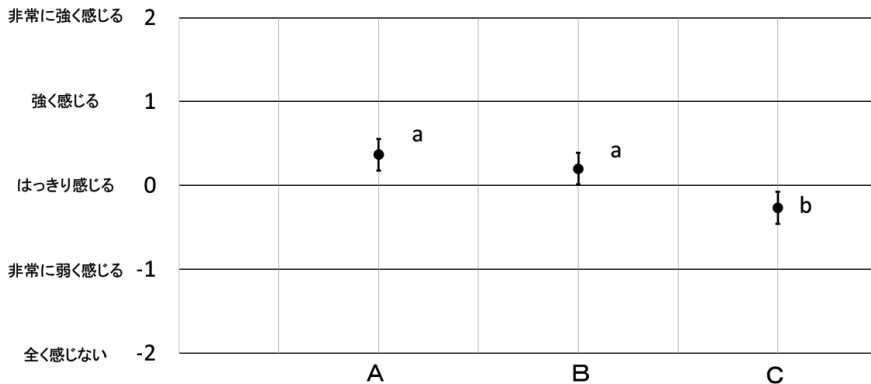
「総合評価 (好ましき)」ではAが最も評価が高く、有意にB, Cの順に評価が低かった。

以上のことからパウンドケーキの嗜好性について、バターの風味と柔らかくしっとりした食感が好まれる傾向であることがわかった。



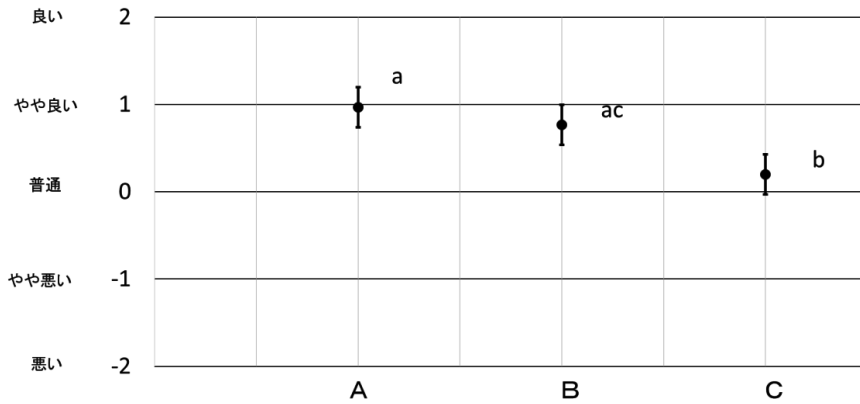
TICCにおける香気成分のピークをAreaで示した。値はn=3の平均とした。
 カラム：キャピラリーカラム (30m×0.25mm i.d., 膜厚0.25μm, Agilent technologies 製)
 カラム温度：40℃→230℃ (10min hold), 3℃/min

図1 TICCによるパウンドケーキの香気成分 (Area)



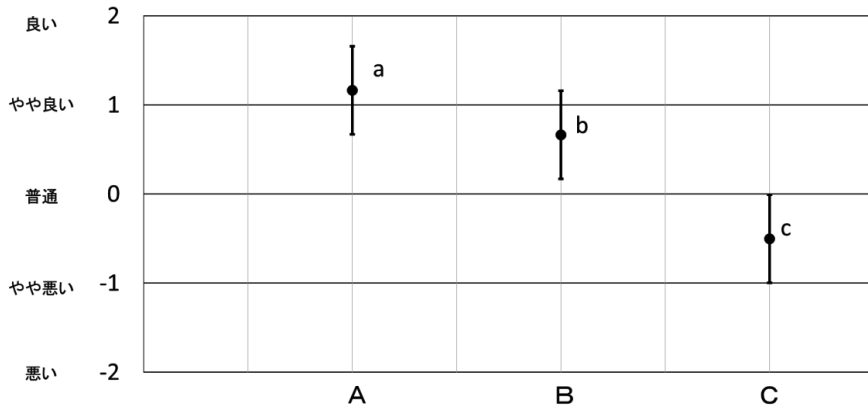
※ 五段階尺度により評価した異なる文字間(a, b)には有意差(p < 0.05)があることを示す

図2 官能評価「香りを感じる」 n=30



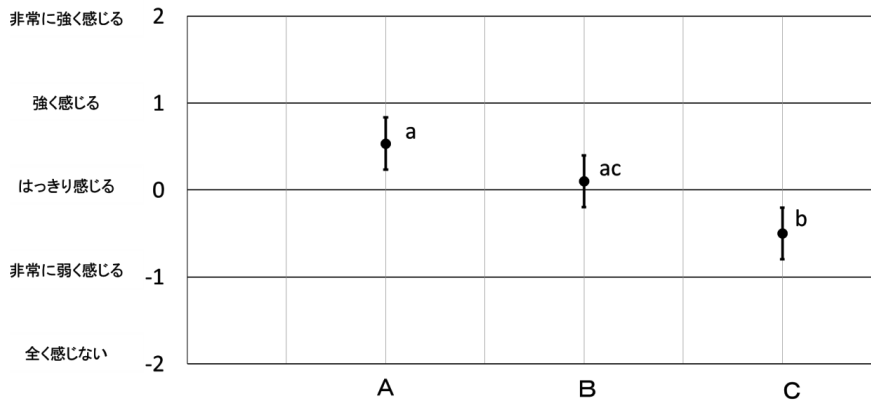
※ 五段階尺度により評価した異なる文字間 (a, b) には有意差 ($p < 0.05$) があることを示す

図3 官能評価「香りが良い」 n=30



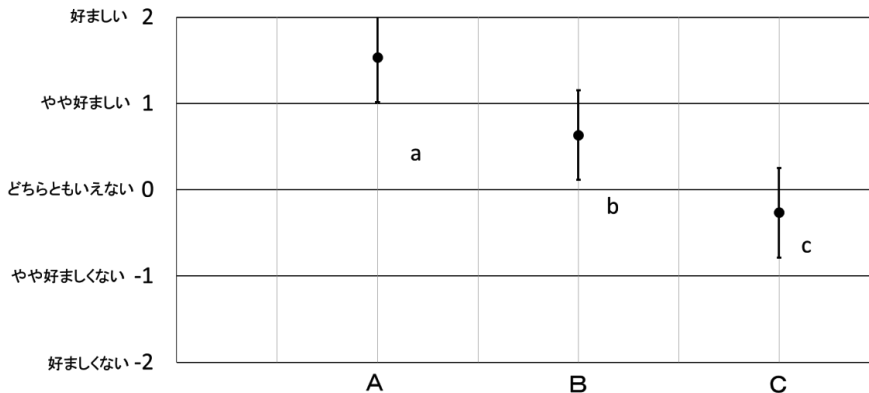
※ 五段階尺度により評価した異なる文字間 (a, b) には有意差 ($p < 0.05$) があることを示す

図4 官能評価「硬さが良い」 n=30



※ 五段階尺度により評価した異なる文字間 (a, b) には有意差 ($p < 0.05$) があることを示す

図5 官能評価「甘さを感じる」 n=30



※ 五段階尺度により評価した異なる文字間(a, b)には有意差($p < 0.05$)があることを示す

図6 官能評価「総合評価 (好ましさ)」n=30

4. まとめ

本研究では、パウンドケーキに使用する油脂材料に着目し、バターと植物油をしようすることによって、パウンドケーキの焼き色、破断特性、香りなどについて機器分析により検討し、あわせて嗜好型官能評価を実施し、パウンドケーキの嗜好性について考察した。

パウンドケーキの形状は、高さを比較するとバターより植物油の方が膨化し高さが高かったが、比容積を比較するとバターの方が植物油よりも大きかった。水分率はバターの方が植物油よりも高い値を示した。

色調を分光測色計により測定した結果、バターおよび植物油を比較すると、表相および内相ともバターと植物油の差は認められず、パウンドケーキの外観はほとんど見分けがつかない色調であった。

破断特性は、植物油の方が硬くもろい特性があり、バターは柔らかくしっとりとしたきめ細かいパウンドケーキであるとわかった。

パウンドケーキの香氣成分はバターを使用したときは γ -valerolactoneのバター特有の甘い匂いをもたらすが、植物油では嗅覚では匂いを感じることができなかった。

官能評価の結果、バターを使用したパウンドケーキが「香り」「甘さ」「硬さ」の項目で有意に高評価であった。

以上のことから、バターを使用したパウンドケーキの嗜好評価が高かったことから、内相の硬さおよび香りが嗜好性を左右することがわかった。そして、柔ら

かい食感が甘味を増し、バターの香りが風味を向上させることが示唆された。今後、植物油を使用した場合のパウンドケーキについて、デンプンなどの粉類の影響およびスパイスによる賦香効果について検討していきたい。

本研究は、一般社団法人日本調理科学会平成29年度大会(お茶の水女子大学)にて発表した。

参考文献

- 1) ル・コルドン・ブルーのフランス菓子基礎ノートII サブリナを夢見みて、5-111、ルコドンブルー東京校、(2008)
- 2) 吉川文字：バターを使わないパウンドケーキ、(株)マイナビ出版、東京、14-15 (2015)
- 3) 渡辺祐子・柳沢幸江・寺元芳子：バターケーキの保存性に及ぼすバター量の影響、家政誌、37(2)、101-106 (1986)
- 4) 藤井淑子・林ひろみ・島田淳子・吉松藤子：パウンドケーキの品質に与える攪拌の影響につて」、家政誌、30(6)、505-510 (1979)
- 5) 津田淑江・久保倉寛子・小池恵・木下枝穂：大麦粉パウンドケーキの性状とその特性、共立女子短期大学生活科学部紀要、50、1-6 (2007)
- 6) 斎藤寛子・松本時子：米粉がスポンジケーキの性状に及ぼす影響、山形県立米沢女子短期大学紀要、第42号、93-99 (2007)
- 7) 飯島久美子・牛山亜弥乃・香西みどり：ムクナ属ハッシュウマメ粉末のパン、クッキーおよびパウンドケーキへの利用、日本家政学会誌、64、383-395 (2013)

- 8) 酒井裕子・中西彩：米粉を添加したパウンドケーキの物性の変化と嗜好性、相模女子大学紀要. B、自然系 75、35-44 (2011)
- 9) 正岡亜紀・上野茂昭・島田玲子：バターとサラダ油の違いがパウンドケーキに及ぼす影響、日本調理科学会大会研究発表要旨集、28(O)、189 (2016)
- 10) 山崎清子・島田キミエ・渋川祥子・下村道子・市川朝子・杉山久仁子：NEW 調理と理論、同文書院、東京、132-133 (2012)
- 11) 伊藤知子・安藤真美・大塚憲一・久保加織・小林敦子・露口小百合・中平真由巳・原知子・水野千恵・明神千穂・村上恵・和田珠子：国産菜種油の調理特性の比較、日本食品工業学会誌、58(7)、309-317 (2011)
- 12) 百野浩史：お菓子づくりの失敗を解決する本、(株)メツメ社、東京、34-43 (2016)
- 13) 荒井綜一・小林章夫・矢島泉・川崎通昭：最新 香料の事典、(株)朝倉書店、東京、313-320 (2000)
- 14) 辻製菓専門学校監修：科学でわかるお菓子の「なぜ?」、(株)柴田書店、東京、286 (2009)