

# ピザの嗜好とフレーバーリリースに対する チーズの焼成時間の影響

河内 公恵（管理栄養学科）・齋藤 優子（洗足こども短期大学・幼児教育保育学科）・  
山口 真由（管理栄養学科）・高橋 ひとみ（家政保健学科）・  
中村 恵子（福島大学・人間発達文化学類）

## Effect of Cheese-Baking Time on Pizza Palatability and the Release of Aroma Compounds

Kimie Kawachi<sup>1</sup>, Yuko Saito<sup>2</sup>, Mayu Yamaguchi<sup>1</sup>,  
Hitomi Takahashi<sup>3</sup> and Keiko Nakamura<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Nutrition and Dietetics, Kamakura Women's University

<sup>2</sup>Department of Early Childhood Education & Care, Senzoku Junior College of Childhood  
Education

<sup>3</sup>Department of Home and Health Sciences, Kamakura Women's University

<sup>4</sup>Faculty of Human Development and Culture, Fukushima University

### Abstract

This study conducted sensory analysis and aroma component analysis to examine the role of cheese properties in pizza palatability. Cheese baked for 15 minutes with tomato sauce and crust was compared with cheese baked for 5 minutes after baking tomato sauce and crust for 10 minutes. Pizza aroma was analyzed with and without penetration tests resembling mastication. The results showed that pizza with cheese baked for 5 minutes was preferred because of its stronger milk flavor and stretchable texture. Further, penetration tests were effective for aroma extraction. Pizza with cheese baked for 5 minutes had more milk aroma components such as ketones and short-chain fatty acids; however, pizza with cheese baked for 15 minutes had more roasted aroma components such as pyrazines and aldehydes. This supported the sensory analysis result.

Key words: sensory analysis, milk flavor, texture, SPME, GC/MS

キーワード：官能評価、ミルク感、食感、SPME、GC/MS

### 緒言

日本の年間チーズ消費量は1990年以降増加し続けている<sup>1)</sup>。日本におけるチーズの嗜好に関する調査や官能評価<sup>2-4)</sup>では、ナチュラルチーズは、

軟らかく淡泊でマイルドな味わいのものが好まれ、癖のあるチーズの受容性が低いことが報告されている。チーズを用いた加熱調理品のアンケートでは、グラタンやピザは嗜好度が高く<sup>4)</sup>、チーズが

焼けた香りやチーズがとけた食感が好まれることが報告されている<sup>5)</sup>。しかし、チーズを用いた加熱調理品に関してはアンケートによる嗜好調査の報告があるものの<sup>4)</sup>、官能評価や加熱調理品の嗜好に関連する特性の報告は少ない。

そこで本研究では、チーズの加熱調理品の中でも嗜好度が高いピザに着目し、嗜好に影響する要因を明らかにすることを目的とした。チーズの焼成時間のみを変えることで、異なるチーズの風味を持つピザの試料を調製することができたため、これを試料として嗜好型官能評価と香气成分分析を行った。香气成分分析では静置状態での香气成分抽出に加え、咀嚼時に近い条件で香气を捕集とするため貫入試験後にも香气成分抽出を行い、官能評価結果との関係を考察した。

## 実験方法

### 1. ピザの調製方法

ピザの焼成時間は15分間とした。焼成開始時からチーズをのせたものを15分間チーズ焼成、焼成開始から10分経過後にチーズをピザ生地のにせてさらに5分間焼成したものを5分間チーズ焼成とした。チーズとピザ生地のそれぞれ発酵由来の香气成分を確認するために、対照としてピザ生地のみを15分間焼成したものを調整した。

ピザ生地、トマトソースの配合を表1、2に示す。配合は、ナポリピッツアの料理書<sup>6)</sup>、ホーム

ベーカリー取扱説明書<sup>7)</sup>を参考に家庭用オーブンで可能な調整方法により決定した。

ホームベーカリー（SD-BMT2000、パナソニック）でピザ生地を調製し、230g ずつに切り分け、評価まで冷凍保存した。トマトソースは、ホールトマト缶詰を潰し食塩を添加して調製した。解凍した生地を直径約25cmに延ばし、トマトソースを70g ずつ生地に塗った。

5分間チーズ焼成は、トマトソースを塗った生地を220℃10分間オーブンレンジ（DR304E、㈱ハーマン）で焼成後、チーズ（ナチュラルチーズ加熱用、㈱東京デリー）100g をのせ、さらに5分間焼成した。15分間チーズ焼成は、トマトソースを塗った生地にチーズ100g をのせ220℃で15分間焼成した。5分間チーズ焼成は、チーズは溶融しているが焼き色がついていない状態、15分間チーズ焼成はチーズに焼き色がついている状態とした（図1）。生地のみ焼成は、延ばした生地のみを220℃で15分間焼成した。

### 2. 嗜好型官能評価

官能評価は7段階尺度の採点法<sup>8)</sup>、及び嗜好の理由についての自由記述とした。ピザは焼成後1分以内に10等分にし、パネルに供した。パネルは、鎌倉女子大学管理栄養学科の学生及び教職員計98名（20代女性）とした。

パネルには試験の前に研究の主旨及び研究内容

表1 ピザ生地の配合（小麦粉100g に対する重量）

材料	商品名，メーカー名	(g)
強力粉	日清カメリア，日清製粉（株）	100.0
水	水道水	64.4
オリーブ油	エクストラバージン，味の素（株）	5.6
上白糖	三井製糖株式会社	3.3
食塩	伯方の塩®粗塩，伯方塩業（株）	2.0
イースト	インスタントドライイースト，ルサッフル社	0.3

表2 トマトソースの配合（トマト100g に対する重量）

材料	商品名	(g)
トマト缶	オーガニック・ホールのトマト，モンテ物産（株）	100.0
食塩	伯方の塩®粗塩，伯方塩業（株）	1.0

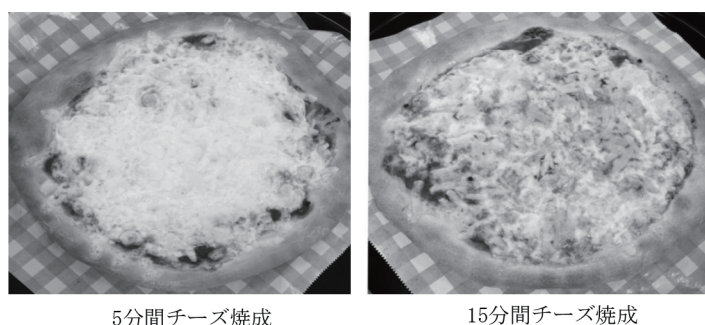


図1 ピザ試料の外観

を説明し、評価参加の同意を得た。本研究は、鎌倉女子大学研究倫理委員会の承認を得て行った(鎌倫-15029)。

評価項目は、特性項目として「焼けたチーズの香ばしさ」、「ピザ生地の香ばしさ」「チーズの伸び」「チーズのミルク感の強さ」「チーズのうま味の強さ」「チーズのコクの強さ」「チーズのコシの強さ(きゅっきゅっという歯ごたえ)」「ピザ全体の塩味の強さ」「ピザ全体の酸味の強さ」の9項目を用いた。評価尺度は、3→「非常に強い」、2→「強い」、1→「わずかに強い」、0→「どちらでもない」、-1→「わずかに弱い」、-2→「弱い」、-3→「非常に弱い」とした。「チーズの特徴」としてフレッシュなチーズの風味か、熟成したチーズの風味か7段階尺度(図3)で質問した。嗜好項目は「総合的な好ましさ」とその理由(自由記述)、「香りの好ましさ」「味の好ましさ」「食感の好ましさ」「外観の好ましさ」の5項目とし、評価尺度は、3→「非常に好ましい」、2→「好ましい」、1→「わずかに好ましい」、0→「どちらでもない」、-1→「わずかに好ましくない」、-2→「好ましくない」、-3→「非常に好ましくない」とした。

なお、「チーズの特徴(フレッシュ・熟成)」の『フレッシュ』とは「水に浮いているモッツアレラチーズのようなチーズのことで、熟成させていないチーズを指す」という説明を評価用紙に提示した。

統計解析には SPSS Statistics24 (IBM) を用いた。特性項目と嗜好項目の試料間の評点の差の検

定に Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。

「チーズの特徴」の比率の差の検定に McNemar 検定を用いた。「(かなり、やや、わずかに)フレッシュなチーズが強い」と評価した人の比率については、「フレッシュなチーズの風味が強いと評価した合計人数」とその他(「どちらでもない」+「熟成したチーズの風味が強いと評価した合計人数」)で  $2 \times 2$  分割表にして検定した。「熟成したチーズの風味が強い」と評価した人の比率については、「熟成したチーズの風味が強いと評価した合計人数」とその他(「どちらでもない」+「フレッシュなチーズの風味が強いと評価した合計人数」)の  $2 \times 2$  分割表で検定した。有意水準は両側検定で5%未満とした。

自由記述データの解析は、奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科自然言語処理学講座の茶筌<sup>9)</sup>を用い単語数を算出した<sup>10)</sup>。単語数の算出に用いた品詞は、形容詞-自立、形容詞-接尾、形容詞-非自立、動詞-自立、副詞-助詞類接続詞、名詞-サ変接続、名詞-一般、名詞-形容動詞語幹、名詞-固有名詞-組織、未知語とした。

### 3. 香気成分分析

#### (1) ピザの香気成分の抽出

焼成直後に1/4に切ったピザを2L容量のにおい捕集袋(2KF P/N 221-48332 島津製作所)に入れて密封し、香気成分の分散を30分間行った。固相マイクロ抽出法(以下SPME)のファイバー(CAR/PDMS、SUPELCO社)をにおい捕集袋に挿入し、10分間捕集しGC/MS分析に供した

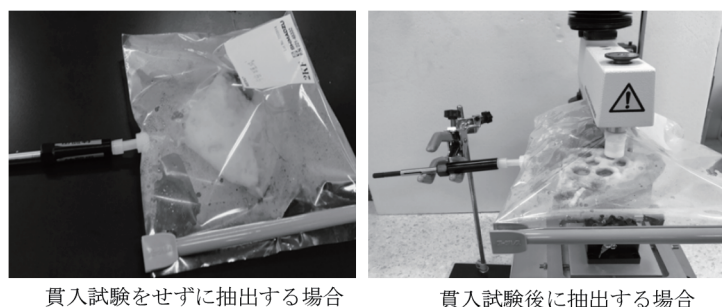


図2 ピザ試料の香気成分抽出方法

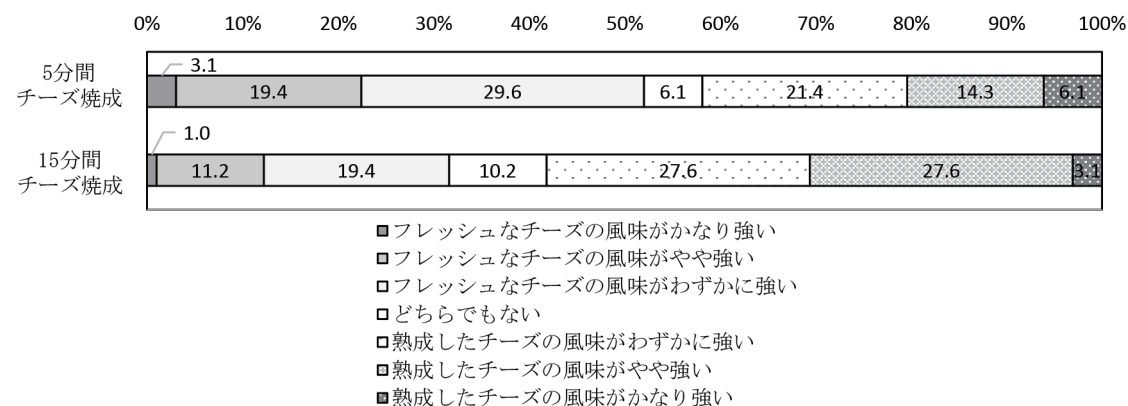


図3 「チーズの特徴」に対するチーズの焼成時間の影響 (n=98)

(図2、左)。

また、ピザの咀嚼時を想定し、におい捕集袋にピザを入れて、テクスチャーアナライザー (TA.XT.plus, Stable Micro Systems) により貫入試験を行った。貫入試験と静置時間の合計30分後に、SPME ファイバーで10分間捕集し GC/MS 分析を行った (図2、右)。

貫入試験は、直径20mm、高さ20mmの円柱プランジャーを用い、秒速1mmで試料高さの90%まで6回貫入した。香気成分の分散と捕集、貫入試験は25±1℃で行った。

## (2) ガスクロマトグラフ質量分析

GCMS-QP2010Plus (島津製作所) を用い、カラムは DB-WAX (長さ60m内径0.25mm膜厚0.25μm、Agilent Technologies) で、キャリアガスとして用いたヘリウムの流速は2.71mL/minとした。オープン温度は、40℃で2分間保持後、毎分

10℃で230℃まで昇温して10分間保持した。イオン化電圧は70eVとした。注入口温度は250℃で、スプリットレス注入モードとした。香気成分分析は2回繰り返した。なお、香気成分の推定は、GC-MS 分析のシミュラリティ検索、保持指標<sup>11)</sup>、及びチーズ、トマト、パンの香気成分の既報<sup>12-14)</sup>との照合により行った。各香気成分のターゲットイオン面積を標準化し、JMP10 (SAS Institute) を用いて Ward 法による階層型クラスター分析を行った。香気成分の香調は The Good Scents Company<sup>15)</sup> で調べた。

## 実験結果及び考察

### 1. 官能評価

チーズの特徴の結果を示す (図3、表3)。5分間チーズ焼成は15分間チーズ焼成より「フレッシュなチーズの風味が強い」と評価した合計の比率が有意に多かった ( $P=0.015$ )。一方、15分間チー

表3 「チーズの特徴」についての分割表

		15分間チーズ焼成			合計
		フレッシュな チーズ の風味が強い	どちらでもない	熟成したチーズ の風味が強い	
5分間チーズ 焼成	フレッシュな チーズ の風味が強い <sup>1)</sup>	10	5	36	51
	どちらでもない	2	1	3	6
	熟成したチーズ の風味が強い <sup>2)</sup>	19	4	18	41
合計		31	10	57	98

1) フレッシュなチーズの風味が強い：「かなり」「やや」「わずかに」の合計人数

2) 熟成したチーズの風味が強い：「かなり」「やや」「わずかに」の合計人数

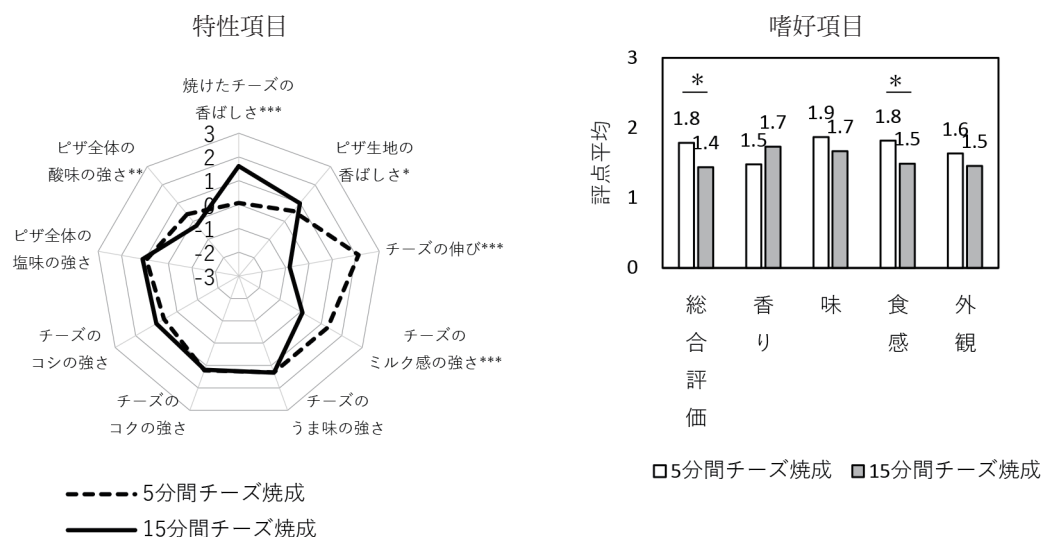


図4 官能評価の評点平均 (n=98)

\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$

ズ焼成は5分間チーズ焼成より「熟成したチーズの風味が強い」と評価した合計の割合が多い傾向がみられた ( $P=0.056$ )。これより異なる風味の試料が調整できたと考えられた。特性項目と嗜好項目の検定結果の有意確率を表4に示す。特性項目では(図4、左)、5分間チーズ焼成は、ピザ生地全体の酸味の強さ、チーズの伸び、チーズのミルク感の強さが有意に高く、15分間チーズ焼成は焼けたチーズの香ばしさ、ピザ生地の香ばしさが有意に高いという結果になった。嗜好項目では

(図4、右)、総合的な好ましさと食感の好ましさとで5分間チーズ焼成が有意に好まれた。

「総合的な好ましさと」の理由の単語出現回数(図5)では、味、食感に関する単語の出現回数を合計すると総単語数286のうちそれぞれ42%、31%を占めた。香りに関する単語は14%であった。各単語では、「伸び」が20%で最も多く、次いで「酸味」14%、「塩味」13%の順に出現し、今回のピザの評価ではこれらが重視されていることが伺えた。「伸び」は、5分間チーズ焼成はチーズの

伸びがあるので好ましい、15分間チーズ焼成はチーズの伸びが足りないのでは好ましくないと表現されていた。そのため、15分間チーズ焼成では「足りない」という言葉が多く出現していた。サンプル別では、5分間チーズ焼成では、「チーズの伸び」、「ミルク感」という表現が多く見られ、これらが

5分間チーズ焼成が好まれている理由と推察された。15分間チーズ焼成では、「香ばしい」、「コシ」、「コク」、「旨味」という表現が多く、15分間チーズ焼成ではこれらの点が嗜好に影響すると考えられた。

各単語に関しては、「モチ」は生地のもっちりした食感の有無、「酸味」はトマトソースの酸味に対する評価で多く出現した。「味」は5分間焼成で多く出現し、チーズの味についての評価が多く見られた。

以上のことから、ピザの総合的な好ましさを高める要因として、味・香り・食感が挙げられ、味では塩味と酸味、香りではミルク感と香ばしさ、食感ではチーズの伸びが重視されていることが示唆された。

飯田と三輪は<sup>4)</sup>、チーズの食されている形態22品目の嗜好度を1500名の女性対象に調査し、嗜好度の高いもののほとんどが加熱料理であったと報告している。著者ら<sup>5)</sup>は、加熱調理品でチーズが焼けた香りにとけた食感が好まれることを報告したが、今回の結果よりピザの焼けた香りとして「ミルク感」「香ばしさ」、とけた食感として「チーズの伸び」が具体的な要素として明らかになった。

## 2. 香気成分分析

表4 官能評価評点の Wilcoxon の  
符号付順位和検定の有意確率

官能評価項目	P値
焼けたチーズの香ばしさ	<0.001
ピザ生地の香ばしさ	0.015
チーズの伸び	<0.001
チーズのミルク感の強さ	<0.001
チーズのうま味の強さ	0.699
チーズのコクの強さ	0.904
チーズのコシの強さ	0.120
ピザ全体の塩味の強さ	0.321
ピザ全体の酸味の強さ	0.002
総合的な好ましさ	0.023
香りの好ましさ	0.052
味の好ましさ	0.111
食感の好ましさ	0.038
外観の好ましさ	0.408

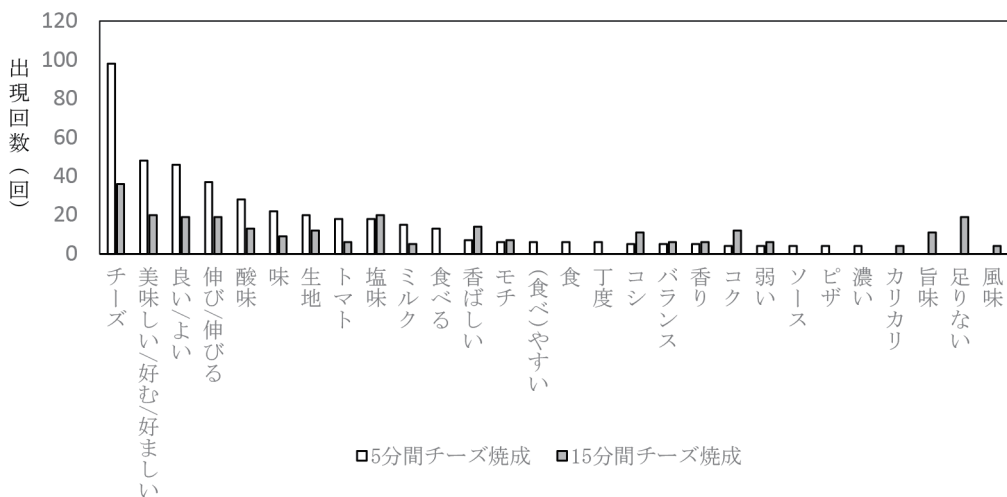


図5 「総合的な好ましさの理由」(自由記述)での単語出現回数 (n=97, 無回答1名)



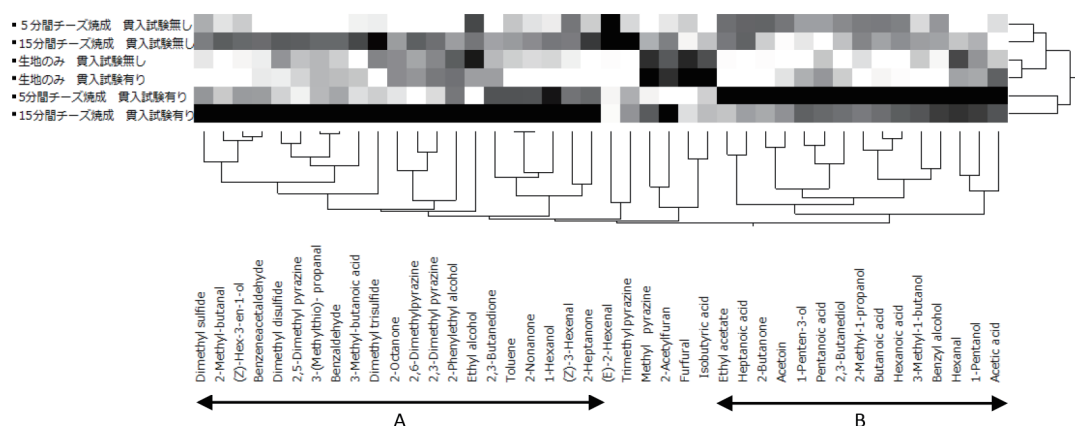


図6 香気成分のターゲットイオン面積の階層型クラスタツリー  
ターゲットイオン面積相対値；白（低い）⇔黒（高い）

GC/MS 分析の結果を示す（図6）。香気成分の抽出方法の比較では、貫入試験をした場合は、貫入試験をしなかった場合に比べて全体にピーク強度が高くフレーバーリリースが増加したこと、また、トマト由来の成分である **ethyl acetate**、**hexanal** などや、パン由来の成分である **2,3-butane-diol** が増加したことが示された。これは、チーズに覆われていたトマトソースやピザ生地が貫入試験により露出しこれらの成分が増加したためと考えられた。

焼成時間で比較すると、15分間チーズ焼成は図6のAの成分が多く、焙焼香を有するピラジン類（**2,5-dimethyl pyrazine** など）やアルデヒド類（**3-methyl-butanol**、**benzaldehyde**）、コクのあるチーズ風味である **isovaleric acid** が高く検出され、これらの成分が熟成したチーズの香りや焙焼香に関与していることが示唆された。

5分間チーズ焼成は図6のBの成分が多く、バター風味を呈するケトン（**acetoin**）、チーズ風味を呈する短鎖脂肪酸（**acetic acid**、**butanoic acid**、**hexanoic acid**）、トマト由来のフルーツ臭である **ethyl acetate**、発酵臭を呈するアルコール（**2-methyl-1-propanol**、**3-methyl-1-butanol**）等のピーク強度が高かった。この結果は官能評価で「ミルク感」「酸味」が強いと評価されたことと対応した。5分間チーズ焼成はトマトソースが露出した状態で10分間焼成されており、トマト由来の成分量に

影響した可能性が考えられた。

これらの結果より、貫入試験後に香気抽出する方法は、静置状態に比べて全体にピーク強度が高く、トマトソースやピザ生地の香気成分も多くなることから、ピザを咀嚼している時に感じる香りにより対応する可能性が示唆された。総合的な好ましさを高める要因としての官能特性「ミルク感」には、短鎖脂肪酸類やバター風味を呈するケトン類などが寄与し、「チーズの香ばしさ」にはピラジン類やアルデヒド類が関連していることが示唆された。それぞれの香気成分が官能特性に与える影響については、今後におい嗅ぎガスクロマトグラフィーなどで確認していくことが望まれる。

以上の結果より、20代女性がピザを評価する際に重視する点が明らかになり、ピザの喫食時に感じる香りの評価として貫入試験後に香気抽出する方法の有効性が示唆された。これらの知見は、商品開発や調理において嗜好性の高いピザを提供するための一助となると考える。

## 付記

本研究は公益財団法人飯島藤十郎記念食品科学振興財団の研究助成を受けて実施した。本論文の内容の一部は、日本調理科学会平成29年度大会（2017）、日本食品科学工学会平成30年度関東支部大会（2018）において発表した。

## 引用文献

- 1) 農林水産省 (2019年7月16日公表)、「チーズ需給表」[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/cheese\\_zyukyu/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/cheese_zyukyu/)、(閲覧日2019/9/3)
- 2) 荒井威吉、玉木民子、海津夕希子 (2010)、数種類のチーズの官能評価における消費者の嗜好傾向について、新潟青陵大学短期大学部研究報告、40、pp.27-35
- 3) 岩崎泰介、青木五百子、宮田梨杏 (2011)、女子大生のナチュラルチーズの嗜好に関する研究－官能評価による食物栄養専攻学生の4年間の嗜好傾向の調査－、鹿児島純心女子短期大学研究紀要、41、pp.89-106
- 4) 飯田文子、三輪里子 (1998)、女性のチーズに対する食嗜好についての調査、日本食生活学会誌、9、45-51
- 5) 河内公恵、齋藤優子、山口真由、高橋ひとみ、中村恵子 (2017)、小麦粉製品の普及と日本人のチーズの受容、日本調理科学会大会平成29年度大会研究発表要旨集、p.71
- 6) 「真のナポリピッツァ協会」日本支部 (2014)、「真のナポリピッツァ技術教本 改訂版」、旭屋出版、東京、pp.76-81
- 7) パナソニック株式会社 ビューティ・リビング事業部 (2014)、「取扱説明書 ホームベーカリー (家庭用) 品番 SD-BMT2000、pp.55、59
- 8) 日本規格協会 (2004) JIS Z 9080 官能評価分析－方法、p.9
- 9) 奈良先端科学技術大学院大学 自然言語処理学研究室 (最終更新日2017/1/22)、公開ツール 日本語形態素解析システム ChaSen 「茶筌」<https://cl.naist.jp/index.php?%B8%F8%B3%AB%A5%C4%A1%BC%A5%EB>、(閲覧日2018/10/3)
- 10) 林俊克 (2002)、「Excel で学ぶテキストマイニング入門」、オーム社、東京、pp.60-73
- 11) National Institute of Standards and Technology (最終更新2018)、NIST Chemistry WebBook、<https://webbook.nist.gov/chemistry/>、(閲覧日2018/10/3)
- 12) Frank, D. C., Owen, C. M. and Patterson, J. (2003), Solid phase microextraction (SPME) combined with gas-chromatography and olfactometry-mass spectrometry for characterization of cheese aroma compounds, LWT-Food Science and Technology, 37, 139-154
- 13) 所一彦 (2000)、天然および食品の香気成分 6.3 野菜類、「最新 香料の事典 (普及版)」、荒井綜一・小林彰夫・矢島泉・川崎通昭 編、朝倉書店、東京、pp.268-269
- 14) 大西正展 (2011)、食パンのクラフト形成に伴う表面色と香気成分の変化特性に関する研究、博士論文、東京大学
- 15) The Good Scents Company、The Good Scents Company Information System、<http://www.thegoodscentscompany.com/>、(閲覧日2018/10/3)

## 要旨

ピザの嗜好に影響するチーズ特性を調べるため、官能評価と香気成分分析を行った。ピザ生地トマトソース、チーズをのせ15分間焼成したものと、ピザ生地とトマトソースを10分間焼成後にチーズをのせて5分間焼成したものを比較した。香気成分分析では、咀嚼に模した貫入試験の有無を比較した。総合的な好ましきでは5分間チーズ焼成が高く、ミルク感と伸びのある食感がその要因と推察された。貫入試験は香気抽出に有効であり、5分間チーズ焼成では乳製品風味を呈するケトン類や短鎖脂肪酸、15分間チーズ焼成では焙焼香を呈するピラジン類やアルデヒド類が多く、官能評価結果と一致した。(2019年9月10日受稿)