専門パネルの選抜方法

—醤油専門記述分析パネルの選抜を例に—

分析機器やセンサーなどの様々な技術が進歩した現在においても、官能評価なくして食品の感覚的な特徴を知ることは出来ない。官能評価は品質管理、製造工程の最適化、既存製品の特性把握、試作品の確認、試料における官能特性の測定などに適用できる非常に優れた分析方法であるが、パネルの属性により、データの信頼性が異なる。官能評価には嗜好型と分析型があり、後者の中の記述分析型がある。そこで、今回は食品の専門パネルの選抜について、例として醤油および醤油周辺調味料の専門記述分析パネルの選抜には標準法よりも特化法が有効であることを解説いただいた。

今 村 美 穂

1. はじめに

食品には栄養機能（1次機能）、感覚・嗜好機能（2次機能）、生体調節機能（3次機能）と称される3つの機能があることは周知の通りである。一口に食品といっても、穀物や肉、野菜など、様々な種類があるが、他の食品と比較すると、醸造物はこれらのうち、2次機能の果たす役割が大きいに思われる。そのため、醸造物を扱う際には、製品の感覚的な特徴が重要であり、それを測定するための技術が必要となる。

食品の感覚的な特徴を測定する技術に、ヒトの感覚を用いた官能評価がある。近年の分析機器やコンピュータ技術の発展により、食品の物理学的特性からその特徴を予測することが可能になった^{1,2)}。また、味センサーや匂いセンサーといったバイオセンサーが開発され、官能評価の代替としての利用が期待されている^{3,4)}。さらに、最近では、嗅覚や味覚受容体、脳の活動など、匂いや味を感じる際に働く生体システムを利用した食品の評価が試みられている^{5,6,7)}。しかしながら、これらの技術単独で感覚的な特徴を知ることは未だ困難であり、官能評価の結果と照らし合わせながら、その結果を解釈する必要がある。様々な技術が進歩した現在においても、私たちは、官能評価なくして食品の感覚的な特徴を知ることは出来ない。

2. 官能評価とパネル

官能評価はヒトを分析ツールとした食品の分析手法である。機器分析では、測定する項目や得られるデータの精度が用いる機械の種類に依存するように、官能評価においては、結果のほとんどがパネル（官能評価を行うヒト）に依存する。したがって、パネルは目的（評価の内容やサンプル、必要な精度など）に合わせて慎重に選ぶ必要がある。

官能評価は嗜好を測るための嗜好型と製品を客観的に評価するための分析型に分類される。前者の評価を目的とする場合、パネルはその製品を食する消費者層であることが必須となる。それに対して、分析型の評価を行う場合、パネルには製品の特性を測るための感度や識別能力が求められる。さらに分析型の中でも、製品が有する特徴の描写を目的とした記述型の評価においては、製品の特徴を言葉にし、他者と共有するための優れた語彙力や表現能力、コミュニケーション能力などが要求される。

3. 分析型パネルの選抜方法と問題点

分析型パネルの選抜方法はISO^{8,9)}やASTM¹⁰⁾といった国際規格などに記されている。しかし、評価の目的によっては、これら標準化された方法（標準法）

Methods for Selecting a Panel for Sensory Evaluation of Specific Food Products: An Example of Selecting a Descriptive Panel for Evaluation of Soy Sauce and Its Related Products

Miho IMAMURA (Kikkoman Corporation, Research & Development Division, Third R & D Department)

では、パネルの選抜が適切に行えない可能性がある。

標準法においては、ほとんどの場合、基準臭（見本となる香り物質）や基本味の識別テストによりパネルの選抜を行う（第1図-左（標準法））。しかしながら、基準臭や基本味のような単純な水溶液に対する感度と食品のような複雑なものに対する感度は必ずしも一致しないことが指摘されており¹¹⁾、「食品の評価」を目的とする場合、食品を対象とした試験が望まれる。その一方で、ヒトの感度は対象とする食品の種類によって異なることが知られており¹²⁾、パネルの選抜においては「実際に評価対象となる食品」を用いて試験を行い、目的とする食品カテゴリーに対する感度が高いパネルを選ぶことが重要である。

さらに、「記述分析」を目的とする場合、パネルの選抜はより困難になる。記述型のパネルは、評価対象と関連する基準臭あるいは食品を用いて選抜することが推奨されているが⁸⁾、基準臭の使用については、上記のような問題がある。また、食品を用いた試験につ

いては、採点の基準となる評価用語（食品の特徴）が必要となるが、国際的にも認知された評価用語を有する食品はワイン¹³⁾、ビール¹⁴⁾、ウィスキー¹⁵⁾などに限定される。

これらの事実は、食品の記述分析を目的とする場合、規格に則ったパネルの選抜が可能な食品は一部のものに限られることを示唆する。

4. 醤油専門記述分析パネルの選抜の課題と解決のヒント

醤油および醤油周辺調味料の記述分析を目的とする場合、このような理由から理想的なパネルの選抜を行うのは困難であろうと想定された。業界においては、醤油を評価するための用語（ひねた香り、火香など）があるものの、消費者がこれらの言葉や感覚を知っているとは考え難く、これら専門用語を基準として、パネルの選抜を行うことは出来ないと考えられた。

ところで、醤油を含む醸造物には麹菌や酵母、乳酸

第1図 パネル採用試験の概略（左：標準法，右：特化法）

菌など微生物の働きに由来する成分が多く含まれる¹⁶⁾。そのため、発酵の種類が同じ食品中には共通する成分が存在することは珍しくなく、醤油からはワインや味噌などと共通するものがいくつも見出されている¹⁷⁾。また、共通する成分の存在からは共通する特性の存在が期待され、同じような発酵過程を経た食品の中から評価体系が整った食品を記述テストに用いることは可能であろうと考えられた。

我々は醤油が醸造物であるが故の特徴を利用し、醤油および醤油関連調味料の記述分析を目的としたパネル（醤油専門記述分析パネル）の選抜を行った。また、これらの手法により選抜したパネルの評価精度は、標準法により選抜されたパネルよりも高いことを確認した。今回は、その方法について紹介する。

5. 醤油専門記述分析パネルの選抜方法

1. 試験概要

醤油専門記述分析パネルの選抜過程を第1図-右（特化法）に示した。標準法では、採用した後の訓練を通じて評価の安定性を測り、再度、パネルの選抜を行う場合も多いが、この再選抜がパネルの心理に与え

る影響を考慮し、異なる日に2回試験を行った（1次試験、2次試験）。また、パネルは最終的に採用する人数の少なくとも2~3倍の候補者の中から選ぶことが推奨されている⁸⁾。今回は、5名の採用枠に対して、56名の応募があったため、各試験において候補者を3分の1に絞るよう合格基準を設けた。なお、試験では毎回1割ほど欠席者がいたため、選抜を行う対象者（被験者）の数は、この点も加味する必要があると考える。被験者の募集については、新聞の折り込みチラシなどを利用し、社外から広く募集した。

2. 1次試験

1次試験は、味のテストと香りのテスト、表現力のテストの3部構成とし、正解率7割を満たした18名を合格者とした。

味のテストでは、標準法に準じ、基本5味の配偶法を実施した。すなわち、基本味溶液に無味の溶液を加え、計6サンプルの中から各味質に対応するサンプルを選ばせた。試験は認知閾¹⁸⁾、認知閾の1/2、認知閾の2倍、という3段階の濃度で実施した。

各濃度における正解率を被験者別（全体（45名）、不合格者（27名）、合格者（18名））に第2図に示し

第2図 1次試験における味のテストの正解率 (%)

数値は各被験者の正解率を示す。記号は不合格者と合格者の正解率が有意に異なることを示す。

(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ (Fisher's exact test (one-tailed)))

た。合格者と不合格者の感度差は、認知閾あるいは認知閾の2倍濃度において認められた。しかし、認知閾の2倍濃度では合格者の正解率が100%、不合格者の正解率も8割近くになっており、この条件は感度の良し悪しを判別するというよりは、むしろ、感度が悪い被験者をスクリーニングする条件であると考えられた。したがって、醤油専門記述分析パネルの選抜においても、一般的なパネルの選抜と同様、認知閾付近の濃度における配偶法のテストが有効であると判断された。

香りのテストでは、実際の評価サンプルとなる醤油を対象として、メーカーの違いや原材料の違い(脱脂加工大豆と丸大豆)を識別させた。テスト手法には、1:2試験法と3点識別試験法を用いた。

その結果、いずれの試験においても、合格者と不合格者の差が明瞭に現れた(第3図)。また、合格者の正解率はすべて100%であり、メーカーや原材料が異なるサンプルを用いた醤油の識別テストは醤油に対する感度が高いパネルの選抜に有効であることが示された。

表現力のテストには、ワインを用いた。これは、前

述した通り、ワインには醤油と共通する成分が多く含まれるために、共通する特性を有することが期待されたためである。また、採点の基準となる評価用語があることも選択の指標となった。しかし、ワインを用いるに当たっては、表現力などが優れていなくとも、ワインの評価用語に関する知識があるために、ワインの特徴を記述出来る可能性が考えられた。そこで、サンプルには色が希薄な白ワインを選び、水で2倍希釈して提示した。テストでは、サンプルから感じた香りのみを記述させ、Nobleらのアロマホイール¹⁹⁾と一致する特性を正解とした。

テストの結果、表現した特性の「数」においては、合格者(2.9個)と不合格者(2.2個)でほとんど差がなかったが、特性の「種類」においては、両者の違いが見られた。第4図は被験者が記述した41種類の香りの特性を7つに分類し、その回答率を示したものである。アルコールや酢酸、カラメル、柑橘においては、被験者間の差が見られなかったが、果実やハーブの香りにおいては有意な差が認められた。このように、香りの種類によって差のあるものとならないものが分かれ

第3図 1次試験における香りのテストの正解率(%)

数値は各被験者の正解率を示す。記号は不合格者と合格者の正解率が有意に異なることを示す。

(+: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ (Fisher's exact test (one-tailed)))

第4図 1次試験におけるワインを用いた記述テストの回答率 (%)

数値は各被験者の正解率を示す。記号は不合格者と合格者の正解率が有意に異なることを示す。
 (+: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$ (Fisher's exact test (one-tailed)))

た原因については、それぞれの香りに接する頻度や意識が影響しているものと考えられた。すなわち、差がない香りは、日常生活において、多くの人が接するものである。それに対して、差が検出された果実やハーブの香りは意図して購入したり、匂いを嗅がないと接することが出来ない。したがって、食品や香りに対する日頃の認識の違いが、これらの香りに現れたものと推察された。また、このような日常の認識の差を示すテストは、選抜試験として適当であると思われた。

3. 2次試験

2次試験も1次試験と同様、味、香り、表現力のテストの3部構成とし、正解率6割を満した被験者を合格とした(被験者17名、合格者6名、不合格者11名)。

味のテストでは、標準法に準じて基本味溶液の濃度差の識別テストを行った。サンプルの濃度は、認知閾、認知閾の1/2、認知閾の1/4とし、味質ごとに味の強い順番を答えさせた。また、減塩醤油に食塩を0.5あるいは1.0% (w/v) 添加し、塩味の強さを識別させる試験も行った。

その結果、塩味、苦味および減塩醤油による塩味の

テストは難易度が不適切であるために、パネルの適性が測れなかった(第5図)。それに対して、酸味と旨味のテストでは、合格者と不合格者の正解率が30%近く異なった。また、甘味では合格者と不合格者に有意な差が認められた。したがって、甘味・酸味・旨味については、これらサンプルを用いた識別テストが有効であると考えられた。さらに、選抜テストの難易度は高すぎても、低すぎても好ましくなく、全体の正解率が50%前後となるような試験が被験者の能力差を見分け易く、適当であると推察された。なお、減塩醤油を用いた塩味のテストについては、追加試験を行い、食塩の添加量は3.0%、6.0% (w/v) が適切であるという知見を得た。

香りのテストでは、加工した2種類の醤油を用いて、3点識別試験を行った。1種類目の試験では、加熱条件(2分あるいは5分)の違いを、2種類目の試験ではTMA (trimethyl amine) 25 ppm 添加の有無を識別させた。3点識別試験では、(サンプル間の違いが識別出来なくても)被験者が偶然で正解する確率が33%ある。そのため、繰り返しのない試験では、被験者が本当に違いを識別したかを判断出来ない。そこ

第5図 2次試験における味のテストの正解率 (%)

数値は各被験者の正解率を示す。記号は不合格者と合格者の正解率が有意に異なることを示す。

(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ (Fisher's exact test (one-tailed)))

で、各試験は3回ずつ行った。

その結果、加熱醤油の識別テストでは、合格者と不合格者の差が認められ (2回目)、本テストは有効であったと判断した (第6図)。また、正解率の変化から、合格者は2回目のテストで識別のポイントに気付いたものの、3回目のテストにおいては感覚が疲労したことが推察された。したがって、香りの識別テストは感覚が正常に機能する2回を上限とするべきであると考えられた。TMAの添加試験については、3回の試験の平均正解率が33% (偶然でも正解する確率) となった。また、合格者と不合格者の差が検出できず、不適切な内容であった。この原因としては、上述したような「感覚の疲労」に加えて、「TMAの添加不足」が予想された。後者については、追加試験を行い、TMAの添加量を50 ppmにすることにより解決できることを確認した。

表現力のテストでは、市販の濃縮麺つゆを対象とし、サンプルから感じる香りや味の全てを記述させた。採点では、社内で用いられる麺つゆの評価用語を指標とした。

その結果、被験者からは香り、味ともに8種類ずつ、

合計16種類の特性があげられた。これら特性の中から、回答率が高かった8つを選んで、第7図に示した。1次試験と同様、合格者と不合格者の正答率の差がある特性とない特性があったが、回答率の低い特性の方が、回答率の高い特性よりも差が出る傾向にあった。よって、パネルとしての適性は全ての特性において表れるというよりも、見落としがちな微かな特性において検出されるものと考えられた。なお、記述された特性の数は、合格者は6.9個、5.4個であり、選抜試験の最終段階では、特性の数においても適性の差が表れた。

6. 採用者の訓練

2次試験の合格者6名については、1次試験の結果も考慮し、評価の安定した5名をパネルとして採用した。採用者に対しては、1日2時間の訓練を連続して5日間実施した。訓練では、匂いの嗅ぎ方や味わい方のような官能評価の基本について指導した。また、評価中は嗜好を排除し、客観的な評価を行うよう注意した。なお、今回は記述分析の中でもQDA (定量的記述分析法 (Quantitative Descriptive Analysis))²⁰⁾を

第6図 2次試験における香りのテストの正解率 (%)

加熱は加熱醤油の識別テストを, TMA は TMA 添加醤油の識別テストを示す。加熱あるいは TMA の後の数値は何回目のテストであるかを示す。図中の数値は各被験者の正解率を示す。記号は不合格者と合格者の正解率が有意に異なることを示す。(*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ (Fisher's exact test (one-tailed)))

第7図 2次試験における麵つゆを用いた記述テストの回答率 (%)

数値は各被験者の正解率を示す。記号は不合格者と合格者の正解率が有意に異なることを示す。(*: $p < 0.05$ (Fisher's exact test (one-tailed)))

特性数(個)

第8図 特化法導入による醤油の評価能力の変化

標準法は標準法により選抜した13名のパネルによる評価結果を、標準法+特化法はこれらに特化法により採用した5名を合わせた18名による評価結果を示す。一元配置分散分析を行い、有意水準5%でサンプル間に差が認められた特性と認められなかった特性を分けて表記した。数値は各パネルが作成した特性の数を示す。

目的としたため、言葉出しや線尺度の使い方などQDAに特徴的な作業も行った。訓練の過程では、パネルに自信を持たせることも重要となるため、サンプルには比較的特徴の出しやすい味噌汁を選んだ。なお、味噌(味噌汁)は醤油と共通する成分が最も多い発酵調味料である。

7. 特化法の評価

標準法により採用したパネルと特化法により採用したパネルの違いを検証した。第8図は標準法により採用した13名のパネル、もしくは、これらに特化法により採用した5名を加えた18名のパネルによる醤油のQDA評価結果を示したものである(QDAでは少なくとも12名のパネルで評価を行う必要があるため、特化法による採用者5名だけの評価は行わなかった)。

パネルが作成した特性の数は、標準法が24個に対して、特化法は32個であり、特化法の導入により、醤油の特性を検出する能力は約3割上昇したことが明らかとなった。また、サンプル間で有意差が認められた特性の数は標準法が3つに対して、特化法を導入し

たものでは23個であり、特性の強さを検出する能力も著しく上昇した。これらの結果から、標準法よりも特化法により選抜したパネルの方が評価の精度が高く、特化法は醤油専門記述分析パネルの選抜に有効であることが確認できた。

8. おわりに

私たちは醤油が醸造物であることに着目し、これを利用した記述分析パネルの選抜を行った。また、これらの手法が有効であることを確認した。醸造物の中には、まだパネルの選抜方法が確立されていないような食品もあるが、同様の手法を用いることで、より適切なパネルの選抜が可能になると期待される。

<キッコーマン株式会社研究開発本部研究開発第3部>

文 献

- 1) R. Sabine, S. L. Jean-Yves and C. Alain : *J. Chromatogr. A.*, **1147**, 85-94 (2007)
- 2) 前田竜郎, 都甲 洙, 杉山純一, 相良泰行, 葛

- 瑞樹：日本冷凍空調学会論文集，**23**，321-328 (2006)
- 3) 喜多純一，青山佳弘，木下太生，谷口博和，中野博司，赤丸久光，林 英幹，川本啓三，大久保邦彦：環境浄化技術，**3**，23-29 (2004)
- 4) K. Toko : *Biosensors and Bioelectronics.*, **13**, 701-709 (1998)
- 5) Y. Oka, S. Katada, M. Omura, M. Suwa, Y. Yoshihara and K. Touhara : *Neuron.*, **52**(5), 857-869 (2006)
- 6) F. Zhang, B. Klebansky, R. M. Fine, H. Xu, A. Pronin, H. Liu, C. Tachdjian and X. Li : *PNAS.*, **105**(52), 20930-20934 (2008)
- 7) S. M. McClure, J. Li, D. Tomlin, K. S. Cypert, L. M. Montague and P. R. Montague : *Neuron.*, **44**(2), 379-387 (2004)
- 8) ISO DP 8586-1 (1993)
- 9) ISO DP 8586-2 (1994)
- 10) ASTM STP 758 (1981)
- 11) H. Stone and J. L. Sidel : Sensory Evaluation Practices.” 3rd ed. (Elsevier Academic Press, UK.), 53-59 (2004)
- 12) 相島鐵郎：食科工，**48**，378-392 (2001)
- 13) ワイン学編集委員会：ワイン学 (産調出版，東京)，324-332 (1991)
- 14) American Society of Brewing Chemist (1991)
- 15) 朝倉康夫：醸造・発酵食品の事典 (朝倉書店，東京)，150-160 (2002)
- 16) 佐々木正興，中台忠信，栗村芳郎，古林万木夫，辻安信，中田佳幸，田村順一，佐藤正美，稲森和夫：醸造物の成分 (日本醸造協会，東京)，449-501 (1999)
- 17) 石川雄章：醸造・発酵食品の事典 (朝倉書店，東京)，70-83 (2002)
- 18) 早瀬仁美：調理とおいしさの科学 (朝倉書店，東京)，98-113 (1993)
- 19) A. C. Noble, R. A. Arnold, J. Buechsenstein, E. J. Leach, J. O. Schmidt and P. M. Stern : *American Journal of Enology and Viticulture.*, **38**, 143-146 (1987)
- 20) H. Stone, J. L. Sidel, A. Woolsey and R. C. Singleton : *Food Technol.*, **28**(11), 24-34 (1974)
-