



# かつお節の香り評価モデルの検討

森 勝哉, 来島 壮<sup>†</sup>

ヤマキ株式会社 かつお節・だし研究所

## 1. はじめに

食品における香りの評価手法には、主に人による官能評価と、香り成分を調べる機器分析（ガスセンサ、ガスクロマトグラフィー（GC）など）がある。近年では官能評価と機器分析の情報を組み合わせることにより、客観的な評価・可視化が行われるようになってきた。このうち機器分析においては、分析手法の工夫などによって、従来想定していなかった香り成分の変化をみとめたり、新規の香り成分が発見されることとなり、食品製造への還元が期待されている。

香り成分情報を取得し活用する方法としては、香り成分の特性から調査対象を理解する方法（ターゲット解析）と、大量データの統計的処理から調査対象を考える方法（ノンターゲット解析）があり、多くの場合はいずれかの解析を用いる。

私たちが研究対象としているかつお節の香りは多くの香り成分により構成されており、その数は400以上とも言われている [1]。かつお節は削ったときに良い香り（“削りたて”香）を放つが、時間とともにその香りは変化し商品価値が低下してしまう。削りたての商品価値を維持し、あるいは品質を向上させるためには、削りたて香に寄与する香り成分を適切に評価することが重要である。私たちはこれまでに取得した削りたて香の官能評価スコアと香り分析データを用いたターゲット解析 [2] とノンターゲット解析 [3] によって、削りたて香に影響する成分の比較調査を行ってきた。

ここでは、既取得の香り成分情報（特徴量）を用いて、ターゲット解析とノンターゲット解析を併用した香り評価モデルを作成し（図1）、網羅性、評価精度ともに高く維持された客観的データのアウトプットを検討した。その結果、一定の効果が得られたので紹介する。

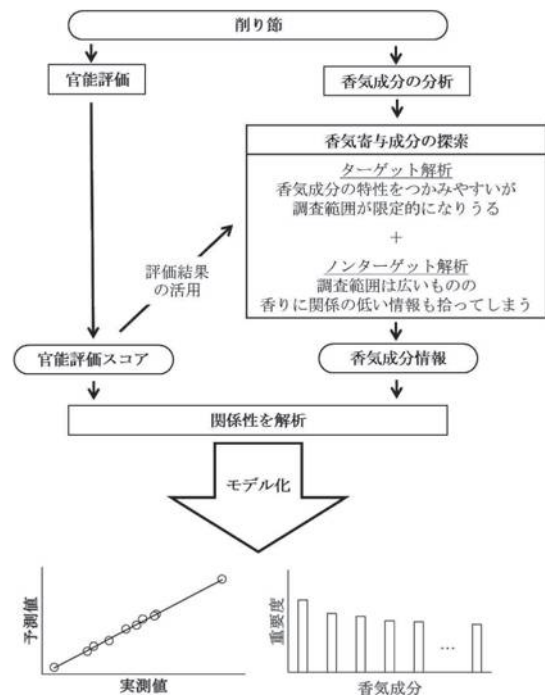


図1 モデル構築のワークフロー

## 2. 試料と実験方法

### 2.1 試料の作成

かつお節を105℃で3分間蒸煮後、切削物を作製した。この切削物を35℃、相対湿度83%・60%・32%の3条件下に保管し、2時間、6時間および24時間静置した。

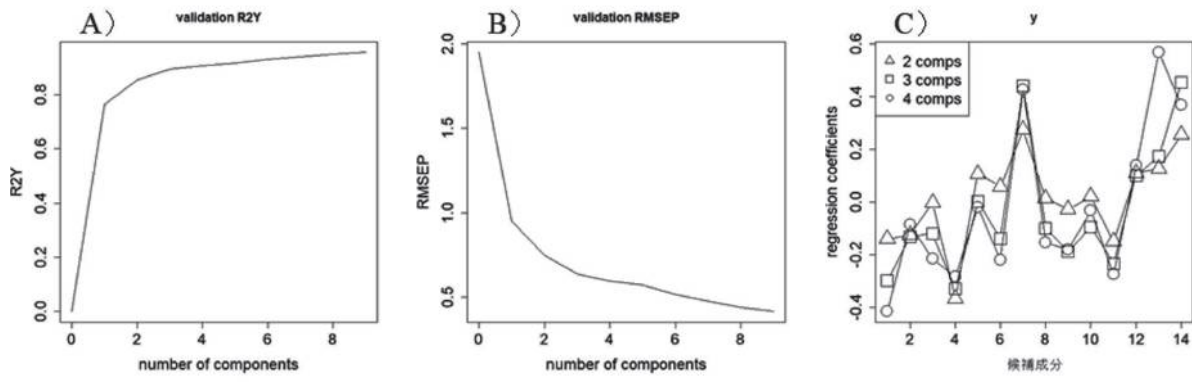
### 2.2 香り成分の分析と官能評価

香り成分は、GC/MS-DHS（ガスクロマトグラフィー質量分析-ダイナミックヘッドスペース）法で行った。官能評価は、12名のパネルに対し、線尺度により削りたて香の強さの評価を行った。

### 2.3 データ処理と統計解析

GC/MSデータは、NISTのAMDISでピーク抽出し、さらにMass Profiler Professional (Agilent)を使用したフィルタリングを行った。AMDIS (Automated Mass

〒799-3194 愛媛県伊予市米湊1698-6  
<sup>†</sup> Fax: 089-983-6677, E-mail: tkurushima@yamaki.co.jp



3: 2-フランメタノール, 4: ヘキサナール, 7: ピリジン, 8: グアイアコール, 13: 2-メチル-2-シクロペンテン-1-オン

図2 モデル選択プロット  
A) R2Y, B) RMSEP, C) 各潜在変数での候補成分の回帰係数

spectral Deconvolution and Identification System) は、NIST (National Institute of Standards and Technology, アメリカ国立標準技術研究所) が無料公開している世界共通データフォーマットに変換された測定データでマススペクトル検索するソフトである。化合物の推定はデータベース Wiley 10 および NIST 14 との照合による。得られたデータを元に回帰分析を行った。目的変数を削りたて香の強さとして、削りたて香に寄与する候補成分 (22 成分) を説明変数にした。回帰分析の手法として、一般的に使用される統計的手法である部分最小二乗 (PLS) 回帰を用いた。

### 3. 結果と考察

PLS 回帰分析におけるモデル選択は、以下の3つの基準で行った。

- 1) R2Y (直線性: モデルの精度) が 0.65 以上 [4] かつスクリー基準を満たすこと。
- 2) RMSEP (予測誤差: モデルのズレの程度) が官能評価のフルスコアの 10% 相当値 (1.0) 未満かつスクリー基準を満たすこと。
- 3) ターゲット解析が概ね再現できていること [2]。ここではターゲット成分の指標として、香調がわかっており、かつピーク変化を経時的に追跡できるものとする。すなわち、2-フランメタノール、ピリジン、グアイアコール、2-メチル-2-シクロペンテン-1-オンが正の寄与で、ヘキサナールが負の寄与である。

モデル選択の結果、潜在変数は2つで評価可能とした (図2)。潜在変数2つのとき、R2YとRMSEPはそれぞれ0.85, 0.75となった。ターゲットの再現性は、ピリジン、グアイアコール、2-メチル-2-シクロペンテン-1-オン、ヘキサナールの4成分で認められた。実測

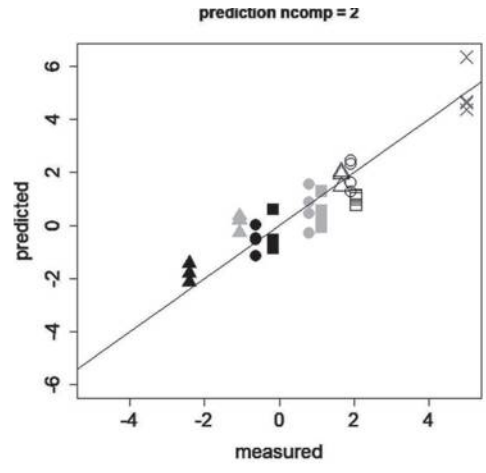


図3 削りたて香の実測値と予測値  
×:0hr, △:32%\_2hr, ▲:32%\_6hr, ▲:32%\_24hr, □:60%\_2hr, ■:60%\_6hr, ■:60%\_24hr, ○:83%\_2hr, ●:83%\_6hr, ●:83%\_24hr

値とモデルから推定される予測値を比較した結果、両者が十分一致したことから、良好なモデルが構築できたと考えられる (図3)。

次に、PLS 回帰モデルから削りたて香に大きく影響する香気成分を推定した。推定には変数重要度 (VIP) を参考にした。VIP 値が高いほど、削りたて香に大きく影響する香気成分である。また、モデル係数 (W) の正負号によって、説明変数が目的変数に対して正負いずれの影響を与えるか確認した。フラン類やピラジン類、4-エチルグアイアコールなどの燻煙成分が多く含まれるかつお節では、削りたて香が高いことが分かった。一方で、アルデヒド類のような香りの成分が多く含まれると、削りたて香が低くなる傾向になることが分かった。これらの結果は、先行研究により得られた結果を表現しており、削りたて香の官能値を類推するものとして活用が可能と考える (表1)。

表1 削りたて香に寄与した候補成分の寄与度 (VIP) とその寄与方向 (W)

候補成分	VIP	W	特徴量
2-Acetylfuran	1.382	0.257	target and non-target
Methylpyrazine	1.327	0.215	non-target
1H-Indene, 1,1-dimethyl-	1.327	0.221	non-target
Furan, 2-ethyl-5-methyl-	1.287	0.163	non-target
2-Cyclopenten-1-one, 2-methyl-	1.272	0.128	target and non-target
Guaiacol	1.235	0.015	target
2-Franmethanol	1.226	-0.002	target
2,5-Pyrrolidinedione, 1-hydroxy-	1.222	0.197	non-target
4-Ethylguaiacol	1.193	0.109	target
Benzofuran, 2-methyl-	1.136	0.247	non-target
Hexanal	1.103	-0.364	target
2,6-Dimethoxyphenol	1.088	0.059	target
Pyridine	1.065	0.277	target
Trimethylamine	0.943	-0.139	target
Dimethyl sulfide	0.740	-0.123	target
Benzoic acid, 3-methoxy-, methyl ester	0.671	0.227	non-target
Isoeugenol	0.474	0.022	target
Heptanal	0.375	-0.149	target
Octane, 3-methyl-	0.361	-0.141	non-target
Furfural	0.296	0.111	target
Creosol	0.177	-0.027	target
3,3,4-Trimethyldecane	0.160	0.011	non-target

#### 4. おわりに

官能評価と香気分析データを用いた PLS 回帰分析によって、削りたて香の評価モデルを作成した。ターゲットおよびノンターゲットの解析を併用することで網羅性があり予測精度が高いモデルとなった。また、モデル作成の過程で、削りたて香と関係性が高い成分を抽出した。この中には私たちが調査対象としてこなかった推定成分も含まれていた。

今回の評価モデルはかつお節の香りに限定されるものではなく、他の食品にも応用可能と考えている。例えば、製品の特徴（味・香り）や品質差を客観的に評価すること、あるいは製造方法とその品質との関係のモデル化などが期待される。後者においては、望ましい品質を入力することで、必要となる製造プロセスの探索・条件設定が可能と考えられる。

一方で今回紹介したモデルにはまだ改善すべき点が

ある。各成分の香気寄与度について嗅覚閾値を考慮した情報への変換、より実態にあうような解析条件のチューニングなどがある。今後も私たちは、モデルの継続的な改善をしていくことにより、食品産業への貢献を目指したいところである。

#### 引用文献

- 1) 熊倉功夫, 伏木亨: “だしとは何か”, アイ・ケイコーポレーション, 東京, 2014, pp. 49-51.
- 2) 来島壮; かつお節の削りたて香と香気成分の変化, 美味技術研究会誌 (in press).
- 3) 森勝哉, 来島壮, 牧野泰之; 日本調理科学会大会研究発表要旨集, P-45 (2021) .
- 4) L. Eriksson, T. Byrne, E. Johansson, J. Trygg, C. Vikstrom : Multi- and megavariate data analysis, basic principles and applications, 3rd rev. ed. UMETRICS ACADEMY, pp. 55-88 (2013) .