

## におい識別装置(その2) ーにおいの表現手法ー

### はじめに

現代社会において、食品・製品・生活環境に対する安全性・有用性・有効性・快適性を考えるための重要な要素の一つに「におい」があり、その客観的な評価のためには「におい」を数値化することが不可欠となります。「におい」を数値化する方法の一つににおい識別装置があります。

におい識別装置の測定原理は Vol.2 No.52(2006 年 6 月号)でご紹介済みですので、ここでは簡単に触れるだけにします。図-1 の概略図に示したように、においを複数のにおいセンサ(酸化物半導体においセンサ)でパターン化し、その応答値をソフトウェアで解析して数値化します。これは人間がにおいを受容するメカニズムに似せています。人間は、におい物質を鼻の奥にある嗅上皮の嗅細胞で受容します。嗅上皮には嗅細胞が約 1000 万個程度あり、1 つの嗅細胞に 1 つの嗅覚受容体があります。受容体の種類は約 350 あると言われており、におい物質に対してそれぞれが異なった刺激を脳に伝えます(においのパターン化)。この刺激を脳が解析してにおいを認識又は識別するというメカニズムです。におい識別装置は、においセンサが受容体と同じ役割を果たしており、その電気信号を脳の代わりにコンピュータ(ソフトウェア)が解析して数値として見えるものにしています。ガスクロマトグラフなどを用いた他の機器分析と異なり、におい識別装置のこのような原理が人間のにおいを感じるイメージに近い表現(解析)を可能にしました。

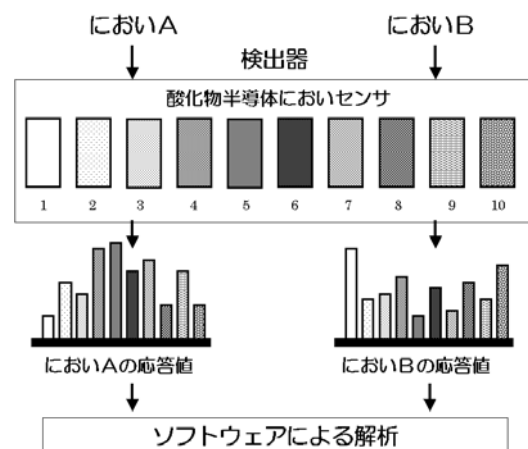


図-1 おい識別装置の概略図

今回は、におい識別装置で測定した結果から、「におい」をどのように見える形に表現(解析)するかについてご紹介します。

### 絶対値表現解析(基準ガスで描く空間に「におい」を表現)

硫化水素、硫黄系、アンモニア、アミン系、有機酸系、アルデヒド系、エステル系、芳香族系、炭化水素系の9種類の基準ガスで描く空間上に、測定した試料のにおいを投射します(Vol.2 No.52 をご参照ください)。解析結果は「類似度」と「臭気寄与値」の2要素について算出し、図-2 及び 4~6 のとおり表現します。

「類似度」は、基準ガスに対して試料のにおいがどの程度似ているかを表しています。アルデヒド系の類似度が 50 %と算出された場合、アルデヒド類が 50 %入っているという意味ではなく、アルデヒド系との類似性が 50 %という意味です。

「臭気寄与値」は、人間の鼻で感じるにおいの強さを表現しています。試料のにおいの量(臭気濃度)を各基準ガスへの寄与分に対応した濃度に変換し、各基準ガスが属する系統臭の平均的な嗅覚閾値(無臭と感しない最低濃度)で割って、常用対数値に変換し、10 倍

した数値です。常用対数値に変換する理由は、ウェーバー・フェヒナーの法則「においの濃度(X)とにおいの強さ感覚(Y)との関係は対数関数で表される( $Y=a \times \log_{10}X+b$ )」に従うことによっています。

解析結果をどのように解釈又は判断するかの一例を次に示します。

類似度は、装置の日間変動誤差が硫化水素及びアンモニア以外では 10 %以下であることから 10 %以上の差がある系統が 1 つでもあれば、においの質に差があると判断できます。一方、臭気寄与値は官能評価との経験則から、硫化水素及びアンモニア以外で 3 以上の差のある系統が 2 つ以上あれば、人間の嗅覚で十分識別できる程度においに差があると判断できます。

具体的な例を以下に示します。図-2 はメロンの果肉部分(柔らかい部分)と皮に近い部分(堅い部分)を比較した結果です。前段に述べた差以上が類似度及び臭気寄与値にあることから、果肉部分と皮に近い部分ではにおいの質が異なり、さらに果肉部分の方のにおいが強いと読み取れます。また、それぞれの類似度を比較すると、芳香族系及び炭化水素系(においのイメージ：花のにおい、果実臭)が果肉部分で、アルデヒド系(においのイメージ：青臭いにおい)が皮に近い部分で類似度が高いことから、特徴的なにおいの差が表現されています。

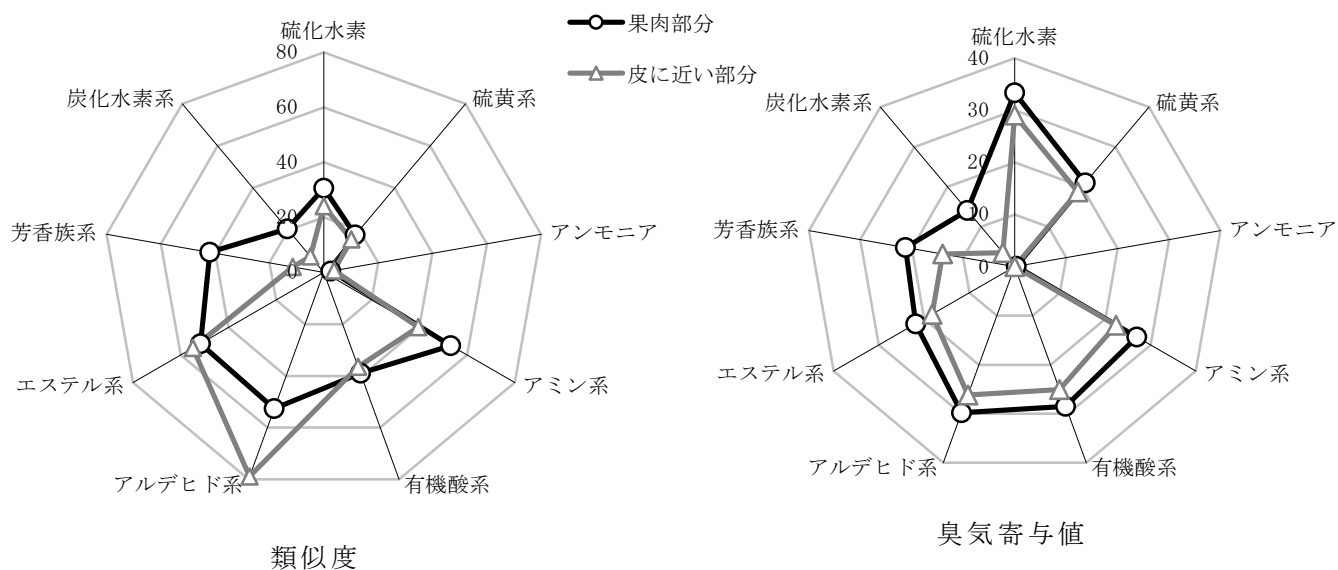


図-2 メロンのにおい(絶対値表現解析)

### 主成分分析(多くの情報を効率良く抽出し、特徴を強調して表現する解析手法)

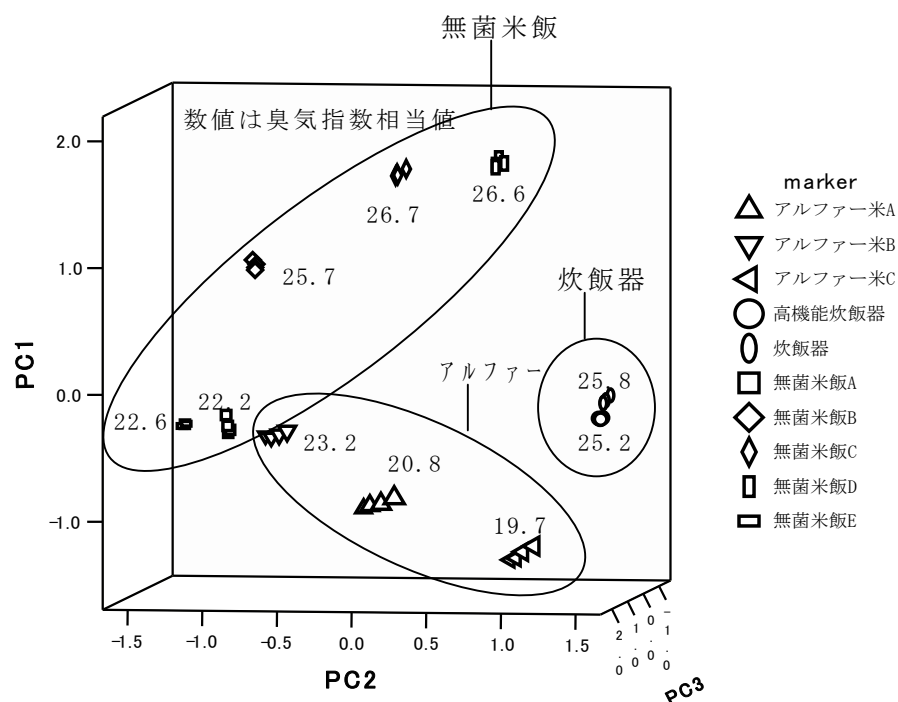
におい識別装置の応答値(信号)を多変量解析(主成分分析)することにより、においの特徴を表現することができます。この手法は、多次元のデータの特徴を自動的に抽出し、変化のあった要素だけを取り出して、その差を強調して表現する手法です。ただし、においの違いを最大に表現するよう主成分軸が設定されるために、絶対値表現解析と異なり、解析ごとにその軸の意味が変わってきてしまいます。

図-3 は炊飯器で炊いた米飯、所定の方法で加温した無菌米飯及びアルファ米の各においを主成分分析で比較した結果です。各主成分軸の 0 を結んだ交点が 10 試料のにおいの重心で、縦軸の第 1 主成分(以下「PC1」と略す。)のプラス側から横軸の第 2 主成分(以下「PC2」と略す。)のマイナス側に無菌米飯のにおいが、PC1(縦軸)のマイナス側にアル

ファー米のにおいが現れています。そして、炊飯器で炊いた米飯のにおいは PC1 では 0, PC2 ではプラス側に現れています。図中の数字は臭気指数相当値(におい識別装置で測定したにおいの強さを臭気指数に相当する値として数値化したもの)です。PC1 のプラス側の数値が高いので、PC1 はにおいの強さも現れていることになります。この図で特徴的なところは、アルファー米 B 及び C の位置です。アルファー米 B は無菌米飯 A と近い位置にあるのでにおいが似ていると言えます。そして、アルファー米 C は他よりも炊飯器で炊いた米飯に近ことから、炊飯器で炊いた米飯に最も近いにおいであると考えられます。これらのにおいを絶対値表現解析で算出した結果が図-4~6 です。炊飯器で炊いた米飯のにおいの特徴を他と比較すると硫化水素に違いがあり、炊飯器で炊いた米飯のにおいの方が硫化水素との類似度が高く、臭気寄与値も大きいことが分かりました。また、アミン系及びエステル系の類似度が低く、臭気寄与値も小さいことが特徴です。この特徴に最も近いのがアルファー米 C です。ただし、においが弱いために炊飯器で炊いた米飯のにおいとは離れていました。また、炊飯器による米飯のにおいと高機能炊飯器による米飯のにおいを人が嗅いで比較した結果は、前者の方がにおいを強いと感じ、その中の数人は炊飯器で炊いた米飯の方がわずかに酸っぱいにおいを感じていました。におい識別装置における主成分分析や絶対値表現解析の結果でもにおいの差が少し現れています。

## まとめ

におい識別装置での測定は、比較したい「におい」を持つ試料や目的の方向に近い「におい」を持つ試料を入れて測ること、目的に合った解析方法を選ぶこと、他の分析結果(官能評価を含む)と合わせて考察することにより、ガスクロマトグラフなどの測定結果とは趣が異なる「におい」の特徴を捉えた表現で結果を算出することが可能となります。



|         | 第 1 主成分 (PC1) | 第 2 主成分 (PC2) | 第 3 主成分 (PC3) |
|---------|---------------|---------------|---------------|
| 寄与率 (%) | 58.3          | 34.8          | 3.5           |

図-3 各種米飯のにおいの主成分分析

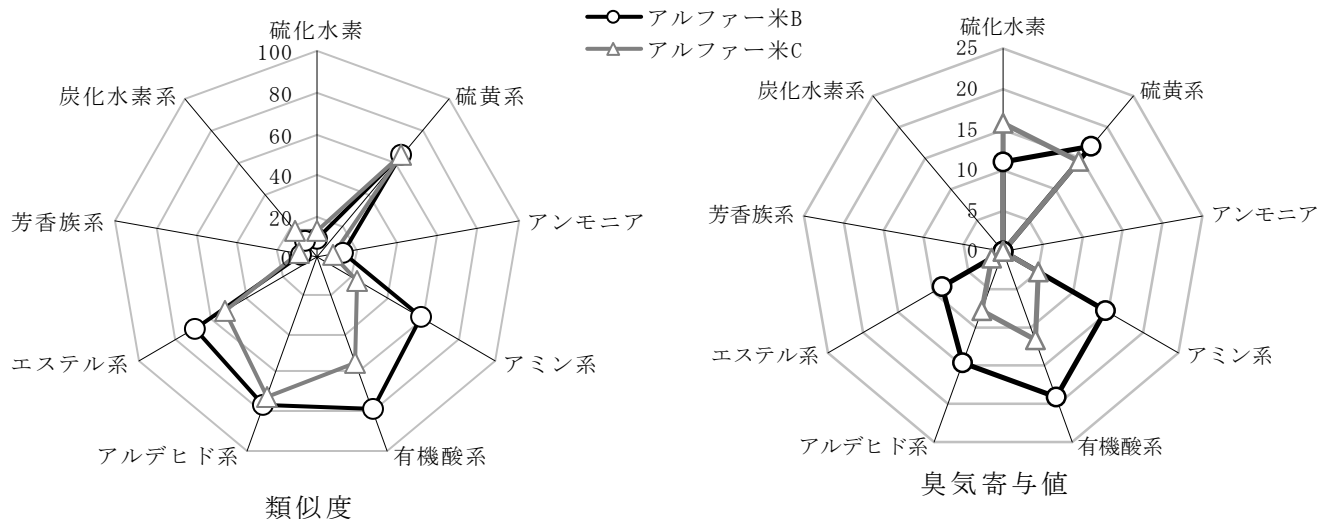


図-4 アルファー米のにおい

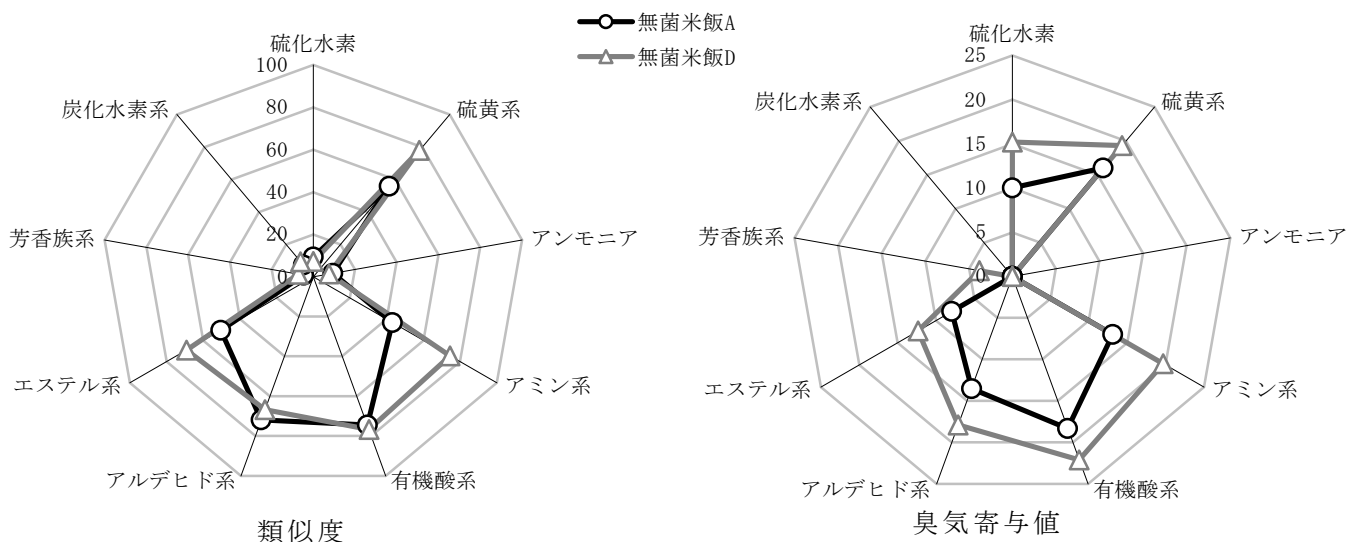


図-5 無菌米飯のにおい

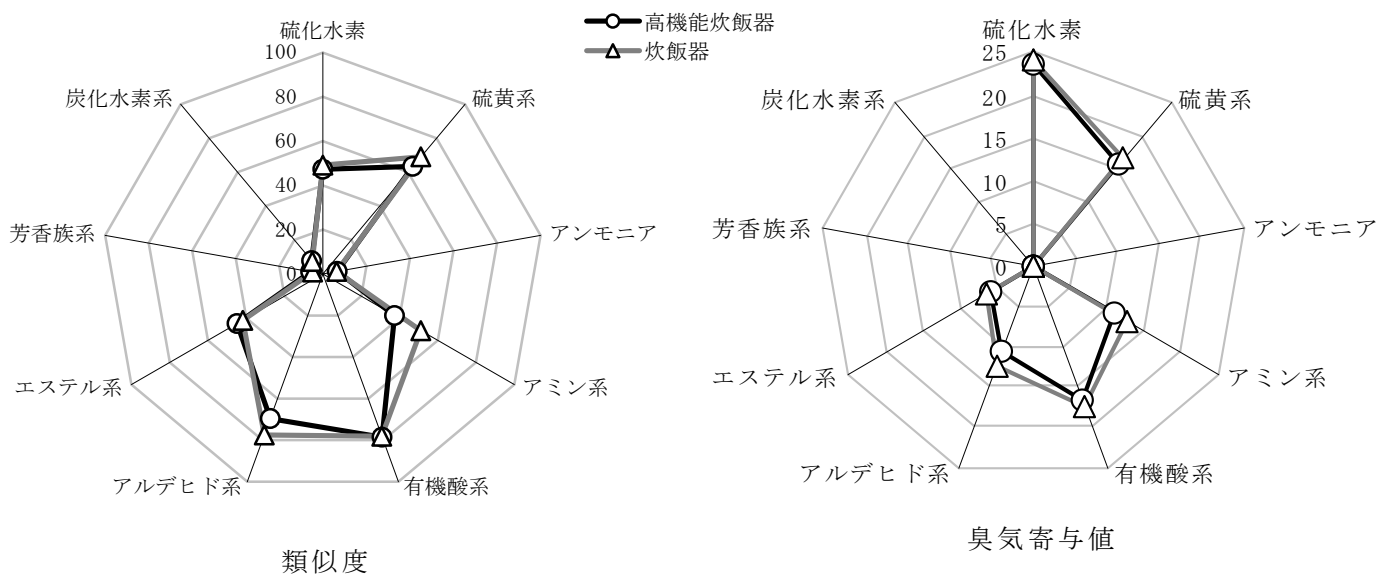


図-6 炊飯器で炊いた米飯のにおい