

食品分野へのNMRの応用 ～味噌の分析～

関連製品: 核磁気共鳴装置(NMR)

食品をNMRで分析する場合、特定の物質を単離精製するのではなく混合物のまま測定すると、その食品に含まれる物質(分子)を一括して同時計測できます。ここでは、味噌の分析結果をご紹介します。味噌を測定すると、旨味の元であるアミノ酸や甘味を呈する糖類、発酵によって生成したエタノールなどの、様々な物質が同時に検出できます。

今回は、NMRデータを統計的手法の多変量解析を用いて分析しました。この場合、各サンプルのスペクトルについて、個々のピークが何に由来しているかという同定はしていません。スペクトルを、単に位置と強度を数値に変換したデータとして扱っています。NMRデータを多変量解析する場合、ターゲットを絞らずに混合物丸ごとを迅速に分析することができます。

重水で溶いた味噌の¹H-NMRデータの多変量解析(PCA)

23種類の味噌を重水で溶いてサンプルとし、¹Hを観測しました。その1次元スペクトルデータを、多変量解析のprincipal component analysis(PCA)で解析した結果をご紹介します。ここでは示しませんが、全てのデータを使ってPCAを行うと、出荷前の酒精(エタノール)添加が無しか有りか、つまり、無添加味噌なのかどうかで、二群に分かれるという結果になりました。非常に大きな違いが、それ以外の違いを覆い隠してしまった結果です。そこで、エタノールの信号部分のデータは除いてPCAを行いました。その結果が図1です。データ点は味噌の種類毎に分類されています。NL2は無添加減塩味噌ですが、麴歩合が高いことを謳っており、麴歩合の高い他の味噌と近い位置にあります。また、無添加味噌も、ひとかたまりになっています。さらに、減塩味噌も、ひとかたまりになっています。この測定では、NaでもClでもなく、Hを観測しており、食塩の測定はしていません。それにもかかわらず、減塩の味噌がひとかたまりになっているのは興味深い結果です。

このデータからは、味噌の風味とデータの分布の関係も見取れます。旨味は熟成によって強くなりコクが増します。一方、糖分は熟成期間が長いと酵母や乳酸菌に消費されて減少し、甘味が弱くなります。また、米や麦のデンプンは、麴の酵素によってグルコースになるため、麴の割合が高いと甘味が強くなります。この散布図を見ると、左に行くほど旨味とコクが増し、右に行くほど、コクは少なくあっさり、しかし甘味は増す、という分布になっています。

たしかに、長期熟成味噌は、散布図の左に位置しています。だし入り味噌が左の方に位置しているのは、だしによって旨味が強調されているためでしょう。だし入り味噌のうちDL2は、さらに糖類も添加されています。そのため甘味も強調されて、だし入り味噌の中では右寄りになっていると思われます。

麴歩合の高い味噌は、甘味が強く、右寄りに位置しています。麴歩合について特に商品説明で触れていないものについても、原材料名の記載順から麴歩合が高いであろう味噌もあります。それに当たるのが、N1、NL1、B、W1、W2(データ点に桃色の縁取り)です。確かにこれらは右寄りに位置しています。また、白味噌は、麴歩合が高いことに加え、このどちらの白味噌も水飴を添加して甘味を強調しています。かなり右に位置しているのは、このためだと思われます。

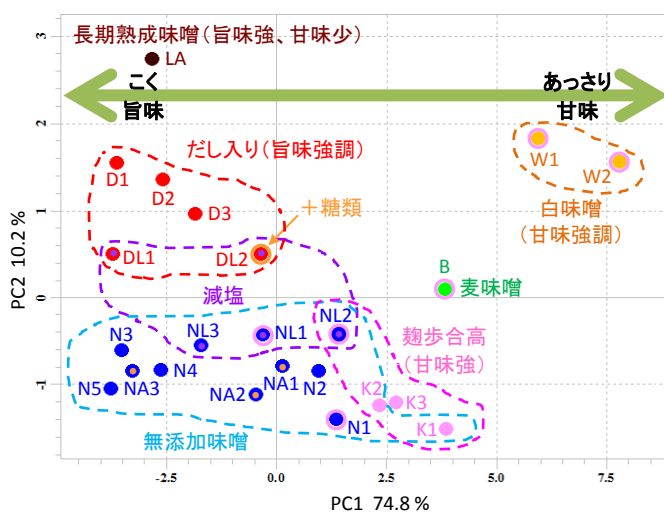


図1 重水で溶いた味噌の¹H-NMRデータのPCA Score Plot

サンプルの素性を表示

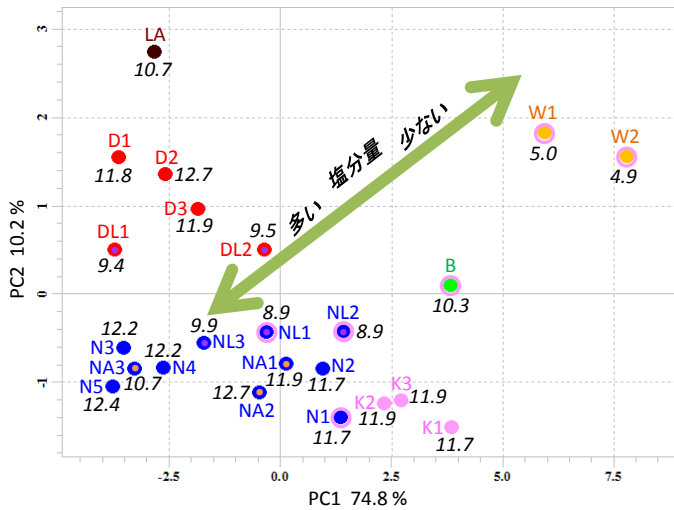


図2 重水で溶いた味噌の¹H-NMRデータのPCA Score Plot

斜体数字は100g中の食塩相当量(g) (商品表示値)

図2は、図1で示したPCAのデータと同じですが、商品パッケージに表示されている塩分量を、各データ点に表示しました。サンプルの測定では¹Hを観測しているの、食塩の量がわかるわけではありませんが、この図を見ると、塩分量の違いによってデータが分布しているようです。

重メタノールで溶いた味噌の¹H-NMRデータの多変量解析(PCA)

図3aは、味噌を重メタノールで溶かしたサンプルのデータです。重水で溶いた時の結果と異なるのは、重水には溶けなかった成分が、重メタノールには溶け出して検出されたためです。しかし、味噌の特徴ごとにグループ分けができています。図1と同様です。水飴によって甘味を強調した白味噌は、離れた所に位置しています。麴歩合の高い味噌は、原材料の表記から推測したものも含めて、一群になっています。長期熟成味噌は、メイラード反応が相当進んでいます。そのため、メイラード反応に使われた物質と、メイラード反応によって生成した物質の量が、他の味噌に比べて大きく異なると考えられます。長期熟成味噌が離れたところに位置しているのは、それが原因と思われる。

図3bは、図3aで示したPCAのデータと同じですが、各データ点に商品パッケージ記載の塩分量を表示しました。図2の重水サンプルと同様に、塩分量の違いに対応してデータが分布しています。図の左の方が塩分量が多く、右の方が塩分量が少なくなっています。塩分量の違いが、熟成過程での発酵作用や酵素作用に影響し、出来上がった味噌の組成に反映されると考えられます。

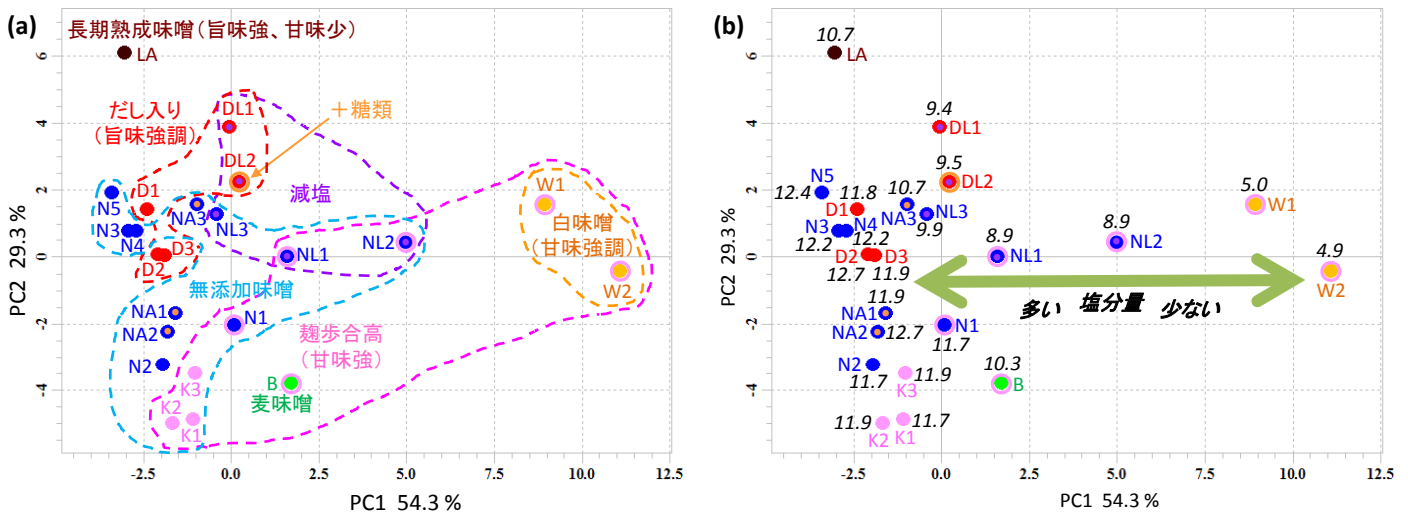


図3 重メタノールで溶いた味噌の¹H-NMRデータのPCA Score Plot

(a) サンプルの素性を表示 (b) 斜体数字は100g中の食塩相当量(g) (商品表示値)

Copyright © 2019 JEOL Ltd.

このカタログに掲載した商品は、外国為替及び外国貿易法の安全輸出入管理の規制品に該当する場合がありますので、輸出するとき、または日本国外に持ち出すときは当社までお問い合わせ下さい。

