

## 総説特集Ⅱ：食における味とにおいの接点－5

## 食品の香りとフレーバー開発 ～おいしさを目指して～

齊藤 司

(長谷川香料株式会社・フレーバー研究所)

ユズの香りを特徴付けている微量香気成分の同定は、今迄にない特徴あるユズフレーバーの開発に繋がった。セロリの重要香気成分であるフタライド類は、嗅覚を刺激することにより、こくを高めることを見出した。分析技術の発展により極微量の香気成分の同定が可能となり、このようなより本物感のあるフレーバーを生み出す推進力となっているが、フレーバーを開発する最終段階においては、フレーバーリストの感性が極めて重要となる。香料会社では、様々な加工食品の「おいしさ」を高めていきたいと願い、最新の知見に基づき日々新たなフレーバーの開発を行っている。

キーワード：フレーバー、ユズ、セロリ、こく、重要香気成分

### はじめに

飲料・菓子・冷菓・乳製品・調理食品といった加工食品において、消費者の多様な嗜好性に対応するため、様々なフレーバー（食品香料）が用いられている。香料会社のフレーバーリスト（調香師）は、加工食品においしさを与え、価値を高めるフレーバーの開発を行う上で、食品が有する香りに着目している。しかし香りは多種多様の揮発性香気成分の組合せにより構成されており、またその含有量も少ない。そこで、そのような香りの正体を明らかにし、より優れたフレーバーを開発するために分析技術が重要な役割を担っている。分析・同定技術は年々進歩しており、多成分であってもまた極微量成分であっても香りを構成する各香気成分の同定が可能となってきている。ところが、香気成分にはそれぞれの閾値があり、食品の香りを再現する上で、必ずしも含有量の多い成分が重要とは限らない。フレーバーリストがフレーバーを作り上げる上で重要視するのは、分析により同定される香気成分の数や含有量の多さではなく、その天然物のキャラクターを特徴づけて

いる重要香気成分もしくはKEY成分と呼ばれる化合物の存在である。食品の香りをより細かく分析するのは分析技術によるが、その中からフレーバー開発の鍵となるいくつかの成分を探し当てるには、人間の鼻を検出器として用いる手法が有効となる。

このように天然物の香りの再現やおいしさを目指し、フレーバーリストの感性と分析技術者との共同作業によって、様々なタイプの新しいフレーバーが生まれ始めている。本稿ではユズやセロリの重要香気成分の分析に基づいて行った研究を例として取り上げ、そのような新しいフレーバー開発の流れについて紹介する。

### 1. 天然物の分析に基づいたフレーバー開発

一般にフレーバーの開発には、食品が持つ香りを忠実に再現した「本物感のある香り」が求められている。そのため、ターゲットとなる食品が持つ香気成分を詳細に分析することが重要となる。ターゲットの香りを分析するためには、本来の香りをできる

\* Received June 11, 2009; Accepted August 10, 2009

Aroma components for flavor creation.

\*\* Tsukasa Saito, Flavour Institute, T. Hasegawa Co., Ltd., 335 Kariyado, Nakahara-ku,

Kawasaki-shi, Kanagawa 211-0022; tsukasa\_saito@t-hasegawa.co.jp; Fax: +81-44-411-3978

齊藤 司

かぎり損なわずに抽出する技術も必須となり、香気成分の抽出・分析、クリエーション、官能評価のステップを踏んで、フレーバー開発はすすめられる。

### 1.1. 抽出と分析

香気成分は揮発性の化学物質であるが、食品中の含有量は数 ppm といった微量である上に香気捕集の際の外的な影響を受けやすい。そのため、分析対象物の持つ香りにできるだけ近いバランスで香気成分を抽出することが重要となる。最近では、高真空下で蒸留を行い揮発性成分と不揮発性成分を分離する SAFE (Solvent Assisted Flavor Evaporation) 蒸留装置<sup>1)</sup> といった香気の損失の少ない抽出技術が開発されている。次に、得られた香気抽出物はガスクロマトグラフィー (GC) によって分析され、含有する構成成分が明らかにされる。しかしながら、香気成分には香りの強弱があるため、含有量の多い成分が分析対象の香気を支配するとは限らない。香りの強弱を判断するのは人間の鼻であり、GC 出口において、経時的に香りを嗅ぐことで重要な香りを探り出し (GC/O)、人間の鼻による官能的な要素を分析結果に反映させる。一般には各成分の貢献度を定量的に測定する AEDA (Aroma Extract Dilution Analysis)<sup>2)</sup> が広く用いられている。この手法では、対象となる試料を無臭の溶媒を用いて一定の割合で希釈していき、それらを人間の鼻により GC/O 測定し重要香気成分を絞り込む。このとき特定の化合物が匂った最高希釈倍率を Flavor Dilution (FD) ファクターと呼び、香気貢献度を表す指標となる。

存在量は微量であるが膨大な数の香気成分から重要香気成分を絞り込むこのような作業を経て、貢献度の高い香気成分の分析データを得ることができる。天然物の香気を特徴付けているのは、極微量の重要香気成分である場合が多く、香料開発は、最新の機器と人間の鼻を組み合わせる点が特徴であるといえよう。

### 1.2. クリエーションと評価

GC/O を行うことにより、普段は香気成分の集合体として嗅いでいる天然物の香りを、分解して嗅ぐことができる。またフレーバーを組み立てる上でのインスピレーションも喚起され、この作業はフレーバーリストにとってクリエーションの第一歩となる。

次に上述の分析データに基づき選択した成分や天然由来の香気抽出物といった素材を組み合わせ、目的とするフレーバーに仕上げていく。この過程は、経験豊富なフレーバーリストの創造的な感性に委ねられている。「より自然で」「より新鮮な」など感覚に訴える部分等、フレーバーリストの感性が重要となる過程である。

またフレーバーは香水等とは違って口に入るものであり、香りだけでなく必ず、飲んだ時食べた時の評価が対象になるため、最終商品に近い形で評価を行うのが常である。フレーバーのクリエーションは個人の仕事だが、評価は複数の人数で行い、幅広い意見をとり入れる。これを繰り返し、目的のフレーバーを作り上げる。さらに、用途に応じて製剤化され、パネル試験、最終製品の状態で有効性・安定性評価を経たのち、新しいフレーバーとして市場に提供される。

## 2. 新規ユズフレーバーの開発

ユズ (*Citrus junos* Sieb.ex Tanaka) は、心地よい香りを持つ柑橘として日本人に親しまれてきた。ユズの香気成分に関する報告は多数あるものの、報告されている成分だけで本物感のあるユズの香りを再現することは非常に難しいものであった。そこで、よりユズの特徴を有するフレーバーの開発を目的に、分析技術者とフレーバーリストの共同作業により、ユズの果皮に含まれている重要香気成分の探索を行った。

### 2.1. 重要香気成分 YUZUNONE™ の発見<sup>3)</sup>

高知県産黄ユズ果皮の溶媒抽出により得られた精油を、各成分の GC/FID、GC/MS 分析を行うとともに、GC/O に供し重要香気成分の絞り込みを行った。まず GC/FID、GC/MS 分析により果皮精油の香気成分組成を明らかにした。その後 AEDA により重要香気成分の絞り込みを行ったが、不明成分が多く存在していた。

多くの不明成分の中で、ユズの香気を構築する上で不可欠な香りは何か？フレーバーリストが中心となり、重要香気成分の探索を行った。まず解析すべきポイントを絞ることを最優先するため、ユズの香気を構成する要素に着目した (図 1)。フレーバー開発は、このように対象物の香りを分解して捉え、

## 食品の香りとフレーバー開発

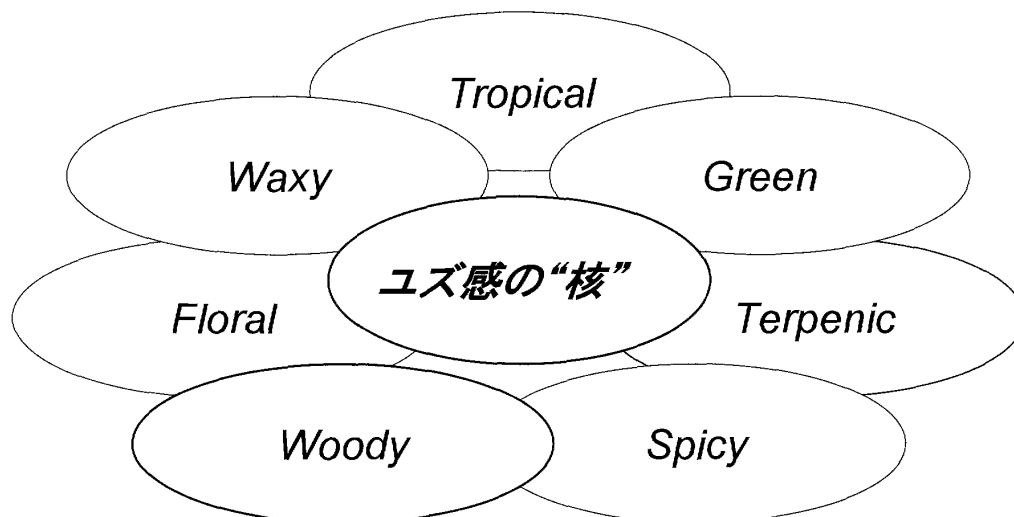


図1 ユズ果皮油のアロマプロファイルと構成要素

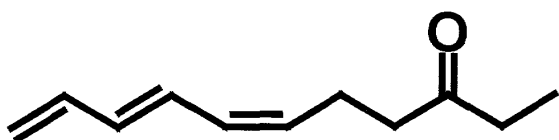


図2 YUZUNONE™ ((6Z, 8E)-undeca-6, 8, 10-trien-3-one) の構造

検出された個々の成分の性質を鮮明にし、構成要素に当てはめていくことから始める。しかしながら、既知の化合物だけで香りを組み立てようとしても、ユズの特徴をなかなか再現することはできなかった。

検討の結果、個々の成分を調和しまとめあげる、ユズ感の“核”となる重要香気成分が欠けているためでないかと考えた。その後、不明成分の中から、ユズ感の“核”となるような香気を見つけ出すために、繰り返しGC/Oに供することで、既知の化合物とは異なる特徴を持ったユズ感に結びつく香気を探索を行った。

ターゲットとする香気を絞り込んだ結果、ユズの皮のイメージを喚起するシャープで力強い香気に着目し、最優先の解析ポイントとして定め、研究を進めた。GC/Oによりユズの特徴香気として着目した成分は、シリカゲルクロマトグラフィーを繰り返すことにより濃縮後、各種スペクトルにより構造を推定し、合成品との比較によって同定することに成功した。同定された重要香気成分 (6Z, 8E)-undeca-6, 8, 10-trien-3-one は当社でガルバナム精油より新規物質として同定した香気成分と同じ化合物であったが<sup>4)</sup>、柑橘類からは初めて発見された成分であるた

め、YUZUNONE™と命名した(図2)。ユズ精油中の含有量は少ないものの閾値は低く、ユズ独特の香気に大きく寄与し、香気の再現に欠かすことのできない成分であることを解明した。

## 2.2. 新規ユズフレーバーの開発

ユズのアロマプロファイル各々の要素に特徴的な香気成分を振り分け、ピール感のベースとなるYUZUNONE™を中心に、何度も官能調整を行い、最終的にユズのフレッシュなピール感を強化した、当社オリジナルのユズフレーバーの開発に至った。

フレーバーは、香りだけでなく、食品形態に賦香してその風味を評価することが大切である。今回は開発したフレーバーにおけるYUZUNONE™の効果について検証するために、フレーバーを簡易飲料に賦香し、YUZUNONE™の有無が嗜好性に与える影響を評価した。その結果、新規ユズフレーバー使用品は、YUZUNONE™未使用品に比べ、剥き立てのユズ果皮の特徴を大きく向上させることがわかった。このように新規な重要香気成分の発見は、果皮をむいた瞬間に揮散するフレッシュな香りといったような食品が持つ香りを再現した「本物感のある香り」の開発に繋がり、より質の高い新規フレーバーを生み出すことを可能にすることが明らかとなった。

3. セロリの香りがこく味を与える<sup>5)</sup>

セロリ (*Apium graveolens* L.) は香辛野菜としてブイヤベース、ポトフ、各種のトマトソースなどの洋風煮込み料理に広く用いられる。スープにセロリ

齊藤 司

を用いると、味の奥行きを広げ、「こく」を高める効果があることは経験的に知られている。そのような風味増強効果にセロリの特徴的な香りがどのように関与しているのか？我々は煮熟時のセロリに着目し、揮発性画分と不揮発性画分の各々の風味増強効果について検証を行った。

### 3.1. セロリの香りによる風味増強効果

検証には官能検査の手法を用いて、12人の被験者で評価を行った。評価用語として、「こく」を表す抽象的な概念を7種（厚み・深みがある、インパクトがある、まとまりがある、持続性がある、充実感がある、複雑である、すっきりしている）、不快臭が軽減されている状態を表す用語を1種、味覚として感じる感覚の具体語を2種（甘味、旨味）、計10種を選定した。ブイヨンの調理をイメージし、チキンの骨、肉のみで調整したチキンプロスに0.3%の食塩を添加し、基材とした。

まず、セロリのスープに対する風味増強効果が呈味成分にあるのか香り成分にあるのか検証を行った。カットしたセロリを水中に入れ常圧水蒸気蒸留を行い、得られた蒸留留出液を香り画分（揮発性画分）とし、香りを除去した残りの水層をその他の画分

（不揮発性画分）とした。この時の添加濃度は、予備実験を行いセロリと感じない程度に設定した。各画分を基材に添加して評価させた結果、香り画分を添加することにより全ての官能評価項目において有意な効果が見られ、さらにその他の画分を添加した試料に比べその効果は顕著であった（図3）。また、香り画分には甘味、旨味を呈する成分が含まれていないにもかかわらず、味感覚が増強する効果が認められた。

調理の際に観察される、セロリにより生じたスープの「こく」には、香り成分が呈味成分より大きく関与しているのではないかと推察し、次にセロリの香気分析を行った。GC/Oに供し、セロリ香気に寄与が大きい成分を探した結果、セロリの香りを強く想起させた3種のフタライド類を特に重要な香気成分であると判断した（図4）。そこでフタライド類を中心に、揮発性画分の効果を評価した同様の手法で、各成分の風味増強効果について評価を行った結果、添加濃度はセロリの香りを感じさせない程度であったが、香気成分単独でも香り画分を基材に添加した時と同様の傾向があることがわかった（図5）。

その後ノーズクリップを用い嗅覚刺激を遮断して評価させると効果は消失し、被験者は基材との違い

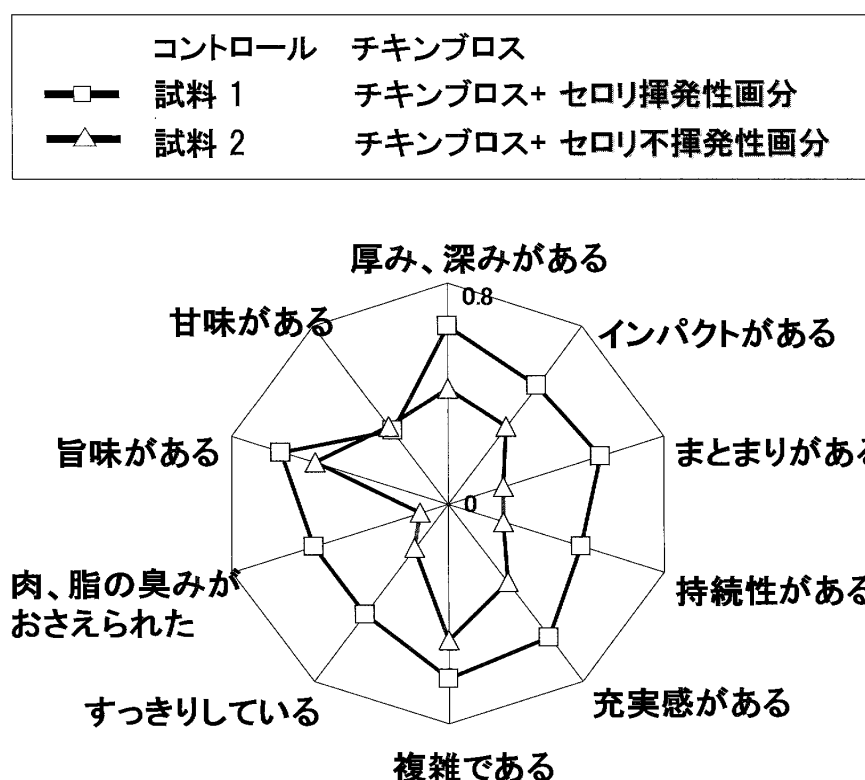


図3 セロリ香気による風味増強効果

## 食品の香りとフレーバー開発

が識別できなくなった等、その効果はセロリ特有の香りが口腔中で味覚を刺激したためでなく、後鼻腔的に嗅上皮に到達し、嗅覚を刺激したことによって得られたことも確かめられた。従って、フタライド類はセロリ香気的重要香気成分であるというだけでなく、味の深みや広がりといったこくやおいしさを表す要素に作用することが示唆された。

## 3.2. 味と香りの相互作用

これまでセロリの重要香気成分として知られてきたフタライド類がセロリ香気の中核をなすことが、今回の実験で確かめられた。また、セロリをスープ・煮込み料理に用いると「おいしさ」が向上するという感覚的な現象を、チキンブロスをを用いた官能評価で検証した結果、煮熟セロリの香り成分、特にフタ

ライド類がその効果に大きく貢献することがわかった。フタライド類はセロリの香りが感じられない程度の濃度で、チキンブロス自体の好ましい風味であるこくを増強し、臭みを抑える十分な効果をもたらした。

これらのことは、香りが嗅覚だけでなく、味も含めた他の感覚と相互作用し、フレーバーとして用いることで食品の風味全体に大きく影響を及ぼしうることを示唆する知見であると考えられた。

## おわりに

最新の分析技術を用い分析機器と人間の鼻の共同作業により、これまで困難であった極微量の香気成分の同定も可能となり、またその技術をフレーバー開発に応用することができるようになってきている。

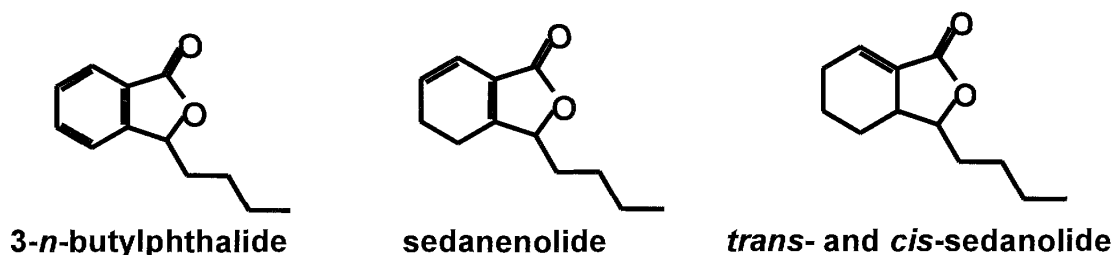


図4 3-n-Butylphthalide, sedanenolide, sedanolidide の構造

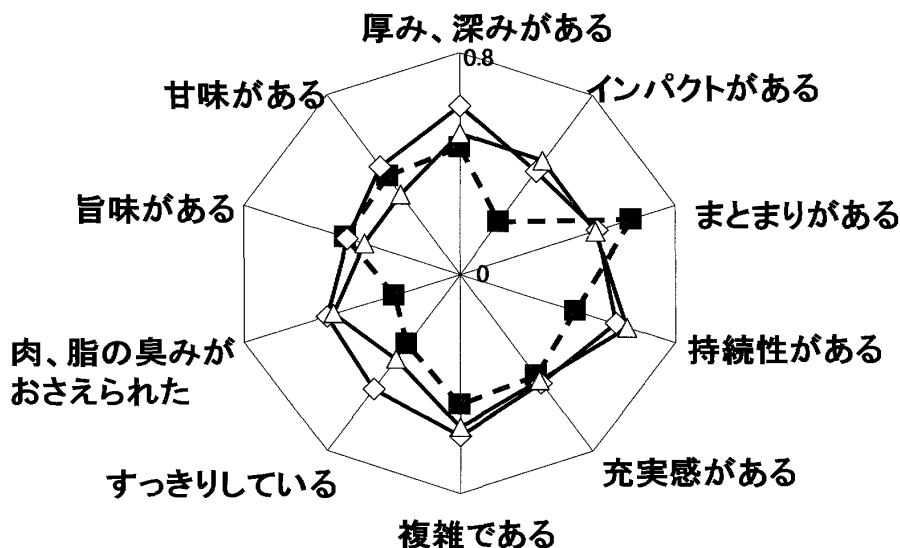
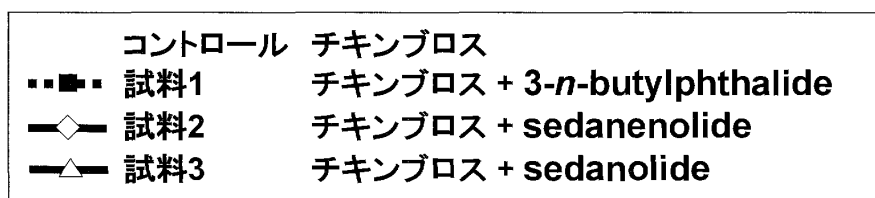


図5 セロリ重要香気成分（フタライド類）による風味増強効果

齊藤 司

このような時代となってもフレーバーリストの感性が失われるどころか、その重要性は増している。これまで香りも食品の風味・本質を決定する大きな要因となることは知られていたが、本稿で紹介したような知見を活かしたフレーバー開発は、消費者の多様な嗜好性に対応するために有効と考えられる。我々香料会社はこのような知見・手法を用いて新たなフレーバーを日々開発しており、様々な加工食品の「おいしさ」を高めていきたいと願って活動している。

文 献

- 1) Engel W, Bahr W and Schieberle P: Solvent assisted flavour evaporation - a new and versatile technique for the careful and direct isolation of aroma compounds from complex food matrices. *Eur. Food Res. Technol.* 209, 237-241 (1999)
- 2) Ullrich F and Grosch W: Identification of the most intense volatile flavour compounds formed during autoxidation of linoleic acid. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 184, 277-282 (1987)
- 3) Miyazawa N, Tomita N, Kurobayashi Y, Nakanishi A, Ohkubo Y, Maeda T and Fujita A: Novel character impact compounds in Yuzu (*Citrus junos Sieb.ex Tanaka*) peel oil. *J. Agric. Food Chem.* 57, 1990-1996 (2009)
- 4) Miyazawa N, Nakanishi A, Tomita N, Ohkubo Y, Maeda T and Fujita A: Novel key aroma components of galbanum oil. *J. Agric. Food Chem.* 57, 1433-1439 (2009)
- 5) Kurobayashi Y, Katsumi Y, Fujita A, Morimitsu Y and Kubota K: Flavor enhancement of chicken broth from boiled celery constituents. *J. Agric. Food Chem.* 56, 512-516 (2008)

<著者紹介>

齊藤 司 (さいとう つかさ) 氏略歴

- 1975年 3月 岩手大学農学部農芸化学科卒業
- 1975年 4月 長谷川香料株式会社入社
- 2002年10月 フレーバー研究所副所長
- 2007年12月 執行役員フレーバー研究所副所長
- 現在に至る

