

機関番号：12611

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20300239

研究課題名（和文） 食品の味の向上に寄与する匂い物質の探索とその作用機序の解析

研究課題名（英文） Analysis of aroma compounds and the mechanism on the flavor-enhancing effect of foods

研究代表者 久保田 紀久枝 (KUBOTA KIKUE)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号：90008730

研究成果の概要（和文）：食品の風味を増強し嗜好性を高める効果を持つ匂い物質を探索した。風味増強のために使われる香辛料のにおい成分やかつお節とコンブを使う合わせだしにおけるコンブのにおい成分に着目した。コブミカン葉を加えたチキンスープではコブミカンの加熱生成香気成分が風味増強に大きく関与することが示され、またバジルの香りには、トマトスープの風味に影響する成分が存在することを確認した。合わせだしでは、味成分のうまみ相乗効果だけでなくコンブの香りも風味増強に関与することが分かった。

研究成果の概要（英文）：We examined the flavor-enhancing effects of aroma fractions of some spices in soup-preparation and dried kelp in mixed *dashi*-soup prepared with dried bonito and dried kelp. In this study, we ascertained the some aroma compounds in the leaves of kaffier lime and dried sweet basil effected the flavor-enhancing effects on chicken broth and tomato soup, respectively. In addition, aroma fraction of *dashi*-soup from dried kelp also enhanced the flavor of *dashi*-soup prepared from dried bonito with umami-taste substances.

交付決定額

（金額単位：円）

|        | 直接経費       | 間接経費      | 合計         |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2008年度 | 10,300,000 | 3,090,000 | 13,390,000 |
| 2009年度 | 2,400,000  | 720,000   | 3,120,000  |
| 2010年度 | 2,000,000  | 600,000   | 2,600,000  |
| 総計     | 14,700,000 | 4,410,000 | 19,110,000 |

研究分野：総合・複合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活

キーワード：風味増強、におい成分、香辛料、合わせだし、コブミカン葉、バジル

## 1. 研究開始当初の背景

食べ物の嗜好性を決める因子の中で、味とにおいはいずれも化学物質の受容体への刺激によって感じる化学感覚で相互に影響しあい全体的な風味となることが知られている。一方、おいしさを示すことばとして、日本では“こく”あるいは“こく味”があると表現されてきた。近年、欧米においても風味を増強する物質に関心がもたれ、研究が進んでいる。国内外で“こく”あるいは“こく味”増強作用物質として、ペプチドなど数種類の物質が報告されたが、ほとんどが不揮発性成分であった。一方、我々は、セロリの主要な

おい成分であるフタライド類にチキンブイヨンの“こく”を深める効果があることを見だし報告した。“こく”を増強する化学成分として、揮発性成分で、かつ単一の物質としては初めての報告であった。また、上記研究において、におい成分の“こく”増強効果は、閾値付近のほとんどにおいが感じられない濃度において顕著であった。1991年に嗅覚受容体が発見されて以来、嗅覚のメカニズムに関する研究が急速に進展し、受容体でのにおいの認識は、におい物質によって感度が異なり、それには分子の立体構造が関係することが明らかになってきている。このことは、

においが呈味に影響を及ぼす作用において、におい分子が受容体を通して関与することを示すものであり、フタライド類以外にも、風味を増強するにおい物質がいろいろ存在することが推測されるが、まだほとんど報告がない。これは、食品のにおいを構成する成分の数が多く、また、含量が少ないことより、個々の成分を個別に考えることが少なかつたためと思われる。におい成分は少量で風味に大きく影響し、また、いろいろなおいがあることより多様な変化が期待できる。“こく”を増強する作用のあるにおい物質が系統的に見出され、かつ作用機序が解明されれば、より有用な香りを創出することも可能となり、食品産業に大きく貢献できる。

## 2. 研究の目的

「おいしさ」や「嗜好性」は食べ物にとって不可欠な特性である。おいしさを示す表現に“こく”あるいは“こく味”がある。申請者は、先行研究において、ブイヨンを作る際にセロリを加えると“こく”があり、風味がよいことを確認した上で、それには、セロリのにおいが関与しており、さらに、そのにおい成分の中で、フタライド類がブイヨンの“こく”を深めることを確認し、報告した。単独のにおい物質の刺激が呈味に作用することが示されたことは、味への寄与という新たな指標によりにおい成分を振り分けることが可能となり、他にもおいしさを増強するにおい物質が存在することを示唆している。本研究は、調理において多用される香味野菜や香辛料のにおいを中心に味を増強する作用を持つにおい成分を効率よくスクリーニングする方法を構築する。セロリの場合、重要な複数のにおい成分の構造を確認、化合物の入手、活性測定の順で行ったが、構造不明、あるいは入手できなかった物質は活性を測定できないため、効率が悪く、活性成分の検出率もよくなかった。今回は、まずはすでに確立された手法で、その食品のにおいに寄与するにおい成分をGCピークの中で選択した上で、キャピラリーガスクロマトグラフィー(GC)分取装置で、成分を分離し、同時に目的成分を分取する。分取した各成分に味の増強効果があるかどうか調べ、効能のあったものについて構造を決定する。多くの成分について味との相互作用を評価することになり活性成分の検出率が向上することが期待される。味への作用も、“こく”に限らず多様な作用が見つかることも期待され、これらの成果は、におい物質の風味発現メカニズム解明の基礎データとなると考える。

## 3. 研究の方法

### (1) 試料調製

①味液の調製 こくやうま味が重要視され

るスープやだし汁を味液とし、味の無い揮発性におい成分による風味増強効果を調べた。味液試料として、鶏骨を煮出す一般的な調理方法でチキンブロスを調製した。また、和風だし汁は専門店より削りたてのかつおぶしや日高コンブを購入し、一般的な料理書に従い、各だし汁を調製した。各味液には、0.1 - 0.2%濃度の食塩を加え、コントロールとした。

②におい成分(揮発性)画分の調製 におい成分として、スープ調製時に少量加える香辛料や、和風合わせだし材料等に焦点を当て、水蒸気蒸留法によりにおい成分を捕集した。

(2) 官能評価による風味増強効果の検討 味液に揮発性におい画分を添加し、風味変化を調べ、風味が向上すると感じられるにおいを持つ食品をスクリーニングした。風味増強効果は官能評価によって調べた。パネル全員で話し合い、スープやだし汁それぞれにおいて風味増強を表す用語を決定した。各評価用語に対し、10cmの線尺度上で評価し、点数化して統計的解析を行った。味覚、嗅覚の正常な、官能評価に習熟した専門パネルを用いた。

### (3) おい成分の化学的分析

増強効果を認めたスパイスについて、熱水抽出-吸着クロマトグラフィ高真空蒸留を経て、香気成分を分離、捕集し、GC-MS-におい嗅ぎ分析を用いて、主要香気成分を分析した。

### (4) キャピラリーカラム-GCによるにおい成分の分画

一方で、キャピラリーGCで分離されたにおい成分をキャピラリーGC分取装置により6画分に分けて分取した。分析結果から、上記味液に対する影響を個々の成分あるいはGC上の画分に単位で官能評価により調べた。

## 4. 研究成果

(1) チキンブロスの風味増強効果活性を有する香辛料のスクリーニング

市販スパイス13種類(乾燥試料)クローブ、ナツメグ、オールスパイス、ローズマリー、タイム、セージ、スイートバジル、セージ、カルダモン、ディルシード、(生試料)レモングラス、カー、コブミカン葉より、水蒸気蒸留法によりにおい成分画分を調製した。別に調製したチキンブロス(食塩0.2%)を味液とし、各におい成分画分を0.1%濃度で添加したものを官能評価に用いた。官能評価は、全口腔法で、飲まずに吐き出したのち、定量的記述分析法により評価をしてもらった。評価に先立ち、パネル間で話し合い、“広がりがある”、“深みがある”、“調和している”、“持続性がある”、“まろやかである”、“複雑

である”、“満足感がある”、“脂、肉の臭みがある”、“クリアーである”、“インパクトがある”、“うま味”、“塩味”、“甘味”、“辛味”を官能評価用語として決定した。

結果、ほとんどの香辛料において、におい成分画分をチキンブロスに添加することにより、チキンブロスの脂、肉の臭みは抑制され、スープとして調和がとれクリアーであるという評価が得られ、その中で、コブミカン葉、カー、バジルなどでは、さらに、広がりや持続性など“こく”と言われる風味の増強効果を示す評価用語で高い評価が得られた。

タイ産生鮮コブミカン葉のにおい成分添加によるチキンブロスの風味評価結果をレーダーチャートで表わし、図1に示す。脂、肉の臭みは有意に低くなり、一方、“広がりがある”、“調和している”、“持続性がある”、“インパクトがある”など風味豊かなスープであることを思わせる評価用語の得点がコントロールに比べ有意に高い傾向を示し、コブミカンのにおい成分にスープの風味増強効果があると考えられた。

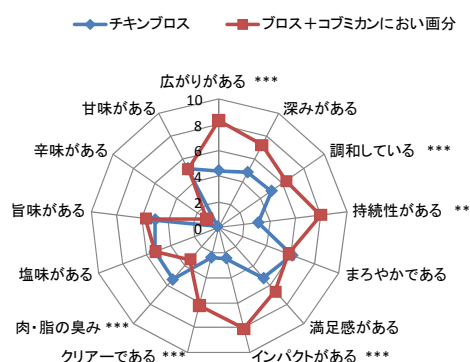


図1 コブミカン葉におい成分を添加したチキンブロスの風味評価 (\*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01)

タイ産カーのにおい成分画分についても、コブミカンと同等以上に風味増強効果の傾向が認められた。しかし、カーのにおい画分を加えたスープは、コントロールに比べ有意に辛味が感じられると評価された。カーの香気成分はすでに筆者らも報告しているが、主要成分は1'-チャビコールアセテートである。カーはタイショウガとも呼ばれるように辛みがあり、においの主要成分が辛味物質であることが知られている。沸騰水中では不安定で急速に分解されるが、少量でも辛味刺激があることより、カーを加えたスープでは、においの効果だけでなく、辛味刺激が風味向上に寄与したことが十分考えられた。辛味があるとおいの効果なのか辛味刺激が分離することは難しいことより、本研究では、辛味や苦みが顕著に感じられた香辛料は研究対象から除くこととした。

## (2) コブミカン葉におい成分の呈味改善効果

先のスクリーニングで呈味への顕著な効果が認められたコブミカン葉について、香気成分組成を調べ、呈味への影響を精査した。

### ① コブミカン 煮熟葉の香気成分組成

タイから輸入された生葉を1cm四方に切り、熱水を加え実際にスープを作る際のモデルとして開放系で加熱し、95℃、30分または60分加熱後、熱水浸出液中の香気成分をポラパックQで捕集した。シリカゲルカラムクロマトグラフィーにより、炭化水素画分と、含酸素画分を分離した後、高真空蒸留で揮発性成分を分画した。これをGC-MS分析し香気成分組成を調べた。その結果、30分加熱では、主要成分はシトロネラルで、含酸素画分の約47%をしめていた。このほかにシトロネラル由来の分解物である、*cis*- および *trans*-*p*-メンタン-3,8-ジオールの顕著な生成が認められた。30分、および60分加熱した熱水中に残存しているシトロネラル、*p*-メンタン-3,8-ジオールの量を定量し、図2に示した。開放系で60分加熱を続けるとおい成分の多くは揮発してしまうが、セロリの場合でもごく微量で呈味改変効果が示されたことより、十分関与すると考えられる。

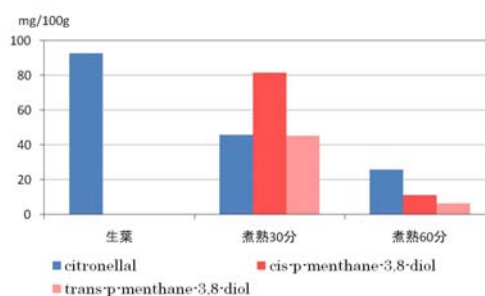


図2. コブミカン葉煮熟（開放系）浸出液中の主要香気成分含量の変化

### ② シトロネラル、*p*-メンタン-3,8-ジオールによるチキンブロスの呈味改善効果

コブミカン葉はトムヤムクンスープなどで香辛料としてスープを作る際に加えられる。そこで、煮熟中の主要なにおい成分として同定されたシトロネラル、*p*-メンタン-3,8-ジオール (*cis*+*trans*) を微量の食添用エタノールに溶解したのち、先に定量した煮熟液の含量に希釈した水溶液とし、密閉容器に入れ、そのヘッドスペースガスを空気中で口の中に導入する装置を組み立てた。すなわち、口の中にチキンブロスを含み、まず鼻をノーズクリップで止め、におい成分を含むヘッドスペースガスを口腔内に導入し、ノーズクリ

ップを外しながら、スープの風味を評価させた。水のヘッドスペースガスを送り込んだ時の味と比較し、図3に示した用語について-3（非常に弱まった）から+3（非常に強まった）までの7段階で評価させた。

その結果、図3に示した様に、シトロネラルでは「インパクトがある」、「広がりがある」で有意に増加傾向が見られ、「脂、肉の臭み」が有意に減少した。*p*-メンタン-3,8-ジオールでは有意に「まるやかである」で増加傾向が見られた。

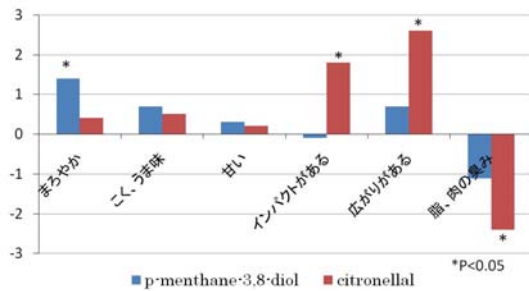


図3. シトロネラル、*p*-メンタン-3,8-ジオールヘッドスペースガスのチキンブロス呈味への影響

*p*-メンタン-3,8-ジオールについては、コブミカンの成分としてではないが、香料として、清涼飲料水に添加すると、香りが向上され、顕著な呈味改善効果があると特許がとられている。今回、チキンブロスにおいても呈味改善効果の傾向が見られたことにより、*p*-メンタン-3,8-ジオールの幅広い呈味への関与効果が示唆されたことになる。今後さらに詳細な検討を行うことにより、味との相互作用の機構を明らかにしたいと考えている。

### (3) バジルにおい成分のトマトスープ呈味改善効果

スクリーニングにおいて、バジルの水蒸気蒸留揮発性成分にもチキンブロスの風味を改善する効果が認められたが、コブミカンほど顕著ではなかった。一方、バジルは、トマトとの相性がよいことが知られ、トマト料理によく用いられる。そこで、トマトスープの呈味に対する影響を調べることにした。トマトスープは、チキンブロスに市販の無添加トマトジュースを1:1の割合で混ぜ、0.1%の食塩を加え、一度加熱し、調製した。

#### ① バジル水蒸気蒸留物のトマトスープ風味への影響

トマトスープの評価用語は、脂くさい、青臭い、持続性がある、すっきりしている、調和している、農厚感がある、広がりがある、まるやか、深みがある、芳香性に加え五基本味、こく、おいしさの評価項目として官能評価を行った。その結果、脂くささ、青臭さ、酸味

は減少し、その他の評価についてはすべて有意に増加した。このことよりバジルにはトマトスープの呈味を改善する効果が認められた。そこで次に成分について検討した。

#### ② におい成分の分析および分画

乾燥スイートバジルを熱水に30分浸漬し、におい成分を熱水に抽出した。ポラパックQ吸着クロマトグラフィによりにおい成分を分離した。さらに、キャピラリーGC上で、におい特性が異なる、かつ保持時間により、6区間に分けて分別捕集した。各画分についてGC-MS-におい嗅ぎにより成分を解析した。その結果、a)1,8-シネオールを主とする画分、b)リナロール、メチルチャビコールなどを主成分とする画分、c)2-フェニルエタノールやヘキサ酸などを主成分とする画分、d)オイゲノールやメチルシンナメイトを主成分とする画分、e)α-カディノールなどを主成分とする画分、f)バニリン、2-フェニル酢酸などを主成分とする画分 に分画した。

#### ③ 各画分のトマトスープ呈味改善効果

画分 a)~f)を食添用エタノールに溶解し、ほとんどにおいが感じられないレベルでトマトスープに添加し、①と同じ評価用語で官能評価を行った。

その結果、a画分とf画分の改善効果が他の画分に比べ顕著であった。

主要成分単独での添加効果も調べたが、結論を出すにはさらなる検討が必要である。また、トマトスープは、トマトとチキンブロスという異なる呈味をもつものの混合物である。そこでチキンブロスとトマトジュースそれぞれの呈味に対する添加効果も検討した。物質によって異なる傾向を示した。これに関してもさらなる詳細な検討が必要である。

#### (4) 和風合わせだし汁風味に対するにおい成分の関与

かつお節とコンブの合わせだしは、5'-イノシン酸二ナトリウムとグルタミン酸ナトリウムによる味成分の相乗作用がよく知られ、市販だし素材の約4割を占めるほど一般的に使用されている。一方で、だし汁のおいしさには香りが大きく関与しているということもよく知られているが、昆布だしを合わせることにによる具体的なにおい成分の味とにおいの相互作用の機構についてはまだ不明な点が多い。本研究では、合わせだしの呈味向上に、コンブだしのにおい成分が関与しているかどうかまず検証を行った。

試料は以下のように調整した。4%濃度のコンブを水に入れ80℃まで加熱したものをコンブだしとした。におい成分は高真空蒸留法により、揮発性成分を分離、捕集した。かつおだしは、血合い抜き特級かつお節を沸騰水に1%濃度で加え、1分加熱、3分放置で調製した。かつおだし汁についても高真空蒸留

法でにおい画分を調製した。かつおだしモデル味液として、イノシン酸ナトリウム 0.08% 濃度の水溶液を用いた。いずれも食塩を 0.04% 添加した。

官能評価は、“生臭い”、“広がりがある”、“スモーク”、“まろやかである”、“濃厚感がある”、“芳香性”、“甘味”、“塩味”、“うま味”、“酸味”、“こく”、“全体的なおいしさ”について、コントロールに対し、-4~+4 の相対的強さを評価した。

① コンブだしのにおい画分添加によるかつおだし汁の風味増強効果

かつおだし汁にコンブにおい画分を 2 種類の濃度で添加し、評価した。その結果、昆布だしにおい画分を十分量加えた試料について、

“広がりがある”、“まろやかである”、“濃厚感がある”、“芳香性”、“うま味”、“こく”、“全体的なおいしさ”において有意に増強効果が認められた。

② コンブだしのにおい画分添加によるイノシン酸味液の風味増強効果

イノシン酸味液に①で用いた昆布におい画分を 2 または 5 倍希釈して添加した。その結果、濃い濃度でにおい画分を添加した味液において、“広がりがある”、“濃厚感がある”、“うま味”、“こく”において有意に高く評価された。コンブの香りは、かつお節のにおいがなくても、味に対し、うま味やこくなどおいしさにつながる風味を増強させる傾向にあることがわかった。

③ コンブだしのにおい画分添加によるかつおだしにおい画分の風味増強効果

かつおだしおよびコンブだしのにおい画分を、いずれも①②で用いたものと同じ濃度になるように混合した溶液について、かつおだしにおい画分のみを加えた水溶液（食塩 0.04%）をコントロールとして評価した。その結果、コンブだしにおい画分を加えたかつおだしにおい画分は、“まろやかである”、“濃厚感がある”、“全体的なおいしさ”において、有意に増強効果が認められ、一方、“生臭い”、“スモーク”において有意に減少傾向が認められた。

以上の結果より、かつおだしにおけるコンブだしのにおい画分添加による風味増強効果は明らかで、その効果は、かつおだしの味、においいずれにも関与していることが確認された。この結果を踏まえ、現在引き続き、コンブだしのどのようなにおい成分が合わせだしの風味の増強、抑制効果をもたらして

いるのかを詳細に検討中である。

## 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計 1 件）

① 第 52 回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会、2008 年 10 月 26 日「コンブだしの香気特性」今関、久保田紀久枝他

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.food.ocha.ac.jp/foodchem/foodchem.htm>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

久保田 紀久枝 (KUBOTA KIKUE)

お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授

研究者番号：90008730