

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300269

研究課題名(和文)食品の嗜好特性に寄与する匂い物質と呈味物質間相互作用の官能的・化学的解析

研究課題名(英文) Studies on the interactions between odorant and taste component on the improvement of food preference by combination of chemical analysis and sensory evaluation

研究代表者

久保田 紀久枝 (KUBOTA, KIKUE)

東京農業大学・その他部局等・教授

研究者番号：90008730

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円、(間接経費) 4,350,000円

研究成果の概要(和文)：呈味を改変する作用を持つ食品香気成分を探索した。バジル香気にはチキンベーススープの風味増強作用があり、寄与成分として4種の化合物を見出した。いずれもおいを感じないごく微量の添加で効果があった。合わせだしとして使うコンブには、味成分だけでなく香気成分にもかつおだしの風味を増強する作用があることを見出した。また、ニンジン不快臭成分にはカフェインの苦みや収斂味を増強させる作用があり、ニンジンの風味は味と香りの相互作用で嫌われる風味となっている可能性が示唆された。一方、ピーマンの嫌われる味は赤ピーマンの加熱香気で軽減されることがわかり、その寄与成分の一つとしてダマセノンと同定した。

研究成果の概要(英文)：In this study, some effective aroma compounds were found to influence the change of the taste of some foods. On the flavor of chicken based tomato and milk soups, basil odorants reduced the undesirable milk smell and enhanced "saltiness" and "koku flavor" such as "umami", "complex" and "lasting" on the flavor of milk or tomato soup. Four compounds, eugenol, thymol, isothymol and 3,7-dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol were found to enhance the soup flavor. In the flavor of "Japanese awasedashi" which was the stock of kelp and dried bonito that aroma compounds of kelp significantly enhanced the "koku flavor" of the stock of bonito. In addition, unacceptable smell of carrots was characterized by 14 aroma compounds. The mixture of 2-methoxy-3-sec-butylpyrazine and vanillin enhanced significantly astringency and stimulate the bitter taste of caffeine model solution. On the other hand, cooked aroma of red bell pepper, especially damascenone, reduced the unpleasant taste of green bell pepper.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：バジル香気 風味増強 コンブ香気成分 かつおだし においと味の相互作用 赤ピーマン加熱香気  
ピーマンの苦み低減 ニンジン香気と味の相互作用

## 1. 研究開始当初の背景

口の中で直接感じる匂いや味は食べ物の嗜好性を決定する主要な要因で、いずれも化学物質の受容体への刺激によってそれぞれ嗅覚あるいは味覚受容体から神経を經由して別々な情報として伝わり、脳で統合されて、「味」として知覚される。匂い刺激と味刺激は相互に影響し合っているが、匂いと味の相互作用に関する科学的知見は多くない。

食べ物の風味がよいことを示す表現のひとつに、“こく”がある。申請者らは、セロリの匂い成分であるフタライド類に、チキンブrossのうま味や“こく”を増強する作用があることを報告した。味物質と不揮発性成分間での相互作用による“こく”増強効果等についてはいくつか報告があるが、匂い成分による“こく”増強作用については、報告がほとんどなかった。一方、近年“こく”は、欧米の科学者の論文の中で、不揮発性成分であるが、“*koku*”を増強する物質が報告され、こくという表現が、食品風味を表す言葉として認識されつつあるとともに、食品開発において、“こく”のある風味の良い食品開発が日本だけでなく世界的な課題であることが示された。フタライドは閾値付近のごく微量で呈味を改変する作用があり、極微量で呈味を改変できるのは匂い成分の利点である。同じような作用をもつ物質が数多く見つかることにより、学術的には、匂いと味の相互作用に関する新しい知見の解明につながり、一方、高品質食品の開発など食品産業への応用が期待できると考えた。

## 2. 研究の目的

(1) フタライド類と同様に、閾値付近のほとんど匂いを感じない濃度のごく微量で呈味改変作用をもつ匂い成分をできるだけ多く見つけ、匂い成分と呈味成分の相互作用による風味増強作用メカニズムを解明するための基礎データを蓄積する。

(2) ニンジンやピーマンのように嫌われる

匂いあるいは味をもつ食品素材について、対象となる匂いおよび味成分を分析するだけでなく、匂いと味成分の相互作用による嗜好性の減少、あるいは向上効果について検討し、匂いと味の相互作用について(1)とは異なる観点からデータを蓄積し、匂い成分と呈味成分との相互作用メカニズム解明を目指す。

## 3. 研究の方法

(1) スパイスやハーブより、常圧水蒸気蒸留により香気画分を分離した。一方、こくがおいしさの重要な要素となるスープの代表として、鶏がらに水を加えあくを取りながら2~3時間煮込み、0.2%濃度で食塩を加えたものをチキンブrossとして呈味画分とした。一部、チキンブrossの代わりに、業務用チキンブross濃縮物を希釈して用いた。チキンブrossは実際の料理に即し、トマトジュースやミルクを加えたトマトスープあるいはミルクスープとして用いた。一方、和食の代表的だしとして、熱水に4%かつおぶしを加え1分加熱し、ろ過したものに少量の食塩を加えたものをかつおだしとし、同じく呈味画分とし、香気成分の味への影響を調べた。香気画分を呈味画分においを感じないレベルの濃度で加え、呈味改変効果を官能評価で調べた。10種類のスパイス・ハーブをスクリーニングした。だしについては合わせだしとして用いられるコンブについて検討した。

(2) ニンジンやピーマンは、嫌いな人が多い野菜類である。その理由として苦味や匂いとその要因として最も多く挙げられている。加熱して食されることが多いことより、蒸加熱した際のおいと味の相互作用について、香気成分の化学的分析と官能評価より、味に關与する香気成分について調べた。

(3) 官能評価は、定量的記述分析に準じ、正常な嗅覚をもつ、訓練した専門パネル(22-25歳 女子学生9名)を用い、複雑性、調和、こってり感などこくを表す特性に加え、うま味、塩味、甘味などの基本味についてラ

インスケールを用いて評価した。統計解析は Tukey's multipul- comparison test により行った。官能評価は 3 連で行った。

(4) スパイスやハーブの香気成分は、水蒸気蒸留物や熱水浸出液から、ポラパック Q 樹脂に香気成分を吸着し、ペンタン/ジエチルエーテル混合溶液で脱着し、濃縮して分離した。必要に応じて、高真空蒸留を行い、不揮発性成分をできるだけ除去したのち、濃縮し、GC-MS 分析、GC - におい嗅ぎ分析を併用し、化学的分析を行った。また、キャピラリ カラム GC 分取装置を用い、重要香気成分を分離・捕集し、食品添加物用エタノールで溶解し、呈味への作用を評価した。

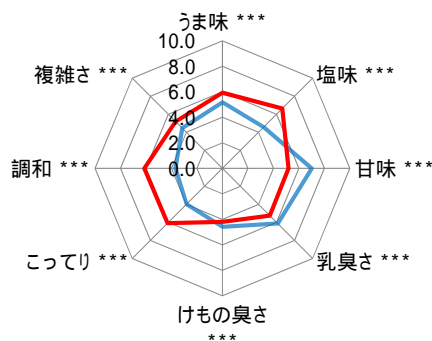
(5) 重要物質と推測されたが標準物質が市販されてなかった物質については、文献に従い合成し、構造を決定した。

#### 4. 研究成果

(1) バジル香気成分による風味改善効果について、

市販のスパイス・ハーブ類より水蒸気蒸留により香気画分を分離し、チキンブロスに添加し、呈味の向上効果を官能評価によってスクリーニングした結果、エジプト産乾燥バジルに顕著な呈味改善効果が認められた。図1 にバジル香気画分をほとんどバジルのにおいを感じない濃度でミルクスープに加え、8 項目の評価用語について定量的記述分析法によって官能評価を行った結果を示した。ミルクスープは、バジル香気添加によって、うま味や複雑さ、調和、こってり感など、こくを示す評価が有意に強まり、塩味も有意に増強された。また、乳臭さや獣臭が有意に減少した。トマトスープにおいても持続性や調和が強まったことから、バジル香気にはスープの風味を増強する効果があることが確認された。

そこで次に風味増強に関与する香気成分を探索した。キャピラリ カラムGC分取により、香気成分をカラム溶出時間で 6 画分に分画し



\* : P<0.1 \*\* : P<0.05 \*\*\* : P<0.01

— ミルクスープ  
— ミルクスープ+バジル香気成分

図1 バジル香気画分添加によるミルクスープの風味変化

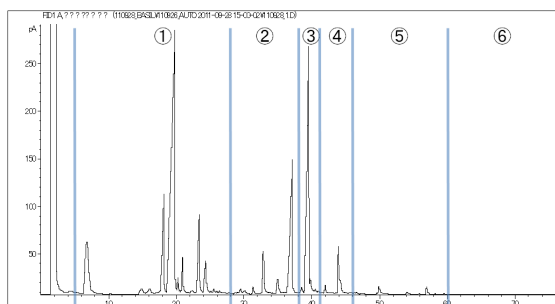


図2 バジル水蒸気蒸留濃縮物のガスクロマトグラム及び分取した画分

表1 画分 で同定された成分組成及び希釈GC-におい嗅ぎ分析結果

Compound	Area %	FD-factor
Eugenol	99.9	3
3,7-dimethyl-1,7-octadien-3,6-diol	Tr.	1
Thymol	Tr.	4
Isothymol	Tr.	3

た(図2)。各画分について食添用アルコールで溶出し、ミネラルウォーターで希釈後、トマトおよびミルクスープの風味増強効果を官能評価で調べた結果、図2の および の2画分に効果が認められた。画分 は、GCのピークとしてほとんど検出されなかったことから、画分 についてさらに検討した。におい嗅ぎGCで含有成分について調べた結果、香気寄与成分として4種の化合物が検出された(表1)。GC-MS 分析の結果、オイゲノールが主成分で99.9%を占め、微量成分としてチモールおよ

びイソチモールが同定され、3,7-ジメチル-1,7-オクタジエン-3,6-ジオール(A)が推定された。表1のFD-factorが大きいほど香気寄与が高いことを示すが、チモールは微量でも香気寄与が高い重要な成分であることが示されたことより、化合物Aは、標準物質が市販されていないため、まずは同定された3種の化合物についてミルクスープの風味への影響を調べた。各化合物のにおいをほとんど感じない濃度で添加し、ミルクスープの風味変化を同じく官能評価で調べた。その結果、いずれの成分もスープのこくを増強する効果が認められたが、中ではオイゲノールの効果が最も顕著であった。しかし、バジル香気全体を加えた時と比べるとその効果は弱かった。そこで、上記3種化合物について、2種あるいは3種混合してミルクスープに添加した時の風味増強について同様に官能評価で調べた結果、いずれも1種類の添加よりも効果が大きいということにはなかった。図3に代表的な結果として、3種すべて加えた時の官能評価の結果を示した。調和や複雑さが増強され、こくが増す傾向が認められた。バジル香気に比べその効果は大きくなかったため、推定物質であるジオールについて、合成し、構造を確認するとともに、風味増強について検討を加えることとした。

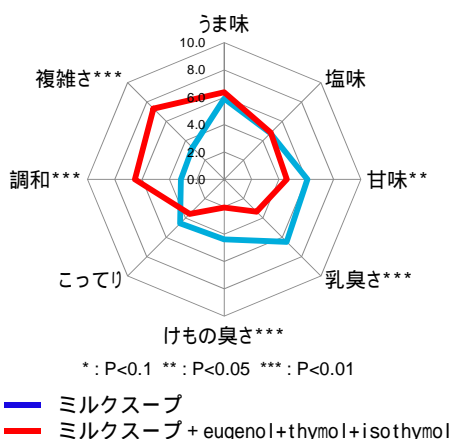


図3 閾値付近の濃度でバジル香気成分添加によるミルクスープの風味増強

## (2) 3,7-ジメチル-1,7-オクタジエン-3,6-ジオール(A)の合成

文献の方法を参考に、石英ガラスのフラスコに(R)-リナロールを入れメタノールで溶解し、触媒としてローズベンガルを加え、Hgランプを照射し、光増感反応を約5時間行った。亜硫酸ナトリウムで、過酸化物を分解した後、ろ過して、メタノールを減圧留去した。シリカゲルクロマトグラフィーで分画・精製した。NMR及びGC-MSにより構造を確認した。図5のスキームで示したように、ジオールの位置が異なる2種類のジオール、3,7-dimethyl-1,7-octadiene-3,6-diol(A)および3,7-dimethyl-1,5-octadiene-3,7-diol(B)が生成された。目的物(A)はリナロールの3位の炭素がR体であったことより、3位の立体配置はRを保ち、6位がR体およびS体が1:1のジアステレオマーの混合物であった。

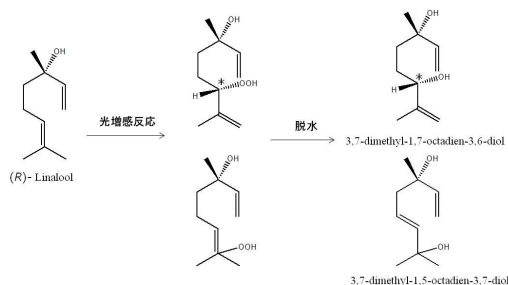


図4 合成スキーム

化合物AおよびBは、匂いがほとんどなく、スープやだしに添加してもにおいにほとんど影響せず、食品加工に使いやすい素材である。予備的官能評価により、化合物Aはトマトスープを、化合物Bは和風だしの風味を改善する傾向がみられている。化合物A,Bともにバジル香気成分に検出されることより、スープの風味増強効果について、より安全な化合物A,Bの調製を検討し、官能評価を実施する予定である。

## (3) コンブ香気成分のかつおだし風味増強効果

コンブとかつお節からとる合わせだしがよ

く使われる。その理由として、コンブのグルタミン酸Naとかつおだし中のイノシン酸Naの相乗効果によるうま味増強が知られている。本研究では、昆布だしのグルタミン酸だけでなく、香りもかつおだしの風味を増強しているのではないかと想定し、官能評価と化学的分析を用いて、コンブ香気成分の風味増強効果の確認と寄与成分の探索を行った。

10%昆布だしを高真空蒸留法に供し、得られた昆布だし揮発性画分と残渣の不揮発性画分を用いて官能評価を行った。評価は定量的記述分析法に準じて、訓練された専門パネルによって行った。試料は3%かつおだしに不揮発性画分(0.625%)+揮発性画分(5%、香気画分)又は不揮発性画分(0.625%)+水(5%)を加えたものの2種類を提示した。その結果、表2に示したように、昆布だし揮発性画分が加わることで、かつおだしの「うま味」と「複雑性・深み」そして昆布特有の「青臭さ」が有意に増強された。また有意差は得られなかったものの「生臭さ」は軽減され、「塩味」は強まる傾向が見られた。

官能評価用語	かつおだし+(I <sup>b</sup> )+水	かつおだし+(I <sup>I</sup> )+(I <sup>a</sup> )
複雑性、深み**	4.1	9.1
青臭さ***	2.6	10.3
スモークな風味	11.2	11.0
魚臭さ	10.3	8.5
酸味	8.2	8.9
塩味	5.1	6.0
うま味*	6.6	9.6

\*p<0.1, \*\*p<0.05, \*\*\*p<0.01  
I:コンブ揮発性画分、II:コンブ不揮発性画分 (高真空蒸留により調製)

以上のことから、昆布揮発性画分の添加は、かつおだし風味のうちおいしさにつながる好ましい風味を増強させると共に、生臭さというかつお節由来のあまり好ましくない風味を抑える傾向にあることが分かった。寄与成分については、カロテン分解物であり、光照射によって増えることまでは確認したが、詳細について現在精査中である。

#### (4) 赤ピーマンの加熱臭による緑ピーマンの呈味改善効果

緑ピーマンは、嫌な味が残るため子どもの嫌いな野菜のひとつである。一方、完熟したピーマンである赤ピーマンは、嫌な味が弱く食べやすい。緑ピーマンの嫌な味の原因物質が成熟中に減少するのが大きな要因ではあるが、赤ピーマンの加熱臭は甘く、フルーティなため、嫌な味が軽減されていることも考えられる。そこで、赤ピーマンの加熱臭中に緑ピーマンの不快感な味を軽減するものがあると仮定し、探索した。まず赤ピーマンを蒸したのち細断し、メタノール抽出、高真空蒸留を行い、香気成分を捕集した。シリカゲルクロマトグラフィーで分画し、特徴香を示す画分を分離し、におい嗅ぎGC およびGC-MSで特徴寄与成分を分析した結果、重要成分としてγ-ヨノン、γ-ダマセノン、ジヒドロアクチニジオライド等が同定された。緑および赤ピーマンを水蒸気蒸留し、揮発性画分(香気画分)と残渣の味画分を分離した。緑ピーマンの味画分には口に残る独特の嫌われる味が感じられた。この画分に、緑及び赤ピーマンの香気画分を添加し、全口腔法により官能評価を行ったところ、赤ピーマンの香気を添加したものは、赤ピーマンに特徴的なフルーティさと芋のような甘さが強くなり、嫌な味が残るのは有意に低いと評価された(図5)。香気寄与成分であるγ-ヨノンやγ-ダマセノンを添加すると、いずれも赤ピーマンと同じく嫌な味が残るのを軽減する効果が認められ、その効果はγ-ダマセノンの方が強い傾向であった。赤ピーマンが食べやすいのは、香りの影響も大きいことが示された。

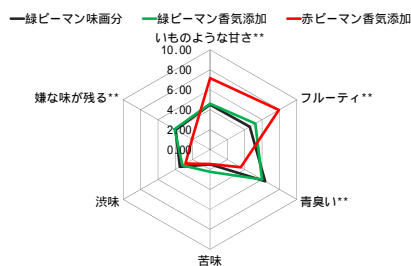
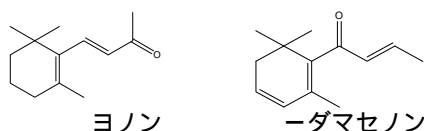


図5 香り画分の添加による緑ビール味画分の風味変化



#### (5) ニンジン香気の苦味に与える影響

ニンジンにはおいが苦手とする人や苦味があるということで嫌いな人が多い野菜である。本研究では、蒸加熱したニンジンの特徴香気に寄与する成分を探索し、その香気がニンジンの苦味に関与しているかどうかを調べた。蒸加熱したニンジンからジエチルエーテルで浸漬抽出後、高真空蒸留により香り成分を分離した。さらに、シリカゲルクロマトグラフィーで含酸素画分を分離し、におい嗅ぎ GC および GC-MS で分析し、主要香り寄与成分として、2-メトキシ 3-sec-ブチルピラジン、オイゲノール、ーヨノン、バニリンなどを含む 14 成分を同定した。これらの成分についてカフェインをパネルの閾値付近の濃度で含むモデル溶液を調製し、各香り成分をにおわない濃度で添加し、苦味増強作用について官能評価で調べた。その結果、特に、2-メトキシ 3-sec-ブチルピラジンに苦味を増強する作用が顕著であることを認めた。さらに、これにバニリンが加わることで収斂味や好ましくない味覚刺激が増強された。ニンジンは、苦味物質を含むだけでなく、特徴香成分との相互作用により、嫌な味が増強されていることが示された。

#### 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7件)

K. Kubota, Y. Tanaka, Y. Iijima, Y. Kurobayashi, Influence of spices on the food intake by improving flavor, IUNS 20<sup>th</sup> International Congress of Nutrition, Granada, Spain, sep.15-20, 2013

大友裕絵、久保田紀久枝、赤ピーマンの風味特性に寄与する香り成分、第 67 回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集 pp. 223 (名古屋)、2013 年 5 月

田中唯菜、山本佳奈、久保田紀久枝、バジル香気のミルク添加スープ風味への影響、第 56 回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会講演要旨集、pp.167 - 169、2012 年 10 月

松嶋みゆき、中野 優、久保田紀久枝、ニンジン香気の苦味に与える影響、日本農芸化学会大会(京都)、2012 年 3 月

田中唯菜、山本佳奈、久保田紀久枝、バジル香気のトマトスープ風味への影響、日本農芸化学会大会(京都)、2012 年 3 月  
浅木麻里子、久保田紀久枝、合わせだしにおける昆布香り成分の寄与に関する研究、日本味と匂学会第 45 回大会プログラム・予稿集 pp. 109 (金沢)、2011 年 10 月

松嶋みゆき、中野 優、久保田紀久枝、ニンジンの加熱香り特性、第 65 回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集 pp. 247 (東京)、2011 年 5 月

#### 6 . 研究組織

##### (1)研究代表

久保田 紀久枝 (KUBOTA Kikue)  
東京農業大学・その他部局等・教授  
研究者番号：90008730

##### (2)研究分担者

( )  
研究者番号：

##### (3)連携研究者

飯島 陽子 (IIJIMA Yoko)  
神奈川工科大学・応用バイオ科学部・准教授  
研究者番号：90415456