

## 論文審査の結果の要旨

申請者名 鷺尾（高倉）友紀子

本論文は、世界中の様々な料理のベースとして使用される「畜肉だし」の特徴的な香気成分を特定し、それぞれのだしにおける寄与を解明すると同時に、だし中の呈味成分が香りの感覚強度に及ぼす影響を調べたものである。

本論文の序論では、この研究の背景として、鶏、豚、牛の肉や骨を長時間煮込んで作る「畜肉のだし」が、欧米ではスープストック、ブイヨン、フォン、中国では上湯、白湯、毛湯などと呼ばれ、様々な料理のベースとして、世界中で広く使用され、重要な食品素材であることが述べられている。また、それぞれの「畜肉だし」の製造方法や特徴が書かれており、いずれのだしの場合も、肉や骨を素材として、長時間煮込むことにより調製されることが解説されている。次に、だしの評価をする場合に重要なおいしさの要因が概説され、液状食品素材である「畜肉だし」では、味と香りが重要であることが説明されている。これまでの「畜肉だし」の研究では、呈味成分に関するものが多く、各種「畜肉だし」に含まれるアミノ酸、ペプチド、核酸関連物質（特に 5'-ヌクレオチド類）、有機酸、糖類、無機塩類などが定量されているが、これらの香気成分についての科学的解析を行った例は少ない。特に、クリアタイプの豚だし、鶏だし、ビーフエキスについては、世界各国で使用されているのにもかかわらず、その好ましい香気の特徴に寄与する香気成分は、未だ解明されていないのが現状であると指摘されている。さらに、近年、食品のおいしさに関して、味と香りが相互作用している可能性が報告されていることも述べられている。

このような背景のもと、鶏だし、クリアなタイプの豚だし並びにビーフエキスの特性に寄与する香気成分を解明すると同時に、見出した香気成分と「畜肉だし」呈味成分の相互作用を解明することを目的として研究が遂行され、下記に示した 1~4 の成果が得られている。

### 1. 鶏だしの特性に寄与する香気成分の解明

鶏だしから水蒸気蒸留方法により香気成分を抽出した後、Aroma extract dilution analysis (AEDA) 法により、9 つの寄与香気成分を選定した。更に high flavor dilution (FD) factors に基づいて、methylpyrazine、2-ethyl-4-methylthiazole、3-(methylthio)propanal、(E,E)-2,4-decadienal を、特に鶏だしに寄与度の高い香気成分として絞り込んだ。特定した 4 成分を鶏だし呈味再構成液に添加したもの (CM4) と抽出鶏だしの香気特性を官能評価で比較した結果、CM4 は抽出鶏だしの香気をよく再現していることから、4 つの寄与成分が正しく特定されたことが示唆された。

次に、オミSSIONテストにより特定された各香気成分の香気特性への寄与を調べた結果、methylpyrazine と 2-ethyl-4-methylthiazole は、鶏だしにおいて共に roast 香に寄与し、2-ethyl-4-methylthiazole は roast meaty 香にも寄与していることが明らかとなった。3-(Methylthio)propanal と (E,E)-2,4-decadienal は、共に boiled meaty 香に寄与し、(E,E)-2,4-decadienal は更に fatty 香、animalic 香も有していることが明らかとなった。

これら4成分のうち、3-(methylthio)propanal と (E,E)-2,4-decadienal は、加熱鶏肉香気成分と同様であるが、methylpyrazine と 2-ethyl-4-methylthiazole は加熱鶏肉の香気成分としては見出されず、鶏だしの寄与香気成分として初めて見出された。

## 2. 豚だしの特性に寄与する香気成分の解明

クリアなタイプの豚だしを原料として SAFE (Solvent-Assisted Flavor Evaporation) 蒸留方法により香気成分を抽出した。これから AEDA 法により豚だし中の香気寄与度の高い化合物を選定した結果、FD factors 64 から 2048 を示した 15 成分が選定された。さらに、オミSSIONテストにより寄与度の高い成分を絞り込んだ結果、acetol、octanoic acid、 $\delta$ -decalactone、decanoic acid の4成分がクリアタイプの豚だし香気に最も寄与する成分として特定された。寄与度の高い4成分を添加した再構成液は、抽出豚だしの香気特性をよく再現しており、4つの寄与成分が正しく選定されたことが示唆された。

次に、寄与度の高い4成分について、アディSSIONテストおよびオミSSIONテストにより特定された各香気成分の香気特性への寄与を調べた結果、acetol、octanoic acid、decanoic acid は豚だしにおいて、共に mouthfulness に寄与し、acetol は更に continuity に、octanoic acid は更に roundness に、decanoic acid は更に full body に寄与していた。一方、 $\delta$ -decalactone は roundness にのみ寄与していることが明らかとなった。

これらの4成分は、加熱豚肉香気や濁りタイプの豚だしの特徴的な寄与成分と一致せず、クリアタイプの豚だしの特徴的な香気成分として、初めて特定された。

## 3. ビーフエキスの特性に寄与する香気成分の解明

スープやシチュー、ソースなど、西洋料理のベースとして世界中で最も使用されている JBS S/A 社 (ブラジル) の 1st グレードビーフエキス (Bordon Beef extract) を用いて、ビーフエキスの風味特性に寄与度の高い香気成分を特定し、寄与香気成分の官能特性を解明した。ビーフエキスの SAFE 蒸留品から AEDA 法によりビーフエキス中の香気寄与度の高い化合物を選定した結果、FD factors 32 から 128 をもつ7成分が選定された。更にオミSSIONテストにより寄与度の高い成分を絞り込んだ結果、2,3,5-trimethyl pyrazine、1-octen-3-ol、3-methylbutanoic acid、4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone の4成分がビーフエキス香気に最も寄与

する成分として特定された。寄与度の高い4成分を添加した再構成液はビーフエキス香気特性をよく再現しており、4つの寄与成分が正しく選定されたことが示唆された。

次に、寄与度の高い4成分について、アディクションテストおよびオMISSIONテストにより特定された各香気成分の香気特性への寄与を調べた結果、1-octen-3-olと3-methylbutanoic acidはビーフエキスにおいて、共にboiled meaty flavorに寄与し、3-methylbutanoic acidは更にsweet meaty flavorに寄与していることが分かった。また2,3,5-trimethyl pyrazineは、roasted flavorにのみ、4-hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanoneはsweet meaty flavorにのみ寄与していることが明らかとなった。

これらの4成分は、加熱牛肉香気の特徴的な寄与成分と一致せず、ビーフエキスの特徴的な香気成分として、初めて特定された。

#### 4. 畜肉だし呈味成分が香りの感覚強度に及ぼす影響

鶏だしを構成する呈味成分が鶏だし香気感覚強度に及ぼす影響を調べるため、鶏だし香気水溶液(soup stock aroma: SA)に、鶏だし呈味構成成分である28成分を添加した香気・呈味再構成液(CM28)と抽出鶏だしを官能評価で比較した結果、SAの香り感覚強度(1.0点)に比べて、CM28の香りの感覚強度は4.3点となり、抽出鶏だし(5.0点)に近い評点となった。このように、SAとCM28は香気成分の濃度が同じにもかかわらず、CM28の香気感覚強度が強くなったことから、鶏だし呈味成分の存在により香気感覚強度が増強されたことが判明した。更に、香気感覚強度に関して増強効果の高い呈味成分を解明すべく、鶏だし呈味成分のオMISSIONテスト、アディクションテストを行った結果、グルタミン酸(Glu)とイノシン酸(IMP)の2成分を組み合わせることで、鶏だし香気感覚強度を増強できることが判明した。

以上の知見は、香りに関する精緻な分析方法並びに官能検査を駆使して、各種の「畜肉だし」のキーとなる香気成分やその香りを増強する呈味成分を見出したものであり、良質な「畜肉だし」の開発研究に大いに貢献できるものである。各種「畜肉だし」には、多くの香気成分が含まれているが、その中から「畜肉だし」の香りの特性に寄与する香気成分を解明したことは、各種食品の嗜好性の改善に利用できる良質な「畜肉だし」の製造につながることから、その産業的意義は大きい。また、GluとIMPの2成分を組み合わせることで、鶏だし香気感覚強度を増強できるという発見は、うま味が香りにも影響を与えることを示した初めてのものであり、食品科学の基礎的分野における新しい知見を提供できたといえる。

このように、本論文に記述された結果は、新規性が高く、これらの考察は優れたものである。これらは、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって、審査委員一同は、本論文が博士(応用生命科学)の学位論文として十分な価値を有するものと認め、合格と判定した。