

# 組織化大豆たん白質を添加した挽肉製品咀嚼時の 咀嚼フレーバー発生に関する研究

小竹佐知子\*

日本獣医生命科学大学応用生命科学部

## Flavor Release from Hamburger Steak Added Textured Soy Protein During Mastication

Sachiko ODAKE

Department of Food Science and Technology, Nippon Veterinary and  
Life Science University, Tokyo 180-8602

### ABSTRACT

Flavor release from hamburger steak, added granular type of textured soy protein, during mimic mastication using mouth model system was studied. Elasticity and hardness of the protein added hamburger steaks were evaluated higher than those without protein by sensory test ( $p<0.05$ ). Protein added samples showed higher breaking force than those without protein as measured by a rheometer ( $p<0.01$ ). The total amount of released flavor from protein added samples was less than those without protein, and this result showed consistency with the result obtained in sensory evaluation. Sixty volatile compounds were detected from both samples with and without protein, but only nine volatile compounds were identified only from protein added samples. Mastication force during mimic mastication of protein added sample was higher and the degree of breaking down was less than that in sample without protein. This was considered to be one of the reasons for the less amount of the released flavor from protein added hamburger steaks. *Soy Protein Research, Japan* **10**, 44-47, 2007.

Key words : textured soy protein, hamburger steak, mouth model

食品加工において挽肉製品の製造には欠かせない粒状組織化大豆たん白質は、原料大豆由来の大豆特有の香気を有する。特徴的な香気を有する食品のおいしさを決定する要因の一つに、咀嚼中に食品から放散され

る咀嚼香（レトロネーザルアロマ，Fig. 1 ③）があげられる。咀嚼香とは口に入れた食品咀嚼中に放散される香りが、口腔から鼻咽腔へと抜けて感じられる香りであり、食品を口に入れる前に鼻孔から嗅ぐ香り（オルトネーザルアロマ，Fig. 1 ④）とは区別されている。咀嚼香の研究は、人が食品を摂取して“おいしい”と

\* 〒180-8602 武蔵野市境南町1-7-1

判断する際の最終的かつ決定的な要因となっている。

咀嚼中には、食品自体の構造変化や温度変化、また、食べ手の咀嚼速度と咀嚼力、唾液分泌速度とその量、口腔から鼻咽腔への空気流速とその量など、非常に複雑な現象が絡んでくる。そこで、種々条件を確実に設定でき、しかも再現性のあるデータを構築するために、人の口腔の動きを模擬的に実現可能な咀嚼モデル装置を用いて測定を実行することが提唱されている (Piggott and Schaschke (2001), 小竹(2005))。

本研究では上下運動する咀嚼モデル装置を用いて粒状組織化大豆たん白質を添加したハンバーグ製品の咀嚼香について検討した。

## 試料および実験方法

### (1) 試料および試料調製方法

挽肉試料には脂質含量の異なる2種の佐賀牛モモ挽肉を用いた。脂質含量16.3%のものをA試料とし、47.0%のものをB試料とした。購入価格はそれぞれ500円/100gおよび1,000円/100gのものであった。粒状組織化大豆たん白質には、フジニックエース100 (不二製油株式会社) を用いた。

水戻しした粒状組織化大豆たん白質を重量あたり20%挽肉に加えたもの (それぞれ脂質含量によりAS試料およびBS試料) および無添加のものを用意し、直径6cmの丸型に35gを充填成形した後、200℃のホットプレートにて片面2分30秒ずつ加熱して、ハンバーグを調製した。

### (2) 模擬咀嚼システムによる放散香気測定

ハンバーグ中央より2cm×2cmに切り出した試料を人工唾液 (Van Ruth et al, 1995) 2.75 mLとともに、咀嚼モデル装置 (Fig. 2, Otake et al, 2006) のサンプルフラスコに入れ、37℃、窒素ガス流量100 mL/分にて15分間模擬咀嚼した。プランジャー上下運動速度は1回/秒とした。模擬咀嚼後、テナックスチューブに吸着した放散香気を加熱脱着式 (Gerstel社製, TDS2) のガスクロマトグラフィー-マススペクトロメトリー (以下, GC-MS, Agilent社製, 6890GC-5973MS) により分析し、同時にパネリスト2人による匂い分析 (Gerstel社製, ODP2) も行った。測定は2回繰り返して行った。

### (3) 破断強度測定

ハンバーグ試料の中央部分を2cmの幅になるように採切したものを供試試料とした。レオメーター ((株)山電, RE-3305) を用い、円形プランジャー (直径1.5cm) にて破断強度を測定した。測定は5回繰り返し、

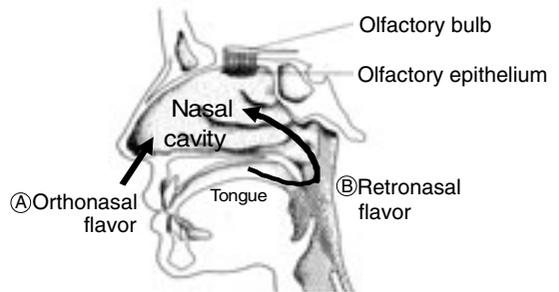


Fig. 1. Retronasal flavor.

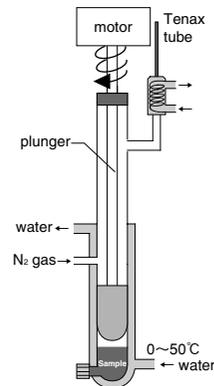


Fig. 2. Mouth model device.

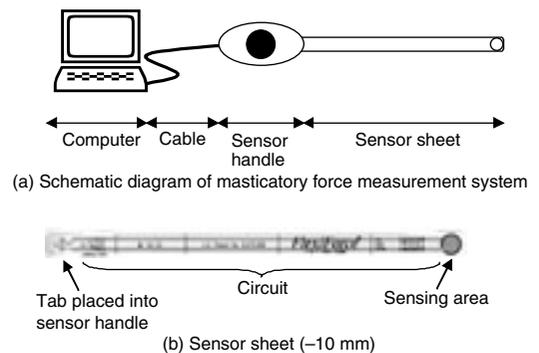


Fig. 3. Masticatory force measurement.

分散分析した。

### (4) 官能検査

25名のパネリスト (男:女=10:15) により、粒度感、弾力性、歯ごたえ、多汁性、脂っぽさ、香りの強さについて7段階評点法により官能検査を行い、分散分析した。

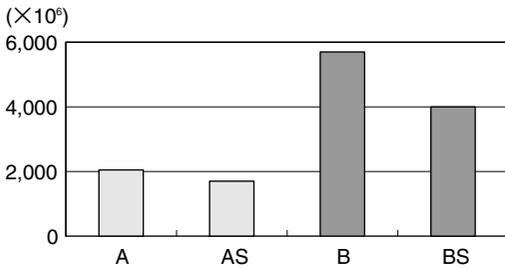


Fig. 4. Total area of detected compounds analyzed by sniffing and GC-MS.

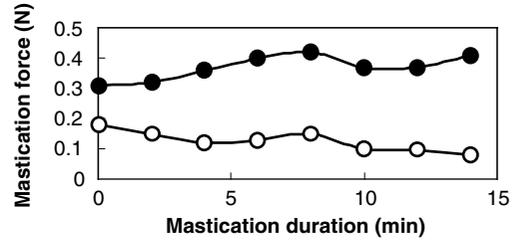


Fig. 5. Changes of masticatory force during mimic mastication.

#### (5) 模擬咀嚼中の咀嚼力測定

咀嚼モデル装置に(2)と同様に試料を充填し、感圧センサー (FlexiForce Economical Load & Force system, ニッタ工業株式会社, Fig. 3) により模擬咀嚼中の咀嚼力を測定した。測定は2回繰り返して行った。

## 結 果

#### (1) ハンバーグ試料の成分組成

調製試料の大きさは直径約5.7 cm, 高さ1.0 cmであった。また、各試料の成分組成はTable 1に示すようになった。BおよびBSは加熱過程において挽肉中に含まれていた脂質が溶出し、原料挽肉に比べて加熱後の調製ハンバーグの脂質含量は減少した。

#### (2) レオメーター測定による破断強度

試料ハンバーグの破断強度は3.5 N (A), 2.9 N (B), 5.2 N (AS), 5.3 N (BS)であった。大豆たん白質無添加のハンバーグでは、脂質含量が高いほど破断強度は低かったが、統計的に有意な差は認められなかった。また、大豆たん白質添加ハンバーグでは脂質含量による破断強度の違いは認められなかった。脂質含量が同じ挽肉を用いたハンバーグの大豆たん白質無添加試料は添加試料に比べて、脂質含量にかかわらず破断強度が有意に低かった ( $p < 0.01$ )。すなわち、大豆たん白質はハンバーグの破断強度を高くする効果が認められた。

#### (3) 官能検査

官能検査の結果、原料挽肉の脂質含量の違いには、粒度感、弾力性、歯ごたえのいずれの項目でも有意差が認められ、大豆たん白質無添加試料のほうが高い得点を示した。また、大豆たん白質無添加試料は添加試料に比べて、粒度感、弾力性、歯ごたえがいずれも有意に低く、一方、多汁性、脂っぽさ、香りの強さは有意に高く評価された。弾力性、歯ごたえの結果はレオメーターによる破断強度の結果と一致する傾向にあった。

Table 1. Component of hamburger steak sample

	A	AS	B	BS
Fujinikkueisu100	—	20%addition	—	20%addition
Protein (%)	25.1	26.7	22.5	24.0
Lipid (%)	20.1	16.7	34.5	29.5

#### (4) 模擬咀嚼中の放散香気

模擬咀嚼中の放散香気測定では、全部で69化合物が検出され、このうち9化合物は大豆添加試料においてのみ検出された。GC-MS分析で検出された香気化合物のピーク総面積をみると (Fig. 4), 原料挽肉の脂質含量が高い試料のほうが値が大きく、これに寄与している化合物はおもにアルデヒド類であった。また、大豆たん白質を添加することにより、放散香気量は減少した。全ての試料において最も多く含まれていた化合物は*n*-hexanalであった。*n*-hexanalは和牛肉、大豆加工品の典型的な香気成分である (松石ら (2004), Arai et al (1970))。

69化合物のうち、45化合物を標準香気化合物を用いて確認した。その内容は以下のとおりであった。アルデヒド類 (C3~C9, C16, (*E*)-2-dodecenal, 2-butyl-2-octenal), アルコール類 (C3, C5~C8, 1-penten-3-ol, 1-octen-3-ol), ケトン類 (2-butanone, 2,3-pentanedione, 2,3-octanedione), 酸類 (acetic acid), ラクトン類 (butyrolactone,  $\gamma$ -nonalactone), ベンゼン化合物 (dimethylbenzene, ethylbenzene, 1,2,3-trimethylbenzene, 1-ethyl-2,3-dimethylbenzene), benzaldehyde, limonene, furfural, dimethyl trisulfide, acetophenoneが認められた。大豆添加試料のみから検出された化合物はmethyl cyclopentane, acetone, 2-pentyl-furan, tetradecane, pyrrol, (*E*)-2-octenal,  $\beta$ -pinene, 4-ethyl-cyclohexanone, phenolであった。

#### (5) 模擬咀嚼中の咀嚼力

模擬咀嚼中の咀嚼力の経時変化を見ると (Fig.5), 大豆たん白質無添加試料と添加試料では傾向が異なり、無添加試料が時間とともに減少するのに対し、

添加試料はほとんど変化が認められなかった。大豆たん白質添加試料の方が破断強度が高いため模擬咀嚼中の崩

壊程度が少ないことが一因と考えられ、このことが、放散香気をより少なくしている原因の一つと考えられた。

## 要 約

粒状組織化大豆たん白質を添加したハンバーガーの咀嚼中放散香気を咀嚼モデル装置を用いて測定した。組織化大豆たん白質添加ハンバーガーの弾力性および硬さは、官能評価において無添加試料に比べて有意に高く評価された。レオメータによる破断強度は、組織化大豆たん白質添加試料の方が統計的に高い値を示した。組織化大豆たん白質添加試料からの放散香気の全量は無添加試料に比べて少なく、この結果は、官能評価の結果とも一致した。組織化大豆たん白質添加および無添加試料より60化合物が検出され、また、組織化大豆たん白質添加試料のみから9化合物が検出された。模擬咀嚼中の咀嚼力は組織化大豆たん白質添加試料のほうが大きな値を示し、咀嚼中の試料崩壊程度の少なさが、放散香気量の少なさにつながった一因と考えられた。

## 文 献

- 1) Arai S et al (1970): N-hexanal and some volatile alcohols; their distribution in raw soybean tissue and formation in crude soy protein concentrate by lipoxidase. *Agri Boil Chem*, **34**, 1420-1423.
- 2) Otake S, Van Ruth SM and Akuzawa R (2006): Flavor release of diacetyl and 2-heptanone from skimmed and full fat milk under mouth conditions. *Food Sci Technol Res*, **12**, 256-260.
- 3) Piggott JR and Schaschke CJ (2001): Release cells, breath analysis and in-mouth analysis in flavour research. *Biomolecular Engineering*, **17**, 129-136.
- 4) Van Ruth SM, Roozen JP and Cozijnsen JL (1995): Changes in flavour release from rehydrated diced bell peppers (*Capsicum annuum*) by artificial saliva components in three mouth model systems. *J Sci Food Agric*, **67**, 189-196.
- 5) 小竹佐知子 (2005): フレーバーリリース研究の最前線、『食感創造ハンドブック』西成勝好, 大越ひろ, 神山かおる, 山本 隆編著, (株)サイエンスフォーラム. pp.393-406.
- 6) 松石ら (2004): 和牛肉と輸入牛肉の香気成分, 日畜会報, **75**, 409-415.