



牛すね肉スープ中の成分および味に及ぼすすじの効果

安部テル子, 佐藤 幸, 玉田あかり
石井邦彦*, 築城文明*

(大分大学教育学部, * 大分県農水産物加工指導センター)

平成8年12月2日受理

Effects of Sinews in Beef Shank on the Chemical Properties and Taste of the Resulting Broth

Teruko ABE, Sachi SATO, Akari TAMADA, Kunihiko ISHII* and Bunmei TSUYUKI*

Faculty of Education, Oita University, Oita 870-11

Oita Prefecture Agricultural and Fishery Products Processing Guidance Center, Oita 879-71

The components and taste of broth prepared from beef shank containing sinews were compared with those of broth from beef shank without sinews.

There were more peptides and gelatin in the sinew-containing broth than in the non-sinew-containing broth, whereas sugar and nucleotides were less in the former than in the latter. A free amino acid analysis indicated more serine, threonine, alanine, glutamine, glutamic acid, aspartic acid, histidine and arginine was in the sinew-containing broth than in the non-sinew-containing broth. However, there was more carnosine and anserine as dipeptides related to taste in the sinew-containing broth.

A sensory evaluation showed that the sinew-containing broth had a stronger umami taste, with less sourness and astringency than the non-sinew-containing broth and that the taste of the former was milder than that of the latter. For the evaluation as a whole, the panelists significantly preferred the sinew-containing broth to the non-sinew-containing broth.

(Received December 2, 1996)

Keywords: beef broth 牛肉スープ, peptide ペプチド, gelatin ゼラチン, free amino acid 遊離アミノ酸, tasty components 呈味成分, sensory evaluation 官能試験.

1. 緒 言

一般に動物のすね肉は、運動の激しい部分であり筋肉の数が多く、結合組織や腱が発達しているため、他の部位の筋肉と区別されている（日本食肉研究会1992）。牛すね肉はシチュウ等長時間の煮込み料理や良質のスープを取る材料として使われている。価格も他の部位に比べ、安価であるが、日常の食生活の中で、意識して使用されることは多くない。

すじとは筋肉の表面を覆っている筋膜や腱膜にいたる結合組織を指している（市川1966）。しかし、すじがすね肉スープの味に貢献する役割については、まだ、明らかにされていない。すね肉はスープストックの材料としてだけでなく、肉そのもののおいしさも味わう

ことができる素材であり、今後積極的に取り入れていきたい食材である。その意味で、すね肉すじの果たす役割を知ることも意義あることと考える。

スープのおいしさは、温度や湿度等の外的な環境、人の体調等とも、強く関係しているが、水溶性成分として溶出した食品成分に直接に関係する。旨味をもたらす成分は、遊離アミノ酸、ヌクレオチド、ペプチド、有機酸、グアニジン化合物等とされるが、近年、牛肉の旨味に関して、ペプチドの呈味性の報告が多くなされている。Yamasaki and Maekawa (1978) は、牛肉のパパイン分解物から、8個のアミノ酸からなり、強い旨味をもつペプチドを単離し、また、石井等 (1995) は分子量1,000 から10,000 のペプチド

が加熱牛肉の酸味を抑制し、まろやかさを増強すると報告している。

牛もも肉を用いたスープストックに関しては、使用する肉の割合、加熱時間、塩による抽出の影響等がすでに、検討されている(三田等 1982; 田島等 1984, 1991)。これらをもとに、本研究は、牛すね肉を用いスープストックを調製し、その基本的な成分を測定し、すね肉スープの成分と味におけるすね肉すじの役割について検討することを目的に行った。

2. 材料および実験方法

(1) スープ調製

牛すね肉は、大分県産豊後牛の、死後約3日目から20日目まで、0~1℃で真空保蔵したものを県経済連から入手した。

すね肉は、筋肉を包む外筋鞘などをできるだけ除去した筋肉の部分(以後すじなし肉と呼ぶ)と、すじ付きの自然のままのすね肉(すじ入り肉と呼ぶ)の2種を試料とした。

肉は1.5 cmの角切りにし、蒸留水100 mlに対し、肉30 gを使用し、20分の浸漬時間後加熱を始め、沸騰までは約20分間、やや強めで、それ以後は、ごく軽く沸騰を続ける程度に火力を調整し、92℃に保持した。途中、水面に浮いてくるあくは、すくい取った。浸漬後、加熱を始めてから、0, 30, 120分後に急冷、濾過後(東洋濾紙No.2を用いた)100 mlにし、試料スープとした。浸漬は室温で行った。

(2) ペプチドの定量

フェノール試薬法(Lowry *et al.* 1951)により600 nmの吸光度から牛アルブミン(ICNA Biochemicals製)を標準とし、計算した。

(3) ヌクレオチドの定量

STS (Schmidt-Thaunhauser-Schneider) 法に準拠し(中島 1982)、過塩素酸(和光純薬製:精密検査用、最終濃度7%)を用い除たんぱく後、260 nmの吸光度から計算した。

(4) クレアチニンおよびクレアチンの定量

アルカリ溶液中で、ピクリン酸を加え、クレアチンピクレートの赤色を530 nmの吸光度から計算した(Plummer 1981)。クレアチンは塩酸酸性下で加熱しクレアチニンに変換し、処理前からの値の差として求めた。標準品としてクレアチン、クレアチニン(Sigma製)を用いた。

(5) 糖質の定量

アンスロン-硫酸法により測定し、グルコース量に換算した(大熊 1976)。

(6) ゼラチンの定量

ゼラチンは試料を酸分解した後ハイドロキシプロリンを定量した(築瀬 1992)。ハイドロキシプロリン量からゼラチン量への換算値は文献(Eastoe and Leach 1977)から7.69とした。*p*-ジメチルアミノベンツアルデヒドは和光純薬製(生化学用)、ハイドロキシプロリンはSigma製を用いた。

(7) 遊離アミノ酸の定量

試料はスルホサリチル酸(最終濃度1.5%)にて除たんぱく後、pH 2.2に調整し、自動アミノ酸分析計(日本電子製、本体:JLC-300, データ処理部:LC 30-DK 20)にかけた。分析にはクエン酸リチウム緩衝液を用い、ニンヒドリン法により570 nmおよび440 nm(プロリンおよびハイドロキシプロリン)の吸光度で測定した。

特に記載していない試薬は和光純薬特級を使用した。

以上の実験はそれぞれ3回繰り返し、その平均を用いた。2時間値は、すじ入り肉とすじなし肉について *t* 検定を行った。

(8) 官能試験

あらかじめ、所定濃度のショ糖液、酒石酸溶液、塩化ナトリウム溶液などで、基本味に対する味覚を確認し、正解率の高い本学部学生、18名を用いて、2点比較法により+3点から-3点までの7段階尺度で採点票に記入させた。

検査項目は、旨味、甘味、酸味、まろやかさ、渋味、総合判断の六項目で、結果はSchefféの解析法により、検定した。供試には、順序の影響がないよう学生半数ずつに対し、逆の順で並べ、試料は、120分加熱したスープに0.6%の食塩を加え、70℃を保ち供した。

3. 結 果

すじ入り肉、およびすじを取った肉からのスープの成分をTable 1に示した。それぞれ加熱時間が長いほど、抽出量は増加していたが、増加の速度には成分により多少の変化が見られた。スープのpHはいずれの肉でも大きな変化はなかった。また、ゼラチン以外の成分は、室温における20分間の浸漬によっても抽出された。

(1) ペプチド等

室温での浸漬においてもかなりの量のペプチドが抽

牛すね肉スープ中の成分および味に及ぼすすじの効果

Table 1. Changes in components of the broth prepared from beef shank after various cooking times

	Shank with sinews (mg/g of meat)			Shank without sinews (mg/g of meat)			Level of significance
	0 min	30 min	120 min	0 min	30 min	120 min	
pH	6.08 (0.01)	6.24 (0.05)	6.37 (0.10)	6.13 (0.05)	6.29 (0.02)	6.24 (0.07)	
Peptide	0.96 (0.21)	1.23 (0.16)	3.80 (0.16)	1.10 (0.12)	0.86 (0.44)	2.69 (0.29)	**
Nucleotide	0.17 (0.03)	0.96 (0.14)	1.14 (0.16)	0.22 (0.02)	1.26 (0.15)	1.51 (0.21)	
Creatine	0.12 (0.01)	0.56 (0.05)	0.71 (0.05)	0.17 (0.03)	0.85 (0.07)	0.95 (0.14)	*
Creatinine	0.01 (0.01)	0.08 (0.01)	0.35 (0.00)	0.02 (0.01)	0.14 (0.03)	0.45 (0.02)	*
Sugar	0.10 (0.02)	0.50 (0.18)	0.77 (0.07)	0.19 (0.02)	0.82 (0.11)	0.91 (0.02)	*
Gelatine	0	0.29 (0.09)	1.52 (0.04)	0	0.20 (0.00)	0.81 (0.02)	**

Beef shank with or without sinews was cooked in boiling water for the defined time after 20 min of soaking at room temperature. Asterisks show the significant difference level analyzed by a *t*-test for the components in the broth cooked for 120 min. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

出され、0分および30分加熱では、すじなし肉からのスープに、2時間加熱ではすじ入り肉からのスープに多く ($p < 0.01$) 抽出された。

(2) ヌクレオチド

すじ入り肉、すじなし肉とも30分の加熱で120分加熱の約84%が抽出された。全体として、すじなし肉からのスープの方が、すじ入り肉からのものよりも多く溶出した。

(3) クレアチンおよびクレアチニン

両成分とも、加熱時間とともに抽出量は増加し、すじなし肉からのスープの方が、クレアチン ($p < 0.05$)、クレアチニン ($p < 0.01$) とともにその量は多くなった。

(4) 糖

スープ中の糖量は加熱時間とともに増加し、すじなし肉からのスープの方が多かった ($p < 0.05$)。

(5) ゼラチン

コラーゲンからのゼラチンの溶出は、すじ入り肉とすじなし肉を比べると加熱30分後では大きな差はないが、2時間加熱ではすじ入り肉からのスープの方がすじなし肉に比べて、顕著に多かった ($p < 0.01$)。

(6) 遊離アミノ酸およびジペプチド

遊離アミノ酸およびジペプチドの量を Table 2 に示した。これらの物質の総量はほとんど同じであったが、それぞれの成分に関してはかなりの違いが見られた。アミノ酸の呈味性については、山野と山口 (1994) によれば、グルタミン、セリン、アラニン、リジンは甘味をもち、グルタミン酸、アスパラギン酸は酸味をもつアミノ酸であるとされる。これらのアミノ酸はいずれも筋入り肉からのスープに多く存在した。また苦味

をもつアミノ酸である、ヒスチジンやアルギニンもすじ入り肉からのスープに多かった。オルニチンはすじ入り肉スープから多く検出された。一方、味と関係あると考えられているジペプチド、カルノシンやアンセリンはすじなし肉のスープから顕著に多く検出された。

(7) 官能試験

官能試験の結果を Table 3 に示した。すじ入り肉からのスープで旨味 ($p < 0.01$)、まろやかさ ($p < 0.05$) は有意に強く感じられ、酸味 ($p < 0.01$) や、渋味 ($p < 0.01$) は、すじなし肉スープで顕著に強く感じられた。

総合的には、すじ入り肉スープが有意に好まれた ($p < 0.01$)。

4. 考 察

すね肉すじが存在することにより、スープの成分として、ペプチドおよびゼラチン量が多くなり、反対に、すじを取り除き筋肉の割合を多くすることにより、核酸、糖、クレアチン、クレアチニン量が多くなった。また、すね肉すじが味に果たす役割は、旨味、まろやかさを増し、酸味、渋味を抑制する効果である。これは、石井等 (1995) が報告している分子量1,000から10,000のペプチドがもつ効果と一致している。さらに、すね肉すじは、溶出成分としてグルタミン酸、アスパラギン酸等の遊離アミノ酸を顕著に増加させている。すじなし肉スープの方が、核酸やグアニジン化合物の含量は幾分多いにもかかわらず、すじ入り肉スープの旨味が強く感じられる原因の一部は、これらの増加したペプチドやゼラチンおよび上記遊離アミノ酸に

Table 2. Free amino acids and dipeptides in the broth prepared from beef shank with or without sinews

	(nmol/ml)		
	With sinews	Without sinews	Level of significance
Thr	108.61	59.57	*
Ser	152.92	93.92	*
Asn	20.90	12.74	
Gln	827.64	228.59	*
Gly	337.00	227.43	
Ala	1,210.77	703.33	*
Lys	129.31	83.80	
Asp	51.15	9.68	
Glu	181.60	77.33	*
Val	79.30	72.39	
Met	26.14	30.39	
Ile	53.41	44.81	
Leu	87.64	79.63	
Phe	34.59	36.20	
His	70.23	41.14	
Arg	107.79	69.39	
Tyr	33.00	34.98	
Orn	177.92	45.94	**
3M-His ¹⁾	16.44	10.05	*
Ans	320.81	897.06	
Car	1,667.83	2,900.22	
Tau	1,533.10	1,391.05	
Total	7,228.09	7,149.63	

The 120-min broth in Table 1 was analyzed. Asterisks have the same meaning as these in Table 1. ¹⁾ 3-Methyl histidine.

よると考えられる。グルタミン酸とアスパラギン酸は酸味を感じさせるアミノ酸であるが、それらのナトリウム塩は、強い旨味をもつことが知られている。スープにおける pH 6.3 付近では、カルボン酸は、少なくとも 1 個は解離しており、ナトリウムイオンが共存すれば塩を形成し、旨味を発現している可能性も強い。

三上等 (1995) は異なる筋肉から調製した牛肉ホモジネート中の遊離アミノ酸量の、熟成による変化を測定しているが、脚部の筋肉、大腿二頭筋と半膜様筋とを比べると、一般にスレオニン、セリン、アスパラギン、グルタミン酸やアラニン等のアミノ酸は半膜様筋ホモジネートに多い。今回、すね肉すじの存在は、スレオニン、セリン、グルタミン、アラニンなどの甘味性アミノ酸を増加させた。一方、グルコースに換算した還元糖としての糖の溶出は、すじなし肉スープの方に多く、官能試験において、甘味に差がなかった。これは一方で、糖の濃度が検知限度以下であったこと、そして一方では、甘味性アミノ酸の増加にもかかわらず、多量に存在するペプチドやゼラチンにより、味覚が抑制されたためと推測される。

カルノシンやアンセリンには pH 緩衝能がある (須山と清水 1982)。すじ入り肉、すじなし肉からの 2 種のスープともにそれらが多量に抽出されていることから、実測 pH には大きな違いはなかった。カルノシンやアンセリンは筋肉中に多く存在することが知られており、本研究では筋肉の割合の多いすじなし肉からのスープに顕著に多く検出された。須山と清水によれば、カルノシンのコンソメスープに対する添加効果は pH によって異なり、pH 5.7 では添加によって酸味が増加し、pH 6.8 では、はっきりした効果はないと報

Table 3. Sensory evaluation of the beef broth

Sensory attribute	F-value for main effect		Level of significance
	With sinews	Without sinews	
Umami	+0.47	-0.47	**
Sweetness	+0.03	-0.03	
Sourness	-0.67	+0.67	**
Mildness	+0.36	-0.36	*
Astringency	-0.36	+0.36	**
Overall evaluation	+0.44	-0.44	**

Each broth was prepared by heating the beef shank with or without sinews in boiling water for 120 min. Results were analyzed by using Scheffé's method and are assigned as below. *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

牛すね肉スープ中の成分および味に及ぼすすじの効果

告している。2時間加熱したすじ入り肉スープのpHは6.37, すじなし肉スープはpH 6.24であった。すじなし肉スープで特に強く感じられた酸味の原因の一部がカルノシンである可能性も否定できない。また、牛肉中の乳酸がスープ中に抽出される (Nishimura *et al.* 1988) ことから、すじなし肉スープの酸味は、乳酸量に影響されると考えられるが、さらに今回すじ入り肉から顕著に多く抽出されたペプチドによる、酸味の抑制効果 (石井等 1995) であることも推測される。

田島等 (1991) はもも肉を用いたスープでは分子量10,000から18,000のたんぱく質が多く溶出していると報告している。また、Yamasaki and Maekawaは (1980) 牛肉のパパイン分解物から単離された、デリシャスペプチドに関して、2個のアミノ酸を除くことにより、酸味が強くなるとしている。すじ入り肉スープの強い旨味や、すじなし肉スープの顕著に強い酸味の由来を知ることからも、すじ入り肉スープやすじなし肉スープから抽出されたペプチドやゼラチンの分子量や、そのアミノ酸組成の解析は、今回測定しなかった乳酸の溶出量の定量とともに今後の課題である。

5. 要 約

牛すね肉スープにおけるすじの効用を明らかにするため、すね肉からすじを除いた肉およびすじ入りの肉からとったスープのペプチド、核酸、ゼラチンや遊離アミノ酸等の成分を測定し、味覚試験の結果と合わせ、比較検討した。その結果次のことが明らかになった。

(1) 牛すね肉すじの入ったスープはすじを除いた肉からとったスープに比べ、ゼラチン、ペプチドの溶出が多く、逆に、クレアチニン、クレアチン、核酸および糖は、すじを除いた肉から取ったスープの方に多く検出された。

(2) 遊離アミノ酸量は、セリン、スレオニン、グルタミン、アラニン、グリシン、アスパラギン酸、グルタミン酸、ヒスチジン、アルギニンはすじ入り肉のスープに多く存在した。一方、味と強く関係あるとされるジペプチド、カルノシン、アンセリンはすじなし肉から多く抽出された。

(3) 味覚試験では、すじ入り肉からのスープの方が旨味、まろやかさが強く感じられ、すじなし肉スープは酸味、渋味が顕著に強く感じられた。総合的には1

%の危険率で有意にすじ入り肉の方が好まれた。

引 用 文 献

- Eastoe, J.E., and Leach, A.A. (1977) *The Science and Technology of Gelatin*, Academic Press, London, 85
- 市川 収 (1966) 『食品組織学』, 光生館, 東京, 64
- 石井克枝, 西村敏英, 沖谷明紘, 田村紀子, 畑江敬子, 島田淳子 (1995) 加熱牛肉の呈味形成におけるペプチドの役割, 家政誌, **46**, 307-312
- Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., and Randall, R.J. (1951) Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent, *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275
- 三上正幸, 長尾真理, 関川三男, 三浦弘之 (1995) 異なる筋肉部位から調製した牛肉ホモジネート保存中におけるペプチド量および遊離アミノ酸量の変化, 日畜会報, **66**, 630-638
- 三田コト, 青柿節子, 吉松藤子 (1982) 牛肉スープストックに関する研究—肉使用量と加熱時間が成分溶出に及ぼす影響—, 家政誌, **33**, 235-349
- 中島 真 (1982) 『食品分析法』 (日本食品工業学会食品分析法編集委員会編), 光琳, 東京, 563-566
- 日本食肉研究会 (編) (1992) 『食肉用語辞典』, 新增補版, 食肉通信社, 大阪, 178
- Nishimura, T., Rhue, M.R., Okitani, A., and Kato, H. (1988) Components Contribution to the Improvement of Meat Taste during Storage, *Agric. Biol. Chem.*, **52**, 2323-2330
- 大熊誠一 (1976) 『生化学実験講座 糖質の化学』 (日本生化学会編), 東京化学同人, 東京, 370-371
- Plummer, D.T. (廣海啓太郎, 毛利香耶子, 小林クリスティーナ, 井上國世, 井上省子共訳) (1981) 『実験で学ぶ生化学』, 化学同人, 京都, 102
- 須山三千三, 清水哲二 (1982) カルノシンとそのメチル化合物の緩衝能と呈味性, 水産誌, **48**, 89-95
- 田島真理子, 三橋富子, 妻鹿絢子, 矢野淳子, 荒川信彦 (1984) スープストックおよびあく中のタンパク質成分の由来について, 家政誌, **35**, 161-164
- 田島真理子, 妻鹿絢子, 三橋富子, 荒川信彦 (1991) 肉スープストック中のタンパク質に及ぼす加熱温度と塩の影響, 家政誌, **42**, 877-880
- 山野善正, 山口静子 (1994) 『おいしさの科学』, 朝倉書店, 東京, 50-55
- Yamasaki, Y., and Maekawa, K. (1978) A Peptide with Delicious Taste, *Agric. Biol. Chem.*, **42**, 1761-1765
- Yamasaki, Y., and Maekawa, K. (1980) Synthesis of a Peptide with Delicious Taste, *Agric. Biol. Chem.*, **44**, 93-97
- 築瀬正明 (1992) 『食品分析法』 (日本食品工業学会食品分析法編集委員会編), 光琳, 東京, 697