

一般論文

## 牛肉への海藻類添加が食味官能評価に与える影響

山中麻帆・平山琢二・盧 尚建<sup>1</sup>・林 英明<sup>2</sup>・加藤和雄<sup>1</sup>  
鈴木啓一<sup>1</sup>・及川卓郎<sup>3</sup>

滋賀県立大学環境科学部・<sup>1</sup>東北大学農学部・<sup>2</sup>酪農学園大学獣医学部・<sup>3</sup>琉球大学農学部

(受付 2017 年 6 月 7 日；受理 2017 年 8 月 22 日)

**要 約** 食味試験に関して予備知識ならびに特に訓練を受けていない一般の学生計 54 名（男性：33 名，女性：21 名）を対象に，ワカメ粉末およびコンブ粉末を添加した市販牛肉の食味試験を実施し，海藻類の添加が牛肉の食味官能評価に与える影響について検討した．硬さ，味，多汁性，香り，あぶらっこさおよび総合評価の計 6 項目について，それぞれ 5 段階で評価させた．いずれの評価項目においてもワカメ粉末を添加した肉が無処理の肉に比べ有意に高く評価された．あぶらっこさの項目以外の硬さ，味，多汁性，香りおよび総合の項目において，ワカメ粉末を添加した肉がコンブ粉末を添加した肉に比べ有意に高く評価された．コンブ粉末を添加した肉は無処理の肉に比べいずれの評価項目においても高くなる傾向はみられたものの有意な差は認められなかった．このことから，牛肉への海藻類，特にワカメの添加は食味改善において有効であると示唆された．

日本暖地畜産学会報 60(2): 129-133, 2017

**キーワード**：海藻類，官能評価，牛肉，コンブ，ワカメ

### 緒 言

わが国における牛肉消費量は，平成 13（2001）年に国内で平成 15（2003）年に米国で発生した BSE の影響を受け減少したが，その後現在まで漸増している状況にある（農林水産省 2010；森田と小林 2016）．その一方で，比較的安価な輸入牛肉の需要が強まったこともあり，近年国内で消費される牛肉の約半数を輸入牛肉が占めている（農林水産省 2010）．また，近年の健康志向から霜降り牛肉よりもヘルシーとされる赤身牛肉を好む傾向が強くなり，国産牛肉でも赤身中心の牛肉の需要が高まっている（佐々木ら 2006）．一般的に赤身牛肉は，アミノ酸含量が豊富なことから味わいは楽しめるものの，筋肉質なため口当たりが硬いとされ（西海 2017），焼肉やステーキなど，肉を直接楽しむよりもカレーやシチューなど煮込み料理などで食される場合が多い．また，近年では，輸入牛肉や赤身牛肉に下処理を施しステーキなどでも軟らかく食される工夫が民間的に広く行われている．その中でも糖類による漬け込みやコンブ粉末などを振りかけることで，比較的硬い牛肉を軟らかくし，口当たりを改善する方法が民間的に広く知られている．牛肉を加熱した際のアミノ酸と糖のメイラード反応による牛肉独特の香りの増強反応などが報告されているが（板倉ら 2010），海藻類の添加に関連した報告など，牛肉の美味しさの増強に関連した報告は少ない．

海藻類は，アオサや海ブドウなどの緑藻，モズク，ワカメおよびコンブなどの褐藻，ノリやテングサなどの紅藻に大別される．日本は海に囲まれ，古代より海から多くの恵みを受けてきており，魚，貝などに加え

海藻類が貴重な食料として重宝されてきた．国内で消費される海藻はノリ，ワカメ，コンブおよびヒジキの順で多い（佐藤 2002）．また，海藻類にはアミノ酸や粘性多糖類などの機能性成分が含まれており（高木ら 1967；三好ら 2013；前田ら 2014），旨味増強や保水効果などが確認されている（柏柳 2006；山中と小川 1998）．特にコンブはグルタミン酸を多く含み（東口ら 2005），牛肉の美味しさ増強などを目的にコンブ粉末を添加調理することが民間的に行われている．ワカメはフコイダンやアルギン酸などの粘性多糖類を多く含有している点で（福島ら 2005），牛肉に添加した際の硬さ改善が見込まれる．コンブやワカメを牛肉に添加することで，食味を改善する方法は民間的に行われる場合はあるが，科学的に食味改善効果について検討した報告は少なく，今後，脂肪交雑が少ない輸入牛肉や硬いと評価される場合が多い赤身部位などの食味改善を考える上で，このような民間的手法について消費者目線に立って検証することは重要な課題の一つである．

消費者の食味を検討する手法の一つに官能評価試験がある．一般的に官能評価試験は，食味について訓練されたパネルを用いる分析型官能評価と一般消費者を用いる消費者型官能評価に大別される（鈴木ら 2008；日本食肉消費総合センター・家畜改良センター 2005）．分析型官能評価は，食肉が持つ特徴を明らかにすることを目的として行うのに対し，消費者型官能評価は，嗜好型官能評価とも呼ばれ，どういった人達はその食肉を嗜好するかを明らかにすることを目的として行う場合が多い．従って，訓練を受けたパネルと一般消費

者を用いた食味試験の結果は比較できず、その試験の目的によって区別する必要がある。このようなことから、民間的に行われている牛肉への海藻類添加による食味改善を評価しようとする場合、一般の消費者を対象に食味試験を実施し検討する必要がある。

本試験では、食味試験に関して予備知識ならびに特に訓練を受けていない男性および女性を含めた一般消費者を対象に、一般的な市販赤身牛肉にワカメおよびコンブ粉末を添加し調製した牛肉を供試牛肉として、食味試験を実施した。

## 材料および方法

### 1. 供試牛肉と調理

供試牛肉には、1 cm 角でカットされた市販牛肉 [29 ヶ月齢交雑種雄牛の内モモ部位 (半膜様筋および大腿薄筋) で極めて脂肪交雑の少ない赤身部分肉] を用いた。供試牛肉は、食味試験前日まで冷凍保存し、前日朝から1日間冷蔵下 (約5°C) で解凍処理した。解凍後、市販のコンブ粉末およびワカメ粉末を湿重量の4%添加した牛肉を調製し、24時間冷蔵下で添加した (無処理肉、コンブ添加肉およびワカメ添加肉)。食味試験当日、3種類の供試牛肉 (各約500 g) は流水下で表面を洗うことで、海藻類自体の食味評価への影響を可能な限り避けた。その後、供試牛肉は市販ホットプレートを用いて調理しパネルに提供した。食肉の調理は、(財)日本食肉消費総合センターおよび(独)家畜改良センターが提供する「食の官能評価ガイドライン」に準じてホットプレート表面温度約220°Cで、両面それぞれ約60秒ずつ焼いた [(財)日本食肉消費総合センター・(独)家畜改良センター 2005]。また、3種類の肉が同時に調理されるようにし、平山ら (2013) の方法に準じ供試牛肉を約1 cm 角 (約7 g) でカットし、味付けをせずにパネルに提供した。

### 2. 食味試験

パネルには、食味などに関する訓練を受けた経験のない年齢19~23歳の学生パネル男女計54名 (男性:33名, 女性:21名) を抽出した。今回の調査で行ったパネルの嗜好性について、鶏肉を好むパネルは25名で最も多く次いで牛肉17名, 豚肉6名の順で、それ以外が6名であった。パネルには、供試牛肉の説明およびアンケート内容について説明し、供試牛肉 (無処理肉、コンブ添加肉およびワカメ添加肉) を、それぞれ1カットずつ食味させた。食味試験中、それぞれの肉の官能評価が終了した時点で次の肉の官能評価を

行う前に、市販の水で口腔内を洗浄させ前肉の風味が口腔内に残留しないようにした。各牛肉の官能評価後1分以内にアンケートの記入を行った。また、全パネル同時に官能評価を実施したが、両隣のパネルの肉ラベルが同一にならないようにし、アンケート結果を参考にできないように工夫した。アンケートでは肉の食感 (硬さ, 多汁性およびあぶらっさの3項目)、食味 (味および香りの2項目) および総合評価の計6項目について、それぞれ「悪い」、「少し悪い」、「普通」、「少し良い」、「良い」の5段階で評価させた。得られた結果について、それぞれの項目において悪い:-2点, 少し悪い:-1点, 普通:0点, 少し良い:1点, 良い:2点として集計した。

### 3. データ解析

データの統計処理は、硬さ, 味, 多汁性, 香り, あぶらっさおよび総合評価のそれぞれの項目について、供試牛肉の種類, パネルの性別および年代を要因として統計解析を行った。分析には、統計分析システム SAS/STAT (SAS institute 2011) の混合モデルプロセジャーである MIXED を用いた。混合モデル分析で仮定した線形モデルは、下記の線形モデルである。

$$Y_{ijklm} = S_i + F_j + T_k + u_l + b \times A_l + e_{ijklm},$$

ただし、 $Y_{ijklm}$ : 硬さ, 味, 多汁性, 香り, あぶらっさおよび総合評価のスコア値,  $S_i$ :  $i$  番目の性に共通な効果 (2分類: 男性, 女性),  $F_j$ :  $j$  番目の嗜好性に共通な効果 (5分類: 鶏肉好き, 豚肉好き, 牛肉好き, すべての肉種, その他),  $T_k$ :  $k$  番目の処理効果 (3分類: 無処理, コンブ添加処理, ワカメ添加処理),  $u_l$ : サブクラス内の1番目の個人に共通な変量効果,  $b$ : 1次偏回帰係数,  $A_l$ : 各個人の年齢の共変量 (19~23歳),  $e_{ijklm}$ : 変量残差である。

線形モデル中の母数効果に対する有意性検定 (タイプⅢ) を行った後、各母数効果の最小2乗平均値 (LSM) について多重比較検定を行った。多重比較検定には Tukey-Kramer による補正法を用い、有意確率を算出した。各変量効果の分散推定値は、ニュートン-ラフソナルゴリズムによる REML 法により推定した。

## 結果および考察

今回の食味試験の統計結果を表1に示した。年齢の違いによって多汁性および総合評価の項目で有意な差が認められた。性の違いはあぶらっさの項目で有意な差が認められた。肉の好みの違いによって味の項目で有意な差が認められた。添加剤の違いによって全て

表 1. 各評価項目における主効果

	DF	硬さ	味	多汁性	香り	あぶらっさ	総合
年齢	1	0.77	3.50	4.56*	0.82	0.24	4.59*
性別	1	0.14	0.61	0.89	0.63	5.31*	0.08
好み	4	1.68	2.62*	2.16	2.34	1.12	2.44
添加剤	2	4.73*	5.75**	7.18**	3.85*	4.71**	7.48***

有意性: \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$

表 2. 各評価項目に対するパネルの個体差

	硬さ	味	多汁性	香り	あぶらっこさ	総合
パネル	0.19	0.16	0.18	0.28	0.33	0.10
残差	0.94	0.83	0.76	0.67	0.72	0.80
合計	1.14	0.99	0.95	0.95	1.05	0.90
割合 (%)	17.16	15.87	19.32	29.18	31.27	11.05

割合: パネル/合計

の評価項目で有意な差が認められた。表 2 に今回の食味試験におけるパネルの個人差の大きさについて示した。あぶらっこさおよび香りの項目で個人差が大きくなる傾向がみられ、多汁性、硬さ、味および総合評価の順に個人差が小さくなる傾向がみられた。あぶらっこさの感じ方は、一般的に男女間で大きく異なることが指摘されていることから (中井ら 1987; 板倉ら 2010)、今回の個人差の大きさは男女間での差が個人差として示された可能性がある。一方、香りはその種類も多く快・不快の感じ方が、他の味や硬さなどに比べ個人差がもっとも大きいとされている (樋口ら 2002; 山口 2012)。今回の調査では総合評価の項目で個人差がもっとも小さくなっており、味や硬さなどの評価項目が協働することで個人差が小さくなったものと考えられる。表 3 にパネルの年齢と評価の関係について示した。多汁性および総合評価の項目で有意な負の相関関係が認められた。すなわち、今回の調査から、加齢する毎に供試牛肉の多汁性および総合評価が低下することが示唆された。一般に人は成長に伴い食味経験は豊富になるが、食味の正答率は 20 および 60 歳代よりも 30 および 40 歳代が高くなるとの報告もある (全国肉用牛振興基金協会 2007)。そのことは、20 歳代では食味経験が不十分である可能性を示している。今回の調査ではパネルの全員が 20 歳代であり、そのことがこのような結果に繋がった可能性もあり、今後、パネルの年齢幅を上げるなど詳細に検討する必要がある。

今回の調査では、いずれの供試牛肉においてもあぶらっこさの項目で男性は女性に比べ有意に好ましいと評価した ( $P < 0.05$ )。一般に食肉のあぶらっこさは、女性は健康志向などから敬遠する 경우가多く (田中ら 2010)、それらが反映した結果と考えられた。また、評価項目の個人差があぶらっこさの項目がもっとも高くなっていったことも、男女差を反映した結果と考えられた。図 1 にコンブおよびワカメで添加処理した供試牛肉に対する各評価を示した。あぶらっこさの項目以外、ワカメ粉末を添加した肉がコンブ粉末を添加した肉に比べ有意に高く評価された。逆にコンブ粉末を添加した肉は無処理の肉に比べいずれの評価項目においても高くなる傾向はみられたものの有意な差は認められなかった。ワカメはコンブに比べ粘性多糖類であるアルギン酸含量が多いことが知られている (山中と小川 1998)。多糖類は肉の保水力や硬さを改善す

表 3. パネルの年齢と評価の関係

	偏回帰係数±SE	P 値
硬さ	—	n.s.
味	—	n.s.
多汁性	-0.25±0.12	0.04
香り	—	n.s.
あぶらっこさ	—	n.s.
総合	-0.23±0.11	0.03

ることが報告されており (林 2009)、ワカメに含まれるアルギン酸が肉の硬さ改善に影響した可能性がある。その一方でコンブはヨウ素や粘性物質の粘度がワカメに比べ高いことが報告されている (安達ら 1978; 山中と小川 1998)。さらに味に関して、コンブはワカメに比べグルタミン酸などうま味に関連するアミノ酸が多く含まれている (香川 2008)。今回の調査では、コンブ粉末を添加した場合、無処理肉に比べ食味が改善される傾向が見られたものの、ワカメ粉末を添加した場合の評価よりも低く評価されており、コンブとワカメの食味へ与える影響に大きな違いが認められた。一般にグルタミン酸を多く含有するコンブを味の改善で添加用に用いられているが、今回の調査ではグルタミン酸含量が低いとされるワカメを添加した場合の味の評価が有意に高くなり、民間的に用いられる肉の食味改善法について、海藻類の種類によって異なる影響がある可能性が示された。

本試験では、あぶらっこさの項目において、ワカメおよびコンブ粉末のいずれを添加した場合でも男性が女性より有意に好ましいと評価した。いずれの評価項目においてもワカメ粉末を添加した肉が無処理の肉に比べ有意に高く評価された。さらに、あぶらっこさの項目以外、ワカメ粉末を添加した肉がコンブ粉末を添加した肉に比べ有意に高く評価された。逆にコンブ粉末を添加した肉は無処理の肉に比べいずれの評価項目においても高くなる傾向がみられたものの有意な差は認められなかった。今回の試験において、ワカメ粉末を添加することがコンブ粉末を添加するよりも食味改善効果が明瞭であったことが興味深く、今後、詳細に検討する必要がある。また、このような食味改善

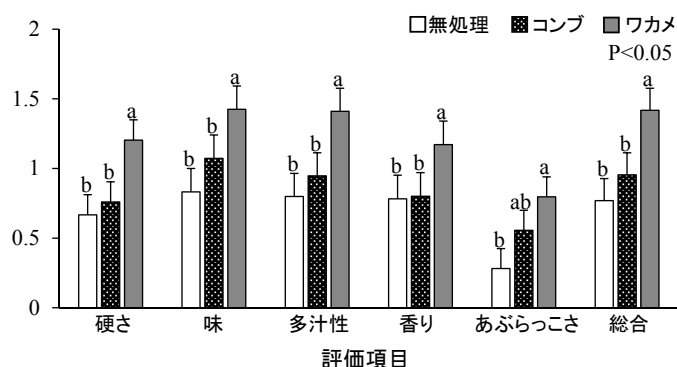


図 1. 各評価項目における添加剤の影響

作用を近年鳥獣害対策で問題となっている捕獲駆除した野生動物の利用（香嶋ら 2005; 吉村ら 2011; 船津ら 2015）に関連して、脂肪交雑が少なく硬いと評価されるシカ肉（吉村ら 2013）などの食味改善への活用も期待されることから、牛肉以外での利用についても検討する必要がある。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、食味試験にパネルとしてご協力賜りました方々に深く感謝の意を表します。

## 文 献

- 安達修一・松江睦子・川井英雄・細貝祐太郎・二宮隆博・岡田太郎. 1978. 海藻中のヒ素, セレン, フッ素およびヨウ素含有量について. 食品衛生学雑誌, 19(5): 491-495.
- 福島正子・佐藤理栄・竹山恵美子・松本 孝. 2005. 食物繊維のアルミニウム結合能に及ぼす pH の影響. 日本家政学会誌, 56(1): 23-29.
- 船津保浩・宮内千枝・川上 誠・石下真人. 2015. 醤油醸造技術を用いて調製したエゾシカ醬の品質特性. 日本畜産学会報, 86(1): 53-61.
- 林 良純. 2009. カラギナンの特性と利用法. 繊維学会誌, 65(11): 412-421.
- 東口みづか・佐々木弘子・松本仲子・菅原龍幸. 2005. 精進出し汁の呈味特性と調理適性. 日本食生活学会誌, 15(4): 253-260.
- 樋口貴広・庄司 健・畑山俊輝. 2002. 香りを記述する感覚形容語の心理学的検討. 感情心理学研究, 8(2):45-59.
- 平山琢二・北内 毅・眞榮田知美・藤原 望・平川守彦・及川卓郎. 2013. 長期肥育和牛肉の食感および食味に関する官能評価について. 日本暖地畜産学会報, 56(1): 67-71.
- 板倉弘重・柴田 博・高田明和・松川 正. 2010. 牛肉の魅力. (財)日本食肉消費総合センター. 8-65.
- 香川芳子監修. 2008. 「五訂増補日本食品標準成分表 2009 資料編」. pp. 134-135. 女子栄養大学出版部. 東京.
- 香嶋章子・徳田正樹・小松伸夫・神崎悠梨. 2005. シカ肉を利用した加工品の開発. 大分県農水産物加工総合指導センター研究報告, 1-5
- 柏柳 誠. 2006. 味覚の生理学. 口腔・咽頭科, 18(2): 207-215.
- 前田陽一・柴田 潔・長谷川和清・荒井千明. 2014. 日本産海藻に含まれる多糖類の溶血阻害作用. 日本歯科大学紀要, 43: 35-39.
- 三好雅之・阿部 直・笠木 健・平松喜美子・池田 匡. 2013. モズク由来高分子フコイダンの腸蠕動に及ぼす影響. 米子医学雑誌, 64(3): 69-77.
- 森田幸雄・小林光士. 2016. わが国の食肉・食鳥肉の衛生状況. 日本獣医師会雑誌, 69(11): 695-701.
- 中井博康・池田敏雄・安藤四郎・小堤恭平・田村久子・荒牧秀俊. 1987. 市場牛肉質性状の実態調査. 畜産試験場年報, 25: 151-162.
- (財)日本食肉消費総合センター・(独)家畜改良センター編. 2005. 食肉の官能評価ガイドライン. 64-73.
- 西海理之. 2017. 圧力で肉が軟化?—食肉の高圧物性変換技術の開発—. 高圧力の科学と技術, 27(1): 49-59.
- 農林水産省. 2010. 平成 22 年版食料・農業・農村白書. 佐伯印刷. 東京.
- 佐々木啓介・三津本 充・合崎英男. 2006. 牛肉購入時における消費者の着目点の分類. 日本畜産学会報, 77(1): 67-76.
- SAS Institute Inc. 2011. Base/STAT SAS® 9. 3 User's Guide, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- 佐藤純一. 2002. 海藻加工品. 堀輝三・大野正夫・堀口健雄編. 日本藻類学会, 140-142.
- 鈴木一好・染井英夫・田島敏夫. 2008. 稲発酵飼料を給与した牛肉の官能評価. 千葉県畜産総合研究センター研究報告, 8: 61-66.
- 高木光造・大石圭一・奥村彩子. 1967. 数種海藻の遊離アミノ酸組成について. 日本水産学会誌, 33(7): 669-673.
- 田中幸久・岡野 淳・関根一則・野村 蘭・湯浅麻奈美・米久保明得・清水精一. 2010. 日本人の脂肪摂取と肥満. オレオサイエンス, 10(10): 383-392.
- 山口静子. 2012. 官能評価とは何か, そのあるべき姿. 化学と生物, 50(7): 518-524.
- 山中なつみ・小川宣子. 1998. メカブより溶出する粘性物質の理化学的特性. 日本調理科学会誌, 31(1): 2-6.
- 吉村美紀・大矢 春・藤村 庄・渡辺敏郎・横山真弓. 2011. 天然シカ肉加工品の物性および嗜好性に及ぼす多穀麹添加の影響. 日本食品科学工学会誌, 58(11): 517-524.
- 吉村美紀・加藤陽二・新田陽子・横山真弓. 2013. 兵庫県丹波地域におけるニホンジカ肉の栄養特性. 日本栄養・食糧学会誌, 66(2): 95-99.
- (一社)全国肉用牛振興基金協会. 2007. びーふキャトル <協会だより> 全共会場で牛肉食味試験. 10: 20-21 [引用 2017 年 5 月 28 日] URL: [http://www.nbafa.or.jp/library/beefcattle\\_10.html](http://www.nbafa.or.jp/library/beefcattle_10.html)

# Abstract

## Sensory Study of the Effect of Seaweed Addition on Beef

Maho YAMANAKA, Takuji HIRAYAMA, Sang-Gun ROH<sup>1</sup>, Hideaki HAYASHI<sup>2</sup>,  
Kazuo KATOH<sup>1</sup>, Keiichi SUZUKI<sup>1</sup>, Takuro OIKAWA<sup>3</sup>

*School of Environmental Science, University of Shiga Prefecture, Japan*

<sup>1</sup>*Department of Animal Physiology, Tohoku University, Japan*

<sup>2</sup>*Faculty of Veterinary Medicine, University of Rakuno Gakuen, Japan*

<sup>3</sup>*Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, Japan*

Correspondence: Takuji HIRAYAMA

(TEL: +81(0)749-28-8333, E-mail: hirayama.t@ses.usp.ac.jp)

In this research, sensory research was carried out in order to investigate the consumer palatability for the beef processed by a Wakame or Kombu. The beef was investigated by panel test which consisted of 54 ordinary consumers (33 male, 21 female). Sensory research was carried out using a questionnaire about toughness, taste, juiciness, flavor, greasiness and aggregate score of the meat, where each question was made of five choices. Evaluation of greasiness was significantly higher among males than females in all processing conditions ( $P < 0.05$ ). The beef processed by Wakame was evaluated significantly higher than the beef of no processing in all evaluation items ( $P < 0.05$ ). The beef processed by Wakame was evaluated significantly higher than the beef processed by Kombu in toughness, taste, juiciness, flavor and aggregate score ( $P < 0.05$ ). Conversely, the beef processed by Kombu was evaluated higher than the beef of no processing in all evaluation items, but it is not significant differences. The beef processed by seaweed, especially Wakame, was considered to be effective in improving taste.

*Journal of Warm Regional Society of Animal Science, Japan 60(2): 129-133, 2017*

**Keywords:** beef, Kombu, seaweed, sensory study, Wakame