

異なる品種のサルナシの果汁が日本短角種牛肉の テクスチャー特性および保水性に及ぼす影響

村元隆行¹・角田智哉¹・吉田英生¹

¹岩手大学農学部, 盛岡市 020-8550

(2021. 3. 9 受付, 2021. 5. 14 受理)

要約 異なる品種(軽米, 五戸, 月山, および一才)のサルナシの果汁の塗布が日本短角種牛肉(n=7)のテクスチャー特性および保水性に及ぼす影響について検討を行った。サルナシ果汁を塗布した筋肉サンプルを40℃で1時間貯蔵してドリップロスを測定し, 次に60℃で3分間の湯浴を行ってクッキングロスを測定した。また, 最大荷重, ガム性荷重, 凝集性, および付着性を測定した。サルナシの果汁を塗布した筋肉サンプルのドリップロスはサルナシの品種による有意な影響を受けなかった。軽米または五戸の果汁を塗布した筋肉サンプルは月山または一才の果汁を塗布したものに比較して, クッキングロスが有意に高く, また最大荷重およびガム性荷重が有意に低かった。本研究の結果から, 軽米または五戸の果汁を塗布した牛肉は月山または一才の果汁を塗布したものに比較して, 加熱時の保水性は低くなるものの, 軟化効果は高くなることが示された。

日本畜産学会報 92 (3), 327-330, 2021

キーワード: サルナシ, テクスチャー特性, 軟化, 日本短角種牛肉, 保水性

日本短角種は主に岩手県を中心とした北東北および北海道で生産されている和牛の一品種であり, その牛肉は脂肪交雑が少ない赤身肉である(農林水産省 2021)。一般に, 脂肪含量が低くなるのに伴って食肉は硬くなり(小堤ら 1988), 硬い肉は消費者から低い評価を受けることから(Huffman ら 1996), 日本短角種牛肉は低い評価を受けやすい傾向にある(佐藤と大橋 2006)。

これまで, 人為的に食肉を軟化させるための研究が数多く行われており, その中には食肉に植物由来タンパク質分解酵素を添加する研究もある。(Ashie ら 2002; Christensen ら 2009; Sullivan と Calkins 2010)。日本短角種牛肉に果汁を添加する研究についても報告があり, 内転筋はパイナップル果汁に12時間浸漬させた後に加熱すると食感および外観を損なうことなく軟化すること(手塚と村元 2014) および中殿筋はイワテヤマナシ果汁に浸漬させると保水性を保持しながら軟化すること(高田ら 2019)が, それぞれ明らかにされている。

植物由来タンパク質分解酵素を含む他の植物にサルナシがある(西山ら 2004)。サルナシはキウイフルーツと同じ *Actinidia* 属の植物であり, キウイフルーツと同じアクチニジンが含まれ, その濃度はキウイフルーツの約2倍であることが報告されている(西山 2010)。また, サルナシは日本各地の山間部で古くから自生しており(西山 2010), 岩手県においても, 日本短角種牛肉の主要生産地

である久慈市に隣接する軽米町で古くから自生している。軽米町で生産されているサルナシの中で, 1つの品種(軽米)については, 完熟させてから収穫し, 果汁を日本短角種の棘上筋に塗布すると, 保水性は低くなるものの, 牛肉が軟化することが報告されている(村元ら 2020)。また, 西山ら(2004)は, サルナシに含まれるアクチニジンの活性は, 品種により差があることを報告している。しかし, 異なる品種のサルナシの果汁が日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響については明らかにされていない。

そこで本研究では, 異なる品種のサルナシの果汁が日本短角種牛肉のテクスチャー特性および保水性に及ぼす影響を明らかにするため, 4品種のサルナシの果汁を日本短角種去勢牛の筋肉に塗布し, テクスチャー特性, ドリップロス, およびクッキングロスについて検討を行った。

材料および方法

1. 供試筋肉

供試筋肉は, サルナシ(軽米)の果汁による軟化効果が報告されている(村元ら 2020)日本短角種去勢牛の棘上筋(*M. supraspinatus*)とした。供試した棘上筋は市販の7頭(28.3 ± 0.4 ヶ月齢)のもので, 屠畜後の枝肉を2℃で約48時間貯蔵した後に採取され, 真空包装後に4℃で10日間の貯蔵が行われたものであった。これらの棘上筋を-20℃で貯蔵し, 分析を行う際は4℃で48時間かけ

連絡者: 村元隆行 (fax: 019-621-6287, e-mail: muramoto@iwate-u.ac.jp)

Table 1 Effect of juice from Sarunashi (*Actinidia arguta*) varieties on textural properties of muscle from Japanese Shorthorn steers (n = 7)¹

	Sarunashi			
	Karumai	Gonohe	Gassan	Issai
Maximum load (N)	11.8 ± 0.7 ^b	10.9 ± 0.1 ^b	15.4 ± 1.3 ^a	16.3 ± 0.8 ^a
Load of gumminess (N)	6.5 ± 0.4 ^b	6.2 ± 0.1 ^b	8.5 ± 0.6 ^a	9.1 ± 0.4 ^a
Cohesiveness	0.54 ± 0.01	0.57 ± 0.01	0.55 ± 0.01	0.55 ± 0.01
Adhesiveness (kJ/m ³)	2.8 ± 0.3	2.6 ± 0.6	3.5 ± 0.3	3.4 ± 0.2

¹Mean ± SE.^{a,b}Means within a row with a different superscript letter differ significantly ($P < 0.05$).

て解凍を行った。

2. サルナシ果汁の調製

サルナシ (*Actinidia arguta*) は、岩手県軽米町で生産者により栽培されている品種である軽米、五戸、月山、および一才とし、樹上で適食段階になった（完熟した）ものを供試した。各サルナシの収穫日は、軽米、五戸、および月山が2020年10月2日、および一才が2020年10月2日から9日であった。すべてのサルナシは果汁を調製するまで - 20℃で貯蔵し、果汁を調製する際は4℃で24時間かけて解凍を行い、ジューサー（BM-JG05-WB；象印マホービン、大阪）を用いて皮ごと粉碎し、果汁とした。

3. 理化学分析

テクスチャープロファイル分析、ドリップロス、およびクッキングロスの測定については村元ら（2020）の方法に従って行った。各筋肉から直方体（30 × 30 × 5 mm）の筋肉サンプルを12個切り出した。切り出す際、筋線維の断面が30 × 5 mmの面に現れるように統一した。各筋肉サンプルの重量を測定した後、ナイロンバッグ（ハイポリ No9；サーモ、東京）に入れ、筋肉サンプルと等重量のサルナシ果汁を品種ごとに添加し（4品種 × 3反復）、ウォーターバスの中で、アクチニジンが最大活性を示す40℃（橋永ら1986）で1時間の貯蔵を行った。貯蔵後に筋肉サンプルの重量を測定し、貯蔵を行う前の重量との差からドリップロスを求めた。次に、筋肉サンプルをナイロンバッグに入れ、ウォーターバスの中で、コラゲナーゼが最大活性を示す60℃（堤ら1998）で3分間の湯浴を行った。その後10分間の氷冷を行い、以降の加熱を停止させた。氷冷後、筋肉サンプルの表面に付着しているドリップをペーパータオルで除去し、重量を測定し、貯蔵後の重量との差からクッキングロスを求めた。すべての筋肉サンプルは卓上型物性測定器（TPU-2D；山電、東京）を用い、岡田と村元（2013）の方法により、プランジャーが厚さ5 mmの方向に加圧されるようにテクスチャープロファイル分析を行い、最大荷重、ガム性荷重、凝集性、および付着性を求めた。

4. アクチニジン活性の測定

皮のまま粉碎して調製したサルナシ果汁のアクチニジン活性は日本食品分析センター（東京）に委託してプロテアーゼ力価として分析した。なお、分析はカゼイン溶液のpHを5.5とし、システイン溶液により活性化させた状態で行った。

5. 統計解析

サルナシの品種間におけるドリップロス、クッキングロス、最大荷重、凝集性、付着性、およびガム性荷重の平均値の差の検定を、それぞれ Tukey-Kramer の多重比較検定により行った。

結果および考察

異なる品種のサルナシの果汁の塗布が日本短角種牛肉の最大荷重およびガム性荷重に及ぼす影響を表1に示す。最大荷重およびガム性荷重は軽米と五戸との間および月山と一才との間に、それぞれ有意な差は認められなかったが、軽米および五戸が月山および一才に比較して有意に低かった。村元ら（2020）は、完熟した軽米の果汁を塗布した牛肉の最大荷重（15.1）は塗布しないもの（26.6）に比較して低いことを報告している。本研究で、完熟したサルナシの果汁を塗布した牛肉の最大荷重は、軽米で11.8、五戸で10.9、月山で15.4、および一才で16.3であった。したがって、少なくとも本研究で供試した4品種の完熟したサルナシについては、これらの果汁を塗布することにより牛肉を軟化できることが明らかとなった。また、完熟したサルナシの果汁を塗布して牛肉を軟化させる場合、その効果には品種差があり、軽米および五戸が月山および一才に比較して効果が高いことが明らかとなった。

本研究で供試した4品種の完熟したサルナシの果汁のアクチニジン活性は、軽米が1825、五戸が56、月山が33、および一才が45であった（データ示さず）。したがって、軽米と五戸との間に軟化効果の違いはみられなかったものの、アクチニジン活性は軽米が五戸の約33倍と高かった。一方、五戸と一才の間には軟化効果の違いがみられたものの、アクチニジン活性は五戸が一才の1.2倍程度で

Table 2 Effect of juice from Sarunashi (*Actinidia arguta*) varieties on water holding capacity of muscle from Japanese Shorthorn steers (n = 7)¹

	Sarunashi			
	Karumai	Gonohe	Gassan	Issai
Drip loss (%)	9.4 ± 0.5	8.9 ± 0.5	8.1 ± 1.1	7.2 ± 0.5
Cooking loss (%)	19.9 ± 1.8 ^a	19.5 ± 1.6 ^a	11.2 ± 1.0 ^b	10.7 ± 1.2 ^b

¹Mean ± SE.^{a,b}Means within a row with a different superscript letter differ significantly ($P < 0.01$).

あった。したがって、アクチニジン活性は、少なくとも33(月山)で軟化効果を示し、45(一才)と56(五戸)との間に軟化効果の違いはあるものの、56を越えると軟化効果は変わらなくなることが示されたが、品種間での軟化効果の違いは、アクチニジン以外の酵素による影響も受けている可能性が考えられる。したがって今後は、40℃付近で最大活性を示すアクチニジン(橋永ら1986)の活性だけでなく、60℃で最大活性を示すコラゲナーゼ(堤ら1998)の活性についても検討していく必要があると考えられる。

異なる品種のサルナシの果汁の塗布が日本短角種牛肉の凝集性および付着性に及ぼす影響を表1に示す。凝集性および付着性に品種間での有意な差は認められなかった。凝集性は食品の復元する割合を示しており、低下すると過軟化の原因となることが報告されている(手塚と村元2014)。また付着性は物体を引き離すのに必要な力を示しており、低下に伴い飲み込みにくさおよび残留感が高くなることが報告されている(品川ら2015)。村元ら(2020)は、完熟した軽米の果汁を牛肉に塗布しても凝集性および付着性には影響がみられないことを報告している。したがって本研究の結果から、軽米だけではなく、少なくとも完熟した五戸、月山、および一才についても、これらの果汁を牛肉に塗布した際に過軟化は起こらず、また喫食時の飲み込みにくさおよび残留感も生じないと考えられる。

異なる品種のサルナシの果汁の塗布が日本短角種牛肉のドリップロスに及ぼす影響を表2に示す。ドリップロスには、品種間での有意な差は認められなかった。村元ら(2020)は、完熟した軽米の果汁を塗布した牛肉のドリップロス(9.9)は塗布しないもの(5.8)に比較して高いことを報告している。本研究で、完熟したサルナシの果汁を塗布した牛肉のドリップロスは、軽米で9.4、五戸で8.9、月山で8.1、および一才で7.2であった。したがって、少なくとも本研究で供試した4品種の完熟したサルナシについては、これらの果汁を塗布し、40℃で1時間の貯蔵を行うと、漏出するドリップの量は多くなること、およびその量には品種間差がないことが明らかとなった。

異なる品種のサルナシの果汁の塗布が日本短角種牛肉のクッキングロスに及ぼす影響を表2に示す。クッキングロスは軽米および五戸が月山および一才に比較して有意に

高かった。村元ら(2020)は、完熟した軽米の果汁を塗布した牛肉のクッキングロス(15.0)は塗布しないもの(6.6)に比較して高いことを報告している。本研究で、完熟したサルナシの果汁を塗布した牛肉のクッキングロスは、軽米で19.9、五戸で19.5、月山で11.2、および一才で10.7であった。したがって、少なくとも本研究で供試した4品種の完熟したサルナシについては、これらの果汁を塗布し、60℃で3分間の湯浴を行うと、漏出するドリップの量が多くなること、およびその量は軟化効果の高い品種(軽米および五戸)が低い品種(月山および一才)に比較して多くなることが明らかとなった。

本研究の結果から、日本短角種牛肉に完熟したサルナシの果汁を塗布すると、保水性は低くなるものの牛肉が軟化すること、およびその効果には品種間差のあることが明らかとなった。本研究では、樹上で完熟させたサルナシの果汁を供試したが、キウイフルーツのアクチニジン活性は収穫後に完熟させる(追熟を行なう)ことにより高くなることが報告されている(LewisとLuh1988)。したがって今後は、サルナシの追熟が日本短角種牛肉のテクスチャー特性および保水性に及ぼす影響について検討する必要があると考えられる。

謝 辞

サルナシの御提供を頂きました株式会社軽米町産業開発の玉田浩様、様々な御支援をして頂きました久慈エクステンションセンターの川尻博様、および日本短角種牛肉の購入に御協力を頂きました総合農舎山形村の川村周様に深く感謝申し上げます。

文 献

- Ashie INA, Sorensen TL, Nielsen PM. 2002. Effect of papain and a microbial enzyme on meat protein and beef tenderness. *Journal of Food Science* **67**, 2138-2142.
- Christensen M, Tørngren MA, Gunving A, Rozlosnik N, Lametsch R, Karlsson AH, Ertbjerg P. 2009. Injection of marinade with actinidin increase tenderness of porcine M. biceps femoris and affects myofibrils and connective tissue. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **89**, 1607-1614.
- 橋永文男, 福留哲朗, 伊藤三郎. 1986. キウイフルーツ果実の追

- 熟中のプロテアーゼ活性とその分布. 鹿児島大学農学部学術報告 **36**, 65-69.
- Huffman KL, Miller MF, Hoover LC, Wu CK, Brittin HC, Ramsey CB. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in home. *Journal of Animal Science* **74**, 91-97.
- Lewis DA, Luh BS. 1988. Development and distribution of actinidin in kiwifruit (*Actinidia chinensis*) and its partial characterization. *Journal of Food Biochemistry* **12**, 109-116.
- 村元隆行, 吉田英生, 高田徳帆. 2020. 未熟および完熟のサルナシ (*Actinidia arguta*) の果汁の塗布が日本短角種去勢牛の筋肉のテクスチャー特性および保水性に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **91**, 247-250.
- 西山一朗, 福田哲生, 大田忠親. 2004. サルナシおよびシマサルナシ果汁におけるアクチニジン濃度とプロテアーゼ活性の品種間差異. 園芸学会雑誌 **73**, 157-162.
- 西山一朗. 2010. ベビーキウイ (サルナシ) 果実の特性. 日本家政学会誌 **61**, 501-504.
- 農林水産省. 2021. 肉用牛, 肉用牛の種類 [homepage on internet]. 農林水産省, 東京; [cited 7 February 2021]. Available from URL : <http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kikaku/lin/nikugyu.html>
- 岡田祐季, 村元隆行. 2013. 野生エゾシカの3筋肉の理化学特性. 日本畜産学会報 **84**, 169-174.
- 小堤恭平, 小沢 忍, 千国幸一, 小石川常吉, 加藤貞雄, 中井博康, 池田敏雄, 安藤四郎, 吉武 充. 1988. 牛筋肉のテンシプレスサーによる硬さの測定. 日本畜産学会報 **59**, 590-595.
- 佐藤百合香, 大橋めぐみ. 2006. 北東北地域における地方特定品種 (和牛) 牛肉の地場消費推進上の問題. 日本家政学会誌 **57**, 179-186.
- 品川喜代美, 岩崎裕子, 高戸良之, 品川弘子, 高崎智子, 大越ひろ. 2015. 食形態の異なる肉加工品の食べやすさと嗜好性に及ぼす力学的特性の影響—若年者と高齢者の比較—. 日本調理科学会誌 **48**, 292-300.
- Sullivan GA, Calkins CR. 2010. Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science* **85**, 730-734.
- 高田徳帆, 片山寛則, 村元隆行. 2019. 早生, 中生, および晩生のイワテヤマナシの果汁への浸漬が牛肉の硬さに及ぼす影響. 日本畜産学会報 **90**, 147-151.
- 手塚 咲, 村元隆行. 2014. パイナップル果汁への浸漬時間が日本短角種牛肉の理化学特性に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **85**, 145-152.
- 堤ちはる, 永弘悦子, 田中初美, 中島史絵, 吉中哲子. 1998. キウイフルーツのコラゲナーゼの精製と性質. 日本家政学会誌 **49**, 5-14.

Effect of juice from Sarunashi (*Actinidia arguta*) varieties on textural properties and water holding capacity of muscle from Japanese Shorthorn steers

Takayuki MURAMOTO¹, Tomoya TSUNODA¹ and Yoshiki YOSHIDA¹

¹ Faculty of Agriculture, Iwate University, Morioka 020-8550, Japan

Corresponding : Takayuki MURAMOTO (fax : +81 (0) 19-621-6287, e-mail : muramoto@iwate-u.ac.jp)

Here, we compared the textural properties and water holding capacities of muscle samples (*M. supraspinatus*) from Japanese Shorthorn steers (n = 7) after treatment with juice from four varieties of Sarunashi (*Actinidia arguta*). The varieties used in the investigation were Karumai, Gonohe, Gassan, and Issai. Treated muscle samples were stored at 40°C for 1 hour and drip loss was measured. The muscle samples were then heated to 60°C for 3 minutes and cooking loss was measured. Maximum load, cohesiveness, adhesiveness, and load of gumminess of the muscle samples were analyzed. Drip loss did not differ significantly between muscle samples treated with juice from the different varieties of Sarunashi. Cooking loss of muscle samples treated with Karumai or Gonohe juice was significantly higher than those treated with Gassan or Issai juice. Maximum load and load of gumminess of muscle samples treated with Karumai or Gonohe juice were significantly lower than those treated with Gassan or Issai juice. These results suggest that the water holding capacity of beef produced after treatment with Karumai or Gonohe juice is inferior to that after treatment with Gassan or Issai juice; however, a greater tenderization effect was found after application of Karumai or Gonohe juice.

Nihon Chikusan Gakkaiho 92 (3), 327-330, 2021

Key words : Japanese Shorthorn beef, Sarunashi, texture, tenderization, water holding capacity.