

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

村元隆行¹・吉田英生¹・高田偲帆¹

¹ 岩手大学農学部, 盛岡市 020-8550

(2020. 3. 13 受付, 2020. 6. 4 受理)

要約 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 ($n = 3$) の棘上筋 (*M. supraspinatus*) 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。筋肉サンプルに未熟のサルナシ (未熟区) または完熟のサルナシ (完熟区) の果汁を塗布した。対照区の筋肉サンプルにはサルナシの果汁は塗布しなかった。各筋肉サンプルは 40℃で 1 時間の貯蔵を行い、ドリップロスと測定した。その後、筋肉サンプルを 60℃で 3 分間加熱し、クッキングロスと測定した。最大荷重およびガム性荷重は完熟区が未熟区に比較して有意に低かった。ドリップロスおよびクッキングロスには未熟区と完熟区との間で有意な差はみられなかった。本研究の結果から、完熟のサルナシの果汁は未熟のサルナシの果汁よりも牛肉を軟化させること、およびサルナシの熟成の程度は牛肉の保水性に影響を及ぼさないことが示された。

日本畜産学会報 91 (3), 247-250, 2020

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の少ない赤身肉が特徴である。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易い傾向にある (佐藤と大橋 2006)。

これまで、熟成による食肉の軟化だけでなく、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きた。食肉を人為的に軟化させる方法には、物理的および化学的な方法がある。物理的軟化には、筋肉を叩くまたは伸ばすといった方法や、筋肉に細かい穴を開けるといった方法が挙げられる。一方、化学的軟化には、酸性溶液に浸漬させる方法 (Burke と Monahan 2003)、カルパインの活性を高める Ca イオンを添加する方法 (Gerelt ら 2002)、および植物由来タンパク質分解酵素を添加するといった方法が挙げられる。植物由来タンパク質分解酵素については、パパイヤから採取されるパパイン (Ashie ら 2002)、パイナップルから採取されるプロメライン (Sullivan と Calkins 2010)、およびキウイフルーツから採取されるアクチニジン (Christensen ら 2009) が報告されている。

植物由来タンパク質分解酵素が日本短角種牛肉に及ぼす影響についても研究が行われている。手塚と村元 (2014) は、日本短角種の内転筋をパイナップル果汁に 12 時間浸漬した後に加熱すると、食感および外観を低下させることなく軟化させられることを報告している。また、高田ら

(2019) は、イワテヤマナシの果汁に日本短角種の中殿筋を浸漬させることにより、保水性を低下させることなく軟化させられることを報告している。

植物由来タンパク質分解酵素を含む他の植物については、サルナシについての報告がある (西山ら 2004)。サルナシは、広く日本各地の山間部に古くから分布している (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おり、また現在は生産者による栽培および販売も行われている。この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様の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 倍と高いことが報告されている (西山 2010)。しかし、サルナシから調製した果汁が食肉の硬さに及ぼす影響についての報告はない。

そこで本研究では、サルナシ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、未熟および完熟のサルナシ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、植物由来タンパク質分解酵素による軟化効果が報告されている (高田と村元 2017; 高田ら 2018) 日本短角種去勢牛の棘上筋 (*M. supraspinatus*) とした。

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

供試した棘上筋は市販の3頭(31.0 ± 0.6 ヲ月齡)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(軽米)とし、未熟(2019年9月5日から2019年9月9日に収穫)および完熟(2019年10月21日収穫)のものを用いた。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(BMJG05-WB; 象印マホービン, 大阪)を用いて粉碎し、果汁とした。

3. 理化学分析

各筋肉から直方体(30×30×5 mm)の筋肉サンプルを9個切り出した。切り出す際、筋線維の断面が30×5 mmの面に現われるように統一した。各サンプルの重量を測定した後、各筋肉サンプルをナイロンバッグ(ハイポリ No. 4; サーマ株式会社, 東京)に入れ、筋肉サンプルと等重量の未熟のサルナシ果汁(未熟区, 3反復)または完熟のサルナシ果汁(完熟区, 3反復)を添加し、40℃で1時間の貯蔵(当山1963; 高田と村元2017)を行った。なお、サルナシ果汁を添加しない筋肉サンプルは対照区(3反復)とした。貯蔵1時間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て60℃で3分間の湯浴を行い、10分間の氷冷を行った。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. 統計解析

試験区間における最大荷重、ガム性荷重、凝集性、付着性、ドリップロス、およびクッキングロスの平均値の差の

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

熟度が異なるサルナシの果汁の塗布が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、対照区と未熟区との間および未熟区と完熟区との間には有意な差は認められなかったが($P > 0.05$)、完熟区が対照区に比較して有意に低かった($P < 0.05$)。これらのことから、牛肉を軟化させるためには、未熟のサルナシの果汁を塗布するよりも、完熟のサルナシの果汁を塗布する方が効果的であることが明らかとなった。完熟のサルナシの果汁が未熟のサルナシの果汁よりも牛肉の軟化効果が高かったのは、完熟のサルナシの果汁に含まれるアクチニジンの活性が高かったためではないかと考えられる。

熟度の異なるサルナシの果汁の塗布が牛肉の凝集性に及ぼす影響を表1に示す。凝集性には、試験区間での有意な差は認められなかった($P > 0.05$)。RawdkuenとBenjakul(2012)およびKimら(2003)は、プロメラインまたはパペインを添加した筋肉では過軟化が起こりやすいことを報告しており、手塚と村元(2014)はこの要因の1つとして凝集性の低下を挙げている。西山(2001)は、アクチニジンは、pH3から4.5ではミオシン重鎖とアクチンを含むすべての筋原線維タンパク質を小さな断片にまで分解するが、pH5.5から8ではミオシン重鎖を大きな断片にしか分解せず、またアクチンをほとんど分解しないことを報告している。本研究では、極限pHが5.5付近の牛肉にサルナシ果汁を塗布したことから、アクチニジンがミオシン重鎖を大きな断片にしか分解せず、またアクチンをほとんど分解しなかったため、牛肉の凝集性に影響を及ぼさなかったと考えられる。

熟度の異なるサルナシの果汁の塗布が牛肉の付着性に及ぼす影響を表1に示す。付着性にも、試験区間での有意な差は認められなかった($P > 0.05$)。品川ら(2015)は、豚肉では付着性が低くなるのに伴って、飲み込みにくさおよび残留感が高くなることを報告している。しかし本研究では、サルナシ果汁の塗布が牛肉の付着性に影響を及ぼさな

Table 1 Effect of application of juice from immature and mature Sarunashi (*Actinidia arguta*) on textural properties of muscle from Japanese Shorthorn steers (n = 3)¹

	Control ²	Immature Sarunashi	Mature Sarunashi
Maximum load (N)	26.6 ± 3.4 ^a	18.3 ± 2.6 ^{ab}	15.1 ± 2.6 ^b
Load of gumminess (N)	14.8 ± 2.6 ^a	9.8 ± 1.2 ^{ab}	8.1 ± 1.5 ^b
Cohesiveness	0.54 ± 0.04	0.55 ± 0.02	0.53 ± 0.02
Adhesiveness (KJ/m ³)	2.09 ± 0.42	2.68 ± 0.43	1.93 ± 0.54

¹ Mean ± SE.

² Not applicated.

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

Table 2 Effect of application of juice from immature and mature Sarunashi (*Actinidia arguta*) on drip loss, cooking loss of muscle from Japanese Shorthorn steers (n = 3)¹

	Control ²	Immature Sarunashi	Mature Sarunashi
Drip loss (%)	5.8 ± 0.8 ^b	9.7 ± 0.6 ^a	9.9 ± 0.5 ^a
Cooking loss (%)	6.6 ± 1.1 ^b	11.9 ± 2.0 ^{ab}	15.0 ± 1.5 ^a

^{1,2} See footnotes in Table 1.^{a,b} Means within a row with a different superscript letter differ significantly ($P < 0.01$).

かったことから、牛肉にサルナシ果汁を塗布しても、飲み込みにくくなったり、残留感を生じたりはしない可能性が示された。

熟度の異なるサルナシの果汁の塗布が牛肉のドリッロスおよびクッキングロスに及ぼす影響を表2に示す。対照区のドリッロスは他区に比較して有意に低かったが ($P < 0.01$)、未熟区と完熟区との間には有意な差は認められなかった ($P > 0.05$)。また、クッキングロスは対照区と未熟区との間および未熟区と完熟区との間には有意な差は認められなかったが ($P > 0.05$)、完熟区が対照区に比較して有意に高かった ($P < 0.01$)。手塚と村元 (2014) は、タンパク質分解酵素を含む溶液への牛肉の浸漬はクッキングロスを増加させ、保水性を低下させることを報告しており、本研究における完熟区の結果と一致する。ここで、完熟のサルナシのアクチニジン活性は未熟のサルナシのものよりも高い可能性が考えられるが、ドリッロスおよびクッキングロスには差が認められなかったことから、牛肉にサルナシ果汁を塗布する場合、サルナシの熟度は保水性に影響を及ぼさない可能性が示された。

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し、1時間の貯蔵を行い、その後に加熱することにより、軟化させられることが明らかとなった。サルナシに含まれるアクチニジンの活性は品種により異なることが報告されている (山中ら 2004) ため、今後は、サルナシの品種の違い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之様、様々な御支援をして頂きました久慈工科大学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.
Burke RM, Monahan FJ. 2003. The tenderisation of shin

beef using a citrus juice marinade. *Meat Science* **63**, 161-168.

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.

Gerelt B, Ikeuchi Y, Nishiumi T, Suzuki A. 2002. Meat tenderization by calcium chloride after osmotic dehydration. *Meat Science* **60**, 237-244.

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.

Kim EM, Choe IS, Hwang SG. 2003. Effects of singular manner or mixed type treatment of proteases isolated from pear, pineapple and kiwifruit on actomyosin degradation. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* **23**, 193-199.

西山一朗. 2001. 精製アクチニジンによる筋原線維タンパク質分解酵素の pH 依存性. *日本家政学会誌* **52**, 1083-1089.

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.

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.

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ッサーによる硬さの測定. *日本畜産学会報* **59**, 590-595.

Rawdkuen S, Benjakul. 2012. Biochemical and microstructural characteristics of meat samples treated with different plant proteases. *African Journal of Biotechnology* **11**, 14088-14095.

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.

高田偲帆, 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.

高田徳帆, 村元隆行. 2017. 牛肉のテクスチャープロファイル分析によるパイナップル果汁中のプロメライン濃度の推定. 日本畜産学会報 **88**, 335-338.

高田徳帆, 柴 伸弥, 村元隆行. 2018. プロメライン溶液への浸漬がウシ筋肉の硬さおよびコラーゲン含量に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **89**, 459-463.

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.

当山清善. 1963. パインアツプルの副産物利用に関する研究 (第1報) プロメリンの性質について. 沖縄農業 **2**, 22-25.

山中美穂, 大田忠親, 福田哲夫, 西山一朗. 2004. マタビ属果実における果汁中アクチニジン濃度およびプロテアーゼ活性の品種間差異. 日本食品科学工学会誌 **51**, 491-494.

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

Takayuki MURAMOTO¹, Yoshiki YOSHIDA¹ and Shiho TAKADA¹

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)

The effect of application of juice from immature and mature Sarunashi (*Actinidia arguta*) on the textural properties and water holding capacity of muscle (*M. supraspinatus*) from Japanese Shorthorn steers (n = 3) was investigated. Juice from immature (immature group) or mature Sarunashi (mature group) was applied to the muscle samples. A control group without any treatment was also used. Each muscle sample was stored at 40°C for 1 hour and drip loss was measured. Then the muscle samples were heated to 60°C for 3 minutes and cooking loss was measured. Maximum load and load of gumminess of the mature group were significantly lower than those of the immature group. There were no significant differences in drip loss and cooking loss between the immature group and the mature group. These results suggest that a greater tenderization of beef is produced by application of juice from mature Sarunashi than from immature Sarunashi, and that the degree of maturation of the Sarunashi did not affect the water holding capacity of beef.

Nihon Chikusan Gakkaiho 91 (3), 247-250, 2020

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