

日本短角種牛肉における剪断力価と軟らかさとの関係

村元隆行*・前野かおり・岡田祐季・手塚 咲・鎌田丈弘^a

岩手大学農学部

岩手県盛岡市上田 3-18-8 〒 020-8550

^a 現所属：青森県産業技術センター畜産研究所

青森県つがる市森田町森田月見野 558 〒 038-2816

2014年2月20日受付, 2014年4月23日受理

要 約

日本短角種牛肉における剪断力価と官能評価での軟らかさとの関係について調べるため, 日本短角種去勢牛8頭の大腿二頭筋および大腰筋の剪断力価, ドリップロス, クッキングロス, 粗脂肪含量, および官能評価による軟らかさを測定した。大腿二頭筋は大腰筋に比較して剪断力価, ドリップロス, およびクッキングロスが有意に高かった。大腿二頭筋と大腰筋との間に粗脂肪含量の有意な差は認められなかった。両筋肉でドリップロス, クッキングロス, および粗脂肪含量と剪断力価との間に有意な相関は認められなかった。剪断力価と軟らかさとの関係から, 消費者に軟らかいと評価される日本短角種牛肉の剪断力価は 3.0 kg/cm^2 未満であることが示された。

キーワード：剪断力価, 日本短角種牛肉, 軟らかさ

東北畜産学会報 64 (1): 7~12 2014

緒 言

食肉の軟らかさは, 多くの研究者が強調しているように, 肉質の中で最も重要な要因である。Millerら(2001)は, 軟らかさが保証されている牛肉に消費者は喜んで高い金額を支払うことを報告している。

食肉の軟らかさは, 客観的な方法として, 機器による測定や分析型パネルによる官能評価, また主観的な方法として, 嗜好型パネルによる官能評価によって評価されている(A.M.S.A., 1995)。機器による測定や分析型パネルによる官能評価では, 食肉の品質特性を様々な方法で検討することが可能であるが, 消費者にとっての食品としての価値を示すことは難しく(Wheelerら, 1997), 一方, 嗜好型パネルによる官能評価では費用と時間を要することが多い(Platterら, 2003)。そこで, 機器による測定結果と嗜好型パネルによる官能評価の

結果との関係について検討が行われてきた(根岸ら, 1992; LawrieとLedward, 2006)。ここで, 食肉の軟らかさを評価するため, 機器による測定で最も多く用いられているのはWarner-Bratzler剪断力価計であるが, 嗜好型パネルによる官能評価との相関係数は-0.32から-0.94までとばらつきがみられる(Caineら, 2003)。Destefanisら(2008)は, この理由について, サンプル, その調製方法, および測定方法が大きく影響するためであるとしている。

日本短角種は主に岩手県で生産されている和牛品種であり, その牛肉は遺伝的に脂肪校雑が入りにくい赤身牛肉である。一般に, 牛肉は筋肉中の粗脂肪含量に比例して軟らかくなるため(Mitsumotoら, 1992; Uedaら, 2007), 粗脂肪含量が低い日本短角種の牛肉は黒毛和種のものに比較して硬いと評価されることが多い。また, 日本短角種の仕上げ肥育を放牧で行う放牧仕上げは, 酸化ビタミンであるビタミンEおよび β -カロテンの筋肉中含量を高め, 保水性を向上させる肥育方法であるが, 牛舎で仕上げ肥育を行った日本短角種の牛肉に比較して, 粗脂肪含量が低く, 剪断力価が高くなることが報

* 連絡者：村元 隆行 (むらもと たかゆき)
(岩手大学農学部食肉科学研究室)
〒 020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8
Tel: 019-621-6287 Fax: 019-621-6287
E-mail: muramoto@iwate-u.ac.jp

告されている (Muramoto ら, 2005)。ところが, 日本短角種の牛肉が剪断力価でどの程度であれば消費者に軟らかいと評価されるのかについては, これまで報告されていない。

そこで本研究では, 日本短角種牛肉における剪断力価と嗜好型パネルによる官能評価での軟らかさとの関係から, 軟らかいと評価される剪断力価を求めるための推定式を作成し, 剪断力価がどの程度であれば消費者に日本短角種牛肉が軟らかいと評価されるのかについて検討を行った。

材料および方法

供試筋肉

ドリップロス, クッキングロス, 剪断力価, 粗脂肪含量の測定, および官能評価には, 25.4 ± 0.5 カ月齢の日本短角種去勢牛 8 頭 (屠畜 2 日後) から採取した大腿二頭筋 (*M. biceps femoris*) および大腰筋 (*M. psoas major*) を用いた。ドリップロス, クッキングロス, および剪断力価の測定を行うため, 各筋肉の一部から約 120g の直方体サンプルを調製した。また, 官能評価を行うため, 各筋肉から同じく約 120g の直方体サンプルを調製した。これらの直方体サンプルおよび残りの筋肉塊を真空包装し, 4℃で 5 日間の貯蔵を行った。

ドリップロス, クッキングロス, および剪断力価の測定

貯蔵を行った直方体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た後, 重量を測定し, 貯蔵前重量との差を貯蔵前重量で除し, 100 を乗じたものをドリップロス (%) とした。この直方体サンプルをナイロンバックに入れ, 80℃に設定したウォーターバスに浸漬し, 防滴型ペン温度計で中心温度を計測しながら, 75℃になるまで湯浴を行った。その後, クラッシュアイス中にて約 60 分間の冷却を行い, 以降の加熱を停止させた。冷却した後, 直方体サンプルのドリップをペーパータオルで除去し, 重量を測定し, 湯浴前重量との差を湯浴前重量で除し, 100 を乗じたものをクッキングロス (%) とした。この直方体サンプルから筋線維と垂直の面が 10×10mm となるようにサンプルを調製し, Warner-Bratzler 剪断力価計 (G-R MANUFACTURING Co., Manhattan, Kansas, USA) で筋線維を垂直に剪断する剪断力価 (kg/cm²) を測定した。

粗脂肪含量の測定

貯蔵を行った残りの筋肉塊を挽肉に調製後, その一部を真空包装し, 粗脂肪含量の分析を行うまで -20℃で冷

凍貯蔵した。挽肉サンプルを解凍後, ジエチルエーテル抽出によるソックスレー法 (A.O.A.C., 1984) を用いて粗脂肪含量の測定を行った。

嗜好型パネルによる官能評価

貯蔵を行った官能評価のための直方体サンプルをクッキングロスの測定と同様に湯浴および冷却し, 筋線維と平行に 20×20×10mm の直方体サンプルを調製した。これらの直方体サンプルを嗜好型パネルに喫食させ, 軟らかさについて 5 段階 (1: とても硬い, 2: やや硬い, 3: どちらともいえない, 4: やや軟らかい, 5: 軟らかい) で評価させた。なお, 官能評価に供した嗜好型パネルの数は日本短角種去勢牛 8 頭分の検査において, 1 頭当たりの平均で大腿二頭筋では 11.1 人 (延べ 89 人) および大腰筋では 5.1 人 (延べ 41 人) であった。また, パネルはすべて 20 歳代前半の女性であり, 大腿二頭筋および大腰筋で伴に平均 21.6 歳であった。

統計解析

剪断力価, ドリップロス, クッキングロス, および粗脂肪含量について, 筋肉間における平均値の差の検定を Student の *t* 検定により解析した。また, 剪断力価とドリップロス, クッキングロス, および粗脂肪含量との関係について単回帰分析による解析を行った。また, 剪断力価と官能評価での軟らかさとの関係から, 軟らかいと評価される牛肉の剪断力価を求めるための推定式を作成を行った。

結果および考察

大腿二頭筋および大腰筋の剪断力価を表 1 に示す。剪断力価は大腰筋が大腿二頭筋に比較して有意に低い値を示した ($P < 0.001$)。したがって本研究では, 軟らかいと評価される牛肉の剪断力価を求めるための推定式を作成に, 大腿二頭筋および大腰筋という剪断力価の異なる筋肉を用いた。一般に, 牛肉の剪断力価は保水性に比例して低くなる (Silva ら, 1999; Destefani ら, 2000)。Jeremiah ら (2003) は, 33 種類の筋肉の保水性を調べ, ドリップロスが 1.26 から 10.05% およびクッキングロスが 21.51 から 33.26% と, 筋肉の種類によって保水性が大きく異なることを報告している。また一般に, 牛肉の剪断力価は筋肉中の粗脂肪含量に比例して低くなる (Mitsumoto ら, 1992; Ueda ら, 2007)。そこで, 本研究で供試した 2 筋肉の間で保水性および粗脂肪含量に差がみられるのか, また保水性および粗脂肪含量が実際に剪断力価に影響を及ぼしたのかについて検討する必要

があると考えられる。

大腿二頭筋および大腰筋のドリップロス、クッキングロス、および粗脂肪含量を表1に示す。保水性の指標であるドリップロス ($P<0.01$) およびクッキングロス ($P<0.001$) は大腿二頭筋が大腰筋に比較して有意に高い値を示した。したがって、日本短角種の大腰筋は大腿二頭筋に比較して保水性が高いことが示された。ところが、大腿二頭筋におけるドリップロスと剪断力価との間 ($r=0.18$; $P=0.68$) およびクッキングロスと剪断力価との間 ($r=0.02$; $P=0.96$)、また大腰筋におけるドリップロスと剪断力価との間 ($r=0.21$; $P=0.62$) およびクッキングロスと剪断力価との間 ($r=0.26$; $P=0.53$) に、それ

ぞれ有意な相関は認められなかった。したがって、本研究において、日本短角種の大腿二頭筋および大腰筋の剪断力価はドリップロスおよびクッキングロスによる影響を受けていないことが示された。また、筋肉中の粗脂肪含量に筋肉間での有意な差は認められず ($P=0.99$)、また大腿二頭筋 ($r=0.25$; $P=0.55$) および大腰筋 ($r=0.03$; $P=0.95$) において粗脂肪含量と剪断力価との間に有意な相関は認められなかった。したがって、本研究において、日本短角種の大腿二頭筋および大腰筋の剪断力価は粗脂肪含量による影響を受けていないことが示された。

剪断力価と官能評価での軟らかさとの関係を図1に示す。一般に剪断力価と官能評価での軟らかさの間には

Table 1 Warner-Bratzler shear force, drip loss, cooking loss, and crude fat content of *M. biceps femoris* and *M. psoas major* of Japanese Shorthorn steers (n=8)

	Shear force value	Drip loss	Cooking loss	Crude fat
	Mean \pm SE (kg/cm ²)			
<i>M. biceps femoris</i>	5.2 \pm 0.5	8.1 \pm 0.2	25.0 \pm 0.2	9.4 \pm 1.1
<i>M. psoas major</i>	3.0 \pm 0.1***	6.5 \pm 0.3**	22.1 \pm 0.4***	6.0 \pm 0.5

** : $P<0.01$, *** : $P<0.001$.

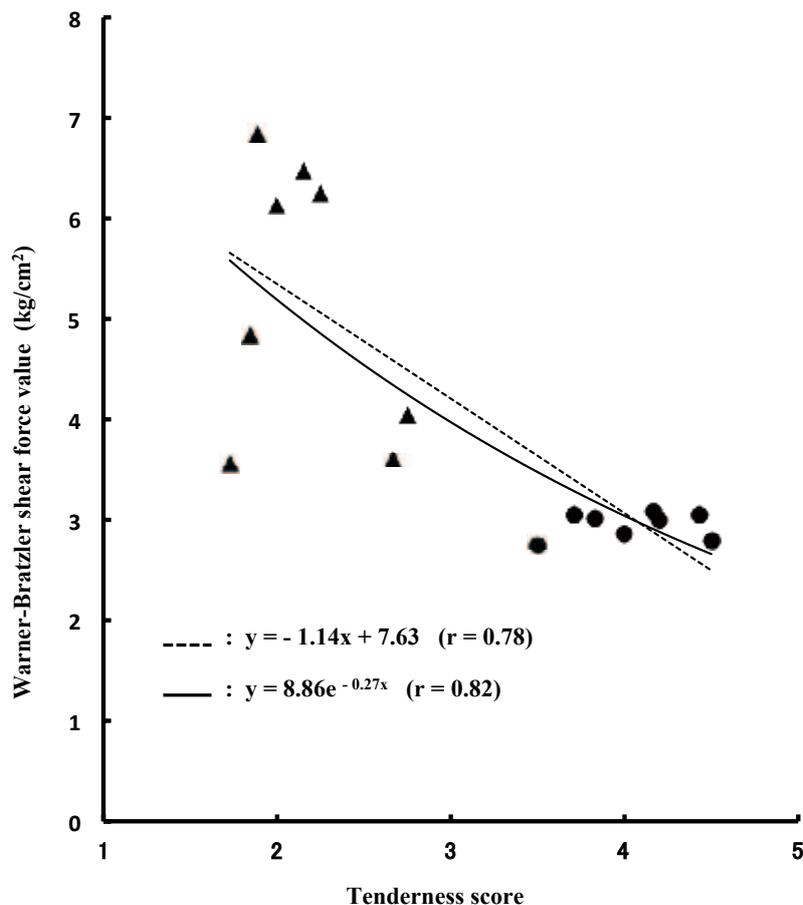


Figure 1 Correlation between tenderness score and Warner-Bratzler shear force value in *M. biceps femoris* (▲) and *M. psoas major* (●) from eight Japanese Shorthorn steers (n=8). Tenderness was evaluated using 5-point rating scales: 1=very tough and 5=very tender.

負の相関がみられ、Destefanis ら (2008) は、イタリア産牛肉の胸最長筋において、剪断力価と嗜好型パネルによる官能評価での軟らかさとの間の相関係数は -0.72 であったと報告している。本研究においても剪断力価と官能評価での軟らかさとの間に有意な負の相関がみられた ($y=-1.14x+7.63$; $r=-0.78$; $P<0.05$)。

Peachey ら (2002) は、剪断力価と官能評価での硬さとの関係について、剪断力価の増加に伴って官能評価での硬さは増加するが、その増加は次第に収束すると報告している。本研究においても同様であると考えられるため、剪断力価と官能評価での軟らかさとの関係を指数近似曲線に当てはめた結果 (図 1)、軟らかいと評価される牛肉の剪断力価を求めるための推定式 ($y=8.86e^{-0.27x}$; $r=0.82$) が得られた。ここで、本研究で行った官能評価での軟らかさにおける「どちらともいえない」、「やや軟らかい」、および「軟らかい」を示す、それぞれ 3, 4, および 5 を推定式に適用した結果、対応する剪断力価は、それぞれ 3.9 kg/cm^2 , 3.0 kg/cm^2 , および 2.3 kg/cm^2 と求められた。したがって、日本短角種において、剪断力価が 3.9 kg/cm^2 未満の牛肉は軟らかいと評価される可能性があり、 3.0 kg/cm^2 未満の牛肉は軟らかいと評価されることが示された。

本研究の官能評価におけるパネルは 20 歳代前半の女性であった。一般に、官能評価の結果に男女の差はみられないとされている (吉川, 1965)。Destefanis ら (2008) は、イタリアで生産されたウシの胸最長筋 (1.27cm 厚) の軟らかさを、幅広い年齢の男女の嗜好型パネルに 5 段階で評価させた試験において、本研究における「どちらともいえない」に相当する評価であった剪断力価は 47.77N (3.8 kg/cm^2) であったと報告しており、本研究の結果と一致している。これは、性別および年齢だけではなく、パネルの国籍、対象とするウシの品種、および筋肉の種類に関係なく、軟らかいと評価される牛肉の剪断力価が同じである可能性を示唆している。今後は、他の動物種の筋肉においても本研究の結果と同様の結果が得られるのかについても検討していく必要があると考えられる。

引用文献

American Meat Science Association (A.M.S.A.). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. American Meat Science Association in cooperation with National Live Stock and Meat Board. Chicago. Illinois. 1995.

Association of official analytical chemists (A.O.A.C.). Official

methods of analysis 14th ed. 431-443. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. 1984.

Caine WR, Aalhus JL, Best DR, Dugan MER, Jeremiah LE. Relationship of texture profile analysis and Warner-Bratzler shear force with sensory characteristics of beef rib steaks. *Meat Sci.*, 64: 333-339. 2003.

Destefanis G, Barge MT, Brugiapaglia A, Tassone S. The use of principal component analysis (PCA) to characterize beef. *Meat Sci.*, 56: 255-259. 2000.

Destefanis G, Brugiapaglia A, Barge MT, Dal Molin E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Sci.*, 78: 153-156. 2008.

Jeremiah LE, Dugan MER, Aalhus JL, Gibson LL. Assessment of the chemical and cooking properties of the major beef muscles and muscle groups. *Meat Sci.*, 65: 985-992. 2003.

Lawrie RA, Ledward DA. *Lawrie's meat science*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge. 2006.

Miller MF, Carr MA, Ramsey CB, Crockett KL, Hoover LC. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Anim. Sci.*, 79: 3062-3068. 2001.

Mitsumoto M, Mitsuhashi T, Ozawa S. Influence of slaughter weight, sire, concentrate feeding and muscle on the physical and chemical characteristics in Japanese black beef. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 5: 629-634. 1992.

Muramoto, T, Higashiyama M, Kondo T. Effect of pasture finishing on beef quality of Japanese Shorthorn steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18: 420-426. 2005.

根岸晴夫, 夏野めぐみ, 吉川純夫. 輸入冷凍牛ロース肉の熟度指標としての剪断力価, ATP 関連化合物, 筋原線維小片化率, および 30,000 ダルトン成分. *日畜会報*, 63: 1267-1275. 1992.

Peachey BM, Purchas RW, Duizer LM. Relationships between sensory and objective measures of meat tenderness of beef m. longissimus thoracis from bulls and steers. *Meat Sci.*, 60: 211-218. 2002.

Platter WJ, Tatum JD, Belk KE, Chapman PL, Scanga JA, Smith GC. Relationship of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. *J. Anim. Sci.*, 81: 2741-2750. 2003.

Silva JA, Patarata L, Martins C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci.*, 52: 453-459. 1999.

Ueda Y, Watanabe A, Higuchi M, Shingu H, Kushibiki S, Shinoda M. Effects of intramuscular fat deposition on the

- beef traits of Japanese Black steers (Wagyu). *Anim. Sci. J.*, 78: 189-194. 2007.
- Wheeler TL, Shackelford SD, Johnson SD, Miller MF, Miller RK, Koohmaraie M. A comparison of Warner–Bratzler shear force assessment within and among institutions. *J. Anim. Sci.*, 75: 2423-2432. 1997.
- 吉川誠次. 食品の官能検査法. 62-63. 光琳書院. 東京. 1965.

Relationship between shear force and tenderness of Japanese shorthorn beef

Takayuki MURAMOTO, Kaori MAENO, Yuki OKADA,
Saki TEZUKA and Takehiro KAMATA

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

Corresponding: Takayuki MURAMOTO

(Tel & Fax: +81-019-621-6287, E-mail: muramoto@iwate-u.ac.jp)

This study was conducted to determine relationship between shear force and tenderness of Japanese shorthorn beef. Shear force, drip loss, cooking loss, crude fat content and tenderness of *M. biceps femoris* and *M. psoas major* of eight Japanese shorthorn steers were analyzed. Shear force, drip loss and cooking loss of *M. biceps femoris* were significantly higher than those of *M. psoas major*. There was no significant difference in crude fat content between muscles. Drip loss, cooking loss and crude fat content were not significantly correlated with shear force of two muscles. Relationship between shear force and tenderness showed that Japanese shorthorn beef with shear force value less than 3.0 kg/cm² is evaluated by consumers as tender.

Key words: Japanese shorthorn beef, shear force, tenderness.