

岩手県内の主要な4つの生産地で生産された 日本短角種去勢牛の牛肉品質の比較

村元隆行*・金子真志保・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9月8日受付，2014年11月4日受理

要約

岩手県内の主要な4つの生産地で生産された日本短角種去勢牛の牛肉品質の比較を行った。岩泉町（岩泉短角）、久慈市（久慈短角）、二戸市（二戸短角）、および盛岡市（盛岡短角）で生産された日本短角種去勢牛の半膜様筋のメトミオグロビン割合、ドリップロス、クッキングロス、剪断力価、粗脂肪含量、脂肪酸組成、および遊離アミノ酸含量を測定した。メトミオグロビン割合は、久慈短角が展示2日目で、岩泉短角および二戸短角が展示3日目で、および盛岡短角が展示4日目で、それぞれ変色の閾値である35%を超えた。ドリップロスおよびクッキングロスには生産地による有意な差は認められなかった。剪断力価は二戸短角および盛岡短角が久慈短角に比較して有意に低かった。粗脂肪含量は盛岡短角が岩泉短角に比較して有意に高かった。一価不飽和脂肪酸の割合は岩泉短角および盛岡短角が久慈短角に比較して有意に高かった。脂肪酸のn6/n3比は久慈短角が岩泉短角および盛岡短角に比較して有意に低かった。易酸化性脂肪酸の割合は久慈短角が二戸短角に比較して有意に低かった。アスパラギン酸の含量は盛岡短角が岩泉短角に比較して有意に高かった。スレオニン、セリン、アラニン、リジン、およびヒスチジンの含量は岩泉短角が二戸短角に比較して有意に高かった。

キーワード：日本短角種去勢牛，牛肉品質，生産地

東北畜産学会報 64(3): 25 ~ 31 2015

緒言

日本短角種は主に岩手県で生産されている日本固有の和牛品種である。日本短角種は旧南部藩時代に沿岸と内陸とを結ぶ「塩の道」の物資輸送に使われていた南部牛に、明治初期に米国や英国から導入されたショートホーン種またはデイレイ・ショートホーン種の交配を重ねて作出された（野田村村誌編纂委員会，1986）。日本短角

種は放牧に適することから（千葉，1987）、繁殖牛は春から秋にかけて放牧され、まき牛による自然交配が行われ、冬に牛舎で飼育されるという夏山冬里方式で飼育されている。一方、素牛の肥育は約8カ月齢から開始され、一部を除いて牛舎の中で濃厚飼料多給により行われ、約24カ月齢で屠畜される。日本短角種の牛肉は脂肪含量が低くタンパク質含量が高い赤身肉であることが特徴として挙げられる。

これまで、日本短角種の牛肉品質について、肥育牛では黒毛和種との肉色安定性の比較（Muramotoら，2004）、放牧仕上げが筋肉の理化学特性に及ぼす影響（Muramotoら，2005）、植物由来タンパク質分解酵素に

* 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

よる筋肉の軟化（手塚と村元，2014），消費者が硬いと評価する筋肉の剪断力価（村元ら，2014a），また経産牛では放牧後の肥育期間が筋肉の理化学特性に及ぼす影響（村元ら，2014b）が報告されている。

現在，岩手県内では，岩泉町，久慈市，二戸市，および盛岡市の主に4つの生産地で日本短角種が生産されており，その生産方式，特に給与されている濃厚飼料は生産地によって異なる。岩泉町では市販の配合飼料が給与されており，久慈市では国内で生産された濃厚飼料だけを原料とした配合飼料が給与されており，二戸市では市販の配合飼料および豆腐製造粕が給与されており，また盛岡市では市販の配合飼料およびビール製造粕が給与されている。一般に，肥育牛に給与される飼料は牛肉品質に影響を及ぼすことが知られているが，岩手県内の主要な4つの生産地で生産されている日本短角種の牛肉品質の違いについては明らかにされていない。

そこで本研究では，岩手県内の主要な4つの生産地で生産された日本短角種去勢牛の牛肉品質の違いを明らかにするため，岩泉町，久慈市，二戸市，および盛岡市で生産された日本短角種去勢牛の筋肉の理化学特性および成分についての比較を行った。

材料および方法

供試筋肉

供試筋肉として，岩泉町で市販の配合飼料の給与により生産された4頭の日本短角種去勢牛（岩泉短角），久慈市で国内産の濃厚飼料だけを原料とした配合飼料により生産された4頭の日本短角種去勢牛（久慈短角），二戸市で市販の配合飼料および豆腐製造粕の給与により生産された4頭の日本短角種去勢牛（二戸短角），および盛岡市で市販の配合飼料およびビール製造粕の給与により生産された4頭の日本短角種去勢牛（盛岡短角）の，それぞれの半膜様筋（*M. semimembranosus*）を用いた。

各筋肉を真空包装し，4℃で19日間（屠畜日から21日間）の熟成を行った。熟成後，筋肉の一部から挽肉サンプルを調製し，成分分析を行うまで-20℃で冷凍貯蔵を行った。

肉色およびメトミオグロビン割合の測定

熟成を行った各半膜様筋からステーキサンプル（30×30×15mm×3反復）を調製し，100mL容の計量皿に入れ，分光測色計（CM-2500d；コニカミノルタ，東京）を用いて，切開60分後に分光反射率（360 nm から 740 nm）を測定した。このステーキサンプルを再び計量皿に入れ，ポリ塩化ビニールで包装し，蛍光灯下で4℃の貯蔵を行い，分光

測色計を用いて分光反射率を展示7日目まで毎日測定した。分光反射率を用い，Stewartら（1965）の方法によってステーキサンプル表面のメトミオグロビン割合を求めた。

ドリップロス，クッキングロス，および剪断力価の測定

熟成を行った各半膜様筋から約120gの筋肉サンプルを調製して真空包装し，4℃で10日間の貯蔵を行った。貯蔵後，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てから重量を測定し，貯蔵前重量との差を貯蔵前重量で除したものをドリップロスとした。この筋肉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，中心温度が75℃になるまで湯浴を行った。約60分間の冷却後，ペーパータオルでドリップを除去し，重量を測定し，湯浴前重量との差を湯浴前重量で除したものをクッキングロスとした。このサンプルから筋線維と平行に10×10mmの直方体を作成し，Warner-Bratzler剪断力価計（G-R MANUFACTURING Co., Manhattan, Kansas, USA）を用いて筋線維を断つ方向の剪断力価を測定した。

粗脂肪含量の測定

-20℃で冷凍保存した挽肉サンプルを解凍後，16時間のジエチルエーテル抽出によるソックスレー法（AOAC，1984）により粗脂肪含量の測定を行った。

脂肪酸組成の測定

-20℃で冷凍保存していた挽肉サンプルからの脂肪酸遊離およびメチルエステル化はAldaiら（2006）の方法に従って行い，各サンプルの脂肪酸組成の測定はカラム（InertCap PURE WAX; 30m length, 0.25mm i.d., and 0.25μm film thickness; ジーエルサイエンス，東京）を装着したガスクロマトグラフィー（GC-17A；島津製作所，京都）を用いて行った。測定条件は，注入口240℃，FID検出器260℃，および150℃で5分間保持とし，その後1分間に3℃のペースで上昇させた後，245℃で10分間保持する温度設定で行った。各脂肪酸の同定はGLC 463（NU-CHEK PREP Inc., Elysian, Minnesota, USA）を標品として用い，これらのリテンションタイムと比較して行った。ピークの面積合計を100%として各脂肪酸の組成を算出した。

遊離アミノ酸含量の測定

-20℃で冷凍保存した挽肉サンプルをプラスチックチューブに入れて重量を測定し，5%スルホサリチル酸および内部標準として1mLのS-(2-Aminoethyl)-L-cysteine hydrochloride（Sigma-Aldrich Japan，東京）を加えてホ

モゲナイズし、遠心分離機 (SRX-201; トミー精工, 東京) を用い、4℃で10,000×g および15分間の遠心分離を行った。その後、上清を濾過し、50 mLに定容し、マイクロチューブに分注し、測定まで-20℃で冷凍貯蔵した。遊離アミノ酸含量およびタウリン含量の測定には全自動アミノ酸分析機 (JLC-500V2; JEOL, 東京) を用いた。リチウム系イオン交換カラムを設置し、ニンヒドリンを用いて得られたアミノ酸生成物を吸光度570 nm および440 nm で測定した。また、外部標準としてアミノ酸標準との混合溶液 (和光純薬工業, 大阪) を使用した。

統計解析

各測定項目について、生産地間における平均値の差の検定を Tukey-Kramer の多重比較検定により行った。なお、危険水準は5%に統一した。

結果および考察

岩手県内の主要な4つの生産地で生産された日本短角種去勢牛の半膜様筋の展示中におけるメトミオグロビン割合を表1に示す。メトミオグロビン割合は展示2日目、および展示3日目、4日目、5日目、および7日目で盛岡短角が久慈短角に比較して、それぞれ有意に低かった。また、他の展示日数では、メトミオグロビン割合に生産地間における有意な差は認められなかった。Green ら (1971) は、メトミオグロビン割合が30から40%程度ま

で増加すると筋肉の変色が見た目で確認できると報告している。そこで本研究では、変色の閾値をメトミオグロビン割合35%と設定した。メトミオグロビン割合が35%を越えたのは、久慈短角が展示2日目、岩泉短角および二戸短角が展示3日目、および盛岡短角が展示4日目であった。したがって、盛岡短角は他の生産地に比較して筋肉の変色が起こりにくい可能性が示された。

各生産地で生産された日本短角種去勢牛の半膜様筋のドリップロス、クッキングロス、および剪断力価を表2に示す。ドリップロスおよびクッキングロスに生産地間における有意な差は認められなかった。したがって、筋肉の保水性には生産地による違いがみられない可能性が示された。剪断力価は全ての生産地で3kg/cm²以上であった。村元ら (2014a) は、日本短角種去勢牛の場合、剪断力価が3kg/cm²未満である筋肉は官能的に軟らかいと評価されることを報告している。したがって、岩手県内の主要な4つの生産地で生産された日本短角種去勢牛の少なくとも半膜様筋 (ウチモモ) は硬いと評価される可能性が示された。今後、一般的に軟らかいとされている大腰筋 (ヒレ)、胸最長筋 (リブローズ)、および腰最長筋他 (サーロイン) を含めた他の筋肉の硬さについても検討していく必要があると考えられる。また、剪断力価は、二戸短角および盛岡短角が久慈短角に比較して有意に低かった。したがって、二戸短角および盛岡短角は久慈短角に比較して筋肉が軟らかい可能性が示された。

岩手県内の主要な4つの生産地で生産された日本短角種去勢牛の半膜様筋の粗脂肪含量を表2に示す。粗脂肪

Table 1 Metmyoglobin percentage of *M. semimembranosus* of Japanese Shorthorn steers produced in principal four production areas in Iwate prefecture

Areas	Days displayed (mean ± SE)							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Iwaizumi (n=4)	3.2 ± 1.9	15.9 ± 2.1	28.0 ± 1.9 ^{ab}	36.6 ± 2.1 ^{ab}	46.4 ± 3.0 ^{ab}	58.5 ± 6.8 ^{ab}	62.8 ± 6.8	66.9 ± 8.4 ^{ab}
Kuji (n=4)	1.1 ± 1.1	20.5 ± 2.4	37.8 ± 4.5 ^a	50.1 ± 4.4 ^a	57.6 ± 2.7 ^a	69.5 ± 1.5 ^a	72.6 ± 8.5	83.4 ± 5.4 ^a
Ninohe (n=4)	1.8 ± 1.1	15.8 ± 3.5	21.2 ± 4.5 ^b	40.5 ± 3.0 ^{ab}	47.5 ± 1.4 ^{ab}	54.4 ± 2.0 ^{ab}	62.5 ± 1.0	63.6 ± 0.8 ^{ab}
Morioka (n=4)	0.1 ± 0.1	12.7 ± 2.3	23.2 ± 3.1 ^b	31.8 ± 5.9 ^b	40.4 ± 4.0 ^b	46.3 ± 3.0 ^b	52.6 ± 4.0	57.8 ± 1.5 ^b

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

Table 2 Drip loss, cooking loss, shear force, and crude fat concentration of *M. semimembranosus* of Japanese Shorthorn steers produced in principal four production areas in Iwate prefecture

	Drip loss	Cooking loss	Shear force	Crude fat
	(%)	(%)	(kg/cm ²)	(%)
	Mean ± SE			
Iwaizumi (n=4)	5.6 ± 0.2	25.6 ± 0.6	4.3 ± 0.4 ^{ab}	2.4 ± 0.2 ^b
Kuji (n=4)	5.6 ± 0.3	25.2 ± 1.1	5.5 ± 0.2 ^a	6.8 ± 1.8 ^{ab}
Ninohe (n=4)	5.8 ± 0.4	25.5 ± 1.0	4.1 ± 0.4 ^b	6.1 ± 0.7 ^{ab}
Morioka (n=4)	5.1 ± 0.5	26.4 ± 0.5	3.8 ± 0.2 ^b	7.9 ± 1.0 ^a

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

含量は盛岡短角が岩泉短角に比較して有意に高かった。したがって、盛岡短角は岩泉短角に比較して筋肉中の脂肪含量が高い可能性が示された。Shackelford ら(1994)は、12品種の去勢牛の背最長筋において、剪断力価と粗脂肪含量との間に負の相関があること、また Costa ら(2012)は、去勢牛の背最長筋において、粗脂肪含量と硬さとの間には負の相関があることを、それぞれ報告している。したがって、盛岡短角が他の生産地に比較して筋肉が軟らかかったのは、筋肉中の脂肪含量が高かったためであると考えられる。Fortin ら(1980)は、雄牛において、肥育期間中のエネルギー摂取量が高くなると筋肉中の粗脂肪含量が高くなることを報告している。したがって、盛岡短角の筋肉中の脂肪含量が高かった要因の一つとして、肥育期間中におけるエネルギー摂取量が高かった可能性が考えられるが、他の要因も含めた今後の詳細な検討が必要である。

各生産地で生産された日本短角種去勢牛の半膜様筋の脂肪酸組成を表3に示す。飽和脂肪酸の割合は久慈短角

が他の生産地に比較して有意に高く、多価不飽和脂肪酸の割合は二戸短角が久慈短角に比較して有意に高かった。オレイン酸(C18:1)の割合に生産地間における有意な差は認められなかったが、一価不飽和脂肪酸の割合は岩泉短角および盛岡短角が久慈短角に比較して有意に高かった。大友ら(2011)は、黒毛和種の筋肉において、一価不飽和脂肪酸の割合が高いものは風味が良いと評価されることを報告している。したがって、岩泉短角および盛岡短角の筋肉は、風味が久慈短角に比較して高く評価される可能性があるが、生産地間の違いが実際に識別可能であるかどうかについては、今後、官能評価を行うことによって明らかにしていく必要がある。脂肪酸のn-6/n-3比は、血栓性疾患を抑制する観点から4未満であることが推奨されている(Department of Health, 1994)。n-6系脂肪酸で最も割合が高いリノール酸(C18:2)の割合は岩泉短角および二戸短角が久慈短角に比較して有意に高く、n-3系脂肪酸で最も割合が高い α -リノレン酸(C18:3)の割合には生産地間における有意な差は

Table 3 Fatty acid composition of *M. semimembranosus* of Japanese Shorthorn steers produced in principal four production areas in Iwate prefecture

	Iwaizumi	Kuji	Ninohe	Morioka
	Mean \pm SE (%)			
C14:0	2.45 \pm 0.28	2.31 \pm 0.19	2.54 \pm 0.24	2.37 \pm 0.43
C14:1	0.68 \pm 0.10 ^{ab}	0.33 \pm 0.06 ^b	0.91 \pm 0.11 ^a	0.57 \pm 0.13 ^{ab}
C15:0	0.26 \pm 0.02	0.17 \pm 0.05	0.24 \pm 0.00	0.23 \pm 0.03
C16:0	27.6 \pm 0.6	28.5 \pm 1.0	26.5 \pm 0.5	27.7 \pm 1.2
C16:1	2.53 \pm 1.28 ^{ab}	0.63 \pm 0.01 ^b	0.53 \pm 0.04 ^b	3.61 \pm 0.44 ^a
C17:0	2.00 \pm 0.81 ^{bc}	2.64 \pm 0.11 ^b	5.31 \pm 0.39 ^a	0.66 \pm 0.05 ^c
C17:1	0.65 \pm 0.05	0.54 \pm 0.08	0.76 \pm 0.05	0.61 \pm 0.05
C18:0	10.3 \pm 0.8 ^b	15.2 \pm 0.6 ^a	7.8 \pm 0.2 ^c	11.7 \pm 0.4 ^b
C18:1	43.7 \pm 1.1	40.8 \pm 1.8	42.5 \pm 0.4	43.0 \pm 1.2
C18:2 (n-6)	3.45 \pm 0.08 ^a	2.24 \pm 0.25 ^b	3.46 \pm 0.29 ^a	3.09 \pm 0.36 ^{ab}
C18:3 (n-3)	0.18 \pm 0.02	0.22 \pm 0.02	0.20 \pm 0.00	0.14 \pm 0.04
C20:0	0.04 \pm 0.01 ^{bc}	0.07 \pm 0.00 ^a	0.04 \pm 0.00 ^c	0.06 \pm 0.00 ^b
C20:2 (n-6)	0.02 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.04 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01
C20:3 (n-6)	0.33 \pm 0.06 ^{ab}	0.13 \pm 0.05 ^b	0.48 \pm 0.08 ^a	0.33 \pm 0.05 ^{ab}
C20:4 (n-6)	0.93 \pm 0.17	0.48 \pm 0.09	1.09 \pm 0.23	0.77 \pm 0.10
C20:5 (n-3)	0.05 \pm 0.02	0.04 \pm 0.02	0.08 \pm 0.01	0.08 \pm 0.01
Saturated	42.7 \pm 1.0 ^b	48.9 \pm 1.8 ^a	42.4 \pm 0.8 ^b	42.7 \pm 1.3 ^b
Monounsaturated	47.6 \pm 0.5 ^a	42.3 \pm 1.8 ^b	44.7 \pm 0.4 ^{ab}	47.8 \pm 0.6 ^a
Polyunsaturated	4.95 \pm 0.27 ^{ab}	3.16 \pm 0.24 ^b	5.36 \pm 0.62 ^a	4.44 \pm 0.55 ^{ab}
n-6	4.72 \pm 0.23 ^a	2.90 \pm 0.22 ^b	5.07 \pm 0.60 ^a	4.22 \pm 0.51 ^{ab}
n-3	0.23 \pm 0.04	0.26 \pm 0.03	0.28 \pm 0.01	0.22 \pm 0.04
n-6/n-3	22.1 \pm 2.7 ^a	11.2 \pm 0.9 ^b	17.8 \pm 1.4 ^{ab}	19.9 \pm 1.7 ^a
Total peroxidisable ¹	1.49 \pm 0.25 ^{ab}	0.87 \pm 0.09 ^b	1.85 \pm 0.32 ^a	1.32 \pm 0.19 ^{ab}

^{a-c}Means within a row with a different superscript letter differ (P<0.05).

¹Fatty acids with three or more unsaturated bonds.

認められず、n6/n3比は久慈短角が岩泉短角および盛岡短角に比較して有意に低かった。また、不飽和結合を3以上有するため酸化され易い脂肪酸である易酸化性脂肪酸の割合は久慈短角が二戸短角に比較して有意に低かった。したがって、久慈短角は岩泉短角および盛岡短角に比較して筋肉中の脂肪酸のn-6/n-3比が優れており、また久慈短角は二戸短角に比較して筋肉中の脂質の酸化が起りにくい可能性が示された。この要因として、濃厚飼料の種類および給与量の違いだけでなく、放牧の時期、放牧期間、および放牧後の肥育期間による影響(Muramotoら, 2005;村元ら, 2014b)も考えられるが、今後の詳細な検討が必要である。

各生産地で生産された日本短角種去勢牛の半膜様筋の遊離アミノ酸含量を表4に示す。アスパラギン酸の含量は盛岡短角が岩泉短角に比較して有意に高かった。スレオニン、セリン、アラニン、リジン、およびヒスチジンの含量は岩泉短角が二戸短角に比較して有意に高かった。二宮ら(1968)は、日本人のパネルで官能評価を行ったところ、アスパラギン酸が酸味、スレオニン、セリン、およびアラニンが甘味、リジンおよびヒスチジンが苦味を呈することを報告している。したがって、岩泉短角は二戸短角に比較して甘味および苦味を、また盛岡短角は岩泉短角に比較して酸味を強く呈する筋肉である可能性があるが、生産地間の違いが実際に識別可能であるかどうかについては、今後、官能評価を行うことによって明らかにしていく必要がある。

本研究により、岩手県内の主要な4つの生産地で生産

されている日本短角種去勢牛の牛肉品質の違いが初めて示された。すなわち、岩手県内の主要な生産地で生産されている日本短角種去勢牛の筋肉の肉色安定性、軟らかさ、脂肪含量、脂肪酸組成、および遊離アミノ酸含量は生産地によって異なることが明らかにされた。一方、これらの原因を明らかにするためには、困難なことではあるが、岩手県内の主要な4つの生産地で生産されている日本短角種去勢牛に給与されている濃厚飼料および粗飼料の正確な給与量を調査する必要があると考えられる。また、豆腐粕およびビール粕の給与が日本短角種去勢牛の牛肉品質に及ぼす影響についても調査する必要があると考えられる。

引用文献

Aldai N, Osoro K, Barron LJR, Najera AI. Gas-liquid chromatographic method for analyzing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids: Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatogr. A* **1110**, 133-139. 2006.

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.

千葉明. 岩手のあか牛物語 日本短角種と農村社会. 岩手出版. 岩手. 1987.

Costa P, Lemos JP, Lopes PA, Alfaia CM, Costa AS, Bessa

Table 4 Amino acid concentrations of *M. semimembranosus* of Japanese Shorthorn steers produced in principal four production areas in Iwate prefecture

	Iwaizumi	Kuji	Ninohe	Morioka
	Mean ± SE (μg/g)			
Asp	96.9 ± 1.1 ^b	97.5 ± 0.4 ^{ab}	98.4 ± 0.6 ^{ab}	100.2 ± 0.6 ^a
Thr	187.2 ± 26.8 ^a	110.4 ± 12.6 ^{ab}	85.5 ± 8.7 ^b	135.8 ± 33.2 ^{ab}
Ser	248.2 ± 28.1 ^a	153.4 ± 17.8 ^{ab}	116.0 ± 7.3 ^b	190.6 ± 42.8 ^{ab}
Glu+Gln	506.0 ± 96.8	492.1 ± 85.4	602.0 ± 122.1	541.2 ± 89.9
Gly	186.7 ± 24.0	129.9 ± 8.3	111.0 ± 9.7	141.6 ± 27.9
Ala	520.0 ± 49.6 ^a	379.1 ± 20.5 ^{ab}	321.1 ± 23.8 ^b	387.3 ± 68.9 ^{ab}
Val	238.1 ± 36.3	148.1 ± 14.5	117.7 ± 13.1	170.7 ± 41.4
Met	137.3 ± 20.9	100.4 ± 8.5	76.3 ± 7.5	108.0 ± 26.1
Ile	185.3 ± 31.1	130.8 ± 9.4	98.5 ± 12.5	134.7 ± 29.8
Leu	317.7 ± 55.1	203.9 ± 17.5	163.1 ± 17.6	239.1 ± 57.6
Phe	190.8 ± 34.4	151.2 ± 12.7	108.9 ± 11.1	148.5 ± 35.3
Lys	255.9 ± 40.8 ^a	150.3 ± 8.3 ^{ab}	107.2 ± 18.3 ^b	166.3 ± 41.5 ^{ab}
His	93.6 ± 15.2 ^a	62.0 ± 2.8 ^{ab}	48.2 ± 5.1 ^b	66.7 ± 14.2 ^{ab}
Arg	78.4 ± 35.9	124.9 ± 4.2	90.2 ± 5.7	144.1 ± 38.2

^{a-c}Means within a row with a different superscript letter differ (P<0.05).

- RJ, Prates JA. Effect of low-and high-forage diets on meat quality and fatty acid composition of Alentejana and Barrosã beef breeds. *Anim. Consort.* **6**, 1187-1197. 2012.
- Department of Health. Report on Health and Social Subjects No. 46. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Her Majesty's Stationery Office. London. 1994.
- Fortin A, Simpfendorfer S, Reid JT, Ayala HJ, Anrique R, Kertz AF. Effect of level of energy intake and influence of breed and sex on the chemical composition of cattle. *J. Anim. Sci.* **51**, 604-614. 1980.
- Green BE, Hisin I, Zisper MW. Retardation of oxidative color changes in raw ground beef. *J. Food Sci.* **36**, 940-942. 1971.
- Muramoto, T, Higashiyama M, Kondo T. Comparison of beef color stability during display of two muscles between Japanese Shorthorn steers and Japanese Black steers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **17**, 1303-1308. 2004.
- 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.
- 村元隆行, 前野かおり, 岡田祐季, 手塚 咲, 鎌田丈弘. 日本短角種牛肉における剪断力価と軟らかさとの関係. *東畜会報* **64**, 7-12. 2014a.
- 村元隆行, 館山保奈美, 金子真志保. 日本短角種経産牛の放牧後の肥育期間と筋肉の理化学特性との関係. *日畜会報* **85**, 525-530. 2014b.
- 二宮恒彦. 調理科学 1. 185-197. 日本調理科学会. 東京. 1968.
- 野田村誌編集委員会. 野田鹽. ベコの道. 21-24. 九戸印刷. 岩手. 1996.
- 大友良彦, 小室純也, 須田義人, 鈴木啓一. 黒毛和種肥育牛の胸最長筋脂肪酸組成と枝肉, 肉質形質及び食味性との関連. *肉用牛研報* **90**, 15-21. 2011.
- Shackelford SD, Koohmaraie M, Wheeler TL. The efficacy of adding a minimum adjusted fat thickness requirement to the USDA beef quality grading standards for select grade beef. *J. Anim. Sci.* **72**, 1502-1507. 1994.
- Stewart MR, Zipser MW, Watts BM. The use of reflectance spectrophotometry for the assay of raw meat pigments. *J. Food Sci.* **30**, 464-469. 1965.
- 手塚 咲, 村元隆行. バ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. *日畜会報* **85**, 145-152. 2014.

Comparison of beef quality of Japanese shorthorn steers produced in principal four production areas in Iwate prefecture

Takayuki MURAMOTO*, Mashiho KANEKO 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)

The beef quality of Japanese Shorthorn steers produced in principal four production areas in Iwate prefecture was compared. Metmyoglobin percentage, drip loss, cooking loss, shear force, crude fat concentration, fatty acid composition, and free amino acid concentrations of *M. semimembranosus* of Japanese shorthorn steers produced in Iwaizumi (Iwaizumi-JS), Kuji (Kuji-JS), Ninohe (Ninohe-JS), and Morioka (Morioka-JS) were analyzed. The metmyoglobin percentages of muscle of Kuji-JS, Iwaizumi-JS, Ninohe-JS, and Morioka-JS were beyond 35% (a threshold value) at days 2, 3, 3, and 4 of display, respectively. There were no significant differences in drip loss and cooking loss of muscle between production areas. The shear force of muscle of Ninohe-JS and Morioka-JS was significantly lower than that of Kuji-JS. The crude fat content of muscle of Morioka-JS was significantly higher than that of Iwaizumi-JS. Monounsaturated fatty acid concentration of muscle of Iwaizumi-JS and Morioka-JS was significantly higher than that of Kuji-JS. The n6/n3 ratio in fatty acid of muscle of Kuji-JS was significantly lower than that of Iwaizumi-JS and Morioka-JS. The total peroxidisable fatty acid concentration of muscle of Kuji-JS was significantly lower than Ninohe-JS. Aspartic acid concentration of muscle of Morioka-JS was significantly higher than that of Iwaizumi-JS. Threonine, serine, alanine, lysine, and histidine concentrations of muscle of Iwaizumi-JS were significantly higher than those of Ninohe-JS.

Key words: Japanese shorthorn steers, beef quality, production area.