

北海道産日本短角種における肉質の生産方式間比較

山口 悠¹・清水成洋¹・島田謙一郎¹・口田圭吾¹

¹ 帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

(2014. 11. 28 受付, 2015. 3. 13 受理)

要 約 日本短角種は他の和牛に比べ育て適性があるなど優れた母性能力を持ち, これを活かした生産方式として経産肥育が考えられる. 経産牛の枝肉価値は一般的に低く評価されることから, 経産肥育牛の肉質を調査するため, 去勢, 未経産および経産廃用と比較した. 去勢 6 頭, 未経産 12 頭, 経産廃用および経産肥育それぞれ 10 頭のロインブロックを用い, 枝肉格付 8 形質, 枝肉画像解析 9 形質および理化学分析 16 形質について分析した. 画像解析および理化学分析において, 視覚的に判断可能な肉質および一般組成で経産肥育と未経産および去勢の間に差はみられなかった ($P > 0.05$). また, ほとんどの分析項目において経産廃用のみが特異的な数値であり, 牛枝肉取引規格において好ましくない結果となった. このことから, 経産牛であっても 1~2 産であれば肥育を行うことで未経産や去勢と遜色ない肉質が得られることが明らかになった.

日本畜産学会報 86 (2), 183-189, 2015

キーワード: 画像解析, 経産肥育牛, 理化学分析, 日本短角種, 肉質

日本短角種は他の品種に比べて育て適性が高いといわれている. 実際に新宮ら (2002) は, 日本短角種は黒毛和種に比べて乳量が多く, 乳成分も高いことを示した. Yamaguchi ら (2013) は, 日本短角種の母牛を借腹として親子放牧された黒毛和種子牛が, 牛舎において黒毛和種母牛に育てられるよりも 1 ヶ月齢までの日増体量が著しく高くなることを報告している. このことから, 日本短角種は黒毛和種など他品種よりも優れた母性能力を持つと推測される. これらの母性能力を活かす飼育形態として, まき牛による自然交配を行い, 分娩後は親子で放牧する夏山冬里方式が行われている. このようなメスの母性能力を無駄にしない牛肉生産体系として, 未経産肥育ではなく 1~2 産程度の経産牛を用いた経産肥育が考えられる. 現在の日本では交雑種における一産取り肥育を中心とした経産肥育の技術が確立されつつあり, 一産取り肥育牛についての研究も行われている (Zembayashi 2001; 中西ら 2003; 森下ら 2007).

平成 24 年度の北海道における日本短角種肥育牛は 10 戸の生産者によりおよそ 600 頭が生産されている (北海道農政部 2014). 生産者のほとんどは, 粗飼料利用性の高さを活かし純国産の飼料を中心とした生産および放牧や自然哺乳を共通理念とし, 加えて独自の方法で肥育を行っている. このうち数戸は経産肥育による牛肉生産をしており, 2013 年に開催された第 3 回北海道肉専用種枝肉共励会における日本短角種の部では経産牛部門が新設されるな

ど, 北海道においては交雑種のみならず日本短角種の経産肥育が注目されている.

経産肥育牛が未経産牛に劣らない肉質であった場合, 経産肥育牛では分娩事故がなければ子牛生産による収入の増加が期待される. さらに日本短角種における放牧主体の飼養では, 未経産牛よりも長期飼育になっても支出に占める飼料費の割合は高くないと考えられる. しかしながら, 日本の牛肉市場において放牧経産牛の評価は低く (谷本ら 2004) 市場価値も低い. このことから, 経産肥育牛は分娩後に肥育されたとしても経産牛であることを理由に, 枝肉としての価値が低いと評価される可能性があるため, 経産肥育牛の肉質についての客観的評価が必要である. したがって本研究では, 去勢牛, 未経産牛, 経産肥育牛および経産廃用牛のロイン (胸最長筋, 周囲筋および筋間脂肪) について理化学分析および画像解析を用いた肉質比較を行い, 経産肥育牛の肉質を評価した.

材料および方法

1. 供試牛, 枝肉格付形質およびサンプリング

供試牛は農業生産法人北十勝ファーム有限会社で飼養され, 2013 年 6~12 月に屠畜された日本短角種 38 頭 (去勢牛 6 頭, 未経産牛 12 頭, 経産肥育牛 10 頭, 経産廃用牛 10 頭) を用いた. これらは 6 ヶ月齢まで母乳および人工乳を与えられ, 12 ヶ月齢までは牧草およびデントコーン給与, もしくは放牧飼育された. 去勢牛および未経産牛

連絡者: 口田圭吾 (fax: 0155-49-5462, e-mail: kuchida@obihiro.ac.jp)

は18ヵ月齢および20ヵ月齢まで放牧もしくは粗飼料多給飼育され、その後6~8ヵ月間肥育された。経産肥育牛はおよそ12~16ヵ月齢で自然交配し、1産もしくは2産した後6ヵ月間程度は子牛の離乳まで段階的に肥育用の自家生産配合飼料の給餌による馴致を行い、離乳後はデントコーン、ビートパルプ、ふすまおよびミネラルを与えて約8~9ヵ月間肥育された。馴致期間後からの肥育飼料は去勢および未経産においても同様である。また、経産廃用牛は放牧もしくは粗飼料多給で飼育し、3~12産(平均7.0産)した後に、子牛の離乳後に飼い直しを行わず屠畜された。枝肉格付形質、理化学分析形質および画像解析形質の比較をこれら4群(去勢、未経産、経産肥育および経産廃用)の生産方式ごとに分析した。

分析には公益社団法人日本食肉格付協会による格付明細書に記載された枝肉重量、ばらの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値、BMS No., BCS No., 締まりきめ等級およびBFS No.の8形質の枝肉格付形質を用いた。また、牛枝肉格付とほぼ同時時間帯に枝肉横断面画像を撮影し、画像解析によって得られた画像解析9形質も分析に用いた(これら画像解析形質についての詳細は後述する)。全個体の枝肉画像撮影面と同じ面を含むロース(以下、ロース)ブロックを購入し、真空パックして屠畜後2週間まで4℃で冷蔵保存した。その後、理化学分析を行うまで-20℃で冷凍保存した。購入したサンプル数はロース38個体分(去勢、未経産、経産肥育、経産廃用の順に6, 12, 10, 10個体)である。

2. 理化学分析

ロース(胸最長筋)における分析は水分、灰分、粗脂肪、粗タンパク質、クッキングロス、剪断値、pHおよび遊離アミノ酸(18種)の8項目を行った。水分、粗タンパク質、粗脂肪および灰分は、いずれもAOAC(2003)に準じて、それぞれ105℃常圧加熱乾燥法、ケルダール窒素定量法、ソックスレー脂質抽出法および550℃直接灰化法で測定した。炭水化物は差引き法により求めた。剪断値およびクッキングロスは、まず試料から剪断値用に筋線維方向に1インチ厚のステーキ状に試料を切り、重量を測定後にプラスチックバックに入れて重石と一緒に70℃のウォーターバスで60分間加熱した。その後、取り出して表面をふき取った後に重量を測定し、加熱前後の重量損失量をクッキングロスとした。ステーキはラップに包んで一晩冷蔵庫で冷やしてからハーフコアで筋線維方向にくりぬいてWarner-Bratzler Meat Shear(G-R Manufacturing Co., Manhattan, KS, USA)により剪断値を計測した。pHは、Bendall(1975)の方法に従って測定した。遊離アミノ酸の測定については、Aro-Aroら(2009)の方法に従って試料を調製してアミノ酸分析計(L-8800F;日立ハイテクノロジーズ, 東京)により分析した。得られた遊離アミノ酸はAspおよびGluを旨味成分、Thr, Ser, Pro, Gly, AlaおよびLysを甘味成分、Val, Met, Ile,

Leu, Phe, HisおよびArgを苦味成分とし、それぞれの成分がサンプル100g中に含まれる量を算出した。

脂肪酸組成サンプルは枝肉画像撮影時に全頭の枝肉横断面から採取した。採取には2.5×5.0cmのプラスチック板を用い、腹筋および広背筋と胸最長筋の端に囲まれる部分の筋間脂肪を板の両短辺に約50mg削り取った。これらのサンプルを前原ら(2008)の方法に従って試料を調製し、キャピラリーカラム(ULBON HR-SS-10; 信和化工, 京都)を装着したガスクロマトグラフ装置(GC2010; 島津製作所, 京都)を用いて分析した。本研究で同定した脂肪酸は、ミリスチン酸(C14:0)、ミリストレイン酸(C14:1)、パルミチン酸(C16:0)、パルミトレイン酸(C16:1)、ステアリン酸(C18:0)、オレイン酸(C18:1)およびリノール酸(C18:2)の7種で、これらの総計を100%として各成分の割合を算出した。これらのうち、C14:1, C16:1, C18:1が占める割合を一価不飽和脂肪酸(MUFA)割合として計算した。

3. 枝肉横断面撮影および画像解析

ミラー型牛枝肉撮影装置(HK-333; 早坂理工, 札幌)を用いて、枝肉左半丸の第6-7肋骨間横断面における高精細画像を撮影し、胸最長筋についての画像解析値を得た。本研究で対象とした画像解析形質はロース芯面積、脂肪面積割合、短径長径比、ロース芯複雑度、あらさ指数、最大あらさ指数、細かさ指数、筋肉平均輝度および脂肪平均輝度の9形質である。ここで、脂肪面積割合はロース芯内に存在する脂肪交雑粒子の面積割合を示すものである。あらさ指数は全体的な脂肪交雑粒子のあらさを示す。細かさ指数は、単位面積当たりに含まれる細かい脂肪交雑粒子(0.01~0.5cm²)の数であり、値が大きいほど単位面積当たりの細かい脂肪交雑粒子が多い。短径長径比はロース芯形状の円形度合を示すものであり、1に近いほど円形に近く、値が小さいほど扁平であることを示している。筋肉平均輝度は、ロース芯を脂肪交雑と筋肉部分に分けたときの、筋肉部分の色の強さ(輝度)を表し、数値の範囲は0~255である。255に近づくほど視覚的には明るく見え、0に近づくほど暗く見える。画像解析形質についての詳細な定義や解析手順については口田ら(2006)に示される。これらの分析には専用の画像解析ソフト(BeefAnalyzer-II; 早坂理工, 札幌)を用いて行った。

4. 統計分析

すべての理化学分析値および画像解析値について生産方式を要因とした一元配置の分散分析をSASのANOVAプロシジャ(竹内ら1987)を用いて実施し、Tukeyの多重比較検定を行った。

結果および考察

1. 枝肉格付形質

供試牛の枝肉画像を生産方式ごとに図1~4に示した。また、生産方式ごとの月齢と枝肉格付形質の平均および標

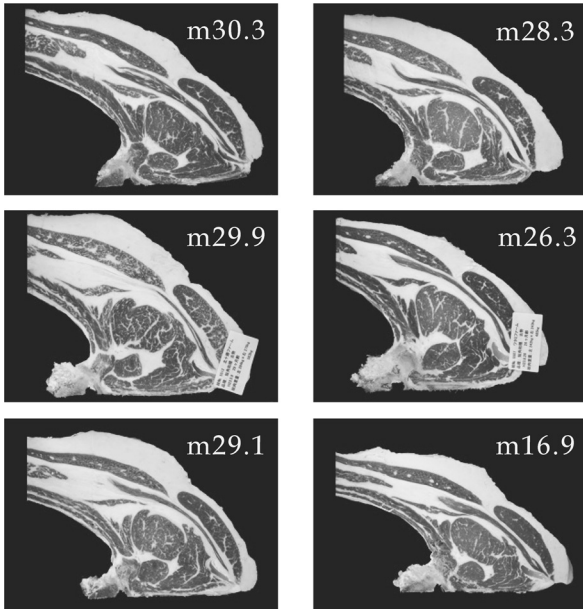


図 1 日本短角種去勢牛の枝肉画像。
右上の数字は画像個体の月齢

準偏差を表 1 に示す。去勢と未經産の月齢には差がみられなかった。枝肉格付形質では、ばらの厚さ、BCS No., 締めきめ等級および BFS No. において経産廃用とその他 3 種の間有意差 ($P < 0.05$) が見られ、いずれも経産廃用が枝肉取引規格において劣る肉質となった。日本短角種の枝肉において問題となっている皮下脂肪の厚さは経産廃用が他 3 群に比べて有意に薄い ($P < 0.05$) 結果となったが、歩留基準値はどの生産方式間においても有意な差はみられなかった。したがって、経産廃用の枝肉は現行の牛枝肉取引規格において肉質も劣り、歩留についても特に優れるわけではないため、全体的に他の生産方式よりも劣った評価を受ける可能性が示唆された。枝肉重量は未經産が経産肥育よりも有意に軽く ($P < 0.05$)、BMS No. は去勢、未經産および経産肥育の 3 群間に有意な差はなかった。このことから、本研究で用いた供試牛の提供牧場において、経産肥育は未經産と同程度の肉質および歩留でありながら枝肉重量が有意に大きく、より得られる肉量が多いと予想されるために、購買者から高評価が得られる可能性が考えられた。

2. 理化学分析値

表 2 には肥育方式ごとの胸最長筋における理化学分析値の平均および標準偏差を示す。経産廃用は他の 3 群に比べて水分が有意に多く ($P < 0.05$)、粗脂肪が有意に少なかった ($P < 0.05$)。さらに、クッキングロスと剪断値についても同様に経産廃用のみが有意に高かった ($P < 0.05$)。一般に、牛肉においては水分と脂肪の量には負の相関があるといわれており (Savell ら 1986)、本研究の結果でもそれらと同様の傾向を示した。また、クッキング

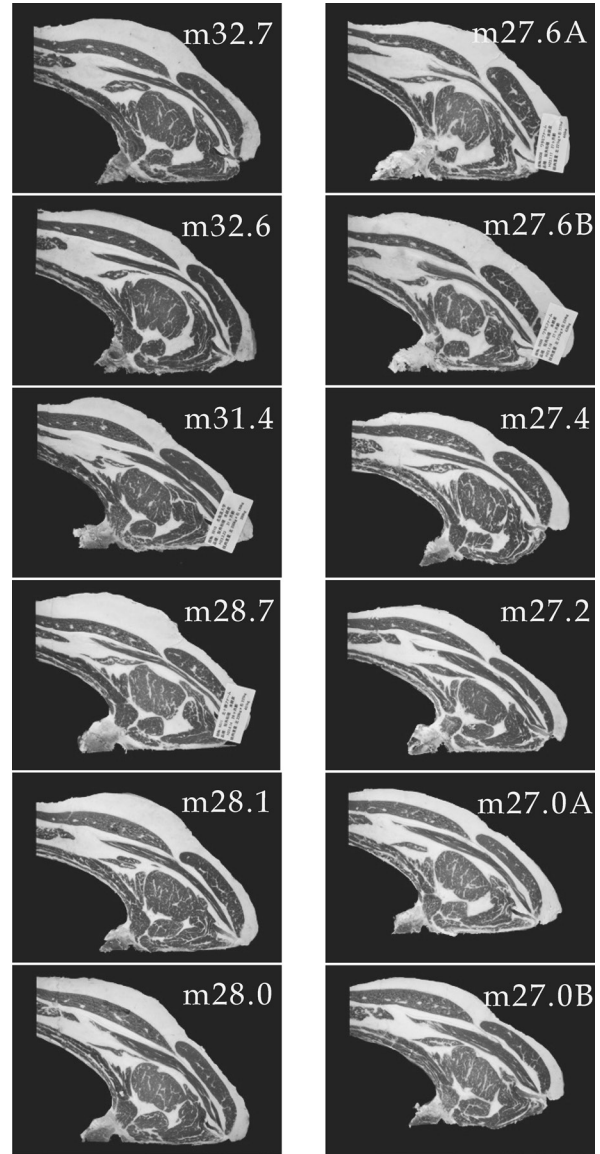


図 2 日本短角種未經産牛の枝肉画像。
右上の数字は月齢
同月齢個体の場合は識別のため A および B を末尾に記した

ロスおよび剪断値についても経産廃用牛のみが顕著に高く、経産肥育と去勢および未經産との間には軟らかさの差はみられなかったことから、経産廃用は硬くて、ジューシーさに欠ける肉質であると推察された。村元ら (2014) は、3~15 歳の日本短角種経産牛の半膜様筋におけるクッキングロスおよび剪断値は放牧後肥育期間 (0~300 日) に影響をうけないことを報告した。このことから、経産廃用は分娩後に肥育を行っても軟らかさおよびジューシーさは改善されないことが示唆される。経産廃用のみが特異的な結果となり、経産肥育は去勢や未經産と同程度に軟らかくジューシーな肉質であると考えられた。アンガス・ゲルビー交雑種における同月齢の一産肥育牛と未經産牛との間で、WB 剪断値およびパネルテストによる軟らかさの評価

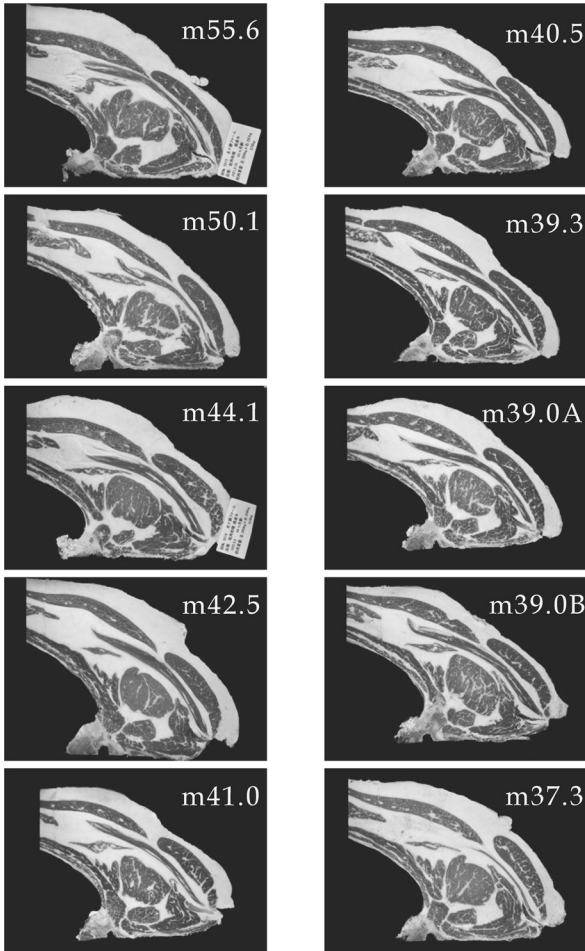


図 3 日本短角種経産肥育牛の枝肉画像。
右上の数字は月齢
同月齢個体の場合は識別のため A および B を末尾に記した

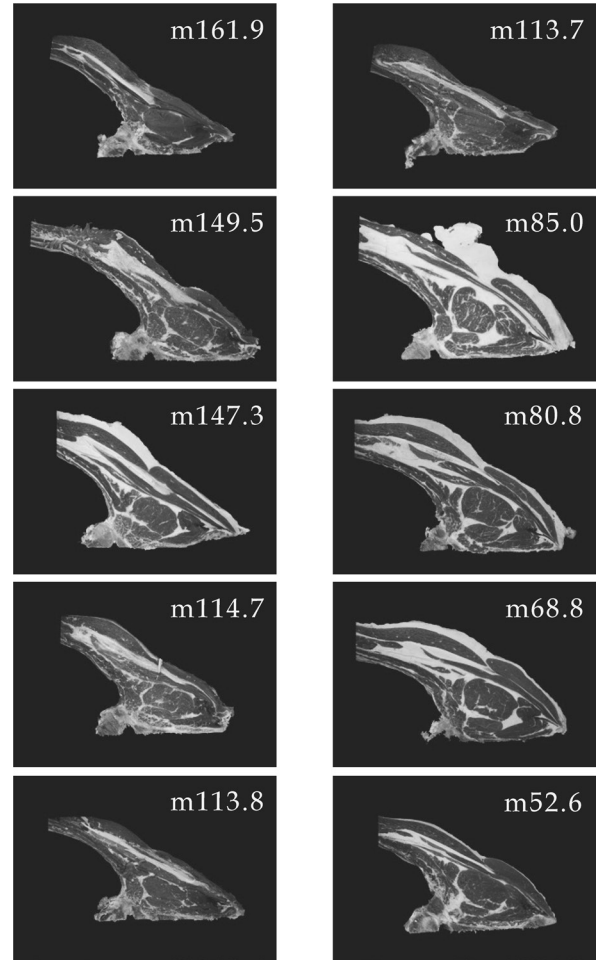


図 4 日本短角種経産廃用牛の枝肉画像。
右上の数字は月齢

表 1 日本短角種における各肥育方式の月齢と枝肉格付形質の平均および標準偏差

	去勢 (n = 6)	未経産 (n = 12)	経産肥育 (n = 10)	経産廃用 (n = 10)
	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.
月齢	26.8 ± 5.1 ^c	28.8 ± 2.2 ^c	42.8 ± 5.7 ^b	108.8 ± 36.8 ^a
枝肉重量 (kg)	465.7 ± 42.5 ^{ab}	404.5 ± 44.7 ^b	466.5 ± 69.5 ^a	257.5 ± 65.3 ^c
ばらの厚さ (cm)	7.2 ± 1.0 ^a	6.4 ± 0.7 ^a	7.1 ± 1.0 ^a	3.5 ± 1.2 ^b
皮下脂肪の厚さ (cm)	3.1 ± 0.8 ^a	3.1 ± 0.8 ^a	3.1 ± 0.7 ^a	1.1 ± 1.4 ^b
歩留基準値	71.8 ± 0.7	71.9 ± 1.3	71.8 ± 1.1	71.1 ± 1.1
BMS	2.0 ± 0.0 ^{ab}	2.2 ± 0.4 ^a	2.1 ± 0.4 ^{ab}	1.7 ± 0.5 ^b
BCS	4.3 ± 0.5 ^b	4.3 ± 0.9 ^b	4.5 ± 0.5 ^b	5.4 ± 0.5 ^a
締めきめ等級	2.0 ± 0.0 ^a	2.0 ± 0.0 ^a	2.0 ± 0.0 ^a	1.1 ± 0.3 ^b
BFS	3.0 ± 0.0 ^b	3.3 ± 0.9 ^b	3.4 ± 1.1 ^b	6.7 ± 0.7 ^a

^{a,b,c}異なる肩文字間に有意差あり (P < 0.05)
S.D.: 標準偏差

に有意な差はみられなかったと報告されており (Field ら 1996), これは本研究の結果と一致した. pH は去勢で高く, 未経産が低い結果となった. 通常, 牛肉の適正な極限

pH は 5.5 付近であり, 6.0 以上になると DFD 肉となることがある (Warriss 2010). 本研究では, 生産方式ごとに pH の差はみられたものの, 肉質的にはいずれも問題

表 2 日本短角種における肥育方式ごと胸最長筋の理化学分析値の平均および標準偏差

	去勢 (n = 6)	未経産 (n = 12)	経産肥育 (n = 10)	経産廃用 (n = 10)
	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.
水分 (g/100g 生肉)	66.5 ± 2.6 ^b	67.9 ± 3.6 ^b	67.4 ± 3.9 ^b	73.8 ± 3.2 ^a
灰分 (g/100g 生肉)	1.1 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.1 ± 0.2	1.3 ± 0.2
粗脂肪 (g/100g 生肉)	11.0 ± 3.9 ^a	12.2 ± 3.6 ^a	12.5 ± 3.8 ^a	3.0 ± 2.6 ^b
粗タンパク質 (g/100g 生肉)	19.4 ± 1.3	20.2 ± 1.5	19.6 ± 1.1	20.8 ± 1.1
炭水化物 (g/100g 生肉)	2.0 ± 0.9	0.9 ± 1.4	0.8 ± 1.2	1.3 ± 1.6
クッキングロス (%)	18.1 ± 1.4 ^b	17.6 ± 2.2 ^b	17.3 ± 1.7 ^b	23.4 ± 4.6 ^a
剪断力値 (kg/cm ²)	2.2 ± 0.4 ^b	2.1 ± 0.3 ^b	2.2 ± 0.5 ^b	3.1 ± 0.4 ^a
pH	5.6 ± 0.2 ^a	5.5 ± 0.1 ^b	5.4 ± 0.1 ^b	5.6 ± 0.1 ^a
旨味系アミノ酸 ¹ (g/100g 生肉)	29.6 ± 5.3 ^a	20.0 ± 4.2 ^b	21.0 ± 5.2 ^b	18.9 ± 4.5 ^b
甘味系アミノ酸 ² (g/100g 生肉)	118.7 ± 19.0 ^a	92.5 ± 15.9 ^b	94.2 ± 14.1 ^b	94.8 ± 16.9 ^b
苦味系アミノ酸 ³ (g/100g 生肉)	92.4 ± 13.3	71.9 ± 19.6	73.5 ± 18.5	68.5 ± 21.1
総遊離アミノ酸含量 (g/100g 生肉)	273.7 ± 40.7	228.8 ± 56.1	233.0 ± 51.4	214.4 ± 42.9

¹旨味: Asp, Glu²甘味: Thr, Ser, Pro, Gly, Ala, Lys³苦味: Val, Met, Ile, Leu, Phe, His, Arg^{a,b}異なる肩文字間に有意差あり (P < 0.05)

S.D.: 標準偏差

表 3 日本短角種における各肥育方式の脂肪酸組成 (%) の平均および標準偏差

	去勢 (n = 6)	未経産 (n = 12)	経産肥育 (n = 10)	経産廃用 (n = 10)
	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.
C14:0	3.1 ± 0.4 ^{ab}	2.7 ± 0.6 ^b	2.8 ± 0.8 ^b	3.9 ± 1.0 ^a
C14:1	1.1 ± 0.2	0.9 ± 0.2	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.5
C16:0	27.0 ± 2.1 ^b	26.2 ± 3.7 ^b	26.4 ± 3.4 ^b	32.0 ± 2.4 ^a
C16:1	4.5 ± 0.5	3.8 ± 0.8	3.7 ± 0.8	3.8 ± 0.8
C18:0	13.0 ± 1.8 ^b	13.2 ± 2.1 ^b	13.5 ± 1.9 ^b	17.6 ± 2.9 ^a
C18:1	49.3 ± 3.1 ^a	51.2 ± 5.1 ^a	51.3 ± 4.7 ^a	40.4 ± 2.6 ^b
C18:2	2.1 ± 0.3 ^a	1.9 ± 0.4 ^a	1.4 ± 0.3 ^b	1.2 ± 0.3 ^b
MUFA	54.9 ± 3.2 ^a	56.0 ± 5.1 ^a	55.9 ± 4.6 ^a	45.2 ± 2.9 ^b

^{a,b}異なる肩文字間に有意差あり (P < 0.05)

S.D.: 標準偏差

のない範囲の数値であった。遊離アミノ酸では 16 種の量を合計した総遊離アミノ酸量ではいずれの群間で有意差はなかったが、甘味、旨味、苦味を呈するそれぞれのアミノ酸量を合算した数値では、旨味および甘味について去勢がその他の 3 群に比べて有意に高い値を示した (P < 0.05)。したがって、アミノ酸から推定される去勢の呈味は甘味と旨味が強いことが示唆された。また、その他の 3 群では呈味に差がないことが示唆された。

次に、枝肉横断面から採取したサンプルの脂肪酸組成を表 3 に示す。C16:0, C18:0, C18:1 および MUFA においては、他の分析項目でもみうけられた傾向と同様に、経産廃用のみ特異的な値を示した。Zembayashi (2001) は分娩後 7 日目に離乳させた一産取り肥育牛の MUFA は

分娩後 105 日目に離乳させた一産取り肥育牛よりも有意に低い (P < 0.05) と報告しており、分娩後の離乳期間が長期化することにより MUFA が高くなることを示している。したがって、本研究における経産廃用の特異的な値の要因のひとつとして、分娩後の離乳期間が経産肥育よりも長期であったことが考えられた。また、融点が低く牛肉のテクスチャーに影響する可能性があることとされる C18:1 および MUFA は、経産肥育と未経産との間に有意な差はみられず (P > 0.05)、これは Zembayashi (2001) において、未経産牛と分娩後 7 日目に離乳させた一産取り肥育牛との間に MUFA の差はみられないとの報告と一致している。このことから脂肪酸組成においても経産肥育と未経産との間に差はないことが示唆された。

表 4 日本短角種における各肥育方式の画像解析形質値の平均および標準偏差

	去勢 (n = 6)	未経産 (n = 12)	経産肥育 (n = 10)	経産廃用 (n = 10)
	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.	平均 ± S.D.
コース芯面積 (cm ²)	43.8 ± 6.8 ^a	43.0 ± 7.3 ^a	42.4 ± 5.9 ^a	29.7 ± 9.6 ^b
脂肪面積割合 (%)	17.6 ± 5.2 ^a	16.2 ± 4.4 ^a	17.5 ± 3.9 ^a	8.1 ± 6.4 ^b
あらさ指数 (%)	21.0 ± 5.9 ^{ab}	17.1 ± 5.7 ^b	27.6 ± 8.3 ^a	13.9 ± 13.2 ^b
最大あらさ指数 (%)	7.4 ± 1.9 ^{ab}	4.8 ± 2.1 ^b	10.5 ± 5.7 ^a	8.2 ± 10.0 ^{ab}
短径長径比	0.65 ± 0.05 ^{ab}	0.64 ± 0.07 ^{ab}	0.68 ± 0.09 ^a	0.55 ± 0.11 ^b
コース芯複雑度	1.16 ± 0.05 ^a	1.13 ± 0.03 ^{ab}	1.14 ± 0.03 ^{ab}	1.11 ± 0.04 ^b
細かさ指数 (個/cm ²)	1.5 ± 0.5 ^a	1.6 ± 0.4 ^a	1.3 ± 0.6 ^{ab}	0.7 ± 0.4 ^b
筋肉平均輝度	88.9 ± 8.5 ^a	86.5 ± 6.4 ^a	91.3 ± 3.5 ^a	74.2 ± 8.0 ^b
脂肪平均輝度	139.6 ± 9.0 ^{ab}	133.9 ± 8.4 ^b	146.2 ± 12.6 ^a	112.6 ± 15.8 ^c

^{a,b,c} 異なる肩文字間に有意差あり ($P < 0.05$)

S.D.: 標準偏差

3. 画像解析値

各肥育方式における画像解析値の平均および標準偏差を表 4 に示す。コース芯面積、脂肪面積割合および筋肉平均輝度において経産廃用が他の 3 群よりも有意に低い値 ($P < 0.05$) となった。このことから、経産廃用は他の 3 群と比較してコース芯が小さく、筋肉内脂肪が著しく少ない上に肉色が濃い枝肉であることが示された。これは図 1 において目視で判断可能な程の大きな差であり、理化学分析における経産廃用の特異的な結果も納得できるものである。

あらさ指数および最大あらさ指数においては未経産に比べて経産肥育が有意に高かった ($P < 0.05$)。経産廃用の値と比べてみると、あらさ指数は経産廃用が 4 群の中で最も低く、最大あらさ指数は経産廃用と経産肥育が他の 2 群よりも高かった。これらの結果から、最大あらさ指数の生産方式間における差は肥育の有無および加齢の影響が考えられた。しかしながら、脂肪前駆細胞は 16 ヶ月齢以降に脂肪へと変化し、その粒子は肥育日数に伴い肥大する (農文協 2013) ことから、あらさ指数への加齢による影響は少なく、分娩後肥育の有無が影響している可能性が示された。

コース芯形状に関する短径長径比およびコース芯複雑度は経産廃用が有意に低かった ($P < 0.05$)。短径長径比の差は、目視においても経産廃用のコース芯が扁平状であることが確認できた (図 1)。経産廃用は肥育経験がない繁殖牛であり、生涯を通して筋肉を成長させるための飼養がされていないことから、扁平なコース芯のものが多くと考えられる。コース芯複雑度は生産区分間で有意差が認められたものの、その差はわずかなものであり、目視で差が判断できるほどではなかった。

筋肉平均輝度および脂肪平均輝度は経産肥育、去勢、未経産、経産廃用の順に低くなった。筋肉平均輝度では去勢、未経産および経産肥育の 3 群間で有意な差はみられなかつ

たものの、脂肪平均輝度では経産肥育が未経産に比べて有意に明るいことが示された。表 1 の BCS および BFS においても、経産廃用のみが有意に暗く、経産肥育と未経産との間に差が見られなかった。経産肥育では粗飼料を摂取する期間が未経産よりも長いことから、筋肉の濃色化や脂肪の黄色化が懸念されたが、1~2 産までであれば分娩後肥育により去勢や未経産の肉色および脂肪色と遜色ないことが示された。なお、経産肥育と未経産との間にみられた筋肉色および脂肪色についての結果は、尾野ら (1999) の報告とも一致した。また、Muramoto ら (2005) は日本短角種去勢牛において放牧仕上げの方が濃厚飼料仕上げよりも有意に肉色が暗い ($P < 0.05$) ことを示していることから、1~2 産であっても配合飼料を用いた肥育を行われなければ肉色が暗くなる可能性がある。このことから、本研究で経産肥育と未経産との間に肉色の差が認められなかったことが分娩後肥育による効果であることが示唆された。

なお、本研究における経産肥育方式に属する供試牛は 1~2 産の個体のみであるため、1~2 産限定の考察とした。また、本研究で用いた供試牛は一般に流通する牛肉の生産区分でのみ行ったため、1~2 産であっても分娩後肥育を行われなかった個体や 3 産以上で分娩後肥育を行った個体は取り扱わなかった。経産肥育の利点である産子生産を重視するためには、分娩後肥育による肉質の改善がみられる限界産次について明らかにすべきあるため、今後検証が必要である。

結 論

理化学分析における肉質評価では、経産廃用の肉質は水分が他の 3 群に比べて高いという特徴があった。一方、経産肥育は去勢牛および未経産の肉質と同程度で、粗脂肪が多く軟らかくてジューシーであった。したがって、経産廃用は他の 3 群よりも肉質が低く、経産肥育は去勢およ

び未経産の肉質と遜色ない結果となった。また、呈味成分比較ではいずれの生産方式間にも有意差はみられなかったが、去勢牛のみが甘味を呈するアミノ酸を多く含んだ肉質であった。したがって、経産廃用は4群のなかで最も低い肉質であり、他の3群間では成分および物性ともほとんど同じ肉質であったが、遊離アミノ酸の呈味成分（甘味、旨味）だけは去勢牛のみが経産肥育および未経産よりも多いことが分かった。画像解析における肉質評価では、経産廃用が他の3群に比較して有意にロース芯が扁平状であり、肉色および脂肪色が暗かった ($P < 0.05$)。脂肪色は経産肥育が最も明るく、肉色は去勢および未経産と遜色なかったことから、1~2産であれば粗飼料多給の期間が長くても最終的な脂肪色には悪影響を与えないと考えられる。

ほとんどの分析項目において、経産肥育による肉質は、未経産および去勢と同質の肉質であることが示された。また、経産廃用との比較では、低産次であれば分娩後の肥育によって肉質を改善することが可能であることや、肉色や脂肪色への粗飼料多給が与える影響は少ないことが明らかとなった。以上のことから、日本短角種の飼養形態において経産肥育は十分に成り立つ技術である可能性が示唆された。

謝 辞

本研究内容は、平成25年度に実施した(独)農畜産業振興機構国産牛肉新需要創出緊急対策事業において得られたデータを参考に取りまとめました。また、本試験に関して分析サンプルを多数ご提供いただいた農業生産法人北十勝ファーム有限会社の上田金穂氏に感謝申し上げます。

文 献

- AOAC. 2003. *Official Methods of analysis of AOAC International*, 17th edn. Association of Official Agricultural Chemist. Washington, DC.
- Aro-Aro JM, Nyam-Osor P, Tsuji K, Shimada K, Fukushima M, Sekikawa M. 2010. The effect of starter cultures on proteolytic changes and amino acid content in fermented sausages. *Food Chemistry* **119**, 279-285.
- Bendall JR. 1975. Cold-contraction and ATP-turnover in the red and white musculature of the pig, post mortem. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **26**, 55-71.
- Field R, McCormick R, Balasubramanian V, Sanson D, Wise J, Hixon D, Riley M, Russell W. 1996. Growth, carcass, and tenderness characteristics of virgin, spayed, and single-calf heifers. *Journal of Animal Science* **74**, 2178-2186.
- 北海道農政部食の安全推進局畜産振興課. 2014. 北海道の肉用牛をめぐる情勢. 北海道農政部, 北海道. [2014年3月アクセス]. <http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/tss/31/nikuyougyu/nikuyougyu2601.pdf>
- 口田圭吾, 大澤剛史, 堀 武司, 小高仁重, 丸山 新. 2006. 画像解析による牛枝肉横断面の評価とその遺伝. *動物遺伝育種研究* **34**, 45-52.
- 前原正明, 村澤七月, 中橋良信, 日高 智, 加藤貴之, 口田圭吾. 2008. 北海道産黒毛和種ロース芯における脂肪酸組成と画像解析形質との関連性. *日本畜産学会報* **79**, 507-513.
- 森下 忠, 瀧澤秀明, 榊原隆夫. 2007. 交雑種雌牛の一産取り肥育による枝肉成績と経済性. *愛知県農業総合試験場研究報告* **39**, 39-44.
- Muramoto T, Higashiyama M, Kondo T. 2005. Effect of pasture finishing on beef quality of Japanese Shorthorn steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **18**, 420-426.
- 村元隆行, 舘山保奈美, 金子真志保. 2014. 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. *日本畜産学会報* **85**, 525-530.
- 中西直人, 青木康浩, 山田知哉, 河上眞一, 山崎敏雄. 2003. 放牧を利用した一産取り肥育における交雑種雌牛の産肉性の変化. *日本畜産学会報* **74**, 51-56.
- 農文協編. 2013. 肉牛大辞典. p. 551. 農山漁村文化協会, 東京.
- 尾野喜孝, 衛藤哲次, 内田哲郎, 西村光博, 後藤貴文, 岩元久雄, 守田 智. 1999. 黒毛和種雌一産取り肥育牛の枝肉特性に関する研究. *西日本畜産学会報* **42**, 23-27.
- Savell JW, Cross HR, Smith GC. 1986. Percentage ether extractable fat and moisture content of beef *longissimus* muscle as related to USDA marbling score. *Journal of Food Science* **51**, 838-839.
- 新宮博行, 甫立孝一, 櫛引史郎, 上田靖子, 渡辺 彰, 松本光人. 2002. 黒毛和種及び日本短角種の乳量及び乳成分の変化. *東北農業研究センター研究報告* **100**, 61-66.
- 竹内 啓, 市川信一, 大橋靖雄, 岸本淳司, 浜田知久馬. 1987. SASによるデータ解析入門. 第2版. pp. 149-155. 東京大学出版会, 東京.
- 谷本保幸, 千田雅之, 小山信明. 2004. 遊休農林地に放牧した黒毛和種経産老廃牛の肉質及び飼養方法の評価. *近畿中国四国農業研究センター研究報告* **3**, 1-14.
- Yamaguchi M, Ikeda K, Takenouchi N, Higashiyama M, Watanabe A. 2013. Maternal effects of Japanese Shorthorn cows on growth of embryo transferred Japanese Black calves in a cow-calf grazing system. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* **26**, 930-934.
- Warriss PD. 2010. *Meat science: an introductory text*. 2nd edn. p. 150. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Zembayashi M. 2001. Effect of suckling on growth and quantitative and qualitative carcass traits of once-calved heifers. *Meat Science* **58**, 277-282.