

## 黒毛和種におけるサイコロ脂面積が枝肉格付形質、 画像解析形質および枝肉単価に及ぼす影響

迫田康平<sup>1</sup>・前田さくら<sup>1</sup>・阿佐玲奈<sup>1</sup>・萩谷功一<sup>1</sup>・口田圭吾<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

(2015. 11. 20 受付, 2016. 6. 13 受理)

**要約** 本研究はサイコロ脂面積が枝肉格付形質、画像解析形質および枝肉単価に与える影響を調査することを目的とした。供試牛は、北海道内の枝肉市場に出荷された黒毛和種を用いた。サイコロ脂面積と枝肉格付形質との相関係数を性ごとに算出し、サイコロ脂面積が枝肉単価に与える影響を調査するため、牛脂肪交雑基準 (BMS) ナンバーごとに分散分析を行った。サイコロ脂面積の平均値は、去勢は 5.64 cm<sup>2</sup>、メスは 9.16 cm<sup>2</sup> であり、その大きさには性差が認められた。サイコロ脂面積と枝肉重量およびばらの厚さとの性ごとの相関係数は、去勢でそれぞれ 0.16, 0.17、メスでそれぞれ 0.27, 0.26 であり、増体に伴うサイコロ脂の入りやすさに性差が存在することが示唆された。サイコロ脂面積が 12 cm<sup>2</sup> を超えると枝肉単価は有意に低下し ( $P < 0.05$ )、サイコロ脂面積の増加が枝肉単価の低下に繋がった。

日本畜産学会報 87 (3), 247-251, 2016

**キーワード** : 枝肉単価, 画像解析, 黒毛和種, サイコロ脂

現在、日本における牛枝肉は、生産者や生産団体と購買者の間での相対取引や、セリによる取引が行われている。このうちセリによる取引において、購買者は主に格付記録を参考に枝肉単価を決定するが、購買者自身の経験や主観も単価の決定に影響すると考えられる。また、購買者はセリの前にあらかじめ枝肉の下見を行っており、その際にロース芯だけでなく、他の筋肉ならびに脂肪の量や枝肉全体のバランスなどの格付評価箇所以外も確認していると考えられる。ここでは、それらのうちの 1 箇所としてサイコロ脂に着目した。

サイコロ脂とは、牛枝肉の第 6-7 肋骨間切開面において頭半棘筋、背半棘筋および胸最長筋に隣接する筋間脂肪である。日本食肉格付協会の歩留等級に関する申し合わせ事項によると、サイコロ脂の面積 (以下、サイコロ脂面積) が 12 cm<sup>2</sup> を超えた場合に歩留等級の格下げ要因となりうる。また、サイコロ脂はリブロース部分肉からステーキ肉への精肉加工時に取り除くことが困難であり、面積が大きすぎるものは購買者や消費者に好まれない傾向にある (松本 2007)。

近年、北海道内の十勝家畜市場では黒毛和種の素牛価格が高騰する一方、枝肉単価は下落傾向にある (北海道酪農畜産協会 2011)。また、濃厚飼料価格が高騰しているため、肥育農家の経営は厳しい状態にある。枝肉単価に関して岡本ら (2003) は、枝肉格付形質の中で BMS ナンバーが最も枝肉単価に影響を及ぼすと報告した。西岡ら (2008)

は皮下および筋間脂肪の脂肪酸組成が枝肉単価に影響を及ぼすと報告した。しかしながら、枝肉単価に対する筋間脂肪面積の影響はほとんど報告されていない。

他方、口田ら (2006) は専用の画像解析ソフトを開発し、牛枝肉横断面の高精細画像 (以下、枝肉横断面画像) から肉質に関する詳細な評価値を得ることができることを報告した。彼らの技術は枝肉横断面画像から筋肉や脂肪の面積および形状に関する詳細な評価値が得られることから、格付時に記録されないサイコロ脂面積の解析に応用できる可能性があると考えられた。

そこで本研究は、枝肉横断面画像を用いた画像解析により、サイコロ脂面積と枝肉格付形質、画像解析形質および枝肉単価との関連性を調査することを目的とした。

### 材料および方法

#### 1. 供試牛

供試牛は、2009 年 4 月から 2013 年 3 月に北海道の十勝枝肉市場に出荷された黒毛和種で、枝肉格付形質ならびに枝肉単価の記録を用いた。格付記録をもつ個体のうち、血統情報または肥育農家の記録がないもの、ロース芯に瑕疵のあるもの、屠畜月齢および枝肉重量が平均  $\pm 3$  標準偏差から外れるもの、1 種雄牛あたり後代数が 3 頭未満の種雄牛および 1 農家当たり出荷頭数が 3 頭未満の農家のデータを除外した。これらは、加藤ら (2014) のデータ編集方法を参考に行った。データ編集後の個体数は、7,958

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

頭（去勢：5,890頭，メス：2,068頭）であった。本研究において用いた枝肉格付形質は、枝肉重量，ロース芯面積，ばらの厚さ，皮下脂肪の厚さ，BMSナンバーおよびBCSナンバーの6形質である。枝肉格付形質は，牛枝肉取引規格に従って（公社）日本食肉格付協会の格付員により評価された。

## 2. 枝肉横断面の撮影と画像解析

ミラー型牛枝肉撮影装置（HK-333；早坂理工，札幌市）を用いて枝肉横断面画像を撮影し，口田ら（2006）が開発した画像解析ソフト（BeefAnalyzer-II；早坂理工，札幌市）を用いて画像解析値を算出した。分析に用いた画像解析形質は，ロース芯面積，脂肪面積割合，あらさ指数および新細かさ指数の4形質である。ロース芯面積は，ロース芯内の画素数をカウントし，1cmあたりの画素数の2乗で除した値である。脂肪面積割合は，ロース芯全体にある脂肪交雑粒子の面積割合を示す。あらさ指数は，ロース芯内の脂肪交雑粒子の全体的なあらさを示す指標であり，値が高いほど筋肉内にあら脂肪交雑粒子が多く存在する（口田ら2002）。新細かさ指数は，ロース芯内の脂肪交雑粒子の全周囲長をロース芯面積の平方根で除した値であり，値が大きいほど脂肪交雑粒子が細かく入っていることを表す指標である（口田と金井2012）。

## 3. サイコロ脂面積の算出

本研究におけるサイコロ脂は，頭半棘筋における右辺の接線，胸最長筋の右辺の中心から背半棘筋まで脊柱線に水平な線，胸最長筋および背半棘筋の輪郭線に囲まれた筋間脂肪である（図1）。サイコロ脂面積は，ミラー型牛枝肉撮影装置によって得た枝肉横断面画像を使用し，BeefAnalyzer-IIを用いて測定した。

## 4. 統計分析

去勢とメス間の枝肉格付形質，画像解析形質，およびサイコロ脂面積の基礎統計量は  $t$  検定を用いて有意差を検定した。サイコロ脂面積と枝肉格付形質および画像解析形質

との関連性を調査するため，相関分析を行った。去勢とメス間の相関係数の差を検定するため，相関係数を  $z$  値に変換し，有意差を検定した。また，サイコロ脂面積が枝肉単価に与える影響を調査するため，サイコロ脂面積クラスを独立変数とし，BMSナンバーごとに一元配置分散分析を行った。サイコロ脂面積クラスは，0cm<sup>2</sup>から平均値（全体平均：6.55cm<sup>2</sup>）（小），平均値から申し合わせ事項の基準である12cm<sup>2</sup>（中），12cm<sup>2</sup>以上（大）の3クラスとした。各BMSナンバーのサイコロ脂面積クラス内に個体数が十分確保できたBMSナンバー3~9を分析に用いた。TukeyのHSD検定を用いて各サイコロ脂面積クラス間の有意差を検定した。統計分析には，SASを用いた（SAS1985）。

## 結果および考察

枝肉格付形質および画像解析形質の基礎統計量を表1に示した。本研究で用いた去勢牛は，独立行政法人家畜改良センター（2012）が集計した平成23年度黒毛和種去勢牛の皮下脂肪の厚さの全国平均値（2.42cm）と比較すると薄く，その他の形質は同程度であった。メスはBMSナンバーのみ全国平均値（5.66）より小さいが，枝肉重量，胸最長筋面積およびばらの厚さが全国平均値（422.8kg，53.3cm<sup>2</sup>および7.46cm）より大きく，皮下脂肪の厚さが同程度であった。したがって，本研究で用いたデータを全国平均と比較すると，メスは肉質が若干劣ったが歩留が優れており，去勢は全国平均に近似した。本研究の去勢およびメスのサイコロ脂面積の平均（5.64cm<sup>2</sup>および9.16cm<sup>2</sup>）は，大澤ら（2004）の報告（去勢：3.82cm<sup>2</sup>）と比較して非常に大きかった。これは，平均屠畜月齢が28.6ヵ月の本研究と比較して，大澤らの供試材料が間接検定をうけた黒毛和種去勢牛であったため，約20ヵ月の短い肥育期間であったことに起因すると推察した。なお，「頭半棘筋における右辺の接線」と「胸最長筋の右辺の中心から脊柱線に水平な線」を判断基準として設けたため，サイコロ脂を安定して抽出できた。

枝肉重量は，去勢は473.2 ± 50.2kg，メスは434.4 ± 48.6kgであり，去勢の方が有意に大きかった。しかしながら，サイコロ脂面積は，去勢は5.64 ± 2.39cm<sup>2</sup>，メスは9.16 ± 3.04cm<sup>2</sup>と，メスが有意に大きかった（ $P < 0.01$ ）。サイコロ脂面積と屠畜月齢間の相関係数を性ごとに算出したところ（表2），去勢は0.09，メスは0.07と非常に低い相関関係が認められた。皮下脂肪の厚さも同様の結果が認められ，去勢は2.26 ± 0.66cm，メスは2.70 ± 0.79cmと，メスが有意に厚かった（ $P < 0.01$ ）。これらは，筋間脂肪や皮下脂肪はメスにおいて蓄積しやすいことを示唆した。黒毛和種肥育牛の皮下脂肪の厚さを性ごとに比較した過去の研究では，村澤ら（2010）は去勢が2.3cm，メスが2.6cm，池上ら（2012）は去勢が2.33cm，メスが2.59cmであり，有意にメスが厚いことを報告した。

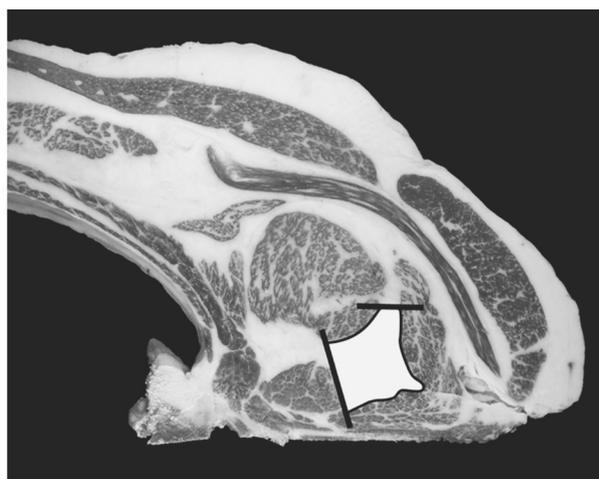


図1 黒毛和種における第6-7肋骨横断面のサイコロ脂。

サイコロ脂面積の各形質への影響

表 1 黒毛和種における枝肉格付記録および画像解析形質の基礎統計量

形質	去勢 ( $n = 5,890$ )	メス ( $n = 2,068$ )
	平均値 $\pm$ SD	平均値 $\pm$ SD
枝肉格付形質		
屠畜月齢	28.47 $\pm$ 1.47**	29.16 $\pm$ 1.60
枝肉重量 (kg)	473.20 $\pm$ 50.22**	434.38 $\pm$ 48.59
胸最長筋面積 (cm <sup>2</sup> )	57.85 $\pm$ 8.22**	56.64 $\pm$ 8.31
ばらの厚さ (cm)	7.77 $\pm$ 0.84	7.74 $\pm$ 0.84
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.26 $\pm$ 0.66**	2.70 $\pm$ 0.79
BMS No.	5.90 $\pm$ 2.09**	5.49 $\pm$ 1.93
BCS No.	3.78 $\pm$ 0.52**	3.94 $\pm$ 0.54
画像解析形質		
コース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	59.33 $\pm$ 8.38	58.66 $\pm$ 8.62
脂肪面積割合 (%)	48.60 $\pm$ 7.89**	46.87 $\pm$ 7.99
あらさ指数 (%)	17.42 $\pm$ 4.67**	17.92 $\pm$ 5.12
新細かさ指数	76.39 $\pm$ 10.57**	74.04 $\pm$ 10.8
サイコロ脂面積 (cm <sup>2</sup> )	5.64 $\pm$ 2.39**	9.16 $\pm$ 3.04

\*\* 性別間に有意差あり ( $P < 0.01$ )

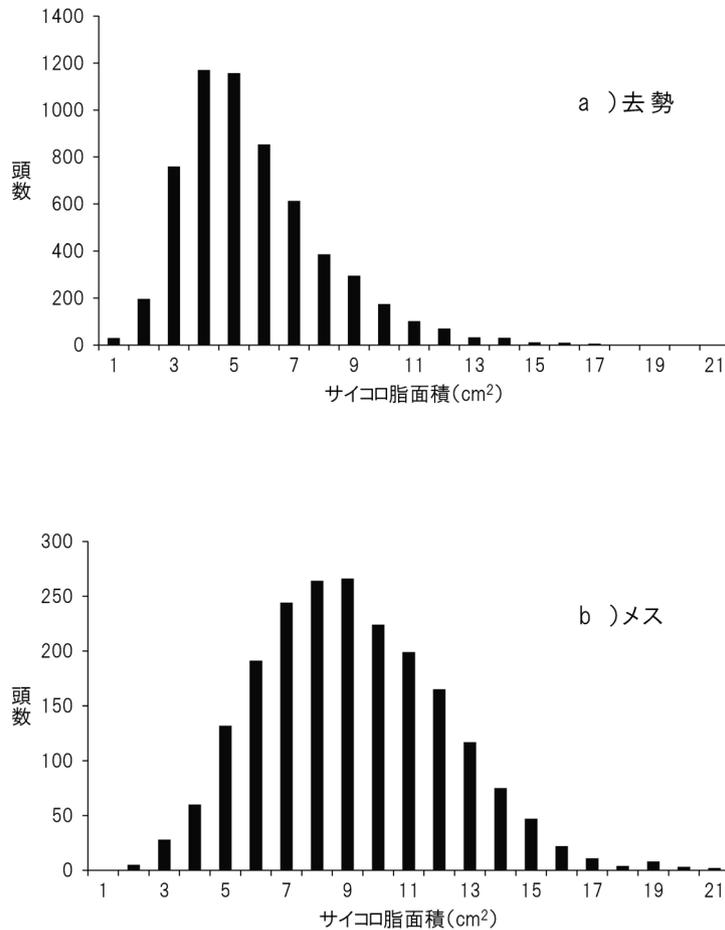


図 2 黒毛和種におけるサイコロ脂面積の性別の度数分布。

サイコロ脂面積は、皮下脂肪の厚さと同様にメスが蓄積しやすい傾向を示したが、このような性差が生じる要因は未だ解明されていないので、さらなる研究が必要である。

図 2-a, b にはサイコロ脂面積の性ごとの度数分布を示した。去勢とメス間の分布の形状に相違が認められた。また、メスは、面積が 12 cm<sup>2</sup> を超える個体が約 22%、すなわち、5 頭に 1 頭が格下げ要因となる申し合わせ事項を超えることが示唆された。しかし、サイコロ脂面積が 12 cm<sup>2</sup> 以上の個体のうち歩留基準値が A 等級の基準を満たしているにも関わらず、B または C 等級と格付けされた個体を申し合わせ事項による格下げ個体と仮定した場合、去勢は約 0.05%、メスは約 2% であったことより、申し合わせ事項による格下げは極稀であった。これはサイコロ脂面積が 12 cm<sup>2</sup> を超えた個体であっても、サイコロ脂の形状や胸最長筋面積によりサイコロ脂が目立たない個体が存在することが要因と考えられるため、枝肉横断面の筋肉や脂肪のバランスなどの見たい目を考慮する必要があるかもしれない。

表 2 は、サイコロ脂面積と枝肉格付形質、画像解析形質間の表型相関係数を示した。枝肉重量、胸最長筋面積、ばらの厚さおよび皮下脂肪の厚さとサイコロ脂面積間の相関係数は、0.09~0.27 であり、弱い正の値を示した。松本 (2007) は、育成後期に濃厚飼料を多給した子牛のサイコロ脂は大きくなりやすく、胸最長筋がハート芯となり面積が小さくなりやすいと報告している。しかしながら、本研究における胸最長筋面積とサイコロ脂面積間の相関係数は低い正の値を示した。育成後期の飼料給与や胸最長筋の大きさとサイコロ脂面積との関連性についてさらなる研究が必要である。また、枝肉重量およびばらの厚さとサイコロ脂面積間の相関係数は、メスが有意に強かった ( $P < 0.01$ )。このことより、サイコロ脂面積と増体間に関係に性差が存在すると推察した。サイコロ脂面積と皮下脂肪の厚さ間の相関係数は、去勢は 0.09、メスは 0.14 とほぼ無相関であった。このことから、サイコロ脂面積は、皮下脂肪の厚さから推定することが困難であり、独自に測定する必要があると推察した。

表 3 は、サイコロ脂面積の各クラスおよび BMS ナンバーごとの枝肉単価の最小二乗平均値を示した。BMS ナンバー 4~8 において、サイコロ脂面積が 12 cm<sup>2</sup> を超えたクラス (大) はサイコロ脂面積が小さいものと比較すると枝肉単価が約 40 円低下した。同一 BMS ナンバー内の枝肉単価に差が認められたことから、牛枝肉の購買者は、BMS ナンバーだけでなく、サイコロ脂面積を含む筋間脂肪のバランスなどを考慮して購入を決定すると考えられる。BMS ナンバー 8 および 9 においてサイコロ脂面積の各クラスに有意差が認められなかったことは、BMS ナンバーが高くなるにつれて胸最長筋内の脂肪交雑の分布や細かさなどの肉質面がより重要視されることに起因することなどが推察された。また、枝肉単価が約 40 円低下すると、

表 2 黒毛和種におけるサイコロ脂面積と枝肉格付形質および画像解析形質間の相関係数

形質	サイコロ脂面積	
	去勢	メス
枝肉格付形質		
屠畜月齢	0.09	0.07
枝肉重量	0.16**	0.27
胸最長筋面積	0.13	0.14
ばらの厚さ	0.17**	0.26
皮下脂肪の厚さ	0.09*	0.14
BMS No.	0.09	0.04
BCS No.	-0.05	-0.00
画像解析形質		
ロース芯面積	0.17	0.18
脂肪面積割合	0.14	0.11
あらさ指数	0.25	0.27
新細かさ指数	0.01	-0.03

性別の相関係数間に有意差あり

\* ;  $P < 0.05$ , \*\* ;  $P < 0.01$

表 3 黒毛和種におけるサイコロ脂面積の各クラス、BMS No. ごとの枝肉単価の最小二乗平均値 (円/kg : カッコ内は個体数)

BMS No.	サイコロ脂面積クラス		
	小	中	大
3	1,223 (467)	1,225 (322)	1,254 ( 46)
4	1,378 (836) <sup>a</sup>	1,377 (669) <sup>a</sup>	1,335 (104) <sup>b</sup>
5	1,472 (672)	1,463 (578)	1,435 ( 87)
6	1,582 (688) <sup>a</sup>	1,571 (537) <sup>ab</sup>	1,540 ( 84) <sup>b</sup>
7	1,648 (525) <sup>a</sup>	1,644 (487) <sup>ab</sup>	1,605 ( 81) <sup>b</sup>
8	1,734 (342)	1,714 (339)	1,684 ( 37)
9	1,824 (234)	1,827 (234)	1,825 ( 30)

<sup>a,b,c</sup> 同記号間に有意差なし ( $P < 0.05$ )

小 = 0 cm<sup>2</sup> から平均値

中 = 平均値から 12 cm<sup>2</sup>

大 = 12 cm<sup>2</sup> 以上

枝肉重量が 500 kg の場合、約 2 万円の損失となる。したがって、サイコロ脂面積は枝肉単価に影響する形質であるため、生産者はその影響を考慮して飼養方法等を改善することで、増収が期待できるだろう。

本研究の結果は、サイコロ脂面積が枝肉単価に影響を及ぼす形質であることを示唆した。今後、サイコロ脂面積の遺伝的改良の可能性を調査するため、遺伝的パラメータの推定も視野に入れて更なる研究を行う必要があるだろう。また、肉牛業界の発展のために、本研究の結果を格付システムにフィードバックし、サイコロ脂面積の記録を残すシステムを確立する必要がある。

文 献

- 北海道酪農畜産協会. 2011. 十勝枝肉市場成績推移. 一般社団法人北海道酪農畜産協会. 北海道. <http://rakutiku.or.jp/shijo/index4.html>.
- 家畜改良センター 肉用牛改良情報活用協議会. 2012. 枝肉成績とりまとめ (平成 23 年度). p. 8. (独) 家畜改良センター, 東京.
- 池上春香, 小林直彦, 松橋珠子, 武本淳史, 吉廣卓哉, 井上悦子, 加藤里恵, 加藤博己, 田口善智, 天野朋子, 森本康一, 中川優, 入谷 明, 松本和也. 2012. 黒毛和種肥育牛の枝肉形質バイオマーカーの探索Ⅱ: 個体の性差と種雄牛の遺伝的背景が白色脂肪組織のタンパク質発現に及ぼす影響. 日本畜産学会報 **83**, 281-290.
- 加藤啓介, 前田さくら, 口田圭吾. 2014. 黒毛和種における胸最長筋内脂肪交雑粒子の細かさに関する遺伝的パラメータの推定. 日本畜産学会報 **85**, 21-26.
- 口田圭吾, 金井俊男. 2012. 食肉の脂肪交雑の評価方法. 特願 2012-217934.
- 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.
- 口田圭吾, 鈴木三義, 三好俊三. 2002. 画像解析による牛胸最長筋内脂肪交雑粒子のあらさに関する評価法の検討. 日本畜産学会報 **73**, 9-17.
- 松本大策. 2007. どんどんよくなる肥育管理. 第 1 版. pp. 165-167. (株)日本畜産振興会, 東京.
- 村澤七月, 中橋良信, 浜崎陽子, 日高 智, 堀 武司, 加藤貴之, 口田圭吾. 2010. 月齢による黒毛和種の脂肪交雑の変化とそれに対する種雄牛の影響. 日本畜産学会報 **81**, 37-45.
- 西岡輝美, 石塚 譲, 安松谷恵子, 久米新一, 入江正和. 2008. 市場における黒毛和牛の枝肉単価に及ぼす格付項目および脂肪の理化学的特性の影響. 日本畜産学会報 **79**, 515-525.
- 岡本圭介, 口田圭吾, 加藤貴之, 鈴木三義, 三好俊三. 2003. 枝肉形質および画像解析形質が牛枝肉価格に与える影響. 日本畜産学会報 **74**, 475-482.
- 大澤剛史, 長谷川未央, 口田圭吾, 日高 智, 関川三男, 佃 秀雄. 2004. 黒毛和種枝肉横断面の各筋肉, 皮下脂肪および筋間脂肪に関する遺伝的パラメータの推定. 日本畜産学会報 **75**, 521-526.
- SAS. 1985. *SAS User's Guide : Statistics Ver 5 edn*. pp. 1351-1456. SAS Institute Inc, Cary, NC.