

〔原著論文〕

## 画像解析による黒毛和種去勢牛における 胸最長筋と僧帽筋の特徴の検証

Investigation of the feature of *M. longissimus thoracis* and *M. trapezius*  
on Japanese Black steers by computer image analysis

浜崎陽子・元平康之・瀬脇 巧・平山由子・大澤剛史・岡本圭介・口田圭吾  
Yoko Hamasaki, Yasuyuki Motohira, Takumi Sewaki, Yuko Hirayama,  
Takefumi Osawa, Keisuke Okamoto, Keigo Kuchida

帯広畜産大学, 帯広市 080-8555

Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro-shi 080-8555

### 要約

現在、牛枝肉における肉質評価は胸最長筋を中心に行われているが、その他の筋肉も牛枝肉の経済的価値に影響を与えていると考えられる。本研究では、黒毛和種去勢牛 3,414 頭から得られた第 6-7 肋骨間の枝肉横断面画像より、胸最長筋および僧帽筋について、画像解析の手法を用いて、面積、脂肪交雑の量、脂肪交雑粒子のあらさおよび胸最長筋の形状などを数値化し、それらの形質に対して出荷年度、出荷時期および出荷月齢などがどのような影響を与えているかについて検証を行った。その結果、出荷年度が進むにしたがい、胸最長筋において、面積では特定の傾向は見られなかったが、脂肪交雑の量は増加し、かつ脂肪交雑粒子は細くなる傾向を示した。それに対して、僧帽筋において、面積および脂肪交雑の量では特定の傾向は見られなかったが、脂肪交雑粒子は胸最長筋とは対照的に、年々あらかなる傾向を示した。さらに、胸最長筋の形状は、近年、扁平かつ複雑になる傾向を示した。また、出荷月齢が進むにしたがい、胸最長筋において、面積では一定の傾向は見られなかったが、脂肪交雑の量は、29 ヶ月齢未満と比較し、29 ヶ月齢以上で有意に高い値を示した。それに対し、僧帽筋において、面積は、29 ヶ月齢未満と比較し、29 ヶ月齢以上で有意に高い値を示したものの、脂肪面積比では一定の傾向は見られなかった。

キーワード：胸最長筋、僧帽筋、画像解析、黒毛和種

Key words : *M. longissimus thoracis*, *M. trapezius*, Image analysis, Japanese Black

### 緒 言

わが国では近年、遺伝的にも飼養管理の面でも、肉質、特に脂肪交雑に偏重した改良から、質量兼備に重点をおいた改良に移行しつつある。現在、日本における牛枝肉の評価は、牛枝肉取引規格に基づき資格を有する格付員により行われている<sup>1)</sup>。肉質に関する評価の対象は、胸最長筋を中心としたものであり、他の筋肉についての記録はほとんど存在しない。また、せりによる取引においては、格付記録を参考にしているものの、それだけで価格が決定するのではなく、買参人自身の経験や主観によるところも大きい。その際、胸最長筋以外の部分、特に僧帽筋やばらの充実度も考慮

されると考えられる。

枝肉横断面の筋肉形状の特徴について、口田ら<sup>2)</sup>は、受精卵クローン牛を用いて画像解析によりさまざまな筋肉の面積、脂肪交雑の形状などを客観的に評価した。また、撫ら<sup>3)</sup>は、枝肉横断面のさまざまな筋肉の面積や形状を数値化し、枝肉構成の推定を試みた。このように、胸最長筋以外の筋肉に関する報告も若干ではあるが存在する。しかし、いずれも小規模なデータを扱ったものであった。そこで、本研究では、黒毛和種去勢牛 (3,414 頭) を用いて、画像解析の手法により、胸最長筋および僧帽筋の特徴を明らかにし、筋肉間の関連性およびそれらの形質に対して出荷年度、出荷時期および出荷月齢などがどのような影響を与えているかについて検証を行うことを目的とした。

受付 2006 年 2 月 22 日 受理 2006 年 4 月 10 日

## 材料および方法

本研究では、2000年4月から2004年3月にかけて、北海道内の枝肉市場に上場された黒毛和種去勢牛3,806頭のうち、以下に示した所定の条件を満たした3,414頭の枝肉横断面画像、枝肉格付記録および血統記録を用いた。分析対象とする条件は、種雄牛の後代の記録が10頭以上のもの、農協単位の出荷頭数が10頭以上のもの、画像解析対象部位(胸最長筋や僧帽筋)に瑕疵がないもの、データに欠損値がないもの、胸最長筋や僧帽筋が撮影範囲内にあったものとし、一つでも条件を満たさない場合は分析より除外した。枝肉横断面画像については、第6-7肋骨間で切開された枝肉左半丸の横断面を、牛枝肉横断面撮影装置(以下、撮影装置)を用いて撮影した。今回使用した撮影装置は、そのドーム部底面が枝肉に接触するため、枝肉横断面に対して、鉛直方向かつ一定距離から安定した画像が撮影可能である<sup>4)</sup>。

撮影された枝肉横断面画像に対して、口田ら<sup>5)-8)</sup>、長谷川ら<sup>9)</sup>の方法を用いて、画像解析形質を算出した。まず、口田ら<sup>5)</sup>が作成した画像解析ソフトウェアを利用して、胸最長筋および僧帽筋の輪郭線を自動で描画させ、その輪郭が誤っていると判断された場合は手動で微調整を行い、双方の筋肉を抽出した。判別分析法により、双方の筋肉を脂肪と筋肉に2値化し、その後、回数を5回に指定し、各筋肉内の脂肪交雑粒子の細線化処理を行った。細線化処理とは、幅を持った図形に対して、近傍に背景を持つ点について、端点を保持した状態でその図形の連続性を損なわない点を削除し、線幅を細める処理である<sup>10)</sup>。さらに、線幅1である細線を除去し、あらい粒子をそれぞれ独立した1つの粒子として認識できるようにした。以上の処理の後、各筋肉内の粒子のあらし(全体の粒子のあらし)ならびに各筋肉内で面積が最大である粒子のあらし(最大粒子のあらし)を算出した。なお、今回使用した全体の粒子のあらしおよび最大粒子のあらしは、口田ら<sup>6)</sup>の報告における“あらし指数2(5)”および“あらし指数4(5)”に相当するものである。あらし指数の算出に使用した式を以下に示す。

全体の粒子のあらし =  $\text{Coarse}(5) / \text{Marbling\_Pixel} \times 100$

最大粒子のあらし =  $\text{Max\_Coarse}(5) / \text{Marbling\_Pixel} \times 100$

ここで、Coarse(5)は粒子を5回細線化処理し、線幅1の細線を除去した画素数、Max\_Coarse(5)は粒子を5回細線化処理し、線幅1の細線を除去した粒子の中で最大であるものの画素数である。また、Marbling\_

Pixelは2値化直後の脂肪交雑粒子の画素数である。

次に、筋肉形状の特徴をとらえるために、口田ら<sup>7)</sup>の方法にしたがい、筋肉の輪郭線のシャギーを滑らかにするために1画素の線幅で描画した輪郭線に対して膨張処理を5回施し、その後、細線化処理を行った。ここで膨張処理とは、ある画素の近傍に一つでも白い点(この場合、輪郭線)があれば、その画素を白色にする処理をいう<sup>10)</sup>。これらの作業を施した後、胸最長筋の長径および短径を算出した。なお、僧帽筋の形状は三日月型を呈しており、長径は求められるが、的確に短径を算出できないと推測されたため分析の対象外とした。平面上に多数の点が与えられたとき、これらの点を包含する最小の凸多角形を凸包という<sup>10)</sup>。胸最長筋についての凸包を求め、得られた凸多角形の外周囲長と、胸最長筋の輪郭線の比を求めることで、胸最長筋の形状の複雑さの指標となる<sup>7)</sup>。本研究では、胸最長筋の外周囲長を凸多角形長で除したものを胸最長筋の形状の複雑さと定義した。

分析対象とした画像解析形質は、枝肉横断面画像より測定した胸最長筋および僧帽筋の面積、各筋肉に占める脂肪交雑の面積割合(以下、脂肪面積比)、全体の粒子のあらし、最大粒子のあらし、胸最長筋の短径・長径比、胸最長筋の形状の複雑さ、僧帽筋と胸最長筋との面積割合(僧帽筋面積/胸最長筋面積:以下、僧帽筋面積割合)および僧帽筋と胸最長筋との脂肪面積比割合(僧帽筋脂肪面積比/胸最長筋脂肪面積比:以下、僧帽筋脂肪面積比割合)の12形質(4形質×2部位+4形質)である。これらの胸最長筋および僧帽筋の特徴を示す画像解析形質について、種雄牛、出荷年度、出荷時期、出荷月齢および出荷農協を母数効果として、枝肉格付形質から枝肉重量、ばらの厚さおよび皮下脂肪厚を共変量として取り上げ、最小二乗分析を行った。なお、出荷時期は、時期1(4~6月)、時期2(7~9月)、時期3(10月~12月)および時期4(1~3月)の4区分に分類した。また、出荷月齢については、26ヵ月齢から33ヵ月齢の8区分に分類した。なお、26ヵ月齢未満および33ヵ月齢以上は、それぞれ、26ヵ月齢および33ヵ月齢として扱った。統計解析には、SAS<sup>11)</sup>のGLMプロシジャーを用いた。

## 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。胸最長筋および僧帽筋の平均面積は、それぞれ52.04cm<sup>2</sup>および46.40cm<sup>2</sup>であった。僧帽筋の面積を調査した報告は少ないが、撫ら<sup>3)</sup>(n=24)は、各筋肉

表1 黒毛和種去勢牛(n=3,414)における画像解析形質と枝肉格付形質の基礎統計量

形 質	平 均	標準偏差	最 大	最 小
<b>画像解析形質</b>				
<b>胸最長筋</b>				
面積 (cm <sup>2</sup> )	52.04	7.35	79.97	29.18
脂肪面積比 (%)	39.04	8.06	65.84	11.91
全体の粒子のあらさ	21.77	5.81	42.85	5.57
最大粒子のあらさ	5.05	2.77	27.73	0.66
短径・長径比	0.70	0.07	0.96	0.48
形状の複雑さ	1.04	0.03	1.21	1.00
<b>僧帽筋</b>				
面積 (cm <sup>2</sup> )	46.40	8.44	84.08	18.93
脂肪面積比 (%)	36.02	7.57	62.54	14.53
全体の粒子のあらさ	22.80	4.91	53.59	6.25
最大粒子のあらさ	6.30	2.96	29.62	0.90
<b>僧帽筋/胸最長筋</b>				
面積割合	0.90	0.16	1.62	0.39
脂肪面積比割合	0.94	0.21	2.50	0.38
<b>枝肉格付形質</b>				
枝肉重量 (kg)	443.04	48.55	612.00	257.00
胸最長筋面積 (cm <sup>2</sup> )	56.57	7.95	88.00	31.00
バラの厚さ (cm)	7.57	0.87	11.00	4.60
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.33	0.72	5.90	0.50
歩留基準値	74.18	1.34	78.40	69.30
BMS No.	5.39	2.43	12.00	2.00

の平均面積がそれぞれ 51.45cm<sup>2</sup>および 50.35cm<sup>2</sup>と報告した。本研究の結果と比較すると、胸最長筋ではほぼ等しい値であったが、僧帽筋では本研究の結果が小さい値となった。また、僧帽筋面積割合に関しては、撫ら<sup>3)</sup>では 0.98、小沢ら<sup>12)</sup>(n=35)では 0.83、本研究では 0.90 となり、その面積割合も異なった。撫ら、小沢らおよび本研究における供試牛の枝肉左半丸重量と出荷月齢の平均は、それぞれ 222.3kg (28.6 カ月齢)、190.0kg (25.4 カ月齢)および 221.5kg (29.6 カ月齢)であった。出荷月齢が長くなることで、僧帽筋が充実し、出荷月齢や枝肉重量と僧帽筋面積割合との間に、正の相関が予測されたが、これら 3つの研究結果からは、そのような傾向は認められなかった。小沢ら<sup>12)</sup>は、枝肉の切断位置による筋肉面積の変動について、通常の枝肉の切断部位である第 6-7 肋骨間の範囲にあっても、切断位置が異なれば各筋肉面積が変動し、その変動は胸最長筋では小さく、僧帽筋では大きくなると報告した。3つの研究において、僧帽筋面積割合に関して一定の傾向が認められなかった原因として、僧帽筋の面積が胸最長筋のそれと比較し、やや安定していないことによるものと考えられた。胸最長筋および僧帽筋の脂肪面積比の平均は、それぞれ 39.04% および 36.02% であり、全体の粒子のあらさの平均は、それぞれ 21.77

および 22.80 であった。胸最長筋の脂肪面積比が若干ではあるが、僧帽筋のそれよりも高いにもかかわらず、胸最長筋における全体の粒子のあらさが小さい値を示したことから、胸最長筋は僧帽筋に比べ脂肪交雑の割合が多くかつ細かいことが示唆された。

胸最長筋と僧帽筋との間において、対応する画像解析形質の散布図を図 1 に示した。胸最長筋と僧帽筋との対応する画像解析形質における相関係数は、面積 ( $r=0.382$ ) と脂肪面積比 ( $r=0.515$ ) において中程度の値が推定された ( $P<0.01$ )。両筋肉における脂肪面積比の相関は、もう少し高い値が予想されたが、中程度の相関にとどまった。なお、両筋肉における全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさに関する相関係数は、ともに低い値 (それぞれ  $r=0.235$ ,  $r=0.084$ ;  $P<0.01$ ) であり、両筋肉における脂肪交雑の形状的な特徴は独立したものであることが確認された。

表 2 および表 3 には、胸最長筋および僧帽筋における画像解析形質の分散分析の結果および最小二乗平均値を示した。胸最長筋の面積、脂肪面積比および全体の粒子のあらさにおいては、種雄牛、出荷農協、出荷年度、出荷時期、出荷月齢およびバラの厚さの効果が共通して有意であった。また、胸最長筋の短径・長径比および形状の複雑さにおいては、種雄牛、出荷年度

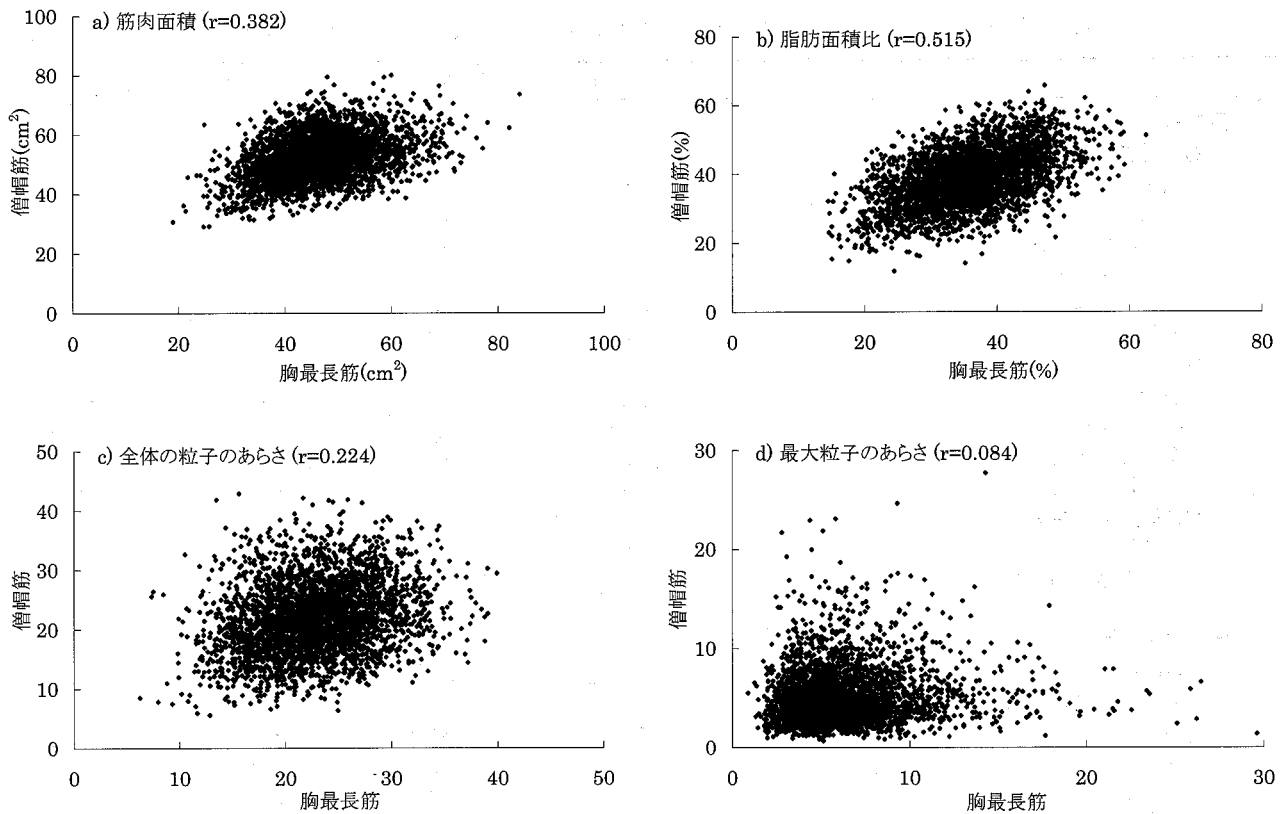


図1 筋肉面積，脂肪面積比，全体の粒子のあらさおよび最大粒子のあらさにおける胸最長筋と僧帽筋の関連性

および出荷時期の効果が共通して有意であった。続いて、僧帽筋の面積，脂肪面積比および全体の粒子のあらさにおいては，種雄牛，出荷農協，出荷年度，ばらの厚さおよび皮下脂肪厚の効果が共通して有意であった。また，胸最長筋および僧帽筋の最大粒子のあらさにおいては，種雄牛およびばらの厚さの効果が共通して有意であった。僧帽筋面積割合および僧帽筋脂肪面積比割合においては，種雄牛，出荷農協，出荷年度，出荷時期，出荷月齢，ばらの厚さおよび皮下脂肪厚の効果が共通して有意であった。

胸最長筋の面積において，出荷年度および出荷月齢の効果には，一定の傾向は認められなかったが，出荷時期に関しては，時期3（10月～12月）において，もっとも高く，それ以外の時期間では有意な差が認められなかった。胸最長筋の脂肪面積比において，出荷年度の効果は，2000年度と比較して，2001年度以降で有意に高くなった。出荷時期の効果は，面積と同様に時期3でもっとも高く，その他の時期と有意な差が認められた。また出荷月齢の効果では，月齢が進むにしたがって，脂肪面積比も高くなる傾向を示した。胸最長筋の全体の粒子のあらさにおいては，出荷年度の効果は，2000年度でもっとも高く，2001年度以降で

は有意な差が認められなかった。出荷月齢の効果については，29ヵ月齢をピークとした分布を示した。また出荷時期の効果は，全体の粒子のあらさでは時期3が，胸最長筋の最大粒子のあらさでは時期4（1月～3月）において最も高くなった。胸最長筋の短径・長径比は，出荷年度にともなって，年々，有意に小さくなっており，胸最長筋が扁平な形状になっている傾向を示した。また胸最長筋の複雑さについても，出荷年度の効果は有意であり，2000，2001年度に比べ，2002，2003年度では値が大きくなっており，近年，形状が複雑になっている傾向を示した。

僧帽筋の面積において，出荷年度の効果は，一定の傾向は見られなかったが，出荷月齢において，29ヵ月齢未満と29ヵ月齢以上で有意な差が認められ，29ヵ月齢以降では有意差はないものの，月齢が進むにしたがって，僧帽筋の面積も大きくなる傾向を示した。僧帽筋の脂肪面積比に対する出荷月齢の効果は，27ヵ月齢と29ヵ月齢間のみ，有意な差が認められたが，出荷月齢にともなう顕著な傾向は認められなかった。僧帽筋の全体の粒子のあらさにおいて，出荷年度の効果は，2001，2000，2002，2003年度の順で，有意に大きくなり，近年，僧帽筋の脂肪交雑粒子があらくなる

表2 黒毛和種去勢牛(n=3,414)の胸最長筋および僧帽筋に対する種雄牛, 出荷年度, 出荷時期および出荷月齢等の平均平方

形質	自由度	胸 最 長 筋					
		面積	脂肪面積比	全体の粒子のあらさ	最大粒子のあらさ	短径・長径比	形状の複雑さ
種雄牛	40	521.9**	406.8**	124.9**	23.3**	0.030**	0.003**
出荷農協	43	96.1**	347.7**	81.0**	11.2*	0.006	0.001
出荷年度	3	141.3**	1451.5**	1061.7**	19.1*	0.028**	0.011**
出荷時期	3	136.7**	324.3**	711.6**	4.5	0.015*	0.014**
出荷月齢	7	75.7*	455.7**	95.1**	9.3	0.008	0.001
枝肉重量	1	20351.9**	3.7	476.4**	18.0	0.015	0.008**
バラの厚さ	1	1343.4**	8179.6**	3739.2**	82.7**	0.837**	0.002
皮下脂肪の厚さ	1	10812.2**	613.1**	77.2	13.7	0.031**	0.002

形質	自由度	僧 帽 筋				僧帽筋/胸最長筋面積	
		面積	脂肪面積比	全体の粒子のあらさ	最大粒子のあらさ	面積割合	脂肪面積比割合
種雄牛	40	416.7**	434.4**	126.8**	19.4**	0.298**	0.542**
出荷農協	43	87.5**	212.4**	37.0**	11.8	0.030*	0.054*
出荷年度	3	315.2**	649.5**	466.9**	15.0	0.081**	0.402**
出荷時期	3	112.7	157.5*	86.7**	13.0	0.093**	0.373**
出荷月齢	7	220.5**	57.3	11.3	6.0	0.047*	0.375**
枝肉重量	1	9663.8**	90.3	37.6	65.9**	0.322**	0.070
バラの厚さ	1	12035.8**	3538.0**	1719.8**	114.5**	2.399**	0.600**
皮下脂肪の厚さ	1	941.1**	401.1**	664.1**	30.3	1.494**	1.378**

\*\* : P<0.01 \* : P<0.05

表3 黒毛和種去勢牛 (n=3,414) の胸最長筋および僧帽筋における画像解析形質の最小二乗平均値

形質	胸 最 長 筋						僧 帽 筋				僧帽筋/胸最長筋	
	面積 (cm <sup>2</sup> )	脂肪面積比 (%)	全体の粒子のあらさ	最大粒子のあらさ	短径・長径比	形状の複雑さ	面積 (cm <sup>2</sup> )	脂肪面積比 (%)	全体の粒子のあらさ	最大粒子のあらさ	面積割合	脂肪面積比割合
出荷年度												
2000	51.87 <sup>a</sup>	36.4 <sup>c</sup>	22.74 <sup>b</sup>	5.03 <sup>b</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.035 <sup>a</sup>	46.16 <sup>b</sup>	35.6 <sup>bc</sup>	22.50 <sup>b</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	0.90 <sup>b</sup>	1.01 <sup>a</sup>
2001	51.02 <sup>b</sup>	37.5 <sup>b</sup>	20.04 <sup>a</sup>	4.76 <sup>a</sup>	0.70 <sup>b</sup>	1.037 <sup>a</sup>	45.94 <sup>b</sup>	35.1 <sup>c</sup>	21.94 <sup>a</sup>	6.10 <sup>a</sup>	0.91 <sup>ab</sup>	0.95 <sup>b</sup>
2002	51.81 <sup>a</sup>	39.8 <sup>a</sup>	20.49 <sup>a</sup>	4.67 <sup>a</sup>	0.69 <sup>b</sup>	1.043 <sup>b</sup>	47.24 <sup>a</sup>	37.1 <sup>a</sup>	23.35 <sup>c</sup>	6.27 <sup>ab</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.96 <sup>b</sup>
2003	51.24 <sup>ab</sup>	38.2 <sup>b</sup>	20.15 <sup>a</sup>	4.90 <sup>ab</sup>	0.68 <sup>c</sup>	1.045 <sup>b</sup>	45.91 <sup>b</sup>	36.4 <sup>ab</sup>	24.01 <sup>d</sup>	6.51 <sup>b</sup>	0.90 <sup>b</sup>	0.97 <sup>b</sup>
出荷時期												
時期1 (4~6月)	51.20 <sup>b</sup>	37.5 <sup>b</sup>	20.05 <sup>a</sup>	4.75 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.047 <sup>b</sup>	46.19 <sup>b</sup>	36.6 <sup>a</sup>	23.09 <sup>bc</sup>	6.23 <sup>ab</sup>	0.91 <sup>a</sup>	1.00 <sup>a</sup>
時期2 (7~9月)	51.39 <sup>b</sup>	37.7 <sup>b</sup>	20.97 <sup>b</sup>	4.79 <sup>a</sup>	0.69 <sup>b</sup>	1.038 <sup>a</sup>	46.95 <sup>a</sup>	35.4 <sup>b</sup>	22.56 <sup>a</sup>	6.12 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.96 <sup>b</sup>
時期3 (10~12月)	52.03 <sup>a</sup>	38.8 <sup>a</sup>	22.04 <sup>c</sup>	4.83 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	1.039 <sup>a</sup>	46.18 <sup>b</sup>	36.0 <sup>ab</sup>	22.69 <sup>ab</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	0.89 <sup>b</sup>	0.95 <sup>b</sup>
時期4 (1~3月)	51.31 <sup>b</sup>	38.0 <sup>b</sup>	20.37 <sup>ab</sup>	4.98 <sup>a</sup>	0.69 <sup>ab</sup>	1.036 <sup>a</sup>	45.93 <sup>b</sup>	36.1 <sup>ab</sup>	23.46 <sup>c</sup>	6.52 <sup>b</sup>	0.90 <sup>ab</sup>	0.97 <sup>b</sup>
出荷月齢												
<26	50.91 <sup>ab</sup>	35.2 <sup>d</sup>	19.92 <sup>a</sup>	4.79 <sup>ab</sup>	0.68 <sup>b</sup>	1.039 <sup>a</sup>	44.70 <sup>bc</sup>	35.4 <sup>ab</sup>	22.84 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	0.88 <sup>c</sup>	1.02 <sup>a</sup>
27	50.93 <sup>b</sup>	36.5 <sup>cd</sup>	20.59 <sup>ab</sup>	4.86 <sup>ab</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.040 <sup>a</sup>	44.87 <sup>c</sup>	36.8 <sup>a</sup>	23.12 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	0.89 <sup>bc</sup>	1.03 <sup>a</sup>
28	50.95 <sup>b</sup>	37.1 <sup>c</sup>	20.65 <sup>ab</sup>	4.65 <sup>a</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.042 <sup>a</sup>	45.87 <sup>b</sup>	36.5 <sup>ab</sup>	23.18 <sup>a</sup>	6.29 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	1.01 <sup>a</sup>
29	51.85 <sup>a</sup>	38.2 <sup>b</sup>	21.67 <sup>c</sup>	5.07 <sup>b</sup>	0.70 <sup>a</sup>	1.041 <sup>a</sup>	46.75 <sup>a</sup>	35.8 <sup>b</sup>	23.01 <sup>a</sup>	6.29 <sup>a</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.96 <sup>b</sup>
30	51.52 <sup>ab</sup>	38.5 <sup>b</sup>	21.25 <sup>bc</sup>	4.89 <sup>ab</sup>	0.70 <sup>ab</sup>	1.040 <sup>a</sup>	46.87 <sup>a</sup>	36.2 <sup>ab</sup>	22.91 <sup>a</sup>	6.23 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.96 <sup>b</sup>
31	52.05 <sup>a</sup>	39.3 <sup>a</sup>	21.26 <sup>bc</sup>	4.94 <sup>ab</sup>	0.69 <sup>ab</sup>	1.041 <sup>a</sup>	46.89 <sup>a</sup>	36.3 <sup>ab</sup>	23.06 <sup>a</sup>	6.24 <sup>a</sup>	0.91 <sup>ac</sup>	0.95 <sup>bc</sup>
32	52.08 <sup>a</sup>	39.1 <sup>ab</sup>	20.63 <sup>ab</sup>	4.76 <sup>ab</sup>	0.69 <sup>ab</sup>	1.039 <sup>a</sup>	47.16 <sup>a</sup>	35.8 <sup>ab</sup>	22.98 <sup>a</sup>	6.46 <sup>a</sup>	0.91 <sup>ab</sup>	0.94 <sup>bc</sup>
33>	51.58 <sup>ab</sup>	39.8 <sup>a</sup>	20.88 <sup>ac</sup>	4.75 <sup>ab</sup>	0.69 <sup>b</sup>	1.039 <sup>a</sup>	47.39 <sup>a</sup>	35.8 <sup>ab</sup>	22.50 <sup>a</sup>	6.11 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.92 <sup>c</sup>

abc : 同列の異符号間に有意差あり (P<0.05).

傾向を示した。

胸最長筋の面積では, 出荷年度による特定の傾向は見られなかったものの, 脂肪交雑の量は増加し, かつ

脂肪交雑粒子は細くなる傾向を示した。それに対し, 僧帽筋の面積および脂肪面積比では, 出荷年度による特定の傾向は見られなかったものの, 脂肪交雑粒

子のあらさは、胸最長筋とは対照的に、年々あらかなる傾向を示した。胸最長筋において、もう一つ注目すべきは、短径・長径比および形状の複雑さの出荷年度による推移であり、これらは、年度が進むにつれ、形状が扁平かつ複雑になっている傾向を示した。岡本ら<sup>13)</sup>は、胸最長筋の形状が扁平であることや複雑であることは、牛枝肉の経済的価値に負の影響があると報告した。以上のことから、現在、育種改良の現場において主に活用されている枝肉格付形質から得られた情報に加えて、今回算出したような僧帽筋や胸最長筋の特徴を表す画像解析形質も併せて活用することで、経済的価値が高い肉牛への効率的な改良につながる可能性があるかと推察される。

また胸最長筋において、その他の時期と比較して、時期3(10月~12月)に面積および脂肪面積比が、有意に高くなる傾向が見られた。本研究において、時期3に分類したのは、10月から12月の3ヵ月間であり、共励会の開催や牛肉の需要増加により、出荷頭数も増加する時期に当たる。このことから、この時期に合わせて、他の時期と比較して、特に肥育の仕上がりの良い牛が出荷されている可能性がある。

出荷月齢の効果は、胸最長筋において面積では一定の傾向が見られなかったが、脂肪面積比では、29ヵ月齢未満と比較し、29ヵ月齢以上で有意に高い値を示した。それに対し、僧帽筋において面積では、29ヵ月齢未満と比較し、29ヵ月齢以上で有意に高い値を示したが、脂肪面積比では一定の傾向は見られなかった。これは、僧帽筋面積割合および僧帽筋脂肪面積比割合の最小二乗平均値でも顕著に表れており、僧帽筋面積割合では、月齢が進むにつれ、僧帽筋面積の相対割合が有意に増加した。また僧帽筋脂肪面積比割合では、29ヵ月齢未満と比較して、29ヵ月齢以上で有意に低い値を示し、胸最長筋の脂肪面積比が相対的に高くなっていることが確認された。

本研究の結果は、現行の格付では記録が残らない僧帽筋の特徴についてさらに詳細に評価する必要性を示唆した。今後は、僧帽筋の脂肪交雑の程度に関する遺伝的あるいは環境的要因の寄与について解析する予定である。

## 謝 辞

種々のデータを提供いただいた十勝農業協同組合連合会の関係各位に感謝の意を表す。また、枝肉横断面の撮影に協力していただいたホクレン農業協同組合連合会、北海道畜産公社十勝事業所の関係各位、ならびに格付データを提供いただいた社団法人日本食肉格付協会帯広事業所に深謝する。本研究は、文部科学省「21世紀COEプログラム」補助金(A-1)、財団法人伊藤記念財団による研究費の援助によって行われたものであり、ここに感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 社団法人日本食肉格付協会. 牛・豚枝肉部分肉取引規格解説書. pp6-29. 日本食肉格付協会. 東京. 1989.
- 2) 口田圭吾・小笠原匡教・日高 智・酒井稔史・南橋 昭・山本祐介. 日本畜産学会報, 74: 1-7. 2003.
- 3) 撫 年浩・カヌーアAB・増田恭久・平原さつき・藤田和久. 日本畜産学会報, 72: J313-J320. 2001.
- 4) 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三. 日本畜産学会報, 72: J224-J231. 2001.
- 5) 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三. 日本畜産学会報, 68: 853-859. 1997.
- 6) 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三. 日本畜産学会報, 73: 9-17. 2002.
- 7) 口田圭吾・菊地 彩・加藤浩二・日高 智・鈴木三義・三好俊三. 日本畜産学会報, 74: 23-29. 2003.
- 8) 口田圭吾・高橋健一郎・長谷川未央・酒井稔史・森田善尚・堀 武司. 日本畜産学会報, 75: 573-579. 2004.
- 9) 長谷川未央・口田圭吾・佃 秀雄・加藤浩二・鈴木三義・三好俊三. 日本畜産学会報, 75: 53-60. 2004.
- 10) 高木幹雄・下田陽久. 画像解析ハンドブック. 第1版. pp475-593. 東京大学出版会. 東京. 1991.
- 11) SAS Institute Inc. SAS User's guide : Statistics. Ver.5 ed. 433-506. SAS Institute Inc. Cary, NC. 1985.
- 12) 小沢 忍・岸本 靖・三津本 充・三橋忠由. 中国農業試験場研究報告, 11: 47-53. 1992.
- 13) 岡本圭介・口田圭吾・加藤貴之・鈴木三義・三好俊三. 日本畜産学会報, 74: 475-482. 2003.