

原 著

## 牛枝肉横断面の画像解析による第9-11肋骨間ロース部の赤肉割合の推定

長谷川未央, 大澤剛史, 日高 智, 宝寄山裕直<sup>1</sup>,  
 酒井稔史<sup>1</sup>, 山本裕介<sup>1</sup>, 佐藤幸信<sup>1</sup>, 口田圭吾  
 帯広畜産大学 帯広市 080-8555  
<sup>1</sup>北海道立畜産試験場 北海道新得町 081-0038

Estimation of lean meat percentage of rib loin part between the 9-11th ribs for  
 carcass cross-section of beef by computer image analysis.

Mio HASEGAWA, Takefumi OSAWA, Satoshi HIDAKA,  
 Hironao HOUKIYAMA<sup>1</sup>, Toshifumi SAKAI<sup>1</sup>,  
 Yusuke YAMAMOTO<sup>1</sup>, Yukinobu SATO<sup>1</sup>, Keigo KUCHIDA

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

<sup>1</sup>Hokkaido Animal Research Center, Shintoku-cho Hokkaido 081-0038, Japan

キーワード : 画像解析, 黒毛和種, 赤肉割合

Key words : Image analysis, Japanese Black, Lean percentage

### Abstract

Estimation of the lean meat percentage of rib loin part between the 9-11th ribs was investigated using images of 41 carcass cross-section of embryonic cloning cattle and full-sib testing cattle. Each muscle area, fat area, cross-section area and ratio of muscle area to total area (muscle area ratio) were calculated from images of the 6-7th cross-section. In addition, the muscle area percentage was calculated by dividing each muscle area by cross-section area. The lean meat percentage was obtained through dissection for separation from the rib loin part between 9-11th ribs. The correlation coefficients of lean meat percentage with each muscle area, muscle area percentage and muscle area ratio were investigated. The actual area of *M.iliocostalis* and *M.serratus ventralis* showed significant correlations with lean meat percentage ( $r=0.46$  and  $-0.34$  respectively). Percentage of *M.iliocostalis*, *M.serratus ventralis*, *M.longissimus thoracis* and *M.trapezius* areas showed significant correlations with lean meat percentage ( $r=0.50$ ,  $-0.35$ ,  $0.53$  and  $0.33$  respectively). The highest correlation was recognized between lean meat percentage and muscle area ( $r=0.53$ ). When using multiple regression that include actual muscle area or percentage of muscle area as the independent variable, the coefficients of determination ( $R^2$ ) for the prediction of lean meat percentage were 0.69 or 0.63. The higher  $R^2$  was obtained using real muscle area rather than percentage of muscle area as the independent variable. Selected variables for the prediction equation, which were estimated by using real muscle area, were *M.iliocostalis* area, cross-section area, *M.serratus ventralis* area, *M.semispinalis capitis* area and total muscle area. Estimating of lean meat percentage only from the information on the area of carcass cross-section was feasible.

## 要 約

受精卵クローン牛ならびに全きょうだい検定牛41頭の枝肉横断面画像を用いて、枝肉全体の体構成と正の相関があるといわれている、赤肉分離により計測された赤肉重量割合（以下、赤肉割合）の推定を行った。第6-7肋骨間の横断面画像から各筋肉実面積（13部位）、筋肉以外の面積、横断面の面積を計測し、横断面の面積に対する各筋肉実面積の割合および全筋肉面積の割合（以下、筋肉面積比）を算出した。なお、各筋肉実面積の横断面に対する面積割合である各筋肉の面積割合についても算出した。各筋肉実面積、各筋肉面積割合ならびに筋肉面積比と、枝肉左半丸の第9-11肋骨間ロース部の赤肉分離による計測値から算出した赤肉割合との関連性を調査した。各筋肉実面積は、腸肋筋で赤肉割合と有意な相関が示されたが、腹鋸筋では有意な負の相関が示された。各筋肉面積割合は、腸肋筋、胸最長筋および僧帽筋で有意な正の相関が認められたが、腹鋸筋では有意な負の相関が認められた。筋肉面積比は、赤肉割合と最も高い正の相関が認められ、その相関係数は0.53であった。各筋肉の実面積を独立変数候補とした場合、および各筋肉の面積割合を独立変数候補とした場合について、赤肉割合を推定する重回帰分析を行った。推定された重回帰式の決定係数はそれぞれ0.69および0.63となり、実面積を用いた分析の方が高い決定係数を示した。実面積を用いた重回帰式に選択された変数は腸肋筋の面積、横断面の面積、腹鋸筋の面積、頭半棘筋の面積および全筋肉面積であり、面積に関する情報のみから第9-11肋骨間ロース部の赤肉割合を推定できる可能性が示された。

## 緒 言

枝肉中の赤肉量を正確に計測するためには、枝肉全体に対して赤肉分離を行う必要がある。しかし、これは多大な労力のかかる作業で、育種改良を目的とした枝肉調査であっても、全枝肉に対して赤肉分離を行うことは不可能であり、非破壊的な方法による赤肉量の推定が望まれる。

一方、格付においては部分肉量の割合に関する指標として歩留基準値が提示されている。歩留基準値はA、B、Cの3等級に区分され、肉質に次いで枝肉の価格に大きく影響する。例えば、A3と評価されたものとB3と格付された去勢和牛の卸売価格を比較すると、平成15年度下半期では1kg当たり125円程度の差がみられ、歩留等級がどの程度に評価されるかは経済的にも大変重要である。しかし、牛枝肉取引規格は牛枝肉の流通促進と公正な取引のために定められたものであり、歩留基準値は流通上の目安とはなるものの、正確に部分肉量の割合が判断できるとは言い難い。撫ら（2001）により歩留基準値と解体後の部分肉歩留との

相関係数は $r=0.36$ と報告されているが、育種改良を行うにあたっては、より精度の高いデータが必要である。そのため近年では、枝肉横断面上の画像情報を用いた部分肉割合や赤肉割合の推定に関する研究が行われている。WASSENBERG *et al.* (1986) は画像解析による第12肋骨横断面の面積情報から部分肉の割合を、Lu and TAN (2003) は第12肋骨横断面のステーキ部の画像情報から赤肉割合を推定し、格付の量的形質から推定した場合との精度の比較を行った。小沢ら（1992）、撫ら（2001）、KARNUAH *et al.* (2001)、長谷川ら（2004）は、第6-7肋骨間横断面の面積情報からの赤肉割合の推定について報告した。

また、OLIVAN *et al.* (2000) によって枝肉の一部分における赤肉割合と枝肉半丸中の赤肉割合とは高い正の相関があることが報告されており、枝肉全体の赤肉割合を推定するために枝肉の一部分のみで赤肉分離を実施している試験機関もある。HOPPER (1944)、HANKINS *et al.* (1946)、CROWN *et al.* (1960)、BRACKELSBERG *et al.* (1968) は、第9-11肋骨間ロース部の赤肉、脂肪および骨の構成は枝肉全体のそれと類似していると報告した。また、小堤ら（1973）は第9-11肋骨間ロース部を用い赤肉量の推定を行っている。そこで本研究では、枝肉横断面の画像解析から得られる画像情報を用いて、枝肉全体の体構成と正の相関があるといわれている枝肉左半丸の第9-11肋骨間ロース部の赤肉割合の推定を行った。

## 材料および方法

本研究では、2002年2月から2003年12月（全8回）にと畜された黒毛和種由来の受精卵クローン牛（平均約20ヵ月齢）ならびに黒毛和種全きょうだい検定材料牛（平均約21ヵ月齢）41頭の枝肉横断面画像、格付記録ならびに部分肉調査記録を用いた。枝肉格付時に口田ら（2001）により開発された枝肉横断面撮影装置（以下、撮影装置）を用いて、枝肉左半丸の第6-7肋骨間横断面の撮影を行った。赤肉量の調査には、枝肉左半丸を第8-9肋骨間と第11-12肋骨間で切断して得られた第9-11肋骨間のロース部を用いた。BUTTERFIELD (1963)、BUTTERFIELD and MAY (1966) の方法に準じて、ロース部の全重量、赤肉量、脂肪量および骨量を計測し、全重量に対する赤肉量の割合を算出した。

撮影装置による撮影可能な範囲は横30cm×縦20cmであるため、解析に必要な横断面全体を一度で撮影することはできない。そこで枝肉1体に対して範囲を変えて3~5枚ずつ撮影を行い、それらの画像を顕微鏡画像結合ソフト（タイリングブティック、サンヨー社製、大阪）を用いて1枚に結合することで広範囲の画像を得た。

結合した画像から、撫ら（2001）の方法に従い胸椎

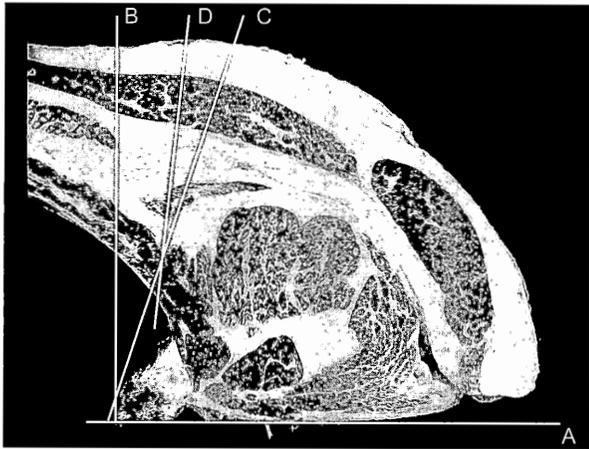


Fig. 1 Photo used for image analysis at the 6-7th cross section.

- A : line from the thoracic vertebra
- B : vertical line to the thoracic vertebra
- C : line that links the end of the thoracic vertebra and *M.ilocostalis*
- D : vertical line from the end of thoracic vertebra to the subcutaneous fat

端部と胸椎棘突起で垂直に交わる直線（図1の直線AおよびB）で画像を切り出した。また、胸椎棘突起と腸肋筋端部を結ぶ直線（図1のC）で区切られた画像および腸肋筋から皮下脂肪に垂直におろした直線（図1のD）で区切られた画像を用意した。これら3種類の切り出し画像を比較することで、切り出し方法の違いが赤肉割合の推定に及ぼす影響を検討した。なお、

腸肋筋から皮下脂肪に垂直におろした直線は、格付における皮下脂肪厚測定に利用している箇所であるが、枝肉外表面が複雑な形状であると、測定者により測定箇所が異なる可能性がある。胸椎棘突起と腸肋筋端部を結ぶ直線は、一意的に測定箇所が決定する。

これらの画像に対して、口田ら（1997）が作成した画像解析ソフトウェアを用いて、筋肉の輪郭線を自動で描画させ、誤認識された箇所のみ手動で補正を行い、輪郭線内の面積を計測した。計測した筋肉は、胸最長筋、腸肋筋、僧帽筋、背半棘筋、頭半棘筋、前背鋸筋、菱形筋、多裂筋、肋骨挙筋、内肋間筋、外肋間筋、広背筋、腹鋸筋の計13部位である。筋肉の実面積、筋肉以外の面積（筋間脂肪、皮下脂肪および骨などの、筋肉以外の横断面全てを含む）、横断面の面積を計測し、横断面の面積に対する各筋肉実面積の割合および全筋肉面積の割合（以下、筋肉面積比）を算出した。また、各筋肉の実面積の横断面に対する面積割合（各筋肉の面積割合：各筋肉の実面積/横断面の面積×100）についても算出した。

続いて、各筋肉実面積間の関連性および各筋肉実面積、各筋肉面積割合ならびに筋肉面積比と赤肉割合との関連性を調査した。また、赤肉割合を従属変数とし、画像解析形質（17形質）に枝肉重量、バラの厚さ、皮下脂肪の厚さおよび筋間脂肪の厚さを加えた21形質を独立変数候補とした重回帰分析により、赤肉割合の推定を行った。さらに、赤肉量の調査日が赤肉割合の推定精度に及ぼす影響について検討した。統計解析には

Table 1 Summary of basic statistics for carcass grade, carcass composition (n=41).

Trait	Mean	SD	Minimum	Maximum
<b>Carcass traits</b>				
Carcass weight (kg)	178.00	17.64	126.00	211.00
RT (cm)	6.25	0.99	4.40	9.20
SFT (cm)	1.81	0.38	1.20	2.70
Intermuscular fat (cm)	5.66	0.84	4.40	8.00
Yield score (%)	73.81	1.34	71.20	76.40
BMS No.	3.41	1.34	2	8
<b>Rib loin part</b>				
Total weight (kg)	5.41	0.66	3.82	6.68
Lean meat weight (kg)	3.03	0.41	2.05	3.88
Rib loin weight (kg)	1.55	0.25	1.03	2.14
Fat weight (kg)	1.65	0.27	1.17	2.27
Bone weight (kg)	0.65	0.07	0.51	0.79
Sinew weight (g)	44.15	15.00	20.00	80.00
Lean meat percentage (%)	56.28	2.23	52.06	61.18

RT: rib thickness. SFT:subcutaneous fat thickness

Table 2 Summary of basic statistics for measurements from cross-carcass section by image analysis (n=41).

Trait	Mean	SD	Minimum	Maximum
<i>M.longissimus thoracis</i> (cm <sup>2</sup> )	44.87	7.01	28.92	61.05
<i>M.ilicostalis</i> (cm <sup>2</sup> )	7.22	1.12	4.57	10.66
<i>M.trapezius</i> (cm <sup>2</sup> )	35.01	5.89	22.02	46.73
<i>M.spinalis thoracis</i> (cm <sup>2</sup> )	36.45	5.06	25.10	48.89
<i>M.semispinalis capitis</i> (cm <sup>2</sup> )	11.30	2.51	6.32	16.83
<i>M.latissimus dorsi</i> (cm <sup>2</sup> )	28.01	7.28	14.41	47.69
Muscle area (cm <sup>2</sup> )	213.98	23.21	152.97	279.15
Muscle area ratio (%)	56.67	3.31	49.63	67.04

Muscle area ratio: ratio of muscle area to total area.

Table 3 Correlation coefficients among muscle areas from cross-carcass section (n=41).

	1	2	3	4	5	6
1. <i>M.longissimus thoracis</i>	1.00	0.41*	0.64*	0.40*	0.17	0.73*
2. <i>M.iliocostalis</i>		1.00	0.40*	0.43*	0.13	0.24
3. <i>M.trapezius</i>			1.00	0.29	0.45*	0.60*
4. <i>M.spinalis thoracis</i>				1.00	0.21	0.24
5. <i>M.semispinalis capitis</i>					1.00	0.19
6. <i>M.latissimus dorsi</i>						1.00

\*; P<0.01

Table 4 Correlation coefficients of lean meat percentage with each actual muscle area, percentage of each muscle area to the total area and muscle area ratio from cross-carcass section

	Actual muscle area	Percentage of muscle area
<i>M.longissimus thoracis</i>	0.20	0.53**
<i>M.iliocostalis</i>	0.46**	0.50**
<i>M.trapezius</i>	0.15	0.33*
<i>M.spinalis thoracis</i>	0.14	0.23
<i>M.semispinalis capitis</i>	-0.24	-0.18
<i>M.serratus dorsalis cranialis</i>	0.23	0.31
<i>M.rhomboideus</i>	0.18	0.18
<i>M.multifidus</i>	-0.19	-0.14
<i>M.levator costae</i>	-0.07	0.00
<i>M.intercostales interni</i>	-0.11	-0.03
<i>M.intercostales externi</i>	-0.09	-0.03
<i>M.latissimus dorsi</i>	-0.10	0.00
<i>M.serratus ventralis</i>	-0.34*	-0.35**
Muscle area ratio	—	0.53**

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

SAS (1985) のREGプロシージャを用い、変数の選択には最大R<sup>2</sup>改良法を利用した。

### 結果および考察

分析に用いた材料の格付形質および枝肉構成の基礎統計量を表1に、主要な筋肉の実面積および筋肉面積比の基礎統計量を表2に示した。供試牛の左半丸重量は平均178.0kgであり、他の研究（長谷川ら（2004）：平均208.8kg、撫ら（2001）：平均222.3kg）より小さかった。また、横断面の筋肉面積の合計（平均213.98cm<sup>2</sup>）は、画像の切り出し方法が同じである撫らの263.39cm<sup>2</sup>より小さく、長谷川らによる212.93cm<sup>2</sup>と同程度であった。これらは、本研究で用いた材料牛が撫ら（平均28.6ヵ月齢）や長谷川ら（24.0±0.5ヵ月齢）のもの比べ、20～21ヵ月齢と若齢であることなどによると考えられる。一方、筋肉面積比（平均56.67%）は撫ら（53.93%）の報告より大きな値となった。

主要な各筋肉実面積間の関係および各筋肉実面積、筋肉面積割合ならびに筋肉面積比と赤肉割合との関連性を調べ、それぞれの相関係数を表3および表4に示した。胸最長筋面積と僧帽筋および広背筋の実面積との間の相関係数は、それぞれ0.64、0.73と有意に高かった（P<0.01）。僧帽筋と広背筋実面積間では0.60（P<0.01）であった。各筋肉実面積、各筋肉面積割合ならびに筋肉面積比と、枝肉左半丸の第9～11肋骨間コース部の赤肉分離による計測値から算出した赤肉割

合との関連性を調査した。各筋肉実面積は、腸筋で赤肉割合と有意な正の相関が示されたが、腹筋では有意な負の相関が示された。各筋肉面積割合は、腸筋、胸最長筋および僧帽筋で有意な正の相関が認められたが、腹筋では有意な負の相関が認められた。筋肉面積比は赤肉割合と最も高い正の相関が認められ、その相関係数は0.53であった。食肉加工場で計測した枝肉半丸の部分肉重量を用いた長谷川ら（2004）の報告によれば、部分肉歩留と筋肉面積比との相関係数は0.66であった。部分肉量はかなりの余剰脂肪を含んでいるが、本研究で用いた赤肉量はほとんど余剰脂肪を含んでいない。このため、部分肉量を用いた長谷川ら（2004）の報告より、赤肉量を用いた本研究の方が、筋肉面積比と高い相関関係があると期待されたが、長谷川ら（2004）の報告を下回る成績であった。本研究で得られた筋肉面積比のレンジ（49.63～67.04%）は、長谷川らのそれ（39.82～65.67%）と比較するとやや狭く、このことが低い相関係数となった一因であると推察された。また、横断面のトレースによる面積測定を行った小沢ら（1992）の研究（n=35）では、切り出し方法がやや異なっていたものの、r=0.74という相関係数が示され、筋肉面積比と赤肉割合との高い関連性が確認された。

独立変数候補として各筋肉の実面積を用いた場合および各筋肉の面積割合を用いた場合で、赤肉割合を推定する重回帰分析を行った。推定された重回帰式の決定係数は0.69および0.63となり（P<0.01）、筋肉実面積を用いた重回帰分析の方が高い決定係数となった。実面積により推定された重回帰式に選択された変数、偏回帰係数および偏R<sup>2</sup>を表5に示した。重回帰式に選択された変数は、腸筋の面積、横断面の面積、腹筋の面積、頭半棘筋の面積および全筋肉面積であり、説明変数候補として枝肉格付の量的項目を含めたにも

Table 5 Partial regression coefficients and partial R<sup>2</sup> for selected variables to predict lean meat percentage (n=41, R<sup>2</sup>=0.69).

Selected Variable	Partial regression coefficient	Partial R <sup>2</sup>
<i>M.iliocostalis</i>	0.0067	0.2129
Cross section area	-0.0005	0.1812
<i>M.serratus ventralis</i>	-0.0110	0.1123
<i>M.semispinalis capitis</i>	-0.0040	0.1120
Total muscle area	0.0011	0.0669

R<sup>2</sup>: determination coefficient

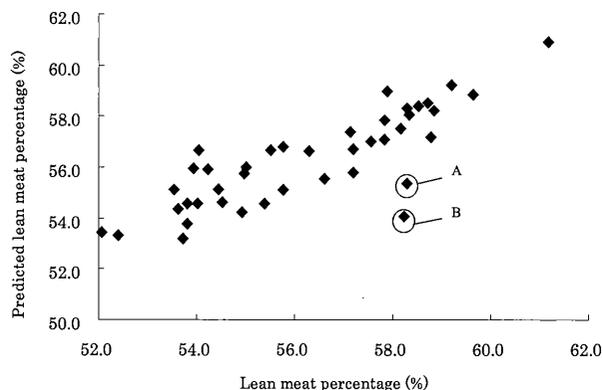


Fig. 2 Relationship between lean meat percentage of 9-11th rib measured by physical dissection and predicted lean meat percentage.

関わらず、面積に関する情報のみから赤肉割合を推定できた。選択された変数の中で赤肉割合に最も寄与した形質は、赤肉割合との相関が高かった腸筋の面積であった。実測値から算出した赤肉割合と、重回帰式により推定された赤肉割合との関連を図2に示した。ほぼ直線的な関係が示されたが、やや値がはずれたサンプルA、Bについてみてみると、集積されたデータの中で僧帽筋の面積割合の値が小さいことが確認された。Aの僧帽筋の面積割合は41頭中もっとも小さく、Bでは3番目に小さな値となった。僧帽筋に関する値は重回帰式には選択されなかったが、僧帽筋の面積が赤肉割合の推定に関係していることが示唆された。枝肉半丸の部分肉割合を推定する同様の研究において、本研究と同一条件下で撮影された画像を用いて、部分肉割合の推定を行った長谷川ら(2004)の報告(n=117)では、推定された重回帰式の決定係数は0.57であり、本研究における決定係数の方が高かった。WASSENBERG *et al.* ( $R^2=0.46$ ), LU and TAN ( $R^2=0.56$ ), 小沢ら ( $R^2=0.68$ ), ZEMBAYASHI ( $R^2=0.62\sim0.72$ ) らの研究では、本研究より低いあるいは同程度の決定係数であった。また、前述の通り、本研究では重回帰式に選択された変数は画像情報のみであったが、他の研究において推定された重回帰式には、枝肉重量や歩留基準値といった面積以外の形質も含まれた。例外的に、撫ら(2001)は非常に高い精度( $R^2=0.95$ )での推定を報告した。

HOPPER (1944), HANKINS *et al.* (1946), CROWN *et al.* (1960), BRACKELSBURG *et al.* (1968) は、第9-11肋骨間コース部の赤肉割合と枝肉全体のそれとの高い関連を報告した。OLIVAN *et al.* (2000) は、第6肋骨および第10肋骨におけるリブコース部と右半丸全体における赤肉構成の比較を行った(n=70)。第6および第10リブコース部の赤肉割合と、枝肉右半丸の赤肉割合との相関係数は、それぞれ $r=0.87, 0.88$  ( $P<0.01$ )と高い値が報告された。また、第6あるいは第10リブコース部の赤肉割合および脂肪割合を用いて、右半丸

全体における赤肉割合を推定したところ、それらの重回帰式の決定係数はそれぞれ $R^2=0.84, 0.79$ と報告された。このように、多くの研究者らによってリブコースの一部分における赤肉割合と枝肉半丸中の赤肉割合には、高い関連があることが報告されている。これらの報告と同様に、本研究においても第9-11肋骨間のリブコース部を用いた赤肉割合の推定結果から、枝肉半丸の赤肉割合を予測することが可能であると示唆された。

さらに、切り出し方の異なる2種類の画像についても同様の手法で赤肉割合の推定を行った。胸棘突起と腸筋筋端部を結ぶ直線(図1の直線C)で区切られた画像を用いた場合、重回帰式の決定係数は0.73となった。また、腸筋筋から皮下脂肪に垂直におろした直線(図1のD)で区切られた画像を用いると、その決定係数は0.67であった。どちらの画像を用いた場合も、胸棘突起と胸椎端部で垂直に交わる直線(図1のAおよびB)で切り出した画像を使用した場合の結果と大きな差は認められず、画像を切り出す際の作業の簡便さから考えると、直線A-Bで切り出した画像を使用した分析で十分な結果が得られると判断した。

本研究では、全調査日で同一手法の赤肉分離を行っているため、調査日による影響はないと考えられるが、長谷川ら(2004)の研究では全調査日(16日間)で同一の処理方法を用いていたのにも関わらず、筋肉面積比と部分肉歩留との相関係数には、日によってばらつきが生じるという結果が示された。そこで本研究においても、調査日(8日間)ごとの筋肉面積比と赤肉割合との関連について検討を行った(図3)。両者の相関

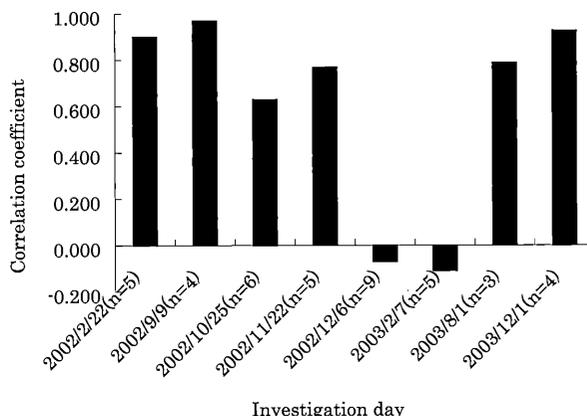


Fig. 3 Correlation coefficients between lean meat percentage and muscle area ratio by investigation day.

係数は高い値となる日が多かったが、マイナスとなる日も見られ、長谷川らの報告と同様に調査日が赤肉割合の推定精度に関与していることが示唆された。しかし前述の通り、調査日により処理や画像に違いはみられず、また、格付や画像解析値にも大きな特徴は認め

られなかった。赤肉割合の推定に誤差が生じた要因についての考察と同様に、僧帽筋の面積割合が小さいことなども一因として考えられるが、この原因に関しては引き続き検討が必要であろう。

本研究では、枝肉横断面の画像情報のみから第9-11肋骨間リブローズ部の赤肉割合を推定できる可能性が示された。今回は枝肉の一部を用いて推定を行ったが、この推定値は枝肉半丸の赤肉割合と高い関連があると考えられ、半丸全体における赤肉割合を反映すると推察された。近年行われた同様の研究の結果、枝肉の横断面画像を用いた赤肉割合の推定式の決定係数は0.46~0.95とされているが、 $R^2=0.95$ であった撫ら(2001)の結果を除くと、 $R^2=0.6\sim0.7$ 付近でその多くが一致している。したがって、現状では赤肉割合の推定においては $R^2=0.7$ 程度の推定精度であると考えられるが、本研究で推定された赤肉割合と実測値から算出した赤肉割合との関連性 ( $R^2=0.69$ ) は、同じ材料牛において格付による歩留基準値と実測値から算出した赤肉割合との関連を調査した結果 ( $R^2=0.09$ ) より高く、画像解析による枝肉構成の予測は有効な手法であるといえるだろう。また、長谷川ら(2004)は、画像解析形質を用いて、枝肉全体の部分肉割合だけでなく、パーツ(リブローズ、サーロイン、ヒレ、かたろース)の構成割合についても推定が可能であることを示しており、さらに本手法はオンライン化にも対応し易いことから、今後、流通段階における応用が期待される。

## 謝 辞

画像解析にアドバイスをいただいた北海道立工業試験場に謝意を表す。本研究は、文部科学省「21世紀COEプログラム」補助金(A-1)ならびに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。

## 文 献

- BRACKELSBURG, P.O., N.S. HALE, W.A. COWAN and D.M. KINSMAN (1968) Relationship of sectional characteristics to beef carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 27:39-44.
- BUTTERFIELD, R.M. (1963) Estimation of carcass composition in the anatomical approach in carcass composition and appraisal of meat animals. *Tribe D.E.*, ed. 4-13. CRIRO. Melbourne. Australia.
- BUTTERFIELD, R.M. and N.D.S. MAY (1966) Muscles of the ox. 1-164. University of Queensland Press. Brisbane.
- CROWN, R.M., and R.A. DAMON Jr. (1960) The value of the 12th rib cut for measuring beef carcass yield and meat quality. *J. Anim. Sci.*, 19:109-113
- HANKINS O.G., and P.E. HOWE (1946) Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. *U.S.D.A. Technical Bulletin*, 926:1-20.
- 長谷川未央・口田圭吾・齋藤邦彦・熊谷周一郎・小西一之・撫 年浩 (2004) 牛枝肉横断面に対する画像解析による部分肉歩留の推定. *日畜会報*, 75:213-219.
- HOPPER, T.H. (1944) Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. *J. Agric. Res.*, 68:239-268.
- KARNUAH A.B., K. MORIYA, N. NAKANISHI, T. NADE, T. MITSUHASHI and Y. SASAKI (2001) Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-sections of Japanese Black steers. *J. Anim. Sci.*, 79: 2851-2856.
- 口田圭吾・栗原晃子・鈴木三義・三好俊三 (1997) 画像解析によるロース芯断面内脂肪割合の正確な算出法の開発. *日畜会報*, 68:853-859.
- 口田圭吾・鈴木三義・三好俊三 (2001) 枝肉横断面撮影装置の開発と得られた画像を利用したBMSナンバーの推定. *日畜会報*, 72:224-231.
- LU, W. and J. TAN (2004) Analysis of image-based measurements and USDA characteristics as predictors of beef lean yield. *Meat Sci.*, 66:483-491.
- 撫 年浩・アーサー ボブ カヌーア・増田恭久・平原さつき・藤田和久 (2001) 黒毛和種去勢肥育牛におけるリブローズ部枝肉切開面の画像情報からの枝肉構成の推定. *日畜会報*, 72:313-320
- OLIVAN, M., A. MARTINEZ, P. GRACIA, G. NOVAL and K. OSORO (2001) Estimation of the carcass composition of yearling bulls of "Asturiana de los Valles" breed from the dissection of a rib joint. *Meat Sci.*, 57:185-190.
- 小沢 忍・岸本 靖・三津本 充・三橋忠由 (1992) 黒毛和種去勢牛の第6-7肋骨間切断面における各種組織の面積測定値と枝肉構成との関係. *中国農試研報*, 11:47-53.
- 小堤恭平・岡本光男・篠原旭男・河上尚実 (1973) 黒毛和種および同系種牛の若齢肥育牛における枝肉赤肉量推定式. *草地試研報*, 4:24-28.
- SAS Institute Inc. (1985) SAS User's guide : Statistics. Ver.5 ed. 433-506. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- WASSENBERG, R.L., D.M. ALLEN and K.E. KEMP (1986) Video image analysis prediction of total kilograms and percent primal lean and fat yield of beef carcasses. *J. Anim. Sci.*, 62:1609-1616.
- ZEMBAYASHI, M. (1999) Effectiveness of morphometric measurements for improvement of the prediction accuracy of beef carcass composition. *Meat Sci.*, 51:339-347.