

## 岡山和牛における脂肪交雑形状の育種価評価

岩本侑希子・小林 宙・小田 亘・高取真穂・森清邦彦

Breeding Value Evaluation for Marbling Shape of Japanese Black cattle

Yukiko IWAMOTO, Hiroshi KOBAYASHI, Wataru ODA,  
Maho TAKATORI and Kunihiko MORIKIYO

### 要 約

岡山和牛において脂肪交雑形状の育種価評価を行い、改良指標としての可能性について検討した。

- 1 同じ BMSNo. において、あらさ指数が高くなるほど粗脂肪含量が増加する傾向が見られた。一方、細かさ指数は粗脂肪含量との相関は見られなかった。
- 2 脂肪交雑形状の遺伝率は従来の産肉能力形質と同程度で高く、遺伝的な改良が可能である。
- 3 育種価相関から、脂肪交雑形状のみに着目した改良は、従来の産肉能力形質へ負の影響を与える可能性がある。
- 4 岡山和牛においては、産肉能力や細かさ指数が一定レベルあることを前提として、あらさ指数を考慮した種雄牛選抜により、脂肪交雑形状の改良を行う必要がある。

キーワード：脂肪交雑形状、あらさ指数、細かさ指数、粗脂肪含量、黒毛和種

### 緒 言

わが国における和牛改良は、平成3年の牛肉輸入自由化以降、安価な輸入牛肉との差別化を図るため、肉質を重視した改良が進められてきた。赤身部分に入った細やかなサシ(脂肪交雑)は和牛肉の大きな特徴であり、牛枝肉取引においても、脂肪交雑の程度は枝肉単価に大きな影響を与えている。

本県においても、これまでに肉量および肉質を重視した改良が進められ、当研究所で繋養中の種雄牛の現場後代検定成績最高値では、枝肉重量515.6kg、BMSNo.10.9を記録している。また、第56回岡山県産肉形質育種価評価によると、令和3年に出荷された去勢肥育牛の平均枝肉重量は504.5kg、平均BMSNo.は7.8であり、特にBMSNo.については、肉質等級5等級に迫る勢いである。

一方で、近年の消費者の牛肉に対する嗜好は変化しており、公益財団法人日本食肉消費総合センターの「食肉に関する意識調査」報告書(平成28年度10月調査)<sup>1)</sup>では、赤身肉と霜降り肉の選択傾向において、赤身肉を選択する消費者が微増傾

向にあり、また、赤身肉を購入する理由として、健康志向や価格の他に、「味や食感が好み」といった理由があることが報告されている。

牛肉中の脂肪は、滑らかな食感や風味の良さなど、食味性に影響を与え、脂肪量の多さは食味性に好ましい効果をもたらす。しかし、それには最適レベルがあり、脂っこさが強すぎると牛肉の味や風味のバランスを崩すため、粗脂肪含量36%程度が最も高い嗜好性を与えると報告されている<sup>2)</sup>。現在出荷されている去勢肥育牛のBMSはNo.8程度あり、粗脂肪含量が最適レベルを超えていると考えられ、今後は脂肪交雑以外の肉質評価形質を改良し和牛肉のおいしさを高めるなど、消費者ニーズに沿った和牛肉生産が必要である。近年では、オレイン酸や一価不飽和脂肪酸(MUFA)といった脂肪の質の改良が全国的に進められており、脂肪交雑形状も新たな肉質評価形質の1つとして注目されている。そこで、岡山和牛における脂肪交雑形状を調査し、改良指標としての可能性について検討した。

## 材料および方法

### 1 供試材料

2018年10月から2022年11月までに岡山県営食肉地方卸売市場に出荷された岡山県産黒毛和種肥育牛2,318頭のうち、1頭を除外した2,317頭(去勢1,634頭、雌683頭)のデータを分析に供した。

### 2 脂肪交雑形状の画像解析

ミラー型牛枝肉撮影装置(HK-333:早坂理工,札幌)を用いて、左半丸枝肉第6-7肋間切開面における胸最長筋を撮影し、画像解析ソフトウェア(Beef Analyzer II:早坂理工,札幌)にて胸最長筋内の脂肪交雑形状を画像解析した。得られた画像解析形質のうち、あらさ指数および細かさ指数の2形質を脂肪交雑形状の評価値として分析に利用した。両指数について、算出方法は、口田ら<sup>3)</sup>の報告に従い、画像解析ソフトウェアにより自動算出された値を利用した。

### 3 粗脂肪含量の測定

食肉脂質測定装置(S-7041:相馬光学,東京)を用いて、左半丸枝肉第6-7肋間切開面における胸最長筋内の4か所を光学測定し、その平均値を粗脂肪含量とした。

### 4 育種価算出

公益社団法人全国和牛登録協会に依頼し、最良線形不偏予測(BLUP)法アニマルモデルにより算出した。

### 5 統計解析

脂肪交雑形状における性別間の有意差検定には、Studentのt検定を用いた。また、粗脂肪含量における性別間の有意差検定には、ウェルチのt検定を用いた。

## 結果および考察

### 1 脂肪交雑形状および粗脂肪含量の基本統計量

胸最長筋内の脂肪交雑形状を画像解析し、あらさ指数と細かさ指数を算出した結果を表1に示した。岡山和牛において、あらさ指数は去勢18.9%、雌18.7%であり、細かさ指数は去勢2.44個/cm<sup>2</sup>、雌2.47個/cm<sup>2</sup>であった。黒木ら<sup>4)</sup>は、脂肪交雑形状は性別間で有意差があり、あらさ指数では去勢の方が、また細かさ指数では雌の方が高い指数をもつ(p<0.01)ことを報告している。本研究では、両指数とも、平均値には既報と同様に差があったが、個体によるバラツキが大きく、有意な差では

なかった。

表1 脂肪交雑形状の基本統計量

性別	頭数	月齢	あらさ指数(%)			細かさ指数(個/cm <sup>2</sup> )		
			平均±標準偏差	最小値	最大値	平均±標準偏差	最小値	最大値
去勢	1,634	28.3	18.9±4.7	3.6	40.1	2.44±0.47	1.14	3.99
雌	683	29.4	18.7±4.8	5.9	48.4	2.47±0.47	1.18	3.85
全体	2,317	28.6	18.8±4.8	3.6	48.4	2.45±0.47	1.14	3.99

粗脂肪含量については、画像解析した2,317頭のうち、測定できた1,992頭(去勢1,404頭、雌588頭)の結果を表2に示した。去勢47.7%、雌46.4%と去勢の粗脂肪含量が雌と比較して有意に高かった(p<0.05)。また、性別に関係なく、そのばらつきは大きく、特に去勢では、胸最長筋内の粗脂肪含量が最大71.5%と非常に多かった。飯田<sup>2)</sup>は、脂肪含量が牛肉の食味性に及ぼす影響について、牛肉の嗜好性が最も高い脂肪含量は36%程度であり、これを超える脂肪含量は嗜好性を減少させると報告している。本結果ではこれを上回る値が得られており、牛肉中の脂肪含量が過剰な状況であることが示唆された。

表2 粗脂肪含量の基本統計量

性別	頭数	月齢	粗脂肪含量(%)		
			平均±標準偏差	最小値	最大値
去勢	1,404	28.3	47.7±6.7 <sup>a</sup>	23.7	71.5
雌	588	29.4	46.4±5.9 <sup>b</sup>	26.2	63.2
全体	1,992	28.6	47.3±6.5	23.7	71.5

a, b: 各項目において、異符号間に有意差あり (P<0.01)

本結果から、脂肪交雑形状および粗脂肪含量は、両者とも値のばらつきが大きいことが分かったため、出荷月齢やBMSNo.が影響している可能性について検討を行った。

### 2 出荷月齢またはBMSNo.が脂肪交雑形状や粗脂肪含量に及ぼす影響

各出荷月齢における、脂肪交雑形状と粗脂肪含量を図1～3に示した。本研究において測定した個体の出荷月齢は18～40カ月であったが、個体数が少ない(2頭以下)月齢のデータについては、除外し、24～32カ月齢の結果を示した。また、性別間で有意差のあった粗脂肪含量については、去勢のみのデータを示した。24～32カ月齢において、脂肪交雑形状も粗脂肪含量も、月齢との相関は見られなかった。脂肪交雑形状について、村澤ら<sup>5)</sup>は月齢による変化について報告しており、去勢では30カ月齢以上であらさの減少および細かさの増加、また雌では30カ月齢まではあらさが増加

する傾向を示した。また浜崎ら<sup>6)</sup>は、胸最長筋の脂肪交雑粒子のあらさは29カ月齢にピークがあることを報告している。本研究では既報と異なり、月齢との関連は見られなかった。粗脂肪含量については、一般的に肥育期間が長くなると脂肪交雑の量が増加し、粗脂肪含量も増加するが、本研究では月齢との相関は見られなかった。近年では、脂肪交雑を重視した和牛改良や高レベルな飼養管理技術により、若齢でも脂肪交雑レベルの高い牛肉の生産が可能となっていることから、24~32カ月齢では、粗脂肪含量に差が見られなくなっている可能性が示唆された。

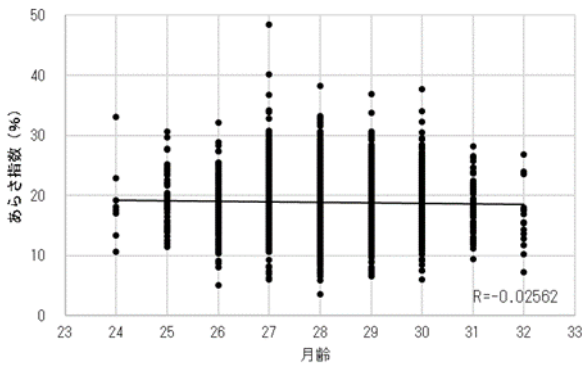


図1 各出荷月齢におけるあらさ指数

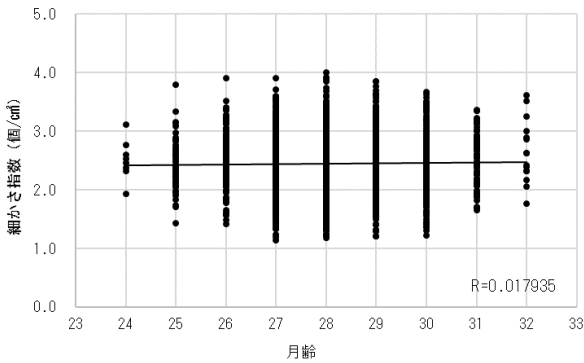


図2 各出荷月齢における細かさ指数

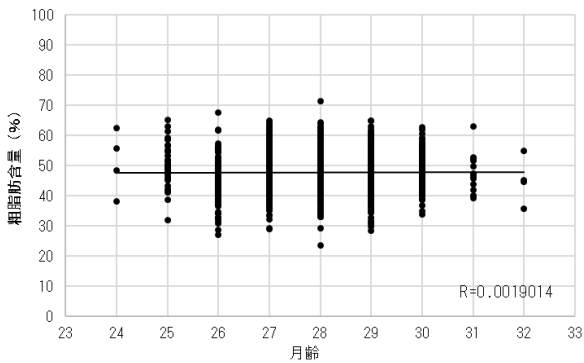


図3 各出荷月齢における粗脂肪含量

と粗脂肪含量(去勢データのみ)を示した。脂肪交雑形状では両指数ともBMSNo.との相関は見られなかった( $R=0.35, R=0.04$ )が、あらさ指数は、BMSNo.が高くなるにつれて、指数が高くなる傾向が見られた。口田ら<sup>7)</sup>は、BMSNo.が高くなるにしたがい、脂肪交雑粒子も粗くなることを報告しており、本結果と一致した。一方、粗脂肪含量はBMSNo.と高い相関( $R=0.77$ )を持ち、BMSNo.が高くなるにつれ、粗脂肪含量は増加することが分かった。

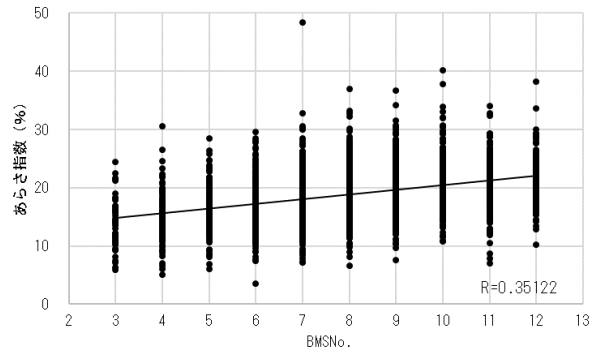


図4 各BMSNo.におけるあらさ指数

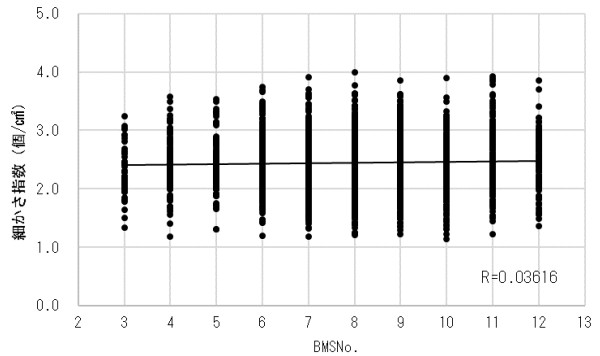


図5 各BMSNo.における細かさ指数

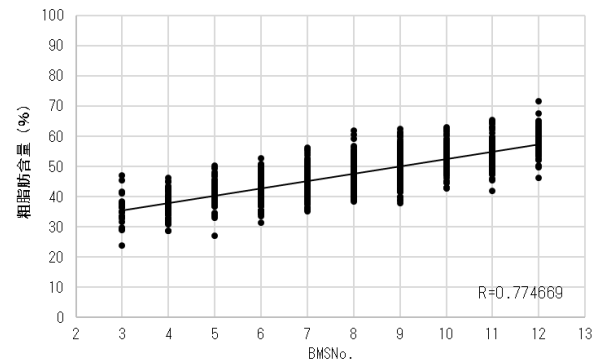


図6 各BMSNo.における粗脂肪含量

図4~6には、各BMSNo.における脂肪交雑形状

これらの結果から、粗脂肪含量のばらつきについては、BMSNo.が影響していることが考えられたが、脂肪交雑形状については、あらさ指数ではBMSNo.と関連が見られたものの、両指数とも月齢

およびBMSNo.との相関は低く、その影響は小さいものと考えられた。

また、脂肪交雑形状では、両指数とも、同じBMSNo.においてばらつきが見られた。脂肪交雑形状と粗脂肪含量の関係について、粗脂肪含量の光学測定値の高さは、脂肪交雑形状の粗さと関係が見られるとの報告<sup>8)</sup>があることから、同じBMSNo.における脂肪交雑形状と粗脂肪含量の関係について検討した。

### 3 同じBMSNo.における、脂肪交雑形状と粗脂肪含量の関係

BMSNo. 3~12において、同じBMSNo.における脂肪交雑形状と粗脂肪含量の関係を検討したところ、あらさ指数は粗脂肪含量と相関が認められた。図7~11に、BMSNo. 8~12における、あらさ指数と粗脂肪含量の関係について示した。同じBMSNo.において、あらさ指数が高くなると粗脂肪含量も増加する傾向が見られた。特に、BMSNo. 8~11では、BMSNo.が高くなるにつれて、両者の相関は高くなる傾向が見られた。BMSNo. 3~7においても同様の傾向が見られた( $R=0.36\sim0.61$ )。一方、細かさ指数は、同じBMSNo.において、指数が高くなると粗脂肪含量が減少する傾向がみられたが、相関はほとんど認められなかった( $R=-0.38\sim-0.16$ )。細かさ指数は、単位面積当たりの細かい脂肪交雑粒子の数で算出されていることから、脂肪交雑の量が多いと正確に細かい粒子の数をカウントできず、指数に影響を与える可能性がある<sup>9)</sup>。このため、粗脂肪含量との相関が見られなかったと考えられた。

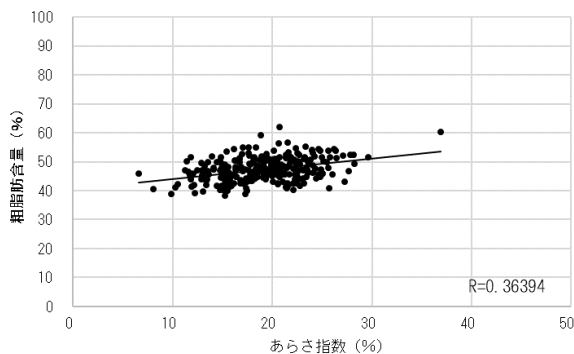


図7 あらさ指数と粗脂肪含量の関係 (BMSNo. 8)

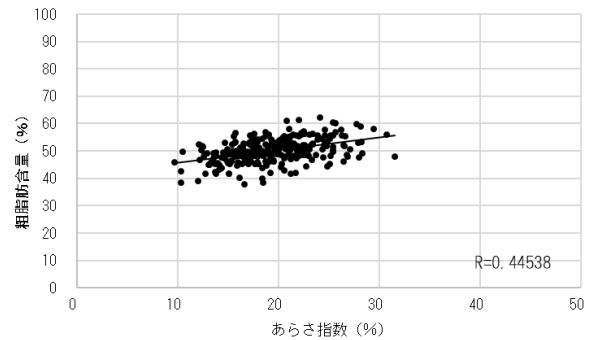


図8 あらさ指数と粗脂肪含量の関係 (BMSNo. 9)

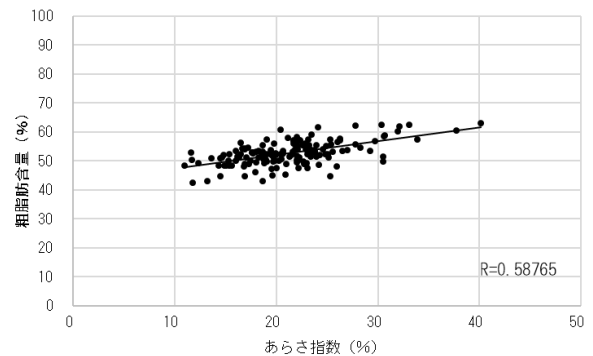


図9 あらさ指数と粗脂肪含量の関係 (BMSNo. 10)

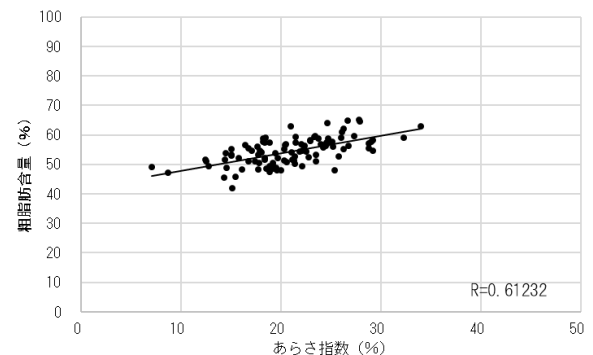


図10 あらさ指数と粗脂肪含量の関係 (BMSNo. 11)

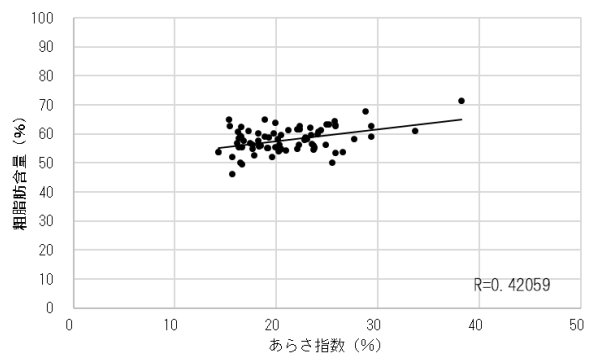


図11 あらさ指数と粗脂肪含量の関係 (BMSNo. 12)

脂肪含量は牛肉の食味性に好ましい効果をもた

らす、それには最適レベルがあり、多すぎる脂肪は食味性に負の影響をもたらすことから低減が必要と考えられるが、現在の牛枝肉取引価格は脂肪交雑の量が重視されているため、脂肪交雑を入れないことによる脂肪含量の低減を図ることは難しい。しかし、本結果より、BMSNo. を維持しつつ脂肪交雑の形状を改善することで、粗脂肪含量の低減が可能であることが示唆された。そこで、脂肪交雑形状について新たな改良指標としての可能性を検討した。

#### 4 脂肪交雑形状の改良指標としての可能性

あらさ指数および細かさ指数の遺伝率を表 3 に示した。遺伝率は、あらさ指数が 0.502、細かさ指数が 0.354 であった。既報<sup>10)~13)</sup>では、あらさ指数は 0.43~0.64、細かさ指数は 0.38~0.58 の遺伝率が報告されており、本結果と概ね同程度であった。遺伝的改良が進んでいる従来の産肉形質 6 項目における遺伝率(岡山県第 56 回育種価)は、0.32(バラの厚さ)~0.56(推定歩留)であり、同程度の遺伝率が推定された脂肪交雑形状においても、遺伝的改良が可能と考えられた。

表 3 遺伝率

	遺伝分散	農家分散	残差分散	遺伝率
あらさ指数	11.68	1.50	10.08	0.502
細かさ指数	0.08	0.01	0.13	0.354

また、繁殖雌牛における、脂肪交雑形状の遺伝的趨勢について、図 12 および図 13 に示した。細かさ指数については、横ばいで、ほとんど変化は見られなかった。一方、あらさ指数については、育種価の年ごとの変動が大きく、2016 年に一度、減少傾向を示したものの、2006 年から 2018 年の間に大きく増加しており、脂肪交雑形状が粗くなっていることが推察された。小浜<sup>13)</sup>も、繁殖雌牛の生年による BMS およびあらさ指数の育種価推移について、BMS の上昇に伴いあらさ指数も上昇し、粗ザシ化が進んでいることを報告しており、本研究結果と一致した。これらのことから、脂肪交雑形状は改良を進める必要がある形質であることが分かった。

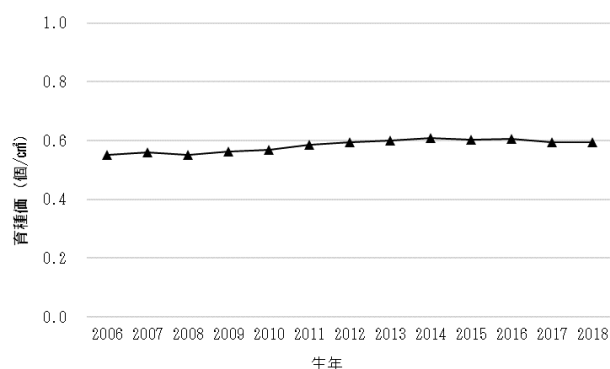


図 12 細かさ指数の遺伝的趨勢

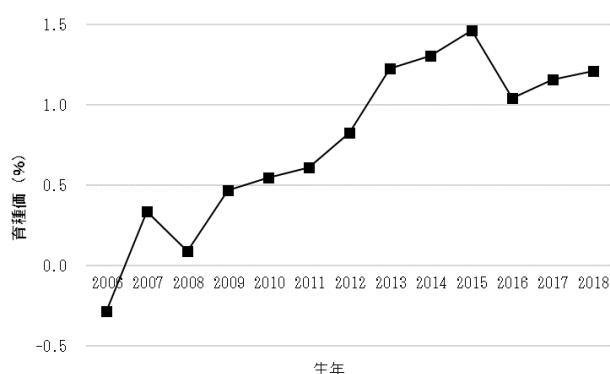


図 13 あらさ指数の遺伝的趨勢

さらに、改良を行うにあたり、従来の産肉形質 6 項目やオレイン酸、MUFA との育種価相関について検討を行った。表 4 は、脂肪交雑形状、従来の産肉形質及び脂肪酸組成を持つ繁殖雌牛について、各形質の育種価間の相関係数を示している。両指数とも、オレイン酸、MUFA とは相関がなかった。一方で、あらさ指数は、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、推定歩留および BMS と弱い正の相関が認められ、細かさ指数は、枝肉重量やバラの厚さおよび BMS と弱い負の相関が認められた。

表 4 脂肪交雑形状と従来の産肉形質および脂肪酸組成の育種価間の相関係数

	あらさ指数	細かさ指数	枝肉重量	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚	推定歩留	BMS	オレイン酸	MUFA
あらさ指数		-0.77	0.31	0.43	0.33	-0.16	0.38	0.45	-0.03	-0.06
細かさ指数			-0.34	-0.29	-0.34	0.14	-0.25	-0.28	0.18	0.22
枝肉重量				0.46	0.71	0.20	0.11	0.33	-0.03	-0.05
ロース芯面積					0.42	-0.26	0.86	0.78	-0.07	-0.07
バラ厚						0.10	0.32	0.43	-0.06	-0.08
皮下脂肪厚							-0.63	-0.26	0.12	0.11
推定歩留								0.73	-0.11	-0.10
BMS									-0.05	-0.06
オレイン酸										0.98
MUFA										

これらの結果から、脂肪交雑形状は、遺伝率が高く、改良の進んでいない形質であるため、脂肪交雑以外の新たな肉質評価形質として、改良指標

となることが示唆された。しかし、従来の産肉形質との育種価相関から、脂肪交雑形状のみに着目した改良は難しいことが考えられた。

あらさ指数と細かさ指数は、表4から高い負の育種価相関を持つことが分かり、2つの指数のうち、どちらか一方の改良によって、脂肪交雑形状を改善していくことが可能と示唆された。本結果から、あらさ指数は細かさ指数と比較して、粗脂肪含量との相関や遺伝率が高いことが認められ、さらには、近年の脂肪交雑形状の粗ザシ化が進んでいることが分かったことから、他の枝肉形質へ留意しながら、あらさ指数を用いた脂肪交雑形状の改良が効果的と考えられた。

## 文 献

- 1) 公益財団法人日本食肉消費総合センター (2016)：食肉に関する意識調査
- 2) 飯田文子 (2016)：牛肉の食味性に影響を及ぼす要因に関する研究
- 3) 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 (2006) 34 (2), 45-52
- 4) 黒木信，中武好美，築城努 (2014)：画像解析によるロース芯断面の脂肪交雑粒子に関する客観的評価法の検討，宮崎県畜産試験場研究報告第26号
- 5) 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：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 (1), 37-45, 2010
- 6) 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：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，肉用牛研究会報 No. 82, 13-18 (2006)
- 7) 口田圭吾，小西一之，鈴木三義，三好俊三：BMSナンバーと牛ロース芯内脂肪面積比との関連性におよぼす品種の効果，日本畜産学会報 70 (8), J106-J110, 1999
- 8) 和牛の遺伝的多様性等活用調査研究事業：新たな牛肉の美味しさ形質等に係る公開セミナー
- 9) 農山漁村文化協会 (2012)：最新農業技術畜産 vol. 4, 39-45
- 10) 村澤七月，口田圭吾，大澤剛史，堀武司，加藤浩二：黒毛和種去勢牛ロース芯を4領域に分割したときの各領域における脂肪交雑の特徴および遺伝的パラメータ，日本畜産学会報 79 (3), 343-351, 2008
- 11) 窪田友美，村澤七月，中橋良信，浜崎陽子，阿部隼人，口田圭吾：黒毛和種ウチモモの画像解析形質に関する遺伝的パラメータの推定，肉用牛研究会報 No. 88, 11-16 (2010)
- 12) 中橋良信，由佐哲朗，増田豊，日高智，口田圭吾：黒毛和種におけるロース芯内交雑脂肪の脂肪酸組成に関する遺伝的パラメータの推定，日本畜産学会報 83 (1), 29-34, 2012
- 13) 小浜菜美子：新たな肉質評価方法の確立を目指して(「小ザシ」と「脂肪の質」の遺伝的パラメータの推定)，畜産技術ひょうご第112号, 15-17 (2013)