

## 育種価判明牛の肥育性に関する調査研究

### —期待育種価の検証と超音波肉質診断装置による枝肉形質の推定—

小島浩一、神辺佳弘<sup>1</sup>、櫻井由美、久利生正邦

<sup>1</sup>栃木県畜産振興課

**要 約** 本試験では、期待育種価の判明している黒毛和種去勢牛 12 頭を用いて、枝肉重量における期待育種価により、各区 6 頭ずつ枝肉重量育種価高区、低区に分け、その増体成績及び飼料摂取量について調査した。(試験 1)

また、期待育種価の検証を目的に、枝肉成績(枝肉重量、第 6-7 胸椎間胸最長筋面積(ロース芯面積)、バラの厚さ、皮下脂肪厚、歩留基準値及び脂肪交雑基準値の 6 形質)と期待育種価の相関関係について、種雄牛及び導入年度の要因を補正し、分析した。(試験 2)

更に、超音波肉質診断装置を利用した枝肉形質の経時的変化の調査及び、パソコンソフト[Scion Image]により計測したロース芯面積の輝度及びその部分輝度による脂肪交雑の客観的な推定の可能性について検討した。(試験 3)

本試験(試験 1~3)の主な結果は以下のとおりである。

1. 増体成績及び飼料摂取量については、両区に有意な差は認められなかった。1 日の増体量は、肥育前期、後期ともに枝肉重量育種価高区が高く、全期間においても低区の 0.68 kg/日に対して、0.73 kg/日と高い値を示す結果となった
2. 枝肉成績と期待育種価の相関関係を分析したところ、枝肉重量は相関係数 0.6810 で、有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が認められた。また、皮下脂肪厚も、相関係数 0.8565 で、有意な ( $p < 0.01$ ) 相関関係であった。しかし、バラの厚さ、歩留基準値の相関係数は、それぞれ 0.0737、0.2378 と正の値を示したが、低い傾向を示した。さらに、ロース芯面積及び脂肪交雑評点については負の値を示す結果となった。
3. 超音波によるロース芯面積、バラの厚さ及び皮下脂肪厚の月齢毎の推移を、肉質等級別 5 ( $n=4$ )、4 ( $n=4$ ) 及び 3 $\geq$  ( $n=4$ ) の 3 つに分類して調査した。ロース芯面積の推移は、肥育開始時の 13 ヶ月齢で等級 3 以下が小さい傾向を示した。また、肥育前期の生後 13 から 20 ヶ月齢までにおいて、肉質等級 3 以下の牛が等級 4、5 に対して増加速度が大きい傾向を示し、等級 5 については、肥育全期間緩やかな増加で推移していた。皮下脂肪厚についてはほとんど差が認められなかったが、若干肥育開始時に肉質等級 4、5 が、3 以下と比較して厚い傾向が見られた。バラの厚さは、肥育開始から終了時まで肉質等級 5 が他の等級に比べ厚く推移する結果となった。しかし、4 等級と 3 以下の等級はほとんど同様な推移を示していた。
4. 超音波推定値と枝肉実測値との間には、ロース芯面積で生後 21、25 及び 27 ヶ月齢で有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が得られ、23 ヶ月齢と肥育終了時には相関係数 0.73 以上 ( $p < 0.01$ ) と高かった。バラの厚さは、超音波推定値と枝肉実測値との間に相関関係を得ることができなかった。さらに、皮下脂肪厚については、17、19 及び 23 ヶ月齢以降で相関係数 0.76 以上と有意な ( $p < 0.01$ ) 相関関係であった。
5. パソコンソフト[Scion Image]により計測したロース芯面積輝度及びロース芯面積部分輝度と BMS No. の関係は、ともに生後 30 ヶ月齢で有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が得られた。しかし、28 ヶ月齢では負の値を示し、29、31 ヶ月齢及び肥育終了時では低い値で推移した。

### 結 言

和牛の改良を考える上で、枝肉市場からの格付情報とを有効に育種情報として利用することが今後の枝

肉形質の改良速度を加速する上で重要である。アニマルモデル BLUP 法による育種価評価は、集団中の血縁個体情報を利用して、それぞれの個体の育種価を

予測する方法で、優れた特性を持ち、BLUP法で予測された育種価は真の育種価と相関が高いといわれている。<sup>23, 24, 25)</sup>

現在、本県において、育種価を用いた改良に対する期待が高まっており、県内繋養雌牛の能力を把握し、育種価を活用した牛群改良の推進が求められている。

しかし、育種価と実際の枝肉成績の検証について調査した報告はほとんどない。そこで、育種価判明雌牛より生産された子牛を肥育することにより、期待育種価の違い(特に枝肉重量における期待育種価)による肥育期間中の増体成績について調査するとともに、期待育種価と肥育成績の検証を目的に本試験を実施した。

また、肉用牛肥育技術において、肥育期間中の枝肉形質を推定し、肥育状態を把握できれば、飼養管理の改善や肥育期間短縮等により効率的かつ低コストな牛肉生産が可能となり、その経済効果は農家にとって大きいものと思われる。

近年、超音波肉質診断装置(スーパーアイミート、富士平工業株式会社、以下超音波という)を利用し、生体のまま枝肉形質の推定が可能であるとの報告がなされている。<sup>14~18)</sup> この超音波は、牛体に傷を与えることなく極めて短時間に枝肉形質の推定が可能で、加えて継続的に発育状況の調査ができるため注目されている技術のひとつである。

しかし、超音波による枝肉形質、特に脂肪交雑の推定には、技術者の主観的判断により実施されている報告が多い。<sup>3, 5, 6, 11, 12, 14~18, 21)</sup> そのため、経験年数や技術的レベルがその推定に対する精度に大きく影響しているのが現状である。

そこで、本試験では肥育期間における枝肉形質の経時的変化の把握及び脂肪交雑の客観的な推定を目的に、超音波写真を用いたパソコンによる画像解析の可能性について調査した。

## 材料及び方法

### 試験1「育種価判明牛の肥育性の検討」

#### (1) 試験期間

平成9年度導入牛については、平成10年4月から平成11年12月、平成10年度導入牛については平成10年6月から平成12年2月までとし、ともに平均出荷月齢を32ヶ月齢となるように実施した。肥育期間の設定は表1に示した。

#### (2) 供試牛

供試牛の血統及び概要を表2に示した。供試牛は黒毛和種去勢牛で、導入年度により6頭づつの同一牛房で肥育した。また、供試牛の期待育種価(以下BVとする)を表3に示した。供試牛を枝肉重量のBV

が正の値を示した6頭(No.45, 50, 51, 52, 53, 55)を枝肉重量BV高区とし、負の値を示した6頭(No.44, 46, 47, 48, 49, 54)を枝肉重量BV低区とした。

尚、BVは式1により、BVの正確度(以下ACCとする)は式2により算出した。供試牛のBVの算出に際しては、(社)栃木県畜産会より提供の平成10年3月計算のアニマルモデルに基づく栃木県枝肉成績育種価評価結果から父牛並びに母牛の推定育種価を用いて行った。

#### (3) 給与飼料

給与飼料は、表4に示す飼料を無加水のTMR飼料形態で給与した。肥育前期は、濃厚飼料と粗飼料の比率を現物比で75:25の割合で、肥育後期は92:8の割合で混合した。濃厚飼料は市販の肥育用配合飼料(表5)を、粗飼料は5cm程度に細断した稲ワラを用いた。

#### (4) 飼養管理

供試牛は1群6頭の群管理で飼養し、敷料にはおが屑を用いた。飼料給与は、個体識別給与装置(カラン・ブロードベントドア)による個体管理で1日2回(9:00、15:00)行った。給水は自由飲水とし、鈹塩(固型カウストーンA、日本全薬工業株式会社)を常置した。

また、供試牛は試験開始前(生後10ヶ月齢)に全頭除角した。

#### (5) 調査項目

##### ア) 増体成績

体重、体高及び胸囲を1ヵ月毎に実施した。

##### イ) 飼料の利用性

給与量と残飼量から推定した。

##### ウ) 血液性状

分析項目はビタミンA、ビタミンE及びβ-カロチンの3項目。血液の採取は2ヶ月毎に夕方の給与前に頸静脈から行った。採血後30分以内に3,000rpm以上、15分以上で血漿を分離し、サンプル分析時まで-30℃で凍結保存した。測定は、県家畜保健衛生所(旧:栃木県家畜衛生研究所)において高速液体クロマトグラフィーにより実施した。

##### エ) 枝肉成績

試験終了後と殺解体し、全頭の枝肉成績及び内臓の所見を調査した。枝肉格付、BMS及びBCSは(社)日本食肉格付協会の格付委員によった。

### 試験2「育種価判明牛の育種価と肥育成績の検証」

#### (1) 供試牛

試験1と同様。

#### (2) 調査方法

枝肉形質の中の枝肉重量、第6-7胸椎間胸最長筋

面積 (以下ロース芯面積とする)、バラの厚さ (以下バラ厚とする)、皮下脂肪の厚さ (以下皮下脂肪厚とする)、歩留基準値及び脂肪交雑基準値、以上 6 項目について、供試牛の期待育種価と枝肉成績の相関関係について検討した。得られた数値は導入年度及び種雄牛を母数効果として取り込み、Harvey の最小二乗法 (LSMLW) を用い、統計分析を実施した。枝肉成績は (社) 日本食肉格付協会の格付委員により、また、脂肪交雑基準値については脂肪交雑基準値を数値変換し (以下脂肪交雑評点とする)、分析に用いた。

### 試験 3「超音波肉質診断装置による枝肉形質推定」

#### (1) 試験期間、供試牛、給与飼料及び飼養管理

試験 1 と同様。

#### (2) 超音波肉質診断装置による計測方法

試験 1 で用いた供試牛 12 頭について、超音波によりロース芯面積、皮下脂肪厚、バラ厚及び脂肪交雑の推定を肥育開始から肥育終了まで毎月 1 回計 20 回測定を実施した。超音波肉質診断装置には、スーパーアイ・MEAT (富士平工業株式会社: Aloka co., LTD. model UST-5041-2 2MHz, 電子リニア型探触子) を用いた。計測方法は主にスーパーアイミートによる超音波肉質診断マニュアル<sup>8)</sup>を基に実施した。すなわち、計測条件として超音波の焦点を調整する focus を 2. 3. 4 に固定し、画像の明るさを調節するメインゲイン (MG)、近距離ゲイン (ニアゲイン、N) 及び遠距離ゲイン (ファゲイン、F) を各牛ごとに画像全体が均一に見えるように調節した。

供試牛を立位保定し、ロース芯面積とバラ厚、皮下脂肪厚を測定した。すなわち、プローブ (超音波を発射する部分) を当てる位置は、第 6 から 7 胸椎部間において左側肩甲骨後縁から指 2 本分 (約 5cm) 後方肋骨間とした。(図 1) そして、この位置を電動バリカンで毛刈りを行い、サラダ油を用い密着させ、その上からプローブをなじませるように垂直に当て

た。

ロース芯面積の計測は、枝肉断面の筋肉構造からその位置を把握し、輪郭が鮮明に出た時点で画像を静止させた (図 2)。

バラ厚、皮下脂肪厚の計測は (図 3) に示した。

#### (3) 画像解析方法

超音波画像はビデオコピーコンプレッサー (三菱化学: WCI-1) を用い、静止画像をプリントアウトした。プリントアウトした写真は、スキャナー (EPSON. GT-5500WINS) を用いて、設定条件をイメージタイプ: 白黒写真、出力機器: スクリーン、解像度: 160 としてコンピュータに取り込み、Windows コンピュータ上パブリックドメインソフト「Scion Image」を用い、画像解析処理を実施した。画像解析処理では、3 回の計測の平均値をデータとして用いた。得られた数値については、(社) 日本食肉格付協会の格付委員による屠畜時の枝肉成績と相関分析を行った。

#### (4) 脂肪交雑の推定

脂肪交雑の推定には、メインゲイン (MG) を 45、ニアゲイン (NG) を -20 及びファゲイン (FG) を 1.5 に設定し、測定した超音波による写真を用いた。その写真を Windows コンピュータ上パブリックドメインソフト「Scion Image」に取り込み、ロース芯面積を計測部位とし、選択した部位のロース芯面積内のグレー値を計測した。その結果をロース芯面積輝度とした。また、ロース芯面積内の中心よりやや下部の 2 × 2 cm の円 (図 2 の a の ○ 部分) で囲った部分の輝度を測定した。この数値をロース芯面積部分輝度とした。

統計分析については、ロース芯面積輝度及びロース芯面積部分輝度と (社) 日本食肉格付協会の格付委員による屠畜時の BMS No.1 について相関分析を行った。

表 1 肥育期間の設定

区分	肥育前期	肥育後期
年月 (平成 9 年度導入牛)	平成 10 年 4 月～平成 10 年 12 月	平成 11 年 1 月～平成 11 年 12 月
年月 (平成 10 年度導入牛)	平成 10 年 7 月～平成 11 年 3 月	平成 11 年 4 月～平成 12 年 3 月
期間	240 日間	330 日間
生後月齢	12 カ月齢から 20 カ月齢	21 カ月齢から 32 カ月齢

表2 供試牛の概要

区分 (導入年度)	耳標	血統		肥育開始時		産地
		父	母の父	日齢	体重	
(平成9年度)	44	金鶴	磐城	424	335	栃木県
	45	紋次郎	晴美	372	358	
	46	紋次郎	糸光	416	363	
	47	金鶴	糸光	338	305	
	48	金鶴	安美金	349	362	
	49	金鶴	谷水	337	320	
(平成10年度)	50	金鶴	糸藤	345	375	
	51	金鶴	糸藤	331	326	
	52	金鶴	糸秀	342	314	
	53	金鶴	高茂	360	351	
	54	金鶴	初代14	316	355	
	55	金鶴	糸光	335	337	
頭数:	12頭	全体平均		355.4	341.8	

表3 期待育種価一覧

耳標	枝肉重量(kg)		ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )		バラ厚(cm)		皮下脂肪厚(cm)		歩留基準値(%)		脂肪交雑	
	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC	BV	ACC
44	-22.95	0.57	6.59	0.51	-0.07	0.50	-0.53	0.51	1.64	0.55	0.51	0.56
45	8.68	0.61	0.32	0.58	0.39	0.57	-0.03	0.58	0.25	0.60	0.39	0.61
46	-0.74	0.59	1.40	0.57	0.25	0.56	-0.20	0.57	0.58	0.58	0.70	0.59
47	-1.95	0.57	7.00	0.53	0.27	0.52	-0.59	0.53	1.80	0.56	0.86	0.57
48	-9.93	0.56	5.26	0.52	-0.13	0.51	-0.52	0.52	1.19	0.55	0.38	0.56
49	-5.10	0.54	6.15	0.50	-0.01	0.49	-0.49	0.50	1.44	0.53	0.51	0.54
50	14.99	0.59	6.22	0.54	0.12	0.53	-0.01	0.54	0.75	0.57	0.59	0.59
51	9.53	0.55	5.06	0.51	0.15	0.50	-0.08	0.51	0.73	0.54	0.64	0.55
52	32.58	0.57	8.04	0.51	0.09	0.50	-0.35	0.51	1.28	0.55	0.43	0.56
53	9.31	0.57	8.24	0.52	0.12	0.51	-0.34	0.52	1.43	0.55	0.67	0.57
54	-8.71	0.56	4.82	0.52	0.04	0.51	-0.33	0.52	1.13	0.54	0.64	0.56
55	0.45	0.57	6.14	0.53	0.26	0.52	-0.46	0.53	1.41	0.55	0.87	0.56
平均	2.18	0.57	5.44	0.53	0.12	0.52	-0.33	0.53	1.14	0.55	0.60	0.57

式1: 期待育種価=1/2 (父牛推定育種価+母牛推定育種価)

式2: 正確度=1/2√((父牛正確度)<sup>2</sup>+ (母牛正確度)<sup>2</sup>)

表4 供試牛の給与飼料

		配合割合		飼料成分(原物)	
		肥育前期	肥育後期	TDN(%)	DCP(%)
市販配合飼料		75.0	65.5	69.0	11.0
庄ペン大麦		-	26.5	70.0	9.0
稲ワラ		25.0	8.0	42.1	1.4
飼料成分	DM	80.8	85.5		
乾物(%)	TDN	75.1	79.9		
	DCP	9.1	9.5		

表5 市販配合飼料の組成

項目		割合(%)
穀類	大麦, トウモロコシ, マイロ	64
そうこう類	ふすま, 麦ぬか, コーングルテンフィード	31
植物性油かす類	大豆油かす, サフラワー油か す	3
その他	なたね油かす 炭酸カルシウム, アルファル ファミール, 糖蜜, 食塩	2

## 結果

## 試験 1

この分析については、No.46 号牛が肥育途中で肢蹄故障のため、肥育試験を中止したので分析から除外し、枝肉重量 BV の高区 6 頭、低区は 5 頭の肥育成績を用いた。枝肉重量における期待育種価別の増体成績を表 6 に、飼料摂取量の結果を表 7 に示した。体重については、肥育後期終了時で枝肉重量 BV 高区、低区それぞれ 806.8kg、756.4kg と高区が高い傾向を示したが、有意な差は認められなかった。1 日の増体量は、肥育前期、後期ともに枝重 BV 高区が高く、全期間においても低区の 0.68 kg/日に対して、0.73 kg/日と高い値を示す結果となったが、有意な差は認められなかった。体高及び胸囲についても、同様に枝重 BV 高区が大きい結果となったが有意な差は認められなかった。

肥育前期、後期ともに、濃厚及び粗飼料の総摂取量は枝重 BV 高区が多い傾向を示し、全期間においても、高区、低区それぞれ 9.19kg、8.92kg と、高区が多い傾向を示したが有意な差は見られなかった。

血漿成分の推移を表 8 に示した。ビタミン A 濃度は肥育前期終了時で肥育開始と比較し、バラツキは見られたが約半分の 54.1 IU/dl まで低下し、肥育終了時には最低濃度の 51.73 IU/dl を示した。β-カロチン濃度は肥育開始から低下し、肥育終了時まで低下しながら推移した。それに対して、ビタミン E 濃度は前期終了時に 189.67 μg/dl まで上昇した。

供試牛の枝肉成績を表 9 に示した。供試牛 12 頭の平均は、枝肉重量 492.5kg、ロース芯面積 57.8 cm<sup>2</sup>、バラ厚 7.8cm、皮下脂肪厚 3.2cm、歩留基準値 73.4%、BMS No. 6.0 及び BCS 4.3 であった。枝肉成績については、枝肉重量育種価高区、低区に差は認められなかった。

屠畜時の枝肉及び内臓所見は、耳標 No.44、45 及び 48 号牛の 3 頭が、バラ部位に筋肉水腫が認められた。更に、肥育途中で肢蹄故障により試験を中止した耳標 No.46 号牛は、一部内臓廃棄となった。

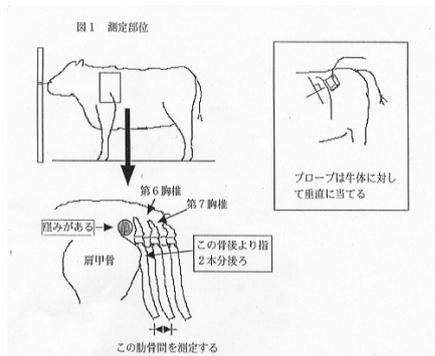
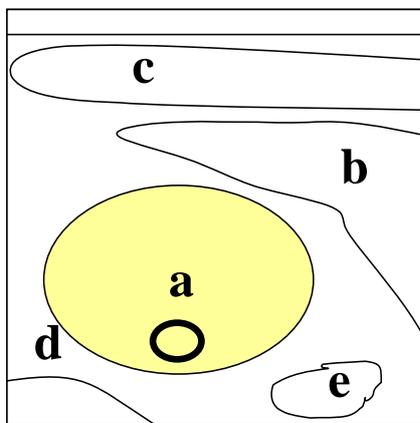
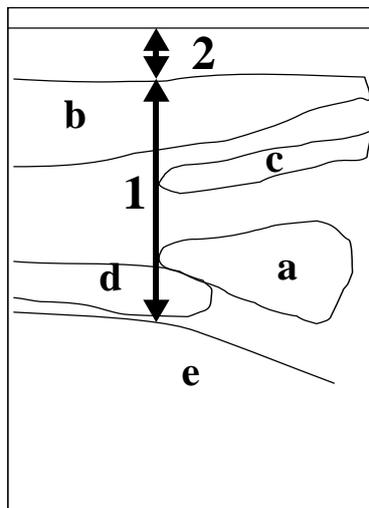
図 1 測定部位<sup>8)</sup>

図 2 ロース芯面積の測定部位

- a: 胸最長面積 (ロース芯面積)
- b: 背半棘筋
- c: 僧帽筋
- d: 肋骨
- e: 頭半棘筋



- a: 腸肋筋
- b: 広背筋
- c: 菱形筋
- d: 肋間筋
- e: 肋骨
- 1: バラの厚さ
- 2: 皮下脂肪の厚さ

図 3 バラの厚さ、皮下脂肪の厚さの測定部位

表6 枝肉重量の期待育種価別増体成績

項目	枝重 BV 高区	枝重 BV 低区
体重(kg)		
肥育開始時	362.3±16.3	354.8±29.9
肥育前期終了時	564.5±24.9	537.0±38.6
肥育後期終了時	806.8±45.3	756.4±40.9
DG(kg/日)		
肥育前期	0.83±0.66	0.77±0.08
肥育後期	0.66±0.07	0.62±0.09
肥育全期間	0.73±0.07	0.68±0.06
体高(cm)		
肥育開始時	121.0±3.0	118.3±5.7
肥育前期終了時	134.3±2.3	132.2±3.9
肥育後期終了時	141.9±2.9	139.9±5.7
胸囲(cm)		
肥育開始時	166.5±4.6	164.0±5.2
肥育前期終了時	200.3±3.3	196.8±6.3
肥育後期終了時	240.0±10.4	225.4±8.6

平均値±標準偏差

表7 枝肉重量の期待育種価別飼料摂取量

区分	1日当たり摂取量(kg/日)	
	枝重 BV 高区	枝重 BV 低区
肥育前期	9.09±0.61	9.25±1.16
肥育後期	8.85±0.55	9.16±0.66
全期間	8.92±0.46	9.19±0.74

平均値±標準偏差

数値は濃厚飼料と粗飼料を合計した原物あたりの摂取量

表9 枝肉成績

耳標	等級		枝肉重量 (kg)	ロース 芯面積 (cm <sup>2</sup> )	バラ厚 (cm)	皮下 脂肪厚 (cm)	歩留 基準値 (%)	BMS	BCS
	歩留	肉質							
44	B	3	452	57	6.8	3.5	72.5	4	4
45	B	2	578	62	8.3	6.5	72.6	2	6
46a	A	2	411	47	6.9	2.3	74.0	3	5
47	A	3	451	48	6.9	2.0	72.8	4	4
48	A	5	525	55	7.8	3.3	72.3	9	4
49	A	4	503	69	7.5	1.5	75.7	6	4
50	B	4	504	44	8.0	4.5	70.1	6	3
51	A	4	506	68	8.1	3.4	74.3	7	5
52	A	5	534	75	9.0	3.3	75.5	9	4
53	A	4	485	56	8.0	3.3	73.0	6	4
54	A	5	469	63	8.3	2.6	75.0	8	4
55	A	5	492	50	7.6	1.6	73.4	8	4
平均			492.5	57.8	7.8	3.2	73.4	6.0	4.3

表8 血漿成分推移

項目	供試牛全頭
ビタミンA (IU/dl)	
肥育開始時	96.41±31.76
肥育前期終了時	54.10±51.73
肥育後期終了時	51.73±15.10
β-カロチン(μg/dl)	
肥育開始時	28.13±16.96
肥育前期終了時	17.18±4.97
肥育後期終了時	9.70±7.98
ビタミンE(μg/dl)	
肥育開始時	57.18±16.85
肥育前期終了時	189.67±71.44
肥育後期終了時	180.05±83.31

平均値±標準偏差

a: 肢蹄故障のため途中と殺

## 試験 2

この分析については、No.46 号牛が、肥育途中で肢蹄故障のため肥育試験を中止したため分析から除外し、計 11 頭の枝肉成績を用いた。供試牛の枝肉実測値と期待育種価の相関係数を表 10 に示した。枝肉重量は相関係数 0.6810 で、有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が認められた。また、皮下脂肪厚も、相関係数 0.8565 で、有意な ( $p < 0.01$ ) 相関関係であった。しかし、バラ厚、歩留基準値の相関係数は、それぞれ 0.0737、0.2378 と正の値を示したが、低い傾向を示した。さらに、ロース芯面積及び脂肪交雑評点についてはそれぞれ -0.1103、-0.2411 と負の値を示す結果となった。

表 10 枝肉実測値と期待育種価の相関係数

枝肉形質	相関係数
枝肉重量	0.6810
ロース芯面積	-0.1103*
バラ厚さ	0.0737
皮下脂肪厚	0.8565**
歩留基準値	0.2378
脂肪交雑評点	-0.2411

\* :  $p < 0.01$

## 試験 3

超音波によるロース芯面積、バラ厚及び皮下脂肪厚の月齢毎の推移を、肉質等級別 5 (n=4)、4 (n=4) 及び 3 $\geq$  (n=4) の 3 つに分類して図 4~図 6 に示した。

ロース芯面積の推移は、肥育開始時の 13 ヶ月齢で等級 3 以下が小さい傾向を示した。また、肥育前期の生後 13 から 20 ヶ月齢までにおいて、肉質等級 3 以下の牛が等級 4, 5 に対して増加速度が大きい傾向を示す結果となった。等級 5 については、肥育全期間緩やかな増加で推移していた。(図 4)

皮下脂肪厚についてはほとんど差が認められなかったが、若干肥育開始時に肉質等級 4, 5 が 3 以下と比較して厚い傾向が見られた。(図 5)

バラ厚は、肥育開始から終了時まで肉質等級 5 が他の等級に比べ厚く推移する結果となった。しかし、4 等級、3 以下の等級はほとんど同様な推移を示していた。(図 6)

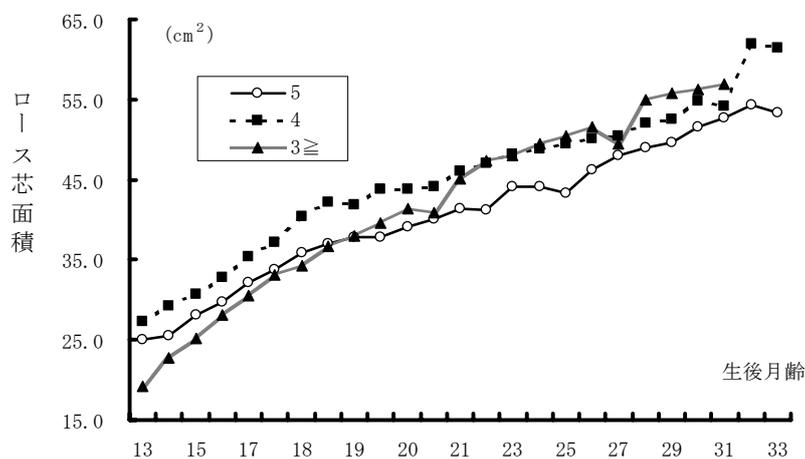


図 4 肉質等級別ロース芯面積の推移

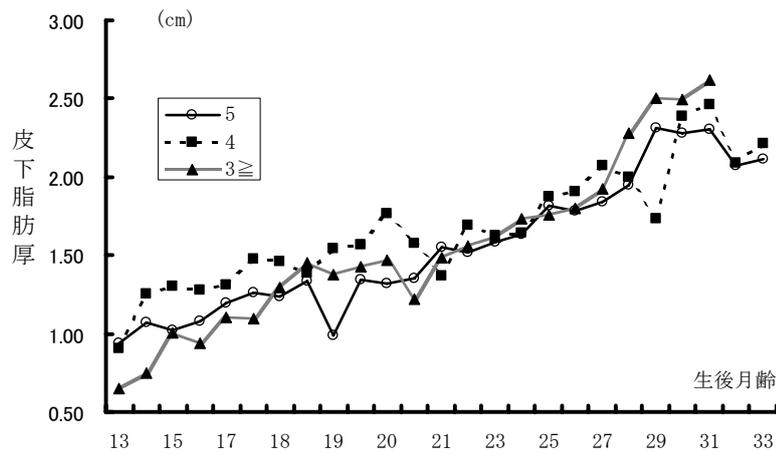


図5 肉質等級別皮下脂肪厚の推移

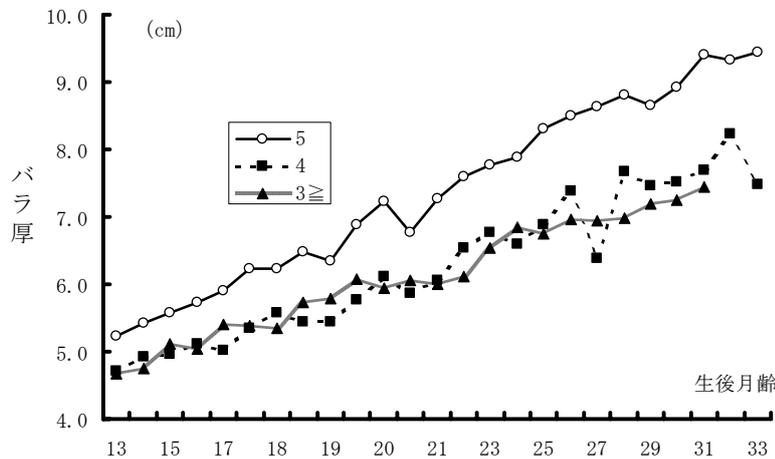


図6 肉質等級別バラ厚の推移

ロース芯面積、バラ厚及び皮下脂肪厚について、測定月齢別の枝肉実測値と超音波による推定値の変化を表 11 に示した。ロース芯面積は、13～19 ヲ月齢まで相関係数 0.05～0.48 と低い値を示したが、21、25 及び 27 ヲ月齢で有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が得られ、23 ヲ月齢から肥育終了時まで相関係数 0.73 以上で、有意な ( $p < 0.01$ ) 相関関係であった。

バラ厚さは、相関係数が 0.04～0.54 と低い値で推移した。

更に、皮下脂肪の厚さは、17、19 及び 23 ヲ月齢以降で相関係数がそれぞれ 0.76 以上と高く、有意な ( $p < 0.01$ ) 相関関係が認められた。

ロース芯面積輝度と BMS No. の相関関係は、30 ヲ月齢では有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が得られた。しかし、28 ヲ月齢で負の値を示し、29、31 ヲ月齢及び肥育終了時は低下した。(表 12)

表 11 月齢による枝肉実測値と超音波推定値との相関係数の変化

測定月齢	ロース芯面積	バラ厚	皮下脂肪厚
13	0.05	0.24	0.34
15	0.18	0.05	0.53
17	0.37	0.04	0.76**
19	0.48	0.08	0.86**
21	0.61*	0.26	0.27
23	0.73**	0.54	0.86**
25	0.71*	0.37	0.87**
27	0.62*	0.33	0.84**
肥育終了時	0.93**	0.41	0.89**

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

ロース芯面積部分輝度と BMS No.と相関関係は 30 ヶ月齢では有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が得られ、ロース芯面積輝度による相関係数よりも若干高かった。しかし、ロース芯面積輝度の成績と同様、28 ヶ月齢で負の値を示し、29、31 ヶ月齢及び肥育終了時は低下した。(表 13)

表 12 ロース芯面積輝度と BMS No.の相関関係

測定月齢	相関係数
28	-0.14
29	0.14
30	0.61*
31	0.40
肥育終了時	0.35

\* :  $p < 0.05$

表 13 ロース芯面積部分輝度と BMS No.の相関関係

測定月齢	相関係数
28	-0.07
29	0.33
30	0.66*
31	0.38
肥育終了時	0.43

\* :  $p < 0.05$

## 考 察

### 試験 1

試験 1 では、期待育種価の判明している黒毛和種去勢牛を肥育し、枝肉重量における期待育種価の成績により 2 つに分類し、増体成績、飼料摂取量について調査した。

向井<sup>23-25)</sup>は、直接検定成績並びに現場から収集された枝肉形質の遺伝率と遺伝相関について、検定開始時及び検定終了後の体尺値と枝肉重量は、遺伝相関で 0.58 から 0.94 と高いことを報告している。本試験でも、枝肉重量育種価の高い牛が、肥育全期間を通じ体重、DG、体高及び胸囲すべてにおいて高い傾向を示し、枝肉重量の育種価が高い牛ほど体尺値は優れている傾向が見られた。

また、飼料摂取量については、肥育前期、後期ともに、濃厚及び粗飼料の総摂取量は枝肉重量育種価の高い牛群が多い傾向を示した。このことは、飼料の利用性が良好であったことから増体成績が優れ、それが屠畜時の枝肉重量の成績にそのまま反映されたのではないかと推察される。

ビタミン A と脂肪交雑との関係は、負の相関関係があるといわれており<sup>1)</sup>、近年の肉用牛肥育の中では、ビタミン A のコントロールをした肥育技術の確立が

望まれている。

本試験では、ビタミン A 及び  $\beta$ -カロチンの推移は、肥育前期において肥育開始から徐々に低下しており、阿久津<sup>1)</sup>、神辺ら<sup>4)</sup>の報告と同様な結果となった。

肥育前期におけるビタミン A 濃度と BMS No.に有意な負の相関関係が得られていると報告しているが<sup>1)</sup>、本試験ではビタミン A 濃度と BMS No.の関係について記載していないが有意な関係は得られなかった。枝肉成績から供試牛 12 頭中 3 頭は、軽度の筋肉水腫(ズル)となり、肥育後期におけるビタミン A 濃度のコントロールが十分でなかったとも考えられる。今回用いた市販配合飼料は微量ながらビタミン A を含有しているが、肥育後期における筋肉水腫、浮腫、夜盲症及び皮膚病等のビタミン A 欠乏症を予防するためには、ビタミン A の添加が必要であると思われた。筋肉水腫等のビタミン A 欠乏症の予防には、最低限 30 ~ 50 IU/dl 以上必要との報告があり<sup>19,20)</sup>、それ以下になると肥育後期の飼料摂取量の低下や夜盲症等が起きやすいとしている。本試験では、供試牛全頭この濃度以上を保持しており、飼料摂取量の著しい低下や夜盲症等のビタミン A 欠乏症の症状は起きなかった。

供試牛 12 頭の平均は、枝肉重量 492.5 kg、ロース芯面積 57.8 cm<sup>2</sup>、バラ厚 7.8 cm、皮下脂肪厚 3.2 cm 及び歩留基準値 73.4% であった。皮下脂肪厚で 6.5 cm と平均値の 2 倍の厚さを示す牛もいたが、肉量、肉質ともに、阿久津ら<sup>1)</sup>及び神辺ら<sup>4)</sup>の報告と同程度の成績であった。

### 試験 2

期待育種価の検証を目的に、肢蹄故障の 46 号牛を除く 11 頭の期待育種価と枝肉成績の相関関係について分析した。枝肉重量と皮下脂肪厚は有意な相関関係を得ることができたが、他の形質のロース芯面積、バラ厚、歩留基準値及び脂肪交雑評点については相関が認められなかった。更に、ロース芯面積及び脂肪交雑については、期待育種価と実測値との間で相関係数が負の値となる結果であった。向井<sup>23-25)</sup>の報告では、間接検定とフィールドから収集された枝肉形質の遺伝率は、枝肉重量 0.53、ロース芯面積 0.84、バラの厚さ 0.49、皮下脂肪厚 0.90、歩留基準値 0.93 及び脂肪交雑(BMS) 0.77 と報告している。ロース芯面積及び脂肪交雑は、遺伝的に後代にその能力が高い確率で受け継がれていく形質とされている。

しかし、本試験の成績特に、ロース芯面積、脂肪交雑については期待育種価の成績が枝肉成績に反映されない結果であった。

4 つの形質で相関が低い要因としては、分析に用いた 11 頭という例数の少なさと供試牛の期待育種

価の正確度の低さが考えられる。供試牛 11 頭の脂肪交雑期待育種価のバラツキを見ると、バラツキが小さく相関の得られにくいとも考えられる。また、佐々木は<sup>7)</sup>、育種価における正確度には当該形質の遺伝率、後代数そして共通環境の大きさが関与しており、後代数の増加に伴い、正確度は高まり、遺伝率の低いものほどその効果は大きいとしている。確かに、本試験では、供試牛の各枝肉形質の正確度は 0.52～0.57 と必ずしも高い値ではなかったことが原因であったとも考えられる。

### 試験 3

肉質等級別の枝肉形質の推移について、ロース芯面積、皮下脂肪の厚さ及びバラの厚さに傾向的变化を認めなかったが、ロース芯面積においては、肥育前期から中期にかけて大きく増加するという報告がある。<sup>22)</sup>また、原田らは<sup>15)</sup>、黒毛和種雄牛においてスキニングスコープを用いた枝肉形質経時変化の調査の中で、ロース芯面積、バラの厚さ、脂肪交雑の推定値の変化は約 29 ヶ月齢まで直線的に増加するとしている。本試験の超音波による推定値の肉質等級別の推移でもロース芯面積、皮下脂肪厚、バラ厚ともにほぼ直線的に増加しており、宮腰ら<sup>22)</sup>、原田ら<sup>15)</sup>の報告を裏付けるものとなった。

ロース芯面積においては、肉質等級 3 以下の牛が等級 4, 5 に対して増加速度が大きい傾向を示した。今回、肉質等級 5 の牛が肥育全期間緩やかな増加で推移していたのは、肥育開始時の推定値が大きかったのが要因と考えられる。

皮下脂肪厚はほとんど差がなく、若干肥育開始時に肉質等級 4, 5 が 3 以下と比較して厚い傾向が見られた。しかし、肉質等級 3 以下の牛は、等級 4 以上の牛よりも皮下脂肪が厚い傾向を示し、バラ厚推定値の推移と肉質等級間に差はないとする報告<sup>22)</sup>があるが、本試験では、バラ厚は、肥育開始から終了時まで肉質等級 5 が他の等級に比べ厚く推移した。しかし、表 8 にも示したように、バラ厚推定値は実測値との間に有意な相関関係が得られておらず、推定値の信頼性は低いものと思われる。超音波による推定値の肉質等級別推移については、例数を増やし検討していきたい。

ロース芯面積、皮下脂肪厚の推定値と枝肉実測値との間には、ロース芯面積で 21 ヶ月齢から、皮下脂肪厚については 17 ヶ月齢から有意な ( $p < 0.05$ ) 相関関係が得られ、原田<sup>14, 16, 17, 18)</sup>、宮腰ら<sup>22)</sup>の報告を裏付ける結果となった。

しかしながら、バラ厚については、測定期間中相関関係が得られなかった。板垣らは<sup>2)</sup>、超音波測定部位にマーカーを装着し、超音波の測定部位と枝肉

実測部位との関係を調査し、必ずしも一致するものではないとしており、バラ厚計測位置は目印となる筋肉が存在しないため、肋骨に沿った上下位置による特定ができなかったと報告している。また、宮腰ら<sup>22)</sup>の報告では、本試験と同様バラの厚さについては有意な相関関係を得ていない。バラ厚推定値が低かった要因としては、バラ厚の超音波による計測位置は皮下脂肪厚の計測位置に比べ深部にあり、牛自身の呼吸運動に伴う肋骨の動きにより測定の誤差が大きくなることと、加えて、枝肉実測位置と超音波の計測位置が若干異なっていたことが考えられる。

本試験の超音波による計測位置は腸筋筋を目印とし、その筋肉の左端から僧帽筋上端までとしており、この計測した数値を肉用牛の産肉形質推定評価のための超音波診断装置利用マニュアル<sup>12)</sup>に基づき、数値変換し、分析に用いた。一方、枝肉実測位置はこれよりも更に腹部である。このことが超音波による推定精度の低下に影響しているとも考えられる。しかし、徳丸ら<sup>11, 12)</sup>、原田ら<sup>17)</sup>の報告では、腸筋筋左端より約 1cm 左方で計測し、十分推定が可能と報告している。

バラ厚における相関係数の低下は、測定部位や肋骨の動き或いは測定時の密着強度により大幅に変化するため、今後の課題として、これらの要因に留意し、取り組む必要があると思われる。

脂肪交雑の超音波画像写真を用いた客観的な推定についての報告はなく、超音波画像の動画 (VTR) 及び静止画像写真を用い、技術者の判断による脂肪交雑の推定を行い、良好な成績を得ている。(原田<sup>14~18)</sup>、宮島<sup>21)</sup>、徳丸<sup>11, 12)</sup>) 本試験では、28 ヶ月齢以降の超音波画像写真について、パソコンソフト「Scion Image」を用い、ロース芯面積輝度とロース芯面積部分輝度の相関分析を実施したが、全体的に良好な相関関係が得られなかった。脂肪交雑の推定精度が低かった原因としては、このソフトによる輝度はゲイン調整により変化するため、画像判定にはゲインを固定し実施する必要がある。このことから、メインゲイン 45、ニアゲイン 20、ファゲイン 1.5 に固定した画像を脂肪交雑推定分析に用いた。通常、超音波による脂肪交雑の推定には、蓄積脂肪の厚さや僧帽筋等の周囲筋肉の厚さ等に応じて多重反射の影響をできるだけ軽減し、ゲイン調整を行い、静止画像を得ている。金城ら<sup>5)</sup>は、脂肪交雑の推定には牛個体により画像状況に差があるため、ゲインを調整する必要があると報告している。また、渡辺らは<sup>20)</sup>、カラースキニングスコープにおいて、計測時のゲイン設定条件により画像が変化し、多重反射等による肉質判定を困難にさせると指摘している。

今回の脂肪交雑の推定では、この多重反射による

影響により、超音波推定値と枝肉実測値の間の相関係数が低く推移したのではないかと示唆される。

また、今回用いたパソコンソフト「Scion Image」輝度の強弱を数値として算出するものであったが、画像の明るさ以外にも、画像中の白点の密度、大きさ等を肉眼的に判断し、脂肪交雑の推定を実施していることが多い。このことから、脂肪交雑の客観的判断を可能にするためには、白点の密度、大きさ等にも留意した指標の作成及び画像解析ソフトが望まれる。

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、超音波肉質診断装置の測定及び分析に御協力、御指導を頂いた宇都宮大学家畜繁殖生理学研究室 長尾慶和助教授をはじめ、研究室の皆様、並びに脇坂浩専門技術員<sup>2</sup>をはじめとする栃木県専門技術活動高度化特別事業プロジェクトチームの方々に深謝いたします。

また、血漿成分の分析に際し、御協力頂いた福田修氏<sup>3</sup>に感謝申し上げます。

<sup>2</sup>畜産試験場、<sup>3</sup>県北家畜保健衛生所

## 文 献

- 1) 阿久津和弘・増山秀人・神辺佳弘・福田修・川田智弘・小池則義・田中実・西方勝雄. 黒毛和種肥育牛における微量要素と肉質に関する試験. 栃畜試研報, 12:1-8. 1996.
- 2) 板垣勝正・三成淳夫・森脇稔幸. 超音波診断装置を利用した牛生体の産肉形質の推定部位と枝肉格付け部位との関係. 島根県立畜産試験場研究報告, 29:30-34. 1994.
- 3) 梅北信二郎・猪八重悟・竹迫良和・横山喜世志. 超音波生体診断装置を用いた肉用牛の産肉形質の推定. 鹿児島県畜産試験場研究報告, 25:41-47. 1993.
- 4) 神辺佳弘・桜井由美・小島浩一・福田修・久利生正邦・岸善明・岩倉直行・増山秀人. ビタミンAが黒毛和種去勢牛の肉質に与える影響. 栃畜試研報, 12:1-13. 1999.
- 5) 金城寛信・比嘉直志・玉城政信・島袋宏俊. 肉質の早期判定技術(1) 超音波診断装置利用による黒毛和種肥育牛の出荷時における産肉形質の推定. 沖縄畜試研報, 32:51-54. 1994.
- 6) 金城寛信・比嘉直志・玉城政信・島袋宏俊. 肉質の早期判定技術(2) 超音波診断装置利用による黒毛和種肥育牛産肉形質の経時的変化. 沖縄畜試研報, 33:65-68. 1995.
- 7) 佐々木義之. 肉牛における種畜評価法の理論(2). 畜産の研究, 43(8):981-987. 1989.
- 8) スーパーアイミートによる超音波肉質診断マニュアル(平成12年3月, 栃木県農務部普及教育課)
- 9) 超音波肉質診断装置での診断技術及び現地活用方法についての研修報告資料(平成9年2月6, 7, 10日)
- 10) 土屋平四郎・山崎敏雄・西野武蔵・福原利一. 超音波利用による肉牛生体の背最長筋横断面積と皮下脂肪層の測定について. 中国農試報, B-15:43-53. 1967.
- 11) 徳丸元幸・堤知子・大園正陽・原田宏. 黒毛和種去勢肥育牛の超音波診断装置を用いた枝肉形質の早期推定. 鹿児島県肉用牛改良研究所研究報告, 4:1-8. 1999.
- 12) 徳丸元幸・原田宏・田崎道弘・竹迫良和・野崎聡・西中間公文・青木孝夫・津曲兼晴. 黒毛和種産肉能力間接検定の産肉形質早期推定に関する研究. 鹿児島県肉用牛改良研究所研究報告, 3:1-5. 1998.
- 13) 肉用牛高度肥育技術確立推進事業マニュアル9-1 肉用牛の産肉形質推定評価のための超音波診断装置利用マニュアル, 社) 畜産技術協会. 1998.
- 14) 原田宏. 一総説一肉用牛および豚の屠肉形質推定への超音波利用. 日畜会報, 67(7):651-666. 1972.
- 15) 原田宏・守屋和幸. 黒毛和種雄牛の屠肉形質の経時的変化. 食肉に関する助成研究調査成果報告書, 2:29-36. 1983.
- 16) 原田宏・熊崎一雄. 超音波利用による肉用牛生体の皮下脂肪厚、胸最長筋横断面積および脂肪交雑の推定値と屠体実測値との関係. 日畜会報, 51(4):261-266. 1980.
- 17) 原田宏・福原利一・並河澄. II. 肉用種肥育牛の産肉形質早期推定に関する研究. 食肉に関する助成研究調査成果報告書, 7:241-247. 1987.
- 18) 原田宏・福原利一・並河澄. II. 肉用種肥育牛の産肉形質早期推定法確立に関する研究. 食肉に関する助成研究調査成果報告書, 8:148-153. 1989.
- 19) ビタミンAの適正制御による高品質牛肉生産技術の開発. 九州地域重要新技術研究成果, 33. 1999.
- 20) 甫立京子. 肥育牛におけるビタミンA制御における肉質改善. 肉用牛研究会報, 67:22-28. 1999.
- 21) 宮島恒晴. 超音波による黒毛和種肥育牛の脂肪交雑の早期判定技術. 畜産技術, 544:11-15. 2000.
- 22) 宮腰雄一・本間暁子・梅崎薫・森山則男. 超音波肉質測定装置を利用した黒毛和種肥育牛の早期肉質判定. 新潟畜試研報, 11:17-22. 1995.
- 23) 向井文男. 和牛のフィールド記録を利用した枝肉形質の改良(1). 畜産の研究, 50(4):452-458. 1996.
- 24) 向井文男. 和牛のフィールド記録を利用した枝肉形質の改良(3). 畜産の研究, 50(7):755-760. 1996.

- 
- 25) 向井文男. 和牛のフィールド記録を利用した枝肉形質の改良(4). 畜産の研究, 50(8) : 851-856. 1996.
- 26) 渡辺彰・滝本勇治・常石栄作・西村宏一. アーク機械走査式超音波カラスキャンニングスコープによるロース芯面積の推定. 日畜会報, 57(10) : 813-817. 1986.
-