

肉用牛の育種価に関する調査研究

— 枝肉形質の経済的重み付けの検討と遺伝パラメータの推定 —

小島浩一¹、神辺佳弘²、櫻井由美、久利生正邦

¹栃木県南家畜保健衛生所

²栃木県畜産振興課

要約 1990年から1997年の8年間に(社)栃木県畜産会が肉用牛品質向上対策事業で収集した、黒毛和種肥育牛(去勢牛)849頭の枝肉格付成績を用いて、枝肉価格、枝肉単価、増加額及び日増加額を従属変数とし、肥育県及び出荷年月の効果を母数効果とし、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪の厚さ及びBMS No.等の枝肉形質と肉色、締まり・きめ、脂肪色、日増体量(以下DG)、出荷日数を独立変数として重回帰分析を実施し、枝肉形質の経済的重み付けの検討を行った。

枝肉価格については、BMS No.に対する標準偏回帰係数が0.50153であり、次に枝肉重量が0.3103、締まり・きめが0.1439、バラの厚さが0.0912であった。

枝肉単価については、BMS No.に対する偏回帰係数が115.6339であり、最も高い値を示した。しかし、枝肉重量は負の値を示し、BMS No.の次にはバラの厚さが0.0947であった。

以上のことから、枝肉価格及び枝肉単価に対して経済的に最も重要な重み付けを示す形質は、BMS No.であることが示された。

加えて、本県で肥育された3,706頭の黒毛和種肥育牛の枝肉成績を用いて、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪の厚さ、推定歩留及び脂肪交雑評価基準の枝肉6形質に関する遺伝率及び遺伝相関の推定を実施した。

遺伝率の推定値は、枝肉重量で0.75、ロース芯面積で0.41、バラの厚さで0.44、皮下脂肪の厚さで0.43、推定歩留で0.58及び脂肪交雑評点で0.69と、中程度から高めに推定された。

遺伝相関については、枝肉重量はバラの厚さと、バラの厚さは脂肪交雑評価基準とそれぞれ0.5以上で正の高い遺伝的関係が示唆された。

結言

和牛改良を考える上で、枝肉市場からの格付情報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。⁷本県においては、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。

一方、枝肉形質の経済性を検討することは、肉用牛の育種計画を作成する中で第一の作業であり、かつ育種目標値設定を決定する上では欠くことのできないものである。³しかしながら、遺伝的パラメータ推定についての研究報告は数多いが^{1,9,10}、肉用牛における枝肉形質の経済的重み付けについての報告は少ないのが現状である。そこで、本報ではフィールドから得られた枝肉格付成績を用いて、本県における枝肉形質に対する経済的重み付けの検討を行った。加えて、今後の本県肉用牛における選抜・交配指針を得るために、

育種価評価の分析に重要な情報として期待されている食肉市場における枝肉格付成績を用いて、本県の枝肉形質における遺伝パラメータを推定した。

材料及び方法

試験1「枝肉形質の経済的重み付けの検討」

分析材料には、1990年から1997年の8年間に(社)栃木県畜産会が肉用牛品質向上対策事業で収集した、黒毛和種肥育牛(去勢牛)849頭の枝肉格付成績を用いた。このデータの出荷年月別の頭数内訳を表1に、その基本統計量を表2に示した。分析の対象とした枝肉形質は、枝肉重量、第6から7肋骨間のロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪の厚さ及びBMS No.の5形質である。

分析に先立ち、枝肉単価及び枝肉価格の年月による効果の補正を行うため、農林統計より得られた東京中央卸売市場・食肉市場の昭和63年度から平成9年12月までの枝肉単価の推移を用いた。

つまり、枝肉単価の変動を年・月別に詳細に見ると、月別に細かく変動しており、傾向をより明確にするために、2ヶ月及び3ヶ月毎の移動平均値を計算してそ

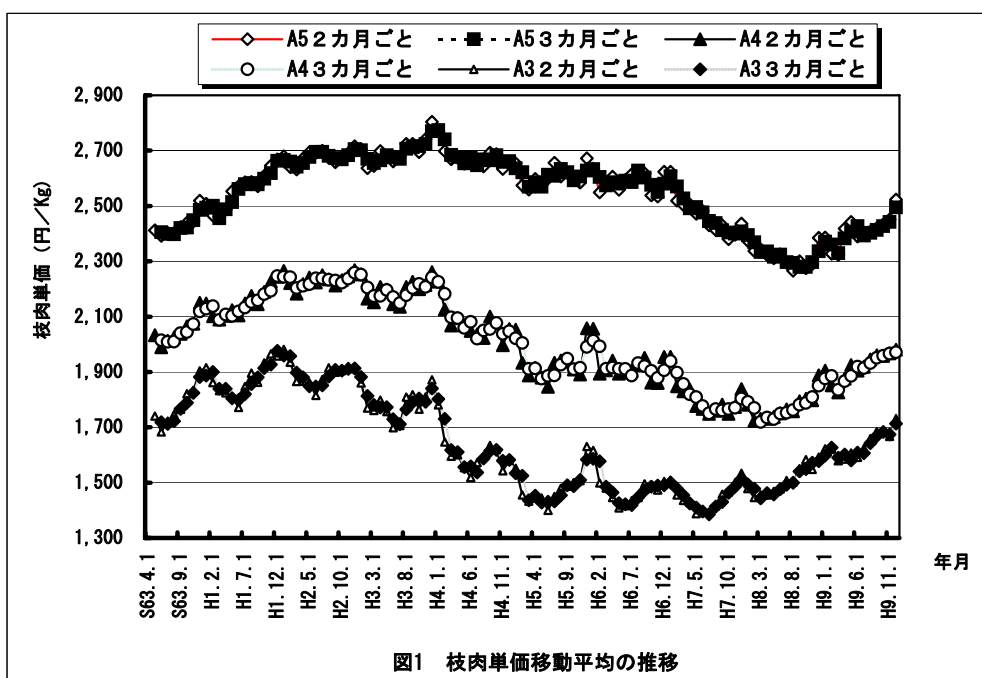
の推移を分析したのが図1である。このような処理を行うことにより、なだらかな変化に変換させることができ、月毎の頭数の少ない場合などの分析が可能となる。本分析には2ヶ月毎の平均値を用いてデータの補正を行い、分析に用いた。

枝肉形質の経済的重み付けの検討として、まず、枝肉価格、枝肉単価、増加額及び1日当たりの増加額(日増加額)と各枝肉形質、DG、出荷月齢及び肥育日数との相関分析をプログラム LSMLW により実施した。

また、その結果をもとに枝肉価格、枝肉単価、増加

額及び1日当たりの増加額に影響を与えると考えられる要因を補正し、最小自乗分散分析を実施した。

更に、枝肉単価や枝肉価格に影響を与えると考えられる項目を従属変数として、また分散分析の結果、従属変数として取り上げた項目について影響を与えていると判断される項目の中から肥育県、2ヶ月毎に区切った出荷年月の効果を母数効果とし、枝肉重量、BMS No、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、肉色、締まり・きめ、脂肪色、DG、出荷月齢及び肥育日数を独立変数として重回帰分析を実施した。



試験2「遺伝的パラメータの算出」

分析材料には、本県で肥育された3,706頭の黒毛和種肥育牛(去勢牛・雌)の枝肉成績を用いた。その枝肉形質の平均値を表3に示した。遺伝パラメータの推定には、多形質アニマルモデルに基づく制限付き最尤法(MTDFREML法)によった。分析モデルに取り上げた母数効果は、性、出荷年、出荷月齢(1次と2次偏回帰)及び近交係数(1次偏回帰)として、変量効

果としては個体の育種価、農家の効果(145水準)と残差であり、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、皮下脂肪の厚さ、推定歩留及び脂肪交雑評価基準の枝肉6形質に関する遺伝率等の遺伝パラメータを推定した。尚、脂肪交雑評価基準は、5段階値値に±の符号を付された値に対して±0.33の加算を行った。例えば{1⁺} = 1.33。

表1 出荷年・月別の肥育牛出荷頭数内訳

	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年	計
1月	15	5	3	2	6	14	7	10	62
2月	10	10	7	1	4	6	13	14	65
3月	9	6	6	2	9	9	6	8	55
4月	11	11	5	4	8	12	9	11	71
5月	7	4	4	2	10	16	22	10	75
6月	11	9	2	4	11	9	15	8	69
7月	7	7	2	8	15	11	16	0	66
8月	15	2	2	6	12	16	9	8	70
9月	11	2	2	12	5	9	11	5	57
10月	9	8	2	12	11	10	10	11	73
11月	18	9	1	8	15	15	12	13	91
12月	14	5	1	13	10	23	14	15	95
計	137	78	37	74	116	150	146	113	849

表2 枝肉格付成績の基本統計値 (n=849)

項目	平均値	標準偏差	最小値	最大値
枝肉価格 (円)	889,909	245,435	316,350	1870,500
枝肉単価 (kg/円)	2,018	505	800	4,350
増加額 (円) ¹⁾	410,517	233,394	-197,844	1430,500
日増加額 (円) ²⁾	598	356	-321	2,855
枝肉重量 (kg)	440.4	45.2	278.0	548.0
BMS No.	7.0	2.3	3.0	12.0
ロース芯面積 (cm ²)	52.0	6.9	30.0	78.0
バラの厚さ (cm)	7.5	0.8	4.0	10.5
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.4	0.8	0.9	6.8
肉色 (BCS)	4.2	0.9	2.0	5.0
締まり・きめ	4.1	0.9	2.0	5.0
脂肪色 (BFC)	4.9	0.3	4.0	5.0
出荷月齢 (月)	33.0	2.7	21.5	44.8

1) 「増加額」：枝肉販売金額から素牛導入価格を差し引いたもの

2) 「日増加額」：増加額を肥育日数で除したものの、1日当たりの増加額として算出。

表3 枝肉形質の基本統計値 (n=3,706)

項目	平均値	標準偏差	最小値	最大値
枝肉重量 (kg)	447.9	46.3	229.0	627.0
脂肪交雑評価基準	1.9	0.6	0.33	2.67
ロース芯面積 (cm ²)	54.9	7.7	23.0	85.0
バラの厚さ (cm)	7.6	0.8	4.0	11.5
皮下脂肪の厚さ (cm)	2.3	0.8	0.5	7.2
推定歩留(%)	74.0	1.4	69.0	78.7

結果及び考察

試験1「枝肉形質の経済的重み付けの検討」

849頭の枝肉記録及び枝肉価格、枝肉単価を基に、

枝肉形質の経済的重み付けの検討を行った。まず、枝肉価格、枝肉単価、増加額、日増加額と各枝肉形質、DG、出荷月齢及び出荷日齢との相関関係について分

析した(表4)。枝肉価格、増加額のような経済的差益に関する全ての項目について、最も高い相関係数を示した枝肉形質は、相関係数が0.70以上のBMS No.であった。枝肉価格については、肉色、締まり・きめの項目が相関係数0.735~0.758と高く、BMS No.と同程度の相関係数を示した。枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、DG、及びBFCは相関係数が0.345~0.452と低い値を示した。枝肉単価、増加額及び日増加額につ

いても同様な傾向が認められた。また、肥育農家にとって重要な関心事となる日増加額については、やはりBMS No.、BCS及び締まり・きめの相関係数が高く、出荷月齢と肥育日数については相関係数が負の値を示す結果となった。このことは、肥育期間の安易な延長は、肥育差益を減少させる可能性があることが示唆された。

表4 枝肉価格、枝肉単価、増加額及び日増加額と
枝肉形質、DG、出荷月齢及び出荷日齢との相関関係

	枝肉価格	枝肉単価	増加額	日増加額
枝肉重量	0.400	0.041	0.315	0.285
ロース芯面積	0.327	0.208	0.324	0.299
BMS No.	0.788	0.830	0.748	0.709
バラの厚さ	0.452	0.272	0.398	0.402
皮下脂肪厚	0.129	0.025	0.105	0.111
DG	0.345	0.074	0.340	0.446
BCS	0.735	0.775	0.705	0.674
締まり・きめ	0.758	0.799	0.718	0.685
BFC	0.390	0.407	0.321	0.312
出荷月齢	0.028	0.046	0.016	-0.173
肥育日数	0.061	0.051	0.027	-0.187

枝肉価格、枝肉単価、増加額及び日増加額に対して、肥育県、出荷時期(2カ月毎に分析)の効果を母数効果として取り上げ、枝肉形質、DG及び肥育日数を共変量(回帰)として、最小自乗分散分析を実施した結果を表5に示した。母数効果として取り上げた肥育県及び出荷時期の効果については、枝肉価格、枝肉単価、増加額及び日増加額いずれの項目についても有意な影響を与えている結果となった。枝肉重量に対して回帰として取り上げた項目中では、BMS No.、バラの厚さ及び締まり・きめが有意な影響を与えている結果であった。

枝肉重量については、枝肉単価には有意な影響を及ぼさないが、枝肉価格では有意な影響を与えていることが推察された。増加額については、肥育県、出荷年・月、BMS No.、バラの厚さ及びDGが有意な影響を与えていることが示された。日増加額では肥育県、出荷年・月、枝肉重量、BMS No.、バラの厚さ、DG、締まり・きめ、出荷月齢が有意な影響を与えていた。

「肥育県」と「出荷年・月」を母数効果に、枝肉形質、出荷月齢及び肥育日数を独立変数とし、枝肉価格・単価、増加額及び日増加額を従属変数として重回帰分析を実施した結果を表6に示した。

重回帰分析においては、独立変数間の変量の変化を比較するには、標準偏差単位で表した標準偏回帰係数

の大小を比較することにより分析が可能となる²⁾。枝肉価格についての独立変数間の相対的重要度は、標準偏回帰係数の示すとおり、BMS No.が0.50153と最も高く、独立変数として取り上げた項目の中では、最も重要な要素と推察される。Hirookaら³⁾は、肉用牛の枝肉形質の経済的重み付けについて分析したところ、経済的重み付けは枝肉単価及び枝肉価格の重回帰分析により得られた偏回帰係数と等しいと報告している。このことから、本調査では、枝肉価格についてBMS No.に対する偏回帰係数は52,680であり、BMS No.が1ポイント上昇すれば、枝肉価格が52,680円向上すると示された。枝肉価格における相対的重要度は、BMS No.の次に、枝肉重量が0.3103、締まり・きめが0.1439、バラの厚さが0.0912と続いた。さらにこれらの独立変数を用いた場合、補正の効果も含めて枝肉価格に対する寄与率が0.82と算出された。

枝肉単価については、枝肉価格同様BMS No.における標準偏回帰係数が0.5348と計算され、独立変数間の相対的重要度が最も高いことが示された。BMS No.に対する偏回帰係数は115.6339であることから、BMS No.が1ポイント上がれば約116円枝肉単価を向上させられることが推察された。このことは、Hirookaら³⁾が報告した5,333頭の枝肉成績を用いた重回帰分析の結果と一致するものであった。また枝肉単価の相対的重

要度に関しては、枝肉重量は負の値を示し、バラの厚さは0.0947、そして出荷月齢は0.0393と推定された。

増加額については、BMS No.が0.5128と最も高い相対的重要度を示しており、次にDGが0.3677となり、これまでの従属変数とは異なり高い値を示した。

日増加額についてもBMS No.における標準変回帰係数が0.5042と計算され最も高い数値を示し、次に、DGのそれが0.4710と高く、DGは日増加額について他の形質と比較しても相対的に重要であることが推察された。以上のことより、枝肉価格や枝肉単価における経済的な重み付けについては、BMS No.が最も高

く、次に枝肉重量やバラの厚さといった項目であることが示唆された。

日増加額でみると、BMS No.とDGが相対的に重要な要素となってきていることが示された。現実的な肥育農家の儲けを考えた場合は、1日当たりの増加額が重要な項目であると考えられ、和牛の改良を推進していくためには、DGもその対象から除外できない項目であることが推察された。このデータでは、肉の締まり・きめ、BCS等の項目については、BMS No.と連動して動いていることが観察され、それ自体の重要度はさほど大きなウエイトがないことが示された。

表5 最小自乗分散分析結果

	枝肉価格	枝肉単価	増加額	日増加額
肥育県	*	**	*	**
出荷年・月	**	**	**	**
枝肉重量	**	NS	NS	**
ロース芯面積	NS	NS	NS	NS
BMS No.	**	**	**	**
バラの厚さ	**	**	**	**
皮下脂肪厚	NS	NS	NS	NS
DG	NS	NS	**	**
BCS	NS	NS	NS	NS
締まり・きめ	**	**	NS	*
BFC	NS	NS	NS	NS
出荷月齢	NS	NS	NS	*
肥育日数	NS	NS	NS	NS

* : $p < 0.05$ ** : $p < 0.01$

試験2「遺伝パラメータの算出」

3,706頭の枝肉成績から枝肉形質における分散成分及び遺伝率の推定を行った(表7)。遺伝率については、脂肪交雑評価基準で0.69、枝肉重量で0.75、ロース芯面積で0.41、バラの厚さで0.44、皮下脂肪の厚さで0.43及び推定歩留で0.58であった。分析した6枝肉形質の遺伝率を見ると、0.41から0.75の範囲で中程度から高

めに推定され、一層の改良の可能性を示唆している。向井の報告⁸⁾でも枝肉記録が1,500頭以上をもつ計25地域の推定値の重み付け平均と範囲を分析した結果、枝肉形質の遺伝率は0.35～0.54で推定されたと報告しており、本試験での推定値もそれを裏付ける結果となった。

表 6 重回帰分析結果

独立変数	従 属 変 数			
	枝肉価格	枝肉単価	増加額	日増加額
	標準偏回帰係数：上段			
	偏回帰係数：下段			
枝肉重量	0.3103 1,686	-0.0498 -0.5574	-0.0687 -355	-0.1642 -1.2961
ローズ芯面積	0.0101 355	0.0111 0.8056	0.0436 1,456	0.0426 2.1764
BMS No.	0.50153 52,679	0.5348 115.6339	0.5128 51,225	0.5042 76.8948
バラの厚さ	0.0912 27,972	0.0947 59.7814	0.0940 27,421	0.0903 40.2313
皮下脂肪厚	0.0028 870	0.0085 5.5548	0.0328 9,852	0.0381 17.5078
DG	0.0068 14	-0.0003 -0.0015	0.3677 743	0.4710 1.4532
BCS	0.0918 25,262	0.0979 55.4251	0.0695 18,173	0.0185 7.4078
締まり・きめ	0.1439 38,016	0.1721 93.5739	0.1132 28,439	0.1434 54.9841
BFC	-0.02150 -14,980	-0.0118 -16.9513	-0.0138 -9,162	-0.0099 -9.9921
出荷月齢	0.0164 1,499	0.0393 7.3983	0.0611 5,314	0.1247 16.5469
肥育日数	-0.2338 -737	-0.0455 -0.2954	0.1216 364	-0.0677 -0.3098
回帰定数	903.1626	2045.8066	411.8208	605.2084
寄与率 (%)	0.8200	0.8000	0.7240	0.7290

表 7 枝肉形質の分散成分と遺伝率の REML 推定値

枝肉形質	遺伝分散	環境分散	表型分散	遺伝率	全分散に占める環境分散の割合
脂肪交雑評価基準	3.190	1.444	4.631	0.69	0.31
枝肉重量	1494.556	457.396	1951.953	0.75	0.23
ローズ芯面積	23.300	33.341	56.637	0.41	0.59
バラの厚さ	26.927	35.003	61.977	0.44	0.56
皮下脂肪厚	26.572	35.347	61.920	0.43	0.57
推定歩留	1.093	0.807	1.890	0.58	0.42

また、推定された遺伝率、遺伝相関並びに表型相関を表 8 に示した。脂肪交雑評価基準は、枝肉重量とは 0.13、ローズ芯面積とは 0.38、バラの厚さとは 0.52、皮下脂肪の厚さとは 0.19、そして推定歩留とは 0.25 といずれも好ましい遺伝関係にあることが示された。その結果、本集団において脂肪交雑を選抜指標に選抜し

ても他の肉量形質に悪影響を及ぼさないことが推察された。

脂肪交雑評価基準と皮下脂肪の厚さは、同じ脂肪蓄積に関わる形質にも関わらず、その遺伝相関は負の値を示し、遺伝的関連性の低さが推察された。他の品種では、軒並み正の相関が得られている¹⁰⁾ことを考える

と黒毛和種の最も優れた特徴を反映している結果であると考えられる。

枝肉重量については、ロース芯面積、皮下脂肪の厚さ等と 0.35 以上の遺伝相関があり、バラの厚さとは 0.61 と高い遺伝的な相関関係が認められた。このことから、枝肉重量の増加により、ロース芯面積、バラの厚さの増加は期待できるが、皮下脂肪も厚くなる可能性が示された。しかしながら、吉上らの報告⁵⁾では、1日当たりの枝肉増加量について分析しており、1日当たりの枝肉増加量はロース芯面積、バラの厚さ、皮下今回分析した枝肉成績はきわめて限られた数であ

脂肪の厚さ及び脂肪交雑評価基準とそれぞれ高い遺伝相関があると推定されているが、本試験では枝肉重量と脂肪交雑との間には比較的高い遺伝相関は得られなかった。さらに、吉上らの報告^{4,5)}では、バラの厚さと皮下脂肪の間には比較的高い正の遺伝相関が得られているが、本試験では遺伝相関が-0.03 であり負の値として推定された。このことは、各地域（県）間の枝肉記録数の違いにもよるが、集団の歴史的背景や血統構成、さらには肥育技術にも起因するものと考えられる。

表8 遺伝率及び遺伝相関並びに表型相関

	枝肉重量	ロース芯面積	バラの厚さ	皮下脂肪の厚さ	脂肪交雑評価基準	推定歩留
枝肉重量	<u>0.75</u>	0.35	0.61	0.39	0.13	-0.27
ロース芯面積	<i>0.42</i>	<u>0.41</u>	0.47	-0.18	0.38	0.65
バラの厚さ	<i>0.34</i>	<i>0.24</i>	<u>0.44</u>	-0.03	0.52	0.33
皮下脂肪の厚さ	<i>0.26</i>	<i>-0.06</i>	<i>0.09</i>	<u>0.43</u>	0.19	-0.82
脂肪交雑評価基準	<i>0.21</i>	<i>0.35</i>	<i>0.22</i>	<i>-0.04</i>	<u>0.69</u>	0.25
推定歩留	<i>-0.05</i>	<i>0.69</i>	<i>0.18</i>	<i>-0.58</i>	<i>0.30</i>	<u>0.58</u>

注) 下線を付した対角要素は遺伝率、対角線右上 (**太字**) は遺伝相関、左下 (*斜字体*) は表型相関を示す。

り、選抜圧の強化或いは育種価評価の正確度向上にはフィールドから得られる枝肉情報の蓄積と継続的な分析が必要と思われる。特に、枝肉形質の経済的重み付けの検討は、枝肉市場の流動的変化に対応するため最新の枝肉価格動向を基に再評価を行い、各形質の重み付けがどのように変化するか継続的に実施することが重要であると思われる。

また、本県の枝肉形質における遺伝的パラメータの推定では、いずれの枝肉形質も総じて好ましい遺伝関係にあり、育種改良目標を設定する上での支障も少ないと考えられる。

本試験結果は、本県和牛改良を推進していく上で、改良目標値を設定するための有効なデータであると思われるが、本県の繁殖雌牛の育種価判明率は、全国的にも下位に位置しており、今後育種価を用いた選抜・交配システムを構築していくためにはより一層の判明率向上が必要であると思われる。

謝 辞

稿を終えるにあたり、分析の御指導を頂いた農林水産省畜産試験場育種部計量遺伝育種学研究室 古川力室長をはじめ、研究室の皆様、並びに分析材料を提供していただいた社団法人栃木県畜産会に深謝いたします。

文 献

- 1) Sasaki, Y. The effectiveness of the best linear unbiased prediction of beef sires using field data collected from small farms. *J. Anim. Sci.*, 70:3317-3321. (1999)
- 2) 畜産大事典, 養賢堂, P177. 1976.
- 3) Hiroyuki Hirooka・Yoshiyuki Sasaki. Derivation of economic weights for carcass traits in Japanese Black cattle from field records. *J. Anim. Breed. Genet.* 115 (1998), : 27-37.
- 4) 吉上渉. アニマルモデル BLUP 法による広島県産黒毛和種の育種評価システム. 広島県立畜産試験場研究報告, 9 : 15-25. 1993.
- 5) 吉上渉・向井文雄. アニマルモデルによる広島県産黒毛和種の枝肉形質に関する遺伝的評価. 広島県立畜産試験場研究報告, 8 : 15-20. 1992.
- 6) 向井文雄. 総説-黒毛和種の産肉形質の選抜法ならびに遺伝的評価に関する研究. *日畜会報*, 65(9) : 890-905. 1994.
- 7) 向井文雄. 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*, 第50巻, 第4号:452-458. 1996.
- 8) 向井文雄. 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*, 第50巻, 第7号:755-760. 1996.
- 9) 向井文雄・岡西 剛. 性により記録される形質が異なる場合のアニマルモデルによる育種価予測値の正確度. *日畜会報*, 63:488-494. 1992.

- 10) 向井文雄・岡西 剛, アニマルモデルによる枝肉形質に関する育種価予測値の正確度の近似値. 日畜会報, 63:488-494. 1992.
 - 11) 大山憲二, 予測育種価に基づく黒毛和種の遺伝的改良. 畜産技術. 8月号. 17-20. 2001
-