肉牛の育種価予測値に及ぼす主効果としての枝肉市場の影響

藤中邦則・道後泰治・太田垣進・佐々木義之¹

兵庫県立農林水産技術総合センター，加西市 679-0198

¹ 京都大学大学院農学研究科，京都市左京区 606-8502

(2002. 9. 24 受付, 2003. 2. 24 受理)

要 約 主効果としての枝肉市場の有無が，種牛の育種価予測に及ぼす影響と，偏りのない予測を行うための方法について検討した．材料として 1988～2000 年に兵庫県内の 5 枝肉市場に出荷された黒毛和種肥育牛 22,756 頭分の枝肉成績を用いた．枝肉市場間で枝肉形質の市場別平均値に差が見られた．ある市場の枝肉重量平均値が軽く，その市場へのある父牛の後代の出荷割合が高い場合，その父牛の後代の枝肉重量平均値も軽い傾向であった．枝肉記録中に直接の後代を持つ父牛と母牛について，それぞれの後代の各枝肉市場への出荷割合を計算した．次に，主効果として枝肉市場を含む場合と含まない場合の育種価を予測し，2つの育種価の差を計算した．枝肉重量の軽い市場に多くの後代が出荷されている種牛で，枝肉市場を含んで予測した育種価が重かった．この市場への出荷割合と育種価の差との相関係数は正の値をとった．枝肉重量の重い市場では逆の傾向であった．すなわち，枝肉市場を含むモデルで予測した育種価は偏っていると考えられた．枝肉市場を年度×農家と組み合わせることで相関係数は小さくなった．したがって，偏りのない育種価を予測するために，主効果としての枝肉市場を含まないモデル，または他の条件から枝肉市場を含まざるを得ない場合には，枝肉市場×年度×農家の組み合わせ効果を含むモデルが適切であると推察される．

日本畜産学会報, 74 (2) : 177-185, 2003

わが国においても，フィールド記録を用いた枝肉形質に関する種牛評価が可能であることが示され (Sasaki 1992)，各県において肉牛の育種価が広く予測され，改良に利用されている ((社)全国和牛登録協会 2001)．種牛評価の際の環境要因として，年次 (伊藤と佐々木 1985；熊崎と芝田 1985；佐々木ら 1986；長嶺ら 1988；佐々木と佐々江 1988；岡西ら 1993；Kitamura ら 1999)，性 (岡西ら 1993)，肥育地域 (佐々木ら 1986；長嶺ら 1988；福原ら 1989；岡西ら 1993；Wada ら 1993)，肥育農家 (佐々木と佐々江 1988；佐々木と守屋 1994) などを取り上げられ，また，これらに加えて枝肉市場 (佐々木ら 1986；岡西ら 1993；Wada ら 1993) が取り上げられている．

肥育農家は肥育牛の仕上がり具合によって枝肉市場を選択する傾向がある．たとえば，枝肉重量が大きく，よい肉質が期待できる肥育牛を，買産人が多く，高いセリ値が期待できる市場に出荷するなどである．評価対象となる種牛の後代が各市場に均等に出荷されていれば問題はない．しかし，枝肉重量の育種価が大きい種牛の後代は，重量の重い枝肉が集まる市場に多く出荷され，またその逆の場合も予想される．この場合，種牛による出荷先の偏りが育種価予測値にも偏りを生じさせることが懸

念される．本研究では，まず，後代の出荷先に偏りがあるかを検討し，さらにその偏りが育種価予測値に及ぼす影響を検討し，偏りのない予測を行うための方法について検討した．

材料および方法

1988～2000 年に兵庫県内の 5 枝肉市場 (以下それぞれ A～E 市場という) に出荷された兵庫県産黒毛和種肥育牛の枝肉記録とそれらの肥育牛から補助登記まで遡った血統記録を用いた．分析対象形質としては枝肉重量，ロース芯面積，バラの厚さ，皮下脂肪の厚さ，歩留基準値と脂肪交雑 (以下それぞれ，CW, RE, RT, SFT, YE および BMS と略す) の 6 形質を取り上げた．まず，次の 3 項目のいずれかに該当する枝肉記録を除外した．1) CW, RE, RT, SFT の各測定値を歩留基準値の計算式 (日本食肉格付協会 1988) に当てはめた計算値と，YE 実測値との差の絶対値が 0.3 以上，2) 出荷時日齢が雌で 850 日以下または 1,230 日超，去勢で 750 日以下または 1,210 日超，3) 祖先の中に県外産牛を含む．除外後の記録数は 22,756 頭分であった．枝肉形質と出荷時日齢の市場間差をみるために市場を変動因として，SAS (SAS 出版局 1993) の GLM プロシージャにより，差の検定を行った．

連絡者：藤中邦則 (fax : 0790-47-0549, e-mail : Kuninori-Fujinaka@pref.hyogo.jp)

Model 1	$y_{ijklm} = \mu + M_i + Y_j + F_k + S_l + a_1(A_{ijklm} - \bar{A}) + a_2(A_{ijklm} - \bar{A})^2 + a_{ijklm} + e_{ijklm}$
Model 2	$y_{ijklm} = \mu + M_i + YF_{jk} + S_l + a_1(A_{ijklm} - \bar{A}) + a_2(A_{ijklm} - \bar{A})^2 + a_{ijklm} + e_{ijklm}$
Model 3	$y_{ijklm} = \mu + MYF_{ijk} + S_l + a_1(A_{ijklm} - \bar{A}) + a_2(A_{ijklm} - \bar{A})^2 + a_{ijklm} + e_{ijklm}$
Model 4	$y_{jklm} = \mu + Y_j + F_k + S_l + a_1(A_{jklm} - \bar{A}) + a_2(A_{jklm} - \bar{A})^2 + a_{jklm} + e_{jklm}$
Model 5	$y_{jklm} = \mu + YF_{jk} + S_l + a_1(A_{jklm} - \bar{A}) + a_2(A_{jklm} - \bar{A})^2 + a_{jklm} + e_{jklm}$

Fig. 1 Statistical models used in this analysis.

Where

$y_{(ij)klm}$: an observation for the carcass trait, μ : overall mean, M_i : the fixed effect of i th market, Y_j : the fixed effect of j th year, F_k : the fixed effect of k th farm, S_l : the fixed effect of l th sex, a_1 , a_2 : linear and quadratic regression coefficients on slaughter age, $A_{(ij)klm}$, $\bar{A}$: slaughter age and its average, respectively, $a_{(ij)klm}$: additive genetic effect for an animal, $e_{(ij)klm}$: random residual effect.

次に、この中から肥育農家当たりの記録数が5以上または、年度・農家または市場・年度・農家の副次級記録数が3以上になるように記録を抽出し、分析用のデータセットを作成した。以下それぞれのデータセットをf5, y3, m3という。それぞれのデータ数は22,578, 21,987および21,259頭分であった。各データセットに対し主効果として市場を含むモデルと含まないモデルで育種価を予測した。用いたモデルを図1に示した。モデル1～3は市場を含むモデル、モデル4と5は含まないモデルである。f5については、モデル1とモデル4, y3についてはモデル2とモデル5, m3についてはモデル3とモデル5を用いた。市場を含むモデルと含まないモデルで予測した育種価間に差があるかどうかを見るために、各データセット中に直接の後代を1頭以上持つ父牛または母牛について、市場を含むモデルで予測した育種価から含まないモデルで予測した育種価を引いた値（本論文では以下この値を育種価差と呼ぶ）を1頭ごとに計算した。さらに直接の後代を5頭以上持つ父牛と、2頭以上持つ母牛を抽出して同様に育種価差を計算した。分析に当たっては、個体モデルの単形質REML法（PattersonとThompson 1971；Graserら1987）により分散成分を推定するとともに、育種価予測値を計算した。分析にはMTDFREMLプログラム（Boldmanら1995）を用いた。

結果と考察

表1に市場別の出荷頭数と各形質の基本統計量を示した。枝肉形質と出荷時日齢をみると、各市場を通じて、肉量形質がやや小さく、肉質形質に優れ、肥育日数がやや長いという点で兵庫県産黒毛和種肥育牛の特徴を表したものであった。出荷頭数はA市場とB市場が中心で、D市場とE市場にも全体の2%余が出荷されていた。市場別に各形質の平均値をみると、CWはA市場で重く、D市場では軽かったが、これは兵庫県内の肥育農家が一

般に仕上がり状態の良い肥育牛をA市場に出荷し、一部の肥育農家は仕上がり状態の良くない肥育牛をD市場に出荷しているといわれていることと一致していた。RE, RT, SFTもおおむね同様の傾向であった。BMSにも差がみられたが、この差の原因に関しては、各市場に出荷された肥育牛の肉質の差か、または各市場の判定員の判断の違いであるかは明白ではない。E市場は、CWが軽く、SFTが厚かったが、これは雌肥育牛の扱い量が多いためであると考えられる。すなわち、肥育農家が肥育牛の仕上がり具合などに応じて、その出荷先を選択する傾向が窺われる。このことから、たとえば後代の枝肉重量が重い父牛または母牛の後代はA市場に多く出荷され、軽い種牛の後代はD市場に多く出荷されるなど、種牛によって後代の出荷先に偏りが生じている可能性がある。

そこで、表2に後代数100頭以上の父牛17頭について、それぞれの後代の市場別出荷割合とCW平均値を示した。なお、全枝肉記録22,756頭に父牛は94頭含まれその後代数は1から3,793頭の範囲であった。全データでは、A市場への出荷割合は38%、B市場への出荷割合は57%であったが、後代数100頭以上の父牛に限ってもA市場への出荷割合は28～52%、B市場への出荷割合は47～64%の範囲にばらついた。また、D市場への出荷割合は全データでは2.5%であったが、5%を超えるものが3頭あり、それらの後代のCW平均値は348～366kgで、他の父牛と比較して軽い傾向であった。すなわち父牛によって後代の出荷先に偏りがあり、また、後代の枝肉重量が軽い父牛において、その後代がD市場に多く出荷される傾向があった。この点に関し、Van Vleck（1987）は乳牛において、ある種雄牛の供用が高能力牛群や好条件の季節に偏った場合のように、個体と母数効果間に無作為でない関係が生じてても、この母数効果は遺伝的評価に偏りを生じさせないとしている。市場間のCW

育種価予測モデルでの枝肉市場

Table 1. Number of records and basic statistics for carcass traits and slaughter age of each carcass market

	Carcass weight	Rib eye area	Rib thickness	Subcutaneous fat thickness	Yield estimated percentage	Marbling score ¹⁾	Slaughter age
	kg	cm ²	cm	cm	%		Day
Market A. Total number of records was 8,603 (steer : 7,860, heifer : 743).							
Mean	385 ^a	49.4 ^a	6.84 ^a	2.10 ^b	73.7 ^a	6.8 ^b	975 ^b
S.D.	40	6.9	0.72	0.65	1.11	2.2	58
Minimum	220	27	3.7	0.5	68.9	2	757
Maximum	535	79	10.3	5.5	79.0	12	1,230
Market B. Total number of records was 13,043 (steer : 12,751, heifer : 292).							
Mean	379 ^b	48.3 ^b	6.71 ^b	2.06 ^c	73.5 ^b	6.5 ^c	966 ^c
S.D.	40	6.7	0.77	0.64	1.10	2.2	56
Minimum	206	22	3.2	0.3	69.2	2	760
Maximum	524	77	9.8	5.5	77.8	12	1,228
Market C. Total number of records was 26 (steer : 20, heifer : 6).							
Mean	359 ^c	46.6 ^{bc}	5.82 ^d	1.62 ^d	73.4 ^b	7.5 ^a	1,011 ^a
S.D.	45	5.4	0.71	0.53	1.02	2.2	81
Minimum	268	38	4.5	7.0	71.0	3	757
Maximum	426	61	0.7	2.9	75.6	11	1,139
Market D. Total number of records was 568 (steer : 548, heifer : 20).							
Mean	338 ^d	44.9 ^c	5.97 ^d	1.57 ^d	73.6 ^a	5.4 ^d	951 ^d
S.D.	41	6.2	0.75	0.53	0.95	2.1	73
Minimum	213	27	4.0	0.5	70.8	2	754
Maximum	466	63	8.0	4.0	76.6	12	1,224
Market E. Total number of records was 516 (steer : 76, heifer : 440).							
Mean	342 ^d	49.8 ^a	6.11 ^c	2.29 ^a	73.6 ^a	7.2 ^a	1,004 ^a
S.D.	31	6.3	0.63	0.74	1.07	1.8	52
Minimum	246	31	4.2	0.7	70.7	2	761
Maximum	441	66	8.0	4.8	76.7	12	1,152

a, b, c, d : Differences among means within the same row with different superscripts are significant (P<0.05).

¹⁾ : Marbling score was measured according to the Beef Marbling Standard of 12 categories with number 12 being the highest.

の差は、CW 育種価が重い父牛の後代が A 市場に偏り、軽い父牛の後代が D 市場に偏ったことが一因であろう。しかし、さらに重要な点は、肥育農家が肥育牛の出荷に際して市場を意図的に選別し、同一の父牛の後代であっても重い後代を A 市場に、軽い後代を D 市場に出荷したと考えられる点である。この場合メンデルアンサンプリングによって生じた後代間の差が市場間の差に影響しているといえる。このようなケースにおいて、市場を考慮して育種価を予測すると、その育種価はゆがめられることが予想される。たとえば、D 市場への後代の出荷割合が高い種牛では、市場を含むモデルで予測した育種価

は真の育種価よりも重く、過大評価される可能性がある。なお、母牛は 15,763 頭含まれその後代数は 1 から 8 頭で、後代の各市場への出荷割合は 0% または 100% のいずれかがもっとも多かった。

そこで、データの選択基準が異なる 3 データセットで、主効果としての市場の有無が育種価予測値にどの程度影響しているかをみるために、各データセット中に 1 頭以上の後代を持つ父牛または母牛の育種価差の中で最大値と最小値との差およびその差の標準偏差に対する比率を計算し、表 3 に示した。ここで、育種価差の最大値は、市場を含むモデルでの育種価予測値の方が大きい場合に

Table 2. Rate of progeny shipped to each market and means of carcass weight of the progeny of sires which had 100 progenies or more

Sire ID	Number of progeny	Rate of progeny shipped to each market					Carcass weight
		A	B	C	D	E	
		%					kg
1606	3,793	42	54	0	2	2	389
774	3,732	36	59	0	3	2	373
575	2,893	42	54	0	2	2	392
875	2,033	34	60	0	4	1	368
1304	2,011	33	63	0	2	1	387
10787	1,861	33	64	1	2	1	370
1742	1,817	44	47	0	1	8	384
1605	1,060	34	60	0	3	4	379
870	685	31	59	0	6	4	366
2508	392	41	59	0	0	1	365
10328	282	52	47	0	1	0	382
290	268	40	58	0	1	0	376
1303	221	34	58	0	8	0	348
2661	211	46	53	0	0	1	371
2180	135	36	62	0	1	1	381
1302	122	28	63	1	7	1	357
2511	110	38	59	0	1	2	387

得られ、育種価差の最小値は、市場を含まないモデルでの育種価予測値の方が大きい場合に得られる。表3の値はそのような最大値と最小値の差であるから、その値が大きいことは、そのデータセットで育種価を予測する時、モデルに市場を含むか含まないかによって育種価予測値の変動が大きいことを意味している。差の標準偏差に対する比率は、父牛ではy3データセットBMSの3.8%からm3データセットRTの34.5%の範囲、母牛ではy3データセットYEの13.7%からm3データセットBMSの68.2%の範囲であった。すなわち、市場を含むモデルで予測した育種価の方が大きい種牛とその反対に小さい種牛があり、しかも両者の差は無視しえない程度に大きかった。市場を含むモデルで予測した各種牛の育種価は真の育種価と比較して過大または過小評価されている可能性のあることが示唆された。また、この傾向は形質によって異なること、母牛の育種価でその傾向が強いことも窺われた。また、表3の値をデータセット間で比較すると、おおむねy3で小さくm3で大きい傾向であった。y3は年度・農家の副次級数でデータを選択し、主効果として市場を取り上げる場合は、市場を単独の主効果として取り上げ、年度と農家は組み合わせて年度×農家として取り上げている。m3は市場・年度・農家の副次級数でデータを選択し、主効果として市場×年度×農家を取り上げている。また、市場を含まないモデルでは両者の違いはデータの選択基準だけであり、主効果と

して年度×農家を取り上げている点は同じである。m3で育種価差が大きかったことは、市場を年度×農家と組み合わせた場合、種牛の育種価予測値が変動しやすいことを示していると考えられる。

以上で、データの選択基準やモデル中の枝肉市場の有無で、育種価予測値に差があることが明らかとなったが、どの方法で予測した育種価が真の育種価に近いのかは明らかでない。そこで、育種価差と、その種牛の後代の市場別の出荷割合との間に関連があれば、市場を含む育種価予測値が市場による偏りを含んでいると考えられ、両者の間の関連性を検討した。まず、図2はf5データセット中に直接の後代を持つ父牛94頭についてf5から計算したCWの育種価差を縦軸にとり、横軸に各父牛の後代のA市場への出荷割合をとったものである。プロットは右下がりの様相で、育種価差は、出荷割合が低いときに正の値、出荷割合が高いときに負の値をとる傾向であった。すなわちA市場への出荷割合が高い父牛において、市場を含むモデルで予測した育種価が市場を除外したモデルで予測した育種価よりも小さい値になる傾向であった。このことは、A市場に出荷される枝肉のCWが他の市場よりも重い結果、市場を考慮して育種価を予測すると、後代のA市場への出荷割合が高い種牛は相対的に低く評価された、ということを示している。一方、各枝肉市場の秤は正確に検査されており、同一の枝肉のCWを異なる市場で測定しても、測定値に差は生じ

Table 3. Difference in maximum and minimum of BLUP difference^{a)} of sire or dam that had own progeny in each data set and ratio relative to the standard deviation of that difference

Data set	Carcass weight	Rib eye area	Rib thickness	Subcutaneous fat thickness	Yield estimated percentage	Marbling score ^{b)}
	kg	cm ²	cm	cm	%	
Value in the parenthesis is a ratio relative to the standard deviation (%)						
Sire						
f5	10.8 (26.6)	0.84 (12.3)	0.17 (22.3)	0.11 (16.8)	0.10 (8.8)	0.19 (8.9)
y3	6.8 (16.6)	0.62 (9.2)	0.08 (11.0)	0.05 (7.9)	0.06 (5.6)	0.08 (3.8)
m3	11.5 (28.2)	1.78 (26.1)	0.26 (34.5)	0.14 (22.3)	0.31 (28.7)	0.44 (20.0)
Dam						
f5	15.8 (38.8)	1.37 (20.2)	0.32 (41.5)	0.20 (31.7)	0.18 (16.4)	0.47 (21.8)
y3	15.5 (38.0)	1.32 (19.4)	0.25 (33.2)	0.19 (29.0)	0.15 (13.7)	0.47 (21.7)
m3	24.0 (58.9)	4.32 (63.5)	0.40 (52.8)	0.38 (59.5)	0.68 (61.8)	1.49 (68.2)

a) : BLUP difference means the difference in predicted breeding values with or without fitting market as an effect.

b) : Marbling score was measured according to the Beef Marbling Standard of 12 categories with number 12 being the highest.

Number of sires that had own progeny was 94 in Data sets f5, y3 and m3.

Numbers of dams that had own progeny in Data sets f5, y3 and m3 was 15,670, 15,379 and 15,019, respectively.

ないと考えられるから、CWの育種価を予測する場合に、市場間の変動を母数効果として考慮する積極的な理由はみあたらない。このような点から、市場を考慮せずに予測した育種価の方が、出荷市場の選別による偏りを生じないものと推察される。

他の形質や他の市場へのお荷割合との関連をみるために、表4に各データセットに1頭以上または5頭以上の後代を持つ父牛の育種価差とそれぞれの後代の各市場へのお荷割合との相関係数を示した。相関係数が負の場合、市場を含んで予測した育種価は出荷割合が高い父牛にとって過小評価の傾向があり、出荷割合が低い父牛にとっては過大評価の傾向があることになる。図1に示した散布図での相関は表4では左上の-0.38に当たるが、A市場出荷割合との相関は、形質やデータセットにかかわらず、おおむね負の値であった。逆にD市場出荷割合では、とくにf5データセットでYEを除く5形質で正の高い相関がみられた。SFTを含めて、大きい枝肉がA市場に集まり、小さい枝肉がD市場に集まることを反映したものと考えられる。この傾向は5頭以上の後代を持つ父牛においてより顕著であった。とくにf5データセットでのD市場へのお荷割合ではYEを除いて0.73~0.86と極めて高い相関であった。f5データセットで後代数が

Fig. 2 Rate of progeny shipped to market A, and BLUP difference in carcass weight breeding values of the sires predicted with or without fitting market effect in the model.

1~4頭の父牛は29頭であり、これらの育種価差を除いた結果、D市場出荷割合との相関係数が高くなったことは、後代数の多い父牛の方が、その後代のお荷先の偏りが大きいことを示している。すなわち、肥育農家が、種雄牛によってその後代のお荷先を選択していることが窺える。A市場、D市場ともにm3データセットではやや相関係数の絶対値が小さい傾向であった。先に示した表

Table 4. Correlation coefficients between rate of progeny shipped to each market and difference in breeding values of the sires predicted with or without fitting market effect in the model

Market	Data set	Carcass weight	Rib eye area	Rib thickness	Subcutaneous fat thickness	Yield estimated percentage	Marbling score ^{a)}
Sires which had at least one progeny							
A	f5	-0.38	-0.43	-0.34	-0.16	-0.33	-0.12
	y3	-0.44	-0.47	-0.40	-0.26	-0.37	0.03
	m3	-0.21	-0.08	-0.19	-0.14	-0.05	-0.11
B	f5	0.10	0.16	0.04	-0.17	0.50	-0.24
	y3	0.32	0.35	0.28	0.14	0.35	-0.14
	m3	0.16	0.01	0.19	0.15	0.04	0.07
C	f5	0.07	0.06	0.07	0.12	-0.09	0.08
	y3	0.01	0.01	0.03	0.13	-0.07	0.06
	m3	-0.04	0.04	-0.01	0.01	0.03	-0.06
D	f5	0.47	0.45	0.45	0.53	-0.28	0.61
	y3	0.22	0.21	0.20	0.18	0.04	0.19
	m3	0.14	0.17	0.03	-0.01	0.05	0.15
E	f5	0.06	0.03	0.14	0.10	-0.04	0.03
	y3	-0.01	0.01	0.00	0.04	0.00	0.03
	m3	-0.09	-0.09	-0.07	-0.03	-0.07	-0.18
Sires which had at least five progeny							
A	f5	-0.44	-0.47	-0.42	-0.24	-0.35	-0.12
	y3	-0.42	-0.46	-0.35	-0.13	-0.47	0.27
	m3	-0.15	-0.05	-0.18	-0.15	-0.08	-0.09
B	f5	0.23	0.29	0.20	0.02	0.44	-0.10
	y3	0.35	0.37	0.33	0.13	0.41	-0.31
	m3	0.11	0.03	0.18	0.20	0.05	0.06
C	f5	0.09	0.09	0.09	0.15	-0.11	0.12
	y3	0.05	0.04	0.07	0.17	-0.05	0.04
	m3	-0.04	0.07	0.02	0.00	0.08	-0.05
D	f5	0.77	0.74	0.73	0.81	-0.33	0.86
	y3	0.40	0.41	0.25	0.16	0.20	0.24
	m3	0.25	0.34	0.16	-0.16	0.32	0.29
E	f5	-0.02	-0.04	0.07	-0.03	0.09	-0.12
	y3	-0.07	-0.02	-0.11	-0.12	0.09	-0.13
	m3	-0.08	-0.22	-0.08	0.01	-0.18	-0.13

^{a)} : Marbling score was measured according to the Beef Marbling Standard of 12 categories with number 12 being the highest.

94 sires contained more than one progeny whereas 65 sires contained more than five progeny.

3では父牛においても育種価差の最大値と最小値の差はm3データセットでやや大きい傾向であったが、この差の大小は、後代の出荷先の偏りとの間に関連がなく、主効果として市場×年度×農家を採用した場合、市場によ

る偏りを小さく抑えるものと考えられる。B市場ではA市場と逆におおむね正の相関であった。BMSではB市場でf5とy3で弱い負の相関があり、D市場ではf5データセットで、高い相関があった。すなわちB市場への出

Table 5. Correlation coefficients between rate of progeny shipped to each market and difference in breeding values of the dams predicted with or without fitting market effect in the model

Market	Data set	Carcass weight	Rib eye area	Rib thickness	Subcutaneous fat thickness	Yield estimated percentage	Marbling score ^{a)}
Dams which had at least one progeny							
A	f5	-0.42	-0.50	-0.33	-0.05	-0.55	0.07
	y3	-0.44	-0.52	-0.36	-0.09	-0.51	0.25
	m3	-0.24	-0.18	-0.18	-0.03	-0.17	0.05
B	f5	0.23	0.32	0.11	-0.20	0.63	-0.27
	y3	0.29	0.39	0.20	-0.11	0.57	-0.38
	m3	0.17	0.14	0.11	-0.02	0.18	-0.07
C	f5	-0.05	-0.10	0.08	0.22	-0.14	-0.23
	y3	-0.09	-0.12	0.07	0.16	-0.07	-0.23
	m3	-0.06	-0.05	0.04	0.02	-0.01	-0.05
D	f5	0.54	0.51	0.52	0.66	-0.29	0.70
	y3	0.40	0.37	0.40	0.54	-0.21	0.48
	m3	0.22	0.12	0.19	0.16	-0.05	0.09
E	f5	0.07	0.04	0.16	0.07	0.04	-0.03
	y3	0.05	0.03	0.10	0.03	0.02	0.00
	m3	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	-0.01
Dams which had at least two progeny							
A	f5	-0.49	-0.57	-0.38	-0.06	-0.61	0.06
	y3	-0.50	-0.58	-0.41	-0.09	-0.57	0.27
	m3	-0.28	-0.20	-0.23	-0.03	-0.19	0.05
B	f5	0.25	0.36	0.12	-0.22	0.69	-0.29
	y3	0.33	0.43	0.21	-0.12	0.63	-0.42
	m3	0.20	0.16	0.16	-0.03	0.21	-0.06
C	f5	-0.06	-0.10	0.06	0.18	-0.12	-0.23
	y3	-0.07	-0.10	0.07	0.14	-0.06	-0.19
	m3	-0.03	-0.03	0.04	0.03	-0.01	0.00
D	f5	0.60	0.57	0.58	0.74	-0.33	0.78
	y3	0.44	0.40	0.43	0.58	-0.24	0.52
	m3	0.21	0.10	0.18	0.17	-0.06	0.05
E	f5	0.11	0.07	0.22	0.08	0.08	-0.04
	y3	0.08	0.05	0.13	0.03	0.05	-0.02
	m3	0.02	0.00	0.01	-0.02	0.01	-0.02

^{a)} : Marbling score was measured according to the Beef Marbling Standard of 12 categories with number 12 being the highest.

Number of dams that had at least one progeny in Data sets f5, y3 and m3 was 15,701, 15,499 and 15,255, respectively.

Number of dams that had at least two progeny in Data sets f5, y3 and m3 was 5,194, 5,191 and 5,182, respectively.

荷割合が高い種雄牛で BMS 育種価が低く予測され、D 市場ではその逆の傾向であったが、BMS は他の測定値と異なり、肉眼判定であるために、判定員の判断が影響している可能性がある。C 市場と E 市場ではこのような相関はみられず、この両市場に関しては、肥育農家が種雄牛によってその後代の出荷先を選択せず、偏りのない出荷をしていたと推察される。

表 5 に表 4 と同様に各データセットに 1 頭以上または 2 頭以上の後代を持つ母牛の育種価差とそれぞれの後代の各市場への出荷割合との相関係数を示した。上半分の 1 頭以上の後代を持つ母牛について表 4 の父牛での相関係数と比較すると、YE の育種価差と A または B 市場への出荷割合で、父牛よりもやや大きな値をとる傾向であったが、他の形質や市場では類似した値であった。2 頭以上の後代を持つ母牛での相関を表 4 の 5 頭以上の後代を持つ父牛での相関と比較しても、大きな相違はなかった。父牛についてはその頭数は少なく、後代の出荷割合はある程度分布があり、母牛では逆に頭数が多く、出荷割合は 0 または 100% のものが多いにも関わらず、育種価差と後代の出荷割合との相関係数が類似した点は興味深い。近年、各道府県で母牛の育種価を予測し、これが改良に利用されつつあり、従来の体型審査等に依存した改良と比較すれば隔世の感があり、今後の改良への貢献が大いに期待されるところである。しかし、母牛は後代数が少なく、その育種価の正確度は種雄牛と比較すれば劣ることは当然であるが、一旦その個体の育種価として予測されると、種雄牛のそれと同等に扱われるようになる傾向がある。また、本牛が予測値を持たず、両親の育種価平均値を期待育種価として持っている場合でも同様の傾向がみられる。それだけに、母牛の育種価予測値はできるだけ偏りのないものであるように努力する必要がある。f5 データセットで市場、年度、農家を母数効果として含むモデルは国内のいくつかの県で採用されている方法と近いものであるが、ここで A 市場のように取り扱い頭数の多い市場への出荷割合との間においても偏りがみられたことは、考えられる環境要因を安易に主効果としてモデルに取り入れるべきではないことを示すものであろう。

以上の結果から、育種価予測に当たり枝肉市場を主効果として取り上げると、各枝肉形質の育種価予測に当たって、市場による偏りが生じることが明らかとなった。BMS を除く 5 形質については測定者の主観が極めて入りにくいと考えられることから、育種価を予測する場合、主効果としての市場を除外することによりこのような偏りを小さくすることができると考えられる。この点に関し、佐々木と守屋 (1994) は種雄牛評価に取り上げる要因として種雄牛の期待後代差とそれらの後代における実現値との関連から見ても枝肉市場は不可欠ではないとしており、この点からも市場除外の影響は小さいと

考えられる。BMS についても市場による偏りが生じる点は他の形質と同様である。しかし、これを判定する判定員が市場によって異なることから、変動因としての市場を除外することは適当でない。この場合においては、枝肉記録を市場・年度・農家の副次級記録数で選択し、主効果として市場×年度×農家をモデルに含む方法で育種価を予測することにより、市場による偏りが生じにくいと考えられる。

謝 辞

英文校閲を快く引き受け、適切なご助言をいただいたカナダ University of Guelph の Dr. Ching Y. Lin に深く感謝の意を表します。

文 献

- Boldman KG, Kriesse LA, Van Vleck LD, Van Tassell CP, Kachman SD. 1995. *A Manual for Use of MTDFREML*. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances. 114. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Washington, DC. USA.
- 福原利一・守屋和幸・原田 宏. 1989. 新牛枝肉取引規格の歩留等級形質に関する遺伝的パラメータの推定と種雄牛評価. 日本畜産学会報, 60 : 1128-1134.
- Graser HU, Smith SP, Tier B. 1987. A derivative free approach for estimating variance components in animal models by restricted maximum likelihood. *Journal of Animal Science*, 64 : 1362-1370.
- 伊藤要二・佐々木義之. 1985. 枝肉市場成績を用いた種雄牛評価に対する母方祖父の影響. 日本畜産学会報, 56 : 619-623.
- Kitamura C, Yasuda Y, Kobayashi T, Nomura T, Shimada K. 1999. Genetic analysis of direct and maternal effects for calf market and carcass weights in Japanese Black cattle. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 12 : 843-845.
- 熊崎一雄・芝田 猛. 1985. 和牛の優良系統造成に関する基礎的研究 4. BLUP 法による褐毛和種産肉形質に対する種雄牛評価. 九州東海大学農学部紀要, 4 : 35-41.
- 長嶺慶隆・林 孝・佐藤 博. 1988. 産子の屠殺日齢が種雄牛の評価に及ぼす影響. 日本畜産学会報, 59 : 585-589.
- 日本食肉格付協会. 1988. 新しい牛枝肉取引規格. 3-4. 日本食肉格付協会. 東京.
- 岡西 剛・向井文雄・吉村豊信. 1993. 繁殖雌牛の体測定値を利用したアニマルモデル BLUP 法による枝肉形質の育種価予測値の正確度. *Animal Science and Technology*, 64 : 896-903.
- Patterson HD, Thompson R. 1971. Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58 : 545-554.
- Sasaki Y. 1992. The effectiveness of the best linear unbiased prediction of beef sires using field data collected from small farms. *Journal of Animal Science*, 70 : 3317-3321.
- 佐々木義之・伊藤要二・高崎 充. 1986. フィールドの産肉能力記録に基づく各種種雄牛評価法間の比較. 日本畜産学会報, 57 : 120-125.
- 佐々木義之・守屋和幸. 1994. フィールド記録に基づく肉用種雄牛評価における肥育農家および枝肉市場情報の必要性. *Animal Science and Technology*, 65 : 265-270.

佐々木義之・佐々江洋太郎. 1988. フィールド記録を用いた BLUP 法による肉用種雄牛評価のためのモデルの検討. 日本畜産学会報, 59 : 23-30.
SAS 出版局. 1993. SAS/STAT ソフトウェア : ユーザーズガイド. Version6, 1st ed. 569-666. 株式会社サスインスティテュートジャパン. 東京.
Van Vleck LD. 1987. Contemporary groups for genetic evalua-

tions. *Journal of Dairy Science*, 87 : 2456-2464.
Wada Y, Takebe A, Kashiwagi N, Abe T. 1993. Selection of fixed effects in sire evaluation models using Akaike's Bayesian information criterion. *Animal Science and Technology*, 64 : 678-685.
全国和牛登録協会. 2001. 和牛誌. 第 217 号. 48-56. 全国和牛登録協会. 東京.

Influence of Carcass Market on the Predicted Breeding Value of Beef Cattle

Kuninori FUJINAKA, Taiji DOUGO, Susumu OHTAGAKI and Yoshiyuki SASAKI¹

Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry and Fisheries, Kasai-shi 679-0198, Japan

¹ Kyoto University Graduate School of Agriculture, Sakyo-ku, Kyoto-shi 606-8502, Japan

Corresponding : Kuninori FUJINAKA (fax : +81 (0) 790-47-0549, e-mail : Kuninori-Fujinaka@pref.hyogo.jp)

The influence of fitting the carcass market as a main effect on the prediction of breeding values and a method for the unbiased prediction of breeding values were investigated. Data consisted of 22,756 records of the fattened Japanese Black cattle shipped to five carcass markets in Hyogo Prefecture from 1988 to 2000. The means of carcass traits were different among carcass markets. When the average carcass weight of a market was light coupled with a high percentage of a sire's progeny shipped to that market, the average carcass weight of the progeny of that sire tended to be light. The shipped rate of the progeny to each market was calculated for both sires and dams based on their progeny with the carcass record. The breeding values for the carcass traits were predicted with or without the carcass market fitted as a main effect in the model. The difference in the breeding values between the two models was computed. The breeding value of the sire or dam which had more progeny shipped to the market with light carcass weight was over-predicted when the carcass market was fitted in the model. The correlation coefficient between the shipped rate to that market and the difference in breeding values, with or without fitting carcass market as an effect, was positive. The reverse was true in the market with heavy carcass weight. The results suggest that the breeding value predicted with the model containing the carcass market as a main effect is biased. The correlation coefficient was smaller by combining the carcass market with the year×farm as a main effect. It is important to exclude the carcass market from the model or if it is contained to take into consideration the carcass market×year×farm as a main effect in the model for prediction of unbiased breeding values.

Nihon Chikusan Gakkaiho, 74 (2) : 177-185, 2003

Key words : Japanese Black cattle, Carcass traits, Carcass Market, BLUP, Predicting Model