

但馬牛集団のジーンドロッピング法による系統分類の試み

福島護之*・坂瀬充洋*・野田昌伸*・武田和士*・上野 悟*
本多 健***・大山憲二**・向井文雄***

要 約

但馬牛における始祖個体遺伝子の消長をジーンドロッピング法で調べ、その結果を基に普遍的な系統分類の方法を検討した。

- 1 現存牛の血統を可能な限り遡り出現した牛のうち名号、生年月日が明らかで、産地が兵庫県内の牛を始祖個体としたところ、条件を全て満たす個体は1,461頭(累計遺伝的寄与率0.773)となった。系統分類のための始祖個体は、Pr(lost)の小さい100頭に限定した。
- 2 始祖個体の生産地は城崎郡14頭(累積寄与率0.0314)、出石郡2頭(累積寄与率0.0002)、美方郡82頭(累積寄与率0.637)と養父郡2頭であったが、当時の郡境からは養父郡の2頭は美方郡に分類されていると考えられ、美方郡産が84頭にのぼり寄与率が高かった。
- 3 現存個体27,138頭に対する始祖個体からの遺伝的寄与率を計算し、その結果を基に主成分分析を行った。第3主成分までで約85%を説明でき、現在個体の頭数割合が3.7~25.9%の8グループに分類できた。
- 4 各グループ内及びグループ間の平均血縁係数から、G1~G4とG8ではグループ間の平均血縁係数がグループ内の平均血縁係数よりも高いグループが存在し、近年は系統外の種雄牛との交配が増加したことに起因すると考えられた。G5~G7では、グループ内の平均血縁係数が最も高く、依然、系統内交配が主流であると考えられた。
- 5 グループ毎の近交係数は、16,143頭の結果からG1~G4では13.0~17.8%と低く、G5~G8で18.7~23.2%と高い傾向にあった。
- 6 グループ毎の枝肉重量の育種価の平均は-8.1~-2.7とグループ間でばらついていた。BMS育種価の平均に関しても、0.63~1.00とばらついていたが、各グループともに最大値をみると1.477~2.137と能力が高い個体が含まれていた。

以上の結果から、ジーンドロッピング法により選定した100頭の始祖個体を元にした系統分類法によって現在の但馬牛を分類することが可能であり、頭数や産肉能力から見ても遺伝的多様性を保持しつつ、今後の改良が可能であることが明らかとなった。

Classification of the Current Population of Japanese Black Cattle in Hyogo (Tajima Strain) Using Gene Dropping Simulation Method

Moriyuki FUKUSHIMA, Mitsuhiro SAKASE, Masanobu NODA, Kazuhito TAKEDA,
Satoru UENO, Takeshi HONDA, Kenji OYAMA and Fumio MUKAI

Summary

Alleles originated from founder animals in Japanese Black cattle population in Hyogo prefecture was surveyed by gene dropping method and the efficiency of the method for the classification to lines was examined.

- (1) There were 1,461 founder animals and their total cumulative genetic contribution was estimated to be 0.773.

2004年8月31日受理

* 兵庫県立農林水産技術総合センター北部農業技術センター

** 神戸大学農学部附属食資源教育研究センター

*** 神戸大学農学部

Among them, we selected 100 founders with the lowest Pr(lost) as basic founders for re-grouping of current population.

- (2) The origins of founder animals were Kinosaki (14 heads), Izushi (2 heads) and Mikata (84 heads), and the contribution of Mikata was the highest.
- (3) Genetic contribution from founder animals to 27,138 existent individuals was calculated, and the principal component analysis was applied for re-grouping. About 85% of total variation were explained by the first-three principal components, and existent animals were classified into 8 groups (G1 ~ G8). The smallest group contained 3.7% of total animals and the largest one contained 25.9%.
- (4) Average relationship coefficients between and within groups were calculated. The results suggested that recently lines (G1 ~ G4 and G8) were crossed frequently was taking the greater part recently. The relationship coefficients within G5-G7 groups were higher than the coefficients between groups. It is suggested that cross took the greater part in the system.
- (5) Coefficients of inbreeding in G1 ~ G4 groups were low with 13.5 ~ 18.0%. However G5 ~ G8 groups had higher values of 11.0 ~ 23.3%.
- (6) Average predicted breeding values of carcass weight in each group largely varied (-8.3 ~ -1.4 kg). Although predicted breeding values of beef marbling also varied (0.67 ~ 1.02), animals with superior beef marbling breeding values were bounded in all groups.

キーワード：但馬牛, ジーンドロッピング, 系統分類, 近交係数

緒言

兵庫県黒毛和種集団（以下但馬牛と呼ぶ）においては飼養頭数の減少や特定系統に偏った交配がおこなわれたために近交係数の急激な上昇が起こり、遺伝性疾患の発生、改良限界の早期化、機械的浮動の増大などが懸念され、早急に系統再編成を実施して、組織的な選抜、交配体制により近交係数上昇を鈍化させる対策が必要とされている。

但馬牛は雌牛を中心とした蔓牛によって系統造成がなされ、最近ではこれを源として造成した種雄牛によって血統の大まかな把握がなされてきた。しかし、約20年前から系統の垣根を越えた交配によって作出された種雄牛が活躍するに至り、但馬牛集団内に複数の系統を維持することが困難となり近交係数が急激に上昇した。そこで、筆者らは前報¹⁾で新たな系統分類の試みとして血縁係数を基礎にしたクラスター分析法を検討した。しかし、現存する但馬牛集団に適用したところ、選抜、交配に伴う集団の遺伝的構造の変化に伴って設定したグループ間の境界が変化することが明らかとなった。このことは、同一牛であっても集団構成が変化すると分類される系統が変わり、世代を超えての普遍的な分類が不可能であることを意味している。そこで、長期的に系統造成を実施して行くには普遍的な分類を確立する必要がある。一方、Honda et al.²⁾は但馬牛のような閉鎖集団においては、始祖個体の遺伝的寄与率からは必ずしも十分な情報が得

られず、遺伝的多様性を維持するためには低い頻度で分布している貴重な始祖個体遺伝子を持つ可能性の高い現存個体の検出が重要であり、これを可能にする手法としてジーンドロッピング³⁾ (Gene Dropping (以下GDと呼ぶ)) 法が有効であることを報告した。そこで、本報では但馬牛における始祖個体遺伝子の消長をGD法で調べ、その結果を基に普遍的な系統分類の方法を検討した。

材料及び方法

1 分析材料

分析は1985年から2001年の間に生まれ兵庫県で供用された登録雄牛154頭及び登録雌牛26,938頭と1985年以前に生産された雄牛で現在でも凍結精液が利用可能な46頭の計27,138頭を現存集団とみなした。これらの血統を遡り兵庫県で供用されたと考えられる97,611個体を対象として、分析用血統データとした。

2 GDシミュレーション法

GDシミュレーションは全始祖個体に互いに同祖的でない仮想的な対立遺伝子を2つずつ与え、それらをモンテカルロ法により現実の血統構成に従って伝達させ、全後代の遺伝子型を確率論的に決定する手法である。本研究ではこのシミュレーションを50,000回反復して始祖個体遺伝子の現存集団における頻度を推定した。さらに、推定された始祖個体遺伝子の頻度に関する分布から、各始祖個体の Pr(lost) と全集団に対する頻度の期待値であ

る遺伝的寄与率を求めた。Pr(lost)とは、遺伝的多様性の維持・回復を考える際に有益と思われるパラメーターとして始祖個体*i*に由来する対立遺伝子が、遺伝子伝達の過程で消失してしまい、現存集団まで伝達されない確率あるいは、始祖個体*i*の全ゲノムのうち両対立遺伝子が集団から消失してしまった座位の割合である。

3 現存集団のグループ化

全始祖個体に関する遺伝子保有確率を基にグループングを試みることは困難であることから、全始祖牛のうちPr(lost)の小さい100頭の始祖牛を抽出した。なお、選定した100始祖個体による累積遺伝的寄与率は0.668であった。次にこれら始祖牛100頭の現存集団各個体に対する遺伝的寄与率から始祖牛間の相関行列を算出し、主成分分析により現存集団のグループ化を試みた。

4 グループ毎の近交係数と産肉能力育種価の比較

産肉能力の育種価評価には(株)全国和牛登録協会のプログラムを用い算出した。この3年間に分娩記録のある16,143頭の雌牛について、近交係数と産肉能力の推定又は期待育種価を推定し、グループ毎の特徴を検討した。

結果

1 始祖個体の選定

現存牛の血統を可能な限り遡った個体のうち名号、生年月日、産地が明らかな牛を始祖個体とした。ただし、この条件に合致する個体で基本、本原登録牛は兵庫県以外からの導入牛ないし、それらの肉親であったのでこれらを除外した。その結果、始祖個体として1,461頭(累積遺伝的寄与率0.773)が検出された。GDシミュレーションによる始祖個体のPr(lost)の度数分布を表1に示した。始祖個体数が多ければ累積遺伝的寄与率が高まるものの、系統分類において多大な労力を必要とし、今後の系統の維持、再編を考える上での価値も少ない。そこで、始祖個体選定は表1の結果より、現存牛の累積遺伝的寄与率の70%程度を説明できるPr(lost)が0.7未満の100頭とすることとした。始祖個体100頭の名号、登録番号、生年月日、産地、遺伝的寄与率及び、Pr(lost)は、表2に示すとおりである。始祖個体の生産地(郡ならびに町)ごとの分布は表3に示すように城崎郡14頭、出石郡2頭、美方郡82頭と養父郡2頭であったが、当時の郡境からは

表1 Pr(lost)に関する始祖個体(1,461頭の)度数分布

Pr(lost)	0-0.5	<0.6	<0.7	<0.8	<0.9	<1.0
始祖個体頭数	47	19	32	60	168	1135
累積						
個体数	47	66	98	158	326	1461
遺伝的寄与率	0.538	0.621	0.668	0.747	0.763	0.773

表2 始祖個体100頭(Pr(lost)<0.7)に関する情報

名号	登録番号	生年月日	産地	遺伝的寄与率	Pr(lost) <i>i</i>
よし	283200255	S 2. 3. 20	城崎郡城崎町	0.0050	0.152
第二根	1283200136	T10. 3. 25	城崎郡竹野町	0.0092	0.0699
菊	283200133	T12. 3. 2	城崎郡竹野町	0.0009	0.2536
さき	28320164	S13. 3. 25	城崎郡竹野町	0.0012	0.4934
根	1283200131	T 9. 2. 14	城崎郡竹野町	0.0010	0.5006
城崎一	1283200238	T13. 5. 11	城崎郡竹野町	0.0026	0.5743
浦上	1283200006	T11. 4. 15	城崎郡香住町	0.0014	0.1604
第二畑	1283200142	S 3. 4. 10	城崎郡香住町	0.0050	0.2969
安木	1283200172	T12. 3. 24	城崎郡香住町	0.0025	0.4411
第六下岡	1283200141	S 3. 2. 10	城崎郡香住町	0.0002	0.4891
久斗山	1283200139	T14. 2. 22	城崎郡香住町	0.0005	0.6145
茶	283200318	T12. 6. 15	城崎郡香住町	0.0014	0.6433
第四下岡	1283200134	T13. 4. 19	城崎郡香住町	0.0002	0.6578
第二安木	1283200144	T12. 4. 3.	城崎郡香住町	0.0002	0.6747
みくに	283300254	T13. 5. 10	出石郡但東町	0.0001	0.3307
いしつぼ	283300096	S 3. 4. 25	出石郡但東町	0.0000	0.6377
虎ノ	280000201	T 8. 6. 5	美方郡村岡町	0.0560	0.0063
第二多子二	1283600541	T12. 5. 26	美方郡村岡町	0.0360	0.0254
長栄	1280000001	T11. 3. 30	美方郡村岡町	0.0176	0.0579
萩山	280000017	T 7. 4. 1	美方郡村岡町	0.0015	0.1171
向家	1280000095	T15. 4. 11	美方郡村岡町	0.0005	0.3803
たま	280000053	T13. 7. 1	美方郡村岡町	0.0005	0.4072
第二村岡	1283600965	T10. 4. 1	美方郡村岡町	0.0019	0.5103
村義	283600754	T13. 5. 1	美方郡村岡町	0.0019	0.5708
高坂	1283601001	T11. 6. 15	美方郡村岡町	0.0040	0.5727
かね	280000058	T10. 2. 17	美方郡村岡町	0.0154	0.6212
平山	283601632	T14. 7. 6	美方郡村岡町	0.0064	0.6842
熊	283601817	T15. 7. 10	美方郡村岡町	0.0000	0.6974
やすずみ	283000080	T 7. 3. 10	美方郡村岡町	0.0006	0.7019
市ノ	283300342	S 4. 3. 25	美方郡浜坂町	0.0002	0.2115
ソ	283600832	S 4. 4. 27	美方郡浜坂町	0.0006	0.5964
第二熱田	1283600391	T 4. 3. 6	美方郡美方町	0.0581	0.0032
熊波	1283600983	T10. 5. 28	美方郡美方町	0.0438	0.0182
熱田	1283600701	M45. 3. 15	美方郡美方町	0.0158	0.0194
於松	283600555	T 8. 2. 1	美方郡美方町	0.0044	0.2338
実山一	1283600989	T10. 3. 27	美方郡美方町	0.0044	0.2553
為	283600078	T 8. 5. 12	美方郡美方町	0.0008	0.2803
新庄	283601483	T14. 3. 6	美方郡美方町	0.0044	0.2842
堤見	1283600975	T10. 3. 15	美方郡美方町	0.0056	0.3873
川会	1283600973	T 9. 5. 15	美方郡美方町	0.0021	0.3997
うめ	283600538	T 7. 3. 19	美方郡美方町	0.0003	0.5135
吉湖	283601481	T 7. 7. 4	美方郡美方町	0.0071	0.5217
国勢	1283600976	T 9. 3. 20	美方郡美方町	0.0007	0.5227
よしみ	283601857	S 8. 3. 12	美方郡美方町	0.0002	0.5284
一富	280000195	T 6. 2. 6	美方郡美方町	0.0012	0.5866
長玉	283600606	T 8. 3. 8	美方郡美方町	0.0002	0.5955
しず	283601147	S 3. 6. 25	美方郡美方町	0.0001	0.6174
かね	283602062	S 8. 7. 26	美方郡美方町	0.0008	0.6271
きよ	3600487	T 7. 3. 1	美方郡美方町	0.0000	0.6434
東垣	1283601000	T11. 4. 15	美方郡美方町	0.0001	0.6508
第一免塚	1283600967	T10. 7. 15	美方郡美方町	0.0015	0.6648
とみ	283602850	S 9. 5. 10	美方郡美方町	0.0000	0.6655
第二水辺	280000320	T13. 3. 1	美方郡美方町	0.0000	0.6926
林弥	283601059	T12. 4. 13	美方郡美方町	0.0000	0.6944
梅	283600396	T 2. 6. 1	美方郡温泉町	0.0010	0.0039
中井	1283600982	T 3. 3. 14	美方郡温泉町	0.0287	0.005
第二岸田	1283600986	T 8. 3. 15	美方郡温泉町	0.0149	0.0063
ツル	283600393	T 3. 5. 9	美方郡温泉町	0.0344	0.0064
花	283600692	T 4. 1. 1	美方郡温泉町	0.0822	0.0144
岸田	1283600978	T10. 6. 6	美方郡温泉町	0.0077	0.0177
うめ	283600705	T 6. 5. 1	美方郡温泉町	0.0061	0.0898
福	283600887	T11. 5. 20	美方郡温泉町	0.0003	0.1398
玉子	1283601062	T14. 4. 6	美方郡温泉町	0.0083	0.2809
西垣	283600296	S 5. 4. 22	美方郡温泉町	0.0007	0.2928
こやま	280000023	T 8. 4. 18	美方郡温泉町	0.0006	0.2974
ナガゲン	283600306	T 9. 3. 25	美方郡温泉町	0.0045	0.3279
マツ	283600459	T 4. 4. 1	美方郡温泉町	0.0006	0.3683
於金	283600318	T 3. 2. 23	美方郡温泉町	0.0040	0.4572
金	283600709	T 6. 4. 13	美方郡温泉町	0.0001	0.4603
西かね	283600187	T 9. 4. 15	美方郡温泉町	0.0004	0.4613
第七岸田	1283600440	T12. 5. 25	美方郡温泉町	0.0001	0.4817
かね	283600394	T 4. 3. 23	美方郡温泉町	0.0003	0.4837
第二多子一	1283600217	T10. 4. 1	美方郡温泉町	0.0006	0.4864
井上	1283600920	T13. 5. 18	美方郡温泉町	0.0143	0.4917
千代	283600537	T11. 6. 10	美方郡温泉町	0.0059	0.4969
セイ	283600233	S 4. 4. 8	美方郡温泉町	0.0002	0.5086
千	283600679	T10. 4. 18	美方郡温泉町	0.0267	0.522
おかね	283600457	T 4. 5. 4	美方郡温泉町	0.0334	0.5421
金登	283601194	T 4. 3. 1	美方郡温泉町	0.0005	0.5454
千代田	1283600302	S 3. 6. 1	美方郡温泉町	0.0000	0.5632
久川	283600425	T14. 6. 21	美方郡温泉町	0.0002	0.5743
千	283600452	T12. 4. 28	美方郡温泉町	0.0006	0.5934
中村	283600842	T 4. 3. 1	美方郡温泉町	0.0000	0.61
中かね子	280000197	T 8. 3. 15	美方郡温泉町	0.0003	0.6116
丹土	1283600987	T10. 3. 23	美方郡温泉町	0.0167	0.6347
未	283601347	T12. 3. 1	美方郡温泉町	0.0013	0.6393
中多	1283601022	T13. 3. 9	美方郡温泉町	0.0001	0.6424
つる	283602623	S 8. 6. 20	美方郡温泉町	0.0002	0.6488
八	283600812	T 8. 5. 1	美方郡温泉町	0.0001	0.6598
井上	1283601004	T11. 5. 3	美方郡温泉町	0.0001	0.6629
的場	1283600901	T13. 6. 13	美方郡温泉町	0.0002	0.663
照山	1283600919	T14. 5. 18	美方郡温泉町	0.0003	0.6772
べん三	283600334	T 6. 2. 10	美方郡温泉町	0.0002	0.6826
金	283600733	T11. 5. 20	美方郡温泉町	0.0000	0.683
ぬ	283600171	T13. 5. 1	美方郡温泉町	0.0000	0.6874
しんこ	283604429	S20. 7. 20	美方郡温泉町	0.0002	0.6956
君子	283600718	T 5. 5. 5	美方郡温泉町	0.0003	0.6999
美代	283600868	T13. 7. 5	美方郡温泉町	0.0001	0.7023
熊次	1283600970	T 8. 4. 20	養父市関宮町	0.0047	0.2422
第二いわ	283602683	S11. 6. 24	養父市関宮町	0.0002	0.6241

養父郡の2頭は美方郡に分類されるので美方郡として取り扱った。累積遺伝的寄与率では、城崎郡0.0314、出石郡0.0002及び美方郡0.637と美方郡の寄与率が極めて高かった。

2 現存個体のグループ化

現存個体27,138頭に対する始祖個体100頭からの遺伝的寄与率を計算し、その結果を基に主成分分析を行った。

表3 地域別始祖個体数及び累積遺伝的寄与率

郡	町	始祖個体数	累積遺伝的寄与率
城崎	城崎	1	0.0050
	竹野	5	0.0150
	香住	8	0.0114
出石	但東	2	0.0002
美方	村岡	13	0.1423
	浜坂	2	0.0008
	美方	23	0.1516
	温泉	44	0.3374
養父	関宮	2	0.0049
計		100	0.6686

第1～第4主成分の寄与率は、表4のようになり、第3主成分までで84.7%、第4主成分までで90.7%を説明できた。第1主成分の因子負荷量の平均は城崎(0.154)と出石郡(0.002)で正であったが、美方郡(-0.024)では負であった。なお、正負は良否ではなく、単に分類上の符号である。

そこで、第3及び第4主成分までを用い各現存個体の主成分得点の符号により分類を試みた(表5, 6)。それぞれ正及び負の現存個体が属するグループである。第3主成分までを用いた分類では所属する頭数割合が3.7～25.9%の個体を含む8グループに分類できたが、第4成分まででは1.3～16.6%の16グループに分類された。今後の系統造成を実施していく上で、過度の細分化は、グループ内に種雄牛が含まれないことや、維持そのものが困難であることから第3主成分までの8グループを系統として把握することとした。

各グループ内及びグループ間の平均血縁係数は表7に示すとおりである。G1～G4とG8ではグループ間の

表4 主成分分析による各主成分の寄与率と累積寄与率(%)

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分
寄与率	66.5	9.6	8.6	5.9
累積寄与率	66.5	76.1	84.7	90.7

表5 第3主成分までによる現存個体の分類結果

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
クラス	+++	++-	+ - +	+ - -	- + +	- + -	- - +	- - -
雄牛頭数	14	3	4	9	25	66	63	16
雌牛頭数	1,748	2,793	2,921	1,000	2,539	6,955	6,724	2,258
合計頭数	1,762	2,796	2,925	1,009	2,564	7,021	6,787	2,274
割合(%)	6.5	10.3	10.8	3.7	9.4	25.9	25.0	8.4

クラス：+++は、第1, 2及び第3主成分の各係数が+を意味する

表6 第4主成分までによる現存個体の分類結果

	G1'	G2'	G3'	G4'	G5'	G6'	G7'	G8'
クラス	++++	+++ -	++ - +	++ - -	+ - + +	+ - + -	+ - - +	+ - - -
雄牛頭数	2	12	2	1	4	0	0	9
雌牛頭数	639	1,109	1,630	1,163	1,240	1,681	658	342
合計頭数	641	1,121	1,632	1,164	1,244	1,681	658	351
割合(%)	2.4	4.1	6.0	4.3	4.6	6.2	2.4	1.3
	G9'	G10'	G11'	G12'	G13'	G14'	G15'	G16'
クラス	- + + +	- + + -	- + - +	- + - -	- - + +	- - + -	- - - +	- - - -
雄牛頭数	4	21	16	50	33	30	15	1
雌牛頭数	389	2,150	2,494	4,461	3,184	3,540	1,773	485
合計頭数	393	2,171	2,510	4,511	3,217	3,570	1,788	486
割合(%)	1.4	8.0	9.2	16.6	11.9	13.2	6.6	1.8

クラス：++++は、第1, 2, 3及び第4主成分の各係数が+を意味する

表7 グループ内及びグループ間の血縁係数

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8
G1	0.316							
G2	0.317	0.369						
G3	0.306	0.278	0.331					
G4	0.256	0.285	0.237	0.241				
G5	0.352	0.358	0.347	0.287	0.428			
G6	0.345	0.390	0.314	0.301	0.416	0.438		
G7	0.327	0.307	0.350	0.263	0.388	0.358	0.385	
G8	0.310	0.341	0.294	0.288	0.362	0.374	0.335	0.356

表8 グループ毎の近交係数と主な育種価(平均±標準偏差)

	G1	G2	G3	G4	G8
G1	948	14.4±4.0b	856	-5.7±12.1d	0.76±0.31d(1.936)
G2	1,375	17.8±5.4c	1,247	-4.6±11.6e	0.71±0.30e(2.120)
G3	1,552	13.2±4.9a	1,443	-6.9±12.9bc	0.70±0.28e(2.137)
G4	357	13.0±7.6a	292	-6.9±12.9bc	0.63±0.33f(1.477)
G5	1,923	20.8±3.9f	1,590	-8.1±11.7a	1.00±0.29a(1.954)
G6	4,797	23.2±4.3g	4,052	-6.8±11.8c	0.93±0.27b(1.949)
G7	4,113	18.7±5.1d	3,720	-7.6±12.6ab	0.85±0.29c(1.903)
G8	1,078	19.9±5.5e	942	-3.8±12.6ef	0.77±0.33d(1.741)
計	16,143	19.4±5.8	14,142	-6.6±12.2	0.85±0.31(2.137)

a, b, c, d, e, f: 同列異符号間に有意差(P<0.05)

平均血縁係数がグループ内の平均血縁係数よりも高いグループが存在し、近年に、系統外の種雄牛との交配が頻繁に行われた結果であると考えられた。G5～G7では、グループ内の平均血縁係数が最も高く、依然として系統内交配が主流であると考えられた。

3 グループ毎の近交係数と産肉能力育種価の比較

グループ毎の平均近交係数と産肉能力(枝肉重量及び脂肪交雑基準値(以下BMSと呼ぶ))の平均育種価を表8に示した。

近交係数は、16,143頭の結果から全グループ間に有意差が認められた(P<0.05)。育種価評価結果を持つ14,142頭における枝肉重量の育種価はグループ間で有意差(P<0.05)が認められた。BMS育種価は各グループ間で有意差(P<0.05)が認められたものの、各グループ内の個体の最大値は1.477～2.137の範囲にあり、能力の高い個体がいずれのグループにも含まれていた。

考 察

筆者らは、前報¹⁾で血縁係数による但馬牛の系統分類を検討して報告した。血縁係数による系統分類法は従来の種雄牛を中心とした分類方法に比較して多くの情報を考慮でき、系統把握に有効な手法とも考えられたが、仮想集団を用いた分析によって、選抜、交配が進むにつれて集団構造が変化し、グループ間の境界が移動すること

により、同一個体であっても世代を超えると異なるグループ化が行われることが示された。すなわち、世代を超えた普遍的な系統分類の指標としては必ずしも十分ではないことが明らかとなった。そこで、Honnd a et al.²⁾が報告したGD法を用いて系統分類法を検討した。1,461頭の始祖個体が検出されたが、多数の始祖個体を対象に分析することは、系統の維持、再編からの観点からは、問題であり、今回は生集団の70%程度の遺伝的寄与率を説明できる始祖個体100頭を用いて、これらの主成分分析結果を指標として集団のグループ化を行った。

主成分分析を行ったところ、表4に示すように第1主成分で寄与率のバラツキの66.5%を説明でき、第1主成分に関する、始祖牛の因子負荷量の平均値から、符号が正になる城崎系と負になる美方系に大きく分類された。第2主成分はバラツキの9.6%を説明した。第3主成分及び第4主成分のどの段階まで分類するかについて検討したところ、表6に示すように第4主成分まで考慮した場合に雄牛を含まないグループが存在することや、グループに属する個体数が大きく異なることから、第3主成分までの因子負荷量の符号の組み合わせにより8グループで分類することが妥当であると考えられた。

各グループをG1～G8と名付けてグループ内及びグループ間の血縁係数を求めた結果を表7に示したが、G1～G4の第1主成分スコアが正の領域に分布する城崎系のグループでは各グループともグループ間の血縁係数が高く、グループ外種雄牛を頻繁に利用し、一部のグループ外集団との交流が盛んなことが推察された。一方、G5～G6の集団ではグループ内の血縁係数が最も高く、従来の雄系による系統内にさらに亜系統が構成されていることが伺われた。このことは、近交係数の平均値からも伺われ、表8に示すようにG5、G6の近交係数は他グループに比較して有意に高かった。

産肉能力の育種価が推定されている14,142頭の枝肉重量ならびにBMSの育種価からグループにより産肉能力にも特徴があることが伺われた。今後、グループ間の遺伝的多様性を維持しつつ、育種価評価を有効に利用して各グループ間の能力差を緩和する必要がある。現実には、BMSでは平均値間には差が認められるが、各グループの最大BMS値を比較すると、グループ間の差異は少なく適切な交配によって産肉能力改良の可能性があることが示唆された。

前報¹⁾で検討した血縁係数による系統分類法の問題点は選抜、交配に伴って集団構造が変化し、分類されるグループ数やその所属が変化することであったが、今回のGD法では始祖個体を変更しない限りは基準となるグ

ループは不変であり, 但馬牛の普遍的な系統分類法としては適切な手法と考えられた.

謝辞

研究遂行に当たってデータの提供をいただいた(社)全国和牛登録協会兵庫県支部の助野英志副支部長並びに高橋毅技師に深謝します.

引用文献

(1) 福島護之・大山憲二・坂瀬充洋・野田昌伸・武田和士・有吉哲志・向井文雄 (2003): 但馬牛集団の血縁

係数による血統分類の試み:兵庫農技総セ研報(畜産). 39, 16-21

(2) Honda, T., T. Nomura, M. Fukushima and F. Mukai (2003): Gene dropping analysis of founder contributions in a closed Japanese black cattle population: Anim.Sci. J. 73, 105-111

(3) MacCluer, J.W., J.L. VandeBerg, B. Read, O. A. Ryder(1986): Pedigree analysis by computer simulation: Zoo Biology 5, 147-160