

岡山県における黒毛和種高等登録牛の遺伝学的分析

I. 遺伝的寄与率と近交係数

河本泰生・山本幸造*・猪 貴義

(家畜育種学研究室)

Received June 30, 1976

Genetic Analysis the of Registered Japanese Black Cattle in Okayama Prefecture

I. The Rate of Genetic Contribution and Inbreeding Coefficient

Yasuo KAWAMOTO, Kozo YAMAMOTO* and Takayoshi INO

(Laboratory of Animal Genetics and Breeding)

Excellent grade bulls and cows of Japanese Black Cattle registered in Okayama prefecture during 24 years from 1951 to 1974 have totaled to 51 and 635 respectively.

In order to analyze the breeding structure of these excellent breeds, estimation of the rate of genetic contribution of certain important breeding bulls and cows to the breeds was made by WIENER'S method. Estimation was also made for bull herd which had been reared at OKAYAMA Prefectural Experimental Station of JAPANESE Black Cattle. Full pedigree records of the breeds for five generations were utilized. The average inbreeding coefficient was also examined in these materials.

The result obtained were summarized as follows :

1) Important bulls contributed to the sampled population greatly were DAIROKU-KIYOKUNI, DAIROKU-KOZIN, DAIYON-SHIMOMAE, DAISAN-NAKAYA, OCHA and DAIZYU-SHINPUKU which were bred by line breeding system involving DAIZYUSAN-KAZAN's sublines and breeding bulls introduced from Hyogo prefecture.

2) The rate of genetic contribution of bull herd at the Experimental Station to the cattle registered as excellent grade in Okayama prefecture has become greater with years. This shows that the station has played an important role.

3) Inbreeding coefficients of Japanese Black Cattle registered as excellent grader in Okayama prefecture were higher than those of Japanese Shorthorn Cattle and Japanese Brown Cattle.

緒 言

人工授精の発展とその普及に伴い、牛においては必然的に種雄牛の減少が生じ、繁殖集団の構造が変化するとみられている。野沢^{4,5)}はこのような観点から、乳牛の繁殖構造の分析を行い、各地域の乳牛の繁殖構造の特性は次第に失われ全地域的に平均化し、血縁係数は上昇の傾向にあることを指摘した。

水間と佐々木³⁾は日本短角種について遺伝学的分析を行い、1969年までに本牛は顕著な肉用牛としての改良がみられたと報告した。また、木場¹⁾は褐毛和種について集団の近交度を検討した結果、近交係数が全域で上昇し、繁殖集団は地域毎に分化し、全体として均一化の

* 東北大学農学部 (The Faculty of Agriculture, Tohoku University)

傾向はみられなかったと報告している。

現在、中国地方を中心とした黒毛和種の繁殖地帯では、各県ともかなりの閉鎖的な繁殖を行い遺伝子導入はあまり行われていないとみられ、肉用牛としての和牛の改良目種はあるものの、県によってその目標の重点のおき方にはかなりの相異があるものとみられる。

わが国の肉用牛（和牛）については、登録や産肉能力に関する研究、選抜育種を考慮しての生産形質の遺伝率の推定などの研究報告は多くみられるが、繁殖構造に関する研究は少く先に述べた水間と佐々木³⁾、木場⁴⁾の研究、黒毛和種に関しては宇田^{6,7)}による蔓牛の造成過程の調査があるのみである。

本研究は、中国地方における黒毛和種集団の繁殖構造を明らかにし、今後の肉用牛の育種改良に資する目的で、まず、岡山県の高等登録牛をとりあげ、繁殖構造を WIENER⁸⁾ による特定種牛の遺伝的寄与率、WRIGHT⁹⁾ による近交係数の面から検討した。また、1965年以降、黒毛和種優良の確保と種雄牛の集中管理方式を採用している岡山県和牛試験場を別個にとりあげ、同様の検討を加えた。

材料及び方法

1 調査材料

用いた資料は、全国和牛登録協会岡山県支部に保管されている1951年から1974年までの24年間に高等登録を受けた雄牛51頭、雌牛635頭である。これらの資料のうち、雄では全頭数を用い、雌では1951～1955年、1962～1966年、1973年～1974年の間に高等登録を受けた323頭を分析材料として用いた。

これらの資料には、祖父母、あるいは祖々父母までの血統、登録審査時の体各部位の減率、審査得点、体型測定値、登録年月日、繁殖成績、繁殖者名、所有者名が記載されている。

2 分析方法

本研究では登録頭数が比較的少いため、調査材料の項で述べたように、全期間又は一定期間内に登録された頭数すべてを用い、血統は5世代までさかのぼって調査した。これらの血統図上に出現する特定種牛の高等登録牛群に対する遺伝的寄与率と岡山県和牛試験場の遺伝的寄与率は WIENER⁸⁾ の方法によって推定した。

また、黒毛和種高等登録牛群の近交係数は個々の個体の近交係数を WRIGHT⁹⁾ の方法によって計算し、それらの平均値を求めた。なお、共通祖先の近交係数は5世代までの血統図より計算できない場合には0とみなした。

遺伝的寄与率と近交係数の年次別比較を行うために、和牛の改良目標が肉牛指向に変わった1962年を基準にして時期区分を行い検討した。すなわち、高等登録雄牛群は頭数が少いので1951～1961年までの5年間を第Ⅰ期（16頭）、1962～1974年までの13年間を第Ⅱ期（35頭）とした。雌牛群は1941～1955年までの5年間を第Ⅰ期（35頭）、1962～1966年までの5年間を第Ⅱ期（114頭）、1973～1974年までの2年間を第Ⅲ期（151頭）とした。

結 果

高等登録牛の年次別、地区別頭数

表1は高等登録雄牛、雌牛の年次別、地区別頭数を示したものである。表から明らかなように、年次が進むにしたがって頭数が増加する傾向がみられる。また地区によって雄、雌登録頭数に偏りがあり、種雄牛の産地と種雌牛の産地別がみられる。阿哲では雄牛が最も多く

Table 1. The number of the Japanese Black Cattle registered as excellent grade at different administrative section in Okayama prefecture from 1951 to 1974

Year	Administrative section										Total	
	ATETU		NIIMI		MANIWA		TOMATA		Other sections			
	Bull	Cow	Bull	Cow	Bull	Cow	Bull	Cow	Bull	Cow	Bull	Cow
1951		6				2						8
52	1	4						1		6	1	11
53		6				2		2		1		11
54	1	4				3		2		4	1	13
55	1	8				3				4	1	15
56	2	3				2		1		2	2	8
57	1	9		1		3		1		2	1	16
58	5			2		2	1	5		4	6	13
59	2	6		1		4		4		4	2	19
60		2		6		3				3		14
61	2	6		1		3		2		7	2	19
62	4	8	1	6		3		3		4	5	24
63		5		3	1	7		1		3	1	19
64		6	2	3		5	2	2		5	4	21
65	2	9	1	2	1	6		5		2	4	24
66		5		4		6	2	4		7	2	26
67	2	7	2	2	1	9		3		6	5	27
68		11		7		17		3		5		43
69		6	1	9	1	17		4		1	2	37
70	1	6	1	1	2	17		2	1	7	5	33
71	2	2		3	1	18		2	1	4	4	29
72		16		9	1	18		4		7	1	54
73		10		5		27		8		13		63
74	2	12		11		24		21		20	2	88
Total	28	157	8	76	8	201	5	80	2	121	51	635

反対に真庭では雌牛の登録頭数が多い。なお、高等登録雄牛は阿哲、新見、真庭に集中し、苫田と津山を除く他地区にはまったく出現をみない。

2 高等登録雄牛群に対する遺伝的寄与率

特定種雄牛の遺伝的寄与率とは、調査牛群の遺伝子のうち、その種雄牛に由来すると期待される部分の割合である。表2は高等登録雄牛群に対して遺伝的寄与率が5%以上の種雄牛、4.5%以上の種雌牛の名号と遺伝的寄与率を期別に示した。第I期では、種雄牛は第六荒神（本登録383）の寄与率が最も高く14.9%を示し、次いでその息子の第六清国（高等登録31）が14.1%、岡山県における和牛改良の基礎種雄牛となった¹⁰⁾第十三花山（補助牛登記235）が11.3%、祖父父に第十三花山をもつ第二仙貫（予備登録岡山23）が7.4%を示した。第II期になると第四下前（高等登録46）が最も高く、次いで第六荒神、第六清国、第三中屋（本登録2095）の順となった。

全期を通してみると、第六荒神、第六清国、第四下前、第三中屋の寄与率が高い値を示した。

種雌牛の遺伝的寄与率は、寄与率の高い種雄牛の母牛で高い値を示した。全期を通してみ

Table 2. The rate of genetic contribution of important bull or cow to bull population registered as excellent grade

Periods					
I (1951~1961)		II (1962~1974)		Total	
Name	Genetic contribution %	Name	Genetic contribution %	Name	Genetic contribution %
Bull					
DAIROKU-KŌZIN (RR† 383*)	14.87	DAIYON-SIMOMAE (AR 46)	13.21	DAIROKU-KŌZIN (RR 383)	11.40
DAIROKU-KIYOKUNJ (AR 31)	14.06	DAIROKU-KŌZIN (RR 383)	9.82	DAIROKU-KIYOKUNI (AR 31)	9.68
DAIZYUSAN-KAZAN (AuR 235)	11.33	DAIROKU-KIYOKUNI (AR 31)	7.68	DAIYON-SIMOMAE (AR 46)	9.07
DAINI-SENGAN (PR 23)	7.42	DAISAN-NAKAYA (RR 2095)	7.32	DAISAN-NAKAYA (RR 2095)	6.99
DAINI-AITOKU (RR 34)	6.64	DAINI-SENGAN (PR 23)	5.45	DAINI-SENGAN (PR 23)	6.07
DAISAN-NAKAYA (RR 2095)	6.29			SINNŌ (PR 132)	5.15
DAIYON-RYUZAN (PR 45)	6.25				
DAINI-ŌMAE (PR 357)	5.86				
SINNŌ (PR 132)	5.86				
ŌCHA (AR 4)	5.47				
OKAYASU (PR 370)	5.47				
Cow					
DAISAN-KIYOKUNI (AR 8)	10.16	DAISAN-MINORI (RR 2840)	6.61	DAISAN-KIYOKUNI (AR 8)	5.94
SAKACHI (PR 3811)	7.42	SINYABUKI-ICHI (AR 808)	4.64	DAISAN-MINORI (RR 2840)	5.51
DAIYON-ŌMAKI (PR 1012)	5.88			SAKACHI (PR 3811)	5.02
DAISAN-TOMOYUKI (PR 1268)	5.06				
SENZAN (AuR 113)	4.88				

* registry number, † Abbreviation: RR=regular registry, AR=advanced registry, AuR=auxiliary registry, PR=preliminary registry.

ると、第六清国の母牛第三きよくに（高等登録8）、第四下前の母牛第三みのり（本登録2840）、第六荒神の母牛さかち（予備登録3811）が高い寄与率を示した。

3 高等登録雌牛群に対する遺伝的寄与率

表3は高等登録雌牛群に対する遺伝的寄与率が3.5%以上の種雄牛、2.3%以上の種雌牛の名号と遺伝的寄与率を期別に示した。第I期では、第十三花山が16.5%ときわめて高い。これについては第I期の雌牛群は1955年以前の登録牛群であるために、第十三花山が血統図上に頻繁に出現したことによる。次いで第十三花山の息子新花（予備登録岡山182）、兵庫県産

Table 3. The rate of genetic contribution of important bull or cow to cow population registered as excellent grade

	Periods						Total		
	I (1951~1955)		II (1962~1966)		III (1973~1974)				
	Name	Genetic contribution %	Name	Genetic contribution %	Name	Genetic contribution %	Name	Genetic contribution %	
Bull	DAIZYUSAN-KAZAN (AuR 235)	16.49	DAIZYU-SINPUKU (AR 17)	7.13	DAIROKU-KIYOKUNI (AR 31)	8.29	DAIROKU-KIYOKUNI (AR 31)	6.47	
	SINHANA (PR 182)	4.31	DAIROKU-KÖZIN (RR 383)	6.30	DAIYON-SIMOMAE (AR 46)	7.20	DAIROKU-KÖZIN (RR 383)	5.15	
	SINNŌ (PR 132)	3.88	DAIROKU-KIYOKUNI (AR 31)	5.15	DAIROKU-KÖZIN (RR 383)	6.25	DAIZYU-SINPUKU (AR 17)	5.00	
				ŌCHA (AR 4)	4.28	DAIZYU-SINPUKU (AR 17)	5.31	DAIZYUSAN-KAZAN (AuR 233)	4.44
				DENRYU (RR 1848)	4.22	DAISAN-NAKAYA (RR 2095)	4.86	DAIYON-SIMOMAE (AR 46)	4.22
				DAINI-SENGAN (PR 323)	3.95	CŌHUKU-ICHI (AR 113)	4.63	SINNŌ (PR 132)	3.62
				SINNŌ (PR 132)	3.87	ŌCHA (AR 48)	4.44	OCHA (RR 48)	3.59
				DAINI-MARUBAYASI (PR 12)	3.76	YAMAHANA (AR 48)	4.18		
				DAIZUYON-SENGAN (OR* 2003)	3.73	DAISAN-ADACHI (AR 30)	4.01		
						DAICHI-ŌMACHI (RSBS**8)	3.97		
	Cow	AKASI (—)	4.42	DAIGO-SINPUKU (RR 11106)	3.56	DAISAN-KIYOKUNI (AR 8)	4.01	DAIGO-SINPUKU (RR 11106)	2.49
		DAINI-SINMORI (AuR 4731)	2.37	SAKACHI (PR 3811)	3.07	DAISAN-MINORI (RR 2804)	3.60	DAISAN-KIYOKUNI (AR 8)	2.36
				SENZAN (AuR 3811)	2.66	SINYABUKI-ICHI (AR 808)	3.14	DAISAN-MINONI (RR 2840)	2.33
			DAISAN-KIYOKUN (AR 8)	2.38	DAICHI-HUZIYOSI (RR 1825)	2.92			
					MACHI (RR 766)	2.88			

* OR = ordinary registry, ** RSBR = registry in special breeding system.

の神農(予備登録岡山132)の順となった。第Ⅱ期になると、第四下前の父牛第十神福(高等登録17)が高く、次いで第六荒神、第六清国の順となった。第Ⅲ期では、第六清国が高く第四下前、第六荒神、第十神福がこれにつづく。

全期を通してみると、高等登録牛群に対して高い寄与率を示した第六荒神、第四下前に加えて、第十神福、第十三花山が高い値を示した。

高等登録雌牛群に対する遺伝的寄与率の高い種雌牛は、寄与率の高い種雄牛の母牛であった。第Ⅰ期では第十三花山の母牛明石と第二しんもり(補助牛登記4731)、第Ⅱ期になると第十神福の母牛第五しんぶく(本登録1106)、さかち、第二仙貫の母牛千山(補助牛登記113)の順となった。第Ⅲ期では、第三きよくに、第三みのりが高い値を示した。全期を通してみると、第五しんぶく、第三きよくに、第三みのりの順であった。

4 岡山県和牛試験場の遺伝的寄与率

岡山県和牛試験場の遺伝的寄与率とは、調査牛群の遺伝子のうち、同試験場の牛に由来すると期待される部分の割合である。計算に際してはWIENER³⁾の指摘しているように、後裔個体による遺伝的寄与の一部が祖先において重複して計算されないようにした。また、他県から導入した種雄牛の場合には、岡山県で登録を受けた牛でも調査からは除外した。

Table 4. The rate of genetic contribution of bull herd at OKAYAMA Prefectural Cattle Experimental Station of JAPANESE Black Breeding Cattle to bull or cow population registered as excellent grade

Population	Periods			
	I (1951~1961)	II (1962~1966)	III (1973~1974)	Total
	Genetic contribution %	Genetic contribution %	Genetic contribution %	Genetic contribution %
Bulls	19.92	47.59		32.64
Cows	4.74*	15.02	57.72	33.14

* Data from 1951 to 1955.

遺伝的寄与率は表4に示す通りである。和牛試験場の種雄牛群の遺伝的寄与率は、高等登録牛群に対しては20%から48%へ、雌牛群に対しては5%から58%へと急上昇した。全期を通してみると、雄牛群、雌牛群共に33%前後の高い値を示した。

5 高等登録牛群の近交係数

各期における高等登録雄、雌牛群の平均近交係数を示すと表5の通りである。雄牛群の近

Table 5. Inbreeding coefficient of bull or cow registered as excellent grade at different periods

Population	Periods		
	I (1951~1961)	II (1962~1966)	III (1973~1974)
	Inbreeding coefficient %	Inbreeding coefficient %	Inbreeding coefficient %
Bulls	1.643	2.910	
Cows	2.101*	1.300	1.337

* Data from 1951 to 1955.

交係数は1.6%から2.9%に増加したのに対し、雌牛群では第Ⅰ期と比較して、第Ⅱ期、第Ⅲ期では減少の傾向を示した。このような近交係数の減少は地区による違いが考えられたので、表には示していないが、各地区の雌牛群の近交係数を求めた。阿哲では、第Ⅰ期、第Ⅱ期、第Ⅲ期それぞれ2.77、2.58、2.20%の近交係数を示し、新見では0、1.31、1.39%、苫田では0、0.86、1.56%、真庭では、1.92、0.34、0.83%、その他の地区では1.16、0.80、2.27%を示し、真庭の雌牛群の近交係数が低い値であった。

考 察

岡山県における高等登録牛群の頭数の年次に伴う増加は、和牛登録の目的からみて、繁殖用種畜の資質が改善されてきたと推察される。また、地区による登録頭数の差は、水間と佐々木³⁾が日本短角種について述べているように、各地区での登録に対する認識の差によるとも考えられる。

高等登録牛群に対する特定種雄牛の遺伝的寄与率の高い個体は、第六荒神を除き、1944年以降に生れた第六清国、第四下前、第三中屋であった。これらの種雄牛は高等登録牛群の血統図の2、3、4世代に多く出現しており、岡山県の黒毛和種の改良に大きく貢献した牛といえよう。

岡山県における種雄牛系統は「和牛種雄牛の系統的集大成」¹⁰⁾にもみられるように、殆んどの登録牛はその父系、母系をさかのぼると第十三花山に帰着する。

たとえば、高等登録牛に対する遺伝的寄与率の高い種雄牛の血統を父方雄系へとさかのぼると、第六清国→第六荒神→第二仙貫→第二丸林→第四柳山→第十三花山、第四下前→第十神福→田竜→源貞→川崎一→熊花→阿第一二一→第十七花山→第十三花山となる。また第三中屋の祖先は父方雄系をたどれば兵庫県産の丸金に至るが、祖母の父方、母方の父方をさかのぼれば第十三花山に至る。

以上のように、高等登録牛群の父系、母系の血統をさかのぼれば共通祖先の第十三花山に帰着することは、岡山県における和牛繁殖構造の特徴と考えられる。

岡山県では過去に肉質改善のために、兵庫県より、神農、丸金、岡村などの種雄牛を導入した。上に述べた第六清国の母方には岡村が、第四下前の父方、母方の両方に神農が交配されている。また第三中屋の雄系は丸金である。このように、第十三花山の垂系と兵庫系の牛の系統間交配、あるいは第十三花山への戻し交配を径て、遺伝的寄与率の高い個体が作出されたと考えられる。しかし、これら兵庫系の種雄牛は1930年代に導入された牛であり、血統図上では4、5世代に出現する割合が多く、神農を除く牛の遺伝的寄与率は低い値を示したと考えられる。

岡山県和牛試験場の種雄牛の高等登録牛群に対する遺伝的寄与率は、1962年以降急上昇した。この原因としては、人工授精の普及と1965年に、個人所有の種雄牛を含めて、これまで散在していた優良種雄牛を同試験場に集め、その集中管理方式を採用したことによると考えられる。遺伝的寄与率の高い種雄牛は殖んど和牛試験場産の牛であった。この意味で同試験場の黒毛和種改良に果たした役割はきわめて高いと考えられる。

また、高等登録雄牛、雌牛群の近交係数について検討したが、高等登録牛群の近交係数は平均すると約2%であり、個体について検討すると20%を越えるものもみられた。この値は、水間と佐々木³⁾の日本短角種、木場¹⁾の褐毛和種の値に比べて高い傾向を示した。これらの差異についての原因は、岡山県の黒毛和種高等登録牛群の繁殖構造の特性を示すものと

考えられるが、また、とりあげた育種素材の違いにもとづくものと考えられる。

地区による近交係数の違いは、野沢^{5,6)}の乳牛による結果と異なり、むしろ木場¹⁾の褐毛和種集団と同様、集団の細分化が起っていると推察される。しかし、この点については、LUSH²⁾による index of division を求めて更に検討する必要がある。

要 約

岡山県における黒毛和種高等登録牛の繁殖構造を明らかにするために、1951年から1974年までの24年間に高等登録を受けた雄牛51頭、雌牛635頭より抽出した323頭を用い、これらの牛群に対する特定種雄牛あるいは特定種雌牛の遺伝的寄与率、および、これらの牛群に対する岡山県和牛試験場の種雄牛群の遺伝的寄与率を WIENER の方法により推定した。また、高等登録牛群の近交係数についても検討した。

得られた結果は次の通りである。

- 1) 高等登録に対し遺伝的に大きく貢献した種雄牛は、第六清国、第四下前、第六荒神、第三中尾、および第十神福であった。
- 2) これらの種雄牛はいずれも、第十三花山の亜系と兵庫県から導入された種雄牛との間の系統間交配や戻し交配によって確立されたものであった。
- 3) 岡山県和牛試験場の種雄牛群の高等登録牛群に対する遺伝的寄与率が年と共に増加したことは、本試験場が和牛の改良に大きく貢献していることを示すと考えられる。
- 4) 黒毛和種高等登録牛群の近交係数は日本短角種、褐毛和種と比較してやや高い値を示した。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、全国和牛登録協会岡山県支部副支部長柳井知道氏から登録簿その他の帳簿の閲覧など多大の援助を受けた。ここに記して深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 木場俊太郎：日畜会報 **42**, 257—262 (1972)
- 2) LUSH, J. L. : Amer. Nat., **80**, 318—343 (1946)
- 3) 水間 豊, 佐々木宏：日畜会報 **45**, 262—270 (1974)
- 4) 野沢 謙：日畜会報 **33**, 296—303 (1962)
- 5) 野沢 謙：日畜会報 **36**, 154—160 (1965)
- 6) 宇田 一：あつた蔓に関する考察, 全国和牛登録協会 (1961)
- 7) 宇田 一：あづま蔓に関する考察, 全国和牛登録協会 (1961)
- 8) WIENER, G. : J. Agric. Sci., **43**, 120—130 (1953)
- 9) WRIGHT, S. : J. Hered., **14**, 339—358 (1923)
- 10) 全国和牛登録協会：和牛種雄牛系統的集大成 (1974)

正 誤 表 (ERRATA)

頁	行 目	誤	正
32	下から7行目	(<u>35</u> 頭)	(<u>58</u> 頭)
34	Table 2. の中3ヶ所	DAINI-SENGAN (PR 23)	DAINI-SENGAN (PR <u>323</u>)
38	上から13行目	第三中 <u>尾</u>	第三中 <u>屋</u>
44	Fig. 4.	Body <u>y</u>	Body <u>y</u>
71	上から10行目	FeSO ₄ ·7 <u>H</u> O	FeSO ₄ ·7H ₂ <u>O</u>
73	上から17行目	Fe ⁺ <u>y</u>	Fe ²⁺ <u>y</u>
76	下から2行目	SHA <u>A</u> FIA	SHA <u>F</u> IA
77	下から8行目	W <u>r</u> er	w <u>e</u> re
78	Fig. 1.	em <u>e</u> rgance	em <u>e</u> rgence