

제주마의 혈액형에 관한 연구

I. 적혈구 항원형

조길재 · 김택수 · 엄영호 · 김봉환* · 유재선**

한국마사회 · 경북대학교 수의과대학*
제주도 축산진흥원**
(1999년 9월 7일 접수)

Genetic studies of blood markers in Cheju horses

1. Red blood cell types

Gil-jae Cho, Taek-soo Kim, Young-ho Um, Bong-hwan Kim*, Jai-sun You**

Korea Racing Association
*College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University**
*Cheju Province Institute for Livestock Promotion***

(Received Sep 7, 1999)

Abstract : The present study was carried out to investigate the blood markers of Cheju horses. The red cell types (blood groups) were tested from 73 Cheju native horses and 118 Cheju racehorses by serological procedures with 23 reagents.

The blood group phenotypes observed with high frequency were Pb(34.3%), Qc(56.2%), Qb (15.1%) and genotypes Dbcm/dghm(12.3%), Dde/dghm(9.6%), Dad/bcm(6.8%), Dcgm/de(6.8%) in Cheju native horses, while Aa(63.6%), Pa(44.9%), P-(28.8%), Qabc(36.4%), Dbcm/cgm(14.4%), Dbcm/bcm(10.2%), Dbcm/de(7.6%), Dbcm/dghm(5.1%), Dde/dk(5.1%) in Cheju racehorses.

Alleles observed with high frequency were Ab(0.128), Ac(0.169), Dad(0.103), Dadn(0.075), Ddghm(0.226), Pb(0.316), Qc(0.494) in Cheju native horses and Aa(0.529), Dbcm(0.306), P-(0.531), Qabc(0.197), Q-(0.504) in Cheju racehorses.

No specific variation of blood groups and allele frequencies of C,K,U system were observed in Cheju native horses and Cheju racehorses.

The mean heterozygosity in Cheju native horses and Cheju racehorses was observed 0.5344 and 0.5102, respectively.

Key words : blood groups, allele frequency, phenotype, genotype.

서 론

가축의 혈액형은 좁은 의미로서 적혈구항원형에 국한하고 있으나 넓은 의미로서 혈액단백질형도 포함하여 수혈시 부작용의 예방, 프리마틴의 조기판정, 집단 유전적 유연관계의 규명 등에 응용되고 있으나 말에서는 주로 혈통등록을 목적으로 친자확인 및 개체식별에 이용되고 있다. 국내의 말(더러브렛종) 등록기관은 축산법에 따라 한국마사회로 지정되어 있으며 혈액형 검사 및 모색유전의 범칙을 토대로 친자확인 후 국내산 말의 혈통등록을 시행하고 있다.

말의 혈액형은 친자관계를 확인하고 개체식별을 위한 가장 과학적인 수단으로 현재 통용되고 있으며 표준항혈청을 이용한 적혈구항원형과 전기영동에 의한 혈액단백질형으로 분류하고 있다¹. 말의 적혈구항원형은 다른 가축처럼 사람의 ABO식을 토대로 발전되었으며 현재는 7개 시스템 34종의 혈액형인자에 의한 59개의 대립유전자 즉, A^a, A^{adf}, A^{adg}, A^{abdf}, A^{abdg}, A^b, A^{bc}, A^{bce}, A^c, A^{cc}, A^e, A^f, C^a, C^c, D^{adl}, D^{adlnr}, D^{adlr}, D^{bcmq}, D^{ccfgmq}, D^{ccginmq}, D^{cfgkm}, D^{cfmq}, D^{cgm}, D^{cgmp}, D^{cgmq}, D^{cgmqr}, D^{cgmr}, D^{deklr}, D^{delop}, D^{delq}, D^{dfklr}, D^{dghmp}, D^{dghmq}, D^{dghmqr}, D^{dki}, D^{dlnq}, D^{dlnqr}, D^{dliqr}, D^q, (D), K^a, K^b, P^a, P^{ac}, P^{acd}, P^{ad}, P^b, P^{bd}, P^d, P^f, Q^{abc}, Q^{bc}, Q^{ac}, Q^a, Q^b, Q^c, Q^f, U^a, U^b 이 알려져 있으며 더러브렛종에서는 적혈구항원형 7개 시스템 21종을 최소검사항목으로 국제동물유전학회 및 국제혈통서위원회에서 지정하고 있다. 적혈구 항원형의 검사는 적혈구 표면에 존재하는 항원을 혈청학적으로 검사하는 방법을 이용하고 있으며 이를 위해서는 하나의 항원에만 반응하는 항체를 지닌 항혈청이 필요하다. 항혈청은 동종 및 이종면역에 의해 생산된 항혈청을 흡착시험을 통해 단일항체로 정제하여 주로 사용하고 있으나 최근에는 단크론 항체도 이용되고 있다^{2,3}.

제주도는 옛부터 말의 고장이었으나 농경산업의 쇠퇴로 인해 말의 사육두수가 감소하다가 근년에 와서 국내의 경마 및 승마의 대중화로 인해 더러브렛종 및 제주재래종과 관련된 말 산업의 괄목할 만한 성장을 보이고 있다. 특히 제주도는 물론 육지의 많은 농가에서도 말을 사육하고 있는 실정이다. 이로 인해 제주마(순수 제주조랑말)와 더러브렛종간의 교잡마 생산두수가 늘어날 가능성이 높으므로 이를 최대한 억제함과 동시에 제주마

의 혈통관리 및 보호육성이 무엇보다도 중요시 되고 있어 이에 관한 다방면의 연구가 진행되고 있다. 특히 제주마는 1985년 천연기념물 제347호로 지정된 이래 현재는 제주도 축산진흥원에서 특별히 관리되고 있는 실정이다.

제주마의 개체식별과 관련된 많은 연구가 여러 학자들⁴⁻⁷에 의해 진행되었으나 주로 혈액단백질형에 대한 연구로서 적혈구항원형에 관한 연구는 거의 없는 상태이다. 이와같은 배경하에서 본 연구는 제주마의 혈통보존 및 제주 경주마(순수 제주조랑말과 교잡마로 구성)의 혈통등록을 시행함에 있어서 기초자료를 마련할 목적으로 제주도에 사육되고 있는 제주마 및 제주 경주마를 대상으로 적혈구항원형에 대한 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료 : 제주도 축산진흥원에서 사육중인 제주마 73두와 제주경마장에서 사육중인 경주마 118두를 대상으로 하였다. 재료는 말의 경정맥으로부터 Heparin 튜브(Becton Dickinson, USA)로 채혈한 혈액을 이용하였다. 채취된 혈액은 0.9% NaCl 용액으로 3회 세척하여 적혈구항원형 검사에 이용하였다.

보체 제조 : 용혈반응에 필요한 보체는 토끼로부터 얻은 신선한 혈청을 0.9% NaCl 용액으로 3회 세척한 말의 적혈구와 동량으로 혼합하여 4℃에서 2시간동안 흡착하여 토끼 혈청내의 자연 용혈소를 제거한 후 실험에 이용하였다.

적혈구항원형 검사 : 미국 Stormont 연구소(Woodland, California)로부터 구입한 표준항혈청 7개 시스템 23종에 대해서 Stormont *et al*⁸의 방법에 따라 96 well microplate(녹십자)를 이용하여 응집반응 및 용혈반응으로 적혈구항원형 검사를 실시하였다. 응집반응은 0.9% NaCl 용액으로 3회 세척한 2% 적혈구 부유액 30μl와 동량의 항혈청을 가하여 혼합한 다음 37℃에서 반응시킨 후 45분과 80분에 응집유무를 판독하였으며, 용혈반응은 상기의 용량에 30μl의 보체(흡착 토끼혈청)를 혼합한 후 30분, 60분, 90분에 용혈상태를 판독하였다.

유전자 빈도의 추정 : 적혈구항원형의 각 유전자 좌위에 대한 유전자 빈도의 산출은 Pirchner⁹의 simple gene counting 및 Andersson¹⁰의 방법에 따라서 추정하였다.

결 과

적혈구항원형 분석 : 제주마 및 제주경주마를 대상으로 표준항혈청 23종에 대해서 적혈구항원형을 검사한 결과는 Table 1과 2에서 보는 바와 같다.

Table 1. Analysis of blood groups in Cheju native horse and Cheju racehorse

System	Phenotype	Cheju native horse	Cheju racehorse
		No.(%) of horse	No.(%) of horse
A	a	20(27.4)	75(63.6)
	ab	12(16.4)	12(10.2)
	ac	10(13.7)	8(6.8)
	b	8(11.0)	1(0.8)
	bc	3(4.1)	3(2.5)
	c	8(11.0)	6(5.1)
	abc	6(8.2)	4(3.4)
	-	6(8.2)	9(7.6)
C	a	71(97.3)	112(94.9)
	-	2(2.7)	6(5.1)
K	a	2(2.7)	1(0.8)
	-	71(97.3)	117(99.2)
P	a	29(39.7)	53(44.9)
	ab	13(17.8)	12(10.2)
	b	25(34.3)	19(16.1)
	-	6(8.2)	34(28.8)
Q	a	1(1.4)	0(0.0)
	ab	0(0.0)	1(0.8)
	ac	2(2.7)	0(0.0)
	b	11(15.1)	18(15.3)
	bc	5(6.8)	4(3.4)
	c	41(56.2)	22(18.6)
	abc	5(6.8)	43(36.4)
	-	8(11.0)	30(25.5)
U	a	52(71.2)	83(70.3)
	-	21(28.8)	35(29.7)

Table 1에서 나타낸 바와 같이 적혈구항원형 A 시스템에서 제주마 및 제주경주마의 표현형은 Aa, Aab, Aac, Ab, Abc, Ac, Aabc, A- 등 8종류로서 제주경주마는 Aa가 75두(63.6%)로서 제주마 20두(27.4%)보다 높은 빈도인 반면 다른 표현형에서는 모두 제주마가 높은 빈도로 관찰되었다. C 시스템에서 제주마는 71두(97.3%), 제주경주마는 112두(94.9%)에서 Ca 표현형이 검출되었고 C-표현형은 각각 2두(2.7%), 6두(5.1%)를 나타냈다.

K 시스템의 K-표현형이 제주마 및 제주경주마에서 각각 71두(97.3%), 117두(99.2%)를 보였고, P 시스템은 제주마 및 제주경주마 모두 Pa, Pab, Pbc, P- 4종류가 관찰되었으며 제주마는 Pa, Pbc 표현형이 많이 검출된 반면 제주경주마는 Pa, P- 표현형이 높게 관찰되었다. Q 시스템에서 제주마는 Qa, Qac, Qb, Qbc, Qc, Qabc 및 Q-표현형이 검출되었으나 제주경주마에서는 Qab, Qb, Qbc, Qc, Qabc 및 Q- 등 6종류가 확인되었다. 제주마는 Qc, Qb 표현형이 각각 41두(56.2%), 11두(15.1%)로 높게 보인 반면 제주경주마는 Qabc(36.4%), Q-(25.5%), Qc(18.6%) 표현형 순으로 높게 나타났다. 또한 U 시스템에서는 제주마 및 제주경주마 각각에서 Ua 표현형이 52두(71.2%), 83두(70.3%), U-표현형이 21두(28.8%), 35두(29.7%)로 나타났다.

Table 2는 D 시스템의 유전자형을 나타낸 것으로서 제주마는 28개의 대립유전자형중 Dbcm/dghm(12.3%), Dde/dghm(9.6%), Dad/bcm(6.8%), Dcgm/de(6.8%)의 유전자형이 높은 빈도로 확인된 반면, 제주경주마는 30개의 유전자형중 Dbcm/cgm(14.4%), Dbcm/bcm(10.2%), Dbcm/de(7.6%), Dbcm/dghm(5.1%), Dde/dk(5.1%) 순으로 높은 빈도의 유전자형이 관찰되었다.

적혈구항원형의 유전자 빈도 : 적혈구항원형의 유전자 빈도는 Table 3에서 나타낸 바와 같다.

Table 3에서 보는 바와 같이 적혈구항원형의 유전자 빈도를 조사한 결과 A 시스템의 Aa대립유전자에서 제주경주마(0.529)는 제주마(0.285)보다 높게 나타났으나 Ab, Ac대립유전자에서는 제주마(0.128, 0.169)가 제주경주마(0.023, 0.088)보다 높은 빈도로 관찰되었다. D 시스템에서는 Dad, Dadn, Ddghm대립유전자가 제주경주마(0.008, 0.047, 0.093)보다 제주마(0.102, 0.103, 0.226)가 높은 빈도를 보였으며, Dd대립유전자는 제주마가 0.021인 반면 제주경주마는 0.000이었고 Dcfm대립유전자는 제주마가 0.000인 반면 제주경주마는 0.008이었다. 또한 Dcfdgk와 D의 대립유전자는 모든 말에서 관찰되지 않았다. P

Table 2. Analysis of D blood groups in Cheju native horse and Cheju racehorse

Genotype	Cheju native horse		Genotype	Cheju racehorse	
	No.(%) of horse	No.(%) of horse		No.(%) of horse	No.(%) of horse
ad/bcm	5(6.8)	2(1.7)	ad/cgm	4(5.5)	0(0.0)
ad/de	3(4.1)	0(0.0)	ad/dghm	2(2.7)	0(0.0)
ad/dk	1(1.4)	0(0.0)	adn/adn	4(5.5)	0(0.0)
adn/bcm	2(2.7)	0(0.0)	adn/cgm	0(0.0)	1(0.8)
adn/de	2(2.7)	5(4.2)	adn/dk	0(0.0)	3(2.5)
adn/dghm	3(4.1)	2(1.7)	bcm/bcm	1(1.4)	12(10.2)
bcm/cgm	3(4.1)	17(14.4)	bcm/dghm	9(12.3)	6(5.1)
bcm/cegimn	0(0.0)	5(4.2)	bcm/cefgm	0(0.0)	3(2.5)
bcm/de	2(2.7)	9(7.6)	bcm/dn	0(0.0)	4(3.4)
bcm/dk	0(0.0)	1(0.8)	bcm/dek	0(0.0)	1(0.8)
cgm/cgm	1(1.4)	2(1.7)	cgm/cfm	0(0.0)	2(1.7)
cgm/dk	0(0.0)	3(2.5)	cgm/de	5(6.8)	4(3.4)
cgm/dghm	3(4.1)	1(0.8)	cgm/dfk	1(1.4)	0(0.0)
cgm/d	1(1.4)	0(0.0)	cgm/dn	1(1.4)	0(0.0)
cegimn	0(0.0)	4(3.4)	cegimn/dk	1(1.4)	0(0.0)
cefgm/cefgm	0(0.0)	3(2.5)	cefgm/deghm	0(0.0)	3(2.5)
cefgm/dn	0(0.0)	1(0.8)	cefgm/de	1(1.4)	5(4.2)
d/d	1(1.4)	0(0.0)	de/de	3(4.1)	4(3.4)
de/dfk	1(1.4)	2(1.7)	de/dk	1(1.4)	6(5.1)
de/dghm	7(9.6)	3(2.5)	dek/dghm	1(1.4)	1(0.8)
dghm/dghm	4(5.5)	3(2.5)			
	계			73(100)	118(100)

시스템은 Pb대립유전자가 제주경주마(0.141)보다 제주마(0.316)가 높은 빈도로 관찰되었고 Pad, Pbd, Pd대립유전자는 관찰되지 않았다. Q 시스템은 Qabc대립유전자가 제주마(0.037), 제주경주마(0.193)인 반면 Qc대립유전자는 제주경주마(0.162), 제주마(0.494)로 관찰되었다. C, K, U 시스템의 대립유전자 빈도는 제주마와 제주경주마 상호간 큰 차이가 없었다.

적혈구항원형에 대한 heterozygosity는 Table 4에서 보는 바와 같다. 제주마의 heterozygosity는 0.0296~0.8467(평균 0.5344)으로서 제주경주마 0.0099~0.8324(평균 0.5102)

보다 높게 나타났다.

고 찰

제주마의 특성에 대해서는 혈청학적, 면역학적, 분자생물학적 및 형태학적 방법으로 많은 연구¹¹⁻¹³가 수행되었으나 혈통정립과 관련된 제주마 고유의 유전적 표지인자 선별은 미진한 실정이다. 그래서 우선적으로 제주마와 더러브랫종과의 교잡을 방지하고 제주마의 순수성을 보존함과 동시에 과학적이고 체계적인 관리를 위하

Table 3. Gene frequencies of blood groups in Cheju native horse and Cheju racehorse

System	Allele	Gene frequency		System	Allele	Gene frequency	
		CNH ¹	CRH ²			CNH	CRH
A	Aa	0.285	0.529	C	Ca	0.827	0.776
	Aab	0.091	0.053		C'	0.173	0.223
	Ab	0.128	0.023		Dad	0.102	0.008
	Abc	0.041	0.031		Dadn	0.103	0.047
	Ac	0.169	0.088		Dbcm	0.158	0.305
	A'	0.287	0.276		Dcefgm	0.007	0.076
P	Pa	0.358	0.329	D	Dcegimn	0.007	0.055
	Pad	0.000	0.000		Dcfgk	0.000	0.000
	Pb	0.316	0.141		Dcfm	0.000	0.008
	Pbd	0.000	0.000		Dcgm	0.136	0.135
	Pd	0.000	0.000		Dd	0.021	0.000
	P'	0.326	0.531		Ddek	0.007	0.008
Q	Qa	0.000	0.000	Dde	0.191	0.178	
	Qabc	0.037	0.197	Ddfk	0.014	0.008	
	Qac	0.030	0.010	Ddghm	0.226	0.093	
	Qb	0.108	0.126	Ddk	0.021	0.055	
	Qc	0.494	0.162	Ddn	0.007	0.021	
	Q'	0.331	0.504	D'	0.000	0.000	
U	Ua	0.471	0.452	K	Ka	0.015	0.005
	U'	0.529	0.548		K'	0.985	0.995

* 1: Cheju native horse, 2: Cheju racehorse.

여 제주경마장 자체적으로 제주경주마의 친자확인 및 개체식별 방법을 연구중이다.

국내에서 제주마의 적혈구항원형에 관한 연구는 거의 찾아볼 수 없으며 미진하나마 가까운 일본에서 보고한 바 있다. 일본의 Nozawa¹⁴는 제주마와 일본의 재래마(Hokkaido, Kiso, Tokara, Ryukyu native horse)를 대상으로 혈액인자 U₁(Aa), U₂(Ac), Pf₂(Da), Pf₃(Ca)에 대한 표현형의 빈도를 조사한 결과 제주마는 Aa표현형 빈도가 47.3%, Ac표현형 0%, Da표현형 41.2%, Ca표현형 88.8%인 반면 Hokkaido native horse는 각각 36.3%, 6.3%, 5.4%, 80.0%, Kiso native horse(65.0%, 27.9%, 11.6%, 85.5%), Tokara

native horse(0%, 0%, 26.5%, 71.4%) 그리고 Ryukyu native horse(2.1%, 2.1%, 0%, 95.7%)로 보고하였다.

또한 일본의 Miura *et al*¹⁵은 일본재래마 8종(Hokkaido, Kiso, Tsushima, Misaki, Tokara, Miyako, Yonaguni, Noma)을 대상으로 15개 혈액인자(Aa, Ab, Ac, Ca, Da, Db, Dc, Df, Dg, Dk, Dl, Pa, J/R2, Qa, Ua)에 대해서 빈도를 조사한 결과 Hokkaido native horse는 Aa, Ac, Da, Ca표현형이 각각 13%, 50%, 17%, 79%인 반면 Dk와 Qa표현형에서 0%였으며, Kiso native horse는 Aa(67%), Ac(0%), Da(6%), Ca(78%)를 보였고, Tokara native horse는 Dc(10%), Dg(90%), Dl(80%), Ua(40%)인 반면 다른 혈액인자는 모두 0%로

Table 4. Heterozygosity of blood groups in Cheju native horse and Cheju racehorse

System	Heterozygosity	
	CNH ¹	CRH ²
A	0.7816	0.6319
C	0.2861	0.3476
D	0.8467	0.8324
K	0.0296	0.0099
P	0.6657	0.5902
Q	0.6325	0.6639
U	0.4983	0.4954
Mean	0.5344	0.5102

* 1: Cheju native horse, 2: Cheju racehorse.

보고하였다.

제주마 및 제주경주마 191두를 대상으로 23개의 혈액 인자에 대해서 적혈구항원형을 조사한 본 실험에서는 Aa유전자 빈도가 제주마와 제주경주마에서 각각 28.4%, 52.9%, Ac유전자 빈도는 16.9%, 8.8%로 나타났으며 Da 유전자 빈도는 10.3%, 0.8%였고 Ca유전자 빈도는 82.7%, 77.6%로 나타나 Nozawa¹⁴가 보고한 제주마의 성적(47.3%, 0%, 41.2%, 88.8%)과는 Ac(0%), Da(41.2%)에서 차이가 인정되었다.

이상과 같은 연구결과로 미루어 보아 Nozawa¹⁴의 성적은 표현형의 빈도를 산출하였고 본 실험은 유전자 빈도를 조사하여 수치상으로는 약간의 차이가 생길 수 있겠지만 제주도에 사육되고 있는 제주마 및 제주경주마는 Nozawa¹⁴가 보고한 continental type인 Hokkaido 및 Kiso native horse에 가까운 것으로 추정할 수 있으나 더 정확한 결과를 얻기 위해서는 제주도에 사육중인 말 뿐 아니라 한반도 주변국가의 재래종 말과 연관시켜 다양한 좌위에 대해서 분석하고 유전거리를 산출하는 등의 방법으로 연관성을 규명하여야 할 것으로 생각된다. 또한 말의 친자확인 및 개체식별의 효율을 높이고자 각광받고 있는 microsatellite에 의한 유전자형 분석에도 앞으로 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

결 론

제주마의 혈통보존 및 제주경주마의 혈통등록을 시행함에 있어서 기초자료를 마련할 목적으로 제주도에 사육되고 있는 제주마 및 제주경주마 191두를 대상으로 표준항혈청 23종에 대해서 적혈구항원형 및 유전자 빈도를 조사한 결과 다음과 같은 성적을 얻었다.

적혈구항원형에서 제주마는 Pb 25두(34.3%), Qc 41두(56.2%), Qb 11두(15.1%) 표현형 및 Dbcm/dghm(12.3%), Dde/dghm(9.6%), Dad/bcm(6.8%), Dcgm/dc(6.8%) 유전자형이 높은 빈도인 반면, 제주경주마는 Aa 75두(63.6%), Pa 53두(44.9%), P- 34두(28.8%), Qabc 43두(36.4%) 표현형 및 Dbcm/cgm(14.4%), Dbcm/bcm(10.2%), Dbcm/dc(7.6%), Dbcm/dghm(5.1%), Dde/dk(5.1%) 순으로 높은 빈도의 유전자형이 관찰되었다.

적혈구항원형의 유전자 빈도를 조사한 결과 제주마는 대립유전자 Ab(0.128), Ac(0.169), Dad(0.103), Dadn(0.075), Ddghm(0.226), Pb(0.316), Qc(0.494)가 높은 빈도를 보였으며, 제주경주마는 Aa(0.529), Dbcm(0.306), P-(0.531), Qabc(0.197), Q'(0.504)가 높은 빈도로 관찰되었다. 또한 Dcfcgk, D', Pbd, Pd, Qa의 대립유전자는 모든 말에서 관찰되지 않았으며 C, K, U 시스템의 적혈구항원형 및 대립유전자 빈도는 제주마와 제주경주마 상호간 큰 차이가 없었다.

제주마와 제주경주마의 평균 이형접합도는 각각 0.5344, 0.5102으로 관찰되었다.

참 고 문 헌

- Miura N. Blood typing service in light-breed horses. *Jpn J Equine Sci*, 4:187-190, 1994.
- Agar NS, Board PG. Red blood cells of domestic mammals. *Elsevier Science Publishers B.V*, p.146-151, 1983.
- Nomura K, Amano T, Tanaka K, et al. The production and characterization of monoclonal antibodies to bovine blood group antigens. *Anim Sci Technol (Jpn.)*, 62(4):336-342, 1990.
- Chung EY, Han SK, Shin YC, et al. Studies on the biochemical polymorphism of blood protein and enzyme in Cheju native horses. *Korean J Anim Sci*, 32: 298-308, 1990.
- Chung EY, Han SK, Shin YC, et al. Studies on the biochemical polymorphism of blood protein and enzyme in Cheju native horses. *Korean J Anim Sci*, 32:

- 573-580, 1990.
6. Kim SY, Kang MS, Choung CC, *et al.* A study on the polymorphism of blood protein and enzyme in Cheju native horses. *Journal of the faculty of agriculture, Iwate University*. 21(2):91-96, 1993.
 7. Oh MU, Ko MH, Kim GO, *et al.* Genetic variations of the blood proteins in Cheju native horses. *Korean J Genetics*, 14(1):39-50, 1992.
 8. Stormont C, Suzuki Y, Rhode EA. Serology of horse blood groups. *Cornell Vet*, 54:439-452, 1964.
 9. Pirschner F. Population genetics in animal breeding. Freeman Company, San Francisco, 1983.
 10. Andersson L. The estimation of blood group gene frequencies: a note on the allocation method. *Anim Blood Groups Biochemical Genetics*, 16:1-7, 1985.
 11. Oh MU, Ko MH, Kim GO, *et al.* Phylogenetic relationship of Cheju native horses by Mitochondrial DNA analysis. *Mol Cells*, 4:13-20, 1994.
 12. Kang MH. Historical and morphological studies on the Korean native horse. *Korean J Anim Sci*, 11:351-379, 1969.
 13. Han SK, Byun HD, Kim DR, *et al.* Genetic analysis of the Cheju native horses. *Pros 26th ISAG Conf Anim Blood Grps Biochem Polymorphism*, P16, 1998.
 14. Nozawa K. Gene constitution of Cheju native horses and its phylogenetic relationship with Japanese native horses. Report of the research group on the native farm animals in Eastern Asia. 4:59-68. 1970.
 15. Miura N, Mitsu I, Fujii S, *et al.* Blood group frequencies for eight breeds of native horses in Japan. *Pros 20th ISAG Conf Anim Blood Grps Biochem Polymorphism*, P184, 1986.
-