

# 제주마 체형 측정치에 의한 혈통등급 판정에 관한 연구

양영훈

제주대학교 동물자원과학과

## Study on the Registration Grades of Cheju Horses by Discriminant Analysis with various Body Measurements

Yang, Young Hoon

Dept. Animal Biotechnology, Cheju National University

### Abstract

A study was carried out to investigate the relationship between the body measurements and registration grades of Cheju horses.

By 12 body measurements coincidence rates of grades from the discriminant analysis with registration grades was 85% for Grade A, 87% for grade B, and 87% for grade F, and the error rate was 14%. Among the various partial combinations of body measurements, classification by the group of back height, back width, rump height, hip width, and rump length showed high value of coincidence rate with original grades(error rate 28%). The coincidence rate was very low when classified by body height only, and the error rate was 46%. Grading method by discriminant functions is expected to be helpful for the preservation of body characters of Cheju native horse, and for the grading for registration. Classification by body height only is considered to be dangerous in grading for Cheju native horse.

## I. 서 론

제주재래마에 대한 등급판정의 중요성은 1985년 천연기념물(제주도, 1985)로 지정됨과 함께 한국마사회 제주경마장에서 제주재래마의 경주이용이 시작되면서부터 논의가 되어왔다. 그 동안 다방면으로 연구와 혈통정립에 대한 노력이 진행되어 제주재래마에 대한 많은 자료와 제주재래마 혈통정립을 위한 등급판정 및 표준체형에 대한 결과들이 요약되어 왔다(제주도, 1985; 제주대학, 1989, 1990; 정 등, 1991; 양 등, 1991, 1996). 양 등(1996)에 의하면 60년대 보고에는 체고, 고고, 체장에 있어서 자마가 옹마보다 컸으나 80년도 이후 제주 재래마의 체형은 전저후고의 특징은 그대로 유지되고 있었으나 체고, 고고, 체장에서 옹마가 자마보다 오히려 발육이 좋은 것으로 분석 보고하면서 제주마의 사양관리 형태와 재래마의 경마 또는 승마 활용에 따라 인위적인 선발이 가해짐으로 인해 제주재래마의 체형변화가 서서히 일어나고 있는 것으로 요약하고 있다.

한편 제주경마장에서 제주마의 경마 적합 또는 부적합 판정은 제주마의 체고에 의해 결정되고 우승에 의한 상급 배당 또한 차등제로 진행되고 있어서 제주재래마를 사육하고 또는 경마에 관심이 있는 농가들은 제주재래마에 대한 체형에 절대적인 관심을 보이고 있는 실정이다. 따라서 사육자들은 순수 제주재래마에 대한 관심보다 교잡마 일지라도 경마에 적합한 재래마 판정을 받고 우승할 수 있는 마필생산이라는 관점에서 체형에서 체고 이외에는 별다른 관심을 두지 않고 있다. 물론 제주재래마를 보호하려는 일부 농가들은 체고의 단일형질에 의

한 제주재래마의 경마적부 판정은 제주재래마 보호차원에서 설립된 제주경마장의 본 취지와 다소 어긋나고 있으며 오히려 표준체형의 변화를 가속화시킬 수 있다는 비난의 소리도 표출하고 있다.

따라서 본 연구는 현재 관심이 되고 있는 제주재래마의 표준체형 유지를 위한 노력의 하나로 체형 측정치에 의한 제주재래마의 등급판정 가능성을 진단하기 위하여 수행하였다.

## II. 재료 및 방법

본 연구에 이용된 마필 기록은 정 등(1991)과 양 등(1991, 1996)이 이용한 자료를 총괄하였다. 분석에 이용된 자료는 12부위(체고, 배고, 고고, 흉위, 흉심, 흉폭, 요폭, 고평, 고장, 체장, 두장, 전관위)의 체형측정치가 전부 기재된 총 2,678두의 기록이 사용되었으며 측정당시 판정등급별로 성별, 연령별 기록의 내용은 표1과 같다.

체형측정치들을 통하여 등급판정은 아래와 같은 Generalized Squared Distance Function을 이용하여 등급간의 거리를 계산하고 이를 근거로 해당등급에 소속될 수 있는 최적확률계산에 의해 새로운 등급판정을 시도하였다. 통계적 분석은 SAS(1996)의 DISCRIM을 이용하였다.

Generalized Squared Distance Function :

$$D_j^2(X) = (X - \bar{X}_j)' \text{COV}_j^{-1}(X - \bar{X}_j) + \ln | \text{COV}_j |$$

Posterior Probability of Membership in each GRAD :

$$\text{Pr}(j | X) = \exp(-5 D_j^2(X)) / \sum_k \exp(-5 D_k^2(X))$$

여기서  $(X - \bar{X}_j)$ 는 관측치 편차,  $\text{COV}_j^{-1}$ 는 공분산의 역행렬,  $\ln(\text{COV}_j)$  공분산의 자연대수,  $D_j^2(X)$ 는 일반화된 자승거리의 값

Table 1. Number of records

Age(Year)	Sex	Grade			Total
		A	B	F	
At birth	Male	111	5	38	154
	Female	93	5	32	130
1	Male	176	15	106	297
	Female	180	15	71	266
2	Male	100	42	105	247
	Female	149	53	107	309
3	Male	60	44	58	162
	Female	110	68	63	241
4	Male	47	16	19	82
	Female	67	46	48	161
5	Male	20	13	11	44
	Female	32	21	31	84
6	Male	4	5	3	12
	Female	27	34	13	74
> 6	Male	39	17	6	62
	Female	172	113	68	353
Overall		1,387	512	779	2,678

의미하며,  $Pr(j : X)$ 는 해당등급에 부합될 확률값을 의미한다.

### Ⅲ. 결과 및 고찰

기존 판정(정 등, 1991; 양 등, 1991)등급의 자료를 이용하여 각 혈통등급에 소속되고 있는 체형 측정치들을 판별변량으로 하여 판별분석 함수에 적용하여 Table 2에서 Table 8의 결과를 얻었다.

먼저 12개의 체형측정치(체고, 배고, 고고, 흉위, 흉심, 흉폭, 요폭, 고평, 고장, 체장, 두장, 전관위)들 모두를 판별분석에 이용한 결과 정 등(1991) 및 양 등(1991)의 혈통등급 판정 결과와 일치하고 있는 비율은 A등급(순수제주 재래마라고 인정되고 그룹)에서

평균 85%가 일치하고 있었으며, B 등급(재래마에 가깝지만 개량마의 혈통이 다소 가미된 것으로 분류되는 그룹)에서는 87%가 일치하는 판정이 나왔으며, F등급(개량마의 혈통혼혈이 뚜렷이 나타난 그룹)에서는 87%나 판정에 일치하는 결과를 보이고 있었다(Table 2). 기존 판정등급과 판별분석 함수에 의한 판정과의 불일치율은 평균 14%에 달하고 있었는데, 여기에 대해서 어느쪽 판정이 제주재래마의 보존이라는 개념의 기준에서 정확한지에 대해서는 현재로서 명쾌한 해석은 불가하겠으나 판정방법상의 차이로 인한 것으로 정 등(1991)과 양 등(1991)의 판정자료는 제주조랑말을 장기간에 걸쳐 사육했던 경험이 있는 전문가들의 조언을 받으면서 외모 및 체형 발육상태 등을 고려하여 판정된 것이었으며, 본 연구에서는 시각적인 외모는

무시된 상태로 나이와 성별에 따라 판별함수에 의해 12개부위 체형측정치들을 이용하여 각 등급별 체형에 대한 고유 특성치를 분석한 후 그 측정치에 의한 판정이 이루어졌기 때문인 것으로 해석을 할 수 있겠다.

Table 3에는 제주마 체형의 높이와 관련된 체고, 배고 및 고고의 형질만 이용하여 판별분석을 시도한 결과다. 기존 등급과의 판정일치율이 연령별 및 나이별로 모든 등급에서 현저하게 떨어지고 있음을 알 수 있었는데 기존등급에 대한 판정착오율은 평균 37%나 되고 있었다. 연령별 성별 등급판정 일치율은 A등급에서는 판정일치율이 65%, B등급에서는 56%, F등급에서는 70%로 분석되었다. 이는 체고, 배고 및 고고의 형질만 이용한 혈통등급의 판정(판정착오율 37%)은 12부위의 모든 체형측정치형질이 이용되었을 때보다 기존혈통등급을 설명함에 있어서 설명력(상관관계)이 떨어지고 있음을 의미하게 된다. 판정착오율도 12개 부위의 형질이 고려된 것(판정착오율 14%)에 비해 판정착오율이 2.6배나 높아지는 것으로 나타났다.

체장과 고장의 형질을 이용한 판별결과는 Table 4에 제시하였는데, 판정착오율이 43%로 체고, 배고 및 고고의 형질을 이용했을 때보다도 더 높은 판정착오율이 나타났다. 기존등급과의 판정일치율은 A등급에서는 65%, B등급 56%, F등급 70%로 분석되었다.

판별착오율이 높다는 것은 한편으로는 측정형질들에 대한 변이가 동일 등급에 소속된 개체들 간에도 심하게 나타나고 있음을 간접적으로 시사해 주고 있으며, 기존판정 등급에 대한 설명력이 떨어지는 것을 의미하며 또한 해당 형질들만 이용한 등급판정

은 혈통등급에 대한 판정의 신뢰도를 떨어뜨린다는 것을 의미한다.

마의 체폭에 관련된 형질(흉폭, 요폭, 고폍)들을 이용한 판별분석 결과가 Table 5에 제시되었다. 기존등급과의 판별착오율은 39%였으며 판별 일치율은 A등급에서는 60%, B등급에서 60%, C등급에서는 63%로 나타났다. 이는 마 체형의 높이와 관련된 형질(체고, 배고, 고고)들을 이용한 판별과 비교했을 때보다 다소 낮은 판정일치율(A등급 65%, B 56%, C 70%)을 보이고 있어서 체폭형질들은 체형의 높이와 관련된 형질에 비해서 판정등급과의 상관관계가 다소 떨어지고 있음을 의미하는 것이다.

마 체형의 전구에서 측정된 형질(체고, 흉위, 흉폭)을 이용한 판정결과에서는 기존등급과의 판정 일치율이 A등급에서 69%, B등급에서 58%, C등급에서는 77%로 나타났으며 기존등급과의 판정착오율은 32%로 분석되었다(Table 6). 전구의 측정형질들을 이용한 판정은 마 체형의 높이와 관련된 측정형질(판정착오율 37%), 체장과 관련된 형질(판정착오율 43%) 및 체폭과 관련된 측정형질(판정착오율 39%)들보다도 높은 판정일치율을 보이고 있었다.

Table 2. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with body height, back height, rump height, chest girth, chest depth, chest width, back width, hip width, rump length, body length, head length, and shank circumference

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.92	1.00	0.95	0.04
	Female	0.83	1.00	0.88	0.10
1	Male	0.83	1.00	0.82	0.12
	Female	0.83	1.00	0.83	0.11
2	Male	0.88	0.55	0.78	0.27
	Female	0.76	0.75	0.64	0.28
3	Male	0.74	0.82	0.78	0.22
	Female	0.78	0.82	0.68	0.24
4	Male	0.83	0.94	0.84	0.13
	Female	0.78	0.72	0.92	0.20
5	Male	1.00	1.00	1.00	0.00
	Female	0.84	1.00	1.00	0.05
6	Male	1.00	1.00	1.00	0.00
	Female	0.96	0.97	1.00	0.02
> 6	Male	1.00	0.71	1.00	0.10
	Female	0.65	0.65	0.87	0.28
Overall		0.85	0.87	0.87	0.14

Table 3. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with body height, back height, and rump height

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.74	1.00	0.58	0.23
	Female	0.65	1.00	0.47	0.29
1	Male	0.61	0.67	0.57	0.38
	Female	0.48	0.40	0.54	0.53
2	Male	0.64	0.45	0.39	0.51
	Female	0.64	0.25	0.53	0.53
3	Male	0.46	0.55	0.74	0.42
	Female	0.64	0.34	0.60	0.47
4	Male	0.60	0.44	0.63	0.45
	Female	0.67	0.35	0.73	0.42
5	Male	0.50	0.69	0.82	0.33
	Female	0.47	0.71	0.94	0.29
6	Male	1.00	1.00	1.00	0.00
	Female	0.78	0.41	0.92	0.30
> 6	Male	0.90	0.06	1.00	0.35
	Female	0.56	0.56	0.79	0.36
Overall		0.65	0.56	0.70	0.37

마 체형의 중구 및 후구 측정형질(배고, 요폭, 고폍, 고장, 고고)들을 이용했을 때는 판정착오율이 28%로 기존판정 등급과의 판정 일치율은 A등급에서 68%, B등급 71%, C등급 76%로 나타나 판정일치율이 12개부위의 전체측정형질들을 이용한 판정을 제외하면 가장 높게 개선되고 있었다(Table 7).

현재 한국마사회 제주경마장에서 재래마 경마자격 기준이 되고 있는 체고에 대한 측정치를 기준으로 한 판별분석 함수에 의한 판정결과가 Table 8에 제시되고 있다. 이 결과에 의하면 기존 혈통등급과의 평균 판정착오율이 46%에 달하고 있었으며, 나이별 성별 평균 판정일치율은 A등급에서 49%, B등급에서 47%, C등급에서는 67%에 지나지 않고

있었다. 이는 체고에 대한 측정치의 한 형질은 제주재래마의 혈통등급 판정과 상관관계가 매우 낮을 수 있음을 말해주고 있는 것이다. 즉 체형중 체고만을 고려한 재래마 경마 자격 부여는 체고를 제외한 다른 부위는 고려가 안된것으로 개량마와 혼혈이 되든 안되든 체고의 절대적 조건만 맞으면 재래마 경마에 합격하게 되는 것으로 생산자들이 체고에만 관심을 두고 선발 번식을 유도해 갈 것이다. 이에 따라서 체고를 제외한 제주 재래마의 현재 체형에는 상당한 변화가 있을 것으로 기대되며 이는 제주재래마를 보존하려는 의욕적인 사육 농가들의 의도와는 상당한 거리를 두게 되는 셈이다.

Table 4. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with body length and rump length.

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.64	1.00	0.63	0.24
	Female	0.40	1.00	0.88	0.24
1	Male	0.30	0.93	0.51	0.42
	Female	0.39	0.42	0.24	0.47
2	Male	0.47	0.64	0.30	0.53
	Female	0.30	0.77	0.35	0.53
3	Male	0.20	0.73	0.64	0.48
	Female	0.32	0.59	0.59	0.50
4	Male	0.53	0.56	0.53	0.46
	Female	0.78	0.15	0.69	0.46
5	Male	0.45	0.31	0.45	0.60
	Female	0.56	0.33	0.84	0.42
6	Male	1.00	0.60	0.67	0.24
	Female	0.59	0.29	0.54	0.52
> 6	Male	0.77	0.35	0.83	0.35
	Female	0.65	0.31	0.79	0.42
Overall		0.52	0.56	0.59	0.43

Table 5. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with chest width, back width and hip width

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.74	1.00	0.50	0.25
	Female	0.69	1.00	0.44	0.29
1	Male	0.66	0.73	0.47	0.38
	Female	0.53	0.80	0.45	0.41
2	Male	0.59	0.14	0.69	0.53
	Female	0.40	0.74	0.39	0.49
3	Male	0.60	0.50	0.55	0.45
	Female	0.28	0.59	0.49	0.55
4	Male	0.57	0.50	0.68	0.41
	Female	0.66	0.17	0.69	0.49
5	Male	0.45	0.69	0.82	0.35
	Female	0.72	0.43	0.68	0.39
6	Male	0.75	1.00	1.00	0.08
	Female	0.67	0.41	0.77	0.38
> 6	Male	0.59	0.53	0.67	0.40
	Female	0.66	0.35	0.74	0.42
Overall		0.60	0.60	0.63	0.39

Table 6. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with body height, chest girth and chest width

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.81	1.00	0.76	0.14
	Female	0.82	1.00	0.63	0.19
1	Male	0.68	0.60	0.75	0.32
	Female	0.56	0.60	0.52	0.44
2	Male	0.78	0.14	0.75	0.44
	Female	0.65	0.42	0.65	0.43
3	Male	0.58	0.30	0.74	0.46
	Female	0.65	0.26	0.75	0.45
4	Male	0.70	0.56	0.68	0.35
	Female	0.78	0.40	0.77	0.36
5	Male	0.65	0.85	0.82	0.23
	Female	0.69	0.67	0.90	0.25
6	Male	0.75	1.00	1.00	0.08
	Female	0.78	0.41	0.92	0.30
> 6	Male	0.59	0.06	0.83	0.35
	Female	0.58	0.59	0.78	0.35
Overall		0.69	0.58	0.77	0.32

제주마 체형 측정치에 의한 혈통등급 판정에 관한 연구

Table 7. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with back height, back width, rump height, hip width, and rump length

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.86	1.00	0.74	0.13
	Female	0.77	1.00	0.59	0.21
1	Male	0.65	0.80	0.74	0.27
	Female	0.59	0.73	0.56	0.37
2	Male	0.58	0.67	0.60	0.38
	Female	0.58	0.58	0.58	0.42
3	Male	0.40	0.64	0.69	0.42
	Female	0.49	0.65	0.65	0.40
4	Male	0.60	0.69	0.74	0.33
	Female	0.70	0.54	0.73	0.34
5	Male	0.65	0.85	1.00	0.17
	Female	0.69	0.76	0.90	0.22
6	Male	1.00	1.00	1.00	0.00
	Female	0.89	0.65	0.85	0.21
> 6	Male	0.90	0.24	1.00	0.29
	Female	0.64	0.48	0.79	0.36
	Overall	0.68	0.71	0.76	0.28

Table 8. Rate of coincidence between the original grade and the new grade by discriminant function with body height only

Age(Year)	Sex	Grade			Error rate
		A	B	F	
At birth	Male	0.43	0.60	0.53	0.48
	Female	0.39	0.60	0.38	0.55
1	Male	0.55	0.60	0.61	0.41
	Female	0.54	0.53	0.41	0.51
2	Male	0.71	0.10	0.49	0.57
	Female	0.32	0.53	0.46	0.56
3	Male	0.30	0.57	0.67	0.49
	Female	0.61	0.34	0.67	0.46
4	Male	0.21	0.56	0.63	0.53
	Female	0.57	0.33	0.75	0.45
5	Male	0.20	0.69	0.82	0.43
	Female	0.53	0.24	0.94	0.43
6	Male	0.50	0.80	0.67	0.34
	Female	0.67	0.29	0.85	0.40
> 6	Male	0.77	0.24	1.00	0.33
	Female	0.61	0.56	0.81	0.34
	Overall	0.49	0.47	0.67	0.46



이와같은 상황이 지속된다면 제주경마장의 설립목적인 제주재래마 보존의 이념에 따라 재래마의 고유특징 보존에 기여한다는 목표는 퇴색되어 오히려 교잡종화를 촉진시키는 결과에 이를 수도 있다고 할 것이다.

체형측정형질을 통한 판별함수에 의한 기존혈통등급에 대한 혈통등급의 판정시도에는 보다 객관적이고 구체적인 판정에 도움을 제공코자 한 것이지 어떠한 판정방법이 보다 정확하고 옳고 그름을 논의하려는 것이 아니라는 것을 논자는 언급하고 싶다. 다만 현재로서 제주재래마라고 가칭 논의되고 있는 제주마의 체형에 대한 특성을 연구해보고, 판정방법을 달리했을 때 보다 더 제주재래마의 혈통등급을 과학적으로 높게 설명할 수 있으면서 체형측정치들과 혈통등급간에 상관관계에 대한 기초적 자료를 얻고자 분석을 시도해 본 것이다. 물론 판별함수에 의한 등급의 판정은 각 혈통등급별 고유 체형 특성치에 대한 판별기준이 분석되어 차후 이와같은 체형 측정치만 있으면 바로 이 특성치를 적용시켜 부합되는 객관적인 등급판정을 받을 수 있는 장점이 있으며, 판정된 특정등급도 최적확률론에 입각하여 판정등급에 대한 확률이 제시됨으로 인하여 보다 표준화된 고유체형을 습득하거나 유지하는데 큰 도움이 될 것만은 확실하다고 생각된다. 또한 여기에 외모심사 및 유전자변도 감식 등의 방법이 첨가된다면 제주재래마에 대한 상당한 정도의 고유특징 유지 및 보존에 대한 접근은 가능할 것으로 사료된다.

## Ⅳ. 적요

제주재래마의 체형 측정치에 의한 혈통등급 판정을 위한 기초자료 습득을 위하여 판별분석 함수를 이용하여 등급판정을 수행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 체고, 배고, 고고, 흉위, 흉심, 흉폭, 요폭, 고평, 고장, 체장, 두장, 전관위의 12개 형질들을 판별분석에 이용한 결과 기존판정등급과 일치하고 있는 비율은 A등급에서 평균 85%, B등급 87%, F등급에서 87%나 판정에 일치하는 결과를 보이고 있었으며 기존판정과의 불일치율은 평균 14%에 달했다.

2. 마 체형의 부위별 측정형질들의 그룹별 평가에서는 중구 및 후구 측정형질들을 이용했을 때는 기존등급과 판정차이의 비율은 28%로 12개 부위의 전체 측정형질들을 이용한 판정을 제외하면 전구 측정형질, 체형의 높이와 관련된 측정형질, 체장과 관련된 형질, 체폭과 관련된 측정형질들에 의한 판정보다도 높은 판정일치율을 보이고 있었다.

3. 체고의 단일 측정형질만을 이용했을 때는 기존 혈통등급과의 판정일치율은 매우 낮게 나타나고 있었다(기존등급에 대한 오판율, 46%).

4. 체형에 관한 12개 부위의 측정형질에 의한 판별함수 분석은 제주재래마의 표준 체형 유지와 혈통등급평가에 보조자료로 상당한 도움이 될 것으로 생각되었으며, 단일 측정 항목에 의한 혈통등급 평가는 위험한 것으로 분석되었다.

## V. 참고문헌

1. SAS, 1982. User's guide : Statistics, The DISCRIM Procedure, SAS Institute INC, U.S.A.
2. 양영훈 · 정창조 · 이현종 · 강태숙, 1991. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 II. 제주재래마의 체위측정치에 대한 혈통등급의 고정효과. 한국축산학회지, 33(6) : 438-443.
3. 정창조 · 양영훈 · 김중계 · 강민수, 1991. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 I. 제주마의 지역별, 성별, 연령별 체위측정치. 한국축산학회, 33(6) : 418-422.
4. 양영훈 · 김준 · 조덕준, 1996. 제주재래마 성장능력 추정. 제주대학교 농과대학부설 동물과학연구소. 동물과학 논총 vol. 11 : 9-28
5. 제주도 · 제주대학교, 1985. 제주마의 혈통정립 및 보존에 관한 연구보고서. 제주대학교 농과대학 부설 제주도축산연구소.
6. 제주대학교 · 제주축산업협동조합, 1989. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구. 제주대학교 농과대학부설 제주도축산연구소.
7. 제주대학교 · 축협중앙회 제주도지회, 1990. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 II. 제주대학교 농과대학부설 제주도 축산연구소