

제주마의 경주능력과 반복력 추정

양영훈

제주대학교 농업생명과학대학 동물자원과학과

Estimation of Performance and Repeatability for Racing Speed in Cheju horse

Young-Hoon, Yang

Department of Animal Biotechnology, Cheju National University

ABSTRACT : To estimate the racing performance and the repeatability of racing speed in Cheju horses, which were registered in Cheju Institute, a total of 25 horses with 269 racing records was used in this statistical analysis.

The generalized linear model with a fixed effect of individual and a regression term for the handicapped weight was only accepted over various preliminary analysis models. Overall mean of racing speed for 800m racing distance was 72.37 ± 0.546 seconds. The least squares means and standard errors of racing speed were ranged from 68.75 ± 0.73 to 77.20 ± 1.84 seconds. The reliabilities for the individual performance were ranged from 0.522 to 0.969 in Cheju horse racing group.

The estimate of repeatability, the upper limit of heritability, by the variance components for the racing speed was 0.52 in Cheju horses.

Key words : estimate, repeatability, racing speed, Cheju horse

I. 서 론

한때 제주도내에 사육되고 있는 말들은 Thoroughbred 품종을 제외하면 제주조랑말, 재래마, 순수제주마, 천연기념물, 제주산마 등 다양한 부류의 명칭으로 구분 또는 혼용되어 왔다. 2000년도에 접어들어서 제주도 축산진흥원에 등록 관리되고 있는 제주마 집단에 한하여 "제주마"로 용어의 통일을 보면서 비교적 단순하게 제주마에 대한 개념이 정립되었다. 본 연구에서 지칭하는 제주마 역시 등록 관리되고 있는 제주마의 범주에 한정된 것이다.

80년대 중반에 제주마는 천연기념물로 지정 보호되면서 멸종의 위기를 넘기게 되었고(제주도, 1985), 90년대로 접어들면서 경마시행과 함께 체형과 체격이 교잡마 또는 개량마에 비해 상대적으로 열악해서 경마에 불리한 제주마는 또다시 사육 두수가 급감하기 시작하였다. 제주마의 보호와 활용차원에서 한국마사회 제주경마장에서 경마가 시작된 후 비교적 체형이 왜소한 제주마는 체형이 큰 개량마와 혼혈이 거듭되면서 제주마의 잡종화가 오히려 가속화되는 수난을 맞이하게 되었다. 이에 따라 생산농가의 현장에서는 다양한 체구의 교잡마들이 생산되기 시작하였다(양 등, 1991; 정 등, 1991; 양영훈, 1997;). 2000년 7월 순수

제주마의 소멸에 대한 위기의식을 느끼면서 제주마의 보호와 증식을 위하여 제주도 축산진흥원은 농림부로부터 제주마 등록기관으로 지정받고 제주마 등록사업을 시작하기에 이르렀다. 현재 제주도 축산진흥원은 순수 제주마를 선별하여 344두(혈통 등록 231두, 기초등록 113두)를 등록관리하고 있다. 제주도의 제주마 등록관리사업과 함께 2002년 7월부터 제주경마장에서 등록마를 이용한 경마가 부분적으로 시행되기 시작 하면서 다시금 제주마 생산은 확대되는 방향으로 급물살을 타고 있는 것이 현실이다(제주도, 2004).

경마활용이 시작된 이래 제주마의 경주능력은 곧 생산농가와 마주의 소득원과 직결되고 있어서 제주마의 체형과 경주능력은 관심대상이 아닐 수 없는 것이 현실이다. 제주마의 체형과 성장에 관해서는 많은 연구보고가 있었지만(이기만, 1961: 강면희, 1969: 양 등, 1991: 정 등, 1991: 양 등, 1996: 양영훈 2002), 제주마의 경주속도에 대한 연구는 오운용(1997)의 유전모수 추정과 증모마 평가의 단편을 제외하면 찾아보기 어려웠고, 그 연구결과 또한 개량마와 다양하게 혼혈된 집단

용하여 분석하였다.

을 평가한 것이어서 순수한 의미의 제주마의 능력에 대한 연구 결과로 보기는 무리였다. 따라서 본 연구는 제주마의 경주능력 개량을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 경주능력에 대한 기록평가와 반복적 기록의 누적에 의한 유전력의 상한인 반복력 추정을 위한 것이다.

II. 재료 및 방법

본 연구에 이용된 공시자료는 한국마사회 제주경마장에서 경마시행 되었던 제주마의 800m 성적의 기록을 이용하였다.

제주마의 경주능력에 대한 평가는 2002년 7월부터 2004년 6월까지 제주경마장에 출마되었던 제주마 24두로부터 수집된 전체 286기록이 이용되었으며, 반복력 추정에 대한 분석은 제주마의 경마성적 가운데 개체별로 기록이 3회 이상을 유지한 암말 9두, 수말 5두에 대한 209개의 경주기록으로 제주마 개체당 평균 14.9 기록이 이용되었

Table 1. Summary of data used for the estimation of repeatability of racing speed in Cheju horse. 그 내용은 Table 1과 같다.

Item	No. of horses	No. of records	records/head
Male	9	167	18.6
Female	5	42	8.4
Total	14	209	14.9

제주마 능력에 대한 평가는 SAS의 GLM(SAS, 2003)으로 분석하였는데, 우선 경마기록에서 확인되는 제반 요인들(성별, 연령, 주로상태, 마체중, 부담중량, 기수 등)이 경주능력에 영향할 수 있는지를 예비분석 하였다. 통계적 모형에 대한 분산분석에 의한 예비분석결과 이들 요인들 대부분은 수집된 자료 내에서 유의적인(p<0.05) 규칙적인 효과는 없는 것으로 예비 진단되어, 아래와 같은 단순모형을 적

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \beta \cdot (X - \bar{X}) + \epsilon_{ij}$$

여기서 Y_{ij} 는 경주속도(초), μ 는 전체평균, A_i 는 i 번째 제주마의 고정효과로 $\sum A_i = 0$, β 는 부담중량 X 에 대한 회귀계수, ϵ_{ij} 는 무작위효과인 오차항으로 설정하였다.

Table 2. Analysis of variance for the racing speed in Cheju horse

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr>F
Model	25	1407.98	56.32	5.57	<.0001
A	24	1196.17	49.84	4.93	<.0001
X	1	65.23	65.23	6.45	0.0117
Error	243	2458.60	10.12		

A_i, fixed effect of i-th individual;
 X, regression term of handicapped weight

통계적 모형에 대한 분산분석은 Table 2와 같이 제주마 개체 및 부담중량의 회귀에 대하여 유의성 (p<0.001)을 보여주고 있었다.

반복력의 추정은 Becker(1985)의 분산분석방법을 이용하여 개체내 기록수가 서로 다른 경우의 방법에 따라 추정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

제주마의 경주속도에 대한 최소자승 평균이 Table 3에 제시되었다. 800m의 경주거리에서 제주마의 경주속도는 평균 72.37초인 것으로 분석되었는데 이는 오(1997)가 동일거리에서 경주속도를 분석 보고한 평균 68.53초 보다 3.84초나 뒤떨어지는 것으로 나타났다. 이 같은 이유는 오(1997)가 이용한 자료는 1991년부터 1994년까지 제주경마장의 기록이었는데, 당시 제주마들은 개량마와 다양한 정도의 혼혈이 된 교잡마 집단으로 본 연구에서 지칭하고 있는 제주마의 집단과는 다소 이질적인 집단이기 때문인 것으로 검토되었다. 반복적인 제주마 개체별 기록의 누적에 의한 경주능력의 신뢰도는 0.522에서부터 0.969까지 다양하게 나타나고 있었는데, 경주능력이 양호한 제주마일수록 경마장에서 장기간 출주하면서 많은 기록을 누적시키는 것으로 사료되었다. 이는 경주능력이 비교적 양호한 개체일수록 높은 신뢰도를 제공하게 된다고도 기대해 볼 수 있겠다.

제주마의 경주속도에 대한 변이계수(Coefficient of variation)는 5.31로 오(1997)가 제시한 4.64보다

다소 크게 나타났는데 이는 제주마 집단내 개체들간의 경주속도에 대한 변이가 큰 것으로 선발에 의한 능력향상을 기대를 해볼 수 있겠으며, 제주마 개체별 경주속도에 대한 최소자승평균은 가장 빠른 개체가 68.75 ±0.73초에서부터 가장 느린 성적이 77.20 ±1.84초의 범위로 추정되었다. 현재 등록된 제주마의 경마참여 두수가 소수인 점을 감안한다면 앞으로 등록마의 양산에 따라 경주속도에 대한 인위적 선발이 가속화 될 것이며 이에 따라서 상당한 정도의 제주마 경주속도에는 개량이 뒤따를 것으로 예상되고 있다. 한편 오(1997)의 보고에서는 800m 경주에서 가장 빠른 성적이 61.3초 가장 느린 성적이 80.0초로 조사 보고한 바 있다.

반복력은 해당 형질의 유전력의 상한선으로 개량에 있어서 중요한 기초 자료로 이용되고 있다. 동일개체에 대하여 반복적으로 기록되는 경주속도 형질은 반복력이 0.52인 것으로 추정되었는데(Table 4), 이는 경주속도에 대한 형질은 상당한 정도의 유전적 형질임을 시사해 주는 것이다(Falconer, 1988; VanVleck et. al., 1987). 한편 오(1997)는 다양한 분석모형으로 경주속도에 대한 반복력을 추정한 바 있는데, 분석결과에 의하면 최고 0.476에서 최저 0.163까지 통계적 모형과 보정방법에 따라 추정되는 것으로 보고된 바 있다. 연구대상 공시 축군이 서로 상이함으로 인하여 직접적으로 비교할 수는 없지만 본 연구결과가 비교적 높게 나타나고 있었다.

Table 3. Least squares means of racing speed for the 800m racing distance in Cheju horses

Individual	Racing speed (second)	Standard Error	Reliability
Cheju 1	72.75	0.599	0.969
Cheju 2	73.92	2.250	0.686
Cheju 3	71.18	0.834	0.958
Cheju 4	75.52	1.591	0.814
Cheju 5	70.58	0.977	0.923
Cheju 6	76.31	1.210	0.884
Cheju 7	71.15	3.186	0.522
Cheju 8	68.92	0.994	0.923
Cheju 9	70.15	1.426	0.845
Cheju 10	71.09	1.064	0.908
Cheju 11	68.75	0.730	0.954
Cheju 12	73.29	1.423	0.845
Cheju 13	69.90	1.068	0.908
Cheju 14	73.95	0.822	0.942
Cheju 15	75.63	1.203	0.884
Cheju 16	76.45	3.186	0.522
Cheju 17	69.55	0.650	0.963
Cheju 18	71.92	1.061	0.908
Cheju 19	70.25	0.829	0.942
Cheju 20	77.15	3.186	0.522
Cheju 21	69.38	0.601	0.968
Cheju 22	70.21	0.752	0.952
Cheju 23	70.73	1.126	0.897
Cheju 24	73.47	1.205	0.884
Cheju 25	77.20	1.839	0.766
Overall	72.37	0.546	0.852

Table 4. Analysis of variance and expected variance component for the estimation of repeatability in Cheju horse

Source	DF	MS	Expected Variance
Between individuals	13	96.98	$\sigma^2_E + k\sigma^2_w$
Within individual	195	5.72	σ^2_E

$\sigma^2_E = 5.72$
 $\sigma^2_w = 6.24$
 $k = (m. - (\sum m_k^2 / m.)) / (N-1)$
 Repeatability = $6.24 / (5.72 + 6.24) = 0.5217$

m., total number of measurements

m_k , number of records for the k-th individual

이상의 분석된 제주마의 경주능력의 추정치와 변이에 의하면 제주마의 경주속도는 육종가(Breeding Value) 평가에 의한 선발과 계획적인 교배로 유전적 개량의 필요성이 있는 것으로 사료되었으며, 추정된 경주속도에 대한 다소 높은 반복력은 경주속도에 대한 선발개량에서 선발의 효과를 긍정적으로 기대할 수 있을 것으로 사료되었다.

IV. 적 요

제주마로 등록 관리되고 있는 제주마의 경주능력에 대한 기초 자료와 경주속도에 대한 반복력을 추정하기 위하여 제주경마장의 제주마 25두에 대한 269개의 경마기록을 통계적 분석에 이용하였다.

SAS의 GLM을 이용하여 경마기록에서 얻을 수 있는 여러 가지 요인들에 대하여 경주능력에 영향을 미치는 예비 분석한 결과 연구에 이용된 자료에서는 부담중량만이 경주속도에 영향을 주고 있었다. 이에 따라서 제주마의 경주능력 분석에 관한 선형모형을 개체의 고정효과와 부담중량에 대한 회귀 그리고 무작위 오차항을 설정하였다.

800m 경주거리에서 제주마의 평균 경주속도(평균±표준오차)는 72.37±0.546 초였으며, 제주마 개체별 경주속도에 대한 최소자승평균은 가장 빠른 68.75±0.73 초에서부터 가장 느린 77.20±1.84초의 범위로 추정되었고, 제주마 개체별 경주속도에 대한 신뢰도는 0.522에서부터 0.969 까지 다양하게 나타나고 있었다.

동일개체에 대하여 반복적으로 기록되는 경주속도 형질은 반복력이 0.52인 것으로 추정되었으며 반복력이 유전적 상한 값을 감안할 때 선발에 따른 경주능력은 비교적 크게 향상될 것으로 사료되었다.

V. 참 고 문 헌

1. 강면희, 1969. 한국 재래마에 관한 역사적 및 형태학적 연구. 한국축산학회지 11(4):351-379.
2. 이기만, 1961. 제주도마 체형에 관한 생물측정학적 연구. 한국축산학회지. 3:63-73.
3. 양영훈, 1997. 제주마 체형 측정치에 의한 혈통등급 판정에 관한 연구. 제주대학교 동물과학논총 12:89-98
4. 양영훈, 2002. Gompertz 성장곡선에 의한 제주마의 발육표준. 제주대학교 아열대농업생명과학연구지 18(2):53-60
5. 양영훈, 김준, 조덕준, 1996. 제주재래마 성장능력 추정. 제주대학교 동물과학연구소, 동물과학논총, 11:95-101
6. 양영훈, 정창조, 이현중, 강태숙, 1991. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 II. 제주재래마의 체위측정치에 대한 혈통등급의 고정효과. 한국축산학회지, 33(6) :438-443.
7. 오운용, 1997. 제주마의 경주속도에 대한 유전모수 추정 및 종모마 평가에 관한 연구. 박사학위논문. 전북대학교 대학원
8. 정창조, 양영훈, 김중계, 강민수, 1991. 제주재래마 혈통정립 및 혈통등록을 위한 조사연구 I. 제주마의 지역별 성별, 연령별 체형측정치. 한국축산학회지, 33(6) :418 - 422.
9. 제주도, 제주대학교, 1985. 제주마의 혈통정립 및 보존에 관한 연구보고서. 제주대학교 농과대학부설 제주도축산연구소
10. 제주도, 2004. 축산사업추진계획. 제주도, p11-17
11. Becker, W.A., 1985. Manual of Quantitative Genetics. 4th ed. Academic Enterprise, Pullman, Washington, USA.
12. Falconer, D.S., 1988. Introduction to quantitative Genetics. 3rd ed. Longman, Inc., New York, USA. p139-147
13. SAS, 2003. SAS Institute Inc. Release 8.1
14. VanVleck, L.D., Pollak, E.J., Oltenacu, E.A., 1987. Genetics for the Animal Science. W.H. Freeman and Company, New York, USA. p227-248