

# 더러브렛 경주마의 주파기록에 대한 유전적 개량량의 추정

박경도\* · 손삼규\* · 노수현\* · 조광현\* · 이준호\* · 조병욱\*\*

축산과학원\*, 부산대학교\*\*

## Estimation of Genetic Trend on Racing Time of Thoroughbred Racehorses

K. D. Park\*, S. K. Son\*, S. H. Rho\*, K. H. Cho\*, Z. H. Lee\* and B. W. Cho\*\*

National Institute of Animal Science\*, Pusan National University\*\*

### ABSTRACT

The objective of this study was to estimate genetic trend on racing time of Thoroughbred racehorses in Korea, using a total of 209,725 racing records of 9,934 racehorses collection from January, 1990 to December, 2006. Phenotypic trends for all distances were negative at a rate of -0.148, -0.137, -0.137 and -0.139 second per race year for distances of 1,000m, 1,400m less than, 1,700m more than and overall dataset, respectively. Environmental trends were similar to phenotypic ones in all distances and trends in permanent environmental and jockey effects by race year were not found. Average genetic improvements for racing time were -0.037 and -0.030 second per race year at the 1,000m and overall dataset, respectively, which is low. But Genetic trends were decreased consistently. There is need to establish the genetic improvement program for quality of racehorses.

(Key words : Thoroughbred, Racehorses, Racing time, Genetic trend)

### I. 서 론

국내 더러브렛 경주마의 생산은 1991년 『경주마 자급확대 중장기 기본계획』 수립 이후 자급률이 꾸준히 증가하여 2007년 현재에는 현역 경주마의 약 70% 이상을 국내산마가 차지하고 있으며, 생산기반은 현역 경주마 2,500여두와 번식마 2,000여두 그리고 육성마 2,100여두 포함하여 약 6,600여두를 보유하고 있다.

국내 경마시장은 지난 1920년 이후 근 85년간 경마가 시행되어 오면서 매출이나 시설면에서는 괄목할 만한 성장을 이루었으며, 국내산마의 생산도 소기의 목적을 달성한 반면, 경주

마의 질적 향상은 이에 비하여 상당히 뒤진감이 있다.

이러한 문제점을 인식하여 2006년 농림부는 『마필산업 육성대책』에 따른 개량목표 고시(안)을 마련하고 경주마의 질적 개량업무를 국가적 차원의 가축개량 일환사업으로 추진함으로써 우수한 경주마를 생산하여 향후 국내산마의 국제경주 참가 및 국제경주 개최를 위한 Part II 국제 경마시행국 진출을 꾀하고 있다. 그러나 이러한 목표를 달성되기 위해서는 바람직한 개량형질과 개량목표 설정이 선행되어야 한다.

외국의 경우에는 경주마의 수득상금이 매우 중요한 평가형질로 보고되어 지고(Klemetsdal,

Corresponding author : K. H. Cho, Livestock Resources Development Department, National Institute of Animal Science, #9, Seonghwan-eup, Cheonan City, Chungnam, 330-801, Korea  
Tel : 041-580-3362, Fax : 041-582-1248, E-mail : ckhl219@rda.go.kr

1992; Langlois와 Blouin, 2004), 미국을 비롯한 경마 선진국들은 평균수득상금지수(Average Earning Index)로써 경주마의 순위를 매기고 있다. 그러나 국내 경마 조건에 비추어 볼 때 외국의 수득상금지수를 그대로 이용하기에는 다소 문제가 있기 때문에(Park과 Lee, 1999) 국내 실정에 맞는 수득상금지수를 개발하는 것이 필요하다. 또 다른 개량형질로서 주파기록과 더불어 착순에 대한 중요성이 제시되었으나(Tavernier, 1991; Bugislaus 등, 2005), 국내에서는 아직 이에 대한 연구가 전무한 실정이다.

따라서 경주마의 검정자료 기준안을 마련하고 국내 실정에 맞는 개체모형과 평균수득상금지수의 개발이 시급하다고 생각한다. 본 연구의 목적은 경주속도에 대한 연간 유전적 개량량을 추정하여 개량목표 수립 시 기초자료를 제공하는 데 있다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 공시재료

분석 자료는 한국마사회에서 제공한 1990년 1월부터 2006년 12월말까지 과천경마공원에서 경주한 경주마 9,934두의 주파기록, 총 209,725개를 이용하였다.

### 2. 통계적 방법

분석에 이용한 개체모형은 다음과 같으며, Langlois와 Blouin(2004)의 분석모형과 거의 유사하다. 그리고 주파기록에 대한 경주마의 육종가(Breeding Value)는 간접추정방법에 의하여 추정하였다(Misztal과 Gianola, 1987).

$$y = Xb + Zu + Wj + Zp + e$$

위에서,  $y$  = 관측치에 대한 벡터,  $b$  = 고정효과에 대한 벡터,  $u$  = 개체의 육종가에 대한 벡

터,  $j$  = 기수효과에 대한 벡터,  $p$  = 영구환경효과에 대한 벡터,  $X, Z, W$  = 각 효과에 해당하는 계수행렬,  $e$  = 임의오차에 대한 벡터이다.

고정효과로는 경주거리(1,000m, 1,200m, ..., 2,300m), 성별(암, 수, 거세마), 나이(2세, 3세, ..., 7세이상)와 동기그룹(1, 2, ..., 19, 192)을 포함하였다. 그리고  $\text{Var}(u) = A\sigma_u^2$ ,  $\text{Var}(p) = I\sigma_p^2$ ,  $\text{Var}(j) = I\sigma_j^2$ ,  $\text{Var}(e) = I\sigma_e^2$  일 때,  $\sigma_u^2 = h^2\sigma_y^2$ ,  $\sigma_j^2 = v\sigma_y^2$ ,  $\sigma_p^2 = (r-h^2)\sigma_y^2$ ,  $\sigma_e^2 = (1-r-v)\sigma_y^2$ 로 나타낼 수 있다.

위에서  $A$  = 혈연계수행렬,  $I$  = 단위행렬,  $h^2$  = 유전율,  $r$  = 반복율 그리고  $v$  = 기수효과에 대한 분산성분 비율이다.

따라서 개체모형에서 사용된 분산성분비  $t_1 = \sigma_u^2/\sigma_a^2 = (1-r-v)/h^2$ ,  $t_2 = \sigma_j^2/\sigma_j^2 = (1-r-v)/v$ ,  $t_3 = \sigma_p^2/\sigma_p^2 = (1-r-v)/(r-h^2)$ 의 공식으로 추정할 수 있으며, Park과 Lee(1999)가 보고한 경주시간에 대한 유전율과 반복율 0.298과 0.395 그리고 기수효과에 대한 분산성분 비율 0.016을 이용하였다.

## III. 결과 및 고찰

한국마사회에서 제공받은 자료는 1990년 1월부터 2006년 12월말까지 지난 17년간 과천경마공원에서 경주한 경주마의 주파기록으로써 분석에 앞서 경주거리별로 표준편차  $X$  3.5 이상인 기록은 경주중 부상을 당하거나 마체이상 등 정상적인 경주기록으로 인정할 수 없어 분석 자료에서 제외하였다. 따라서 실제로 이용된 자료는 경주마 9,934두의 주파기록 총 209,725개였다.

경주거리별 주파기록은 1,900m와 2,000m를 제외하고는 오른쪽으로 약간 치우친 분포이나 대부분 정규분포를 이루며, 자료의 분포 및 특성은 Table 1에 제시하였다.

경주마의 주파기록은 최고기록(Best time), 우승기록(Winning time), 평균기록(Mean time), 반복기록(Repeated Time) 등 크게 4가지로 분류할 수 있다. 그러나 평균기록은 환경효과를

Table 1. Distributional properties for racing time by distance

Distance	No. of records	No. of racehorses	Mean,s <sup>1)</sup>	Standard deviation	Min,s	Skewness
1,000 m	50,051	8,948	65.39	1.54	58.8	0.05
1,200 m	49,514	8,539	78.99	1.69	71.9	0.13
1,400 m	42,804	7,199	92.16	1.96	84.7	0.15
1,700 m	20,733	5,112	116.24	2.18	108.7	0.12
1,800 m	21,387	4,060	122.91	2.31	114.9	0.02
1,900 m	12,291	2,614	129.67	2.32	120.3	-0.07
2,000 m	11,263	1,846	136.11	2.43	126.3	-0.08
2,200 m	871	233	149.54	2.31	142.8	0.33
2,300 m	811	365	155.08	3.02	145.9	0.03

<sup>1)</sup> Second.

적절히 보정할 수 없기 때문에 경주마의 능력 평가에는 주로 이용되지 않는다.

경마란 반드시 기록경주라고 할 수 없다. 함께 출전한 상대마들의 전력에 따라 주파기록은 변할 수 있기 때문이다. 따라서 상대마들과의 상대성을 고려할 수 있는 동기그룹을 모형에 포함시키는 것이 바람직하다 (Buttram 등, 1988; Park과 Lee, 1999; Bugislaus 등, 2005).

최고기록과 우승기록은 중요한 개량형질임에도 동기그룹의 효과를 설명할 수 없다는 단점이 있다. 특히 우승기록은 우승하지 못한 경주마들의 자료는 평가에서 제외되는 단점을 안고 있으며, 미승리마인 경우 평가 자체에서 제외된다.

따라서 동기그룹효과를 가장 적절히 포함시

킬 수 있는 경주마의 반복된 주파기록을 이용한 전체 경주마의 평가가 국내 실정에 바람직하다고 생각한다.

또한 자연교배에 따른 씨수말과 씨암말의 자손수가 적어 모든 경주거리별로 분석하기에는 어려움이 있어 1,000m, 1,400m 이하, 1,700m 이상, 전체자료 4그룹으로 나누어 수행하였다. 1,000m 경주를 따로 분류한 것은 승군제인 국내 경주 조건에 비추어 볼 때 대부분의 경주마가 1,000m 경주에서 데뷔전을 치르기 때문에 1,000m의 주파기록은 매우 중요하다.

개체모형에 이용된 동기그룹, 기수 및 개체의 수는 Table 2에 제시하였으며, 혈통자료에서 이용된 총 경주마의 수는 19,430두였다.

국내산마의 주파기록에 대한 연간 표현형 및

Table 2. Summary of contemporary groups, jockeys and animals (n=19,430)

Distance	Records	Contemporary Groups	Jockeys	Animals		
				Racehorses	Sires	Dams
1,000 m	50,051	4,549	178	8,948	2,451	6,455
≤1,400 m	142,369	12,955	210	9,818	2,689	7,126
≥1,700 m	67,356	6,237	206	5,597	1,964	4,513
Overall <sup>1)</sup>	209,725	19,192	214	9,934	2,746	7,231

<sup>1)</sup> Total number of jockeys, racehorses, sires and dams used all distance, not the column sum

유전적 개량량은 Wilson과 Willham (1986)이 제시한 방법을 응용하여 추정하였으며, 이에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 주파기록에 대한 연간 표현형 개량량은 1,000m, 1,400m 이하, 1,700m 이상과 전체 자료에서 각각 -0.148초, -0.137초, -0.137초 그리고 -0.139초였다. 경주거리별로 큰 차이는 나타나지 않았으며, 모두 감소 추세를 나타내었다.

Gaffney와 Cunningham(1988)의 보고에 의하면 영국의 경우 지난 130년간(1850~1980년), 1.5마일(2,400m) 더비경주나 오크스경주의 우승마 기록은 175초에서 155초로 약 20초정도 단축되어 연간 표현형 개량량은 0.15초씩 단축된 것으로

나타나 본 연구의 결과와 거의 일치하였다.

반면에 Quarter Horse의 경우는 15년동안 (1971~1986년) 약 0.3초가 단축되어 연간 표현형 개량량은 -0.02초에 불과하였다(Wilson 등, 1988). 이러한 결과는 Quarter Horse가 더러브렛에 비하여 매우 짧은 거리인 402m 이하의 경주에서 뛰기 때문이라 생각된다.

경주년도에 따른 연간 환경효과는 -0.097~ -0.186초의 범위를 나타내었으며, 표현형 추세와 거의 일치하였으며(Fig. 1, 2), 영구환경효과와 기수효과는 경주년도별로 변화가 거의 나타나지 않았다(Fig. 2).

주파기록에 대한 연간 유전적 개량량은 전체

Table 3. Phenotypic, Genetic and Environmental linear trends on racing time in home-produced thoroughbred racehorses by race year

Distance	Linear estimates (second/race year)					
	Phenotypic	R <sup>2</sup>	Genetic	R <sup>2</sup>	Environmental <sup>1)</sup>	R <sup>2</sup>
1,000m	-0.148** ± 0.012	0.91	-0.037** ± 0.004	0.86	-0.121** ± 0.013	0.86
≤ 1,400m	-0.137** ± 0.017	0.82	-0.026** ± 0.003	0.88	-0.186** ± 0.021	0.84
≥ 1,700m	-0.137** ± 0.032	0.55	-0.006 <sup>NS</sup> ± 0.006	0.08	-0.135** ± 0.041	0.42
Overall	-0.139** ± 0.020	0.76	-0.030** ± 0.002	0.93	-0.097** ± 0.024	0.52

1) Trend of race year effect in contemporary group, \*\*p < 0.01

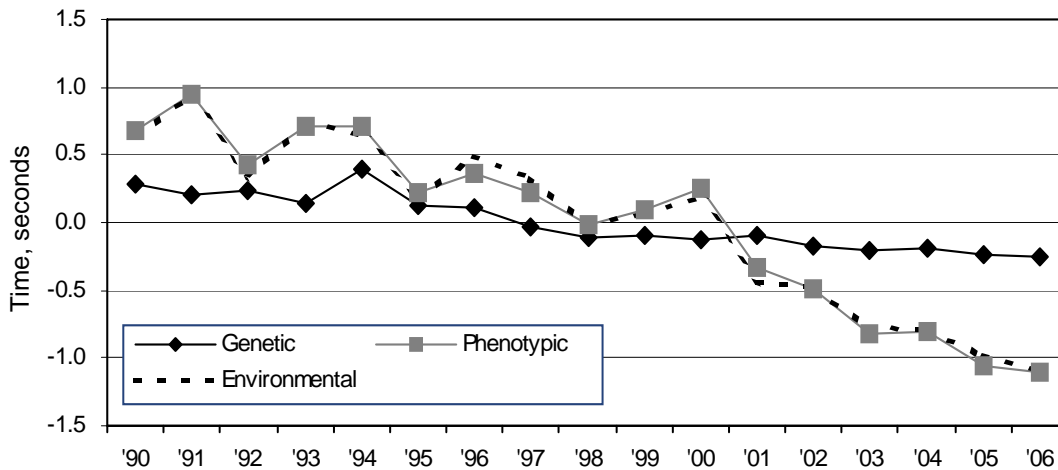


Fig. 1. Genetic, phenotypic and environmental trends on racing time by race year for the 1,000m distance.

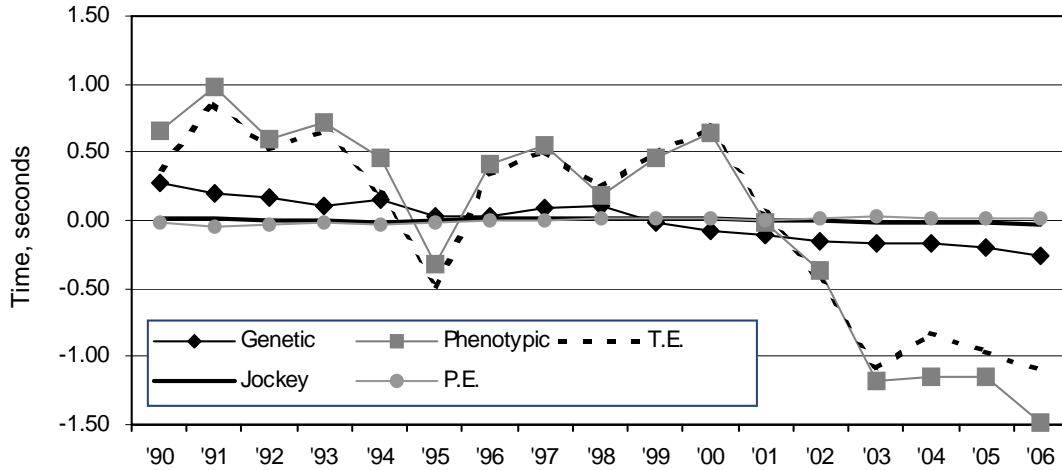


Fig. 2. Genetic, phenotypic, temporary environmental (T.E.), Jockey and permanent environmental (P.E.) trends on racing time by race year for all distances.

자료에서  $-0.03$ 초였으며, 1,000m와 1,400m 이하의 자료에서는 각각  $-0.037$ 초와  $-0.026$ 초의 감소 추세를 나타내었으나 1,700m 이상의 자료에서는 유의성이 나타나지 않았다.

Fig. 1과 2에서 나타난 바와 같이 국내산마의 기록 단축은 유전적인 요인보다는 환경적인 요인이 대부분을 차지하였고 결과적으로 국내 경마의 환경조건은 해마다 좋아진 반면 상대적으로 유전적 개량은 다소 덜 이루어졌다고 생각되어 진다.

따라서 경주마의 질적 향상을 위한 개량목표 설정 및 수립이 시급한 과제라 생각된다.

#### IV. 요약

본 연구의 목적은 1990년 1월부터 2006년 12월사이에 경주한 9,934두의 주과기록, 총 209,725개를 이용하여 국내 더러브렛 경주마의 유전적 개량량을 추정하는데 있다. 주과기록에 대한 연간 표현형 개량량은 1,000m, 1,400m 이하, 1,700m 이상의 경주거리와 전체 자료에서 각각  $-0.148$ 초,  $-0.137$ 초,  $-0.137$ 초와  $-0.139$ 초였으며, 모든 경주거리에서 감소 추세를 나타내었다. 경주년도별 환경효과의 추세는 모든

경주거리에서 표현형 추세와 거의 일치하였으며, 영구환경효과와 기수효과의 추세는 거의 나타나지 않았다. 연간 유전적 개량량은 1,000m와 전체 자료에서 각각  $-0.037$ 과  $-0.030$ 초로 다소 낮은 수치였으나 일괄적인 감소 추세를 나타내었다. 따라서 경주마의 질적 향상을 위한 개량계획을 설정하는 것이 시급한 과제라 생각된다.

#### V. 사 사

본 연구를 원활히 수행할 수 있도록 모든 자료를 제공하여 주신 한국마사회 엄영호 팀장과 이경주 대리에게 진심으로 감사를 드립니다.

#### VI. 인용 문헌

1. Bugislaus, A. E., Roche, R. and Kalm, E. 2005. Comparison of two different statistical models considering individual races or racetracks for evaluation of german trotters. *Livestock prod. Sci.* 92:69.
2. Buttram, S. T., Willham, R. L. and Wilson, D. E. 1988. *Genetics of racing performance in the*

- American Quarter Horse : II. Adjustment factors and contemporary groups. *J. Anim. Sci.* 66:2800.
3. Gaffney, B. and Cunningham, E. P. 1988. Estimation of genetic trend in racing performance of thoroughbred horses. *Nature.* 332:722.
  4. Klemetsdal, G. 1992. Estimation of genetic trend in racehorse breeding. *Acta Agric. Scand.* 42:226.
  5. Langlois, B. and Blouin, C. 2004. Practical efficiency of breeding value estimations based on annual earnings of horses for jumping, trotting, and galloping races in France. 2004. *Livestock Prod. Sci.* 87:99.
  6. Misztal, I. and Gianola, D. 1987. Indirect solution of mixed Model equations. *J. Dairy Sci.* 70:716.
  7. Park, K. D. and Lee, K. J. 1999. Genetic evaluation of Thoroughbred racehorses in Korea. *Kor. J. Anim. Sci.* 41(2):135.
  8. Tavernier, A. 1991. Genetic evaluation of horses based on ranks in competitions. *Genet. Sel. Evol.* 23:159.
  9. Wilson, D. E., Willham, R. L., Buttram, S. T. and Hoekstra, J. A. 1988. Genetics of racing performance in the American Quarter Horse : IV. Evaluation using a reduced animal model with repeated records. *J. Anim. Sci.* 66:2808.
  10. Wilson, D. E. and Willham, R. L. 1986. Within-herd phenotypic, Genetic and environmental trend lines for beef cattle breeders. *J. Anim. Sci.* 63:1087.
- (접수일자 : 2007. 12. 24. / 채택일자 : 2008. 2. 18.)