

국내 승용마의 체형상관에 따른 품종별 비교 분석[†]

오운용¹ · 도경탁² · 조병욱³ · 박경도⁴ · 김성훈⁵ · 이학교⁶ · 신영수⁷ · 조영석⁸

¹국립축산과학원 가축개량평가과 · ²³부산대학교 동물생명자원과학과 ·
⁴⁵⁶한경대학교 유전체정보센터 · ⁷신구대학교 동물자원과학과 · ⁸부산대학교 통계학과

접수 2011년 4월 26일, 수정 2011년 5월 19일, 게재확정 2011년 5월 23일

요약

‘말산업육성법’ 제정에 따라 국내 승마산업의 저변확대를 위해 자질이 우수한 국내산 승용마 생산 및 개량에 대한 연구가 절실히 필요한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 국내에서 승용마로 활용되고 있는 3품종 (웁블러드, 더러브렛, 제주산마) 32두에 대해 12항목의 체형을 측정하여, 측정자료를 바탕으로 판별분석을 실시한 결과 81.3%가 정확하게 분류되는 것을 확인 할 수 있었다. 본 연구의 결과는 향후 체구성 분석을 통한 말의 유형 (경주마, 승용마, 재활치료마, 역용마, 비육마) 및 승용마 외모 심사를 판단하는 모형 개발에 기초자료로 활용될 것이며 이는 향후 3D 영상촬영측정치를 활용한 한국형 승용마 생산 및 개량화 연구에 활용될 것으로 사료된다.

주요용어: 국내산 승용마, 개량화, 상관분석, 판별분석, 체형측정.

1. 서론

말의 품종은 약 300여종으로 체격과 체형 그리고 특이적인 능력을 바탕으로 경마, 승마, 역용, 재활치료 등의 다양한 목적으로 이용되어져 오고 있다. 이중 승용마는 단일 품종위주인 경주마와 달리 각국의 토종자원을 기초로 스피드와 지구력 등 승용능력을 보완하여 새롭게 육성된 여러 품종들이 다수를 점유하고 있다. 따라서 국내 승마산업의 저변확대를 위해 한국형 승용마 능력검정·평가·선발체계를 조기에 구축하여 외국의 유명 품종의 능력에 필적하는 국산 브랜드 승용마 생산을 위한 개량에 대한 많은 연구가 필요한 실정이다.

다른 가축에서는 체형 구성요소와 경제형질과의 상관관계가 매우 높아 개체간의 능력을 추정하는데 체형형질이 중요한 선발요인이 된다. 쫓소의 경우 1988년 홀스타인협회에서 선형체형평점을 추정한 결과 체형형질의 유전력은 키 (0.37), 엉덩이 경사도 (0.29), 엉덩이 넓이 (0.24), 발굽의 각도 (0.10), 체심 (0.32), 강건선 (0.26), 앞유방부착 (0.18), 뒷유방 부착 (0.18), 뒷유방넓이 (0.16), 유방길이 (0.25), 유두위치 (0.21)등으로 조사되었으며, 번식우의 체구와 유량간에는 유의적 상관이 있는 것으로 나타났다

[†] 본 연구는 2008 회계연도 한국마사회특별적립금 지원사업으로 국립축산과학원과 공동으로 연구됨.

¹ (330-801) 충청남도 천안시 성환읍 어룡리 산 9번지, 국립축산과학원, 가축개량평가과, 농업연구관.

² (627-706) 경상남도 밀양시 삼랑진읍 삼랑진로 1268-50, 청학리 부산대학교 동물생명자원과학과, 박사과정.

³ (627-706) 경상남도 밀양시 삼랑진읍 삼랑진로 1268-50, 청학리 부산대학교 동물생명자원과학과, 교수.

⁴ (456-749) 경기도 안성시 중앙로 327, 한경대학교 유전체정보센터, 연구교수.

⁵ (456-749) 경기도 안성시 중앙로 327, 한경대학교 유전체정보센터, 연구교수.

⁶ (456-749) 경기도 안성시 중앙로 327, 한경대학교 유전체정보센터, 교수.

⁷ (462-743) 경기도 성남시 중원구 광명로 377, 신구대학교 동물자원과학과, 부교수.

⁸ 교신저자:(609-735) 부산광역시 금정구 부산대학로 63번길 2 (장전동), 부산대학교 통계학과, 부교수.

E-mail : choys@pusan.ac.kr

(Waltner 등, 1993; Schmidt 등, 1988). 또한 우리나라 고유 품종인 한우의 체측치에 대한 유전력 추정치는 체고 (0.23), 체장 (0.36), 흉위 (0.54), 고장 (0.213), 요각폭 (0.430) 등으로 조사되었다 (이문연 등, 1985).

반면, 승용마의 체형측정은 체고, 고고, 체장, 흉위, 전관위 등을 중심으로 이루어지고 있지만, 이러한 체측치에 대한 유전력 추정치는 품종 평균 0.25 ~ 0.90 수준의 큰 차이를 보이고 있으며, 형질간 유전상관 역시 0.32 ~ 0.95의 수준을 보여주고 있다 (Arnason, 1984; Gerber 등, 1997; Hintz 등, 1978; Kaiser 등, 1991; Saastamoinen 등, 1998; Miglior 등, 1998; Van Veldhuizen, 1997; Von Butler 등, 1986).

상관분석 방법을 이용한 연구로는 이원기 등 (1999)은 부검체 두발과 장기의 중금속 오염농도 관련성에 관하여 연구를 하였고, Choi (2006)는 대학의 교육서비스 만족도 조사에 관한 연구를 하였고, 이장택 (2010)은 엘리트 10종경기 선수들의 경기력 패턴에 관한 연구를 하였다. 판별분석을 이용한 연구로는 신양규 (1996)는 중풍의 증형 진단을 위한 판별모형을 연구하였고, 김규곤과 최승배 (2004)는 한의학에서 사상체질판별함수 개발에 관한 연구를 하였고, 김재희와 서그러운달님 (2008)은 한우 및 등급 판별 방법을 연구하였다.

본 연구는 국내산 승용마 기초집단을 선발하고 품종간 교잡을 통한 최적교배 프로그램 개발에 필요한 승용마유형판별함수를 개발함으로써, 한국인 체형과 다양한 컨텐츠 유형에 적합한 국내산 승용마 생산 및 개량에 목적을 두고 있다.

2. 국내산 승용마 자료의 통계분석

체형측정은 마필표준체형측정 20항목 중 품종별 차이가 없거나 측정치 오차범위가 큰 항목을 제외한 12항목의 자료를 선별하여 그림 2.1과 같이 측정하였다.

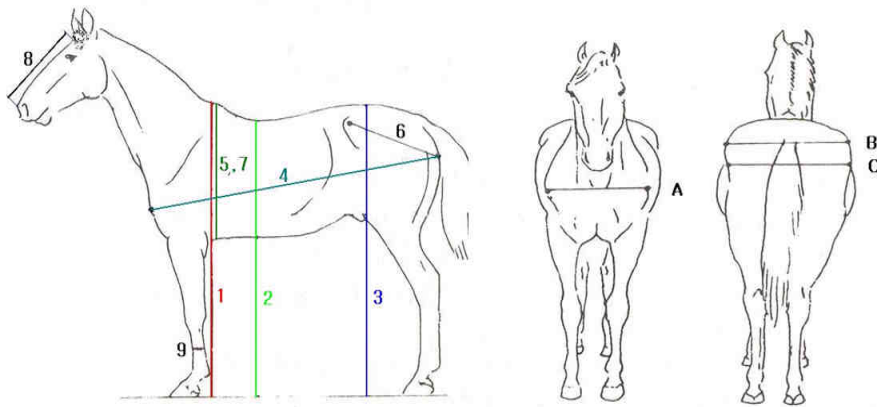


그림 2.1 1.체고 2.배고 3.고고 4.체장 5.흉심 6.고장 7.흉위 8.두장 9.전관위 A.흉폭 B.요폭 C.곤폭

측정한 자료의 평균, 표준편차, 정규성검정을 위하여 Shapiro-Wilk (1965) 검정법으로 분석한 결과는 표 2.1과 같고, 유의수준 5%에서 체장, 흉심, 고장, 흉폭, 요폭이 정규성을 따르는 것으로 나타나 앞으로 분석에서 측정변수로 사용하고자 한다. 통계 프로그램은 MINITAB 15와 SPSS를 사용하여 측정변수들 간 상관관계를 알고자 상관분석 (correlation analysis)을 실시하였고, 이 자료를 바탕으로 말의 유형을 판단하는 모형을 만들기 위해 판별분석 (discriminant analysis)을 실시하였다.

표 2.1 측정변수의 기초통계와 정규성검정 결과

측정변수	평균	표준편차	Shapiro-Wilk 검정		
			통계량	자유도	유의확률
체고	159.4	12.3	.880	32	.002
배고	150.8	11.1	.898	32	.006
고고	158.4	11.5	.888	32	.003
체장	165.8	13.4	.937	32	.063
흉심	74.8	6.7	.958	32	.244
고장	52.2	4.4	.947	32	.121
흉위	184.7	18.5	.928	32	.034
두장	38.5	16.6	.821	32	.000
전관위	30.4	11.7	.716	32	.000
흉폭	45.4	6.2	.944	32	.099
요폭	56.5	6.7	.935	32	.055
근폭	53.6	6.5	.910	32	.011

2.1. 변수들의 상관분석

체위측정 부위들의 선형관계 정도를 알고자 상관분석을 실시한 결과 표 2.2와 같고, 상관계수를 확인한 결과 (체장, 흉폭), (체장, 요폭), (흉폭, 흉심), (고장, 체장)의 순서로 높은 양의 상관관계가 나타났으며, 모두 유의수준 0.000으로 통계적으로 매우 유의한 결과를 보였다.

표 2.2 변수의 상관계수 (**: p-value < .01)

변수	체장	흉심	고장	흉폭	요폭
체장	1	.657**	.720**	.798**	.790**
흉심		1	.675**	.768**	.703**
고장			1	.656**	.617**
흉폭				1	.861**

2.2. 판별분석

체형자료를 이용하여 국산 승용마 육종개량 목표에 적합한 승용마 판별함수개발을 위해 판별분석을 실시하였다. 우선 각 분류되는 집단들의 공분산행렬의 동질성 가정 검정을 위해 Box의 M 검정결과 유의수준 5%에서 동질성 검정에 위배되지 않는 것으로 나타났다 (유의확률 0.059).

표 2.3 판별함수의 고유값과 Wilks의 랏다값

고유값				
함수	고유값	분산의 %	누적 %	정준상관
1	8.800	97.1	97.1	.948
2	.263	2.9	100.0	.456

Wilks의 랏다값					
함수의 검정	Wilks의 랏다	카이제곱	자유도	유의확률	
dimension0	1에서2	.081	67.933	10	.000
	2	.792	6.307	4	.177

표 2.3에 제시한 고유값을 보면 함수 1의 고유값은 8.800이고, 이 함수가 총 판별력의 97.1%를 설명하고 있다. 판별함수의 판별력에 대한 검정 결과 Wilks의 랏다 값을 보면, 함수 1의 판별력과 함수 2의

판별력을 추가함으로써 증가된 판별력이 유의하다고 할 수 있다 (유의확률 0.000).

표 2.4 표준화 정준 판별함수 계수

변수	함수	
	1	2
체장	.603	-.757
흥심	.349	.044
고장	.437	.774
흥폭	.180	-.131
요폭	.252	.428

표 2.4에서 판별함수 1은 체장이 0.603으로 가장 높게 나타나 판별력이 가장 크고, 다음으로 고장(0.437)으로 나타났으며, 판별함수 2는 고장이 0.774로 가장 높게 나타나 판별력이 가장 크게, 다음으로 체장이 나타난다. 따라서 측정변수 중에서 체장과 고장이 중요한 변수로 판단이 된다.

표 2.5 정준 판별함수 계수

변수	함수	
	1	2
체장	.101	-.127
흥심	.082	.010
고장	.171	.303
흥폭	.052	-.038
요폭	.064	.109
(상수)	-37.830	.075

표 2.5는 표준화하지 않은 정준판별함수의 계수이며, 판별 점수를 다음과 같이 계산한다.

$$\text{판별함수 1} = -37.83 + .101(\text{체장}) + .082(\text{흥심}) + .171(\text{고장}) + .052(\text{흥폭}) + .064(\text{요폭})$$

$$\text{판별함수 2} = .075 - .127(\text{체장}) + .010(\text{흥심}) + .303(\text{고장}) - .038(\text{흥폭}) + .109(\text{요폭})$$

판별함수 1, 2에 따라 각 말들의 판별점수 1, 2를 구하고, 품종별 그 값들의 평균은 표 2.6과 같다.

표 2.6 판별함수의 집단 중심점

품종	함수	
	1	2
1	2.690	-.555
2	1.637	.667
3	-3.606	-.093

각 함수의 집단 중심점을 보면, 정준 판별함수의 첫 번째 함수 값에서는 3번째 품종이 다른 품종과 잘 분리되는 것을 볼 수 있고, 두 번째 함수 값에서는 2번째 품종이 다른 품종과 잘 분리되는 것을 볼 수 있다. 표 2.7은 Fisher의 분류함수 계수를 제시한다. 각 개체에 대해 세 가지 품종별로 분류대상의 독립변수 값들을 분류함수에 대입하여 전부 합해서 분류점수(판별점수)를 계산한 다음 이 중 최대점수의 품종으로 분류될 수 있다.

표 2.8은 실제 소속집단과 분류함수를 통해 예측 소속집단의 교차표이다. 여기서 3번 12마리는 완벽하게 분류되었으나 1번 품종은 4개의 케이스가 2번 품종으로 잘못 분류되었고, 2번 품종은 2개의 케이스가 2번 품종으로 잘못 분류되어 전체 32마리 중 26마리가 정확하게 분류되어 81.3%가 정확하게 분류되었음을 보여주고 있다.

표 2.7 판별분류함수 계수

변수	품종		
	1	2	3
체장	4.775	4.513	4.078
흉심	4.437	4.364	3.928
고장	7.024	7.214	6.087
흉폭	-.297	-.399	-.646
요폭	2.294	2.359	1.940
(상수)	-858.751	-816.597	-623.260

표 2.8 판별함수에 의한 분류결과

	품종	예측 소속집단			전체
		1	2	3	
빈도	1	6	4	0	10
	2	2	8	0	10
	3	0	0	12	12
원래값	1	60.0	40.0	.0	100.0
	2	20.0	80.0	.0	100.0
	3	.0	.0	100.0	100.0

3. 결론

본 연구에서 웹블러드 (1), 더러브렛 (2), 제주산마 (3)에 대한 부위별 12 체형 측정치 자료 중에서 정규분포를 따르는 체장, 흉심, 고장, 흉폭, 요폭을 분석 자료로 사용하였다.

체위측정 부위들의 선형관계 정도를 알고자 상관분석을 실시한 결과 (체장, 흉폭), (체장, 요폭), (흉폭, 흉심), (고장, 체장)의 순서로 높은 양의 상관관계가 나타났으며, 국산 승용마 육종개량 목표에 적합한 승용마 판별함수개발을 위해 판별분석을 실시한 결과 3번 12마리는 완벽하게 분류되었으나 1번 품종은 4개의 케이스가 2번 품종으로 잘 못 분류되었고, 2번 품종은 2개의 케이스가 2번 품종으로 잘못 분류되어 전체 케이스 중 81.3%가 정확하게 분류되었음을 보여주었다.

이는 소수의 데이터에 의해 나타난 결과이므로 이러한 분석 기법을 이용하여 더 많은 체형부위별 데이터를 입력할 수 있다면 승용마 유형판별의 정확도는 더 높아질 것으로 사료되며, 이는 향후 체구성 분석을 통한 말의 유형 (경주마, 승용마, 재활치료마, 역용마, 비육마)을 판단하는 모형 개발에 기초자료로 활용이 가능할 것이며, 또한 선발과 교잡을 통해서 충분히 원하는 유형의 승용마를 생산하고 개량할 수 있을 것으로 사료된다.

더 나아가 최근 실제 정형외과의 바람직한 얼굴형상 및 한국인의 체형에 적합한 스포츠의복 모델을 3D 영상 촬영을 통한 측정치를 활용하여 통계적으로 판별함수를 개발하여 표준 아바타를 개발하고 있듯, 3D 영상촬영기법을 활용한 승용마의 체형분석 시스템을 개발함으로써 한국인 연령대별 체형에 적합한 승용마를 생산하고, 측정이 불가능한 부위에 대한 계량화 및 조기선발에도 이용이 될 것으로 사료되며, 본 연구의 결과는 3D 영상촬영측정치를 활용한 한국형 승용마 생산 및 개량화 연구에 기초자료로 활용가치가 높을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김규근, 최승배 (2004). 의학에서의 사상체질판별함수 개발에 관한 연구 (I) - 크론박 알파 계수에 의한 변수선택 -. <한국데이터정보과학회 춘계학술대회논문집>, 61-68.

- 김재희, 서그러운달님 (2008). 한우 맛 등급 판별방법 비교 연구. <응용통계연구>, **21**, 969-980.
- 신양규 (1996). 증풍의 증형 진단을 위한 판별모형. <한국데이터정보과학회지>, **7**, 283-287.
- 이문연, 오봉국 (1985). 한우의 체중과 체형측측치간의 상관관계 및 유전력추정. <한국동물자원과학회지>, **27**, 691-695.
- 이원기, 송명언, 송재기, 이성국, 박성화 (1999). 부검체 두발과 장기의 증급속 오염농도 관련성. <한국데이터정보과학회지>, **10**, 215-222.
- 이장택 (2010). 엘리트 10종경기 선수들의 경기력 패턴에 관한 연구. <한국데이터정보과학회지>, **21**, 1071-1079.
- Arnason, T. (1984). Genetic studies on conformation and performance of Icelandic Toelter Horses: I. Estimation of non genetic effects and genetic parameters. *Acta Agriculturae Scandinavica*, **34**, 409-427.
- Choi, K. H. (2006). An empirical study for university educational service satisfaction factors. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **17**, 279-289.
- Gerber, E., Sjöberg, A., Näsholm, A. and Philipsson, J. (1997). Genetics parameters for conformation traits of warmblood horses in Sweden. *48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Vienna, Austria, 378.
- Hintz, R. L., Hintz, H. F. and Van Vleck, L. D. (1978). Estimation of heritabilities for weight, height and front cannon bone circumference of thoroughbreds. *Journal of Animal Science*, **47**, 1243-1245.
- Kaiser, M., Duda, J. and Butler-Wemken, I. (1991). Genetische und nicht genetische einflüsse auf die körpermasse einer Trakehner zuchtperdepopulation. *Züchtungskunde*, **63**, 335-341.
- Miglior, F., Pagnacco, G. and Samore, A.B. (1998). A total merit index for the Italian Haflinger horse using breeding values predicted by a multi-trait animal model. *Proceedings of the Sixth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, **24**, 416-419.
- Saastamoinen, M. T., Suontama, M. and Ojala, M. (1998). Heritability of conformation traits and their relationships to racing performance in the Finnhorse trotter. *Proceedings of the Sixth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, **24**, 396-399.
- Schmidt, G. H., Van Vleck, L. D. and Hutjens, M. F. (1988). *Principles of dairy science*, 2nd edition, Prentice Hall, New Jersey.
- Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, **52**, 591-611.
- Van Veldhuizen, A. E. (1997). Breeding value estimation for riding horses in the Netherlands. *48th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Vienna, Austria, 376.
- Von Butler, I. and Krollikowsky, I. (1986). Genetische arameter für grössenmasse einer stutbuchpopulation des deutschen reipferdes. *Züchtungskunde*, **58**, 233-238.
- Waltner, S. S., McNamara, J. P. and Hillers, J. K. (1993). Relationships of body condition score to production variables in high producing holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, **76**, 3410-3419.

A comparative analysis of the related body compositions by riding-horse breed in Korea[†]

Woonyong Oh¹ · Kyoungtag Do² · Byungwook Cho³ · Kyungdo Park⁴ ·
Sunghoon Kim⁵ · Hakkyo Lee⁶ · Youngsoo Shin⁷ · Youngseuk Cho⁸

¹NIAS, RDA, Animal Genetic Improvement Division

²³Department of Animal Science, Pusan National University

⁴⁵⁶Genomic Informatics Center, Hankyong National University

⁷Department of Animal Science, Shingu University

⁸Department of Statistics, Pusan National University

Received 26 April 2011, revised 19 May 2011, accepted 23 May 2011

Abstract

There are increasing demands for the producing and breeding new domestic riding horses for the vitalizations of horse riding industry in Korea, according as 'Horse Industry Support Act' became. In this study, we were to develop the functional relation through the conformation comparison & body composition analysis. 76 heads of 5 breeds utilized for riding horses in Korea were used and their body measurements on 12 items were measured and cluster analysis was conducted to determine the correlation relation among them. The measurements were standardized that (height, croup height, pelvis length), and (hip width, width of pelvis) were highly correlated. In these results of the decision tree, we confirmed to classify the breed type determination by their body measurements (hip height, hip width, head length, croup height). This result can be used as basic data for the development of horse type determination (racing, riding, Riding for the Disabled, Working, or fattening) through the analysis of body composition, and be utilized as the basic data for the producing and breeding new domestic riding horses through the 3D Stereosocpic image system analyze.

Keywords: Body composition, correlation analysis, discriminant analysis, domestic riding horse, producing and breeding.

[†] This work was funded by Special Surplus Reserve of Korea Racing Authority in 2008 and progressed with National Institute of Animal Science.

¹ Senior researcher, NIAS, RDA, Animal Genetic Improvement Division, Cheonan-si 330-801, Korea.

² Graduate student, Department of Animal Science, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea.

³ Professor, Department of Animal Science, Pusan National University, Miryang 627-706, Korea.

⁴ Research professor, Genomic Informatics Center, Hankyong National University, Anseong-si 456-749, Korea.

⁵ Research professor, Genomic Informatics Center, Hankyong National University, Anseong-si 456-749, Korea.

⁶ Professor, Genomic Informatics Center, Hankyong National University, Anseong-si 456-749, Korea.

⁷ Associate Professor, Department of Animal Science, Shingu University, Seongnam 462-743, Korea.

⁸ Corresponding author: Associate Professor, Department of Statistics, Pusan National University, Busan 609-735, Korea. E-mail: choys@pusan.ac.kr