



한우 체척 검정개월령에 따른 단·다형질 개체모형의 육종가 및 정확도 비교연구

이수현*, 당창권*, 최연호, 박미나, 이승수, 이영창, 이재구, 장혁기, 이도현, 윤호백, 최태정*

국립축산과학원 가축개량평가과

Comparison study of body measurement genetic parameters according to measured months by single and multi-traits animal model in national evaluation of Hanwoo cattle

Soo Hyun Lee, Chang Gwon Dang, Yun Ho Choy, Mina Park, Seung Soo Lee, Young Chang Lee, Jae Gu Lee, Hyuk Kee Chang, Do Hyun Lee, Hobaek Yoon and Tae Jeong Choi

Animal Genetics & Breeding Division, NIAS, Cheonan, 31000, Korea

ABSTRACT

Hanwoo cattle is one indigenous breed that have been improving its genetic performance through national evaluation system. 10 categories of Body measurement are one of evaluation trait in Hanwoo population that depicts indirect growth performance. Recent national evaluation system in 2021 have been using body measurement traits measured at 18 month that is not belong to any of the proper test period(e.g. 12, 24 month). Though body measurement traits measured at 12 month are abundant due to not only progeny but performance test animals, evaluation system that using traits measured at 18 month is still remained. Accordingly, this study focused on the data by measured points and models by single and multiple trait for informing to improve genetic evaluation of national evaluation system. Total 13370 animals from performance and progeny test animals and total of 84936 pedigree records were used. Evaluation group were allocated into 6 in total by 3 measured points and 2 models, and compared by each group. Where regarding only single and multiple trait model, mean of heritability for all traits is depicted as 0.27 and 0.28 in single and multiple trait model respectively. Correlation of breeding value between single and multiple trait model for each measured points was 0.87, while body measurement at 12 month which dataset includes performance test animals and traits at 12 month without performance test animals were shown 0.72 correlation. Accuracy of estimated breeding value was the least when single trait model with body measurement at 12 month and 18 month without performance test animals were used (63%). Multiple trait model using body measurement at 12 month with performance test were recorded as the highest accuracy at 74%, among the evaluation groups. Genetic trend in sires that have at least 6 progenies was in similar pattern annually for all evaluation group except single trait model with performance test animals that measured 12 month body measurement. The group using multiple trait model with traits at 12 month which have performance test records were higher for all traits than other groups. In short, this study was aimed to draw the advantages of multiple trait model using body measurement at 12 month including performance test animals.

Key words: Hanwoo cattle, Body measurement, Multi-traits animal model

*Corresponding author: Tae-Jeong Choi

Animal Genetics & Breeding Division, NIAS, Cheonan, 31000, Korea
Tel: +82-41-580-3362 E-mail: choi6695@korea.kr

Received: 08 December, 2021

Revised: 14 December, 2021

Accepted: 14 December, 2021



© Journal of Animal Breeding and Genomics 2021. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

한우는 수많은 관심 속에 꾸준히 개량되어가는 한국의 대표적인 고유품종이다. 1985년 한우 국가검정체계가 확립된 이래 씨수소 선발을 중심으로 평가형질 및 모형 등 기술적인 개편을 통해 국가주도하에 개량되고 있는 품종이기도하다(Park et al. 2013). 한우의 검정체계 안에서 평가형질은 도체성적, 체척, 분할육 크게 3가지로 분류되며 그 중에서도 본 연구의 대상 형질인 체척은 한우의 신체부위별 길이 및 둘레를 해당 부위에 적합한 측정기구(체척계, 줄자)로 실측한 값으로, 검정우를 대상으로 6개월 단위 수집되는 형질이다. 체척 부위 중 흉위는 한우 육량지수를 좌우하는 도체중, 등심단면적과 높은 상관관계에 있는 것으로도 연구되었으며 생시체중을 예측할 수 있는 지표로 밝혀진 바 있다(Lee et al. 2013; Schoder and Staunfenbiel 2006). 이렇듯 체척 형질은 부위에 따라 단순하게 소의 신체길이를 나타내는 지표를 넘어서 경매가를 좌우하는 경제적 부분과도 긴밀하게 연결되는 형질이다(Lee et al. 2020).

2021년 하반기 기준으로 체척은 국가단위 유전능력평가에서 18개월령에 측정된 자료를 국가단위 평가에 활용하고 있다. 그러나 한우 검정체계에서 18개월은 당·후대검정(performance-progeny test) 종료시점 그 어디에도 속하지 않으며 체척을 통한 최종성적을 조기에 예측해본다면 보다 더 이른 시기의 체척자료를 활용하는 방향이 유리할 것이다. 그리고 24개월동안 진행되는 후대검정개체들의 성적 외에도 당대검정우의 12개월령 체척 또한 평가에 활용할 수 있게 된다.

체척 형질은 대표적으로 10개 부위별로 수집이 되며 각각 체장(body length BL), 체고(wither height, WH), 흉심(chest depth, CD), 흉폭(chest width, CW), 흉위(chest girth, CG), 고장(rump length, RL), 요각폭(rump width, RW), 곤폭(pelvic width, PW), 십자부고(hip height, HH), 좌골폭(hipbone width, HW) 등의 명칭으로 불린다. 이 형질들은 측정 부위별로 높은 상관관계에 있으며 유전능력평가에서도 형질 간의 상관을 통해 유전분산으로 설명되지 못한 잔차분산으로부터 유전분산성분을 더 추정해낼 가능성이 있다(Lee et al. 2013). 관련된 연구결과로는 한우 도체성적을 활용한 단·다형질 평가를 비교하여 단형질 대비 다형질 유전모수가 모든 형질에 대해 0.1이상 수준으로 유전력을 향상시켰다는 연구결과가 있다(Srivastava et al. 2019). 이러한 근거로, 체척 10개형질의 다형질 평가를 통해 유전분산 등의 평가결과를 제고할 수 있다고 보여진다. 따라서 본 연구에서는 체척 개월령, 단형질 및 다형질모형에 대한 비교분석을 통해 체척 형질의 유전능력평가체계 개선을 위한 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

재료 및 방법

1. 표현형 및 혈통자료

본 연구의 표현형 자료는 농협 한우개량사업소에서 제공받은 한우 국가단위 검정체계의 당후대 검정축의 성적으로 후대검정 개체로부터 수집된 12, 18개월령 체척과 당대검정 개체로부터 수집된 12개월령 체척 검정자료, 보정된 12개월령 체중으로 구성되어 있다. 보정된 12개월령 체중은 다형질 모형에만 적용되며 보정된 18개월령 체중에 대한 정의나 기준에 활용되던 기준 수식이 없어 18개월령 체척에도 마찬가지로 보정된 12개월령 체중을 적용하였다. 전체 체척형질 10개 중 하나라도 결측이거나 환측으로 판정되어 표현형에 영향을 미칠 수 있는 개체들을 모두 제외하고 총 13,307두가 활용되었고 형질별 간략한 기초통계자료는 Table 1에 나타내었다. 혈통자료는 국가검정체계 내 검정축 모든 개체의 혈통을 활용, 한국종축개량협회로부터 총 84,936두의 혈통자료를 제공받아 분석에 활용하였다. 유전모수를 제외한 육종가, 정확도 비교 등에 활용된 개체들은 2000년 이후에 출생한 씨수소이며 자손이 6두 이상을 보유한 개체 850두를 대상으로 한정하였다.

Table 1. Brief statistics about the studied body measurement traits by measured months

(Unit : cm)	Mean and standard error of body measurement at 12 month ¹⁾	Mean and standard error of body measurement at 18 month ²⁾
Wither Height (WH)	119.83(5.16)	130.77(5.23)
Hip Height (HH)	121.96(5.04)	132.18(5.26)
Body Length (BL)	133.48(7.34)	149.34(7.85)
Chest Depth (CD)	61.60(3.36)	70.53(3.40)
Chest Width (CW)	37.36(4.11)	44.79(4.11)
Rump Width (RW)	37.37(2.97)	45.00(3.38)
Rump Length (RL)	44.63(3.40)	49.70(3.71)
Pelvic Width (PW)	39.7(3.13)	45.79(3.86)
Hipbone Width (HW)	21.66(2.76)	24.72(3.44)
Chest Girth (CG)	166.32(9.31)	194.82(9.62)

¹⁾ Total 13,307 animals that contain performance test 6,977 and progeny test 6,330 animals

²⁾ progeny test animals 6,330 only

2. 평가모형

단형질 평가모형의 유전모수 비교를 위해 현재 검정체계의 체척 단형질모형과 동일하게 설정하여 차수, 출생지, 검정지를 개별적인 고정효과로 두고 측정일을 공변량으로 설정하였다. 다형질 평가모형에서는 당후대 구분, 차수, 우사를 동기군으로 묶고 마찬가지로 측정일을 공변량으로 설정하였으며 다형질 평가모형의 경우, 「한우 체척형질에 대한 유전모수 추정 결과 보고」 국립축산과학원 기관내 비공식 보고서를 근거하여 제시한 모형이다. 단형질모형은 아래와 같이 표현된다.

$$y_{ijk} = \mu + \text{Batch}_i + \text{Bloc}_j + \text{Tloc}_k + \beta X_{ijk} + u_{ijk} + e_{ijk}$$

y_{ijk} 는 미보정 체척(10) 표현형을, Batch_i 는 검정차수, Bloc_j 는 출생지, Tloc_k 은 검정지를 나타내며 X_{ijk} 는 동기군에 대한 개체의 체척 측정일 공변량, u_{ijk} 는 개체의 육종가, e_{ijk} 는 개체의 잔차효과를 나타낸다. 다형질모형 수식은 다음과 같다.

$$y_{ij} = \mu + \text{cg}_i + \beta X_{ij} + u_{ij} + e_{ij}$$

다형질모형에서는 단형질과 다르게 y_{ij} 뒤에 12개월령 보정체중이 추가되며 각각의 12, 18개월령 미보정 체척(10)을 나타낸다. cg_i 는 당후대 구분, 차수, 우사의 동기군을 나타내며 X_{ij} , u_{ij} , e_{ij} 는 단형질모형의 약어가 의미하는 바와 동일하다. AIC(Akaike information criterion)는 모형의 적합도를 나타내며 값이 작을수록 적합한 모형임을 나타내는 지표이다.

유전모수, 육종가 추정은 BLUPF90 프로그램군에서 AIREMLF90를 활용하였으며 해당 프로그램은 기존 EM-REML에서 AI(Average-Information) 알고리즘을 기반으로 속도를 대폭 개선시킨 프로그램으로 소개된다(Masuda et al. 2014). 정확도는 다음과 같은 수식으로 산출하였다(Henderson 1975).

$$\text{Accuracy} = \sqrt{1 - \frac{se^2}{V_g}}$$

여기에서 se^2 는 추정된 육종가에 대한 표준오차의 제곱이면서 예측오차분산을 의미하고 V_g 는 체척 10부위의 형질별 유전분산을 나타낸다. 그 외에 자료의 전후처리, 상관분석, 자료의 시각화는 SAS 버전 9.4와 R 버전 3.6.3을 사용하였다(Team 2013).

3. 결과비교

표현형은 12, 18개월령 후대검정자료(6330두), 12개월령 당후대자료(13307두) 3가지로 분류되며 단형질, 다형질모형 구분까지 포함하여 총 6개의 평가자료군이 구성되었다. 결과에서 언급의 편의성 및 혼선을 방지하기 위해 6개의 평가자료군 각각 12개월령 후대검정자료 단형질모형을 A, 12개월령 당후대검정자료 단형질모형을 B, 18개월령 후대검정자료 단형질모형을 C, 12개월령 후대검정자료 다형질모형을 D, 12개월령 당후대검정자료 다형질모형을 E, 마지막으로 18개월령 후대검정자료 다형질모형을 F로 약어 표기하였으며 Table 2와 같다. 이와 같은 자료의 구성은 서론에서 본 연구의 필요성에 대해 언급한 것처럼, 18개월령 후대검정우만 활용하는 상황에서 12개월령 당후대검정우를 모두 사용할 때 평가자료 수 차이에 따른 이점, 기존의 단형질모형에서 다형질모형으로 변경 시 이끌어낼 수 있는 유전모수의 결과 등에 착안하여 비교하였다. 형질별 유전모수, 육종가 상관분석, 정확도 및 연도별 육종가의 경향을 확인하였으며 같은 조건에서의 비교를 위해 동일 개체에 대한 12, 18개월령 체척기록을 사용하고 유전모수 추정 시에는 우도수렴값의 임계점을 1.0^{-10} 맞추고 그 외에 정확도의 비교에서는 다형질의 모수가 타 형질과의 유전상관을 통하여 더 정확한 유전분산성분을 제공하기 때문에 단형질 평가의 정확도 계산에도 다형질모형 유전모수를 대입하여 산출하였다(Montesinos-López et al. 2021).

Table 2. Definition of evaluation groups by measured months and models

		Definition of Evaluation groups		
Groups	Model	Measured month	Samples with progeny test (6,330)	Samples with performance test (6,977)
A group	Single trait animal model	12	Added	Non
B group	Single trait animal model	12	Added	Added
C group	Single trait animal model	18	Added	Non
D group	Multiple traits animal model	12	Added	Non
E group	Multiple traits animal model	12	Added	Added
F group	Multiple traits animal model	18	Added	Non

All parameters have been estimated under the same pedigree 84,936 animals

결과 및 고찰

1. 유전모수

12, 18개월령 후대검정, 12개월령 당후대검정 체척형질에 대한 단형질모형 기준 유전모수 추정결과는 Table 2와 같다. 12개월령 후대성적(A), 18개월령 후대성적(B)을 기준으로 B그룹이 A그룹보다 고장(RL) 및 흉심(CD)를 제외한 전체 체척형질에 대한 유전력이 높은 것으로 확인되었다. 반면 당대검정우 체척자료가 추가된 12개월령(C)의 경우, 모든 형질에 대해 A, B그룹보다 유전력이 높은 경향을 보였다. Table 3에는 12개월령 후대검정(D), 18개월령 후대검정(E), 12개월령 당후대검정(F) 체척형질의 다형질모형에 대한 유전모수 추정결과를 나타내었다. 다형질모형에서는 체고(WH), 체장(BL), 흉심(CD), 고장(RL), 곤폭(PW) 형질에서 D그룹의 유전력이 E그룹보다 높게 나타났으며, F그룹과 D그룹의 비교에서는 단형질모형과 다르게 흉심(CD), 흉폭(CW), 요각폭(RW), 좌골폭(HW), 흉위(CG) 5개 형질에 대해서만 유전력이 증가하는 양상을 보였다. A, B, C, D, E, F 그룹에 대한 전체 형질의 유전력 평균은 각각 0.21(0.07), 0.26(0.09), 0.35(0.11), 0.28(0.09), 0.27(0.08), 0.28(0.08) 수준으로 확인되었다.

단형질모형의 비교에서는 주요 목적이었던 12개월령 체척으로 변경 시 당대검정우를 추가활용함에 따른 유전모수 추정의 이점을 확인할 수 있었으나 다형질모형의 경우에는 조금 다른 양상을 보였는데, 이는 다형질모형 동기군 구성 시 검정구분이 12개월령 당후대 자료에서는 당대, 후대로 나뉘어 동기군이 구성되지만 12, 18개월령 후대검정 자료만 활용한 결과에서는 당연히도 동기군에 후대검정만 포함되기 때문에 동기군 구성이 다를 수 있다. 마찬가지로 후대검정 자료만 활용한 다형질모형 대비 당후대검정 자료가 모두 활용된 모형에서 AIC 또한 높은 점을 고려해볼 때, 유전모수 추정 시 동기군 구성이 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 그 외에도 12개월령 단형질모형에서는 검정구분을 나누는 고정효과 변수는 없기때문에 검정구분에 따라 동기군을 다르게 구성하는 12개월령 당후대검정 다형질 평가모형과 유전모수 추정 결과가 다소 다르게 나타날 수 있다고 보여진다.

Table 3. Genetic parameter of each single body measurement trait animal model by measured months

	measured at 12 month ¹⁾ (A)				measured at 18 month ¹⁾ (B)				measured at 12 month adding performance test animals ²⁾ (C)			
	Genetic Variance	Residual Variance	Heritability	AIC	Genetic Variance	Residual Variance	Heritability	AIC	Genetic Variance	Residual Variance	Heritability	AIC
WH	5.29	11.92	0.31	35,713.35	7.12	10.42	0.41	35,704.79	10.09	7.68	0.57	74,051.99
HH	5.46	11.14	0.33	35,455.85	7.24	10.57	0.41	35,801.66	7.95	9.25	0.46	74,118.93
BL	6.47	23.74	0.21	39,356.63	8.54	24.89	0.26	39,950.43	12.15	21.58	0.36	83,472.91
CD	1.01	4.68	0.18	28,885.47	1.39	6.26	0.18	30,747.35	1.99	5.60	0.26	64,071.94
CW	1.04	7.13	0.13	31,203.63	2.28	7.19	0.24	32,024.76	3.21	9.02	0.26	70,397.98
RW	0.90	4.51	0.17	28,581.64	1.67	5.22	0.24	30,026.24	1.74	4.88	0.26	62,251.25
RL	1.10	4.83	0.19	29,132.70	1.09	5.66	0.16	29,971.35	2.27	5.01	0.31	63,337.44
PW	1.10	3.83	0.22	27,948.23	1.85	5.02	0.27	29,970.77	1.87	4.42	0.30	61,456.44
HW	0.35	2.25	0.13	23,981.89	0.54	2.15	0.20	24,144.34	2.02	2.57	0.44	56,720.75
CG	7.72	31.39	0.20	40,997.69	14.64	37.47	0.28	42,714.02	14.40	36.62	0.28	89,258.31

¹⁾ progeny test animals 6,330²⁾ 13,307 animals with performance test 6,977 and progeny test 6,330

All parameters have been estimated under the same pedigree 84,936 animals

Table 4. Genetic parameter of multiple body measurement traits animal model by measured months

	measured at 12 month ¹⁾ (D)				measured at 18 month ¹⁾ (E)				measured at 12 month adding performance test animals ²⁾ (F)			
	Genetic Variance	Residual Variance	Heritability	AIC	Genetic Variance	Residual Variance	Heritability	AIC	Genetic Variance	Residual Variance	Heritability	AIC
WH	7.43	10.18	0.42	212085.5	7.01	10.52	0.40	226830	5.92	9.43	0.39	452,046.6
HH	6.74	10.20	0.40	212085.5	7.27	10.57	0.41	226830	5.60	9.75	0.36	452,046.6
BL	8.86	21.38	0.29	212085.5	8.88	24.65	0.26	226830	6.47	20.25	0.24	452,046.6
CD	1.97	3.80	0.34	212085.5	1.52	6.17	0.20	226830	2.51	3.64	0.41	452,046.6
CW	1.77	6.44	0.22	212085.5	2.34	7.15	0.25	226830	2.00	6.13	0.25	452,046.6
RW	1.11	4.31	0.20	212085.5	1.67	5.23	0.24	226830	1.21	4.24	0.22	452,046.6
RL	1.51	4.44	0.25	212085.5	1.14	5.63	0.17	226830	1.28	4.31	0.23	452,046.6
PW	1.35	3.59	0.27	212085.5	1.83	5.03	0.27	226830	1.27	3.68	0.26	452,046.6
HW	0.39	2.22	0.15	212085.5	0.51	2.17	0.19	226830	0.41	2.22	0.16	452,046.6
CG	10.74	28.67	0.27	212085.5	14.83	37.37	0.28	226830	13.78	27.32	0.34	452,046.6

¹⁾ progeny test animals 6,330²⁾ 13,307 animals with performance test 6,977 and progeny test 6,330

All parameters have been estimated under the same pedigree 84,936 animals

타 연구결과(Koo et al. 2008)에서는 도체중과 체척 10부위에 대한 다형질모형으로 동기군 없이 출생년도, 출생계절, 출생지역을 변수로 설정하여 유전력을 추정하였고 별도의 측정 개월령이 언급되지않아 본 연구결과와 구체적인 비교가 불가하나, 전체 형질들의 평균을 비교해볼 때 기존 발표된 연구결과에서 0.194, 본 연구결과에서 0.264 수준의 유전력 평균을 나타내었으며 체고(WH), 십자부고(HH), 흉심(CD)에서는 0.193~0.224 정도의 상승폭을 확인할 수 있었다.

2. 육종가 상관분석

Table 4에는 각 평가그룹(A, B, C, D, E, F)별 육종가의 상관 결과를 제시하였다. 단형질모형에서 비교해볼 때 A그룹의 육종가와 B그룹 육종가의 전체형질에 대한 평균상관계수는 0.64 수준이며 A그룹과 C그룹의 육종가 상관의 평균은 0.74 수준을 나타내고 있다. 그리고 B그룹과 C그룹의 전체형질에 대한 육종가 상관은 0.54 수준을 나타내는 것으로 미루어 볼 때, 단형질모형에서 당대검정우가 추가된 자료에서 육종가를 추정할 때 후대검정우만 사용된 결과와 다소 상이함을 짐작할 수 있다. 다형질모형에서 D, E, F 그룹간의 전체형질에 대한 평균 육종가 상관은 각각 0.79(D|E), 0.79(D|F), 0.70(E|F) 수준으로 확인되며 각각의 단형질, 다형질모형간의 육종가상관(A|D, B|E, C|F)의 전체형질 상관의 평균은 각각 0.94, 0.73, 0.96으로 나타난다. 당대검정우 체척성적이

추가되지 않은 경우에는 단형질, 다형질모형간의 육종가 추이에는 큰 영향이 없는 것으로 보이나 당대검정우가 추가된 결과와의 상관 정도가 후대검정성적판 활용한 상관결과 대비하여 전반적으로 낮은 것으로 확인된다. 이는 다형질모형에서 유전상관 등의 효과에 따라 상관계수가 높아진 경향으로 발생하는 차이도 있으나 단형질모형에서 평가모형에 당후대 구분을 환경효과로 정의하지 않았기 때문에 발생하는 결과로 해석된다.

3. 정확도

평가형질 및 모형에 따른 각 평가그룹의 정확도는 Table 5와 같다. 전체형질의 정확도 평균을 비교해보면 각각의 개월령에 대한 단형질모형(A, B, C)과 다형질모형(D, E, F)의 정확도를 비교해보면 2~3%p 상승폭을 확인할 수 있으며 단형질, 다형질모형을 불문하고 당대검정우가 추가되는 경우(B, E)와 후대검정우만 활용된 정확도(A, D)를 비교해보면 8%p 수준의 정확도 향상을 확인할 수 있다. 이 표를 통해서 자료의 수 및 단형질·다형질모형에 따라 약소하게나마 좀 더 정확한 결과를 얻을 수 있다는 점을 시사하며 본 연구에서는 평가그룹에 모두 동일하게 고정된 혈통자료가 적용되었다는 점에서 정확도에 영향을 미치는 요인은 확연하게 자료의 수와 평가모형임을 확인할 수 있다. 그 외에도 발표된 타 연구결과에 따르면 유전체정보를 활용하여 가계 내 유전체 선발을 수행할 때 더 낮은 유전력을 갖는 형질들에 대해 최대 72% 수준까지 정확도를 증가시킬 수 있다는 연구보고가 있다 (Dagnachew and Meuwissen 2019). 본 연구결과에서는 혈통을 이용한 육종가 및 정확도를 추정하였지만 유전체정보를 활용한다면 향후에 개선된 유전능력평가 결과를 제시할 수 있을 것이다.

4. 그룹별 연간 육종가 경향

자손 6두 이상의 기록을 보유하면서 2000년부터 2018년까지 출생한 씨수소를 대상으로 그룹별 육종가의 경향은 Figure 1과 같이 나타난다. 12개월령 당후대검정 단형질모형(B)를 제외한 A, C, D, E, F그룹은 전체형질에 대해 연도별로 육종가 증가 추세를 보이고 있고 변화패턴 또한 유사함을 확인할 수 있었다. B그룹을 제외한 모든 평가그룹 중에서는 12개월령 당후대검정 자료를 모두 활용하면서 다형질모형으로 평가된 추정 육종가(E)의 평균이 전체형질에서 2000년도 초반을 제외하고 모두 높게 나타남을 확인하였다. 12개월령 당후대검정 단형질모형의 경우에는 전체 년도에서 불규칙적인 패턴을 보여주고 있는데 앞서 언급되었던 당대검정우와 후대검정우를 구분하는 고정효과를 고려하지 않은 모형으로 평가된 부분이 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

Table 5. Correlation table of breeding value among all evaluation groups

Trait	Correlation of breeding value for each evaluation group								
	Comparison between single trait models			Comparison between multiple trait models			Comparison between single and multiple trait models		
	A B	A C	B C	D E	D F	E F	A D	B E	C F
WH	0.73	0.88	0.72	0.87	0.86	0.81	0.96	0.83	0.98
HH	0.79	0.88	0.74	0.87	0.88	0.81	0.96	0.85	0.98
BL	0.7	0.78	0.59	0.81	0.84	0.73	0.95	0.78	0.95
CD	0.68	0.79	0.58	0.74	0.79	0.62	0.95	0.78	0.95
CW	0.54	0.7	0.35	0.74	0.73	0.66	0.9	0.5	0.96
RW	0.65	0.66	0.44	0.76	0.73	0.59	0.94	0.81	0.98
RL	0.64	0.6	0.4	0.79	0.78	0.69	0.93	0.64	0.88
PW	0.67	0.68	0.56	0.79	0.77	0.7	0.98	0.77	0.98
HW	0.37	0.58	0.43	0.77	0.7	0.68	0.85	0.59	0.93
CG	0.64	0.81	0.55	0.74	0.8	0.66	0.98	0.74	0.97

A) single trait measured at 12 months (progeny test 6,330 animals)

B) single trait measured at 12 months (progeny test 6,330 + performance test 6,977 animals, 13,307 at total)

C) single trait measured at 18 months (progeny test 6,330 animals)

D) multi trait measured at 12 months (progeny test 6,330 animals)

E) multi trait measured at 12 months (progeny test 6,330 + performance test 6,977 animals, 13,307 at total)

F) multi trait measured at 18 months (progeny test 6,330 animals)

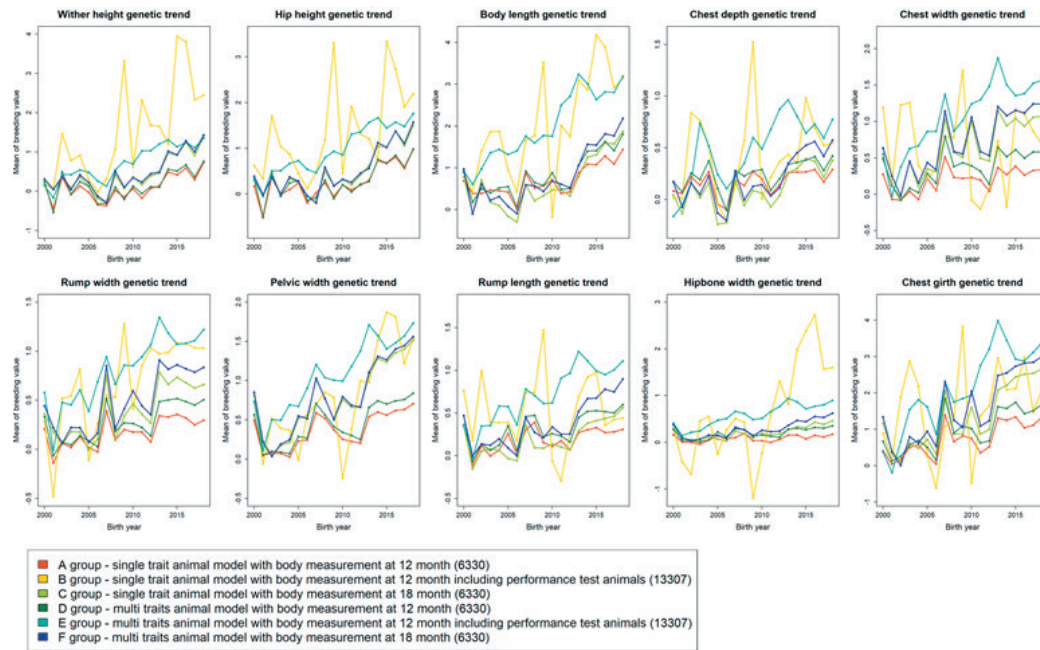


Figure 1. Genetic trends with all body measurement traits overall evaluation groups

결론적으로는 기존에 사용되던 18개월령 후대검정우 단형질모형(C) 및 다형질모형(F)보다 12개월령 당대 및 후대검정우 모두를 활용하여 다형질모형에서 평가하는 결과가 자손이 일정 수 이상으로 확보된 씨수소 집단에 전반적인 육종가 상승을 유도할 수 있다는 결과를 나타내고 있다.

결론

본 연구에서는 한국 고유품종인 한우의 국가단위 검정체계 내 검정대상우를 활용하여 평가형질 중 체척 형질을 대상으로 평가 자료의 수집개월령 및 단·다형질모형으로 달리하였을 때의 결과를 제시하였다. 유전모수는 단형질모형으로만 비교하였을 때 12개월령 당후대검정성적을 모두 활용한 모수가 12, 18개월령 후대검정성적 모수보다 전체형질에서 높으며 평균으로는 0.145, 0.086 수준으로 상승함을 확인하였다. 다형질모형에서는 형질에 따라 확인한 차이가 발생하나 각각의 12개월령, 18개월령 후대검정성적, 12개월령 당후대검정성적 기준으로 유전력의 평균은 0.28, 0.27, 0.28 수준을 보이는 것으로 확인하였다. 평가그룹별 상관분석의 결과로는 12개월령 당후대검정성적이 모두 활용된 그룹과의 상관분석 평균이 0.68정도의 수준이며 단형질과 다형질모형간의 상관분석 평균은 0.87수준임을 확인하였다. 당후대검정자료가 같이 활용되는 경우의 육종가는 다소 상이한 패턴을 보이지만 단형질과 다형질모형의 육종가 상관결과는 당후대검정자료를 제외하면 95%수준으로 유사한 육종가 경향을 보이는 것을 확인하였다. 정확도는 12, 18개월령 후대검정성적 단형질모형에서 63% 수준으로 가장 낮았으며 12개월령 당후대검정성적 다형질모형에서 74%로 가장 높았다. 출생연도에 따른 씨수소들의 육종가 평균은 평가모형에 의한 것으로 사료되는 불규칙적인 12개월령 당후대검정성적 기준의 단형질모형을 제외하고 12개월령 당후대검정성적 다형질모형에서 평가된 씨수소들의 육종가 평균이 전체 형질에서 전반적으로 높음을 확인하였다. 따라서 본 연구결과에서는 12개월령 당대검정 성적을 추가한 다형질 모형이 씨수소 본인의 능력을 포함한 후대검정 성적을 기반으로 하였기에 다른 평가그룹보다 전반적인 결과를 토대로 볼 때 활용도가 더 우수한 것으로 사료된다. 추가로, 본 연구에서는 혈통자료를 활용한 개체모형으로 평가를 했으나 유전체자료 기반으로 평가를 하게 된다면 좀 더 실제 유전능력에 가까워질 것으로 보인다.

요약

한우는 국가단위 검정체계에서 개량되고 있는 한국 고유품종이다. 한우의 평가형질 중 체척은 개체의 신체부위를 10부위로 구분하여 개체의 성장 척도로 활용하는 형질이다. 2021년 하반기 기준의 검정체계는 18개월령에 측정된 후대검정우의 체척성적을 활용하고 있으나 이는 검정체계 상 어느 종료시점에도 해당되지 않는다. 그 외에 당대검정에서도 체척 성적을 수집한다는 점에서 모든 자료를 활용하지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 체척 수집개월령 및 모형에 따른 유전모수와 육종가, 정확도를 비교하고 개선된 평가결과를 제공할 수 있는 방안을 모색, 정보를 제공하기 위하여 수행되었다. 활용된 자료는 총 13370두의 당후대검정우의 보정된 12개월령 체중과 12, 18개월령 체척 10부위 성적이며 혈통자료는 84936두의 자료를 활용하였고 단형질, 다형질평가모형으로 나누어 총 6개의 평가그룹 간 비교를 실시하였다. 유전모수 추정에는 수집개월령을 불문하고 모형을 기준으로 볼 때 단형질모형 전체형질의 유전력평균이 0.27, 다형질모형이 0.28의 수준을 보였다. 육종가의 상관결과로는 단형질, 다형질모형 간에 0.87 수준을, 12개월령 당대성적이 추가된 육종가와 12개월령 후대성적만 활용된 상관결과는 0.72 수준으로 파악되었다. 정확도는 전체형질의 평균을 기준으로 12, 18개월령 후대검정 단형질모형에서 각각 63% 수준으로 최저 정확도를, 12개월령 당후대검정 성적을 모두 활용한 다형질모형에서는 74%로 전체 평가그룹 간 가장 높은 정확도를 확인하였다. 연도별 씨수소들의 육종가의 경향은 12개월령 당후대검정 단형질모형으로 평가된 육종가 평균을 제외하고 전체 형질에 대해 전반적으로 높은 육종가 경향을 보였다. 결론적으로, 본 연구는 12개월령 당후대검정 성적을 모두 활용하여 다형질모형을 적용한 평가결과의 이점을 투영하려 하였으며 평가결과를 개선할 수 있는 방안의 정보를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

색인: 한우, 체척, 다형질개체모형

ACKNOWLEDGEMENTS

본 연구는 농촌진흥청 “빅데이터 기반 종축 선발 체계 및 ICT 융합 개량 정보 활용 기술 개발(PJ012606022021)” 연구과제의 지원 하에 수행되었음.

REFERENCES

- Dagnachew, Binyam, and Theo Meuwissen. 2019. 'Accuracy of within-family multi-trait genomic selection models in a sib-based aquaculture breeding scheme', *Aquaculture*, 505: 27-33.
- Henderson, Charles R. 1975. 'Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model', *Biometrics*, 423-47.
- Koo, Yang-Mo, Jung-Il Kim, Chi-Eun Song, Jae-Young Shin, Jae-Youn Lee, Jong-Heon Lee, Byoung-Dai Cho, Byeong-Woo Kim, and Jung-Gyu Lee. 2008. 'A study on genetic parameters of carcass weight and body type measurements in Hanwoo Steer', *Journal of Animal Science Technology*, 50: 157-66.
- Lee, Dae-Hyun, Seung-Hyun Lee, Byoung-Kwan Cho, Collins Wakholi, Young-Wook Seo, Soo-Hyun Cho, Tae-Hwan Kang, and Wang-Hee Lee. 2020. 'Estimation of carcass weight of Hanwoo (Korean native cattle) as a function of body measurements using statistical models and a neural network', *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 33: 1633.
- Lee, Jae Gu, Seung Soo Lee, Kwang Hyun Cho, Chungil Cho, Yun Ho Choy, Jae Gwan Choi, Byoung-ho Park, Chong Sam Na, and Taejeong Choi. 2013. 'Correlation analyses on body size traits, carcass traits and primal cuts in Hanwoo steers', *Journal of Animal Science Technology*, 55: 351-58.
- Masuda, Yu, I Aguilar, Sh Tsuruta, and I Misztal. 2014. 'Acceleration of Computations in AI REML for Single-step GBLUP Models.' In *Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*.

- Montesinos-López, Abelardo, Daniel E Runcie, Maria Itria Ibba, Paulino Pérez-Rodríguez, Osval A Montesinos-López, Leonardo A Crespo, Alison R Bentley, and José Crossa. 2021. 'Multi-trait genomic-enabled prediction enhances accuracy in multi-year wheat breeding trials', *G3*, 11: jkab270.
- Park, B, T Choi, S Kim, and S-H Oh. 2013. 'National genetic evaluation (system) of Hanwoo (Korean native cattle)', *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26: 151.
- Schoder, U, and R Staunfenbiel. 2006. 'Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness', *Journal of Dairy Science*, 89.
- Srivastava, Swati, Bryan Irvine Lopez, Sara de las Heras-Saldana, Jong-Eun Park, Dong-Hyun Shin, Han-Ha Chai, Woncheol Park, Seung-Hwan Lee, and Dajeong Lim. 2019. 'Estimation of Genetic Parameters by Single-Trait and Multi-Trait Models for Carcass Traits in Hanwoo Cattle', *Animals*, 9: 1061.
- Team, R Core. 2013. 'R: A language and environment for statistical computing'.