

한우의 성장형질과 도체형질에 대한 유전상관 추정

박철진* · 박영일**

농협중앙회 가축개량사업소*, 서울대학교 농생명공학부**

Estimation of Genetic Correlations for the Growth and Carcass Traits in Hanwoo

Park. C. J.* and Y. I. Park**

Livestock Improvement Main Center, N.A.C.F.*,

School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University**

ABSTRACT

This study was carried out to estimate the genetic correlations for the carcass and growth traits of Hanwoo bulls measured at 12 and 18 months of age on the basis of the data form 1,823 heads of Hanwoo bulls raised at the Livestock Improvement Main Center from 1991 to 1998. Genetic correlations were estimated with multiple trait animal model using MTDFREML. The genetic correlations of the body weight at 12 months with average daily gain during 6~12 months and with the body length were 0.76 and 0.79, respectively. The genetic correlations of the body weight at 18 months with average daily gain during 6~18 months and with the body length were 0.86 and 0.82, respectively. The genetic correlations of the carcass weight with dressing percent, eye muscle area, backfat thickness and carcass length were 0.39, 0.37, 0.44 and 0.63, respectively. And estimate of 0.36 was obtained for the genetic correlation between backfat thickness and marbling score. The high and positive genetic correlations of 0.71 and 0.96 were estimated for the carcass weight with the body weights at 12 and 18 months. The genetic correlations of the carcass weight with body lengths at 12 and 18 months were 0.63 and 0.75, respectively. Positive genetic correlations were estimated for the dressing percentage with the body weight, average daily gain, body length, thurls width and chest girth. Low genetic correlations were estimated between eye muscle area and the growth traits ranging from -0.07 to 0.32. Dressing percentage was low correlated genetically with the growth traits except for the chest girth at 18 months. The genetic correlation between marbling score and chest girth at 18 months estimated was 0.25.

(Key words : Hanwoo bull, Growth traits, Carcass traits, Genetic correlation, Multiple trait animal model)

I. 서론

한우를 육용우로 개량하기 위하여 체중과 체형 등에 대한 연구가 진행되었으나 1990년대에 들어서면서 고급육 생산을 위하여 도체형질에 대한 조사가 활발히 진행되면서 생체상태에서

의 도체형질에 대한 판단에 관심이 고조되고 있다.

신 등(1991)은 1985년부터 1987년까지 후대 검정에 공시된 검정우를 이용하여 6개월령 일당증체량과 등지방두께 및 도체율의 유전 상관을 -0.082과 0.018, 12개월령 일당증체량과 등

Corresponding author : C. J. Park, Livestock Improvement Main Center, N.A.C.F., Wonbul-ri, Seosan-Si, 356-831 Korea. Tel : 041-663-4665. E-mail : pcjin1475@naver.com

지방두께 및 도체율의 유전 상관은 0.301과 0.000으로 추정된 바 있다. 본 연구는 비거세 후대검정우에 대한 체중, 일당증체량, 체형 및 도체형질간의 유전상관을 추정하므로써 종축(비거세우)에 대한 생체상태에서 도체형질을 평가하기 위한 기초자료로 활용코자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시 재료

본 연구는 1991년도부터 1996년도까지 농협 중앙회 가축개량사업소와 한우개량단지에서 생산된 후 농협중앙회 가축개량사업소에서 10개월령에 후대검정을 개시하여 22개월에 종료한 1,823두의 수소자료를 이용하였으며, 출생년도-계절별 및 출생지역별 두수는 Table 1과 같다.

2. 조사 항목

조사된 형질은 체중과 체형(십자부고, 체장,

곶폭 및 흉위), 일당증체량 및 도체 형질 등이었다. 체중은 매월 측정된 실측치를 365일과 540일로 선형보정하였으며, 일당증체량은 6개월 체중, 12개월 체중 및 18개월 체중을 기준으로 계산하였다. 체형 측정은 12개월령과 18개월령에 십자부고, 체장, 곶폭 및 흉위에 대하여 측정하였다.

도체형질은 후대검정 종료 후 도축장으로 운송하여 도축 전 체중을 측정하였고, 도축하여 0~5℃에서 24시간이상 냉장시킨 후 냉도체중을 측정하였으며, 도체율은 냉도체중과 도축전 체중으로 계산하였다. 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도(1~5점)는 소도체등급판정기준에 의거 조사하였고, 도체장은 좌반도체 제1흉추에서 치골부 하단 사이의 직선 거리를 측정하였다.

3. 통계 분석

체중, 일당증체량, 체형 및 도체형질의 유전상관을 추정하기 위하여 다음의 다형질 혼합모형을 이용하였다.

$$Y = Xb + Zu + e$$

여기서 Y 는 관측치 벡터이고, X 는 고정효과(출생년도-계절, 출생지역, 개시일령(출하일령)에 대한 벡터이며, b 는 고정효과에 대한 추정치 벡터이다. Z 는 개체에 대한 임의효과 벡터이고, u 는 개체에 대한 추정치 벡터이며, e 는 임의 잔차 효과이다.

이에 기초하여 혼합모형 정규방정식은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} XR^{-1}X & XR^{-1}Z \\ ZR^{-1}X & ZR^{-1}Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} XR^{-1}y \\ ZR^{-1}y \end{bmatrix}$$

본 연구에서는 분산치를 추정하기 위하여 MTDFREML Package(Van Vleck 등, 1993)를 사용하여 G 와 R 의 값에 임의의 초기치를 주고, DF-REML(Derivative Free Restricted Maximum Likelihood) 방법으로 log likelihood 값의 차이

Table 1. Number of records by year-season of birth and location for the data used in this study

Year-season	No.	Location	No.
Spring, 91	179	LIMC	1,241
Fall, 91	139	HIA	582
Spring, 92	129		
Fall, 92	174		
Spring, 93	192		
Fall, 93	195		
Spring, 94	200		
Fall, 94	148		
Spring, 95	157		
Fall, 95	149		
Spring, 96	161		
Total	1,823		1,823

LIMC : Livestock Improvement Main Center,

HIA : Hanwoo Improvement Area.

가 10^{-9} 이하에 도달할 때를 수렴조건으로 하여 반복 추정하였으며, 최종적으로 구해진 추정치를 초기치로 하여 재추정하였다. 이렇게 추정한 분산성분과 공분산성분을 이용하여 유전상관(r_G)과 표현형상관(r_P)을 추정하였다.

III. 결과 및 고찰

비거세 한우에 대한 자료를 이용하여 추정된 12개월 체중, 일당증체량 및 체형간 유전 상관과 표현형 상관은 table 2에 제시되어 있다. 12개월 체중과 일당증체량은 0.76의 높은 유전상관을 나타내었고, 12개월 체중과 체형 측정치는 0.59~0.79의 유전 상관을 나타내었으며, 특히 12개월 체중과 체장은 0.79의 유전 상관을 나타내었다. 일당증체량과 체형 측정치는 0.37~0.55로 정의 상관을 나타냈고, 체형 측정치간은 0.42~0.81이었으며, 체고와 체장은 0.81의 높은 유전 상관을 나타내었다.

12개월 체중과 일당증체량 및 체형간의 표현형상관은 각각 0.73과 0.40~0.46의 표현형 상관을 나타내었고, 일당증체량과 체형 측정치는 0.15~0.21의 낮은 정의 상관을 나타내었으며, 체형 측정치간은 0.65~0.86으로 체장과 체고 및 체장과 흉위는 각각 0.86의 높은 상관을 나타내었다.

Table 3은 18개월 체중, 일당증체량 및 체형간의 유전상관과 표현형상관을 나타낸 것으로

18개월 체중과 일당증체량은 0.86의 높은 유전상관을 나타내었고, 체중과 체형 측정치는 0.50~0.82로 특히 체장과는 0.82의 높은 정의 상관을 나타냈다. 일당증체량과 체형 측정치는 0.37~0.79의 정의 유전상관을 나타냈고, 체고와 체장은 0.89의 높은 정의 유전 상관을 나타내었다.

18개월 체중과 일당증체량의 표현형 상관은 0.85로 높은 정의 상관이었고, 체중과 체형 측정치는 0.43~0.70의 범위로 흉위와 0.70의 표현형 상관을 나타냈으며, 일당증체량과 체형 측정치의 표현형 상관은 0.32~0.62였고, 체형 측정치간은 0.20~0.66였다.

본 연구에서 추정된 유전 상관 및 표현형 상관은 신 등(1990)이 추정된 6개월~12개월 일당증체량과 12개월 체중, 6개월~18개월 일당증체량과 18개월령 결과와 비슷하였으나, Buchanan 등(1982)의 연구 결과보다 낮게 추정되었다. 그리고 한(2002)이 추정한 12개월 한우 암소의 체중과 체형간 유전상관 0.725~0.999보다 낮았으나, 27개월 체중과 체형간 유전상관 0.310~0.646보다 높게 추정되었다.

도체 형질간의 유전 상관 및 표현형 상관은 table 4에 나타내었다. 냉도체중과 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 및 도체장의 유전 상관은 0.39, 0.37, 0.44, 0.07 및 0.63으로 도체장과 높은 유전 상관을 나타내었고, 도체율과 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지

Table 2. Genetic and phenotypic correlations among the traits measured at 12 months of age in Hanwoo

Traits	BW12	ADG1	WH	BL	TW	CG
BW12		0.76	0.70	0.79	0.74	0.59
ADG1	0.73		0.43	0.54	0.55	0.37
WH	0.46	0.21		0.81	0.42	0.67
BL	0.43	0.19	0.86		0.57	0.69
TW	0.40	0.15	0.66	0.65		0.42
CG	0.41	0.17	0.84	0.86	0.68	

Genetic correlations are upper right section and phenotypic correlations are lower left section.

BW12 = body weight at 12 month, ADG1 = ADG, 6~12 months
 WH = withers height, BL = body length
 TW = thurls width, CG = chest girth

Table 3. Genetic and phenotypic correlations among the traits measured at 18 months of age in Hanwoo

Traits	BW18	ADG2	WH	BL	TW	CG
BW18		0.86	0.50	0.82	0.64	0.60
ADG2	0.85		0.37	0.79	0.45	0.49
WH	0.43	0.32		0.89	0.38	0.19
BL	0.53	0.42	0.65		0.71	0.33
TW	0.43	0.39	0.29	0.20		0.51
CG	0.70	0.62	0.54	0.66	0.45	

Genetic correlations are upper right section and phenotypic correlations are lower left section.

BW18 = body weight at 18 month, ADG2 = ADG, 6~18 months

Table 4. Genetic and phenotypic correlations among the carcass traits in Hanwoo

Traits	CWT	DP	EMA	BF	MS	CL
CWT		0.39	0.37	0.44	0.07	0.63
DP	0.43		0.43	0.09	0.01	-0.27
EMA	0.67	0.35		0.30	0.00	0.01
BF	0.47	0.20	0.19		0.36	-0.06
MS	0.06	0.14	0.02	0.18		0.00
CL	0.58	0.07	0.30	0.15	0.15	

Genetic correlations are upper right section and phenotypic correlations are lower left section.

CWT = carcass weight,

EMA = eye muscle area

DP = dressing percentage,

BF = backfat thickness

CL = carcass length,

MS = marbling score

방도 및 도체장의 유전 상관은 각각 0.43, 0.09, 0.01 및 -0.27이었으며, 배최장근단면적과 등지방두께, 근내지방도 및 도체장은 각각 0.30, 0.00 및 0.01이었다. 등지방두께와 근내지방도 및 도체장의 유전 상관은 각각 0.36과 -0.06으로 근내지방도와 정의 상관관을 나타내었다.

냉도체중과 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 및 도체장의 표현형 상관은 각각 0.43, 0.67, 0.47, 0.06 및 0.58이었고, 도체율과 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 및 도체장은 0.35, 0.20, 0.14 및 0.07이었으며, 배최장근단면적과 등지방두께, 근내지방도 및 도체장은 각각 0.19, 0.02 및 0.30이었다. 등지

방두께와 근내지방도 및 도체장은 각각 0.15과 0.18의 표현형상관을 나타내었고, 근내지방도와 도체장은 0.15였다.

위 결과는 도체중과 근내지방도의 유전 상관 및 표현형 상관인 각각 -0.06과 0.08이었다는 Wilson 등(1993)의 결과와 유전상관은 상반되나, 표현형 상관은 비슷한 경향을 나타내었고, Marshall(1994)의 결과보다는 낮게 추정되었으며, 도체중과 배최장근단면적의 유전 및 표현형 상관은 Wilson 등(1993), Marshall(1994) 및 Veseth 등(1993)의 연구 결과보다 낮았다. 근내지방도와 배최장근단면적의 유전 상관 및 표현형 상관을 Wilson 등(1993)과 Marshall(1994)은

각각 -0.04, -0.13 및 -0.14, 0.06으로 추정하여 본 연구 결과인 0.00, 0.02와 차이가 있었으며, 등지방두께와 근내지방도의 유전 및 표현형 상관에 대한 신 등(1991)과 Wilson 등(1993)의 연구 결과보다 높게 추정되었다. 그리고, 등지방두께와 배최장근단면적에 대한 상관 추정에서 Wilson 등(1993)은 부의 관계로 추정되어 본 연구결과와 상반되었으나 신 등(1991)의 결과와는 일치하였다.

12개월 체중, 6개월에서 12개월까지의 일당 증체량 및 체척(십자부고, 체장, 곤폭 및 흉위) 등 성장형질과 도체형질(냉도체중, 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 및 도체장)에 대한 유전상관은 Table 5에 제시되었다.

냉도체중과 12개월 체중은 0.71, 체장과는 0.63으로 높은 정의 상관을 나타내었고, 도체율과 12개월 조사형질간은 -0.01~0.22의 낮은 유전상관을 나타냈으며, 배최장근단면적과 12개월 조사형질의 유전상관은 -0.07~0.21으로 추정되었다. 등지방두께와 일당증체량은 부의 유전상관을 나타내었으며, 근내지방도와 곤폭간에는 0.25의 유전상관을 나타내었고, 도체장과 체장 및 십자부고는 각각 0.59와 0.54의 유전상관을 나타냈다.

도체형질과 12개월령 조사형질간의 표현형 상관은 Table 6에 제시되어 있다. 냉도체중과 12개월 체중, 일당증체량 및 체장의 표현형 상관은 각각 0.52, 0.35 및 0.43으로 유전상관과

Table 5. Genetic correlations of carcass traits with body weight, average daily gain and body measurements at 12 months of age in Hanwoo

Traits	BW12	ADG1	WH	BL	TW	CG
CWT	0.71	0.37	0.46	0.63	0.50	0.39
DP	0.22	0.13	-0.01	0.08	0.08	0.17
EMA	0.01	-0.07	0.09	0.21	0.05	0.10
BF	0.18	-0.09	0.03	0.03	0.20	0.17
MS	-0.01	0.01	-0.21	0.05	0.25	-0.03
CL	0.47	0.27	0.54	0.59	0.28	0.22

BW12 = body weight at 12 month, ADG1 = ADG, 6~12 month
 WH = withers height, BL = body length
 TW = thurls width, CG = chest girth
 CWT = carcass weight, EMA = eye muscle area
 DP = dressing percentage, BF = backfat thickness
 MS = marbling score, CL = carcass length

Table 6. Phenotypic correlations of carcass traits with body weight, average daily gain and body measurements at 12 months of age in Hanwoo

Traits	BW12	ADG1	WH	BL	TW	CG
CWT	0.52	0.35	0.38	0.43	0.23	0.38
DP	0.18	0.16	0.04	0.06	0.05	0.01
EMA	0.33	0.19	0.09	0.35	0.20	0.33
BF	0.25	0.21	0.17	0.20	0.14	0.18
MS	0.11	0.20	-0.11	-0.15	-0.06	0.18
CL	0.36	0.20	0.42	0.46	0.23	0.34

유사한 경향을 나타내었고, 도체율과 12개월 측정형질간에는 0.01~0.18로 추정되었으며, 배장근단면적과 12개월 조사형질은 0.09~0.35으로 유전상관보다 낮게 추정되었고, 등지방두께와 12개월 조사형질간에는 0.14~0.25으로 나타났다. 그리고 근내지방도와 12개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치는 0.11, 0.20 및 -0.15~0.18의 표현형 상관을 나타냈다.

Table 7은 도체 형질과 18개월령 형질의 유전 상관을 나타내었다. 냉도체중과 18개월 체중, 일당증체량(6~18개월) 및 체장의 유전 상관은 각각 0.96, 0.89 및 0.75의 높은 정의 관계를 나타냈고, 도체율과 18개월 체중, 일당증체량 및 곽폭간의 유전 상관은 각각 0.28, 0.26 및 0.40로 추정되었으며, 배최장근단면적과 18개월 체중, 일당증체량 및 흉위의 유전 상관은 각각 0.22, 0.19 및 0.32이었다. 등지방두께와 18개월 체중, 일당증체량 및 흉위는 0.35, 0.22

및 0.65이었으며, 근내지방도와 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치는 0.01, -0.01 및 0.00~0.25으로 낮게 추정되었고, 도체장과 체장 및 십자부고는 각각 0.59와 0.54의 유전상관을 나타내었다.

도체 형질과 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치의 표현형상관은 Table 8에 제시되었다. 냉도체중과 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치의 표현형 상관은 각각 0.80, 0.69 및 0.36~0.66으로 높은 정의 관계로 추정되었고, 도체율과 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치의 표현형 상관은 각각 0.27, 0.26 및 -0.16 ~0.19의 낮은 관계를 나타냈으며, 배최장근단면적과 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치는 각각 0.53, 0.43 및 -0.24~0.46의 표현형 상관 관계를 나타냈고, 등지방두께와 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치는 각각 0.41, 0.40 및 -0.13~0.40의 표현형 상관이

Table 7. Genetic correlations of carcass traits with body weight, average daily gain and body measurements at 18 months of age in Hanwoo

Traits	BW18	ADG2	WH	BL	TW	CG
CWT	0.96	0.89	0.48	0.75	0.51	0.67
DP	0.28	0.26	-0.07	0.09	0.40	0.33
EMA	0.22	0.19	0.00	-0.07	0.11	0.32
BF	0.35	0.22	-0.05	0.20	0.18	0.65
MS	0.01	-0.01	0.00	0.00	0.16	0.25
CL	0.71	0.76	0.64	0.76	0.33	0.17

BW18 = body weight at 18 month,

ADG2 = ADG, 6~18 months.

Table 8. Phenotypic correlations of carcass traits with body weight, average daily gain and body measurements at 18 months of age in Hanwoo

Traits	BW18	ADG2	WH	BL	TW	CG
CWT	0.80	0.69	0.44	0.55	0.36	0.66
DP	0.27	0.26	0.11	-0.16	0.08	0.19
EMA	0.53	0.43	-0.24	0.41	0.28	0.46
BF	0.41	0.40	-0.13	0.23	0.18	0.40
MS	0.14	-0.22	-0.08	-0.15	0.18	0.07
CL	0.51	0.40	0.53	0.56	0.20	0.42

추정되었다. 그리고, 근내지방도와 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치는 각각 0.14, -0.22 및 -0.15~0.18으로 표현형 상관성이 낮게 추정되었고, 도체장과 18개월 체중, 일당증체량 및 체형 측정치의 표현형 상관은 0.51, 0.40 및 0.20~0.56이었다.

신 등(1991)이 추정한 6개월 일당증체량과 등지방두께($r_G = -0.082$), 12개월 일당증체량과 등지방두께의 유전 상관($r_G = 0.301$)은 본 연구 결과와 유사하였으나, 6개월 일당증체량과 도체율($r_G = 0.018$) 및 12개월 일당증체량과 도체율간의 유전상관($r_G = 0.000$) 보다는 높게 추정되었으며, Veseth 등(1993)이 추정한 일당증체량과 도체율의 유전 상관($r_G = 1.11$) 및 일당증체량과 배최장근단면적($r_G = 0.82$)보다 낮게 추정되었다.

한우의 체중 측정은 개량기관 및 일부 사육농가에서는 이루어지고 있을 뿐 대부분의 사육농가가 우형기를 보유하지 못하여 간이체중측정법을 이용하고 있다. 그러나, 본 연구결과 흉위보다 체장이 12개월체중, 18개월체중 및 일당증체량과 높은 정의 유전상관을 나타내고 있으므로 암소 및 거세우에 대한 연구를 진행하여 성별 간이체중 측정방법에 대한 연구가 보완되어야 할 것으로 사료된다.

또한, 한우능력검정체제에 있어서 후보종모우 선발시기가 생후 12개월인 점과 보충종모우를 선발형질이 냉도체중, 배최장근단면적 및 근내지방도인 것을 고려하면, 냉도체중은 12개월체중 및 18개월체중과 높은 유전상관을 나타내고 있으므로 선발형질에 대한 연속성이 이루어지고 있으나, 배최장근단면적의 경우 십자부고(12개월)와 흉위(18개월)에서 정의 유전상관을 나타내고 있지만 그 정도가 낮으므로 초음파생체단층촬영 등 새로운 측정방법이 도입되어야 할 것으로 사료된다. 근내지방도는 12개월과 18개월 근폭의 유전상관이 정의 상관성을 나타내고 있지만 그 정도가 낮고, 근내지방도와 체중 및 일당증체량간의 유전상관이 -0.01~0.01로 추정되므로 생육에 대한 근내지방도 추정을 위하여 형제 및 선조 등에서 발생된 자

료를 이용한 평가체계 등이 강구되어야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 농협중앙회 가축개량사업소와 한우개량단지에서 1991년도부터 1996년도까지 출생하여 사육된 1,823두의 한우 수소에 대한 자료를 이용하여 성장형질과 도체형질의 유전상관을 추정하기 위하여 실시하였으며, DF-REML을 이용한 다형질 Animal Model로 추정하였다. 12개월 체중과 일당증체량은 0.76, 12개월 체중과 체장은 0.79의 유전상관을 나타내었고, 18개월 체중과 일당증체량 및 18개월체중과 체장간의 유전상관은 각각 0.86 및 0.82로 추정되었다. 또한 냉도체중과 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께 및 도체장간의 유전상관은 각각 0.39, 0.37, 0.44, 0.63으로 추정되었고, 등지방두께와 근내지방도는 0.36의 유전상관을 나타내었다. 냉도체중과 12개월 체중 및 18개월체중간의 유전상관은 0.71과 0.96으로 높은 정의 상관성을 나타내었고, 체장과의 유전상관도 0.63과 0.75로 체중과 유사한 경향을 나타내었다. 도체율과 체중, 일당증체량, 체장, 근폭 및 흉위간에는 정의 유전상관을 나타냈으며, 배최장근단면적과 성장형질간의 유전상관은 -0.07~0.32으로 낮게 추정되었고, 등지방두께와 성장형질간 유전상관은 낮게 추정되었지만 18개월령 흉위에서 높게 나타났다. 근내지방도와 18개월 흉위는 0.25의 유전상관 상관성이 추정되었다.

V. 인용문헌

1. Buchanan, D. S., Neilsen, M. K., Koch, R. M. and Cundiff, L. V. 1982. Selection for growth and muscling score in beef cattle II. Genetic parameters and predicted response. *J. Anim. Sci.* 55(3):526.
2. Harvey, W. R. 1979. Least square analysis of data with unequal subclass numbers. USDA. ARS.
3. Marshall, D. M. 1994. Breed differences and genetic paramaters for body composition traits in

- beef cattle. J. Anim. Sci. 72:2745.
4. Van Vleck L. D., Boldman., K. G., Krieses, L. A. and Kachman, S. D. 1993. A manual for use of MTDREM. USDA. ARS.
 5. Veseth, D. A., Reynolds, W. L., Uriks, J. J., Nelsen, T. C., Short, R. E. and Kress, D. D. 1993. Paternal half-sib heritabilities and genetic, environmental, and phenotypic correlation estimates from randomly selected Hereford cattle. J. Anim. Sci. 71:1730-1736.
 6. Wilson, D. E., Willham, R. L., Northcutt, S. L. and Rouse, G. H. 1993. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field record. J. Anim. Sci. 71:2365.
 7. 신언익, 김종복, 한광진, 박영일, 1990. 한우의 경제형질에 대한 유전 모수의 추정. 한국동물자원과학회지. 32(4):190-197.
 8. 신언익, 이문걸, 이득환, 1991. 한우의 종모우 평가방법에 관한 연구. I. 증체 및 도체 형질에 대한 유전 모수 추정. 한국동물자원과학회지. 33(12):817-822.
 9. 한광진, 2002. 한우의 체중과 체척치에 대한 유전 모수의 추정. 한국동물자원과학회지. 44(2):201-206.
- (접수일자 : 2002. 10. 30 / 채택일자 : 2002. 12. 4)