

## 가축의 혈청 호르몬 및 대사물질 농도와 도체 및 산육형질에 대한 유전상관에 관한 연구

전기준<sup>†</sup> · 정호영 · 조규호 · 김명직 · 김인철 · 김종복<sup>1</sup>  
축산연구소 축산자원개발부

## Genetic Correlation of Carcass and Meat Production Traits with Hormones and Metabolic Components in Hawoo

G. J. Jeon<sup>†</sup>, H. Y. Juong, K. H. Cho, M. J. Kim, I. C. Kim and J. B. Kim<sup>1</sup>

*National Livestock Research Institute, RDA.*

### SUMMARY

This study was aimed to investigate genetic relationships, variables, and correlations between economic traits and metabolic materials in serum components according to bleeding periods and breeding locations for the castrated and not castrated Hanwoo cattle at National Livestock Research Institute. Analysis of variance for serum hormones and metabolic materials showed significant differences by breeding locations except for testosterone and globulin. Statistical differences for serum components were detected by birth year except for cortisol, total protein, globulin and creatinine, and by castration except for total protein and BUN. All the serum components were tended to have sire effects except for testosterone resulting in some degree of additive gene actions.

Breeding locations showed statistical significances for carcass weight and back fat thickness, but not in carcass rate, KPH, live weight and transportation weight loss. Effects of breeding locations and castration were significant for all weight measurement periods except for 9 month and 6 month, respectively. A significant sire effect was observed in all weight measurements. Least squared means for concentration of serum components by breeding year, season and castration were not significant. High concentration of cortisol, creatinine and triglyceride and low concentration of IGF-1 and glucose were detected in castrated cattle. Concentration of testosterone with castrated cattle was 5.2% corresponding to non castrated cattle.

Estimation of heritabilities of serum components using a sire model with restricted maximum likelihood were ranged 0.07 to 0.58. High heritabilities were estimated for total protein, albumin, globulin, cortisol, creatinine and BUN were 0.53, 0.54, 0.42, 0.45, 0.58 and 0.54, respectively. Low heritabilities were estimated for calcium, testosterone and IGF-1 for 0.07, 0.15 and 0.12, respectively. Heritabilities for carcass weight, back fat thickness, meat yield index, KPH, and IMF were estimated as 0.39, 0.45, 0.30 0.13, and 0.93. Heritabilities of weights on 18, 12, 9, 6, and 24 month were estimated as 0.78, 0.76, 0.62, 0.58 and 0.58. Estimated heritabilities for average daily gain on 6~12, 12~18, and 18~24 month were 0.80, 0.75 and 0.19, respectively.

<sup>1</sup> 강원대학교 동물자원과학대학(College of Animal Resources Science, Kangwon National University)

<sup>†</sup> Correspondence : E-mail; jeon7257@rda.go.kr

## 서 론

유전적으로 우수한 가축을 선발하여 다음 세대에 보다 능력이 높은 자손을 생산하는 수단을 가축개량이라 하며 선발을 통하여 인간의 욕구에 알맞도록 개선하며 최종적인 목표는 경제적으로 중요한 형질들을 개선하는 것이다. 가축의 능력을 조기에 판단할 수 있다면 가축 개량에 소요되는 노력과 비용을 최소화 할 수 있겠다. 혈액 성분과 경제 형질들 간의 상관관계를 규명하는 일은 종축의 선발시기를 단축시키므로 단위 시간당 유전적 개량량을 증대시킨다. 기존의 종축 선발 체계와 결합 시킴으로써 선발의 정확도를 향상시킬 수 있다는 점 등과 같은 효과를 기대할 수 있으므로 나름대로 중요한 의미를 갖는다. 실제로 국내외에서 보고되고 있는 연구 결과들을 살펴보면, Rieley 등(2002)은 Brahman종 비육우로부터 추정된 도체 형질 및 일당 증체량 등에 대한 유전력은 0.64(일당 증체량), 0.67(도살시 십자부고), 0.47(도살시 생체중), 0.26(수송 감량율), 0.71(USDA yield grade), 0.55(온도체중), 0.63(12번째 늑골의 등지방두께), 0.44(배최장근단면적), 0.77(도체율) 및 0.44(근내지방도)이었으며, 등지방 두께는 일당 증체량과 0.49, 도체중과 0.46, 지방 교잡도와 0.56의 유전상관계수가 추정되었다고 보고한 바 있다. Odenya 등(1992)은 앵거스종, 브라만종 및 이 두 순종간의 교잡으로 태어난 교잡종에 대해 혈청내 칼슘, 인 및 마그네슘 함량에 대해 추정한 유전력은 각각 0.35, 0.39, 0.40 및 0.36이었으며, 칼슘과 인의 유전환경 및 표현형 상관은 각각 0.66, 0.55 및 0.57 그리고 칼슘과 이유시 체중 간의 유전, 환경 및 표현형 상관은 각각 1.00, 0.86 및 0.88 그리고 인과 이유시체중간의 유전환경 및 표현형 상관은 각각 0.78, 0.60 및 0.63으로 비교적 높은 편이었는데 특히 칼슘과 인과의 상관계수들이 높은 것은 이 두 성분이 모두 골격 형성에 관여하는 요소로서 동일한 효소의 작용을 받는 것이 하나의 원인일 것이라고 하였다. Davis와 Simmen(1997)은 IGF-I 농도에 대해 양 방향 선발(divergent selection)이 이루어지고 있는 앵거스종 집단에서 능력검정 개시후 혈청내 IGF-I 농도를 조사하고 IGF-I 농도에 대한

유전력과 IGF-I 농도와 증체 형질들 간의 유전상관을 조사 결과 IGF-I 농도에 대한 개체 유전력은 능력검정 개시 후 28일째 농도가 0.42, 42일째 농도가 0.53, 56일째 농도가 0.71이며 3회 조사 평균 유전력은 0.48이었다고 보고하였다. 이러한 연구 보고들은 혈액 내 호르몬이나 대사물질 농도들이 경제 형질과 상관관계가 있으며 유전 변이도 상당한 수준으로 존재하는 것을 암시하므로 그 개체의 능력을 예측하는 것이 가능하고 혈청 호르몬이나 대사물질 농도를 근거로 한 종축 선발을 통해 집단의 경제능력을 개선시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 혈액 성분은 여러 가지 외부 요인에 따라 쉽게 변하므로 이의 활용도를 제한하는 요인이 되므로 혈청 호르몬이나 대사물질들을 생리적 표지인자로 활용하기 이전에 혈액 성분에 영향을 미치는 환경 요인들에 대한 검토가 종합적으로 이루어지고 이를 고려하여 유전적 특성을 파악하는 일이 진행되어야만 한다. 따라서 본 연구는 축산기술연구소 한우시험장 및 유전자원시험장에서 사육중인 비거세우 및 거세우를 대상으로 하여 한우 혈청 내에 있는 호르몬 및 대사물질 농도가 체형시 연령, 채혈 시기, 사육 지역, 거세 여부 등에 따라 어떻게 변하며, 경제형질들과는 표현형적으로 어느 정도의 상관관계가 있는지 그리고 이들에 대한 유전변이의 크기는 어느 정도이며 이들과 경제형질들 간의 유전상관계수는 어느 정도인지를 파악하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시축

본 연구에 공시된 공시축은 2001년 2월부터 2003년 3~4월 사이에 축산연구소 한우시험장과 유전자원시험장에서 사육중인 후대검정중인 거세우, 자체 생산 거세우 및 비거세우를 이용하였다.

### 2. 사양관리

후대검정우는 한우 개량 단지에서 구입한 수송아지를 “한우 검정기준에 준하여 사육하였으며, 검정기간은 7~24개월령까지 이고 체중 조사는 매 3개월마다 조사하였고, 사료급여는 육성기에는 체

Table 1. Distribution of records by herd, sex and month at blood collection in data

Herd	Sex	Blood collection time			Total
		Feb. 2001	Apr. 2001	Mar.~ Apr. 2003	
Daekwan-ryeong	Steer	130	-	232	362
	Bull	-	62	150	212
Nam-won	Steer	-	-	276	276
	Bull	-	-	16	16
Total	Steer	130	-	508	638
	Bull	-	62	166	228
	Total	130	62	664	866

중의 1.5%, 비육전기에는 체중의 1.8% 및 비육후기는 자유 채식시켰다. 거세는 생후 4~6개월령에 농가에서 입식되어 입식 후 2주 이내에 대관령과 남원에서 같은 시기에 외과적 방법으로 거세를 하였고, 도체 조사는 24개월령에 농협축산물공판장(서울)에 도체등급판정기준"에 따라 조사하였다. 한우시험장의 비거세우는 생후~24개월령까지 매 월 말 오전에 체중을 조사하였으며, 사료급여는 육성기와 비육기 모두 자유 채식시켰고, 도체 조사는 24개월령에 축산연구소 육가공공장에서 "도체등급 판정기준"에 따라 조사하였다. 유전자원시험장에서 생산된 거세우는 생후 4~5개월령에 외과적 방법으로 거세를 실시하여 사료급여를 육성기는 체중의 1.5%, 비육 전기는 체중의 1.8%, 비육 후기는 자유 채식시켰고, 체중 조사는 24개월령까지 매 월 말일에 조사하였으며 도체 조사는 농협축산물 공판장에서 "도체등급판정기준"에 따라 조사하였다. 농후사료는 검정우는 농협 청주 사료공장에서 생산된 비육 전기, 비육 중기 및 비육 후기 사료를 급여하였고, 한우시험장 비거세우는 농협 횡성 사료공장에서 생산된 비육 전기, 비육 중기 및 비육 후기 사료를 급여하였으며, 유전자원시험장 거세우는 농협 김제사료공장에서 생산된 비육전기, 비육 중기 및 비육 후기 사료를 급여하였으며 비육 전기사료는 CP 15.25%, TDN 71%, 비육 중기 사

료는 CP 12.62%, TDN 72% 및 비육 후기 사료는 CP 10.87%, TDN 73%이었고, 조사료는 볏짚을 자유 채식시켰다.

### 3. 혈액 채취 및 성분 분석

혈액 시료 채취는 한우시험장에서는 사료 급여 후 오전의 일정한 시간에 실시하였으나 유전자원 시험장에서는 시간 관계로 오전과 오후에 실시하였으며, 채혈은 일회용 주사기를 이용하여 경정맥에서 채혈하여 진공관에 넣어 정치시킨 후 원심분리하여 동결보관하였다가 호르몬인 testosterone, cortisol 및 IGF- I (insulin-like growth factor-1)의 농도는 Coat-A-Count kit를 사용하여 radioimmunoassay(RIA)법으로 반응시킨 다음 gamma(r)-counter (cobra II, Packard co. USA)를 이용하여 분석하였고, 대사물질 농도분석은 kit(CHIRON DIAGNOSTICS, USA)로 혈액자동분석기(CIBA-CORNING, USA)를 이용하여 농도를 측정하였다.

### 4. 통계분석

거세우와 비거세우로 분리하여 단순 통계량과 혈청성분들 간의 표현형 상관계수를 추정하고 혈청성분을 종속변수, 채혈시 연령을 독립변수로 하는 1차, 2차 및 3차 회귀방정식을 추정하고 추정된 회귀계수를 이용하여 각 혈청 성분 농도들을 동일 연령 기준(486일령)으로 보정한 후, 일령 보정된 혈청성분 농도들과 도체 형질, 월령별 체중 및 사육기간별 일당 증체량간의 표현형 상관계수를 추정하였다. 그리고 축군(Herd), 출생년도(Year-season), 거세 여부(Castration), 종모우(Sire) 효과를 포함하는 선형모형을 적용하여 혈청 성분, 도체 형질, 월령별 체중, 사육기간별 일당 증체량에 대한 분산분석을 실시하고, 혈청 성분들의 축군, 출생년도 및 거세 유무별 최소사승평균치를 구하고, 혈청 성분, 도체 형질, 월령별 체중 및 사육기간별 일당 증체량들의 유전력을 추정하고, 혈청 성분과 도체 형질들 간 혈청성분과 월령별 체중들간 및 혈청 성분들과 사육기간별 일당증체량들 간의 유전상관을 추정하였다.

① 회귀방정식 추정은 다음과 같은 모형을 적용

하여 추정하였다.

$$Y = a + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3 + E$$

여기서

Y : 종속변량(혈청호르몬 및 대사물질농도)

b<sub>1</sub> b<sub>2</sub> b<sub>3</sub> : 각각 직선, 2차 및 3차 회귀계수

X : 독립변량(체형일령)

E : 임의오차

② 축근, 출생년도, 거세 여부 및 종모우 효과에 대한 유의성 검정 및 최소자승 평균치의 추정은 다음과 같은 선형 모형을 적용하여 실시하였다.

$$Y_{ijklm} = \mu + H_i + YS_j + C_k + S_l + E_{ijklm}$$

여기서

Y<sub>ijklm</sub> : i번째 축근, j번째 출생년도-계절, k번째 거세 유무 그룹, l번째 종모우의 m번째 개체에 대한 측정치

H<sub>i</sub> ; i번째 축근의 효과(1:대관령, 2:남원)

YS<sub>j</sub> : j번째 출생년도-계절의 효과

C<sub>k</sub> : k번째 거세 유무의 효과(1=거세, 2=비거세)

S<sub>l</sub> : l번째 종모우의 효과

E<sub>ijklm</sub> : 임의오차

③ 유전력 추정은 위에서 이용한 선형 모형을 적용하여 실시하였는데 분산 성분은 SAS package (version 6.02)의 Proc Varcomp 프로그램 중 REML option을 이용하여 추정하였으며 추정된 분산 성분을 이용하여 다음과 같은 공식으로 유전력을 추정하였다.

$$h^2 = \frac{4\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_e^2}$$

여기서

h<sup>2</sup> : 유전력, σ<sub>s</sub><sup>2</sup> : 종모우분산, σ<sub>e</sub><sup>2</sup> : 오차분산

④ SAS Package의 Proc Varcomp 프로그램을 단형질분석만 가능한 관계로 형질들 간의 공분산 성분은 Searle과 Rounsaville(1974)이 제시한 다음과 같은 공식을 이용하여 추정하였다.

$$Cov(X_1, X_2) = \frac{1}{2} \times \{Var(X_1 + X_2) - Var(X_1) - Var(X_2)\}$$

$$r_g = \frac{Cov_s(X_1, X_2)}{\sqrt{Var_s(X_1) Var_s(X_2)}}$$

$$r_c = \frac{Cov_e(X_1, X_2) - 3Cov_s(X_1, X_2)}{\sqrt{(Var_e(X_1) - 3Var_s(X_1)) \times (Var_e(X_2) - 3Var_s(X_2))}}$$

$$r_e = \frac{Cov_s(X_1, X_2) + Cov_e(X_1, X_2)}{\sqrt{(Var_s(X_1) + Var_e(X_1)) \times (Var_s(X_2) + Var_e(X_2))}}$$

여기서 :

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> : 형질 1, 형질 2

Cov(X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>) : 형질 1과 형질 2의 공분산

Cov<sub>s</sub>(X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>) : 형질 1과 형질 2의 종모우 공분산

Cov<sub>e</sub>(X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>) : 형질 1과 형질 2의 임의오차 공분산

Var<sub>s</sub>(X<sub>1</sub>) : 형질 1의 종모우분산

Var<sub>e</sub>(X<sub>1</sub>) : 형질 1의 임의오차분산

Var<sub>s</sub>(X<sub>2</sub>) : 형질 2의 종모우분산

Var<sub>e</sub>(X<sub>2</sub>) : 형질 2의 임의오차분산

r<sub>g</sub>, r<sub>e</sub> 및 r<sub>p</sub> : 각각 유전, 환경 및 표현형 공분산

## 결과 및 고찰

### 1. 분산분석

#### 1) 혈청호르몬 및 대사물질

Table 2는 한우 거세우 및 비거세우의 혈청성분 농도들에 영향을 미치는 사육장소, 출생년도-계절, 거세 여부 및 종모우의 효과를 알아보기 실시한 분산분석 결과가 표시되어 있다. Testosterone과 globulin을 제외한 나머지 혈청성분들은 사육지역에 따른 차이가 있었으며, 출생년도-계절에 따라 차이가 나타나는 혈청 성분들은 testosterone, IGF-I, albumin, BUN, calcium, inorganic phosphate, cholesterol 등이었고, 거세 여부에 따라 차이가 나타나는 혈청 성분들은 testosterone, cortisol, IGF-I, albumin, glucose, creatinine, triglyceride과 globulin 등이었다. 그리고 testosterone을 제외한 나머지 혈청성분들은 종모우에 의한 영향을 비교적 크게 받는 것으로 나타났다. Testosterone을 제외한 모든 혈청 성분들에서 종모우 효과가 인정되고 있는 본 연구 결과는 이들 혈청 성분들의 농도 변이에는

Table 2. Analysis of variance table for serum hormone and metabolite concentrations adjusted for age in data.

Source	Tes			Cor			IGF		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	0.2632	0.6757	1	128.6009	0.0001	1	48165.4175	0.0165
Year-season	7	3.2279	0.0369	7	0.6944	0.8860	7	33027.6296	0.0003
Castration	1	274.8625	0.0001	1	27.0182	0.0001	1	164045.9115	0.0001
Sire	132	1.3473	0.7807	132	2.9645	0.0001	132	11420.4879	0.0070
Error	715	1.5029		717	1.6283		717	8345.1737	

  

Source	TP			Alb			Glu		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	5.5876	0.0001	1	6.6391	0.0001	1	1039.7385	0.0081
Year-season	7	0.2755	0.0671	7	0.1867	0.0232	7	296.1522	0.0517
Castration	1	0.4366	0.0833	1	0.3496	0.0369	1	636.1256	0.0382
Sire	714	0.2984	0.0001	132	0.1561	0.0001	132	266.5281	0.0001
Error	714	0.1451		713	0.0799		715	147.4558	

  

Source	Cre			Bun			Ca		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	1.3134	0.0001	1	1341.4027	0.0001	1	30.6202	0.0001
Year-season	7	0.0414	0.1955	7	101.4084	0.0001	7	8.3111	0.0001
Castration	1	0.1938	0.0103	1	37.4978	0.0723	1	0.2086	0.6547
Sire	132	0.0568	0.0001	132	24.2624	0.0001	132	1.3976	0.0109
Error	714	0.0292		715	11.5744		715	1.0419	

  

Source	Tg			Ip			Hdlc		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	2912.8654	0.0001	1	84.5633	0.0001	1	1176.4994	0.0113
Year-season	7	32.3069	0.9032	7	6.2800	0.0001	7	509.0645	0.0071
Castration	1	626.6643	0.0056	1	2.1422	0.1461	1	262.4233	0.2305
Sire	132	100.4989	0.0467	132	1.4270	0.0035	132	270.8185	0.0009
Error	711	81.0076		713	1.0120		715	182.2350	

Tes : testosterone, Cor : cortisol, Igf : insulin like growth factor- I(IGF- I), Tp : total protein, Alb : albumin, Glu : glucose, Cre : creatinine, Bun : blood urea nitrogen, Ca : calcium, Tg : triglyceride, Ip : inorganic phosphate, Hdlc : high density lipoprotein cholesterol, Glo : globulin, albumin/globulin : albumin/globulin ratio.

상가적 유전자 작용이 어느 정도 관여하고 있음을 시사한다.

## 2) 도체 형질

Table 3은 한우 거세우 및 비거세우의 도체 형

질들에 영향을 미치는 사육장소, 출생년도-계절, 거세 여부 및 종모우의 효과를 알아보기 위해 분산분석을 실시한 결과 도체중, 등지방두께, 육량지수 등은 사육지역의 효과가 유의성이 있었으나 도체를, 지방교잡도, 배최장근단면적, 도살시 생체중 및 수송 감량 등에 대한 사육지역의 효과는 5% 수준에서 통계적인 유의성이 인정되지 않았고, 출생년도-계절의 효과는 도체중과 육량지수에서만 유의성이 인정되었다.

거세 여부에 따른 차이는 도체중, 도체율, 배최장근단면적 및 도살시 생체중에서 유의성이 인정되었으나 등지방두께, 육량지수, 지방 교잡도, 수송 감량 등에서는 유의성이 인정되지 않았으며, 종모우의 효과는 배최장근단면적, 도살시 생체중 및

수송 감량을 제외한 나머지 형질에서 유의적인 효과가 있는 것으로 나타났는데 특히 도체율과 근내지방도에서 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 등지방두께, 육량지수 및 근내지방도에서 거세 효과에 대한 유의성이 인정되지 않고 있어서 이들 형질은 거세우와 비거세우 간에 큰 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 이러한 결과는 등지방두께 및 근내지방도는 거세우가 양호하고 육량지수는 비거세우가 높다고 한 여러 사람들의 보고(Gerrad 등, 1977; 이, 1996; 권 등, 1997; 김 등, 1997; 윤, 2001)와 다른 결과였다. 또한 박 등(1999)은 한우 후대검정우에서 냉도체중, 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께 및 도체장은 출생년도-계절에 대하여 고도의 유의성이 인정되고( $p <$

Table 3. Analysis of variance table for carcass traits in data

Source	CW			BF			MINDEX			DP		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	4221.2080	0.0389	1	2.6433	0.0001	1	30.8393	0.0001	1	14.6235	0.2266
Year-season	4	2520.4578	0.0383	4	0.4745	0.0004	4	9.0246	0.0015	4	9.7137	0.4212
Castration	1	76049.5994	0.0001	1	0.2048	0.1314	1	0.0018	0.9760	1	172.4020	0.0001
Sire	69	1471.3155	0.0123	69	0.1422	0.0050	69	2.7470	0.0390	69	25.8647	0.0001
Error	271	980.1714		271	0.0894		271	1.9993		269	9.9556	
Source	MS			EMA			LIVEWT			STRESSWT		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	6.0577	0.0525	1	237.8524	0.0680	1	5772.8207	0.1366	1	7.7254	0.7415
Year-season	4	0.4943	0.8715	4	126.3663	0.1323	4	3985.7391	0.1911	3	61.4224	0.4588
Castration	1	0.1095	0.7936	1	2155.0175	0.0001	1	97753.1816	0.0001	1	1.8822	0.8706
Sire	69	3.8527	0.0001	69	82.3413	0.2011	69	2573.0586	0.4984	67	67.2518	0.5858
Error	274	1.5972		274	70.8454		272	2589.8014		238	70.7418	

SAGE : age at transit to slaughter house, SWT : body weight before transit to slaughter house.

MINDEX : index for meat yield index calculated as following;

$$\text{MINDEX} = 65.834 - (0.393 \times \text{BF}(\text{cm})) + (0.088 \times \text{EMA}(\text{cm}^2)) - (0.008 \times \text{CW}(\text{kg}))$$

DP : dressing percentage, LIVEWT : body weight after transit to slaughter house, CW : cold carcass weight, EMA : eye muscle area measured from longissimus muscle taken at 13th rib, BF : back fat thickness measured at 13th rib, MS : marbling score; grade ranges from 1 to 7 with higher number for better quality, MCOLOR : meat color; grade ranges from 1 to 7 with higher number for dark red. FCOLOR : fat color; grade ranges from 1 to 7 with higher number for dark yellow. STRESSWT : weight loss due to transit from farm to slaughter house; SWT-LIVEWT. FASTRED : weight loss due to one day fasting before slaughter at slaughter house; LIVEWT-body weight at slaughter. TRED : sum of weight losses due to transit and fasting; SWT-body weight at slaughter.

0.01), 출생지역에 대하여 냉 도체중과 등지방두께 및 도체장은 1% 수준에서 유의성이 인정되었으며, 도축시 일령은 냉 도체중과 도체장에 영향을 미친다( $p<0.01$ )고 하였다. 본 연구에서 근내지방도, 육량지수 및 등지방두께에 대한 거세우와 비거세우 간의 차이가 없었던 원인은 종모우 중에서 거세우와 비거세우 후손의 도체성적이 모두 조사된 종모우의 비율이 5%에 불과했던 관계로 거세 여부의 효과와 종모우의 효과가 부분적으로 혼동되었기 때문인 것으로 판단된다.

### 3) 월령별 체중

Table 4는 한우 거세우 및 비거세우의 월령별 체중에 영향을 미치는 사육장소, 출생년도-계절, 거세 여부 및 종모우의 효과를 알아보기 위해 실시한 분산분석 결과가 표시되어 있다. 사육지역의 효과는 9개월령 체중을 제외한 나머지 월령별 체중들에 대해 유의적인 영향을 미쳤으며, 출생년도-계절의 효과는 21, 22 및 24개월령 체중을 제외한

나머지 월령별 체중들에 대해 유의적인 영향을 미쳤고, 거세 여부는 6개월령 체중을 제외한 나머지 월령별 체중들에 대해 유의적인 영향을 미쳤다. 그리고 종모우의 효과는 모든 월령별 체중에서 유의적인 영향을 미쳤다.

본 연구에서 사육지역(남원 및 대관령)간에 체중 차이가 유의적으로 인정되고 있는 것은 두 지역간의 기후나 고도 등과 같은 지리적 특성과 같은 우사와 같은 사육환경의 차이가 개체별 성장에 비교적 크게 영향을 미치기 때문인 것으로 생각되며 출생년도-계절의 효과가 21, 22 및 23개월령 체중에서 유의성이 없었던 원인 중의 하나는 21, 22 및 24개월령 체중이 조사된 출생년도-계절 그룹의 수가 4개(자유도 3)로 다른 월령별 체중의 출생년도-계절 그룹의 수보다 작았기 때문인 것으로 판단된다. 윤(2001)은 비거세우에서 출생년도-계절과 출생지 효과는 조사된 모든 형질( $p<0.01$ )에서 고도의 유의성이 있었고, 거세우에서 출생년도 효과는 체중과 일당증체량에서( $p<0.01$ ) 고도의 유의성

Table 4. Analysis of variance table for body weights in data

Source	BW6			BW9			BW12			BW15		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	2096.54	0.0476	1	1295.23	0.193	1	19377.68	0.0001	1	50938.31	0.0001
Year-season	6	2423.20	0.0002	6	2146.73	0.0108	6	10607.06	0.0001	5	9090.56	0.0001
Castration	1	94.85	0.6730	1	37979.67	0.0001	1	47529.15	0.0001	1	92069.71	0.0001
Sire	127	1124.60	0.0001	126	1648.85	0.0001	124	2595.93	0.0001	78	1809.91	0.0306
Error	626	532.04		633	767.31		601	1069.04		383	1325.07	
Source	BW18			BW21			BW22			BW24		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	52.586	0.0001	1	103979.10	0.0001	1	108840.74	0.0001	1	118897.22	0.0001
Year-season	5	4826.12	0.0257	3	2707.34	0.2551	3	2490.13	0.2876	3	2640.95	0.3392
Castration	1	116964.56	0.0001	1	148042.98	0.0001	1	165477.47	0.0001	1	203257.24	0.0001
Sire	98	4765.51	0.0001	74	3730.57	0.0002	74	3781.89	0.0001	74	4171.23	0.0005
Error	437	1870.10		268	1989.34		268	1972.09		268	2346.68	

BW6 : body weight at 6month of age, BW9 : body weight at 9month of age,  
 BW12 : body weight at 12month of age, BW15 : body weight at 15month of age,  
 BW18 : body weight at 18month of age, BW21 : body weight at 21month of age,  
 BW22 : body weight at 22month of age, BW24 : body weight at 24month of age

이 있었으며, 22개월령과 24개월령 체중을 제외한 나머지 형질에서 계절의 효과가 크게 영향을 미쳤다고 하였다. 본 연구에서 사육지역간에 체중 차이가 유의적으로 인정되었고, 출생년도-계절의 효과가 체중에서 유의성이 없었다는 것은 윤(2001)은 비거세우에서 출생년도-계절과 출생지 효과는 조사된 모든 형질에서 고도의 유의성이 있었고, 거세우에서 출생년도 효과는 체중과 일당증체량에서 고도의 유의성이 있었다는 결과와 다른 것은 출생년도-계절 그룹의 수가 4개(자유도 3)로 다른 월령별 체중의 출생년도-계절 그룹의 수보다 작았기 때문인 것으로 판단된다.

#### 4) 기간별 일당증체량

Table 5는 한우 거세우 및 비거세우에서 각 기간별 일당증체량에 영향을 미치는 사육장소, 출생년도-계절, 거세 여부 및 종모우의 효과를 알아보기 위해 실시한 분산분석 결과가 표시되어 있다.

사육지역의 효과는 9~12개월령 사이, 12~15개월령 사이, 18~21개월령 사이 및 6~21개월령 사이의 일당 증체량에서 유의성이 있었고, 출생년

도-계절의 효과는 9~12개월령 사이, 12~15개월령 사이, 21~24개월령 사이의 일당증체량에서 유의성이 있었으며, 거세 여부의 효과는 조사된 모든 기간의 일당증체량에서 유의성이 있었다. 그리고 종모우의 효과는 15~18개월령 사이, 18~21개월령 사이, 18~24개월령 사이 및 21~24개월령 사이의 일당증체량은 유의성이 없었으나 그 외의 기간별 일당증체량에서는 유의성이 인정되었다.

#### 2. 혈청 성분농도들의 사육지역, 출생연도-계절 및 거세 유무별 최소자승평균치

Table 6은 혈청 성분들의 사육지역, 출생 연도-계절 및 거세유무별 혈청성분들의 최소자승평균치가 표시되어 있다. 대관령에서 사육된 소는 남원에서 사육된 소들에 비해 cortisol, IGF-I, TP, albumin, creatinine 및 calcium이 높고, glucose, BUN, triglyceride, IP, HDLC 농도가 낮았으며 testosterone은 사육지역간에 유의적인 차이는 인정되지 않았으나 대관령 사육우가 남원 사육우보다 낮았다. 출생년도-계절에 의해 유의적인 영향을 받는 혈청 성분들은 testosterone, IGF-I, albumin, BUN,

Table 5. Analysis of variance table for average daily gains in data

Source	ADG6T9			ADG9T12			ADG6T12			ADG12T15			ADG15T18		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	0.0532	0.2644	1	3.3122	0.0001	1	1.0695	0.0001	1	5.2685	0.0001	1	0.0424	0.3285
Year-season	6	0.0844	0.0690	6	0.5858	0.0001	6	0.1855	0.0001	5	0.2717	0.0001	5	0.0616	0.2271
Castration	1	4.8159	0.0001	1	1.6327	0.0001	1	1.6126	0.0001	1	0.9079	0.0001	1	0.2887	0.0111
Sire	126	0.0797	0.0001	121	0.1163	0.0001	122	0.0537	0.0001	80	0.0894	0.0001	78	0.0495	0.2485
Error	615	0.0430		597	0.0448		590	0.0188		415	0.0371		384	0.0443	

  

Source	ADG12T18			ADG18T21			ADG18T24			ADG21T24			ADG6T21		
	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F	df	MS	Pr>F
Herd	1	1.4492	0.0001	1	5.1105	0.0001	1	0.0006	0.9006	1	0.1002	0.2468	1	0.9196	0.0001
Year-season	5	0.0437	0.0089	3	0.0609	0.2757	3	0.0450	0.3614	3	0.3522	0.0036	3	0.0140	0.0646
Castration	1	0.4231	0.0001	1	1.1231	0.0001	1	0.2908	0.0094	1	0.0051	0.7918	1	0.7256	0.0001
Sire	98	0.0383	0.0001	52	0.0436	0.6102	56	0.0383	0.6392	51	0.0373	0.9967	52	0.0105	0.0016
Error	437	0.0153		217	0.0468		137	0.0418		126	0.0740		212	0.0057	

ADG6(or 9, 12, 15, 18, 21)T9(or 12, 15, 18, 21, 24) represents ADG from 6month(or 9, 12, 15, 18, 21month) of age to 9month (or 12, 15, 18, 21, 24month) of age.



Table 6. Least square means of serum hormone and metabolite concentrations by herd, year-season and castration in data

	Tes	Cor	Igf	Tp	Alb	Glu	Cre
<b>Herd</b>							
Daekwanryeng	1.962±0.135	1.884±0.141	425.063±10.066	6.336±0.042	4.267±0.031	71.060±1.344	1.183±0.019
Namwon.	2.015±0.168	0.719±0.175	402.547±12.519	6.095±0.052	4.004±0.039	74.349±1.667	1.066±0.024
<b>Year-Season</b>							
1999 spring	2.543±0.672	1.769±0.700	404.361±50.092	6.136±0.209	3.975±0.155	81.684±6.670	1.146±0.094
1999 fall	2.160±0.350	1.502±0.365	341.509±26.101	6.221±0.109	4.043±0.081	81.012±3.472	1.180±0.049
2000 spring	1.645±0.422	1.390±0.440	420.190±31.465	6.427±0.131	4.207±0.099	75.322±4.186	1.199±0.059
2000 fall	3.125±0.467	1.005±0.486	508.647±34.807	5.965±0.149	4.014±0.111	74.052±4.744	1.141±0.067
2001 spring	1.918±0.266	1.208±0.275	402.984±19.685	6.313±0.082	4.207±0.061	68.416±2.624	1.037±0.037
2001 fall	1.577±0.236	1.170±0.246	397.104±17.601	6.266±0.074	4.085±0.055	70.880±2.352	1.102±0.033
2002 spring	1.547±0.255	1.059±0.266	420.500±19.055	6.256±0.080	4.282±0.059	66.429±2.536	1.065±0.036
2002 fall	1.400±0.329	1.307±0.343	415.145±24.535	6.137±0.102	4.271±0.076	63.841±3.243	1.123±0.046
<b>Castration</b>							
Steer	0.198±0.130	1.862±0.135	370.103±9.648	6.144±0.041	4.200±0.030	69.982±1.291	1.172±0.018
Bull	3.779±0.238	0.740±0.248	457.507±17.758	6.287±0.074	4.072±0.055	75.427±2.364	1.077±0.033
	Bun	Ca	Tg	Ip	Hdlc	Glo	Alg
<b>Herd</b>							
Daekwanryeng	13.681±0.377	10.274±0.113	19.878±0.996	7.445±0.111	84.872±1.494	2.118±0.034	2.087±0.040
Namwon.	17.418±0.467	9.709±0.140	25.400±1.237	8.386±0.138	88.371±1.853	2.143±0.042	1.951±0.050
<b>Year-Season</b>							
1999 spring	21.075±1.869	8.485±0.561	25.158±4.944	6.912±0.553	84.264±7.415	2.298±0.167	1.716±0.200
1999 fall	20.275±0.973	8.799±0.292	22.082±2.573	7.823±0.288	85.156±3.860	2.120±0.087	1.971±0.104
2000 spring	19.830±1.173	8.809±0.352	21.393±3.103	7.268±0.347	90.122±4.653	2.196±0.106	1.996±0.127
2000 fall	15.357±1.329	8.792±0.399	22.154±3.516	7.477±0.393	72.754±5.274	2.000±0.119	2.112±0.142
2001 spring	12.460±0.735	11.450±0.221	20.411±1.945	7.725±0.217	88.074±2.917	2.159±0.066	2.027±0.079
2001 fall	11.586±0.659	11.080±0.198	22.514±1.743	8.249±0.195	85.276±2.615	2.165±0.059	1.963±0.070
2002 spring	11.841±0.710	11.371±0.213	23.681±1.880	9.204±0.210	94.355±2.819	2.135±0.064	2.093±0.076
2002 fall	11.972±0.909	11.145±0.273	23.719±2.411	8.661±0.269	92.973±3.605	1.972±0.081	2.273±0.097
<b>Castration</b>							
Steer	14.889±0.362	10.041±0.109	25.342±0.958	7.757±0.107	88.370±1.435	1.990±0.033	2.217±0.039
Bull	16.210±0.662	9.942±0.199	19.936±1.752	8.073±0.196	84.873±2.628	2.272±0.059	1.821±0.071

calcium, IP, HDLC 등이었는데 2000년 가을 출생 우의 testosterone 및 IGF-I 농도가 다른 시기에 출생한 소들에 비해 높았으며, BUN은 1999년도 봄과 가을에 출생한 소들에서 높았고, calcium 농도는 1999년과 2000년도에 출생한 소들이 2001년도와 2002년도에 출생한 소들에 비해 낮았다. 그리고 IP 농도는 2002년 봄과 가을에 출생한 소들이 높았으며 HDLC 농도는 2002년 봄과 가을에 출생한 소들에서 높고 2000년 가을에 출생한 소들에서 낮았다. 거세우는 비거세우에 비해 cortisol, creatinine, triglyceride 농도가 높았고, IGF-I, glucose 농도가 낮았으며 testosterone 농도는 거세우는 비거세우의 약 5.2%에 불과했다. 그리고 거세우와 비거세우간에 TP 함량은 차이가 없으나 그 구성 내용은 차이가 있었다. 즉 TP의 구성요인 중 하나인 albumin은 거세우가 높았고, globulin은 거세우가 낮았다.

거세에 의한 혈청 성분 농도의 변화를 조사한 연구결과를 살펴보면, 심멘탈종과 적색홀스타인종간의 교잡종에서 혈액내 IGF-I 농도는 비거세우가 거세우에 비해 높았으며 creatinine 농도는 거세우와 비거세우간에 차이가 없었고, 혈액내 glucose와 알부민 농도는 비거세우가 높았고 urea 농도는 거세우가 높았다는 보고(Bruckmair 등, 1998), 육우에서 5개월령부터 15개월령 사이에 조사한 혈액내 IGF-I 농도는 비거세우가 거세우에 비해 높고, glucose 농도는 sex나 거세 유무에 따른 차이가 없었다는 보고(Plouzek와 Trenkel, 1991), 앵거스 순종 및 교잡종에서 혈청 코티솔 평균 농도는 거세우가 비거세우보다 높고 IGF-I 농도는 비거세우가 거세우보다 높았다(Lee 등, 1990). 독일계 심멘탈 송아지에서 육성기(3~6개월령)에는 IGF-I 농도가 거세우와 비거세우간에 차이가 없지만 12개월령 이후에는 비거세우가 거세우보다 높았다는 보고(Ropke 등, 1994), 돼지에서 70일령에서 혈액내 IGF-I 농도는 거세돈과 비거세돈 간에 차이가 없었으나 140일령에는 비거세돈이 거세돈보다 높았다는 보고(Clapper 등, 2000), 10개월령된 홀스타인 거세우와 비거세우에서 혈액내 albumin, urea 농도는 두 그룹 간에 차이가 있으나 glucose와 TP 농도는 두 그룹 간에 차이가 없었다는 보고(Galbraith, 1987) 등이 있었다. 거세우에서는 비거세우

보다 IGF-I 및 testosterone의 농도가 낮게 나타난 결과는 Bruckmair 등(1998) 및 Plouzek와 Trenkel (1991)의 연구 결과와 같은 결과를 나타내었다.

### 3. 유전력

#### 1) 혈청성분 및 대사물질 농도

Sire model을 적용하여 제한최대우도법으로 추정된 혈청성분들의 유전력을 Table 7에 표시하였다. 조사대상 혈청성분들의 유전력은 0.07~0.58의 범위로 추정되었는데 이 중 단백질 성분인 TP, albumin 및 globulin의 유전력이 각각 0.53, 0.54, 0.42 및 0.48로 비교적 높은 편이었으며 그 외 cortisol, creatinine과 BUN이 각각 0.45, 0.58 및 0.54로 높게 추정된 반면 calcium은 0.07, testosterone은 0.15, IGF-I는 0.12 그리고 triglyceride는 0.16으로 낮은 편이었다.

본 연구에서 조사된 IGF-I 농도의 유전력 추정치 0.12는 다른 연구자들의 결과보다 낮은 편인데,

Table 7. Heritabilities of serum hormone and metabolite concentrations adjusted for age by using restricted maximum likelihood method (REML) in data

Item	Var(Sire)	Var(Error)	Var(Total)	h <sup>2</sup>
Tes	0.0547	1.4241	1.478	0.15
Cor	0.2107	1.6647	1.875	0.45
Igf	271.6994	8585.0654	8856.763	0.12
Tp	0.0229	0.1501	0.173	0.53
Alb	0.0125	0.0808	0.093	0.54
Glu	16.0084	151.9285	167.936	0.38
Cre	0.0049	0.0294	0.034	0.58
Bun	1.8461	11.8165	13.662	0.54
Ca	0.0203	1.0787	1.099	0.07
Tg	3.2885	80.9478	84.236	0.16
Ip	0.0734	1.0048	1.077	0.27
Hdlc	15.2101	181.9208	197.130	0.31
Glo	0.0109	0.0937	0.104	0.42
A/G	0.0181	0.1321	0.150	0.48

Davis와 Simmen(1997)은 IGF-I 농도에 대해 양 방향 선발(divergent selection)이 이루어지고 있는 앵거스종 집단에서 약 7개월령부터 140일간 능력검정을 실시하고 능력검정 개시 후 28, 42 및 56일이 경과되는 시점에서 채혈을 하여 혈청내 IGF-I 농도를 조사하고 IGF-I 농도에 대한 유전력을 조사한 결과 개체 유전력은 능력검정 개시 후 28일째 농도가 0.42, 42일째 농도가 0.53, 56일째 농도가 0.71이며 3회 조사 성적의 평균 유전력은 0.48이었다고 보고했고, Davis와 Simmen(2000)은 Davis와 Simmen(1997)이 연구했던 동일한 집단에서 능력검정 개시 후 28, 42일 및 56일째 IGF-I 농도와 도체 형질들에 대해 개체 유전 효과, 모체 유전 효과, 영구 환경 효과를 포함하는 full model과 full model에서 모체 유전 효과와 영구 환경 효과를 제거한 reduced model을 적용하여 유전력 및 유전, 환경 및 표현형 상관계수를 추정하 바, full model을 적용하였을 때 능력검정 개시후 28, 42 및 56일째 IGF-I 농도와 이들의 평균 농도에 대한 유전력은 각각 0.32, 0.59, 0.31 및 0.42로서 Davis와 Simmen (1997)의 보고에 비해 56일 농도가 낮았다고 하였다. 그리고 Lamberson 등(1995)은 돼지에서 6주령부터 21주령까지 3주령 간격으로 채혈하여 분석한 IGF-I 농도의 반복력은 0.29 그리고 9주령 IGF-I 농도의 유전력은 0.29로 반복력과 유전력의 차이가 없었는데 이렇게 반복력과 유전력의 차이가 없는 것은 비상가적 유전자 작용의 효과와 영구 환경 효과가 극히 작음을 시사한다고 하였다.

한편 Rowlands 등(1983)은 72두의 종모우로부터 생산된 428두의 British Holstein 비거세우에서 칼슘과 글로불린의 유전력은 각각 0.82 및 0.65로 비교적 높은 편이었으며 그 외 헤모글로빈, 콜레스테롤, 무기인, 구리, 글루코스의 유전력은 각각 0.55, 0.53, 0.49, 0.44 및 0.41이었다고 보고하였고, Odenya 등(1992)은 앵거스종, 브라만종 및 이 두 순종간의 교잡으로 태어난 교잡종에 대해 이유시 체중, 이유시 혈청내 칼슘, 인 및 마그네슘 함량에 대해 추정한 유전력은 각각 0.35, 0.39, 0.40 및 0.36이었다고 했는데, 본 연구에서 조사된 칼슘(0.07), 인(0.27)의 유전력 추정치는 Odenya 등(1992)의 결과보다 낮은 편이며 글로불린(0.42), 콜레스테롤(0.31), 글루코스(0.38)의 유전력 추정치도 Rowlands의 결과보다 낮은 편이었는데 이러한 차이가 나타난 것은 본 연구에서는 채혈시점이 186일령부터 795일령까지 넓은 범위에 걸쳐 이루어진 반면 Rowlands 등(1983)은 3~15개월령 사이, 그리고 Odenya 등(1992)은 이유시에만 채혈을 한 것이 하나의 원인일 것으로 판단된다.

## 2) 도체 형질

Table 8은 도체 형질에 대해 제한최대우도법으로 추정한 유전력 추정치들을 표시하였다. 도체중, 등지방두께, 육량지수 및 배최장근단면적의 유전력은 각각 0.39, 0.45, 0.30 및 0.13으로 추정되었으며, 도체율은 이론적 상한선인 1.0을 초과하였고 근내지방도는 0.93으로 높게 나타났다. 그리고 도

Table 8. Heritabilities of carcass traits by using restricted maximum likelihood method (REML) in data

Item	Var(Sire)	Var(Error)	Var(Total)	h <sup>2</sup>
CW	106.1060	980.1714	1086.2774	0.39
DP	3.4548	9.9556	13.4104	-
BF	0.0114	0.0894	0.1008	0.45
MINDEX	0.1615	1.9993	2.1608	0.30
EMA	2.4630	70.8454	73.3084	0.13
MS	0.4832	1.5972	2.0804	0.93
LIVEWT	-	2589.8014	2589.8014	-
STRESSWT	-	70.7418	70.7418	-

살시 생체중과 수송 감량에 대해서는 종모우 분산이 0으로 추정되었다. Davis와 Simmen(2000)은 앵거스종 집단에서 도체 형질들에 대해 개체 유전 효과, 모체 유전 효과, 영구 환경 효과를 포함하는 full model과 full model에서 모체 유전 효과와 영구 환경 효과를 제거한 reduced model을 적용하여 유전력 및 유전, 환경 및 표현형 상관계수를 추정한다. 있는데, full model을 적용하였을 때 연령을 보정한(age-constants end points) 도체형질의 유전력 추정치는 0.28(등지방두께), 1.00(배최장근단면적), 0.32(온도 체중), 0.27(지방 교잡도)였으며, reduced model을 적용하였을 때 연령을 보정한 도체형질의 유전력은 배최장근단면적이 0.40로 full model을 적용하여 분석한 결과에 비해 낮아졌으며 그 외 등지방두께, 근내지방도, 온도 체중, 유전력 추정치는 full model로 추정했을 때와 비슷하다고 하였다. 그리고 Rieley 등(2002)은 Brahman종 비육우 504두로부터 추정된 도체형질에 대한 유전력은 0.47(도살시 생체중), 0.26(수송 감량율(shrink percentage)), 0.55(온도 체중), 0.63(12번째 늑골의 등지방두께), 0.44(배최장근단면적), 0.77(도체율) 및 0.44 (근내지방도)였다고 했다. 한편 한우를 대상으로 하여 추정된 도체형질의 유전력 추정치를 보면 윤(2001)은 도체중, 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께 및 지방 교잡도의 유전력이 비거세우의 경우 각각 0.25, 0.41, 0.31, 0.31 및 0.26이었고 거세우의 경우 각각 0.33, 0.13, 0.36, 0.45 및 0.59였다고 하였으며 박(1999)은 한우 비거세우에서 도체율, 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전력을 각각 0.47, 0.32, 0.50 및 0.31로 보고한 바 있다. 본 연구에 추정된 도체중과 등지방 두께의 유전력 0.39와 0.45를 Davis and Simmen(2000)의 결과와 비교하면 도체중의 유전력은 Davis and Simmen(2000)의 결과와 비슷하나 등지방두께의 유전력은 약간 높은 편이었으며 Rieley 등(2002)의 결과에 비해서는 도체중 및 등지방 두께의 유전력이 모두 낮은 편이었으며 윤(2001)의 결과와는 비슷한 성격이었다.

본 연구에서 추정된 근내지방도의 유전력은 이례적으로 매우 높은 편이었는데 이것은 종모우의 배치가 거세우와 비거세우에서 균일하게 배치되지

않았던 것이 하나의 이유가 될 수 있다. 즉 본 자료에서는 거세우와 비거세우 후손을 갖는 종모우가 전체 종모우중 약 5%에 불과하였는데, 이것이 종모우 분산을 크게 하는 원인이 되었으며 결과적으로 유전력이 높게 추정된 것으로 볼 수 있다. 그리고 같은 이유로 해서 도체율의 유전력도 이론적 상한선을 초과하게 되었을 것으로 생각된다. 한편 수송 감량에서 종모우 분산이 추정되지 못했던 것은 일부 시험축을 도살하는 시점에서 체중 계측기의 기계적 이상으로 인해 출하 체중을 측정하지 못한 개체가 다수 있었던 관계로 수송 감량이 조사된 개체가 적었던 것이 하나의 원인이 된 것으로 판단된다. 그러나 도살시 생체중의 종모우 분산이 추정되지 못한 것에 대해서는 좀더 연구가 필요하다.

### 3) 월령별 체중과 기간별 일당증체량

Table 9는 월령별 체중과 기간별 일당 증체량에 대한 유전력 추정치를 표시하였다.

체중에 대한 유전력은 18개월령( $h^2=0.78$ ), 12개월령( $h^2=0.76$ ), 9개월령( $h^2=0.62$ ), 6개월령( $h^2=0.58$ ), 21개월령( $h^2=0.58$ ), 24개월령( $h^2=0.58$ )순으로 높았으며 기간별 일당증체량의 유전력 추정치는 6~12개월령 사이가 0.80, 12~18개월령 사이가 0.75 그리고 18~24개월령 사이가 0.19로서 육생기와 비육생기에 비해 비육말기의 유전력 추정치가 낮았다. 한편 18~21개월령 사이의 일당증체량과 21~24개월령 사이의 일당증체량은 0이었으며 그 외 15~18개월령 사이의 일당증체량과 18~24개월령 사이의 일당증체량도 각각 0.04 및 0.19로 비교적 낮은 편이었다. 본 연구에서 18~21개월령 사이와 21~개월령 사이의 일당증체량에 대한 유전력이 0으로 추정된 것은 이 기간에 일당증체량이 조사된 개체의 수가 적음에 기인하는 표본오차일 것으로 생각된다. 한우에서 월령별 체중의 유전력에 대해 조사한 다른 연구자들의 결과를 보면 최(2001)는 암컷+수컷의 6개월령 체중의 유전력이 각각 0.25, 0.20 및 0.36, 12개월령 체중의 유전력이 각각 0.09, 0.07 및 0.06, 18개월령 체중의 유전력이 각각 0.24, 0.02 및 0.09, 24개월령 체중의 유전력이 각각 0.05, 0.33 및 0.13이었다고 하였으며, 윤(2001)은 6, 12, 18, 22개월령 체중의 유전력이 비거세우

에서 각각 0.62, 0.42, 0.26 및 0.31, 거세우에서 각각 0.19, 0.30, 0.20 및 0.24, 그리고 24개월령 체중의 유전력은 0.28이라고 하였고, 박(1999)은 한우 후대검정 비거세우의 12, 18 및 22개월령 체중의 유전력이 각각 0.43, 0.33 및 0.31, 그리고 당대검정 우의 12개월령 체중의 유전력은 0.48이었다고 하였다. 그리고 한우에서 조사된 기간별 일당증체량의 유전력 추정치에 대한 다른 연구자들의 결과를 보면 최(2001)는 한우에서 개체효과만을 고려한 단형질 개체모형을 통해 암컷, 수컷, 암컷+수컷의 유전력을 추정할 결과 암컷, 수컷, 암컷+수컷별 일당증체량에 대한 유전력은 6~12개월령 사이가 각각 0.04, 0.02 및 0.00, 6~18개월령 사이가 각각 0.38, 0.16 및 0.05, 6~24개월령 사이가 각각 0.00, 0.06

및 0.16, 12~18개월령 사이가 각각 0.06, 0.20 및 0.11, 12~24개월령 사이가 각각 0.01, 0.38 및 0.10, 18~24개월령 사이가 각각 0.11, 0.41 및 0.15 였다고 하였다. 박(1999)은 한우 당대검정 집단에서 6~12개월령 사이의 개체 유전력은 0.32, 후대검정집단에 6~12개월령 사이의 개체 유전력은 0.22~0.32, 후대검정 집단에서 12~18개월령 사이의 일당 증체량은 0.11~0.23으로 보고하였으며, 윤(2001)은 한우 후대검정 비거세우의 6~18개월령 사이의 일당증체량이 0.17, 후대검정 거세우의 6~18개월령 사이의 일당증체량과 12~24개월령 사이의 일당증체량에 대한 유전력은 각각 0.24 및 0.18이라고 보고하였다. 그리고 외국에서 보고된 육우의 일당증체량의 유전력 추정치를 보면 Ben-

Table 9. Heritabilities of body weights and average daily gains by using restricted maximum likelihood method (REML) in data

Item	Var(Sire)	Var(Error)	Var(Total)	$h^2$
BW6	91.0492	539.2695	630.3187	0.58
BW9	145.2633	786.6392	931.9025	0.62
BE12	252.9224	1075.8750	1328.7974	0.76
BW15	87.3318	1325.3031	1412.6349	0.25
BW18	461.0071	1896.3874	2357.3945	0.78
BW21	344.3992	2044.5258	2388.9250	0.58
BW660	372.6273	2014.9034	2387.5307	0.62
BW24	402.6019	2356.0347	2758.6366	0.58
ADG6T9	0.0054	0.0443	0.0497	0.44
ADG9T12	0.0101	0.0470	0.0571	0.71
ADG6T12	0.0049	0.0196	0.0245	0.80
ADG12T15	0.0068	0.0401	0.0469	0.58
ADG15T18	0.0004	0.0447	0.0451	0.04
ADG12T18	0.0037	0.0160	0.0197	0.75
ADG18T21	0	0.0462	0.0462	0
ADG18T24	0.0019	0.0389	0.0408	0.19
ADG21Y24	0	0.0634	0.0634	0
ADG6T21	0.0008	0.0059	0.0067	0.36

net 등(1996)은 육우 집단에서 이유 후 168일간의 일당증체량에 대한 유전력은 0.39~0.59였다고 보고하였고, Rieley 등(2002)은 브라만종에서 일당증체량의 유전력이 0.68이라고 보고한 바 있다.

체중에 대한 유전력은 0.58~0.78로 분석되어, 박(1999)의 한우 후대검정 비거세우의 유전력 0.43~0.31 및 당대 검정우의 체중의 유전력은 0.48보다 높게 나타났고, 18~21개월령 사이와 21~개월령 사이의 일당증체량에 대한 유전력이 0으로 추정된 것은 이 기간에 일당 증체량이 조사된 개체의 수가 적은데 기인하는 표본오차일 것으로 생각된다.

## 적 요

축산연구소에서 사육중인 비거세우와 거세우를 대상으로 혈청내에 있는 호르몬 및 대사물질 농도가 체형시기, 사육지역, 거세 여부 등에 따라 어떻게 변하며 경제형질과 어느 정도 상관이 있는지 그리고 이들에 대한 유전변이의 크기는 어느 정도이며 이들의 유전상관계수는 어느 정도인지를 파악하기 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 혈청 호르몬 및 대사물질의 분산분석 결과 testosterone과 globulin을 제외한 나머지 혈청 성분은 사육지역에 따라 차이가 있었고 출생년도 및 계절에 따라 차이가 나타나는 혈청 성분 cortisol, total protein, globulin 및 creatinine을 제외한 혈청들이었고 거세 여부에 따라 차이가 있는 혈청들은 total protein과 BUN을 제외한 혈청들이었으며 그리고 testosterone을 제외한 나머지 혈청들은 종모우의 영향을 비교적 크게 받는 것으로 나타나 종모우의 효과가 인정되므로 이들 성분들의 농도 변이에 상가적 유전자 작용이 어느 정도 관여하고 있음을 시사한다.
2. 도체 형질은 도체중과 등지방두께 및 육량지수는 사육 지역의 효과가 인정되나, 도체율, 근내지방도, 배최장근단면적, 생체중 및 수송 감량은 5% 수준에서 유의성이 인정되지 않았다. 종모우의 효과는 대부분의 형질에서 유의적인 효과가 있었고 특히 도체율과 근내지방도에는 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3. 월령별 체중을 분산분석 결과 사육지역의 효과는 9개월령을 제외한 모든 연령에서 체중에 대한 유의적인 영향을 미쳤고, 거세 여부는 6개월령 체중을 제외한 나머지 월령별 체중에 대해 유의적인 영향을 미쳤으며, 종모우 효과는 모든 월령별 체중에서 유의적인 영향을 미쳤다.
4. 혈청 성분 농도들의 사육연도, 계절 및 거세 여부별 최소자승평균치는 대관령에서 사육한 소는 남원에서 사육한 소들에 비해 testosterone 농도가 낮았으나 유의성은 인정되지 않았고, 거세우는 비거세우에 비해 cortisol과 creatinine 및 triglyceride 농도가 높았고 IGF-1 및 glucose 농도가 낮았으며 testosterone 농도는 비거세우의 약 5.2%에 불과했다.
5. Sire Model을 적용하여 제한최대우도법으로 추정된 혈청성분의 유전력은, 0.07~0.58 범위로 추정되었는데 이중 단백질 성분인 total protein, albumin 및 globulin의 유전력은 각각 0.53, 0.54 및 0.42로 비교적 높았고 cortisol과 creatinine 및 BUN은 각각 0.45, 0.58 및 0.54로 높게 추정된 반면 calcium은 0.07, testosterone 0.15 및 IGF-1은 0.12로 아주 낮은 편이었다.
6. 도체 형질에 대한 유전력은 도체중 0.39, 등지방두께 0.45, 육량지수 0.30 및 배최장근단면적 0.13으로 추정되었으나 근내지방도는 0.93으로 아주 높게 추정되었다. 월령별 체중에 대한 유전력은 18개월령 0.78, 12개월령 0.76, 9개월령 0.62, 6개월령 0.58, 24개월령 0.58 순위였고 기간별 일당 증체량의 유전력 추정치는 6~12개월령이 0.80, 12~18개월령이 0.75, 그리고 18~24개월령은 0.19로 육성기와 비육전기에 비해 비육말기는 유전력 추정치가 낮았다.

## 참고문헌

- Barnes MA, Kazmer GW, Akers RM and Pearson RE. 1985. Influence of selection for milk yield on endogenous hormones and metabolites in

- holstein heifers and cows. *Journal of Animal Science*, 60(1):271-284.
- Davis ME and Simmen RCM. 1997. Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor I concentration and performance traits in angus beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 75:317-324.
- Davis ME and Simmen RCM. 2000. Genetic parameter estimates for serum insulin-like growth factor-I concentration and carcass traits in Angus beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 78:2305-2313.
- Davis ME, Bishop MD, Park NH and Simmen RCM. 1995. Divergent selection for blood serum insulin-like growth factor I concentration in beef cattle: I. Nongenetic effects. *J. Anim. Sci.*, 73:1927-1932.
- Lamberson WR, Safranski TJ, Bates RO, Keisler DH and Matteri RL. 1995. Relationships of serum insulin-like growth factor I concentrations to growth, composition, and reproductive traits of swine. *J. Anim. Sci.*, 73:3241-3245.
- Odenya WO, Elzo MA, Manrique C, McDowell LR and Wakeman DL. 1992. Genetic and environmental factors affecting serum macrominerals and weights in an Angus-Brahman multibreed heifers: II. Heritabilities of and genetic, environmental, and phenotypic correlations among serum calcium, phosphorus, and magnesium and weight at weaning. *J. Anim. Sci.*, 70:2072-2077.
- Odenya WO, Elzo MA, Manrique C, McDowell LR and Wakeman DL. 1992. Genetic and environmental factors affecting serum macrominerals and weights in an Angus-Brahman multibreed heifers: I Heritabilities of and genetic, environmental, and phenotypic correlations among serum calcium, phosphorus, and magnesium and weight at weaning. *J. Anim. Sci.*, 70:2065-2071.
- Richards MW, Spicer LJ and Wettemann RP. 1995. Influence of diet and ambient temperature on bovine serum insulin-like growth factor-I and thyroxine: relationships with non-esterified fatty acids, glucose, insulin, luteinizing hormone and progesterone. *Animal Reproduction Science*, 37: 267-279.
- Riley DG, Chase CC, Jr. Hammond AC, West RL, Johnson DD, Olson TA and Coleman SW. 2002. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. *J. Anim. Sci.*, 80:955-962.
- Rowlands GJ, Manston R, Kathryn J, Bunch and Brookes PA. 1983. A genetic analysis of the concentrations of blood metabolites and their relationships with age and live-weight gains in young British Friesian bulls. *Livestock Production Science*, 10:1-16.
- Seideman SC, Cross HR, Oltjen RR and Schanbacher BD. 1982. Utilization of the intract male for red meat production : A review. *J. Anim. Sci.*, 55: 826.
- Stott GH, 1981. What is animal stress and how is it measured? *J. Anim. Sci.*, 52(1):150-153.
- 박강희, 최광수, 신원집, 손삼규. 1995. 한우와 홀스타인 암송아지의 성장, 유선발달, 혈청 단백질과 혈청 중 Growth Hormon, Prolactin 및 Estradiol의 농도 비교. *한국가축번식학회지*, 20(2): 135-141.
- 박노형. 1993. Evaluation of serum insulin-like growth factor I (IGF- I) as a physiological predictor of genetic merit in beef cattle: repeatability, heritability and relationship with performance traits. The Ohio State University. 박사학위 논문.
- 윤호백, 김시동, 나승환, 장은미, 이학교, 전광주, 이득환. 2002. 거세한우의 도체형질에 대한 유전모수 추정. *동물자원지*, 44(4):383-390.
- 이귀년, 권오현. 2000. 임상 병리과일. 도서출판 의학문화사.
- 이성수, 박노형, 원유석, 이장현, 양일석. 1999. 성숙후 거세가 한우 거세우의 성장 및 도체형질에 미치는 효과. *한축지*, 41(1):31-38.
- 이성수, 정재경, 박노형, 원유석. 1997. 거세가 한우의 도체특성과 혈청 대사물질에 미치는 영향. *한축지*, 39(2):145-154

---

(접수일: 2005. 9. 24 / 채택일: 2005. 11. 22)