

## 한우 도축시 혈청 호르몬과 혈액 성분의 상관 관계 분석

전기준<sup>†</sup> · 김명직 · 조규호 · 유재원 · 김인철 · 최제관 · 정호영 · 이학교<sup>1</sup>  
축산연구소

## Correlation Analysis of Serum Hormones and Components in Hanwoo during Slaughtering Process

G. J. Jeon<sup>†</sup>, M. J. Kim, K. H. Cho, J. W. Ryu, I. C. Kim, G. K. Choi,  
H. Y. Jung and H. K. Lee<sup>1</sup>

National Livestock Research Institute, RDA.

### SUMMARY

Concentration of hormones and blood components at the last fattening stage was changed before slaughter in Hanwoo steers and bulls. Two months before slaughter and shipment, concentration of cortisol and creatinine was increased, but that of calcium was decreased. Concentration of insulin growth factor-1 (IGF-1) was decreased after shipment, and inorganic phosphorus (IP) was decreased at slaughter. It is unclear that changes of concentration in between 2 months before slaughter and shipment were either caused by aging or stresses (abstinence, environmental change, blood drawing, and shipment). Changes of blood concentration between shipment and slaughter may be accounted for overall responses from abstinence, shipment, and unfamiliar environment. A positive correlation between 2 months before slaughter and before shipment was detected for IGF-1, total protein (TP), albumin, creatinine, high density lipoprotein cholesterol (HDLC), and globulin in steers, and creatinine and globulin in bulls. A positive correlation between 2 month before slaughter and slaughter was detected for IGF-1, blood urea nitrogen (BUN), IP and HDLC in steers, and creatinine in bulls. A positive correlation between before shipment and slaughter was detected for testosterone, IGF-1, creatinine, triglyceride, HDLC and globulin in steers, and TP, creatinine, HDLC and globulin in bulls.

(Key words : hormones, serum, Hanwoo, phenotype correlation)

### 서 론

가축의 혈액 성분과 경제 형질들간의 상관 관계를 규명하는 일은 농가가 장래의 능력을 예측함으로써 예측된 능력에 맞추어 사양 관리와 판매처를 결정할 수 있다. 종축의 선발 시기를 단축시키므로 단위 시간당 유전적 개량량을 증대시킨다. 기존의

종축 선발 체계와 결합시킴으로써 선발의 정확도를 향상시킬 수 있는 효과를 기대할 수 있으므로 나름대로 중요한 의미를 갖는다. 국내외에서 보고되고 있는 연구 결과들을 보면 한우 비육우에서 혈중 blood urea nitrogen(BUN)은 비거세우가 높았고 creatinine은 거세우가 높았으며 한우의 근내 지방도와 유의적인 상관 관계가 있었고, cholesterol은

<sup>1</sup> 한경대학교(Genomic Informatics Center, Hankyong National University)

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

체중과 연령이 증가함에 따라 증가하였다(김, 2000). 혈중 insulin growth factor-1(IGF-1)은 미경산우, 거세우 및 비거세우 모두에서 체중의 증가와 상관 관계가 높았고(Gronowski 등, 1989), IGF-1의 농도는 골격, 단백질량 및 증체율과 정의 상관 관계를 갖는다(Anderson 등, 1988). 육우에서 성장 호르몬은 유전적으로 영향을 받으며 동일 품종 내 계통 간에서 차이가 있었고 종모우의 혈청 호르몬은 후대의 성장 및 생산성과 연관이 있다(Davis and Simmen, 2000). 이러한 연구 보고들은 혈액 내 호르몬이나 대사 물질 농도들이 경제 형질과 상관 관계가 있으며 유전 변이도 상당한 수준으로 존재하는 것을 암시하므로 그 개체의 능력을 예측하는 것이 가능하고 혈청 호르몬이나 대사 물질 농도를 근거로 한 종축 선발을 통해 집단의 경제 능력을 개선시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 혈액 성분은 여러 가지 외부 요인에 따라 쉽게 변하므로 이의 활용도를 제한하는 요인이 되므로 혈청 호르몬이나 대사 물질들을 생리적 표지 인자로 활용하기 이전에 혈액 성분에 영향을 미치는 환경 요인들에 대한 검토가 종합적으로 이루어지고 이를 고려하여 유전적 특성을 파악하는 일이 진행되어야만 한다. 따라서 본 연구는 축산연구소 한우 시험장 및 가축유전자원시험장에서 사육중인 거세우 및 비거세우를 대상으로 한우 혈청 내의 호르몬인 testosterone, cortisol 및 IGF-1과 대사 물질인 total protein(TP), albumin, glucose, creatinine, BUN, calcium, triglyceride, inorganic phosphorus(IP), high density lipoprotein cholesterol(HDLC), globulin 등의 농도가 체혈 시기와 거세 여부 등에 따라 어떻게 변하며 표현형적으로 상관 관계가 어느 정도인지를 알아보기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 재료

#### 1) 공시 동물

본 시험에 이용된 공시 축은 축산연구소 한우 시험장과 가축유전자원시험장에서 생산된 수소 및 후대검정우를 이용하였다. 후대검정축(거세우) 162

두와 한우 시험장에서 생산하여 비육한 비거세우 11두 등 173두로부터 출하 2개월전, 도축장 수송 직전과 수송 직후 및 도축시에 체혈하여 분석한 혈청 성분과 이들로부터 조사한 도체 성적, 체중 및 증체 성적을 분석하였다. 각 체혈 시점별로 혈액 성분이 조사된 개체수가 다른 관계로 짝지어 비교가 가능했던 쌍은 거세 그룹별 및 시점별 그리고 혈액 성분별로 차이가 나타났으며 거세우에서는 혈액 성분에 따라 도살 2개월 전과 수송 직전 간의 농도 차이를 검정하는 데는 117쌍 내지 144쌍이, 수송 직전과 수송 직후의 농도 차이 및 수송 직후와 도축 시간의 농도 차이를 검정하는 데는 1쌍 내지 2쌍이, 그리고 수송 직전과 도축시 농도의 차이를 검정하는 데는 124쌍내지 131쌍이 이용되었다. 비거세우에서는 도살 2개월 전과 수송 직전 간의 농도 차이를 검정하는 데는 9쌍이, 수송 직전과 수송 직후의 농도 차이를 검정하는 데는 7쌍이, 수송 직후와 도축 시간의 농도 차이를 검정하는 데는 4쌍 내지 7쌍이, 그리고 수송 직전과 도축시 농도의 차이를 검정하는 데는 8쌍 내지 11쌍이 이용되었다.

### 2) 사양 관리

본 연구에 이용된 공시축의 사육 장소인 한우 시험장은 해발 800 m의 고산지대로 여름철은 짧고 겨울철이 길며 연간 강수량은 161.35 mm고 연중 평균 기온은 7.29℃이며 평균 최저 기온은 2.66℃, 평균 최고 기온은 12.44℃, 평균 풍속은 4.53 m/sec, 평균 습도는 73.04%이었고, 가축유전자원시험장은 해발 450 m의 중산간 지대로 연간 평균 강수량은 126.86 mm, 연중 평균 기온은 12.36℃이며, 평균 최저 기온 6.44℃, 평균 최고 기온은 19.33℃, 평균 풍속은 1.30 m/sec, 연평균 습도는 69.47%의 기후 조건에서 사육되었다.

후대검정우는 개량 단지에서 구입한 수송아지를 거세 후 “한우 검정기준”에 준하여 사육하였으며 7~24개월령(540일간)까지 능력을 조사하였고, 가축유전자원시험장에서 생산된 거세우는 생후 4~5개월 령에 거세를 실시하여 24개월령(720일)까지 능력조사 후 후대검정우와 같이 농협축산물공판장에서 “도체등급판정기준”에 따라 도체 조사를 하

였으나 한우 시험장에서 생산된 비거세우는 생후~24개월연(720일)까지 능력 조사 후 축산연구소 육가공 공장에서 “도체 등급 판정 기준”에 따라 도체 조사하였다.

농후 사료는 김정우, 한우시험장 비거세우, 가축유전자원시험장 거세우는 각각 농협청주사료공장, 농협횡성사료공장, 농협김제사료공장에서 생산된 비육 전기, 비육 중기 및 비육 후기 사료를 급여하였으며 비육 전기 사료는 crude protein(CP) 15.25%, total digestible nutrients(TDN) 71%, 비육중기 사료는 CP 12.62%, TDN 72% 및 비육 후기 사료는 CP 10.87%, TDN 73%이었으며, 조사료는 볏짚을 자유 채식시켰다.

## 2. 시료 채취 및 성적 조사

### 1) 혈액 채취 및 성분 분석

출하 2개월 전 혈액 시료 채취는 오전 사료 급여 후 실시하였으며, 채혈은 일회용 주사기를 이용하여 경정맥에서 채혈하여 진공관에 넣어 3시간 정치시킨 후 원심 분리하여  $-70^{\circ}\text{C}$ 에서 동결 보관하였고, 출하우의 채혈은 한우시험장에서는 출하 전 출하 체중 조사 후와 수송 직후 및 도축 시에 채혈하였고, 가축유전자원시험장에서는 수송거리가 먼 관계로 출하 전날 저녁 관리 시에 채혈하였다. 출하우 모두 사료를 급여하지 않은 상태에서 채혈을 하였으며, 수송 거리는 대관령과 서울은 220 km, 남원과 서울은 350 km이었다.

호르몬인 testosterone, cortisol 및 IGF-1의 농도는 Coat-A-Count kit를 사용하여 radioimmunoassay (RIA)법으로 분석하였고, 대사 물질인 TP, albumin, glucose, creatinine, BUN, calcium, triglyceride, IP, HDLC은 혈액 자동 분석기(CIBA-CORNING, USA)로 분석하였다.

### 2) 발육 성적 조사

한우 후대 김정우는 3개월마다 평균 월령에 도달하는 일자에 한우시험장과 가축유전자원시험장이 같은 방법으로 체중 조사하였으며 한우시험장 및 가축유전자원시험장 수소는 매월 말에 측정한 자료를 월령별로 선형 보정하여 이용하였다.

### 3) 도체 성적 조사

비거세우는 생후 24개월연 축산연구소 육가공 공장에서, 거세우는 농협서울공판장에서 절식 상태에서 24시간동안 계류 후 절식 체중 및 생체중을 조사하였다. 도체 조사는 도축 후 반도체 중량과 냉도 체중으로 도체율을 조사하였고, 배최장근 단면적은 최후 흉추와 제 1요추 사이를 척추골과 직각으로 절개한 후 좌우 흉추 쪽의 면적을 측정하고, 근내 지방도는 배최장근 단면적 측정 부위에서 지방침착 도를 기준표(1~7)와 비교하여 조사하였다. 한우 도체의 육량 및 육질 조사는 “축산물 등급 판정기준”에 의거 실시하였다.

#### (1) 도체 조사(Carcass Characteristics)

육질 등급은 고기의 질을 근내 지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도 등에 의해 1+, 1, 2, 3등급, 육량 등급은 고기의 양을(수율) 도체중, 등지방 두께, 배최장근 단면적 등에 의해 A, B, C등급으로 판정하며, 도체율(dressing%)은 절식 체중 대비 냉도체중의 비율로 조사하였다.

#### (2) 육량 등급

육량 지수는 한우를 도축한 후 2등분할된 왼쪽 반도체의 마지막 등뼈(흉추)와 제1허리 뼈(요추) 사이를 절개한 후 등심 쪽 절개면의 각 항목을 측정하여 산정하였다. 등지방 두께는 등급 판정 부위에서 배최장근 단면적의 오른쪽 면을 따라 복부 쪽으로 3/2 지점의 등지방을 mm 단위로 측정하였고, 배최장근 단면적은 등급 판정 부위에서 가로, 세로 1 cm 단위로 표시된 면적 자를 이용하여 배최장근의 단면적을  $\text{cm}^2$  단위로 측정하였으며, 도체중은 생체로부터 두부, 사지, 내장, 가축 등을 제외하고 냉장시킨 다음 지육의 중량을 kg 단위로 적용하였다. 육량 지수는 육량 등급 결정을 위한 육량 기준의 지수는 농림부 고시(“도체 등급 판정 기준”)에 적용하여 육량 지수 산출 공식을 이용하였고, 육량 지수  $= 65.834 - (0.393 \times \text{등지방 두께}(\text{mm})) + [0.088 \times \text{배최장근 단면적}(\text{cm}^2)] - [0.008 \times \text{도체 중량}(\text{kg}) \times 2.01]$  수식으로 산출하여 육질 등급 A등급은 69.00 이상, B등급은 66.00~69.11, C등급은 66.00 미만으로 적용하였다.

### (3) 육질 조사

한우도체의 육질 등급 판정은 농림부 고시에 준하여 등급 판정 부위에서 측정되는 근내 지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1, 2, 3등급으로 구분하였다. 근내 지방도는 근육내 지방의 침착 정도를 No. 1~No. 7까지 구분한 것으로 육질 판정에 가장 중요한 항목이며 No.의 수치가 높을수록 좋고, 등급 판정 부위에서 배최장근 단면적에 나타난 지방 분포 정도를 기준과 비교하여 판정하였다.

### 3. 통계 분석

거세우와 비거세우로 분리하여 단순 통계량을 계산하고 혈청 성분 농도들의 채혈 시기별 차이에 대해 paired t-test를 실시하였다. 혈청 성분 농도들에 대한 채혈 시기 간의 표현형 상관계수를 추정하였으며, 혈청 성분들 간의 표현형 상관계수를 채혈 시기별로 추정(단, 수송 직후 혈청 성분 농도들 간의 표현형 상관 계수는 비거세우에 대해서만 추정)하였다. 그리고 거세우와 비거세우로 분리하여 출하 2달 전 혈청 성분 농도들을 종속 변수로 하고 채혈시 연령을 독립 변수로 하는 1차 및 2차 회귀 방정식을 추정하였으며, 출하 2달전, 수송 직전, 수송 직후 및 도축시 혈청 성분 농도들과 도체 형질들 간의 표현형 상관 계수를, 그리고 출하 2달 전 혈청 성분들과 월령별 체중 및 사육 기간별 일당 증체량들 간의 표현형 상관 계수를 구하였고, 거세우 자료만 분리하여 축군, 채혈 시기, 축군×채혈 시기, 축군내 개체 효과를 포함하는 선형 모형을 적용하여 혈청 성분에 대한 분산 분석을 실시하고 최소 자승 평균치 및 반복력을 추정하였다.

① 혈청 성분 농도들의 채혈시기별 차이에 대한 paired t-test는 다음과 같은 공식에 의해 실시하였다.

$$t_s = \frac{D}{S_D}$$

여기서  $t_s$  : t값

D : 차이의 평균치

$S_D$  : 평균 차이의 표준 오차

② 형질들 간의 표현형 상관 계수는 다음과 같

은 공식으로 추정하였다.

$$r = \frac{Cov(X_1, X_2)}{\sqrt{Var(X_1) \times Var(X_2)}}$$

여기서

r : 형질 1과 형질 2의 표현형 상관 계수

$Cov(X_1, X_2)$  : 형질 1과 형질 2의 표현형 공분산

$Var(X_1)$  : 형질 1의 표현형 분산

$Var(X_2)$  : 형질 2의 표현형 분산

③ 혈청 성분에 영향을 미치는 요인에 대한 분산분석, 최소 자승 평균치 추정은 다음과 같은 선형 모형을 적용하여 실시하였다.

$$Y_{ijkl} = \mu + H_i + T_j + (H_i \times T_j) + A_k(H_i) + E_{ijkl}$$

여기서

Y : 개별 관측치

$\mu$  : 전체평균

$H_i$  : i번째 축군의 효과

$T_j$  : j번째 채혈 시기의 효과

$H_i \times T_j$  : i번째 축군 × j번째 채혈 시기의 상호 작용 효과

$A_k(H_i)$  : i번째 축군에 속한 k번째 개체의 효과

$E_{ijkl}$  : 임의 오차

## 결과 및 고찰

1. 도축 2개월 전, 수송 직전, 수송 직후 및 도축시 호르몬 및 혈액 성분 농도 변화

본 시험에 공시된 개체로부터 연속해서 측정된 자료들을 이용하여 도축 2개월 전, 수송 직전, 수송 직후 및 도축시 중에서 임의의 두 시점에서 조사된 혈액 성분 농도가 차이가 있는지를 알아보기 위하여 두 시점간의 농도 차이를 구하고 그 차이에 대한 유의성 여부를 알아보기 위하여 paired t-test를 실시한 결과는 Table 1 및 2에 표시하였다.

도축 2개월 전과 수송 직전의 혈액 성분 농도를 비교해 보면 거세우에서는 도축 2개월 전에 비해 수송 직전에 cortisol, IGF-1, glucose, creatinine, BUN 및 triglyceride는 증가하고 testosterone, TP, albumin, calcium, HDLC 및 globulin 농도는 감소하였으며, 비거세우에서는 cortisol과 creatinine이 증가

하고 calcium이 감소하였다. 수송 직전과 수송 직후의 혈액 성분 농도를 비교해 보면 거세우에서는 2쌍에 대한 조사 결과 수송 직전에 비해 수송 직후 globulin 농도가 증가했고, 비거세우에서는 7쌍에 대해 조사한 결과 cortisol이 증가하고 testosterone 및 IP농도가 감소했다. 한편 스트레스에 의해 나타나는 혈액 성분 변화에 대한 연구 보고들을 살펴보면, 수송, 절식, 노동 또는 낫선 소들과의 합사 등으로 인해 혈청내 urea 농도가 높아지고(Chimonyo 등, 2002; Phillips 등, 1991; Doornenbal 등, 1987), glucose, creatinine 및 TP가 증가하며(Rajion 등, 2001; Phillips 등, 1991; Doornenbal 등, 1987), IGF-I 농도가 줄어드는(Mears, 1995) 보고가 있었다. 본 연구에서도 수송 직후와 도축시 혈액 성분 농도를 비교해 보면 거세우에서는 2쌍에 대해 조사한 결

과 수송 직후에 비해 도축시에 IGF-I 농도가 감소했고 비거세우에서도 4쌍에 대해 조사한 결과 IGF-I 농도가 감소했다. Ellenberger 등(1989)은 Angus와 Herford 교잡종에서 제한 성장 후 보상 성장 초기 단백질 사료 섭취가 증가해도 BUN 함량이 감소하는 것은 영양소의 효율적 이용 때문이라 했다. 김(2000)은 혈중 BUN 함량은 거세우 체중 325 kg일 때 61.49 mg/dl로 가장 낮은 수치를 보였고 체중 325 kg 이후부터는 증가하는 경향이라고 했고, 혈중 BUN의 함량과 근내 지방도의 상관은 0.50의 유의적 관계를 보였다.

수송 직전과 도축시 혈액 성분 농도를 비교해 보면 수송 직전에 비해 도축 시에 거세우는 cortisol, TP, glucose, creatinine, BUN, HDLC 및 globulin 농도가 증가하고 IGF-I, triglyceride 및 IP 농

Table 1. Serum biochemical analysis in steer during slaughtering process

Item	BT - B2M			AT - BT			AS - AT			AS - BT		
	n	Difference	SE	n	Difference	SE	n	Difference	SE	n	Difference	SE
T <sub>4</sub> (ng/μl)	117	-0.0030**	0.0011	1	0.0100	-	1	0.0100	-	124	0.0006	0.0010
Cor (μg/dl)	118	1.5957**	0.2000	1	2.6600	-	1	2.0500	-	125	2.8028**	0.3515
IGF (ng/μl)	117	89.9254**	12.0135	1	17.4900	-	2	-199.2000*	14.6400	125	-55.6378**	17.5171
TP (g/dl)	144	-0.6375**	0.0891	2	1.5000	1.0000	2	0.3000	0.3000	131	0.8183**	0.1036
Alb (g/dl)	144	-0.3924**	0.0561	2	0.7500	0.9500	2	0.3500	0.3500	131	0.5771	0.0680
Glu (mg/dl)	144	7.8542**	2.0901	2	49.5000	9.5000	2	7.5000	7.5000	131	24.0916**	2.7998
Cre (mg/dl)	144	0.0674**	0.0182	2	0.1500	0.0500	2	0.1500	0.1500	131	0.2542**	0.0238
BUN (mg/dl)	144	4.1965**	0.4518	2	1.7000	1.6000	2	1.8500	1.8500	131	6.4527**	0.3766
Ca (mg/dl)	144	-3.0194**	0.1674	2	1.1000	1.7000	2	0.2500	0.2500	131	0.2802	0.1599
TG (mg/dl)	143	3.8874**	1.1965	2	-7.6000	5.0000	2	1.0000	1.0000	131	-5.9389**	0.9290
IP (mg/dl)	143	-0.2268	0.1594	2	-0.9000	0.9000	2	0.5500	0.5500	131	-0.5771**	0.1471
HDLC (mg/dl)	144	-6.7743**	1.9327	2	18.6000	21.6000	2	2.0000	2.0000	131	10.1893**	2.2974
Glo (mg/dl)	144	-0.2451**	0.0498	2	0.7500*	0.0500	2	-0.0500	0.0500	131	0.2412**	0.0465

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

B2M : two months before slaughter, BT : before transit, AT : after transit, AS : at slaughter.

T<sub>4</sub> : 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 phosphorus, HDLC : high density lipoprotein cholesterol, Glo : globulin.

도가 감소했다. 그리고 비거세우는 8 내지 11두가 조사가 가능했는데, cortisol 농도는 증가하고 IGF-I 농도와 IP 농도는 감소했다. Doornenbal 등(1987)은 도축 직전에 낫선 소와 합사시킨 후 사료와 물 공급 없이 허룻밤을 지낸 후 160 km를 수송하여 24시간 이내에 도축했을 경우(심한 스트레스)와 4 km를 수송하여 도축했을 경우(약한 스트레스)의 도축시 혈액 성분을 비교한 결과 cortisol과 IP는 두 그룹 간에 차이가 없었으나 BUN, glucose, creatinine, TP 및 albumin은 심한 스트레스를 받은 소들이 높았고, 칼슘은 심한 스트레스를 받은 소들이 낮았다고 하였다.

거세우와 비거세우에서 공통적으로 나타난 현

상은 도축 2개월 전에서 수송 직전 사이에 cortisol과 creatinine이 증가하고 calcium의 감소, 수송 직전에 비해 수송 직후에 IGF-I 농도 감소, 그리고 수송 직전에 비해 도축 시에 IP 농도가 감소하는 점을 들 수 있다. 백 등(1992)은 한우 수송아지를 거세하여 성장 단계별 산육 생리에 관련된 연구로 거세 후 성장 단계별 혈중 cortisol 농도를 조사한 결과, 성장 단계별 유의적인 차는 없었으나, 비육 말기인 26개월령과 28개월 령에서 다소 높은 경향을 보였다고 했고, 이 등(2001)은 젖소에서 수송 자극에 의한 혈중 cortisol의 농도는 수송 전 0.80  $\mu\text{g/dl}$ 이었고 수송 2시간 20분에서 5.28  $\mu\text{g/dl}$ , 수송 종료 시점에서는 4.37  $\mu\text{g/dl}$ , 수송 2시간 20분

Table 2. Serum biochemical analysis in castrated bull during slaughtering process

Item	BT - B2M			AT - BT			AS - AT			AS - BT		
	n	Difference	SE	n	Difference	SE	n	Difference	SE	n	Difference	SE
T <sub>4</sub> (ng/ $\mu$ l)	9	0.2556	0.6566	7	-2.6714*	0.9572	4	-0.1850	0.4379	8	-1.8650	1.2807
Cor ( $\mu\text{g/dl}$ )	9	1.3456**	0.3903	7	1.8129*	0.5028	4	1.9600	0.7919	8	3.5800**	0.9815
IGF (ng/ $\mu$ l)	9	14.1833	43.2289	7	-8.1814	35.9687	4	-185.9300*	53.5572	8	-190.6063**	48.2520
TP (g/dl)	9	0.0333	0.1201	7	0.1143	0.1438	7	-0.0571	0.2245	11	0.0727	0.1272
Alb (g/dl)	9	0.0556	0.0783	7	0.0429	0.1445	7	-0.0429	0.1571	11	0.0364	0.1208
Glu (mg/dl)	9	1.2222	7.3006	7	-9.7143	9.2291	7	15.1429	7.5227	11	6.1818	8.5320
Cre (mg/dl)	9	0.2333**	0.0471	7	-0.0571	0.0528	7	0.0571	0.0611	11	-0.0455	0.0637
BUN (mg/dl)	9	2.9111	1.9312	7	1.2143	2.8942	7	1.1143	0.7079	11	3.0455	1.8068
Ca (mg/dl)	9	-1.6667**	0.1674	7	0.3429	0.1986	7	-0.3000	0.2943	11	0.7818	0.5215
TG (mg/dl)	9	7.9778	7.7001	7	1.2714	7.2283	7	-3.8429	4.8787	11	12.2818	12.2625
IP (mg/dl)	9	-0.6778	0.3108	7	-2.2571*	0.8320	6	-0.3000	0.6016	8	-2.4250**	0.4835
HDLC (mg/dl)	9	2.2778	11.3089	7	8.8000	8.1214	7	-1.8429	4.9721	11	4.0455	5.6724
Glo (mg/dl)	9	-0.0222	0.1024	7	0.0714	0.0968	7	-0.0143	0.1142	11	0.0364	0.0766

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

B2M : two months before slaughter, BT : before transit, AT : after transit, AS : at slaughter.

T<sub>4</sub> : 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 phosphorus, HDLC : high density lipoprotein cholesterol, Glo : globulin.

에서는 수송 전에 비해 6.6배, 수송 종료 시에는 수송 전에 비해 5.46배의 유의적인 증가를 나타내었다. 그리고 수송 종료 1시간과 6시간 및 18시간 후에는 각각 1.52, 0.925 및 1.64  $\mu\text{g/dl}$ 로 거의 수송전의 수준으로 회복되었다. Barnes 등(1985)은 홀스타인종에서 조사한 BUN 농도는 아침 사료 급여 전에 낮았으나 glucose 농도는 사료 급여전과 급여 후가 차이가 없다고 하였고, Luis와 Trenkel(1987)은 체구가 큰 소가 작은 소보다 cortisol 농도가 더 높았다고 하였고, Clapper 등(2000)은 3세 된 암양을 대상으로 유지 에너지 요구량의 30, 100, 200%를 급여하고 하루 동안 혈액 내 IGF-I 농도를 조사한 결과, 30% 급여구에서는 사료 급여 직전의 농도가 급여 직후의 농도보다 높았고 100% 급여구나 200% 급여구는 사료 급여 직전의 농도보다 급여 직후의 농도가 높았다고 하였다.

본 연구 결과만으로는 도축 2개월 전과 수송 직전에 나타나는 농도의 변화가 소의 나이가 많아짐에 따라 나타나는 현상인지 아니면 수송하기 전날부터 수송 당일 채혈시까지 소가 접했던 여러 가지 스트레스 요인(출하 전일부터의 절식, 평소보다 많은 사람들, 채혈을 위해 가해지는 보정, 수송을 위해 대기하고 있는 차량 등)에 의해 나타나는 반응인지를 구분할 수는 없었다. 그리고 수송 직전과 도축시 사이에 나타나는 혈액 성분의 농도 변화는 절식, 수송, 낯선 환경에서 느끼는 두려움 등에 의해 나타나는 종합적인 반응으로 해석할 수 있다.

## 2. 채혈 시기에 따른 혈청 성분의 상관 관계

Table 3은 거세우 및 비거세우별로 구분한 후각 혈청 성분 들에 대해 추정된 채혈 시기별 농도간의 표현형 상관 관계를 표시하였다. 도축 2개월 전 농도와 수송 직전 농도 간에 정의 상관 관계를 보인 혈청 성분은 거세우에서는 IGF-1, TP, albumin, creatinine, HDLC, 및 globulin이며 비거세우에서는 creatinine과 globulin이었고, 도축 2개월 전 농도와 도축 시 농도 간에 정의 상관 관계를 보인 혈청 성분은 거세우에서는 IGF-1, BUN, IP 및 HDLC 이었고 비거세우에서는 creatinine이었다. 그리고 수송 직전 농도와 도축시 농도 간에 정의 상관 관계가 있는 혈청 성분은 거세우에서는 testosterone,

IGF-1, creatinine, triglyceride, HDLC 및 globulin 이었고, 비거세우에서는 TP, creatinine, HDLC 및 globulin이었다.

수송 직전 농도와 수송 직후 농도간의 상관 계수 및 수송 직후 농도와 도축시 농도간의 상관 계수 추정은 비거세우에서만 가능했는데 수송 직전 농도와 수송 직후 농도 간에 정의 상관 관계가 있는 혈액 성분은 IGF-1 과 creatinine이었으며, 수송 직후 농도와 도축시 농도 간에 정의 상관 관계가 있는 혈청 성분은 creatinine, BUN 및 HDLC이었다. 한편 거세우에서 calcium의 수송 직전 농도와 도축시 농도 간에는 음의 상관 관계가 있었으며 비거세우에서 IP 농도도 수송 직전과 수송 직후 간에 음의 상관 관계가 있었다. 한우 거세우에서 도축 2개월 전 혈청 성분과 수송 직전 혈청 간에 정의 상관을 나타내는 혈청은 IGF-1(0.458) TP(0.308), albumin(0.274), creatinine(0.44), HDLC(0.324) 및 globulin(0.213) 이었으며 음의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone, BUN, calcium 및 triglyceride 이었으나 유의성이 인정되지 않았다. Ellenberger 등(1989)은 수소보다 암소의 혈청 cholesterol 농도가 높다고 했고, 도체의 지방 함량과 혈청 cholesterol 농도와와의 상관 관계는 0.71이고, 근육 중 지방과 혈청 cholesterol 농도의 상관 관계는 0.63이었다고 했다. 거세우에서 도축 2개월 전 혈청 성분과 도축시 혈청 성분 간에 정의 상관을 나타내는 혈청은 IGF-1(0.202), BUN(0.075), IP(0.267) 및 HDLC(0.312) 이었고, 음의 상관을 보이는 혈청은 cortisol(0.044) 이었으나 유의성이 인정되지 않았다.

거세우의 수송 전 혈청과 도축시 혈청간의 정의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone(0.202), IGF-1(0.218), creatinine(0.207), triglyceride(0.225), HDLC(0.293) 및 globulin(0.253)이 유의적인 상관 나타내었으며 calcium(-0.06)은 음의 상관 관계를 나타내었다. 거세우에서 수송 전과 수송 후의 혈청 간에 상관 관계는 대부분 낮은 상관을 나타내었으며, 음의 상관을 나타내는 혈청은 calcium을 제외하고 모두가 유의성이 인정되지 않았다. Suda 등(2003)은 일본 흑모화우 송아지에서 혈청 성분간 상관 관계는 IGF-1과 glucose 간에는  $-0.23(p < 0.01)$ , IGF-1과 triglyceride 간에는 0.05의 상관 관계를 나타내

었고 glucose와 triglyceride 간에는  $-0.21(p<0.01)$ 의 상관을 나타내었다고 보고하였다.

비거세우의 도축 2개월 전 혈청 성분과 수송 전 혈청 간에 정의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone(0.617), albumin(0.658) 및 globulin(0.476)이었으나 유의성이 인정되지 않았다. 음의 상관을 나타내는 혈청들은 triglyceride(-0.026), IP(-0.358), HDLC(-0.241)이었으나 유의성이 인정되지 않았다. 비거세우의 수송 후 혈청과 수송 전 혈청간의 정의 상관 관계인 혈청은 cortisol(0.012), IGF-1(0.772), TP(0.153), albumin(0.271), creatinine(0.877), calcium(0.633) 및 HDLC(0.722)로 높은 상관을 나타내었고, 유의성이 인정되는 혈청은 IGF-1과 creatinine으로 높은 상관을 보였다. 또한 음의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone(-0.087), BUN(-0.083) 및 TP(-0.767)이며, TP는 유의성이 인정되는 높은 관계의 음의 상관을 보였다. Gattford 등(1996)은 수소보다 암소의 혈청

cholesterol 농도가 높다고 했고, 도체의 지방 함량과 혈청 cholesterol 농도와의 상관 관계는 0.71이고, 근육 중 지방과 혈청 cholesterol 농도의 상관 관계는 0.63이었다고 했다. 비거세우의 도축 2개월 전 혈청과 수송 후 혈청 간에 정의 상관을 나타내는 혈청은 IGF-1(0.746), TP(0.345), albumin(0.561), creatinine(0.68), calcium(0.528), triglyceride(0.32), TP(0.54) 및 globulin(0.86)이며, 유의성이 인정되는 혈청은 globulin으로 높은 정의 상관 관계를 보였다. 또한 음의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone(-0.145), globulin(-0.056) 및 BUN(-0.346)이며, 유의성이 인정되지 않았다. 비거세우의 수송 전 혈청과 수송 후 혈청간의 정의 상관을 나타내는 혈청은 cortisol(0.627), IGF-1(0.772), TP(0.153), albumin(0.271), creatinine(0.877), calcium(0.633), triglyceride(0.155) 및 HDLC(0.722)이며, 유의성이 인정되는 혈청은 IGF-1과 creatinine이고 높은 상관을 나타내었다. 또한 음

Table 3. Comparison of correlation coefficients in serum biochemical analysis during slaughtering process

Item	Period	Steer				Bull					
		BT		AS		BT		AT		AS	
		n	r	n	r	n	r	n	r	n	r
T <sub>4</sub>	B2M	117	-0.085	116	0.099	9	0.617	7	-0.145	6	-0.468
	BT			124	0.202*	-	-	7	-0.087	8	-0.061
	AT					7	-0.087	-	-	4	0.856
Cor	B2M	118	0.121	117	-0.044	9	0.129	7	0.012	6	0.082
	BT			125	0.010	-	-	7	0.627	8	-0.531
	AT					7	0.627	-	-	4	-0.779
IGF	B2M	117	0.458**	117	0.202*	9	0.580	7	0.746	6	0.163
	BT			125	0.218*	-	-	7	0.772*	8	0.171
	AT					7	0.772*	-	-	4	0.494
TP	B2M	144	0.308**	128	0.113	9	0.533	7	0.345	9	0.260
	BT			131	0.131	-	-	7	0.153	11	0.626*
	AT					7	0.153	-	-	7	-0.177
Alb	B2M	144	0.274**	131	0.023	9	0.658	7	0.561	9	0.463
	BT			131	0.067	-	-	7	0.271	11	0.262
	AT					7	0.271	-	-	7	0.219



Table 3. Continued

Item	Period	Steer				Bull					
		BT		AS		BT		AT		AS	
		<i>n</i>	<i>r</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>n</i>	<i>r</i>	<i>n</i>	<i>r</i>
Glu	B2M	144	0.104	128	0.144	9	0.458	7	-0.056	9	0.661
	BT			131	0.160	-	-	7	-0.090	11	0.294
	AT					7	-0.090	-	-	7	0.767*
Cre	B2M	144	0.440**	128	0.042	9	0.787*	7	0.680	9	0.847**
	BT			131	0.207*	-	-	7	0.877**	11	0.713*
	AT					7	0.877**	-	-	7	0.838*
BUN	B2M	144	-0.043	128	0.075*	9	-0.583	7	-0.346	9	-0.304
	BT			131	0.027	-	-	7	-0.083	11	-0.164
	AT					7	-0.083	-	-	7	0.951**
Ca	B2M	144	-0.026	128	0.033	9	0.398	7	0.528	9	0.070
	BT			131	-0.060*	-	-	7	0.633	11	0.487
	AT					7	0.633	-	-	7	0.652
TG	B2M	143	-0.021	127	0.127	9	-0.216	7	0.320	9	0.025
	BT			131	0.225**	-	-	7	0.155	11	-0.211
	AT					7	0.155	-	-	7	0.672
IP	B2M	143	-0.029	127	0.267**	9	-0.358	7	0.540	7	0.503
	BT			131	0.014	-	-	7	-0.767	8	-0.225
	AT					7	-0.767*	-	-	6	0.208
HDLC	B2M	144	0.324**	128	0.312**	9	-0.241	7	0.015	9	-0.084
	BT			131	0.293**	-	-	7	0.722	11	0.710*
	AT					7	0.722	-	-	7	0.900**
Glo	B2M	144	0.213*	128	0.172	9	0.476	7	0.860*	9	0.333
	BT			131	0.253**	-	-	7	0.143	11	0.816**
	AT					7	0.143	-	-	7	0.253
A/G	B2M	144	0.223**	128	0.102	9	0.430	7	0.874*	9	0.436
	BT			131	0.196*	-	-	7	0.275	11	0.788**
	AT					7	0.275	-	-	7	0.501

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ .

B2M : two months before slaughter, BT : before transit, AT : after transit, AS : at slaughter.

T<sub>4</sub> : 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 phosphorus, HDLC : high density lipoprotein cholesterol, Glo : globulin, A/G : albumin : globulin ratio.

의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone(-0.087), BUN (-0.083), TP(-0.767)이나 유의성이 인정되지 않았다. 비거세우의 수송 전 혈청과 도축시 혈청간의 정의 상관을 나타내는 혈청은 IGF-1(0.171), TP (0.626), albumin(0.262), creatinine(0.713), calcium(0.487), HDLC (0.71) 및 globulin (0.816)이며, 유의성이 인정되는 혈청은 creatinine, HDLC 및 globulin으로 높은 관계를 나타내었다. 비거세우의 수송 후 혈청과 도축시 혈청간의 정의 상관을 나타내는 혈청은 testosterone(0.851), IGF-1(0.494), albumin(0.219), glucose (0.767), creatinine(0.838), BUN(0.951), calcium (0.652), triglyceride (0.672), HDLC(0.9) 및 globulin (0.253)이며, 이 중 유의성이 인정되는 혈청은 glucose, creatinine, BUN 및 HDLC는 높은 상관을 나타내었다. 또한 음의 상관은 cortisol과 TP이었으나 유의성이 인정되지 않았고 낮은 관계의 상관을 보였다.

## 적 요

한우에서 도축 전 혈청 호르몬 및 혈액 성분의 농도 변화가 거세우와 비거세우에서 공통적으로 나타난 현상은 도축 2개월 전에서 수송 직전 사이에 cortisol과 creatinine이 증가하였고 calcium은 감소하였다. 수송 직전에 비해 수송 직후에는 IGF-1 농도가 감소하였으나 수송 직전에 비해 도축 시에는 IP농도가 감소했다.

혈청 호르몬 및 대사 물질들에서 도축 2개월 전, 수송 직전, 수송 직후 및 도축시 혈청들 간의 상관 관계는 도축 2개월 전 농도와 수송 직전 농도간에 정의 상관 관계를 보인 혈청은 거세우에서는 IGF-1, TP, albumin, creatinine, HDLC 및 globulin이며 비거세우에서는 creatinine과 globulin이었고, 도축 2개월 전 혈청과 도축시 혈청 간에 정의 상관 관계를 보인 혈청 성분은 거세우에서는 IGF-1, BUN, IP 및 HDLC이었고, 비거세우에서는 creatinine 이었다. 그리고 수송 직전 혈청과 도축시 혈청 간에 정의 상관 관계가 있는 혈청 성분은 거세우에서는 testosterone, IGF-1, creatinine, triglyceride, HDLC 및 globulin이었고, 비거세우에서는 TP, creatinine, HDLC 및 globulin으로 나타났다.

## 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. *J. Anim. Sci.*, 60:271-284.
- Chimonyo M, Kusina NT, Hamudikuwanda H and Ncube I. 2002. Changes in stress-related plasma metabolite concentrations in working Mashona on dietary supplementation. *Lives. Prod. Sci.*, 73:165-173.
- Clapper JA, Clark TM and Rempel LA. 2000. Serum concentrations of IGF- I, estradiol-17 $\beta$ , testosterone, and relative amounts of IGF binding proteins (IGFB) in growing boars, barrows, and gilts. *J. Anim. Sci.*, 78:2581-2588.
- 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.
- Doornbal H, Tong AKW, Newman JA, Murray NL and Mears GJ. 1987. Blood and serum components and organ weights in steers, bulls and zeranol-implanted bulls. *J. Anim. Sci.*, 64:489-496.
- Ellenberger MA, Johnson DE, Carstens GE, Hosner KL, Holland MD, Nett TH and Nockels CF. 1989. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 67:1446-1454.
- Elsasser TH, Rumsey TS and Hammod AC. 1989. Influence of diet on basal and growth hormone-stimulates plasma concentrations of IGF- I in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 67:128-141.
- Gatford KL, Fletcher TP, Clake IJ, Owens PC,

- Quinn KJ, Walton PE, Grant PA, Hosking BJ, Egan AR and Ponnampalam EN. 1996. Sexul dimorphism of circulating somatotropin, insulin-like growth factor I and II, insulin-like growth factor binding proteins, and insulin: Relationships to growth rate and carcass characteristics in growing lambs. *J. Anim. Sci.*, 74:1314-1325.
- Mears GJ, Mir PS, Bailey DRC and Jones SDM. 2001. Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones in cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 81:65-73.
- Mears GJ. 1995. The relationship of plasma somatomedin (IGF- I ) to lamb growth rate. *Can. J. Anim. Sci.*, 75:327-331.
- Phillips WA, Juniewicz PE and VonTungeln DL. 1991. The effects of fasting, transit plus fasting, and administration of adrenocorticotrophic hormone on the source and amount of weight lost by feeder steer of different ages. *J. Anim. Sci.*, 69: 2342-2348.
- Suda Y, Nagaoka K, Nakagawa K, Chiba T, Yusa F, Shinohara H, NiHel A and Yamagishi T. 2003. Change of plasma insulin-like growth factor-1 (IGF-1) concentration with early growth in Japanese beef cattle. *Anim. Sci. J.*, 74:205-210.
- Verde LS and Trenkle A. 1987. Concentrations of hormones in plasma from cattle with different growth potentials. *J. Anim. Sci.*, 64:426-432.
- Yelich JV, Wettemann RP, Dolezal HG, Lusby KS, Bishop DK and Spicer LJ. 1995. Effects of growth rate on carcass composition and lipid partitioning at puberty and growth hormone, insulin-like growth factor I, insulin, and metabolites before puberty beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 73:2390-2405.
- 김경환. 2000. 한우 비육우의 육성 능력 및 도체형질에 영향을 미치는 혈액 성분 요인. 강원대학교 석사학위논문.
- 김창동, 임광철, 라창식, 신종서, 홍병주. 1998. 재조합 소 성장 호르몬 투여 수준이 한우 거세우의 육성성적, 혈액 성분, 도체 형질 및 수익성에 미치는 영향. *동물자원연구*, 9:51-64.
- 김형주, 전진태, 홍기창. 1991. 착유우의 혈청내 호르몬 수준과 주요 경제 형질간의 상관에 관한 연구. *한축지*, 33:567-574.
- 백봉현, 이병석, 강희계, 김용근, 박명국, 이근상. 1992. 한우 거세 시기가 육질 생산에 미치는 영향. *축시연보*, 62-74.
- 백봉현, 이병석, 김용근, 조병대, 이근상. 1993. 한우 육성비육의 출하 체중별 육질변화의 적정 출하체중에 관한 연구. *농업논문집*, 35:499-506.
- 이성수, 박노형, 원유석, 이장현, 양일석. 1999. 성숙후 거세가 한우 거세우의 성장 및 도체형질에 미치는 효과. *한축지*, 41:31-38.
- 이수한, 이병한, 임좌진, 김진영, 이동희, 김재경, 최농훈, 정순옥, 정병현. 2001. Active biotelemetry를 이용한 젓소의 스트레스 반응 측정. II. 수송 스트레스 감소를 위한 수액 투여 효과. *대한수의학회지*, 41:603-609.

---

(접수일: 2006. 11. 17 / 채택일: 2006. 12. 15)