

한우 혈청에서 호르몬 및 대사물질 농도들의 연령에 따른 변화에 관한 연구

전기준[†] · 김종복¹ · 최재관 · 이창우 · 황정미¹ · 김형철¹ · 양부근¹ · 박춘근¹ · 나기준
농촌진흥청 축산기술연구소

Change of Concentration of Hormones and Metabolic Materials in Serum by Age in Hanwoo

G. J. Jeon[†], B. J. Kim, J. G. Choi, C. W. Lee, J. M. Hwang, H. C. Kim,
B. K. Yang, C. K. Park and K. J. Na

National Livestock Research Institute, R.D.A.

SUMMARY

This study was carried out to investigate the change of blood compositions by age in Hanwoo, and a total of 866 of Hanwoo, which consisted with 638 of steer and 228 of bulls, were used to measure serum concentrations. A multiple regression equation was estimated with collection age and blood composition as independent and dependent variables, respectively. Complicated regression equations for blood compositions in steer and bulls were IGF-I(cubic), calcium (linear), and IP(linear). Linear and cubic equations were fitted to testosterone in steer and creatinine in bulls, respectively. A cubic equation in steer and linear equation in bulls were fitted to HDLC. Equations of quadratic in steer and cubic in bulls were fitted to concentration of triglyceride, globulin, and A/G ratio. BUN was fitted by equations of cubic in steer and quadratic in bulls. TP and albumin were fitted by equations of quadratic in steer and linear in bulls. A cubic regression equation did not explain the change of cortisol by age in steer and bulls. A cubic regression equation did explain the change of glucose by age in steer, but not in bulls.

Higher R-square values ($R\text{-SQUARE} > 0.1$) were estimated to IGF-I, albumin, creatinine, Inorganic phosphorous(IP) and HDLC in steer, and testosterone, IGF-I, TP, albumin, glucose, creatinine, IP, and HDLC in bulls for the fitted regression equations of blood compositions. Therefore, IGF-I, albumin, creatinine, IP, and HDLC were regarded as comparatively large variation by age in steer and bulls.

(Key words : metabolic materials, serum, Hanwoo)

서 론

혈액성분과 경제형질들 간의 상관관계를 규명

하고 연령에 따른 혈청성분들의 변화추세를 분석하여 한우의 능력을 예측함으로써 종축의 선발시기를 단축시키고 유전적 개량량을 증대시킨다. 기

¹ 강원대학교 동물자원과학대학(College of Animal Resources Science, Kangwon National University)

[†] Correspondence : E-mail : jeon7257@rda.go.kr

존의 종축선발체계와 결합시킴으로서 선발의 정확도를 향상시킬 수 있다는 점 등과 같은 효과를 기대할 수 있으므로 나름대로 중요한 의미를 갖는다. 실제로 국내외에서 보고되고 있는 연구결과들을 살펴보면, 콜레스테롤 함량은 체중과 연령이 증가함에 따라 증가하였다(김 등, 2000). British Holstein종 연령에 대한 혈액성분 농도의 회귀관계는 알부민, 글루코스 및 콜레스테롤은 3차식 회귀모형이 가장 적합하고 urea와 globulin은 2차식 회귀모형이 적합하였는데 cholesterol 농도는 glucose와 반대되는 경향을 보였고(Rowlands 등, 1983), 앵거스×헤어포드 교잡종 암송아지의 일령에 대한 혈액성분 농도들의 회귀모형 추정 결과 IGF-I는 1차 년도에는 3차식 회귀모형이, 그리고 2차 년도에는 2차식 회귀 모형이 가장 적합하였다(Yelich 등, 1995). Angus 중에서 IGF-I 농도의 채혈시 일령에 대한 회귀계수는 고도의 유의성이 있었다(Davis 등, 1995).

즉, 이러한 연구보고들은 혈액 내 호르몬이나 대사물질 농도들이 경제형질과 상관이 있으며 유전변이도 상당한 수준으로 존재하는 것을 암시하므로 개체의 능력을 예측하는 것이 가능하고 혈청 호르몬이나 대사물질 농도를 근거로 한 종축선발을 통해 집단의 경제능력을 개선시킬 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 혈액성분은 여러 가지 외부요인에 따라 쉽게 변하므로 이의 활용도를 제한하는 요인이 되므로 혈청 호르몬이나 대사물질들을 생리적 표지인자로 활용하기 이전에 혈액성분에 영향을 미치는 환경요인들을 종합적으로 고려하여 유전적 특성을 파악하는 일이 진행되어야만 한다. 따라서 본 연구는 축산기술연구소 대관령지소 및 남원지소에서 사육중인 비거세우 및 거세우를 대상으로 하여 한우 혈청 내에 있는 호르몬과 대사물질의 농도가 연령에 따라 어떻게 변화하는지를 파악하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 시험은 축산기술연구소 대관령지소에서 수행되었으며 공시축은 대관령지소 한우 574두(거세

362, 비거세 212) 및 남원지소 한우 292두(거세 276, 비거세 16) 총 866두의 혈액을 채취하여 혈청 내 호르몬과 대사물질 농도를 분석하였다.

혈액분석에 이용된 공시축의 일령별 두수는 거세우 180일령 이하 153두, 181~365일령 220두, 366~810일령 264두였고, 비거세우는 180일령 이하 121두, 181~365일령 41두, 366~810일령 67두이었다.

2. 사양관리

본 연구에 이용된 공시축의 사육장소는 대관령지소는 해발 800m의 고산지대로 여름철은 짧고 겨울철이 길며 연간 강수량은 161.35mm이고 년중 평균기온은 7.29℃이며 평균 최저기온은 2.66℃, 평균 최고기온은 12.44℃, 평균 풍속은 4.53m/sec, 평균 습도는 73.04%이었고, 남원지소는 해발 450m의 중산간지대로 연간 평균 강수량은 126.86mm, 연중 평균기온은 12.36℃이며, 평균 최저기온 6.44℃, 평균 최고기온은 19.33℃, 평균 풍속은 1.30m/sec, 연평균 습도는 69.47%의 기후조건에서 사육되었으며, 사양관리는 다음과 같이 하였다.

비거세우는 생후~24개월령(720일)까지 사육하였고 사료급여는 육성기와 비육기 모두 자유 채식시켰으며, 거세우는 생후 4~5개월령에 외과적 방법으로 거세를 실시하여 사료급여를 육성기(7~12개월)는 체중의 1.5%, 비육전기(13~18개월)는 체중의 1.8%, 비육후기(19~24개월)는 자유 채식시켰다.

농후사료는 비육전기사료는 CP 15.25%, TDN 71%, 비육중기사료는 CP 12.62%, TDN 72% 및 비육후기사료는 CP 10.87%, TDN 73%이었으며, 조사료는 벣짚을 자유채식시켰다.

3. 혈액 채취 및 성분분석

혈액시료 채취는 대관령에서는 08:00시에 사료급여 후 09:00시부터 12:00시까지의 일정한 시간에 실시하였으나 남원지소에서는 시간관계로 하루 중일(오전과 오후)실시하였으며, 채혈은 2003년 3월 10~14일 사이에 일회용 주사기를 이용하여 경정맥에서 채혈하여 진공관(BECTON DICKINSON, made in U.S.A)에 넣어 3시간 정치시킨 후 원심분리하여 -70℃에서 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(γ)-counter (cobra II, Packard co. USA)를 이용하여 분석하였고, 대사물질인 Total Protein, Albumin, Glucose, Creatinine, BUN(Blood urea nitrogen), Calcium, Triglyceride, Inorganic Phosphorus, HDLC(high density lipoproteine cholesterol)의 농도분석은 kit(CHIRON DIAGNOSTICS, USA)로 혈액자동분석기(CIBA-CORNING, USA)를 이용하여 농도를 측정하였다.

4. 통계분석

거세우와 비거세우로 분리하여 채혈시 일령을 독립변수로 하고 각 혈청 성분들을 종속변수로 하는 다항회귀방정식으로 1차, 2차 및 3차 회귀방정식을 추정하였다.

1) 회귀방정식 추정은 다음과 같은 모형을 적용하여 추정하였다.

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

여기서

Y : 종속변량(혈청호르몬 및 대사물질농도)

b₁, b₂, b₃ : 각각 직선, 2차 및 3차 회귀계수

X : 독립변량(채혈일령)

E : 임의오차

2) SAS Package의 Proc Varcomp프로그램을 단형질분석만 가능한 관계로 형질들간의 공분산성분은 Searle과 Rounsaville(1974)이 제시한 다음과 같은 공식을 이용하여 추정하였다.

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

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

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

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

여기서 :

X₁, X₂: 형질1, 형질2

Cov(X₁, X₂) : 형질1과 형질2의 공분산

Covs(X₁, X₂) : 형질1과 형질2의 중모우 공분산

Cove(X₁, X₂) : 형질1과 형질2의 임의오차 공분산

Vars(X₁) : 형질1의 중모우분산

Vare(X₁) : 형질1의 임의오차분산

Vars(X₂) : 형질2의 중모우분산

Vare(X₂) : 형질2의 임의오차분산

r_g, r_e 및 r_p : 각각 유전, 환경 및 표현형 공분산

결과 및 고찰

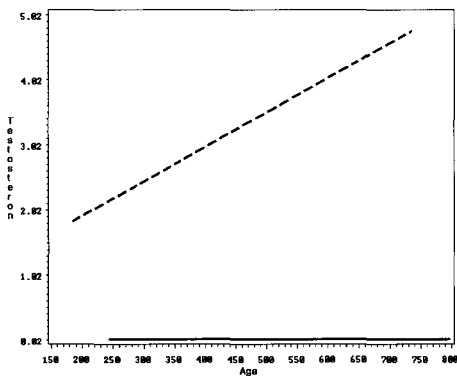
1. 연령에 따른 혈청성분의 회귀분석

연령에 따른 혈청성분들의 변화추세를 좀더 자세히 알아보기 위해 거세우 및 비거세우 별로 구분하여 채혈시 일령을 독립변량으로, 그리고 각 혈청성분들을 종속변량으로 하는 다항회귀 방정식을 추정한 결과를 표시하였는데 회귀분석의 차수는 우선 3차까지 실시하였다.

거세우나 비거세우 모두 같은 차수의 회귀방정식이 적합한 것으로 판단되는 혈청성분은 IGF- I (3차식), calcium(1차식) 및 IP(1차식)였고, 거세우에서는 1차식이 적합하고 비거세우에서는 3차식이 적합한 혈청성분은 creatinine이었고 반면에 HDLC는 거세우에서는 3차식이 적합하나 비거세우에서는 1차식이 적합한 것으로 나타났다. 그리고 거세우에서는 2차식이 적합한데 비거세우에서는 3차식이 적합한 혈청성분은 triglyceride 농도와 globulin 농도 그리고 A/G비율 등이었고, 거세우에서는 3차식이 적합하고 비거세우에서는 2차식이 적합한 혈청성분은 BUN이었으며, 거세우에서는 2차식이 적합한데 비거세우에서는 1차식이 적합한 혈청성분은 TP와 albumin이었다.

한편 cortisol은 거세우나 비거세우에서 모두 3차식까지의 회귀방정식으로는 연령에 따른 변화를 설명하기가 적합하지 않았으며 glucose는 비거세우에서는 3차식 변화를 보이고 있으나 거세우에서는 3차식까지의 회귀방정식만으로는 연령에 따른 변화를 설명하기가 어려웠다. 그리고 거세우에서 creatinine 농도는 1차식 회귀계수의 유의성이 인정되었으나 회귀모형의 적합도를 설명하는 R-SQUARE값이 매우 낮았다.

Rowlands 등(1983)은 3개월령부터 15개월령 사이에 있는 British Holstein종 비거세우 428두로부터 채혈하여 채혈시 연령에 대한 혈액성분 농도의 회귀관계를 규명한 결과 알부민, 헤모글로빈, 마그네슘, 글루코스 및 콜레스테롤은 3차식 회귀모형이 가장 적합하고 urea, globulin 및 칼륨은 2차식 회귀모형이 가장 적합 하였는데 urea, 알부민 및 헤모글로빈 농도는 36주령 이후부터 주당 각각 0.0029mol/l, 0.17g/l 및 0.64g/l 씩 증가하며 glucose 농도는 처음에는 감소하다 이유 후에 증가하고 다시 감소하는 경향을 보이며 cholesterol 농도는 glucose와 반대되는 경향을 보인다고 하였으며, Yelich 등(1995)은 앵거스×헤어포드 교잡종 암송아지를 사료의 배합비율이나 급여량을 달리하는 3개 처리를 하여 성 성숙 도달 시까지 매주 채혈하여 분석하는 실험을 1년 간격으로 2회 반복 실시하고 시험개시 후 16주간 조사한 혈액성분 농도들에 대해 채혈시 연령에 대한 혈액성분 농도들의 회귀모형을 추정한 결과 IGF-I 농도의 경우 1차 년도에는 3차식 회귀 모형이 그리고 2차 년도에는 2차식 회귀 모형이 적합하였으며 glucose 농도의 경우 1차 년도에는 2차식 회귀모형이 그리고 2차 년도에는 3차식 회귀모형이 가장 적합하였다고 보고하였다.



Steer(---) : Testosterone = 0.042039 - 0.000021506age
(Adjusted R²=0.0958)
Bull(—) : Testosterone = 0.861680 + 0.005319age
(Adjusted R²=0.1046)

Fig. 1. Change of testosterone concentration of steer and bull by age at blood collection.

2. 혈청성분들 별로 일령에 따른 농도의 변화

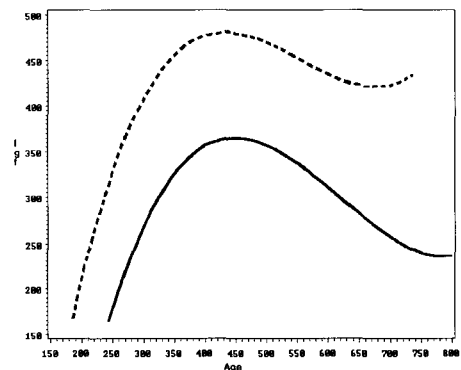
Fig. 1부터 14까지는 혈청성분들별로 일령에 따른 농도의 변화추세를 잘 설명할 수 있을 것으로 판단되는 회귀방정식을 선정하여 좌표 평면에 그래프로 표시하였다.

1) Testosterone의 농도 변화

testosterone 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서나 비거세우에서 모두 1차식이 가장 적합한 것으로 나타났는데 회귀방정식의 직선 회귀계수는 거세우가 $-0.00002\text{ng}/\mu\text{l}$ ($p<0.001$) 그리고 비거세우가 $0.0053\text{ng}/\mu\text{l}$ ($p<0.001$)로서 거세우에서는 채혈일령이 1일씩 경과함에 따라 혈청 내 testosterone 농도는 $0.00002\text{ng}/\mu\text{l}$ 씩 감소하는 반면에 비거세우에서는 채혈일령이 1일씩 경과함에 따라 혈청내testosterone 농도가 $0.0053\text{ng}/\mu\text{l}$ 씩 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 한편 회귀모형에 대한 R-SUARE 값은 거세우가 0.0958 그리고 비거세우가 0.1046으로 두 그룹간에 차이는 크지 않았다(Fig. 1).

2) IGF-I의 농도 변화

IGF-I 농도의 채혈일령에 대한 회귀 방정식은 거세우나 비거세우에서 모두 3차식이 가장 적합한



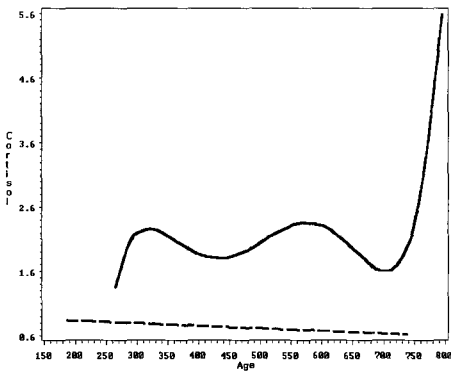
Steer(---) : Igf = -930.445317 + 7.134493age - 0.012491age² + 0.000006746age³ (Adjusted R²= 0.1758)
Bull(—) : Igf = -773.458305 + 7.363439age - 0.013936age² + 0.000008369age³ (Adjusted R²=0.4876)

Fig. 2. Change of Igf concentration of steer and bull of steer and bull by age at blood collection.

것으로 나타났으며 채혈일령에 따른 IGF-I의 변화 추세도 두 그룹(거세우와 비거세우)이 비슷하여 400~450일령까지는 혈청 내 IGF-I 농도가 증가하다가 그 후 감소하는 경향을 보였는데 전체 일령에 걸쳐 비거세우가 거세우보다 높은 수준을 유지하고 있었다. 그리고 IGF-I 농도에 대한 거세우와 비거세우 간의 차이는 일령이 경과할수록 더 커졌다. 회귀 모형에 대한 R-SQUARE 값은 거세우가 0.1758 그리고 비거세우가 0.4876로서 비거세우의 R-SQUARE 값이 거세우의 R-SQUARE 값보다 커서 거세우보다는 비거세우에서 IGF-I 농도의 변화가 채혈일령에 더 민감하게 영향을 받는 것으로 판단된다(Fig. 2).

3) Cortisol의 농도 변화

Cortisol 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에 5차식이 그리고 비거세우에서는 1차식이 가장 적합한 것으로 판단되었는데 거세우에서는 300일령과 580일령 전후에서 높아지며 750일령 이후에 급격히 증가하는 모양을 보이고 있으며 비거세우에서는 채혈일령의 경과와 더불어 혈청내 IGF-I 농도는 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 회귀방정식의 적합도를 표시하는 R-SQUARE 값이 거세우나 비거세우에서 극히 낮았다(각각 0.0250



Steer(—) : Cortisol = $-159.907947 + 1.796317X - 0.007726X^2 + 0.000016118X^3 - 1.632982E - 8X^4 + 6.439812E - 12X^5$ (Adjusted $R^2 = 0.0250$)
 Bull (- -) : Cortisol = $0.920273 - 0.000413age$ (Adjusted $R^2 = 0.0078$)

Fig. 3. Change of cortisol concentration of steer and bull by age at blood collection.

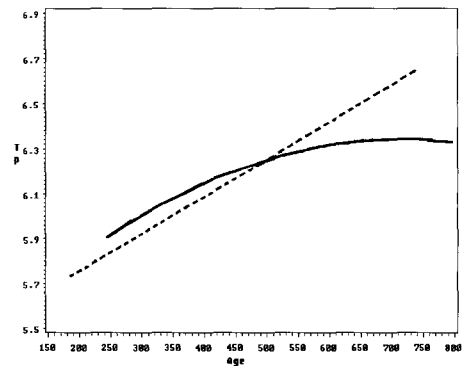
및 0.0078). 따라서 cortisol 농도의 변화를 채혈시 연령과 연관지워 설명하기는 곤란할 것으로 판단된다(Fig. 3).

4) TP의 농도변화

TP 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서 2차식이 그리고 비거세우에서 1차식이 적합한 것으로 판단되었는데 두 그룹이 모두 채혈일령의 경과와 더불어 증가하는 경향을 보이나 거세우에서는 비육말기로 갈수록 채혈일령의 경과에 따른 TP농도의 증가폭이 작아지는 경향을 보여서 비육후기에서 거세우의 혈청내 TP농도는 비거세우의 혈청내 TP농도보다 낮아지며 그 차이는 채혈일령이 경과할수록 더 커지는 경향을 보였다. R-SQUARE값은 비거세우에서는 0.3522로 비교적 큰 편이었으나 거세우에서는 0.0806으로 낮은 편이었다(Fig. 4).

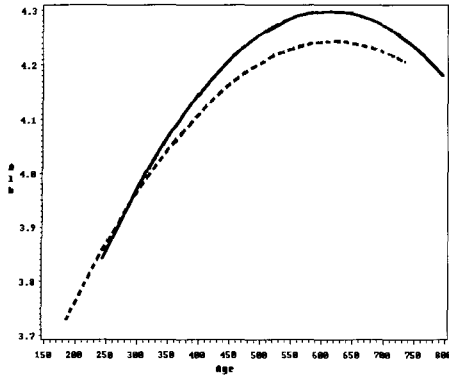
5) Albumin의 농도 변화

Albumin 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우나 비거세우 모두에서 2차식이 적합한 것으로 판단되었는데 두 그룹 모두 600일령 전후까지 증가하다가 그 후 감소하는 경향을 보였으며 전체



Steer(—) : Total protein = $5.339454 + 0.002803age - 0.000001956age^2$ (Adjusted $R^2 = 0.0806$)
 Bull (- -) : Total protein = $5.426477 + 0.00014992age$ (Adjusted $R^2 = 0.3522$)

Fig. 4. Change of total protein concentration of steer and bull by age at blood collection.



Steer(—) : Albumin = $3.037088 + 0.004126age - 0.000003375age^2$
 (Adjusted $R^2 = 0.1281$)
 Bull (--) : Albumin = $3.193302 + 0.003395age - 0.000002745age^2$ (Adjusted $R^2 = 0.2397$)

Fig. 5. Change of albumin concentration of steer and bull by age at blood collection.

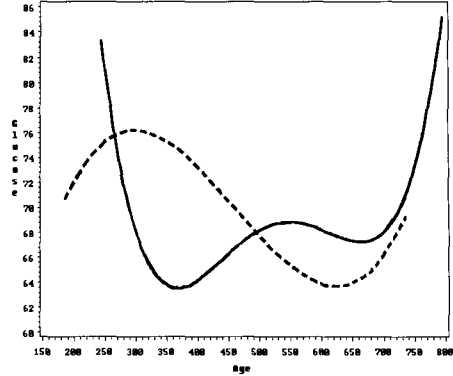
일령 범위에 걸쳐 두 그룹간의 농도차이는 거의 없었다. R-SQUARE 값은 거세우가 0.1281 그리고 비거세우가 0.2397로 비거세우의 R-SQUARE 값이 거세우보다 컸다(Fig. 5).

6) Glucose의 농도 변화

Glucose농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우는 4차식이 그리고 비거세우는 3차식이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 거세우에서 glucose 농도는 350~400일령까지는 감소하다 이후 약간 증가하며 650일령 이후 급격히 증가하는 경향을 보이고 있는데 R-SQUARE 값이 0.0136으로 매우 작았다. 그리고 비거세우에서는 약 300일령까지 증가하다 그 후 650일령까지 감소하며 650일령 이후부터는 다시 증가하였는데 R-SQUARE 값은 0.1043으로 거세우보다 높았다. 따라서 거세우에서 혈청내 glucose 농도의 변화추세를 채혈시 연령과 연관 지워 설명하기는 곤란할 것으로 판단된다(Fig. 6).

7) Creatinine의 농도 변화

Creatinine 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서는 4차식이 그리고 비거세우에서는



Steer(—) : Glucose = $481.330620 - 3.481642age + 0.010547age^2 - 0.000013737age^3 + 6.5286118E - 9age^4$
 (Adjusted $R^2 = 0.0136$)
 Bull (--) : Glucose = $25.480541 + 0.405246age - 0.001006age^2 + 0.000000729age^3$
 (Adjusted $R^2 = 0.1043$)

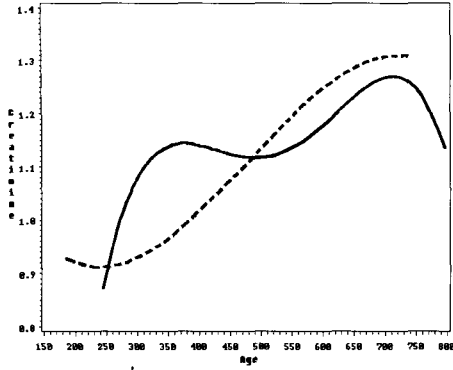
Fig. 6. Change of glucose concentration of steer and bull by age at blood collection.

3차식이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 거세우에서 creatinine 농도는 350일령까지 급격히 증가하다 그 후 500일령까지 약간 감소했고 다시 700일령까지 증가하며 이후 감소하는 경향을 보였는데 R-SQUARE 값은 0.1140이었다. 비거세우에서는 250일령부터 700일령까지 계속 증가하는 경향을 보였으며 회귀 방정식의 R-SQUARE 값은 0.5095로 높은 편이었다(Fig. 7).

8) BUN의 농도 변화

BUN 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서는 3차식이 비거세우에서는 2차식이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 거세우에서 BUN농도는 400일령까지 증가하다 그 후 650일령까지 감소한 후 다시 상승했고, 비거세우에서는 450~500일령까지 증가하다 그 후 감소하는 경향을 보였는데, 전체 일령범위에 걸쳐 혈청내 BUN 농도는 거세우가 비거세우보다 높았다. 그러나 R-SQUARE 값은 거세우가 0.0116 그리고 비거세우가 0.0472로 거세우와 비거세우에서 모두 낮은 편이었다(Fig. 8).

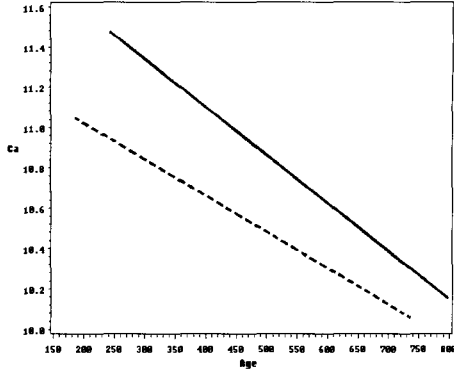
9) Calcium의 농도 변화



Steer(—) : Creatinine = $-4.555848 + 0.047757age - 0.000146age^2 - 0.000000192age^3 - 9.11147E - 11age^4$ (Adjusted R²= 0.0116)

Bull (- -) : Creatinine = $1.310371 - 0.003729age + 0.000010364age^2 - 7.202398E - 9age^3$ (Adjusted R²=0.5095)

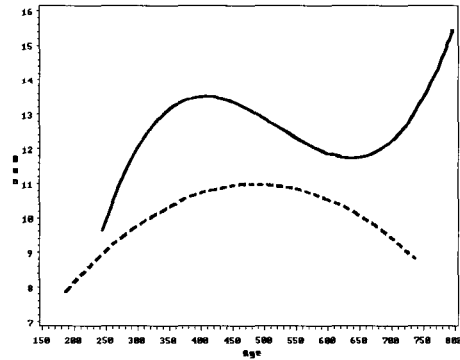
Fig. 7. Change of creatinine concentration of steer and bull by age at blood collection.



Steer(—) : Ca = $12.054781 - 0.002381age$ (Adjusted R²= 0.0492)

Bull (- -) : Ca = $11.380014 - 0.001793age$ (Adjusted R²=0.0626)

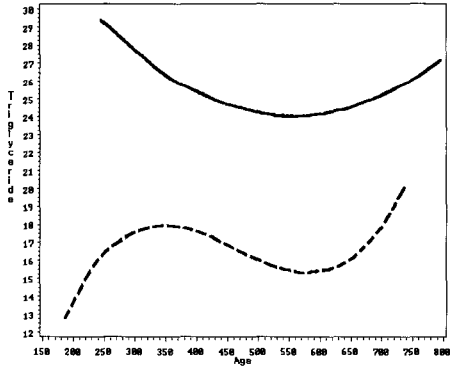
Fig. 9. Change of Ca concentration of steer and bull by age at blood collection.



Steer(—) : Bun = $-22.547354 + 0.225619age - 0.000455age^2 - 0.000000291age^3$ (Adjusted R²= 0.1140)

Bull (- -) : Bun = $2.846131 - 0.033466age - 0.000034413age^2$ (Adjusted R²=0.0472)

Fig. 8. Change of BUN of steer and bull by age at blood collection.



Steer(—) : Triglyceride = $41.000311 - 0.060601age + 0.000054306age^2$ (Adjusted R²= 0.0171)

Bull (- -) : Triglyceride = $-14.764575 + 0.236623age - 0.000547age^2 + 0.000000393age^3$ (Adjusted R²=0.0113)

Fig. 10. Change of triglyceride concentration of steer and bull by age at blood collection.

Calcium 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우나 비거세우 모두 1차식이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 거세우나 비거세우 모두 채혈일령이 경과함에 따라 혈청내 칼슘농도는 감소하는 경향을 보였으며 전체 일령범위에 걸쳐 거세우의 혈청내 calcium 농도가 비거세우 보다 높았다. 회

귀모형에 대한 R-SQUARE 값은 거세우와 비거세우가 각각 0.0492 및 0.0626으로 비교적 낮은 편이었다(Fig. 9).

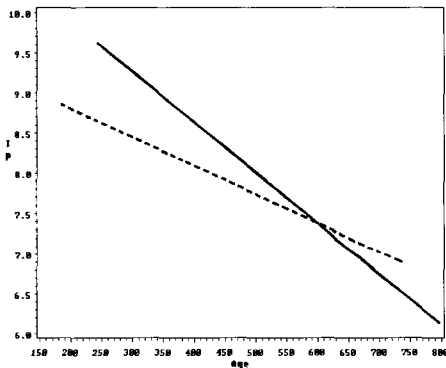
10) Triglyceride의 농도 변화

Triglyceride 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정

식은 거세우에서 2차식 그리고 비거세우에서 3차식이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 거세우에서 혈청 내 triglyceride 농도는 550일령까지 서서히 감소하다 그 후 다시 서서히 증가하는 경향을 보였으며 비거세우에서는 350일령까지 증가하다 그 후 600일령까지 감소한 후 다시 증가하는 경향을 보였는데 전체 일령범위에 걸쳐 거세우가 비거세우보다 높은 농도수준을 유지하고 있다. 회귀모형의 R-SQUARE 값은 거세우에서 0.0171 그리고 비거세우에서 0.0113으로 거세우나 비거세우 모두 낮은 편이었다(Fig. 10).

11) IP의 농도 변화

IP농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우와 비거세우 모두에서 1차식이 가장 적합한 것으로 판단되었는데 거세우와 비거세우 모두 일령이 경과하면서 직선적으로 감소하며 감소율은 거세우에서 더 컸다. 그래서 어린 연령 대에서는 거세우가 비거세우보다 IP 농도가 높았으나 일령의 경과와 함께 그 차이는 줄어들며 약 600일령을 기점으로 하여 거세우와 비거세우간의 농도수준은 반전되기 시작하여 거세우에서의 IP농도가 비거세우의 IP농도보다 높아지고 비육말기로 갈수록 거세우와 비거세우의 IP농도 차이는 점점 더 벌어졌다.



Steer(—) : $IP = 11.152027 - 0.006284age$
(Adjusted $R^2=0.3821$)
Bull (- -) : $IP = 9.515186 - 0.003556age$
(Adjusted $R^2=0.2616$)

Fig. 11. Change of IP concentration of steer and bull by age at blood collection.

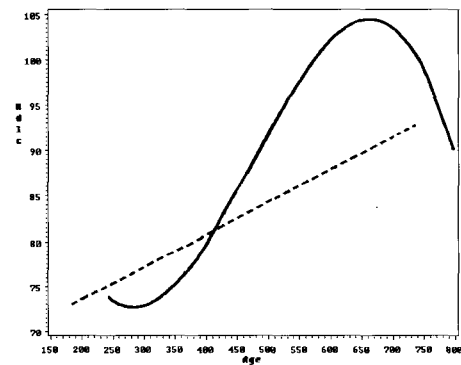
회귀모형의 R-SQUARE 값은 거세우에서 0.3821 비거세우에서 0.2616으로 비교적 높은 편이었으며 특히 거세우의 R-SQUARE 값이 비거세우의 R-SQUARE 값보다 높았다(Fig. 11).

12) HDLC의 농도 변화

HDLC 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서는 3차식이 그리고 비거세우에서는 1차식이 가장 적합한 것으로 판단되었는데, 거세우에서는 300일령부터 증가하기 시작하여 650일령에 최고치를 이루다가 그 후 다시 감소하였고 비거세우에서는 일일 약 0.036mg/dl의 비율로 일령의 경과와 함께 직선적으로 증가했다. 그리고 약 400일령 이후부터는 거세우의 cholesterol 농도가 비거세우의 cholesterol 농도보다 높았다. 회귀모형의 R-SQUARE값은 거세우에서 0.4004, 비거세우에서 0.1168로 거세우에서의 R-SQUARE값이 비거세우에서의 R-SQUARE보다 높았다(Fig. 12).

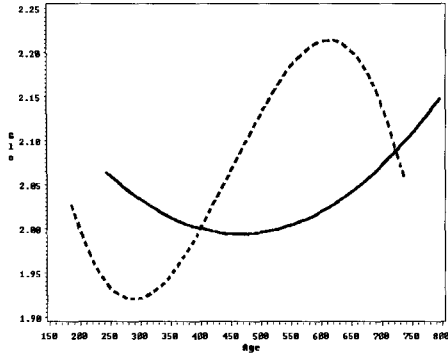
13) Globulin의 농도 변화

Globulin 농도의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서 2차식이 그리고 비거세우에서 3차식이 가장 적합한 것으로 판단되었는데, 거세우에서 혈청내 globulin 농도는 500일령까지 감소하다가 이



Steer(—) : $Hdlc = 153.114910 - 0.660376age + 0.001660age^2 - 0.000001168age^3$ (Adjusted $R^2=0.4004$)
Bull (- -) : $Hdlc = 66.429362 - 0.035749age$
(Adjusted $R^2=0.1168$)

Fig. 12. Change of HDLC concentration of steer and bull by age at blood collection.



Steer(—) : $Glo = 2.302366 - 0.001323age + 0.000001420age^2$ (Adjusted $R^2=0.0055$)
 Bull (- -) : $Glo = 3.022829 - 0.009061age + 0.000023092age^2 - 1.706933E - 8age^3$ (Adjusted $R^2=0.0924$)

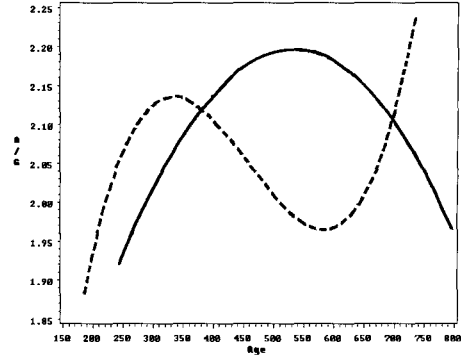
Fig. 13. Change of globulin concentration of steer and bull by age at blood collection.

후 증가하는 경향을 보이며 비거세우에서는 300일령까지 감소하다 이후부터 600일령까지 증가한 후 다시 감소하는 경향을 보였다. 그리고 비거세우에서 일령에 따른 globulin 농도의 변화추세는 glucose농도의 변화추세와 반대되는 양상을 보였다. 회귀모형의 R-SQUARE 값은 거세우에서 0.0055, 비거세우에서 0.0924로 비교적 낮은 편이었고 거세우에서 특히 낮았다(Fig. 13).

14) A/G의 농도 변화

A/G 비율의 채혈일령에 대한 회귀방정식은 거세우에서 2차식이 그리고 비거세우에서 3차식이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 채혈일령의 경과에 따른 A/G의 변화추세는 거세우나 비거세우 모두 globulin 농도의 채혈일령에 따른 변화추세와 상반되는 경향을 보였다. 즉 거세우에서는 A/G비율이 500일령까지 증가하다 이후 감소하며 비거세우에서는 A/G 비율이 300일령까지 증가하다 이후 600일령까지 감소한 후 다시 상승하는 경향을 보였다. 회귀모형의 R-SQUARE 값은 거세우가 0.0265, 비거세우가 0.0234로 거세우와 비거세우가 모두 비슷한 크기로 낮은 편이었다(Fig. 14).

가장 적합한 것으로 판단되는 혈청성분들의 회



Steer(—) : $A/G = 1.257482 + 0.003529age - 0.000003316age^2$ (Adjusted $R^2=0.0265$)
 Bull (- -) : $A/G = 0.390191 + 0.012931age - 0.000030470age^2 + 2.2165804E - 8age^3$ (Adjusted $R^2=0.0234$)

Fig. 14. Change of A/G concentration of steer and bull by age at blood collection.

귀모형 중에서 비교적 R-SQUARE 값이 높은 것 (R-SQUARE value > 0.1) 들은 거세우에서 IGF-I, albumin, creatinine, IP, HDLC 등이었으며, 비거세우에서 testosterone, IGF-I, TP, albumin, glucose, creatinine, IP, HDLC 등으로 나타났다. 따라서 IGF-I, albumin, creatinine, IP, HDLC 등은 거세우나 비거세우 모두에서 연령에 따라 비교적 큰 변화를 보이는 혈청 성분이라고 생각된다.

소나 돼지에서 연령이나 체중에 따른 testosterone 농도의 변화를 조사한 결과를 보면 이(1998)는 한우 거세우와 비거세우를 7, 9, 12, 15, 19 및 25 개월령에 채혈하여 분석하여 testosterone 농도는 비거세우나 거세우 모두 월령의 경과와 더불어 증가한 결과를 보고한 바 있으며, Bruckmaier 등 (1998)은 심넨탈종과 적색홀스타인종 간의 교잡종 송아지를 평균 체중이 180, 330 및 450kg일 때 채혈하여 분석한 후 비거세우에서 testosterone 농도는 체중 330kg에서 크게 증가한 후 450kg에는 330kg 시점의 농도와 비슷한 수준을 유지한 결과를 보고한 바 있고, Clapper 등(2000)은 비거세돈에서 70일령부터 14일 간격으로 혈청 내 testosterone 농도를 조사한 결과 testosterone 농도는 연령과 더불어 증가하여 126일령과 140일령에 최고에

도달했다고 하였다. 한편 홍 등(1998)은 한우 거세우에서 혈중 testosterone 농도는 6개월령부터 10개월령 사이와 20개월령부터 30개월령 사이에서는 낮았고 12, 14, 16개월령에 높았다고 보고한 바 있으며 Gerrad 등(1987)은 육우 교잡종 비거세우에서 혈청 testosterone 농도는 15개월령 까지 증가하였으며 18개월령 농도는 15개월령 농도보다 낮았다고 보고하였다. 그리고 IGF-I 농도와 연령이나 체중간의 관계에 대한 연구보고를 보면, 이(1998)는 한우 거세우와 비거세우 모두 IGF-I농도는 7개월령부터 25개월령까지 월령의 결과와 더불어 증가하는 결과를 보고하였으며, 권(1997)은 젖소 거세우 및 비거세우에서 체중별로 조사한 IGF-I 농도는 거세우의 경우 체중 650kg까지 증가하며 비거세우에서는 500kg까지 증가하고 650kg 대에서는 약간 감소하는 결과를 보고한 바 있다. 또한 Bruckmaier 등(1998)은 육우 교잡종 송아지에서 평균체중 180, 330 및 450 kg일 때 채혈하여 분석한 후 비거세우나 거세우 모두에서 체중이 증가할수록 IGF-I 농도도 증가하는 결과를 보고하였고, Plouzek 과 Trenkel(1991)은 육우에서 5개월령부터 15개월령까지는 성이나 거세 여부와 상관없이 월령이 경과할수록 IGF-I의 농도는 증가했다고 보고했으며, Lee 등(1990)은 앵거스종과 앵거스종으로 형성된 교잡종에서 거세우나 비거세우 모두 연령이 많아질수록 IGF-I 농도는 증가하는데 연령이 경과함에 따른 IGF-I 농도의 변화폭은 비거세우가 더 컸다고 보고하였다.

적 요

본 시험은 한우에서 연령에 따라 혈청성분들의 변화를 알아보기 위하여 한우 866두(거세 638, 비거세 228)에 대하여 혈청 농도를 분석하여 채혈시 일령을 독립변량으로 하고 혈청성분들을 종속변수로 하는 다항 회귀방정식으로 추정된 결과는 다음과 같다.

거세우나 비거세우 모두 같은 차수의 회귀방정식이 적합한 혈청성분은 IGF- I(3차식) calium(1차식) 및 IP(1차식)이었고 거세우에서는 1차식이 적합하고 비거세우에서는 3차식이 적합한 혈청 성분

은 testosterone와 creatinine였다. 반면에 HDLC는 거세우에서는 3차식이 적합하나 비거세우에서는 1차식이 적합한 것으로 나타났다.

그리고 거세우에서는 2차식이 적합한데 비거세우에서는 3차식이 적합한 혈청성분은 triglyceride 농도와 globulin농도 그리고 A/G비율 등이었고, 거세우에서는 3차식이 적합하고 비거세우에서는 2차식이 적합한 혈청성분은 BUN이었으며, 거세우에서는 2차식이 적합한데 비거세우에서는 1차식이 적합한 혈청성분은 TP와 albumin이었다.

한편 cortisol은 거세우나 비거세우에서 모두 3차식까지의 회귀방정식으로는 연령에 따른 변화를 설명하기가 적합하지 않았으며 glucose는 비거세우에서는 3차식 변화를 보이고 있으나 거세우에서는 3차식까지의 회귀방정식만으로는 연령에 따른 변화를 설명하기가 어려웠다.

가장 적합한 것으로 판단되는 혈청성분들의 회귀모형 중에서 비교적 R-SQUARE 값이 높은 것 (R-SQUARE value>0.1)들은 거세우에서 IGF-I, albumin, creatinine, IP, HDLC 등이었으며, 비거세우에서 testosterone, IGF-I, TP, albumin, glucose, creatinine, IP, HDLC 등으로 나타났다. 따라서 IGF-I, albumin, creatinine, IP, HDLC 등은 거세우나 비거세우 모두에서 연령에 따라 비교적 큰 변화를 보이는 혈청 성분이라고 생각된다.

참고문헌

- Anderson PT, Bergen WG, Merkel RA and Enright WJ. 1988. The relationship between composition of gain and circulating hormones in growing beef bulls fed three dietary crude protein levels. J. Anim. Sci., 66:3059-3067.
- Bruckmair RM, Lehann E, Hugi D, Hammon HM and Blum JW. 1998. Ultrasonic measurement of *longissimus dordi* muscle and backfat, associated with metabolic and endocrine traits, during fattening of intact and castrated male cattle. Livestock Production Science, 53:123-134.
- Clapper JA, Clark TM and Rempel LA. 2000.

- Serum concentrations of IGF- I , estradiol-17 β , 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. 1988. 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, Bishop MD, Park NH and Simmen RCM. 1995. Divergent selection for blood serum insulin-like growth factor concentration in beef cattle: I. Nongenetic effects. *J. Anim. Sci.*, 73:1927- 1932.
- Gerrard DE, Jones SJ, Aberle ED, Lemenager RP, Diekman MA and Judge MD. 1987. Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. *J. Anim. Sci.*, 65:1236-1242.
- Hart IC, Bines JA and Morant SV. 1979. Endocrine control of energy metabolism in cows; correlation of hormones and metabolites in high and low yielding cows for stage of lactation. *J. Dairy Sci.*, 62:270-277.
- Lee CY, Henricks DM, Skelley GC and Grimes LW. 1990. Growth and hormonal response of intact and castrate male cattle to trenbolone acetate and estradiol. *J. Anim. Sci.*, 68: 2682-2689.
- Plouzek CA and Trenkle A. 1991. Insulin-like growth factor-1 oncentration in plasma of intact and castrated male and female cattle at four ages. *Domestic Animal Endocrinology*, 8: 73-79.
- 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.
- Yelich JV, Wettemannrp, Dolezal HG, Lusby KS and Bishop. 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.*, 73:2390-405.
- 김경환. 2000. 한우 비육우의 육성능력 및 도체형질에 영향을 미치는 혈액성분요인. 강원대학교 석사학위논문.
- 권응기. 1997. 거세와 비육촉진제 투여가 Holstein 수소의 대사 물질, 호르몬, 산육능력 및 경제성에 미치는 영향. 강원대학교 박사학위논문.
- 권응기, 남기택, 김현섭, 윤상기, 김준식, 홍병주. 2000. 균의 투여 시기가 Holstein 거세우의 혈액성상 및 혈중 대사물질 변화에 미치는 영향. *동물자원지*, 42(3):269-278.
- 이성수. 1998. 거세 한우의 혈청성분과 경제형질의 상관관계에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.
- 이성수, 박노형, 원유석, 이장현, 양일석. 1999. 성숙후 거세가 한우 거세우의 성장 및 도체형질에 미치는 효과. *한축지*, 41(1):31-38.
- 이성수, 정제경, 박노형, 원유석 1997. 거세가 한우의 도체특성과 혈청 대사물질에 미치는 영향. *한축지*, 39(2):145-154.
- 홍성구, 백봉현, 이병석, 조원모, 강희설, 이종문. 1996. 한우의 출하체중과 거세가 비육능력 및 육질에 미치는 영향. *농업논문집*, 38(1).
- 홍성구, 성환후, 고응규, 박찬국, 신기준, 장원경, 박용윤. 1998. 거세한우의 성장 단계별 혈중 Testosterone, Cortisol 및 insulin-like growth factor-19(IGF- I) 농도의 변화. *축산기술연구 보고서*, 312-460.

(접수일: 2003. 11. 20/ 채택일: 2003. 12. 15)