

최 종
연구보고서

한우의 경제적인 거세시기 구명

Optimum age at castration for economic advantage in Hanwoo

농협중앙회 축산연구소

농 립 부

제 출 문

농림부장관 귀하

본 보고서를 “한우의 경제적인 거세시기 구명”에 관한 연구과제
(세부과제 “육질 및 육량개선을 위한 최적 거세시기 구명에 관한 연구”)의
최종보고서로 제출합니다.

2003년 8월 일

주관연구기관명 : 농협중앙회 축산연구소

총괄연구책임자 : 박 노 형

세부연구책임자 : 박 노 형

연 구 원 : 원 유 석

연 구 원 : 정 준

연 구 원 : 이 성 수

연 구 원 : 정 재 경

연 구 원 : 김 일 준

연 구 원 : 박 수 영

협동연구기관명 : 영남대학교

협동연구책임자 : 최 창 본

연 구 원 : 정 근 기

연 구 원 : 백 경 훈

연 구 보 조 원 : 이 경 춘

요 약 문

I. 제 목

한우의 경제적인 거세시기 구명

II. 연구개발의 목적 및 필요성

WTO 체제하의 국제경쟁에서 한우의 경쟁력을 제고하기 위해서는 질적 차별화가 이루어져야 하나 고급육을 생산하기 위해 약령기에 거세를 할 경우 증체율이 떨어지는 문제점이 있다. 따라서 한우 고급육을 생산하고자 하는 사육농가들이 거세에 따른 단점을 해소할 수 있는 방법을 요구하고 있다. 우리 나라에서 농가에 지도하고 있는 거세시기는 국내외 연구 결과에 따라 생후 3~4개월령에 거세할 것을 권장하고 있지만 춘기발동기 및 성성숙 이후의 거세를 고려하지 않은 것이다. 따라서 농가에서의 경제성은 춘기발동기 이후의 발육능력과 고급육 생산능력을 함께 고려하여야 할 필요가 있다.

쇠고기의 육질은 품종에 따라 크게 차이가 있을 뿐만 아니라 동일 품종에서도 성별, 특히 거세의 유무에 따라 차이가 있다. 고급육 생산을 위한 한우의 적정 거세시기를 규명하는 것은 거세에 따른 단점을 최소화하면서 고급육을 생산할 수 있는 방법을 찾는 것으로 사육농가의 생산비 감소와 소득증대에 크게 기여할 것이다.

따라서 본 연구는 한우 비육시 위의 문제점들을 최소화하여 경제적으로 적절한 거세시기에 관한 규명을 통해 일당 증체량 제고 및 사료효율 개선과 거세한우의 대사물질의 변화와 더불어 거세시기별로 도체의 특성과 이화학적인 성분을 조사하여 육성기, 춘기발동기, 성성숙기 및 성성숙 후의 거세가 도체의 특성을 조정할 수 있는지를 밝히는 자료를 확보하여 한우 쇠고기 시장의 다양화를 통해 한우의 경쟁력을 제고하는 데 필요한 연구이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 한우에 있어 육질 및 증체율을 고려한 최적 거세시기를 구명하기 위하여 먼저 거세 및 거세시기가 발육성적에 미치는 영향과, 도체성적과 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향을 구명하는데 연구목표를 두었다. 매월 체중을 측정하여 일당증체량을 조사하였고, 혈액성분과 호르몬농도를 조사하여 혈액일반, 화학성분 및 호르몬농도 등을 분석하였다.

두 단계로 나뉜 실험은 첫 단계에서는 실험구를 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군으로 구분하고 각각의 실험우군을 일정단계별로 도축시기를 정하여 도축한 후 조직성분을 채취한 후 조사하였고, 두 번째 단계에서는 실험구를 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군으로 구분하고 전체두수를 일정 출하 월령까지 사육한 후 일시에 도축하여 조사하였다. 한우의 거세와 거세시기를 달리한 거세우 간에 각 월령별로 도축하여 혈액과 조직성분의 상관도와 도체성적간의 상관을 분석하는데 활용하였다. 도축 후 육량 및 육질에 대한 도체성적을 조사하였으며, 이들의 이화학적 특성과 물리적 특성 및 도체의 일반성분에 대한 조사를 실시하였다.

거세 및 거세시기를 달리한 거세우군의 발육 및 도체성적을 실제 경락가격과 일정기간의 평균지육 경락가격을 이용하여 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군 각각의 경제성분석을 실시하였다.

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 한우에 대한 거세시기를 약령기, 춘기발동기, 성성숙기 및 성성숙기 이후로 구분하여 실시한 결과, 현재의 한우 쇠고기 시장여건에서 한우사육농가에게 경제적으로 가장 유리한 한우의 거세시기는 성성숙기인 생후 12개월령으로 조사되었다.

한우에 있어서 성성숙기인 12개월령 거세는 약령기 거세의 단점인 증체율 감소를 보완하고, 비거세우보다는 육질을 개선함으로써 경제적으로 유리한 것으로 나타났다. 그러나 성성숙이 완료된 후의 거세는 증체나 육질개선에 도움을 주지 못하는 것으로 조사되었다.

본 연구의 결과에 따라 한우에 있어 거세시기별로 발육 및 육질특성의 자료를 양축농가에게 제공함으로써 양축농가 스스로 시장여건 및 소비자의 요구에 부합하는 쇠고기를 생산하기 위해 적절한 거세시기를 다양하게 선택할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 거세시기별 거세우육의 관능검사와 근섬유조직 특성에 관한 세부적인 연구가 추가로 수행되어야 할 것으로 보인다.

SUMMARY

I . Title

Optimum age at castration for economic advantage in Hanwoo

II . Research objectives and Significance

Over many years, production of cow beef has been an attractive option to produce high quality beef for Korean farmers. Therefore, Hanwoo beef industry is placed in jeopardy that reduce the number of cows resulted in decreasing new born calves following by high price of calves.

To overcome crisis we encountered today, production of the high quality branded Hanwoo beef should be supplied by steers but not cows and cows should be produce calf at least five parity to maintain the optimum number of Hanwoo.

It is essential to differentiate Hanwoo beef with imported beef for its compatibility by producing high quality beef. Castration is considered to be essential for this purpose. Unfortunately, however, farmers hesitate to castrate their cattle because of fluctuation of carcass auction market price and the steers gain weight less than about 15% comparing to bulls.

Early castration for Hanwoo is recommended to produce high marbled beef regardless the carcass auction market price. It is necessary to clarify the optimum castration age for economic advantage. Varying the age of castration may be used as a tool to manipulate carcass fatness to meet market specifications.

Therefore, the current study was conducted to find out the optimum castration age for economic standpoint by castrating Hanwoo bulls at different ages.

III. Research Contents and Scope

The aim of the study was to determine the effects of castration of pre-pubertal, pubertal and post-pubertal bulls at different age on growth rates, carcass characteristics, and meat quality, and finally to find the optimum castration age to expand the profit.

Groups of bulls were castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age to test the hypothesis that age at castration had effect on subsequent live body weight or carcass quality and subsequently to find the optimum age at castration for economic advantage.

Data of blood components(blood value, chemical value and serum hormone concentration), live body weights, average daily gain, feed efficiency, carcass traits and characteristics were analyzed to determine the differences those traits among treatments and analyzed correlations among those economically important traits and finally estimated monetary profit among treatments to find the optimum age at castration for economic advantages.

IV. Results and Suggestions on Utilization of Results

- The optimum age at castration for economic advantage is 12 months of age in current Hanwoo beef market
- Pubertal castration of bulls may combine the faster growth rate and more efficient feed conversion of bulls with the meat quality of steers.

- Pubertal castration resulted in meat quality with steer-like characteristics, although the rate of change depend on the age at castration.
- Castrating bulls at different ages could provide farmers with a technique for manipulating meat quality attributes.

CONTENTS

Chapter 1. Overview of project	1
Section 1. Objective of research and development	1
Section 2. Necessity of research and development	2
Section 3. Contents and scopes	4
Chapter 2. Status of development	6
Section 1. Status of development in domestic	6
Section 2. Status of development in abroad	9
Section 3. Position of this study	12
Chapter 3. Research contents and results	13
Section 1. Materials and methods	13
1. Trial I	13
a. Experimental period and animals	13
b. Experimental design	13
c. Castration	14
d. Feeding managements	15
e. Analyzing blood components	16
f. Analyzing carcass traits and composition	19
g. Statistical analysis	21
2. Trial II	21~25
Section 2. Results and discussion	26
1. Growth performance	26
2. Blood components	46
a. Blood value	46

b. Blood chemical value	64
3. Serum hormone concentration	83
a. Concentration of serum insulin	83
b. Concentration of serum testosterone	85
c. Concentration of serum cortisol	86
4. Correlation between blood components and carcass traits	89
a. Correlation between serum hormones and carcass traits	89
b. Correlation between serum metabolites and carcass traits	97
5. Carcass traits	131
a. Cold carcass weight	131
b. Backfat thickness	133
c. <i>Longissimus dorsi</i> muscle	134
d. Marbling	136
e. Meat color	137
f. Fat color	138
g. Texture	139
h. Maturity	140
i. Dressing percentage	141
j. Carcass quantity and quality	142
6. Chemical composition of <i>longissimus dorsi</i> muscle	143
a. Moisture	143
b. Crude fat	144
c. Crude protein	146
7. Physico-chemical characteristics of <i>longissimus dorsi</i> muscle	147
a. Water holding capacity	147
b. pH	149
c. Tenderness	150
d. Collagen	150
e. Cholesterol	151
f. Fatty acids	152

8. Correlation among carcass traits, chemical composition and physico-chemical characteristics of <i>longissimus dorsi</i> muscle	156
Section 3. Economic analysis	163
1. Analysis based on auction price	163
2. Analysis based on recent average of auction price	164
Chapter 4. Accomplishment and contribution to related field	168
Section 1. Accomplishment	168
Section 2. Contribution	171
Chapter 5. Application of results	172
Chapter 6. References	173

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	1
제 1 절 연구개발의 목적	1
제 2 절 연구개발의 필요성	2
제 3 절 연구개발의 범위	4
제 2 장 국내외 기술개발 현황	6
제 1 절 국내 기술개발 현황	6
제 2 절 국외 기술개발 현황	9
제 3 절 본 연구가 국내외 기술개발에서 차지하는 위치	12
제 3 장 연구개발 수행내용 및 결과	13
제 1 절 재료 및 방법	13
1. 실험 I	13
가. 실험기간 및 공시동물	13
나. 실험구 배치	13
다. 거세	14
라. 사양관리	15
마. 혈액 및 호르몬 농도 조사	16
바. 도체특성 및 조직성분 분석	19
사. 통계분석	21
2. 실험 II	21~25
제 2 절 결과 및 고찰	26
1. 거세와 거세시기가 발육성적에 미치는 영향	26
2. 거세와 거세시기가 혈액성분에 미치는 영향	46
가. 혈액학치	46

나. 혈액화학치	64
3. 거세와 거세시기가 혈청호르몬농도에 미치는 영향	83
가. 혈청 insulin 농도	83
나. 혈청 testosterone 농도	85
다. 혈청 cortisol 농도	86
4. 혈청성분과 경제형질과의 상관관계	89
가. 혈청 호르몬 농도와 경제형질과의 상관관계	89
나. 혈청 대사물질 농도와 경제형질과의 상관관계	97
5. 거세와 거세시기가 도체성적에 미치는 영향	131
가. 냉도체중	131
나. 등지방두께	133
다. 배최장근단면적	134
라. 근내지방도	136
마. 육색	137
바. 지방색	138
사. 조직감	139
아. 성숙도	140
자. 도체율	141
차. 육량 및 육질	142
6. 거세와 거세시기가 도체의 일반화학성분에 미치는 영향	143
가. 수분	143
나. 조지방	144
다. 조단백질	146
7. 거세와 거세시기가 도체의 물리이화학적 특성에 미치는 영향	147
가. 보수력	147
나. pH	149
다. 연도	150
라. 콜라겐	150
마. 콜레스테롤	151
바. 지방산	152

8. 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성간의 상관	156
제 3 절 경제성 분석	163
1. 실제 경락가격에 의한 분석	163
2. 연도별 평균 경락가격에 의한 분석	164
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	168
제 1 절 연구개발을 위한 목표달성도	168
제 2 절 관련분야에의 기여도	171
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	172
제 6 장 참고문헌	173

List of Table

Table 1-1.	Experimental design and slaughtering time of Hanwoo bulls and steers in trial I	14
Table 1-2.	Feeding example of raising steps to Hanwoo bulls and Steers	15
Table 1-3.	Chemical composition of experimental diet	15
Table 1-4.	Grading of meat quantity and quality in Hanwoo	19
Table 1-5.	Record of detailed to three steps marbling score of Hanwoo	20
Table 2-1.	Least squares means and standard errors for body weight of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial I	27
Table 2-2.	Least squares means and standard errors for body weight of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	30
Table 2-3.	Effect of castration age for growth performance from 5 to 7 months of age on growing period in Hanwoo bulls and steers in trial II	33
Table 2-4.	Effect of castration age for growth performance from 7 to 11 months of age on pre-pubertal period in Hanwoo bulls and steers in trial II	35
Table 2-5.	Effect of castration age for growth performance from 11 to 15 months of age on post-pubertal period in Hanwoo bulls and steers in trial II	37
Table 2-6.	Effect of castration age for growth performance from 15 to 19 months of age on fattening I period in Hanwoo bulls and steers in trial II	38
Table 2-7.	Effect of castration age for growth performance from 19 to 26 months of age on fattening II period in Hanwoo bulls and steers in trial II	40
Table 2-8.	Effect of castration age for growth performance on total experimental period in trial II	42
Table 2-9.	Comparison of average daily gain among bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	44
Table 2-10	Comparison of DDMI/ADG among bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	45
Table 3-1.	Least squares means and standard errors of white blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	47
Table 3-2.	Least squares means and standard errors of neutrophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	48
Table 3-3.	Least squares means and standard errors of lymphocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	50

Table 3-4. Least squares means and standard errors of monocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	51
Table 3-5. Least squares means and standard errors of eosinophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	52
Table 3-6. Least squares means and standard errors of basophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	54
Table 3-7. Least squares means and standard errors of red blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	55
Table 3-8. Least squares means and standard errors of hemoglobin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	57
Table 3-9. Least squares means and standard errors of hematocrit for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	58
Table 3-10. Least squares means and standard errors for mean corpuscular volume of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	60
Table 3-11. Least squares means and standard errors of mean corpuscular hemoglobin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	61
Table 3-12. Least squares means and standard errors for mean corpuscular hemoglobin concentration of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	63
Table 3-13. Least squares means and standard errors of serum triglyceride for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	64
Table 3-14. Least squares means and standard errors of serum alkaline phosphatase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	66
Table 3-15. Least squares means and standard errors of serum inorganic phosphorus for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	68
Table 3-16. Least squares means and standard errors of serum glucose for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	69
Table 3-17. Least squares means and standard errors of serum total protein for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	71
Table 3-18. Least squares means and standard errors of serum total calcium for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	72

Table 3-19. Least squares means and standard errors of serum total cholesterol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	74
Table 3-20. Least squares means and standard errors of serum blood urea nitrogen for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	75
Table 3-21. Least squares means and standard errors of serum albumin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	77
Table 3-22. Least squares means and standard errors of serum creatinine for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	78
Table 3-23. Least squares means and standard errors of serum glutamic pyruvic transaminase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	80
Table 3-24. Least squares means and standard errors of serum glutamic oxaloacetic transaminase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	81
Table 4-1. Least squares means and standard errors of serum insulin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	84
Table 4-2. Least squares means and standard errors of serum testosterone for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	86
Table 4-3. Least squares means and standard errors of serum cortisol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II	87
Table 5-1. Correlation between live body weight, carcass traits and concentration of serum hormones in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	89
Table 5-2. Correlation between live body weight and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	97
Table 5-3. Correlation between cold carcass weight and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	103
Table 5-4. Correlation between backfat thickness and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	110
Table 5-5. Correlation between <i>longissimus dorsi</i> muscle area and concentration of serum	

	metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	117
Table 5-6.	Correlation between marbling and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	124
Table 6-1.	Least squares means and standard errors for cold carcass weight of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	132
Table 6-2.	Least squares means and standard errors for backfat thickness of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	134
Table 6-3.	Least squares means and standard errors for <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	135
Table 6-4.	Least squares means and standard errors for marbling score of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	137
Table 6-5.	Least squares means and standard errors for meat color of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	138
Table 6-6.	Least squares means and standard errors for fat color of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	139
Table 6-7.	Least squares means and standard errors for texture of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	140
Table 6-8.	Least squares means and standard errors for maturity of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	141
Table 6-9.	Least squares means and standard errors for beef yield and quality grade of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 26 months of age in trial II	142
Table 7-1.	Least squares means and standard errors for moisture contents in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6,9,12,16 and 26 months of age	144
Table 7-2.	Least squares means and standard errors for crude fat contents in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6,9,12,16 and 26 months of age	145
Table 7-3.	Least squares means and standard errors for crude protein contents in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6,9,12,16 and 26 months of age	146

Table 8-1. Least squares means and standard errors for water holding capacity in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age	148
Table 8-2. Least squares means and standard errors for physico-chemical characteristics in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 26 months of age in trial II	149
Table 8-3. Least squares means and standard errors for major fatty acids in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age in trial I	152
Table 8-4. Least squares means and standard errors for major fatty acids in <i>longissimus dorsi</i> muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age in trial II	154
Table 9-1. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo bulls in trial II	157
Table 9-2. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 5 months of age in trial II ...	158
Table 9-3. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 8 months of age in trial II ...	159
Table 9-4. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 12 months of age in trial II	160
Table 9-5. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 16 months of age in trial II	161
Table 10-1. Economic analysis for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age, raised for 21 months, in trial II	163
Table 10-2. A price of cold carcass weight by quality grade in 2002 and 2003 and a frequency of carcass grades and carcass weight for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	165
Table 10-3. Estimated profit analysis for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age by quality grade in trial II in 2002 and 2003	166

List of Figure

Figure 1-1. Least squares means and standard errors of weight for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	31
Figure 1-2. Least squares means and standard errors of weight for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II	31
Figure 2-1. Least squares means and standard errors of white blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	46
Figure 2-2. Least squares means and standard errors of neutrophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	48
Figure 2-3. Least squares means and standard errors of lymphocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	49
Figure 2-4. Least squares means and standard errors of monocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	51
Figure 2-5. Least squares means and standard errors of eosinophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	52
Figure 2-6. Least squares means and standard errors of basophyl for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	53
Figure 2-7. Least squares means and standard errors of red blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	55
Figure 2-8. Least squares means and standard errors of hemoglobin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	56
Figure 2-9. Least squares means and standard errors of hematocrit for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	58
Figure 2-10. Least squares means and standard errors of MCV for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	59
Figure 2-11. Least squares means and standard errors of MCH for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	61
Figure 2-12. Least squares means and standard errors of MCHC for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	62
Figure 2-13. Least squares means and standard errors of concentration of serum triglyceride for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months	

of age in trial I	64
Figure 2-14. Least squares means and standard errors of concentration of serum alkaline phosphatase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	65
Figure 2-15. Least squares means and standard errors of concentration of serum inorganic phosphorus for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	67
Figure 2-16. Least squares means and standard errors of concentration of serum glucose for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	69
Figure 2-17. Least squares means and standard errors of concentration of serum total protein for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	70
Figure 2-18. Least squares means and standard errors of concentration of serum total calcium for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	72
Figure 2-19. Least squares means and standard errors of concentration of serum total cholesterol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	73
Figure 2-20. Least squares means and standard errors of concentration of serum BUN for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	75
Figure 2-21. Least squares means and standard errors of concentration of serum albumin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	76
Figure 2-22. Least squares means and standard errors of concentration of serum creatinine for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	78
Figure 2-23. Least squares means and standard errors of concentration of serum GPT for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	79
Figure 2-24. Least squares means and standard errors of concentration of serum GOT for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in	

trial I	81
Figure 3-1. Least squares means and standard errors of concentration of serum insulin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	83
Figure 3-2. Least squares means and standard errors of concentration of serum testosterone for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	85
Figure 3-3. Least squares means and standard errors of concentration of serum cortisol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I	86

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

한우는 우리 나라의 재래가축 중에서 유일하게 순수 혈통을 유지하면서 산업적으로 이용되고 있는 우리 나라 축산을 대표하는 가축이다. 그러나 WTO 체제하의 국제경쟁과 생우 및 쇠고기 시장 완전개방이라는 냉혹한 현실에서 한우산업은 많은 어려움의 위기에 직면하고 있다. 이러한 때에 한우의 국제 경쟁력을 높이기 위해서는 한우고기를 더욱 질적으로 차별화 할 필요가 있으며 한우고기의 고품질화를 위해서는 거세를 하는 것이 가장 기본적인 생산 기술로서 자리 매김 하여왔다.

그러나 고급육을 생산하기 위해서 거세를 할 경우 증체율이 떨어지는 등의 문제점을 내포하고 있다. 특히 약령기에 거세를 할 경우 전 사육기간에 걸쳐 증체율이 약 15%가량 떨어지는 큰 단점을 가지고 있다. 이에 따라 고급육을 생산하기 위하여 사양관리를 하는 한우 사육농가들이 거세에 따른 경제적으로 불합리한 부분을 해소할 수 있는 방법을 요구하고 있는 실정이다.

우리 나라에서 농가에 지도하고 있는 거세시기는 국내외 연구 결과에 따라 생후 3~4개월령에 거세할 것을 권장하고 있다(백 등, 1992a, 1992b). 그러나 이들 연구결과들은 혈통과 품종에 따른 거세효과와 춘기발동기 및 성성숙 이후의 거세를 고려하지 않은 것이다. 따라서 농가에서의 경제성은 춘기발동기 이후의 발육능력과 고급육 생산능력을 함께 고려하여야 할 필요가 있다. 즉, 한우의 국제경쟁력을 키울 수 있는 한 방법으로 우리 한우를 사육하는 농가의 고부가가치를 창출하고자 하는 의지와 열망을 충족시켜 주기 위하여 한우 고급육을 생산하기 위해서 거세를 하더라도 거세에 따른 증체율 감소를 최소화하면서 육질향상의 효과를 동시에 거두어 경제적인 거세시기를 찾아내는 것과 더불어 거세시기를 달리 함으로서 도체의 특성을 조절하여 브랜드화 및 소비자들의 선택의 폭을 넓혀주는 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 한우의 육질 및 증체를 고려한 최적의 거세시기를 구명하기 위하여 거세 및 거세시기가 육질과 발육성적 및 사료효율에 미치는 영향을 구명하고 혈액의 일반, 화학성분 및 호르몬(testosteron, insulin, cortisol)과 도체와의 관계등을 구명하여 한우의 경제적인 최적 거세시기를 제시하고자 실시하였다.

제 2 절 연구개발의 필요성

한우는 만숙성으로 다른 육우들에 비하여 성장속도가 늦고 사양에 필요한 농후사료 대부분을 수입농산물에 의존하고 있어 단위당 사육비용이 축산 선진국에 비하여 약 4~5배가 소요되고 있어 고기의 질적인 측면을 제외하면 시장개방에 취약한 산업구조를 가지고 있는 실정이다. 따라서 한우를 사육하는 농가가 생산성을 높이기 위한 수단으로는 다른 품종에 비하여 상대적으로 떨어지는 발육능력을 감소시키지 않으면서 고품질의 고기를 생산하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 이러한 맥락에서 고급육 생산을 위한 한우의 적정 거세시기를 규명하는 것은 거세에 따른 증체량의 감소와 대사성 질병을 최소화하면서도 고급육을 생산할 수 있는 방법을 규명하고자 하는 것으로써 한우 사육 농가의 생산비 감소와 더불어 소득증대에 크게 기여하여 전체 한우 산업의 경쟁력 제고에 이바지하고자 하는데 있다.

우리 나라에서는 1992년부터 한우고기의 질적 차별화를 통한 대외 경쟁력 제고를 위하여 도체등급제를 시행함으로써 육량 및 육질 등에 따른 가격 차별화가 정착되고 있으며, 이제 한우의 증체율 개선과 고급육 생산 기술은 농가소득의 증대에 있어서 필수적인 요인이 되었다.

쇠고기의 육질은 품종에 따라 크게 차이가 있을 뿐만 아니라(Adams등, 1977; Huerta-Leidenz등, 1993), 동일 품종에서도 성별, 특히 거세의 유무에 따라 근육의 분포 및 형태에서 차이가 있고, 육질도 현저한 차이가 있는 것으로 알려지고 있다(Terrell등, 1969; Waldman 등, 1968; Wresterling과 Hedrick, 1979).

한편, 거세는 오래 전부터 수소의 공격적인 행동양식을 개선하고 육질의 고급

화에 이용되어 왔다. 그러나 수소에 대한 거세는 가장 확실한 고급육을 생산하는 방법으로 제시되고 있으나(Worell등, 1987) 한우를 거세하면 증체량이 감소하고(백 등, 1992a; 백 등, 1992b; 신 등, 1996; 곽 등, 1995), 사료효율을 낮추는 문제점을 가지고 있다(홍, 1996). 특히 생후 3~4개월령의 한우를 거세하여 생후 24개월령에 출하할 경우 약 0.18kg의 일당증체량 감소를 가져오는 것으로 보고되고 있어 이를 보완하기 위한 방편으로 효모 생균제제의 급여(신, 1995) 및 성장촉진단백질의 투여(정 등, 1996; 신 등, 1996)등 많은 연구가 진행되어 왔다.

그러나 적절한 거세시기에 대하여는 지금까지 명확하게 알려진 바가 없다. 수소의 거세시기가 발육 및 육질에 미치는 효과에 대한 연구에 있어서는 조기거세를 할 경우 다소 높은 일당증체량을 나타낸다고 하는 보고(Worell등, 1987; 홍, 1996)가 있는 반면 거세시기를 생후 12개월령 정도로 지연시켜도 도체의 질은 낮추지 않고 육 생산량을 높일 수 있다는 보고(Gregory 등, 1983; 이 등, 1997)들도 있어 서로 상치되는 결과를 보이고 있다. 또한 춘기 발동기 이후에 거세한 경우 충분한 사육기간을 거치게 되면 도체의 품질을 떨어뜨리지 않을 수 있다는 보고도 있다(Cosgrove 등, 1996; Knight 등, 1999).

최근 우리 나라에서 한우 수소의 거세시기를 이야기할 때 3~4개월령에 거세하는 것이 가장 좋은 것으로 알려져 있다. 그러나 이는 여러 측면에서 개념적으로 수정 되어야 할 것으로 사료된다. 즉, 농가의 소득증대라는 측면에서 판단할 경우 거세로 인한 증체량의 감소, 요도성장의 저해로 인한 뇨결석증의 유발 및 피하지방층의 과다축적 등으로 인하여 결국은 농가의 소득에 부정적으로 영향을 미칠 수도 있기 때문이다.

따라서 본 연구는 한우 비육시 위의 문제점들을 최소화하여 경제적으로 적절한 거세시기에 관한 규명을 통해 일당 증체량 제고 및 사료효율 개선이라는 현장 적용적 측면과 거세한우의 혈청 대사물질의 변화와 더불어 거세시기별로 도체의 특성과 이화화적인 성분을 조사하여 육성기, 춘기발동기, 성성숙기 및 성성숙 후의 거세가 도체의 특성을 조정할 수 있는지를 밝히는 자료를 확보하여 한우 쇠고기 시장의 다양화를 통해 한우의 경쟁력을 제고하는 데 필요한 연구라고 사료된다.

제 3 절 연구개발의 범위

한우에 있어 육질 및 증체율을 고려한 최적 거세시기를 구명하기 위하여 먼저 거세 및 거세시기가 발육성적에 미치는 영향과, 도체성적과 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향을 구명한다. 거세유무와 거세시기가 혈액의 일반, 화학성분 및 혈청 호르몬 농도에 미치는 영향을 구명하여 혈청 호르몬 및 대사물질 농도 변화와 육량 및 육질과의 상관관계를 구명하는 것이 본 연구의 개발범위이다.

따라서 한우에 있어 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우의 월령별 발육성적은 매월 측정된 체중을 바탕으로 일당증체량을 조사하였고, 성장단계별로 혈액성분과 호르몬농도를 조사하여 월령별 혈액의 일반, 화학성분 및 월령별 혈청 호르몬농도를 분석하여 한우의 혈청성분에 미치는 영향 등을 구명하기 위한 자료로 활용하였다.

또한 한우의 거세와 거세시기를 달리한 거세우 간에 월령별로 어떤 차이를 보이는지를 구명하기 위하여 각 월령별로 일정두수를 도축하여 혈액 및 조직성분의 변화와 육질 및 육량의 도체성적간의 상관관계를 분석하여 산육생리를 구명하는데 활용하였다.

즉, 실험은 두 단계로 나뉘어 진행하였는데, 첫 단계에서는 실험구를 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군으로 구분하고 각각의 실험우군을 일정단계별로 도축시기를 정하여 도축한 후 조직성분을 채취한 후 조사하였고, 두 번째 단계에서는 실험구를 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군으로 구분하고 전체두수를 일정 출하 월령까지 사육한 후 일시에 도축하여 조사하였다.

도살 후에는 육량 및 육질에 대한 도체성적을 조사하였으며, 이들의 이화학적 특성(collagen, cholesterol, fatty acid, pH)과 물리적 조직적 특성(water holding capacity, tenderness) 및 도체의 일반성분(moisture, crude protein, crude fat)에 대한 조사를 실시하였다. 이에 따라 한우에 있어 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군

간의 혈액성분과 발육성적 및 도체성적과의 상관관계, 그리고 한우의 혈액 내 호르몬과 발육성적, 도체성적과의 상관관계 등을 분석하였다.

그리고 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군의 발육 및 도체성적을 실제 경락가격과 서울공판장의 일정기간 동안의 평균지육 경락가격을 이용하여 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군 각각의 경제성분석을 실시하고 가장 경제적인 거세시기를 구명하였다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내 기술개발 현황

국내에서 한우를 이용하여 고급육을 생산하기 위한 연구들은 대부분 '거세'를 필요최소조건으로 하여 실시되었으며 이러한 연구들의 총체적인 공통점은 거세시기를 약령기 즉, 4~5월령에 거세를 한 것들이 대부분이다(김 등, 1996; 백 등, 1992a; 백 등, 1992b; 성 등, 1996; 신 등, 1996; 이, 1998; 정 등, 1996).

백 등(1992)의 연구결과에 의하면 한우의 거세시기가 증체, 육량 및 육질에 미치는 영향에 대한 연구에서 3~4개월령에 거세하는 것이 5~6월령과 7~8월령에 거세하는 것에 비하여 일당증체량에서는 유리하였으나 고급육으로 분류되는 1등급 출현율에는 거의 차이가 없는 것으로 보고하고 있다. 이 연구 이후에 우리 나라는 가능하면 조기에 거세하는 것을 권장하고 있다. 그러나 이제까지는 거세시기를 7~8개월령까지로 한 즉, 성성숙 전에 거세하여 발육 및 도체성적을 밝힌 연구가 대부분이었고 이후 춘기발동기(puberty) 및 그 이후(post-puberty)의 거세가 육량 및 육질 등 고급육 생산에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 없었던 것이 사실이다.

한우의 거세시기에 따른 발육 및 도체성적의 차별화 된 자료를 찾아보면 먼저 거세시기가 늦을수록 사료나 영양소가 더 많이 소요되고 발육은 저하하며 거래 정육율은 높아지지만 체지방이 적은 경향을 보이므로 한우의 적정 거세시기는 3~4개월령이 적정하다는 백 등(1992)의 연구보고가 있는 반면, 이 등(축협중앙회, 1996)의 "거세시기가 한우의 발육 및 도체성적에 미치는 영향에 대한 연구"에서는 생후 7개월령과 17개월령 거세우군에 대한 비교에서 17개월령 거세우군의 일당증체량이 약 15.8% 우수하였고 육질등급과 육량등급에서도 약령기 거세우군보다 17개월령 거세우군이 오히려 우수한 것으로 나타나 두당 경락가격에서 약 10% 이상의 추가소득이 있는 것으로 보고하였다.

또한 정 등(1995)은 6개월령 및 12개월령 거세의 차이를 규명한 실험에서 12개월령 거세우군의 일당증체량이 약 9.1% 정도 높았고 육량은 큰 차이가 없었으나 육질에 있어서는 6개월령 거세우군이 우수했다는 보고가 있었다. 송(2001)은 총설에서 백 등(1992)의 연구와 정 등(1995)의 연구결과를 비교하면서 한우 거세시기가 늦어질수록 성장률은 개선이 되지만 늦게 거세하는 것에 따른 스트레스와 육질부분에서 조직감이 떨어지는 등의 육질저하를 우려하면서 거세시기에 따른 육질개선 효과에 대하여 재확인을 할 필요성과 소규모의 실험에 따른 연구자들의 견해와 이러한 연구결과를 뒷받침 할 수 있는 정도의 규모로서 실증실험의 필요성을 제시한 바 있다.

이 등(1996)은 한우의 산육특성 규명과 양질의 쇠고기의 생산기술을 개발하기 위한 연구에서 그리고 백 등(1992) 및 곽 등(1995)은 한우 고급육 생산을 위한 사양관리 및 출하체중에 관한 연구에서 비거세 한우는 일당증체량이 거세한우보다 32%가 높았고 사료섭취량도 4.5% 가량 많음을 밝혔고, 거세비육 후 생체중 550kg에서 출하하였을 때 거세우는 육질이 크게 향상되었으나 발육성적이 뒤쳐지고 사육기간이 길어졌음을 보고한 바 있다.

거세 한우의 비육개시 월령이 육량 및 육질에 미치는 영향에 대하여는 3개월령에 거세한 한우 28두를 21개월간 사육한 결과 육성기간이 길수록 육량지수에 영향을 주는 배최장근단면적이 증가하고 등지방 두께가 얇아지는 결과를 보고한 바 있으며, 조기 거세를 할 경우 다소 높은 일당증체량을 나타내는 반면 사료효율을 저하시키는 문제점이 있고(홍, 1995) 도체의 육질등급을 양호하게 하지만 사료요구율이 증가하는 단점이 있다(신, 1994)고 보고하고 있다.

거세 한우의 발육특성에 대한 연구로 이(1998)는 육성기 및 비육기 모두의 total protein의 농도는 비거세우가 거세우보다 전기간에 걸쳐서 높아 비거세우의 단백질 합성능력이 탁월하며 근육조직의 이화작용과 지방축적을 증가시키는 cortisol에 의한 근내지방 침착효과 그리고 비육중기 이후의 testosterone의 농도 등에 있어서 거세우가 정의 상관관계가 있는 것으로 보고하였으며, 한우에서 육질에 가장 크게 영향을 미치는 호르몬인 cortisol 농도가 19개월령 전후에 급격히 증가하여 지방대사를 활성화시킨다고 보고하였다. 또한 권 등(2001)은 거세우와 비거세우간의 혈액성상

에 관한 연구에서 RBC, Hb, HCT가 비거세우군에서 유의하게 증가하였으며 혈청 내 glucose의 농도는 비거세우군이 거세우군에 비하여 증가하였다고 보고하고 있다. 또한 혈청내 인슐린의 농도는 약 500kg~650kg의 거세우군에서 비거세우군에 비하여 높았다고 보고하였고 이는 체중이 증가하면서 insulin의 농도가 성장단계에 따라 체성장이 활발해진 결과인 것으로 보고하였다.

증체와 관련된 호르몬 중 성장호르몬의 매개체 역할을 하는 IGF-I은 지방, 글리코겐 및 단백질 합성을 촉진하는데 비거세우는 15개월령 이후 급격한 증가를 하는 반면, 거세우는 그렇지 못하며 혈장내의 IGF-I의 농도의 폭이 넓을수록 증체량이 많다는 보고가 있다(이 등, 1997).

또한 음성호르몬의 상징으로 중요한 androgen인 testosterone의 농도는 거세 직후 극단적으로 억제되었다가 보상효과로 인하여 부신(adrenal gland)에서 소량 합성되어 다시 분비되는 것으로 보고되고 있다(이 등, 1997).

거세 한우의 혈청 내 대사물질의 농도에 관한 조사에서 이 등(1997)은 triglyceride, cholesterol 및 albumin의 농도가 거세우에서 비거세우보다 높았다고 보고하였는데, 혈청 내 cholesterol의 농도가 높을수록 근내지방도 및 도체중과 정의 상관관계를 갖는 것으로 분석하였고, 지방산과 결합하여 심장근과 골격근에 지방산을 공급하여 지방합성을 촉진하는 역할을 하는 알부민 역시 거세우의 혈청에서 높은 경향을 보였다고 보고하였다. 그리고 혈청 중 glucose의 농도는 비육전기에 cortisol 농도의 급격한 감소와 더불어 간에서 glucose의 합성이 감소하고 glycogen의 농도가 증가하며, 이후 비육후기에 cortisol의 농도가 증가하면서 혈청 glucose의 농도가 증가하는 것으로 보고하고 있어 cortisol과 glucose의 농도간에 정의 상관관계가 있음을 보고하였다.

그 외에 국내의 연구 결과 중에 거세와 거세시기에 따른 육질 특성 중 연도와 관련된 사항은 아직까지 자세하게 보고된 것이 없다. 그러나 근섬유 단백질의 분해가 잘 일어나기 위해선 칼슘 이온성 단백분해효소에 따라 달라진다고 보고한 바 있다.

이제까지의 연구결과를 종합해보면 국내에서 한우의 적정 거세시기에 대한 충분한 연구가 이루어지지 못했던 것이 사실이며, 특히 춘기발동기 이후의 거세에 대한 연구는 단편적으로 이루어져 있어 이 부분에 대한 심도있는 연구와 고찰이 필요한 실정이다. 또한 비거세 및 거세시기에 따른 한우의 육성 및 비육단계별 월령에 따른 증체성적과 사료효율, 도축 후의 도체특성에 대한 고찰과 함께 이를 통한 경제성 분석을 통하여 농가소득 증대를 위한 지도자료로 활용할 가치가 있는 것으로 판단된다.

제 2 절 국외 기술개발 현황

외국의 연구결과들은 거세시기에 대한 연구보다는 거세와 비거세의 구분, 혹은 거세의 방법 등에 관한 연구들이 대부분이다(Chase 등, 1995; Field, 1971; Fisher 등, 2001; Jago 등, 1996; Knight 등, 2000; Knight 등, 1999; Purchas, 1990). 그 이유는 조방적인 방목체계에서 편리한 거세방법과 거세에 따른 스트레스 혹은 거세우의 사양관리 등 관행적인 외국의 사양여건에 합치되는 쪽의 연구가 이루어진 것으로 판단된다.

한편 거세시기에 관한 연구결과를 보면 일정한 추이를 보이지 않은 채 서로 상반되는 결과들을 보이는 경우를 많이 볼 수 있다. 성장과 관련된 적정 거세시기에 관한 연구들은 초기에는 주로 포유기와 이유기에 거세하는 것에 대한 고찰이 주를 이루었으며(Glimp 등, 1971; Landon 등, 1978; Champagne 등, 1969) 이 당시의 연구결과들은 거세시기를 포유기 및 이유기로 하는 데에 따라 서로 차이가 없다는 결론을 내리고 있다. Vanderwert 등(1985)은 앵거스종에서 실험한 결과로 8개월령 거세우보다 12개월령 거세우가 일당 증체량과 사료효율이 개선되는 경향을 보였다고 보고하였다.

춘기발동기 이후에 거세한 수소는 그렇지 않은 거세우들보다 약 17% 정도 증체율이 증가하고 사료효율도 약 13% 가량 개선되는 것으로 보고하고 있으며(Field 등, 1971; Arthaud 등, 1977), 도체성적에 있어서는 저지방, 저상강도 및 연도가 낮아

지는 단점을 안고 있는 것으로 보고되고 있다(Field 등, 1971; Seideman 등, 1982; Purchas, 1990). Cosgrove 등(1996)의 도체중 및 지방색에 관한 연구에서는 춘기발동기 이후 즉, 17개월령에 거세한 실험우군이 약 20kg 가량 더 증체하였으나 도체중에서는 차이가 없었다고 보고하였으며 이를 근거로 춘기발동기 이후에 거세한 것은 도체중에 영향이 없다는 결론을 내리고 있다(Cosgrove 등, 1996; Cosgrove 등, 1997; Jago 등, 1996; Knight 등, 1999; Knight 등, 2000). 그러나 춘기 발동기 이후에 거세하더라도 거세 후 도축시점까지 충분한 기간동안 사육을 한다면 육질은 충분히 개선할 수 있을 것이라고 보고하였다. 또 다른 연구결과에서는 거세시기를 12개월령 정도로 늦추더라도 조기 거세시에 얻을 수 있는 도체의 질 즉, 근내지방도, 육색 및 지방색 등을 얻을 수 있으며, 고기의 생산성을 높일 수 있다고 보고한 결과도 있다(Gregory 등, 1983). 비거세우에서 얻을 수 있는 증체율, 사료효율 그리고 체조성에 대한 경제적 이익은 성성숙이 일어나는 시기인 12개월령 정도까지이고, 성성숙 이후에는 증체율과 사료효율의 감소를 일으키는 2차 성징의 발현이 시작되어 발육성적에서 거세의 유무에 따른 차이가 없음을 보고한 바 있다(Gregory 등, 1983). 육량 등급과 관련된 연구결과에서는 거세시기에 따라 증체, 사료효율 및 육량 등급에 영향이 없었다는 보고(Worrell 등, 1987)는 체중 70kg, 230kg, 320kg 및 410kg에서 거세한 결과였다.

거세우의 증체 특성에 관한 연구에서 Turgeon 등(1986)은 비육전기 성장에선 단백질을 위주로 한 성장이 주를 이루고, 비육후기 성장에서는 지방위주의 성장이 주를 이루어 조직 내 지방 침착을 일으키는 혈청 cortisol의 농도가 급격히 증가한다고 보고하였다. 또 다른 혈청 내 호르몬 중 insulin은 알려진 대로 단백질의 신합성에 관여하지만 비육기에 들어선 거세우에 있어서 인슐린의 농도가 급격하게 증가하는 현상으로 지방축적에 크게 관여하는 것으로 알려져 있다(Röpke 등, 1994; Gregory 등, 1982). 또 다른 연구결과(Shaw와 Trout, 1995)는 근육 내 cortisol의 농도가 육질과 혈장 내 cortisol의 농도와 높은 정의 상관관계를 가지며 cortisol이 성장을 억제하여 거세우가 비거세우 보다 높은 근내지방도를 나타내고 증체율을 떨어뜨리는 한 요인으로 작용한다고 보고한 바 있다. 도체중의 지방함량에 관한 연구는 주로 급여되는 사료의 영양소 수준에 관한 연구들이 주를 이루고 있는데 앵거스 교잡종 거세우에 대한 실험(Carsten 등, 1991)에서 같은 체중이라고 할지라도 영양수준을 제한받

은 거세우가 지방함량이 적다고 보고하였으며, Short 등(1999)은 거세우의 지방두께와 상강도는 고 영양사료를 급여하였을 때 6개월령의 그것에 비하여 12개월령에 두 배에 달했다고 보고하고 있다.

뉴질랜드에서 실시된 실험들에 의하면 거세와 거세시기에 따른 육질특성에 관한 연구(Cosgrove 등, 1996; Cosgrove 등, 1997; Jago 등, 1996; Knight 등, 1999; Knight 등, 2000)에서 약령기 거세우가 지방의 함량이 높은 반면 춘기발동기 이후 거세우는 비거세우와 별 차이가 없었으며 육색과 지방색에 있어서도 차이가 없는 것으로 보고하였다. 등심 중의 상강도에 있어서는 약령기 거세우와 춘기발동기 이후 거세우 간의 차이가 없었고 비거세우의 그것과는 차이가 있는 것으로 보고하고 있다.

연도(tenderness)와 관련된 연구는 거세시기와 관련된 것이 아닌 거세우와 비거세우 간의 차이를 비교한 자료를 찾아볼 수 있는데, Purchas 등(2002)은 거세우와 비거세우의 등심 중의 연도를 비교한 결과에서 비거세우가 거세우에 비하여 월등히 단단하다고 보고하고 있다. 이 보고에서 연도의 패턴은 비슷하지만 빨리 자라는 품종일수록 같은 기간 중의 연도는 개선되지 않았고 늦게 자라는 품종과 비슷하게 성장을 억제하였을 때 연도가 개선되는 것으로 보고하고 있다. 그리고 콜라겐의 함량이 거세우에 비하여 비거세우에서 높았다는 결과(Judge 등, 1989)는 품종과 부위에 관계없이 비거세우의 운동량이 많았던 데에서 오는 결과로 사료된다. 콜라겐의 함량과 연도 간에는 거세우가 비거세우에 비하여 더 밀접한 상관관계를 갖고 있다(Light 등, 1984). 포유동물의 조직 중에 존재하는 단백질 분해시스템은 혈청중의 칼슘이온의 농도에 따라 달라지는데, 이것이 사후 단백질 분해에 관여하고 이것의 정도에 따라 고기의 연도가 달라진다는 이론이 있다. 결국 혈청중에 존재하는 칼슘이온의 농도가 높을수록, 단백질 분해효소의 활성이 증가하고 조직이완이 빨라져 조직감이 개선됨으로서 연도가 개선되는 것으로 보고하고 있다(Koohmaraie 등, 1988).

또한 거세를 한 후 도축시점까지의 비육기간이 충분할 경우 증체량과 도체의 품질이 개선된다는 보고도 있다(Knight 등, 1999). 즉 춘기발동기 이후에 거세하더라도 경제적인 이익을 볼 수 있다는 것을 의미한다.

제 3 절 본 연구가 국내외 기술개발에서 차지하는 위치

고급육을 생산하기 위한 기술로서 가장 많이 활용되고 있고 가장 널리 알려져 있는 방법인 거세에 대하여는 많은 연구결과들이 보고되어 있고 이미 그 연구결과에 대한 실용화가 진행되고 있는 실정이다.

그러나 한우 사양관리 기술에서 “사육기간 중 언제 거세하는 것이 가장 경제적인가?” 하는 물음에는 아무도 적절하게 합리적으로 설명할 수 없는 것이 그 동안의 국내외의 연구 현실이며 이와 관련된 연구와 실험을 통한 기술개발이 거의 이루어지지 않았다.

거세시기에 따른 증체성적과 조직변화의 특성, 혈청대사물질의 변화 및 도체성분에 대한 정확한 고찰은 그 동안 우리 나라 뿐 아니라 외국의 경우에 있어서도 연구결과가 많지 않았던 것이 사실이다. 특히 육량과 육질 면에서 빠르게 개량되어가고 있는 우리 나라 고유의 재래품종인 한우에서 예전의 성장 및 도체 성적자료를 가지고 경제적인 거세시기를 정하는 것은 오류가 될 수 있을 것으로 사료된다.

집약적인 축산업의 효율화를 최우선으로 하고 있는 우리 나라에서 가장 경제적인 거세시기를 명확하게 구명하는 것은 한우의 국제경쟁력 제고에 중요하다고 할 수 있다. 특히 농가에서는 산지 소 값의 등락 폭에 따라 거세를 기피하기도 하는데 이는 거세를 할 경우 그 만큼 성장속도가 떨어지기 때문이다. 그러한 의미에서 경제적인 거세시기를 구명하는 것은 한우 산업전반에 무척 중요한 연구과제가 아닐 수 없다.

따라서 한우 고급육생산을 위한 한우의 거세효과와 거세시기에 대한 효과에 대한 연구는 한우를 이용한 고품질육 생산으로 한우의 대외 경쟁력을 높일 수 있는 기초자료를 제공해줄 수 있음은 물론, 향후 한우 및 다른 나라의 육우에 대한 경제적 사양관리 방법을 연구하는 연구자들에게 유용한 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 재료 및 방법

한우의 경제적인 거세시기 규명을 위한 본 연구는 2000년 8월 15일부터 2002년 10월 15일까지 충남 서산시 운산면 원벌리 소재 농협중앙회 가축개량사업소에서 2000년 춘계 및 2000년 추계 생산 수송아지 150두를 가지고 실시하였다.

실험은 두 단계로 나누어 진행하였는데, 첫 단계(실험 I)에서는 실험구를 비거세 및 거세시기를 달리한 거세우군으로 구분하고 각각의 실험우군을 일정단계별로 도축시기를 정하여 도축한 후 도체성적과 조직성분 등을 조사하였고, 두 번째 단계(실험 II)에서는 실험구를 비거세우군 및 거세시기를 달리한 거세우군으로 구분하고 전체두수를 일정 출하월령까지 사육한 후 일시에 도축하여 역시 도체성적과 조직성분 등을 조사하였다.

1. 실험 I

가. 실험기간 및 공시동물

본 연구의 실험 I의 실험기간은 2000년 8월부터 2002년 5월까지 총 26개월간 실시하였다.

실험 I에 공시된 송아지는 2000년 봄에 태어난 수송아지 75두였으며, 실험에 공여될 당시의 나이는 생후 5.0±0.5 월령이었고, 평균 체중은 128.3±11kg이었다. 공시동물은 농협중앙회 가축개량사업소의 관행사육대로 생후 75~85일령에 이유하였고 이유 후 실험에 공여될 때까지 10두 규모의 pen에서 소규모 군사로 사육하였다.

나. 실험구 배치

실험 I의 실험구 배치는 표 1-1과 같다. 비거세우군에 25두를 배치하고 5, 8, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩을 도축하였다. 거세우군에는 거세시기를 달리하는 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군에 각각 20, 15, 10 및 5두 등 총 50두를 배치하였으

며, 이들 거세우군들 중 5개월령 거세우군은 8, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩을 도축하였고, 8개월령 거세우군은 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩을, 12개월령 거세우군은 16 및 26개월령에 각각 5두씩을, 그리고 16개월령 거세우군은 실험 종료시점인 26개월령에 5두를 도축하였다.

농협중앙회 서울축산물공판장에 출하하여 도축했을 때 조직(등심)샘플을 채취하였다.

Table 1-1. Experimental design and slaughtering time of Hanwoo bulls and steers in trial I

Treatment	Allocated heads	Slaughtering time				
		5 Mo ¹	8 Mo	12 Mo	16 Mo	26 Mo
Bulls	25	5	5	5	5	5
5 Mo ²	20	-	5	5	5	5
8 Mo	15	-	-	5	5	5
12 Mo	10	-	-	-	5	5
16 Mo	5	-	-	-	-	5
Total	75	5	10	15	20	25

¹ Months of age at slaughtering time.

² Months of age at castration.

다. 거세

실험동물에 대한 거세는 표 1-1의 실험구 배치에 의거 해당 월령별로 실시하였고, 거세는 외과적 수술방법으로 실시하였으며, 거세시술은 농협중앙회 가축개량사업소 가축병원에 근무하는 수의사가 실시하였다. 또한 외과적 수술시에는 국부마취를 하고 시술하였다. 거세는 오전 사료를 급여한 후 오전 10:00에 실시하였다.

거세 방법은 소가 서있는 상태에서 보정틀에 묶은 후 국부 마취를 위하여 2% HCl lidocaine을 2-3ml 가량 고환 피부 및 정소에 주사하였다. 마취주사를 한 뒤 약 15분이 경과했을 때 고환과 고환주변을 1% 베타딘 용액으로 소독하고 고환의 아랫부분 약 3cm를 완전히 절개 한 다음 정색(spermatic cord)을 꺼내어 정색 상단부를 붕합사 3호로 결찰한 후 결찰 부위 하단 약 2cm 지점에서 잘라내었다. 거세를 위해

절개한 피부와 정색 결찰 부위는 pinkskin으로 소독을 실시하였다. 거세가 종료된 후 항생제로 Terramycin-LA(*Pfizer*)를 체중 10kg 당 1ml를 근육주사 하였다. 본 실험에서 거세에 따른 출혈과 주변조직의 괴사를 일으킨 개체는 없었다. 거세 당일에는 농후사료를 급여하지 않았고 조사료를 자유채식 시켰다.

라. 사양 관리

공시축에 대한 사양관리는 농협중앙회 가축개량사업소의 거세 비육우의 사양관리 방법에 준하여 관리하였으며 사료급여기준은 표 1-2와 같다.

Table 1-2. Feeding example of raising steps to Hanwoo bulls and Steers

ITEM	Growing	Fattening I	Fattening II
Months of age	5~12	13~20	21~26
Concentrates, % of body weight	1.5~1.6	1.7~1.9	2.0
Roughages	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>	1.0~2.0

Table 1-3. Chemical composition of experimental diet

Chemical composition ¹⁾	Concentrates by feeding stage ²⁾			Rice straw
	Growing	Fattening I	Fattening II	
	----- % -----			
Dry matter	87.07	87.02	87.18	91.41
Crude protein	12.01	11.07	10.77	3.79
Ether extract	3.17	2.96	3.52	1.30
Crude fiber	5.91	5.50	6.27	33.48
Crude ash	5.96	5.43	5.23	11.26
Ca	0.85	0.72	0.75	0.08
P	0.40	0.35	0.37	0.04
TDN	69.99	72.00	72.40	42.46

¹⁾ Composition contents of concentrates were supplied from Ansan feed, NACF.

²⁾ Diet fed Grower, Finisher I and II during 7, 7 and 7 months, respectively.

농후사료는 농협중앙회 안산배합사료공장에서 제조된 시판 배합사료를 이용하였으며, 조사료는 충남 서산시 인근의 답에서 수거한 사각벼짚을 이용하였다. 배합사료와 벚짚의 일반화학적분은 급여사료의 종류가 변할 때마다 표본을 채취하여 농협중앙회 중앙분석센터에서 분석(A.O.A.C., 1990)하였다. 공시축에 급여된 사료의 일반 성분은 표 1-3에 나타내었다. 공시축에 대한 사료급여는 농협중앙회의 고급육 사양 프로그램에 준하여 급여하였다.

먼저 5개월령부터 10개월령까지는 pen 당 12두씩을 수용하였다가, 10개월령부터 18개월령까지는 pen 당 10두씩을 사육하였으며, 그리고 도축할 때까지는 pen 당 8두씩을 수용하여 소규모 군사 사육하였다. 각 pen의 규모는 가로×세로가 15.2×8.2m 로서 약 38평 정도의 크기였다.

사료는 pen을 기준으로 설치된 평사조에 급여하였다. 사료의 급여시간은 전 실험기간 동안 매일 아침 08:30과 18:00에 농후사료를 급여하였고 조사료는 농후사료 급여 이후에 급여하였다. 급여된 사료의 사료섭취량 조사는 매주 pen 단위로 실시하였고 매주 월요일 오전과 오후에 급여된 사료의 잔량을 체크하여 섭취량을 조사하였고 으며 이를 pen에 수용된 두수로 나누어 개체별 사료섭취량을 기록하였다. 측정된 체중과 사료섭취량을 기준으로 사료효율을 계산하였다.

갈짚은 왕겨를 이용하여 우상 약 20cm의 두께로 깔아주었고 매 1개월마다 1.4회씩 교체하였다. 급수는 워터컵 및 워너 보온 급수조 등 두 가지를 설치하여 개체별 자유급수가 가능하도록 하였다.

공시축의 체중은 매일 오전 10:00에 소 체중측정용 전자저울을 이용하여 측정하였다.

마. 혈액 및 호르몬농도 조사

1) 혈액채취

실험 I의 공시축에 대한 혈액채취는 5개월령으로부터 매일 체중측정시에 경정맥에서 채취하였다. 혈액채취는 진공채혈관(Vacutainer; Becton-dickinson, NJ)를 이용하여 18gauge needle을 이용하여 채취하였다. 혈액학치(Blood value) 분석을 위하여 항응고제(Na^+ -EDTA)가 함유된 진공채혈관을, 혈액화학치(Blood chemical value)

및 호르몬(Hormone)을 분석하기 위하여 항응고제(anticoagulant)가 포함되지 않은 진공채혈관(vacutainer)을 이용하여 채혈하였다.

일반혈액성분은 채혈 후 4℃ 냉장보관하면서 4~5시간안에 분석하였으며 혈액 화학성분 및 호르몬 분석을 위한 혈청은 실온에서 24시간동안 정치시킨 후 원심분리기 3,000rpm에서 10분간 분리하여 혈청을 분리한 후 분석시까지 -80℃ deep freezer에서 보관하였다.

2) 혈액성분 조사

가) 혈액학치(Blood value) 분석

혈액학치는 채혈 후 4℃ 냉장보관하면서 HEMAVET(USA)을 이용하여 White blood cell, Neutrophil, Eosinophil, Basophil, Monocyte, Lymphocyte, Red blood cell, Hemoglobin, Hematocrit, MCV(Mean corpuscular volume), MCH(Mean corpuscular hemoglobin), MCHC(Mean corpuscular hemoglobin concentrates) 등 12개 항목을 분석하였다.

나) 혈액화학치(Blood chemical value) 분석

혈액화학치는 채혈 후 혈청분리하여 -80℃ deep freezer에 보관된 혈청으로 SamrtLab(Germany)을 이용하여 Total protein, TG(Triacylglycerol), Albumin, Glucose, Creatine, GOT(Glutamic oxaloacetate transaminase), GPT(Glutamate pyruvate transaminase), total calcium, ALP(alkaline phosphatase), BUN(Blood urea nitrogen), glucose, cholesterol 등 12개 항목을 분석하였다.

3) 호르몬(Hormone) 분석

가) Testosterone

Plain tube와 testosterone coated tube에 testosterone standard 용액 A부터 F까지(radio-immuno assay(RIA) kit; Diagnostic Products Corporation, USA)와 분석하고자 하는 serum sample을 2반복씩 marking을 한 후 Testosterone standard A를

NSB-1, 2 tube에 50 μ l씩 넣고 나머지 testosterone standard (B~F)까지를 순서대로 coated tube(2반복)에 각 50 μ l씩 넣는다. serum sample을 각 coated tube(2반복)에 50 μ l씩 넣는다. I¹²⁵로 표지된 이차항체를 각 1ml씩 넣고 1분간 vortex하고, T-1, 2 plain tube에는 testosterone I¹²⁵만 넣는다. 37 $^{\circ}$ C의 shaking 배양기에서 5분간 shaking한 후, 3시간 동안 배양하여 침전한 후 각 tube의 액을 버리고 실온에서 하루를 정치한 후 γ -counter(Wallac, UK)로 CMP를 계산하였다.

나) Insulin

Plain tube와 insulin coated tube에 insulin standard A부터 G까지 (radio-immuno assay(RIA) kit; Diagnostic Products Corporation, USA)와 분석하고자 하는 serum sample을 각 2반복씩 marking한다. Insulin standard A를 NSB-1, 2 tube에 각 200 μ l씩 넣고 나머지 insulin standard(B~G)까지를 순서대로 각 coated tube(2반복)에 각 200 μ l씩 넣어 혈청샘플(serum sample)을 각 coated tube(2반복)에 각 200 μ l씩 넣는다. I¹²⁵로 표지된 이차항체를 각 1ml씩 넣고 1분간 vortex한 후 T-1, 2 plain tube에는 insulin I¹²⁵만 넣어 23 $^{\circ}$ C의 shaking incubator에서 5분간 shaking한 후, 실온에서 하루를 보관하여 침전한 후 tube의 액을 버리고 γ -counter(Wallac, UK)로 CMP를 계산하였다.

다) Cortisol

Plain tube와 cortisol coated tube에 cortisol standard A부터 F까지 (radio-immuno assay(RIA) kit; Diagnostic Products Corporation, USA)와 분석하고자 하는 혈액샘플을 2반복씩 marking한다. cortisol standard A를 NSB-1, 2 tube에 25 μ l씩 넣고 나머지 cortisol standard(B~F)까지를 순서대로 coated tube(2반복)에 25 μ l씩 넣어 샘플을 coated tube(2반복)에 25 μ l씩 넣는다. I¹²⁵를 각 1ml씩 넣고, 1분간 vortex한 후 T-1, 2 plain tube에는 cortisol I¹²⁵만 넣어 37 $^{\circ}$ C의 shaking incubator에서 5분간 shaking한 후, 45분 동안 incubation시켜 침전한 후, 각 tube의 액을 버리고 room temperature에서 하루를 보관한 후 γ -counter(Wallac, UK)로 CMP를 계산하였다.

바. 도체 특성 및 조직성분 분석

1) 표본조사 및 조사방법

실험계획에 따라 농협중앙회 서울 축산물공판장에 출하한 매 도축월령별로 도살한 개체의 도체들은 우리 나라에서 시행하고 있는 도체검사방법에 따라 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감등을 조사한 후 육질 및 육량지수에 따른 도체등급을 평가하였다. 동 개체들의 표본 샘플은 출하된 전 개체에 대하여 제 13 흉추~제 1 요추 사이 등심, 약 1kg 정도를 채취하여 조직성분 검사에 이용하였다.

2) 도체의 육질 및 육량 평가

도체의 등급 구분은 육질과 육량으로 구분하여 판정하였고, 육질등급은 고기의 질을 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1+, 1, 2, 3등급으로 판정하고, 육량등급은 도체에서 얻을 수 있는 고기량을 도체중량, 등지방두께, 등심 단면적을 종합하여 A, B, C등급으로 판정하여 표 1-4와 같이 표시(농림부 고시 1999-64, 1999)하였고, 본 연구의 결과에서 육질은 표 1-5에 의해 세분화하여 이용하였다.

육량등급은 육량지수에 의한 계산식에 의하여 69.00이상일 경우 A등급을, 66.00 ~ 69.00이면 B등급을 그리고 66.00미만이면 C등급이었다.

Table 1-4. Grading of meat quantity and quality in Hanwoo

ITEM	Quality grade ²				
	1+	1	2	3	D
Quantity grade ¹	A	A1+	A1	A2	A3
	B	B1+	B1	B2	B3
	C	C1+	C1	C2	C3
	D	D			

¹ $65.834 - [0.393 \times \text{Backfat thickness (mm)}] + [0.088 \times \text{Rib eye area (cm}^2)] - [0.008 \times \text{Carcass weight (kg)}] + 2.01$.

² Consideration of marbling, meat color, fat color, maturity and texture.

Table 1-5. Record of detailed to three steps marbling score of Hanwoo

Marbling	1			2			3			4			5			6			7		
Detailed	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

3) 조직성분 조사

가) 수분(Moisture)

칭량병의 항량을 2차례에 걸쳐 측정한 후 시료를 고루 섞어 1.2~1.5g 정도 측정 후 105℃ 건조기에 3시간 건조하여 두차례에 걸쳐서 감량수분을 측정한다. 측정값 중 칭량병과 수분감량 측정값 곱셈은 1, 2차 측정 결과 중 낮은 값을 선택하여 계산하였다.

나) 조지방(Crude fat)

항량이 측정된 정량병에 시료를 1.2~1.5g 정도 칭량하여 Filter Paper(No.2, whatman)에 싸서 thimber case에 끼워 Soxhlet에 장착한다. Ether 30ml를 넣고 3시간 동안 지방을 추출한다. 10분간 open 정치하여 완전히 ether가 증발한 항량병을 건조기에 넣어 3시간 건조한 후, 두 차례의 항량을 측정하여 조지방 함량을 계산하였다.

다) 조단백질(Crude protein)

등심 내 조단백질 함량은 Kjeldahl방법에 의하여 분석하였다. Kjeldahl flask에 0.7~1.0g 정도의 시료를 넣은 filter paper와 분해 촉매제($K_2SO_4 : CuSO_4 = 9 : 1$) 7g 및 H_2SO_4 10ml을 첨가하여 약 410℃의 분해기로 분해시켜 자동 증류기(Foss, Sweden)를 이용하여 증류한 다음, 0.1N HCl로 적정하였다.

라) 연도(Tenderness)

연도 측정은 시료를 3×6×6cm의 크기로 절단하고, 75℃의 열탕에서 시료의 중심온도가 70℃에 달하도록 30분간 가열하여 Corer로 1×1.2×3cm의 크기로 만들어 Rheometer로 측정하였다. 이때, Rheometer의 운전조건은 table speed 200mm/min, grah speed 100mm/min, load cell 10kg, Sample height 10mm로 하였다.

마) 보수력(Water holding capacity)

등심의 보수력은 여지 압착법으로 측정하였다. 플렉시 유리판 위에 여과지를 놓고 그 위에 고기표본 0.5g 을 놓은 다음 상하의 플렉시 유리판을 스크류로 조이고 50kg/cm²의 압력으로 2분간 압착한 후, 여과지에 묻어있는 고기조직의 면적과 젖은 면적을 digital planimeter(Koizumi, Japan)로 측정하였다.

사. 통계분석

본 연구에서 조사된 성적은 PC-SAS Package(1987)의 GLM을 이용하여 분석하였는데, 다음과 같은 모델을 적용하였다.

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Sire}_i + \text{Trt}_j + b\text{Age}_k + e_{ijkl}$$

여기서, Y_{ijkl} : 각 개체형질에 대한 측정치

μ : 전체 평균

Sire_i : i 번째 종모우의 효과

Trt_j : j 번째 거세 및 거세시기의 효과

Age_k : 일령에 대한 각 형질의 회귀계수

e_{ijkl} : 임의오차

2. 실험 II

가. 실험기간 및 공시동물

본 연구의 실험 II의 실험기간은 2001년 1월부터 2002년 10월까지 총 26개월간 실시하였다.

실험 II에 공시된 송아지는 2000년 가을에 태어난 수송아지 75두였으며 실험에 공여될 당시의 나이는 생후 5.0±0.6 월령이었고, 평균 체중은 123.5±7.5kg이었다. 공시동물은 농협중앙회 가축개량사업소의 관행사육대로 생후 75~85일령에 이유하였고, 실험에 공여될 때까지 사양관리는 실험 I 과 동일하였다.

나. 실험구 배치

공시축은 발육성적, 혈액성분, 호르몬 농도 및 도체성적 등을 조사하기 위하여 종모우 및 일령에 따라 처리군 당 15두씩을 배치, 공시하였다. 본 연구의 실험 II의 실험축 중 비거세우군에 속했던 1두는 17개월령(2001년 1월 5일)에 급성 과산증(Acidosis)으로 도태되어 그 이후부터 74두에 대한 성적을 조사하였다.

다. 거세

공시동물에 대한 거세는 해당 월령 별로 실시하였는데 실험 I의 방법과 동일하게 실시하였다.

라. 사양 관리

공시축에 대한 사양관리 및 체중측정, 사료섭취량 조사 및 사료효율도 본 연구의 실험 I과 동일한 방법으로 조사하였다.

마. 혈액 및 호르몬농도 조사

1) 혈액채취

모든 공시축에 대한 혈액채취는 5개월령으로부터 매 3개월마다 1회 체중 측정시에 경정맥에서 채취하였다. 혈액채취의 방법은 본 연구의 실험 I과 동일한 방법으로 채혈하였다.

2) 혈액성분 및 호르몬 농도 조사

혈액학치, 혈액화학치 및 호르몬농도에 대한 분석은 본 연구의 실험 I과 동일한 방법으로 조사되었다.

바. 도체 특성조사

1) 표본조사 및 조사방법

실험 II의 실험기간이 종료된 후 농협중앙회 서울 축산물공판장에 출하하여 도살한 개체의 도체들은 도체평가를 위한 조사와 평가를 거친 후, 전 개체에 대하여

제 13 홍추~제 1 요추 사이 등심, 약 1kg 정도를 채취하여 도체의 일반성분 및 이화학적특성을 조사하기 위한 검사에 이용하였다.

2) 도체의 육질 및 육량 평가

도체의 등급 구분은 실험 I 과 동일한 평가 기준에 의하여 조사되었다.

3) 도체의 물리적 및 이화학적 특성 조사

가) 수분(Moisture) : 실험 I 과 동일한 방법으로 조사하였다.

나) 수소이온농도(pH)

미리 분쇄한 5g의 시료에 50ml의 3차 증류수를 가하여 Stomacher로 homogenizing한 후, pH meter(Mettler Delta 340, Mettler Toledo LTD, UK)로 45초 이상 probe를 담가 최종 수치를 pH로 측정하였다.

다) 조지방(Crude fat) : 실험 I 과 동일한 방법으로 조사하였다.

라) 조단백질(Crude protein) : 실험 I 과 동일한 방법으로 조사하였다.

마) 연도(Tenderness) : 실험 I 과 동일한 방법으로 조사하였다.

바) 보수력(Water holding capacity) : 실험 I 과 동일한 방법으로 조사하였다.

사) 콜라겐(Collagen)

시료 약 4g에 30ml의 sulfuric acid solution을 첨가한 후, 뚜껑을 덮고 105℃ 드라이 오븐에서 16시간동안 가열한 것을 3차 증류수로 희석, 균질시켜 Whatman No 2. Ø150mm로 여과한다. 여과액 5ml를 100ml로 희석한 후, test tube에 희석액 2ml을 넣고, oxidant 용액 1ml를 첨가하여 흔들어 준 후 상온에서 20분간 방치하고 각 시험관에 color reagent 1ml를 혼합 한 후 60℃ water bath에 15분간 담근 후 3분 이상 흐르는 물에서 식혀 Spectrophotometer를 이용하여 558nm에서 고정과장(흡

광도)를 측정하였다. 표준곡선은 working standard 용액 2ml를 발색과 측정 과정을 거쳐 흡광도를 측정한 후에 회귀식을 구하여 아래의 공식으로 계산하였다.

$$[H(\text{g}/100\text{g, Prolline}) = (h \times 2.5)/(m \times v)] \times 8 = \text{collagen amount}(\text{g}/100\text{g})$$

여기서 h = h-proline, 표준곡선으로 측정된 량

m = 시료중량

v = 100ml 희석샘플량

아) 도체 등심층의 지방산 분석

4°C에서 homogenizing된 샘플 약 1g과 Folch solution(Chloroform : Methanol = 2 : 1; Folch와 Sloestanley, 1957) 20ml, lauric acid(C_{12:0}) 2mg(Standard)을 50ml screw tafron tube에 넣어 shaking incubator에서 12시간 배양한 후 0.97% salt를 5 ml 첨가하여 3,000rpm에서 원심분리한 후 상등액을 제거하고 하층용액을 취하여 4 0°C이하에서 증류하여 잔류용매를 제거하여 지방을 추출하였다. Methylation용 tube에 옮긴 chloroform과 지방을 약 45~55°C의 heating block에 넣고 N₂ gas 가스로 증발시켜 지방만 남은 tube에 3N-HCL-Methanol 10ml 첨가하여 100°C에 중탕을 시키면서 shaking하고 Hexane 2ml과 0.97%의 salt를 첨가하여 두 층으로 분리되면 상등액을 취한 후 GC(gas chromatography)로 분석하였다.

자) 콜레스테롤(Cholesterol)

샘플을 동결건조하여 0.3g을 취한 후 Chloroform과 Methanol을 2:1로 혼합한 Folch solution 12ml를 tube에 첨가한 후 4°C에서 24시간동안 방치하였다. 여기에 3차 증류수를 10ml를 첨가하여 잘 혼합한 후에 3,000 rpm에서 20분간 원심분리를 한다. 원심분리시킨 샘플의 하층부를 주사기를 이용하여 취하여 Hood 안에서 24시간 정도 두어 Folch solution이 완전히 날아가도록 한 후, glacial acetic acid 1ml을 넣고 혼합한 시료에서 0.1ml을 취하여 O-phthaldehyde reagent 2ml과 Conc. H₂SO₄ 1ml을 첨가한 후 잘 혼합하여 10분 후 Spectrophotometer를 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 Cholesterol standard stock solution을 10, 20, 30, 40, 50ml과

glacial acetic acid 40, 30, 20, 10, 0ml과 혼합하여 위와 같은 측정 과정을 거쳐 흡광도를 측정한 후에 회귀식을 구하였다. 표준곡선에 의해 측정된 량에 glacial acetic acid첨가량과 희석배수를 곱해준 값에 total lipid weight(mg)을 곱해주고, 그 값을 다시 시료무게로 나눠 계산하였다.

사. 통계분석

본 연구에서 조사된 성적은 PC-SAS Package(1987)의 GLM을 이용하여 분석하였는데, 다음과 같은 모델을 적용하였다.

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Sire}_i + \text{Trt}_j + b\text{Age}_k + e_{ijkl}$$

여기서, Y_{ijkl} : 각 개체형질에 대한 측정치

μ : 전체 평균

Sire_i : i 번째 종모우의 효과

Trt_j : j 번째 거세 및 거세시기의 효과

Age_k : 일령에 대한 각 형질의 회귀계수

e_{ijkl} : 임의오차

제 2 절 결과 및 고찰

1. 거세와 거세시기가 발육성적에 미치는 영향

한우의 경제적인 거세시기를 구명하기 위한 본 연구의 첫 번째 실험은 총 75두의 한우 비거세우(25두) 및 거세우(50두) 등 총 75두를 대상으로 실시하였는데, 이중 비거세우군은 25두를 공시하여 5, 8, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축하였다. 5개월령 거세우군은 20두를 공시하여 8, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩을 도축하였으며, 8개월령 거세우군은 15두를 공시하여 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩을 도축하였고, 12개월령 거세우군은 10두를 공시하여 16 및 26개월령에 각각 5두씩을 도축하였으며, 마지막으로 16개월령 거세우군은 5두를 공시하여 26개월령(off-test)에 도축하여 조직성분에 대한 확인을 실시하였다.

본 연구에서 첫 번째 월령별 조직특성을 구명하기 위한 실험에서는 거세월령별 공시두수가 다르고 이에 따른 기간별 공시두수의 차이로 사료섭취량과 사료효율은 조사되지 않았다. 사료효율은 같은 두수의 공시축을 대상으로 두 번째 실험에서 조사된 사료섭취량을 바탕으로 고찰이 되었다.

따라서, 표 2-1 및 그림 1-1에 나타난 사육기간별 월령에 따른 증체의 특성을 살펴보면 다음과 같다.

먼저 첫 번째 거세인 5개월령 거세이후 두 번째 거세시기인 8개월령에 도달할 때 까지 비거세우군과 거세우군간의 체중은 처리구간의 통계적인 유의차는 인정되지 않았다. 다만 6개월령 및 7개월령의 16개월령 거세우군의 체중이 다소 감소하는 경향을 보이고 있지만 이것은 실험 개시시 평균체중이 상대적으로 작는데 기인하는 것으로 사료된다.

Table 2-1. Least squares means and standard errors for body weight of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial I

Age (Mo)	Bulls (kg)		Steers(kg)							
			5 Mo ¹		8 Mo		12 Mo		16 Mo	
	n		n		n		n		n	
5	25	126.6± 4.2	20	128.3± 6.6	15	131.0± 6.0	10	132.5± 7.0	5	122.9± 9.4
6	25	172.9± 5.2	20	175.0± 8.1	15	178.9± 7.3	10	178.6± 8.6	5	163.5±11.6
7	20	185.5± 5.6	20	181.2± 8.2	15	189.1± 6.8	10	188.3± 8.0	5	177.1±10.7
8	20	204.3± 6.7	20	200.8± 9.8	15	208.6± 8.2	10	215.4± 9.5	5	195.6±12.7
9	20	239.5± 6.2 ^a	15	205.5± 6.2 ^b	15	239.6± 7.2 ^a	10	247.5± 8.8 ^a	5	223.6±12.5 ^{ab}
10	15	257.3± 8.1 ^a	15	227.2± 8.1 ^b	15	260.7± 8.1 ^a	10	258.5± 9.9 ^a	5	236.8±14.0 ^{ab}
11	15	289.8± 7.9 ^a	15	257.4± 7.9 ^b	15	294.6± 7.9 ^a	10	288.1± 9.7 ^a	5	264.4±13.7 ^{ab}
12	15	320.0± 9.8 ^a	15	279.0± 8.0 ^b	15	311.9± 9.8 ^a	10	304.9± 9.8 ^a	5	300.1±13.8 ^{ab}
13	10	338.3±10.4	10	312.9±10.4	10	330.5±10.4	10	320.2±10.4	5	321.0±14.8
14	10	389.9±10.7	10	357.0±10.7	10	376.9±10.7	10	379.5±10.7	5	379.2±15.2
15	10	433.1±12.4 ^a	10	369.9±12.4 ^b	10	391.7±12.4 ^b	10	387.8±12.4 ^b	5	394.7±17.6 ^{ab}
16	10	452.3±14.9 ^a	10	385.0±10.5 ^b	10	417.0±14.9 ^{ab}	10	394.3±14.9 ^b	5	392.2±14.9 ^b
17	5	450.5±16.3 ^a	5	395.9±16.3 ^b	5	412.3±16.3 ^{ab}	5	391.1±16.3 ^b	5	385.4±16.3 ^b
18	5	466.6±19.4	5	447.5±19.4	5	429.3±19.4	5	410.2±19.4	5	424.4±19.4
19	5	512.2±23.4	5	462.3±23.4	5	461.4±23.4	5	441.1±23.4	5	452.9±23.4
20	5	559.8±23.7 ^a	5	454.0±34.6 ^b	5	490.3±24.8 ^b	5	471.9±23.3 ^b	5	474.4±22.6 ^b
21	5	603.4±25.6 ^a	5	494.5±37.4 ^b	5	509.3±26.8 ^b	5	493.4±25.2 ^b	5	494.7±24.4 ^b
22	5	618.1±25.3	5	509.5±36.9	5	522.8±26.5	5	507.5±24.9	5	510.3±24.1
23	5	672.5±28.0 ^a	5	538.7±40.7 ^b	5	557.1±29.2 ^b	5	555.9±27.5 ^b	5	556.9±26.6 ^b
24	5	697.9±27.8 ^a	5	539.1±40.5 ^b	5	558.5±29.0 ^b	5	547.9±27.3 ^b	5	558.4±26.4 ^b
25	5	725.3±26.9 ^a	5	587.8±39.3 ^b	5	585.5±28.1 ^b	5	579.7±26.5 ^b	5	593.1±25.6 ^b
26	5	748.0±27.1 ^a	5	614.4±27.2 ^b	5	613.4±27.6 ^b	5	593.4±27.1 ^b	5	608.1±27.5 ^b

¹ Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

그러나 춘기발동기에 접어드는 8개월령부터 성성숙기에 도달하게 되는 11개월령까지의 체중 증가량을 살펴보면, 5개월령 거세우군은 증체량이 떨어지기 시작하여 9, 10 및 11개월령에는 각각 $205.5 \pm 6.2\text{kg}$, $227.2 \pm 8.1\text{kg}$ 및 $257.4 \pm 7.9\text{kg}$ 으로서 대조구인 비거세우군과 8개월령 및 12개월령 거세우군에 비하여 유의하게 체중이 감소하는 것($P < 0.05$)을 보이고 있다. 5개월령 거세우군과 유의성($P < 0.05$)을 보이는 각 처리군의 증체량 증가폭은, 비거세우군, 8개월령 거세우군, 12개월령 거세우군이 각각 12.0%, 13.6% 및 14.6%였다. 반면 8개월령 거세우군은 동 기간 중에 체중의 감소는 거의 보이지 않았고, 오히려 다른 처리구에 비하여 체중이 증가하는 경향을 보였다.

생후 12개월령부터 15개월령까지의 증체는 비거세우군이 16개월령 거세우군을 제외한 다른 처리구에 비하여 체중이 유의하게 증가($P < 0.05$)하였으며, 이 시기의 16개월령 거세우군은 비거세우군과 다른 거세우군과 통계적인 유의차를 보이지는 않았으나 비거세 상태의 증체인 점을 감안하면 정상적인 성장을 한 것으로 사료된다. 특히 8개월령 거세우군과 12개월령 거세우군의 경우 비거세우군과는 체중증가에서 차이가 있었지만, 16개월령 거세우군에 비하여 거의 동일한 성장을 한 것으로 조사되었다. 16개월령 거세우군이 아직까지 비거세상태인 점을 감안하면, 8개월령 및 12개월령 거세우군의 경우 거세이후에도 오히려 증체가 정상적으로 이루어졌음을 알 수 있다.

생후 16개월령과 17개월령에 조사된 체중자료는 8개월령 거세우군이 비거세우군과 다른 거세우군과 통계적인 유의차는 인정되지 않았지만, 다른 거세우군들과 비교할 때 체중이 증가하는 경향을 보여, 비육기에 들어서는 춘기발동기에 거세한 군이 보상성장의 효과가 큰 것으로 보인다. 반면 16개월령 거세우군은 거세한 이후에 17개월령까지 체중이 지속적으로 감소하는 경향을 보이다가 18개월에 들어서야 정상적인 증체를 하는 것으로 조사되었다. 이러한 현상은 5개월령 거세우군, 8개월령 거세우군 및 12개월령 거세우군에서는 나타나지 않았던 현상으로 비육기에 있는 비거세우를 약 16개월령에 거세하였을 때 스트레스로 인한 체중의 감소현상이 심했던 것으로 사료되며, 특히 5, 8, 12개월령의 거세시기에는 체중이 감소하는 등의 극단적인 스트레스는 없었던 것으로 조사되었다. 이후 18개월과 19개월령의 체중은 비거세 및 거세우군 모두 통계적인 차이가 없을 정도로 증체가 되어, 비육기 중 근내지방이

침착되기 시작하는 시점의 증체량에는 거세와 비거세의 차이가 없는 것으로 조사되었다.

본격적으로 지방이 축적되는 시기인 20개월령 이후의 증체성적을 살펴보면, 비거세우군이 비육후기 전기간 동안 가장 증체가 잘 되어 거세우군과의 차이가 인정($P<0.05$)되었으나, 거세우군 간의 체중성적에 대한 유의차는 인정되지 않았다. 피하지방, 복강내 지방, 근간지방 및 근내지방이 가장 많이 침착되는 이 시기에 거세우군 간의 체중성적에서 차이가 발견되지 않은 것은 각 거세우군의 거세우들이 어떤 식으로든 체내에 지방을 축적하는 패턴이 같았던 것으로 사료된다. 실험종료시의 체중자료는 비거세우군, 5개월령, 8개월령, 12개월령 및 16개월령 거세우군이 각각 $748.0\pm 27.1\text{kg}$, $614.4\pm 27.2\text{kg}$, $613.4\pm 27.6\text{kg}$, $593.4\pm 27.1\text{kg}$ 및 $608.1\pm 27.5\text{kg}$ 으로서 비거세우군의 체중이 거세우군의 체중보다 유의하게 증가하였음을 알 수 있다($P<0.05$). 그 증가폭은 비거세우군이 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군에 비하여 각각 21.7%, 21.9%, 26.1% 및 23.0% 증가된 것으로 조사되었다. 그러나 실험이 종료된 시점의 처리군별 공시축은 각각 5두씩으로서 그 편차가 상당부분 영향을 주었기 때문에 전체적인 체중성적을 논하는데 한계가 있는 것으로 조사되었다. 특히 5개월령 거세우군의 경우는 1두의 증체성적이 월등한 개체가 있어, 동 군의 성적이 상향조정된 것으로 보인다. 거세시기별로 증체량의 차이가 종료시 체중의 성적에 영향을 미치는 영향에 대하여는 본 연구의 실험 2에서 충분한 두수에 대한 고찰로 대신하고자 한다.

한우의 경제적인 거세시기를 구명하기 위한 본 연구의 두 번째 실험은 한우 비거세우(15두) 및 거세우(60두) 등 총 75두를 대상으로 실시하였다. 본 연구의 두 번째 실험에서 비거세우군의 1두는 16개월령에 급성과산증(acidosis)으로 도태되었으므로 이후 성적에는 포함되지 않았다. 첫 번째 실험이 거세시기별 월령별 조직성분을 규명하기 위한 실험인 데 반하여, 두 번째 실험은 전 사육기간 동안의 거세시기별 월령별 성장패턴을 연구하고, 이에 따른 사료섭취량을 조사하여 사료효율을 분석하고, 매 3개월마다 채혈하여 혈액일반성분 및 호르몬 농도 등에 관한 조사를 실시하고, 이후 도축하여 도체특성을 규명하는 실험이었다. 본 연구에서 사료효율은 사료섭취량을 바탕으로 고찰이 되었다.

Table 2-2. Least squares means and standard errors for body weight of Hanwoo¹ bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II

Age (Mo)	Bulls (kg)	Steers (kg)			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	121.0±8.5	122.8±11.3	124.7±5.1	125.6±4.9	123.6±7.7
6	154.6±5.6	150.3±4.7	150.9±4.8	158.5±4.8	156.1±5.0
7	168.8±4.7	175.0±4.5	167.3±4.8	171.2±4.8	173.1±4.5
8	208.1±5.3 ^c	212.0±5.3 ^{bc}	225.0±5.3 ^{ab}	233.1±5.3 ^a	209.9±5.3 ^c
9	241.0±6.3	240.1±6.5	247.2±6.3	254.2±6.3	257.0±6.3
10	270.5±7.3	272.7±7.3	276.9±7.3	289.4±7.6	279.1±8.5
11	290.8±6.8 ^b	293.3±6.9 ^{ab}	301.5±7.1 ^{ab}	313.4±8.0 ^a	298.7±6.8 ^{ab}
12	302.8±7.4 ^b	325.5±7.7 ^a	313.7±8.7 ^{ab}	327.6±8.3 ^a	313.7±7.4 ^{ab}
13	349.5±8.0 ^{ab}	341.2±8.9 ^b	346.8±8.0 ^{ab}	366.4±8.0 ^a	359.5±8.0 ^{ab}
14	382.6±8.5 ^{ab}	359.2±8.2 ^b	376.9±8.8 ^{ab}	384.8±8.8 ^a	399.7±8.2 ^a
15	400.1±8.7 ^{ab}	389.5±8.7 ^b	400.1±8.7 ^{ab}	420.0±8.7 ^a	418.0±8.7 ^a
16	437.8±8.9 ^a	403.1±8.9 ^c	416.1±8.9 ^{bc}	436.7±8.9 ^{ab}	431.6±9.6 ^{ab}
17	455.5±9.8 ^{ab}	430.2±9.5 ^b	442.5±10.2 ^{ab}	469.7±9.5 ^a	448.4±9.5 ^{ab}
18	504.2±11.3 ^a	461.7±10.9 ^b	465.9±11.3 ^b	485.6±11.3 ^{ab}	484.7±11.0 ^{ab}
19	536.7±10.7 ^a	484.8±10.4 ^b	480.5±10.4 ^b	507.1±10.4 ^{ab}	508.9±10.8 ^{ab}
20	557.8±10.6 ^a	513.9±11.4 ^b	504.1±10.2 ^b	532.9±10.2 ^{ab}	529.2±10.2 ^{ab}
21	608.0±14.2 ^a	519.1±13.7 ^c	536.1±13.7 ^{bc}	569.9±13.7 ^{ab}	566.5±14.7 ^b
22	630.3±14.7 ^a	531.0±15.9 ^b	558.1±15.3 ^{bc}	586.7±14.2 ^b	585.1±14.2 ^b
23	638.0±15.7 ^a	547.4±14.6 ^c	566.9±15.7 ^{bc}	610.2±16.3 ^{ab}	595.6±15.7 ^b
24	660.0±15.3 ^a	570.7±15.3 ^c	588.6±14.7 ^{bc}	626.3±14.2 ^{ab}	611.9±14.7 ^{bc}
25	670.0±16.7 ^a	565.0±16.0 ^c	604.7±16.0 ^{bc}	638.2±16.0 ^{ab}	625.9±21.8 ^{ab}
26	686.1±17.3 ^a	595.3±19.0 ^c	614.2±16.7 ^{bc}	649.4±16.0 ^{ab}	638.4±16.7 ^{bc}

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Figure 1-2. Least squares means for weight of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial 2

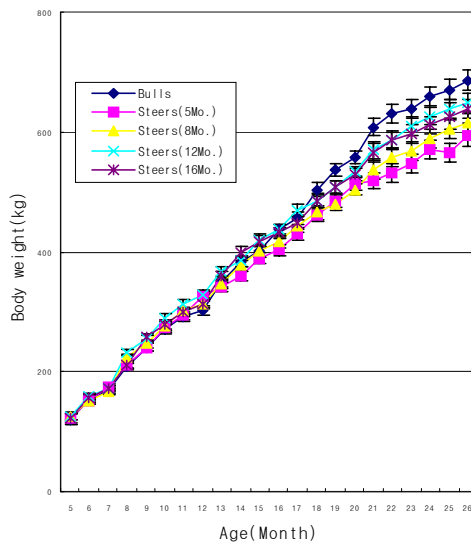


Figure 1-1. Least squares means for weight of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial 1

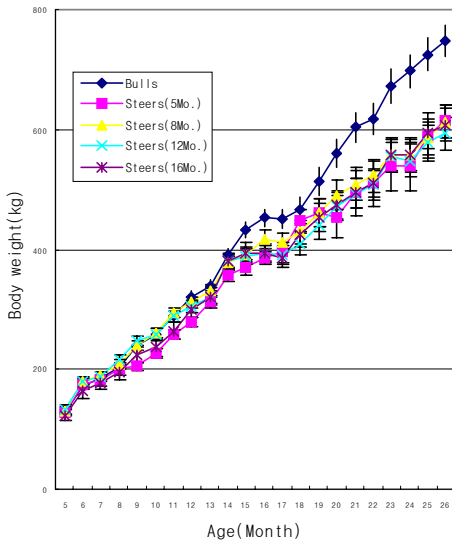


그림 1-1과 그림 1-2에는 본 연구의 실험 I 과 II의 한우 비거세 및 거세우의 처리구별 성장곡선을 나타내었다. 실험 I 에 공시된 공시축이 봄에 생산된 송아지이고, 실험 II에 공시된 공시축이 가을에 생산된 송아지라는 점을 감안한다면, 성장곡선이 약간 다르게 나타나는 현상은 송아지가 출생한 계절에 따른 차이와 함께 계절별로 생산된 송아지의 생시체중이 다른 것도 하나의 원인이었던 것으로 사료된다 (Ray, 1987; Hicks 등, 1990). 왜냐하면 본 연구가 수행되었던 농협중앙회 가축개량 사업소의 송아지 생산 시스템은 봄 생산 송아지의 경우 사사에서 관리되며 태어나고 출생 후부터 우사에서 사육되는 반면 가을 생산 송아지는 방목지에서 방목 중에 태어나 약 1~2개월 간 어미소와 함께 사육되는 특징을 갖기 때문이다.

성장곡선은 직선형이 아니고 전 사육기간 동안 약 1회의 강한 증체 둔화 현상과 약 2회 정도의 약한 증체 둔화 현상을 보이고 있다. 특히 그림 1에 나타난 약 15개월령부터 18개월령까지의 증체 둔화 현상은 장기간 지속된 것으로 나타나 있다.

실험 I의 해당 월령은 약 15개월령에서 18개월령 정도인데 이때는 임계온도가 25~30℃ 정도로 실험축들의 사료섭취량이 급격하게 감소했기 때문인 것으로 사료된다. 일반적으로 임계온도가 25℃ 이상일 경우 건물섭취량이 약 12% 가량 감소되고 체열 발산을 위한 에너지를 더 사용되기 때문이다(Hicks 등, 1990). 더구나 해당 월령은 한우의 표준 성장곡선에서도 약간의 증체 감소 시기와 계절적인 효과가 중복되어 나타난 것으로 사료된다.

전술한 바와 같이 그림 1-1에서 실험 I의 증체 성적을 살펴보면 비거세우의 증체 성적이 18-19개월령을 지나면서 급격하게 성장하기 시작하여 거의 직선적인 성장을 하고 있는 것으로 조사된 반면, 실험 II의 성적은 비거세우군이 한우의 성장 표준곡선처럼 약 22개월령 이후 점차적으로 증체가 둔화되는 모습을 보이고 있다. 표 1-1에서 처럼 증체둔화 현상이 크게 나타나지 않은 이유는 이 시기가 가장 더운 여름철을 지난 상황이었고, 소의 산육생리상 약 12개월에 가장 증체량이 많을 때 여름철을 보냈기 때문이었던 것으로 보인다.

그림 1-1에 비하여 그림 1-2에서 5개월령 거세우군은 성성숙이 완전히 끝나는 시점부터 처리구 중 가장 작은 증체량을 보여 발육속도 측면에서 늦게 거세하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 즉, 성성숙 이후에 거세를 하더라도 증체량에서 약령기에 거세한 소보다 증체량이 많았다는 다른 연구결과들과 비슷한 경향을 보였다(Gregory 등, 1983; Vanderwert 등, 1985; Worrell 등, 1987; Parrassin 등, 1999).

표 2-3에는 본 연구 실험 II의 월령별 체중과 5개월령부터 7개월령까지의 발육 성적을 나타내었다.

Table 2-3. Effect of castration age for growth performance from 5 to 7 months of age on growing period in Hanwoo bulls and steers in trial II

ITEM	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Initial body weight, kg	121.0±8.5	122.8±11.3	124.7±5.1	125.6±4.9	123.6±7.7
7 Mo body weight, kg	168.8±4.7	175.0±4.5	167.3±4.8	171.2±4.8	173.1±4.5
Average daily gain, kg	0.79±0.08	0.87±0.07	0.71±0.08	0.76±0.08	0.82±0.06
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 60 days -----				
Concentrates	3.82	3.95	3.81	3.90	3.92
Roughages	2.74	2.96	2.07	2.59	2.86
DDMI ³	5.70	6.01	5.11	5.64	5.89
DDMI/ADG ⁴	7.21±1.28	6.90±1.26	7.19±1.21	7.42±1.21	7.18±1.26

¹ Number of Hanwoo bulls and steers in each group is 15 heads.

² Months of age at castration.

³ Daily dry matter intake.

⁴ Daily dry matter intake per average daily body gain.

이 실험에서 사육단계중 육성기로 구분되어지는 처음 60일간의 성적을 살펴보면, 첫 번째 거세우군인 5개월령 거세우군은 두 번째 거세시기인 8개월령에 도달하기 전까지 비거세우와 거세우, 5개월령 거세우군과 다른 거세우군과의 체중은 처리구간의 유의성이 보이지 않아 실험 I의 결과와 일치하는 경향을 보였다. 또한 5개월령 거세우군의 경우 거세에 따른 스트레스로 인한 체중의 증가량 감소현상은 실험 I과 실험 II에서 공히 나타났으나 통계적인 유의성은 보이지 않았다($P>0.05$). 실험 II에서는 5개월령 거세우군은 거세를 했음에도 불구하고 비거세우군과 거세우군 간의 비교에서 비거세우군 보다 약 10.1%, 8개월령 거세우군 보다는 22.5%, 12개월령 거세우군 보다는 14.5%, 16개월령 거세우군보다는 약 6.1% 가량 일당증체량이 증가한 것으로 나타나 다른 처리구에 비하여 평균 13.3% 일당증체량이 증가하는 경향을 보였다. 일당증체량의 증가로 인하여 5개월령 거세우군은 육성기 중 약 7개월령에는 체중의 감소는 거의 보이지 않았고, 오히려 다른 처리구에 비하여 체중이 증가하는 경향을 보였다.

또한 이러한 체중증가현상은 사료섭취량에서 5개월령 거세우군이 다른 처리구에 비하여 많은 섭취량을 보였음에도 불구하고, 사료효율이 개선되는 경향을 나타내게 한 것으로 보인다. DDMI/ADG에서 5개월령 거세우군은 6.90 ± 1.26 으로 다른 처리구에 비하여 개선된 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 나타나지 않았다 ($P > 0.05$).

그러나 이 시기에 전체 실험우군의 성적이 첫 번째 실험의 체중보다 다소 떨어지는 경향을 보이고 있는데 그것은 본 연구에 공시된 공시축이 실험 I에 공여된 것은 봄에 생산된 송아지였고, 실험 II에 공여된 것은 가을에 생산된 것으로 계절에 따른 송아지 증체량의 차이였던 것으로 사료된다.

표 2-2에 나타난 월령별 체중자료를 바탕으로 다른 거세우군의 거세에 따른 증체특성을 살펴보면, 춘기발동기에 거세가 되는 8개월령 거세우군은 거세 직후에는 오히려 증체량이 증가하였다가, 거세 1개월 후인 9개월령에 증체량이 감소하는 경향을 보였다. 그러나 12개월령 거세우군과 16개월령 거세우군은 거세를 실시한 당월에 일당증체량이 $0.65 \pm 0.10\text{kg}$ 및 $0.68 \pm 0.10\text{kg}$ 으로 감소하는 현상을 보여, 춘기발동기 이전에 거세를 실시 할 경우 거세에 따른 스트레스가 덜한데 비하여 성성숙기나 그 이후에 거세를 할 경우 스트레스가 상대적으로 높았음을 알 수 있었다. 특히 16개월령 거세우군의 경우는 그 스트레스로 인한 증체량의 감소현상이 약 2개월까지 지속되는 모습을 보여 체중이 무거울수록, 월령이 클수록 거세에 의한 스트레스로 인한 체중의 감소현상이 심한 것을 보였는데 이것은 실험 I의 그것과 일치하는 결과였으며, Knight 등(1999)의 연구에서도 성성숙 이후에 거세를 할 경우 거세이후에 2~4.5개월가량 스트레스가 지속되는 것으로 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 여기에서 스트레스의 지속은 외과적인 거세의 역효과로 설명하였으나, Jago 등(1999)은 외과적인 수술의 역효과보다는 testosterone의 생리적인 제거로 인한 혈청 cortisol 농도의 증가에 기인한다고 하였다. 또 거세하는 시점의 생후 월령이 늦으면 늦을수록 코티솔 농도가 증가하는 것으로 미루어 증체율이 낮아지는 것으로 사료된다(King 등, 1991).

백 등(1992)은 비거세우와 3~4개월령, 5~6개월령 및 7~8개월령 거세우군을 배치하여 증체성적에 대하여 실시한 실험의 결과에서 3~4개월령 거세우의 증체성적이 5~6개월령 및 7~8개월령 거세우에 비하여 좋은 것으로 보고하였다. 거세후의 발육에 대하여 거세시기가 늦을수록 거세 후 발육이 떨어지는 것으로 보고하고, 사

료효율 역시 거세시기가 늦을수록 떨어지는 것으로 보고한 바 있으나 본 연구의 결과와는 상이한 결과였다.

Table 2-4. Effect of castration age for growth performance from 7 to 11 months of age on pre-pubertal period in Hanwoo bulls and steers in trial II

ITEM	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
7 Mo body weight, kg	168.8±4.7	175.0±4.5	167.3±4.8	171.2±4.8	173.1±4.5
11 Mo body weight, kg	290.8±6.8 ^b	293.3±6.9 ^{ab}	301.5±7.1 ^{ab}	313.4±8.0 ^a	298.7±6.8 ^{ab}
Average daily gain, kg	1.02±0.06	0.99±0.06	1.12±0.06	1.18±0.06	1.05±0.06
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 120 days -----				
Concentrates	5.13	5.13	5.11	5.10	5.12
Roughages	3.80	3.67	4.00	4.06	3.84
DDMI ³	7.80	7.68	7.95	7.99	7.82
DDMI/ADG ⁴	7.65±1.38 ^a	7.76±1.36 ^a	7.09±1.41 ^{ab}	6.77±1.41 ^b	7.44±1.36 ^a

¹ Number of Hanwoo bulls and steers in each group is 15 heads.

² Months of age at castration.

³ Daily dry matter intake.

⁴ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

표 2-4에는 춘기발동기(pre-pubertal)에 접어드는 7개월령부터 성성숙기에 도달하게 되는 11개월령 까지 총 120일간의 발육성적이 나타나 있다. 이때에는 8개월령 거세우군이 거세되어 거세로 분류되는 처리구가 5개월령 거세우군 및 8개월령 거세우군이고, 비거세로 구분되는 처리구는 12개월령 및 16개월령 거세우군이었다. 이 시기의 발육성적을 살펴보면 5개월령 거세우군이 성성숙기까지 지속적으로 체중이 증가하는 모습을 보여, 8개월령 이후 점차적으로 감소했던 실험 I 과는 차이가 있었다.

이 같은 성적은 Cosgrove 등(1996)이 약 176kg 정도의 Friesian 교잡종에 대한 실험에서 성성숙 이전 월령인 8-10개월령에 거세를 할 경우, 거세 후 약 2개월간의 단기간 동안 체중감소가 없었다고 한 보고와 일치하는 결과였으나, Jago 등(1996)의 11개월령 거세시 비거세우에 비하여 체중증가폭이 적었다는 보고와는 상반되는 결과였다. 그러나 320kg 정도에 외과적으로 거세한 소들이 약령기 거세우군과 증체량에

서 별 차이가 없었다는 Berry 등(2001)의 연구결과와는 일치하였다. 또한 이유시 거세를 하는 것 보다 12개월령 거세가 증체율이 높았으며, 육질은 비슷하다고 한 보고(Gregory 와 Ford, 1983)와도 일치하였다.

이 등(1997)은 7개월령에 거세한 한우에 대한 연구에서 8개월 및 9개월령부터 거세의 효과가 나타나 약 12%가량 비거세우에 비해 증체율이 감소한 것으로 보고하였으나 본 연구의 2차 실험에서 8개월령 거세우군은 비육중기인 15~16개월령부터 비거세우군과 체중성적에서 차이를 보인 것으로 조사되어 상이한 결과를 나타내었다.

본 연구에서는 생후 11개월령까지 도달한 처리구 중 5, 8, 16개월령 거세우군의 체중은 일정한 경향을 보이지 않았고 비거세 상태로 분류되는 비거세우군과 12개월령 거세우군 간에는 체중의 차이가 있었다. 그러나 이 기간 동안의 일당증체량은 비거세우군, 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군이 각각 $1.02 \pm 0.06\text{kg}$, $0.99 \pm 0.06\text{kg}$, $1.12 \pm 0.06\text{kg}$, $1.18 \pm 0.06\text{kg}$ 및 $1.05 \pm 0.06\text{kg}$ 으로 처리간의 차이가 없었다. 사료섭취량에 대한 조사에서도 처리구간의 차이가 인정되지 않았으나 사료효율에서는 12개월령 거세우군의 사료효율이 비거세우군, 5개월령 거세우군 및 16개월령 거세우군에 비해 개선되었다($P < 0.05$).

본 연구에서 8개월령 거세우군은 거세 이후 일당증체량이 감소하지 않고 오히려 다른 처리군과 비슷한 일당증체량을 보여, 사료효율이 12개월령 거세우군을 제외한 다른 처리구와 비슷한 결과를 보였으며, 특히 약령기 거세우군과 비교하면 큰 차이를 나타내지 않았다. 이것은 8개월 정도에 거세한 수소가 약령기 거세우군에 비하여 사료섭취량이나 증체량이 증가는 하였지만 사료효율에 있어서는 차이가 없었다는 Berry 등(2001)의 연구결과와 유사한 결과였다.

성성숙기 이후 비육전기에 들어서서는(표 2-5) 비거세우군 및 16개월령 거세우군의 일당증체량이 평균 $0.91 \pm 0.06\text{kg}$ 및 $0.99 \pm 0.06\text{kg}$ 으로 5개월령 거세우군의 $0.80 \pm 0.06\text{kg}$, 8개월령 거세우군의 $0.82 \pm 0.06\text{kg}$ 에 비하여 증체율이 높았다($P < 0.05$). 즉, 5개월령 거세우군이 비육기에 들어서서는 12개월령 이후부터 비거세와 다른 거세우군들보다 증체율이 떨어지는 현상을 보였던 것으로 해석되지만, 이 시기 중 15개월령의 체중자료는 비거세우군과 5개월령 거세우군 및 8개월령 거세우군이 각각 $400.1 \pm 8.7\text{kg}$, $389.5 \pm 8.7\text{kg}$ 및 $400.1 \pm 8.7\text{kg}$ 으로 유의적인 차이는 없었다. 다만 5개월령 거세우군이 12개월령 거세우군과 16개월령 거세우군에 비하여 체중에 있어서 유의성이

인정되었다($P<0.05$).

Table 2-5. Effect of castration age for growth performance from 11 to 15 months of age on post-pubertal period in Hanwoo bulls and steers in trial II

ITEM	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
11 Mo body weight, kg	290.8±6.8 ^b	293.3±6.9 ^{ab}	301.5±7.1 ^{ab}	313.4±8.0 ^a	298.7±6.8 ^{ab}
15 Mo body weight, kg	400.1±8.7 ^{ab}	389.5±8.7 ^b	400.1±8.7 ^{ab}	420.1±8.7 ^a	418.0±8.7 ^a
Average daily gain, kg	0.91±0.06 ^a	0.80±0.06 ^b	0.82±0.06 ^b	0.89±0.06 ^{ab}	0.99±0.06 ^a
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 120 days -----				
Concentrates	7.04	6.99	6.77	6.81	6.94
Roughages	3.03	3.08	3.10	2.94	3.17
DDMI ³	8.84	8.84	8.66	8.57	8.87
DDMI/ADG ⁴	9.71±1.40 ^b	11.10±1.39 ^a	10.60±1.42 ^{ab}	9.63±1.42 ^b	8.96±1.42 ^b

¹ Number of Hanwoo bulls and steers in each group was 15 heads.

² Months of age at castration.

³ Daily dry matter intake.

⁴ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

Post-pubertal 기간으로 구분되는 11개월령부터 15개월령까지 체중증가량의 순위는 16개월령 거세우군, 비거세우군, 12개월령 거세우군, 8개월령 거세우군 및 5개월령 거세우군의 순서였다. 특히 약령기에 거세한 5개월령 거세우군의 일당증체량은 이때부터 차츰 저하되기 시작했던 것으로 조사되었다. 실험 I에서는 생후 12개월령부터 15개월령까지의 증체는 비거세우군이 16개월령 거세우군을 제외한 다른 처리구에 비하여 체중이 유의하게 증가($P<0.05$)하였던 것과 유사하게 실험 II에서도 비거세우군과 거세우 처리군간의 차이는 인정되었다($P<0.05$). 사료효율에서는 5개월령 거세우군의 효율이 가장 떨어지고 8개월령 거세우군이 그 뒤를 잇고 있다. 비거세우군과 12개월령 거세우군 및 16개월령 거세우군의 사료효율은 차이가 없었으나 16개월령 거세우군이 가장 좋았던 것으로 조사되었다.

출생시와 6개월령 및 12개월령에 거세하여 증체와 도체성적을 분석한 연구(Knight 등, 2000)는 6개월령과 12개월령간의 일당증체성적과 도체중 등에서 차이를

보이지 않았다고 하여 본 연구의 결과와 일치하는 결과를 보였다. 이 연구에서 도체의 품질은 등심 단면적과 marbling score 및 도체율등에서 처리간의 차이가 나타나지 않은데 비하여 지방의 두께는 6개월령에 비하여 12개월령이 작게 나타나 12개월령의 도체의 품질이 좋다고 하였다.

Table 2-6. Effect of castration age for growth performance from 15 to 19 months of age on fattening I period in Hanwoo bulls and steers in trial II

ITEM	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
15 Mo body weight, kg	400.1±8.7 ^{ab}	389.5±8.7 ^b	400.1±8.7 ^{ab}	420.1±8.7 ^a	418.0±8.7 ^a
19 Mo body weight, kg	536.7±10.7 ^a	484.8±10.4 ^b	480.5±10.4 ^b	507.1±10.4 ^{ab}	508.9±10.8 ^{ab}
Average daily gain, kg	1.14±0.89 ^a	0.79±0.86 ^b	0.67±0.94 ^c	0.73±0.85 ^b	0.76±0.06 ^b
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 120 days -----				
Concentrates	7.88	8.34	8.26	8.24	8.30
Roughages	2.57	2.56	2.75	2.76	2.60
DDMI ³	9.20	9.59	9.69	9.69	9.59
DDMI/ADG ⁴	8.07±0.89 ^c	12.14±0.96 ^b	14.46±1.39 ^a	13.27±0.85 ^{ab}	12.62±0.85 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

³ Daily dry matter intake.

⁴ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

표 2-6에 나타난 비육중기(15~19개월령)에는 전술한 바와 같이 16개월령 거세우군이 거세에 따른 스트레스로 16개월 및 17개월에 증체량이 미미하였지만, 18개월 및 19개월에 증체가 회복되는 모습을 보였지만 비거세우군을 제외한 나머지 처리구와 통계적인 유의성은 인정되지 않았다($P > 0.05$). 이 기간 동안의 일당증체량을 살펴보면, 8개월령 거세우군과 12개월령 거세우군 및 16개월령 거세우군에서 5개월령 거세우군에 비하여 일당증체량이 감소하는 경향을 보였고, 비거세우군의 일당증체량이 가장 높았다($P < 0.05$). 이 영향으로 비거세우군의 사료효율이 가장 좋았고, 16개월령 거세우군은 거세의 영향으로 사료효율이 저하되는 결과를 나타내었다. 이러한 현상 즉, 성성숙 이후에 거세한 소들에 있어서 증체에 영향하는 스트레스가 보다 일찍 거

제한 소들에 비하여 약 2개월 정도까지 강해지는 것은 장기적인 testosterone의 기능적인 작용들이 갑자기 제거되고 cortisol의 기능적인 작용들이 거세 후 약 14일부터 강해지는 생리적인 스트레스에 기인하는 것으로 사료된다(Jago 등, 1999). 왜냐하면 testosterone은 단백질을 합성하는 등의 동화작용을 주로 하는데 반하여 cortisol은 지방합성 등의 이화작용에 주로 관여하기 때문이다. Corticosteroid는 근육조직의 이화작용과 지방 축적 작용을 증가시키는데 근육 내 cortisol 농도가 육질과 혈장 cortisol 농도와 밀접한 정의 상관관계를 가지며, cortisol이 성장을 억제한다는 보고와 일치하여 거세우가 비거세우보다 높은 근내지방도를 나타내며, 증체율을 억제하는 한 요인으로 작용하는 것이다.

한편, 이 등(1999)은 한우에 대한 성성숙 이후 생후 16개월령에 거세한 실험에서 거세로 인한 영향이 상당기간(3개월간) 지속되어 거세우가 비거세우에 비하여 12.9%의 증체량 감소와 거세시부터 출하시까지의 일당증체량에서는 약 15.9%의 감소가 있었지만 전 기간동안의 증체량 감소는 3.4%밖에 되지 않았으며, 일당증체량에서도 거의 차이가 없다고 하였다. 따라서 한우에서 성장과 발육이 왕성한 성성숙기 이후에 거세를 하는 것이 육질 개선과 더불어 발육속도의 측면에서도 개선되는 현상으로 고찰하였다.

성성숙 이후에 거세한 Friesian 교잡우에 대한 실험에서 약령기 거세우군에 비하여 증체량이 떨어졌다는 보고들(Cosgrove 등, 1996; Cosgrove 등, 1997; Jago 등, 1996; Knight 등, 1999; Knight 등, 2000)은 대부분 약 22개월령에 출하하는 체계로서 본 연구의 출하 월령인 26개월령 출하우와는 같은 경향을 나타내지 않은 것으로 사료된다. 이들 연구들 중 Knight 등(1999)은 이러한 증체량 감소현상은 외과적인 거세시에 spermatic cord의 결찰 실패로 인한 과다출혈이나 외과적인 수술이후의 병원성 균에 의한 감염, 혹은 비거세와 늦은 거세우의 행동학적인 중간단계로 생리상태를 유지하는 것에 기인하는 것이라고 하였다. 동 연구자는 이러한 물리적인 요인들을 최소화한 실험에서도 성성숙이후에 거세한 소의 증체율을 증가시키는데는 실패하였다. 2차 실험의 실패이유에 대하여 외과적 수술후유증과 testosterone의 제거와 연관된 생리적인 효과의 가능성을 제시하였다.

이와 같은 뉴질랜드의 연구결과와는 반대로 프랑스의 Parrassin등(1999)은 홀스타인 종에 대한 거세시기별 실험에서 16개월령에 거세한 거세우가 7개월령 거세우보다 증체량과 도체중에서도 차이가 없고 도체의 품질은 오히려 개선된다는 보고를

하여 약령기에 거세를 하는 것보다 성성숙이후에 거세하는 것이 더 좋은 쇠고기를 생산할 수 있다고 하여 본 연구의 12개월 및 16개월령 거세우군의 증체량 성적이 비거세우와 차이가 없었던 것과 유사하였다.

Table 2-7. Effect of castration age for growth performance from 19 to 26 months of age on fattening II period in Hanwoo bulls and steers in trial II

ITEM	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
19 Mo body weight, kg	536.7±10.7 ^a	484.8±10.4 ^b	480.5±10.4 ^b	507.1±10.4 ^{ab}	508.9±10.8 ^{ab}
Final body weight, kg	686.1±17.3 ^a	595.3±19.0 ^c	614.2±16.7 ^{bc}	649.4±16.0 ^{ab}	638.4±16.7 ^b
Average daily gain, kg	0.71±0.09 ^a	0.52±0.08 ^c	0.63±0.09 ^b	0.67±0.08 ^b	0.62±0.06 ^b
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 210 days -----				
Concentrates	8.64	9.28	9.06	9.07	9.26
Roughages	2.14	2.29	2.32	2.33	2.30
DDMI ³	9.51	10.20	10.04	10.04	10.20
DDMI/ADG ⁴	13.39±1.05 ^c	19.61±1.75 ^a	15.93±1.41 ^b	14.98±1.35 ^{bc}	16.45±1.74 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

³ Daily dry matter intake.

⁴ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

표 2-7에 나타난 비육후기(19~26개월령)에 처리구별 증체량의 순위는 비거세우군, 12개월령 거세우군, 8개월령 거세우군, 16개월령 거세우군 및 5개월령 거세우군의 순서로 나타났다. 여기서 5개월령 거세우군과 8개월령 거세우군은 동 기간 중에 증체량에 커다란 차이가 없었지만 8개월령 거세우군이 증가하는 경향을 보였다. 12개월령 거세우군은 5개월령 거세우군과는 유의하게 차이가 인정되었으며, 8개월령 거세우군과는 통계적인 차이가 없었다. 16개월령 거세우군의 경우에도 비거세우군에 비하여 감소하는 경향을 보였지만 동 기간 동안 다른 거세우군과의 차이를 보이지 않았다. 지방축적 시기인 20개월령 이후의 증체성적을 살펴보면, 비거세우군이 비육후기 전기간 동안 가장 증체가 잘 되어 거세우군과의 차이가 인정($P < 0.05$)된 점은 실험 I 과 일치하는 결과였다. 그러나 실험 I에서는 거세우군 간의 체중성적에 대

한 유의차가 인정되지 않았고 실험 II에서는 거세우군간에 유의성은 인정되지 않았으나 12개월령 거세우군이 가장 좋은 경향을 나타냈다. 비육후기에 12개월령 거세우군은 5개월령 거세우군보다 증체율이 높았다($P<0.05$). 비육후기 사육단계에서 비거세우에 비하여 거세우군들은 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군이 각각 36.5%, 12.7%, 6.0%, 14.5%의 일당증체량의 차이를 보여 평균 17.4%의 증체가 차이가 난 것으로 조사되었다. 이것은 Cosgrove 등(1996)이 보고한 Friesian 교잡우에 대한 비육후기 사육에서 약 19.2%의 증체량의 차이를 보고한 것과 비슷한 경향을 보였다. 또한 동 연구자료에서 성성숙 이후 17개월령에 거세한 군의 체중성적이나 도체중이 pre-pubertal기에 거세한 군보다 높지 않았음을 보고한 자료와는 차이가 있는 것으로 보여 이것은 품종 및 사육환경에 따른 차이였던 것으로 사료된다. 그러나 정 등(1996)은 한우와 홀스타인종 수소 및 거세우에 대한 연구에서 품종에 따른 육량등급의 차이가 없다고 하여 상반되는 결과를 보였다.

비육전기부터 나타나기 시작한 체중의 성장패턴은 비육중기 및 비육후기에도 그 경향을 그대로 보여주고 있다. 비육기에 들어서서부터 비거세우군은 다른 거세우군들보다 지속적으로 증체의 우위를 지키고 있었으며, 5개월령 거세우군과 8개월령 거세우군은 비거세우군과 12개월령 거세우군 및 16개월령 거세우군에 비하여 상대적으로 낮은 증체율을 보였다.

Knight 등(1999)은 Friesian 교잡우를 대상으로 실시한 7개월, 12개월, 15개월 및 17개월령 거세에 대한 발육성적을 종합한 결과를 통하여 15개월령과 17개월령에 거세한 군이 거세한 직후인 15개월령 및 17개월령부터 22개월령 출하시점에 이르렀을 때, 비거세우군, 7개월령 거세우군 및 12개월령 거세우군에 비하여 매우 낮은 증체율(일당증체량 0.31~0.43kg/d)을 기록했다고 보고한 바 있다. 그러나 본 연구에서는 이와 같은 현상은 없었으며, 지속적인 증체의 패턴을 유지한 것으로 나타나 서로 상반되는 결과가 조사되었다.

실험 종료시에 각 군의 성적은 비거세우군, 5개월령 거세우군, 8개월령 거세우군, 12개월령 거세우군 및 16개월령 거세우군이 각각 $686.1\pm 17.3\text{kg}$, $595.3\pm 19.0\text{kg}$, $614.2\pm 16.7\text{kg}$, $649.4\pm 16.0\text{kg}$ 및 $638.4\pm 16.7\text{kg}$ 으로서 비거세우군에 비하여 각각 15.3%, 11.2%, 5.6% 및 9.6% 증체가 덜 된 것으로 조사되었다.

실험 II의 발육 성적을 바탕으로 일당증체량과 체중성적을 종합하여 보면, 비거세우군의 경우는 사육단계별로 정상적인 성장을 하다가 비육후기에 증체량이 다소

떨어지는 것으로 조사되었다. 12개월령 거세우군과 16개월령 거세우군은 비육후기의 일당증체량의 감소정도가 비거세우군 보다 낮은 경향을 보였지만 커다란 차이는 없었다($P>0.05$). 반면 5개월령 거세우군과 8개월령 거세우군은 비거세우군에 비하여 크게 증체량이 감소하였으나 12개월령 거세우군과 16개월령 거세우군과는 차이가 없었다($P>0.05$).

Table 2-8. Effect of castration age for growth performance on total experimental period in trial II

ITEM	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Initial body weight, kg	121.0±8.5	122.8±11.3	124.7±5.1	125.6±4.9	123.6±7.7
Final body weight, kg	686.1±17.3 ^a	595.3±19.0 ^c	614.2±16.7 ^{bc}	649.4±16.0 ^{ab}	638.4±16.7 ^b
Average daily gain, kg	0.89±0.18 ^a	0.75±0.17 ^b	0.77±0.18 ^b	0.83±0.18 ^{ab}	0.82±0.16 ^{ab}
Feed and nutrient intakes	----- kg/day, 630 days -----				
Concentrates	7.37	7.68	7.52	7.54	7.66
Roughages	2.83	2.85	2.98	2.95	2.93
DDMI ³	8.97	9.25	9.23	9.23	9.31
DDMI/ADG ⁴	10.07±0.75 ^b	12.33±0.75 ^a	11.98±0.76 ^{ab}	11.12±0.74 ^{ab}	11.35±0.75 ^{ab}

¹ Number of Hanwoo bulls was 15 until 16 months of age and steers in each group is 15 heads.

² Months of age at castration.

³ Daily dry matter intake.

⁴ Daily dry matter intake per average daily body gain.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P<0.05$).

표 2-8에는 본 연구의 실험 II의 전 실험기간 동안의 발육성적이 요약되어 있다. 실험 전 기간동안의 일당증체량은 12개월령 거세우군과 16개월령 거세우군은 다른 거세우군이나 비거세우군과는 차이가 없었으나 5개월령 거세우군 및 8개월령 거세우군은 비거세우군보다 낮았다($P<0.05$). 전기간동안 사료섭취량은 처리간의 차이가 없었으나 비거세우군의 건물섭취량이 낮았으며, 이러한 결과로 비거세우군의 사료효율이 가장 좋은 것으로 나타났다. 각각의 거세우군 간의 사료효율은 차이가 없었다. 각 처리구의 사료효율을 보면, 비거세우군, 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군이 각각 10.07±0.75, 12.33±0.75, 11.98±0.76, 11.12±0.74 및 11.35±0.75로서 비거세우

군에 비하여 각각 22.4%, 19.0%, 10.4%, 12.7% 증가하는 현상을 보였다. 이것은 비거세우가 거세우에 비하여 약 17%정도 빨리 자라며, 사료효율을 약 13% 가량 높인다고 보고한 여러 연구결과들과 일치하고 있다(Field, 1971; Arthaud 등, 1977; 백등, 1992a; 백 등, 1992b; 신 등, 1996; 곽 등, 1995).

거세우와 비거세우간의 발육과 도체품질에서 비거세우의 증체량이 크고, 거세우의 근내지방이 높게 조사되는 가장 큰 이유는 비거세우는 성호르몬인 testosterone의 영향으로 조직 내에 단백질과 수분이 가장 많이 존재하게 되는데 반해, 거세우는 성호르몬의 제거로 인하여 지방조직, 특히 등지방 두께가 증가하기 때문인 것으로 사료된다(Arthaud 등, 1977; 김 등, 1996).

최종 off-test 시점의 체중을 살펴보면 비거세우군, 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군이 각각 $686.1 \pm 17.3\text{kg}$, $595.3 \pm 19.0\text{kg}$, $614.2 \pm 16.7\text{kg}$, $649.4 \pm 16.0\text{kg}$ 및 $638.4 \pm 16.7\text{kg}$ 으로 비거세우군에 비하여 5개월령 거세우군은 약 15.3% 증체가 덜 된 반면, 8개월령 거세우군은 11.7%, 12개월령 거세우군은 5.7%, 16개월령 거세우군은 7.5% 정도 증체가 덜 된 것으로 조사되었다.

이 같은 발육성적을 가지고 생각하면, 증체율을 저하하지 않는 적절한 거세시기를 고려하고자 했던 당초의 연구배경에 근접하는 결과를 보인 것으로 사료된다. Knight 등(1999)은 성성숙 이후의 외과적인 시술에 의한 거세우의 낮은 성장률이 거세의 시기에 의한 것이 아니라, 거세 후 도살시점까지의 시기가 짧았기 때문이라고 설명하여 본 연구의 발육속도에 관한 고찰을 뒷받침하고 있다.

특히 거세우군간의 거세시기와 관련하여 생각하면, 거세시기별 처리군간의 통계적인 차이는 없었으나, 5개월령 거세우군의 발육속도가 가장 떨어졌고, 12 및 16개월령 거세우군의 발육속도가 좋아, 고급육 생산을 위하여 한우수소를 거세할 경우 발육속도와 육질 등을 함께 고려하는 경제성을 검토하여 거세시기를 어느 단계까지 늦출 수 있는지 등을 결정할 필요가 있는 것으로 조사되었다.

Angus종에 대한 6개월령 및 14개월령 거세우군에 대한 체중의 비교에서 Fisher 등(2001)은 비거세우군의 증체량이 가장 좋았고, 6개월령 거세우군과 14개월령 거세우군의 체중은 차이가 없었다고 보고하였다. 또 Cosgrove 등(1997)의 보고서 post-puberty인 15~17개월령에 거세한 Friesian 교잡우의 경우 pre-puberty인 7개월령에 거세한 소에 비하여 증체량에서 차이가 없었다고 하였고, Jago 등(1996)도 여러 품종의 비육우에 대한 실험에서 성성숙 이후에 거세한 거세우가 일찍 거세한

소보다 증체량이 좋지 못하다고 보고하면서 도체의 품질은 거세우와 비거세우의 중간정도에 위치하는 것으로 보고하였다. 그러나 Parrassin 등(1999)은 16개월령에 거세한 거세우가 7개월령 거세우에 비하여 증체량과 도체중에서도 차이가 없고 도체의 품질은 오히려 개선된다는 보고를 하여 약령기에 거세를 하는 것보다 성성숙이후에 거세하는 것이 더 좋은 쇠고기를 생산할 수 있다고 하였다.

다만, Knight 등(1999)은 증체량의 장점을 최대화하면서 도축시에 약령기 거세우와 비슷한 도체품질을 얻기 위해서는 약 4.5개월간 정도를 방목지보다는 feedlot에서 사육하는 것이 가장 적정하다고 보고한 바 있다. 또한 한우에 대한 거세효과와 혈청대사물질의 변화에 대한 고찰을 살펴보면 15개월령 전후로 낮아지던 cortisol의 농도가 15개월령 이후 높아지는 현상으로 한우에 있어서 거세시기를 15개월령 이후로 하였을 때 증체를 최대화하면서 육질 개선도 이룰 수 있을 것으로 사료된다(이 등, 1997). 이러한 맥락에서 보면 국내 한우산업과 고급육 생산여건이 뉴질랜드와 한국의 개념상 차이가 있어 그대로 수용하기는 어려울 것으로 보인다. 왜냐하면 소비자들의 선호육에 차이가 있고, 출하월령과 품종에 따른 차이가 있기 때문이다.

Table 2-9. Comparison of average daily gain among bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II (Unit : %)

	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Bulls	100.0	84.2	86.5	93.3	92.1
5 Mo ²		100.0	102.7	110.7	109.3
8 Mo			100.0	107.8	106.5
Steers				100.0	98.8
12 Mo					100.0
16 Mo					

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

그러나 본 연구에서는 12개월과 16개월령 거세우군이 5개월령 거세우군 보다 off-test 체중이 증가하였고($P<0.05$), 일당증체량은 표 2-9에 보는 바와 같이 약

10%가량 증가하는 경향을 보였으며, 사료효율은 표 2-10에 보는 바와 같이 9.8% 개선되는 경향을 보였다. 따라서 증체 발육성적의 측면에서 고찰할 때, 한우 거세우의 경제적인 적정 거세시기를 논할 경우 현재 우리 나라에서 권장되고 있는 4-5개월령 거세보다는 성성숙이 일어나는 12개월령이나, 성성숙이 완전히 끝난 16개월령에 거세하여 사육하는 것이 좋은 것으로 조사되었다.

Table 2-10 Comparison of DDMI/ADG among bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II (Unit : %)

	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Bulls	100.0	81.7	84.1	90.6	88.7
5 Mo ²		100.0	102.9	110.9	108.6
8 Mo			100.0	107.7	105.6
12 Mo				100.0	98.0
16 Mo					100.0

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

2. 거세와 거세시기가 혈액성분에 미치는 영향

가. 혈액학치(Blood value)

그림 2-1에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 white blood cell (백혈구)의 수치를 표시하였다.

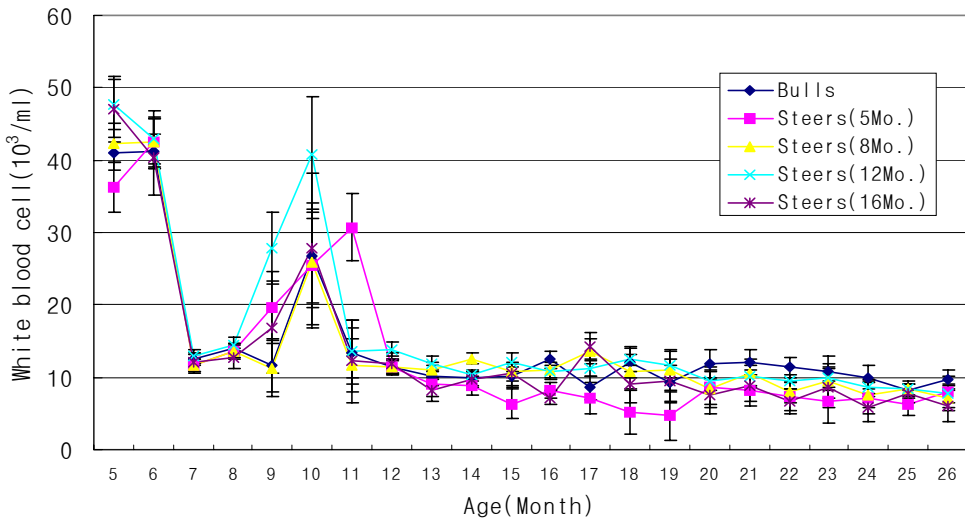


Figure 2-1. Least squares means and standard errors of white blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

실험 I 과 II에서 모든 시험우가 연령이 증가할수록 white blood cell의 수가 감소하는 경향을 보였는데 white blood cell의 수는 연령에 따른 차이가 있어 송아지가 성우보다 많고 품종에 따른 차이도 있다는 Greatorex(1957)의 보고와 일치하였다 (그림2-1, 표3-1). 정 등(1973)은 한우에 있어 무혈 거세법에 의해 거세를 할 경우 거세에 의한 총 white blood cell의 수는 별다른 변화가 없었다고 하였는데 실험 I 및 II에서도 거세에 따른 총 white blood cell 수의 변동은 관찰되지 않았다. 실험 II의 거세우군 내에서는 12개월령 거세우군이 5개월령 거세우군의 16 및 22개월령에, 8개월령 거세우군의 22개월령에, 그리고 16개월령의 22개월령에 각각 유의적으로 white blood cell의 수가 많았다($P < 0.05$).

표 3-1에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정 한 혈액학치 중 white blood cell의 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-1. Least squares means and standard errors for white blood cell of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/ml$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	10.48±1.11	11.41±1.44	11.71±0.65	12.85±0.64	11.40±1.02
7	10.70±1.17 ^b	10.05±0.91 ^b	12.66±1.09 ^{ab}	14.49±1.07 ^a	11.86±1.06 ^{ab}
10	10.63±0.85	10.53±0.72	11.68±0.76	12.16±0.76	10.94±0.77
13	9.59±0.93 ^b	10.51±0.78 ^b	11.15±0.81 ^{ab}	11.65±0.81 ^{ab}	12.81±0.85 ^a
16	8.87±0.78 ^b	9.33±0.66 ^b	10.78±0.69 ^{ab}	12.42±0.68 ^a	10.32±0.71 ^b
19	8.88±0.93	9.42±0.69	10.48±0.70	10.69±0.68	9.05±0.76
22	8.70±0.56 ^{ab}	8.01±0.47 ^b	8.56±0.48 ^b	10.02±0.48 ^a	7.73±0.50 ^b
25	6.96±0.62	7.30±0.58	6.40±0.53	7.83±0.52	7.65±0.58
26	6.56±0.71	7.49±1.08	7.40±0.69	7.97±0.83	7.92±0.60

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

Neutrophil(호중구)은 생체에 염증을 일으키는 bacteria가 침입하게 되면 그 수가 급격히 증가하여 amemoid성으로 bacteria를 탐식한다.

일반적으로 소에 있어 neutrophil 수는 연령이 증가할수록 감소하는데(Schalm, 1961) 실험 I 및 II에서도 감소하는 경향이 나타나 실험 II의 모든 처리군이 5개월령의 neutrophil 수가 3.66~5.43천개/ml 수준에서 26개월령에 3.08~3.73천개/ml 로 감소하는 경향을 보였다(표 3-2). 거세유무에 따른 비교에서는 실험 I 및 실험 II 모두에서 비거세우군이 거세우군의 거세후 neutrophil 수보다 유의적으로 많거나 같았다($P<0.05$). 그리고 실험 II의 거세우군간에는 12개월령 거세우군이 전반적으로 다른 거세우군보다 높게 나타나 5개월령 거세우군의 22개월령, 8개월령 거세우군의 16개월령 그리고 16개월령 거세우군의 22개월령에 보다 많았다($P<0.05$).

그림 2-2에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 neutrophil 수치를 표 시 하 였 다 .

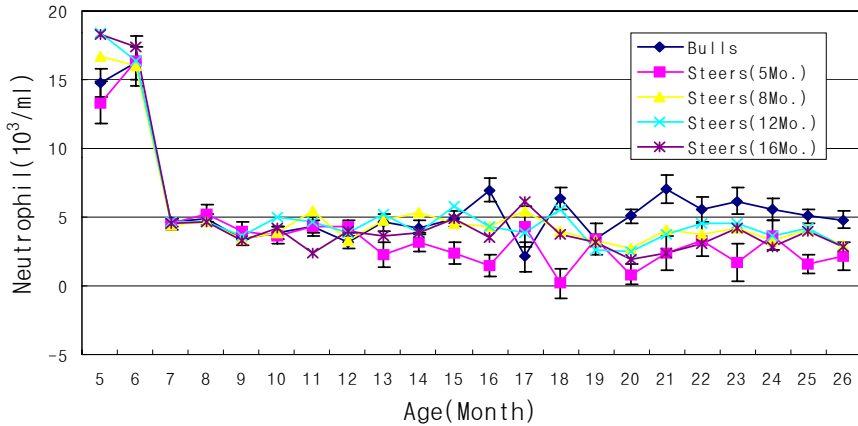


Figure 2-2. Least squares means and standard errors of neutrophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-2에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 neutrophil 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-2. Least squares means and standard errors of neutrophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/ml$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	5.43±0.56	3.66±0.72	4.63±0.32	5.26±0.32	5.30±0.51
7	5.41±0.52	4.58±0.41	4.89±0.49	5.68±0.47	5.21±0.47
10	4.90±0.51 ^{ab}	3.53±0.43 ^b	4.63±0.46 ^{ab}	5.12±0.46 ^a	4.62±0.47 ^{ab}
13	4.15±0.45 ^b	4.17±0.38 ^b	3.95±0.40 ^b	4.62±0.39 ^{ab}	5.81±0.41 ^a
16	4.51±0.42 ^{ab}	3.42±0.36 ^{bc}	2.98±0.37 ^c	4.09±0.37 ^{ab}	5.02±0.38 ^a
19	4.34±0.59	4.09±0.44	4.36±0.45	4.50±0.44	3.74±0.48
22	4.36±0.27 ^a	2.74±0.23 ^c	2.76±0.24 ^{bc}	3.35±0.23 ^b	2.64±0.24 ^c
25	3.88±0.29 ^a	3.41±0.27 ^{ab}	2.79±0.25 ^b	3.40±0.25 ^{ab}	3.29±0.27 ^{ab}
26	3.73±0.40	3.10±0.60	3.08±0.39	3.45±0.46	3.18±0.33

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

그림 2-3에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 lymphocyte(임파구) 수치를 표시하였다.

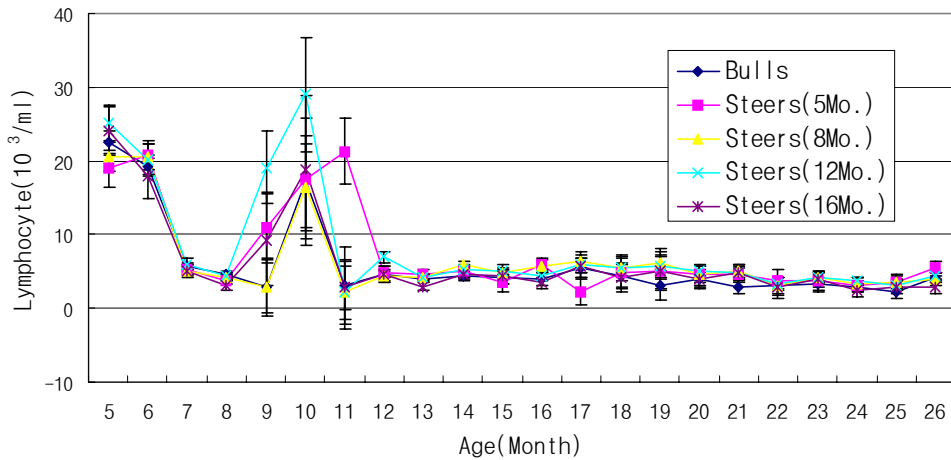


Figure 2-3. Least squares means and standard errors of lymphocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

Lymphocyte는 운동성이 없기 때문에 식작용은 없으나 외부감염이 있으면 그 수가 증가하여 immune body나 antibody를 생성한다.

실험 I 및 II에서 모든 처리군이 연령이 증가할수록 lymphocyte수가 증가하는 경향이 나타나 실험 II의 모든 처리군의 lymphocyte수가 5개월령에 3.89~5.63천 개/ml 수준에서 26개월령에 1.52~3.87천개/ml로 감소하는 경향을 보여 소에 있어 lymphocyte 수는 연령이 증가할수록 감소하였다는 Schalm(1961)과 Holman(1956)의 보고와 일치하였다. 실험 I 및 II에서 모두 거세에 따른 lymphocyte수의 변화는 뚜렷하지 않았으며 실험 II의 거세우군 내에서 8개월령 및 12개월령 거세우군이 5개월령 거세우군 보다 lymphocyte수가 많았고($P<0.05$) 12개월령 거세우군이 5개월령 및 16개월령 거세우군 보다 22개월령에 적었다($P<0.05$).

표 3-3에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정한 혈액학치 중 lymphocyte 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-3. Least squares means and standard errors of lymphocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/\text{ml}$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	3.89±0.79 ^b	5.41±0.79 ^{ab}	5.10±0.36 ^{ab}	5.63±0.35 ^a	4.20±0.56 ^b
7	3.77±0.56 ^b	3.66±0.44 ^b	4.10±0.53 ^b	5.48±0.51 ^a	4.13±0.51 ^{ab}
10	4.55±0.51 ^c	5.75±0.44 ^{abc}	6.26±0.46 ^a	5.94±0.46 ^{ab}	4.79±0.47 ^{bc}
13	4.39±0.47 ^b	5.10±0.40 ^{ab}	6.13±0.41 ^a	5.60±0.41 ^{ab}	5.63±0.43 ^a
16	3.28±0.52 ^b	4.64±0.44 ^b	6.03±0.46 ^a	6.61±0.45 ^a	4.02±0.47 ^b
19	3.82±0.57	4.72±0.42	5.24±0.43	5.40±0.42	4.65±0.46
22	3.81±0.43 ^c	4.70±0.36 ^{bc}	5.26±0.37 ^{ab}	6.00±0.37 ^a	4.56±0.39 ^{bc}
25	2.29±0.40 ^b	3.24±0.37 ^{ab}	2.75±0.34 ^{ab}	3.47±0.34 ^a	3.64±0.37 ^a
26	1.52±0.40 ^b	3.70±0.61 ^a	3.35±0.39 ^a	3.35±0.47 ^a	3.87±0.34 ^a

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Monocyte(단핵구)는 백혈구 중 가장 크고 운동성이 있어 neutrophil과 같이 강력한 식작용을 하고 lymphocyte와 같이 antibody형성에도 관여한다.

Monocyte의 수치는 실험 I 및 II에서 비거세우군과 거세 처리군은 모두 시험 개시 시에 높았다가 연령이 증가하면서 감소하는 모습을 보였다(그림 2-4, 표 3-4). 실험 I 및 II에서 비거세우군의 monocyte수가 거세우군 보다 시험기간 동안 유의적으로 적거나($P < 0.05$) 같았다. 실험 I의 12개월령 거세우군이 다른 시기 거세우군 보다 높거나 같았고 실험 II의 거세우군간에는 8개월령 거세우군이 5개월령 거세우군의 19개월에 monocyte수가 많았고($P < 0.05$) 12개월령 거세우군이 5개월령 거세우군 보다 13개월령 및 19개월에 많았으며($P < 0.05$) 16개월 거세우군도 25개월령에 8개월령 거세우군 보다 많게 나타나($P < 0.05$), 특히 12개월령 거세우군이 전반적으로 5개월령 거세우군보다 높거나($P < 0.05$) 같은 경향이 나타났다.

그림 2-4에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 monocyte 수치를 표시하였다.

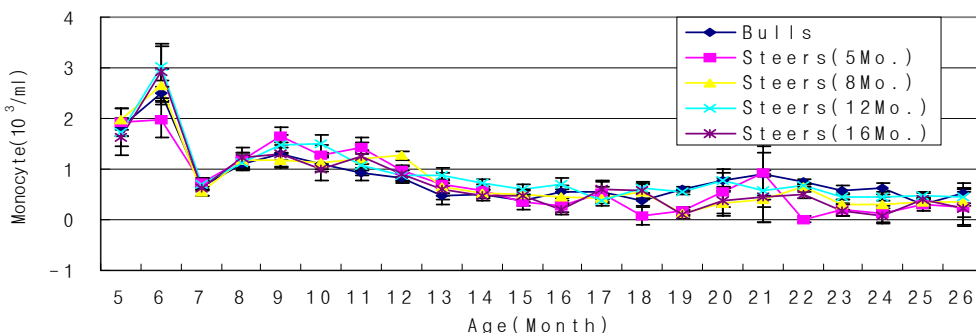


Figure 2-4. Least squares means and standard errors of monocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-4에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 monocyte 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-4. Least squares means and standard errors of monocyte for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/ml$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	0.62±0.25	1.34±0.32	1.11±0.14	1.05±0.14	1.14±0.22
7	0.78±0.16 ^{ab}	0.69±0.13 ^b	1.19±0.15 ^a	1.13±0.15 ^{ab}	0.92±0.15 ^{ab}
10	0.40±0.09	0.54±0.07	0.45±0.08	0.59±0.08	0.48±0.08
13	0.47±0.14 ^b	0.70±0.11 ^b	0.77±0.12 ^{ab}	1.10±0.12 ^a	0.62±0.12 ^b
16	0.40±0.06 ^b	0.63±0.05 ^a	0.67±0.05 ^a	0.67±0.05 ^a	0.58±0.05 ^a
19	0.35±0.05 ^{ab}	0.29±0.04 ^b	0.42±0.04 ^a	0.41±0.04 ^a	0.38±0.04 ^{ab}
22	0.41±0.07	0.44±0.0590	0.37±0.061	0.50±0.061	0.35±0.06
25	0.38±0.06 ^{ab}	0.44±0.06 ^{ab}	0.34±0.05 ^b	0.40±0.05 ^{ab}	0.53±0.06 ^a
26	0.30±0.06	0.37±0.10	0.46±0.06	0.45±0.07	0.333±0.05

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

그림 2-5에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 eosinophil(호산구) 수치를 표시하였다.

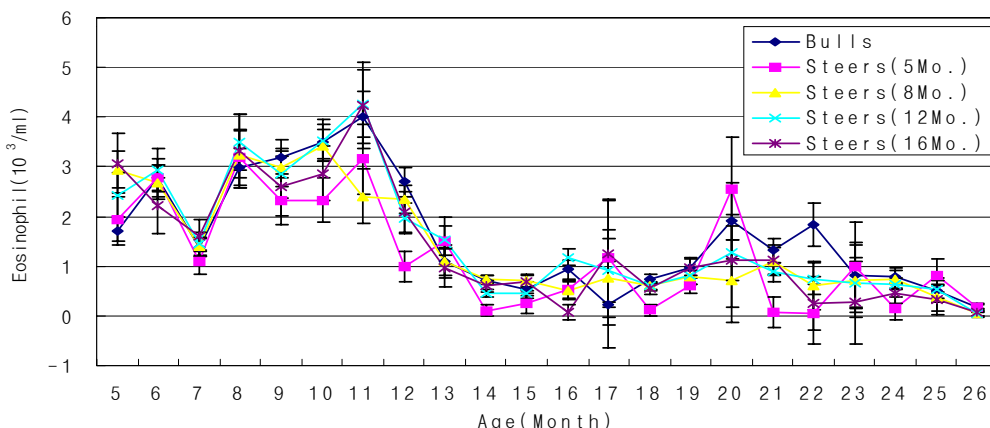


Figure 2-5. Least squares means and standard errors of eosinophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-5에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 eosinophil 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-5. Least squares means and standard errors of eosinophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/\text{m}\ell$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	0.62±0.25	1.34±0.32	1.11±0.14	1.05±0.14	1.14±0.22
7	0.69±0.32 ^c	1.03±0.25 ^{bc}	2.23±0.30 ^a	1.90±0.29 ^{ab}	1.40±0.29 ^{abc}
10	0.76±0.13 ^{ab}	0.68±0.12 ^{ab}	0.31±0.12 ^c	0.51±0.12 ^{bc}	0.99±0.12 ^a
13	0.49±0.08 ^{ab}	0.47±0.07 ^b	0.26±0.07 ^c	0.29±0.07 ^{bc}	0.68±0.07 ^a
16	0.55±0.12 ^b	0.56±0.11 ^b	1.02±0.11 ^a	0.98±0.11 ^a	0.63±0.11 ^b
19	0.34±0.08	0.26±0.06	0.40±0.06	0.32±0.06	0.24±0.06
22	0.13±0.04 ^{ab}	0.10±0.04 ^b	0.12±0.04 ^{ab}	0.15±0.04 ^{ab}	0.21±0.04 ^a
25	0.31±0.06 ^{abc}	0.22±0.06 ^{bc}	0.36±0.05 ^{ab}	0.45±0.05 ^a	0.17±0.06 ^c
26	0.97±0.16 ^a	0.28±0.25 ^b	0.46±0.16 ^b	0.69±0.19 ^{ab}	0.51±0.14 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Eosinophil은 피부나 소화기관의 내벽 혹은 기도의 내벽과 같은 외부에 접해 있는 부위에 다량 군집하고 있어 외부로부터 체내로 들어오는 독성물질을 해독 혹은 antigen-antibody의 복합체를 탐식하는 데 중요한 역할을 하고 특히 allergy성 질환에서 그 수가 증가한다.

실험 I 및 II에서 eosinophil 수는 비거세우군과 거세우군간의 뚜렷한 차이가 없어 거세의 영향은 없는 것으로 사료되고 실험 II의 거세우군간에는 5개월령 거세우군이 10개월령에 8개월령 거세우군 보다, 8개월령 및 12개월령 거세우군이 16개월령에 5개월령 거세우군 보다, 12개월령 거세우군이 25개월령에 5개월령 및 26개월령 거세우군 보다, 그리고 16개월령 거세우군이 22개월령에 5개월령 거세우군 보다 각각 많았다($P<0.05$).

그림 2-6에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 basophil(호염구) 수치를 표시하였다.

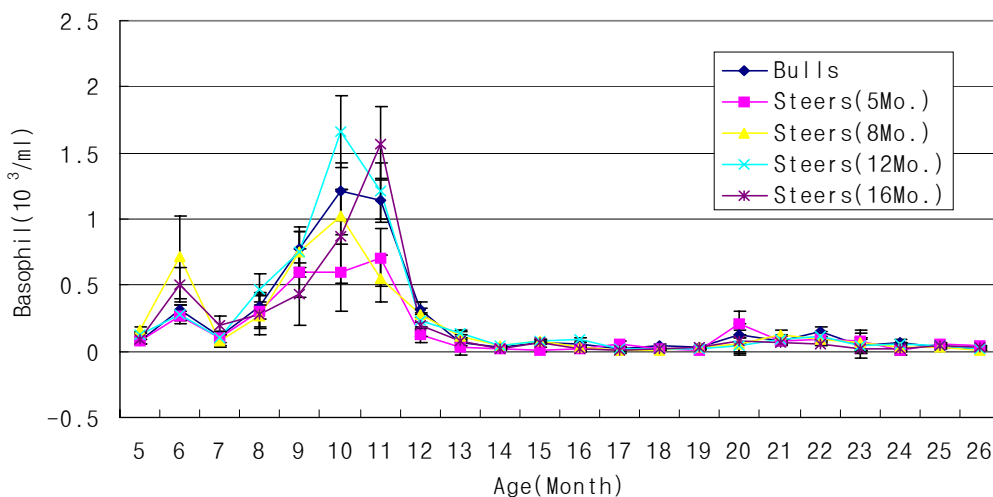


Figure 2-6. Least squares means and standard errors of basophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-6에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정한 혈액학치 중 basophil 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-6. Least squares means and standard errors of basophil for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/ml$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	0.056±0.033 ^b	0.1133±0.043 ^a	0.107±0.019 ^a	0.142±0.019 ^a	0.147±0.031 ^a
7	0.048±0.054 ^c	0.101±0.042 ^{bc}	0.261±0.051 ^a	0.286±0.049 ^a	0.186±0.049 ^{ab}
10	0.039±0.025	0.031±0.021	0.015±0.022	0.055±0.022	0.079±0.023
13	0.088±0.025	0.055±0.021	0.042±0.022	0.037±0.022	0.066±0.230
16	0.143±0.024 ^a	0.070±0.020 ^b	0.087±0.021 ^{ab}	0.075±0.021 ^b	0.078±0.022 ^b
19	0.043±0.011	0.036±0.008	0.057±0.008	0.052±0.008	0.037±0.009
22	0.006±0.012 ^b	0.018±0.010 ^b	0.023±0.010 ^{ab}	0.021±0.010 ^{ab}	0.050±0.010 ^a
25	0.089±0.022 ^{ab}	0.040±0.021 ^b	0.103±0.019 ^a	0.102±0.019 ^a	0.039±0.021 ^b
26	0.035±0.012	0.049±0.019	0.046±0.012	0.025±0.014	0.023±0.010

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Basophil은 histamine과 heparin이라는 성분이 들어 있어 혈액응고 방지계 (clotting and anticlotting system)의 균형을 유지하는 중요한 역할을 한다.

실험 I 및 II 모두 비거세우군과 거세우군간에 basophil 수에 있어 뚜렷한 경향을 보이지 않았고 실험 I의 거세우군간에는 5개월령 거세우군이 14~16개월령에 다른 거세우군보다 유의적으로 적거나 ($P < 0.05$) 같았고 실험 II의 거세우군 간에는 16개월령 거세우군이 22개월령에 5개월령 거세우군 보다, 그리고 8개월령 및 12개월령 거세우군이 25개월령에 5개월령 및 16개월령 거세우군 보다 basophil 수가 많아 ($P < 0.05$) 5개월령 거세우군이 다른 시기 거세우군보다 적은 경향을 보였다.

그림 2-7에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 red blood cell(적혈구) 수치를 표시하였다.

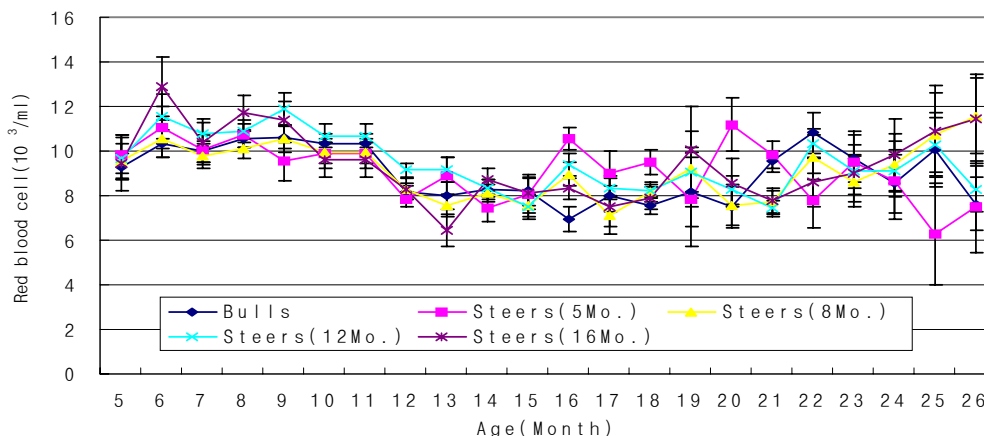


Figure 2-7. Least squares means and standard errors of red blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-7에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 적혈구 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-7. Least squares means and standard errors of red blood cell for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $10^3/\text{ml}$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	8.50±0.58	10.25±0.75	8.69±0.34	9.45±0.33	8.49±0.53
7	8.35±0.55 ^{ab}	9.75±0.43 ^a	9.37±0.51 ^{ab}	9.87±0.50 ^a	8.19±0.50 ^b
10	8.55±0.42 ^b	9.86±0.36 ^a	8.55±0.39 ^b	9.60±0.38 ^{ab}	8.63±0.39 ^b
13	8.62±0.38 ^b	9.95±0.32 ^a	8.45±0.33 ^b	9.33±0.33 ^{ab}	9.03±0.35 ^{ab}
16	7.46±0.57 ^b	9.82±0.50 ^a	9.07±0.51 ^{ab}	9.93±0.50 ^a	8.74±0.52 ^{ab}
19	8.57±0.38 ^b	9.29±0.31 ^{ab}	9.35±0.31 ^{ab}	9.75±0.30 ^a	8.98±0.34 ^{ab}
22	9.26±0.46 ^a	8.62±0.40 ^{ab}	8.35±0.39 ^{ab}	8.93±0.39 ^{ab}	7.90±0.44 ^b
25	6.42±0.71 ^{ab}	7.51±0.74 ^{ab}	5.74±0.67 ^b	8.11±0.62 ^a	6.82±0.72 ^{ab}
26	6.74±0.73 ^b	8.70±1.12 ^{ab}	8.08±0.71 ^{ab}	9.05±0.86 ^a	7.91±0.62 ^{ab}

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

어린 송아지에서는 적혈구수가 매우 높으나 성장함에 따라 그 수는 점차 감소하고 18~36개월령에 도달하면 성숙우의 혈액치에 도달하고 이때에 이르면 적혈구수와 혈색소량이 암수간에 차이가 생겨 암컷이 높은 경향을 나타냈다(Schalm, 1961). 일반적으로 testosterone이 erythropoietin 생성을 증가시켜 조혈작용을 촉진하기 때문에 암수간의 적혈구수의 차이를 정 등(1973)은 혈액치가 gonadal hormone의 영향을 받기 때문이라고 하였다.

실험 I 및 II 모두 거세시기에 상관없이 거세 후 적혈구가 비거세우군 보다 유의적으로 많거나($P<0.05$) 같게 나타나 종전의 보고와 다르게 나타났다. 실험 I에서 거세우군간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 실험 II의 거세우군내에서는 5개월령 거세우군이 8개월령 거세우군 보다 많았고 12개월령 거세우군이 25개월령에 8개월령 거세우군 보다 많은 것으로 나타났다($P<0.05$).

그림 2-8에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 hemoglobin 수치를 표시하였다.

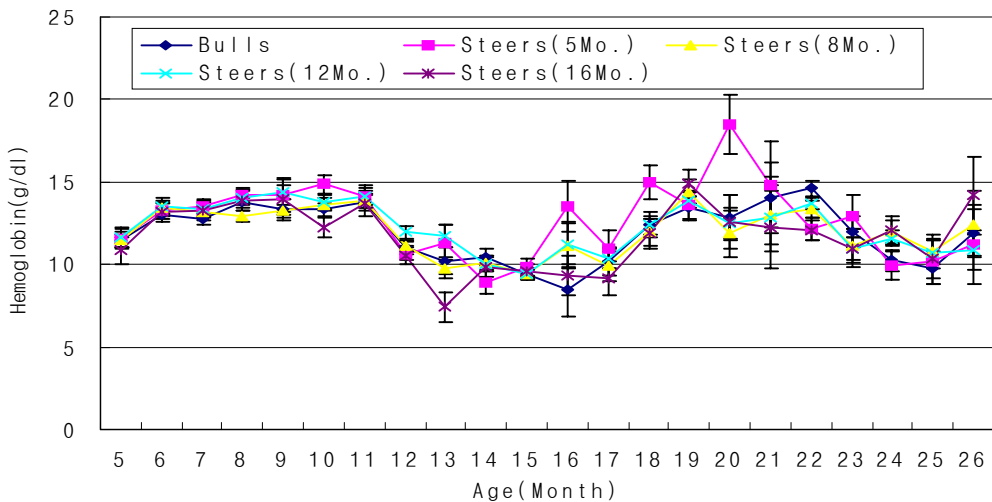


Figure 2-8. Least squares means and standard errors of hemoglobin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-8에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 헤모글로빈 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-8. Least squares means and standard errors of hemoglobin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : g/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	9.69±0.48	10.02±0.62	9.84±0.28	10.44±0.27	9.72±0.44
7	10.31±0.52	10.09±0.41	11.01±0.48	11.44±0.47	10.15±0.47
10	8.91±0.33 ^b	9.32±0.28 ^{ab}	8.95±0.31 ^b	9.95±0.29 ^a	9.22±0.30 ^{ab}
13	12.44±0.43 ^{ab}	12.85±0.36 ^a	11.69±0.38 ^b	12.30±0.37 ^{ab}	12.60±0.39 ^{ab}
16	10.98±0.67 ^c	11.92±0.58 ^{bc}	13.69±0.59 ^a	13.44±0.58 ^{ab}	11.70±0.61 ^c
19	9.33±0.64	9.68±0.52	9.45±0.52	10.69±0.51	9.53±0.57
22	12.93±0.45 ^{bc}	11.87±0.39 ^c	13.74±0.38 ^{ab}	14.23±0.38 ^a	12.15±0.44 ^c
25	12.73±0.77 ^{ab}	11.94±0.80 ^b	12.05±0.72 ^b	14.21±0.67 ^a	12.78±0.77 ^{ab}
26	12.85±0.95	12.78±1.44	14.02±0.92	15.19±1.10	13.68±0.79

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

정 등(1973)은 생후 4~5개월령 수송아지를 무혈 거세법(Burdizzor's 법)으로 거세하여 90일 동안 적혈구수, Hamatocrit 치, 그리고 혈색소 등을 관찰하여 거세우군이 비거세우군 보다 이들 수치가 다소 감소하였으나 유의적으로 감소하지는 않았다고 하였다. 그리고 Schalm(1961)은 성우가 되면 암소가 수소보다 혈색소 농도가 높아진다고 하였고 정(1965)은 2~6세의 한우의 혈액에 함유된 혈색소량은 성별에 따라서 차이가 있으나 계절에 따른 영향을 받지 않는다고 하였다.

실험 I 및 II 모두 거세우군이 비거세우군보다 혈색소 농도가 높은 경향을 보였으며 실험 II에서는 8개월령 거세우군이 거세전인 12개월령 거세우군 보다 10개월령에서 낮았던 것을 제외하고는 거세우군의 혈색소 농도가 비거세우군 보다 유의적으로 높거나 ($P < 0.05$) 같았다. 거세우군에서는 8개월령 거세우군이 5개월령 거세우군 보다 16 및 22개월령에, 그리고 16개월령 거세우군 보다 22개월령에 혈색소 농도가 각각 높았다 ($P < 0.05$). 그리고 12개월령 거세우군은 22개월령에 5개월령 및 16개월령 거세우군 보다, 25개월령에 5 및 8개월령 거세우군 보다 각각 높았다 ($P < 0.05$).

그림 2-9에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 hematocrit 수치를 표시하였다.

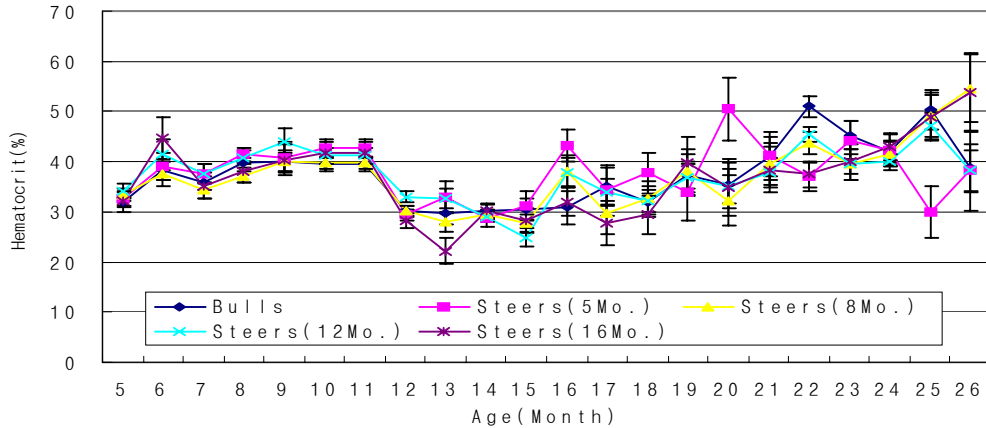


Figure 2-9. Least squares means and standard errors of hematocrit for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-9에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 헤마토크리트 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-9. Least squares means and standard errors of hematocrit for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : %)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	29.31±1.64	27.19±2.12	27.97±0.95	29.94±0.93	27.79±1.50
7	20.68±1.54 ^{ab}	26.24±1.20 ^b	30.27±1.43 ^{ab}	30.85±1.40 ^a	27.18±1.39 ^{ab}
10	28.58±1.24 ^{ab}	27.80±1.06 ^{ab}	26.52±1.17 ^b	30.58±1.11 ^a	27.46±1.15 ^{ab}
13	32.57±1.16	32.73±0.97	30.75±1.01	32.54±1.00	33.65±1.06
16	31.92±2.21 ^b	38.26±1.93 ^a	36.80±1.95 ^{ab}	38.73±1.93 ^a	37.12±2.02 ^{ab}
19	38.08±2.51 ^{ab}	37.53±2.03 ^{ab}	39.92±2.05 ^{ab}	42.29±2.01 ^a	35.12±2.23 ^b
22	44.82±2.32 ^a	35.49±2.02 ^b	38.93±1.97 ^{ab}	41.01±1.96 ^{ab}	36.10±2.23 ^b
25	33.23±3.26 ^{ab}	36.02±3.37 ^a	25.82±3.05 ^b	37.34±2.84 ^a	35.25±3.28 ^a
26	37.28±3.30	39.31±5.02	39.45±3.22	43.61±3.86	39.04±2.77

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Doornenbal 등(1987)은 도축시 채혈한 혈액내에서 비거세우군과 거세우군간의 hematocrit 치가 각각 49.2% 및 47.6%로 차이가 없었다고 하였는데 실험 I에서는 비거세우와 거세우간의 차이가 없어 일치하였고(그림 2-9) 실험 II에서도 비거세우군의 hematocrit치가 16개월령에는 적거나($P<0.05$) 같고 22개월령에는 거세우군보다 유의적으로 높거나($P<0.05$) 같았지만 뚜렷한 차이는 나타나지 않았다(표 3-9). 실험 2의 거세우군간에는 12개월령 거세우군이 19개월령에 16개월령 거세우군보다 높았고($P<0.05$) 8개월령 거세우군은 5, 12 및 16개월령 거세우군보다 25개월령에 낮았다($P<0.05$).

그림 2-10에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 mean corpuscular volume(MCV, 평균 적혈구 용적) 수치를 표시하였다.

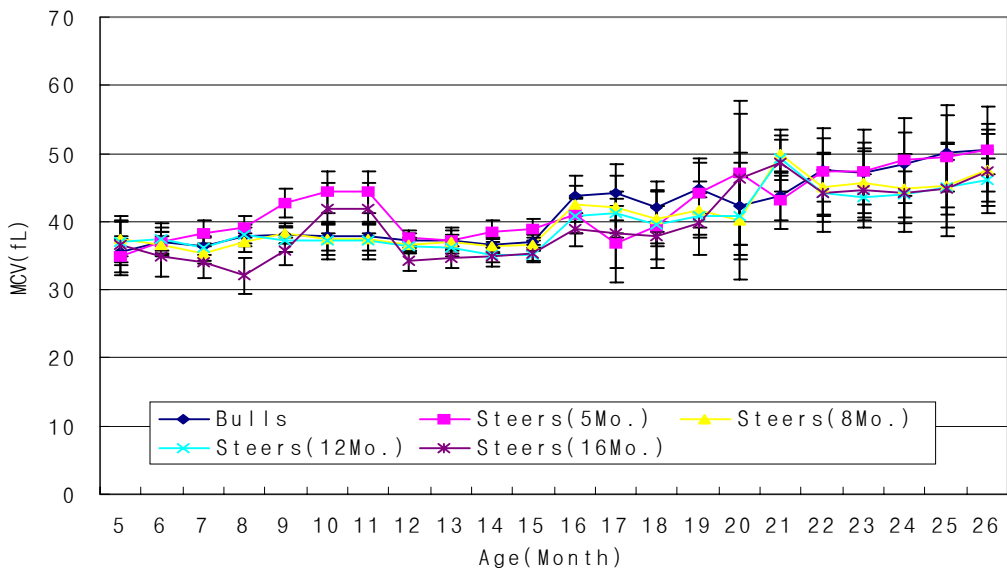


Figure 2-10. Least squares means and standard error of mean corpuscular volume(MCV) for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-10에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 평균 적혈구 용적의 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-10. Least squares means and standard errors for mean corpuscular volume of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : fL)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	34.96±1.90 ^a	25.94±2.47 ^b	32.20±1.11 ^a	31.81±1.09 ^a	33.22±1.74 ^a
7	34.66±1.61 ^a	27.17±1.26 ^b	32.36±1.50 ^a	31.43±1.47 ^{ab}	33.42±1.45 ^a
10	33.55±1.21 ^a	28.34±1.03 ^b	31.14±1.14 ^{ab}	32.05±1.08 ^a	31.95±1.12 ^a
13	37.78±1.34 ^a	33.15±1.13 ^b	36.58±1.17 ^a	35.21±1.16 ^{ab}	37.43±1.22 ^a
16	44.37±1.73 ^a	39.10±1.52 ^{bc}	40.37±1.53 ^{abc}	37.64±1.51 ^c	43.15±1.58 ^{ab}
19	44.25±1.47	40.41±1.18	42.49±1.19	42.90±1.17	42.54±1.30
22	49.26±1.52 ^a	41.42±1.33 ^b	46.57±1.29 ^a	46.29±1.29 ^a	45.40±1.47 ^{ab}
25	52.56±1.69 ^a	46.84±1.75 ^b	49.05±1.58 ^{ab}	47.08±1.47 ^b	50.73±1.70 ^{ab}
26	55.68±1.91 ^a	43.66±2.90 ^b	49.57±1.86 ^b	48.74±2.23 ^b	50.38±1.60 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

실험 I에서는 비거세우군과 거세우군간의 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나(그림 2-10) 실험 II에서는 비거세우군의 MCV가 거세우군 보다 유의적으로 크거나 ($P < 0.05$) 같게 나타났다(표 3-10).

실험 I의 거세우군간에는 거의 차이가 없었고 실험 II의 거세우군간에는 8개월령 거세우군의 MCV가 5개월령 거세우군의 13개월령 및 22개월령에 높았고 12개월령 거세우군은 5개월령 거세우군 보다 22개월령에 높았다($P < 0.05$).

그림 2-11에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 mean corpuscular hemoglobin(MCH, 평균 적혈구 혈액소량)의 수치를 표시하였다.

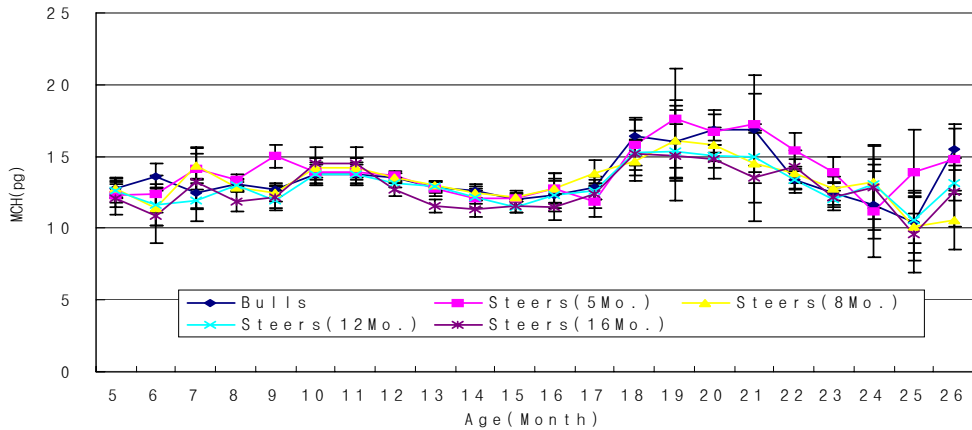


Figure 2-11. Least squares means and standard errors of mean corpuscular hemoglobin(MCH) for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-11에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 평균 적혈구 혈액소량의 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-11. Least squares means and standard errors of mean corpuscular hemoglobin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : pg)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	11.55±0.61	9.57±0.80	11.47±0.36	11.15±0.35	11.63±0.56
7	12.42±0.52 ^a	10.44±0.41 ^b	11.73±0.49 ^{ab}	11.64±0.48 ^{ab}	12.47±0.47 ^a
10	10.56±0.47 ^{ab}	9.36±0.40 ^b	10.81±0.45 ^a	10.49±0.43 ^{ab}	10.79±0.44 ^a
13	14.44±0.47 ^a	13.02±0.40 ^b	13.91±0.41 ^{ab}	13.29±0.41 ^{ab}	14.00±0.43 ^{ab}
16	14.73±0.75 ^a	12.34±0.66 ^b	15.13±0.66 ^a	14.03±0.65 ^{ab}	13.67±0.69 ^{ab}
19	17.56±4.56	10.75±3.68	8.03±3.71	11.19±3.64	8.84±4.04
22	14.39±0.76 ^c	14.54±0.66 ^{bc}	16.98±0.65 ^a	16.29±0.64 ^{abc}	16.40±0.73 ^{ab}
25	21.29±1.54 ^{ab}	15.61±1.60 ^c	23.90±1.44 ^a	18.50±1.34 ^{bc}	19.36±1.55 ^{bc}
26	19.31±1.16 ^a	13.63±1.77 ^b	18.19±1.13 ^{ab}	17.40±1.36 ^{ab}	17.78±0.97 ^{ab}

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Schalm(1961)은 일반적으로 MCH는 연령이 증가할수록 증가하는 경향을 보인다고 하였는데 본 실험에서도 5개월령에 9.57~11.63pg 수준에서 26개월령에 13.63~19.31pg 수준으로 증가하였다.

실험 I에서는 비거세우균과 거세우간의 뚜렷한 차이가 없었으나(그림 2-11) 실험 II에서는 비거세우균의 MCH가 22개월령을 제외하고는 거세우균 보다 많거나 ($P<0.05$) 같았다(표 3-11). 실험 I의 거세우균간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았지만 실험 II의 거세우균간에는 전반적으로 5개월령 거세우균의 MCH가 다른 시기의 거세우균 보다 적은 경향을 보였는데 8개월령 거세우균 보다 19개월령을 제외한 시험기간동안 낮았다($P<0.05$). 그리고 8개월 거세우균은 12개월 및 16개월령 거세우균 보다 25개월령에 높았다($P<0.05$).

그림 2-12에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액학치 중 mean corpuscular hemoglobin concentration(MCHC, 평균 적혈구 혈색소 농도)의 수치를 표시하였다.

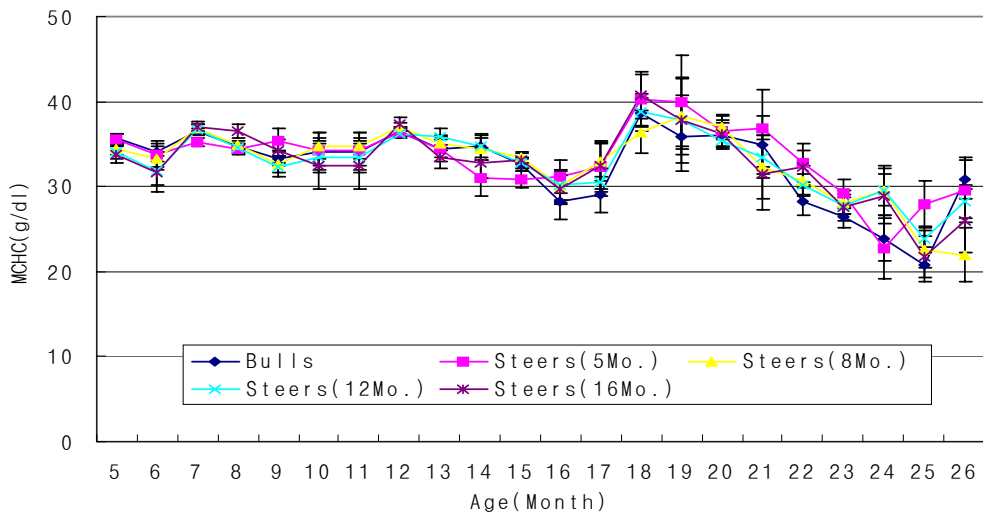


Figure 2-12. Least squares means and standard errors of mean corpuscular hemoglobin concentration(MCHC) for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-12에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액학치 중 평균 적혈구 혈색소 농도의 수치에 대하여 나타내었다.

Table 3-12. Least squares means and standard errors for mean corpuscular hemoglobin concentration of Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : g/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	32.92±1.23	36.90±1.60	36.08±0.75	35.13±0.70	34.93±1.14
7	35.85±0.71 ^b	38.49±0.55 ^a	36.58±0.66 ^{ab}	37.14±0.64 ^{ab}	37.29±0.64 ^{ab}
10	31.59±1.51	33.02±1.29	35.05±1.42	32.88±1.36	34.00±1.40
13	38.38±0.72 ^{ab}	39.26±0.61 ^a	38.06±0.64 ^{ab}	37.83±0.63 ^{ab}	37.34±0.66 ^b
16	34.41±1.39 ^{ab}	31.48±1.22 ^b	37.13±1.23 ^a	35.75±1.21 ^a	31.93±1.27 ^b
19	24.94±0.53	25.33±0.43	25.81±0.43	25.14±0.42	24.98±0.47
22	28.68±2.31 ^b	35.32±2.01 ^{ab}	36.68±1.96 ^a	35.13±1.95 ^a	37.37±2.22 ^a
25	39.89±2.74 ^{ab}	34.29±2.83 ^b	47.83±2.56 ^a	37.76±2.38 ^b	38.80±2.75 ^b
26	34.61±1.51	32.15±2.29	36.52±1.47	35.46±1.76	35.17±1.27

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

실험 I에서는 비거세우군과 거세우군간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았고(그림 2-12) 실험 II에서는 비거세우군의 mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC)가 거세우군 보다 유의적으로 낮거나($P < 0.05$) 같았다(표 3-12). 실험 I에서는 거세우군에 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 실험 II에서 거세우군의 MCHC에서는 8개월령 거세우군이 5개월령 거세우군의 MCHC보다 16개월령 및 25개월령에, 그리고 12개월령 및 16개월령 거세우군보다는 25개월령에 각각 높았고($P < 0.05$) 12개월령 거세우군은 5개월령의 거세우군의 16개월령에 높았다($P < 0.05$).

나. 혈액 화학치(Blood chemical value)

그림 2-13에는 실험 I의 매일 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 triglyceride 농도를 표시하였다.

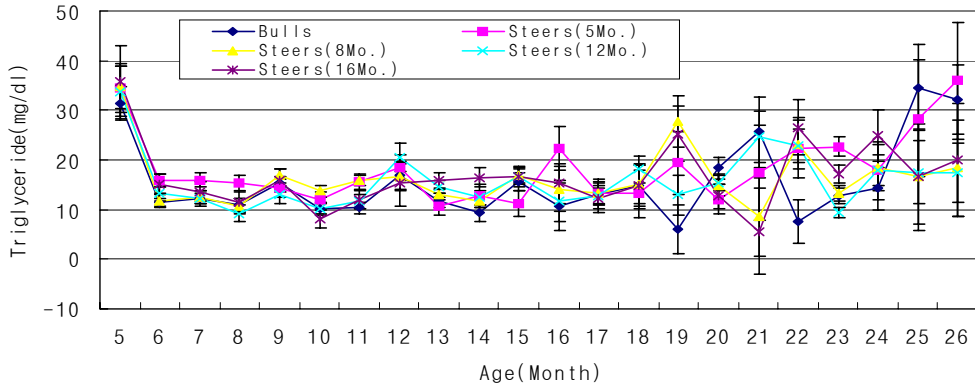


Figure 2-13. Least squares means and standard errors of serum concentration of triglyceride for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-13에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 triglyceride 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-13. Least squares means and standard errors of serum triglyceride for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	12.92±1.68	14.81±2.18	16.62±0.98	16.19±0.96	14.00±1.54
7	15.67±2.03	19.19±1.59	13.39±1.90	14.05±1.85	15.51±1.84
10	8.18±1.24	16.04±1.06	19.44±1.12	17.96±1.11	9.88±1.13
13	10.46±1.54 ^{cd}	19.81±1.40 ^a	14.31±1.36 ^{bc}	15.20±1.37 ^b	9.92±1.47 ^d
16	14.97±1.53 ^{ab}	18.05±1.29 ^a	15.47±1.35 ^{ab}	12.33±1.34 ^b	15.95±1.43 ^{ab}
19	16.32±1.92	17.04±1.55	16.11±1.56	18.31±1.53	15.21±1.70
22	12.85±1.78 ^b	19.44±1.48 ^a	18.80±1.53 ^a	20.23±1.52 ^a	19.47±1.59 ^a
25	20.66±7.83	26.36±7.39	26.56±6.76	25.41±6.72	22.65±6.99
26	18.21±1.99 ^c	23.10±2.61 ^{abc}	25.45±1.76 ^{ab}	27.58±1.77 ^a	21.63±1.66 ^{bc}

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

실험 I 및 II에서 모든 거세우군이 비거세우군 보다 거세 후에 triglyceride 농도에 있어 유의적으로 높거나($P<0.05$) 같게 나타났고(그림 2-13, 표 3-13) 실험 I에서는 5개월령 거세우군이 12개월령 거세우군보다 높게 나타났으며 실험 II의 5개월령 거세우군에서는 13개월령과 22개월령에, 8개월령 거세우군은 22개월령에, 12개월령 거세우군은 13개월령 및 22개월령에 그리고 16개월령 거세우군은 22개월령에 각각 높게 나타났다($P<0.05$). 거세 처리군에 있어서는 5개월령 거세우군이 다른 거세우군 보다 전반적으로 높게 나타나 8개월령 거세우군의 13개월령과 12개월령 거세우군의 13개월령과 16개월령에서 각각 높게 나타났다($P<0.05$). 그리고 12개월령 거세우군은 16개월령 거세우군의 26개월령의 triglyceride 농도보다 높게 나타났다($P<0.05$).

그림 2-14에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 alkaline phosphatase 농도를 표시하였다.

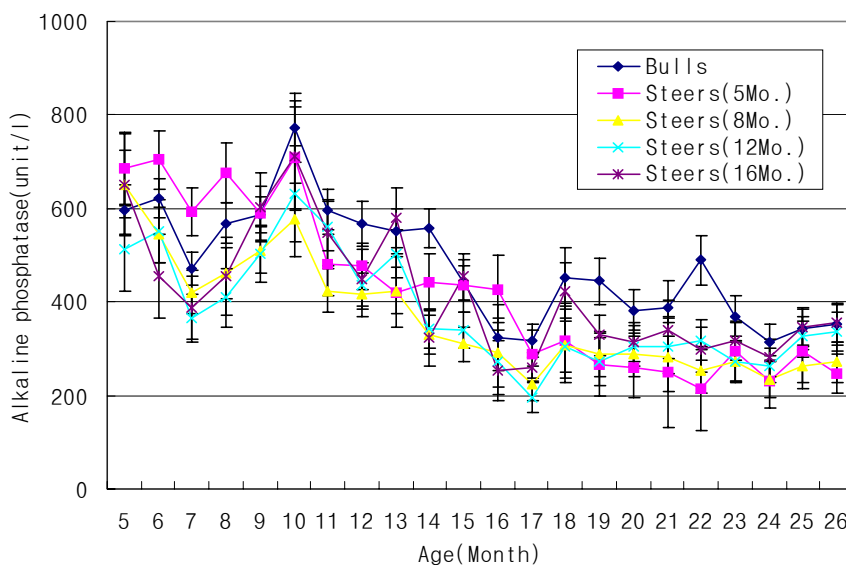


Figure 2-14. Least squares means and standard errors of serum concentration of alkaline phosphatase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-14에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 alkaline phosphatase 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-14. Least squares means and standard errors of serum alkaline phosphatase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : unit/ℓ)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	601.1±74.9	557.7±97.2	493.8±43.6	589.5±42.8	602.8±68.5
7	872.5±99.4 ^a	586.8±77.7 ^b	733.4±92.7 ^{ab}	860.4±90.6 ^a	582.3±89.7 ^b
10	549.8±63.9 ^{ab}	375.2±54.5 ^b	418.6±57.5 ^b	631.4±57.3 ^a	469.5±58.5 ^{ab}
13	625.9±52.6 ^a	357.2±47.9 ^b	285.3±46.6 ^b	372.8±47.0 ^b	663.7±50.2 ^a
16	540.7±44.2 ^a	350.0±37.0 ^b	262.3±39.6 ^b	266.4±38.4 ^b	301.7±40.9 ^b
19	421.4±29.2 ^a	303.1±23.6 ^{bc}	215.8±23.8 ^d	241.5±23.3 ^{cd}	315.1±25.9 ^b
22	462.1±32.8 ^a	322.8±27.3 ^b	279.2±28.3 ^b	290.1±28.0 ^b	291.6±29.3 ^b
25	324.0±30.3 ^a	272.1±25.5 ^{ab}	150.1±24.0 ^d	187.9±23.1 ^{cd}	246.4±23.7 ^{bc}
26	248.6±26.8 ^a	227.3±36.4 ^{ab}	152.1±24.5 ^b	139.3±24.7 ^b	224.3±22.4 ^{ab}

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

정상혈액에서 인산 ester를 hydrolysis시켜 무기인산을 생산시키는 효소들 중 가장 작용이 강한 phosphatase를 alkaline phosphatase(ALP)라 한다. 혈청 ALP 활성도는 만성 신염, celiac disease 및 소의 vitamin A결핍으로 인한 부종증 등에서 감소를 보이며 간장질환, 골대사성 질환이나 전이성암 및 amyloidosis에서는 증가한다. 혈청 ALP는 적혈구와 기타 모든 조직내에 함유되어 있다고 하나 특히 담즙배설이 정지된 상태에서 상승한다. 소에 있어 ALP 활성도는 연령 및 품종에 따라 차이가 있고 ALP는 성장과정 중에 있는 소의 골격 성장을 촉진하는 작용을 한다(Tietz, 1976).

Doornenbal 등(1987)은 비거세우군이 거세우군보다 ALP 농도가 높다고 하였는데 실험 I 및 II에서 비거세우군의 alkaline phosphatase 활성도가 거세우군의 거세

후 alkaline phosphatase 활성도보다 유의적으로 높거나($P<0.05$) 같게 나타나(그림 2-14, 표 3-14) 거세에 의해 이 효소의 활성도가 거세우군에서 낮아짐으로서 골격성장이 떨어져 비거세우군보다 성장율이 떨어지는 하나의 요인으로 작용한 것으로 사료된다. 실험 I의 거세우군내에서는 거세시기에 따른 차이가 나타나지 않았으며 실험 II의 거세우군 내에서는 8개월령 거세우군이 19개월령에 다른 시기 거세우군보다 활성도가 낮았으며($P<0.05$), 25개월령에 5개월령 거세우군이 8개월령 및 12개월령 거세우군보다 각각 높고 16개월령 거세우군이 8개월령 거세우군보다 높았다($P<0.05$). 이는 5개월령 및 8개월령 거세우군이 바육후기에 ALP가 높은 경향을 보인 것은 조기거세로 인해 골격 성장이 지연되었기 때문으로 사료된다.

그림 2-15에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 inorganic phosphorus 농도를 표시하였다.

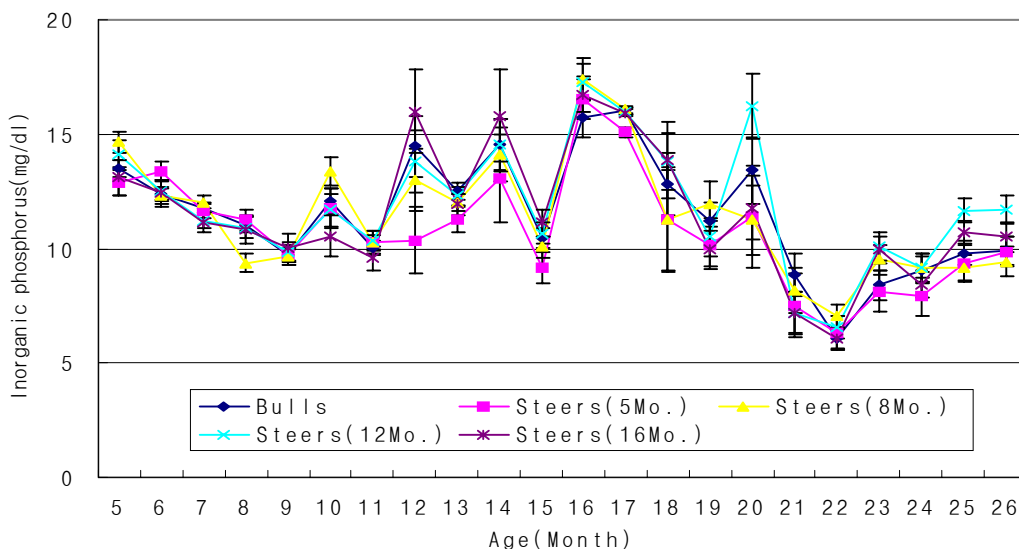


Figure 2-15. Least squares means and standard errors of serum concentration of inorganic phosphorus for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-15에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 inorganic phosphorus 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-15. Least squares means and standard errors of serum inorganic phosphorus for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	12.06±0.79 ^b	16.90±1.03 ^a	15.13±0.46 ^a	15.91±0.45 ^a	13.66±0.73 ^a
7	11.97±0.77 ^b	14.06±0.60 ^a	13.99±0.71 ^{ab}	14.78±0.70 ^a	14.18±0.69 ^a
10	13.94±0.71 ^c	15.91±0.61 ^{abc}	16.36±0.64 ^{ab}	17.11±0.64 ^a	14.96±0.65 ^{bc}
13	12.88±0.63 ^b	17.18±0.58 ^a	13.67±0.56 ^b	16.05±0.57 ^a	12.37±0.61 ^b
16	8.98±0.29 ^{bc}	9.25±0.24 ^b	10.02±0.25 ^a	10.42±0.25 ^a	8.38±0.27 ^c
19	10.70±0.56 ^{ab}	9.40±0.45 ^b	9.57±0.46 ^b	9.67±0.45 ^b	11.39±0.50 ^a
22	9.34±0.57 ^a	6.61±0.47 ^b	7.02±0.49 ^b	7.68±0.49 ^b	9.93±0.51 ^a
25	7.72±0.77	7.71±0.73	8.30±0.67	8.75±0.67	8.38±0.69
26	9.16±0.63	10.86±0.82	8.94±0.58	9.36±0.57	10.39±0.53

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

실험 I 및 II 모두 비거세우군과 거세우군간의 뚜렷한 차이를 보이지 않고 각 시기별 거세우군의 inorganic phosphorus 농도와 변화가 나타났고 실험 II의 22개월령에는 5, 8 및 12개월령 거세우군이 비거세우군 보다 낮았다 ($P < 0.05$). 실험 I에서는 12개월령 거세우가 다른 거세우보다 유의적으로 높거나 ($P < 0.05$) 같았고 반대로 5개월령 거세우는 낮거나 ($P < 0.05$) 같았다. 실험 II의 거세우군 내에서는 5개월령 거세우군과 12개월령 거세우군의 inorganic phosphorus 농도가 8개월령 거세우군보다 13개월령에, 8개월령 및 12개월령 거세우군이 5개월령 거세우군 보다 16개월령에, 그리고 16개월령 거세우군은 19 및 20개월령에 다른 시기 거세우군 보다 각각 높았다 ($P < 0.05$).

그림 2-16에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 glucose 농도를 표시하였다.

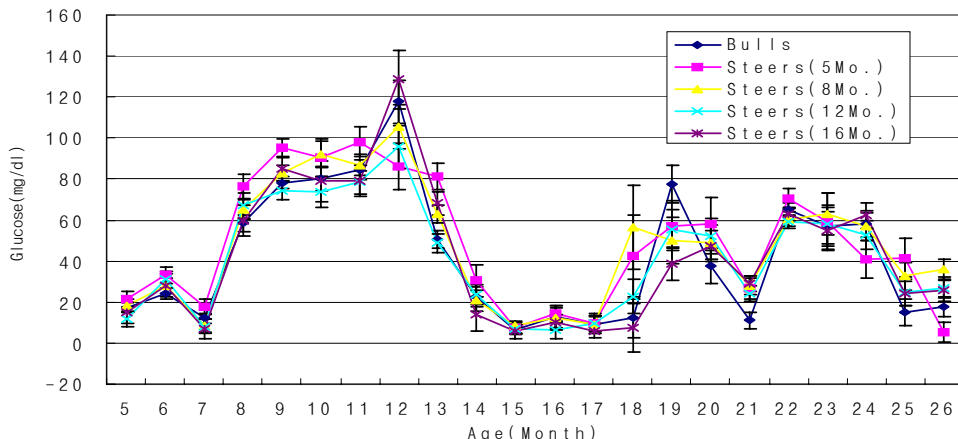


Figure 2-16. Least squares means and standard errors of serum concentration of glucose for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-16에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 glucose 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-16. Least squares means and standard errors of serum glucose for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dℓ)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	34.44±4.61	35.89±5.98	28.07±2.68	29.44±2.63	34.49±4.22
7	53.76±5.64	53.23±4.41	44.28±5.26	46.67±5.14	53.32±5.08
10	11.83±4.77 ^b	28.95±3.82 ^a	9.99±4.20 ^b	11.34±4.41 ^b	13.06±4.13 ^b
13	11.42±3.41 ^{abc}	11.31±2.36 ^{bc}	19.36±2.34 ^a	14.32±2.31 ^{ab}	3.49±2.71 ^c
16	93.33±26.23 ^a	49.94±22.10 ^{ab}	58.42±23.05 ^{ab}	57.81±22.91 ^{ab}	19.34±24.41 ^b
19	31.37±4.02 ^{ab}	39.54±3.24 ^a	33.82±3.27 ^{ab}	28.22±3.21 ^b	30.88±3.57 ^{ab}
22	7.18±10.07	26.91±8.37	25.96±8.67	24.52±8.59	29.56±8.98
25	13.09±4.80 ^b	21.06±4.53 ^b	44.61±4.15 ^a	42.48±4.12 ^a	19.90±4.28 ^b
26	69.47±18.31	99.07±23.89	80.76±16.85	97.48±16.46	86.55±15.34

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

혈중 glucose 농도는 사료의 종류, 제1위의 pH 및 계절에 따라 영향을 받는다. Smith와 Crouse(1984)는 지방조직에 따라 지방산 합성에 사용되는 탄소원(carbon source)이 달라 근내지방의 경우 glucose가 67% 차지하고 acetate 15%, 그리고 lactate가 18% 차지하고 피하지방에서는 acetate, lactate 및 glucose 순이라고 하여 피하지방에서는 glucose 이용율이 약 1% 정도라고 하였다.

실험 I 및 II에서 거세우군의 혈청 glucose 농도가 비거세우군의 glucose 농도보다 유의적으로 높거나($P<0.05$) 같아 거세우가 glucose를 이용하여 근내지방을 침착도를 높혀 거세우군의 근내지방도가 높게 나타나 원인으로 사료되며 거세우군에서 cortisol 농도의 증가로 간으로의 amino acid의 이동을 증가시켜 glucose의 신합성(gluconeosis)이 촉진되었기 때문인 것으로 사료된다. 실험 I에서는 거세우군간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 실험 II의 5개월령 거세우군이 10개월령에 8개월령 거세우군보다 높았고, 19개월령에는 12개월령 거세우군보다 높았으나($P<0.05$) 13개월령에는 8개월령 거세우군보다 낮았고 25개월령에는 8개월령 및 12개월령 거세우군보다 낮았다($P<0.05$). 16개월령 거세우군은 8개월령 및 12개월령 거세우군보다 25개월령에 낮았다($P<0.05$).

그림 2-17에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 total protein 농도를 표시하였다.

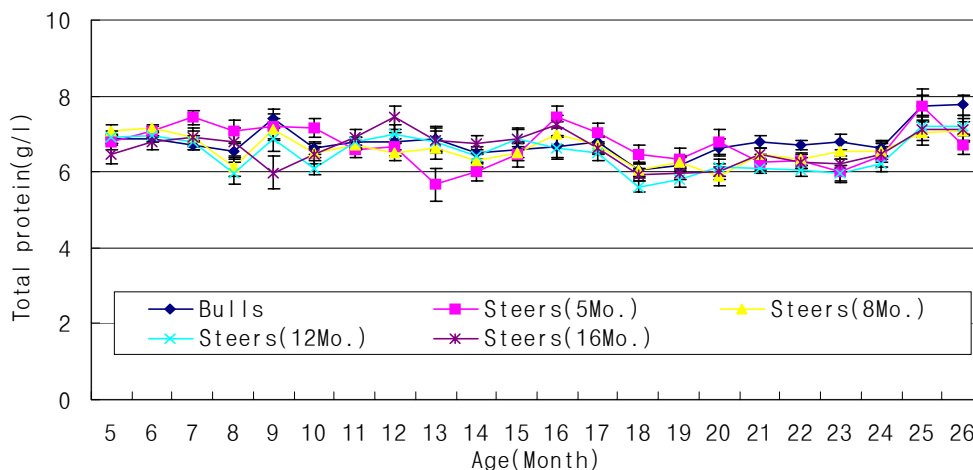


Figure 2-17. Least squares means and standard errors of serum concentration of total protein for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-17에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 total protein 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-17. Least squares means and standard errors of serum total protein for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : g/l)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	6.43±0.17	6.42±0.22	6.25±0.10	6.28±0.10	6.47±0.16
7	6.40±0.17 ^a	5.92±0.13 ^b	6.39±0.16 ^a	6.33±0.15 ^{ab}	6.50±0.15 ^a
10	6.51±0.15	6.44±0.12	6.26±0.13	6.37±0.13	6.54±0.13
13	7.10±0.18 ^a	6.66±0.15 ^{ab}	6.59±0.16 ^b	6.53±0.16 ^b	6.77±0.17 ^{ab}
16	6.82±0.15 ^{ab}	6.66±0.13 ^{bc}	6.50±0.13 ^{bc}	6.31±0.13 ^c	7.09±0.14 ^a
19	6.82±0.40	6.51±0.32	6.61±0.33	6.48±0.32	6.38±0.36
22	6.87±0.20 ^a	5.76±0.16 ^b	6.69±0.17 ^a	6.51±0.17 ^a	6.56±0.18 ^a
25	7.85±0.35 ^a	6.59±0.33 ^{bc}	6.16±0.30 ^c	6.32±0.30 ^c	7.45±0.31 ^{ab}
26	7.13±0.40	7.36±0.52	6.37±0.35	6.49±0.35	6.86±0.33

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

정(1965)은 한우(2~6세)에서 혈청 total protein은 성별 및 계절에 따른 차이는 없었으나 globulin 및 albumin의 함유량은 성별에 의해 영향을 받았고 계절에 따른 영향은 없었다고 하였다.

Doornenbal등(1987)은 거세우군과 비거세우군간에 혈청 total protein 농도의 차이가 없었다고 하였는데 실험 I에서는 5개월령 거세우군이 다른 거세우군보다 유의적으로 높거나($P < 0.05$) 같고 다른 시기에는 비거세우군이 거세우군보다 높거나 같았으며(그림 2-17) 실험 II에서도 비거세우군과 거세전 모든 거세우군의 total protein 농도가 거세후 거세우군의 농도보다 유의적으로 높거나($P < 0.05$) 같아(표 3-17) 비거세우군에서 testosterone이 골격근내에 있는 수용체에 결합하여 조직 단백질 합성을 촉진시켜 증체시키는 것으로 사료된다. 거세우군내에서는 5개월령 거세우군이 다른 거세시기의 거세우군보다 total protein이 낮았으며, 16개월령 거세우군은 8개월령 및 12개월령 거세우군보다 25개월령에 높았다. 따라서 단백질 대사는 16개월령 거세우군이 다른 거세우군보다 활발하고 5개월령 거세우군이 가장 떨어짐을 알 수 있었다.

그림 2-18에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 total calcium 농도를 표시하였다.

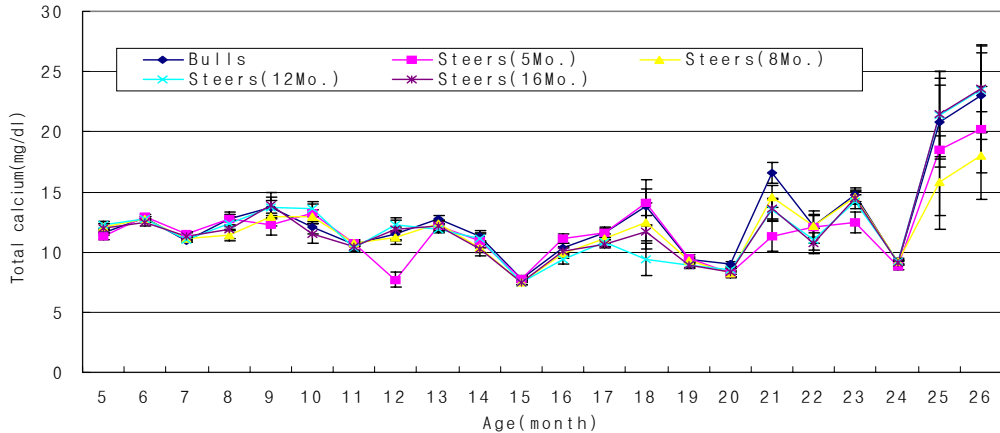


Figure 2-18. Least squares means and standard errors of serum concentration of total calcium for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-18에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 total calcium 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-18. Least squares means and standard errors of serum total calcium for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	13.20±1.67	7.56±2.16	9.60±0.97	10.13±0.95	13.16±1.52
7	14.60±2.51	10.33±1.96	8.93±2.34	9.28±2.29	13.47±2.26
10	10.59±0.42 ^a	10.42±0.36 ^{ab}	9.39±0.37 ^b	10.14±0.37 ^{ab}	10.69±0.38 ^a
13	10.54±0.29 ^a	9.25±0.27 ^b	9.19±0.26 ^b	9.53±0.26 ^b	9.66±0.28 ^b
16	9.40±0.36 ^c	12.25±0.31 ^a	10.95±0.32 ^b	10.79±0.32 ^b	8.83±0.34 ^c
19	11.76±0.70	11.01±0.56	11.30±0.57	11.51±0.56	11.21±0.62
22	12.95±0.89	13.24±0.74	13.60±0.77	13.64±0.76	12.11±0.80
25	9.94±6.59	17.59±6.22	10.67±5.69	14.74±5.66	9.24±5.88
26	17.38±4.17	14.09±5.46	19.08±3.68	21.05±3.72	17.40±3.48

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

모든 포유동물의 조직에는 단백질 분해시스템이 있어 사후 Ca^{2+} -의존성 단백분해 효소에 의해 단백질 분해가 이루어져 그 정도에 따라 고기의 연도가 달라진다. 근섬유 단백질의 분해가 잘 일어나기 위해서는 Ca^{2+} -의존성 단백분해 효소가 활발히 작용하여야 한다. 그러므로 조직 calcium 이온 농도가 높을수록 Ca^{2+} -의존성 단백분해 효소의 활성이 증가하여 조직의 단백분해가 활발해져 조직이 이완됨으로써 고기의 조직감이 좋아진다(Koohmaraie, 1988). 정(1965)은 2~6세의 한우에서 혈청 total calcium 농도는 성별에 차이는 없고 계절에 따른 차이는 있다고 보고하였다.

실험 I에서는 21~22개월령에 비거세우군이 모든 거세우군보다 높거나 ($P<0.05$) 같았고 다른 시기에는 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며 실험 II에서도 거세우군의 혈청 total calcium 농도가 16개월령에 비거세우군의 농도보다 높았으나 ($P<0.05$) 다른 시기에는 거세에 의한 영향이 나타나지 않았다. 그리고 실험 II의 거세우군간에 5개월령 거세우군이 16개월령에 8개월령 및 12개월령 거세우군보다 높았다. 본 연구에서 처리군간에 뚜렷한 경향이 나타나지 않는 이유는 calcium 이온이 아닌 보체와 결합되어 있는 total calcium 농도를 측정하였기 때문일 수도 있고 calcium 이온이 생체가 아닌 사체에서만 Ca^{2+} -의존성 단백분해 효소에 도움을 받아 작용하기 때문일 수도 있을 것으로 사료된다.

그림 2-19에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 total cholesterol 농도를 표시하였다.

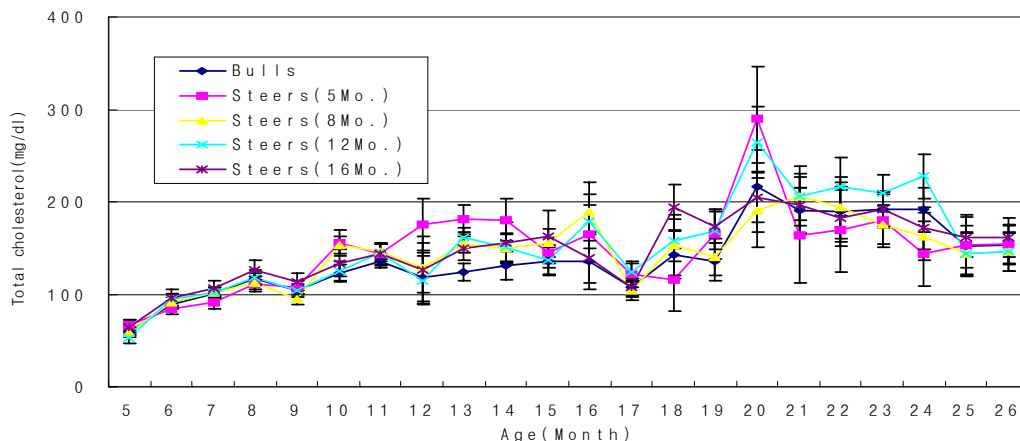


Figure 2-19. Least squares means and standard errors of serum concentration of total cholesterol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-19에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 total cholesterol 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-19. Least squares means and standard errors of serum total cholesterol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	97.35±12.95	97.51±16.80	111.04±7.53	96.24±7.39	102.12±11.84
7	89.08±13.04	75.25±10.19	89.31±12.15	84.84±11.88	87.15±11.76
10	96.89±10.84 ^b	134.80±9.25 ^a	136.03±9.76 ^a	111.12±9.72 ^{ab}	104.86±9.92 ^b
13	106.43±7.13 ^a	119.37±6.49 ^a	120.16±6.32 ^a	81.75±6.37 ^b	105.03±6.81 ^a
16	113.07±12.22 ^{bc}	144.51±10.29 ^{ab}	152.84±10.73 ^a	124.23±10.67 ^{abc}	103.02±11.37 ^c
19	153.28±12.42	162.11±10.01	164.28±10.10	148.94±9.91	168.38±11.00
22	145.32±12.16	154.62±10.10	156.89±10.46	151.06±10.37	148.12±10.83
25	115.78±11.50	133.19±10.85	129.55±9.93	117.75±9.88	127.89±10.26
26	162.97±15.69	180.56±20.55	158.90±13.84	177.17±13.98	146.88±13.11

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

혈청 cholesterol은 뇌하수체에서 분비되는 gonadotrophin의 영향을 받는 성호르몬의 전구체로 이용되고 소에서 지방대사에 직접적으로 관여하고(Claesson과 Hansson, 1956) 한우에서는 성별, 계절 및 사료의 종류에 의해 영향을 받는다(정, 1965). 혈청 cholesterol은 도체지방, 도체중(Matsuzaki 등, 1997), 그리고 사육기간과 정의 상관관계가 있고 조직의 cholesterol과는 상관이 없는데(Wheeler 등, 1987) 실험 I 및 II에서 모든 처리군들이 연령이 증가할수록 total cholesterol 농도가 높아져 실험 II에서 5개월령에 96.24~111.04mg/dl 수준이었던 것이 출하시인 26개월령에 146.88~180.56mg/dl 수준로 연령이 증가할수록 높아지는 것으로 나타났다(표 3-19).

O'Kelly(1975)은 암소가 수소보다 높다고 하였는데 실험 I에서는 13개월령에 비거세우군이 다른 거세우보다 낮았고($P < 0.05$) 실험 II에서는 거세우군들이 12개월령 거세우가 13개월령에 비거세우보다 유의적으로 낮은 것($P < 0.05$)을 제외하고는 거세 후 거세우들의 total cholesterol 농도가 비거세우보다 유의적으로 높거나($P < 0.05$) 같게 나타나 거세우들의 지방대사가 활성화되어 있음을 알 수 있었다. 실험 I에서

는 거세우군간에 차이가 거의 없었고 실험 II에서는 대체로 5개월령 및 8개월령 거세우군이 12개월령 및 16개월령 거세우보다 비육전기에 높은 경향을 보여 지방대사가 비육기 초기에 활성화되어 지방합성이 증가됨을 알 수 있었다.

그림 2-20에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 BUN(Blood urea nitrogen) 농도를 표시하였다.

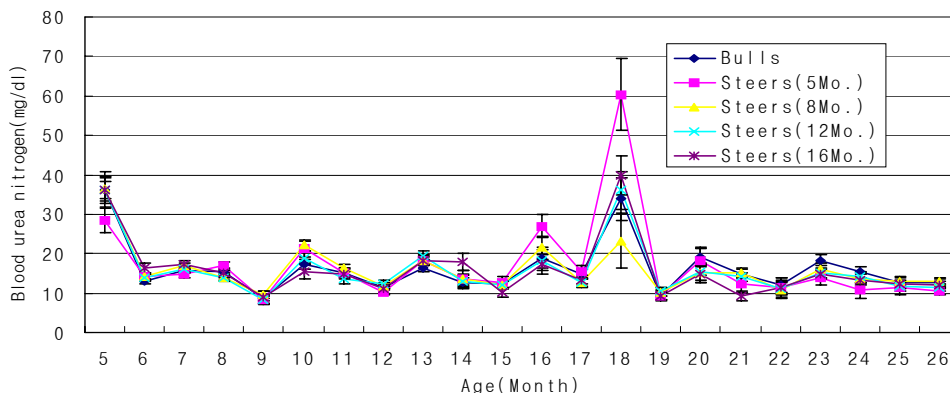


Figure 7-20. Least squares means and standard errors of serum concentration of blood urea nitrogen for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-20에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 BUN(Blood urea nitrogen) 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-20. Least squares means and standard errors of serum blood urea nitrogen for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	10.94±1.42 ^b	12.66±1.85 ^{ab}	13.51±0.83 ^a	11.16±0.81 ^b	10.80±1.30 ^b
7	6.26±1.74	9.01±1.36	8.98±1.62	9.08±1.59	8.62±1.57
10	15.59±0.92 ^{ab}	15.44±0.78 ^b	18.08±0.83 ^a	13.23±0.82 ^b	13.68±0.84 ^b
13	11.75±0.93 ^c	15.62±0.86 ^a	15.03±0.87 ^{ab}	15.48±0.86 ^{ab}	11.47±0.89 ^c
16	11.48±0.81 ^c	12.75±0.68 ^{bc}	14.48±0.71 ^{ab}	15.28±0.71 ^a	12.94±0.76 ^{bc}
19	16.08±1.16 ^{ab}	16.69±0.94 ^a	14.80±0.94 ^{ab}	13.50±0.93 ^b	15.11±1.03 ^{ab}
22	12.08±0.74	13.10±0.61	13.23±0.64	13.48±0.63	12.97±0.66
25	9.90±0.86	11.82±0.81	11.14±0.74	11.18±0.74	11.91±0.77
26	15.05±1.47	14.82±1.93	11.61±1.30	11.74±1.31	13.55±1.23

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

BUN농도는 전분 및 단백질 섭취량과 이들의 소화율을 나타낸다(Blowey 등, 1973). 정(1965)은 한우 2~6세에서 성별에 따른 차이가 없었으나 계절에 따른 영향은 있었다고 하였고 Doornenbal 등(1987)은 거세우가 비거세우보다 혈청 cortisol, urea nitrogen 그리고 albumin 농도가 높았고($P<0.01$) glutamic oxaloacetic transaminase, lactate dehydrogenase, alkaline phosphatase 그리고 creatinine 등은 낮았다고($P<0.05$) 하였으며 거세우에서는 이화작용이 활성화되어 근육내의 아미노산이 탈아민화(deamination) 과정을 거쳐 BUN의 생성이 증가한다고 하였다.

실험 I에서 거세우군이 비거세우군 보다 높거나 같았고($P<0.05$) 실험 II에서도 비육기때인 13개월령 및 16개월에 거세우가 비거세우보다 유의적으로 높았고($P<0.05$) 거세우군은 13개월령에 비거세우와 16개월령 거세우보다 BUN 농도가 높았고($P<0.05$) 12개월령 거세우는 8개월령 거세우를 제외하고 16개월령에 다른 처리군보다 높았다($P<0.05$). 실험 II의 거세우군에서는 8개월령 거세우가 5개월령 거세우보다 10개월령에서, 12개월령 거세우가 5개월령 거세우보다 16개월령에서, 그리고 5개월령 거세우가 12개월령 거세우보다 19개월령에 높게 나타났다($P<0.05$).

그림 2-21에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 albumin 농도를 표시하였다.

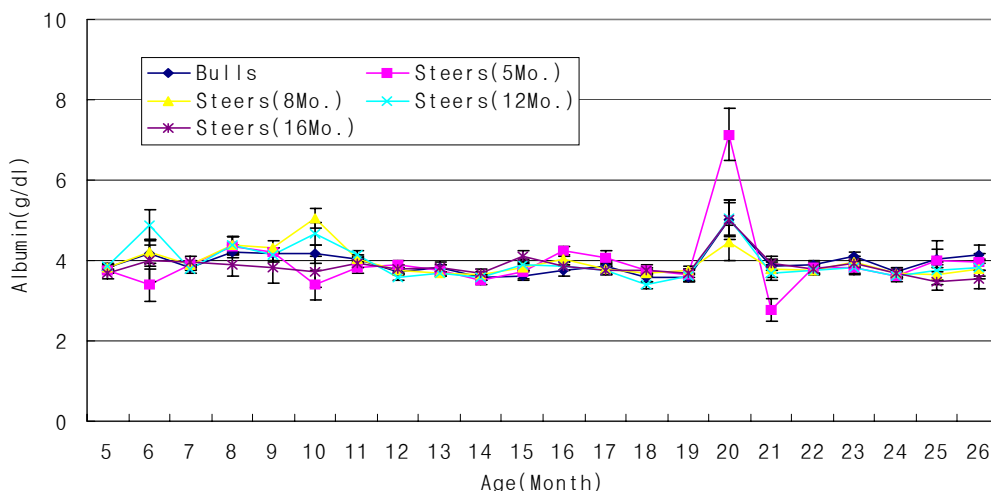


Figure 2-21. Least squares means and standard errors of serum concentration of albumin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-21에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 albumin 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-21. Least squares means and standard errors of serum albumin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : g/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	3.79±0.10	4.15±0.14	3.95±0.06	3.95±0.06	3.84±0.10
7	3.84±0.10 ^{ab}	3.89±0.10 ^{ab}	4.01±0.12 ^{ab}	4.13±0.12 ^a	3.71±0.12 ^b
10	3.45±0.20 ^b	4.15±0.07 ^a	4.04±0.08 ^a	4.09±0.07 ^a	3.66±0.28 ^{ab}
13	4.25±0.07 ^b	4.51±0.06 ^a	4.24±0.06 ^b	4.23±0.06 ^b	4.25±0.06 ^b
16	4.44±0.18	4.49±0.15	4.51±0.16	4.28±0.16	4.41±0.17
19	4.43±0.17 ^{ab}	4.12±0.14 ^b	4.45±0.14 ^{ab}	4.55±0.14 ^a	4.24±0.15 ^{ab}
22	4.42±0.22 ^{ab}	3.92±0.18 ^b	4.59±0.19 ^a	4.61±0.18 ^a	4.39±0.19 ^{ab}
25	3.97±0.17 ^{ab}	4.28±0.16 ^a	3.80±0.15 ^b	4.16±0.15 ^{ab}	3.78±0.16 ^b
26	4.36±0.14 ^a	4.03±0.18 ^{ab}	3.74±0.12 ^b	3.94±0.12 ^b	4.28±0.11 ^a

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

혈액 내 albumin은 지방산과 결합한 후 이동하여 심장근육과 골격근육에 지방산을 공급해 줌으로써 지방합성을 촉진하는데 Doornenbal 등(1987)은 거세우가 비거세우보다 albumin 농도가 높았다고 하였는데 실험 I에서는 거세 유무에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않았으나 실험 II의 비육전기(13개월령)까지는 거세우가 비거세우보다 유의적으로 높거나($P < 0.05$) 같게 나타났고 비육중기(16개월령)부터 출하시까지는 비거세우가 거세우보다 유의적으로 높거나($P < 0.05$) 같았다. 이는 거세우에서 비육전기까지는 cortisol에 의한 지방합성이 활성화됨으로써 albumin의 합성이 증가하고 비육기 후반부터는 비거세우의 testosterone에 의한 단백질 합성이 활성화됨으로써 단백질 성분의 대부분을 차지하는 albumin의 농도가 거세우보다 높게 나타난 것으로 사료된다. 실험 I 및 II의 거세우 군 내에서는 albumin 농도가 처리군간에 변화가 심하여 실험 I에서는 8개월령 거세우군이 10개월령에 5개월령 거세우군보다 높았고($P < 0.05$) 18개월령에는 12개월령 거세우군이 다른 군보다 낮았으며($P < 0.05$) 5개월령 거세우군은 변화가 더 심하여 20개월령에는 다른 군보다 높았고($P < 0.05$) 21개월령에는 오히려 낮게($P < 0.05$) 나타났다. 실험 II의 거세우군 내에서는 5개월령 거세우군이 13개월령에 8개월령 및 12개월령 거세우군 보다 높고 25개

월령에는 8개월령 및 16개월령 거세우균보다 높았으나($P<0.05$), 19개월에는 12개월령 거세우균이, 22개월령에는 8개월령 및 12개월령 거세우균이 높게 나타났다($P<0.05$). 16개월령 거세우균은 26개월령에 8개월령 및 12개월령 거세우균보다 높았다.

그림 2-22에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 creatinine 농도를 표시하였다.

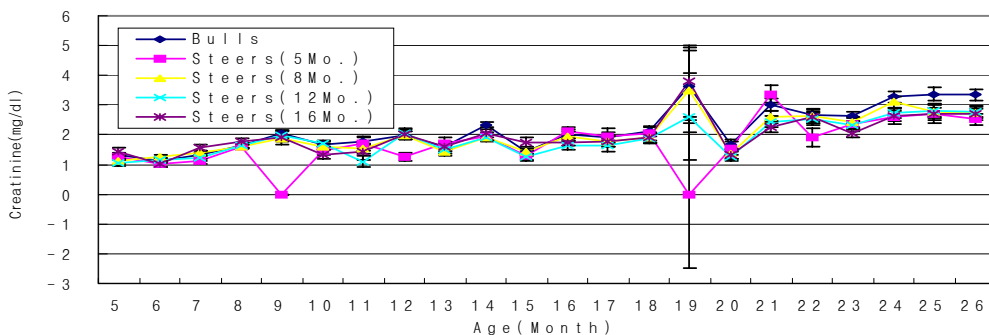


Figure 2-22. Least squares means and standard errors of serum concentration of creatinine for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-22에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 creatinine 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-22. Least squares means and standard errors of serum creatinine for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : mg/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	1.39±0.19	1.52±0.24	1.58±0.11	1.77±0.11	1.38±0.17
7	1.44±0.15 ^{ab}	1.14±0.12 ^b	1.73±0.14 ^a	1.85±0.14 ^a	1.63±0.13 ^a
10	2.51±0.22 ^a	1.23±0.08 ^c	1.31±0.09 ^c	1.55±0.08 ^b	2.39±0.31 ^a
13	1.77±0.10 ^c	2.27±0.08 ^a	2.04±0.08 ^{ab}	2.18±0.08 ^a	1.81±0.09 ^{bc}
16	2.15±0.10 ^a	2.15±0.09 ^a	1.75±0.09 ^b	1.89±0.09 ^{ab}	2.05±0.10 ^a
19	1.93±0.14 ^b	2.41±0.11 ^a	1.90±0.11 ^b	2.02±0.11 ^b	1.73±0.12 ^b
22	2.46±0.10 ^{ab}	2.49±0.09 ^a	2.21±0.09 ^{bc}	2.06±0.09 ^c	2.29±0.09 ^{abc}
25	2.87±0.14 ^a	1.95±0.13 ^c	2.31±0.12 ^{bc}	2.44±0.12 ^b	2.38±0.12 ^b
26	3.08±0.13 ^a	2.10±0.170 ^c	2.43±0.11 ^{bc}	2.51±0.12 ^{bc}	2.57±0.11 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

Creatinine은 대부분 creatine의 최종 대사산물로서 근육 크기에 따라 생성되는 양이 차이가 있어 근육성장의 지표로 삼을 수 있다(Schutte 등, 1981).

Doornenbal 등(1987)은 feedlot에서 140일간 사육한 약 11개월령의 거세우가 비거세우보다 creatinine 농도가 낮다고($P<0.01$) 하였다.

실험 I에서는 비거세우군이 거세우군보다 높거나 같게 나타났고(그림 2-22) 실험 II에서는 거세시기에 따라 creatinine 농도의 변화가 다르게 나타나 5개월령 거세우군은 7, 10, 25 및 26개월령에, 8개월령 거세우군은 10, 16, 25 및 26개월령에, 12개월령 거세우군은 22, 25 및 26개월령에, 그리고 16개월령 거세우군은 25 및 26개월령에 다른 군보다 낮게 나타나 비육후기에는 거세우군이 비거세우군보다 유의적으로 낮거나($P<0.05$) 같았지만 비육전기인 13개월령에는 오히려 5개월령 및 12개월령 거세우군이 비거세우군보다 높았고 19개월령에도 5개월령 거세우군이 비거세우군보다 높았다($P<0.05$)(표 3-22).

그림 2-23에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 glutamic pyruvic transaminase 농도를 표시하였다.

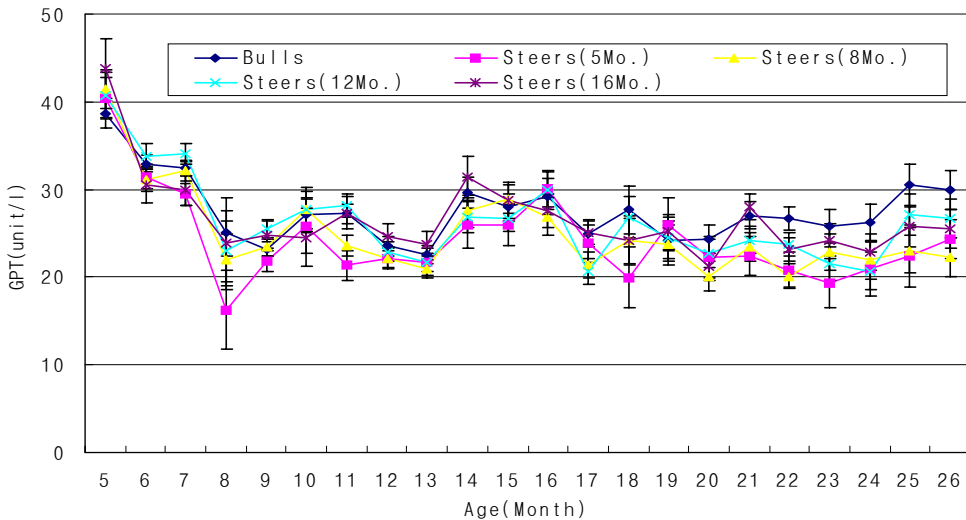


Figure 2-23. Least squares means and standard errors of serum concentration of glutamic pyruvic transaminase(GPT) for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-23에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈액 화학치 중 혈청 glutamic pyruvic transaminase 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-23. Least squares means and standard errors of serum glutamic pyruvic transaminase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : unit/ℓ)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	34.50±6.16	46.78±7.99	38.86±3.58	46.05±3.51	32.86±5.63
7	22.87±1.55	23.77±1.21	21.17±1.45	23.40±1.41	22.07±1.40
10	22.83±7.56 ^c	100.17±6.69 ^a	66.19±6.82 ^b	78.25±6.78 ^b	22.07±6.95 ^c
13	20.27±2.16 ^b	19.88±1.97 ^b	24.10±1.92 ^b	30.55±1.93 ^a	22.38±2.06 ^b
16	23.36±2.38	20.30±2.00	19.89±2.09	23.36±2.07	17.77±2.21
19	31.8±18.21 ^a	23.74±14.68 ^b	22.67±14.82 ^b	24.24±14.54 ^b	27.05±16.14 ^a
22	27.92±1.65	27.60±1.37	23.43±1.42	25.17±1.41	25.06±1.47
25	23.94±1.51 ^a	23.51±1.42 ^{ab}	17.95±1.30 ^c	19.98±1.30 ^{bc}	21.52±1.35 ^{abc}
26	31.65±2.89 ^a	21.76±3.78 ^b	25.91±2.55 ^{ab}	27.84±2.27 ^{ab}	23.46±2.41 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

한우에서 혈청 glutamic pyruvic transaminase(GPT) 활성도는 성별과 연령에 영향을 받지 않는다(정 등, 1971). 실험 I에서는 비거세우군이 거세우군보다 전반적으로 높거나 같은 경향을 보였고 실험 II에서는 비거세우군의 혈청 GPT 활성도가 19개월령에 5, 8 및 12개월령 거세우군보다, 25개월령에는 8개월령 및 12개월령보다, 그리고 26개월령에는 5개월령 및 16개월령 거세우군보다 높았으나 ($P < 0.05$) 10개월령에는 5개월령 거세우군보다, 13개월령에는 12개월령 거세우군보다 각각 낮았다 ($P < 0.05$).

실험 I에서는 16개월령 거세우가 12개월령 거세우보다 17개월령에 높게 나타났을 뿐 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 실험 II의 거세우군간에는 5개월령 거세우군의 GPT 활성도가 10개월령 및 25개월령에 8개월령 거세우군보다 높았고 ($P < 0.05$), 12개월령 거세우군은 13개월령에 5개월령 및 8개월령 거세우군보다 높았다 ($P < 0.05$).

그림 2-24에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 glutamic oxaloacetic transaminase 농도를 표시하였다.

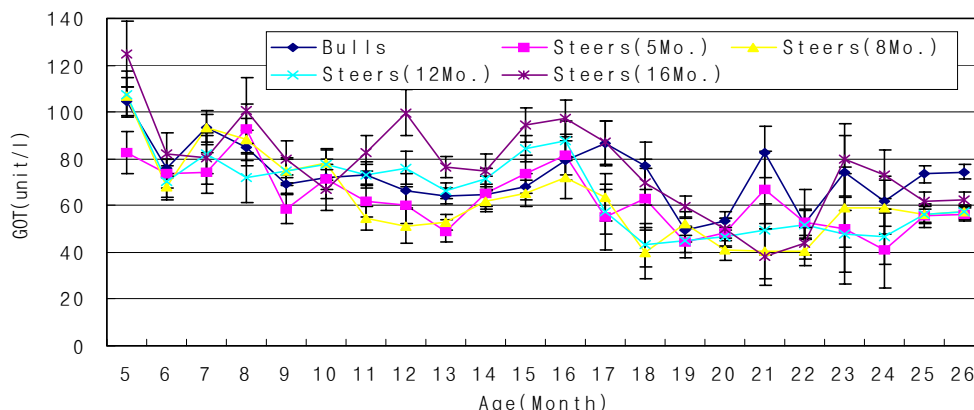


Figure 2-24. Least squares means and standard errors of serum concentration of glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 3-24에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정한 혈액 화학치 중 혈청 glutamic oxaloacetic transaminase 농도에 대하여 나타내었다.

Table 3-24. Least squares means and standard errors of serum glutamic oxaloacetic transaminase for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : unit/ℓ)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	63.81±7.96	71.06±10.3	55.19±4.62	65.65±4.54	60.00±7.28
7	55.49±9.28	70.38±7.26	57.99±8.66	63.44±8.46	60.50±8.38
10	85.00±6.00 ^a	47.12±5.12 ^c	52.12±5.40 ^c	67.62±5.38 ^b	71.74±5.49 ^{ab}
13	83.58±7.41 ^{ab}	63.52±6.75 ^{bc}	54.22±6.56 ^c	93.86±6.61 ^a	82.69±7.08 ^{ab}
16	64.27±4.57 ^a	52.90±3.85 ^{ab}	48.65±4.02 ^b	54.73±3.99 ^{ab}	60.93±4.25 ^a
19	60.42±3.73	46.24±3.01	42.65±3.03	45.92±2.98	60.22±3.31
22	69.34±3.64 ^a	52.95±3.03 ^{bc}	47.34±3.13 ^c	48.11±3.11 ^c	59.50±3.24 ^b
25	55.04±4.22 ^a	48.61±3.98 ^{ab}	43.19±3.64 ^b	43.38±3.62 ^b	52.07±3.76 ^{ab}
26	63.13±3.31 ^a	43.53±4.34 ^b	44.64±2.92 ^b	46.58±2.95 ^b	51.34±2.77 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

일반적으로 혈청 glutamic oxaloacetic transaminase(GOT)는 심근 및 간질환세포의 변성괴사가 있을 때 glutamic pyruvic transaminase(GPT)와 같이 활성도가 증가한다. 정 등(1971)은 2~5세의 한우에서 수소가 암소보다 높았다고 하였으며 특히 4~5세에서는 유의적으로 높았다($P<0.01$)고 하였으며 Doornenbal 등(1987)은 비거세우군이 거세우군보다 높았다고 하였다.

실험 I에서 비거세우군이 거세우군보다 GOT농도가 높거나 같았고 실험 II에서도 비거세우군이 거세우군들보다 혈청 GOT 활성도가 시험기간동안 유의적으로 높거나($P<0.05$) 같게 나타나 Doornenbal 등(1987)의 보고와 일치하였다. 특히 실험 II의 비거세우군이 19개월령을 제외하고는 8개월령 거세우군보다 10개월령부터 출하시까지, 그리고 12개월령 거세우군보다 비육후기(22~26개월령)에 유의적으로 높게($P<0.05$) 나타났다.

실험 I 및 II 모두 거세우군 내에서는 서로간의 뚜렷한 차이를 나타내지 않아 실험 I에서는 16개월령 거세우가 19개월령에 5개월령 및 12개월령 거세우보다 높았고 실험 II에서는 13개월령에 12개월령 거세우군의 GPT 활성도가 5개월령 및 8개월령보다 높게($P<0.05$) 나타났을 뿐이다.

3. 혈청 호르몬 농도

가. 혈청 insulin 농도

그림 3-1에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정한 혈청 호르몬 농도 혈청 insulin 농도에 대하여 나타내었다.

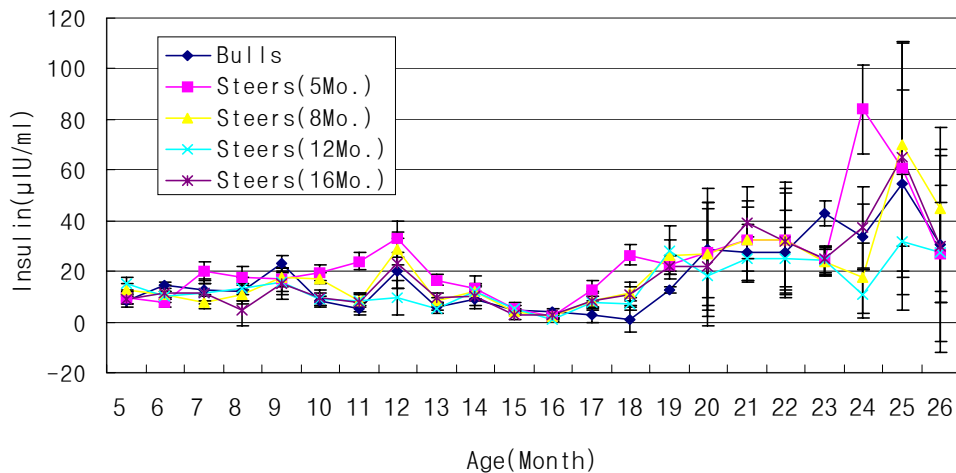


Figure 3-1. Least squares means and standard errors of serum concentration of insulin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

Insulin은 Pancreatic Islets에서 합성 분비되는 polypeptide로 A와 B 사슬로 구성되어 있고 두 사슬간에는 disulfide bond로 결합되어 있다. Insulin은 일반적으로 성장과 발달에 직접 영향을 미치지 않는 호르몬 중의 하나로 대사조절에 관여하고 지방대사에 중요한 역할을 하여 지방합성을 촉진하고 지방분해를 억제하는 기능을 한다(Matsuzaki 등, 1997). 또한 insulin 결핍시 glucose 생성, 지방분해, ketone body 형성 및 단백질 분해를 야기시킨다. 소에 있어 혈장 insulin 농도가 높을수록 도체지방이 높고 도체근육은 감소하는데(Trenkel and Topel, 1978) 지방세포에서는 glucose의 흡수와 이용율을 높여 지방조직에서 지방산의 합성을 촉진시키고 아미노산의 흡수율을 높여 근육내의 단백질 합성을 촉진한다.

Insulin 농도는 영양수준, 유전, 환경, 채혈 방법 및 시간 등 다양한 요인에 따라 영향을 받으며 소에서는 연령과 체중이 증가할수록 증가하고(Trenkle, 1970 ; Martin 등., 1979 ; Verde과 Trenkle, 1987) 체형에 따라서도 영향을 받는다(Verde과

Trenkle, 1987). 본 실험 I 및 II에서도 연령과 체중이 증가할수록 혈청 insulin이 증가하여 실험 II에서 모든 처리군의 5개월령 때 혈청 insulin 농도가 4.34~7.41 μ IU 수준에서 26개월령에는 24.03~36.37 μ IU로 증가하였다.

실험 I에서는 5개월령 거세우가 춘기발동기부터 비육전기까지 다른 처리군보다 유의적으로 높거나 같았고 24개월령에도 이와 같았고 실험 II에서는 거세시기와 상관없이 각 거세우군 모두 거세 직후 insulin 농도가 다른 처리군에 비해 높게 나타났으며($P<0.05$) 또한 8개월령 거세우군은 10개월령과 16개월령에, 그리고 12개월령 거세우군은 13개월령에 비거세우군보다 높게($P<0.05$) 나타났다. 그리고 8개월령 거세우군은 16개월령에 5개월령 거세우군보다 높았고($P<0.05$) 12개월령 거세우군은 5개월령 거세우군과 16개월령 거세우군보다 25개월령 insulin 농도가 유의적으로 높았다($P<0.05$).

표 4-1에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈청 호르몬 농도 혈청 insulin 농도에 대하여 나타내었다.

Table 4-1. Least squares means and standard errors of serum insulin for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : μ IU/ml)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	6.24±1.23	4.34±1.59	5.78±0.71	5.78±0.70	7.41±1.12
7	6.28±2.09 ^{ab}	6.54±0.80 ^a	5.66±0.97 ^{ab}	3.16±0.94 ^b	5.81±0.91 ^{ab}
10	3.67±2.09 ^b	8.29±1.77 ^{ab}	9.14±1.86 ^a	5.28±1.86 ^{ab}	5.10±1.92 ^{ab}
13	3.44±1.99 ^{bc}	5.83±1.68 ^{abc}	8.80±1.75 ^{ab}	9.08±1.73 ^a	2.51±1.89 ^c
16	15.48±4.74 ^b	14.76±3.98 ^b	29.90±4.14 ^a	25.18±4.12 ^{ab}	28.12±4.56 ^a
19	11.44±4.97	18.66±4.01	20.43±4.04	17.46±3.97	23.56±4.41
22	22.04±3.78	17.80±3.14	17.24±3.25	13.74±3.22	14.63±3.36
25	18.10±4.46 ^{ab}	10.40±4.19 ^b	20.54±3.85 ^{ab}	22.71±3.84 ^a	10.83±3.96 ^b
26	24.03±8.34	32.59±11.70	33.37±7.85	36.37±7.85	25.87±7.38

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

나. 혈청 testosterone 농도

그림 3-2에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈청 호르몬 농도 혈청 testosterone 농도에 대하여 나타내었다.

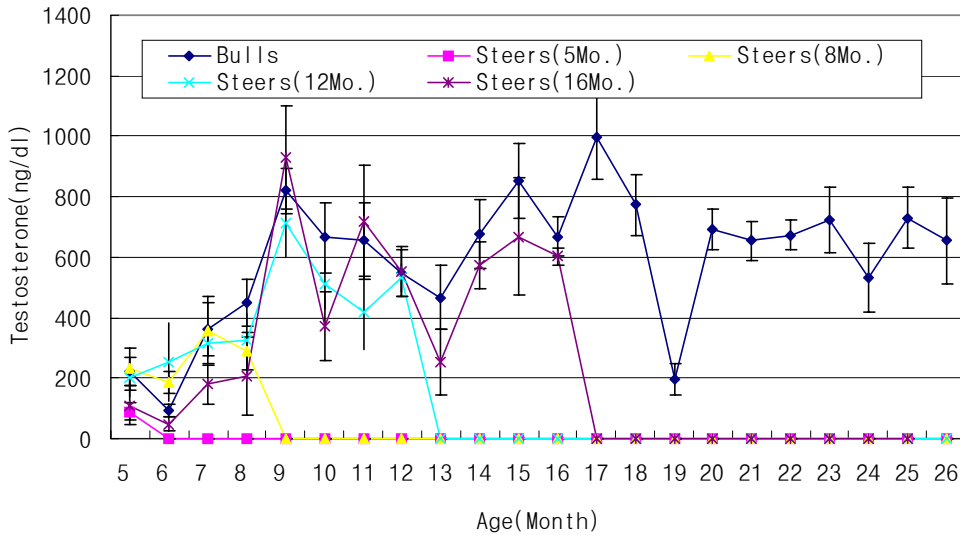


Figure 3-2. Least squares means and standard errors of serum concentration of testosterone for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 4-2에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈청 호르몬 농도 중 혈청 testosterone 농도에 대하여 나타내었다.

Testosterone은 전구물질인 cholesterol을 이용하여 주로 정소의 Leydig's cell에서 합성 분비되며 정소 기능상실시 보상작용으로 adrenal gland에서 소량 합성분비된다(Yen과 Jaffe, 1986). 주요 Androgen인 testosterone은 steroid hormone으로서 수소의 제2차 성징의 발현, 생식기능 유지, 근육내 단백질 합성을 촉진시킨다. 본 실험 I 및 II에서 비거세우와 거세 전 거세우의 혈청 testosterone 농도가 연령이 증가할수록 대체로 증가하는 보였으며 모든 거세우군의 거세우후 testosterone 농도가 감지되지 않았다.

Table 4-2. Least squares means and standard errors of serum testosterone for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : ng/dl)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	562.7±168.8	885.9±219.0	672.1± 98.1	712.0± 96.3	483.4±154.4
7	380.6±157.9	-	802.6±150.0	736.2±146.3	443.1±140.8
10	297.7± 93.12 ^b	-	-	549.0± 82.6 ^a	489.1± 85.7 ^{ab}
13	834.6± 66.37	-	-	-	812.2± 55.8
16	720.6± 56.95	-	-	-	659.3± 39.5
19	751.3± 44.01	-	-	-	-
22	540.4± 49.55	-	-	-	-
25	933.8± 48.74	-	-	-	-
26	941.2± 80.30	-	-	-	-

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

다. 혈청 Cortisol 농도

그림 3-3에는 실험 I의 매월 채혈하여 측정된 혈청 호르몬 농도 혈청 cortisol 농도에 대하여 나타내었다.

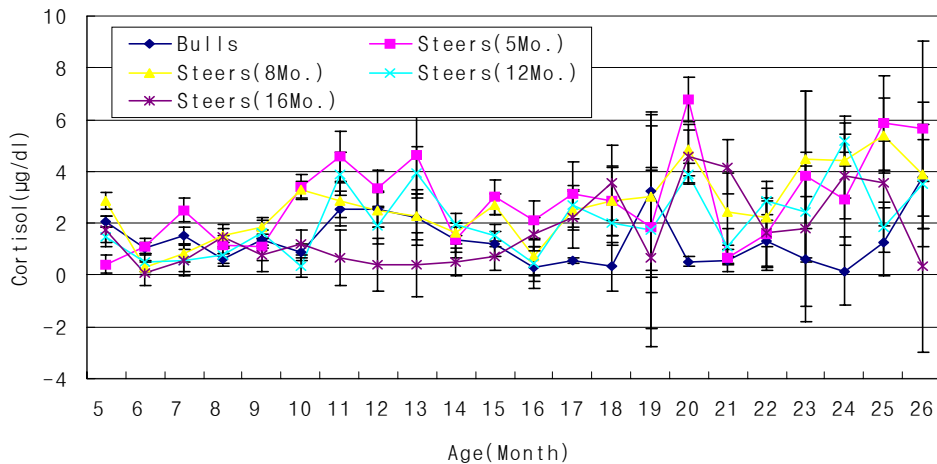


Figure 3-3. Least squares means and standard errors of serum concentration of cortisol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial I.

표 4-3에는 실험 II의 매 3개월마다 채혈하여 측정된 혈청 호르몬 농도 중 혈청 cortisol 농도에 대하여 나타내었다.

Table 4-3. Least squares means and standard errors of serum cortisol for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age in trial II (Unit : $\mu\text{g}/\text{d}\ell$)

Age (Mo)	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
5	1.650±0.503	1.573±0.644	1.276±0.289	0.718±0.284	1.494±0.461
7	1.352±0.487	1.042±0.413	1.596±0.434	1.385±0.432	1.290±0.448
10	1.298±0.672 ^{bc}	3.095±0.439 ^a	1.803±0.482 ^b	0.350±0.456 ^c	0.530±0.629 ^{bc}
13	3.420±0.588	3.242±0.495	3.397±0.517	2.713±0.512	2.892±0.559
16	1.895±0.506 ^b	3.443±0.425 ^a	1.103±0.442 ^b	1.644±0.439 ^b	1.274±0.487 ^b
19	1.080±0.881 ^b	3.851±0.710 ^a	3.729±0.717 ^a	1.081±0.703 ^b	5.650±0.781 ^a
22	2.189±0.577 ^b	2.992±0.480 ^{ab}	3.152±0.496 ^{ab}	2.271±0.492 ^{ab}	3.988±0.514 ^a
25	1.277±0.559 ^b	1.414±0.525 ^{ab}	1.613±0.483 ^{ab}	2.659±0.481 ^{ab}	2.743±0.496 ^a
26	1.249±0.595 ^b	2.269±0.835 ^{ab}	2.236±0.556 ^b	2.099±0.560 ^b	3.765±0.527 ^a

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

Shade part represents as steers.

^{ab,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

Glucocorticosteroid는 탄수화물, 지방 그리고 단백질 대사에 영향을 미치며 간에서는 동화작용을 일으키고 골격근과 지방조직에서는 이화작용을 일으키는 데 대부분의 포유동물 조직에서는 특정 수용체를 통하여 작용한다. 소에서의 주요 corticoid는 cortisol, corticosterone이고 cortisol이 월등하게 작용하고(Paape 등, 1974) adrenal cortex에서 합성 분비되는 steroid hormone으로 지방축적을 증가시키고 단백질 축적을 감소시키고 성장률을 감소시키는데 corticosteroids는 골격근의 아미노산을 동원(mobilization)하여 단백질 합성을 감소시켜 단백질 축적을 감소시킨다(Kraus-Friedmann, 1984). Purchas 등(1980)은 품종간에 차이가 있어 Angus가 Hereford보다 높다고 하였다.

Henricks등(1988)이 Angus에서 거세우가 비거세우보다 높다고 하였고 Lee 등

(1990)도 Angus 및 Angus와 Brahman 교잡우에서 거세우의 혈청 cortisol 농도 (20.7ng/ml)가 비거세우의 농도(13.0ng/ml)보다 높다고 하였는데 실험 I 및 II에서 모두 비거세우와 거세우의 거세전 혈청 cortisol 농도는 차이가 없었으나 거세우가 거세후에는 비거세우보다 높거나($P<0.05$) 같은 경향이 나타났다.

그리고 모든 거세우군(5Mo : 0.75kg/day, 8Mo : 0.77, 12Mo : 0.83, 16Mo : 0.79)이 비거세우군(0.89)보다 일당증체량에서 낮아 이러한 결과는 glucocorticoid 농도가 높을수록 성장률이 떨어진다는 보고들과(Kraus-Friedmann, 1984 ; Purchas 등, 1980) 일치하였다. Shaw와 Trout(1995)은 혈장 cortisol 농도가 높을수록 육질이 좋아진다고 보고하였는데 실험 II에서 5개월령 거세우군은 거세후에 다른시기 거세우군보다 cortisol 농도가 유의적으로 높거나 같게 나타나($P<0.05$) 10개월령 및 16개월령에는 모든 처리군 보다 유의적으로 높게($P<0.05$) 나타나고 근내지방도(10.92)가 다른 처리군(1.56~8.77)보다 높게 나타나($P<0.05$) 일치하는 결과였다.

4. 혈청성분과 경제형질과의 상관관계

가. 혈청호르몬 농도와 경제형질과의 상관관계

표 5-1에는 거세와 거세시기에 따른 혈청 호르몬의 농도와 발육성적 및 도체형질과의 상관관계에 대하여 나타나 있다.

Table 5-1. Correlation between live body weight, carcass traits and concentration of serum hormones in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

	Age (Mo)	Live body weight				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Cortisol	5	0.01	-0.10	-0.44	-0.32	-0.18
	7	-0.12	-0.04	-0.48 [†]	-0.55 [*]	-0.06
	10	-0.05	-0.10	-0.01	0.01	-0.60 [*]
	13	0.09	0.52	0.24	0.01	-0.54
	16	0.12	-0.53 [*]	-0.40	0.06	-0.46
	19	-0.18	0.19	0.05	-0.54 [*]	-0.12
	22	-0.02	0.25	0.13	0.04	-0.43
	25	0.04	0.10	-0.04	0.35	-0.26
	26	0.02	-0.03	0.44	-0.13	-0.48 [†]
	Insulin	5	-0.25	0.13	-0.25	0.27
7		0.22	0.04	0.46	0.44	-0.15
10		0.06	-0.09	0.20	0.26	0.05
13		0.28	-0.50	-0.06	0.25	-0.54
16		0.62 [*]	0.11	0.13	-0.05	-0.26
19		0.31	0.18	0.56 [*]	0.00	-0.34
22		0.51 [†]	0.11	0.31	0.39	0.01
25		0.27	0.15	-0.21	0.23	0.13
26		0.30	-0.17	-0.03	0.17	0.05
Testosterone		5	0.28	-0.03	0.23	0.49 [†]
	7	0.30	-	0.44 [†]	0.57 [*]	0.23
	10	0.36	-	-	0.00	0.07
	13	0.14	-	-	-	0.13
	16	0.07	-	-	-	0.11
	19	-0.44	-	-	-	-
	22	-0.45	-	-	-	-
	25	-0.08	-	-	-	-
	26	-0.39	-	-	-	-

Table 5-1. (Continued-1)

	Age (Mo)	Cold carcass weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Cortisol	5	0.05	-0.12	-0.08	0.20	-0.09
	7	0.08	-0.21	-0.12	0.36	-0.12
	10	-0.18	-0.14	-0.13	0.14	-0.54*
	13	0.28	0.11	-0.42	-0.27	-0.02
	16	0.32	-0.53*	-0.42	-0.12	-0.46 [†]
	19	0.12	-0.01	-0.28	-0.37	-0.01
	22	0.08	0.16	0.26	0.17	-0.44 [†]
	25	0.22	-0.02	-0.09	0.35	-0.24
	26	0.07	-0.22	0.39	-0.20	-0.49 [†]
	Insulin	5	0.08	0.19	0.10	0.05
7		0.12	0.22	0.11	0.07	-0.26
10		0.19	0.37	-0.26	-0.12	0.28
13		-0.26	-0.25	0.08	-0.27	0.02
16		0.43	0.20	-0.20	0.11	-0.16
19		0.57 [†]	0.20	0.43	0.24	0.14
22		0.70 ^{**}	-0.04	0.32	0.19	-0.09
25		0.50 [†]	0.29	-0.34	0.20	-0.03
26		0.53 [†]	-0.36	-0.06	0.03	0.04
Testosterone	5	-0.10	0.12	-0.06	0.25	0.15
	7	-0.13	-	-0.17	0.24	0.13
	10	0.33	-	-	0.50 [†]	-0.23
	13	-0.18	-	-	0.51 [†]	0.25
	16	-0.25	-	-	-	0.19
	19	-0.36	-	-	-	-
	22	-0.09	-	-	-	-
	25	-0.06	-	-	-	-
	26	-0.14	-	-	-	-

Table 5-1. (Continued-2)

	Age (Mo)	Backfat thickness				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Cortisol	5	0.25	-0.20	0.03	-0.22	0.05
	7	0.51 [†]	-0.43	0.07	-0.29	0.08
	10	0.18	-0.02	0.07	-0.32	0.20
	13	0.10	-0.15	-0.39	-0.23	0.03
	16	-0.04	-0.38	0.18	0.02	-0.25
	19	-0.26	-0.06	-0.22	-0.16	0.33
	22	0.15	0.06	-0.20	0.05*	0.41
	25	-0.22	0.25	0.01	-0.07	0.60*
	26	0.20	0.12	-0.15	-0.34	0.49 [†]
	Insulin	5	0.03	0.08	-0.07	-0.10
7		0.01	0.31	-0.11	-0.18	0.42
10		0.10	-0.01	0.11	-0.10	0.54*
13		-0.20	-0.17	0.06	0.20	0.02
16		0.61*	0.07	0.29	0.05	0.40
19		-0.24	0.39	-0.23	0.13	-0.20
22		0.26	0.30	-0.01	0.13	0.44
25		-0.26	0.54*	0.10	0.11	0.34
26		0.20	-0.16	0.45 [†]	-0.42	0.14
Testosterone	5	-0.06	0.07	-0.10	0.06	0.20
	7	-0.19	-	-0.15	0.56*	0.37
	10	-0.41	-	-	0.06	-0.05
	13	-0.55*	-	-	-0.20	0.59*
	16	-0.36	-	-	-	0.18
	19	-0.74**	-	-	-	-
	22	-0.57*	-	-	-	-
	25	-0.53*	-	-	-	-
	26	-0.46 [†]	-	-	-	-

Table 5-1. (Continued-3)

	Age (Mo)	Rib-eye muscle area				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Cortisol	5	-0.15	-0.10	0.09	0.25	-0.16
	7	-0.22	-0.14	0.10	0.37	-0.08
	10	-0.46 [†]	0.09	-0.50 [†]	0.48 [†]	-0.48 [†]
	13	-0.34	0.31	0.38	-0.28	-0.03
	16	0.56 [*]	-0.07	-0.26	-0.31	-0.29
	19	0.09	0.54 [*]	-0.17	-0.23	-0.06
	22	0.40	0.31	0.53 [*]	0.23	-0.56 [*]
	25	0.12	-0.09	0.15	0.18	-0.32
	26	-0.44	-0.16	0.37	0.10	-0.52 [*]
Insulin	5	-0.05	0.10	-0.15	-0.20	-0.25
	7	-0.00	0.15	-0.17	-0.26	-0.40
	10	-0.14	0.31	-0.24	-0.26	-0.25
	13	-0.28	-0.47 [†]	-0.17	-0.07	-0.01
	16	-0.18	0.27	-0.31	0.02	-0.39
	19	-0.00	-0.01	0.45 [†]	-0.10	0.11
	22	0.14	0.02	0.54 [*]	0.25	-0.35
	25	0.28	-0.12	-0.18	-0.21	-0.16
	26	0.13	-0.17	0.05	0.06	-0.07
Testosterone	5	0.05	0.10	-0.20	0.18	-0.08
	7	0.07	-	-0.48 [†]	0.25	-0.10
	10	0.15	-	-	0.78 ^{**}	-0.04
	13	-0.39	-	-	-0.15	0.08
	16	-0.09	-	-	-	-0.15
	19	0.17	-	-	-	-
	22	0.33	-	-	-	-
	25	-0.12	-	-	-	-
	26	0.03	-	-	-	-

Table 5-1. (Continued-4)

	Age (Mo)	Marbling				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Cortisol	5	-0.08	-0.09	-0.05	-0.06	-0.12
	7	-0.03	0.08	-0.07	-0.04	-0.23
	10	0.56*	-0.16	-0.07	-0.26	0.26
	13	0.37	-0.20	0.20	0.09	0.27
	16	-0.09	-0.02	0.48 [†]	0.10	-0.13
	19	0.23	-0.21	0.77**	-0.25	0.03
	22	0.53*	0.13	0.01	0.23	0.12
	25	0.56*	-0.11	0.42	-0.00	-0.02
	26	0.44	0.21	0.06	-0.25	-0.18
	Insulin	5	-0.15	0.05	-0.09	0.05
7		-0.26	0.06	-0.03	-0.10	-0.19
10		-0.03	0.76**	0.26	0.03	0.22
13		-0.13	0.21	-0.15	0.05	-0.24
16		-0.17	-0.11	0.41	0.46 [†]	-0.13
19		-0.35	-0.20	0.15	0.30	-0.07
22		-0.32	-0.11	0.20	-0.03	-0.07
25		-0.12	-0.07	0.42	0.26	0.11
26		-0.19	-0.11	0.06	-0.34	-0.01
Testosterone		5	-0.20	0.09	0.10	0.12
	7	-0.38	-	0.12	0.17	0.13
	10	-0.21	-	-	-0.06	0.17
	13	0.01	-	-	-0.10	0.09
	16	-0.10	-	-	-	-0.10
	19	-0.41	-	-	-	-
	22	-0.06	-	-	-	-
	25	-0.36	-	-	-	-
	26	-0.13	-	-	-	-

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

Purchas 등(1980)은 cortisol 농도가 높을수록 성장률이 떨어진다고($r=-0.44$, $P<0.01$) 하였고 Chase 등(1995)은 생체중과 부의 상관관계가 있다고($r=-0.17$, $P<0.01$) 하였는데 본 실험에서도 16개월령 거세우군의 생체중은 시험기간 동안의 혈청 cortisol 농도가 높을수록 낮은 경향을 보였으며 특히 10개월령의 cortisol 농도가 유의적인 부의 상관관계($r=-0.60$, $P<0.05$)를 나타내었고 다른 시험군에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았지만 5개월령 거세우군은 16개월령에($r=-0.53$, $P<0.05$), 8개월령 거세우군은 7개월령에($r=-0.48$, $P<0.05$), 그리고 12개월령 거세우군은 7개월령($r=-0.55$, $P<0.05$)과 19개월령($r=-0.54$, $P<0.05$)에 유의적인 부의 상관관계가 나타났다. Trenkel과 Topel(1978)은 혈장 insulin 농도가 높을수록 도체지방이 많고 도체근육은 감소한다고 하였고 Verde와 Trenkle(1987)은 insulin이 높을수록 생체중이 높다($r=0.81$, $P<0.01$)고 하였다. Insulin 농도는 비거세우군에서 5개월령을 제외하고는 생체중을 증가시키는 경향을 보여 16개월령에는 유의적인 정의 상관관계($r=0.62$, $P<0.05$)를 보였고, 12개월령 거세우군에서도 16개월령을 제외하고 이와 같은 경향을 보였다. 그리고 8개월령 거세우군도 19개월령의 insulin 농도가 유의적으로($r=0.56$, $P<0.05$) 생체중을 증가시키는 것으로 나타났다. 비거세우군에서 16개월령까지는 혈청 testosterone 농도가 생체중을 증가시키는 요인으로 작용하는 경향을 보였고 19개월령부터는 오히려 감소시키는 경향을 보여 testosterone에 의해 성격이 난폭해짐에 따라 나타난 현상으로 사료된다. 거세우군에서는 거세전까지 전반적으로 testosterone이 생체중을 증가시키는 요인으로 작용하는 경향을 보였고 12개월령 거세우군의 7개월령의 testosterone 농도는 유의적으로($r=0.57$, $P<0.05$) 작용하였다. 따라서 비거세우군에서 16개월령까지는 testosterone이 생체중을 증가시키는 요인으로 작용하고 비육중기에는 insulin이 이와 같은 작용을 하는 것으로 사료된다. 5개월령 거세우군은 16개월령까지 전반적으로 cortisol에 의해 성장이 억제되고 이후에는 insulin에 의해 성장이 촉진되는 것으로 사료된다. 8개월령 거세우도 5개월령 거세우군과 같이 cortisol에 의해 성장이 억제되다가 비육중기에 insulin이 성장에 작용하는 것으로 사료된다. 12개월령 거세우군에서도 cortisol에 의한 성장 지연이 부분적으로 나타났지만 뚜렷하지는 않았고 insulin과 거세전 testosterone에 의해 성장이 촉진되는 것으로 사료된다. 16개월령 거세우군에서는 cortisol이 생체중을 감소시키는 요인으로 작용하고 거세전 testosterone이 성장을 촉진하는 것으로 나타났다.

냉도체중에 있어 16개월령 거세우군은 시험기간 동안 혈청 cortisol농도가 높을

수록 냉도체중이 적은 경향을 나타내었으며 특히 10개월령에서 유의성 있는 부의 상관관계($v=-0.54$, $P<0.05$)를 나타냈다. 5개월령 거세우군은 16개월령에는 부의 상관관계($v=-0.53$, $P<0.05$)를 나타내었다. 비거세우군은 10개월령을 제외한 시험기간 동안 cortisol농도가 높을수록 냉도체중이 높은 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. 비거세우군은 비육후기(19~26개월령)에 혈청 insulin 농도가 높을수록 냉도체중이 높게 나타났으며($v=0.50\sim 0.70$, $P<0.10$) 특히 22개월령에는 매우 높은 정의 상관관계($v=0.70$, $P<0.01$)를 나타내었으며 혈청 testosterone농도가 높을수록 냉도체중이 적은 경향을 나타내었으나 유의성은 없었다. 따라서 혈청 호르몬에 따른 영향은 비거세우에서 cortisol과 insulin이 주로 냉도체중을 증가시키는 요인으로 작용하며 비육후기에는 insulin의 그 작용이 더 커지는 것으로 나타났다. 모든 거세우군에서는 cortisol이 냉도체중을 감소시키는 요인으로 작용하는 경향을 보였는데 12개월령 거세우가 가장 적은 영향을 받은 것으로 사료된다. 거세우군은 다른 호르몬에 의해 냉도체중이 크게 영향을 받지 않는 것 같고 다만 12개월령 거세우에서 거세전 testosterone이 냉도체중과 0.25~0.51의 상관을 보였다. 등지방두께에 있어 16개월령 거세우군은 거세후인 19개월령부터 출하때까지 혈청 cortisol 농도가 높을수록 등지방 두께가 두꺼운 경향을 나타내었으며 25개월령($v=0.60$, $P<0.05$) 및 26개월령($v=0.49$, $P<0.10$)에 유의성 있는 정의 상관관계가 나타났다. 등지방두께와 혈청 insulin 농도와는 모든 처리군에 있어 뚜렷한 경향을 나타내지 않았고 비거세우군에서 16개월령에, 5개월령 거세우군에서 25개월령에, 그리고 16개월령에 정의 상관관계가 나타났다. 비거세우군은 혈청 testosterone 농도가 높을수록 등지방두께가 얇은 것으로 나타났으며 13개월령, 그리고 19~26개월령에는 높은 부의 상관관계($v=-0.46\sim -0.74$)가 나타났다. 거세우군에서는 12개월령 거세우군이 7개월령에($v=0.56$, $P<0.05$), 16개월령 거세우군은 13개월령에($v=0.59$, $P<0.05$) testosterone농도와 등지방 두께간에 높은 정의 상관관계가 나타났다. 따라서 비거세우군의 등지방두께는 testosterone에 의해 영향을 받아 농도가 높을수록 얇아지고 16개월령 거세우군에서는 cortisol이 작용하여 등지방두께를 증가시키는 것으로 사료된다.

배최장근단면적에서 16개월령 거세우군을 제외한 모든 처리군에서 혈청 cortisol 농도와 뚜렷한 관계를 보이지 않았으며 16개월령 거세우군은 cortisol 농도가 높을수록 배최장근단면적은 적은 경향을 나타내었으며 22개월령($v=-0.56$, $P<0.05$) 및 26개월령($v=-0.52$, $P<0.05$)에는 유의적으로 나타났다. 비거세우군은 16

개월령에, 5개월령 거세우군은 19개월령에, 8개월령 거세우군은 22개월령에 배최장근 단면적과 cortisol 농도간에 높은 정의 상관관계($r=0.53\sim 0.56$)가 나타났다. 혈청 insulin농도는 배최장근단면적과 모든 처리군에서 유의성 있는 관계를 보이지는 않았다. 다만 비거세우군에서는 비육중기에 부의 상관관계를, 그 이후에는 정의 상관관계를, 8, 12 및 16개월령 거세우군은 비육전기까지에 부의 상관관계를, 그리고 16개월령 거세우군은 비육후기에 부의 상관관계를 보였다. 배최장근단면적과 혈청 testosterone농도간의 관계는 뚜렷한 관계를 보이지 않았지만 12개월령 거세우군에서 10개월령에 정의 상관관계가 나타났다. 따라서 비거세우군의 배최장근단면적은 비육중기까지의 insulin에 의해 배최장근단면적이 감소하고 16개월령 거세우군은 cortisol에 의해 주로 영향을 받아 감소하고 insulin과 testosterone도 이와 같은 작용을 하는 것 같다.

Shaw와 Trout(1995)는 혈장 cortisol 농도가 높을수록 육질이 좋아진다고 하였다. 본 실험에서 근내지방도에서 비거세우군은 비육후기에(19~26개월령) 혈청 cortisol과 정의 상관관계를, 5개월령 거세우군은 비육중기에(10~19개월령) 부의 상관관계를, 8개월령 거세우군은 비육중기 및 후기에(13~26개월령)에 정의 상관관계가 나타났다. 비거세우군은 유의성은 없었지만 전기간동안 혈청 insulin 농도와 부의 상관관계가 나타나 insulin농도가 높을수록 근내지방도가 낮은 것으로 나타났으며 5개월령 거세우군은 비육전기에는 정의 상관관계가 있는 경향을 보이고 특히 10개월령에는 높은 정의 상관관계($r=0.76$)를 보였으며 비육중기부터(16개월령) 출하시까지는 유의성은 없지만 부의 상관관계가 나타났다. 8개월령 거세우군은 비육중기(16개월령)부터 정의 상관관계의 경향을 보였지만 유의성은 없었다. 비거세우군은 13개월령을 제외하고 혈청 testosterone 농도가 높을수록 근내지방도가 떨어지는 경향을 보였다. 따라서 근내지방은 비거세우에서 testosterone과 insulin에 의해 감소하고 비육후기에는 혈청 cortisol에 의해 증가하는 것으로 사료된다. 5개월령 거세우군은 비육전기에는 insulin에 의해 증가하고 비육중기에는 insulin과 cortisol에 의해 감소하며 비육후기에는 insulin에 의해 영향을 받아 감소하는 것 같다. 그리고, 8개월령 거세우군은 비육중기부터 비육후기까지 cortisol과 insulin이 근내지방을 증가시키는 요인으로 작용하는 것으로 사료된다.

나. 혈청대사물질 농도와 경제형질과의 상관관계

표 5-2에는 거세와 거세시기에 따른 혈청 대사물질의 농도와 증체율과의 상관관계에 대하여 나타나 있다.

Table 5-2. Correlation between live body weight and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

	Age (Mo)	Live body weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Triglyceride	5	-0.07	0.15	-0.33	-0.37	-0.48 [†]
	7	-0.00	-0.01	-0.09	-0.67 ^{**}	-0.40
	10	0.05	0.26	-0.52 [*]	0.14	-0.35
	13	-0.04	-0.03	0.07	0.34	0.44
	16	-0.01	-0.07	0.40	0.10	-0.07
	19	0.18	-0.41	-0.20	-0.04	-0.39
	22	0.43	-0.13	-0.35	0.08	0.07
	25	0.08	-0.55 [*]	-0.41	-0.15	0.25
	26	0.17	-0.12	-0.15	-0.13	0.21
	Alkaline phosphatase	5	-0.20	0.22	0.15	-0.22
7		-0.03	0.24	0.29	-0.45 [†]	0.17
10		-0.44 [†]	0.26	0.26	-0.19	-0.11
13		-0.40	-0.20	0.34	0.33	0.35
16		0.08	0.33	-0.03	-0.07	0.23
19		-0.30	0.44	0.23	-0.15	0.36
22		0.001	0.45 [†]	0.23	-0.28	0.14
25		0.19	0.39	0.21	-0.09	0.22
26		0.10	0.38	-0.16	0.11	-0.08
Inorganic phosphorus		5	0.05	-0.02	0.09	0.12
	7	0.06	0.23	0.37	-0.06	-0.03
	10	0.09	-0.07	0.04	-0.31	0.45 [†]
	13	0.31	0.21	0.35	0.39	0.26
	16	0.10	-0.00	0.10	-0.10	0.16
	19	-0.29	-0.25	0.34	0.23	0.23
	22	0.12	0.12	-0.06	0.26	0.09
	25	-0.25	0.20	-0.01	-0.47 [†]	0.23
	26	0.15	0.07	-0.01	-0.17	0.03

Table 5-2. (Continued-1)

	Age (Mo)	Live body weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Glucose	5	0.31	0.03	-0.05	-0.09	-0.15
	7	0.25	-0.09	-0.10	-0.16	-0.15
	10	0.31	0.42	-0.29	0.38	-0.06
	13	0.01	-0.07	0.04	-0.36	0.33
	16	-0.04	-0.36	-0.41	0.02	-0.21
	19	-0.52	0.03	0.33	0.43	-0.07
	22	0.18	0.03	-0.14	0.19	-0.09
	25	-0.13	-0.34	0.02	-0.003	-0.28
	26	0.23	0.02	0.13	0.32	0.18
Total protein	5	0.02	-0.03	0.25	0.03	0.10
	7	-0.26	0.08	0.01	-0.22	-0.03
	10	0.35	-0.30	0.02	0.02	0.14
	13	0.44	0.20	0.15	0.44	-0.41
	16	-0.07	0.07	-0.008	-0.23	0.07
	19	-0.40	-0.40	-0.26	-0.21	-0.05
	22	-0.20	0.03	-0.14	0.19	-0.09
	25	0.18	0.04	0.02	-0.08	0.61 [†]
	26	-0.07	-0.35	0.29	-0.02	0.68 ^{**}
Total calcium	5	-0.11	-0.09	0.26	0.36	0.21
	7	0.03	0.37	0.27	-0.29	0.10
	10	-0.01	-0.27	-0.09	0.37	0.25
	13	-0.46	0.24	-0.20	0.59	0.02
	16	-0.25	-0.07	-0.16	-0.02	-0.01
	19	-0.14	-0.10	-0.37	-0.34	-0.02
	22	-0.19	-0.34	-0.10	-0.19	-0.03
	25	0.00	0.30	-0.41	0.33	0.68 ^{**}
	26	-0.16	0.17	-0.09	-0.13	-0.27

Table 5-2. (Continued-2)

	Age (Mo)	Live body weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Total cholesterol	5	-0.20	0.07	-0.34	0.05	0.05
	7	-0.26	-0.08	-0.32	-0.41	-0.04
	10	0.20	0.08	0.06	0.35	-0.42
	13	-0.10	-0.37	0.04	0.06	-0.09
	16	0.38	-0.09	-0.31	0.13	-0.15
	19	0.36	0.21	0.29	0.51 [†]	-0.11
	22	0.46 [†]	-0.09	0.22	0.32	-0.12
	25	0.48 [†]	-0.17	0.22	0.29	-0.15
	26	0.15	-0.07	0.28	0.15	-0.24
Blood urea nitrogen	5	0.19	0.11	-0.11	-0.21	-0.21
	7	0.22	-0.29	-0.29	-0.17	-0.50 [†]
	10	-0.02	0.21	-0.07	-0.24	-0.20
	13	-0.02	0.06	0.42	0.02	0.23
	16	0.77**	0.22	-0.38	-0.10	0.39
	19	-0.03	0.23	-0.05	0.42	0.26
	22	0.30	0.42	0.14	0.13	0.14
	25	0.50 [†]	0.35	0.14	0.25	0.08
	26	-0.06	0.15	-0.18	-0.63*	-0.19
Albumin	5	-0.01	-0.02	0.36	0.22	-0.23
	7	-0.13	-0.02	0.37	-0.21	-0.003
	10	0.32	-0.36	0.31	0.14	0.34
	13	-0.17	0.05	0.07	-0.82*	0.13
	16	0.20	-0.05	0.18	0.07	0.26
	19	-0.45	-0.27	0.12	-0.13	0.33
	22	0.12	-0.03	0.16	0.15	0.08
	25	-0.01	-0.31	0.23	0.19	0.13
	26	-0.07	-0.15	0.40	0.12	-0.19

Table 5-2. (Continued-3)

	Age (Mo)	Live body weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Creatinine	5	0.06	0.03	0.04	-0.03	0.19
	7	0.22	-0.02	0.06	-0.41	-0.02
	10	0.62	0.03	-0.12	-0.47 [†]	-0.35
	13	-0.28	0.43	0.45	0.66	0.35
	16	0.31	-0.26	0.30	-0.04	0.28
	19	-0.15	-0.13	0.51 [†]	0.03	0.31
	22	-0.01	-0.05	-0.02	-0.05	0.07
	25	0.17	-0.50 [†]	0.41	-0.04	-0.20
	26	0.03	-0.29	0.41	-0.19	-0.12
GPT	5	0.50 [†]	-0.21	0.09	0.01	0.41
	7	-0.23	-0.04	-0.17	-0.14	0.18
	10	0.52 [*]	-0.36	0.25	0.26	0.20
	13	-0.11	0.27	0.07	0.50	-0.01
	16	-0.04	0.06	-0.08	0.16	0.33
	19	-0.49 [†]	-0.23	-0.24	0.42	0.56 [*]
	22	0.10	0.24	-0.19	0.06	0.58 [*]
	25	-0.36	-0.28	0.12	0.22	0.55 [†]
	26	-0.25	0.15	0.04	-0.08	0.12
GOT	5	0.13	-0.27	0.24	0.53 [*]	-0.00
	7	0.18	-0.18	0.17	0.55 [*]	0.44 [†]
	10	0.33	-0.30	0.03	-0.21	-0.48
	13	-0.40	-0.16	-0.56	-0.63	0.49
	16	0.07	0.21	0.38	-0.19	0.01
	19	0.13	-0.17	-0.53 [*]	0.10	-0.43
	22	0.17	0.25	-0.31	-0.09	0.11
	25	-0.16	0.01	0.11	0.23	-0.11
	26	0.06	-0.00	-0.01	-0.23	-0.04

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

혈청 triglyceride 농도는 5개월령 거세우군의 비육기 동안, 8개월령 및 16개월령 거세우군의 5~7개월령에 그리고 12개월령 거세우군의 5개월령 및 7개월령에 생체중을 감소시키는 역할을 하는 경향을 보였고, 5개월령 거세우군의 25개월령에($v = -0.55$, $P < 0.05$), 8개월령 거세우군의 10개월령에($v = -0.52$, $P < 0.05$), 그리고 12개월령 거세우군의 7개월령에($v = -0.67$, $P < 0.01$) 유의적인 부의 상관관계가 나타났다. Tietz(1976)은 혈액내 alkaline phosphatase (ALP)가 소의 골격성장을 돕는다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 비거세우군의 ALP가 5~13개월령까지 생체중을 감소시키는 경향을 보였고 12개월령 거세우군에서도 13개월령 및 26개월령을 제외하고는 이와 같은 경향을 보였다. 반면에 5개월령 거세우군은 13개월의 alkaline phosphatase 농도를 제외하고, 8개월령 거세우군은 16개월령 및 26개월령을 제외하고 그리고 16개월령 거세우는 13개월을 제외한 비육기동안 생체중을 증가시키는 요인으로 작용하는 경향을 보였다. 혈청 inorganic Phosphorus 농도는 비거세우에서 19개월령 및 25개월령을 제외하고, 8개월령 거세우군은 비육중기까지 그리고 16개월령 거세우군은 7개월령을 제외하고 생체중을 증가시키는 경향을 보였지만 유의적으로 작용하지는 않았다($P > 0.05$). 혈청 glucose 농도는 16개월령 거세우에서 13개월령 및 26개월령을 제외한 다른 기간동안 생체중을 감소시키는 경향을 보인 것 외에 다른 처리군에서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 또한 혈청 total protein 농도도 모든 시험군의 생체중에 뚜렷한 영향을 미치는 않는 것으로 나타났으나 16개월령 거세우군의 26개월령에($v = 0.68$, $P < 0.01$) 매우 유의적인 정의 상관관계가 나타났다. 혈청 total calcium 농도는 비거세우군에서 7개월령을 제외하고, 8개월령 거세우군은 10개월부터 출하시까지, 그리고 12개월령 거세우군은 25개월을 제외하고 비육중기부터 출하시까지 생체중을 감소시키는 요인으로 작용하는 경향을 보였다. 그러나 16개월령 거세우군의 25개월령 total calcium 농도는 생체중을 증가시키는 요인으로 작용하였다($v = 0.68$, $P < 0.01$). 비거세우군에서는 비육중기 이후, 8개월령 거세우군은 19개월령부터 출하시까지, 그리고 12개월령 거세우군은 7개월령을 제외하고 출하시까지 혈청 total cholesterol 농도는 생체중을 증가시키는 경향을 보였다. 반면에 5개월령 거세우군의 19개월령을 제외한 비육기동안 및 7개월령을 제외한 16개월령 거세우군의 total cholesterol 농도는 생체중을 감소시키는 경향을 보였다. 혈청 BUN 농도는 5개월령 거세우군의 7개월령을 제외하고는 높을수록 생체중을 증가시키는 경향을 보였다. 그리고 비거세우군의 16개월령에 매우 높은 유의적인 정의 상관관계를($v = 0.77$,

$P<0.01$) 보였다. 혈청 albumin 농도는 5개월령 거세우군에서 13개월령을 제외하고는 생체중을 감소시키는 경향을 보인 반면 8개월령 거세우군의 시험기간동안, 그리고 16개월령 거세우군의 26개월령을 제외하고 10개월령부터 출하시까지는 이와 반대의 경향을 보였다. 12개월령 거세우군의 13개월령에 부의 상관관계($r=-0.82$, $P<0.05$)가 나타났다. 혈청 creatinine 농도는 5개월령 거세우군의 비육중기(16개월령) 이후 생체중과 부의 상관관계를 나타내었고 8개월령 거세우군은 10개월령 및 22개월령을 제외하고 정의 상관관계가 나타났다. 생체중에 있어 12개월령 거세우군의 26개월령을 제외하고 10개월부터 출하시까지의 GPT 농도가 생체중을 증가시키는 요인으로 작용하는 것으로 나타나고 16개월령 거세우군의 비육중기부터 출하시까지도 이와 같은 경향을 보였다. 특히 16개월령 거세우군의 19개월령($r=0.56$, $P<0.05$) 및 22개월령($r=0.58$, $P<0.01$)에 유의적인 정의 상관관계가 나타났다. GOT 농도는 모든 시험군에 있어 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 다만 8개월령 거세우군의 19개월령에 부의 상관관계($r=-0.53$, $P<0.05$)가 나타났고 12개월령 거세우군의 육성기에 정의 상관관계($r=0.53\sim 55$, $P<0.05$)가 나타났다.

따라서 비거세우군의 생체중은 전 기간 동안의 total calcium과 비육전기까지의 ALP의 농도가 높을수록 생체중이 감소하는 경향을 보인 반면 전기간 동안의 inorganic phosphorus와 비육중기부터의 total cholesterol 농도가 생체중을 증가시키는 경향을 보였다. 5개월령 거세우군에서는 전기간 동안의 albumin, 육성기의 triglyceride, 비육기의 triglyceride와 total cholesterol 그리고 비육중기 이후의 creatinine 농도와 생체중간에 부의 상관관계가 나타났고 전기간 동안의 ALP 및 BUN이 생체중을 증가시키는 경향으로 나타났다. 8개월령 거세우군에서는 육성기 후반부터의 total calcium과 부의 상관관계를 보였고 전기간 동안의 ALP, BUN, creatinine, 비육중기까지의 inorganic phosphorus 그리고 비육후기의 total cholesterol의 농도가 높을수록 생체중이 증가하는 것으로 나타났다. 12개월령 거세우군의 생체중은 전기간동안의 ALP, 비육중기부터의 total calcium과 정의 상관관계를 보였고 전기간 동안의 total cholesterol과 비육기의 GPT가 생체중을 증가시키는 요인으로 사료된다. 그리고 16개월령 거세우군에서는 전기간 동안의 glucose와 total cholesterol 그리고 5~7개월령 triglyceride의 농도가 높을수록 생체중이 감소하는 경향을 보인 반면 전기간 동안의 inorganic phosphorus, 비육기의 ALP, albumin 그리고 비육중기 이후의 GPT농도가 높을수록 생체중이 높은 것으로 나타났다.

표 5-3에는 거세와 거세시기에 따른 혈청 대사물질의 농도와 냉도체중과의 상관관계에 대하여 나타나 있다.

Table 5-3. Correlation between cold carcass weight and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

	Age (Mo)	Cold carcass weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Triglyceride	5	0.17	-0.17	-0.29	0.31	-0.11
	7	0.15	-0.26	-0.08	0.13	-0.03
	10	0.12	0.22	-0.50 [†]	0.23	-0.15
	13	-0.03	-0.35	-0.15	-0.41	-0.54 [*]
	16	-0.10	0.04	0.30	-0.01	0.00
	19	0.19	-0.37	-0.22	-0.25	0.25
	22	0.17	-0.24	-0.33	-0.17	-0.03
	25	0.13	-0.16	-0.38	-0.18	-0.01
	26	0.28	-0.18	-0.19	0.14	0.24
Alkaline phosphatase	5	-0.28	0.34	0.09	-0.11	0.12
	7	0.09	0.42	0.05	0.04	0.14
	10	-0.28	0.45 [†]	0.19	0.01	0.07
	13	0.10	0.24	0.23	-0.17	0.05
	16	-0.004	0.39	-0.34	-0.15	0.14
	19	-0.23	0.40	0.09	-0.16	0.36
	22	0.03	0.43	0.08	-0.21	0.14
	25	0.03	0.30	0.17	-0.16	0.27
	26	0.08	0.62 [*]	-0.01	-0.11	0.07
Inorganic phosphorus	5	0.03	0.07	-0.01	-0.20	0.48 [†]
	7	0.09	0.34	-0.11	-0.25	0.28
	10	-0.03	-0.30	0.09	-0.06	0.47 [†]
	13	-0.57 [*]	-0.40	-0.05	0.04	0.34
	16	-0.20	0.06	0.03	-0.01	0.21
	19	-0.22	-0.04	0.11	-0.07	0.34
	22	0.31	0.09	0.04	0.22	0.14
	25	-0.28	0.01	0.06	-0.62 [*]	0.15
	26	0.17	-0.05	0.02	-0.05	0.09

Table 5-3. (Continued-1)

	Age (Mo)	Cold carcass weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Glucose	5	0.64*	0.22	-0.35	-0.24	0.12
	7	0.65*	0.28	-0.39	-0.28	0.24
	10	0.33	0.11	0.05	0.02	-0.27
	13	0.63 [†]	0.08	0.08	0.35	-0.19
	16	0.23	-0.31	-0.38	0.53*	-0.21
	19	-0.41	0.15	0.00	0.43	0.30
	22	0.13	-0.10	-0.02	0.20	-0.13
	25	-0.42	-0.24	0.01	0.05	-0.37
	26	0.29	0.01	-0.02	0.32	0.17
Total protein	5	-0.05	0.03	-0.38	-0.19	0.16
	7	-0.51 [†]	0.12	-0.34	-0.16	-0.09
	10	0.26	-0.09	-0.28	-0.04	0.42
	13	-0.53*	-0.10	0.23	-0.27	0.14
	16	-0.20	0.19	-0.01	0.06	0.02
	19	-0.58*	-0.41	-0.01	-0.23	-0.03
	22	-0.44	0.18	0.14	-0.30	-0.14
	25	0.32	0.15	0.15	-0.06	0.56*
	26	-0.17	-0.47 [†]	0.25	0.06	0.68**
Total calcium	5	0.01	-0.22	-0.18	-0.10	-0.06
	7	0.04	0.15	-0.07	-0.35	-0.09
	10	0.40	-0.26	-0.26	0.23	0.48 [†]
	13	0.46 [†]	0.29	-0.09	0.41	-0.58*
	16	-0.52 [†]	-0.06	-0.24	-0.28	-0.13
	19	-0.28	0.01	-0.17	-0.55*	-0.06
	22	-0.43	-0.17	-0.14	-0.32	-0.04
	25	0.05	0.09	-0.48 [†]	0.45 [†]	0.60*
	26	-0.37	-0.08	-0.05	-0.23	-0.25

Table 5-3. (Continued-2)

	Age (Mo)	Cold carcass weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Total cholesterol	5	0.46 [†]	-0.00	-0.12	0.28	-0.19
	7	0.19	-0.14	-0.15	0.17	-0.11
	10	0.62*	0.07	0.02	0.30	-0.16
	13	0.21	0.22	-0.19	-0.17	-0.40
	16	0.17	-0.15	-0.26	0.38	-0.28
	19	0.50 [†]	0.19	0.20	0.43	0.36
	22	0.60*	-0.05	0.28	0.42	-0.10
	25	0.52 [†]	-0.16	0.19	0.31	-0.13
	26	-0.09	-0.09	0.25	0.17	-0.09
Blood urea nitrogen	5	-0.36	0.08	-0.33	-0.22	-0.34
	7	-0.43	-0.33	-0.37	-0.40	-0.44 [†]
	10	-0.05	0.23	-0.08	0.05	-0.03
	13	-0.45	-0.28	-0.24	0.04	0.04
	16	0.69**	0.13	-0.03	0.41	0.18
	19	-0.29	0.15	-0.27	0.48 [†]	0.49 [†]
	22	0.07	0.38	0.23	0.25	0.24
	25	0.54*	0.21	0.11	0.46 [†]	0.09
	26	-0.23	0.17	-0.18	-0.49 [†]	-0.04
Albumin	5	0.23	-0.27	0.02	0.15	0.01
	7	-0.29	-0.08	0.01	-0.10	-0.14
	10	0.82	-0.48 [†]	0.03	0.36	1.00
	13	-0.47 [†]	-0.05	0.40	0.25	0.22
	16	0.19	0.01	0.04	0.35	0.15
	19	-0.59*	-0.28	0.22	-0.09	0.39
	22	-0.15	-0.11	0.13	0.08	0.11
	25	-0.13	-0.34	0.27	0.20	0.11
	26	-0.14	-0.46 [†]	0.30	0.16	-0.11

Table 5-3. (Continued-3)

	Age (Mo)	Cold carcass weight				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Creatinine	5	-0.12	-0.23	-0.03	-0.35	-0.38
	7	-0.09	-0.11	-0.05	-0.41	0.16
	10	0.59	-0.25	-0.01	-0.28	-1.00
	13	-0.48 [†]	-0.20	0.41	0.11	-0.31
	16	0.21	-0.23	0.10	0.10	0.19
	19	-0.40	-0.16	0.34	0.20	0.05
	22	0.08	-0.005	0.16	0.22	0.20
	25	0.08	-0.44	0.45 [†]	0.06	-0.15
	26	-0.12	-0.30	0.41	-0.01	-0.003
GPT	5	0.22	-0.17	-0.02	0.28	0.29
	7	-0.55 [*]	-0.07	0.16	0.10	0.31
	10	0.31	-0.09	-0.04	0.28	0.13
	13	-0.62 [*]	0.27	-0.04	0.38	0.20
	16	-0.33	0.33	-0.06	0.24	0.29
	19	0.16	-0.21	-0.18	0.19	0.49 [†]
	22	0.09	0.27	-0.16	0.03	0.51 [†]
	25	-0.40	-0.28	0.16	0.20	0.50 [†]
	26	-0.52 [†]	0.21	-0.01	0.06	0.25
GOT	5	0.19	0.14	0.04	-0.30	-0.02
	7	0.01	0.17	0.01	-0.19	0.38
	10	0.15	-0.11	0.05	-0.28	-0.39
	13	0.06	-0.17	0.16	-0.18	0.20
	16	-0.09	0.33	0.15	0.03	-0.14
	19	0.04	-0.23	-0.33	-0.05	-0.42
	22	0.25	0.26	-0.26	-0.02	0.15
	25	0.02	-0.08	0.17	0.30	0.46 [†]
	26	0.02	-0.03	-0.08	-0.11	0.07

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

냉도체중에서 혈청 triglyceride 농도는 비거세우군에서 비육후기(19~26개월령)에 정의 상관관계를, 5개월령 및 8개월령 거세우군에서 비육후기(19~26개월령)에 부의 상관관계를, 12개월령 거세우는 26개월령을 제외하고 비육기동안(13~25개월령) 부의 상관관계를 나타내는 경향을 보였고, 16개월령 거세우군은 13개월령에 유의적인 부의 상관관계가($r=-0.54$, $P<0.05$) 나타났다. Tietz(1976)은 ALP 활성도가 성장기의 소에 있어 골격성장을 촉진하는 역할을 한다고 하였는데 혈청 ALP 농도는 5개월령 거세우군에서 시험전기간 동안 농도가 높을수록 냉도체중이 무거운 경향을 보였으며 특히 26개월령에는 높은 정의 상관관계($r=0.62$, $P<0.05$)를 보였다. 12개월령 거세우군에서는 비육기동안 유의성은 없었지만 부의 상관관계가, 16개월령 거세우군은 시험전기동안 정의 상관관계가 나타났다. 혈청 inorganic phosphorus 농도와 16개월령 거세우군의 냉도체중간에는 정의 상관관계를 보이는 경향을 보였고 비거세우군의 13개월령에 부의 상관관계가, 12개월령 거세우군의 25개월령에 부의 상관관계가 나타났다. Glucose 농도는 비거세우군의 육성기부터 비육전기 기간동안(7개월령~16개월령) 농도가 높을수록 냉도체중이 무거운 것으로 나타났고($r=0.23\sim 0.65$) 12개월령 거세우군은 16개월령 혈청 glucose 농도와 냉도체중간의 유의적인 정의 상관관계($r=0.53$, $P<0.05$)를 보이며 비육기 동안 정의 상관관계의 경향이 나타났다. 혈청 total protein 농도는 비거세우군에서 냉도체중과 비육기 동안 25개월령을 제외하는 부의 상관관계의 경향을 보여 그 농도가 높을수록 냉도체중이 적게 나타났다. 그리고 16개월령 거세우군에서는 25개월령($r=0.56$, $P<0.05$) 및 26개월령($r=0.68$, $P<0.01$)에 매우 높은 정의 상관관계를 보였다. 혈청 total calcium 농도는 8개월령 거세우군에서 전 시험동안에 농도가 높을수록 냉도체중이 적게 나타나는 경향을 보였으며 12개월령 거세우군은 비육중기에 부의 상관관계가 나타났으며 16개월령 거세우군은 비육기동안 25개월령 때를 제외하고는 부의 상관관계가 나타났다. Wheeler 등(1987)은 혈청 cholesterol 농도가 높을수록 냉도체중이 높다고 하였고($r=0.49$, $P<0.05$), Marsuzaki 등(1997)도 혈청 cholesterol은 도체지방 및 도체중과 정의 상관관계가 있다고 하였는데 본 실험에서도 비거세우군의 total cholesterol 농도가 26개월령을 제외하고는 높을수록 냉도체중이 무거운 것으로 나타났으며 특히 10개월령($r=0.62$, $P<0.05$) 및 22개월령($r=0.60$, $P<0.05$)에는 매우 높은 정의 상관관계가 나타났다. 5개월령 및 16개월령 거세우군은 비육후기의 total cholesterol 농도가 높을수록 냉도체중이 적은 경향이 나타났고 8개월 및 12개월령 거세우군에서는 이와는 반

대의 경향을 보였다. 그리고 16개월령 거세우군에서는 16개월령까지의 total cholesterol 농도가 높을수록 냉도체중이 떨어지는 경향을 보였다. Doonenbal 등(1987)은 insulin 혹은 cortisol에 의한 이화작용이 활발해지면 근육의 아미노산이 동원되어 탈아민화되어 BUN이 높아진다고 하였다. BUN 농도는 비거세우군에서 16개월령 및 25개월령에서 높은 정의 상관관계가 나타났으나 시험기간동안 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 그리고 5개월령, 12개월령, 그리고 16개월령 거세우군 모두 비육중기 이후에는 농도가 높을수록 냉도체중이 높게 나타나는 경향을 보였으나 8개월령 거세우군에서는 비육중기까지의 농도가 높을수록 냉도체중이 적은 경향을 보였다. 혈청 albumin 농도는 비거세우군에서 16개월령을 제외하고는 비육기동안 부의 상관관계가 나타났고 19개월령($r=-0.59$, $P<0.05$)에는 유의성이 나타났다. 5개월령 거세우군도 16개월령을 제외하고는 모두 시기의 albumin 농도가 높을수록 냉도체중이 적은 경향이 나타났다. 그리고 8개월령, 12개월령, 그리고 16개월령 거세우군은 시험전기간 동안의 albumin 농도가 냉도체중에 긍정적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다. Creatinine 농도는 5개월령 거세우군에서 시험전기간 동안 높을수록 냉도체중이 적은 경향이 나타났으며 8개월령 및 12개월령 거세우군에 있어 비육기의 creatinine의 농도는 냉도체중을 높이는 경향을 보였다. GPT 농도는 비거세우의 7개월령 및 13개월령때 냉도체중과 유의성 있는 부의 상관관계가 나타났으나 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 8개월령 거세우군에서는 10개월령부터 출하시까지 25개월령을 제외하고 GPT의 농도가 냉도체중에 부정적으로 영향을 미치는 것으로 나타났으나 12개월령 및 16개월령 거세우군에서는 시험전기간 동안 GPT 농도가 높을수록 냉도체중이 높은 경향이 나타났다. 그러나 GOT 농도는 모두 처리군에서 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

따라서 냉도체중과 혈청대사물질과의 상관관계에 있어 비거세우군에서는 비육전기에 glucose와 total cholesterol, 비육중기에 total cholesterol, 그리고 비육후기에는 total cholesterol과 triglyceride의 농도가 높을수록 냉도체중이 증가하는 경향을 보였고 비육기의 total protein과 albumin 농도가 높을수록 냉도체중이 감소하는 경향을 보였다. 비거세우군은 비육기에 glucose를 이용한 지방대사가 촉진되어 total cholesterol과 triglyceride 합성이 증가하여야 냉도체중이 증가하는 것으로 사료된다. 5개월령 거세우군에서는 ALP가 육성기부터 출하시까지 냉도체중을 증가시키는 요인으로 작용하고 비육중기에 BUN, 그리고 비육후기에는 triglyceride와 total cholesterol이 냉도체중을 증가시키는 요인으로 작용하고 albumin과 creatinine이 전

기간동안 냉도체중과 부의 상관관계에 있는 것으로 사료되어 5개월령 거세우군의 증체는 단백질 합성에 의한 근육 발달이 주가 아니고 ALP에 의한 골격 성장과 비육기의 지방합성에 의한 지방침착이 체중을 증가시키는 주요 요인으로 사료된다. 8개월령 거세우군에서는 albumin이 육성기부터 출하시까지 냉도체중을 증가시키는 요인으로 작용하고 비육후기에는 total cholesterol이 이와 같은 작용을 하는 것으로 사료된다. Schutte 등(1981)이 creatinine을 근육크기에 따라 농도가 달라서 근육성장율의 지표로 삼을 수 있다고 하였는데 8개월령 거세우군의 비육기동안 creatinine 농도가 높을수록 냉도체중이 높게 나타났다. 8개월령 거세우군의 냉도체중과 부의 상관관계를 나타내는 혈청대사물질은 시험전기간동안은 total calcium, 육성기에는 BUN, 비육전기 및 중기에는 BUN과 GPT, 그리고 비육후기에는 triglyceride와 GPT이었다. 8개월령 거세우군에서는 albumin 합성에 의한 증체가 충분히 이루어져 근육이 발달된 상태에서 비육후기에 cholesterol에 의한 지방침착이 이루어져야 체중이 증가할 것으로 사료되어 과도한 고에너지 사료보다는 적정에너지 수준을 유지하여 사료를 급여하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다. Albumin과 GPT가 12개월령 거세우군의 시험 전기간 동안 냉도체중을 증가시키는 요인으로 작용하였고 비육기동안은 glucose와 creatinine이 냉도체중과 정의 상관관계를 나타내었고 그리고 비육중기에는 BUN, 비육후기에 BUN과 total cholesterol이 냉도체중에 긍정적으로 작용하는 것으로 사료된다. 12개월령 거세우군의 비육기에는 triglyceride와 ALP, 그리고 비육중기에는 total calcium이 높을수록 냉도체중이 감소하는 경향을 보였다. 12개월령 거세우군은 albumin 합성에 의한 근육성장이 지속적으로 이루어지는 상태에서 비육중기부터 지방대사를 활성화시켜 cholesterol의 합성을 증가시켜야 체중이 증가할 것으로 사료되어 비육중기부터는 8개월령 거세우군과 같이 과도한 고에너지의 사료급여보다는 적정 에너지 수준을 지켜주는 것이 좋을 것으로 생각된다. 16개월령 거세우군에서는 육성기부터 출하시까지 ALP, inorganic phosphorus, albumin, 그리고 GPT가 냉도체중을 증가시키고 비육중기 및 후기에는 BUN도 이와 같은 작용을 하는 것 같다. 16개월령 거세우군의 전기간동안 total cholesterol, 그리고 비육전기부터 출하시까지의 total calcium이 냉도체중과 부의 상관관계를 나타내었다. 16개월령 거세우군은 albumin 합성등의 단백질 합성과 ALP에 의한 골격 성장이 이루어지고 glucocorticoid의 작용을 억제하여야 증체될 것으로 사료된다.

표 5-4에는 거세와 거세시기에 따른 혈청 대사물질의 농도와 등지방 두께와의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 5-4. Correlation between backfat thickness and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

	Age (Mo)	Backfat thickness				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Triglyceride	5	-0.06	-0.30	0.27	0.35	0.09
	7	0.06	-0.25	0.28	0.08	-0.03
	10	-0.27	-0.01	0.18	0.33	0.18
	13	0.50 [†]	-0.33	-0.34	-0.22	-0.16
	16	-0.43	0.13	-0.03	-0.08	-0.08
	19	0.22	0.03	-0.27	0.24	-0.16
	22	0.56 [*]	0.20	-0.31	-0.36	-0.04
	25	0.34	-0.13	-0.27	-0.11	-0.16
	26	0.18	-0.14	0.09	0.37	0.16
Alkaline phosphatase	5	-0.01	-0.12	-0.29	-0.30	0.37
	7	0.37	0.27	-0.34	-0.39	0.34
	10	0.07	0.15	-0.14	-0.49 [†]	0.38
	13	0.06	0.32	-0.08	-0.56 [*]	0.06
	16	0.04	-0.16	0.05	-0.51 [†]	-0.24
	19	-0.16	0.05	-0.25	-0.59 [*]	-0.32
	22	-0.08	-0.06	-0.45 [†]	-0.46 [†]	-0.42
	25	-0.00	-0.08	-0.62 [*]	-0.49 [†]	-0.37
	26	0.40	0.34	-0.07	-0.29	-0.20
Inorganic phosphorus	5	0.23	-0.03	0.05	0.25	-0.00
	7	0.59 [*]	0.31	0.03	0.35	0.03
	10	-0.18	-0.44	0.05	0.04	-0.02
	13	0.12	-0.77 ^{**}	0.09	0.38	0.33
	16	-0.20	-0.24	0.19	-0.18	-0.48 [†]
	19	0.35	-0.05	-0.05	0.20	0.19
	22	0.12	0.65 ^{**}	-0.31	0.32	0.13
	25	0.08	-0.19	-0.29	-0.39	-0.09
	26	0.43	0.06	-0.02	0.01	0.01

Table 5-4. (Continued-1)

	Age (Mo)	Backfat thickness				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Glucose	5	-0.004	-0.11	0.18	-0.18	0.04
	7	0.15	0.12	0.04	-0.24	0.17
	10	-0.17	-0.21	0.18	0.003	-0.27
	13	0.003	-0.22	-0.05	0.10	-0.24
	16	0.08	-0.19	0.30	0.09	-0.28
	19	-0.01	0.24	0.15	0.09	-0.10
	22	0.22	0.17	0.33	0.46 [†]	-0.33
	25	-0.12	0.19	0.26	-0.19	0.18
	26	-0.15	0.29	0.28	0.37	-0.09
Total protein	5	0.08	-0.25	-0.22	-0.21	-0.25
	7	0.42	-0.37	-0.18	-0.03	-0.28
	10	-0.17	-0.01	-0.17	-0.32	-0.05
	13	0.16	0.15	0.12	-0.18	0.17
	16	-0.11	0.29	-0.11	0.01	-0.08
	19	-0.54 [*]	-0.29	-0.13	-0.20	-0.55 [*]
	22	-0.33	0.40	-0.01	-0.28	-0.41
	25	0.13	0.22	-0.18	-0.50 [†]	-0.07
	26	-0.37	-0.33	-0.01	0.18	-0.27
Total calcium	5	0.23	-0.55 [*]	-0.06	-0.21	-0.19
	7	0.19	-0.26	-0.04	-0.27	-0.19
	10	0.05	-0.42	-0.06	0.02	-0.10
	13	0.04	0.59 [*]	-0.19	-0.26	-0.05
	16	-0.26	-0.21	-0.06	0.12	-0.13
	19	-0.20	0.53 [*]	-0.02	-0.32	-0.43
	22	-0.34	-0.19	0.18	-0.20	-0.41
	25	0.03	0.06	-0.15	-0.21	-0.12
	26	-0.27	0.02	0.31	-0.46 [†]	0.15

Table 5-4. (Continued-2)

	Age (Mo)	Backfat thickness				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Total cholesterol	5	-0.10	-0.44	0.40	-0.19	-0.54*
	7	-0.17	-0.48 [†]	0.22	-0.07	-0.47 [†]
	10	-0.03	-0.39	0.30	-0.30	-0.18
	13	-0.09	-0.10	0.48 [†]	-0.57*	-0.37
	16	0.26	-0.70**	0.59*	-0.21	-0.27
	19	0.40	-0.11	0.23	0.03	0.04
	22	0.31	-0.18	0.41	0.19	-0.27
	25	0.10	-0.52*	-0.17	-0.15	-0.22
	26	0.18	-0.60*	0.12	-0.02	-0.40
Blood urea nitrogen	5	-0.02	-0.07	0.14	0.20	-0.12
	7	0.30	-0.21	0.07	0.28	-0.18
	10	-0.38	0.01	0.16	0.05	0.01
	13	0.20	-0.39	0.66**	-0.05	0.36
	16	0.42	-0.14	0.61*	0.17	0.09
	19	0.54*	-0.35	0.37	0.38	0.48 [†]
	22	0.53 [†]	0.02	0.55*	0.18	0.35
	25	0.10	-0.26	-0.15	0.12	0.37
	26	0.20	0.02	0.26	-0.17	-0.09
Albumin	5	0.34	-0.54*	-0.05	-0.04	-0.19
	7	0.40	-0.51 [†]	0.01	-0.03	0.10
	10	-0.87	-0.30	-0.08	-0.001	-1.00
	13	0.10	0.40	-0.27	-0.15	0.04
	16	0.25	-0.22	-0.10	0.17	0.27
	19	-0.33	-0.26	-0.12	-0.17	-0.17
	22	-0.02	-0.01	0.30	0.04	-0.29
	25	-0.10	-0.34	-0.36	-0.43	-0.14
	26	-0.54*	-0.27	-0.12	0.13	0.02

Table 5-4. (Continued-3)

	Age (Mo)	Backfat thickness				
		Bulls ¹	Steers ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Creatinine	5	-0.03	-0.31	0.14	-0.35	-0.14
	7	-0.14	-0.25	0.25	-0.40	0.08
	10	-0.98	-0.25	0.004	-0.28	1.00
	13	-0.59*	-0.39	-0.02	0.02	-0.12
	16	-0.14	-0.42	-0.10	-0.26	0.11
	19	-0.27	-0.25	0.04	-0.01	0.06
	22	-0.20	-0.35	-0.31	0.19	-0.19
	25	-0.34	-0.31	-0.15	-0.46*	-0.35
	26	-0.52 [†]	-0.41	-0.23	-0.16	-0.33
GPT	5	-0.42	-0.10	-0.09	0.43	0.10
	7	0.15	-0.62*	-0.10	0.18	0.17
	10	-0.44	0.14	-0.08	0.42	0.03
	13	-0.30	0.58*	0.29	0.32	-0.08
	16	-0.13	-0.10	-0.02	-0.36	0.34
	19	-0.31	-0.30	-0.23	0.10	0.14
	22	0.27	0.48 [†]	-0.08	0.12	-0.18
	25	-0.16	-0.43	-0.18	-0.03	0.28
	26	-0.42	-0.18	-0.09	0.28	0.27
GOT	5	-0.04	0.18	0.11	0.21	0.20
	7	0.14	0.20	-0.02	0.07	0.35
	10	-0.14	-0.04	0.19	0.25	-0.07
	13	-0.11	-0.08	0.02	0.21	-0.12
	16	-0.14	-0.09	-0.30	0.33	0.18
	19	-0.11	-0.14	-0.18	0.12	-0.27
	22	-0.09	0.01	-0.40	0.38	-0.14
	25	-0.37	-0.57*	-0.15	0.23	0.29
	26	-0.43	-0.34	-0.19	0.30	0.30

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

등지방 두께에서는 혈청 triglyceride 농도가 비거세우군에서 16개월령을 제외한 비육기동안 높을수록 등지방 두께가 두꺼워지는 경향을 보였으며 22개월령에는 높은 정의 상관관계를 보였다($r=0.56$, $P<0.05$). 8개월령 및 16개월령 거세우군에서도 26개월령을 제외하고는 농도가 높을수록 등지방두께가 두꺼워지는 경향이 나타났다. 혈청 ALP 농도가 8개월령 거세우군의 16개월령을 제외한 모든 시기와 12개월령 거세우군의 모든 시기에서 높을수록 등지방두께가 얇아지는 경향이 나타났으며 8개월령 거세우군의 25개월령 농도($r=-0.62$, $P<0.05$)와 12개월령 거세우군의 13개월령 ($r=-0.56$, $P<0.05$)과 19개월령 농도($r=0.59$, $P<0.05$)와 높은 부의 상관관계가 나타났다. 그리고 16개월령에서는 비육중기 이후(16~26개월령)에 유의성은 없었지만 부의 상관관계가 나타났다. 혈청 inorganic phosphorus 농도는 모두 처리군에서 뚜렷한 경향을 보이지 않았으나 비거세우군의 7개월령($r=0.59$, $P<0.05$) 및 5개월령 거세우군의 22개월령($r=0.65$, $P<0.01$)에 정의 상관관계를 보였으며 5개월령 거세우군의 13개월령($r=-0.77$, $P<0.01$)에 부의 상관관계를 보였다. Smith와 Crouse(1984)는 지방조직 합성의 주요 탄소원이 glucose, acetate 그리고 lactate라고 하고 그 중에서 피하지방 합성에 가장 많이 쓰이는 탄소원은 acetate라고 하였다. 지방조직 합성의 탄소원 중 하나인 혈청 glucose 농도는 5개월령 거세우군에서 19개월령부터, 8개월령 거세우군에서 16개월령부터, 12개월령 거세우군에서 25개월령을 제외하고 10개월령부터 유의성은 없었지만 정의 상관관계가 나타났다. 16개월령 거세우군은 25개월령을 제외하고는 10개월령부터 부의 상관관계가 나타났다. 혈청 total protein 농도가 비거세우군에서 25개월령을 제외하고 비육중기 이후(16개월령)에 부의 상관관계가 나타났고 8개월령 및 16개월령 거세우군도 비육중기(16개월령)부터 출하시까지 부의 상관관계가 나타났다. 혈청 total calcium 농도는 5개월령 거세우군에서 13개월령 및 19개월령에 높은 정의 상관관계가 나타났다. 12개월령 거세우군에서는 19개월령 이후 그리고 16개월령 거세우군은 26개월령을 제외하고 시험전기간동안 부의 상관관계가 나타났다. Eichhorn 등(1986)은 유지에너지 사료 급여우 보다 고에너지 사료급여시 피하지방에 cholesterol 침착이 감소한다고 하였고 Wheeler 등(1987)은 혈청 cholesterol 농도가 높을수록 도체지방이 증가한다($r=0.71$ $P<0.05$)고 하였다. Total cholesterol 농도는 비거세우에서는 16개월령 이후 정의 상관관계가 나타났지만 유의성은 없었다. 5개월령 거세우군은 시험기간 동안 total cholesterol 농도가 높을수록 등지방두께가 얇은 경향을 보였고 16개월령($r=-0.70$, $P<0.01$), 25개월령($r=-0.52$,

$P<0.05$) 및 26개월령($r=-0.60$, $P<0.05$)에 높은 부의 상관관계가 나타났다. 그리고 8개월령 거세우군은 25개월령을 제외하고는 시험기간 동안 정의 상관관계가 나타났고 16개월령에는 높은 정의 상관관계($r=0.59$, $P<0.05$)가 나타났으며 12개월령 거세우군에서는 5~16개월령까지 부의 상관관계를 보였고 특히 13개월령에는 유의성 있는 부의 상관관계($r=-0.57$, $P<0.05$)를 보였다. 16개월령 거세우군은 19개월령을 제외한 시험기간 동안 total cholesterol 농도가 높을수록 등지방두께가 알아지는 경향을 보였다. Blood urea nitrogen 농도는 비거세우군에서 10개월령을 제외한 모든 시기에서 정의 상관관계를 보였고 19개월령에는 높은 정의 상관관계($r=0.54$, $P<0.05$)를 보였다. 8개월령 거세우군은 25개월령을 제외하고 시험기간동안 정의 상관관계가 나타났고 13($r=0.66$, $P<0.05$), 16개월령($r=0.61$, $P<0.05$) 및 22개월령($r=0.55$, $P<0.05$)에 높은 정의 상관관계가 나타났다. 16개월령 거세우는 26개월령을 제외하고 10개월령부터 출하시까지 정의 상관관계를 보였다. Albumin 농도는 비거세우군에서 19개월령 이후 부의 상관관계가 나타났고 26개월령($r=-0.54$, $P<0.05$)에 유의적으로 높았다. 5개월령 거세우군은 13개월령을 제외하고 시험기간 동안 부의 상관관계가 나타났고 8개월령 거세우군은 22개월령을 제외하고 10개월령부터 출하시까지 부의 상관관계가 나타났다. Creatinine 농도는 비거세우군에서 시험기간 동안 부의 상관관계가 나타났고 13개월령($r=-0.59$, $P<0.05$)에서는 유의적으로 높았다. 5개월령 거세우군은 creatinine 농도와 시험기간동안 부의 상관관계를 보였다. GPT 농도는 비거세우군에서 22개월령을 제외하고 부의 상관관계가 나타났고 8개월령 거세우군에서는 16개월령 이후 부의 상관관계가 나타났다. 5개월령 거세우군은 7개월령에는 부의 상관관계($r=-0.62$, $P<0.05$), 13개월령에는 정의 상관관계($r=0.58$, $P<0.05$)가 나타났다. GOT 농도는 비거세우에서 10개월령부터, 5개월령 거세우군은 22개월령을 제외한 10개월령부터, 그리고 8개월령 거세우군은 16개월령부터 부의 상관관계가 나타났다. 12개월령 거세우군은 시험기간동안 정의 상관관계가 나타났다.

따라서 비거세우군에서는 전기간동안 BUN이 등지방두께를 두껍게 만드는 경향을 보였고 비육중기부터는 triglyceride와 total cholesterol이 이와 같은 작용을 하는 것으로 나타났고 creatinine과 GPT가 전반적으로 부의 상관관계를 나타내었고 GOT는 10개월부터, total protein은 비육중기부터 그리고 albumin은 19개월령부터 부의 상관관계를 나타내었다. 5개월령 거세우군에서는 전기간동안 total cholesterol, albumin 및 creatinine의 농도가 높을수록 등지방두께가 얇아지는 경향을 보였고

glucose가 19개월부터 이와 같은 작용을 보였다. 8개월령 거세우군에서는 전반적으로 triglyceride, total cholesterol, 그리고 BUN이 등지방두께에 주로 작용하고, glucose도 비육중기 이후부터 작용하여 두껍게 만드는 것으로 사료되며, ALP가 전 기간동안 등지방 침착을 억제하고 10개월령부터는 albumin 및 GOT가, 그리고 비육중기 이후에는 total protein과 GPT도 같이 작용하여 등지방두께를 얇게 만드는 것으로 사료된다. 12개월령 거세우군에서는 전 기간동안 GOT가, 그리고 10개월령부터는 glucose도 등지방두께와 정의 상관관계를 보여 이 대사물질들의 농도가 높을수록 등지방두께가 두꺼워지는 경향을 보였다. 반면에 ALP는 전 기간동안 등지방두께와 부의 상관관계를 나타내었고 total cholesterol은 5~16개월령까지, 그리고 total calcium은 19개월령부터 출하시까지 이와 같은 경향을 보였다. 그리고 16개월령 거세우에서는 triglyceride가 전 기간동안 등지방 침착에 주로 작용하는 것으로 사료되며 10개월령부터는 BUN도 triglyceride와 같이 작용하여 등지방 침착을 촉진하는 것 같다. 그러나 total calcium과 total cholesterol은 등지방두께와 전 기간동안, glucose는 10개월령부터, 그리고 ALP와 total protein이 비육중기 이후 등지방두께와 부의 상관관계를 보였다.

표 5-5에는 거세와 거세시기에 따른 혈청 대사물질의 농도와 배최장근단면적과의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 5-5. Correlation between *longissimus dorsi* muscle area and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

	Age (Mo)	<i>longissimus dorsi</i> muscle area				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Triglyceride	5	-0.45	0.20	-0.63*	0.12	-0.22
	7	-0.33	0.29	-0.43	0.18	-0.15
	10	-0.43	-0.23	-0.76**	-0.06	-0.23
	13	-0.52 [†]	-0.36	-0.24	-0.14	-0.49 [†]
	16	-0.16	0.03	0.09	-0.16	-0.02
	19	-0.33	-0.44 [†]	-0.16	-0.52*	0.22
	22	-0.33	-0.25	-0.34	0.10	-0.08
	25	-0.07	-0.29	-0.57*	-0.03	0.07
	26	0.07	-0.16	-0.26	0.15	-0.07
Alkaline phosphatase	5	-0.33	0.46 [†]	-0.07	0.38	-0.02
	7	0.13	0.35	-0.06	0.32	0.01
	10	-0.02	0.46 [†]	-0.09	-0.02	-0.06
	13	0.02	0.28	0.14	0.01	0.12
	16	0.03	0.61*	-0.48 [†]	-0.03	0.25
	19	-0.15	0.45 [†]	-0.16	-0.05	0.45 [†]
	22	0.01	0.46 [†]	-0.10	-0.01	0.31
	25	-0.16	0.36	-0.19	0.03	0.38
	26	0.15	0.38	-0.44	0.34	0.19
Inorganic phosphorus	5	-0.01	0.05	-0.31	-0.10	0.25
	7	-0.06	0.17	-0.32	-0.23	0.11
	10	0.04	-0.12	-0.20	0.06	0.27
	13	-0.45	-0.09	0.01	-0.05	0.13
	16	-0.22	0.02	-0.17	0.09	0.34
	19	0.14	-0.34	0.27	-0.06	0.20
	22	0.58*	-0.19	0.17	-0.07	-0.04
	25	-0.62*	0.11	-0.07	-0.02	0.18
	26	0.08	0.17	-0.06	0.02	-0.07

Table 5-5. (Continued-1)

	Age (Mo)	<i>longissimus dorsi</i> muscle area				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Glucose	5	0.20	0.50 [†]	0.13	-0.07	0.19
	7	0.19	0.16	-0.00	-0.23	0.25
	10	0.08	0.53 [*]	0.43	0.41	-0.14
	13	0.40	0.03	0.49 [†]	0.37	-0.08
	16	0.59 [*]	-0.02	-0.55 [*]	0.42	0.03
	19	0.02	0.30	0.30	0.37	0.33
	22	-0.15	0.21	0.29	0.37	-0.01
	25	-0.41	-0.22	-0.37	0.21	-0.22
	26	0.17	-0.41	0.15	0.15	0.25
Total protein	5	-0.21	0.14	-0.22	-0.08	0.03
	7	-0.35	0.31	-0.38	0.11	-0.21
	10	-0.03	-0.12	0.02	-0.34	0.35
	13	0.03	-0.42	0.63 [*]	-0.58 [*]	0.12
	16	-0.21	-0.00	-0.29	-0.37	0.12
	19	-0.39	-0.39	-0.32	-0.06	0.30
	22	-0.62 [*]	-0.19	0.13	0.11	0.19
	25	0.29	0.03	0.06	0.10	0.46 [†]
	26	-0.31	-0.43	0.43	0.27	0.62 [*]
Total calcium	5	-0.27	0.009	-0.28	0.25	0.02
	7	-0.26	0.50 [†]	-0.38	-0.01	0.00
	10	0.17	-0.18	-0.08	0.33	0.32
	13	0.27	0.08	0.16	0.19	-0.59 [*]
	16	-0.55 [*]	-0.16	-0.13	-0.51 [†]	0.07
	19	-0.32	0.05	-0.28	-0.35	0.13
	22	-0.51 [†]	-0.39	-0.14	-0.06	0.23
	25	-0.06	0.10	-0.61 [*]	0.28	0.49 [†]
	26	-0.46	0.15	-0.38	0.05	-0.11

Table 5-5. (Continued-2)

	Age (Mo)	<i>longissimus dorsi</i> muscle area				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Total cholesterol	5	0.27	0.53*	-0.45 [†]	0.49 [†]	0.12
	7	0.28	0.33	-0.55*	0.31	0.21
	10	0.22	0.60*	0.03	0.51 [†]	-0.17
	13	-0.02	0.48 [†]	-0.22	-0.07	-0.26
	16	-0.04	0.46 [†]	-0.64*	0.30	-0.05
	19	0.46	0.64*	0.18	0.33	0.19
	22	0.53 [†]	0.33	0.15	0.19	-0.08
	25	0.32	0.47 [†]	0.17	0.41	-0.08
	26	0.14	0.51 [†]	0.05	0.34	0.13
Blood urea nitrogen	5	-0.13	-0.20	-0.72**	-0.38	-0.30
	7	-0.58*	-0.59*	-0.70**	-0.46 [†]	-0.29
	10	0.34	-0.00	-0.32	-0.16	-0.18
	13	-0.23	0.31	-0.50 [†]	-0.23	-0.09
	16	0.25	-0.07	-0.19	0.07	0.20
	19	0.01	0.49 [†]	-0.23	0.12	0.14
	22	0.09	0.38	0.08	0.01	0.09
	25	0.51 [†]	-0.01	0.12	0.46 [†]	-0.18
	26	0.22	0.51 [†]	-0.36	-0.32	-0.03
Albumin	5	-0.42	0.04	-0.07	0.26	0.08
	7	-0.47 [†]	0.14	-0.27	0.35	-0.17
	10	-0.79	-0.18	0.15	-0.19	1.00
	13	-0.56*	-0.34	0.66**	0.13	0.14
	16	0.18	0.08	0.16	-0.01	0.01
	19	-0.33	-0.02	0.01	0.04	0.41
	22	-0.34	-0.14	-0.05	0.32	0.27
	25	-0.54*	0.10	0.15	0.33	0.15
	26	-0.32	-0.09	0.39	0.45 [†]	-0.25

Table 5-5. (Continued-3)

	Age (Mo)	<i>longissimus dorsi</i> muscle area				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Creatinine	5	-0.55*	0.06	-0.36	0.04	-0.32
	7	-0.30	0.03	-0.49 [†]	-0.00	0.19
	10	-0.94	0.07	-0.18	0.08	-1.00
	13	-0.33	0.08	0.24	-0.19	-0.11
	16	-0.12	-0.41	0.01	-0.18	0.07
	19	-0.53 [†]	-0.17	0.53*	-0.17	0.17
	22	-0.15	0.02	0.23	0.36	0.36
	25	-0.43	0.09	0.15	0.22	0.20
	26	-0.32	-0.19	0.11	0.19	0.17
GPT	5	0.02	-0.03	0.16	-0.22	0.13
	7	-0.10	0.25	0.15	0.23	0.01
	10	0.04	-0.04	0.14	-0.27	0.25
	13	-0.69**	-0.13	0.22	0.36	0.09
	16	-0.06	0.08	-0.10	-0.11	0.02
	19	-0.06	0.31	-0.01	-0.16	0.16
	22	0.06	0.36	0.09	-0.20	0.42
	25	-0.27	0.19	0.20	0.07	0.24
	26	-0.53 [†]	0.44 [†]	0.09	0.16	0.18
GOT	5	0.19	-0.25	-0.14	-0.10	-0.28
	7	-0.10	-0.26	-0.11	0.28	-0.09
	10	0.31	0.01	-0.11	-0.33	-0.28
	13	-0.03	0.14	0.01	-0.23	0.13
	16	0.01	0.40	0.12	0.22	-0.12
	19	-0.01	0.12	-0.51 [†]	-0.29	-0.35
	22	0.11	0.48 [†]	0.18	-0.30	0.08
	25	-0.01	0.51 [†]	0.16	-0.10	0.25
	26	-0.20	0.36	0.10	-0.14	-0.07

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

배최장근단면적에 있어 혈청 triglyceride 농도가 비거세우군에서 26개월령을 제외하고 부의 상관관계가 나타나 농도가 높을수록 배최장근단면적이 적은 경향을 보였고 5개월령 거세우군도 16개월령을 제외하고 10개월령부터, 8개월령 거세우군은 16개월을 제외하고 시험기간 동안 부의 상관관계를 나타내는 경향을 보였다. 특히 8개월령 거세우에서는 10개월령($r=-0.76$, $P<0.01$) 및 25개월령($r=-0.57$, $P<0.05$)에 유의성 있는 부의 상관관계가 나타났다. 12개월령 거세우군은 10개월령부터 비육중기(19개월령)까지 부의 상관관계가 나타났고 19개월령($r=-0.52$, $P<0.05$)에는 높은 부의 상관관계가 나타났고 16개월령 거세우군은 16개월령까지 부의 상관관계가 나타났다. 혈청 alkaline phosphatase 농도는 5개월령 거세우군의 전기간동안 농도가 높을수록 배최장근단면적이 넓은 경향을 보였고 16개월령($r=0.61$, $P<0.05$)에는 높은 정의 상관관계가 나타났고 16개월령 거세우군도 비육기 동안 alkaline phosphatase 농도가 배최장근 단면적에 긍정적인 효과를 미치는 경향을 보였다. 그러나 8개월령 거세우군의 alkaline phosphatase 농도는 13개월령을 제외하고는 시험기간 동안 부정적으로 영향을 미치는 경향을 보였다. 혈청 inorganic phosphorus 농도는 모든 처리군의 배최장근 단면적에 뚜렷한 영향을 미치지 않는 것으로 조사되어지만 비거세우군에서 22개월령의 농도가 정의 상관관계를($r=0.58$, $P<0.05$), 25개월령의 농도는 부의 상관관계를($r=-0.62$, $P<0.05$) 보였다. 비거세우군에서 혈청 glucose 농도는 비육중기(19개월령)까지 배최장근단면적을 넓히는 경향을 보여 16개월령($r=0.59$, $P<0.05$)에서는 유의적인 상관관계를 보였고 12개월령 거세우군에서도 10개월령부터 출하시까지 이와 같은 경향을 보였다. 그리고 5개월령 거세우군에서는 10개월령에 정의 상관관계를($r=0.53$, $P<0.05$), 8개월령 거세우군은 16개월령에 부의 상관관계를($r=-0.55$, $P<0.05$) 보였다. Total protein 농도는 비거세우군에서 비육중기부터, 5개월령 거세우군은 25개월령을 제외하고 10개월령부터 출하시까지, 그리고 12개월령 거세우군은 10개월부터 비육중기까지 배최장근단면적에 부정적인 효과를 미치는 경향을 보였으며 비거세우군에서는 22개월령에($r=-0.62$, $P<0.05$), 12개월령 거세우군은 13개월령에($r=-0.58$, $P<0.05$) 유의성 있는 부의 상관관계가 나타났다. 그러나 8개월령 거세우군은 비육중기(16~19개월령)을 제외하고 비육기 동안 16개월령 거세우군은 10개월령부터 출하시까지 배최장근단면적에 긍정적으로 작용하는 경향을 보였고 8개월령 거세우군은 13개월령에($r=0.63$, $P<0.05$), 16개월령 거세우군은 26개월령에($r=0.62$, $P<0.05$) 높은 정의 상관관계가 나타났다. 혈청 total calcium 농도는

비거세우군에서 비육중기부터, 8개월령 거세우군은 13개월령을 제외한 시험기간 동안 배최장근단면적을 감소시키는 경향을 보였고 비거세우군은 16개월령에($v=-0.55$, $P<0.05$), 8개월령 거세우군은 25개월령에($v=-0.61$, $P<0.05$) 유의적인 부의 상관관계가 나타났고 16개월령 거세우군은 13개월령에($v=-0.59$, $P<0.05$) 이와 같이 나타났다. 혈청 total cholesterol 농도는 비거세우군에서 19개월령부터, 5개월령 거세우군은 시험기간동안, 8개월령 거세우군은 19개월령부터, 그리고 12개월령 거세우군은 13개월령을 제외한 시험기간동안 배최장근단면적을 넓히는 경향을 보였고 5개월령 거세우군에서는 10개월령($v=0.60$, $P<0.05$) 및 19개월령($v=0.64$, $P<0.05$)에 유의적인 정의 상관관계가 나타났다. 그러나 8개월령 거세우군은 16개월령까지는 배최장근단면적을 줄이는 경향이 나타났고 특히 7개월령($v=-0.55$, $P<0.05$) 및 16개월령($v=-0.64$, $P<0.05$)에는 유의적인 부의 상관관계가 나타났다. Blood urea nitrogen 농도는 비거세우군에서 비육중기부터 출하시까지 배최장근단면적에 긍정적인 효과를 미치는 경향을 보였다. 그러나 8개월령, 12개월령 그리고 16개월령 거세우군 모두 비육전기까지의 blood urea nitrogen 농도가 높을수록 배최장근단면적이 적은 경향을 보였고 비거세우군, 5개월령 거세우군 및 8개월령 거세우군 모두 7개월령의 blood urea nitrogen가 배최장근단면적과 높은 부의 상관관계를 보였다.

혈청 albumin 농도는 비거세우군의 배최장근단면적과 16개월령을 제외한 모든 시기에 부의 상관관계를 보여 13개월령($v=-0.56$, $P<0.05$) 및 25개월령($v=-0.54$, $P<0.05$)에는 유의적인 부의 상관관계가 나타났다. 그러나 8개월령 거세우군은 22개월령을 제외하고 10개월령부터 출하시까지, 12개월령 거세우군은 16개월령을 제외하고 비육기 동안, 그리고 16개월령 거세우군은 26개월령을 제외하고 10개월령부터 25개월령까지 albumin 농도가 배최장근단면적을 넓히는 경향이 있는 것으로 나타났다. 혈청 creatinine 농도는 비거세우군에서 높을수록 배최장근단면적을 감소시키는 경향이 나타났지만 8개월령 및 16개월령 거세우군은 비육중기(16개월령)부터 출하시까지 반대로 증가시키는 경향이 나타났다. 또한 8개월령 거세우군에서는 19개월령에($v=-0.53$, $P<0.05$) 유의적인 정의 상관관계가 나타났다. GPT 농도는 비거세우군에서 22개월령을 제외한 비육기 동안 배최장근단면적을 넓히는 경향을 나타냈지만 13개월령에는 매우 유의적인 부의 상관관계($v=-0.69$, $P<0.01$)가 나타났고 5개월령 거세우군은 비육중기(16개월령)부터, 그리고 16개월령 거세우군은 시험기간 동안 정의 상관관계가 나타났다. GOT 농도는 5개월령 거세우군에서 10개월령부터 출하시까지 정의

상관관계를 나타내었고 비육후기로 갈수록 그 경향이 더 심하게 나타났다.

따라서 비거세우군에서는 triglyceride, albumin, 그리고 creatinine이 전기간동안 부의 상관관계를 나타내었고 total protein과 total calcium의 농도가 비육중기부터 높을수록 배최장근단면적이 적은 경향을 보였으나 육성기에는 glucose, 비육전기에는 glucose와 GPT, 비육중기에는 glucose, BUN, GPT 그리고 비육후기에는 total cholesterol, BUN 그리고 GPT가 배최장근단면적과 정의 상관관계의 경향을 보였다. 5개월령 거세우군은 10개월령부터 출하시까지의 triglyceride와 total protein농도가 높을수록 배최장근단면적이 적은 경향을 보였으나 ALP는 전기간동안, GOT는 10개월령부터, 그리고 GPT는 비육중기부터 출하시까지 배최장근단면적을 넓히는 경향을 보였다. 8개월령 거세우군은 triglyceride, ALP, 그리고 total calcium이 배최장근단면적과 전기간동안, total protein과 BUN이 비육전기까지 부의 상관관계를 나타내었으나 비육 전기에 total protein, albumin, 비육중기에 albumin, creatinine, 그리고 비육후기에 total protein, creatinine이 배최장근단면적과 정의 상관관계의 경향을 보였다. 12개월령 거세우군에서는 육성기에 BUN, 비육 전기에 triglyceride, total protein, BUN 그리고 비육중기에 triglyceride, total protein이 배최장근단면적을 감소시키는 경향을 보였으나 전기간동안 total cholesterol이, 그리고 비육기에는 glucose와 albumin이 배최장근단면적을 증가시키는 경향을 보였다. 그리고 16개월령 거세우군에서는 비육전기까지 triglyceride와 BUN이 배최장근단면적과 부의 상관관계의 경향을 보였다. 그러나, 전기간동안 GPT가, 비육기에는 ALP, total protein, 및 albumin이 그리고 비육중기부터는 creatinine이 배최장근단면적과 정의 상관관계를 나타내었다.

표 5-6에는 거세와 거세시기에 따른 혈청 대사물질의 농도와 근내지방도와의 상관관계에 대하여 나타내었다.

Table 5-6. Correlation between marbling and concentration of serum metabolites in Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

	Age (Mo)	Marbling				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Triglyceride	5	0.10	0.20	-0.30	0.62*	-0.27
	7	-0.02	0.08	-0.37	0.12	-0.11
	10	0.28	0.18	-0.12	0.63*	-0.35
	13	0.24	0.06	-0.08	-0.36	-0.18
	16	0.27	-0.11	-0.44	0.20	-0.31
	19	-0.24	-0.59*	-0.21	0.07	-0.07
	22	-0.06	-0.14	-0.28	-0.07	0.19
	25	0.40	-0.43	-0.30	0.07	-0.20
	26	-0.3	-0.52*	-0.30	0.49 [†]	0.09
	Alkaline phosphatase	5	0.14	-0.12	0.33	-0.23
7		0.40	0.12	0.40	-0.31	0.18
10		0.03	-0.07	0.10	-0.21	-0.04
13		0.18	-0.08	0.17	-0.29	-0.28
16		0.14	-0.27	0.45	-0.11	-0.18
19		0.47 [†]	-0.31	0.31	-0.19	-0.10
22		0.41	-0.18	0.03	-0.25	0.12
25		0.59 [†]	-0.15	-0.25	-0.17	-0.18
26		0.85**	-0.14	-0.10	-0.34	-0.11
Inorganic phosphorus	5	0.15	0.60*	-0.15	0.003	-0.53*
	7	0.02	0.53*	-0.24	0.14	-0.29
	10	0.20	0.42	0.00	-0.12	-0.52*
	13	0.13	0.25	0.17	0.56*	-0.34
	16	0.23	0.28	0.16	-0.31	-0.29
	19	-0.19	0.45 [†]	0.44	0.15	-0.19
	22	-0.24	-0.10	-0.01	0.36	0.12
	25	0.13	-0.18	-0.13	-0.34	-0.39
	26	0.05	0.10	0.39	-0.03	-0.02

Table 5-6. (Continued-1)

	Age (Mo)	Marbling				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Glucose	5	-0.11	0.10	0.21	-0.14	-0.59*
	7	-0.13	0.49 [†]	0.17	-0.17	-0.50 [†]
	10	-0.08	-0.16	0.05	-0.12	-0.16
	13	-0.03	-0.23	0.20	0.28	-0.21
	16	-0.01	0.23	-0.13	0.32	-0.58*
	19	-0.24	-0.45 [†]	0.54*	0.39	-0.39
	22	-0.14	0.04	0.08	0.48 [†]	-0.27
	25	0.12	0.23	-0.25	0.04	-0.15
	26	-0.20	0.32	0.10	0.34	-0.09
Total protein	5	0.06	0.54*	-0.12	-0.49 [†]	-0.35
	7	0.10	0.32	-0.10	-0.51 [†]	-0.26
	10	0.01	0.59*	-0.10	0.02	-0.26
	13	-0.23	0.13	0.24	-0.20	-0.11
	16	-0.39	0.33	-0.27	0.02	-0.34
	19	0.20	0.10	-0.08	-0.38	-0.09
	22	0.09	0.25	-0.31	-0.51 [†]	-0.06
	25	-0.22	0.54*	-0.52*	-0.54*	-0.17
	26	-0.20	0.11	-0.25	0.06	-0.18
Total calcium	5	-0.05	-0.07	-0.20	-0.39	-0.28
	7	-0.10	-0.08	-0.24	-0.60*	-0.27
	10	0.19	-0.03	-0.09	0.13	-0.34
	13	-0.21	-0.34	-0.15	-0.23	0.35
	16	0.54*	-0.14	-0.07	0.11	0.18
	19	0.09	-0.30	-0.12	-0.46 [†]	-0.23
	22	0.18	-0.18	-0.22	-0.40	0.03
	25	-0.22	-0.10	0.02	0.21	0.04
	26	0.54*	-0.19	-0.39	-0.35	0.28

Table 5-6. (Continued-2)

	Age (Mo)	Marbling				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Total cholesterol	5	0.17	0.07	-0.18	-0.27	-0.30
	7	0.14	-0.02	-0.16	-0.23	-0.30
	10	0.16	0.10	-0.05	-0.19	-0.03
	13	-0.09	0.07	0.50 [†]	-0.57 [*]	0.30
	16	0.31	0.03	0.09	0.09	0.32
	19	0.25	0.06	0.21	0.14	-0.07
	22	0.03	-0.21	-0.10	0.37	0.22
	25	0.10	0.23	-0.34	0.24	-0.06
	26	0.18	0.15	-0.08	0.08	-0.02
	Blood urea nitrogen	5	0.29	-0.40	-0.15	0.10
7		0.36	-0.31	-0.10	0.04	0.09
10		-0.08	-0.36	-0.12	0.12	-0.02
13		-0.10	0.21	0.15	0.28	0.50 [†]
16		-0.16	-0.10	-0.32	0.36	0.28
19		-0.11	0.20	0.50 [†]	0.64 [*]	0.25
22		-0.32	0.10	-0.17	0.45 [†]	0.26
25		-0.06	-0.11	-0.30	0.05	-0.03
26		-0.03	0.06	0.02	-0.36	-0.05
Albumin		5	0.10	0.33	-0.33	-0.29
	7	0.25	0.19	-0.34	-0.45 [†]	0.08
	10	-0.50	0.41	-0.21	0.29	-1.00
	13	-0.16	0.34	-0.25	-0.32	0.14
	16	-0.31	0.48 [†]	-0.17	0.19	-0.25
	19	0.45	-0.11	-0.08	-0.36	-0.17
	22	0.19	0.24	-0.33	-0.31	-0.12
	25	0.23	0.27	-0.43	-0.50 [†]	-0.24
	26	0.05	-0.03	-0.06	-0.01	-0.22

Table 5-6. (Continued-3)

	Age (Mo)	Marbling				
		Bull ¹	Steer ¹			
			5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
Creatinine	5	-0.10	-0.25	-0.26	-0.51 [†]	0.22
	7	0.02	-0.02	-0.22	-0.57 [*]	0.05
	10	-0.76	-0.39	-0.26	-0.42	1.00
	13	0.02	-0.19	-0.05	-0.13	0.07
	16	-0.06	0.07	-0.15	-0.12	-0.12
	19	0.36	-0.15	-0.02	0.22	0.16
	22	0.00	0.07	-0.18	0.12	0.19
	25	-0.27	-0.01	-0.69 ^{**}	-0.32	-0.17
	26	-0.33	-0.21	-0.39	-0.30	-0.52 [*]
GPT	5	-0.04	0.51 [†]	-0.09	0.50 [†]	-0.25
	7	-0.09	0.45 [†]	-0.05	-0.09	-0.11
	10	-0.02	0.57 [*]	-0.09	0.54 [*]	-0.02
	13	-0.17	0.20	-0.08	0.40	-0.53 [†]
	16	0.18	-0.00	0.08	-0.06	-0.23
	19	-0.17	-0.19	0.05	0.29	-0.08
	22	0.04	-0.25	-0.44 [†]	0.34	-0.27
	25	0.13	0.09	-0.07	-0.13	-0.43
	26	-0.10	-0.26	0.05	0.12	0.07
GOT	5	-0.17	0.43	-0.45 [†]	-0.31	-0.26
	7	0.14	0.34	-0.30	-0.34	-0.10
	10	-0.30	0.50 [†]	-0.41	-0.19	-0.25
	13	-0.12	0.32	-0.11	0.09	-0.53 [†]
	16	-0.07	0.22	-0.28	0.13	-0.01
	19	-0.19	-0.32	-0.14	0.08	0.03
	22	-0.10	-0.47 [†]	-0.13	0.27	-0.12
	25	-0.16	-0.19	-0.27	0.35	-0.20
	26	-0.27	-0.50 [†]	0.09	0.28	0.07

¹ Number of animals in bulls was 14 and each steers group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

근내지방에서 혈청 triglyceride 농도는 5개월령 거세우균에서 비육중기(16개월령)부터 출하시까지, 8개월령 거세우균은 시험기간동안, 그리고 16개월령 거세우균은 비육중기까지 부의 상관관계가 나타났고 5개월령 거세우균에서는 19개월령($r=-0.59$, $P<0.05$) 및 26개월령($r=-0.52$, $P<0.05$)에 유의적인 부의 상관관계가 나타났다. 비거세우균에서 시험기간동안의 혈청 alkaline phosphatase 농도는 배최장근단면적을 넓히는 효과를 보였고 특히 26개월령에는 매우 유의적인 정의 상관관계가 나타났지만 5개월령 거세우균은 10개월령부터, 12개월령 거세우균은 시험기간동안, 그리고 16개월령 거세우균은 22개월령을 제외한 10개월령부터 출하시까지 부의 상관관계를 나타내었다. 혈청 inorganic phosphorus 농도는 5개월령 거세우균에서 비육중기까지 정의 상관관계를 나타내었고 7개월령에는 유의적인 정의 상관관계($r=0.53$, $P<0.05$)를 보였다. 이와는 달리 16개월령 거세우균은 22개월령을 제외하고 시험기간 동안 부의 상관관계가 나타났고 10개월령에는($r=-0.52$, $P<0.05$) 유의적인 부의 상관관계를 보였다. 근내지방조직 합성에 가장 많이 이용되는 탄소원인(Smith와 Crouse, 1984) glucose 농도는 비거세우균에서 25개월령을 제외하고 근내지방을 낮추는 경향을 보였고 16개월령 거세우균에서는 시험기간 전반에 걸쳐 이와 같은 경향이 나타났고 16개월령의 glucose 농도는 근내지방과 유의적인 부의 상관관계($r=-0.58$, $P<0.05$)가 나타났다. 그러나 12개월령 거세우균은 비육기동안 정의 상관관계를 나타내는 경향을 보여 glucose 농도가 근내지방을 높이는 작용을 하는 것 같다. Total Protein 농도는 5개월령 거세우균에서 시험기간 동안 정의 상관관계가 나타났지만 8개월령 및 16개월령 거세우균은 이와 반대의 경향을 보였다. 그리고 12개월령에서 거세우균에서도 19~25개월령에는 부의 상관관계가 나타났고 특히 25개월령($r=-0.54$, $P<0.05$)에는 유의적인 부의 상관관계를 보였다. 비거세우균의 비육중기 이후 혈청 total calcium 농도는 근내지방과 정의 상관관계가 있어 16개월령($r=0.54$, $P<0.05$)과 26개월령($r=0.54$, $P<0.05$)에는 유의적인 정의 상관관계가 나타났다. 그러나 5개월령 거세우균의 시험기간동안과 8개월령 거세우균의 25개월령을 제외한 total calcium 농도와 부의 상관관계를 보였고 12개월령 거세우균에서는 7개월령($r=-0.60$, $P<0.05$)에 부의 상관관계가 나타났다. Wheeler 등(1987)은 혈청 cholesterol농도와 근내지방간에 유의적인 정의 상관관계가 있으나($r=0.63$, $P<0.05$) 도체조직내의 cholesterol농도와는 관련이 없다고 하였고 Early 등(1990)도 cholesterol 농도가 높을수록 도체내에 지방침착이 많다고 보고하였다. 본 실험에서도 혈청 total cholesterol가 비거세우균에

서 13개월령을 제외한 시험기간 동안, 5개월령 거세우군에서는 22개월령을 제외하고 10개월령부터 출하시까지, 그리고 12개월령 거세우군은 비육중기부터 출하시까지 근내지방을 높이는 경향을 보였다. 그러나 12개월령 거세우군은 비육전기(13개월령)까지는 부의 상관관계가 나타나고 13개월령에는 유의적인 부의 상관관계($r=-0.57$, $P<0.05$)가 나타났다. 혈청 BUN 농도는 비거세우군에서 10개월령부터 출하시까지 근내지방에 부정적인 영향을 미치는 경향을 보였지만 12개월령 거세우군에서는 26개월령을 제외하고 시험기간동안 근내지방에 긍정적인 영향을 미치는 경향을 보였고 16개월령의 비육전기 및 중기에 이와 같은 경향을 보였다. 혈청 albumin 농도는 비거세우군에서 19개월령 이후 정의 상관관계를 보였으나 8개월령 거세우군에서는 시험기간 동안, 12개월령 거세우군은 19개월령부터 출하시까지, 그리고 16개월령 거세우군은 13개월령을 제외하고 10개월령부터 부의 상관관계를 보였다. 혈청 creatinine 농도는 8개월령 거세우군에서 시험기간동안 근내지방과 부의 상관관계를 보였고 12개월령 거세우군은 7~16개월령까지의 creatinine 농도와 부의 상관관계를 보였다. 12개월령 거세우군의 7개월령($r=-0.57$, $P<0.05$)과 16개월령 거세우군의 26개월령($r=-0.52$, $P<0.05$)의 creatinine 농도는 유의적인 부의 상관관계를 보였다. 혈청 GPT 농도는 5개월령 거세우군의 7~13개월령에 정의 상관관계를 보였고 10개월령에 유의적인 정의 상관관계를($r=0.57$, $P<0.05$) 보였고 12개월령 거세우군은 10개월령에 ($r=0.54$, $P<0.05$) 유의적으로 나타났다. 하지만 16개월령 거세우군의 GPT의 농도는 26개월령을 제외하고는 근내지방과 부의 상관관계를 보였다. 혈청 GOT 농도는 비거세우군에서 10개월령부터 출하시까지, 5개월령 거세우군은 19개월령부터 출하시까지, 8개월령 거세우군은 26개월령을 제외하고 시험기간 동안, 그리고 16개월령 거세우군은 19개월령을 제외하고 25개월령까지 근내지방과 부의 상관관계를 보였다.

따라서 비거세우군의 근내지방은 전기간 동안의 glucose와 비육기의 BUN과 GOT가 낮을수록 근내지방이 좋은 경향을 보였으며 전기간동안의 ALP 및 total cholesterol과 비육기의 total calcium 그리고 비육후기의 albumin 농도가 높을수록 근내지방이 좋은 것으로 나타났다. 5개월령 거세우군은 전기간 동안의 total calcium, 비육기의 ALP, 비육중·후기의 triglyceride, 비육전기 GPT 그리고 비육후기의 GOT의 농도가 낮을수록 근내지방이 좋은 것으로 나타났다. 반면에 전기간 동안의 total protein, 비육중기까지의 inorganic phosphorus 그리고 비육기의 total cholesterol의 농도가 높을수록 근내지방이 좋은 것으로 나타났다. 8개월령 거세우군에서는 전기간

동안의 triglyceride, total protein, total calcium, creatinine 그리고 GOT와 근내지방이 부의 상관관계의 경향이 나타났으며 전기간 동안의 albumin 농도가 높을수록 근내지방이 좋은 것으로 나타났다. 12개월령 거세우군의 근내지방은 전기간 동안의 ALP, 비육전기까지의 total cholesterol, 그리고 비육전기의 creatinine과 부의 상관관계를 나타내었으나 전기간 동안의 BUN, 비육기의 glucose, 그리고 비육중기 이후의 total cholesterol와 정의 상관관계를 나타내어 이 대사물질의 농도가 높을수록 근내지방이 좋은 것으로 나타났다. 그리고 16개월령 거세우군에서는 근내지방을 낮추는 경향을 보이는 대사물질이 많아 전기간 동안의 triglyceride, ALP, inorganic phosphorus, glucose, total protein, GPT, 그리고 GPT 등이 그것이다. 반면에 근내지방을 높이는 경향을 보이는 대사물질은 비육전·중기의 BUN 뿐이었다.

5. 거세와 거세시기가 도체성적에 미치는 영향

한우 비거세우 및 각 거세우의 성장단계별 도체성적, 도체의 이화학적 특성 및 지방산 조성을 알아보기 위해 비거세우와 5, 8, 12 및 16개월령에 거세를 한 거세우군을 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I 과 비거세우, 5, 8, 12 및 16개월령에 거세를 하여 26개월령에 각군의 15두를 일괄 도축한 실험 II의 결과는 다음과 같다.

가. 냉도체중

한우 비거세우군 및 각 거세우군을 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I의 한우 비거세우 냉도체중을 보면 표 6-1에서 보는 바와 같이 각각 $64.4 \pm 4.1\text{kg}$, $106.8 \pm 7.5\text{kg}$, $158.2 \pm 6.5\text{kg}$, $215.6 \pm 6.2\text{kg}$ 및 $430.2 \pm 17.3\text{kg}$ 이었다.

거세우군에 있어서는 5개월령 거세우군의 경우 9, 12, 16 및 26개월령 도체중이 각각 $95.0 \pm 3.7\text{kg}$, $128.8 \pm 6.7\text{kg}$, $208.0 \pm 6.7\text{kg}$, $359.7 \pm 17.3\text{kg}$ 으로 비거세우군의 동일월령 도축분에 비하여 3.8%~22.5%정도 적은 것으로 조사되었다. 또한 8개월령 거세우군은 12개월령 도체중이 각각 $155.6 \pm 7.6\text{kg}$ 으로 비거세우군과 비슷하였으나 26개월령 도축시에는 약 74kg의 차이를 보였다. 12개월령 거세우군도 16개월령 도축시에는 다른군들과 커다란 차이가 없었으나 26개월령 도축시에는 비거세우군 뿐만 아니라 다른 거세우군 보다도 낮았다. 거세우군들간의 냉도체중은 유의성은 없었지만 거세시기가 5, 8, 16 그리고 12개월령 순으로 나타났다. 비거세우군과 거세우군들간의 냉도체중은 70.5~97.6kg 차이가 있었는데 이는 역시 거세에 의한 스트레스 때문인 것으로 사료된다.

생후 26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험 II의 비거세우군의 냉도체중은 $401.0 \pm 11.4\text{kg}$ 으로 각 거세우군들보다 약 9.8~18.4% 더 무거웠으며 5개월령 거세우군보다 약 73.9kg, 12, 16개월령 거세우군보다 약 39.3kg 정도 더 무거웠다.

거세우군들간의 냉도체중은 12와 16개월령 거세우가 약 362kg으로 성성숙기나 성성숙 후에 거세할 경우 냉도체중에는 차이가 없는 것으로 나타났으며 이는 성성숙 후 거세를 한 16개월령 거세우군의 cortisol 혈중농도가 다른 군에 비해 시험종료 시까지 계속 높게 유지되었던 것으로 보아 거세가 스트레스를 더 받은 것으로 사료된

다. 5개월령 거세우군은 327.1±9.4kg, 8개월령 거세우군은 347.1±9.8kg으로 나타나 유의적인 차이가 없었지만($P<0.05$) 거세월령이 늦을수록 냉도체중이 증가하는 것으로 나타났다. 12개월령 및 16개월에 거세를 할 경우 5개월령에 거세를 할 경우보다 약 36kg 정도 냉도체중에서 유리한 것으로 나타났다.

비거세우와 거세우들 간의 이러한 경향은 Cosgrove 등(1996)이 Friesian 교잡우를 성성숙 전과 성성숙 후인 10개월과 17개월령에 각각 거세하여 약 23개월령에 도축하였을 때 냉도체중은 234.4±4kg과 235.4±4kg으로 차이가 없었지만 비거세우군 보다는 약 28kg이 적었다는 보고와 일치하였다. 그리고 Knight 등(2000)이 Hereford와 Friesian의 교잡종을 생시, 생후 6개월령 및 12개월령에 거세하였을 때 냉도체중이 각각 287kg, 292kg 288kg으로 차이가 없었다는 결과와도 일치하였다. 또한 냉도체중은 품종에 관계없이 비거세우가 거세우에 비하여 높다(백 등, 1992; 성 등, 1996; 정 등, 1996)는 보고들과도 일치하였다.

Table 6-1. Least squares means and standard errors for cold carcass weights of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : kg)

	Ages at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	64.4±4.1	106.8±7.5	158.2±6.5 ^a	215.6±6.2	430.2±17.3 ^a	401.0±11.4 ^a
S t e e r s	5 Mo ²	95.0±3.7	128.8±6.7 ^b	208.0±6.7	359.7±17.3 ^b	327.1±9.4 ^c
	8 Mo		155.6±7.6 ^a	206.4±8.2	356.3±17.6 ^b	347.1±9.8 ^{bc}
	12 Mo			206.0±11.9	332.6±17.3 ^b	361.7±9.7 ^b
	16 Mo				345.6±17.5 ^b	361.8±10.2 ^b

¹ 26- I: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{ab} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

나. 등지방두께

비거세우 및 거세우의 성장단계별 등지방두께의 변화를 알아보기 위하여 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I의 비거세우군 등지방두께는 6개월령과 9개월령에는 등지방의 침착을 보이지 않았으나, 12개월령 이후 등지방의 침착이 두드러져, 26개월령에는 $8.0 \pm 0.7\text{mm}$ 를 나타내었다. 육성기인 12개월령 이전에 도축한 경우 모든 실험구에서 1mm내외인 것으로 조사되었다(표 6-2).

비육전기 사양이 끝난 16개월령에 도축한 경우 비거세우와 5, 8 및 12개월령 거세우의 등지방두께가 각각 2.0 ± 0.0 , 5.4 ± 0.5 , 3.8 ± 0.5 및 $3.2 \pm 0.2\text{mm}$ 으로 거세우가 비거세우보다 훨씬 두꺼웠으며 특히 거세시기가 빠를수록 등지방두께가 더 두꺼운 것으로 나타났다. 거세우군의 경우는 5개월령 거세우군은 12개월령 이후 등지방의 침착이 급격히 나타났으며, 8개월령 거세우군은 16개월령 이후 등지방의 침착이 많이 일어났으며, 26개월령에는 모든 처리구들 가운데 가장 두꺼운 등지방 두께($11.0 \pm 2.4\text{mm}$)를 나타내었다. 12개월령 거세우군은 26개월령 도축시 가장 얇은 등지방 두께($6.4 \pm 1.3\text{mm}$)를 나타내었다.

비거세우 및 거세우의 26개월령 출하시 등지방 두께를 종합적으로 검토해보면, 5개월령, 8개월령, 12개월령 및 16개월령 거세우는 각각 9.6 ± 2.4 , 11.0 ± 2.4 , 6.4 ± 1.3 및 $8.0 \pm 1.6\text{mm}$ 으로써, 12개월령 거세우군을 제외하고는 모든 거세우가 비거세우에 비하여 등지방두께가 두꺼웠다. 또한, 9개월령 거세우군을 제외하고는 거세시기가 늦어질수록 등지방 두께가 얇아지는 경향을 나타내었다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험 II에서 등지방두께는 비거세우군이 $4.03 \pm 1.2\text{mm}$ 으로 가장 얇았고, 다음으로 5, 12, 16개월령 거세우군($8.95 \sim 10.2\text{mm}$)이 중간 수준, 그리고 마지막으로 8개월령 거세우군이 $13.2 \pm 1.0\text{mm}$ 을 가장 두꺼웠다($P < 0.05$). 그러나 5개월령 거세우군을 제외한 8, 12, 16개월령 거세우군에서는 거세시기가 늦어질수록 등지방두께가 작아지는 경향을 나타내었고, 이와 같은 결과는 Cosgrove 등(1996)이 Friesian 교잡종을 성성숙 전과 성성숙 후인 10개월과 17개월령에 각각 거세하여 약 23개월령에 도축하였을 때 거세우군이 비거세우군보다 등지방두께가 더 두꺼웠고(12.2 vs $14.6 \pm 1.7\text{mm}$), 10개월령 거세우군이 16.0mm , 17개월령 거세우군이 $12.8 \pm 1.7\text{mm}$ 로 거세월령이 늦을수록 등지방두께는 감소한다는 결과와 Knight 등(2000)이 보고한 생시, 6개월령, 및 12개월령 거세우군의 등지방두께는

9.3, 7.7, 그리고 $6.9 \pm 0.06 \text{mm}$ 으로 감소하였다($P < 0.05$)는 결과와 일치한다. 정 등(1996)은 한우 비거세우와 거세우를 24개월령에 도축시, 등지방 두께가 각각 4.7과 8.1mm라고 하여, 같은 월령의 거세우는 비거세우 보다 등지방 두께가 2배 가까이 두껍다고 한 보고와 백 등(1992a)이 한우 비거세우와 거세우를, 550kg 출하시 등지방 두께가 각각 3.8과 14.3mm라고 한 보고와도 일치하였다.

Table 6-2. Least squares means and standard errors for backfat thickness of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : mm)

		Age at slaughter(months)					
		6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Steers	Bulls	1.0±0.0	1.0±0.0	1.6±0.2	2.0±0.0 ^c	8.0±0.7	4.03±0.2 ^c
	5 Mo ²		1.0±0.0	1.0±0.0	5.4±0.5 ^a	9.6±2.4	8.95±1.0 ^b
	8 Mo			1.6±0.2	3.8±0.5 ^b	11.0±2.4	13.2±1.0 ^a
	12 Mo				3.2±0.2 ^{bc}	6.4±1.3	10.2±1.0 ^b
	16 Mo					8.0±1.6	9.1±1.1 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P < 0.05$).

다. 배최장근단면적

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I (표 6-3)에서 한우 거세 및 비거세우의 성장 단계별 배최장근단면적은 비거세우의 경우, 증가폭이 춘기발동기인 9개월령에서 성성숙기인 12개월령까지가 가장 작았다. 그러나 12개월령 이후 급격하게 배최장근단면적이 넓어져 26개월령에는 $101.00 \pm 5.4 \text{cm}^2$ 를 나타내었다. 거세우의 경우, 비거세우와 마찬가지로 월령이 증가할 수록 배최장근단면적이 넓어지는 경향이었으며, 26개월령 거세우의 배최장근단면적은 $79.80 \pm 2.1 \sim 84.20 \pm 1.7 \text{cm}^2$ 로써 유의성은 없었으나($P > 0.05$), 한우의 거세시기가 늦어질수록 배

최장근단면적이 커지는 경향을 나타내었다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서 배최장근단면적은 비거세우군이 102.0±3.5cm²으로 가장 넓으면서, 76.9±3.0~82.6±3.2cm² 수준의 거세우군과 유의적인 차이를 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 백 등(1992a,b)이 한우의 거세시기가 육질 및 육량에 미치는 영향을 조사한 보고에서 비거세우, 3~4개월령 거세우, 5~6개월령 거세우 및 7~8개월령 거세우의 등심단면적이 각각 82.9±5.7, 79.9±8.8, 74.2±5.4 및 75.8±9.3cm²라고 하여 비거세우가 거세우에 비하여 배최장근단면적이 넓다고 한 결과와 일치한다. 그러나 거세우군 간에 커다란 차이는 없었지만 12개월령 거세우군은 79.6±3cm², 16개월령 거세우군은 82.6±3.2cm²으로 나타나 Cosgrove 등(1996)이 보고한 생후 17개월령 거세우군의 등심단면적이 생후 10개월령 거세우군의 배최장근단면적보다 넓었다는 결과와 홍(1996)이 보고한 생후 3~4개월령, 5~6개월령 및 7~8개월령 거세우군 간에는 큰 차이가 없었던 결과와 일치한다.

Table 6-3. Least squares means and standard errors for *longissimus dorsi* muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : cm²)

	Age at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	30.8±1.5	50.6±2.0	58.4±3.0	74.6±1.5 ^a	101.0±5.4 ^a	102.0±3.5 ^a
S t e e r s	5 Mo ²	46.8±0.9	54.0±2.0	60.6±1.9 ^b	79.8±2.1 ^b	79.6±2.9 ^b
	8 Mo		54.0±2.6	65.0±1.7 ^b	83.6±3.2 ^b	79.1±3.0 ^b
	12 Mo			63.8±6.1 ^b	81.6±2.7 ^b	76.9±3.0 ^b
	16 Mo				84.2±1.7 ^b	82.6±3.2 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{ab} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

라. 근내지방도

표 6-4를 살펴보면 거세 및 비거세우의 성장단계별 근내지방도는, 비거세우 및 거세우 모두 월령이 증가할 수록 높아지는 경향을 보였다.

비거세우의 경우, 26개월령에 다소 증가를 나타내기는 하였으나, 전 성장단계를 통해 매우 낮은 근육내 지방의 침착을 나타내었다. 거세우에 있어서는 5개월령 거세우군의 경우 도축 월령 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 따라 각각 근내지방도가 1.00 ± 0.0 , 1.00 ± 0.0 , 1.53 ± 0.48 및 2.80 ± 0.33 로 한우의 근내 지방침착은 육성기인 12개월령까지는 거의 이루어지지 않다가 비육 후반기에 집중적으로 이루어지는 것으로 조사되었다.

8개월령 거세우군 또한 5개월령 거세우군과 같이 12개월령 이후 근육 내 지방의 침착이 급격하게 일어나 26개월령에는 4.66 ± 0.65 의 근내지방도를 나타내었다. 12개월령 거세우군은 26개월령에 8개월령 거세우군과 비슷한 근내지방의 침착을 보였다. 16개월령 거세우군은 26개월령에 거세우군들 중 가장 낮은 2.73 ± 0.64 의 근내지방도를 나타내었으며, 이는 4개월령 거세우와 비슷한 수치였다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서 근내지방도는 비거세우군이 1.57 ± 1.41 인데 비하여 거세우군은 이 보다 우수한 $5.56 \pm 1.26 \sim 10.93 \pm 1.16$ 으로 서로간에 유의적인 차이가 있었고($P < 0.05$), 거세우군 간에는 5개월령 거세우군이 16개월령 거세우군 보다 약 2배의 근내지방도를 나타냈으며, 거세시기가 늦어질수록 근내지방도가 떨어지는 경향을 나타내 Knight 등(1996)이 Angus와 Friesian 교잡우 실험에서 비거세우가 거세우보다, 거세우 중에서는 17개월령 거세우는 8개월령 거세우보다 근내지방도가 낮았다는 보고와 Worrell 등(1987)이 거세 체중을 70, 230, 320, 410Kg 으로 한 결과 체중이 230kg때 거세를 하였을 때가 320kg 그리고 410kg 때 거세를 하였을 경우보다 근내지방도가 더 우수했다는 보고와, 홍(1996)이 생후 3~4개월령 거세가 늦은 시기의 거세에 비하여 육질향상이 보인다고 한 보고와 일치하였다. 백 등(1992a,b)은 출하체중에 따른 근내지방도 조사에서 거세우가 비거세우에 비해 근내지방도가 더 높고, 거세시기에 따른 조사에서는 거세시기별로 큰 차이가 나타나지 않았다고 보고하였고, 정 등(1996)과 이 등(1997)도 거세우가 비거세우 보다 높은 근내지방도를 나타내었다고 보고하였다.

거세시기가 근내지방도에 미치는 본 연구의 결과를 종합해 보면, 거세시기가

이를수록 근내지방도가 높아지는 경향이었으며, 특히 16개월령 거세우의 경우 비거세우 보다는 높은 근내지방도를 나타내었지만, 거세우들 가운데서는 가장 낮은 근내지방도를 나타내어, 거세시기가 근내지방도에 미치는 영향이 크다는 것을 의미한다.

Table 6-4. Least squares means and standard errors for marbling score of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : score)

		Age at slaughter(months)					
		6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
S t e e r s	Bulls	1.00±0.0	1.00±0.0	1.00±0.0	1.00±0.0	1.42±1.61 ^c	1.57±1.41 ^c
	5 Mo ²		1.00±0.0	1.00±0.0	1.53±0.48	7.77±1.61 ^b	10.93±1.16 ^a
	8 Mo			1.00±0.0	1.46±0.20	12.06±1.64 ^a	8.77±1.21 ^{ab}
	12 Mo				1.20±0.12	11.20±1.61 ^a	7.95±1.20 ^{ab}
	16 Mo					6.14±1.63 ^b	5.56±1.26 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

마. 육색

육색은 소비자들이 구매를 할 때 고려하는 형질로서 밝고 명도가 높은 선홍색을 띠어야 한다.

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I에서 비거세우군의 경우, 6개월령 도축시의 2.40±0.4를 제외하고는 4~5의 범위를 나타냈고 16개월령 도축시에는 5개월령 거세우군이 5.40±0.22으로 가장 짙었고 비거세우군이 4.40±0.22으로 가장 얇았다. 그러나 26개월령 도축 시에는 반대로 비거세우군이 가장 짙었고 8개월령 거세우군이 4.00±0.19으로 가장 얇았으나 모두 정상범위의 육색분포를 나타냈다(표 6-5).

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험II에서는 육색이 비거세우군과 거세우군

모두 $4.83 \pm 0.08 \sim 5.06 \pm 0.08$ 의 거세시기에 따른 어떠한 경향도 나타나지 않았다. 이와 같은 결과는 시험구간에 차이는 없지만 홍(1996)이 보고한 3.24~3.86보다 짙은 적색으로서 비거세우군의 육색이 거세우군에 비해 짙다는 결과(Cosgrove 등, 1996)와는 다소 차이가 있었다.

Table 6-5. Least squares means and standard errors for meat color of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : number)

	Age at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	2.40±0.4	4.20±0.14	4.80±0.18	4.40±0.22 ^b	5.20±0.19 ^a	5.00±0.09 ^{ab}
S t e e r s	5 Mo ²	5.00±0.14	4.80±0.16	5.40±0.22 ^a	4.80±0.19 ^{ab}	5.02±0.07 ^{ab}
	8 Mo		5.00±0.15	4.80±0.22 ^b	4.00±0.19 ^c	4.83±0.08 ^b
	12 Mo			4.80±0.22 ^b	4.80±0.19 ^{ab}	5.06±0.08 ^a
	16 Mo				4.40±0.19 ^{bc}	5.04±0.08 ^{ab}

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26- II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P < 0.05$).

바. 지방색

지방색 역시 육색과 더불어 소비자들이 쇠고기를 구입할 때 고려하는 형질로서 우유빛을 띠어야 하며 지방색이 황색을 띠는 경우 소비자들이 구입을 꺼려하는 요인으로 작용할 수 있다. 주로 목초 비육시 carotenoid에 의해 황색으로 변하게되나 한우의 경우 대부분이 곡물비육을 하고 있어 지방색이 거의 우유 빛을 띠고 있다.

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I의 결과(표 6-6) 거세, 거세시기 혹은 도축 월령에 의한 지방색의 차이는 보이지 않아 우유 빛을 띠는 2~3의 범위를 보이고 있다. 실제 등급판정시 지방색에 대한 판정

은 대부분 3의 판정을 받았다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서도 지방색은 시험구 모두 3.00 ± 0.00 으로 나타나 시험구간의 유의성은 물론 거세시기에 따른 영향도 없었고 홍(1996)이 2.86~2.90으로 나타났다고 한 결과와 유사하게 나타났다.

Table 6-6. Least squares means and standard errors for fat color of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : number)

	Age at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	2.00 ± 0.0	3.00 ± 0.0	3.00 ± 0.13	2.80 ± 0.17	2.80 ± 0.09	3.00 ± 0.0
S t e e r s	5 Mo ²	3.00 ± 0.0	3.20 ± 0.12	3.00 ± 0.17	3.00 ± 0.09	3.00 ± 0.0
	8 Mo		3.00 ± 0.11	2.80 ± 0.17	3.00 ± 0.09	3.00 ± 0.0
	12 Mo			2.80 ± 0.17	3.00 ± 0.09	3.00 ± 0.0
	16 Mo				3.00 ± 0.09	3.00 ± 0.0

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

사. 조직감

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I에서 조직감은 거세 유무나 거세시기와 관계없이 16개월령에 도축시 모두 2.0 ± 0.0 로 조직감에 대한 차이는 없었다. 그러나 26개월령 도축시에는 8, 12개월령에 거세한 거세우군이 각각 1.2 ± 0.18 로 가장 낮았고 그 다음으로 5, 16개월령에 거세를 한 거세우군이 각각 1.8 ± 0.18 그리고 비거세우군이 2.0 ± 0.18 으로 가장 높았다(표 6-7). 거세우군들은 거세시기와 관계없이 16개월령 이후부터 월령이 증가하면서 조직감이 떨어지는 것을 알 수 있었다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험 II에서의 조직감은 5개월령 거세우군

(1.30±0.12)과 기타 시험구(1.67~2.08) 사이에서 유의성이 인정되었으며($P<0.05$), 거세우군 상호간에 있어서는 거세시기가 늦어질수록 조직감이 떨어지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 비거세우군의 조직감이 거세우군에 비해 떨어진다는(Cosgrove 등, 1996)는 보고와는 일치하고, 거세시기가 늦어질수록 조직감이 떨어지는 것은 거세시기가 늦어질수록 비거세우의 특성이 남아있기 때문인 것으로 사료된다.

Table 6-7. Least squares means and standard errors for texture of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : number)

	Age at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.18 ^a	2.08±0.15 ^a
S t e e r s	5 Mo ²	2.0±0.0	2.0±0.0	2.0±0.0	1.8±0.18 ^a	1.03±0.12 ^c
	8 Mo		2.0±0.0	2.0±0.0	1.2±0.18 ^b	1.67±0.13 ^b
	12 Mo			2.0±0.0	1.2±0.18 ^b	1.74±0.12 ^{ab}
	16 Mo				1.8±0.18 ^a	1.77±0.13 ^{ab}

¹ 26- I: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

아. 성숙도

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I에서 도체 연골의 골화정도를 나타내는 성숙도는 표 6-8에 보이는 것처럼 비거세우군의 경우 6개월령부터 16개월령까지는 성숙도가 1로서 변화가 없었으나 거세우군들은 거세시기와 관계없이 2를 나타내어 비거세우보다 골화가 빨리 진행된다는 것을 알 수 있었다. 26개월령 도축시에는 비거세우군이 2.6±0.20, 그리고 16개월령 거세우군이 2.2±0.20로 나타났고 5, 8 및 12개월령 거세우군은 월령 증가와 관계없이 2.0을 나타냈다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서의 성숙도는 비거세우군과 거세우군 모두 2.00 ± 0.00 을 나타내어 유의적인 차이도 거세시기에 따른 영향도 없었다 ($P < 0.05$).

Table 6-8. Least squares means and standard errors for maturity of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : number)

	Age at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	1.0 ± 0.0	2.6 ± 0.20^a	2.00 ± 0.0
S t e e r s	5 Mo ²	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.20^b	2.00 ± 0.0
	8 Mo		2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.20^b	2.00 ± 0.0
	12 Mo			2.0 ± 0.0	2.0 ± 0.20^b	2.00 ± 0.0
	16 Mo				2.2 ± 0.20^{ab}	2.00 ± 0.0

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{ab} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P < 0.05$).

자. 도체율

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서 비거세우군과 거세우군 사이에서는 물론 거세우군 상호간에도 도체율에 대한 유의성은 없었다(표 6-9). 하지만 비거세우군의 도체율이 $59.6 \pm 0.8\%$ 인데 반하여 거세우군의 도체율은 $57.2 \pm 1.1 \sim 59.2 \pm 0.7\%$ 로 거세에 따른 도체율 저하 가능성은 볼 수 있었지만, 거세시기에 따른 도체율 변화는 나타나지 않았다. 그러나 Nichols 등(1964)은 Holstein-Friesian 교잡종을 대상으로 실험한 결과 거세우군의 도체율이 높았다고 하여 본 실험과 상이한 경향을 나타냈지만, Klosterman 등(1954)이 Hereford 종을 이용하여 30일령 거세우군과 190일령 거세우군 간의 도체율에서 차이가 없었다는 보고와는 일치하였다.

차. 육량 및 육질

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서 육량지수값은 도체중과 등심단면적에서와 마찬가지로 비거세우군이 72.15±0.61로 거세우군의 67.14~68.79보다 우수했으나($P<0.05$) 거세우군 간에는 차이가 없었다(표 6-9). 그러나 5개월령 거세우군을 제외한 8, 12, 16개월령 거세우군 사이에 있어서는 거세시기가 늦어질수록 육량지수값이 높아지는 경향을 보였다. 이러한 결과는 Worrell 등(1987)이 거세체중을 70, 230, 320, 410Kg으로 달리하였을 때, 거세시 체중은 육량등급에 영향을 미치지 않는다고 보고한 결과와 일치한다.

Table 6-9. Least squares means and standard errors for beef yield and quality grade of Hanwoo¹ bulls and steers slaughtered at 26 months of age in Trial II

Traits	Bulls	Steers			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
DP ³ (%)	59.6±0.8	57.2±1.1	58.2±0.7	57.4±0.7	59.2±0.7
QUAN	72.15±0.61 ^a	68.79±0.50 ^b	67.14±0.52 ^b	67.30±0.52 ^b	68.68±0.54 ^b
QUAL	2.95±0.27 ^a	1.10±0.22 ^b	1.57±0.23 ^b	1.60±0.23 ^b	2.33±0.24 ^a

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age when castrate.

³ DP; Dressing percentage, QUAN; Quantity index, QUAL; Quality grade.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

육질등급은 비거세우군과 16개월령 거세우군이 각각 2.95±0.27과 2.33±0.24로 차이가 없었으나 거세시기가 늦어질수록 육질등급이 떨어지는 경향을 나타내었다. 거세우군 중 5, 8, 12개월령 거세우군 간에는 유의적인 차이가 나타나지 않았다($P<0.05$). 이러한 결과는 Hereford 종을 이용하여 30일령과 190일령에 거세를 하였을 경우 육질에는 차이가 없다는 Klosterman 등(1954)의 보고와 이유시 거세보다는 거세시기를 1년정도로 지연시키더라도 질을 낮추지 않는다는 Gregory와 Ford(1983) 및 Gregory 등(1983)의 보고와 일치하는 결과이다.

6. 거세와 거세시기가 도체의 일반화학적성분에 미치는 영향

가. 수분

표 7-1은 거세우와 비거세우의 등심 내 수분 함량을 나타낸 것이다. 비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I에서 비거세우의 경우, 도축 월령이 증가할 수록 등심 내 수분 함량이 감소하였다. 특히, 5개월령, 9개월령 및 12개월령 사이에 수치상으로 뚜렷한 차이는 나타나지 않았으나, 16개월령과 26개월령에는 뚜렷한 감소를 나타내었다.

거세우의 경우, 5개월령 거세우군은 9, 12개월령에 비해 16개월령 이후에는 현저한 수분 함량의 감소를 나타내었으며, 8개월령 거세우군은 12개월령의 등심 내 수분 함량은 비거세우군 및 5개월령 거세우군과 비슷한 경향을 나타내었으나, 26개월령에는 $67.97\pm 0.82\%$ 의 낮은 수분 함량을 나타내었다. 12개월령 거세우군은 26개월령에 모든 시험우 중 가장 낮은 $67.90\pm 0.37\%$ 의 수분 함량을 보였다. 16개월령 거세우군도 비거세우에 비해 낮은 수분 함량을 나타내었다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험 II에서 도체의 수분함량은 비거세우군 ($73.27\pm 0.66\%$), 16개월령 거세우군($71.16\pm 0.59\%$) 및 5~12개월령 거세우군($68.46\sim 69.25\%$)간에 유의차가 있었지만($P<0.05$), 5, 8, 12개월령 거세우군간에는 유의성은 물론 어떤 거세시기에 따른 영향도 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 Knight 등(2000)이 보고한 생시 거세우의 *M. longissimus lumborum* 수분함량이 12개월령 거세우보다는 낮았고($P<0.05$), 6개월령 거세우는 높았다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

김 등(1996)은 한우 비거세우와 거세우의 등심 내 수분 함량이 각각 72.54 ± 2.06 과 $68.75\pm 2.44\%$ 으로써 거세우에 비하여 비거세우가 높으며, 거세우의 경우 도축 월령이 증가할 수록 등심 내 수분 함량이 감소한다고 하였다. 또한 백 등(1992a,b)도 비거세우의 등심 내 수분 함량이 거세우에 비하여 현저히 높다고 하였으며, 거세시기에 따른 등심 내 수분 함량에는 유의한 변화가 없다고 하였다.

Table 7-1. Least squares means and standard errors for moisture contents in *longissimus dorsi* muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : %)

		Age at slaughter(months)					
		6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
S t e e r s	Bulls	76.45±0.11	76.97±0.24	75.96±0.48	74.41±0.15 ^a	72.18±0.33 ^a	73.27±0.66 ^a
	5 Mo ²		75.95±0.37	74.78±0.36	70.86±1.15 ^b	69.24±0.56 ^b	68.46±0.54 ^c
	8 Mo			75.09±0.41	71.89±0.46 ^{bc}	67.97±0.82 ^b	69.25±0.57 ^c
	12 Mo				73.22±0.54 ^{ac}	67.90±0.37 ^b	68.92±0.56 ^c
	16 Mo					69.41±0.98 ^b	71.16±0.59 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{a,b,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

나. 조지방

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I 에서 거세 및 비거세우의 성장 단계별 배최장근 내 조지방 함량은 비거세우의 경우 12개월령까지 감소하였으나 전반적으로 도축 월령이 증가함에 따라 배최장근 내 조지방 함량이 증가하였다. 특히, 16개월령 이후 26개월령까지 배최장근내 조지방 함량이 급격하게 증가하였다.

거세우의 경우, 5개월령 거세우군은 비거세우군과 마찬가지로 12개월령까지 감소하다가 12개월령 이후 배최장근내 조지방 함량이 급격하게 증가하여, 26개월령에는 7.45±0.78%의 조지방 함량을 나타내었고, 8개월령 거세우군 역시 12개월령 이후 배최장근내 조지방 함량이 증가하여, 26개월령에는 9.53±0.85%의 조지방 함량을 나타내었다. 12개월령 거세우군은 26개월령에 10.24±0.64%의 가장 많은 조지방 함량을 나타내었고, 16개월령 거세우군은 26개월령 도축시 5개월령 거세우군과 비슷한 배최

장근내 조지방 함량을 나타내었다(표 7-2).

한우 배최장근 내 조지방 함량은 비거세우와 거세우 모두 도축 월령이 증가 할 수록 증가하였고 대체적으로 8~12개월령 거세우군에서 가장 많은 것으로 조사되었다.

Table 7-2. Least squares means and standard errors for crude fat contents in *longissimus dorsi* muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : %)

		Age at slaughter(months)					
		6 ²	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
S t e e r s	Bulls	0.81±0.11	0.58±0.11	0.59±0.05	1.30±0.14 ^b	4.58±0.69 ^c	3.59±0.92 ^b
	5 Mo ²		0.90±0.18	0.74±0.12	4.18±1.50 ^a	7.45±0.78 ^b	8.96±0.76 ^a
	8 Mo			1.07±0.26	2.67±0.49 ^{ab}	9.53±0.85 ^{ab}	8.20±0.79 ^a
	12 Mo				1.37±0.23 ^b	10.24±0.64 ^a	8.52±0.78 ^a
	16 Mo					7.81±1.33 ^b	5.54±0.82 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{ab,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험II에서 도체의 지방 함량에 있어서는 비거세우군(3.59±0.92%)과 16개월령 거세우군(5.54±0.82%)이 5~12개월령 거세우군(8.20~8.96%)보다 유의적으로 적었고($P<0.05$), 거세시기에 따른 영향에 있어서도 8개월령 거세우군을 제외하고는 거세시기가 늦어질수록 지방 함량이 적어지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 백 등(1992a,b)이 한우를 거세한 경우, 비거세우에 비하여 등심내 조지방 함량이 2~3배 증가하며, 거세시기가 빠를 수록 배최장근내 조지방 함량이 증가한다고 보고하였고 김 등(1996)도 한우 거세우가 비거세우에 비하여 배최장근내 조지방 함량이 유의하게($P<0.05$) 높으며, 도축 월령이 증가 할 수록 배최장근내 조지방 함량이 증가한다고 보고하여, 본 연구의 결과와 일치하였다.

다. 조단백질

표 7-3에는 실험 I 과 실험 II 의 도축 후 도체의 조단백질 함량에 대하여 나타내었다.

Table 7-3. Least squares means and standard errors for crude protein contents in *longissimus dorsi* muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : %)

	Age at slaughter(months)						
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II	
Bulls	-	23.11±0.40	23.61±0.23	23.68±0.25	23.43±0.22 ^a	23.61±0.27 ^a	
S t e e r s	5 Mo ²		23.96±0.39	23.34±0.26	23.66±0.59	22.67±0.35 ^b	21.95±0.23 ^c
	8 Mo			23.95±0.09	24.73±0.27	21.90±0.23 ^{bc}	21.97±0.23 ^c
	12 Mo				24.31±0.39	21.52±0.19 ^c	23.14±0.23 ^{bc}
	16 Mo					22.23±0.34 ^{bc}	22.70±0.24 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26-II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{ab,c} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I 에서 한우 거세 및 비거세우의 성장 단계별 배최장근내 조단백질 함량은 한우 비거세우의 경우 배최장근내 조단백질 함량이 전 도축 월령에서 23%내외로서 도축월령의 증가는 비거세우의 배최장근내 조단백질 함량에 크게 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 거세우의 경우, 26개월령 도축시 그 이전 도축시보다 배최장근내 조단백질 함량이 1.02 ~2.79% 감소하는 것으로 나타났다(표 7-3).

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험II에서 도체의 조단백질 함량에 있어서는 비거세우군이 23.61±0.27%로 거세우군의 21.95~22.70%보다 많았으며($P<0.05$), 거세우군간에 있어서는 커다란 차이 없이 거세시기가 늦어질수록 조단백질 함량이 증가

하는 경향을 나타냈다. 이 같은 현상은 조지방 함량과의 상대적 비율로서 설명 (Ntunde 등, 1977)될 수 있지만 비거세우와 거세우간 단백질과 회분함량은 비슷하였다고 한 보고와는 다르게 나타났다. 백 등(1992a,b)은 한우 비거세우의 배최장근 내 조단백질 함량이 거세우에 비하여 높게 나타났으며, 거세 월령이 증가 할 수록 배최장근 내 조단백질 함량이 증가하는 경향이었다고 보고하였다. 본 연구에서도 비거세우와 거세우를 비교하였을 때 비거세우의 배최장근 내 조단백질 함량이 높은 것으로 나타나($P<0.05$), 백 등(1992a,b)의 보고와 유사한 결과를 나타내었다.

7. 거세와 거세시기가 도체의 물리이화학적 특성에 미치는 영향

가. 보수력

한우 비거세우 및 거세우를 6, 9, 12, 16 및 26개월령에 각각 5두씩 도축한 실험 I에서 한우 거세 및 비거세우의 성장 단계별 배최장근의 보수력은 비거세우의 경우, 도축 월령이 증가함에 따라 배최장근의 보수력이 서서히 증가하였으며, 26개월령 도축시에는 $70.00\pm 3.32\%$ 의 보수력을 나타내었다(표 8-1).

거세우의 경우도 비거세우와 마찬가지로 도축 월령이 증가함에 따라 보수력이 증가하는 경향이었으며, 특히 16개월령 이후 급격한 보수력의 증가를 나타내어 26개월령 도축시에는 비거세우에 비해 모든 거세우에서 현저하게 높은 보수력을 나타내었다($P<0.05$). 거세 월령별 배최장근의 보수력은 12개월령 거세우가 $81.77\pm 3.58\%$, 9개월령 거세우가 $78.18\pm 4.38\%$ 및 4개월령 거세우가 $77.37\pm 2.03\%$ 를 나타내어, 거세 월령이 늦어질수록 배최장근의 보수력이 다소 증가하는 경향이었다. 그러나, 16개월령 거세우군은 26개월령 도축시 배최장근의 보수력이 근내지방도에서의 경우와 마찬가지로 5개월령 거세우군과 비슷한 $76.24\pm 2.32\%$ 를 나타내었는데 이에 대한 설명은 본 연구의 결과만으로는 설명이 어려우며, 향후 보다 상세한 연구가 뒷받침되어야 할 것으로 판단된다.

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서 배최장근의 보수력은 모든 시험구 상호간에 유의적인 차이도 없고, 거세시기에 따른 어떤 경향도 나타내지 않았지만, 비거세우군(74.31±2.06%)에 비해 거세우군이 다소 높은 74.73(±1.82)~84.45(±2.89)%을 나타내었다. 이와 같은 현상은 보수력이 가열감량과 상반된 개념으로 활용되고 있는 것을 감안할 때 Vanderwert 등(1985)이 12개월령 거세우군이 8개월령 거세우군보다 가열감량은 낮았다는 보고와 일치한다고 할 수 있다.

Table 8-1. Least squares means and standard errors for water holding capacity in *longissimus dorsi* muscle area of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age (Unit : %)

	Age at slaughter(months)					
	6	9	12	16	26 - I ¹	26 - II
Bulls	51.48±0.00	65.23±2.39	67.25±2.88 ^a	69.30±4.44	70.00±3.32 ^b	74.31±2.06 ^b
S t e r s	5 Mo ²	69.81±1.89	54.12±1.51 ^b	65.43±4.51	77.37±2.03 ^a	84.45±2.89 ^a
	8 Mo		66.65±3.61 ^a	64.72±2.08	78.18±4.38 ^a	74.96±1.93 ^b
	12 Mo			65.89±0.65	81.77±3.58 ^a	77.16±1.94 ^{ab}
	16 Mo				76.24±2.32 ^{ab}	74.73±1.82 ^b

¹ 26- I : Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered 5 heads at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age, respectively(Trial I)

26- II: Bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age were slaughtered at 26 months of age(Trial II).

² Months of age at castration.

^{a,b} Within a column, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

나. pH

표 8-2에는 실험 II의 도축 후 등심중의 수소이온농도, 연도, 콜라겐 및 콜레스테롤의 함량이 나타나 있다.

낮은 pH는 육즙손실, pale, 단백질 침윤, 육조직의 수축 및 빛의 흡광도를 높이고, 5.5에서 6.0으로 증가할수록 연도는 감소한다(Swatland, 1994).

생후 26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험II에서 배최장근의 pH는 비거세우군과 거세우군간은 물론 거세우군 상호간에도 유의적인 차이 없이 5.14±0.03~5.22±0.05의 수준을 나타내어(표 8-2) pH가 품종, 성에 따른 유의한 차이를 나타내지 않았다는 김 등(1996)의 보고와 일치하였다. 그러나 17개월령 거세우가 비거세우와 10개월령 거세우가 보다 pH가 낮았다는 Cosgrove 등 (1996)의 보고와는 약간 다른 결과로 나타났다.

본 연구의 결과로 미루어 거세와 거세시기에 따른 고기의 수분함량의 감소나 조직성분의 산화정도는 차이가 없는 것으로 조사되었다.

Table 8-2. Least squares means and standard errors for physico-chemical characteristics in *longissimus dorsi* muscle of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 26 months of age in Trial II

Traits	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
pH	5.19±0.04	5.22±0.05	5.19±0.04	5.17±0.04	5.14±0.03
TEND(kg/cm ²)	81.95±5.71 ^{ab}	65.08±8.02 ^b	90.10±5.34 ^a	77.52±5.38 ^{ab}	83.92±5.06 ^{ab}
COL(g/100g)	0.46±0.03 ^a	0.33±0.05 ^b	0.34±0.03 ^b	0.40±0.03 ^a	0.44±0.03 ^a
CHO(mg/100g)	657.6±55.3 ^a	232.6±77.5 ^c	444.0±51.7 ^{bc}	367.2±52.0 ^{bc}	455.2±48.9 ^b

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ($P<0.05$).

다. 연도

26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험 II에서 배최장근의 연도는 5개월령 거세우군이 $65.08 \pm 8.02 \text{kg/cm}^2$ 으로 가장 낮았고, 8개월령 거세우군이 $90.10 \pm 5.34 \text{kg/cm}^2$ 으로 가장 높았으나, 비거세우군과 12, 16개월령 거세우군과는 커다란 차이가 없었다(표 8-2). 8개월령 거세우군을 제외하고는 거세시기가 늦어질수록 연도가 높아지는 경향을 보였다.

이와 같은 결과는 Knight등 (1999)이 Angus와 Friesian교잡종에서 8개월령 거세우와 17개월령 거세우의 연도에 차이가 없었다는 보고와 Worrell 등(1987)의 거세체중에 따른 효과에서 70kg 때 거세한 것이 230, 320, 410kg보다 연도가 우수하였다는 결과와 일치한다.

등심에서의 연도는 물리적으로 가해지는 힘에 의하여 측정되는 것인데, 이것은 등심조직의 특성에 따라 달라 질 수 있다. 등심내에 침착되어 있는 지방이 경화되어 있는지 아니면 연화되어 있는지에 대한 고찰에 따라 결과가 달라질 수 있는 것이다. 흔히 늦게 거세를 할 경우 근섬유의 조직이 굵어지고 따라서 연도가 나빠지는 것으로 이해하고 있으나 이것은 여러 가지 측정방법과 관능검사등의 과정을 거쳐 재 검토해야 할 것으로 보인다.

라. 콜라겐

생후 26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험 II에서 콜라겐 함량은 비거세우군이 $0.46 \pm 0.03 \text{g/100g}$ 으로, 거세우군의 $0.33 \pm 0.05 \sim 0.44 \pm 0.03 \text{g/100g}$ 에 비해 많이 함유하였고, 거세우군에서는 거세시기가 늦어질수록 콜라겐 함량도 증가하는 경향을 나타냈다(표 8-2).

콜라겐 함량은 성성숙기 이후에 거세한 거세우군의 경우 비거세우군과 별 차이가 없는 반면 성성숙기 이전에 거세한 거세우군과는 유의적인 차이를 나타내어 ($P < 0.05$) 도체 등심중의 콜라겐 함량은 거세를 언제하는가에 따라 달라지는 것으로 조사되었다.

이와 같은 결과는 김 등(1996)이 한우와 홀스타인에 대한 연구에서 품종과 부위에 관계없이 비거세우가 거세우보다 콜라겐 함량이 높다고하고 비거세우군이 거세우군보다 콜라겐의 함량이 높은 것은 연도와 깊은 관계가 있을 것으로 추정하였으나 콜라겐과 연도의 상관성에 대한 고찰을 하지 않아 앞으로 이 부분에 대한 심도있는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

마. 콜레스테롤

생후 26개월령에 74두를 일괄 도축한 실험Ⅱ에서 배최장근의 콜레스테롤 함량은 비거세우군의 $657.6 \pm 55.3 \text{mg}/100\text{g}$ 에 비해 거세우군은 $232.6 \pm 77.5 \sim 455.2 \pm 48.9 \text{mg}/100\text{g}$ 의 적은 함량을 나타냈고($P < 0.05$), 거세우군에서도 5개월령 거세우군이 가장 낮았고 16개월령 거세우군이 가장 높았다. 8개월령 거세우군과 12개월령 거세우군사이에서는 8개월령 거세우군의 콜레스테롤 함량이 높았지만 유의성은 없었다(표 8-2).

그러나 콜레스테롤의 함량이 거세우군에서 줄어든 것은 거세에 따른 호르몬의 변화와 밀접한 관계가 있을 것으로 사료된다. 또한 콜레스테롤이 감소하는 정도는 거세 후 사육기간이 길었던 5개월령 거세우군에서 가장 낮았고 거세 후 사육기간이 짧을수록 각 거세우군의 콜레스테롤 농도가 줄어든 것으로 조사되어 거세 후 사육기간에 따라 콜레스테롤 농도는 생리적인 호르몬의 변화와 밀접한 관계에 있는 것으로 사료된다.

Eichhorn 등(1986)은 소에 있어서 근육조직의 콜레스테롤 함량은 품종이나 급여사료의 에너지 수준에 따라 변화한다고 하였으나 Wheeler 등(1987)은 근육 및 지방조직 내에 콜레스테롤 함량이 품종, 성별, 사육기간 등에 영향을 받지 않는다는 상반된 보고를 하였다.

바. 지방산

표 8-3은 실험 I의 비거세우군 및 거세우군의 배최장근 내 주요 지방산 조성의 변화를 도축시기별로 나타내었다.

Table 8-3 Least squares means and standard errors for major fatty acids in *longissimus dorsi* muscle of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 6, 9, 12, 16 and 26 months of age in trial I (Unit : %)

		C _{16:0}	C _{16:1}	C _{17:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}
9 ¹	Bulls	20.92±0.53	2.11±0.12	0.73±0.16	18.15±0.40	25.59±1.59	21.53±1.92	1.06±0.09
Mo	Steers 5 Mo ²	24.08±0.62	2.21±0.09	1.16±0.07	16.32±0.32	28.60±1.62	16.92±1.62	0.82±0.04
	Bulls	21.84±0.60	2.71±0.14	0.91±0.08	15.99±0.77	28.38±1.24	16.89±1.83	0.87±0.15
12	5 Mo	23.73±0.55	2.79±0.15	0.97±0.09	15.04±0.51	31.03±1.21	14.63±1.28	1.21±0.56
Mo	Steers 8 Mo	21.98±1.02	2.47±0.26	0.96±0.09	15.38±0.60	28.79±1.76	17.43±2.31	0.75±0.22
	Bulls	22.57±0.36	2.96±0.18	0.84±0.21	15.44±0.33	31.84±0.39	15.84±1.18	0.54±0.12
16	5 Mo	26.12±0.78	3.58±0.18	1.20±0.11	13.04±0.29	36.13±1.03	9.43±1.30	0.39±0.13
Mo	Steers 8 Mo	25.77±0.37	3.13±0.14	0.87±0.09	14.12±0.40	33.82±0.32	11.53±0.79	0.40±0.04
	12 Mo	24.21±0.58	3.14±0.15	1.18±0.10	13.68±0.45	33.64±1.46	13.28±1.43	0.39±0.02
	Bulls	24.22±0.45	5.80±0.13	2.24±0.10	11.32±0.48	37.90±0.38	10.41±0.46	0.23±0.04
	5 Mo	29.20±0.51	5.84±0.32	1.09±0.07	11.80±0.68	39.40±0.92	5.46±0.84	0.15±0.03
26	8 Mo	27.91±0.34	5.64±0.16	1.81±0.11	9.14±0.22	41.18±0.94	6.78±0.39	0.17±0.03
Mo	Steers 12 Mo	27.96±0.32	6.32±0.19	1.52±0.17	10.04±0.89	40.46±0.72	6.48±0.68	0.12±0.00
	16 Mo	26.15±0.46	5.41±0.29	2.03±0.08	10.68±0.43	39.75±0.88	8.07±0.75	0.11±0.02

¹ Months of age at slaughter.

² Months of age at castration.

한우 비거세우의 경우, 도축월령이 9개월에서 26개월로 증가할수록 palmitic acid(C_{16:0})의 함량이 증가하였으며(20.92 → 24.22%), 같은 포화지방산인 stearic acid(C_{18:0})은 감소하였다(18.15 → 11.32%). 거세 유무, 거세시기 및 도축 시 월령과 관계없이 가장 비율이 높았던 주요 불포화 지방산인 oleic acid(C_{18:1})의 함량은 한우 비거세우 월령이 증가할수록 현저하게 증가(25.59 → 37.9%)하였다.

Oleic acid 다음으로는 palmitic acid, stearic acid의 순으로 비율이 높았다. 거세시기와 관계없이 각 거세우군들은 palmitic acid, palmitoleic acid, oleic acid 및 불포화지방산의 비율이 높은 경향을 보였으나 반면에 stearic acid, linoleic acid (C_{18:2})와 포화지방산의 비율은 낮은 경향을 보였다. 이것은 김 등(1996)의 한우 및 Sturdivant(1992) 등의 화우에 대한 연구결과와 일치하였다.

한우 거세우의 경우도 월령의 증가에 따른 전체적인 지방산의 변화는 비거세우와 유사하였으나, oleic acid의 경우, 최종 도축월령인 26개월령에 비거세우군은 37.90%, 거세우군은 5, 8, 12, 16개월령 거세우군이 각각 39.40, 41.18, 40.46 및 39.75%로 거세우군에서 많이 함유되어 있었고, 반면에 stearic acid의 함량은 거세우군이 비거세우 군보다 다소 감소 하였다.

본 연구의 결과, 한가지 특이한 점은 비거세와 거세우 공히 linoleic acid의 함량이 도축월령이 증가할수록 감소하는 경향이었는데, 이는 linoleic acid가 필수지방산으로서 사료내 지방으로부터 공급받는다는 점을 감안한다면 다소 의외의 결과라고 할 수 있겠다. 이는 지방산 비율을 상대적으로 계산하기 때문인 것으로 생각된다. 증가에 따른 한우 배최장근 내 이러한 지방산의 변화는 궁극적으로 한우의 배최장근 또는 근내지방에 함유된 stearyl-coenzyme CoA의 역할에 기인하는 것으로 사료된다.

표 8-4에는 실험 II의 비거세우군 및 거세우군의 배최장근 내 지방산 조성을 나타내었다.

Table 8-4. Least squares means and standard errors for major fatty acids in *longissimus dorsi* muscle of Hanwoo bulls and steers slaughtered at 26 months of age in trial II

Traits	Bulls ¹	Steers ¹			
		5 Mo ²	8 Mo	12 Mo	16 Mo
C _{14:0}	2.84±0.18 ^{ab}	3.29±0.15 ^a	3.10±0.16 ^a	3.04±0.15 ^{ab}	2.62±0.16 ^a
C _{14:1}	3.35±0.36 ^a	2.52±0.30 ^{ab}	0.87±0.31 ^c	1.78±0.31 ^b	1.87±0.33 ^b
C _{15:0}	1.25±0.11 ^a	0.65±0.09 ^b	0.24±0.10 ^c	0.47±0.09 ^{bc}	0.54±0.10 ^b
C _{16:0}	24.48±0.69 ^c	28.37±0.57 ^a	26.94±0.59 ^{ab}	27.26±0.59 ^a	25.31±0.62 ^b
C _{16:1}	6.14±0.47	5.97±0.38	5.01±0.40	5.69±0.39	5.28±0.42
C _{17:0}	1.51±0.19 ^a	1.23±0.16 ^{ab}	0.62±0.16 ^b	0.90±0.16 ^b	1.25±0.17 ^a
C _{18:0}	13.94±0.60 ^d	11.37±0.50 ^b	6.53±0.52 ^d	8.05±0.51 ^c	9.46±0.54 ^c
C _{18:1}	38.03±0.90 ^b	39.48±0.74 ^b	42.57±0.77 ^a	40.19±0.76 ^b	39.84±0.80 ^b
C _{18:2}	8.18±0.68 ^{abc}	6.38±0.56 ^c	8.21±0.58 ^{ab}	7.78±0.57 ^{bc}	9.57±0.60 ^b
C _{18:3}	0.11±0.05 ^b	0.06±0.04 ^b	0.39±0.04 ^a	0.32±0.04 ^a	0.26±0.05 ^a
Others	0.83±0.68 ^b	0.79±0.65 ^b	5.76±0.65 ^a	4.79±0.65 ^a	4.22±0.65 ^a
SFA ³ (%)	44.01±1.12 ^a	44.90±0.92 ^a	37.54±0.96 ^b	39.85±0.95 ^b	39.24±1.00 ^b
UFA(%)	55.82±0.90 ^{bc}	53.55±1.26 ^c	59.24±0.84 ^a	57.22±0.85 ^{ab}	58.09±0.79 ^{ab}
MUFA(%)	47.36±0.98 ^b	47.87±0.81 ^b	50.36±0.84 ^a	48.81±0.83 ^{ab}	48.13±0.87 ^{ab}
PUFA(%)	8.29±0.71 ^{ab}	6.45±0.58 ^b	8.60±0.61 ^a	8.10±0.60 ^b	9.83±0.63 ^a
UFA/SFA	1.26±0.06 ^c	1.21±0.05 ^c	1.58±0.05 ^a	1.43±0.05 ^b	1.51±0.05 ^{ab}
MUFA/SFA	1.08±0.05 ^c	1.07±0.04 ^c	1.35±0.04 ^a	1.23±0.04 ^b	1.25±0.04 ^{ab}
PUFA/SFA	0.19±0.02 ^{bc}	0.14±0.02 ^c	0.23±0.02 ^{ab}	0.20±0.02 ^b	0.26±0.02 ^a

¹ Number of bulls was 14 and steers in each group was 15, respectively.

² Months of age at castration.

³ SFA : Saturated fatty acid, UFA : Unsaturated fatty acid,

MUFA : Mono-unsaturated fatty acid, PUFA : Poly-unsaturated fatty acid.

^{a,b,c} Within a row, means that do not have a common superscript differ ($P < 0.05$).

표 8-4는 실험 II의 비거세우군과 각 거세우군의 배최장근의 조직에 대한 지방산 조성을 분석한 결과이다.

배최장근의 근내지방이나 도체 지방의 주요 지방산 조성은 품종과 성별에 따라 다르며(Huerta-Leidenz 등, 1993) 배최장근 조직의 지방산 조성은 맛과 풍미와 깊은 관계가 있다(Melton, 1990).

거세여부나 거세시기와 관계없이 불포화지방산의 비율이 포화지방산의 비율보다 높아 김 등(1996)이 보고한 결과와 일치하였다. 비거세우군과 5개월령 거세우군의 불포화지방산 비율은 각각 55.82 ± 0.90 과 $53.55 \pm 1.26\%$ 로 차이가 없었으나 거세우군들에서는 8개월령 거세우군이 $59.24 \pm 0.84\%$ 로 가장 높았으며 그 다음으로는 16, 12 및 5개월령 거세우군 순 이었다. 포화지방산 대비 불포화지방산의 비율을 높이는 것이 고품질육 생산에 있어서 중요한데, Lunt와 Smith(1991)은 화우가 Angus에 비해 $C_{18:1}$ 의 함량과 MUFA/SFA의 비율이 높아 쇠고기의 맛을 좋게 한다고 보고한 바 있다. 단일불포화지방산 역시 8개월령 거세우군에서 가장 높았으며 비거세우군에서 가장 낮았다(50.36 ± 0.84 vs $47.36 \pm 0.98\%$). 또한 8개월령 거세우군에서 UFA/SFA, MUFA/SFA 및 PUFA/SFA가 각각 1.58 ± 0.05 , 1.35 ± 0.04 및 0.23 ± 0.02 로 가장 높게 나타나 지방산 조성이 가장 좋은 것으로 나타났다. 반면, 5개월령 거세우군의 경우는 비거세우군과 다른 월령의 거세우군보다 낮아서 지방산 조성에 있어서는 가장 좋지 않은 것으로 나타났다. 이것은 약령기에 거세를 할 경우 oleic acid와 같은 불포화지방산의 증가를 가져와 고기의 품질을 높일 수 있었다는 김 등(1996)의 연구결과와는 상반되는 결과로서 오히려 늦게 거세를 하는 것이 불포화지방산을 높일 수 있다는 가능성을 보여주는 결과였다.

단일불포화지방산 함량은 8~16개월령 거세우군($48.13 \sim 50.36\%$)이 비거세우군($47.36 \pm 0.98\%$)과 5개월령 거세우군($47.87 \pm 0.81\%$) 보다 다소 높게 나타나 김 등(1996)의 결과와 일부 일치하였고, 다중불포화지방산 함량은 5개월령 거세우군이 $6.45 \pm 0.58\%$ 를 나타내어 가장 저조하였다.

거세와 거세시기에 관계없이 포화지방산 중에서 가장 높은 수치를 보인 것은 palmitic acid였는데 처리구중 가장 높은 수치를 보인 우군은 5개월령 거세우군이였다. 이것은 품종과 성에 관계없이 palmitic acid 가 가장 높았다는 土屋(1963)과 김 등(1996)의 보고와 일치하는 결과였다. 불포화지방산 중에서는 oleic acid가 가장 높

왔는데 그 순서는 8, 12, 16, 5개월령 거세우균 및 비거세우균의 순서였다.

포화지방산 중에서는 16개월령 거세우균을 제외한 myristic acid(C_{14:0}), palmitic acid(C_{16:0}), 그리고 불포화지방산 중에서는 oleic acid(C_{18:1})만이 거세우균에서 비거세우균에서 보다 각각 높았다. 나머지 myristoleic acid(C_{14:1}), pentadecanoic acid(C_{15:0}), palmitoleic acid(C_{16:1}), magaric acid(C_{17:0}), stearic acid(C_{18:0}), linoleic acid(C_{18:2}) 및 linolenic acid(C_{18:3})에서는 반대로 비거세우균이 거세우균 보다 높았다. 이렇게 지방산의 조성이 거세우와 비거세우에서 확연히 차이가 나는 것은 거세를 함으로써 지방산조성에 변화를 줄 수 있다는 것을 의미한다고 사료된다.

거세우균들간의 지방산조성은 5개월령 거세우균이 oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid를 제외한 지방산들이 다른 거세우균들보다 높았다. 쇠고기의 맛을 좋게 하는 요인일 뿐만 아니라, 혈중 유해 콜레스테롤로 알려진 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C)함량을 떨어뜨리거나 증가시키지 않으며 풍미와 연관된 oleic acid의 함량은 8개월령 거세우균(42.57±0.77%)이 비거세우균(38.03±0.90%)이나 기타 거세우균(39.48~40.19%)에 비해 높게 나타났으며($P<0.05$), 8개월령 이후 거세월령이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 김 등(1996)은 근내지방도가 증가할수록 oleic acid, palmitoleic acid 및 myristic acid와 같은 불포화지방산의 비율은 점차 증가하지만 palmitic acid와 stearic acid 및 linoleic acid와 같은 포화지방산의 비율은 점차 감소한다고 보고하였다.

8. 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성간의 상관

가. 한우 비거세우의 도체성적과 도체특성간의 상관분석

표 9-1부터 9-5에는 실험 II의 26개월령 도축한 비거세우균 및 각 거세우균별 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성들간의 상관관계를 나타내었다.

아래의 표 9-1에는 비거세우의 도체성적간의 상관도를 보이고 있다.

Table 9-1. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo bulls in trial II

	BF	EMA	MS	MOI	CF	CP	WHC	TEND	pH	COL	CHO
CWT ¹	0.12	0.33	-0.16	-0.28	0.32	-0.36	0.38	0.06	0.12	-0.39	-0.40
BF		-0.12	0.25	-0.60*	0.21	-0.41	0.60*	-0.006	-0.06	-0.07	-0.51 [†]
EMA			-0.14	-0.01	-0.26	-0.31	-0.25	-0.20	0.17	0.16	-0.05
MS				-0.52 [†]	0.25	-0.47 [†]	0.08	-0.28	-0.74**	-0.15	-0.53 [†]
MOI					-0.47 [†]	0.63*	-0.72**	0.26	0.44	0.29	0.79**
CF						-0.58*	0.29	-0.59*	-0.37	-0.09	-0.34
CP							-0.38	0.27	0.20	0.17	0.74**
WHC								0.12	-0.24	-0.16	-0.67**
TEND									0.14	-0.21	-0.006
pH										0.21	0.35
COL											0.05

Number of bulls was 14 heads.

¹ CWT : cold carcass weight, BF : backfat thickness, EMA : eye muscle area, MS : marbling score, MOI : moisture, CF : crude fat, CP : crude protein, WHC : water holding capacity, TEND : tenderness, COL : collagen, CHO : cholesterol.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

비거세우군의 경우 등지방두께가 두꺼울수록 수분함량($r = -0.60$, $P < 0.05$)과 콜레스테롤함량이 낮아지고 보수력은 향상($r = 0.60$, $P < 0.05$)되는 것으로 나타났고 근내지방도는 수분, 조단백질, pH 및 콜레스테롤과 각각 -0.52 ($P < 0.1$), -0.47 ($P < 0.1$), -0.74 ($P < 0.01$), -0.53 ($P < 0.1$)로 부의 상관관계를 나타냈다. 수분은 조지방, 조단백질, 보수력 및 콜레스테롤과 각각 -0.47 ($P < 0.1$), 0.63 ($P < 0.05$), -0.72 ($P < 0.01$) 및 0.79 ($P < 0.01$)의 상관관계를 나타내어 수분과 조지방 함량간에 부의 상관을 보였다는 홍 등(1992)의 보고와 일치하였다. 조지방은 조단백질과 연도에 각각 -0.58 ($P < 0.05$), -0.59 ($P < 0.05$)의 상관관계를 그리고 조단백질과 보수력은 각각 콜레스테롤에 대하여 0.74 ($P < 0.01$)와 -0.67 ($P < 0.01$)의 상관관계를 나타내었다.

나. 5개월령 거세우군의 도체성적과 도체특성간의 상관분석

표 9-2에는 실험 II의 26개월령 도축한 5개월령 거세우군의 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성들간의 상관관계를 나타내었다.

Table 9-2. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 5 months of age in trial II

	BF	EMA	MS	MOI	CF	CP	WHC	TEND	pH	COL	CHO
CWT ¹	0.49 [†]	0.57*	0.17	-0.32	0.19	-0.09	0.28	0.29	0.18	0.16	-0.02
BF		-0.02	-0.06	-0.21	-0.06	0.08	0.27	-0.08	0.28	-0.21	-0.23
EMA			-0.02	-0.02	0.06	-0.06	0.09	0.35	-0.16	0.35	0.36
MS				-0.65**	0.72**	-0.64*	0.57*	-0.03	-0.63*	0.20	-0.68**
MOI					-0.95**	0.82**	-0.86**	-0.06	0.28	-0.19	0.52*
CF							-0.88**	0.81**	0.06	-0.40	-0.49 [†]
CP									-0.67**	-0.04	0.34
WHC										-0.40	0.30
TEND											-0.005
pH											-0.22
COL											0.17
											0.38

Number of steers was 15 heads.

¹ CWT : cold carcass weight, BF : backfat thickness, EMA : eye muscle area, MS : marbling score, MOI : moisture, CF : crude fat, CP : crude protein, WHC : water holding capacity, TEND : tenderness, COL : collagen, CHO : cholesterol.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

5개월령 거세우군에 있어서는 도체중이 높을수록 등지방두께가 두꺼워지는($v = 0.49$, $P < 0.1$) 경향을 보이고 등심단면적은 커지는 것으로($v = 0.57$, $P < 0.05$) 나타났고 근내지방도가 수분, 조지방, 조단백질, 보수력, pH 및 콜레스테롤과 각각 $-0.65(P < 0.01)$, $0.72(P < 0.01)$, $-0.64(P < 0.01)$, $0.57(P < 0.05)$, $-0.63(P < 0.05)$ 및 $-0.68(P < 0.01)$ 의 상관을 나타내었다. 수분은 조지방, 조단백질, 보수력 및 콜레스테롤과 각각 $-0.95(P < 0.01)$, $0.82(P < 0.01)$, $-0.86(P < 0.01)$ 및 $0.52(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈고, 조지방은 조단백질과 보수력 및 콜레스테롤에 각각 $-0.88(P < 0.01)$, $0.81(P < 0.01)$ 및 $-0.49(P < 0.1)$ 의 상관을 나타내어 한우 거세우에서 조지방 함량과 보수력에 정의상관관계가 있었다는 김 등(1966)의 결과와 같았다. 조단백질은 보수력과 콜레스테롤에 대하여 각각 $-0.67(P < 0.01)$, $0.51(P < 0.1)$ 의 상관관계를 나타냈다.

다. 8개월령 거세우군의 도체성적과 도체특성간의 상관분석

표 9-3에는 실험 II의 26개월령 도축한 8개월령 거세우군의 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성들간의 상관관계를 나타내었다.

Table 9-3. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 8 months of age in trial II

	BF	EMA	MS	MOI	CF	CP	WHC	TEND	pH	COL	CHO
CWT ²	-0.02	0.70**	-0.45 [†]	0.26	-0.25	0.32	-0.28	0.04	0.27	0.32	-0.35
BF		-0.25	0.02	-0.32	0.46 [†]	-0.19	0.33	0.07	0.07	-0.10	-0.32
EMA			-0.21	0.17	-0.21	0.31	-0.04	0.07	0.28	0.17	-0.28
MS				-0.70**	0.75**	-0.85**	0.41	-0.02	0.04	-0.29	-0.33
MOI					-0.95**	0.64**	-0.69**	0.27	-0.23	-0.10	0.31
CF						-0.73**	0.62*	-0.15	0.18	-0.01	-0.40
CP							-0.33	-0.25	-0.06	0.17	0.37
WHC								-0.11	0.33	-0.07	-0.31
TEND									-0.16	0.04	-0.08
pH										0.25	-0.58*
COL											0.02

¹ Number of steers was 15 heads.

² CWT : cold carcass weight, BF : backfat thickness, EMA : eye muscle area, MS : marbling score, MOI : moisture, CF : crude fat, CP : crude protein, WHC : water holding capacity, TEND : tenderness, COL : collagen, CHO : cholesterol.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

8개월령 거세우군에 있어서는 도체중이 높을수록 등심단면적이 크나($v=0.70$, $P < 0.01$) 근내지방도는 오히려 떨어지는 것으로($v=-0.45$, $P < 0.1$) 나타났다. 등지방두께가 조지방에 대하여 $0.46(P < 0.1)$ 의 상관관계를, 근내지방도가 수분, 조지방 및 조단백질에 대하여 각각 $-0.70(P < 0.01)$, $0.75(P < 0.01)$ 및 $-0.85(P < 0.01)$ 의 상관관계를 나타냈다. 수분은 조지방, 조단백질 및 보수력과 각각 $-0.95(P < 0.01)$, $0.64(P < 0.01)$, $-0.69(P < 0.01)$ 의 상관관계를 나타냈고, 조지방은 조단백질과 보수력에 각각 $-0.73(P < 0.01)$ 과 $0.62(P < 0.01)$ 의 상관관계를 나타냈다. pH는 콜레스테롤과 $-0.58(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈다.

라. 12개월령 거세우군의 도체성적과 도체특성간의 상관분석

표 9-4에는 실험 II의 26개월령 도축한 12개월령 거세우군의 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성들간의 상관관계를 나타내었다.

Table 9-4. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 12 months by age in trial II

	BF	EMA	MS	MOI	CF	CP	WHC	TEND	pH	COL	CHO
CWT ²	0.36	0.61*	0.49 [†]	-0.37	0.43	-0.44	0.19	0.34	0.15	0.12	-0.30
BF		0.15	0.67**	-0.56*	0.56*	-0.57*	0.27	-0.48 [†]	0.50 [†]	0.50 [†]	-0.38
EMA			0.13	-0.02	0.05	-0.09	-0.35	0.43	0.11	0.04	-0.09
MS				-0.83**	0.85**	-0.76**	0.55*	-0.39	0.18	0.23	-0.34
MOI					-0.99**	0.88**	-0.75**	0.25	-0.06	-0.22	0.14
CF						-0.92**	0.71**	-0.24	0.09	0.24	-0.18
CP							-0.53*	0.09	-0.11	-0.25	0.12
WHC								-0.29	-0.05	0.12	-0.03
TEND									-0.45 [†]	-0.45 [†]	-0.02
pH										0.52*	0.01
COL											0.10

¹ Number of steers was 15 heads.

² CWT : cold carcass weight, BF : backfat thickness, EMA : eye muscle area, MS : marbling score, MOI : moisture, CF : crude fat, CP : crude protein, WHC : water holding capacity, TEND : tenderness, COL : collagen, CHO : cholesterol.

[†] : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

12개월령 거세우군에서는 도체중이 등심단면적과 근내지방도에 정의 상관관계를 나타내어($r=0.61$, $P < 0.05$; $r=0.49$, $P < 0.1$)의 5개월 거세우와 같이 도체중이 근내지방도와 정의 상관관계를, 등지방두께는 근내지방도, 수분, 조지방, 조단백질, 연도, pH 및 콜라겐에 대하여 각각 $0.67(P < 0.01)$, $-0.56(P < 0.05)$, $0.56(P < 0.05)$, $-0.57(P < 0.05)$, $-0.48(P < 0.1)$, $0.50(P < 0.1)$ 및 $0.50(P < 0.1)$ 의 상관관계를 나타내었다. 근내지방도는 수분, 조지방, 조단백질 및 보수력에 대하여 각각 $-0.83(P < 0.01)$, $0.85(P < 0.01)$, $-0.76(P < 0.01)$ 및 $0.55(P < 0.05)$ 의 상관관계였고 수분은 조지방, 조단백질 및 보수력과 각각 $-0.99(P < 0.01)$, $0.88(P < 0.01)$, $-0.75(P < 0.01)$ 의 상관관계를 나타냈고, 조지방은 조단백질과 보수력에 각각 $-0.92(P < 0.01)$ 과 $0.71(P < 0.01)$ 의 상관관계를 나타냈다. 조단백질은 보수력에 대하여 연도는 pH와 콜라겐에 대하여 각각 $-0.53(P < 0.05)$, $-0.45(P < 0.1)$ 및 $-0.45(P < 0.1)$ 의 상관관계를 나타냈고, pH는 콜라겐에 대하여 $0.52(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈다.

마. 16개월령 거세우군의 도체성적과 도체특성간의 상관분석

표 9-5에는 실험 II의 26개월령 도축한 16개월령 거세우군의 도체성적과 도체의 물리이화학적 특성들간의 상관관계를 나타내었다.

Table 9-5. Simple correlation among carcass traits, chemical composition and physical characteristics in Hanwoo steers castrated at 16 months of age in trial II

	BF	EMA	MS	MOI	CF	CP	WHC	TEND	pH	COL	CHO
CWT ²	0.01	0.83**	-0.04	-0.09	0.21	-0.21	-0.19	-0.32	0.15	-0.15	0.03
BF		-0.34	0.23	-0.26	0.08	0.27	0.28	-0.24	0.21	0.06	0.22
EMA			-0.03	-0.02	0.14	-0.35	-0.33	-0.18	-0.06	0.03	-0.02
MS				-0.74**	0.73**	-0.53*	0.64*	-0.07	0.23	-0.05	-0.38
MOI					-0.95**	0.74**	-0.75**	0.19	-0.42	0.14	0.58*
CF						-0.83**	0.64*	-0.19	0.42	-0.15	-0.62*
CP							-0.41	-0.07	-0.32	0.16	0.47*
WHC								-0.02	0.35	-0.01	-0.40
TEND									-0.25	-0.05	0.40
pH										-0.59*	-0.40
COL											0.22

¹ Number of steers was 15 heads.

² CWT : cold carcass weight, BF : backfat thickness, EMA : eye muscle area, MS : marbling score, MOI : moisture, CF : crude fat, CP : crude protein, WHC : water holding capacity, TEND : tenderness, COL : collagen, CHO : cholesterol.

* : $P < 0.1$, * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$.

16개월령 거세우군에서는 도체중이 등심단면적에 대하여 정의 상관관계를 나타냈고($r=0.83$, $P < 0.01$) 근내지방도는 수분, 조지방, 조단백질 및 보수력에 대하여 각각 $-0.74(P < 0.01)$, $0.73(P < 0.01)$, $-0.53(P < 0.01)$ 및 $0.64(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타내었고 수분은 조지방, 조단백질, 보수력 및 콜레스테롤에 대하여 각각 $-0.95(P < 0.01)$, $0.74(P < 0.01)$, $-0.75(P < 0.01)$ 및 $0.58(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈고, 조지방은 조단백질과 보수력 및 콜레스테롤에 대하여 각각 $-0.83(P < 0.01)$, $0.64(P < 0.01)$ 및 $-0.62(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈다. 그리고 조단백질과 pH는 각각 콜레스테롤과 콜라겐에 대하여 $0.47(P < 0.1)$ 과 $-0.59(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈고, pH는 콜라겐에 대하여 $0.52(P < 0.05)$ 의 상관관계를 나타냈다.

도체성적, 도체조직의 일반성분 및 물리·화학적성상간의 상관관계는 거세유무와 거세시기에 따른 뚜렷한 영향은 받지 않는 것으로 나타났다. 모든 처리군에서 수분과 조단백질간에 0.63~0.88($P<0.05\sim 0.01$)의 정의 상관을 보였고 수분과 근내지방도, 조지방 및 보수력간에는 각각 $-0.52\sim -0.83(P<0.1\sim 0.01)$, $-0.47\sim -0.99(P<0.1\sim 0.01)$, $-0.69\sim -0.86(P<0.01)$ 의 부의 상관이 나타났다. 그리고 조단백질은 근내지방도와 조지방에 대해 각각 $-0.47\sim -0.85(P<0.1\sim 0.01)$ 와 $-0.58\sim -0.92(P<0.05\sim 0.01)$ 의 부의 상관을 나타냈다.

이는 清水 등(1975)이 헤어포드 거세우에서 체중이 각각 500, 584, 658kg에 의해서 도축시 배최장근 수분은 각각 74.5, 72.1 및 69.9%로 체중이 증가할수록 감소하였으나, 지방함량은 각각 3.2, 5.4 및 7.6%로 증가하였다고 하여 수분이 적을수록 지방함량이 많아진다고 한 보고와 일치하였다. 그리고 Reid(1991)도 소의 부위별 지방함량이 정상적인 사육관리하에서는 사육기간 및 급여사료에 의해 영향을 받는데, 체지방함량이 증가하면 상대적으로 수분, 단백질 및 회분이 감소된다고 보고하였다.

비거세우군과 거세우군 모두에 있어서 도체성적, 일반성분 및 물리·화학적 성상간의 관계에서 도체중과 등심단면적 및 pH, 등지방두께와 보수력과, 등심단면적과 콜라겐, 근내지방도와 조지방 및 보수력, 수분과 콜레스테롤, 조지방과 보수력, 조단백질과 콜레스테롤 그리고 콜라겐과 콜레스테롤간에 정의 상관관계가 나타났으며, 등지방두께와 수분, 근내지방도와 연도, 근내지방도와 콜레스테롤, 조지방과 콜레스테롤, 조단백질과 함량과 보수력 그리고 보수력과 콜레스테롤간에 부의 상관관계를 나타내었다. 이것은 콜라겐과 연도와는 높은 상관이 있다고 한 김 등(1996)의 연구결과와 유사하였으며, 근내지방도가 높을수록 조지방과 보수력은 높아지는 반면, 연도와 콜레스테롤은 낮아지는 것을 의미한다.

조지방과 콜레스테롤간에 부의 상관을 나타냈다는 것은 조지방함량이 높을수록 콜레스테롤은 낮아진다는 결과로서 도체의 일반화학적 성분 중 콜레스테롤 함량이 비거세우가 다른 처리구에 비해서 높았던 결과를 뒷받침해주는 결과로 사료된다.

비거세우군과 거세우군간에 상반되는 추이를 나타낸 것은 등지방두께와 pH간에 있어 거세우군은 정의 상관을 보였으나 비거세우군은 부의 상관을 나타내었고, 보수력과 연도 및 연도와 pH간에 있어 거세우군은 부의 상관이 나타난 반면 비거세우군은 정의 상관이 나타났다.

제 3 절 경제성 분석

1. 실제 경락가격에 의한 분석

표 10-1은 실험 II에서 74두의 도축 후 두 당 평균 실제 경락가격, 생산비 및 수익성 분석 자료이다.

Table 10-1. Economic analysis for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age, raised for 21 months, in trial II

(Unit : 1,000 Won)

ITEM	Bulls	Steers			
		5 Mo ¹	8 Mo	12 Mo	16 Mo
No. of heads	14	15	15	15	15
Gross receipt ²	5,775	5,293	5,249	5,727	5,454
Operating cost	3,615	3,673	3,661	3,662	3,679
Calf price ³	1,506	1,506	1,506	1,506	1,506
Feed cost ⁴ (Concentrates)	1,207	1,258	1,231	1,235	1,254
(Roughages)	303	303	318	315	313
Bedding	168	168	168	168	168
Cost of labour ⁵	262	262	262	262	262
Others ⁶	169	176	176	176	176
Profit and loss ⁷	2,160	1,620	1,588	2,065	1,775

¹ Months of age at castration.

² Average auction price of carcass by grade.

³ Nationwide average calf price of Sep. 2000.

⁴ Amount that practical fed(unit price : concentrate 230won, roughage 150won).

⁵ Employ and self-labour.

⁶ Water(light and fuel) expenses, medical fee, depreciation cost, raising materials, rent and castration expense and etc.

⁷ Growth receipt - operating cost.

두 당 평균 수취금액은 실험 II에서 74두의 2002년 10월 농협중앙회 서울축산물공판장 실제 경락가격을 적용하였으며 각 처리구별 두 당 평균 수취금액은 비거세우군, 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군이 각각 5,775천원, 5,293천원, 5,249천원, 5,727천원 및 5,454천원으로 거세유무에 따라서는 비거세우군이 5개월령 거세우군 및 8개월령 거세우군에 비하여 482천원 및 526천원을 더 수취한 것으로 조사되었고, 거세우군 중에는 12개월령 거세우군이 5, 8, 16개월령 거세우군에 비하여 각각 434천원, 478천원 및 273천원을 더 받은 것으로 조사되었다.

경영비 중 송아지의 매입가격은 실험개시 당시의 전국 수송아지 산지 평균가격을 기준으로 하였고, 사료비는 실제 사료섭취량을 기준으로 계산하였다. 경영비 중에서 기타비용(수도광열비, 제재료비, 소농구비, 감가상각비, 수리비 및 기타비용)과 노동력(고용+자가)의 비용은 농축산물 표준소득 중 한우 비육우(농촌진흥청, 2001)를 기준으로 계상하였다.

소득은 총 수입에서 경영비의 지출을 공제한 금액으로 계산하였는데 비거세우군이 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군에 비하여 두 당 각각 540천원, 572천원, 95천원 및 385천원을 더 받은 것으로 조사되었다. 또 거세우군간의 경제성을 비교한 결과 5개월령 거세우군과 8개월령 거세우군이 12개월령과 16개월령 거세우군에 비하여 낮은 수익을 보였다.

특히 5개월령 거세우군에 비하여 12개월령 거세우군은 두 당 445천원의 수익을 더 올린 것으로 조사되어 한우에 있어서 거세는 12개월령에 거세하는 것이 가장 경제적이었던 것으로 사료된다.

본 연구가 종료되었을 때 우리 나라의 도체등급별 경락가격 차이가 가장 작았던 시점에 도축이 되었다. 비거세우군이 가장 경제성이 좋은 것으로 나타나 있는데, 이러한 연유로 당시에는 비육농가들이 거세를 기피하는 현상이 나타나고 있었다. 결국 쇠고기의 질적 차별화가 가격 차별화로 이어지는 쇠고기 생산 시스템이 되어야만 비육농가가 고급육생산에 노력할 것으로 생각된다.

2. 연도별 평균 경락가격에 의한 분석

한우 도체의 공판장 경락가격은 연도별, 계절별 및 특정 사정에 따라 변동하기 때문에 본 실험의 경제성분석도 출하시점에서의 한우 경락가격이 아닌 일정기간 동

안의 평균경락가격을 기준으로 하여 분석할 필요가 있다.

표 10-2에는 2002년 및 2003년 한우육질등급별 경락가격(축산물등급판정소, 2003)과 실험 II의 육질등급 발현빈도를 나타내었다. 표 10-3은 표 10-2를 기준으로 실험 II에서 74두의 최근 2년간의 연도별 경락가격 대비 수익성을 추정한 자료이다.

Table 10-2. A price of cold carcass weight by quality grade in 2002 and 2003 and a frequency of carcass grades and carcass weight for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12 and 16 months of age in trial II

(Unit : won/kg, heads)

Quality grade	Auction price		Bulls	Steers			
	2002	2003		5 Mo ¹	8 Mo	12 Mo	16 Mo
1+	14,852	17,284	0	4	2	3	0
1	14,056	16,477	0	8	4	4	2
2	13,159	14,861	2	3	7	7	5
3	12,219	11,606	12	0	2	1	8
Carcass weight			396.4	335.9	347.0	362.4	356.5

¹ Months of age at castration.

농협중앙회 서울 축산물 공판장의 한우 육질등급별 평균지육 경락가격을 보면, 1+, 1, 2 및 3등급이 2002년의 경우 각각 14,852원, 14,056원, 13,159원 및 12,219원이었고 2003년 상반기의 경우 각각 17,498원, 16,527원, 14,714원 및 10,923원이었다. 2002년도의 1등급 이상과 3등급과의 격차는 약 2천원에 불과하지만 2003년 상반기의 경우에는 거의 5천원에 가까운 격차를 보이고 있다. 표 10-1의 실제 경락가격은 2002년도의 3등급과 1등급간의 격차가 없는 상황에서 분석이 되었기 때문에 좀 더 객관적이고 합리적인 경제성 분석을 위하여 최근 2개년간의 도체등급별 경락가격평균으로 예상수익을 추정하여 보았다.

비거세 및 5, 8, 12 및 16개월령 거세우의 냉도체중을 확인해 보면 위의 표 10-2에서 보는 바와 같이 각각 396.4kg, 335.9kg, 347.0kg, 362.4kg 및 356.5kg으로 비거세우가 가장 무거웠고 12, 16, 8 및 5개월령 거세우의 순서로 무거운 것으로 조사되었다.

Table 10-3. Estimated profit analysis for Hanwoo bulls and steers castrated at 5, 8, 12, and 16 months of age by quality grade in trial II in 2002 and 2003

(Unit : 1,000 won)

Year	ITEM	Bulls	Steers			
			5 Mo ¹	8 Mo	12 Mo	16 Mo
	n	14	15	15	15	15
2002	Gross receipt ²	68,555	70,986	70,258	74,333	68,327
	Average receipt per head ³	4,896	4,732	4,683	4,956	4,555
	Operating cost ⁴	3,615	3,673	3,661	3,662	3,679
	Profit and loss ⁵	1,281	1,059	1,022	1,294	876
2003	Gross receipt	66,989	82,475	79,017	84,581	71,338
	Average receipt per head	4,785	5,498	5,268	5,639	4,756
	Operating cost	3,615	3,673	3,661	3,662	3,679
	Profit and loss	1,170	1,825	1,607	1,977	1,077

¹ Months of age at castration.

² Total average auction price of each group.

³ No. of each group was 15 heads except bulls(14).

⁴ Calf, feeds, bedding, labour, castration fee and others were used as Table 10-1.

⁵ Average receipt - Operating cost.

본 실험의 육질등급별 출현두수, 서울공판장의 육질등급별 평균지육 경락가격 및 냉도체중을 기준으로 산출한 거세 및 거세시기별 거세우 수익성은 다음과 같다.

한우고기의 육질등급별 시세 차이가 거의 없었던 2002년 평균 지육 경락가격을 기준으로 하였을 때 두 당 평균 조수익은 비거세 및 5, 8, 12 및 16개월령 거세우가 각각 490만원, 473만원, 468만원, 496만원 및 456만원으로 12개월령에 거세를 한 실험구의 수입액이 가장 많았고 그 다음 비거세우, 5, 8 및 16개월령 거세우의 순서를 보였으며, 5, 8 및 16개월령의 경우 비거세우에 비해서 두당 17~34만원 정도 수입액이 적은 것으로 조사되었다. 송아지 입식비용, 사료비, 깔짚비, 노동력, 거세비용 및 기타 경영비를 제외한 순수익에서는 비거세우, 5, 8, 12 및 16개월령 거세우군이 각각 128만원, 106만원, 102만원, 129만원 및 88만원으로서 비거세우에 비하여는 거세우군들의 수익이 12개월령 거세우군을 제외하고는 저조한 것으로 나타났다. 거세우군 간의 비교에서도 5, 8 및 16개월령이 12개월령 거세우군에 비하여 23만원, 27만원

및 41만원씩 수익이 줄어든 것으로 분석되었다. 따라서 고급육을 생산하는 농가가 더 많은 수입을 얻기 위해서는 육질등급별 가격 차별화가 선행되어야만 가능해질 것으로 판단되었다.

반면 한우고기 육질등급별로 시세의 차이가 크게 벌어졌던 2003년 상반기(1~6월) 평균 지육 경락가격을 기준으로 하였을 때 두 당 평균 조수익은 비거세우 및 5, 8, 12 및 16개월령 거세우가 각각 479만원, 550만원, 527만원, 564만원 및 476만원으로 경영비를 제외하고 나면 각각 117만원, 183만원, 161만원, 198만원 및 108만원의 순수익을 올린 것으로 조사되었다. 따라서 16개월령 거세우를 제외하고 비거세우는 거세우에 비해서 적게는 44만원, 많게는 81만원까지 수입액이 적은 것으로 조사되었다. 이를 거세시기별로 보면 12개월령에 거세를 하는 것이 가장 수입액이 가장 많아 5, 8 및 16개월령에 거세를 하는 것보다 각각 15만원, 37만원 및 90만원 정도의 차이를 보이는 것으로 조사되었다.

한편, 본 연구에서 조사된 조수익과 경영비를 감안할 때, 16개월령 거세우군의 경우 다른 처리구들에 비하여 가장 낮은 성적을 나타내었지만, 거세 후 사육기간이 가장 짧았다는 점을 감안하여 12개월령 거세우군의 거세 후 사육기간인 14개월 만큼 사육 후 약 30개월령 정도에 출하를 한다면 육질과 육량등급에서 충분히 경제성을 가질 것으로 사료된다(Cosgrove 등, 1996; Knight 등, 1999; Knight 등, 2000).

따라서 한우고기의 품질별 가격차별화가 정착될 경우 고급육을 생산할 수 없는 비거세우의 경우 거세우에 비해서 수익성이 크게 떨어진다는 것을 알 수 있으며, 거세시기별로 보면 육성기 때에는 거세를 하지 않고 사육하다가 한우의 2차 성징이 발현되며 성성숙이 완료되어 가는 12개월령 전후에 거세를 하는 것이 5 및 8개월령에 거세한 것에 비해서는 육질은 다소 떨어지나 더 많은 육량을 얻을 수 있어 수익성이 가장 좋은 것으로 조사되었다.

또한 한우농가의 수익성을 보면 2002년 및 2003년 육질등급별 지육평균가격에 대비해 보면 12개월령 거세우의 평균두당 수입액이 가장 좋았는데 한우의 육질등급별 시세 차이가 극도로 좁혀진 시기에는 거세시기별 수입액의 차이가 두 당 23~41만원 정도에 그치는데 비해서 육질등급별 시세 차이가 벌어진 시기에는 수입액의 차이가 15~90만원까지 나는 것으로 조사되어, 농가가 장기적으로 안정적인 수익성을 갖기 위해서는 거세와 합리적인 사양관리를 통하여 지속적으로 고급육을 생산하여야 하는 것으로 조사되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발을 위한 목표달성도

한우의 쇠고기 시장은 수입육의 자유화와 생우 수입 등으로 인해 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 거세를 통한 고급육을 생산하여 수입육과의 차별화를 이루기 위해 거세를 장려하고 지원금을 지급하는 등 많은 노력을 경주하여 왔다. 그러나 경락가격에서 비거세우가 더 많은 가격을 받아 한우사육 농가가 거세를 꺼리고 비거세로 단기 비육 출하하는 등 거세를 통하여 고급육생산을 유도하려는 수 많은 고급육 생산 교육 및 정부 정책과 많은 괴리가 존재하는 것도 엄연한 현실이다.

본 연구가 시작되기 전까지 한우에 있어서 성성숙 이전과 이후에 거세를 했을 때 어떠한 산육과정을 거쳐 발육 및 도체성적에 영향을 미치는 지 혹은 어떤 시기에 거세를 하는 것이 가장 경제적인지에 관한 연구결과가 미흡한 실정이었다. 그리고 농가에 한우사육에 관한 기술적인 지도와 정부의 정책적인 고급육 생산 방향에서도 성성숙기 이후의 거세시기에 관한 한 그다지 크게 고려되지 않았던 것이 사실이다. 이에 따라 한우 비육농가와 생산자 단체 및 대학을 비롯한 농가 지도 입장에 있는 대부분의 한우관련 연구기관들은 당연히 성성숙 전에 거세를 하는 것이 바람직하다는 의견이 우세했었고 여기에 대한 대부분의 논란들은 직접적이고 세부적인 연구과정을 생략한 채로 논쟁의 대상이었다. 거세가 고급육을 생산하기 위한 필수 불가결한 조건임에도 불구하고 거세에 따른 손실 부분을 최소화하고 생산성을 더욱 높이고자 하는 노력이 생략된 셈이었다.

이러한 상황에서 거세와 거세시기가 한우의 산육생리 과정에 미치는 영향과 한우산업과 농가입장에서 이에 따른 경제성을 구명하는 것은 매우 주요한 연구과제였다. 따라서 본 연구는 한우의 성장 중 조직성분과 혈액성분의 변화를 조사하고 또한 비육시 경제적으로 가장 중요하게 고려될 수 밖에 없는 일당증체량과 사료효율을 감안한 발육성적 및 도체성적에 관한 조사를 수행하여 최종적으로 경제성에 관한 분석까지를 조사하였다. 본 연구는 발육속도, 혈액성분, 호르몬농도, 월령별 거세시기에

따른 조직성분 및 도체의 경제형질 및 그들과의 상관을 조사하여 춘기발동기에 들어서서 성숙이 최성기에 달하는 약 12개월령 전후에 거세를 하는 것이 한우에서는 가장 경제적인 거세기임을 밝혀내었다.

따라서 본 연구의 결과는 거세시기를 적정하게 재규명함으로서 전체 한우산업에 많은 긍정적인 영향을 미치고, 거세에 따른 증체량 감소의 개선은 결과적으로 한우를 사육하는 농가의 생산비 감소와 더불어 소득증대에 크게 기여할 것으로 판단되어 우리의 한우산업을 지키는 방편이 될 것으로 보인다. 각 연도별 연구 개발목표에 따른 목표의 달성도를 살펴보면 다음과 같다.

□ 연차별 연구개발의 목표와 달성도

구 분	연구 개발 목표	목표의 달성도
1차년도 (2000-2001)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 거세우와 비거세우간의 발육성적 및 사료효율 조사 ○ 거세우와 비거세우의 월령별 일반 혈액성분, 혈액 화학성분 및 호르몬분석 ○ 거세시기에 따른 증체량 및 사료효율조사 ○ 거세시기에 따른 월령별 일반혈액성분, 혈액화학성분 및 호르몬 분석 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 봄 출생 및 가을 출생 송아지 각 75두씩 150두를 확보하여 실험을 개시하여 개발목표상의 항목을 조사 및 분석하였음 <p>⇒ 목표 달성되었음</p>
2차년도 (2001-2002)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 거세우와 비거세우간의 발육성적 및 사료효율 조사 ○ 거세우와 비거세우의 월령별 일반 혈액성분, 혈액 화학성분 및 호르몬분석 ○ 거세우와 비거세우의 육량, 육질등 도체성적 조사 ○ 거세시기에 따른 증체량 및 사료효율조사 ○ 거세시기에 따른 월령별 일반혈액성분, 혈액화학성분 및 호르몬 분석 ○ 거세시기에 따른 육량 및 육질에 대한 도체성적조사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실험 I 과 실험 II 의 거세와 거세시기에 따른 월령별 발육성적 및 도체성적 조사 ○ 거세와 거세시기에 따른 월령별 혈액, 호르몬 및 도체성적 등의 조사항목 조사 <p>⇒ 목표 달성되었음</p>
3차년도 (2002-2003)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 거세우와 비거세우의 거세와 거세시기에 따른 도체 일반성분(수분, 단백질, 지방), 이화학적특성(산도, 콜라겐, 콜레스테롤, 지방산) 및 물리적 특성(보수력, 연도) 조사 ○ 발육성적, 도체성적 및 이화학적 특성, 혈액성분에 따른 적정거세시기 선정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실험 I 과 실험 II 의 도체일반성분, 이화학적 특성, 물리적특성등의 실험실적 분석항목 분석 ○ 실험 항목별 통계분석 및 상관분석 실시 ○ 경제성 분석 실시 <p>⇒ 목표 달성되었음</p>

제 2 절 관련분야에의 기여도

본 연구가 진행될 당시의 한우 산업은 IMF 이후 고급육에 대한 수요를 한우사육농가와 전국 사육두수가 충족시키지 못하고 그에 따라 암소도축이 성행하여 한우 산업전반이 침체되어 있던 시기였다. 또 비육 농가 중에 거세를 통해 고급육을 생산하려는 의지를 갖던 농가도 일부분에 지나지 않았었다. 이러한 차제에 한우 비육시에 거세를 하더라도 증체량과 도체중에서 큰 차이를 보이지 않으면서 고급육을 생산할 수 있는 방법에 대한 모색이 바로 거세시기를 조정하는 것이었다. 본 연구에서 4-5개월령에 거세하는 것보다 오히려 성성숙 진행이 완료되는 시점인 12개월령에 거세를 하는 것이 경제적인 것으로 조사가 되었다. 이 결과는 사육농가들이 혼돈스러워 하던 적정 거세시기에 대한 해답이 될 것으로 확신하며, 앞으로 한우를 이용하여 고급육을 생산하려는 농가에게 충분한 거세시기에 대한 분명한 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단한다.

최근 첨단 생명공학등 여러 신기술들이 축산에 응용되고 있으나 기초적으로 활용할 수 있는 사양방법의 적용측면에서 본 연구결과는 매우 중요한 의미를 갖는다. 한우를 비육사육하는 대다수의 농가들은 본 연구에서 수행한 최적 거세시기에 대한 자료를 토대로 경제성의 향상을 꾀할 수 있을 것으로 판단되며, 한우산업에 있어서 한우사육농가가 국제경쟁력을 갖출 수 있는 사양기술의 정립으로 사료된다.

우리 나라의 현재 한우사육 형태와 추이를 살펴보면 암소도축두수가 지속적으로 감소(1999년 57.6% → 2000년 56.9% → 2003년 45.2%)하고 있으며 2003년 6월 현재 우리 나라의 한우 사육두수는 124만두이고 가임암소는 52만두로 약 16만~18만두의 비육 밀소가 생산되고 있는 것으로 조사되고 있다(농협중앙회, 2003). 이러한 규모의 한우사육두수가 유지되면서 고급육 수요를 유지하기 위해서는 반드시 거세를 통한 고급육 생산에 매진해야 할 때다. 본 연구의 결과, 5개월령 성성숙 전에 거세하는 것보다 12개월령의 성성숙 후에 거세하는 것이 경제적으로 유리하다고 볼 때 농가의 소득은 그만큼 기여하게 되는 것이다. 또 한우사육농가에게 거세시기에 대한 산육과정에 대한 자료를 제공하여 거세시기의 조절에 따른 도체특성변화에 의한 브랜드화를 꾀할 수 있게 하고 소비자들에게는 선택의 폭을 넓혀주는 것도 한우의 국제경쟁력을 키울 수 있는 방법으로 우리 한우를 사육하는 농가의 고부가가치를 창출하고자 하는 의지와 열망을 충족시켜 줄 수 있는 확실한 자료로 사료된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구는 한우에 있어 거세시기에 따른 생리적인 산육과정을 구명함으로써 쇠고기 소비시장을 감안하여 최적의 경제적인 거세시기를 선정하는 기초자료를 제공하고 현 시점에서 가장 경제적인 거세시기를 구명하는데 연구의 초점이 있었다. 한우에서 거세와 거세시기가 발육성적, 혈액학치, 혈청대사물질, 혈청 호르몬의 농도, 조직성분, 도체평가, 도체의 물리화학적 특성 및 경제성에 미치는 영향에 관하여 조사, 분석한 결과 현 시점에서의 생리적 및 경제적으로 가장 적정한 거세시기는 생후 12개월령에 성성숙이 완료되어 가는 시기인 것으로 확인되었다.

본 연구의 결과는 한우에 있어서 증체속도의 저하를 방지하고, 육질이 좋은 고기를 생산할 수 있는 자료를 제공하여 적정 거세시기에 대한 혼란을 막을 수 있을 것으로 사료된다. 한우 산지가격의 급등과 급락, 전국 한우사육두수의 감소 및 공판장에서의 도체가격에 따라 사육심리를 좌지우지했던 고급육 생산에 대한 사육의지를 고취할 수 있게 되었으며, 선택적으로 거세시기를 이용하고 또 출하월령을 조절할 수 있는 결과를 활용할 수 있게 되었다. 이에 따라 사양비용을 절감하고 육질개선을 통하여 한우의 외국 육우종과의 국제경쟁력을 배가할 수 있어 국내 쇠고기 생산 및 자급률의 확장이 가능할 것으로 사료된다.

그리고 본 연구의 결과에 따라 생리적 및 경제적으로 적정한 거세시기에 따른 도체의 특성 중에 근섬유의 발달과 근섬유 조직특성, 혈청대사물질 및 호르몬의 변화에 대한 집중적인 연구가 더 진행이 되어야 할 것으로 사료된다. 혈액성분과 도체의 경제형질과의 상관에 대한 영향을 확인하였으나, 각 혈액성분이 산육과정에 미치는 영향에 관한 연구를 보다 많은 두수를 가지고 수행해야 할 것으로 사료된다.

본 연구의 결과로 한우를 사육하는 농가는 춘기발동기부터 성성숙 이후의 발육능력과 고급육 생산능력을 함께 고려할 수 있을 것으로 사료된다. 한우 고급육을 생산하기 위해서 거세를 하더라도 거세에 따른 증체율 감소를 최소화하면서 육질향상의 효과를 동시에 거두는 경제적인 거세시기를 규명하였다.

이 결과는 대부분 농가교육용 자료로 활용이 되어야 한다. 대 농가 컨설팅 교육, 집합교육, 사육농가 관련 매스미디어의 이용, 생산자 단체를 통한 홍보 및 심포지움 등을 통하여 농가에 전달하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

제 6 장 참 고 문 헌

Adams, N. J., G. C. Smith and Z. L. Carpenter. 1977. Carcass and palatability characteristics of Hereford and crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 46:438.

Arthaud, V. H., R. W. Mandingo, R. M. Koch and A. W. Kotula. 1977. Carcass composition, quality and palatability attributes of bulls and steers fed different energy levels and killed at four ages. *J. Anim. Sci.* 44:53.

A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis(15th Ed.). Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.

Berry, B. A., W. T. Choat, D. R. Gill, C. R. Krehbiel, R. A. Smith and R. L. Ball. 2001. Effect of castration on health and performance of newly received stressed feedlot calves. 2001 Animal Science Research Report.

Blowey, R. W., D. W. Wood, and J. R. Davis. 1973. A nutritional monitoring system for dairy herds based on blood glucose, urea and albumin levels. *Vet. Res.* 92 : 691.

Bowling, R. A., G. C. Smith, Z. L. Carpenter, T. R. Dutson and W. M. Oliver. 1977. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcass. *J. Anim. Sci.* 45:209.

Carsten, G. E., D. E. Johnson, M. A. Ellenberger and J. D. Tatum. 1991. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. *J. Anim. Sci.* 69:3251.

Champagne, J. R., J. W. Carpenter, J. F. Hentges Jr., A. Z. Palmer and M. Koger. 1969. Feedlot performance and carcass characteristics of young bulls and steers castrated at four ages. *J. Anim. Sci.* 29:887.

Chase C. C., R. E. Larsen, R. D. Landel, A. C. Hammond and E. L. Adams. 1995. Plasma cortisol and white blood cell response in different breeds of bulls: A comparison of two methods of castration. *J. Anim. Sci.* 73:975.

Claesson, O., and A. Hansson. 1956. Studies on monozygous cattle twins. XV. Variation of erythrocytes, leucocytes, hemoglobin, glucose and cholesterol in blood. *Acta Agric. Scnd.* 6 : 383.

Cosgrove, G. P., T. W. Knight, M. G. Lambert and A. F. Death. 1996. Effects of post-pubertal castration and diet on growth rate and meat quality of bulls. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 56:390.

Cosgrove, G. P., T. W. Knight, A. F. Death and M. G. Lambert. 1997. Age at castration after puberty has no effect on carcass weight. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production.* 57:196.

Dolezal, H. G., G. C. Smith, J. W. Savell and Z. L. Carpenter. 1982. Effect of time-on-feed on the palatability of rib steaks from steers and heifers. *J. food Sci.* 47:368.

Doornenbal, H., A. K. W. Tong, J. A. Newman, N. L. Murray, and G. J. Mears. 1987. Blood and serum components and organs weights in steers, bulls and zeranol-implanted bulls. *J. Anim, Sci,* 64. 489.

Early, R. J., McBride, B. W and R. O. Ball. 1990. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers : Growth serum chemistry and carcass weights. *J. Anim. Sci.* 68:4134

Eichhorn, J. M., L. J. Coleman, E. J. Wakayama, G. J. Blomquist, C. M. Bailey and T. G. Jenkins. 1986. Effects of breed type and restricted versus ad libitum

feeding on fatty acid composition and cholesterol contents and adipose tissue from mature bovine females. *J. Anim. Sci.* 63:781.

Field, R. A. 1971. Effect of castration on meat quality and quantity. *J. Anim. Sci.* 32:849.

Fisher, A. D., T. W. Knight, G. P. Cosgrove, A. F. Death, C. B. Anderson, D. M. Duganzich and L. R. Matthews. 2001. Effects of surgical or banding castration on stress responses and behaviour of bulls. *Aust. Vet. J.* 79:279.

Folch, J., M. Less and G. H. Sloestanley, 1957. A simple method or the isolation of purification of total lipids from animal tissues. *J. Bio. Chem.* 226:497.

Glimp, H. A., M. E. Dikeman, H. J. Tuma, K. E. Gregory and L. V. Cundiff. 1971. Effect of late castration, Zeranol and breed group on composition and palatability characteristics of longissimus muscle of bovine males. *J. Anim. Sci.* 56:781.

Greatorax, J. C. 1957. Observations on the hematology of calves and various breeds of adult dairy cattle. *Brit. Vet. J.* 113 : 29.

Gregory, N. G., T. G. Truscott and J. D. Wood. 1982. Insulin secretion in relation to fatness in cattle. *J. Sci. Food Agri.* 33:276

Gregory, K. E. and J. J. Ford. 1983. Effects of late castration, zeranol and breed group on growth, feed efficiency and carcass characteristics of late maturing bovine males. *J. Anim. Sci.* 56:771.

Gregory, K. E., S. C. Seideman and J. J. Ford. 1983. Effects of late castration, zeranol and breed group on composition and palatability characteristics of longissimus muscle of bovine males. *J. Anim. Sci.* 56:781

Henricks, D. M., T. Gimenez, and T. W. Gettys. 1988. Effect of castration and an anabolic implant on growth and serum hormones in cattle. *Anim. Prod.* 46 : 35.

Hicks, R. B., F. N. Owens, D. R. Gill, J. W. Oltjen and R. P. Lake. 1990. Dry matter intake by feedlot beef steers : Influence of initial weight, time on feed and season of year received in yard. *J. Anim. Sci.* 68:254.

Holman, H. H. 1956. Changes associated with age in blood picture of calves and heifers. *Brit. Vet. J.* 112 : 91.

Huerta-Leidenz, N. O., H. R. Cross, J. W. Savell, D. K. Lunt, J. F. Baker, L. S. Pelton and S. B. Smith. 1993. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *J. Anim. Sci.* 71:625.

Jago, J. G., L. Matthews, J. J. Bass and T. W. Knight. 1996. A comparison of two methods of castration of post-pubertal beef cattle and their effect on behaviour and ultimate pH. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 56:394.

Judge, M. D., E. D. Aberle, J. C. Forrest, H. B. Hedrick and R. A. Merckel. 1989. *Principles of meat science.* p. 125.

King, B. D., R. D. H. Cohen, C. L. Guenther and E. D. Janzen. 1991. The effect of age and method of castration on plasma cortisol in beef calves. *Can. J. Anim. Sci.* 71:257.

Klosterman, E.W., L.E. Kunkle, P. Gerlaugh and V.R. Cahill. 1954. The effect of age of castration upon rate and economy of gain and carcass quality of beef calves. *J. Anim. Sci.* 13:817.

Knight, T. W., G. P. Cosgrove, M. G. Lambert and A. F. Death. 1999. Effects of method and age at castration on growth rate and meat quality of bulls. *New*

Zealand J. Agricultural Research. 42:255.

Knight, T. W., G. P. Cosgrove, A. F. Death and C. B. Anderson. 2000. Effect of method of castrating bulls on their growth rate and live weight. New Zealand J. Agricultural Research. 43:187.

Koohmaraie, M., A. S. Babikar, R. A. Merckel and A. H. Kirton. 1988. The role of Ca^{2+} -dependent proteases and lysosomal enzymes in postmortem changes in bovine skeletal muscle. J. Food. Sci. 53:1253.

Kraus-Fredmann, N. 1984. Hormonal regulation of hepatic gluconeogenesis. Physiol. Rev. 64 : 170.

Landon, M. E., H. B. Hedrick and G. B. Thompson. 1978. Live animal performance and carcass characteristics of beef bullocks and steers. J. Anim. Sci. 47:151.

Lee, C. Y., D. M. Henricks, G. C. Skelley, and L. W. Grimes. 1990. Growth and hormonal response of intact and castrate male cattle to trebolone acetate and estradiol. J. Anim. Sci. 68 : 2682.

Light, N. D., D. J. Restall and A. J. Baily. 1984. Relationship of collagen content type and crosslinking with texture of different muscle. Proc. Meat res, p. 139.

Lunt., D. K. and Smith, S. B. 1991. Wagyu beef holds profit potential for U.S. Feedlots. Feedstuffs. 8:18

Martin, T. G., T. A. Mollett, T. S. Stewert, R. E. Erb, P. V. Malven, and E. L. Veenhuizen. 1979. Comparison of four levels of protein supplementation with and without oral diethylstilbestrol on blood plasma concentrations of testosterone, growth hormone and insulin in young bulls. J. Anim Sci. 49. 1489.

Matsuzaki, M., S. Takizawa, and M. Ogawa. 1997. Plasma insulin, metabolite

concentrations and carcass characteristics of Japanese Black, Japanese Brown, and Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 75: 3287.

Melton., S. L. 1990. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. *J Anim Sci.* 68:4421.

Nichols, J. R., J. H. Ziegler, J. M. White, E. M. Kesler and J. L. Watkins. 1964. Production and carcass characteristics of Holstein-Friesian bulls and steers slaughtered at 800 or 1000 pounds. *J. Dairy Sci.* 47:179.

Ntunde, B. N., W. R. Osborne and G. C. Ashton. 1977. Response in meat Characteristics of Holstein-Friesian males to castration and diet. *Can. J. Anim. Sci.* 57:449.

O'Kelly, J. C. 1975. Growth and lipid metabolism in genetically different calves in a tropical environment. *Growth.* 39 : 125.

Paape, M. J., D. W. Carroll, A. J. Kral, R. H. Miller and C. Desjardins. 1974. Corticoid, circulating leukocytes, and erythrocytes in cattle. Diurnal changes and effects of bacteriologic status, stage of lactation and milk yield on response to adrenocorticotropin. *Am. J. Vet. Res.* 35 : 355.

Parrassin. P. R., V. Thénard, R. Dumont, M. Grosse, J. M. Trommenschlager, M. Roux. 1999. Effect d'une castration tardive sur la production de bœufs Holstein et Montbéliards. *INRA Prod. Anim.* 12:207.

Purchas, R. W. 1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.* 27:129.

Purchas, R. W., D. L. Burnham and S. T. Morris. 2002. Effect of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 80:3211.

Purchas, R. W., R. A. Barton, and A. H. Kirton. 1980. Relationships of circulating cortisol levels with growth rate and meat tenderness of cattle and sheep. *Aust. J. Agris. Res.* 31 : 221.

Ray, D. E., 1987. Influence of season, diet and water quality on feedlot performance of steer calves. *J. Anim. Sci.* 65(Suppl. 1):499(Abstr.).

Reid, C. R., C. M. Bailey and M. B. Judkins. 1991. Metabolizable energy for maintenance of beef-type *Bos taurus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* cows in a dry, temperate climate. *J. Anim Sci.* 69:2779.

Röpke, R., D. Schams, F. J. Schwarz and M. Kirchgessner. 1994. Growth-related hormones in plasma of bulls, steers and heifers given food with two different energy levels. *British Society of Animal Sci.* 59:367.

SAS, 1988. PC-SAS package. SAS User's guide ; statistic. SAS institute Inc., Cary. NC. USA.

Schalm, O. W. 1961. *Verterinary hematology.* 2nd Ed., Lea & Febiger. Philadelphia.

Schutte, J. E., J. C. Longhurst, F. A. Gaffney, B. C. Bastian, and C. G. Blomqvist. 1981. Total plasma creatinine : An accurate measure of total striated muscle mass. *J. Appl. Physiol.* 51 : 762.

Seidman, S. C., H. R. Cross, R. R. Oltjen and B. D. Schanbacher. 1982. Utilization of the intact male for red meat production : A review. *J. Anim. Sci.* 55:826

Shaw, F. D. and G. R. Trout. 1995. Plasma and muscle cortisol measurements as indicators of meat quality and stress in pigs. *Meat science.* 39 : 237.

Short, R. E., E. E. Grings, M. D. MacNeil, R. K. Heitschmidt, C. B. Williams and G. L. Bennett. 1999. Effects of sire growth potential, growing-finishing strategy, and time on performance, composition, and efficiency of steers. *J. Anim. Sci.*

77:2406.

Sinclair, A. J., Slattery, W. J. and O'dea, K. 1982. The analysis of poly-unsaturated fatty acids in meat by capillary Gas-Liquid Chromatography. *J. Sci. Food Agric.* 33:771.

Smith, G. M., D. B. Laster, L. V. Cundiff and K. E. Gregory. 1976. Characterization of biological types of cattle. II. Postweaning and feed efficiency of steers. *J. Anim. Sci.* 43:37.

Smith, S. B. and J. D. Crouse. 1984. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *J. Nutr.* 114 : 792.

Sturdivant, C. A., D. K. Lunt, G. C. Smith and S. B. Sith. 1992. Fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues and *M. longissimus dorsi* of Wagyu cattle. *Meat Sci.* 32:449.

Swatland, H. J. 1994. Physical measurement of meat quality, Optical measurements, Pros and Cons. *Meat Sci.* 36:251.

Terrell, R. N., G. G. Suess and R. W. Bray. 1969. Influence of sex, live weight and anatomical location on bovine lipids. I. Fatty acid composition of subcutaneous and intermuscular fat deposit. *J. Anim. Sci.* 28:449.

Tiez, N. W. 1976. *Fundamentals of clinical chemistry.* W. B. Saunders Co., Toronto, Canada.

Trenkle, A. 1970. Plasma levels of growth hormone, insulin and plasma protein-bound iodine in finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 31. 389.

Trenkle, A. and D. G. Topel. 1978. Relationships of some endocrine measurements to growth and carcass composition of cattle. *J. Anim. Sci.* 46. 1604.

Turgeon, O. A., Jr. D. R. Brink, S. J. Bartle, T. J. Klopfenstein and C. L. Ferrell. 1986. Effects of growth rate and compensatory growth on body composition in lambs. *J. Anim. Sci.* 63:770

Vanderwert, W., L. L. Berger, F. K. McKeith, R. D. Shanks and P. J. Bechtel. 1985. Influence of Zeranol implants on growth, carcass and palatability traits in bulls and late castrates. *J. Anim. Sci.* 61:537.

Verde, L. S., and A. Trenkle. 1987. Concentrations of hormones in plasma from cattle with different growth potentials, *J. Anim. Sci.* 64 : 426.

Waldman, R. C., G. G. Suess and V. H. Brugardt. 1968. Fatty acids of certain bovine tissue and their association with growth, carcass and palatability trait. *J. Anim. Sci.* 27:632.

Wheeler, T. L., G. W. Davis, B. J. Stoecker, and C. J. Harmon. 1987. Cholesterol concentration of longissimus muscle, subcutaneous fat and serum of two beef cattle breed types. *J. Anim. Sci.* 65. 1531.

Worell, M. A., D. C. Clanton and C. R. Calkins. 1987. Effect of weight at castration on steer performance in the feedlot. *J. Anim. Sci.* 64:343.

Wrestlerling, D. B., and H. B. Hedrick. 1979. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. *J. Anim. Sci.* 48:1343.

Yen S. S. C., and R. B. Jaffe. 1989. Reproductive endocrinology, W.B. Saunders company, USA.

土屋平四郎. 1963. 和牛の屠體に関する研究. 第6報. 去勢牛肉について. 中國農試報. B. 9:15

清水良言, 新名正勝, 森開天, 森浦弘之, 米田祐紀. 1995. 肥肉終了時體重の 差異か屠體におよぼす 影響について. 肉用牛研究會報. 20:32.

곽병오, 하종규, 장병선. 1995. 거세와 bST주사가 비육말기 한우의 생산성과 육질에 미치는 영향. 한국축산학회지. 37:239.

권응기, 김현섭, 남기택, 윤상기, 김종복, 홍병주. 2001. Holstein수소와 거세우 및 Zeranol 투여 거세우의 성장 단계별 혈액상과 혈청 대사물질 및 호르몬농도의 변화. 한국축산학회지. 43:515.

김대곤, 정근기, 성삼경, 최창본, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우 도체의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국축산학회지 38:239.

김진천. 1994. 한우 체지방의 지방산 조성과 육질개선에 관한 연구. 대구대학교 학위논문.

농림부. 1999. 소·돼지 도체등급 기준. 농림부 고시 제 1999-64호.

농촌진흥청. 2001. 농업경영개선을 위한 '00농축산물 소득자료집 p. 90.

농협중앙회. 2003. 한육우사육두수 및 가격전망('03. 7).

백봉현, 김용곤, 신기준, 이근상, 김강식. 1989. 한우의 수소 거세 및 암소 육성비육시 육생산성과 육질 및 사료이용성에 관한 연구. 농시논문집(축산편). 311~8.

백봉현, 이병석, 강희계, 김용곤, 박명국, 이근상. 1992b. 한우의 거세시기가 육질생산에 미치는 영향. 축시연보. P. 62.

백봉현, 이병석, 김용곤, 오학세, 이근상. 1992a. 한우고급육 생산을 위한 사양관리 및 출하체중에 관한 연구. 축시연보. P. 32.

성삼경, 정근기, 최창본, 김대곤, 김성겸, 김덕영, 최봉재. 1996. 거세 및 출하월령이 한우와 홀스타인 비육우의 도체구성과 부분 육량에 미치는 영향. 한국축산학회지 38 : 261.

송만강. 2001. 고급육생산기술 개발현황과 금후과제. 한우개량과 고급육 생산 기술개

발, 한우개량심포지엄. 축산기술연구소 대관령지소. p 67.

신중서, 정준, 여인서, 김종복, 장병선, 홍병주. 1996. 재 조합 성장호르몬 투여수준이 홀스타인 및 한우 비육우의 혈중 대사물질, 도체형질 및 도체구성에 미치는 영향. 한국영양사료학회지. 20:473.

신중서. 1995. 발효사료 급여, 성장호르몬 투여 및 거세가 고품질 쇠고기 생산에 미치는 영향. 강원대학교 박사학위논문.

이성수, 정재경, 박노형, 원유석. 1997. 거세가 한우의 도체특성과 혈청 대사물질에 미치는 영향. 한국축산학회지 39:2.

이성수, 정재경, 박노형, 원유석. 1999. 성성숙 후 거세가 한우의 발육 및 도체특성에 미치는 영향. 한국축산학회지. 40.

이성수. 1998. 거세한우의 혈청성분과 경제형질의 상관관계에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문.

이유방, 성삼경. 1987. 식육과 육제품의 분석실험. 선진문화사.

정근기. 1993. 한우 및 홀스타인 비육우의 고급육 생산에 따른 도체특성 조사. 영남대학교 연구논문.

정근기, 김대곤, 성삼경, 최창본, 김성겸, 김덕영, 최봉재, 윤영탁. 1996. 거세가 한우 및 홀스타인 비육우의 도체등급에 미치는 영향. 한국축산학회지 38:249.

정일병, 유용희, 정숙근, 한인규. 1993. 유전공학 생산 돼지 성장호르몬(rPST) 투여에 관한 연구. II. rPST가 비육돈의 발육과 등지방두께에 미치는 영향. 한국축산학회지. 35:229.

정준, 신중서, 엄창국, 장병선, 홍병주. 1996. 재 조합 소 성장호르몬 투여수준이 한우 및 홀스타인 비육우의 육성성적에 미치는 영향. 한국축산학회지 38:383.

정창국. 1965. 한국성우의 혈액학치 및 혈액화학치에 관한 연구. 제1보 한국성우의

혈액학치에 관한 연구. 대한수의학회지. 5 : 61.

정창국. 1965. 한국성우의 혈액학치 및 혈액화학치에 관한 연구. 제2보 한국성우의 혈액학치에 관한 연구. 대한수의학회지. 5 : 97.

정창국, 남치주, 용만중. 1971. 한우의 혈중 Transaminase 활성도에 대하여. 한국 수의연구학회지. 11. 65.

정창국, 용만중, 용만중. 1971. 한우의 혈청 alkaline phosphatase 활성도에 관하여. 한국 수의연구학회지. 11. 141.

정창국, 한홍율, 김상인. 1973. 자우의 무혈거세가 혈액상에 미치는 영향. 한국 수의연구학회지. 13. 131.

축산물등급판정소. 2003. 축산물등급판정현황('03. 6) - 농협 서울 축산물 공판장 소도체 품종별, 등급별 경락가격 누계('03. 1. 1. ~ '03. 6. 30).

홍성구. 1996. 한우의 육질개선을 위한 비육기술 개발에 관한 연구. 충북대학교 박사학위 논문.

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술 개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.