

소 도체등급 판정 항목과 전단력과의 상관관계

김동엽 · 김병도¹ · 백상국¹ · 정형진¹ · 김대곤² · 한기동*

영남대학교 자연자원대학 식품외식학부 식품가공학전공, ¹축산물등급판정소 대구경북지역본부
²대구산업정보대학 식품영양학과

Correlation between Shear Force and Grade Decision Factors on Hanwoo Cow Carcass

Dong Yeop Kim, Byoeng Do Kim¹, Sang Guk Baek¹, Hyeong Jin Jeong¹,
Dae Gon Kim², and Gi Dong Han*

Department of Food Science and Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

¹Animal Products Grading Service Headquarter of Daegu-Gyeongbuk Region, Daegu 702-800, Korea

²Department of Food Science and Nutrition, Daegu Polytechnic College, Daegu 706-711, Korea

Abstract

This study was carried out to evaluate the correlation between shear force determined by tenderness analyzer and grade decision factors consisting of yield grade (carcass weight, ribeye area, backfat thickness) and quality grade (meat color, fat color, marbling, maturity, texture) in a total of 200 Hanwoo cows. Results showed that there was a negative correlation between shear force and yield grade ($r=-0.186, p<0.01$), i.e., when the grade of carcass yield increased (A score), the shear force value decreased. Shear force scores showed a significant correlation with marbling scores ($r=-0.19, p<0.01$), but no correlation with scores of meat color, fat color and texture. The maturity of Hanwoo cows is known to be one of the major factors for evaluating the grade, and the maturity showed no significant correlation with shear force value ($r=-0.05, p>0.05$). It is possible to get useful information for evaluating the grade of Hanwoo cows if further studies addressing the correlation of water holding capacity, juiciness, taste and overall acceptability with maturity are carried out.

Key words : shear force, maturity, yield grade, quality grade

서 론

UR라운드 타결과 한미 FTA 타결로 인한 쇠고기 시장의 전면개방으로 한우의 질적인 성장이 강조되며, 수출경쟁력 제고를 위한 품질의 개선이 요구되고 있다. 그 동안 등급판정의 세분화 및 소비자의 인식 변화로 질적인 측면의 개선이 지속적으로 이루어지고 있으나, 아직까지 등급판정항목들이 등급제 시행초기의 기준을 이어오고 있어 시대적 변화에 맞추어 이에 대한 종합적인 고찰이 필요한 시점이다. 쇠고기의 질적 수준의 향상을 위해서는 농가의 노력 뿐만 아니라 정책적인 뒷받침이 필요하며, 그와 같은 맥락에서 등급제 시행은 농가의 수익향상과 소비자의

알 권리 보장, 쇠고기 차별화의 기본적인 요소임을 명확히 하여야 한다. 한우 도체에 대한 육질등급판정에는 근내지방도, 육색, 지방색, 조직감, 성숙도를 고려하여 결정하고 있으며, 이 가운데 근내지방도는 육색과 함께 소비자에게 있어 가장 중요한 구매지표가 되는 연도(tenderness)와 매우 밀접한 관계가 있다(May *et al.*, 1992; Miller *et al.*, 2001; Park *et al.*, 2002)고 알려져 있다. 육질등급판정 항목 가운데 암소의 생리적 나이를 나타내는 성숙도의 경우 Barker 등(1995)은 연도와 관련이 깊고, 이것은 사육방법과 비육기간 및 연령이 주요 요인으로 작용한다고 하였다. 쇠고기에서 연도라고 하는 표현은 소비자가 조리된 고기를 저장할 때 치아가 고기를 관통하는 힘의 정도를 말하는 것으로 육류의 관능적인 평가항목 중 쇠고기에서 가장 중요하게 표현되는 요소이다. 육류의 연도 측정방법에는 기계적인 방법과 패널요원에 의한 관능적인 방법이 있으며, 전자의 경우 측정기기의 종류 및 시료의 특성에

*Corresponding author : Gi Dong Han, Food Technology and Food Service Industry, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea. Tel: 82-53-810-2957, Fax: 82-53-810-4662, E-mail: gdhan1@ynu.ac.kr

따라 전단력(shear force)이나 경도(hardness), 저작성(chewiness), 응집력(cohesiveness) 등으로 표현되고 있다. 연도의 측정법에서 기계적인 측정법의 경우 전단력이나 경도가 높을수록 관능 특성인 풍미, 연도, 다즙성이 나쁜 것으로 해석되는 것이 일반적이다(May et al., 1992; Lee et al., 2004). 한편 Hilton 등(1998)의 보고에 의하면 암소의 육질은 근내지방도, 성숙도 그리고 이들 간의 상호작용에 의해 크게 영향받는다고 하였는데, 그 중 성숙도(maturity)는 한우의 도체등급 판정 중 육질등급 판정에 있어 등급 하향조정이 적용되는 등 최종 육질등급과 밀접한 관계가 있는 항목으로, 성숙도와 육질과의 상관관계에 대한 구체적이고 과학적인 연구가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 전단력과 도체등급 판정(육량·육질) 항목 간 상관 분석을 통한 육질평가의 기초자료로 사용하고자 하며, 세부적으로 성숙도와 전단력과의 상관관계를 조사하여 기계적인 연도측정상에서의 성숙도와 연도간의 상관관계를 분석하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 등급판정

본 연구는 2007년 4월부터 8월 사이 경북 경산 소재 경신산업에 출하된 한우 암소 200두를 공시하였으며, 출하된 암소는 도축 후 24시간 냉장보관하고, 도체 등급판정 기준에 의하여 등급판정을 하였다. 등급판정은 축산물등급판정소의 등급판정기준에 따라 육량등급(도체중, 등지방두께, 배최장근단면적)과 육질등급(육색, 지방색, 근내지방도, 성숙도, 조직감)으로 나타내었다. 등급판정을 마친 암소 도체로부터 제 13흉추와 제 1요추 사이에 절개된 윗면의 채끝(sirloin) 부위를 일정량씩 채취하고, 냉장상태를 유지 한 후 실험실로 운반한 다음, 연도측정을 위한 시료로 사용하였다.

전단력 측정

도체의 채끝(sirloin)부위의 연도 측정을 위해 시료를 30×30×60 mm의 크기로 절단한 뒤 polyethylene bag에 넣어 75°C의 열탕에서 시료의 중심온도가 70°C에 도달한 후 30분간 가열하고, 10×10×30 mm의 크기로 만든 후 rheometer (CR-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 shearing cutting test로 hardness(kg/cm²)를 측정하였다. 전단력 측정

Table 1. Condition of rheometer for texture analysis

Item	Shear force
Table speed	60 mm/min
Table moves	20 mm
Load cell	10 kg
Plunger Number	No.10

을 위한 기기운전의 조건은 Table 1과 같다.

통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 Window용 SPSS 12.0 통계분석 프로그램을 이용하여 분산분석으로 각 군의 평균과 표준편차를 구하였으며, Duncan's multiple range test(Duncan, 1955)로 각 요인간의 유의성(p<0.05)을 검증하고 상관관계를 구하여 각 측정치의 관계를 분석하였다.

결과 및 고찰

한우 암소의 전단력과 도체등급 판정

시험우의 평균도체중은 344.67 kg이었고, 등지방두께는 1.61 cm, 등심단면적은 85.37 cm²를 나타내었고, 육량지수는 64.19%이었다. 또한 육량등급판정 결과 A등급을 1, B등급을 2, C등급을 3으로 각각 수치화시켜 보았을 때 본 실험에 이용된 시험우의 평균 육량등급은 2.08로서 평균 B등급에 가까웠던 것으로 나타났다. 본 실험에 이용된 시험우의 도체 육질등급판정 결과에서, 근내지방도는 4.41, 육색이 4.99, 지방색 3.20, 조직감 1.50, 성숙도의 평균값은 5.32를 나타내었다. 그리고 육질등급 1++등급은 5, 1+등급은 4, 1등급은 3, 2등급은 2, 3등급은 1로 각각 수치화 시켜 보았을 때, 육질등급은 평균 2.79로서 본 실험에 이용한 시험우의 육질등급은 1등급과 2등급에 사이의 평균 육질등급을 나타내었다.

육량과 육질 등급별 출현두수 및 전단력

육량등급 판정에서 A등급은 36두, B등급은 113두, C등급은 51두가 출현되었으며, 이러한 출현두수는 시험우 200두 중 A, B, C등급이 각각 18, 56.5, 25.5%이었다. 또한 육질등급 판정에서는 1++, 1+, 1, 2, 3등급별 출현두수는

Table 2. Shear force and carcass grades of Hanwoo cow

Item	Value
Shera force (kg/cm ²)	428.43±7.41 ¹⁾
Cold carcass weight (kg)	344.67±3.09
Backfat thickness (cm)	1.61±0.41
Ribeye area (cm ²)	85.37±0.64
Meat percent (%)	64.19±0.29
Yield grade ²⁾	2.08±0.05
Marbling score	4.41±0.13
Meat color	4.99±0.03
Fat color	3.20±0.03
Texture score	1.50±0.04
Maturity	5.32±0.13
Quality grade ³⁾	2.79±0.07

¹⁾ Means ± SD.

²⁾ Yield grade A=1, B=2, C=3.

³⁾ Quality grade 1⁺⁺=5, 1⁺=4, 1=3, 2=2, 3=1.

Table 3. According to carcass grade appearance number of carcass and shear force value

Item	Appearance number (%)	Shear force (kg/cm ²)
Yield grade	A	36(18)
	B	113(56.5)
	C	51(25.5)
Quality grade	1 ⁺⁺	9(4.5)
	1 ⁺	38(19)
	1	67(33.5)
	2	73(36.5)
	3	13(6.5)

¹⁾ Means ± SD.

각각 9, 38, 67, 73, 13두이며, 출현비율은 각각 4.5, 19, 33.5, 36.5, 6.5%를 나타내었다. 한편 육량등급 판정에서 등급에 따른 전단력의 차이를 비교한 결과, A등급을 판정 받은 한우 암소 채끝부위의 전단력은 465.27 kg/cm², B등급에서는 425.72 kg/cm², C등급에서는 404.47 kg/cm²을 각각 나타내어 A등급에서 C등급으로 갈수록(육량등급이 낮아질수록) 전단력의 수치가 낮아져 육질이 더 연한 것으로 나타났으며(Table 3, Fig. 1), 통계적 유의성($r=-0.19$, $p<0.01$)이 매우 높은 것으로 분석되었다(Table 5). 또한 육질등급 판정에서 등급별 전단력의 차이를 비교하여 보면,

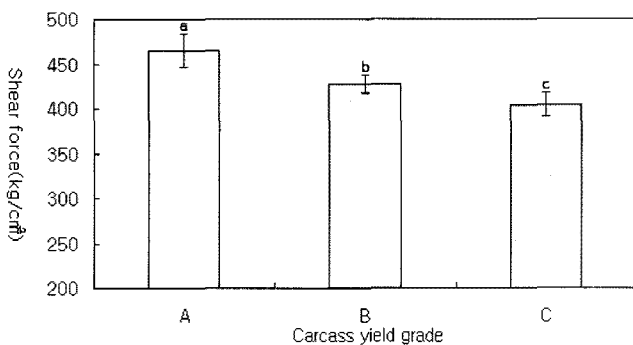


Fig. 1. Value of shear force according to carcass yield grade. ^{a-c}Means with different letters are significantly different ($p<0.01$)

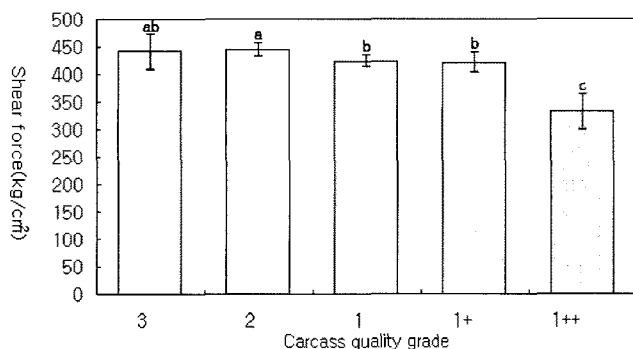


Fig. 2. Values of Shear force according to carcass quality grade. ^{a-c}Means with different letters are significantly different ($p<0.05$)

Table 4. Value of shear force and appearance number of carcass according to maturity

Maturity score	Appearance number (%)	Shear force (kg/cm ²)
2	5(2.5)	417.98±58.43 ¹⁾
3	21(10.5)	429.53±22.52
4	50(25.0)	452.04±14.76
5	45(22.5)	413.11±17.05
6	29(14.5)	415.48±18.40
7	19(9.5)	425.67±21.99
8	20(10.0)	426.56±21.98
9	11(5.5)	428.80±33.67

¹⁾ Means ± SD.

1⁺⁺, 1⁺, 1, 2, 3등급별로 각각 332.68, 422.16, 424.04, 445.16, 441.822 kg/cm²을 나타내어 1⁺⁺등급의 전단력이 가장 낮게 나타났고(Table 3), 등급이 낮아질수록 전단력이 높아지는 것으로 나타나(Fig. 2), 등급에 따른 전단력 차이는 높은 유의적 수준($p<0.05$)에서 음의 상관관계($r=-0.17$)가 인정된다(Table 5). Lorenzen 등(2003)은 미국의 소비자 만족도에서 육질등급이 우수할수록 다즙성과 풍미가 우수하다고 하였고, Thompson 등(2001)은 근내지방 함량이 쇠고기 연도 변이에 12-14%정도 관여한다고 하였다. 또한 Lee 등(2004)은 도체육질등급이 낮아질수록 전단력이 증가하며, 등급간 전단력의 차이가 유의하다고 하였다. 근내지방 함량은 육질등급 판정에서 가장 큰 영향을 미치는 항목이라는 것이 일반적이는데(Park *et al.*, 2002), 본 연구의 결과 육질등급 1⁺⁺등급의 전단력이 가장 낮게 나타난 것과 근내지방도와 육질1차등급($r=0.97$, $p<0.01$) 및 육질최종등급($r=0.89$, $p<0.01$) 간의 매우 높은 유의성(Table 5)은 이들의 연구결과와 일치한다고 판단된다.

도체 성숙도에 따른 출현두수 및 전단력

Table 4는 각 도체의 성숙도별 출현두수 및 전단력 값을 나타내었다. 도체 성숙도에 따른 전단력의 차이에서는 성숙도 4가 452.04 kg/cm²로 가장 높은 전단력을 나타낸 반면, 성숙도 5가 413.11 kg/cm²로 가장 낮은 수치를 나타내었으며, 성숙도 2가 417.98 kg/cm²이었던데 반하여 성숙도 9는 428.80 kg/cm²을 나타내었다. 성숙도에 따른 전단력의 차이에 대한 일반적인 경향을 살펴보았을 때 성숙도가 높을수록 전단력이 다소 낮아지는 경향을 나타내고 있으나 각 성숙도 단계별 전단력의 차이는 일정하지 않으며, 통계적 유의성도 인정되지 않았다(Table 5). 이것은 Park 등(2002)과 Lee 등(2004)의 보고와도 일치하는 결과이다. 소의 성숙도는 결체조직과 관련된 쇠고기의 연도와 밀접한 관련이 있는 것으로 성숙도 8, 9번의 경우 육색(1 또는 7번), 지방색(7번), 조직감(3번)의 경우와 마찬가지로 육질등급 최종판정기준 하향조정 항목(축산물등급판정소,

Table 5. Correlation between carcass grade factors and shear force

Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Shear force	-	-0.13	-0.11	-0.12	0.09	-0.19**	-0.19**	-0.17*	-0.03	-0.13	0.11	-0.05	-0.17*
2. Carcass weight		-	0.33**	0.58**	-0.39**	0.32**	0.11	0.12	0.05	-0.05	-0.12	0.06	0.16*
3. Backfat thickness			-	0.05	-0.97**	0.87**	-0.07	-0.09	-0.01	0.09	0.14	0.17*	-0.12
4. Ribeye area				-	0.96	-0.07	0.15*	0.16*	0.14	0.04	-0.06	0.08	0.18*
5. Meat percent					-	-0.88**	0.08	0.1	0.04	-0.06	-0.11	-0.15*	0.12
6. Yield grade						-	-0.06	-0.08	0.00	0.07	0.08	0.11	-0.08
7. Marbling							-	0.97**	-0.19**	0.04	-0.68**	0.18**	0.89**
8. Quality grade (First)								-	-0.17*	0.35	-0.69**	0.18**	0.92**
9. Meat color									-	0.12	0.26**	0.20**	-0.19**
10. Fat color										-	0.18*	0.37**	-0.08
11. Texture											-	0.27**	-0.83**
12. Maturity												-	-0.09
13. Quality grade (final)													-

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

1-13: Item numbers abbreviated by initial number.

1997)으로 매우 민감하고 중요한 부분이다. 하지만 본 연구 결과를 통한 고찰에서 나타난 바와 같이, 성숙도가 높을수록 연도의 기계적 측정치 즉, 전단력 값은 낮아지나 ($r = -0.05$) 그 유의성은 없는 것으로 나타났다. 따라서 한우 암소 성숙도는 육질등급판정에서 하향조정 항목으로 설정되어 있는 만큼 신중한 판단이 요구되며, 기준설정에 대한 종합적인 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

전단력 및 도체등급 판정기준 항목간 상관관계 분석결과

Table 5는 전단력 및 도체등급 판정기준 항목간의 상관관계분석 결과를 나타낸 것이다. 전단력은 육량등급($r = 0.19$, $p < 0.01$)과 음의 상관관계를 나타내었는데, 이것은 육량등급이 하향할수록 전단력이 높아짐을 의미하며, 도체중은 등지방두께($r = 0.33$), 등심단면적($r = 0.58$) 및 육량등급($r = 0.32$)과 각각 양의 상관관계($p < 0.01$)를 나타내었고, 육량지수($r = -0.39$)와는 음의 상관관계($p < 0.01$)를 나타내었고, 등지방두께는 육량지수($r = -0.97$)와 음, 육량등급($r = 0.87$)과는 양의 상관($p < 0.01$)을, 육량지수는 육량등급($r = -0.88$)과 각각 음의 상관($p < 0.01$)을 나타내었다. 이것은 도체중이 증가할수록 등심단면적은 증가하지만 등지방두께가 증가하여 육량지수에 나쁜 영향을 미치게 되고, 결국 육량등급의 최종 판정에서 등급이 낮아지는 결과를 초래한 것으로 판단되었다. 이러한 육량등급 판정 항목간 상관관계는 Hamlin 등(1995), Moriya 등(1996) 및 Lee 등(2005)의 결과와 유사한 경향이었고, 등지방 두께와 배최장근 단면적 간에는 정의 상관관계($r = 0.05$, $p > 0.05$)를 나타내었다. 이에 대하여 Lee 등(2005)은 한우의 등심 13번째 갈비부위의 절개 면적상 등심단면적의 발달정도에 비례하여 등지방 두께가 감소되지 않는 것 때문이며, 이는 한우의 성 및 출하체중 간에 육량등급 판정요인인 배최장근 단면적과 등지방 등과 같은 체조직의 발달상태가 일정하지 않기 때문인 것으로 생각

한다고 언급하였다. 또한 전단력은 근내지방도($r = -0.19$, $p < 0.01$)와 매우 밀접한 음의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 육질1차·최종등급($r = -0.17$, $p < 0.05$)과도 각각 음의 상관관계를 나타내었다. 근내지방도는 육색($r = -0.19$, $p < 0.01$), 조직감($r = -0.64$, $p < 0.01$)과 음의 상관관계를, 육질1차등급($r = 0.97$) 및 성숙도($r = 0.18$)와는 매우 높은 정의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$). 즉, 근내지방도와 육질등급이 높을수록 전단력이 낮아 연도가 좋아지는 것으로 나타난 것은 Berry(1993)의 보고와도 일치하였다. 그리고 성숙도는 근내지방도($r = 0.18$), 육질 1차등급($r = 0.18$), 육색($r = 0.20$), 지방색($r = 0.37$), 조직감($r = 0.27$)과 각각 매우 높은 양의 상관관계($p < 0.01$)를 나타낸 반면 육질최종등급과는 상관이 없는 것으로 나타났다. 이것은 성숙도가 높을수록 근내지방도가 높아지고, 육색과 지방색은 짙어지며 조직감 또한 높아짐을 알 수 있으며, 더욱이 등급 하향조정 항목에 해당될 경우 육질 1차등급에서 1-2등급 하향됨으로써 최종육질등급과는 상관관계가 없는 것으로 나타났을 것이라 판단된다.

요 약

본 연구에서는 전단력과 도체등급 판정항목간 상관관계 분석을 통한 육질평가의 자료로 사용하기 위해 한우암소 200두를 대상으로 하였고, 세부적으로 성숙도와 전단력과 상관관계를 조사하여 기계적인 연도 측정상에서의 성숙도와 연도간의 상관관계를 분석하고자 실시하였다. 본 연구결과, 육량등급이 낮아질수록 전단력이 낮아져 매우 높은 부(-)의 상관관계가 있는 것으로 나타났으며, 육질등급 항목 중 육질 1차등급과 최종등급은 전단력과 높은 상관관계가 있었으며, 그 중에서도 근내지방도는 매우 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 육색, 지방색,

조직감은 전단력과 직접적인 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 한우 암소 성숙도는 육질등급판정에서 하향조정 항목으로 설정되어 있으나 도체 성숙도에 따른 전단력의 차이에서는 성숙도 4가 452.04 kg/cm²로 가장 높은 전단력을 나타낸 반면, 성숙도 5가 413.11 kg/cm²로 가장 낮은 수치를 나타내었으며, 성숙도 2가 417.98 kg/cm²이었던데 반하여 성숙도 9는 428.80 kg/cm²을 나타내어 성숙도와 전단력(기계적 연도측정치)과는 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 추가적으로 성숙도와 관련하여 전단력 뿐만 아니라 보수력 및 관능 특성인 다즙성, 향미 등의 종합적인 분석이 가능한 연구조사가 수반된다면 보다 객관적이고 과학적인 육질등급 판정을 위한 자료 확보가 가능할 것이다.

참고문헌

- Barker, B. P., Mies, W. L., Turner, J. W., Lunt, D. K., and Smith, S. B. (1995) Influence of production system on carcass characteristics of F1 Wagyu x Angus steers and heifers. *Meat Sci.* **41**, 1-5.
- Berry, B. W. (1993) Tenderness of beef loin steaks as influenced by marbling level, removal of subcutaneous fat and cooking method. *J. Anim. Sci.* **71**, 2412-2417.
- Duncan, D. B. (1955) Multiple range and multiple F tests. *Biometrics.* **11**, 1-42.
- Hamlin, K. E., Green, R. D., Cundiff, L. V., Wheeler, T. L., and Dikeman, M. E. (1995) Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area. II. Relationship between real-time ultrasound measures and carcass retail yield. *J. Anim. Sci.* **73**, 1725-1733.
- Hilton, G. G., Tatum, J. D., Williams, S. E., Belk, K. E., Williams, F. L., Wise, J. W., and Smith G. C. (1998) An evaluation of current and alternative systems for quality grading carcasses of mature slaughter cows. *J. Anim. Sci.* **76**, 2094-2103.
- Lee, J. M., Park, B. Y., Cho, S. H., Kim, J. H., Yoo, Y. M., Chae H. S., and Choi, Y. I. (2004) Analysis of carcass quality grade components and chemico-physical and sensory traits of *M. longissimus dorsi* in Hanwoo. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 833-840.
- Lee, J. M., Yoo, Y. M., Park, B. Y., Chae, H. S., Kim, D. H., Kim, Y. K., and Choi, Y. I. (2005) Study on the carcass yield grade of Hanwoo. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **47**, 261-270.
- Lorenzen, C. L., Miller, R. K., Taylor, J. F., Neely, T. R., Tatum, J. D., Wise, J. W., Buyck, M. J., Reagan, J. O., and Savell, J. W. (2003) Beef Customer Satisfaction: Trained sensory panel ratings and Warner-Bratzler shear force values. *J. Anim. Sci.* **81**, 143-149.
- May, S. G., Dolezal, H. G., Gill, D. R., Ray, F. K., and Buchanan, D. S. (1992) Effects of days, fed, carcass grade traits and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. *J. Anim. Sci.* **70**, 444-453.
- Miller, M. F., Carr, M. A., Ramsey, C. B., Crockett, K. L., and Hoover, L. C. (2001) Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Anim. Sci.* **79**, 3062-3068.
- Moriya, K. and Sasaki, Y. (1996) Multiple-trait restricted maximum likelihood estimation of genetic and phenotypic correlations for carcass traits in the base and current populations of Japanese black cattle. *J. Anim. Sci. Technol(Jpn)*. **67**, 53-60.
- Park, G. B., Moon, S. S., Ko, Y. D., Ha, J. K., Lee, J. G., Chang, H. H., and Joo, S. T. (2002) Influence of slaughter weight and sex on yield and quality grades of Hanwoo(Korean native cattle) carcass. *J. Anim. Sci.* **80**, 129-136.
- Thompson, J. M. (2001) The relationship between marbling and sensory traits. Marbling symposium. Coff's Harbour, Australia. pp. 77-87.
- 축산물등급판정사 교육교재 (1997) 축산물등급판정소. (2008. 4. 9 접수/2008. 8. 13 수정/2008. 8. 14 채택)