

한우 후대검정우의 체척형질을 통한 부분육 생산량 추정

이재구¹ · 이승수¹ · 조광현¹ · 조충일¹ · 최연호¹ · 최재관¹ · 박병호¹ · 나종삼² · 노승희³ · 도창희⁴ · 최태정^{1*}

¹농촌진흥청 국립축산과학원, ²전북대학교 동물생명공학과, ³농협중앙회 한우개량사업소, ⁴충남대학교 농업생명과학대학

Estimation of Primal Cuts Yields by Using Body Size Traits in Hanwoo Steer

Jae Gu Lee¹, Seung Soo Lee¹, Kwang Hyun Cho¹, Chungil Cho¹, Yun Ho Choy¹, Jae Gwan Choi¹, ByoungHo Park¹,
Chong Sam Na², Seung Hee Roh³, Changhee Do⁴ and Taejeong Choi^{1*}

¹National institute of Animal Science, RDA, Korea, ²Dept. of Animal Biotechnology, Chonbuk National University, Korea,
³Hanwoo Improvement Main Center. NACF, Korea, ⁴Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

ABSTRACT

The study aimed to develop prediction models of primal cut yield using body measurements of Hanwoo steers in Korea. The progeny of 874 steers at Hanwoo Improvement Main Center from 2008 to 2010 were recorded. Pearson's correlation coefficients for primal cuts and other traits were estimated. Primal cuts were adjusted for slaughter date and age using the SAS GLM procedure. Afterwards, a stepwise regression was performed on each primal cut by fitting body measurement traits. An independent covariable was selected at the highest coefficient of determination with the greater fitness model using Mallows's Cp statistic. Results showed that primal cuts were significantly influenced by slaughter date ($P < 0.01$). The age at slaughter, however, was only significant for the top round ($P < 0.05$). There was a moderate to high correlation between chest girth and tenderloin (0.54), loin (0.74), and rib (0.80). Most primal cut percentages were negatively related to BFT. Similar negative to low positive correlations were observed for primal cut percentage and body size traits. In addition, a correlation of 0.21 was observed between rib percentage and chest girth. The regression of body measurements on the adjusted primal cuts were significant for later traits. Regression estimates revealed that wither height, body length, rump length, hip bone width, and chest girth are important for primal cut weight and percentage determination. In particular, chest girth was always important for primal cut weight estimates.

(Key words : Primal cuts, Body measurement traits, Regression models, Hanwoo steers)

서 론

현재 한우는 10가지의 대분할육으로 정형되어 소비자들에게 공급되고 있으며 도체의 부위별 판매는 유통의 효율성, 질병으로 부터의 안정성 등의 장점을 지니고 있다. 이러한 부분육중 소고기 유통업체의 소득에 가장 중요한 부분을 차지하는 부위는 구이형태로 이용되는 등심과 갈비이다. 그러나 소비자들의 부분육 선호부위는 시대의 흐름과 함께 변화된다. 최근에는 구이용 선호부위인 등심, 갈비 및 안심의 선호도가 20% 감소되었고, 저지방육의 선호도가 높아졌다(Kim, 2011). 그러나 현재까지도 등심이 전체 부분육 소득에 차지하는 비율이 가장 높으며, 구이형태로 요리되는 부분육 소비량이 높은 실정이다(Kim, 2011).

따라서 시대별 소비자의 선호도에 부합되고 농가소득향상에 기여

하는 부위의 생산량을 생체상태에서 예측하고 이를 개량할 수 있다면 한우고기의 경쟁력을 향상시키는데 기여할 것으로 사료된다. 그러나 현재까지 생체상태에서 한우 부분육의 생산량 예측에 관한 연구는 활발히 이루어지지 않았다. 다만 Yun 등(1994)의 연구에서 도체형질과 부분육간의 상관분석을 통하여 도체중량이 증가할수록 부분육의 절대량(kg)은 증가하나 부분육 수율(%)은 감소된다고 보고하였다.

본 연구에서는 한우 생체상태에서 체척과 부분육 중량 및 수율의 상관관계를 파악하였으며 이를 통하여 소득이 높은 부위의 생산량 증대를 위하여 어떤 체척형질의 개량이 이루어져야 하는지 알아보고자 한다. 또한 생체상태에서 체척형질을 이용하여 부분육 부위별 생산량을 예측할 수 있는 모형을 개발하고자 하였다.

* Corresponding author : Tae-Jeong Choi, Department of Animal Resources Development Animal Genetics & Breeding Division, Eoryoung-ri, Seonghwan-eup, Seobuk-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do 331-801, Korea. Tel: 82-41-580-3372, Fax: 82-41-580-3369, E-mail: choi6695@korea.kr

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구는 2008년도부터 2010년까지 농협중앙회 한우개량사업소에서 후대검정한 46차~50차 한우 거세우 874두의 24개월령에 도축한 도체형질 판정자료, 생체중(24개월령), 24개월 체척형질 측정자료, 그리고 24개월령 도축 후 조사된 부분육 형질을 이용하였다.

2. 조사항목

도체형질은 24개월령에 도축된 도체중(carcass weight, CWT), 등심단면적(eye muscle areas, EMA), 등지방두께(backfat thickness, BFT), 근내지방도(marbling score, MS)를 조사 하였다. 24개월 체척측정 형질은 체고(wither height, WH), 십자부고(hip height, HH), 체장(body length, BL), 흉심(chest depth, CD), 흉폭(chest width, CW), 고장(rump length, RL), 요각(rump width, RW), 곤폭(pelvic width, PW), 좌골폭(hipbone width, HW), 흉위(chest girth, CG) 측정 자료이다.

부분육 형질은 안심(tender loin, TL), 등심(loin, LN), 채끝(strip loin, SL), 목심(neck, NK), 앞다리(blade, BE), 우둔(top round, TR), 설도(botton round, BR), 사태(shank, SK), 양지(brisket and flank, BF), 갈비(rib, RB)를 조사하였다. 부분육 측정부위는 식육의 부위별, 등급별 및 종류별 구분방법(농림부고시 제2011-50호, 2011.6.1.)에 의거하여 조사하였다. 부분육 수율은 도체중 대비 각 부분육 중량의 비율로 산출하였다.

3. 통계분석

부분육 중량 및 수율에 영향을 미치는 환경효과 분석을 위하여 일반화 선형모형을 이용하였으며 범주형 변량과 공변량을 각각 도축일, 도축일령으로 하였다. 도축일은 후대검정이 종료되는 시점에 도축한 날짜를 의미하며 이에 따른 환경효과와 변이를 보정하기 위해서 범주형 변량으로 모형에 포함시켰다. 도축일령은 각 개체의 도축일에서 생년월일을 뺀 일수이다. 따라서 개체의 생물학적 나이에 따른 도축성적의 차이를 알아보기 위하여 공변량으로 이용하였다. 다변량 분산분석은 SAS ver.9.2(SAS, 2010) GLM(generalized linear models) Procedure를 이용하였다.

$$Y_{ij} \text{ (24개월령 부분육 중량 또는 수율)} = \beta_0 + Sday_i + \beta_1 Sage_{ij} + e_{ij}$$

여기서,

Y_{ij} : i번째 도축일에 도축한 j번째 개체에 대한 부분육 형질의 측정치
(TL, LN, SL, NK, BE, TR, BR, SK, BF, RB)

β_0 : 전체평균

$Sday_i$: i번째 도축일의 범주형 변량

$\beta_1 Sage_{ij}$: 도축일령의 공변량

e_{ij} : 개체별 각 측정치의 임의오차

도체형질, 체척 및 부분육 간의 상관관계 추정은 SAS ver.9.2(SAS, 2010)의 CORR Procedure를 이용하여 변수들 간의 Pearson correlation coefficient를 통해서 형질들 간의 관측치 상관관계를 추정하였다.

부분육 생산량 예측모형 개발을 위해서 종속변량은 부분육 중량 또는 수율로 하였고 독립변량으로는 24개월 체척형질을 이용하였다. 환경효과 분석단계에서 모든 부분육 형질과 유의성을 나타낸 도축일의 효과에 대해 사전 보정하여 체척형질만을 독립변량으로 한 일반화다중회귀모형(generalized multiple linear regression models)을 이용하였다. 부분육 생산량 예측모형은 아래의 식과 같다.

$$Y_{ij} = b_0 + \sum b_i C_i + e_{ij}$$

여기서,

Y_{ij} : 도축일로 보정된 ij번째 개체의 부분육 중량 또는 수율

b_0 : 회귀식의 절편

b_i : i번째 체척형질의 회귀계수 값. 즉, 회귀식의 기울기 (i = 1, 2, 3...10)

C_i : i 번째 독립변량, 체척형질 값

(i = WH, HH, BL, CD, CW, RW, RL, PW, HW, CG)

e : 오차항

체척과 부분육 간의 최적의 회귀모형 탐색을 위하여 SAS ver.9.2(SAS, 2010)의 Glmslect Procedure 단계에서 Stepwise Option을 이용하여 전체모형의 유의성이 인정되는 범위 내에서 결정계수 및 수정결정계수 값이 가장 크고 Mallow's C_p , PRESS, AIC, AICC, BIC, SBC 그리고 ASE 등의 통계량 값이 가장 작게 나타나는 단계에서 설명변수를 선택하였다. 위의 통계량들은 어떤 변수 군들이 좋은지에 대한 지표만을 제공할 뿐 유의성은 검정되지 않는다. 따라서 t-검정을 통하여 유의하지 않은 설명변수를 탈락 시켰다. 이러한 단계를 거쳐 최종적으로 선택된 모형은 주어진 설명변수의 범위 내에서 모형의 적합도가 가장 높다는 것을 의미하며, 실제 결과 해석에서는 여러 통계량 값 중, 결정계수와 C_p 값을 모형의 적합성 판단기준으로 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 부분육 기초통계량 및 환경효과 분석

농협중앙회 한우개량사업소에서 후대 검정한 거세우를 24개월령에 도축하여 얻은 부분육 수율과 중량의 기초통계량은 Table 1에

Table 1. Means, standard deviations, coefficients of variation, minimums, maximums of Primal cuts (Weights and Percentages) of Hanwoo Steers tested

| Trait ¹⁾ | N | Mean \pm S.D | Min | Max | CV (%) |
|---------------------|-----|------------------|-------|-------|--------|
| MP (%) | 874 | 65.73 \pm 2.32 | 58.22 | 71.92 | 3.53 |
| TL (%) | 874 | 1.63 \pm 0.16 | 1.05 | 2.03 | 9.71 |
| LN (%) | 874 | 10.12 \pm 0.57 | 8.39 | 11.79 | 5.62 |
| SL (%) | 874 | 2.02 \pm 0.16 | 1.54 | 2.54 | 7.87 |
| NK (%) | 874 | 3.44 \pm 0.71 | 2.04 | 6.65 | 20.51 |
| BE (%) | 874 | 6.36 \pm 0.48 | 3.85 | 12.73 | 7.48 |
| TR (%) | 874 | 5.47 \pm 0.40 | 4.24 | 7.56 | 7.38 |
| BR (%) | 874 | 8.93 \pm 0.64 | 5.36 | 14.19 | 7.14 |
| SK (%) | 874 | 3.95 \pm 0.29 | 2.91 | 5.00 | 7.46 |
| BF (%) | 874 | 8.15 \pm 1.01 | 2.61 | 14.74 | 12.45 |
| RB (%) | 874 | 15.67 \pm 0.87 | 8.25 | 23.81 | 5.55 |
| Etal (%) | 874 | 13.60 \pm 1.58 | 9.39 | 18.34 | 11.61 |
| TL (kg) | 874 | 5.88 \pm 0.79 | 3.00 | 8.40 | 13.51 |
| LN (kg) | 874 | 36.55 \pm 4.16 | 20.80 | 54.80 | 11.39 |
| SL (kg) | 874 | 7.29 \pm 0.89 | 4.70 | 10.70 | 12.22 |
| NK (kg) | 874 | 12.43 \pm 2.89 | 6.90 | 30.70 | 23.26 |
| BE (kg) | 874 | 22.97 \pm 2.74 | 12.90 | 44.30 | 11.91 |
| TR (kg) | 874 | 19.71 \pm 2.16 | 12.90 | 27.60 | 10.94 |
| BR (kg) | 874 | 32.20 \pm 3.59 | 18.70 | 50.50 | 11.16 |
| SK (kg) | 874 | 14.22 \pm 1.49 | 9.80 | 19.50 | 10.51 |
| BF (kg) | 874 | 29.40 \pm 4.49 | 9.10 | 56.00 | 15.26 |
| RB (kg) | 874 | 56.67 \pm 7.11 | 29.60 | 89.30 | 12.55 |
| Etal (kg) | 874 | 48.99 \pm 6.63 | 30.80 | 71.50 | 13.54 |

¹⁾ MP: fresh meat percent, TL: tender loin, LN: loin, SL: strip loin, NK: neck, BE: blade, TR: top round, BR: bottom round, SK: shank, BF: brisket and flank, RB: rib, Etal: total bone and fat removed from deboning process.

표시하였다. 10개 부위의 부분육 수율은 안심 1.63%, 등심 10.12%, 채끝 2.02%, 목심 3.44%, 앞다리 6.36%, 우둔 5.47%, 설도 8.93%, 사태 3.59%, 양지 8.15%, 갈비 15.67%로 나타났다. 도체 분할과정에서 떨어져 나온 뼈와 지방의 비율은 13.60%였다. Yun 등 (1994)의 연구에서는 안심 2.1%, 목·등심 16.3%, 채끝 2.7%, 앞다리 7.7%, 우둔 6.8%, 설도 10.7%, 사태 5.5%, 양지 10.4%, 기타(뼈와 지방) 24.4%로 나타났다. 본 연구에서는 목심과 등심을 구분하여 나타내었다. 그러나 Yun 등 (1994)의 연구에서는 목심과 등심의 기준이 정확하지 않다고 보고 하였으며, 두 부위를 합쳐서 목·등심으로 하였다. 본 연구에서도 목심의 변동계수는 20.51%로 다른 부위보다 높게 나타났다. 부분육 형질을 한우의 개량에 포함하기 위해서는 데이터의 편차를 최소화하는 것이 중요하다. 따라서 부분육 분할업체마다 이 부위에 대한 정확한 가공법이 통일되어야 할 것으로 사료된다. 갈비의 중량은 56.67 kg으로 전체 부분육 중에서 가장 높게 나타났다. Lee 등 (1997)의 연구결과에서도 갈비는 39.44 kg으로 다른 부위에 비하여 중량이 높았다. 이는 갈비가 부분육으로 가공하였을 때 차지하는 면적이 넓고, 모든 부위 중 유일하게 뼈(늑골)를 포함하고 있는 부위이기 때문인 것으로 사료된다.

부분육 중량 및 수율에 영향을 미치는 환경효과 분석을 위해서 도축일, 도축일령을 각각 범주형 변량과 공변량으로 하여 분산분석을 실시하였다. 그 결과 부분육 중량 및 수율은 10가지의 모든 형질에서 도축일($p < 0.01$)의 영향을 받는 것으로 나타났다(Table 2). 실제 본 연구에 사용된 데이터의 형성과정을 알아보기 위하여 부분육 분할업체에서 반도체의 정형과정을 조사하였고, 도축일에 따라 숙성기간(도축 후 대분할육으로 발골까지 소요기간)의 차이가 존재함을 확인하였다. 따라서 가장 대표적인 효과로서 도축일을 범주형 변량으로 이용하였다. 도축일령의 경우 부분육 중량은 우둔($p < 0.05$)만이 유의한 결과를 나타냈고, 수율의 경우는 우둔($p < 0.01$)과 사태($p < 0.05$)가 도축일령의 영향을 받는 것으로 나타났다. Sung 등 (1996)의 연구에서도 출하일령에 따른 부분육 중량 및 수율의 차이가 있다고 보고된 바 도축시점에 따른 부위별 생산의 변화가 있을 것이라 사료된다. 그러나 본 연구에 이용된 자료는 동일한 후대검정체계 하에서 수집되었으므로 도축일령의 차이는 크지 않았으므로 우둔과 사태만이 도축일령에 따른 유의성을 나타낸 것으로 사료된다. 도축일의 효과는 부분육 중량 및 수율에 모두 영향하나 일반농가 자료에 적용할 수 없으므로 체척을 통한 부분육생산량 예측

Table 2. Analysis of variance results (mean squares) on primal cuts weight and primal cuts percentage²⁾

| Source ¹⁾ | d.f | Weight | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| | | TL | LN | BE | SL | NK | TR | BR | SK | BF | RB |
| S_day | 50 | 4.09** | 97.80** | 37.64** | 4.25** | 44.25** | 21.27** | 61.31** | 10.75** | 88.76** | 355.67** |
| S_age | 1 | 0.01 | 0.76 | 2.44 | 0.0002 | 0.01 | 16.32* | 0.99 | 4.20 | 7.61 | 38.66 |
| Error | 830 | 0.43 | 12.80 | 5.75 | 0.58 | 6.65 | 3.99 | 11.01 | 1.78 | 16.46 | 32.95 |

| Source ¹⁾ | d.f | Percentage | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | TL | LN | BE | SL | NK | TR | BR | SK | BF | RB |
| S_day | 50 | 0.09** | 0.95** | 0.63** | 0.07** | 2.72** | 0.50** | 1.38** | 0.31** | 4.58** | 1.46** |
| S_age | 1 | 0.01 | 0.03 | 0.51 | 0.01 | 0.04 | 1.71* | 0.30 | 0.42** | 0.74 | 1.14 |
| Error | 830 | 0.02 | 0.30 | 0.21 | 0.02 | 0.37 | 0.17 | 0.42 | 0.08 | 0.84 | 0.78 |

** : p<0.01, ¹⁾ S_day: date at slaughter, S_age: ages at slaughter, ²⁾ TL: tender loin, LN: loin, BE: blade, SL: strip loin, NK: neck, TR: top round, BR: botton round, SK: shank, BF: brisket and flank, RB: rib.

모형개발 단계에서 종속변수인 부분육형질 값을 사전에 도축일의 효과에 대해 보정을 실시하여 공분산 모형을 이용하지 않고, 체척형질만 독립변수로 한 회귀모형을 만들어 식을 간결화 하였다.

2. 도체형질, 체척 및 부분육간의 상관관계 분석

부분육 수율과 도체형질의 상관관계 결과에서 정육율은 앞다리, 우둔, 설도 및 사태와 각각 0.60, 0.73, 0.72 및 0.65로 높은 정의 상관을 나타냈다(Table 3). 정육율은 정육과정에서 떨어져 나가는 뼈나 근간지방 등을 제외한 생산량의 도체중 대비 비율을 의미한

다. 따라서 지방의 함량이 적은 우둔, 설도 및 사태와 정의 상관이나 나타나는 것으로 사료된다. 도체중과 등지방두께는 부분육 수율과의 상관관계에서 갈비를 제외한 나머지 부분육형질과 모두 부의 상관을 나타냈다. 등지방두께와 도체중은 정의 상관이며(Lee 등, 2011) 등지방두께는 체지방과 상관관계가 높다고 하였다(Brethour, 2004). 따라서 등지방두께가 두꺼워지면 도체에서 지방의 양이 늘어나므로 제거되는 부위가 증가되어 결과적으로 부분육 수율은 떨어지는 것으로 사료된다. Lee 등(2011)의 연구에서도 한우 거세우의 등지방두께는 생체중, 온도체중, 등심단면적, 성숙도, 근내지방도, 육량등급과는 정의 상관관계 있었으나 육량지수, 육색, 지방색,

Table 3. Pearson's correlation coefficients of observed scales between primal cut percentages, carcass traits and body size traits measured at 24 months of age

| Trait ¹⁾ | TL (%) | LN (%) | SL (%) | NK (%) | BE (%) | TR (%) | BR (%) | SK (%) | BF (%) | RB (%) | Etal (%) |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| WH | 0.07 | -0.02 | -0.04 | -0.07 | 0.09 | 0.02 | 0.13 | 0.06 | -0.05 | -0.07 | 0.12 |
| HH | 0.07 | -0.02 | -0.04 | -0.04 | 0.11 | 0.03 | 0.15 | 0.08 | -0.04 | -0.08 | 0.13 |
| BL | -0.03 | -0.02 | 0.01 | -0.15 | -0.08 | -0.12 | -0.07 | -0.12 | -0.07 | -0.06 | 0.16 |
| CD | -0.14 | -0.05 | -0.08 | -0.23 | -0.18 | -0.25 | -0.18 | -0.20 | -0.01 | 0.10 | -0.04 |
| CW | -0.22 | 0.03 | -0.07 | -0.28 | -0.17 | -0.24 | -0.21 | -0.24 | 0.00 | 0.10 | -0.33 |
| CG | -0.17 | -0.12 | -0.20 | -0.17 | -0.25 | -0.41 | -0.37 | -0.43 | -0.12 | 0.21 | -0.38 |
| RW | -0.17 | -0.02 | -0.12 | -0.21 | -0.14 | -0.18 | -0.15 | -0.17 | -0.01 | 0.03 | -0.12 |
| RL | -0.12 | 0.06 | 0.02 | -0.13 | -0.08 | -0.07 | 0.00 | -0.01 | 0.00 | -0.08 | 0.23 |
| PW | -0.15 | 0.04 | -0.03 | -0.22 | -0.11 | -0.10 | -0.05 | -0.11 | 0.06 | -0.01 | -0.18 |
| HW | -0.16 | -0.02 | -0.12 | -0.18 | -0.03 | -0.09 | -0.08 | -0.05 | -0.01 | 0.01 | -0.21 |
| MP | 0.44 | 0.46 | 0.44 | 0.34 | 0.60 | 0.73 | 0.72 | 0.65 | 0.51 | -0.09 | 0.22 |
| CWT | -0.11 | -0.12 | -0.16 | -0.05 | -0.18 | -0.32 | -0.28 | -0.38 | -0.14 | 0.13 | -0.27 |
| EMA | 0.11 | 0.23 | 0.28 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | -0.02 | -0.13 | 0.02 | -0.07 | -0.14 |
| BFT | -0.24 | -0.36 | -0.25 | -0.21 | -0.40 | -0.47 | -0.46 | -0.41 | -0.22 | 0.25 | -0.31 |
| MS | 0.07 | 0.20 | 0.12 | -0.04 | -0.25 | -0.27 | -0.21 | -0.25 | -0.21 | 0.26 | -0.16 |

¹⁾ WH: wither height, HH: hip height, BL: body length, CD: chest depth, CW: chest width, RL: rump length, RW: rump width, PW: pelvic width, HW: hipbone width, MP: fresh meat percent, CG: chest girth, TL: tender loin, LN: loin, SL: strip loin, NK: neck, BE: blade, TR: top round, BR: botton round, SK: shank, BF: brisket and flank, RB: rib, Etal: bone and fat remaining after slaughtering operations, MP: fresh meat percent, CWT: carcass weight, EMA: eye muscle areas, BFT: backfat thickness, MS: marbling score.

조직감 및 경락가격과는 부의 상관관계가 있다고 보고하였다.

체척과 부분육 수율의 상관분석 결과에서 안심수율은 체고와 체장을 제외한 나머지 체척형질과는 모두 부의 상관을 나타냈다 (Table 3). 등심수율은 흉위와 -0.12 의 부의 상관 이었고, 채끝수율은 흉위, 요각 및 좌골폭과 각각 -0.20 , -0.12 및 -0.12 의 상관 이었다. 우둔수율 역시 흉심, 흉폭, 흉위 및 요각과 -0.25 , -0.24 , -0.41 및 -0.18 의 부의 상관을 나타냈다. 부분육 수율과 체척은 대부분 부의 상관을 나타내거나 상관정도가 낮게 나타났다. Yun 등 (1994)의 연구에서도 등심단면적과 부분육 수율은 0.148 로서 낮은 상관을 보였다. 이는 부분육 수율이 측정치를 의미하는 것이 아니라 도체중 대비 각 부위별 생산비율을 나타내는 것이기 때문에 실제 체형과의 상관도가 낮게 측정되는 것이라 사료된다. 따라서 부분육의 중량과 체척의 상관정도를 파악하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

24개월령 체척형질과 부분육 중량의 상관관계에서 안심중량은 체고, 십자부고 및 흉위와 각각 0.45 , 0.46 및 0.54 의 상관관계를 나타냈다 (Table 4). Lee (2013)의 연구에서도 안심중량과 체고, 십자부고 및 흉위의 잔차상관이 0.32 , 0.33 및 0.35 로 정의 상관을 나타냈으므로 이러한 체척형질의 개량을 통해서 안심중량의 생산량을 늘릴 수 있을 것이라 생각된다. 등심중량의 경우 흉심, 흉위와 0.52 , 0.74 의 상관관계를 나타냈다. 채끝중량은 흉위와 0.62 의 정 의 상관 이었다. 우둔중량은 체고, 십자부고 및 흉위와 각각 0.51 , 0.53 및 0.56 의 상관 이었고, 갈비중량은 흉심, 흉폭 및 흉위와 각

각 0.53 , 0.49 및 0.80 의 상관을 나타냈다. 갈비중량과 흉위의 상관도는 모든 부분육과 체척의 상관 중 가장 높았다. 이는 소의 흉추골 아래의 갈비뼈는 소의 기본 골격의 기초를 형성하고 (Lee, 2013), 갈비의 경우 늑골을 포함하여 분할이 이루어지기 때문에 가슴의 둘레와 폭을 측정하는 체척형질과 상관도가 높은 것으로 사료된다. 대부분육 중 경제성이 가장 높은 형질은 등심, 안심 및 갈비 등의 구이용 부위이다 (Kim, 2011). 등심, 안심 및 갈비 중량은 체고 및 체장보다 흉위와의 상관이 높게 나타났다. 따라서 소비량이 높고 경제성이 좋은 형질을 개량하는데 있어서 10가지의 체척 중 흉위를 이용하는 것이 효과적인 것으로 사료된다.

부분육 중량과 도체형질의 상관관계에서 정육율은 갈비중량을 제외한 나머지 형질에서 정의 상관 (0.03 ~ 0.21)을 나타내었다 (Table 4). 등지방두께는 목심중량을 제외한 나머지 부분육중량 형질과 정 의 상관 (0.01 ~ 0.40)을 나타냈다. Lee 등 (2011)은 등지방두께가 증가하면 도체중은 직선적으로 증가된다고 보고하였고, 본 연구의 결과에서도 도체중과 부분육 중량은 높은 상관관계를 나타냈다. 이를 통해 등지방두께가 두꺼우면 부분육의 중량 역시 증가 될 것으로 예상되나 부분육 수율과는 부의 상관을 나타냈으므로 실제적으로 부위별로 생산되는 비율은 줄어들 것으로 사료된다. Lee 등 (2011)의 연구에서도 거세우의 등지방층이 증가되면 등심단면적은 유의적으로 증가되나 육량지수는 유의적으로 감소된다고 보고 하였다. 따라서 부분육의 중량 특히 등지방두께와 상관도가 높은 갈비의 생산량을 늘리기 위해서는 등지방두께가 얇은 방향으로 개량방

Table 4. Pearson's correlation coefficients of observed scales between primal cut weights, carcass traits and body size traits measured at 24 months of age

| Trait ¹⁾ | TL (kg) | LN (kg) | SL (kg) | NK (kg) | BE (kg) | TR (kg) | BR (kg) | SK (kg) | BF (kg) | RB (kg) | Etal (kg) |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| WH | 0.45 | 0.46 | 0.41 | 0.17 | 0.51 | 0.51 | 0.57 | 0.56 | 0.32 | 0.38 | 0.50 |
| HH | 0.46 | 0.47 | 0.42 | 0.20 | 0.53 | 0.53 | 0.60 | 0.59 | 0.33 | 0.39 | 0.53 |
| BL | 0.36 | 0.45 | 0.43 | 0.10 | 0.39 | 0.41 | 0.43 | 0.43 | 0.29 | 0.38 | 0.53 |
| CD | 0.36 | 0.52 | 0.46 | 0.07 | 0.41 | 0.41 | 0.46 | 0.46 | 0.40 | 0.53 | 0.44 |
| CW | 0.26 | 0.51 | 0.42 | 0.01 | 0.37 | 0.36 | 0.38 | 0.38 | 0.37 | 0.49 | 0.15 |
| CG | 0.54 | 0.74 | 0.62 | 0.25 | 0.60 | 0.56 | 0.59 | 0.57 | 0.50 | 0.80 | 0.36 |
| RW | 0.25 | 0.43 | 0.33 | 0.04 | 0.33 | 0.34 | 0.36 | 0.37 | 0.32 | 0.40 | 0.28 |
| RL | 0.14 | 0.30 | 0.27 | 0.02 | 0.21 | 0.24 | 0.28 | 0.29 | 0.20 | 0.20 | 0.43 |
| PW | 0.28 | 0.48 | 0.41 | 0.04 | 0.38 | 0.42 | 0.45 | 0.43 | 0.40 | 0.40 | 0.24 |
| HW | 0.13 | 0.28 | 0.19 | -0.02 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.28 | 0.21 | 0.26 | 0.07 |
| MP | 0.08 | -0.04 | 0.03 | 0.17 | 0.12 | 0.21 | 0.19 | 0.16 | 0.21 | -0.29 | -0.04 |
| CWT | 0.71 | 0.87 | 0.77 | 0.43 | 0.78 | 0.76 | 0.78 | 0.75 | 0.59 | 0.89 | 0.57 |
| EMA | 0.53 | 0.65 | 0.68 | 0.30 | 0.53 | 0.58 | 0.55 | 0.50 | 0.42 | 0.45 | 0.34 |
| BFT | 0.09 | 0.13 | 0.13 | -0.03 | 0.05 | 0.01 | 0.03 | 0.05 | 0.05 | 0.40 | 0.01 |
| MS | 0.15 | 0.21 | 0.18 | 0.02 | -0.05 | -0.07 | -0.02 | -0.05 | -0.09 | 0.23 | -0.03 |

¹⁾ WH: wither height, HH: hip height, BL: body length, CD: chest depth, CW: chest width, RL: rump length, RW: rump width, PW: pelvic width, HW: hipbone width, MP: fresh meat percent, CG: chest girth, TL: tender loin, LN: loin, SL: strip loin, NK: neck, BE: blade, TR: top round, BR: botton round, SK: shank, BF: brisket and flank, RB: rib, Etal: bone and fat remaining after slaughtering operations, MP: fresh meat percent, CWT: carcass weight, EMA: eye muscle areas, BFT: backfat thickness, MS: marbling score.

향을 설정해야 할 것으로 사료된다.

3. 체척형질을 통한 부분육의 중량 및 수율 예측

한우 거세우의 생체상태에서 부분육의 중량 및 수율을 체척을 통해 예측가능한 모형을 개발하기 위하여 다중회귀모형을 이용하였다. 종속변수인 부분육의 중량 및 수율은 환경효과분석 단계에서 모든 부분육 형질에 유의성을 나타낸 ($p < 0.01$) 도축일 효과에 대한 사전 보정한 값을 이용하였다. 변수선택방법은 단계별 회귀(Stepwise)를 이용하여 회귀식의 유의성이 인정되는 범위에서 결정계수의 값이 가장 높고 C_p 값이 가장 낮을 때 선택된 예측모형은 Table 5에 표시하였다.

안심의 중량을 종속변수로 했을 때 설명변수로서 체고, 체장, 고장, 좌골폭 및 흉위가 선택이 되었고, $R^2=0.30$, $C_p=12.43$ 로 나타났다. 안심의 수율의 경우는 체고, 요각, 좌골폭이 안심의 수율을 예측하는데 중요한 형질인 것으로 나타났다. 등심의 중량을 추정하는 모형에서는 $R^2=0.38$, $C_p=5.10$ 일 때 체고, 체장, 흉위가 선택이

되었다. 등심은 10가지의 대분할육 중 가장 단위가격이 높은 부위이다(Kim, 2011). 등심의 중량 예측모형에서 특히 흉위의 경우 회귀계수가 0.133으로 체고(0.071), 체장(0.057)에 비하여 높았다. 회귀모형에서 기울기(regression coefficient)가 의미하는 바는 한 독립변수가 종속변수를 예상하는데 상대적인 공헌도를 나타낸다(Lee, 2013). 따라서 회귀계수 값이 높게 나타난 흉위가 큰 개체는 등심량도 클 것으로 예측할 수 있을 것이라 판단된다. 우둔의 중량을 예측하는 회귀모형에서는 $R^2=0.32$, $C_p=5.25$ 일 때 십자부고, 체장, 흉심, 흉위가 설명변수로서 선택이 되었다. 우둔의 수율을 예측하는 모형에서는 흉위만이 선택되었다. 구이용이나 국거리용으로 다양한 형태로 판매가 이루어지는 갈비의 중량을 예측하는 모형에서 체고, 체장, 흉심, 고장 및 흉위가 중요한 형질인 것으로 나타났다. 갈비의 경우에도 흉위의 회귀계수가 0.326으로 다른 선택된 체척형질보다 갈비의 생산량 예측에 비중이 높은 것으로 나타났다.

한우 거세우의 유전적 개량에 있어서 부분육 형질을 포함시키고자 한다면 부분육의 중량과 수율 중 어느 부분에 관점을 두어야 할 것인가를 고려해야 할 것이다. 상관분석결과에서도 보았듯이 부분

Table 5. The linear regression equations for prediction of primal cut weights and percentages with body size traits measured at 24 months of age in Hanwoo steers

| Trait ¹⁾ | WH | HH | BL | CD | CW | RW | RL | PW | HW | CG | IT ²⁾ | R ² ³⁾ | C _p ⁴⁾ |
|---------------------|----|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|------------------|------------------------------|------------------------------|
| TL | kg | 0.017 | | 0.014 | | | -0.023 | | -0.044 | 0.026 | -1.92 | 0.30 | 12.43 |
| | % | 0.002 | | | | -0.004 | | | -0.009 | | 1.73 | 0.10 | 12.38 |
| LN | kg | 0.071 | | 0.057 | | | | | | 0.133 | -10.32 | 0.38 | 5.10 |
| | % | | | 0.015 | 0.015 | -0.014 | 0.010 | 0.017 | -0.015 | -0.014 | 10.96 | 0.21 | 5.43 |
| SL | kg | 0.012 | | 0.017 | | | | | -0.022 | 0.025 | -1.84 | 0.33 | 2.47 |
| | % | | | 0.005 | | -0.002 | 0.004 | 0.004 | -0.007 | -0.003 | 2.20 | 0.20 | 15.48 |
| NK | kg | | 0.053 | | -0.063 | -0.155 | | | -0.135 | 0.087 | 2.54 | 0.19 | 15.81 |
| | % | | 0.010 | -0.009 | | -0.035 | | | -0.033 | | 6.02 | 0.20 | 20.42 |
| BE | kg | | 0.073 | 0.029 | -0.098 | | -0.049 | | | 0.102 | -3.37 | 0.34 | 2.75 |
| | % | | 0.006 | -0.004 | -0.011 | | | | | -0.003 | 7.83 | 0.12 | 8.56 |
| TR | kg | | 0.056 | 0.019 | -0.062 | | | | | 0.070 | -1.27 | 0.32 | 5.25 |
| | % | | | | | | | | | -0.009 | 7.33 | 0.20 | 28.23 |
| BR | kg | | 0.086 | 0.028 | | | | | -0.098 | 0.098 | -2.37 | 0.31 | 8.08 |
| | % | | | | | | | | | -0.015 | 12.09 | 0.18 | 26.86 |
| SK | kg | | 0.042 | | | | | | | 0.040 | -0.12 | 0.30 | 3.71 |
| | % | | | -0.003 | 0.008 | | | 0.005 | | -0.009 | 5.55 | 0.24 | 14.05 |
| BF | kg | | 0.083 | | | | | 0.104 | | 0.066 | -1.18 | 0.19 | 15.16 |
| | % | | | | | 0.027 | -0.031 | 0.041 | | -0.023 | 11.16 | 0.12 | 8.63 |
| RB | kg | 0.143 | | 0.095 | -0.213 | | -0.146 | | | 0.326 | -23.29 | 0.37 | 4.98 |
| | % | | | | -0.013 | | -0.017 | | | 0.014 | 14.56 | 0.14 | 10.01 |

¹⁾ WH: wither height, HH: hip height, BL: body length, CD: chest depth, CW: chest width, RL: rump length, RW: rump width, PW: pelvic width, HW: hipbone width, CG: chest girth, TL: tender loin, LN: loin, SL: strip loin, NK: neck, BE: blade, TR: top round, BR: bottom round, SK: shank, BF: brisket and flank, RB: rib, Etal: bone and fat remaining after slaughtering operations, Total: the sum of primal cut except bone and fat.

²⁾ IT: regression equation of intercept, ³⁾ R²: R-square(coefficient of determination), ⁴⁾ C_p: Mallows's C_p.

육의 중량은 체척형질과 상관도가 높았다. 그러나 수율과의 상관은 부의 상관이거나 그 정도가 낮게 나타났고, 회귀분석의 결과에서도 수율의 경우 회귀모형의 적합도를 나타내는 결정계수(R^2)의 값이 중량을 추정할 모형에 비해 낮게 나타났다. 본 연구에서는 부분육 중량과 수율을 체척으로부터 예측하고자 하였으므로 부분육 형질의 유전적 개량을 위한 예측을 하고자 한다면 체척과 부분육 중량 및 수율의 유전상관에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다. 부분육의 자료가 축적이 되면 유전능력 추정을 통해 부분육 형질의 개량방향 설정이 가능해 질것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 한우의 생체상태에서 부분육 생산량 예측모형을 개발하고자 실시하였다. 농협중앙회 한우개량사업소에서 후대 검정한 한우 거세우 874두의 24개월령에 측정된 체척자료를 통하여 24개월령에 도축된 부분육 중량과 수율을 예측하는 모형을 발굴하였다. 부분육은 대분할 중량과 수율을 이용하였으며, 부분육 수율은 도체 중 대비 생산량으로 구하였다. 부분육 형질에 영향을 미치는 환경효과 분석을 위하여 범주형 변량과 공변량을 각각 도축일, 도축일령으로 하였다. 분산분석 결과 부분육 중량과 수율 모두 도축일 효과가 유의하였으며($P<0.01$), 도축일령 효과는 우둔중량만 유의성($P<0.05$)을 나타냈다. 상관분석 결과에서는 안심, 등심 및 갈비의 중량은 흉위가 각각 0.54, 0.74 및 0.80의 높은 상관관계를 나타냈으므로 흉위가 커지면 선호도가 높은 안심, 등심 및 갈비의 중량도 증가될 것으로 사료된다. 등지방두께는 갈비를 제외한 모든 부분육 수율과 부의 상관관계(-0.22~-0.44)를 나타냈다. 안심의 수율은 체고(0.07), 십자부고(0.07)를 제외한 나머지 체척형질들과 부의 상관관계를 나타냈으며, 등심의 수율은 흉폭(0.03), 고장(0.06), 곤폭(0.03)을 제외한 나머지 체척형질들과 부의 상관을 나타냈다. 갈비의 수율과 흉위는 0.21의 정도의 상관을 나타냈다. 부분육 생산량 예측을 위한 회귀모형에서 설명변량으로 10개의 체척 값을 이용하였다. 회귀분석은 회귀식의 유의성이 인정되는 범위에서 회귀모형의 적합도를 나타내는 결정계수의 값이 가장 높고 C_p 값이 가장 적은 시점에서 변수를 선택하였으며, 분석결과 10가지의 체척치 중 체고, 체장, 고장, 좌골폭 및 흉위가 안심과 등심의 생산량 예측에 중요한 형질인 것으로 나타났다. 특히 흉위는 모든 부분육 중량을 추정하는 회귀식에 설명변량으로 선택이 되었다.

(주제어: 부분육, 체척, 회귀모형, 한우거세우)

사 사

본 논문은 국립축산과학원 축산자원개발부 가축개량평가과 PJ008453022013 한우 유전능력평가 기법 및 환류체계 개발 연구과제 일환으로서 실시하였다. 본 연구의 자료를 제공해주신 농협중앙회 한우개량사업소와 한국중축개량협회에 감사드립니다.

인 용 문 헌

- Brethour, J. R. 2004. The relationship of average backfat thickness of feedlot steers to performance and relative efficiency of fat and protein retention. *J. Anim. Sci.* 82:3366-3372.
- Choi, T. J. 2006. A study on estimation of growth curve and correlation between body weight, measurements and carcass traits in Hanwoo. MS thesis. Chonbuk National University.
- Do, C. H. 2007. Estimation of carcass cut traits in live pig. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor)*. 49(2):203-212.
- Ha, D. W., Kim, H. C., Kim, B. W., Lee, M. Y., Lee, J. H., Shin, C. K., Do, C. H. and Lee, J. G. 2002. A study on the body type of Hanwoo Steer by using principal components analysis. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor)*. 44(6):643-652.
- Jo, Y. M. 2000. A study on estimation of growth curve parameters and their relationships with economic traits of Hanwoo. Ph. D. thesis. Seoul National University.
- Koo, Y. M., Kim, J. I., Song, C. E., Shin, J. Y., Lee, J. Y., Lee, J. H., Cho, B. D., Kim, B. W. and Lee, J. G. 2008. A study on genetic parameters of carcass weight and body type measurements in Hanwoo Steer. *J. Anim. Sci. & Technol.(kor)*. 50:157-166.
- Kim, S. D. 2011. A study on consumer preferences for Hanwoo meat. Ph. D. Thesis. Konkuk University.
- Lee, J. Y. 1996. Effects of castration on body type, meat quality and quantity of Hanwoo. Ph. D. thesis. Kangwon University.
- Lee, J. Y., Kim, J. B., Shin, J. S., Yang, B. K. and Hong, B. J. 1997. Effects of sex, carcass weight and carcass traits on retail cuts percentage of Hanwoo. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor)*. 39(2):155-163.
- Lee, J. M., Choe, J. H., Park, H. K., Kim, Y. H., Park, B. Y., Kim, K. T., Koh, K. C., Seo, S. C. and Hwang, K. S. 2011. Effect of backfat thickness on the carcass grade factors and carcass price in Hanwoo Cows and Steers. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 32(2):280-289.
- Lee, J. G., Choy, Y. H., Park, B. H., Choi, J. K., Na, J. S. and Choi, T. J. 2011. Analysis of environment effects on the growth and carcass trait in Hanwoo Steers. *J. Agric. Life Sci.* 45(6):109-114.
- Lee, J. G., Choy, Y. H., Park, B. H., Choi, J. K., Lee, S. S., Na, J. S., Roh, S. H. and Choi, T. J. 2012. Correlation analyses on growth trait, body size trait and carcass traits in Hanwoo Steers. *J. Agric. Life Sci.* 46(1):123-131.
- Lee, J. G. 2013. Correlation analyses and regression model estimation on body size traits, carcass traits and primal cuts in Hanwoo Steers. Master. Thesis. Chonbuk National University.

- Rhee, Y. J., Seok, H. K., Kim, S. J. and Song, Y. H. 2003. Early prediction of carcass yield grade by ultrasound in Hanwoo. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor)*. 45(2):327-334.
- Sung, S. K., Jung, K. K., Choi, D. G., Kim, S. G., Kim, D. Y. and Choi, B. J. 1996. Effects of castration and age on the carcass composition and retail yields of Hanwoo and Holstein. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor)*. 38(3):261-267.
- SAS. 2010. SAS/STAT Software. Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Yun, Y. T., Kim, D. G. and Sung, S. K. 1994. A proposal of the carcass grading criteria based on major carcass trait in the Hanwoo and Holstein. *J. Anim. Sci. & Technol.(Kor)*. 36(2): 184-191.
- MIFAFF. 1997. Cattle & swine of carcass yield and meat quality characteristics. Rural Development Administration, National Institute of Animal Science, Korea, pp. 25-39.
- MIFAFF. 2004. Carcass yield in cattle and swine. Rural Development Administration, National Institute of Animal Science, Korea, pp. 5-45.

(Received Jul. 9, 2013; Accepted Sep. 17, 2013)