

Research Article

A Study on the Estimation of Environmental Effects of Hanwoo Steers Carcass Traits

Ji-Hyun Son^{1†}, Ki-Hwan Lee^{1†}, Ji-Hong Lee^{2*}, Yang-Mo Koo^{1*}

¹Genetic & Breeding Department, Korea Animal Improvement Association, Seocho, 06668, Korea

²Department of Animal Science, Gyeongbuk Provincial College, Yecheon, 36930, Korea

*Corresponding author: greatman009@gmail.com, ghlee2002@korea.kr

†These authors contributed equally to this work.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effects of environmental factors on the carcass traits of Hanwoo cattle. We collected carcass data of 1,703,304 animals of castrated cattle, which were raised by Korean beef farmers nationwide from 2009 to 2019 and registered as pedigree with the Korea Animal Improvement Association and Korea Livestock products Quality Evaluation Institute. The final data used for the analysis after pre-removal of missing and outliers were the slaughter data of 970,567 animals slaughtered from farmhouse 4,040, and four traits were considered: Carcass Weight (CW), Eye Muscle Area (EMA), Backfat Thickness (BF), and Marbling Score (MS). In this study, in order to extract more than the appropriate number of samples from 970,141 animals slaughter data, 600 out of 4,040 farms were simply random sampled and all slaughter data of selected farms were extracted. In addition, to increase the accuracy of variance analysis, samples were extracted by repeating 10 times using the SURVEY SELECT procedure of the SAS statistical program (package ver 9.3) and used for analysis. In the general analysis, to determine the normality of the data by analyzing the generality of each breeding trait, the SAS UNIVARIATE procedure was used to test the Komogorov-Smirnov statistic (D) for each trait to determine whether it was close to the normal distribution. All carcass traits were confirmed to follow a normal distribution based on normality tests. Multivariate analysis of variance (MANOVA) was performed on factors such as slaughter age, production region, slaughter year, and slaughter season using the PROC GLM (Generalized Linear Model) in SAS Package Ver 9.1.3 Service Pack 4. The results of significance tests revealed that all factors, including farm, slaughter year, slaughter season, and slaughter age, had highly significant effects ($p < 0.01$) on all carcass traits. Additionally, carcass performance was influenced by the timing of slaughter, data size, and the level of fixed effects. The results of this study, based on national farm data, provide valuable estimates of environmental effects, serving as foundational data for genetic evaluation of cows in commercial farms. Thus, this information is expected to be directly applicable to improving cow breeding programs.

Keywords: Hanwoo, Environmental Effects, Carcass Traits

INTRODUCTION

우리나라에서는 육우로써의 가치평가는 육질이 우수하고 산육량이 증가하는데 그 목적성이 있으며 해당 목적달성을 위하여 유전적으로 우수한 자질을 갖춘 육종학적 개량의 필요성이 대두되었다. 이러한 목적으로 1980년대부터 정책적인 수단으로 한우개량을 도모하게 되었고 1982년부터 유전적으로 우수한 수소를 선발하여 이들의 자손을 생산하여 자손들의 능력을 향상하는 방법으로 개량을 시도하게 되었다. 반면에 유전학적 측면에서 살펴보면 자손의 능력은 아버지와 어미로부터 각각 절반의 유전물질을 전이 받아 능력을 발휘하게 된다. 따라서 최근 지역단위의 암소들에 대한 개량에 관심이 집중되었으며 이에 대한 방법론의 개발 및 자료 활용에 대한 관심

이 증가되었다. 지역단위 암소개량의 시초는 1979년 전국 시·군 기초단체의 한우 암소 사육농가를 대상으로 8지역을 특화하여 지원사업을 실시한 한우개량단지사업을 시초로 현재 한우암소검정사업, 지역단위 한우암소 개량지원사업으로까지 변화되어 왔다. 이에 따라 한우사육 농가, 지역축협 및 지방정부를 중심으로 한우 암소 개량을 위한 노력을 기울이고 있다 (최 등, 2016). 한우 암소를 개량하기 위해서는 우수한 암소를 선발하기 위한 기초자료로서 혈통기록, 개량형질들에 대한 능력조사, 자료의 수집 및 유전평가, 평가된 개체별 능력의 농가 정보전달체계, 선발 및 도태 기준, 선발축을 이용한 교배체계 등의 정보가 필요하다. 한우의 경우 한국종축개량협회에서 개체의 혈통기록, 선형심사기록, 후대도체성적, 개체유전능력 등을 제공하고 있어 많은 농가에서 개체 선발 및 도태 기준으로 활용하고 있다. 그러나 한국종축개량협회에서 제공 되는 암소의 유전능력은 씨수소의 육종가와 혈통정보를 기반으로 계산된 능력으로써 비교적 높은 정확도로 농가에서 활용 가능한 최선의 자료이지만 모계 혈통의 능력을 온전히 반영하지 못하고 있다. 그동안 한우 도체형질의 유전능력을 활용하기 위하여 유전능력평가에 대한 많은 연구 (윤 등, 2002; 노 등, 2004; 황 등, 2008; 구 등, 2011; 이 등, 2016)가 지속적으로 이루어져 왔으나, 분석된 자료가 매우 다양한 표본으로 이루어져 있으며 전체 도축자료 중 극히 일부 자료만을 활용하였기 때문에 한우 전체 집단을 대변한다고 보기 어렵다. 현재 이러한 연구결과는 씨수소 평가에만 한정적으로 활용되고 있으며 연구 결과를 한우암소 사육 농가에서 직접적으로 활용하지 못하고 있다. 따라서 한우사육농가에서 직접 사육되어 도축되어진 전체 한우 거세우의 도축성적 자료를 수집하여 한우 암소의 유전능력추정을 위한 기초자료로 제공하고자 본 연구를 실시하였다.

MATERIALS AND METHODS

(1) 공시 재료

본 연구를 위하여 전국의 한우농가에서 사육하여 2009년부터 2019년까지 축산물품질평가원에서 도축된 개체 중 한국종축개량협회에 혈통등록된 거세우 1,703,304두의 자료를 이용하였다. 분석에 이용된 자료는 결측치 및 이상치를 사전제거 한 후 분석대상 형질들에 대한 환경요인들에 효과분석의 정확성을 기하기 위하여 도축일령이 27에서 32개월령 이외의 기록 및 농가별 도축두수가 100두 이하인 농가의 도축기록은 분석에서 제외하였다. 분석에 이용된 최종자료는 농가 4,040호로부터 도축된 970,567두의 도축기록이 이용되었으며, 이용된 형질은 도체중 (Carcass Weight, CW), 등심단면적 (Eye Muscle Area, EMA), 등지방두께 (Backfat Thickness, BF) 및 근내지방도 (Marbling Score, MS)의 4개 형질을 고려하였다.

(2) 분석방법

1) 분석 표본의 추출

연구대상 집단의 크기가 매우 큰 경우, 분석에 많은 시간이 필요하거나 분석이 불가능한 상황이 발생하기도 한다. 이를 해결하기 위하여 전체 집단으로부터 분석에 적합한 표본을 추출하여 전체 집단에 대한 일반화된 추론결과를 도출하는 방법이 사용된다 (Kish, 1987; Kish, 1965; Cochran, 1977). 본 연구에서는 사전 정리된 970,141두의 도축기록으로부터 적정두수 이상의 표본을 추출하기 위하여 전체 4,040농가 중 600농가를 단순임의추출 (Simple Random Sampling) 하여 선정된 농가의 도축기록을 모두 추출하는 방식으로 표본을 생성하였다. 또한 분산분석의 정확성을 높이기 위하여 SAS 통계프로그램 (package ver 9.3)의 SURVEYSELECT Procedure를 이용하여 10회 반복하여 표본을 추출하여 각각 분석에 이용하였다 (Table 1).

Table 1. Number of NOS, NOP, NOH, NOHYS of carcass traits in Hanwoo steer.

Sample	NOS	NOP	NOH	NOHYS
Sample 1	87,582	275,802	539	3,441
Sample 2	76,604	243,664	533	3,830
Sample 3	67,070	218,668	502	3,607
Sample 4	79,473	250,594	520	3,136
Sample 5	81,455	258,562	538	3,525
Sample 6	77,984	250,612	534	3,552
Sample 7	76,424	245,069	528	3,517
Sample 8	62,713	206,171	512	3,280
Sample 9	71,815	230,691	531	3,340
Sample 10	81,020	259,510	525	3,598
Ave.	76,314	243,934	526	3,483

NOS : Number of records by slaughter animals, NOP : Number of traceable pedigree animals in NOS animals, NOH : Number of herd in NOS animals, NOHYS : Number of herd, year, season in NOS animals

2) 기초통계량 및 정규성 검정

일반분석에는 각 도체형질별 일반성적을 분석하여 자료가 가지는 정규성을 파악하기 위하여 각 형질별로 SAS UNIVARIATE Procedure를 이용하여 Kolmogorov-Smirnov 통계량으로 검정하여 정규분포에 근사하는지를 파악하였다.

3) 분산분석

분석자료 볼륨구성 및 이상치 제거 등 자료의 전처리를 실시한 후 한우 기초통계 분석자료를 통해 정규성 검정을 파악했으며 농가, 도축년도, 도축계절, 도축월령의 환경효과가 거세우의 도체형질에 미치는 영향을 알아보기 위해 거세우 도체형질에 대하여 다변량분산분석 (Multivariate Analysis of Variance)를 실시하였다. 최종적으로 모델식에 적용한 다변량분산분석은 SAS Package의 PROC GLM (Generalized Linear Model)을 이용하였으며 통계분석 모델식은 다음과 같다.

$$Y_{ijklm} = \mu + Herd_i + Year_j + Season_k + AS_l + e_{ijklm}$$

여기서,

- Y_{ijklm} : i번째 농가, j번째 도축년도, k번째 도축계절에 대한 l번째 도축월령의 도축 형질별 관측치(CW, EMA, BF, MS)
- μ : 집단의 평균
- $Herd_i$: 형질의 i번째 농가의 고정효과
- $Year_j$: 형질의 j번째 도축년도의 고정효과
- $Season_k$: 형질의 k번째 도축계절의 고정효과
- AS_l : l번째 도축월령의 고정효과 (l=27~32)
- e_{ijklm} : 형질에 대한 모형식의 각 요인들로 설명되지 않은 임의 오차효과

다변량의 분산분석을 하기 위하여 위와 같은 모델을 설정하여 GLM 분석결과 제공되는 4가지의 제공합중에서 불균형된 자료에 적합한 TYPEIII 제공합을 이용해 분산분석을 실시하였다. 다음과 같이 최소자승평균치 (Least square mean, LSM)간의 유의성을 검정을 위하여 귀무가설을 설정하였고 유의수준 5%로 각각 검정하였다.

$$H_0; LSM(i) = LSM(j)$$

여기서, $LSM(i(j))$: (i(j))번째 효과의 최소 제곱 평균치 (i≠j)

RESULTS AND DISCUSSION

(1) 형질별 기초통계량

본 연구에 이용된 전체자료에 대한 기초통계량 분석은 Table 2에 제시된 바와 같이 표현형 관측치에 있어서 도체중은 $438.56 \pm 47.78\text{kg}$, 등심단면적은 $92.54 \pm 11.08\text{cm}^2$, 등지방두께는 $13.66 \pm 5.11\text{mm}$, 근내지방도는 5.81 ± 1.85 점으로 분석되었으며 형질별 데이터의 분포도는 Figure 2와 같이 나타났다.

도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 기초통계량에 대하여 2010년 이후 보고된 자료를 살펴보면 Kim 등 (2010)은 한우 거세우 1,892두에 대해서 각각 $420.89 \pm 89\text{kg}$, $88.15 \pm 9.98\text{cm}^2$, $12.09 \pm 4.73\text{mm}$ 및 5.79 ± 1.87 점으로 보고하였다. 이 등 (2016)은 5,843두의 한우 거세우 성적을 각각 $423.37 \pm 45.72\text{kg}$, $90.39 \pm 9.45\text{cm}^2$, $12.36 \pm 4.79\text{mm}$ 및 5.34 ± 1.91 점으로 보고했으며, 이 등 (2019)은 100,743두의 거세우로부터 분석한 결과가 각각 $430.77 \pm 50.86\text{kg}$, $90.39 \pm 9.45\text{cm}^2$, $12.36 \pm 4.79\text{mm}$ 및 5.34 ± 1.91 점으로, 한 등 (2018)이 우량 압소로부터 태어난 거세우 53,992두로부터 각각 $437.71 \pm 52.52\text{kg}$, $94.34 \pm 13.85\text{cm}^2$, $13.50 \pm 5.27\text{mm}$ 및 5.94 ± 2.01 점으로 보고하였다. 한 등 (2018)이 분석한 결과를 제외하고 기존 연구 결과에 비해 본 연구에서 모든 형질에 대해 수치가 높게 분석되었다. 이는 Table 7에서 나타난 바와 같이 도축년도에 따라 도체중적이 향상되는 것에 영향을 주는 것으로 사료된다. 또한 기존 연구와 반복 추출한 표본을 통해서 분석 표본의 선택에 따라 데이터의 차이가 발생할 수 있으며, 따라서 분석의 정확도를 높이기 위하여 가장 우선해야 하는 것이 모집단을 대표할 수 있는 적합한 표본을 설계해야 함을 의미 할 수 있다. 전체 970,141두의 자료를 SAS 통계프로그램의 SURVEYSELECT Procedure를 이용하여 10번 반복하여 샘플링한 자료의 기초통계량을 각각 분석해 본 결과 각 샘플들은 평균 526농가로부터 보유하고 있는 거세우 도축성적을 추출하였다. 평균 관측치 수는 76,214두 었으며 가장 적게 추출된 표본은 62,713두 가장 많이 추출된 표본은 87,582두의 표본이 추출되었다. 도체중은 평균 441.0kg ($439.63 \sim 442.27$)로 나타났으며 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도는 각각 92.8cm^2 ($92.59 \sim 93.02$), 13.9mm ($13.78 \sim 13.97$) 및 5.9 점($5.82 \sim 5.93$)이었다 (Table 3). 이를 표현형 관측치에 있어서 전체자료로부터 분석된 평균값 (Table 2)과 Table 3을 비교해 봤을 때 도체중에서 2.7kg 높게 추정되었으며 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도에서는 큰 차이가 없었다.

Table 2. General Statistics of data taken 10 times of random sampling

Traits	Mean	STD	CV	Min	Max
(N=970,567)					
AS(Days)	29.78	1.46	4.89	27	32
CW(kg)	438.56	47.78	10.89	250	650
EMA(cm ²)	92.54	11.08	11.98	40	140
BF(mm)	13.66	5.11	37.42	1	40
MS(score)	5.81	1.85	31.89	1	9

STD : Standard deviation, CV : Coefficient of variation, AS: Age at slaughter, CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

Table 3. Statistics of overall data of carcass traits in Hanwoo

Traits	Mean	STD	Min	Max
Number of herd	526.2	11.85	502	539
Number of animal	76,214.0	7,295.27	62,713	87,582
AS(Days)	29.8	0.03	29.80	29.90
CW(kg)	441.0	0.80	439.63	442.27
EMA(cm ²)	92.8	0.16	92.59	93.02
BF(mm)	13.9	0.07	13.78	13.97
MS(score)	5.9	0.04	5.82	5.93

AS: Age at slaughter, CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

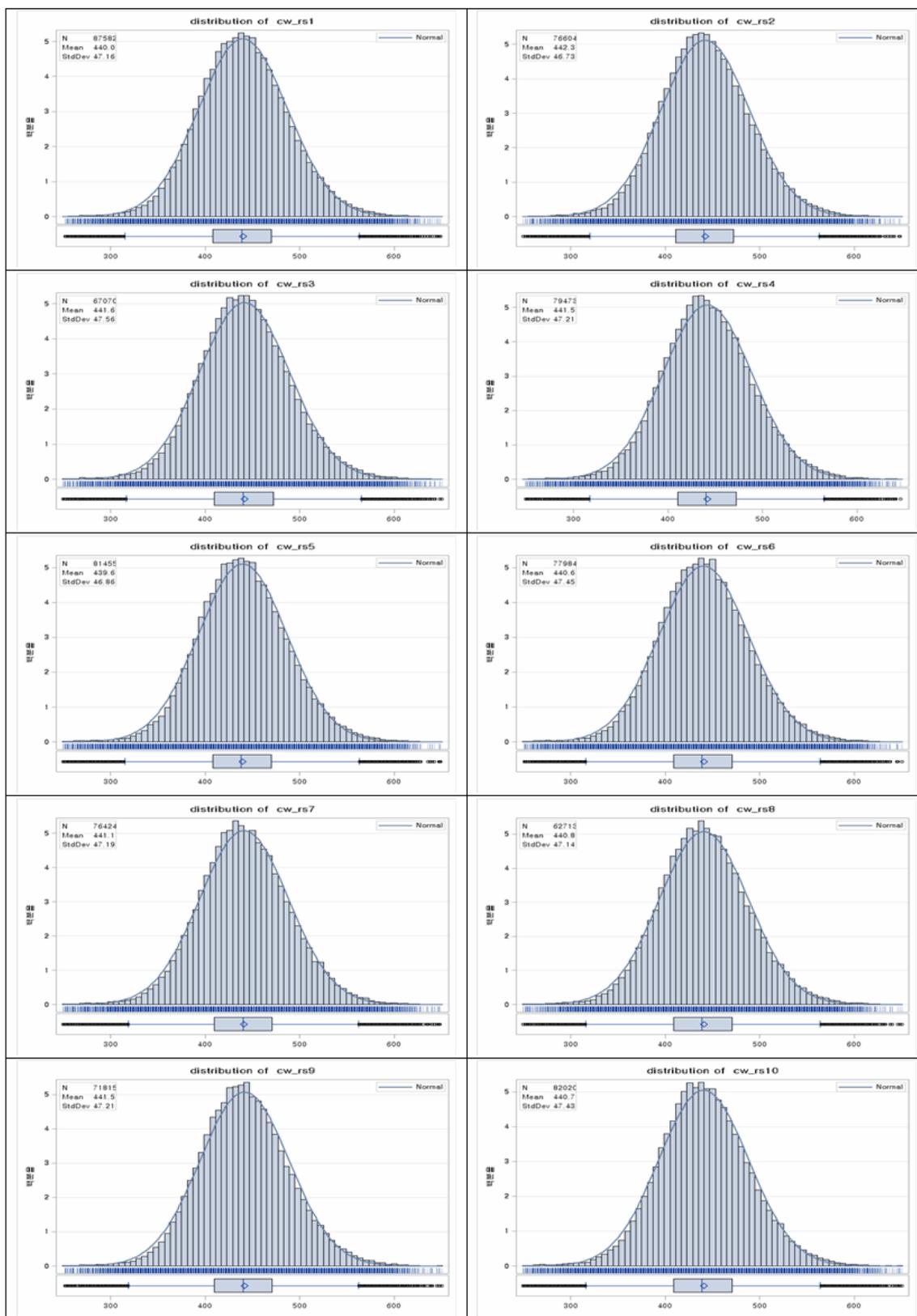


Figure 2. Distribution each sample of carcass weight

(2) 자료 구조분석

유전능력평가를 위해 BLUP 방법을 이용할 시 양적형질 자료에 대해 정규분포를 따른다고 가정을 한다. 본 연구에서는 분석된 각 표본의 도체형질별 정규분포를 살펴보고, 정확한 추정치를 얻을 수 있는지에 대한 데이터 구조를 분석하였다. Table 5는 한우 도체형질에 대한 정규성 검정 결과를 나타낸 것으로, 통계량이 0.05 보다 큰 경우는 정규분포를 하고, 0.05 보다 작은 경우에는 정규분포를 하지 않는 것으로 나타난다. sample 1의 경우 도체중을 제외한 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도 형질에 대하여 0.053, 0.104 및 0.144 으로 정규분포를 하는 것으로 나타났으며, sample 2의 모든 표본에 대하여도 Sample 1과 유사한 수치를 보이며 정규분포를 하는 것으로 나타났다. 전체 자료에 대한 정규성 검정 결과 역시 등심단면적, 등지방두께, 근내지방도 형질에 대하여 0.051, 0.103 및 0.141 로 각 샘플별 결과와 유사한 수치로 정규성을 나타냈다. 반면 도체중의 경우 0.05 이내의 값으로 분석되어 정규성이 인정되지 않았는데 각 샘플의 K-S D 값을 살펴보면 0.02 내외의 값을 나타내고 Figure 2에서 나타낸 바와 같이 정규분포에 근접한 분포를 나타내고 있음을 확인 할 수 있었다. 이에 대한 선행연구의 결과를 보면 구 등 (2011)은 231,382두의 자료를 이용한 분석에서 등지방두께 및 근내지방도에서 정규성이 나타났고, 도체중 및 등심단면적 정규성에 근접하였다고 보고하였다.

Table 5. Kolmogorov-smirnov test of slaughter traits

Sample	Obs.	K-S D ¹⁾ (Pr>D)			
		CW(kg)	EMA(cm ²)	BF(mm)	MS(score)
S1	87,582	0.017(<0.01)	0.053(<0.01)	0.104(<0.01)	0.144(<0.01)
S2	76,604	0.021(<0.01)	0.053(<0.01)	0.104(<0.01)	0.147(<0.01)
S3	67,070	0.019(<0.01)	0.052(<0.01)	0.105(<0.01)	0.144(<0.01)
S4	79,473	0.020(<0.01)	0.055(<0.01)	0.104(<0.01)	0.142(<0.01)
S5	81,455	0.019(<0.01)	0.051(<0.01)	0.102(<0.01)	0.142(<0.01)
S6	77,984	0.020(<0.01)	0.052(<0.01)	0.104(<0.01)	0.145(<0.01)
S7	76,424	0.017(<0.01)	0.054(<0.01)	0.105(<0.01)	0.148(<0.01)
S8	62,713	0.019(<0.01)	0.052(<0.01)	0.104(<0.01)	0.148(<0.01)
S9	71,815	0.021(<0.01)	0.052(<0.01)	0.104(<0.01)	0.146(<0.01)
S10	82,020	0.018(<0.01)	0.052(<0.01)	0.105(<0.01)	0.141(<0.01)
Total	970,567	0.019(<0.01)	0.051(<0.01)	0.103(<0.01)	0.141(<0.01)

¹⁾K-S D : Kolmogorov-Smirnov statistic, No. Number of observation, P > 0.05 : Normal distribution, P < 0.05 : Not normal distribution, CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

(3) 환경효과 추정

본 연구에서 분산분석과 유의성 검정을 분석한 도체형질인 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 4개 분석형질에 대한 분산분석표는 Table 6에 표시되어 있다. Table 7~10에 표시된 각 요인에 대한 유의성 검정 결과를 살펴보면 사육농가, 도축년도, 도축계절 및 도축월령에 대한 모든 효과는 조사된 모든 형질에서 고도의 유의성 (p<0.01)이 인정되었다.

Table 6. Source of the variation, degree of freedom, mean square and test of significance for each traits

Source	D.F	CW(kg)	EMA(cm ²)	BF(mm)	M S(score)
Herd	4039	43536.5**	1853.6**	285.4**	46.3**
Year	11	8346290.1**	228337.3**	9256.9**	2818.1**
season	3	3015055.4**	27632.9**	16705.9**	1917.5**
AS	5	5148706.5**	65364.4**	14332.1**	1485.0**
Error	966,508	1962.0	2564.8	24.8	3.2

D.F : Degree of freedom, ** : P < 0.01, NS : Non Significant, AS: Age at Slaughter(Days), CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness MS: Marbling score.

① 도축년도의 효과

한우 도체형질에 대한 도축년도별 효과에 대한 평균 및 표준편차를 표시한 결과는 Table 7에 나타내었다. 조사된 자료는 2009년부터 2019년도까지 수집되었으며, 단순 평균값만 비교해 봐도 모든 형질에 대해서 매년 수치가 증가하고 있는 것으로 나타났다. 이는 우리나라 한우의 도체형질에 대한 개량추세를 확인할 수 있는 지표로서 농림축산식품부에서 고시한 한우개량목표 이상으로 매년 꾸준히 개량 되고 있음을 확인 할 수 있었다. 도체중의 유의성 분석은 2019년 도축된 개체들이 454.42kg으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며 2018년 451.5kg, 2017년 446.0kg, 2016년 444.8kg, 2015년 436.7kg, 2014년 432.8kg, 2013년 427.5kg, 2012년 426.5kg 순으로 유의적인 차이가 있었다. 등심단면적의 유의성 분석은 도체중과 마찬가지로 2019년 도축된 개체들이 96.0cm²으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 2017년 및 2016년에 93.2cm²으로, 2010년 및 2009년에 90.0cm²로 유의적인 차이가 없었던 것을 제외하곤 매년 유의적인 차이가 있었다. 등지방두께의 경우 2018년도에 14.2mm으로 유의적으로 가장 두껍게 나타났으며, 2019년 14.1mm, 2017년 및 2016년에 14.0mm, 2015년 13.7mm, 2012년 13.6mm, 2011년 13.3mm, 2014년 13.2mm, 2013년 13.1mm, 2010년 및 2009년 13.0mm 순으로 나타났다. 근내지방도의 경우 2019년도와 2018년도에 도축된 개체들이 각각 6.04점 및 6.03점으로 가장 높게 나타났으며 2011년도에 5.38점으로 유의적으로 가장 낮게 나타났다.

Table 7. Number of records (Obs.), means and standard deviations in carcass traits by year of slaughter (YOS)

YOS	Obs.	CW(kg)	EMA(cm ²)	BF(mm)	MS(score)
2009	23,455	424.6 ⁱ ± 45.24	90.0 ^h ± 9.95	13.0 ⁱ ± 5.27	5.76 ^{de} ± 1.96
2010	30,924	424.3 ^j ± 44.80	90.0 ^h ± 10.03	13.0 ⁱ ± 5.25	5.51 ^g ± 2.00
2011	61,071	425.6 ⁱ ± 44.37	90.6 ^g ± 10.32	13.3 ^f ± 5.29	5.38 ^h ± 1.96
2012	83,856	426.5 ^h ± 45.29	91.2 ^e ± 10.85	13.6 ^e ± 5.41	5.77 ^d ± 1.97
2013	96,784	427.5 ^g ± 44.75	90.8 ^f ± 10.66	13.1 ^h ± 5.13	5.74 ^e ± 1.89
2014	106,092	432.8 ^f ± 46.11	91.3 ^e ± 10.82	13.2 ^g ± 4.99	5.72 ^f ± 1.87
2015	118,101	436.7 ^e ± 46.18	92.4 ^d ± 10.93	13.7 ^d ± 5.00	5.75 ^e ± 1.86
2016	117,940	444.8 ^d ± 47.47	93.2 ^c ± 11.10	14.0 ^c ± 4.94	5.85 ^c ± 1.79
2017	130,235	446.0 ^c ± 47.53	93.2 ^c ± 11.02	14.0 ^c ± 5.15	5.93 ^b ± 1.71
2018	144,807	451.5 ^b ± 48.72	94.8 ^b ± 11.42	14.2 ^a ± 5.03	6.03 ^a ± 1.77
2019	57,302	454.4 ^a ± 49.22	96.0 ^a ± 11.71	14.1 ^b ± 4.96	6.04 ^a ± 1.84

CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

② 도축계절의 효과

Table 8은 조사된 각 형질의 출생계절의 효과에 대한 평균치와 표준편차를 표시하였으며, 모든 형질에서 출생계절에 따라 통계적으로 고도의 유의한 차이를 나타내었다. 도체중은 겨울에 442.5kg로 유의적으로 높게 나타났으며, 여름에 434.8kg으로 가장 낮게 나타났다. 등심단면적은 겨울에 92.7cm²로 유의적으로 가장 높게 나타났으며 여름에 92.3cm²로 가장 낮은 유의적인 차이를 나타내었다. 등지방두께는 여름에 13.4mm로 가장 얇게 나타났으며, 겨울에 13.9mm로 가장 두껍게 나타났다. 근내지방도는 가을에 5.9점으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 여름과 겨울에는 5.8점으로 유의적 차이가 없었다. 봄에는 5.7점으로 가장 낮게 나타났다.

Table 8. Number of records (Obs.), means and standard deviations in carcass traits by season of slaughter (SOS)

SOS	Obs.	CW(kg)	EMA(cm ²)	BF(mm)	MS(score)
Spring	199,354	438.1 ^b ± 47.80	92.6 ^b ± 11.17	13.5 ^c ± 4.99	5.7 ^c ± 1.85
Summer	224,670	434.8 ^c ± 46.66	92.3 ^d ± 11.01	13.4 ^d ± 4.96	5.8 ^b ± 1.85
Fall	275,474	438.0 ^b ± 47.55	92.5 ^c ± 11.10	13.8 ^b ± 5.17	5.9 ^a ± 1.85
Winter	271,069	442.5 ^a ± 48.62	92.7 ^a ± 11.07	13.9 ^a ± 5.26	5.8 ^b ± 1.86

Spring : March~May, Summer : June~August, Fall : September~November, Winter : December~February, CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

③ 농가의 효과

농가의 효과는 수준의 자유도가 너무 커서 표로 제시하기 어려워 농가별 도축빈도에 따른 효과를 Table 9에 나타내었다. 분석에 사용된 자료는 총 4,040농가로부터 수집되었으며 범위는 100~200두, 201~300두, 301~400두, 401~500두, 500두 이상의 5개의 수준으로 분류하였다. 100~200두의 기록을 가진 농가의 수는 2,562농가였으며, 201~300두의 기록을 가진 농가의 수는 762농가, 301~400두, 401~500두 및 500두 이상의 기록을 가진 농가의 수는 각각 302농가, 161농가 및 253농가였다. 농가별 도축빈도에 따른 효과는 모든 형질에 대하여 유의적인 차이가 나타났다. 도체중의 경우 301~400두 기록을 가진 농가에서 440.7kg으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 100~200두 기록을 가진 농가에서 436.5kg으로 가장 낮게 나타났다. 등심단면적 및 등지방두께는 500두 이상의 기록을 가진 농가에서 각각 92.9cm² 및 14.0mm로 가장 높게 나타났으며, 100~200두 기록을 가진 농가에서 92.2cm² 및 13.4mm 으로 유의적으로 가장 낮게 나타났다. 근내지방도는 500두 이상의 기록을 가진 농가에서 5.9점으로 가장 높게 나타났으나 301~400두 기록을 가진 농가와 유의적인 차이가 없었다. 반면 100~200두의 기록을 가진 농가에서 5.7점으로 가장 낮게 나타났다.

Table 9. Number of records (Obs.), means and standard deviations in carcass traits by range of herd frequency

Range	No. of herd	Obs.	CW(kg)	EMA(cm ²)	BF(mm)	MS(score)
100 to 200	2,562	356,702	436.5 ^e ± 48.10	92.2 ^d ± 11.00	13.4 ^d ± 5.04	5.7 ^c ± 1.86
201 to 300	762	184,666	438.5 ^d ± 47.73	92.5 ^c ± 11.09	13.5 ^c ± 5.04	5.8 ^b ± 1.85
301 to 400	302	103,750	440.7 ^a ± 47.77	92.8 ^b ± 11.19	13.8 ^b ± 5.07	5.9 ^a ± 1.85
401 to 500	161	71,100	439.8 ^c ± 47.52	92.5 ^c ± 11.06	13.8 ^b ± 5.13	5.8 ^b ± 1.86
<500	253	254,349	440.3 ^b ± 47.32	92.9 ^a ± 11.14	14.0 ^a ± 5.26	5.9 ^a ± 1.85
Total	4,040	970,567	438.6 ± 47.78	92.5 ± 11.08	13.7 ± 5.11	5.8 ± 1.85

CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

④ 도축월령의 효과

Table 10는 도축월령에 대한 차이를 나타낸 것이다. 도체중 및 등지방두께는 32개월령에서 도축한 개체들이 445.6kg 및 14.0mm로 유의적으로 가장 높게 나타났다. 반면 등심단면적과 근내지방도는 32개월령에서 93.1mm² 및 5.9점으로 가장 높게 나타났으나 31개월령에서의 평균성과 유의적 차이가 없었다. 이를 제외한 모든 월령에 대해서 형질별로 유의적 차이가 있었으며 32개월령까지 도축시기가 늦어질수록 형질별 성적이 유의적으로 높아졌다.

Table 10. Number of records (Obs.), means and standard deviations in carcass traits by age at slaughter (AS)

AS	Obs.	CW(kg)	EMA(cm ²)	BF(mm)	MS(score)
27	69,282	424.6 ^f ± 46.81	91.1 ^e ± 10.94	12.9 ^f ± 4.78	5.6 ^e ± 1.88
28	136,654	431.3 ^e ± 46.38	91.9 ^d ± 10.93	13.3 ^e ± 4.88	5.7 ^d ± 1.86
29	200,322	436.4 ^d ± 46.62	92.4 ^c ± 10.97	13.5 ^d ± 4.99	5.8 ^c ± 1.85
30	235,574	440.5 ^c ± 47.37	92.8 ^b ± 11.09	13.8 ^c ± 5.14	5.8 ^b ± 1.85
31	193,137	443.7 ^b ± 47.98	93.0 ^a ± 11.14	14.0 ^b ± 5.26	5.9 ^a ± 1.85
32	135,598	445.6 ^a ± 49.12	93.1 ^a ± 11.28	14.0 ^a ± 5.34	5.9 ^a ± 1.85

CW: Carcass weight, EMA: Eye muscle area, BF: Backfat thickness, MS: Marbling score.

CONCLUSION

암소개량의 경우 암소검정사업을 통해 지역단위 유전능력평가를 실시하고 있지만 유전분산값 등 유전능력평가를 실시하기 위한 기초자료가 부족한 실정이고, 암소의 유전능력 또한 씨수소의 육종가 추정치를 Pedigree Index(PI)로 계산하여 사용하고 있는 현실이다. 따라서 한우사육농가에서 직접 사육되어 도축되어진 전체 한우 거세우의 도축성적자료를 수집하여 한우 암소의 유전능력평가를 위한 도체형질에 대한 환경효과를 추정하여 차후 암소 유전능력추정을 위한 기초자료로 제공하고자 하였다. 본 연구를 위해 사전 정리된 970,141두의 도축기록으로부터 60,000두 이상의 표현형 표본을 추출하기 위하여 전체 4,040농가 중 600농가를 단순임의추출(Simple Random Sampling) 하여 선정된 농가의 도축기록을 모두 추출하는 방식으로 10번 반복하여 표본을 생성하였다. 표본설계를 통한 분석에서 분석의 정확도를 높이고 실험설계의 오류를 줄이기 위해선 표본집단이 모집단을 설명할 수 있어야 한다. 따라서 각 표본과 전체자료와의 기초통계 및 분포를 일반통계량, 정규성 검정 및 빈도그래프를 통해 확인하였다. 분석결과 추출한 각 표본자료들의 각 형질별 기초통계량의 평균값이 도축월령, 도체중, 등심단면적, 등지방두께 및 근내지방도에서 29.84개월령, 440.96kg, 92.81cm², 13.87mm 및 5.87점으로 분석되어 전체자료로부터 분석된 29.78개월령, 438.56kg, 92.54cm², 13.66mm 및 5.81점과 미세한 차이를 나타냈다. 반면 각 자료의 분포를 확인한 결과 모든 표본에서 비슷한 분포를 보임을 확인할 수 있었다. 분산분석결과 사육농가, 도축년도, 도축계절 및 도축월령에 대한 모든 효과는 조사된 모든 도체형질에서 고도의 유의성 ($p < 0.01$)이 인정되었다. 또한 도체성적은 도축시기, 자료의 크기 및 고정효과의 수준에도 영향하였을 것으로 사료되며, 본 연구 결과는 실제 일반농장의 암소의 유전능력평가를 위한 기초자료로서 환경효과의 추정에 목적이 있기 때문에 전국단위 농장의 도축 데이터를 이용한 추정 결과로서 암소 유전능력평가를 위한 모형식 설정에 직접적으로 활용 가능한 자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- Choi TJ, Choi YH, Cho KH, Choi JG, Lee SS, Park MN, Kim SD, Cho YM, Koo YM, Park BH. 2016. Study on Ultrasonic Measured Traits of Hanwoo Cows around 1st Calving. *Journal of the Korean Society of International Agriculture*. 28(1)108-112.
- Cochran, WG. 1977. *Sampling Techniques*, Third Edition, NewYork : JohnWiley & Sons, Inc.
- Han JM, Lee YS, Kong HS. 2018. The effect of the evaluation factor for genetic improvement associated with economic traits of Hanwoo. *Journal of the Korean Data And Information Science Society*. 29(5)1279-1286.
- Hwang JM, Kim SD, Choi YH, Yoon HB, Park CJ. 2009. Genetic Parameter Estimation of Carcass Traits of Hanwoo Steers. *Journal of Animal Science and Technology*. 50(5)613-620.
- Kim JB, Kim DJ, Lee JK, Lee CY. 2010. Genetic Relationship between carcass traits and carcass price of Korean cattle. *Asian-Aust. Journal of Animal Science*. Vol.23. No.7:848-854.
- Kish L. 1965. *Survey Sampling*, NewYork : John Wiley & Sons, Inc.
- Kish L. 1987. *Statistical Design for Research*, NewYork : John Wiley & Sons, Inc.
- Koo YM, Kim SD, Kim JI, Song CE, Lee KH, Jeong YH, Lee JY, Jang HG, Park BH, Choi TJ, Cho KH, Lee SS, Kim HS, Lee JG. 2011. Research of Statistical Model for Genetic Evaluation of Hanwoo Carcass Traits. *Journal of Animal Science and Technology*. 53(4)283-288.
- Lee CW, Song JS, Choi JW, Kim JB. 2019. Gender Effect on the Genetic Evaluation of Hanwoo Carcass Traits. *Journal of Agriculture & Life Science*. 53(3)85-98.
- Lee JG, Choi TJ, Choi YH, Kim SD, Choo HJ, Cho CI, Roh SH, Park B.H. 2016. A Study on Genetic Parameters of Primal cuts and Carcass Traits in Hanwoo. *Journal of Agriculture & Life Science*. 50(1)179-192.
- Lee YS, Lee JY. 2016. Estimation of genetic parameter for carcass traits in commercial Hanwoo steer. *Journal of the Korean Data And Information Science Society*. 27(3)741-747.
- Roh SH, Kim BW, Kim HS, Min HS, Yoon HB, Lee DH, Jeon JT, Lee JG. 2004. Comparison between REML and Bayesian via Gibbs Sampling Algorithm with a Mixed Animal Model to Estimate Genetic Parameters for Carcass Traits in Hanwoo(Korean Native Cattle). *Journal of Animal Science and Technology*. 46(5)719-728.
- Yoon HB, Kim SD, NA SH, Jang EM, Lee HG, Jeon GJ, Lee DH. 2002. Estimation of Genetic Parameters for Carcass Traits in Hanwoo Steer. *Journal of animal science and technology*. 44(4)383-390.