



# 경남한우 도체형질의 유전모수 추정에 관한 연구

선두원<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>경상국립대학교 경남동물과학기술(GAST), <sup>2</sup>경상국립대학교 축산학과

## A Study on the Estimation of Genetic Parameters on Carcass Traits in Gyeongnam Hanwoo

Du-Won Sun<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Gyeongnam Animal Science & Technology, GyeongSang National Univ., JinJu, 52828, Korea

<sup>2</sup>Department of animal Science, GyeongSang National Univ., JinJu, 52828, Korea

### ABSTRACT

This study was performed to determine the impact of genetic factors on improving Korean cattle(Hanwoo). The data of 65,299 steers, slaughtered in Gyeongsangnam-do from 2009 to 2020, were used in the analysis. The genetic parameter was estimated with 120,066 subjects including the ones with pedigree using REMLF90. As a result, the heritability of each trait was manifested as follows; carcass weight, eye muscle area, back fat thickness and marbling score as 0.34, 0.26, 0.32, and 0.57, respectively. The genetic correlation of carcass weight and eye muscle area was 0.634, showing a high degree of positive correlation. Eye muscle area and back fat thickness manifested a low degree of negative correlation at -0.028. Eye muscle area and marbling score showed positive correlation at 0.503. Marbling score showed a high heritability at 0.57, which indicated that current direction of improvement focuses on improving the meat quality, in so much that it would be possible to improve the meat quality efficiently. The improvement of Hanwoo must continue in this era of liberalization. The quality improvement among all efforts is deemed important. The studies for improvement must be conducted persistently.

**Key words:** Carcass trait, Genetic parameter, Hanwoo

### 서론

2021년 현재 한우 사육마릿수는 약 335만두이며 연간 도축 마릿수는 사육마릿수 증가로 인하여 전년도 약 76만두에서 올해는 83만두 정도로 추정되며 지속적으로 늘어나고 있는 추세이다. 이러한 현상은 최근에 한우가격이 크게 상승하여 번식의 수요가 증가하였고 그로 인하여 송아지 생산 및 출생신고 두수가 연간 100만두를 넘어서고 있는 상황으로 판단되며 추후 도축 및 출하량이 늘어나면 가격의 하락요인으로 작용할 수 있을 것으로 예상되지만 최근 수요증가로 인하여 일정한 수준에서 유지될 수 있을 것으로 예상된다(농촌경제연구원 2021). 한우가격의 상승은 전반적으로 한우농가의 수익성 증대에 긍정적인 영향을 미친다.

\*Corresponding author: Du-Won Sun

Gyeongnam Animal Science & Technology, GyeongSang National Univ., JinJu, 52828, Korea, Department of animal Science, GyeongSang National Univ., JinJu, 52828, Korea

E-mail: sundw3412@naver.com

Received: 01 September, 2021, Revised: 22 September, 2021, Accepted: 23 September, 2021



© Journal of Animal Breeding and Genomics 2021. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

그리고 개량된 한우집단을 가진 농가에는 더 큰 수익을 안겨주고 있는 것으로 사료된다. Kim et al (2017).은 한우 도체형질의 개량은 높은 개량의 효과를 보이고 있으며 높은 육질등급일수록 식감과 맛이 좋으며 가격을 결정하는데 중요한 요인이라고 보고하였으며 또한 한우는 점진적으로 개량되어지고 있으며 유전모수 추정 등의 연구를 통해 보다 명확한 결과를 얻어야 한다고 보고하였다(Sun et al, 2010). 이처럼 한우 도체형질의 개량을 통해 개량의 효율을 극대화하고 꾸준한 연구를 통해 개량의 성과 등을 확인하는 것은 매우 중요한 부분으로 사료되어진다. 이에 본 연구는 경남지역에서 도축 출하된 거세한우를 대상으로 한우 도체형질의 개량에 있어서 유전적 요인이 미치는 영향에 대하여 알아봄으로서 경남지역 한우의 개량정도 및 효율적인 개량의 가능성을 파악하고 이를 활용하여 농가지도 및 경쟁력 제고에 기여하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 분석 데이터 및 형질

본 연구에서 이용된 자료는 경남 지역에서 2009년부터 2020년까지 출하 도축된 거세한우 65,299두에 대하여 도체형질인 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도를 이용하여 분석하였다. 도체형질은 도축 후 0~5°C에서 24시간이상 냉장시킨 후 좌우 반도체의 중량을 측정하여 반도체의 합량을 냉도체중으로 계산하였으며, 배최장근단면적은 제13늑골과 제1요추 사이를 척추골과 직각이 되게 절개한 후 제13늑골쪽의 면적을 면적자로 계산하였고, 등지방두께는 배최장근단면적 측정부위에서 척추쪽으로 2/3안쪽으로 들어간 지점에서 측정하였으며, 근내지방도는 등심단면적 측정부위에서 지방침착도를 기준표(1~9)와 비교하여 육안으로 측정하였다.

### 2. 통계분석방법

#### 가. 환경 효과

도체형질에 영향을 미치는 동기군(도축년도-계절), 도축일령의 효과 추정을 위하여 다음과 같은 선형혼합모형을 이용하여 최소제곱법(Havey, 1979)으로 분석하였다.

#### 나. 분석방법 및 모형

한우 도체형질에 영향을 미치는 환경효과로는 동기군(도축년도와 계절)을 고정효과로 도축일령을 공변이로 하여 다음과 같은 선형모형을 이용하여 분석하였다.

$$y = \mu + Y_{s_i} + \text{Cov}_{ij}(\text{cage}) + e_{ij}$$

여기서,  $y$ : 도체형질에 대한 관측치

$\mu$ : 전체평균

$Y_{s_i}$ :  $i$  번째 동기군(도축년도-계절)의 효과( $i = 1, 2, \dots, 42$ )

$\text{Cov}_{ij}(\text{cage})$ : 도축일령에 대한 공변이(Covariate)

$e_{ij}$ : 임의오차 효과  $\sim N(0, I)$

본 연구에서 설정한 혼합모형은 PC용 SAS Package Ver. 9.4버전을 이용하였고, GLM (Generalized Linear Model)분석결과 제공되는 4가지 제곱합중에서 불균형된 자료에 적합한 TYPE III 제곱합을 이용하여 분산분석을 하였으며, 최소제곱 평균치간의 유의성을 검정을 위하여 귀무가설을 유의수준 1~5%로 각각 검정하였다.

다. 유전모수의 추정

각 형질에 대한 상가적 유전효과에 대한 유전모수 및 육종가 추정을 위하여 다음과 같은 다형질 혼합모형을 이용하였다.

$$Y_i = X_i b_i + Z_i a_i + e_i$$

여기서,  $Y_i$ : 각 형질의 관측치에 대한 벡터

$X_i$ : 고정효과에 대한 계수행렬

$Z_i$ : 개체에 대한 임의효과에 관한 계수 행렬

$b_i$ : 알려지지 않은 고정효과에 대한 추정치 벡터

본 연구에서는 EM-REML Algorithm을 바탕으로 하여 전산 프로그램한 REMLF90 (Misztal, 2001)을 이용하여 유전모수를 추정하였으며, 이 Package에서 잔차분산이  $10^{-11}$  이하로 수렴 될 때 까지 반복 추정 하였다. 얻어진 분산-공분산 값을 이용하여 유전력과 유전분산은 다음과 같이 구하였다.

$$h^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_a^2 + \hat{\sigma}_e^2}$$

$$r_G = \frac{\widehat{COV}_{a(i,j)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{a(i)}^2 \times \hat{\sigma}_{a(j)}^2}} (i \neq j)$$

$$r_P = \frac{\widehat{COV}_{p(i,j)}}{\sqrt{\hat{\sigma}_{p(i)}^2 \times \hat{\sigma}_{p(j)}^2}} (i \neq j)$$

여기서,  $\hat{\sigma}_a^2$  = 상가적 유전분산,  $\hat{\sigma}_e^2$  = 잔차 유전분산

$r_G$  = 유전상관

$r_P$  = 표현형상관이다.

## 결과 및 고찰

### 1. 일반분석

**Table 1.** Basic statistical characteristics of traits

Variable	No.	Mean	SD	Min	Max
Carcass weight (kg)	65,124	448.38	49.26	299	588
Eye muscle area (cm <sup>2</sup> )	65,047	94.24	11.53	61	127
Back fat thickness (mm)	65,049	13.35	4.56	1	27
Marbling score	65,299	5.95	1.87	1	9

No.: Number of observation, SD: Standard deviation.

분석에 이용된 자료는 평균적으로 31개월령에 도축된 65,299두이며 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께와 근내지방도의 평균은 각각 448.38 kg, 94.24 cm<sup>2</sup>, 13.35 mm와 5.95로 나타났다. 선행연구의 결과와 비교해 보면 도체중에서 Sun et al (2021)은 31.5개월령에 도축된 거세우에서 452.50 kg으로 보고하여 본 연구와 비슷한 수준임을 알 수 있고 Koo et al (2008)은 377 kg을 보고하여 본 연구보다 매우 낮은 수준임을 알 수 있으며 Smith et al (2007)은 18.5개월령의 Brahman거세우를 이용한 연구에서 336 kg을 보고하여 본 연구의 결과와는 다소 차이가 있는 것으로 사료된다. 배최장근단면적에서는 Arnold et al (1991)은 16개월령 헤어포드 거세우를 이용한 연구에서 75.85 cm<sup>2</sup>를 보고하였고 Crew et al (2004)은 심멘탈 거세우를 이용한 연구에서 86.10

cm<sup>2</sup>로 보고하였으며 Kim et al (2019)은 24개월령에 도축된 후대검정우를 이용한 연구에서 83.88 cm<sup>2</sup>로 보고하여 본 연구의 결과보다 낮은 것을 확인할 수 있었고 Sun et al (2021)은 95.42 cm<sup>2</sup>로 보고하여 본 연구의 결과와 부합하는 것으로 사료된다. 등지방두께에서는 Park et al (2015)은 경남지역 일반한우를 이용한 연구에서 13.73 mm로 보고하여 본 연구와 부합하는 것으로 나타났고 Choi et al (2011)은 충북지역 한우를 이용한 분석에서 10.30 mm로 보고하였으며 Hwang et al (2008)은 8.27 mm로 보고하여 본 연구보다 얇은 것으로 나타났다. 근내지방도는 Sun et al (2021)은 6.38로 보고하여 본 연구의 결과보다 다소 높은 것으로 나타났고 Park et al (2015)은 경남지역 일반한우를 이용한 연구에서 4.66으로 보고하였으며 Kim et al (2019)은 24개월령에 도축된 후대검정우를 이용한 연구에서 3.89로 보고하여 본 연구의 결과보다 다소 낮은 것으로 나타났다. 연구의 시기와 연구의 대상에 따라 능력의 차이는 나타나고 있지만 한우의 평균 능력은 시간이 지남에 따라 형질별로 차이는 일부 있지만 전체적으로 조금씩 나아지고 있는 것으로 사료되며 이는 사양기술의 발달과 함께 씨수소의 꾸준한 능력 향상, 암소개량을 통한 우량암소 집단 구축, 개량기술의 발달 등의 성과가 함께 만들어낸 결과물이라고 사료되어진다.

**가. 환경효과**

1) 분산분석과 유의성 검정

본 연구에서 조사된 도체형질에 대한 분산분석표를 Table 2에 표시하였다.

Table 2에 표시된 각 요인에 대한 유의성 검정 결과 동기군(도축년도-계절)에서는 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도에 대하여 고도의 유의성( $p<0.01$ )이 인정되었고, 도축일령에 대해서도 모든 형질에서 고도의 유의성( $p<0.01$ )을 보였다. Roh et al (2004)은 출생년도-계절에 대하여 도체형질에서 고도의 유의성( $p<0.01$ )이 나타나 본 연구와 비슷한 경향을 보였고, Sun et al. (2021)은 도축년도와 도축일령에 대하여 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께와 근내지방도가 고도의 유의적인 차이가 있다고 보고하여 본 연구와 부합한 결과를 나타내었다.

**Table 2.** Analysis of variance of the carcass traits

Source <sup>a</sup>	d.f	Carcass weight	Eye muscle area	Back fat thickness	Marbling score
Ys	41	11,451,417 <sup>**</sup>	618,785.2 <sup>**</sup>	25,966.9 <sup>**</sup>	4,153.5 <sup>**</sup>
Cage	1	2,471,928 <sup>**</sup>	34,314.6 <sup>**</sup>	5,332.8 <sup>**</sup>	847.7 <sup>**</sup>
Error	65,256	144,317,686	8,012,007.3	1,320,061.3	224,051.9

<sup>\*\*</sup> $p<0.01$ ,

<sup>a</sup>Ys : Slaughter year and season, Cage : Slaughter age

**나. 유전모수 추정**

1) 유전력

본 연구에서 도체형질을 이용한 (공)분산성분, 잔차(공)분산, 유전력을 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다.

한우의 도체형질인 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전력은 각각 0.34, 0.26, 0.32, 0.57로 추정되었다. 선행연구와 비교해 보면 Pariacote et al (1998) 등은 American Shorthorn을 대상으로 한 보고에서 도체중, 등지방두께, 배최장근단면적, 근내지방도에서 각각 0.49, 0.46, 0.97, 0.88로 한우 도체형질의 유전력 보다 높게 추정되었다고 보고하였고 Roh et al (2017)은 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도의 유전력이 각각 0.37, 0.51, 0.44, 0.57로 보고하였고 Kim et al (2019)은 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도의 유전력이 각각 0.358, 0.480, 0.552, 0.580로 보고하였고, Lee et al (2020)은 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도의 유전력이 각각 0.53, 0.38, 0.43 및 0.54로 보고하여 세 연구 모두 육량형질(도체중, 배최장근단면적, 등지방두께)의 유전력은 대체적으로 본 연구의 결과보다 높았고, 근내지방도의 유전력은 거의 유사한 것으로 보고하였다. 유전력은 형질에 따라, 그리고 품종에 따라 차이를 나타내는데 외국의 선행연구와의 비교에서 확인할 수 있는 부분이었고, 집단과 사양환경에 따라서도 차이를 나타내는데 같은 한우를 이용한 연구에서도 형질별로 다른 결과를 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

**Table 3.** Components of variance, heritability of carcass traits in Hanwoo

Traits	$\delta^2_a$	$\delta^2_e$	$h^2$
Carcass weight	758.90	1462.00	0.34
Eye muscle area	31.99	90.34	0.26
Back fat thickness	6.49	14.07	0.32
Marbling score	2.03	1.51	0.57

## 2) 유전상관 및 표현형상관

한우의 도체형질에 대한 유전상관 및 표현형상관 결과를 Table 4에 나타내었다.

도체중과 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 사이의 유전상관이 각각 0.634, 0.302, 0.358로 나타났으며, 배최장근단면적과 등지방두께, 근내지방도 사이의 유전상관은 -0.028, 0.503으로 각각 추정되었고 등지방두께와 근내지방도의 유전상관이 0.108로 추정되었으며 도체중과 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 사이의 표현형상관이 각각 0.545, 0.328, 0.229로 나타났으며, 배최장근단면적과 등지방두께, 근내지방도 사이의 표현형상관은 0.059, 0.470으로 각각 추정되었고 등지방두께와 근내지방도의 유전상관이 0.081로 추정되었다. 선행연구와 비교해보면 Roh et al (2017)은 도체중과 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 사이의 유전상관을 0.637, 0.116, 0.359로 보고하였고, 표현형상관을 0.605, 0.365, 0.180으로 보고하여 본 연구와 비슷한 경향을 나타내는 것을 확인할 수 있었고 배최장근단면적과 근내지방도의 유전상관을 0.401로 보고하여 이 또한 본 연구와 비슷한 경향을 보고하였다. Sun et al (2010)은 도체중과 배최장근단면적, 등지방두께, 근내지방도 사이의 유전상관을 0.86, 0.38, 0.24로 보고하였고, 표현형상관을 0.72, 0.24, 0.24로 보고하여 본 연구의 결과와 부합하는 것으로 사료된다. 또한 Veseth et al (1993)은 도체중과 배최장근단면적의 유전상관을 0.58로 보고하여 본 연구의 결과와 부합하는 것으로 사료된다.

**Table 4.** Genetic and phenotypic correlations among carcass traits in Hanwoo

Traits	Carcass weight	Eye muscle area	Back fat thickness	Marbling score
Carcass weight		0.634	0.302	0.358
Eye muscle area	0.545		-0.028	0.503
Back fat thickness	0.328	0.059		0.108
Marbling score	0.229	0.470	0.081	

한우의 개량을 위한 연구는 꾸준히 진행되고 있는 상황이며 개량을 통한 성과도 서서히 나타나고 있는 상황으로 사료된다. 이러한 연구의 결과를 활용하여 개량방향을 설정하고 상호관계를 통한 개량형질을 잘 선정한다면 보다 더 효율적으로 개량의 성과를 확인할 수 있을 것이다. 또한 이러한 결과를 토대로 농가지도에 활용한다면 개량을 통한 농가소득 증대에도 이바지할 수 있을 것으로 사료된다.

## 요약

본 연구는 한우의 개량에 있어서 유전적 요인이 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 실시하였다. 경남지역에서 2009년부터 2020년까지 출하 도축된 거세우 65,299두의 자료를 분석에 이용하였으며 혈통이 존재하는 개체를 포함하여 120,066두를 이용하여 유전모수를 추정하였으며, 유전모수 추정에는 REMLF90 분석법을 사용하였다. 본 연구의 결과를 살펴보면 각 형질의 유전력은 도체중, 배최장근단면적, 등지방두께 및 근내지방도가 각각 0.34, 0.26, 0.32 및 0.57로 나타났다. 그리고 도체중과 배최장근단면적의 유전상관은 0.634으로 고도의 정의 상관을 나타내었고, 배최장근단면적과 등지방두께가 -0.028의 저도의 부의 상관을 나타내었으며 배최장근단면적과 근내지방도가 0.503으로 정의상관을 나타내었다. 근내지방도의 유전력이 0.57로 고도의 유전력으로 나타났으며 이는 현재의 개량방향이 육질개량위주로 이루어지고 있고 그만큼 육질개량을 효율적으로 진행할 수 있을 것으로 사료된다. 지금처럼 개방화시대에 한우의 개량은 꾸준히 이루어져야 하며 그 중에서도 품질개량이 중요할 것으로 사료되고 개량을 위한 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

**색인:** 도체형질, 유전모수, 한우

## ACKNOWLEDGEMENT

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ0162182021)의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Arnold JW, Bertrand JK, Benyshek LL and Ludwig C. 1991. Estimates of Genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 69:985-992.
- Choi SD, Lee JJ, Dang CW, Kang SN, and Kim NS. 2011. The Effect of Carcass Traits on Economic Values in Hanwoo. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31(4): 603-608.
- Crews DH Jr, Pollak EJ and Quass RL. 2004. Evaluation of simmental carcass EPD using live and carcass data. *J. Anima. Sci.* 82:661-667.
- Hwang JM, Kim SD, Choy YH, Yoon HB, and Park CJ. 2008. Genetic parameter estimation of carcass traits of Hanwoo Steers. *Kor. J. Anim. Sci.* 50: 613- 620.
- Kim HK, Sun DW, Joo ST and Lee JG. 2019. Estimation of Genetic Parameters for Characterization of Carcass Traits and Fatty Acid in Hanwoo. *Journal of Agriculture & Life Science* 53(4) : 55-59
- Kim HK, Sun DW, Lim HT, Kong IK and Lee JG. 2017. Trend on Contribution of Carcass Trait Influencing Price in Hanwoo Steer. *Journal of Agriculture & Life Science.* 51: 119-125.
- Koo YM, Kim JI, Song CE, Shin JY, Lee JY, Lee JH, Cho BD, Kim BW and Lee JG. 2008. A Study on Genetic Parameters of Carcass Weight and Body Type Measurements in Hanwoo Steer. *J.Anim.Sci & Technol.(Kor).* 50(2) 157-166.
- Lee CW, Choi JW, Shin HJ and Kim JB. 2020. Genetic Prediction of Hanwoo Carcass Traits in Kangwon Regional Hanwoo Cwo Test Farms. *Ann. Anim. Resour. Sci* 31(1):1-12.
- Misztal, I. 2001. BLUPF90 family of programs. <http://nce.ads.uga.edu/~ignacy/newprograms.html>. Accessed Dec 3, 2001.
- Pariacote, F., Van Vleck, L. D. and Hunsley, R. E. 1998. Genetic and phenotypic parameters for carcass traits of American Shorthorn beef cattle. *J. Anim. Sci.* 76:2584-2588.
- Park HR, Eum SH, Park JH, Seo JK, Cho SK, Shin TS, Cho BW, Park HC, Lee EJ, Sun DW, Lim HT, Lee JG and Kim BW. 2015. Contribution Analysis of Carcass Traits on Auction Price in Gyeongsangnam-do Hanwoo. *Journal of Agriculture & Life Science* 49(6) : 187-195
- Roh SH, Kim BW, Kim HS, Min HS, Yoon DH, Lee DH, Jeon JT and Lee JG. 2004. Comparison between REML and Bayesian via Gibbs sampling algorithm with a mixed animal model to estimate genetic parameters of carcass traits in Hanwoo(Korean Native Cattle). *Kor. J. Anim.* 46:719-728.
- Roh SH, Kim JW, Lee SS, Lee EJ, Park BH, Choi TJ and Lee JG. 2017. Estimates of genetic parameter for carcass traits and proximate analysis traits in Hanwoo. *Journal of Agriculture & Life Science* 51(4) : 111-119
- Smith T, Domingue JD, Paschal JC, Franke DE, Bidner TD and Whipple G. 2007. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. *J. Anim. Sci.* 85: 1377-1384.
- Sun DW, Kim BW, Moon WG, Park JC, Park CH, Koo YM, Jeoung YH, Lee JY, Jang HG, Jeon JT and Lee JG. 2010. The Estimation of Environmental Effect and Genetic Parameters on Carcass Traits in Hanwoo. *Kor. J. Anim. Sci.* 44(6): 83-89.
- Sun DW, Kim HK, Park MS, Lim HT, Choi KM and Lee JG. 2021. The Parentage Test's Effect on Carcass Trait in Hanwoo. *Journal of Agriculture & Life Science* 55(3) : 109-114
- Veseth, D. A., Reynolds. W. L, Urlick. J. J, Nelsen. T. C, Short. R. E, and Kress. D. D. 1993. Paternal half-sib heritabilities and genetics, enviromental, and phenotypic correlation estimates from randomly selected Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 71:1730-1736.