

ANIMAL

# Evaluation of calving interval and selection indices in Korean native cows

Inchul Choi<sup>1</sup>, Dooho Lee<sup>1</sup>, Jong-Gwan Lee<sup>2</sup>, Seung-Hwan Lee<sup>1,\*</sup>, Seung-Heui Ryoo<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Animal and Dairy Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam University, Daejeon 34134, Korea

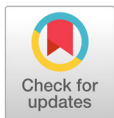
<sup>2</sup>Livestock Experiment Institute, Government of Chungcheongnam-do, Cheongyang 33350, Korea

\*Corresponding author: shlee46@cnu.ac.kr, ryoosh@korea.kr

## Abstract

It is well known that intensive selection caused a decline in reproductive performance in dairy cattle. Interestingly, the reproductive performances including fertility and calving interval of Korean native beef cattle have declined in the last 20 years, suggesting that a breeding program focusing on carcass weight and intramuscular fat may affect the reproductive physiology in Korean native beef cattle, too. In this study, we analyzed the calving interval (CI) and selection index (SI) based on genome-wide association studies (GWAS) of Hanwoo cows for seven years (2013 - 2019). Multiparous cows ( $4.5 \pm 0.11$ ) were analyzed, which were bred by artificial insemination (AI). We first examined the distribution of the AIs and calving dates. About 40% of the AIs were carried out in May to June and October to December; subsequently, calving was observed from March to April and August to October, respectively, indicating the cows were seasonally bred. No correlation between CI and SI was found ( $y = 0.0459x - 17.64$ ;  $R^2 = 0.0356$ ), but the ratio of cows with a positive SI was higher in the longer CI group compared to the shorter group, suggesting that the selection for meat quality and quantity may affect the reproductive performances. In addition, the average value of SI was  $-3.42$  in the  $CI < 400$  while  $+5.79$  in the  $CI > 400$  although the values were not statistically significant. However, our results suggest that reproductive indices such as fertility and CI should be considered for sustainability in the Hanwoo breeding selection program.

**Keywords:** breeding, Hanwoo, Korea native cow, reproductive performance, selection index



## OPEN ACCESS

**Citation:** Choi I, Lee D, Lee JG, Lee SH, Ryoo SH. 2020. Evaluation of calving interval and selection indices in Korean native cows. Korean Journal of Agricultural Science 47:667-672. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20200054>

**Received:** July 09, 2020

**Revised:** August 04, 2020

**Accepted:** August 20, 2020

**Copyright:** © 2020 Korean Journal of Agricultural Science



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.

## Introduction

가축육종은 가축의 유전가를 평가하고 우수한 추정 육종가(estimated breeding value, EBV)를 갖고 있는 개체들을 선발하는 것을 의미한다. 대표적인 예로 젖소는 우유생산량이 해당 형질이 된다. 하지만, 유량 증가 목표에 집중한 젖소 육종프로그램 운영으로 수정능력감소 및 저조한 배아발달을 비롯한 번식성적의 저하가 나타났다. 최근에는 전장유전체분석연구(genome-wide association study, GWAS)를 이용해 임신율, 미경산/경산우의 수태율, 유생산과 관련된 단일염기다양성(single nucleotide polymorphisms, SNPs)을 발굴하고 있다(Penagaricano

and Khatib, 2012; Penagaricano et al., 2012a; Penagaricano et al., 2012b; Cochran et al., 2013a; Cochran et al., 2013b). 한우의 번식현황 연구에 따르면, 한우 암소의 평균 분만 간격은 2003년에  $351.2 \pm 36.75$ 일에서 2012년에는  $362.64 \pm 32.4$ 일로 조사되어 매년 약 4.3%p 증가한 것으로 보고되었으며 1산차가 가장 많은 비율을(51.46%) 차지하며 2산차, 3산차가 각각 21.10%와 12.73%로 조사되어 80% 이상이 3산차 이하를 나타내고 있다(Cho et al., 2015; Cho et al., 2016).

우리나라 한우의 도매가격은 계절성을 나타내고 있는데 설과 추석이 있는 겨울과 가을에 비교적 높은 가격을 형성하고 있고 봄과 여름에는 상대적으로 낮은 편이다. 따라서 한우 암소 농가에서는 이러한 도매 가격양상과 30개월 출하를 고려하여 송아지를 생산하고 있다(Choi and Cho, 2016). 본 연구는 2013년부터 2019년까지 7년 동안 주기적으로 계절 번식과 인공수정을 시행한 충남 축산 기술 연구소의 번식기록과 암소의 GWAS를 활용한 선발지수(selection index)를 이용해서 한우 육종선발 프로그램과 번식성적과의 관계를 분석했으며 이를 통해 바람직한 한우 육종선발방향을 제시하고자 한다.

## Materials and Methods

### 한우 번식성적과 분석

2013년부터 2019년까지 발정동기화 없이 매년 발정탐지후 인공수정을 시행한 4산 이상인 경산우(75두)의 수정 시도일 및 분만일을 활용하였다. 번식성적 지표는 분만간격(calving interval)을 사용하여있으며 수정당 수태 횟수(service per conception)도 분석했다.

### 한우 선발지수 계산

본 연구에서 유전체 육종가를 추정하기 위해 사용된 참조집단은 국가단위 한우개량 사업(당, 후대검정)에서 제공한 사용된 3,821두에 대한 유전자형 자료와 도체형질 표현형, 즉 도체중(car carcass weight, CW), 배최장근단면적(eye muscle area, EMA), 등지방두께(back fat thickness, BFT) 그리고 근내지방도(marbling score, MS9) 4개의 도체형질에 대한 표현형 정보를 활용하였다. 육종가를 평가하기 위한 평가집단은 충남 축산기술연구소 암소 75두를 평가 개체로 설정하고 분석을 진행했다. 참조집단과 평가집단 개체들은 모두 Illumine Bovine 50k BeadChip (Illumina, San Diego, CA, USA)을 이용해 유전자형 분석을 실시하고 이를 분석에 이용했다. 유전체 정보를 이용해 유전체 관계 행렬을 구성하여 참조집단과 평가집단의 관계 정보로 활용하고 ASReml (4.1 version, <https://www.vsnl.co.uk/>) 프로그램을 이용해 각 형질에 대한 개체의 육종가를 추정하였다. 각 형질의 추정된 육종가들을 활용하여 현재 한우 개량에 부합하는 선발공식( $SI = CW - BFT + (6 * MS)$ )를 적용해 각 개체가 하나의 고유한 선발지수를 산출했다.

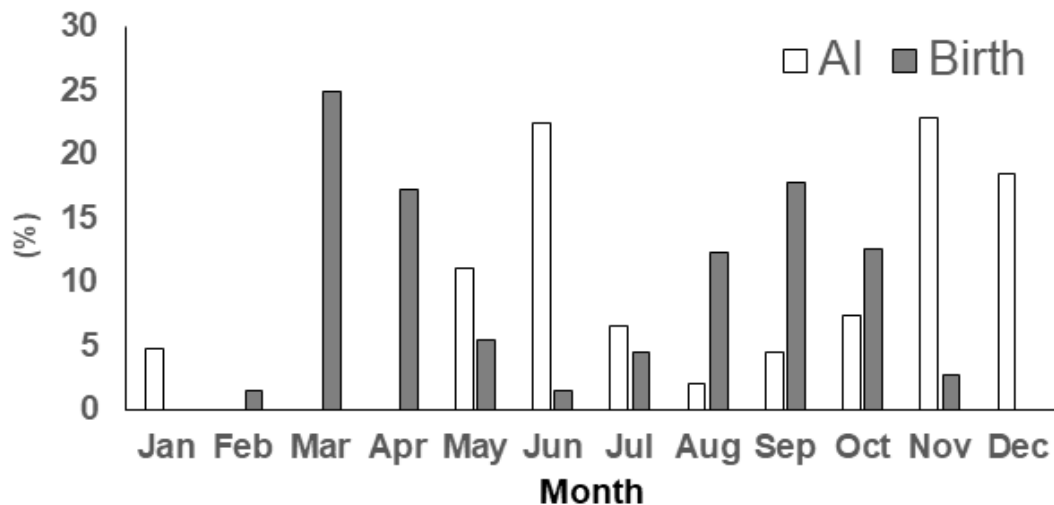
### 통계 및 자료 분석

모든 자료는 Microsoft Excel spread sheet (Microsoft, Redmond, WA, USA)을 이용하여 전산화 후 추세선 등을 시각화 했으며 각 수치에 대해서는 GraphPad Prism (Version 5.03, GraphPad Software, San Diego, CA, USA)을 사용하여 Student t-test를 시행하였다.  $p < 0.05$ 에 대해서 통계적 유의성 있음을 표시했으며 평균값과 표준편차를 이용해 나타냈다.

## Results and Discussions

### 번식기록 및 분석

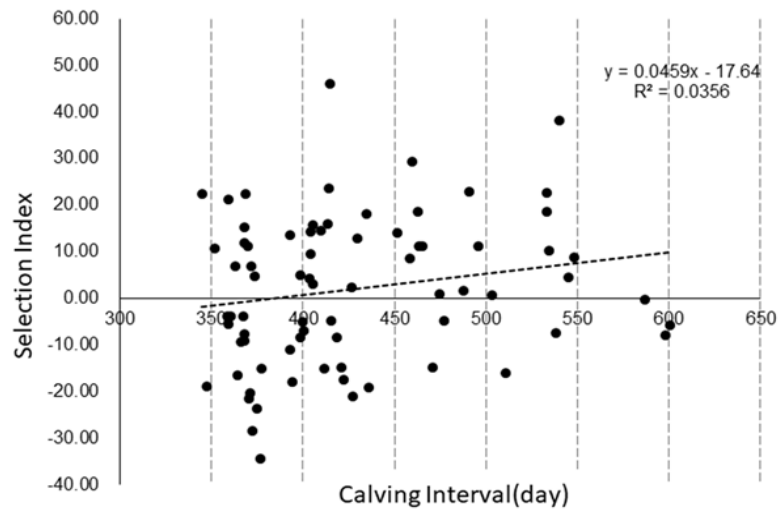
인공수정은 주로 5월과 6월 그리고 11월과 12월에 주로 시행하였다. 분만은 인공수정일과 임신기간을 고려해 3월과 4월 그리고 8월, 9월, 10월에 집중되었다. 비율을 분석해보면 봄 출산후 발정재귀에 맞추어 여름에 인공수정을 시행하지 않고 겨울철(11, 12월)에 주로 인공수정을 시행하고 가을철 분만시에도 발정재귀후 바로 인공수정을 하지 않고 5월이후에 시행하였다(Fig. 1). 이러한 양상은 도축물량과 가격이 비교적 많은 설과 추석을 고려하여 한 것으로 추정된다. 왜냐하면 3, 4월 및 8 - 10월에 출생된 송아지가 설과 추석전후로 29 - 31개월 령에 해당되기 때문이다(Choi and Cho, 2016).



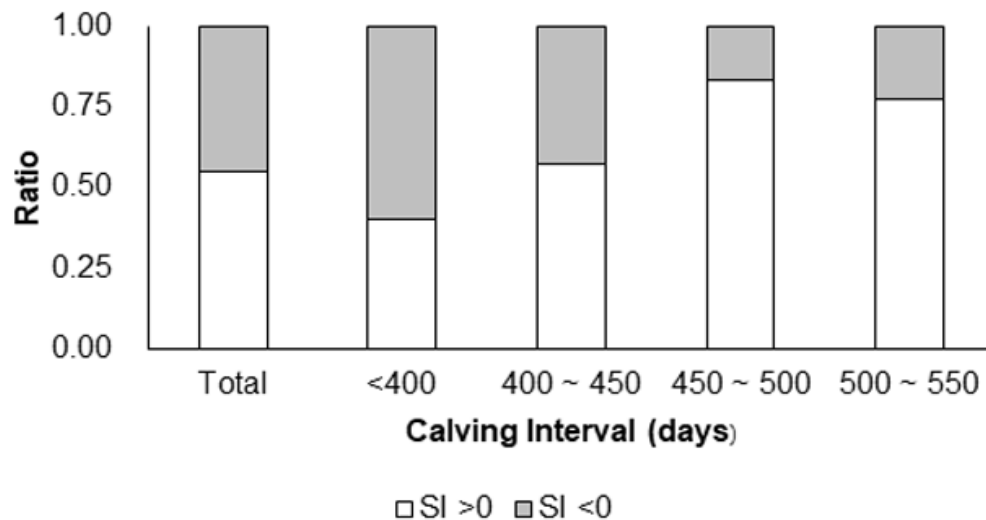
**Fig. 1.** Artificial insemination (AI) and calving distribution. AI (n = 487) and calving date (n = 407) filed data from 2013 to 2019.

### 분만간격과 선발지수

분만간격과 선발지수를 분석했을 때 Fig. 2와 같은 분포를 보였다. 상관관계분석에서 분만간격일과 선발지수 간의 정의 관계는 찾기 어려웠다( $y = 0.0459x - 17.64$ ;  $R^2 = 0.0356$ ). 하지만 분만간격이 400일이하, 400 - 450일, 450 - 500일과 같이 구간별로 분석해보면 분만간격이 짧은 그룹보다 분만간격이 비교적 긴 450 - 500일 그룹에서 선발지수가 양인 비중이 높았다(Fig. 3). 이러한 결과는 도체중 및 지방함량이 높을수록 선발지수가 높아지는데 평균보다 높은 선발지수를 갖는 개체일수록 번식성적이 낮을 수 있음을 의미한다. 실제로 분만간격 400일이하 그룹에서의 인공수정당 수태는  $0.89 \pm 0.022$ 로 분만간격 400일 이상 그룹의 비율  $0.74 \pm 0.026$ 보다 높았다( $p < 0.05$ ). 또한, 양의 선발지수그룹의 분만간격은  $434.8 \pm 9.43$  일이었으며 부의 선발지수 그룹은  $418.0 \pm 12.18$ 일로 번식성적과 선발지수간에 유의미한 영향이 있음을 의미한다( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2.** Selection index (SI) and calving interval (CI) distribution. SI (n = 75) and average calving interval (n = 75) filed data from 2013 to 2019.



**Fig. 3.** Ratio of plus or minus value of Selection index (SI) by calving interval (CI).

분만간격 400일 미만 그룹은 평균 선발지수가 음의 값을 갖고 있는 반면 400일 이상 분만간격 그룹은 평균 선발지수가 양의 값이었다(Fig. 4). Fig. 2와 Fig. 4에서 제시 되어있듯이 분만간격과 선발지수와의 관계는 그 범위가 커서 통계적으로 유의미하다고 할 수 없다. 하지만 Fig. 3에서 보듯이 비율의 변화는 볼 수 있다. 무엇보다 중요한 것은 선발 지수에는 번식효율이 포함되어 있지 않기 때문에 이를 고려하지 않고 선발하면 고능력우의 후대는 번식성적이 향상 혹은 고정되기보다 저하의 가능성이 있다. 특히, 암송 농가에서는 번식성적저하로 생산비용 증가가 우려된다. 따라서 선발시 분만간격이 400일 이하이며 선발 지수가 높은 개체들을 선정하고 분만간격이 450일 이상인 개체들은 반수체 분석을 실시하고 선발할 필요가 있다. 그 이유는 번식과 관련된 낮은 유전력은 반수체의 유전자형에 영향을 받을 수 있고 균일한 번식성적을 얻기 위해 번식과 관련된 SNP의 유전자형이 이형인지 동형인지 분석할 필요가 있다(Calus et al., 2009; Jeong et al., 2019; Mucha et al., 2019).

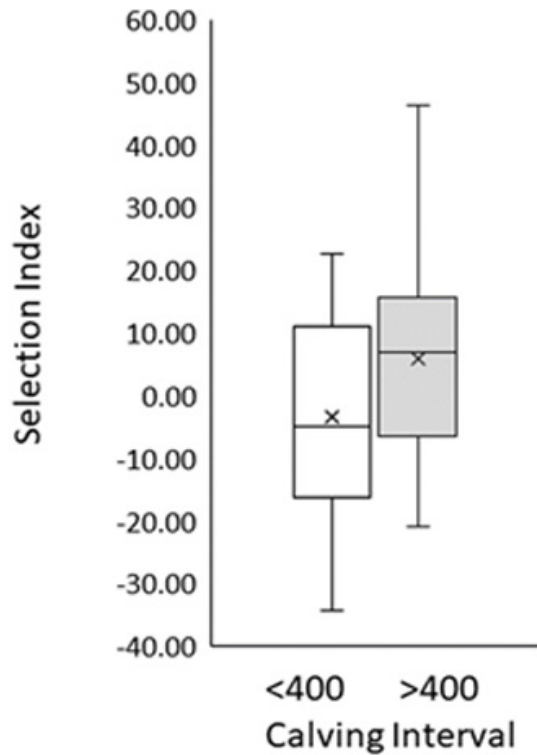


Fig. 4. Distribution of Selection index (SI) by calving interval (CI).

## Conclusion

본 연구는 한우의 선발지수를 기반으로 한우 암소의 육종가/선발지수 분석과 번식형질과의 관계를 알아보기 위해 분만간격과 선발지수를 조사하였다. 분석결과 상관관계는 통계학적으로 존재하지 않았지만 분만간격이 짧은, 다시 말하면 번식형질이 우수한 개체들 일 수록 선발지수가 낮은 경향을 보인 반면 선발지수가 높은 개체들은 비교적 분만간격이 길었다. 따라서 본 연구는 선발지수가 높은 개체들 중 분만간격이 짧은 개체들을 우선 선발할 필요가 있음을 제시하고 있다. 또한, 유전체 정보를 바탕으로 한 암소의 능력 예측과 후대의 실제 능력 등을 종합적으로 분석하는 실증연구가 필요하다.

## Acknowledgements

본 연구는 교육부 한국연구재단(National Research Foundation of Korea)의 이공분야기초연구사업지원(NRF-2019R1D1A3A03017765)으로 수행되었습니다.

## Authors Information

Inchul Choi, <https://orcid.org/0000-0001-5011-2658>

Doohe Lee, Chungnam national university, Ph.D. candidate

Seung-Hwan Lee, <https://orcid.org/0000-0003-1508-4887>

Jong-Gwan Lee, <https://orcid.org/0000-0002-0998-9471>

Seung-Heui Ryoo, <https://orcid.org/0000-0002-1997-1726>

## References

- Calus MPL, Meuwissen THE, Windig JJ, Knol EF, Schrooten C, Vereijken ALJ, Veerkamp RF. 2009. Effects of the number of markers per haplotype and clustering of haplotypes on the accuracy of QTL mapping and prediction of genomic breeding values. *Genetics Selection Evolution* 41:11.
- Cho J, Do C, Choi I. 2016. Reproductive performance of Korean native cattle (Hanwoo) focusing on calving interval and parity. *Journal of Embryo Transfer* 31:273-279.
- Cho J, Do C, Song H, Choi I. 2015. An analysis of evaluation for Korean native cattle (Hanwoo) reproductive performance and cow-calf profitability. *Journal of Embryo Transfer* 30:189-193.
- Choi I, Cho J. 2016. Reproduction and marketing plans for improving profitability of Korean native cattle (Hanwoo) farm. *Journal of Embryo Transfer* 31:267-272.
- Cochran SD, Cole JB, Null DJ, Hansen PJ. 2013a. Discovery of single nucleotide polymorphisms in candidate genes associated with fertility and production traits in Holstein cattle. *BMC genetics* 14:49.
- Cochran SD, Cole JB, Null DJ, Hansen PJ. 2013b. Single nucleotide polymorphisms in candidate genes associated with fertilizing ability of sperm and subsequent embryonic development in cattle. *Biology of reproduction* 89:69.
- Jeong J, Lee SH, Choi I. 2019. The SNP of WBP1 is associated with heifer reproductive performance in the Korean native cattle Hanwoo. *Korean Journal of Agricultural Science* 46:27-31.
- Mucha A, Wierzbicki H, Kamiński S, Oleński K, Hering D. 2019. High-frequency marker haplotypes in the genomic selection of dairy cattle. *Journal of Applied Genetics* 60:179-186.
- Penagaricano F, Khatib H. 2012. Association of milk protein genes with fertilization rate and early embryonic development in Holstein dairy cattle. *The Journal of dairy research* 79:47-52.
- Penagaricano F, Weigel KA, Khatib H. 2012a. Genome-wide association study identifies candidate markers for bull fertility in Holstein dairy cattle. *Animal genetics* 43:65-71.
- Penagaricano F, Weigel KA, Rosa GJ, Khatib H. 2012b. Inferring quantitative trait pathways associated with bull fertility from a genome-wide association study. *Frontiers in genetics* 3:307.