

한우 암소비육지원사업 효과 실증분석

지선우* · 강병규** · 이형우***

An Empirical Analysis on the Effectiveness of the Korean Beef Cow Fattening Support Program

Ji, Seonu · Kang, Byung-Kyu · Lee, Hyung-Woo

The Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Hanwoo Association and Nonghyup have discussed proactive reduction measures for cows in response to concerns about an oversupply of hanwoo to ensure supply stability. This study aims to empirically analyze whether the cow fattening support program is being implemented in line with its objectives. Based on the analysis of beef traceability data, the slaughter age of participating cows was reduced by 7.6 to 14.7 months compared to non-participating cows. And heifer was reduced 1.5 months in their slaughter age. In case of parity, participating cows showed a reduction of 1.4 compared to non-participating cows. Through the SUR model, an analysis was conducted to examine the effect of the cow fattening support program on the suppression of calf production numbers. The analysis results showed that the calf production numbers are positively influenced by the number of fertile cow and the quantity of semen sales. Furthermore, it is estimated that calf production decreased as the fat index increased, and during the period when the cow fattening support program was implemented, an average monthly suppression of 3,558 calves was observed.

Key words : *beef traceability, cow fattening support program, hanwoo, korean beef, seemingly unrelated regression*

* Corresponding Author, 한국농촌경제연구원 농업관측센터 전문연구원(bsn02@krei.re.kr)

** 농협경제지주 축산지원부 한우국 연구위원

*** 한국농촌경제연구원 농업관측센터 전문연구원

I. 서 론

소고기 시장이 개방된 지도 20여 년 이상의 시간이 흘렀다. 그동안 우리 한우산업의 생존 전략은 큰 틀에서 한우고기 생산의 고급화와 수입 소고기와의 차별화였으며, 이를 통해 한우산업은 양적·질적 성장을 거듭하였다. 지난 2000년 150만 마리대에 불과하였던 한우 사육 마릿수는 2023년 6월 현재 353만 6천 마리까지 증가하였으며, 생산액은 2021년 기준 6조 8,990억 원으로 2000년(1조 억 원) 대비 6배 성장하였다. 생산성 측면에서 도체 중량은 거세우 기준 2022년 461 kg(2010년 대비 10.0% 증가), 등심단면적은 92 cm²(2010년 88.7 cm²), 1등급 이상 출현율은 75.2%(2010년 1등급 이상 출현율 63.1%)로 증가하였다.

국내 소고기 시장이 개방되고 수입 소고기 관세 철폐(Zero)¹⁾의 시간도 얼마 남지 않았다. 이러한 성장 과정에서 우리 한우산업의 고질적인 문제점은 구제역 등 가축 질병 발생과 일정한 주기를 가지고 경험하고 있는 것이 수급 불균형이다. 한우 사육 마릿수의 증가로 인한 공급과잉 상태는 도매가격 하락 및 농가 수익성 악화로 연결되어 수급 측면에서 상시적 불안감이 노출되고 있다.

국내 한우산업은 약 10여 년 주기로 사육 마릿수 증가와 감소를 반복하고 있다. KREI(2023)에 따르면 한우 사육 마릿수는 2023년 정점 이후 감소세를 보일 것으로 예측하였고, 이에 따른 도축 마릿수 증가는 도매가격 하락 폭을 확대할 것으로 전망하였다. 이는 한우 농가 소득 불안정에 대한 우려로 연결되었고, 이와 관련하여 한우 수급 전망 및 사육 마릿수 관리 방안에 관한 논의와 연구가 산업계와 학계에서 활발히 진행되었다.

먼저 Jeong 등(2013)은 한우산업의 지속적인 발전을 위한 적정 사육 마릿수 유지방안을 마련하기 위해 한우 사육 마릿수 주기를 기준으로 사육 마릿수 총량을 9단계로 세분화하고 단계별 대응 방안과 각 단계에서 필요한 정책의 역할을 제시하였다. Jeon 등(2020)은 2025년까지 중장기 한우 수급 전망을 바탕으로 수급 조절에 대한 방안을 제시하였다. Kim 등(2021)은 한우 수급 단계 평가를 위한 네 가지 지표를 제시하였으며, 수급 단계별 적절한 사육 규모 관리 방안과 기관·단체 등의 역할에 대한 매뉴얼을 제시하였다. Kim 등(2021)은 2025년 중장기 한우 사육 마릿수 전망과 한우 경영 가격위험 완충 제도에 대한 개선 방안 등을 제시하였다.

그동안 축산업과 관련된 정책을 평가한 연구들 또한 여럿 있었다. 모형개발을 통한 정책 효과 및 평가(Kim et al., 2019; Lee et al., 2021; Seo et al., 2023), 이중차분법을 이용한 가격 및 정책 효과 분석(Kim et al., 2018; Cho et al., 2021) 등 다방면에 걸쳐 정책에 대한 분석이 이루어져 왔으며, 각 분야에서 의미 있는 연구 결과들이 도출되었다. 반면, 한우 사육 마릿수에 관련한 수급 정책을 평가한 연구들은 전무한 실정이다. 과거 2011년 사육 마릿수 과

1) 자유무역협정에 따라 미국산 소고기는 2026년, 호주산 소고기는 2028년 관세가 철폐됨.

인으로 한우 가격 약세가 장기화되면서 2012~2013년 20만 마리 수준의 암소 감축 사업을 실시하였다. 그러나 당시 사업에 대한 사후 평가나 이력제 자료 부재 등으로 실제 사업에 참여한 개체에 대한 분석 이루어지지 않았다.

현재 추진되고 있는 암소비육지원사업은 사육 마릿수 과잉에 대한 대응책이자 대비책으로 가격 폭락을 방지하기 위해 추진된 매우 중요한 사업이다. 암소비육지원사업의 목적은 한우 공급과잉이 예상되는 2024년 전후 시기에 대비하여, 선제적으로 암소를 비육 및 도축 지원을 통해 한우고기 도매가격의 연착륙을 유도하는 것이다. 하지만 사업의 효과를 모르고 사업을 계속 진행한다는 것은 비합리적이다. 아울러 본 사업은 한우농가에서 거출된 자조금을 통해 운용되고 있어, 사업 목적에 부합되어 추진되고 있는지를 밝히는 것 또한 합리적인 자조금 운영 여부를 농가에 전달하는 데 의미가 있다고 할 수 있다.

이에 본 연구는 가격을 결정하는 요인 중 하나인 공급의 흐름을 파악해 간접적으로 사업의 효과를 분석하고자 한다. 분석 방법은 소 이력제를 통해 2021~2022년 1차 한우 암소비육지원사업 결과치를 실증분석하고, 암소 감축 및 송아지 생산억제 효과를 회귀 분석해 한우 공급의 큰 줄기인 사육 마릿수의 감축 효과를 추정하고자 한다. 아울러 자료에 대한 한계로 과거 암소감축사업에 대한 효과 분석이 불가능했다면, 본 연구는 매월 단위로 수집이 가능한 이력제 자료를 통해 시의성 있는 분석을 진행하였다.

II. 암소비육지원사업 개요

2015년 이후 한우 사육 마릿수는 지속적인 증가세를 보였으며, 도매가격도 상승세를 보이고 있는 상황이었다. 하지만 한우산업은 일정한 패턴을 가지고 상승과 하강을 주기적으로 반복하는 비프 사이클(Beef-Cycle) 성격을 가지고 있는 산업이다. 2011년 큰 폭의 한우 가격 하락으로 2012~2013년 정부 주도의 암소감축사업이 사후에 추진되었고, 이 경험을 바탕으로 한우 수급 조절에 대한 필요성을 인식하고 2019년 이후부터 전국한우협회, 한우자조금관리위원회, 농협경제지주를 중심으로 사육 마릿수의 선행적인 수급 조절을 수행하였다. 하지만 도매가격 상승세로 한우 암소감축사업에 대한 참여율이 저조하였다. 그러나 한우산업 수급 매뉴얼 중 사육 마릿수 증가국면 ‘경계’ 단계에 진입되었다는 판단에 따라 정부는 축산물수급조절협의회²⁾를 통한 한우암소감축사업을 의결하였으며, 이에 따라 한우자조금 예산을 투입하여 전국한우협회, 농협경제지주를 통해 한우 암소비육지원사업을 시행하였다.

미경산우와 경산우는 당초 목표 물량을 각각 2만 마리로 계획하였으며, 미경산우 비육지

2) 2013년 농림축산식품부훈령 제58조에 근거하여 축산물 수급조절협의회가 민관합동으로 설립.

원사업(전국한우협회)은 4차까지 접수한 결과 17,604마리가 대상 개체로 선정되었다. 선정 개체는 36개월 이내 도축을 목표로 비육이 진행되고 있다. 저능력 경산우 비육지원사업(농협경제지주)도 4차까지 접수한 결과 16,868마리가 선정되었고, 비육 기간 12개월 이내 비육하여 출하하는 방식으로 시행되었다.

Table 1. Overview of the first cow fattening support program (2021~2022)

	Heifer	Cow
Supervision	Hanwoo Association	NongHyup
Target	Heifer that under 14 months old	Cow that under 40 months old (parity 2 or less)
Incentive	200 thousand won per head	180 thousand won per head (Semen 2 Str)
Application	(1st) '20.12.24. ~ '21.02.26. (2nd) '21.04.23. ~ '22.05.31. (3rd) '21.07.08. ~ '22.08.31. (4th) '22.10.14. ~ '22.11.05.	(1st) '21.10.01. ~ '21.11.30. (2nd) '21.12.01. ~ '22.01.28. (3rd) '22.02.01. ~ '22.03.31. (4th) '22.04.01. ~ '22.06.30.
Target number	20,000 head	20,000 head
Number of application	17,604 head	16,868 head
Implementation schedule	'22.04 ~ '23.12 (Slaughter within 36 months old)	1st : '22.04.01 ~ '22.11.30 2nd : '22.12.01 ~ '23.06.30

Source: Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.

2023년 7월 기준 2021~2022년 1차 암소비육지원사업의 감축 실적은 미경산우 비육지원사업은 목표두수 17,604마리 중 16,735마리로 목표 대비 95.1%를 달성하였다. 미경산우 비육지원사업은 도축 기간이 아직 남아 있어 2023년 연말까지 감안하면 목표 물량을 달성할 수 있을 것으로 예상된다. 저능력 경산우 비육지원사업은 목표 마릿수 16,868마리를 달성하여 100% 감축 실적을 달성하였다. 이는 도축 기간 연장 통해 지속적인 개체관리를 통해 지역축협 및 농가 독려와 도매가격 하락세 전환으로 농가의 감축 의지가 병행됨으로써 목표 물량을 달성한 것으로 판단된다.

아울러 정부는 2021~2022년 1차 감축 마릿수인 3만 4천 마리로는 수급 조절 효과가 미미할 것으로 판단하여 축산물수급조절협의회를 통해 추가 한우 암소감축사업을 진행하기로 의결하였다. 의결 결과는 1차 감축 마릿수를 포함해 2024년 상반기까지 한우 암소 14만 마리를 감축하기로 하였고, 2022~2023년 2차 한우 암소비육지원사업에는 한우자조금 예산투입과 함께 전국한우협회와 농협경제지주 자체적으로 농가 자율감축을 병행하기로 하였다. 2022~2023년 2차 한우 암소비육지원사업은 총 10만 5천 마리를 목표로 진행 중이다.

Table 2. The first (2021~2022) cow fattening support program result (July 2023)

	Heifer (Hanwoo Association)			Cow (NongHyup)		
	Application	Result	Achievement rate	Application	Result	Achievement rate
Gyeonggi, Incheon	1,689	1,186	70.2	1,182	1,265	107.0
Gangwon	670	644	96.1	1,260	1,281	101.7
Chungbuk	1,071	1,067	99.6	1,702	1,650	96.9
Daejeon, Chungnam, Sejong	1,609	1,358	84.4	3,093	2,937	95.0
Jeonbuk	2,108	2,236	106.1	2,217	1,859	83.9
Gwangju, Jeonnam	2,342	1,995	85.2	2,637	2,896	109.8
Daegu, Gyeongbuk	6,385	5,345	83.7	3,006	3,218	107.1
Busan, Ulsan, Gyeongnam	2,878	2,886	100.3	1,658	1,652	99.6
Jeju	15	18	120.0	113	110	97.3
Total	18,767	16,735	89.2	16,868	16,868	100.0

Source: Hanwoo Association, NongHyup

Ⅲ. 분석 방법과 자료

1. 소 이력제 분석

소 이력제는 2004년 시범사업으로 추진되어, 2008년 사육단계 시행, 2009년 유통단계 시행을 거쳐 2010년 소 및 쇠고기 이력추적에 관한 법률이 제정되었고, 2014년 가축 및 이력 관리에 관한 법률에 따라 시행되었다. 소 이력제는 농가 신고를 기반으로 실시간 관리되고 있으며, 정보관리를 위해 이력 관리 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 소 개체별 사육 정보를 실시간 관리·축적하고 있는 이력제 자료에서는 매월 출생 마릿수, 월령별 사육 마릿수와 도축 마릿수 등이 제공되고 있다. 이러한 상세한 데이터 제공으로 정보 수요자들은 이전보다 한우 사육 현황에 대해 보다 정확한 정보 접근이 가능해졌다(Kim et al., 2018).

이에 본 분석에서도 소 이력제 자료를 통해 암소비육지원사업에 참여한 개체와 참여하지 않은 개체들을 대상으로 출하월령과 산차를 비교해 사업에 대한 효과를 분석해 보고자 한다. 분석대상은 1차 2021년 저능력 경산우 비육지원사업 참여 개체 중 2022년 4월부터 11월까지 도축된 개체 8,844마리와 도축이 지연되어 2023년 1월부터 4월까지 도축된 개체 5,946마리이다. 동일 기간 도축된 미경산우는 6,260마리이며, 동기간 도축된 미신청 개체와 출하월령과 산차를 각각 실증 분석한다.

2. 회귀모형 분석

일반적으로 한우의 송아지 출생 마릿수는 번식우와 정액 판매량, 한우 경영에 관련한 가격 등에 의해 그 수준이 결정되는데, 이 같은 관계는 식 (1)과 같이 번식우 마릿수(*fertile*), 정액 판매량(*semen*), 가격(*price*)의 한우 송아지 생산(*Birth*) 함수로 표현될 수 있다. 번식우 마릿수와 정액 판매량은 송아지 생산을 위한 필요조건으로 두 변수의 변화가 송아지 생산의 직접적인 원인이 될 것이다. 가격의 경우, 한우 농가의 사육 의향을 결정하는 변수로 농가의 채산성 손익에 따라 송아지 생산 마릿수 증감이 결정될 것이다.

$$Birth = f(fertile, semen, price) \quad (1)$$

한우의 생산 마릿수는 한우 사육농가의 번식의향에 따라서 결정된다. 아울러 한우의 임신기간을 고려하였을 때, 송아지 생산 마릿수는 10개월 전 판매된 정액량이 영향을 미친다고 볼 수 있다. 이에 본 연구에서는 정액 판매량을 추정하기 위한 함수를 설정하는 것이 선행되어야 한다고 판단했다. 한우 정액 판매에 영향을 줄 수 있는 변수들을 중심으로 회귀모형을 구성하였는데, 전기(*t-1*)의 3개월 이동평균 정액 판매량과 번식우의 수익성 지표(비육경영지수³⁾)를 주요 변수로 설정하였고, 계절 번식을 하는 특성을 고려해 월별 더미를 설명 변수로 적용하였다. 또한 구제역 발생으로 정액 판매가 원활하지 못했던 시기⁴⁾를 더미 변수로 처리하여 반영하였다.

$$Semen_t = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{3} \sum_1^3 Semen_{t-i} + \beta_2 \frac{1}{3} \sum_1^3 Fat_{t-i} + \rho_j \sum_j^{11} M_{t,j} + \delta_k \sum_k^1 FMD_{t,k} + \epsilon_t \quad (2)$$

여기서 *Semen*은 정액판매량이며, *Fat*은 비육경영지수, *M*은 월더미, *FMD*는 구제역으로 공급 충격이 발생한 시점을 공급 변화 효과로 나타내는 시점 더미, ϵ 는 오차항이다. 정액

3) 비육경영지수(암소산지가격÷송아지 산지 평균가격)는 농가가 암소를 비육후 출하 혹은 번식을 지속할지에 대한 의사결정을 유추할 수 있는 지수로 비육경영지수가 클수록 암소를 비육해 출하하고자 하는 의향이 큰 것으로 판단.

4) 분석 기간인 2014년부터 2023년까지 구제역은 2020~2022년을 제외하고 매년 발생하였으나, 소에 대한 발생 건수는 2023년을 제외하고 모두 10건 미만이거나 돼지에서 발생한 사례로 피해가 크지 않음. 그러나 구제역 발생으로 인한 정액 판매 중단 시기를 더미로 처리해 반영하였음(정액 판매 중단 시기: 2017. 2. 10.~27., 2018. 3. 27.~4. 23., 2019. 2. 1.~21., 2023. 5. 11.~16.).

판매량은 이미 설정된 선결 변수에 의해 영향을 받으며, 연립 방정식과 같은 다른 시스템에 의해 결정되지 않는다. 이로써 내생성 논의에서 자유로울 수 있고, 변수와 관련된 정보가 t 시점까지 주어진 경우, 1기 앞 예측 및 동적 예측을 쉽게 수행할 수 있는 이점을 가지고 있다(Lee et al., 2021).

송아지 생산 마릿수 모형은 10개월 전 정액 판매량과 번식우 마릿수 그리고 비육경영지수를 설명 변수로 설정하였다. 세 가지 변수 모두 한우의 임신기간이 10개월임을 고려해 시점은 기본적으로 $t-10$ 기의 데이터를 기준으로 하였고, 농가의 의사결정 시기 등을 고려해 3개월 이동평균 값을 적용하였다. 또한 정액 판매와 마찬가지로 송아지 생산 또한 계절 변수의 영향을 받으므로, 월별 더미를 설명 변수로 설정하였다. 아울러 본 연구의 목적인 송아지 생산 억제 효과를 파악하기 위해 암소비육지원사업 기간을 더미로 처리해 반영하였다.

$$\begin{aligned} Birth_t = & \gamma_0 + \gamma_1 \frac{1}{3} \sum_{10}^{12} Semen_{t-i} + \gamma_2 \frac{1}{3} \sum_{10}^{12} Fertile_{t-i} + \gamma_3 \frac{1}{3} \sum_{10}^{12} Fat_{t-i} \\ & + \mu_j \sum_j^{11} M_{t,j} + \psi_k \sum_k^1 SD_{t,k} + u_t \end{aligned} \quad (3)$$

여기서 $Birth_t$ 는 송아지 생산 마릿수이며, $Semen$ 은 정액 판매량, $Fertile$ 은 번식우 마릿수, Fat 은 비육경영지수, M 은 월더미, SD 는 암소비육지원사업 시행 기간 더미, u 는 오차항이다. 주어진 값들을 기반으로 식 (2)와 식 (3)은 일종의 방정식 체계 모형으로 정액 판매량과 송아지 생산 마릿수를 동시에 계산한다. 이 연구에서는 정액 판매량 모델과 송아지 생산 마릿수 모델 간에 동시적 상관성이 존재할 수 있음을 고려하여, 분리된 독립 추정 방법 대신에 결합 추정 방법을 사용하기로 결정하였으며, 이를 위해 겉보기 무관 회귀(Seemingly Unrelated Regression; SUR) 방법을 사용하여 모형을 추정하였다. 겉보기 무관 회귀모형은 외형적으로는 연관성이 없는 것처럼 보이지만 실제로는 서로 관련된 회귀 방정식들의 집합을 의미한다(Zellner, 1962).

SUR 모형은 방정식 체계를 분석하는 대표적인 모형 중 하나이며, 단일 방정식의 추정으로 인해 얻을 수 있는 정보보다 동시 추정으로 획득할 수 있는 정보의 폭이 넓어, 계수 추정의 효율성을 높일 수 있다는 장점을 가진다(Fiebig, 2001). SUR 모형은 오차항이 방정식 내 관측치와 상관관계가 없으나, 각 방정식의 오차항과는 상관관계가 있다는 가정을 따르며, 이에 대한 오차항 공식은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_t, u_t \mid Semen, Fat, M, FMD, Fertile, SD) = & \sigma_{semen, birth} \\ \text{for } t=s; \text{ otherwise, } E(\cdot) = & 0 \end{aligned} \quad (4)$$

3. 연구자료

암소비육지원사업으로 인한 정액 판매량과 송아지 생산 마릿수의 효과를 추정하기 위해 축산물품질평가원 축산물이력제 데이터랩의 한우 출생 마릿수, 번식우 마릿수를 사용하였다. 번식농가의 수익성 지표는 Jeon 등(2001)이 개발한 비육경영지수를 차용하였다. 비육경영지수는 번식농가의 번식의향을 예측하는 지표로 활용 가능하다. 정액 판매량은 농협경제지주를 통해 가축개량원의 전국 정액 판매실적을 확보하였다. 구제역 더미는 농림축산식품부와 구제역 백서 등을 통해 발생 시기와 실제 정액 판매가 중단되었던 시점을 확인하였고, 암소비육지원사업 시행 더미는 기간 더미로 사업참여 개체의 도축 전 비육 기간을 고려해 2022년 1월부터 현재까지로 설정하였다. 각 데이터는 2014년 1월부터 2023년 7월까지 월별 데이터로 구축하였다. 소 이력제 데이터가 2014년부터 공개가 되고 있어 시작 범위를 2014년부터 설정하였다. Table 3은 본 분석에 사용된 변수와 변수에 대한 기초통계이다.

Table 3. Summary statistics

Variables	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Unit
Number of Calves birth	113	77,085	29,402	38,974	141,749	Head
Semen Sales Quantity	127	170,713	38,144	47,469	236,597	Str
Number of Fertile Cow	115	913,653	55,504	819,942	1,031,235	Head
Fat index	127	1.79	0.28	1.46	2.69	-
FMD	128	0.03	0.17	0	1	-
Cow fattening support	127	0.15	0.36	0	1	-

IV. 분석 결과

1. 소 이력제 분석 결과

소 이력제 자료를 바탕으로 분석한 결과는 기간을 구분하여 비교하여 정리하였다. 앞 절에서 설명하였듯이 1차 암소비육지원사업은 2022년 4월 도축이 시작되어 2022년 12월 종료 되었어야 하나, 참여 개체 중 도축이 지연된 개체들을 2023년 6월까지로 순연하였다. 따라서 2022년과 2023년 도축된 개체들을 분리하여 분석하였다.

먼저 2022년 도축된 암소비육지원사업 참여 개체는 2022년 4월부터 11월까지 8,844마리이다. 사업 참여 개체의 출하 월령은 39.4-45.3개월령으로 나타났고, 해당 기간 도축된 미참

여 개체 암소 출하 월령은 55.5~57.6개월령, 2산 이하 출하 월령은 45.8~46.8개월령으로 확인되었다. 즉 암소비육지원사업으로 참여 개체의 평균 출하 월령은 미참여 개체 평균에 비해 14.7개월이 단축되었고, 동일 산차인 2산차 암소 평균과 비교해도 4.4개월이 단축된 것을 확인할 수 있었다. 산차수의 경우 1차 사업 참여 개체는 1.3~1.9산차로 나타났으며, 미참여 개체는 2.9~3.1산차로 나타나, 평균 1.4산이 단축된 것으로 확인되었다.

Table 4. An analysis on the effectiveness of the first cow fattening support program (Apr. ~Nov. 2022)

	Non-participating groups			Participating groups	
	Rearing month	Cow (parity 2 or less)	Parity	Rearing month	Parity
2022. 4.	56.2	46.7	2.9	39.4	1.3
2022. 5.	56.8	46.8	3.0	40.0	1.4
2022. 6.	57.3	46.5	3.1	40.8	1.5
2022. 7.	57.6	46.5	3.1	42.0	1.5
2022. 8.	56.8	46.4	3.0	42.8	1.6
2022. 9.	55.5	46.3	3.0	43.7	1.7
2022. 10.	56.8	46.0	3.1	44.3	1.8
2022. 11.	56.8	45.8	3.1	45.3	1.9
Average	56.7	46.4	3.0	42.0	1.6

2023년 1월부터 4월까지 도축된 1차 암소비육지원사업 참여 개체는 경산우 5,946마리, 미경산우 6,260마리이다. 사업 참여 개체의 출하 월령은 경산우 47.1~51.1개월령, 미경산우 32.0~33.0개월령으로 나타났다. 해당 기간 도축된 미참여 개체 출하 월령은 경산우 55.8~57.7개월령, 미경산우 33.3~33.7개월령으로 나타나 암소비육지원사업으로 참여 개체의 평균 출하 월령은 경산우의 경우 암소 전체 평균에 비해 7.6개월, 미경산우는 1.5개월 단축된 것으로 확인되었다. 단, 경산우 사업 대상 동일 산차인 2산 이하 암소 출하 월령은 46.1~47.0개월령으로 나타나, 평균 출하 월령이 0.9개월 증가한 것으로 확인되었다. 이는 1차 사업의 도축 기간 연장에 따른 출하 월령이 증가한 영향으로 보여진다.

산차수의 경우 1차 사업 참여 개체는 1.9~2.1산차로 나타났으며, 미참여 개체는 2.9~3.0산차로 나타나, 평균 1.0산이 단축된 것으로 확인되었다. 즉 암소비육지원사업으로 사업 참여 개체가 비육으로 전환되어 출하 월령이 단축되고 산차도 줄어 송아지 생산 억제 효과를 발휘한 것으로 분석된다.

Table 5. An analysis on the effectiveness of the first cow fattening support program (Jan. ~Apr. 2023)

	Non-participating groups				Participating groups		
	Cow			Heifer	Cow		Heifer
	Rearing month	Parity 2 or less	Parity	Rearing month	Rearing month	Parity	Rearing month
2023. 1.	55.8	46.1	2.9	33.3	47.1	1.9	32.0
2023. 2.	56.9	46.7	3.0	33.5	48.4	2.0	32.0
2023. 3.	57.7	47.0	3.0	33.7	50	2.1	33.0
2023. 4.	56.8	46.9	2.9	33.6	51.1	2.1	33.0
Average	56.8	46.7	3.0	33.5	49.2	2.0	32.0

2. 회귀모형 분석 결과

암소비육지원사업의 송아지 생산 억제효과를 분석하기 위해 정액 판매량과 송아지 생산 마릿수 모형을 연립방정식화 하였고, SUR를 이용하여 분석하고자 한다. 하지만 SUR모형은 각 함수의 오차항 간 상관관계가 있을 때 사용하는 방법론으로 각 방정식의 오차항 간 상관관계가 있는지 검정하는 단계가 선결되어야 한다. 본 연구에서는 Breusch-Pagan test를 통해 귀무가설(오차항 간 상관관계가 존재하지 않는다)을 검정하였다. 검정 결과, 귀무가설이 5% 미만에서 기각되어 오차항 간 상관관계가 존재하는 것으로 나타나, SUR 모형을 이용하였다.⁵⁾

아울러 분석 전 분산팽창계수(Variance Inflation Factor; VIF)를 통해 독립 변수 간 다중공선성 여부를 확인하였다. Table 6은 VIF 결과이며, 일반적으로 VIF 값이 10 이상일 경우 다중공선성 문제가 나타날 수 있다고 판단하는데, 정액 판매량, 송아지 생산 마릿수 모형의 독립 변수는 모두 10 이하로 계산되어 다중공선성 문제가 없는 것으로 확인되었다.

SUR 모형을 통해 암소비육지원사업의 송아지 생산억제 효과를 분석한 결과는 Table 7과 같으며, 정액 판매량 모형의 설명력은 0.7789, 송아지 생산 마릿수 모형의 설명력은 0.9899로 나타났다.

먼저 정액 판매량 모형을 살펴보면, 5% 미만 유의수준에서 t-1기 3개월 이동평균 정액 판매량(*Semen*)이 1단위 증가할수록 t기 정액 판매량은 0.244스트로 증가하는 것으로 나타났다. 반면 t-1기 3개월 이동평균 비육경영지수(*Fat*)가 1단위 증가할수록 t기 정액 판매량은

5) Breusch-Pagan test of independence: $\chi^2(1) = 4.035$, p-값 = 0.0446

Table 6. Results of Multicollinearity test

Semen		Calves birth	
Independent variable	VIF	Independent variable	VIF
<i>Semen_{t-1}</i>	4.47	<i>Semen_{t-10}</i>	9.64
<i>Fat_{t-1}</i>	2.19	<i>Fertile_{t-10}</i>	4.84
<i>M1</i>	1.99	<i>Fat_{t-10}</i>	2.52
<i>M2</i>	2.23	<i>M1</i>	1.99
<i>M3</i>	2.37	<i>M2</i>	2.15
<i>M4</i>	2.35	<i>M3</i>	3.07
<i>M5</i>	2.23	<i>M4</i>	4.03
<i>M6</i>	1.97	<i>M5</i>	5.14
<i>M7</i>	1.94	<i>M6</i>	4.82
<i>M8</i>	2.00	<i>M7</i>	4.02
<i>M9</i>	2.04	<i>M8</i>	3.13
<i>M10</i>	1.95	<i>M9</i>	2.65
<i>M11</i>	1.86	<i>M10</i>	2.24
<i>FMD</i>	1.15	<i>M11</i>	1.97
		<i>SD</i>	2.91

69,004스트로가 1%미만 유의수준에서 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 번식농가는 송아지 가격 하락 시 번식 의향은 감소하며, 암소를 비육해 출하하고자 하는 의향이 증가해 정액 판매가 감소한다는 의미이다. 다만 비육경영지수 변화는 평균 0.04 수준으로 확인되어 정액 판매량 변화분은 월평균 2,760스트로 수준으로 추정된다. 월 더미의 경우 농가에서는 한우 송아지 분만을 겨울에는 기피하는 경향이 있어 봄 이후 출산이 가능하거나, 산지 시장에서 송아지(6~7개월령) 가격을 상대적으로 높게 받을 수 있는 3~9월의 정액 판매량이 12월에 비해 더 판매되고 있으며, 통계적으로 유의하지 않지만 1월 판매량은 상대적으로 덜 판매되는 것으로 추정되었다. 구제역(FMD) 변수는 구제역 발생 시 이동제한 등의 영향으로 판매가 중단되어 1% 미만 유의수준에서 88,998스트로가 감소하는 것으로 나타났다.

송아지 생산 마릿수 모형의 경우 t-10기 3개월 이동평균 정액 판매량(*Semen*)과 번식우 마릿수(*Fertile*)가 한 단위 증가할수록 송아지 생산은 각각 0.106, 0.059만큼 증가하는 것으로 1% 미만 유의수준에서 추정되었다. 해당 변수에 대한 계수 값이 상대적으로 작게 나온 것은 활용한 번식우 마릿수 데이터는 공태 중인 암소뿐만 아니라 비육 및 임신 중인 암소 마릿수까지 모두 계산된 값으로 해당 월에 실제 임신이 가능한 암소 마릿수보다 상대적으로

많을 수 있기 때문에 계수 값이 작게 추정된 것으로 보여진다. $t-10$ 기 3개월 이동평균 비육 경영지수(Fat)가 1단위 증가할수록 송아지 생산 마릿수는 26,027마리가 1% 미만 유의수준에서 감소하는 것으로 추정되었다. 월 더미의 경우 송아지 육성에 용이한 봄 이후인 3~6월 송아지 생산이 12월보다 3만~7만 마리 많은 것으로 나타났다. 한편, 7~8월은 12월보다 8천~1만 6천 마리 수준에서 송아지 생산이 더 이루어지긴 하나 혹서기 등으로 다른 달에 비해 적게 생산되는 것으로 추정되었다. 그리고 추운 날씨로 송아지 분만 및 육성이 다소 불리한 11월부터는 송아지 생산이 감소하는 것으로 나타났다. 주요 관심 변수인 암소비육지원사업(SD) 변수는 사업이 추진됨에 따라 송아지 생산도 월평균 3,558마리 감소한 것으로 1% 미만 유의수준에서 추정되었다. 암소비육지원사업의 목적 중 하나는 향후 가격 하락을 우려해 선제적으로 공급과잉을 제한하는 것이다. 이를 미루어 보았을 때 분석 결과는 사업

Table 7. Estimated results for effect of cow fattening support program on calf production inhibition

Semen				Calves birth			
Var	Coef.	Std.Err	z	Var	Coef.	Std.Err	z
<i>Semen_{t-1}</i>	0.2444**	0.121521	2.01	<i>Semen_{t-10}</i>	0.1057***	0.029575	3.57
				<i>Fertile_{t-10}</i>	0.0587***	0.014108	4.16
<i>Fat_{t-1}</i>	-69004.83***	15451.51	-4.47	<i>Fat_{t-10}</i>	-26027.29***	2348.91	-11.08
<i>M1</i>	-4205.693	8960.869	-0.47	<i>M1</i>	4650.491***	1462.328	3.18
<i>M2</i>	694.7643	9470.868	0.07	<i>M2</i>	16504.22***	1519.078	10.86
<i>M3</i>	28374.39***	9679.767	2.93	<i>M3</i>	61175.84***	1808.061	33.84
<i>M4</i>	34896.43***	9629.81	3.62	<i>M4</i>	72133.4***	2065.03	34.93
<i>M5</i>	47381.62***	9399.655	5.04	<i>M5</i>	55295.94***	2328.465	23.75
<i>M6</i>	64173.45***	9127.221	7.03	<i>M6</i>	32236.15***	2377.868	13.56
<i>M7</i>	52375.1***	9127.337	5.74	<i>M7</i>	15993.3***	2175.247	7.35
<i>M8</i>	16169.64*	9470.727	1.71	<i>M8</i>	8530.039***	1924.619	4.43
<i>M9</i>	23812.97**	9496.276	2.51	<i>M9</i>	-2069.598	1774.084	-1.17
<i>M10</i>	13607.99	9281.009	1.47	<i>M10</i>	-2110.774	1633.607	-1.29
<i>M11</i>	197.0729	9107.951	0.02	<i>M11</i>	-4836.972***	1534.886	-3.15
<i>FMD</i>	-88998.05***	9788.5	-9.09				
				<i>SD</i>	-3557.989***	1322.105	-2.69
<i>Constant</i>	229939.5***	43186.43	5.32	<i>Constant</i>	30012.95***	10263.9	2.92
R ²		0.7789		R ²		0.9899	

Note: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

목적에 부합하게 암소 감축을 사전에 추진해 송아지 생산을 억제하였다고 볼 수 있다. 물론 본 연구에서 더미로 설정한 암소비육지원사업 기간은 한우 가격 하락과 사료비 상승에 따른 경영악화로 농가의 번식, 입식 의향이 저조했던 영향 또한 반영된 결과일 수 있다. 그럼에도 향후 공급과잉을 대비해 암소비육지원사업을 통한 사전 암소 감축은 통계적으로 유의한 수준에서 송아지 생산억제에 기여한 것으로 분석된다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 지난 2021~2022년 1차 저능력 암소비육지원사업에 대한 효과를 실증적으로 분석하기 위하여 소 이력제 자료에 대한 기초통계 분석과 SUR 모형을 활용하였다. 과거 사례를 보면 암소비육지원사업은 사육 마릿수 과잉국면에서 공급 감축의 주요 대응책 중 하나였다. 하지만 사업이 어느 정도 유효한 결과가 도출되었다는 사실을 인식하지 못하고 사업을 계속 진행한다는 것은 효율적이지 않은 것으로 보인다. 이러한 측면에서 본 연구가 최근의 사업 효과를 정량적인 수치로 분석하였다는 점에서 시의적절하며 의미 있다. 특히 소 이력제 자료를 효과적으로 활용해, 사업 참여 개체와 미참여 개체와의 도축 정보를 비교 분석하고, SUR 모형을 통하여 정액 판매량과 송아지 생산 마릿수의 상관관계를 고려해 독립적으로 추정하는 것보다 효율적인 값을 도출하였다. SUR 모형을 활용할 경우 외생적 충격요인이 설정한 두 모형에 영향을 줄 경우, 모형들을 하나로 결합하여 추정한다면 효율성이 높아질 수 있기 때문이다.

본 연구의 암소비육지원사업 효과 분석 결과를 요약하면 다음과 같다. 소 이력제 통계 분석 결과, 사업 참여 개체의 평균 출하월령은 2022년의 경우 56.7개월령에서 42.0개월령으로 14.7개월령, 2023년은 56.8개월령에서 49.2개월령으로 7.6개월령이 단축되었고, 산차수는 각각 1.4산, 1.0산이 단축되어 송아지 생산억제 효과가 발휘된 것으로 분석되었다. SUR 모형을 통한 회귀분석 결과는 번식농가의 번식의향 지표로 활용할 수 있는 비육경영지수가 높을수록 송아지 생산이 감소하는 것으로 나타났다. 또한 암소비육지원사업이 추진된 기간에는 월평균 3,558마리의 송아지 생산억제 효과가 있는 것으로 추정되었다. 실증 분석결과, 공급과잉이 예상되는 시점에 대비해 선제적 수급 조절을 추진했다는 점은 목적에 맞게 사업이 운용되었다고 판단된다. 본 연구를 통한 정책적 시사점은 사육 마릿수 증가로 인한 공급과잉으로 가격이 하락한 사후에 수급 조절을 추진했던 과거와 달리, 가격 하락을 우려하고 선제적으로 사업을 추진했고, 사업의 목적에 부합하는 결과가 통계적으로 유의하게 추정되었다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

아울러 2021년부터 2022년 이후 암소비육지원사업 참여 농가의 소 개체를 이력제로 데이터화하여 관리함으로써 개체의 분만 정보, 도축 정보 등을 실시간으로 확인할 수 있어

과거 진행되었던 암소감축사업 때보다 고도화되었다고 평가된다. 소 이력제를 바탕으로 한 사업 추진은 향후 선제적인 한우 수급 매뉴얼 설정과 이력제 기반 수급 조절 시스템의 병행으로 한우 수급 안정화에 기여할 것으로 기대된다.

다만, 1차 암소비육지원사업의 참여 개체가 도축 지연으로 2023년 6월까지 유예되어 2차 암소비육지원사업 참여 개체 도축 시기와 중복된 점, 가격 하락으로 번식 농가의 소극적인 번식 의향 및 노산우(사업대상개체 외) 도태 확대 영향 등을 구분하지 못한다는 점은 본 연구의 한계로 남는다. 사업이 완결되면 지역별, 참여, 미참여 농가별 데이터가 확보되어 패널데이터를 구축할 수 있다. 이를 통해 정책효과분석의 다양한 방법론을 활용한다면 보다 정밀한 사업 효과 분석이 가능하리라 본다.

[Submitted, September. 19, 2023; Revised, October. 23, 2023; Accepted, November. 8, 2023]

References

1. Cho, J. S., H. J. Kim, and M. K. Jeong. 2021. Analysis of the Impact of Beef Grading System Reform on the Price of Premium Hanwoo Beef. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 48(2): 279-289.
2. Fiebig, D. G. 2001. Seemingly Unrelated Regression.: In *A Companion to Theoretical Econometrics*. B. H. Baltagi. Blackwell Publishing Ltd., USA, pp. 101-121.
3. Jeon, S. G. and J. H. Lee. 2001. Development of Predictive Indicators for the Outlook of Cattle Farming. *Journal of Rural Development*. 24(4): 73-87.
4. Jeon, S. G., Y. S. Shin, and D. J. Park. 2020. Analysis of Changes in Hanwoo Cattle Farming Structure and Their Impact on Supply and Demand. Gyeongsang National University.
5. Jeong, K. S., D. Heo, M. K. Kim, K. H. Kim, and H. J. Kim. 2013. Strategies for Maintaining Livestock Numbers for Supply-Demand Balance. Konkuk University.
6. Kim, B. J., M. K. Kim, J. B. Chang, and S. C. Choi. 2019. The Impact of the Improper Solicitation and Graft Act on Hanwoo Industry. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 46(3): 306-324.
7. Kim, C. H., H. S. Seo, H. W. Lee, and J. N. Kim. 2018. Development of a Korean Beef Supply-Demand Model Using Beef Traceability Data. *Journal of Rural Development*. 41(3): 25-50.
8. Kim, H. N. and I. C. Choi. 2018. The Economic Impact of Government Policy on Market

- Prices of Low-Fat Pork in South Korea: A Quasi-Experimental Hedonic Price Approach. *Sustainability*. 10(3): 892.
9. Kim, K., S. Ji, and T. Suh. 2022. Price Pattern Prediction in the Korean Beef Market. *Korean Journal of Agricultural Economics*. 63(1): 103-121.
 10. Kim, M. H., J. H. Lee, I. B. Ji, and Y. R. Pyo. 2021. A Study on Establishing a Stable Foundation for the Hanwoo Cattle Industry in the Post COVID-19. GS&J Institute.
 11. Kim, M. K., K. S. Jeong, H. S. Moon, M. J. Song, and D. Heo. 2021. Research on the Development of Supply-Demand Adjustment Manual for Hanwoo Cattle Supply Stability. Konkuk University.
 12. Korea Rural Economics Institute. 2023. *Agricultural Outlook*.
 13. Lee, D. M. and K. S. Jeong. 2021. Assessing Economic Effects of the Hanwoo Checkoff Program. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 48(1): 1-17.
 14. Lee, H., S. Ji. and T. Suh. 2021. Monthly Hanwoo supply and forecasting models. *Korean Journal of Agricultural Science*. 48(4): 797-806.
 15. Seo, J. Y. and I. S. Kim. 2023. An Ex-post Analysis of the Impact of the Korea-US FTA on the Korean Beef Cattle Industry: Focused on Jeonnam Province. *Korean Journal of Organic Agriculture*. 31(3): 211-228.
 16. Zellner, A. 1962. An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias. *Journal of the American Statistical Association*. 57(298): 348-368.