

지수평활모형을 이용한 국내 소고기 수요예측

김우석* · 엄지범**

Forecasting of Domestic Beef Demand Using Exponential Smoothing Model

Kim, Woo-Seok · Um, Ji-Bum

The purpose of this study is to provide meaningful information for various stakeholders' decision-making process through forecasting of domestic beef demand. Three different exponential smoothing models were evaluated, and a double exponential smoothing model was used to forecast domestic beef demand based on time-series data. As a result of the forecast, domestic beef consumption is expected to increase by 37,000 to 40,000 tons per year from 2020 to 2025.

Key words : *consumption, decision-making, demand, forecasting, stakeholders*

I. 서 론

경제의 성장과 발전이 지속적으로 이루어지고 있는 가운데 국내총생산(GDP; Gross Domestic Product)과 국민총생산(GNI; Gross Net Income)이 괄목할 만큼 크게 증대됨에 따라 소고기에 대한 국내 수요는 지속적으로 증가하고 있다(Yeo and Kim, 2015). 최근 들어 저성장·저금리·저물가의 뉴노멀시대가 도래하여 이와 같은 기조가 고착화되는 듯하였으나 기후변화, COVID-19 등의 환경적 요인, 소비의 행태 및 문화의 변화라는 사회적 요인 등으로 인해 국내에서 사육하고 있는 소의 적정두수가 새로운 문제로 대두되고 있는 현실이다. 이와 관련되어 영향을 미칠 수 있는 가장 주요한 정보 중 하나는 국내에서 이루어지는 소고기 소비에 대한 규모이다. 소고기에 대한 국내 수요는 즉각적으로 반응하여 매우 탄력적이라고 볼 수 있다. 그러나 소의 사육부터 도축장의 출하가 이루어지기까지 소요되는 기간이

* 제1저자, 전북대학교 빅데이터비즈니스연구소 객원연구원

** Corresponding author, 순천대학교 농업경제학과 조교수(umjibum@scnu.ac.kr)

24~32개월 정도라는 점을 고려한다면, 소고기에 대한 국내 공급은 국내 수요에 비해 상대적으로 반응이 늦어질 수밖에 없어 매우 비탄력적이라고 볼 수 있다. 즉, 장기적으로는 수요와 공급이 일치하는 균형상태에 도달할지라도 단기적으로는 수요는 탄력적, 공급은 비탄력적이기 때문에 불균형상태에 처할 수 있다. 따라서 소고기의 공급 측면에서 소고기의 수요에 대한 장기적인 추세 및 예측 등에 관한 정보는 관련 업종 및 정책에 있어 필수 불가결하게 요구되는 매우 유용한 정보이다. 이와 같이 축산업, 도축업, 유통업, 수입업 등에 종사하는 자들과 축산 및 식품정책관련 담당자 등 다양한 이해관계자들의 의사결정에 영향을 미칠 수 있는 주요한 정보임에도 불구하고 이에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 국내 소고기에 대한 장기 수요예측을 통해 다양한 이해관계자들에게 의사결정에 유의미한 정보를 제공하는 것에 있다. 이를 위해 국내 소고기 수요에 관한 시계열 자료를 수집하고 예측할 수 있는 모형을 선정하고 분석을 수행하였다.

II. 수요의 규모와 변화

1. 수요의 규모 및 추세

국내 소고기 수요에 대한 규모는 국내에서 소고기에 대하여 이루어지는 소비자들의 소비로 볼 수 있다. 전체적으로 국내 소고기 소비량은 지속적으로 증가하여 왔다(Yeo and Kim, 2016). 1995년부터 2019년까지 국내 소고기 소비량은 다음과 같으며 자료의 출처는 사단법인 한국육류유통수출협회이다(Table 1).

국내 소고기 소비는 1995년에 30만 1천 톤 수준에서 2019년에 67만 2천 톤 수준으로 25년 사이에 37만 1천 톤 정도로 2.2배 이상 증가한 것으로 나타났다. 1995년부터 2019년 사이에 크고 작은 대내외 위기가 있었음에도 소고기에 대한 수요는 전체적으로 증가해 왔다는 것을 확인해 볼 수 있다.

1995년부터 2019년까지 국내 소고기 소비량을 시각화하면 다음과 같다(Fig. 1). 1995년부터 2003년까지는 소폭 우상향하였다가 감소하는 형태의 추세를 보이고 있으나 2005년부터는 장기간 우상향하는 형태의 추세를 보이고 있다. 이와 같이 추세가 급격하게 변화한 배경은 2002년부터 2003년 사이에 발생한 카드대란 사태가 원인으로 추정된다. 여타의 대내외 위기와 다르게 가계에 직접적으로 작용하였으며, 이를 통해 가계경제가 부실화되면서 소비가 크게 감소한 것으로 보인다.

국내 소고기 수요에 있어 눈여겨 살펴볼 점은 각종 대내외 위기에 따른 소고기 수요의 변화이다. 1995년부터 2019년 사이에 우리나라 경제와 관련된 주요 대내외 위기로 1997~1998년 IMF 외환위기, 2002~2003년 카드대란 사태 등이 있다.

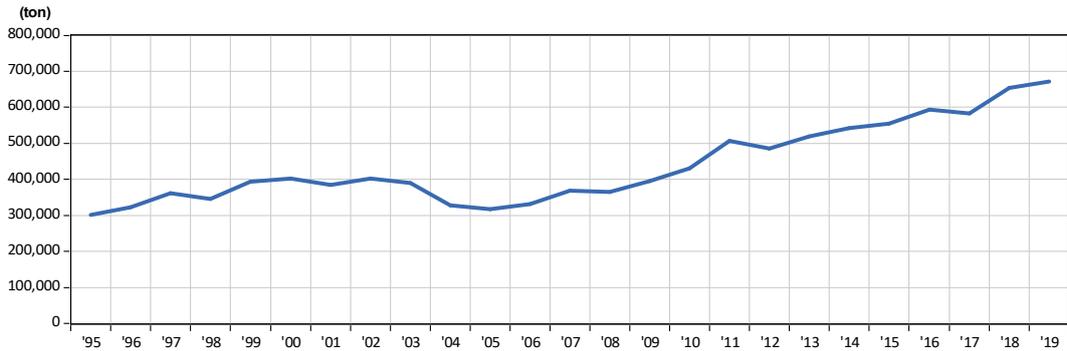


Fig. 1. Domestic Beef Consumption.

1995년부터 2019년까지 국내 소고기 소비량 변화를 시각화하면 다음과 같다(Fig. 2). 1995년부터 2019년까지 크고 작은 변화가 나타나고 있으나 가장 큰 부(-)의 변화는 2002~2003년 카드대란 사태 이후인 2004년으로 규모로는 6만 2천 톤 수준, 변화율로는 전년대비 16.0%로 매우 크게 감소하였다.

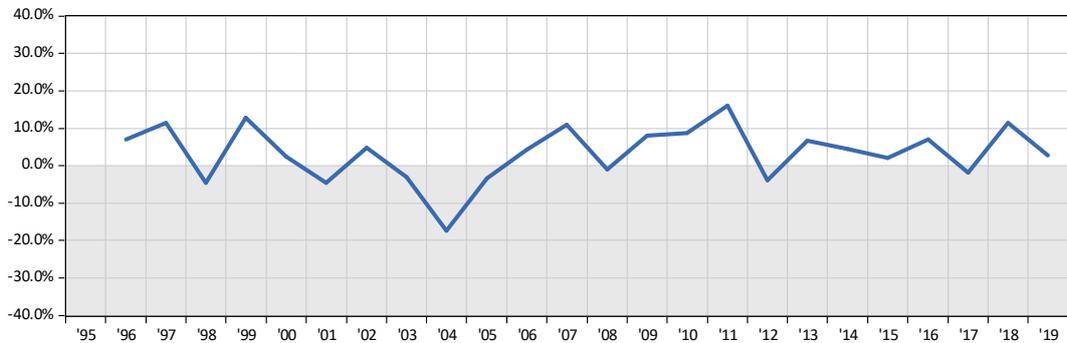


Fig. 2. Change in Domestic Beef Consumption.

2. 수요예측의 필요성

소와 관련된 축산업은 안정적 공급과 수익성 확대를 위한 규모의 경제로 인하여 투하자산의 규모와 고정자산의 비중이 크며, 사료의 높은 수입 의존성으로 공급사슬의 불안정성과 급격한 환율변동에 따른 가격변동, 수입 소고기 가격에 비해 상대적으로 취약한 가격경쟁력 등의 위험에 노출되어 있다(Kim, 2020). 단기에 수요는 탄력적인 반면에 공급은 비탄력적이기 때문에 가격탄력성 또한 비탄력적으로 나타난다(Park, 2008). 따라서 수요와 공급의 균형상태를 중심으로 형성되는 균형가격의 수준이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 과잉공급이 우려되는 현 상황에서 이에 대한 합리적 의사결정을 위해서는 장기적으로 수요에 대한

수리적 예측이 요구된다.

현실적으로 분석 및 예측에 있어 직면하게 되는 가장 큰 문제는 자료의 부재 또는 불충분성이다. 그러나 이와 같은 현실적 한계에도 불구하고 수요에 대한 정보는 다양한 이해관계자들에게 유의미한 자료가 될 수 있다(Yoon and Park, 2002).

수요예측은 공급의 초과로 초래되는 부정적 영향 축소 및 외부불경제 완화 등에 있어 주요한 역할을 할 것이다(Kim, 1996). 명확한 수요예측은 정책방향의 올바른 설정과 정책의 효과를 극대화할 수 있다(Kim and Kim, 2003).

Ⅲ. 분석자료 및 분석모형

1. 분석자료

분석자료는 국내 소고기 소비량이며, 자료의 출처는 사단법인 한국육류유통수출협회이다. 분석기간은 2005년부터 2019년까지로 자료의 빈도는 연도별이다. 분석기간의 설정에 있어 1995년부터 2004년을 제외한 이유는 1995~2004년의 국내 소고기 소비량의 흐름과 2005~2019년의 국내 소고기 소비량의 흐름이 상이하기 때문이다(Fig. 2).

2. 분석모형

1) 선형회귀모형

일반적으로 가장 널리 활용되는 분석모형 중 하나는 선형회귀모형(Linear Regression Model)이다. 선형회귀모형을 통해 여러 개의 독립변수가 종속변수에 미치는 영향에 대해 살펴볼 수 있으며, 이와 같은 다중회귀모형은 식 (1)과 같이 정의된다.

$$Y_t = \alpha + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \epsilon_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_{it} + \epsilon_t \quad (1)$$

여기에서 Y 는 종속변수, X 는 종속변수, α 는 절편, β 는 기울기, ϵ 는 오차, 하첨자 t 는 시계열 자료임을 나타낸다.

선형회귀모형을 통해 종속변수에 대한 예측을 수행할 경우 다음과 같은 조건이 필수적으로 요구된다. 첫째, 종속변수에 영향을 미치는 독립변수들에 대한 자료가 적절하게 존재하여야 한다는 것이다. 그러나 현실적으로 연구의 계획과 실행에 있어 시계열 자료가 충분히 잘 축적되지 않은 분야이거나 관심의 대상이 되는 변수들에 관한 시계열 자료가 이용가

능한 상황이 아닌 경우가 빈번하게 존재하고 있다. 둘째, 종속변수를 예측하는 데 있어 독립변수의 예측이 사전적으로 이루어져야 한다는 것이다. 예측하고자 하는 기간에 해당하는 독립변수의 실제값 또는 합리적인 추정값들이 존재하여야만 종속변수를 예측할 수 있다. 독립변수를 예측한 후, 종속변수를 예측할 경우 예측오차(forecast error)가 과대해질 수 있다는 한계점이 존재한다.

2) 이동평균모형

이동평균모형(Moving Average Model)은 자료 내에 존재하는 불규칙적인 변동부분의 제거를 통해 추세의 변동부분만을 도출해내는 모형이다. 이 때, 이동평균이란 전체 자료에 대해 적용되는 일괄적인 평균이 아니라 개별자료의 소규모 부분집합에 대해 그 범위를 조정해가면서 반복적으로 산출되는 평균이다. 일반적으로 쓰는 평균을 정적 개념으로 볼 때, 이동평균은 동적 개념이라고 볼 수 있다. 이동평균은 개별자료들이 갖는 변동을 완화하여 평활화된 값을 제공해준다.

$$MA_K = \frac{1}{k} \sum_{s=-m}^m Y_{t-s} \quad (2)$$

그러나 이동평균모형은 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫째, 구간의 범위를 선정하는 객관적인 기준이 존재하지 않는다. 둘째, 평활화를 통해 자료에 내재되어 있는 정보가 소실된다. 셋째, 첫 구간에 속하는 자료의 앞부분과 마지막 구간에 속하는 자료에 대해서는 자료의 부재로 일관성 있는 이동평균의 적용이 어렵다. 넷째, 모든 자료에 동일한 가중치가 부여되어 시간에 흐름에 따른 자료의 상대적 중요성이 반영되지 않는다. 다섯째, 수리적 모형의 부재로 예측을 수행하기 어렵다.

3) 지수평활모형

지수평활모형(Exponential Smoothing Model)은 상대적으로 더 중요한 정보를 내포하였다고 여겨지는 자료에 큰 가중치를 부여하고, 상대적으로 덜 중요한 정보를 내포하였다고 여겨지는 자료에 작은 가중치를 부여하여 지수적 변화를 고려한 모형이다. 또한, 자료를 이용함에 있어 구간단위로 적용하지 않아 이동평균 모형의 여러 한계점을 보완하였다고 볼 수 있다. 지수평활모형은 모형에 적용되는 지수의 특성에 따라 단순지수평활모형, 이중지수평활모형, Holt-Winters 평활모형으로 구분하여 볼 수 있다.

(1) 단순지수평활모형

단순지수평활모형(Simple Exponential Smoothing Model)이란 시간적으로 최근에 가까울수록

록 중요한 정보를 내포하였다고 여겨 최근의 자료에 높은 가중치를 부여한 것으로 선형추세(linear trend)를 갖지 않는 시계열 자료에 적합한 예측모형이다.

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t) \quad (1)$$

여기에서 \hat{Y}_t 는 t 시점에서의 예측치, \hat{Y}_{t+1} 는 $t+1$ 시점에서의 예측치, Y_t 는 t 시점에서의 시계열 자료, α 는 단순평활계수(simple smoothing factor)를 나타낸다.

(2) 이중지수평활모형

이중지수평활모형(Double Exponential Smoothing Model)이란 단순지수평활모형을 두 번 적용하는 모형으로서 선형추세를 갖는 시계열 자료에 적합한 예측모형이다. 이중지수평활모형 또한 단순지수평활모형과 동일하게 하나의 평활계수를 갖는다.

$$\hat{Y}_{t+k} = \left(2 + \frac{\alpha k}{1-\alpha}\right) S_t - \left(1 + \frac{\alpha k}{1-\alpha}\right) D_t = \left(2S_t - D_t + \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_t - D_t)k\right) \quad (3)$$

여기에서 \hat{Y}_{t+k} 는 $t+k$ 시점에서의 예측치, S_t 는 t 시점에서의 예측치, D_t 는 t 시점에서의 시계열 자료, α 는 이중평활계수(double smoothing factor)를 나타낸다.

(3) Holt-Winters 평활모형

Holt-Winters 평활모형(Holt-Winters Exponential Smoothing Model)이란 순지수평활모형을 두 번 적용하는 모형으로서 선형추세를 갖는 시계열 자료에 적합한 예측모형이다. 이중지수평활모형과 동일한 것처럼 보이나 이중지수평활모형과 다르게 두 개의 평활계수를 갖는다.

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{t+k} &= A(t) + B(t) \quad (4) \\ A(t) &= \alpha Y_t + (1-\alpha)[A(t-1) + B(t-1)], \quad B(t) = \beta[A(t) - A(t-1)] + 1 - \beta B(t-1) \end{aligned}$$

여기에서 \hat{Y}_{t+k} 는 $t+k$ 시점에서의 예측치, α 와 β 는 각각 평활계수(smoothing factor)를 나타낸다.

2. 분석모형의 평가

분석모형의 평가에 있어 오차최소화라는 최적화를 달성하기 위해 가장 기본적으로 고려

되는 지표는 오차제곱합(SSE; Sum of Squared Error)이다. 그러나 오차제곱합은 표본의 크기를 고려하지 않는 한계로 인하여 이를 보완한 평균제곱근오차(RMSE; Root Mean Squared Error)가 대안이 될 수 있다.

IV. 수요예측

1. 모형의 추정과 평가

단순지수평활모형, 이중지수평활모형, Holt-Winters 평활모형에 대한 추정 결과와 평가를 위한 결과는 다음과 같다(Table 1). RMSE를 고려해 볼 때 최적 모형은 Holt-Winters 평활모형으로 간주될 수 있으나 평활계수 β 가 0으로 나타나 모형의 타당성이 결여된다. 따라서 최적모형은 이중지수평활모형이라고 볼 수 있다.

Table 1. The estimation result of the models

Type	Simple exponential model	Double exponential model	Holt-Winter exponential model
α	0.99900	0.30200	0.53000
β	-	-	0.00000
SSE	0.12916	0.03456	0.03220
RMSE	0.09279	0.04800	0.04633

2. 수요예측

2020년부터 2025년도까지의 국내 소고기 수요에 대한 예측값은 다음과 같다(Table 2). 2005년부터 2019년까지 국내 소고기 소비가 지속적으로 우상향했기 때문에 국내 소고기 소비에 큰 변화가 없다는 가정하에서는 매년 3만 7천 톤에서 4만 톤 정도의 소비성장이 이루어질 것으로 예측된다. COVID-19로 인해 외식수요는 감소하였으나 가정에서의 수요가 증가하고 있고, 내수 활성화를 위한 정부의 재난지원금 지원 등의 정책적 효과, 소고기 가격의 하방압력 등으로 인해 2004년과 같이 소비의 변화가 큰 폭으로 나타나지는 않을 것으로 예상된다(Jung et al., 2020).

시계열 모형에 의거한 예측은 과거와 현재의 행태가 미래에도 지속될 것이라는 기대하에 이루어지므로 본 연구에서 수행한 수요예측은 소 사육두수 및 원가, 소고기 도체량, 소고기 가격 등에 급격한 변화가 있을 경우 예측오차가 확대될 가능성이 존재한다.

Table 2. Forecast value of domestic beef demand

Year	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Forecast value (ton)	708,887	744,634	782,184	821,627	863,059	906,580
Variation (ton)	36,887	35,747	37,550	39,443	41,432	43,521

Note: Variation refers to an increase or decrease in domestic beef demand compared to the previous year

V. 요약 및 결과

본 연구의 목적은 국내 소고기 수요에 관한 예측을 통해 다양한 이해관계자들에게 의사 결정에 유의미한 정보를 제공하는 것에 있다. 예측을 수행하기 위한 최적모형은 이중지수 평활모형으로 나타났으며, 2020년부터 2025년까지 매년 3만 7천 톤에서 4만 톤 정도의 소고기 소비의 성장이 일어날 것으로 예측되었다.

이렇듯 소고기 소비가 지속적으로 늘어날 것을 상정하여 현장에서는 장기적인 수급 정책을 마련할 필요가 있다. 소고기 소비 증가는 한우 가격 상승과 함께 농가들의 입식 증가나 암소 도축 자제로 이어질 가능성이 높다. 우려스러운 것은 비탄력적인 공급 특성상 물량공급이 원활하지 않을 수 있어 가격 강세가 지속될 수 있고, 물량이 일시에 공급됐을 때 가격하락을 쉽게 예상할 수 있다는 점이다. 따라서 공급을 서서히 늘려나갈 수 있도록 조절하는 수급 정책이 요구된다.

이 연구는 다음과 같은 한계를 가지고 있다. 국내 소고기 소비에 대한 2020년 자료가 아직 공개되지 않아 COVID-19로 인한 국내 소고기 소비에 대한 규모 및 변화를 면밀하게 포착할 수 없었다. 향후 자료의 공개 여부에 따라 이에 대한 반영이 이루어져야 할 것이다.

[Submitted, February. 22, 2022; Revised, May. 2, 2022; Accepted, May. 16, 2022]

References

1. Jung, M. G., H. J. Kim, and H. W. Lee. 2020. Consumer Behavior for Meat Consumption and Tasks to Respond to Its Changes. Korea Rural Economic Development Report.
2. Kim, I. S. 2020. An Analysis of the Impact of Coronavirus Disease (COVID-19) on the Korean Beef Cattle Market and Farm Labor Demand for Korean Beef Cattle. Korean J. Org. Agric. 28(2): 171-188.

3. Kim, C. S. 1996. Consumption Intention and Demand Forecast for Domestic Wheat of Daegu Residents. *Korean J. Org. Agric.* 5(1): 19-29.
4. Kim, H. Y. and T. G. Kim. 2003. Endogenous and Structural Changes in the Meat Demand System. *J. Rural Development.* 26(3): 39-53.
5. Park, H. J. 2008. Inverse Demand Models and Analysis of the Korean Meat Market Demand. *Korean J. Economic Studies.* 56(2): 5-37.
6. Yeo, M. J. and Y. P. Kim. 2015. Prediction of the Carbon Dioxide Emission Change Resulting from the Changes in Bovine Meat Consumption Behavior in Korea. *J. Korean Soc. Atmos. Environ.* 31(4): 356-367.
7. Yeo, M. J. and Y. P. Kim. 2016. Trend and Estimation of the Ecological Footprint from the Consumption of Bovine Meat in Korea. *Korea J. Environ. Impact Assess.* 25(4): 280-295.
8. Yoon, S. W. and Y. B. Park. 2002. A Study on the Demand for Organic Farming Products. *Korean J. Org. Agric.* 10(1): 19-34.