

ANIMAL

Forecasting the consumption of dairy products in Korea using growth models

Jaesung Cho¹, Jae Bong Chang^{2,*}

¹Division of Animal and Dairy Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

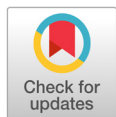
²Department of Food Marketing and Safety, Konkuk University, Seoul 05029, Korea

*Corresponding author: jbchang@konkuk.ac.kr

Abstract

One of the most critical issues in the dairy industry, alongside the low birth rate and the aging population, is the decrease in demand for milk. In this study, the consumption trends of 12 major dairy products distributed in Korea were predicted using a logistic model, the Gompertz model, and the Bass diffusion model, which are representative S-shaped growth models. The 12 dairy products are fermented milk (liquid type, cream type), butter, milk powder (modified, whole, skim), liquid milk (market, flavored), condensed milk, cheese (natural, processed), and cream. As a result of the analysis, the growth potential of butter, condensed milk, natural cheese, processed cheese, and cream consumption among the 12 dairy products is relatively high, whereas the growth of the remaining dairy product consumption is expected to stagnate or decrease. However, butter and cream are by-products of the skim milk powder manufacturing process. Therefore, even if the consumption of butter and cream grows, it is difficult to increase the demand of domestic milk unless the production of skim milk powder produced from domestic milk is also increased. Therefore, in order to support the domestic dairy industry, policy support should be focused on increasing domestic milk usage for the production of condensed milk, natural cheese, and processed cheese.

Keywords: bass diffusion model, consumption growth, dairy products, Gompertz model, logistic model



OPEN ACCESS

Citation: Cho J, Chang JB. Forecasting the consumption of dairy products in Korea using growth models. Korean Journal of Agricultural Science 48:987-1001. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20210084>

Received: October 21, 2021

Revised: November 12, 2021

Accepted: November 23, 2021

Copyright: © 2021 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

우리나라의 젖소 사육농가수와 사육두수는 2000년대 이후 급속히 감소하고 있다. 2000년 1만 3천 호와 54만 4천 마리였던 사육농가수와 사육두수는 2019년 각각 6천 호와 40만 8천 마리까지 감소하였으며, 앞으로도 감소 추세가 지속될 전망이다(KREI, 2020; MAFRA, 2020).

낙농 생산기반이 위축되는 원인은 농가의 고령화 및 후계농 문제로 인한 폐업 증가, 환경규제의 강화, 높은 진입장벽으로 인한 신규 농가 진입의 어려움 등 다양하나, 가장 핵심적인 문제는 국내산 원유 수요의 지속적인 감소에 있다. 국산 원유는 조달 비용이 높아 주로 유통기한 등의 제약으로 수입이 어려운 음용유 생산에 주로 사용되고 있으나, 음용유 수요는 인구 감소와 출산율 저하 및 대체 음료의 확대 등으로 계속해서 줄어들고 있다(Cho et al., 2015). 반면, 치즈 등 가공유제품 소비량은 빠르게 증가하는 추세이다. 우리나라 1인당 가공유제품 소

비량(원유 환산 기준)은 2011년 이후 1인당 음용유 소비량을 초과하고 있으며, 2019년 1인당 가공유제품 소비량은 48.6 kg으로 1인당 음용유 소비량인 33.2 kg의 약 1.5배에 달하고 있다(KDC, 2020).

따라서 낙농 생산기반의 유지 및 확대를 위해서는 가공유제품 생산에 국산 원유를 적극 활용함으로써 국산 원유의 수요를 증가시켜야 한다. 이를 위해서는 정부의 가공원료유 지원 사업의 확대 및 원유 생산비 절감 대책 등을 통한 국산 원유의 가공 원료유로서의 경쟁력 확보 및 가공유제품 시장의 성장 잠재력 등에 대한 분석이 필요하다.

특히, 국내 가공유제품 시장의 소비 규모 전망 등을 통해 국내 소비 시장에서 성장 잠재력이 높은 유제품 생산에 국산 원유의 사용을 장려하고, 적정 수준의 원료유 수요 등을 예측할 필요가 있다. 하지만, 국내 가공유제품별 시장 규모 등을 전망한 연구는 거의 전무한 실정이다. 가공유제품 시장의 정밀한 규모 전망을 위해서는 원유 및 다양한 유제품 간의 생산과 소비 측면에서의 연관 관계 및 수급 구조 등을 함께 분석해야 하는데, 이에 필요한 자료의 확보조차도 쉽지 않기 때문이다.

이러한 제약 하에서 본 연구는 대표적인 성장곡선들을 이용하여 주요 유제품별 국내 소비 시장 규모를 전망해 보았다. 성장곡선은 요구되는 자료의 양이 적다는 점에서 다양한 분야의 연구에 활용되는 추정법이다(Yun et al., 2016; Park et al., 2017).

시장 규모를 전망하는 방법에는 크게 정성적 방법, 정량적 방법, 시스템적 접근 방법이 있다. 정성적 접근법은 통계 자료가 없거나 부족한 경우 활용도가 높은 예측 방법으로, 전문가 의견 수렴에 기반한 델파이 기법, 설문조사를 이용하는 컨조인트 및 계층화 분석, 대안을 수립하고 다면 비교를 수행하는 인덱스 분석 등이 포함된다(SERI, 2012; KISTEP, 2013a). 반면, 정량적 접근법은 축적된 자료를 이용하여 통계 및 수리모형을 통해 미래를 예측하는 방법으로, 회귀분석, 시계열분석, 성장 모형(확장모형이라고도 함), 기하평균을 이용한 연평균 성장률 추정법 등이 있으며, 시스템적 접근법에는 정보 예측 시장, 시스템 다이내믹스, 인공신경망 등이 포함된다(KISDI, 2009; SERI, 2012).

정량적 접근법 중 성장 모형은 시장 규모가 산업 초기에는 연평균 성장률을 적용한 것처럼 빠르게 증가하다가 특정 시점 이후에는 더디게 성장하고, 결국 포화상태에 이를 것이라는 가정하에 시장 규모를 예측하는 방법으로, 추정에 필요한 자료의 수가 적고 추정이 간편하다는 점에서 다양한 시장 규모를 전망·비교하기에 적합하다(Cho et al., 2018).

본 연구는 대표적인 성장 모형인 로지스틱 모형(logistic model), 고펜퍼츠 모형(Gompertz model), 바스 모형(Bass diffusion model)을 이용하여, 주요 유제품별 소비 시장 규모를 전망함으로써 미래 성장성이 높은 유제품 시장을 식별해보았다. 본 연구의 결과는 현재 백색 시유 생산에 집중되어 있는 국산 원유 수요를 확대하기 위해 전략적으로 지원해야 할 가공유제품이 무엇인지 판단하는데 유용한 기초자료로 사용할 수 있다.

Materials and Methods

분석 모형

로지스틱, 고펜퍼츠, 바스 모형은 모두 시장 규모를 종속변수, 시간을 독립변수로 갖는 모형으로 이들 모형의 수식은 다음과 같다.

$$Y(t) = \frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}} : \text{로지스틱 모형} \quad (1)$$

$$Y(t) = \beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}] : \text{ 고펜퍼츠 모형} \quad (2)$$

$$Y(t) = \beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + \frac{\beta_3}{\beta_2} \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right] : \text{ 바스 모형} \quad (3)$$

각 식에서 $Y(t)$ 는 t 시점의 시장 규모, t 는 시간을 나타내며, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ 는 추정해야 할 회귀계수이다. 회귀계수 중 β_1 은 잠재 시장 규모를 나타내며, β_2 와 β_3 는 성장 모형의 형태를 결정하는 계수이다.

일반적으로 내구재 및 신기술의 시장 확산 형태를 추정하기 위해 고안된 바스 모형의 β_2 와 β_3 는 각각 광고나 그 밖의 외부요인이 잠재적 소비자의 제품 구매에 미치는 영향을 나타내는 혁신계수와 주변인의 권유나 평가 등 기존 구매자가 잠재적 구매자에게 미치는 영향을 나타내는 모방계수로 정의되나(Cho et al., 2018), 본 연구의 대상인 유제품은 내구재가 아니라는 점에서 바스 모형의 회귀계수를 혁신계수와 모방계수로 해석하기는 어렵다. 다만, 바스 모형이 로지스틱 모형과 고펜페르츠 모형과 함께 S자 성장모형을 대표하는 모형이라는 점에서 바스 모형도 분석에 포함하였다.

성장 모형은 Stata 16의 비선형최소자승추정법(nonlinear least squares estimation)으로 추정하였으며, 추정된 모형의 적합성(goodness of fit)은 평균절대백분율오차(mean absolute percentage error, MAPE)로 검증하였다.

$$MAPE = \frac{100}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{Y(t) - F(t)}{Y(t)} \right| \quad (4)$$

위 식에서 $Y(t)$ 와 $F(t)$ 는 각각 t 시점에서의 실제 값과 예측 값이다.

MAPE는 시계열 자료에서 적합도 측정에 주로 사용되는 척도로, 실제 값과 예측 값의 차이가 작을수록 MAPE 값도 작아지며, 일반적으로 $0 < MAPE < 10\%$ 이면 매우 우수한 예측 모형, $10\% < MAPE < 20\%$ 이면 비교적 정확한 예측, $20\% < MAPE < 50\%$ 이면 비교적 합리적인 예측 모형이라고 판정한다(KISTEP, 2013b).

분석 자료

분석에 사용된 기초자료는 낙농진흥회 홈페이지를 통해 제공되는 농림축산식품부의 연도별 ‘유제품 공급통계’ 중 ‘국내 소비량’ 자료이며, 여기에 포함된 유제품은 총 12개로, 발효유(액상, 호상), 버터, 분유(조제, 전지, 탈지), 시유(백색, 가공), 연유, 치즈(자연, 가공), 크림이다.

자료의 수집 기간은 유제품별 최초 통계 수집 시점부터 2019년까지이며, 유제품별 최초 통계 수집 시점은 연유 1967년, 버터와 백색시유 1968년, 분유(조제, 전지, 탈지) 1972년, 액상 발효유와 자연 치즈 1975년, 가공시유 1977년, 호상 발효유와 가공 치즈 1987년, 크림 2000년이다. 분석 자료의 기술 통계량은 Table 1과 같다.

Table 1. Details on population and distribution of data.

Dairy product	Number of observation	Domestic consumption (ton)			
		Average	Standard deviation	Minimum	Maximum
Fermented milk (liquid type)	45	301,166	143,686	8,419	470,270
Fermented milk (cream type)	33	114,974	49,557	885	189,624
Butter	52	4,822	4,090	6	16,949
Modified milk powder	48	17,370	6,122	4,520	29,855
Whole milk powder	48	5,957	2,928	647	15,177
Skim milk powder	48	18,496	12,843	44	38,371
Liquid milk (market milk)	52	921,176	560,622	11,042	1,465,793
Liquid milk (flavored milk)	43	213,298	116,630	60,389	452,943
Condensed milk	53	2,864	1,578	802	7,522
Natural cheese	45	31,976	37,876	22	115,700
Processed cheese	33	19,184	13,133	963	49,348
Cream	20	36,072	10,352	21,025	52,131

Source: KDS, 2020.

Results and Discussion

액상 발효유

액상 발효유 시장에 대한 성장 모형 추정 결과는 Table 2와 같으며, 1975년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 17.7%, 고펜르츠 모형 21.4%, 바스 모형 19.7%로 나타나 로지스틱 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 9.0%, 고펜르츠 모형 8.4%, 바스 모형 9.1%로 유사했다.

이상의 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 액상 발효유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 1), 2019년 45.4만 톤 규모인 액상 발효유 시장은 이미 포화 상태로 향후 소비 규모의 확대는 제한적일 것으로 예상된다.

Table 2. The estimation results of growth models for fermented milk (liquid type).

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	400,993	11,329	0.000	406,396	13,916	0.000	400,666	11,596	0.000
β_2	0.305	0.053	0.000	0.192	0.035	0.000	0.008	0.005	0.097
β_3	11.913	0.644	0.000	9.480	0.700	0.000	0.298	0.068	0.000

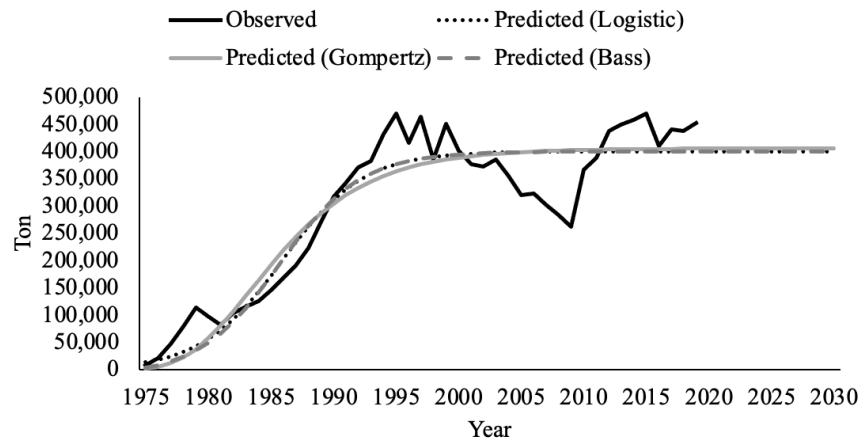


Fig. 1. Projected domestic consumption of fermented milk (liquid type).

호상 발효유

호상 발효유 시장에 대한 성장 모형 추정 결과는 Table 3과 같으며, 1987년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 42.9%, 고펜르츠 모형 17.5%, 바스 모형 32.1%로, 고펜르츠 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 세 모형 모두 초기 자료(1987 - 1989년)의 예측 오차가 높게 나타났으며, 이 기간을 제외한 나머지 기간의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 17.1%, 고펜르츠 모형 16.8%, 바스모형 16.9%로 양호한 예측력을 보였다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 18.8%, 고펜르츠 모형 19.1%, 바스 모형 18.9%로 유사했다.

이상의 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 호상 발효유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 2), 2019년 12.5만 톤 규모인 호상 발효유 소비 시장은 시장 포화점(잠재 시장 규모)인 13.8 - 13.9만 톤에 이미 근접한 상태로 향후 소비 규모의 확대는 제한적일 것으로 예상된다.

Table 3. The estimation results of growth models for fermented milk (cream type).

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	138,258	5,371	0.000	138,666	5,560	0.000	138,397	5,436	0.000
β_2	0.618	0.201	0.005	0.446	0.144	0.004	0.020	0.021	0.344
β_3	5.926	0.594	0.000	4.848	0.577	0.000	0.561	0.242	0.028

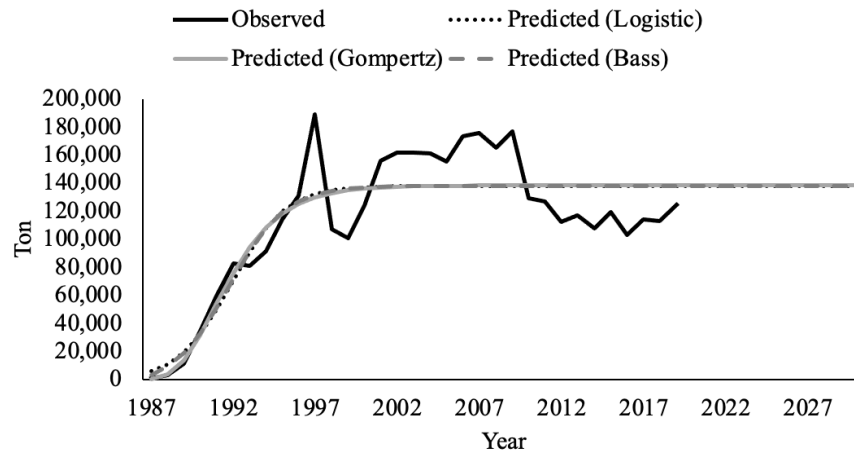


Fig. 2. Projected domestic consumption of fermented milk (cream type).

버터

버터 소비 규모에 대한 최초 통계 수집 시점인 1968년부터 2019년까지의 자료를 바탕으로 성장 모형을 추정한 결과, 회귀계수 추정치가 수렴하지 않은 문제가 발생함에 따라 1985년부터 2019년까지의 자료를 이용하여 성장 모형을 추정하였다¹⁾. 다만, 이 경우에도 바스 모형은 다양한 초기 값을 설정하여 추정해 보았으나, 추정할 수 없었다. 또한, 고펜르츠 모형의 모든 회귀계수 추정치는 유의수준 5%에서 통계적으로 유의하지 않았으며, 로지스틱 모형의 시장 포화점에 대한 추정치도 유의수준 5%에서 통계적 유의성이 없었다. 이러한 문제는 버터 시장의 성장세가 아직 변곡점을 지나지 않았기 때문에 발생한 것으로 판단된다.

회귀계수 추정이 가능했던 로지스틱과 고펜르츠 모형의 추정 결과는 Table 4와 같다. 1985년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 21.4%, 고펜르츠 모형 21.7%로 유사하였으며, 2010년 이후의 평균 MAPE 값도 로지스틱 모형 10.3%, 고펜르츠 모형 10.1%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 버터 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 3), 2019년 1.7만 톤 규모인 버터 시장은 2030년 약 2.0 - 2.1만 톤 규모에 이를 것으로 전망된다.

Table 4. The estimation results of growth models for butter.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	42,162	40,326	0.301	175,914	372,431	0.639	400,666	11,596	0.000
β_2	0.063	0.013	0.000	0.016	0.010	0.123	0.008	0.005	0.097
β_3	63.696	23.674	0.010	112.060	89.582	0.217	0.298	0.068	0.000

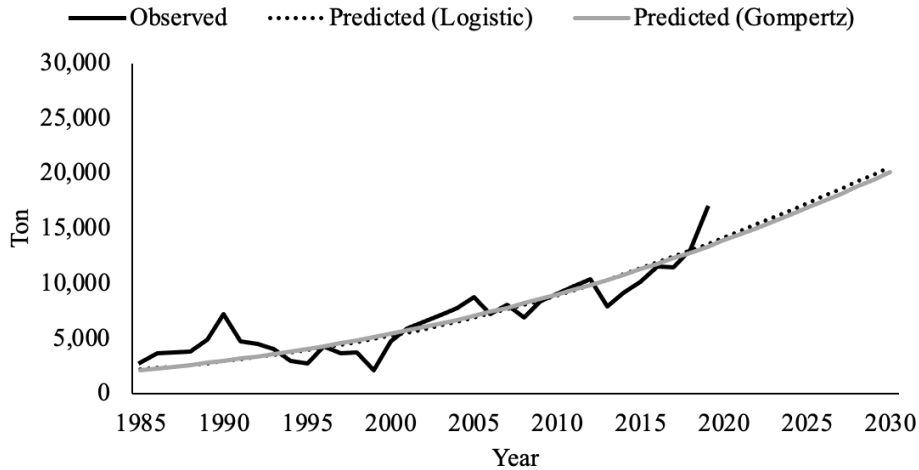


Fig. 3. Projected domestic consumption of butter.

조제분유

조제분유 시장에 대한 성장 모형 추정 결과는 Table 5와 같으며, 1972년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 20.2%, 고펜페르츠 모형 21.3%, 바스 모형 21.6%로 나타나 로지스틱 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 36.3%, 고펜페르츠 모형 36.4%, 바스 모형 36.2%로 유사했다.

최근 자료에 대한 성장 모형의 적합도가 낮은 원인은 2000년대 이후 조제분유의 국내 소비량은 출산율 저하 등을 원인으로 감소 추세이나, S자 성장 곡선을 기반으로 한 성장 모형은 이러한 시장 축소 현상을 표현하지 못하기 때문인 것으로 판단된다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 조제분유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 4), 2019년 1.2만 톤 규모인 조제분유 시장은 이미 포화점을 지난 것으로 나타났다. 따라서 시장 규모는 앞으로 정체 또는 감소할 것으로 예상된다.

Table 5. The estimation results of growth models for modified milk powder.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	19,290	801	0.000	19,296	824	0.000	19,278	823	0.000
β_2	0.399	0.161	0.017	0.309	0.120	0.013	0.077	0.069	0.270
β_3	4.934	1.015	0.000	3.425	0.981	0.001	0.286	0.286	0.322

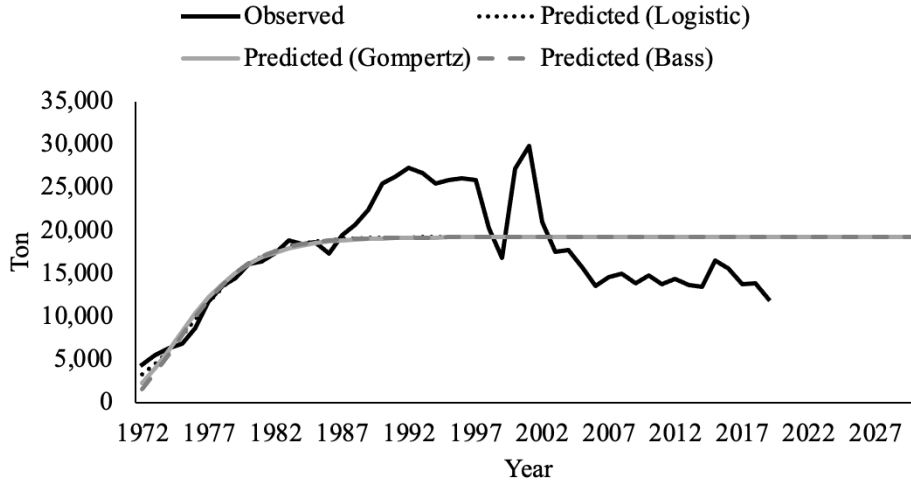


Fig. 4. Projected domestic consumption of modified milk powder.

전지분유

전지분유 시장에 대한 성장 모형 추정 결과는 Table 6과 같다. 1972년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 34.0%, 고펜페르츠 모형 36.1%, 바스 모형 34.8%로 유사하였으며, 2010년 이후의 평균 MAPE 값도 로지스틱 모형 33.8%, 고펜페르츠 모형 33.5%, 바스 모형 33.7%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 전지분유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 5), 2019년 6.6천 톤 규모인 전지분유 시장은 이미 포화점에 이른 상태로 향후 시장 규모의 확대는 어려울 것으로 예상된다.

Table 6. The estimation results of growth models for whole milk powder.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	6,594	416	0.000	6,576	424	0.000	6,592	418	0.000
β_2	0.657	0.468	0.167	0.506	0.364	0.172	0.021	0.050	0.680
β_3	5.274	1.207	0.000	4.147	1.169	0.001	0.642	0.610	0.298

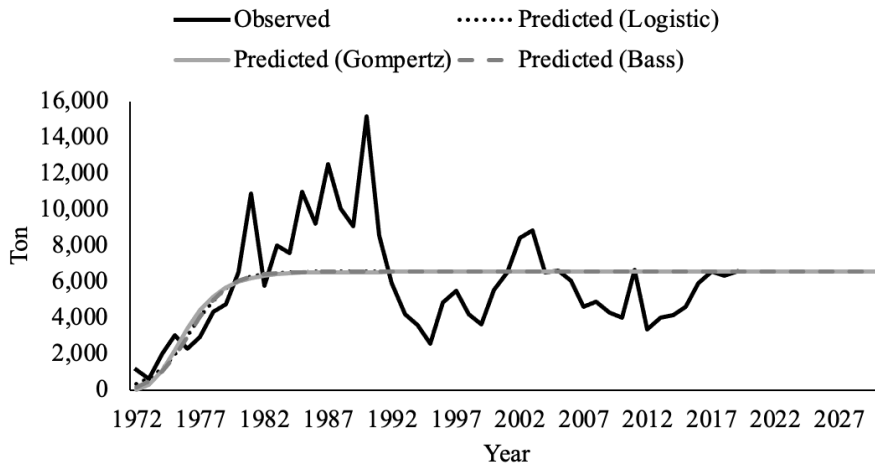


Fig. 5. Projected domestic consumption of whole milk powder.

탈지분유

탈지분유 시장에 대한 성장 모형 추정 결과는 Table 7과 같으며, 1972년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 100.0%, 고펜르츠 모형 23.1%, 바스 모형 48.5%로, 고펜르츠 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 여기서 로지스틱 모형의 MAPE 값이 극단적으로 큰 이유는 초기 자료(1972 - 1976년)의 평균 MAPE 값이 789.4%로 매우 높기 때문이며, 이 기간을 제외한 나머지 기간의 평균 MAPE 값은 19.8%로 양호했다. 바스 모형의 경우도 이와 유사하게 초기 자료(1972 - 1976년)의 평균 MAPE 값이 293.8%로 매우 높았으며, 이 기간을 제외한 나머지 기간의 평균 MAPE 값은 20.0%로 나타났다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 15.0%, 고펜르츠 모형 13.8%, 바스 모형 14.9%로 나타나, 시장의 최근 성장 추세도 고펜르츠 모형이 가장 잘 근사하는 것으로 나타났다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 탈지분유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 6), 2019년 3.2천 톤 규모인 탈지분유 시장도 조제분유와 전지분유 시장과 마찬가지로 이미 포화점에 근접하여, 향후 성장 가능성은 높지 않은 것으로 보인다.

Table 7. The estimation results of growth models for skim milk powder.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	31,513	1,262	0.000	33,187	1,759	0.000	31,653	1,403	0.000
β_2	0.205	0.033	0.000	0.125	0.022	0.000	0.004	0.002	0.058
β_3	19.922	0.930	0.000	17.233	0.907	0.000	0.184	0.039	0.000

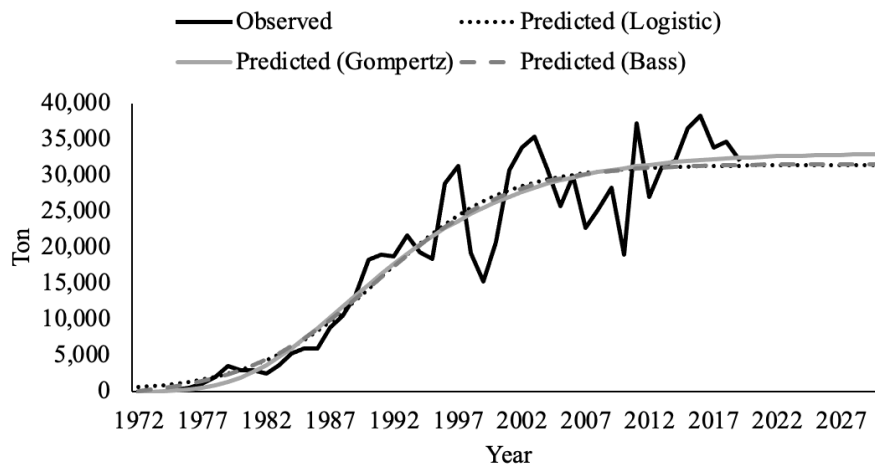


Fig. 6. Projected domestic consumption of skim milk powder.

백색시유

백색시유 시장에 대한 성장 모형 추정 결과는 Table 8과 같으며, 1968년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 17.1%, 고펜르츠 모형 25.7%, 바스 모형 18.2%로 나타나 로지스틱 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 1.3%, 고펜르츠 모형 1.2%, 바스 모형 1.3%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 백색시유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 7), 2019년 137.8만 톤 규모인 백색시유 시장은 이미 포화 상태인 것으로 나타났다.

Table 8. The estimation results of growth models for liquid milk (market milk).

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	1,364,164	11,450	0.000	1,374,081	14,915	0.000	1,364,034	11,498	0.000
β_2	0.384	0.023	0.000	0.269	0.020	0.000	0.000	0.000	0.007
β_3	17.657	0.179	0.000	16.042	0.214	0.000	0.384	0.024	0.000

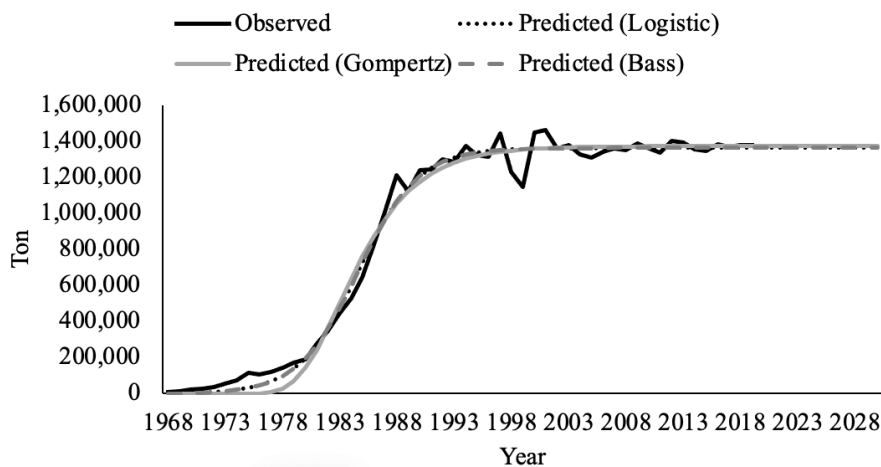


Fig. 7. Projected domestic consumption of skim milk powder.

가공시유

가공시유 시장에 대한 성장모형 추정 결과는 Table 9와 같으며, 1977년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 25.7%, 고펜페르츠 모형 27.6%, 바스 모형 29.6%로 나타나 로지스틱 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 10.3%, 고펜페르츠 모형 10.9%, 바스 모형 9.8%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 가공시유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 8), 2019년 32.4만 톤 규모인 가공시유 시장은 시장 포화점인 33.0 - 35.7만 톤에 근접한 상태로 향후 소비 규모의 확대는 제한적일 것으로 예상된다.

Table 9. The estimation results of growth models for liquid milk (flavored milk).

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	333,452	20,594	0.000	357,475	36,991	0.000	330,132	21,196	0.000
β_2	0.172	0.036	0.000	0.095	0.026	0.001	0.010	0.006	0.095
β_3	16.178	1.439	0.000	12.574	1.751	0.000	0.173	0.059	0.006

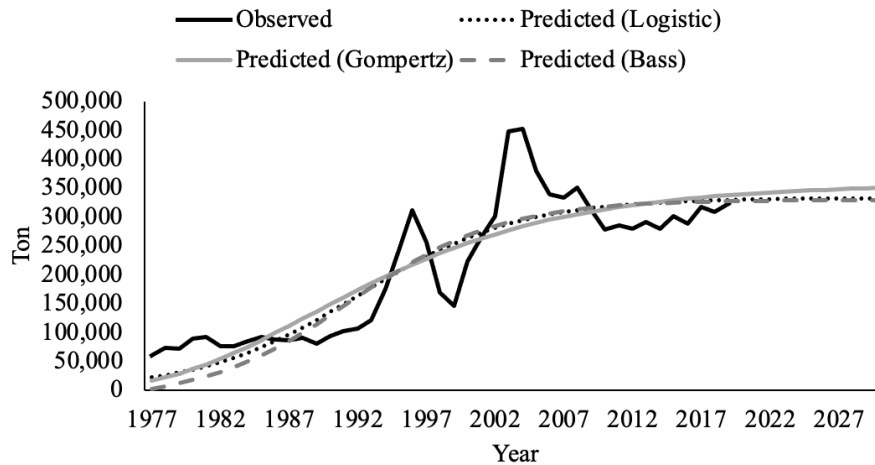


Fig. 8. Projected domestic consumption of liquid milk (flavored milk).

연유

연유 소비 규모에 대한 최초 통계수집 시점인 1967년부터 2019년까지의 자료를 바탕으로 성장모형을 추정하고, 성장모형의 회귀계수 추정치가 수렴하지 않은 문제가 발생함에 따라, 2010년부터 2019년까지의 자료를 이용하여 모형을 추정하였다²⁾.

추정 결과는 Table 10과 같으며, 2010년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 33.3%, 고펜르츠 모형 36.8%, 바스 모형 34.9%로 나타나, 로지스틱 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 연유 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 9), 2019년 6.3천 톤 규모인 연유 시장의 미래 시장 규모는 모형에 따라 차이를 보였다. 로지스틱 모형과 바스 모형은 2030년 시장 규모를 8-9천 톤으로 추정한 반면, 고펜르츠 모형은 12천 톤으로 추정하였다. 또한, 로지스틱 모형과 바스 모형은 시장 포화점을 8-9천 톤으로 추정한 반면, 고펜르츠 모형은 17천 톤으로 추정하였다.

자연치즈

자연치즈 시장에 대한 성장모형 추정 결과는 Table 11과 같으며, 1975년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 269.3%, 고펜르츠 모형 28.1%, 바스 모형 136.2%로 나타나 고펜르츠 모형의 적합도가 가장 높게 나타났다. 여기서 로지스틱 모형과 바스 모형의 MAPE 값이 극단적으로 큰 이유는 초기 자료(1975 - 1987년)의 평균 MAPE 값이 각각 897.0%와 438.2%로 매우 높기 때문이며, 이 기간을 제외한 나머지 기간의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 14.3%, 바스 모형 13.5%, 고펜르츠 모형 8.2%로 양호했다. 적합도 비교 기간을 2010년 이후로 제한해서 살펴보면, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 3.7%, 고펜르츠 모형 4.1%, 바스 모형 3.8%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 자연 치즈 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 10), 2019년 11.3만 톤 규모인 자연 치즈 시장의 미래 시장 규모는 모형에 따라 차이를 보였다. 로지스틱 모형과 바스 모형은 2030년 시장 규모를 시장 포화점인 16.2 - 16.6만 톤에 근접한 15.2 - 15.5만 톤 정도로 추정한 반면, 고펜르츠 모형은 19.2만 톤으로 추정하였으며, 고펜르츠 모형에서 도출된 시장 포화점은 약 36.6만 톤이다.

Table 10. The estimation results of growth models for condensed milk.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	8,776	3,313	0.033	16,585	29,850	0.596	7,880	2,122	0.008
β_2	0.440	0.247	0.117	0.137	0.195	0.506	0.023	0.030	0.466
β_3	5.873	2.234	0.034	8.062	13.466	0.568	0.583	0.459	0.245

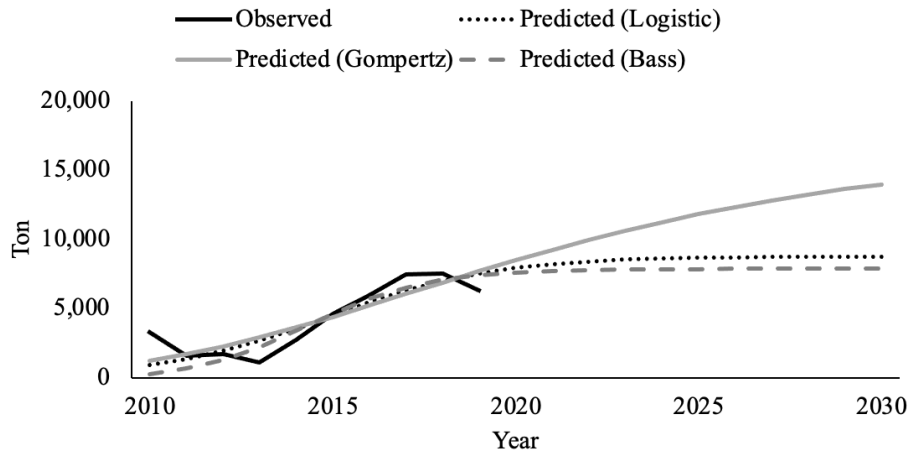


Fig. 9. Projected domestic consumption of condensed milk.

Table 11. The estimation results of growth models for natural cheese.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model			Bass diffusion model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$			$\beta_1 \left[\frac{1 - \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}}{1 + (\beta_3/\beta_2) \exp\{-(\beta_2 + \beta_3)t\}} \right]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	162,383	10,210	0.000	355,991	72,711	0.000	165,967	11,409	0.000
β_2	0.155	0.008	0.000	0.050	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000
β_3	38.377	0.917	0.000	46.379	3.744	0.000	0.150	0.008	0.000

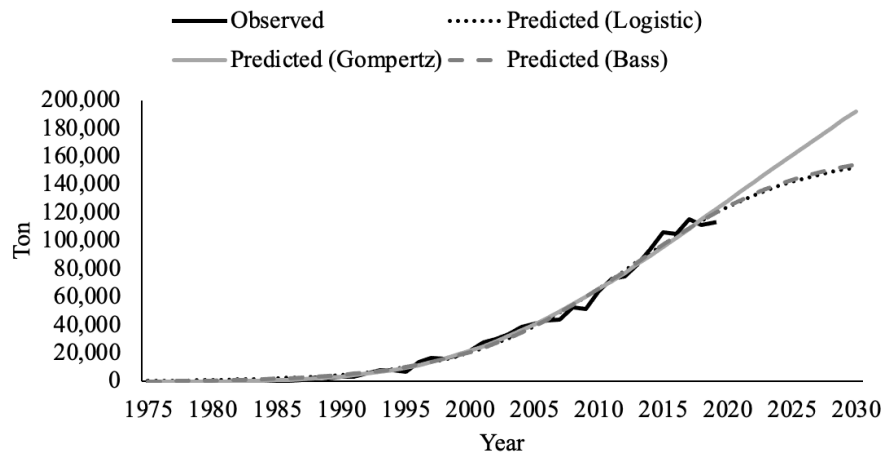


Fig. 10. Projected domestic consumption of natural cheese.

가공치즈

가공치즈 시장에 대한 성장모형 추정 결과, 로지스틱 모형과 고펜페르츠 모형은 추정이 가능했으나, 바스 모형은 추정할 수 없었다. 가공치즈 시장에 대한 로지스틱과 고펜페르츠 모형의 추정 결과는 Table 12와 같으며, 1987년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 48.0%, 고펜페르츠 모형 32.5%로, 고펜페르츠 모형의 적합도가 높게 나타났다. 예측 오차가 상대적으로 큰 초기 3개년(1987 - 1989년) 자료를 제외할 경우 MAPE 값은 로지스틱 모형 34.9%, 29.2%로 나타났으며, 2010년 이후의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 20.3%, 고펜페르츠 모형 20.9%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 가공 치즈 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 11), 2019년 4.9만 톤 규모인 가공 치즈 시장은 2030년 시장 포화점인 5.0 - 5.4만 톤에 근접할 것으로 추정되었다.

Table 12. The estimation results of growth models for processed cheese.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model		
	β_1			$\beta_1 \exp\{-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}\}$		
	$1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}$					
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	50,051	14,840	0.002	53,946	18,146	0.006
β_2	0.115	0.034	0.002	0.069	0.028	0.019
β_3	22.025	6.051	0.001	17.655	5.659	0.004

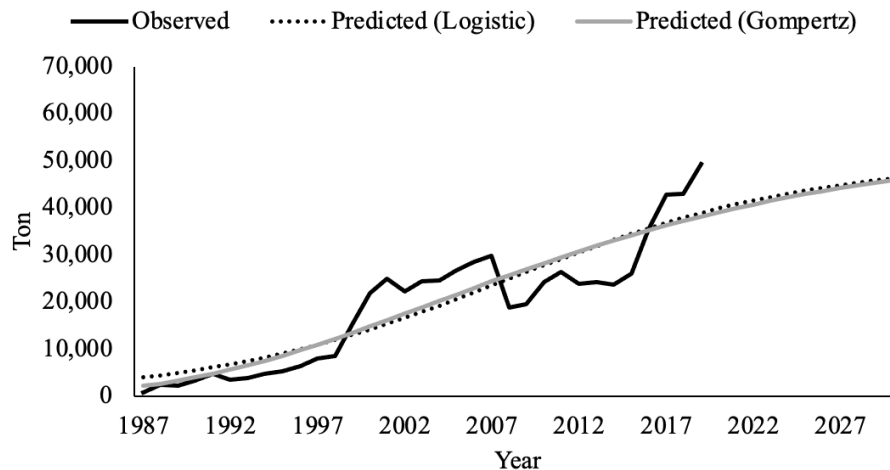


Fig. 11. Projected domestic consumption of processed cheese.

크림

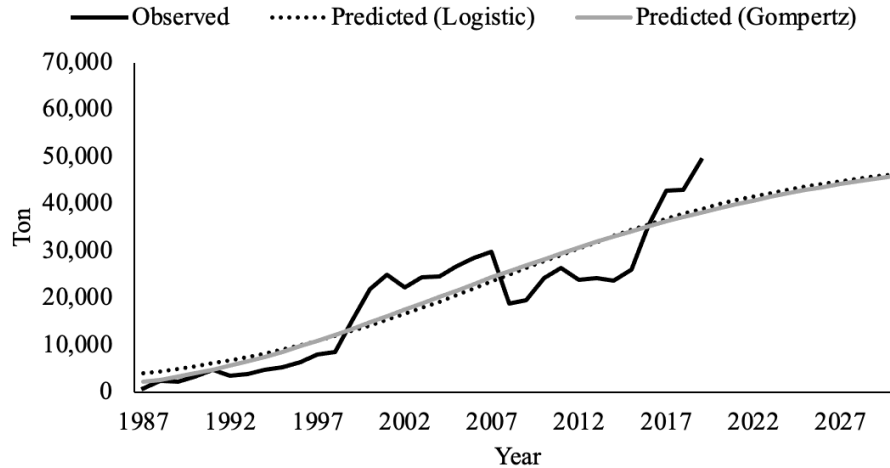
크림 소비 규모에 대한 최초 통계수집 시점인 2000년부터의 자료를 바탕으로 성장 모형을 추정한 결과, 회귀계수 추정치가 수렴하지 않은 문제가 발생함에 따라 2005년부터 2019년까지의 자료를 이용하여 성장 모형을 추정하였다³⁾. 다만, 이 경우에도 바스 모형은 추정할 수 없었다.

크림 시장에 대한 로지스틱과 고펜페르츠 모형의 추정 결과는 Table 13과 같다. 2005년부터 2019년까지의 평균 MAPE 값은 로지스틱 모형 7.2%, 고펜페르츠 모형 7.4%로 유사하였으며, 2010년 이후의 평균 MAPE 값도 로지스틱 모형 3.4%, 고펜페르츠 모형 3.6%로 유사했다.

추정 결과를 바탕으로 2030년까지의 국내 크림 소비 시장의 성장 추세를 전망한 결과(Fig. 12), 2019년 5.2만 톤 규모인 크림 시장은 2030년 6.1 - 6.7만 톤 규모로 확장될 것으로 예상되며, 시장 포화점은 6.3 - 7.5만 톤으로 추정된다.

Table 13. The estimation results of growth models for cream.

Coefficients	Logistic model			Gompertz model		
	$\frac{\beta_1}{1 + \exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}}$			$\beta_1 \exp[-\exp\{-\beta_2(t - \beta_3)\}]$		
	Estimated value	Standard error	p-value	Estimated value	Standard error	p-value
β_1	62,944	10,482	0.000	75,116	24,016	0.009
β_2	0.171	0.050	0.005	0.095	0.047	0.063
β_3	5.349	2.164	0.029	3.835	3.409	0.283

**Fig. 12.** Projected domestic consumption of cream.

Conclusion

본 연구는 대표적인 S자 성장 모형인 로지스틱 모형, 고펜페르츠 모형, 바스 모형을 이용하여, 국내에서 유통 중인 주요 유제품 12개의 소비 시장 성장 추세를 전망하였으며, 여기에 포함된 유제품은 세부적으로 발효유(액상, 호상), 버터, 분유(조제, 전지, 탈지), 시유(백색, 가공), 연유, 치즈(자연, 가공), 크림이다.

분석 결과, 전체 12개 유제품 중 버터, 연유, 자연치즈, 가공치즈, 크림의 소비 시장 성장 가능성이 상대적으로 높은 것으로 나타났고, 나머지 유제품의 소비 시장은 정체 또는 감소할 것으로 전망되었다. 다만, 이중 버터와 크림은 탈지분유 제조과정의 부산물이므로 버터와 크림의 소비 시장이 아무리 성장한다고 해도 국산 원유로 생산하는 탈지분유의 소비가 늘지 않는 이상 국산 원유 소비량의 증가를 견인하기는 어렵다.

따라서, 국내 낙농 생산기반의 유지 및 확대를 위해서는 추후 연유, 자연치즈, 가공치즈 생산의 원료유로서 국산 원유 사용을 증대시킬 수 있는 시장 여건 조성 및 정책 지원이 필요하다. 이를 위해 첫째, 현재 정부에서 시행 중인 가공원료유 지원 사업 등의 대상 유제품을 연유, 자연치즈, 가공치즈로 제한하고, 둘째, 높은 소비 성장세가 예상되는 유제품에 대한 국내 생산 지원을 강화하여 해당 유제품 시장이 수입산에 의해 잠식되는 상황을 미연에 방지하는 한편, 소비 성장세가 제한적인 유제품에 대해서는 수출 지원 정책 마련 등을 통해 해당 유제품의 해외 수요를 증진시키는 방식으로 소비를 견인할 필요가 있다.

마지막으로 본 논문의 가장 큰 한계점은 일반에 공개된 유제품 소비 관련 자료가 낙농진흥회 홈페이지를 통해 제공되는 농림축산식품부의 연도별 ‘유제품 수급통계’ 중 ‘국내 소비량’ 자료 정도로 제한되어 있어, 다양한 시장 규모 전망 방법론 중 상대적으로 간단한 방법인 성장 모형을 이용하여 유제품별 시장 규모를 전망했다는 점이다.

성장 모형은 추정에 필요한 자료의 수가 적고 추정이 간편하다는 점에서 제한된 자료를 이용하여 특정 재화 시장의 장기 성장 추세 및 시장 포화점을 식별할 때 유용하나, 절대적 시장 규모가 축소되는 상황을 표현하지 못하기 때문에 정밀한 시장 규모 전망에는 적합하지 않다. 따라서 추후 유업체 및 정부, 생산자 단체로부터 다양한 자료를 협조 받아 보다 정밀한 유제품별 시장 규모 전망이 가능한 후속 연구를 추진할 필요가 있다.

Footnote

- 1) 추정치가 수렴하지 않는 경우 5년 단위(1970년, 1975년, 1980년 등)로 자료의 범위를 수정하여 재추정하는 과정을 반복함.
- 2) 추정치가 수렴하지 않는 경우 5년 단위(1970년, 1975년, 1980년 등)로 자료의 범위를 수정하여 재추정하는 과정을 반복함.
- 3) 추정치가 수렴하지 않는 경우 5년 단위(2000년, 2005년 등)로 자료의 범위를 수정하여 재추정하는 과정을 반복함.

Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgements

본 연구는 한국낙농육우협회의 지원으로 수행되었습니다(국산유제품 시장형성을 위한 정책지원방안 연구).

Authors Information

Jaesung Cho, <https://orcid.org/0000-0002-9720-7950>

Jae Bong Chang, <https://orcid.org/0000-0002-9335-219X>

References

- Cho J, Park J, Kim M, Lee Y. 2015. Improvement plan of processed milk support project for sustainable development of dairy industry. Korea Dairy Committee, Sejong, Korea. [in Korean]
- Cho J, Seo G, Kim H, Kim W, Ji I. 2018. The estimation of current and future market size of pet related industries. Korean Journal of Agricultural Management and Policy 45:611-629. [in Korean]
- KDC (Korea Dairy Committee). 2020. 2020 dairy statistics yearbook. KDC, Sejong, Korea. [in Korean]
- KDS (Korea Dairy Statistics). 2020. Supply and demand statistics of dairy products. Accessed in https://www.dairy.or.kr/kor/sub05/menu_01_4_1.php on 8 December 2020. [in Korean]
- KISDI (Korea Information Society Development Institute). 2009. Forecasting broadcasting market through the review of forecasting methodology. KISDI, Jincheon, Korea. [in Korean]
- KISTEP (Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning). 2013a. A study on the market prediction methodology for estimating the benefits of a preliminary feasibility study in the R&D sector. KISTEP, Eumseong, Korea. [in Korean]
- KISTEP (Korea Institute of Science and Technology Evaluation and Planning). 2013b. A study on how to apply a

- growth model to analyze the characteristics of government R&D investment. KISTEP, Eumseong, Korea. [in Korean]
- KREI (Korean Rural Economic Institute). 2020. Agricultural outlook. KREI, Naju, Korea. [in Korean]
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2020. Agriculture, livestock, and food statistics 2020. MAFRA, Sejong, Korea. [in Korean]
- Park H, Eum S, Roh S, Sun D, Seo J, Cho S, Lee J, Kim B. 2017. Growth curve estimates for wither height, hip height, and body length of Hanwoo steers (*Bos taurus coreanae*). Korean Journal of Agricultural Science 44:384-391. [in Korean]
- SERI (Samsung Economic Research Institute). 2012. Effective methods for forecasting demand and examples. SERI, Seoul, Korea. [in Korean]
- Yun J, Park S, Park H, Eum S, Roh S, Seo J, Cho S, Kim B. 2016. Estimation of growth curve in Hanwoo steers using progeny test records. Korean Journal of Agricultural Science 43:623-633. [in Korean]