

식품제조업체 총요소생산성 요소별 기여도 분석*

최 순** 김한호***

Keywords

총요소생산성(Total Factor Productivity), 확률변경생산함수(Stochastic Frontier Production Function), 기술효율성(Technical Efficiency), 기술진보(Technical Progress)

Abstract

This study aims to identify major contributors to the change in total factor productivity of food manufacturers by decomposing it into four factors: technological progress, scale efficiency, technological efficiency, and allocation efficiency. Using the “Mining and Manufacturing Survey” data provided by the Statistics Korea, it classifies food manufacturing industries into seven sub-categories to estimate stochastic frontier production functions. The results show that the increase in output is mainly driven by an input increase in food manufacturing. In addition, technical progress is found to be the most significant contributor to the total factor productivity of the food manufacturing industry. On the other hand, it is found that the contribution of technical efficiency shows a negative sign, negatively affecting the productivity increase. The result indicates that R&D investment to improve the technology frontier is essential in increasing the productivity of the food industry. On top of that, support policies to spread and disseminate the leading technologies to other companies are also necessary to enhance technical efficiency throughout the industry.

차례

- 1. 서론
- 2. 이론적 배경 및 선행연구
- 3. 분석 모형
- 4. 분석 자료
- 5. 분석 결과
- 6. 결론

* 본 논문은 최순의 박사학위 논문을 수정·보완한 것임.

** 한국농촌경제연구원 정책전문연구원, 교신저자: e-mail: csoon@krei.re.kr

*** 서울대학교 농경제사회학부 농업자원경제학전공 교수

1. 서론

지난 10년간 우리나라 식품제조업은 매출액 기준 연평균 4.7% 성장하였으며, 2009년에 비해서는 51% 증가하여 높은 성장세를 보여왔다. 또한, 수요 기반이 안정적이고 수요 탄력성이 낮은 필수재의 특성상 경기의 영향을 적게 받아 안정적으로 성장하여 왔다. 그러나, 이러한 안정적 성장세에도 불구하고, 국내 인구 성장 및 경제 성장률 둔화에 따라 양적인 측면에서는 성숙기 시장에 진입했다고 평가되고 있다(무역보험공사 2018). 특히, ‘인구 절벽’이라 불리는 인구 감소가 예상보다 빠르게 현실화되고 이로 인해 식품 수요 감소가 예상되고 있어, 향후 식품제조업 전반의 성장 둔화가 우려되고 있다. 통계청이 발표한 ‘2020년 출생사망통계(잠정)’에 따르면 출생자가 사망자 수를 밑돌아 인구가 자연 감소하는 ‘데드크로스’가 2020년 처음으로 나타났다(통계청 보도자료 2021. 2. 24.). 이러한 인구 절벽은 다른 산업보다도 식품제조업에 더욱 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다. 한국에서 필요한 식품 총량은 인구의 성별과 연령 구성을 고려하여 칼로리 기준으로 계산되는데 이 식품 총량은 인구보다 더 빠르게 감소하여 2021년부터 감소 추세에 들어설 것으로 예상되고 있다(이계임 2019. 5. 6.). 우리나라 식품제조업의 경우 생산의 90% 이상이 내수 시장에서 소비되는 내수 중심 산업임을 감안할 때 국내 수요의 둔화는 성장 둔화의 요인으로 작용할 것으로 판단된다. 그 뿐만 아니라, 경제 성장률 둔화, 식품 수입 증가 등도 식품 산업 성장의 한계 요인으로 꼽히고 있다. 이에 따라 식품제조업체들은 새로운 성장 동력을 찾기 위해 해외 진출을 꾀하고 있으나, 몇몇 대기업을 제외하고는 국제 경쟁력이 낮아 수출 시장 진입이 쉽지 않은 상황이다.

이러한 성장의 한계는 경제학적 분석을 통해 타개책을 모색해 볼 수 있다. 산업의 성장 요인은 크게 투입 요소의 확대와 생산성의 제고라는 두 가지로 나누어볼 수 있다. 산업의 성장 초기 단계에서는 투입 요소 증가가 성장을 촉진하는 주요인이 되지만, 성숙 단계에 들어서면 요소 투입보다 생산성이 더욱 중요한 역할을 한다고 알려져 있다(Aghion and Howitt 2009; Galor 2011).

식품제조업의 경우 성숙 단계에 진입하였다고 평가받고 있으며, 생산 요소 투입만으로 성장률을 유지하는 것은 점점 더 어려워지고 있다. 이에 따라 총요소생산성 제고를 통한 성장 잠재력 확보가 필요한 상황이다. 이를 위해 우리나라 식품제조업의 생산성에 대한 학문적이고 실증적인 연구와 이에 바탕을 둔 정책 제시가 필요하다.

본 논문은 식품제조업 성장의 한계를 극복하기 위한 방안을 모색하기 위해, 산출과 생산성의 성장 요인과 저해 요인을 파악하여 산업 발전을 위한 전략 모색에 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다. 구체적으로, 식품제조업을 구성하는 업종별 산출량 증가의 기여 요인을 규명하고자 한다. 특히, 지난 기간의 성장이 요소 투입에 의한 양적 성장인지, 기술과 생산성 향상을 통한 질적 성장이었는지를 파악하고 향후 성장 전략을 수립하는 데 기초 자료로 제공하고자 한다. 또한 세부 업종별 생산성 변화를 추정하고, 그 구성 요인들로 분해함으로써 생산성 제고를 위한 정책 수립에 방향성을 제시하고자 한다.

본 연구는 통계청이 제공하는 광업제조업조사에서 2011년부터 2018년까지 조사된 식품제조업 사업체를 대상으로 한다. 식품제조업을 세부 업종별로 구분하여, 업종별 확률변경생산함수를 추정한다. 이후 산출 증가 및 생산성 변화를 계측하고 구성 요인별로 분해하여 성장 요인을 파악한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제2장에서 이론적 배경 및 선행연구를 검토하고, 제3장에서 분석 모형과 추정 방법을 설명한다. 제4장에서는 분석 자료를 소개하고 변수 구축 방법을 설명한 후 제5장에서 분석 결과를 제시하고 의미를 해석한다. 마지막 제6장에서 연구 내용을 요약하고 함의를 제시한다.

2. 이론적 배경 및 선행연구 검토

산업의 성장은 요소 투입 증가와 생산성 향상에 의해 이루어지며, 산업이 성숙기에 접어들수록 한계 생산 체감으로 인해 요소 투입으로 인한 성장은 한계에 부딪히게 된다. 이러한 성장의 한계를 극복하고 성장을 지속하기 위해서는 생산성 제고가 필수적이라는 것이 일반적으로 받아들여지고 있다.

총요소생산성의 변화는 직접적으로 관찰되는 값이 아니라, 생산함수의 잔차항 형태로 계측되는 간접적 개념이므로, 생산함수의 추정이 선행되어야 한다. 전통적인 신고전파 생산함수 회귀분석에서는 모든 생산 주체가 완전히 효율적이어서 생산가능경계에서 생산한다고 가정한다. 그러나 실제로는 많은 생산자들이 잠재 최대 수준의 산출량에 못 미치는 수준에서 생산한다. 따라서 완전 효율

의 가정은 현실을 제대로 반영할 수 없다는 한계를 지닌다. 이러한 한계를 극복하기 위해 비효율성을 도입한 시도가 확률변경생산함수(stochastic frontier production function)이다(Aigner et al. 1977). 전통적인 생산함수와의 가장 큰 차이는 생산 주체 간 효율성의 차이를 허용한다는 것이다. 여기서 효율성(efficiency)은 잠재 최대 산출과 실제 산출의 비율을 의미하는 것으로 최대 산출과 실제 산출의 차이가 비효율성을 나타내게 된다. 효율성은 동일한 양의 요소 투입 시 잠재 최대 산출과 실제 산출과의 차이를 통해 측정할 수도 있고(Output-oriented), 또는, 동일한 양의 산출물을 생산했을 때 실제 투입 요소의 양과 최소 투입량의 차이를 통해 측정할 수도 있다(Input-oriented).

Kumbhakar(2000)는 확률변경생산함수를 이용하여, 총요소생산성의 변화를 기술진보와 생산 효율성으로 분해할 수 있는 방법을 개발했다. 기술진보는 최대 산출량을 의미하는 생산 변경의 이동을 의미하고, 생산효율성은 생산 변경 내부에서 생산점의 이동을 의미한다. 생산효율성은 기술효율성, 규모효율성, 배분효율성으로 다시 구분할 수 있다. 기술효율성(technical efficiency)은 실제 생산점이 잠재 최대 생산점에 얼마나 근접했는지를 의미한다. 또한 규모효율성(scale efficiency)은 최적 생산 규모를 달성한 정도를 의미하며, 배분효율성(allocative efficiency)은 기술적 한계대체율과 요소가격비가 일치하는 최적 조합에 얼마나 가까운지를 의미한다(박승규·김의준 2009).

이러한 이론적 바탕 위에서 식품제조업의 효율성과 생산성에 관해 다수의 연구가 수행된 바 있다. 배미경(2009)은 1991년에서 2005년까지 음식료 산업의 사업체를 대상으로 확률변경생산함수를 추정하고 총요소생산성을 기여 요인별로 분해하였다. 분석 결과, 우리나라의 음식료 산업의 기술적 효율성이 매우 낮은 수준이며 지속적으로 악화되고 있는 것으로 나타났다. 규모 효율 역시 대부분의 부문에서 악화되고 있었으나, 기술 수준은 향상되고 있는 것으로 나타났다. 각 효과의 크기를 비교한 결과, 결국 기술진보가 총요소생산성 증가를 이끌고 있다고 평가하였다.

육가공 산업을 분석한 최지현·조소현(2011) 역시, 2001년부터 2009년까지 기간 동안 광업제조업조사 데이터를 이용해 확률변경생산함수를 추정하였다. 이 연구에서는 기술진보 효과가 생산성 변화의 80% 이상을 설명하고 있다고 분석되어 생산성 변화에 있어 기술이 가장 중요한 요소인 것으로 파악되었다. 또한, 변화율의 진폭은 주로 배분효율성의 변화율에 의해 결정되고 있어 원재료비의 변화가 생산성 변화에 있어 주요인으로 작용하고 있다고 설명하였다.

최봉호(2019)는 1999년부터 2017년 광업제조업조사를 이용해 수산가공업을 분석하였는데, 기술효율이 계속해서 악화되고 있으며, 기술진보는 증가 추세인 것으로 나타났으며 역시 총요소생산

성 변화에 있어 기술진보가 가장 큰 요인으로 나타났다. 그러나, 기술효율이 0.92를 상회하고, 총요소생산성 증가율이 16% 이상으로 나타나, 다른 연구에 비해 큰 값을 보였다.

특정 지역의 식품제조업에 대한 효율성을 분석한 연구로는 경성립 외(2015)와 장석주(2018)가 있다. 두 연구 모두 전남지역 식품업체를 대상으로 하였으며, 그중 장석주(2018)는 분석 대상을 전남지역 식품 수출업체로 한정하였다. 경성립 외(2015)는 2012년 전남지역의 식품업체 비용 효율성을 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 통해 계측하였다. 이 연구의 분석 결과, 전남지역 식품업체들은 배분효율성에 문제가 있는 것으로 나타났다. 즉 투입물의 배분 비율이 부적합하여 비용 비효율성을 발생시키며, 투입 요소의 배분을 조정함으로써 효율성을 제고할 수 있을 것으로 분석하였다. 장석주(2018)는 전남지역 식품 수출기업들의 상대적인 효율성을 측정하고, Tier 분석을 통해 벤치마킹 대상 기업들의 군집 경로를 보였다.

이용선 외(2018)에서는 총산출 변화율을 투입 요소에 의한 부분과 총요소생산성에 의한 부분으로 분해하여 산출량 증가의 성장 요인을 분석하였다. 이를 위해 2000년부터 2016년 광업제조업조사 데이터를 이용해, 식품제조업에 대해 톨크비스트 지수(Tornqvist index)를 구축하였으며, 분석 결과 원자재의 기여도가 70%, 노동 투입 17%, 자본 투입은 5%를 차지하며 총요소생산성의 기여분은 3% 수준인 것으로 나타났다.

식품제조업에 대한 기존의 연구들은 특정 업종 또는 지역에 국한된 분석을 수행한 경우가 많아, 우리나라 식품제조업 전체 생산성 동향을 파악하기 어렵다. 또한 세부 업종별 분석이 이루어지지 않아 업종별 특성을 알기 어렵다는 한계가 있다. 배미경(2009)의 연구가 식품제조업 내 세부 업종별 분석을 시행하였으나, 분석 이후 상당한 시간이 지나 최근의 동향을 파악하기 어려우며, 투입 요소 변수로 스톡 변수를 사용하여 유량 개념의 생산함수에 부합하지 않는다는 문제가 있다.

본 연구는 세부 업종별로 산출과 총요소생산성의 변화 방향을 계측하고, 각 성장 요인을 규명함으로써, 업종별 육성 정책 수립을 위한 기초 정보를 제공하고자 한다. 또한, 식품제조업은 육가공, 수산가공, 과일채소가공 등등 다양한 업종을 포함하고 있으며, 각 세부 업종은 고유의 특성을 가지고 있어, 업종별 구분 없이 식품제조업 전체에 대해 분석할 경우 왜곡된 결론이 도출될 수 있다. 본 연구는 세부 업종별 산출과 생산성 변화를 비교 분석하고 요인별로 분해하여 업종 간 재원의 효율적 배분 시 활용될 수 있는 참고 자료를 제공한다.

3. 분석모형

본 연구에서는 크게 두 가지 분석을 수행하였다. 첫째는 산출량 변화율의 요인별 분해이고, 둘째는 생산성 변화율의 요인별 분해이다. 선행연구들은 모두 생산성의 요인별 분해에 초점을 맞추고 있으며, 산출의 요인별 분해에 대한 연구는 부족하였다. 생산성 향상의 목적이 궁극적으로 산출량과 산업 규모 성장에 있으므로, 산출량의 요인별 분해가 생산성 분해에 선행될 필요가 있다. 본 절에서는 산출량 변화와 생산성 변화의 분해 과정을 도출하고, 이를 위해 선행되어야 할 확률변경생산함수의 추정 방법에 대해 설명한다.

3.1. 산출량 변화율 요인별 분해

먼저, 확률변경생산함수를 아래와 같이 설정한다.¹

$$y_{i,t} = f(X_{i,t}, t) \exp(v_{i,t}) \exp(-u_{i,t}) \quad (1)$$

$y_{i,t}$ 는 사업체 i 의 t 기 생산량, $X_{i,t}$ 는 사업체 i 의 t 기 투입요소 벡터, $f(X_{i,t}, t)$ 는 확률생산변경, $v_{i,t}$ 는 오차항, $u_{i,t}$ 는 기술 비효율성을 의미한다.

위 식에 로그를 취하고 시간 t 로 미분한 후 정리하면 아래 식이 도출된다.²

$$\begin{aligned} \frac{d \ln y(x, t)}{dt} = \dot{y} &= \sum \frac{\partial \ln f(x_j, t)}{\partial \ln x_j} \frac{\partial \ln x_j}{\partial t} + \frac{\partial \ln f}{\partial t} - \frac{\partial u}{\partial t} \\ &= TP + \sum \epsilon_j \dot{x}_j - \frac{\partial u}{\partial t} \end{aligned} \quad (2)$$

1 생산함수와 비용함수(Cost function) 간의 쌍대관계(Duality)를 이용하여 비용함수를 추정하는 방법도 있으며 이러한 비용함수 추정은 원함수(Primary Function)인 생산함수 추정에 비해 많은 장점을 가진다. 그러나 비용함수 추정에는 투입 요소의 가격 변수가 필요함에도 불구하고 광업제조업조사 데이터에서는 이러한 가격 변수를 얻기가 어려워 비용함수 대신 생산함수를 추정하였다. 선행연구들에서도 이러한 이유로 생산함수를 추정하였다.

2 혼란을 줄이기 위해 하첨자 i, t 를 생략하였다. 그리고, 기술 비효율성은 조건부기댓값으로 구해지므로, 오차항 $v_{i,t}$ 은 0이 된다고 가정한다.

\dot{y} 는 시간에 따른 산출의 변화율을 의미하며, $\frac{\partial \ln f}{\partial t}$ 는 외생적 기술진보(Technical Progress)로서 *TP*라고 표현한다. ϵ_j 는 요소 j 의 편요소 탄력성이다. $\sum \epsilon_j \dot{x}_j$ 은 요소 투입 증가에 의한 산출량 증가를 의미하고 *INPUT*으로 나타낸다. 또한, $-\frac{\partial u}{\partial t}$ 은 기술효율성 증가에 의한 산출량 변화를 의미하며, *TE*라고 표시한다. 따라서 산출량 증가를 아래와 같이 분해할 수 있다.

$$\dot{Y} = TP + INPUT + TE + OTHER \tag{3}$$

\dot{Y} 는 산출 증가율로 산출량의 변화율을 나타낸다. *TP*는 기술 증가율로 생산함수의 변경 즉, 잠재 최대 산출량의 변화를 의미하며 생산 곡선 자체의 이동을 나타낸다. *INPUT*은 투입 증가로 인한 산출량 변화를 의미하며, 생산 곡선상의 이동으로 해석할 수 있다. *TE*는 기술효율성 증가율로서 잠재 최대 산출량 대비 실제 산출량의 비율인 기술효율성이 얼마나 변했는지를 계측한 결과이다. *OTHER*는 기타 항목으로 앞의 요소들로 설명되지 않는 나머지 부분을 의미한다.

3.2. 총요소생산성 변화율 요인별 분해

Kumbhakar(2000)는 총요소생산성을 기여 요인에 따라, 기술진보(technical progress), 규모효율(scale efficiency), 배분효율(allocative efficiency), 기술효율(technical efficiency)의 네 가지로 분해할 수 있는 방법을 제안하였다.

먼저, 총요소생산성(TFP)의 변화를 솔로우 성장회계식(Solow's growth accounting)으로 나타내면 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$TFP = \dot{y} - \sum s_j \dot{x}_j \tag{4}$$

단, $s_j = \frac{w_j x_j}{\sum w_j x_j}$

*TFP*는 총요소생산성의 변화율, \dot{y} 는 산출 변화율, s_j 는 투입재 j 의 지출몫(share), \dot{x}_j 는 투입 요소 j 변화율, w_j 는 투입 요소 j 의 가격을 나타낸다.

앞의 산출 증가율 분해에서 도출했던 식 (3)을 식 (4)에 대입하면 다음과 같이 분해된다.

$$\begin{aligned} \dot{TFP} &= TP + \sum \epsilon_j \dot{x}_j - \frac{\partial u}{\partial t} - \sum s_j \dot{x}_j \\ &= TP + \sum (\epsilon_j - s_j) \dot{x}_j + TE \\ &= TP + (\epsilon - 1) \sum \lambda_j \dot{x}_j + \sum (\lambda_j - s_j) \dot{x}_j + TE \end{aligned} \quad (5)$$

단, $TE = -\frac{\partial u}{\partial t}$, $\epsilon = \sum^j \epsilon_j$, $\lambda_j = \epsilon_j / \epsilon$

\dot{TFP} 는 총요소생산성의 변화율, TP 는 기술진보율, ϵ 은 규모 탄력성을 의미하며, ϵ_j 는 투입 요소 j 의 편요소 탄력성, s_j 는 투입재 j 의 지출몫(share), \dot{x}_j 는 투입 요소 j 변화율, λ_j 는 규모 탄력성에 대한 투입 요소 j 의 편요소 탄력성 비중을 각각 의미한다. 우변의 두 번째 항은 규모효율의 변화율(Scale Efficiency)을 의미하고, 세 번째 항은 배분효율성(Allocative Efficiency)의 변화를 의미한다. 따라서 총요소생산성의 변화율은 네 가지 요소로 분해된다.

$$\dot{TFP} = TP + SC + AE + TE \quad (6)$$

\dot{TFP} 는 총요소생산성 변화율, TP (Technical Progress)는 기술진보, SC (Scale Efficiency Change)는 규모효율변화, AE (Allocative Efficiency)는 배분효율변화, TE (Technical Efficiency)는 기술효율변화를 각각 의미한다. 기술진보는 기술 프런티어 즉, 잠재 최대 생산점 자체의 이동으로 얻어지는 생산성의 변화를 나타낸다. 기술효율변화는 잠재 최대 생산점 대비 실제 생산성의 비율로 측정되는 기술효율이 변화한 정도를 의미하며, 규모효율변화는 최적 생산 규모를 달성한 정도로 나타내어지는 규모효율성의 변화를 나타낸다. 또한, 배분효율변화는 실제 생산 요소의 조합이 기술적 한계대체율과 요소가격비가 일치하는 최적 조합에 얼마나 가까운지로 측정되는 배분효율의 변화 정도를 의미한다.

한편, 초월대수 형태인 생산함수를 미분하면, 기술진보율(TP)과 각 투입 요소 중 노동의 산출 탄력성(ϵ_l)은 아래와 같이 구할 수 있으며, 다른 투입 요소의 산출 탄력성 역시 같은 방식으로 계산된다. 또한, 규모수익(ϵ)은 각 요소 산출 탄력성의 합과 같다.

$$TP = \partial \ln f / \partial t = \beta_t + \beta_{tt}t + \beta_{lt} \ln L_{i,t} + \beta_{kt} \ln K_{i,t} + \beta_{mt} \ln M_{i,t} \quad (7)$$

$$\epsilon_l = \beta_l + \beta_{ll} \ln L_{l,t} + \beta_{kl} \ln K_{i,t} + \beta_{ml} \ln M_{i,t} + \beta_{lt}t \quad (8)$$

$$\epsilon = \sum \epsilon_j, \quad j = l, k, m \quad (9)$$

3.3. 확률변경생산함수

앞에서 설명한 요인별 분해를 수행하기 위해서는 확률변경생산함수의 모수가 추정되어야 한다. 확률변경생산함수는 1977년 Aigner, Lovell, 그리고 Schmidt에 의해 처음 제안된 이후 많은 발전을 거쳐왔다. 패널 자료 분석을 위한 확률변경생산함수에 시간 변수를 추가한 ‘시간 가변 확률변경 생산함수’의 일반적 형태는 아래 식과 같다.

$$y_{i,t} = f(x_{i,t}, t) \exp(v_{i,t}) \exp(-u_{i,t}) \tag{10}$$

$$v_{i,t} \sim iid N(0, \sigma_v^2) \tag{11}$$

$$u_{i,t} = G(t)u_i \tag{12}$$

$$i = 1, \dots, N \tag{13}$$

$$t = 1, \dots, T \tag{14}$$

$y_{i,t}$ 는 사업체 i 의 t 기 산출량, t 는 시간 추세(trend), $x_{i,t}$ 는 사업체 i 의 t 기 투입 요소, $v_{i,t}$ 는 오차항, $u_{i,t}$ 는 기술 비효율성을 각각 나타낸다. $v_{i,t}$ 는 독립적으로 동일한(independent and identically distributed: iid) 정규분포를 따르며, $v_{i,t}$ 와 $u_{i,t}$ 는 독립이라고 가정된다. 기술 비효율성항 $u_{i,t}$ 는 시간에 불변하는 사업체 고유의 비효율성 u_i 와 시간에 따라 변화하는 부분 $G(t)$ 의 곱의 형태로 가정된다. u_i 는 잠재 최대 산출량 대비 실제 산출량의 비율이므로 항상 0 또는 양의 값을 가지게 되며, 분석 대상이 되는 산업의 성격에 따라 다양한 분포를 가정할 수 있다. 비효율성이 없는 완전 효율적인 사업체의 빈도가 가장 높은 산업의 경우 지수 분포(exponential distribution) 또는 반정규분포(half-normal distribution)를 가정할 수 있다. 반면, 효율적인 업체가 소수이고, 나머지 대부분은 선도 업체와 큰 격차가 있는 산업이 분석 대상이라면, 다음과 같은 절단정규분포(truncated normal distribution)가 적절하다(Stevenson 1980).

$$u_i \sim iid N^+(\mu, \sigma_u^2) \tag{15}$$

μ 은 절단 전 평균을 의미한다. 절단정규분포는 $\mu=0$ 일 경우 반정규분포와 일치하게 되어 이론적으로 좀 더 유연(flexible)하다. σ_u 는 기술 비효율성의 분산을 나타낸다. 본 연구에서는 식품제조업

이 소수의 선도업체와 다수의 비효율 업체로 구성되어 있다고 보고, 절단정규분포를 가정하였다.

한편, 패널 자료의 경우 비효율성은 시간에 따라서도 변화하게 된다. $u_{i,t}$ 의 시간 변동 패턴 $G(t)$ 에 대한 가정에 따라 다수 모형이 개발되었는데 본 연구에서는 Battese and Coelli(1992)의 가정에 따라 아래와 같이 지수함수의 형태를 설정하였다.

$$G(t) = \exp[-\eta(t - T)] \quad (16)$$

t 는 시간이고, T 는 패널 데이터 시계열의 최종 기간을 의미한다. 지수함수이므로 시간에 따라 비효율성이 단조(monotone) 변화한다는 특징을 가진다. 시간 변동 패턴은 연구자의 판단에 따라 다양한 형태로 가정할 수 있으나, 본 연구에서는 가장 일반적으로 사용되는 Battese and Coelli(1992)의 형태를 사용하였으며, 실제 생산함수 추정 결과 다른 시간 패턴 대비 적합도가 가장 높았다. 모수 η 는 시간에 따라 비효율성이 변하는 정도를 나타내는데 η 가 양(+)이면 t 증가에 따라 비효율성이 감소하므로, 기술적 효율성은 향상된다고 해석할 수 있다.

확률변경생산함수의 모수는 위 식(10)에 로그를 취해 선형으로 변환한 후 추정하며, 오차항 $v_{i,t} - u_{i,t}$ 의 분포가 알려져 있으므로, 최우추정법(Maximum Likelihood Method)을 이용해 구할 수 있다.³

생산함수 형태로는 콥-더글라스 생산함수와 초월대수(translog) 생산함수가 가장 많이 이용되는데, 초월대수 생산함수는 콥-더글라스 생산함수에 비해 더 유연(flexible)한 형태로서 측정 오차를 감소시키고, 규모수익의 변화를 허용한다는 장점이 있다(박승규·김의준 2009). 또한, 한광호(2018)는 한국 제조업 분석에 있어 콥-더글라스 생산함수보다 초월대수 생산함수가 더 적합함을 보였다. 이에 따라, 본 연구에서는 초월대수 생산함수를 사용하며, 시간에 따른 기술진보를 살펴보기 위해 시간 변수를 추가하여 ‘시간이 고려된 초월대수’ 생산함수를 이용하였다.

$$\begin{aligned} \ln y_{i,t} &= \beta_0 + \sum^j \beta_j \ln x_{ijt} + \beta_t t + \frac{1}{2} \sum^j \sum^k \beta_{jk} \ln x_{ijt} \ln x_{ikt} + \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 \\ &+ \sum^j \beta_{jt} \ln x_{ijt} t + v_{i,t} - u_{i,t} \end{aligned} \quad (17)$$

$\ln y$ 는 로그 생산량, β_0 는 상수항, $\ln x$ 은 로그 투입재, t 는 시간, $v_{i,t}$ 는 오차항, $u_{i,t}$ 는 비효율성을

3 구체적인 우도함수 및 추정 방법은 Battese & Coelli(1992) 참고.

각각 나타낸다.

기술적 비효율성 $u_{i,t}$ 는 직접 도출될 수는 없지만, Jondrow et al.(1982)에 따라 조건부 기대치인 $E(u_{i,t}|\epsilon_{i,t})$ 값을 아래와 같이 구할 수 있다.⁴ 그리고, 기술효율성 TE는 $TE = \exp(-u_{i,t})$ 의 형태로 도출된다.

$$E(u_{i,t}|\epsilon_{i,t}) = \frac{\sigma_* \phi\left(\frac{\mu_{i,t}}{\sigma_*}\right)}{\Phi\left(\frac{\mu_{i,t}}{\sigma_*}\right)} + \mu_{i,t} \tag{18}$$

$$\mu_{i,t} = \frac{\sigma_v^2 \mu - \sigma_u^2 \epsilon_{i,t}}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}, \quad \sigma_*^2 = \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \tag{19}$$

$\epsilon_{i,t} = v_{i,t} - u_{i,t}$ 은 오차항, $\phi(\cdot)$ 는 확률밀도함수, $\Phi(\cdot)$ 는 누적분포함수를 의미한다. μ 는 절단 전 평균이며, σ_u^2, σ_v^2 는 각각 $u_{i,t}$ 와 $v_{i,t}$ 의 분산을 나타낸다.

4. 분석 자료

본 연구에서는 2011년부터 2018년까지(2015년 제외)⁵ 통계청에서 조사한 『광업제조업조사』 자료를 사용하였다. 광업제조업조사는 국내 10인 이상 사업체(약 7만 5천 개)를 전수조사하는 지정 통계로 종사자 수, 매출액, 영업비용, 유형자산 등의 데이터를 포함하고 있다. 분석 결과를 해석할 때 ‘광업제조업조사’가 ‘10인 이상’의 ‘사업체’를 대상으로 한다는 점을 유의해야 한다. 식품제조업의 경우, 10인 미만 영세사업체가 전체 90%에 달해, 광업제조업조사에 포함되는 사업체는 식품

4 자세한 도출 과정은 Jondrow et al.(1982) 참고.

5 2015년에는 광업제조업조사가 ‘경제총조사(5년마다 시행)’로 대체되었는데 2015 경제총조사의 경우, 자본 비용을 구축하는 데 필요한 유형자산 데이터의 결측치가 50%에 달해 자본 변수를 구축하기 어려웠다. 이에 따라, 2015년은 분석 기간에서 제외하였다. 경제총조사에 유형자산액 결측치가 많은 이유로는, 하나의 법인에 본점인 사업체와 본점 이외의 사업체들이 속해 있다고 할 때, 경제총조사의 경우 법인에 속한 모든 사업체들의 유형자산액을 합산해서 본점의 유형자산으로 기록하고, 본점 이외 사업체들의 유형자산액은 결측치로 남겨지기 때문인 것으로 추정된다. 2015년 데이터가 제외됨으로써 패널의 연속성이 충족되지 못한 것은 본 연구의 한계이다.

제조업에서 규모 기준 상위 10%에 해당하는 상위 그룹이다. 따라서, 분석 결과를 영세사업체들로 일반화할 때는 주의해야 한다. 조사 대상의 수준은 사업체(establishment)이다. 통계청 정의에 따르면, 사업체는 “일정한 물리적 장소 또는 일정한 지역 내에서 하나의 단일 또는 주된 경제활동에 독립적으로 종사하는 기업체 또는 기업체의 부분 단위”이다.(통계청 2019) 즉, 사업체란 기업의 하위 단위로서, 한 기업(firm)이 여러 개의 공장, 지점, 사무소 등을 운영한다면, 각각이 하나의 사업체가 된다. 본 연구에서는 사업체의 상위 개념인 ‘기업(firm)’과의 혼동을 막기 위해, 분석 단위에 대한 용어를 ‘사업체(establishment)’로 통일하여 사용하였다.

분석 대상은 ‘한국표준산업분류(Korea Standard Industry Classification)상 10(식품제조업)’에 해당하는 사업체로 한정하였으며, 분석 대상 세부 업종은 육가공(1), 수산가공(2), 과일채소가공(3), 동식물유지(4), 낙농가공(5), 곡물가공(6), 기타식품가공(7) 이상 총 7개이다. 사료제조업(KSIC 10 소분류 8)과 음료제조업(KSIC 11)은 제외하고 식품제조업만을 분석하였는데, 사료제조업은 인간이 직접 소비하는 품목이 아니라는 점에서 제외하였고, 음료제조업은 업체당 평균 유형자산액이 음료 제외한 다른 식품제조업종의 약 5배에 달하여, 장치 산업적 특징을 보이기 때문에, 타 업종과의 비교가 적절치 않다고 보아 제외하였다.

생산함수 추정을 위해서는 산출 및 투입 요소 변수가 필요하다. 안동환 외(2003) 및 이용선 외(2018)를 참고하여, 산출물 변수로는 생산액을 사용하였고, 투입 요소로는 노동, 자본, 중간재 이상 세 가지를 설정하였다. ‘노동’은 총급여액을 이용하였고, ‘자본’은 ‘임차료, 유형자산 감가상각비, 자본의 기회비용’의 합을 이용하였는데, 자본의 기회비용은 당해 연도 기말 유형자산액(건설 중 자산 제외)에 평균 이자율(한국은행의 3년 회사채, CB3)을 곱하여 계산하였다. ‘중간재’는 원재료비 항목을 이용하였다. 생산액과 투입 요소는 각각 음식료품 생산자물가지수(2015=100)와 GDP 디플레이터로 할인하였다. 변수 설명 및 기초통계량은 아래와 같다.

표 1. 변수 설명

구분	변수명	산출 방법
산출물	생산액(Y)	생산액을 생산자물가지수로 할인
	노동(L)	총급여액을 GDP 디플레이터로 할인
투입물	자본(K)	자본비용=유형자산 감가상각 + 임차료 + 자본 기회비용, 자본비용을 GDP 디플레이터로 할인
	중간재(M)	원재료비를 GDP 디플레이터로 할인

표 2. 기초통계량(백만 원, 명)

구분	평균	표준편차	최소	최대	관측치
생산액	13,823	43,619,78	1	985,574	29,598
총급여액	1,076	2,357	1	64,904	29,598
자본비용	552	2,311	0.02	141,724	29,598
원재료비	8,369	27,804	1	692,449	29,598
종사자 수	38	64	10	1,986	29,598
유형자산	4,702	17,756	1	1,183,334	29,598

5. 분석 결과

5.1. 확률변경생산함수 추정

먼저, 사업체 간 효율성의 차이를 도입한 확률변경생산함수를 추정한다. 확률변경생산함수를 세부 산업별로 추정한 결과는 아래 <표 3>에 제시되어 있으며, 대부분의 계수가 1% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 비효율성의 시간 변동 패턴을 나타내는 η 의 부호를 보면 수산(2), 유지(4), 곡물가공(6)은 양수(+)로 나와서 기술효율이 증가하고 있는 것으로 나타난 반면, 육가공(1), 과일채소가공(3), 낙농(5), 기타가공(7)은 음(-)의 부호를 보이면서 기술효율이 감소하고 있는 것으로 나타났다.

표 3. 확률변경생산함수 추정 결과

변 수	육가공	수산가공	과일채소 가공	동식물유지
로그 노동	0.450*** (0.052)	0.518*** (0.028)	0.319*** (0.063)	1.180*** (0.207)
로그 자본	0.137*** (0.033)	0.065*** (0.022)	0.032 (0.035)	0.544*** (0.086)
로그 중간재	0.121*** (0.026)	0.417*** (0.022)	0.662*** (0.036)	-0.162 (0.103)
로그 노동2	0.107*** (0.012)	0.189*** (0.007)	0.253*** (0.018)	-0.266*** (0.065)
로그 노동×시간	-0.007** (0.003)	-0.010*** (0.002)	-0.003 (0.004)	0.036*** (0.013)
로그 자본×시간	0.002 (0.002)	0.007*** (0.001)	0.008*** (0.002)	-0.037*** (0.006)
로그 중간재×시간	0.003* (0.001)	0.002 (0.001)	-0.013*** (0.002)	0.016** (0.007)
상수	2.723*** (0.155)	1.541*** (0.0973)	1.079*** (0.163)	0.651* (0.370)
μ	-226.500* (136.400)	-207.700 (157.700)	-252.400** (112.100)	-0.811 (0.00)
η	-0.043*** (0.0150)	0.045*** (0.0119)	-0.030* (0.0165)	0.339*** (0.0527)
관측치 수	5,046	5,971	3,570	436
패널 수	1,529	1,642	1,032	116

주 1) *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1% 하에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

2) 괄호 안은 표준오차를 나타낸다.

3) μ 는 비효율성의 분포 $u_i \sim iid N^+(\mu, \sigma_u^2)$ 에서 절단 전 평균을 의미하며, η 는 비효율성의 시간에 따른 변동 패턴 $G(t) = \exp[-\eta(t - T)]$ 에서 t 의 계수를 의미한다.

표 4. 확률변경생산함수 추정 결과(계속)

변 수	낙농가공	곡물가공	기타 식품가공
로그 노동	0.096 (0.183)	0.314*** (0.051)	0.324*** (0.030)
로그 자본	0.235*** (0.074)	0.218*** (0.042)	0.246*** (0.015)
로그 중간재	0.592*** (0.093)	0.409*** (0.034)	0.361*** (0.019)
로그 노동2	0.246*** (0.044)	0.103*** (0.011)	0.164*** (0.008)
로그 자본2	-0.009 (0.013)	0.029*** (0.005)	0.042*** (0.002)
로그 중간재2	0.102*** (0.014)	0.146*** (0.004)	0.176*** (0.003)
로그 노동 ×로그 중간재	-0.145*** (0.018)	-0.0997*** (0.006)	-0.134*** (0.004)
로그 자본 ×로그 중간재	0.0143 (0.013)	-0.0508*** (0.004)	-0.041*** (0.002)
로그 노동 ×로그 자본	-0.030 (0.019)	0.019** (0.008)	-0.008** (0.003)
시간	0.064* (0.0366)	-0.073*** (0.0254)	-0.021** (0.00930)
시간2	0.013*** (0.004)	0.005 (0.003)	0.006*** (0.001)
로그 노동×시간	-0.021*** (0.007)	0.004 (0.004)	-0.006*** (0.002)
로그 자본×시간	-0.012** (0.004)	-0.002 (0.003)	0.001 (0.001)
로그 중간재×시간	0.017*** (0.004)	0.003 (0.002)	0.003** (0.001)
상수	3.745** (1.660)	1.609*** (0.159)	1.777*** (0.0737)
μ	2.043 (1.563)	-1.266* (0.722)	-280.000** (117.700)
η	-0.019 (0.012)	0.841*** (0.103)	-0.019*** (0.006)
관측치 수	739	1,956	11,880
패널 수	158	537	3,289

주 1) *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1% 하에서 통계적으로 유의함을 의미한다.

2) 괄호 안은 표준오차를 나타낸다.

3) μ 는 비효율성의 분포 $u_i \sim iid N^+(\mu, \sigma_u^2)$ 에서 절단 전 평균을 의미하며, η 는 비효율성의 시간에 따른 변동 패턴 $G(t) = \exp[-\eta(t - T)]$ 에서 t 의 계수를 의미한다.

5.2. 산출량 변화율 요소별 분해

본 연구의 주된 관심은 생산성 변화율의 분해를 통한 성장 요인 파악이지만, 생산성 제고는 궁극적으로 산출량과 산업 규모 성장을 목적으로 하므로 산출량의 요인별 분해를 통해 기술진보 및 기술효율성 등 생산성 관련 요소가 산출량에 미치는 영향을 파악하는 것이 선행될 필요가 있다. 따라서, 본 연구에서는 생산성 분해 이전에 산출량 분해를 수행하였다.

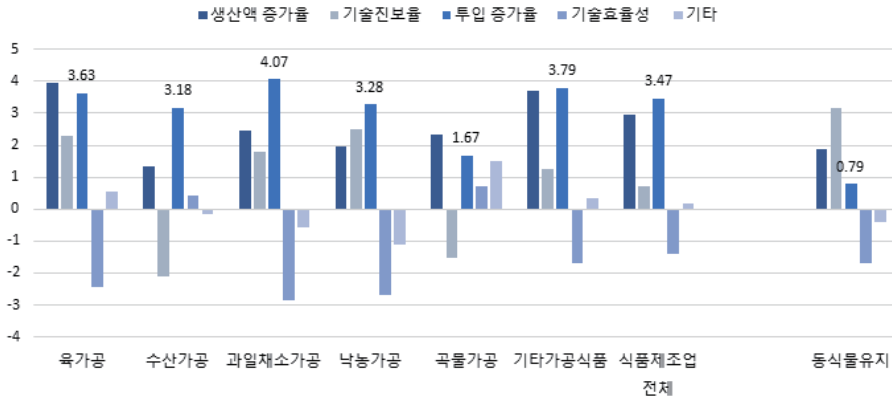
각 산출량 변화의 기여 요인은 크게 기술진보, 투입 증가, 기술효율성 등 세 가지로 나눌 수 있다. 확률변경생산함수 추정 후 얻어진 계수를 이용해 개별 사업체들의 산출량 변화를 요소별로 분해하고, 사업체별로 구해진 기술진보, 투입 증가, 기술효율성의 각 기여도를 단순 평균하여 각 요소별 산출 기여도를 도출하였다.

아래 <표 5>와 <그림 1>에 나타난 바와 같이 식품제조업 전체적으로는 연평균 2.96%대의 산출 증가가 있었으며, 이 중 투입 증가율이 3.47%로 가장 큰 기여를 한 것으로 나타났다. 기술 프런티어 대비 실제 기술 수준을 나타내는 기술효율성의 경우, 평균 변화율 -1.39%로 산출 증가에 음(-)의 효과를 미친 것으로 나타났다. 기술진보율은 평균 0.7%로 투입 증가율의 5분의 1에 불과하여 상대적으로 기여도가 작았다. 이상 세 가지 요소로 설명되지 않는 기타 요소는 0.18%로 나타났다.

표 5. 산출 증가율 요소별 분해(%)

구분	생산액 평균 증가율	기술진보율	투입 증가율	기술효율성	기타
육가공	3.95	2.29	3.63	-2.44	0.57
수산가공	1.35	-2.09	3.18	0.43	-0.16
과일채소가공	2.47	1.81	4.07	-2.84	-0.57
동식물유지	1.88	3.18	0.79	-1.68	-0.4
낙농가공	1.97	2.51	3.28	-2.68	-1.13
곡물가공	2.35	-1.51	1.67	0.7	1.49
기타가공식품	3.7	1.26	3.79	-1.71	0.35
전체	2.96	0.7	3.47	-1.39	0.18

그림 1. 산출 증가에 대한 기여도(%)



기여도를 비율로 환산한 기여율을 보면 산출량 증가의 주요인을 좀 더 명확히 알 수 있다. 아래 <표 6>에 나타난 산출량 증가율에 대한 요소별 기여율을 보면, ‘동식물유지(4)’를 제외하고는 모든 식품 소분류에서 투입 증가의 기여율이 가장 크다는 것을 알 수 있다. 식품제조업에서 투입 증가의 기여율이 117.2%로 생산액 증가의 주요 결정요인인 것으로 나타났다. 이는, 식품제조업의 외형적 성장이 기술 발전을 통한 질적 성장이라기보다는 요소 투입 증가에 의한 양적 성장의 성격이 더욱 강했음을 시사한다.

동식물유지업의 경우, 투입 증가의 기여율은 42.0%로 낮은 반면, 기술진보율의 기여율이 169.1%로 가장 높게 나타났다. 이는 동식물유지 산업이 식품제조업 중 가장 자본집약도가 높은 장치 산업적 산업이어서 자본에 체화된 기술진보의 효과가 가장 빠르게 나타날 수 있었기 때문이라고 생각된다.

또한 눈여겨보아야 할 점은 모든 업종에서 기술진보율과 기술효율성 변화가 반대의 부호를 나타냈다는 점이다. 기술진보율은 해당 업종의 기술 프런티어의 확장 정도를 나타낸다. 또한 기술효율은 기술 프런티어에 의해 결정되는 잠재 최대 산출량 대비 실제 산출량의 비율을 의미하고, 기술효율변화는 그 비율의 변화를 나타낸다. 선도기업에 의해 기술이 개발되어 기술 프런티어는 확장되었으나, 다른 기업들은 이전 기술 상태에 머물러 있다면, 기술효율은 감소하게 된다. 따라서 선도기업에 의해 기술진보는 이루어졌으나 그것이 산업 전반에 확산되지 못하여 나머지 기업이 이전 기술 상태에 정체되어 있을 경우, 산업 전체적으로 기술진보율은 증가하지만, 기술효율성은 감소하는 현상이 나타난다. 역으로, 기술진보율이 음(-)으로 나타나는 반대 경우에는 기술효율성은 증가하게 된다. 따라서, 분석 결과 식품제조업 모든 소분류 업종에서 이러한 현상이 나타났다는 것으로부터

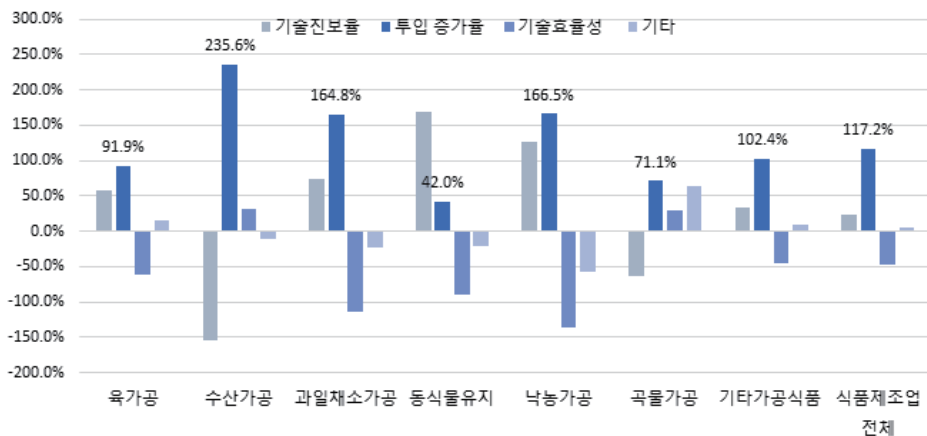
기술 확산과 보급이 원활히 이루어지지 않는다고 추론할 수 있다.

분석 결과를 살펴보면, 수산가공(2)과 곡물가공(6)을 제외하고 나머지 모든 소분류에서 기술효율성이 감소하면서 전체 생산성 증가에 부정적 영향을 주고 있다. 식품제조업 전체 평균에서도 기술효율성 변화율은 음(-)의 값을 나타내면서 다른 효과를 상쇄시키고 있다. 기술효율성이 기술 프런티어 대비 실제 기술 수준을 의미한다는 점을 고려하면, 식품제조업에서 기술효율성이 감소하는 현상은 중소기업들이 선도 기술을 따라잡지 못하고, 기술 격차가 점점 커지고 있기 때문이라고 볼 수 있다. 또한, 이는 소수의 대기업과 다수의 영세업체로 구성되는 식품제조업의 양극화가 더욱 심화되고 있다고도 해석할 수 있다.

표 6. 산출 증가에 대한 기여율(%)

	산출 증가율	기술진보율	투입 증가율	기술효율성	기타
육가공	100.0	58.0	91.9	-61.8	14.4
수산가공	100.0	-154.8	235.6	31.9	-11.9
과일채소가공	100.0	73.3	164.8	-115.0	-23.1
동식물유지	100.0	169.1	42.0	-89.4	-21.3
낙농가공	100.0	127.4	166.5	-136.0	-57.4
곡물가공	100.0	-64.3	71.1	29.8	63.4
기타가공	100.0	34.1	102.4	-46.2	9.5
식품제조업 전체	100.0	23.6	117.2	-47.0	6.1

그림 2. 산출 증가에 대한 요소별 기여율(%)



주: 각 사업체들의 단순 평균값임.

5.3. 중요소생산성 변화율 분해

일반적인 생산함수의 추정 결과를 이용하면 요소별 산출 탄력성과 규모수익을 측정할 수 있다. 패널 확률변경생산함수의 경우 여기에 추가적으로 두 가지 유용한 분석이 가능하다. 첫째는 각 생산 주체들의 기술효율성을 측정하여 비교할 수 있다는 것이고 둘째는 시간에 따른 생산성 변화율을 요소별로 분해할 수 있다는 것이다. 따라서 본 절에서는 첫째, 요소별 산출 탄력성 및 규모수익, 둘째, 세부 업종별 기술효율성 비교, 셋째, 중요소생산성 분해 이상 세 가지 분석 결과를 제시한다.

첫째, 요소별 산출 탄력성 그리고 규모수익이 아래 <표 7>에 제시되어 있다. 표 안의 수치는 각 세부 업종에 속하는 각 사업체들의 산출 탄력성과 규모수익을 모두 구한 후 업종별로 단순 평균한 값을 나타낸다. 먼저 규모수익을 보면, 대부분 1에 가까워 규모수익불변(Constant Return to Scale)에 가까운 형태를 나타내었다. 육가공(1), 수산가공(2), 낙농가공(5)은 1보다 작은 값을 나타내었고, 나머지는 1보다 큰 값을 보였다. 규모수익의 값은 곡물가공(6)이 가장 컸고, 낙농가공(5)이 가장 작았다.

요소별 산출 탄력성의 크기는 전체 평균 기준으로 중간재(0.644), 노동(0.281), 자본(0.085)의 순서로 중간재의 산출 탄력성이 가장 컸다. 특히, 동식물유지(4)는 요소별 산출 탄력성의 격차가 유독 커서 중간재 및 자본의 산출 탄력성이 가장 높았으며, 노동 산출 탄력성은 가장 낮았다. 이는 동식물 유지 분야가 식품제조업 중 가장 장치 산업적 특징을 보이고 있음을 나타낸다.

표 7. 산출 탄력성과 규모수익

구분	산출 탄력성 (노동)	산출 탄력성 (자본)	산출 탄력성 (중간재)	규모수익
육가공	0.227	0.080	0.662	0.968
수산가공	0.301	0.060	0.630	0.992
과일채소	0.281	0.087	0.641	1.009
동식물	0.074	0.118	0.818	1.010
낙농가공	0.301	0.028	0.616	0.945
곡물가공	0.262	0.076	0.713	1.052
기타가공	0.303	0.104	0.627	1.035
전체	0.281	0.085	0.644	1.010

주: 규모수익은 각 요소 산출 탄력성의 합과 같음.

둘째, 기술효율성 측정 결과는 다음과 같다. 사업체별로 구해진 기술효율성을 업종별로 단순 평균하여 각 세부 업종별 기술효율성을 도출하였다. 낙농가공업을 제외한 모든 산업에서 0.84에서 0.89 사이로 비교적 높은 기술효율을 보였다. 반면, 낙농가공(5)은 0.27로 낮은 수준의 기술효율을 가지는 것으로 분석되었다. 이는 낙농가공 산업의 경우, 상위 4개 기업의 시장 점유 비율(CR4)이 79.4%에 달하는 대표적인 과점 산업으로 초기 설비투자 비용이 커서 초기 진입이 매우 제한적이며 (장재봉·전혜미 2011), 이로 인해 기술 프런티어에 해당하는 선도기업군과 이를 추격하지 못하는 중소기업군의 격차가 커서 나타나는 현상이라고 생각된다. 또한, 2013년 이후 낙농가를 보호하기 위한 정부의 시장 개입으로 실시된 원유(raw milk) 쿼터제 및 원유가격연동제도 원인으로 지목된다. 원유가격연동제로 인해 우유 소비가 감소하는 시장 상황과는 무관하게, 낙농가의 원유 생산비 (통계청의 ‘축산물 생산비 조사’)에 기초하여 원유가격이 산정됨에 따라 낙농가공업체는 낙농가로 부터 원유를 높은 가격에 일정량 의무적으로 구매해야 하고, 이로 인해 적자를 보는 등 경영상 어려움을 겪어왔다. 대기업에 비해 대응 역량이 부족한 중소기업체의 기술 개발이 더욱 감소하면서 기술 격차가 심화된 것으로 생각된다.

표 8. 기술효율 계측 결과

육가공	수산 가공	과일채소가공	동식물 유지	낙농가공	곡물 가공	기타 식품
0.866	0.876	0.858	0.857	0.270	0.890	0.842

사업체 규모(로그 매출액)와 기술효율 간의 상관계수를 구해보면 <표 9>와 같다. 모든 업종에서 0.24와 0.37 사이로 양의 상관관계를 나타낸다. 즉, 업체 규모가 클수록 기술효율이 높다는 뜻으로, 대기업이 중소기업에 비해 기술효율이 높아 기술 프런티어에 가까운 수준에서 생산하고 있음을 의미한다.⁶ 이것을 업종 전체로 적용하면, 산업 평균 기술효율값의 감소는 대기업이 형성한 기술 프런티어를 중소기업들이 따라가지 못하고, 격차가 벌어지고 있는 것으로 해석할 수 있다.

6 본 연구에서 사용된 ‘광업제조업조사’의 조사 단위는 ‘사업체(establishment)’로 ‘기업(firm)’의 하위 단위이며, 사업체 규모가 크다고 대기업 계열이라고 단정 지을 수는 없다. 다만, 본 연구에서는 대기업이 중소기업보다 계열사 사업체 규모가 더 클 가능성이 높다는 가정하에 해석하였다.

표 9. 사업체 규모와 기술효율(TE) 간 상관계수

구분	육가공	수산가공	과일채소가공	동식물유지	낙농가공	곡물가공	기타식품
상관계수	0.331	0.312	0.304	0.276	0.371	0.223	0.242

셋째, 총요소생산성을 요소별로 분해한 결과를 살펴보도록 한다. 확률변경생산함수 추정 후 얻어진 계수를 이용해 개별 사업체들의 생산성 변화를 요소별로 분해하고, 사업체별로 구해진 요소별 기여도를 업종별로 단순 평균하여 각 세부 업종의 요소별 산출 기여도를 도출하였다.

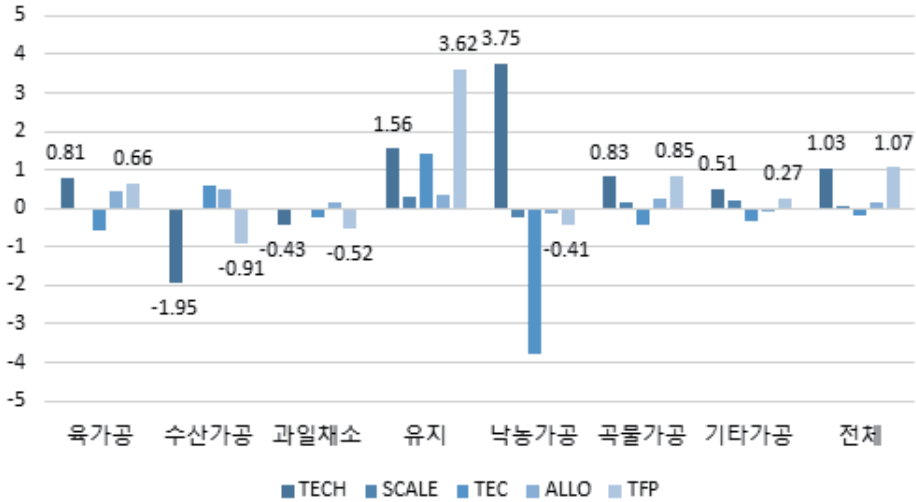
아래 <표 10>은 기술진보율, 규모효율, 기술효율, 배분효율, 그리고 총요소생산성 변화율의 평균값을 산업별로 나타낸다. 산업별 총요소생산성을 보면, 생산성 증가율은 동식물유지가 가장 컸고, 그다음으로 곡물가공, 육가공 순서였다. 반면, 수산, 과일채소가공, 그리고 낙농가공에 있어 생산성이 감소하였다.

표 10. TFP 변화율 분해(%)

구분	기술진보(A)	규모효율(B)	기술효율(C)	배분효율(D)	TFP(E)
육가공(1)	0.81	0.00	-0.58	0.43	0.66
수산가공(2)	-1.95	-0.06	0.61	0.49	-0.91
과일채소가공(3)	-0.43	-0.03	-0.22	0.16	-0.52
동식물유지(4)	1.56	0.31	1.41	0.34	3.62
낙농가공(5)	3.75	-0.24	-3.79	-0.13	-0.41
곡물가공(6)	0.83	0.17	-0.41	0.26	0.85
기타가공(7)	0.51	0.21	-0.34	-0.11	0.27
전체 평균	1.03	0.08	-0.19	0.15	1.07

주: E=A+B+C+D

그림 3. 총요소생산성 증가에 대한 요소별 기여도(%)



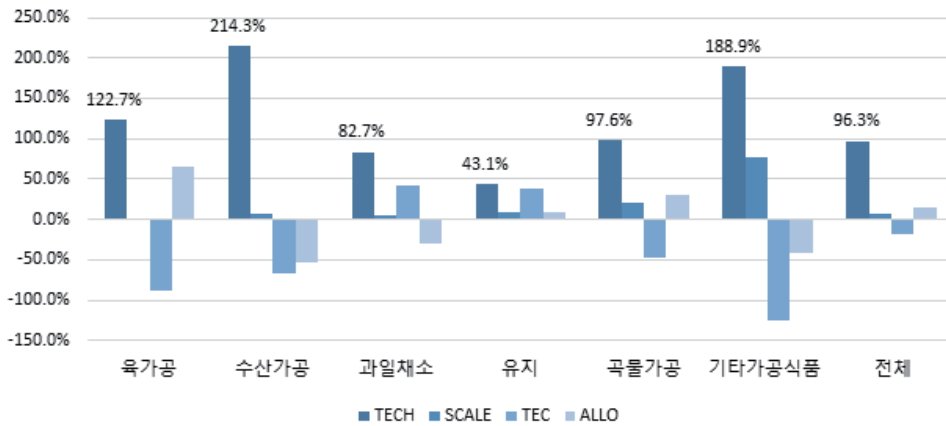
다음으로, 요소별 기여율이 아래 <표 11>과 <그림 4>에 정리되어 있다. 모든 세부 업종에서 공통적으로 기술진보와 기술효율성의 기여율이 큰 것으로 분석되었다. 반면, 요소 투입과 관련된 규모 효율과 배분효율의 기여율은 상대적으로 낮았다. 이는 식품제조업의 생산성 증가에 있어, 기술 프런티어를 향상시키는 기술 개발이 중요하며, 또한 개발된 선도 기술이 확산·보급되어 산업 전반의 기술효율을 증가시키는 방향으로 활용될 수 있도록 지원 정책이 필요함을 시사한다.

또 한 가지 주목할 점은, 과일채소가공과 동식물유지를 제외하고 나머지 5개 업종에서 기술진보율과 기술효율성 변화가 반대의 부호를 나타냈다는 점이다. 산출량 요인 분해에서 언급하였던 바와 같이 선도기업에 의해 기술이 개발되어 기술 프런티어는 확장되었으나, 다른 기업들은 이전 기술 상태에 머물러 있다면, 기술효율은 감소하게 된다. 따라서 선도기업에 의해 기술진보는 이루어졌으나 그것이 산업 전반에 확산되지 못하여 나머지 기업이 이전 기술 상태에 정체되어 있을 경우, 산업 전체적으로 기술진보율은 증가하지만, 기술효율성은 감소하는 현상이 나타난다. 기술진보와 기술효율이 모두 양으로 동일한 부호를 나타내고 있는 과일채소와 동식물유지 업종에서는 선도기업에 의한 기술 프런티어의 증가와 나머지 업체의 기술 확산이 동시에 나타나고 있는 것이라 해석할 수 있다.

표 11. 총요소생산성 증가에 대한 요소별 기여율(%)

구분	기술진보	규모효율	기술효율	배분효율	총요소생산성
육가공	122.7	0.0	-87.9	65.2	100.0
수산가공	214.3	6.6	-67.0	-53.8	100.0
과일채소가공	82.7	5.8	42.3	-30.8	100.0
동식물유지	43.1	8.6	39.0	9.4	100.0
낙농가공	-914.6	58.5	924.4	31.7	100.0
곡물가공	97.6	20.0	-48.2	30.6	100.0
기타가공식품	188.9	77.8	-125.9	-40.7	100.0
식품제조업 평균	96.3	7.5	-17.8	14.0	100.0

그림 4. 총요소생산성 증가에 대한 요소별 기여율(%)



주: 낙농가공은 다른 소분류에 비해 수치가 훨씬 커서 그래프에서 제외함.

6. 결론

본 연구에서는 통계청이 제공하는 ‘광업제조업조사’ 데이터를 이용하여 우리나라 식품제조업을 7개 세부 업종별로 구분하여 각각 확률변경생산함수를 추정하였다. 먼저 산출 변화율을 요인별로 분해하여 주요 성장 요인을 파악하고, 기술효율성과 규모수익을 계측하였다. 다음으로, 총요소생산성 변화분을 기술진보, 기술효율, 규모효율, 배분효율이라는 네 가지 요인별로 분해하여 생산성 기여 요인을 분석하였다.

주요 결론은 다음과 같다. 첫째, 식품제조업 전체적으로 투입 증가의 기여율이 생산액 증가의 주요 결정요인인 것으로 나타났다. 이는, 지난 10년간 식품제조업 규모의 외형적 성장은 기술 발전을 통한 질적 성장의 비율보다는 요소 투입 증가에 의한 양적 성장의 비율이 더 컸음을 의미한다. 또한, 평균 기술효율성이 감소하면서 투입 요소 증가 효과와 기술진보 효과를 상쇄시키고 있는 것으로 분석되었다. 식품 중소기업들이 선도 기술을 따라잡지 못하여 발생하는 기술 격차가 점점 커지고 있으며, 이러한 기술 격차 심화가 산출량 증가에 부정적 영향을 미치고 있다고 해석할 수 있다. 인구 절벽과 경제 성장률 둔화로 양적 성장에 한계가 나타나고 있는 현실을 감안할 때, 향후 식품 연구개발투자를 증가시켜 질적 성장의 비율을 높이는 방향의 성장 전략을 수립해야 할 것으로 보인다.

둘째, 기술 프런티어에 얼마나 가까운지를 나타내는 기술효율성의 경우, 대부분의 식품 소분류에서 0.84에서 0.89 사이로 비교적 높은 기술효율성을 보인 것과는 대조적으로, 낙농가공업은 0.27의 낮은 기술효율을 가지는 것으로 계측되었다. 이는 낙농가공업의 과점 구조와 원유가격연동제로 인한 경영상 어려움에 기인한 것으로 보인다. 따라서 낙농가공업계 대기업과 중소기업 간 기술 격차를 완화하기 위해 중소기업 기술 지원을 위한 정책적 노력이 요구된다.

셋째, 식품제조업 총요소생산성에 가장 큰 영향을 미치는 것은 기술진보인 것으로 분석되었다. 반면, 기술효율성은 감소 추세를 보이면서 생산성 증가에 부정적 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 이는 식품 산업의 생산성 증가에 있어, 기술 프런티어를 향상시키는 연구개발투자가 중요함과 동시에, 또한 선도 기술이 다른 업체로 확산·보급되어 산업 전반의 기술효율 증가로 이어질 수 있는 시스템과 지원 정책이 필요함을 시사한다.

본 연구에서 사용한 ‘광업제조업조사’는 종사자 수 10인 이상의 사업체를 대상으로 수행되었는

데, 영세한 식품제조업 특성으로 인해 10인 이상 사업체는 전체 사업체의 상위 8% 정도만을 포함하게 된다. 따라서 본 연구의 결과를 해석할 때는 이 점에 주의해야 한다. 이러한 한계에도 불구하고, 식품제조업 내 세부 업종별로 각각 생산성 변화율의 기여 요인과 추이를 분석하여 세부 산업에 대한 분석을 수행했다는 점에서 의의를 가진다.

임용택·송정수(2014)가 우리나라 식품 산업에서 가장 중요한 발전 요소에 대해 전문가들에게 설문 조사한 결과, 가장 중요한 요인은 ‘기술 개발’인 것으로 나타났다. 생산 요소 투입량을 지속적으로 늘리는 것은 현실적으로 가능하지 않기 때문에, 총요소생산성 증가를 통한 생산 증가가 더 중요하다고 할 수 있다(한광호 2018). 내수 시장을 넘어, 해외 시장 진출을 통해 돌파구를 찾으려는 국내 식품 기업들에게 국제 경쟁력 확보를 위한 생산성 향상은 매우 중요한 요소이다. 그러나 여전히 국내 식품제조업의 기술 수준은 세계 최고 수준과 비교해 3년에서 5.3년 정도 뒤져 있는 것으로 조사된 바 있다. 이러한 기술 간극을 따라잡기 위해서는 대기업의 선도기술 개발과 중소기업으로의 기술 확산이 동시에 이루어져야 한다. 대기업과 중소기업을 각각 지원하는 투트랙(two track)의 육성 정책을 통해 대기업은 글로벌 식품 기업으로 발돋움할 수 있도록 지원하고, 영세 중소기업은 연구 개발투자와 생산성 분야에서 향상될 수 있도록 정부가 정책적 노력을 기울여야 할 것으로 보인다. 예를 들면, 식품 제조 기술에 관한 농촌진흥청의 국유특허가 민간 영세 식품업체로 더욱 활발히 이전될 수 있도록 연구 사업을 재정비하고, 기술 이전 이후 사업화 단계까지 안정적으로 이어지도록 정부의 지원을 강화하여야 할 것이다.

참고 문헌

- 경성림, 나주몽, 장석주, 임창욱. 2015. “전라남도 식품업체의 비용 효율성 분석.” 『Journal of Korean Society for Quality Management』 제43권 제4호. pp. 533-544. <http://doi.org/10.7469/JKSQM.2015.43.4.533>
- 무역보험공사. 2018. 『국내외 식품산업 동향 및 최근 트렌드』.
- 박승규, 김의준. 2009. “지역별 광공업 총요소생산성 분해.” 『지역연구』 제25권 제4호. pp. 23-43.
- 배미경. 2009. “한국 식품산업의 부문 별 성장요인 추정.” 『산업경제연구』 제22권 제3호. pp. 1389-1422.
- 안동환, 권오상, 이성우. 2003. “생산경계접근법을 이용한 제조업의 지역별 생산성 결정요인 분석.” 『국토계획』 제38권 제6호. pp. 149-172.
- 이계임. 2019. 5. 6. “인구절벽보다 가파른 식품소비절벽.” 한국경제신문.
- 이용선, 박미성, 한정훈. 2018. 『중소 식품업체의 안정적 성장을 위한 정책과제』. pp. 1-183. 한국농촌경제연구원.
- 임용택, 송정수. 2014. “한국 식품산업의 발전요인 및 경제적 파급효과 분석.” 『한중경상연구』 제13권 제1호. pp. 181-210.
- 장석주. 2018. “DEA 모형과 Tier 분석을 이용한 전라남도 식품 수출업체의 효율성 분석.” 『벤처창업연구』 제12권 제2호. pp. 125-136. <http://doi.org/10.16972/apjbve.12.2.201704.125>
- 장재봉, 전해미. 2011. 『낙농가공산업의 발전전략』. 한국농촌경제연구원.
- 최봉호. 2019. “한국 수산가공산업의 생산성 분해에 관한 연구: 확률적 변경모형을 이용.” 『수산해양교육연구』 제31권 제3호. pp. 913-924. <http://doi.org/10.13000/JFMSE.2019.6.31.3.913>
- 최지현, 조소현. 2011. 『육가공산업의 중장기 발전 방안』. 한국농촌경제연구원.
- 한광호. 2018. “한국거래소 상장 제조업 기업의 총요소생산성과 생산효율성.” 『산업경제연구』 제31권 제1호. pp. 327-345. <http://doi.org/10.22558/jieb.2018.02.31.1.327>
- 통계청. 2019. 전국사업체조사 통계 개요. <<https://kostat.go.kr>>. 검색일: 2020. 12. 20.
- 통계청. 2021. 2. 24. “2020년 인구동향조사 출생사망통계 잠정결과.” 보도자료.
- 통계청. 광업제조업조사. <<https://mdis.kostat.go.kr>>. 검색일: 2020. 12. 20.
- Aigner, D., C. K. Lovell and P. Schmidt. 1977. “Formulation and estimation of stochastic frontier production function models.” *Journal of econometrics*. vol. 6, no. 1. pp. 21-37. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- Aghion, P. and P. Howitt. 2009. *The Economics of Growth*. The MIT Press.
- Battese, G. E. and T. J. Coelli. 1992. “Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India.” *Journal of productivity analysis*. vol. 3(1-2). pp. 153-169. <https://doi.org/10.1007/bf00158774>
- Galor, O. 2011. *Unified Growth Theory*. Princeton Univ Press.
- Jondrow, J., C. K. Lovell, I. S. Materov, and P. Schmidt. 1982. “On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model.” *Journal of econometrics*. vol. 19, no. 2-3. pp. 233-238. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(82\)90004-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(82)90004-5)
- Kumbhakar, S. C., M. Denny and M. Fuss. 2000. “Estimation and decomposition of productivity change when production is not efficient: a panel data approach.” *Econometric Reviews*. vol. 19, no. 4. pp. 312-320. <https://doi.org/10.1080/07474930008800481>
- Stevenson, R. E. 1980. “Likelihood Functions for Generalized Stochastic Frontier Estimation.” *Journal of*

Econometrics. 13. pp. 57-66. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(80\)90042-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(80)90042-1)

원고 접수일: 2021년 2월 16일
원고 심사일: 2021년 2월 18일
심사 완료일: 2021년 6월 21일