

수산식품 가공업체의 기술적 효율성 및 생산성 추정에 관한 연구

- 훈제·조리업을 중심으로 -

An Estimation of Technical Efficiency and Productivity of
Smoked, Seasoned Aquatic Animal Product Companies

강동현*·박철형**
Kang, Dong Hyun · Park, Chul Hyung

목 차

- I. 서 론
- II. 추정모형
- III. 실증분석
- IV. 요약 및 결론

Abstract: This study sets out to estimate the SFA production function of the smoked, seasoned aquatic animal product industry. In this paper, marginal productivity, production elasticity of input variables and technical efficiency were estimated. It is found that 12 companies were in IRS while only 2 companies were in CRS when analyzing a total of 14 companies under this study. Both the elasticity of production and the marginal productivity had statistically significant positive values each year.

The estimate of average technical efficiency was 46.2%, while DMU 12 recorded a maximum efficiency of 81.2%. On the other hand, DMU 14 recorded a minimum efficiency of 22.8%. Whereas the exogenous determinant factors of technical inefficiency, time, debt, and corporate tax had a positive effect on technical efficiency, machinery facility had a negative impact on technical efficiency.

* 제1저자, 부경대학교 자원환경경제학과, jacob1996@naver.com

** 교신저자, 부경대학교 해양수산경영경제학부 교수, chpark@pknu.ac.kr

Key words: SFA, Productivity, Elasticity, Efficiency, Exogenous determinant factors

I. 서론

우리나라 수산가공식품류의 국내 판매액은 2016년 약 4조 3천억 원, 2020년에 약 5조 2천억 원의 판매액을 기록하며 연평균 약 5.7%의 성장률을 기록하였다. 반면 농산가공식품류는 2016년 3조 1천억 원의 판매액을 시작으로 2020년에는 약 3조 4천억 원의 판매액으로 나타났으며, 2016 ~ 2017년에는 오히려 마이너스 증가율을 보이는 등 매출액이 매년 증가했던 수산가공식품류와는 상반되는 결과를 보였다(식품의약품안전처, 2021).

또한, 2020년 ‘코로나 19’의 대유행으로 인해 외식 비중이 감소하고 가정 내 식사가 주를 이루게 되면서 조미김, 어묵, 참치캔 및 통조림과 같이 가정 내에서 주로 소비되는 수산가공식품의 수출은 증가하였다(해양수산부, 2021). 2020년 6억 달러의 수출액을 기록한 김과 더불어 어묵 가공품류 역시 수출액이 증가하며 그 인기가 점차 높아지는 모습을 보였다. 실제로, 어묵 수출액은 2020년 동월 대비 미국에서 21.2%, 캐나다에서 40%만큼 증가하였으며 필리핀에서는 12.2%, 인도네시아에서는 268%의 증가를 보이며 필리핀, 인도네시아가 있는 아세안 식품시장에 새롭게 진출하는 등 수출국을 계속해서 확대하는 모습을 보여주었다(한국무역협회, 2021).

국내 시장에서 보여준 수산가공식품의 꾸준한 성장과 수출 증가로 이에 관한 관심 역시 매우 높아졌다. 그러나 지금껏 수산물의 생산 증대에 집중된 정책이 주를 이루었던 탓에 수산식품산업만을 위한 실질적인 정책적 지원은 부족한 상황이었다. 특히 수산물의 특성상 농산물과 비교해 빠른 부패성, 상대적으로 높은 생산의 불확실성과 같은 농산물과 다른 점이 많았음에도 농산물 중심의 「식품산업진흥법」에 근거하여 운영된 탓에 전반적인 수산식품산업의 육성에 제약이 존재했다(대한급식신문, 2021).

이에 2021년 3월, 해양수산부는 「제1차 수산식품산업 육성 기본계획」을 통해 수산식품산업을 육성하기 위한 계획을 발표하였다. 해양수산부는 해당 계획을 통해 수산식품 기업의 역량 강화, 소비자 맞춤형 수산식품 개발, 수산식품의 품질 향상 및 소비 확대, 해외시장

진출 및 전후방 산업과의 연계를 키워드로 내세워 수산식품의 발전을 위한 방향성을 제시 하였으며 이를 통한 수산식품산업의 전체적인 발전을 도모하고자 하였다.

정부가 수산식품산업의 발전을 위한 구체적인 계획을 발표한 만큼 본 연구는 현재 주목받고 있는 수산가공식품 종류 중에서도 어묵, 통조림 등을 제조하는 훈제·조리업분야의 기업들의 기술적 효율성을 추정하고자 한다. 이에 더하여 기술적 효율성에 영향을 주는 외생적 결정요인을 추가하여 분석하고 투입변수의 생산 탄력성과 한계 생산성, 규모 수익 불변의 충족 여부와 같은 실용적인 정보를 제공한다면 수산식품 가공업이 더욱 발전된 산업으로 성장하는 데 도움이 될 것으로 판단해 연구를 진행하게 되었다.

확률변경분석을 이용해 효율성을 분석한 국내연구로는 유금록(2009)의 공공도서관에 대한 기술적 효율성을 추정한 연구가 있다. 사공진·김정규(2015)는 제약회사의 기술적 효율성을 분석하였으며, 정다솜·강상목(2019)은 국내 풍력부품 제조기업을 대상으로 기술적 효율성을 추정한 뒤 이에 영향을 줄 수 있는 외생적 결정요인을 추가로 분석하였다. 그리고 신동현·임형우·조하현(2019)은 국내 가구를 대상으로 조사한 난방용 에너지 소비량 자료를 이용해 에너지 소비 효율을 추정하고 에너지 간 효율성을 비교하였다.

수산식품 가공업체의 효율성을 분석한 연구로는 윤상호·박철형(2015)의 수산식품 가공업체의 효율성을 분석한 연구가 존재한다. 효율성 분석을 위해 사용되는 전통적 모형인 CCR 모형과 BCC 모형을 이용하였으며, 초효율성 모형을 통해 다수의 효율적인 DMU 간 서열을 재추정하였다. 이후 Wilcoxon 순위합 검정 및 Tobit 분석을 통해 법인의 형태, 가공방법에 따른 효율성에 통계적 유의성이 존재하는지 검정하고 이에 영향을 줄 수 있는 요인에 대해 분석하였다. 양현주(2018)는 어묵 가공업체의 효율성을 추정하고 효율적으로 추정된 기업을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였으며, 최봉호(2019)는 확률변경분석을 이용해 수산식품 가공업체 전반을 대상으로 총요소생산성의 성장을 기술진보와 기술적 효율성의 변화, 규모 효율성 변화로 세분하여 추정하고 이에 대해 분석하였다.

가장 최근에 수산식품 가공업의 효율성을 분석한 연구로는 강동현·박철형(2022)의 패널 자료를 이용한 수산식품 가공업체의 효율성을 분석한 연구가 있다. 동 연구에서는 여분 기반 초효율성 모형(Super-SBM, Super Slack Based Model)을 이용해 전통적인 DEA 모형에서 고려하지 않는 여유분(Slack)의 존재를 고려하고 효율성을 분석해 앞서

시행된 연구보다 정밀한 효율성을 추정하였다. 여기에 그치지 않고 비모수 분산분석법인 Bonferroni 검정법을 이용해 가공방법에 따른 가공방법별 효율성의 차이가 통계적으로 유의하게 존재하는지 분석하였다.

앞서 설명한 수산식품 가공업체의 기술적 효율성을 추정한 선행연구들은 대부분 DEA 모형을 사용하였다. DEA를 이용해 기술적 효율성을 추정할 경우 특정 함수를 가정하지 않고 효율성을 추정할 수 있다는 이점이 존재하지만 생산변경과 DMU 사이에 존재하는 모든 편차를 기술적 비효율성으로 간주하여 기술적 비효율성이 과다 추정될 우려가 있다(Elyasiani and Mehdiان, 1990). 반면 본 연구에서 사용한 확률변경분석을 이용해 생산함수를 추정한다면 이를 통해 도출된 생산변경과 개별 DMU의 실제 생산수준 사이의 편차를 기술적 비효율성과 확률오차항으로 분리하여 더욱 정밀한 기술적 효율성을 추정하는 것이 가능할 뿐만 아니라 모수통계학에 근거한 다양한 형태의 가설검정과 통계적 추론이 가능하다.

더하여, 상기에 언급한 선행연구들은 양현주(2018)의 연구를 제외하고 모두 여러 개의 가공 그룹을 모두 분석대상에 포함해 기술적 효율성을 추정하였다. 수산가공식품에 포함되는 여러 그룹은 「수산물 가공 및 저장 처리업」에 포함되어 있어 동일한 그룹에 속해 있다고 볼 수 있으나 가공방법에 따른 생산품목의 차이가 본질적으로 존재한다. 가공방법이 서로 다른 그룹과 함께 분석할 경우 DMU의 동질성(Homogeneous)을 충족시키지 못할 우려가 있다. 이에 Golany·Roll(1989)은 개별 DMU가 비슷한 목적을 가지고 동일한 업무를 수행하고 있는지, 동일한 시장 상황에 놓여 있는지, 투입변수와 산출변수가 모든 DMU에 동일하게 존재하는 요소인지 확인할 필요가 있다고 설명하였다.

본 연구에서는 훈제품을 제조하는 한 개의 그룹으로 분석대상을 한정함으로써 여러 그룹이 포함된 선행연구보다 효율적인 기술적 효율성 추정이 이루어졌다. 이에 더하여 본 연구는 다년간의 패널데이터를 이용하여 양현주(2018)의 단일연도 효율성 연구가 갖는 횡단면 자료의 한계를 극복하였으며, 확률변경분석을 이용함으로써 자료포락분석과 비교해 정밀한 기술적 효율성을 추정하였다는 부분에서 차별점이 존재한다. 상기에 서술한 바와 같이 현재 해외에서 빠른 성장을 보여주고 있는 훈제·조리품 제조업체를 대상으로 기술적 효율성을 추정하였다는 점에서도 의의가 있다고 볼 수 있다.

또한, 윤상호·박철형(2015)의 연구에서는 부채, 매출원가, 당기순이익이 추정된 효율

성에 어떠한 영향을 주는지 분석하고자 Tobit 분석을 사용하여 선정된 외생요인들이 통계적으로 유의한 수준에서 효율성에 영향을 미치는지 파악하고자 하였다. 하지만 동 연구는 효율성의 결정요인들을 구축하는 모형을 효율성의 추정모형에 추가하여 설정함으로써 2단계의 분리된 추정법을 사용하였다. 이 경우, 추정의 효율성이 낮아져 추정된 결과의 유의성을 과소평가할 우려가 있다는 한계점이 존재한다. 본 연구에서는 두 모형을 최우추정법을 사용하여 동시에 추정함으로써 추정의 효율성을 제고시킨 점이 선행연구와 차별점을 갖는다.

본 연구는 다음과 같은 구성으로 전개한다. 제Ⅱ장에서는 SFA를 이용한 생산함수의 구체적인 형태에 관해 논의한다. 더하여 시간 가변성과 시간 불변성의 차이에 따른 SFA 모형의 차이를 살펴보고, 외생적 결정요인을 포함하는 확장된 SFA 모형의 형태를 파악한다. 제Ⅲ장에서는 본 연구에서 분석하는 연구 대상의 개요를 검토한 후 SFA 생산함수를 단계별로 추정한 결과를 확인한다. 이후 추정된 SFA 생산함수를 이용해 생산탄력성과 한계생산물을 추정하여 규모 수익 불변 여부를 검정한다. 다음으로 연도별, 기업별 기술적 효율성과 이에 대한 신뢰구간, 외생적 결정요인의 한계효과를 살펴본다. 마지막으로 제Ⅳ장에서는 분석결과를 요약하고 연구의 한계 및 시사점에 관해 서술한다.

Ⅱ. 추정모형

효율성을 추정하는 방법에는 선형계획법(Linear Programming)을 이용해 비모수적인 방법론을 이용하는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)과 모수적 접근방법을 활용하는 확률변경분석(Stochastic Frontier Analysis, SFA)이 있다. 확률변경분석은 Aigner, Lovell and Schmidt(1977)의 연구에서 처음 도입된 이후로 지금까지도 계량경제학에서 널리 사용되고 있는 분석방법이다.

만약 생산 주체가 생산 활동을 하고 있다고 가정했을 경우, 생산과정에서 존재하는 비효율성을 포함했을 때 이는 다음 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) \xi_{it} \quad \text{식 (1)}$$

식 (1)에서 Y_{it} 는 i 번째 생산 주체가 t 시점에 X_{it} 만큼의 투입요소를 투입했을 때 생산할 수 있는 최대생산물을 의미하며, 강정 부호(strictly positive)를 가진 것으로 가정한다. 따라서, 기술적 효율성의 추정치 역시 강정 부호를 갖는 것으로 간주한다. ξ_{it} 는 i 번째 생산 주체의 t 시점에서의 효율성을 뜻하며 (0, 1]의 범위에서 존재한다. 추정치가 1인 경우 생산기술을 최대로 활용하여 최적 생산량을 생산함과 동시에 생산변경 위에 위치한다. 반면 생산기술을 최대한으로 활용하지 못해 생산과정에서 비효율성이 발생할 경우 추정된 ξ_{it} 는 1보다 작은 값을 가진다. 상기의 생산함수 식 (1)은 무작위로 발생하는 확률적 충격(ν_{it})에도 노출될 것이므로 이를 포함한 생산함수는 다음 식 (2)와 같다.

$$Y_{it} = f(X_{it}, \beta) \xi_{it} \exp(\nu_{it}) \quad \text{식 (2)}$$

양변에 자연 대수를 취하여 구체적으로 모형을 설정하면 다음 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln Y_{it} = \ln f(X_{it}, \beta) + \ln \xi_{it} + \nu_{it} \quad \text{식 (3)}$$

생산함수의 추정에 있어 k 개의 투입요소가 존재하고, $\ln \xi_{it} = -u_{it}$ 라고 변환한 후 이를 자연로그에 대해 선형인 생산함수로 전개하면 다음 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln X_{it} + \nu_{it} - u_{it} \quad \text{식 (4)}$$

복합확률오차항을 구성하고 있는 상호독립인 ν_{it} 와 u_{it} 의 확률분포는 ν_{it} 가 전형적인 선형회귀모형에서 확률오차항이 가지는 분포인 $\nu_{it} \sim iidN(0, \sigma_v^2)$ 를 따른다고 가정한다. 반면 u_{it} 의 확률분포에는 기술적 비효율성의 시간불변성과 시간가변성의 유무를 고려해야

하며 그 분포에는 반정규분포(Half Normal Distribution), 절삭 정규분포(Truncated Normal Distribution), 지수분포(Exponentially Distribution) 등이 존재한다. 본 연구에서는 모형의 확장성을 고려해 절삭 정규 분포인 $u_{it} \sim iidN^+(\mu, \sigma_u^2)$ 를 가정하였다.

Battese and Coelli(1992)는 기술적 비효율성의 시간 가변성을 모형화하기 위해 시점에 대한 함수식에 절삭 정규분포를 곱하는 형태로 u_{it} 의 분포를 가정해 시간가변쇠퇴모형(Time - Varying Decay Model)을 설정하였으며 이는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$u_{it} = \exp - \eta(t - T_i)u_i \quad \text{식 (5)}$$

여기서 T_i 는 i 번째 패널 개체의 마지막 시기를 의미하고, η 는 시간 쇠퇴 모수(Time Decay Parameter)를 의미한다.

이후 Kumbhakar, Ghosh and McGuckin(1991), Huang and Liu(1994), Battese and Coelli(1995)은 기술적 비효율성에 영향을 줄 수 있는 결정요인을 포함한 분석 모형으로 SFA 모형을 확장하였다. 이는 절삭 정규 분포의 평균이 외생변수들에 의해 모수화되는 형태로, 다음 식 (6)과 같이 기술적 비효율성의 분포를 나타낼 수 있다.

$$u_{it} \sim iidN^+(\mu_{it}, \sigma_u^2), \mu_{it} = z'_{it}\psi \quad \text{식 (6)}$$

식 (6)에서 z'_{it} 는 기술적 비효율성을 결정하는 외생변수들의 벡터를 의미하며, ψ 는 추정되어야 할 모수인 비효율성 효과를 나타낸다.

본 연구에서는 SFA 생산함수를 추정하는 데 있어 가장 일반적으로 사용되는 Cobb-Douglas 생산함수와 Trans-Log 생산함수를 이용하였다. Cobb-Douglas 생산함수와 Trans-Log 생산함수는 2개의 투입요소 X_1 과 X_2 를 고려하는 경우, 구체적으로 다음 식 (7)과 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1it} + \beta_2 \ln X_{2it} + \nu_{it} + u_{it} \quad \text{식 (7)}$$

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1it} + \beta_2 \ln X_{2it} + (1/2)\beta_3 \ln X_{1it}^2 + (1/2)\beta_4 \ln X_{2it}^2 + \beta_5 \ln X_{1it} \ln X_{2it}$$

식 (8)

더하여 본 연구에서는 생산탄력성과 한계생산물을 연도별, 업체별로 추정하기 위하여 다음의 계산식을 사용하여 추정량을 도출하였다. Trans-Log 생산함수의 생산탄력성은 다음 식 (9)와 식 (10)과 같이 정리하여 나타낼 수 있다.

$$\epsilon_1 = \frac{\Delta \ln Y}{\Delta \ln X_1} = \beta_1 + \beta_3 \overline{\ln X_1} + \beta_5 \overline{\ln X_2}$$

식 (9)

$$\epsilon_2 = \frac{\Delta \ln Y}{\Delta \ln X_2} = \beta_2 + \beta_3 \overline{\ln X_2} + \beta_5 \overline{\ln X_1}$$

식 (10)

한계생산물의 경우 다음 계산식을 이용하여 추정할 수 있다.

$$\frac{\Delta Y}{\Delta X_1} = \epsilon_1 \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_1}, \quad \frac{\Delta Y}{\Delta X_2} = \epsilon_2 \frac{\bar{Y}}{\bar{X}_2}$$

식 (11)

마지막으로, 추정한 생산탄력성 값을 이용해 규모 수익 불변(Returns to Scale, RTS) 충족 여부를 검정하기 위해 다음 귀무가설을 이용하였다.

$$H_0 = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3$$

식 (12)

Ⅲ. 실증분석

1. 자료분석

수산식품 제조업의 분류는 통계청(KOSIS)에서 제공하는 한국표준산업분류(KSIC)에 의해 구분되며 크게 「수산동물 가공 및 저장처리업」과 「수산식물 가공 및 저장처리업」으로 나누어질 수 있다. 「수산동물 가공 및 저장처리업」은 「수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제 식품」, 「수산동물 건조 및 염장품 제조업」, 「수산동물 냉동품 제조업」, 「기타 수산동물 가공 및 저장처리업」으로 나누어지며 자세한 분류 내용을 다음 <표-1>에 정리하여 나타냈다. 분석대상인 「수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제 식품」에 포함되는 식품의 종류로는 어묵 및 소시지, 젓갈 조미제품, 어류 조미제품, 통조림, 훈제품 등이 있다. 훈제품의 경우 건조 및 염장품, 그리고 냉동품과 비교했을 때 더 높은 수준의 가공이 이루어지고 있으며 가공되는 품목 또한 다양한 것을 확인할 수 있다.

본 연구에서는 「수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제 식품」에 해당하면서 결측치가 존재하지 않는 14개의 기업을 선별하였으며 전자공시시스템(DART)에서 제공하는 2014년부터 2020년까지 7개년 동안의 재무제표 정보에 기반하여 분석하였다.

분석에 이용한 변수로써 종속변수로는 각 기업의 매출액을 이용하였는데 이는 다양한 종류의 가공상품이 생산됨에 따라 생산함수를 물량이 아닌 금액 기준으로 설정하였다. 투입변수로는 노동의 대리변수인 임직원 수, 자본의 대리변수로는 기계시설과 토지, 건물의 자산가치를 합한 것으로 재무제표상에서 제공하는 데이터를 가공해 분석에 이용하였다. 기술적 비효율성의 외생적 결정요인을 구성하는 변수로는 설립년도 이후부터의 연차, 기계시설의 가치, 부채, 마지막으로 법인세를 활용하였다. <표-2>는 분석에 이용된 변수들의 기초통계량을 제시하고 있다.

표-1. 한국표준산업분류(KSIC) - 수산동물 가공 및 저장처리업 분류 내용

구분	내용	예시
수산동물 훈제, 조리 및 유사 조제식품 제조업	수산동물을 더 이상 가공하지 않아도 직접 소비할 수 있는 상태의 식품을 제조하는 산업활동	어묵 및 소시지 젓갈 조미제품 어류 조미제품 수산동물 통조림 수산동물 훈제품
수산동물 건조 및 염장품 제조업	수산동물의 건제품, 염수장 및 염장품을 자염 또는 임가공 방식으로 제조하는 산업활동	건어물 어류 염장품 어란 염장품 조미하지 않은 젓갈류 수산동물 훈증·건조제품 수산동물 염장·건조제품 수산동물 소건품, 자건품, 염건품, 동건품
수산동물 냉동품 제조업	수산동물을 더 이상 가공하지 않고 냉동하는 산업활동	냉동 어류 생산 냉동 갑각류 생산 냉동 수산물 생산 수산 연체동물 냉동품 생산
기타 수산동물 가공 및 저장 처리업	직접 소비하기에 적합한 신선·냉장·냉동상태의 저민 어육이나 절단어육의 생산 수산동물의 탈각활동 및 건제품 세절활동	등뼈가 제거된 어육 수산동물 탈각활동 저민 어육 어란 및 간장 생산 오징어채 비식용 어분

자료: 통계분류포털(<https://kssc.kostat.go.kr/>), 한국표준산업분류(10차)

표-2. 투입변수와 종속변수, 외생적 결정요인 요약 통계량

구분	평균	표준편차	최댓값	최솟값
매출액(천만원)	26,039	56,014	324,032	900
임직원 수(명)	440	691	3,219	17
자본(천만원)	61,094	108,486	600,701	465
연차(년)	30	13	55	10
기계시설(천만원)	18,312	27,502	146,668	100
부채(천만원)	86,203	148,003	794,400	1,074
법인세(천만원)	2,170	4,133	18,026	6

2. SFA 생산함수 추정 결과

앞서 언급한 바와 같이 연구의 확장성을 위해 비효율성의 분포에 대해 절삭 정규분포를 가정하고 Cobb-Douglas 생산함수와 Trans-Log 생산함수를 추정하였으며 그 결과를 <표-3>에 보고하였다. 우선 기술적 비효율성의 시간 불변성이 가정되었을 때 Cobb-Douglas 생산함수와 Trans-Log 생산함수(Trans-Log A) 모두 평균을 의미하는 계수 μ 가 통계적으로 유의한 것이 확인되어 본 연구에서 가정하는 절삭 정규분포의 가정이 타당한 것임을 알 수 있다. Cobb-Douglas 생산함수는 β_0 와 β_1 이 통계적으로 유의했으며 Trans-Log A 생산함수는 β_3 와 β_5 두 개의 변수에서 통계적 유의성이 존재하는 것으로 나타났다.

■ 표-3. Cobb-Douglas, Trans-Log를 이용한 SFA 생산함수 추정 결과 ■

모형	Cobb-Douglas		Trans-Log A		Trans-Log B	
계수	추정치	표준오차	추정치	표준오차	추정치	표준오차
β_0	8.261***	0.828	4.511	4.318	11.164***	3.434
β_1	0.490***	0.091	-0.170	0.478	0.161	0.429
β_2	0.016	0.035	0.458	0.763	-0.0726	0.640
β_3			0.358***	0.093	0.142	0.097
β_4			0.033	0.064	0.101***	0.057
β_5			-0.100***	0.036	-0.034	0.030
μ	2.203***	0.542	0.961***	0.328	1.068**	0.325
η					0.033***	0.009
χ^2	19.87***		64.27***		59.26***	
Log-Likelihood	-35.0349		-22.0800		-13.0762	

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 유의함을 의미한다.

두 개의 생산함수 중 분석에 더욱 적합한 형태의 함수를 확인하고자 두 모형에 대한 우도비검정(Log-Likelihood Ratio Test)을 실시하였으며 이에 관한 결과를 <표-4>에 정리하였다. 검정 결과 ‘두 모형 간에 우도의 차이가 존재하지 않는다’는 귀무가설을 1%

수준에서 기각하여 Trans-Log 생산함수가 Cobb-Douglas 생산함수보다 더 적합한 것을 확인할 수 있었다.

이후 시간 가변성의 존재를 상정하고 Trans-Log B를 추정한 결과 η 의 계수가 0.033으로 확인되어 1% 수준에서 통계적 유의성이 존재하며 시간의 경과에 따라 효율성이 제고되는 것으로 분석되었다. 그러나 시간 가변성의 존재를 보다 엄정하게 확인하기 위해 Trans-Log A와 Trans-Log B 두 개 모형에 대한 우도비검정을 추가로 시행하였다. 검정 결과, $\chi^2_{(1)} = 18.01$ 로 추정되어 1%의 유의수준에서 시간 가변성의 존재를 상정하는 Trans-Log B 모형이 분석에 이용되어야 하는 것으로 나타났다.

표-4. Cobb-Douglas - Trans-Log 우도비 검정 결과

	Cobb-Douglas - Trans-Log A	Trans-Log A - Trans-Log B
결과	25.91***	18.01***

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 유의함을 의미한다.

<표-5>는 기술적 비효율성에 영향을 줄 수 있는 외생적 결정요인이 포함된 SFA 생산함수의 추정 결과를 나타내고 있다. 외생적 결정요인들을 구성하는 변수로 설립연도부터 분석 기간까지의 연차, 각 가공업체의 부채와 법인세, 마지막으로 기계시설의 자연대수 값을 투입하여 추정하였다. 복합확률오차항 중 확률오차항의 σ 와 기술적 비효율성을 뜻하는 오차항의 σ 비율인 $\lambda(\sigma_u/\sigma_v)$ 가 34.985로 추정되어 1%의 유의성을 갖는 것으로 나타났다. 즉, ' $\lambda = 0$ '이라는 귀무가설을 기각하며 두 오차항의 분포에서 비대칭성이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 단순 OLS 추정법이 아닌 최우 추정법을 이용한 분석이 더 적합한 것을 알 수 있으며 기술적 비효율성을 결정하는 외생적 결정요인을 추정하는 과정이 정당할 뿐만 아니라 분리 추정이 아닌 동시 추정을 통하여 효율성을 제고시킬 수 있음을 알 수 있다.

외생적 결정요인 중 $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, 그리고 α_4 는 각기 상수항, 연차, 부채, 법인세 그리고 기계시설의 추정계수를 뜻하며 상수항이 포함된 다섯 개의 결정요인 모두 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다. α_1 의 추정치는 -0.021으로 계산되어 이는 설립된 이후 연차가 늘어날수록 기술적 비효율성이 평균적으로 0.021%씩 감소하는 것을 뜻한다. 각

업체는 시장에 진입한 이후 거듭되는 경쟁을 통해 최적의 생산 및 운영에 필요한 정보를 파악할 수 있으며 이러한 과정이 기술적 비효율성의 감소와 연결지을 수 있는 것으로 판단된다.

■ 표-5. 외생적 결정요인이 포함된 SFA 생산함수 추정 결과 ■

계수	추정치	표준오차	z-score	p-value
β_0	-4.092***	1.770	-2.31	0.000
β_1	-0.847**	0.343	-2.47	0.014
β_2	-0.589***	0.062	9.45	0.000
β_3	0.386***	0.077	4.97	0.000
β_4	-0.085**	0.018	-4.63	0.000
β_5	-0.157**	0.025	-6.10	0.000
α_0	0.600*	0.333	1.80	0.072
α_1	-0.021***	0.003	-6.15	0.000
α_2	-0.128***	0.039	-3.26	0.001
α_3	-0.038**	0.015	-2.47	0.013
α_4	0.269***	0.047	5.65	0.000
λ	34.985***	0.032	1063.21	0.000
χ^2	15135.61***			
Log-Likelihood	-21.2250			

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 유의함을 의미한다.

α_2 의 추정계수가 -0.128로 추정된 것은 기업의 부채가 1% 증가할 경우 0.128%만큼 기술적 비효율성의 감소가 이루어질 수 있음을 의미한다. 개별 업체들이 차입한 부채는 기업 내 재투자로 이어질 수 있으며, 이를 통해 점진적으로 기술적 효율성의 증가가 이루어지고 있는 것으로 분석될 수 있다. α_3 의 추정값은 -0.038로 나타나 법인세가 1% 증가함에 따라 0.038%만큼 평균적으로 기술적 비효율성의 감소가 발생하는 것으로 나타났다. 법인세가 부과됨에 따라 가공업체들은 방만한 경영 상태를 경계할 수 있고, 보다 효율적인 운영을 하기 위한 내부적 조치가 이루어질 수 있어 기술적 효율성의 증가와

이어지는 것으로 해석할 수 있다. α_4 는 0.269의 계수 값으로 분석되어 기계시설이 1% 증가할 경우 기술적 비효율성이 0.269%만큼 증가한다는 사실을 보여주고 있다. 혼제·조리업의 경우 같은 산업분류 내의 건조업, 냉동업과 비교해 다양한 생산품목과 높은 수준의 가공이 이루어진 제품들이 주를 이루고 있다. 이로 인해 기계시설의 단순한 증가가 기술적 비효율성의 감소로 이어지는 것이 아니라 오히려 기술적 비효율성의 증가를 야기시키는 것으로 분석되었다. 즉, 수산동물 혼제 조리업에 해당하는 기업들은 기계시설의 절대적 증가를 고려하는 것이 아닌 보유 중인 기계시설의 활용도를 증대시키고 보다 효율적으로 생산공정에 적용하는 방안에 초점을 맞춰 기술적 효율성을 제고시킬 필요성이 있는 것으로 나타났다.

3. 기술적 효율성 및 비효율성의 한계효과 추정

본 절은 추정된 SFA 생산함수에서 복합오차항 중 기술적 비효율성을 의미하는 오차항 추정치를 이용해 개별기업의 기술적 효율성을 포착하고, 95% 신뢰구간 추정을 통해 추정치의 신뢰성을 평가하였다. 더하여 기술적 비효율성을 결정하는 외생적 결정요인의 한계효과를 분석하였으며 이를 <표-6>에 나타냈다. 전 기간에 걸쳐 혼제품 가공업체들은 평균적으로 46.2%의 기술적 효율성을 달성하고 있는 것으로 나타났다. 이는 산업 내 53.8%의 기술적 비효율성이 존재하고 있음을 의미하며, 현재 가공업체들의 생산 활동이 상당히 비효율적인 상태에서 이루어지고 있는 것을 알 수 있다.

연도별로 기술적 효율성을 살펴보면 2015년에 42.9% 수준으로의 상승을 시작으로 2018년 49.9%를 기록할 때까지 계속해서 기술적 효율성의 상승이 발생하였다. 2019년에 기술적 효율성이 소폭 하락하였으나 이듬해 다시 50.0%로 평균 기술적 효율성인 46.2%를 상회하는 모습으로 회복하였다. 또한, 계산된 95% 신뢰구간의 상한 및 하한 폭을 이용해 추정된 기술적 효율성의 정밀도를 분석할 수 있다. 정밀도 확인 결과 2015년에 가장 작은 폭인 0.0158을 보여주었으며 2018년에 0.0192의 폭을 기록하며 가장 큰 값으로 나타나 상대적으로 정밀도가 낮은 것으로 분석되었다. 기술적 비효율성의 한계효과 역시 앞서 추정된 SFA 생산함수와 마찬가지로 연차, 부채 그리고 법인세는 음의 부

호를 가지며 기술적 비효율성의 감소를, 기계시설의 경우 양의 부호로 기술적 비효율성의 증가에 영향을 주는 것으로 나타났다.

표-6. 연도별 기술적 효율성 및 비효율성 한계효과 추정 결과

연도	효율성	효율성 95% 신뢰구간		비효율성 한계효과			
		95% 상한	95% 하한	연차	기계시설	부채	법인세
2014	0.395	0.419	0.435	-0.017	0.215	-0.102	-0.031
2015	0.429	0.399	0.415	-0.019	0.238	-0.113	-0.034
2016	0.462	0.453	0.471	-0.019	0.241	-0.115	-0.035
2017	0.481	0.466	0.484	-0.018	0.228	-0.108	-0.033
2018	0.499	0.493	0.513	-0.017	0.210	-0.100	-0.030
2019	0.461	0.448	0.466	-0.018	0.223	-0.106	-0.032
2020	0.500	0.491	0.509	-0.019	0.233	-0.111	-0.034
평균	0.462	0.453	0.470	-0.017	0.218	-0.104	-0.031
표준편차	0.033	0.032	0.034	-0.018	0.228	-0.108	-0.033
최댓값	0.503	0.493	0.513	-0.017	0.241	-0.100	-0.030
최솟값	0.407	0.399	0.415	-0.019	0.210	-0.115	-0.035

다음 <표-7>은 상기에 언급한 추정치들에 대해 14개의 DMU별로 정리한 결과를 정리하여 보여주고 있다. 가장 효율적으로 식별된 DMU는 81.5%의 기술적 효율성을 기록한 DMU 12로 나타났으며 DMU 11과 DMU 7이 각각 79.5%와 78.7%로 추정되어 그 뒤를 따르고 있다. 반면 가장 비효율적인 DMU는 22.8%의 기술적 효율성을 기록한 DMU 14로 확인되었으며 그다음으로는 DMU 9와 DMU 4가 각기 23.6%와 26.7%의 기술적 효율성을 달성하며 하위권에 위치하였다.

<표-7> 역시 <표-6>과 마찬가지로 기술적 효율성 추정치의 95% 신뢰구간을 보여주고 있다. 이때 DMU별 신뢰구간의 중첩 여부를 확인하여 기술적 효율성에 통계적으로 유의미한 차이가 존재하는지 확인할 수 있다. 예를 들어 상위 5순위에 위치한 DMU 1의 95% 하한이 46.7%로 추정되었을 때 하위 5순위에 해당하는 DMU 2의 95% 상한은 36.5%로 분석되었다. 즉, 서로 신뢰구간이 중첩하지 않는 것을 알 수 있으며 상위 5개 DMU와 하위 5개 DMU 사이에는 5% 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 존재한다는 사실을 도출할 수 있다.

■ 표-7. DMU별 기술적 효율성 및 비효율성 한계효과 추정 결과
 ■

DMU	효율성	효율성 95% 신뢰구간		비효율성 한계효과			
		95% 상한	95% 하한	연차	기계시설	부채	법인세
DMU 1	0.476	0.467	0.485	-0.019	0.234	-0.111	-0.034
DMU 2	0.358	0.351	0.365	-0.021	0.266	-0.127	-0.038
DMU 3	0.448	0.439	0.457	-0.019	0.240	-0.114	-0.035
DMU 4	0.267	0.262	0.273	-0.021	0.266	-0.126	-0.038
DMU 5	0.500	0.491	0.510	-0.021	0.264	-0.125	-0.038
DMU 6	0.407	0.399	0.414	-0.019	0.236	-0.112	-0.034
DMU 7	0.787	0.772	0.802	-0.012	0.153	-0.073	-0.022
DMU 8	0.366	0.359	0.373	-0.019	0.245	-0.116	-0.035
DMU 9	0.236	0.232	0.241	-0.021	0.269	-0.128	-0.039
DMU 10	0.314	0.308	0.321	-0.021	0.270	-0.128	-0.039
DMU 11	0.795	0.780	0.810	-0.009	0.111	-0.053	-0.016
DMU 12	0.815	0.799	0.831	-0.011	0.143	-0.068	-0.021
DMU 13	0.521	0.511	0.531	-0.021	0.266	-0.126	-0.038
DMU 14	0.228	0.224	0.233	-0.020	0.258	-0.123	-0.037
평균	0.466	0.457	0.475	-0.018	0.230	-0.109	-0.033
표준편차	0.195	0.192	0.199	0.004	0.051	0.024	0.007
최댓값	0.815	0.799	0.831	-0.009	0.270	-0.053	-0.016
최솟값	0.228	0.224	0.233	-0.021	0.111	-0.128	-0.039

주: 상위 3개 DMU와 하위 3개 DMU를 굵은 글씨로 표기하였다.

다음으로 연차, 기계시설, 부채 그리고 법인세가 기술적 비효율성에 미치는 한계효과를 살펴보면 먼저 연차의 경우 효율성 상위 3개 DMU가 각각 -0.011, -0.009, -0.021의 한계효과를 기록한 것으로 나타났다. 반면 효율성 하위 3개 DMU의 경우 각각 -0.020, -0.021, -0.021의 한계효과로 식별되어 효율성 하위 그룹이 상위 그룹과 비교해 연차의 증가로 인해 발생하는 기술적 비효율성의 감소 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 즉, 기술적 효율성 하위 그룹은 시간이 지남에 따라 발생하는 기술적 비효율성의 감소에서 이점이 존재했음에도 이를 기술적 효율성의 증가와 연결 짓지 못했음을 알 수 있다.

기계시설의 경우 상위 그룹이 각기 0.143, 0.111, 0.153의 한계효과를 기록하였고 하위 그룹은 0.258, 0.269, 0.266의 한계효과를 보여 효율성 상위 그룹이 하위 그룹과 비교했을

때 기계시설에서 발생하는 기술적 비효율성의 한계효과가 상대적으로 작은 것이 확인되었다. 하지만 두 그룹 모두 기계시설에서 발생하는 한계효과가 양의 값으로 추정되었을 뿐만 아니라 그 절댓값이 다른 요인들에 비하여 크다는 사실을 감안한다면 두 그룹 모두 이를 개선하기 위한 노력이 필요한 것으로 보인다.

부채의 경우 효율성 상위 그룹이 -0.068 , -0.053 , -0.073 의 한계효과를 기록하였으며 하위 그룹은 -0.123 , -0.128 , -0.126 의 순서로 나타났다. 두 그룹 모두 음의 값으로 확인되어 부채를 이용한 기업 내 재투자가 기술적 비효율성의 감소와 연결된 것을 알 수 있다. 부채 역시 연차와 마찬가지로 하위 그룹의 기술적 비효율성의 한계효과가 더 큰 것으로 분석되었다.

마지막으로 법인세는 효율성 상위 그룹이 각각 -0.021 , -0.016 , -0.022 의 한계효과로 나타났으며 하위 그룹의 경우 -0.037 , -0.039 , -0.038 을 기록하며 하위 그룹의 기술적 비효율성 감소가 상대적으로 더 큰 것으로 확인되었다. 요약하자면, 기계시설을 제외한 모든 결정요인에서 기술적 효율성 하위 그룹이 상위 그룹보다 큰 기술적 비효율성 감소의 한계효과를 보였으나 기계시설에서 발생한 한계효과와의 차이를 극복하지 못한 것으로 보인다. 따라서 하위 그룹은 기계시설의 활용도 문제를 극복하는 것이 우선과제인 것으로 판단된다.

4. 투입요소의 생산탄력성 및 한계생산성 추정

본 절에서는 앞에서 추정한 SFA 생산함수를 이용하여 함수 추정에 이용된 투입요소에 대한 생산탄력성과 한계생산물을 도출하고, 최종적으로 규모에 대한 수익 불변 여부를 검정한다. 생산탄력성과 한계생산물, 규모 수익 불변 검정에 대한 추정식은 앞의 제Ⅱ장에서 설명한 식 (9), (10), (11) 그리고 (12)를 이용하여 분석하였다.

다음 <표-8>에 연도별로 추정식을 이용해 계산한 결과를 보고하였다. 분석 기간동안 임직원 수와 자본의 생산탄력성 모두 1%의 수준에서 통계적 유의성이 존재하는 강건한 양의 값으로 분석되었다. 이를 통해 임직원 수와 자본의 증가는 곧 매출액의 증가와 연결되어 있다는 사실을 확인할 수 있다. 임직원 수의 생산탄력성은 2014년을 기점으로 2018년까지 점차 증가하여 2018년에 가장 높은 탄력성 값인 0.899 를 기록했으나 점차

하락하며 2020년에는 0.703의 탄력성 값으로 나타났다.

자본의 경우 2015년 0.518의 탄력성을 기록한 이후 2017년까지 탄력성의 감소가 발생하였으나 2018년에 가장 높은 0.536의 생산 탄력성을 기록하였다. 하지만 계속된 생산탄력성의 하락을 보이며 2020년 0.495의 생산탄력성으로 추정되었다. 두 변수 모두 2014년과 비교해 생산탄력성이 증가하였으나 2018년을 기점으로 점차 하락하고 있는 것으로 나타났다. 한계생산물 역시 생산탄력성과 마찬가지로 1%의 유의수준에서 양으로 추정되었으며 2018년에 각기 59.205와 0.547로 추정되어 가장 높은 한계생산물을 기록한 것으로 확인되었다.

더하여 <표-8>에는 규모 수익 불변 여부의 충족에 대한 검정 통계량을 나타내고 있으며 검정 결과 규모 수익 불변에 대한 가정이 모두 기각된 것으로 나타났다. 즉, 분석 기간 내 매년 규모 수익 체증(Increasing Returns to Scale, IRS)의 상태에서 생산 활동을 지속하였으나 규모 수익 체증의 정도가 2018년을 기점으로 계속된 하락을 보이는 것으로 나타났다.

▮ 표-8. 연도별 생산탄력성, 한계생산물, RTS 검정 결과 ▮

연도	생산탄력성				한계생산물 (단위:천만 원)				RTS
	임직원수	표준 오차	자본	표준 오차	임직원수	표준 오차	자본	표준 오차	
2014	0.526***	0.052	0.325***	0.027	38.505***	2.312	0.199***	0.019	0.325***
2015	0.761***	0.051	0.518***	0.052	37.908***	2.584	0.187***	0.018	0.279***
2016	0.762***	0.052	0.511***	0.051	49.114***	3.381	0.220***	0.022	0.273***
2017	0.811***	0.048	0.504***	0.05	39.299***	2.371	0.195***	0.019	0.316***
2018	0.899***	0.039	0.536***	0.053	59.205***	2.572	0.547***	0.054	0.435***
2019	0.769***	0.052	0.500***	0.050	39.955***	2.754	0.164***	0.016	0.270***
2020	0.703***	0.059	0.495***	0.050	58.094***	4.888	0.197***	0.020	0.198***
평균	0.747	0.050	0.484	0.048	46.011	2.980	0.244	0.024	0.299
표준편차	0.106	0.006	0.066	0.008	8.730	0.845	0.125	0.012	0.067
최솟값	0.899	0.059	0.536	0.053	59.205	4.888	0.547	0.054	0.435
최댓값	0.526	0.039	0.325	0.027	37.908	2.312	0.164	0.016	0.198

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 유의함을 의미한다.

<표-9>는 14개 기업의 투입요소에 대한 생산탄력성과 한계생산물, 그리고 규모 수익 불변 충족 여부에 대한 검정 결과를 보여주고 있다. 평균적으로 임직원 수의 생산탄력성은 0.786으로 나타났으며 자본의 평균 생산탄력성은 0.513으로 분석되었다. 임직원 수의 한계생산물은 평균 35.902, 자본의 한계생산물은 0.136으로 확인되었다.

먼저 임직원 수 생산 탄력성의 경우 DMU 5의 0.127로 추정된 값을 제외하고 모두 1% 수준에서 유의한 양의 값으로 추정되었다. 그중 DMU 6, DMU 7, DMU 8은 생산 탄력성 추정값이 1 이상으로 분석되어 임직원 수의 증가로 인한 매출액의 증가가 탄력적으로 발생하는 것으로 나타났다. 자본 탄력성의 경우 -0.026으로 추정된 DMU 6의 탄력성을 제외하고 모두 1%의 양의 값을 가진 것으로 분석되었다. DMU 6의 경우 자본에서 음의 탄력성 값을 가진 것으로 추정되었으나 통계적으로 유의한 값으로 나타나지는 않았다.

한계생산물 역시 생산탄력성과 동일한 부호를 가진 것으로 분석되었으며 임직원 수에서 1.945로 가장 높은 생산탄력성을 보였던 DMU 6은 한계생산물에서도 143.754로 가장 높은 한계생산물로 나타났다. 한편 자본의 경우에는 DMU 11이 기록한 0.263이 가장 높은 자본 한계생산물인 것으로 식별되었다.

DMU별 규모 수익 불변 충족 여부를 확인한 결과 2개의 DMU가 규모 수익 불변, 12개의 DMU가 규모 수익 체증의 상황에 있는 것으로 나타났다. 규모 수익 체증의 정도가 가장 강력한 DMU는 0.919의 검정 통계량으로 추정된 DMU 6으로 식별되었다. DMU 6의 경우 임직원 수 생산탄력성이 1.945로 나타나 다른 DMU들과 비교했을 때 높은 생산탄력성 수치를 기록하였으며 이러한 점이 높은 규모 수익 체증의 검정 통계량에 영향을 준 것으로 판단된다.

■ 표-9. DMU별 생산탄력성, 한계생산물, RTS 검정 결과 ■

DMU	생산탄력성				한계생산물 (단위:천만 원)				RTS
	임직원수	표준 오차	자본	표준 오차	임직원수	표준 오차	자본	표준 오차	
DMU 1	0.942***	0.058	0.367***	0.035	38.929***	2.421	0.100***	0.009	0.310***
DMU 2	0.510***	0.069	0.643***	0.069	11.457***	1.553	0.118***	0.012	0.154***
DMU 3	0.789***	0.044	0.669***	0.071	11.361***	0.637	0.234***	0.025	0.459***
DMU 4	0.333***	0.087	0.601***	0.067	8.414***	2.215	0.050***	0.005	-0.065
DMU 5	0.127	0.109	0.849***	0.099	3.675	3.154	0.235***	0.027	-0.022
DMU 6	1.945***	0.133	-0.026	0.037	143.754***	9.892	-0.015	0.021	0.919***
DMU 7	1.133***	0.077	0.221***	0.028	101.258***	6.918	0.088***	0.11	0.354***
DMU 8	1.136***	0.076	0.227***	0.027	46.588***	3.126	0.057***	0.006	0.363***
DMU 9	0.498***	0.070	0.656***	0.071	9.204***	1.014	0.081***	0.008	0.154***
DMU 10	0.686***	0.053	0.591***	0.061	12.242***	0.961	0.115***	0.012	0.278***
DMU 11	0.504***	0.069	0.643***	0.069	25.33***	3.502	0.263***	0.028	0.148***
DMU 12	1.043***	0.054	0.361***	0.032	70.534***	3.718	0.219***	0.019	0.404***
DMU 13	0.666***	0.054	0.671***	0.072	14.564***	1.196	0.237***	0.025	0.337***
DMU 14	0.693***	0.053	0.707***	0.077	5.312***	0.41	0.118***	0.012	0.401***
평균	0.786	0.072	0.513	0.058	35.902	2.908	0.136	0.023	0.300
표준편차	0.430	0.023	0.235	0.021	40.528	2.539	0.083	0.025	0.230
최댓값	1.945	0.133	0.849	0.099	143.754	9.892	0.263	0.110	0.919
최솟값	0.127	0.044	-0.026	0.027	3.675	0.410	-0.015	0.005	-0.065

주: *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 유의함을 의미한다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 우리나라 수산식품 가공업의 분류 중 하나인 수산동물 훈제·조리업에 해당하는 기업들의 SFA 생산함수를 추정하였다. 이후 추정된 SFA 생산함수를 통해 투입 요소에 대한 생산탄력성과 한계생산물, 규모 수익 불변의 충족 여부를 확인하였으며 기술적 효율성과 외생적 결정요인의 한계효과를 연도별, 기업별로 나누어 분석하였다.

DMU별 투입요소에 대한 생산탄력성을 추정한 결과 노동과 자본에 대해 통계적으로

유의하지 않은 추정치 한 개씩을 제외하고 모든 DMU가 1%의 유의수준에서 양의 값을 가진 것으로 분석되었다. 한계생산물도 생산탄력성과 동일한 양의 부호로 추정되었으며 이를 통해 생산에 투입되는 요소들의 증가는 매출액의 증가와 연결되는 것임을 알 수 있었다. 규모 수익 불변 여부를 검정한 결과 2개의 DMU가 규모 수익 불변의 상태에, 나머지 12개의 DMU는 규모 수익 체증의 상태에 있는 것으로 확인되어 이들 DMU는 투입요소를 계속 증가시켜 규모 수익 불변의 상태에 도달할 수 있는 것으로 나타났다.

수산동물 훈제·조리품 가공업체들의 기술적 효율성을 추정한 결과 평균적으로 46.2%의 기술적 효율성이 달성된 것으로 분석되었으며 50%를 조금 상회하는 비효율성이 존재하는 것으로 나타나 현재 기업들의 생산이 비효율적인 상태에서 이루어지고 있음이 확인되었다. 가장 효율적인 DMU 12와 가장 비효율적인 DMU 14 사이에는 58.7%의 기술적 효율성의 차이가 발생하였으며, 이는 기술적 효율성의 평균 표준편차인 19.5%를 한참 상회하는 수준으로 분석되었다. 또한, 추정된 95% 신뢰구간을 이용해 추정된 기술적 효율성에 통계적 유의성이 존재하는 것을 확인할 수 있었으며 효율성 상위 5개 DMU와 하위 5개 DMU 간에는 기술적 효율성에 있어 통계적으로 유의미한 차이가 존재하는 것으로 분석되었다.

기술적 비효율성의 외생적 결정요인으로서는 연차와 부채, 기계시설과 법인세를 모형에 대입하여 분석하였으며 기계시설을 제외한 나머지 세 개의 요인은 기술적 비효율성의 감소에 영향을 주는 것으로 확인되었다. 연차의 경우 기업이 시장에 진입한 이후 시간이 지남에 따라 시장 내에서 필요한 정보를 파악할 수 있어 기술적 비효율성의 감소에 영향을 준 것으로 보인다. 차입한 부채가 증가할 때 기술적 효율성이 제고되는 것은 부채를 통한 기업 내 재투자로 이어지기 때문으로 판단되며, 부과되는 법인세가 증가함에 따라 기술적 효율성이 증가하는 것은 기업들이 방만한 경영 상태를 경계하고 더욱 효율적인 운영을 하기 위한 조치가 이행된 점이 반영된 것으로 해석될 수 있다. 반면 기계시설의 증가는 기술적 효율성을 하락시키는 것으로 나타났으며 수산동물 훈제·조리업에 해당하는 기업들은 기계시설의 증가보다 현재 보유 중인 기계시설의 활용도를 증대시키는 부분에 집중해 기술적 효율성을 제고시켜야 할 것으로 분석되었다.

본 연구의 의의는 현재 수산식품 수출품목에서 급성장을 보이고 있는 수산동물 훈제·조리업에 해당하는 기업들의 기술적 효율성을 추정하고, 기술적 비효율성의 결정요

인을 분석하였다는 점에 있다. 이를 통해 현재 혼제품 가공업체들의 기계시설 비중을 증가시키는 것이 오히려 기술적 비효율성을 증가시킬 수 있어 이에 대한 활용도를 제고시킬 방안이 필요하다는 점과 법인세의 부과가 기업들의 기술적 효율성을 조금씩 증가시킬 수 있는 것으로 분석되었다는 점 역시 본 연구를 통해 도출된 새로운 결과라 할 수 있다.

본 연구의 한계로는 우선 기업의 재무제표에 기반을 둔 분석이 이루어져 연구개발비에 대한 자료를 확보하지 못했다는 점이다. 혼제·조리품 가공의 경우 같은 산업분류 내 수산동물 건조품 제조업과 냉동품 제조업과 비교해 생산하는 품목이 다양하고 생산되는 품목의 가공수준이 높다고 볼 수 있다. 따라서 소비자들의 기호에 맞는 제품을 개발하는데 필요한 연구비용의 비중이 높다고 할 수 있으며 이에 대한 접근이 가능하다면 연구개발비의 비중이 각 업체의 기술적 효율성에 미치는 영향분석과 같이 더욱 유의미한 연구 결과가 도출될 것으로 판단된다.

또한, 전자공시시스템에서 제공하는 재무제표의 경우 외부감사가 의무로 시행되는 기업에 한정하여 재무제표를 확보할 수 있다. 이로 인해 분석에 이용된 DMU의 숫자가 충분치 못하다는 단점이 존재해 본 연구의 결과가 혼제·조리업을 대변하는 것으로 해석하는 데 제한이 있다. 추후 더 많은 기업의 재무정보 확보가 가능해 DMU의 개수를 추가로 확보한다면 더욱 풍부한 연구 결과가 나올 것으로 기대된다.

투고일	2022. 04. 28
1차 심사일	2022. 05. 30
게재확정일	2022. 06. 14

■ ■ 참고문헌

1. 강동현·박철형. 2022. 「Super-SBM 모형을 이용한 수산식품 가공업체의 효율성 분석」. 『수산해양교육연구』, 제34권 제1호, pp. 10-22.
2. 사공진·김정규. 2015. 「Stochastic Frontier Analysis를 이용한 제약회사의 효율성과 그 결정요인 분석」. 『보건행정학회지』, 제25권 제2호, pp. 97-106.
3. 신동현·임형우·조하현. 2019. 「확률경계모형(SFA)을 이용한 국내 주택용 난방에너지 소비 효율 비교 분석」. 『한국경제연구』, 제37권 제2호, pp. 151-185.
4. 양현주. 2018. 「어묵 가공업의 경영 효율성 분석」. 부경대학교 석사학위 논문
5. 유금록. 2009. 「확률변경분석을 이용한 공공부문의 효율성 평가:공공도서관에 대한 거리함수접근법」. 『한국행정정보』, 제43권 제4호, pp. 261-283.
6. 윤상호·박철형. 2015. 「수산식품 가공업의 효율성 분석」. 『한국수산경영학회』, 제46권 제2호, pp. 111-125.
7. 정다솜·강상목. 2019. 「확률변경모형을 활용한 국내 풍력부품산업의 비용효율성과 결정요인 분석」. 『산업경제연구』, 제32권 제6호, pp. 2273-2293.
8. 최봉호. 2019. 「한국 수산가공산업의 생산성 분해에 관한 연구: 확률적 변경모형을 이용」. 『수산해양교육연구』, 제31권 제3호, pp. 913-924.
9. Aigner, D.J., Lovell, C.A.K, Schmidt, P., 1977. "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models" Journal of Econometrics, Vol. 6, pp. 21-37.
10. Battese, G. E. and Coelli, T. J. 1992. "Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India." Journal of Productivity Analysis, Vol. 3, pp. 153-169.
11. _____. 1995. "A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data." Empirical Economics, Vol. 20, pp.325-332.
12. Belotti, F., Daidone, S., Ilardi, G., Atella, V. 2013. "Stochastic Frontier Analysis Using Stata." The Stata Journal, Vol. 13, No. 4, pp. 719-758.
13. Elyasiani, E. and Mehdiian, S. M. 1990. "A Nonparametric Approach to Measurement

- of Efficiency and Technological Change: The Case of Large U. S. Commercial Banks.” *Journal of Financial Services Research*, Vol. 4, pp. 157-168.
14. Golany, B. and Roll, Y. 1989. “An Application Procedure for DEA.” *International Journal of Management Science*, Vol. 17, No. 3, pp. 237-250.
 15. Huang, C. J., and Liu, J. T. 1994. “Estimation of a non-neutral stochastic frontier production function.” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 5, pp. 171-180.
 16. Kumbhakar, S. C., Ghosh, S., McGuckin, J. T. 1991. “A generalized production frontier approach for estimating determinants of inefficiency in U.S. dairy farms.” *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 9, pp. 279-286.
 17. Kumbhakar, S. C., Wang, H. J., Horncastle A. P., 2015. *A Practioner’s Guide to Stochastic Frontier Analysis Using Stata*, Cambridge University Press, pp. 1-359.
 18. 대한급식신문. 2021. 『수산식품 육성 근거 마련됐다...수산식품산업법 시행』.
<https://www.fsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=41601> (2022년 1월 22일)
 19. 대한무역협회. 2021. 『"북미·아세안, 한국 어묵 맛에 빠져"... 수산물 수출 증가세』.
<https://www.kita.net/cmmrcInfo/cmmrcNews/cmmrcNews/cmmrcNewsDetail.do?pageIndex=1&nIndex=65704&sSiteid=1> (2022년 1월 27일)
 20. 식품의약품안전처. 2021. 『2020 식품 등의 생산실적』.
https://www.mfds.go.kr/brd/m_374/view.do?seq=30205&srchFr=&srchTo=&srchWord=&srchTp=&itm_seq_1=0&itm_seq_2=0&multi_itm_seq=0&company_cd=&company_nm=&page=1 (2022년 1월 25일)
 21. 통계분류포털. 2017. 한국표준산업분류. <http://kssc.kostat.go.kr> (2022년 2월 21일)
 22. 해양수산부. 2021. 『제1차 수산식품산업 육성 기본계획』.
<https://www.mof.go.kr/article/view.do?articleKey=38287&boardKey=9&menuKey=375&PageNo=1> (2022년 1월 25일)