

확률적 프론티어 분석을 이용한 양잠농가의 기술적 효율성 분석

박재홍
영남대학교 식품경제외식학과

Analysis of Technical Efficiency of Sericulture Farmers Using Stochastic Frontier Analysis

Jaehong Park
Department of Food Economics and Service, Yeungnam University

요약 1980년대 이후 지속적으로 쇠퇴하던 양잠산업은 최근 들어 새로운 변화를 모색하고 있다. 이러한 변화를 성공적으로 이끌기 위해서는 정부 차원의 다양한 정책적인 지원과 함께 개별 농가 차원에서의 생산의 효율성 점검과 향상을 위한 노력 또한 필요하다. 본 연구의 목적은 양잠농가를 대상으로 한 설문조사자료를 기반으로 모수추정 방법인 확률적 프론티어 분석기법을 이용하여 생산함수의 추정과 함께 기술적 효율성과 그에 영향을 미치는 결정요인을 분석하는 것이다. 실증분석을 위한 모형의 형태로 초월대수 생산함수가 선택되었으며, 절단정규분포를 보이는 기술적 비효율성이 존재하고 있는 것으로 나타났다. 분석결과, 전국적으로 양잠농가의 평균적인 기술적 효율성은 0.673으로 추정되었다. 이것은 누에생산에 있어 32.7%의 기술적 비효율성이 존재한다는 것을 의미한다. 또한 개별 양잠농가의 기술적 효율성도 매우 큰 편차를 보이는 것으로 나타났다. 기술적 효율성 결정요인 분석에서는 전업농이 복합농에 비하여 기술적 효율성이 높고, 지역별로 영남지역이 효율성이 가장 높아 지역별 효율성도 매우 다르게 나타났다. 이를 바탕으로 양잠농가의 기술적 효율성을 제고할 수 있는 대안들을 제시하였다.

Abstract The sericulture industry, which has continued to decline since the 1980s, has recently been seeking new changes. Along with policy support, efforts are needed by individual farmers to check and improve production efficiencies. The purpose of this study was to estimate the stochastic production function and analyze technical efficiency and its determinants using stochastic frontier analysis, a parameter estimation method. For empirical analysis, a translog production function was selected. Technical inefficiency resulted in a truncated normal distribution. Results showed the estimated average technical efficiency of sericulture farmers was 0.673, indicating a technical inefficiency of 32.7% for silkworm production. In addition, the technical efficiencies of sericulture farms differed widely. Full-time farmers were more technically efficient than complex farmers, and farmers in the Yeungnam region were more efficient than those in other areas. Based on these results, we suggest policy changes that might improve the technical efficiency of sericulture farmers.

Keywords : Stochastic Frontier Analysis, Sericulture, Technical Efficiency, Silkworm, Production Function

1. 서론

삼한시대 이전부터 영위되어 왔던 것으로 알려진 우리

양잠산업은 현대에 들어 농촌소득증대사업의 중요한 산업이자 국가적 차원에서 외화획득을 위한 중요한 수출산업으로 육성되어 경제발전에 크게 기여하였다[1].

*Corresponding Author : Jaehong Park(Yeungnam Univ.)

email: j-park@ynu.ac.kr

Received October 16, 2023

Accepted January 5, 2024

Revised November 21, 2023

Published January 31, 2024

1970년대에는 견직물을 포함한 생사류의 수출량이 5,000톤을 넘었고, 1975년에는 양잠농가가 우리나라 전체 농가의 20%를 넘게 차지하고, 전체 밭 면적의 약 10%인 9만 ha에 이르는 뽕밭을 보유할 정도로 양잠산업이 활성화되었다[2]. 1976년에는 수출액이 2억 7천만 달러로 우리나라 총 수출액의 4%, 농업부문 수출액의 52%를 차지하였다[3].

하지만 1980년대에 접어들면서 급속한 경제개발이 이루어지면서 임금상승과 그에 따른 농촌노동력 부족 등으로 누에고치 생산기반이 쇠퇴하고, 다양한 의류소재의 개발과 한복 소비의 급감 등 패션시장의 변화로 인한 수요감소와 함께 중국산 저가 누에고치 수입 증가 등으로 국제경쟁력이 상실되어 그 규모는 감소추세에 있다[4]. 2021년 현재 누에사육 농가 수는 454가구이며, 2014년 이후 연평균 약 10% 감소하였다. 2021년 현재 누에용 뽕밭 재배면적은 230ha이며, 연간 누에사육량은 8,277상자로 지속적으로 감소하는 추세이다[5].

최근 들어 국내 양잠산업은 전통적인 의류중심의 양잠산업에서 기능성 양잠산업으로 변화를 추구하고 있다. 이에 따라 정책당국에서도 2009년에 「기능성 양잠산업 육성 및 지원에 관한 법률」을 시행하여 기능성 양잠산업 발전을 위한 종합계획을 수립하는 등 노력을 기울이고 있다[4]. 그러나 이러한 산업의 경쟁력 확보와 발전을 위한 정책들이 효과를 보이기 위해서는 개별 양잠농가의 생산의 기술적 효율성을 수준을 확인하고 이를 향상시킬 수 있는 양잠농가의 경영개선을 위한 방안도 함께 모색된다면 우리 양잠산업의 경쟁력을 제고할 수 있을 것이다.

지금까지 양잠산업과 생산농가와 관련된 연구들은 양잠산업의 경영실태를 파악하기 보다는 주로 양잠산물의 생산 및 판매단계에서의 문제점을 도출하고 해결책을 제시하는 연구들과 양잠산물을 이용하여 6차산업화 등을 통하여 지역활성화를 도모하는 연구들이 수행되어 왔다.

김경필 외[6]는 기능성 양잠산업 발전을 위한 종합계획을 수립하기 위하여 양잠산업의 실태와 문제점 파악을 통하여 양잠산물의 생산·판매구조와 산업 분야별 애로요인 및 개선사항에 제시하였다.

김경필 외[7]는 계층화분석법(analytic hierarchy process; AHP)을 이용하여 기능성 양잠산업에 대한 정부지원사업의 부문별 및 지원사업별 우선순위를 설정하여 양잠산업을 지원하는 중장기적인 차원과 더불어 단기적인 차원의 정책지원사업 우선순위를 고려하는 효율적인 지원방안을 제시하였다.

그 외에 이양수[8]는 지역특화사업으로서 양잠산업의

발전을 위한 활성화방안을 제시하였고, 김덕수 외[9]는 부안 오디·뽕을 소재로 하여 차별화된 제품화 전략의 필요성과 유통채널의 다양화를 매개로 하는 신시장 개척 그리고 합리적인 마케팅·유통체제의 확립을 위하여 연합마케팅을 제안하였다. 신황호 외[10]는 뽕나무를 중심으로 지역특화자원을 이용한 마을축제 개발과 이를 이용한 마을중심 6차 산업 활성화 방안을 모색하였다.

최근 정민국 외[4]는 모집단을 대표할 수 있도록 통계적 기법에 기반하여 표본을 구성하고, 대표성을 가지는 표본농가를 대상으로 면접조사를 실시하여 양잠 경영 여건, 양잠산물의 생산·판매·유통 등을 종합적으로 조사하여 경영실태를 파악하고 시사점을 제시하였다. 하지만 이 연구에서는 개별 농가의 노동투입량, 경영비, 판매경로, 경영비, 소득 등의 지표를 이용하여 평균적인 양잠산업의 경쟁력을 분석하는 데 중점을 두고 있어 개별농가의 특성이 고려된 생산효율성 분석 등 미시적인 분석에는 한계를 가지고 있다.

연구방법 측면에서 생산에 대한 효율성에 대한 관련 선행연구들은 여러 산업부문에 적용되어 왔으며, 특히 농업부문에 있어서는 쌀 산업을 대상으로 많이 이루어져 왔으며, 축산이나 배 등 과수, 고추, 마늘 등 채소작목에 대해서도 수행되었다[11]. 생산에 있어 효율성에 대한 관련 국내 연구들로는 권오상[12], 박종은과 안인찬[13], 김웅과 김재홍[14], 홍승지와 박재홍[11], 박해원과 정재원[15], 원현규 외[16], 윤승주와 양승룡[17], 정선화와 서상택[18], 김지수 외[19] 등의 연구들이 수행되었다.

본 연구의 목적은 우리나라 양잠농가 특히 누에생산농가들 사이에 존재하는 기술적 효율성 격차의 존재여부와 이러한 효율성의 격차에 어떤 요인이 영향을 미치는지를 실증 분석하고, 분석결과에 기초하여 양잠농가의 경영효율성 개선을 위한 시사점을 도출하는 데에 있다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구방법과 분석자료를 설명하고, 3장에서는 조사대상의 특성과 분석결과를 살펴보고, 마지막으로 4장에서 분석결과를 요약하고 시사점을 도출하기로 한다.

2. 연구방법 및 분석자료

2.1 연구방법

Farrell[20]에 따르면 기술적 효율성(technical efficiency)은 주어진 기술수준 하에서 일정한 생산요소의 투입에 따른 생산 가능한 최대의 산출량과 실제 산출

량 간의 차이로 정의된다[21]. 생산의 기술적 효율성을 측정하기 위한 방법들은 크게 모수적 방법과 비모수 방법으로 분류될 수 있는데, 가장 많이 쓰이는 모수적 방법론은 확률적 프론티어 분석법(stochastic frontier analysis; SFA)[22]이 있으며 비모수적 방법론으로는 흔히 자료포락분석법(data envelop analysis; DEA)[23]이 사용된다. 비모수적 방법론은 구체적인 함수형태를 가정하지 않아도 된다는 장점을 가지지만, 측정오차나 환경의 차이 등 확률적 요인에 의한 교란을 고려하지 못하는 단점을 가진다[12]. 이에 본 연구에서는 통계적 추론에 보다 유리한 확률적 프론티어 분석법을 통하여 기술적 효율성을 분석한다.

확률적 프론티어 분석법은 Aigner et al.[22]과 Meeuzen and Van Den Broeck[24]에 의해 제안되었다. SFA 모형은 통계적 관점에서 복합 오차항(ϵ_i)을 갖는 회귀분석 방법을 적용하는 것으로, 복합 오차항은 개별 교란항을 포함하며, 개별 교란항은 데이터의 측정 오차와 통계적 노이즈를 포착하는 개별 교란항(v_i)과 생산단위의 비효율성을 설명하는 일방향 교란항(u_i)으로 나눌 수 있다.

Pitt and Leef[25]의 연구에서는 기술적 효율성의 확률적 프론티어와 영향요인을 2단계 추정법을 통하여 추정하였으나 기술적 비효율성 항이 동일하게 분포한다는 가정을 위반하여 일관된 추정을 얻지 못하였다. 이후 Kumbakar et al.[26] 및 Reifschneider and Stevenson[27]은 이 2단계 추정법에서 비효율성 효과의 독립성에 관한 가정의 불일치를 극복하기 위해 단일단계 SFA를 제안하였다.

본 연구에서는 Battese and Coelli[28]가 제안한 단일단계로 효율성과 그에 수반되는 영향 요인을 평가하기 위한 확률적 프론티어 분석을 기반으로 이루어졌다. 기술적 비효율성항(u_i)을 생산단위의 특성 변수와 오차항의 함수로 표현될 수 있다.

$$y_i = x_i'\beta + v_i - u_i \quad (1)$$

$$u_i = z_i'\delta + w_i \quad (2)$$

식 (1)과 식 (2)에서 y_i 는 i 생산단위의 산출물 벡터, x_i 는 생산단위 i 의 투입물 벡터, z_i 는 i 생산단위의 특성 벡터이고, β 와 δ 는 모두 추정계수 벡터이다. v_i 는 평균이 0이고 분산은 σ_v^2 인 정규분포를 하는 확률오차항으로

u_i 와 독립적이라고 가정된다. 또한 u_i 는 기술적 비효율성항으로 분산은 σ_u^2 이고 평균이 μ_u 인 절단정규(truncated normal)분포 또는 반정규(half normal)분포를 따르는 것으로 가정할 수 있다[29].

개별농가 i 의 기술적 효율성은 추정된 확률적 프론티어 생산함수를 이용하여 계측된다. 일반적으로 기술적 효율성은 관찰되는 산출물 수준과 이에 상응하는 확률적 프론티어상의 산출물 수준간의 비율로 정의되며, i 번째 농가의 기술적 효율성(TE_i)은 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다[28].

$$TE_i = \frac{y_i}{\exp(x_i'\beta + v_i)} = \exp(-u_i) \quad (3)$$

영향요인 z_i 와 기술적 효율성의 관계는 변수 z_i 의 추정된 계수 δ 의 부호와 계수의 유의성에 따라 결정된다. 구체적으로 말하자면 기술적 효율성의 계측치는 0과 1 사이 값을 가지게 되며, 추정된 확률적 프론티어 생산함수 모형의 계수들을 이용하여 계산된다. 추정계수 δ_i 가 유의하게 음(또는 양)이면 변수 z_i 와 기술적 비효율성 사이에는 유의한 음(또는 양)의 관계가 있고, 그렇지 않으면 변수 z_i 와 기술적 비효율성 사이에는 유의한 상관관계가 없다고 할 수 있다.

실제 분석에서는 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 모형과 초월대수(translog) 모형이 주로 이용되고 있는데, 초월대수 모형의 주요 장점은 유연하다는 것으로 일정한 생산 탄력성이나 투입물 간 대체 탄력성에 대하여 가정을 부과하지 않는다는 것이며, 콥-더글라스 모형은 단순히 많이 사용되고 있다는 장점이 있다[11]. 따라서 많은 연구들이 콥-더글라스 모형과 초월대수 모형을 모두 평가한 다음 적절한 함수형태를 선택하였다.

본 연구에서 이용되는 콥-더글라스 모형은 식(4) 그리고 초월대수 생산함수 모형은 다음 식(5)와 같다.

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_j \ln x_{ji} + v_i - u_i \quad (4)$$

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_j \ln x_{ji} + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \beta_{jk} \ln x_{ji} \ln x_{ki} + v_i - u_i \quad (5)$$

여기서 \ln 은 자연로그를 나타내고, y_i 는 누에 생산량 (kg), x_1 은 뽕잎 생산을 위한 경지면적(평), x_2 은 경영비 (천 원), β_i 는 생산에서 자원의 활용을 위한 투입요소의 계수를 나타내고, $i(i=1, \dots, 138)$ 은 i 농가의 관측치를 나타낸다. v_i 및 u_i 는 앞에서 정의한 바와 같은 확률변수이다. Aigner et al.[22]은 우도함수(likelihood function)를 사용하여 확률적 프론티어 생산함수에서 두 가지 분산

모수 $\sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$ 및 $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$ 을 제안하였다. σ^2

는 오차항의 전체 분산을 나타내고, γ 는 0에서 1사이 값을 가지며 1에 가까우면 가까울수록 기술적 비효율성이 강하게 존재한다는 것을 의미한다.

식(5)에서 이차항과 교차항을 가지지 않는 형태가 콤팩트글라스 모형이 된다. 따라서 본 연구에서는 식(5)과 같은 초월대수 생산함수에서 이차항과 교차항의 추정 회귀 계수가 0이라는 귀무가설을 검정하여 함수형태를 결정한다.

확률적 프론티어 모형의 추정에 있어서 함수형태 이외에 비효율성의 효과가 모형에 포함되는가 여부, 비효율성을 나타내는 오차항의 분포, 그리고 독립변수가 비효율성에 영향을 미치는지 여부 등이 주로 로그우도비검정(log likelihood ratio test)을 통하여 선택적으로 검정되고 있다[11-15, 26-29]. 로그우도비 검정통계량은 $\lambda = -2[\ln L(H_0) - \ln L(H_1)]$ 로 계산되며 카이제곱분포를 따른다. 여기에서 $L(H_0)$ 은 귀무가설하에서의 로그우도함수값이고, $L(H_1)$ 은 대립가설하에서의 로그우도함수값이다[28].

양잠농가의 기술적 비효율성에 대한 결정요인을 추정하는 모형은 식(6)과 같다.

$$u_i = \delta_0 + \sum_{l=1}^5 \delta_l z_{li} + w_i \quad (6)$$

여기에서 z_i 는 기술적 비효율성을 결정하는 요인들로서 실제 분석에서는 농가간의 특성을 명확히 하기 위하여 변수들의 평균, 또는 각기 다른 기준을 설정하여 생성된 더미변수를 이용하였다. z_1 은 경영주 연령, z_2 는 영농 경력을 나타내며 5년 단위로(5년 미만=1, 6~10년=2, 11~15년=3, 16~20년=4, 21년 이상=5) 분류하였다. z_3 는 전업농 여부를 나타내는 더미변수(전업=1, 부업=0), $z_4 \sim z_6$ 는 해당지역을 나타내는 더미변수로 경기-강원 지역을 기준으로 하는 더미를 이용하였다.

확률적 프론티어 생산함수(식 4, 5)와 기술적 비효율성 효과 모형(식 6)의 계수들은 최우추정법(maximum likelihood estimation)을 이용하여 추정하였으며, EXCEL 2016 프로그램을 이용하여 자료들을 정리하고 FRONTIER 4.1c과, SHAZAM 8.0을 이용하여 모형을 추정하였다.

2.2 분석자료

본 연구에서는 전국에 산재한 양잠농가들을 모집단으로 설정하고, 이 중에서 지역 등을 고려하여 누에를 생산하는 양잠농가 301호를 표본대상으로 선정하였다. 2020년 7-8월에 설문지를 활용하여 응답자의 일반현황, 농가의 영농형태, 생산물의 생산 및 판매현황 등 실증분석에 필요한 자료들을 전문조사기관을 통하여 수집하였다. 조사된 농가 중에서 본 연구와 관련된 질문에 대한 응답이 누락되었거나 적절하지 않은 응답을 한 농가를 제외한 139호의 양잠농가를 대상으로 분석을 진행하였다.

3. 분석결과

3.1 조사대상 특성

응답농가의 특성을 정리한 결과는 Table 1과 같다. 전체적으로 응답자 연령은 40대 3.6%, 50대 13.0%, 60대 이상 83.3%의 분포를 보여 양잠농가의 경영주의 나이가 매우 고령화되어 있었다. 전업여부를 보면 전업농가 4.3%, 복합농가 95.7%로 나타나 복합농가 비중이 크

Table 1. Basic statistics of respondents

	Variables	Obs.	Percentage
Age	40's	5	3.6
	50's	18	13.0
	equal or more than 60's -	115	83.3
Fulltime	Yes	16	11.6
	No	122	88.4
Farming experience	-5 years	5	3.6
	6-10 years	24	17.4
	11-15 years	13	9.4
	16-20 years	5	3.6
	more than 20 years	91	65.9
Region	Kyeonggi-Gangwon	8	5.8
	Chungcheong	22	15.9
	Honam	14	10.1
	Yeongnam	94	68.1

며, 상대적으로 전업농가 비중은 작은 것으로 나타났다. 영농경력은 5년 이하 3.6%, 6-10년 17.4%, 11-15년 9.4%, 16-20년 3.6%, 21년 이상 65.9%의 분포를 보여 21년 이상이 가장 많은 비중을 보이고 있다. 조사에 응답한 양잠농가의 지역별 분포는 영남(경남과 경북)지역이 68.1%로 가장 많았으며 호남(전남과 전북)지역이 10.1%, 충청(충남과 충북)지역이 15.9%, 경기-강원지역이 5.8%의 순으로 나타났다.

양잠농가의 생산과 투입에 대한 자료는 Table 2와 같이 나타났다. 생산물은 생누에, 건조누에, 누에고치, 동충하초, 홍잠 등이 다양하게 나타났으나, 여기에서는 누에산물 중 생산량이 가장 많은 생누에와 건조누에를 분석대상으로 하여 생산량을 계측하였는데, 호당 평균 1,193 kg이 생산되었다.

누에 생산을 위한 병발면적은 호당 평균 1,868평이었고, 연간 경영비는 호당 평균 805만 원으로 조사되었다.

Table 2. Basic statistics of farms

Variables	Mean	S.D.	Min	Max
Production(kg)	1,193	104	10	9357
Land(pyeong)	1,868	187	150	15,000
Operating cost (10 thousand won)	805	237	5	26,140

3.2 분석모형의 함수형태

양잠농가의 기술적 효율성 분석을 위해서 확률적 프론티어 생산함수를 분석함에 있어서 앞에서 설명하였듯이 가장 많이 사용되는 콥-더글라스 생산함수와 초월대수

생산함수 형태 중에서 어떤 모형이 더 적절한가에 대하여 결정하기 위하여 Table 3과 같이 로그우도비검정을 실시하였다.

Table 3. Result of LR test for Model Specification

	LR statistics	χ^2 critical value ($\alpha=0.01$)
$H_0 : \beta_{ik}=0$	31.744***	11.345

∴ p<.1, ** : p<.05 ***: p<.01

그 결과 로그우도비 검통계량은 31.744로 추정되었고 1% 유의수준에서 유의하게 나타나 귀무가설을 기각하였다. 다시 말해 초월대수 생산함수가 콥-더글라스 생산함수보다 자료를 더 잘 설명하는 것으로 나타났다. 그러므로 본 연구에서는 초월대수 생산함수 모형을 이용하여 분석을 실시하였다.

3.3 기술적 비효율성 존재 및 분포 검정

양잠농가의 기술적 비효율성 분석과 관련하여 비효율성의 존재여부, 오판의 분포에 대한 가설검정을 위하여 Table 4와 같이 세 가지 모형을 추정하여 비교분석하였다. 세 모형 모두 최우추정법을 통하여 추정되었는데, 모형 1은 기술적 비효율성이 없다고 가정한 것이고, 모형 2는 기술적 비효율성의 분포가 반정규분포라고 가정한 것이며, 모형 3은 기술적 비효율성의 분포를 절단정규분포로 가정한 것이다.

기술적 비효율성은 γ 를 통하여 확인할 수 있는데, 모형 2과 모형 3을 보면 γ 값이 각각 0.872, 0.959로 1에

Table 4. Estimates of translog production function models

	Model 1		Model 2		Model 3	
	Coefficient	Standard error	Coefficient	Standard error	Coefficient	Standard error
β_0 (constant)	-15.800***	4.090	-14.622***	3.586	-14.535***	1.016
β_1 (land)	6.527***	1.263	6.260***	1.131	6.060***	0.374
β_2 (cost)	-1.053**	0.500	-0.971***	0.420	-0.840***	0.264
β_3 (land x land)	-0.531***	0.101	-0.504***	0.090	-0.478***	0.042
β_4 (cost x cost)	-0.084*	0.044	-0.099***	0.034	-0.098***	0.029
β_5 (land x cost)	0.296***	0.111	0.300***	0.089	0.278***	0.067
σ^2			1.301***	0.209	3.682***	1.036
γ			0.872***	0.042	0.959***	0.018
μ_u					-3.758***	1.332
Log-likelihood	-164.709		-153.325		-147.568	

∴ p<.1, ** : p<.05 ***: p<.01

가깝게 추정되어 기술적 비효율성이 존재함을 강하게 나타내고 있다. 더구나 유의수준 1%에서 유의하게 나타나 통계적으로도 유의미하게 나타났다.

우도비검정을 통하여 기술적 비효율성의 존재여부와 비효율성 오차항의 분포를 검정하였다. 우선 기술적 비효율성 검정결과는 Table 5와 같다. 우도비 값이 34.282로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉 우도비검정 결과 1% 유의수준에서 기술적 비효율성이 존재하지 않는다는 귀무가설을 기각하여 초월대수 생산함수 모형에서 기술적 비효율성이 존재한다는 것을 의미한다.

Table 5. Result of test for existence of inefficiency

	LR statistics	χ^2 critical value ($\alpha=0.01$)
$H_0 : \gamma = \mu_u = 0$	34.282***	9.21

∴ p<.1, **: p<.05 ***: p<.01

기술적 비효율성의 분포에 대한 검정결과는 Table 6과 같다. 우도비 값이 11.515로 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하게 나타났다. 즉 비효율성의 분포를 설명하는데 있어서 반정규분포보다는 절단정규분포가 더 유의적이라는 점을 나타내었다.

Table 6. Result of test for distribution of inefficiency

	LR statistics	χ^2 critical value ($\alpha=0.01$)
$H_0 : \mu_u = 0$	11.515***	6.63

∴ p<.1, **: p<.05 ***: p<.01

정리하자면, 양잠농가의 확률적 프런티어 초월대수 생산함수를 통하여 살펴 본 결과 기술적 비효율성이 존재하였고, 오차항의 분포는 절단정규분포를 따르는 것으로 나타났다.

3.4 기술적 비효율성의 결정요인

양잠농가를 대상으로 하는 초월대수 확률적 프런티어 생산함수와 기술적 비효율성 결정 모형의 추정 결과는 Table 7과 같다.

먼저 기술적 비효율성 결정요인까지 포함하는 모형이 기술적 비효율성 결정변수를 제외한 초월대수 프런티어 모형보다 적절한지 아닌지 우도비검정을 실시하였다. 우

도비 검정통계량은 65.950으로 유의수준 1%에서의 카이제곱(χ^2)분포의 임계치인 18.48보다 커서 분석에 이용된 기술적 비효율성 결정변수의 모든 계수($\delta_1 \sim \delta_6$)가 0이라는 귀무가설을 기각하였다. 이는 양잠농가의 효율성을 분석함에 있어서 기술적 비효율성 결정변수들을 포함한 모형이 통계적으로 유의한 모형임을 의미한다.

Table 7. Result of technical inefficiency estimation

	Coefficient	Standard error
β_0	-9.448***	2.036
β_1	4.327***	0.716
β_2	-0.391	0.399
β_3	-0.323***	0.069
β_4	-0.073***	0.032
β_5	0.175**	0.089
δ_0	3.231*	1.736
δ_1 (age)	0.001	0.035
δ_2 (farming year)	-0.411	0.265
δ_3 (fulltime)	-6.323***	2.519
δ_4 (chungcheong)	-3.337***	1.112
δ_5 (honam)	-1.416*	0.778
δ_6 (yeongnam)	-6.965***	2.280
σ^2	2.364***	0.732
γ	0.917***	0.038
Log-likelihood	-131.733	
LR statistics	65.950***	

∴ p<.1, **: p<.05 ***: p<.01

생산함수와 관련된 변수들 중 경영비를 제외하고 토지 투입, 토지투입과 경영비투입의 공급함은 1% 유의수준에서 그리고 토지투입과 경영비투입 교차항은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로 추정되었다. 기술적 비효율성과 관련된 변수들 중에서는 전업여부와 지역변수들이 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다.

기술적 비효율성 결정요인과 관련된 추정결과를 보면 경영주 연령에 대한 추정계수의 부호가 양(+)으로 추정되어 경영주의 연령이 많을수록 비효율적인 것을 의미하지만 통계적으로는 유의성이 없어 경영주의 연령과 기술적 비효율성간에 연관성이 없는 것으로 나타났다.

경영주 영농경력에 대한 계수는 -0.411로 이는 경영주의 영농경력이 길수록 농가의 효율성이 높다는 것을 의미하는데 통계적으로 유의하지 않은 것으로 추정되었다.

전업농 여부를 나타내는 더미변수에 대한 계수는 -6.323으로 1% 유의수준에서 통계적으로 유의한 것으로

추정되었다. 이것은 해당 양잠농가가 누에를 전업적으로 생산하는 농가인 경우 부업 또는 복합경영을 하는 농가보다 효율적인 것을 나타낸다고 볼 수 있다. 지역별 전업농 양잠농가의 비중은 Table 8과 같이 경기-강원지역이 25.0%로 가장 높았고 다음으로 영남, 호남, 충청 순으로 나타났다.

Table 8. ratio of full-time farmers by region

	Total	Chung-cheong	Ho-nam	Yeongnam	Kyeonggi-Gangwon
ratio(%)	11.6	0.0	7.1	13.8	25.0

경기-강원을 기준지역으로 한 지역별 더미변수에 대한 계수는 음(-)의 값을 나타냈으며, 충청지역과 영남지역은 1% 유의수준에서, 호남지역은 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하게 추정되어 여타의 변수들이 동일하다는 전제 하에서 경기-강원지역에 비해 효율성이 높은 것으로 나타났다.

기술적 비효율성 결정요인 추정결과를 종합하면 누에 생산의 기술적 비효율성은 전업농 여부, 사육지역 등과 밀접하게 연관되어 있다는 것을 알 수 있다. 특히 전업농 여부는 다른 변수에 비하여 양잠농가의 기술적 효율성에 상대적으로 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 정책적으로 전업농을 적극적으로 육성하고 지원할 수 있는 방안을 모색할 필요가 크다고 할 수 있다.

전체 그리고 지역별 양잠농가에 대한 기술적 효율성 추정결과는 Table 9와 같다.

Table 9. descriptive statistics of technical efficiency

	Total	Chung-cheong	Ho-nam	Yeongnam	Kyeonggi-Gangwon
mean	0.673	0.567	0.440	0.754	0.415
min	0.009	0.054	0.065	0.253	0.009
max	0.933	0.823	0.857	0.933	0.819

분석대상 양잠농가 전체의 기술적 효율성은 평균 0.673으로 나타났는데, 이는 기술적 비효율성 관련 변수들과 관련된 체계적인 지원과 경영개선을 통해 누에생산량을 증대시킬 수 있는 여지가 크다는 것을 의미한다. 농가별로는 최소 0.009에서 최대 0.933까지 분포하고 있어 매우 효율성의 폭이 넓게 나타나고 있어 상당수의 양잠농가가 다른 여건과 요인들의 변화가 없더라도 기술적 효율성 제고를 통해 누에생산량을 증대시킬 수 있는 가

능성이 있다고 할 수 있다.

지역별로는 영남지역 양잠농가의 기술적 효율성 평균이 각각 0.754로, 충청지역, 호남지역, 경기-강원지역의 기술적 효율성 추정치보다 0.2에서 0.3이상 높은 것으로 나타났다. 즉 지역 간 기술적 효율성의 격차도 매우 큰 것으로 나타났다. 따라서 상대적으로 기술적 효율성이 낮은 지역의 기술적 효율성 제고를 위해서는 재배면적 등 경영규모를 확대할 수 있는 방안을 모색함과 동시에 전업농 육성 방안, 그리고 생산기술향상 모색 등이 필요하다고 판단된다.

4. 결론

경제개발시기에 농업부문에서 중요 산업이던 양잠산업은 지속적으로 축소되고 있으나, 2000년 이후 전통적인 입은 양잠산업에서 기능성을 중심으로 새로운 패러다임을 가진 산업으로 변화를 모색하고 있다. 이러한 양잠산업의 변화를 촉진하고 산업을 발전시키고 경쟁력을 강화하기 위하여 정부에서 여러 정책들을 시행하고 있으나 이와 더불어 농가들의 경쟁력강화를 위한 노력들이 요구되고 있다.

본 연구에서는 확률적 프론티어 분석(SFA)을 이용하여 우리 양잠농가의 기술적 효율성을 추정하고 이에 영향을 미치는 요인들에 대하여 실증분석을 실시하였다. 분석에는 Battese and Coelli[28]의 모형을 이용하여 확률적 프론티어 생산함수와 기술적 비효율성 모형을 최우추정법으로 추정하였다.

연구의 분석결과는 다음과 같다. 분석에 적합한 함수 형태를 선택하기 위하여 해 콥-더글라스 생산함수와 초월대수 생산함수의 우도비 검정 결과 초월대수생산함수 모형이 적절한 것으로 판단되었다. 또한 초월대수생산함수의 비효율성 존재여부를 확인하기 위해 우도비 검정한 결과 기술적 비효율성이 존재하는 것이 나타났고, 오차항의 분포는 절단정규분포하는 것으로 추정되었다.

확률적 프론티어 생산함수의 추정결과 뽕나무 재배면적이 누에생산량에 큰 영향을 미치는 반면 경영비는 생산량에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났고, 제곱항과 상호작용항들이 유의하게 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

기술적 비효율성의 외생적인 결정요인으로 경영주의 연령, 영농경력, 전업농 여부 더미변수 및 지역별 더미변수를 투입하여 추정한 결과 전업농여부와 지역이 통계적

으로 유의하게 나타났다. 전업농가가 복합농가보다 더 기술적 효율성이 높게 나타났으며, 또한 지역별 효율성 순위는 영남>충청>호남>경기-강원 순으로 추정되었다.

아울러 양잠농가의 기술적 효율성을 추정한 결과, 평균 32.7%의 기술적 비효율성이 존재하는 것으로 추정되어 대체적으로 비효율적으로 생산이 이루어지고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 개별농가의 기술적 효율성도 상위 그룹과 하위그룹간에 매우 큰 차이가 존재하는 것을 확인할 수 있었다.

이러한 연구결과들을 토대로 양잠산업의 발전과 양잠농가의 경영개선을 위해서 무엇보다 전업농을 육성하기 위한 정책적 지원이 필요하며, 또한 부업농가와 효율성이 높은 영남지역이 아닌 기타 지역 농가들의 효율성을 제고할 수 있도록 현장맞춤형 농정의 추진이 필요하다. 예를 들어 기술적 효율성이 낮은 지역의 생산농가에 대해서는 효율성을 제고할 수 있는 정책 지원뿐만 아니라 다른 작목으로의 전환 지원이나 효율성이 높은 농가가 다른 농가와 경험을 공유하고 우수 사례를 전파하여 지역 농가의 기술 효율성을 향상시킬 수 있도록 하는 등 다양한 정책적 고려도 필요할 수 있을 것이다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 지닌다. 첫째, 생산 함수추정에 있어 자료의 한계로 인하여 경영비를 결합된 형태로 사용하여 세부 항목으로 나누어 이용하지 못한 부분도 개별 생산요소의 효율성을 논의하고 시사점을 도출하는데 한계를 가진다. 둘째, 양잠농가의 비효율성 결정요인을 분석하는데 경영주의 학력 등 일반적으로 이용되는 다른 설명변수들을 고려하지 못한 한계점을 지닌다.

이에 따라 추후연구에서는 보다 많은 표본확보와 함께 양잠농가의 효율성에 영향을 주는 기후변화 등 환경변수와 보다 다양한 경영요소에 대한 보다 많은 세부적인 자료 수집을 포함하도록 조사설계를 수행하여 분석한다면 보다 풍부한 결과를 가지는 연구가 될 수 있을 것이다.

References

- [1] Sericulture [Internet]. Encyclopedia of Korean Culture [cited 2023 Sep. 11], Available From: <https://encykorea.aks.ac.kr/Article/E0048176> (accessed Aug. 20, 2023)
- [2] K. P. Kim, C. G. Jeon, T. J. Kwon, S. Y. Huh, S. K. Jeong, Status and Improvement Tasks for the Functional Sericulture Industry, Korea Rural Economic Institute, Korea, pp.1-26, 2015.
- [3] J. G. Kim, "New Value Discovery and Future of the sericulture industries", *Proceedings of The Apicultural Society of Korea the 29th Conference*, pp.3-13, Sep. 2014.
- [4] M. K. Jeong, I. H. Yeo, Y. G. Lee, J. M. Lee, T. R. Kim, A Survey on the Status of the Functional Sericulture Industry, Korea Rural Economic Institute, Korea, pp.1-15, 2020.
- [5] Results of a survey on the current status of the functional sericulture industry. Ministry of Agriculture, Food and Rural affairs, Korea, pp.1-6, 2022.
- [6] K. P. Kim, T. J. Kwon, "The Status of the Sericulture Industry and the Development Strategy", *Journal of Agriculture & Life Science*, Vol.45, No.2, pp.135-147, Jun. 2011.
- [7] K. P. Kim, S. Y. Huh, "Analysis of Policy Priorities of Functional Sericulture Support Project", *Journal of Rural Development*, Vol.38, No.1, pp.53-73, Mar. 2015. DOI: <http://doi.org/10.36464/ird.2015.38.1.003>
- [8] Y. S. Lee, "Buan RIS Project Group of Chonbuk National University Settled in Global Market as a High-end Brand for Mulberry", *Ingenium*, Vol.22, No.4, pp.47-52, Dec. 2015.
- [9] D. S. Kim, M. W. Lee, "A Study on Activation Ways of Local Functional Foods: Focused on Healthy Foods of Mulberry in Buan", *Korean Journal of Local Government & Administration Studies*, Vol.31, No.4, pp.207-226, Dec. 2017. DOI: <http://doi.org/10.18398/kilgas.2017.31.4.207>
- [10] H. H. Shin, H. K. Son, S. G. Woo, R. H. Jo, "A Study on the Effect of Mulberry Festival Promotion of Yuyu Silkworm Farm Village - Focusing on the Development of the 6th Industrialization of the Village", *International Journal of Tourism Management and Sciences*, Vol.31, No.3, pp.337-355, Sep. 2016.
- [11] S. J. Hong, J. H. Park, "An Analysis on the Technical Efficiency of Garlic Farming in Korea", *Journal of Agriculture & Life Science*, Vol.42, No.4, pp.59-67, Dec. 2008.
- [12] O. S. Kwon, "Analysis of Factors on the Production Efficiency of Rice Producers", *Proceedings of 2002 Korea's Allied Economic Associations Annual Meeting*, pp.3-30, Feb. 2002.
- [13] J. E. Park, I. C. Ahn, "Stochastic Frontier Production Function Analysis on the Technical Efficiency of Korean Rice Farming", *Regional Policy Review*, Vol.13, No.2, pp.123-142, Aug. 2002.
- [14] W. Kim, J. H. Kim, "A Study on Economical Efficiency Evaluation of Semiforcing under Structure Watermelon Cultivator", *Korean Journal of Agricultural Science*, Vol.33, No.2, pp.179-193, Dec. 2006.
- [15] H. W. Park, J. W. Jang, "An Analysis of Cucumber Farm's Technical Inefficiency Including Main Produce Area and Cluster Effect", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23, No.12, pp.555-563, Dec.

2022.
DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.12.555>
- [16] H. K. Won, J. H. Jeon, B. I. Yoo, S. Y. Lee, J. M. Lee, D. H. Ji, "Management Efficiency of Chestnut-Cultivating Households in Chungnam Province", *Journal of Korean Society of Forest Science*, Vol.102, No.3, pp.390-397, Sep. 2013.
- [17] S. J. Yoon, S. R. Yang, "DEA Analysis of Management Efficiency: The Cases of Ginseng Farms", *Proceedings of Korean Society For Horticultural Science Conference*, pp.235, Oct. 2013.
- [18] S. H. Jeong, S. T. Seo, "Analysis of Technical Efficiency of Pear Farms - Focusing on Homogeneity Classification-", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.48, No.2, pp.181-199, Jun. 2021.
- [19] J. S. Kim, S. T. Seo, S. W. Kim, "Analysis of Technical Efficiency of Jujube Farms in Boeun", *Regional Policy Review*, Vol.33, No.3, pp.25-47, Aug. 2021.
DOI: <http://doi.org/10.22773/RPR.2023.32.3.25>
- [20] M. Farrell, "The measurement of productivity efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol.120, No.3, pp.253-290, 1957.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- [21] D. H. Yang, Y. J. Chang, J. W. Roh, "An Analysis on Technical Inefficiency of Regional Public Hospitals using Stochastic Production Frontier Model", *The Korean Journal of Health Economics and Policy*, Vol.18, No.4, pp.41-64, Dec. 2012.
- [22] D. J. Aigner, C. A. K. Lovell, P. Schmidt, "Formulation and estimation of stochastic frontier production function model", *Journal of Econometrics*, Vol.6, No.1, pp.21-37, 1977.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- [23] A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operation Research*, Vol.2, No.6, pp.429-444, Nov. 1978.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [24] W. Meeusen, J. van den Broeck, "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error", *International Economic Review*, Vol.18, No.2, pp.435-444, Nov. 1977.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2525757>
- [25] M. Pitt, L. F. Lee, "The measurement and sources of technical inefficiency in the Indonesian weaving industry", *Journal of Development Economics*, Vol.9, No.1, pp.43-64, Aug. 1981.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(81\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0304-3878(81)90004-3)
- [26] S. C. Kumbhakar, S. Gosh, J. T. McGuckin, "A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U.S. Dairy Farms", *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol.9, No.3, pp.279-286, Jul. 1991.
DOI: <https://doi.org/10.2307/1391292>
- [27] D. Reifschneider, R. Stevenson, "Systematic Departures from the Frontier: A Framework for the Analysis of Firm Inefficiency", *International Economic Review*, Vol.32, No.3, pp.715-723, Aug. 1991.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2527115>
- [28] G. E. Battese, T. J. Coelli, "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel data", *Empirical Economics*, Vol.20, pp.325-332, Jun. 1995.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF01205442>
- [29] H. S. Kim, C. H. Park, "Analysis on the Productivity of Overseas Tuna Fisheries by Fishing Boat Using SFA", *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, Vol.31, No.2, pp.426-437, Jun. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.13000/JFMSE.2019.4.31.2.426>

박재홍(Jaehong Park)

[정회원]



- 2000년 8월 : 텍사스A&M대학교 대학원 농업경제학과 (농업경제학 박사)
- 2000년 9월 ~ 2003년 8월 : 경북대학교 박사후연구원
- 2003년 9월 ~ 2005년 2월 : 한국농촌경제연구원 전문연구원
- 2005년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 식품경제외식학과 교수

<관심분야>

농업경제학, 농식품마케팅, 농산물유통