

DEA와 Malmquist지수를 이용한 대한민국 도별 연도별 논벼의 효율성 분석

김성찬, 심지연, 양리, 이종인*
강원대학교 농업자원경제학과

An Analysis of the Efficiency of Rice Crops by Provincial Government and Years in Korea Using DEA and Malmquist

Sung-Chan Kim, Ji-Yeon Shim, Li Yang, Jong-In Lee*
Department of Agricultural & Resource Economics, Kangwon National University

요약 본 논문은 대한민국 도별 논벼에서 발생할 수 있는 비효율성과 도별 생산성의 차이를 분석하고자 한다. 분석 자료는 통계청의 도별 논벼 생산비와 소득분석 자료를 활용하였다. 분석모형은 DEA모형과 DEA-Malmquist모형을 이용하였다. 분석결과 8개도에서 매년 순수기술효율성이 기술효율성보다 높게 나타나, 규모의 차이가 비효율의 원인임이 밝혀졌다. 또한 가변규모수익(VRS)일 때, 충청남도과 경상남도가 분석기간 동안 4번 벤치마킹 대상으로, 다수의 관측치의 효율성을 결정한 것으로 나타났다. 한편, DEA-Malmquist 분석 결과 10년 동안 대한민국의 논벼의 생산성 변화율이 1.025로 2.5% 생산성이 향상된 것으로 나타났다. 생산성 변화율이 크게 향상된 도는 충청남도, 전라남도, 경상남도도 효율성 변화율이 1보다 컸으나, 그렇지 못한 도는 생산성 변화율이 적은 것으로 나타났다. 따라서 효율성을 향상시키기 위해 도별 농가에서는 규모의 비효율을 인지하고, 규모를 조정하여 각 농가 상황에 맞게 효율성에 도달할 필요가 있다. 또한, 최근의 벤치마킹 대상을 선정하고, 선정된 도의 지원정책과 산업 현황을 분석해야 한다. 끝으로, 효율성 변화율이 기술 변화율보다 작은 도는 농업인 교육을 통해 전문 농업인을 육성하고, 경영비 품목 중 줄일 수 있는 항목을 점검함으로써, 투입을 줄이는 노력이 필요하다.

Abstract The purpose of this study was to compare and analyze the rice production efficiencies and productivities of Korean provinces. Statistical data of production cost and income analysis by province of Korean rice paddy fields were evaluated. The DEA and the DEA-Malmquist model were employed in the present analysis. We found that in eight provinces, the pure technology efficiency was higher than the technology efficiency every year, and the difference in size was the cause of inefficiency. In the case of variable returns to scale (VRS), we established that Chungcheongnam-do and Gyeongsangnam-do were benchmarked four times during the analysis period. The efficiency of a number of observations was also determined. Meanwhile, DEA-Malmquist analysis revealed that the productivity of rice paddies improved by 2.5% over the past 10 years. The provinces with the most improved productivities were Chungcheongnam-do, Jeollanam-do, and Gyeongsangnam-do. A low rate of efficiency change led to a relatively small productivity. Therefore, to improve efficiency, farmers in each province should recognize the scale inefficiency and adjust it based on the specific situation of each farm. In addition, recent benchmarking targets should be selected, and the support policies and industrial status of the selected province should be analyzed. Finally, provinces with a low rate of efficiency change should foster the development of professional farmers through agricultural education and saved management costs.

Keywords : By Province, By Year, Efficiency, Productivity, DEA, DEA-Malmquist

*Corresponding Author : Jong-In Lee(Kangwon Univ.)

email: leejongin@Kangwon.ac.kr

Received November 28, 2022

Revised January 4, 2023

Accepted February 3, 2023

Published February 28, 2023

1. 서론

대한민국에서 쌀 산업은 식량의 안정적 공급, 수자원 함양, 토양유실 방지, 홍수조절 등의 공익적 기능과 함께, 국민의 기본 식량을 책임지는 중요한 산업이다. 그뿐만 아니라, 2020년 한 해 생산량만 363만 1천 톤가량으로 우리나라 농산물 생산량에 큰 비중을 차지한다[1].

그만큼 농업 분야에서 쌀 산업은 큰 비중을 차지하기 때문에 정부에서는 전문경영인 육성과 농지 규모화 그리고 소득안정 등을 포괄하는 종합적인 방안을 마련하고 있다[2].

이러한 노력의 결과, 2004년 10a당 논벼의 생산량이 504kg에서 2021년 10a당 논벼의 생산량이 530kg으로 크게 향상되었다[3].

향상과는 별개로, 개별 농가에서는 투입 대비 산출의 결과 차이가 발생할 수 있다. 또한, 격차는 한 농가를 넘어서, 시군마다의 격차가 벌어질 수 있고, 더 나아가 도 별로도 그 격차가 발생할 수 있다.

한편, 도마다 발생한 차이가 매년 지속되었다면, 이는 생산성에 큰 영향을 미칠 수 있다[4]. 생산성이란 산출량을 투입량으로 나눈 값으로, 투입 대비 산출의 값으로 정의된다. 이는 매년 발생하는 효율성의 차이가 생산성의 차이로 이어지고, 이를 속히 바로잡지 못하면, 다른 도와 격차는 심각해진다.

이를 인지하고, 국내에서는 생산성과 효율성에 관한 많은 연구가 진행되었다. 그러나 쌀 산업에 관하여 효율성을 바탕으로 생산성을 분석한 논문은 찾아보기 힘들다. 또한 쌀 산업에서 효율성을 살펴보는 척도로 벤치마킹을 활용한 논문도 없는 실정이다.

따라서 본 논문의 목적은 10년 동안의 대한민국 도별 논벼의 경영 효율성을 DEA-CCR, BCC 모형으로 분석하고, DEA-Malmquist 모형으로 연도별 생산 효율성을 분석하고자 한다. 분석한 결과를 바탕으로 비효율이 있다면 원인을 살펴보고, 비효율을 개선하기 위하여 벤치마킹 대상을 도출하고자 한다. 끝으로, 전국의 쌀 생산의 경쟁력 강화를 위한 효율성과 생산성 제고 방안도 함께 제시하고자 한다.

2. 연구모형 및 선행연구 검토

2.1 연구모형

2.1.1 DEA 모형

자료포락분석(DEA)은 Farrell[5]이 선형계획법을 이용하여 실제 표본기업 자료의 비효율성을 분석하였다. 이 연구는 DEA 발전에 있어 가장 선구적인 연구로 인정을 받고 있으며, DEA 모형의 핵심이 되는 개념들인 생산 가능 집합, 볼록성, 자유가처분성, 비율모형, 배분적 효율성, 기술적 효율성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. Farrell의 연구 이후에도 후속적인 연구가 진행되었으며, 큰 틀에서 CCR 모형과 BCC 모형으로 연구가 확장되었다.

CCR 모형이란 투입/산출 자료로부터 생산 가능 집합을 구성하고, 분석 대상의 관측치와 생산변경과의 거리를 통해 비효율성을 도출하는 방법을 말한다. 이때, 생산 가능 집합은 불변규모수익으로, 산출 수준을 변화시키지 않는다.

K 번째 관측치가 불변규모수익을 만족하는 생산 가능 집합에 속하고 있는 조건은 다음과 같다.

$$x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j \quad (m = 1, 2, \dots, M); \quad (1)$$

$$y_n^k \geq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

$$\lambda^j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J)$$

여기서, x 는 평가할 대상의 투입물을 의미하며, y 는 평가할 대상의 산출물을 의미한다. M 은 투입 요소의 행벡터의 M 번째 행이며, N 은 산출 요소의 행벡터의 N 번째 행이다. λ 는 0과 1 사이의 실수이며, j 는 관측치이다. k 번째 관측치가 생산 가능 집합에 속해 있다는 전제하에 관측치의 효율성 정도는 산출을 고정된 상태에서 투입을 최대로 줄일 경우의 비율로 표현하는 방법을 투입기준 CCR 모형이라고 하며, 효율성을 측정할 때, 관측치의 투입 수준을 변화시키지 않은 채 산출 요소를 최대한 증가시켜 생산변경에 닿게 하여 표현하는 방법을 산출기준 CCR 모형이라고 한다.

반면에, BCC 모형은 생산 가능 집합이 불변규모수익 가정을 만족하지 않는다고 할 때 가변규모수익(VRS)의 가정을 활용하며, 이 또한 투입기준과 산출기준의 두 가지 모형을 활용하게 된다. 특히, BCC 모형에는 CCR 모형에서 제약식이 한 가지 추가된다.

$$x_m^k \geq \sum_{j=1}^J x_m^j \lambda^j \quad (m = 1, 2, \dots, M); \quad (2)$$

$$y_n^k \geq \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda^j \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

$$\sum_{j=1}^J \lambda^j = 1;$$

$$\lambda^j \geq (j = 1, 2, \dots, J)$$

여기서, x 는 평가할 대상의 투입물을 의미하며, y 는 평가할 대상의 산출물을 의미한다. M 은 투입 요소의 행벡터의 M 번째 행이며, N 은 산출 요소의 행벡터의 N 번째 행이다. λ 는 0과 1 사이의 실수이며, j 는 관측치이다. 추가된 식은 관측치 혹은 관측치들을 선형내분으로 조합한 점을 무한히 추가하거나 확장하는 것을 허용하지 않으며, 관측치 간의 내분점 및 자유가치분성을 만족하는 점들만이 생산 가능하다고 인정한다.

그러나 효율성 척도가 1이라고 하더라도 효율성을 개선할 필요가 없다고 단정 지을 수 없다. 그 이유는 효율성 척도가 1이더라도 추가적인 투입 요소를 줄어나갈 여유분(Slack)이 있다면 강효율이 아니기 때문이다. 효율적 상태를 판단하기 위해서는 효율성 척도 θ^* 의 값에 따라, 강효율성, 약효율성, 비효율성을 판단하게 된다.

여기서 강효율성은 어떤 관측치가 효율성 척도 $\theta^* = 1$ 의 값을 가지고 모든 여유분(s^-, s^+)이 0인 것을 의미하며, 약효율성은 어떤 관측치의 효율성 척도가 $\theta^* = 1$ 의 값을 가지지만, 단 하나의 여유분이라도 양수인 상태를 의미하며, 비효율성은 어떤 관측치의 효율성 척도가 $\theta^* \neq 1$ 인 상태를 의미한다.

2.1.2 맘퀴스트(Malmquist) 생산성 지수

DEA 효율성 분석은 특정한 시점에서 유사한 상황에 놓인 다수의 관측점 간의 투입 대비 산출의 상대적 비율을 비교하는 데 유용하지만, 서로 다른 시점에 걸쳐 투입 대비 산출이 증가하였는지, 감소하였는지 분석할 순 없었다. 그러나 맘퀴스트 생산성 지수는 생산성이 얼마나 변했는지를 나타내는 지수로, 이전 시점의 생산성과 비교하여 현재 시점의 생산성을 비율로써 나타낼 수 있다. 또한, 맘퀴스트 생산성 지수는 자료포락분석(DEA)에 거리함수를 적용한 것으로, 동시점과 이시점 거리함수로 나타낼 수 있다. 그러나 이들의 거리함수는 다수재가 있는 복잡한 상황에서 활용되기 어려우며, 이때에는 맘퀴스트 생산성 지수를 기하 평균하여 정의한다.

본 논문에서는 다수재가 포함되어 있으므로, 산출기준의 기하 평균한 맘퀴스트 생산성 지수를 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$M_0^{t,t+1}(X^t, Y^t, X^{t+1}, Y^{t+1}) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &= \left[\frac{D_0^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^t(X^t, Y^t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^{t+1}(X^t, Y^t)} \right]^{1/2} \\ &= \frac{D_0^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^t(X^t, Y^t)} \times \\ &\quad \left[\frac{D_0^t(X^t, Y^t)}{D_0^{t+1}(X^t, Y^t)} \cdot \frac{D_0^t(X^{t+1}, Y^{t+1})}{D_0^{t+1}(X^{t+1}, Y^{t+1})} \right]^{1/2} \\ &= EC \times TC \end{aligned}$$

여기서 X 는 투입 벡터이며, Y 는 산출 벡터이다. D_0 는 거리함수를 의미하며, T 는 기간을 의미한다. Eq. (3)의 EC 는 효율성 변화율을 의미하며, TC 는 기술 변화율을 의미한다. 만약, EC 가 1보다 크다면, T 기보다 $T+1$ 기에 생산변경에 가까워졌음을 의미하며, EC 가 1보다 작다면, 생산변경에서 멀어졌음을 의미한다. 생산변경에 가까워졌다는 의미는 효율성이 높아졌음을 의미하며, 낮아졌다는 것은 효율성이 낮아졌음을 의미한다.

TC 의 경우, 1보다 크면 생산 가능 집합이 확장되었다고 보며, 이는 기술 진보가 일어났음을 의미한다. 반면, TC 가 1보다 작으면 생산 가능 집합이 축소되었다고 보고, 이는 기술 퇴보가 일어났음을 의미한다.

2.2 선행연구 고찰

성재훈 외[6]는 비모수적 추정을 통한 쌀 농가의 생산성과 수익성에 관하여 연구하였다. 분석 자료는 2003년부터 2016년 농산물생산비조사를 이용하였다. 분석 방법은 자료포락분석(DEA)을 활용하였다. 분석 결과, 쌀 산업의 기술 효율성은 0.9이상인 것으로 나타났다. 또한, 총요소생산성은 혼합 효율성에 큰 영향을 받으며, 다수의 분석 기간 동안 0.6이하인 것으로 나타났다.

김희걸 외[7]는 신동진 벼 재배 농가의 경영 효율성에 관하여 연구하였다. 분석 자료는 2019년 7월에 30개 농가를 대상으로 설문 조사한 표본을 활용하였다. 분석 방법은 DEA-BCC 모형과 CCR 모형을 이용하였다. 분석 결과, 30 농가의 평균 기술 효율성은 80.4%. 순수기술 효율성은 93.1%, 규모 효율성은 85.8%로 나타났다. Tobit 모형을 통해 기술 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하였고, 변동비용과 고정비용이 낮을수록 기술 효율성이 상승함을 확인하였다.

강창용 외[8]는 친환경 쌀 생산의 효율성에 관하여 연구하였다. 분석 대상은 6개도의 160호를 대상으로 선정하였으며, 분석 방법은 자료포락분석(DEA)을 이용하였다. 분석 결과, 오리, 우렁이, 쌀겨, 친환경 농법을 이용

한 농가들의 기술 효율성은 각각 0.450, 0.402, 0.364, 0.403으로 나타났다. 일반적인 농법을 이용하여 0.483이 나온 것과 비교하면 낮은 수치였다. 또한 규모의 효율성도 낮게 나타났는데 이는 친환경 쌀 생산이 소규모로 이뤄졌기 때문으로 추측했다.

강병규[9]는 육계 계열 농가의 사육성과 평가방식에 관하여 연구하였다. 분석 대상은 2011년 3월 1일부터 3월 31일까지 육계 계열 농가 374명을 설문 조사하였다. 분석 방법은 자료포락분석(DEA)과 맘퀴스트 생산성 지수, 상대평가 방식을 이용하였다. 분석 결과, 생산성 측면에서는 상대평가 방식이 1.73, 부분 상대평가 방식이 1.74, 절대평가 방식이 1.76으로 모두 생산성이 향상되었다.

김정호 외[10]는 DEA와 맘퀴스트 생산성 지수를 이용하여 시설 토마토 재배 농가의 생산성에 관하여 연구하였다. 연구 대상은 2008년부터 2012년까지 19개의 토마토 농가를 대상으로 선정하였다. 분석방법은 자료포락분석(DEA)과 맘퀴스트 생산성 지수를 이용하였다. 분석 결과, 분석 기간 동안 생산효율성지수는 1.006으로 상승하였으며, 이는 분석 기간 동안 효율성이 상승한 것으로 나타났다.

김한중[11]은 회원농협 공판장의 동태적 효율성에 관하여 연구하였다. 연구 대상은 전체 회원농협 공판장 중 66곳을 지정하여, 2013년부터 2017년까지 자료를 활용하였다. 분석 방법은 자료포락분석(DEA)과 DEA-WIN, 맘퀴스트 생산 지수, 패널 토빗을 이용하였다. 분석 결과, 분석 기간 동안 생산효율성은 산지 1.014, 도매 1.019로 모두 상승하였다. 또한, 중도매인 생산성, 직원 생산성, 면적, 이용 장려금은 정의 관계가 있으며, 판매관리비는 부의 관계를 갖는 것으로 나타났다.

국내의 선행연구를 분석한 결과, 맘퀴스트 생산성 분석을 활용하여 도별 쌀의 생산성을 살펴본 논문은 없었다. 쌀 산업의 효율성을 분석한 선행연구들 모두 횡단면 데이터를 활용하여, 효율성을 분석하였다. 또한, 비효율성을 갖춘 도가 효율성을 갖춘 도로 변모하기 위하여, 벤치마킹을 통해 투입 혹은 산출을 줄이는 방법을 제시한 선행연구도 존재하지 않았다. 따라서 본 논문에서는 시간의 흐름에 따라, 생산 효율성이 어떻게 변화하는지를 중점적으로 살펴봄으로써, 앞으로의 쌀 생산 농가들이 추구해야 할 투입과 산출의 양과 기준은 무엇인지 살펴보고, 비효율적인 쌀 산업의 경우 벤치마킹해야 할 도는 어떤 도가 있으며, 효율적으로 변모하는 방안은 무엇인지 심층적으로 분석하고자 한다.

3. 분석자료 및 변수 설정

본 연구에서는 우리나라의 지자체별 쌀의 경영 효율성을 분석하기 위해 지자체를 담당하는 도를 기준으로 삼았다. 또한, 전국 팔도인 경기도, 강원도, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도를 대표 쌀 생산 지역으로 선정하였다.

도별 논벼의 경영 효율성 분석을 위해 쌀 생산과 관련하여 앞서 살펴본 자료포락분석(DEA)을 이용하여 분석한 선행연구들을 살펴본 결과, DEA와 맘퀴스트 생산성 지수에서 농업과 쌀 생산에 이용된 산출변수는 수입, 생산량 등 이었고, 투입변수는 비용, 노동, 토지 등을 다뤘다. 특히, 김희걸 외[7]는 투입변수로 종묘비, 비료비, 농약비, 수도광열비, 기타재료비, 소농구비, 감가상각비, 수리유지비, 기타비용, 자가노동비, 고용노동비를 이용하였고, 산출변수로 조수입을 이용하였다. 따라서 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 산출변수는 수입을 투입변수는 비용을 선정하였고, 연구목적에 맞게 모두 화폐가치로 환산할 수 있는 경영비와 수입의 자료를 활용하고자 하였다.

또한 맘퀴스트 생산성 지수를 연구한 논문에서 GDP 디플레이터를 활용하여, 실질 GDP로 바꾸어 분석하였기에[12] 본 연구에서도 모든 변수를 2010년을 기준으로 한 실질 GDP로 변환하고자 하였다.

자료는 통계청의 도별 논벼 생산비의 자료 중에서 2012~2021년 종묘비, 비료비, 농약비, 기타 재료비 등의 자료를 수집하였다. 또한, 소득과 관련하여, 통계청의 도별 논벼 소득분석 중 2012년~2021년 총수입을 산출변수로 선정하였다. GDP 디플레이터 자료는 통계청의 GDP 디플레이터 자료를 활용하였다.

Table 1. Rice Production Costs

Output		Revenue		
Input	Direct production cost	Seed & Seedling expense		
		Fertilizer		
		Agricultural Chemicals		
		Other Materials		
		Water works & Electricity		
		Farm Implement		
		Farm Building & Facilities		
		Automobile costs		
		Labor		
		Custom Work		
		Other expenses		
		Production management cost		
		Indirect production cost	Land Service	
			Capital Service	

그러나 DMU의 수는 투입변수와 산출변수를 더한 값의 2배이거나 그 이상이어야 한다[13]는 선행연구를 토대로, 현재 DMU의 개수가 8인 것을 고려하여, 산출변수는 생산비합계를 투입변수는 직접생산비와 간접생산비로 최종결정하였다. 따라서 산출변수에는 수입으로 변수를 선정하였고, 투입변수 중 직접생산비에는 종묘비, 비료비, 농약비, 기타 재료비, 수도광열비, 농구비, 영농시설비, 자동차비, 노동비, 위탁영농비, 기타비용, 생산관리비를 간접생산비에는 토지용역비와 자본용역비가 해당하도록 하였다.

또한, 연구목적을 위해서 도별 부농과 소농 격차를 줄이기 위해 10a 당으로 산출변수와 투입변수를 변환하였다.

4. 분석 결과

4.1 도별 기초통계량 분석

본 논문의 분석에 활용된 8개도별 논벼의 10a당 투입, 산출변수의 기초통계량은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Average Basic Statistics of Province by Year

(Unit: KRW)

-		Output variable	Input variable	
		Revenue	Direct production cost	Indirect production cost
2012	M	947,586.22	443,823.05	245,665.61
	SD	65,210.15	33,409.88	34,885.99
	Max	1,001,737.56	507,962.93	315,891.71
	Min	794,259.51	412,906.34	207,141.46
2013	M	1,041,940.15	434,288.37	264,169.52
	SD	41,061.61	37,620.14	43,935.41
	Max	1,088,506.76	481,583.01	363,169.88
	Min	967,018.34	389,095.56	225,773.17
2014	M	1,035,735.89	439,758.85	250,536.00
	SD	76,683.45	35,474.11	41,156.33
	Max	1,121,398.09	476,960.77	340,785.65
	Min	894,910.05	370,085.17	214,885.17
2015	M	938,239.81	410,182.00	232,626.27
	SD	57,807.03	35,991.81	35,055.21
	Max	1,035,603.34	450,200.19	312,605.19
	Min	845,599.63	345,530.12	202,739.57
2016	M	794,480.55	405,464.50	210,250.97
	SD	54,822.50	36,259.57	23,796.60
	Max	874,706.36	454,601.82	262,930.91
	Min	706,924.55	338,956.36	178,683.64
2017	M	861,268.67	404,483.67	212,963.22
	SD	27,730.22	32,509.78	35,787.90
	Max	908,498.67	445,645.33	297,390.22

2018	Min	822,555.56	351,046.22	177,866.67
	M	1,037,965.71	467,029.76	231,987.83
	SD	52,875.63	44,663.98	53,048.02
	Max	1,124,480.53	558,408.85	352,318.58
2019	Min	981,541.59	421,923.89	194,124.78
	M	1,038,976.00	456,213.73	233,416.96
	SD	61,379.82	28,692.86	44,206.20
	Max	1,102,913.39	498,322.32	336,293.75
2020	Min	915,365.18	417,885.71	186,764.29
	M	1,065,174.65	438,554.92	242,005.27
	SD	90,156.37	42,121.71	58,030.04
	Max	1,210,815.47	518,974.52	375,842.71
2021	Min	956,745.17	392,055.36	190,049.21
	M	1,119,978.88	439,945.00	242,088.98
	SD	58,157.85	46,928.03	51,945.88
	Max	1,189,192.11	529,777.02	362,410.81
	Min	1,048,789.88	391,047.17	200,392.80

기초통계량을 살펴보면, 2012년 농가의 총수입은 94만원에서 소폭 상승하여, 2021년 111만원 수준까지 올랐다. 그러나 직접생산비와 간접생산비는 각각 2012년에 44만원, 25만원 수준에서 2021년 43만원 23만원 수준으로 소폭 감소한 것으로 나타났다.

4.2 산출기준 DEA-CCR, BCC 분석 결과

본 연구에서는 도별 투입 수준을 고정된 조건에서 생산량 증대 방안을 연구하기 위해 산출기준 CCR 모형과 BCC 모형을 선정하였다. 그 이유는 농가와 같이 최대 산출을 목적으로 하면 산출기준 효율성 모형을 사용하는 것이 적합하기 때문이다. 2012년부터 2021년까지 도별 논벼 기술 효율성과 순수기술 효율성을 분석한 결과는 <Table 3>이다.

2021년의 평균 기술 효율성을 살펴보면, 0.952로 산출수준이 100% 일 때, 95.2% 생산하고 있으며, 4.8% 비효율이 발생하고 있는 것으로 나타났다. 규모의 비효율을 제거한 평균 순수기술효율성의 측정치는 0.964로 기술 효율성보다 높은 편이며, 이는 규모의 비효율성이 존재하는 것을 알 수 있다.

모든 연도와 도마다 평균 순수기술 효율성이 평균 기술 효율성보다 높게 나타났다. 이는 기술 효율성에서는 비효율이 발생하고 있어, 규모의 비효율을 제거하면 순수기술 효율성이 높아짐을 의미한다. 즉, 비효율의 원인이 도별 내부의 기술적인 차이보다 규모의 차이에 기인한 것으로 풀이된다.

Table 3. DEA-CCR, BCC Model Analysis Results

	2012		2013		2014		2015		2016	
	TE	PTE	TE	PTE	TE	PTE	TE	PTE	TE	PTE
1	.967	.976	.922	.961	.977	1	1	1	1	1
2	1	1	.979	.984	1	1	1	1	.988	.990
3	.980	.991	1	1	1	1	.962	1	.931	.989
4	.897	.993	.970	1	.942	.967	.931	.935	.890	.891
5	.959	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	.799	.808	.958	1	.864	1	.908	1	.829	1
7	1	1	.956	1	0.90	.933	.845	.881	.835	.847
8	1	1	1	1	.852	1	0.95	1	.977	1
Mean	.950	.971	.973	.993	.942	.987	.949	.977	.931	.965
	2017		2018		2019		2020		2021	
	TE	PTE	TE	PTE	TE	PTE	TE	PTE	TE	PTE
1	.969	.979	.952	1	.885	.914	.890	.893	1	1
2	.892	.950	1	1	.890	.960	.854	1	.972	1
3	.944	.951	.937	.950	.856	.912	.848	.853	.888	.910
4	.618	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	.980	1
6	1	1	.842	.873	.831	.839	.860	1	.875	.896
7	.926	.986	.94	.948	.998	1	.952	.953	.900	.903
8	1	1	.992	1	1	1	1	1	1	1
Mean	.919	.983	.958	.971	.933	.953	.925	.962	.952	.964

Note: 1 is Gyeonggi-do, 2 is Gangwon-do, 3 is North Chungcheong-do, 4 is South Chungcheong-do, 5 is North Jeolla-do, 6 is South Jeolla-do, 7 is Gyeongsangbuk-do, 8 is South Gyeongsang-do

앞에서 살펴봤듯이 도별 논벼의 기술적 비효율성은 내부의 기술적 비효율보다 규모의 비효율이 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 그 원인을 규모의 경제를 통해 살펴보면 <Table 4>와 같다.

Table 4. Economies of scale and efficiency by year

		2012	2013	2014	2015	2016
Economies of scale	DRS	1, 3, 4, 6	1, 2, 4, 7	1, 4, 7	7	7
	CRS	2, 7, 8	3, 5, 8	2, 3, 5	1, 2, 5	1, 5
	IRS	5	6	6, 8	3, 4, 6, 8	2, 3, 4, 6, 8
		2017	2018	2019	2020	2021
Economies of scale	DRS	1, 2, 3, 7	3, 6	1, 2, 3, 6	1, 3, 7	2, 3, 6, 7
	CRS	5, 6, 8	2, 4, 5	4, 5, 8	4, 5, 8	1, 4, 8
	IRS	4	1, 7, 8	7	2, 6	5

Note: 1 is Gyeonggi-do, 2 is Gangwon-do, 3 is North Chungcheong-do, 4 is South Chungcheong-do, 5 is North Jeolla-do, 6 is South Jeolla-do, 7 is Gyeongsangbuk-do, 8 is South Gyeongsang-do

규모의 불경제(DRS)가 5번 이상 발생하는 도는 경기도, 충청북도, 경상북도로 나타났다, 규모의 경제(IRS)가 5번 이상 발생하는 도는 전라남도로 나타났다. 따라서 규모의 불경제(DRS)가 나타난 경기도, 충청북도, 경상북도는 규모를 줄여, 투입 대비 산출의 비율을 개선할 필요가 있으며, 규모의 경제(IRS)가 나타난 전라남도는 생산자의 규모를 늘려, 투입 대비 산출의 비율을 향상하도록 유도할 필요가 있다.

지금까지는 비효율의 발생한 원인에 대해서 살펴봤다면, <Table 5>은 가변규모수익(VRS)일 때, 각각의 DMU의 참조 집합과 벤치마킹 대상을 살펴본다.

먼저, 2012년 강효율을 나타내는 도는 강원도, 전라북도, 경상북도, 경상남도로 나타났고, 그 중 벤치마킹 대상은 경상북도로 나타났다. 그러나 경상북도는 2014년, 2015년, 2016년, 2017년, 2018년, 2020년, 2021년에 비효율이 발생했다. 가장 많이 강효율성을 나타낸 도는 전라북도와 경상남도로 둘 다 10년 동안 강효율성을 나타냈고, 그다음으로는 강원도, 충청남도, 전라북도가 6번 강효율성을 나타냈다.

한편, 다수의 관측치의 효율성을 결정하는데 가장 큰 영향력을 행사한 도는 충청남도과 경상남도도 두 도 모두 4번 벤치마킹 대상인 것으로 나타났고, 최근 5년 사이 충청남도가 3번의 벤치마킹 대상이었다. 따라서 약효율에 해당 되는 도는 향후 논벼 생산에 있어서 충청남도를 벤치마킹할 필요가 있다.

Table 5. Reference set and benchmarking in VRS

	2012	2013	2014	2015	2016
Strong efficiency	2, 5, 7*, 8	3*, 4*, 5*, 6, 7*, 8*	1*, 2*, 3, 5, 6, 8	1*, 2, 3, 5, 6, 8	1*, 5, 6, 8
weak efficiency	-	-	-	-	-
inefficiency	1, 3, 4, 6	1, 2	4, 7	4, 7	2, 3, 4, 7
	2017	2018	2019	2020	2021
Strong efficiency	4, 5*, 6, 8*	1, 2, 4*, 5, 8	4, 5, 7, 8*	2, 4*, 5*, 6, 8*	1, 2, 4*, 5, 8
weak efficiency	-	-	-	-	-
inefficiency	1, 2, 3, 7	3, 6, 7	1, 2, 3, 6	1, 3, 7	3, 6, 7

Note:

1) 1 is Gyeonggi-do, 2 is Gangwon-do, 3 is North Chungcheong-do, 4 is South Chungcheong-do, 5 is North Jeolla-do, 6 is South Jeolla-do, 7 is Gyeongsangbuk-do, 8 is South Gyeongsang-do

2) * is Benchmarking Targets

4.3 동태적 효율성 분석

지금까지는 자료포락분석(DEA)을 통해 특정한 시점에서 유사한 상황에 놓인 다수의 관측점 간의 투입 대비 산출의 상대적인 비율을 살펴보았다. 그러나 이럴 때, 단기적으로 자원을 늘려, 현재 시점에서 효율성이 높게 나올 수 있다는 단점을 지닌다. 따라서 이런 문제점을 해결하고자 맘퀴스트 생산성 분석을 통해 시간 흐름에 따라 도별 생산성 변화를 파악하고자 한다.

본 연구에서는 2012년부터 2021년까지의 도별 논벼의 패널자료를 이용하여 생산성의 변화를 도출하였다. <Table 6>을 살펴보면, 분석 기간인 2012년부터 2021년 동안 맘퀴스트 생산성 변화지수를 이용하여 계산한 생산성 변화율은 1.025로 나타났다. 이는 분석 기간 동안 논벼의 평균 생산성이 2.5% 상승한 것을 의미한다. 특히, 분석 기간 동안 효율성 변화율(EC)의 값이 1로, 기술 변화율(TC)이 1.025로 나타났고, 분석 기간 동안의 생산성 변화가 1.025로 나타났다. 이는 분석 기간 동안 기술 진보에 의해서 생산성이 향상된 것을 확인할 수 있다.

자세히 살펴보면, 2012년~2013년 생산성이 진보하다가, 2014년~2015년과 2015~2016년에는 생산성이 하락하는 추세를 보였다. 그러나 2016년부터 2021년까지 생산성이 꾸준히 상승한 것으로 나타났다. 특히 주목할 점은 기술 변화율(TC)보다 효율성 변화율(EC)이 더 높게 나타났다는 것이다. 이러한 원인은 2015년과 2016년 풍년으로 인해, 쌀 가격이 전년보다 하락하여 나타난 현상으로 풀이된다. 풍년으로 인해 쌀 생산 농가에 있어, 기술 변화 혹은 혁신에 부정적인 영향을 미쳐 기술 퇴보가 나타났고, 그와 더불어 생산 가능 집합이 축소되어 관측치와 생산 변경간의 거리가 가까워져 효율성 변화율(EC)이 기술 효율성(TC)에 비해 더 큰 값을 보인 것으로 해석된다.

Table 6. Productivity growth Analysis Results

	EC	TC	M
T1(2012~2013)	1.026	1.054	1.082
T2(2013~2014)	0.966	1.047	1.011
T3(2014~2015)	1.009	0.961	0.969
T4(2015~2016)	0.98	0.915	0.896
T5(2016~2017)	1.034	1.047	1.083
T6(2017~2018)	0.996	1.091	1.087
T7(2018~2019)	0.972	1.03	1.001
T8(2019~2020)	0.993	1.075	1.067
T9(2020~2021)	1.03	1.014	1.044
Mean	1	1.025	1.025

<Table 7>은 분석 기간 동안 도별 생산성 변화의 평균값을 분석한 결과이다. 분석 기간 동안 모든 도에서 생산성이 향상된 것으로 나타났다. 특히, 가장 크게 생산성이 향상된 도는 충청남도이며 생산성 변화율이 1.042로 분석 기간 동안 생산성이 4.2% 향상된 것으로 나타났다. 그다음으로는 전라남도, 경상남도 순으로 나타났다.

반면, 가장 적게 생산성이 향상된 도는 충청북도로 생산성 변화율 값이 1.01을 가져 분석 기간 동안 생산성이 1% 향상된 것으로 나타났다. 충청북도 다음으로는 경상북도, 강원도 순이다.

생산성이 가장 많이 향상된 충청남도, 전라남도, 경상남도는 효율성 변화율(EC) 값이 1 이상이지만, 생산성 변화율이 가장 적게 나타난 충청북도, 경상북도, 강원도는 효율성 변화율(EC) 값이 1 이하로 나타났다. 이러한 이유는 생산성이 향상된 도는 생산변경에 더 가까워졌기 때문이며, 이는 추격 효과가 나타났기 때문이다. 그러나 충청북도 경상북도 강원도는 EC값이 1보다 작으므로, 생산변경에서 멀어졌고, 추격 효과가 없었음을 의미한다. 또한 모든 도에서 기술 변화율이 효율성 변화율보다 더 큰 것으로 나타났다. 이는 모든 도에서 기술 변화와 혁신이 이뤄진 것으로 판단된다. 따라서 생산성 향상을 이루려는 농가들은 효율성 변화율(EC)에 더 집중할 필요가 있다.

Table 7. Productivity growth Analysis Results

	EC	TC	M
1	1.004	1.024	1.028
2	0.997	1.022	1.019
3	0.989	1.021	1.01
4	1.012	1.03	1.042
5	1.002	1.019	1.022
6	1.01	1.024	1.034
7	0.988	1.028	1.016
8	1	1.029	1.029
Mean	1	1.025	1.025

Note: 1 is Gyeonggi-do, 2 is Gangwon-do, 3 is North Chungcheong-do, 4 is South Chungcheong-do, 5 is North Jeolla-do, 6 is South Jeolla-do, 7 is Gyeongsangbuk-do, 8 is South Gyeongsang-do

5. 요약 및 결론

대한민국의 쌀 산업은 국민의 기본 식량을 책임지는 중요한 산업이지만, 1995년 WTO출범이후, 정부는 쌀 산업의 경쟁력 향상을 위해 전문경영인을 육성하고, 토

지를 규모화하며, 농가의 소득안정을 꾀했다. 그러나 농가마다 투입과 산출이 달라서 농가마다 효율성의 차이가 발생할 수 있고, 이는 곧 경영 효율성에 영향을 미칠 수 있다. 또한, 이러한 차이는 해가 거듭될수록 생산성의 차이로 발전할 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 도별 논벼의 경영 효율성을 연도별로 분석하였다. 경영 효율성에 미치는 영향을 규모의 경제와 효율성을 통해 분석하고, 벤치마킹을 통해 효율적 관측치에 대해서 알아보았다. 그리고 연도별 도별 논벼의 생산 효율성을 분석하였다.

따라서 연구 결과를 바탕으로, 다음과 같은 요약 및 시사점을 제시한다.

첫째, 경영 효율성을 높이기 위해서는 규모로 인한 비효율성 문제를 해결해야 한다. 2012년부터 2021년까지 대한민국의 비효율성 문제는 규모로 인한 비효율성 문제로 나타났다. 특히, 경기도, 충청북도, 경상북도는 규모의 불경제(DRS)가 오랫동안 나타났으며, 전라남도의 경우는 규모의 경제(IRS)가 오랫동안 나타났다. 따라서 규모의 경제에 맞게 규모를 늘리거나 줄임으로써 투입 대비 산출의 비율을 최적의 상태로 만드는 노력을 이뤄야 한다.

둘째, 경영 효율성을 높이기 위해서는 강효율성 중 벤치마킹 대상을 분석 대상으로 삼아야 한다. 최근 5년 동안 벤치마킹 대상이었던 도는 충청남도로 3번의 벤치마킹 대상이었고, 생산 효율성도 가장 향상된 도였다. 따라서 농가에서는 경영효율성과 생산 효율성을 높이기 위하여, 전년도의 벤치마킹 대상을 선정하고, 선정된 도의 경영비 항목을 면밀하게 분석하여 본인의 농업에 활용하고 정부에서는 벤치마킹 대상을 선정 후, 분석 결과를 토대로 지역 상황에 맞게 지원책을 마련해야 한다.

셋째, 생산성 향상을 위해 농가의 기술 보급보다 효율성을 높이는 방안이 필요하다. 대한민국의 쌀 생산은 이제 기계화되어, 농업인의 노력과 수고가 예년보다 줄었다. 이러한 기술 보급으로 인해 자연스럽게 기술 변화율(TC)는 효율성 변화율(EC)보다 높은 상황으로 추측된다. 그러나 효율성 변화율(EC)은 오히려 감소세로 효율성 변화율(EC)을 높여 생산성을 향상시킬 필요가 있다. 따라서 각 도에서는 농업인 교육을 통해 전문 농업인을 육성하고, 경영비 품목 중 줄일 수 있는 항목을 점검함으로써, 필요 없는 지출을 줄이는 노력이 필요하다.

본 연구는 최근 연구되지 않은 쌀 산업의 생산성과 효율성을 분석하여, 연구를 갱신했다는 점에서 큰 의미가 있다. 또한 쌀 산업에는 학술적으로 활용되지 않은 맘퀴

스트 생산성 지수와 벤치마킹을 활용하여, 쌀 산업뿐만 아니라, 농산업에서도 본 모델이 연구에 활용될 근거를 마련했다는 데에도 큰 의미가 있다.

그러나 본 연구의 한계는 분석 대상이 8개로 DMU가 상대적으로 적어, 투입변수를 종묘비, 비료비, 농약비 등 품목별로 살펴보기 못하였고, 상위계급인 직접생산비와 간접생산비로 나누어 살펴본 점이다. 또한, 자료포락분석(DEA)을 활용한 이후, 토빗 모형이나 OLS 등을 활용하여, 비효율성의 직접적인 원인을 파악하지 못한 점도 연구의 한계로 남는다. 그럼에도 맘퀴스트 생산성 지수나 벤치마킹 등을 활용하여, 지금까지 연구되지 못했던 동태적인 효율성 분석과 효율적인 관측치를 제시하였다는 점에서 연구의 의의가 있다. 향후, 도별에서 벗어나 각 지자체로 변수를 확장하여, 품목별 직접적인 비효율성의 원인 파악할 필요가 있으며, 원인을 규명하는 후속 연구가 진행되기를 기대한다.

References

- [1] Y. K. Hong, J. Y. Kwon, 2020 Rice Production Survey Results, crop production survey, Statistical Office, Korea, pp.1-3.
- [2] I. H. Cho, Foster full-time rice farmers as key players in the rice industry, Economic policy commentary, Ministry of Agriculture and Forestry, Korea, p.52.
- [3] Statistical Office, Rice Production(Polished), Statistical Office, c2022 [cited 2022 November 15], Available From : https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ET0221&checkFlag=N (accessed Nov. 14. 2022)
- [4] J. D. Lee, D. H. Oh, Efficiency Analysis Theory DEA Data Envelope Analysis, p.372, Jiphil Media, 2012, p.215.
- [5] M. J. Farrell, "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, vol 120, No.3, pp. 253-281, 1957. DOI: <https://doi.org/10.2307/2343100>
- [6] J. H. Sung, S. M. Cheu, "The Decomposition of Productivity and Profitability of Rice Production in Korea", *Korea Rural Economic Institute*, vol.42, no.3, pp. 1-30, 2019.
- [7] X. J. Jin, S. Y. Piao, Y. C. Sun, J. I. Lee, "A Study on the Management Efficiency of 'Sindongjin' Rice Farms Used DEA Model" *Korean Society for Industrial and Applied Mathematics*, Vol21, no.11, pp. 61-69, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.11.61>
- [8] C. Y. Kang, H. H. Park, "Efficiency analysis of eco-friendly rice production", *Korea Rural Economic Institute*, vol.28, no.4, pp. 19-31, 2005.

[9] B. K. Kang, *Study on evaluation of broiler growers' performance by integrator in broiler contract in korea*, Ph.D dissertation, Konkuk University, pp. 192-198, 2011.

[10] J. H. Kim, H. M. Yi. "A Study on Relative Efficiency Evaluation on Facilitated Tomato Farms Using Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index", *Korea Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.41, No.4, pp. 771-794, 2014.

[11] H. J. Kim, *A Study on the Dynamic Efficiency Analysis of Regional Agricultural Cooperative's Joint Markets*, Ph.D dissertation, Dongguk University, PP. 139-144, 2019.

[12] J. Y. Mo, "Estimating energy productivity by industry based on Stochastic Frontier model and Malmquist index", *Energy Economics Institute*, vol.20, no.1, pp. 53-77, 2021

[13] A. BoussofianeR, G. Dyson, E. Thanassoulis, "Applied data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research*, vol.52, no.1, pp. 1-15, 6 May 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90331-O](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90331-O)

김 성 찬(Sung-Chan Kim)

[준회원]



- 2021년 2월 : 강원대학교 농업자원경제학과 (경제학사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 농업자원경제학과 (경제학석사과정)

<관심분야>

농업경제, 농업경영

심 지 연(Ji-Yeon Shim)

[준회원]



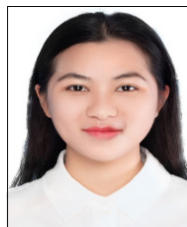
- 2003년 2월 : 덕성여자대학교 영어영문학과 (영어영문학사)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 강원대학교 농업자원경제학과 (경제학석사과정)

<관심분야>

농업경영, 농업자원경영

양 리(Li Yang)

[준회원]



- 2003년 2월 : 천안민족사범대학교 경제학과 (경제학사)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 강원대학교 농업자원경제학과 (경제학석사과정)

<관심분야>

축산경영, 축산경제

이 종 인(Jong-In Lee)

[정회원]



- 1993년 2월 : 강원대학교 축산경영학과 (농학석사)
- 1997년 8월 : 미국 미주리대학교 농업경제학과 (M/S)
- 2000년 12월 : 미국 오클라호마대학교 농업경제학과 (PH.D.)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 강원대학교 농업자원경제학과 교수

<관심분야>

축산경영/경제, 농산물 유통, 농산업구조