

DEA를 이용한 신동진 벼 재배 농가의 경영 효율성 분석

김희결¹, 박세영², 손우총², 이종인^{2*}

¹중국 연변대학교 경제관리학원, ²강원대학교 농업자원경제학과

A Study on the Management Efficiency of 'Sindongjin' Rice Farms Used DEA Model

Xi-Jie Jin¹, Shi-Yong Piao², Yu-Cong Sun², Jong-In Lee^{2*}

¹College of Economics and Management, Yanbian University, China

²Department of Agricultural & Resource Economics, Kangwon National University

요약 본 연구에서는 농촌진흥청에서 개발 및 보급해온 '신동진' 벼 품종 재배 농가의 경영 효율성을 분석하고자 한다. 조사지역은 전북지역을 대상으로 신동진 벼 재배 농가 30호에 대한 설문조사 자료를 바탕으로 자료포락분석을 실시하였다. 분석결과 30 농가 중 12 농가의 기술효율은 효율적으로 나타났고, 18 농가가 비효율적으로 나타났는데 대부분 농가에서 상대적으로 순수기술 효율성이 높게 나타났다. 13번 농가, 25번 농가를 비효율적인 대표로 비효율적인 원인을 파악한 결과 투입요소의 비용이 높아 비효율적인 것으로 나타났다. 또한 Tobit모형을 이용하여 효율성 결정요인을 분석한 결과 변동비용(종자종묘비, 부산물비료비, 일반비료비, 농약비, 수도광열비, 소농구비), 고정비용(감가상각비, 기타비용)이 낮을수록 경영효율성이 높아지는 것으로 나타났다. 이는 농가의 투입과잉이 존재하며 신동진벼 재배에 적합하도록 일반비료비, 농약비 등 투입비용을 감소하는 방법으로 효율성을 제고해야 할 것이다. 조사결과에 의하면 신동진 벼는 국내 일반 벼와 달리 생산성이 우수하며 병해충 및 생리장해저항성이 강하다. 이에 재배 방식이 조금 다른데, 출수기가 일반벼보다 빠르다. 또한 일반벼보다 비료와 농약을 적게 투입을 해야 하는 것에 반해 아직까지도 농가들의 과다 투입으로 경영효율성이 낮은 경우가 존재하는 것으로 나타났다.

Abstract This paper examined the operational efficiency of the new rice variety "Sindongjin" farmed by the Rural Development Administration. Thirty farmers were surveyed in the survey area--Jeonbuk-do Province. The operational efficiency was analyzed by studying the data of these 30 farmers. The operational efficiency of the farmers was analyzed through a survey using the DEA model for analysis. DEA analysis was performed to obtain the technical efficiency of the farmers. The results showed that the DEA technical efficiencies of 12 farmers were efficient, and 18 farmers were inefficient. Farmers No. 13 and No. 25 were representative of inefficiency, and the results show that the cost of input elements was high. An analysis of the determinants of efficiency through the Tobit model found that the operating efficiency increased with decreasing variable costs (Seed costs, By-product fertilizer costs, General fertilizer cost, Pesticides cost, Cost of water, electricity, gas, and Cost of small farm implements) and fixed costs (Repair cost and Other costs). There is a problem of excess input from farmers, and these input costs need to be reduced.

Keywords : 'Sindongjin' Rice, Management, Efficiency, Data Envelopment Analysis(DEA), Tobit Model

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0140422019), 중국 연변대학 연구지원사업(과제번호: 연대과학자2018 10호)의 지원에 의해 이루어진 것임.

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

email: leejongin@kangwon.ac.kr

Received September 2, 2020

Revised October 16, 2020

Accepted November 6, 2020

Published November 30, 2020

1. 서론

쌀을 주식으로 하는 한국에서 쌀생산은 농촌경제 안정과 농가소득 향상에 중요한 역할을 하고 있다. 쌀은 한국 식량 작물 중에서 유일하게 자급이 가능한 작물이나 쌀 산업에 대한 위기설이 끊임없이 제기되고 있다. 2000년 이후 벼 재배면적이 감소하는 등 생산기반이 축소되고 있고, 서구식 식습관과 결식증가, 외식증가 등으로 인해 국민 1인당 쌀 소비량도 2000년 이후 매년 빠르게 감소하고 있다.[1] 뿐만아니라 쌀 관세화 검증을 통해 WTO 쌀 관세율을 513%로 확정하고, 저율관세할당물량(TRQ) 40만8,700t을 수입하는 등 쌀 수급에서 새로운 국면이 진행되고 있다.

농림부는 고품질 벼 품종육성 사업을 적극적으로 추진하고 있는데, 삼광 4,015t, 신동진 3,600t, 새일미 2,340t, 초청 2,295t, 일품 1,970t, 영호진미 937t, 오대 880t, 동진 800t, 해품 552t, 현품 102t 등 24품종 22,450t[1] 생산 공급을 매년 추진하고 있다. 그러나 현실적으로 벼재배 농가는 해마다 정부 지침에 대한 올바른 이해와 품종에 관한 생산환경을 조성하는 규모 대비 배분 및 탄력적인 기술력 부재로 농가경영을 비효율적으로 운영하고 있다.

신동진벼는 국내산 벼 중 우수한 품종으로 인정받고 있다. 1992년 호남 작물시험장에서는 고품질 양질 다수성 품종육성을 목적으로 양질이고 내병성인 화영벼와 중대립인 YR13604Acp 22계통을 인공교배하여 계통 육종법에 따라 세대를 진전시켜 주요 병해충 및 미질 특성이 향상된 다수성 계통을 선발하여 생산력 검정을 시행하였다. 또한, 증만생종으로 다수성이며 양질인 HR14018-18-17-10-3 계통을 선발하여 '익산438호' 계통 명을 부여한 후, 지역 적응시험을 실시한 결과, 초기 신장성과 속색이 양호하면서 중대립종이고, 높은 수량을 나타내는 계통으로 그 우수성이 인정되어 1999년 '신동진벼'라 명명하였다. 신동진벼는 출수가 8월 14일로 증만생종이고, 키는 80cm정도로 짧은 편이다. 포기당이삭수는 동진벼보다 2개정도 적으나 이삭당벼알수는 동진벼보다 많으며, 등숙비율은 다소 낮으나 정현비율이 높고 현미천립중이 무겁다.

본 연구에서는 벼농사의 생산량 증대 방안 측면에서 벼 농가 중 전북지역의 신동진벼 재배 농가 30호를 대상으로 농가의 경영 효율성을 분석하고, 투입 요소별 비효율적인 요인을 분석하고자 한다. 농가의 경영효율성을 분석함에 있어 자료포락분석(Data Envelopment

Analysis, DEA)을 이용하였고, Tobit 모형을 이용하여 기술효율성, 순수기술효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다.

2. 연구모형 및 선행연구 검토

2.1 연구모형

자료포락분석은 Farrell의 상대적 효율성 개념을 도입하여 경영체의 효율성 정도를 측정하기 위해 개발된 수리적 계획법이다. DEA에 의한 접근은 다수의 실제 투입자료와 다수의 산출자료를 비교하여 의사결정단위(DMU)들 간의 상대적 효율성을 측정하는 방법이다. DEA 모형은 Charnes, et al.[2]가 제시한 CCR(Charnes, Cooper & Rhodes) DEA 모형과 Banker, et al.[3]에 의해 정리된 BCC(Banker, Charnes & Cooper) DEA 모형이 대표적으로 활용되고 있다.

DEA 분석은 접근방법에 따라 투입지향 모델과 산출지향 모델로 나눌 수 있는데 투입 지향 모델은 생산된 산출량을 변화시키지 않고 투입량을 비례적으로 감소시킬 수 있는지를 계산하는 방법이고 산출지향 모델은 사용된 투입량을 변화시키지 않고 얼마나 산출량을 비례적으로 확대할 수 있는지를 계산하는 것이다. 즉 투입지향 모형은 산출수준을 유지하면서 투입요소 사용량의 비례감소로 기술적 효율성을 계산하는 것이고[4] 산출지향 모형은 투입수준을 유지하면서 산출물 생산의 비례증가로 기술적 효율성을 계산한다[5]. 따라서 주어진 투입수준에서 효율성을 달성하기 위해서 산출을 얼마나 늘릴 수 있는지가 핵심적인 관심이다. 두 모형은 규모에 대한 수익불변의 가정의 경우에는 동일 한 측정치를 보여 주지만 규모에 대한 가변수익 가정의 경우에는 두 방법에 의해 상이한 효율성 측정치가 구해진다[6].

본 연구에서는 쌀 농가의 효율성 평가를 위해 산출량의 극대화를 추구한다는 전제 하에 산출지향의 DEA 모형을 이용하여 효율성을 분석하고자 한다.

CCR 모형은 DEA라는 이름으로 최초 제시된 기본모형으로 분석대상인 의사결정단위(DMU)들의 규모에 대한 수확불변을 의미하는 불변규모수익(Constant Returns to Scale, CRS) 을 가정한다.

아래의 Eq. (1)은 산출지향 CCR 모형의 수식이다.

$$\text{Max } \phi + \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (1)$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j + s_i^- = x_{ki} \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$y_{kr} \phi - \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j + s_r^+ = 0 \quad (i=1,2,\dots,s)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

$$s_i^- \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad (r=1,2,\dots,s)$$

여기에서,

ϕ 는 DMU 비효율성의 크기(척도)

λ_j 는 각 DMU들에 대해 계산되는 가중치

s_i^- 는 투입요소들의 여유분

s_r^+ 는 산출요소들의 여유분

위 CCR 모형의 목적함수에 있는 ϕ 는 1보다 크다. 즉 효율성에 가까울수록 1에 가까운 값을 가지며 효율성에 멀어질수록 1보다 큰 값을 나타낸다. 하지만 해석의 편의상 점수를 매기는 방식이 널리 활용되는데 이 경우에는 ϕ 의 역수인 ϕ^{-1} 을 효율성 점수로 사용할 수 있다. 따라서 효율적 DMU는 $\phi^{-1} = 1$ 이며 비효율적인 DMU는 $\phi^{-1} < 1$ 로 나타난다.

CCR 모형은 불변규모수익을 가정하고 있기 때문에 규모의 효율성(Scale Efficiency, SE)과 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency: PTE)을 구분할 수 없다. 따라서 Eq. (1)의 제약식에 값들의 합이 1과 같다는 조건을 추가하면 가변규모수익(Variable Return to Scale, VRS)과 볼록성 필요조건을 추가한 BBC 모형이 된다.

아래의 Eq. (2)은 산출지향 BCC 모형의 수식이다.

$$\text{Max } \phi + \epsilon \sum_{i=1}^m s_i^- + \epsilon \sum_{r=1}^s s_r^+ \quad (2)$$

$$\text{s.t. } x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ji} \lambda_j - s_i^- = 0 \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$y_{kr} \phi - \sum_{j=1}^n y_{jr} \lambda_j + s_r^+ = 0 \quad (i=1,2,\dots,s)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

$$s_i^- \geq 0 \quad (i=1,2,\dots,m)$$

$$s_r^+ \geq 0 \quad (r=1,2,\dots,s)$$

규모효율성은 BBC모형을 통해서 얻을 수 있는 지표로 동일한 DMU 규모에 대한 수확불변을 가정하는 CCR 모형의 효율성에 비해 규모에 대한 수확가변을 가정하는 BCC 모형으로 계산된 효율성이 일반적으로 더 크거나

같다. 이를 정의 하면 $SE_k = \frac{CCR(\theta_k^*)}{BCC(\theta_k^*)}$ 로 나타낼 수 있

고, 이 때 $CCR(\theta_k^*)$ 은 특정 DMU의 CCR모형의 효율치, $BCC(\theta_k^*)$ 는 특정 DMU의 BCC모형 효율치를 말하는 것이다. BCC 모형에서 ϕ 는 순수기술효율성을 말하는데, 이는 CCR모형의 기술효율성(Technical Efficiency: TE)에서 규모의 비효율성을 제거한 것이다. 따라서 평가 대상 DMU가 얼마나 규모의 경제에 접근하여 경제활동을 하고 있는가를 나타내는 규모의 효율성은 기술효율성과 순수기술효율성의 비율 즉, $SE = \frac{TE}{PTE}$ 로 나타낼 수 있다. SE는 0 보다 크고 1 보다 작은 값을 갖고 1에 가까울수록 규모로 인한 효율성 손실이 없다는 것을 의미하며 규모에 대한 수확불변인 경우에 SE는 1이 된다. 즉 SE가 1일 경우 규모 수익 불변을 말하며 1보다 작은 경우에는 규모의 비효율성이 있다는 것이다.

본 연구에서는 쌀 농가의 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 Tobit 모형을 적용하였다. DEA를 통해 도출된 효율성 값은 0~1 사이의 제한된 범위의 값을 갖기 때문에 그 분포가 일반적인 회귀모형에서 가정하고 있는 정규분포와는 달라 회귀계수가 불일치 추정치를 갖게 되므로 일반적인 회귀모형으로 분석 보다는 중도절단 회귀모형인 Tobit 모형을 적용하는 것이 적당하다. DEA를 통해 측정되는 효율성 값의 상한 값이 1이며 하한 값이 0이라는 점을 감안하여 양쪽으로 제한된 효율성 값을 전제로 J개의 관측치에 대해 다음과 같은 이중제한형 토빗모형(two-limit tobit method)을 이용하며, 수식은 Eq. (3)과 같다.

$$\theta_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^k \beta_k z_{ki} + \epsilon_i \quad (3)$$

$$\text{If } \theta_i^* \leq 0, \text{ then } \theta_i = 0$$

$$\text{If } \theta_i^* \leq 1, \text{ then } \theta_i = 1$$

$$\text{If } 0 < \theta_i^* < 1, \text{ then } \theta_i = \theta_i^*$$

여기에서, θ_i^* 는 i번째 관측치의 실제 효율성 값

θ_i 는 관측된 효율성 값

z_{ki} 는 i번째 관측치에 대한 k번째 효율성 설명변수

β_k 는 추정계수

ϵ_i 는 잔차항

위의 식은 진정한 효율성이 0보다 작거나 1보다 클 수는 있지만 이 경우에 각각 0 혹은 1을 부여하여 관측된

효율성을 항상 0과 1사이의 값으로 주어진다. 이러한 Tobit 모형은 0에서 절삭된다는 의미에서 Censored Normal Regression Model 이라고도 한다.

2.2 선행연구 고찰

연구모형의 선행연구를 살펴보면 박승용[7]은 DEA모형을 이용한 벼 무논점파 재배농가의 경영효율성을 분석하기 위하여 투입 요소와 산출 요소의 효율성을 측정하는 방법으로 DEA모형 중 CCR모형과 BCC모형을 이용하였고, Tobit분석을 통하여 비효율적인 농가에게 단기·중기·장기적으로 벤치마킹이 가능한 농가를 상대적으로 제시하였다. 분석 결과, 벼 무논점파 재배농가 규모의 효율성 평균은 0.9138, 순수기술효율성 평균은 0.19482로 나타났다.

최돈우 외[8]는 딸기 농가에 대한 경영실태와 경영성과 조사를 통해 스마트 팜 도입전후의 효율성 변화를 분석하였다. 이를 위해 전국의 딸기 스마트 팜 도입농가 29곳을 대상으로 DEA 모형 적용하여 분석하였다. 분석결과 딸기 스마트 팜 도입농가의 애로사항은 부품 교체시 시간 지연, 부품 교체 비용, 도입 후 기존 시설과의 호환성 문제로 인한 추가비용 발생 등으로 나타났다.

김기태 외[9]는 장미농가의 효율성을 측정하고 비효율성에 영향을 미치는 요인을 파악하였다. 이를 위해 전국 장미농가 49호를 대상으로 SFA(Stochastic Frontier Analysis)와 DEA를 이용하여 생산효율성을 측정하였으며 Tobit모형을 이용하여 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 분석결과 SFA를 통한 효율성은 88.4%로 나타났고 CRS모형에서는 78.5%, VRS모형에서는 85.2%로 생산 효율성이 측정되었다.

김민주 외[10]는 참깨와 들깨농가의 경영효율성을 분석함에 있어 생산인증유형별로 나누어 각 30개 농가를 대상으로 인증유형별 DEA 분석을 실시하였다. 또한 DEA 분석의 부족점을 보완하고자 초효율성 분석을 동시에 실시하였다. 분석결과 참깨 농가의 경우 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성이 유기재배농가보다 무농약농가가 높게 나타났다.

박주섭 외[11]는 친환경야콘 농가를 대상으로 부트스트래핑 DEA 모형을 이용하여 효율성을 분석하고 일반 DEA 모형과 부트스트래핑 DEA모형을 이용하여 효율성 순위 차이를 검증하고 부트스트래핑 DEA모형을 통한 효율성 값을 기준으로 농가별로 비효율의 원인을 분석하였다. 분석결과 유기재배의 경우 총 16농가 중 13농가가 순수기술효율성 때문에 비효율이 발생하고, 3농가는 규

모효율성 때문에 비효율이 발생하는 것으로 나타나 우선적으로 순수기술효율성을 개선할 필요가 있다고 하였다.

선행연구 검토와 같이 농가의 효율성을 분석함에 있어 다양한 연구들이 진행되고 있는데, 대부분이 DEA를 기초로 한 분석기법을 통해 효율성을 측정하는 것으로 나타났다. 또한 쌀 수급에서 여러 가지 새로운 국면이 진행되고 있는 시점에서 농가의 경영효율성 제고를 위한 다양한 연구가 필요 되며, 신동진벼와 같은 우수 품종 재배농가에 대한 모니터링을 통해 효율적 경영을 위한 대책 마련이 필요한 실정이다.

3. 조사설계

본 연구에서는 농촌진흥청의 농산물소득조사표(식량·채소·화훼)를 이용하여 전라북도 지역 신동진벼 재배 농가를 직접 방문하여 조사를 실시하였다. 농산물소득조사표(식량·채소·화훼)는 경영사항, 보조금, 경영주 현황, 조사작목, 조수입, 출하비용, 종자종묘비, 부산물비료, 보통비료, 수도광열비, 기타재료비 등 21개 대분류로 분류된다.

Banker, et al.[12]에 따르면 DMU수는 투입변수와 산출변수 합이 2배 이상이 되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 상기 조건을 만족시키기 위해 2019년 7월 2일부터 7월 10일까지 총 30농가를 대상으로 설문조사를 실시하였다.

조사시 나타나는 오류를 줄이기 위해 농촌진흥청 전문요원을 요청하여 조사원을 대상으로 조사방법과 유의사항 등에 대한 사전교육을 진행하였다. 농가의 선정은 전라북도농업기술원을 통해 진행하였다. 우선 마을기업을 소개받아 농가를 섭외한 후 각 농가에 직접 방문을 요청하고, 수락한 농가를 대상으로 조사를 진행하였다.

4. 분석 결과

4.1 분석모형 설정

본 연구에서는 산출지향 모델을 이용하여 분석을 실시하였다. 분석에 사용한 모든 변수는 제곱미터당 비용을 이용하였는데, 문헌자료와 선행연구에 근거하여 투입요소에는 종자종묘비, 유기질비료비, 일반비료비, 농약비, 수도광열비, 기타재료비, 소농구비, 감가상각비, 수리유지비, 기타비용, 자가노동비, 고용노동비를 이용하였고,

산출요소에는 조수입을 이용하였다. 구체적인 투입요소와 산출요소는 다음 <Table 1>과 같다.

Table 1. The indicator of input and output

Output	Sales	
Input	Seed costs	
	By-product fertilizer costs	Livestock manure
		Cake
		Others
	General fertilizer cost	Compound fertilizer
		Urea fertilizer
		Others
	Pesticides cost	Pesticide
		Bactericide
		Herbicide
	Cost of water, electricity, gas	Diesel
		Gasoline
		Others
	Cost of small farm implements	
	Depreciation fund	Warehouse
		Low temperature warehouse
		Irrigation facilities
		Large agricultural machinery
	Repair cost	Large agricultural machinery
		Tillage farming facilities
Other cost	Land leasing	
	Leased farm machinery	
Self-employment cost		
Cost of other workers		

Note: All indicators are unit area indicators, namely the input and output divided by planting area.

4.2 조사농가 통계적 특성

조사농가의 통계적 특성은 <Table 2>와 같다. 농가의 재배면적은 9,900㎡에서 99,000㎡, 으로 평균 36,685㎡로 나타났다. 종자종묘비는 15만원부터 142.5만원으로 평균 48.035만원으로 나타났다. 부산물비료비는 0부터 520만원으로 평균 17.667만원으로 나타났다. 농약비는 6만원에서 269.6만원, 평균 67.9만원으로 나타났다.

Table 2. Statistical characteristics of peasant households

(Unit: Thousand KRW)				
	Min	Max	Average	SD
Cultivated area(㎡)	9900.00	99000.00	36685.00	22672.09
Sales	5950.00	115500.00	39026.19	25835.17

Seed costs	150.00	1425.00	480.35	321.82
By-product fertilizer costs	0.00	5200.00	176.67	948.93
General fertilizer cost	0.00	860.00	200.87	161.31
Pesticides cost	60.00	2696.00	679.00	535.70
Cost of water, electricity, gas	0.00	3905.67	1174.06	836.18
Cost of small farm implements	50.00	1000.00	271.67	216.03
Depreciation fund	0.00	8521.43	3142.27	1834.18
Repair cost	0.00	10000.00	1810.00	1857.95
Other cost	200.00	50000.00	7894.33	9970.22
Self-employment cost	212.50	19742.50	6224.88	3675.66
Cost of other workers	0.00	6400.00	501.00	1304.02

4.3 자료포락분석(DEA)

본 연구에서는 농가 투입 불변의 조건하에 생산량 증대 방안을 연구하기 위해 산출지향모형을 선정하였다. 그 이유는 본 연구의 주요 목적은 투입감소가 아닌 생산증대를 위해서이기 때문이다. 또한 콤-더글라스 생산함수를 이용하여 분석한 결과 -45.006로 나타나 규모수익감소로 판단되어 BCC모형을 선정하여 분석하였다. 구체적인 분석결과는 <Table 3>과 같다. 2018년 전라북도 신동진 벼 재배 30농가의 평균 기술효율성은 80.4%이고 순수기술효율성은 93.1%이며, 규모효율성은 85.8%로 나타났다. 이는 농가의 경영이 기본적으로 효율적인 것을 의미한다. 그 중 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29번 농가의 기술효율성은 1보다 작아 비효율적인 것으로 나타났는데, 그 이유는 투입과잉 혹은 산출부족으로 판단된다.

순수기술효율성은 투입요소를 효율적으로 이용하여 생산하는 능력이다. 즉 4, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 29번 농가를 제외한 기타 16농가는 투입요소를 효율적으로 이용하여 생산했다는 것을 의미한다. 4, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 23, 25, 26, 29번 농가는 투입요소의 이용율이 낮거나 생산기술이 부족한 것으로 판단된다.

3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29번 농가는 규모효율성이 1보다 작기 때문에 기술효율성이 비효율로 나타났다. 규모효율성은 현재 규모구조와 효율적 규모구조와의 차이를 나타낸다. 규모효율성이 1인 경우 규모수익이 최상을 의미하고, 1보다

작을 경우 규모수익 drs와 irs로 구분한다. 규모수익이 irs이면 효율성 개선을 위해 투입물을 추가로 투입할 경우 산출물 증가분이 더 크게 증가하며, drs이면 투입요소 증가율 대비 산출요소 증가율이 떨어짐을 의미한다. 3번 농가는 투입물을 추가로 투입할 경우 산출물 증가분이 더 크게 증가하며, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 29번 농가는 투입요소 증가율 대비 산출요소 증가율이 떨어짐을 의미한다.

Table 3. Result of BCC-DEA Model Analysis

firm	crste	vrste	scale	
1	1.000	1.000	1.000	-
2	1.000	1.000	1.000	-
3	0.379	1.000	0.379	irs
4	0.734	0.794	0.924	drs
5	1.000	1.000	1.000	-
6	1.000	1.000	1.000	-
7	1.000	1.000	1.000	-
8	1.000	1.000	1.000	-
9	0.929	1.000	0.929	drs
10	0.574	0.758	0.757	drs
11	0.672	0.854	0.787	drs
12	0.707	0.907	0.780	drs
13	0.526	0.722	0.729	drs
14	0.850	0.933	0.911	drs
15	1.000	1.000	1.000	-
16	1.000	1.000	1.000	-
17	0.604	0.770	0.784	drs
18	0.670	0.888	0.755	drs
19	0.640	0.890	0.719	drs
20	0.624	1.000	0.624	drs
21	0.832	0.912	0.912	drs
22	1.000	1.000	1.000	-
23	0.698	0.784	0.891	drs
24	0.708	1.000	0.708	drs
25	0.535	0.866	0.617	drs
26	0.677	0.868	0.780	drs
27	1.000	1.000	1.000	-
28	1.000	1.000	1.000	-
29	0.756	0.989	0.764	drs
30	1.000	1.000	1.000	-
Mean	0.804	0.931	0.858	

Note: crste = technical efficiency from CRS DEA
 vrste = technical efficiency from VRS DEA
 scale = scale efficiency = crste/vrste

〈Table 4〉는 13번 농가의 비효율 원인을 분석한 결과이다. 우선 산출요소에서는 조수입을 345.993원/㎡ 증가해야 한다. 투입요소에서는 부산물비료비, 자가노동비, 고용노동비의 부족값과 과잉값이 모두 0으로 나타났는데 이는 상기 비용들이 산출부족이 아닌 투입과잉인 것을 의미한다. 또한 종자비, 일반비료비, 농약비, 수도광열비, 소농구비, 감가상각비, 수리유지비, 기타비용 등 투입요소를 절감하여야만 효율성에 도달하고 자원 낭비가 없을 것으로 판단된다. 특히 13번 농가는 수도광열비, 기타비용 등 투입요소가 많아 비효율적으로 나타났다.

Table 4. Results of non-efficiency analysis of No. 13 farmer.

Variables (KRW/㎡)	Original value	Radial movement	Slack movement	Projected value
Sales	896.97	345.993	0	1242.96
Seed costs	12.36	0	-1.438	10.922
By-product fertilizer costs	0	0	0	0
General fertilizer cost	4.04	0	-0.47	3.57
Pesticides cost	30.3	0	-8.922	21.378
Cost of water, electricity, gas	40.29	0	-26.521	13.769
Cost of small farm implements	20.2	0	-12.358	7.842
Depreciation fund	79.37	0	-47.8	31.57
Repair cost	60.61	0	-9.588	51.022
Other cost	202.02	0	-15.972	186.048
Self-employment cost	167.68	0	0	167.68
Cost of other workers	0	0	0	0

〈Table 5〉는 25번 농가 비효율의 원인에 대한 분석 결과이다. 우선 산출요소에서는 조수입을 186.812원/㎡ 증가해야 한다. 투입요소에서는 부산물비료비, 수리유지비의 부족값과 과잉값은 모두 0으로 나타났는데 이는 상기 비용들이 산출부족이 아닌 투입과잉인 것을 의미한다. 종자비, 일반비료비, 농약비, 수도광열비, 소농구비, 감가상각비, 기타비용, 자가노동비, 고용노동비 등 투입요소를 절감해야 효율성에 도달하고 자원 낭비가 없을 것으로 판단된다. 특히 25번 농가는 자가노동비, 감가상각비 등 투입요소가 많아 비효율적으로 나타났다.

Table 5. Results of non-efficiency analysis of No. 25 farmer.

Variables (KRW/m ²)	Original value	Radial movement	Slack movement	Projected value
Sales	1212.12	186.812	0	1398.93
Seed costs	18.1	0	-8	10.1
By-product fertilizer costs	0	0	0	0
General fertilizer cost	7.43	0	-3.824	3.606
Pesticides cost	23.84	0	-3.808	20.032
Cost of water, electricity, gas	36.28	0	-12.964	23.316
Cost of small farm implements	6.06	0	-1.85	4.21
Depreciation fund	145.74	0	-78.938	66.802
Repair cost	40.4	0	0	40.4
Other cost	202.02	0	-33.681	168.339
Self-employment cost	284.44	0	-194.842	89.598
Cost of other workers	46.87	0	-17.108	29.762

4.4 기술효율성에 관한 Tobit 모형

본 연구에서는 기술효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 DEA분석결과인 기술효율성을 종속변수로 설정하고 변동비용(종자종묘비, 부산물비료비, 일반비료비, 농약비, 수도광열비, 소농구비), 고정비용(감가상각비, 기타비용), 수리유지비, 자가노동비, 고용노동비를 독립변수로 설정하여 Tobit 모형을 이용하여 분석을 실시한 결과 <Table 6>과 같이 나타났다.

Table 6. Results of Tobit regression

Variables	Coefficients	Standard error	t-statistics
Constant	1.48849***	.2734639	5.44
Variable cost	-0.0074456**	.0034401	-2.16
Fixed cost	-0.0009423*	.0005076	-1.86
Repair cost	.0032556	.0022824	1.43
Self-employment cost	.0005674	.0005815	0.98
Cost of other workers	-.0015189	.0021971	-0.69
Log likelihood	-9.2431944		
Pseudo R ²	0.3140		

Note: *** Significant at 1% level, ** Significant at 5% level, * Significant at 10% level.

분석결과 변동비용과, 고정비용이 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 변동비용과 고정비용의 계수가 음수로 나타났는데, 이는 결과적으로 변동비용과 고정비용이 낮을수록 기술효율성이 상승한다고 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구는 전북지역 신동진 벼 재배 농가의 경영효율성을 살펴보고 투입요소별 비효율성의 원인을 찾아 효율성의 방안을 제시하고자 하였다. 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 30명 재배농가 DEA 효율성 분석결과 12명 농가가 효율적으로, 18명 농가가 비효율적으로 나타났는데 상대적으로 순수기술 효율성이 높게 나타났다. 전반적으로 기술확보 측면인 기술 효율성 대비 DMU의 경험, 관습, 보편적 사고 등 과거지향적 순수기술 효율성이 높게 나타나는 경향을 보였다.

둘째, 비효율적인 농가 중 순수기술효율성과 규모효율성 모두 비효율적인 2명 농가를 분석한 바 투입요소의 비용을 낮춰야 하는 것으로 나타났다.

셋째, Tobit모형을 통한 효율성 결정요인을 분석한 결과 농약비, 수도광열비 등 변동비용과 감가상각비 등 고정비용을 감소 할 수록 기술효율성이 높아지는 것으로 나타났다.

조사결과에 의하면 신동진 벼는 국내 일반 벼와 달리 생산성이 우수하며 병해충 및 생리장해저항성이 강하다. 이에 재배 방식이 조금 다른데, 출수가 일반벼보다 빠르다. 또한 일반벼보다 비료와 농약을 적게 투입을 해야 하는 것에 반해 아직까지도 농가들의 과다 투입으로 경영효율성이 낮은 경우가 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 농가들에 대한 정기적인 재배 교육과 영농지도가 필요한 것으로 사료되며 보다 과학적이고 효율적인 생산방식을 통해 생산성을 높여야 할 것이다.

본 연구에서는 전라북도 신동진벼 재배농가를 대상으로 분석하였으나 벼 품종에 기반한 지역의 수질, 기후, 토양 등 다양한 지리 환경적 요인을 반영하지 못하였다는 한계점을 지닌다. 하지만 우수품종 벼 재배농가를 대상으로 분석을 진행함으로써 농촌경제발전과 농가의 경영효율성 제고를 위한 기초자료로 제공될 것으로 기대된다.

References

- [1] Agriculture, Food And Rural Affairs Statistics Yearbook, 2019
- [2] A. Charnes, W. W. Cooper, E Rhodes, "Measuring efficiency of decision making units", *European Journal of Operations Research*, Vol.2, No.6. pp. 429-444, 1978.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [3] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol.30, pp.1078-1092, 1984.
DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [4] W. S. Jung, *Efficiency Analysis of Mental Hospital and Geriatric Hospital: Based on DEA & Malmquist Model*, Master's thesis, Catholic University of Pusan of Department of Hospital Management, Pusan, Korea, pp.35-38, 2015.
- [5] K. H. Lee, *Evaluation of Operational Efficiency and Productivity of School Library Using DEA*, Master's thesis, Kyonggi University of Department of Library Education, Kyonggi, Korea, pp.37-39, 2015.
- [6] C. M. Kim, *A Study of Efficiency and Productivity of Cooperative Agro Machinery Service in Korea*, Doctoral thesis, Kyungpook National University of Department of agricultural Economics, Daegu, Korea, pp.10-27, 2014.
- [7] S. Y. Park, *Management Efficiency of Rice Farm based on Wet-Direct Seeding*, Doctoral thesis, Cheongbuk National University of Department of agricultural Economics, Cheongju, Korea, pp.78-80, 2014.
- [8] D. W. Choi, C. R. Lim, "Statistical analysis of Production Efficiency on the Strawberry Farms Using Smart Farming", *Journal of Korean Society for Quality Management*, Vol.46, No.3. pp. 707-716, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.3.707>
- [9] G. T. Kim, W. K. Kim, J. Y. Jeong, "Productive Efficiency of the Rose Farming Business: A Comparison of DEA and SFA", *Korean Food Marketing Association, Journal of Summer Academic Presentation*, Vol.2015, pp. 543-557, 2015.
- [10] M. J. Kim, J. S. Park, "A Study on Management Efficiency for the Environmentally-Friendly Agricultural Product of Oilseed Crop - Focused on Sesame and Perilla -", *Korea Association Of Organic Agriculture*, Vol.23, No.2, pp.207-231, 2015
DOI: <http://dx.doi.org/10.11625/KJOA.2015.23.2.207>
- [11] J. S. Park, M. J. Kim, J. H. Park, "A Study on Management Performance and Efficiency Analysis for the Environmental-friendly Agricultural Products of Yacon Farms", *Korean journal of food marketing economics*, Vol.33, No.3, pp.45-68, 2016
- [12] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, "Some Models

for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol.30, pp.1078-1092, 1984.

DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>

김 희 결(Xi-Jie Jin)

[정회원]



- 2010년 6월 : 중국연변대학교 마케팅학과 (경영학학사)
- 2013년 2월 : 강원대학교 일반대학원 농업자원경제학과 (경제학석사)
- 2016년 2월 : 강원대학교 일반대학원 농업자원경제학과 (경제학박사)
- 2016년 10월 ~ 현재 : 중국 연변대학교 농림경제관리학과 조교수

<관심분야>

농산물 유통, 식품소비

박 세 영(Shi-Yong Piao)

[정회원]



- 2015년 6월 : 중국 연변대학교 농림경제관리학과 (경영학학사)
- 2018년 6월 : 강원대학교 일반대학원 농업자원경제학과 (경제학석사)
- 2018년 9월 ~ 현재 : 강원대학교 일반대학원 농업자원경제학과 (경제학박사과정)

<관심분야>

축산경제, 식품소비

손 우 총(Yu-Cong Sun)

[정회원]



- 2013년 6월 : 중국길대학교 수학 응용학과 (이학학사)
- 2018년 6월 : 중국길대학교 농림 경제관리 (경영학석사)
- 2018년 9월 ~ 현재 : 강원대학교 일반대학원 농업자원경제학과 (경제학박사과정)

〈관심분야〉

축산경제, 식품소비

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