

DEA를 활용한 중국 벼 직파농가의 경영효율성 분석*

왕효봉** · 유찬주***

An Analysis of the Management Efficiency for the Rice seeding Farmer in China Using DEA Model

Wang, Xiao-Feng · Yu, Chan-Ju

In recent years, the development of rice industry has been highly valued by the state. In hubei area, due to the development of the modernization and the shortage of labor, traditional way of rice cultivation methods is facing serious challenges, and economic benefits have become the decisive factor for the effective promotion and application of rice cultivation methods. According to the research results, first, in the input-side analysis, in the CCR model, D5, D12, D26, D28, D32, D36 farmers with high efficiency appear. The analysis result shows that among the 60 farmers, the average efficiency is 89%, and there is an inefficiency of 11%. In the BCC model, 14 farmers were identified as high-efficiency farmers, with an average efficiency of 0.9453. Second, in direct seeding cultivation of rice, the average scale efficiency is 0.9227, while the average pure technical efficiency is 0.9644. This shows that the effect of scale efficiency is greater than that of purely technical factors, ignoring the reasons for the low operational efficiency of direct seeding cultivation farmers. It can be predicted that with the further deepening of farmers' understanding of this planting mode, the proportion of rice direct seeding may be further expanded in the future. Relevant agricultural departments should further promote this technology to farmers, study the direct seeding technology using scientific methods, and evaluate the changes of this cultivation mode. The agricultural departments of government should concern about the climate risk assessment of direct seeding rice, the environmental impact assessment caused by the extensive use of herbicides, the application of mechanical technology in the process of direct seeding, the lodging of direct seeding rice, and other related issues.

Key words : *China agriculture, ultivation methods, data envelopment analysis (DEA), Hubei province, operating benefits, rice direct seeding*

* 본 논문은 제1저자의 석사학위 논문을 수정, 보완한 것임.

** 전북대학교 농경제유통학부 박사과정

*** Corresponding author, 전북대학교 농경제유통학부 겸임교수(ycj@jbnu.ac.kr)

I. 서 론

21세기에 들어와 중국 농업은 비약적인 발전을 가져왔다. 중국의 농업생산이 급속히 발전하고, 농민생활이 뚜렷이 개선되었으며, 농촌경제가 전면적으로 번영하였다. 2003년에 당 중앙국무원(黨中央國務院)과 정부는 농업발전의 중요성을 끊임없이 강조하고, 3농 문제를 해결하는 것을 농정의 핵심 과제로 선정하였다.

이러한 국가의 농정과제 추진에 따라 국민경제의 급속한 발전과 농업과학기술의 진전으로 식량생산과 농민소득은 지속해서 상승하게 되었다(Zhang, 2016). 그러나 중국의 농업발전에는 농촌 협업화, 농촌의 고령화 및 부녀화(婦女化), 농민 직업의 다변화, 노동력 부족, 농업생산의 불확실성, 농경지 감소 등의 문제가 내재되어 있어 이러한 문제를 극복하기 위해 누가 토지를 경작할 것인가와 어떻게 과학적인 방법으로 경작할 것인가에 대한 대안 마련이 더욱 중요하게 되었다.

중국은 최근 경제가 발전하면서 여러 농업 문제가 발생했는데, 첫째, 농업 인구가 급속히 감소함에 따라 농촌 노동력이 부족해졌다. 둘째, 도시화의 진전으로 인해 다량의 농경지가 감소하고, 식량 확보 문제가 대두되었다. 후베이성(湖北省)도 같은 문제가 있다. 농업 인구가 감소하여 노동력이 부족하고, 노임(勞賃)이 상승함에 따라 저투입 노동방식의 벼 직파재배가 도입, 확산되고 있다.

또한, 국가의 개혁개방 이후 중국 정책인 가정연산승포책임제(家庭聯產承包責任制)의 실시는 중국 농민들의 농업 생산성을 높여 식량 증산과 농업발전을 촉진하였다. 하지만 이 제도는 중국의 농촌 인구수에 따라 농지를 공평하게 분배했다는 장점이 있으나 오늘날 기계화를 하는 데 걸림돌이 되고 있다. 왜냐하면 인원수에 따른 토지세분화로 인하여 소규모 토지소유자가 많아짐에 따라 기계화 작업의 장애요인으로 작용했기 때문이다. 따라서 이러한 중국의 농업생산 환경변화에 대응하여 벼 직파재배의 확산에 따른 재배 농가의 경영효율성을 측정하여 향후 경영개선을 위한 자료로 활용할 필요가 있다.

일반적으로 벼 직파재배 기술은 본 논에 직접 씨앗을 뿌리고 도랑을 친 후 물을 채워 파종 작업을 하는 재배 기술이다(Wei, 2020). 그리고 직파재배는 파종 시 물관리 방법에 따라 마른 논에 직접 범씨를 파종하는 건답 직파와 담수 상태의 논에 범씨를 파종하는 담수 직파의 형태로 나눌 수 있는데, 담수 직파는 건답 직파보다 파종 절차가 간단하여 생산비 절감 효과가 크고, 담수 상태로 인한 잡초 발생이 억제되어 잡초 방제 효과가 우수한 장점이 있다(Jeong et al., 2019).

또한, 이양재배는 못자리를 만들기 위한 상토 준비와 파종 작업이 선행되어야 한다. 못자리를 만든 후에는 육묘관리·육묘상자 운반 작업 등이 필요하며, 이양기로 육묘된 모를 논에 심는 작업이 이루어지게 된다. 이에 비하여 벼 직파재배는 범씨를 직접 논에 파종해서 벼 농사를 짓는 농사법으로 육묘 및 모내기 노력과 이에 관련된 농자재 비용을 줄일 수 있는

기술이다. 벼 직파재배는 이앙재배에 비해 육묘와 이앙 작업이 생략되어 파종 및 육묘 단계에서 노동 시간과 생산비용 절감 효과가 크다(Jeong et al., 2019; Kim, 2011).

본 연구는 중국 농업의 환경변화와 농정과제 추진에 따라 벼 직파재배의 확대와 토지세 분화에 따른 재배 농가의 경영효율성을 측정하여 재배농가의 비용 절감 방안을 제시하고자 한다.

이를 위해 벼 직파재배면적이 가장 크고, 직파재배 역사가 가장 오래되고, 현재 적극적으로 벼 직파재배 기술이 보급되고 있는 황매현(黃梅縣) 지역 60명의 농가를 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 조사내용은 토지임대료, 비료비, 농약비, 종자비 및 투입노동시간 등 생산비용 자료와 산출에 대한 조사, 벼 직파재배에 따른 애로사항 등을 조사하였다. 조사 시기는 2019년 파종 시점인 5월부터 수확기인 11월까지 직접 현지 방문을 통해 조사하였다.

II. 이론적 배경

1. 선행연구 검토 및 변수 선정

1) 선행연구 검토

본 연구와 관련된 선행연구는 우선, 중국의 쌀 관련 연구와 더불어 벼 재배 농가를 대상으로 한 경영효율성 분석 연구를 중심으로 살펴보고자 한다. 특히, DEA 모형을 이용하면 효율성과 관련한 다양한 분석, 즉, 기술효율성과 규모효율성 등을 파악 가능하고, 그 결과에 따른 효율성 개선방안을 도출할 수 있는 장점이 있어 이와 관련된 연구를 살펴보고자 한다.

쌀을 주요 식량작물로 하는 중국은 세계에서 가장 큰 쌀 생산과 소비국으로서 통계에 따르면 전국적으로 65% 이상의 인구가 쌀을 주식으로 하고 있다. 또한, 정부가 쌀 생산을 권장하는 조치를 추진한 결과, 쌀 생산량은 2004년 4억 6,900만 톤에서 2014년의 6억 700만 톤으로 증가하였다. 이는 국가의 식량안보와 지속적이고 안정적인 경제발전을 위한 중요한 정책이라 할 수 있다. 이러한 노력에도 불구하고, 중국의 식량안보 문제는 낙관적으로 볼 수 없으며, 농민들의 식량 생산에 대한 적극적인 참여가 결여되어 있으며, 1인당 쌀 생산 경작지가 적고, 수자원이 풍부하지 못하고, 농업 생산기반 시설의 후진성을 면치 못하고 있으며, 쌀 수급상황이 장기간 불안정상태에 놓여 있다(He et al., 2008; Zhao, 2012).

이에 따라 쌀 생산에 대한 농민들의 참여를 독려하고, 국가 차원의 쌀 수급전략을 수립하는 것은 중국 농정의 중요한 과제라 할 수 있다. 쌀은 중국에서 식량안보의 중요한 수단이 되고 있으며, 안정적인 증산은 중국 쌀 수급 안정을 보장하는데 중요한 역할을 담당하고 있다(Liu et al., 2012).

2004년 이후, 국가는 쌀 생산에 대한 정책적 지원을 끊임없이 추진해 왔으며, 쌀 최저가격 보장정책을 실시하여 쌀 재배 보조금을 늘리고, 농업분야 세금을 전면적으로 면세하는 조치를 통해 농민들의 자부담을 경감시키고, 쌀 재배 및 생산성 향상을 적극적으로 유인해 왔다. 이러한 정책사업 추진 결과, 2004년부터 2014년까지 중국의 쌀 파종면적은 1,931만 7,000 ha를 늘어났고, 생산량은 2,741만 9,800톤으로 증가하였다. 이 가운데 후베이성은 2014년 쌀 파종면적은 전국 쌀 파종면적의 26.9%를 차지하였고, 총 생산량의 34.0%를 차지하였다(Yang et al., 2013; Shen et al., 2015). 그러나 쌀 농업은 농업 노동력 부족과 인건비 상승으로 인해 재배방식을 변경하고, 노동력 절감과 노동 강도를 낮추는 방식으로 전환되었다. 예를 들면 파종과 수확 작업에 농기계를 투입하고, 이앙 재배가 아닌 직파재배 방법을 도입하는 것이다. 다만, 이러한 전환은 사회적 배경, 경제적 조건, 자연자원, 역사와 전통, 농가의 개별적 특징 등 여러 가지 요소에 의해 제약을 받는다(Khanna, 2001; Tang et al., 2010; Hu et al., 2012). 그런데 모든 경작지가 이러한 형태로 전환되지 않으며, 수원 조건과 토지 조건, 교통 여건과 경지정리 등 생산기반 시설 등에 따라 달라진다(Li et al., 2015; Zhang et al., 2016).

이상의 중국 쌀 정책과 쌀 재배방식의 변화에도 불구하고, 경영효율성 관련 연구는 거의 없는 상황이다. 최근에 Li et al. (2020)의 연구가 있는데, 이 연구에서는 길림성을 대상으로 DEA 모형을 이용하여 2004년~2017년, 2017년 길림성 9개 지구의 농업생산 효율성을 분석하고, 투자분석과 Malmquist 지수로 길림성의 농업생산 수준을 평가하였다. 연구결과에 따르면, 2004년부터 2017년까지 길림성의 전반적인 농업생산 효율성은 비교적 높은 편이지만, 여전히 비효율성이 존재하고 있음을 밝히고 있다. 2017년 길림성 9개 지구를 대상으로 한 종합 기술효율성은 전반적으로 높았지만 지역 간 격차가 뚜렷하게 나타났다. 종합적으로 볼 때 지역 간 격차가 크고 기술과 규모 효율성이 충분히 발휘되지 못하고 있는 것으로 나타났다.

한국에서의 관련 연구는 중국보다 많은 편이다. 먼저, Lee와 Park (2003)은 투입변수를 재배면적, 농구비, 비료비, 노동비로 하였고, 산출변수는 소득을 선정해서 DEA 모형을 이용하여 기술효율성을 분석하고, 쌀 생산 효율을 측정해 관련 생산비의 효과를 추정하였다. 쌀 농업의 비효율은 농가의 지역조건에 영향을 가장 많이 받는다. 이에 따라 경제효율이 상대적으로 높은 경기, 충남, 전남, 전북 등 대규모 평야 지역을 중심으로 규모를 확대할 필요가 있다고 하였다.

Park (2013)은 한국 30개의 무논점파¹⁾ 재배 농가를 대상으로 5개의 투입물(종자비, 비료

1) 무논점파 재배기술은 무논(湛水)에서 5~7개의 종자를 균일하게 점뿌림(點播)하여 입모가 안정적인 것으로 확보되어 초기생육이 우수하다. 또한 무논에서 파종을 하여 잡초성 벼 발생을 억제하고 적당한 깊이로 묻혀 잘 쓰러지지 않는 등 직파재배의 문제를 개선함으로써 기계이앙과 비교하여 수량과 품질의 차이가 없다(Kim, 2008).

비, 농약비, 감가상각비, 인건비)과 1개의 산출물(조수입)을 이용하여 DEA 모형 중 CCR, BCC 및 Tier 분석을 통해서 비효율적인 무논점과 재배 농가의 투입물의 과다분과 산출물의 과소분을 제시하였으며, Tier 분석을 통해서 비효율적인 무논점과 재배 농가들이 단기, 중기, 장기적으로 벤치마킹해야 하는 무논점과 재배 농가를 제시하였다.

Kim (2020)은 DEA 모형을 통해 전북 30개 신동진 벼 품종 재배 농가에 대한 경영효율 분석을 진행했다. 투입이 변하지 않는 조건에서 생산량 증가 방안을 위해 생산방향 모형을 선택하고, BCC 모형으로 분석한 결과는 다음과 같이 제시하고 있다. 신동진 벼 재배 농가의 기본 효율성은 기술 효율성, 순수 기술 효율성, 규모 효율성은 전체적으로 볼 때 차이가 없지만, 규모 효율성은 기술과 분배에 대한 기술 투입에서 비효율성으로 나타나 농업인 고령화로 인한 각종 환경 요인으로 해석할 수 있는 것으로 파악하였다.

이 외에 농업분야 경영효율성에 관련된 주요 선행연구를 살펴보면 다음과 같다.

Back (2005)은 일반적으로 생산과정에 있어서 효율성이란 산출물에 대한 투입물의 비율로 설명하고 있다. 조합공동사업법인의 효율성을 단적으로 정의하기는 어렵지만 산출물과 투입물의 비중이라는 관점에서 보면 생산된 서비스(산출요소)에 대한 투입요소의 비중이라 할 수 있다.

Lee (2003)는 투입변수를 종자비, 비료비, 농약비, 인건비, 용역비를 선택하고 산출변수는 콩 수량을 선정해서 DEA 모형을 이용하여 콩 생산농가를 대상으로 기술효율성을 추정하였다. 또한, Tobit 모형을 이용하여 효율성에 영향을 미치는 경영주 특성 변수를 분석하였다. 그리고 효율적 농가의 참조 집합과 가중치 벡터를 이용하여 비효율적인 농가들의 구체적인 비효율의 정도를 계산하였다.

Back 등(2007)는 DEA 모형을 이용하여 산지 유통센터의 경영효율성 분석을 하였다. 분석결과에 따라 규모수익에 있어서는 규모에 대한 체증 수준은 29.7%, 규모에 대한 보수 불변의 농산물 산지유통센터는 14.9%, 그리고 규모에 대한 보수 체감 수준은 55.5%로 나타났다. 또한, DEA 모형을 이용해 효율성에 대한 다양한 분석이 이루어져 왔다. 기술 효율성과 규모 효과를 파악해 그 결과에 따라 효율성을 개선할 수 있는 방안을 마련했다. 또한, 농업 분야뿐만 아니라 정부 행정부처, 공공도서관 등 공공서비스 분야, 은행, 의료, 교육 분야, 항만 등 교통 분야 등에서도 마찬가지로다. Table 1은 DEA 모형을 활용하여 진행된 주요 선행연구를 비교한 결과이다.

Table 1. A pioneering study of input variable and output variable analysis model

Item	Input variables	Output variable	Parse objects
Lee Soon-suk (2003)	Seed costs, fertilizer costs, pesticide costs, labor costs, service costs, other expenses	Quantity of soybeans	Bean
Lee Sang-Deog · Park, Pyeong-sig (2003)	Planting area, basketball fee Fertilizer and labor costs	Income	Rice
Shin Ji-sin · Lee Chang-sin (2004)	Number of employees, fixed assets	Net Gains and Losses	Agricultural cooperation
Baek, seung-woo (2007)	Fixed assets, total handled, contributions	Revenue uptime	Agricultural cooperation
Sung-Eun Kim · Jin-Suk Kim (2011)	Facility investment, storage area, Pick-up scene, number of people sold in circulation, Sales management fee	Sales, EBITDA	(APC)
Yu Chan-Ju · Jang Dong-Heon (2011)	Cultivated area, employment labor, fertilizers, pesticides, self-labor, capital services, depreciation, other inputs	Production	Persimmon
Lee Choon Soo · Yang Seung ryong (2012)	Flow input costs (labor, other flow costs), Fixed input costs (land, etc.)	Rice sales income	Rice Farmer
Park, sung-Yong · Park, Jong-Sup (2013)	Seed costs, fertilizer costs, pesticide costs, depreciation, labor costs	Trillion income	Rice
Kim, Yong-Kuk (2020)	Seed costs, general fertilizer costs, pesticide costs, water and light heat, small basketball costs, depreciation costs, and other expenses	Trillion income	Rice
Jeong, Seon Hwa (2021)	Fertilizer costs, pesticides, material costs, labor costs, fixed costs	Gross income	Pear
Yu Chan-Ju · Wang, Xiao Feng (2022)	Land rent, squatters, labor costs, bell paralysis, seed costs, wood costs	Trillion income	Gastrodia

2) 변수 선정 및 자료수집

DEA 모형은 서로 다른 투입-산출 변수에서 서로 다른 효율성 값을 갖기 때문에 보다 정확한 효율성 평가를 얻으려면 가장 적절한 투입-산출변수를 선택해야 한다. 분석 대상의 결과를 가장 잘 반영하는 투입 변수와 산출 변수를 선택해야만 분석결과를 개선하고, 산출을 극대화하기 위해 추가되는 비용을 파악할 수 있다.

선택한 변수의 수가 의사결정 단위의 수보다 많으면 효율 단위와 비효율 단위를 구분하는 모형의 판별력이 감소한다. 경험적 원칙에 따르면, 비교되는 단위 총수는 투입변수와 산출변수의 곱보다 커야 한다(Jang, 2007).

선행연구 결과에서 대부분의 연구는 종묘비, 농약비, 비료비, 감가상각비, 인건비 등과 같은 투입 변수를 선택하고, 산출 변수는 조수입, 판매량, 순소득 등을 사용하고 있다. 본 연구에서는 이러한 선행연구에 의거하여 자료포락분석(DEA)에 사용된 산출 변수는 조수입을 선정하였으며, 투입 변수는 산출 변수에 직접적으로 영향을 미치는 종묘비, 비료비, 농약비, 인건비 등 4가지 변수를 선정하였고, DEA 분석 프로그램 EnPASVersion1.0을 사용하여 중국 후베이성 황매현 쌀 직파재배 60농가의 경영효율성을 분석하였다.

자료수집은 황매현 직파재배 농가를 대상으로 조사하였다. 조사 시기는 2019년 파종 시점인 5월부터 수확기인 11월까지 직접 현지 방문을 통해 조사하였으며, 조사대상 농가는 60농가이다. 조사내용은 조사농가 일반개황, 조수입과 비료비, 농약비, 종묘비, 인건비, 토지임차료, 애로사항 등으로 구성하였으며, 조사대상 농가가 교육수준이 낮아 조사의 중요성을 인식시키고, 가능한 정확한 자료를 확보하기 위해 벼 직파재배 행정담당 기관인 황매현 농업농촌국 직원과 동행하여 조사를 실시하였다.

후베이성(湖北省) 황매현 지역을 조사지역으로 선정한 이유는 장강중하류평원(长江中下游平原), 장한평원(江汉平原)에 위치하며, 중국 중부의 주요 벼농사 재배 지역이다. 중국의 남과 북의 중간지대 위치하여 있고, 아열대 계절풍 기후에 속하며, 농업자원이 매우 풍부한 지역이다. 햇빛과 수자원이 풍부하고 연평균 기온이 15~17°C이며 연평균 일조시간이 1,200~2,200시간, 연평균 강우량이 850~1,700 mm로 농업에 적합한 기후조건을 가지고 있다(Hubei Provincial Department of Agriculture and Rural Affairs). 특히 2000년 이후 농촌 노동력 부족과 빈번한 병충해 발생으로 많은 농민들이 직파재배를 받아들이는 계기가 되어 직파재배 면적이 급격히 확대되어 2004년 후베이성(湖北省)의 직파재배 면적이 133,300 ha에 달하게 되었다. 2008년에는 300,000 ha 이상으로 직파재배 면적이 4년 만에 두 배 이상 증가했으며, 연평균 직파면적 증가율은 17.6%이다. 비공식 통계에 따르면 2016년 말 기준 벼의 직파재배 면적은 666,700 ha이다. 직파재배는 중국 전체 파종 면적의 40%를 차지한다(Wu et al., 2017). 또한, 황매현에서는 벼 재배방법은 관행재배, 직파재배, 기계이앙 방법이 있는데, 각 비율은 직파재배(50%), 기계이앙(35%), 관행재배(15%) 순으로 나타나고 있다. 황매현의 경우, 중국의 도시화가 해마다 확대됨에 따라 농촌의 노동력이 줄어들면서 벼 재배방식이 다

원화되고, 직파재배와 기계이앙 비율이 증가하고 있다. 그러나 기계이앙은 농민들이 투입해야 할 비용이 더 많이 때문에 현재 황매현 대부분의 지역은 여전히 벼 직파재배 방식으로 재배하고 있으며, 가장 높은 비중을 차지하고 있다(Zhang et al., 2015). 따라서 본 연구에서는 우선 황매현 지역의 벼 직파재배 농가를 대상으로 조사하여 분석하고자 한다.

2. 분석모형

1) 효율성

효율성(efficiency)은 생산조직이 사용한 투입변수의 수량에 대한 산출물인 생산량의 비율을 의미한다. 효율성과 유사한 개념으로서 효과성(effectiveness)은 목표성과 대비 실제로 얻은 성과의 비율을 의미한다(Pack, 2012). 따라서 효과성에서는 투입한 자원의 규모에 관심을 두지 않는다. 생산성(productivity)은 투입대비 산출의 비(比)를 측정하나 가장 생산성이 큰 값과의 상대적인 비교로 나타내는 것이 아니라 투입산출비 그 자체를 절대적으로 나타낸다(Lee, 2010).

효율성(efficiency)은 다양한 학자와 관점에 의해 정의되고 사용된다. 일반적으로 효율성은 기업의 생산 과정에서 자원의 사용 결과인 산출이나 성과를 평가할 때 사용된다. 즉, 효율성은 “투입량 대비 산출량 비율”(Anthony and Dearden, 1980)을 의미한다. 이 연구에서는 이러한 효율을 측정하기 위해 Charnes et al. (1978)가 최초로 제안한 DEA 분석 방법을 활용한다.

DEA는 선형 계획에 기반한 비모수 접근법(non-parametric approach)으로, 주로 Charnes et al. (1978)가 제시한 규모별 수익 불변(constant returns to scale: CRS)을 가정한 CCR 모델과 그 후의 Banker et al. (1984)이 제시한 규모수익가변(variable returns to scale: VRS)을 다루는 BCC 모형으로 나뉜다. 그리고 DEA 분석은 투입 요소에 초점을 맞추는 투입 지향 DEA 분석과 산출 요소에 초점을 맞추는 산출 지향 DEA 분석과 구별된다. 본 연구는 현재 투입량을 유지하면서 산출요소 수준을 최대화하는 산출지향 DEA 분석을 수행하였다. 산출지향형은 투입 요소가 자본재, 대규모 자본이 한꺼번에 투입되는 고정자산 성격이 강한 항만, 철강 및 자동차 산업 등의 평가에 유용한 DEA 모델이기 때문이다.

2) CCR 모형

아래 식에서 첫 번째 제약식은 목적함수에서 동일한 가중치 U_r 과 V_i 를 이용하여 계산한 가중합계의 비율이 1보다 작거나 같다는 것을 나타내며, 나머지 두 제약조건식은 투입물과 산출물의 가중치는 0보다 커야 한다는 것이다. 또한 ϵ 은 모든 가중치의 값이 임의의 작은 양수 ϵ 이상의 값을 갖도록 하는 조건을 나타낸다. 충분히 작은 ϵ 을 사용하면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있지만 LP 문제를 해결해 주는 대부분의 상용 프로그램들이 제공하

는 계산의 정밀도가 $10^{-6} \sim 10^{-5}$ 이므로 이를 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 위 식은 목적 함수가 비선형(Nonlinear), 제약조건이 비볼록(Nonconvex)이므로 목적함수의 투입물의 가중 합을 1로 고정하고 제약조건식을 변형한 후 개별 DMU에 대해서 아래 선형계획법 문제를 풀면 된다(Park et al., 2013).

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \\ \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} &\leq 1, \quad j = 1, \dots, n \\ u_r &\geq \epsilon > 0, \quad r = 1, \dots, s \\ v_i &\geq \epsilon > 0, \quad i = 1, \dots, m \end{aligned} \quad (1)$$

여기서, h_0 : DMU_0 의 효율성

u_r : r번째 산출물에 대한 가중치

v_i : i번째 투입물에 대한 가중치

y_{ri} : DMU_j 의 r번째 산출물의 양

x_{ij} : DMU_j 의 j번째 투입물의 양

ϵ : non-Archimedean 상수

n : DMU의 수

m : 투입물의 수

s : 산출물의 수

$$\begin{aligned} \text{Max } h_0 &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \\ \text{s.t. } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \quad j = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ u_r, v_i &\geq \epsilon, \quad \forall r, i \end{aligned} \quad (2)$$

산출지향 CCR 모형은 산출물들은 통제 가능한 요소인 데 반하여 투입물은 통제 불가능한 경우에 적용할 수 있는 모형으로 산출물의 가중합을 1로 고정된 후 투입물의 가중합을 최소화하는 분수계획법으로 표현할 수 있다. 즉, 효율성 h_0 를 구하기 위한 수리계획모형은 다음과 같은 분수형 계획문제로 표현할 수 있다(Lee, 2009).

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } h_0 = \theta & (3) \\
 & \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + \sum_{r=1}^s \theta y_{r0} + s_r^+ = 0, \quad r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}, \quad i = 1, \dots, m \\
 & s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0, \quad \forall i, r, j
 \end{aligned}$$

3) BCC 모형

CCR 모형은 규모에 대한 수익불변(CRS; Constant Returns to Scale)이라는 가정 하에 모형이 도출되기 때문에 규모의 효율성과 순수 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 가지고 있다. Banker 등(1984)은 이러한 CCR 모형에서 가정하고 있는 규모수익불변을 완화하여 규모수익가변(VRS; Variable Returns to Scale)이란 가정을 적용하고 불록성 필요조건을 추가하였다. 주어진 투입물 수준을 유지하면서 생산되는 산출물을 극대화하려는 산출극대화 형태의 투입지향 BCC 모형은 다음과 같은 분수계획법 형태로 주어진다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Max } h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} & (4) \\
 & \text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} + u_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n \\
 & u_r \geq \epsilon > 0, \quad r = 1, \dots, s \\
 & v_i \geq \epsilon > 0, \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned}$$

위 수식의 목적함수의 분모인 투입변수의 가중합을 1로 고정시킨 후 일반적인 선형계획법 문제로 변형시키면 다음과 같다.

$$\text{Max } h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} + u_0 \quad (5)$$

$$\begin{aligned}
 s.t. \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + u_0 \leq 0, j = 1, \dots, n \\
 & \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \\
 & u_r, v_i \geq \epsilon, \forall r, i
 \end{aligned}$$

산출지향 BCC 모형으로부터 도출된 비효율적인 DMU가 효율적인 DMU로 되기 위해 감소시켜야 할 투입물의 초과분과 증가시켜야 할 산출물의 부족분은 다음 수식을 이용하여 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 Max \quad & h_0 = \theta + \sum \left[\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \quad (6) \\
 s.t. \quad & - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + \sum_{r=1}^s \theta y_{r0} + s_r^+ = 0, r = 1, \dots, s \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{i0}, i = 1, \dots, m \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
 & s_i^-, s_r^+, \lambda_j \geq 0, \quad \forall i, r, j
 \end{aligned}$$

이상에서 살펴본 투입지향모형과 산출지향모형은 최소화 혹은 최대화하고자 하는 요소가 무엇인지에 따라 결정될 사항일 뿐, Shang과 Sueyoshi (1995)에 따르면 CCR 모형의 경우 투입지향모형을 이용하는 산출지향모형을 이용하는 측정되는 효율성은 항상 동일하다고 하였다.

III. 직파농가의 경영효율성 실증분석

1. 조사농가의 특성

Table 2는 벼 직파재배 농가의 일반적 특성을 나타낸 것이다. 표에서 최종 산출물인 벼의 평균 생산량은 묘(畝²)당 631.1kg이고, 조수입은 2,005위안³)이다. 투입측면에서 각 투입 항

2) 1묘(畝)=200평=667m²

3) 위안화와 원화의 환율은 1992년 양국 수교 이후 변화하고 있으며, 2021년 3월 30일 기준으로 1위안=174원임.

목별 평균 비용은 종묘비는 41.6위안, 비료비는 158.7위안, 농약비는 101.6위안, 인건비는 112.3위안으로 평균 합계는 414.2위안으로 나타나 투입 비용 중에서 비료비가 36.4%로 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 그다음으로는 인건비가 25.8%, 농약비가 23.3%의 순으로 나타났다. 각 농가의 투입비용 및 조수입은 Table 3과 같다.

Table 2. Statistical characteristics of direct-seeded rice farmers

(Unit: CNY/acre)

Item	Average value	Standard deviation	Max	Min
Area (667m ²)	48.3	6.9	60	35
Production (kg)	631.1	27.3	680	540
Seed quantity (kg)	13.0	0.9	15	10
Gross receipts	2,005	86.1	2,167	1,728
Seed & Seedling	41.6	2.9	48	33
Fertilizer costs	158.7	10.5	178	135
Agricultural chemicals	101.6	13.8	126	76
Labor cost	112.3	21.6	150	63

Table 3. Input and output variables of direct-seeded rice farmers (DMUs)

(Unit: CNY/acre)

DMU	Scale	Input variables				Output variable
		Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Gross receipts
D1	40	39.9	157.4	114	100	1,854
D2	60	42.0	167.5	126	125	1,941
D3	35	42.9	153.0	120	120	2,087
D4	50	39.2	158.3	120	100	2,073
D5	55	45.0	137.4	95	110	2,080
D6	60	37.7	158.9	120	115	2,039
D7	50	37.8	151.5	114	110	2,010
D8	60	36.0	135.0	100	115	1,884
D9	44	39.2	161.4	120	125	2,006
D10	40	39.9	157.4	114	100	1,854
D11	45	42.1	167.5	126	90	2,057
D12	43	43.5	166.8	80	105	2,167
D13	50	45.0	159.2	105	100	2,010

DMU	Scale	Input variables				Output variable
		Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Gross receipts
D14	43	44.3	165.1	84	105	2,028
D15	58	43.8	169.9	100	110	1,934
D16	35	45.9	152.7	95	140	2,035
D17	59	41.7	160.0	100	115	1,987
D18	50	44.1	162.3	114	90	1,922
D19	40	43.5	162.3	95	85	2,016
D20	55	43.4	174.4	126	120	2,019
D21	43	43.9	177.6	110	95	2,035
D22	50	41.4	165.8	100	120	1,955
D23	39	41.3	171.9	95	115	2,083
D24	54	42.0	161.3	120	135	2,019
D25	49	37.1	154.0	100	95	1,875
D26	50	36.0	136.0	80	120	2,027
D27	40	40.9	168.8	95	125	2,022
D28	44	33.0	146.6	105	115	2,040
D29	45	39.2	157.8	100	125	2,057
D30	60	37.8	151.1	100	95	1,997
D31	50	42.8	166.0	114	75	2,130
D32	40	36.3	135.0	88	63	2,021
D33	44	44.1	150.6	80	72	1,917
D34	55	42.0	168.8	100	83	1,966
D35	52	44.8	175.9	95	80	2,115
D36	55	45.4	155.3	76	90	2,087
D37	49	48.0	159.5	114	80	1,878
D38	53	43.8	163.2	95	83	2,080
D39	50	41.1	141.0	120	150	2,083
D40	43	43.8	175.0	80	130	2,047
D41	60	45.0	157.8	110	135	2,015
D42	54	39.7	157.5	114	125	1,879
D43	54	42.6	158.1	95	100	2,127
D44	44	43.1	155.7	100	105	2,063
D45	45	39.6	162.9	100	85	2,074
D46	49	41.9	157.6	105	150	2,085
D47	45	43.4	156.9	110	95	2,095

DMU	Scale	Input variables				Output variable
		Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Gross receipts
D48	50	40.9	151.6	76	115	2,009
D49	40	39.9	154.3	120	135	2,075
D50	58	38.6	158.8	100	118	2,080
D51	38	42.1	171.8	100	135	1,904
D52	44	42.8	138.0	95	105	1,994
D53	59	45.3	155.9	110	150	1,978
D54	40	42.0	166.9	76	125	1,976
D55	50	38.4	135.4	95	140	1,728
D56	40	41.8	166.7	100	130	1,875
D57	45	41.7	160.0	80	150	1,978
D58	49	38.9	159.0	76	150	1,809
D59	52	40.4	174.9	100	130	2,044
D60	44	45.3	161.7	100	136	2,074

2. 실증분석 결과

1) CCR모형을 이용한 효율성 분석

Table 4에서 벼 직파재배 방식을 조사한 60농가를 대상으로 투입지향 가설 규모 수익이 변하지 않는 CCR 모형에서 기술효율(CRSTE)은 89.0%로 11.0%의 비효율성이 있는 것으로 나타났다. 그러므로 일정한 상태에서 생산요소의 투입을 감소시키면 이러한 비효율성을 감소시킬 수 있다. 효율이 다른 농가의 분포로 볼 때, 1효율 농가는 6호이고, 0.9~0.99 효율 농가는 21호이다. 0.79~0.89 효율 농가는 31호이고, 0.79 미만 효율 농가는 2호이다. 또 이런 효율성 차이가 경영성과에도 차이가 있는지 비교한 결과, 효율이 높을수록 수익성이 높고, 효율이 높은 농가의 실제 경영성과도 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 특히, 효율성이 1인 농가의 특징은 다음과 같다. D5 농가의 규모는 55묘이며, 평균 묘 수익은 2,080위안이고, 인건비가 전체 투입비용의 28.4%를 차지하고, D12 농가의 규모는 43묘이며, 평균 묘 수익은 2,167위안이고, 인건비가 전체 투입비용의 26.6%를 차지하고, D26 농가는 50묘로, 평균 묘 수익은 2,027위안으로 인건비가 총 투입비용의 37.2%를 차지하고, D28 농가의 경영규모는 44묘, 평균 묘 수익은 2,040위안으로 인건비가 총 투입비용의 28.8%를 차지하고, D32 농가의 경영규모는 40묘, 평균 묘 수익은 2,021위안으로 인건비가 총 투입비용의 19.5%를 차지하고, D36 농가의 경영규모는 50묘, 평균 묘 수익은 2,087위안으로 인건비가 총 투입비용의 24.5%를 차지하고 있다.

Table 4. Rice direct cultivation input points to the technical efficiency of the CCR model

Item	CRS	Item	CRS	Item	CRS
D1	0.806	D21	0.819	D41	0.850
D2	0.797	D22	0.829	D42	0.819
D3	0.909	D23	0.899	D43	0.918
D4	0.906	D24	0.846	D44	0.884
D5	1	D25	0.871	D45	0.924
D6	0.903	D26	1	D46	0.887
D7	0.914	D27	0.874	D47	0.890
D8	0.934	D28	1	D48	0.985
D9	0.866	D29	0.906	D49	0.911
D10	0.806	D30	0.915	D50	0.927
D11	0.857	D31	0.894	D51	0.794
D12	1	D32	1	D52	0.958
D13	0.841	D33	0.969	D53	0.844
D14	0.912	D34	0.841	D54	0.958
D15	0.796	D35	0.921	D55	0.850
D16	0.890	D36	1	D56	0.787
D17	0.841	D37	0.786	D57	0.927
D18	0.791	D38	0.902	D58	0.899
D19	0.874	D39	0.983	D59	0.878
D20	0.799	D40	0.944	D60	0.857
Average					0.890

2) BCC모형을 이용한 효율성 분석

산출 측면에서 DEA는 다수인 경영체를 대상으로 생산요소를 일정하게 하고, 산출량을 극대화시키는 방법이므로 본 연구에서 벼 직파재배 농가의 경우에는 일정한 산출변수인 조수입에 대해 투입변수들을 가장 효율적으로 투입하는 전략이 필요하다. 따라서 BCC 모형 중에서 산출지향 모형 분석은 시도하지 않고, 투입지향 BCC 모형으로 분석하였다.

농가가 보수체증(IRS)상태에 있으면 규모 확대, 보수체감(DRS) 상태에 있으면 규모 축소를 통해 투입을 최소화하여 효율적인 경영성과를 달성할 수 있고, 보수체증 상태의 농가는 규모를 확대하면 합리적인 생산영역으로 이동하면서 점차 보수체감 상태로 변화한다(Park et al., 2013).

Table 5에서 규모에 대한 보수는 전체적으로 보수체감(DRS)은 20농가, 보수불변(CRS)은 6농가, 보수체증(IRS)은 34농가로 나타났다. 효율성 수준별 농가분포를 보면, 전체 14개 호

Table 5. Rice direct cultivation input points to the technical efficiency of the BCC model

DMU	VRS	SE	Scale revenue	DMU	VRS	SE	Scale revenue
D1	0.882	0.915	IRS	D31	1	0.894	DRS
D2	0.832	0.957	IRS	D32	1	1	CRS
D3	0.950	0.960	DRS	D33	1	0.969	IRS
D4	0.950	0.953	DRS	D34	0.866	0.971	IRS
D5	1	1	CRS	D35	1	0.921	DRS
D6	0.907	0.996	DRS	D36	1	1	CRS
D7	0.923	0.990	IRS	D37	0.846	0.928	IRS
D8	1	0.934	IRS	D38	0.931	0.969	DRS
D9	0.877	0.987	IRS	D39	1	0.983	DRS
D10	0.882	0.915	IRS	D40	0.959	0.985	IRS
D11	0.887	0.966	DRS	D41	0.855	0.994	IRS
D12	1	1	CRS	D42	0.882	0.927	IRS
D13	0.848	0.992	IRS	D43	0.991	0.926	DRS
D14	0.933	0.978	IRS	D44	0.910	0.972	DRS
D15	0.835	0.953	IRS	D45	0.968	0.954	DRS
D16	0.891	0.999	IRS	D46	0.936	0.947	DRS
D17	0.857	0.981	IRS	D47	0.950	0.937	DRS
D18	0.832	0.950	IRS	D48	1	0.985	IRS
D19	0.886	0.986	IRS	D49	0.950	0.959	DRS
D20	0.803	0.995	IRS	D50	0.955	0.971	DRS
D21	0.823	0.995	DRS	D51	0.846	0.939	IRS
D22	0.860	0.964	IRS	D52	0.978	0.979	IRS
D23	0.923	0.974	DRS	D53	0.866	0.975	IRS
D24	0.849	0.996	IRS	D54	1	0.958	IRS
D25	0.943	0.924	IRS	D55	0.997	0.853	IRS
D26	1	1	CRS	D56	0.852	0.924	IRS
D27	0.877	0.997	IRS	D57	0.957	0.969	IRS
D28	1	1	CRS	D58	1	0.899	IRS
D29	0.923	0.982	DRS	D59	0.884	0.993	DRS
D30	0.929	0.984	IRS	D60	0.885	0.968	DRS
Average					0.923	0.964	

유효 농가 중에서 보수불변 상태에 있는 6농가(D5번, D12번, D26번, D28번, D32번, D36번) 이외에 보수체감상태에 있는 3농가(D31번, D35번, D39번)는 순수 기술 효율적이지만 경영 규모 측면에서는 비효율적인 상태이므로 규모 축소가 필요하고, 반대로 보수체증상태에 있는 5농가(D8번, D33번, D48번, D54번, D58번)는 규모 확대가 필요하다.

3. 비효율적 농가의 경영개선 방안

1) CCR 모형에서 경영개선 방안

Table 4에서는 규모수익 불변을 가정하는 CCR 모형에서의 비효율적 농가는 54호로 측정되었다. Table 6에서는 이들 비효율적 농가에 대해 효율적 경영농가가 되기 위한 적정 투입-산출 수준을 분석하였다. 이들 54농가의 평균 기술효율성(CRSTE)은 89.0%로 11.0%의 비효율이 존재한다. 이러한 비효율을 제거하기 위해서는 동일한 조수입 조건하에서 적정 투입 수준을 보면, 가장 시급하게 줄여야 할 투입변수는 인건비와 비료비이며, 실제 투입수준에서 평균 인건비는 17.3%, 비료비는 14.7%, 종묘비는 11.4%를 실제 투입수준보다 줄여야 하는 것으로 나타났다. 그리고 효율성 값이 0.786으로 가장 낮은 D37번 농가는 우선으로 농약비와 종묘비를 28.0%, 비료비와 인건비를 21.0%정도 줄여도 기존의 1,878위안의 조수입을 얻을 수 있는 것으로 분석되었다.

Table 6. The over-input rate of inefficient farmhouses in the CCR model

(Unit: %)

Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost
D1	19.4	19.4	26.0	19.4	D13	15.9	15.9	15.9	25.9
D2	20.4	20.4	31.0	20.4	D14	8.8	8.8	8.8	8.8
D3	9.1	9.1	23.5	38.2	D15	20.4	22.9	20.4	20.4
D4	9.4	9.4	18.5	9.4	D16	15.5	11.0	11.0	17.0
D5	0.0	0.0	0.0	0.0	D17	15.9	16.2	15.9	15.9
D6	9.7	9.7	17.1	9.7	D18	21.0	20.9	26.4	31.3
D7	8.6	8.6	20.0	8.6	D19	12.7	12.8	12.7	12.7
D8	6.6	6.6	22.1	24.6	D20	20.1	20.1	26.2	20.1
D9	13.4	13.4	22.2	13.4	D21	18.1	22.5	18.1	18.1
D10	19.4	19.4	26.0	19.4	D22	17.1	20.1	17.1	17.1
D11	14.3	16.4	25.7	14.3	D23	10.1	18.7	10.1	10.1
D12	0.0	0.0	0.0	0.0	D24	15.4	15.4	30.9	15.4

Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost
D25	12.9	16.1	12.9	12.9	D43	8.2	8.2	8.2	8.2
D26	0.0	0.0	0.0	0.0	D44	11.6	11.6	11.6	19.1
D27	12.6	19.3	12.6	12.6	D45	7.7	13.9	7.7	7.7
D28	0.0	0.0	0.0	0.0	D46	11.3	11.3	20.0	25.7
D29	9.4	10.5	9.4	9.4	D47	11.0	11.0	16.6	25.1
D30	8.5	9.3	8.5	8.5	D48	1.5	1.5	1.5	14.2
D31	10.6	14.2	18.5	10.6	D49	8.9	8.9	28.8	9.7
D32	0.0	0.0	0.0	0.0	D50	7.3	10.0	7.3	7.3
D33	14.7	10.7	3.1	3.1	D51	20.6	24.9	20.6	20.6
D34	15.9	21.9	15.9	15.9	D52	4.2	4.2	5.5	11.8
D35	9.8	16.9	7.9	7.9	D53	15.6	15.6	20.3	48.4
D36	0.0	0.0	0.0	0.0	D54	4.2	9.4	4.2	24.8
D37	28.2	21.5	27.9	21.5	D55	15.0	15.0	19.8	54.9
D38	9.8	11.1	9.8	9.8	D56	21.3	23.8	21.3	21.3
D39	1.7	1.7	23.0	44.8	D57	7.3	7.6	7.3	32.9
D40	5.6	10.2	5.6	24.3	D58	10.1	16.2	10.1	37.3
D41	15.0	15.0	19.2	44.4	D59	12.2	20.2	12.2	12.2
D42	18.3	18.3	27.8	18.3	D60	14.3	14.3	14.3	16.0
Average						11.4	12.7	14.7	17.2

2) BCC모형에서 경영개선 방안

Table 5의 BCC 모형에서 비효율적 농가는 46호이고, 이러한 비효율성을 제거하기 위해서는 우선 줄여야 하는 투입변수는 CCR 모형에서와 같이 인건비는 17.3%, 비료비는 14.7%를 정도 절감이 가능한 것으로 나타났다. 그리고 DEA 분석의 가장 큰 장점 중 하나는 비효율 농가에 대해서 효율적인 농가를 벤치마킹으로 활용하여 비효율 농가의 효율성을 높이기 위한 경영개선 방안을 찾을 수 있다는 점이다.

BCC 모형에서 순수기술효율(VRSTE)이 가장 낮은 농가 D20번을 사례로 사용하여 효율성이 높은 농가를 벤치마킹하여 분석하고, 경영개선 방안을 모색하였다. 사례농가 D20의 순수기술효율성은 0.803이다. 따라서 이 농가가 효율적인 경영을 하려면 생산요소를 전체적으로 19.7%를 절감시켜야 한다. 즉, 이 농가는 생산요소의 과다 투입으로 인해 19.7%의 비효율이 존재하는 것이다. 또한, 이 농가의 효율성을 제고하기 위해 4개의 참조집단 농가

(D8, D26, D28, D32)를 벤치마킹해야 한다. 참조집단에 비해 1묘(畝)당 종자비는 8.6위안, 비료비는 34.4위안, 농약비는 30.9위안, 그리고 인건비는 23.7위안을 감소시켜도 현재의 조수입을 유지할 수 있는 것으로 분석되었다.

Table 7. Over-input costs of inefficient farmhouses in the BCC model

(Unit: CNY/acre)

Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost
D1	4.721	18.625	18.565	11.832	D30	2.681	11.929	7.093	6.736
D2	7.060	28.156	26.669	21.014	D34	5.621	33.242	13.382	11.11
D3	2.151	7.668	19.633	6.013	D37	11.7	24.5	26	17
D4	1.942	7.855	22.795	4.962	D38	3.821	11.241	6.545	5.717
D6	3.502	14.754	18.707	10.679	D40	1.806	20.23	3.298	20.21
D7	2.916	11.687	18.845	8.486	D41	8.7	22.84	22	72
D9	4.823	19.855	21.354	15.379	D42	4.7	18.631	13.487	14.78
D10	4.721	18.625	18.565	11.832	D43	0.379	1.409	10.509	0.891
D11	4.754	20.633	26.177	10.176	D44	3.879	14.03	9.01	9.46
D13	8.650	24.2	17	37	D45	1.27	13.17	3.207	2.726
D14	2.980	15.726	5.658	7.073	D46	2.66	10.014	6.673	24.34
D15	7.215	32.954	16.473	18.120	D47	2.272	7.866	24.039	4.763
D16	8.198	16.669	10.372	35.837	D49	1.997	7.724	11.879	6.756
D17	5.948	23.211	14.258	16.397	D50	1.743	7.167	4.512	5.321
D18	7.780	27.3	26	27	D51	6.487	34.221	15.428	20.82
D19	4.956	21.380	10.826	9.685	D52	6.48	3	7	42
D20	8.558	34.390	30.914	23.663	D53	8.96	20.9	22	87
D21	7.778	38.062	19.484	16.828	D54	0	14.431	0	15.97
D22	5.804	28.456	14.006	16.805	D55	2.06	0.4	7	77
D23	3.166	21.373	7.292	8.826	D56	6.193	29.201	14.83	19.27
D24	6.338	24.316	35.39	20.352	D57	1.798	9.331	3.45	28.50
D25	2.128	14.135	5.744	5.454	D59	4.71	32.707	11.648	15.14
D27	5.053	32.185	11.743	15.449	D60	5.201	18.583	11.492	17.01
D29	3.021	12.175	7.715	9.643	Average	3.65	14.68	11.31	14.88

Table 8. The over-input rate of inefficient farmhouses in the CCR model

(Unit: %)

Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost	Item	Seed & Seedling	Fertilizer costs	Agricultural chemicals	Labor cost
D1	11.8	11.8	16.3	11.8	D30	7.1	7.9	7.1	7.1
D2	16.8	16.8	21.2	16.8	D34	13.4	19.7	13.4	13.4
D3	5.0	5.0	16.4	5.0	D37	24.4	15.4	22.8	21.3
D4	5.0	5.0	19.0	5.0	D38	8.7	6.9	6.9	6.9
D6	9.3	9.3	15.6	9.3	D40	4.1	11.6	4.1	15.6
D7	7.7	7.7	16.5	7.7	D41	19.3	14.5	20.0	53.3
D9	12.3	12.3	17.8	12.3	D42	11.8	11.8	11.8	11.8
D10	11.8	11.8	16.3	11.8	D43	0.9	0.9	11.1	0.9
D11	11.3	12.3	20.8	11.3	D44	9.0	9.0	9.0	9.0
D13	19.2	15.2	16.2	37.0	D45	3.2	8.1	3.2	3.2
D14	6.7	9.5	6.7	6.7	D46	6.4	6.4	6.4	16.2
D15	16.5	19.4	16.5	16.5	D47	5.2	5.0	21.9	5.0
D16	17.9	10.9	10.9	25.6	D49	5.0	5.0	9.9	5.0
D17	14.3	14.5	14.3	14.3	D50	4.5	4.5	4.5	4.5
D18	17.6	16.8	22.8	30.0	D51	15.4	19.9	15.4	15.4
D19	11.4	13.2	11.4	11.4	D52	15.1	2.2	7.4	40.0
D20	19.7	19.7	24.5	19.7	D53	19.8	13.4	20.0	58.0
D21	17.7	21.4	17.7	17.7	D54	0.0	8.6	0.0	12.8
D22	14.0	17.2	14.0	14.0	D55	5.4	0.3	7.4	55.0
D23	7.7	12.4	7.7	7.7	D56	14.8	17.5	14.8	14.8
D24	15.1	15.1	29.5	15.1	D57	4.3	5.8	4.3	19.0
D25	5.7	9.2	5.7	5.7	D59	11.6	18.7	11.6	11.6
D27	12.4	19.1	12.4	12.4	D60	11.5	11.5	11.5	12.5
D29	7.7	7.7	7.7	7.7	Average	10.9	11.4	13.2	15.8

이상에서 비효율적인 농가의 경영개선에 대한 자구적인 노력과 더불어 정부의 역할도 중요하다. 즉, 벼 직파재배 농가의 경영 효율이 낮으면 농가 소득에 직접적인 영향을 미쳐 농가의 벼 재배 의욕을 떨어뜨리고, 국내 식량안보 문제에도 영향을 미친다. 따라서 벼 재배 농가의 경영효율이 낮은 농가에 대한 대응방안이 필요한 것이다. 이에 대한 대응방안을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 최근 중국 내 벼 재배에 필요한 투입요소인 농약과 비료, 종자 등의 가격이 대폭

상승하였고, 반대로 식량 가격은 시중일관 안정세를 유지하고 있다. 농가 투입 비용이 증가할수록 농가의 경영효율성이 떨어지기 때문에 투입요소의 가격 통제와 농민에 대한 직접 보조금을 확대하여 농민들의 벼 재배 적극성을 유인할 필요가 있다.

둘째, 벼 직파 기술의 불확실한 요소(잡초, 도복) 또한 벼 생산량을 줄이는 원인이다. 투입 비용은 그대로인데 단위 면적당 산출량은 줄어들어 농가 경영의 효율성에 영향을 미친다. 현재 대부분의 농가가 직파재배 기술을 감각과 경험으로 재배하고 있을 뿐, 기계이양처럼 완전한 기술체계를 갖추지 못했기 때문에 정부 관련 부처가 직파재배 모델 연구에 박차를 가할 필요가 있다.

셋째, 정부에서는 신규 창업농에 대한 교육훈련을 강화하고, 경영 효율이 낮은 농가를 조직화하여 경영 효율이 높은 농가들에게 현장지도를 받을 수 있도록 프로그램 운영이 필요하다.

넷째, 토지 유동화를 통해 농가가 재배규모를 확대하고 규모경영을 실현하여 농업소득을 극대화하도록 유도해야 한다. 또한, 일부 선진국이 시행하고 있는 농업보험제도를 벤치마킹하여 일반 보험회사에서도 보험을 취급할 수 있도록 정책지원 방안 마련이 필요할 것이다.

IV. 요약 및 결론

황매현에서 쌀은 2019년도 농산물 총생산액 중 17.5%를 차지하여 단일 품목 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다(2020년 후베이성 농촌통계 연감). 그러므로 쌀농사가 농가 소득에 미치는 영향이 크기 때문에 농업 정책도 쌀 생산 지원사업을 중심으로 시행되었다. 정부는 오랫동안 쌀 산업의 경쟁력을 향상하기 위해 경영규모를 확대하고, 유통구조를 개선하는 정책을 통하여 다각적인 노력을 추진하였다. 그런데 통계에 따르면, 쌀 생산과정에서 자원 불균형 투입으로 인하여 농가 경영의 효율성이 낮은 문제가 존재하고 있다. 이러한 쌀 산업의 효율성을 높이고, 경쟁력을 향상하는 방안은 두 가지가 있는데, 첫 번째는 비용을 절감하는 것이고, 두 번째는 고품질 쌀 생산에 의한 가격차별화를 도모하는 것이다.

본 연구는 중국의 경우 벼 재배방법 중에서 관행재배와 기계이양 재배방법 보다 직파재배 방법이 확대되고 있으며, 향후 확대될 가능성이 높기 때문에 이에 대한 비용절감과 경영개선 방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해서 후베이성 황매현에서 벼 직파재배에 종사하고 있는 농가 60가구를 조사대상로 선정하고, DEA 모형으로 경영효율성과 비효율성을 발생시키는 요소를 분석하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

투입 측면 분석을 보면, CCR 모형 중에서 D5, D12, D26, D28, D32, D36 농가는 율성이 높은 것으로 나타났으며, 모든 조사대상의 평균 효율성은 89.0% 수준이며, 비효율성은 11.0%로 나타났다. 또한 BCC 모형에 의하여 14개의 효율적인 농가를 도출하였고, 이들 평균 효율성은 0.945로 나타났다. 따라서 농가의 조건을 고려하여 가능성이 제일 높은 단계에

서 체계적인 절차를 거치고, 효율성의 최고치를 달성하는 것이 중요하다. 농가의 경영조건이 다르고, 경영자의 기술 능력도 다르기 때문에 단순히 최고치를 달성하면 한계가 있다. 그래서 계획 수립과 실천 과정이 필요하고 농가에 적용하는 적당한 목표치를 설정해야 한다.

벼 직파재배의 분석 모형별 공통 사안으로 가장 시급히 삭감해야 할 것은 인건비와 비료비로 나타났으며, 대농가의 경우에는 먼저 비료비 절감이고, 그다음으로는 농약비, 인건비, 종자비로 나타났다. 또한, 벼 직파재배 농가의 규모효율성의 평균은 0.923이고, 순수기술효율성의 평균은 0.964이다. 직파재배 농가들이 경영효율성 낮은 이유는 순수 기술적인 요인보다 규모 효율성이 더 큰 비중을 차지하고 있기 때문이다.

후베이성 황매현의 농가들에게 직파재배는 아주 간단한 재배방식이었고, 현재 황매현 지역의 농가가 쌀 생산을 할 때 가장 경제성이 높은 재배 방식이다. 이는 벼 모내기과 이앙하는 절차를 줄여 직파재배 방식으로 생산함으로써 쌀의 생산원가를 낮추는 가장 효율적인 방식이다. 뿐만 아니라 직파재배는 물을 절약하고, 비료를 절감할 수 있으며, 토지를 최대한 활용하면서 작업량을 줄일 수 있다. 직파 재배 시 기계화 작업은 기계 산업과 쌀 품종 관련 연구개발 산업의 발전을 이끌 수 있고, 생태경제 효과와 사회경제 효과가 높다는 장점도 가지고 있다. 그러므로 이러한 많은 장점이 가진 직파재배 방식은 점차 벼 재배농가가 선호하는 재배 방식이 될 것이며, 현재 중국의 농업 노동력 부족문제를 효과적으로 해결할 수 있다. 또한, 인건비를 줄이고 경제성을 높일 수 있어 규모별 재배 농가의 쌀 생산 수요를 극대화할 수 있다. 게다가 직파재배가 쌀 생산의 생태적 효율과 사회적 효율을 높일 수 있기 때문에 향후 널리 사용될 가능성이 있다.

끝으로, 중국의 이러한 벼 직파재배의 확산에 대응하여 한국의 경우 벼 직파재배가 일부에서 시행되고 있지만, 농촌 노동력의 고령화와 노동력 부족문제가 심각한 현실 상황에서 다양한 연구와 실증 분석을 통해 생산량이 가장 높고, 비용 효익이 가장 낮은 벼 재배 방식을 발굴하여 보급할 필요가 있다. 또한, 황매현의 벼 재배방법은 전통적인 관행재배, 직파재배, 기계이앙이 있는데, 이러한 재배방법에 따른 경영효율성을 비교 분석하는 것이 직파재배의 우위성을 분석하는 데 보다 용이한 접근이다. 그러나 본 연구에서는 직파재배 농가만을 대상으로 경영효율성을 분석하여 향후 타 재배방법과의 비교분석 연구가 필요할 것이다.

[Submitted, July. 27, 2022; Revised, August. 20, 2022; Accepted, August. 22, 2022]

References

1. Anthony, R. N. and J. Dearden. 1980. Management Control System, Richard, D. Irwin. Inc.

- fourth edition.
2. Baek, S. W. 2005. An Analysis of the Marketing Business Efficiency for the Regional Agricultural Cooperatives in Used DEA Method. *Korean journal of food marketing economics*. 22(2): 71-87.
 3. Baek, S. W., D. H. Jang, and S. Y. Lee. 2007. Articles: A Study on the Analysis of Efficiency in APC-. *Korean journal of food marketing economics*. 24(2): 59-75.
 4. Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. Some Models For Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis, *Management Science*, 30: 1078-1092.
 5. Charnes, A., W. W. Cooper, and E. L. Rhodes. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units, *European Journal of Operational Research*. 2(6): 429-444.
 6. He, P. M. and Y. P. Wang. 2008. Empirical Study on Comprehensive Production Capacity of Grain in China. *Ecological Economy*. 5: 28-30.
 7. Jeong, J. M., J. H. Kim, Y. J. Mo, S. K. Ha, W. J. Kim, B. K. Kim, and J. U. Jeung. 2019. Effect of Oxygen and Temperature Levels on the Seedling Characteristics of Korean and Anaerobic Germination-tolerant Rice under Flooding Conditions. *Korean journal of crop science*. 64(4): 287-298.
 8. Jeong, S. H. and S. T. Seo. 2021. Analysis of Technical Efficiency of Pear Farms - Focusing on Homogeneity Classification. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 48(2): 181-199.
 9. Kim, S. E. and J. S. Kim 2011. A Study on The Operational Efficiency of APC. *Journal of Agriculture & Life Science*. 45(5): 127-143.
 10. Kim, Y. K. 2020. A Study on the Management Efficiency and Economic Effects of Rice Farmers: Focus on the 'Sindongjin' Rice. Master's thesis, Kangwon National University, Korea.
 11. Kim, Y. S. 2011. A Study on Improvement of Rice Direct Sowing Technology by Coating Methods. Doctoral dissertation, Kongju National University, Korea.
 12. Lee, C. S. and S. R. Yang. 2012. An Analysis of Economic Efficiency of Rice Producers under Rice Income Direct Payment Program Constraint. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 39(4): 568-591.
 13. Lee, S. D. and P. S. Park. 2003. An Analysis on the Efficiency and Direct Cost of Rice Farm Household based on Farm Land Size. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 30(4): 600-616.
 14. Lee, S. S., S. J. Cho, and H. G. Jeong. 2003. A Study on the Characteristics and Bench

- Marking of Efficient Soybean Production Using DEA. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 30(3): 426-443.
15. Li, Q., Y. F. Pang, and Y. Wang. 2020. Evaluation of Agricultural Production Efficiency in Jilin Province Based on DEA Model and Malmquist Index. *Journal of Technology Economics*. 39(9): 135-143.
 16. Liu, Z. X., L. M. Liu, and Q. Peng. 2012. Analysis of Rice Cropping Decision-Making in a Double-Cropping Rice Area of Southern China. *Resources Science*. 12: 2234-2241.
 17. Park, S. Y. and J. S. Park. 2013. Management Efficiency of Rice Farm based on Wet-Direct Seeding Using DEA. *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 40(1): 148-173.
 18. Park, M. H. 2008. Development of DEA Efficiency and Malmquist Productivity Analysis System. *Productivity Review*. 22(2): 241-265.
 19. Shen, H. F. C. Chen, X. Y. Liao, and L. Wang. 2015. Analysis of outsourcing behavior of rice farmers' production links: Based on a survey of 21 counties in 7 provinces. *Chinese Rural Economy*. 5: 44-57.
 20. Shin, J. S. and C. S. Lee. 2004. The Efficiency Analysis of Regional Agricultural Cooperatives using the DEA In Gyeong-gi Province. *Cooperative management review*. 32: 21-56.
 21. Tang, B. W., X. F. Luo, and J. Qin. 2010. Analysis of the influencing factors of different attribute technologies used by farmers. *Chinese Rural Economy*. 6: 49-57.
 22. Wei, Q. 2020. Live-broadcast cultivation technique of high-yield rice. *Friends of the Farm*. 2020(11): 60-61.
 23. Wu, X. Z. and Q. S. Zeng. 2017. Development status, existing problems and coping strategies of live broadcast rice in Hubei Province [J]. *Rural economy and Science and technology*. 28(23): 154-155.
 24. Yu, C. J. and D. H. Jang. 2011. Analysis of the Efficiency of Persimmon Farms in Korea - Focused on WanJu Area. *Journal of regional studies*. 19(2): 109-122.
 25. Yu, C. J. and X. F. Wang. 2022. Analysis and Improvement Plan of the Operating Efficiency of Farmers Growing *Gastrodia elata* Blume in China and Korea *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*. 49(1): 34-56.
 26. Zhang, C. X. 2016 Modern agricultural development and innovation of agricultural operating system mechanisms. *Agriculture of Henan*. 8: 98.
 27. Zhang, S. A. and J. Chen. 2015. The Existing Problems and Countermeasures of Live Rice Production in Huanggang City [J]. *Modern agricultural science and technology*. 2015(23): 46-48.