

자료포락분석법을 이용한 농기계 임대사업의 효율성 분석

홍순중^{1*} · 허윤근² · 정선옥² · 홍성현³

¹농촌진흥청 농촌인적자원개발센터, ²충남대학교 농업생명과학대학 바이오시스템기계공학전공, ³농촌진흥청 기술경영과

Efficiency analysis of agricultural machinery rental system using the DEA model

Soon-Jung Hong^{1*}, Yun-Kun Huh², Sun-Ok Chung², Song-Hyun Hong³

¹Rural Development Administration Rural Human Resource Development Center, Suwon 441-853, Korea

²Department of Biosystem Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³Farm Management Division, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

Received on 29 May 2012, revised on 18 June 2012, accepted on 20 June 2012

Abstract : This study was conducted to survey and diagnose operation status of the agricultural machinery rental service, analyse and compare operational efficiency among 82 city and county ATDEC (agricultural technology development and extension center) using the DEA (Data Envelopment Analysis) method, and recommend future direction, for improvement of the business. Input variables were invested budget and labor, and output variable was rental return. Percentages of return to investment on the rental service were calculated as 68.3% and 63.9% when analyzed with CCR (Charnes, Cooper and Rhodes) and BCC (Banker, Charnes and Cooper) models, respectively, indicating inefficiency of the service operation. Increase of rental charge would increase efficiency by 63.9~68.3% depending on models, and decrease of financial and labor investment would improve the efficiency by about 11.3%. Technical efficiency would be more important than scale efficiency, therefore adjustment of over-invested budget and labor needed to be made together with increase of rental charge to improve the operation. Among the ATDECs providing the rental service, 6 (7.3%), 43 (52.4%), and 33 (40.2%) were in state of CRS (constant return to scale), IRS (increasing return to scale), and DRS (decreasing return to scale), respectively. These indicated public aspects of the rental system, over-investment, lack of output component for input component, meaning that scale income would be increased by qualitative expand of rental charge. Efficiency analysis of the rental system by region showed that efficient ATDECs to be benchmarked by others were in the order of DMU-70, DMU-54, DMU-29, DMU-5, DMU-22, DMU-2, and DMU-61. More comprehensive and extensive survey and analyses would be necessary in the future.

Key words : Agricultural machinery, Rental system, Rental management, DEA model

I. 서론

1. 연구 배경 및 목적

농기계 임대사업은 농촌인구 감소와 고령화로 인한 일손 부족을 해결하고 농기계로 인한 농가부채를 경감하기 위해 연간 농작업 이용일수가 적은 다양한 종류의 농기계를 지역의 농업인에게 소유비용 부담 없이 이용할 수 있도록 지

원하는 사업으로 밭농사용 농기계를 비교적 낮은 임대료로 1~3일간 단기임대 하는 것을 말한다. 2003년 5개소를 시작으로 2011년까지 120개 지자체 시·군농업기술센터에 220개소가 지원되어 시·군당 평균 1.8개소를 설치하였으며, 사업비로 1,679억원이 지원되었다. 지속적인 임대사업의 추진과 투자로 인하여 임대사업 기종의 연간 작업일수는 대당 평균 7일로 일반 농기계 작업일수 1.5일 대비 4.7배의 이용률을 기록하고 있고, 농가의 농기계 구입비용도 2,429억원을 절감하는 효과가 있어 농업인들이 정부의 농업분야 지원사업 중 가장 인기 있는 사업의 하나로 자리매

*Corresponding author: Tel: +82-31-238-9374

E-mail address: hsj43333@korea.kr

김하게 되었다.

이에 농림수산식품부는 농기계 임대사업을 2015년까지 350개소, 시·군당 2~3개소 설치까지 확대해 나갈 계획이며, 사업비도 4,490억원으로 확대·투입하여 이를 기반으로 발농사 기계화율도 현재 50%에서 2015년 60%까지 증가시킬 계획이다. 하지만 시·군 농업기술센터를 중심으로 운영되고 있는 농기계 임대사업은 임대기종 구입 및 수리, 노후화에 따른 대체구입 예산, 구조적인 적자운영, 임대료의 적정수준, 담당인력 부족 및 처우개선, 농기계 안전사고 등 사업의 추진과 관리·운영에 따른 문제점이 노출되고 있어, 내용연한 종료 후 대체 농기계 구입을 위한 재투자 예산 확보가 어려운 지자체 시·군 농업기술센터에서는 향후 사업의 지속이 우려되고 있는 실정이다. 따라서 농기계 임대사업의 지속적인 운영을 위해 효율성을 분석하고 벤치마킹할 수 있는 대상을 선정하여 향후 사업의 안정화와 효과를 극대화시킬 수 있는 방안에 대한 기초 연구가 필요하다.

이에 본 연구는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)모형을 이용하여 지자체 시·군농업기술센터의 농기계 임대사업에 대하여 투입대비 산출요소를 경영효율성 진단 및 분석하여 지역간 벤치마킹 모델을 선정 제공함으로써 임대사업의 활성화 및 지속적 운영을 위한 방안을 모색하는데 그 목적을 둔다.

2. 문헌 고찰

가. 농기계 임대사업의 효과 및 활성화에 관한 연구

연구대상인 농기계 임대사업의 효과 및 활성화에 관한 연구를 살펴보면 Sin 등(2006)은 농기계 임대사업 가이드를 통해 농기계 임대사업의 효과로 기계화가 미흡한 분야의 기계화를 촉진시켜 기계화영농을 가능하게 할 뿐만 아니라 농산물의 생산에 투입되는 비용과 노력을 절감하는 경제적인 효과 또한 얻을 수 있다고 하였다. 또한 Kang(2003)은 농기계 임대사업 운영 주체별 업무를 통합하여 행정부서에서는 농기계 임대사업에 관련된 사업기획과 예산관리를 담당하고, 농업기술센터는 임대농기계의 관리, 수리지원 등의 실질적인 업무를 수행하는 체계를 통해서 농기계임대사업 활성화 방안을 찾고자 하였고, Kang(1999)은 농기계의 과잉공급 억제와 생산비를 절감 등을 위해 농업회사법인 등을 통한 농작업대행과 임대사업 추진이 농기계계의 효율적인 활용 및 관리방안을 위해 필요하다고 하였다. Song

등(2008)은 농기계 임대장비의 운영과 예약을 위하여 장비 관리, 예약관리 전용 DB를 구축하여 효율적인 운영을 모색하였다.

농기계 임대사업 실태 및 사후관리에 관한 연구로는 Hong(2009)은 34개 시·군 농업기술센터의 농기계 임대사업 담당자의 현황 및 실태 조사를 통하여 가장 큰 애로사항이 담당 인력 및 예산의 부족이라고 하였으며, Park(2000)은 농업기계 정비요원의 직업의식에서 응답자 91.8%가 농기계정비가 어렵고, 정비할 수 있는 기술수준이 되려면 개인에 따라 다소 차이는 있지만 6~7년 정도가 소요된다고 하여 담당인력 육성에 대한 문제점을 지적하였다.

나. DEA 모형을 이용한 공공사업 효율성 분석에 관한 연구

연구방법인 자료포락분석(DEA) 모형을 이용하여 공공사업 및 정책, 기관 등의 효율성을 분석한 연구를 살펴보면 Ji 등(2004)은 DEA와 로지스틱 회귀분석을 이용하여 정보화촉진기금 용자사업의 효율성을 측정하여 지원사업을 개별 및 유형별 CCR, BCC모형을 적용한 점수를 산출하여 규모효율성 점수와 비효율 원인을 분석하였다. Sohn과 Joo(2004)는 다투입, 다산출 구조하에 두뇌한국(BK)21 사업단 중 과학기술 분야와 인문사회분야를 대상으로 하여 DEA모형을 이용하여 효율성 분석을 실시하여 CCR, BCC, 기술 및 규모 효율성 분석을 통하여 사업단의 효율 정도에 대한 순위비교를 통해 상대적인 효율성 순위를 정하고자 하였다. Cho와 Moon(2007)은 경영개선이 요구되는 지방직영기업 하수도사업의 상대적 효율성을 평가하고 비효율성 집단의 경영개선을 위한 벤치마킹 대상을 제시하고자 DEA분석을 실시하여 효율성 집단 및 비효율성 집단을 파악하고 두 집단간 효율성 차이를 도출하였고, Tier분석을 실시하여 인구규모별 및 시기별 비효율성 집단이 벤치마킹할 수 있는 효율성 집단을 제시하였다. Jang 등(2008)은 지방정부 농촌지도사업을 시행하고 있는 경상북도 23개 농업기술센터를 중심으로 DEA(CCR, BCC), FDH모형을 이용하여 상대적 효율성을 실증적으로 분석하였고, 시기에 따른 상대적 효율성 분석을 통하여 최적 효율성의 벤치마킹 준거집단을 찾고자 하였다. Song 등(2008)은 시도별 보건소 금연클리닉사업의 상대적 효율성 분석을 DEA 모형을 이용하여 측정하고자 255개의 보건소를 16개 시도로 그룹화하여 효율성을 측정하였으며 공공부문에 대한 한계인 공

공개 성격의 산출물을 가치화하여 접근하였다. Ahn 등(2009)은 DEA모형을 이용하여 90개 지역농협 가공공장의 경영효율성을 분석하여 지역농협 가공식품사업 활성화와 경쟁력 강화를 위한 경영효율성 제고방안을 제시하고자 하였는데 75.6%가 투자 확대보다는 운영효율화를 통한 투입요소의 절감이 요구되며, 22.2%는 신규 투자가 필요한 것으로 분석되었다. Lee 등(2009)은 DEA모형을 이용하여 국내 공기업 중 하나인 A공사가 추진해온 기관과유사업의 성과 및 효율성을 연도별, 통합, 수직적으로 분석하여 최적의 벤치마킹 준거집단을 찾고자 하였다. Park과 Moon(2010)은 DEA모형을 이용하여 지역산업기술개발사업의 효율성을 평가하여 지원과제 유형에 따라 총 2개의 분석범위로 구분하여 342건을 대상으로 지원 및 성과현황을 정리하고 효율성 점수를 산출하여 상대적으로 효율적인 과제들과 비효율적인 과제들을 비교하였다. Park 등(2010)은 DEA모형을 이용하여 121개 순수연구개발 정부 R&D 사업의 상대적 효율성을 CCR, BCC 모델을 사용하여 비교·분석하여 상위 15%정도가 우수하고 하위 50%정도가 상대적으로 비효율적이라는 결과를 얻었다.

II. 재료 및 방법

1. 분석대상 및 변수선정

본 연구는 DEA모형을 이용하여 공공 지원사업인 농기계 임대사업의 효율성을 측정하여 분석하기 때문에, 분석대상은 현재 농기계 임대사업을 운영하고 있는 120개 시·군 농업기술센터를 대상으로 하였다. 분석에 필요한 자료는 농기계 임대사업을 운영하고 있는 시·군 농업기술센터 농기계 담당 및 담당자들에게 사업 실적 자료를 요청하여 직접 방문 또는 우편으로 회수한 108개 시·군 농업기술센터의 자료 중 분석이 불가능하거나 2011년에 사업을 시작한 시·

군을 제외한 82개소의 자료를 이용하였고, 설문조사기간은 2011년 6월 1일~2011년 7월 31일까지 2회에 걸쳐 실시하였다.

본 연구의 변수로는 투입요소로 농기계 임대사업에 투입된 사업비와 임대사업 담당인력을 선정하였고, 투입요소 대비 성과 및 산출요소로 농기계 임대 수입금을 선정하였다. 투입요소에서 국비와 지방비를 합한 전체 사업 투자비와 임대사업 담당인력, 장비보유대수 등이 투입요소로 활용될 수 있으나 장비보유대수의 경우 지역별 필요 수요가 다르고 종류가 기종별로 상이하기 때문에 투입요소로 선정하기에는 다소 무리가 있다고 판단되어 제외하였다. 전체 사업 투자비는 2010년 까지 농기계 임대사업에 지원 또는 투자된 비용으로 사업 시작 연도와는 상관없이 투자된 총 비용을 투입요소로 선정하였는데, 이는 농기계 임대사업이 임대 수입금을 목적으로 하는 수익사업이 아니라 농업기술력 보급 및 보조의 공공사업이며, 농기계 구입비, 관련 인건비, 관리비, 수리비, 감가상각비 등 관련 비용과 보관 창고, 실습포장 등 시설 및 면적, 증축 등과 관련된 모든 비용을 지원 예산 내에서 투입하여야 하기 때문이다.

또한 투입요소인 임대사업 담당인력은 직종별로(별정직, 지도직, 공업직, 기능직, 계약직, 기간제근로자, 기타) 구분 없이 임대사업과 관련하여 현재 투입되고 있는 모든 인력의 수로 하였다. 이는 담당공무원의 경우 지자체 및 센터 별로 차이는 있지만 농기계 운전 및 수리, 교육과 같은 전문기술능력이라는 한계와 지역 내의 분점 및 지점 운영, 순회수리교육 등 임대사업 이외의 농기계 관련 사업에 따른 담당 인력부족을 계약직 및 기간제 등의 형태로 보완하고 있는 실정이며, 실제로 모든 담당 인력이 임대사업에 투입되어 운영되고 있기 때문이다.

산출요소에서 지역별 사업 수혜면적, 임대 이용실적, 고객 만족도 등이 산출요소로 활용될 수 있지만, 이에 대한 정보 및 자료가 지역별로 상이하거나 부족하여 제외하였

Table 1. Descriptive Statistics of Variable.

Statistics	Input variable		Output variable
	Fund & Budget	Numbers of personnel	Rental receipts
Average	2,303,535,243.9	4.30	39,225,000.0
Max	16,200,000,000.0	13	178,984,000.0
Min	250,000,000.0	1	1,185,000.0
Standard deviation	2,500,035,596.0	2.29	29,524,765.3
Coefficient of variation	108.5	53.2	75.3

고, 임대 수입금의 경우 공공사업의 성과를 측정할 수 있는 자료이기 때문에 산출요소로 선정하였는데, 임대 농기계의 관리 및 유지·보수의 개념으로 지역별, 기종별 산정 기준이 다르지만 농기계 구입비의 1~5% 내외로 하여 책정하고, 세외수입 등의 형태로 이용하여 사업비로 전환하여 사용하고 있기 때문에 공공사업인 임대사업의 수익성을 간접적으로 나타내기 때문이다.

투입·산출 변수의 기술통계량을 살펴보면, 각 시·군별 농업기술센터의 농기계 임대사업은 평균 약 2,303백만원(변이계수 108.5%)의 투자비용과 평균 약 2.3명(변이계수 53.2%)의 담당인력을 투자하여 39백만원(변이계수 75.3%)의 임대 수입금을 산출하는 것으로 나타났다.

2. 분석방법

DEA모형을 이용하여 농기계 임대사업을 시행하는 시·군 농업기술센터의 효율성을 아래와 같은 절차로 평가하였다.

첫 번째, 시·군 농업기술센터의 특성요인을 고려하지 않고 전체를 하나의 그룹으로 간주하고 효율성을 평가하고 검토한다.

두 번째, 산출지향(산출최대화)은 투입요소의 조합을 통해 생산하는 DMU의 산출물수준을 유지하면서 투입요소의 사용량을 얼마나 줄일 수 있는 가를 파악하고자 하는 경우를 투입지향(투입최소화)라고 하며, DMU에 의해서 사용된 투입요소의 수준이 주어졌을 때, 달성해야 할 산출수준을 파악하고자 함

세 번째, BCC모형의 규모수익가변(VRS)인 경우를 가정하고 효율성을 평가하고 검토한다.

산출지향 DEA모형으로 효율성을 평가하고자 하는 이유는 투입지향모형은 산출수준은 유지하면서 투입요소 사용량의 비례감소로 기술적 효율성을 계산하는 것이고, 산출지향모형은 투입수준은 유지하면서 산출물생산의 비례증가로 기술적 효율성을 계산하는 것이기 때문이다.

DEA를 이용한 경영 효율성 분석에 있어서 CCR모형으로는 농기계 임대사업을 시행하고 있는 시·군 농업기술센터의 순수기술효율성 측정이 가능하다. 또한 CCR모형과 BCC모형을 이용하여 규모효율성 측정이 가능하며, 규모수익의 유형을 측정할 수 있다. 또한 준거집단 및 참조횟수의 경우로 벤치마킹의 대상을 선정할 수 있다.

분석은 SPSS 18.0 및 EnPAS(효율성 및 생산성분석시스

템) 프로그램을 이용하였다.

3. 자료포락분석(DEA) 모형의 이론적 고찰

효율성을 측정하는데 사용되는 일반적인 기법으로는 비율분석법(ratio analysis)이란 전통적인 성과측정방법으로서 재무제표를 이용하여 각 사업단위의 재무상태 및 영업실적 등을 평가하는 기법으로 원인보다는 결과에 초점을 두는 것이며, 모수적 접근법(parametric approach)이란 계량경제학적인 접근방법으로 대표적인 방법은 Cobb-Douglas 생산함수와 Translog 생산함수이다. 비모수적 접근법(non-parametric approach)이란 생산 가능 집합에 적용되는 몇 가지의 기준 하에서 평가대상의 경험적인 투입요소와 산출물간의 자료를 이용해 경험적 효율성 프론티어를 평가대상으로 비교하여 평가대상의 효율치를 측정하는 방법이다. DEA모형은 Fallel(1957)에 의해 개발된 한 종류의 투입요소를 사용하여 한 종류의 산출물을 생산하는 시스템의 기술효율성을 측정하기 위한 모형을 기초로 하여 Charness 등(1978)에 의해 다변량·다투입·다산출의 기술효율성을 측정할 수 있는 일반화된 수학적 모형 등이 있다. 이들 기법 중 의사결정단위(Decision Making Unit, DMU)¹⁾의 상대적 즉 준거집단(reference group)이 되는 다른 유사 조직들과의 비교를 통해 조직의 효율성을 측정하는 것으로 효율성을 측정하기 위해 개발된 DEA (data envelopment analysis)모형은 선형계획법(linear programming method)을 적용하여 결정적 생산 프론티어를 도출하고 이로부터 비효율성 정도를 측정하는 방법으로 경영활동의 성과를 평가하기 위한 효과적인 방법이다.

DEA모형은 크게 CCR(Charnes, Cooper and Rhodes, 1978)모형과 BCC(Banker, and Charnes and Cooper, 1984)모형으로 분류할 수 있으며 투입요소에 초점을 두는가, 산출물에 초점을 두는가에 대하여 투입지향(input oriented)과 산출지향(output oriented)으로 구별된다.

CCR모형은 DEA모형의 기본모형으로 모든 비교대상

1) 평가대상이 되는 단위를 의사결정단위(DMU)라 부르는데 각 DMU는 여러 가지 투입요소를 사용하여 다양한 산출물을 생산하는 책임 중심점으로서 병원, 학교, 법원, 군부대, 도서관, 은행을 비롯한 금융기관, 공공기관 등을 대상으로 한다. DMU선정시 지켜야 할 원칙으로는 ①각 DMU간에는 그 성격이 유사하여야 하고, 투입요소와 산출요소를 통제할 수 있는 경제주체이어야 하며, ②평가대상이 되는 DMU의 수는 추정된 효율성 값이 신뢰도를 확보할 수 있도록 충분히 커야 한다.

DMU들의 효율성(각각의 투입물 가중합계에 대한 산출물 가중 합계의 비율)이 1보다 작거나 같고, 각 투입요소와 산출요소의 가중치들은 0보다 크다는 단순한 제약조건하에서 평가하고자 하는 DMU의 효율성을 극대화하는 선형계획모형이다. 그런데 CCR모형은 규모에 대한 보수불변(constant returns to scale, CRS)이라는 가정하고 있기 때문에 효율성 점수는 기술적 성과와 규모효과에 의한 성과가 결합된 형태로 나타나는 한계가 있으며 규모의 효율성과 순수한 기술적 효율성을 구분하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 이에 대하여 Banker 등(1984)에 의하여 개발된 BCC모형은 CCR모형에서 가정하는 규모의 보수불변을 완화하여 규모에 대한 보수가변(variable returns to scale, VRS)이라는 가정을 적용하고 불록성 필요조건을 추가한 모형으로서, 변동효과를 통제함으로써 기술적 성과를 분리하여 측정할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 BCC모형의 효율성 점수는 규모의 효과를 배제한 생산단위들의 기술적 성과를 나타내는 것이라고 볼 수 있다.

가. CCR모형

DMU는 전부 n 개가 있다고 가정하고, 또한 각 DMU_k ($k = 1, 2, 3, \dots, n$)는 같은 투입·산출항목을 갖고 있으며, m 개의 투입물을 $x \in R^m$ 을 사용하여 p 개의 산출물 $y \in R^p$ 을 생산하고 있고, 생산기술은 규모에 대한 보수불변이라고 가정하면 n 개의 DMU 집합에 대한 산출물 생산가능집합은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(x_k) = (y) : y_k \leq Y\delta, x_k \geq 0, \delta \in R_+^n$$

위 식에서 각 기호의 의미는 다음과 같다.

$$x_k = [x_{1k}, x_{2k}, \dots, x_{mk}]^T : k\text{번째 사업체의 투입물 벡터}(m \times 1)$$

$$y_k = [y_{1k}, y_{2k}, \dots, y_{pk}]^T : k\text{번째 사업체의 산출물 벡터}(p \times 1)$$

$$X = [x_1, \dots, x_k, \dots, x_n] : \text{투입물의 행렬}(m \times n)$$

$$Y = [y_1, \dots, y_k, \dots, y_n] : \text{산출물의 행렬}(p \times n)$$

δ : 생산행위에 부여되는 가중치벡터($n \times 1$)

T : 전치벡터

위의 가정하에 K 번째 DMU_k 의 기술효율을 측정하기 위한 CCR모형은 다음과 같이 정식화된다.

$$\begin{aligned} & \max \quad \eta \\ \text{subject to} \quad & x_k - X\delta \geq 0 \\ & \eta y_k - Y\delta \geq 0 \\ & \delta \geq 0 \end{aligned}$$

단, η 는 선형계획법의 목적함수의 해임(기술효율)

위의 선형계획모형이 최적해 η^* 는 $\eta^* \geq 1$ 이므로 $\eta^* = 1$ 인 경우 K 번째 사업체는 효율적인 경영으로 판단되며 그 외의 경우는 비효율적인 경영으로 판단되기 때문에 η^* 가 1보다 클수록 비효율적 경영이 된다.

나. BCC모형

DEA 특징의 하나는 생산가능 집합의 조건들 가운데 δ 의 총합에 대하여 하한과 상한의 존재범위($L \leq \delta \leq U$)를 다양한 설정에 의해 DEA의 생산가능집합을 변경할 수 있다. CCR모형에서의 δ 의 존재범위는 $(L, U) = (0, \infty)$, 즉 δ 에 관한 제약을 $\delta \geq 0$ 으로 설정하였으나 BCC모형에서는 이를 보다 제한하여 $(L, U) = (1, 1)$ 로 설정하여 기술효율을 측정하는 것이다.²⁾ 이 두 가지 제약의 차이는 규모에 대한 보수에 관한 가정으로 CCR모형은 규모에 대한 보수불변을 가정한 모형이지만 BCC모형은 규모에 대한 보수가변을 가정한 모형이다. 따라서 BCC모형의 생산가능 집합은 생산기술이 규모에 대한 보수불변, 증가, 감소하는 영역을 모두 포함할 수 있다는 가정 하에서 구축되므로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(x_k) = (y) : y_k \leq Y\delta, x_k \geq X\delta, e^T\delta = 1, \delta \in R_+^n$$

단, $e = [1, \dots, 1]^T$ 이다

그러므로 K 번째 DMU_k ($k = 0, 1, 2, 3, \dots, n$)의 기술효율(순수기술효율)을 측정하기 위한 BCC모형은 CCR 모형에 대하여 $e^T\delta = 1$ 의 제약을 부과한 것으로 다음과 같이 정식화 할 수 있다.

$$\max \quad \eta$$

2) δ 의 존재범위를 $L=0, U=\infty$ 로 설정할 경우 CCR 모형. $L=1, U=\infty$ 의 경우 규모에 대한 보수 증가형 모형. $L=0, U=1$ 의 경우 규모에 대한 보수 감소형 모형. $L=1, U=1$ 의 경우 BCC 모형이 된다.

$$\begin{aligned} \text{subject to } & x_k - X\delta \geq 0 \\ & \eta y_k - Y\delta \geq 0 \\ & e^T \delta = 1 \\ & \delta \geq 0 \end{aligned}$$

위의 식은 제약식($e^T \delta = 1$)을 포함하고 있으므로 위의 식에 의해 계측되는 기술효율은 순수기술효율이 된다.

다. 규모효율

CCR모형에서 얻은 기술효율과 BCC모형에서 얻은 기술효율의 비율로 계측할 수 있는 규모효율은 다음과 같은 BCC모형의 쌍대문제의 ξ 부호와 DMU_k 의 규모효율 사이에 밀접한 관계가 있다.

〈BCC모형의 쌍대 문제〉

$$\begin{aligned} \min \quad & Z = v^T x_k + \xi \\ \text{subject to } & u^T y_k = 1 \\ & v^T x_k - u^T y_k + \xi e^T \geq 0 \\ & v \geq 0, u \geq 0 \end{aligned}$$

단, $\xi = -\xi_1 + \xi_2$ 이고 부호의 제약은 없고 δ 에 대한 쌍대 변수

u 는 산출물에 부여되는 가중치벡터이고,
 v 는 투입요소에 부여되는 가중치벡터

즉, BCC모형에서 효율적인 프론티어에 있는 경영활동만 고려할 경우, 아래식이 최적해(Z^*, v^*, u^*, ξ^*)에서 ξ^* 의 최소값을 ξ^{*s} 로 ξ^{*l} 로 표기하면 Banker와 Thrall이 증명했듯이 ξ 와 규모효율성 사이에는 다음과 같은 관계가 성립한다.

- ① $\xi^{*s} < \xi^{*l} \leq 0$ 또는 $\xi^{*s} = \xi^{*l} < 0$ 이라면, 규모효율은 증가형(규모에 대한 보수 증가)
- ② $\xi^{*s} < 0 < \xi^{*l}$ 또는 $\xi^{*s} = \xi^{*l} = 0$ 이라면, 규모효율은 불변형(규모에 대한 보수 불변)
- ③ $0 \leq \xi^{*s} < \xi^{*l}$ 또는 $0 < \xi^{*s} = \xi^{*l}$ 이라면, 규모효율은 감소형(규모에 대한 보수 감소)

III. 결과 및 고찰

농기계 임대사업의 효율성을 분석한 결과는 다음 Table 2와 같다.

DEA분석 결과로 먼저 규모수익에 대한 결과를 보면 유형이 규모수익불변(CRS)인 센터가 6개(7.3%), 규모수익체감(DRS)인 센터가 43개(52.4%), 규모수익체증(IRS)인 센터가 33(40.2%)인 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 임대사업에 대한 투입요소 면에서 과잉투자 되어 있는 현실과 또한 투입요소에 대한 산출요소가 상대적으로 적다는 것을 반영하고 있다고 볼 수 있다. 즉, 임대료 수입금을 확보함으로써 확보한 것 이상으로 규모 수익을 늘릴 수 있는 곳이 많음을 의미한다.

규모수익이 CRS인 센터는 규모수익 측면에서 상대적으로 효율적으로 운영되고 있다는 것을 말하며, IRS인 센터는 투입요소 증가에 대해 산출물의 증가비율이 더 크므로 산출물의 증가에 노력하는 것이 전체기술효율을 높일 수 있고, 규모의 비효율성을 개선하기 위한 방안이 될 수 있다. DRS인 센터는 투입요소 증가에 대해 산출물의 증가비율이 많이 작으므로 투입요소의 감소에 노력을 기하는 것이 전체기술효율을 높일 수 있고 규모의 비효율성을 개선하기 위한 방안이 될 수 있다. 또한 규모의 비효율성을 개선하기 위해서는 산출물의 규모축소 및 통제에 노력할 필요가 있음을 의미하며, 이는 일정량의 산출물 감소가 더 큰 비율의 투입물 감소로 이루어 질 수 있기 때문이지만, 현실적으로 임대사업 실시와 관련하여 센터에서 선택하기에는 한계가 있을 것으로 판단된다.

Table 3에서는 DMU별 기술적 효율성(TE, CRS 가정), 순수 기술적 효율성(PTE, VRS 가정), 규모효율성(SE)과 규모수익 분석결과의 데이터를 제공한다. CCR모형으로 대변되는 전체기술효율은 평균 0.317(변이계수 77.9%)로 나타나 31.7%의 효율을 이루고 있음을 의미하는 반면, 68.3%의 비효율이 존재하고 있음을 의미한다. BCC모형으로 대변되는 순수기술효율은 평균 0.361(변이계수 75.8%)로 나타나, 36.1%의 효율을 이루고 있음을 의미하는 반면, 63.9%의 비효율이 존재하는 것을 의미한다. 또한 규모의 효율성은 평균 0.887(변이계수 15.3%)로 나타나 이는 88.7%의 효율이 존재하는 반면에 11.3%의 비효율이 남아 있음을 의미하며, 이 11.3%의 비효율을 개선한다면 그 개선된 만큼의 규모의 효율성을 증가시킬 수 있다는 의미이다. 따라서 이러한 비효율이 존재하므로 이를 개선 및 조정이 이루어진다면 그 만큼의 수익증가 가능성이 있음을 알 수 있다.

농기계 임대사업 시행 지자체 시·군농업기술센터 사이

Table 2. Result of efficiency for agricultural machinery rental system.

DMU	CRS	VRS	SE	RS	DMU	CRS	VRS	SE	RS
1	0.55	0.56	0.97	DRS	42	0.16	0.17	0.95	DRS
2	1.00	1.00	1.00	CRS	43	0.56	1.00	0.56	IRS
3	0.01	0.02	0.54	DRS	44	0.48	0.51	0.93	DRS
4	0.39	0.40	0.99	DRS	45	0.31	0.47	0.67	DRS
5	1.00	1.00	1.00	CRS	46	0.20	0.20	0.98	IRS
6	0.46	0.52	0.87	IRS	47	0.23	0.23	1.00	CRS
7	0.17	0.18	0.99	DRS	48	0.54	0.58	0.93	IRS
8	0.42	0.42	0.99	DRS	49	0.56	0.60	0.93	DRS
9	0.23	0.27	0.83	DRS	50	0.16	0.17	0.98	IRS
10	0.14	0.14	1.00	IRS	51	0.28	0.33	0.87	IRS
11	0.39	0.40	0.98	IRS	52	0.20	0.21	0.96	IRS
12	0.15	0.18	0.84	DRS	53	0.38	0.40	0.94	DRS
13	0.29	0.32	0.88	DRS	54	0.87	1.00	0.87	IRS
14	0.33	0.39	0.85	IRS	55	0.08	0.11	0.72	DRS
15	0.22	0.28	0.79	DRS	56	0.14	0.15	0.91	DRS
16	0.12	0.12	0.99	DRS	57	0.25	0.25	0.99	DRS
17	0.54	0.56	0.98	IRS	58	0.23	0.23	1.00	DRS
18	0.17	0.35	0.50	DRS	59	0.50	0.53	0.95	IRS
19	0.38	0.44	0.87	DRS	60	0.06	0.07	0.93	IRS
20	0.26	0.46	0.57	DRS	61	1.00	1.00	1.00	CRS
21	0.05	0.05	0.93	IRS	62	0.27	0.29	0.95	DRS
22	0.83	1.00	0.83	DRS	63	0.14	0.15	0.91	DRS
23	0.21	0.22	0.96	IRS	64	0.22	0.27	0.80	IRS
24	0.33	0.38	0.86	DRS	65	0.30	0.30	1.00	IRS
25	0.15	0.16	0.96	IRS	66	0.10	0.22	0.45	DRS
26	0.16	0.22	0.71	DRS	67	0.13	0.18	0.72	IRS
27	0.01	0.01	0.97	IRS	68	0.22	0.23	0.98	IRS
28	0.27	0.29	0.94	DRS	69	0.11	0.12	0.93	IRS
29	0.78	1.00	0.78	IRS	70	1.00	1.00	1.00	CRS
30	0.26	0.26	1.00	IRS	71	0.22	0.23	0.94	DRS
31	0.17	0.36	0.48	DRS	72	0.29	0.42	0.68	IRS
32	0.53	0.62	0.85	IRS	73	0.12	0.13	0.94	DRS
33	0.44	0.50	0.88	DRS	74	0.13	0.14	0.94	DRS
34	0.04	0.04	0.99	IRS	75	0.27	0.27	1.00	DRS
35	0.24	0.24	1.00	DRS	76	0.18	0.18	1.00	CRS
36	0.06	0.06	0.99	DRS	77	0.10	0.12	0.81	DRS
37	0.38	0.39	0.99	DRS	78	0.81	0.93	0.87	IRS
38	0.04	0.05	0.87	DRS	79	0.68	0.68	1.00	IRS
39	0.14	0.16	0.86	IRS	80	0.10	0.10	0.99	DRS
40	0.28	0.30	0.95	IRS	81	0.06	0.06	0.99	IRS
41	0.38	0.45	0.83	DRS	82	0.43	0.61	0.70	DRS

Table 3. Status of efficiency for agricultural machinery rental system.

Statistics	Technical efficiency	Pure technical efficiency	Scale efficiency
Average	0.317	0.361	0.887
Standard deviation	0.247	0.274	0.135
Coefficient of variation	77.9	75.8	15.3
Efficient ratio	4(4.9%)	8(9.8%)	13(15.9%)

Table 4. Distribution of efficient value.

Efficient value	CCR	BCC	Scale effectiveness
1	4(4.9%)	8(9.8%)	13(15.9%)
0.9~1	0(0.0%)	1(1.2%)	37(45.1%)
0.8~0.9	3(3.7%)	0(0.0%)	18(22.0%)
0.7~0.8	1(1.2%)	0(0.0%)	6(7.3%)
0.6~0.7	1(1.2%)	3(3.7%)	2(2.4%)
0.5~0.6	7(8.5%)	8(9.8%)	3(3.7%)
<0.5	66(80.5%)	62(75.6%)	3(3.7%)
Total	82(100.0%)	82(100.0%)	82(100.0%)

Table 5. Reference set and counting.

DMU	Index of deficit	Reference set*	Reference counting	DMU	Index of deficit	Reference set	Reference counting
1	43.8	2,70	0	42	83.2	70	0
2	0.0	2	14	43	0.0	43	0
3	98.1	70	0	44	48.7	70	0
4	60.2	70	0	45	53.0	70	0
5	0.0	5	15	46	79.6	29,54,70	0
6	47.5	29,54,70	0	47	77.3	61	0
7	82.5	5,22,70	0	48	42.5	5,29,70	0
8	57.9	2,70	0	49	40.4	5,22,70	0
9	72.8	70	0	50	83.5	2,54,70	0
10	85.6	2,54,70	0	51	67.1	29,54,70	0
11	59.9	5,29,70	0	52	79.5	29,54,70	0
12	82.0	22,70	0	53	59.6	5,22,70	0
13	67.6	70	0	54	0.0	54	24
14	61.1	29,54,70	0	55	89.5	22	0
15	72.4	22,70	0	56	84.8	70	0
16	88.1	70	0	57	75.2	2,70	0
17	44.5	5,29,70	0	58	76.8	5,22,70	0
18	64.8	70	0	59	47.0	2,54,70	0
19	56.3	5,22,70	0	60	93.5	5,29,70	0
20	53.8	22,70	0	61	0.0	61	2
21	94.5	29,54,70	0	62	71.3	70	0
22	0.0	22	15	63	84.8	70	0
23	78.4	29,54,70	0	64	72.8	29,54,70	0
24	61.8	22,70	0	65	69.8	2,54,70	0
25	84.1	29,54,70	0	66	78.2	70	0
26	77.7	70	0	67	82.3	29,54,70	0
27	98.9	29,54,70	0	68	77.3	5,29,70	0
28	71.1	5,22,70	0	69	88.5	5,29,70	0
29	0.0	29	22	70	0.0	70	71
30	73.8	2,54,70	0	71	76.8	5,22,70	0
31	64.0	70	0	72	57.6	29,54,70	0
32	38.2	29,54,70	0	73	86.8	70	0
33	49.7	70	0	74	85.9	5,22,70	0
34	95.8	2,54,70	0	75	73.4	2,70	0
35	75.8	2,70	0	76	82.1	61	0
36	94.4	2,70	0	77	87.9	22,70	0
37	61.2	70	0	78	6.6	29,54,70	0
38	94.8	70	0	79	31.6	2,54,70	0
39	84.3	29,54,70	0	80	90.1	5,22,70	0
40	70.2	29,54,70	0	81	94.3	2,54,70	0
41	54.9	70	0	82	38.5	70	0

* Reference Group No is DMU No.

의 효율성 격차를 나타내는 표준편차를 살펴보면 순수기술 효율성 표준편차가 규모효율성 표준편차보다 큰 것으로 나타났다. 따라서 각 농업기술센터의 효율성에 대하여 규모 효율성보다 순수 기술효율성이 미치는 영향이 더 크다는 것을 의미하므로 사업 시행 센터의 경영개선을 위해서는 단순히 규모 확대만을 목적으로 할 것이 아니라, 순수기술 효율성 개선을 위한 노력이 우선으로 되어야 한다는 점을 시사해 준다.

효율성 값 범위에 따른 센터 수를 살펴보면 Table 4와 같다. 효율성 값이 1인 효율적인 센터는 CCR모형에서는 4개(4.9%), BCC모형에서는 8개(9.8%), 규모 효율성은 13개(15.9%)의 센터가 효율적인 것으로 나타났다.

DEA에 있어서는 준거집단의 존재가 각 DMU의 효율성과 비효율성의 정도 그리고 비효율적인 부문이 준거집단을 통해서 상대적으로 측정되기 때문에 중요한 의미를 지니는데, 서로 다른 준거집단을 갖고 있는 DMU들을 같은 척도로 비교할 수 없다는 뜻이다. 또한 준거집단은 비효율적인 조직의 관리향상을 위해 벤치마킹의 대상이 된다는 점에서 의의를 갖는데, 그것은 준거집단이 되는 DMU는 피평가 DMU와 투입 및 산출구조에 있어서 비교적 동질성을 가지는 집단들로 구성되기 때문에 효율적으로 판명된 DMU의 효율성 점수의 신뢰되는 참조횟수에 따라 판단할 수 있고, 준거집단으로 출연한 횟수가 많은 DMU일 수록 효율적일 가능성이 높다는 것이다.

Table 5는 준거집단과 참조횟수를 나타낸 것으로 DMU-70은 참조횟수가 71회로 DMU-54는 24회, DMU-29는 22회, DMU-5는 15회, DMU-22는 15회, DMU-2는 14회, DMU-61은 2회로 다른 DMU와 비교하여 가장 많은 곳으로 나타났다. 효율적이라고 분석된 센터들이 최소한 2회 이상 참조되고 있다는 점에서 유사조직들과 여러 번의 상대평가를 거쳐 효율적인 센터로 측정된 것이라고 할 수 있다. 또한 비효율적 센터가 벤치마킹해야 할 효율적 센터의 정보를 제공하고 있는데, 예를 들어 No.1(DMU-1)의 경우 준거집단이 No.2 (DMU-2)와 No.70(DMU-70)을 벤치마킹하여야 한다는 것이다.

산출부족분 지수는 목표치(투영치)를 바탕으로 효율성 개선을 위한 산출부족분의 정도를 수치화한 것으로, 상대적으로 비효율적인 센터가 얼마나 산출 혹은 투입요소를 조정해야 효율성 값 1을 얻을 수 있는지를 확인할 수 있는데, 본 연구에서는 산출요소인 임대 수입금이 지수만큼 개

선되어야 하는 것으로 나타났다. 예를 들어 No.1(DMU-1)의 경우 임대 수입금이 현재보다 43.8% 더 늘어날 수 있도록 개선할 경우 효율적 경영을 할 수 있게 되는 것이다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 자료포락분석(DEA)모형을 이용하여 농기계 임대사업의 경영효율성을 시·군 농업기술센터별로 측정하고 분석대상 및 변수선정에는 지방자치단체 시·군농업기술센터 82개소를 분석대상으로 하였으며, 변수선정에는 투입요소는 투입비용과 담당인력, 산출요소는 임대수입금으로 하여 그 결과로 효율성과 비효율성을 비교하여 개선 방안을 검토하고 농기계 임대사업의 효율적인 운영방안을 모색하고자 하였다. 농기계 임대사업을 시행하고 있는 시·군 농업기술센터의 사업 실적 자료를 이용하여 DEA 모형의 산출지향의 BCC 모형을 적용하여 효율성 수준을 평가하였고, 준거집단 및 참조횟수를 통해 벤치마킹 대상을 찾고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 농기계 임대사업을 시행하고 있는 시·군 농업기술센터의 현재 사업 투자비 대한 산출량에서 CCR모형 68.3%, BCC모형 63.9%의 비효율성을 갖고 있는 것으로 나타났다. 임대 수입금 수준을 증가시키면 비효율성을 모형별 63.9~68.3% 정도 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다. 또한 현재 규모의 비효율이 개선되고 있는 상황에서 사업 투자비와 담당인원 등의 투입요소의 규모를 감소시킨다면 효율성을 11.3%정도 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다.

둘째, 농기계 임대사업 시행 농업기술센터의 운영효율성에 규모효율성 보다 기술효율성이 미치는 영향이 더 크기 때문에 운영개선을 위해서는 단순히 임대 수입금의 규모 확대만을 목적으로 할 것이 아니라, 과잉 투자된 지원 사업비 및 예산과 담당인력의 조정 등 기술효율성 개선을 위한 노력도 같이 이루어져야 할 것이다.

셋째, 농기계 임대사업 시행 농업기술센터 중 규모수익 불변(CRS)인 센터가 6개(7.3%), 규모수익체감(DRS)인 센터가 43개(52.4%), 규모수익체증(IRS)인 센터가 33(40.2%)인 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때, 임대사업이 가지는 공공사업이라는 성격과 투입요소 면에서 상대적으로 과잉투자 되어 있는 현실과 투입요소에 대한 산출요소가 상대적으로 적다는 것을 반영하고 있다고 볼 수 있다. 즉, 임대료 수입금의 질적 확대를 통하여 산출요소로 확보함

로써 확보한 것 이상으로 규모 수익을 늘릴 수 있는 곳이 많음을 의미한다.

넷째, 농기계 임대사업을 효율적으로 운영하고 있다고 분석된 농업기술센터 가운데 참조횟수 순으로 DMU-70(71회), DMU-54(24회), DMU-29(22회), DMU-5(15회), DMU-22(15회), DMU-2(14회), DMU-61(2회) 농업기술센터가 준거집단 투입요소 및 산출요소의 조합에 있어서 비효율적인 기관들이 벤치마킹의 대상으로 삼아야 할 센터들이라는 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구의 한계로는 투입 및 산출 요소 선정에서 분석을 위해 제한된 자료를 이용하였고, 설문 또는 방문 조사를 통한 자료를 이용하다 보니 정확한 응답이 이루어지지 않은 지역은 조사에서 제외되어 농기계 임대사업을 시행하고 있는 전체 농업기술센터에 대한 분석이 이루어지지 않았다는 것이다. 국비 지원 사업으로 시작된 2003년 이전부터 지자체 또는 센터별로 이미 사업을 시작했거나 농기계 임대 은행 사업도 포함되어 있는 곳이 있기 때문에 지자체 또는 센터별로 투자비의 차이가 큰 경우와 이러한 부분을 구분하여 분석하지 않은 한계가 있다. 또한 2010년 또는 2011년에 사업을 시작한 지자체 농업기술센터의 경우 사업에 대한 투자는 이루어졌지만 아직 시행되지 않거나 준비중인 관계로 분석에서 제외되는 경우도 있었기 때문에 향후 연구에서는 투입 및 산출요소 선정에 있어서 보다 객관적이고 정확한 자료를 이용한다면 농기계 임대사업에 대한 운영효율성의 종합적이고 과학적인 분석 이루어질 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문이 작성될 수 있도록 협조해 주신 모든 분들께 감사의 뜻을 표현합니다.

참고 문헌

Ahn SD, Kang BK, Ahn JY. 2009. An analysis of the managerial efficiency of processed foods business at local primary agricultural cooperatives using the DEA model. *The Korean Journal of Cooperative Studies*. 26(2): 43-66. [in Korean]

Cho HS, Moon SH. 2007. Evaluation of relative efficiency of local sewage systems - Evidence from DEA and Tier analysis. *The Korea Local Administration Review*. 21(1):

123-151. [in Korean]

Jang CY, Choi IK, An JJ. 2008. Relative efficiency evaluation of local government's agricultural extension services: Focused on the Gyeongsangbukdo's Agricultural Technology Centers. *Korean Local Government Review*. 10(3): 139-165. [in Korean]

Ji YN, Moon TH, Sohn SY. 2004. The relative efficiency of loan projects of information technology promotion fund is measured using Data Envelopment Analysis. *Journal of Technology Innovation*. 12(1): 25-48. [in Korean]

Kang CY. 1999. Agricultural post-service system improvement. *Korea Rural Economic Institute*. 22(1): 97-110. [in Korean]

Kang CY. 2003. A study on the promotion of agricultural machinery lease. 10(1): 110-171. *Korea Rural Economic Institute*. [in Korean]

Kang JI. 1988. Prospects and challenges of agricultural mechanization. *Korea Rural Economic Institute*. 15: 38-63. [in Korean]

Kang JI. 1991. Agricultural mechanization long-term policy direction of the business. *Korea Rural Economic Institute*. 36(3): 20-43.

Kang JW. 2001. Survey on the Maintenance of Agricultural Machinery for Periodic Inspections. *Hankyong National Univ., Ansong, Korea*. [in Korean]

Kim CK. 2004. Efficient Utilization of Agricultural Machinery, and Research on Control Measures. *Hankyong National Univ., Ansong, Korea*. [in Korean]

Kim SE, Kim JS. 2011. A study of the operational efficiency of APC. *Journal of Agriculture & Life Science*. 45(5): 127-143. [in Korean]

Lee SC, Suh YH, Park SC, Moon JY. 2009. The performance evaluation on unique business of public enterprise using the DEA model. *Journal of The Korean Society for Quality Management*. 37(3): 65-73. [in Korean]

Sin SY, Kang CH, Yun JH, Jang YS. 2006. A guideline for the agricultural machinery lease system. *Annual Report of National Institute of Agricultural Engineering, Rural Development Administration*. 37(5): 51-98. [in Korean]

Sin SY, Lee WO, Kim HK, Kang CH. 2006. Survey on the safety accident for agricultural machinery. *Conference Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery*. 13(3): 51-53. [in Korean]

Song BC, Cho BH, Won HS, Kim YS, Seo IH. 2008. Development of agricultural machinery rent project operation and reservation system. *Korean Society for Agricultural Machinery*. 12: 463. [in Korean]

Sohn SY, Joo YG. 2004. Data envelopment analysis and logistic model for BRAIN KOREA 21. *IE Interfaces*. 17(3): 249-260. [in Korean]

Song TM. 2008. Analysis of relative efficiency of smoking cessation clinics at health center. *Journal of the Korean Society of Health Information and Health Statistics*. 33(1): 21-32. [in Korean]

Park JH, Moon JB. 2010. An efficiency analysis using DEA for

national R&D program for regional industrial technology.
Journal of The Korean Industrial Economic. 23(4):
2047-2068. [in Korean]

Park JO. 2000. Professionalism of Agricultural Machinery
Maintenance Personnel. Hankyong National Univ., Ansong,
Korea. [in Korean]