

MANAGEMENT&ECONOMICS

Forestry management efficiency analysis based on Forestry Household Economy Survey and Forestry Management Survey

Byung Min Soon^{1*}, Su Min Cho¹, Soo Yeon Kwak², Dae Ik Kang³

¹Department of Agricultural Economics, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Government and Public Research, Gallup Korea, Seoul 03167, Korea

³ICT Management and Statistics Division, Director for ICT Management and Statistics Division, Korea Forest Service, Daejeon 35208, Korea

*Corresponding author: soonbm@cnu.ac.kr

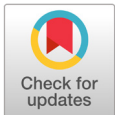
Abstract

This study aimed to analyze management efficiency to increase forestry income and competitiveness. We used the Forestry Household Economy Survey to generate a ratio of input and output. Eight sectors were considered: silviculture/logging, gathering (e.g., pine mushroom), chestnut tree cultivation, astringent persimmon tree cultivation, nut tree cultivation, mushroom cultivation, material for landscape, and other cultivations. Data Envelopment Analysis (DEA) was used to calculate management efficiency for these eight sectors in the forestry market. Moreover, a bootstrap DEA was also used to overcome the sample size and achieve relative efficiency that the normal DEA does not show. We found that silviculture/logging, mushroom cultivation, and material for landscape are relatively efficient sectors among the eight sectors. Bootstrap DEA results show that silviculture/logging is relatively efficient compared to mushroom cultivation and material for landscape. We also used the Forestry Management Survey to compare the results with those of the Forestry Household Economy Survey. The results were not the same except for landscape. The reasons are that input or output data are different in the two surveys and the sample size is not the same in the two surveys. Nevertheless, our study can provide necessary evidence for forestry income improvement and management efficiency.

Key words: Bootstrap Data Envelopment Analysis (DEA), Data Envelopment Analysis, Forestry Household Economy Survey, Forestry Management Survey

Introduction

경영효율성 분석은 다양한 요소(노동, 자본, 투자 등)와 비교해 특정 산업이나 경영에서 효율적인 활동성과가 얼마나 이루어졌는지 상대적인 비교가 가능한 분석이다. 이를 통해 결과를 통한 투입 대비 효율적인 성과를 얻기 위해 어느 투입요소를 늘리거나 줄여야하는지를 파악할 수 있다. 농림축산 분야에서 농축산 분야는 경영효율성 분석이 다수 존재한다. 다양한 품목의 농가를 대상으로 하거나 업종별로 경영효율성 분석이 진행되었다. 하지만 임업 분야



OPEN ACCESS

Citation: Soon BM, Cho SM, Kwak SY, Kang DI. Forestry management efficiency analysis based on Forestry Household Economy Survey and forestry management survey. Korean Journal of Agricultural Science 50:155-166. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20230010>

Received: November 17, 2022

Revised: November 18, 2022

Accepted: February 23, 2023

Copyright: © 2023 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

효율성 분석은 아직 부족한 실정이다. 이에 임업의 중요성 및 성장성 파악이 점차 중요해짐에 따라 경영효율성 분석을 통한 업종별 효율성 분석이 요구된다.

임가경제조사와 임업경영실태조사는 임업 분야의 투입과 산출 자료를 얻을 수 있는 국가통계로 대표할 수 있는 조사이다. 그 중 임가경제조사는 임가 중심의 경제지표 조사가 이루어지는 대표적인 국가승인통계로, 전국의 임가를 대표할 수 있는 표본 임가 1,110가구를 대상으로 조사가 이루어진다. 임가의 소득 동향(임가소득, 임업소득, 임업외소득, 이전수입 등), 가계지출, 자산, 부채 등이 조사되며 임가경제조사의 결과는 임가의 경제 및 임업경영 실태를 정확히 파악함으로써 산림정책 수립 및 임업연구의 기초 자료로 활용된다.

본 연구의 목적은 임가경제조사를 이용하여 임업 경영효율성을 분석하는 것이다. 이를 위해 자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)을 활용하여 국내 임업의 경영효율성을 측정하고, 비효율적인 업종이 효율적인 경영으로 전환될 수 있는 정보 및 정책을 제시하고자 한다. 이를 위해 임가경제조사의 자료를 활용해 8개 업종별(육림/벌목업, 채취업[송이, 수액], 밤나무재배업, 뽕은감재배업, 수실류재배업, 버섯재배업, 조경재배업, 기타재배업)에 대한 투입과 산출 변수를 얻는다. 선행연구와의 차별성은 기존 임업 관련 경영효율성에 대한 선행연구는 자체 설문 조사 방식으로 자료를 수집한 반면 본 연구에서는 임업통계자료를 이용하여 분석하였다는 점이며 본 연구는 임업 통계 이용방안에 대한 기초자료로 활용될 것이다. 또한 일반적인 DEA에서의 표본 크기 한계를 극복하기 위해 통계적 분포를 도출할 수 있는 bootstrap DEA의 결과를 함께 제시한다.

이와 더불어 또 하나의 국가승인통계인 임업경영실태조사는 최근 임가경제조사에서 조사되는 업종과 동일하게 조사가 이루어지고 있다. 임업경영실태조사는 임가의 경영실태를 파악하기 위해 조사되기 때문에 투입비용 대비 산출과 같은 경영효율성 분석이 가능하다. 임가경제조사와 임업경영실태조사는 상호 연계하여 분석이 가능하기 때문에 두 조사 자료를 통한 경영효율성을 동시에 실시하여 임업통계의 대표적인 두 조사에 대한 시사점도 함께 제시하고자 한다.

본 연구는 다음과 같이 구성된다. 먼저 농림어업 부분의 DEA 선행연구를 살펴보고, 자료포락분석에 대한 방법론을 소개한다. 다음으로 선행연구를 바탕으로 변수 선정과 임가경제조사를 기반으로 한 DEA 결과를 제시한다. 끝으로 연구 결과 및 시사점을 제시하였다.

Review of previous research

DEA를 할 때 우선시되어야 하는 것은 투입과 산출 변수 선정이다. 본 연구는 임업을 대상으로 효율성을 분석하기 때문에 이와 유사한 산업에서 어떠한 투입과 산출 변수를 사용하였는지 선행적인 조사가 필요하다. 따라서 농업 부분의 선행연구와 함께 기존 임업 부분의 DEA를 이용한 선행연구를 바탕으로 사용되었던 변수를 조사하였다. 조사 결과를 바탕으로 본 연구에서 사용하고자 하는 투입과 산출 변수 선정은 Variable selection에서 제시하였다.

DEA를 활용한 농업, 축산업, 어업을 대상으로 한 효율성 분석 선행연구는 다수 존재한다(Table 1). Kim (1999)은 규모 확대를 통한 구조개선 정책의 효과에 대한 실증분석을 목적으로 수도권 지역의 농가를 대상으로 순기술 효율성과 규모효율성을 분석하였다. Lee 등(2001)은 사과 농가의 유기농업 효율성을 DEA 모델로 추정하고, 토빗 분석을 통해 효율적 유기농업의 특징을 분석하였다. Oh 등(2004)은 친환경농산물을 판매하는 전자상거래 조직의 기술적, 경제적 효율성을 분석하기 위해 DEA 기법을, 효율성 점수 추정을 위해 토빗분석을 활용하였다. Kim 등(2009)은 충남 홍성군 홍동면에서 유기농업 농가 경영의 기술효율성을 DEA 기법으로 측정하고, 토빗분석을 통해 효율성의 결정요인을 분석하였다. 이처럼 농업과 어업 부문에서는 다양한 품목의 농가를 대상으로 분석이 활발히 이루어졌다. Hong 등(2012)은 시·군농업기술센터의 농기계 임대사업의 경영효율성을 DEA모형으로 분석하고, 지역간 벤치마킹 모델을 선정했다.

Table 1. Review of previous research.

Author	Analysis	Output variable	Input variable
Lee et al. (2001)	Apply farmer	Production	Input cost
Oh et al. (2004)	Eco-friendly agricultural product	Income, revenue	Capital, number of worker, internet system cost
Kim et al. (2009)	Citrus farmer	Farm income	Input cost, quantity variable (harvest, labor cost)
Lim et al. (2015)	Grape farmer	Farm income	Cost variable
Kang and Park (2006)	Eco-friendly rice farmer	Rice production	Land, labor, capital
Jeong and Seo (2021)	Pear farmer	Production	Fertilizer cost, pesticide cost, labor cost
Kim et al. (2008)	Fishing industry	Profit	FTA cost, coastal state regulation, entrance fee
Hong et al. (2006)	Pepper farmer	Pepper production	Harvest, labor cost, capital input, fertilizer input, pesticide input
Lin et al. (2014)	Tomato farmer	Production	Harvest, working hours, capital input
Kim et al. (2011)	Hanwoo beef farmer	Income	Feed cost per 1 kg, month of age, facility automation, quality assurance
Won et al. (2013)	Chestnut farmer	Farm income	Harvest, management cost, material cost,
Lee et al. (2014)	Mushroom farmer	Production, product price	Land, labor, capital
Jang et al. (2014)	Forest products	Forest income	Fertilizer cost, pesticide cost, labor cost, energy cost

시장 개방에 따른 농업분야 DEA도 활발히 이루어졌다. Kim 등(2008)은 DEA 기법으로 한-미 FTA의 영향, 연안국 규제, 쿼터 확보 어려움, 입어로 부담, 조업경쟁여건 등을 고려하여 원양산업의 개별 업종에 대한 상대적 경영 효율성 수치를 산정하였다. Yeo와 Hong (2010)은 콤팩트-더글라스 확률적 프런티어 생산함수를 활용해 양봉농가의 양봉산물 생산의 생산효율성과 기술적 비효율성을 측정하고, 그 요인을 규명했다. Lim 등(2015)은 FTA 발효로 인한 포도 시장 개방 가속화에 따른 포도 농가의 생산효율성 분포 변화를 확인하기 위해 DEA 기법으로 시설 포도 농가 수준의 생산효율성을 추정하고, 커널밀도함수를 이용해 조사기간 동안 생산효율성 분포의 변화를 확인하였다. Lee 등(2016)은 해외 시장 개방화에 따른 감귤 산업의 영향을 알아보기 위해 효율성을 분석하기 위해 감귤 농가의 경영효율성을 DEA 기법으로 추정하고, 커널밀도함수를 이용하여 경영효율성의 분포가 시간의 흐름에 따라 어떻게 바뀌었는지를 확인하였다.

임업을 대상으로 한 경영효율성 분석은 다른 농림어업 부문 연구에 비해 상대적으로 일부 진행되었으며 관련 선행연구는 다음과 같다. Won 등(2013)은 DEA 기법을 이용하여 충남지역 밤나무 재배 임가를 대상으로 기술효율성, 순수기술 효율성, 규모효율성을 분석하였으며, 그 결과를 표준진단표 결과와 비교하였다. 이 연구에는 설문조사방식을 통해 얻고자 하는 투입 및 산출 자료를 확보하였다. Lee 등(2014)은 DEA 기법을 이용하여 표고버섯 재배 임가를 대상으로 기술효율성, 순수기술 효율성, 규모효율성을 분석하였으며, 주업과 겸업 재배 임가의 경영효율성을 비교분석하였다. 자료는 ‘표고버섯 경영 표준진단표’를 통해 얻은 투입과 산출요소를 이용하였다. Choi와 Lim(2017)은 자체 설문조사를 통해 자료를 수집하여 구릿대와 시호재배 농가를 중심으로 경영성과 및 경영효율성에 대한 분석을 실시하였다. 임업을 대상으로 한 경영효율성 분석 선행연구의 대부분은 자체 설문조사를 통해 자료를 수집하여 분석하였다.

선행연구 검토를 통해 임가 경영효율성을 분석하기 위해 선정되어야 할 변수에 대한 사전검토를 실행할 수 있다. 본 연구는 임가경제조사를 기반으로 변수를 선정하기 때문에 농림어업을 대상으로 한 DEA 선행연구 검토를 통해 투입과 산출 변수를 선정하였다. 변수의 선정 과정은 Variable selection에 제시하였다. 또한 본 연구는 임업통계 조사에서 발표하는 업종을 이용한 DEA는 아직 수행되지 않았다는 점에서 임업 관련 선행연구와의 차별성이 있다. 단, 효율성의 결정요인을 찾는 연구가 아니기 때문에 토빗분석을 실시하지 않았다.

Materials and Methods

자료포락분석(Data Envelopment Analysis, DEA)은 입업 경영효율성 분석을 위해 이용된다. DEA는 선형계획법을 적용해 의사결정단위의 효율성(decision making unit, DMU)을 다수의 투입물과 다수의 산출물을 이용해 상대적으로 비교하는 방법이다. 투입과 산출요소의 가중치를 이용해 한 업종의 상대적 효율성을 다른 업종들과 비교하여 결정한다. DEA의 효율성 측정결과는 생산적 효율성과 기술적 효율성으로 나타낸다. Farrell (1957)의 비모수적 효율성 측정과 Shephard (1970)의 거리함수 개념을 활용하여 동일한 생산을 하는 입업들의 효율성을 선형계획법 프로그램을 이용하여 나타낸다. 효율성 분석은 평가대상이 되는 모든 의사결정 단위들이 효율적 운영이 되도록 한다는 전제하에 DMU들을 효율적 단위와 비효율적 단위로 구별해준다. 또한, 비효율적 단위들이 효율적인 단위가 되기 위하여 벤치마킹을 할 수 있는 대상을 제시하고, 비효율적 단위들이 효율적 단위가 되기 위해 필요한 산출요소의 양에 대한 정보도 제공한다.

DEA의 특성은 비모수, 비통계적 기법이라는 점이다. DEA에서 비모수적 접근은 선형계획법에 근거한 효율성 측정방법으로 사전적으로 함수형태를 구체적으로 가정하고, 모수를 추정하지 않으며 생산가능집합에 적용되는 몇 가지 기준으로 평가대상의 효율성을 상대적으로 측정하는 것이다. DMU 간 효율성 차이를 산출할 수 있고, 정부규제나 생산 하부구조의 미비 등으로 인하여 기술적 비효율성이 지속되는 경우가 존재하기 때문에 DEA를 자주 이용한다(Kwon, 2019).

기본적인 DEA 모형인 Kwon (2019)과 같이 CCR (Charnes, Cooper and Rhodes)과 BCC (Banker, Charnes, and Cooper) 모형에서 나타내고자 하는 선형계획모형은 다음과 같다. 효율성 측정방법은 투입과 산출에 대한 공통의 가중치를 가정하지만 각각의 DMU들이 모두 만족하는 가중치를 얻는 것은 어렵다. DEA의 기본 모형은 CCR, BCC 모형의 원문제와 쌍대문제를 통해 추정이 가능하다.

$$\begin{aligned} \max \sum_{r=1}^s u_r u_{rk} & \quad (1) \\ \text{s.t.} \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_r u_{rj} & \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} & = 1, \\ u_r & \geq 0 \quad r = 1, \dots, s \\ v_i & \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \end{aligned}$$

x_{ij} 는 j 번째 DMU의 i 번째 투입요소 양, y_{rj} 는 r 번째 산출물의 양을 나타낸다. n, s, m 은 각각 DMU, 산출물, 투입요소의 양을 나타내고, u_r, v_r 는 결정변수로 투입과 산출의 가중치를 나타낸다. 쌍대이론(duality theorem)을 통한 효율성지표로는 투입물은 고정된 채 산출물 생산의 효율성을 도출하는 투입 기준 포락모형과 산출물은 고정된 채 투입물 사용의 효율성을 도출하는 산출 기준 포락모형이 있다.

다음은 산출 기준 포락모형을 통한 효율성지표이다.

$$\begin{aligned} \max_{(\theta, \lambda^1, \dots, \lambda^K)} \theta_V & \quad (2) \\ \text{s.t.} \theta_V y_m^j & \leq \sum_{k=1}^K \lambda^k y_m^k, \quad m = 1, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K \lambda^k x_n^k & \leq x_n^j, \quad n = 1, \dots, N \\ \sum_{k=1}^K \lambda^k & = 1, \lambda^k \geq 0, \quad k = 1, \dots, K \end{aligned}$$

$(\theta_V, \lambda^1, \dots, \lambda^K)$ 의 $K + 1$ 개는 선택변수이고, θ_V 는 목적함수를 나타낸다. (y_1^j, \dots, y_M^j) 와 (x_1^j, \dots, x_M^j) 값은 선형계획법의 부등식 제약에 포함되어 각 DMU의 θ_V 값을 구할 때마다 달라지므로 K 개의 모든 DMU에 대해 순차적으로 계산된다. j 번째 DMU에 대해서 계산할 때, 해당 DMU의 해는 이 생산자가 실제로 생산한 산출물 (y_1^j, \dots, y_M^j) 을 어느 정도까지 비례적으로 늘려주어도 여전히 기술 집합에 포함될지를 나타낸다. 이때 이 생산자가 사용한 투입물 (x_1^j, \dots, x_M^j) 도 기술 집합 내에 있어야 한다.

규모수익에 대한 가정에 따라 생산기술은 달라진다. BCC 모형은 $\sum_{k=1}^K \lambda^k = 1$ 을 제약식에 포함하면 생산기술이 가변규모수익(variable returns to scale, VRS)의 특징을 가지게 되고, 효율성지표는 θ_V 로 나타낸다. CCR 모형은 $\sum_{k=1}^K \lambda^k = 1$ 이 포함되지 않으면 규모수익불변(constant returns to scale, CRS)의 특징을 가지고, 이때의 효율성지표를 θ_C 로 나타낸다. $\sum_{k=1}^K \lambda^k \leq 1$ 로 바꾸면 규모수익비증가(non-increasing returns to scale, NIRS)의 특징을 가지고, 효율성지표는 θ_{NI} 로 나타낸다.

효율성 지표에 대한 해석과 기술효율성과 규모효율성 산출은 다음과 같다. θ_V 가 1일 경우 더 이상 산출량을 늘리지 못한다고 해석하여 해당 DMU는 산출물 집합의 경계에 놓여있게 되고, 그 산출물 거리함수의 값은 1이다. θ_V 의 값이 1보다 크면 해당 DMU는 산출물 집합의 내부에 위치하고, 실제 생산보다 더 많은 생산이 가능하므로 이 DMU는 비효율적이며 그 산출물 거리함수의 값은 1보다 작다. $\theta_V, \theta_C, \theta_{NI}$ 의 역수는 기술효율성(technical efficiency, TE)이라 부른다. 규모수익성에 대한 가정을 달리함에 따라 변하게 되는데, 이를 통해 기술효율성을 순수 기술효율성과 규모효율성(scale efficiency, SE)의 곱으로 나타낼 수 있다. 기술효율성은 산출한 효율성지표를 활용하여 $TE_V = \frac{1}{\theta_V}, TE_C = \frac{1}{\theta_C}$ 라 하면 규모효율성은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$SE = \frac{TE_C}{TE_V} = \frac{\theta_V}{\theta_C} \tag{3}$$

아래 Fig. 1은 각각 VRS와 CRS 가정하에 기술 집합을 보여준다. 현재 생산이 점 A에서 이루어진다면, 기술효율성은 $TE_C = \frac{C'C''}{C'C'''}$ 이고, $TE_V = \frac{C'C''''}{C'C'''}$ 이다. 따라서 규모효율성은 $SE = \frac{C'C''''}{C'C''}$ 이다. 비효율성이 존재한다면 모두 1보다 작은 값을 갖게 된다. 산출기준 CCR과 BCC 모형을 통해 기술효율성을 측정할 수 있다. 여기서 CCR은 규모수익불변 가정하에서 이루어진다면 BCC는 가변규모수익 가정하에서 효율성이 측정된다.

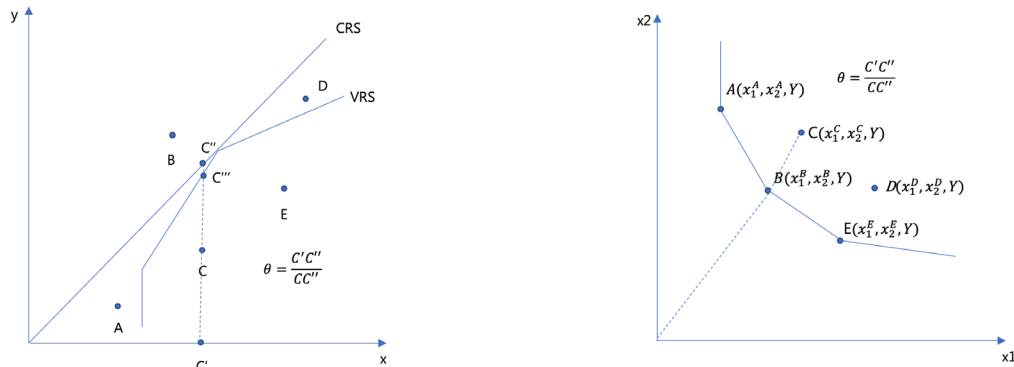


Fig. 1. Technical and scale efficiency of Data Envelopment Analysis (DEA).

Bootstrap DEA는 표본 크기의 한계를 극복하고, 모수 통계기법의 비현실성을 극복하기 위한 대안으로 폭넓게 사용되고 있다. DEA 모형은 함수형태의 설정이 필요 없고 손쉽게 효율성지표를 산출할 수 있으며 기술 집합의 불록성 등도 항상 충족시켜준다. 하지만 이상 관측치 등에 의해 민감한 영향을 받고, 순수한 의미의 확률변수가 생산에 미치는 영향은 고려하지 못하는 한계가 있다. 확률적 프론티어 모델(stochastic frontier approach, SFA)은 이러한 DEA의 단점을 보완해주지만 추정 함수의 단조성이나 오목성 등을 부여하지 못하며, 추정작업의 난이도가 높고, 신뢰할 만한 추정결과를 성공적으로 얻지 못하는 경우가 있다(Kwon, 2019). Bootstrap DEA는 두 가지 기법의 장점을 결합한 분석 기법이다. 가지고 있는 자료로부터 중복을 허용하며 총 K개의 자료를 추출하여 DEA를 수행한다. 이를 추출된 자료를 바꾸어가며 반복하면 각 DMU별로 다수의 효율성지표가 획득되므로 효율성지표의 통계적 분포 자체를 도출할 수 있다.

Variable selection

농림업을 대상으로 연구한 경영효율성 분석에서는 생산량, 조수입, 소득, 경영수익성을 산출변수로 주로 선정하였다. 그 중 조수입과 생산량이 산출변수로 가장 많이 사용되었으며 15개의 선행연구 중 각각 3개, 6개의 선행연구에서 이용하였다. 다음으로는 소득이나 경영수익성을 산출변수로 선정한 선행연구가 있었다. 임업의 경우, 2개의 선행연구에서 생산량이, 1개의 선행연구에서 조수입이 산출변수로 사용되었다.

투입변수로는 재료비(비료비, 농약비, 광열비 등)와 토지, 노동, 자본과 같은 생산요소투입비가 주로 선정되었다. 재료비는 15개의 DEA 관련 선행연구 중 10개의 선행연구에서 이용되었으며, 토지, 노동, 자본은 8개의 선행연구에서 투입변수로 이용되었다. 임업의 경우, 투입변수로 재료비는 1개, 생산요소 투입비는 2개의 선행연구에서 사용되었다.

선행연구 검토 결과 농림업을 대상으로 한 경영효율성 분석의 산출변수는 조수입과 생산량, 투입변수는 재료비와 생산요소투입비 위주로 선정되었다. 임가경제조사에서는 이러한 투입과 산출과 관련된 조사가 이루어지고 있다. 따라서 선행연구 검토 결과를 바탕으로 조사별 가용 변수를 선정하였다.

2020년 기준 임가경제조사에서는 총 8개 업종에 대해 산출은 임업총수입, 투입에서는 비료비, 농약비, 관리비, 토지, 자본, 노동이 변수로 존재한다(Table 2). 총수입 규모는 버섯재배업과 조경재업이 가장 큰 반면 투입 비용 중 토지와 자본은 육림/벌목업이 가장 많다. 임가경제조사 자료를 기반으로 DEA를 통해 임업 업종들의 경영효율성 분석이 가능하다.

Table 2. Input and output data.

Sector	Output			Input			
	Forest total income (10,000 Won)	Fertilize cost (10,000 Won)	Pesticide cost (10,000 Won)	Management cost (10,000 Won)	Land (ha)	Capital (10,000 Won)	Labor working hour (h)
Silviculture/logging	2,894	23.1	16.2	163	170,795	72,511.3	635.12
Gathering	983.1	9.8	3.3	27.6	33,020	34,200.9	421.32
Chestnut tree cultivation	2,654.6	63.2	26.9	55	39,443	41,007.3	810.12
Astringent persimmon tree cultivation	1,651.8	56.6	73.4	51.8	19,405	44,463.2	614.12
Nut tree cultivation	2,355.2	38.4	58.4	44	21,168	48,188.9	680.28
Mushroom cultivation	4,245.9	10.2	10.8	70.3	26,564	51,385.4	1,266.04
Material for landscape	5,269.6	65	38.6	29.6	19,268	70,293.3	902.87
Other cultivations	1,490.3	49.2	23.7	68	24,915	36,509.4	757.13

Source: Statistics Korea (2021).

Results and Discussion

DEA result

임가경제조사 자료를 활용한 DEA 결과, 총 8개 업종 중 육림/벌목업, 버섯재배업, 조경재업은 효율성지표 θ_C 의 값이 1로 기술 집합의 경계에 위치하여 효율적이다(Table 3). 하지만 채취업, 밤나무재배업, 뚝은감재배업, 수실류재배업, 기타재배업은 1보다 큰 값을 가져 기술효율성(TE)이 1보다 작고, 기술 집합의 내부에 위치하여 비효율적인 업종이라고 할 수 있다. 이들 업종은 CRS 기술조건에서 현재의 투입물로도 각각 뚝은감재배업(103.5%), 기타재배업(96.2%), 수실류재배업(51.3%), 채취업(32%), 밤나무재배업(22.7%) 순으로 생산증가를 이룰 수 있지만 이를 달성하지 못하고 있는 것으로 나타났다. NIRS 기술조건은 CRS 효율성지표 결과와 동일하나, VRS 기술조건에서는 모든 업종에서 효율성지표의 값이 1로 나타났다. 선형계획모형의 제약 강도는 VRS > NIRS > CRS 순으로 강하기 때문에 효율성지표 값은 역으로 CRS에서 가장 크고 이어서 NIRS, VRS의 순으로 값이 산출되며 규모수익성 가정을 달리해도 동일한 효율성지표가 산출되기도 한다. 본 연구에서는 CRS와 NIRS 결과가 동일한 것으로 나타났다.

업종별로 어떤 규모수익성하에 있는지 확인할 수 있다(Table 3). 만약 $\theta_C = \theta_{NI} = \theta_V$ 인 업종이 있다면, 이 업종은 규모수익불변(CRS)의 수익성을 지닌다고 할 수 있다. 즉, 투입을 n 배하면 수익도 n 배 만큼만 증가한다. 조건을 충족하는 효율적인 업종들은 육림/벌목업, 버섯재배업, 조경재업임을 알 수 있다. 만약 $\theta_C = \theta_{NI} > \theta_V$ 인 업종이 있다면, 이 업종은 규모수익증가(IRS)의 수익성을 가진다고 할 수 있으며 이는 투입을 n 배하면 수익은 n 배 이상이 발생한다. 이에 해당하는 업종은 채취업, 밤나무재배업, 뚝은감재배업, 수실류재배업, 기타재배업이다. 마지막으로 $\theta_C > \theta_{NI} = \theta_V$ 인 업종이 있다면 규모수익감소(decreasing returns to scale, DRS)의 수익성을 가진다고 할 수 있으나 본 결과에는 해당하는 업종이 존재하지 않는다.

Table 3. Forestry management efficiency analysis result.

Sector	CRS		NIRS		VRS		Scale efficiency
	θ_C	TE_C	θ_{NI}	TE_{NI}	θ_V	TE_V	
Silviculture/logging	1	1.00	1	1.00	1	1.00	CRS
Gathering	1.320	0.79	1.320	0.79	1	1.00	IRS
Chestnut tree cultivation	1.227	0.81	1.227	0.81	1	1.00	IRS
Astringent persimmon tree cultivation	2.035	0.49	2.035	0.49	1	1.00	IRS
Nut tree cultivation	1.513	0.66	1.513	0.66	1	1.00	IRS
Mushroom cultivation	1	1.00	1	1.00	1	1.00	CRS
Material for landscape	1	1.00	1	1.00	1	1.00	CRS
Other cultivations	1.962	0.51	1.962	0.51	1	1.00	IRS

CRS, constant returns to scale; NIRS, non-increasing returns to scale; VRS, variable returns to scale.

θ_C is efficiency index under the technical condition of constant profit of scale, θ_{NI} is efficiency index under the technical condition of increase returns to scale, θ_V is efficiency index under the technical condition of non-increase returns to scale. TE represents a technical efficiency as the inverse of θ .

상대적으로 덜 효율적인 업종이 효율적인 경영을 위해 비교 대상 중 벤치마킹을 해야 하는 업종을 나타냈다 (Table 4). 효율성 분석 결과를 통해 각 업종이 효율성 측면에서 어떤 업종을 벤치마킹해야 하는지를 확인할 수 있다. CRS 기술조건에서는 채취업은 버섯재배업을 벤치마킹하고, 밤나무재배업, 뽕은감재배업, 기타재배업은 버섯재배업과 조경재업을 벤치마킹하고, 수실류재배업은 육림/벌목업, 버섯재배업, 조경재업을 벤치마킹해야 한다. 대부분의 업종은 버섯재배업을 벤치마킹하는 것이 효율적인 경영을 위해 바람직한 것으로 나타났다. 이는 버섯재배업의 투입 요소가 덜 효율적인 업종들과 유사함에도 버섯재배업의 산출이 높기 때문이다. 육림/벌목업은 다른 업종에 비해 투입 규모가 상대적으로 크기 때문에 효율적인 업종이더라도 다른 업종이 벤치마킹을 할 대상으로는 부적합할 수 있다고 사료된다. 효율적인 업종들은 모두 자신만이 벤치마킹 대상이다.

Table 4. Benchmarking target.

Sector	CRS	NIRS	VRS
Silviculture/logging	Silviculture/logging	Silviculture/logging	Silviculture/logging
Gathering	Mushroom cultivation	Mushroom cultivation	Gathering
Chestnut tree cultivation	Mushroom cultivation, material for landscape	Mushroom cultivation, material for landscape	Chestnut tree cultivation
Astringent persimmon tree cultivation	Mushroom cultivation, material for landscape	Mushroom cultivation, material for landscape	Astringent persimmon tree cultivation
Nut tree cultivation	Silviculture/logging, mushroom cultivation, material for landscape	Silviculture/logging mushroom cultivation, material for landscape	Nut tree cultivation
Mushroom cultivation	Mushroom cultivation	Mushroom cultivation	Mushroom cultivation
Material for landscape	Material for landscape	Material for landscape	Material for landscape
Other cultivations	Mushroom cultivation, material for landscape	Mushroom cultivation, material for landscape	Other cultivations

CRS, constant returns to scale; NIRS, non-increasing returns to scale; VRS, variable returns to scale.

본 연구를 통해 상대적인 효율성 비교, 벤치마킹, 규모수익성 등을 임업의 8개 업종을 통해 나타냈다. 본 연구의 해석은 업종 내 임가를 대상으로 효율성 분석을 한 것이 아니라 산업 내 업종을 분석하였다는 점에서 해석상 무리가 있을 수 있다. 하지만 본 연구의 목적은 국가승인통계의 자료를 활용하여 업종별 경영효율성을 분석하는 것이므로 업종별 상대적 비교를 실시하였다.

Bootstrap DEA result

기존의 일반 DEA와 bootstrap DEA 결과를 비교 분석하여 효율성 결과의 유의한 차이가 있는지 살펴보았다 (Table 5). 기본적으로 일반 DEA에서 산출된 효율성보다 bootstrap DEA 결과값이 더 크게 나타났다. 효율성 크기를 비교하여 상대적인 효율성을 판단할 수 있으며, 대체적으로 CRS 기술조건하에서 bootstrap DEA 결과값이 일반 DEA 결과값보다 크게 나타났다. 특히 bootstrap DEA에서 육림/벌목업이 가장 효율적인 것으로 나타났다. 일반 DEA에서는 육림/벌목업, 버섯재배업, 조경재업이 모두 가장 효율적인 업종이라는 결과를 도출하였지만 bootstrap DEA를 통해 효율적인 업종 간의 상대적 비교분석을 실시할 수 있다. 다음으로 버섯재배업, 조경재업 순으로 효율적인 업종을 알 수 있다.

Table 5. Comparison analysis with Data Envelopment Analysis (DEA) and bootstrap DEA result using Forestry Household Economy Survey.

Sector	θ_c	$\tilde{\theta}_c$
Silviculture/logging	1	1.216
Gathering	1.320	1.621
Chestnut tree cultivation	1.227	1.497
Astringent persimmon tree cultivation	2.035	2.560
Nut tree cultivation	1.513	1.820
Mushroom cultivation	1	1.223
Material for landscape	1	1.224
Other cultivations	1.962	2.069

θ_c is efficiency index under the technical condition of constant profit of scale from the standard DEA results and $\tilde{\theta}_c$ is a value from the bootstrap DEA results.

Comparison analysis with Forestry Household Economy Survey and Forestry Management Survey

임업경영실태조사는 최근 임가경제조사에서 조사되는 품종과 동일하게 조사되고 있다. 임업경영실태조사 외에 임산물생산비조사와 같은 국가승인통계 자료를 활용하여 투입과 산출을 대리하는 변수로 사용할 수 있다. 또한 특정 조사에서 수집한 자료를 바탕으로 분석한 결과에 대한 신뢰성도 중요하다고 할 수 있다. 그 중 임업경영실태조사는 산림정책 수립 및 임업연구의 기초 자료로 활용될 수 있다. 임업경영실태조사는 3,000개 업체(가구)를 대상으로 업종별 일반사항, 수입, 비용, 유통부문 등에 대한 조사가 이루어진다. 임업경영실태조사는 19개 업종별로 3년 주기로 조사가 이루어졌으나 2021년부터 임가경제조사와 동일한 업종을 기준으로 조사가 이루어지고 있다. 따라서 동일 업종을 조사한 임가경제조사와 임업경영실태조사를 기반으로 비용 대비 산출을 통한 경영효율성 분석이 가능해졌다. 다만 임업경영실태조사의 자료는 임가경제조사 자료와 비교하면 변수의 유무에 차이가 있다. 따라서 본 연구에서는 산출변수와 투입변수에 해당하는 동일한 변수를 선정하여 DEA를 실시하였다. 육림/벌목업과 채취업에 대해서는 임업총수입은 존재하였으나 비료비, 농약비, 노동이 조사되지 않아 제외하였다. 투입변수에서 비료비는 밤나무재배업, 뽕은감재배업, 기타재배업에서 유사한 수준으로 조사되었지만, 해당 품목의 농약비와 노동에서는 큰 차이를 보였다. 따라서 육림/벌목업과 채취업을 제외한 6개 업종에서 산출은 임업총수입, 투입에서는 비료비, 농약비, 노동이라는 공통변수를 선정하였다.

임가경제조사와 임업경영실태조사에서 동일한 자료를 활용한 DEA 결과는 다소 차이가 있었다(Table 6). 업종별 효율성만을 기준으로 판단할 경우 두 조사의 자료를 활용하여 동일한 결과를 얻은 업종은 조경재업이 유일하다. 다른 5개 업종에서는 두 조사의 DEA 결과가 상이하다. 특히, CRS와 NIRS 기술조건하에서 불일치가 다수 발생하였다. VRS 기술조건하에서는 뽕은감재배업과 버섯재배업의 결과가 불일치하였다. 이에 따라 규모수익성을 판단함에 있어서 뽕은감재배업, 조경재업, 기타재배업에 대한 결과가 일치하였다.

두 조사를 통한 연계 분석 결과를 통해서 공통변수를 사용하더라도 임가경제조사와 임업경영실태조사의 투입과 산출 자료는 다소 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 조사 수행 시 표본 임가 응답자의 수가 다르고, 조사 규모도 다소 차이가 있기 때문으로 사료된다. DEA는 다수의 투입물과 산출물을 통해 다수의 대안 중에서 상대적 효율성을 평가하는 접근방법이다. 만약 특정 업종의 조사가 다르다거나 특정 변수 조사 단위가 다를 경우 상대적 효율성의 크기가 달라질 수 있다.

Table 6. Comparison analysis with Forestry Household Economy Survey and Forestry Management Survey.

Sectors	CRS		NIRS		VRS		Scale efficiency
	θ_C	Benchmarking target	θ_{NI}	Benchmarking target	θ_V	Benchmarking target	
Forestry Household Economy Survey							
Chestnut tree cultivation	1.564	4,5	1.564	4,5	1	1	IRS
Astringent persimmon tree cultivation	2.169	5	2.169	5	1	2	IRS
Nut tree cultivation	1.506	4,5	1.506	4,5	1	3	IRS
Mushroom cultivation	1	4	1	4	1	4	CRS
Material for landscape	1	5	1	5	1	5	CRS
Other cultivations	2.546	4,5	2.546	4,5	1	6	CRS
Forestry Management Survey							
Chestnut tree cultivation	1	1	1	1	1	1	CRS
Astringent persimmon tree cultivation	1.754	5	1.754	5	1.438	3, 5, 6	IRS
Nut tree cultivation	1	3	1	3	1	3	CRS
Mushroom cultivation	1.410	1, 3	1.083	1, 5	1.083	1, 5	DRS
Material for landscape	1	5	1	5	1	5	CRS
Other cultivations	1	6	1	6	1	6	CRS

CRS, constant returns to scale; NIRS, non-increasing returns to scale; VRS, variable returns to scale; DRS, decreasing returns to scale.

Conclusion

경영효율성 분석은 설문조사자료나 통계자료를 활용하여 비용 대비 산출을 도출한다. 본 연구에서는 임업 경영 효율성을 분석하기 위해 임업통계의 대표적인 국가승인통계인 임가경제조사의 자료를 활용하여 분석하였다. 임가경제조사는 임업 정책수립 및 임업 활동에 대한 지표의 위한 기초자료로 조사가 이루어지고 있기 때문에 자료를 바탕으로 경영효율성을 분석하였다. 본 연구에서는 임업의 경영효율성을 측정하기 위해 DEA를 실시하였고, 이와 함께 일반적인 DEA에서의 표본 크기 한계를 극복하기 위해 통계적 분포를 도출할 수 있는 bootstrap DEA의 결과를 함께 제시한다. 또한 국가승인통계인 임업경영실태조사는 2021년 임가경제조사에서 조사되는 품종과 동일하게 조사가 이루어지고 있기 때문에 연계하여 경영효율성을 분석하고 조사체계에 대한 시사점도 도출하였다.

임가경제조사에서 조사된 8개 업종에서 육림/벌목업, 버섯재배업, 조경재업이 상대적으로 효율적인 업종으로 나타났다. 그 다음 밤나무재배업, 채취업, 수실류재배업, 기타재배업, 뽕은감재배업 순으로 나타났으며 현재의 투입물로도 생산증가를 이룰 수 있지만 경영 비효율성으로 달성하지 못한 것으로 판단된다. 이들 업종들은 대부분 버섯재배업을 벤치마킹하는 것이 효율적인 것으로 분석되었다. 또한 규모수익성 특성을 확인한 결과, 육림/벌목업, 버섯재배업, 조경재업은 규모수익불변의 수익성을 가지고, 밤나무재배업, 채취업, 수실류재배업, 기타재배업, 뽕은감재배업은 규모수익증가의 수익성을 가진 것으로 분석하였다. Bootstrap DEA에서는 육림/벌목업이 가장 효율적인 것으로 나타났으며 그 다음 버섯재배업, 조경재업 순으로 상대적 효율성이 높은 것으로 나타났다.

임업경영실태조사도 임가경제조사와 동일한 업종에 대한 비용과 산출을 대리할 수 있는 조사가 중복하여 수행되고 있다. 임업통계조사를 대표할 수 있는 두 조사에서 수집되어진 비용과 산출 변수를 이용하여 동일 업종에 대한 경영효율성을 분석함으로써 분석의 정확성이나 신뢰성을 제시하고자 하였다. 두 조사를 이용한 DEA 결과는 다소 차이가 있었다. 이는 조사 수행 시 표본 임가 응답자의 수가 다르고, 조사 규모도 차이가 있기 때문으로 보인다. DEA는 다수의 투입물과 산출물을 통해 다수의 대안 가운데 상대적 효율성을 평가하는 접근방법이다. 따라서 특정 업종의 조사 자료가 다르거나 특정 변수 조사 단위가 다를 경우 이에 따른 상대적 효율성이 달라질 수 있다.

국내 임업 경쟁력 확보에 필요한 기초자료를 제공하기 위한 임업통계조사가 필요하다. 임가경제조사와 임업경영실태조사는 임업통계조사로서 각각 목적에 맞는 조사 자료를 제공하고 있다. 임업경영실태조사가 임가경제조사와 연계성을 확보하기 위해 동일 업종으로 개편하면서 임가와 업종 경영성과를 연계하고 있다. 기존 19개 업종

을 3년 주기로 조사했던 것을 임가경제조사의 업종과 동일한 8개 업종을 매년 조사한다. 그러나 동일한 업종을 대상으로 동일한 변수를 이용한 DEA 결과에 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 세 가지 시사점을 제시할 수 있다. 첫째, 임업의 대표적인 6개 업종에 대한 경영효율성을 임가경제조사 자료를 활용하여 제시하였다. 임가경제조사는 임가소득증대 등 임업정책 수립에 필요한 기초자료를 제공하는 것이 목적이기 때문에 본 연구 결과도 임업정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 bootstrap DEA를 통해 일반적인 DEA의 한계를 극복하고자 하였다. 둘째, 효율적인 업종에 대해서는 정부 및 지자체에서 적극적인 육성 정책을 통해 산업 활성화에 기여할 수 있다. 비효율적인 업종에 대해서는 투입요소에 대한 세분화된 분석을 통해 비용 최소화를 꾀하고 이를 통해 효율성을 제고시킬 필요가 있다. 셋째, 임가경제조사와 임업경영실태조사를 통해 임업 경영효율성 분석을 비교 분석하고자 하였다. 특히 경영효율성은 임가경제조사와 임업경영실태조사의 자료를 이용하여 분석할 수 있어야 하지만 두 조사의 동일한 변수를 이용하여 나타난 경영효율성은 결과가 상이한 것으로 나타났다. 따라서 임업통계 신뢰도를 제고하기 위해 임업경영실태조사를 임가경제조사에 통합하는 방안을 제시할 수 있다. 또는 임업경영실태조사 업종 변경에 따른 신뢰성을 확보하고, 조사 효율성을 증대시키기 위한 조사표 개선이 요구된다. 이를 위해 표본 임가가 다르더라도 두 조사에서 공표한 동일한 자료에 대한 일치성은 유지할 필요가 있다. 임업통계 조사의 활용도를 높이기 위해 지속적인 연계 분석을 시도하여 통계조사를 임업경제 및 사회에 기초자료로 적극 활용하고, 개선방안도 적극적으로 모색할 필요가 있다.

본 연구의 한계점도 존재한다. 첫째, 임가경제조사에서 조사된 6개 업종은 규모가 다르기 때문에 DEA를 통한 경영효율성에 대한 상대적 비교에는 무리가 있을 수 있다. 따라서 덜 효율적인 업종에 대한 활성화 정책 및 사업은 제시하지 않았다. 하지만 본 연구는 국가승인통계 자료를 통한 경영효율성을 분석하는 것이 목적이고, 이에 따라 동일한 업종을 조사하는 임업경영실태조사 자료를 이용하여 동일한 분석 결과를 분석하였다. 이를 통해 임업의 국가승인통계로서의 시사점을 함께 제시하였다. 둘째, 본 연구의 경영효율성 분석은 단년도 자료를 활용하였다는 점에서 동태적 경영효율성을 분석하지 못한다. 이는 차후 연구로 진행할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 임가경제조사 자료를 이용하여 일반적인 DEA와 bootstrap DEA를 통한 임업 경영효율성 분석을 하였다는 점에서 임업 정책 및 효율성 분석의 기초자료가 될 수 있을 것이다.

Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgements

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2022M3J6A1084843).

Authors Information

Byung Min Soon, <https://orcid.org/0000-0003-0571-9770>

Su Min Cho, <https://orcid.org/0000-0001-5613-6319>

Soo Yeon Kwak, Gallup Korea, Researcher

Dae Ik Kang, Korea Forest Service, Director

References

- Choi DW, Lim CR. 2017. An analysis of management performance and efficiency of medician crop farm-mainly on *Angelica dahurica* and *Bupleurum falcatum*. Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society 18:400-406. [in Korean]
- Farrell MJ. 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General) 120:253-281.
- Hong EY, Park JS, Lee JB. 2006. An analysis on the technical efficiency of red pepper farming in Korea. Korean Journal of Agricultural Management and Policy 16:8719-8727. [in Korean]
- Hong SJ, Huh YK, Chung SO, Hong SH. 2012. Efficiency analysis of agricultural machinery rental system using the DEA model. Korean Journal of Agricultural Science 39:279-289. [in Korean]
- Jang CS, Min KT, Koo JC, Jeong JH, Choi JY, Kim ME, Lee YH. 2014. A study on the role of Kofpi in increasing forestry household income and growing forest-related industry. Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea. [in Korean]
- Jeong SH, Seo ST. 2021. Analysis of technical efficiency of pear farms-focusing on homogeneity classification. Korean Journal of Agricultural Management and Policy 48:181-199. [in Korean]
- Kang CY, Park HT. 2006. An analysis of efficiency of environmentally-friendly rice production. Journal of Rural Development 28:19-40. [in Korean]
- Kim CG, Lee SK, Kim TY. 2009. Efficiency analysis of organic farm management. Korea Journal of Organic Agriculture 17:19-33. [in Korean]
- Kim JH, Choi KD, Kim SK. 2008. A Data Envelopment Analysis model evaluation of efficiency of deep-sea fishing industry. The Journal of Fisheries Business Administration 39:49-65. [in Korean]
- Kim YH, Lee JB, Chun DW, Park SY. 2011. Using fuzzy-DEA to measure the efficiency of Korean cattle farms. Korean Journal of Agricultural Management and Policy 38:888-916. [in Korean]
- Kim YS. 1999. Measuring the technical and scale efficiencies of Korean rice farm. The Korean Journal of Agricultural Economics 40:1-14.
- Kwon OS. 2019. Production economics. Pakyoungsa, Seoul, Korea. [in Korean]
- Lee SG, Jeon SG. 2016. An analysis on the change of the management efficiency distribution of citrus farms. Journal of Agriculture & Life Science 50:207-221. [in Korean]
- Lee SS, Kim CS, Lee SH. 2001. An analysis on the efficiency of apple production in environmental agriculture using DEA. The Korean Journal of Agricultural Economics 42:51-65. [in Korean]
- Lee, SY, Jeon JH, Won HK, Lee JM. 2014. Management efficiency of the full-time and part-time oak mushroom farms using DEA models. Journal of Korean Society of Forest Science 103:639-645. [in Korean]
- Lim SJ, Jeon SG, Hwang CH, Jang MK. 2015. An analysis on the changes of productivity efficiency distribution of greenhouse grape farms. Journal of Rural Development 38:93-114. [in Korean]
- Lin QL, Rhee ZW, Hong NK, Kim TK. 2014. An analysis of production efficiency of controlled tomato production. Korean Journal of Agricultural Management and Policy 41:380-399. [in Korean]
- Oh HS, Rhee HC, Kim TY. 2004. Efficiencies of the internet marketings for environmentally friendly agricultural products. The Korean Journal of Agricultural Economics 45:139-161. [in Korean]
- Shephard RW. 1970. Cost and production functions. Reprint of the 1953 edition. published by Princeton University Press, Princeton, USA.
- Statistics Korea. 2021. Forestry Household Economy Survey. Statistics Korea, Daejeon, Korea.
- Won HK, Jeon JH, Yoo BI, Lee SY, Lee JM, Ji DH. 2013. Management efficiency of chestnut-cultivating households in Chungnam province, Journal of Korean Society of Forest Science 102:390-397. [in Korean]
- Yeo MS, Hong SJ. 2010. An analysis on technical efficiency of apiculture farming in Korea. Korean Journal of Agricultural Science 37:509-514. [in Korean]