

시설장미 재배농가의 효율성 및 생산성분석

윤진우¹, 이동수¹, 김성섭^{2*}

¹전략컨설팅 해안(주), ²농촌진흥청 농산업경영과

Analysis on Productivity and Efficiency of Greenhouse Rose Farming

Jin-Woo Yun¹, Dong-Su Lee¹, Seong-Sup Kim^{2*}

¹Strategy Consulting HyeAn

²Farm and Agribusiness Management Division, Rural Development Administration

요 약 최근 고온피해 등 이상기후로 인하여 시설장미 재배농가의 경영상태는 점점 악화되고 있는 상황이다. 이러한 농가들의 경쟁력 제고를 위해서는 경영성과 개선을 위한 새로운 방안이 필요하다. 따라서, 본 연구는 DEA 분석과 MPI 분석을 통해 경영성과분석 측면에서 시설장미 재배농가의 비효율적인 원인을 규명하여 효율성 및 생산성을 개선할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. DEA 분석결과, 농가들의 평균 기술효율성은 '16년 0.867에서, '17년 0.905로 효율성이 상승하였으나 '18년에는 0.850으로 하락하여 약비효율적인 것으로 나타났다. 비효율적인 농가의 경영효율성을 개선시키기 위해서는 비효율의 원인으로 비중이 가장 크게 나타난 대농기구상각비, 고용노동비, 비료비, 영농시설상각비, 종묘비 등을 우선적으로 절감하는 노력이 필요하다. MPI 분석결과, 기술적 효율성변화지수가 1.044(T2)에서 0.939(T3)로 감소하여 MPI 감소의 원인으로 나타났으며, 기술변화지수는 오히려 0.958(T2)에서 0.969(T3)로 증가한 것으로 분석되었다. 즉, 생산성의 감소가 기술진보의 둔화보다는 잠재적인 생산기술의 불충분한 활용에 기인하고 있음을 의미하며, 기술보급 후 활용에 대한 기술지도가 함께 이루어지는 것이 중요함을 시사한다.

Abstract Due to abnormal weather conditions such as high temperature, the management of greenhouse rose farms is getting worse. In order to enhance the competitiveness of these farms, new measures are needed to improve their management performance. Therefore, this study suggests alternatives to improve the efficiency and productivity by identifying the causes of inefficiency of greenhouse rose farms in terms of management performance analysis through DEA analysis and MPI analysis. As a result of DEA analysis, the average TE of farmers increased from 0.867(16) to 0.905(17), but decreased to 0.850 in 2018, indicating that it was inefficient. In order to increase the management efficiency of farmers, efforts to preferentially reduce the costs (equipment, employment labor, fertilizer, facilities, seeds) that cause inefficiencies are needed. As a result of MPI analysis, TECI decreased from 1.044(T2) to 0.939(T3), which was the cause of the MPI decrease, and the TCI was rather increased from 0.958(T2) to 0.969(T3). In other words, it means that the decrease in productivity is due to insufficient utilization of potential production technology rather than the slowing of technological progress. This implies that it is important to provide technical guidance on utilization after technology dissemination.

Keywords : Data Envelopment Analysis, Malmquist Productivity Index, Greenhouse Rose Farming, Productivity, Efficiency

본 논문은 한국산학기술학회에서 개최한 2020 춘계학술대회의 포스터발표를 수정·보완한 것으로 농촌진흥청 연구사업(PJ015309012020)의 지원에 의하여 수행되었음.

*Corresponding Author : Seong-sup Kim(Rural Development Administration.)

email: kss2486@korea.kr

Received September 18, 2020

Revised October 12, 2020

Accepted November 6, 2020

Published November 30, 2020

1. 서론

1.1 연구배경 및 필요성

주요 농업국과 비교해 절대적으로 농지가 부족한 우리나라의 경우 집약적 농업이 발전하였다. 그중 시설원예농업은 국내 농업경쟁력 향상에 핵심적인 역할을 하였다. 화훼분야는 1990년대 들어 시설현대화 정책 및 화훼산업의 육성 등을 통해 대표적인 시설원예농업으로 자리잡았다. 우리나라 화훼산업에서 가장 대표적인 작물은 장미이다. 장미의 2018년 판매액은 절화류 중 1순위로 전체 29.4%를 차지하고 있다[1]. 그러나 시장개방뿐만 아니라 기상재해 등의 이유로 화훼 농가의 소득은 정체되고 있다. 장미는 2008년도 기준 면적 578.8ha, 판매량 427,461본, 판매액 130.0백만 원에서 2018년도 기준 면적 281.6ha, 판매량 122,514본, 판매액 52.4백만 원으로 크게 감소하였다[1].

장미는 몇 년 전까지만 해도 시설원예의 공통적인 문제인 난방용 에너지 투입에 필요한 유류 등 기타 생산원가의 상승이 주요한 경영상 어려움이었다[2]. 그러나 최근에는 이상고온 현상이 잦아지고 있으며 2018년에는 폭염일수가 평년 대비 3배나 많아 앞으로 여름철 고온으로 인한 피해가 커질 것으로 전망되고 있어[3] 과거 난방에 대한 경영상 문제뿐만 아니라 여름철 냉방의 중요성이 증대되고 있다.

국가 농업R&D의 주축을 담당하고 있는 농촌진흥청 역시 장미를 대상으로 고온극복형 온실 등을 보급하기 위한 노력을 기울이고 있다. 더불어 과거와 다른 환경에 처한 시설장미 재배농가의 경쟁력을 제고하기 위해서는 경영성과 개선을 위한 새로운 방안이 필요한 시점이다.

본 연구의 목적은 시설장미 재배농가의 경영효율성과 생산성을 측정하여 경영성과분석을 하는 것이다. 이를 위해 조사 대상의 경영현황을 파악하고, 경영효율성분석으로 많이 활용되는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 수행하였으며, 생산성분석의 경우 Malmquist 생산성지수(Malmquist Productivity Index: MPI)를 측정하였다. 자료는 최근(16~18) 시설장미 재배농가 소득조사를 활용하였으며, 효율성분석 및 생산성 변화 추세를 살펴보고 이에 대한 시사점을 제시하였다.

본 연구는 시설장미 재배농가 경영의 비효율적인 원인을 파악하고, 효율성 및 생산성을 개선할 수 있는 벤치마킹 요소를 파악하는 데 도움을 줄 것으로 기대된다. 글의 구성은 다음과 같다. 먼저, 시설장미 재배농가의 효율성과 생산성을 분석하기 위한 모형을 설정하고 분석에 활

용된 자료를 설명하였다. 다음으로 분석결과를 제시하고, 요약 및 시사점을 도출하였다.

1.2 선행연구 검토

화훼분야의 경영성과 및 효율성을 측정하는 연구는 꾸준히 수행되고 있다. 한국농촌경제연구원에서는 절화류의 생산구조, 농가의 경영실태, 수익성 분석을 통해 절화농가 경영의 당면과제 및 경영개선 방향을 제시하였으며[4], 이두순 외는 장미농가와 나리농가, 국화농가의 경영성과를 분석하고, 정책자금에 대한 적정 지원 조건을 검토하였다[5]. 장현동은 DEA 분석을 이용하여 백합 재배농가의 경영효율성을 분석하여 효율적 농가와 비효율적인 농가 간의 소득 및 비용, 지역별 효율성 등의 비교분석과 영향요인분석으로 경영개선방안을 제시하였다[6]. 이항미 외는 강원도의 백합 수출 농가의 효율성에 관한 실증 분석을 수행하였다[7].

특히, 김기태 외는 농촌진흥청의 소득조사 원자료를 활용하여 2013년도 장미농가의 경영효율성을 DEA와 확률프론티어분석(Stochastic Frontier Analysis: SFA) 분석을 통해 측정하였으며 이를 비교 분석하여 경영효율성 차이의 원인을 제시하였다[2]. 해당 연구는 장미농가의 효율성분석을 통해 비효율성의 원인을 밝혔다는데 의의가 있으나 시간의 흐름에 따른 농가의 생산성 변화 분석은 이루어지지 않았다.

화훼 농가를 대상으로 이루어진 생산성분석 연구는 수행되지 않았으나 유사 분야에서는 몇 차례 수행된 바 있다. 축산분야에서는 비육우 농가의 생산성을 분석하여 기술변화율, 효율성변화율, 생산성변화율을 분리 계측하여 시사점을 도출한 연구가 수행되었으며[9], 육계 계열화 사업의 생산성분석을 통해 평가 유형에 따른 시사점을 도출한 연구가 수행되었다[10]. 과실·채소류에서는 참외 농가, 시설토마토 농가, 작형별·지역별 구분을 통한 포도 농가에 대하여 효율성 및 생산성분석을 실시하고, 기술진보에 대한 정책적 제언과 시사점을 도출하였다[11-13].

본 연구는 다음의 차별성을 갖는다. 먼저, 이상기후 증가 및 과거 대비 증가한 여름철 고온현상으로 인하여 새로운 방안을 모색하여야 하는 시점에서 장미농가를 대상으로 경영효율성에 대한 연구가 새롭게 수행되어야 한다고 판단된다. 둘째, 시설장미농가의 생산성분석이 처음 시도되었다. 이를 통해 생산성의 변화와 향후 생산성 향상을 위해 필요한 시사점을 제안하였다. 연구의 결과는 향후 시설장미 농가의 경쟁력 제고를 위한 벤치마킹 정보를 제공하고, 정책대안을 마련하기 위한 기초정보로 활

용될 것으로 기대된다.

2. 연구방법

2.1 분석모형

2.1.1 DEA

DEA는 다수의 요소를 투입하여 다수의 산출물을 생산하는 DMU(Decision Making Unit: DMU)의 비효율성의 원인을 파악하여 벤치마킹 정보를 제공하는 것이 목적이다. 이를 위해 DEA는 상호 벤치마킹이 가능한 DMU의 상대적인 효율성을 측정한다. DEA는 선형계획법을 기반으로 분석이 이루어진다. 따라서 투입과 산출의 관계를 규정하는 생산함수에 대한 가정이 필요 없으며, 다수의 투입요소와 산출물을 동시에 고려할 수 있다는 장점이 있다. 특히, 효율성분석과 함께 벤치마킹의 대상과 요소를 파악할 수 있다는 분석결과 활용 상의 장점 때문에 다양한 분야에서 활용되고 있다[8, 14].

DEA모형은 CCR(Charnes, Cooper & Rhodes) 모형[15]과 BCC(Banker, Charnes & Cooper)모형[16]이 대표적이다. CCR모형은 분석대상인 의사결정단위(DMU)들의 규모에 대한 수익불변(Constant Returns to Scale: CRS)을 가정한다(식 1). 다만, 제약조건의 축소와 벤치마킹의 대상이 되는 참조집단을 구하기 위해 식 (1)을 쌍대문제(Duality Problem)로 변환하면 식 (2)와 같다. 한편, BCC모형은 규모수익가변(Variable Returns to Scale: VRS)을 반영하기 위해 식 (2)에 볼록성(Convexity) 필요조건을 추가한다. 식 (3)을 추가하면 효율성을 CCR모형에서 도출되는 기술적 효율성(Technical Efficiency: TE)을 규모의 효율성(Scale Efficiency: SE)과 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency: PTE)으로 구분할 수 있다(식 4).

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_0 &= \frac{\sum_{k=1}^s a_k q_{k0}}{\sum_{l=1}^m b_l x_{l0}} \\
 \text{s.t. } \frac{\sum_{k=1}^s a_k q_{kj}}{\sum_{l=1}^m b_l x_{lj}} &\leq 1, j = 1, \dots, n \\
 a_k &\geq \epsilon > 0, k = 1, \dots, s \\
 b_l &\geq \epsilon > 0, l = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서, E_0 는 DMU_0 의 효율성, a_k 는 k 번째 산출물에 대한 가중치, b_l 은 l 번째 투입물에 대한 가중치, q_{kj} 는 DMU_j 의 k 번째 산출물의 양, x_{lj} 는 DMU_j 의 l 번째 투입물의 양, x_{l0} 는 DMU_0 의 l 번째 투입물의 양, ϵ 은 non-Archimedean 상수, n 은 DMU의 수, m 은 투입물의 수, s 는 산출물의 수

$$\begin{aligned}
 \text{Min } E_0 &= \theta \\
 \text{s.t. } \sum_{j=1}^n \omega_j x_{lj} + s_l^- &= \theta x_{l0}, l = 1, \dots, m \\
 \sum_{j=1}^n \omega_j q_{kj} - s_k^+ &= q_{k0}, r = 1, \dots, s \\
 s_l^-, s_k^+, \omega_j &\geq 0, \quad \forall l, k, j
 \end{aligned} \tag{2}$$

여기서, θ , w_j 는 쌍대변수

$$\sum_{j=1}^n \omega_j \leq 1 \tag{3}$$

$$SE = \frac{TE_{CRS}}{PTE_{VRS}} \tag{4}$$

DEA모형은 벤치마킹의 요소에 따라 투입지향(Input-oriented)과 산출지향(Output-oriented)으로 구분한다. 본 연구에서는 산출 요소가 총수입으로 단순하다. 반면, 투입요소가 다양하기 때문에 투입요소들에 대한 효율성을 비교 분석하는 투입지향 모형을 활용하였다. 투입지향 모형의 분석결과는 주어진 산출수준을 유지하면서 줄일 수 있는 투입요소의 사용량을 계산하여 효율성을 계측한다[8, 17].

2.1.2 MPI

맴퀴스트 생산성 지수(MPI) 분석은 생산성 변화 원인을 기술진보와 기술적 효율성으로 구분하기 위해 활용된다. 즉, MPI는 생산성 향상(악화)의 원인이 기술진보의 향상(둔화)에 기인하는지, 잠재적인 생산기술의 충분한(불충분한) 활용에 있는지 분석한다. 이를 통해 생산성 향상을 위해 기술혁신을 유도해야 하는지 기술의 파급과 활용을 개선해야 하는지를 분석한다[8].

MPI는 다기간의 생산성 변화를 계측하기 때문에 패널 자료(Panel data)를 이용하며, Shephard(1970)의 거리함수(D^t, D^{t+1})를 이용하여 두 기간(t 기, $t+1$ 기)의 생

산성 변화(M_t, M_{t+1})를 측정한다(식 5)[18]. 또한, MPI 는 기하평균을 사용하여 생산기술에 대한 기준시점의 임 의 선정 문제를 해결한다(식 6).

$$M^t = \frac{D^t(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^t(x^t, q^t)}, \quad (5)$$

$$M^{t+1} = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, q^t)}$$

$$M(x^{t+1}, q^{t+1}, x^t, q^t) = \left[\frac{D^t(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^t(x^t, q^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, q^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

MPI는 두 시점의 거리함수 비율은 기술효율성변화지 수(Technical Efficiency Change Index : TECI)와 기 술변화지수(Technical Change Index : TCI)로 분해된 다(식 7). 특히, DEA와 마찬가지로 규모수익가변(VRS) 을 가정하는 모형은 기술 효율성 변화를 순수기술 효율 성 변화(Pure Efficiency Change Index: PECI)와 규 모의 효율성 변화(Scale Efficiency Change Index: SECI)로 분해할 수 있다(식 8).

$$M(x^{t+1}, q^{t+1}, x^t, q^t)$$

$$= \left[\frac{D^t(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^t(x^t, q^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, q^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^t(x^t, q^t)} \times \left[\frac{D^t(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, q^t)}{D^{t+1}(x^t, q^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

$$= TECI \times TCI$$

$$M(x^{t+1}, q^{t+1}, x^t, q^t)$$

$$= \frac{V^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})}{V^t(x^t, q^t)} \times \left[\frac{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1}) / V^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^t(x^t, q^t) / V^t(x^t, q^t)} \right] \times \left[\frac{D^t(x^{t+1}, q^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, q^t)}{D^{t+1}(x^t, q^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

$$= PECI \times SECI \times TCI$$

DMU의 MPI 지수를 계속하기 위해서는 6개의 거리 함수 $D^t(x^t, q^t), D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1}), D^t(x^{t+1}, q^{t+1}), D^{t+1}(x^t, q^t), V^t(x^t, q^t), V^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1})$ 를 계산해야 하며, DEA와 마찬가지로 선형계획법을 활용하여 도출할 수 있다(식 9).

$$D^t(x^t, q^t) = \text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \theta x^t - \omega X^t \geq 0$$

$$-q^t + \omega Q^t \geq 0$$

$$\omega \geq 0$$

$$D^t(x^{t+1}, q^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \theta x^{t+1} - \omega X^t \geq 0$$

$$-q^{t+1} + \omega Q^t \geq 0$$

$$\omega \geq 0$$

$$D^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \theta x^{t+1} - \omega X^{t+1} \geq 0$$

$$-q^{t+1} + \omega Q^{t+1} \geq 0$$

$$\omega \geq 0$$

$$D^{t+1}(x^t, q^t) = \text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \theta x^t - \omega X^{t+1} \geq 0$$

$$-q^t + \omega Q^{t+1} \geq 0$$

$$\omega \geq 0$$

$$V^t(x^t, q^t) = \text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \theta x^t - \omega X^t \geq 0$$

$$-q^t + \omega Q^t \geq 0$$

$$\sum \omega = 1$$

$$\omega \geq 0$$

$$V^{t+1}(x^{t+1}, q^{t+1}) = \text{Min } \theta$$

$$\text{s.t. } \theta x^{t+1} - \omega X^{t+1} \geq 0$$

$$-q^{t+1} + \omega Q^{t+1} \geq 0$$

$$\sum \omega = 1$$

$$\omega \geq 0$$

2.2 자료

시설장미 재배농가의 효율성과 생산성을 분석하기 위 해 사용한 자료는 농촌진흥청의 농산물소득조사 원자료 이다. 농촌진흥청의 소득조사는 지역별, 작목별 소득을 조사 분석하여 농업경영 진단 및 설계, 농가소득 증대를 위한 경영개선 연구·지도의 기초적인 자료로 활용되고 있으며 1977년 이후 지속적으로 수행되고 있는 사업이 다. 발간되는 『농축산물 소득자료집』은 2002년부터 공 식 정부통계(제14302호)로 승인되었으며, 통계적 표본의 선정 경영기록장을 통한 조사방법 등으로 정확도와 신뢰 도를 공인받고 있다.

원자료 중 사용된 자료는 2016년부터 2018년도까지

최근 3개년의 시설장미 재배농가 자료를 활용하였다. 소득조사에 연속적으로 참여하였던 농가는 3개년(16~18) 동안 33호로 확인되었으며, 측정오차와 같은 수치에 민감하게 반응하는 DEA 분석모형의 안정성을 위하여 투입요소 중 값이 0으로 나타나는 자료가 포함된 5호를 제거한 28호를 최종 분석대상으로 선정하였다.

분석에 사용되는 변수는 다음과 같다. 투입요소는 농가 경영에 가장 큰 비중을 차지하는 재배면적, 종묘비, 비료비, 농약비, 수도광열비, 기타재료비, 대농기구상각비, 영농시설상각비, 고용노동비 등 9개 변수를 활용하였다. 산출요소는 총수입을 변수로 설정하였다. DEA 분석 및 MPI 분석에 활용된 변수의 연도별 평균 기초통계는 Table 1과 같다.

Table 1. Descriptive statistics of input and output variables

classification	(Unit: m ² , won)		
	2016	2017	2018
Cultivation area	6,181	6,341	6,944
Seeds	23,669,643	10,404,214	11,904,286
Fertilizer	12,345,630	13,071,928	11,810,977
Pesticides	12,244,936	13,303,643	12,363,914
Water/Light/Heat Power	42,446,091	42,843,827	38,820,773
Material	11,375,468	10,090,418	10,726,334
Depreciation of equipment	3,178,309	3,923,514	3,807,551
Depreciation of facilities	29,094,448	30,938,582	30,513,157
Employment labor	13,485,381	14,528,134	19,399,228
Gross income	214,423,620	201,030,909	225,215,721

3. 연구결과

3.1 DEA 분석

Table 2는 시설장미 재배농가 28호의 경영효율성을 투입측면에서 규모수익불변(CRS)을 가정하는 CCR모형과 규모수익가변(VRS)을 가정하는 BCC모형의 분석결과를 나타낸 것이다. CCR 모형에서 연도별 농가들의 평균 기술효율성은 2016년 0.867로 약비효율적으로 나타났으며, 2017년에는 0.905로 효율성이 상승하여 준효율적, 2018년에는 하락하여 0.850로 약비효율적인 것으로 나타났다. 이는 연도별로 투입물이 13.3%, 9.5%, 15%가 비효율적으로 사용되고 있음을 나타낸다.

BCC 모형에서는 연도별로 평균 순수기술효율성(PTE)과 평균 규모효율성이 0.9 이상으로 준효율적인 것으로 나타났으며, 기술효율성과 같은 추세로 2016년 대비 2017년에 효율성이 상승했다가 2018년에는 다소 감소한 것으로 나타났다.

Table 2. 2016~2018 efficiency estimate

classification	2016			2017			2018		
	CCR		BCC	CCR		BCC	CCR		BCC
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
DMU1	0.851	1	0.851	1	1	1	1	1	1
DMU2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU4	1	1	1	1	1	1	0.869	0.959	0.907
DMU5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU8	1	1	1	1	1	1	0.784	1	0.784
DMU9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU10	1	1	1	0.889	1	0.889	1	1	1
DMU11	0.847	0.856	0.990	0.785	0.822	0.955	0.695	0.706	0.984
DMU12	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU13	0.968	1	0.968	1	1	1	1	1	1
DMU14	0.494	0.496	0.996	1	1	1	0.826	1	0.826
DMU15	1	1	1	0.847	0.881	0.962	0.976	1	0.976
DMU16	0.860	0.903	0.952	1	1	1	1	1	1
DMU17	0.864	1	0.864	1	1	1	1	1	1
DMU18	0.639	0.724	0.883	0.578	0.626	0.923	0.745	0.795	0.938
DMU19	1	1	1	1	1	1	1	1	1
DMU20	1	1	1	0.634	0.703	0.902	0.596	0.778	0.766
DMU21	1	1	1	1	1	1	0.812	0.813	0.999
DMU22	1	1	1	0.888	0.888	1	0.654	0.695	0.941
DMU23	0.625	0.643	0.972	0.755	0.755	1	0.700	0.710	0.986
DMU24	1	1	1	1	1	1	0.700	0.730	0.959
DMU25	1	1	1	1	1	1	0.690	0.842	0.820
DMU26	0.420	0.526	0.798	0.565	0.695	0.813	0.648	0.769	0.843
DMU27	0.434	0.564	0.770	0.752	0.992	0.758	0.537	0.781	0.687
DMU28	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mean	0.867	0.900	0.963	0.905	0.934	0.969	0.850	0.905	0.939

규모수익(SE)의 형태를 도출 결과는 Table 3과 같다. 경영이 최적으로 이루어지고 있는 CRS 상태의 농가는 2016년에 18호, 2017년에 19호, 2018년에 14호로 나타났다. 또한 비효율적인 경영을 하고 있는 농가 중 규모

의 증대가 필요한 IRS 상태인 농가는 2016년에 9호, 2017년에 8호, 2018년에 12호로 나타났으며, 규모의 축소가 필요한 농가는 2016년, 2017년에 1호, 2018년에 2호로 나타났다. 즉, 효율적인 농가의 수는 감소하였으며, 비효율적인 농가는 증가하는 것으로 나타나 효율성을 증진시키기 위한 경영개선이 필요한 것으로 판단된다.

Table 3. Scale profit

classification	2016	2017	2018
CRS	18	19	14
IRS	9	8	12
DRS	1	1	2

농가의 비효율성이 나타나고 있는 원인을 세부적으로 살펴보기 위해 순수기술효율성(PTE) 값과 규모효율성(SE) 값을 비교한 결과는 Table 4와 같다. 만약, PTE>SE 라면 규모효율성의 원인이 크다고 할 수 있으며, 반대의 경우에는 순수기술효율성에 원인이 있는 상태이다. 순수 기술효율성이 주요 원인이 되는 농가는 2016년에 3호, 2017년에 9호, 2018년에 0호로 나타났다. 반면, 규모효율성이 주요 원인이 되는 농가는 2016년에 7호, 2017년에 4호, 2018년에 7호로 나타났다. 결과를 종합하면 시설장미재배 환경에 따라 비효율성의 주요 원인이 다르게 나타남을 의미한다. 또한, 생산성분석을 통해 기술진보의 요인과 기술적 효율성의 문제를 살펴볼 필요가 있음을 시사한다.

Table 4. Reason of inefficiency

classification	2016	2017	2018
PTE < SE	3	9	0
PTE > SE	7	4	7

생산성분석에 앞서 경영효율성 개선을 위해 투입요소에 대하여 연도별로 비효율적인 농가의 평균투입 대비 투입과다분을 살펴보면 Table 5와 같다. 투입요소는 2016년 대비 2017년에 전체적으로 과다투입되는 비중이 감소하였지만, 2017년 대비 2018년에는 비료비, 수도광열비, 대농기구상각비, 고용노동비의 과다투입 비중이 증가한 것으로 나타났다. 특히, 조사 농가의 대농기구 구입 내역을 확인한 결과, 2016년부터 여름철 고온극복 및 환경을 제어 등을 위하여 냉난방기, 지열히트펌프, 열풍기, 환경제어 시스템, 온수보일러, 방제기, 무인자동분무기 등의 대농기구를 구입하여 대농기구상각비가 높은 비중을 차지한 것으로 판단되며, 이에 수도광열비 또한

상승한 것으로 판단된다.

따라서 비효율적인 농가의 경영효율성을 개선시키기 위해서는 비중이 가장 크게 나타난 투입요소인 대농기구상각비, 고용노동비, 비료비, 영농시설상각비, 종묘비 등을 우선적으로 절감하는 노력이 필요한 것으로 판단된다. 또한 과다투입 비중이 작긴 하지만 전년 대비 과다투입 비중이 상승한 수도광열비에서도 비효율성이 발생하고 있는 것으로 분석되므로, 여름철 고온피해가 증가할 것으로 예상되는 시점에서 수도 및 전기료의 벤치마킹 요소를 발굴하고 개선해나가야 한다.

Table 5. Average over-investment of inefficient farms (Unit: m², won, %)

classification	2016		2017		2018	
	won	%	won	%	won	%
Cultivation area	2,750	44	1,809	29	1,758	25
Seeds	9,249,407	39	8,690,051	84	5,551,662	47
Fertilizer	8,595,892	70	6,072,961	46	6,088,328	52
Pesticides	9,803,312	80	5,151,737	39	3,295,885	27
Water/Light/Heat at Power	17,978,425	42	10,605,427	25	11,132,721	29
Material	14,080,110	124	8,563,531	85	5,054,818	47
Depreciation of equipment	5,149,640	162	2,453,831	63	3,280,980	86
Depreciation of facilities	24,499,210	84	19,127,106	62	15,275,378	50
Employment labor	8,213,153	61	7,617,986	52	13,758,297	71

3.2 MPI 분석

아래 Table 6은 시설장미 재배농가 28호의 맘퀴스트 생산성 지수분석 결과이다. MPI분석은 기술적 효율성변화지수(Technical efficiency change index, TECI)와 기술변화지수(Technical change index, TCI)를 통하여 기간별로 농가의 생산성 변화를 파악할 수 있다. 또한 기술적 효율성변화지수는 순수기술효율성변화지수(Pure efficiency change index, PECI)와 규모효율성변화지수(Scale efficiency change index, SECI)로 나누어 그 효과를 분석할 수 있다.

분석결과, 시설장미 재배농가 28호의 평균 MPI는 T2('16-'17)에는 1로 큰 변화가 없지만, T3('17-'18)에는 생산성이 1에서 0.910으로 9% 감소한 것으로 나타났다. 세부적으로 살펴보면 기술적 효율성변화지수가 1.044(T2)에서 0.939(T3)로 감소하여 MPI 감소의 원인으로 나타났으며, 기술변화지수는 오히려 0.958(T2)에서 0.969(T3)로 증가한 것으로 분석되었다. 즉, 생산성의 감

소가 기술진보의 둔화보다는 잠재적인 생산기술의 불충분한 활용에 기인하고 있음을 의미한다. 2018년의 폭염을 고려하여 해석하면 여름철 고온피해 극복을 위한 기술의 부재보다는 고온피해 극복기술을 효율적으로 사용하지 못하는 과정에서 요소 투입의 비효율성이 존재했던 것으로 판단된다. 이러한 분석결과는 향후에도 고온극복 기술의 개발뿐만 아니라 기술보급 후 활용에 대한 기술지도가 함께 이루어지는 것이 중요함을 시사한다.

Table 6. Malmquist productivity index

classification	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
T2(2017)	1.044	0.958	1.037	1.006	1.000
T3(2018)	0.939	0.969	0.970	0.969	0.910
Mean	0.990	0.964	1.003	0.987	0.954

MPI 분석의 결과를 농가 개별로 살펴보면 Table 7과 같으며 MPI를 효과적으로 해석하기 위하여 기술적 효율성변화지수(TECI)와 기술변화지수(TCI)를 1의 값을 기초로 사분면에 표시한 결과는 Fig. 1과 같다. 또한, 각 사분면에 포함된 농가의 특성을 살펴보기 위하여 기초통계를 요약하였다(Table 8, Table 9).

기술적 효율성변화지수와 기술변화지수가 둘 다 1 이상(제1사분면)으로 벤치마킹의 대상이 되는 농가는 8호(DMU 7, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 19)였다. 이들 농가는 진보된 기술의 도입과 더불어 투입요소의 효율적 활용을 위해 노력하는 등 혁신적인 성향을 보이고 있어 MPI지수가 상당히 높게 나타나고 있다. 제1사분면에 속한 농가는 평균 재배면적이 가장 크지만, 10a당 소득이 다른 사분면의 농가에 비해 가장 낮다. 즉, 단위당 소득을 낮추더라도 재배면적의 확대를 통해 전체적인 소득을 증가시키는 집단인 것으로 분석되었다. 특히, 2018년에는 다른 사분면의 농가에 비해 총수입이 증가하고 총비용이 감소하여 소득이 크게 증가한 것으로 나타났다.

기술변화지수는 1보다 크지만, 기술적 효율성변화지수가 1 이하(제2사분면)인 농가는 3호(DMU 8, 20, 22)였다. 2사분면의 농가는 평균 재배규모가 두 번째로 컸음에도 불구하고, 잠재적인 생산기술의 불충분한 활용으로 성장성이 낮은 것으로 나타났다. 특히, DMU 20, 22의 경우 MPI가 0.797, 0.816으로 낮게 나타났으며 Peci, SECI가 모두 1 미만으로 나타나 순수기술효율성과 규모효율성 모두 개선이 필요한 것으로 분석되었다.

기술변화지수는 1보다 작지만, 기술적 효율성변화지수가 1 이상(제4사분면)인 농가는 11호(DMU 1, 2, 3, 5, 6, 12, 18, 23, 26, 27, 28)로 가장 많았다. 4사분면의

농가는 평균 재배규모가 가장 작고, 진보된 기술을 도입하기에는 어려움이 있는 것을 알 수 있다. 그러나 단위당 평균 소득이 가장 높고, 대부분 순수기술효율성이 규모효율성에 비해 모두 크거나 같은 값을 가지고 있는 것을 통해 투입요소에 대한 비효율성을 절감하는 노력을 지속적으로 해온 것으로 판단된다.

기술적 효율성변화지수와 기술변화지수가 둘 다 1 미만(제3사분면)인 농가는 6호(DMU 4, 11, 15, 21, 24, 25)였다. 특히, 3사분면의 농가는 4사분면의 농가에 비해 평균 재배면적이 큰 것으로 나타났다. 4사분면 농가 역시 기술변화지수가 낮게 나타나지만, 기술적 효율성변화지수가 높기 때문에 새로운 기술의 차용이 어려운 3사분면 농가의 경우 4사분면 농가의 요소투입을 벤치마킹하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

Table 7. Malmquist productivity index of DMU

classification	TECI	TCI	PECI	SECI	MPI
DMU1	1.084	0.997	1.000	1.084	1.081
DMU2	1.000	0.897	1.000	1.000	0.897
DMU3	1.000	0.770	1.000	1.000	0.770
DMU4	0.932	0.746	0.979	0.952	0.695
DMU5	1.000	0.734	1.000	1.000	0.734
DMU6	1.000	0.551	1.000	1.000	0.551
DMU7	1.000	1.680	1.000	1.000	1.680
DMU8	0.885	1.182	1.000	0.885	1.047
DMU9	1.000	1.119	1.000	1.000	1.119
DMU10	1.000	1.146	1.000	1.000	1.146
DMU11	0.906	0.862	0.908	0.997	0.780
DMU12	1.000	0.739	1.000	1.000	0.739
DMU13	1.017	1.191	1.000	1.017	1.211
DMU14	1.293	1.028	1.419	0.911	1.329
DMU15	0.988	0.843	1.000	0.988	0.833
DMU16	1.079	1.812	1.052	1.025	1.955
DMU17	1.076	1.138	1.000	1.076	1.225
DMU18	1.080	0.903	1.048	1.031	0.975
DMU19	1.000	1.372	1.000	1.000	1.372
DMU20	0.772	1.033	0.882	0.875	0.797
DMU21	0.901	0.942	0.902	1.000	0.849
DMU22	0.809	1.009	0.833	0.970	0.816
DMU23	1.058	0.961	1.050	1.007	1.016
DMU24	0.837	0.827	0.854	0.979	0.692
DMU25	0.831	0.814	0.917	0.905	0.676
DMU26	1.242	0.974	1.209	1.028	1.210
DMU27	1.112	0.787	1.177	0.945	0.875
DMU28	1.000	0.816	1.000	1.000	0.816
Mean	0.990	0.964	1.003	0.987	0.954

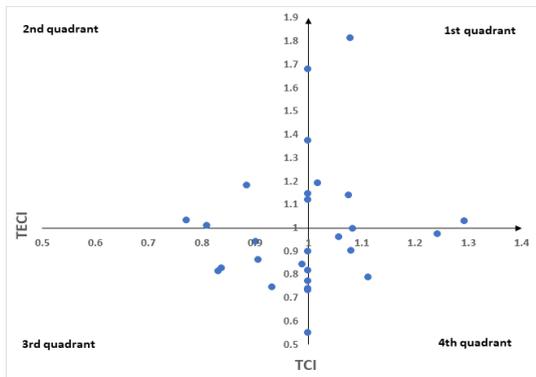


Fig. 1. Productivity and efficiency distribution map

Table 8. Descriptive statistics for quadrant

(Unit: 10a, won/10a)

classification	1 st	2 nd	3 rd	4 th
Cultivation area	8.1	6.4	5.8	5.7
Seeds	2,516,085	1,432,499	3,558,570	2,600,114
Fertilizer	1,797,351	2,923,430	2,204,174	1,761,194
Pesticides	2,139,098	2,136,203	1,819,531	1,726,949
Water/Light/Heat Power	5,749,720	6,920,928	7,054,995	6,811,634
Material	2,563,558	956,020	2,552,924	1,521,756
Depreciation of equipment	490,237	261,932	767,579	778,228
Depreciation of facilities	5,968,931	5,422,523	6,651,134	3,521,107
Employment labor	2,150,672	2,573,658	2,528,246	2,393,090
Sum of cost	23,375,653	22,627,191	27,137,153	21,114,072
Gross income	31,061,006	33,347,143	39,631,175	33,458,017

Table 9. Descriptive statistics for quadrant by year

(Unit: 10a, won/10a)

classification	year	1 st	2 nd	3 rd	4 th
Gross income (A)	2016	30,930,026	39,050,006	47,016,032	33,852,826
	2017	29,594,524	31,105,411	36,488,098	31,568,885
	2018	32,658,469	29,886,013	35,389,395	34,952,339
Sum of cost (B)	2016	27,237,914	22,679,601	28,821,401	22,920,646
	2017	24,089,995	22,919,960	26,098,268	19,821,241
	2018	18,799,050	22,282,012	26,491,790	20,600,329
Income* (A-B)	2016	3,684,959	16,363,988	18,188,826	10,926,566
	2017	5,497,024	8,179,032	10,384,023	11,741,879
	2018	13,849,706	7,597,718	8,891,799	14,346,278

* Income(소득)은 Gross income에서 경영비(Operation Cost)를 제외한 값이지만 여기서는 투입요소비용만을 제외한 값으로 정의

사분면의 비교를 통해 알아본 시설장미 재배농가의 생산성분석의 주요 결과를 요약하면 다음과 같다. 재배면적이 큰 농가일수록 기술적 효율성변화지수가 큰 것을 통해 진보된 기술이 적용되고 있음을 알 수 있다. 그러나 효율적인 투입이 이루어지지 않을 경우 생산성을 담보할 수 없다. 반면, 재배면적이 작고 진보된 기술이 적용되지 않더라도 생산요소가 효율적으로 투입될 경우 생산성을 일정부분 유지할 수 있음을 의미한다.

4. 요약 및 결론

주요 농업국과 비교해 절대적으로 농지가 부족한 우리나라는 토지의 활용도를 높이기 위해 집약적 농업으로 시설원예농업이 발전하였다. 그중 화훼산업에서 장미는 국내 농업경쟁력 향상에 큰 역할을 한 대표적인 작물이다. 그러나 최근 시장개방뿐만 아니라 기상재해 등의 이유로 장미 농가의 소득은 정체되고 있다. 과거 난방 에너지에 필요한 유류 등의 비용 상승이 주요한 경영상 어려움이었다면 최근에는 이상고온 현상으로 냉방의 중요성이 증대되고 있으며, 이는 농가의 경영비 부담으로 이어져 경영성과가 악화되고 있다.

따라서 과거와 다른 환경에 처한 시설장미 재배농가의 경쟁력을 제고하기 위해서는 경영성과 개선을 위한 새로운 대안이 모색되어야 하는 시점이다.

이에 본 연구에서는 농촌진흥청의 소득조사 원자료 중 2016년부터 2018년까지 3년간 시설장미 재배농가 28호의 소득조사자료를 활용하여 DEA 분석과 MPI 분석을 수행하였다. 이를 통해 조사 대상의 경영현황을 다시 파악하고, 경영성과분석 측면에서 비효율적인 원인을 규명하여 효율성 및 생산성을 개선할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

분석결과는 다음과 같다. 첫째, DEA 분석결과, 연도별 농가들의 평균 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성은 2016년 대비 2017년에 상승했다가 2018년에 감소하는 것으로 나타났다. 비효율적인 농가의 경영효율성을 개선시키기 위해서는 비중이 가장 크게 나타난 투입요소 순으로 대농기구상각비, 고용노동비, 비료비, 영농시설상각비, 종묘비 등을 우선적으로 절감하는 노력이 필요하며, 이에 각 비용에 대한 개선방안 및 시사점은 다음과 같다. 대농기구상각비 및 영농시설상각비 측면에서는 최근 스마트팜 시설, 이상기후에 대한 대응으로 환경제어 및 조절 기술 등의 도입 증대로 대농기구상각비 및 영농

시설상각비가 비효율적으로 나타난 것으로 판단된다. 따라서, 비효율적인 농가의 경영효율성을 증대시키기 위해서는 농가의 경영형태에 부합하는 대농기구 도입 및 시설을 설치하여야 한다. 새롭게 개발되거나 ICT를 접목한 기술 등의 신기술 도입은 소득을 제고하는 방안이나, 초기 비용이 많이 들며, 기존 온실 형태에 맞지 않을 수도 있으므로 무분별한 구입이 아닌 농가는 본인의 경영형태를 파악하고 현재의 경영형태와 부합한 시설 설치 및 대농기구를 구입하여야 한다.

또한, 최근 소비자의 다양화된 니즈로 인하여 다양한 장미 품종이 개발되는 추세이다. 일반적으로 장미는 종묘 식재 후 5개월 뒤 수확이 가능하다. 장미는 소비자의 니즈에 민감한 작물로 농가는 소비자의 니즈를 만족시키고 소득을 제고하고자 품종갈이를 계획 없이 무분별하게 시도하여 수확이 가능하기 전까지 소득은 줄어들고 종묘비 뿐만 아니라 재식에 따른 비료비까지 과다 투입되는 실정이다. 따라서 비료비 및 종묘비 측면에서 농가는 과다 투입되는 비용을 절감하기 위하여 무분별한 식재 및 비료투입을 지양하고 계획적이고 효율적인 경영을 할 필요가 있다.

과다 투입비용이 가장 낮은 하지만 그동안 시설원예에서 농가 간 큰 차이를 보이지 않았던 수도광열비에서도 비효율성이 발생하고 있다. 여름철 고온피해가 증가할 것으로 예상되는 시점에서 수도 및 전기료와 관련하여 지열냉난방, 태양열발전 등의 벤치마킹 요소를 발굴하고 개선해나가야 한다. 그러나 환경에 따라 비효율성의 원인이 다르게 나타나기 때문에 생산성분석을 통해 기술진보의 요인과 기술적 효율성의 문제를 살펴볼 필요가 있다.

둘째, DEA 분석에 이어 생산성분석으로 MPI 분석결과, 시설장미 재배농가 28호의 평균 MPI는 T2(16-17)에는 1로 큰 변화가 없지만, T3(17-18)에는 생산성이 1에서 0.910으로 9% 감소한 것으로 나타났다. 세부적으로 기술적 효율성변화지수가 하락하고 기술변화지수가 상승하는 것으로 보아 생산성의 감소가 기술진보의 둔화보다는 잠체적인 생산기술의 불충분한 활용에 기인하고 있는 것으로 판단된다. 2018년의 폭염을 고려하여 해석하면 여름철 고온피해 극복을 위한 기술의 부재 보다는 고온피해 극복기술을 효율적으로 사용하지 못하는 과정에서 요소 투입의 비효율성이 존재했던 것으로 판단된다. 이러한 분석결과는 향후에도 고온극복기술의 개발뿐만 아니라 기술보급 후 활용에 대한 기술지도가 함께 이루어지는 것이 중요함을 시사하며 그 방안으로는 다음과 같다. 일반적으로 농가는 신기술에 대한 리스크와 불안감

으로 도입을 꺼려하는 경우가 발생하기 때문에 이를 해결하기 위해서는 기술 보급처 및 농촌진흥기관의 교육 및 지도의 역할이 중요하다. 따라서, 신기술에 대하여 팜플렛, 시연회 등을 통하여 활발한 홍보와 기술도입 및 활용에 대한 성과를 과학적이고 실증적인 자료를 통해 적극적으로 농가에게 전달할 필요가 있다.

셋째, MPI를 효과적으로 해석하기 위하여 기술적 효율성변화지수(TECI)와 기술변화지수(TCI)를 1값을 기초로 사분면에 표시하여 농가의 특성을 살펴보았다. 사분면의 비교를 통해 알아본 시설장미재배농가의 생산성분석의 주요 결과로는 재배면적이 큰 농가 일수록 기술적 효율성변화지수가 큰 것을 통해 진보된 기술이 적용되고 있음을 알 수 있다. 그러나 효율적인 투입이 이루어지지 않을 때 생산성을 담보할 수 없다. 반면, 재배면적이 작고 진보된 기술이 적용되지 않더라도 생산요소가 효율적으로 투입될 경우 생산성을 일정 부분 유지할 수 있음을 의미한다.

본 연구는 최근 고온피해 등으로 소득이 정체되고 있는 상황에서 연구가 미비한 시설장미 재배농가를 대상으로 DEA 분석과 MPI 분석을 통해 농가의 경영현황을 파악하고 비효율적 원인을 규명하여 농가의 효율성 및 생산성을 개선하고자 하였다. 그 결과 효율성 및 생산성의 정도와 그에 따른 비효율적인 원인을 도출하였으며, 그 원인이 되는 비용에 대하여 농가의 경영형태와 부합하는 방향으로 각 비용 항목에 대하여 투입을 할 것을 제시하고 실무적인 측면에서 개선방안 및 시사점을 제시하였다. 이는 향후 장미농가의 실무적인 측면과 아울러 시설재배농가에 대한 연구개발, 정책적 측면에서 기초 정보로 활용될 것으로 기대된다. 또한 지수값을 기준으로 농가의 특성을 수치화하여 표현한 것은 향후 학문적으로 농가의 특성 및 성향을 파악하는 방법으로 활용될 것으로 기대된다. 반면, 농가의 개인적 성향, 역량, 기술 등의 세세한 데이터를 확보하지 못하여 농가 유형별로 깊이 있는 경영개선 사항 도출에 대한 한계가 있다. 따라서, 추후 연구에는 농가의 자세한 현황과 농가의 재배기술 수준, 혁신적 성향 등의 역량을 파악하여 농가의 경영효율성 개선 및 생산성 향상에 대한 방안을 모색하고자 한다.

References

- [1] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2018 Flower cultivation status, p.428, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2019, pp. 16-17.

- 366.
- [2] G. T. Kim, W. K. Kim, J. Y. Jeong, "Productive Efficiency of the Rose Farming Business: A Comparison of DEA and SFA", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.16, No.12 pp.8719-8727, 2015.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.12.8719>
- [3] Rural Development Administration, 「Survey Report on Climate Change in Agricultural」, 2019.
- [4] D. S. Lee, H. T. Park, K. H. Park, Analysis of Management Situation for Cut Flower Farms, Korea Rural Exonomic Institute, Korea, pp.1-104, 1998.
- [5] D. S. Lee, H. T. Park, K. H. Park, "Cut-Flower Farmers' Performance Capacity of Government Loans", *Journal of Rural Development*, Vol.22, No.3 pp.1-17, 1999.
- [6] H. Y. Jang, *Analysis on management efficiency of lily farms using DEA*, Ph.D dissertation, Chungnam National University , pp.1-79.
- [7] H. M. Yi, H. T. Goh, "A Study on the Technical Efficiency of Kangwon Lily Export Farms Using DEA", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.38, No.3 pp.449-474, 2011.
- [8] M. H. Park, Efficiency and Productivity Analysis, Korean Studues Information, p.225.
- [9] D. H. An, O. S. kwon, B. S. Kang, "An Analysis of Productivity Change in Beef Industry : Decomposition of Productivity Change into Efficiency and Technical Changes in Beef Industry", *The Korean Journal of Agricultural Economics*, Vol.39, No.1, pp.87-111, 1998.
- [10] B. K. Kang, S. D. Ahn, J. J. Kim "A Study on the Technical Efficiency of Kangwon Lily Export Farms Using DEA", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.39, No.1, pp.1-20, 2012.
- [11] D. W. Choi, T. K. Kim, Q. L. Lin "Analysis of the Productivity Changes of the Oriental Melon using DEA-Malmquist Productivity Index", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.39, No.3, pp.349-363, 2012
- [12] J. H. Kim, H. M. Yi, "A Study on Relative Efficiency Evaluation on Facilitated Tomato Farms Using Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.41, No.4, pp.771-794, 2014.
- [13] H. K. Lee, T. K. Kim, "Productivity Analysis of Grape by Cultivation Types using MPI", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.45, No.3, pp.545-566, 2018.
DOI : <https://doi.org/10.30805/KJAMP.2018.45.3.545>
- [14] S. S. Seo, S. S. Kim, " An Analysis of Technical Efficiency of Tobacco Production Cooperatives", *The Korean Journal of Cooperative Studies*, Vol.29, No.1, pp.81-103, 2011.
DOI : <https://doi.org/10.35412/kics.2011.29.1.005>
- [15] Charnes, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes, "Measuring efficiency of decision making units", *European Journal of Operations Research*, Vol.2, No.6, pp.429-444, 1978.
- [16] Banker, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol.30, pp.1078-1092, 1984.
- [17] Y. J. Bang, I. S. Jun, "An Analysis on the Production Efficiency of Leading Farms of Red Pepper in Chungbuk Province", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.44, No.1, pp.143-163, 2017.
- [18] Caves, D.W., L.R. Christensen and W.E. Diewert, "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement fo Input, Output and Productivity", *Econometrica*, 50, 1393-1414, 1982.

윤진우(Jin-Woo Yun)

[정회원]



- 2017년 2월 : 강원대학교 농업자원경제학과 (경제학석사)
- 2017년 5월 ~ 2019년 12월: 농촌진흥청 농산업경영과 전문연구원
- 2020년 1월 ~ 현재 : 전략컨설팅 헤안(주) 선임연구원

<관심분야>

농업R&D, 경영성과, 경제성분석

이동수(Dong-su Lee)

[정회원]



- 2012년 8월 : 경북대학교 경제학과 (경제학박사)
- 2012년 10월 ~ 2014년 6월 : 환경부 온실가스종합정보센터(임기제사무관)
- 2014년 7월 ~ 2019년 11월 : 농업기술실용화재단(선임연구원)
- 2019년 11월 ~ 현재 : 전략컨설팅 헤안(주) 부사장

<관심분야>

농업R&D, 파급효과분석, 실물업선, 기술가치평가

김 성 섭(Seong-sup Kim)

[정회원]



- 2013년 8월 : 충북대학교 농업경제학과 농업경영전공 (경제학석사)
- 2017년 8월 : 충북대학교 농업경제학과 농업경영전공 (경제학박사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 농업연구사

〈관심분야〉

농업위험관리, 농업투자분석, 농업R&D, 농업회계