

장미농가의 생산효율성 분석 : DEA와 SFA 기법 비교를 중심으로

김기태*, 김원경¹, 정지영¹
¹한국협동조합연구소,

Productive Efficiency of the Rose Farming Business: A Comparison of DEA and SFA

Gi-Tae Kim^{*}, Won-Kyeong Kim¹, Ji-Young Jeong¹

¹Corea Cooperative institute

요약 본 연구는 장미농가의 생산효율성을 측정하고, 경영의 비효율성에 영향을 미치는 요인을 파악하기 위한 연구이다. SFA(Stochastic Frontier Analysis) 기법과 DEA(Data Envelopment Analysis) 기법을 사용하여 생산효율성을 측정하였으며, 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 Tobit 회귀 분석을 실시하였다. 먼저, SFA 방법을 통한 생산효율성은 88.4%로 측정되었으며, DEA 방법에서 불변규모수익(CRS) 모형과 변동규모수익(VRS) 모형을 통해서는 생산효율성이 각각 78.5%와 85.2%로 측정되었다. 특히 두 가지 방법의 생산효율성 측정결과는 각 경영체의 효율성 순위를 동일하게 설명하고 있어 상호보완적이다. 다음으로 Tobit 분석 결과, 투입한 6개의 변수가 모두 효율성에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 종묘비와 제재료비는 (+) 부호를 나타냄과 동시에 회귀계수가 가장 크게 나타나 효율성에 미치는 영향력이 가장 큰 경영 항목으로 분석되었다. 이러한 결과는 장미농가는 종묘비와 제재료비의 투입을 증대시켜 더욱 높은 소득을 창출하는 방식으로 경영 효율성을 증대시켜야 함을 시사한다.

Abstract The purpose of this study is to examine the production efficiency of Rose farm and to explain the factors of the inefficiency. To analysis the production efficiency, SFA(Stochastic Frontier Analysis) and DEA(Data Envelopment Analysis) methods are measured, and then, Tobit regression model is used to analysis the influential factors on the production efficiency. As a result, first, the production efficiency by SFA is 88.4%, and by DEA, results are 78.5% and 85.2% in the CRS and VRS model, respectively. In particular, the production efficiency of the measurement results of the two methods are complementary, it is described in the same order of efficiency of each management body. Second, the results of tobit model shows that 6 input-factors are significant, and seed/nursery and material costs, which have the largest regression coefficient value and positive effect on production efficiency, are the most influential factors. Therefore, the results of this study indicates Rose farm can enhance their management efficiency by increasing amount of the seed/nursery and material costs.

Keywords : DEA(Data Envelopment Analysis), Productive Efficiency, Rose Farming Business, SFA(Stochastic Frontier Analysis), Tobit regression.

1. 서론

장미는 우리나라 화훼작목 중에서 가장 대표적인 작물로 화훼산업에서 차지하는 중요성이 매우 높다. 그러

나 한국의 장미농가의 수, 생산면적 및 생산량은 감소하고 있으며, 이는 국내 화훼산업 생산액의 축소 경향과 일치한다.[1] 장미재배는 소비의 감소와 생산비 증가로 양측 면에서 여러가지 위기상황을 맞이하고 있다. 내수시

본 논문은 농촌진흥청 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Gi-Tae Kim(Corea Cooperative Institute)

Tel: +82-2-3474-9217 email: kkt1026@daum.net

Received October 26, 2015

Revised (1st November 25, 2015, 2nd December 3, 2015)

Accepted December 4, 2015

Published December 31, 2015

장에서의 장미소비 및 대일본 수출이 감소 하였다. 또한 장미는 난방용 에너지 투입을 필요로 하는 시설하우스 재배가 대부분으로 유류 등 가격이 증가함에 따라 생산 원가가 큰 폭으로 상승하여 경영의 어려움을 겪고 있다.

1990년대 중후반 이후 국내 화훼산업육성의 정책은 시설현대화 지원에 집중되었으며 시설의 특성상 집약적 생산을 통한 효율화를 도모하였다.[1] 그 결과 농가의 재배기술 등은 증가하였으나 경영성과인 소득측면에서는 수익성이 낮아지는 등 여전히 어려움을 겪고 있다. 향후 장미산업의 도약을 위해서 현재 장미농가의 경영분석과 개선방안 제시가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 현재 농가의 경영분석 측면에서의 생산효율성을 측정하여보고 효율성을 높이기 위한 방안에 대하여 시사점을 찾아 보았다.

생산효율성을 측정하기 위하여 DEA 기법(자료포락 분석, Data Envelopment Analysis)과 SFA 기법(확률변경 분석, Stochastic Frontier Analysis)을 병행하여 사용하였다. 이 두 방법은 각 의사결정단위(Decision Making Units: DMUs)의 투입 및 산출자료를 이용하여 효율적 변경(efficient frontier)을 도출한 후에 각 의사결정단위가 떨어진 거리를 측정하여 각각의 효율성을 측정하는 공통의 원리를 따른다. 다만 DEA는 비모수적 접근방법이며 SFA는 모수적 접근방법으로, 두 방법 사이에는 효율성 추정과정에서 생산함수의 설정유무와 오차항의 가정과 관련하여 방법의 차이가 있다. DEA는 생산함수를 추정하지 않으므로 함수추정에 따른 오차를 줄일 수 있는 장점이 있지만 비효율성이 과대추정될 수 있는 단점이 있으며 SFA는 상대적으로 정확한 효율성 추정이 가능하다는 장점이 있으나 특정 함수의 형태와 오차항 분포를 사전에 가정해야 하는 단점이 있다. 선행연구에서는 이 두 가지 방법을 모두 적용하였을 경우 효율성 분석 결과의 수치 차이가 있으나 두 방법 모두 일관된 효율성 순위의 결과를 보이고 있어 상호보완적인 목적으로 함께 적용하는 것이 적합하다고 제시하고 있다.[2,3,4]

본 연구에서는 장미농가의 생산효율성 분석 및 개선 방안을 제시하기 위하여 첫째, 관련 선행연구 및 DEA와 SFA의 적용방법을 검토하고, 둘째, 분석대상인 장미농가의 경영현황 및 추이를 분석하였으며, 셋째, 두 가지 분석기법을 통한 장미농가의 효율성분석을 실시하고 장미농가의 경영특성을 정리하였으며, 마지막 결론에서는 장미농가의 경영개선 시사점을 도출하였다.

2. 선행연구 검토

장미 농가의 경영특성 연구와 연관된 자료로는 화훼 산업 전반에 대한 현황 및 전망과 관련된 연구와, 화훼품목의 경영구조 및 효율성 분석을 실시한 선행연구가 있다.

이두순 외[5]는 화훼의 생산 유통 및 소비 및 수출에 대한 현황을 바탕으로 화훼산업 중장기 발전방향을 제시하였으며 박기환 외[1]에서도 생산 및 소비, 수출 현황을 바탕으로 화훼산업의 발전 전략을 제시하였다. 이두순 외[6]는 장미, 국화, 백합 농가의 경영실태와 경영 수익성을 분석하고 농가별 자금상황 능력을 분석하여 경영개선 방향을 제시하였다. 강진구[7], 강진구 외[8]는 화훼를 포함한 작목별 소득수준 및 경영요인 등 경영성과지표를 분석하고 생산요소별로 경영에 영향을 미치는 요인과 실태를 분석하였다.

장미농가의 생산효율성 국내 연구는 없었다. 화훼품목의 생산효율성 분석을 실시한 연구로 장현동[9]은 DEA기법을 이용하여 백합농가의 경영효율성을 분석한 결과 효율적 농가와 비효율적인 농가간의 소득 및 비용의 차이, 지역별 효율성 비교, 효율성에 미치는 요인의 분석을 실시하고 경영개선방안을 제시하였다.

타 품목별 농가의 경영분석에서는 효율성 분석을 위한 방법으로 다수가 DEA기법을 사용하였으며 일부 SFA방법을 사용한 연구가 일부 있었으나 두 가지 방법을 사용한 연구는 없었다.

농업 외 분야의 경영 분석의 방법으로 SFA와 DEA방법을 함께 사용하는 연구가 있었다. DEA를 이용한 효율성 분석이 주로 연구되었지만 근래에 SFA와 DEA 두 가지 기법을 적용하여 효율성을 측정하는 연구가 늘어나는 추세이다. 선행연구 사례로 박이숙 외[2]는 종합물류인증기업의 효율성 비교분석을 실시하였으며, 최종열 외[3]는 연안어업경영체를 대상으로 생산효율성 분석을 실시하였다. 이상수 외[10]는 공동도서관에 대한 효율성분석에 두 기법을 적용하였으며, 한광호[4]는 국내 제조업체를 대상으로 분석을 적용하였다.

선행연구에서 이상수[10]는 두 접근방법을 사용하는 데 있어서 효율성 추정치에 차이가 있으나 추정치 간에 매우 높은 상관관계를 가지므로 두 접근 방법간에 특정과 한계를 고려할 때 양자는 상호보완적이기 보다는 상호보완적 접근 방법이라고 밝혔다. 최종열 외[3]는 효율

성 추정에 두 기법을 병용함으로써 각 기법의 단점을 보완하여 효율성 추정의 정확성을 높이는데 크게 도움이 되며, 박이숙 외[2]도 두 방법론을 동시에 적용하고 그 결과를 비교분석 함으로써 효율성 추정의 정확성을 높일 수 있다고 하였다.

3. 연구방법 및 분석자료

3.1 생산효율성 분석기법

3.1.1 SFA 기법

SFA 기법에서는 투입요소와 산출요소간의 관계를 생산함수의 형태로 나타내고, 총 오차항을 확률적 오차를 반영하는 확률 오차항과 생산의 비효율성을 반영하는 항으로 구분하여 표시한다.[11,12,13] 기본적인 SFA 모형의 식 (1)과 같다.

$$y_j = h(x_j; \beta) \times e^{v_j} \times e^{-u_j} \quad (1)$$

이 식에서 y_j 는 기업 j 의 산출량, $h(x_j; \beta)$ 는 투입요소 벡터 x_j 와 추정계수 벡터 β 로 이루어진 생산함수, e^{v_j} 는 기업 j 의 확률오차, 그리고 e^{-u_j} 는 기업 j 의 효율성 수준을 나타낸다. e^{v_j} 는 평균값이 0이고 분산이 σ_v^2 인 정규분포를 가정한 확률적 오차항이며, e^{-u_j} 는 0보다 크고 1보다 같거나 작은 범위 내에서 변동하는 기술적 효율성이다.[13] 총 오차항에서 기술적 비효율성을 구분하기 위해서는 확률오차항과 상호 독립이라는 가정과 반정규(Half-Normal)·절단정규(Truncated-Normal)분포 등과 같은 단방향의 확률분포를 가정한다.[10] 만약 위 식의 모든 값이 주어지면 개별 생산단위의 기술적 효율성(Technical Efficiency: TE)은 식 (2)와 같이 계산된다.

$$TE_j = \frac{y_j}{h(x_j; \beta) \times e^{v_j}} = e^{-u_j} \quad (2)$$

여기서 분모는 이론적 최대 산출량을, 분자는 실제 산출량을 의미한다. 따라서 가장 효율적인 상태는 TE_j 의 값은 항상 1과 0사이의 값을 가지게 되며, $TE_j = 1$ 인 경우에는 가장 효율인 상태가 되므로 TE_j 의 값이 1에 가까울수록 효율적이라고 할 수 있다.

3.1.2 DEA 기법

DEA는 다수의 투입물을 이용하여 다수의 산출물을 생산하는 DMU(Decision Making Unit)들간의 상대적인 효율성을 측정하기 위한 선형계획법에 기반한 방법이다.[2] DEA 기법은 불변규모수익(Constant Returns to Scale: CRS)을 가정하는 CCR 모형과 가변규모수익(Variable Returns to Scale: VRS)을 가정하는 BCC 모형으로 크게 나눌 수 있다.[3] 그리고 분석 목적에 따라 투입기준 모형과 산출기준 모형으로 구분되는데, 투입기준모형은 산출수준을 변화시키지 않으면서 투입수준을 얼마만큼 줄일 수 있는지를 계산하고, 산출기준모형은 투입수준을 변화시키지 않은 채 산출요소를 최대한 증가시킬 수 있는지를 계산한다.[14]

투입기준 CCR 모형을 이용하면 불변규모수익(CRS)을 만족하는 생산가능집합에서 산출의 수준을 고정시킨 채 투입을 최대한 줄일 수 있는 비율이 도출된다. 투입기준 CCR 모형의 식은 (3)과 같다.

$$\theta^k = \min_{\theta, \lambda, s^-, s^+} \left\{ \theta^k - \epsilon \left(\sum_{m=1}^M s_m^- + \sum_{n=1}^M s_n^+ \right) \right\} \quad (3)$$

subject to

$$\theta^k \chi_m^k = \sum_{j=1}^J \lambda_j^j \chi_m^j + s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$y_n^k = \sum_{j=1}^J y_n^j \lambda_j^j - s_n^+ \quad (n = 1, 2, \dots, N);$$

$$\lambda_j^j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J);$$

$$s_m^- \geq 0 \quad (m = 1, 2, \dots, M);$$

$$s_n^+ \geq 0 \quad (n = 1, 2, \dots, N)$$

이 식에서 θ^k 는 효율성 척도, χ_m 는 투입요소, y_n 는 산출요소, ϵ 는 0보다 크지만 무한히 작은 실수인 비아르키메데스 상수(non-Archimedean), 그리고 s_m^- 와 s_n^+ 은 투입요소와 산출요소의 여유분(slack)을 나타낸다. 효율성 척도의 값은 0과 1사이의 값을 갖게 되는데, $\theta^* = 1$ 이면서 모든 여유분(s^-, s^+)이 0이면 개선의 여지가 없는 강효율적 상태, $\theta^* = 1$ 이나 단 하나의 여유분이라도 양수이면 약효율적 상태, $\theta^* < 1$ 이면 비효율적 상태에 있다고 볼 수 있다.[17]

만약 식 (1)에서 $\sum_{j=1}^J \lambda_j^j = 1$ 을 추가하면 관측치들 간의 내분점 및 자유가치분성을 만족하는 점들만이 생산가능한 것으로 인정되어, 생산가능집합이 가변규모수익(VRS)

을 따른다고 가정하는 투입기준 BCC 모형이 된다. 그리고 CCR 모형의 효율치를 BCC 모형의 효율치로 나누면 규모의 효율(scale efficiency)을 도출할 수 있다.

DEA분석의 한계점을 보완하고 효율성에 미치는 요인의 분석을 위해 회귀분석의 한 형태인 Tobit모형을 사용할 수 있다.

3.2 분석자료

3.2.1 장미재배 및 농가경영현황

연구의 대상이 되는 국내 장미농가의 총 재배면적은 2005년 751ha였으나 2014년 353ha로 감소하였으며 총 생산액은 2005년 1,823억원에서 2014년 745억원으로 감소하였다. 농가수는 2001년 1,632농가이던 것이 2014년 666농가로 감소하였으며 호당 평균재배면적은 약 0.5ha, 호당 생산액(조수입)은 약 112백만원의 규모를 나타내고 있다.

Table 1. Gross income and area, per farm [16],[17]

	2001	2005	2010	2014
Gross Income (1,000,000won)	149,840	182,344	99,575	74,520
Growth Area(ha)	728	751	456	332
Number of farm	1,632	1,511	956	666
Growth Area per Farm(a)	44.61	49.72	47.67	49.80
Gross income per Farm (1,000won)	91,814	120,678	104,158	111,892

장미농가의 토지생산성은 2000년 10a당 89.46천본이던 것이 2013년 에는 99.56천본으로 2005년 최대치 이후 감소하였으며 평균 노동생산성은 2000년 1시간당 10a에서 99본이었으나 2013년 159본으로 증가하였다.

Table 2. Changes of productivity per year[19,20]

	Land productivity (1,000bon/10a)	Labor productivity (1,000bon/1hour)
2000	89.46	99
2005	112.30	132
2010	108.05	148
2013	99.56	159

10a당 농가의 명목조수입은 2013년 29백만원으로 이전년도 대비 증가하였다. 그러나 명목소득은 2013년에 약 8백만원으로 2005년 11백만원보다 감소하였다. 조수입 대비 경영비 비중이 지속적으로 상승하였으며 농가의 소득률(조수입 대비 소득이 차지하는 비율)은 지속적

으로 낮아져 2013년 29.86%로 이전년도 대비 농가의 수익성이 악화되었다. 한재환 외[15]는 유가상승으로 인한 난방비 부담가중, 소비 위축, 수출 부진의 영향으로 타 시설원에 작물로 전환하는 농가가 많아져 생산이 줄어든다고 하였다.

Table 3. Changes of Gross income and Income

	Gross income (1,000won/10a)	Operating cost (1,000won/10a)	Income (1,000won/10a)	Income rate (%)
1992	11,828	4,847	6,716	56.78
2000	18,015	11,649	6,366	35.34
2005	29,000	17,872	11,128	38.37
2010	29,066	18,821	10,231	35.20
2013	29,899	20,937	8,928	29.86

*Income : Gross income - Running cost
Income rate : Income/Gross income

소득에 영향을 미치는 경영비의 구성항목 중 광열동력비 비중이 42.14%로 가장 많으며 종자·종묘비(15.16%), 감가상각비(14.42%), 제재료비(7.43%) 순으로 경영비의 비중이 높게 나타났다. 광열동력비는 매년 크게 증가하여 명목 경영비 전체의 증가를 주도하였다.

Table 4. Percentage of the major items in operating cost (2013)

Seeds	Fertilizer	Pesticide
15.16%	5.58%	4.84%
Light/Heat Power	Irrigation	Material
42.14%	0.09%	7.43%
Machineries Depreciation	Facilities Depreciation	Repairing
0.07%	14.42%	1.16%
ETC	Rent	Employment
0.00%	2.31%	6.79%

Table 5. Changes of major item in operating cost[17]

	Seeds	Fertilizer	Pesticide	Light/Heat Power	Material	Facilities Dep.	Employment
2000	1,244	704	499	4,095	975	2,999	657
2005	2,454	933	821	7,263	997	4,172	813
2010	2,152	1,296	865	7,844	944	3,998	896
2013	3,175	1,168	1,013	8,823	1,556	3,020	1,422

단위당 투입재의 투입량을 분석하기 위해 물가 및 원자재비 상승에 따른 판매 및 구입 가격지수를 디플레이트(deflate)하여 실질경영비로 환산한 결과 실질생산비는 2005년 이후로 감소한 것으로 나타났다. 특히, 2010년에서 2013년 동안에 감가상각비와 광열동력비는 감소한

반면 종묘비는 증가하였다. 감가상각비 감소는 재배시설에 대한 투자비용이 감소한 것과 관련이 있으며 광열동력비는 단위당 에너지투입이 감소한 것이며 종묘비가 증가한 것은 품종에 비용을 더 많이 투자하는 것과 관련이 있다.

Table 6. Changes in the actual production costs
(Unit: 1000won/%)

	Input costs per unit(10a) (Average annual real growth rate)			
	2000	2005	2010	2013
Seeds	1,211	2,454 (15.17)	2,021 (-3.81)	2,615 (8.98)
Fertilizer	895	933 (0.84)	605 (-8.31)	576 (-1.59)
Pesticides	475	821 (11.58)	693 (-3.34)	707 (0.68)
Light/Heat Power	5,987	7,263 (3.94)	6,499 (-2.20)	6,368 (-0.68)
Material	1,291	997 (-5.04)	762 (-2.95)	1,044 (15.14)
Depreciation of facilities	3,173	4,172 (5.87)	3,331 (-4.40)	2,355 (-10.91)
Repairs	243	189 (-2.15)	165 (-2.63)	163 (-0.44)
Employment labor	810	813 (0.06)	715 (-2.54)	926 (9.00)
Self labor	4,433	4,195 (-1.10)	3,536 (-3.36)	2,711 (-8.48)
Floating capital	430	684 (9.76)	302 (-15.09)	285 (-1.95)
Fixed capital	3,014	726 (-24.77)	495 (-7.37)	284 (-16.90)
Land capital	414	286 (-7.11)	331 (2.93)	148 (-23.47)
Total (Managing cost)	14,472	17,872 (4.31)	15,293 (-3.07)	15,101 (-0.42)
Total (Production cos)	22,763	23,764 (0.86)	19,969 (-3.42)	18,553 (-2.42)

* 'Actual costs' is the values that consider the rising cost of real value (application of purchasing price index in 2005)

본 연구에서는 경영개선을 위하여 농가의 경영정보를 통해 효율성을 측정하고 비효율이 발생하는 부분을 확인하고 개선방안을 탐색하고자 한다. 측정도구인 SFA 및 DEA기법을 활용하여 효율성의 특성 및 차이를 확인하고 경영비의 주요 항목들이 효율성에 미치는 영향을 분석하였다.

3.2 분석대상 자료 및 변수의 선택

효율성 분석을 위하여 농촌진흥청 농산물소득분석자료집의 2013년도 조사 원자료를 활용하였다. 원자료에

는 전국에서 표본으로 선정된 총 57개 농가(경기도 12개 농가, 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상남도 각각 9개 농가)에 대한 조사 결과가 포함되어 있으며, 본 연구에서는 분석에 필요한 자료가 누락된 농가를 제외하여 49농가의 자료를 활용하였다. 현재 장미는 시설하우스에서 재배되기 때문에 노지채소와 달리 지역에 따른 외부환경의 차이보다 시설과 설비의 완성도에 경영상 대부분의 영향을 받기 때문에 지역적 분석의 의의는 적다고 할 수 있다. 또 출하시기에 따라 경영성과가 달라질 수 있으나, 표본농가들은 연중 장미를 출하할 수 있는 시설을 가지고 있기 때문에 출하시기별 분석의 의의도 적다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에는 장미 농가의 효율성 분석을 일차적인 목표로 하고 있으므로 주되게는 지역 구분 없이 분석을 실시하였으며, 부차적으로 지역 구분에 따른 효율성도 분석하였다.

산출 변수로는 조수입을 사용하였으며, 투입 변수로는 '광열동력비', '종자종묘비', '재제료비', '무기비료비', '유동자본비'를 선정하였다. 투입변수의 선정은 두 단계로 이뤄졌다. 첫째, 전체 생산비 관련 변수 12개 가운데 SFA 분석 시 산출변수와 상관성이 없는 투입 변수를 제외했다. 둘째, 첫째 단계에서 남은 변수 중 가장 투입액이 많은 5개 비목을 선정했다. 생산비에서 차지하는 비중이 작은 항목의 경우 개별 항목의 효율성을 개선한다고 하더라도 전체 경영 효율성에 미치는 영향력이 미미할 것으로 판단하여 생산비에서 차지하는 비중이 높은 항목을 투입 변수 선택하였다. SFA분석에서는 회귀함수를 통해 생산함수를 추정하여야 하므로 투입변수 중에서 산출변수와 상관성이 나타나지 않는 변수는 제외하였다.

분석에 사용된 각 변수의 기초통계량은 [Table 7]과 같다. 농가는 10a당 평균 30,407천원의 조수입을 올리고 있으며 이중에서 경영비에 해당하는 광열동력비는 8,491천원, 종자종묘비는 3,054천원이 소요되는 것으로 나타났다.

Table 7. Statics of Input&Output Factor
(Unit: 1000won/10a)

Variable		AVG	SD	MIN	MAX
Output Factor	Gross income	30,407	8,939	5,444	48,000
	Light/Heat Power	8,491	4,829	631	22,500
Input Factor	Seeds	3,054	2,678	425	12,000
	Material	1,123	707	56	3,150
	Organic Fertilizer	1,657	1,359	30	5,357
	Floating capital	436	212	42	931

4. 연구결과

4.1 SFA기법에 의한 생산효율성 추정

장미농가의 효율성을 추정하기 위한 SFA방법을 적용하기 위해 최우추정법(maximum likelihood)을 통해 콕-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수를 추정하였다. R 프로그래밍을 통하여 결과를 산출하였으며, 생산함수를 통하여 추정된 결과 변수는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 그 결과는 Table 8과 같다. 종자종묘비와 제재료비 등의 경우 통계적 유의성이 높게 나타났으며 효율성에 영향을 많이 미치는 것으로 나타났다.

Table 8. Estimation of production efficiency by SFA

Variable	Estimate	Standard error	z-value	
Constant	9.383***	1.120	7.822	
Cost	ln(Light/Heat Power)	0.113	0.088	1.293
	ln(Seed/Nursery)	0.129**	0.044	2.961
	ln(Material)	0.093**	0.032	2.923
	ln(Inorganic Fertilizer)	0.052	0.043	1.217
	ln(Floating capital)	0.174	0.099	1.748
$\sigma^2 (= \sigma u_2 + \sigma u_1)^2$	0.053	0.042	1.274	
$\gamma (= \sigma u_1^2 / \sigma^2)$	0.481	0.796	0.605	
log likelihood	11.471			

* **, ***, *****, indicate significance at the 10%, 5% and 1% levels, respectively.

SFA기법에 의한 장미생산농가의 평균 효율성을 계산한 결과는 Table9와 같다. 장미 생산 농가의 평균효율성은 0.884이고 표준편차는 0.042이다. 각 농가 중에서 효율성이 가장 높은 경우 효율성 수치는 최대 0.945였으며 최소는 0.718로 나타났다.

4.2 DEA기법에 의한 생산효율성 추정

DEA기법의 적용을 위해 CCR모형과 BCC모형을 적용하여 분석을 하였으며 그 결과는 Table 9와 같다. 불변규모수익(CRS)의 가정하에 적용한 CCR 모형에서 기술효율성(TE)은 0.785으로 추정되었으며 변동규모수익(VRS)의 가정하에 적용된 BCC모형에서 도출된 순수기술효율성(PTE)은 0.852로 추정되었다. 평균 규모효율성(SE)은 CCR모형 및 BCC모형의 분석결과에서 추정가능하며 계산결과 0.921로 나타났다. 규모효율성 평균이 기술효율성 보다 높게 나타나고 있으며 농가간 편차가 크지 않다. 장미의 경우 규모에 따른 비효율성 요인은 상대적으로 낮다.

Table 9. Estimation of efficiency by SFA and DEA

DMU	SFA	DEA			DMU	SFA	DEA		
		TE	PTE	SE			TE	PTE	SE
1	0.875	0.767	0.781	0.983	26	0.873	0.938	0.939	1.000
2	0.927	1.000	1.000	1.000	27	0.719	0.992	1.000	0.992
3	0.872	0.614	0.617	0.995	28	0.859	0.614	0.647	0.950
4	0.870	0.426	0.620	0.688	29	0.870	0.697	0.700	0.996
5	0.878	0.629	0.661	0.952	30	0.847	0.623	0.684	0.910
6	0.831	0.547	0.573	0.955	31	0.945	1.000	1.000	1.000
7	0.933	1.000	1.000	1.000	32	0.939	1.000	1.000	1.000
8	0.895	1.000	1.000	1.000	33	0.899	0.785	0.859	0.914
9	0.870	0.586	0.606	0.968	34	0.889	0.813	0.818	0.994
10	0.820	0.441	0.462	0.956	35	0.906	0.748	0.913	0.820
11	0.896	0.668	1.000	0.668	36	0.915	0.842	0.943	0.893
12	0.791	0.505	0.518	0.975	37	0.917	0.924	1.000	0.924
13	0.939	1.000	1.000	1.000	38	0.906	0.814	0.859	0.948
14	0.930	1.000	1.000	1.000	39	0.939	1.000	1.000	1.000
15	0.879	0.711	0.716	0.992	40	0.904	1.000	1.000	1.000
16	0.813	0.648	0.665	0.974	41	0.910	1.000	1.000	1.000
17	0.871	0.800	0.868	0.922	42	0.897	0.682	0.779	0.877
18	0.843	0.833	0.835	0.998	43	0.865	0.458	0.756	0.606
19	0.900	1.000	1.000	1.000	44	0.894	0.697	0.864	0.807
20	0.877	0.885	1.000	0.885	45	0.913	0.613	1.000	0.613
21	0.840	0.580	0.608	0.954	46	0.895	0.559	0.701	0.798
22	0.885	0.865	0.876	0.988	47	0.908	0.589	1.000	0.589
23	0.905	1.000	1.000	1.000	48	0.913	0.656	1.000	0.656
24	0.883	1.000	1.000	1.000	49	0.941	1.000	1.000	1.000
25	0.853	0.896	0.899	0.997					
Average						0.884	0.785	0.852	0.921
Standard deviation						0.042	0.185	0.163	0.120

불변규모수익(CRS)의 가정하에 적용한 CCR 모형에서 산출된 효율성(TE)을 기준하여 효율성 차이에 따른 그룹을 비교하였을 때 ‘효율적’인 농가의 평균 소득이 ‘비효율적’인 농가에 비해서 약 61% 더 높은 것으로 나타났다 Table 10. 그러나 집단간 ANOVA분석 결과 집단에 따른 평균의 차이가 유의하지 않았으며 평균조수입 및 평균재배면적에서도 집단 차이에 유의미한 결과가 나타나지 않았다.

Table 10. Management index of output factor by efficiency classification

Classification (TE)	No.	Item	Mean area	Mean gross income (1000won/10a)	Mean income (1000won/10a)
1.0 (efficient)	13	AVG	1,475	30,310	12,640
		SD	1,025	8,261	6,277
0.9-0.99 (weak efficient)	4	AVG	1,860	21,447	9,233
		SD	1,659	12,471	6,212
0.7~0.89 (weak inefficient)	12	AVG	1,485	26,707	9,105
		SD	575	6,663	4,502
<0.7 (inefficient)	20	AVG	1,621	34,480	7,841
		SD	513	8,091	4,394
F-statistics (p-value)			0.301 (0.825)	4.062 (0.012)	2.358 (0.084)

지역별 구분에 따라 효율성 측정 결과를 비교해 본 결과 지역별 차이는 크지 않았으며 ANOVA 분석을 실시한 결과 규모효율성외에는 평균의 차이가 유의하지 않았다.

Table 11. Estimation of efficiency by province

Province (Number of farm)		SFA	TE	PTE	SE
Gyeonggi(10)	AVG	0.877	0.701	0.732	0.950
	SD	0.036	0.227	0.201	0.094
Gyeongsangnam(8)	AVG	0.903	0.657	0.888	0.743
	SD	0.022	0.158	0.128	0.150
Jeollanam(6)	AVG	0.915	0.930	0.967	0.961
	SD	0.013	0.085	0.058	0.046
Jeollabuk(8)	AVG	0.894	0.785	0.828	0.948
	SD	0.036	0.150	0.140	0.064
Chungcheongnam(9)	AVG	0.859	0.906	0.925	0.980
	SD	0.057	0.134	0.128	0.038
Chungcheongbuk(8)	AVG	0.870	0.771	0.825	0.941
	SD	0.053	0.173	0.180	0.113
F-statistics (p-value)		2.115 (0.082)	3.346 (0.012)	2.534 (0.43)	7.044 (0.000)

4.3 경영효율성 차이의 원인분석

경영효율성의 비효율이 나타나는 원인에 대하여 회귀 분석의 방법의 하나인 Tobit 회귀모형에 따라 비효율 영향을 미치는 원인을 추정하였다. 불변규모 수익가정 하에서 순수 기술효율성(불변수익규모를 가정하였을 때 잔차를 제외한 효율성만 측정된 결과의 분석 실시)에 영향을 미치는 독립변수를 설정하였으며 변수로는 효율성 분석에 사용된 6가지 투입 및 산출 변수를 설정하였다. 6가지 변수는 조수입, 광열동력비, 종자종묘비, 제재료비, 무기질비료비, 유동자본비이다. Tobit 모형에 따른 회귀 분석 결과는 Table 12과 같다.

종속변수인 효율성에 영향을 미치는 독립변수 요인을 분석한 결과 모두 통계적으로 유의미하였으며, (+) 부호를 나타낸 조수입, 광열동력비, 종자종묘비, 제재료비는 효율성에 긍정적 영향을 미치고, (-) 부호를 나타낸 무기질비료비 및 유동자본비는 효율성에 부정적 영향을 나타내는 것으로 나타났다. 그리고 회귀계수가 크게 나타난 종자종묘비와 제재료비가 효율성에 미치는 영향력이 큰 것으로 분석되었다. 즉, 이러한 결과는 장미 농가가 경영비의 무조건적인 감소보다는 종자종묘비와 제재료비를 중심으로 투입을 증대시켜서 더욱 높은 소득을 창출하는 방식으로 경영 효율성을 증대시켜야 함을 시사한다. 또한 무기질비료의 무분별한 과다 사용을 줄이고 유동자본비를 줄이기 위해 부채를 줄이는 등의 노력이 있어야 함도 시사한다.

Table 12. Analysis of efficiency factor by Tobit model

	Estimate	Standard error	z-value
Gross income	9.69E-04***	1.20E-08	80,853
Light/Heat power cost	2.47E-03***	3.57E-08	69,200
Seed/Nursery cost	3.57E-03***	4.36E-08	81,854
Material cost	4.16E-03***	7.22E-08	57,576
Inorganic fertilizer cost	-1.62E-03***	1.38E-07	-11,750
Floating capital cost	-1.72E-01***	1.27E-06	-134,738
Log(scale)	-1.51E+00***	0.00E+00	
Log Likelihood	-8200 on 8 Df		
Left Censored values	0		
Uncensored	39		
Right-censored	10		

* **, ***, ****, indicate significance at the 10%, 5% and 1% levels, respectively.

4.4 생산효율성 측정 결과의 비교

효율성 측정을 위한 두 가지 SFA 와 DEA 기법의 효율성 수치는 추정 과정에서의 이론적 차이가 있기 때문에 결과가 다르게 나타났다. SFA 기법을 통하여 추정할 경우 DEA를 통해 추정된 방법보다 효율성 추정치가 높게 산출되었다. SFA가 모수적 방법으로써 비모수적 방법이 가지고 있는 측정의 오차를 포함하여 계산하여 비효율이 과대 추정되는 단점을 보완할 수 있기 때문이며 기존 선행연구의 결과들과 일치한다.[2,3] 본 연구에서 각각 추정된 효율성 추정 결과에 대한 피어슨 상관관계수 및 순위상관계수 분석 결과 SFA와 DEA의 결과 간에 매우 높은 상관관계가 나타난다. 따라서 두 가지 방법 모두 장미 농가의 효율성을 추정하는 방법으로 적합하게 사용될 수 있으며 동일한 결과값을 지향하고 있음을 보여준다. 효율성 추정에 두 가지 방법을 모두 사용함으로써 결과분석의 정확성과 신뢰도를 높이는 데 기여할 수 있다.

Table 13. Estimation of Pearson correlation coefficient

	SFA	TE	PTE
SFA	1.0000		
TE	0.4337(0.002)	1.0000	
PTE	0.5755(0.000)	0.8703(0.000)	1.0000

*(): p-value

Table 14. Estimation of Pearson rank correlation coefficient

	SFA	TE	PTE
SFA	1.0000		
TE	0.6090(0.000)	1.0000	
PTE	0.7403(0.000)	0.7906(0.000)	1.0000

*(): p-value

5. 요약 및 결론

장미농가의 소득이 정체되거나 지속적으로 감소하여 단위당 수익성이 낮아지는 등 경영여건이 악화되어 작목 전환 등 장미 재배가 감소하고 있다. 이러한 상황에서 최근의 장미농가의 경영현황 조사 자료를 활용하여 효율성을 진단하고 원인을 파악해 보았다는 점에서 의미가 있다.

그동안의 농업분야 생산농가의 효율성 분석에서 비모수적 방법인 DEA를 주로 사용한 것과 달리 본 연구에서는 모수적 방법인 SFA기법을 병행하여 분석결과를 함께 제시함으로써 각 기법이 지닌 단점을 상호보완하고 효율성 추정을 좀 더 면밀히 수행하는데 적합한지를 확인하였다.

효율성 분석결과 SFA 기법에 의한 장미농가의 평균 생산효율성은 평균 88.4%로 산출되었다. DEA 기법에 의한 장미농가의 평균 생산효율성은 불변규모수익(CRS) 가정 하에서 78.5%, 변동규모이익(VRS)하에서는 85.2%로 추정되었다. SFA 기법에 의한 효율성 추정치가 DEA 기법에 의한 추정치보다 높게 나타났는데 모수적 추정방법의 이론상 특징이 반영된 결과이다.

SFA와 DEA 두 기법의 효율성 추정 결과값은 서로 높은 상관관계를 가진다. 따라서 모수적 방법과 비모수적 방법을 동시에 사용하여 효율성 분석에 필요한 결과값의 합리적인 추정 및 진단이 가능함을 확인하였다.

효율성의 수준으로 구분한 집단간에 평균 조수입 및 평균소득이 유의미한 차이가 나타나지 않아 생산효율성의 차이가 농가의 경영성과에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 지역간 기술효율성의 차이는 나타나지 않았으며 규모효율성의 차이만 일부 있었다. 생산효율성의 개선이 직접적으로 소득성과의 차이를 가져온다고 할 수 없다.

효율성이 낮은 경우의 원인을 분석해보기 위해 Tobit 분석결과 투입변수로 사용된 6개의 요소가 모두 효율성에 영향을 미치는 것으로 나타났는데 광열동력비, 종묘비, 제재료비를 늘리는 것이 효율성을 높이고 무기질비료비 및 유동자본비는 감소시키는 것이 효율성을 높이는 데 도움이 되는 것으로 나타났다. 또한 광열동력비보다는 종묘비 및 제재료비가 효율성의 변화에 미치는 영향이 큰 것으로 나타났다. 즉, 재배시설 및 난방시설의 개선을 통한 비용 절감 등 생산비 절감이 소득에 기여할

수 있지만 연구 결과상 고품질의 안정적 상품생산으로 농가조수입을 늘려 생산효율성을 높이는 방향으로 종묘비, 광열동력비 등을 늘리는 것이 투입측면에서 효과적인 것으로 나타났다.

다년간 패널자료가 확보된다면 농가의 효율성 변화분석을 통해 본 연구를 보완하고 경영 개선을 위한 방안을 마련하는데 도움이 될 것이다. 또한 생산 투입요소 외에 가격 및 소비 등 소득에 영향을 미치는 기타 요인에 대한 추가 연구가 이루어진다면 장미농가의 경영개선에 기여할 수 있을 것이다.

References

- [1] K. H. Park, S. Y. Huh, D. S. Lee, "Strategic Development of Floricultural Industry for Stable Consumption and Export Industrialization", Korea Rural Economic Institute, 2013.
- [2] K. H. Park, S. H. So, "A Comparative Analysis of the Efficiency of Certified Integrated-Logistics Companies Using SFA and DEA" The Asian Journal of Shipping and Logistics, Vol. 79, No. 0, 2013.
- [3] J. Y. Choi, K. S. Kim, D. H. Kim, "Productive Efficiency of the Coastal Fishing Business : A Comparison of DEA and SFA", The Journal of The Korean Operations Research and Management Science Society, Vol. 35, No. 3, 2010.
- [4] K. H. Han, "Total Factor Productivity, Efficiency Change and Technical Progress in Korean Manufacturing Industry: SFA and DEA", The Korean Academic Society of Business Administration, Vol. 53, No. 4, 2005.
- [5] D. S. Lee, H. T. Park, K. H. Park, "The Long-term Direction of Floricultural Industry Development", Korea Rural Economic Institute, 1997.
- [6] D. S. Lee, H. T. Park, K. H. Park, "Analysis of Management Situation for Cut Flower Farms", Korea Rural Economic Institute, 1998.
- [7] J. G. Kang, et al., "Analysis of Cost Structure for Production Cost Reduction in Horticultural Crops", Rural Development Administration, 2004.
- [8] J. G. Kang, Y. H. Maeng, I. K. Lee, "Determinants of Growth and Management Performance in Floricultural Industry", Agriculture Management Information 2009-1, Rural Development Administration, 2009.
- [9] H. D. Jang, "Analysis on Management Efficiency of Lily Farms Using DEA" Doctoral thesis, Chungnam University, 2007.
- [10] S. S. Lee, "A Comparative Study on the Estimation Technical Efficiency for Public Libraries in Korea : SFA and DEA", The Journal of Cultural Policy, Vol. 25, No. 2, 2011.
- [11] Aigner, D., C.A.K. Lovell, and P. Schmidt, "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production

Function Models,” Journal of Econometrics, Vol. 6, No. 1, 1997: J. Y. Choi, K. S. Kim, D. H. Kim, Op. cit.

- [12] Kumbhakar, S.C. and C.A. Lovell, “Stochastic Frontier Analysis”, Cambridge University Press, 2000: J. Y. Choi, K. S. Kim, D. H. Kim, op. cit.
- [13] S. H. Kim, T. S. Choi, D. W. Lee, “Efficiency Analysis - Theory and Practice”, Seoulkyungjaekyungyoung, 2007.
- [14] J. D. Lee, D. H. Oh, “Theory of Efficiency Analysis”, Jipimedia, 2012.
- [15] J. H. Han, et al, “A Study on the Cost Reduction and Management Analysis of the Major Horticultural Crops”, Korea Rural Economic Institute, 2013.
- [16] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, “Situation of Floriculture Cultivation Situation”, 2013.
- [17] Rural Development Administration, “Annul Report of Agricultural and Livestock Products Income”, 2013.

정 지 영(Ji-Young Jeong)

[정회원]



- 2009년 2월 : 서울대학교 농산업교육과 (학사)
- 2012년 2월 : 서울대학교 환경계획학과 (석사)
- 2015년 8월 ~ 현재 : (사)한국협동조합연구소 연구원

<관심분야>
협동조합, 사회적 경제

김 기 태(Gi-Tae Kim)

[정회원]



- 1994년 2월 : 서울대학교 농업경제학 (학사)
- 1998년 2월 : 서울대학교 농업경제학 (석사 수료)
- 1999년 5월 ~ 2002년 2월 : 한국농어민신문 기자
- 2002년 3월 ~ 2008년 10월 : 지역농업네트워크 이사

• 2009년 1월 ~ 현재 : (사)한국협동조합연구소 소장

<관심분야>
협동조합, 농협 및 지역 연구, 농업/농촌 컨설팅, 사회적 경제

김 원 경(Won-Kyeong Kim)

[정회원]



- 2007년 8월 : 서울대학교 농산업교육과 (학사)
- 2010년 8월 : 서울대학교 농산업교육과 (석사 수료)
- 2007년 1월 ~ 2010년 12월 : (주)지역농업네트워크 컨설턴트
- 2011년 1월 ~ 2013년 12월 : (사)한국협동조합연구소 팀장

• 2014년 1월 ~ 2015년 11월 : (사)한국협동조합연구소 부장

<관심분야>
농협 및 지역 연구, 농업/농촌 컨설팅