

주산지 여부와 주산지 클러스터 효과를 포함한 시설 오이 농가의 기술적 비효율성 분석

박해원, 정재원*
농촌진흥청 농산업경영과

An Analysis of Cucumber Farm's Technical Inefficiency Including Main Produce Area and Cluster Effect

Haewon Park, Jaewon Jeong*
Farm & Agribusiness Management Division, Rural Development Administration

요약 본 연구는 주산지 및 클러스터 형성과 같은 공간적 영향을 고려하여 시설 오이 농가의 생산 효율성 제고 및 경영성과 개선방안 제시를 목적으로 두고 있다. 분석 자료는 농촌진흥청 「농산물소득조사」와 통계청 「농림어업총조사」 시설 오이 재배면적 자료를 사용하였으며, 분석 방법은 확률적 프론티어 분석을 사용했다. 시설 오이 농가의 기술적 비효율성을 분석함에 있어 공간적 영향을 고려하기 위해, 시군 단위의 지역별 시설 오이 재배면적 기준 지역특화계수와 국지적 공간 연관성 지수를 계산하여 기술적 비효율성 추정 모형에 설명변수로 포함했다. 분석 결과 생산 효율성 모형에서 재배면적, 자가노동비, 유동자본용역비는 생산 효율성에 양(+)의 영향을 주는 것으로 나타났다. 재배면적을 늘려 규모의 경계를 달성하고, 고용노동을 줄이고 자가노동으로 전환함과 동시에 중간재 투입을 늘리면 농가의 생산 효율성을 제고할 수 있을 것으로 보여진다. 기술적 비효율성은 모형에서 지역특화계수와 재배경력은 음(-)의 영향을 보였으며, 무가운의 경우 양(+)의 유의한 영향을 보였다. 따라서 시설 오이 농가의 기술적 비효율성을 감소시키려면 시군 단위의 주산지 발전 전략 수립 및 선도 농가의 재배기술 공유가 주요할 것으로 판단된다.

Abstract The purpose of this study was to present a method for improving productivity and reducing technical inefficiencies of cucumber farms using the stochastic frontier model with spatial considerations. Two kinds of data were used, viz. the agricultural production cash cost and returns of the Rural Development Administration (RDA) and the Census of Agriculture, Forestry and Fisheries, from Statistics Korea. The results of the analysis showed that cultivation area, the opportunity cost of unpaid labor, and liquid capital have a positive (+) effect on production efficiency. Technical inefficiency could be reduced by the degree of specialization at the county level and the farmer's cultivation experience. In addition, the technical inefficiency of the non-heated farms was greater than that of the heated farms. To reduce technical inefficiency, it is important to establish a development strategy for the main areas of production and share the know-how of leading farms.

Keywords : Stochastic Frontier Model, Cucumber, Production Efficiency, Technical Inefficiency, Spatial Effect, Location Quotient Index, Local Indicators of Spatial Association

본 성과물은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 : PJ01492102)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Jaewon Jeong(Rural Development Administration)

email: jwjeong1015@korea.kr

Received October 4, 2022

Revised November 9, 2022

Accepted December 7, 2022

Published December 31, 2022

1. 서론

시설 오이는 시설 작물 중에서 재배 농가 수가 많은 주요 작목 중 하나다. 통계청 2020년 농림어업총조사에 따르면 시설 오이의 재배 농가 수는 5,853호로 고추, 딸기, 수박, 배추에 이어 다섯 번째로 많은 농가 수를 기록하였다.

다수의 시설 작물 재배 농가가 재배하고 있는 오이의 소득은 과거 대비 크게 감소하였다. 농촌진흥청 「농산물 소득조사」에 의하면 2011년 대비 2020년 소득 감소가 큰 작목 5가지는 겉보리, 파프리카, 오미자, 장미, 시설 오이(억제)가 해당된다. 시설 오이 억제 작형 외에도 반축성 작형은 4.2 % 감소했으며, 축성 작형의 경우 2012년 대비 2020년에 14.1 % 감소하였다. 이처럼 시설 오이가 다수의 농가에서 재배하고 있는 작목인 만큼, 시설 오이 농가의 경영성과 제고에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 연구의 목적은 시설 오이 농가의 경영성과 제고를 위해 농가의 생산 효율성을 분석하고, 기술적 비효율성에 영향을 미치는 요인들을 구명하여 결과적으로는 기술적 비효율성을 줄이는 방안에 대해 제안하고자 한다.

특정 작물의 경영성과 감소에 관한 연구는 생산 효율성의 분석과 그 결과에 따른 제언이 주를 이루고 있다. Kim and Kim [1]은 반축성 시설 수박 재배 농가의 생산 효율성을 확률적 프런티어 방법(Stochastic Frontier Analysis, SFA)으로 분석하였다. 분석 결과, 비료비, 감가상각비, 임차료, 토지투입면적, 노동투입시간이 통계적 유의성을 보였으며, 경영주의 연령과 재배경력이 많을수록 기술적 비효율성이 높아짐을 확인하였다. 이를 통해 연령과 경력이 신기술 수용의 걸림돌로 작용함을 시사했다. Lim [2]은 샤인머스켓 재배 농가의 생산 효율성을 자료포락방법(Data Envelopment Analysis, DEA)으로 분석하였다. 분석 결과, 농가의 기술 효율성 평균은 0.722이었으며, 수출량의 비중과 경영주의 연령이 높을수록 기술적 효율성이 높아짐을 밝혔다. Park 등 [3]은 국산 참다래 골드 신품종 도입 농가의 경영 효율성 분석을 위해 DEA모형을 사용했다. 분석 결과, 영농시설장비가 비효율성을 야기하는 투입요소임을 밝혔으며, 농기계 구매 지양 및 공동 이용을 통해 비효율성을 줄여야 한다고 제안했다. Kim 등 [4]은 DEA와 SFA의 비교를 중심으로 장미농가의 생산 효율성을 분석하였다. 분석 결과, DEA와 SFA의 결과 값이 높은 상관관계를 보임을 밝히며, 효율성을 높이기 위해서 광열동력비, 종묘비, 제재

료를 늘리는 것이 도움이 됨을 시사했다.

한편, 시설 오이는 Kim 등 [5]의 연구에서 반축성 시설 오이를 대상으로 생산 효율성 분석이 이루어진 바가 있다. 분석 방법은 DEA를 사용했으며, 분석 결과 2001년 대비 2013년에 기술효율성이 감소했음을 밝혔다. 또한 생산 효율성을 높이기 위해서 규모의 확대보다 기술적인 요인의 향상이 필요함을 시사했다.

재배 품목별 생산 효율성 분석 외에도 재배 방법에 따른 생산 효율성 분석에 관한 연구도 이루어졌다. Han and Yang [6]은 딸기와 토마토를 중심으로 친환경농가와 관행농가의 경영 효율성을 파악하기 위해서 DEA 분석을 실시하였다. 분석 결과, 딸기 농가의 경우 친환경 인증 여부에 대해 통계적으로 유의하지 않았지만, 토마토 농가의 경우 친환경 농가가 관행농가보다 규모효율성이 낮음을 밝혔다. Kim 등 [7]은 유기농업 실천농가의 생산 효율성을 파악하기 위해 DEA분석을 실시하였으며, 이를 통해 농가별로 규모에 맞는 적절한 유기농법 보급이 필요함을 시사했다. Choi and Lim [8]은 스마트팜을 도입한 딸기 농가의 생산 효율성을 DEA로 분석했다. 분석 결과, 스마트팜 도입 이후 기술효율성, 순수기술효율성, 규모효율성 모두 증가하였지만, 농가 간 효율성 격차 또한 증가한 것으로 나타났다. 이에 스마트팜 교육을 통한 기술 격차 해소를 제안했다.

선행연구 분석 결과 생산 효율성 분석의 방법론에 있어 DEA나 SFA 혹은 두 분석방법론을 모두 활용하는 경우가 있었다. 생산 효율성에 영향을 미치는 설명변수는 각종 비용과 재배면적, 그 밖에 경영주의 연령과 경력, 농산물의 친환경 인증 여부와 같은 경영 특성 변수들이 고려되었다. 본 연구에서는 생산 효율성에 영향을 미치는 설명변수로 주산지 및 클러스터 등 농가의 위치에 따른 공간적 영향을 함께 고려하였다.

시설 오이의 생산 효율성과 기술적 비효율성 분석에 있어 공간적 고려가 중요한 이유는 재배기술이나 경영방법이 공간에 종속적일 수 있기 때문이다. 일반적으로 시설 오이 농가는 동일 지역 내 농산물산지유통센터(Agricultural products Processing Center, APC)와 공선출하회를 중심으로 조직화되는 경향이 있다. APC나 공선출하회를 통해 오이를 출하할 때 요구되는 최소한의 품질기준을 충족시키기 위해 공유되는 재배기술을 적용하는 경우가 많고, 선별 및 출하 작업의 공동화로 경영방법 역시 유사해진다.

주산지 및 클러스터에 관한 연구는 일반적으로 비농업 분야에서 주로 사용되고 있지만, 농업분야로도 점차 확

대되고 있는 추세이다. Lee [9]는 시설 시금치와 상추의 지역별 특화 정도를 알기 위해서 지역특화계수(Location Quotient Index, LQI)를 사용하였다. Kim and Lee [10]는 대구·경북 지역농업의 특화분석을 위해서 LQI를 사용하였다. 또한 Kim 등 [11]은 병해충의 자기상관을 고려한 인삼 피해함수를 추정하기 위해서 Moran's I를 활용하였다. Kim and Lee [12]는 주산지 형성은 국가적 차원에서 지역농업 활성화 전략 중 하나이며, 수급 균형과 더불어 농가의 경영성과에 영향을 미칠 수 있다고 밝혔다. 이에 주산지의 집적지를 식별하기 위해서 국지적 연관성 지수(Local Indicators of Spatial Association, LISA) 중 가장 많이 활용되는 Local Moran's I를 이용하여 통계적으로 유의미한 공간적 응집체인 클러스터(Hot spot 혹은 Cold spot)를 도출하였다.

2. 본론

2.1 분석 자료

본 연구에서 분석에 이용한 자료는 농촌진흥청 「농산물소득조사」와 통계청 「농림어업총조사」이다. 「농산물소득조사」는 제143002호 국가승인통계로 작목별 소득을 조사·분석하여 농업경영체에 대한 기초자료를 제공하고 있다. 또한 통계청 「농림어업총조사」는 농림어업을 경영체의 분포와 특성을 파악하여 5년에 한 번씩 자료를 제공하고 있다. 따라서 본 연구는 「농산물소득조사」 2016~2020년 자료 중 시설 오이를 재배하는 941개의 농가 단위 소득자료와 주산지 및 클러스터가 생산 효율성에 미치는 공간적 영향을 고려하기 위해 2016년도 이전인 2015년 통계청 「농림어업총조사」 시설 오이 재배면적 자료를 활용한다.

2.2 분석 방법

2.2.1 LQI(Location Quotient Index)

지역 특화계수(LQI)는 농업 분야에서 특정 지역이 특정 작목에 대해 특화된 정도를 전국 수준과 비교하여 식별하는 전통적인 분석 방법이다. 지역 특화계수를 산출하는 수식은 Eq. (1)과 같으며, 본 연구에서는 재배면적을 기준으로 지역특화계수를 산출하였다.

이를 통해서 산출된 지역특화계수(LQI) 값이 1보다 크면 전국 수준에 비해 해당 지역이 특정 작목 재배에 대해 특화된 지역이라고 볼 수 있다.

$$LQI = \frac{E_{ij}/E_j}{E_{it}/E_t} \quad (1)$$

E_{ij} : i Crop's cultivation area in region j

E_j : All cultivation area in region j

E_{it} : i Crop's cultivation area in Korea nationwide

E_t : All cultivation area in Korea nationwide

2.2.2 LISA(Local Indicators of Spatial Association)

국지적 공간 연관성 지수(LISA)는 국지적 공간 단위의 클러스터 형성을 구명하는 방법론으로써 Anselin [13]의 Local Moran's I가 가장 흔히 활용된다.

먼저 지역적 공간 연관성 지수인 Moran's I를 통해 공간적 연관성의 존재 여부를 확인해야 한다. Moran's I의 식은 분석단위들의 z-score에 기초하여 Eq. (2)와 같이 산출된다[14].

$$\text{Moran's } I \quad (2)$$

$$= \frac{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

N : The number of observations(points or polygons)

\bar{X} : The mean of the variable

X_i : The variable value at another location

W_{ij} : A weight indexing location of i relative to j

Moran's I의 귀무가설은 속성단위들 간 공간적 연관성이 없음을 의미한다. Moran's I의 결과에 따라 해당 지역에 공간적 연관성이 존재하면, 귀무가설을 기각하고, 대립가설을 채택하게 된다.

본 연구에는 공간가중치행렬(spatial weights matrix) W_{ij} 를 k-nearest neighbors weights를 이용하여 생성하였다. 먼저 binary contiguity weights의 경우 우리나라 지형 특성상 면과 점이 접한 것을 명확하게 구분하기 어려우며, distance based weights의 경우 울릉도, 독도와 같은 도서산간 지역을 함께 고려하기 어렵다는 한계가 존재한다. 하지만 k-nearest neighbors weights는 공간단위 ij 사이의 거리를 기준으로 공간단위 i 와 가장 근접한 거리에 있는 k 개의 j 지역을 인접한 공간단위로 간주하기 때문에 앞선 방법보다 효과적인 가중치 형성이 가능하다. Queen형과 Rook형으로 산출된 인접한 시군

구 수 평균의 정수부분이 5이므로 k 는 5로 설정하였다.

지역적 공간 연관성 지수로 연구대상 지역에 속성단위들의 공간 연관성 존재 여부를 확인할 수 있지만, 세부 지역들의 국지적 구조를 파악하는 것에 한계가 있다. Anselin [13]은 Local Moran's I 를 제시함으로써 국지적 차원에서 공간 연관성을 정량화하였다. Local Moran's I 는 Eq. (3)과 같이 산출된다.

$$Local\ Moran's\ I = \frac{(X_i - \bar{X})}{\sum_i (X_i - \bar{X})^2} \sum_{j \neq i} W_{ij} \frac{(X_j - \bar{X})}{\sum_j (X_j - \bar{X})^2} \quad (3)$$

\bar{X} : The mean of the variable

X_i : The variable value at another location

W_{ij} : A weight indexing location of i relative to j

Local Moran's I 의 분석 결과는 H-H, H-L, L-H, L-L 네 가지 유형으로 분류된다. 여기서 H는 평균보다 높은 재배면적의 분석단위를 의미하고, L은 평균보다 낮은 재배면적의 분석단위를 의미한다. 하지만 본 연구에서는 시설 오이 클러스터 형성에 관심을 가지므로, 평균보다 높은 재배면적의 공간단위가 평균보다 높은 재배면적의 공간단위와 인접하고 있는 경우인 H-H(Hot spot) 유형을 중심으로 논의를 전개한다.

2.2.3 SFA(Stochastic Frontier Analysis)

생산 효율성을 분석하기 위해 모수적 분석방법인 확률적 프론티어 분석(SFA)을 활용하여 생산 효율성과 기술적 비효율성을 추정하려고 한다. SFA는 Aigner 등 [15]과 Meeusen and van den Broeck [16]의 연구에 의해서 처음 도입되었으며 투입요소와 산출요소 간의 관계를 생산함수의 형태로 나타낸다. 수식은 Eq. (4)와 같다.

$$y_i = f(x_i, \beta) \xi_i \exp(v_i), v_i \sim N(0, \sigma_v^2) \quad (4)$$

$f(x_i, \beta)$: Production function

ξ_i : The level of efficiency for firm i

v_i : Error term

SFA를 활용할 때 다양한 생산함수 $f(\cdot)$ 를 가정하게 되는데, 본 연구에서는 가장 기본적인 생산함수인 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 함수를 사용하였다. Eq. (4)의 효율성 ξ_i 는 (0,1] 구간에 있어야 하며, $\xi_i = 1$ 일 때 농가

는 $f(x_i, \beta)$ 에서 최대의 효율을 얻을 수 있다. 반면에 $\xi_i < 1$ 일 때 농가는 투입물 x_i 를 제대로 활용하지 못하며 비효율성을 가진다고 할 수 있다. Eq. (4)의 양변에 자연로그를 취하면 생산함수가 Eq. (5)와 같이 선형 변환된다.

$$\ln(y_i) = \ln f(x_i, \beta) + \ln(\xi_i) + v_i \quad (5)$$

이후 Eq. (5)의 $\ln(\xi_i)$ 는 $-u_i$ 로 치환하여 기술적 효율성을 나타내도록 하는 Eq. (6)과 같은 추정식을 도출할 수 있다.

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln f(x_{ij}) + v_i - u_i \quad (6)$$

u_i : Technical inefficiency

Eq. (6)의 u_i 는 Eq. (3)의 ξ_i 조건에 따라 0이상의 값을 가지게 된다. $u_i = 0$ 인 경우 효율적인 생산 프론티어와 동일선상에 위치하게 되며, $u_i > 0$ 이 되면 생산 효율성을 감소시키는 기술적 비효율성으로 작용한다.

Eq. (7)은 기술적 비효율성에 영향을 미치는 설명변수들과의 관계를 수식으로 나타낸 것이다. γ 는 평균이 0, 분산이 σ^2 인 정규분포에서 $-\delta w_i$ 이상으로 절단된 확률변수로 정의되며, u_i 는 0에서 절단된 정규분포(half-normal distribution)를 가지게 된다. 따라서 분석모형에 포함된 모수들은 최대우도추정법(Maximum Likelihood Estimation, MLE)에 의해 추정된다.

$$u_i = \delta w_i + \gamma \quad (7)$$

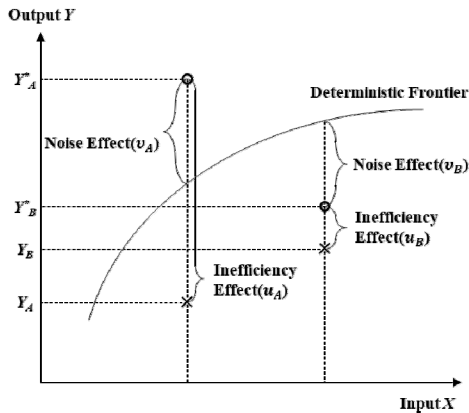
δ : Coefficient

w_i : Explanation variable

γ : Error term in half-normal distribution model

Fig. 1은 SFA의 기본 개념을 그래프로 나타낸 것이다. 농업경영체 A와 B의 투입량 X 와 산출량 Y 의 관계를 살펴보면, 농업경영체 A의 경우 X_A 의 투입량으로 관측된 산출량 Y_A 를 얻었고 동일 투입량 수준에서 잠재적으로 얻을 수 있는 최대 산출량은 Y_A^* 이다. 이때 관측된 산출량 Y_A 와 잠재적 최대 산출량 Y_A^* 의 차이가 기술적 비효율성 u_A 이며, 프론티어로부터 잠재적 최대 생산량의 차

이만큼이 일반적인 통계적 잡음 v_A 가 된다. 농업경영체 A는 잠재적 최대 산출량이 프론티어보다 큰 경우를 나타냈다면, 농업경영체 B는 잠재적 최대 산출량이 프론티어보다 작은 경우를 나타낸다. 마찬가지로 투입량(X_B)과 관측된 산출량(Y_B), 잠재적 최대 산출량(Y_B^*)을 나타낼 수 있고, 이때 관측된 산출량과 잠재적 최대 산출량 차이가 기술적 비효율성(u_B)이며, 프론티어와 잠재적 최대 생산량 차이가 통계적 잡음(v_B)에 해당한다[17].



Source : Jeong etc. [17]

Fig. 1. The basic concept of technical inefficiency

2.3 변수설정

확률적 프론티어 방법을 이용하여 효율성을 추정하기 위해서는 산출변수와 투입변수에 대한 정의가 필요하다. 본 연구의 산출변수는 시설 오이 재배에 따른 총수입이고, 투입변수는 콥-더글라스(Cobb-Douglas) 생산함수의 기본적인 투입 요소인 토지, 노동, 자본을 포함한다. 토지에 해당하는 재배면적, 노동투입량에 해당하는 고용노동비와 자가노동비, 자본에 해당하는 유동자본용역비와 고정자본용역비를 투입변수로 설정하였다. 자세한 설명은 다음과 같다.

- ① 총수입(y) : 시설 오이 재배를 통해 농가가 얻은 주산물 평가액(생산량 × 농가 평균 수취가격)과 부산물 평가액을 합계한 총액
- ② 재배면적(x_1) : 시설 오이 재배를 위해 투입한 재배 면적이며 자가와 임차의 합계
- ③ 고용노동비(x_2) : 시설 오이 재배를 위해 투입한 고용노동에 대한 비용이다. 노임단가는 지역별 현금, 현물 및 급식비를 합산하여 적용

- ④ 자가노동비(x_3) : 시설 오이 재배를 위해 투입한 자가노동에 대한 비용이다. 5~29인 규모 제조업 평균임금 적용
- ⑤ 유동자본용역비(x_4) : 시설 오이 재배를 위해 투입된 유동자본재 자본액에 대한 이자비용이다. 유동자본액에 연간 이자율 5%를 곱한 후 산출계수 1/2를 곱하고, 재포기간(월)을 12로 나눈 재포기간 비율을 곱하여 계산
- ⑥ 고정자본용역비(x_5) : 시설 오이 재배를 위해 투입된 고정자본재 자본액에 대한 이자비용이다. 고정자본재의 부분현재가에 오이부담비율을 적용한 후 연간 이자율 5%를 곱하여 계산

산출변수와 투입변수들의 기초통계량은 Table 1과 같다.

Table 1. Descriptive statistics of SFA

Variable	Unit	Mean	Std. Dev.	Min	Max
y	1,000KRW	57,000	48,700	3,132	270,000
x_1	m^2	3,748	2,333	462	23,430
x_2	1,000KRW	3,662	6,387	0	48,400
x_3	1,000KRW	20,300	15,600	221	128,000
x_4	1,000KRW	348	398	3	2,639
x_5	1,000KRW	1,035	2,258	0	22,000

기술적 비효율성 모형을 추정하기 위한 변수는 지역특화계수(LQI), 국지적 공간 연관성 지수(LISA), 무가운 여부, 재배경력으로 설정하였다. 자세한 설명은 다음과 같으며, 기초통계량은 Table 2와 같다.

- ① LQI(w_1) : LQI 1 이상 지역 1, 아니면 0
- ② LISA(w_2) : 클러스터 형성 지역 1, 아니면 0
- ③ Non-Heating(w_3) : 무가운 1, 가운 0
- ④ Career(w_4) : 시설 오이 재배경력

Table 2. Descriptive statistics of technical inefficiency analysis

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
w_1	0.874	0.333	0	1
w_2	0.157	0.364	0	1
w_3	0.394	0.489	0	1
w_4	17.639	10.808	1	53

2.4 분석 결과

2.4.1 LQI 분석 결과

지역특화계수 분석 결과를 요약하면, 강원도 춘천시가 13.285로 가장 높은 특화계수 값을 보였으며, 그다음으로 경상북도 군위군이 9.358, 경기도 하남시가 9.063, 충청남도 천안시가 8.886, 경기도 오산시가 7.414, 대전광역시가 7.278, 충청북도 진천군이 7.138 순으로 높았다. 지역특화계수가 1이상인 지역은 Table 3과 같다.

Table 3. Regions with LQI more than 1

Region	
Seoul & Gyeonggi	Seoul, Suwon-si, Uijeongbu-si, Anyang-si, Gwangmyeong-si, Pyeongtaek-si, Ansan-si, Goyang-si, Gwacheon-si, Namyangju-si, Osan-si, Gunpo-si, Uiwang-si, Hanam-si, Yongin-si, Icheon-si, Anseong-si, Gwangju-si, Yangju-si, Pocheon-si, Yeoncheon-gun
Chung-cheong	Daejeon, Sejong-si, Jincheon-gun, Goesan-gun, Eumseong-gun, Cheonan-si, Gongju-si, Buyeo-gun
Gyeong-sang	Busan, Daegu, Sangju-si, Gunwi-gun, Chilgok-gun, Uiryeong-gun, Haman-gun, Changnyeong-gun
Gangwon	Chuncheon-si, Hongcheon-gun, Yeongwol-gun, Hwacheon-gun, Yanggu-gun
Jeolla	Imsil-gun, Yeosu-si, Suncheon-si, Gurye-gun, Goheung-gun

2.4.2 LISA 분석 결과

다음 Moran's I 결과 1 % 유의수준에서 속성단위들 간 공간적 연관성이 없다는 귀무가설을 기각하였다. 자세한 내용은 Fig. 2, Table 4와 같다.

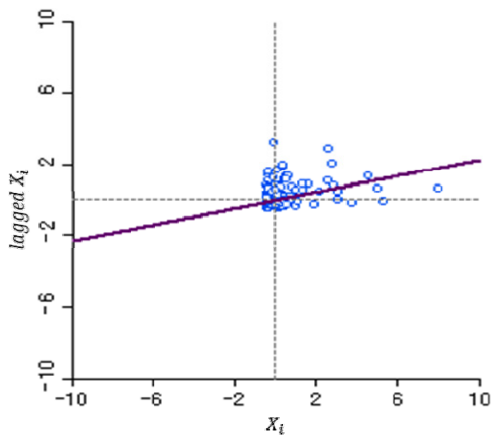


Fig. 2. Moran's I result of greenhouse cucumber in 2015

Table 4. Moran's I result of greenhouse cucumber in 2015

Moran's I	z-value	p-value
0.230	6.374	0.000

국지적 공간 연관성 지수 분석 결과를 지도상에 시각화(mapping)하면 Fig. 3과 같다.

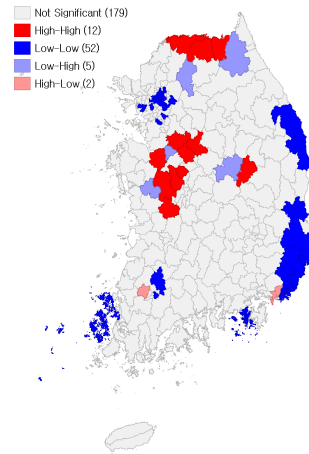


Fig. 3. LISA result of greenhouse cucumber in 2015

지도상의 붉은 색으로 표시가 된 지역은 전국 시군의 시설 오이 재배면적의 평균보다 높은 재배면적이 서로 인접하고 있는 지역이며, 본 연구에서는 이를 시설 오이 농가가 클러스터를 이룬 것으로 간주하였다. 클러스터 내에 포함된 시군구는 세종특별시, 양구군, 철원군, 화천군, 청주시 흥덕구, 공주시, 논산시, 아산시, 진천군, 음성군, 예천군, 안성시로 총 12개이다. 해당 시군은 전통적으로 시설 원예 산업이 발달한 지역으로 볼 수 있으며, 겨울에서 봄작형인 충청지방과 여름에서 가을작형인 강원지방으로 양분해서 클러스터가 형성되었음을 확인할 수 있다. 이는 기후에 많은 영향을 받은 것으로 보인다.

2.4.3 SFA 분석 결과

확률적 프론티어 모형을 이용한 시설 오이 농가의 생산 효율성과 기술적 비효율성을 추정한 결과는 Table 5와 같다. 유의수준 1 %에서 재배면적(x_1), 자가노동비(x_3), 유동자본용역비(x_4)가 경영효율성에 양(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 5. SFA estimation result - Cobb-Douglas function

Stochastic frontier analysis			
Variable	Coefficient	Std. Err.	p-value
x_1	0.355***	0.027	0.000
x_2	-0.003	0.002	0.112
x_3	0.049***	0.019	0.009
x_4	0.528***	0.016	0.000
x_5	0.001	0.002	0.764
constant	7.708***	0.272	0.000
Technical inefficiency analysis			
Variable	Coefficient	Std. Err.	p-value
w_1	-0.586**	0.229	0.010
w_2	-0.045	0.263	0.864
w_3	0.422**	0.203	0.037
w_4	-0.017**	0.008	0.040
constant	-1.607***	0.305	0.000

Note: 1) * $p<0.1$, ** $p<0.05$, *** $p<0.01$
 2) Log likelihood: -365.25899
 3) obs: 941

기술적 비효율성 모형에서 LQI(w_1)는 유의수준 5 %에서 기술적 비효율성과 음(-)의 유의한 영향을 보였다. 이는 해당 지역에 재배작목이 특화되어있는 경우 기술적 비효율성이 줄어드는 것을 의미한다. 그 밖에도, 유의수준 5 %에서 무가온 데미 변수(w_3)의 경우 기술적 비효율성에 양(+의 유의한 영향을, 재배경력(w_4)은 기술적 비효율성에 음(-)의 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

3. 결론

본 연구는 주산지 및 클러스터 형성과 같은 공간적 영향을 고려하여 시설 오이 농가의 생산 효율성 제고 및 경영성과 개선 방안 제시를 목적으로 두고 있다. 이를 위해 농가 단위 자료는 농촌진흥청 「농산물소득조사」를 사용하였고, LQI 와 LISA 등 공간적 영향을 파악하기 위한 자료는 통계청 「농림어업총조사」 시설 오이 재배면적 자료를 사용하였다.

분석 방법은 확률적 프론티어 분석을 사용했으며 함수의 형태는 콥-더글라스 함수로 가정하였다. 효율성 추정을 위해 투입변수는 재배면적, 고용노동비, 자가노동비, 유동자본용역비, 고정자본용역비로 설정하였고, 산출변수는 총수입으로 설정하였다. 또한 기술적 비효율성 추정을 위한 변수로는 지역특화계수, 국지적 공간 연관성

지수, 무가온 여부, 재배경력으로 설정하였다.

추정 결과 생산 효율성 모형에서 재배면적, 자가노동비, 유동자본용역비는 생산 효율성에 통계적으로 유의한 수준에서 양(+의 영향을 미쳤다. 따라서 농업경영체가 생산 효율성을 높이려면 재배면적을 확대하여 규모의 경제를 달성할 필요가 있고, 가능한 자가노동 투입을 확대하여 고용노동을 대체할 필요가 있다. 또한, 농자재 투입을 적극적으로 활용하는 등 유동자본의 투입이 생산 효율성을 제고하는 방안이 될 수 있다.

기술적 비효율성 모형에서 지역특화계수는 음(-)의 통계적 연관성을 보였지만, 국지적 공간 연관성 지수는 유의미한 결과를 도출하지 못했다. 이는 농가가 위치한 시군이 타시군에 비해 오이 재배에 특화된 시군일 경우 기술적 비효율성이 감소하는 것으로 판단된다. 반면 지역 간 클러스터 형성은 농가의 기술적 비효율성과 관계가 없음을 의미한다. 재배경력도 음(-)의 통계적 연관성을 보였으며, 이는 경력이 많을수록 해당 작목 재배에 대한 이해도와 노하우가 쌓여 기술적 비효율성이 감소하는 것으로 판단된다. 무가온 여부의 경우 가온을 하는 농업경영체보다 기술적 비효율성이 높았다. 가온 여부는 정식 및 출하 시기에 따라 달라지며 이로 인해서 출하차와 가격 등이 결정되기 때문에 중요한 경영 의사결정이다. 따라서 시설 오이 농가의 기술적 비효율성을 줄이려면 시군 단위의 주산지 발전 전략 수립과 실천이 필요할 것으로 보이며, 지역 내 재배경력이 많은 선도농가의 가온 여부와 출하 시기 조절 등 재배기술과 경영기법의 공유가 주요할 것으로 판단된다.

본 연구는 경영주의 특성과 재배 방법만을 고려한 기존 선행연구와 달리 주산지와 클러스터를 활용하여 공간적 영향을 고려했다는 점에서 차별화된 연구 결과를 도출하였다. 그럼에도 불구하고 분석 자료의 한계로 투입요소와 산출량을 물량 기준이 아닌 화폐 기준으로 변수화했다는 점에서 한계를 갖는다. 분석에 활용된 「농산물소득조사」 자료는 농약, 비료 등 투입 요소의 비용만을 공표하고 있고, 물량은 공표하고 있지 않다. 이에 따라 해당 자료를 활용하여 생산 효율성을 분석한 선행연구에서도 물량 기준이 아닌 화폐 기준으로 투입 요소를 변수화한 바 있다[17,18].

향후 연구로는 본 연구 결과에서도 볼 수 있듯이 주산지의 형성 여부가 해당 지역 농업경영체의 생산 효율성에 영향을 미치는 요인이므로 춘천시, 하남시, 천안시 등 오이 주산지에 대한 질적연구도 필요할 것으로 판단된다.

References

- [1] W. Kim, J. H. Kim, "A Study on Economical Efficiency Evaluation of Semiforcing under Structure Watermelon Cultivators", *Korean Journal of Agricultural Science*, Vol.33, No.2, pp.179-193, 2006.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01183912>
- [2] S. J. Lim, M. S. Park, K. P. Kim, "Measurement of Economic Efficiency of Shine Muscat Growers and Analysis of Factors -Focusing on Shine Muscat Growers in Gyeongbuk Region-", *Korean Journal of Food Marketing Economics*, Vol.36, No.3, pp.49-72, 2019.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10712851>
- [3] J. H. Park, Y. W. Chae, J. S. Park, "A Study on Management Performance and Efficiency of New Domestic Kiwi Fruit 'Gold' Growers", *Journal of Agricultural Extension & Community Development*, Vol.23, No.2, pp.145-156, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12653/jecd.2016.23.2.0145>
- [4] 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: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.12.8719>
- [5] H. M. Kim, M. K. Jang, H. M. Yi, "A Production Efficiency Analysis of Cucumber Farms in South Korea", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.16, No.10, pp.6823-6831, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.10.6823>
- [6] B. Han, S. B. Yang, "An Analysis of Economic Efficiency of Environmental Friendly Farms and Conventional Farms : the Case of Strawberries and Tomatoes farms", *Korean Journal of Organic Agriculture*, Vol.25, No.4, pp.679-697, 2017.
<https://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=3758556>
- [7] C. G. Kim, S. G. Kim, T. Y. Lee, "Efficiency Analysis of Organic Farm Management", *Korean Journal of Organic Agriculture*, Vol.17, No.1, pp.19-33, 2009.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10053159>
- [8] D. W. Choi, C. Y. Lim, "Statistical analysis of Production Efficiency on the Strawberry Farms Using Smart Farming", *Journal of the Korean society for Quality Management*, Vol.46, No.3, pp.707-716, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7469/KSQM.2018.46.3.707>
- [9] S. H. Lee, "An Analysis of Specialization Factors for Greenhouse-Grown Spinach and Lettuce", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.18, No.1, pp.382-387, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.1.382>
- [10] C. S. Kim, H. K. Lee, "An Analyzes of Specialization Regional Agriculture in the Daegu and Gyeongbuk", *Journal of Rural Development*, Vol.33, No.1, pp.99-114, 2010.
<https://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=2845362>
- [11] Y. J. Kim, J. K. Jeong, D. W. Ahn, "Estimation Ginseng Damage Function with Spatial Autocorrelation of Disease and Inspect Pest", *Journal of Rural Development*, Vol.40, No.4, pp.75-95, 2017.
<https://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=3571664>
- [12] H. J. Kim, S. W. Lee, "Spatial Shift of Specialized Crops with the Application of Multi-Level Model and Spatial Clustering Method", *Journal of the Korean Regional Science Association*, Vol.29, No.4, pp.61-81, 2013.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07514787>
- [13] L. Anselin, "Local indicators of spatial association-LISA", *Geographical Analysis*, Vol.27, No.2, pp.93-115, 1995.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- [14] P. A. Moran, "Notes on Continuous Stochastic Phenomena", *Biometrika*, Vol.37, No.1, pp.17-23, 1950.
DOI: <https://doi.org/10.2307/2332142>
- [15] D. J. Aigner, C. A. K. Lovell, P. Schmidt, "Formulation and estimation of stochastic frontier production function models", *Journal of Econometrics*, Vol.6, pp.21-37, 1977.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(77\)90052-5](https://doi.org/10.1016/0304-4076(77)90052-5)
- [16] W. Meeusen, J. van den Broeck, "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error", *International Economic Review*, Vol.18, pp.435-444, 1977.
DOI: <https://doi.org/10.2307/2525757>
- [17] J. W. Jeong, S. S. Kim, I. K. Lee, N. H. So, H. S. Ko, "Negative Effect of Abnormal Climate on the Fruits Productivity -Focusing on the Special Weather Report-", *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.20, No.4, pp305-312, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5532/KJAFM.2018.20.4.305>
- [18] J. W. Jeong, S. Kim, "Alleviation Effect of Pear Production Loss Due to Frequency of Typhoon in the Main Pear Production Area", *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology*, Vol.19, No.2, pp43-53, 2017.
<https://kiss.kstudy.com/thesis/thesis-view.asp?key=3547747>

박 해 원(Haewon Park)

[정회원]



- 2022년 2월 : 전북대학교 일반대학원 농업경제학과 (경제학석사)
- 2022년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 농산업경영과 전문연구원

<관심분야>

농업경제, 농업경영

정 재 원(Jaewon Jeong)

[정회원]



- 2018년 2월 : 경북대학교 일반대학원 농업경제학과 (경제학석사)
- 2018년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 농산업경영과 농업연구사

<관심분야>

농업경제, 농업경영