

동물복지인증 산란계농장의 기술효율성 분석

김태인¹, 박재홍^{2*}

¹영남대학교 대학원 식품자원경제학과, ²영남대학교 식품경제외식학과

Analysis of the Technical Efficiency of Certified Animal Welfare Layer Farms

Tae In Kim¹, Jaehong Park^{2*}

¹Department of Food and Resource Economics, Graduate School, Yeungnam University

²Department of Food Economics and Service, Yeungnam University

요약 본 연구는 설문조사자료를 이용하여 동물복지인증 산란계 농장의 기술적 효율성을 분석하고, 효율성에 영향을 미치는 결정 요인을 찾고자 하였다. 연구의 첫 번째 부분은 산란계 농장의 기술적 효율성 추정을 위해 DEA모형을 적용하였다. DEA모형의 투입재로 사료비, 고용노동비, 수도광열비, 유류비, 방역치료비, 산란계구입비 그리고 기타비용이 선정되었고, 연간 계란 생산량을 산출물로 선정하였다. 두 번째 부분은 투입재 및 농장특성이 효율성에 미치는 영향을 파악하기 위해 토빗회귀분석을 적용하였다. 분석결과 평균적인 기술적 효율성, 순수기술효율성 및 규모효율성 점수는 각각 0.75, 0.79, 0.95로 나타났고, 기술적 효율성은 사료비, 방역치료비, 산란계구입비, 지역, 경영주 연령에 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 동물복지인증 산란계 농장의 기술적 효율성을 높이기 위한 시사점을 제시하였다.

Abstract This study was performed to analyze the technical efficiency of animal welfare-certified layer farms and identify determinants by utilizing the survey data. In the first part of the study, DEA was applied to estimate the technical efficiency of each layer farm as a DMU. Wage, feed, water, lighting, heating, fuel, quarantine, treatment, laying hen purchasing, annual production, and other costs were used as model outputs. In the second part of the study, Tobit regression was applied to explore factors influencing efficiency. Average technical efficiency, pure technical efficiency, and scale efficiency scores were 0.75, 0.79, and 0.95, respectively. Technical efficiency was affected by feed, quarantine, treatment, laying hen purchasing, area, and farmer age. Based on the results obtained, we make some suggestions for enhancing the technical efficiency of animal welfare-certified layer farms.

Keywords : Layer Farm, Animal Welfare, Technical Efficiency, Data Envelopment Analysis(DEA), Tobit

1. 서론

최근 소득수준의 상승과 정보의 탐색이 용이해짐에 따라 건강한 먹거리에 대한 소비자들의 기대수준이 높아지고 윤리적인 소비에 대한 요구도 대두되고 있다. 이에 따라 축산업에서도 친환경적인 사육환경의 조성과 동물복

지적인 가축관리의 필요성이 크게 대두되면서 업계와 정부에서도 동물복지 인증제도의 도입과 활성화에 대한 요구에 대응하고 있다[1].

2017년 계란의 살충제 검출 사태는 우리 축산물, 특히 산란계 농장에서 생산되는 계란의 안전성에 대한 불신을 초래하게 되었다. 이에 정부는 국내 축산업을 동물

*Corresponding Author : Jaehong Park(Yeungnam Univ.)

email: j-park@ynu.ac.kr

Received March 20, 2024

Accepted June 7, 2024

Revised April 17, 2024

Published June 30, 2024

복지형 축산으로 전환하기 위해 동물복지 사육기준 마련, 축사시설 개선 지원, 동물복지인증 직불금 제도 도입 등 대책을 추진하고 있다[2]. 동물복지인증 범위도 현재의 농장 사육단계에서 2023년부터는 생산·제조·가공 분야로 확대하여 가공품에 대해서도 동물복지인증표시를 허용하고 있다[3].

우리나라의 경우 사육단계에서 2012년 산란계를 시작으로 2013년 돼지, 2014년 육계, 2015년 젖소, 한우, 염소, 2016년 오리 등 7개 축종을 대상으로 동물복지 축산농장 인증제도를 도입하여 운영하고 있다[4]. 동물복지 인증농장은 2022년 12월 31일 기준으로 총 423개소이며 축종별로는 산란계 223개소, 육계 145개소, 돼지 18개소, 젖소 31개소 및 한우 6개소이다. 특히 산란계 농장이 농장수 기준 전체 농장 대비 23.8%, 사육두수 기준 6.1% 수준으로 높은 비율을 차지하고 있어 농장들의 동물복지 사육방식으로의 전환이 다른 축종에 비하여 상대적으로 높게 이루어지고 있는 상황이다[5].

하지만 동물복지를 실천하려는 산란계 농장은 여러 위협에 직면하고 있다. 살충제 계란 파동 이후 축산법 시행령 개정으로 마리당 적정 사육면적은 기존 0.05㎡에서 0.075㎡로 1.5배 확대되었고, 2025년 8월 31일까지 개선된 케이지로 전환하여야 한다. 이에 따라 최대 40%의 생산량 감소가 발생할 수 있으며, 계란 가격 상승과 더불어 농장의 경영 악화 등의 불안도 역시 높아지고 있는 상황이다[6]. 수요측면에서도 한 조사에 따르면 95.7%의 소비자가 공장식 축산의 개선이 필요하다고 응답했지만 동물복지인증 계란을 구매하는 소비자는 7.1%에 불과했다[7].

이런 상황 속에서 사육방식을 동물복지형으로 전환하고자 하는 농장들이 증가하고 있는 가운데 동물복지를 확대하고자 하는 정부 정책의 효과성을 담보하기 위해서 정부의 로드맵 설정과 함께 동물복지 인증 산란계 농장들이 수익확보를 위한 경쟁력을 갖출 수 있는 지원대책의 마련이 중요하다[8]. 하지만 정부지원만으로 경쟁력 제고는 한계가 있으므로, 개별 산란계 농장들이 스스로 소득 증대를 위하여 수익 최대화를 위한 노력을 경주할 필요가 있으며, 수익최대화의 선결 조건이라 할 수 있는 농장들의 기술효율성을 향상시킬 수 있는 방안이 모색될 필요가 있다.

동물복지 및 산란계 산업과 관련된 국내 연구들을 살펴보면 다음과 같다. 조광호[9]는 친환경축산분야에서 동물복지의 중요성을 지적하고, 국내 축산업에의 도입의

필요성을 강조하였고, 우병준 외[10]와 정민국 외[11]는 국내의 농장 동물복지 관련 동향을 조사하고, 농장 동물복지인증에 대한 생산자와 소비자의 인식조사를 기반으로 하여 동물복지형 축산 도입을 위한 정책과제를 도출하고 발전방안을 제시하였다.

김대우 외[12]는 사육환경 변화에 따른 생산품질 변화 등을 살펴보았으며, 홍의철 외[13]는 국내 산란계 농장의 사육시스템에 따른 산란계 동물복지의 실태를 파악하였다. 이용건 외[2]는 복지인증 산란계 농장의 형태별 수익 구조와 생산비 및 동물복지인증 계란 시장의 소비실태를 조사하여 농장의 발전방안을 제시하였다. 해외에서도 Thobe and Haxsen[14], Chen and Chang[15] 등 관련 연구가 다수 수행되었다.

농축산업분야에서 효율성에 대한 연구는 초기에는 쌀 산업을 중심으로 연구되었으나 이후 과일, 축산물, 임산물 등 다양한 품목에 적용되어 이루어지고 있다. 이상덕·박평식[16], 김희걸 외[17]는 쌀 수도작 농가를 대상으로 하여 생산농가간의 효율성의 차이와 그에 영향을 미치는 요인들을 분석하였고, 최돈우·임청용[18]은 딸기 재배농가의 스마트팜 도입 전·후 효율성 변화를 분석하였다. 하승재·한용희[19]는 육계 농가의 효율성에 영향을 미치는 요인을 분석하였고, 송재욱·최승철[1]은 양돈농가를 대상으로 동물복지 수준이 생산효율성에 미치는 영향을 분석하였다. 이외에도 원현규[20], 박주섭 외[21] 등 다양한 품목의 농가들에 대한 연구들이 있었으나 국내 동물복지인증 산란계 농장의 효율성에 대한 연구는 없었다.

이에 본 연구에서는 자료포락분석(DEA)을 통해 동물복지 인증 산란계 농장의 효율성의 정도와 이 효율성이 영향을 주는 요인들에 대해 실증분석하고, 분석결과에 기반하여 동물복지인증 산란계 농장의 경영개선을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

2. 연구방법 및 분석자료

2.1 연구방법

일반적으로 효율성은 투입재(input)와 산출물(output)의 상대적인 비율을 의미하며[22], 경영체를 대상으로 한 경영성과나 생산의 효율성을 측정하기 위하여 동일한 또는 유사한 기능을 수행하는 의사결정단위들(decision-making units: DMUs)이 사용하는 투입재와 산출물을 활용하여 개별 DMU들의 상대적 효율성을 측정하고 평가하는 프

론티어(frontier) 분석법이 많이 사용되고 있다[23].

프론티어 분석법은 프론티어를 추정하는 방법에 따라 모수적 방법인 확률적 프론티어 분석법(stochastic frontier analysis; SFA)과 비모수적 접근법인 자료포락분석법(data envelopment analysis; DEA)의 두 가지 접근방법으로 분류할 수 있다[24].

DEA는 각 DMU들과 프론티어 사이의 거리(distance)를 계산하여 상대적인 효율성을 측정하는 것으로, DMU의 관측치가 생산프론티어상에 위치한다면 DMU의 효율성 값은 1로서 최적값을 가진다. 하지만 효율성 값이 1보다 작으면 DMU가 비효율적이라는 것을 의미하며, 1과의 차이는 DMU의 비효율성 정도를 나타내는 것이라고 할 수 있다[25]. DEA는 사전적으로 요구되는 가정이 적고, 경영효율성 분석과정을 모형화하는데 탁월하여 본 연구에서도 DEA모형을 적용하였다.

DEA는 CCR(Charnes, Cooper, and Rhodes)모형과 BCC(Banker, Charnes, and Cooper)모형 등 두 가지 모형을 포함한다. CCR모형은 Charnes et al.[24]가 제안한 모형으로 규모에 따른 수익불변(constant return to scale; CRS)모형에 기반하여 모든 DMU가 최적의 규모로 운영되고 있을 때 적합한 모형이지만, 현실적으로 불완전경쟁, 여러 제약조건 등으로 인해 개별 DMU들이 최적규모로 운영되지는 못하고 있는 현실이다.

이후 모형을 좀 더 일반화하기 위하여 Banker et al.[25]에 의해 규모에 따른 수익변동(variant return to scale; VRS)이 가능한 BCC모형이 개발되었다. BCC 모형에서는 투입재의 규모효율성 효과를 제외한 VRS가정을 적용하여 투입재를 효율적으로 사용함으로써 발생하는 효율성인 순수기술효율성(Pure Technical Efficiency; PTE)을 계산할 수 있다[26].

또한 DEA 모형에서는 효율성을 제한된 투입물 집합에 대해 실현 가능한 산출물을 최대화(산출지향모형)하거나 지정된 수준의 산출물에 대해 실현 가능한 투입물을 최소화(투입지향모형)하여 평가할 수 있다[27]. 본 연구에서는 투입재인 인원, 사육시설 등의 조정이 단기간에 쉽지 않은 고정적인 측면이 강한 환경을 고려하여 산출지향모형을 이용하여 동물복지인증 산란계 농장의 효율성 분석을 수행하였다.

산출지향 CCR 모형은 아래의 Eq. (1), (2)와 같이 원(primal)문제와 쌍대(dual)문제의 형태로 나타낼 수 있다[28].

$$\text{Max} \sum_{n=1}^N u_n y_n^k \tag{1}$$

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \quad & \sum_{m=1}^M v_m x_m^k = 1 \\ & - \sum_{m=1}^M v_m x_m^k + \sum_{n=1}^N u_n y_n^k \leq 0, \forall k \\ & u_n, v_m \geq \epsilon > 0, \forall i, j \end{aligned}$$

$$\text{Min} \theta_k - \left(\epsilon \sum_{m=1}^M s_m^- + \epsilon \sum_{n=1}^N s_n^+ \right) \tag{2}$$

$$\begin{aligned} \text{s.t.} \quad & \theta_k x_k^m = \sum_{j=1}^J x_j^m \lambda_j + s_m^- \quad (m = 1, 2, \dots, M) \\ & y_k^n = \sum_{j=1}^J y_j^n \lambda_j - s_n^+ \quad (i = 1, 2, \dots, N) \\ & \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, J) \\ & s_m^- \geq 0 \quad (m = 1, 2, \dots, M) \\ & s_n^+ \geq 0 \quad (n = 1, 2, \dots, N) \end{aligned}$$

여기에서 u_n, v_m 은 각 요소들의 가중치, ϵ 는 비아르키메데스(non-Archimedean)상수로 0보다는 크지만 아주 작은 실수이며, x_k^m 와 y_k^n 는 DMU k 의 투입재와 산출물, λ_j 는 각 DMU들에 대한 가중치, s_m^- 은 투입재의 여유분(slack)이며, s_n^+ 은 산출물들의 여유분이다.

이 식을 이용하여 계산된 해인 DMU k 의 효율성 θ_k^* 는 투입을 고정한 채로 산출을 최대로 늘릴 수 있는 정도를 나타내는 것으로, 값이 1이면 상대적으로 효율적인 DMU로 볼 수 있고, 1보다 작은 값을 가지면 상대적으로 비효율적인 DMU로 간주될 수 있다. 여유분은 과다 투입되거나 과소산출된 요소의 조정치를 제공하여 추가적인 개선의 여지를 보여주는 것이다. 비효율적인 DMU로 평가받는 경우에는 준거집단(효율성 값이 1인 DMU)과 비교를 통하여 개선방안을 모색할 수 있다.

Eq. (2)의 제약식에 Eq. (3)과 같은 가중치의 합이 1이라는 조건을 추가하면 VRS를 포함하는 BCC 모델이 된다.

$$\sum_{j=1}^J \lambda_j = 1 \quad (j = 1, 2, \dots, J) \tag{3}$$

VRS를 고려하게 됨에 따라 투입의 규모를 늘렸을 때 동일한 비율로 산출이 증가하면 규모에 대한 수익불변

(CRS), 산출이 더 감소하는 경우는 규모에 따른 수익감소(decreasing return to scale; DRS), 산출이 더 증가하는 경우에 규모에 따른 수익증가(increasing return to scale; IRS) 등의 존재가능성을 인지하고 효율성 향상 방안을 모색하게 된다.

DEA에서 비효율성은 DMU의 비효율적인 투입과 산출로 인하여 나타날 수 있으나, 각 DMU의 규모가 최적 규모가 아닌 경우에도 발생할 수 있다. 각 DMU의 현재 규모가 최적인지 아닌지를 판단하는 지표로 규모효율성이 이용된다. 규모효율성은 VRS와 CRS의 가정하에 각 DMU별 CCR모형 효율성과 BCC모형 효율성을 모두 구한 뒤 이들의 비율로 정의된다. 어떤 DMU의 CCR모형 효율성을 $CCR(\theta_k^*)$, BCC모형 효율성을 $BCC(\theta_k^*)$ 라고 할 때, 규모효율성 SE_k 는 Eq. (4)와 같다[27].

$$SE_k = \frac{CCR(\theta_k^*)}{BCC(\theta_k^*)} \quad (4)$$

이 비율이 1이면 현재의 작업규모가 최적이고, 1보다 작으면 규모에 있어서 비효율성이 존재하는 것으로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 STATA v.18을 이용하여 먼저 DEA를 이용하여 각 DMU의 효율성 점수를 추정하고 이후 추정된 효율성 점수에 영향을 미치는 요인들의 영향력을 평가하기 위하여 회귀분석을 사용하였다.

실제 여러 연구들에서도 DEA 모형에 사용된 산출이나 투입변수를 이외에도 다른 특성변수들을 이용하여 영향력을 분석하는 경우들이 많다[29,30]. 이때 DEA에서 계산된 DMU의 효율성 값이 0과 1사이의 범위에 있음을 고려하여 Eq. (4)와 같이 토빗(Tobit)모형을 사용하였다[26].

$$\theta_k = \alpha + \sum_i \beta_i x_{ik} + \sum_j \gamma_j z_{jk} + \epsilon_k \quad (5)$$

$$\text{if } \theta_k^* \leq 0, \theta_k = 0$$

$$\text{if } 0 < \theta_k^* < 1, \theta_k = \theta_k^*$$

$$\text{if } \theta_k^* \geq 1, \theta_k = 1$$

Eq. (5)에서 θ_k^* 는 k 번째 농장의 실제 효율성 값이고 θ_k 는 k 번째 농장의 관측되는 효율성 값이며, x_{ik} 는 농장의 효율성에 영향을 미치는 투입변수이며, z_{jk} 는 농장의 효율성에 영향을 미치는 다른 특성변수를 나타내며, β_i ,

γ_j 는 추정할 계수이고, ϵ_k 는 잔차항을 나타낸다.

2.2 분석자료

본 연구의 실증분석을 위하여 사용한 자료는 동물복지인증 산란계농장을 대상으로 하여 농장주의 연령, 경영형태, 사육방식 등의 농장의 일반현황, 농장의 생산 및 경영비 현황 등을 2021년 7월과 8월 사이에 설문지를 이용하여 전문조사기관에 의하여 수집되었다.

조사된 동물복지인증 산란계농장 중에서 본 연구와 관련이 있는 항목에 대한 결측값이 존재하거나 응답이 적절하지 않다고 판단되는 응답을 제외한 총 44호의 산란계농장의 데이터를 이용하여 분석을 실시하였다. Boussofiane et al.[29]의 연구에 따르면 DEA 분석을 위한 DMU의 수는 투입재와 산출물 변수의 합의 2배 이상일 때 가장 합리적이라고 주장하였는데, 이에 따라 본 연구에서는 효율적인 DMU를 적절히 구분할 수 있다고 판단된다.

DEA분석을 위한 투입재와 산출물은 Table 1과 같이 선정하였다.

Table 1. Output and input factors

Factor	Variable	Definition	Unit
Output	Production	quantity of egg produced /year	million EA
	Feed	feed cost /year	
	Labor	labor cost /year	
Input	Utility	cost of water, light and heat /year	
	Fuel	fuel cost /year	
	Quarantine	quarantine and treatment cost /year	million won
	Chicken	cost of purchasing chicken /year	
	Other expenses	expenses for floor straw and other material /year	

투입재와 산출물의 선정에 있어 본 연구에서는 앞에서 살펴본 송재옥·최승철[1], 이상덕·박명식[16], 김희걸 외 [17]등의 선행연구들을 참고하여 사료비, 고용노동비, 수도광열비, 유류비, 방역치료비, 산란계(성계포함)구입비 그리고 깔짚비와 기타재료비를 합하여 기타비용으로 일괄하여 총 6개의 투입재가 선정되었고, 또한 산출물은 정상란 및 비정상란을 합친 총 계란 생산량으로 선정하였다.

3. 분석결과

3.1 조사대상 농장의 특성

조사대상 농장의 특성은 Table 2와 같이 나타났다.

Table 2. Descriptive statistics of farms

Variables	Mean	S.D.	Min	Max
Production	3.60	3.82	0.22	20.08
Feed	270.03	250.77	15.54	1,200.00
Labor	49.62	53.49	0.00	210.00
Utility	8.35	7.63	0.60	30.00
Fuel	7.69	8.98	0.72	36.00
Quarantine	6.78	8.21	0	36.00
Hen	25.83	33.06	0	115.00
Other	11.40	13.28	0	58.00
Age50 (1 if age is 50s)	0.18	0.39	0.00	1.00
Age40 (1 if age is under 50)	0.41	0.50	0.00	1.00
Successor (1 if has)	0.16	0.37	0.00	1.00
Fulltime (1 if yes)	0.86	0.35	0.00	1.00
Corporation (1 if yes)	0.25	0.44	0.00	1.00
Years of poultry farming	12.30	10.36	0	51
Gangwon (1 if yes)	0.11	0.32	0.00	1.00
Gyeonggi (1 if yes)	0.09	0.29	0.00	1.00
Chungnam (1 if yes)	0.07	0.25	0.00	1.00
Jeonbuk (1 if yes)	0.07	0.25	0.00	1.00
Jeonnam (1 if yes)	0.14	0.35	0.00	1.00
Gyeongbuk (1 if yes)	0.14	0.35	0.00	1.00
Gyeongnam (1 if yes)	0.18	0.39	0.00	1.00

조사농장의 계란생산량은 최소 0.22(백만 개/년)에서 최대 20.08(백만 개/년), 평균 3.60(백만 개/년)로 나타났다. 사료비는 15.54(백만 원/년)에서 1,200(백만 원/년)으로 평균 270.03(백만 원/년)으로 나타났고, 고용노동비는 0에서 210(백만 원/년)으로 평균 49.62(백만 원/년)으로 나타났다. 수도광열비는 0.60(백만 원/년)에서 30.00(백만 원/년)으로 평균 8.35(백만 원/년), 유류비는 0.72(백만 원/년)에서 36.00(백만 원/년), 평균 7.69(백

만 원/년), 방역치료비는 0에서 36.00(백만 원/년)으로 평균 6.78(백만 원/년), 산란계(성계)구입비는 0에서 115.00(백만 원/년)으로 평균 25.83(백만 원/년)으로 나타났다. 마지막으로 기타재료비, 깔집비를 일괄한 기타비용은 0에서 58.00(백만 원/년), 평균 11.40(백만 원/년)으로 나타났다.

이외에 경영주의 연령을 살펴보면 40대 이하가 41%, 50대가 18%, 60대 이상이 41%로 나타났다. 전체 44개 농장 중 37개 농장이 후계자가 없는 것으로 나타났고, 산란계 사육을 전업으로 하는 농장은 38개소, 산란계 이외 농축산업을 겸하는 복합농장은 6개소였다. 형태면에서 영농조합법인 또는 농업회사법인 등 법인체인 경우가 25%로 11개소였다. 산란계 농장 운영 경력은 0에서 최대 51년으로 평균 12년으로 나타났다. 지역분포를 살펴보면, 강원 8개소, 경기 4개소, 충북 12개소, 충남 3개소, 전북 3개소, 전남 6개소, 경북 6개소, 경남 5개소였다.

3.2 DEA 분석결과

Table 3은 산출지향 BCC 모형을 이용하여 동물복지 인증 산란계 농장의 효율성을 분석한 결과이다.

전체 농장의 평균적인 기술적 효율성(TE)은 0.75, 순수기술효율성(PTE)은 0.79, 기술적 효율성을 순수기술 효율성으로 나눈 규모효율성(SE)은 0.95로 나타나 규모 효율성이 순수기술효율성보다 높게 나타났다. DEA모형은 상대적 효율성을 의미하기 때문에 평균으로 설명하기 어려운 부분이 있으나, 기술적 효율성, 순수기술효율성, 규모효율성의 상대적인 차이를 볼 때 규모의 경제로 인한 효율성이 크게 나타나는 것으로 판단된다.

전체 농장 중에서 DMU 2, DMU 3, DMU 5, DMU 6, DMU 9, DMU 11, DMU 12, DMU 13, DMU 14, DMU 16, DMU 19, DMU 20, DMU 21, DMU 23, DMU 25, DMU 27, DMU 28, DMU 29, DMU 30, DMU 32, DMU 33, DMU 36, DMU 38, DMU 41 농장은 투입과잉 또는 산출부족으로 인해 기술적 효율이 1보다 작은 결과가 나타났다.

Table 3. Result of BCC-DEA

DMU	TE	PTE	SE	RTS
1	1.00	1.00	1.00	-
2	0.96	0.96	1.00	IRS
3	0.44	0.60	0.73	DRS
4	1.00	1.00	1.00	-
5	0.59	0.72	0.82	IRS
6	0.35	0.36	0.97	IRS

7	1.00	1.00	1.00	-
8	1.00	1.00	1.00	-
9	0.56	0.69	0.81	IRS
10	1.00	1.00	1.00	-
11	0.32	0.34	0.92	IRS
12	0.62	0.86	0.72	DRS
13	0.37	0.37	1.00	IRS
14	0.32	0.32	1.00	-
15	1.00	1.00	1.00	-
16	0.47	0.48	0.98	IRS
17	1.00	1.00	1.00	-
18	1.00	1.00	1.00	-
19	0.78	1.00	0.78	IRS
20	0.28	0.29	0.98	IRS
21	0.45	0.48	0.95	DRS
22	1.00	1.00	1.00	-
23	0.52	0.52	1.00	-
24	1.00	1.00	1.00	-
25	0.46	0.51	0.90	IRS
26	1.00	1.00	1.00	-
27	0.60	0.62	0.97	drs
28	0.59	0.61	0.97	IRS
29	0.45	0.45	1.00	-
30	0.36	0.37	0.96	IRS
31	1.00	1.00	1.00	-
32	0.94	1.00	0.94	IRS
33	0.36	0.36	0.99	IRS
34	1.00	1.00	1.00	-
35	1.00	1.00	1.00	-
36	0.87	1.00	0.87	IRS
37	1.00	1.00	1.00	-
38	0.70	1.00	0.70	IRS
39	1.00	1.00	1.00	-
40	0.81	0.81	1.00	IRS
41	1.00	1.00	1.00	-
42	1.00	1.00	1.00	-
43	1.00	1.00	1.00	-
44	1.00	1.00	1.00	-
mean	0.75	0.79	0.95	

기술적 효율성에서 규모효율성 효과를 배제하고 투입재를 효율적으로 이용하는 능력인 순수기술효율성에 있어서는 DMU 1, DMU 4, DMU 7, DMU 8, DMU 10, DMU 15, DMU 17, DMU 18, DMU 19, DMU 22, DMU 24, DMU 26, DMU 31, DMU 32, DMU 34, DMU 35, DMU 36, DMU 37, DMU 38, DMU 39, DMU 41, DMU 42, DMU 43, DMU 44 농장들이 투입재를 효율적으로 이용하여 생산했다는 것을 의미하며, 나머지 농장들은 투입요소의 이용률이 낮거나 생산기술이 부족한 것으로 판단된다.

규모효율성으로 볼 때, DMU 3, DMU 5, DMU 6,

DMU 9, DMU 11, DMU 12, DMU 16, DMU 19, DMU 20, DMU 21, DMU 25, DMU 27, DMU 28, DMU 30, DMU 32, DMU 33, DMU 36, DMU 38 농장들은 규모효율성이 1보다 적게 나타나 비효율적인 것으로 나타났다. 현재의 규모와 효율적인 규모와의 차이를 나타내는 규모효율성이 1이면 현재 생산규모가 최적인 상태이며, 1에서 멀어질수록 비효율적이라고 볼 수 있다. 좀 더 구체적으로 비효율적인 경우는 투입재의 증가분보다 산출물의 증가분이 더 커지는 경우를 의미하는 규모수익증가(IRS)와 더 작아지는 규모수익감소(DRS)로 구분할 수 있는데, 분석에 이용된 농장들 중에서 17개 농장들이 IRS로 나타났으며, 4개 농장이 DRS로 나타났다.

Ray & Bhadra[30]을 참고하여 효율성 값이 0.9이상인 효율적인 농장들과 효율성 값이 0.9보다 작은 비효율적인 농장들의 평균적인 차이를 살펴본 결과가 Table 4와 같이 나타났다.

Table 4. Comparison of average output and inputs

Variables	efficient farms (N=25)	inefficient farms (N=19)
Production	4.25	2.75
Feed	309.52	218.06
Labor	48.84	50.65
Utility	6.17	11.22
Fuel	5.05	11.16
Quarantine	4.99	9.13
Chicken	22.62	30.06
Other	11.46	11.32

동물복지인증 산란계 농장 중 효율성에 따른 집단별 평균 생산량은 효율적인 농장이 비효율적인 농장대비 약 54% 높았으며, 효율성이 높은 농장이 인건비, 수도광열비, 유류비, 방역치료비, 산란계구입비 등을 각각 4%, 45%, 55%, 45%, 25%만큼씩 지출이 낮은 것으로 나타났다. 반면 효율적인 농장이 사료비지출이 더 많았는데, 이는 사료비가 계속적으로 오르는 상황에서 고품질 계란의 생산과 생산량의 증대를 위하여 적절한 사료를 급여 하는 사육관리가 이루어지기 때문인 것으로 판단된다.[31]

분석에 이용된 농장 중에서, TE와 PTE 값이 매우 낮은 DMU 16 농장의 효율성에 대한 분석 및 개선사항은 Table 5와 같다. 현재 산출물과 동일한 최적의 산출물을 얻기 위해 투입재의 투입에 비효율이 존재한다고 할 수 있으며, 이에 따라 투입물에 대한 조정이 필요한 것으로 나타났다.

Table 5. Results of non-efficiency analysis of DMU 16

Variables	original value	radial movement	slack movement	projected value
Production	1.24	.	.	1.24
Feed	96	.	0.46	95.54
Labor	62.4	.	9.85	52.55
Utility	6	.	0.68	5.32
Fuel	3.6	.	0.36	3.24
Quarantine	24	.	6.53	17.47
Chicken	12.6	.	3.64	8.96
Other	12	.	2.38	9.62

DMU 16 농장이 효율성을 높이기 위하여 먼저 개선해야 할 투입재는 산란계구입비와 방역치료비, 기타비용으로 현 상태와 대비하여 20% 이상의 개선이 필요하게 나타났다. 아울러 사료비, 인건비, 수도광열비, 유류비도 10% 이상의 개선이 필요한 것으로 나타났다.

3.3 기술적 효율성에 관한 Tobit 모형

기술효율성에 영향을 미치는 요인들을 알아보기 위해 DEA분석을 통하여 추정된 효율성 값을 종속변수로 하고, 사료비, 고용노동비, 수도광열비, 유류비, 방역치료비, 산란계구입비, 기타비용과 더불어 연령, 후계자 보유 여부, 전업여부, 농장유형(법인여부), 지역 등의 터미변수와 산란계 농장 운영경력을 독립변수로 설정하여 Tobit 분석을 수행한 결과는 Table 6과 같이 나타났다.

Table 6. Results of Tobit regression

Variables	Coefficients	Standard error
Constant	1.061	0.366
Feed	0.002**	0.001
Labor	0.003	0.002
Utility	0.013	0.019
Fuel	-0.010	0.014
Quarantine	-0.050***	0.016
Chicken	-0.004*	0.002
Other	-0.001	0.005
age50	-0.481*	0.208
age40under	-0.096	0.157
Successor	0.515	0.403
Fulltime	-0.274	0.182
Corporation	-0.106	0.147
Years of poultry farming	0.015	0.013

Gangwon	-0.130	0.264
Gyeonggi	-0.488	0.429
Chungnam*	0.533	0.297
Jeonbuk	0.087	0.329
Jeonnam	-0.314	0.204
Gyeongbuk*	0.489	0.267
Gyeongnam	-0.118	0.233
Log likelihood	-6.010	
Pseudo R ²	0.807	

*: p<.1, **: p<.05, ***: p<.01

추정된 모형의 적합도를 나타내는 Pseudo-R² 값이 0.807로 높게 나타나, 추정모형이 적절한 것으로 나타났다. 분석결과를 보면 사료비, 방역치료비, 산란계구입비, 연령(50대) 그리고 충남과 경북 등 지역변수가 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

방역치료비, 산란계구입비의 추정치의 부호가 음수(-)로 나타나 이들 투입재의 비용을 절감할수록 기술효율성이 높아진다고 볼 수 있다. 또한 50대 경영주가 있는 농장의 경우 다른 연령층의 경영주가 있는 농장보다 기술효율성이 낮은 것으로 나타났다. 사료비는 정(+)의 영향을 주는 것으로 나타났는데, 사료비의 상승과 함께 계란의 품질을 향상하고 계란생산량을 늘리기 위해서 고품질 사료를 사용하게 된 결과로 판단되며, 지역터미변수 중에서 충남과 경북이 (+)의 효과를 보이는 것으로 나타나 이들 지역에 소재하는 농장들이 타 지역에 비하여 기술효율성이 높은 것으로 나타났다.

4. 결론

동물복지 농축산물 시장은 경제발전과 동물복지에 대한 소비자의 요구가 커지면서 산업규모가 확대되어 왔다.

하지만 2020년부터 COVID-19시기를 지나면서 소비 위축으로 고용이 줄고 전체 소비자의 소득이 큰 폭으로 감소하였고, 고환율과 물가상승 등으로 인한 저렴한 가격의 농축산물을 선호하는 소비가 앞으로도 지속될 것으로 예상되는 가운데 동물복지인증 농축산물의 소비도 감소하게 되면서 동물복지 인증농가의 경영상 어려움이 예상되고 있다.

이러한 상황 속에서 동물복지인증 산란계농장의 지속 경영을 위해서, 본 연구에서는 DEA모형을 통하여 동물복지인증 산란계농장의 효율성을 살펴보고, 이어 Tobit 모형을 활용하여 효율성에 영향을 미치는 요인을 알아보

아 농장의 경영개선에 대한 시사점을 제시하고자 하였다.

44호의 동물복지인증 산란계농장의 효율성을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 17개 농장이 투입물을 더 투입할 경우 효율성이 개선되어 산출물이 증가하는 IRS로 나타났고, 4개 농장이 투입이 늘어날수록 효율이 감소하는 DRS로 나타났다.

둘째, 비효율적인 농가 중 순수기술효율성과 규모효율성 모두 비효율적인 농장 중에서 DMU 16을 예시적으로 분석한 결과 투입재 비용을 절감해야 하는 것으로 나타났다.

셋째, Tobit 모형을 이용하여 효율성 영향요인을 분석한 결과 사료비, 방역치료비, 산란계(성계)구입비, 지역(충남, 경북), 연령(50대)이 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

미래의 산란계 산업에서 동물복지는 선택이 아닌 필수적인 사항으로 자리매김할 것으로 예상되는 가운데, 본 연구의 분석결과를 바탕으로 동물복지 계란 생산농가의 생산효율을 개선하기 위한 시사점을 다음과 같이 제시하고자 한다.

DEA분석결과 약 절반정도의 농장이 비효율적인 것으로 나타난 가운데 체계적인 경영진단과 지속적인 컨설팅 및 기술교육을 실시하여, 지속적으로 상승하고 있는 사료비 등 농장 경영비를 절감하여야 할 것으로 판단된다.

방역치료비 역시 효율성에 부정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데 일상적인 상황에서는 지출이 크지 않은 방역치료비가 조류독감 등의 발생시 해당 농장에 추가적인 투입비용을 발생시키게 되는 것으로 판단된다. 이에 정부와 농장들이 조류독감 등에 질병에 대한 철저한 방역과 함께 예방에 보다 더 주의와 노력을 기울여야 할 것이다.

충남과 경북 지역은 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났는데, 이 지역들이 기준지역인 충북에 비하여 평균 투입비용이 각각 32.9%, 52.5% 낮아진다는 것으로 판단되며, 지역별로 기술적 효율성에 차이가 존재한다고 할 수 있을 것이다. 그러므로 지역별 산란계 농장의 기술적 차이를 고려하여 해당 지역에 적합한 그리고 지역의 농장별 특성에 맞는 맞춤형 정책지원이 필요하다고 할 수 있다.

그리고 다른 연령층에 비하여 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 50대 농장 경영주들은 지역농업의 중심역할을 수행하는 연령층으로, 이들의 계란 생산에 대한 노하우를 40대 이하 젊은 경영주와 고령 경영주들에게 전파할 수 있는 체계가 만들어진다면 좀 더 많은 산란계 농장의

효율성을 높일 수 있을 것이다.

아울러 본 연구결과에 산란계 전문가들의 세밀한 기술적인 견해가 더해진다면 동물복지인증 산란계농장의 효율성을 제고하는데 보다 더 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 일반 산란계 농장을 포함하여 좀 더 많은 농장을 대상으로 연구가 이루어지지 못하여 일반화와 심층적인 비교분석에 한계를 가진다. 그리고 투입과 산출에 영향을 미칠 것으로 예상되는 농장 경영주의 학력 등 경영주의 사회경제적 특성을 분석에 반영하지 못하였다. 또한 최근 사료가격이 지속적으로 증가하는 상황에서 투입량 대신 투입비를 이용함으로써 사료비의 증가가 적절한 사료급여와 연관되어 있는지 품종별 급여량, 사료별 단가 등 사료비에 대한 심도있는 논의가 필요하다고 판단된다. 이러한 한계점들은 향후 연구의 추가적인 과제로 남긴다.

References

- [1] J. O. Song, S. C. Choi, "Impact of Animal Welfare on the Efficiency of Pig Production in Korea", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.48, No.4, pp.687-713, Dec. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.30805/KJAMP.2021.48.4.687>
- [2] Y. G. Lee, M. K. Jeong, J. Y. Choi, S. H. Im, S. W. Park, "The Economic Analysis on the Animal Welfare Spawning Poultry Farm", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.49, No.2, pp.373-396, Jun. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.30805/KJAMP.2022.49.2.373>
- [3] Ministry of Agriculture, The 2nd Comprehensive Plan for Animal Welfare(2020-2024), 2020, Available From: <http://www.animal.go.kr> (accessed Nov. 21, 2023)
- [4] J. H. Jeon, Current Status and Prospects of Animal Welfare Certification System, 2020, Available From: <http://www.nias.go.kr> (accessed Nov. 11, 2023)
- [5] Animal and Plant Quarantine Agency, 2022 Animal Welfare Livestock Farm Certification Status Report, 2023, Available From: <http://www.qia.go.kr> (accessed Dec. 2, 2023)
- [6] Agriculture, Fishery and Livestock News, Is it okay to expand the breeding area of spawning chickens in 2025, 2023, Available From: <http://www.aflnews.co.kr> (accessed Dec. 2, 2023)
- [7] Animal Welfare Research Institute Aware, 2022 Farm Animal Welfare Public Perception Survey, 2022, Available From: <http://aware.kr> (accessed Jan. 27, 2024)
- [8] M. K. Jeong, H. J. Kim, Y. G. Lee, J. Y. Choi, The Economic Analysis on the Types of Spawning Poultry

- farm for the Segmentation of Animal Welfare Livestock Farm Certification System, Korea Rural Economic Institute, Korea, 2021.
- [9] K. H. Cho, "Farm Animal Welfare : Current State and Our Challengee", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol.32, No.4, pp.868-7891, Dec. 2005.
- [10] B. J. Woo, D. Huh, H. J. Kim, Trends and Policy Tasks of Animal Welfare Livestock, Korea Rural Economic Institute, Korea, 2010.
- [11] M. K. Jeong, M. Ki. Lee, Y. J. Hwang, Y. H. Kim, H. J. Kim, Y. G. Lee, A Study on the Advancement of Livestock Industry, Korea Rural Economic Institute, Korea, 2011.
- [12] D. W. Kim, S. M. Kang, Y. R. Yang, J. M. Kim, H. S. Yoon, J. H. Jeon, Y. H. Choi, "Egg Quality in Battery Cage and Free-Range Systems : with Reference to Comparison of Eggs Based on Price and Hens' Age", *Korean Journal of Organic Agriculture*, Vol.24, No.1, pp.115-122, Mar. 2016.
- [13] E. C. Hong, H. k. Kang, K. T. Park, J. J. Jeon, H. S. Kim, "A Survey on Egg Laying Performance and Distribution Status of Animal Welfare Certified Farms for Laying Hens", *Korean Journal of Poultry Science* Vol.46, No.2, pp.55-63, Jun. 2019.
DOI: <http://dx-doi-org.libproxy.yu.ac.kr/10.5536/KJPS.2019.46.2.55>
- [14] P. Thobe, G. Haxsen, "Economic Efficiency of Small Group Housing and Aviaries for Laying Hens in Germany", *European Poultry Science* Vol.78, pp.5563, Mar. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1399/eps.2014.27>
- [15] N. Chen, C. L. Chang, "Technical Efficiency of Biosecurity and Animal Welfare in the Taiwan Egg Industry", *Applied Economics* Vol.17, pp.1-20, Nov. 2023.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2276079>
- [16] S. D. Lee, P. S. Park, "An Analysis on the Efficiency and Direct Cost of Rice Farm Household based on Farm Land Size", *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol. 30, No. 4, pp. 600-616, 2003.
- [17] X. J. Jin, S. Y. Piao, Y. C. Sun, J. I. Lee, "A Study on the Management Efficiency of 'Sindongjin' Rice Farms Used DEA Model", *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society* Vol.21, No. 11, pp.61-69, Nov. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.11.61>
- [18] D. W. Choi, C. R. Lim, "Statistical analysis of Production Efficiency on the Strawberry Farms Using Smart Farming", *Journal of Korean Society for Quality Management* Vol.46, No.3, pp.706-716, Sep. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.3.707>
- [19] S. J. Ha, Y. H. Han, "A Study on the Efficiency Factors of Broiler Breeder Farms Using Data Envelopment Analysis", *Journal of the Korean Data Analysis Society*, Vol. 21, No.6, pp. 3141-3153, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.37727/jkdas.2019.21.6.3141>
- [20] H. G. Won, J. H. Jeon, B. I. Yoo, S. Y. Lee, J. M. Lee, D. H. Ji, "Management Efficiency of Chestnut-Cultivating Households in Chungnam Province", *Journal of Korean Society of Forest Science*, Vol. 102, No.3, pp. 390-397, Sep. 2013.
- [21] J. S. Park, M. J. Kim, J. H. Park, "A Study on Management Performance and Efficiency Analysis for the Environmental-friendly Agricultural Products of Yacon Farms", *Korean journal of food marketing Economics* Vol.33, No.3, pp. 390-397, Sep. 2016.
- [22] M. Farrell, "The Measurement of Productivity Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol.120, No.3, pp.253-290, 1957.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2343100>
- [23] W. Meeusen, J. Van Den Broeck, "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error", *International Economic Review*, Vol.18, pp.435-444, Jun. 1977.
DOI: <https://dx.doi.org/10.2307/2525757>
- [24] A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Vol.2, No.6, pp.429-444, Nov. 1978.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- [25] R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper, "Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, Vol.30, No.9, pp.1078-1092, Sep. 1984.
DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- [26] Z. Chen, Q. Meng, K. Yang, R. Xu, "The Analysis of Family Farm Efficiency and Its Influencing Factors: Evidence from Rural China", *Land*, 2022, 11, 487, Mar. 2022.
DOI: <https://doi.org/10.3390/land11040487>
- [27] S. M. Helfand, E.S. Levine, "Farm Size and the Determinants of Productive Efficiency in the Brazilian Center-West.", *Agricultural Economics*, Vol.31, No.2, pp.241-249, Dec. 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-0862.2004.tb00261.x>
- [28] G. S. Souza, E. G. Gomes, "A Non-Archimedean DEA Model to Assess Group Comparisons.", *Pesquisa Operacional*, Vol.36, No.3, pp.533-546, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-7438.2016.036.03.0533>
- [29] A. Boussofiane, R. G. Dyson, E. Thanassoulis, "Applied Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol.52, No.1, pp.1-15, May 1991.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0101-7438.2016.036.03.0533>
- [30] S. Ray, D. Bhadra, 1993, "Nonparametric Tests of Cost Minimizing Behavior: A Study of Indian Farms", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol.75, No.4, pp.990-999, Dec. 1993.
DOI: <https://doi.org/10.2307/1243986>
- [31] Eggboard News [Internet]. Eggboard [cited 2022 May 18], Available From: <http://www.eggboard.or.kr> (accessed Nov. 4, 2023)

김 태 인(Tae In Kim)

[정회원]



- 2012년 2월 : 영남대학교 식품산업경영학과 (경영학사)
- 2016년 2월 : 영남대학교 일반대학원 식품산업경영학과 (경제학석사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 일반대학원 식품자원경제학과 (경제학박사과정)

<관심분야>

농업경제학, 농산물유통

박 재 흥(Jaehong Park)

[정회원]



- 2000년 8월 : 텍사스A&M대학교 대학원 농업경제학과 (농업경제학 박사)
- 2000년 9월 ~ 2003년 8월 : 경북대학교 박사후연구원
- 2003년 9월 ~ 2005년 2월 : 한국농촌경제연구원 전문연구원
- 2005년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 식품경제외식학과 교수

<관심분야>

농업경제학, 농식품마케팅, 농산물유통