JFMSE, 28(6), pp. 1629~1639, 2016.
수산해양교육연구, 제28권 제6호, 통권84호, 2016.
www.ksfme.or.kr
http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2016.28.6.1629

완도지역 전복 양식어가 생산의 경영효율성 분석

강한애 · 박철형†
(부경대학교)

Analysis of Management Production Efficiency for Abalone Aquaculture in Wando Area

Han-Ae KANG · Cheol-Hyung PARK†
(Pukyong National University)

Abstract

This study is to estimate the production efficiency of abalone aquaculture and to find its determinants utilizing the survey data of operating expenses in 2015. The first part of the analysis applied both DEA and Super-DEA for the estimation of efficiency of each aquaculture household as DMU. We used wages, feeding costs and area as inputs and annual profits and sales as outputs of the model. The second part of the study applied both Tobit and OLS for the identification of determinants of the efficiency. We investigated cost-ratio, depreciation costs, careers, value of living seeds, cleaning costs of farming ground and a ratio of 1 and 2 year-old abalone at shipment as potential determinants.

The estimation results show us that the average technical efficiency, pure technical efficiency, and scale efficiency score turn out to be 72%, 81% and 85% respectively. The Super-BCC and Super-CCR models reveal their average efficiency scores as 81% and 80%. All of the variables used to identify the determinants of the efficiency. The study results suggests that the production efficiency can be improved by cleaning farming ground and hence lowering the death rate of seeds.

Key words : Abalone, Aquaculture, DEA, Tobit

Ⅰ. 서 론

전복은 영양분을 고루 함유한 고급 보양식의 대명사로서 상품가치가 높은 수산물이며, 그에 따라 전복 양식에 대해 꾸준한 관심이 있어왔다. 2000년 이전 전복양식은 종패를 마을어장에 뿌리고 일정기간 이후에 채취하는 바닥식 방식을 사용하였는데, 이는 양식으로 보기에는 한계점이 있는 방식이다. 2000년 이후 전복생산량이 크게 성장한 이유는 전복 양식면적 자체의 증가와, 생산효율이 낮은 해상채롱식 방식은 줄고, 효율이 높은 해상가두리 양식의 증가에 기인한 것으로 보인다(Ock, Young-Soo, 2010).

본 연구의 분석대상은 완도지역의 전복 양식어가들이다. 완도 지역은 국내 최대의 전복생산지이다. 2015년 기준으로 전복의 총 생산량에서 완도지역의 전복이 차지하는 비율은 70%를 능가한다(Korea Maritime Institute, 2016). 따라서 전복양

† Corresponding author : 051-629-5319, chpark@pknu.ac.kr
※ 이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년)에 의하여 연구되었음.
※ 이 논문은 강한애(2017)의 부경대학교 대학원 석사학위논문의 일부를 발췌하여 요약·보완한 것임.

식에 있어 완도지역의 생산효율성은 국내 전복 양식생산의 효율성을 대표한다고 판단된다.

하지만 완도 외 지역의 전복생산은 2010년부터 2015년까지의 생산량이 약 1,300톤이 증가한 것에 비해, 완도의 생산량은 약 700톤이 증가하는데 그쳐 완도지역의 양식생산량의 증가율이 낮아지는 것으로 확인되었다(Korea Maritime Institute, 2016). 사육환경 악화는 폐사율의 증가로 이어지며 생산성 저하의 주요 요인으로 작용한다. 완도지역의 주요 양식환경의 악화원인은 밀식으로 판단된다. 그 외 다양한 요인이 존재하는 것으로 보이는데, 과다한 종패입식 역시 양식환경 악화의 요인이며 종패 구입에 따른 추가적 비용의 문제도 야기한다. 따라서 종패입식량 조정과 우량종패의 개발 등 개선 방안을 마련할 필요성이 지적되어 왔다(Ock, Young-Soo et al., 2004).

또 다른 해결과제로 조기출하를 들 수 있다. 영세한 어업인들이 1, 2년산의 크기가 작은 전복을 조기출하하는 경우가 종종 있다. 3년산의 전복은 주로 kg당 10에서 8미의 크기로 30미 전복에 비하여 kg당 2만 원 이상의 단가 차이가 나는 실정이다(Korea Maritime Institute, 2016). 조기출하된 전복은 상대적으로 상품가치가 낮아 전복양식업의 부가가치가 낮아지는 문제가 야기될 수 있다. 중국 FTA 협상과 같은 국제 정세에 대비하기 위해 앞서 제시한 문제점을 개선하여 전복양식업의 부가가치를 더욱 높일 필요가 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 완도지역 전복양식업의 효율성을 제고하여 전복양식의 생산성 개선을 도모하고자 하였다. DEA(Data Envelopment Analysis) 모형과 Super-DEA 모형을 이용하여 전복 양식어가의 상대적 효율성을 도출하였다. 이를 통해 어떤 어가가 가장 효율적으로 운영되는지 찾고 벤치마킹의 대상으로 선정하고자 하였다. 도출된 효율성 값으로 회귀분석을 실시하여 효율성에 영향을 주는 요인들에 대해 분석하였다. 효율성 결정요인의 분석을 통해 경영효율성의 개선방향을 찾아보고자 하였다.

수산양식분야에서 DEA 모형으로 효율성을 추정한 선행연구는 다수 진행되어 왔다. 우선 우리나라 광어양식업의 효율성에 관한 연구(Kang, Hyo-Gun, 2011)에서 광어 양식어가별 효율성 분석을 위해 면적, 입식량, 사료사용량을 투입물로, 총판매금액과 출하량을 산출물로 DEA 모형을 이용하여 효율성과 적정수준의 양식량을 도출하고자 하였다. 해조류 양식업 규모의 효율성추정에 한 연구(Seo, Ju-Nam, 2009)에서는 DEA 모형으로 해조류 양식어가의 효율성을 도출하고, 규모를 대·중·소로 나누어 Kruskal-Wallis 순위합검정을 통하여 규모별 효율성을 비교분석했다. 양식업의 양식방법별 어종별 생산효율성 비교분석에 관한 연구(Park, Cheol-Hyung, 2012)에서는 양식방법별로 동일어종인 8개 어종씩 선택하여 24개의 DMU를 사용하여 효율성을 도출하고, 부트스트랩 기법으로 신뢰구간까지 추정했다. 수산분야에서 초효율성 분석을 실시한 연구로 Super-SBM을 이용한 어항의 효율성분석에 관한 연구(Park, Cheol-Hyung, 2010)가 있다. 이 연구에서는 DEA와 Super-SBM 모형을 이용하여 38개의 국내어항을 대상으로 효율성을 도출하고 분석하였다.

본 연구의 구성으로 Ⅱ장 이론적 배경에서는 DEA 모형과 토빗모형의 이론적 배경을 제시한다. Ⅲ장 실증분석에서는 양식어가별 효율성과 초효율성 분석 결과 값을 제시하였다. 또한 토빗모형과 최소자승법을 이용한 분석 결과 값을 통해 효율성에 영향을 미치는 요인들을 분석하였다. 마지막 결론은 실증분석의 결과를 요약하여 제시하고, 의의와 한계점을 언급하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 초효율성의 이론적 배경

DEA는 회귀분석과 달리 투입과 산출요소의 자료를 이용하여 도출된 효율적 프론티어와 평가

대상을 비교하며 상대적 효율성을 측정하는 비모수적 접근방법이다. CCR (Charnes, Cooper, Rhodes)모형은 규모에 대한 수확 불변을 가정하는 모델이며 BCC (Banker, Charnes, Cooper)모형은 수확가변까지 분석 범위가 넓어진 모형이다. BCC모형은 볼록성 필요조건이 추가되며 최적규모에서 생산하지 않는 의사결정단위(DMU: Decision Making Unit)의 규모의 효율성까지 추정할 수 있다.

AP(Anderson, Peterson)모형 또는 초효율성 CCR 모형 (Super-CCR)은 기존의 DEA에서 효율성 측정치가 1인 DMU 사이에 우선순위를 구분하기 위해 제시된 모형이다. 전통적 CCR모형에서 효율적인 DMU 중에 초효율성 측정의 대상이 되는 DMU를 효율적 프론티어에서 제외시키고 나머지로 새로운 생산변경을 생성한다. 새로운 생산 프론티어 간 거리를 산정하여 초효율성 측정치를 도출할 수 있다. 본 모형을 이용하면 기존 CCR 모형과 효율성 측정치가 동일하나 1의 효율성을 가지는 DMU 간 효율성의 수치는 각각 다른 값을 가지게 되며 수식은 식(2.1)과 같다(Yang, Dong-Hyun, 2012).

$$h_0 = \min\left[\theta - \epsilon\left(\sum_{b=1}^{I} s_b^- + \sum_{d=1}^{I} s_d^+\right)\right] \qquad (2.1)$$

$$\text{s.t. } h^k x_b^k - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^{I} x_b^i \lambda^i + s_d^+ \geq 0$$

$$(b = 1,2,\cdots,B)$$

$$y_d^k = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^{I} y_d^i \lambda^i - s_d^+ \leq 0$$

$$(d = 1,2,\cdots,D)$$

$$\lambda^i \geq 0 \quad (i = 1,2,\cdots,I, \quad I \neq k)$$

h는 초효율성을 의미한다. x_b^k과 y_d^k는 DMU의 투입과 산출 벡터이다. λ는 가중치벡터, λ^i는 i번째 DMU의 가중치를 나타내며, ϵ는 Non-Archimedean 상수이다. 초효율성 모형의 장점은 전통적 DEA와 달리 효율성의 최대치가 없어 1 이상의 값으로 기존모형에서 효율성 구분이 어려웠던 DMU들 간의 차등화가 용이하다는 점이다(Yang, Dong-Hyun, 2012).

2. Tobit 모형의 이론적 배경

본 연구에서는 전복 양식어가의 효율성 결정요인 분석을 위해 Tobit 모형을 활용했다. DEA의 효율성 측정치를 회귀모형의 종속변수로 사용하게 되어 종속변수는 0과 1 사이의 값이 된다. 최소자승법으로 분석할 경우 불일치한 추정치를 얻을 가능성이 있기 때문에 중도절단회귀모형인 토빗모형을 활용해야 한다. 종속변수가 양적변수이면서 절단되는 경우 관측치가 제약되므로 Tobit 모형을 이용하면 보다 정확한 추정이 가능하다. 수식은 다음의 식(2.2)를 따른다(Jung, Jae-Myung, 2015).

$$\theta_j = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{J} \alpha_k Y_{kj} + \epsilon_j \qquad (2.2)$$

$$If\ \theta_j^* \leq 0,\ then\ \theta_j = 0$$

$$If\ \theta_j^* \geq 0,\ then\ \theta_j = 1$$

$$If\ 0 < \theta_j^* < 1, then\ \theta_j = \theta_j^*$$

θ_j^*는 j번째 DMU의 실제 효율성 수치이고, θ_j는 추정된 효율성 값, Y_{kj}는 j번째 DMU의 k번째 설명변수, α_k는 추정계수, ϵ_j는 잔차항을 의미한다. 실제 효율성 수치는 0보다 작거나 1보다 크게 되며, 이러한 경우 각각 0과 1을 부여하게 되며, 관측된 효율성은 0과 1 사이 값으로 존재하게 된다는 것을 의미한다. Tobit모형에서는 효율성 값인 θ_j이 종속변수가 되는 식을 아래 (2.3) 수식과 같이 선형적으로 표현되며 오차항 ϵ의 평균이 0인 정규분포를 따른다(Jung, Jae-Myung, 2015).

$$\theta_j = \alpha_0 + \alpha_1 \chi_1 + \cdots + \alpha_p \chi_p + \epsilon \qquad (2.3)$$

$$\epsilon \sim N(0,\sigma)$$

Ⅲ. 실증 분석

1. 분석자료

1) 효율성 분석자료

완도지역 20개의 전복 양식어가에 대해 경영비 조사를 실시한 자료를 이용하여 사료비(천 원), 인건비(천 원), 시설면적(ha)을 투입요소로, 총판매액(천 원)과 연간순이익(천 원)을 산출요소로 선정하여 1차적으로 생산효율성을 분석하였다. 양식업의 경우 투입이 고정되어 있지 않고 투입의 변동에 따라 산출물이 결정될 것으로 판단되었다. 따라서 실증분석에서는 DEA-SOLVER 0.5와 ENPAS 프로그램의 투입지향의 효율성과 초효율성 모형을 이용했다. DEA와 Super-DEA에 사용된 투입물과 산출물의 기술통계량은 <Table 1>과 같다.

2) 회귀분석 자료

동일한 경영비 조사의 자료에서 얻어진 자료를 사용하여 토빗모형과 최소자승법을 통해 2차적으로 결정요소를 분석하였다. 독립변수로는 어장청소비(천 원), 감가상각비(천 원), 경비율(%), 경력(년), 생존종패(천 원), 출하 시 3년 미만 전복의 비중(%)을 사용하였다. '경비율'은 수입 대비 경비의 비율을 의미한다. '어장청소비'는 어장 환경이 효율성에 얼마나 영향을 미치는지를 보고자 하였다. 또한 종패의 생존율[1]에 종패의 구매액을 곱하여 '생존종패' 변수를 구하여 전복의 폐사율이 효율성과 연관성이 있는 지 분석하고자 하였다. 출하되는 시점에 3년산 이하인 1년산과 2년산의 전복 비중을 '출하 시 3년 미만 전복의 비중'변수로 이용했다. 이는 상품가치가 높은 전복이 되기 전 조기출하 시 효율성에 어떤 영향을 끼치는지 살펴보기 위함이었다. <Table 2>는 토빗모형과 OLS 회귀분석에 사용된 자료의 기술통계량을 요약한 표이다.

<Table 1> Descriptive Statistics of Data for Efficiency Analysis

	Input Variables			Output Variables	
	Area (ha)	Labor (1,000 won)	Feed (1,000 won)	Annual Profit (1,000 won)	Sales (1,000 won)
Max	0.600	84,680	72,000	150,000	365,518
Min	0.170	22,960	29,400	20,000	189,326
Mean	0.335	52,327.000	45,888.300	63,500.000	289,640.112
S. D.	0.177	16733.418	11689.422	28,987.066	44,017.207

<Table 2> Descriptive Statistics of Data for Regression Analysis

	Cleaning (1,000 won)	Depriciation (1,000 won)	Cost-Ratio (%)	Career (year)	Living Seed (1,000 won)	Less than 3 year(%)
Min	122	23,890	0.512	7	21,600	0.500
Max	136	51,236	0.932	15	84,070	1.000
Mean	135.033	36,607.287	0.787	10.842	43,504.737	0.863
S. D.	3.429	6,416.188	0.093	2.218	14,731.505	0.183

1) 생존율이란 (1-폐사율)을 의미한다.

2. DEA 효율성 분석결과

본 연구에서는 효율성과 초효율성의 분석 모두 투입지향모형을 사용하였다. 이는 수산업이 환경의 영향을 많이 받으므로 산출물보다 투입물을 결정요소로 가정하는 것이 보다 더 현실적일 것으로 판단하였기 때문이다. <Table 3>은 DEA의 분석결과로 나타난 효율성 값들을 의미한다. 기술효율성(CRS TE)은 규모에 대한 수확불변을 가정하여 효율적인 프론티어 상에서 생산이 이루어졌는가를 종합적으로 보여주는 효율성이다. 순수기술효율성(VRS TE)은 투입요소들의 결합비율을 변경하여 효율성의 제고 여지가 있는지를 나타내는 효율성이다. 규모의 효율성(SE)은 생산규모가 최적인지 판단할 수 있는 효율성이다.

규모수확불변을 가정한 기술효율성의 평균은 약 0.73이고, 비효율성이 27%가 존재하는 것으로 나타났다. 따라서 27%의 투입감소가 있어도 산출물의 수준이 유지될 것이라고 해석할 수 있다. 또한 2개의 어가(DMU9, DMU11)가 효율성이 1이고, 나머지 18개 어가들은 1 이하의 값을 보여, 상대적으로 비효율적인 것으로 나타났다. 그 중 DMU7은 기술비효율성이 64%로 가장 큰 것으로 나타났다.

순수기술효율성은 기술효율성과 달리 규모수확가변을 가정하여 규모와 별개의 효율성 값을 나타낸다. 순수기술효율성의 평균은 약 0.82으로, 평균적인 비효율성이 18%로 나타났다. 효율성이 1인 DMU3, DMU9, DMU11이 가장 효율적이고, DMU19의 순수기술비효율성이 45%로 가장 크게 나타났다.

<Table 3> DEA Estimates of Efficiency

DMU	CRS TE	Ref Freq (CRS TE)	VRS TE	Ref Freq (VRS TE)	SE	Scale
DMU1	0.7090	0	0.8201	0	0.8645	IRS
DMU2	0.7436	0	0.8201	0	0.9067	IRS
DMU3	0.9103	0	1.0000	4	0.9103	DRS
DMU4	0.5975	0	0.8400	0	0.7113	IRS
DMU5	0.7029	0	0.7066	0	0.9948	DRS
DMU6	0.6445	0	0.7506	0	0.8586	DRS
DMU7	0.3611	0	0.6011	0	0.6007	IRS
DMU8	0.7572	0	0.8174	0	0.9264	IRS
DMU9	1.0000	1	1.0000	5	1.0000	CRS
DMU10	0.7373	0	0.8095	0	0.9108	IRS
DMU11	1.0000	18	1.0000	17	1.0000	CRS
DMU12	0.7784	0	0.8095	0	0.9616	IRS
DMU13	0.6240	0	0.8095	0	0.7708	IRS
DMU14	0.8596	0	0.8714	0	0.9865	DRS
DMU15	0.8892	0	0.9752	0	0.9118	DRS
DMU16	0.7822	0	0.8400	0	0.9312	IRS
DMU17	0.6507	0	0.8400	0	0.7746	IRS
DMU18	0.7826	0	0.8947	0	0.8747	IRS
DMU19	0.4623	0	0.5548	0	0.8333	DRS
DMU20	0.5543	0	0.5654	0	0.9804	IRS
Average	0.7273		0.8163		0.8855	

그 중 DMU3의 기술효율성은 1 이하의 값이다. 즉, DMU3은 순수기술효율성이 아닌 규모의 효율성에 대한 개선이 필요한 어가로 투입물들의 결합비율을 달리해야 할 것임을 보여준다(Yoon, Sang-Ho et al., 2015).

규모효율성의 평균은 0.89, 비효율성 11%로 나타났다. 규모의 측면에서 2개의 어가만이 CRS(규모에 대한 수확불변)의 특징으로 효율적으로 운영되고 있는 것으로 판단된다. 6개의 어가는 DRS(규모에 대한 수확체감)의 특성을 가진 것으로 나타났으므로 투입규모를 더 감소시켜야 하는 것으로 판단된다. 12개의 어가는 IRS(규모에 대한 수확체증)의 특성으로 투입규모를 더 증가해야 할 어가들로 분석된다. 따라서 투입규모의 증가가 필요한 어가들이 더 많다고 판단된다. DMU9와 DMU11은 순수기술효율성, 기술효율성, 규모의 효율성 모두 동시에 효율적인 것으로 나타났다. 반면 DMU7은 규모의 측면에서 비효율이 40% 존재하여 기술효율성과 규모의 효율성에서 가장 비효율성이 높은 어가인 것으로 분석되었다.

참조횟수(Ref Freq)는 DMU11이 CRS 하에서 18회, VRS TE 하에서 17회로 동시에 참조횟수가 가장 높은 어가로 판명되었다. 참조횟수가 높은 어가는 가장 많이 벤치마킹 대상으로 선정된 것이므로, 이들 어가의 운영에 대한 실태를 정밀하게 분석할 필요성이 있다(Park, Cheol-Hyung, 2010).

DMU 별로 투입과 산출을 살펴보면, DMU9의 인건비(투입)는 최솟값이며 총판매액(산출)은 최댓값이고, DMU11의 시설면적(투입)과 사료비(투입)는 최솟값이고 순수익(산출)은 최댓값이다. DMU19의 사료비(투입)는 최댓값이고, DMU7의 순수익(산출)과 총판매액(산출)은 최솟값이다.

<Table 4>는 투입지향의 BCC와 CCR 모형의 초효율성 값이다. 초효율성은 기존의 모형에서 효율성이 1로 나타난 DMU 간의 효율성 순위를 보기위해 분석을 실시하였다. 초효율성 역시 동일한 투입변수와 산출변수를 사용하여 분석하였다. 효율성 분석에서 1 미만의 효율성을 나타낸 DMU들은 초효율성이 동일한 결과가 도출되었고, 1 이상이었던 DMU들은 초효율성이 더 높게 나타나 차등화가 가능했다.

BCC 초효율성은 DMU3이 가장 효율적인 것으로 분석된다. 앞의 분석과 비교하여 DMU3 외의 나머지 DMU는 동일한 1의 효율성이 나타나 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. CCR 초효율성 분석결과는 DMU9, DMU11은 1 이상의 효율성 값을 가지는 것으로 나타났다. 특히 앞선 모형에서 참조횟수가 18회로 가장 높았던 DMU11의 초효율성이 2이상으로 큰 차를 보이며 가장 효율적인 어가로 판명되었다.

효율성과 초효율성을 분석해본 종합적인 결과로 전체 효율성을 보여주는 기술적 비효율성이 약 28% 나타나고 있는데, 이 중 약 18%는 순수기술비효율성이고 약 11%는 규모의 비효율성이라고 판단할 수 있다. 초효율성에서는 BCC의 비효율은 비슷한 수준인 반면 CCR의 비효율은 더 낮게 나타났다. 투입물의 결합비율에 대한 순수기술효율성의 문제가 최적규모에 대한 규모효율성의 문제보다 더 큰 것으로 해석된다(Yoon, Sang-Ho et al., 2015).

<Table 4> Super-DEA Estimates of Efficiency

DMU	Super-BCC	Super-CCR
DMU3	1.0360	0.9103
DMU9	1.0000	1.2238
DMU11	1.0000	2.2959
Average[2)]	0.8181	0.8033

<Table 5>는 적정수준 투영점(Projection point)에 대비해서 과다 투입된 비율을 보여준다. 과다투입분을 분석해본 결과, 시설면적의 경우는 5개의 DMU가, 인건비는 9개, 사료비 1개는 50% 이

2) DMU3, DMU9, DMU11 세 개의 DMU뿐만 아닌 모든 DMU의 초효율성 값에 대한 평균이다.

상의 과다투입율을 보였다. 효율적인 DMU들은 과다 투입이 0이지만, 시설면적과 인건비의 경우 70% 이상 과다 투입된 DMU가 3개나 있었다. 이러한 과다투입분은 과다투입된 만큼 투입을 감소시키더라도 동일한 산출물을 얻을 것으로 분석할 수 있다.

<Table 5> Excessive Input Compared to Projection Point

DMU	Area	Labor	Feed
DMU1	18%	48%	30%
DMU2	18%	48%	30%
DMU3	0%	0%	0%
DMU4	72%	36%	16%
DMU5	68%	63%	29%
DMU6	59%	25%	25%
DMU7	44%	40%	40%
DMU8	49%	45%	18%
DMU9	0%	0%	0%
DMU10	19%	51%	42%
DMU11	0%	0%	0%
DMU12	19%	72%	49%
DMU13	19%	52%	49%
DMU14	13%	65%	51%
DMU15	2%	63%	2%
DMU16	19%	58%	16%
DMU17	19%	46%	16%
DMU18	11%	51%	30%
DMU19	52%	45%	45%
DMU20	72%	63%	43%

2. 효율성 결정요인 분석결과

회귀분석에 앞서 독립변수 간의 다중공선성을 검정하기 위해 분산팽창계수를 도출하여 분석하였다. 설명변수 간 상관관계가 클수록 다중공선성에 따르는 문제가 발생할 가능성이 높다. 변수간의 상관계수가 1에 가까울수록 분산이 커지게 되어 t 통계량이 작아지고, 유의성이 낮게 나타날 수 있다. VIF를 구하기 위해 결정계수 R^2을 이용하여 $\frac{1}{1-R^2}$의 식으로 구하였다(Nahm, Joon-Woo et al., 2013). 검정 결과는 계수가 모든 변수에 대해 2가 넘지 않는 것으로 나타나서 다중공선성으로 인한 오류가 나타날 확률은 낮은 것으로 판단된다.

<Table 6> Variance Inflation Factor

Variable	VIF
Cleaning	1.1240
Cost-Ratio	1.2988
Depreciation	1.2712
Career	1.3038
Living Seed	1.1038
Less than 3 year	1.4944

각 세 가지 효율성 VRS TE, CRS TE, SE의 값을 종속변수로 하는 Tobit 모형 분석을 실시하였다. 양식어가의 효율성 수치를 종속변수로 사용하므로 종속변수는 0과 1 사이의 값을 가진다. 이렇게 절단된 자료의 종속변수이기 때문에 최소자승법이 아닌 토빗모형을 이용하였다. 독립변수로는 어장청소비, 경력, 생존종패, 출하 시 3년 미만의 전복 비중, 감가상각비, 경비율 총 여섯 가지를 사용하였다. 본 연구자료는 경력 변수에서 1개의 결측치가 발생하여 19개의 표본으로 회귀분석이 실시되었다.

<Table 7>, <Table 8>, <Table 9>는 순서대로 CRS TE, VRS TE, SE의 효율성점수를 종속변수로 하는 토빗모형의 분석결과이다. 변수별로 구체적으로 살펴본다면, 우선 어장청소비는 SE에서 유의한 변수이고, CRS TE에서는 10% 수준에서 유의했으며, VRS TE에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 순수기술효율성에서 유의하고 규모효율성에서 유의하지 않은 변수들은, 효율성의 문제를 투입물 간의 결합비율을 조정하여 해결할 수 있다는 것을 시사한다. 계수는 양의 값으로, 어장청소비가 높을수록 어장환경이 개선되어 경영효율성이 높은 것으로 해석할 수 있다.

<Table 7> Tobit Regression Result (CRS TE)

Variable	Coefficient	Std. error	z-statistic	Prob.
C	-0.4553	1.1119	-0.4095	0.6822
Cleaning	1.28E-05*	7.29E-06	1.7547	0.0793
Depreciation	-7.97E-09*	4.12E-09	-1.9349	0.0530
Cost-Ratio	-0.8217***	0.3065	-2.6812	0.0073
Career	0.0207	0.0126	1.6379	0.1014
Living Seed	5.48E-09***	1.68E-09	3.2705	0.0011
Less than 3 year	-0.0649	0.2436	-0.2665	0.7899
Log Likelihood 13.6066, Akaike info criterion -0.5902 , Schwartz criterion -0.1925				

*P<0.1, **P<0.05, ***P<0.01

<Table 8> Tobit Regression Result (VRS TE)

Variable	Coefficient	Std. error	z-statistic	Prob.
C	-0.0353	0.8399	-0.0422	0.9663
Cleaning	7.74E-06	5.52E-06	1.4022	0.1609
Depreciation	-1.11E-08***	3.13E-09	-3.5562	0.0004
Cost-Ratio	-0.5542**	0.2305	-2.4038	0.0162
Career	0.0198**	0.0096	2.0723	0.0382
Living Seed	4.57E-09***	1.36E-09	3.3662	0.0008
Less than 3 year	0.2683	0.1837	1.4605	0.1441
Log Likelihood 24.2955, Akaike info criterition -1.8206 , Schwartz criterion -1.4726				

*P<0.1, **P<0.05, ***P<0.01

<Table 9> Tobit Regression Result (SE)

Variable	Coefficient	Std. error	z-statistic	Prob.
C	-0.1702	0.8926	-0.1907	0.8488
Cleaning	1.15E-05**	5.71E-06	2.0178	0.0436
Depreciation	2.50E-09	3.23E-09	0.7755	0.4381
Cost-Ratio	-0.462*	0.2525	-1.8312	0.0671
Career	0.0051	0.0102	0.4953	0.6204
Living Seed	2.30E-09*	1.31E-09	1.7473	0.0806
Less than 3 year	-0.4085**	0.1960	-2.0842	0.0371
Log Likelihood 18.4359, Akaike info criterition -1.0985 , Schwartz criterion -0.7009				

*P<0.1, **P<0.05, ***P<0.01

감가상각비는 VRS TE와 CRS TE 하에서 유의했다. 투입물 간의 결합비율을 조정할 필요가 있는 것으로 판단된다. 변수가 효율성에 음의 영향을 미치며, 감가상각비가 높을수록 경영효율성은 낮아지는 것으로 분석할 수 있다. 경비율은 CRS TE, VRS TE에서 유의적인 변수이며, SE에서는 10% 내에서 유의적이고, 부의 상관계수를 보인다. 경비율은 수입 대비 비용이므로 비용을 절감하거나 수익을 증대시킴에 따라 경비율이 낮아질 것이고 효율성은 높아질 것으로 판단된다. 즉 감가상각비와 경비율 변수는 비용의 관리에 따라 경영효율성을 개선시킬 수 있음을 시사한다.

경력은 VRS TE에서만 유의한 것으로 나타났다. 효율성과 정의 관계를 나타내서, 경력이 길어질수록 숙련됨에 따라 경영효율성이 높아지는 것으로 해석된다. 다음으로 생존종패 변수의 경우

는 VRS TE와 CRS TE에서 유의한 변수이며, SE에서는 10% 내 유의하며, 상관계수는 양의 값이다. 폐사율이 낮을수록 생존율이 높아지고, 생존종패 변수의 수치가 커질 것이며 그에 따라 경영효율성도 커지는 것으로 분석할 수 있다.

출하 시 3년 미만 전복의 비중은 SE 하에서만 유의한 변수인 것으로 판단된다. 이는 같은 비율로 투입규모를 조정하여 효율성의 문제를 해소해야함을 의미한다. 분석 대상 어가들은 시설면적이 1ha 미만인 영세한 어업인들로 판단된다. 이러한 경우 최적의 규모로 규모를 늘리지 못하여 비효율적으로 운영됐을 가능성이 있을 것으로 보인다. 또한 음의 상관계수를 보여서, 3년 미만의 전복을 출하하는 비중이 높을수록 효율성은 낮아진다. 이는 3년 미만 전복의 상품가치가 상대적으로 낮아 효율성 역시 낮아지는 것으로 해석된다.

<Table 10>, <Table 11>은 초효율성 CCR과 BCC의 결과를 종속변수로 최소자승법모형의 회귀분석을 실시한 결과이다. 초효율성 모형의 경우 효율성 값이 쌍방의 1의 값에서 단절되지 않으므로 통상최소자승법을 사용할 수 있다. 토빗모형과 동일한 독립변수를 사용하였다. CCR 효율성에서는 3년 미만전복의 비중과 경비율이 유의한 변수로 판별되었으며, 두 변수 모두 음의 계수를 보인다. BCC 효율성 하에서는 감가상각비, 경비율, 경력, 생존종패가 유의한 변수인 것으로 판별되었다. 경비율과 감가상각비는 효율성과 부의 상관계수를 가지고 경력과 생존종패는 정의 상관계수를 나타낸다.

<Table 10> Ordinary Least Squres Result (CCR Super-Efficiency)

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	4.0965	2.7033	1.5154	0.1556
Cleaning	1.39E-06	1.82E-05	0.0765	0.9402
Depreciation	-1.43E-08	1.03E-08	-1.3907	0.1896
Cost-ratio	-2.5562***	0.7193	-3.5538	0.0040
Career	-0.0193	0.0301	-0.6408	0.5337
Living Seed	6.39E-09	4.17E-09	1.5304	0.1518
Less than 3 year	-1.1047*	0.5905	-1.8708	0.0860
R-squared 0.7488, Adjusted R-squared 0.6232				
F-statistic 5.9613***, Prob(F-statistic) 0.0043				

*P<0.1, **P<0.05, ***P<0.01

<Table 11> Ordinary Least Squres Result (BCC Super-Efficiency)

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	-0.2448	0.9229	-0.2653	0.7953
Cleaning	8.37E-06	6.21E-06	1.3481	0.2026
Depreciation	-1.10E-08***	3.51E-09	-3.1230	0.0088
Cost-Ratio	-0.4492*	0.2456	-1.8295	0.0923
Career	0.0195*	0.0103	1.8950	0.0824
Living Seed	4.24E-09**	1.42E-09	2.9771	0.0115
Less than 3 year	0.3198	0.2016	1.5866	0.1386
R-squared 0.7508, Adjusted R-squared 0.6262				
F-statistic 6.0253***, Prob(F-statistic) 0.0042				

*P<0.1, **P<0.05, ***P<0.01

전체적인 회귀분석의 결과로는 모든 경우에서 상수항은 유의하지 않은 것으로 판별되었다. 그 외의 변수는 다섯 가지 효율성 하에서 최소 한 번 이상은 유의한 변수로 분석되었다. 변수가 유의할 때 어장청소비, 경력, 생존종패는 양의 계수를 보였으며 감가상각비, 경비율, 3년 미만의 전복비중은 음의 계수로 나타났다.

Ⅳ. 결 론

양식업은 미래의 식량산업으로서 중요한 역할을 차지한다. 그 중 전복은 상품가치가 높은 수산물로서, 앞으로 수출품목으로서 발전가능성이 기대되는 상품이다. 그러나 국내 최대 전복양식 지역인 완도의 어장환경의 악화에 따라 생산성이 낮아져 효율성을 재고할 필요성이 있는 것으로 판단되었다. 본 연구에서는 표본으로 전복양식 어가의 자료를 이용하여 DEA와 초효율성 모형을 이용하여 효율성을 도출하고, 토빗모형과 OLS 회귀분석을 통해 결정요인을 분석하였다. 분석된 연구의 결과와 그에 따른 시사점은 다음과 같다.

첫째, 효율성의 분석결과는 기술효율성은 평균적으로 27%, 순수기술효율성은 18%, 규모효율성은 11%의 비효율성이 존재하는 것으로 분석된다. 양식어가들이 많으므로 규모의 효율성을 제고하기 위해 동일비율로 투입을 늘여야할 어가가 많은 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 규모의 비효율성보다는 순수기술효율성의 비효율성을 개선할 필요가 더 많은 것으로 분석되어 투입비율을 조절하고 구조조정을 통해 규모의 효율성을 고려할 필요성이 있다. 초효율성에서 도출된 결과는 BCC 모형에서는 평균적으로 18%의 비효율성을 보였고, CCR 모형에서는 평균 20%의 비효율성이 나타났다. DMU11은 초효율성이 2 이상으로 가장 높으며, 참조횟수 또한 가장 많은 어가로 효율성 측면에서 중요한 연구대상인 것으로 분석된다.

둘째, 효율성의 결정요인 분석에서는 변수로 경력, 어장청소비, 경비율, 감가상각비, 생존종패, 3년 미만 전복의 비중 여섯 가지를 사용하였다. 분석결과 모든 변수가 다섯 개의 효율성 하에서 최소 한번 이상 통계적으로 유의한 값을 보였다. 회귀분석의 변수별로 살펴본다면 우선 감가상각비와 경비율은 비용의 운영이 효율성에 미치는 영향을 보여주는 변수로 수입에 비해 비용이 클수록 효율성이 당연히 낮아지는 것으로 해석된다. 또한 어장청소비는 커질수록 어장환경의 개선에 기여하여 경영효율성이 높아지는 것으로 분석할 수 있다. 경력 변수는 경력이 길어질수록 양식업에 대한 숙련도가 높아져 효율적으로 운영하는 것으로 판단된다. 폐사율은 낮을수록 생존종패가 많아지고 효율성은 높아지는 것으로 분석된다. 조기출하된 전복이 아닌 3년 이상의 전복을 출하하게 되면 상품가치가 높아지고 경영효율성이 개선될 여지가 있는 것으로 볼 수 있다.

연구결과를 통한 시사점으로는 우선 완도지역의 전복양식 경영효율성을 높이기 위해 비용 절감을 위한 방안을 마련할 필요성이 있다는 점이다. 또한 우량종패의 개발이나 과다한 종패입식을 방지하여 어장환경을 개선시켜서 폐사율을 낮출 수 있는 방안을 도입해야 할 것이다. 어장 휴식제와 같은 정책의 도입을 통하여 더욱 적극적으로 어장 환경을 개선시킬 수 있는 방법을 고려해야할 필요성이 있다. 어장환경의 개선은 폐사율의 감소에 따라 어업종사자들이 더 상품가치가 높은 전복을 출하시키도록 유도할 가능성이 있어 전복 양식업의 부가가치를 더욱 높일 수 있는 여지가 있다.

본 논문의 한계점은 DMU가 20개로 많은 자료를 확보하지 못해 회귀분석의 표본이 적어 분석결과의 대표성에 다소간의 아쉬운 점이 있을 수 있다. 표본이 늘어난다면 더 양질의 회귀분석을 실시할 수 있을 것이다. 또한 시계열 자료를 이용하지 않아서, 시간의 흐름에 따른 분석은 포함되어 있지 않다. 시계열 자료를 추가시켜 맘퀴스

트 혹은 윈도우 분석까지 추가하여 동태적 분석을 진행한다면 더욱 발전된 연구를 할 수 있을 것이지만 이는 향후의 연구과제로 남겨둔다.

References

Gujarati, D.(2014). Econometrics by Example, Sigma press, 225~235.

Jung, Jae-Myung(2015). The Analysis on Efficiency for Public Libraries in Kyongsangnamdo, The Korean Association for Local Government Studies 19(2), 141~171.

Kang, Hyo-Gun(2011). A Study on Efficiency of Flatfish aquaculture in Korea, Department of Resource Economics, The Graduate School, Pukyong National University.

Kim, Tae-Hyun et al.(2016). The Estimation of The Productivities of Institutions under Ministry of Oceans and Fisheries, The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education 28(1), 186-197.

Kim, Yong-Suk et al.(2011). An Efficiency Evaluation of Child Care Centers Using DEA, Malmquist and Tobit model, Asia-Pacific Journal of Business&Commerce 3(3), 17~30.

Korea Maritime Institute(2016). [available at http://www.foc.re.kr].

Lee, Jeong-Dong · Oe, Dong-Hyun(2012). Efficiency Analysis Theory : DEA, IB BOOK, 289~296.

Lee, Yoon-Mi · Yu, Jae-Kyun(2009). Analyzing the Influence Factors on Efficiency of Railway Transport using DEA and Tobit model, Korean Society for Railway 12(6), 1030~1036.

Ministry of Oceans and Fisheries(2015). [available at http://www.fips.go.kr].

Nam, Joon-Woo · Lee, Hahn-Shik(2013). Econometrics, Hongmunsa, 216~229.

Ock, Young-Soo(2010). The Study on the Current Problems and Policy Direction of the Korean Abalone Industry, Korea Maritime Institute, 13~36.

Ock, Young-Soo(2013). The Research on the Development Procedure and Current Problems of the Korean Abalone Industry, The Journal of Fisheries Business Administration 44(3), 15~28.

Ock, Young-Soo · Kim, Bong-Tae(2004). Projection of Abalone Production and Policy Implication, Korea Maritime Institute, 1~17.

Park, Cheol-Hyung(2010). A Study on the Efficiency of Fishing-Ports Based on Super-SBM, The Journal of Fisheries Business Administration 41(3), 129~151.

Park, Cheol-Hyung(2012). The Study on the Comparative Analysis of the Aquaculture Production Efficiency Regarding Methods and Species, The Journal of Fisheries Business Administration 43(2), 79~94.

Seo, Ju-Nam(2009). A Study on Efficiency Estimation of Aquaculture : the Case of the Korean Seaweed Farms, Department of Marine Business and Economics, The Graduate School Pukyong National University.

Song, Jung-Hun · Kim, Hye-Seong(2013). A Comparative Analysis on Business Performances of Abalone Sea-Cage Aquaculture in Wando Region, The Korea Society for Fisheries and Marine Sciences Education 25(2), 410-418.

Yang, Dong-Hyun(2012). Analysis on the Difference in Efficiencies between Environmental Factors of Regional Public Hospitals in Korea using Super-Efficiency Model, Journal of the Korea Content Association 12(7), 284~294.

Yoon, Sang-Ho · Park, Cheol-Hyung(2015). An Analysis of Efficiency of Sea Food Manufacturing, The Journal of Fisheries Business Administration 46(2), 111~125.

• Received : 23 August, 2016
• Revised : 07 September, 2016
• Accepted : 22 September, 2016