

Article

동적패널모형을 이용한 천해어류양식 생산에 영향을 미치는 요인 분석

심성현¹ · 남종오^{2*}

¹국립부경대학교 자원환경경제연구소
²국립부경대학교 인문사회과학대학 경제학부
(48513) 부산광역시 남구 용소로 45

Identifying Factors Influencing Fish Production of Shallow-sea Aquaculture Based on the Dynamic Panel Model

Seonghyun Sim¹ and Jongoh Nam^{2*}

¹*Institute of Resources & Environmental Economics, Pukyong National University*
²*Division of Economics, College of Humanities & Social Sciences, Pukyong National University
Busan 48513, Korea*

Abstract : The purpose of this study is to identify factors influencing fish production of shallow-sea aquaculture in South Korea. This study employed the two-way fixed effect and random effect models based on the panel models and also the difference between GMM and system GMM models based on the dynamic panel models using the amount of fish farming production, the number of stocked fry, the number of cultured fish, the amount of inputted feed, the farming area, the number of workers, and the sales price data from 2010 to 2017. First, the two-way fixed effect model of the panel models was selected by panel characteristics, time characteristics and Hausman tests and also the model was statistically significant. As a result of the two-way fixed effect model, the number of stocked fry, the amount of inputted feed, and the number of workers were identified as factors that increase the fish production of shallow-sea aquaculture. However, the number of cultured fish and the sales price were analyzed as factors that reduce the fish production of shallow-sea aquaculture. Second, the system GMM model of the dynamic panel models was selected by Hansen test and Arellano-Bond test in order to identify whether or not the over-discrimination condition is appropriate. Based on the system GMM model, the number of stocked fry, the amount of inputted feed, the number of workers in this year and 1 year ago, the number of cultured fish 2 years ago, and the sale price 3 years ago were analyzed as factors that increase the fish production of shallow-sea aquaculture. However, the amount of fish farming production 1, 2, 3 years ago, the farming area in this year, and the number of cultured fish in this year and 1 year ago were identified as factors that reduce the fish production of shallow-sea aquaculture. In conclusion, this study suggests that it is desirable to control the amount of stocked fry rather than to expand the farming area for fish farming in shallow-sea aquaculture, so as to keep the sale price at a certain level by maintaining the appropriate amount of fish production.

Key words : fish production, shallow-sea aquaculture, dynamic panel model

*Corresponding author. E-mail : namjo1234@pknu.ac.kr

1. 서론

최근 우리나라뿐만 아니라 수산 선진국에서는 기존의 잡는 어업인 어로어업의 생산 저하에 따라 기르는 어업, 즉 양식어업의 역할과 중요성이 커지고 있다. FAO의 통계에 의하면 2016년 세계 어업생산량은 약 1억 7,100만 톤으로 나타났으며, 이 중 양식어업의 생산량은 약 1억 1천만 톤으로 세계 어업생산량의 약 64.4%를 차지하였다. 특히, 양식어업은 양식기술 발전에 따른 생산성 증가로 인해 해가 갈수록 생산량이 증가하는 등 어업생산량에서 차지하는 비중이 점점 커지고 있다.

우리나라 또한 양식어업의 중요성을 인지하여 이를 위해 제도적인 장치를 많이 마련하였다. 양식어업 발전을 위해 「수산업법」에 따라 5년마다 “기르는 어업 발전 기본계획”을 수립하고 있으며, 양식시설의 환경 보호를 위해 「어장관리법」에 따라 5년마다 “어장관리 기본계획”을 수립하고 있다. 현재는 높아진 양식어업의 중요성에 기인하여 「양식산업 발전법」 제정을 추진하는 등 지속적으로 양식산업 발전을 위해 노력하고 있다.

양식어업의 생산은 수산자원의 영향을 많이 받는 어로어업과 달리 양식어업인이 양식생산과 관련된 여러 요인 및 조건을 통제 가능하다는 차이점으로 인해 어느 정도 원하는 수준에서의 생산량 조절이 가능하다. 이러한 양식어업의 특성으로 인해 양식어업인은 양식생산과 관련된 여러 요인들을 투입하고 통제하여 양식어업 생산량을 증가시켜 왔다. 구체적으로 일반해면어업의 생산량의 경우 2010년에서 2017년 동안 생산량이 연평균 약 2.52% 감소한 반면 천해양식어업 생산량은 약 8.20%, 내수면어업 생산량은 약 2.73% 증가하였다.

본 연구는 천해양식어업 중 하나인 어류양식어업을 대상으로 하여 어류양식생산에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 한다. 어류양식어업 생산은 일반적으로 양식장의 지형, 해양의 수질, 수온 등 환경적 요인뿐만 아니라 양식 대상 품종의 생존율, 성장률 등 생물적 요인과 양식 수산물의 가격 및 국민 수요량 등 사회·경제적 요인의 영향을 받는다. 이러한 관점에서 어류양식 생산에 어떤 요인이 어느 정도 영향을 미치는지 알아보는 것은 중요하다고 볼 수 있다.

국내의 양식어업 생산과 관련된 연구는 다양한 각도에서 진행되어 왔다. 이 (2010)는 일반해면어업과 천해양식어업 간의 관계를 규명하고 시간, 어업권수, 가격 등의 자료를 프로비트(probit) 모형에 적용하여 양식 생산의 결정 요인을 분석하였다. 어 (2011A, 2011B)는 넙치 성장함수를 추정하여 넙치양식장의 환경과 밀식에 따른 양식어업 생산성을 살펴보았으며, 박 (2012)은 발전된 DEA 모형을 이용하여 양식방법과 양식어종에 따른 생산효율성을 추정

하고 비교·분석하였다. 또한 어 (2014, 2015)는 육상수조식 양식의 생산모형을 설정하고 입식량 변화와 양식어류의 가격, 인건비, 전력비 등 경제적 요인의 변화에 따른 생산량을 확인하였다.

본 연구는 이 (2010)의 연구와 같이 양식어업과 관련한 패널자료를 이용한다는 공통점이 있지만, 동적패널(dynamic panel) 모형을 이용한 분석을 실시하였다는 점에서 차이가 있다. 동적패널모형은 종속변수의 과거 시차 변수를 독립변수로 이용하는 모형으로 과거 시점의 영향을 받는 동적인 모형을 설정하고 추정할 수 있다는 장점이 있다. 구체적으로 본 연구에서는 동적패널모형 중 일반적으로 알려진 차분(difference) GMM(Generalized Method-of-Moments) 모형과 시스템(system) GMM 모형을 이용하여 어류양식 생산에 미치는 요인을 분석하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 천해양식어업의 현황을 살펴보고, 3장에서는 동적패널모형의 분석을 위한 이론적 방법을 설명한다. 4장에서는 동적패널모형의 추정 결과와 그에 따른 시사점을 제시하며, 결론인 5장에서는 종합적인 연구 결과와 연구의 의의 및 한계점, 앞으로의 연구 방향에 대해 제시한다.

2. 천해양식어업 현황

천해양식어업 생산 현황

우리나라 천해양식어업의 어류 생산량은 약 81,705톤으로 최근 5년 평균 기준 전체 어류 생산량의 약 10.46%를 차지하고 있다. 일반해면어업의 어류 생산량이 약 673,901톤(약 86.25%)으로 가장 높게 나타났으며, 천해양식어업의 어류 생산량 다음으로 내수면양식어업이 약 19,351톤(약 2.48%), 내수면어업이 약 6,358톤(약 0.81%) 순으로 높은 어류 생산량을 기록하였다. 해조류, 패류 등을 포함한 전체 어종의 생산량은 천해양식어업이 높으나 어류 생산만을 기준으로 할 경우에는 일반해면어업의 생산량이 높아 시장의 어류 수요를 천해양식어업의 생산만으로 충족하기에는 힘든 것으로 나타났다.

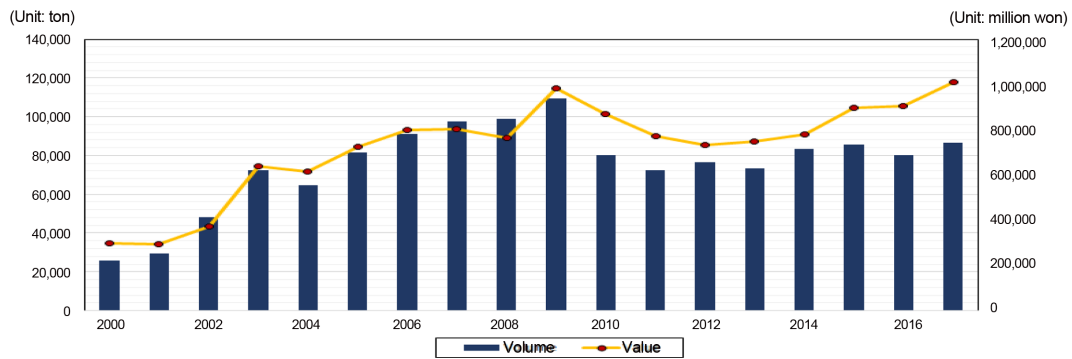
Fig. 1은 2000년부터 2017년까지의 우리나라 천해양식어업의 생산량과 생산금액을 나타낸 그림이다. Fig. 1에서 확인할 수 있듯이 천해양식어업의 생산은 2009년까지 꾸준히 상승하였으나 2010년 생산량이 감소한 후 현재까지 약 8만 톤 수준을 유지하고 있다. 최고 생산을 기록한 2009년의 어류 양식 생산량은 약 109,516톤으로 2017년(약 86,399톤) 대비 약 23,117톤 높게 나타났다. 생산금액 또한 어업생산의 증감에 따라 변화해 왔으나 2012년 이후부터는 꾸준히 증가하였다. 이는 상대적으로 판매가격이 높은 돔류와 능성어, 쥐치류 등의 생산량이 다시 증가하였기 때문인 것으로 판단된다.

Table 1. Fish production volume and ratio by fishery type (2015–2017)

(Unit: ton, %)

Type	2013	2014	2015	2016	2017	Average	Ratio
Marine fisheries	694,522	690,671	710,610	608,312	665,390	673,901	86.25
Shallow-sea aquaculture	73,108	83,436	85,448	80,136	86,399	81,705	10.46
Inland water fisheries	5,212	6,865	6,565	6,982	6,167	6,358	0.81
Inland water aquaculture	15,249	17,216	19,671	21,287	23,333	19,351	2.48
Sum	788,091	798,188	822,294	716,717	781,289	781,316	100.00

Source: Korean Statistical Information Service (2018B), Fishery Production Survey. Accessed 25 Dec 2018



Source: Korean Statistical Information Service (2018B), Fishery Production Survey. Accessed 25 Dec 2018

Fig. 1. Trends in fish production volume and value of shallow-sea aquaculture (2000–2017)

지역별 천해양식어업 생산 현황

우리나라에서 천해양식어업으로 어류를 생산하는 지역은 부산, 울산 등을 포함한 11개 지역으로 이중 제주, 경남, 전남 지역의 생산량이 가장 높게 나타났다. 2017년 기준 제주 지역은 양식어업으로 넙치류를 주로 생산하였으며, 전남 지역은 넙치류와 조피볼락, 경남 지역은 조피

볼락, 참돔, 송어류를 주로 생산하였다. 양식방법별로 제주 지역은 육상수조식 양식이 대부분을 차지하였다. 전남 지역은 육상수조식 양식과 해상가두리 양식이 함께 실시되고 있었으며, 경남 지역은 주로 해상가두리 양식으로 어류를 생산하고 있었다.

Table 2. Fish production volume and ratio of shallow-sea aquaculture by province (2013–2017)

(Unit: ton, %)

Type	2013	2014	2015	2016	2017	Average	Ratio
Busan	194	294	225	183	281	235	0.29
Incheon	-	-	-	3	-	3	0.00
Ulsan	544	218	341	288	260	330	0.40
Gyeonggi	32	25	54	18	-	32	0.04
Gangwon	125	128	136	232	182	161	0.20
Chungnam	2,771	3,295	3,517	2,291	2,746	2,924	3.58
Jeonbuk	120	214	163	133	348	196	0.24
Jeonnam	22,928	27,349	25,813	22,879	24,567	24,707	30.24
Gyeongbuk	2,141	2,657	2,523	2,316	3,118	2,551	3.12
Gyeongnam	20,574	21,837	24,501	24,553	28,598	24,013	29.39
Jeju	23,677	27,420	28,175	27,241	26,298	26,562	32.51
Sum	73,106	83,437	85,448	80,137	86,398	81,714	100.00

Source: Korean Statistical Information Service (2018B), Fishery Production Survey. Accessed 25 Dec 2018

Table 3. Fish production volume and ratio of fish species by aquaculture type (2017)

(Unit: ton, %)

Type	Total		Enclosing marine cages		Inland establishments		Barrages	
	Volume	Ratio	Volume	Ratio	Volume	Ratio	Volume	Ratio
Righteye flounders	2,564	3.00	-		2,564	5.80	-	-
Sand dabs	41,207	47.70	9	0.00	41,198	93.10	-	-
Temperate basses	2,046	2.40	2,043	4.90	-	-	3	0.40
Black porgy	1,713	2.00	1,712	4.10	1	0.00	-	-
Red seabream	6,806	7.90	6,806	16.40	-	-	0	0.00
Jacopever	22,344	25.90	22,254	53.80	44	0.10	46	6.20
Flatheads	6,828	7.90	6,479	15.70	-	-	349	47.40
Others*	2,878	3.30	2,082	5.00	9,602	2.50	385	52.20
Sum	86,387	100.00	41,386	100.00	44,264	100.00	737	100.00

Source: Korean Statistical Information Service (2018A), Aquaculture survey. Accessed 25 Dec 2018

Note: * means 15 species fish including chub mackerel, convict grouper, rock seabream, other seabreams, yellowtail, and gizzard shad, etc

천해어류양식어업 양식방법별·어종별 생산 현황

우리나라 천해양식어업 양식방법별·어종별 생산 현황을 살펴보면 Table 3과 같다. 2017년 기준 넙치류가 약 41,207톤(약 47.70%)으로 가장 많이 생산되었으며, 조피볼락(약 22,344톤), 송어류(약 6,828톤), 참돔(약 6,806톤) 순으로 생산량이 높게 나타났다. 양식방법별로 해상가두리 양식에서는 조피볼락(약 22,254톤), 참돔(약 6,806톤), 송어류(약 6,479톤) 순으로 생산을 많이 하였으며, 육상수조식 양식에서는 넙치류(약 41,198톤), 축제식 양식에서는 송어류(약 349톤)의 생산량이 높게 나타났다.

천해어류양식어업 산출 및 생산투입 요소 현황

Table 4는 천해어류양식어업의 산출 현황으로 통계청에서 제공하는 어류양식동향조사의 어류양식 생산량과 생산요소 투입 현황으로 입식량, 현재 사육량, 사료량, 종사자수, 사육수면적의 자료이다. 우리나라 천해어류양식어업은 최근 5년 평균 기준 약 339,938천 마리의 어류를 양식 시설에 입식하였으며, 현재 사육량은 평균 약 408,622천 마리로 나타났다. 입식량보다 현재 사육량이 많은 것으로

나타났는데 이는 과거에 입식한 양성어 중 일부가 출하되지 않고 양식시설에 잔존해 있기 때문이다. 이에 따른 사료량은 약 548,712톤으로 5,557명의 어업인이 천해어류양식어업에 종사하였으며, 사육수면적은 3,772,959 m²로 나타났다. Table 4의 천해어류양식어업의 산출 및 생산투입 요소 현황을 통해 생산량은 입식량과 현재 사육량, 사료량이 증가함에 따라 커짐을 확인할 수 있었으며, 종사자수와 사육수면적의 변화에는 영향이 없는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 이는 수치변화에 대한 확인이므로 본 연구에서는 계량경제학적 분석을 통해 이들 생산요소가 생산에 어떠한 영향을 미치는지 확인해 보고자 한다.

3. 분석방법 및 추정모형

분석방법

천해어류양식어업은 양식어업인이 생산을 증대시키기 위해 생산에 직접적으로 영향을 미치는 요소를 투입할 수 있다는 점에서 농업과 유사하다고 할 수 있다. 천해어류양식어업은 환경적 요인, 생물적 요인, 사회·경제적 요인의

Table 4. Factors of fish production in shallow-sea aquaculture (2013–2017)

(Unit: thousand fish, ton, person, m², %)

Factors	2013	2014	2015	2016	2017	Average
Amount of fish farming production	73,108	83,437	85,448	80,127	86,387	81,701
Number of stocked fry	316,259	305,697	351,111	349,812	376,809	339,938
Number of cultured fish	384,534	396,225	423,230	402,783	436,339	408,622
Amount of inputted feed	485,962	553,527	548,955	572,339	582,776	548,712
Number of workers	5,760	5,637	5,550	5,438	5,400	5,557
Farming area	3,745,425	3,773,877	3,817,159	3,847,756	3,680,580	3,772,959

Source: Korean Statistical Information Service (2018A), Aquaculture survey. Accessed 25 Dec 2018

영향을 받아 생산량이 결정된다고 볼 수 있는데 본 연구에서는 사회·경제적 요인만을 고려하여 해당 요인이 어류 양식 생산에 어느 정도 영향을 주는지 살펴보고자 한다. 구체적으로 종속변수인 어류양식 생산량과 독립변수인 입식량, 현재 사육량, 사료량, 종사자수, 사육수면적, 판매가격을 분석에 이용하였으며, 패널모형을 기준으로 동적패널모형까지 모형을 확장하여 분석을 실시하였다. 그리고 분석 결과를 통해 이들 요인이 생산에 미치는 영향을 확인하였다.

패널모형

본 연구에서는 2010년부터 2017년까지의 천해어류양식 어업 지역에 따른 패널자료를 이용하여 패널모형을 추정하고자 한다. 일반적으로 패널자료를 이용한 분석은 패널 개체의 특성과 시간의 특성 반영 유무에 따라 합동(Pooled) OLS(Ordinary Least Squares) 모형과 패널 GLS(Generalized Least Squares) 모형, 고정효과(Fixed Effects) 모형, 확률효과(Random Effects) 모형으로 구분하여 추정이 가능하다.

합동 OLS 모형과 패널 GLS 모형의 선정 여부는 모형의 이분산성(heteroscedasticity) 검정과 자기상관(autocorrelation) 검정으로 확인할 수 있으며, 합동 OLS와 고정효과모형, 확률효과모형의 선정 여부는 패널 개체의 특성 존재 유무에 대한 검정으로 확인할 수 있다. 그리고 고정효과모형과 확률효과모형의 선정 여부는 Hausman 검정을 통해 확인이 가능하다. 상기의 검정과 관련된 내용은 Wooldridge (2002), Arellano (2003), Baltagi (2005)와 민과 최 (2013)에서 상세히 설명하고 있다.

본 연구에서는 천해어류양식어업의 생산에 미치는 요인을 분석하기 위해 종속변수로 천해어류양식어업의 생산량(Q)을 사용하였고, 독립변수로 입식량(I), 현재 사육량(N), 사료량(F), 종사자수(W), 사육수면적(A), 판매가격(P)을 사용하였다. 상기의 변수를 이용하여 설정한 패널모형의 식은 다음 식 (1)과 같다.

$$\ln Q_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \ln I_{it} + \beta_2 \ln N_{it} + \beta_3 \ln F_{it} + \beta_4 \ln W_{it} + \beta_5 \ln A_{it} + \beta_6 \ln P_{it} + u_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

여기서, u_i 는 패널 개체의 특성, μ_t 는 시간의 특성, ε_{it} 는 일반적인 오차항을 의미한다. 패널 개체의 특성이란 양식시설이 위치한 지역에 따라 변하지 않는 지역 고유의 특성을 나타내며, 시간의 특성이란 시간의 변화에 대한 지역 고유의 특성을 의미한다. 이를 천해어류양식어업의 지역과 시간의 특성을 모두 반영한 이원오차성분(two-way error component) 모형이라 한다.

동적패널모형

동적패널모형은 종속변수인 생산량의 과거변수(lagged dependent variable)를 독립변수로 이용하는 모형으로 자기상관으로 인한 독립변수의 내생성(endogeneity) 문제가 자연적으로 발생할 수 있다. 이러한 내생성 문제를 해결하고 일치추정량을 얻기 위해 다양한 추정 방법을 적용하여 동적패널모형을 추정할 수 있다. 상기 모형은 앞서 언급한 내생성 문제 해결 외에도 패널 개체의 관측되지 않은 영향(unobservable effects)을 제거하고, 분석에 이용된 변수들의 공선성(collinearity) 문제를 해결할 수 있는 장점(민과 최 2013) 또한 존재하여 제조업을 포함한 에너지, 관광산업 등의 생산 및 수요 결정요인 분석에 많이 적용되고 있다.

동적패널모형에서 일치추정량을 얻기 위해서 도구변수(instrumental variables)를 이용하는 1차 차분 2단계 최소자승법(FD2SLS)을 이용하는 모형을 사용할 수 있다. 하지만 “도구변수의 수가 내생적 설명변수의 수보다 많은 과대식별된(over-identified) 모형에서는 GMM 추정량이 더 효율적인 것으로 알려져 있다”(민과 최 2013). 본 연구에서 설정된 모형은 도구변수의 수가 내생적 설명변수의 수보다 많은 과대식별된 모형으로 GMM 모형을 이용한 추정이 적합하여 실증분석 시 GMM 모형을 선택하였다.

GMM 모형에는 Arellano and Bond (1991)가 제시한 차분 GMM 모형과 Arellano and Bover (1995), Blundell and Bond (1998)가 제시한 시스템 GMM 모형이 있다. “차분변수의 과거값(lagged value)을 추가적인 도구변수로 분석에 이용하기 때문에 일반적으로 시스템 GMM의 추정량이 차분 GMM 추정량보다 더 효율적인 추정량으로 알려져 있다”(Roodman 2009, 민과 최 2013). 상기의 이유로 인해 본 연구에서는 차분 GMM 모형과 시스템 GMM 모형을 모두 추정하여 결과를 비교하고 확인해 보았으며, 모형 추정 시 Windmeijer (2005)가 제시한 2단계(two-step) 추정을 이용하여 분석을 실시하였다. 일반적으로 2단계 추정은 1단계(one-step) 추정보다 표본의 크기가 커질수록 더 효율적이라 알려져 있다. 본 연구의 시스템 GMM 모형 분석에 사용된 식은 다음 식 (2)와 같다.

$$\begin{aligned} \ln Q_{it} = & \alpha_1 \ln Q_{it-1} + \alpha_2 \ln Q_{it-2} + \alpha_3 \ln Q_{it-3} + \beta_1 \ln I_{it} \\ & + \beta_2 \ln I_{it-1} + \beta_3 \ln I_{it-2} + \beta_4 \ln I_{it-3} + \beta_5 \ln N_{it} + \beta_6 \ln N_{it-1} \\ & + \beta_7 \ln N_{it-2} + \beta_8 \ln N_{it-3} + \beta_9 \ln F_{it} + \beta_{10} \ln W_{it} + \beta_{11} \ln A_{it} \\ & + \beta_{12} \ln P_{it} + \beta_{13} \ln P_{it-1} + \beta_{14} \ln P_{it-2} + \beta_{15} \ln P_{it-3} \\ & + u_i + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

동적패널모형의 추정식은 패널모형의 식 (1)과 달리 종속변수인 천해어류양식 생산량의 $t-1$ 기에서 $t-3$ 기의 자료가 포함되어 있으며, 입식량, 현재 사육량, 판매가격 변수

의 $t-1$ 기에서 $t-3$ 기의 자료가 포함되어 있다. 이는 과거시점의 변수가 어류양식 생산에 미치는 영향을 살펴보기 위함으로 천해어류양식어업의 대상 품종의 양성기간이 평균 1년에서 3년이라는 점을 반영하였다.

4. 실증분석

자료분석

본 연구에서는 천해어류양식어업의 생산에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 통계청 어류양식동향조사

(2018A)에서 제공하는 자료를 이용하였다. 어류양식동향 조사는 천해어류양식어업을 지역별·양식방법별·어종별로 구분하여 생산량, 생산금액, 입식량, 현재 사육량, 사료량, 종사자수, 사육수면적의 자료를 제공하고 있다. Table 5는 2010년부터 2017년까지의 분석에 사용된 생산량(Output), 입식량(Input), 현재 사육량(Now), 사료량(Feed), 종사자수(Worker), 사육수면적(Area), 판매가격(Price) 자료의 기초 통계량을 보여준다.

분석에 이용된 자료는 추정된 결과의 해석이 용이하다는 장점으로 인해 수준변수를 로그자료로 변환하여 사용

Table 5. Basic statistics of analysis data

(Unit: thousand fish, ton, person, m², %)

Level	Observations	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
Output	296	2,132,655	3,918,842	1,000	19,300,000
Input	296	9,275,145	15,400,000	72,000	83,200,000
Feed	296	14,300,000	26,900,000	12,000	126,000,000
Now	296	11,200,000	20,300,000	40,000	125,000,000
Worker	296	158	265	2	1,261
Area	296	104,974	193,522	490	985,476
Price	296	11,580	2,512	4,069	22,765
Log	Observations	Mean	Std. Dev.	Minimum	Maximum
lnoutput	296	13.1158	1.7748	6.9078	16.7779
lninput	296	14.8109	1.6341	11.1844	18.2370
lnfeed	296	14.8412	1.8862	9.3927	18.6525
lnnow	296	14.7831	1.8175	10.5966	18.6400
lnworker	296	3.9532	1.4626	0.6931	7.1397
lnarea	296	10.4195	1.4976	6.1944	13.8009
lnprice	296	9.3332	0.2228	8.3112	10.0330

Source: Korean Statistical Information Service (2018A), Aquaculture survey. Accessed 25 Dec 2018

Table 6. Results of the Pearson correlation analysis

	lnoutput	lninput	lnfeed	lnnow	lncrew	lnarea
lnoutput	1.0000					
lninput	0.8548*** (0.0000)	1.0000				
lnfeed	0.9350*** (0.0000)	0.8915*** (0.0000)	1.0000			
lnnow	0.8421*** (0.0000)	0.9181*** (0.0000)	0.8967*** (0.0000)	1.0000		
lnworker	0.9035*** (0.0000)	0.8773*** (0.0000)	0.9170*** (0.0000)	0.8894*** (0.0000)	1.0000	
lnarea	0.7072*** (0.0000)	0.7538*** (0.0000)	0.7428*** (0.0000)	0.6901*** (0.0000)	0.7774*** (0.0000)	1.0000
lnprice	-0.0969* (0.0962)	-0.2507*** (0.0000)	-0.1335** (0.0216)	-0.2222*** (0.0001)	-0.0663 (0.2557)	-0.1614*** (0.0054)

Note: *, ** and *** indicate that H_0 at the 10%, 5%, and 1% significance levels is rejected.

Null hypothesis (H_0) of correlation analysis is that there is no correlation

하였다. 로그자료를 이용하여 추정된 계수는 탄력성의 개념으로 해석되며, 독립변수의 1% 변화에 대한 종속변수의 % 변화를 의미한다. 판매가격 자료의 경우 생산금액에서 생산량을 나눈 후 신선어류 생산자물가지수를 반영하여 현재 가치화하여 사용하였다.

Table 6. Results of the Variation Index Factor's estimation

	VIF	1/VIF
lninput	8.7000	0.1149
lnfeed	8.4100	0.1189
lnnow	9.0200	0.1108
lnworker	9.3700	0.1067
lnarea	2.8500	0.3507
lnprice	1.2500	0.8025

상관관계 및 다중공선성 분석

모형 추정에 앞서 종속변수인 천해어류양식 생산량과 독립변수인 입식량, 사료량, 현재 사육량 등의 관계를 확인하기 위해 상관관계(correlation) 분석을 실시하였다. 상관관계분석 결과, 천해어류양식 생산량은 판매가격을 제외한 입식량, 사료량, 현재 사육량, 종사자수, 사육수면적과 약 70.72%에서 약 93.50%까지 유의미한 양(+)의 상관관계를 지니고 있는 것으로 나타났다. 입식량, 사료량, 종사자수, 사육수면적 또한 판매가격을 제외한 다른 변수와 유의미한 양(+)의 상관관계를 지닌 것으로 분석되었다.

판매가격의 경우 대부분의 변수와 음(-)의 상관관계를 지닌 것으로 분석되었다. 이러한 분석결과는 판매가격이 증가할수록 천해어류양식어업 생산량, 입식량, 사료량, 종사자수, 사육수면적이 감소함을 의미한다. 하지만 상관관

Table 7. Results of the two-way fixed effect and random effect models

Cobb-Douglas		Fixed effect		Random effect	
		Coef. (Std. Err.)	t-Stat. (Prob.)	Coef. (Std. Err.)	Z-Stat. (Prob.)
Constant	α_0	17.6251*** (2.5146)	7.0100 (0.0000)	10.5163*** (2.1929)	4.8000 (0.0000)
lninput	β_1	0.2246*** (0.0669)	3.3600 (0.0010)	0.1831*** (0.0628)	2.9100 (0.0040)
lnnow	β_2	-0.1916** (0.0795)	-2.4100 (0.0170)	-0.1666*** (0.0620)	-2.6900 (0.0070)
lnfeed	β_3	0.2472*** (0.0900)	2.7500 (0.0060)	0.4880*** (0.0706)	6.9100 (0.0000)
lnworker	β_4	0.4119*** (0.1381)	2.9800 (0.0030)	0.5535*** (0.0977)	5.6600 (0.000)
lnarea	β_5	-0.1015 (0.0761)	-1.3300 (0.1830)	-0.0915* (0.0530)	-1.7300 (0.0840)
lnprice	β_6	-1.0083*** (0.2221)	-4.5400 (0.0000)	-0.6743*** (0.1960)	-3.4400 (0.0010)
R^2	Within		0.2770		0.2460
	Between		0.9076		0.9446
	Overall		0.8503		0.8889
	F-Stat. (Prob.)		7.2500*** (0.0000)		Wald Chi ² (Prob.)
	u_i test (Prob.)		6.1000*** (0.0000)		711.9100*** (0.0000)
	μ_i test (Prob.)		4.3000*** (0.0000)		24.2600*** (0.0010)
	Hausman		Stat. (Prob.) 27.5700*** (0.0001)		

Note: *, **, *** mean that model is statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively
 *, **, *** mean that coefficients of variables are statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively
 *, **, *** indicate rejection of H_0 at the 10%, 5%, 1% significance level
 The u_i test's null hypothesis (H_0) is that u_i is 0
 The μ_i test's null hypothesis (H_0) is that μ_i is 0
 The Hausman test's null hypothesis (H_0) is that u_i and x_{it} are no correlation

계분석 결과만으로 판매가격이 생산에 미치는 영향을 판단하기에는 한계가 존재하기 때문에 패널모형 추정을 통한 검증이 필요하다.

일반적인 회귀분석 모형에서 80%를 초과하는 유의미한 높은 상관관계가 존재하면 다중공선성(multicollinearity)이 발생할 가능성이 높아지게 되는데, 이를 확인하기 위해 분산팽창요인(Variation Index Factor)을 추정하여 다중공선성 여부를 검정하였다. 선형회귀모형을 통해 분산팽창요인을 추정한 결과 계수의 크기가 10보다 작게 나타나 다중공선성의 문제가 모형에 심각하게 나타나지는 않은 것으로 판단된다.

패널모형 추정

동적패널모형 추정에 앞서 패널모형을 추정하였다. 합동 OLS 모형을 추정하고 자기상관 검정과 이분산 검정을 실시하여 패널 GLS 모형과 합동 OLS 모형 선정 여부를 확인하였다. 자기상관 검정과 이분산 검정 결과 자기상관과 이분산이 모두 존재하여 합동 OLS 모형이 선정되었으며, 합동 OLS 모형 추정 후 합동 OLS 모형과 패널모형의 선정 여부를 확인하기 위해 패널 개체 특성에 대한 검정을 실시하였다. 패널 개체 특성 검정 결과 “패널 개체의 특성이 존재하지 않는다($u_i = 0$).”는 귀무가설을 기각하여 패널 개체의 특성(지역의 특성)을 반영한 패널모형을 선정하였다.

패널모형에 해당하는 고정효과모형과 확률효과모형을 추정하기 전에 시간 특성 존재 여부에 대한 검정을 실시하였다. 시간 특성 존재 여부에 따라 일원오차성분모형을 선정할 지 이원오차성분모형을 선정할 지 구분되는데 시간 특성 여부에 대한 검정 결과 “시간 특성이 존재하지 않는다($\mu_i = 0$).”는 귀무가설을 기각하여 시간 특성이 존재하는 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 최종적으로 패널 개체의 특성과 시간의 특성을 모두 고려한 이원오차성분모형을 추정하였다. 이원고정효과모형과 이원확률효과모형을 추정한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7에서 확인할 수 있듯이 이원확률효과모형과 이원고정효과모형을 모두 추정하여 Hausman 검정을 이용하여 최종 패널모형을 선정하였다. Hausman 검정은 확률효과모형과 고정효과모형의 선정에 이용되며 패널자료를 이용한 분석에서 가장 중요한 검정 중의 하나인데, 검정 결과 “ x_{it} 와 u_i 간 상관관계가 없다($cov(x_{it}, u_i) = 0$)”는 귀무가설이 기각되어 이원고정효과모형을 선정하였다.

따라서 이원고정효과모형의 추정 결과를 기준으로 하여 결과를 해석하였다. 본 모형의 개체 내 R^2 를 나타내는 Within R^2 는 낮게 나타났으나 나머지 R^2 는 높게 나타나 모형의 설명력이 높음을 확인하였다. 그리고 패널 개체의 특성 존재 유무에 대한 u_i 검정 결과에서도 이원고정효과

모형 선정이 유의하게 분석되었으며, 추정된 모형의 유의성 또한 존재하였다. 모형의 추정된 계수를 살펴보면 사육수면적은 유의하게 추정되지 않았지만 나머지 입식량, 현재 사육량, 사료량 등의 변수는 유의수준 1%와 5% 사이에서 유의하게 추정되었다.

구체적으로 입식량이 1% 증가하면 천해어류양식 생산량은 0.2246% 증가하고, 현재 사육량이 1% 증가하면 생산량이 0.1916% 감소하는 것으로 추정되었다. 사료량이 1% 증가하면 생산량은 0.2472% 증가하고, 종사자수가 1% 증가하면 생산량이 0.4119% 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 판매가격이 1% 증가하면 생산량은 1.0083% 감소하는 것으로 분석되었다. 이는 상관관계 분석 결과와 동일한 결과로 천해어류양식어업의 생산은 판매가격과 음(-)의 관계에 있음을 확인하였다.

종합적으로 입식량, 사료량, 종사자수는 천해어류양식어업의 생산량을 증가시키는 요인으로 나타났고, 현재 사육량, 판매가격은 천해어류양식어업의 생산량을 감소시키는 요인으로 분석되었다. 생산량을 가장 많이 증가시키는 요인은 종사자수로 나타났으며 생산량을 가장 많이 감소시키는 요인은 판매가격으로 분석되었다. 상기의 이원고정효과모형 분석 결과를 통해 천해어류양식어업은 종사자수의 영향을 많이 받는 어업임을 확인할 수 있었으며, 입식량과 사료량을 증가시킴에 따라 천해어류양식어업의 어느 정도 생산을 증대시킬 수 있음을 확인하였다.

동적패널모형 추정

패널모형 분석 시 시간 특성에 대한 효과가 존재한다고 나타나 본 연구에서는 종속변수의 과거변수를 이용하는 동적패널모형을 추정하였다. 동적패널모형 중 하나인 차분 GMM 모형과 시스템 GMM 모형을 추정하였으며, Hansen 검정과 Arellano-Bond 검정을 통해 도구변수 사용에 대한 과대식별(over-identifying) 조건의 적절성 여부를 검정하였다. Hansen 검정의 귀무가설은 “과대식별 조건이 적절하다”이며, Arellano-Bond 검정의 귀무가설은 “자기상관이 존재하지 않는다”이다. Arellano-Bond 검정은 차분 오차항($\Delta \epsilon_{it}$)의 자기상관 존재 여부에 대한 검정으로 도구변수 사용의 적절성을 확보하기 위해서는 차분 오차항에 1계 자기상관은 존재하지만 2계의 자기상관은 존재하지 않아야 한다.

과대식별 조건에 대한 가설 검정 결과 차분 GMM 모형은 Hansen 검정과 Arellano-Bond 검정에서 과대식별 조건이 적절하지 않다고 분석되어 동적패널모형의 적용에 한계가 존재함을 확인하였다. 반면, 시스템 GMM 모형에서는 Hansen 검정과 Arellano-Bond 검정에서 과대식별 조건이 적절하다고 분석되어 동적패널모형의 적용이 타당함을 확인하였다.

Table 8. Results of the difference GMM and system GMM models

Inoutput		Difference GMM		System GMM	
		Coef. (Std. Err.)	Z-Stat. (Prob.)	Coef. (Std. Err.)	Z-Stat. (Prob.)
lnoutput(-1)	α_1	-0.4015*** (0.0683)	-5.8700 (0.0000)	-0.2189*** (0.0655)	-3.3400 (0.0010)
lnoutput(-2)	α_2	-0.1738*** (0.0324)	-5.3600 (0.0000)	-0.1442*** (0.0374)	-3.8500 (0.0000)
lnoutput(-3)	α_3	-0.0280 (0.0472)	-0.5900 (0.5530)	-0.1205*** (0.0352)	-3.4300 (0.0010)
lninput	β_1	0.1673*** (0.0514)	3.2500 (0.0010)	0.1591*** (0.0443)	3.5900 (0.0000)
lninput(-1)	β_2	-0.0541 (0.0783)	-0.6900 (0.4890)	0.1626** (0.0661)	2.4600 (0.0140)
lninput(-2)	β_3	-0.1037** (0.04160)	-2.4900 (0.0130)	0.0067 (0.0486)	0.1400 (0.8900)
lninput(-3)	β_4	-0.1260** (0.0556)	-2.2700 (0.0230)	0.0649 (0.0711)	0.9100 (0.3610)
lnnow	β_5	0.1016 (0.0843)	1.2100 (0.2280)	-0.3072*** (0.0606)	-5.0700 (0.0000)
lnnow(-1)	β_6	0.2186*** (0.0587)	3.7200 (0.0000)	-0.1377** (0.0598)	-2.3000 (0.0210)
lnnow(-2)	β_7	0.4197*** (0.0525)	7.9900 (0.0000)	0.3277*** (0.0401)	8.1700 (0.0000)
lnnow(-3)	β_8	0.4192*** (0.0629)	6.6600 (0.0000)	0.0156 (0.0552)	0.2800 (0.7770)
lnfeed	β_9	0.3619*** (0.1031)	3.5100 (0.0000)	0.7225*** (0.0926)	7.8000 (0.0000)
lnworker	β_{10}	-0.1713** (0.0768)	-2.2300 (0.0260)	0.5621*** (0.0972)	5.7800 (0.0000)
lnarea	β_{11}	-0.2016*** (0.0424)	-4.7600 (0.0000)	-0.0543* (0.0319)	-1.7100 (0.0880)
lnprice	β_{12}	-0.0797 (0.1300)	-0.6100 (0.5400)	-0.2131 (0.1335)	-1.6000 (0.1100)
lnprice(-1)	β_{13}	0.7303*** (0.1514)	4.8200 (0.0000)	0.5417** (0.2313)	2.3400 (0.0190)
lnprice(-2)	β_{14}	0.8666*** (0.3087)	2.8100 (0.0050)	0.0954 (0.2005)	0.4800 (0.6340)
lnprice(-3)	β_{15}	0.4173** (0.1639)	2.5500 (0.0110)	0.3746** (0.1754)	2.1400 (0.0330)
Wald Chi ² (Prob.)		10,265.9200*** (0.0000)		25,142.8200*** (0.0000)	
Hansen		23.3000* (0.0780)		27.1500 (0.1310)	
Arellano-Bond		(-1) (0.8680)		-1.9400* (0.0530)	
		(-2) (0.3790)		-0.0300 (0.9800)	

Note: *, **, *** mean that model is statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively
 *, **, *** mean that coefficients of variables are statistically significant under 10%, 5%, 1% critical values respectively
 *, **, *** indicate rejection of H₀ at the 10%, 5%, 1% significance level
 The Hansen test's null hypothesis(H₀) is that over-identifying restrictions are valid
 The Arellano-Bond test's null hypothesis(H₀) is that there is no autocorrelation

Table 8은 차분 GMM 모형과 시스템 GMM 모형의 추정 결과로 과대식별 조건이 적절하다고 분석된 시스템 GMM 모형의 추정 결과를 중심으로 설명을 하고자 한다. 시스템 GMM 모형은 유의하게 추정되었으며, 추정계수 또한 5개 변수를 제외한 나머지 13개 변수가 1%와 10% 유의수준 사이에서 유의하게 추정되었다. 천해어류 양식어업의 1년 전과 2년 전, 3년 전 생산량이 1% 증가하면 현재의 생산량이 0.2189%, 0.1442%, 0.1205% 감소하는 것으로 나타났다. 이는 천해어류양식어가의 생산량 조절로 인해 나타난 결과로 과거 년도의 생산량이 많을 경우 양식어가가 생산량을 조절하여 시장의 수급을 관리하기 때문인 것으로 판단된다.

현재의 입식량과 1년 전 입식량이 1% 증가하면 현재의 어류양식 생산량이 0.1591%, 0.1626% 증가하는 것으로 나타났다. 2년 전과 3년 전의 입식량 계수 추정치는 유의하지는 않았지만 생산량을 증가시키는 것으로 나타나 종합적으로 입식량은 어류양식 생산량을 증가시키는 요인인 것으로 분석되었다. 따라서 양식어가가 어류양식 생산량을 증가시키기 위해서는 입식량을 증가시키는 것이 하나의 방법이 될 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 입식량 투입 대비 생산량 증가율이 낮아 현재 밀식 및 양식시설 환경 악화로 어류양식어업의 폐사율이 상당히 높은 것으로 판단된다.

현재의 사료량과 종사자수가 1% 증가하면 현재의 어류양식 생산량은 0.7225%, 0.5621% 증가하는 것으로 나타났으며, 현재의 사육수면적이 1% 증가하면 생산량은 0.0543% 감소하는 것으로 분석되었다. 또한 “사육수면적이 증가할수록 어류양식 생산량이 증가할 것이다.”라는 일반적인 인식과 달리 사육수면적이 증가할 경우 생산량이 감소하는 것으로 나타나 어류양식 생산량 증가는 사육수면적의 영향보다 다른 요인의 영향을 많이 받음을 확인할 수 있다. 또한 이러한 결과는 현재 양식시설의 환경이 악화되어 오염물질 유입, 질병 발생 증가로 인해 폐사율이 상승하는 등 양식시설의 생산성이 매우 낮아져 있음을 보여준다고 판단된다.

사육량의 경우 현재 사육량과 1년 전 사육량이 1% 증가하면 현재의 어류양식 생산량은 0.3072%, 0.1377% 감소하는 것으로 나타났으며, 2년 전 사육량이 1% 증가하면 현재의 어류양식 생산량이 0.3277% 증가하는 것으로 분석되었다. 구체적으로 현재와 전년도 양식시설에 사육하고 있는 양식어류가 많을수록 현재의 생산량은 감소하고, 2년 전 양식시설의 사육량이 많을수록 현재의 생산량이 증가한다. 이는 현재와 전년도의 양식시설에 사육하고 있는 양식어류는 아직 양성이 더 필요하므로 바로 출하되기 어려움에 기인한 것 때문으로 어류양식 대상 품종

의 최초 입식부터 출하까지의 기간이 반영된 것으로 보여진다.

판매가격은 1년 전 판매가격과 3년 전 판매가격이 1% 상승하면 현재의 어류양식 생산량은 0.5417%, 0.3746% 증가하는 것으로 분석되었다. 추정된 계수가 유의하지는 않았지만 현재의 판매가격이 1% 상승하면 어류양식 생산량은 0.2131% 감소하는 것으로 나타났다. 경제학적으로 “다른 조건이 동일할 때 어떤 상품의 가격이 상승하면 생산자는 더 많은 양을 공급하려 하고, 가격이 하락하면 적은 양을 공급하려 한다”(이와 이 2018). 하지만 어류양식어업이 생산하는 수산물은 일반적인 상품과 성격이 달라 상품의 가격 변화에 생산량이 민감하게 반응하기 힘든 특성을 지니고 있다. 구체적으로 어류양식의 경우 입식에서 출하까지 2년 이상의 양성기간을 거치게 되는데 이러한 특성으로 인해 어류양식 생산량은 가격 변화에 즉각적으로 반응하기가 힘들다. 상기의 내용과 추정 결과를 근거로 1년 전 또는 3년 전 판매가격의 상승은 양식어가의 어류입식량 증가를 유인하여 바로 생산량을 증가시키기보다는 1년 후나 3년 후에 생산량 증가를 가져오고 있음을 확인할 수 있다. 다시 말해 추정 결과에서 1년 전 판매가격의 상승이 현재의 어류양식 생산량이 증가에 큰 영향을 미친다고 분석되었는데, 이를 통해 양식어업인은 주로 1년 전의 판매가격을 고려하여 현재의 생산량을 결정한다고 볼 수 있다.

이상의 분석결과를 통해 어류양식 생산량, 입식량, 현재 사육량, 사료량, 사육수면적, 종사자수, 판매가격이 현재의 어류양식 생산량에 미치는 영향을 확인하였다. 과거의 어류양식 생산량과 현재의 사육수면적, 현재와 전년도의 사육량은 현재의 어류양식 생산량을 감소시키는 것으로 나타났으며, 현재와 전년도의 입식량, 사료량, 종사자수, 2년 전의 현재 사육량, 전년도와 3년 전의 판매가격은 현재의 어류양식 생산량을 증가시키는 것으로 분석되었다. 하지만 생산량, 입식량, 현재 사육량, 판매가격의 $t-1$ 기부터 $t-3$ 기까지의 추정 결과는 전체 어류양식어업의 추정 결과로 이를 각 양식방법 및 양식어종의 결과로 일반화하기에는 다소 한계가 있을 수 있다.

구체적으로 천해어류양식 생산량 증가에 가장 많은 영향을 미치는 요인은 사료량으로 사료 투입과 생산량이 높은 양(+)의 관계가 있음을 확인하였으며, 현재 사육량이 어류양식 생산량 감소에 가장 많은 영향을 미치는 요인으로 나타나 현재 사육량이 많을수록 현재의 생산량이 많이 감소함을 확인하였다. 따라서 천해어류양식어가 생산의 안정성과 지속성을 위해서는 사육수면적 확대보다는 입식량을 조절하여 적정 생산량 수준을 유지하고 이를 통해 판매가격을 일정 수준으로 관리하는 것이 중요하다고 판단된다.

5. 요약 및 결론

본 연구는 천해어류양식어업을 대상으로 어류양식 생산에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 2010년부터 2017년까지의 어류양식 생산량, 입식량, 현재 사육량, 사료량, 사육수면적, 종사자수, 판매가격 자료를 이용하여 패널모형 중 이원고정효과모형, 이원확률효과모형과 동적패널모형 중 차분 GMM 모형, 시스템 GMM 모형을 적용하여 분석을 실시하였다.

우선, 패널모형 추정 결과 패널 개체 특성 검정과 시간 특성 검정, Hausman 검정을 통해 이원고정효과모형이 선정되었으며 추정된 모형 또한 유의성이 존재하였다. 입식량, 사료량, 종사자수는 천해어류양식어업의 생산량을 증가시키는 요인으로 나타났으나, 현재 사육량, 판매가격은 천해어류양식어업의 생산량을 감소시키는 요인으로 판명되었다.

다음으로, 동적패널모형 추정 결과 차분 GMM 모형은 Hansen 검정과 Arellano-Bond 검정을 통해 과대식별 조건이 적절하지 않다고 분석되었으나, 시스템 GMM 모형은 과대식별 조건이 적절하다고 분석되었다. 추정된 시스템 GMM 모형은 유의성이 존재하였으며 추정 결과를 근거로 천해어류양식 생산에 미치는 요인을 분석한 결과 현재와 전년도의 입식량, 사료량, 종사자수, 2년 전의 현재 사육량, 전년도와 3년 전의 판매가격은 현재의 어류양식 생산량을 증가시키는 것으로 분석되었다. 그러나 1년 전, 2년 전, 3년 전의 어류양식 생산량과 현재의 사육수면적, 현재와 전년도와 3년 전의 판매가격은 현재의 어류양식 생산량을 감소시키는 요인으로 판명되었다.

이상의 분석 결과를 바탕으로 천해어류양식어가의 생산 안정성과 지속성을 위한 방안을 살펴본 결과 양식시설의 사육수면적 확대보다는 어류양식 대상품종의 입식량을 조절하여 적정 생산량 수준을 유지하고 이를 통해 판매가격을 일정 수준으로 관리하는 것이 바람직할 것으로 보여진다.

본 연구는 천해어류양식 생산에 영향을 미치는 요인을 분석했다는 점과 분석 결과를 근거로 시사점을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 특히 패널모형보다 발전된 분석방법인 동적패널모형인 차분 GMM 모형과 시스템 GMM 모형을 적용하고 천해어류양식과 관련된 연구를 실시하였다는 점에서 선행연구들과의 차별성이 존재한다.

하지만 분석 시 천해어류양식 생산에 영향을 미치는 환경적 요인과 생물적 요인을 고려하지 못한 한계가 존재하여 향후 연구에서는 이러한 점을 반영한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 따라서 향후 연구에서는 양식장의 지형, 해양의 수질, 수온, 양식시설의 오염도 등 환경적 요인 뿐만 아니라 양식대상 품종의 생존율, 성장률, 폐사율 등

생물적 요인과 국민의 양식어류 수요 등을 고려한 연구를 실시해 볼 필요가 있다.

사 사

본 연구의 수행 과정에서 귀중한 자문을 아끼지 않으셨던 부경대학교 경제학부 박철형 교수님, 신용민 교수님 및 본 저널의 심사위원님들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- 민인식, 최필선 (2013) STATA 패널데이터 분석. 필미디어, 서울, 262 p
- 박철형 (2012) 양식업의 양식방법별 어종별 생산효율성 비교 분석에 관한 연구. 수산경영론집 43(2):79-94
- 어윤양 (2011A) 넙치양식장 밀식에 따른 생산성에 관한 연구. 수산경영론집 42(2):85-96
- 어윤양 (2011B) 넙치양식장 환경에 따른 생산성에 관한 연구. 수산경영론집 42(3):79-93
- 어윤양 (2014) 양식장 이용에 따른 생산성에 관한 연구. 수산경영론집 45(2):85-95
- 어윤양 (2015) 어류양식장 생산계획에 관한 연구. 수산경영론집 46(3):129-141
- 이민규 (2010) 양식 생산의 결정 요인에 관한 연구. 해양정책연구 21(1):85-104
- 이준구, 이창용 (2018) 경제학 들어가기. 문우사, 서울, 719 p
- 통계청 (2018A) 어류양식동향조사. <http://kosis.kr> Accessed 25 Dec 2018
- 통계청 (2018B) 어업생산동향조사. <http://kosis.kr> Accessed 25 Dec 2018
- Arellano M, Bond S (1991) Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. Rev Econ Stud 58(2):277-297
- Arellano M, Bover O (1995) Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. J Econometrics 68(1):29-51
- Arellano M (2003) Panel data econometrics. Oxford University Press, Oxford, 231 p
- Baltagi BH (2005) Econometric analysis of panel data. John Wiley & Sons, Chichester, 390 p
- Blundell R, Bond S (1998) Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. J Econometrics 87(1):115-143
- Roodman D (2009) How to do xtabond2: an introduction to difference and system GMM in Stata. Stata J 9(1):86-136
- Windmeijer F (2005) A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. J Econometrics 126(1):25-51

Wooldridge JM (2002) Econometric analysis of coss-section and panel data. MIT Press, Massachusetts, 752 p

국문 참고자료의 영어 표기

English translation / Romanization of references originally written in Korean

Min IS, Choi PS (2013) Panael data analysis. Jiphilmedia, Seoul, 262 p (in Korean)

Park CH (2012) The study on the comparative analysis of the aquaculture production efficiency regarding methods and species. J Fish Bus Adm **43**(2):79–94

Eh YY (2011A) Productivity of the flounder stocking density on the flounder culture farms. J Fish Bus Adm **45**(2):85–95

Eh YY (2011B) Productivity of the flounder stocking density on the flounder culture farms. J Fish Bus Adm

42(3):79–93

Eh YY (2014) Productivity of aquaculture facility utilization. J Fish Bus Adm **45**(2):85–95

Eh YY (2015) Production planning in fish farm. J Fish Bus Adm **46**(3):129–141

Lee MK (2010) A study on determinants of aquaculture production. Ocean Policy Res **21**(1):85–104

Lee JG, Lee CY (2018) Introductory economics. Moonwoosa, Seoul, 719 p

Korean Statistical Information Service (2018A) Aquaculture survey. <http://kosis.kr> Accessed 25 Dec 2018

Korean Statistical Information Service (2018B) Fishery production survey. <http://kosis.kr> Accessed 25 Dec 2018

Received Feb. 7, 2019

Revised Feb. 27, 2019

Accepted Mar. 8, 2019