

A study of a flatfish outlook model using a partial equilibrium model approach based on a DEEM system

Sukho Han¹, Sujin Heo², Namsu Lee^{2*}

¹Department of Agricultural Economics, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

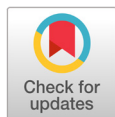
²Fisheries Policy Implementation Division, Korea Maritime Institute, Busan 49111, Korea

*Corresponding author: nslee1203@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to construct a flatfish outlook model that is consistent with the "Fisheries outlook" monthly publication of the fisheries outlook center of the Korea Maritime Institute (KMI). In particular, it was designed as a partial equilibrium model limited to flatfish items, but a model was constructed with a dynamic ecological equation model (DEEM) system, considering biological breeding and shipping times. Due to limited amounts of monthly data, the market equilibrium price was calculated using a recursive model method as the inverse demand. The main research results and implications are as follows. As a result of estimating young fish inventory levels, the coefficient of the young fish inventory in the previous period was estimated to be 0.03, which was not statistically significant. Because there is distinct seasonality, when estimating the breeding outcomes, the elasticity of breeding in the previous period was found to exceed 0.7, and it increased more as the weight of the fish increased, in addition, the shipment coefficient gradually increased as the weight increased, which means that as the fish weight increased, the shipment compared to the breeding volume increased. When estimating shipments, the elasticity of breeding in previous period was estimated to respond elastically as the weight increases. The price flexibility coefficient of the total supply was inelastically estimated to be -0.19. Finally, according to a model predictive power test, the Theil U1 was estimated to be very low for all of the predictors, indicating excellent predictive power.

Keywords: aquaculture, dynamic ecological equation model system, flatfish, outlook model, structural equation model



OPEN ACCESS

Citation: Han S, Heo S, Lee N. A study of a flatfish outlook model using a partial equilibrium model approach based on a DEEM system. Korean Journal of Agricultural Science 48:815-829. <https://doi.org/10.7744/kjoas.20210069>

Received: September 24, 2021

Revised: October 19, 2021

Accepted: November 01, 2021

Copyright: © 2021 Korean Journal of Agricultural Science



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

생산자와 정부가 수급상황에 선제적으로 대응하기 위해 신뢰성 높고 객관적인 정보가 제공되어야 한다. 합리적인 예측정보를 제공하기 위해서는 정교한 예측모형이 구축될 필요가 있다. 광어 수급전망모형 구축을 위한 연구는 한국해양수산개발원(이하, KMI) 수산업관측사업의 일환으로 2014년 이후 지속적으로 진행되어 왔다.

광어 수급 현황은 제주, 완도, 기타지역에서 매월 치어를 입식하고, 양성하여 출하하는 형태의 양식이다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이, 제주지역은 해수온도 등 상대적으로 성장 여건이 좋아 입식 후, 1년(12개월) 이후 출하가 시작되는데, 완도 등 기타지역은 약 14개월이 소요된다. Han과 Jang (2020)에서 분석한 것처럼, 중량별 출하 비중은 약 60% 이상이 1 kg 이상의 광어가 출하된다. 광어는 연중 출하되는 형태로 월평균 3,200톤 출하되며, 월별 편차는 199톤으로 분석되어, 편차가 작은 것으로 판단된다. 다만, 6 - 11월 출하량이 상대적으로 적은 것으로 나타났다.

KMI 수산업관측센터의 광어 수급전망모형은 Kim (2014)에서 처음으로 개발되었는데, 모형의 적합성뿐만 아니라 정책 실험의 유용성과 예측치의 신뢰성 측면에서 취약했다. 특히, 생물학적 성장과정 반영 및 월별 예측에 한계가 존재하였다. 또한, 출하량 결정모형에서 시차 종속변수의 계수가 1을 넘는 등, 경제학적 및 통계학적 이론 한계가 존재하였다. 이러한 요구에 따라 2016년에 구축된 모형, Cho (2016)에서는 월별 데이터를 사용하여 월별모형을 구축하고, 치어 입식량, 개체별 양성물량, 중량별 출하물량을 추정하여 광어의 생물학적 성장과정을 반영하는데 노력하였음에도 불구하고, 다항분포시차모형(polynomial distributed lag model, PDLM)으로 임의적 시차를 반영하여 경제학적 의미 해석에 한계점이 있었다. 특히, 개체별 양성물량과 중량별 출하량을 각각 추정하였으나, 주요 설명변수가 동일 하는 등 생태방정식 시스템에 한계점이 존재하였고, 중량별 산지 및 도매가격을 각각 개별 추정하여, 중량별 가격의 흐름 연계에 한계점이 존재하였다.

본 연구는 급변하는 광어 양식 수급현황을 반영하기 위해 경제학적 이론에 부합한 신규 수급전망모형을 구축하고, 이를 통해 생산자의 경영 및 정부의 정책방향을 설정하는 기초자료로 활용하는데 목적이 있다. 본 연구에서는 월별 시계열 자료를 이용하여 월별 전망이 가능하도록 모형을 구축하였으며, 광어 수급전망모형은 품목에 국한된 부분균형모형(partial equilibrium model, PEM)으로 설계하였다. 또한, Han과 Jang (2019, 2020)에서 제안한 생물학적 특성인 입식, 양성, 출하 등을 고려한 동태적 생태방정식모형(dynamic ecological equation model, DEEM) 체계로 구축하였고, 미래 예측 및 정책 시뮬레이션이 가능하며 경제이론에 부합된 변수 간의 인과관계를 모형에 반영하였다. Han 등(2016)과 Hong 등(2020)에서와 같이, 본 연구에서 제시한 모형은 시뮬레이션이 가능한 수급전망모형으로 수산관측 월보에 직접 활용할 수 있도록 데이터를 월별로 세분화하였고 동태적 생태방정식모형(DEEM) 체계를 활용해 구축하였기 때문에 기존 모형보다 예측 오차를 줄일 수 있다. 이러한 점에서 본 연구의 의의를 찾을 수 있다.

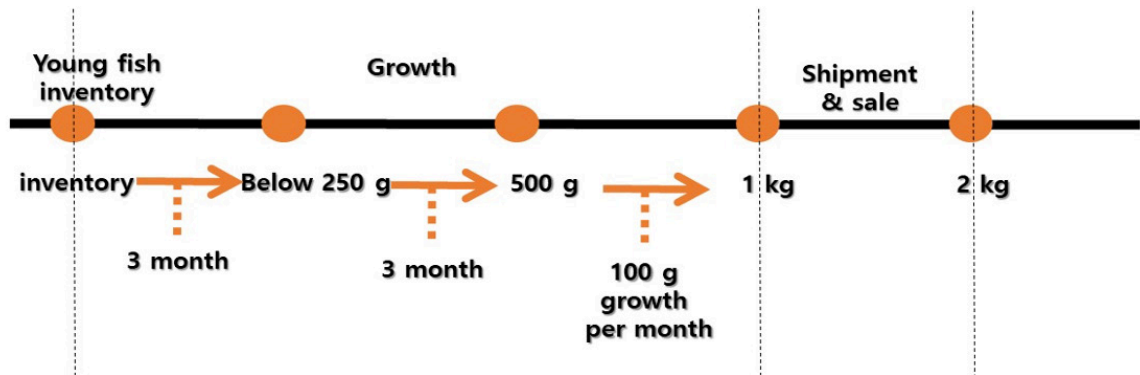


Fig. 1. Flatfish farming method and growth & breeding process.

Materials and Methods

본 연구는 Table 1에서 볼 수 있듯이, 2005년 1월부터 2020년 9월까지의 월별 자료를 이용했으며, 자료는 한국해양수산개발원 수산업관측센터의 광어 수산관측 자료(KMI, 2020)를 이용하였다.

월별 전망치를 도출하는 광어 수급전망모형은 품목에 국한된 부분균형모형(PEM)으로 설계하여 동태적 생태방정식모형(DEEM) 체계로 구축하였고, 경제이론에 부합된 경제변수 간의 인과관계를 모형에 반영하였다는 것이 특징이다. 이론적 관점에서 볼 때 동시균형모형(simultaneous equation model, SEM) 구축이 이상적이거나, 월별 자료의 한계로 인해 축차모형(recursive model, RM)을 이용하였으며, 시장균형가격(market clearing price)이 역수요 함수(inverse demand function)로 직접 계산되도록 구성하였다. 이는 단기적 가격형성은 공급량에 의해 결정되므로 수요 변화보다는 공급량 변화가 시장 균형가격 형성을 주도하기 때문이다.

Table 1. Data summary used in modeling (KMI, 2020).

Name of variable	Variables	Unit	Basic statistic	
			Mean	Standard deviation
S_1	Young fish inventory	Ten thousand	709.2	438.4
S_2	Below 250 g breeding volume	Ten thousand	5,072.5	1,676.8
S_3	250 - 500 g breeding volume	Ten thousand	1,633.1	484.2
S_4	500 g - 1 kg breeding volume	Ten thousand	1,813.0	538.7
S_5	Over 1 kg breeding volume	Ten thousand	677.1	277.1
Q_1	Below 500 g shipment volume	Ton	225.7	107.6
$Q_2 + Q_3$	500 g - 1 kg shipment volume	Ton	1,250.9	377.0
Q_4	Over 1 kg shipment volume	Ton	1,874.1	385.8
FP_1	Below 500 g farm-gate price	Won/kg	8,517.2	1,642.5
FP_2	500 - 750 g farm-gate price	Won/kg	9,548.9	1,687.2
FP_3	1 kg farm-gate price	Won/kg	10,874.6	1,811.5
FP_4	2 kg farm-gate price	Won/kg	14,935.5	3,559.7
WHP_1	400 - 500 g wholesale price	Won/kg	10,369.1	1,528.2
WHP_2	900 g - 1 kg wholesale price	Won/kg	13,037.9	1,737.7
WHP_3	2 kg wholesale price	Won/kg	17,238.9	3,448.2
X	Export volume	Ton	284.2	107.4
KP_YEN	Osaka in Japan, sale price (yen/kg)	Yen/kg	1,645.5	284.1

Fig. 2에서 볼 수 있듯이, 본 연구의 생산함수(공급함수)에 관해서는 수산업의 특수성인 생물학적 요인을 반영하여 모형을 구축하였다. 축산물의 생육함수를 응용하여, 입식기간, 양성기간(생육기간), 출하시기를 모형화 하고, 치어 입식물량, 생존율(폐사율) 등을 고려하여 생육함수로 도출된 연령별 양성물량 및 출하량을 예측하도록 모형화 하였다. 치어 입식물량 추정을 위하여 Nerlove (1956)의 부분조정모형(partial adjustment mode, PAM)과 Cagan (1956)의 적응적 기대가설을 적용하면, 설명변수를 전기의 치어 양식물량과 상대적 기대소득(가격/생산비), 계절성 등으로 구성된 추정식은 아래와 같이 설정할 수 있다.

$$S_{1,t} = f\left(\frac{\sum_{i=1}^n FP_{t-i}}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n P_{cost_{t-i}}}{n}, S_{1,t-1}, \text{seasonality}\right) \quad (1)$$

Note: 1) $S_{1,t}$: t기의 치어입식물량, FP_t : t기의 산지가격, P_{cost_t} : t기의 생산비

2) 설명변수 중 생산비는 광어 생산비가 부재하여, 모형추정에서는 사용하지 않았음

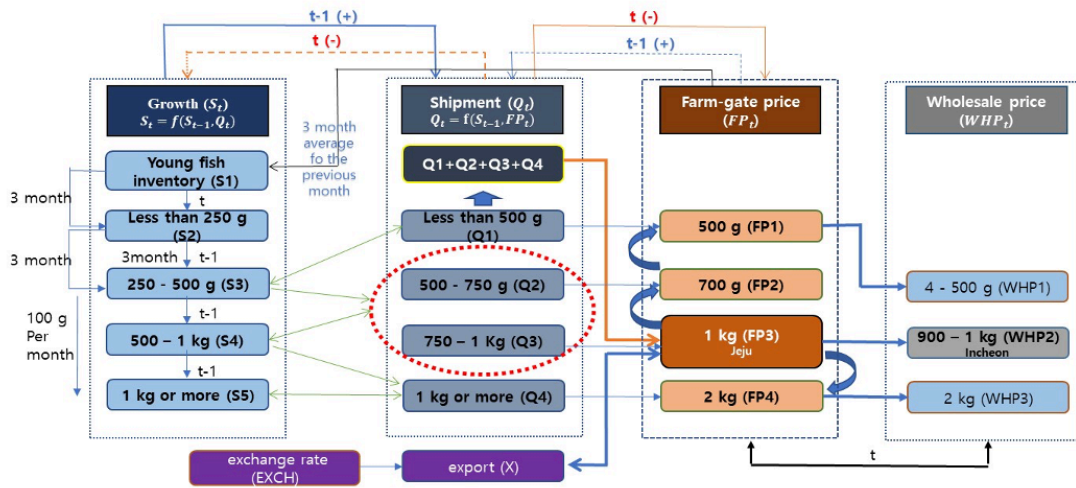


Fig. 2. Flatfish Model flow diagram.

광어 양성물량은 개체별(250 g 미만, 250 - 500 g, 500 g - 1 kg, 1 kg 이상)로 각각 구분한 후, 개체별로 t년도 m월 양성물량 추정치는 m-1월의 양성물량에서 m월의 출하량을 제외하고, 폐사량을 제외한 값이 당월(m월)의 개체별 양성물량이 되도록 생태학적 요인을 반영한다. 250 g 미만(S2)의 광어 양성물량은 전기(m-1)의 양성물량과 금기(m)의 치어 입식물량에 의존하는 것으로 모형화하였다. 그러나 실제 모형추정에서는 폐사량은 데이터 한계로 설명변수에서 제외된 함수형태로 구성하였다. 여기서 전기 양성물량의 파라미터는 1보다 작아야 하며, 출하량이 없을 때는 지속해서 광어가 가두리에서 생존하게 된다. 또한, 개체별 양성물량의 합은 전체 양성물량이 된다.

$$S_{2,t} = f(S_{2,t-1}, S_{1,t}, Q_{1,t}, \text{seasonality}) \quad (2)$$

$$S_{3,t} = f(S_{3,t-1}, Q_{1,t}, \text{seasonality}) \quad (3)$$

$$S_{4,t} = f(S_{4,t-1}, Q_{2,t} + Q_{3,t}, \text{seasonality}) \quad (4)$$

$$S_{5,t} = f(S_{5,t-1}, Q_{4,t}, \text{seasonality}) \quad (5)$$

$$S_t = \sum_{i=1}^5 S_{i,t} \quad (6)$$

Note: $S_{1,t}$: t기의 치어입식물량, $S_{2,t}$: t기의 250 g 양성물량, $S_{3,t}$: t기의 250 - 500 g 양성물량, $S_{4,t}$: t기의 500 g - 1 kg 양성물량, $S_{5,t}$: t기의 1 kg 이상 양성물량, $Q_{1,t}$: 500g미만 출하물량, $Q_{2,t}$: 500 - 750 g 출하물량, $Q_{3,t}$: 750 g - 1 kg 출하물량, $Q_{4,t}$: 1 kg 이상 출하물량, S_t : 전체양성물량

광어 출하량은 중량별로 500 g 미만, 500 - 750 g, 750 g - 1 kg, 1 kg 이상으로 구분하였고, 중량별 광어 출하량은 출하 가능 물량(전기 양성물량)과 미래가격(전기 산지가격)에 영향을 받는 것으로 모형을 설계하였다. 즉, 어가의 의사결정과정은 출하 가능 물량(양성물량)과 미래의 판매금액으로부터 산출된다. 여기서 미래의 판매금액은 Cagan (1956)의 적응적 기대가설을 이용하여 전기 산지가격을 사용하였다. 특히, 모형 추정에 있어서 500 g - 1 kg ($S_{4,t}$) 양성물량과 출하량을 상호 대응하기 위해, 500 - 750 g ($Q_{2,t}$) 출하량과 750 g - 1 kg ($Q_{3,t}$)을 합하여 추정하였다. 또한, 중량별 출하량의 합은 전체 출하량이 된다.

$$Q_{1,t} = f(S_{3,t-1}, FP_{1,t-1}, \text{seasonality}) \quad (7)$$

$$Q_{2,t} + Q_{3,t} = f(S_{3,t-1}, S_{4,t-1}, FP_{3,t-1}, \text{seasonality}) \quad (8)$$

$$Q_{4,t} = f(S_{4,t-1}, S_{5,t-1}, FP_{4,t-1}, seasonality) \quad (9)$$

$$Q_t = \sum_{i=1}^4 Q_{i,t} \quad (10)$$

Note: $Q_{1,t}$: t기의 500 g 미만 출하량, $Q_{2,t}$: t기의 500 - 750 g 미만 출하량, $Q_{3,t}$: t기의 750 g - 1 kg 출하량, $Q_{4,t}$: t기의 1 kg 이상 출하량, Q_t : t기의 전체출하량, $S_{3,t-1}$: t-1기의 250 - 500 g 양성물량, $S_{4,t-1}$: t-1기의 500 g - 1 kg 양성물량, $S_{5,t-1}$: t-1기의 1 kg 이상 양성물량, $FP_{1,t-1}$: t-1기의 500 g 산지가격, $FP_{3,t-1}$: t-1기의 1 kg 산지가격, $FP_{4,t-1}$: t-1기의 1 kg 이상 산지가격

광어 산지가격(1 kg)은 전체 출하물량(중량별)과 수출량에 영향을 받는 것으로 구성된 역수요함수로 모형을 설계하였다. 다만, 모형 예측을 위해서는 광어 수출량 모형 추정식을 구축하여 수출량을 예측하여야 한다.

$$FP_{3,t} = f(\sum_{i=1}^4 Q_{i,t}, X_t, seasonality) \quad (11)$$

Note: $FP_{3,t}$: t기의 1 kg 산지가격, Q_t : t기의 전체 출하량, X_t : t기의 수출량

중량별 산지가격은 대표 산지가격인 1 kg 가격을 설명변수에 포함하고, 각 중량별 출하량을 설명변수에 포함하여 추정하였다. 또한, 중량별 도매가격은 중량별 산지가격을 설명변수에 포함하여 중량별로 추정하였다.

$$FP_{i,t} = f(Q_{i,t}, FP_{3,t}, seasonality) \quad (12)$$

Note: $FP_{3,t}$: t기의 1 kg 산지가격, $Q_{i,t}$: t기의 i 중량의 출하량, $FP_{i,t}$: t기의 i 중량의 산지가격

$$WHP_{i,t} = f(FP_{i,t}, seasonality) \quad (13)$$

Note: $WHP_{i,t}$: t기의 i 중량의 도매가격, $FP_{i,t}$: t기의 i 중량의 산지가격

Results and Discussion

월별데이터를 이용하여 회귀하였을 경우, 자기상관문제가 발생되는데, 본 연구에서는 자기상관문제를 통상 사용하는 GLS (general least square) 방법을 선택하지 않고, 자기상관구간에 더미변수를 사용하여 자기상관문제를 해결하도록 노력하였다. 통상적으로 자기상관문제를 해결하기 위해 GLS 방법으로 AR (autoregressive), MA (moving average) 변수를 사용하나, 자기상관이 심각할 경우에는 GLS 방법을 사용하더라도, 추정된 파라미터값이 편(bias)가 발생하게 된다. 자기 상관 문제를 해결하기 위해 더미를 사용하는 구간은 잔차(residual)가 0을 기준으로 양(+) 또는 음(-)으로 일정 기간 지속하였다가 부호가 변하는 시점에 구조 더미변수(SD) 또는 더미변수를 추가하는 방법을 사용하였다. 마지막으로 특성이 비슷한 더미변수는 서로 더하여 자유도를 높였다.

치어입식물량 및 개체별 양성물량

본 연구에서는 광어 치어입식물량 추정을 위하여 Nerlove (1956)의 부분조정모형(PAM)을 적용하면, 설명변수를 전기의 치어입식물량과 상대적 기대소득(가격/생산비), 계절성 등으로 구성된 추정식을 설정할 수 있다. 다만, 설명변수 중 생산비는 광어 생산비가 부재하여, 모형추정에서는 사용하지 않았다. 또한, 동태적 생육함수를 구축하고자, 광어 양성물량 추정은 개체별(250 g 미만, 250 - 500 g, 500 g - 1 kg, 1 kg 이상)로 각각 구분한 후, 개체별로 t년 당월(m월) 양성물량 추정은 전월(m-1월)의 양성물량에서 당월(m월)의 출하량을 제외하고, 폐사량을 제외한 값이 당월(m월)의 개체별 양성물량이 되도록, 생태학적 요인을 반영한 모형을 설계하였다. 그러나 실제 모형추정에서는 폐사량은 데이터 한계로 설명변수에서 제외하였다. 여기서 전기 양성물량($S_{1,t-1}$)의 파라미터는 1보다 작아야 하며, 출하량이 없을 때는 지속해서 광어가 가두리에서 생존하게 된다.

위의 설명변수를 사용하여 추정한 결과는 치어입식량은 Table 2에 추정결과를 제시하였고, 개체별 양성물량은 Table 3 - 6에 추정결과를 제시하였고, 추정 결과에 대한 파라미터의 요약은 Table 7에 제시하였다.

위의 설명변수를 사용하여 추정한 결과, Table 2과 같이, Nerlove (1956)의 PAM(부분조정)모형을 이용하면, 전기 치어입식물량($S_{1,t-1}$)의 계수는 0.03으로 추정되어, 속도조정계수(σ)가 0.97로 추정되어서 조정속도가 매우 빠르다는 의미이다. 즉, 당월의 치어입식물량과 전월의 치어입식물량 차이가 매우 크게 나타난다는 의미인데, 월별 계절성이 존재하여 매월 입식물량의 변동이 크기 때문이기도 하다. Nerlove (1956)의 부분조정모형(PAM)을 적용할 경우, 전기 치어입식물량($S_{1,t-1}$) 설명변수를 포함하여야 하나, 치어 입식시기에 뚜렷한 계절성이 존재하여, 전기 치어입식물량($S_{1,t-1}$)이 통계적으로 매우 유의하지 않았다. 즉, 당월의 입식량에 전월의 입식량이 큰 영향을 미치지 않음을 의미한다. 과거 3개월의 평균 산지가격(산지 대표가격, 1 kg)의 계수는 0.58로 추정되었다. 이는 함수형태가 log-log로 추정되어, 과거 3개월 평균 가격이 1% 상승하였을 때, 당월의 치어입식물량($S_{1,t}$)이 0.58% 증가한다는 의미이다. $S_{1,t-1}$ 설명변수를 제외하고 추정할 경우, 탄력성은 0.60으로 분석되었다.

Table 2. Estimation result of Flat fish young fish inventory.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	-0.102821	0.904572	-0.113669	0.9098
LOG(@MOVAV(FP3(-1),3))	0.605629	0.098640	6.139800	0.0000
DUM03	0.901359	0.062197	14.49193	0.0000
DUM04	1.361002	0.062046	21.93541	0.0000
DUM05	1.408754	0.061945	22.74195	0.0000
DUM06	0.594340	0.064429	9.224756	0.0000
DUM08	-0.248274	0.061894	-4.011264	0.0002
DUM09	0.745476	0.061938	12.03593	0.0000
DUM10	0.993645	0.066738	14.88882	0.0000
DUM11	0.819918	0.066746	12.28413	0.0000
SD1410	0.379109	0.058415	6.489920	0.0000
SD1710	-0.247461	0.035788	-6.914700	0.0000
DUM1507 + DUM1706 + DUM1708 + DUM1806 + DUM2001	-0.530196	0.072507	-7.312340	0.0000
DUM1411 + DUM1510 + DUM1606 + DUM1612	0.559902	0.081370	6.880914	0.0000
R-squared	0.958488	Durbin-Watson stat		2.082825
Adjusted R-squared	0.950434	Breusch-Godfrey LM test:		0.447025
Sample: 2014M01 2020M09	0.145193			

DUM03 is a seasonal dummy variable, 03 means the month, March, SD1410 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2014 year and the last two digits are the month, October. Also, DUM1507 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2015 year and the last two digits representing the month, July.

동태적 생육함수를 구축하고자, 광어 양성물량 추정은 개체별(250 g 미만, 250 - 500 g, 500 g - 1 kg, 1 kg 이상)로 각각 구분한 후, 추정한 결과, 전기 양성물량의 탄력성은 0.7 이상으로 나타나, Nerlove (1956)의 PAM 모형을 통한 조정속도는 느린 것으로 분석되었다. 다만, 250 - 500 g의 양성물량($S_{3,t}$)에서는 파라미터 값은 0.26로 추정되었고, 속도조정계수(σ)가 0.74로 조정속도가 매우 빠른 것으로 분석되었다. 즉, 금기의 250 - 500 g 미만의 광어 양성물량은 전기의 양성물량과 차이가 있다는 의미이다. 또한, 중량이 늘어날수록, 전기 양성물량의 계수가 점차 커지는 것으로 추정되었는데, 이는 속도조정계수(σ)가 점차 느려지는 것을 의미한다. 전기의 이전 개체의 양성물량($S_{i-1,t-1}$)의 계수는 중량이 늘어날수록, 계수가 값이 크게 추정되었으나, 250 - 500 g의 양성물량($S_{3,t}$)에서는 파라미터 값이 0.58로 추정되었다. 특히, 250 - 500 g의 양성물량($S_{3,t}$) 추정에서, $S_{2,t-1}$ 의 계수가 $S_{3,t-1}$ 의 보다 크게 분석된 이유는 $S_{2,t-1}$ 의 물량이 약 5배 더 많아, 250 - 500 g 미만($S_{3,t}$)에 더 크게 영향을 미치는 것으로 판단된다.

출하량은 개체중량이 늘어날수록 금기 출하량 계수가 점차 커지는 것으로 추정되었는데, 이는 중량이 늘어날수록 양성물량에 출하량의 영향이 커진다는 것으로 양성물량대비 출하량이 많아진다는 것을 의미한다.

Table 3. Estimation result of below 250 g breeding flatfish quantity.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	0.878314	0.529132	1.659914	0.1037
LOG(S1)	0.076706	0.008469	9.057421	0.0000
LOG(S2(-1))	0.861156	0.058874	14.62723	0.0000
LOG(Q1)	-0.025466	0.016686	-1.526225	0.1338
DUM04	0.033547	0.017673	1.898267	0.0639
DUM05	0.038736	0.018044	2.146698	0.0371
DUM06	0.041135	0.018224	2.257104	0.0288
DUM07	-0.047218	0.020871	-2.262383	0.0284
DUM1608	-0.129907	0.035343	-3.675629	0.0006
DUM1611 + DUM1612 + DUM1701	-0.186434	0.021261	-8.768736	0.0000
DUM1907 + DUM1701 + DUM1703	0.079761	0.024084	3.311762	0.0018
R-squared	0.936115	Durbin-Watson stat		1.775633
Adjusted R-squared	0.922226	Breusch-Godfrey LM Test:		0.351268
Sample: 2016M01 2020M09				

DUM04 is a seasonal dummy variable, 04 means the month, Also, DUM1601 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2016 year and the last two digits 01 representing the month, January.

Table 4. Estimation result of 250 - 500 g breeding flatfish quantity.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	1.170839	0.424674	2.757027	0.0085
LOG(S2(-1))	0.577296	0.068020	8.487152	0.0000
LOG(S3(-1))	0.264721	0.059678	4.435799	0.0001
LOG(Q1)	-0.106929	0.023031	-4.642818	0.0000
SD1607	-0.219179	0.024153	-9.074653	0.0000
SD1704	0.176470	0.023231	7.596214	0.0000
SD1712	-0.253864	0.026397	-9.617098	0.0000
SD1812	-0.135907	0.018877	-7.199473	0.0000
SD1908	-0.073417	0.019545	-3.756328	0.0005
DUM1611 + DUM1612 + DUM1701	-0.191862	0.028034	-6.843835	0.0000
DUM1707 + DUM1710	-0.145634	0.032047	-4.544424	0.0000
DUM1711	-0.278030	0.042266	-6.578174	0.0000
DUM1803 + DUM1808	-0.148625	0.030740	-4.834981	0.0000
DUM1910	-0.111664	0.039237	-2.845925	0.0068
R-squared	0.981994	Durbin-Watson stat		2.309621
Adjusted R-squared	0.976551	Breusch-Godfrey LM Test:		0.179000
Sample: 2016M01 2020M09				

SD1607 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2016 year and the last two digits are the month, July. Also, DUM1611 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2016 year and the last two digits representing the month, November.

Table 5. Estimation result of 250 - 500 g breeding flatfish quantity.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	0.995130	0.456620	2.179340	0.0346
LOG(S3(-1))	0.223113	0.039407	5.661793	0.0000
LOG(S4(-1))	0.738458	0.035422	20.84762	0.0000
LOG(Q2 + Q3)	-0.124047	0.038588	-3.214624	0.0024
SD1711	0.200995	0.020305	9.898658	0.0000
SD1806	-0.140966	0.025747	-5.475027	0.0000
SD1901	0.124803	0.022961	5.435420	0.0000
DUM1606 + DUM1607	0.234111	0.032876	7.120966	0.0000
DUM1611 + DUM1610	0.179551	0.031677	5.668261	0.0000
DUM1707 + DUM1708 + DUM1709 + DUM1710	-0.141931	0.027326	-5.194049	0.0000
DUM1706 + DUM1807 + DUM1809	0.208178	0.027575	7.549530	0.0000
DUM1812 + DUM1902 + DUM1905	-0.076141	0.024955	-3.051093	0.0038
R-squared	0.969695	Durbin-Watson stat		2.088654
Adjusted R-squared	0.962287	Breusch-Godfrey LM Test:		0.206079
Sample: 2015M01 2020M09				

SD1711 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2017 year and the last two digits are the month, November. Also, DUM1606 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2016 year and the last two digits representing the month, June.

Table 6. Estimation result of over 1 kg breeding flatfish quantity.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	-0.873763	0.911108	-0.959012	0.3415
LOG(S4(-1))	0.368546	0.079141	4.656822	0.0000
LOG(S5(-1))	0.869592	0.035949	24.18969	0.0000
LOG(Q4)	-0.147486	0.082853	-1.780083	0.0802
SD1606	0.187753	0.037318	5.031095	0.0000
SD2004	-0.075451	0.037378	-2.018584	0.0481
DUM1607 + DUM1608	0.188011	0.072113	2.607187	0.0115
DUM1706 + DUM1708 - DUM1711	-0.411893	0.049951	-8.245941	0.0000
DUM1801 + DUM1802 + DUM1803	0.278311	0.052222	5.329342	0.0000
DUM1808 + DUM1812 + DUM1810	-0.200654	0.052977	-3.787594	0.0004
R-squared	0.974538	Durbin-Watson stat		1.491170
Adjusted R-squared	0.970653	Breusch-Godfrey LM Test:		0.267000
Sample: 2015M01 2020M09				

SD1606 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2016 year and the last two digits are the month, June. Also, DUM1607 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2016 year and the last two digits representing the month, July.

Table 7. Main estimation result of each breeding weight.

Dependent variable		Previous price $1/3 \sum_{i=1}^3 FP_{3,t-i}$	Breeding quantity of previous period (previous weight) $(S_{i-1,t-1})$	Breeding quantity of previous period (same weight) $(S_{3,t-1})$	Shipment volume $(Q_{i,t})$	
Young fish inventory	$S_{1,t}$	0.58	-	0.03	-	-
Below 250 g	$S_{2,t}$	-	0.08	0.86	-0.03	$Q_{1,t}$
250 - 500 g	$S_{3,t}$	-	0.58	0.26	-0.11	$Q_{1,t}$
500 g - 1 kg,	$S_{4,t}$	-	0.22	0.74	-0.12	$Q_{2,t}, Q_{3,t}$
Over 1 kg	$S_{5,t}$	-	0.37	0.87	-0.15	$Q_{4,t}$

광어의 중량별 출하량

광어 출하량은 중량별로 500 g 미만, 500 - 750 g, 750 g - 1 kg, 1 kg 이상으로 구분하였으며, 특히, 모형 추정에 있어서 500 g - 1 kg ($S_{4,t}$)양성물량과 출하량을 상호 대응하기 위해, 500 - 750 g ($Q_{2,t}$)출하량과 750 g - 1 kg ($Q_{3,t}$)을 합하여 추정하였다. 중량별 광어 출하량은 출하 가능 물량(전기 양성물량)과 미래가격(전기 산지가격)에 영향을 받는 것으로 구성하였다. 어가의 의사결정과정은 출하 가능 물량(양성물량)과 미래의 판매금액으로부터 산출된다. 여기서 미래의 판매금액은 Cagan (1956)의 적응적 기대가설을 이용하여 전기 산지가격을 사용하였다. 다만, 출하량의 경제적 의사결정요인인 소득은 금기의 기대가격과 경영비 또는 생산비로 구성되나, 자료의 한계로 경영비/생산비는 제외하고 금기의 기대가격인 전기의 산지가격으로 구성하였다. 또한, 중량별 출하량의 합은 전체 출하량이 된다.

위의 설명변수를 사용하여 중량별 출하량의 추정된 결과는 Table 8 - 10에 추정결과를 제시하였고, 추정 결과에 대한 파라미터의 요약은 Table 11에 제시하였다.

Table 11과 같이 추정된 결과를 요약하면, 전기 산지가격의 계수는 모두 비탄력적으로 추정되었고, 중량이 늘어날수록 계수는 점차 작아지는 것으로 추정되었다. 이는 중량이 늘어날수록 어가의 경제학적 변수인 기대가격이 어가 출하 의향에 영향을 상대적으로 덜 미치는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 광어 출하 중량이 늘어나면, 어가의 입장에서는 가격에 상대적으로(어린 광어에 비해) 덜 민감하게 반응하며 출하한다는 의미이다. 1 kg 이상 자란 광어는 가격보다는 생산비를 고려하였을 때, 어차피 출하해야 하기 때문이다.

즉, 500 g 이하와 500 g - 1 kg에서는 계수가 0.28 - 0.33의 영향을 받아 현재에서 출하할지, 좀 더 사육하여 출하할지를 결정하는 것으로 해석될 수 있으나, 1 kg 이상에서는 계수가 0.13로 낮게 추정되어, 산지 가격변동이 상대적으로 다른 중량에 비해서 큰 영향을 미치지 않는 것으로 해석된다.

전기 양성물량에 대한 탄력성은 중량이 늘어가면서 탄력적으로 반응하는 것으로 계측되었다. 추정된 전기 양성물량의 반응은 출하량 단위는 톤이며, 양성물량은 만 마리 기준으로 회귀분석 하였기에 광어 중량이 늘어날수록, 양성물량이 출하량에 미치는 탄력성은 커지는 것으로 나타났다. 즉, 1 kg 이상의 양성물량(만 마리)의 1% 변동이 출하량(톤)에 미치는 영향(%)은 500 g 이하의 양성물량(만 마리) 변동이 출하량(톤)에 미치는 영향보다는 크기 때문이다.

Table 8. Estimation result of below 500 g shipment volume.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	0.460401	1.267083	0.363355	0.7187
LOG(S3(-1))	0.266923	0.130999	2.037600	0.0497
LOG(FP1(-1))	0.325618	0.090118	3.613255	0.0010
DUM07	-0.142002	0.055613	-2.553387	0.0155
DUM08	-0.123477	0.057592	-2.143992	0.0395
DUM09	-0.194414	0.056724	-3.427348	0.0017
DUM10	-0.293317	0.053485	-5.484076	0.0000
DUM11	-0.333209	0.050814	-6.557429	0.0000
DUM12	-0.170759	0.046626	-3.662275	0.0009
SD1712	-0.287097	0.043637	-6.579195	0.0000
SD1907	0.613634	0.061768	9.934545	0.0000
SD2002	-0.418370	0.052198	-8.015078	0.0000
DUM1703 + DUM1709 + DUM1905	0.214772	0.053478	4.016039	0.0003
DUM1801 + DUM1806 + DUM1807	-0.386894	0.058579	-6.604649	0.0000
DUM1804 + DUM1809 + DUM1810 + DUM1811	0.648309	0.054026	12.000030	0.0000
R-squared	0.925701	Durbin-Watson stat		2.025189
Adjusted R-squared	0.894181	Sample: 2016M10 2020M09		

DUM07 is a seasonal dummy variable, 07 means the month, July, SD1712 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2017 year and the last two digits are the month, December. Also, DUM1703 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2017 year and the last two digits representing the month, March.

Table 9. Estimation result of 500 g - 1 kg shipment volume.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	1.709610	0.756698	2.259304	0.0297
LOG(S3(-1) + S4(-1))	0.331279	0.076336	4.339742	0.0001
LOG(FP2(-1))	0.280588	0.049990	5.612908	0.0000
DUM02	-0.190094	0.032894	-5.779045	0.0000
DUM05	0.070206	0.029116	2.411266	0.0208
DUM06	-0.104372	0.029428	-3.546711	0.0011
DUM07	-0.085512	0.030477	-2.805797	0.0079
DUM08	0.111051	0.031959	3.474769	0.0013
DUM09	0.149326	0.035657	4.187811	0.0002
DUM11	-0.166771	0.032109	-5.193938	0.0000
SD1909	0.361582	0.036626	9.872354	0.0000
SD2001	-0.246842	0.040310	-6.123644	0.0000
SD2008	-0.166031	0.053648	-3.094845	0.0037
DUM1602	0.267964	0.067430	3.973987	0.0003
DUM1609	-0.597743	0.067918	-8.800959	0.0000
DUM1607 + DUM1610	-0.219398	0.047333	-4.635186	0.0000
DUM1702 + DUM1801	0.171959	0.045451	3.783433	0.0005
DUM1803 + DUM1805 + DUM1807 + DUM1808	-0.168643	0.031993	-5.271223	0.0000
DUM1904 + DUM1909	-0.267896	0.046098	-5.811436	0.0000
R-squared	0.898258	Durbin-Watson stat		2.286482
Adjusted R-squared	0.850065	Sample: 2016M01 2020M09		

DUM02 is a seasonal dummy variable, 02 means the month, February, SD1909 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2019 year and the last two digits are the month, September. Also, DUM1607 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2016 year and the last two digits representing the month, July.

Table 10. Estimation result of over 1 kg shipment volume.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	3.266357	0.950705	3.435721	0.0028
LOG(S4(-1) + S5(-1))	0.391879	0.104813	3.738850	0.0014
LOG(FP4(-1))	0.134178	0.048061	2.791842	0.0116
DUM03	0.114781	0.029715	3.862776	0.0010
DUM07	-0.132516	0.030321	-4.370486	0.0003
DUM12	0.131487	0.032715	4.019126	0.0007
SD1806	-0.264004	0.036179	-7.297132	0.0000
SD1810	0.163775	0.034697	4.720098	0.0001
SD1911	0.175907	0.024619	7.145102	0.0000
DUM1804 + DUM1811	-0.114530	0.035600	-3.217178	0.0045
DUM1904 + DUM1907	0.131505	0.039776	3.306135	0.0037
DUM1908 + DUM1909	-0.092508	0.035043	-2.639886	0.0161
DUM2002 + DUM2003	-0.310827	0.038007	-8.178065	0.0000
DUM2006 + DUM2008	-0.134153	0.038728	-3.463993	0.0026
R-squared	0.928822	Durbin-Watson stat		2.161616
Adjusted R-squared	0.880121	Sample: 2016M01 2020M09		

DUM03 is a seasonal dummy variable, 03 means the month, March, SD1806 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2018 year and the last two digits are the month, June. Also, DUM1804 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2018 year and the last two digits representing the month, April.

Table 11. Estimation result of over 1 kg shipment volume.

Shipment volume		Previous period farm-gate price1) ($FP_{i,t-1}$)	Previous period breeding volume2) ($S_{i,t-1}$)	Note1)	Note2)
Below 500 g	$Q_{1,t}$	0.33	0.27	$FP_{1,t-1}$	$S_{3,t}$
500g - 1 kg	$Q_{2,t} + Q_{3,t}$	0.28	0.33	$FP_{2,t-1}$	$S_{3,t}, S_{4,t}$
Over 1 kg	$Q_{4,t}$	0.13	0.39	$FP_{4,t-1}$	$S_{4,t}, S_{5,t}$

광어 산지가격

과거 수산업관측센터의 데이터를 Fig. 3과 같이 살펴보면, 산지가격은 기준 중량별로 매우 비슷한 패턴을 보이고 있어, 시장에서 가격이 결정될 때, 총공급량(출하량)에 따라 가격이 결정되며 중량은 마치, 농산물 등급(상, 중, 하품)과 같은 역할을 하는 것처럼 보이고 있다. Table 12와 같이, 광어 중량별 산지가격의 상관계수는 매우 높은 양 (+) 관계를 보이고 있다. 특히, 대표가격인 1 kg 산지가격($FP_{3,t}$)과 중량별 산지가격($FP_{1,t}, FP_{2,t}, FP_{4,t}$)의 상관관계는 500, 700 g ($FP_{1,t}, FP_{2,t}$)의 경우, 각각 0.90, 0.96으로 나타났으며, 2 kg ($FP_{4,t}$)는 0.76으로 나타났다.

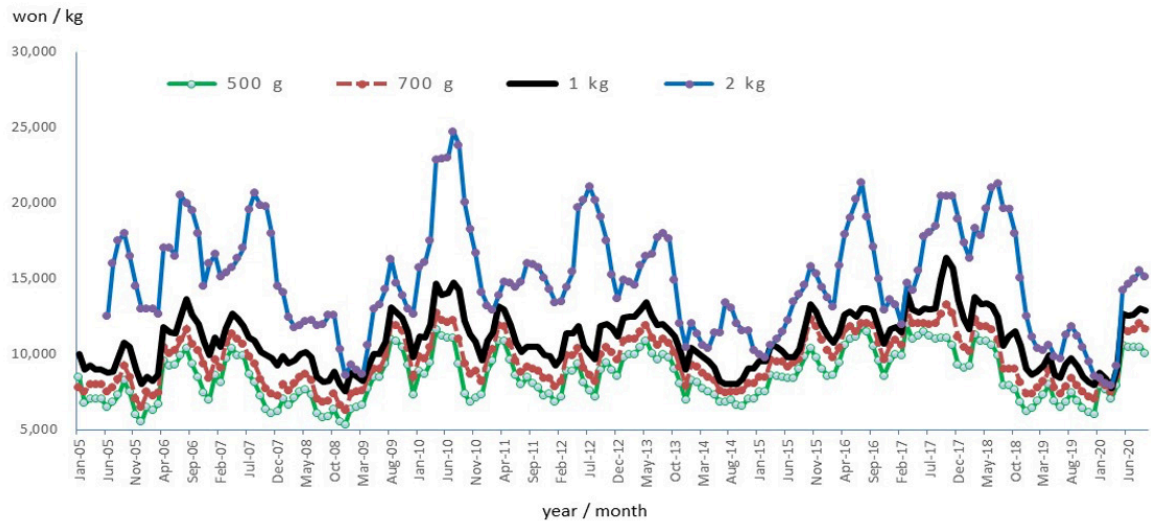


Fig. 3. Flatfish farm-gate price for weight grade.

Table 12. Covariance matrix and correlation matrix of farm-gate price for weight grade.

Correlation t-Statistic Probability	FP3	FP1	FP2	FP4
FP3	1.000000	----	----	----
FP1	0.901428 23.464720 0.000000	1.000000	----	----
FP2	0.957962 37.629140 0.000000	0.977603 52.348190	1.000000	----
FP4	0.762803 13.294080 0.000000	0.607210 8.612394	0.649673 9.630763	1.000000

중량별로 가격을 추정하는 방식은 1) 대표 중량의 가격(산지 1 kg 기준, 제주)을 추정 후, 다른 중량의 가격은 중량별 출하량과 대표가격을 이용하여 추정하는 방법이 있으며, 2) 다른 방법은 추정된 중량별 출하량을 이용하여 각각 중량별 가격을 추정하는 방법이 있다. 전자의 경우, 과거 시계열과 같이 중량별 가격 흐름이 균일하고, 예측치도 중량별 출하량 변화에 따라 다소 변동이 있으나, 중량별로 가격의 증가, 감소의 변화 및 부호가 동일한 방향으로 예측된다. 후자의 경우는 각 중량별 출하량의 가중치가 크게 부여되어, 출하량 변화에 민감하게 반응하게 됨에 따라, 미래전망에 있어 간혹, 중량별로 가격의 증가, 감소 변화의 부호가 상이하게 예측될 수 있다. 따라서 모형의 미래예측 신뢰도 및 안정성을 위해서는 전자의 방법을 본 연구에서는 사용하였다.

이론적으로 동시균형모형(simultaneous equation model)구축이 이상적이거나, 월별자료의 한계로 축차모형(recursive model)구축 방법을 이용하여 시장균형가격(market clearing price)을 역수요함수(inverse demand)로 직접 계산되도록 구성하였다. 이는 단기에는 공급량이 결정되어지기 때문에, 수요변화보다는 공급량 변화가 시장균형가격 형성을 주도하기 때문이다. 역수요함수의 종속변수는 도매가격 또는 산지가격을 사용할 수 있으나, 소비시장의 가격을 사용하는 것이 이론에 부합되며, 산지가격은 도매가격과 유통비용 등을 이용하여 가격연계함수(price linkage function)로 도출될 수 있다. 다만, 가격에 대한 생산반응에서 통계적으로 유의성이 높은 가격을 선택한다. 본 연구에서는 산지가격이 도매가격보다 통계적으로 유의하여, 도매가격을 산지가격의 함수를 이용하여 가격연계함수(price linkage function)로 도출하였고, 유통비용 등 기타요인에 대한 데이터 확보의 한계로 함수 추정에서는 제외하였다.

광어 1 kg 산지가격($FP_{3,t}$)은 전체 출하물량(중량별 $Q_{1,t} + Q_{2,t} + Q_{3,t} + Q_{4,t}$)과 수출량(X_t)에 영향을 받는 것으로 구성된 역수요함수(inverse demand)로 모형을 설계하였다. 다만, 소비대체재 및 수입품에 대한 대체탄력성이 일관성이 없어 본 연구에서는 소비대체탄력성은 0으로 가정하고, 자체탄력성만을 중점으로 추정하였다.

Table 13. Estimation result of 1 kg farm-gate price.

Variable	Coefficient	Std. error	t-statistic	Prob.
C	10.695040	0.348684	30.672570	0.0000
LOG(Q1 + Q2 + Q3 + Q4 - X)	-0.189575	0.043706	-4.337519	0.0001
DUM02	-0.055667	0.016098	-3.457965	0.0011
DUM03	0.099726	0.017211	5.794147	0.0000
DUM04	0.076695	0.016515	4.644062	0.0000
DUM05	0.051692	0.016681	3.098817	0.0032
DUM07	0.042377	0.016085	2.634545	0.0112
DUM08	0.068694	0.016689	4.116121	0.0001
DUM10	0.088766	0.019009	4.669771	0.0000
DUM12	0.064740	0.019784	3.272352	0.0019
SD1509	0.220283	0.015740	13.99539	0.0000
SD1612	0.031891	0.012857	2.480529	0.0165
SD1812	-0.374552	0.013043	-28.717350	0.0000
SD2005	0.361906	0.019018	19.02937	0.0000
DUM1603 + DUM1610 + DUM1611 + DUM1612	-0.132883	0.020103	-6.610102	0.0000
DUM1709 + DUM1710 + DUM1711	0.201678	0.023053	8.748575	0.0000
DUM1807 + DUM1809 + DUM1810 + DUM1811	-0.151254	0.021131	-7.157841	0.0000
DUM1808 + DUM2003	-0.243996	0.027226	-8.961760	0.0000
DUM1910 + DUM1912	-0.105956	0.029172	-3.632137	0.0007
R-squared	0.972896	Durbin-Watson stat		2.043634
Adjusted R-squared	0.963139	Sample: 2016M01 2020M09		

DUM02 is a seasonal dummy variable, 02 means the month, February, SD1509 is a structural dummy variable, the first two digits are the 2015 year and the last two digits are the month, September. Also, DUM1603 is a dummy variable, with the first two digits representing the 2016 year and the last two digits representing the month, March.

Table 13 추정결과, 대표 산지가격인 1 kg 산지가격에 대한 전체 공급량의 가격신축성계수(역수요함수 형태)는 -0.19로 추정됨에 따라 비탄력적으로 추정되었다. 따라서 금기의 공급량이 1% 증가(감소)하면, 산지가격이 0.19% 감소(증가)함을 의미하며, 횡단면 분석을 통한 상관관계 분석에서는 탄력성이 0.12로 분석되었다.

Table 14에서는 중량별 산지가격의 추정결과를 종합하여 제시하였다. 중량별 산지가격은 대표가격인 1 kg 산지가격($FP_{3,t}$)과 기타 중량별 산지가격은 매우 상관관계가 높은 것으로 분석되었다. 특히, 중량이 늘어날수록, 1 kg 산지가격($FP_{3,t}$)과 상관관계는 점차 작아지는 것으로 추정되었고, 반면, 출하량의 탄력성은 커지는 것으로 분석되었다. 이와 같은 분석결과는 상관계수와 유사한 결과를 초래하였다. 상관계수는 단순한 가격대 가격에 대한 상관관계를 분석한 것이며, 회귀분석 추정결과는 가격 및 출하량을 설명변수에 포함하여 추정한 결과이다.

Table 14. Estimation result of 1 kg farm-gate price.

Dependent variable	Independent variable		
	1 kg farm-gate price ($FP_{3,t}$)	Shipment volume1) ($Q_{1,t}$)	Note1)
500 g $FP_{1,t}$	1.08 (correlation: 0.90)	-0.01	$Q_{1,t}$
700 g $FP_{2,t}$	0.97 (correlation: 0.96)	-0.02	$Q_{2,t}$
1 kg $FP_{3,t}$	-	-0.19	$Q_{1,t} + Q_{2,t} + Q_{3,t} + Q_{4,t} - X_t$
2 kg $FP_{4,t}$	0.86 (correlation: 0.76)	-0.20	$Q_{4,t}$

예측력 검증

Ahlburg (1984)는 Theil의 불평등 계수(Theil's coefficient of inequality)는 통계적 예측 평가치(statistical forecasting evaluators) 자주 사용되나, Theil 자신이 동일한 이름 하에서 서로 다른 시간을 사용한 두 가지 수식을 제안함으로써, 약간의 혼란이 있는 계수라고 설명하였다. 두 계수 모두 불평등 계수(coefficient of inequality)라고 명칭하고, “U”라는 기호로 표시된다. 또한, 두 가지 다른 해석이 가능하다. Ahlburg (1984)에 따르면, 우선적으로 “Economic Policy and Forecast” 학회지에서는 U1을 제안하였고, “Applied Economic Forecasting” 학회지에서는 U2를 제안하였다.

U1과 U2의 공식적인 차이는 분모에 있는 F_t 항의 존재 여부에 있고, F_t 항의 존재는 U1을 0과 1 사이로 제한하게 된다. 그러나, U2에서 F_t 항이 부재하여 U2에서는 유한한 상한선이 없다. 여기서는 U가 0에 가까울수록 예측력이 좋다는 의미이다(Ahlburg, 1984).

$$U_1 = \frac{\left[\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}{\left[\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n A_t^2 \right]^{\frac{1}{2}} + \left[\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n F_t^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad U_2 = \frac{\left[\sum_{t=1}^n (F_t - A_t)^2 \right]^{\frac{1}{2}}}{\left[\sum_{t=1}^n A_t^2 \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (14)$$

Theil의 불평등계수 추정은 추정 기간 전체와 최근 3년을 구분하여 추정을 하였다. 경제적 이론 및 outlier를 제거하는 과정에서 추정 기간 전체의 예측력을 판단하고, 이렇게 추정된 모형의 최근 3년간의 예측력을 살펴보기 위함이다. 이렇게 구분함으로써 추정된 모형의 예측력을 더욱 잘 설명할 수 있는 장점이 있다

Table 15과 같이 추정한 결과, 예측변수 모두 Theil U1이 매우 낮게 추정되어 예측력이 우수한 것으로 판단된다. 특히, 최근 3년간의 예측력은 추정 기간 전체의 예측력보다 높게 나타났다. 선행연구 Cho (2016)에서는 광어 양성 물량이 불평등 계수(coefficient of inequality)가 0.08 - 0.11, 출하량은 0.06 - 0.11, 산지 및 도매가격은 0.03 - 0.06으로 분석되었다. 본 연구에서의 모형예측력이 선행연구 Cho (2016)의 불평등 계수 값의 약 26.7% 수준으로 낮아, 상대적으로 우수하며, 모형예측력이 개선되었다고 판단된다. 특히, 본 연구의 불평등 계수 값은 선행연구보다 양성물량은 42.7%, 출하물량 26.7%, 산지 및 도매가격은 7.1% 수준으로 낮아져 개선된 것으로 판단된다.

Table 15. The result of the model predictive power test.

Name of variable	Variables	Theil U1	
		Full sample period	Last 3-years
S_1	Young fish inventory	0.026	0.010
S_2	Below 250 g breeding volume	0.030	0.002
S_3	250 - 500 g breeding volume	0.032	0.002
S_4	500 g - 1 kg breeding volume	0.059	0.003
S_5	Over 1 kg breeding volume	0.071	0.009
Q_1	Below 500 g shipment volume	0.045	0.006
$Q_2 + Q_3$	500 g - 1 kg shipment volume	0.016	0.003
Q_4	Over 1 kg shipment volume	0.011	0.002
FP_1	Below 500 g farm-gate price	0.002	0.001
FP_2	500 - 750 g farm-gate price	0.001	0.001
FP_3	1 kg farm-gate price	0.005	0.001
FP_4	2 kg farm-gate price	0.009	0.001
WHP_1	400 - 500 g wholesale price	0.002	0.001
WHP_2	900 g - 1 kg wholesale price	0.002	0.001
WHP_3	2 kg wholesale price	0.001	0.001
X	Export volume	0.006	0.005
KP_YEN	Osaka in Japan, Sale price (yen/kg)	0.001	0.001

Last 3-years average's period is from 2018 to 2020.

Conclusion

본 연구에서 개발된 광어 수급전망모형은 월별 데이터를 사용한 시뮬레이션이 가능한 월별 수급모형이며, 동태적 생태방정식모형 체계 및 생태학적 및 경제학적 변수 간의 인과관계를 경제이론에 맞게 설명할 수 있는 구조방정식체계로 모형화하였기 때문에 선행연구보다 모형 예측오차를 줄였다는 점에서 의의가 있다. 또한, 자기상관문제를 통상사용하는 GLS방법(AR, MA)을 선택하지 않고, 자기상관구간에 더미변수를 사용하여 자기상관문제를 해결하도록 노력하였다. 이는 구조방정식체계로 모형화하여 변수 간의 인과관계에 집중하였기 때문이다. 모형 예측력 검증결과, 예측변수 모두 Theil U1이 매우 낮게 추정되어 예측력이 우수한 것으로 판단된다. 특히, 최근 3년 간의 예측력은 추정 기간 전체의 예측력보다 높게 나타났다. 본 연구에서의 모형 예측력(불평등 계수)은 선행연구 Cho (2016)의 불평등 계수 값의 약 26.7% 수준으로 상대적으로 우수하며, 모형예측력이 개선되었다고 판단된다.

다만, 월별 시계열 자료를 이용하였기 때문에, 산업/품목 상호간에 생산, 소비 대체로 연결될 수 있는 연립방정식 체계구축에는 한계가 존재한다. 따라서 광어 단일 품목에 국한된 부분균형모형으로 향후, 생산 및 소비대체에 대한 품목 연계 작업이 필요하며, 이러한 품목 확대 작업은 향후 연구과제로 남겨 둔다.

마지막으로 증장기 예측오차 감소 및 개선방향을 제시하고자 한다. 치어입식물량과 양성물량의 단위가 만 마리로 발표되나, 출하량의 단위는 톤으로 발표되어 장기적으로는 동일한 단위로 입식물량과 양성물량, 출하량을 조사하는 것이 모형의 적합성을 높일 수 있다. 출하물량이 기상의 영향을 받을 경우, 출하량에 극심한 up & down 현상이 발생하여, 더미변수를 사용하여 완화하였다. 이러한 문제의 해결방안으로는 기상변화 및 기타요인에 따른 출하물량변화에 대한 요인분석연구가 필요하다. 도매가격은 산지가격의 함수를 이용하여 가격연계함수(price linkage function)로 직접 추정하였고, 데이터 확보의 한계로 유통비용 등 기타 요인은 함수 추정에서는 제외하였다. 향후 유통 비용에 대한 데이터 확보 및 연구가 필요하다.

Conflict of Interests

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Authors Information

Sukho Han, <http://orcid.org/0000-0002-8391-3387>

Sujin Heo, <https://orcid.org/0000-0002-3748-4331>

Namsu Lee, <https://orcid.org/0000-0002-4748-4888>

References

- Ahlburg D. 1984. Forecast evaluation and improvement using Theil's decomposition. *Journal of Forecasting* 3:345-351.
- Cagan P. 1956. The monetary dynamics of hyperinflation. In *Studies in the quantity theory of money* edited by Friedman M. pp. 25-117. University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Cho JH. 2016. Maintenance of the supply and demand forecast model for each major seafood item in 2016. Korea Maritime Institute, Busan, Korea. [in Korean]
- Han SH, Jang HS. 2019. Maintenance of the supply and demand forecast model for each major seafood item in 2018. Korea Maritime Institute, Busan, Korea. [in Korean]
- Han SH, Jang HS. 2020. Maintenance of the supply and demand forecast model for each major seafood item in 2019. Korea Maritime Institute, Busan, Korea. [in Korean]
- Han SH, Seo HS, Youm JW, Kim CH. 2016. A study on development of Korea agricultural simulation model 2015. M137. Korea Rural Economic Institute, Naju, Korea. [in Korean]
- Hong SJ, Han SK, Jang HS. 2020. Analysis on the inhibitory effects of frozen pepper imports from China by tariff-rate quota, a trade policy tool using a structural equation model. *Korean Journal of Agricultural Science* 47:337-347. [in Korean]
- Kim BS. 2014. Maintenance of the supply and demand forecast model for each major seafood item in 2014. Korea Maritime Institute, Busan, Korea. [in Korean]
- KMI (Korea Maritime Institute). 2020. Flatfish monthly outlook report. Korea Maritime Institute, Busan, Korea. [in Korean]
- Nerlove M. 1956. Estimates of the elasticities of supply selected agricultural commodities. *Journal of Farm Economics* 38:496-506.