

## 수산생물방역사업에 대한 경제적 편익의 직접적 효과분석

조미영<sup>1</sup> · 지보영<sup>2</sup> · 박명애<sup>3</sup> · 표희동<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>국립수산과학원 병리연구과

<sup>2</sup>국립수산과학원 수산방역과

<sup>3</sup>국립수산과학원 남동해수산연구소

<sup>4</sup>부경대학교 해양수산경영학과

## Estimating Direct Effects of Economic Benefits on Aquatic Animal Disease Prevention Project in South Korea

Mi Young Cho<sup>1</sup>, Bo Young Jee<sup>2</sup>, Myoungy-Ae Park<sup>3</sup>, Heedong Pyo<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Fisheries Science, Pathology Division, Busan 46083, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Fisheries Science, Aquatic Life Disease Control Division, Busan 46083, Korea

<sup>3</sup>National Institute of Fisheries Science, South Sea Fisheries Research Institute, Busan 46083, Korea

<sup>4</sup>Pukyong National University, Department of Marine and Fisheries Business & Economics, Busan 48513, Korea

### Corresponding Author

Heedong Pyo

Pukyong National University, Department  
of Marine and Fisheries Business &  
Economics, Busan 48513, Korea

E-mail : pyoh@pknu.ac.kr

Received : October 12, 2016

Revised : October 17, 2016

Accepted : October 28, 2016

수산양식어업은 수산생물질병을 어떻게 효과적으로 관리하느냐가 매우 중요하다. 이 논문은 경제적 잉여분석을 이용하여 수산생물질병방역사업에 대한 경제적 편익의 직접적 효과를 추정하는 것이다. 이와 같은 경제적 편익은 수산생물사망 감소율과 수산생물질병감소로 인해 발생하는 소비자잉여와 생산자잉여의 변화 정도를 포함한다. 연구결과 양식되는 넙치, 볼락 및 기타 어류의 생산자잉여에 대한 연간 변화액은 총 23.3억원(각각의 경우 8.7억원, 10.1억원, 4.5억원)이고, 소비자잉여의 연간 변화액은 총 101.5억원(각각의 경우 63.6억원, 18.5억원, 19.4억원)으로 추정되었다. 따라서, 수산생물질병방역사업에 따른 연간 총 경제적 편익은 125억원 수준으로 평가된다.

The success or failure of aquaculture heavily depends on how effectively to manage aquatic animal diseases. The paper is to estimate the direct effects of economic benefits on aquatic animal disease prevention program using economic surplus analysis. The economic benefits include changes in consumer and producer surplus owing to a reduction effect of aquatic animal mortality and the consumption recovery effect. The annual changes in producer surplus for flounder, rockfish and others cultured is estimated as 2.33 billion won totally (0.87 billion won, 1.01 billion won and 0.45 billion won respectively) and the annual changes in consumer surplus 10.15 billion won totally (6.36 billion won, 1.85 billion won and 1.94 billion won respectively). Therefore, total annual economic benefit is 12.5 billion won.

**Keywords:** Aquatic animal disease prevention project(수산생물질병방역사업), Economic benefits(경제적 편익), Changes in producer surplus(생산자잉여 변화), Changes in consumer surplus(소비자잉여 변화)

### 서론

수산생물의 국가적 질병관리제도를 효과적으로 구축하고, 이를 효율적으로 실행 및 운영할 수 있다면 이 제도의 도입에 따른 여러 경제적 효과를 기대할 수 있다. 무엇보다도 양식생산증대 및

비용절감을 통한 시장경쟁력 강화효과(생산자잉여 증가)로서 건강 한 양식종의 생산성 증대로 인한 상대적 비용절감, 양식 질병관리에 투입되는 양식비용절감 및 낮은 보험료와 금융비용 등이 포함된다. 다음으로 어류질병이 발생할 때 감소하였던 어류소비가 회복되는 소비회복효과(소비자잉여 증가)가 있다. 그밖에 수출증대

및 무역관련 제도적 보호력 증대, 양식업 및 어업의 수입조절 능력강화, 양식업에 대한 투자환경 개선, 사업위험요인의 감소 등 다양한 간접적인 효과를 기대할 수 있다.

본 연구에서는 생산자잉여 증가와 소비자잉여 증가를 중심으로 경제적 효과를 추정하는데, 생산자잉여란 생산자가 시장에서 실제로 받은 수입에서 생산비를 공제한 차이를 나타내며, 소비자잉여는 소비자가 높은 가격을 지불하고라도 얻고 싶은 재화의 가격을 그보다 낮은 가격으로 시장에서 구매할 경우 얻는 차이를 일컫는다. 경제적 잉여 또는 사회적 후생은 이와 같은 생산자잉여와 소비자잉여를 합한 개념이다. 한편, 경제적 후생변화는 원래의 후생과 변화된 후생과의 차이를 말한다. 수산생물질병의 발생과 같은 외부적 요인에 의해 공급곡선이나 수요곡선이 이동할 때 생산자잉여와 소비자잉여가 어떻게 변하는가를 분석하는 것이 일종의 후생분석이다(Ott et al., 1995; Forsythe and Corso, 2001).

가축질병(Pritchett et al., 2005; Rich et al., 2005) 또는 수산생물질병(Lillehaug, 1989; Thorarinsson and Powell, 2006)과 관련한 경제적 연구는 질병발생에 따른 직접·간접적 경제영향 또는 피해액을 추정하는 것이다. 종합적으로 검토한 결과 질병발생에 따른 경제적 영향 또는 손실은 크게 방역비용과 질병발생비용으로 구분할 수 있고, 질병발생비용은 직접적 손실과 간접적 손실로 구분할 수 있다. OIE (2007)의 연구결과가 질병발생비용에 대한 포괄적 분류를 나타내고 있다. Thorarinsson and Powell (2006)의 어류생존회복 효과, 항생제 투여비 절감효과, 치어사망감소효과, 살처분비 절감효과 등은 일종의 생산비 절감효과로 생산자잉여감소회복효과나 부가가치 상실회복효과보다 과대평가될 가능성이 있다. 사회적 후생변화효과는 간접적 손실(ripple effects, spill-over effect, wider society)비용절감효과를 반영하지 못하는 단점이 있으며 보다 정확한 경제적 편익을 추정하기 위해선 경제적 모델과 epidemic model을 통합하는 방법이 필요하다.

<sup>1</sup>경제적 후생변화에 대한 이론적 배경과 도출과정에 대한 자세한 내용은 Pyo (2009)를 참고할 수 있음.

<sup>2</sup>총비용함수를 사용할 경우 통계적 유의성을 확보할 수 없을 뿐만 아니라 완전경쟁시장을 가정할 경우 한계비용함수가 공급함수를 대용할 수 있어 자료 중 고정비 항목을 제외한 변동비 항목을 활용함.

<sup>3</sup>1994년 1월부터 2014년 12월까지 5개 주요일간지에 수산생물질병보도 내용횟수를 검색하여 더미변수를 생성함.

<sup>4</sup>AIDS (Almost Ideal Demand System) 모델을 비롯한 선형과 비선형함수형태의 한계비용함수를 추정할 결과 통계적 유의성을 확보하기 어려웠다. 특히 납치의 경우 납치가격의 종속변수의 경우 이론적 타당성을 확보할 수 없어 이를 제외함. 납치의 회귀식 추정에서 결정계수( $R^2$ )값이 너무 낮고, 자기상관문제가 발생하여 Cochran-Orcutt 절차에 의한 수정을 시도하였지만 수정 후 회귀식의 부호가 이론적 타당성과 합치하지 않기 때문에 원래의 회귀식을 활용함.

<sup>5</sup>추정된 수요함수의 결정계수는 낮은 편이지만, 각 독립변수에 대한 통계적 유의성은 5% 이내에서 확보할 수 있음.

## 재료 및 방법

수산생물방역사업의 경제적 편익은 일반적으로 경제적 후생변화, 즉 소비자와 생산자의 잉여변화를 통해서 추정될 수 있다. 이와 같은 경제적 잉여는 수요함수와 공급함수를 추정함으로써 측정할 수 있는데, 수산물의 수요함수와 공급함수는 그 자체가 지니는 여러 가지 특수성과 수급 및 유통에 따른 차이점 등으로 인하여 공산품의 것들과 상당한 차이점을 나타내고 있다. 뿐만 아니라 수산물의 수급함수는 어류질병에 의해서도 크게 영향을 받는다. 수산생물의 질병에 따른 폐사율 및 감염률은 일종의 기술수준과 생산요소의 가격에 영향을 주는 요인으로 공급곡선 자체를 이동시키고, 이는 소비자의 선호에도 영향을 미쳐 수요곡선 자체를 이동시킬 수 있다.<sup>1</sup>

### 1. 양식어류의 공급 및 수요함수 추정

통계자료의 한계로 인해 본 논문에서는 어류질병방역의 대표적인 어종인 양식 납치와 조피볼락에 대한 한계비용함수를 추정하였다. 종속변수의 한계비용은 양식비용 중 종묘비, 사료비 및 인건비와 같은 변동비 성격의 비용을 활용하였고,<sup>2</sup> 이와 같은 변동비는 생산량, 가격 및 어류질병정보<sup>3</sup>(더미변수)와 같은 독립변수의 영향을 받는 것으로 가정하였다. 양식비용자료는 수협 수산경제연구원의 양식어업경영조사자료를 활용하였다. 모든 자료는 2009년에서 2014년의 월별 자료를 활용하였으며, 수산경제연구원의 연도별 양식비용자료는 월별 생산량 기준에 의해 배분하였다. 적합한 한계비용함수형태를 결정하기 위하여 여러 함수형태에 의한 회귀식을 시도한 결과<sup>4</sup> 다음과 같은 한계비용함수를 도출하였다.

<납치>

$$MC1 = 5371.144 + 1254.419FD + 0.98261Ftq1$$

$$(0.000)^{***} \quad (0.068)^* \quad (0.003)^{***}$$

$$[R^2 = 0.085 \quad DW = 0.42 \quad Mean \ VIF = 1.09]$$

<조피볼락>

$$MC2 = 1159.966 + 581.6534FD + 2.19074Ftq2 + 0.161Fp2$$

$$(0.303) \quad (0.103)^* \quad (0.000)^{***} \quad (0.140)$$

$$[R^2 = 0.5955 \quad DW = 1.11 \quad Mean \ VIF = 1.19]$$

여기서,  $MC1$ = 납치의 한계비용변수,  $MC2$ = 조피볼락의 한계비용,  $FD$ = 양식어류질병더미변수,  $Ftq1$ = 납치의 생산량,  $Ftq2$ = 조피볼락의 생산량,  $Fp2$ = 조피볼락의 출하가격, ( ) =  $p$ -value

한편, 2009년 1월부터 2014년 12월까지의 월별 시계열자료를 활용하여 추정된 선형수요함수<sup>5</sup>는 다음과 같다.

<넙치>

$$ftq1 = 4838.313 - 602.9141FD - 0.1445Fp1$$

(0.000)\*\*\* (0.001)\*\*\* (0.002)\*\*\*  
 [R<sup>2</sup>=0.1568 DW=1.13 Mean VIF=1.00]

<조피볼락>

$$ftq2 = 3125.607 - 407.9017FD - 0.1264Fp2$$

(0.000)\*\*\* (0.012)\*\* (0.029)\*\*  
 [R<sup>2</sup>=0.1129 DW=1.14 Mean VIF=1.12]

### 결과 및 고찰

경제적 편익은 크게 직접편익(direct benefits)과 간접편익(indirect benefits)으로 구분하거나 계량화할 수 있는 유형적 편익(tangible benefits)과 계량화할 수 없는 무형적 편익(intangible benefits)으로 구분할 수 있다. 직접편익은 일종의 사용자편익으로서 수산생물방역사업을 수행함으로써 방역으로 인해 직접적인 혜택을 볼 수 있는 양식생산자 또는 양식어류소비자에게서 발생하는 편익이라고 할 수 있고, 간접편익은 수산생물방역사업의 목적과 관계없는 산업 전반에 미치는 파급효과로 일종의 산업연관유발효과(생산유발효과, 고용유발효과 등)라고 할 수 있다.

먼저 어류질병의 유무에 따른 경제적 잉여변화를 추정하기 위하여 추정된 공급 및 수요함수를 이용하여 각각의 y-절편, 균형가격 및 균형수량을 도출하고, 이를 이용하여 소비자잉여와 생산

자잉여를 도출한다. 다시 말해서, 직접편익 중 생산자잉여변화는 어류질병이 발생하지 않을 경우의 월간 생산자잉여(PS)와 어류질병이 발생한 경우의 월간 생산자잉여(PS')를 양식어류별로 도출하고, 이 양자간의 차이인 양식어류질병의 유무에 따른 월간 생산자잉여변화(dPS=PS-PS')를 추정하였다. 마지막으로 수산생물방역사업의 유무에 따른 연간 생산자잉여변화는 월간 생산자잉여변화(dPS)에 연간 어류질병발생기간(4월)과 수산생물방역사업으로 인한 질병 폐사율의 목표감소비율(10%)을 고려하여 산출하였다. (Table 1)에 나타난 바와 같이 넙치, 조피볼락 및 기타어류의 연간 생산자잉여변화는 각각 8.7억원, 10.1억원 및 4.5억원으로 연간 총 생산자잉여변화는 23.3억원으로 추산되었다.

직접편익 중 소비자잉여변화는 어류질병이 발생하지 않을 경우의 월간 소비자잉여(CS)와 어류질병이 발생한 경우의 월간 소비자잉여(CS')를 양식어류별로 도출하고, 이 양자간의 차이인 양식어류질병의 유무에 따른 월간 소비자잉여변화(dCS=CS-CS')를 추정한다. 마지막으로 수산생물방역사업의 유무에 따른 연간 소비자잉여변화는 월간 소비자잉여변화(dPS)에 연간 어류질병발생기간(4월)과 수산생물방역사업으로 인한 질병 폐사율의 목표감소비율(10%)을 고려하여 산출한다. (Table 2)에 나타난 바와 같이 넙치, 조피볼락 및 기타어류의 연간 소비자잉여변화는 각각 63.6억원, 18.5억원 및 19.4억원으로 연간 총 소비자잉여변화는 101.5억원으로 추산되었다.

이와 같이 연간 생산자잉여변화와 소비자잉여변화를 합친 연간 총 경제적 잉여변화는 125억원 수준을 나타내고 있다.

**Table 1.** Annual change in producer surplus

(unit: thousand won, tons)

Items	Flounder	Rockfish	Others	Total
Producer surplus per month without disease	6,325,477	5,244,469	2,737,702	14,307,647
Producer surplus per month with disease	4,143,900	2,708,371	1,621,397	8,473,668
Change in producer surplus per month	2,181,577	2,536,097	1,116,305	5,833,979
Change in producer surplus per year	872,631	1,014,439	446,522	2,333,591

**Table 2.** Annual change in consumer surplus

(unit: thousand won, tons)

Items	Flounder	Rockfish	Others	Total
Consumer surplus per month without disease	46,107,173	18,337,303	15,248,972	79,693,447
Consumer surplus per month with disease	30,206,850	13,716,191	10,393,152	54,316,193
Change in consumer surplus per month	15,900,323	4,621,112	4,855,820	25,377,254
Change in consumer surplus per year	6,360,129	1,848,445	1,942,328	10,150,902

수서라는 독특한 환경에서 어패류인 수산생물이 지나는 대부분의 질병은 개체간 빠른 전염과 대량폐사 그리고 확산이라는 특징을 가지고 있다. 따라서 한번 수산생물의 전염병이 발생하면 그로부터 초래되는 국가 사회적인 손실은 크게 된다. 어패류 수산생물 개체 치료의 어려움, 다른 어종간의 높은 교차 감염, 어장의 복원지연, 환경오염, 계절적으로 특정 기간에만 공급되는 치어확보 등의 문제점으로 빠른 검역체계와 질병의 유무판단 시스템이 요구된다.

수산생물방역사업의 직접편익은 일종의 사용자편익으로서 수산생물방역사업을 수행함으로써 방역으로 인해 직접적인 혜택을 볼 수 있는 양식생산자 또는 양식어류소비자에게서 발생하는 편익이라고 할 수 있다. 넙치, 조피볼락 및 기타어류의 연간 생산자잉여변화는 각각 8.7억원, 10.1억원 및 4.5억원으로 연간 총 생산자잉여변화는 23.3억원으로 추산되었고, 연간 소비자잉여변화는 각각 63.6억원, 18.5억원 및 19.4억원으로 연간 총 소비자잉여변화는 101.5억원으로 추산되어, 연간 생산자잉여변화와 소비자잉여변화를 합친 연간 총 경제적 잉여변화는 125억원 수준을 나타내고 있다. 이와 같은 수산생물방역사업에 따른 직접적 경제편익은 수산생물방역사업의 경제적 타당성분석을 하는데 있어서 경제적 편익으로 활용할 수 있을 것이다.

## 사 사

이 논문은 국립수산과학원 수산과학연구비(R2016069)에 의해 수행된 연구임.

## 참고문헌

Forsythe KW, Corso B. 1994. Welfare effects of the national pseu-

dorabies eradication program: comment. *American J Agricultural Economics* 76: 968-971.

Lillehaug A. 1989. A Cost-Effectiveness Study of Three Different Method of Vaccination against Vibriosis in Salmonids. *Aquaculture* 83: 227-236.

OIE (The World Organization for Animal Health). 2007. Prevention and control of animal diseases worldwide: economic analysis-prevention versus outbreak costs. pp 66-94.

Ott SL, Seitzinger AH, William DH. 1995. Measuring the National Economic Benefits of Reducing Livestock Mortality. *Preventive Veterinary Medicine* 24: 203-211.

Pritchett J, Thilmany D, Johnson K. 2005. Animal Disease Economic Impacts: A Survey of Literature and Typology of Research Approaches. *International Food and Agribusiness Management Review* 8: 23-45.

Pyo HD. 2009. Analyzing recovered effects of marine contaminated sediment cleanup project on fisheries resources. *J. Fisheries Business Administration* 40: 29-49.

Rich KM, Winter-Nelson A, Miller GY. 2005. Enhancing Economic Models for the Analysis of Animal Disease. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 24: 847-856.

Rich KM, Winter-Nelson A, Miller GY. 2005. A Review of Economic Tools for the Assessment of Animal Disease Outbreaks. *Rev Sci Tech Off Int Epiz* 24: 833-845.

Thorarinsson R, Powell DB. 2006. Effects of Disease Risk, Vaccine Efficacy, and Market Price on the Economics of Fish Vaccination. *Aquaculture* 256: 42-49.