

# 불완전 어업관리의 합리적 관리수단 및 규제수준의 결정에 관한 경제학적 분석

이상고 \* · 김도훈\*\*

## The Economic Analysis of the Determination of Optimal Management Measures and Level of Control in Fisheries Management

Lee, Sang-Go · Kim, Do-Hoon

### < 목 차 >

I. 서론	IV. 불완전 어업관리의 합리적 수단과 규제 수준의 결정
II. 불완전 어업관리의 어업생산과 관리비용	V. 요약 및 결론
1. 어업관리 및 규제에서 어업생산	참고문헌
2. 불완전 어업관리와 할당량 어업	Abstract
3. 불완전 어업관리와 관리 및 규제비용	
III. 불완전 어업관리에 대응한 합리적 관리 및 규제정책	

### I. 서론

전통적인 수산자원경제학에 있어서 어업관리에 대한 연구는 Gordon (1954)이 설명한 바와 같이<sup>1)</sup>, 자유어업 하에 있어서 어업의 비효율성을 지적하고, 경제적으로 효율적인 어업을 위한 합리적인 어업관리방안을 도모하는데 그 초점이 모아져 왔다. 따라서 어업관리수단의 효과에 대한 분석에 있어서 그것이 얼마나 어업에 경제적인 이익(지대)을 증대시키느냐에 따라 합리적인 관리수단으로써 평가되어졌다.

그러나 어업관리에 있어서 관리규제체계가 연구에서 제외되어져 왔으며, 더욱이 이러한 관리체계에 대한 관리비용적인 측면은 고려되지 않았다.<sup>2)</sup> 또한 어업관리의 법적 규제에 대한 행동도 제외되어 왔다. 즉, 어업관리수단을 평가함에 있어서 어업의 관리규제체

접수 : 2002년 8월 26일      게재확정 : 2002년 10월 21일

\* 부경대학교 수산과학대학 해양산업정책학부 교수

\*\* 미국 델라웨어대학 해양정책학과 박사과정(수산자원경제학 및 해양정책전공)

1) Gordon, H. S. "The Economic Theory of a Common Property Resource: The Fishery," *Journal of Political Economy*, Vol 62, 1954. pp. 124-142.

2) Lee G. Anderson and Dwight R. Lee, "Optimal Governing Instrument, Operation Level, and Enforcement in Natural Resources Regulation: The Case of the Fishery", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol 68, No 3, 1986. pp.678-679.

계는 완전한 어업관리규제<sup>3)</sup>로써 가정되어졌고, 어업자의 법적 규제에 대한 행위도 규제를 완전히 준수하는 것으로 가정되어졌다.

물론, 어업의 관리규제체계에 대한 것을 관리규제정책의 실행단계에서 다루어질 성질의 것으로 이해한다면, 이러한 관리규제체계는 어업관리수단의 평가에 있어서 별도로 고려되어야 할 것이다. 그러나 어업관리목표에 따른 어업관리수단에 의한 어업자의 행동변화를 규제하기 위해서는 어업관리규제비용(implementation costs and enforcement costs)이 들게 되고, 이러한 어업관리규제비용은 관리수단의 성격과 내용, 규제능력의 범위, 그리고 어업자의 회피행동에 따라 달라진다. 이러한 비용변화에 따라서 어업관리에 있어서의 관리수단 및 규제수준도 달라지게 된다.

그리고 어업환경의 변화 속에서 새로운 어업관리정책을 고려함에 있어서 정책수단선택에 대한 하나의 기준으로써 관리어업으로부터 발생할 사회의 경제적인 이익(지대)을 고려한다. 그러면 어업관리규제의 의해 발생하는 관리규제비용이나, 어업자의 규제에 대한 행동을 고려함으로써 보다 나은 어업관리정책과 이를 수행하는 합리적인 어업관리 규제수단을 평가하는데 유용할 것이다.

본 연구는 기존 수산자원경제학 연구를 확장하여 합리적인 관리수단 및 통제수준의 결정을 위한 보다 현실적인 불완전한 어업관리 그리고 어업자의 관리규제에 대한 행동변화(규제회피행동)를 분석하고자 한다. 이러한 분석은 첫째, 불완전한 어업관리규제에서의 자원량 및 어획량의 변화를 일반적으로 가정할 수 있는 완전한 어업관리와 비교함으로써 관리비용·불완전규제 하에서의 어업생산에 있어서 어떠한 특성이 있는지 알아본다. 둘째, 이같은 특성이 합리적 자원량 수준에 어떠한 변화를 주고 있는지 알아본다. 마지막으로 이들 분석을 바탕으로 합리적인 어업관리수단 및 규제수준의 선택은 어떻게 평가되어야 하는가에 대해서 논리적인 결론을 도출한다.

## II. 불완전 어업관리의 어업생산과 관리비용

### 1. 어업관리 및 규제에서 어업생산

수산자원경제학에서 일반적으로 개별어업자의 이익함수는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\pi = p \cdot h(e, X) - C(e) \dots\dots\dots (1)$$

3) 논문전개와 서술상의 편의를 위하여 본 연구논문에서는 어업관리에 있어서 관리규제기관(감시·감독기관)이 사용하는 비용을 “관리규제비용”이라 하고, 어업자의 어업행동을 완전하게 규제하는 것을 “완전규제”라는 용어로 사용하였다. 이에 따라서 “무비용적(costless)·완전규제(perfect)”는 관리규제기관의 어업관리규제비용이 전혀 없으면서 어업자의 어업행동을 완전 규제하는 것을 의미하고, “비용적(costly)·불완전규제(imperfect)”는 어업관리규제비용이 들면서 어업자의 어업규제에 대한 어업행동을 완전하게 규제하지는 못함을 의미한다.

여기서  $p$ 는 생산어종의 시장가격,  $h(e, X)$ 는 개별어업자의 어획노력량 수준과 자원량 수준에 따른 생산함수, 그리고  $C(e)$ 는 어획노력량 수준에 따른 어업비용함수를 의미한다.

식 (1)의 함수로부터 어업이익을 극대화하는 합리적인 어획노력량 수준( $e^*$ )은 식 (2)를 영으로 하는 어획노력량 수준에서 결정된다(여기서  $h_e, C_e$ 는 각각 어업생산함수와 비용함수에 대한 어획노력량 수준의 일차미분을 의미한다).

$$\frac{\partial \pi}{\partial e} = p \cdot h_e - C_e \dots\dots\dots (2)$$

그리고 통제어업 하에서의 개별어업자의 어업이익함수는 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\pi = p \cdot h^{REG}(e, X) - C(e) \dots\dots\dots (3)$$

여기서도 역시  $p$ 는 생산어종의 시장가격,  $h^{REG}(e, X)$ 는 어업관리통제 하에서의 개별어업자의 어획노력량 수준과 자원량 수준에 따른 생산함수, 그리고  $C(e)$ 는 어획노력량 수준에 따른 어업비용함수를 의미한다. 식 (3)으로부터의 합리적 어획노력량 수준( $e^{**}$ )도 식 (4)를 영으로 하는 어획노력량 수준에서 결정된다.

$$\frac{\partial \pi}{\partial e} = p \cdot h^{REG}_e - C_e \dots\dots\dots (4)$$

자유어업에 있어서의 어획노력량 수준( $e^{OA}$ )은 식 (1)의 어업이익함수가 영이 되는 어획노력량 수준에서 이루어진다. 즉, 자유어업 하에서 어업자는 어업이익이 영이 될 때까지 어업을 행하기 때문에 어획노력량 수준  $e^{OA}$ 는  $e^*$ 보다 큰 수준에서 결정된다 ( $e^{OA} > e^*$ ). 그리고  $e^{**}$ 은 통제된 자원량 수준과 어획노력량 수준에서 이루어지므로,  $e^{**}$ 은  $e^*$ 보다 낮은 수준에서 결정된다. 따라서, 전체적인 어획노력량 수준은  $e^{OA} > e^* > e^{**}$ 이다.

불완전한 어업관리규제에서는 어업자는 규제 어획량 수준, 규제회피에 대한 감시·감독 기관에 의한 적발가능성, 적발된 규제회피에 대한 벌금의 수준에서 어업이익을 극대화하려고 하므로<sup>4)</sup> 개별어업자의 어업이익함수는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\pi = \rho [p \cdot h(e, X) - C(e) - f\{h(e, X) - h^{REG}(e, X)\}] + (1 - \rho) [p \cdot h(e, X) - C(e)] \dots\dots\dots (5)$$

여기서  $\rho$ 는 감시·감독기관에 의해 적발될 가능성(the probability of being detected),  $p, h(e, X)$ 는 앞서 설명한 바와 같이, 각각 생산어종의 시장가격, 생산함수를 의미한다. 여기서의 비용함수,  $C(e)$ 는 단순히 어업비용만을 의미하는 것이 아니라, 어업자의 어업규제에 따른 규제순응비용(compliance costs,  $C_{cc}$ )<sup>5)</sup>과 어업규제 회피비용

4) Jon G. Sutinen, Alison Rieser, and John R. Gauvin, "Measuring and Explaining Noncompliance in Federally Managed Fisheries", *Ocean Development and International Law*, Vol 12, 1990. p. 338.

5) 어업자의 규제순응비용(compliance costs)은 어업자들이 어업규제에 맞도록 어업행동을 바꾸는데 드는 초기비용이다. 예를 들어, 어구제한규제의 경우, 새로운 어구의 구입이나, 어구의 변경 등에 드는 비용, 그리고 어업금지구역규제로 인한 어획대상어종의 변경에 따른 비용 등을 말한다.

(avoidance costs,  $C_{ac}$ )<sup>6)</sup>을 포함한 비용이다.  $f$ 는 규제 어획량 이상의 어획량에 대한 벌금의 수준, 그리고  $h^{REG}(e, X)$ 은 규제 어획량 수준을 나타낸다.<sup>7)</sup>

이 모델 하에서의 합리적인 개별어업자의 어획노력량 수준( $e^{**}$ )은 생산어종의 시장가격, 비용, 자원량 수준, 벌금의 수준, 그리고 적발될 가능성에 따라서 정해지고, 식 (6)과 <그림 1>에서와 같이, 어획노력량 수준에 따른 한계어업이익과 어업규제에 대한 한계벌금수준이 같아지는 점에서 결정된다.

$$\frac{\partial \pi}{\partial e} = \rho [p \cdot h_e - C_e - f(h_e - h_e^{REG})] + (1-\rho)[p \cdot h_e - C_e] = 0$$

$$\Rightarrow p \cdot h_e - C_e = \rho \cdot f(h_e - h_e^{REG}) \dots\dots\dots (6)$$

<그림 1>에서 보는 것과 같이, 만약 어획노력량 수준에 따른 한계벌금수준이 한계어업이익수준보다 낮게 되면, 어업자들은 어업규제 회피행동을 통해 어획노력량 수준을 증가시키게 되어, 한계벌금수준과 한계어업 이익수준이 같아지는 점에서 어획노력량 수준을 정하게 된다. 한계벌금수준이 상승하여 한계어업이익과 일치하는 어획노력량 수준이  $e^{**}$  이하로 되면, 어업자들은 어획노력량 수준,  $e^{**}$ 에서 어업을 행하게 된다.

그리고 식으로부터 규제범위(적발될 가능성)에 따른 어획노력량 수준은 다음과 같다.

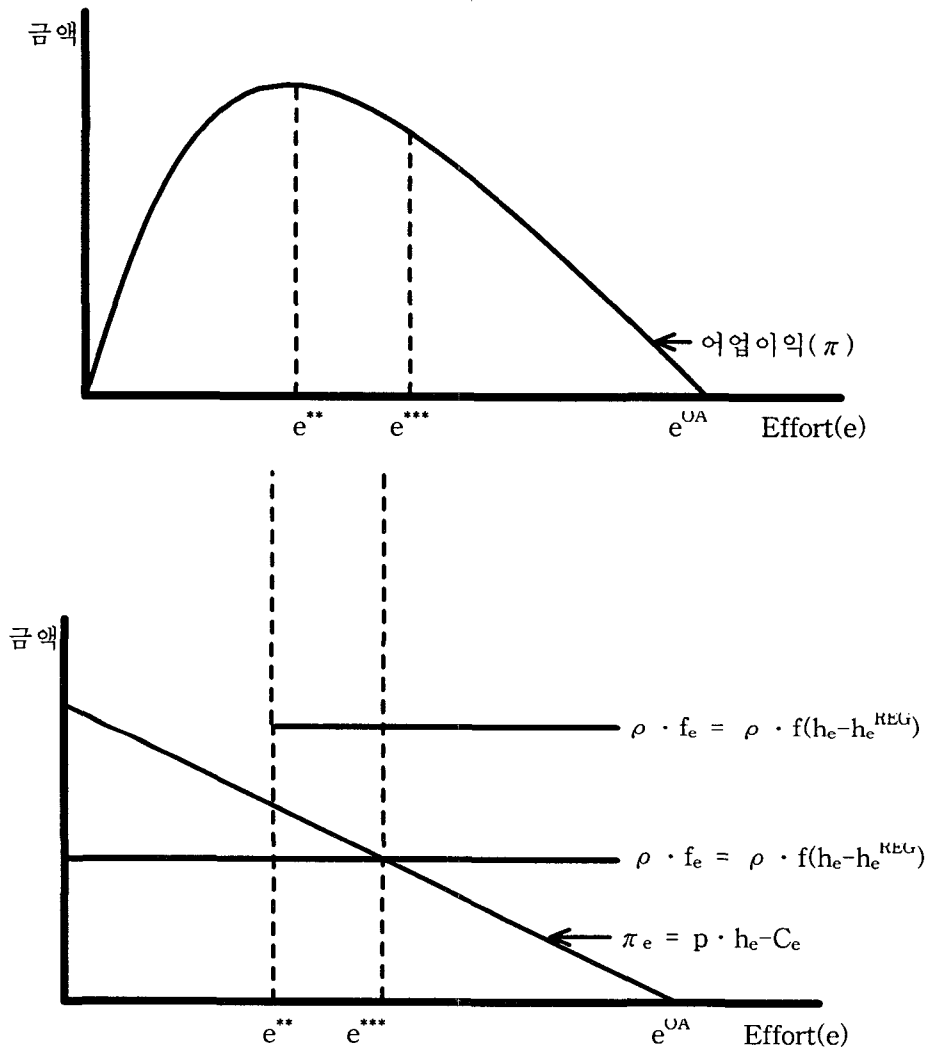
$$\frac{\partial e}{\partial \rho} < 0, \text{ 이에 따른 } \frac{\partial h(e, X)}{\partial \rho} < 0.$$

$$\text{그리고, } \frac{\partial e}{\partial X} > 0, \frac{\partial h(e, X)}{\partial X} > 0.$$

개별어업자들이 동질적이라고 가정한다면, 총어업자(산업)의 총어획노력량( $E$ )은 개별어업자의 어획노력량 수준의 합인  $E = \sum_{i=1}^N e_i$ 로 되고, 총어획함수( $H$ )는  $H = H(E, X)$ 로 나타낼 수 있다.

6) 어업규제 회피비용(avoidance costs)은 어업자가 어업규제를 피해 불법행위를 하는데 혹은 어업규제에 순응하는 것처럼 보이기 위해 사용하는 비용이다. 예를 들어, 망목 사이즈 규제에 대해서 어업자가 두 가지 종류의 다른 사이즈 그물을 사용한다든지, 혹은 어획노력량 수준을 증가시켜 어획을 증가한다든지, 또는 조업할당량 규제를 속이기 위해 어획량의 일부를 다른 항구에 하역한다든지 아님 다른 어선에 적재할 때 드는 비용이다.

7) Anderson (1986)과 Milliman (1986)의 연구에서는 어업의 법적 통제 하에 있어서의 어업자의 어업이익 함수를 가정함에 있어서, 어업의 법적 규제 회피행동(Avoidance Activities)을 일반어업행동과 다른 함수의 변수로 하고, 적발될 가능성을 모델에서 가정하고 있지 않다. 그리고 Sutinen과 Anderson (1985)의 연구에서는 어업자의 이익함수에서 적발될 가능성을 고려하고 있지만, 어획량 변수로 모델에 대한 분석을 행함으로써 규제의 회피행동(어획노력량 수준의 변화와 이에 따른 어업규제 회피비용의 변화)에 대해서는 설명을 하고 있지 못하다. 어업자의 어업규제 회피행동은 어업규제 능력과 범위에 따른 적발될 가능성에 따라서 조업수준을 달리하게 되고, 불법조업 등의 어획노력량 수준의 변화로 이루어지는 것이므로 어획노력량 수준( $e$ )에 의해 설명이 가능하다. 본 연구에서는 이를 바탕으로 적발될 가능성, 어업규제 회피행동(어업규제 회피비용)을 고려하는 개별어업자의 어획노력량 수준을 중심으로 어업자의 어업이익함수모델을 고려하였다.



〈그림 1〉 합리적인 개별어업자의 어획노력량 수준

## 2. 불완전 어업관리와 할당량 어업

앞서 분석한 불완전한 어업관리규제에서 어업자의 어업생산을 구체적으로 분석하기 위해 어업관리규제에 따른 어업자의 어업생산변화를 보다 잘 설명할 수 있는 일일할당량 제한어업을 예로 들어 살펴보고자 한다. 일일할당량 규제는 총허용어획량(Total Allowable Catch, TAC)의 단점을 보완하는 이점으로 인하여 최근 미국 어업관리위원회의 어업관리정책 속에서 널리 활용되어지고 있다<sup>8)</sup>. 즉, 총어획량 규제의 경우 어획경쟁

8) Scott R. Steinback and Eric M. Thunberg, "A Method for Analyzing Trip Limits in Northeast Fisheries: A Case Study of the Spiny Dogfish Fishery", Northeast Fisheries Science Center Reference Document 00-06, 2000. pp. 1-3.

으로 인하여 어업일수가 단기적으로 행해져 시장가격의 하락에 따른 어업자의 수입감소, 어구어선의 비효율성 등의 어업에 있어서의 경제적인 비효율성을 야기하는데, 일일할당량 규제의 경우, 연중조업이 가능하게 되어 시장가격의 안정, 연중조업에 따른 효율적인 어업생산의 가능성 증가에 따라 경제적인 비효율성을 줄일 수 있다. 하지만, 어업의 관리 통제수준과 어업자들의 규제에 대한 대응에 따라 그 관리효과가 달리 나타나므로 불완전한 어업관리규제에서의 어업생산모델을 분석하는데 아주 적합한 어업관리 규제수단이다.

보다 구체적인 분석을 위하여 식 (7)에서 보는 바와 같이, 개별어업자의 생산함수는 일반적인 쉐퍼(Schaefer) 생산함수로 가정하였고, 비용함수<sup>9)</sup>는 2차 함수형태로 가정을 하였다.

$$h(e, X) = q \cdot e \cdot X \dots\dots\dots (7)$$

$$C(e) = a + b \cdot e + c \cdot e^2$$

그리고 일일할당량(L<sub>D</sub>)은 식 (8)과 같이 총허용어획량(TAC)와 어선척수(N), 어업기간에 있는 어선의 출어횟수(T), 그리고 출어당 조업일수 (d)에 따라 결정된다.

$$\text{일일할당량 } (L_D) = \frac{TAC}{N \cdot T \cdot d} \dots\dots\dots (8)$$

우선, 일일할당량 어업의 완전한 어업관리규제에서 출어당 개별어업자의 어업이익함수는 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\pi = p \cdot e \cdot L_D - (a + b \cdot e + c \cdot e^2) \dots\dots\dots (9)$$

만약,

$$L_D > q \cdot X \Rightarrow h(e, X) = q \cdot e \cdot X$$

$$L_D < q \cdot X \Rightarrow h(e, X) = e \cdot L_D^{10)}$$

이 식에서 어업이익을 극대화하는 개별어업자의 어획노력량 수준(e\*\*)는 식 (10)을 영으로 하는 어획노력량 수준에서 결정된다.

$$\frac{\partial \pi}{\partial e} = p \cdot L_D - (b + 2 \cdot c \cdot e) \dots\dots\dots (10)$$

$$e^{**} = \frac{p \cdot L_D - b}{2 \cdot c}$$

9) 여기서의 비용함수(C(e)), 역시 어획노력량 수준에 따른 어업비용(fishing cost, C<sub>fc</sub>), 어업규제 순응비용(compliance cost, C<sub>cc</sub>), 그리고 어업규제 회피비용(avoidance cost, C<sub>ac</sub>)을 포함한 비용함수이다.

10) 일반적으로 L<sub>D</sub> < q · X이고, 본 연구에서도 일일할당량 어업의 효과를 살펴보기 위한 것이므로 이를 전제로 하여 분석을 진행한다.

불완전 어업관리의 합리적 관리수단 및 규제수준의 결정에 관한 경제학적 분석

불완전한 어업관리규제에서의 출어당 개별어업자의 이익함수는 식 (11)의 형태로 나타낼 수 있다.

$$\pi = \rho [ \{ p \cdot q \cdot e \cdot X - (a + b \cdot e + c \cdot e^2) - f(q \cdot e \cdot X - L_D \cdot e) \} + (1 - \rho) [ \{ p \cdot q \cdot e \cdot X - (a + b \cdot e + c \cdot e^2) \} ] \dots\dots\dots (11)$$

여기서,  $\rho$ 는, 앞서 설명한 바와 같이, 적발될 가능성, 그리고  $f$ 는 규제 어획량(여기서는 일일할당량) 이상이 적발되었을 때 지불해야하는 벌금의 수준이다.

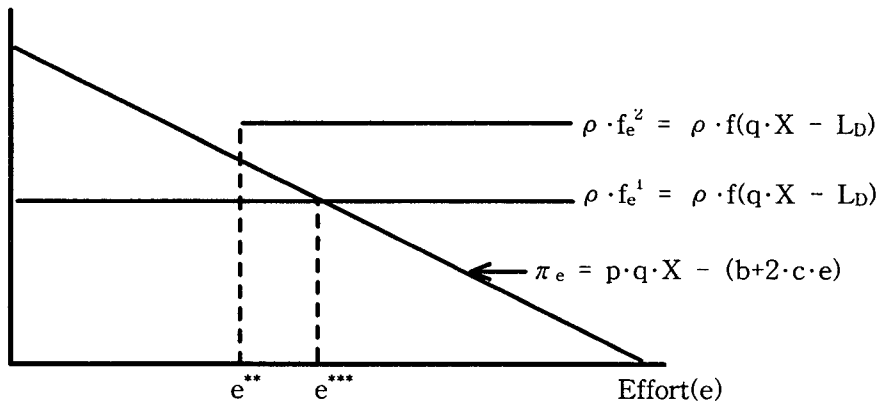
식 (11)에서 개별어업자의 합리적인 어획노력량 수준( $e^{***}$ )은 식 (12)와 <그림 2>에서와 같이, 어획노력량 수준에 따른 한계어업이익과 한계벌금의 수준이 같아지는 점에서 결정된다.

$$\frac{\partial \pi}{\partial e} = \rho [ p \cdot q \cdot X - (b + 2 \cdot c \cdot e) - f(q \cdot X - L_D) ] + (1 - \rho) [ p \cdot q \cdot X - (b + 2 \cdot c \cdot e) ] = 0$$

$$\Rightarrow p \cdot q \cdot X - (b + 2 \cdot c \cdot e) = \rho \cdot f(q \cdot X - L_D) \dots\dots\dots (12)$$

따라서, 개별어업자의 합리적인 어획노력량 수준( $e^{***}$ )은 식 (13)과 같다.

$$e^{***} = \frac{p \cdot q \cdot X - \rho \cdot f \cdot (q \cdot X - L_D) - b}{2 \cdot c} \dots\dots\dots (13)$$



<그림 2> 일일할당량 어업에서의 합리적인 어획노력량 수준

여기서 한계어업이익( $\pi_e$ )이 한계벌금수준( $\rho \cdot f_e^1$ )과 만난다면, 개별어업자의 어획노력량 수준은  $e^{***}$ 수준에서 결정되고, 한계어업이익( $\pi_e$ )이 한계벌금수준( $\rho \cdot f_e^2$ )과 만난다면, 개별어업자의 어획노력량 수준은  $e^{**}$ 수준에서 결정된다.

<그림 2>에서 보는 바와 같이, 어획노력량 수준에 따른 한계어업이익은 어획노력량 수준이 증가할수록 감소하고, 한계벌금의 수준은 벌금수준( $f$ )이 증가할수록, 그리고 적발될 가능성( $\rho$ )이 높아질수록 증가한다.

즉,

$$\frac{\partial e^{***}}{\partial \rho} < 0^{11)}, \quad \frac{\partial h(e^{***}, X)}{\partial \rho} < 0.$$

그리고,

$$\frac{\partial e^{***}}{\partial X} > 0, \quad \frac{\partial h(e^{***}, X)}{\partial X} > 0.$$

### 3. 불완전 어업관리와 관리 및 규제 비용

어업관리 감시·감독기관이 어업의 법적 규제를 행함에 있어서는 관리규제비용이 들게 된다. 감시·감독기관이 사용하는 기본적인 관리규제비용으로는 우선 초기 관리규제비용을 들 수 있는데, 이것은 관리규제수단의 선택과 활용을 위한 비용으로써 관리규제기관의 설립에 관한 비용, 직원의 선택과 직무훈련에 관한 비용 등이다. 다음으로 감시·감독 비용이 드는데, 이것은 어업관리수단에 따라 어업자들의 어업활동을 감시하고 통제, 감독하는데 소요되는 비용이다. 즉, 감시선의 사용, 감시용 헬기의 사용, 항구에서의 조사원의 감시활동 등 감시, 통제, 감독의 활동에 직접적으로 사용되는 비용이다.

불법으로 어업관리규제 회피행동을 행하는 어업자를 적발하는 가능성은 이러한 감시 및 통제수단과 그 활용에 달려있다. 즉, 감시선 및 감시원의 증대, 감시·감독활동의 시간과 범위의 증대 등의 어업관리규제비용을 늘림으로써 불법 회피어업에 대한 적발가능성은 높아진다. 일반적으로 이러한 감시·감독의 활동을 통한 적발가능성은 어업관리 감시·감독기관의 수, 감시·감독의 시간, 감시장비의 수 등에 따라 직접적으로 연관된다.<sup>12)</sup>

이러한 어업관리 감시·감독기관의 어업관리규제비용( $EC$ )을 함수의 형태로 나타내면, 감시·감독을 위한 통제수단( $K$ ), 즉 감시선, 감시헬기, 감시원 등의 사용에 대한 가변비용( $C^M$ )과 관리규제기관의 설립, 감시자의 교육훈련 및 제반관리비용에 대한 고정비용( $FC_{EC}$ )의 합으로 식 (14)와 같이 나타낼 수 있다.

11)  $\partial e^{**}/\partial \rho = -f(q \cdot X - L_D)/(2 \cdot c) < 0$  ( $\because c > 0, q \cdot X > L_D$ ).

12) Sutinen, Rieser, and Gauvin, "Measuring and Explaining Noncompliance in Federally Managed Fisheries", *Ocean Development and International Law*, Vol 21, 1990. p. 339.



$$\text{어업관리규제비용(EC)} = K \cdot C^M + FC_{EC} \dots\dots\dots (14)$$

그리고 앞서 설명한 것과 같이, 적발가능성,  $\rho$ 는  $\rho(EC)$ 의 함수형태로 나타낼 수 있고, 규제수단에 대한 관계로부터,

$$\frac{\partial \rho}{\partial K} > 0$$

또한  $\rho(E, X)$ 의 함수로부터,

$$\frac{\partial e}{\partial \rho} < 0, \quad \frac{\partial h(e, X)}{\partial \rho} < 0.$$

$$\text{그리고 } \frac{\partial \rho}{\partial X} > 0^{13)} \dots\dots\dots (15)$$

### III. 불완전 어업관리에 대응한 합리적 어업관리 및 규제정책

합리적인 어업관리규제정책을 수립함에 있어서는 시간이 지남에 따른 관리어업으로부터 사회에 있어서의 경제적인 이익(지대)을 극대화할 수 있는 어업정책수단을 강구하는 것이 중요하다. 즉, 다양한 정책평가 기준으로부터 합리적인 어업관리수단을 평가하여 선택할 수 있지만, 어업관리목표에 대한 경제학적 측면에서 고려한다면, 어업관리로부터 창출되는 경제적인 이익이 극대화되도록 하는 어업정책수단을 선택하는 것이 중요하다.

일반적으로 불완전한 어업관리규제에서의 감시·감독기관의 활동을 포함한 분석에 있어서 관리어업으로부터의 경제적인 수입은 어업생산으로부터의 수입을 들 수 있고, 비용으로는 어업비용, 어업규제에 따른 어업자의 규제순응비용(compliance costs), 규제회피비용(avoidance costs), 어업관리 감시·감독기관의 규제운영비용(government implementation costs), 그리고 규제수단을 사용한 감시·감독비용(enforcement and monitoring costs)을 들 수 있다.<sup>14)</sup> 따라서 어업생산으로부터의 수입에서 이들 비용을 차감함으로써 관리어업으로부터의 경제적 순이익을 구할 수 있다.

앞서 살펴본 어업자의 어업이익함수와 어업관리 감시·감독기관의 어업관리규제비용을 고려하여 비용적·불완전한 어업관리규제에서 시간이 지남에 따른 관리어업으로부터의 사회의 경제적 이익을 극대화할 수 있는 합리적인 자원량 수준 및 어획량 수준을 알아보기 위한 동태균형모델은 식 (16)과 같이 나타낼 수 있다.

13)  $\partial \rho / \partial X = (\partial \rho / \partial e) / (\partial e / \partial X) > 0$ .

14) Lee G. Anderson, "Enforcement Issues in Selecting Fisheries Management Policy", *Marine Resource Economics*, Vol 6, 1989. pp. 262-263.

어업이익의 순현재가치의 극대화(Maximize Net Present Value)

$$= \int_0^{\infty} e^{-\delta t} [p \cdot H(E, X) - C(E) - EC(E)] dt \quad \dots\dots\dots (16)$$

제약조건,  $X(t) \geq 0,$   
 $\frac{dX}{dt} = G(X) - H(t)$   
 $0 \leq E(t) \leq E_{MAX}$

여기서, p는 생산어종의 가격, H(E, X)는 총어업자의 어업생산함수, EC(E)는 어업관리 비용,  $\delta$ 는 사회적 할인율, G(X)는 자원의 성장량 함수, 그리고 C(E)는 총어업비용을 나타내는데, 여기에는 어업비용뿐만 아니라, 규제순응비용과 규제회피비용을 포함한다. 벌금의 수준은 단순히 경제적 재화의 이동이므로 관리어업으로부터의 경제적 이익의 극대화 함수로부터는 제외되었다.<sup>15)</sup>

이 모델의 해결을 위한 해밀토니언(Hamiltonian) 함수는 식 (17)과 같다.

$$H = e^{-\delta t} [p \cdot H(E, X) - C(E) - EC(E)] + \lambda [G(X) - H(E, X)] \quad \dots\dots\dots (17)$$

이 식을 해결하기 위한 일차미분 함수식을 나타내면 식 (18)-(20)과 같다.

$$e^{-\delta t} (p \cdot H_E - C_E - EC_E) - \lambda \cdot H_E = 0 \quad \dots\dots\dots (18)$$

$$\lambda_t = \frac{-\delta \cdot e^{-\delta t} [p \cdot H_E - C_E - EC_E]}{H_E} \quad \dots\dots\dots (19)$$

$$H_X = e^{-\delta t} (p \cdot H_X) + \lambda (G_X - H_X) \quad \dots\dots\dots (20)$$

극대화의 조건을 이용하여 정리하면, 식 (21)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\delta = \frac{(C_{E^{***}} + EC_{E^{***}}) \cdot H_{X^{***}}}{p \cdot H_{E^{***}} - (C_{E^{***}} + EC_{E^{***}})} + G_{X^{***}} \quad \dots\dots\dots (21)$$

식 (21)로부터,  $X^{***}$ 은 관리비용적 불완전한 어업관리규제에서의 합리적인 자원량 수준,  $E^{***}$ 은 합리적인 자원량 수준에 따른 합리적인 어획노력량 수준을 나타낸다.

무비용적 완전한 어업관리규제에 있어서는 극대화 조건으로부터 식 (22)와 같이 나타낼 수 있다.

15) Sutinen and Anderson, "The Economics of Fisheries Law Enforcement", *Land Economics*, Vol 61, No 4, 1985. p. 393.

$$\delta = \frac{C_{E^{**}} \cdot H_{X^{**}}^{REG}}{p \cdot H_{E^{**}}^{REG} - C_{E^{**}}} + G_{X^{**}} \dots\dots\dots (22)$$

여기서도  $X^{**}$ 은 무비용적 완전한 어업관리규제 하에 있어서의 어업이익의 극대화를 가져오는 합리적인 자원량 수준,  $E^{**}$ 은 합리적 자원량 수준에 따른 어획노력량 수준을 의미한다.

그리고, 오일러 조건(Euler condition)을 이용하여, 헤밀토니언 함수로부터 관리어업으로부터의 합리적 자원량 수준과 이에 대한 어획량 수준으로부터의 사회에 있어서의 경제적 이익은 식 (23)과 같이 나타낼 수 있다.

$$[p \cdot H(E, X) - C(E) - EC(E)] = \frac{d[p \cdot H(E, X) - C(E) - EC(E)] \cdot G(X)}{dX} / \delta \dots\dots\dots (23)$$

여기서, 식 (15)에서 살펴본 바와 같이,  $\frac{dEC(E)}{dX} > 0$ ,  $\frac{dC(E)}{dX} > 0$  이므로, 식 (23)에 있어서 어업관리규제비용이 증가할수록 관리어업으로부터의 사회의 경제적 이익은 작아지게 된다. 즉, 자원량 수준이 증가할수록, 어업자들은 어획노력량 수준을 증가시키고(어업 규제 회피행동을 증가시키고), 이에 따라서, 관리기관에 있어서의 규제행위도 증가하게 되고, 이것은 관리규제비용을 증가시켜 전체적인 사회에 있어서의 경제적 이익은 감소하게 된다. 그러므로 불완전한 어업관리규제에서의 합리적 자원량 수준( $X^{***}$ )과 무비용적 완전한 어업관리규제에서의 합리적 자원량 수준( $X^{**}$ )의 관계는 식 (24)와 같이 나타낼 수 있다.

$$X^{***} < X^{**} \dots\dots\dots (24)$$

즉, 어업관리규제비용과 어업규제 회피비용이 증가할수록 합리적인 최적 자원량 수준은 낮아진다. 보다 구체적인 분석을 위해 <그림 3>의 1사분면 (a)를 보면, 불완전한 어업관리규제에서 어업자들의 어업규제 회피행동을 통한 어획노력량 수준의 증가와 이에 따른 관리비용의 증대로 인하여, 합리적 자원량 수준( $X^{***}$ )은 무비용적 완전한 어업관리규제 하의 합리적 자원량 수준( $X^{**}$ )보다 낮아지게 되는데, 이것은 어업관리로부터의 한계 어업관리이익과 한계어업관리비용이 일치하는 산업의 총어획노력량 수준( $E^{***}$ )에 의해서 결정된다.

자유어업 하에서는 관리비용과 규제가 없지만, 어업자들이 어업수입과 어업비용이 같아지는 때까지 어획노력량 수준( $E^{OA}$ )을 증가시키므로 지속적 자원량 수준( $X^{OA}$ )은 보다 더 낮게 이루어진다. 따라서 이런 관계로부터 식 (24)을 확장하여 식 (25)와 같이 나타낼 수 있다.

$$X^{OA} < X^{***} < X^{**} \dots\dots\dots (25)$$

그리고 이에 따른 지속적 합리적 어획량 수준도 식 (26)과 같이,

$$H^{OA} < H^{***} < H^{**} \dots\dots\dots (26)$$

으로 된다.16)

### N. 불완전 어업관리의 합리적 수단 및 규제수준의 결정

어업관리기관의 어업관리규제비용을 고려하지 않을 때는 어업자의 어업으로부터의 이익의 극대화와 경제적 효율성이 있도록 하는 어업관리수단을 고려하는 것이 중요하다. 따라서 많은 수산경제학 연구들이 이론적으로 경제적 효율성을 극대화시키는 시장접근법적 어업관리수단을 사용하자고 제안하여 왔다. 그 외 지금까지 고려되어온 어업관리수단들은 자유어업(open access)에서 각 어업을 합리적인 어업(optimal fishery)으로 이끄는 데 있어 타당한 관리규제수단인가에 대해 평가되어져 왔다.

그러나 불완전한 어업관리규제에 있어서는 사회의 경제적인 이익을 극대화하기 위해 관리비용이 적게 드는 어업관리수단이 고려됨이 보다 타당한 것으로 분석되었다. 앞서 살펴본 바와 같이, 어업관리규제비용이 적을수록 사회에 있어서의 경제적 이익은 증가되었다 17).

그러나 합리적인 어업관리수단의 선택기준은 어업관리비용이 적게 드는 것을 고려하는 것이 물론 중요하지만, 관리수단에 의한 어업자들의 어업규제 회피어업행동에 대한 제한의 정도와 어업관리규제에 따르도록 하는 감시·감독기관의 관리규제수준에 따라서 달라진다. 앞서 분석한 바와 같이, 어업자의 어업규제 회피행동에 따라서도 관리어업으로부터의 사회의 경제적 이익은 달라지게 되므로18) 관리수단에 대한 비용도 중요하지만, 관리수단을 선택함에 있어서는 어업자들의 조업에 대한 규제를 통한 관리목표를 달성할 수 있는 어업관리수단을 선택해야만 관리어업으로부터의 기대되는 관리성과를 얻을 수 있다.

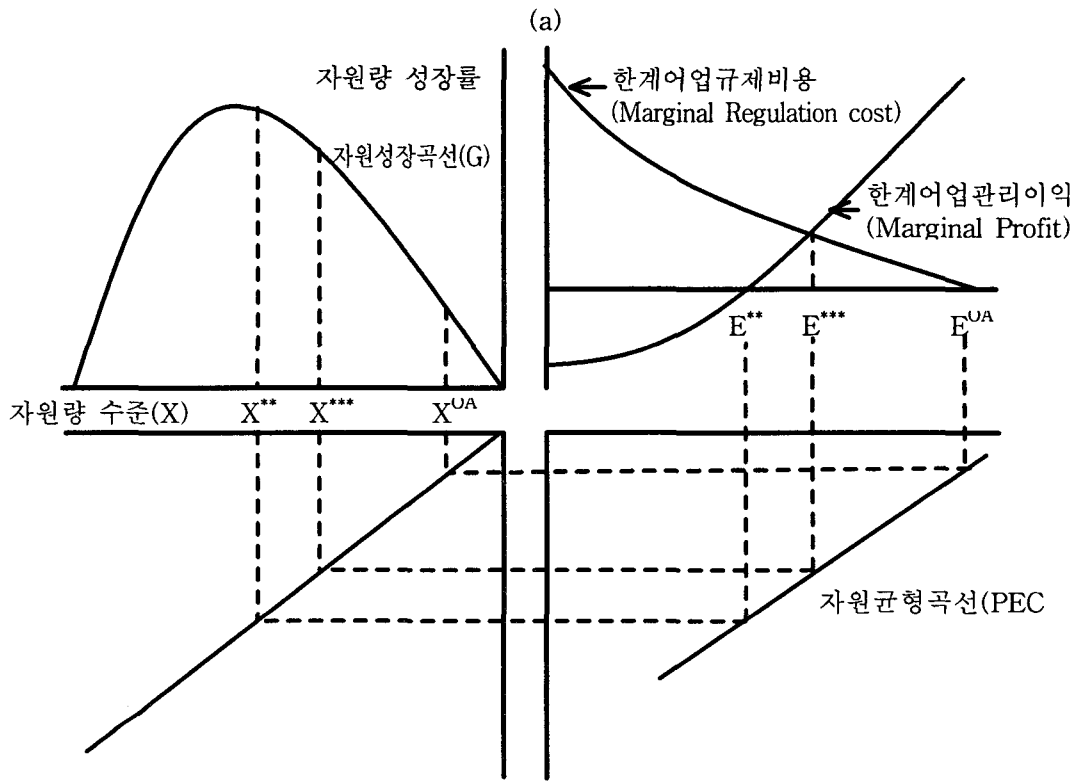
즉, 규제력이 약한 관리수단을 선택할 때에는 어업자들은 관리수단을 무시하고 더욱 어업규제 회피행동을 늘리게 된다. 따라서 어업으로부터의 이익이 감소하게 되어, 어업관리비용이 적게 들어도 관리어업으로부터의 경제적 이익은 줄어들게 된다.

<그림 4>에서 보는 것처럼, 불완전한 어업관리규제에서 기대되는 어업관리로부터의 이익이  $MP_1$ 이고, 이에 대한 관리비용이 적은 어업관리수단 ( $MRC_1$ )을 선택한다고 하면,

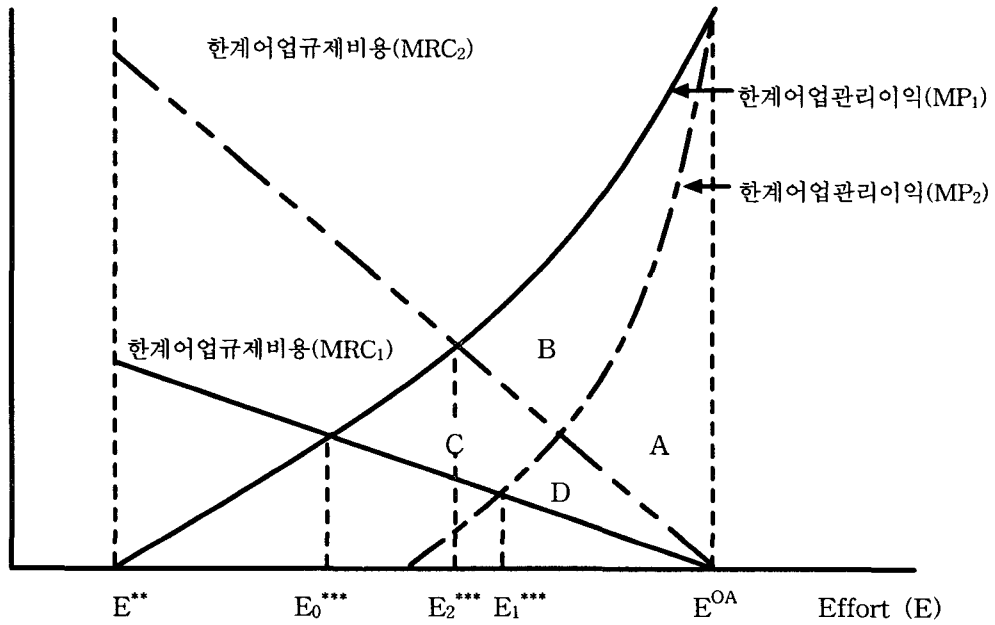
16) 물론 Sutinen과 Anderson(1985)이 지적하는 것과 같이, 자원량 수준이 MSY 수준과 비교해서 어느 수준인가에 따라서 어획량 수준도 달라지게 되지만, 대부분의 어업관리의 경우 자원량 수준이 MSY 이하가 될 때 어업규제를 행하게 된다. 따라서  $X^{***} < X^{**} < X_{MSY} \Rightarrow H^{***} < H^{**}$  라고 가정하는 것이 보다 타당하다.

17) Jon G. Sutinen and Peder Anderson, *Land Economics*, Vol 61, No. 41, 1985, p. 394.

18) 식 (15)와 식 (23)에서 살펴본 바와 같이,  $\frac{dC(E)}{dX} > 0$  이고, 이는 어업비용 즉, 어업관리규제 회피비용이 증가할수록 사회에 있어서의 경제적 이익은 작아진다.



〈그림 3〉 합리적 총어획노력량 수준에 따른 합리적 자원량 수준의 변화



〈그림 4〉 합리적 어업관리수단 및 규제수준의 결정

합리적인 산업의 총어획노력량 수준은 한계관리비용과 한계어업관리이익이 일치하는  $E_0^{***}$ 수준에서 결정되고, 여기서의 관리어업으로부터의 경제적 이익은  $A+B+C+D$ 가 된다. 만약, 어획노력량 수준을 더욱 제한하기 위해 어업규제비용을 늘린다면, 관리어업으로부터의 경제적 이익은 감소하게 된다. 따라서, 관리어업으로부터의 경제적 이익을 극대화하는 합리적 관리통제수준은 어획노력량 수준을  $E_0^{***}$ 으로 제한하는 것이다. 관리비용수준이 높은 어업관리수단( $MRC_2$ )의 경우는 관리어업으로부터의 경제적 이익이  $A+B$ 가 된다. 따라서, 어업관리수단의 선택은 이러한 경제적 이익을 크게 하는 것으로 선택되어야 하는데, 관리비용이 적게 드는 어업관리수단이 관리어업으로부터의 경제적 이익을 크게 할 수 있다.

하지만, 그 만큼의 경제적 이익을 얻기 위해서는 어업자들의 총어획노력량 수준이  $E_0^{***}$ 수준으로 어업관리수단과 감시기관의 관리활동에 의해 제한되어야 한다. 만약, 어업관리수단과 감시기관의 관리활동 하에서 어업자들이 규제회피행동을 늘리게 된다면, 이러한 기대되는 경제적 효과는 감소하게 된다. 즉, 어업자들이 어업규제 회피행동을 늘리게 되면, 어업규제 회피비용의 증대로 인하여 한계어업관리이익 곡선은  $MP_1$ 에서  $MP_2$ 로 감소하게 되고, 어업관리비용에 따른 합리적 관리통제수준 역시  $E_0^{***}$ 에서  $E_1^{***}$ 로 증가하게 되므로, 관리어업으로부터의 경제적 이익도  $A+D$ 로 감소하게 된다.

이와 같이, 어업관리수단의 내용 및 관리정도의 수준, 그리고 관리통제수준에 따라 각 어업에 있어서의 경제적 이익은 달라지게 된다. 어업관리수단의 내용 및 관리정도의 수준은 관리수단의 종류마다 다르지만, 같은 어업관리수단이라 할지라도 그것을 달리한다. 예를 들어, 조업시간규제 속에서도 시간마다, 일일마다, 그리고 계절마다의 관리내용에 따라 비용과 관리효과를 달리하고, 관리통제수준에 따라서도 어업자의 어업행동을 달리 규제하여, 관리어업으로부터의 경제적 이익이 달라지게 된다. 따라서, 각 어업에 있어서의 합리적 어업관리수단의 결정은 어업관리수단에 의한 관리비용 및 어업자들의 어업회피행동을 제한할 수 있는 관리통제수준의 비용 그리고 어업자의 어업규제 회피비용을 함께 고려하여, <그림 4>에서 분석한 바와 같이, 관리수단 및 관리통제수준에 의한 MRC 곡선과 어업규제에 대한 어업자의 어업행동 변화로부터의 MP 곡선 사이의 영역을 가장 극대화하는 수준에서 이루어져야 한다.

이러한 분석에는 반드시 관리비용이 적게 드는 어업관리수단이 가장 합리적인 어업관리수단인 것은 아니다. 관리비용이 많이 드는 어업관리수단이라고 하더라도 어업자의 어업규제 회피행동에 의한 규제회피비용을 최대한 억제할 수 있다면, 합리적인 어업관리수단이 될 수도 있다. 만약, <그림 4>에서  $MRC_1$ 보다 어업자의 규제를 보다 강화할 수 있는 관리비용이 많이 드는 어업관리수단( $MRC_2$ )이 선택되고, 이 관리수단의 합리적 통제 관리수준이  $E_2^{***}$ 에서 결정되고, 어업규제로부터 어업자의 규제회피행동을  $MP_1$ 으로 제한한다면, 관리비용이 적게 드는 어업관리수단( $MRC_1$ )과 어업자의 규제회피행동에 의한  $MP_2$ 에서 결정되는 관리어업으로부터의 경제적 이익( $A+D$ )보다 큰 경제적 이익( $A+B$ )을 얻어 보다 합리적인 어업관리수단이 될 수도 있다.

## V. 요약 및 결론

지금까지 어업관리목표에 대한 경제학적 측면에서 불완전한 어업관리규제에서의 합리적인 어업관리정책에 대해서 살펴보았다. 불완전한 어업관리규제에 있어서 어업자들은 한계어업이익과 한계벌금의 수준에 따라서 어획노력량 수준을 정하게 되어, 한계어업이익이 한계벌금수준보다 높을 때는 완전한 어업관리규제에서보다도 더 큰 수준에서 어획노력량을 정하게 된다. 따라서 관리어업으로부터의 경제적 이익이 극대화되는 점에 어획노력량 수준을 맞추지 못하고 더 높은 수준에서 어획노력량 수준을 맞추게 된다. 그러나 어업관리에 대한 효과로 인하여 자유어업 하에서의 어획노력량 수준보다는 낮은 점에서 정해진다. 이것으로부터 어업규제에 대한 어업자의 행동변화(규제회피행동 등)가 관리정책을 수립함에 있어서 중요하고, 어업자들의 어업규제에 대한 회피행동과 이에 대한 관리통제수준에 의한 규제력의 정도 또한 어업관리수단의 선택에 있어서 크게 영향을 주는 것으로 분석되었다.

그리고 사회경제적 이익을 극대화하는 합리적인 어업관리정책의 분석에서 관리어업으로부터의 경제적 이익은 관리어업에 대한 관리비용의 수준에 따라서 결정되는데, 관리비용이 증가할수록 사회적 이익은 감소하였다. 그리고 어업규제의 어업행위에 대한 규제의 정도로부터도 사회적 이익은 달라졌다. 즉, 목표 관리수준에 따른 규제가 이루어질 수 있도록 어업자의 규제회피행동을 제한하여 규제회피비용을 줄임으로써도 관리어업으로부터의 경제적 이익은 증가하였다.

각 어업에 있어 합리적인 관리통제수준의 결정은 관리어업으로부터 경제적 이익이 극대화 되도록 한계어업규제비용과 어업관리로부터 기대되는 한계어업관리이익이 같아지는 수준에서 이루어져야 한다. 즉, 합리적 관리통제수준은 어업관리수단에 따른 관리비용수준과 어업자의 어업규제대응에 따른 어업관리이익의 수준에 따라서 다르게 결정된다. 이에 따른 합리적 어업관리수단 또한 어업자의 어업규제 회피행동에 따른 관리어업으로부터의 이익과 어업관리수단에 의한 관리비용의 차이를 극대화할 수 있는 것으로 선택되어야 한다.

우리 나라는 현재 어업환경의 변화 속에서 새로운 어업관리정책을 수립하는 단계에 있으며, 비록 시범적으로나마 어획량 규제방안이 적용되는 등, 다양한 어업관리규제수단 중에서 우리의 어업여건에 맞는 어업관리수단을 강구하려고 노력을 기울이고 있다. 이러한 상황하에서는 우선 각 어업에 대한 자원량 수준, 어업자들의 어업행동(어획노력량 수준 등)에 대한 분석이 선행적으로 이루어져야 하고, 이를 바탕으로 각 어업에 있어서의 어업관리수단의 규제적 효과분석, 그리고 이에 따른 어업관리규제비용에 대한 구체적이고 개별적인 분석이 이루어져 효율적인 어업관리가 되도록 하는 합리적인 어업관리수단과 통제수준이 선택되어야 할 것이다.

참고문헌

- 이상고·장창익, 해양환경어업론, 도서출판 아르케, 2인 공저(2판, 수정보완판), 2000.
- 이상고, 어업관리경제학 특론 II, 부경대학교 대학원 수산경영학과 석·박사 강의교재, 2001.
- 이상고, "효율적인 어업관리를 위한 감시·감독체계 구축과 읍저버 운영에 관한 연구", 어업관리 감시·감독과 읍저버 운영에 대한 워크샵, 한국수산회, 부경대학교, 2002.
- 이상고·김도훈, "어업관리 읍저버 제도의 효과에 대한 생물경제학적 분석", 수산경영론집, 제33권, 제1호, 2002.
- 이상고, "전통적 어업관리의 불법어업 감시·감독에 대한 경제학적 분석", 수산해양교육연구, 제14권, 제1호, 2002.
- 장창익·이상고, 어업관리론, 세종출판사, 2002.
- 해양수산부, 효율적인 어업자원관리를 위한 감시·감독체계 구축과 읍저버 제도 운영방안에 관한 연구, 한국수산회 수산정책연구소 연구보고서, 2002.
- C. W. Clark, "Toward a predictive model for the economic regulation of commercial fisheries", *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Vol. 37, 1980, pp. 1111-1129.
- \_\_\_\_\_, *Mathematical Bioeconomics*, New York: John Wiley and Sons, 1976.
- Frances R. Homans and James E. Wilen, "A Model of Regulated Open Access Resource Use", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 32, 1997, pp. 1-21.
- Jon G. Sutinen, Alison Rieser, and John R. Gauvin, "Measuring and Explaining Noncompliance in Federally Managed Fisheries", *Ocean Development and International Law*, Vol. 21, 1990, pp. 335-372.
- Jon G. Sutinen and Peder Anderson, "The Economics of Fisheries Law Enforcement", *Land Economics*, Vol. 61, No 4, 1985, pp. 387-397.
- Jon M. Conrad, *Resource Economics*, Cambridge University Press, 1999.
- Jon M. Conrad and Colin W. Clark, *Natural Resource Economics: Note and Problem*, Cambridge University Press, 1999.
- Lee G. Anderson, "Open access fisheries utilization with an endogenous regulatory structure: An expanded analysis", *Annals of Operations Research*, Vol. 94, 2000, pp. 231-257.
- \_\_\_\_\_, "Enforcement Issues in Selecting Fisheries Management Policy", *Marine Resource Economics*, Vol. 6, 1989, pp. 261-277.



- \_\_\_\_\_, *The Economics of Fisheries Management*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1986.
- Lee G. Anderson and Dwight R. Lee, "Optimal Governing Instrument, Operation Level, and Enforcement in Natural Resource Regulation: The Case of the Fishery", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol 68, No 3, 1986, pp. 678-690.
- Morris M. Pallozzi and Steven C. Springer, "Enforcement costs in Fisheries Management: The alternatives", *Fisheries Law Enforcement: Programs, Problems and Evaluation*, The University of Rhode Island arine Technical Report 93, 1985, pp.156-170.
- OECD, "Synthesis Report for the study on the economic aspects of the management of marine living resources", OECD, AGR/FI(96)12, 1996.
- Ronald N. Johnson and Gary D. Libecap, "Contracting Problems and Regulation: The Case of the Fishery", *The American Economic Review*, Vol 72, No 5, 1982, pp.1005-1022.
- Scott R. Milliman, "Optimal Fishery Management in the Presence of Illegal Activity", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol 13, 1986, pp. 363-381.
- Scott R. Steinback and Eric M. Thunberg, "A Method for Analyzing Trip Limits in Northeast Fisheries: A Case Study of the Spiny Dogfish Fishery", Northeast Fisheries Science Center Reference Document 00-06, 2000.
- T. Bjorndal and J. M. Conrad, "The dynamics of an open-access fishery", *Canadian Journal of Economics*, Vol 20(1), 1987, pp. 74-85.

## The Economic Analysis of the Determination of Optimal Management Measures and Level of Control in Fisheries Management

Lee, Sang-Go · Kim, Do-Hoon

### Abstract

This paper is aimed to analyze how to evaluate the choice of optimal management measures and level of control in fisheries management under the costly and imperfect management system by comparing with costless and perfect management system that is commonly assumed in the analysis of fisheries regulations.

Fishermen would set the level of fishing efforts at the point where the marginal fishing profit for fishing effort is equal to the marginal level of fine under costly and imperfect management system. Therefore, under the case where the marginal fishing profit is higher than the marginal level of fine, the level of fishing efforts would be made at the point which is higher than the level of fishing efforts made under costless and perfect management system and is not a point where the economic profit is maximized in regulated fisheries. From this conclusion, the fishermens avoidance activities against regulations as well as the level of control in fisheries management substantially have an influence on the choice of fisheries management instruments.

According to the analysis of optimal fisheries management policy, the economic profits in regulated fisheries are determined by the level of fisheries enforcement costs and total fishing profits, in which as enforcement costs increase the economic profits decrease. In addition, the economic profits vary in response to the level of control in avoidance activities. That is, as avoidance costs decrease, the economic profits increase.

The determination of optimal level of control in fisheries management should be made at the point where the marginal regulation costs are equal to the marginal profits from regulated fisheries, in which marginal regulation costs are different according to the type of management measures. And the level of profits changes in response to different levels of avoidance activities. The management measure that can maximize the difference between the marginal regulation costs and marginal profits from regulated fisheries should be chosen as an optimal fisheries management instrument.

Key words : Fisheries management, Enforcement cost, Avoidance cost, Fisheries management instrument, Law enforcement.