

공유자원의 효율적 경영을 위한 전략적 시나리오분석

최 종 두

The Strategical Scenario Analysis for the Efficient Management of Resource in Open Access

Jong-Du Choi

Abstract

This paper attempts to extend such analysis to the rather more difficult problem of optimal management of transnational fish stocks jointly owned by two countries. Transboundary fish such as Mackerel creates an incentive to harvest fish before a competitor does and leads to over-exploitation. This tendency is especially poignant for transnational stocks since, in the absence of an enforceable, international agreement, there is little or no reason for either government or the fishing industry to promote resource conservation and economic efficiency.

In the current paper I examine a game theoretic setting in which cooperative management can provide more benefits than noncooperative management. A dynamic model of Mackerel fishery is combined with Nash's theory of two countries cooperative games. A characteristic function game approach is applied to describe the sharing of the surplus benefits from cooperation and noncooperation. A bioeconomic model was used to compare the economic yield of the optimal strategies for two countries, under joint maximization of net benefits in joint ocean. The results suggest as follows.

First, the threat points represent the net benefits for two countries in absence of cooperation. The net benefits to Korea and China in threat points are 2,000 billion won(π_{KO}^0) and 1,130 billion won(π_{CH}^0). Total benefits are 3,130 billion won. Second, if two countries cooperate one with another, they reach the solution payoffs such as Pareto efficient. The net benefits to Korea and China in Pareto efficient are 2,785 billion won(π_{KO}^0) and 1,605 billion won(π_{CH}^0) or total benefits of 4,390 billion won : a gain of 1,260 billion won. Third, the different price effects under the two scenarios show that total benefit rise as price increases.

Key words : Optimal strategy, Cooperative game theory, Joint maximization, Pareto efficient

I. 서론

재화를 '배제성(excludability)' 과 '경합성(rivalry)' 이라는 특징으로 구분하여 볼 때, 배제성은 특정재화에 대한 특정인의 재화 이용을 제한하는 것을 의미하며, 경합성은 한 사람이 특정재화를 소비하면 다른 사람이 해당 재화를 소비할 때 발생하는 효용가치가 줄어드는 특성이라고 정의할 수 있다. 이러한 의미에 기반하여 공공재(public goods)¹⁾와 공유자원(common resource)²⁾은 특정인을 소비로부터 배제할 수 없기 때문에 필요 이상으로 남용될 가능성이 존재한다. 특히 공유자원의 남용은 각 경제주체에게 재산권이 분명하게 주어지지 않음으로써 발생하게 된다(Coase, 1960). 특정 지역의 구성원들이 자신들의 이기주의적 판단에 치우쳐 행동할 경우 공유자원은 과도하게 남용될 수 있다. 즉 특정 상황이 발생하였을 때, 원인 발생에 대한 책임여부나 자원의 소유권 주체가 불명확한 경우, 이해 당사자들은 서로에게 책임을 전가하게 되며, 궁극적으로 자원의 남용이 발생하여 구성원 모두에게 부정적인 결과를 초래할 수 있는 것이다. 이러한 현상은 경제주체 간에 외부성(externality)이 존재하지만, 외부성을 창출한 이해당사자가 그 책임을 다하지 않음으로써 발생하는 문제이기도 하여 '공유재의 비극(Tragedy of Commons)' 이라고 한다.

최근 한국과 접한 중국과의 공동해역에서도 자원과 관련된 다양한 분쟁이 발생하고 있다. 특히, 어자원에 대한 문제가 제기되고 있으며, 이는 각국의 과다한 어획, 멸종위기의 자원남획 등으로 인해 촉발되는 공유자원 감소의 대표적인 사례라 할 수 있다. 이와 같이 국가 간 행위에 있어서 행위주최인 각 국가는 자국의 실리를 줄 수

있는 정책을 선택하고 행동하게 된다. 즉 공동해역에서 어자원을 어획하는 한 국가의 활동은 인접한 다른 국가의 어업 활동에 영향을 주게 되어 각국에 서로 상이한 이익이 발생하게 된다. 따라서 공유어자원을 보다 합리적으로 사용하기 위해서는 당사국들의 전략적인 대안들이 요구되며, 이러한 문제들은 게임이론(Game theory)을 통하여 해결책을 도출해 볼 수 있다. 게임이론은 각 이해집단의 상황을 현실적으로 해결해 줄 수 있는 적합한 모형을 개발하게 해주는데, 해법을 도출하기 위해서는 서로 협상이 가능한 협조적 게임(cooperative game)을 이용하여 이론적으로 접근할 수 있다.

협조적 게임이론을 이용한 연구는 Zaho(2009)의 전력망 고정비용배분방법의 비교분석, 성숙경(2008)의 컨테이너부두의 건설비용배분방법 등과 같이 일반적인 재화와 서비스에 관한 연구가 주를 이룬다. 공유어자원에 대한 연구를 살펴보면, Mirman(1979)과 Levhari 외(1980) 등이 두 국가의 협력관계가 협조적인 경우와 비협조적인 경우에 대한 분석을 시도하였으며, 이후 Benhabib와 Radner(1992), Dutta와 Sundaram(1993), Fisher와 Mirman(1992, 1996), McKelvey 외(2003) 등이 두 국가 간 문제에 대해서 연구하고 있으나 한·중 양국과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 공유자원의 효율적 관리와 합리적인 경영을 위한 대안을 마련하기 위한 것이며, 협조적 게임이론을 이론적 배경으로 한국과 중국 간에 분포하고 있는 고등어자원을 이용하여 각국의 이익 창출을 보다 합리적이고 효과적으로 달성할 수 있는 공동 자원관리의 구체적인 실행 방안을 제시하는 데 있다.

- 1) 공공재는 배제성과 경합성이 모두 없는 재화라고 할 수 있다. 즉 국방은 타국의 침략으로부터 모든 국민이 보호를 받을 수 있는데, 국민 한 사람이 국방의 혜택을 받는다고 하여 다른 국민의 혜택이 감소하지는 않는다.
- 2) 공유자원은 경합성은 있지만 배제성은 없는 재화를 뜻한다. 즉, 해양의 어자원을 누군가가 어획하면 그만큼 다른 사람의 어획량이 해당량 만큼 줄어들게 되지만, 그렇다고 하여 특정 어부가 다른 어부의 어획을 배제하지는 못하는 것이다.

II. 이론적 배경 및 모델

소유권이 특정인에게 분명하게 귀속되어 있지 않은 공유자원에 관한 이론적 접근은 Hardin(1968)을 통하여 살펴볼 수 있다. 특정 지역에 여러 개의 국가들(n)이 존재하고, 각국은 해당 지역에서 A어종을 공동으로 생산한다고 가정하자. 특정 국가 j(j=1, 2, 3..., n)는 각각 'g_j'만큼의 어획량을 생산하고 있으며, 해당량을 어획하는 데 드는 생산비는 'c'로서 동일하다고 가정한다. 따라서 특정지역에서 A어종의 총어획량 G는 개별국가의 A어종에 대한 어획량을 모두 합친 양과 같으며, 다음 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$G = g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n \quad (1)$$

A어종의 총어획량이 증가하면 A어종 한 마리당 시장가격이 하락할 수 있으므로 A어종의 한 마리당 시장가치 MV(G)는 G의 감소함수이며, 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$MV(G) = d - G \quad (2)$$

여기서 d는 A어종 한 마리의 최대 시장가치(0 ≤ c ≤ d)이며, 각 국가가 개별적으로 A어종의 어획으로부터 얻는 이익의 극대화는 식 (3)과 같으며, 각 국의 균형어획량이 내쉬균형을 이루기 위해서는 모든 국가 j에 대해서 식 (4)의 극대화1계조건(1차 필요조건)과 식 (5)의 극대화2계조건(2차 충분조건)에 대한 분석이 필요하다.

$$\begin{aligned} \pi_j &= [MV(G) - c]g_j = MV[d - G - c]g_j \\ &= MV(d - c - g_1 - g_2 - \dots - g_j - \dots - g_n)g_j \quad (3) \end{aligned}$$

$$\frac{d\pi_j}{dg_j} = d - c - g_1 - g_2 - \dots - 2g_j - \dots - g_n = 0 \quad (4)$$

$$\frac{d^2\pi_j}{dg_j^2} = -2 < 0 \quad (5)$$

개별 국가들은 대칭성을 만족하므로 식 (4)와

(5)를 통하여 균형상태에서의 개별국가의 어획량(g*)과 이를 합한 총어획량(G*)을 도출할 수 있다. 개별국가의 어획량(g_j=g*=G*/n)과 총어획량은 각각 식 (6)과 (7)에 나타나 있다.

$$g^* = \frac{d - c}{n + 1} \quad (6)$$

$$G^* = \frac{n(d - c)}{n + 1} \quad (7)$$

식 (7)에서 살펴볼 수 있듯이, 개별국가들의 어획량을 합한 총어획량은 "G*=ng*"로 표현할 수 있다. 개별국가의 이익극대화를 추구하기 위해서는 식 (6)의 개별국가의 균형어획량(g*)을 개별국가의 이익함수인 식 (3)에 대입하여 분석하면 식 (8)과 같이 표현된다.

$$\pi^* = \frac{(d - c)^2}{(n + 1)^2} \quad (8)$$

또한 공동해역에서 자원의 효율적인 이용을 통하여 이익을 극대화하기 위한 합리적 선택을 위하여 전체국가의 이익을 극대화하는 어획량을 분석해 보면 다음과 같다. 우선 공동해역에서 어획하는 전체국가의 이익은 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Pi = [MV(G) - c]G = (d - c - G)G \quad (9)$$

식 (9)를 이용하여 극대화1계조건과 극대화2계조건을 도출하면 식 (10)과 같이 표현할 수 있으며, 최적해를 도출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi}{dG} &= d - c - 2G = 0 \\ \frac{d^2\Pi}{dG^2} &= -2 < 0 \quad (10) \end{aligned}$$

전체국가의 이익을 극대화하는 총어획량(G**)을 개별국가들(n)에게 분배하였을 때, 각 국가의 어획량(g**)과 각 국가의 이윤(π**)은 각각 다음과 같이 계산된다.

$$G^{**} = \frac{d-c}{2}, g^{**} = \frac{d-c}{2n}, \pi^{**} = \frac{(d-c)^2}{4n} \quad (11)$$

위 식들은 공유자원에 대한 개별국가와 전체 국가의 입장에서 접근하는 것에 대한 차이를 보여주고 있다. 즉 단일 국가가 아닌 여러 국가가 존재하는 특정지역에서의 어획($n \neq 1$)은 전체 국가의 공동이익을 극대화하는 어획량보다 많게 되어($g^* > g^{**}$), 개별국가가 자국의 이익만을 위하여 어획량을 증가시킬 경우 공유자원은 남획될 여지가 존재하게 된다. 또한 균형상태에서 각 국가가 창출한 이익은 전체 국가가 이익극대화를 위해 창출한 이익보다 적게 되므로($\pi^* < \pi^{**}$), 개별국가 간에 협조와 타협의 과정을 거친다면, 현재 상태보다도 더 나은 이익추구를 가능하게 해 줄 것이다. 이를 위해서는 관련 국가들의 적절한 조정과 협상이 필요하며, 이에 따라 개별 국가가 얻게 되는 이익의 규모도 변하게 될 것이다. 특히 협상과정은 공유자원이 남획되어 고갈되지 않고, 해당 국가에 이익을 창출할 수 있는 접점을 도출하는 것이 무엇보다 중요할 것이다.

2. 실증분석 모델

한국과 중국 사이에 존재하는 공유 어자원의 관리 문제는 협조적 게임 이론을 이용하여 접근해 볼 수 있다. 분석을 위해 Schaefer(1954)의 성장함수(식 (12)), $F(X_i)$ 가 이용되었으며, 어획생산함수(식 (13)), Y_i 와 비용함수(식 (14)), $C(X_i)$ 가 사용되었다.

$$F(X_i) = \frac{dX}{dt} = rX_i \left(1 - \frac{X_i}{K}\right) \quad (12)$$

식 (12)에서 r 은 고유성장률을 의미하며, X 는 어자원량, K 는 환경수용능력을 뜻한다.

$$Y_i = qE_i X_i \quad (13)$$

위 식에서 q 는 어획능력계수, E 는 어획 노력을 의미한다. 또한 어획능력당 비용, c 가 일정하다고 하면 어획비용은 식 (14)와 같이 나타낼 수

있다.

$$C(X) = \frac{c}{qX} \quad (14)$$

일반적으로 어자원의 동태적(dynamic)분석을 위해서는 자원의 시간적 경과에 따른 편익과 비용의 발생을 반영하여 해당 시기의 어획량을 고려해야 한다. 즉 해당 기간에 발생하는 각국의 이익에 대한 현재가치의 합이 극대화하는 과정을 도출하여야 한다. Clark(1985)는 할인율(δ)을 고려한 순 현재가치 극대화를 위한 목적함수식을 다음과 같이 표현하였다.

$$\begin{aligned} & \text{Max} \int_0^{\infty} e^{-\delta t} [P - C(X)] Y(t) dt \\ & \text{s.t.} \frac{dx}{dt} = F(X) - Y(t) \end{aligned} \quad (15)$$

위 식을 해밀토니안 함수로 표현하여 분석하면 식 (16)과 같은 황금률(golden rule)을 도출할 수 있는데, 이는 어자원의 고갈을 방지할 수 있는 생물경제학적(bioeconomic) 균형상태를 나타낸다고 할 수 있다.

$$\delta = F'(X^*) - \frac{C'(X^*)F(X^*)}{P - C(X^*)} \quad (16)$$

위 식들을 바탕으로 KO를 한국, CH를 중국이라고 가정하면, 한·중 양국에 대한 목적함수는 각각 π_{KO} , π_{CH} 로 표현할 수 있다. 즉, 각국 순수익의 현재가치를 나타내는 목적함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다(Munro, 1979).

$$PV_i = \pi_i = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} \beta [P_i - C_i(X)] Y(t) dt, \quad i = KO, CH \quad (17)$$

$$\pi_{KO} = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} \beta [P_{KO} - C_{KO}(X)] Y(t) dt \quad (18)$$

$$\pi_{CH} = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} (1 - \beta) [P_{CH} - C_{CH}(X)] Y(t) dt \quad (19)$$

식 (17)~(19)에서 P 는 고등어 가격, β 는 한국의 어획할당량, $1 - \beta$ 는 중국의 어획할당량을 의미한다($0 \leq \beta \leq 1$). 따라서 각국의 공유어종의 어획을 통한 순수익의 총현재가치(π_T)는 식 (20)과

같이 표현할 수 있다.

$$\text{Maximize } \pi_T = \gamma\pi_{KO} + (1-\gamma)\pi_{CH} \quad (20)$$

위 식에서 γ 는 협상력(bargaining power)을 뜻한다($0 \leq \gamma \leq 1$). 즉 ' $\gamma=0$ ' 이면 중국이 절대적으로 유리한 입장에서 협상을 하게 되는 것을 의미하며, 반면 ' $\gamma=1$ ' 이면 한국이 협상시 절대적으로 유리한 입장이 된다는 것을 뜻한다. 또한 가운데 값인 ' $\gamma=0.5$ ' 이면 두 국가는 서로 동등한 협상력을 지닌다고 가정할 수 있다. 식 (20)에서 이익의 가중치 합계가 0과 1 사이에 있는 각 협상력(γ)에 대해 최대에 이르게 되면 해당 영역에 존재하는 조합들은 파레토 최적선상(pareto efficient frontier)에 놓여있게 된다. 이러한 파레토 최적선상에 위치해 있는 조합은 개별 국가의 경영이익에 따라 상충 관계(trade off)에 있다고 할 수 있다(Munro, 1979). 일반적으로 자유입어(open access)하에서는 서로 비협조적인 관계를 형성하게 되면 이때의 이익은 최소이익점(threat point)이 되며, 이 점은 한국과 중국이 경제적 이윤(economic rent)이 소진될 때까지 어획을 하게 되는 지점이기도 하다.

비협조적인 관계에서의 한국의 최소이익점(π_{KO}^0)과 중국의 최소이익점(π_{CH}^0), 협조적인 관계에서의 한국의 이익(π_{KO}')과 중국의 이익(π_{CH}')은 식 (21)을 통하여 나타낼 수 있다.

$$\text{Max } [(\pi_{KO}' - \pi_{KO}^0)(\pi_{CH}' - \pi_{CH}^0)] \quad (21)$$

식 (21)에서 살펴보면 각 국가는 적절한 비협조적인 관계와 협조적인 관계를 유지할 경우의 각각의 이익의 크기를 도출할 수 있으며, 그 과정을 통하여 적절한 협조전략들이 도출될 수 있다. 일반적으로 파레토 최적선상에서 한국의 이익이 증가하면, 중국의 이익이 감소하게 되며, 그 역도 성립된다. 따라서 적절한 협조지점을 도출하기 위해서는 두 국가의 협상력과 최소 이익점, 파레토 최적의 크기에 좌우될 것이다. 또한 한국과 중국의 공유자원에 대한 합리적인 관리

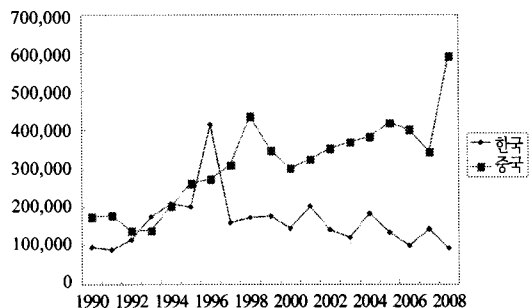
와 경영을 위한 보다 구체적인 결과도출을 위해 동태비선형생물경제모델(dynamic nonlinear bioeconomic model)을 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 분석자료 및 시나리오분석

1. 분석자료

분석에 이용된 지역은 한국과 중국의 서남해이며, 해당해역의 고등어자원을 이용하였다. 고등어생산량을 살펴보면, 한국의 경우 1990년에 96,297톤, 중국은 175,594톤을 생산하였으나, 최근에 들어 중국은 687,253톤(2008년), 한국은 94,616톤(2010년 기준) 정도를 어획하는 것으로 나타나고 있다(<그림 1> 참조). 두 국가가 생산하는 고등어의 총어획량도 271,891톤(1990년 기준)에서 487,898톤(2007년 기준)으로 약 1.8배 증가한 것으로 분석되었다.

특히 약 20년 동안 한국의 고등어 생산량은 다소의 증감이 있었지만 2000년대 후반부터는 생산량증가가 거의 발생하지 않고 오히려 전체적으로 감소하는 현상을 나타내고 있는 반면, 중국의 경우 약 3.4배가 증가한 것으로 나타나고 있다. 2000년부터 2007년까지 양국의 어획량을 비교해보면 중국이 한국에 비해 평균적으로 약 2.6배 정도 더 많은 생산량을 보여주고 있다. 최근 들어 중국의 급격한 생산량증가는 양 국가의 공동해역에서의 고등어자원에 대한 어획량과 관련되어 민감한 문제로 확대되고 있는 실정이며, 이



<그림 1> 한국과 중국의 고등어 생산량 비교

러한 어획이 지속된다면 관련 자원의 무분별한 남획을 초래할 가능성이 존재할 수 있을 것이다.

분석에 이용된 생물학적자료의 파라메타와 상수는 부분적으로 남중오 외(2010)의 연구결과들을 인용하였으며, 한국의 경제적변수는 중국 측 관련 자료수집의 어려움으로 2004년을 기준으로 국토해양부의 어업생산통계와 수산업협동조합의 어업경영조사보고(2004)로부터 관련 자료를 이용하였다. 중국관련 자료는 FAO 수산관련통계치를 이용하였으며, 그 외 중국 상해수산대학교 고건 교수가 제공하였다.

고등어 자원에 대한 환경수용능력(K)은 약 155만 톤, 성장률(r)은 0.5436, 어획능력 계수(q)는 0.3683을 분석에 이용하였다(〈표 1〉 참조). 2004년을 기준시점으로 할 때 고등어 어획을 위하여 한국은 연간 130일, 중국은 90일의 출어일수를 보여주었으며, 해당어장에서 한·중 고등어의 총 어획량은 56.7만 톤으로 나타났다. 이 중 한국의 고등어 어획량은 18.4만 톤, 중국은

38.3만 톤을 어획하는 것으로 분석됨으로써 한국의 할당자원량(β)은 32%로, 중국의 할당자원량($1 - \beta$)은 68%로 구분하였다.

공동해역에서 한·중 고등어 어획은 대부분 대형 선망에 의존하고 있으며, 중국은 부분적으로 저인망에서도 어획되고 있다. 〈표 2〉에서 볼 수 있듯이 양국의 사회적 할인율은 당시 각국의 이자율을 반영하였다. 한국의 사회적 할인율(δ)은 6%로 가정하였으며, 중국의 사회적 할인율(δ)은 5.58%로 가정하였다. 한국의 경우 어획노력당 비용(cost per unit of effort, c)은 약 17억 5,670만원으로 나타났고, 관련 비용은 재료비, 노무비, 경비, 관리판매비, 어업외비용 등으로 구성되어 있다. 고등어의 가격(p)은 톤당 약 126.9만 원으로 조사되었다. 중국은 2004년을 기준으로 대중국 환율 '1위안=138.3원'을 기준으로 분석되었고, 어획노력당비용은 약 13억 7,877만 원으로 나타났으며, 고등어의 가격(p)은 톤당 약 34.5만 원으로 분석되었다.

〈표 1〉 한·중 공동해역에서의 고등어 관련 생물학적 모수와 상수

| 모수와 상수 | 가치 |
|--------------------|------------|
| 환경용량(K) | 155만 톤 |
| 성장률(r) | 0.5436 |
| 어획계수(q) | 0.3683 |
| 할당자원량 | |
| 한국(β)* | 0.32 |
| 중국($1 - \beta$)* | 0.68 |
| 한국 어획노력(E) | 130일(연간출어) |
| 어획량(H) | 18.4만 톤 |
| 중국 어획노력(E) | 90일(연간출어) |
| 어획량(H) | 38.3만 톤 |

〈표 2〉 한·중 공동해역에서의 고등어 관련 경제학적 모수와 상수

| 모수와 상수 | 가치 |
|---------------|--------------------|
| 한국 가격(p) | 126.9만 원/톤 |
| 이자율(ρ) | 6% |
| 어획노력당비용(c) | 17억 5,670만원/조업 일수 |
| 중국 가격(p)** | 34.5만 원/톤 |
| 이자율(ρ) | 5.58% |
| 어획노력당비용(c)** | 13억 7,877만 원/조업 일수 |

2. 시나리오 분석

한국과 중국간의 공유자원의 합리적인 공동관리를 위해서는 각국의 이익에 영향을 미치는 다양한 외부변수들을 고려할 필요가 있다. 구체적인 영향을 파악하기 위해서는 관련 변수의 시나리오별 민감도 분석을 통하여 살펴볼 수 있다. 즉 각국의 생물경제학모델에 영향을 주는 파라메터들의 변화에 따른 각국의 이익의 크기에 대한 민감도들을 감안하여 분석할 필요가 있다. 이러한 과정은 각국이 직면한 다양한 상황 즉 긍정적이거나 부정적인 상황을 미리 설정해 보고, 각국의 순현재가치를 기본적인 상황(2004년 기준)에서 파라메터들의 변화양상에 따른 순현재가치를 비교해볼 수 있음으로써 보다 합리적인 결정을 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 생물경제학모델의 파라메터 중 각국의 고등어 가격변화가 이익에 어떠한 영향을 미치는 지 시나리오별 민감도분석

〈표 3〉 가격변화별 시나리오

| 시나리오 | 내용 |
|------|-----------------|
| I | 각 국의 가격만 10% 인하 |
| II | 각 국의 가격만 10% 인상 |
| III | 각 국의 가격만 20% 인상 |

을 통하여 살펴보았다. 그 구체적인 내용은 〈표 3〉과 같이 3가지 가격변화별 시나리오를 선정하였다. 첫째, 시나리오 I은 양국의 고등어 가격을 10% 인하하는 방식이다. 둘째, 시나리오 II는 양국의 고등어 가격을 10% 인상하는 방식이다. 셋째, 시나리오 III은 양국의 고등어 가격을 20% 인상하는 방식이다.

V. 분석결과

주어진 자료와 동태비선형생물경제모델(dynamic nonlinear bioeconomic model)을 이용하여 분석한 결과 한국과 중국의 이익을 알 수 있는 최소이익점과 파레토최적에서의 현재가치를 도출하였다(〈표 4〉 참조). 각국이 비협조적인 관계를 형성할 경우에 발생하는 최소이익점을 보면, 한국(π_{ko}^0)은 약 2,000억 원, 중국(π_{ch}^0)은 1,130억 원으로 나타났다. 반면 양국이 서로 협조적인 관계를 유지하는 경우, 한국(π_{ko})은 2,785억 원, 중국(π_{ch})은 1,605억 원으로 각국 모두에서 이익의 증대가 발생하였다. 즉 한·중 양국이 서로

〈표 4〉 국가별 최소이익점과 파레토최적

(단위: 억원)

| 국가 | 최소이익점 | 파레토최적 |
|----|-------|-------|
| 한국 | 2,000 | 2,785 |
| 중국 | 1,130 | 1,605 |

〈표 5〉 가격변화별 민감도 분석결과

(단위: 억원)

| 국가 | 가격 10% 인하 | | 가격 10% 인상 | | 가격 20% 인상 | |
|----|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 최소이익점 | 파레토최적 | 최소이익점 | 파레토최적 | 최소이익점 | 파레토최적 |
| 한국 | 1,797 | 2,504 | 2,203 | 3,065 | 2,406 | 3,346 |
| 중국 | 1,013 | 1,442 | 1,247 | 1,769 | 1,365 | 1,932 |

비협조적인 상태에서 고등어를 지속적으로 어획하는 경우, 전체 이익의 현재가치는 3,130억 원이 되지만, 한·중 양국이 서로 협력과 이해를 통하여 협조할 경우, 전체 이익의 현재가치는 4,390억 원으로 나타났다. 따라서 양국이 협조적인 관계를 유지하는 것이 비협조적인 상태보다 각국 모두 이익을 창출할 수 있으며, 전체적으로 약 1,260억원의 이익을 더 많이 발생하게 되었다.

〈표 3〉에서 제시한 3가지 가격변화에 따른 시나리오별 민감도 분석결과를 정리하면 〈표 5〉와 같다. 한·중에서 고등어가격이 10% 인하되는 경우, 양국의 최소이익점에서의 현재가치는 약 2,810억 원이며, 파레토최적에서는 약 3,946억원의 이익이 발생한다. 또한 양국에서 고등어가격이 10%, 20% 인상되는 경우에는 최소이익점에서의 현재가치는 각각 3,450억원과 3,771억원으로 분석되었으며, 파레토최적에서는 각각 4,834억원과 5,278억원으로 나타났다. 즉 가격이 상승하면, 파레토최적의 이익도 차츰 증가하게 되고, 역으로 가격이 하락하면 감소하는 현상을 보여주고 있다.

VI. 결론 및 정책함의

공유자원에 대한 분배는 현실적으로 다양한 어려움에 직면해 있지만, 이해당사간의 다양한 협력체제를 모색한다면 오히려 서로에게 이익을 창출할 수 있는 기회가 될 수 있을 것이다. 본 연구에서는 공유자원에 대한 효율적인 관리를 연구하기 위해 한국과 중국 간의 고등어자원에 대한 실증연구를 통하여 그 가능성을 검토하여

보았다.

최근 들어 해당해역에서의 고등어자원에 대한 어획량은 2007년을 기준으로 볼 때, 1990년에 비해 약 1.8배 증가한 것으로 나타나고 있다. 이는 어구의 기술발달과 어획노력의 증대 등 다양한 이유가 내재되어 있을 것이다. 특히 해당 기간에 한국과 중국의 어획량을 살펴보면 커다란 차이점을 발견할 수 있다. 한국의 경우, 1990년대부터 최근까지 생산량에는 큰 변화가 없고 오히려 감소하는 경향이 있지만, 중국의 경우는 1990년대 후반부터 급격한 어획량 증가를 보여주고 있으며, 2008년에는 68.7만톤에 달하는 생산량을 나타내고 있다. 특히, 2000년부터 2007년까지 양국의 어획량을 비교해보면, 중국이 한국에 비해 평균적으로 약 2.6배 정도 더 많은 생산량을 보여주고 있다. 따라서 관련 해역에서의 적절한 자원관리 방안이 도출되지 않는다면 양국에 심각한 문제를 초래하게 될 것이다.

분석결과를 살펴보면, 공유자원에 대한 한국과 중국의 합리적 대응방안을 도출해 낼 수 있다.

첫째, 양국은 서로 협조적인 관계를 유지하여야 한다. 즉 비협조적인 관계에서 고등어를 지속적으로 어획하는 경우, 전체 이익의 현재가치는 3,130억 원이 되는 반면, 한·중 양국이 협조할 경우, 전체 이익의 현재가치는 4,390억 원으로서 협조함으로써 약 1,260억의 이익을 더 많이 창출할 수 있게 되는 것이다(약 1.4배의 이익창출).

둘째, 양국은 다양한 관리수단을 효율적으로 이용하여야 한다. 양국의 공유자원관리는 양국의 이자율, 어획비용, 가격 등 다양한 변수들에 의해 영향을 받을 수 있는데, 고등어가격의 인하와 인상을 통한 시나리오별 민감도분석을 통해 본 결과 가격이 하락할수록 양국의 이익은 감소한 반면, 가격이 상승할수록 양국의 이익은 증대됨을 알 수 있다. 이러한 가격의 변화는 양국의 이익에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 가격 증감에 따른 어획규모의 변화와 이에 기인한 어자원량의 증감에도 영향을 미칠 수 있으므로 적정가격

설정을 위한 각국의 신중한 접근이 필요하다.

셋째, 양국의 실질적 이행방안의 수립이 필요하다. 본 연구를 통해 공유자원관리에 대해 한국과 중국은 서로 비협조적인 관계를 유지하는 경우보다는 협조체제를 모색하는 경우가 양국에 더 높은 이익을 제공할 수 있음을 보여 주었다. 분석과정에서 비협조적인 관계에서의 최소이익점과 협조관계에서의 파레토 최적을 통하여 한·중 양국은 공동해역에서 관련 자원의 관리를 어떻게 해야 하는가에 대한 대안을 도출할 수 있다. 즉 한·중 양국은 경제적 이윤이 소진될 때까지 관련 어종을 남획하는 것보다는 협조관계를 형성하여 공유어자원의 고갈을 방지하고 이익을 창출할 수 있는 선택을 할 수 있다. 이러한 합리적인 과정은 무엇보다도 해당 해역에서 양국이 공유자원을 합리적으로 관리할 수 있는 국가 간 공동 관리기구나 협의체설립, 관련 연구기관의 공동연구 등을 지원할 때 현실화될 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점은 자료수집의 제한에 따른 분석시점이 2004년이라서 최근의 동향을 반영하는 데 제약이 있으며, 분석에 이용된 변수들(할당량, 할인율 등)의 변화양상에 따라 그 결과도 영향을 받게 되므로 국가별 전략에 따른 다양한 시나리오별 민감도 분석이 보완된다면 본 연구결과를 보다 효과적으로 이용할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강금식, 경영과학, 박영사, 2002, p.852.
 남중오 외, “바이오경제모형을 이용한 최적 생산량 분석 : 수산업을 중심으로”, 자원·환경경제연구, Vol.19(4), 2010, pp.771 - 804.
 수산업협동조합, 어업경영조사보고, 2005, p.197.
 _____, 어업생산통계시스템, <http://fs.fips.go.kr/main.jsp>
 성숙경, “게임이론 접근법에 의한 부산항 컨테이너부두의 비용배분에 관한 연구”, 한국항만경제학회지, Vol.24(3), 2008, pp.23 - 35.

- 이규억, 게임이론, 시그마프레스, 2009, p.424.
- Anderson, L. G. "Optimum economic yield on an internationally utilized common property resource," *Fishery Bulletin* 73, 1975, pp.51 – 56.
- Benhabib, J. and R. Radner, "The Joint Exploitation of a Productive Asset: a game theoretic Approach," *Economic Theory* 2, 1992, pp155 – 190.
- Clark, C. W., *Bioeconomic Modeling and Fisheries Management*, A Wiley-Interscience Publication, 1985, pp.1 – 35.
- Coase, R. H., "The Problem of Social Coast," *Journal of Law and Economics* 3, pp.1 – 44.
- Dutta, P. K. and P. K. Sundaram, "The Tragedy of Commons?," *Economic Theory* 3, 1993, pp.413 – 426.
- Silberberg, E., *The Structure of Economics: A Mathematical Analysis*, McGraw-Hill Book Co. 1990, pp.662 – 669.
- Fisher, R.D. and L.J. Mirman, "Strategic Dynamic Interaction: Fish Wars' ," *Journal of Economic Dynamics and Control* 16, 1992, pp.267 – 287.
- _____, "The Complete Fish Wars: Biological and Dynamic Interactions," *Journal of Environmental Economic and Management* 30, 1996, pp.34 – 42.
- Hardin, G., "The Tragedy of Commons," *Science* 162, pp.1243 – 48.
- Henderson, J. M. and R. E. Quandt, *Microeconomic Theory*, McGrawHill Book Company, 1980, pp.286 – 293.
- Hnylicza, E. and R. S. Pindyck, "Pricing policies for a two-part exhaustible resource cartel: the case of OPEC," *European Economic Review* 8, 1976, pp.139 – 154.
- Levhari, D. and L.J. Mirman. "The Great Fish war: An Example Using a Dynamic Cournot-Nash Solution," *The Bell J. of Econo.*, Vol.1, 1980, pp.322 – 334.
- MacKelvey, R., Miller and P. Golubtsov, "Fish Wars Revisited: a Stochastic Incomplete-Information Harvesting Game," *Risk and Uncertainty in Environmental and Natural Resource Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, 2003, pp.93 – 112.
- Mirman, L., "Dynamic Models of Fishing: a Heuristic Approach," in P.T. Liu and J.G. Sutinen, eds., *Control Theory in Mathematical Economics*, 1979, pp.39 – 73.
- Munro, G. R., The Optimal Management of Transboundary Renewable Resources. *Canadian Journal of Economics*, Vol.12(3), 1979, pp.355 – 376.
- Schaefer, M.B., "Some aspects of the dynamics of populations important to the management of some commercial marine fisheries," *Bull. Inte-Amer. Trop. Tuna Comm.*, Vol.1, 1954, pp.26 – 56.
- Zhao, Jiye, (73) Cooperative game theoretic approach in transmission fixed cost allocation, Thesis(masters), 2009, p.50.
- FAO Year of Fishery and Aquaculture Statistics(<http://faostat.fao.org/>)