

Article

통영바다목장화사업의 경제적 타당성평가

표희동*

부경대학교 해양산업경영학부
(608-737) 부산광역시 남구 대연3동 599-1

Assessing the Economic Feasibility of a Marine Ranching Project in Tongyoung

Heedong Pyo*

Division of Marine Business and Economics
Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

Abstract : A marine ranching project in Tongyoung was established in 1998, lasting 9 years to 2006. Project activities included the deployment of artificial reefs, the release of young fishes like jacobever and rockfish, and input/output control for specific marine ranching areas in Tongyoung. This report focuses on the economic feasibility of the project in hindsight. Analysis concentrates on three aspects; (a) direct economic benefits, such as increasing effects of fisheries income and savings in harvesting costs, (b) indirect benefits, including increasing effects of recreational fishing and saving R&D costs, and (c) costs, including releasing and purchasing costs of artificial reef and juvenile fish, R&D costs, maintenance costs and harvesting costs. Results show that NPV=4.7 billion won, IRR=8.55% and B/C ratio=1.286 under Scenario 1, which considers the saving effects of R&D costs, and NPV=0.9 billion won, IRR=6.03% and B/C ratio=1.11 under Scenario 2, which does not consider the saving effects of R&D costs, based on 5.5% of the social rate of discount. According to sensitivity analysis, the economic feasibility is very sensitive to the recapture rate.

Key words : marine ranching, economic feasibility, economic benefits, economic costs, sensitivity analysis

1. 서 론

바다목장은 연안수역에 인공어초 등을 투하하여 산란 및 서식장을 인위적으로 조성하고, 우량종묘를 방류하여 자원증대를 도모하며, 여기에 조성된 자원에 대한 인위적 어획통제 및 지속적 수산자원의 이용·관리체계를 확립함으로써 어업소득 향상과 어촌지역 활성화를 도모하고자 하는 종합적인 어업생산시스템이라 할 수 있다.

통영바다목장화 사업은 1998년부터 2007년 말까지 10

년간 우리나라에서 처음으로 시도된 것으로 내해에 정착성 자원을 조성하는 ‘어로형 바다목장’의 성격을 가지며 해면어류양식사업과는 달리 연안의 해양생물자원의 지속 가능한 높은 생산력 유지와 이용을 활성화함으로써 바다 생산 잠재력을 되살리고 이를 어민소득증대와 대국민해양 활동활성화와 연결시키려는 사업이다. 통영바다목장화 사업은 크게 바다목장 기반조성 단계(1998년~2000년), 바다목장 개발 및 조성단계(2001년~2004년), 바다목장 개발기술 적용 및 효과분석 단계(2005년~2007년)의 3단계로 구분되어 진행되어 왔다. 통영바다목장화 사업의 총투자 사업비는 23,850백만 원으로, 이 중 시설비에는 47.6%인

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

11,347백만 원이 투자되었고, 연구비에는 12,503백만 원으로 52.4%를 연구개발에 투자한 것으로 나타나 통영바다목장화 사업은 우리나라 최초의 시범 바다목장화 사업으로 연구개발비의 비중이 큰 것으로 보인다. 방류된 종묘를 살펴보면 1998년 이래 10년간 총 12,481천 마리 종묘가 방류되었다. 어종별 방류량을 보면 조피볼락이 5,854천 마리로 전체 방류 중 46.9%를 차지하고 있으며, 그 다음으로 볼락이 3,649천 마리, 감성돔이 2,277천 마리 순으로 나타났다. 종묘방류 어종은 조피볼락, 볼락, 감성돔이 높은 비중을 차지하고 있는데 사업초기에는 조피볼락의 방류비율이 높았으나, 사업이 진행됨에 따라 치어생산기술의 발달 등과 방류어종의 수익적 측면을 고려하여 상품가치가 높은 볼락 및 감성돔의 종묘방류가 늘어난 것으로 나타났다(부경대학교 2007).

최근 국가 연구개발 사업 규모가 대형화, 다양화의 추세를 보임에 따라 국가사업의 효과적인 운영 및 향후 사업추진 방향에 대한 정책입안자들의 올바른 의사결정이 매우 중요하게 되고 있다. 정부는 일정규모이상의 대형 국책사업(SOC 관련)에 대한 예비타당성 조사 제도를 도입하여 국가 대형사업을 사전평가하고 있으며, 최근 관련 부처는 실용화를 목적으로 하는 국가 대형 연구개발 사업에 대한 기술적·경제적·정책적 타당성을 종합적으로 검토하고 있는 실정이다(한국개발연구원 2004). 예비타당성조사에서 검토되고 있는 경제성 분석의 대표적인 사업은 대형사업인 교통부문 사업(고속도로건설, 항만건설, 어항건설, 철도건설 및 공항건설), 수자원개발 사업(다목적댐건설, 운하개발 및 하천정비), 간척매립사업 및 국가대형 연구개발 사업 등을 들 수 있다.¹⁾ 특히 사회적으로 많은 논란이 된 간척매립사업에 대한 예비타당성조사(한국산업경제연구원 1998; 새만금사업환경영향공동조사단 2000)를 계기로 경제성 분석의 문제점과 개선방안 및 확대된 경제성 분석에 대한 논의가 이루어지고 있다(한국해양수산개발원 2000; 이 등 2001; 이 2001; 표 2002; 최 2002; 김 2006).

한편 인공어초사업을 포함한 바다목장화사업은 1990년대에 세계적으로 널리 추진되었는데, 이에 대한 대표적인 경제적 평가연구는 연어(Stokes 1982; Herrmann 1993;

Boyce et al. 1993; Kitada 1999; Moksness et al. 1998), 일본의 넵치(Kitada et al. 1992; Sproul and Tominaga 1992; Okouchi et al. 1999; Kitada 1999), 일본의 홍도미(Ungson et al. 1993, Ungson et al. 1994, Ungson et al. 1995; Kitada 1999), 유럽 바다가재(Moksness et al. 1998; Borthen et al. 1999; Lee 1994; Whitmarsh 1997; Whitmarsh et al. 1998), 대서양 대구(Moksness and Stole 1997; Moksness et al. 1998; Wilson et al. 1998) 및 기타 어종(Rothlisberg et al. 1999; Rimmer and Russell 1998; Cook and Sweijd 1999; Matlock 1986; Kitada 1999) 등이 있다.

하지만 본 연구는 이와 같은 예비타당성조사나 타당성 조사와 달리 사업이 완료되는 시점에서 경제성 평가를 실시한다. 특히 이 평가는 다른 해역에서 수행되고 수행될 바다목장화사업에 대한 가이드라인을 제시하고, 투자사업 간의 우선순위를 설정하는 정책 자료로 활용함으로써 자원배분의 효율성을 제고하는 데에 이바지할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 통영해역 바다목장화사업의 투자효과를 평가하기 위해 직·간접 효과에 따른 편익과 이에 대응하는 비용을 분석하고, 경제적 타당성을 정교화 함으로써 향후 바다목장 개발사업의 추진에 대한 정책의 방향 및 관리 전략적 방안을 제시 한다.

2. 통영바다목장화 사업의 경제적 편익과 비용의 추정

경제성 분석을 위한 방법론으로 대표적인 기법²⁾인 편익-비용분석(Benefit-Cost Analysis)에서 가장 중요한 사항은 편익과 비용을 보다 정확하게 측정 또는 추정하는 것이다. 여기서 편익이란 기본적으로 소비를 증가시키는 효과를 말한다. 왜냐하면 소비가 모든 경제활동의 목적이고 생산의 목적이기 때문이다. 직접 소비를 증가시키지 않은 기초시설에 대한 투자도 간접적으로 국민의 미래 소비를 증가시키기 때문에 편익으로 간주해야 한다. 어떤 사업의 비용이란 이 사업으로 인해서 포기된 편익을 말한다. 경제학에서 말하는 비용이란 늘 기회비용을 의미한다. 따라서 비용과 편익은 부호만 다를 뿐 내용은 동일하다. 그러나 이런 기회비용의 계산이 사실상 불가능하기

¹⁾최근 한국개발연구원(2000, 2004)은 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침을 제공하고 각 부문사업별 예비타당성조사 표준지침을 제시하고 있다. 뿐만 아니라 한국개발연구원의 웹사이트(www.kdi.re.kr) 중 공공민간투자메뉴에서 예비타당성조사에 대한 매우 다양한 사례를 참고할 수 있다. 한편 경제성 분석에 대한 지침으로서의 해외연구는 Dasgupta et al.(1972), Dasgupta and Pearce(1972), UNIDO(1972), Hanley and Spash(1993), Layard and Glaister(1994), Zerbe and Dively(1994), Bateman(1995) 및 Brent(1996) 등이 있다.

²⁾경제성 분석에서 편익-비용분석이 가장 보편적인 분석기법이지만 편익과 비용을 정확하게 측정하지 못한다면 그 결과는 매우 왜곡될 가능성이 있다. 특히 편익에 대한 정보의 심각한 제한으로 편익을 측정하는 것이 불가능한 경우 그 대안으로 비용효과분석(cost-effectiveness analysis)이 도입되기도 한다.

때문에 관례상 사업의 수행에 소요되는 경비를 비용으로 간주한다(이 2004).

제안된 사업의 편익과 비용을 추정하는 일 못지않게 중시되어야 할 쟁점 또는 기본원칙³⁾은 어떤 사업의 전후검증이 아닌 유무검증에 의해 분석이 이루어져야 한다는 것이다(이 2004; 한국개발연구원 2000). 유무검증은 사업을 수행할 경우(with the project)와 수행하지 않을 경우(without the project)의 차이인 증분적 현금흐름(incremental cash flow)원칙을 기준으로 한다. 여기서 현금흐름의 증분(incremental cash flows)이란 어떤 기업이나 사업에 대해 투자 안이 있는 경우(with project)의 미래 현금흐름과 투자 안이 없는 경우(without project)의 미래 현금흐름간의 차이로서 투자안의 채택여부는 그 투자 안에서 발생하는 현금흐름의 증분만을 고려하면 되는데 이를 독립기업의 원칙(stand-alone principle)이라 부른다(부경대학교 2007). 이를 감안하여 유무검증에서 순현금흐름(net cash flows: NCF)은 아래의 식과 같이 설명될 수 있다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \{PV(NB_t^w) - PV(NB_t^{wo})\}$$

여기서, NPV: 순현재가치

$PV(NB_t)$: t 시점에서의 순편익(총편익-총경제적 비용)의 현재가치

w: 사업을 수행한 경우

wo: 사업을 수행하지 않은 경우

전후검증은 사업을 수행하기 전(before the project)과 수행하기 후(after the project)의 차이에 의거한 편익·비용을 파악하는 기준으로, 전후검증에 의한 편익과 비용의 판별은 평가오류를 초래할 수 있기 때문에 진정한 기회비용을 고려할 수 있는 유무검증에 의한 편익과 비용을 판별하는 것이 바람직하다. 예를 들면, 바다목장화 사업 이전에 해역의 어획량이 150만 톤, 목장화 사업을 수행하지 않을 경우에는 자원의 감소로 어획량이 100만 톤이 되었다고 가정하고, 목장화 사업을 수행할 경우는 어획량이 200

만 톤이라 하면, 전후검증에 의한 어획량 증가효과는 50만 톤이 되고, 유무검증에 의한 어획량 증가효과는 100만 톤이 된다. 이는 전후검증으로 분석한 경우 사업의 효과가 과소평가 되어, 사업에 대한 진정한 효과를 왜곡시킨다 할 수 있다. 그러므로 유무검증에 의한 분석이 필요하다.

경제적 편익과 비용의 분류

경제적 편익은 추진할 사업의 연관성에 따라 크게 직접 편익과 간접편익이 있으며, 편익에 대한 화폐화 가능성에 따라 계량화할 수 있는 편익과 계량화할 수 없는 편익 또는 유형적 편익과 무형적 편익으로 구분할 수 있다. 따라서 편익의 인과관계를 분석하여 중복반영(double counting)이나 누락되는 평가항목이나 규모에 유의하여야 한다.

바다목장화사업의 경제적 편익⁴⁾ 중 직접편익은 크게 어획량 증가⁵⁾에 의한 어업인 소득증가효과, 자연산과 같은 어류의 섭취효과(어류소비자의 효용증대효과) 및 어획생 산성증가에 따른 어획비용의 감소효과로 구분할 수 있다. 이에 대한 간접편익은 유어낚시객의 효용증대효과, 연구개발효과 등 생산유발효과, 고용유발효과 및 생태계회복 효과 등을 들 수 있다. 하지만 한 나라의 경제가 완전경쟁 시장상태를 유지할 경우 유어낚시객의 증가효과, 생산유발효과 및 고용유발효과는 대부분 이전지출일 수 있기 때문에 이와 같은 이전지출성 간접효과를 반영하는 것은 간접편익이 과대평가될 수 있다. 따라서 간접편익을 규모화할 때에는 이와 같은 이전지출부분을 제거하는 것이 매우 중요하다.

한편, 바다목장화사업의 경제적 비용은 크게 바다목장화 사업비(인공어초 등의 시설비, 치어구입 및 방류비, 연구개발비 등)와 사업의 유지관리비 등을 들 수 있다. 바다목장화 사업장에서의 어획에 따른 어업비용도 경제적 비용에 포함되어야 하지만 연구의 편익상 어업인 소득증가 효과를 추정할 때 이를 공제함으로써 어업인 순소득증가 효과를 제시한다.

이와 같은 통영바다목장화 사업의 경제적 편익과 비용을 분류하면 Table 1과 같이 나타낼 수 있다.

³⁾편익·비용분석에서의 의사결정에 관한 기본원칙과 기준 및 편익과 비용을 측정하는데 있어서의 유의사항 및 고려사항에 대한 자세한 내용은 한국개발연구원(2000, 2004)과 부경대학교(2007)를 참고할 수 있다.

⁴⁾Whitmarsh et al.(2008)은 인공어초사업의 경제적 편익을 크게 직접이용가치(어선어업과 유어낚시 및 근해양식과 같은 채취적 이용(extractive use), 서핑과 다이빙관광과 같은 비채취적 이용), 간접이용가치(서식보호에 의한 어류생산증가, 남획의 분산, 연안보호 및 부영화 제거에 의한 수질개선) 및 비이용가치(해양다양성과 해양자산의 보존에 대한 지식과 만족 등)로 구분하였다. 하지만 Whitmarsh(2001)는 바다목장화사업의 경제적 편익을 어업소득증가(생산자잉여), 가격하락으로 인한 소비자잉여 및 유어낚시증가효과 등으로 분류하였다. 바다목장화사업은 인공어초설치 뿐만 아니라 특정 어종을 방류하고 관리한다는 점에서 인공어초의 사업과의 차이가 있고, 어장의 환경과 여건에 따라 그 편익이 다양하게 발생할 수 있다.

⁵⁾여기서 자원량증가효과를 경제적 편익으로 추정하는 오류를 범하지 않도록 주의하여야 한다. 자원량의 증가는 직접편익과 간접편익을 증가시키는 직접적인 요인이지만, 이를 편익으로 포함시키면 이중계산(double counting)의 문제가 발생한다.

Table 1. A classification of economic benefits and costs

	Economic benefits	Economic costs
Direct benefits	- Increasing effects of fisheries income - Saving effects of fishing costs - Increasing effects of consumer's surplus	- Artificial reef costs - Releasing & purchasing costs of juvenile fish
Indirect benefits	- Increasing effects of recreational fishing - Saving effects of R&D costs - Induced effects of employment - Restoration effects of ecosystem	- R&D costs - Maintenance costs - Harvesting costs

직접편익의 추정

직접편익에 대한 이론적 배경

통영 바다목장화사업으로 인한 직접효과는 크게 생산자잉여증가효과와 소비자잉여증가효과로 나눌 수 있다. 이중 생산자잉여증가효과는 어획량⁶⁾ 증가에 의한 어민 순수득상승효과와 생산성증가에 따른 어획비용감소효과로 구분할 수 있고, 소비자잉여증가효과로서는 어획량증가에 따른 소비자잉여증가효과나 바다목장어류에 대한 소비선호의 증가에 따른 소비자잉여증가효과가 발생할 수 있다.

하지만 바다목장화사업을 통하여 생산되는 주요 어종인 볼락과 조피볼락의 경우 자연산과 비교하여 볼 때 이들의 수요곡선을 이동시킬 만큼 소비자의 선호가 증가한다고 볼 수 없고, 볼락과 조피볼락의 전국 시장에 대한 소비 중에서 통영바다목장에서 차지하는 비중이 4%로서 완전경쟁시장 하에서의 개별기업처럼 그 영향은 미미하여 통영바다목장화 사업으로 인해 증가된 어획량이 볼락과 조피볼락의 전국 시장가격에 영향을 줄 수 없다고 가정한다면 어획량증가에 따른 소비자잉여증가효과나 바다목장어류에 대한 소비선호의 증가에 따른 소비자잉여증가효과와 같은 소비자잉여증가효과를 기대할 수 없을 것이다. 따라

서 본 연구에서는 통영바다목장화 사업을 하였을 경우나 하지 않았을 경우나 볼락과 조피볼락의 가격(P)에는 변함이 없다는 가정 하에서 Fig. 1과 같이 소비자잉여증가효과를 제외한 생산자잉여증가효과에 대하여 추정한다. 바다목장화 사업으로 인해 어업생산성이 증가하면 어획비용이 절감할 수 있기 때문에 공급곡선은 S₀에서 S₁으로 이동한다고 할 수 있다.

Fig. 1에 나타난 바와 같이 생산자잉여증가효과 중 어획량증가에 의한 어민 순수득상승효과는 Δabc이고, 생산성증가에 따른 어획비용감소효과는 abde이고, 이를 수식화하면 다음과 같다.

- 생산자잉여증가효과

$$\begin{aligned}
 &= \sum_i \{NB_{it}^w - NB_{it}^{wo}\} = \sum_i \{(TR_{it}^w - TC_{it}^w) - (TR_{it}^{wo} - TC_{it}^{wo})\} \\
 &= \sum_i \{(PQ_{it}^w - FC - v_{it}^w Q_{it}^w) - (PQ_{it}^{wo} - FC - v_{it}^{wo} Q_{it}^{wo})\} \\
 &= \sum_i P(Q_{it}^w - Q_{it}^{wo}) + \sum_i (v_{it}^{wo} - v_{it}^w) Q_{it}^{wo}
 \end{aligned}$$

- 여기서, NB: 순어업편익
- TR: 총어업수익
- TC: 총어업비용
- FC: 총고정비
- P: 볼락과 조피볼락의 판매가격
- Q: 어류의 어획량
- v: 평균어업변동비용
- w: 사업수행의 경우
- wo: 사업미수행의 경우
- t: 발생시점
- i: 어종(볼락과 조피볼락)

위 식에서 어획량증가에 의한 어민 순수득상승효과와 생산성증가에 따른 어획비용감소효과를 분리하면 다음과 같다.

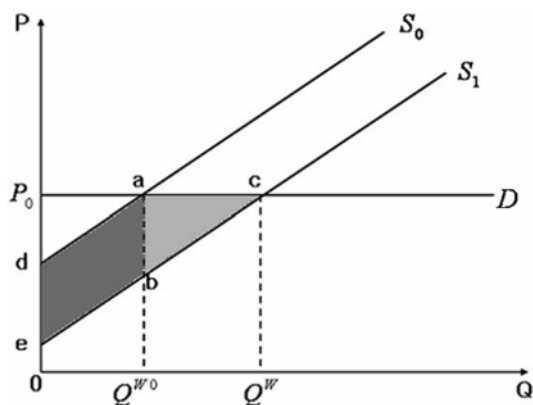


Fig. 1. Increasing effects of producer's surplus.

⁶⁾어획량을 포함한 현존 자원량을 위한 추정은 부경대학교(2007)를 참고할 수 있다.

- 어획량증가에 의한 어민 순수소득상승효과

$$= \sum_i P_i(Q_{ii}^w - Q_{ii}^{wo})$$

- 생산성증가에 따른 어획비용감소효과

$$= \sum_i (v_{ii}^{wo} - v_{ii}^w) Q_{ii}^{wo}$$

생산성증가에 따른 어획비용감소효과와 경제이론적 근거를 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. Fig. 2에 나타난 바와 같이 생산성향상에 의한 어획비용절감효과는 기술변화나 규제완화와 같은 요인들에 의한 비용절감효과 ΔC_1 과 A에서 B로 생산량이 증가함에 따라 발생하는 생산량변화효과 ΔC_2 로 구분할 수 있다. 여기서 ΔC_2 는 평균비용곡선이 수평이 아니고 우하향하여 규모의 경제인 상태에서 생산량이 늘어남으로써 발생한 생산성변화이다(권 2007).

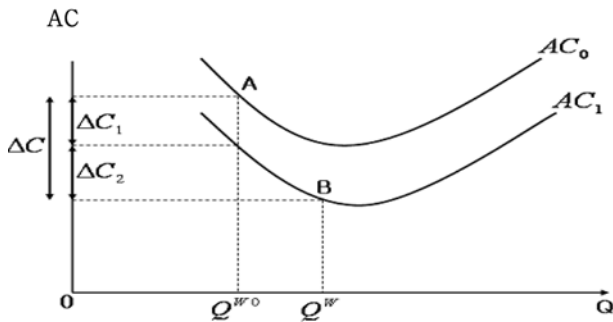


Fig. 2. Saving effects of fishing costs.

직접편익의 추정

통영 바다목장화사업으로 인한 직접효과를 추정하기 위해서는 어획되는 어종의 가격 추정이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 공식적 통계자료(해양수산부 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006) 및 노량진 도매수산시장의 가격, 실제 통영지역의 어업인들의 판매가격을 종합적으로 고려하여 불락 및 조피불락의 가격을 추정한다. 여러 조사방법에 의해 추정된 어가를 종합하면 평균적으로 불락은 16,421원/kg, 참돔은 14,592원/kg, 농어는 10,797원/kg, 조피불락은 8,739원/kg, 기타어종은 15,806원/kg으로 추정되었다.

통영바다목장화 사업 해역에서의 불락과 조피불락의 어획량을 파악하는 것은 여간 쉽지 않다. 대부분의 불락과

조피불락이 계통판매가 아닌 비계통판매로 이루어지고 있고, 특히 1998년 사업수행당시의 어획량자료를 입수하는 것은 불가능한 상태이다. 이 사업을 수행하는 시점에서의 자원량조사와 적정어획량추정 및 실제어획량조사가 이루어지지 않았을 뿐만 아니라 어업통계자료를 확보할 수 없다. 한편, 우리나라 불락류(조피불락 및 기타불락포함)의 연안어업⁷⁾을 중심으로 한 생산량을 보면 1998년에 2,967톤에서 2006년 3,099톤으로 8년에 걸쳐 약 2.6% 정도 생산량 증가를 나타낸다(해양수산부 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006). 이는 통영바다목장의 해역이 전국 연안의 평균적인 어장환경을 유지하는 것으로 가정할 경우 사업을 수행하지 않았을 때(without the project) 생산량과 사업수행 전(before the project)의 생산량이 유사하다고 가정할 수 있다. 따라서 본 분석에서는 기존연구보고서(한국해양연구소 2000; 한국해양연구원 2002, 2003, 2004, 2005, 2007)에 의해 추정된 최대지속가능한 어획량(Maximum Sustainable Yield: MSY)인 불락 3.8톤과 조피불락 49.5톤을 사업미수행에 대한 어획량으로 대용한다.

본 연구에 있어서 또 하나의 애로사항은 사업수행기간(1998년부터 2007년까지)중에 증가되는 어획량을 파악하는 것이다. 본 연구에서는 사업시작년도인 1998년에서 2000년까지의 3년간은 바다목장화 사업의 준비기간(연구개발 및 인공어초 투입준비)과 방류어류의 성장기간으로 가정하고, 사업시작 3년 이후인 2001년부터 바다목장화사업으로 인한 어획량의 증가가 발생한 것으로 간주한다. 2001년 이후 바다목장화사업의 어획량증가는 인공어초, 치어방류 및 연구개발비와 같은 투자사업비와 밀접한 연관이 있기 때문에 2001년에서 본 연구에서 조사된 2007년까지의 적정어획량은 2007년 현재의 적정어획량이 이와 같은 투자비의 증가비율에 비례한 것으로 가정한다. 한편, 2007년 이후에는 바다목장화사업이 종료되고 단지 유지관리비만 투입되기 때문에 2007년 이후의 어획량은 2007년의 어획량과 동일하게 유지된다고 가정한다.⁸⁾

한편, 어업경비추정을 위한 어업경비에 영향을 미치는 요인으로는 어획노력량(조업시간, 조업방법 등), 자원량 및 어획량 등을 들 수 있다. 비용함수를 추정하는 방법에는 여러 가지 방법이 있을 수 있지만, 본 연구에서 어민들을 대상으로 조사한 어업경비자료를 이용한 결과 단위당 평균어업변동비가 총 어획량의 증가에 따라 비선형적으로 감소하는 비용행태(nonlinear cost behavior)를 나타내는

⁷⁾여기서 연안어업의 어획량에는 연안선망, 연안채낚기, 기선권현망, 연안자망, 연안개량안강망, 연안통발, 연안연승, 연안들망, 연안복합, 정치망, 각망, 기타구획어업의 어획량을 포함한다.

⁸⁾2007년 이후 어획량은 2007년의 어획량과 동일하게 유지된다는 가정은 강한 가정적일 수 있고, 2007년 이후의 어획량에 대한 보다 현실적인 추정이 필요하지만 이 논문의 범위에 벗어난다.

것으로 추정되었다.

$$v = \alpha Q^{-\beta}$$

이와 같은 비선형비용행태모델은 평균변동비용과 어획량과의 비선형함수에 자연로그를 취하여 선형함수의 형태로 변형하고 다음과 같은 회귀분석식을 추정할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{- 추정식: } \ln v &= \ln \alpha - \beta \ln Q = 17.05718 - 0.71764 \ln Q \\ &\quad (12.26)^{***} \quad (-6.29)^{***} \\ &\quad (\text{결정계수 } 0.87, \text{ F비 } 39.5^{***}) \end{aligned}$$

여기서, ***는 1%하에서의 유의수준을 나타냄.

- 추정계수를 이용한 평균 변동비용 함수식:

$$v = e^{\ln \alpha} Q^{-\beta} = e^{17.0571} Q^{-0.71764}$$

간접편익의 추정

본 연구에서는 유어낚시객의 효용증대효과를 중심으로 바다목장화 사업의 간접편익을 추정한다. 유어낚시와 같은 야외 레크레이션 자원의 가치를 평가하는데 널리 사용되고 있는 개별여행비용법(individual travel cost method)을 이용하였고, 유어낚시객의 출조횟수인 종속변수가 비음정수(non-negative integer)인 점을 고려하여 절단된 음이항 모형(truncated negative binomial model)의 가산자료 모형을 적용한다. 이 연구의 출조 빈도함수의 추정에 사용된 자료는 통영지역 낚시어선을 이용하는 유어 낚시객을 대상으로 무작위추출법을 적용하였으며, 2007년 7월과 10월 중에 조사된 총 462명의 표본을 분석대상으로 이용하였다. 이 자료에 의한 분석결과 절단된 음이항모형의 독립변수들 중 소득은 10% 수준에서, 어획량은 5%의 수준에서 유의적이고, 나머지 변수인 낚시경험과 낚시비용은 1%의 수준에서 유의한 것으로 나타나 모든 독립변수들은 종속변수인 출어횟수에 영향을 주고 있는 것으로 보인다.

Hellerstein and Mendelsohn(1993)은 가산자료의 모형으로부터 추정된 수요곡선으로부터 소비자잉여를 추정할 수 있는 방법을 소개하였다. 수요모형의 소비자잉여(CS=Consumer Surplus)는 다음의 식을 통하여 추정할 수 있다.

$$E(CS) = \frac{E(y_i | x_i)}{-\beta_p} = \frac{\hat{\lambda}_i}{-\beta_p}$$

여기서 $\hat{\lambda}_i$ 는 평균출조횟수, β_p 는 출조경비의 추정계수를 나타낸다. 따라서 1회 출조당 소비자잉여는 단순히 $1/-\beta_p$ 로 나타낼 수 있다.

한편, 자연자원의 가치속성의 변화에 따른 경제적가치의 변화 즉, 소비자잉여의 변화는 가치속성변수(q)의 변화에 따른 출조횟수(y_i)의 변화분($\partial E(y_i)/\partial q_i$)을 식 (12)에 대입하여 구할 수 있다. 즉, $\Delta E(CS)$ 는 다음의 식과 같이

나타낼 수 있다.

$$\Delta E(CS) = \frac{\partial E(y_i)/\partial q_i}{\beta_p}$$

여기서, $\partial E(y_i)/\partial q_i$ 는 음이항모형의 종속변수의 평균 즉, $\lambda_i = E[y_i | q_i] = e^{\beta q_i}$ 이므로 $\partial E(y_i)/\partial q_i$ 는 $\lambda_i \beta$ 가 된다.

절단된 음이항모형에 의해 1인 1일 출조당 소비자잉여는 183천원으로 나타났고, 1인당 연간 출조횟수의 평균을 곱하여 나타난 연간 총 소비자잉여는 3,400천원으로 추정되었으며, 어획량 1 kg의 변화에 따른 유어낚시객의 총 소비자 잉여의 변화는 185천원인 것으로 나타났다(표 등 2008).

바다목장화 사업으로 인한 유어낚시의 경제적 편익은 다른 지역에서 통영바다목장화 사업해역으로 옮겨옴에 따른 증가부분은 국가적 차원에서 이전지출에 해당된다. 엄격한 의미에서의 유어낚시의 경제적 편익은 바다목장화 사업으로 인해 새롭게 창출된 유어낚시객의 증가로 인해 발생된 편익만이 해당된다. 이와 같은 통영바다목장화 사업해역에서의 증분적 낚시 인구를 파악하는 것은 여간 간단치 않다. 1998년에서 2006년의 통영바다목장화 사업 해역내에서의 낚시인구에 대한 통계자료가 없기 때문에 통영 전체 낚시인구 중 통영바다목장 내에서의 낚시인구를 추정하여야 한다. 설문조사에 의하면 통영낚시객 중 약 17%가 통영바다목장해역에서 낚시를 수행하였고, 이중 70%가 통영바다목장화 사업에 대해 인지하고 있음으로 나타났다. 통영지역 뿐만 아니라 전국적으로 유어낚시인구의 연간 평균자연증가율이 20~30%임을 감안할 경우 통영바다목장화 사업에 대한 인지비율만큼 반영하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서의 2006년의 통영바다목장 내 유어낚시인구(자연증가율을 제외한)는 다음과 같이 추정된다. 한편, 유어낚시의 경제적 편익도 직접편익과 마찬가지로 2001년부터 발생한 것으로 가정한다. 다시 말해서 바다목장화 사업을 수행하지 않은 시점을 2000년으로 할 경우 2000년의 통영바다목장해역의 낚시인구는 2000년의 통영전체 낚시인구에 바다목장해역 낚시인구비율(17%)을 곱한 것으로 다음과 같다.

- 1) 2006년 통영바다목장 내 유어낚시인구추정
 = 2006년 통영지역 유어낚시인구 × 바다목장해역 낚시인구비율(17%) × 통영바다목장화사업 인지비율(70%)
 = 57,010명 × 17% × 70% = 6,784.4명
- 2) 2000년의 통영바다목장 내 유어낚시인구추정
 = 2000년의 통영전체 낚시인구 × 통영바다목장 낚시인구비율(17%)
 = 16,601명 × 17% = 2,822.17명

- 3) 연도별 유어낚시의 경제적 편익
 = 사업수행기간의 유어낚시에 의한 간접편익-사업
 미수행(2000년)시의 간접편익
 = (해당연도의 유어낚시인구-2000년 사업미수행시
 의 유어낚시인구)×1일출조당 소비자잉여

경제적 비용의 추정

1998년에서 2006년까지 9년간 투자된 통영바다목장화 사업의 투자비는 크게 인공어초와 치어종묘비 및 방류비 등의 시설비 및 종묘비, 바다목장화 사업수행을 위한 연구개발비 등으로 구별되고, 9년간 전자는 113.47억 원, 후자는 125.03억 원, 총 238.5억 원이 투자되었다. 그런데, 여기서 주의할 점 중의 하나는 본 연구의 분석시점이 2006년 말 기준이기 때문에 투자비도 2006년의 불변가격으로 환산하여야 분석의 일관성을 유지할 수 있다는 것이다. 이와 같은 디플레이터를 적용한 조정된 투자비는 총 256.1억 원으로 조정전의 투자비 총 238.5억 원보다 더 큰 가치를 가지고 있음을 시사하고 있다. 한편, 기존의 연구보고서(한국해양연구원 2007)에 따르면 통영바다목장에 대한 사후관리의 예산은 2007년의 추정예산이 10억 원으로 해역관리가 2.5억 원, 자원관리가 2.9억 원, 이용관리 1억 원, 어획물관리센터 건립비 및 포장디자인개발비 0.5억 원, 기타 0.1억 원인 것으로 나타났다. 2008년 이후의 소요예산은 5억 원(해역관리 2억 원, 자원관리 2억 원, 이용관리 1억 원)으로 추정되었다.

3. 경제적 타당성 분석

경제적 타당성분석을 위한 시나리오의 선정

본 바다목장화사업의 경제적 타당성분석은 두 가지의 대안에 의해 추정하기로 한다. 대안1은 다른 바다목장화사업의 수행 시 발생할 수 있는 연구개발비를 절감할 수 있는 효과를 반영한 대안이고, 대안2는 연구개발비절감효과를 고려하지 않은 대안이다. 통영바다목장화 사업은 우리나라 최초의 시범사업으로 이 사업의 연구개발비의 파급효과는 이번 사업에만 국한되지 않는다고 할 수 있다. 통영바다목장화사업을 바탕으로 바다목장 사업을 전국적으로 확대하여 연안자원의 획기적 증대와 어민소득 증대에 기여하고, 해양에 대한 새로운 비전제시와 국민 삶의 질을 향상시킬 수 있다. 통영 바다목장화 사업은 우리나라 최초의 목장화 시범사업으로 다른 해역의 바다목장화 사업 및 지자체의 소규모 바다목장의 기술기반 및 국내외의 기술이전효과를 가져올 수 있다. 하지만 이와 같은 연구개발비의 절감효과 및 기술이전효과를 계량화하는 것은 매우 어려울 뿐만 아니라 계량화를 수행한다 할지라도 그 규모는 매우 자의적일

수 있고, 논란의 대상이 될 수 있다.

본 연구의 대안1(연구개발절감효과고려)의 분석을 위해 통영바다목장화 사업과 그 이외의 해역(울진, 태안, 전남)의 총사업비에 대한 연구개발비가 차지하는 비율을 살펴보고 산업연관분석된 연구개발비의 파급효과를 검토한다. 통영바다목장화 사업의 경우 총사업비 238억 중 52.4%를 연구개발에 투자하여 타 바다목장 시범사업보다 연구기술개발에 대한 투자비율이 높은 것으로 나타났다. 울진, 태안 및 전남해역의 바다목장화 사업의 총사업비에 대한 연구개발비는 평균 30% 수준이고, 통영해역에서 연구되지 않은 관광시설부분의 투자비를 제외한 총사업비에 대한 연구개발비는 평균 16% 수준이다. 이와 같은 3개 해역에서의 연구개발비의 절감효과를 합하면 총 48% 정도이다. 한편, 산업연관분석결과에서 나타난 연구개발비의 생산유발계수는 1.5544로 연구개발비의 순파급효과는 연구개발비의 55.44% 수준이고, 이에 따른 생산유발금액은 약 70억 원에 이른다(부경대학교 2007). 본 연구의 대안1에서는 다른 해역에서의 연구개발비의 절감비율과 산업연관분석결과와 순파급효과 비율 등을 감안할 경우 통영바다목장화 사업에 투자된 연구개발비의 50% 정도가 다른 해역의 연구개발비를 절감한 것으로 가정한다. 한편, 연구개발비의 절감효과에 대한 또 다른 주의사항은 이와 같은 연구개발비의 절감효과가 어느 시점에 발생하였다고 하는 것이 합리적이냐이다. 이를 위해 본 연구에서는 다른 3개 해역에서의 총 연구비의 배분비율을 산정하고, 이를 통영바다목장화 사업의 연구개발비와 곱함으로써 해당연도의 연구개발비의 절감효과가 발생한 것으로 한다.

경제적 타당성 분석결과

본 연구에서의 경제적 타당성 분석은 앞에서 검토된 내용을 바탕으로 통영바다목장화 사업의 직접편익과 간접편익을 고려한 총편익과 경제적 비용을 종합함으로써 연도별 순편익의 규모를 도출하고, 이에 따른 순현재가치(NPV), 내부수익률(IRR) 및 편익/비용비율(B/C RATIO)을 추정한다.

대안1의 분석결과(Table 2) 직접편익 중 어업순소득증가효과의 현재가치합계는 119.8억 원, 생산성향상에 따른 비용절감효과의 현재가치합계는 38.5억 원으로 총직접편익의 현재가치합계는 158.4억 원에 이른다. 간접편익 중 유어낚시증가효과의 현재가치합계는 78.8억 원, 연구개발비절감효과의 현재가치는 38.5억 원으로 총간접편익의 현재가치합계는 117.3억 원으로 추정되었다. 이와 같은 직접편익과 간접편익을 합하면 총편익의 현재가치합계는 약 275.7억 원이고, 조정된 투자비의 현재가치합계는 228.2억 원으로 총편익에서 조정된 투자비를 공제한 순편익의 현재가치합계는 47.4억 원 수준이다. 이는 연구개발비의 절

Table 2. A result of economic feasibility analysis (Scenario 1)

(Unit : thousand won)

Year	Direct benefits		Indirect benefits		Total benefits	Calibrated investment costs	Net benefits
	Income effects	Cost-saving effects	Recreational fishing effects	R&D cost-saving			
1998	-	-	-	-	-	1,010,589	-1,010,589
1999	-	-	-	-	-	1,146,939	-1,146,939
2000	-	-	-	-	-	2,248,000	-2,248,000
2001	189,267	192,377	91,595	114,945	588,184	2,824,121	-2,235,936
2002	333,251	238,537	197,610	165,559	934,957	3,399,194	-2,464,237
2003	476,946	269,665	320,314	732,243	1,799,167	2,992,899	-1,193,732
2004	676,491	300,660	462,334	685,886	2,125,371	3,656,134	-1,530,763
2005	892,637	325,209	626,712	780,491	2,625,049	3,681,893	-1,056,844
2006	1,183,169	349,683	816,966	733,189	3,083,006	4,650,000	-1,566,994
2007	1,246,939	354,157	816,966	938,955	3,357,017	1,000,000	2,357,017
:	:	:	:	-	:	:	:
2025	1,246,939	354,157	816,966	-	2,418,062	500,000	1,918,062
2026	1,246,939	354,157	816,966	-	2,418,062	500,000	1,918,062
2027	1,246,939	354,157	816,966	-	2,418,062	500,000	1,918,062
NPV	11,984,838	3,852,999	7,882,083	3,847,250	27,567,170	22,821,851	4,745,319
IRR							8.55%
B/C RATIO							1.286

Note: Equal cash flows should be occurred since 2007.

Table 3. A result of economic feasibility analysis (Scenario 2)

(Unit : thousand won)

Year	Direct benefits		Indirect benefits	Total benefits	Calibrated investment costs	Net benefits
	Income effects	Cost-saving effects	Recreational fishing effects			
1998	-	-	-	-	1,010,589	-1,010,589
1999	-	-	-	-	1,146,939	-1,146,939
2000	-	-	-	-	2,248,000	-2,248,000
2001	189,267	192,377	91,595	473,239	2,824,121	-2,350,881
2002	333,251	238,537	197,610	769,398	3,399,194	-2,629,796
2003	476,946	269,665	320,314	1,066,924	2,992,899	-1,925,975
2004	676,491	300,660	462,334	1,439,485	3,656,134	-2,216,649
2005	892,637	325,209	626,712	1,844,557	3,681,893	-1,837,335
2006	1,183,169	349,683	816,966	2,349,817	4,650,000	-2,300,183
2007	1,246,939	354,157	816,966	2,418,062	1,000,000	1,418,062
:	:	:	:	:	:	:
2025	1,246,939	354,157	816,966	2,418,062	500,000	1,918,062
2026	1,246,939	354,157	816,966	2,418,062	500,000	1,918,062
2027	1,246,939	354,157	816,966	2,418,062	500,000	1,918,062
NPV	11,984,838	3,852,999	7,882,083	23,719,920	22,821,851	898,069
IRR						6.03%
B/C RATIO						1.11

Note: Equal cash flows should be occurred since 2007.

감효과를 포함하고, 사회적 할인율을 5.5%, 경제적 내용년수를 30년 적용할 경우 통영바다목장화 사업을 통해 47.4억 원의 편익을 얻을 것으로 기대되어 이 사업의 경제적 타당성이 있음을 의미한다. 또한 이와 같은 사업을 통해 얻을 수 있는 수익률은 8.55%로 사회적 할인율 5.5%⁹⁾보다 더 높고, 편익/비용비율(B/C RATIO)도 1보다 큰 1.28을 나타내기 때문에 대안1에 의한 이 사업은 경제성을 갖고 있다고 할 수 있지만, 다른 일반 공공투자사업의 일반적 기대수익률에는 미치지 못한다.

통영바다목장화 사업의 연구개발비절감효과를 인정하지 않은 대안2의 분석결과(Table 3) 직접편익 중 어업순소득증가효과와 현재가치합계는 119.8억 원, 생산성향상에 따른 비용절감효과와 현재가치합계는 38.5억 원으로 총직접편익의 현재가치합계는 158.4억 원에 이른다. 간접편익은 대안1과 달리 연구개발비절감효과를 인정하지 않은 보수적인 대안이기 때문에 유어낚시증가효과와 현재가치합계인 78.8억 원이 총간접편익의 현재가치합계이다. 이와 같은 직접편익과 간접편익을 합하면 총편익의 현재가치합계는 약 237.2억 원이고, 조정된 투자비의 현재가치합계는 228.2억 원으로 총편익에서 조정된 투자비를 공제한 순편익의 현재가치합계는 약 9억 원 수준이다. 이는 연구개발비의 절감효과를 포함하지 않고, 사회적 할인율을 5.5%, 경제적 내용년수를 30년 적용할 경우 통영바다목장화 사업을 통해 약 9억 원의 편익을 얻을 것으로 기대되어 보수적인 시나리오에서도 이 사업의 경제적 타당성이 있음을 의미한다. 또한 이와 같은 사업을 통해 얻을 수 있는 수익률은 6.03%로 사회적 할인율 5.5%보다 약간 더 높고, 편익/비용비율(B/C RATIO)도 1보다 큰 1.11을 나타내기 때문에 이 사업은 보수적인 시나리오인 대안2의 경우에도 경제성을 갖고 있지만, 어업자원량의 불확실성을 감안할 경우 상당히 예민한 결과라고 할 수 있다.

Table 4와 Fig. 3과 같이 대안1과 대안2를 비교분석하면

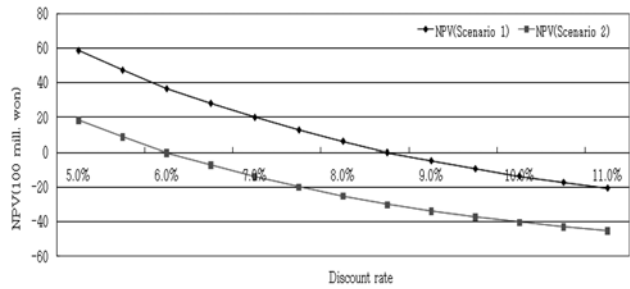


Fig. 3. NPV curves of Scenario 1 and Scenario 2.

다음과 같다. 전술한 바와 같이 대안1은 통영바다목장사업의 연구개발비의 이전효과를 고려한 대안인 반면에 대안2는 이와 같은 연구개발비의 이전효과를 반영하지 않은 보수적인 대안이다. 따라서 통영바다목장화 사업의 일환으로 추진된 불락과 조피불락의 어획량증대와 어업비용절감효과를 나타내는 직접편익의 현재가치합계는 158.4억 원으로 대안1과 대안2가 동일하지만, 연구개발비의 절감효과와 반영유무에 따라 그 규모가 다른 간접편익의 현재가치합계의 경우 대안1은 117.3억 원으로 대안2의 78.8억 원보다 38.5억 원 정도 많다. 이와 같이 연구개발비의 절감효과에 의해 이 사업의 대안1은 상당한 경제적 타당성을 보이고, 대안2는 연구개발비의 절감효과를 반영하지 않음에도 불구하고 사회적 할인율을 약간 상회하는 사업의 내부수익률이 예상된다. 하지만 연구개발비의 절감효과와 규모에 따라 이 사업의 수익률이 크게 변할 수 있음을 시사하고 있다.¹⁰⁾

민감도 분석결과

민감도분석은 편익/비용분석의 결과가 주요변수들(어류가격, 어획량, 유어낚시편익, 유지관리비 및 연구개발비) 중 어느 하나의 일정비율 변화에 얼마나 민감한가를 측정하는 것으로 민감도지표(SI=IRR의 변화율÷변수의 변화

Table 4. Comparative analysis of Scenario 1 and Scenario 2

(Unit : thousand won)

Scenario	PV of direct benefits	PV of indirect benefits	NPV	IRR	B/C RATIO
Scenario 1	15,837,838	11,729,333	4,745,319	8.55%	1.29
Scenario 2	15,837,838	7,882,083	898,069	6.03%	1.11

⁹⁾사회적 할인율의 선택과 관련된 다양한 논쟁은 한국개발연구원(2000, 2004)을 참고할 수 있고, 여기서 제시한 수자원개발, 환경시설, 낙후지역개발 등의 사업에 적용하는 사회적 할인율은 5.5%이고, 도로, 철도, 항만, 공항 등 일반 공공투자사업의 경우 7.5%이다.

¹⁰⁾1998년에 수행된 통영바다목장화 사업에 대한 예비타당성 분석(표 1998)에서는 제1시나리오(연구비 10%만 비용으로 반영)에서는 IRR이 8.8%, 제2시나리오(연구비 전부 비용으로 반영)의 경우 7.93%로 나타났다. 이 IRR의 절대적 수준은 바다목장화 사업을 수행한 후의 경제성 평가의 것과 유사하지만 그에 대한 구체적인 내용은 차이를 보이고 있다.

Table 5. Sensitivity analysis of NPV and IRR (Scenario 1)

Classification	Adjusted NPV (million won)		Adjusted IRR		Sensitivity indicator		Sensitivity ranking	
	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%
Discount rate	3,635	6,002	0	0	0	0	0	0
Price	5,944	3,547	9.26%	7.82%	0.826	-0.852	4	3
Yield	6,865	2,642	9.80%	7.25%	1.462	-1.522	2	1
Recreational benefits	5,534	3,957	9.02%	8.07%	0.546	-0.557	6	5
Maintenance costs	4,337	5,154	8.32%	8.78%	-0.274	0.268	9	10
R&D costs	5,130	4,361	8.83%	8.28%	0.325	-0.319	7	8

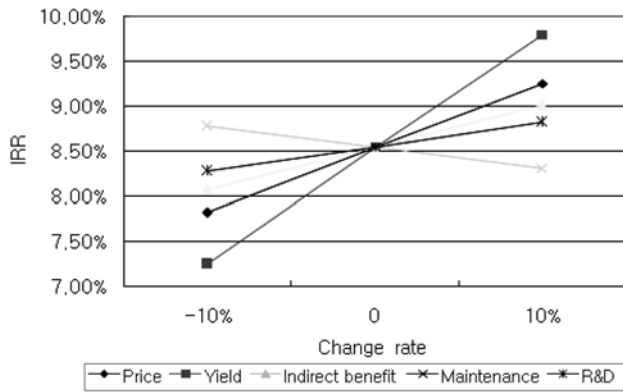


Fig. 4. Sensitivity of IRR on changes of variables (Scenario 1).

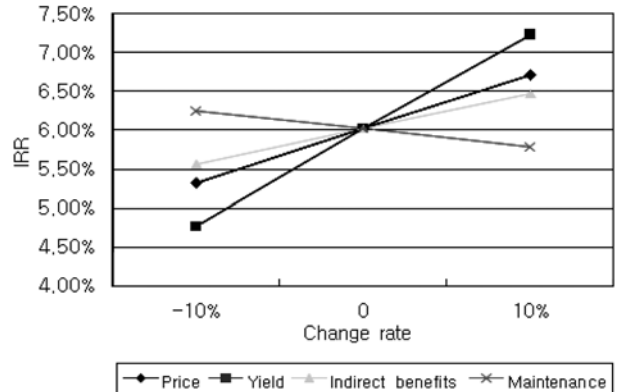


Fig. 5. Sensitivity of IRR on changes of variables (Scenario 2).

을)에 의해 변수들 간의 민감도순위를 판별할 수 있다. Table 5와 Fig. 5는 주요변수들이 각각 10% 증감할 경우 대안1의 NPV와 IRR의 변화정도를 파악하는 것이다. 주요변수들 중 경제적 타당성평가에서 적용된 어획량보다 10% 감소할 경우 가장 민감하게 반응하고, 다음으로 어획량의 증가가 예민하게 반응하고, 가격의 증감이 그 다음 민감한 것으로 나타났다. 이는 바다목장화 사업의 가장 중요한 변수는 적정어획량과 소득을 추정하는데 이용되는 어류의가격의 변화라는 것을 암시한다. 어획량이 10%만 증가하여도 IRR이 8.55%에서 9.80%로 1.25%가 증가하는 반면에, 어획량이 10%만 감소하여도 IRR이 7.25%로

하락하여 1.20% 감소하는 것을 알 수 있다. Table 6과 Fig. 5은 주요변수들이 각각 10%증감할 경우 대안2의 NPV와 IRR의 변화정도를 파악하는 것이다. 대안1에서와 마찬가지로 대안2의 민감도부석결과 주요변수들 중 경제적 타당성평가에서 적용된 어획량보다 10%감소할 경우 가장 민감하게 반응하고, 다음으로 어획량의 10%증가가 예민하게 반응하고, 가격의 증감이 그 다음 민감한 것으로 나타났다. 이는 바다목장화 사업의 가장 중요한 변수는 적정어획량과 소득을 추정하는데 이용되는 어류의가격의 변화라는 것을 암시한다. 어획량이 10%만 증가하여도 IRR이 6.03%에서 7.23%로 1.20%가 증가하는

Table 6. Sensitivity analysis of NPV and IRR (Scenario 2)

Classification	Adjusted NPV (million won)		Adjusted IRR		Sensitivity indicator		Sensitivity ranking	
	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%
Discount rate	-38	1,971	0	0	0	0	0	0
Price	2,097	-300	6.71%	5.32%	1.133	-1.170	4	3
Yield	3,018	-1,205	7.23%	4.78%	1.991	-2.076	2	1
Recreational benefits	1,686	110	6.48%	5.57%	0.749	-0.765	6	5
Maintenance costs	490	1,306	5.79%	6.26%	-0.392	0.385	7	8

반면에, 어획량이 10%만 감소하여도 IRR이 4.78%로 하락하여 1.25% 감소하여 이 사업의 경제적 타당성을 상실하는 것을 알 수 있다.

잠재력평가분석

목표탐색법(goal seeking method)이란 특정한 변수를 조정함으로써 달성코자 하는 목표수준을 발견하는 방법이다. 본 연구에서는 2027년 이후 인공어초의 경제적 내용년수의 10년 연장에 대한 효과평가 및 불락과 조피불락을 제외한 다른 어종(감성돔, 참돔, 넙치, 전복 및 해삼 등)의 어획량증가효과 등을 분석함으로써 이들 항목들의 통영바다목장화 사업에 미치는 영향정도와 잠재력을 평가하고자 한다.

인공어초의 경제적 내용년수를 10년 정도 더 연장하여 평가기간을 40년으로 할 경우 경제적 타당성은 많이 개선됨을 알 수 있다. 구체적으로 대안1의 경우 NPV=76.5억 원, IRR=9.38%, B/C RATIO=1.41로 추정되고, 대안2의 경우 NPV=38.0억 원, IRR=7.22%, B/C RATIO=1.23으로 추정되었다. 이는 인공어초를 비롯한 시설에 대한 사후관리를 철저히 함으로써 바다목장화사업의 경제적 타당성을 상당히 개선할 수 있음을 시사한다. 다시 말해서, 대안1의 경우 29억 원의 경제적 가치를 증대시켜 내부수익율을 0.83% 향상시키는 효과가 있고, 대안2의 경우도 29억 원의 경제적 가치를 증대시켜 내부수익율을 1.19%를 향상시키는 효과가 있다.

통영바다목장화 사업수행기간에 불락과 조피불락이외의 다른 어종에 대한 치어방류가 전체의 24% 정도를 차지하고 있음을 감안할 경우 기타어종에 대한 어획량증가효과나 바다낙시의 조획률을 향상시킬 수 있다. 따라서 본 연구에서는 총직접편익의 20%가 증가되었을 경우 경제성에 미치는 영향을 분석한다. 이와 같은 기타 어종의 직접효과 증대효과를 분석한 결과 대안1의 경우 NPV=71.4억 원, IRR=9.94%, B/C RATIO=1.39로 추정되고, 대안2의 경우 NPV=33.0억 원, IRR=7.37%, B/C RATIO=1.22로 추정되었다. 여기서 재미있는 현상은 인공어초의 내용년수를 10년 연장한 경우와 기타어종의 직접편익증대의 경우를 비교한 결과 인공어초의 내용년수 연장에 대한 경제적 가치가 기타어종의 직접편익의 증대에 대한 경제적 가치보다 5억 원 정도 큰 반면에, 내부수익률의 경우 인공어초의 연장에 대한 결과보다 기타어종의 소득증대에 대한 결과가 대안1은 0.46%, 대안2는 0.14% 더 높다는 것이다. 아마도 그 이유는 순현재가치법에서는 투자가 이루어지는 기간 동안 사회적 할인율 그 자체로 재투자가 된다고 가정하므로 재투자에 대한 가정이 보수적이고 현실적인 반면에, 내부수익률법에서는 투자기간 동안의 현금흐름을 내부수익률로 재투자한다는 낙관적 가정을 하고 있

기 때문이다. 따라서 낙관적 가정을 한 내부수익률에서는 투자기간이 긴 인공어초의 기간 연장에 대한 IRR이 기타어종의 직접편익증대에 대한 IRR보다 낮다.

4. 바다목장화사업의 정책방향 및 결론

이 연구는 통영바다목장시범사업이 완료됨에 따라 그 경제적 타당성을 사후적으로 평가함으로써 이 사업에 대한 총합적 분석방법을 정교화하고, 구체적 결과를 계량적으로 도출하고, 향후 바다목장 개발사업의 정책적 시사점을 제시하는데 있다. 먼저 이 연구는 바다목장화 사업의 경제적 타당성분석을 위한 경제이론적 근거와 구체적인 방법을 체계적으로 제시함으로써 추후 경제적 타당성분석의 기틀을 구축하였다. 특히 바다목장화사업의 특수적인 편익에 대한 분류와 판별을 위한 경제이론적 모델을 정립함으로써 바다목장화사업의 경제적 편익을 추정하는데 있어서 정확성을 확보하게 하였다.

본 연구는 통영바다목장시범사업에 의한 연구개발비의 절감효과를 고려한 대안1과 이를 고려하지 않은 대안2로 구분하여 경제적 타당성을 분석하였는데, 분석결과 대안1의 내부수익률이 8.55%, 대안2의 내부수익률이 6.03%로 두 가지 대안 모두에서 경제적 타당성을 나타내고 있다. 단지 보수적인 대안인 대안2의 내부수익률은 사회적 할인율인 5.5%를 약간 상회하지만, 대안1의 내부수익률은 높은 편이다. 하지만 이와 같은 경제적 타당성을 분석할 때 이용되고 추정된 많은 변수들과 자료들에 대한 불확실성을 감안할 경우 상당한 주의가 필요하다. 본 경제적 타당성분석결과에 대한 정책적 의미를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 자원량의 추정과 이를 이용한 적정어획량의 추정은 이 사업에서 가장 민감한 변수라고 할 수 있는데 자원량이라는 것이 매우 불확실하고 변동성이 크기 때문에 이에 대한 지속적인 관리와 과학적인 자원량 조사가 절실히 요구된다. 통영바다목장화 사업 해역의 현존 자원량 추정을 위한 조사는 계절적인 요인과 주변의 환경변화 및 그 조사방법에 따라 변수와 한계점이 있으므로 표준화된 매뉴얼을 도입하여 주기적으로 정확하게 예측하고 분석되어야 한다. 바다목장화 사업 해역의 자원 조성 후 발생하는 적조나 수온 변화 등 여러 가지 자연적인 요인뿐만 아니라 관리수면 내에서의 불법적인 남획 등 인위적인 영향으로 인하여 지속적인 자원조성을 침해할 수 있다. 따라서 사업 완료 후 체계적인 사후관리 모니터링 수립과 실천이 그 무엇보다 중요하다.

둘째, 바다목장화사업의 자원조성 후의 성과뿐만 아니라 기존 생태계가 파괴되어 가는 것을 회복시킨다는 점에서 그 의의를 두어야 할 것이다. 또한 주변해역의 자원조성에도 영향을 미치고, 생물의 종 다양성을 유지시키며,

생물의 서식지 보호에도 효과적이므로 양적인 성과에 치우치기보다 질적인 관리에 더 큰 비중을 두어야 할 것이다. 다시 말해서, 바다목장 생태계를 지속적으로 이용·관리하기 위한 자원관리방안의 개발이 필요하다. 바다목장 화사업을 수행하기 전에 해역의 생태계에 적합한 대상어종의 선정, 자원조성계획 등을 수립하여야 하고, 거시적이고 장기적인 관점에서 바다생태계복원 또는 회복을 유도하는 정책도입뿐만 아니라 이와 같은 생태계회복효과와 생물다양성에 대한 경제적 가치를 계량화하는 연구도 병행되어야 할 것이다. 또한 위험도지수 등을 도입하여 적절한 자원회복시기를 파악함으로써 그 수위를 조절하여야 할 것이다.

셋째, 어업순소득증대효과는 사업수행시의 어획량과 사업미수행시의 어획량간의 차이에 대한 효과라고 할 수 있는데, 사업을 수행하기전의 어획량과 사업미수행시의 어획량의 관계, 사업수행기간 중의 어획량의 파악 등 사업의 자원량 조사에 대한 체계적인 로드맵을 작성하여 단계별로 과학적으로 추진되어야 보다 정확한 경제적 타당성을 파악할 수 있을 것이다.

넷째, 민감도분석결과 어획량 다음으로 민감한 변수가 가격이다. 이와 같은 어류의 가격을 포함한 어업비용, 낚시인구 등 통계자료의 체계적이고 지속적인 조사를 수행하여야 할 것이다. 사업시작시점에서 이런 사업들을 하기 위하여 준비하여야 할 자료 및 고려사항들에 대한 예비적 연구가 필요하고 이들을 데이터베이스화함으로써 보다 정확한 경제성평가 및 유용한 정책자료의 활용이 가능하게 하여야 할 것이다.

다섯째, 유어낚시에 대한 간접편익과 연구개발비절감에 따른 간접편익의 추정에 대한 주의가 필요하다. 이와 같은 간접편익은 경제적 타당성분석에서 자주 이전지출적인 성격을 가지고 있기 때문에 이중계산 또는 과대계산의 문제가 상존한다. 따라서 이와 같은 간접편익을 추정할 때에는 이 사업으로 인해 순수하게 창출될 수 있는 순증가부분만을 편익에 포함하여야 할 것이다. 이와 같은 문제를 인식하지 않고 연구를 수행함에 따라 연구결과에 대한 상당한 왜곡을 초래하고, 연구결과에 대한 신뢰성을 상실할 수 있다. 본 연구에서는 이러한 점을 충분히 감안하고 구체적으로 보다 정확하게 추정하는 방법들을 제시하였다. 특히, 통영바다목장화사업의 연구개발의 기술이전효과에 대한 보다 과학적인 추정이 요청된다.

여섯째, 이 연구는 이 사업의 잠재력을 평가하기 위해 인공어초의 내용년수를 10년 연장할 경우의 효과평가 및 불락과 조피불락이외의 다른 어종의 직접효과증대효과를 분석함으로써 인공어초 등 바다목장시설의 지속적이고 효율적인 관리의 중요성과 그 효과의 정도를 구체적으로 계량화하였다. 추후 통영바다목장이외의 해역으로 확산된

어류의 자원량과 어획량에 대한 조사도 이루어져야 하고, 이를 경제적 편익에 반영할 수 있어야 할 것이다.

일곱째, 대상해역별 자원회복방안들(바다목장화사업, 인공어초사업, 치어방류사업, 해양보호구역설정 등)간의 경제적 우선순위평가 및 다기준 분석(multi-criteria analysis) 등에 의한 다면적 평가가 필요하고, 이들 사업들에 대한 경제적 타당성 분석이 정교하고, 엄격하게 시행되어야 한다.

마지막으로, 바다목장화사업 이후의 불법어업에 대한 철저한 감시제도와 같은 체계적 관리 및 평가가 필요하다. 민감도분석결과에 나타난 바와 같이 인공어초 등 시설의 경제적 내용년수를 10년만 더 연장할 경우 바다목장화사업의 경제성이 상당히 호전됨을 알 수 있다. 따라서 이 사업이후에도 인공어초와 같은 시설관리를 철저히 함으로써 바다목장의 생태환경을 지속적으로 유지관리하는 것이 중요하다. 뿐만 아니라 보다 과학적인 바다목장해역의 생태계파악과 자원조사에 의한 이용관리방안제시와 더불어 어민이 함께하는 바다목장관리 및 이용방안 구축을 활성화하여야 할 것이다.

사 사

이 논문은 2008학년도 부경대학교 연구년 지원사업의 일환으로 작성되었고, 이 논문의 심사와 토론에 시간을 할애하여 주신 익명의 심사자들에게 감사드린다.

참고문헌

- 권오상 (2007) 간접비용. In: 환경경제학. 박영사, 서울, pp 556-561
- 김종원 (2006) 확장비용편익분석: 환경가치의 시장가치화. 국토 298:61-68
- 부경대학교 (2007) 통영해역 바다목장화사업 경제성평가분석연구 최종보고서. 한국해양수산기술진흥원, 193 p
- 새만금사업 환경영향공동조사단 (2000) 새만금사업 환경영향공동조사 결과보고서(경제성평가분야), 526 p
- 이정전 (2004) 환경가치추정과 경제적 타당성 분석. In: 환경경제학. 박영사, 서울, pp 402-425
- 이정전, 김상우, 마강래 (2001) 새만금간척사업의 경제적 타당성 논쟁: 편익추정을 중심으로. 재정논집 15(2):199-225
- 이준구 (2001) 비용-편익분석의 이론과 현실: 새만금사업의 사례. 재정논집 16(1):39-62.
- 최희희 (2002) 공공투자사업 경제성 분석의 한계와 개선방안: 새만금 간척사업을 사례로. 국토계획 37(5):205-218
- 표희동 (1998) 우리나라 바다목장화 사업의 예비적 경제성평가. 수산경영논집 29(2):199-216

- 표희동 (2002) 새만금사업 환경영향조사단의 새만금 간척사업에 대한 경제적 경제성 평가의 재평가. 해양정책연구 17(1):89-115
- 표희동, 박철형, 정진호 (2008) 개별여행비용법을 이용한 바다유어낚시의 소비자잉여추정. Ocean and Polar Res 28(2):141-148
- 한국개발연구원 (2000) 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 연구(개정판). 한국개발연구원 공공투자관리센터, 473 p
- 한국개발연구원 (2004) 예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정보완 연구(4판). 한국개발연구원 공공투자관리센터, 458 p
- 한국산업경제연구원 (1998) 영산강 IV단계 개발타당성 조사. 농림부, 578 p
- 한국해양수산개발원 (2000) 해양자원의 경제적 가치추정과 환경보존방안 연구. 해양수산부, 278 p
- 한국해양연구소 (2000) 통영해역의 바다목장 연구개발용역 사업 보고서. 한국해양연구소
- 한국해양연구원 (2002) 통영해역의 바다목장 연구개발용역 사업 보고서. 한국해양연구원
- 한국해양연구원 (2003) 통영해역의 바다목장 연구개발용역 사업 보고서. 한국해양연구원
- 한국해양연구원 (2004) 통영해역의 바다목장 연구개발용역 사업 보고서. 한국해양연구원
- 한국해양연구원 (2005) 통영해역의 바다목장 연구개발용역 사업 보고서. 한국해양연구원
- 한국해양연구원 (2007) 통영해역의 바다목장 연구개발용역 사업 보고서. 한국해양연구원
- 해양수산부 (1998) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (1999) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2000) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2001) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2002) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2003) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2004) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2005) 어업생산통계. 해양수산부
- 해양수산부 (2006) 어업생산통계. 해양수산부
- Bateman I (1995) Environmental and economic appraisal. In: Oriordan, T (ed) Environmental science for environmental management. Longman Scientific & Technical, pp 45-66
- Borthen J, Agnalt AL, van der Meeren G (1999) A bio-Economic evaluation of a stock enhancement project of European lobster; the simulation model LOBST.ECO with some preliminary results. In: Howell BR, Moksness E, Svasand T (eds) Stock enhancement and sea ranching. Fishing News Books, Oxford, pp 583-596
- Brent RJ (1996) Applied Cost-Benefit Analysis. Edward Elgar, Cheltenham, UK
- Boyce J, Herrmann M, Bischak D, Greenberg J (1993) The Alaska salmon enhancement program: a cost/benefit analysis. Mar Res Eco 8(4):293-312
- Cook P, Sweijd N (1999) The potential for abalone ranching and enhancement in South Africa. In: Howell BR, Moksness E, Svasand T (eds) Stock enhancement and sea ranching. Oxford: Fishing News Books, pp 453-467
- Dasgupta AK, Pearce DW (1972) Cost-benefit analysis: theory and practice. Macmillan Press
- Dasgupta P, Marglin S, Sen A (1972) Guidelines for project evaluation. United Nations Industrial Development Organization
- Hanley N, Spash CL (1993) Cost-Benefit Analysis and the Environment. Edward Elgar, England, 278 p
- Hellerstein D, Mendelsohn R (1993) A theoretical foundation for count data models. Am J Agr Econ 75:604-611
- Herrmann M (1993) Using an international econometric model to forecast Alaska salmon revenues. Mar Res Eco 8(3):249-271
- Kitada S (1999) Effectiveness of Japan's stock enhancement programmes: current perspectives. In: Howell BR, Moksness E, Svasand T (eds) Stock Enhancement and Sea Ranching. Fishing News Books, Oxford, pp 103-131
- Kitada S, Taga Y, Kishino H (1992) Effectiveness of a stock enhancement program evaluated by a two-stage sampling survey of commercial landings. Canadian J Fish Aquatic Sci 49(8):1573-1582
- Layard R, Glaister S (1994) Cost-Benefit Analysis. Cambridge University Press, 497 p
- Lee DO (1994) The potential economic impact of lobster stock enhancement. University of York (Based on dissertation submitted as part of MSc in Project Analysis, Finance and Development)
- Matlock GC (1986) Estimating the direct market economic impact of sport angling for Red Drum in Texas. North Am J Fish Management 6:490-493
- Moksness E, Stole R (1997) Larviculture of marine fish for sea ranching purposes; is it profitable? Aquaculture 155:41-353
- Moksness E, Stole R, van der Meeren G (1998) Profitability analysis of sea ranching with Atlantic Salmon (*Salmo salar*), Arctic charr(*Salvelinus alpinus*), and European lobster(*Homarus gammarus*) in Norway. Bull Mar Sci 62(2):689-699
- Okouchi H, Kitada S, Tsuzaki T, Fukunaga T, Iwamoto A (1999) Number of returns and economic return rates from hatchery released flounder *Paralichthys olivaceus* in Miyako Bay-evaluation by a fish market census. In: Howell BR, Moksness E, Svasand T (eds) Stock Enhancement and Sea Ranching. Fishing News Books,

- Oxford, pp 573-582
- Rimmer MA, Russell DJ (1998) Survival of stocked barramundi, *Lates calcarifer* (Bloch), in a coastal river system in far Northern Queensland, Australia. *Bull Mar Sci* **62**(2):325-335
- Rothlisberg PC, Preston NP, Loneragan NR, Die DJ, Poiner IR (1999) Approaches to reseeded penaeid prawns. In: Howell BR, Moksness E, Svasand T (eds) *Stock Enhancement and Sea Ranching*. Oxford: Fishing News Books, pp 365-378
- Sproul JT, Tominaga O (1992) An economic review of the Japanese flounder stock enhancement project in Ishikire Bay, Hokkaido. *Bull Mar Sci* **50**(1):75-88
- Stokes RL (1982) The economics of salmon ranching. *Land Economics* **58**(4):464-477
- Ungson JR, Hirata H, Matsuda Y (1994) Economic evaluation of the Red Sea bream ranching in Kagoshima, Japan. In: *Proceedings of the 6th conference of the international institute of fisheries economics and trade*, IIFET Paris 92, Tome I, 6-9 Jul 1992, IFREMER, pp 7-95
- Ungson JR, Matsuda Y, Hirata H, Shiihara H (1993) An economic assessment of the production and release of marine fish fingerlings for sea ranching. *Aquaculture* **118**:169-181
- Ungson JR, Matsuda Y, Hirata H, Shiihara H (1995) An economic benefit-cost estimation of the Red Sea Bream ranching in Kagoshima Bay, Japan. In: Liao, DS (ed) *Proceedings of the 7th biennial conference of the international institute of fisheries economics and trade*, National Taiwan Ocean University, Taipei, Taiwan, 19-21 Jul 1994, pp 189-201
- UNIDO (1972) *Guidelines for project evaluation*
- Whitmarsh D (1997) Cost-benefit analysis of artificial reefs. In: Jensen AC (ed) *European artificial reef research, Proceedings of the 1st EARRN conference*, Ancona, Italy, Mar 1996, pp 175-193
- Whitmarsh D, Pascoe S, Jensen AC, Bannister RCA (1998) Economic appraisal of lobster stock enhancement using artificial reef technology. In: Pascoe S, Robinson C, Whitmarsh D (eds) *Proceedings of the European association of fisheries economists bioeconomic modelling workshop*, Portsmouth, CEMARE Miscellaneous Publication no 39, University of Portsmouth, UK, 17-18 Dec 1997
- Whitmarsh D (2001) *Economic analysis of marine ranching*. University of Portsmouth, UK, CEMARE Research Paper 152
- Whitmarsh D, Santos MN, Ramos J, Monteiro CC (2008) Marine habitat modification through artificial reefs off the Algarve (southern Portugal): an economic analysis of the fisheries and the prospects for management. *Ocean Coast Manage* **51**:463-468
- Wilson JA, Langton RW, Van Orsdel C (1998) A model for the preliminary analysis of the economic feasibility of Atlantic cod enhancement in the Gulf of Marine (USA). *Bull Mar Sci* **62**(2):675-687
- Zerbe RO, Dively DD (1994) *Benefit-cost analysis in theory and practice*. HarperCollins College Publishers, New York, 557 p

Received Oct. 16, 2009

Revised Nov. 22, 2009

Accepted Dec. 3, 2009