

# 우리 나라 바다목장화 사업의 예비적 경제성 평가\*

표 회 동\*\*

## Preliminary Evaluation of a Proposed Marine Ranching Project in Korea

Hee-Dong Pyo

目	次
I. 서론	1. 편익/비용 분석결과
II. 경제성분석을 위한 평가요인 추정	2. 민감도 분석결과
1. 편익추정	3. 잠재력 평가
2. 비용추정	IV. 결론
3. 할인율의 선택	참고문헌
III. 경제성 평가결과	Abstract

### I. 서론

최근 많은 국가들은 해양생물의 서식처확대 및 자원량의 증대, 상업적 및 오락적 어업의 확대, 생태계보전과 관리 등의 다양한 목적을 달성하기 위해서 인공어초개발사업을 다각도로 추진 중이다. 한편, 일본은 인공어초개발사업을 확대한 바다목장화사업을 추진하고 있고, 우리 나라도 최근 이에 대한 연구사업을 수행 중에 있다. 인공어초사업이 어자원의 환경조성에 주안점을 두는 반면에, 바다목장화사업은 어자원의 환경조성 뿐만 아니라 어자원의 방류 및 어획 등을 보다 과학적으로 관리하는 어업시스템이라고 할 수 있다.

따라서, 바다목장화 사업의 경제적 타당성 분석은 자연과학적으로 검토된 대상생물, 기술개발 및 사회과학적 제반 자료를 종합적으로 검토함으로써 하나의 제안된 사업의 경제적 타당성 여부를 다각적으로 분석하는 것을 그 목적으로 하고 있다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해서는 자원증대기술, 어장조성기술 및 환경생태계의 영향 등과 관련한 다양한 시스템 파악이 선결되어야 할 뿐만 아니라

\* 본 논문은 해양수산부의 연구용역의 일환으로 실시된 연구의 일부로서 해양수산부의 공식적 의견이 아닌 연구자의 사견임을 밝혀 둡.

\*\* 한국해양수산개발원 환경안전연구실 연구원

이 사업의 예비적 타당성(preliminary feasibility)검토를 위한 합리적인 시나리오를 개발하는 것이 무엇보다도 중요하다.

본 연구는 바다목장화 사업의 경제적 타당성 분석을 위해 Fig. 1의 총괄적 흐름도에 나타난 바와 같이 연구분석방법으로서 자본예산모델(Capital Budgeting Model)-순현재가치법(Net Present Value : NPV)과 내부수익율법(Interval Rate of Return : IRR)-등을 이용한 비용/편익 분석법, 목표탐색법(Goal Seeking Model)을 이용한 잠재력 평가 및 불확실성과 위험에 대한 예측을 위한 민감도 분석법을 선택하고 있다. 한편 본 연구의 범위는 기업의 수익성평가와 같은 개인사업의 재무적 분석은 수행되지 않았고, 공익사업의 타당성을 검토하는 경제적 분석만이 수행되었다. 또한 분석대상 지역은 우리나라 바다목장화사업의 최초의 시범지역인 통영해역으로 국한하였다.

바다목장화사업은 해양생물자원의 지속 가능한 이용을 위해 바다의 자원을 회복시키고, 더 나아가 바다의 생산잠재력을 증진시키는 국가전략사업의 하나이지만, 공공사업으로서의 경제성여부를 파악하는 것이 선결되어야 할 것이다. 이와 같이 본 연구는 우리 나라 바다목장화 사업수행에 앞서 예비적 타당성을 처음으로 시도한다는데 그 의의가 있으며, 또한 본 연구개발의 방향과 투자계획수립 등과 같은 공공정책수립의 기초자료가 될 것이다.

## II. 경제성 분석을 위한 평가요인 추정

어떤 투자사업 선정을 위한 사회·경제적 타당성 분석모형으로 NPV, IRR 및 편익/비용 비율법과

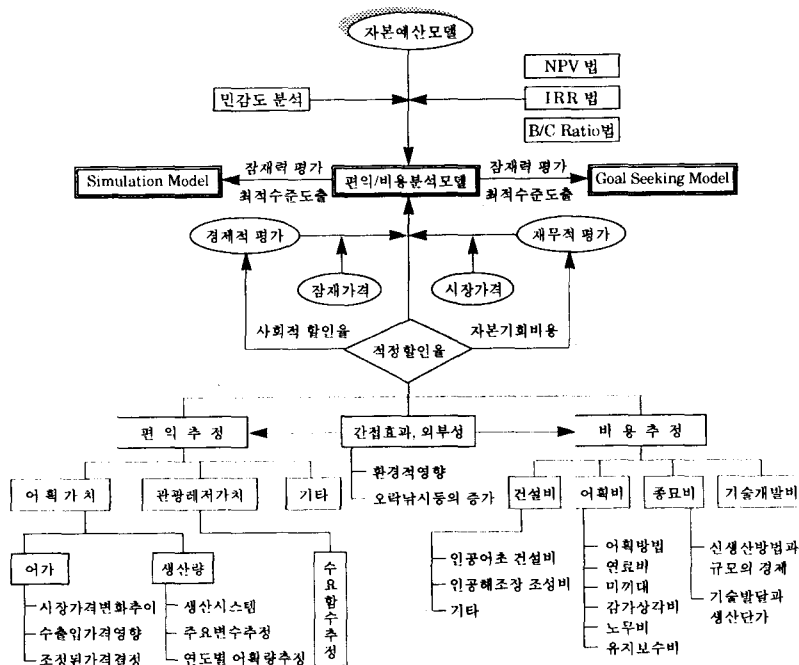


Fig. 1. 경제적 타당성 분석 흐름도

같은 전통적 비용/편익분석법과 대체적인 분석법인 다목적분석모델(multi-objective modelling)<sup>1)</sup> 및 비용효과분석(cost-effectiveness analysis)<sup>2)</sup>등을 그 예로 들 수 있다. 본 연구는 바다목장화 사업의 사회·경제적 타당성에 대한 사전평가(preliminary evaluation)라는 점에서 볼 때 전통적 편익/비용분석법만을 이용하여 그 타당성을 검토하기로 한다. 이러한 분석을 위한 평가요인의 추정은 다음과 같다.

### 1. 편익추정

바다목장화 사업을 수행함에 따른 기대가치는 크게 대상어종의 어획에 의한 수익과 같은 직접편익, 관광 레저 유발에 따른 간접편익 및 기타 효과 등으로 분류될 수 있다.

#### 1) 직접 편익가치

##### (1) 바다목장화 사업전략과 어획합수 추정

본 바다목장화 사업은 이미 주지된 바와 같이 여러 종류의 인공어초 등의 시설을 과학적으로 개발·설치하고, 대상 어종인 조피볼락과 볼락<sup>3)</sup>을 인공으로 종묘배양한 후 이를 일정기간 음향급이기를 통해 중간육성시킨 후 방류할 뿐만 아니라 성장상태 등을 관리함으로써 어민의 어업수익과 지역경제 활성화를 촉진하는데 그 목적이 있다. 다시 말하면 이는 일종의 어민과 어촌지역의 경기 활성화 전략(pump priming strategy)의 일환으로 시도된 사업으로 볼 수 있다.

Fig.2<sup>4)</sup>에서 보는 바와 같이 종묘를 방류함에 따라 처음 일정기간 인공어초 등의 서식지에서 자연

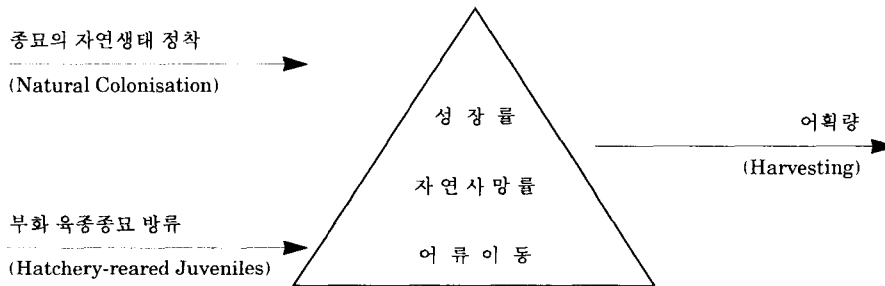


Fig. 2. 바다목장에서의 생산시스템

- 1) 보다 자세한 내용과 수산관리차원에서의 적용사례는 다음과 같은 논문을 참고할 수 있다.  
S. Pascoe, M. Tamiz and D. Jones, Multi-objective modelling of the UK fisheries of the English Channel, Research Paper 113, CEMARE, Univ. of Portsmouth, 1997.
- S. Mardle, Pascoe, S. and Tamiz, M., An investigation of genetic algorithms for the optimisation of multi-objective fisheries bioeconomic models, Research Paper 136, CEMARE, Univ. of Portsmouth, 1998.
- 2) H. Pickering, D. Whitmarsh and A. Jensen, Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems : investigating the potential, Research Paper 131, CEMARE, University of Portsmouth, 1998, p.9.
- 3) 이들 어종은 본 연구의 대상지역인 통영해역의 환경에 적합한 어종으로서 자연과학자들에 의해 선정된 것임.
- 4) D. Whitmarsh, H. Pickering, and M. Sarch, Economic appraisal of artificial reef structures for production, Final Report to Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food, CEMARE, University of

산과 인공산 어류들이 공동서식을 하다가 일정 기간후 인공종묘 어류들이 지배하고 군체하는 자연생태 정착 현상이 발생할 것이고, 어획대상의 주종을 형성하게 될 것이다. 이것은 일정기간 이후부터 종묘투입비율(방류량)이 어류의 성장률, 자연사망률 및 어류이동 등을 고려한 산출비율(어획량)을 결정할 수 있다는 것을 암시한다.

생경제학모델(bioeconomic modelling) 중 로지스틱 성장모델(logistic growth model)에 의하면 어획함수는 단위노력당 어획량(catch per unit of effort)과 어획노력 수준(level of effort)에 의해 결정되고, 노력단위당 어획량은 어획계수와 생체량(biomass)에 의해 영향을 받기 때문에 어획계수와 어획수준이 일정하다고 가정할 경우 어획량은 생체량에 의해 결정된다고 할 수 있다. 이와 같은 어획함수와 관련한 로지스틱 성장모델 중 슈페르모델(Schaefer model)<sup>5)</sup>을 소개하면 다음 식과 같다

$$U_t = qB_t \quad (1)$$

$$C_t = U_t E_t = qB_t E_t \quad (2)$$

$$B_t = k(1 - qE/r) \quad (3)$$

$$C = qkE(1 - qE/r) \quad (4)$$

$$E_{msy} = r/2q \quad (5)$$

$$C_{msy} = kr/4 \quad (6)$$

$$\frac{U_{t+1} - U_{t-1}}{2U_t} = r - \frac{r}{qk} U_t - qE_t \quad (7)$$

단,  $q$  = 어획가능계수(catchability coefficient)

$U_t$  =  $t$  시점의 단위노력당 어획량(CPUE)

$B_t$  =  $t$  시점의 생체량(biomass)

$C_t$  =  $t$  시점의 어획량

$E_t$  =  $t$  시점의 어획노력 계수

$k$  = 환경수용능력(carrying capacity of the environment)

$r$  = 본원적 성장률(intrinsic growth rate)

$E_{msy}$  = 최대지속가능한 생산량(the maximum sustainable yield ; MSY)을 위한 어획노력 수준

$C_{msy}$  = MSY를 위한 어획량

먼저 (7)식에서 나타난 바와 같이 환경수용능력과 본원적 성장률은 어획량과 어획노력수준에 대한 과거 자료에 의해 도출될 수 있고, 이를 이용하여 (5)와 (6)식에서와 같이 MSY를 산출할 수 있다. 이와 같은 생경제모델들을 이용하여 어획량 함수를 추정하는 방법이 있지만, 본 연구에서는 자료상 한 계로 인하여 목장화 사업을 수행할 경우(with case)의 어획량 함수는 단위노력당 어획량의 요인인 어

5) S. Pascoe, Bioeconomic models and modelling : theory and practice, CEMARE, University of Portsmouth, 1995, p.15 22.

획량 계수와 생체량에 의해 결정된다고 가정한다. 여기서 어획량 계수는 자연사망률과 어획률을 감안하여 생체량의 70%로 간주하고, 생체량은 연도별 어류성장도와 종묘방류량, 환경수용능력, 어획 노력 강도 및 자연복원량(재생산물)에 의해 결정되는 것으로 본다. 조피볼락과 볼락은 각각 3년과 2년이 지나면 산란이 가능하고, 수만마리를 생산하는 것을 감안할 때 일정기간 이후의 종묘살포는 불필요할 것으로 사료된다.

이상에서 언급한 바와 같이 바다목장화 사업에 의한 조피볼락과 볼락의 자원량을 추정하는 것은 보다 생물학적, 생태학적 뒷받침이 요구될 뿐만 아니라 이러한 뒷받침이 있다하더라도 이를 정확히 추정하는 것은 불가능하기 때문에 본 연구의 사전 타당성 분석의 특성상 생체량은 균등분포의 가정에 의거 종묘방출 3년까지 어류크기가 증가하고, 4년째를 정점으로 하여 5년째인 2002년부터는 종묘의 적은 양(정점의 30%)의 살포에도 불구하고 자연복원률에 의하여 자원량은 그 이후 일정할 것으로 가정한다. 또한 종묘살포 후 3년간 어획을 허용치 않고, 3년후부터인 2001년부터 어획이 가능하고 어류의 마리당 평균중량은 조피볼락의 경우 900g, 볼락의 경우 300g으로 간주한다.<sup>6)</sup>

(2) 어가추정

Fig. 3, 4, 5 및 6에서 보는 바와 같이 최근 조피볼락의 양식기술 발달로 인하여 생산량이 급증 특히 1996년엔 1995년의 2배, 1997년엔 1996년의 약 6배의 증가-함에 따라 그 가격도 각각 10%정도의 하락을 나타냈다.<sup>7)</sup>

선어가격을 나타내는 해양수산통계연보의 일반해면어업과 수산물계통판매고통계연보의 조피볼락 가격을 살펴 보면, 최근 5년간(1993~1997)의 평균어가는 kg당 8,200~9,100원 수준이고, 최근 3년간(1995~1997)의 평균어가는 7,400~8,300원 수준을 보이고 있다. 또한 활어가격을 나타내는 해양수산통계연보의 천해양식어업의 조피볼락 가격을 살펴 보면, 최근 5년간(1993~1997)의 kg당 평균어가는 11,660원 수준이고, 최근 3년간(1995~1997)을 기준으로 할 경우 9,900원 수준이다.

볼락의 경우는 Fig. 5와 6에서 보는 바와 같이 생산량은 큰 변화가 없지만 대체재라고 할 수 있는 조피볼락의 생산량 급증으로 인하여 볼락의 가격도 최근 전반적으로 하락추세를 나타내고 있다. 구

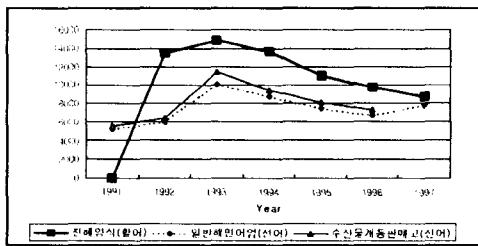


Fig. 3. 조피볼락의 가격 추이

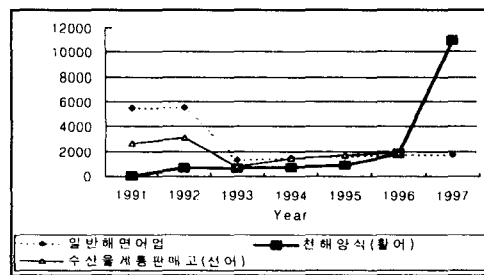


Fig. 4. 조피볼락의 생산량 추이

6) 이는 한국연근해 유용어류도감(국립수산진흥원, 1994, p.195-199) 및 여러 전문가와 어민들의 의견을 참고함.  
7) 해양수산부, 해양수산통계연보, 각 연도 및 수산업협동조합중앙회, 수산물계통판매고, 각 연도.

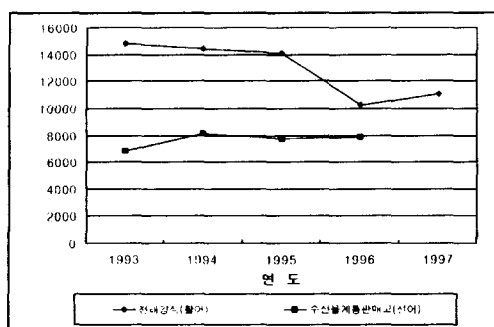


Fig. 5. 볼락의 가격 추이

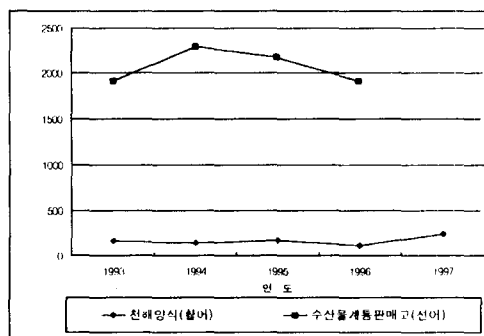


Fig. 6. 볼락의 생산량 추이

체적으로 최근 5년간(1993 ~ 1997)의 평균어가는 해양수산물통계연보의 천해양식어업의 기타볼락 가격(활어가격)의 경우 12,917원 수준이고, 수산물계통판매고통계연보의 기타볼락의 가격(선어가격)의 경우 7,662원 수준을 보이고, 최근 3년간(1995~1997)의 평균어가는 각각 11,778원과 7,821원 수준을 보이고 있다.

여기서 언급한 어가는 농수산물식품 생산자물가지수기준에 의한 디플레이터를 이용하여 1997년말 동등가격(equivalent prices)으로 환산한 것이다. 이상에서 살펴 본 바와 같이 조피볼락과 볼락의 가격은 생산량의 증가로 인하여 하락추세이고, 본 사업의 어획방법을 외출낚시로 할 경우를 감안할 때, 본 연구에서는 Table 1에서 요약된 것처럼 최근 3년간의 활어 평균어가인 9,900원(조피볼락)과 11,778원(볼락)을 각각의 어가자료로 사용키로 한다. 질적인 측면에서 볼 때 바다목장화 사업에 의해 어획된 조피볼락과 볼락의 가격이 양식산의 것과 다소간의 차이를 보일 수 있지만 여기에선 고려하지 않는 것으로 한다.

Table 1. 조피볼락과 기타볼락의 최근 가격동향 (단위 : 원/kg)

구 분	조 피 볼 락		기 타 볼 락	
	최근5년평균	최근 3년평균	최근5년평균	최근 3년평균
활 어 가 격	11,661원	9,900원	12,917원	11,778원
선 어 가 격	8,200~9,100원	7,400~8,300원	7,662원	7,821원

## 2) 간접편익

바다목장화 사업에 따른 간접편익은 크게 오락낚시 등 관광레저산업의 증가와 요식업 및 숙박업의 증가에 따른 수익증가를 고려하여 볼 수 있다. 그러나 이와 같은 간접효과를 계량화하기란 무척 힘들 뿐만 아니라 불확실하다. 최근 이와 같은 가치를 추정하는 방법으로서 여행자비용법(travel cost method)이나 가상적 가치평가기법(contingent valuation method) 등이 있는데 차후에 이와 같은 고급경제 평가기법에 의한 가치추정을 시도할 필요가 있다.

여기에서는 이 해역의 볼락어업자원량이 증가됨에 따른 잠재수요를 추정한 결과 낚시객이 50%증가(60,000명)하는 것으로 나타났다. 따라서, 이에 따른 숙박시설은 낚시객 증가의 80%인 48,000명이

더 이용하지만, 음식점은 낚시객 증가의 1/3수준(1일 3회중 1회를 음식점이용)인 20,000명이 3회를 더 이용하는 것으로 가정한다.<sup>8)</sup> 또한 낚시업, 숙박업 및 음식점 이용의 증가로 인한 증가가치 혹은 부가가치(incremental value or value added)는 각각의 30%로 가정한다. 구체적으로 오락낚시의 유선료와 제반비용이 50,000원이라면 이의 부가가치는 9억원(=50,000원/명×30%×60,000명)이고, 숙박시설 이용료의 증가가치는 2.88억원(=20,000원/일,명×30%×60,000명×80%), 음식점 이용료의 증가가치는 9천만원(=5,000원/1식×30%×60,000명)이다.

이밖에도 유람선이나 다른 오락시설 등을 이용함에 따른 간접편익가치의 증가뿐만 아니라 수산물 가공업과 같은 유발산업의 편익증가가 보다 자세히 조사·반영되어야 하지만, 이 분석에서는 이와 같은 바다목장화 사업에 의한 전·후방효과의 증가가치는 고려하지 않는 것으로 한다.

## 2. 비용추정

바다목장화 사업의 특성상 이와 관련한 비용은 투자시설과 어획방법 등에 의하여 크게 변동할 수 있다. 비용은 그 행태에 따라 크게 고정비와 변동비로 구분될 수 있는데 고정비의 성격을 갖고 있는 시설투자비는 엄격히 말해서 시설투자가 어류의 서식처로서의 기능 및 수용능력과 밀접한 관련을 갖고 있고, 변동비는 어획방법에 따라 영향을 받는다고 할 수 있다. 바다목장화 사업의 시설투자, 연구개발 및 종묘구입·살포에 따른 비용을 제외한 어선어업경비의 전반적인 산출흐름은 다음 Fig. 7과

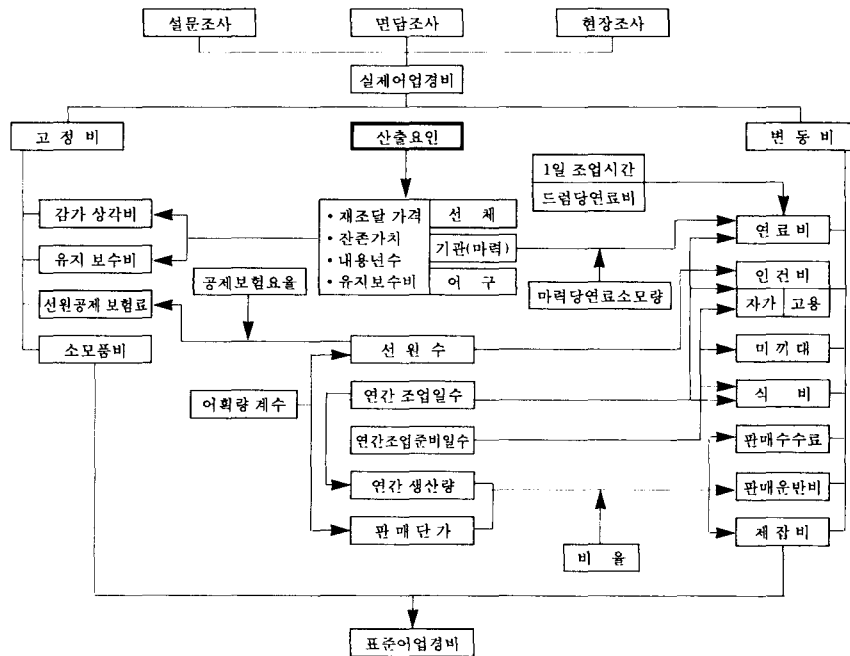


Fig. 7. 어선어업 경비의 산출 흐름도

8) 통영해역의 바다목장화 연구개발(한국해양수산개발원, 1998) 중 제 4절 개발수요분석자료를 인용함.

같다.

본 연구에서는 채낚기(외줄낚시)에 의해 어획하는 것으로 가정하고, 채낚기에 의한 적당 연간 총어획량은 2,700kg(=20kg/일×135일/년)이며, 그 구성비는 조피볼락과 볼락의 평균중량에 의거 조피볼락은 총어획량의 3/4인 2,025kg, 볼락은 1/4인 675kg을 차지하는 것으로 본다.<sup>9)</sup>

## 1) 고정비

### (1) 시설투자비 및 연구개발비

바다목장화 사업의 시설투자는 연구 및 기술개발의 수준에 따라 변동할 개연성이 굉장히 높지만, 여기에서는 해양수산부의 바다목장화사업의 1998년 현재의 시설 및 연구사업 투자계획을 참고한다. 구체적으로 1998년부터 2000년까지의 연구사업비는 1998년 현재기준과 동일한 금액이 투자되는 것으로 하고, 그 이후에는 직접편익의 5%를 연구사업비로 투자하는 것으로 계획한다. 시설투자비는 1998년 시험시설용으로 일부 투자되고 1999년과 2000년에 131억씩 각각 투자되는 것으로 계획한다.

### (2) 어선의 자본회수비

경제적 타당성 분석에 있어서 유의할 사항 중의 하나는 시설투자비를 계상함과 아울러 감가상각비를 반영하는 이중적인 비용계상의 오류를 범하지 않도록 하여야 한다는 것이다. 그런데 본 분석에서는 분석의 편의상 어획 노력수준을 결정하는 어선의 투입척수를 연간 총어획량의 적당 연간 어획가능량으로 나눈 값으로 간주할 경우 어선의 투입시기를 추적하는 어려움이 예상된다. 따라서 여기에서는 어선의 시설투자비를 계상하는 대신에 이것과 동등한 비용계상 방법이라고 할 수 있는 자본회수비(capital recovery cost : CRC)법을 도입하고자 한다.

자본회수비란 투자자가 투자한 금액에 대해서 경제수명 동안에 매년 최소한 회수하여야 할 비용을 말한 것으로서 투자액과 미회수금에 대한 이자를 포함한 동등액을 회수하는 것인데, 이는 그 시설의 감가상각비와 이자비용이 포함된 연간 증가라고 할 수 있다. 즉,

$$CRC = F \left( \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right) - S \left( \frac{i}{(1+i)^n - 1} \right)$$

= (시설투자비용 회수에 대한 연간 증가) - (잔존가치에 대한 연간 증가)

단, F = 투자시설의 신조가액

S = 잔존가치(scrap value)

i = 이자율(사회적 할인율)

n = 시설의 내용년수

어선은 크게 선체와 기관으로 구성되어 있고, 선체의 경우 그 재질이 FRP, 목재 또는 철재이냐에 따라 내용년수와 가격이 크게 차이가 있고, 기관도 육상엔진과 해상엔진에 따라 그 차이가 있다. 본

9) 수도권 신국제공항건설을 위한 어업권피해보상액 산정(2차)용역(한국해양연구소, 1995), 천수만지역어장환경조사(한국해양연구소, 1998) 등과 통영지역 어민들과의 면담자료를 토대로 추정된 것임.



분석의 단순화를 위하여 선체는 FRP기준으로서 톤당 4,000,000원, 기관은 육상과 해상엔진의 혼합성을 감안하여 마력당 100,000원을 기준으로 하고, 채낚기어선어업의 기준어선은 2톤급 90마력을 분석 기준으로 삼는다. 그밖에 내용년수는 선체와 기관간의 차이가 있지만 공히 15년으로 하고, 최근 노후선박의 해체에 따른 비용을 무시할 수 없기 때문에 잔존가치는 이 해체비용과 상쇄되는 것으로 가정한다.

### (3) 시설의 유지보수비

투자시설 중 음향급이기, 환경관측부이, 내파성 가두리와 어선 등에 대한 유지보수비는 건설표준품셈 등의 정비비 계수 등을 참고하여 각 시설과 장비의 투자비 및 제조달 가격의 3%를 그 비용으로 간주한다.

### (4) 어선어업의 보험료 및 소모품비

어선어업의 보험료는 선박과 선원공제보험료로 구분할 수 있지만 영세어선어업의 경우 대부분 가입하지 않고 있고, 소모품비는 낚시도구를 비롯하여 여러 가지를 고려할 수 있는데 계산의 편의상 어선의 유지보수비의 10%를 그 비용으로 간주한다.

## 2) 변동비

### (1) 종묘대 및 육성·살포비

바다복장화 사업을 위한 종묘생산에서 방류까지의 시나리오에 대략 다음과 같다. 먼저 90일 정도의 육성된 전장 5~6 cm 크기(6g)의 치어를 구입하여 4개월 정도의 중간육성단계를 통하여 자연먹이 습성적응훈련과 함께 사육조 가두리에서 26g 정도까지 육성한 다음 표식후 방류하는 것이다. 이것과 관련한 비용은 그 각 공정에 따라 발생한다고 할 수 있기 때문에 그 과정을 상세히 파악하는 것이 무엇보다도 중요하다. 다음은 60,000마리 기준시의 비용내역이다.

① 종묘구입비 : 150원/미 × 60,000마리 = 9,000,000원

② 가두리 및 그물 : 6,000,000원 ÷ 5년 = 1,200,000원

③ 관리비(질병치료 및 사료) : 1인 × 4월 × 1,200,000원/월 × 2시간 ÷ 8시간 = 1,200,000원

④ 사료비 : {1,000kg육성(= 20g/마리 × 50,000마리) × 2kg(사료)/1kg육성} × 2,000원/사료kg  
= 4,000,000원

⑤ 표식 : 1명/3,000마리 × 60,000마리 × 20,000원/명 = 400,000원

⑥ 살포비 : 용선료(800,000원/일) + 다이버임금(73,901원/일 × 2명) = 947,802원

※ 다이버임금은 공사부문 시중 노임 중 잠수부의 노임임.

⑦ 종묘 1마리당 종묘관련비용 : 279원

여기서 종묘대와 관련한 비용을 어류 어획량의 함수로 전환하기 위해서 먼저 종묘 1마리당 종묘관련비용(=60,000마리를 위한 총 종묘관련비용 ÷ 60,000마리)을 산출한다. 본 분석에서 이용하는 기본적인 종묘구입 및 방류계획은 1998년 기 구입 및 방류된 60,000마리, 1999년의 경우 600,000마리,

2000년과 2001년의 경우 900,000마리, 그리고 그 이후에는 900,000마리의 30%인 270,000마리를 동일하게 유지하는 것으로 가정한다.<sup>10)</sup> 3년간(1998~2000)은 어자원 보호차원에서 어획이 금지되는 것으로 하고, 자원복원률을 감안할 때 2002년 이후 270,000마리 수준으로 종묘방류를 유지한다할지라도 큰 무리가 없을 것으로 간주한다.

### (2) 어선어업의 변동비<sup>11)</sup>

채낚기(일본조) 어선어업의 변동비는 크게 인건비, 어선의 연료비, 미끼대, 판매수수료, 판매운반비 및 제잡비 등으로 구성되어 있는데, 연간 어선어업의 변동비는 다음과 같이 산출한다.

① 인건비 : 45,267원/일,명 × 1명/척 × 조업일수

※ 인건비는 공사부문시중노임 중 선부의 것임.<sup>12)</sup>

② 연료비 : 0.18리터/시간,마력 × 1.2 × 90마력 × 4시간/일 × 39,425원/드림 ÷ 200리터  
× 조업일수

※ 윤활유비는 주유류비의 20%로 반영한 것이고, 유류단가는 면세유를 적용한 것임.

③ 미끼대 : 20,000원/일 × 조업일수

※ 볼락낚시의 미끼로는 민물새우, 갯지렁이, 미꾸라지 및 유인미끼 등이 있는데 일반적으로 1일 20,000원 수준을 소비하는 것으로 조사됨.

④ 판매수수료 : 총생산액 × 4%

⑤ 판매운반비 및 제잡비 : 총생산액 × 2%

### 3. 할인율의 선택

각종 자원의 가치평가를 위해서는 미래 현금흐름을 현재가치로 환산할 필요가 있는데 이 미래 현금흐름을 할인하는 적절한 할인율을 결정하는 것은 매우 어려운 과제중의 하나이다. 왜냐하면 할인율은 가치를 평가하고자 하는 사업의 특성, 목적에 따라 할인율의 결정요인과 그 수준이 다양하고 불확실하기 때문이다.<sup>13)</sup> 다시 말해서 공공사업시의 할인율 수준이 어떻게 결정될 것인지, 혼합경제체제 내에서의 민간투자에 대한 공공정책시 그 수준은 어느 정도가 적합한 것인지, 자원의 보존과 환경보호 등에 있어서 할인율의 역할은 무엇인지, 어업 등의 자원과 환경의 파괴 및 피해에 따른 피해보상액 산정시 할인율 수준은 어떻게 결정하느냐 등이 거론될 수 있다. 즉 완전자본시장에서의 할인율

10) 1998년의 종묘 60,000마리는 실험목적으로 기투입된 양이고, 그 이후의 방류량은 통영해역의 환경수용가능능력과 예측수익성 등을 감안한 계획임.

11) 여기서 바다목장화사업에 따른 통발어업 등의 어업보상비를 고려할 필요성이 있지만, 이 사업으로 인해 채낚기어업의 증대를 가져 올 수 있기 때문에 통발어업권의 채낚기어업권으로의 전환이 가능하다. 따라서, 이에 따른 보상은 발생하지 않는 것으로 간주할 수 있다.

12) 한국물가협회, 월간 물가자료, 1998.12.

13) A. C. Fisher and J. V. Krutilla, Resource conservation, environmental preservation and the rate of discount, *Quarterly Journal of Economics*, August 1975.

은 사회적 시간 선호율, 민간부문의 한계투자 수익율, 공공부문의 기회비용, 소비자 이자율, 생산자 이자율 및 시장이자율 등이 모두 동일하지만, 시장의 불완전성과 위험도의 상이성 등으로 인해 할인율의 수준은 각기 다르다. 따라서 할인율은 평가하고자 하는 사업이 어떤 사업을 희생 혹은 대체한 것이냐에 따라 결정되어야 할 것이다.<sup>14)</sup>

그런데 바다목장화 사업과 같은 공공사업의 경제성 분석시의 할인율은 크게 다음과 같은 두 가지 차원에서 주의하여야 할 것이다.

첫째, 이 분석시의 미래의 현금유입과 유출에 따른 현금흐름과 할인율 적용에 있어서 일관성을 유지할 필요가 있다. 다시 말해서 현금유입과 유출이 불변가격에 의한 현금흐름(real cash flow)이면 할인율도 실질이자율(real rate of interest)이 적용됨으로써 실제구매력(actual purchasing power)이 도출되어야 할 것이다. 이 경제성 분석은 분석시점에서의 현재가격이 장래에도 매년 동일하게 발생할 것으로 가정된 실질 현금흐름이기 때문에 여기서 적용될 할인율도 실질이자율이어야 할 것이다. 그런데 우리가 시장에서 관찰할 수 있는 시장이자율은 실질이자율이 아닌 명목이자율(nominal rate of interest)이다. 원래 명목이자율은 실질이자율에 예상인플레이션과 위험프리미엄을 더한 것과 같다고 볼 수 있지만 일반적으로 국공채에 대한 시장이자율(무위험증권에 대한 수익률)은 위험성이 없기 때문에 위험프리미엄을 제외한 실질이자율과 예상인플레이션율로 구성되어 있다고 할 수 있다.<sup>15)</sup>

$$R = r + E\left(\frac{\Delta p}{p}\right)$$

단, R=명목이자율(무위험이자율)

r=실질이자율 또는 자본의 한계생산성

$$E\left(\frac{\Delta p}{p}\right) = \text{예상인플레이션율(expected rate of inflation)}$$

따라서, 이와 같은 경제분석시의 할인율은 국공채 등과 같은 무위험증권의 수익률에서 예상인플레이션율을 뺀 값이 적용되어야 할 것이다. 즉,

$$r = R - E\left(\frac{\Delta p}{p}\right).$$

둘째, 또 다른 유의사항은 여러 상품의 무위험이자율 중에서의 선택기준과 예상인플레이션율의 결정방법에 대한 것이다.

무위험증권으로서는 크게 은행의 예금금리(정기예금, 자유저축, CD 등)와 국공채(통화안정증권, 지방채, 금융채, 국민주택 채권 등) 등으로 구분할 수 있는데, 은행의 예금금리는 시장의 원리에 의해 결정된 금리라고 하기 곤란하기 때문에 3년만기 회사채의 수익률 및 통화안정증권과 같은 국공채의

14) 표희동·장학봉, 한국과 일본의 어업손실보상제도의 비교분석 및 개선방안 연구, 해양정책연구 제10권 2호, 한국해양연구소, 1995, p.395.

15) 윤봉한, 금융시장(서울: 법문사, 1988), p.188.

수익률을 무위험이자율로서 이용하는 것이 합리적이라고 판단된다(Table 2 참조).

한편 예상인플레이션율은 시장에서 관찰되지 않기 때문에 인플레이션예상에 대한 적절한 대응변수가 고안되어야 하는데, 시장의 인플레이션예상을 과거 인플레이션의 함수로 규정하는 '예상적응모델(adaptive expectations model)'<sup>16)</sup>이 흔히 사용되고 있다. 여기서는 최근 3년간(1995~1997)의 소비자물가증감률(=해당년도 소비자물가지수÷전년도의 소비자물가지수)의 단순평균인 4.6%를 예상인플레이션율로 이용한다.

Table 2. 채권수익율과 인플레이션율 및 추정실질이자율 (단위 : %)

구분	통안증권(1년)	회사채(3년)	인플레이션증감율	추정실질이자율
1995년	11.65	13.8	4.5	8.13
1996년	12.80	11.9	4.9	7.75
1997년	14.83	13.4	4.5	9.52
1998년	13.30	15.70	7.9	9.05

주 : 추정실질이자율은 각 연도 통안증권과 회사채의 단순 평균수익율에서 3개년(1995~1997) 평균 인플레이션 증감율(4.6%)를 공제한 값이다. 단 1998년의 자료는 참고적으로 타년도와 비교하기 위해서 1월에서 11월까지의 자료를 단순평균한 자료이고, 1998년의 추정실질이자율은 통화안정 증권과 회사채수익율의 평균에서 4개년(1995~1998)의 평균 인플레이션율(5.45%)을 공제한 값이다. IMF체제하의 비정상적인 경제상황을 반영하듯 1998년의 우리나라 경제는 높은 인플레이션을 보이고 있다.

자료 : 한국주요경제지표(통계청,1998), 통화금융(한국은행,1998)

Table 2에서 살펴 본 바와 같이 우리나라의 최근 3년간의 실질이자율은 8~9%로 예상될 수 있는데, 본 분석에서는 8.5%<sup>17)</sup>를 사용하기로 하고 민감도 분석에서는 기준(8.5%)의 10% 증감율을 사용하여 그 파급효과를 분석하기로 한다.

### III. 경제성 평가결과

본 바다목장화 사업의 경제적 타당성 분석은 사전적 타당성검토의 성격을 갖고 있기 때문에 전통적 편익/비용분석 - 순 현재가치법과 내부수익율법 -을 근간으로 하고, 사업의 불확실성에 대한 예측으로서 민감도분석을 실시하고, 마지막으로 사업의 전략적인 차원에서 목표탐색법을 이용하여 이 사업의 잠재력을 예측하기로 한다.<sup>18)</sup> 또한 사업의 평가기간은 투자시설의 최장 내용년수인 50년을 기준으로 한다.

16) W. E. Gibson, Interest rates and inflationary expectation : new evidence, *American Economic Review*, December 1975, pp.845 - 865.

17) 참고적으로 영국의 대하생산을 위한 인공어초사업의 경제성평가에서는 정부의 추천된 할인율로서 6%가 이용됨(Whitmarsh, et al., 1995).

18) 최근 이와 같은 경제성평가분석모델은 일반화되어 있고, 본 연구에서는 Excel 패키지를 이용하였다. 단, 민감도분석과 잠재력평가 추정모델은 Excel패키지 중 What - If 시나리오와 목표값찾기와 같은 고급함수기능을 각각 이용하였다.

1. 편익/비용 분석결과

본 편익/비용 분석에서는 두 가지의 시나리오에 의해 추정하기로 한다. 제1시나리오는 1998년부터 2000년까지의 투자연구비에 대해 10%를 본 사업의 기여분으로 가정한다. 본 사업이 성공적으로 개발되면 타해역에서의 바다목장화 사업은 이와 같은 규모의 연구개발비를 투자할 필요가 없기 때문에 이번 연구개발비의 파급효과는 이번 사업에만 국한되지 않는다고 할 수 있다.

제2시나리오는 1998년부터 2000년까지의 투자연구개발비를 전액 투자비로 반영한 대안으로서, 이는 이번 사업을 위해 발생할 직접경비라고 할 수 있을 뿐만 아니라 사업의 성공여부에 대한 불확실성과 위험을 적극적으로 수용(risk-taking)할 경우의 사업성을 평가하는 것이다.

이와 같은 분석결과를 Table 3와 Fig. 8에 나타난 바와 같이 제1시나리오의 경우 할인율 8.5%하에서 순현재가치(NPV<sub>1</sub>)는 6.15억원, 내부수익율(IRR)은 8.8%로서 사업성이 있는 것으로 추정되었다<sup>19)</sup>.

또한 제2시나리오의 경우 동일한 할인율하에서 순현재가치(NPV<sub>2</sub>)는 -1.27억원, 내부수익율은 7.93%로서 기각되는 투자안이지만, 경제성에 근접한 것으로 예측되었다. 그렇지만 본 사업의 특성상 이와 같은 수익률은 긍정적인 결과라고 할 수 있다. 부가적으로 주목할 만한 사항은 연구개발비나 투자시설 등과 같은 초기 대규모투자가 본 사업의 타당성과 직결된다고 할 때, 보다 엄격한 예산의 집행과 투자의 효율성을 증진시킬 수 있는 합리적이고 체계적인 투자계획을 수립하여야 할 것이다.

Table 3. 두 가지 대안에 의한 경제성 분석 결과

구분	제1시나리오(연구비 10% 반영)	제2시나리오(연구비 전부 반영)
순현재가치(NPV)	6.16억원	-1.27억원
내부수익율(IRR)	8.80%	7.93%

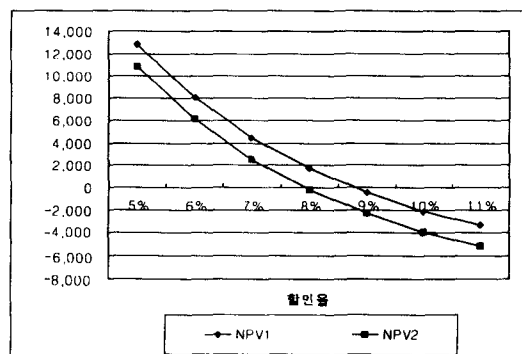


Fig. 8. 통영 바다목장화 사업의 NPV 곡선

19) 영국의 대하생산을 위한 인공어초사업의 경제성평가에서는 블록(stabilised PFA and gypsum blocks)에 의한 인공어초의 경우 IRR=5.1%, 바위(quarry rock)에 의한 인공어초의 경우 IRR=8.0%로 추정됨.

2. 민감도 분석결과

민감도분석은 편익/비용분석의 결과가 주요 변수들 중 어느 하나의 변화에 얼마나 민감한가를 측정하는 것으로서 변수 대 변수 접근방법(variable-by-variable approach)과 시나리오 접근법(scenario approach)의 두 가지 접근법이 있는데,<sup>20)</sup> 여기에 민감도지표(sensitivity indicators : SI)-변수들의 변화율에 대한 IRR의 변화율 - 를 계산함으로써 변수들간의 민감도의 순위를 판별할 수 있다.

$$SI = \text{IRR의 변화율} / \text{변수의 변화율}$$

본 사업에서는 할인율, 어획량, 어가, 간접편익, 고정비 및 변동비를 민감변수들로 선택하여 이들 대비 10% 증감할 경우 NPV와 IRR의 변화 정도를 파악한다(Table 4와 Fig. 9 참조). 한편 Table 4와 Fig. 9에서 나타난 바와 같이 민감도 지표(SI)에 의한 민감도의 순위를 살펴 보면, 고정비의 감소에 가장 민감한 정(+)의 효과를 보이고 그 다음으로 어가의 증가율에 민감한 반응을 보인다. 주의할 만한 점은 상대적으로 고정비와 어가에 상당히 민감한 반면에 어획량과 변동비에 대해 덜 예민하다는 것이다.

Table 4. 주요 변수들의 변화에 대한 NPV와 IRR의 민감정도

구 분	변경된 NPV(억원)		변경된 IRR(%)		민감도 지표(SI)		민감도순위	
	10% 증	10% 감	10%증	10% 감	10% 증	10%감	10% 증	10%감
할 인 율	-11.2	27.7	8.74	8.74	0	0	0	0
어 획 량	19.4	-7.1	9.45	8.15	0.81	-0.68	7	9
어 가	37.6	-25.3	10.33	7.24	1.82	-1.72	2	3
간접편익	17.7	-5.4	9.36	8.24	0.71	-0.57	8	10
고 정 비	-23.1	35.4	7.46	10.41	-1.46	1.91	4	1
변 동 비	-10.9	23.2	7.96	9.63	-0.88	1.02	6	5

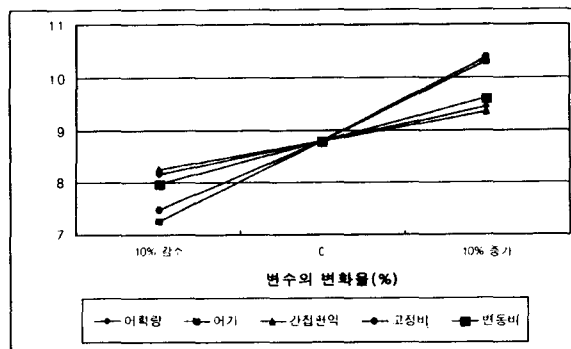


Fig. 9. 변수변화에 대한 IRR 민감도

20) R. Zerby and D. Dively, Benefit-cost analysis in theory and practice, Harper Collins College Publishers, 1994, pp.374-381.

### 3. 잠재력 평가

목표탐색법(goal seeking method)이란 특정한 변수를 조정함으로써 달성코자 하는 목표수준(desired level of performance)을 발견하는 방법이다. 구체적으로 '손익분기점(break-even point)'을 가져 올 수 있는 생산량과 비용의 조정가능정도를 분석하거나 '목표수익율'을 가져 올 수 있는 잠재생산량을 추정하는 시도를 이 분석법을 이용하여 도출할 수 있다. 따라서 목표탐색법은 하고자 하는 사업의 구체적 목표를 달성하기 위해서 필요한 전략을 파악할 수 있고, 가능성을 타진할 수 있는 이점이 있다.

본 분석에서는 크게 종묘구입량, 조피불락과 불락의 어가 및 할인율을 변화시킬 경우 순현재가치가 "0" 되는 변수들의 최적수준을 도출하기로 한다. 특히 여기서 주목할 점은 목표탐색법의 단점이라고 할 수 있는 한 변수만의 변화에 의거 목표치를 찾는다는 점을 보완하기 위해서 가능한 한 상관성이 있는 변수들을 함수관계로 표현함으로써 비록 한 변수의 변화를 선택하지만 결과적으로 여러 결정요인들이 동태적으로 변화할 수 있도록 유도한 특징을 갖고 있다. 예를 들면 종묘구입량의 변화는 연도별 종묘구입량의 변화를 가져올 뿐만 아니라 이것과 상관된 어획량, 종묘관련 비용 및 직접편익 등에 동시에 영향을 준다.

그 분석결과 NPV=0에 도달하기 위한 종묘구입량은 1999년도에 570,000미, 2000~2001년에 각각 860,000미, 그리고 그 이후 260,000미 수준을 유지하는 것이 적정수준으로 도출되었다. 어가의 전환가치(switch value)로서는 조피불락의 경우 9,700원, 불락의 경우 11,547원 수준만 유지하여도 사업의 경제성이 있을 것으로 판단된다. 마지막으로 NPV=0을 가져올 수 있는 할인율의 전환가치는 8.78%임으로 밝혀졌다.

## Ⅳ. 결 론

본 연구는 우리 나라의 바다목장화 사업을 위한 사전적 타당성 분석차원에서의 경제성 분석을 처음으로 시도하였다는 점에서 그 의미가 크다. 이를 위해서 전통적인 편익/비용분석법이라고 할 수 있는 순현재가치법과 내부수익율법을 이용하였고, 불확실성과 위험에 대한 다양한 예측과 대응을 위한 민감도분석을 시도하였다. 마지막으로 본 사업의 잠재력을 평가하기 위해서 목표탐색법과 같은 고급 기법을 도입하였다.

이와 같은 분석을 위해 이 사업으로 인해 발생할 편익과 비용을 구체적으로 도출하였고, 이들을 현재의 가치로 환산하는데 중요한 요인인 할인율에 대한 보다 명확한 이론적 검토와 적합한 할인율(8.5%)을 도출하였다. 여기에서 염두에 두어야 할 점은 바다목장화 사업의 역사가 미천하고, 대부분의 분야가 새로운 개발과 관련되기 때문에 가능한 한 합리적인 시나리오를 적용하려고 노력하였다.

궁극적으로 이 분석에서는 이 사업성에 대한 고정비의 민감성을 감안하여 연구비의 일부를 포함한 경우와 연구비를 전부 반영한 경우의 시나리오를 이용하였다. 본 바다목장화 사업에 대한 일반적인

부정적 견해와 달리 놀랍게도 위험회피적인(risk-averting or conservative) 입장에서조차 사업성이 있는 것으로 사료된다. 구체적으로 이 사업은 할인율 8%하에서 제1시나리오에 의한 순현재가치는 6.16억원이고, 내부수익율은 8.8%, 그리고 제2시나리오에 의한 순현재가치는 -1.27억원과 내부수익율 7.93%를 달성할 수 있다는 의미이다. 다시 말하면, 제1시나리오의 경우 이 사업의 경제성이 있는 편이고, 제2시나리오의 경우 이 사업의 경제성이 기각된 것으로 나타났지만, 사업의 경제성은 상당한 것을 알 수 있다. 또한 민감도분석결과 주요 평가요인의 변화 중에서 고정비의 감소, 어가의 변동, 고정비의 증가 및 변동비의 변동과 같은 순위로 NPV와 IRR에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 마지막으로 잠재력평가결과 목표수준 NPV=0인 중요구입량, 어가 및 할인율의 적정수준 또는 전환가치는 제1시나리오보다 약간씩 낮게 나타났다.

본 연구의 경제성평가요인에 대한 추정결과가 많은 전제를 바탕으로 하여 추정이 되었고, 그 중 일부가 정교하지 못하다는 점에서 논란의 여지가 있겠으나 우리나라의 경우 이러한 분석을 최초로 계량화하였다는 점에서 큰 의미가 있다. 그렇지만, 본 연구가 보다 신뢰성을 확보하고 유용성을 제고하기 위해서는 앞으로 아래와 같은 사항들을 더 고려하여야 할 것이다.

① 보다 더 분석을 다양화하기 위한 노력의 일환으로 다목적분석모델, 비용효과분석기법 및 동태적 분석법의 하나인 시뮬레이션모델을 도입할 필요성이 있다.

② 어가와 어획량 및 간접편익 등이 이 사업의 경제성평가에 중요한 영향을 미치는 점을 감안할 때 이에 대한 별도의 과학적이고 구체적인 연구가 이루어져야 할 것이다. 뿐만 아니라 민감도 분석에 나타난 바와 같이 시설투자비와 같은 고정자산에 대한 투자계획을 면밀히 수립하여 집행하여야 할 것이다.

③ 타공공사업의 수익성 및 사업들간의 특성비교에 의한 투자우선순위를 결정하는 것이 고려되어야 할 것이다.

본 연구에서는 바다목장화 사업의 경제적 사전 타당성 분석에 초점을 맞추었지만, 차후 연구로서 추가적인 자료수집을 통해 기업이나 개인의 사업성 즉, 바다목장화 사업의 상업성 여부를 평가하는 재무적 평가와 어업인의 소득창출 효과 차원에서의 분석이 수행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- 국립수산진흥원, 한국연근해 유용어류도감, 1994.  
수산업협동조합 중앙회, 수산물계통판매통계, 각 연도.  
윤봉한, 금융시장(서울: 법문사, 1988).  
통계청, 한국주요경제지표, 1998.  
표희동·장학봉, "한국과 일본의 어업손실보상제도의 비교분석 및 개선방안 연구", 해양정책연구 제10권 2호, 한국해양연구소, 1995.  
한국물가협회, 월간 물가자료, 1998.12.  
한국은행, 통화금융, 1998.  
해양수산부, '98통영해역의 바다목장 연구개발용역사업 보고서, 1998. 12.



- 한국해양연구소, 수도권 신국제공항 건설을 위한 어업권 피해보상액 산정(2차) 용역, 1995.
- 한국해양연구소, 천수만지역 어장환경조사, 1998.
- 해양수산부, 해양수산통계연보, 각 연도.
- A. C. Fisher and J. V. Krutilla, "Resource conservation, environmental preservation and the rate of discount", *Quarterly Journal of Economics* vol.89, August 1975.
- W. E. Gibson, "Interest rates and inflationary expectation : new evidence", *American Economic Review* vol. 65, December 1975.
- R. Mansfield, *Excel for Windows 95*, McGraw · Hill Co., 1996.
- S. Mardle, Pascoe, S. and Tamiz, M., "An investigation of genetic algorithms for the optimisation of multi-objective fisheries bioeconomic models", Research Paper 136, CEMARE, University of Portsmouth, 1998.
- S. Pascoe, *Bioeconomic models and modelling : theory and practice*, CEMARE, University of Portsmouth, 1995.
- S. Pascoe, M. Tamiz and D. Jones, "Multi - objective modelling of the UK fisheries of the English Channel", Research Paper 113, CEMARE, University of Portsmouth, 1997.
- H. Pickering, D. Whitmarsh and A. Jensen, "Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems : investigating the potential", Research Paper 131, CEMARE, University of Portsmouth, 1998.
- D. Whitmarsh, H. Pickering, and M. Sarch, *Economic appraisal of artificial reef structures for production*, Final Report to Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food, CEMARE, University of Portsmouth, 1995.
- D. Whitmarsh, "Socio-economic implications of alternative fisheries management strategies", Research Paper 133, CEMARE, University of Portsmouth, 1998.
- R. Zerbe and D. Dively, *Benefit-cost analysis in theory and practice*, HarperCollinsCollegePublishers, 1994.

## **Preliminary Evaluation of a Proposed Marine Ranching Project in Korea**

Hee-Dong Pyo

### **Abstract**

An economic appraisal of a proposed marine ranching project is analysed using capital budgeting model such as net present value(NPV) and internal rate of return(IRR) as well as sensitivity analysis and goal seeking model. Of the factors for economic appraisal, direct benefits are to be determined by estimated harvest, prices and costs incurred by catching fishes, and indirect benefits include the additional economic effect of recreational fishing. And judging the worth of these project options depends upon the choice of discount rate of which 8.5% is recommended here.

On the basis of estimated production, prices and costs the project is expected to yield NPV=615 million won and IRR=8.8%, which is quite accepted for an economic feasibility, under the first scenario, and NPV= -127 million won and IRR=7.93%, which is rejected, under the second scenario. Sensitivity analysis has been performed by calculating the switching value and sensitivity indicator in respect of the main project parameters. The results suggest that the project NPV and IRR are especially sensitive to fishes(rock fish and other rock fish) prices and fixed costs. Finally goal seeking analysis is carried out in order to reach a desired level of performance like  $NPV=0$  in respect of the amount of hatchery-reared juveniles, the prices and the discount rate.

Key words : NPV, IRR, Sensitivity analysis, Goal seeking analysis, Discount rate,  
Economic feasibility