

# 태안시범바다목장해역내 인공어초사업의 경제적 효과에 대한 연구<sup>†</sup>

최 종 두\*

고려사이버대학교 경영학과

## A Study on the Economic Effectiveness of the Artificial Fish Reef Project in the Tae-an Marine Ranching

Jong-Du Choi\*

*Department of Business Administration, Cyber University of Korea, Seoul, 110-800, Korea*

### Abstract

This paper analyzed that the economic effectiveness of the artificial fish reef project in the Tae-an Marine Ranching. Benefit-cost(B/C) model used to indicate the effects of economic valuation. B/C model is based on the sub-models which are Benefit Cost Ratio(BCR), Net Present Value(NPV) and Internal Ration of Return(IRR).

First, the Sum of Incremental Benefit and Cost for total vessel by year in Artificial Fish Reef Area(AFRA) estimated 2,381 million won. And then, using 5.5% discounting rates and the survey data, the sub-models showed economically feasible in the all of analysis and analyzed the results as follows. BCR is 2.66, NPV is 28,014million won, and IRR is 22.78%. In conclusion, these results indicated that the artificial fish reef project in Tae-an Marine Ranching would be increase the income of fishermen as well as fish biomass.

Keywords : Economic effectiveness, Benefit-Cost model, Artificial fish reef project, Tae-an Marine ranching

### I. 서 론

자원은 일반적으로 재생가능자원(renewable

resource)과 재생불가능자원(nonrenewable resource)로 구분해 볼 수 있다. 특히 재생가능자원은 관리여부에 따라서 다양한 자연조건하에

접수 : 2013년 11월 28일    최종심사 : 2013년 12월 10일    게재확정 : 2013년 12월 13일

<sup>†</sup>본 논문은 한국수산자원관리공단 연구사업 “시범바다목장 태안·울진·제주사업의 경제성분석”의 지원으로 수행되었음.

\*Corresponding author : 02-6361-1913, gatorchoi@cyberkorea.ac.kr

서 재생산이 가능하기도 하고, 고갈로 인하여 재생산이 불가능해지기도 하는 양면성을 지니고 있다. 재생가능자원의 대표적인 생물자원으로 수산자원(fishery resource)을 들 수 있지만, 공유자원으로 그 소유권이 불확실하여 먼저 어획하는 자에 의해 남획될 가능성이 높아 합리적 이용과 관리가 실패할 경우 궁극적으로 수산자원 고갈로 이어질 수 있다. 국내적으로도 이러한 수산자원의 특성을 감안하여 지속적이며 재생가능한 자원으로 유지시키기 위한 다양한 어업자원관리노력과 정책적 의사결정이 이루어지고 있다.

일반적으로 어업자원관리는 어획노력량(혹은 어획량)을 제약하거나 수산자원을 조성하는 방법을 사용한다. 이러한 정책수단 중 수산자원조성은 수산자원의 서식환경을 개선하기 위한 인공어초, 종묘방류, 해중림 조성 등이 있으며, 2000년 초기부터는 이러한 조성사업들을 부분적으로 연계하여 적용하는 바다목장사업을 통하여 실질적인 관리가 이루어지고 있다. 자원조성사업 부문에서 인공어초사업이 가장 먼저 시작되었으며, 구체적으로 수산자원의 위집, 발생, 육성을 위하여 인공적인 구조물들을 수중에 투하하여 설치하였다.

태안시범바다목장사업도 2002년부터 2013년까지 갯벌이 발달해 있는 서해안의 특성을 반영하여 바다목장 해역을 갯벌지역과 천해지역으로 구분하여 갯벌 지역은 자원증대 및 갯벌체험을 이용한 모델로 개발하여 왔으며, 천해지역은 자원증대 및 어로활동을 통한 어업소득 증대 모델로 개발하여 왔다. 특히 천해지역에는 생태기반조성사업으로 인공어초시설이 집중적으로 조성되었다. 태안시범바다목장해역내 설치된 인공어초는 2005~2013년까지 23개 형태로 총 5,409기(자연석 2,205기 포함)가 설치되었으며, 형태별로는 자연석, 테트라형, 사각형, 테트라포드형이 전체 어초시설 중 약 81.3%(4,440기)를 차지하고 있다.

본 연구의 목적은 12년 동안 추진되어 온 태안시범바다목장사업 중 인공어초사업의 경제적 효과(즉, 투자대비 경제성 여부)에 대한 분석을 시도함으로써 인공어초사업이 수산자원 증대와 어가 소득 증진에 어떠한 영향을 미쳤는지를 정량적으로 추정하는데 있다. 본 논문의 구성은 먼저, 경제적 효과 분석에 필요한 이론인 비용·편익분석(Cost-Benefit Analysis)기법과 어업현황 및 기초 조사 자료에 대해 살펴보았으며, 해당 모형과 자료를 이용하여 경제적 효과를 분석하였고, 최종적으로 연구결과에 대한 요약과 분석과정에서의 제약과 한계, 향후 해당사업관련 정책수립에 필요한 제언들을 제시하였다.

## II. 분석모형과 자료

### 1. 분석모형

#### 1) 어획효과 분석모형

태안시범바다목장사업의 인공어초시설로 인한 편익은 인공어초 시설년도 이후 3년이 경과한 4년째부터 27년간 발생하는 것으로 가정하였으며, 다음 공식에 의해 결과를 추정할 수 있다 (Kang, 2006; KMI, 2007; Ryu et al., 1998).

$$\Delta \text{어업편익(어업현금흐름)} =$$

$$\Delta \text{어업수익} - \text{어업비용(감가상각비 제외)}$$

$$\Delta \text{어업수익} = \Delta \text{어업생산량} \times \text{평균어가}$$

$$\Delta \text{어업생산량} = \text{총어업생산량} \times \left(1 - \frac{1}{\text{어획효과}}\right) \quad (1)$$

위 식 (1)에서 ‘ $\Delta$ ’는 인공어초시설사업을 실시할 때와 실시하지 않을 때의 기간 차이로 ‘증분’을 나타내며, 증분기준(incremental basis)의 현금흐름 추정원칙을 감안한 것이다. 이러한 증분의 개념을 위의 공식에 적용시키면 각 공식은 증분어업편익, 증분어업수익, 증분어업비용, 증분어업생산량의 형태로 분석할 수 있다.

또한 어획효과는 인공어초시설어장의 어획량을 대조구어장의 어획량으로 나눈 값으로, 본 연구에서는 자연과학적 조사방법에 의해 측정된 인공어초시설어장과 대조구어장에서 수집된 해당 어자원의 체중량 비율을 이용하였다. 즉 인공어초시설어장의 체중량을 대조구어장의 체중량으로 나눈 결과 값을 의미한다.

2) 경제적 효과 분석모형

수산 부문에서의 경제성 분석을 위한 비용·편익분석은 다양한 연구자들에 의해 이용되었다(Hwang et al., 2005; Kim, 2011; Ryu et al., 1998; Song and Hong, 2009). 인공어초사업은 공공사업의 형태이므로 해당 사업에 대한 경제적 효과는 사회적 가치를 평가하는 방법인 비용·편익분석(Cost-Benefit Analysis)을 이용할 수 있다. 비용·편익분석 중 일반적으로 널리 이용되는 평가기법으로 편익·비용 비율(Benefit Cost Ratio: BCR), 순현재가치(Net Present Value: NPV), 내부수익률(Internal Ration of Return: IRR) 기법 등이 있으며, 이론적으로 다음과 같은 의미를 지니고 있다.

편익·비용 비율(BCR)은 태안시범바다목장사업의 총편익을 해당 사업에 투입된 총비용으로 나눈 단위당 편익의 크기를 통하여 경제성 여부를 결정한다. 즉 미래에 상존하는 편익과 비용을 현재가치로 환산한 후 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나누어 주는 것을 뜻한다. 일반적으로 편익·비용 비율의 결과 값이 '1' 보다 크면 해당 사업은 경제성이 있다고 판단하며, 다음과 같이 표현할 수 있다( $t$ =시기,  $i=1,2,\dots,3$ ,  $r$ =이자율,  $B_t$ 와  $C_t$ = $t$  시기에 추정되는 편익과 비용).

$$B/C \text{ ratio} = \frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (2)$$

순현재가치(NPV)는 사업에 투입된 제반 비용과 편익을 해당 기준 연도의 현재가치로 할인하

여 총편익에서 총비용을 차감한 값을 이용하여 경제성 여부를 판단한다. 즉 순현재가치의 결과 값이 '0' 보다 크면 그 대안은 현시점으로 전환된 편익이 비용보다 크다는 의미이기 때문에 경제성이 있다고 인정된다. 순현재가치기법의 수학적 표기는 다음 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned} NPV &= \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \\ NPV &= \left[ \frac{B_1}{(1+r)^1} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n} \right] - \\ & \left[ \frac{C_0}{(1+r)^0} + \frac{C_1}{(1+r)^1} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} \right] \\ &= \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (3) \end{aligned}$$

내부수익률(IRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율을 구하는 방법으로 사업의 시행으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율이다. 내부수익률이 자본의 기회비용보다 크면 경제성이 있다고 판단하며, 다음 식(4)와 같이 나타낸다.

$$\begin{aligned} NPV &= \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} = 0 \\ \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} &= \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad (4) \end{aligned}$$

2. 분석자료

1) 태안시범바다목장해역내 어업현황

태안시범바다목장해역의 어장을 이용하고 있는 어촌계는 총 17개로 방포, 꽃지, 외도, 병술만, 신야1리, 신야2리, 황도, 장돌, 귀곡, 장곡4리, 옷점, 가경주, 만수동, 고남, 탄개, 영항, 구매 등으로 구성되어 있다. 2012년 현재 17개 어촌계의 어선 세력은 총 493척에 1,524톤으로 나타났으며, 전체 어선 중 1톤 미만이 78척(15.8%), 1~5톤 사이가 321척(65.1%), 5~10톤 사이는 91척(18.5%), 10톤 이상은 3척(0.6%) 등으로 나타났다(Table 1).

또한 태안시범바다목장해역내 연간 척당 어

Table 1. Number of vessel and ton in the Tae-an Marine Ranching area

	under 1ton	1~5ton	5~10ton	20~30ton	30~50ton	Sum
Vessel	78	321	91	2	1	493
Ton	58	702	667	48	49	1,524
Vessel/Sum	15.8%	65.1%	18.5%	0.4%	0.2%	100.0%

Source : Tae-an Gun, department of Marine fishery, 2012.

Table 2. Summary of the surveyed data output

Item	Equation	Output
Catch per vessel by year(kg)	A	4,925
Value per vessel by year(won)	B	58,035,714
Cost per vessel by year(won)	C	29,454,236
Production proportion in AFRA*(%)	D	23
Price(won/kg)	$I=B/A$	11,784
Cost per vessel by year in AFRA(won)	$E=C \times D$	6,853,774
Catch per vessel by year in AFRA(kg)	$F=A \times D$	1,146

\* AFRA means the artificial fish reef area.

획량, 어획금액, 가격, 어업비용, 인공어초 생산량 비중 등을 파악하기 위하여 설문조사를 실시하였다(Table 2). 연간 척당 어획량은 4,925kg, 어획금액은 58,035,714원, kg당 판매가격은 11,784원, 어업비용은 29,454,236원으로 분석되었으며, 전체 어획량 중 인공어초어장 인근해역에서 어획한 비중은 23%로 나타났다. 인공어초어장지역에서의 생산량 비중을 연간 척당 어획량과 어업비용에 곱하면 연간척당인공어초어획량(1,146kg)과 연간척당인공어초어업비용(6,853,774원)을 계산할 수 있다.

2) 인공어초시설 투자액 현황

태안시범바다목장사업의 연도별 투자내역은 12년간 총 33,700백만 원이며, 이 중 인공어초시

설사업에 지출된 금액은 15,208백만 원으로 나타났다(Table 3).

3) 자원량 변화

태안시범바다목장사업으로 인한 수산 자원량의 변화는 자망 및 통발을 이용하여 인공어초 조성어장과 비조성 어장(대조구 어장)에 대해 비교 조사할 수 있다. 한국수산자원관리공단에서 조사한 2013년 5월과 8월 기준 조사정점별 단위노력당 어획량을 이용하였으며, 태안시범바다목장해역의 인공어초어장이 대조구어장보다 높은 자원량 증대효과를 보여주고 있는 것으로 나타났다. 본 연구의 분석에 이용된 어획효과는 평균 생체량 기준 어초구와 대조구의 비율인 1.98이다(Table 4).

Table 3. Investment value of Artificial fish reef project

(unit : million won)

	2002~2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Sum
Total Investment	1,100	1,200	1,200	1,371	903	3,000	4,895	4,824	4,107	11,100	33,700
Artificial fish reef	-	300	-	700	-	1,000	3,085	3,299	2,087	4,737	15,208

Source : Korea fisheries resources agency, each year.

Table 4. CPUE in Artificial fish reef area vs Non-artificial fish reef area

	Artificial fish reef area (a)	Non-artificial fish reef area (b)	a/b
	weight(g)	weight(g)	
May	2,756.3	564.2	4.89
August	1,773.1	1,720.3	1.03
Average	2,264.7	1,142.3	1.98

Source : Korea fisheries resources agency, 2013.

### Ⅲ. 분석결과

#### 1. 분석 가정

인공어초시설어장에 대한 경제성 분석은 다음의 전제조건을 가정하여 분석하였다. 첫째, 현재 가치화 산정에 필요한 사회적 할인율은 한국개발연구원에서 공공투자사업의 경제성 분석에서 제시한 5.5%를 적용하였다. 둘째, 인공어초시설 조성어장의 순어업생산량 추정을 위한 어획효과는 자연과학 분야에서 사계절에 걸쳐 조사한 인공어초어장과 대조구어장의 조사 결과를 이용하였다. 셋째, 인공어초의 효과는 30년 동안 지속되는 것으로 산정하였다. 즉 인공어초시설 후 3년부터 27년간 발생하는 것으로 가정하였다<sup>2)</sup>. 넷째, 인공어초시설어장에서의 어업인의 생산량은 설문조사가 이루어진 2013년을 기준으로 하였으며, 해당년도 이전과 이후의 생산 추이는 일정하다고 가정하였다.

#### 2. 인공어초의 어업편익

인공어초사업의 어업편익은 앞서 분석한 ‘태안시범바다목장해역내 어업현황’ 과 ‘자원량변화’ 자료의 결과를 이용하여 분석하였다. 분석결과는 Table 5에 정리되어 있으며, 구체적으로 살펴보면 연간척당 인공어초 증분어획량은 568kg, 연간 척당 인공어초 증분어획편익은 6.69백만 원으로 나타났다. 또한 설문조사에서 어민들이 응답한 연간척당 인공어초감소어업비

중인 17%를 적용하여 1.17백만 원의 연간척당 인공어초감소어업비용을 도출하였으며, 이를 토대로 연간척당인공어초어업편익은 총 7.86백만 원으로 분석되었다.

연간척당 분석결과들을 이용하여 어선 전체에 대한 분석이 이루어졌다. 태안시범바다목장해역내 17개 어촌계의 어선은 총 493척이 있지만, 전체 어선의 90%가 1주일에 3일 정도는 유어 낚시객들을 위한 낚시배의 형태로 운영되고 있는 점을 감안하여 303척을 연간전체 조업척수로 산정하였다. 따라서 연간전체 인공어초 증분어업편익은 2,027백만 원, 연간전체 인공어초 감소어업비용은 354백만 원이 되어 최종적으로 2012년 기준 연간전체 인공어초 증분어업편익은 2,381백만 원의 효과가 발생하는 것으로 분석되었다.

또한 태안시범바다목장사업의 인공어초시설로 인한 연도별 편익은 인공어초 시설년도 이후 3년이 경과한 4년째부터 27년간 발생하는 것으로 가정하였다(Kang, 2006; KMI, 2007; Ryu et al., 1998). 즉 인공어초를 최초 실시한 2005년도의 인공어초효과는 2009~2035년까지 지속되며, 2013년에 시설된 인공어초효과는 2017~2043년까지 지속된다. 분석과정에서 2013년 이후의 어가(판매가격)는 불변이고, 어업생산량과 어획효과는 일정하며, 실질이자율(할인율)을 가정하여 연간전체 인공어초 증분어업편익을 분석하였다 (Table 6. 참조).

2) 인공어초 경제성 분석시 일본은 어초는 30년, 부어초는 10년을 적용하고 있다. 水産廳漁港漁場整備部, 水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン(暫定版), 平成14年3月(2002.3), p.10.

Table 5. Results of the analysis for Catching benefit in AFRA

Item	Equation	Output
Catch per vessel by year(kg)	A	4,925
Value per vessel by year(won)	B	58,035,714
Cost per vessel by year(won)	C	29,454,236
Production proportion in AFRA*(%)	D	0.23
Cost per vessel by year in AFRA(won)	$E=C \times D$	6,853,774
Catch per vessel by year in AFRA(kg)	$F=A \times D$	1,146
Catching effect(times)	G	1.98
Incremental Catch per vessel by year in AFRA(kg)	$H=F \times (1 - (1/G))$	568
Price(won/kg)	$I=B/A$	11,784
Benefit per vessel by year in AFRA(won)	$J=F \times I$	13,504,464
Incremental Benefit per vessel by year in AFRA(won)	$K=H \times I$	6,693,199
Incremental Cost per vessel by year in AFRA(won)	$L=E \times (-17\%)$	-1,167,680
Total Vessel by year in AFRA	M	303
Incremental Benefit for total vessel by year in AFRA(won)	$N=M \times K$	2,026,987,480
Incremental Cost for total vessel by year in AFRA(won)	$O=M \times L$	-353,623,564
Sum of Incremental Benefit and Cost for total vessel by year in AFRA(won)	$P=N - O$	2,380,611,044

\*AFRA means the artificial fish reef area.

Table 6. Catching benefit by year in AFRA

Year	Benefit(million won)	Year	Benefit(million won)
2009	1,237	2027	2,2381
2010	1,519	2028	2,2381
2011	1,891	2029	2,2381
2012	2,381	2030	2,2381
2013	2,381	2031	2,2381
2014	2,381	2032	2,2381
2015	2,381	2033	2,2381
2016	2,381	2034	2,2381
2017	2,381	2035	2,2381
2018	2,381	2036	2,2381
2019	2,381	2037	2,2381
2020	2,381	2038	2,2381
2021	2,381	2039	2,2381
2022	2,381	2040	2,2381
2023	2,381	2041	2,2381
2024	2,381	2042	2,2381
2025	2,381	2043	2,2381
2026	2,381		

### 3. 인공어초사업의 경제적 효과

태안시범바다목장사업의 인공어초부문에 대한 경제적 효과 분석은 해당 사업의 현금흐름 추정을 통하여 판단해 볼 수 있다. 연구의 서두에서도 살펴본 바와 같이 태안시범바다목장사업 중 인공어초사업부문에 투자된 금액인 15,208백만원의 연도별 투자내역과 연도별 전체 인공어초 증분어업편익을 이용하여 비용·편익분석(Cost-Benefit Analysis) 과정을 거쳐 경제적 효과를 살펴보았다.

분석에 이용된 편익/비용 비율(Benefit Cost Ratio: B/C ratio), 순현재가치(Net Present Value: NPV)기법, 내부수익률(Internal Ration of Return: IRR)기법 등을 통한 구체적인 실증 분석결과를 비교한 내용이 Table 7에 정리되어 있다. BC비율은 2.66배로 분석되어 해당 사업이 비용에 비해 더 큰 편익을 발생시키는 것으로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 순현재가치

Table 7. Result of Economics effectiveness analysis

Analysis Methodology	Output
BC ratio	2.66
NPV(million won)	28,014
IRR(%)	22.78

(NPV)에 대한 분석에서도 28,014백만 원으로 계산되어 투자에 대한 경제성이 존재하는 것으로 나타났으며, 내부수익율(IRR) 분석결과도 22.78%로 나타나 경제성이 있는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 태안시범바다목장사업이 긍정적이고 성공적이었다는 것을 시사하는 것으로 향후 수산자원정책결정에 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다.

#### IV. 결 론

본 연구는 태안시범바다목장사업 중 인공어초시설 사업에 대한 경제적 효과를 분석하기 위하여 인공어초시설로 인한 증분어업편익을 도출하였으며, 해당 결과와 인공어초시설 투자액을 이용하여 경제적 효과를 도출하였다.

분석 결과, 인공어초시설로 인한 증분어업편익은 높게 나타났으며, 인공어초시설 설치에 대한 경제적 효과도 긍정적으로 분석되었다. 구체적으로 살펴보면, 2012년 기준 연간전체 인공어초 증분어업편익은 2,381백만 원의 효과가 발생하는 것으로 분석되었으며, BC비율은 2.66, 순현재가치(NPV)는 28,014백만 원, 내부수익율(IRR)은 22.78%로 나타나 분석기법 모두에서 경제성이 있는 것으로 도출되었다.

결론적으로 태안시범바다목장사업 중 인공어초시설 사업은 해당 지역에 어획효과의 증대에 따른 어자원 스톡(stock)의 증가를 발생시켰고, 그로 인한 어가의 소득증대에도 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다. 다만 분석에 이용된 자료와 변수에 변화가 발생할 경우에는 그 결과도 달라질 수 있음을 밝혀둔다. 즉 제반 가정에 이용된

불변판매가격, 어업생산량과 어획효과의 일정성 등은 분석의 편의를 위한 가정이므로 해당 요인들에 대한 세부적인 분석은 다음 연구과제로 남겨둔다. 또한 본 연구 결과들은 수산자원관리에 이용되는 다양한 유사 사업의 경제성 분석이나 정책수립에 기본적인 정보를 제공할 수 있으며, 보다 합리적인 수산자원관리에 과학적이고 논리적인 대안을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

#### REFERENCES

- Clark, C. W. (1985), *Bioeconomic Modeling and Fisheries Management*, A Wiley-Interscience Publication, 1-35.
- Mirman, L. (1979), "Dynamic Models of Fishing: a Heuristic Approach," in P.T. Liu and J.G. Sutinen, eds., *Control Theory in Mathematical Economics*, 39-73.
- Henderson, J. M. and Quandt, R. E. (1980), *Microeconomic Theory*, McGraw-Hill Book Company, 286-293.
- Kim, J. O. and Kang, S. K. (2011), "Economic Impact Effect Analysis of Flounder Aquaculture Industry in Jeju," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 42 (1), 85-96.
- Korea Maritime Institute(KMI) (2007), *A Study on the Economic Effects of Artificial Reefs Project*, 100-140.
- Park, K. I., Kim, Y. J. and Kim, D. H. (2013), "Analyxing Economic Effectiveness of the Sea Cucumber Seed Releasing Program in Gyeongsangbuk-do Region," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 44 (1), 81-90.
- Ryu, J. G., Lee, S. W. and Hwang, J. W. (1998), "A Study on the Economic Effects of Artificial Reefs- In Case of Suwoo-do Artificial Reefs-," *The Journal of Fisheries Business Administration*, 29 (2), 177-197.
- Silberberg, E. (1990), *The Structure of Economics: A Mathematical Analysis*, McGraw-Hill Book Co., 662-669.
- Song, Y. C., *Finance Analysis*, Sin-young-sa, 380-485.