

## Article

## 인공갯벌 조성에 관한 경제적 타당성 분석

남광현\* · 오위영

한국해양연구원 정책조정실  
(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29

## Analyzing an Economic Feasibility for Restoration/Creation of Artificial Tidal Flats

Kwanghyun Nam\* and Weeyeong Oh

Policy Coordination Department, KORDI  
Ansan P.O. Box 29, Seoul 45-600, Korea

**Abstract :** The purpose of this paper is to investigate economic feasibility of creating artificial tidal flats using cost-benefit analyses. We assumed that the cost factors are associated with designing, construction and monitoring, and the benefit factors are associated with fisheries production, habitation, prevention of disasters, water purification, aesthetic value and existence value. First, for analyzing economic feasibility, the scenario suggests that a design can be made in a year, construction can be completed in three years and monitoring must be made for 20 years. Assuming the discount rate of 7.5%, economic feasibility analyses showed that B/C was 2.26 and IRR was 14.50. This study indicated there is economic validity of implementing creation of artificial tidal flat. In addition, we carried out a sensitivity analysis at the change of discount rate and restoration rate. The result of sensitivity analysis clearly showed that economic validity is low when discount rate is over 15%, and changes in restoration rate did not significantly effect on the economic validity.

**Key words :** 경제적 타당성(Economic feasibility), 복원(Restoration), 창출(Creation), 인공갯벌(Artificial tidal flats)

## 1. 서 론

갯벌은 간척과 매립으로 그 면적이 지속적으로 감소하고 있다. 간척과 매립으로 인하여 1987년 이후 우리나라 갯벌 면적의 약 30~40%가 감소하였으며, 1946년부터 1999년까지 간척사업으로 상실된 갯벌은 77,197 ha로 서울시 면적의 1.3배에 해당한다(최영국 등 1999).

현재 갯벌 보전을 위한 사회적 요구가 증가하고 있다. 갯벌을 보전하는 방법으로는 기존 갯벌을 보호하거나 훼손의 최소화를 도모하는 제도적 방법에 의한 보전과 훼손된

갯벌 기능을 복원하거나, 새로운 갯벌을 창출하는 기술 개발을 통한 보전이 있다. 이를 좀더 구체적으로 살펴보면 보호구역 등을 지정하여 갯벌 훼손을 원천적으로 방지하는 방법, 공유수면 매립사업 등 갯벌의 훼손 가능성이 있는 사업의 인허가 과정에서 규제를 통하여 갯벌훼손을 최소화하는 방법, 기능이 훼손되었거나 상실된 갯벌을 복원하거나 저감된 기능을 증강시키는 방법, 인위적으로 새로운 갯벌을 창출하는 방법 등으로 나눌 수 있다.

갯벌의 복원·창출은 환경정책 측면에서 선진화된 개념으로 행위 규제적 수단을 통하여 갯벌의 훼손 행위를 저감·방지하는 방어적, 소극적, 현상 유지적 환경정책에서 진일보한 방법으로서 공격적, 적극적, 현상 개선적 환

\*Corresponding author. E-mail : khnam@kordi.re.kr

경보호 수단으로 평가받고 있다.

갯벌을 창출하는 방법 중의 하나인 인공갯벌 조성은 연안개발을 통하여 해결하고자 하는 국가의 국토관리전략과 지속가능한 개발을 가능하도록 하는 환경보호의 중요성을 동시에 충족시킬 수 있는 대안으로서 고려될 수 있는 사업이다. 현재 과학기술부 주관으로 추진하고 있는 차세대 성장동력 기획대상 사업에도 신규사업으로써 환경복원이 포함되어 있다. 이것은 환경복원 기술을 개발하여 환경산업을 육성하고자 하는 의도이다. 환경복원 기술 개발의 일환으로 연구되고 있는 인공갯벌 사업은 환경산업적 측면에서 많은 수요가 발생할 것으로 생각된다.

지금까지 우리나라에서 인공갯벌이 조성된 사례는 없으나 인공갯벌에 관한 수요는 이미 발생하고 있다. 그 예로서 시화호 생태계 공원 조성을 위하여 인공백사장과 인공갯벌 조성이 계획하고 있으며, 또한 경상남도 진해시 경화동 지역에서는 공유수면을 매립하고 인공갯벌을 조성하려는 계획이 추진 중에 있다.

이와 같은 배경 하에서 이 연구의 목적은 인공갯벌 조성사업의 경제적 타당성을 분석하는 것으로 동 사업을 수행함에 있어 발생하는 비용과 편익을 추정하고 비교하여 인공갯벌의 경제적 타당성 여부에 관한 정책적 제언을 제시하는 것이다.

## 2. 경제적 타당성 분석 방법

정부가 투자하는 공공사업은 공공재 특성의 하나인 시장경제체제에서 외부불경제로 인해 발생하는 시장실패를 교정하여 자원배분의 파레토 효율을 달성하기 위한 정책적 수단이다. 경제적 타당성 분석에서 사용되는 비용편익 분석은 정부가 공공사업에 투자 시 발생하는 비용과 편익을 추정하여 해당사업의 타당성 여부에 대한 의사결정을 지원하는 분석수단이다.

이 연구에서는 인공갯벌 조성이 해양환경복원을 위한 국가적 공공사업으로 시행된다고 가정하고, 그 과정에서 발생하는 비용과 편익을 추정하였고, 경제적 타당성 평가의 기준이 되는 순현재가치(net present value), 편익·비용 비율(benefit-cost ratio) 및 내부수익률(internal rate of return)을 도출하여 경제적 타당성 여부를 분석하였다.

순현재가치법(net present value method)은 공공사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 순편익의 합계를 현재가치로 환산한 값인 NPV가 0보다 크면 그 사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 평가하는 방법으로 다음과 같이 나타낸다.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

여기서  $n$ 은 사업기간,  $r$ 은 사회적 할인율,  $B_t$ 는  $t$  년도의

편익,  $C_t$ 는  $t$  년도의 편익을 각각 의미한다.

편익비용 비율법(benefit-cost ratio method)은 각 시점 별로 편익의 현재가치를 합계하여 비용의 현재가치를 합계한 것으로 나눈 비율이 1보다 같거나 크면 그 사업의 경제적 타당성이 있다고 평가하고, 1보다 작으면 사업의 경제적 타당성이 없는 것으로 평가하는 방법으로 다음과 같이 나타낸다.

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

내부수익률법(internal rate of return method)은 전 기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치를 0이 되게 하여 예상수익률을 구하는 방법이다. 최초 년도에는 편익이 발생하지 않는 것으로 간주하고 최초 년도의 비용과 그 다음해부터 할인된 순편익의 합계가 일치하도록 하여 내부수익률 IRR를 도출한다. 이 내부수익률이 일반적으로 사용되는 사회적 할인율보다 크다면 그 공공사업은 경제적 타당성이 있다고 평가하며 다음과 같이 나타낸다.

$$\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+IRR)^t} = 0$$

경제성 분석에 있어서 미래의 서로 다른 기간에 발생하는 비용과 수입을 객관적으로 비교하려면 투자자금의 기회비용을 반영할 수 있는 사회적 할인율의 결정이 중요하다. 왜냐하면 사회적 할인율이 높아질수록 초기투자 비용의 현재가치는 증대하는 반면 상당기간이 경과한 후에 발생하는 편익의 현재가치는 적어지기 때문이다. 따라서 이 연구에서는 김재형(1999)에서 제시한 7.5%의 사회적 할인율을 적용하였다. 사회적 할인율 변화에 따른 편익비용 비율은 민감도 분석에서 실시하였다. 또한 분석에 필요한 환율은 2002년도 연말 기준환율을 사용하였다.

## 3. 인공갯벌 조성 시나리오

인공갯벌 조성의 경제적 타당성 분석을 실시하기 위해서는 분석기간, 적정 면적, 편익발생 시점, 및 연차별 투자내용 등에 관한 구체적인 시나리오 구성이 이루어져야 한다.

국가가 사업 주체로 추진하는 공공사업의 경제적 타당성 분석을 위한 분석기간 설정은 각 사업의 성격과 내용에 따라 다르다. 일반적으로 도로의 경우 30년, 다목적 댐의 경우 50년 등을 분석기간으로 설정한다. 갯벌과 관련된 경제적 분석으로 새만금사업환경영향공동조사단(2000)에서는 분석기간을 100년으로 설정하였으며, 한국 해양수산개발원(2000)에서는 편익발생기간을 무한대로 설

정하였다.

또한 Erqvist(1988)에서는 스웨덴 인공습지 조성에 관한 경제성 분석에 있어 분석기간을 50년으로 설정하였다. 현재 국내에서는 갯벌 창출 사업과 유사한 공공사업에 관한 경제적 타당성 분석이 수행된 바 없기 때문에 본 연구에서는 스웨덴의 경우를 적용하여 분석기간으로 50년으로 설정하였다.

인공갯벌은 지형적 특성에 맞는 입지선정과 사용되는 기술에 적합한 최적규모 도출이 필요하지만 아직 국내에서는 이와 관련된 연구가 진행된 바 없어, 조성 면적의 설정은 외국사례를 사용하였다. 미국의 경우 습지 정책의 일환으로 추진되고 있는 mitigation 정책에서는 소규모로 조성될 경우 성공률이 낮기 때문에 대규모로 조성할 것을 권장하고 있다. 일본의 인공갯벌은 1998년까지 37개소, 885.91 ha가 조성되었으며, 1개소당 평균 면적은 23.9 ha이다(염기대 등 2001). 이 연구에서는 계산상 편리를 위하여 조성면적을 20 ha로 설정하였다.

비용이 투자되는 기간<sup>1)</sup>은 적지선정과 설계 1년, 시공 3년 및 사후관리 20년이 필요하다고 가정하였다. 편익은 시공이 끝난 시점부터 발생한다고 가정하였다. 이때 편익 발생시점에서의 생태적 복원율을 50%라고 가정하고 그 후 매년 5%씩 증가한다고 가정하였다. 민감도 분석에서는 생태계 복원율의 변화에 따라 비용편익 지표의 변화를 살펴보았다.

#### 4. 비용과 편익 추정

인공갯벌 조성이 국가정책적으로 실시되기 위해 고려되어야 할 요인으로는 기술적 요인, 환경적 요인, 제도적 요인 및 경제적 요인 등이 있으나, 이 연구에서는 경제적 요인만을 고려하였다.

일반적으로 인공갯벌 조성 시 발생하는 비용으로는 직접비용으로 적지선정과 설계비용, 시공비용 및 사후관리 비용 등이 발생하며, 간접비용으로는 토지보상비와 어업권 보상비용 등이 발생한다. 직접비용은 어떤 형태의 인공갯벌이든지 지역적 여건과 생태적 특성에 따라 차이는 있지만 필수적으로 발생한다. 간접비용은 선택적으로 발생하는 비용으로 스페인의 인공습지 조성의 경우 토지보상비가 인공습지 조성비용에 포함되어 있으며 그 규모는 전체 조성비용의 9% 정도이다. 그러나 우리나라의 경우 인공갯벌 조성 예정지역은 국가 소유의 공유수면으로 스웨

덴의 경우와 같이 토지보상비용은 발생하지 않는다. 간접비용의 하나인 어업권 보상비용은 우리나라의 경우 연안에 인공구조물을 설치할 경우 해당 지역주민에 의해 요구된다. 이 경우는 일본의 인공갯벌 조성 사례를 참고할 만하다. 일본의 오노미치시(尾道市)에서는 인공갯벌을 조성하는데 있어 지역주민들과의 충분한 협의를 통하여 어업권 보상 문제를 해결하였다. 협의 내용은 다음과 같다. 첫째 인공갯벌 사업주체가 지역주민에게 인공갯벌 조성이 조개류의 증산 효과를 가져왔다는 것을 과학적으로 입증한 자료를 제시하였고, 둘째 인공갯벌 조성지역에서 생산되는 조개류 채취권을 우선적으로 지역주민에 부여한다는 계약을 체결하였다.

인공갯벌 조성을 통하여 얻을 수 있는 편익은 사용가치, 비사용가치 및 선택가치로 구분하여 추정하였다. 갯벌은 수산물생산 기능, 서식지 기능, 오염정화 기능, 재해방지 기능 및 심미적 기능을 가지고 있으며 이러한 기능을 평가하여 갯벌의 경제적 가치를 추정한다. 또한 갯벌은 존재가치<sup>2)</sup> 등을 평가하여 갯벌의 경제적 가치를 추정할 수 있다. 본 연구에서는 인공갯벌에서 얻을 수 있는 가치가 자연갯벌에서 얻을 수 있는 가치와 유사하다고 가정하고, 인공갯벌의 생태적 복원율 변화에 따라 그 가치를 추정하였다.

#### 비용추정

인공갯벌 조성비용은 조성기술에 따라 구체적인 비용을 추정하여야 하겠지만 이 연구에서는 우리나라에서 아직 인공갯벌을 조성한 사례가 없음으로 외국의 인공습지나 인공갯벌 또는 국내의 인공습지 조성비용에 관한 문헌이나 현지방문을 통한 담당자의 면담을 통해 얻은 자료에 근거하여 인공갯벌 조성비용을 추정하였다.

#### 미국의 인공습지 조성비

Baca et al.(1994)에는 미국의 평균 인공습지 조성비용이 습지 유형별로 정리되어 있다(Table 1). 염습지의 평균 조성비용은 1 ha당 84.4천달러이며 이것을 2002년 연말 기준 원/달러 환율인 1달러당 1,186원으로 환산하면 100,098천원이다. 그러나 미국의 인공습지 조성비용에는 사후관리 비용이 포함되지 않았다.

이 연구에서는 미국의 인공습지 중 인공갯벌과 유사한 염습지의 조성비용인 1 ha당 100,098천원을 인공갯벌의 경제적 타당성 분석에 사용하였다.

<sup>1)</sup>인공갯벌 조성 기간 및 항목별 투자비용은 스웨덴의 인공습지와 일본의 인공갯벌 조성 기간 및 투자비용과 국내 전문가의 자문에 근거하여 설정하였다.

<sup>2)</sup>존재가치는 인간행동을 이기적인 행위에 근거하는 신고전학파의 경제학적 접근방법에 의한 분석이 아니고 인간행동의 이타주의적 행위에 근거하여 얻어지는 가치이다

Table 1. Restoration and creation cost of wetlands in USA.

Type of Wetland	Average cost (US\$/ha)
Aquatic Bed	49,800
Freshwater Mixed	50,800
Freshwater Emergent	78,600
Freshwater	51,100
Salt Marsh	84,400
Mangrove	41,100

### 일본의 인공갯벌 조성비용

히로시마현에 위치한 오노미치시(尾道市) 인공갯벌은 수산물 증대를 목적으로 조성되었는데 조성면적은 16 ha이며, 400,000천 엔의 조성비용이 투자되었다. 이 조성비용을 1 ha당 조성비용으로 계산하면 25,000천 엔이며, 2002년 연말 기준 원/일본엔 환율인 100엔당 1,000원으로 환산하면 250,000천 원이다. 또한 요코하마 근교에 조성된 인공해변의 경우 34 ha를 조성하는데 476,000천 엔의 조성비가 투자되었으며, 이것을 1 ha당으로 계산하면 14,000천 엔이다. 일본의 경우 인공갯벌 조성비용이 인공해변 조성비용보다 높았다. 일본의 인공갯벌 조성비용에는 사후관리 비용이 포함되지 않았다<sup>3)</sup>. 이 연구에서는 일본 오노미치시(尾道市)의 인공갯벌 조성비용인 1ha당 250,000천 원을 인공갯벌의 경제적 타당성 분석에 사용하였다.

### 스웨덴의 인공습지 조성비용

Söderqvist(1999)는 스웨덴 남부연안 Kavling강과 Hoje 강 주변의 인공습지조성에 들어간 평균 비용이 정리하였다(Table 2). 총 조성비용에서 각 항목이 차지하는 구성비는 적지 선정과 설계 및 시공비용이 68%, 토지보상비가 9%, 연간관리비가 23%이며, 스웨덴 인공습지 조성비용은 1ha당 317,000 SEK으로 2001년 연말 기준 원/크로네 환율인 1크로네당 135.59원을 적용하면 42,982천 원이다.

이 연구에서는 스웨덴의 인공습지 조성비용을 1 ha당 42,982천 원으로 추정하여 인공갯벌의 경제적 타당성 분석에 사용하였다.

### 시화호의 인공습지 조성비용

시화호 수질 개선을 목적으로 2002년 조성된 시화호 인공습지 조성비용을 구체적으로 살펴보면 인공습지 조성면적은 103.75 ha이고, 총 조성비용으로 약 300억 원이 투자되었다. 총 조성면적과 조성비용에는 환경교육장으로 활용하기 위한 자연학습원(전망대, 온실, 관리동, 주차장 등)의 면적과 시설비용이 포함되어 있다. 이것을 제외한

Table 2. Restoration and creation cost of wetlands in Sweden.

Cost	Average cost (SEK/ha)
Designing and construction cost	217,000
Land compensation cost	28,000
Annual monitoring cost	72,000
Total cost	317,000

순수한 습지조성 면적은 81.6 ha이며 조성비용(부지정지, 제방축조, 펌프설치, 갈대식재 등)은 75억 원이다. 따라서 시화호 인공습지 조성비용은 1 ha당 91,912천 원으로 평가하였다. 시화호 인공습지 조성비용에는 사후관리비용이 포함되지 않았다.

인공갯벌 비용 추정을 위한 본 연구에서는 미국의 염습지 Mash 조성비용, 일본의 인공갯벌 조성비용 및 시화호 인공습지 조성비용에는 사후관리비용이 포함되지 않았다는 것을 고려하여 인공갯벌 조성에 필요한 조성비용을 추정하였다(Table 3).

연차별 비용 지출은 1차년도에는 적지선정 및 설계에 전체 조성비용의 10%가 투자된다고 가정하고, 그 후 3년간 전체 조성비용의 70%가 투자된다고 가정하였다. 또한 조성 후 20년 간 사후관리비용으로 전체 조성비용의 20%가 투자된다고 가정하였다. 따라서 인공갯벌 20 ha를 조성하는데 소요되는 투자비의 연차별 내역은 Table 4와 같다.

Table 3. Average restoration and creation cost of wetlands.

Country	Restoration and creation cost (per 1 ha)
USA	125,123 (1,000 won)
Japan	312,500 (1,000 won)
Sweden	39,186 (1,000 won)
Korea(shiwa)	114,890 (1,000 won)
Average cost	147,924 (1,000 won)

Table 4. Investment cost for construction of artificial tidal flats.

Sector	Period (year)	Cost (1,000 won)
Designing	1	295,849
Construction	3	2,070,945
Monitoring	20	591,699
Total	23	2,958,493

<sup>3)</sup>일본의 인공갯벌 관리자 인터뷰에 근거하였다.

### 편익추정

편익을 추정할 때 어떤 항목이 언제부터 얼마만큼의 편익을 발생시키느냐의 기준을 설정하는 것이 필요하다. 인공갯벌의 경우 생태적 복원률에 따라 그 갯벌의 편익을 추정할 수 있으므로 생태적 복원률을 설정하는 것이 중요하다.

미국 오리곤주의 경우 복원된 습지의 생태적 가치가 1이라고 할 때 인공습지의 생태적 가치는 0.66으로 조사되었다(Wetland Mitigation Banking Guidebook for Oregon 2000). 일본의 자연갯벌 3개소와 인공갯벌 7개소에 대해 비교 연구한 이정규 등(2000)에서는 저서생물과 미생물 호흡량은 자연갯벌과 인공갯벌 사이에서 차이를 관찰할 수 없다는 연구결과를 발표하였다. 또한 일본의 인공갯벌 관리자를 직접 인터뷰 조사한 결과, 인공갯벌 조성 후 10년이 경과하면 자연갯벌 생태적 기능의 80%에 도달하는 것으로 조사되었다.

이와 같은 연구에 근거하여 이 연구에서는 조성 후 5년이 경과하면 생태적 기능이 자연갯벌의 50%에 도달하며 그 후 1년간 5% 정도 증가하여 10년 후 생태적 기능이 자연갯벌과 일치한다고 가정하였다. 자연갯벌에서 얻을 수 있는 가치, 즉 수산물생산 기능, 서식지 기능, 오염정화 기능, 재해방지 기능 및 심리적 기능으로부터 얻을 수 있는 가치에는 이 복원률 변화의 가정을 적용하였다. 또한 복원률 설정에 불확실성이 높기 때문에 민감도 분석에서 복원률의 변화에 따른 편익변화를 분석하였다.

### 수산물 생산 및 서식지 기능의 가치

갯벌의 수산물 생산과 서식지 기능의 가치는 일반적으로 시장가격법<sup>4)</sup> 또는 대체비용법을 이용하여 추정할 수 있다. 시장가격법은 대상 갯벌에서 생산되는 수산물 중 시장에서 거래되는 것을 대상으로 그 시장가격과 생산량을 조사하여 계산하는 방법이고, 대체비용법은 어업보상비를 기준으로 수산물 생산과 서식지 가치를 추정하는 방법이다. 한국해양연구소(1996), 농어촌연구원(1999)과 새만금 환경영향공동조사단(2000)에서는 시장가격법을 이용하여 수산물 생산과 서식지 기능의 가치를 추정하였으며, 한국산업경제연구원(1998), 한국해양수산개발원(2000)에서는 대체비용법을 이용하여 수산물 생산과 서식지 기능의 가치를 추정하였다.

이 연구에서는 수산물 생산과 서식지 기능의 가치 추정

은 시장가격법을 이용하였으며 최근 3년간(2000년~2002년)의 어업생산금액<sup>5)</sup>을 갯벌 면적 나누어 추정하였다. 연구대상 지역은 충청남도, 전라북도 및 전라남도 지역의 갯벌로 그 면적은 각각 30.420 ha, 11.360 ha 및 105.410 ha이며, 우리나라 갯벌 총 면적의 62%에 해당한다. 수산물 생산 기능의 가치를 추정하기 위해 어업생산통계 중 천해 양식어업과 일반해면의 패류, 해조류 및 갑각류의 어업생산액을 조사하였다<sup>6)</sup>. 그 결과 1 ha당 갯벌의 수산물 생산 기능의 가치는 3,207.6천 원/ha/year로 추정되었다.

갯벌의 서식지 기능 가치는 갯벌이 시장에서 거래되는 어류 생산이 미치는 영향과 갯벌을 서식지로 이용하는 어패류 이외 생물의 보존가치를 합하여 추정하였다.

먼저 어업생산통계에 나오는 충청남도, 전라북도 및 전라남도 일반해면어업의 어류 생산액을 조사하였고, 시장에서 거래되는 어류의 95%가 갯벌을 서식지로 이용한다는 Bell(1989)<sup>7)</sup>의 연구결과를 인용하여 서식지 기능의 가치를 추정하였다. 연구대상 지역인 충청남도의 경우 연간 일반해면어업의 어류 생산액은 갯벌 1 ha당 1,418천 원, 전라북도는 4,500천 원, 전라남도는 2,289천 원으로 조사되었다. 또한 갯벌을 서식지로 사용하는 어패류 이외 생물의 보존가치는 Costanza *et al.*(1997)의 연구결과인 1,523 \$/ha/year를 적용하였으며, 이 금액을 2002년 연말기준 원/달러 환율인 1달러당 1,186원으로 환산하면 1,806천 원/ha/year이다. 따라서 갯벌 1 ha당 연간 서식지 기능의 가치는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{어류 서식지 기능 가치} + \text{연안습지에 서식하는} \\ & \text{생물의 보존가치} \\ & = (2,735.8\text{천원/ha/yer} \times 0.95) + 1,806\text{천원/ha/year} \\ & = 4,405\text{천원/ha/year} \end{aligned}$$

### 오염정화 기능의 가치

갯벌의 수질오염정화 기능은 갯벌로 유입되는 오염물질이 조석과정을 통하여 갯벌에 흡착되고, 흡착된 오염물질은 미생물 작용에 의해 분해되어 생태계의 순환과정을 통하여 제거되는 것을 의미한다. 이 기능은 갯벌의 면적, 형태 등의 지리적 특성과 오염물질의 부하량, 강우량, 계절적 변동 등의 물리적 특성에 따라 많은 차이가 있다. 갯벌의 오염정화 기능은 갯벌의 BOD 정화능력을 하수종말처리비용으로 평가하는 대체비용법을 사용하여 경제적 가치

<sup>4)</sup>시장에서 거래되지 않는 수산물 또는 조류 등이 갯벌에 살기 때문에 시장가격법으로 평가되지 않은 가치가 갯벌에는 존재한다.

<sup>5)</sup>해양수산부 어업생산통계 자료실(<http://fs.fips.go.kr/index.jsp>)

<sup>6)</sup>대상어종의 일부는 갯벌이 아닌 지역에서 생산되지만 갯벌의 생산력에 영향을 받는다고 가정하였다.

<sup>7)</sup>Bell(1989)는 조간대 염습지를 대상으로 한 연구의 결과이다. 그러나 조간대 염습지와 갯벌은 생태적 많은 차이가 있음을 부인할 수 없다. 하지만 갯벌을 대상으로 서식지 기능에 관한 연구가 없으므로 불가피 Bell(1989) 연구결과를 인용하였다. 향후 갯벌의 서식지 기능에 가치의 평가 연구가 필요하다.

를 평가할 수 있다.

표희동(2001)에서는 갯벌의 수질오염정화 기능에 대한 생태적 가치를 하수종말처리비로 환산하여 평가하였으며 그 결과로 BOD 10 kg/ha/year을 처리하는데 소요되는 비용을 8,467천 원으로 추정하였다. 이 연구에서는 인공갯벌의 수질오염정화 기능의 가치로 표희동(2001)을 인용하여 연간 1 ha당 8,467천 원을 사용하였다.

### 재해방지 기능의 평가

갯벌의 재해방지 기능은 해일방지 기능과 홍수조절 기능으로 구별된다. 재해방지 기능은 갯벌이 외해에서 발생하여 해안으로 접근하는 파랑 에너지를 감소시켜 재해를 저감시키는 것을 의미하며, 홍수조절 기능은 갯벌이 수계 흐름에 영향을 주어 홍수에 따른 급속한 물의 흐름을 완화하여 저장하는 것을 의미한다(농어촌연구원 1999).

이러한 기능의 평가에 관한 대표적인 연구로 Costanza *et al.*(1997)에서는 조간대 염습지와 맨그로브의 해일방지 기능을 1,839\$/ha/year으로 평가하였다. 본 연구에서는 이 결과를 이용하였으며 2002년 연말 기준 원/달러 환율인 1 달러당 1,186원으로 환산하여 인공갯벌의 재해방지 기능을 연간 1 ha당 2,181천 원으로 추정하였다.

### 심미적 기능의 가치

심미적 기능의 가치는 시장이 존재하지 않는 비사용적 가치이며 일반적으로 여행비용접근법을 이용하여 평가한다. 심미적 기능의 가치에 관한 연구는 한국해양연구소(1996), 농어촌연구원(1999) 등이 있다. 한국해양연구소(1996)에서는 미국의 연구결과를 사용하여 추정하였으며, 농어촌연구원(1999)에서는 여행비용접근법을 이용하여 추정하였다. 신안갯벌을 찾아오는 여행자수를 조사하고 여행비용을 산출하여 갯벌의 심미적 기능의 가치를 평가하였다. 신안갯벌은 면적이 6,000 ha이며, 연간 2,121천 명이 방문한다고 조사되었다. 또한 방문객 일인당 지출액은 평균 3시간, 지출비용은 2,500원으로 가정하였다. 지출비용에는 동 갯벌까지의 왕복교통비, 입장료, 주차료 등이 포함된다. 그 결과 갯벌의 심미적 기능의 가치는 갯벌 1 ha당 연간 1,945천 원으로 조사되었다. 이 연구에서는 우리나라 갯벌에 대한 심미적 기능을 연구한 농어촌연구원의 연구결과를 심미적 기능의 가치로 이용하여 분석하였다.

### 존재가치

갯벌에는 비이용가치로 존재가치가 있다. 존재가치는 현존가치, 유증가치 및 대리가치로 분류할 수 있다. 현존가치는 현재 이용되는 것과 관계없이 존재한다는 자체만으로 사람들은 만족감을 얻는 가치이고, 유증가치는 미래

세대에 물려주고자 할 경우 부여하는 가치이고, 대리가치는 자신이 이용하지 않지만 다른 사람이 이용하는 것에 의해 얻어지는 만족감에서 얻는 가치이다. 존재가치를 평가하는 방법으로는 CVM(Contingent Valuation Method), Conjoint Analysis, Choice Modeling 등이 있다.

갯벌의 존재가치에 관한 국내연구로는 CVM을 이용한 새만금환경영향공동조사단(2000)과 한국해양수산개발원(2000)이 있다. 새만금환경영향공동조사단(2000)에서는 새만금지역의 보전가치를 연구하였으며 그 결과 1 ha당 5,189천 원으로 평가하였다. 한국해양수산개발원(2000)에서는 영산강 IV지구의 보전가치를 1 ha당 연간 8,100천 원으로 평가하였다. 존재가치를 연구한 국외 연구로는 大野(2000) 연구가 있다. 동 연구에서는 이세만(伊勢灣)의 존재가치를 Conjoint Analysis를 이용하여 연구하였으며 사회적 할인율 4%를 적용하여 1,853억 엔으로 평가하였다. 존재가치는 그 나라의 사회 문화적 배경과 관련이 있으므로 본 연구에서는 인공갯벌의 존재가치를 새만금환경영향공동조사단(2000)과 한국해양수산개발원(2000)의 연구결과의 평균치인 1 ha당 연간 6,644천 원으로 평가하여 분석하였다.

## 5. 경제적 타당성 분석 결과

이 연구에서는 사회적 할인율 7.5%를 적용하였다. 분석기간은 50년이며, 비용으로 1차년도에는 적지선정 및 설계비용이 투자되며, 2차년도부터 3년간 시공비용이 투자되며, 그 후 20년동안 사후관리비용이 투자된다고 가정하였다.

편익은 시공이 끝나는 5차년도부터 발생한다고 가정하였고, 이때 생태적 복원률은 50%이며 매년 5%씩 증가한다고 가정하였다. 이와 같은 가정 하에서 인공갯벌의 경제적 타당성 분석 결과는 Table 5에 있다. 얻어진 결과를 판단하는 방법은 먼저 순현재가치는 공공사업의 전 기간에 걸쳐 발생하는 비용과 편익을 현재가치로 환산한 값으로서 순편익이 0보다 크면 해당사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 본다. B/C는 각 시점별로 편익의 현재가치를 합계하여 비용의 현재가치를 합계한 것으로 나눈 비율을 의미하며 1보다 같거나 크면 해당 사업에 경제적 타당성이 있다고 평가한다. 내부수익률은 분석기간에 걸쳐 발생하는 편익의 현재가치와 비용의 현재가치를 일치시켜 순현재가치를 0이 되게 하여 예상수익률을 구하는 방법으로 분석 결과와 사회적 할인율을 비교하여 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 대상 공공사업이 경제적 타당성이 있다고 판단한다.

이 연구에서는 순현재가치가 2,740,836천 원, B/C가 2.26 그리고 내부수익률이 14.50%로 분석되었으며 따라

Table 5. Results of economic feasibility study in restoration and creation of tidal flats.

Net present value (1,000 won)	B/C	IRR
2,740,836	2.26	14.50%

서 인공갯벌 조성사업은 경제적 타당성이 있는 것으로 판단된다.

## 6. 민감도 분석

인공갯벌 조성사업의 경제적 타당성을 평가하기 위해서 사용되는 편익과 비용의 추정에는 많은 불확실성이 내포되어 있다. 이러한 불확실성을 회피하기 위해 일반적으로 민감도 분석(sensitivity analysis)을 실시한다. 이 연구에서는 민감도 분석의 분석 요인으로서 할인율과 복원률을 선정하고 두 요인의 변화에 따른 민감도를 분석하였다.

### 사회적 할인율 변화에 따른 민감도 분석

사회적 할인율은 대상사업 투자자금의 기회비용을 반영하는 지표로서 할인율이 높아질수록 미래에 대한 가치보다는 현재의 가치가 증가한다는 것을 의미한다. 스웨덴의 인공습지 조성사업에서는 사회적 할인율을 3%로 가정하였으며, 일본의 이세만(伊勢灣)의 환경가치에 대한 경제적 가치평가에서는 할인율을 4%로 가정하였다.

이 연구에서는 할인율을 3.0%에서 20.0%까지 1.0% 단위로 변화시켜 할인율 변화에 따른 B/C를 살펴보았다(Table 6). 사회적 할인율을 3.0%로 가정하였을 경우 B/C가 5.08로 상당히 높은 수치를 나타내고 있다. 사회적 할인율이 16.0%가 넘어가는 경우 경제적 타당성이 미흡한 것으로 분석되었다.

### 복원율 변화에 따른 민감도 분석

이 연구에서는 인공갯벌에서 얻을 수 있는 편익을 추정

Table 6. Sensitivity analysis at the change of social discount rate.

Social discount rate	B/C	Social discount rate	B/C
3.0	4.87	12.0	1.29
4.0	4.02	13.0	1.16
5.0	3.36	14.0	1.05
6.0	2.84	15.0	0.95
7.0	2.44	16.0	0.87
8.0	2.11	17.0	0.80
9.0	1.84	18.0	0.74
10.0	1.62	19.0	0.68
11.0	1.44	20.0	0.63

Table 7. Sensitivity analysis at the change of restoration rate.

Restoration Rate(%)	B/C	IRR
0	1.22	8.57
5	1.31	9.06
10	1.41	9.56
15	1.49	10.07
20	1.58	10.60
25	1.66	11.14
30	1.74	11.68
35	1.81	12.23
40	1.88	12.78
45	1.95	13.33
50	2.26	14.50

하는 척도로 생태적 복원율을 사용하였다. 기준시나리오에서는 조성 5년 후에는 생태적 복원율 50%에 이르고 매년 5%씩 증가한다고 가정하였다. 복원율 변화에 따른 민감도 분석에서는 조성 5년 후의 생태적 복원율을 0%에서부터 50%까지 5% 단위로 변화시키면서 B/C와 내부수익률을 살펴보았다(Table 7).

그 결과 편익발생 시점의 복원율이 0%에서 출발하여 매년 5%씩 증가하여 조성 후 25년 후 복원율이 100%를 달성할 경우 B/C는 1.22, 내부수익률은 8.57%로 조사되어 경제적 타당성이 있는 것으로 판단되었다.

복원율 변화에 따른 민감도 분석에서는 편익 발생 시점의 복원율이 얼마인가가 중요한 것이 아니고 지속적으로 복원율이 증가하느냐가 인공갯벌 조성의 성공여부를 결정하는 중요한 요인이다.

## 7. 연구 결과와 한계

인공갯벌 조성사업의 경제적 타당성 분석은 인공갯벌 조성사업을 국가적 공공 투자 사업으로 발전시키기 위한 국가 경제적 측면에서의 정책자료 제시를 목표로 연구되었다.

이 연구는 인공갯벌을 조성시 발생하는 편익과 비용을 추정하고 비교하여 인공갯벌 조성의 경제적 타당성을 분석하였다. 경제적 타당성 조사의 시나리오에서는 분석기간을 50년으로 가정하고, 사회적 할인율을 7.5%로 가정하였다. 또한 조성 1차년도에는 적지선정 및 설계비용이 투자되며, 2차년도부터 3년간 시공비용이 투자되며, 그 후 20년동안 사후관리비용이 투자된다고 가정하였다. 편익은 시공이 끝나는 5차년도부터 발생하며 이때 생태적 복원율은 50%이며, 매년 5%씩 증가한다고 가정하였다. 그 결과 본 연구에서는 순현재가치가 2,740,836천 원, B/C가 2.26 및 내부수익률이 14.50%로 분석되어 인공갯벌의 경제적 타당성은 있는 것으로 분석되었다. 또한 불확실성을 고려

한 민감도 분석에서는 사회적 할인율과 복원을 변화에 따른 경제적 타당성 여부를 조사하였다. 그 결과 사회적 할인율이 15% 이상일 경우에는 경제적 타당성이 미흡한 것으로 조사되었고 복원을 변화는 경제적 타당성 여부에 영향을 주지 않은 것으로 조사되었다.

이 연구는 다음에서 언급하는 몇 가지 한계를 내포하고 있으며 향후 이러한 문제 해결을 위한 보다 구체적인 보완적인 연구가 필요하다.

첫째, 공공사업을 통하여 새로운 환경을 창출하는데 발생하는 사회적 총편익이 사회적 총비용보다 크다는 것이 지속가능한 개발의 개념과 일치하지는 않는다는 점이다. 지속가능한 개발의 개념 속에는 현재세대보다는 미래세대에 대한 배려가 중요시되고 있다. 이 연구에서는 할인율의 변화를 통해 미래세대에 대한 배려를 고려하고 있지만 가치 판단의 기준이 현재대 중심으로 분석되었다는 한계가 있다. 현재대의 가치관이 미래세대의 가치관과 동일할 수도 있지만 동일하지 않을 수도 있기 때문이다.

둘째, 이 연구에서는 인위적인 자연환경 창출이 플러스의 편익만을 발생시킨다고 가정하였다. 즉 인공갯벌 조성사업이 생태계와 복원력을 보장한다는 가정 하에서 분석하였다. 그러나 동 사업이 실패할 수도 있으며, 생태계가 그 영향으로 마이너스의 편익을 가져올 수도 있다. 사업성공의 불확실성, 위험 및 비가역적 결과 등을 이 연구에서는 고려하지 못했다.

셋째, 이 연구에서는 기존 갯벌이 갖는 경제적 가치를 상실할 때 발생하는 기회비용이 새로운 갯벌이 창출되면 그와 유사한 편익만을 얻을 수 있다는 가정 하에서 분석하였다. 그러나 인공갯벌 조성사업이 새로운 해양산업으로 발전하여 국가경제에 크게 이바지 할 수 있으며 그에 따른 결과로서 새로운 산업의 창출효과라는 사회적 편익을 발생시킬 수도 있다. 이 연구에서는 인공갯벌 조성의 간접편익인 새로운 산업의 창출효과를 다루지 못했다.

넷째, 현재 우리나라에는 지역적 여건을 고려한 생태적 가치를 측정하는 표준안이 마련되어 있지 않다. 이와 관련하여 미국에서는 습지의 생태적 가치평가방법인 HEP (Habitat Evaluation Procedures), WET(Wetland Evaluation Technique), BEST(Biological Evaluation Standardized Technique) 등에 관한 연구가 진행되고 있으며, 일본의 경우에는 인공갯벌과 자연갯벌의 수질정화기능에 관한 비교분석, 생태계 현황에 관한 비교분석 및 조류이용현황에 관한 비교분석 등 생태계 복원력에 관한 연구가 진행되고 있다. 따라서 향후의 과제로는 이러한 평가방법을 통하여 얻은 결과에 관한 표준화된 경제적 가치의 비교분석이 진행되어야 할 것이다.

마지막으로 인공갯벌 조성 사업을 국가적 정책사업으로 발전시킴에 있어 경제적 타당성 분석 결과는 고려되어야

할 하나의 조건일 뿐이지 종합적으로 판단하는 자료는 될 수 없다. 국가적 정책사업으로 발전시키기 위해서는 경제적 타당성 이외에 기술적·생태적 타당성 및 정책적 매력 등의 조건을 종합적으로 만족시켜야 할 것이다.

## 사 사

이 연구는 한국해양연구원의 기본 연구사업인 “황해 연안역의 인공갯벌 조성기술 연구(PE83700)”의 일환으로 수행되었다. 이 논문을 심사하고 많은 조언을 주신 한국해양연구원의 제종길 박사님과 부경대학교의 표희동 교수님께 감사드린다.

## 참고문헌

- 곽승준, 전영섭. 1995. 환경의 경제적 가치. 학연사.  
 김재형. 1999. 예비타당성 조사수행을 위한 일반지침 연구. 한국개발연구원.  
 김홍배. 2000. 비용편익분석론. 홍문사.  
 농어촌연구원. 1999. 간척지 개발과 갯벌상태의 경제성 비교·분석에 관한 연구(최종). 새만금사업환경영향공동조사단. 2000. 새만금사업 환경영향 공동조사 결과보고서(경제성분야).  
 양제삼, 정주영. 2002. 인공습지. 소화.  
 염기대, 안희도, 송원호, 오제경, 진재울, 이광수, 김동성 공역. 2001. 항만과 갯벌의 공생지침서. 한국해양연구원.  
 유선재, 김종구. 1999. 갯벌의 오염물질 정화능력 평가. *J. Kor. Fish. Soc.*, 32(4), 409-415.  
 이정진. 2001. 환경경제학. 박영사.  
 이정규, 이남훈. 2000. 간척지 생태계 복원에 관한 실험적 연구, *폐기물자원화*, 8(1), 75-82.  
 최미희. 2000. 우리나라 습지정책의 생태-경제 통합접근, 숙명여자대학교 박사학위논문.  
 최영국, 김연정. 1999. 갯벌자원의 효율적 관리전략 수립연구, 국토개발원.  
 표희동. 2001. 갯벌과 간척농지의 수질 및 대기조절가치의 비교분석, *자원·환경경제연구*, 10(1), 95-125.  
 한국산업경제연구원. 1998. 영산강 IV단계 개발사업 타당성 조사.  
 한국해양수산개발원. 2000. 해양자원의 경제적 가치추정과 해양환경보전방안 연구.  
 한국해양연구소. 1996. 갯벌보전과 이용의 경제성 평가.  
 한국해양연구소. 2001. 황해 연안역의 해양환경 복원을 위한 연구 : 인공갯벌(I-I).  
 한국해양연구원. 2002. 황해 연안역의 해양환경 복원을 위한 연구 : 인공갯벌(I-II).  
 해양수산부. 2001. 갯벌의 보존과 개발에 대한 경제분석의 표준화 및 해양환경회계체계방안에 관한 연구.



- 해양수산부. 2002. 2003. 해양수산주요통계.
- 大野榮治. 2000. 環境経済評価の實務. 勁草書房.
- 田中章. 2000. 環境影響評価制度におけるミチゲ-シヨ手法の國際比較研究. 日本造園學會誌, 62(5), 170-177.
- Baca, B., F. Steve, K. Dennis, and B. Curtis. 1994. Economic Analysis of Wetlands Mitigation Projects in the Southeastern US. in Frederick J. Webb, (eds.) *Proceedings of the Twenty First Annual Conference on Wetland Restoration and Creation*.
- Barbier, E. and D. Knowler. 1997. Economic Valuation of Wetland. *Ramsar Convention Bureau Gland*. Switzerland.
- Bell, F.W. 1989. Application of Wetland Valuation Theory to Florida Fisheries, *Florida Sea grant Program*, Florida State University.
- Constanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paurelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. vandin Bet. 1997. "The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital". *Nature*, 387(15), 253-260.
- Erqvist, T.S. 1988. Empirical Cost Equations for Creation: The Case of Wetlands as Nitrogen Sinks in Scania, South Sweden, unpublished.
- Erqvist, T.S. 1999. Wetland Creation in Southern Sweden: Determinants of Farmer's Willingness to Participate in an Environmental Programme, unpublished.
- Hanley, N. and C.L. Spash. 1998. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Edward Elgar. Cheltenham.
- Melinda, A. and P. Mason. 2001. *Environmental valuation, economic policy and sustainability*. Edward Elgar. Cheltenham.
- Odum, H. 1989. *Ecological Engineering and Self-Organization, in Ecological Engineering*. Mitsch, W. and W. Jorgensen (eds). Wiley. New York.
- Söderqvist, T., A.S. Crepin, C. Folk, I.M. Gren, A. Jansson, T. Lindahl, J. Lundberg, M. Sandstrom, H. Scharin, O. Bystrom, and G. Destouni. 1999. *Ecological-Economic Analysis of Wetland Creation in Sweden. Final Report on the Swedish ECOWET Case Study*.
- Wetland Mitigation Banking Guidebook for Oregon. 2000. <[https://www.nwp.usace.army.mil/op/g/regs/Mit\\_Bank/guidebook.pdf](https://www.nwp.usace.army.mil/op/g/regs/Mit_Bank/guidebook.pdf)>.

Received Oct. 15, 2003  
Accepted Dec. 9, 2003