

## 복원비용을 통한 습지의 가치도출에 관한 연구

### A Study on Derivation of Wetlands Through Restoration Costs

김성봉\* / 신효중\*\*+

Sung Bong Kim\* / Hio-Jung Shin\*\*+

.....  
**:: Abstract ::**

In this regard, we propose researches on the actual restoration costs of destroyed wetlands caused by development projects, as a way to derive the value of wetlands. And, we are willing to contribute in extracting the true value of wetlands by seeking the marginal cost of restoring destroyed wetlands, based on data such as biodiversity indicator which tells the recovery process of fauna and flora including fishes and birds.

This means that once wetlands are destroyed, no one can tell the costs to restore them only in a view of costs which is one of two sides in economic analysis. Accordingly, knowing their restoration costs through derivation of marginal costs would give more precise decision-making for wetlands related projects.

**Keywords:** primary function, primary value, biological diversity index, marginal cost of restoration

.....  
**:: 요 지 ::**

본 연구에서는 습지의 가치 도출 방안으로 개발 사업 추진으로 인하여 습지 등 자연생태계가 훼손 될 경우 이를 복원하는데 실제 소요된 비용을 파악하고, 회복과정에서 나타나는 생태과학적 지표인 생물종다양성지수를 이용하여 복원에 소요되는 한계비용 등을 산출함으로써 습지의 진정한 가치 도출에 기여해보고자 한다.

이는 경제적 분석에서 사용되는 두 가지 측면 중 하나인 비용 측면만으로는 훼손된 습지를 얼마만큼 복원해야 하는지 알 수 없음을 의미한다. 따라서 한계비용을 도출하여 복원비용을 파악하는 것이 습지관련 프로젝트를 진행하면서 보다 더 정확한 의사결정을 내릴 수 있을 것이다.

**핵심용어:** 습지의 1차 기능과 1차 가치, 생물종다양성지수, 복원에 소요되는 한계비용 등

.....  
+ To whom corresponds should be addressed. hiojung@kangwon.ac.kr

\* 환경부 부이사관(과장)

\*\* 강원대학교 농업자원경제학과 교수

## 1. 서론

습지는 지구상에 그 어느 지역보다 생물학적 생산성이 높은 곳 중의 하나이며, 지구생명의 신비와 질서를 잘 간직하고 있는 곳으로 평가되고 있다. 미국의 경우 현재 멸종위기에 처하거나 위협을 받고 있는 생물종의 약 1/3이상이 습지생태계에서만 발견되고, 전체생물의 거의 절반이 습지생태계에 의존한다는 보고가 있다(홍재상, 1998). 또한 어업 및 수산업의 산실로서 전세계 어획고의 2/3 이상이 해안과 내륙습지의 이용과 관련되어 있다(박영수 외, 2003).

우리나라는 1960년대 이후 급속한 경제개발과 성장위주의 정책추진으로 환경보전 문제를 소홀히 했으며, 산업화, 도시화 진전으로 환경오염이 심화되었을 뿐만 아니라, 무분별한 각종 개발사업 시행으로 자연환경과 생태계가 많이 훼손되었다. 특히 생태계 보고라고 불리는 습지는 버려진 땅, 쓸모없는 곳으로 간주되어 1980년대 이후 소위 「서해안개발계획」에 의해 갯벌을 매립하여 공장을 짓고, 신도시를 건설하고 하구에 독을 만들어 간척 농지를 조성하는 등 개발사업을 추진하여 왔다.

국제자연보호연맹(IUCN)과 아시아습지기구의 연구조사결과(국제자연보호연맹(IUCN), 1996)를 바탕으로 우리나라 서해안 해안습지의 가치를 살피는 것은 중요한 의미를 갖는다. 이 기구는 습지의 가치를 크게 R(독특한 지형 또는 그러한 형태의 서식처 보유기능), S(사회, 경제적 기능), E(멸종위기에 처해있는 동식물의 서식지로서의 기능), C(생물의 산란지로서의 기능), W(철새의 도래지로서의 기능, 평균적으로 20,000마리 이상의 철새)로 구분하여 평가하였다. 이 평가에 의하면 우리나라 서해안 갯벌은 D기능을 제외한 모든 기능과 가치를 갖고 있는 것으로 판단되어 세계 5대 연안 습지 중의 하나로 알려지고 있다. 이러한 사실은 우리나라 습지에서 서해안 갯벌이 갖고 있는 중요성을 다시 한번 강조되어 주목된다.

이러한 중요성과 더불어 습지의 환경적·경제

적 가치 평가에 관한 연구가 다양한 방법론을 통해 많이 이루어져 왔다. 이러한 연구들은 그동안 해안습지(갯벌)등이 무분별하게 훼손되어 오던 것을 방지하기 위해 습지의 기능을 경제적 가치화하여 화폐액으로 환산함으로써 농경지등으로 개발하는 것보다 그대로 유지·보전하는 것이 환경적으로나, 경제적으로 더 유리하다는 결론을 도출하기 위해서이다.

그동안 연구방법들은 임의가치평가법(CVM)을 비롯하여 비시장가치평가법의 다양한 방법들이 이용되어 습지의 경제적 가치를 새롭게 인식시키고, 습지보전의 타당성에 관한 이론적 근거를 제시해 왔다. 이러한 연구방법들을 통하여 획득된 경제적 가치는 습지가 훼손되거나 사라졌을 때의 잃어버린 기회비용으로서 개발계획의 비용-편익 분석에서 비용항목으로 분류되어 습지보전의 역할을 하여왔던 것이다.

그러나 이와 같은 노력에도 불구하고 그동안 대규모 간척 사업, 매립사업 등이 추진되어 많은 습지들이 농경지, 산업 단지, 신도시 조성에 필요 용지로 전환되었다. 이와 같은 개발사업으로 사라진 갯벌 면적은 1987년 이후 2005년까지 약 20%(해양수산부, 2006)수준에 이르러, '05년도 기준 현재는 2,550km<sup>2</sup>만 남게 되었으며 이는 국토 면적의 2.5%수준에 불과하다('87 : 3,202 km<sup>2</sup> → '05 : 2,550km<sup>2</sup>). 이는 앞으로 갯벌이 갖고 있는 생물 다양성 유지 등 고유기능과 연안과 해양의 수질 정화기능, 철새 도래·서식지 기능, 수산물 생산 기능 등 공익적 기능을 수행하는 데에 많은 어려움이 직면할 것으로 예상된다는 것을 의미한다.

이러한 상황에서 생물자원과 생태계 보고인 갯벌의 가치를 보다 체계적으로 분석하고 나아가서 습지생태계의 무분별한 훼손을 사전에 방지하고 보전 필요성에 대한 이론적 근거를 마련하는 것은 매우 중요한 과제이다. 따라서 본 연구에서는 갯벌을 포함한 습지의 가치를 보다 정확히 파악하기 위하여 1) 습지의 기능과 가치에 대하여 살펴보고, 2) 습지의 복원비용과 습지의 가치와 상

관관계를 비교검토하고, 3) 생태-경제 연계접근법에 의해 습지의 가치 도출방안을 제시하고자 한다.

## 2. 습지의 기능과 가치

### 1.1 습지의 기능

습지의 기능에는 1차적 기능과 2차적 기능이 있다(이호준 외, 1992). 1차적 기능은 습지자체의 고유기능으로서 자기유지·발전기능 뿐만 아니라 육상 생태계와 해양 생태계의 중간 연결고리 역할을 하게 된다. 아울러 생태계의 생물다양성을 높이고, 유지·발전에도 기여하는 중요한 기능과 역할을 수행하고 있다.

습지생태계의 경우 생물군집전체에 투입되는 물질은 빛에너지와 물, 이산화탄소, 영양염류 등이고, 이를 토대로 생산자에 의해 내부물질순환작용에 의해 산출되어지는 물질은 유기물, 방출된 산소 및 에너지 등이다. 이들은 다시 소비자에게 투입되며, 이에 따른 소비자의 산출은 열의 방출, 배출물 또는 생물체 증가 등으로 나타난다. 이러한 산출은 다시 분해자에게 투입되어 무기물로 분해되어 환경으로 되돌려 진다.

따라서 습지생태계속에서 녹색식물에 의해 유기물로 전환된 에너지는 강처럼 흘러 점차 소실되어 가고 있지만 물질의 움직임은 순환적이며,

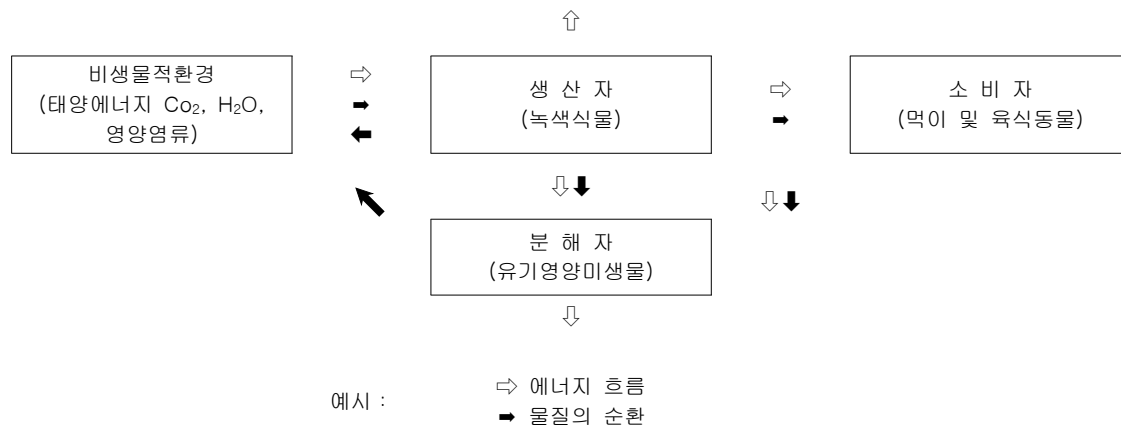
유기물생산에 재이용 된다. 이러한 생산→소비→분해 과정에서 습지 생태계 자기유지·발전기능과 생명유지기능이 도출된다.

또한 생산자, 소비자, 분해자로 구성된 습지생태계는 육상생태계와 해양생태계 사이의 중간자 역할을 하게 되며, 타 생태계의 유지·발전에도 기여함으로써 지구생태계의 생명유지 및 균형을 도모하게 한다. 이와 같은 기능이 습지생태계의 고유기능이며 이로부터 1차적 가치가 도출된다.

습지의 2차적 기능은 이와 같은 1차적 기능을 바탕으로 인간사회에 유용한 서비스로서 수산물 서식·생산기능, 오염물질 정화기능, 산소공급기능, 기후조절기능, 자연경관 감상 및 학습지 역할, 태풍·홍수 피해최소화 등 자연재해 조절기능 등을 수행하는 기능을 의미한다.

## 2. 습지의 진정한 가치

일반적으로 가치에는 크게 사용가치와 비사용가치로 나누어져 있고 사용가치는 다시 직접 사용가치와 간접 사용가치로 분류되고 있다. 간접 사용가치와 비사용가치를 명확하게 구분 수가 없다. 따라서 최근에는 비사용가치라는 용어 대신 소극적 사용가치 또는 수동적 사용가치(passive use value)로 사용되기도 한다. 비사용가치에는 선택가치, 존재가치, 상속가치가 있다.



출처: 이호준 외, 1992. 「현대 생태학」, 효일문화사. p. 150

그림 1. 습지생태계의 투입·산출기능과 물질순환작용

선택가치(option value)는 현재는 사용하지 않으나 미래 선택을 위해 지불할 용의가 있는 일종의 보험료와 같은 기대가치를 의미하고, 존재가치(existence value)는 현재나 미래에 이용하는 것과 무관하게 특정자원 또는 자연환경이 존재하다는 사실만으로도 얻는 효능을 의미한다. 상속가치(bequest value)란 후손들이 즐길 수 있도록 자연환경의 보존을 위해 지불할 용의가 있는 가치를 의미한다. 이러한 비사용가치 중 3가지 분류는 이론적으로는 구분되지만 실제 중복되는 부분이 많기 때문에 존재가치 속에 모두 포함시키기도 한다.

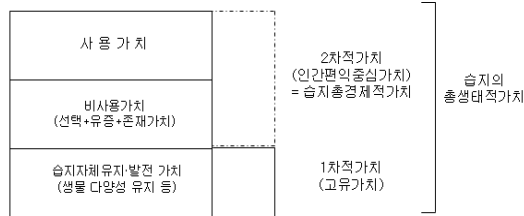
그러나 본 연구에서 중점 논의하고자 하는 습지 등 자연생태계의 고유기능과 고유가치 개념은 선택가치나 존재가치보다 더 차원이 깊고, 넓은 의미를 지니고 있다. 즉 <그림 1>에서 제시한 습지 및 자연생태계 내부 투입·창출 기능과 물질순환작용에 의해 생태계 자체 유지·발전이 되게 하고, 이를 바탕으로 생물종의 다양성 기능을 통해 해양생태계와 육상생태계와의 중간 연결 기능을 수행하여 지구생태계의 균형을 가져오게 한다.

이러한 생태계 시스템 유지 결과물로서 아름다운 자연 경관과 희귀 동·식물의 생존 및 이를 관찰하는 즐거움을 느낄 수 있다. 만약 습지 등 자연생태계가 훼손 또는 파괴되었다면 수산물 생산, 오염정화, 재해방지 등을 의미하는 사용가치는 물론 존재가치인 비사용가치는 더욱 찾을 수 없다.

본 연구에서 제시하는 고유기능과 가치는 습지생태계의 본질적인 기능과 가치를 의미한다. 이와 같은 가치 내용을 종합적으로 정리하면 <그림 2>와 같다.

이와 같은 1차 및 2차 기능을 현재까지 연구자들의 주로 관심을 가진 것은 습지의 1차적 기능보다 인간에게 직접 서비스를 제공하는 2차적 기능 중심으로 가치 평가를 하여 왔다고 볼 수 있다. 이에 따라 습지의 가치에는 습지의 생태적 가치가 반영되지 못하고 부분적인 가치만 반영되고 있다는 것이다(조영일 역, 1998). 그 이유는

1차적 기능과 가치는 고유기능과 고유가치로서 습지의 생태학적 물질순환작용과 연관되어 매우 복잡하므로 파악하기 어렵고 파악하더라도 이를 쉽게 이해하고 가치화하는 것은 더욱 어려움이 있기 때문이다.



$$\begin{aligned} \text{습지의 총경제적가치} &= \text{사용가치} + \text{비사용가치} \\ &= \text{2차적총가치} \end{aligned}$$

$$\text{습지의 총생태적가치} = \text{2차적총가치} + \text{1차적총가치}$$

$$\text{습지의 총경제적가치} \leq \text{습지의 총생태적가치}$$

그림 2. 습지 생태계의 가치 체계

습지의 진정한 가치를 도출하려면 인간이 습지생태계의 2차적 기능으로부터 얻는 직접·간접적 혜택 뿐만 아니라 그의 고유기능(1차적 기능)으로부터 발생하는 고유가치(1차적 가치)까지 고려된 습지생태계의 총가치를 도출하는 방안이 필요하다. 이와 같이 고유기능을 포함시켜야 습지의 가치가 보다 정확하게 산출될 것이다.

그러나 습지생태계의 고유기능에 의한 고유가치(1차적 가치)는 생태학적 접근 방법에 의해 투입·산출 기능과 물질순환작용에 의해 나타나는 습지생태계 자체생명유지·발전 기능으로서 매우 복잡하고 상호연관적이기 때문에 생태학적으로 이론상 파악될 수는 있으나 경제적 가치화 즉 화폐액으로 환산하는 것은 화폐경제측면에서 매우 어렵다고 보아야 할 것이다.

따라서 습지생태계의 진정한 가치를 도출하기 위해서는 생태학 및 경제학의 연계 접근방법에 의한 가치측정 방법이 필요하다. 즉, 지금까지 습지에 대한 가치 연구는 선호이론에 입각하여 편익을 산출하는 데에 집중되어 있어 도출된 가치가 습지의 고유기능에 대한 진정한 가치를 포함하고 있는가에 대한 논란이 존재하고 있다. 다시

말하면, <그림 3>과 같이 수직축에 비용과 편익을, 수평축에 생태계의 건전성을 나타내는 생태계지수를 산정할 때 편익만을 도출한다면 생태계지수가 좋아질수록 편익은 커지게 되어 있다. 이는 자연습지를 보존한다는 측면에서는 긍정적인 것이다.

그러나 훼손된 습지를 복원하거나 대체습지를 조성할 경우에 소요되는 비용을 산정하게 될 때에는 어느 수준에서 생태계지수를 최적 균형점으로 볼 것인가에 따라 습지의 가치는 크게 달라질 것이다. 즉, 한계비용곡선이 가파를 경우 생태계의 건전성을 조금만이라도 제고시킬 경우 복원비용은 엄청나게 증가할 것이고, 한계비용곡선이 완만할 경우 복원비용은 크게 증가하지 않을 것이다. 후자의 경우 기존에 존재하고 있는 습지의 가치가 작다는 것을 의미하나, 전자의 경우 습지의 가치가 크게 나타나기 때문에 생태계지수에 따른 한계비용곡선의 형태에 따라 습지의 가치는 크게 달라질 것이다.

따라서 편익만을 도출하는 경우 어떠한 대안이 제시되느냐에 따라 습지가 훼손될 가능성의 크기가 결정될 수 있다는 것이다. 그러므로 한계편익곡선을 도출하여 편익을 산출하는 것과 한계비용곡선을 도출하여 습지가 훼손되었을 때의 비용을 살펴본다면 습지의 가치를 고려한 보다 정확한 경제성분석이 수행될 수 있을 것이다.

### 3. 습지복원비용과 생태계 건전성

#### 3.1 복원비용 추정 방법

우선 '건강한 생태계'가 존재해야 비로서 생태계의 구조나 기능과 연관된 생태계의 사용가치와 비사용가치를 인간이 활용할 수 있다. 따라서 사용가치와 비사용가치 모두 2차적 가치에 해당된다고 볼 수 있다. 그러나 총 경제적 가치(TEV)에는 이러한 2차적 가치의 여러 구성요소만을 포함시키고 생태계의 1차적 가치는 포함시키지 않았다(조영일 역, 1998).

이러한 1차적가치는 습지생태계 고유기능에서 나타나는 바 그 기능에 대해서는 생태학적으로 파악할 수는 있으나 가치화 방법은 제2장 제2절 <그림 2>에서 문제제기를 한 바와 같이 습지의 총경제적 가치는 총생태적 가치의 일부분만 반영하고 있다. 따라서 그 대안으로 훼손된 습지를 대상으로 방법을 모색하고자 한다. 즉 습지가 훼손되면 고유기능을 수행할 수 없으므로 복원과정을 통하여 본래 기능을 회복하기까지 모든 노력과 비용을 포함시키는 총복원비용을 검토해 보기로 한다. 이는 실제비용이 아닌 유사비용으로 대신하는 대체비용법과는 근본적으로 접근방법이 다르며 실제 복원비용과 모니터링비용, 관리비용 등 모든 비용을 모두 포함하여 산정한다.

이러한 방법의 문제점은 생태학자들에 의하면 현재까지 생태계 복원기술로는 한번 훼손된 생태

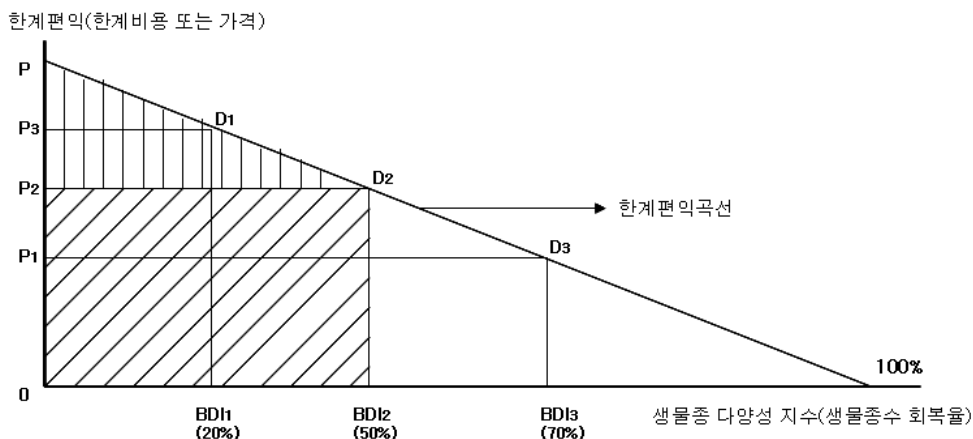


그림 3. 종다양성지수와 한계편익과의 관계

계는 자연상태로 복원하는 것은 거의 어렵다고 보고 있다. 따라서 자연상태에 가깝게 복원되었다는 수준은 무엇을 기준으로 평가하느냐이다. 서비스접근법(Jones, C.A. and K. Pease, 1997)에 의하면, 그 습지생태계에서 서식하던 대표적인 어류, 식물종 등 동·식물 등을 식물적 지표로 활용할 것을 제시하고 있다.

그러나 실제로 해당 지역 습지 생태계를 대표할 만한 생물종을 지표로 이용할 수 있으나, 이것보다 중요한 것은 그 습지지역의 생태계 전체적인 측면에서 상당수준으로 복원되거나 회복되었다고 판단할 수 있는 보다 과학적이고 종합적인 지표는 생물종다양성지수 또는 생물종균등도 지수를 이용하는 것이 보다 합리적인 방법이라고 사료된다. 이는 생태과학적 근거가 될 수 있기 때문이다. 따라서 총복원 비용은 이러한 기준에 도달할 때까지의 투입된 복원비용, 모니터링비용, 관리비용 모두 합산한다.

이를 보다 구체적으로 서술하면 복원비용은 그 습지생태계가 기름 및 유해물질 등으로 오염되어 본래의 기능을 발휘할 수 없을 때는 오염물질 제거 및 정화에 소요된 비용이 된다. 그러나 개발 사업 등으로 습지 자체가 훼손되었을 때는 복원을 하거나, 그와 유사한 대체습지를 조성하는 비용이 된다.

모니터링비용은 오염물질정화작업 또는 대체습지 조성과정이나 조성완료 이후 본래 모습과 기능을 발휘할 때까지 어류·동·식물 등 회복과정을 조사분석에 소요된 비용을 의미한다. 그 회복기간은 생태계의 여건과 특성에 따라 10~20년 소요될 수 있고 그 이상 될 수도 있다. 관리비용은 당해습지생태계 유지·관리에 소요되는 인건비, 건물관리비 등 기타비용이 포함된다.

### 3.2 훼손된 습지의 복원비용과 회복과정에서 나타난 종다양성지수

훼손된 습지를 복원사업을 하거나, 대체습지를 조성할 경우 그 고유기능이 회복되었다는 것을 무엇으로 증명할 것인가 이는 자연상태에서 생존하

던 생물종 즉 식물, 어류, 조류 등이 되살아나거나 다양한 동·식물이 회복되는 지표로 삼는 것이 생태학적으로 가장 과학적인 방법이 될 것이다. 본 연구에서는 그 지표로서 생물종다양성 지수(BDI, Biodiversity Indicator)를 이용하고자 한다.

생태학자들은 실제로 한번 훼손된 자연생태계를 본래모습으로 완전하게 복원하는 것을 현대 복원기술로는 불가능하다고 한다. 다만 오랜 기간 동안 회복할 수 있는 여건을 만들어 주고 모니터링을 거쳐 생물종의 회복과 그 생태적 여건을 도와줌으로써 완전한 자연 상태는 아니지만 비슷한 수준까지 복원시키는 것이다. 이는 자연 생태 수준의 서비스 제공이 아니지만 그와 비슷한 수준에서 얻을 수 있는 인간중심의 가치와 서비스를 받을 수 있다는 의미를 지니고 있다.

그 방안으로 훼손된 지역 인근에서 습지를 조성하여 운영하는 사례를 살펴보면서 복원 과정과 복원비용, 종다양성지수 등을 통해 습지가 훼손되면 복원하기 위한 총소요비용과 노력이 어느 정도 투입되었는지를 파악하는 것이다. 그 다음 총복원비용을 활용하여 훼손된 후 복원될 때까지 기간 동안 이용하지 못하고 잃어버린 가치를 되찾기 위해 총비용이 어느 정도 되는지를 추정해보는 것이 매우 의미 있을 것이다.

그 사례지역은 시화지역으로 경기도 안산시 사동에 한국농촌공사 주관으로 약 16만 5천평 규모의 부지 내에 습지가 조성되어 있다. 1979년 시화호 방조제 축조 시부터 진행되어 1986년 매립되었고 그 후부터 담수호가 되었다. 현재 약 20여년 경과함에 따라 어류, 조류, 식물종수가 연차적으로 증가되어 자연상태의 습지에 가까운 모습으로 생태계의 변화가 이루어졌다(농업기반공사 농어촌연구원, 2000). 종다양성지수의 변화 추이는 <표 1>과 같이 나타났다.

동 지역의 습지복원과정 및 모니터링 결과(1996~2004, 8년간 조사)를 활용하여 비용을 도출해보고자 한다. 동 습지의 복원비용은 부지 조성비용(짓가기준)은 1,650억원, 모니터링비용, 유지관리비용 등 총 2,162억원 정도 추산되었다.

표 1. 종다양성지수 및 종균등도 지수 변화추이

( )종균등도지수

	1999	2000	2001	2004
식물	-	1.00 (0.52)	1.46 (0.46)	1.83 (0.54)
여류	1.03 (0.43)	1.03 (0.47)	1.25 (0.64)	1.36 (0.65)

출처: 농어촌연구원의 습지모니터링결과(1996-2005)

### 3. 훼손된 습지의 복원에 소요되는 한계비용과 총비용 추정

<표 1>에서 나타난 종다양성지수(BDI)와 복원비용을 기초자료로 하여 한계비용과 한계편익, 총비용을 도출해 보고자 한다. 한국농촌공사의 복원비용과 종다양성지수를 고려할 때 한계비용곡선이 1차함수인 선형의 형태가 아니기 때문에 식 (1)과 같이 비선형인 2차 함수라고 가정하였다.

$$MC = a(BDI)^2 + b(BDI) + c, \quad (\text{단, } a \neq 0) \quad (1)$$

여기서 BDI : 종 다양성지수

그러면, 총비용(TC)는 아래와 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} TC &= \int_0^k a(BDI)^2 + b(BDI) + c \, dx \\ &= \left[ \frac{a}{3}(BDI)^3 + \frac{b}{2}(BDI)^2 + c(BDI) \right]_0^k \end{aligned} \quad (2)$$

식 (2)에 3개 년도의 복원비용과 종 다양성지수를 대입하면, 3개의 방정식이 아래와 같이 형성된다.

$$0.364a + 0.531b + 1.03c = 500 \quad (3)$$

$$0.651a + 0.782b + 1.25c = 1200 \quad (4)$$

$$0.838a + 0.925b + 1.36c = 2168 \quad (5)$$

식 (3)~식 (5)를 연립하여 풀면, 한계비용곡선은 식 (6)과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned} \therefore MC &= 33152.42 (BDI)^2 \quad (6) \\ &\quad - 46173.02 (BDI) + 12575.14 \end{aligned}$$

이에 따른 총비용곡선은 식 (7)과 같다.

$$\begin{aligned} TC &= \int_0^k a(BDI)^2 + b(BDI) + c \, dx \\ &= \left[ \frac{a}{3}(BDI)^3 + \frac{b}{2}(BDI)^2 + c(BDI) \right]_0^k \\ &= \frac{33152.42}{3}(BDI)^3 + \frac{46173.02}{2}(BDI)^2 \\ &\quad + 12575.14(BDI)^2 \end{aligned} \quad (7)$$

균형조건인  $MC = MB$  를 적용하면 아래와 같이 3개 년도의 각각의 종다양성지수에서의 한계편익(한계비용)이 구해진다.

$$MC_{BDI=1.03} = MB_{BDI=1.03} = 188.33 \text{ 억원} \quad (8)$$

$$MC_{BDI=1.25} = MB_{BDI=1.25} = 6,659.52 \text{ 억원} \quad (9)$$

$$MC_{BDI=1.36} = MB_{BDI=1.36} = 11,098.55 \text{ 억원} \quad (10)$$

이와 같이 한계비용 (또는 한계편익)은 종 다양성지수가 향상됨에 따라 매우 크게 증가하고

있음을 알 수 있다. 즉, 습지가 훼손되면 복원하기 위한 한계비용은 매우 가파른 기울기를 보이면서 증가하고 있는 것이다. 이는 식 (8)~식 (10)에서 보여지는 바와 같이 종다양성지수가 1.03일 때에는 한계비용이 188.33억원이었지만, 1.36일 때에는 1조 1,098.55억원으로 산출되었고, 만약 종 다양성지수의 목표치를 2.00으로 정한다면, 식 (11)과 같이 한계비용은 5조 2,838.78억원으로 산출되고, 이를 위한 총비용은 식 (7)에 의하여 2조 3,180억원으로 산출되었다.

$$MC_{BDI=2.00} = MB_{BDI=2.00} = 52,838.78\text{억원} \quad (11)$$

그런데, 이와 같은 한계비용은 바로 한계편익을 의미하는 바, 만약 한계편익곡선을 안다면 습지훼손으로 인하여 상실되는 가치를 측정할 수 있을 것이다. 총편익은 순편익에다가 총비용을 더한 것이다. 그러나  $MC=MB$  를 이용하여 계산된 상실된 가치는 한계비용곡선만이 주어진 경우 총비용만이 도출되어 순편익이 포함되지 않은 상태에서의 총편익을 의미한다. 즉, 총비용만이 고려된 최소의 총편익인 것이다. 그러므로 상실된 가치를 보다 정확히 측정하고자 할 때에는 순편익의 산출이 반드시 요구된다.

그러나 본 연구에서와 같이 훼손된 습지를 복원하는 과정에 있는 상태에서의 순편익 산출은 어렵거나, 만약 산출될지라도 적게 평가될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 총편익의 일부인 총비용만 고려된 조건하에서 편익이전과 같은 방법을 이용하여 습지훼손으

로 인하여 상실되거나 복원으로 인하여 얻어지는 순편익의 크기를 모색하는 방안이 있으나, 연구자료 확보의 한계 등으로 미래 연구의 과제로 남겨두고자 한다.

이와 같은 한계비용 분석이 갖는 주요한 의미를 몇 가지로 요약하면 다음과 같다. 첫째, 일단 훼손된 습지를 복원하려면 생물종 다양성 지수를 높여야 하는데 동 지수를 약간 높이는 데에도 그 추가 소요비용인 한계비용은 급격하게 늘어난다는 것이다. 그 추세는 <표 2>와 같다.

둘째, 동 습지 주변지역의 자연상태에서의 종 다양성지수를 2.00으로 가정하고 이를 향후 목표치로 설정한다면 그 수준으로 생태계를 회복시키기 위해서는 총소요비용이 2조 3,180억원에 달할 것으로 산출되었다. 종다양성지수를 2.0으로 가정한 것은 동 습지 주변지역 중 훼손되지 않고 자연상태로 남아있는 습지지역의 종다양성지수는 2.0(최소)~3.0(최대) 정도로 보고 있다. 그 의미는 생태계 훼손은 일시적인 개발 사업에 의해 발생되지만 그 복원은 엄청난 오랜 세월과 비용, 노력이 소요된다는 것이다.

셋째, 현재까지 습지 등 자연생태계에 대한 가치화연구는 임의가치법(CVM)의 경우 가상시장을 설정하고 WTP 설문조사를 통해 개발사업 추진에 따른 특정 희귀 생물종의 멸종 가능성과 존재 여부에 초점을 두고 편익을 추정하는 방식이었으나, 본 연구는 훼손된 습지의 복원 과정에서 실제상으로 종다양성지수와 실제 복원사업비를 이용하여 한계비용곡선을 도출함으로써 예상되는 총비용을 추정할 수 있는 근거를 마련하였다는데 의미가 크다고 할 수 있다.

표 2. 종다양성지수 확장 정도와 추가적인 한계비용 상승정도

년도		1999	2001	2004	자연상태의 주변습지
종다양성	지수	1.03	1.25	1.36	2.00
	증가 정도	-	0.22	0.11	0.64
한계비용 (단위: 억원)	금액	188	6,659	11,098	52,838
	증가액	-	6,471	4,439	41,740



#### 4. 결론

습지생태계의 경제적가치화에 관한 연구목적은 습지의 환경적·경제적 기능과 역할이 매우 중요하므로 개발 사업 추진 목적으로 더 이상 훼손되는 것을 사전에 방지하고 부득이 개발 사업을 추진하려고 할 경우 비용·편익 분석을 통하여 그 타당성을 검증하자는 것이다.

이에 대해 환경경제학자, 자원경제학자들은 임의가치법(CVM)과 여행비용법(TCM) 등의 가치화 방법을 발전시켜 그동안 꾸준한 연구와 노력을 통하여 습지의 경제적 가치를 화폐액으로 나타내는 다양한 연구업적을 이루어 냈다. 특히 임의가치법(CVM)을 통한 자연환경 및 생태계의 사용가치 뿐만 아니라 비사용가치까지 평가하는 기법을 연구하는 등 거듭된 발전이 되어 왔다. 그러나 비사용가치 분야와 고유가치 평가 분야는 다소 미흡한 부분이 있어 습지생태계의 보다 다양한 가치를 고려할 수 있는 방법론이 필요하다고 보고 있으며, 본 연구는 이러한 목적에 기여하고자 한다.

따라서 본 연구에서 얻어진 주요한 의미와 종합적인 결론은 다음과 같다.

첫째, 생태-경제 연계 접근법을 시도해 보았다는 점이다. 즉 종다양성지수와 종균등성지수는 생태학적 접근법이며, 한계비용과 총비용산정은 경제학적 접근방법이다. 따라서 양자 연계 접근법을 활용해 보았다.

둘째, 훼손된 습지 지역의 복원 과정에 소요된 비용을 통해 한계비용 및 총비용을 도출하는 연구를 하였다. 실제 사례지역으로 시화호 인근 습지를 대상으로 복원 및 회복 과정을 모니터링한 결과 나타난 생물종다양성 지수와 복원 비용을 활용하여 한계비용과 총비용을 도출하였다. 그 결과와 의미는 한번 훼손된 습지를 회복함에 있어 종다양성지수를 조금 높이는데 추가적인 한계비용은 급격하게 증가한다는 것을 경제학적 방법론에 의해 실증적 수치화 작업을 시도하여 보았

다는 점이다. 즉, 그 동안 가치화 방법은 주로 특정희귀생물 존재여부에 대한 인간 편익 중심으로 가치 평가를 하여 왔으나, 본 연구에서는 습지 등 자연생태계의 종합적인 생태적 가치를 고려할 수 있는 종다양성지수를 이용했다는 점이다.

셋째, 습지 등 자연생태계를 보호하고 아울러 환경정책 대안으로 활용할 수 있는 이론적 근거를 제공하는데 기여될 수 있을 것으로 사료된다. 한번 훼손된 습지는 복원 자체도 매우 어려우며, 만약 복원하여 회복하려면 엄청난 비용이 소요되고 또한 잃어버린 가치와 기회비용이 매우 크다는 사실을 인식시켜 습지 등 자연생태계가 무분별하게 훼손되는 것을 사전에 예방하는 이론적 근거로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 다시 말하면, 한계비용을 도출하여 복원비용을 파악함으로써 습지관련 프로젝트 진행시 보다 정확한 의사결정을 할 수 있는 방법이 될 수 있을 것이다.

넷째, 이와 관련하여 최근 해양수산부 등 관계 당국에서 훼손된 해안 습지 복원을 위한 중장기 계획을 수립하여 추진하고 있다(해양수산부, 2006). 이와함께 불가피하게 습지를 훼손하는 개발사업을 추진하고자 할 경우, 대체 습지 조성을 의무화하기 위한 관련 법령 정비 작업을 준비하고 있다. 또한 훼손된 연안 습지 중 그 훼손 정도에 따라 복원여부 등을 결정할 수 있는 오염관리 및 등급화 기준을 마련하고 연안습지 관리 우수지역에 대한 인센티브 도입을 검토하고 있으므로 본 연구는 이를 뒷받침하는 이론적 근거로 활용될 수 있을 것으로 본다.

다섯째, 개발사업 및 개발사업이 수반되는 각종 계획 수립 단계에서 이루어지는 사전 환경성 검토 및 환경영향평가 분야에도 활용토록 하여 습지 훼손의 사전 예방적 수단으로 이용하고, 또한 사후적 피해에 대해서는 환경오염 피해 보상 및 분쟁 조정에도 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- 국제자연보호연맹 (IUCN). 1996. 세계습지조사 결과.
- 김성봉 (1997). 「환경정책 및 투자사업에 대한 경제적 분석방법 검토」.
- 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1997). 「습지의 특성분석 및 관리대책 연구 I,II」. pp. 110-111.
- 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1998). 「간척지개발과 갯벌상태의 경제성 비교분석에 관한 연구」. p. 57
- 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1998). 간척농지와 갯벌의 경제적 비교연구. p. 40.
- 농업기반공사 농어촌연구원 (2000). 「습지의 특성분석 및 관리대책 연구(V)」. pp. 2-3.
- 박영수 외 (2003). 습지학 원론, 경남발전연구원. p. 32.
- 박홍립 (1967). 경제학원론, 박영사. p. 215
- 오호성 (1988). 환경경제학, 법문사, pp. 206-207.
- 이호준 외 (1992). 「현대 생태학」, 효일문화사. p. 150
- 이흥동 (1996). 「갯벌보전과 이용의 경제성 평가에 관한 연구」. 한국해양연구소. p. 56.
- 장수환 (1998). 「간척사업의 비용편익 분석 연구」. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. p.18.
- 조영일 역 (1998). 환경경제의 이해, (주)금문서적, p. 146, p. 148.
- 표희동 (2000). 「해양자원의 경제적 가치 추정과 해양환경 보전방안 연구」. 한국해양수산개발원. p. 193.
- 해양수산부 (2006). 연안습지(갯벌) 보전계획.
- 홍제상 (1998). 한국의 갯벌. 대원사. p. 109.
- Arrow, K. R., et al (1993). “Report of the NOAA Panel on contingent valuation”, Federal Register, January 15, 58(10), pp. 4601-4614.
- Barbier, E.B, M. Acreman. D. Knowler (1997). Economic Valuation of Wetlands : A Guide for Policy Makers and Planners, Ramsar Convention Bureau.
- David Pearce (1984). Blue print for a green economy. London Environmental Economics Institute.
- Gren, I-M (1994). “The Value of Investing in Wetlands for Nitrogen Abatement,” European Review of Agricultural Economics 22(2), 157-172.
- Jones, C.A. and K. Pease, (1997). “Restoration-based Compensation Measures in Natural Resource Liability Statutes”, *Contemporary Economic Policy*, Vol. XV : 111-122.
- NOAA (1997). Scaling compensatory restoration actions : Guidance document for natural resource damage assessment under the oil pollution act of 1990 - Damage assessment and restoration program.
- Turner, R.K., J.C.J.M. van Bergh A. Barendregt, E. Maltby (1998). “Ecological-Economic analysis of Wetlands : Science and Social Science