

환경자원의 가치평가 이론과 주요 방법

김 준 순¹⁾

Theory and Methods for the Evaluation of Environmental Resources

Joon-Soon Kim¹⁾

요 약

1992년 리우회의 이후 국제적으로 환경자원의 중요성이 인식되면서 환경자원에 대한 가치를 정량화 하고자 하는 움직임이 본격화 되었다. 우리나라 역시 이러한 국제적인 추세에 영향을 받으면서 1990년 초부터 비시장재화의 가치를 평가하고자 하는 연구가 본격적으로 시작되었다. 또한 1999년에 예비타당성조사가 도입되면서 대규모건설사업 수행 전에 환경자원의 가치까지 고려한 비용편익분석이 실제로 이루어지고 있다. 하지만 환경자원에 대한 가치평가 방법이 아직 정립되지 못한 실정이다.

본 연구에서는 환경자원의 가치 평가를 위한 이론과 주요 평가 방법을 소개하였다. 이론에서는 환경자원의 가치를 수요함수와 생산함수 차원에서 검토하고 이들 두 함수가 함께 고려된 시장에서 최적 수준을 도출하였다. 평가 방법에서는 시장의 특성에 따라 대표되는 평가 방법인 여행비용법, 만족가격법, 가상가치평가법을 소개하였다.

ABSTRACT

The importance of environmental resources has been recognized over the world after Rio declaration(1992), so it is moved to monetarize environmental resources. The studies on the evaluation of nonmarket goods began also in the early 1990 in Korea. In practice the preliminary feasibility studies(PFS) are carried out since 1999 in case of major public investments projects. In PFS the Benefit-Cost analysis is practically used, which is considering the evaluation of environmental resources. But the methods for the evaluation have not been fixed up.

In this study It is introduced to the theory and major methods for the evaluation of environmental resources. In the theory the evaluation is handled in aspect of demand function and supply function. The optimum level can be extracted from the two functions. In the method, travel cost method(TCM), hedonic price method(HPM) and contingent valuation method(CVM) are introduced according to the market structures.

Key words : *Non-Market goods, preliminary feasibility studies, Benefit-Cost Analysis, Travel Cost Method, Hedonic Price Method, Contingent Valuation Method*

1) 강원대학교 산림과학대학 산림경영·조경학부 : Division of Forest Management & Landscape Architecture, College of Forest Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. e-mail: jskim@kangwon.ac.kr

I. 서론

환경자원은 인간의 삶에 직·간접적으로 지속적인 보탬을 주거나 줄 수 있는 능력을 보유한 물질이며 협의 개념으로는 자연적인 현상에 의해 생성·성장된 자연자원을 의미한다. 자연자원을 기능적인 차원에서 구분하면 생물다양성, 기후변화, 사막화 등으로 분류할 수 있는 반면, 공간적인 차원에서의 구분은 산림, 토양, 담수, 습지, 해양, 대기 등을 들 수 있다(〈부록 1〉 참조). 이들 자원들은 태양에너지 공급을 받으며 복잡한 상호순환 과정을 통해 유기적으로 긴밀한 관계를 맺고 있다. 이와 같이 환경자원은 인간이 삶을 영위하거나 윤택하게 하도록 다양한 기능을 제공한다.

환경자원의 중요성에 대한 인식은 1992년 리우회의 이후 본격화되면서 환경자원을 대상으로 한 가치평가는 학문적으로도 많은 평가 방법들이 개발 연구되고 있다. 환경자원의 가치가 시장에서 거래가 되지 않음에도 불구하고 평가가 이루어지는 이유는 외부경제효과²⁾를 발생시키기 때문이다. 경제학에서 외부경제효과를 발생시키는 대표적인 재화가 공공재이다.³⁾ 환경자원 역시 공공재와 같이 사회에 보탬이 되는 편익을 제공하는데 이는 경제학에서 의미하는 사회적 편익(social benefit)과 동일한 의미이다. 사회적 편익은 사회 전체의 만족도(후생 정도)를 화폐액으로 환산하여 얻은 가치를 의미한다. 우리나라 역시 이러한 영향으로 인하여 자연자원의 가치 평가 연구들이 활발하게 진행되어 많은 성과를 거두고 있다(〈부록 2〉 참조).

이러한 가치평가는 연구 수준에만 머물지 않고 1999년에는 예비타당성조사라는 제도가 도입되면서 실제로 대규모개발사업을 대상으로 환경자

원에 대한 가치평가가 이루어지는 발판을 마련하게 되었다. 예비타당성제도는 공공투자사업과 관련하여 경제성과 정책적 분석을 하는 제도로서 비용편익분석, 지역경제 파급효과, 환경적인 영향 등을 검토한다. 예비타당성조사는 현재 한국개발연구원(KDI)이 주도적으로 추진하고 있다. 환경자원의 가치는 비용편익분석에서 현재 누리고 있는 편익 또는 개발 사업으로 인해 손실된 비용이라 할 수 있다. 하지만 이러한 환경자원의 가치를 종합적으로 판단할 수 있는 평가방법이 아직 정립되지 못한 상태이다.

II. 환경자원 평가를 위한 이론적 배경

환경자원의 가치는 사용가치, 선택가치, 존재가치의 합이다. 사용가치(use value)는 당사자인 경제 주체가 이용함으로써 얻는 현재의 효용가치이며 직접사용가치(예: 수상스키, 낚시, 수영 등)와 간접사용가치(예: 경관 또는 철새 감상 등)로 구분된다. 선택가치(option value)는 미래의 불확실성으로 인해 부여되는 가치이며, 수혜 받는 경제 주체가 누구인지에 따라 개인의 선택가치, 이타가치, 유산가치로 구분하기도 한다. 개인의 선택가치는 미래에 당사자인 자신에게 유용하게 쓰일 수 있는 가능성을 확보하기 위해 부여하려는 가치로써 불확실성으로 인해 부여되는 가치이다. 이타가치(vicarious value)는 자기가 아닌 다른 사람이 사용함으로써 얻는 일종의 대리만족에 의한 가치이고 유산가치(bequest value)는 미래 세대에게 유용하게 쓰이도록 보존하고자 하는 가치를 의미한다. 존재가치(existence value)는 현재로써는 이용가치가 없고 미래 세대에게도 유용하게 쓰이게 될지 알 수 없으나 도덕적이거나 철학적인 관점에서 존재하는 그 자체에 대한 가치를 의미한다. 환경자원의 가치는 관점에 따라 편익차원에서 또는 비용차원에서 분석이 가능하다.

1. 편익차원에서의 가치

환경자원은 그 자체가 공급자적인 역할을 하고

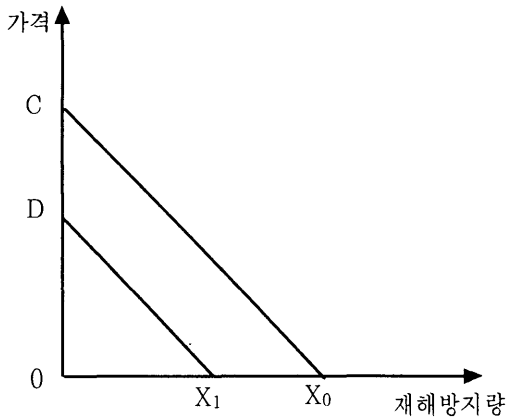
- 2) 외부경제효과는 한 경제주체의 행위가 타인의 효용 증대나 생산증대를 통해 유리한 영향을 미치는 것을 의미한다.
- 3) 공공재는 많은 사람들이 동일한 재화와 서비스를 동시에 소비할 수 있으며, 그 재화와 서비스에 대해 대가를 치르지 않더라도 소비 혜택에서 배제할 수 없는 성격을 가진 재화와 서비스를 의미하며 비경합적, 비배제적인 특성을 지닌다.

인간은 환경자원의 혜택을 받는 수요자적인 입장에서 평가되는 가치이다. 일반적으로 환경자원의 가치는 수요함수에 기초하여 평가가 이루어진다. 수요함수는 2 종류가 있다. 현존시장에서 얻어진 정보에 기초한 수요함수를 마샬(Marshall)적 또는 일반 수요함수라 하며, 실제로 시장이 존재하지 않으나 가상시장을 상정하여 구한 수요함수를 Hicks(Hicks)적 수요함수라 한다.

재해방지기능을 X라는 양으로 표현이 가능하고 재해방지는 방지지설의 가격(P)과 산림면적(F)에 의해 결정된다고 가정할 때의 다음과 같은 수요함수를 상정할 수 있다.

$$X = f(P, F)$$

이러한 관계를 <그림 1>의 재해방지수요곡선으로 표현하면, 산림이 존재할 때의 수요곡선은 CX_0 , 산림이 존재하지 않을 때의 수요곡선은 DX_1 이다. 산림이 존재하는 상태에서 재해방지량이 X_0 이면 총편익은 OCX_0 이고 산림이 존재하지 않을 경우의 재해방지량이 X_1 이면 편익은 ODX_1 이다. 이 때 산림이 존재함으로 인한 재해방지편익은 CDX_1X_0 일 것이다.⁴⁾



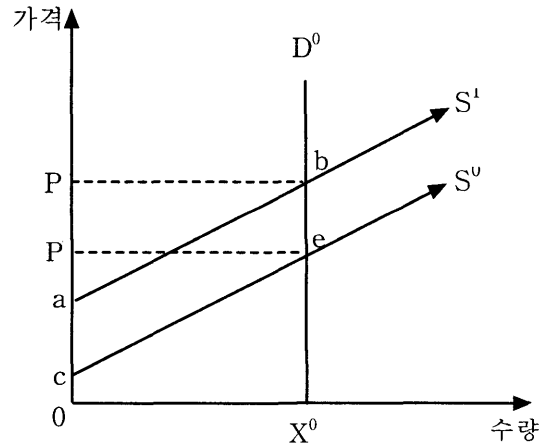
<그림 1> 산림의 재해방지기능으로 인한 편익

4) 산림이 존재할 때의 가격 축에 상정한 choke price인 C가 존재하지 않는다면 산림이 존재함으로 인한 편익 산출은 무한대이며 이를 추정하는 것은 무의미하다고 할 수 있다.

만약 육림작업으로 인해 산림의 재해방지기능이 증진되었다면 수요곡선은 바깥쪽으로 이동하게 됨으로써 총편익이 증가하게 된다.

2. 비용차원에서의 가치

환경자원은 인간에게 필요한 재화나 서비스를 창출하는 자원으로써 비용함수에 기초하여 평가될 수 있다. 이 방법은 환경자원인 산림이 제공하는 특정한 공익기능을 산림이 없다는 전제 하에 산림의 기능을 공급하기 위하여 소요되는 비용을 기준으로 산정하는 방법이다. 예를 들어 산림이 빗물을 정화하는 수질개선의 효과로 인하여 수질개선을 위한 처리비용은 산림이 존재하지 않았을 때보다 비용이 절감된다. 이와 같이 산림이 존재할 때와 같이 동일한 효과를 얻기 위해 처리해야 하는 추가 비용의 총액을 대체비용으로 정의할 수 있다.



<그림 2> 산림의 수질개선효과로 인한 편익

<그림 2>에서 산림이 존재할 때의 한계비용곡선이 S^0 이고 산림이 존재하지 않을 경우의 한계비용곡선이 S^1 이라 가정할 경우, 산림이 존재함으로 인해 얻는 편익은 면적 $aceb$ 이다. 하지만 본 방법은 가치를 평가하기 어려울 경우에 간접적으로 평가하는 방법이다. 이 때 가치를 편익의 하한치라고는 하나 실제 생산비용에 근거를 하고 있으므로 엄밀하게는 편익과 무관하다.

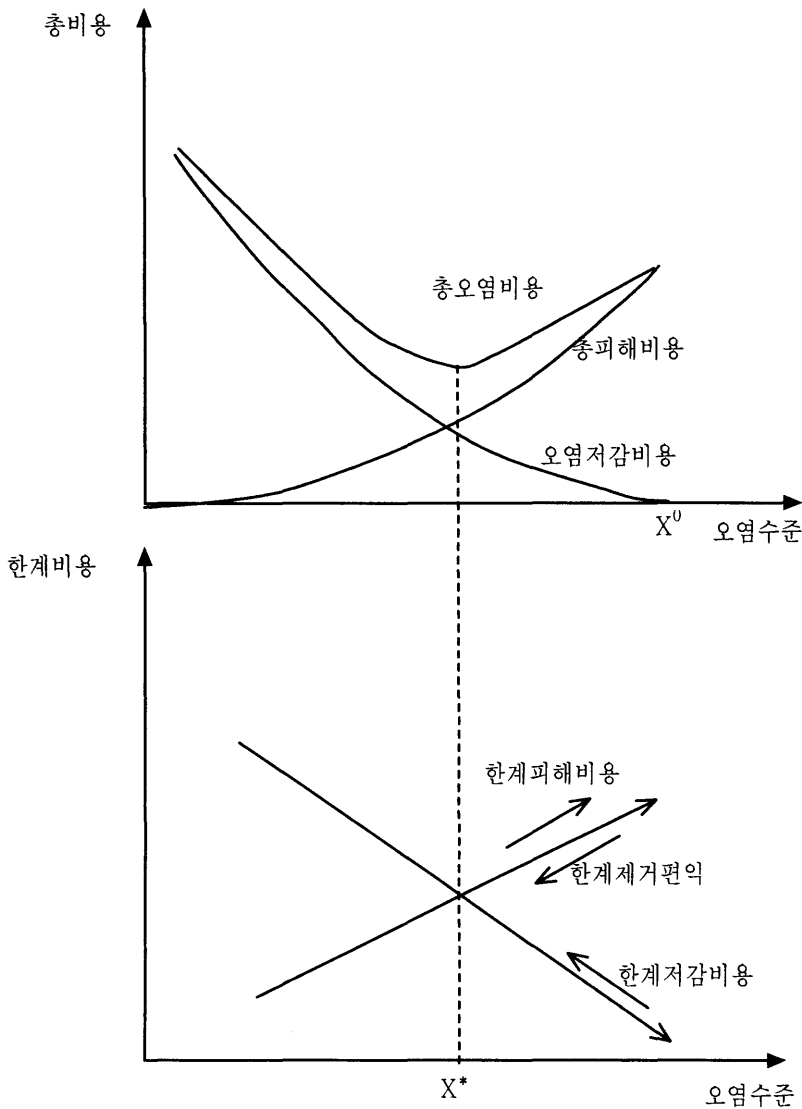
3. 최적환경수준 도출을 위한 편익과 비용

환경자원을 수요와 공급을 함께 고려하여 평가하는 방법이 있다. 이러한 방법은 개발(development)과 보존(preservation)의 갈등에서 최적환경수준을 도출하고자 할 때 적용한다. 사회적으로 최적환경수준은 어느 수준일까? '최적'의 의미는 판단기준에 따라 상이하게 정의 될 수 있으나 사회적 최적환경수준은 사회적 총편익(SB: Social Benefit)과 사회적 총비용(SC: Social Cost)의 차이로 정의되는 사회적 순

편익(SNB: Social Net Benefit)을 극대화하는 환경수준으로 정의된다.

사회적 총편익은 사적 편익(PB: Private Benefit)과 외적 편익(EB: External Benefit)의 합으로, 사회적 총비용은 사적 비용(PC: Private Cost)과 외적 비용(EC: External Cost)의 합으로 정의된다:

$$SNB = SB - SC = (PB + EB) - (PC + EC)$$

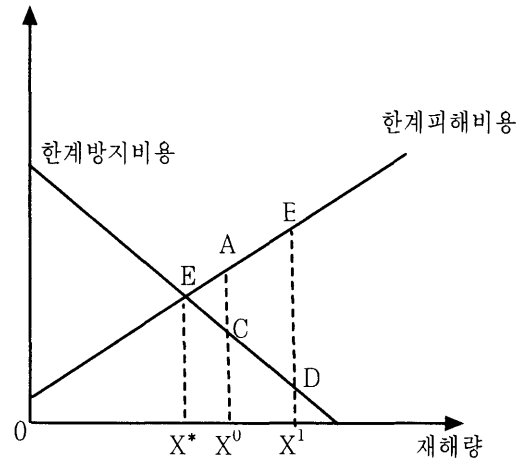


<그림 3> 최적오염수준의 도출

위와 같이 사회적 순편익이 최대가 되는 상태는 한계 사회적 편익(MSB)과 한계 사회적 비용(MSC)이 일치될 때이다. 일반적으로 환경오염행위는 외부편익(EB)이 일반적으로 존재하지 않고 오염주체인 기업입장에서는 사적 순편익(PNB: Private Net Benefit)인 $PB - PC$ 의 수혜를 입는 반면, 소비자는 외부비용인 EC만큼의 비용이 발생한다. 일반 시장에서는 사적 순편익이 극대화되는 수준까지 생산이 이루어진다. 아무런 규제 없는 상태에서의 오염수준을 X^0 이라고 가정하자. 만약 이 수준에서 환경오염수준을 감소한다는 것은 기업 입장에서는 오염물질배출 저감비용(Abatement Cost)으로 이해된다. 따라서 사회적 최적환경수준의 결정조건은 한계저감비용(MAC: Marginal Abatement Cost)과 한계피해비용(한계저해편익)가 일치되는 수준인 X^* 에서 총오염비용이 극소화된다(〈그림 3〉 참조).

이를 산림에 적용하여 재해방지에 대해 비용차원에서 분석하면 재해로 인한 피해비용과 재해를 줄이기 위한 방지비용, 두 종류로 구분할 수 있다. 이들 두 종류의 비용의 합이 최소가 될 때 최적의 상태라 할 수 있다. 즉, 수치해석적으로는 피해비용과 방지비용 각각의 미분값인 한계피해비용과 한계방지비용이 동일할 때 최적의 상태이다. 〈그림 4〉에 나타나듯이 X^0 가 현재 산림이 존재할 경우라 가정하고, X^1 이 산림이 존재하지 않은 상태일 때의 재해 크기라 가정하면, 산림이 존재함으로 인해 감소한 재해의 방지편익은 방지비용이 아닌 피해비용적인 개념에서 접근해야 한다.

산림이 존재함으로 인해 얻는 편익은 ABX^0X^1 이다.⁵⁾ 〈그림 4〉와 같이 X^0 가 X^1 우편이 있다면 사회적인 최적 상태를 위해서는 산림의 기능을 증진시키기 위해 산림의 면적을 증가시키는 것이 바람직하다. 만약에 X^0 가 X^1 왼편에 위치한다면 산림의 면적을 감소시키는 것이 사회적 편익을 극대화시킬 수 있을 것이다.



〈그림 4〉 사회적으로 바람직한 산림면적

사회적 최적환경수준의 결정 과정은 이론적으로는 완벽하나 실제 적용에는 많은 문제가 있다. 특히, 환경오염으로 인한 외부비용을 추정하기 위해서는 환경오염에 의한 모든 종류의 장·단기 비용을 파악해야 하는데 이는 현실적으로 불가능하다.

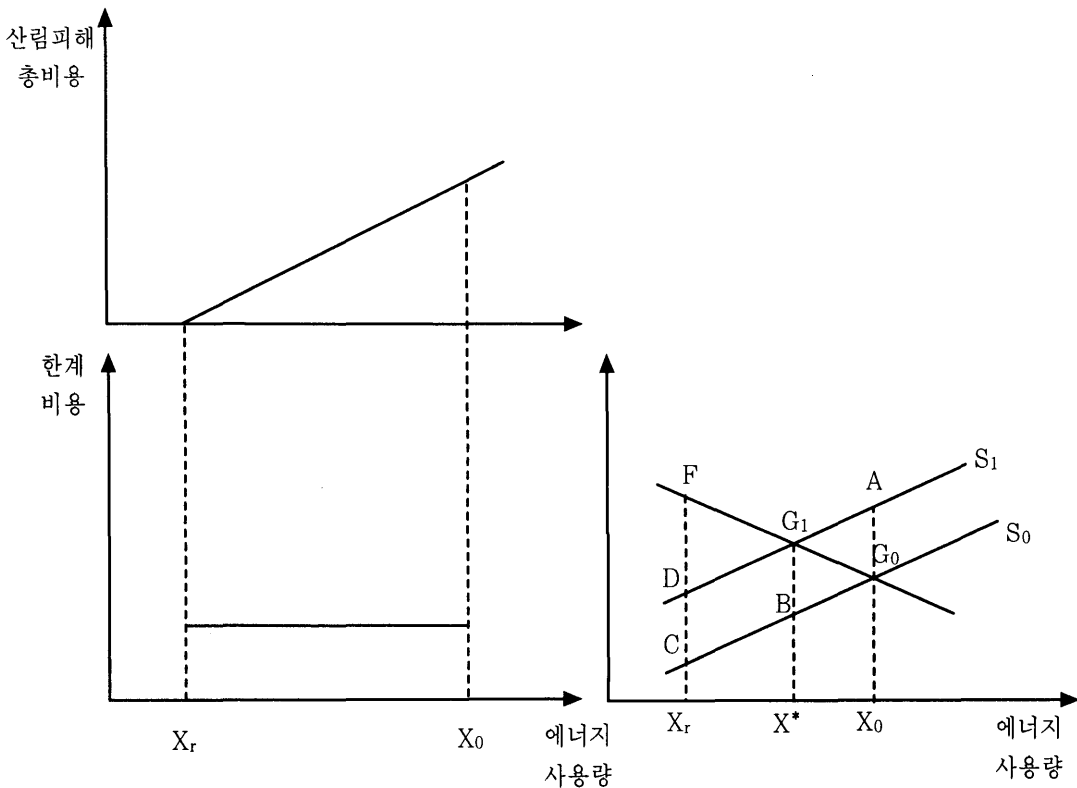
사례 : 에너지 소비와 최적 조세수준의 도출

에너지 사용은 대기오염과 산성우를 발생시키며 그로 인하여 산림이 피해를 입는다. 그로 인하여 사회적 비용이 발생한다고 가정하자 즉,

$$\text{에너지 사용} \rightarrow \text{대기오염} \rightarrow \text{산림피해} \rightarrow \text{사회적 비용}$$

설명의 단순화를 위하여 에너지 사용량과 산림의 피해는 선형관계로 가정한다. 에너지를 사용하더라도 초기에는 산림피해가 발생하지 않는다. 하지만 에너지 사용량이 증가함에 따라 총 산림피해비용 역시 증가한다. 이들 관계가 선형이라면 한계비용은 에너지사용량에 따라 변하지 않은 상수로 표현된다. 〈그림 5〉의 우측 하단은 에너지 시장을 나타내는 것으로 외부비용을 고려하지 않았을 경우의 공급곡선은 S_0 이며 이 때, 시장균형은 G_0 에서 나타나며 생산량은 X_0 이다.

5) 산림의 공익기능에 대한 가치평가 방법론들 중 휴양기능과 야생동식물 보호기능에 대한 평가 방법을 제외하고는 다른 모든 방법들은 〈그림 4〉의 CDX0X1인 방지비용적인 측면에서 평가가 이루어지고 있다.



〈그림 5〉 산림피해를 고려한 최적 에너지 소비량

산림피해에 대한 비용을 에너지 사용량에 대해 생산자에게 증량세(unit tax)로 징수하면 에너지의 가격은 G_0 에서 G_1 으로 상승하는 동시에 에너지 사용량은 감소한다. 그로 인하여 산림의 피해 감소액은 G_1AG_0B 이며 사회적 손실은 G_1G_0B 이므로 사회 전체적으로는 G_1AG_0 만큼의 편익이 증가하였다. 만약 산림피해가 전혀 없는 X_r 수준까지 에너지의 사용을 줄일 경우 총 사회적 손실은 FG_0C 인 반면 산림의 피해감소액은 AG_0CD 로 사회적 순편익은 FG_1D 에서 G_1AG_0 이다. X^* 일 때 순편익이 최대가 되는 에너지 소비 수준임을 알 수 있다.

라 시장을 세 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 시장의 관찰과 조사에 의해 가치평가가 가능한 방법으로는 여행비용법(Travel Cost Method: TCM)이 있다. 두 번째는 환경자원이 직접적인 거래가 이루어지지 않더라도 다른 재화나 서비스의 교환에 반영되는 경우이다. 만족가격기법(Hedonic Price Method: HPM)에 의한 환경자원의 가치평가 방법이 이에 해당한다. 세 번째는 현실 시장에서 직간접적으로 전혀 거래가 이루어지지 않아 설문 형식으로 가상시장을 만들어 추정하는 방법으로 가상가치평가법(Contingent Valuation Method: CVM)이 대표적인 방법이다.

Ⅲ. 환경자원의 주요 평가 방법

환경자원의 가치는 평가 대상의 특성에 따라 적합한 평가 방법을 선정해야 한다. 평가 대상에 따

1. 여행비용법

○ 개 요

휴양수요모형 가운데서도 여행비용법(Travel Cost Method: TCM)은 특정 기간 동안 특정

자연생태계를 방문하는 횟수와 여행비용의 정보를 이용하여 분석하는 방법으로 일반(마살리안) 수요함수에 기초하고 있다. 이 방법은 Hotelling(1947)에 의해 제시되었고 M. Clawson과 J.L. Knetsch(1965)에 의해 수요 곡선의 도출이 이루어졌다.

분석하는 대상의 단위를 개개인을 대상으로 분석을 실시하면 개인여행비용법이라 하고, 방문객의 거주지로 나누어 분석하면 지역여행비용법이라 한다. 개인여행비용법은 개인마다의 상이한 방문비용과 방문횟수와와의 관계에서 분석할 수 있다. 개인여행비용법은 지역여행비용법에 비해 개인의 특성을 반영할 수 있는 장점이 있다. 하지만 다른 두 가지 단점이 있다. 첫째로 개인여행비용법을 근린공원처럼 대부분 인근주민들이 이용하는 지역에 적용하면 개인에 따라 다양한 방문빈도를 얻을 수는 있으나 여행비용을 산출하기에 어려움이 따른다. 둘째로 국립공원과 같이 전국 각지에서 방문하는 지명도가 높은 지역을 대상으로 분석할 경우에는 여행비용은 다양하게 산출되나 개인의 방문빈도는 전체적으로 간헐적인 것이 특징이다. 유명한 여행지를 대상으로 여행비용법으로 가치평가를 할 경우에는 개인의 여행횟수는 매우 간헐적이므로 지역여행비용법을 사용하는 것이 일반적이다.

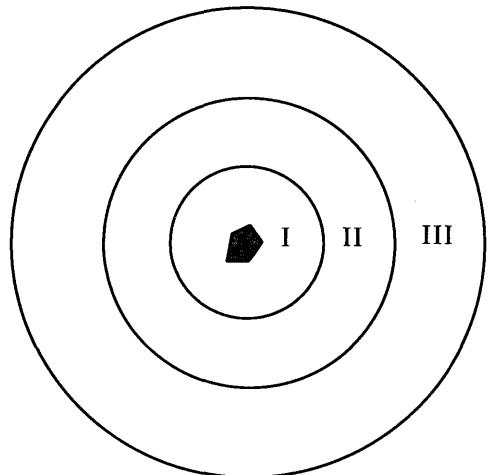
○ 분석의 기초

여행비용법에 의한 분석의 첫 번째 단계로서 평가하고자 하는 대상지를 방문하는 이용객들의 거주지 정보를 알아야 한다. 개인여행비용법으로 분석하고자 할 때는 일정기간 동안의 방문횟수와 평균 여행비용과 함께 소득수준, 학력, 성별 등의 사회경제적 정보를 입수해야 한다. 개인여행비용

법에 기초한 수요함수의 형태는 다음과 같으며 이들 자료를 이용하여 회귀분석을 통해 가치평가를 할 수 있다.

$$\text{방문횟수} = f(\text{여행비용, 소득, 개인의 사회·경제적 특성})$$

지역여행비용법 역시 개인여행비용법과 기본 골격은 동일하나 분석대상의 단위가 개인이 아닌 지역이다. 지역마다 거주하는 인구수의 차이를 분석모형에 반영하기 위하여 동일한 지역 출신들의 방문횟수에서 해당 지역의 거주 인구수로 나눈 방문율을 종속변수로 이용한다. 예를 들어, A라는 방문지에 대한 휴양가치를 평가하기 위해 여행지로부터 일정거리 범위에 있는 지역을 하나의 단위로 하여 구분하였다.



〈그림 6〉 지역여행비용법을 위한 지역 구분

이와 같이 구분된 3 지역에 대해 여행비용, 방

〈표 1〉 지역여행비용법에 기초한 분석을 위한 자료

거주지역(i)	한 번 방문할 때의 비용(P _i)	방문횟수(V _i)	인구수(N _i)	방문율(V _i /N _i)
I	1	500	1,000	500
II	3	1,200	4,000	300
III	5	1,000	10,000	100

문횟수, 인구수를 이용하여 방문율을 종속변수, 여행비용을 독립변수로 하여 단순선형회귀분석을 한 결과, 여행비용 한 단위가 증가할 때 방문율이 100씩 감소한다고 추정되었다.

$$\text{방문율}(V_i/N_i \cdot 1,000) = f(P_i, P_j, Y_i) \Rightarrow 600 - 100 \cdot P_i$$

위의 추정 결과를 이용하여 각 거주지마다 방문횟수에 대해 추정식을 도출할 수 있다.

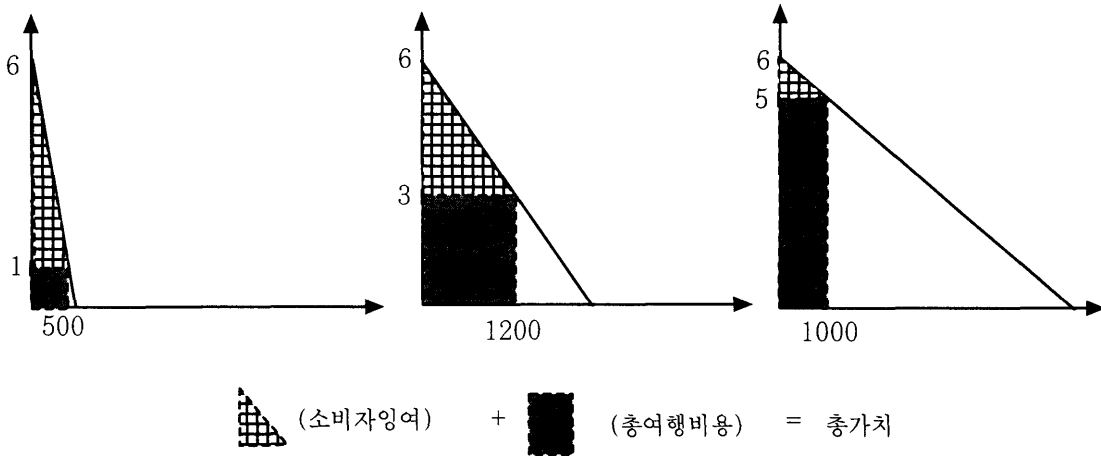
- I 지역 : $V_i = (600 - 100 \cdot P_i) \cdot 1$
 $= 600 - 100 \cdot P_i$
- II 지역 : $V_i = (600 - 100 \cdot P_i) \cdot 4$
 $= 2,400 - 400 \cdot P_i$
- III 지역 : $V_i = (600 - 100 \cdot P_i) \cdot 10$
 $= 6,000 - 1,000 \cdot P_i$

이 때, 방문지 A의 총가치는 소비자잉여와 총여행비용의 합인 12,650이다.

2. 만족가격기법

실제 시장에서 거래되는 부동산의 가격이 지역마다 다른 이유는 주변의 공공시설, 학군, 교통접근, 쾌적함이 서로 다르기 때문인 것에 착안하여 환경의 질적 수준에 따른 가치를 평가하는 방법이다.

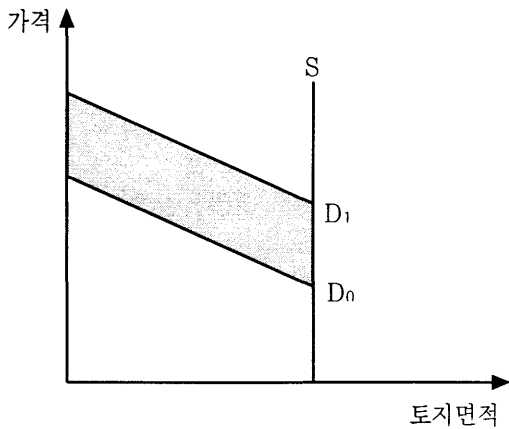
토지가격이 주변에 공원을 조성함으로 인해 토지가격이 상승한다면 공원조성이 토지의 전체 가치를 <그림 8>의 만큼 상승시켰다고 볼 수 있다.



<그림 7> 휴양가치 산정을 위한 지역별 수요곡선

지역여행비용법의 적용 절차

1. 휴양지를 기준으로 전국을 몇 개의 거주지역으로 구분
2. 휴양지 방문객의 거주지역 조사 --> 여행비용 산정 목적
3. 일정 기간 동안의 총입장객수 자료 수집
4. 구분된 거주지역의 평균소득, 인구수, 기타 사회·경제적 특성 조사
5. 수요곡선 추정
6. 소비자후생을 측정하여 휴양지의 경제적 가치 평가



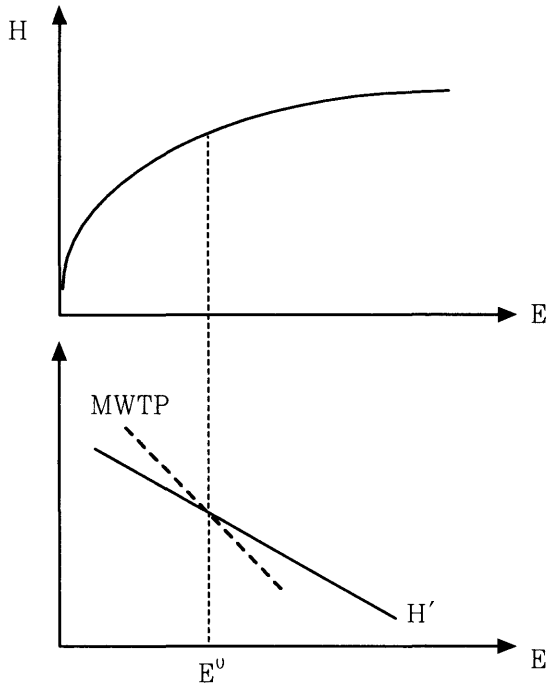
〈그림 8〉 환경질 개선에 따른 수요곡선의 이동

주택의 재산가치(H)에 영향을 주는 속성은 물리적 속성(P), 주변속성(N), 교통속성(A), 환경속성(E)에 의해 영향을 받는다. 이들 관계를 회귀모형(regression model)에 의해 분석이 가능하다.

$$H = f(P, N, A, E)$$

환경질에 대한 주택의 가격은 한계채감 관계가 일반적이다.

환경질의 가치를 추정하기 위해서는 한계지불의사액(MWTP)이라 할 수 있는 수요곡선을 도출하여 적분에 의해 산출 가능하다. 만족가격기법에서는 MWTP의 산출은 불가능하므로 한계 재



H' : 한계잠재가격

MWTP : 수요곡선

〈그림 9〉 환경질 개선에 따른 주택가격의 상승

만족가격기법의 적용 절차

1. 각 주택의 속성 파악
2. 각 주택의 단위가격에 대한 회귀분석
3. 관심변수에 대한 한계편익 도출
4. 고려된 모든 주택에 대해 경제적 총가치 도출

산가치인 H' 에 근거하여 해당 환경질에 따른 환경질의 편익을 산출한다. 그러므로 일반적으로 산출된 환경편익은 실제 편익보다 작을 수밖에 없다.

3. 가상가치평가법

○ 개 요

가상가치평가법(Contingent Valuation Method : CVM)은 그 이름이 의미하는 바와 같이 각 개인이 환경자원의 이용과 관련된 의사결정을 하여야 할 가상적인 상황을 설정하고 설문조사를 통해 환경자원의 가치를 평가하는 방법이라고 할 수 있다. 이 방법은 여행비용법이나 만족가격법과 같이 시장에서 각 개인이 실제로 행한 선택을 분석하여 환경자원의 가치를 평가하는 방법이 아니고, 환경자원의 가치를 당사자인 개인에게 다양한 설문형으로 직접 질문하여 구하는 방법이다. 그러므로 비시장재가 대부분인 환경자원의 가치평가를 할 때 흔하게 사용하는 방법이다. 물론, 가상가치평가법은 특정 환경자원을 소비하지 않는 사람이 환경자원에 대해 부여하는 가치도 평가할 수 있기 때문에 환경재의 사용가치뿐 아니라 존재가치도 평가할 수가 있다. 또한 시장에서 거래되는 재화나 서비스라 할 지라도 그 가치를 평가할 수 있다. 이와 같이 가상가치평가법은 적용범위가 넓고 존재가치를 평가할 수 있다는 장점이 있는 반면, 가상적인 상황에서 개인이 행할 행위를 질문하는 방식을 취하기 때문에 설문지가 어떻게 작성되어 있느냐에 따라 분석결과에 민감한 영향을 미친다. CVM 평가를 위한 설문지는 설문 작성자의 특정한 의도로 인해 발생하는 편익, 작성자의 의도가 중립적이라 하더라도 응답자에게 제대로 전달되지 못함으로 인한 편익, 응답자에게 제대로 전달되었다 하더라도 응답자가 전략적인 응답을 함으로 인해 발생하는 편익 등으로 나눌 수 있다.

○ 평가하고자 하는 가치의 구분

가상가치평가법에서 평가하고자 하는 가치는 현재상황과 가상상황에서 발생하는 두 종류의 효용 수준을 이용하여 평가가 이루어진다. 일반수요

함수에서는 소득의 변화가 없는 상태를 가정해서 분석이 이루어지는 반면, Hicks적 수요함수에서는 일정한 효용수준을 가정한 상태에서 분석한다. 이때, 선택 가능한 효용수준은 변화 전의 효용수준과 변화 후의 효용수준이다. 현재 상황에서의 효용수준에 근거하면 '보상'(compensating), 가상상황의 효용수준에 근거하면 '동등'(equivalent)이라 하고, 변화의 매체가 가격이면 '변이'(variation), 재화량이면 '잉여'(surplus)라 한다. 일반적으로 환경자원은 시장이 존재하지 않기 때문에 가격 변화에 대한 가치를 추정하는 것보다는 재화량의 변화에 대한 가치를 평가하는 것이 용이하다. 그리하여 환경자원의 가치는 일반적으로 동등잉여 혹은 보상잉여 중에 하나이다.

동등잉여는 재화량이 변화된 이후의 새로운 효용수준이 일정하다는 전제에서의 소득의 변화를 의미하며, 보상잉여는 재화량의 변화 이전의 효용 수준을 유지한다는 전제에서의 소득의 변화를 의미한다. 변화된 상태가 변화되기 전의 상태보다 더 좋은 상태일 경우에 동등잉여는 최소보상의사액(Willingness to Accept: WTA)을 의미하며 보상잉여는 최대지불의사액(Willingness to Pay: WTP)을 의미한다. 이와 반대로 변화된 상태가 변화 이전의 상태보다 악화된 상태일 경우에는 동등잉여는 최대지불의사액, 보상잉여는 최소보상의사액을 의미한다.

산림의 공익기능의 가치 평가를 위해 현재와 같이 산림이 존재하는 상태를 q^0 , 산림이 존재하지 않는 상태를 q^1 이라는 두 가지 상황에서 산림의 공익기능이 가격이 존재하지 않은 공공재의 성격을 지니고 있다고 가정하면 수요곡선상의 가격선은 공익기능의 정도를 표시하는 축과 평행하다(〈그림 10〉 참조). 공익기능은 개인의 최적 효용의 상태 즉, 가격선과 무차별곡선이 접하는 상태를 기대하기는 어렵다. 지출 가능한 예산은 Y^0 이고 현재 공익기능이 q^0 이고 이 때 효용수준은 U^0 이다. 산림이 존재하지 않음으로 인한 공익기능의 상태를 q^1 이라 할 때 현재의 효용수준 U^0 을 유지하면서 q^0 와 q^1 의 간의 지출 차이액은 $Y^{cs}-Y^0$ 인 보상잉여이며 이는 두 효용수준의 차이를 지출액으로 표현한 것과 같은 의미이며 최소보상의사액이다. 공익기능이 아닌

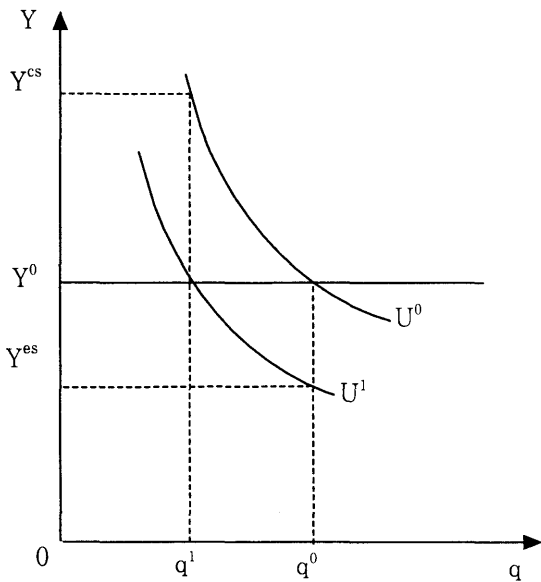
다른 재화의 가격을 P라 하고 지출함수식을 이용하여 설명하면,

$$CS = e(P, q^0, U^0) - e(P, q^1, U^0) = e(P, q^1, U^0) - e(P, q^1, U^1)$$

이다.

새로운 효용수준 U^1 을 유지하면서 두 상태의 차이에 따른 지출액의 차이는 $Y^0 - Y^{es}$ 인 동등잉여이며 최대지불의사액을 의미한다. 이 역시 지출함수식으로 표현이 가능하다:

$$ES = e(P, q^0, U^1) - e(P, q^1, U^1) = e(P, q^0, U^0) - e(P, q^0, U^1)$$



〈그림 10〉 동등잉여와 보상잉여의 도출

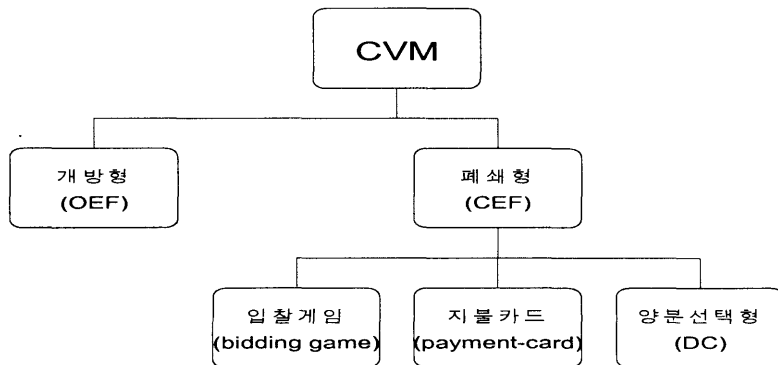
일반적으로 최소보상의사액이 최대지불의사액보다 크게 나타나는데 이는 양의 소득효과(income effect)가 나타나기 때문이다.

○ 질문방식

가상가치평가법에서 사용되는 설문지의 핵심 부분인 지불의사를 도출하는 부분에서는 다양한 종류의 질문방식이 사용될 수 있다. 이러한 질문방식으로는 개방형질문, 입찰게임방식, 지불카드방식, 양분선택형 질문 등이 있다.

개방형 질문(open-ended question)은 설문지로부터 어떠한 금액도 제시받지 않고, 환경질 개선에 대해 지불할 용의가 있는 금액을 응답하는 형식이다. 응답된 지불의사가 응답자별로 매우 큰 격차를 나타냄으로 인해 분석결과의 신뢰성이 저해되는 문제점을 가진다. 평소에 환경재의 가치에 대해 생각해보지 못한 응답자에게 돌연 지불의사를 질문할 경우 응답률이 매우 낮게 나타나거나, 신뢰성이 적은 자료를 얻을 가능성이 높다.

입찰게임(bidding game)방식의 질문은 개방형 질문보다 발전된 질문 형식이다. 이 방식을 사용할 경우 응답자에게 환경질 개선을 위해 특정 금액을 지불할 의사가 있는지를 물어보고, 지불할 의사가 있다면 제시 금액을 높여서 다시 질문한다. 제시금액을 높여서 계속 질문하여 결국 어느 수준의 금액에 이르러 응답자가 지불할 의사가 없다는 응답을 하면 질문을 종료한다. 만약, 응답자가 처음 제시된 금액에 대해 지불할 의사가 없



〈그림 11〉 가상가치평가법에서 화폐액에 대한 설문 방법

다면 이보다 낮은 금액을 제시하여 다시 질문하여 지불할 의사가 있다는 응답이 나올 때까지 질문을 계속한다. 입찰게임을 사용할 경우 각 응답자가 지불의사가 있다고 응답을 한 제시금액 가운데 최고의 금액이 바로 응답자의 환경질 개선에 대한 지불의사이다. 입찰게임은 별도의 복잡한 계량분석 없이 지불의사를 도출할 수 있기 때문에 매우 편리하게 사용될 수 있는 방법이다. 그러나 이 방법은 설문자에 의해 최초로 제시된 금액에 따라 응답된 지불의사가 민감한 영향을 받는다는 큰 결점을 가진다. 평소에 환경질 개선의 편익에 관해 깊이 생각해보지 못한 응답자는 설문자가 제시한 금액을 일종의 모범답안으로 간주하는 경향이 있고, 따라서 최초로 제시된 금액에 매우 가까운 금액을 자신의 지불의사로 대답할 가능성이 있다. 이런 이유로 인해 왜곡된 지불의사를 얻게 되는 문제를 시작점 편위(starting point bias)라 부른다.

지불카드(payment card)형은 개방형과 입찰게임형의 단점을 보완하기 위해 고안된 방법이다. 지불카드를 사용할 경우 응답자가 자신의 지불의사를 직접 적어내도록 하여도 개방형 질문을 사용할 경우에 비해서는 응답금액의 변이를 많이 줄여줄 수 있다.

투표모형(referendum model) 혹은 양분선택형(dichotomous-choice format) 질문방식은 Bishop and Heberlein(1979)에 의해 처음 고안된 질문 방법이다. 이 방법은 응답자들이 자신의 지불의사를 직접 계산하여 대답하는 것은 힘들지만, 조사자에 의해 어떤 금액이 제시되었을 때 그 금액을 환경질 개선을 위해 지불할 의사가 있는지를 “예”와 “아니오”로 대답하는 것은 상대적으로 쉬울 것이라는 점에 착안하여 개발되었다. 이 방법을 사용할 경우 조사자는 전체 응답자를 몇 개의 집단으로 구분하여 각 집단별로 서로 다른 금액을 제시하여 환경질 개선을 위해 각 응답자가 제시된 금액을 지불할 의사가 있는지의 여부만을 묻고, 그 결과를 적는다. 예를 들어, 응답자는 “한강수계를 모두 수영이 가능할 정도의 수

질로 개선하기 위해 당신은 x원의 금액을 매년 지불할 의사가 있습니까?”라는 질문을 부여받고, 이 질문에 대해 “예”와 “아니오” 가운데 한 가지만 대답한다. 이 때 제시되는 금액 x원은 대상자에 따라 달라진다.

○ 양분선택형의 분석 모델 소개

양분선택형에서 제시된 액수에 대해 지불할 용의가 있다고 의사를 밝힌 수요자는 자신의 최대지불의사액이 제시된 액수 A보다 크다는 것을 의미한다. 제시된 화폐액 A_i 를 지불하겠다고 할 경우에는 식 (1)의 I_i 는 0, 아닐 경우에는 1이라 한다.

$$(1) \begin{aligned} I_i &= 0 \quad WTP_i \geq A_i : A_i \text{를 지불하겠다는 경우} \\ I_i &= 1 \quad WTP_i < A_i : A_i \text{를 지불하지 않고 포기} \end{aligned}$$

이를 확률적으로 표현하면

$$(2) P_i = \Pr(I_i = 0) = \Pr(WTP_i \geq A_i)$$

P_i 는 어떤 개인 i 의 경우 제시된 화폐액보다 개인의 최대지불의사액이 클 확률을 의미한다. WTP 는 독립변수 X 와의 선형함수 관계로서 오차항 ϵ_i 는 특정한 분포를 하는 확률변수로 가정한다.

$$(3) \begin{aligned} P_i &= \Pr(WTP_i \geq A_i) = \Pr(X_i' \beta + \epsilon_i \geq A_i) = \\ &= \Pr(\epsilon_i \geq A_i - X_i' \beta) = \Pr(\epsilon_i \geq \Omega_i) \end{aligned}$$

단, $\Omega_i = A_i - X_i' \beta$

제시된 액수가 커질수록 ‘예’라고 응답할 확률은 점차 감소한다. 이를 특정한 함수로 전제하여 확률모형을 만들어 식 (4)과 같이 최우법(maximum likelihood method)에 의해 계수를 추정할 수 있다. $G_\epsilon(\Omega_i)$ 는 P_i 과 대립되는 확률로써 A_i 라는 화폐액이 제시되었을 때 포기할 확률이다. 일반적으로 계산의 단순화를 위해 로그형으로 변환하여 사용한다.

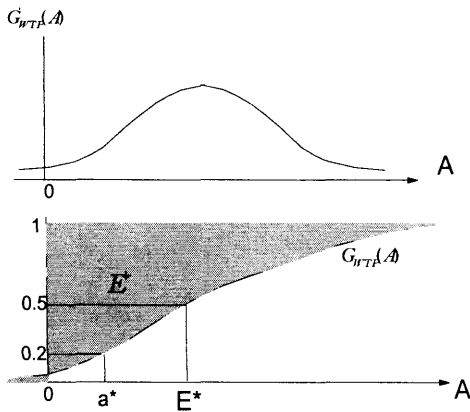
(4)

$$L = \prod_{i=1}^n \{G(\Omega_i)\}^{l_i} \cdot \{1 - G(\Omega_i)\}^{1-l_i}$$

$$\Rightarrow \sum_{i=1}^n [l_i \cdot \ln G(\Omega_i) + (1 - l_i) \cdot \ln(1 - G(\Omega_i))]$$

n: 표본수

WTP는 누적확률분포도를 이용하여 설명 가능하며 일례로, <그림 12>에서는 WTP를 대칭분포 한다는 가정 하에 나타내었다.



<그림 12> 프로빗모형에 의한 WTP의 분포형태

만약 <그림 12>와 같은 WTP에 대한 분포형을 갖는 개인에게 화폐액 a*를 제시할 경우 지불하겠다고 말할 확률은 80%이다. 최대지불의사액의 기대치를 구하기 앞서 $G_{WTP}(A)$ 의 함수형을 먼저 정해야 한다. 로짓(Logit) 모형을 적용할 경우의 지불의사액의 기대치는 식 (5)과 같다.

$$(5) E(WTP) = \int_0^{\infty} \frac{1}{1 + e^{-\alpha_i}} dA$$

A: 제시된 화폐액

E: 중앙값

IV. 결 론

환경자원의 가치를 평가하는 방법은 이론적인 차원을 넘어 실제로 적용하는 데는 아직도 많은 문제점과 한계를 안고 있는 것이 사실이다. 그럼에도 불구하고 환경자원의 평가에 대한 관심은 점차 증가되고 있으며 이젠 정부의 정책 결정에도 중요한 자료로 활용되고 있다. 이는 비시장재인 환경자원의 가치 평가의 필요성을 인정하기 때문이다. 지금보다 더 합리적이고 설득력 있는 평가를 위해 앞으로도 많은 방법들이 연구 개발될 전망이다. 또한 환경자원의 가치를 제대로 평가하기 위해서는 환경자원의 특성과 메카니즘에 대한 자연과학적인 이해 또한 함께 병행해 나가야 할 것이다.

인용문헌

1. 국립환경연구원. 2001. 습지의 이해. 5pp.
2. 김광임, 여준호, 정홍락, 정희성. 2002. 대규모 개발사업의 환경경제성 분석 도입방안 I. 186pp.
3. 김준순. 1998. "여행비용법에서 고려되는 요소들이 모형추정에 미치는 영향". 산림경제연구 6(2): 38-47.

가상가치평가법의 적용 절차

1. 설문지 작성
2. 각 개인의 지불의사액에 대한 정보 수집
3. 통계분석을 통한 경제적 편익을 도출

4. 김준순. 1999. "휴양자원가치 평가를 위한 CVM 질문형 비교". 한국임학회지 88(3): 400-407.
5. 김준순, 변우혁. 2003. "CVM 질문형에 따른 지불의사액 비교분석". 한국임학회지 92(3): 270-275.
6. 박희정. 1999. 「그린벨트 보전의 편익측정에 관한 연구」. 성균관대학교 대학원 박사학위 청구 논문. 191pp.
7. 산림청. 2001. 산림과 임업기술(I). 산림청. 272pp.
8. 신호중. 2002. 강원도 자연환경의 경제적 가치 평가 III. 강원지역환경기술개발센터. 215pp.
9. 오호성. 1994. 자원·환경경제학. 법문사. 496pp.
10. 유병국. 1998. "환경가치의 지역적 평가 - 강화도 남단 갯벌에 대한 여가가치 추정". 「한국지역개발학회지」 10(3): 19-38.
11. 윤여창, 김성일. 1992. "산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적 평가방법론 비교연구". 「환경경제연구」 1(1): 155-183.
12. 이성태, 이명헌. 1999. "대구 팔공산 공원의 편익가치측정 -여행비용접근법을 통하여-". 「환경경제연구」 7(2): 211-228.
13. 이준구, 신영철. 2000. "그린벨트의 경제적 가치 추정". 「자원.환경경제연구」. 9(4): 773-799.
14. 전건홍. 1998. "DMZ의 생태적 보전 및 사회.경제적 가치 평가". 「국회환경포럼자료」.
15. 정기호. 1999. "자연공원 보존의 경제적 편익 -대구시 앞산공원의 사례-". 「공공경제」 4: 119-137.
16. 한상열, 최관. 1998. "산림휴양, 관광자원의 경제적 가치평가를 위한 새로운 접근법". 「산림휴양연구」 2(3): 39-51.
17. 홍성권. 1998. "여의도 공원의 경제적 가치평가". 「한국조경학회지」 26(3): 90-103.
18. Bishop, R.; Heberlein T. 1979. "Measuring Values of Extra-Market Goods: Are Indirect Measures Biased?", in: American Journal of Agricultural Economics, vol.6, Dec. pp. 926-930.

〈부록 1〉 자연자원의 구분

○ 산림

- 지구상의 산림은 빙하를 제외한 육지면적의 약 27%에 이른다. 현재의 산림면적은 열대림의 급속한 감소로 인하여 큰 위기에 처해 있다. 산림은 육상의 생물다양성을 유지하는 보고인 동시에 막대한 양의 탄소를 흡수하는 역할을 한다. 우리나라 역시 산림의 공익기능을 수자원함양기능, 수질개선기능, 대기정화기능, 토사유출방지기능, 산사태방지기능, 야생동물보호기능, 휴양기능 총 7가지로 구분하고 있다(산림청, 2001).

그 밖에도 오호성(1995)은 산림의 비시장편익을 국토보전적 가치, 생활환경의 보전가치, 교육·문화적 가치, 보건·휴양공간으로서의 가치인 총 4가지로 구분하였다.

○ 토양

토양은 다른 자연자원과 가장 긴밀한 상호 관계를 맺고 있는 생태계의 건강성 유지를 위해 중요한 자연자원이다. 토양은 폐기물로 버려진 생물 또는 무생물을 분해하여 폐기물로부터 발생될 수 있는 인간에게 유해한 물질들을 무해한 물질로 전환시키는 물론 유익한 물질을 생성하는 작용을 한다. 모든 지표의 식물들은 토양을 재생산을 위한 터전으로 이용하고 있다.

○ 담수

- 담수는 흔히 수자원으로 인식된다. 수자원은 양적인 의미 또는 수질적인 의미에서 접근이 가능하다. 양적인 개념에서의 담수자원은 조류, 민물어류, 동물 등 모든 생물체를 존재하게 하는 근원적인 자원이라 할 수 있다. 질적인 개념의 담수생태계는 오염물질을 희석하여 수질을 개선하는 효과를 지녀 육상 및 수생 동식물과 인간의 건강을 지켜주는 역할을 한다. 담수생태계는 지구상에 알려진 어류 종의 41%와 대부분의 멸종위기종을 포함한 생명체들을 보유하고 있다
- 담수자원은 인간의 수영, 낚시, 레프팅 등 다양한 여가활동을 가능하게 해준다.

○ 습지

- 습지의 기능은 홍수조절기능, 지하수 재충전기

능, 태풍 등 자연재해 완화기능, 영양소와 퇴적물을 포함하고 배출하는 기능, 기후변화 완화기능, 수질정화 기능, 생물다양성 유지기능, 유용한 산물의 생산기능, 관광 및 여가활동기능, 문화적인 기능 등을 들 수 있다.

- 우리나라 국립환경연구원에서도 습지의 기능을 자연정화조기능, 생물다양성 유지, 수변부 침식방지, 온실효과 방지, 홍수방지, 기후안정, 지하수 재충전 등으로 제시한 바 있다(국립환경연구원, 2001)

○ 해양

- 지구면적의 70.8%는 바다로 되어 있으며 전 세계 생명체의 90% 이상이 바다에서 발견된다(김광임 외, 2002). 해양생태계는 탄소순환 등의 지구적 물질순환 지원기능, 오염물질의 정화, 여가 및 관광산업지원기능, 어류 등의 생산기능, 미래의 문화와 과학적 가치 등의 제공 기능 등을 들 수 있다.

○ 대기

- 대기 자원은 아직 양적인 개념보다는 질적인 환경자원으로 그 가치를 평가한다. 대기의 질적 상태를 저하시키는 물질로는 중금속물질과 독성 화학물질과 대기에 필요 이상 존재함으로 인해 문제를 발생시키는 이산화탄소 등을 들 수 있다.
- 이들 오염물질 등은 인체에 직접적인 영향을 미쳐 호흡기 질환, 순환계 질환, 각종 피부염 등을 일으킬 수 있으며 심한 경우에는 중추신경 계통에 영향을 미쳐 급성 또는 만성 장애를 가져다준다. 이와 같이 대기오염 물질이 직접적으로 인간에게 영향을 미칠 수도 있으나 이산화탄소의 증가로 의한 지구온난화로 인한 기상이변도 대기시스템의 이상으로 발생한 결과라 할 수 있다.

○ 동식물

- 동식물자원은 현재는 우리가 이용하는 유전자원 또는 식량자원이 주를 이루고 있다. 하지만 현재로서는 활용되고 있지는 않지만 미래의 중요한 자원으로의 역할을 할 수 있는 중요한 자원임은 부인할 수 없다.

〈부록 2〉 우리나라 자연자원 가치평가 사례

우리나라 자연자원에 대한 가치 평가는 1990 년대에 접어들면서 활발하게 이루어졌다. 윤여창, 김성일(1992)은 국립공원의 잉여가치를 가상가치평가법과 여행비용법에 의해 추정하였다. 가상가치평가법에서는 설문형을 양분선택형을 이용하였으며 분석모델은 로짓형을 이용한 결과, 특정 대상지 중에서는 설악산이 292,417원/인/회으로 최대치로, 광릉이 24,327원/인/회로 최소치로 추정되었다. 김준순(1998)은 여행비용법을 적용하여 속리산 국립공원의 휴양가치를 평가하였다. 교통수단에 따라 휴양가치를 평가한 결과, 한 번 방문시 일인당 휴양가치는 5,104원-25,466원으로 추정되었다. 전건홍(1998)은 가상가치평가법에 기초하여 경매방식을 이용하여 "철원지역생태계의 비소비적인 이용보존가치"를 추정하였다. 분석 결과, 일인당 "철원생태보존이용가치"는 20,676원으로 추정되었다. 홍성권(1998)은 가상가치평가법을 이용하여 여의도 공원의 가치를 추정하였다. 일인 일회 방문에 따른 지불의사액은 중앙값은 7,500원으로 추정되었다. 한상열, 최관(1998)은 지리산 등산객을 대상으로 가상가치평가법을 이용하여 지리산 반달곰 보존을 위한 지불의사액을 평가한 결과, 가상적 상황에서는 13,594원, 실제 상황에서는 6,322원으로 추정되었다. 유병국(1998)은 강화도 남단 갯벌의 여가가치를 가상가치평가법을 이용하였으며 가구당 연 지불의사액은 평균 28,600원, 중앙값은

12,000원으로 나타났다. 김준순(1999)은 가상가치평가법의 양분선택형을 이용하여 속리산 휴양가치를 이변량정규분포모형에 기초하여 분석한 결과, 방문객 1인당 5년간 동등변이에 기초한 평균 지불의사액은 25,482원으로 추정되었다. 정기호(1999)는 대구시 앞산공원의 보존가치를 양분선택형 가상가치평가법을 이용하여 평가한 결과 앞산공원의 보존가치는 63억-445억원/년으로 나타났다. 박희정(1999)은 서울시 그린벨트 지역을 현재대로 보전하기 위한 지불의사액을 가상가치평가법으로 서초구민을 대상으로 분석한 결과 평균 21,360원/년 지불할 용의가 있는 것으로 추정되었다. 이준구, 신영철(2000)은 수도권 그린벨트의 경제적 가치를 추정한 결과, 가구당 평균 지불의사액은 7,430원/월로 나타났다. 이를 서울시 전체 가구로 환산하면 연 3,083억원에 이른다. 이성태, 이명현(1999)은 여행비용법을 이용하여 대구 팔공산의 휴양가치를 평가한 결과 방문객 1인당 약 6만원 정도로 나타났으며 팔공산 전체의 휴양가치는 연 4,300억원으로 나타났다. 신효중(2002)은 강원도 자연환경의 경제적 가치를 산림, 바다, 강, 계곡을 대상으로 추정한 결과 총가치는 연 68조원-79조원으로 평가하였다. 김준순(2003)에서는 북한산 국립공원의 휴양가치를 가상가치평가법에 기초하여 지불카드형과 양분선택형의 질문 방식을 혼용하여 조사하였다. 조사한 자료는 결합우도함수를 이용하여 분석하였다. 북한산 국립공원의 연 휴양가치는 약 140억원 정도로 추정되었다.