

수목원의 환경가치추정에 대한 연구

강기래* · 이기철**

*경북대학교 대학원 조경학과 · ** 경북대학교 조경학과

I. 서론

식물은 인간이나 동물에게 생존의 기본이 되는 영양과 생육 환경을 제공해 주는 생태계의 가장 기초적 자원이다. 식물은 지구상에 가장 먼저 출현하여 동물과 인간의 생육 환경을 제공해 준 지구의 원주민이었다고 할 수 있다. 이러한 식물의 가장 기초적인 기능은 태양에너지의 저장과 공급으로 먹이 사슬을 유지시켜 생태계 유지의 기본적인 유기물을 공급하는 역할을 한다.

또한, 식물이 인간에게 제공하는 환경과 물질은 인간의 생존을 유지시켜주는 공기 정화 기능과 산소 배출 기능, 그리고 수분을 저장하여 적절히 배출하는 재해 방지의 기능, 동물과 식물들의 생존 유지와 천이의 공간을 제공해 주는 생태 기반시설의 기능, 목재와 산림부산물을 제공해 주는 경제적 기능 등 인간의 생존에 직접적 영향을 미치는 소중한 자원을 제공해 주고 있다.

근래 들어 이러한 식물의 자원에 대한 소중함을 인식하고 외국에서는 16세기부터 식물원을 건설하여 식물자원을 수집(Collection), 전시(Display), 연구(Research), 교육(Education), 보전(Conservation)등의 근대적 식물원의 개념을 가진 식물원을 운영해 왔으며, 우리나라에서는 1907년 창경궁에 관상용 식물원을 최초로 조성하였고 1922년 흥릉, 1967년 관악수목원이 설립됨으로 현대적 의미의 수목원이 조성되기 시작하였다.

수목원의 주요 기능은 수집, 전시와 학술연구, 교육적 기능, 식물 종 보전의 기능, 레크리에이션 기능 등으로 크게 구분하고 있다. 수목원과 식물원의 명칭에 대한 차이는 수목원(樹木園)은 주로 목본류를 위주로 수집 전시 연구하는 기능을 가진 장소이며, 식물원(植物園)은 동물원(動物園)의 반대되는 개념으로 좀 더 넓은 의미의 초본, 목본, 수생식물, 난대 식물 등을 수집 전시 연구하는 기능을 가진 장소로 인식하고 있다.

하지만 우리가 인식하는 수목원에서 얻는 무형의 가치가 얼마 정도 인지에 대한 문제는 개인이 느끼는 효용의 크기에 따라 다르게 나타날 것이다. 또한 개인이 인식하는 효용이라는 것이 시장에서 거래되지 않는 비시장재이기 때문에 화폐액으로 표현해 내는데 서투르기 때문에 개인이 느끼는 효용의 가치를 측정하기는 곤란한 문제가 있다.

이러한 거래 불가능한 효용의 가치를 측정하기 위한 다양한 방법들이 개발되어 왔으며, 가장 널리 알려진 방법이 조건부

가치추정법(Contingent Valuation Methods: CVM)이다. 본 연구는 수목원 이용자들이 얻는 효용의 크기를 측정하기 위해 수행되었으며, 추정된 수목원 이용의 가치는 방문자들이 소비하는 방문비용 이외의 비시장적인 환경의 가치가 어느 정도인지 알려주어 진정한 수목원 이용의 가치를 제공하는데 그 목적이 있다.

II. 이론적 탐구

1. 공공재의 가치추정법

1. 환경재의 가치추정법¹⁾

시장에서 거래되지 않는 환경재 또는 비시장재의 가치를 측정하기 위한 방법은 여행비용법, 헤도닉가격법, 회피행위지출법, 조건부 가치추정법 등이 있다. 조건부 가치추정법(Contingent Valuation Method: CVM)은 여행비용법과 헤도닉 가격법이 가지는 단점을 보완하기 위해 고안된 방법이며, 시장가격이 존재하지 않는 공공재의 가치를 측정하는 방법을 문답을 통해서 추정할 수 있다는 시리아시-완트럽(Ciriacy-Wantrup, 1947)의 논문이 최초로 알려져 있다. 하지만 이러한 방법은 널리 인정받지 못하다 1963년 데이비스(Davis)의 하버드대학교 박사학위 논문인 메인(Maine)주의 사냥터의 가치평가논문으로 새롭게 조명되기 시작한다(강기래 2009).

환경재의 가치 추정은 이선 선택형 조건부가치 추정법(Dichotomous choice contingent valuation method)이며, 이는 무작위로 제시된 금액 A를 소비자의 지불의사에 의한 수용, 거부만으로 자료를 획득하여 확률모델로 전환하여 지불의사금액 함수를 추정하고, 이를 효용이론(Utility theory)에 접목시켜 소비자의 후생변화를 측정하는 방법이다(Hanemann, 1984).

이러한 효용함수를 추정하기 위한 방법은 지불의향(j), 주어진 화폐소득(y) 그리고 개인별 특성벡터(s)의 함수인 간접효용함수 U 로 표현할 수 있다.

$$U = U(j, y; s), j = 0 \text{ 또는 } 1 \quad (\text{식 } 1)$$

여기서, $j=0$ 은 보존기금을 제공하지 않는 경우를 나타내고, $j=1$ 은 보존기금을 지불하겠다는 경우이다. 하지만 연구자에게

는 응답자의 기금제시에 대한 관측 불가능한 요소가 존재함을 고려하면 간접효용함수는 다음과 같이 관측이 가능한 확정적인 부분 $V(j, y; s)$ 와 관측이 불가능한 확률적 부분 ϵ_j 로 구성된다.

$$U(j, y; s) = V(j, y; s) + \epsilon_j \quad (\text{식 1})$$

이와 같은 확률모형의 추정계수 결과를 이용하여 가치 측정이 가능하다. 가치를 측정함에 있어서 제시금액을 어느 수준까지 포함시켜 적분치를 계산하느냐에 따라 세 가지로 구분할 수 있다. 지불의사금액의 평균(mean)은 양(+)의 제시금액 영역만을 포함하는, 즉 0에서 무한대까지 포함하며, 중앙값(median)은 음(-)의 제시금액까지 포함하며, 절단된 평균(truncated mean)은 제시금액을 0에서 최대제시금액까지만 포함한다.

지불의사금액의 평균(WTPmean)을 기준으로 가치를 측정하는 방법은 식 3과 같다.

$$\begin{aligned} WTP_{mean} &= \int_0^{\infty} [1 - G_{WTP}(B)] dB \\ &= \int_0^{\infty} F_{\eta}(\Delta\nu) dB = \frac{1}{\beta} \cdot \ln[1 + \exp(\alpha)] \end{aligned} \quad (\text{식 3})$$

지불의사금액의 중앙값(WTPmedian)은 지불의사금액의 평균이 무작위로 제시되는 금액 B원에 대하여 $\lim_{B \rightarrow 0} F_B < 1$ 일 수도 있기 때문에 아래의 식 4와 같이 계산할 수 있다(Johansson *et al.*, 1989).

$$WTP_{median} = \int_0^{\infty} F_{\eta} dB - \int_{-\infty}^0 (1 - F_{\eta}) dB = \frac{\alpha}{\beta} \quad (\text{식 4})$$

지불의사금액의 절단된 평균(WTPtruncated)은 무작위로 제시되는 금액 B원의 범위를 0원에서부터 최고 제시금액까지로 한정하여 식 8과 같이 계산한다. 즉, 최고 제시금액에서 절단시키고 그 이상의 면적을 제외하여 측정하게 된다.

$$\begin{aligned} WTP_{truncated} &= \int_0^{Max.B} F_{\eta}(\Delta\nu) dB = \\ &= \frac{1}{\beta} \cdot \ln \left[\frac{1 + \exp(\alpha)}{1 + \exp(\alpha + \beta \cdot Max.B)} \right] \end{aligned} \quad (\text{식 5})$$

위의 식으로부터 도출된 가치가 1인당 가치가 아닌 연간 가치로 환산하기 위해서는 연간 모든 방문객에 대해 평가된 가치를 다 더해두든가 아니면 1인당 가치의 평균에다가 연간 이용객의 총 방문객 수를 곱해 주어야 한다(권오상, 1999).

2. CVM에 대한 연구

측정방법론에 대한 주요 연구는 Hanemann(1984)과 Cameron and James(1987), 그리고 McConnell(1990) 등이 있다.

Hanemann(1984)은 WTP를 추정하는데 양분선택의 정보로 Hicks적(Hicksian)후생가치를 적용한 효용함수를 도출하였다. 이 방법은 이후 가장 널리 사용되는 방법이기도 하다. Cameron and James(1987)는 WTP함수모형의 구축으로 지불의사함수 차이 모형을 설정하였다. 이 두 가지 접근법에 대해 McConnell(1990)은 어느 방법을 선택하든지 연구자의 선택의 문제라고 하였다. SCI급 논문에 발표되는 CVM가치추정의 방법론은 대부분 Hanemann의 접근법인 효용격차모형을 적용하고 있으며, 국내의 연구도 하네만식 접근법(Hanemann's approach)을 적용한 논문들이 많은 부분을 차지하고 있다.

CVM을 통한 연구들은 NOAA 위원회의 보고서 이후 급증하고 있으며, 환경제와 비시장재의 가치 추정에서 그 대상이 타 분야로 까지 확장하고 있는 추세이다. 이러한 CVM을 통한 적용 대상이 넓어지고 있는 것은 비시장재 전반에 대한 적용 방법으로서 타당성을 얻어 가고 있는 중이라 할 수 있다.

III. 결과 및 고찰

1. 수목원의 환경적 가치측정

수목원의 환경적 가치를 측정하기 위한 연구의 범위는 대구광역시에서 운영하는 대구수목원으로 정하였으며, 가치측정을 위한 제시액은 예비설문 결과를 기초로 1,000원, 2,000원, 5,000원, 7,000원, 10,000원, 20,000원, 30,000원의 7단계로 산정하였다. 수목원의 환경적 가치를 추정하기 위한 통계도구는 SPSS Statistics Ver. 17.0(SPSS inc., 1999)을 사용하였다. 설문 시기는 2010년 6월부터 2010년 8월까지 실시하여 431부를 회수하고 불성실 설문지 3부를 제외한 428부를 분석에 이용하였다.

수집된 설문에 대한 분석은 이용행태를 관찰할 수 있는 빈도 분석과 식물원의 가치를 추정하기 위한 모수의 추출을 위한 회귀분석을 실시하였다. 회귀식의 통계적 적합성은 호스머-렘쇼(Hosmer-Lemeshow) 계수로 검증하여 통계적 유의성을 확보하였다. 유의확률은 0.544로 5% 유의 수준에서 유의성이 있으므로 이 모형이 적합하다고 할 수 있다. 여기에서 유의할 것은 적합도 검정에서 유의확률의 값이 0.05보다 커야 모형이 적합하다고 하는 귀무가설을 채택한다는 점이다(노형진, 2001).

대구수목원의 환경적 가치를 추정하기 위한 모형의 적합성 검정도구인 호스머와렘쇼 계수를 충족하는 변수는 대구수목원 이용의 만족도, 제시액, 환경보전, 소득, 수목원 이용횟수 등이다. 수목원의 이용만족도에 대한 회귀계수는 0.492이며, 이 회귀계수의 통계적 유의성을 검정하는 값인 Wald 통계량 5.813의 확률적 표시인 유의확률이 0.016이므로 5% 유의수준에서 통계적으로 유의하다고 판단할 수 있다. 이는 다른 변수의 값을 일정하게 놓고 만족도 1단위를 증가시키면 지불의사가 1.636배 증가한다는 것을 의미한다. 다른 변수들도 이와 같은 과정으

표 1. 방정식에 포함된 변수

구분	상수	Wald	유의확률	Exp(B)	EXP(B)에 대한 95.0% 신뢰구간	
					하한	상한
만족도	0.492	5.813	0.016	1.636	1.096	2.441
제시액	-0.038	11.441	0.001	0.962	0.941	0.984
환경보전	-0.346	5.204	0.023	0.708	0.526	0.952
소득	0.253	14.122	0.000	1.288	1.129	1.470
이용횟수	0.033	0.273	0.602	1.034	0.912	1.172
상수항	-1.684	4.267	0.039	0.186	-	-

표 2. 자연휴양림의 휴양가치추정

구분	추정계수	평균값	상수
만족도	0.492	3.8738	1.9059
환경보전	-0.346	3.8037	-1.3160
소득	0.253	3.4112	0.8630
이용횟수	0.033	3.0958	0.1021
상수항	-1.684	-	-
계(α)	-0.128	-	-
제시액(β)	-0.038	-	-
WTP평균(원)	16,598	$-(1/\beta)*\ln [1+\exp(\alpha)]$	
WTP절단된 평균(원)	15,028	$-(1/\beta)*\ln(1+\exp(\alpha))/(1+\exp(\alpha+\beta*\max.B))\max.B=70(\text{천원})$	

로 설명할 수 있다.

주어진 계수들을 투입하여 주어진 수식으로 수목원의 환경적 가치를 추정하여 표 2에 제시하였다.

확률함수의 분포에 따른 적분면적의 형태에 따라 평균, 절단된 평균값 등으로 추정할 수 있다. 이상과 같은 계수를 이용하여 1인당 연간 대구수목원을 방문하여 얻는 휴양의 가치는 WTP평균 16,598원, WTP절단된 평균 15,028원으로 추정할 수 있다. 도출된 1인당 연간 수목원의 환경적 가치를 토대로 대구수목원에서 제공하는 연간 환경의 가치를 추산하면 표 3과 같다. 2005년부터 2009년까지 5개년 평균 대구수목원 연간 이용객은 1,532,935명이며, 이를 일인당 연간 환경의 가치를 적용하면 대구수목원이 방문객에게 제공하는 연간 환경의 가치를 추정할 수 있다.

대구수목원에서 제공하는 연간 환경의 가치는 WTP평균값 약 25,443,655,130원이며, WTP절단된 평균값은 23,036,947,180원으로 추정할 수 있다. 이러한 추정액은 대구수목원이 제공

표 3. 대구수목원의 연간 환경 가치

보기	1인당 환경 가치(원)	연간이용객(명)	조사대상지연간 환경의 가치(원)
WTP평균값	16,598	1,532,935	25,443,655,130
WTP절단된 평균값	15,028	1,532,935	23,036,947,180

하는 연간 환경의 가치라고 판단할 수 있을 것이다.

IV. 결론 및 제언

대구광역시에서 운영하는 대구수목원의 환경적 가치를 추정하기 위해 시도된 본 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 대구광역시에 소재하는 대구수목원을 연구대상지로 선정하였으며 연구의 목적은 대구수목원에서 제공하는 비시장재인 환경의 가치를 추정하기 위해 시도되었다. 둘째, 가치 추정방법은 환경재의 가치추정법으로 널리 알려진 CVM을 이용하였다. 설문 시기는 2010년 6월부터 동년 8월까지 실시하였으며, 예비설문을 통하여 제시액을 선정하였고, NOAA PANEL의 권고사항을 잘 이행한 설문지를 작성하였다. 셋째, 수집된 설문부수는 431부이며, 불성실 설문지 3부를 제외한 428부를 분석에 활용하였다. 가치추정을 위한 회귀계수의 추정도구는 SPSS17.0을 이용하였으며, 회귀방정식의 적합성은 호스머-립쇼 검정을 이용하여 통계적 적합성을 확보하였다. 넷째, 검증된 통계적 적합성을 바탕으로 1인당 연간 대구수목원의 환경적 가치는 약 15,000원에서 16,000원 사이로 추정하였다. 이를 토대로 연간 대구수목원이 제공하는 환경의 가치는 약 230억 원에서 약 250억 원 정도로 추정하였다.

주 1. CVM 가치추정 방식은 연구자에 따라 다양하게 전개될 수 있지만 일반적으로 하네만의 전개방식을 많이 따르고 있다. 본 장의 수식은 Hanemann(1984), Haab and McConnell(2002), 이충기(2003), 강기래(2009) 등의 수식 전개를 인용하였다. WTP를 구하는 것은 확률함수의 적분면적을 구하는 것이기 때문에 세 가지 형태의 면적을 추정할 수 있다.

인용문헌

1. 강기래(2009) 조건부가치추정법을 이용한 자연휴양림 휴양가치 측정. 한국조경학회지 37(5): 42-52.
2. 권오상(1999) 환경경제학. 서울: 박영사.
3. 노형진(2001) 한글 SPSS10.0에 의한 조사방법 및 통계분석. 서울: 형설출판사.
4. 이충기(2003) 관광응용경제학. 서울: 일신사.
5. Cameron, T. A. and M. D. James(1987) Efficient estimation methods for closed-ended contingent valuation surveys. Review of Economics

- and Statistics 69: 269-276.
6. Ciracy-Wantrup, S. V.(1947) Capital returns from soil-conservation practices. *Journal of Farm Economics*. 29: 1181-1196.
 7. Davis, R, K.(1963) *The Value of Outdoor Recreation: An Economic Study of the Maine Woods*, PH. D. dissertation. Harvard University.
 8. Hanemann, W. M.(1984) Welfare Evaluation in contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. *American Journal of Agricultural Economics*. 71(3): 1057-1061.
 9. Jhanson, P. B., Kristrom and K. G. Maler(1989) Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete response data: Comment. *American Journal of Agricultural Economics*. 71: 1054-1055.
 10. Timothy C. Haab, Kenneth E. McConnell(2002) valuing environmental and natural resources: The Econometrics of Non-Market Valuation. *New Horizons In Environmental Economics*, USA.