假想順位決定法을 利用한 自然生態界의 經濟的 價値評價*

權 五 祥**

논문초록 자연생태계를 포함하는 각종 환경재의 경제적 가치를 평가하기 위해 가장 많이 사용되는 가상가치평가법은 다양한 상태하의 생태계 가치를 일관되게 평가하거나 생태계의 상태를 구성하는 개별특성의 가치를 평가하는 데 한계를 가진다. 이에 반해 가상가치평가법 중 하나인 투표모형을 확장하여 구축되는 가상순위결정법은 가상가치평가법의 이러한 한계를 비교적 잘 보완할 수 있다. 본고는 가상순위결정법을 적용하여 자연생태계의 가치를 평가하는 모형을 구축하고, 이를 용인군 수지읍 소재 광교산의 생태계 가치를 평가하는 데 적용한다.

핵심주제어: 가상순위결정법, 가상가치평가법, 자연생태계의 가치
경제학문헌목록 주제분류: Q0

I. 서 론

자연생태계는 경제행위에 필요한 원료물질과 에너지를 공급하고, 쾌적한 주거환경과 생존을 위해 필요한 산소와 수자원을 공급한다. 반면 인간에 의한 무분별한 경제행위는 폐기물 등을 배출하여 자연생태계를 파괴하게 되고, 결국 인간 스스로의 생존기반을 위협하게 된다. 따라서 합리적인 자연생태계 관리를 위해서는 자연생태계를 보존하는 행위가 가져다주는 가치와 자연생태계를 경제적 용도로 개발하여 얻는 편익을 서로 비교하여 특정 생태계를 보존할지와 개발할지의 여부를 결정

* 본 연구는 환경부의 '지속가능한 개발을 위한 생태계 지표 개발' 연구사업에 의해 지원되었음.
** 서울대학교 농경제사회학부 조교수

하여야 한다. 그러나 자연생태계나 자연환경은 시장에서 거래되는 일반 시장재와는 달리 그 가치를 적절히 반영하는 가격이 존재하지 않는다. 따라서 자연생태계의 특성을 자연과학적 방법을 통해 지표화하여도 이에 대해 적절한 가치를 부여하는 것이 매우 힘들다고 할 수 있으며, 자연생태계의 가치는 시장가격보다는 사람들이 일반적인 사유재 소비와 자연생태계로부터 만족도를 얻는 과정을 보다 엄밀히 분석하여 구하여야 한다.

자연생태계의 가치를 평가하는 작업이 가지는 이상의 중요성으로 인해 국내에서도 다양한 분석방법이 사용되어 자연생태계 혹은 환경재의 가치를 평가하는 연구가 이루어진 바 있다. 자연생태계의 가치평가를 위해 기존 연구에 의해 사용된 분석방법은 크게 간접평가법과 직접평가법으로 나뉜다. 전자의 경우에는 개인 혹은 지역별로 특정 생태계에 대한 여행수요를 도출하여 생태계의 가치를 평가하는 여행비용법(travel cost method: 산림청 임업연구원, 1991; 윤여창·김성일, 1992; 이광석, 1996; 이성태·이명헌, 1998)과 다양한 생태휴양지간의 선택문제나 방문 여부를 분석하여 생태계의 가치를 도출하는 이산선택모형(discrete choice model: 엄영숙·남궁문, 1999) 등이 해당된다. 이러한 간접평가법은 생태계가 제공하는 다양한 가치 가운데 소비자들이 직접 생태계를 이용하거나 방문하여 얻는 사용가치(use value)만을 평가할 수 있기 때문에 생태계가 제공하는 다양한 가치를 포괄적으로 평가하는 데 한계를 가진다.

직접평가법을 사용하여 생태계의 가치를 평가할 경우 국민들이 생태계의 보존을 위해 지불할 의사가 있는 금액을 설문조사를 통해 도출한다(김연수, 1994; 유병국, 1998; 서울대학교 임업과학연구소, 1997; 장호찬, 1994; 전건홍, 1998; 한상렬 외, 1997; 김태균 외, 1999; 전현선 외, 1995). 국내 자연생태계의 가치평가를 위해 사용된 직접평가법은 가상가치평가법(contingent valuation method: CVM)이라 불리는 방법으로서, 이 방법은 자연생태계를 포함하는 광범위한 환경재의 가치평가를 위해 사용될 수 있고, 아울러 생태계의 비사용가치(nonuse value) 혹은 존재가치(existence value)까지도 포함하여 가치평가를 할 수 있다.

CVM은 각종 환경재의 가치평가를 위해 매우 유용하게 사용될 수 있는 방법이긴 하나 자연생태계의 가치평가를 위해 사용되기에는 몇 가지 한계도 동시에 가지고 있다. 첫째, CVM은 그 특성상 특정 생태계의 현재 모습을 기준으로 하여 생태계의 가치를 평가하고, 또한 생태계가 지닐 수 있는 여러 상태 가운데서도 단지 한

가지 상태만을 현 상태와 비교하기 때문에 그 분석결과를 일반화하는 데 한계가 있다. 예를 들어 우리나라 환경부의 경우 녹지자연도를 통해 육지권의 생태계를 1등급부터 10등급까지 나누어 분류하고 있다. 어떤 지역의 현재 생태계가 조림지(6등급)라 하자. 이 조림지를 완전히 개발하여 시가지조성지(1등급)로 만들 수도 있고, 과수원(3등급)으로 만들 수도 있다. 자연생태계정책을 입안하는 정부 입장에서는 이 지역을 조림지로 유지할 때의 가치와 시가지조성지 및 과수원으로 각각 개발할 때의 경제적 가치를 모두 평가하는 것이 필요할 것이다. 그러나 CVM은 현 생태계를 유지할 때의 가치와 시가지를 조성할 때의 가치 비교나 현 생태계와 과수원의 가치 비교만을 행하기 때문에 국민들의 선호를 체계적으로 반영하면서 이 지역에 유지될 수 있는 다양한 생태계의 가치 모두를 도출하는 데 한계가 있다.

둘째, CVM은 자연생태계를 구성하는 다양한 속성들을 모두 고려하여 각각의 속성별 가치를 평가하는 데 한계를 가진다. 자연생태계는 경관의 제공, 휴양지로서의 기능, 홍수조절 기능 등 여러 가지 다양한 기능을 행한다. CVM의 기법을 사용하면서도 이들 다양한 기능의 개별 가치를 동시에 도출하고자 하는 연구들이 최근 이루어지고 있으나(Hoehn and Loomis, 1993; Wu et al., 1992), 이들 연구는 아직은 특히 계량경제학적 측면에서 볼 때 분석의 엄밀성이 문제가 되고 있다(Hanemann and Kanninen, 1998). 따라서 CVM을 사용한 국내 연구들 역시 자연생태계의 속성별 가치보다는 생태계 전체의 보존가치를 도출하고 있다.

자연생태계의 가치를 평가함에 있어 CVM이 가지는 이상과 같은 한계들은 가상순위결정법(contingent ranking method: CRM)을 사용할 경우 상당한 정도로 완화될 수 있다. CRM은 CVM의 설문형식 가운데 하나인 투표모형(referendum model)을 확장한 분석모형이라 볼 수 있는데, 특정 생태계가 가질 수 있는 다양한 모습을 등급으로 나타내고, 각 등급을 유지하는 데 소요되는 비용을 표시한다. 이어서 이러한 다양한 등급을 피설문자가 선호하는 순서대로 나열할 것을 요구하고, 그 결과에 기초하여 피설문자들이 각 등급의 생태계를 유지하기 위해 지불하고자 하는 의사를 도출한다. CRM은 따라서 한 번의 설문조사를 통해 다양한 형태의 생태계를 유지함에 따라 발생하는 편익을 조사할 수 있고, 또한 조사대상 생태계의 현 상태에만 국한된 분석으로부터 탈피할 수 있으며, 아울러 생태계의 특징을 구성하는 개별 특성에 대해 부여하는 가치 역시 도출할 수 있다.

CRM이 이상과 같은 장점을 가지기 때문에 외국의 경우 Rae(1982, 1983),

Lareau and Rae (1989), Layton (1995) 등의 많은 적용 예가 나온 바 있으나, 국내에서는 아직 환경재 가치평가를 위해 사용되지 않고 있다. 따라서 본 연구는 CRM을 이용한 국내 생태계 가치평가모형을 개발하고, 이를 시험지역에 대해 적용하는 것을 그 목적으로 한다.[1)]

본고의 구성은 다음과 같다. 제Ⅱ절은 CRM 모형을 구축하고, 이어서 제Ⅲ절은 시험지역인 용인군 수지읍 소재 광교산을 대상으로 한 설문조사 결과를 설명한다. 제Ⅳ절은 모형의 추정결과를 설명하며, 마지막 제Ⅴ절에서는 결론을 내리고 추가연구방향에 대해 논의한다.

Ⅱ. 가상순위결정모형

전국토를 그 자연적 특징에 기초하여 J개의 등급으로 분류할 수 있고, 현재 어떤 지역의 생태계 등급이 J개의 등급 가운데 하나인 q_i로 나타나고 있다고 가정하자. 이 지역을 대상으로 조사하여 각 등급의 경제적 가치를 평가할 때, 현재 이 지역의 어떤 주민의 후생수준을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$u_i = v_i(q_i, m, s) + \varepsilon_i \tag{1}$$

식 (1)의 효용함수 u_i는 확률효용함수(random utility function)라 불리는 함수로서 효용함수의 구성요소 가운데 분석자가 관측할 수 있는 변수에 의해 설명되는 부분인 간접효용함수 $v_i(q_i, m, s)$와 관측이 되지 않는 확률변수인 ε_i의 합으로 구성된다. m은 주민의 소득수준이고, s는 주민의 기타 사회·경제적 변수를 나타낸

1) CRM은 원래 Beggs et al. (1981)과 Hausman and Ruud (1987)와 같은 계량경제학자들에 의해 개발중인 신제품의 수요분석 등을 위해 사용되었으며, 또한 Punj and Staelin (1978), Chapman and Staelin (1982)과 같은 마케팅분야의 연구자들에 의해서도 개발·사용된 바 있다. 아울러 최근에는 Allison and Christakis (1994)에 의해 사회학분야에도 적용된 바 있다. 계량경제학자들은 자신들의 모형을 rank-ordered logit model이라 불렀고, 마케팅분야 연구자들은 유사한 모형을 exploded logit model이라 불렀다. 환경경제학문헌들은 이 모형을 가상순위결정법(CRM)이라 부른다. 본 논문은 Rae (1983)와 Lareau and Rae (1989) 등과 거의 같은 분석모형을 사용하지만 이들 모형과는 달리 생태계 가치의 변화가 등급변화에 비선형으로 반응할 수 있도록 보다 신축적인 모형을 사용한다.

다. 아울러 ε_i는 어떤 통계적인 분포를 따른다고 가정한다.

조사대상이 되는 지역의 생태계 등급을 q_i에서 q_j $(j \neq i)$로 변화시킬 때 발생하는 가치를 평가한다고 가정해 보자. 만약 이러한 가치를 CVM의 투표모형을 이용하여 도출하고자 한다면 다음과 같은 질문을 응답자에게 던져야 한다.

"만약 이 지역의 자연생태계 등급을 q_i에서 q_j로 변화시키되, 이를 위해 필요한 경비를 조달하기 위해 가구당 A_j원을 주민세나 기부금의 형식으로 매달 징수하고자 한다면 이에 대해 찬성하시겠습니까?"

위와 같은 질문을 받은 응답자는 자신의 선호에 따라 찬성 혹은 반대로 대답할 것이다. 만약 어떤 응답자가 찬성으로 대답하였다면 다음과 같은 상황이 발생할 경우이며, 반대의 대답을 하였다면 아래의 부등호가 반대 방향일 경우일 것이다.

$$v_i(q_i, m, s) + \varepsilon_i < v_j(q_j, m - A_j, s) + \varepsilon_j \tag{2}$$

ε_i와 ε_j에 대해 특정 확률분포를 부여할 경우 각기 다양한 응답을 한 응답자의 응답결과를 모두 모아 이들이 실제로 응답한 결과가 나타날 확률을 가장 크게 하는 효용함수 $v_i(q_i, m, s)$와 $v_j(q_i, m - A_j, s)$의 형태를 통계적으로 추정할 수 있고, 이에 기초하여 q_j의 등급이 q_i의 등급에 비해 상대적으로 어느 정도의 경제적 가치를 가지는지를 알아낼 수 있다.[2]

이상의 절차와 같이 CVM은 현 수준의 생태계 등급인 q_i를 기준으로 하여 생태계 등급이 이 수준에서 달라질 경우 발생하는 후생변화를 분석하여 생태계 등급의

2) 이러한 분석절차에 관해서는 Hanemann (1984), Hanemann and Kanninen (1998), Cameron (1988), McConnell (1990) 등을 참조하기 바란다. 이산선택모형의 구조를 가지는 투표모형은 다른 형태의 CVM기법에 비해 많은 장점을 가진다(Mitchell and Carson, 1989). 이 가운데 하나로서 이 모형은 유인 적합성(incentive compatibility)을 충족한다는 점을 들 수 있다. 즉 CVM 조사시 응답자는 자신의 입장에 따라 생태계가치를 과장할 수도 있고 반대로 의도적으로 낮게 응답할 수도 있다. 그러나 투표모형하에서는 제시된 금액에 대해 찬성 혹은 반대의 응답만을 할 수 있기 때문에 이러한 과장이나 과소 응답이 불가능해진다. 물론 투표모형에서는 초기에 조사자가 제시하는 금액이 분석결과에 영향을 미치는 소위 시작점 편의(starting point bias)가 나타날 수도 있으나, 각 응답자별로 다양한 금액이 제시되고 설문에 대해 정답이 없음이 강조될 경우 이러한 편의의 가능성도 대폭 줄어든다. CRM 역시 투표모형과 마찬가지로 이산선택모형의 구조를 유지하므로 유사한 장점을 가진다 볼 수 있다.

경제적 가치를 평가한다. 그러나 발생가능한 생태계의 등급은 q_i 나 q_j의 두 가지가 아니라 J개이므로 이러한 J개의 모든 등급을 평가하기 위해서는 위와 같은 절차를 $J-1$번 밟아야 한다. J가 작지 않은 숫자일 경우 $J-1$번의 응답과정에서 응답의 불일치성(inconsistency)이나 비논리성이 나타날 수 있으며, 각각의 응답은 확률적으로 보아 공통적인 요소에 의해서 영향을 받을 수 있기 때문에 그 결과를 동시에 통계적으로 분석하는 데도 어려움이 따른다. 따라서 다수의 등급에 대한 경제적 가치를 부여하고자 할 경우에는 통상적인 CVM은 한계를 가진다고 보아야 한다.

다수의 등급에 대한 평가를 가능케 하는 CRM은 위에서 설명된 CVM을 확장한 모형이라 볼 수 있다. 있을 수 있는 생태계의 등급으로서 $q_1, q_2, \ldots, q_J$의 J개가 있고, 편의상 q_J는 분석대상지역에 대해 난개발이 이루어져 생태학적으로 보아 가장 불량한 상태를 의미하며, q의 하첨자의 값이 작을수록 양호한 생태계를 나타낸다고 가정하자. 통상적으로 주민들은 q_J의 상태를 최악의 상태로 여길 것이므로 이러한 상태를 얻기 위해 자신의 소득을 지불하지는 않으려 할 것이다. 즉 q_J에 대한 지불의사는 0이라 볼 수 있다. 따라서 CRM은 CVM과는 달리 어떤 지역 생태계의 현 상태가 아니라 생태계 등급의 최상이나 최하상태를 기준으로 경제적 가치를 평가한다.

CRM을 사용할 경우 $q_1, q_2, \ldots, q_J$의 등급이 구체적으로 어떤 상태를 의미하는지를 먼저 설명한 후, 다음과 같은 질문을 던진다.

"위에서 설명된 q_J의 상태는 이 지역에 대해 민간의 자유로운 개발을 허용할 때 발생합니다. 이 지역이 q_J보다 개선된 생태계를 유지하기 위해서는 사유지에 대한 보상이나 생태계 관리를 위해 비용이 소요됩니다. 이 지역의 생태계를 각각 $q_1, q_2, \ldots, q_{J-1}$으로 유지하기 위해서 필요한 경비를 주민세 등을 통해 매달 가구당 $A_1, A_2, \ldots, A_{J-1}$을 징수한다고 가정합시다. q_J를 유지하기 위해서는 비용이 소요되지 않습니다. 이상과 같은 J가지 대안을 선호하는 순서대로 나열해 주시기 바랍니다."

위의 질문에서 A_j는 j의 값이 커지면서 하락할 것이며, 모든 응답자에게 등급별로 동일한 A_j의 집합이 제시될 필요는 없다. 위와 같은 질문을 접한 응답자는 보다 양호한 자연생태계 지표를 유지하기 위해서는 많은 금액을 자신이 지불하여야 하므

로 자연생태계의 등급과 자신의 지불액 간의 관계를 인식하여 자신에게 가장 유리한 순서부터 나열할 것이다. 예를 들어 어떤 응답자가 자연생태계에 대해 매우 강한 선호를 가져 양호한 등급일수록 지불금액이 늘어남에도 불구하고 $q_1, q_2, \ldots, q_J$의 순서대로 선호하였다고 가정하자. 먼저 이 응답자가 다른 어떤 등급보다도 1등급을 선호하였다는 사실은 다음을 의미한다.

$$v_1(q_1, m-A_1, s)+\varepsilon_1 > v_j(q_j, m-A_j, s)+\varepsilon_j, \quad j\neq 1 \tag{3}$$

효용함수에서 관측되지 않는 부분인 ε이 제 1 형태 극한치 분포(type I extreme value distribution)를 따른다고 가정할 경우 식(3)과 같은 상황이 발생할 확률은 다음과 같다.

$$\Pr[v_1+\varepsilon_1 > v_j+\varepsilon_j, \ j\neq 1] = \frac{\exp(v_1)}{\sum_{k=1}^{J}\exp(v_k)} \tag{4}$$

마찬가지로, $q_2, q_3, \ldots, q_J$의 대안 가운데 2등급을 가장 선호할 확률은 다음과 같다.

$$\Pr[v_2+\varepsilon_2 > v_j+\varepsilon_j, \ j>2] = \frac{\exp(v_2)}{\sum_{k=2}^{J}\exp(v_k)} \tag{5}$$

이상의 절차를 반복하여 어떤 응답자가 $q_1, q_2, \ldots, q_J$의 순서대로 선호할 확률을 다음과 같이 도출할 수 있다.[3]

$$\frac{\exp(v_1)}{\sum_{j=1}^{J}\exp(v_j)} \ \frac{\exp(v_2)}{\sum_{j=2}^{J}\exp(v_j)} \ \frac{\exp(v_3)}{\sum_{j=3}^{J}\exp(v_j)} \ \cdots \ \frac{\exp(v_{J-1})}{\sum_{j=J-1}^{J}\exp(v_j)} \tag{6}$$

위의 확률표현을 좀더 일반화하기 위해 어떤 n번째 응답자가 j번째 등급하에서 얻는 효용 가운데 관측되는 부분을 v_{nj}라 하고, R_{nj}를 n번째 응답자가 j번째 등급

3) 순차적인 선호를 반영하는 식(6)과 같은 확률을 구할 수 있는 근거로서 Beggs et al. (1981)은 제 1 형태 극한치분포를 사용하는 로짓모형이 가지는 IIA(independence of irrelevant alternatives) 특성을 제시한 바 있고, Chapman and Staelin(1982)은 Luce and Suppes (1965)의 순위선택정리(ranking choice theorem)를 제시한 바 있다.

에 대해 부여한 순서라고 하자. 즉 이 순서는 J 이하의 자연수 가운데 하나이다. 또한 변수 δ_{njk}는 $R_{nk} \geq R_{nj}$이면 1이고 그외의 경우에는 0이라 하자. 이 경우 어떤 n번째 응답자가 실제로 선택한 순서가 발생할 확률 L_n는 다음과 같다.

$$L_n = \prod_{j=1}^{J} \left[\frac{\exp(v_{nj})}{\sum_{k=1}^{J} \delta_{njk} \exp(v_{nk})} \right] \tag{7}$$

따라서 응답자의 수가 N명일 경우 이들이 실제로 선택한 순서가 나타날 확률을 나타내는 우도함수(likelihood function)는 다음과 같다.

$$L = \prod_{n=1}^{N} \prod_{j=1}^{J} \left[\frac{\exp(v_{nj})}{\sum_{k=1}^{J} \delta_{njk} \exp(v_{nk})} \right] \tag{8}$$

효용함수 $v(\cdot)$에 어떤 함수형태를 부여한 뒤, 응답자들로부터 수거된 자료를 이용하여 식(8)의 우도함수를 극대화하는 효용함수의 추정모수들을 구할 경우 자료의 성질을 가장 잘 나타내는 효용함수 $v(\cdot)$를 추정할 수 있으며, 이를 이용하여 각 등급의 경제적 가치를 구할 수 있다.[4]

예를 들어 어떤 j번째 등급에 대해 응답자가 지불하고자 하는 지불의사, 즉 j번째 자연생태계 등급의 경제적 가치는 다음을 만족하는 보상잉여(compensating surplus) CS_j로 계산된다.[5]

$$v_j(q_j, m - CS_j, s) = v_J(q_J, m, s) \tag{9}$$

---

4) 확률효용함수의 확률변수가 반드시 제1형태 극한치분포만을 따른다고 가정할 필요는 없다. 확률변수가 정규분포를 따를 경우에도 모형의 추정이 가능하지만 선택 대안이 많을 경우 정규분포함수의 적분을 취하는 것이 어려운 문제가 된다. Hajivassiliou and Ruud(1994)는 Monte Carlo 시뮬레이션을 통해 이 문제를 해결하는 방법을 제시하고 있다.

5) CVM의 투표모형을 사용할 경우 추정된 확률효용함수로부터 환경개선에 대한 지불의사인 보상잉여의 확률분포를 도출할 수가 있고, 보상잉여의 평균값이나 중앙값을 1인당 지불의사로 간주한다. 그러나 다수의 대안별 순서를 결정하는 CRM에서는 추정된 효용함수로부터 보상잉여의 다변수 분포(multivariate distribution)를 도출하는 것이 불가능한 것으로 알려져 있다(Hanemann and Kanninen, 1998). 따라서 CRM을 사용한 기존 연구들은 확률변수 ε의 영향은 무시한 채 식(9)와 같이 확률효용함수의 관측되는 부분만을 사용하여 보상잉여를 계산하였고, 본고 역시 이를 따르기로 한다.

한편 자연생태계 등급 자체의 가치가 아니라 등급을 구성하는 개별 특성변화가 유발하는 경제적 편익을 구하고자 할 경우에는 q_i가 등급 자체가 아니라 i번째 등급을 구성하는 각 특성을 나타내는 벡터가 되어야 한다.

Ⅲ. 설문 조사

본 연구는 제Ⅱ절에서 설명한 CRM을 용인시 수지읍의 광교산 입구에 대해 적용한다. 광교산은 수원과 용인 일대에 걸쳐 위치한 산이다. 본 연구의 분석대상이 되는 지역은 수지 1지구의 동문 APT 뒤쪽에 위치한 야산으로서, 주민들이 광교산을 오르고자 할 경우 거쳐야 하는 곳이다. 야산 입구에는 토월약수터라는 비교적 수량이 풍부한 약수터가 있다. 이 야산은 기본적으로 개발이 급속히 진행되고 있는 신도시에 위치하고 있어 향후 택지로 전용될 가능성이 농후하며, 실제로 동문 APT쪽 입구에는 자동차학원이 이미 위치하고 있다. 이 지역에 대한 개발시도는 그 동안 수차례 있어 왔고, 이에 대한 인근 주민들의 반발 역시 매우 강하다. 1997년에 행해진 서울대학교 임업과학연구소(1997)의 연구결과에 의하면, 이 야산을 방문하는 사람은 당시 기준으로 연간 150만 명에 달한다.

본 연구는 이 지역 생태계의 등급을 이 지역의 현재 생태계 상태와 관련없이 3등급으로 분류하였다. 1등급은 산림상태가 매우 양호하고 개발도 이루어지지 않아 가장 우수한 생태계를 유지하는 경우이다. 2등급은 개발은 이루어지지 않으나 산림에 대한 관리가 허술하여 수목상태가 불량한 경우이다. 마지막 3등급은 산림이 불량할 뿐 아니라 개발이 자유로이 허용되어 아파트들이 난립해 있는 상황이다. 설문조사 시 주민들이 각 등급의 상태를 파악할 수 있도록 하기 위해 먼저 야산의 현재 모습을 사진 촬영한 뒤, 촬영된 사진을 컴퓨터 조작하여 각 등급하의 야산의 모습을 만들어내었다.

설문조사는 수지읍에 거주하는 사람들을 대상으로 행해졌으며, 수지읍 소재 아파트단지들을 고르게 방문하여 총 250여 명의 주민들을 대상으로 방문조사를 행하였다. 이 가운데 중요한 질문에 대해 응답하지 않은 응답자를 제외한 총 214명의 응답결과가 분석에 사용되었다. 조사는 아파트에 거주하는 주민뿐 아니라 상가 등에서 자영업을 하는 사람들을 대상으로도 이루어졌다.

설문을 통해 응답자가 분석대상인 야산을 인지하고 있는지의 여부와 이 산을 찾는 횟수, 결혼여부, 나이, 수지읍 거주기간, 주택의 자기소유 여부, 가족수, 학력, 직업, 소득 등과 같은 내용을 조사하였다. 이어서 위에서 설명된 생태계의 3가지 등급에 해당되는 사진을 보여주고, 각 등급의 상황을 설명한 뒤, 경제적인 부담이 없이 선호하는 순서를 선택하도록 하였다. 그 결과 거의 모든 응답자가 1등급 → 2등급 → 3등급의 순서를 선호하였다. 이어서 다음과 같은 질문을 하였다.

"사진 3은 광교산이 민간에 의해 자유롭게 개발되고 산림의 관리도 이루어지지 않은 상태입니다. 광교산의 개발을 막고 최소한 사진 2의 상태를 유지하기 위해서는 사유지에 대한 보상이 이루어져야 합니다. 그리고 사진 1과 같은 상태를 유지하기 위해서는 사유지에 대한 보상뿐 아니라 비용을 들여 산림 관리까지 하여야 합니다. 정부가 주민세를 걷어 이러한 비용을 징수한다고 가정하겠습니다. 만약 사진 2의 상태를 유지하기 위해 가구당 월 1,000원을 징수하고, 사진 1의 상태를 유지하기 위해 가구당 월 10,000원을 징수한다면, 귀하는 사진 1, 2, 3 가운데 어떤 순서로 마음에 드시는지를 말씀해 주십시오."

위의 설문처럼 모든 응답자에게 사진 3, 즉 3등급의 상태를 유지하기 위해서는 비용이 소요되지 않는다고 말하였으나, 1등급이나 2등급을 유지하기 위해 지불하여야 하는 금액은 7가지로 나누어 이 가운데 하나를 각 응답자에게 제시하였다. 이 금액들은 〈표 1〉에 나타나 있다. 〈표 1〉의 금액 가운데 자신에게 제시된 금액을 참

〈표 1〉 1등급과 2등급의 유지비용으로 제시된 금액

설문지 유형	1등급 (천 원)	2등급 (천 원)
A	2	0.5
B	10	3
C	10	1
D	3	0.1
E	1	0.2
F	0.5	0.1
G	20	3

조하여 응답자들이 결정한 각 등급의 순위는 비교적 고르게 나타나 어떤 하나의 등급이 절대적으로 선호되는 상황은 발생하지 않았다.

이어서 CVM의 질문법 가운데 하나인 개방형(open-ended) 질문을 사용하여 1등급과 2등급을 유지하기 위해 각각 지불하고자 하는 금액이 얼마인지를 자유롭게 대답하도록 하되, 위에서 제시된 금액에 구애받지 말기를 강조하였다.

조사된 결과를 보면, 응답자의 약 68%가 이 야산에 대해 알고 있으며, 가족 가운데 연인원 7.9명이 한 달 동안에 이 산을 방문한다. 개방형 질문을 통해 응답된 금액을 보면 1등급을 유지하기 위해 가족당 월평균 4,091원을 지불할 생각이 있으며, 2등급을 위해서는 1,110원을 지불할 생각이 있다.

Ⅳ. 모형의 추정결과

본고는 두 가지 추정방법을 사용하여 각 등급의 경제적 가치를 추정한다. 첫번째 방법은 각 등급에 대해 단일지표를 부여하고, 등급 개선을 지표의 수치 변화를 이용해 반영한다. 즉 이 경우 생태계 상태를 나타내는 변수 q는 1등급일 경우 1, 2등급일 경우 2, 3등급일 경우 3의 값을 가지도록 한다. 두번째 방법은 생태계의 상태를 구성하는 각 개별 특성에 대해 수치를 부여하는 방법이다. 본고가 설정한 생태계 등급은 크게 산림의 양호함과 개발 여부의 두 가지 변수에 의해 결정된다. 따라서 이 두번째 방법은 변수 q^F로 하여금 산림이 양호할 경우에는 1의 값을 가지고, 불량할 경우에는 2의 값을 가지도록 한다. 또한 변수 q^D는 개발이 전혀 되지 않고 보존될 경우에는 1의 값을 가지고, 민간의 개발이 허용될 경우에는 2의 값을 가지도록 한다.

첫번째 방법을 사용하여 CRM 분석을 하기 위해 다음과 같은 효용함수를 설정하였다.

$$v = \alpha_1 q + \alpha_2 q^2 + \beta_1 A + \beta_2 A/m + \sum_{i=1}^{7} \gamma_i q s_i + \sum_{i=1}^{7} \delta_i A s_i \qquad (10)$$

위의 효용함수에서 α, β, γ, δ들은 추정되어야 할 모수들이고, 기타 설명변수들은 〈표 2〉에서 설명되고 있다.

〈표 2〉 간접효용함수의 설명변수 (단일 지표 모형)

변 수	내 용
q	생태계 등급, 1등급=1, 2등급=2, 3등급=3
A	각 등급에 대해 제시된 금액(매월 납부금액)
m	가구의 월 평균소득, 단위: 1,000원
s_1	대상 생태계의 인지 여부, 인지함=1, 인지 안함=0
s_2	결혼 여부, 기혼=1, 미혼=0
s_3	만 연령
s_4	수지읍 거주기간(월)
s_5	주택의 자기 소유 여부, 자기 소유=1, 임대=0
s_6	가족 수
s_7	학력, 정규교육을 받은 연수

〈표 2〉의 변수 외에 성별 변수 등도 지불의사에 영향을 미칠 수 있으나, 낮시간 동안 조사가 이루어져 대부분의 응답자가 가정주부 등의 여성이어서 이 변수는 제외하였다. 또한 광교산을 찾는 횟수 역시 효용함수의 구조에 영향을 줄 수 있으나, 이 변수는 기본적으로 응답자가 자발적으로 선택하는 변수로서, 응답자에게 외생적으로 주어져 있는 변수들에 의해서만 영향을 받는다고 전제되는 간접효용함수에 포함되어서는 안된다. 따라서 방문횟수 역시 효용함수의 추정식에서는 제외되었다.

식 (10) 의 추정식은 Lareau and Rae (1989) 가 사용한 추정식과 유사하나 생태계 등급의 제곱인 q^2 를 포함한다는 점에서 차이가 있다. q^2 를 포함시키는 것은 3등급에서 2등급으로 변할 때의 가치변화와 2등급에서 1등급으로 변할 때의 가치변화가 서로 달라질 수도 있도록 하기 위함이다.

식 (10) 의 추정결과는 〈표 3〉과 같이 정리된다.[6]

〈표 3〉의 추정결과를 보면, 자연생태계 등급과 관련된 α_1 및 α_2 의 추정치는 약 15% 이하의 유의수준에서 유의하고, 각 등급의 유지비용과 관련된 β_1 의 추정치는 신뢰도가 낮으나 β_2 의 추정치는 1% 이하의 유의수준에서 유의하다. 추정된 간접효용함수를 생태계 등급과 유지비용에 대해 각각 미분한 결과 모든 관측치에 있어 생태계가 개선될수록 효용이 증가하고, 비용이 늘어날수록 효용이 감소하는 것으로 나타났다.

6) 식 (10) 의 추정을 위하여 SAS의 PROC PHREG를 사용하였다.

〈표 3〉 추정 결과(단일 지표 모형)

추정모수	추정치	t값	추정모수	추정치	t값
α_1	-1.387	-1.577	γ_6	0.118	1.149
α_2	0.175	1.400	γ_7	0.039	1.187
β_1	0.025	0.123	δ_1	-0.107	-1.820
β_2	-165.961	-2.219	δ_2	-0.181	-2.296
γ_1	-0.591	-2.515	δ_3	0.001	0.393
γ_2	-0.477	-1.495	δ_4	-0.001	-1.837
γ_3	-0.004	-0.410	δ_5	-0.102	-1.622
γ_4	-0.003	-1.512	δ_6	0.032	1.206
γ_5	-0.583	-2.407	δ_7	0.006	0.643

주: 모형 전체의 우도비 검정(likelihood ratio test) 통계량 = 141.086 ($p = 0.0001$)

추정결과를 통해 볼 때 대상 야산을 이미 알고 있고, 결혼을 하였으며, 수지읍 거주기간이 길고, 자기소유의 주택에 거주하며, 대가족이며, 학력이 낮은 응답자일수록 등급개선에 대해 큰 만족도의 증대를 느끼나, 응답자의 연령은 등급개선에 대한 선호도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이상과 같은 결과는 학력을 제외하고는 대부분 직관적인 예측과 부합되는 결과라 할 수 있다.

비용의 경우에는 대상 야산을 인지하고 있고, 결혼을 하였으며, 수지읍 거주기간이 길며, 자기소유 주택에 거주하는 응답자일수록 비용증가에 민감하게 반응하였다. 반면 대가족일수록 비용증가에 둔감하게 반응하였으며, 학력과 연령은 비용증가에 대한 반응에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

이상의 추정결과에 기초하여 3등급의 경제적 가치가 0이라는 전제하에 1등급과 2등급의 경제적 가치를 평가한 결과 〈표 4〉와 같이 나타났다. 1등급의 경제적 가치는 가구당 월평균 5,633원이고, 2등급의 경제적 가치는 2,367원이다.[7] 현재 수지읍의 가구수가 26,587가구이고 인구는 94,583명이므로, 등급별 가치를 수지읍 전체 인구를 대상으로 환산하면 1등급 가치는 한 달에 약 1억 5천만 원이고, 2등급 가치는 약 6,300만 원이다. 한편 1등급과 2등급의 생태계가 매년 제공하는 경제적 가치를 할인율 10%를 사용하여 평가한 각 등급의 자산으로서의 가치는 각각 약 198억 원과 83억 원인 것으로 나타났다.[8] 1등급과 2등급 사이의 경제적 가치의 차이가

7) 이러한 금액은 개방형 질문을 통해 얻어진 금액을 약간 상회하는 수준이다.

〈표 4〉 광교산 입구 야산 생태계의 등급별 가치 (단일 지표 모형)

금 액	1등급	2등급
가구당 월 지불의사	5,633원	2,367원
수지읍 전체의 월 지불의사	1억 5천만 원	6,300만 원
자산으로서의 가치	198억 원	83억 원

〈표 5〉 광교산 입구를 방문하는 사람과 하지 않는 사람의 지불의사 (단일 지표 모형)

금액(가구당 월 지불의사)	1등급	2등급
전체 응답자	5,633원	2,367원
방문하는 사람	24,961원	9,691원
방문하지 않는 사람	1,095원	496원

2등급과 3등급 사이의 경제적 가치의 차이보다 크다는 것은 생태계가 개선이 될수록 등급개선이 만족도에 미치는 한계적 영향이 커짐을 의미한다.[9]

한편 분석에 사용된 총 214명의 응답자 가운데 가족 중 한 명이라도 광교산 입구를 방문한 적이 있는 사람은 106명이고, 한 번도 방문하지 않은 사람은 108명이었다. 광교산 입구를 방문하는 사람들을 대상으로 한 분석결과는 생태계의 사용가치와 존재가치를 모두 포함하는 것이라 볼 수 있다. 반면 광교산을 방문하지 않는 사람들만을 대상으로 한 분석결과는 일종의 존재가치를 나타낸다고 할 수 있다. 도출된 생태계 등급의 경제적 가치 가운데 존재가치가 어느 정도나 차지하는지를 확인하기 위해 각각 광교산 입구를 방문하는 사람과 방문하지 않는 사람만의 응답결과를 가지고 모형을 다시 추정하였으며, 그 결과는 〈표 5〉에 정리되어 있다. 〈표 5〉가 보여주는 바와 같이 분석대상이 되는 생태계를 방문하는 사람과 하지 않는 사람

8) 서울대학교 임업과학연구소는 1997년에 CVM을 사용하여 본 연구가 분석하는 광교산 입구의 상태를 현 상태로 유지하는 것에 대한 지불의사를 조사하였다. 이들의 연구는 광교산 입구를 현 상태로 유지하는 것의 경제적 가치는 약 10억 원에 달하는 것으로 보고한 바 있다. 광교산 입구의 현 상태는 1등급과 2등급의 중간 정도에 해당되기 때문에 본 연구의 결과는 임업과학연구소의 분석보다도 높은 생태계 가치를 도출하고 있다.

9) 비록 소수이기는 하나 응답자 가운데는 2등급과 같이 황폐한 생태계를 유지하기보다는 차라리 개발하는 것이 낫다는 반응을 보인 경우가 있었다. 응답자들의 이러한 태도가 이와 같은 결과를 야기하였다고 볼 수 있다. 한편 소수의 응답자가 보인 이러한 반응은 응답자들이 개발이 되었을 때 발생할 수 있는 편익도 어느 정도는 인식한 상태에서 응답하였음을 의미한다.

의 지불의사 사이에는 매우 큰 격차가 존재함을 알 수 있다. 그러나 이 생태계를 방문하지 않는 사람도 생태계 개선을 위해 상당한 정도의 금액을 납부할 의향이 있는 것으로 나타났으므로 수지읍에 거주하지 않는 사람들이 광교산 입구의 생태계 개선을 위해 지불하고자 하는 금액 역시 상당할 것이라 해석할 수 있다.

야산을 주기적으로 방문하는 가구들이 지불하고자 하는 금액인 24,961원은 본 연구의 분석모형의 적합성에 대한 평가를 내릴 수 있게 한다. 설문조사과정에서 동문 APT처럼 광교산 입구와 인접한 지역에 위치한 주민들은 이 야산의 개발을 막기 위해 가구당 월 50,000원을 모금하고 있는 것으로 밝혀졌다. 즉 50,000원은 이 야산의 보존을 위해 인접 주민이 실제로 지불하고 있는 금액이다. 설문조사에 포함된 야산을 방문하는 사람 가운데 인접 지역에 거주하는 사람은 일부분에 불과하다. 따라서 야산을 방문하는 사람들의 전체 평균 지불금액으로 도출된 24,961원은 인접 거주민의 실제 지불액 50,000원과 가까우면서도 더 작은 값을 가지기 때문에 야산 보존을 위한 주민들의 실제 행위를 비교적 잘 반영하고 있다고 볼 수 있다.

두번째 추정모형을 사용할 경우 (q^F, q^D)의 두 가지 변수에 의해 생태계 상태가 표현되고, 두 변수의 수치로서 1, 2, 3등급은 각각 (1, 1), (2, 1), (2, 2)의 값을 가진다. 두번째 모형의 추정식은 다음과 같고, 그 추정결과는 〈표 6〉에 나타나 있다.

$$v = \alpha_F q^F + \alpha_D q^D + \beta_1 A + \beta_2 A/m + \sum_{i=1}^{7} \gamma_i^F q^F s_i + \sum_{i=1}^{7} \gamma_i^D q^D s_i + \sum_{i=1}^{7} \delta_i A s_i \quad (11)$$

두번째 모형의 추정결과에서도 모든 응답자에게 있어 생태계가 개선될수록 만족도가 증가하고 비용이 증가할수록 만족도가 감소하는 것으로 나타났다. 아울러 추정결과에 기초하여 1등급 및 2등급에 대한 가구당 평균 지불의사를 도출한 결과 각각 월평균 5,162원과 1,337원으로 나타났다. 이러한 지불의사를 단일 지표를 이용한 첫번째 모형에서 도출된 지불의사와 비교할 때 1등급의 경우는 매우 유사한 금액이지만 2등급의 경우는 첫번째 모형의 지불의사보다 약 1,000원 정도가 낮은 금액이다.

〈표 6〉 추정 결과(두 지표 모형)

추정모수	추정치	t값	추정모수	추정치	t값
α_F	-0.799	-0.626	γ_3^D	-0.014	-0.890
α_D	-0.502	-0.512	γ_4^D	-0.005	-1.306
β_1	0.033	0.155	γ_5^D	-0.426	-1.321
β_2	-165.955	-2.206	γ_6^D	0.099	0.760
γ_1^F	-0.679	-1.639	γ_7^D	0.049	1.049
γ_2^F	-0.890	-1.534	δ_1	-0.112	-1.737
γ_3^F	0.011	0.564	δ_2	-0.210	-2.439
γ_4^F	-0.002	-0.544	δ_3	0.002	0.721
γ_5^F	-0.805	-1.896	δ_4	-0.001	-1.774
γ_6^F	0.145	0.768	δ_5	-0.116	-1.687
γ_7^F	0.020	0.331	δ_6	0.034	1.143
γ_1^D	-0.531	-1.682	δ_7	0.004	0.394
γ_2^D	-0.231	-0.528			

주: 모형 전체의 우도비 검정(likelihood ratio test) 통계량 = 142.948 ($p = 0.0001$)

V. 요약 및 결론

본고는 가상가치평가법에서 가장 많이 사용되는 투표모형을 확장한 가상순위결정법을 적용하여 다양한 자연환경상태를 유지함에 따라 얻게 되는 경제적 가치를 도출할 수 있음을 보이고, 간단한 가상순위결정모형을 구축·적용하여 용인군 수지읍 소재 광교산의 자연생태계 가치를 추정하였다.

본고가 도출한 가치는 현재 수지읍에 거주하는 주민들이 광교산이 개발되지 않고 보존됨에 따라 얻게 되는 편익을 의미한다. 따라서 이 생태계를 개발할 것인지의 결정은 생태계를 보존함으로써 이 지역 주민이 얻게 되는 이와 같은 편익을 이 지역을 개발함으로써 추가적인 입주자와 개발업자 등이 얻게 되는 편익과 비교하여 내려져야 할 것이다.

가상순위결정법은 생태계를 구성하는 각 특성별 가치와 다양한 등급의 생태계 가

치를 한 번의 설문조사를 통해 일관성있게 도출할 수 있다는 점에서 유용한 생태계 가치평가법이 될 수 있고, 이 방법의 적용을 통해 생태계 관리를 위해 필요한 정보를 도출할 수가 있다. 본 연구는 과학적인 지표를 사용한 생태계 지표화 개선작업이 환경부에 의해 아직은 진행중이기 때문에 우선 산림의 양호함과 개발 여부를 이용하여 생태계 등급을 분류하고, 주로 시각적 효과를 이용하여 생태계의 등급별 특성을 응답자에게 설명하였다. 생태계 관리를 위해 필요한 보다 유용한 정보를 도출하기 위해서는 생태계의 등급을 보다 과학적인 지표를 사용하여 설정하고, 이러한 지표에 대한 가치를 도출할 수 있어야 할 것이다.

가상순위결정법은 투표모형에 비해 큰 결점도 가지고 있는데, 그것은 무엇보다도 평가대상이 되는 대안의 수가 많을 경우 응답자가 그 차이를 인식하고 순위를 결정하는 것이 힘들다는 점이다. 응답자가 각 대안의 차이를 인식하고 순위를 매기는데 어려움을 겪을 경우 자연히 응답결과의 신뢰성이 문제가 되고, 또한 무응답률이 높아지는 문제가 나타난다.

따라서 가상순위결정법의 향후 연구는 응답자의 인지상의 부담을 줄여주는 방법을 찾아내는 데 두어져야 한다. 이와 관련하여 Hausman and Ruud (1987) 와 Ben-Akiva et al. (1992) 은 선호순위가 달라지면서 우도함수에 포함되는 효용함수값을 나누어주는 파라미터의 값을 체계적으로 변화시키는 모형을 추정하여, 대안의 수가 많아지면서 인지적 부담이 증가하는지의 여부를 검정하였다. 이들의 연구결과는 대안이 3~4개를 초과할 경우 인지적 부담이 증가하고, 따라서 응답자의 순위결정행태가 순위별로 달라지기 때문에 본고가 사용하는 바와 같은 추정모형은 적합하지 않다는 결론을 내리고 있다. Hausman and Ruud (1987) 와 Ben-Akiva et al. (1992) 의 분석모형은 응답자가 인지상의 부담을 느끼는지를 통계적으로 검정하여 적절한 수의 대안이나 등급을 찾는 데 유용하게 사용될 수 있으나, 이들이 사용하는 우도함수와 부합되는 확률효용함수가 존재하지 않고, 따라서 추정결과에 기초하여 환경개선에 대한 지불의사를 도출할 수 없다는 문제를 가지고 있다.

응답자의 인지상의 부담을 줄여주는 또 다른 방법은 순위결정에 있어 복수의 등급에 대해 동일 순위를 허용하는 방법이다. 응답자로 하여금 특성의 차이를 인지하기 힘든 등급들에 대해서는 동일 순위를 매기는 것을 허용할 경우 응답자의 인지상의 부담을 줄여줄 수 있고, 동일 순위를 감안한 우도함수를 추정할 경우 이에 기초하여 지불의사까지도 도출할 수가 있다. 자연생태계의 가치평가를 위한 연구는 아

니지만 Allison and Christakis(1994)는 본고가 추정하는 바와 유사한 순위결정모형에 동일 순위를 허용하여 확률효용함수를 적절히 추정할 수 있음을 보인 바 있다. 본고는 설문조사과정에서 동일 순위를 허용하였으나 등급이 3개뿐이고, 응답자들의 상당수가 이미 분석대상 야산에 대해 인지하고 있기 때문에 99% 이상의 응답자가 동일 순위를 부여하지 않았다. 따라서 본고의 분석에서는 인지상의 부담은 심각한 문제가 되지 않았다고 할 수 있다.

■ 참고문헌

1. 김연수, "서울시 도시림의 휴양기능에 대한 경제적 가치평가에 관한 연구," 서울대학교 석사학위 논문, 1994.
2. 김태균 · 한상열 · 최관, "가상가치평가에서 가설적 편의 감소를 위한 조사설계," 『농업경제연구』, 제40집 제1권, 1999, pp. 167~182.
3. 산림청 임업연구원, 『산림의 공익적 기능의 계량화 연구』, 과학기술처, 1991.
4. 서울대학교 임업과학연구소, 『거주지 주변 야산의 공익적 가치에 관한 연구: 수지 1차 지구 토월 약수터 야산의 사례를 중심으로』, 1997.
5. 엄영숙 · 남궁문, "자연관광지점 개별 방문결정모형과 레크리에이션 편익가치 추정," 『1999년도 정기학술대회 논문집』, 한국환경경제학회, 1999.
6. 유병국, "강화도 남단 갯벌의 경제적 가치 평가," 『1998년도 정기학술대회 논문집』, 한국환경경제학회, 1998.
7. 윤여창 · 김성일, "산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적 평가방법론 비교연구," 『환경경제연구』, 제1권 제1호, 1992, pp. 155~184.
8. 이광석, "농촌방문의 경제적 편익 추정 — 여행비용법의 응용," 『농업경제연구』, 제37집, 1996, pp. 147~159.
9. 이성태 · 이명헌, "팔공산 자연공원의 편익가치 추정 — 여행비용접근법을 통하여," 『1998년도 정기학술대회 논문집』, 한국환경경제학회, 1998.
10. 장호찬, "야생조류의 가치평가에 관한 연구(광릉지역을 중심으로)," 서울대학교 석사학위 논문, 1994.
11. 전건홍, "민통선, 개발보다 보전가치가 더 크다," 『함께 사는 길』, 1998. 4, pp. 48~51.
12. 전현선 · 정복조 · 고성보, "수렵편익의 비시장적 측정 — 이선임의가치평가법의 적용," 『농업정책연구』, 제22집 제2권, 1995, pp. 47~67.
13. 한상렬 · 최관 · 이주희, "산림휴양자원에서 비이용가치의 존재와 평가," 『산림경제연구』, 제5권 제2호, 1997, pp. 1~11.
14. Allison, P. D. and N. A. Christakis, "Logit Models for Sets of Ranked Items," *Sociological Methodology*, 24, 1994, pp. 199~228.

15. Beggs, S., S. Cardell, and J. Hausman, "Assessing the Potential Demand for Electric Cars," *Journal of Econometrics*, 16, 1981, pp. 1~19.

16. Ben-Akiva, M., T. Morikawa, and F. Shiroishi, "Analysis of the Reliability of Preference Ranking Data," *Journal of Business Research*, 24, 1992, pp. 149~164.

17. Cameron, T. A., "A New Paradigm for Valuing Non-Market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression," *Journal of Environmental Economics and Management*, 15, 1988, pp. 335~379.

18. Chapman, R. G. and R. Staelin, "Exploiting Rank Ordered Choice Set Data within the Stochastic Utility Model," *Journal of Marketing Research*, 14, 1982, pp. 288~301.

19. Hajivassiliou, V. A. and P. A. Ruud, "Classical Estimation Methods for LDV Models Using Simulation," in R. F. Engle and D. L. McFadden (eds.), *Handbook of Econometrics*, Vol. IV, Elsevier, 1994.

20. Hanemann, W. M., "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," *American Journal of Agricultural Economics*, 66, 1984, pp. 332~341.

21. Hanemann, W. M. and B. Kanninen, "The Statistical Analysis of Discrete-Response CV Data," in I. J. Bateman and K. G. Willis (eds.), *Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EC, and Developing Countries*, Oxford: Oxford University Press, 1998.

22. Hausman, J. A. and P. A. Ruud, "Specifying and Testing Econometric Models for Rank-Ordered Data," *Journal of Econometrics*, 34, 1987, pp. 83~104.

23. Hoehn, J. P. and J. B. Loomis, "Substitution Effects in the Valuation of Multiple Environmental Programs," *Journal of Environmental Economics and Management*, 25, 1993, pp. 56~75.

24. Lareau, T. J. and D. A. Rae, "Valuing WTP for Diesel Odor Reductions: An Application of Contingent Ranking Technique," *Southern Economic Journal*, 55, 1989, pp. 728~742.

25. Layton, D. F., "Specifying and Testing Econometric Models for Stated Preference Surveys," Ph. D. dissertation, Department of Economics, University of Washington, Seattle, 1995.

26. Luce, R. D. and P. Suppes, "Preference, Utility, and Subjective Probability," in R. D. Luce, R. R. Bush, and E. Galanter (eds.), *Handbook of Mathematical Psychology*, Vol. 3, John Wiley & Sons, 1965.

27. McConnell, K. E., "Models for Referendum Data: The Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation," *Journal of Environmental Economics and Management*, 18, 1990, pp. 19~34.

28. Mitchell, R. C. and R. T. Carson, *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Washington, D. C.: Resources for the Future, 1989.

29. Punj, G. N. and R. Staelin, "The Choice Process for Graduate Business Schools," *Journal of Marketing Research*, 15, 1978, pp. 588~598.

30. Rae, D. A., "Benefits of Visual Air Quality in Cincinnati," Report to the Electric Power

Research Institute by Charles River Associates, Boston, 1982.

31. ———, "The Value to Visitors of Improving Visibility at Mesa Verde and Great Smoky National Parks," in R. D. Rowe and L. G. Chestnut(eds.), *Managing Air Quality and Scenic Resources at National Parks and Wilderness Areas*, Boulder: Westview Press, 1983.

32. Wu, P.-I., S. Cosslett, and A. Randall, "Benefit Evaluation of Complex Environmental Policy from Multiple-Referendum Contingent Valuation Experiments: The Mulitiple-Response Nested Logit Model," Working Paper, Department of Agricultural Economics, Ohio State University, 1992.