

지불의사 유도방식에 따른 온실가스 배출 감축의 편익 비교 분석

김충실¹⁾·이상호^{2)*}

Welfare Evaluation in Contingent Valuation under Alternative Approaches for Incorporating Respondent Uncertainty

Chung-Sil Kim¹⁾·Sang-Ho Lee²⁾

1) 경북대학교 농업경제학과 교수(Department of Agricultural Economics, Kyungpook National University)

2) 순천대학교 농업경제학과 조교수(Department of Agricultural Economics, Suncheon National University)

제 출 : 2009년 4월 20일 승 인 : 2009년 8월 31일

국 문 요 약

이 논문에서는 전체 표본을 2개의 표본으로 분리하여 지불의사금액의 유도방식에 따라 WTP가 얼마나 차이가 있는가를 분석하였다. 즉 온실가스 감축의 편익 가치를 추정하기 위해 양분선택형 방식과 다중범위 이산선택형 방식을 비교 분석하였다. 주요 분석결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 지불의사 유도방식에 따른 지불의사금액의 차이는 일반적 기대치와 일치하는 것으로 나타났다. 양분선택형 방식의 평균 WTP는 다중범위 이산선택형의 MBYES와 PRYES의 사이에 존재하는 것으로 분석되었다. 즉 양분선택형의 경우 월 평균 WTP가 7,470원인 반면 MBYES의 WTP는 11,999원이며 PRYES의 WTP는 6,704원으로 나타났다. 둘째, 선호 불확실성을 반영한 다중범위 이산선택형의 평균 WTP는 정책의사 결정에 있어 다양한 판단기준을 제시할 수 있다. 즉 사업평가의 기준이 되는 편익/비용분석에 있어 선호불확실성의 정도를 반영한 다양한 사업평가가 가능하다는 것이다.

■ 주제어 ■ 가상가치평가법, 지불의사금액, 양분선택형, 다중범위 이산선택형

Abstract

This study attempts to investigate the preference uncertainty of respondents involved in stating their Willingness to Pay (WTP). For the Contingent Valuation Method (CVM) survey, we employed two approaches using two split samples. The respondents of one sample were given the opportunity to express intensity of preference through Multi-bounded Discrete Choice (MBDC) WTP questions, while those in the other sample were given Dichotomous Choice (DC) WTP questions. By incorporating the two elicited degrees of preference uncertainty into examining the WTP responses, we compared the

* 교신저자 : shlee@sunchon.ac.kr

two approaches. In comparing the DC model with the MBDC model, the mean WTP for the DC model was similar to PRYES in the MBDC Model. We concluded that the MBDC model estimates the various mean WTP while considering the preference uncertainty.

■ **Keywords** ■ Contingent Valuation Method, Preference Uncertainty, Willingness to Pay

I. 서론

응답자의 진정한 지불의사금액을 도출하기 위해서는 지불의사 유도방식이 중요하다. 일반적으로 응답자가 평가 대상에 대해 확실한 정보를 갖고 있다면, 지불의사의 질문방식은 개방형 질문(open-ended question)이 가장 적절하다고 제시되었다(Hanemann and Kristrom 1995). 그러나 일반적으로 정보가 불확실한 경우에는 지불의사를 시장에서의 구매 상황과 유사한 “예” 또는 “아니오”로 나타내는 양분선택형(dichotomous choice format) 질문방식이 선호되고 있다.

가상가치평가법(contingent valuation method)에 있어 응답자가 직면하는 불확실성이 평균 지불의사금액(WTP)에 미치는 영향에 대한 이론 및 실증분석 차원의 연구들이 있어왔다. 기존 연구들에 의하면 양분선택형 질문에 의한 가상가치 평가는 공공재에 대한 실제 지불의사금액을 과대 추정한다는 결론을 내리고 있다(Cummings et al., 1995; Brown et al., 1996; Balistreri et al., 2001). 따라서 가상가치 평가에 있어 불확실성이 지불의사금액에 미치는 영향을 분석할 필요가 있다.

비시장재의 가치평가에 있어 불확실성은 다양한 측면에서 발생할 수 있다. 첫째, 평가대상이 되는 공공재 또는 환경재 자체에 대한 불확실성의 경우이다. 이는 응답자가 자신이 평가하는 대상이 무엇인지 확실히 알지 못하기 때문에 발생한다. 둘째, 특정 비시장 재화에 대한 개별 응답자의 가치평가는 대체재 또는 보완재의 존재 여부 및 가격정도에 따라 달라질 수 있다. 즉 응답자가 평가대상의 재화에 대한 대체재나 보완재가 있다고 평가할 경우, 지불의사금액은 상당히 달라질 수 있다. 셋째, 가상가치평가법은 가설적 상황에 의존하기 때문에 지불의사금액의 설문자체를 통해서도 불확실성의 문제가 발생할 수 있다(Loomis and Ekstrand, 1998). 넷째, 응답자가 가설적 상황이나 지불의사금액에 대한 질문 자체를 이해하지 못할 경우, 제시금액에 대한 응답에 있어 불확실성이 발생가능하다.

가상가치평가에 있어 불확실성을 반영한 선행연구는 장정인·유승훈·곽승준(2005), 김

충실·이상호(2006), Li and Mattson(1995), Ready et al.(1995), Welsh and Poe(1998) 등이 있다. 장정인 외(2005)는 응답자의 선호 불확실성을 고려한 경우의 모형 적합도 및 평균 WTP 값의 효율성을 비교 분석하였다. 김충실 외(2006)는 불확실성을 반영한 다중선택 모형을 통해 온실가스 감축의 편익을 추정하였다. Li and Mattson(1995)은 응답확신이 첨가된 양분선택모형을 이용하여 선호 불확실성의 효과를 분석하였다. 즉 응답자에게 일반적인 양분선택형 질문이후 사후적 확신도를 유도하는 2단계 질문법을 사용하였다. Ready et al.(1995)은 제시금액에 대한 지불의사정도를 6개의 유형으로 세분화하여 응답자의 선호 불확실성을 반영하였다. Welsh and Poe(1998)는 다중범위 이산선택모형을 통해 제시금액에 대한 응답자의 불확실성을 반영하였다.

이 논문은 김충실 외(2006)의 연구와 달리 양분선택형과 다중범위 이산선택형에 따른 WTP 차이를 분석하였다. 또한 장정인 외(2005)의 연구와는 양분선택형의 질문방식에 있어 사후적 확신도 질문을 추가하지 않은 점에서 차이가 있다. 이 논문은 온실가스 감축의 편익 추정에 있어 제시금액의 설문방식에 따른 지불의사금액의 추정치를 비교하고자 한다. 즉 양분선택형 방식과 다중범위 이산선택형 방식의 지불의사 유도방식에 따른 지불의사금액을 비교·분석한다.

응답자의 선호 불확실성의 문제를 해결하기 위한 연구는 크게 두가지 방식으로 이루어지고 있다. 첫째, 응답의 확신정도가 포함된 양분선택모형(follow-up certainty question)을 이용한 연구이다(Champ et al., 1997). 이는 주어진 제시금액에 대해 “예” 또는 “아니오”의 양분선택형 질문을 한 다음, 응답에 대한 확신정도를 1에서 10의 값으로 나타내게 하는 방식이다. 둘째, 다중범위선택모형(multiple bounded discrete choice)은 주어진 제시금액에 대해 단순히 “예” 또는 “아니오”로 응답하는 것이 아니라 응답자의 확신정도를 반영할 수 있도록 응답유형을 세분화하는 것이다(Welsh and Poe, 1998).

이 연구에서는 가상가치평가법에서 널리 이용된 양분선택형 모형과 선호 불확실성을 반영한 다중범위선택모형의 질문방식에 따라 지불의사금액의 차이가 있는가를 분석하고자 한다. 즉 응답자의 선호 불확실성이 반영되느냐에 따라 평가대상의 평균 지불의사금액이 어떻게 변화하는가를 분석한다.

II. 분석모형

1. 효용격차모형

이 논문에서는 Hanemann(1984, 1989)이 제안한 효용격차모형을 사용하여 이산선택 자료로부터 Hicks적 후생가치를 추정하고자 한다. 응답자가 자신의 효용함수를 정확하게 알고, 주어진 소득과 개인의 특성들에 근거하여 온실가스의 상태변화에 대해 느끼는 효용은 간접 효용함수($u(j, m, S)$, m : 소득, S 사회·경제적 특성변수들)로 표현된다.

$$(1) v = u(j, m, S), \quad j=0, 1$$

단, j 는 온실가스 감축을 위해 소득세를 납부할 것인가를 나타내는 지시변수로서, 1이면 온실가스 감축을 위해 소득세를 납부하는 경우이다. 응답자의 간접효용함수는 다음과 같이 관측가능한 부분과 관측 불가능한 확률부분으로 구성된다.

$$(2) u(j, m, S) = u(j, m, S) + \varepsilon_j$$

단, 확률적 부분인 ε_j 는 독립적이며 동일한 분포를 갖는(independently and identically distributed) 확률변수이며, 평균은 0이고 분산은 σ^2 의 값을 갖는다.

개별 응답자는 제시금액만큼을 지불하더라도 대기질 개선에 따른 효용이 제시금액 (BID_j)을 지불하지 않은 현 상태보다 크다면, 식 (3)과 같은 형태를 갖는다.

$$(3) u(1, m - BID_j, s) + \varepsilon_1 \geq u(0, m, s) + \varepsilon_0$$

$$(4) u(1, m - BID_j, s) - u(0, m, s) \geq +\varepsilon_0 - \varepsilon_1$$

효용격차와 오차항의 격차를 다음과 같이 재정의 할 수 있다.

$$(5) \Delta u(A) = u(1, m - BID_j, s) - u(0, m, s), \quad \eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$$

식 (6)은 응답자가 주어진 제시금액에 대해 “예”라고 응답할 확률을 나타낸다.

$$(6) \Pr(Y_{es}) = \Pr[\Delta v(A) \geq n] = F_n[\Delta v(A)]$$

단, $F(\cdot)$ 는 로지스틱 분포의 누적확률분포함수를 나타낸다.

2. 양분선택형 모형

각 응답자에게 온실가스 감축에 대한 양분선택형 질문의 결과, 응답결과는 주어진 제시 금액에 대해 “예” 또는 “아니오”로 나타나게 된다. 각 모형의 지시함수를 다음의 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$(7) I_i^{YES} = 1 \text{ (} i\text{번째 응답자의 대답이 “예”인 경우)}$$

$$I_i^{NO} = 1 \text{ (} i\text{번째 응답자의 대답이 “아니오”인 경우)}$$

단, $1(\cdot)$ 은 조건절이 충족되면 1의 값을 취하고, 그렇지 않으면 0의 값을 갖는 지시함수이다. 즉 I_i^{YES} 는 응답자의 응답이 “예”이면 1의 값을 취하고, “아니오”이면 0의 값을 갖는다. 응답자가 제시금액에 대해 “아니오”로 응답할 확률을 확률변수 C 에 대하여 $G_c(BID_i)$ 로 가정하면 로그우도함수는 다음과 같이 나타낼 수 있다. 식 (6)에서 응답자가 실제로 지불의사질문에 대해 “예”라는 응답을 하면, 지불의사금액 C 에 대하여 $\Pr(Y_{es}) = 1 - G_c(BID_i)$ 로 나타낼 수 있다.

$$(8) \ln L = \sum_{i=1}^n [I_i^{YES} \ln(1 - G_c(BID_i)) + I_i^{NO} \ln G_c(BID_i)]$$

만약 Δv 는 BID 에 대해 선형함수 ($\Delta v = \alpha - \beta BID_i$)이고, $G_c(BID_i)$ 가 로지스틱 분포를 따른다면 다음의 식 (9)와 같은 모형의 로그-우도함수를 얻을 수 있다.

$$(9) \ln L = \sum_{i=1}^n [I_i^{YES} \ln \frac{1}{1 + \exp(-(\alpha - \beta BID_i))} + I_i^{NO} \ln \frac{1}{1 + \exp(\alpha - \beta BID_i)}]$$

3. 다중범위 이산선택형 모형

각 응답자는 온실가스 감축을 통해 얻을 수 있는 간접효용의 증가분(Δv)이 양이면 “예”라고 답하고 제시금액의 지불에 대해 동의하는 것으로 개인의 효용을 증가시킬 것이다. Hanemann(1984)에 의하면 이 같은 결과는 확률효용이론의 차원에서 효용극대화 응답으로 해석될 수 있다.

다중범위 이산선택 모형은 응답자의 불확실성을 고려하기 위해서, Ready et al.(1995)가 제시한 5단계 대안을 효용격차모형에 적용하고자 한다. 응답자는 “확실히 그렇다”, “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”, “거의 아니다”, “확실히 아니다” 중에서 하나를 선택하도록 하였다. 5단계의 선택 대안 중 “확실히 그렇다”라고 응답한 경우만을 “예(yes)”로 포함시키는 모형을 DFYES(Definitely Yes), “확실히 그렇다”나, “거의 그렇다”라고 응답한 경우만을 “예(yes)”로 포함시키는 모형을 PRYES(Probably Yes), “확실히 그렇다”, “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”라고 응답한 경우를 “예(yes)”로 포함시키는 모형을 MBYES(Maybe Yes)로 정의한다. 각 모형의 지시함수를 각각 식 (10), 식 (11), 식 (12)로 나타냈다.

만약, 응답자가 “온실가스 감축을 위해 제시금액(BID_i) 만큼을 세금으로 납부할 의사가 있는가”라는 질문에 대해 “확실히 그렇다”, “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”라고 응답하는 경우 온실가스 감축 이전의 상황에서 누리는 효용보다 소득의 감소에도 불구하고 온실가스 감축으로 얻는 효용이 더 커짐을 의미한다.

(10) $I_i^{DFYES}=1$ (i 번째 응답자의 대답이 “확실히 그렇다”인 경우)

$I_i^{DFNO}=1$ (i 번째 응답자의 대답이 “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”, “거의 아니다”, “확실히 아니다”중 하나인 경우)

(11) $I_i^{DFYES}=1$ (i 번째 응답자의 대답이 “확실히 그렇다”이거나 “거의 그렇다”인 경우)

$I_i^{PRNO}=1$ (i 번째 응답자의 대답이 “아마도 그렇다”, “거의 아니다”, “확실히 아니다”중 하나인 경우)

(12) $I_i^{DFYES}=1$ (i 번째 응답자의 대답이 “확실히 그렇다”, “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”인 경우)

$I_i^{MBNO}=1$ (i 번째 응답자의 대답이 “거의 아니다”, “확실히 아니다”중 하나인 경우)

여기서, $1(\cdot)$ 은 괄호 안의 조건이 충족되면 1의 값을 취하고, 충족되지 못하면 0의 값을 갖는 성질을 갖고 있다. 즉 I_i^{DFYES} 는 i 번째 응답자의 응답이 “확실히 그렇다”이면 1이고, “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”, “거의 아니다”, “확실히 아니다”중 하나이면 0의 값을 취한다. 효용극대화를 추구하는 응답자 N 명의 표본을 가정할 경우 i 번째 응답자가 제시금액 (BID_i)에 “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”, “거의 아니다”, “확실히 아니다”라고 응답할 확률을 확률변수 C 에 대하여 $G_C(BID_i)$ 라고 가정하면, DFYES모형의 로그-우도함수는 식 (13)과 같은 형태로 나타낼 수 있다.¹⁾

$$(13) \ln L = \sum_{i=1}^n [I_i^{DFYES} \ln(1 - G_C(BID_i)) + I_i^{DFNO} \ln G_C(BID_i)]$$

만약 Δv 는 BID 에 대해 선형함수 ($\Delta v = \alpha - \beta BID_i$)이고, $G_C(BID_i)$ 가 로지스틱 분포를 따른다면 다음의 식 (14)와 같은 DFYES 모형의 로그-우도함수를 얻을 수 있다.

$$(14) \ln L = \sum_{i=1}^n [I_i^{DFYES} \ln \frac{1}{1 + \exp(-(\alpha - \beta BID_i))} + I_i^{DFNO} \ln \frac{1}{1 + \exp(\alpha - \beta BID_i)}]$$

Hanemann(1984)에 의하면, 응답자가 온실가스 감축에 대한 WTP가 0보다 크거나 같다고 가정할 경우, 평균 WTP는 다음의 식 (15)과 같이 계산되며 이를 절단된 평균 WTP라고 한다.

$$(15) \text{truncated WTP} = -\frac{1}{\beta} [1 + \exp(\alpha)]$$

1) 본 연구에서는 응답자의 선호도를 고려하여 5개 항목으로 지불의사금액을 조사하였다. 이러한 조사결과를 바탕으로 선호 불확실성을 반영하여 분석모형을 DFYES, PRYES, MBYES로 설정하였고, 각 모형은 동일한 변수로 구성되어 있지만 지불의사금액이 상이하다는 차이점이 있다.

Ⅲ. 실증방법론 및 분석결과

1. 환경편익 추정방법론

온실가스 감축의 편익을 추정하는 방법은 직접적 방법론과 간접적 방법론으로 구분할 수 있다. 간접적 방법은 환경피해 또는 편익의 추정에 있어 투입-반응함수(dose-response function)를 계산하는 방식이다. 이는 대기오염에 따른 건강상의 영향, 대기오염과 자산피해와의 관계, 기후변화에 따른 농작물 피해 등이다. 그러나 이러한 방법론은 물리적 피해함수에 의거하여 피해비용을 산정하기 때문에 포괄적인 환경피해의 추정치로 보기에는 한계가 있다. 즉 개인의 주관적 가치 또는 정신적 피해 등은 고려하지 못하기 때문이다.

직접적 방법론은 온실가스 감축의 편익을 직접적인 금전적 가치로 계산하는 방식이다. 대표적 방법론으로는 헤도닉 가격 접근법과 가상가치평가법 등이 있다. 헤도닉 가격방법론은 환경의 질이나 편익성 등 비시장적 특성의 가치를 추정하는 방식이다. 이러한 접근법은 시장의 가격자료를 이용하기 때문에 완전경쟁시장이 충족되어야만 분석이 가능하다는 한계가 있다. 가상가치평가법은 개인이 특정한 환경의 질을 개선하기 위하여 지불하고자 하는 지불의사액이 얼마인지를 직접적으로 조사하여 도출하는 방식이다.

2. 분석대상 및 설문방법

현재 전 세계적으로 온실가스로 인한 지구온난화가 심각한 수준에 도달해 있으며, 이러한 대기오염 감축시 응답자가 어느 정도의 금액을 지불할 수 있는가를 분석하기 위해 온실가스 감축의 편익측정을 대상재화로 설정하였다.

먼저 응답자에게 얼마의 소득세를 납부하겠느냐를 질문하기 전에 온실가스 감축과 관련된 일반적 상황부터 설정해야 한다. 이를 위해 이 논문에서는 응답자로부터 환경문제에 대한 일반적인 견해를 도출하였다. 다음으로 응답자에게 온실가스의 실태인식에 대한 답변을 이끌어 내었다. 그리고 온실가스 증가와 대기오염에 따른 사망위험과 질병증가의 위험에 대해 설명하고 앞으로의 추이에 대해서도 설명하였다.

이 연구에서는 온실가스 저감장치 개발을 위한 재원으로 가구당 총 소득세 증가라는 지불수단을 제시하였다.²⁾ 지불의사금액의 유도방식은 양분선택형과 다중범위 이산선택형

2) 이러한 지불수단은 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) 패널보고서에서 강조하고 있듯이 응답자가 의도하는 WTP가 여타 소비의 제약을 야기한다는 사실을 명시하였다.

을 동시에 적용하였다. 각 구간별로 양분택형 질문에서는 “예” 또는 “아니오”로 질문하였고, 다중범위 이산선택모형에서는 “확실히 그렇다”, “거의 그렇다”, “아마도 그렇다”, “거의 아니다”, “확실히 아니다”와 같이 5개 항목으로 나누어 설문을 시행하였다.

온실가스 감축의 편익을 추정하기 위한 설문조사에서 설문대상지역은 전국 7개 광역시로 설정하였다. 각 도시의 전체 인구를 대상으로 임의표본(random sample)을 도출하기 위해 각 지역 내에서 인구 구성비를 고려하여 표본수를 할당하였다.³⁾

본 조사이전에 예비조사를 통해 설문에 관련된 모든 문제점들을 사전적으로 검정하였다. 또한, 자료조사는 일대일 직접면접법을 이용하였고 필자와 전문적인 면접훈련을 거친 대학원생들이 조사한 자료이다.

3. 사용된 변수설명

분석모형에 사용된 변수들에 대한 설명은 다음 <표 1>과 같이 요약된다. 먼저 월간 지불의사금액은 2,500원에서 20,000원 사이의 5개 구간별로 분류되었다.⁴⁾ 온실가스에 대한 인식정도와 성별, 가족구성원 수, 연령을 설명변수로 포함하였다. 온실가스에 대한 인식정도는 더미변수로서 없으면 0, 있으면 1의 값을 부여하였다.

이 연구에서는 양분선택형 표본과 다중범위 이산선택 표본의 응답자 특성이 동일함을 검정하기 위해, Z-통계량을 이용하여 분석에 이용한 설명변수를 검정하였다. 즉 다중범위 이산선택형의 표본과 양분선택형 표본의 평균이 동일하다는 귀무가설을 검정하였다.⁵⁾

분석결과 5% 유의수준에서 CO₂에 대한 인식, 성별은 기각되지 않는 것으로 나타났다. 연령은 10% 유의수준에서 유의성이 있는 것으로 분석되었다. 즉 양분선택형 설문과 다중범위 이산선택형 설문의 표본에 있어 두 표본 간의 특성에는 아무런 차이가 없다는 귀무가설이 채택되었다. 즉 표본 특성에 따른 차이로 평균 지불의사금액이 달라지는 문제는 없는 것으로 해석할 수 있다. 이를 통해 본 가상가치평가법 설문에 참여한 양분선택형 표본 응답

3) 전국 주요 도시인 서울, 부산, 대구, 인천, 대전, 광주, 울산의 총 세대수를 고려하여 층화추출법을 통해 지역별 표본수를 할당하고 지역 내에서는 임의추출하였다. 조사지역의 총 가구수(8,753,488세대)를 고려하여 각 지역별 표본수를 할당하였다. 각 지역별 표본수는 서울 140세대, 부산 45세대, 대구 30세대, 인천 35세대, 광주 20세대, 대전 20세대, 울산 15세대이다. 이중 무성의한 응답을 제외한 300세대의 자료를 본 분석에 이용하였다.

4) 본 연구에서는 지불의사금액의 구간을 설정하기 위해 예비조사 단계를 통해 응답자들의 지불의사금액을 사전조사하였다. 이러한 조사결과를 바탕으로 본 설문조사에 활용할 지불의사금액은 2,500원, 5,000원, 10,000원, 15,000원, 20,000원의 구간을 설정하였다.

5) 본 연구에서는 양분선택형과 다중범위선택형 지불의사 유도방식에 따라 각각 300개의 표본을 다른 그룹으로 구분하여 조사하였다. 특성변수가 더미변수인 경우에는 평균검정이 아닌 비율검정을 통해 두 표본 간의 차이를 검정하였다.

자의 특성과 다중범위 이산선택형 표본 응답자의 특성 사이에는 유의미한 차이가 없음을 알 수 있다.

표1 변수의 정의와 기초통계량

변수 정의		지불의사 유도방식	평균	표준편차	Z-값
CO ₂ 에 대한 인식 정도 ¹⁾	인식하고 있음	양분선택형	0.31	0.46	0.005
		다중범위 이산선택	0.31	0.47	
	그저 그렇다	양분선택형	0.57	0.50	0.047
		다중범위 이산선택	0.55	0.50	
	인식하지 못함	양분선택형	0.13	0.33	0.046
		다중범위 이산선택	0.13	0.34	
성별 (남=1, 여=0)		양분선택형	0.28	0.45	0.034
		다중범위 이산선택	0.27	0.45	
가족구성원 수 (단위: 명)		양분선택형	3.82	1.07	0.689
		다중범위 이산선택	3.72	1.04	
연령 (1=20대, 2=30대, 3=40대, 4=50대, 5=60대)		양분선택형	2.55	1.19	0.059
		다중범위 이산선택	2.59	1.23	

주: 이산화탄소가 지구온난화에 미치는 영향에 대한 인식 정도를 나타낸다.

<표 2>는 제시금액에 대해 응답자가 “예”라고 응답한 비율을 나타낸 것이다. 사전적 예상과 동일하게 지불의사금액의 유도방식에 관계없이 제시금액이 증가함에 따라 “예”의 응답비율이 감소하는 것으로 나타났다. 다중범위 이산선택의 경우 선호정도가 엄격해질수록 “예”의 응답율이 낮게 나타났다.

표2 제시금액별 “예”의 응답율

제시 금액	표본 크기	양분선택형		다중범위 이산선택형					
		응답자(명)	비율(%)	DFYES		PRYES		MBYES	
				응답자(명)	비율(%)	응답자(명)	비율(%)	응답자(명)	비율(%)
2,500원	60	23	38.3	8	13.3	18	30.0	22	36.7
5,000원	60	21	35.0	7	11.7	14	23.3	15	25.0
10,000원	60	17	28.3	3	5.0	10	16.7	14	23.3
15,000원	60	13	21.7	6	10.0	9	15.0	14	23.3
20,000원	60	9	15.0	3	5.0	9	15.0	13	21.7
합계	300	83	27.7	29	9.7	62	20.7	80	26.7

4. 분석결과

이 논문에서는 양분선택형 모형과 다중범위 이산선택형의 3가지 모형 등 총 4개의 모형을 추정하였으며, 이를 통해 절단된 평균 WTP를 계산하였다. 양분선택형은 SBDC로, 다중범위 이산선택형은 “예”의 정의에 따라 DFYES, PRYES, MBYES의 세가지 모형이 사용되었다.

공변량을 포함한 모형의 추정결과는 <표 3>에 제시되어 있다.⁶⁾ Wald 통계량에 의하면 추정된 모든 계수가 영이라는 귀무가설은 1% 유의수준에서 기각되었다. 따라서 이 연구의 응답자들이 가상적 시장을 적절하게 이해하고 있다는 사실을 알 수 있다. 특성변수들인 제시금액, 연령, CO₂ 인식정도가 유의미한 의미가 있는 것으로 분석되었다.

분석결과, 선행적 기대치와 동일하게 제시금액이 커질수록 개별 응답자가 지불하고자 하는 의향이 낮다는 것을 알 수 있다. 또한 연령의 경우 연령이 낮은 응답자일수록 온실가스 감축의 편익을 누릴 수 있는 가능성이 크기 때문에 지불의향이 높게 나타났다. 마지막으로 이산화탄소에 대한 문제점을 인식하고 있는 응답자일수록 온실가스 감축에 대한 지불의향이 높다는 것을 알 수 있다.

표3 분석결과

구 분	SBDC		다중범위 이산선택형						
			DFYES		PRYES		MBYES		
	추정계수	t-값	추정계수	t-값	추정계수	t-값	추정계수	t-값	
제시금액	-0.000709	-3.17***	-0.000388	-1.23	-0.000476	-2.02**	-0.000324	-1.53	
성별	-0.7104153	-2.13**	-0.0453937	-0.10	-0.0464315	-0.14	-0.3007252	-0.96	
연령	-0.2491025	-1.98**	-0.1824831	-1.03	-0.317359	-2.34**	-0.3059981	-2.50**	
가족수	.141703	1.05	-0.0040607	-0.02	-0.0223678	-0.15	-0.082257	-0.62	
CO ₂ 인식	인식하고 있음	1.242611	2.26**	1.62878	1.52	1.880554	2.42**	.9014265	1.65*
	그저 그렇다	.7437437	1.41	1.490303	1.42	1.688929	2.23**	1.035436	2.01**
상수항	-0.8590411	-1.00	-2.761032	-1.94*	-1.595728	-1.53	-0.4227846	-0.50	
표본수	300		300		300		300		
Log-likelihood	-161.625		-94.374		-144.787		-166.791		
Wald-통계량	57.574***		130.838***		88.001***		60.648***		
Mcfadden R ²	0.183		0.133		0.162		0.143		

주: ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 유의수준에서 유의성 있음

6) 가상가치평량법에 있어 온실가스 감축의 편익에 대한 지불의사금액은 지불수단에 따라 달라질 수 있다. 이 논문에서는 소득세를 지불수단으로 도입하였기 때문에 가계소득이 주요 설명변수로 포함될 수 있다. 소득변수가 포함된다면 소득 수준에 따른 지불의사금액의 차이를 설명할 수 있다.

각 모형의 절단된 평균 WTP의 추정결과는 다음과 같다(표 4).⁷⁾ 가장 적은 WTP는 다중범위 이산선택형의 DFYES로 월 평균 3,535원으로 나타났으며, 가장 큰 WTP는 MBYTES로 11,999원으로 나타났다. SBDC의 WTP는 7,470원으로 PRYES의 평균 값과 유사한 것으로 분석되었다. 두 모형으로부터 추정된 WTP 값이 동일하다는 귀무가설을 검정해 본 결과 t-통계량이 1.034로 나타나 SBDC모형과 PRYES 모형의 WTP 추정치가 다르지 않음을 알 수 있다.

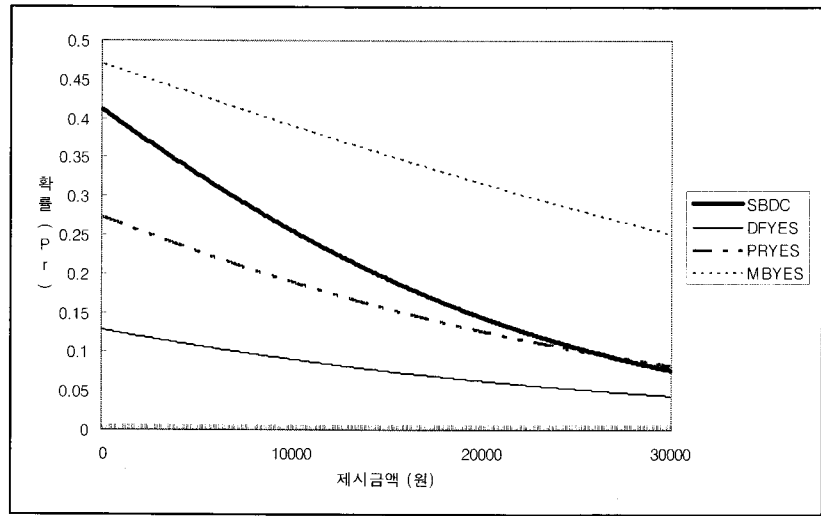
또한 선호불확실성을 반영한 경우 MBYTES에 비해, PRYES, DFYES 모형의 WTP 추정치가 점점 작아지는 것으로 나타났다. 이 같은 결과는 “그렇다”의 범주가 엄격해질수록 WTP 추정치가 작아질 것이라는 사전적 예상과 일치한다.

표4 월 평균 WTP의 추정결과

(단위 : 원)

구 분	SBDC	다중범위 이산선택형		
		DFYES	PRYES	MBYTES
평균 WTP	7,470	3,535	6,704	11,999
95% 신뢰구간	4,700~10,239	40~7,509	2,310~11,099	422~23,576

그림1 선호불확실성에 따른 지불의사 확률



7) 이 논문에서는 지불의사금액의 신뢰구간을 추정하기 위해 부스트래핑(bootstrapping) 기법을 적용하였다. 이는 전체 관측치 중에서 1000회 재표본추출을 반복하여, 지불의사금액의 95% 신뢰구간을 추정한 방식이다. 또한 지불의사금액은 분포의 형태(Extreme type 1, Weibull, log-lognormal 등)에 따라 다른 값을 가질 수도 있다.

<그림 1>에는 각각의 제시금액에 대해 4개 모형의 지불의사 확률이 나타나 있다. 평균 WTP에서 알 수 있듯이 다중범위 이산선택형의 MBYES의 지불확률이 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 SBDC, PRYES, MBYES형의 순으로 분석되었다. 모든 모형에서 제시금액이 커질수록 지불확률이 낮아진다는 것을 알 수 있다.

IV. 요약 및 결론

가상적 상황 하에서 응답자가 평가대상에 대한 지불의사금액을 단순히 “예” 또는 “아니오”로만 자신의 의사를 나타내기에는 여러 가지 불확실성이 존재한다. 이로 인해 양분선택형 방식의 WTP는 실제 WTP보다 과대 또는 과소추정 될 우려가 있다는 연구결과들이 제시되었다. 따라서 이 연구에서는 전체 표본을 2개의 표본으로 분리하여 지불의사금액의 유도방식에 따라 WTP가 얼마나 차이가 있는가를 분석하였다. 즉 온실가스 감축의 편익 가치를 추정하기 위해 양분선택형 방식과 다중범위 이산선택형 방식을 비교 분석하였다. 주요 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 지불의사 유도방식에 따른 지불의사금액의 차이는 일반적 기대치와 일치하는 것으로 나타났다. 양분선택형 방식의 평균 WTP는 다중범위 이산선택형의 MBYES와 PRYES의 사이에 존재하는 것으로 분석되었다. 즉 양분선택형의 경우 월 평균 WTP가 7,470원인 반면 MBYES의 WTP는 11,999원이며 PRYES의 WTP는 6,704원으로 나타났다.

둘째, 선호 불확실성을 반영한 다중범위 이산선택형의 평균 WTP는 정책의사 결정에 있어 다양한 판단기준을 제시할 수 있다. 즉 사업평가의 기준이 되는 편익/비용분석에 있어 선호불확실성의 정도를 반영한 다양한 사업평가가 가능하다는 것이다. 예를 들어 사업의 불확실성이 높을 경우 가장 보수적인 평가기준으로 다중범위 이산선택형의 DFYES에 따른 WTP를 이용하여 평가할 수 있다.

이상의 분석결과를 바탕으로 다음과 같은 정책적 함의를 도출하고자 한다. 첫째, 온실가스 감축에 따른 대기오염의 개선과 같은 불확실성이 높은 비시장재의 지불의사를 평가하는 데는 응답자의 다양한 선호정도를 반영한 평가기법이 추정 오차를 줄일 수 있다.

둘째, 선호 불확실성을 반영한 편익/비용 분석을 통해 사업의 불확실성을 반영한 사업타당성 평가 기준을 정립해야 분석의 타당성을 높일 수 있다.

이 논문에서 적용한 조사방법은 실제로 소득세를 납부하는 것이 아니기 때문에 온실가스

감축의 편익을 과다평가하게 된다. 따라서 향후 연구에서는 지불의사금액의 타당성과 정확성을 높이기 위해서 실제 상황을 제공하거나 이에 가까운 실험을 설계해야 하며, 실험설계에 대한 추후 연구가 이루어져야 한다.

가상가치평가법은 응답자에게 평가대상에 대한 정보를 어떻게 전달하느냐가 매우 중요하다. 따라서 향후 연구에서는 온실가스 영향에 대한 정보를 보다 시각적으로 전달할 수 있는 동영상 또는 인터넷 홈페이지 등을 활용할 필요가 있다.

사사 : 이 논문은 2007년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-321-B00040).

참고문헌

- 김충실, 이상호. 2006. "선호불확실성을 고려한 온실가스 배출감축의 편익추정". 「농업경영·정책연구」 33(3): 583-598.
- 장정인, 광승준, 유승훈. 2005. "선호불확실성을 고려한 조건부가치측정방법의 고찰". 「자원환경경제연구」 14(1): 75-102.
- Balistreri, E *et al.* 2001. "Can Hypothetical questions Reveal True Values? A Laboratory Comparison of Dichotomous Choice and Open-Ended Contingent Values with Auction Values". *Environmental and Resource Economics* 18: 275-292.
- Brown, T *et al.* 1996. "Response formats and public good donations". *Land Economics* 72(2): 152-166.
- Champ, P. A *et al.* 1997. "Using donation mechanisms to value nonuse benefits from public goods". *Journal of Environmental Economics and Management* 33: 151-162.
- Cummings, Ronald G.; Glenn W. Harrison and E. E. Rutstrom. 1995. "Homegrown Values and Hypothetical Surveys: Is the Dichotomous Choice Approach Incentive Compatible?" *American Economic Review* 85: 260-266.
- Hanemann, W. M. 1984. "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses". *American Journal of Agricultural Economics* 66: 332-341.
- Hanemann, W. M. 1989. "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses: Reply". *American Journal of Agricultural Economics* 71: 1057-1061.
- Hanemann, W. M. and B. Kriström. 1995. "Preference Uncertainty, Optimal Designs and Spikes". *Advances in Environmental Economics*. Per-Olov Johansson, Bengt Ktriström and Karl-Göran Mäler. eds. Manchester University Press, England.
- Harrison, Glen W. and Bengt Kristrom. 1995. "On the Interpretation of Responses in Contingent Valuation Surveys". *Current Issues in Environmental Economics*. pp.35-57. Per-Olov Johansson, Bengt Ktriström and Karl-Göran Mäler. eds. Manchester University Press, England.
- Li, C. and Mattson, L. 1995. "Discrete choice under preference uncertainty: an improved structural model for contingent valuation". *Journal of Environmental Economics and Management* 28: 256-269.
- Loomis, J. and Ekstrand, E. 1998. "Alternative approaches for incorporating respondent uncertainty when estimating willingness to pay: the case of the Mexican Spotted Owl". *Ecological Economics* 27: 29-41.

- Ready, R., Whitehead, J. and G. Blomquist. 1995. "Contingent Valuation When Respondent are Ambivalent". *Journal of Environmental Economics and Management* 29: 181-196.
- Welsh M. P. and Poe G. L. 1998. "Elicitation effects in contingent valuation: comparisons to a multiple bounded discrete choice approach". *Journal of Environmental Economics and Management* 30: 170-185.

부 록 1 기후변화 영향의 일반적 정보와 지불의사 유도방식

【기후변화 영향의 일반적 정보】

- ◎ 급격한 산업화로 인한 이산화탄소 발생량 증가는 지구 온난화 현상을 가중시키고, 이로 인한 기후변화는 해수면의 상승과 국지성 폭우 및 폭설 등의 기상이변을 가져오며, 육상 및 해양 생태계의 변화 및 인류 건강에 직·간접적인 영향을 끼치고 있습니다. IPCC보고서에 의하면 다가올 미래에는 온난화율이 더욱 가속화되어 인류사회에 심각한 영향을 줄 것으로 예상됩니다.

- ◎ 온실가스의 인위적 배출에 대한 규제 및 감축 정책이 시행되지 않을 경우, 2100년, 지구평균 온도가 1990년 대비 1.4 ~ 5.8℃상승 될 것으로 예상되며 우리나라의 경우 제주도 서귀포는 아열대기후지역이 될 것으로 예측됩니다. 뿐만 아니라 더위로 인한 스트레스와 질병이 약 2배 정도 증가하게 되며 전염성 질병체의 분포변화로 각종 전염병 이동이 증가하게 되어 인간의 건강에도 심각한 위협을 가하게 됩니다.

- ◎ 이산화탄소는 지구온난화에 55%의 영향을 주고 있으며 국내에서 배출하는 온실가스의 88%를 차지하고 있는 주요 온실가스입니다. 따라서 산업화 공정에서 많이 발생하는 ‘이산화탄소의 대기중 배출을 방지하기 위한 포집 및 저장기술의 개발과 보급’이 요구되고 있으며 ‘이 사업’의 추진을 위해서는 상당한 비용이 들게 되어 귀하가 납부하는 세금이 일부 인상될 수 있습니다. 많은 사람들이 그 비용을 부담하지 않으려 한다면 지구온난화현상은 가속화될 것이며 앞서 언급된 다양한 환경적·생물학적 피해를 막기 어려울 것입니다.

【양분선택형 설문방식】

만약 귀하가 다음 제시 금액의 지불에 동의하신다면 그 금액은 대기중으로 배출되는 이산화탄소를 포집해 저장하는 기술의 개발과 보급이 완료되는 시점인 향후 5년동안 매달 지속적으로 부담하셔야 합니다. 또한 귀하께서 지불하실 금액은 지구온난화현상의 주범인 이산화탄소의 포집 및 저장장치의 개발과 보급이라는 사업에 국한되어 있으며 이 외에도 지구온난화현상을 완화시키는 다양한 환경정책이 있을 수 있다는 것을 유념하시어 다음 질문에 신중하게 대답하여 주시기 바랍니다.

〈A〉 귀하의 가구는 본 사업을 위해 향후 5년간 매월 ()원을 가구 총 소득세를 통해 납부하실 의향이 있으십니까?

- ① 그렇다 ② 아니다

【다중범위 이산선택형 설문방식】

〈B〉 귀하의 가구가 본 사업을 위해 향후 5년간 소득세를 통해 납부하실 수 있는 다음의 금액에 대한 지불 의향을 표시하여 주십시오

	확실히 그렇다	거의 그렇다	아마도 그렇다	거의 아니다	확실히 아니다
()원	①	②	③	④	⑤