이중양분선택법에 의한 한강 수변 경관의 가치 추정과 그 시사점 -지수지불의사 모형을 중심으로-[†]

한택환*. 홍이석**. 박창석***

요약 : 본 연구는 한강 수계의 수변경관 및 생태계의 보전 가치를 이중양분선택법에 의한 조건부 가치평가법 (Contingent Valuation Method, CVM)을 사용하여 추정하였다. 음이 아닌 지불의사를 구하기 위해 지수지불의사 모형을 사용하였는데 이 모형이 특히 이중양분선택법에서 매우 중요한 것으로 분석되었다. 한강수계권역의 경관 및 생태계 보전에 대한 총 지불의사는 연간 약 7,055억원으로 추정되었다. 이는 한강 등 수계권역의 수변경관 및 생태계 보전을 위하여 필요한 예산규모가 더욱 확대될 필요성이 있음을 시사한다고 해석된다.

주제어 : 한강 수변 경관, 조건부 가치평가법, 지수지불의사모형

JEL 분류 : Q51, C12, C25

접수일(2012년 5월22일), 수정일(2012년 12월12일), 게재확정일(2013년 3월18일)

[†] 본 논문은 저자가 참여한 연구보고서인 국립환경과학원 한강물환경연구소, 『수변환경의 경관 및 사회·경제 가치 평가(2)』, 2010. 1월의 내용 중 일부를 수정, 보완한 것임을 밝혀둔다.

* 서경대학교 금융경제학과(e-mail: twhan@skuniv.ac.kr), 제1저자

** 서경대학교 금융경제학과(e-mail: yshong@skuniv.ac.kr), 교신저자

*** 한국환경정책평가연구원 연구위원(e-mail: plade290@kei.re.kr)

Valuation of Han River Waterside Landscape with a Double-bound Dichotomous Choice Model and Policy Implications: Focused on the Exponential Willingness to Pay Model

Taek-Whan Han*, Yiseok Hong**, Chang Sug Park***

ABSTRACT : This paper estimated the value of waterside landscape and ecosystem of Han River basin with a double-bound dichotomous choice type of CVM. We used the exponential willingness to pay model to represent the nonnegative willingness to pay. This model is found to be especially important in analyzing a double-bound dichotomous choice model. The total willingness to pay was estimated as 705.5 billion won per annum. This suggests that current budget size for water quality and ecosystem conservation for Han River needs to be expanded.

Keywords : Waterside Landscape of Han River Basin, Contingent Valuation Method, Exponential Willingness to Pay Model

Received: May 22, 2012. Revised: December 12, 2012. Accepted: March 18, 2013.

* First Author, Department of Economics and Finance, Seokyeong University(e-mail: twan@skuniv.ac.kr)

** Corresponding Author, Department of Economics and Finance, Seokyeong University(e-mail: yshong@skuniv.ac.kr)

*** Senior Research Fellow, Korea Environmental Institute(e-mail: plade290@kei.re.kr)

I. 연구목적과 범위

한강수계 등 수계지역의 보전과 관련된 경제적 타당성에 관한 논의는 주로 하류 지역의 물 이용을 위한 수질보전을 위하여 상류 지역의 토지 이용 및 경제활동상의 제약과 관련하여 토지이용 및 경제활동상의 제약의 수준이 어느 수준으로 결정되어야 하는가 하는 문제와 관련되어 있다. 그리고, 상류지역의 주민들이 토지이용 제약 및 경제활동의 제한으로 인하여 감수하는 경제적 피해를 보상하기 위하여 하류 주민들이 상류주민들에게 제공하는 보상액의 크기 등에 관한 논쟁과 연구들이 진행되어왔다.

본 연구는 한강수계 등 수변지역에서의 환경보전활동과 토지이용 및 경제활동 규제가 경제적 불이익만을 가져오고 편익은 하류 지역 주민들에게 공급되는 수자원의 수질에만 집중되어온 그동안의 정책과 연구에 더하여 수변경관 및 수변 생태계 보전이라는 편익에 주목하여 이 편익의 크기를 화폐단위로 추정하고자 하는 것이다.

수변경관 및 수변 생태계 보전의 편익이 누구에게 귀속되는 편익인지는 자세히 검토해 보아야 한다. 그러나 수변경관 및 수변 생태계가 편익가치를 가지고 있다는 점은 누구나 인정할 수 있다. 그렇다면 한강 등 유역의 수질 보전을 위한 규제활동에 대한 비용-편익 분석 관점에서의 정당성이 더욱 강화될 것으로 추론된다.

본 연구는 한강 수계의 수변경관 및 생태계의 보전 가치를 CVM의 방법론을 사용하여 추정한다. CVM에는 확률효용모형과 확률지불의사 모형이 있는데 본 연구에서는 확률지불의사 모형을 사용하였다. 확률지불의사 모형 중에서 음이 아닌 지불의사를 구하기 위해 지수지불의사 모형을 사용하였는데 이 모형이 특히 이중양분 선택법에서 매우 중요한 것으로 분석되었다.

II. 경관 및 수질개선에 관한 주요 연구 동향

경관에 관한 화폐적 가치평가 논문은 국내 선행연구가 많지 않다. 그러나 생태계와 관련한 가치평가 선행연구는 다수 존재한다. 김세천(1991)은 지리산의 경관선호

도에 대한 인자분석을 제시하였다. 김대현과 구본학(1999)은 이미지도 분석과 경관 매체 평가를 통하여 동강유역의 댐건설에 대한 경관영향을 평가하였다. 김귀곤, 조동길, 차영두, 황기현(2000)은 사진을 통해서 경관에 대한 시각적 선호도를 분석하였고 또한 생태적 다양성을 조사하였다. 김한배(2004)는 이러한 경관의 생태적 가치를 분석하는 연구동향을 제시하였다. 그러나 이러한 대부분의 연구들이 화폐적 가치 평가와는 동떨어진 내용들이라서 참고사항으로 활용할 수 있을 뿐이다.

경관가치를 화폐가치로 평가한 본격적인 연구는 권오상과 윤태연(2004), 김광임(2005), 김광임(2006), 고성보(2007) 등이 있다. 권오상과 윤태연(2004)은 가상순위 결정모형(Contingent Ranking Model)을 이용해 전국을 대상으로 설문조사를 한 후에 쌀농업이 제공하는 경관의 경제적 가치를 추정하였다.

김광임(2005, 2006)은 농촌경관의 경제적 가치평가를 위해 조건부 가치평가법(Contingent Valuation Method)을 택하여 전국을 대상으로 설문을 실시했다. 설문지는 크게 농촌경관에 대한 인식을 묻는 부분, 농촌경관 보전을 위한 제시금액의 수용 여부를 묻는 부분, 그리고 응답자의 사회경제적 특성을 묻는 세 부분으로 구성된다. 경관보전을 위한 제시금액의 수용여부를 묻기 위해서는 경관의 목표 수준을 제시해야 하는데, 이 연구에서는 심미적 가치 평가에서 선호도가 높게 평가된 경관 사진을 그룹으로 묶어 목표수준으로 제시하였다. 그리고 고성보(2007)는 제주 발담에 대하여 방문객에게 1m당 지불의사를 물어 양분선택법에 의하여 1인당 지불의사를 추정한 뒤 총 발담 길이를 곱하여 경관의 가치를 산정하였다.

신영철(1997)과 박용치(2002)는 조건부 가치평가법을 이용하여 한강 및 4대강의 수질개선 편익을 측정하였다. 신영철(1997)은 한강의 수질에 대한 이중 양분선택형 질문에 의하여 얻어진 자료를 가지고 이변량 프로빗 모형으로 지불확률과 지불기대금액을 추정하였다. 박용치(2002)는 한강을 4대강의 부분재화로 상정하고 4대강과 한강에 대하여 로짓 모형으로 수질 개선을 위한 지불확률과 지불기대금액을 추정하였다. 한편 엄영숙·홍종호(2009)는 낙동강 생물자원관 건립계획에 대한 기대지불의사를 이중양분선택법에 의하여 추정하였는데 지불거부자들의 잠재적 역할을 고려한 표본선택모형을 추정하는 경우가 전체표본을 사용하는 경우보다 약 2배가 되므로 지불거부반응을 고려하는 것이 중요하다는 것을 주장하였다. 또한 엄영숙(2010)

은 동일한 자료를 이용하여 거리가 멀어짐에 따라 응답자들의 WTP도 적어지는 거리-소멸관계가 존재함을 보여주었다.

III. 수변 경관 및 생태계 가치에 대한 경제적 가치평가 방법론상의 주요 논점

3.1 추정하고자 하는 편익과 관련한 가상 시장(contingent market)의 설정

CVM(Contingent Valuation Model: 조건부 가치평가법, 혹은 가상가치평가법)이란 설문지를 통하여 비시장재를 마치 시장재인 것처럼 가상적인 상황을 설정하여 시장에서 어떠한 재화나 서비스를 구입하는 것과 유사한 상황을 설정하고 이를 통하여 실제의 시장가격과 유사한 데이터를 구하여, 이를 통하여 수요곡선을 도출하고 이에 기반하여 소비자잉여의 합, 즉 우리가 측정하고자 하는 비시장재의 가치를 추정하고자 하는 것이다.

가상시장이란 어떤 상품을 구매할 때 소비자가 인지하는 것과 마찬가지로 어떤 가격을 지불하고 대가로 얻는 편익을 구체적으로 상정하고, 지불하는 가격과 그 대가로 얻는 편익간에 명확한 연계가 설정되어 있어야 한다. 의미있는 결과를 도출하기 위하여서는 가상적 시장이 최대한 잘 디자인되어야 하며 그러기 위해서는 가치평가하고자 하는 대상(재화 혹은 서비스)이 명확하게 정의되는 것이 바람직하다.

환경재는 그 자체보다는 환경재로부터 생성되는 환경서비스의 개념으로 주로 받아들여진다. 이는 환경재가 공공재이기 때문에 해당 환경재에 대한 소유의 개념을 설정하기 어렵지만, 환경서비스가 제공되는지 안 되는지에 대한 상황비교는 가능하기 때문이다.

우리가 경제적으로 “가치” 라고 하는 것은 경제학적으로 볼 때 본질적으로 “기회비용”의 개념이다. 가치란 총효용을 동일하게 유지하는 전제하에 한 재화의 양을 증감시킬 때 나타나는 다른 재화의 변화량을 의미한다. 다시 말하면 한 재화가 증감할 때 총효용을 동일하게 유지하기 위하여 필요한 화폐의 증감액을 가치라고 할 수 있을 것이다.

즉, 가치 측정을 위하여서는 대상 환경재의 “변화”가 전제되어야 의미 있는 측정

이 개념적, 이론적, 실증적 수준에서 가능하다. 즉 현재 존재하는 총 환경재를 보전하기 위하여 얼마를 지불할 의사가 있는가? 하고 묻는 것은 모호하며 바람직스럽지 않다. 현재의 상태와 비교되는 다른 상태가 명확하게 가시적으로 주어져야 한다.

또한 시장에 참여하는 소비자는 원칙적으로 공공재의 경우에는 제한이 없다. 그럼에도 불구하고 외국의 주민, 원거리에 있는 주민들을 종종 제외하는 경우가 많은데, 이는 이들이 지불의사가 거의 0에 가깝다고 암묵적으로 가정하고 있는 것이며, 현실적으로 지불수단이 제약되어 있기 때문에 가상시장을 상정하기 어렵기 때문일 것이다.

수변경관 및 생태계 가치를 측정하기 위하여, “부분훼손방지가치”, “완전훼손방지가치”, “충(현존)가치”의 세 가지 개념을 상정하여 보았다. 일반적으로 많은 사람들은 “충(현존)가치”에 대하여 알고 싶어한다. 그러나 충현존가치란 모호한 개념이다. “생태계의 가치”가 얼마인가? 생태계보전을 위하여 얼마나 지불할 의사가 있는가? 하는 질문은 극히 모호하다.

따라서 “충현존가치”를 알고 싶다는 것을 보다 구체적으로 표현하면 현존하는 경관/생태계가 완전히 훼손되어 없어진 상태와 비교한 가치, 즉 “완전훼손방지가치”를 묻는 것이 좋을 것이다. 그러나 완전훼손방지가치란 그 또한 모호한 개념이며, 일반인이 경관/생태계의 “충현존가치”를 상정할 때 “완전히 훼손된” 경관/생태계와 비교하지는 않을 것이고, “완전 훼손”이라는 개념도 객관적인 개념은 아니다.

그러므로 “부분훼손방지가치”, 즉 구체적인 훼손상황을 상세히 알려주고 보전상태와 비교해서 가치평가를 하는 방식의 가치평가가 타당하며, 본 연구의 경우 특히, 상수원보호와 관련한 각종 규제에 따라 보존되는 수준의 경관상태와 그렇지 않았을 경우의 훼손된 경관 및 생태계에 대한 구체적인 비교를 통하여 이러한 훼손을 방지하기 위한 지불의사를 묻는 것이 합당하다.

아래의 <표 1>은 본 연구에서 추정하고자 하는 한강 수계권역의 천변 경관 및 생태계의 가치추정과 관련한 개념을 정리한 것들이다.

〈표 1〉 경관/생태계 관련 추정하고자 하는 가치의 개념 비교 검토

상황 1: 부분훼손 방지 가치	
설정된 상황	수계지역의 수질보전을 위하여 수변구역 지정, 상수원보호구역 지정 등에 의한 상수원 및 수변구역의 토지 이용 제약이 가져오는 경관 및 생태 훼손의 방지
그로 인한 편익	수변구역에서의 보전된 경관 및 생태 현재의 규제가 없을 경우의 경관 및 생태 훼손상태를 시뮬레이션하여 보여주고 규제가 있을 경우의 보전/개선된 경관 및 생태를 보여줌.
추정하고자 하는 금액	수변경관 및 생태의 악화를 방지하기 위한 지불의사(Willingness to Pay) 측정
집계방식	한강 수계의 여러 경관과 생태를 규제상태와 비규제 상태로 구분하여 보여주고 이를 수변지역 주민들을 상대로 집계함. 어느 지역 사람을 포함하고 어느 지역 사람을 제외하는가 하는 문제는 좀더 연구해보아야 함.
상황 2: “총현존” 가치	
설정된 상황	기존의 모든 수변 경관과 생태계의 가치에 대한 총체적 평가 총체적 경관과 생태를 보전하기 위한 지불의사를 묻는데, 규제상태와 대비되는 비규제상태에 대하여 묻는 것이 아니라 이러한 경관과 생태계가 존재하지 않는 상태에 대하여 질문함. 이러한 질문방식은 종종 사용되고 있기는 하지만 모호한 질문방식임. 그러나 경관이나 생태의 가치에 대하여 일반인들은 이러한 방식으로 막연히 이해하고 있는 경우가 많음. 그러나 설문지를 통하여 가치를 측정하기 위하여서는 현재의 상태와 비교되는 상황을 설정해야 하므로 막연히 “존재”가치를 물을 수는 없으며, “존재”가치는 개념상으로는 존재할지 몰라도 측정할 수는 없음.
그로 인한 편익	존재하는 모든 수변경관 및 생태계의 가치로부터 얻는 편익
추정하고자 하는 금액	수변경관의 “상실”을 방지하기 위한 지불의사(Willingness to Pay) 측정
	수변지역 주민들을 상대로 집계함. 어느 지역 사람을 포함하고 어느 지역 사람을 제외하는가 하는 문제는 좀더 연구해보아야 함.
상황 2: 완전훼손 방지 가치	
설정된 상황	기존의 모든 수변 경관과 생태계의 가치에 대한 총체적 평가 총체적 경관과 생태를 보전하기 위한 지불의사를 묻는데, 규제상태와 대비되는 비규제상태에 대하여 묻는 것이 아니라 이러한 경관과 생태계가 “완전하고 심각하게” 파괴된 상태에 대하여 물음. 이는 개념상 “존재가치”와 유사하지만 존재가치보다 훨씬 크게 측정될 개연성이 큼. 완전하게 상실된 상태를 사진 등으로 보여주고 비교하게 함으로써 모호성을 방지 가능
그로 인한 편익	존재하는 모든 수변경관 및 생태계의 가치로부터 얻는 편익
추정하고자 하는 금액	수변경관의 악화를 방지하기 위한 지불의사(Willingness to Pay) 측정
	수변지역 주민들을 상대로 집계함. 어느 지역 사람을 포함하고 어느 지역 사람을 제외하는가 하는 문제는 좀더 연구해보아야 함.

3.2 가치를 추정하고자 하는 재화의 성격

경관가치가 향상될 경우에 해당지역 주민이나 지자체에 관광 수입 등으로 (협의) 경제적 편익이 발생한다면 이것은, 별도의 통상적 방법을 통하여 추정하는 것이 더 바람직할 것이다.

보통 어떤 사업 등의 비용편익분석을 할 때 경제재에 대한 추정은 통상의 방법으로 하고, 통상적 방법으로 불가능한 공공재에 대하여서만 CVM 등의 기법을 사용한다.

그런데 본 연구과제에서와 같이 수변 경관 및 생태계를 가상으로 가치평가를 하는 경우에 경관의 (순수) 공공재적 가치와 개인적 혹은 국지적으로 사유재의 성격을 가지는 경관 및 생태의 관광 및 관련 수입 증대효과를 구분할 필요가 있지만, 현실적으로 그 둘을 구분하기가 쉽지 않다.

특정 시설이나 특정 생태계(예를 들면, 우포 늪)에서와 같이 대상이 구체적이고 한정되어 있을 경우에는 관광 수입을 추정하기 용이하고, 순수 공공재적인 가치를 별도로 추정할 수도 있을 것이다. 그러나 한강수계 전체를 대상으로 하는 가치평가는 그로부터 발생하는 관광수입을 추계하기 곤란하다.

그리고 관광 수입은 경관이 향상됨으로 해서 증가하는 측면도 있지만, 경관 및 생태보전에 따라 위락시설 등의 감소나 관광 산업 관련 활동에 대한 제약으로 오히려 감소할 수 있다. 일반적으로 경관 및 생태계보전의 (사적) 경제적 영향은 負라고 보는 것이 타당하다.

그러므로 본 연구에서 측정하고자 하는 가치의 대상을 개념적으로나 정책적으로나 혼란 없이 잘 정의할 필요가 있다.

본 연구과제의 경관 및 생태계 가치는 순수한 공공재적 측면에 국한하여 추정하는 것이 바람직하다고 생각된다. 만약 그렇지 않고 사적 경제적 가치와 공공재 가치가 혼재된 가치를 추정한다면 1) 개념적으로 혼란되어 있고, 2) 여타 분석의 결과와 중복 가능성이 있으며, 3) 오도된 정책 시사점을 도출할 가능성이 있다.

따라서 순수공공재 가치를 추정하는 것이 바람직하지만 여기에도 또 문제가 있다. 1) 응답자들이 순수 공공재와 사적/지역적 이익을 구분하지 못하거나 구분을 유도하는 설문 작성이 곤란하다. 2) 사적/지역적 이익/가치의 경우 지역 주민들에게 설문

을 행하는 것이 올바르다. 그러나 순수공공재의 경우 그 지역적 범위가 불분명하다. 순수공공재의 경우에는 전국을 대상으로 하는 것이 일단 원칙적으로 맞다. 왜냐하면 경관과 생태의 편익을 직접적으로 향유하지 않더라도 그 존재/보전에 대하여 가치를 부여하는 사람들이 존재하는 것이 가능하기 때문이다. 또한 해당 주민이 아니더라도 여행 등을 통하여 한강수계의 경관과 생태계의 서비스를 향유할 수 있기 때문에 더욱 그러하다.

이상의 논의를 바탕으로 한강수계의 경관 및 생태계로부터 발생하는 서비스의 가치의 종류와 그 지역적 범위를 정리하면 다음의 <표 2>와 같다.

<표 2> 경관/생태계 서비스 관련 편익/비용의 종류와 지역적 범위

유형 명칭	편익/비용의 내용	권역	CVM 질문 여부/기타
㉠ positive local externality	경관/생태계 개선으로 인근주민 관광 수입/지가 상승	수계 권역	CVM 아닌 다른방법으로 추정 가능, 그러나 CVM도 무방하다고 봄
㉡ negative local externality	경관/생태계 보전 위한 규제로 인근주민 관광수입/지가 하락	수계 권역	CVM 아닌 다른방법으로 추정 가능, 그러나 CVM도 무방하다고 봄
㉢ national externality	전국의 거주하는 주민들이 관광 및 생태 체험 서비스의 개선/증대에 따른 편익 증가	전국?	CVM으로만 추정 가능 이중 해당 권역주민들에게 귀속하는 부분을 ㉣' 이라고 명명
㉤ national public goods	전국의 국민들이 한강수계의 경관/생태계 보전 자체에 대하여 설정하는 가치(지불의사)	전국?	CVM으로만 추정 가능 이중 해당 권역주민들에게 귀속하는 부분을 ㉥' 이라고 명명

만약에 설문지에 이러한 경관/생태 보전 편익의 차이를 설명하지 않고 포괄적으로 질문할 경우 피질문자는 개인에 따라 자의적으로 해석하고 피질문자마다 다른 개념으로 답할 가능성이 있다.

3.3 CVM 방법 적용시 대상 집단의 범위에 관한 고찰

CVM 연구에 있어서 중요한 쟁점 중의 하나는 설문 대상자의 지역적 범위이다. 지역적 범위의 설정에 따라서 대상 환경재의 가치의 크기가 크게 변동되는 데에 비

하여 그에 관한 명확한 기준은 정립되어 있지 않다. 본 연구에서는 관례에 따라 해당 대상(한강수계)이 지나가는 기초지자체를 설문대상 지역으로 사용하기로 한다.

관례에 따라 이러한 대상지역을 사용하지만 대상지역을 이렇게 설정하는 것은 사실상 어떠한 가정을 암묵적으로 채택하는 것인데 많은 기존 연구에서는 이러한 가정을 명시적으로 제시하지 않았으며, 그에 따라 데이터 및 추정치의 해석에 많은 문제점을 야기시켜왔다.

해당지역을 수계가 지나가는 기초지자체로 한정하는 것은 <표 3>과 같은 가정을 한 것으로 간주될 수 있다.

〈표 3〉 조사 대상 권역에 대한 가정

한강수계가 통과하는 기초지자체로 설문 지역을 한정하는 것의 실질적 의미(암묵적 가정)
<ol style="list-style-type: none"> 1. 한강수계에 대한 경관/생태계 편익중 ㉠ national externality ㉡ national public goods는 수계권역 주민들에게만 귀속한다고 가정한다. 즉 ㉠과 ㉡는 ㉠과 ㉡를 수계권역 주민에게 귀속되는 부분만으로 한정된 것이다. 2. 한강수계에 대한 경관/생태계 편익중 ㉢ positive local externality와 ㉣ negative local externality는 합하여 하나의 순편익으로 측정한다. 즉 -(負)의 지불의사를 허용한다. 3. ㉢ positive local externality와 ㉣ negative local externality를 직접적 추정방식 즉, 관광수입의 증가로 추정하는 방식으로 하지 않고 직접 질문방식을 택한다. 4. 총편익은 (㉢+㉣)+㉠+ ㉡의 합집합을 추정하고자 하는 가치로 간주한다. 5. 권역 이외의 지역을 제외하였으므로 실제의 편익은 이보다 클 것이며, 추정된 값은 minimum value로 이해한다.

IV. 설문지의 주요 내용

하류 지역 주민들에게 공급되는 수자원의 수질을 개선하기 위한 수변 지역의 규제의 영향은 상류지역에는 경제적 불이익을 가져왔다. 그러나 한강 수계 등 수변지역에서의 환경보전활동과 토지이용 및 경제활동 규제는 이들 효과에 더하여 수변경관 및 수변 생태계 보전이라는 편익을 가져오고 있기도 하다. 본 연구는 편익의 크기를 화폐단위로 추정하고자 하는 것이다.

본 연구는 한강 수계의 수변경관 및 생태계의 보전 가치를 조건부 가치 평가법(CVM)을 사용하여 추정한다. 설문지의 핵심적인 내용은 <표 4>와 같다.

〈표 4〉 설문지의 핵심적 내용

종류	제시 사진 자료	질문의 내용 예시
경관	각종 규제에 의한 보전된 상태의 경관 사진과 훼손된 상태의 시뮬레이션 사진 대조하여 제시: 주요 한강수계 내 권역 및 경관 유형별로 5쌍 정도	귀하의 가구는 한강 수변지역 전체의 경관과 생태계를 보전하기 위하여 가구당 향후 10년간 매달마다 2,000원의 금액을 지불할 의향이 있으십니까? 이 금액은 세금의 형태로 부과됩니다. (만약 귀하의 가구가 이 금액을 지불하지 않는다면 충분한 보전 정책을 시행하지 못하여 한강 수계의 수변 경관과 생태계는 왼쪽 사진(보전된 상태)에서 오른쪽 사진(훼손된 상태)과 같은 상태로 변화된다고 가정합니다. 이미 시행되고 있는 수계기금 사업(토지매입사업, 주민지원사업 등)은 존재하지 않는다고 가정합니다) → 예, 아니오에 따라 다른 금액 제시하여 다시 질문
생태계	각종 규제에 의한 보전된 상태의 생태계 사진/설명과 훼손된 상태의 설명 및 시뮬레이션 사진 대조하여 제시: 주요 한강수계 내 권역 및 생태계 유형별로 5쌍 정도	

V. 데이터와 기본 추정 결과

이렇게 수집된 설문지를 CVM 방법론 중 이중양분선택모형을 사용하여 추정한다. 두 번 질문하여 얻어진 지불의사¹⁾ 데이터에 대하여 이변량 정규분포를 가정하여 이변량 프로빗(bivariate probit) 모형을 최우추정법에 의하여 추정하며 소프트웨어는 LIMDEP 9.0을 사용한다. 한강 수계권역을 중심으로 설문지가 약 900장 회수되었으며, 코딩작업이 858개에 대하여 완료되었으며, 이 중에서 지불의사 금액 및 특성변수에 대한 무응답을 포함한 표본을 제외하였는데, 그 결과 추정에 사용된 표본은 799개이다.

CV문항의 첫 번째 제시금액에 대해 총표본 799명 중 42.8%(342명)의 응답자들이 ‘예’라고 응답하였고, ‘아니오’라고 응답했던 457명 중 두 번째 제시금액에 대해 ‘예’라고 응답한 사람들이 47명으로 총표본 중 389명이 ‘예’라고 대답하였고, 총표본 중 51.3%에 해당하는 410명이 ‘아니오/아니오’라고 대답하였다.

Hanemann과 Kanninen(2006)은 이중양분 조건부가치평가법의 추정 및 가설검정 등을 설명하였고 Haab과 McConnel(2002)은 지수지불의사 모형을 제시하였다. 이 논문에서는

1) 1차 질문에서는 향후 10년간 매달마다(1,000원, 2,000원, 3,000원, 5,000원, 7,000원, 8,000원, 10,000원, 15,000원 등)에 대한 지불의사를 묻고 2차 질문에서는 향후 10년간 매달마다(500원, 1,000원, 2,000원, 3,000원, 5,000원, 7,000원, 8,000원, 10,000원, 15,000원, 20,000원 등)에 대한 지불의사를 묻는다.

비음의 지불의사를 측정하기 위하여 다음과 같은 지수지불의사 모형을 추정하였다.

y_1^* 와 y_2^* 는 제각기 $n \times 1$ 벡터로서 각 제시금액에 대한 지불여부를 응답할 때의 응답자의 내재 지불의사액을 의미하고 x_{1i} 와 x_{2i} 는 제각기 $n \times k$ 행렬로서 응답자의 개인적 특성을 나타낸다. ϵ_{1i} 와 ϵ_{2i} 는 제각기 $n \times 1$ 벡터로서 첫 번째 설문과 두 번째 설문의 오차항을 나타낸다. Bid_1 은 첫 번째 제시된 지불의사금액이고 Bid_2 는 두 번째 제시된 지불의사금액이라 하자.

이 y_{1i}^* , y_{2i}^* 간의 지수지불의사함수(exponential willingness to pay function) 이변량 정규분포 모형은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} y_{1i}^* &= \exp(\alpha_f + x_{1i}\beta_f + \epsilon_{1i}) \\ y_{2i}^* &= \exp(\alpha_s + x_{2i}\beta_s + \epsilon_{2i}) \end{aligned}$$

여기에서 $\alpha_m (m=f, s)$ 는 상수항이고, $\beta_m (m=f, s)$ 는 $k \times 1$ 벡터로 구성된 설명변수들의 계수벡터이다. 그리고 오차항은 이변량 정규분포를 따른다고 가정한다. 즉 $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \rho$ 를 제각기 오차항들 $\epsilon_{1i}, \epsilon_{2i}$ 의 분산과 상관계수라 할 때 $(\epsilon_{1i}, \epsilon_{2i}) \sim BVN(0, 0, \sigma_1^2, \sigma_2^2, \rho)$ 이다. 1차 설문에서 예라고 대답할 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Pr(Yes_1) &= \Pr(y_{1i}^* > Bid_1) \\ &= \Pr(\exp(\alpha_f + x_{1i}\beta_f + \epsilon_{1i}) > Bid_1) \\ &= \Pr(\epsilon_{1i} < \alpha_f + x_{1i}\beta_f - \ln Bid_1) \end{aligned}$$

$$\text{여기에서 } \theta_{1i} = \frac{\epsilon_{1i}}{\sigma_1}, \gamma_{0f} = \frac{\alpha_f}{\sigma_1}, \gamma_{1f} = \frac{\beta_f}{\sigma_1}, \gamma_{2f} = -\frac{1}{\sigma_1},$$

$$\theta_{2i} = \frac{\epsilon_{2i}}{\sigma_2}, \gamma_{0s} = \frac{\alpha_s}{\sigma_2}, \gamma_{1s} = \frac{\beta_s}{\sigma_2}, \gamma_{2s} = -\frac{1}{\sigma_2} \text{로 정의하면}$$

$(\theta_{1i}, \theta_{2i}) \sim BVN(0, 0, 1, 1, \rho)$ 이다. 이변량 정규분포의 특성에 의하여

$\theta_{1i} \sim N(0, 1)$ 과 $\theta_{2i} \sim N(0, 1)$ 가 성립한다. (Hogg, McKean & Craig(2012) 참조)

$$\begin{aligned} \Pr(Yes_1) &= \Pr(\theta_{1i} < \frac{\alpha_f}{\sigma_1} + x_{1i}\frac{\beta_f}{\sigma_1} - \frac{1}{\sigma_1}\ln Bid_1) \\ &= \Pr(\theta_{1i} < \gamma_{0f} + x_{1i}\gamma_{1f} + \gamma_{2f}\ln Bid_1) \\ &= \Phi(\gamma_{0f} + x_{1i}\gamma_{1f} + \gamma_{2f}\ln Bid_1) \end{aligned}$$

여기에서 함수 Φ 는 표준정규분포의 누적확률밀도함수를 나타낸다. 마찬가지로, 2차 설문에서 예라고 대답할 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\Pr(Yes_2) &= \Pr(\theta_{2i} < \frac{\alpha_s}{\sigma_2} + x_{2i}\frac{\beta_s}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma_2}\ln Bid_2) \\ &= \Pr(\theta_{2i} < \gamma_{0s} + x_{2i}\gamma_{1s} + \gamma_{2s}\ln Bid_2) \\ &= \Phi(\gamma_{0s} + x_{2i}\gamma_{1s} + \gamma_{2s}\ln Bid_2)\end{aligned}$$

이변량 프로빗 모형은 이와 같이 서로 상관된 이변량 정규분포를 따르는 확률밀도함수를 바탕으로 양분선택의 확률을 추정하는 모형을 말한다. 이변량 정규분포의 파라미터들 간의 상관관계에 대한 가정에 따라 다음의 <표 5>와 같은 3가지 모형을 설정하는 것이 가능하다.

<표 5> 이변량 프로빗 모형의 3가지 가정별 모형 설정

	모형의 성격	제약
[모형 1]	일반적 이변량 정규분포 모형	제약 없음
[모형 2]	설명변수 계수값 및 분산 동일제약을 준 이변량 정규분포 모형	$\alpha_f = \alpha_s, \beta_f = \beta_s, \sigma_1 = \sigma_2$ 즉 $\gamma_{0f} = \gamma_{0s}, \gamma_{1f} = \gamma_{1s}, \gamma_{2f} = \gamma_{2s}$
[모형 3]	설명변수 계수값과 분산 동일제약 및 두 변량의 독립성 제약을 준 이변량 정규분포 모형	$\alpha_f = \alpha_s, \beta_f = \beta_s, \sigma_1 = \sigma_2,$ $\rho = 0$ 즉 $\gamma_{0f} = \gamma_{0s}, \gamma_{1f} = \gamma_{1s}, \gamma_{2f} = \gamma_{2s}$ $\rho = 0$

자료: Cameron and Quiggin(1994), 신영철(1997), Cameron and Quiggin(1998)

이 모형들 중 [모형 1] 이 가장 일반적인 형태이고, [모형 2]는 두 분포가 다르지만 계수값 및 분산은 동일하다는 가정이다. [모형 3]은 계수값 및 분산은 동일하고 두 변수간의 상관계수가 0, 즉 두 변수의 분포가 독립적이라는 제약하의 모형이다.

$\beta_f = 0, \beta_s = 0$ (즉 $\gamma_{1f} = \gamma_{1s} = 0$)를 가정하고 모형 1,2,3을 추정한 결과는 <표 6>에 제시되어 있다.

〈표 6〉 이변량 프로빗 모형의 3가지 가정별 모형 추정 결과

통계량	모형 1	모형 2	모형 3
γ_{0f}	2.81648252	2.76778453	1.55846031
γ_{2f}	-0.35489310	-0.36374155	-0.22023044
γ_{0s}	3.00398452	-	-
γ_{2s}	-0.40345188	-	-
ρ	0.88857104	0.85344638	0
LogL	-878.9297	-897.6550	-1046.737

세 모형 중에서 어느 모형이 가장 적합한가를 판정하기 위하여 우도비검정 (Likelihood Ratio Test)을 시행하였다. 먼저 H_0 : 모형 2 H_1 : 모형 1의 가설에 대한 자유도 2의 χ^2 검정통계량의 관측값은 37.450448이고 확률값은 0.000000으로 추정되어서 5%의 유의수준에서 모형 2를 기각하고 모형 1을 채택한다. 다음에 H_0 : 모형 3 H_1 : 모형 2의 가설에 대한 자유도 1의 χ^2 검정통계량의 관측값은 298.163485이고 확률값은 0.000000으로 추정되어서 5%의 유의수준에서 모형 3을 기각하고 모형 2를 채택한다. 따라서 모형 1이 가장 적합한 모형이라 할 수 있다.

WTP_1 을 첫 번째 설문에서의 지불의사금액이라 하고, WTP_2 를 두 번째 설문에서의 지불의사금액이라 하자. $BIDMIN_1$ 과 $BIDMAX_1$ 이 첫 번째 설문에서의 제시금액의 최소값과 최대값이라 하고 $BIDMIN_2$ 와 $BIDMAX_2$ 가 두 번째 설문에서의 제시금액의 최소값과 최대값이라 하자.

[모형 1], 즉 제약조건 없는 이변량 프로빗을 수행한 결과, 이변량 프로빗 함수에 대하여 다음과 같은 추정치를 얻었다.

$$\begin{aligned}\Pr(Yes_1) &= \Pr(\theta_{1i} < 2.81648252 - 0.35489310\ln Bid_1) \\ &= \Phi(2.81648252 - 0.35489310\ln Bid_1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Pr(Yes_2) &= \Pr(\theta_{2i} < 3.00398452 - 0.40345188\ln Bid_2) \\ &= \Phi(3.00398452 - 0.40345188\ln Bid_2)\end{aligned}$$

$BIDMIN_1=1$ 원, $BIDMAX_1= 15,000$ 원, $BIDMIN_2=1$ 원, $BIDMAX_2= 20,000$ 원

을 가정하여 구한 WTP_1 과 WTP_2 의 기대치는 다음과 같다. 적분은 GAUSS를 이용하여 계산하였다.

$$E(WTP_1) = \int_{BIDMIN_1}^{BIDMAX_1} \Phi(2.81648252 - 0.35489310 \ln Bid_1) dBid_1 = 6,081 \text{ 원}$$

$$E(WTP_2) = \int_{BIDMIN_2}^{BIDMAX_2} \Phi(3.00398452 - 0.40345188 \ln Bid_2) dBid_2 = 5,745 \text{ 원}$$

이중양분선택모형에서 2차 응답까지 포함한 $E(WTP_2)$ 가 가구당 기대지불의사 금액으로 합당하다고 생각되어 추정된 결과 가구당 5,745원으로 추정되었다. 한강 권역의 인구가 통계청 KOSIS의 추정자료에 의하면 2008년 기준으로 27,418,960 명 이었고 가구수는 10,715,451가구였으며, 가구당 구성원수는 2.55882464명이었다. 따라서 가구당 5,745원에 10,715,451가구를 곱해주면 총 61,560,270,000원, 즉 매월 약 615억 6,027만원으로 추정되었다. 따라서 여기에 12를 곱하여 연간 가치를 계산 하면 738,723,240,000원, 즉 7,387억 2,324만원 정도로 추정된다. 이러한 편익이 향후 10년간 발생한다고 가정하여 (설문지의 지불의사 내용과 동일) 할인율 6%를 적용하여 현가를 계산하면, 약 5,437,067,350,000원, 즉 5조 4,371억원 정도로 추정된다. 물론 할인율을 낮추거나, 혹은 편익발생기간을 늘리면 이 금액은 더 커진다. 편익발생기간을 10년으로 한 것은 설문지에서 질문한 지불기간과 맞추기 위한 것이며, 이 기간을 더 늘려도 이론적으로 큰 문제는 없을 것이지만, 보수적으로 추정한다는 전제하에 편익발생기간을 10년으로 설정하였다. 이 추정결과를 요약하면 다음의 <표 7>과 같다.

<표 7> 추정결과 요약

가구당 추정 월간 지불의사액	권역 가구수	총연간지불사액	적용할인율	가치발생 기간 가정	총 추정가치
5,745원	10,715,451 가구	7,387억원	6%	10년	약 5조 4,371억원

VI. 특성변수를 고려한 추정결과

특성변수로는 한강수변지역에 방문 경험 여부, 한강수변지역에 부동산 소유 여부, 한강수변지역에 직장 존재 여부, 관광지로서의 가치평가, 주거의 질에 미치는 영향, 소득에 대한 영향, 성별, 나이, 학력, 가계소득을 포함시켰다.

이러한 설명변수들에 대한 기초통계량은 <표 8>에 정리되어 있다.

<표 8> 이변량 지수 지불의사 모형의 변수와 기초통계량

설명변수의 의미	변수의 자료화	평균	표준편차
첫 번째 제시금액	최대값(15,000) 최소값(1,000)	6384.2	4400.3
첫 번째 응답	있다(1) 없다(0)	0.4280	0.4951
두 번째 제시금액	최대값(20,000) 최소값(500)	6086.4	4319.9
두 번째 응답	있다(1) 없다(0)	0.3404	0.4742
한강수변지역에 방문 경험 여부	있다(1) 없다(0)	0.8423	0.3647
한강수변지역에 부동산 소유 여부	그렇다(1) 아니다(0)	0.0638	0.2446
한강수변지역에 직장 존재 여부	그렇다(1) 아니다(0)	0.0726	0.2596
관광지로서의 가치 평가	매우 중요하다(1) 전혀 중요하지 않다(5)	1.9262	0.8062
주거의 질에 미치는 영향	크게 향상시킨다(1) 크게 악화시킨다(5)	1.8698	0.8336
소득에 대한 영향	크게 향상시킨다(1) 크게 악화시킨다(5)	2.2503	0.8165
성별	여성(0) 남성(1)	0.5219	0.4998
나이	20대(1) 60대 이상(5)	2.590	1.343
학력	초등학교 졸업(1) 대학원 졸업 이상(6)	3.9712	1.2477
가계소득	1000만원 미만(1) 1억원 이상(8)	4.2966	1.7724

특성변수를 포함하여 이변량 지수 지불의사 모형에 대한 [모형 1]의 추정결과는 <표 9>에 제시되어 있다.

특성변수 중에서 관광지로서의 가치평가(1), 주거의 질에 미치는 영향(1), 관광지로서의 가치평가(2), 가계소득(2)가 1%의 유의수준에서 유의하고, 가계소득(1), 주거의 질에 미치는 영향(2)는 5%의 유의수준에서 유의하다. 나머지 특성변수들은 5%의 유의수준에서 모두 유의하지 않다. 관광지로서의 가치평가나 주거의 질에 미치는 영향은 값이 클수록 중요하지 않거나 악화되는 변수로서 측정하였다. 5%의 유의수준에서 유의한, 관광지로서의 가치평가나 주거의 질에 미치는 영향 4변수들의 부호도 전부 음으로 관광지로서의 가치평가가 나빠지거나 주거의 질에 악영향을 끼친다고 생각할수록 지불의사가 적으므로 경제적으로 의미 있는 결과가 도출된다. 관광지로서의 경제적 가치나 주거의 질에 미치는 영향에 대한 평가가 지불의사에 유의한 영향을 미친다는 사실은 추정된 총지불의사가 수변경관에 대한 경관 및 생태계 자체에 대한 가치만이 아니라 응답자의 경제적 이해관계에 의하여 영향 받는다는 점을 보여주는 것이라고 할 수 있다. 즉, 상술한 <표 3>에서 우리가 추정하고자 하는 지불의사가 “((가+나)+다+라)의 합집합”이라고 전제한 것을 실증분석 결과를 통하여 확인한 것이라고 볼 수 있다.

<표 9> 이변량 지수 지불의사 모형(모형 1)의 추정 결과(결과)

설명변수의 의미	설명변수	추정계수	t값	확률값
상수(1)	Constant	3.7678	6.952	0.0000***
로그된 제시금액(1)	LFIRBID	-0.4062	-7.524	0.0000***
한강수변지역에 방문 경험 여부(1)	VISIT	0.1938	1.399	0.1618
한강수변지역에 부동산 소유 여부(1)	ESTATE	0.0978	0.516	0.6059
한강수변지역에 직장 존재 여부(1)	JOB	-0.0518	-0.283	0.7768
관광지로서의 가치 평가(1)	TOUR	-0.2112	-3.045	0.0023***
주거의 질에 미치는 영향(1)	HOUSING	-0.2934	-4.018	0.0001***
소득에 대한 영향(1)	INCOME	-0.0130	-0.183	0.8549
성별(1)	SEX	0.1277	1.317	0.5219
나이(1)	AGE	-0.0245	-0.607	0.5440
학력(1)	SCHOOL	0.0040	0.086	0.9318

〈표 9〉 이변량 지수 지불의사 모형(모형 1)의 추정 결과(결과)

설명변수의 의미	설명변수	추정계수	t값	확률값
가계소득(1)	Y	0.0616	2.214	0.0268**
상수(2)	Constant	3.6520	7.207	0.0000***
로그된 제시금액(2)	LSECBID	-0.4403	-9.251	0.0000***
한강수변지역에 방문 경험 여부(2)	VISIT	0.0038	0.028	0.9776
한강수변지역에 부동산 소유 여부(2)	ESTATE	0.0553	0.267	0.7894
한강수변지역에 직장 존재 여부(2)	JOB	0.2521	1.338	0.1808
관광지로서의 가치 평가(2)	TOUR	-0.2214	-3.003	0.0027***
주거의 질에 미치는 영향(2)	HOUSING	-0.1737	-2.411	0.0159**
소득에 대한 영향(2)	INCOME	-0.0598	-0.895	0.3705
성별(2)	SEX	-0.0872	-0.938	0.3484
나이(2)	AGE	-0.0286	-0.759	0.4481
학력(2)	SCHOOL	0.0375	0.874	0.3819
가계소득(2)	Y	0.1070	3.972	0.0001***
상관계수		0.8901	34.749	0.0000***
로그우도		-826.0116		

주: ***는 유의수준 1%에서 **는 유의수준 5%에서 유의함을 의미함.

(1)은 첫 번째 방정식에서의 설명변수를 의미하고 (2)는 두 번째 방정식에서의 설명변수를 의미함.

<표 10>에서는 특성변수 중에서 5%의 유의수준에서 유의한 관광지로서의 가치 평가와 주거의 질에 미치는 영향, 가계소득만을 포함하여 다시 추정한 결과를 보여 주고 있다. 추정계수들은 모두 5%의 유의수준에서 유의하다.

〈표 10〉 이변량 지수 지불의사 모형(모형 1)의 추정 결과(계속)

(5% 유의수준에서 유의한 설명변수만을 포함한 경우)

설명변수의 의미	설명변수	추정계수	t값	확률값
상수(1)	Constant	3.94186656	8.072	0.0000
로그된 제시금액(1)	LFIRBID	-0.40287729	-7.686	0.0000
관광지로서의 가치 평가(1)	TOUR	-0.23214837	-3.486	0.0005
주거의 질에 미치는 영향(1)	HOUSING	-0.30291342	-4.657	0.0000

〈표 10〉 이변량 지수 지불의사 모형(모형 1)의 추정 결과(계속)
(5% 유의수준에서 유의한 설명변수만을 포함한 경우)

설명변수의 의미	설명변수	추정계수	t값	확률값
가계소득(1)	Y	0.06345304	2.379	0.0174
상수(1)	Constant	3.66423391	8.017	0.0000
로그된 제시금액(2)	LSECBID	-0.44078325	-9.405	0.0000
관광지로서의 가치 평가(2)	TOUR	-0.24119895	-3.421	0.0006
주거의 질에 미치는 영향(2)	HOUSING	-0.20114423	-3.034	0.0024
가계소득(2)	Y	0.10873217	4.169	0.0000
상관계수		0.8780	33.683	0.0000
로그우도		-836.0797		

특성변수 중에서 5%의 유의수준에서 유의한 관광지로서의 가치평가와 주거의 질에 미치는 영향, 가계소득만을 특성변수로 포함하여 [모형 1]의 제약조건 없는 이변량 프로빗을 수행한 후에 구한 WTP_1 과 WTP_2 의 기대치는 다음과 같다.

$$E(WTP_1) = \int_{BIDMIN_1}^{BIDMAX_1} \Phi(3.20094719 - 0.40287729 \ln Bid_1) dBid_1 = 5,920 \text{원}$$

$$E(WTP_2) = \int_{BIDMIN_2}^{BIDMAX_2} \Phi(3.29071565 - 0.44078325 \ln Bid_2) dBid_2 = 5,487 \text{원}$$

이중양분선택모형에서 2차 응답까지 포함한 $E(WTP_2)$ 가 가구당 기대지불의사 금액으로 합당하다고 생각되어 추정한 결과 가구당 5,487원으로 추정되었다. 한강 권역의 인구가 통계청 KOSIS의 추정자료에 의하면 2008년 기준으로 27,418,960 명이었고 가구수는 10,715,451가구였으며, 가구당 구성원수는 2.55882464명이었다. 따라서 가구당 5,487원에 10,715,451가구를 곱해주면 총 58,795,680,000원, 즉 매일 약 587억 9,568만 원으로 추정되었다. 따라서 여기에 12를 곱하여 연간 가치를 계산하면 705,548,160,000원, 즉 7,055억 4,816만원 정도로 추정된다. 이러한 편익이 향후 10년간 발생한다고 가정하여 (설문지의 지불의사 내용과 동일) 할인율 6%를 적용하여 현가를 계산하면, 약 5,192,895,880,000원, 즉 5조 1,929억원 정도로 추정된다. 이 추정결과를 요약하면 다음의 <표 11>과 같다.

〈표 11〉 추정결과 요약

가구당 추정 월간 지불의사액	권역 가구수	총연간지불사액	적용할인율	가치발생 기간 가정	총 추정가치
5,487원	10,715,451 가구	7,055억원	6%	10년	약 5조 1,929억원

VII. 선형지불의사모형과 지수지불의사모형의 비교

이중양분선택형의 CVM에서 선형지불의사모형을 선택할 것인지 지수지불의사모형을 선택할 것인가 하는 것은 모형의 결과에 중대한 영향을 미치므로 모형의 설정 검정을 하는 것이 중요하다.

<표 5>의 [모형 1]에 대하여 선형지불의사모형을 추정한 결과는 다음과 같다.

$$\Pr(Yes_1) = \Phi(0.19410871 - 0.00006064Bid_1)$$

$$\Pr(Yes_2) = \Phi(-0.03080822 - 0.00005852Bid_2)$$

Pagan과 Hong(1991)은 Kernel 추정량과 Fourier 추정량, Fourier 추정량과 ARCH 추정량의 성과를 비교하기 위하여 비내포가설 검정(Nonnested Hypothesis Testing)을 수행하였다. Pagan과 Hong(1991)은 Cox검정, J검정, F검정 등을 수행하였는데 여기에서는 대표본이므로 F검정 대신에 우도비검정(Likelihood Ratio Test)을 이용하기로 한다.

〈표 12〉 지수지불의사모형(EXP)과 선형지불의사모형(LIN)에 대한 비내포가설(Nonnested Hypothesis)의 비교^a

	EXP vs. LIN	LIN vs. EXP
우도비검정(Likelihood Ratio Test)의 검정통계량	3.8432(0.1464)	28.1368(0.0000)

^a 우도비 검정은 하나의 모형으로부터의 회귀변수를 다른 모형에 더한다. 우도비검정은 자유도가 2인 χ^2 분포를 따르고 괄호안은 확률값이다.

<표 5>의 [모형 1]에 대해서 지수지불의사모형과 선형지불의사모형 중에서 어느 모형이 적합한 가를 판정하기 위하여 비내포가설(Nonnested Hypothesis)에 대한 우

도비검정을 시행하였다. <표 12>로부터 지수지불의사 모형을 채택하고 선형지불의사 모형을 기각한다.

<표 5>의 [모형 1]에 대하여 관광지로서의 가치평가, 주거의 질에 미치는 영향, 가계소득의 특성변수를 포함시킬 때 선형지불의사모형을 추정한 결과는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Pr(Yes_1) &= \Phi(0.95622298 - 0.000069Bid_1 \\ &\quad - 0.22222348 Tour - 0.30345359 Housing + 0.06172592 Y) \\ \Pr(Yes_2) &= \Phi(0.27053307 - 0.00006423Bid_2 \\ &\quad - 0.21637563 Tour - 0.18978762 Housing + 0.11181646 Y) \end{aligned}$$

<표 13> 특성변수를 포함시킬 때 지수지불의사모형(EXP)과 선형지불의사모형(LIN)에 대한 비내포가설(Nonnested Hypothesis)의 비교^b

	EXP vs. LIN	LIN vs. EXP
우도비검정(Likelihood Ratio Test)의 검정통계량	3.2924(0.1928)	29.7316(0.0000)

^b 우도비 검정은 하나의 모형으로부터의 회귀변수를 다른 모형에 더한다. 우도비검정은 자유도가 2인 χ^2 분포를 따르고 괄호 안은 확률값이다.

<표 5>의 [모형 1]에 대해서 특성변수를 포함시킬 때 선형지불의사모형과 지수지불의사모형 중에서 어느 모형이 적합한가를 판정하기 위하여 비내포가설(Nonnested Hypothesis)에 대한 우도비검정을 시행하였다. <표 13>으로부터 특성변수를 포함한 경우에도 지수지불의사모형을 채택하고 선형지불의사모형을 기각한다.

엄영숙(2011)은 <표 5>의 [모형 1]과 같은 일반모형에서 두 번째 CV 질문에 대한 응답에서 전략적 반응의 가능성이 있으므로 이중양분선택형으로 질문하였더라도 단일양분선택 모형으로 지불의사를 측정하는 것이 적절하다고 주장하였다. 그러나 Hanemann, Loomis, Kanninen(2007)에 의하면 이중양분선택형의 CV모형이 단일양분선택 모형보다 점근적으로 더 효율적이라는 것을 제시하였고 실증분석에서 이 결과는 유한표본에서도 적용된다는 것을 보여주었다.

엄영숙(2011)은 이중양분선택모형에서 선형지불의사모형을 채택하였는데 두 번째 CV 질문에서 전략적 반응의 가능성 때문에 오류가 발생한다고 하기보다는 모형의 설정 오류 때문에 두 번째 CV의 추정결과와 편의가 매우 큰 것으로 판단된다.

엄영숙(2011)은 또한 지수지불의사 모형도 추정하였지만 제시금액의 하한선과 상한선에 의해서 적분을 통해서 지불의사를 구하지 않고 결과적으로 0에서 ∞ 까지 적분한 결과를 제시하였기 때문에 지불의사가 과다하게 추정된 것으로 판단된다. Hanemann과 Kanninen(2006)은 WTP를 추정할 때 이론적 기댓값을 사용하면 0에서 ∞ 까지 적분한 값을 적용하기 때문에 제시금액이 소득을 초과하는 오류를 발생시킬 수 있으므로 WTP 분포를 최고제시금액에 제한하면 오류를 줄일 수 있다고 설명하였다.

한강수변경관의 가치는 공공재적 성격을 가지므로 비음의 WTP 영역으로 제한하여 추정하는 것이 바람직스럽고 따라서 지수지불의사 모형이 선형지불의사 모형보다 더 바람직스러운 모형이라 할 수 있다.

VIII. 주요 정책 시사점

Patterson과 Duffield(1991), 신영철(1997)에 의하면 이중양분선택법에 의해서 환경재의 가치를 추정할 때 특성변수를 포함하여 지불의사금액을 추정하는 것이 더 정확한 추정을 가능하게 한다. 한편 Haab과 McConnell(2002)에 의하면 가계소득이 특성변수에 포함될 때 확률효용모형과 확률지불의사모형은 매우 유사한 추정치를 생성한다는 것을 보여주었다.

이 논문에서는 엄영숙·홍종호(2009)에서 제시된 지불거부응답이 추정에 미치는 효과는 모형화하지 않았는데 설문 응답에서 ‘아니오/아니오’의 비중이 51.3%로 높기 때문에 이러한 방향으로 연구를 확장하는 것도 의미가 있을 것이다.

관광지로서의 가치평가, 주거의 질에 미치는 영향, 가계소득의 특성변수를 포함시켜 추정한 한강권역의 경관 및 생태 보전의 경제적 가치는 연간 약 7,055억원이며, 현재가치로는 약 5조 1,929억원 정도인 것으로 추정되었다.²⁾ 이 금액이 어느 정도 인가를 판단하기 위하여 <표 14>에서 제시한 한강수계기금의 연간 규모를 보자. 2011년의 경우 한강수계관리기금 규모는 4,279억원이다. 그 용도를 보면 주민지원

2) 참고로 신영철(1997)은 서울시민의 가구당 지불의사액을 월 6,650원 총연간 지불의사액은 2,834억원으로 추정하였는데 13년전의 값이므로 2010년 기준으로 적어도 5,000억원이 될 것이다. 한편 엄영숙·김치영·유태혁·김춘식(2001)은 만경강 생태하천에 대한 방문지불의사가 1회당 3,800원 정도인 것으로 추정되었다.

사업, 환경기초시설 설치·운영사업, 토지매수 및 수변구역관리사업 등 주요사업 추진에 전체사업비의 85.3%인 3,651억원이 투자될 예정이다. 토지매수 및 수변구역관리 사업비용은 2010년 1,115억 5,700만원에서 2011년 569억 1,100만원으로 546억 4,600만원이 줄어듦 예정이다.

〈표 14〉 2010년-2011년 한강수계기금 운용현황 및 계획

(단위: 백만원, %)

구 분		지출규모			
		2010년(A)	2011년(B)	증 감	
				B-A	%
계		433,468	427,870	-5,598	-1.3
주민지원사업	소계	67,521	66,506	-1,015	-1.5
	관리청별 주민지원	66,886	65,502	-1,384	-2.1
	사업평가 및 DB지원	635	1,004	369	58.1
환경기초시설	소계	192,096	241,684	49,588	25.8
	환경기초시설설치	109,383	158,558	49,175	45.0
	환경기초시설운영	82,713	83,126	413	0.5
토지매수 및 수변구역관리	소계	111,557	56,911	-54,646	-49.0
	토지 등의 매수	105,395	49,651	-55,744	-52.9
	수변녹지조성관리	6,162	7,260	1,098	17.8
오염총량관리	소계	3,488	4,047	559	16.0
	오염총량관리	1,305	1,810	505	38.7
	오염총량관리 조사연구	2,183	2,237	54	2.5
기타수질개선 지원	소계	51,995	41,893	-10,102	-19.4
	청정산업지원	14,000	13,300	-700	-5.0
	상수원관리지역관리	8,716	8,299	-417	-4.8
	환경기초조사연구비	4,776	3,000	-1,776	-37.2
	퇴적물 준설	2,016	1,915	-101	-5.0
	오염하천정화사업	9,958	4,000	-5,958	-59.8
	수질보전활동지원	1,380	1,530	150	10.9
	비점오염저감사업	11,149	9,849	-1,300	-11.7
통화금융기관 예치		120	9,826	9,706	8,088.3
기금운영비		6,691	7,003	312	4.7

자료: 환경부 한강유역환경청 수질총량관리과 및 재정계획과

이처럼 한강 등 수계권역의 수계기금이 수행하는 주요 사업들의 운영목적은 1차적으로 수질보전, 특히 하류지역의 주민들의 상수원으로서의 수질보전이 주목적이다. 따라서 수도요금에 부과되는 물이용 부담금이 그 재원이 되며, 물이용 부담금의 적정 수준에 대하여는 상당한 이견이 존재하여 왔다. 그런데 본 연구결과를 해석하자면, 한강 수계권역의 수질보전을 위한 토지매수 사업 등이 수변 지역의 경관과 생태계를 보전하는 부수적 효과가 있고, 그 효과가 상당한 경제적 가치를 가지고 있다고 추론할 수 있다. 수변 경관 및 생태계 보전의 연간가치가 약 7,055억원으로 추정되었는데 이는 2011년도 한강 수계관리 기금의 총 예산규모인 4,279억원의 165% 정도의 수준이다. 따라서 국가 전체의 차원에서 보면 현재의 수계관리기금의 규모는 더 확대될 필요가 있다고 결론내릴 수 있다.

그러나 여기서 문제가 되는 것은 이 비용을 누가 부담하느냐 하는 것이다. 수질보전의 경우 하류지역의 상수원 보호를 위하여 지불되는 것이며, 상류지역의 주민들은 경제활동의 제약으로 인한 비용을 지불하지만, 그 편익은 음용수 수질 측면에서만 보면 상류지역 주민들에게 귀속되는 것은 아니다. 따라서 물이용부담금을 하류지역 주민들에게 부과하여 그 수입으로 상수원지역의 수질보전활동에 사용하는 것은 매우 타당한 정책이다. 그러나 경관 및 생태계의 경우 그로 인하여 발생하는 편익은 전 국민에게 귀속되며, 어떤 경우에는 상류지역 주민들에게 그 경제적 편익이 귀속되기도 한다. 따라서 본 연구결과는 한강 수계 지역의 경관 및 생태계 보전에 예산 투입 혹은 규제 정책이 필요하다는 결론을 유도할 수는 있지만, 물이용 부담금을 확대하여 수계기금의 규모를 확대하여야 한다는 결론을 유도할 수는 없다.

그럼에도 불구하고 본 연구 결과가 기존의 수계 기금 사업 등의 비용-편익분석상의 편익항목이 더 크게 추정되어야 한다는 논거를 제공하여 그 경제적 타당성이 더욱 커지게 하는 효과를 가져오는 것은 틀림없다고 보아야 할 것이다. 한강 하류지역의 추가적 경제적 편익은 한강 하류지역의 수변경관 및 생태계 보전의 연간 가치에서 수질보전으로 인한 수변경관 및 생태계 보전의 연간 가치를 차감한 것으로 평가되는데 이것이 상당히 큰 양의 값을 갖는다.

[참고문헌]

1. 고성보, “경관보전직불제 도입을 위한 제주발담의 경관가치 평가”, 「농촌계획」 13(4), 2007.
2. 권오상, 윤태연, “농농업의 경관가치평가”, 「농업경제연구」 제45권 제2호: pp. 235-261, 2004.
3. 김광임 외, “농촌의 경관가치 평가와 관리방안 - 심미적·경제적 가치와 환경정책-”, 한국환경정책평가연구원, 2005.
4. 김광임, “농촌 경관 보전에 대한 지불의사액 추정- 경기도 지역을 중심으로-”, 「환경정책」 14(2), 2006.12.
5. 김귀곤·조동길·차영두·황기현, “생태공원조성을 위한 식재설계방법의 개발: 시각적 선호도와 생태적 다양성의 상호관련성을 중심으로”, 「한국조경학회지」 27(5) pp. 12-24, 2000.
6. 김대현·구본학, “경관영향평가 기법을 통한 댐건설에 대한 경관영향평가”, 「한국조경학회지」 27(4) pp. 80-86, 1999.
7. 김세천, “국립공원 sequence 경관의 기호학과 계량심리학적 분석에 관한 연구”, 「한국조경학회지」 19(3) pp. 55-71, 1991.
8. 김한배, “조경학회지 게재논문 경관분야의 연구경향”, 「한국조경학회지」 31(6): 120-128, 2004.
9. 박용치, “비시장재의 가치평가 WTP의 부분-전체 편익의 검토”, 「조사연구」 3(2), 2002.
10. 신영철, “이중양분선택형 질문 CVM을 이용한 한강수질개선 편익 측정”, 「환경경제연구」 6(1), pp. 171-192, 1997.
11. 엄영숙, “CVM을 적용한 공공사업 경제성 분석에 있어서 총편익의 산정: 거리-소멸함수의 적용”, 「재정학연구」 3(3) (통권 66호), pp. 73-105, 2010.8.
12. 엄영숙, “양분선택형 조건부가치측정법 응답자료의 실증적 쟁점분석”, 「자원·환경경제연구」, 20(1), pp. 119-153, 2011.
13. 엄영숙·김치영·유태혁·김춘식, “만경강 생태하천 방문의도와 지불의사 추정”, 「환경정책」 9(1), 2001. 6.
14. 엄영숙·홍중호, “공공사업 타당성 분석을 위한 지불의사액 추정에 있어 지불거부 반응의 식별과 보정”, 「재정학연구」 2(4) (통권 63호), pp. 89-117, 2009.11.

15. 환경부 한강유역환경청 수질총량관리과, “2010년도 한강수계관리기금 운용현황”, 2011.
16. 환경부 한강유역환경청 재정계획과, “2011년도 한강수계관리기금 운용계획”, 2011.
17. Cameron, T. A. and J. Quiggin, “Estimation Using Contingent Valuation Data from a Dichotomous Choice with Follow-up Questionnaire,” *Journal of Environmental Economic Management* 27, 218-234, 1994.
18. Cameron, T. A. and J. Quiggin, “Estimation Using Contingent Valuation Data from a Dichotomous Choice with Follow-up Questionnaire: Reply,” *Journal of Environmental Economic Management* 35, 195-199, 1998.
19. Haab, Timothy C., and Kenneth E. McConnell, *Valuing Environmental and Natural Resources*, Edward Elgar Publishing Limited, 2002.
20. Hanemann, Michael and Barbara Kanninen, “The Statistical Analysis of Discrete-response CV Data,” chapter 11, *Valuing Environmental Preferences*, edited by Ian J. Bateman and Kenneth G. Willis, and reprinted by Oxford University Press, 2006.
21. Hanemann, Michael, John Loomis, and Barbara Kanninen, “Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 73, No. 4., 1991.
22. Hogg, Robert V., Joseph McKean, and Allen T. Craig, *Introduction to Mathematical Statistics*, Prentice Hall, 2012.
23. Pagan, A.R. and Y. S. Hong, “Nonparametric Estimation and the Risk Premium”, *Nonparametric and Semiparametric Methods in Econometrics and Statistics*, edited by William A. Barnett, James Powell & George Tauchen, Cambridge University Press, 1991.
24. Patterson, D.A. and J.W. Duffield, “Comment on Cameron's Censored Logistic Regression Model for Referendum Data,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 20, 275-283, 1991.

〈부록 1〉 설문지 및 첨부 사진

한강수계의 경관 및 생태계 보전가치 산정을 위한 설문 조사

경관 및 생태계 보전가치 산정에 관한 질문

- 본 설문은 한강 권역의 각종 보전시책(상수원보호구역, 수변구역 지정 등) 시행에 따른 문제점과 긍정적 효과를 객관적으로 정량화하여 올바른 정책판단을 행하기 위한 것입니다.
- 한강의 “수변지역”이란 한강이나 지류에 근접하거나 가까이 보이는 곳을 말합니다. (반면 “수변구역”이란 법률에 의하여 수질보전을 위하여 경제활동이 제약되고 있는 구역을 말합니다. “상수원보호구역”도 상수원 수질 보전을 위하여 경제활동이 제약된 특정 구역입니다.)
- 한강 수변지역에서 각종 보전정책을 시행함으로써 수질이 개선되어 환경보전과 안전한 수돗물 공급의 목적을 달성하고 있습니다. 그러나 수변지역 환경보전의 효과는 수질보전에만 그치는 것이 아니고, 수변지역의 난개발을 방지하여 수변지역의 아름다운 경관을 보전하여 쾌적함을 제공하고 경제사회적 편익을 창출하고 있습니다. 또한 수변지역의 생태계 보전 효과도 발생하여 생태계 보전에 따른 환경적 편익이 창출되고 있습니다.
- 질문 대상 : 한강수계 권역 주민(만 20세 이상 성인남녀)

3. 귀하가 한강 수변지역의 보전 정책과 관련해서 가장 중요하게 고려해야 한다고 생각하시는 사항은 무엇입니까?

- ① 주민들의 사회 경제적 상황에 대한 종합적 고려 ② 경관가치의 보전
- ③ 관광지로서의 경제적 가치 보전 ④ 한강 유역의 생태계 보전

4. 귀하는 한강 수변지역이 가지고 있는 여러 가지 기능들 중에서 가장 중요한 것은 무엇
이라고 생각하십니까?

- ① 아름다운 경관 보전기능 ② 자연생태계 보전기능
- ③ 주민의 경제활동 장소로서 기능 ④ 관광위락장소로서의 기능
- ⑤ 홍수예방 등 치수기능 ⑥ 수질오염 예방 기능

5. 귀하가 보기에 제시된 지역을 아름답고 건강한 수변환경으로 복원하신다고 가정할 때,
어떤 지역을 우선적으로 복원할 필요가 있다고 생각하십니까?

- ① 주택지 ② 공장·야적장
- ③ 숙박·상업시설 ④ 산림훼손지
- ⑤ 잡초지 ⑥ 논·밭
- ⑦ 비닐하우스 ⑧ 축산사육시설

6. 귀하는 한강 수변지역 보전시책의 적용을 받는 구역(수변구역, 상수원보호구역 등)
에 토지 등 부동산을 소유하고 있습니까?

- ① 그렇다(질문 6-1로 가세요) ② 아니다(질문 7로 가세요)

6-1. 귀하가 보유하고 계신 부동산의 종류는 무엇입니까?

- ① 농지 ② 산업시설
- ③ 관광위락시설 ④ 공한지
- ⑤ 주택

7. 귀하는 한강 수변지역 보전시책의 적용을 받는 구역(수변구역, 상수원보호구역 등)에
직장이나 일터를 가지고 있습니까?

- ① 그렇다(질문 7-1로 가세요) ② 아니다(질문 8로 가세요)

7-1. 귀하의 직장이나 일터의 종류는 무엇입니까?

① 농업	② 제조업
③ 관광위락업체	④ 공무원
⑤ 기타	

8. 한강 수변 지역을 보전할 경우, 발생하는 관광지로서의 가치가 얼마나 중요하다고 생각하십니까?

① 매우 중요하다	② 중요하다
③ 보통이다	④ 중요하지 않다
⑤ 전혀 중요하지 않다	

9. 한강 수변 지역을 보전한다면 그로 인하여 주거의 질에 어떠한 영향을 미친다고 생각하십니까?

① 크게 향상시킨다	② 약간 향상시킨다
③ 별 영향 없다	④ 약간 악화시킨다
⑤ 크게 악화시킨다	

10. 한강 수변 지역을 보전한다면 그로 인하여 주민 소득에 어떠한 영향을 미친다고 생각하십니까?

① 크게 향상시킨다	② 약간 향상시킨다
③ 별 영향없다	④ 약간 악화시킨다
⑤ 크게 악화시킨다	

인구학적 속성에 관한 질문

1. 귀하의 **성별**은 무엇입니까?

① 남성

② 여성

2. 귀하의 **연령대**는 어떻게 되십니까?

① 20대

② 30대

③ 40대

④ 50대

⑤ 60대 이상

3. 귀하의 **학력**은 어떻게 되십니까?

① 초등학교 졸업

② 중학교 졸업

③ 고등학교 졸업

④ 대학교 재학

⑤ 대학졸업

⑥ 대학원 졸업 이상

4. 귀하의 **결혼 여부**는 어떻게 되십니까?

① 기혼

② 미혼

5. 귀하의 **가구당 1년간 소득 수준**은 어느 정도입니까?

(전 가족의 1년 소득을 말하며, 이자, 월세수입 등 모든 소득을 포함)

① 1000만원 미만

② 1000-1999만원

③ 2000-2999만원

④ 3000-3999만원

⑤ 4000-4999만원

⑥ 5000-5999만원

⑦ 6000-9999만원

⑧ 1억 원 이상

6. 귀하의 **거주지**는 어디십니까?

()시/군 ()읍/면/동 ()리

7. 귀하는 가구주이시거나 가정주부로서 **가구의 일상 소비경제활동을 실질적으로 책임지고 계십니까?**

① 그렇다

② 아니다

설문에 응해주셔서 대단히 감사합니다.

보전된 상태

훼손된 상태

보전된 상태

훼손된 상태

〈부록 2〉 조사 대상 한강 수계권역 기초지자체 명단

경북	서울	인천	경기도	강원도	충북	충남
영주시	종로구	중구	수원시장안구	춘천시	청주시상당구	천안시
상주시	중구	동구	수원시권선구	원주시	충주시	아산시
문경시	용산구	남구	수원시팔달구	강릉시	제천시	
봉화군	성동구	연수구	성남시수정구	동해시	청원군	
	광진구	남동구	성남시중원구	태백시	보은군	
	동대문구	부평구	성남시분당구	속초시	괴산군	
	중랑구	계양구	의정부시	삼척시	음성군	
	성북구	서구	안양시만안구	홍천군	단양군	
	강북구	강화군	안양시동안구	횡성군		
	도봉구	옹진군	부천시원미구	영월군		
	노원구		부천시소사구	평창군		
	은평구		부천시오정구	정선군		
	서대문구		광명시	철원군		
	마포구		평택시	화천군		
	양천구		동두천시	양구군		
	강서구		안산시	인제군		
	구로구		고양시덕양구	고성군		
	금천구		고양시일산구	양양군		
	영등포구		과천시			
	동작구		구리시			
	관악구		남양주시			
	서초구		오산시			
	강남구		시흥시			
	송파구		군포시			
	강동구		의왕시			
			하남시			
			용인시			
			파주시			
			이천시			
			안성시			
			김포시			
			화성시			
			광주시			
			양주군			
			여주군			
			연천군			
			포천군			
			가평군			
			양평군			