

물순환 건전화 대안 적용을 위한 안양천의 속성별 가치추정

Estimating Attributes Value of Alternatives Applied for Rehabilitation of Hydrologic Cycle of the Anyangcheon Watershed

공기서* / 정은성** / 유진채*** / 이길성****

Kong, Ki Seo / Chung, Eun-Sung / Yoo, Jin Chae / Lee, Kil Seong

Abstract

In recent years, a growing concern exists in watershed and stream improvement projects. Under these circumstances, this paper estimates monetary value of the attributes of alternatives for rehabilitation of hydrologic cycle using choice experiments. Choice experiments shows vivid image and estimates a willingness to pay based on their preference for environmental goods. A preliminary survey shows that the attributes of the Anyangcheon watershed are flood-damage possibilities, Instreamflow, water quality, river characteristic and estimates the tax for the Anyangcheon watershed improvements. We surveyed 200 citizens were selected as samples of watershed benefiting in Seoul and Gyeonggi Province and used conditional logit model to analyze the implicit values of the attributive per household. The benefit of the attributes by province based on the implicit price obtained from estimated parameters were calculated. This study is expected to contribute to the decision-making process for policy-makers by providing useful methodological framework and quantitative information related to watershed improvement projects.

keywords : non-market value, choice experiment, conditional logit, Anyangcheon watershed

요 지

최근 유역과 하천개발사업에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 배경하에서 본 논문은 실험선택법(choice experiment)을 적용하여 안양천의 속성별 가치를 추정하고 추정된 가치를 적용하여 안양천 물순환 건전화를 위한 대안의 경제적 가치를 추정하였다. 실험선택법은 여러 속성으로 구성된 환경재의 가치추정방법으로 응답자의 선호체계에 명확하게 초점을 둔 지불의사 유도방법이다. 예비조사를 통해 안양천이 가진 속성을 홍수피해위험, 유지유량, 수질, 하천형태, 안양천 개선분담금으로 설정하였다. 서울시와 경기도 지역 거주민 200명을 설문조사하였고 조건부로지모형을 적용하여 각 속성에 따른 수준별 가구당 매월 잠재가치를 추정하였다. 본 논문은 정책결정자들에게 하천개발

* 충북대학교 농업과학기술연구소 특별연구원

Researcher, Agricultural & Science Technology Research Institute, Chungbuk National Univ., Cheongju 361-763, Korea
(e-mail: kskong@chungbuk.ac.kr)

** 서울대학교 대학원 지구환경시스템공학부 박사수료

PhD Candidate, Dept. of Civil, Urban & Geosystem Engrg., Seoul National Univ., Seoul 151-742, Korea
(e-mail: cool77@snu.ac.kr)

*** 교신저자, 충북대학교 농업환경생명대학 농업경제학과 교수

Professor, Dept. Agricultural Economics, Agriculture. Life & Environment, Chungbuk National Univ., Cheongju 361-763, Korea
(e-mail: jcyoo@chungbuk.ac.kr)

**** 서울대학교 지구환경시스템공학부 교수

Professor, Dept. of Civil, Urban & Geosystem Engrg., Seoul National Univ., Seoul 151-742, Korea
(e-mail: kilselee@snu.ac.kr)

사업과 관련된 의사결정과정에 유용한 방법론적 체계와 정량적 정보를 제공할 것으로 기대된다.

핵심용어 : 비시장가치, 실험선택법, 조건부 로짓모형, 안양천 유역

1. 서론

지난 수십년간 고속의 경제성장과 발전으로 인해 농지와 산림이 도시용 주택과 도로로 전용되었으며 인구의 도시집중에 따른 도시형성으로 인해 도심하천의 복개구간 확대와 하천형태의 직선화, 불투수면적의 증대 등으로 가거유출이 감소하여 지하수위는 낮아져 하천이 건천화되었으며 오염부하량은 증가하고 홍수의 빈도는 낮아졌지만 대홍수시 위험은 상존하는 등 하천의 물순환이 왜곡되어 왔다. 안양천은 이 같은 하천 중 가장 대표적인 하천 중 하나로 본 연구에서는 실험선택법(CE: choice experiments)을 적용하여 안양천이 어떠한 속성을 갖고 있으며 각 속성의 수준간의 상쇄관계(trade-off)를 고려함으로써 소비자 선호에 근거한 잠재가치(implicit value)를 추정하였다.

안양천의 잠재가치를 추정하기 위해 사용된 실험선택법은 안양천이 가지고 있는 다양한 환경속성들을 조합하여 다양한 대안을 구성함으로써 다양한 환경개선상태를 설문응답자에게 묘사해 줄 수 있을 뿐만 아니라 실험적 방법을 활용하여 환경을 구성하는 속성들의 조합이 변화할 때 소비자의 선호가 어떻게 변화하는지 파악할 수 있다.

실험선택법은 응답자의 선호체계에 초점을 둔 지불의사 유도방법으로서 여러 속성으로 구성된 환경재의 가치추정이 가능하므로 최근 국내외에서 많이 활용되고 있다.

국내에서 연구된 사례로는 광승준 등(2003a, b), 유승훈 등(2003), 이영성 등(2004), 조승국 등(2004), 광승준 등(2005), 이주석 등(2005), 권오상 등(2005), 김용주와 유영석(2005), 김태균과 홍나경(2005) 등이 있으며 해외에서는 Adamowicz et al.(1994)에 의해 이 기법이 환경가치 측정분야에서 처음으로 적용된 이후 Boxall et al.(1996), Hanley et al.(1998), Blamey et al.(1999), Alpizar et al.(2001), Bennett and Blamey(2001), Hearne and Salinas(2002) 등 최근 그 적용사례가 꾸준히 증가하고 있다. 실험선택법은 자료생성과정을 필수적으로 거치는 구조화된 방법으로 이 과정에서 여러 속성들로 구성된 선택대안(choice set)을 설계하게 된다. 첫째, 가치추정 대상의 속성을 선정하고 둘째, 가치추정 대상의 속성수준 및 지불의사금액의 수준을 설정하며, 셋째, 선택대안집합을 설계하게 된다. 네 번째로는 등급

화 된 속성을 통해 통계적인 직교배열에 의한 설문지를 작성하게 되며 다섯 번째로는 표본의 설계와 설문조사 방법을 선정하고 마지막으로 자료의 취합과 분석을 통해 정보를 도출하게 된다.

본 연구에서는 첫째, 실험선택법을 적용하여 작성된 설문문을 통해 안양천의 여러 속성들과 가거속성간의 상쇄관계를 고려함으로써 소비자 선호에 근거한 안양천의 개별 환경속성별 화폐가치를 추정하였다. 둘째, 추정된 결과를 통해 안양천유역의 거주민과 정책결정자가 가지고 있는 안양천 물순환 건전화 정책대안에 대한 정책적 함의를 종합적으로 평가하였다.

2. 연구설계 및 방법

본 논문에서 사용된 실험선택법은 국외적으로는 많은 연구가 진행되고 있으나 국내에서는 최근에 와서야 활발한 연구가 진행되고 있다. 또한 연구방법에 있어 분석대상의 속성을 설정하고 개별속성의 상관관계가 영(0)이 되고 개별 속성별수들간의 교호작용이 없는 주효과 직교설계방법(orthogonal main effect design)을 적용하여 설문지를 만들어 설문조사를 실시해야 하는 정교한 과정을 거치게 되는 어려움이 있어 일반화되기 어렵다.

2.1 속성 및 수준 설정

실험선택법에서는 환경을 다양한 수준(level)을 가진 여러 속성의 조합으로 규정하기 때문에 우선 안양천의 주요 속성과 속성별 수준을 설정해야 한다. 각 속성은 서로 독립적이어야 하며, 속성별 수준은 추정하고자 하는 속성의 특징을 잘 나타낼 수 있어야 한다.

안양천이 가진 주요 속성은 크게 네 가지로 설정하였다. 첫째, 홍수피해위험, 둘째, 유지유량, 세 번째, 수질, 네 번째, 하천 형태로 설정하였다. 안양천 개선의 속성 및 속성수준의 설정결과는 Table 1에서 보는 바와 같다.

2.1.1 홍수피해위험

안양천 유역내 홍수취약지역은 주로 안양천의 하류구간에 집중되어 있기 때문에 현재상태를 하류구간의 홍수피해위험 높음으로 설정하고 각 수준을 홍수피해위험 보통, 홍수피해위험 낮음으로 설정하였다.

Table 1. Level and Values of Attributes

Attributes	Levels	Variables	Coding
Flood-damage possibilities	High (Base)	-	0, 0
	General	A ₁	1, 0
	Low	A ₂	0, 1
Instreamflow	Nothing (Base)	-	0, 0
	Insufficient	B ₁	1, 0
	Sufficient	B ₂	0, 1
Water quality	4 th -5 th grade (Base)	-	0, 0
	3 rd grade	C ₁	1, 0
	2 nd grade	C ₂	0, 1
River characteristic	Impervious (Base)	-	0, 0
	User-friendly	D ₁	1, 0
	Natural	D ₂	0, 1
Financial support	2,500 won	P	2,500
	5,000 won		5,000
	10,000 won		10,000

2.1.2 유지유량

안양천의 두 번째 속성은 유지유량으로 설정하였다. 안양천의 지류인 수암천, 도림천 등 일부지류의 경우 우기에만 일정량의 유량이 흐르고 건기시에는 하천의 형태만 존재하게 된다. 가뭄의 현재 상태를 건기시 물 흐름이 거의 없음으로 설정하고 각각의 수준을 건기시 물이 약간 흐름, 건기시 물이 풍부하게 흐름으로 설정하였다.

2.1.3 수질

안양천의 세 번째 속성인 수질은 각 지점별 수질측정결과와 지자체 관련공무원의 의견을 반영하여 현재상태를 하류지역 수질등급이 4, 5등급으로 약간의 악취가 발생하고 있지만 산책은 가능한 것으로 설정하고 생물이 살아갈 수 있는 여건이 가능한 수질등급 3등급의 경우 낚시가 가능한 것으로 설명하였다. 수질등급 2등급의 경우 물놀이가 가능한 수준으로 설정하였다.

2.1.4 하천형태

현재 안양천의 하천형태는 국가하천 구간 대부분 자연형 하천공사가 끝나쳤으나 본류와 지천의 일부구간은 아직도 콘크리트로 뒤덮여 있다. 따라서 현재의 하천 모습을 일부구간의 하천둔치가 콘크리트 주차장과 도로로 이용되고 있는 것으로 설정하였다. 각각의 수준은 주차장과 도로가 철거되고 체육공원과 산책로가 조성되며 마지막으로 자연형 하천으로 조성하는 것으로 설정하였다. 자연형 하천은 콘크리트 호안, 하상주차장, 하상도로 등을 없애고 하천형태를 가능하면 사행하천으로 만든 뒤 하천주변에 풀과 나무를 심어서 최대한 자연하천에 가깝게 만든 하천이다.

2.1.5 안양천 개선분담금

안양천 개선분담금은 2,500원부터 10,000원까지로 설정하였다. 개선분담금은 유진채 등(2004)이 조건부가치추정법(CVM: contingent valuation method)을 적용하여 안양천 유역 개선에 대한 지불의사액을 추정한 6,066원과 2차례에 걸친 안양천유역거주민에 대한 예비조사 결과, 그리고 전화설문을 통해 설정하였다. 또한 설정된 금액에 대한 변별력을 갖기 위해 2,500원의 차이와 5,000원의 차이인 2,500원, 5,000원, 10,000원으로 나누어 설정하였다.

가격속성은 홍수피해위험, 유지유량, 수질, 하천형태 등을 개선 또는 확보하기 위해 응답자들이 주민세, 환경개선분담금 등의 세금형태로 부담하고자하는 금액으로 설정하였다. 그러나 세금형태로 지불해야된다는 설명으로 제시될 경우 조세저항의 문제가 발생되어 정확한 금액을 선택할 수 없다고 생각되기 때문에 저항감이 적은 안양천 개선분담금으로 표시하여 응답자들에게 설명하였다.

2.1.6 속성 및 수준 설정

안양천의 속성을 독립적인 5개의 속성으로 설정하고 지불의사액을 제외한 각각의 속성에 대해 기준수준을 포함하여 각각 3수준들이 존재하고 지불의사액 역시 3개의 수준이 존재하게 된다. 선택대안집합을 구성하기 위해 현재상태를 제외한 개별 환경속성들과 가격속성의 수준들을 결합할 경우 총 3⁵×3⁵개의 가능한 선택대안 집합들이 존재하게 된다. 이 경우 모든 선택대안 집합에 대해 질문하는 것은 비현실적이기 때문에 Table 1의 속성과 수준을 이용하여 D-효율설계(D-efficiency

design)를 기준으로 실험 선택법의 프로파일을 선택하였다. D-효율설계는 파라미터 추정량의 신뢰영역을 최소화하도록 설계하는 방법으로 변수 상호간의 공선성을 최소화시켜 추정의 효율성을 높이는 방법으로 알려져 있다(Kuhfeld, 2005).

본 연구에서는 SAS Macro의 OPTEX 프로시저를 이용하여 D-효율이 100%인 직교파일을 선택하였다. 그 결과 선택할 수 있는 대안은 모두 243가지의 대안이었다. 직교설계로부터 최소대안집합 18개의 선택대안집합이 도출되었고 이것을 한 문항에 현재상태와, 2개의 개선대안을 포함하여 총 9문항을 만들었다. 설문지에 현재상태를 추가함으로써 모형의 편의가 증가될 수 있으나 지불의사가 없고 대안 ②, 대안 ③을 선택할 기준점을 제시하기 위해 현재상태 유지 ①을 추가하였다. Table 2는 실제 설문에서 사용된 하나의 선택대안집합을 보여주고 있다. 일반적으로 선택모형의 선택카드에는 기준점을 포함하여 3개의 대안이 제시되는데, 피설문자는 그 가운데 하나의 대안을 선택한다.

기준점은 모든 선택카드에 공통적으로 포함되어야 한다. 이 때문에 선택모형은 후생경제학의 효용함수가 갖춰야하는 성질을 충족시킬 뿐 아니라 로짓모형에서 효용함수를 추정할 수 있다(이영성 등, 2004).

모든 응답자들은 제시된 3개의 선택대안집합들에 대해 현재의 속성수준으로 정의된 개선대안 ①, ②, ③으로 구성되었다.

본 연구에서는 응답자가 현재의 안양천 상태에 대해 인식할 수 있도록 각 속성에 대한 현재상태를 사진과 그림으로 설명하였으며 안양천 개선분담금의 경우 가구별로 지출해야한다는 설명을 추가하였고 분담금의 지출기간은 응답자가 선택한 미래상태로 변화할 때까지로 설명하였다. 또한 설문조사에서는 안양천 유역 거주민의 안양천에 대한 의식과 태도에 대한 조사를 추가하였고 마지막으로 응답자의 사회경제적 특성을 함께 조사하여 사회경제적 특성에 따른 응답자의 지불의사액의 차이를 조사하는 것도 가능하도록 설계하였다.

본 설문조사는 2005년 12월동안 실시하였다. 각 대안을 선택하기 전에 각 속성에 대한 그림과 사진자료를 통해 충분한 이해를 할 수 있도록 보조자료를 첨부하였다. 안양천 유역 거주민의 편익을 측정하는 것이므로 안양천 유역 14개 지자체를 모집단으로 하였다. 그러나 안양천 유역이 매우 넓고 유역을 지자체와 연계하여 설정하였기 때문에 실제 조사대상지역이지만 유역내 거주 가구가 적을 경우에는 조사대상에 제외하였다.¹⁾

조사방법은 일대일면접을 통해 설문조사를 실시하였으며 응답자 200명 중 무응답된 설문이 2가구, 그리고 비합리적인 응답²⁾을 한 95가구를 제외한 총 103가구를 이용하여 추정하였다. 여기서 의도된 자료의 수는 2,781개(103명×9문항×3선택대안)이며 각 응답자별 무응답된 문항을 제외한 유효표본수는 2,646개로 분석하였다.

Table 2. Example of Choice Set

<Question> For each set of options(include status-quo) presented, we would like you to select one option which you would choose for the Anyangcheon (_____)					
	Lose	Take			
	Tax for the Anyangcheon watershed improvements	Flood damage possibilities	Instreamflow	Water quality	River Shape
Status-quo option ①	0 won	High	Nothing	4 th -5 th grade	Impervious
Option ②	10,000 won	High	Insufficient flow	2 nd grade	Natural
Option ③	2,500 won	Low	Sufficient flow	3 rd grade	User-friendly

1) 전체 모집단은 14개 지자체(서울-강서, 구로, 영등포, 관악, 금천, 동작, 양천, 경기-부천, 안양, 의왕, 과천, 시흥, 광명, 군포)이지만 유역내 거주가구수가 전체 가구수의 10%내외이며 본류구간과 관련이 없는 4개 지역(강서, 동작, 과천, 시흥)은 조사에서 제외하였다.

2) 비합리적 응답이란 전체 9개의 설문 문항 중 속성의 수준에 대한 고려 없이 무조건적으로 높은 금액을 응답한 응답자이다.

2.2 이론적 모형

McFadden(1974)에 의해 개발된 조건부 로짓모형(conditional logit model)은 환경재의 속성들이 어떻게 응답자의 선택확률에 영향을 주는지를 모형화하는데 있어 통계적인 체계를 제공한다. 이 모형에서 가장 기본이 되는 것은 개별 응답자의 간접효용함수이다. 응답자 i 가 선택대안집합 C_i 내의 한 선택대안 j 로부터 얻는 간접효용함수 U_{ij} 는 Eq. (1)과 같이 표현될 수 있다.

$$U_{ij} = V_{ij}(Z_{ij}, S_i) + e_{ij} \quad (1)$$

여기서 V_{ij} 는 관측이 가능한 결정적 부분이고 e_{ij} 는 관측이 불가능한 확률오차이다. Z_{ij} 는 현재의 선택대안, 또는 가상의 선택대안들의 속성들이며 이때 S_i 는 개별 응답자 i 의 특성치이다. 응답자 i 가 선택대안집합 C_i 내의 모든 선택대안들에 대해 $U_{ij} > \max_{k \in C_i, k \neq j} U_{ik}$ 을 만족한다면, 선택대안 j 를 선택할 것이다. 이때, 응답자 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률은 다음과 같이 주어진다.

$$\begin{aligned} P_i(j|C_i) &= \Pr\{V_{ij} + e_{ij} > V_{ik} + e_{ik}\} \\ &= \Pr\{V_{ij} - V_{ik} > e_{ik} - e_{ij}\} \end{aligned} \quad (2)$$

Eq. (2)의 모형화를 위해서는 오차항의 분포에 대한 가정이 필요하다. 다항로짓모형하에서 오차항들은 일반적으로 서로 독립이며 제1형태 극치분포(type I extreme value distribution)를 따른다고 가정한다. 이 경우 응답자가 i 가 선택대안 j 를 선택할 확률은 Eq. (3)과 같이 표현될 수 있다.

$$P_i(j|C_i) = \frac{\exp(V_{ij})}{\sum_{k \in C_i} \exp(V_{ik})} \quad (3)$$

다속성 선택 질문으로부터 얻어진 각 응답자의 다변량 응답(multinomial response)은 응답자의 효용극대화를 위한 선택의 결과로서 해석될 수 있다.

실험선택법의 질문은 응답자에게 환경재의 속성에 대한 α 개의 수준변화 대안을 제시하고 응답자가 주어진 대안들에서의 속성들과 가격속성사이의 상쇄관계를 고려하여 여러 대안들 중 한 개의 대안을 선택하도록 설문을 작성하게 된다. 응답자는 질문에 직면한 개별 응답자 i ($= 1, \dots, N$)의 선택대안 j ($= 1, \dots, \alpha$)에 대

한 선택결과는 “예” 또는 “아니오”가 된다. 따라서 로그-우도함수는 Eq. (4)와 같이 표현된다.

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{\alpha} \{Y_{ij} \ln [P_i(j|C_i)]\} \quad (4)$$

여기서 N 은 응답자의 수, α 는 대안의 수를 나타내며 $Y_{ij} = 1$ (i 번째 응답자의 응답이 “예”)은 지시함수(indicator function)를 나타내며 i 번째 응답자가 j 번째 선택대안을 선택하였다면 1을 취하고 그렇지 않으면 0을 취한다. Eq. (4)의 로그우도함수(log-likelihood function)와 최우추정법을 적용하면 필요한 모수들의 값이 추정된다(Stern, 1997).

조건부 로짓모형에서는 IIA(independence and irrelevance of alternatives)의 성질을 가정한다. 조건부 로짓모형을 포함한 다항로짓모형에서 가정하고 있는 IIA 가정은 임의의 두 선택항의 선택확률의 비율(ratio of the choice probability of any two alternatives)이 일정하다는 것으로 선택한 응답에 대한 응답자들의 경향이 일정하게 유지됨을 의미하는 것이다. 두 확률에 의해 일정한 비율로 회귀식이 구성되는 형태이므로 이 비율이 달라지는 것은 회귀식의 안정성을 보장할 수 없게 된다는 것을 뜻한다. IIA 가정은 회귀식의 유의성을 확보하는 방법론적 가정의 하나이지만 가정이 만족되지 않을 경우에는 이를 확보할 수 있는 여러 가지 방법을 사용한다. 따라서 IIA 가정을 만족하지 않는 것이 곧 조건부 로짓모형과 같은 IIA 가정을 포함하는 모형의 분석에 대한 유용성의 유무를 판단하는 기준이 되지 않는다. IIA 가정이 성립하지 않는다고 하여도 벡터 공간상에서 회귀선이 각 응답 범주의 확률에 대한 오차를 통계적으로 수용할 수 있을 만큼의 편의(bias)를 가지고 있다고 볼 수 있다. 그리고 유의수준을 완화하여 비록 검정력(power)이 떨어지게 되더라도 유의수준 5%나 10%수준에서는 기각되지 않을 가능성이 높다. 그러므로 이론적인 모형으로서의 현실반영이라는 보다 완화된 형태로 포용된다면 모형 분석의 의미는 충분히 있다고 할 수 있다(이성우 외, 2005).

2.3 분석모형

안양천의 속성별 가치를 도출하기 위하여 두 가지 지불의사액(willingness to pay) 모형을 설정한다. 첫 번째 모형은 응답자는 환경재 속성에 대한 한계효용이 모든 속성수준에서 일정하다고 할 때 응답자들의 특성치를 포함하지 않은 모형과 응답자들의 특성치를 포함한 모형이다.

간접효용함수에서 결정적 부분인 V_{ij} 는 속성벡터 $Z_{ij} = (ASC, A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, D_2, P) = (\text{대안상수}, \text{홍수피해위험 보통}, \text{홍수피해위험 낮음}, \text{유지유량 약간 흐름}, \text{유지유량 풍부하게 흐름}, \text{수질 3등급}, \text{수질 2등급}, \text{하천형태-체육공원과 산책로 조성}, \text{하천형태-자연형 하천조성}, \text{안양천 개선 분담금})$ 의 선형함수로 표현된다.

$$V_{ij} = ASC + \beta_1 A_{1i} + \beta_2 A_{2i} + \beta_3 B_{1i} + \beta_4 B_{2i} + \beta_5 C_{1i} + \beta_6 C_{2i} + \beta_7 D_{1i} + \beta_8 D_{2i} + \beta_9 P_i \quad (5)$$

여기서 ASC는 대안상수(ASC: alternative specific constant)이다. 만약 환경제와 같은 상표가 없는 (generic) 상품일 경우에는 $ASC_1 = ASC_2$ 가 되며 상표가 있는(labelled) 상품일 경우에는 $ASC_1 \neq ASC_2$ 가 된다(Bennett, et al.,2001). 그리고 현재상태(기준수준)에서는 ASC효과(설명되지 않은 요인들에 의한 효과)가 발생하지 않지만(ASC=0) 각각의 개선대안으로 각각 개선될 경우에 ASC효과가 모두 발생(ASC=1)된다. 여기서 $\beta_1 \sim \beta_9$ 은 응답자의 효용에 영향을 미치는 안양천의 개별속성들에 대한 회귀계수들이다. 또한 응답자들의 인구·사회적 변수들이 선택확률에 어떠한 영향을 주는지를 파악하기 위해 인구·사회적 변수와 대안상수들의 공변량을 추가적으로 모형에 포함시킨다. 응답자들의 특성치를 포함한 모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_{ij} = ASC + \beta_1 A_{1i} + \beta_2 A_{2i} + \beta_3 B_{1i} + \beta_4 B_{2i} + \beta_5 C_{1i} + \beta_6 C_{2i} + \beta_7 D_{1i} + \beta_8 D_{2i} + \beta_9 P_i + \sum_s \phi_s \cdot ASC \cdot K_{si} \quad (6)$$

Eq. (6)에서 K_{si} 는 i 번째 응답자의 사회·경제적 변수를 나타내는 벡터이고 ϕ 는 상호작용변수의 추정치를 나타내며 $s(=1, \dots, S)$ 는 인구·사회학적 특성들이다.

소득이나 연령 등 사회경제적 변수들의 값은 대안마다 다르지 않으므로 이들을 포함시킬 경우 비정칙이므로 모형추정이 불가능하다. 따라서 대안간에 차이가 없는 모든 변수들(인구·사회학적 변수)은 대안간에 차이가 있는 변수들(속성변수)과 곱한 교호효과를 모형에 포함시킬 필요가 있다(김용주 등, 2005). 본 연구에서는 인구·사회학적 변수의 영향을 추정하기 위해 대안상수

(ASC: alternative specific constant)를 인구학적 변수와 곱한 상호작용변수를 추가하였다.

현재수준으로부터 한 단위 증가(개선)에 대한 잠재가격(IP: implicit price)은 Eq. (6)의 전미분함으로써 Eq. (7)과 같이 계산할 수 있다.

$$IP_A \equiv \frac{dA_1}{dP} = -\frac{\beta_1}{\beta_9}, \quad IP_A \equiv \frac{dA_2}{dP} = -\frac{\beta_2}{\beta_9} \\ IP_B \equiv \frac{dB_1}{dP} = -\frac{\beta_3}{\beta_9}, \quad IP_B \equiv \frac{dB_2}{dP} = -\frac{\beta_4}{\beta_9} \\ IP_C \equiv \frac{dC_1}{dP} = -\frac{\beta_5}{\beta_9}, \quad IP_C \equiv \frac{dC_2}{dP} = -\frac{\beta_6}{\beta_9} \\ IP_D \equiv \frac{dD_1}{dP} = -\frac{\beta_7}{\beta_9}, \quad IP_D \equiv \frac{dD_2}{dP} = -\frac{\beta_8}{\beta_9} \quad (7)$$

Eq. (7)은 Eq. (6)에서 가격속성인 P (안양천 개선분담금)변수에 대한 회귀계수가 소득의 한계효용과 같다는 해석에 근거한다.(Hanley et al.,1998). 안양천의 개별속성들에 대한 잠재가격을 의미하는 Eq. 7은 소득 1단위 변화에 대한 속성($A_1, A_2, B_1, B_2, C_1, C_2, D_1, D_2$)=(홍수피해위험 보통, 홍수피해위험 낮음, 유지유량 약간 흐름, 유지유량 풍부하게 흐름, 수질 3등급, 수질 2등급, 하천형태-체육공원과 산책로 조성, 하천형태-자연형 하천조성)의 한계효용변화로서 효용을 화폐단위로 표준화한 것이다.

이때, 응답자의 지출을 증가시켜 현재보다 속성값이 높은 대안을 선택할 경우의 효용수준과 양자에 아무런 변화가 없는 현재의 효용을 갖게 만드는 지불의사액을 보상잉여(CS: compensatin surplus)라 한다. 대안들이 속성값의 변화로 변화전의 상태 0에서 변화후의 상태 1로 변화한다고 하자. 그러면 두 상태의 효용수준에 변화가 있게 된다. 이 경우 CS의 기대치 공식은 Eq. (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$E(CS) = -\left(\frac{1}{\beta_9}\right) [\ln \sum \exp(V_{0i}) - \ln \sum \exp(V_{1i})] \quad (8)$$

여기서 i 는 응답자($i=1, \dots, N$)이며 β_9 는 화폐의 한계효용이다. 단 V_{0i}, V_{1i} 은 변화전과 변화 후의 효용수준을 나타낸다. Eq. (8)은 Eq. (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$E(CS) = -\left(\frac{1}{\beta_9}\right)(V_{0i} - V_{1i}) \quad (9)$$

최우법에 의해 분석되는 모형에 대한 적합도검정은 전통적인 회귀식 모형에서 이용하는 R^2 와 유사한 역할을 수행하지만 R^2 가 아닌 Pseudo R^2 를 사용한다. 이것은 확률의 개념을 도입함으로써 인위적인 평균과 분산에 대한 지정에 의해 오차의 변동분을 최소화하는 값을 구하는 것으로 적합도를 평가하는 척도에 대한 필요에 의해 R^2 에 준할 수 있는 기준을 제시해 주는 여러 가지 척도를 뜻하는 것이다. Pseudo R^2 는 1970년부터 여러 학자에 의해 연구되어 왔으며 연구자가 결정계수를 사용하는 목적, 즉, 설명된 응답변수의 변동, 가설검정 또는 종속변수의 분류 등에 따라 장·단점을 보이는 Pseudo R^2 를 사용함으로써 설득력을 얻을 수 있을 것이다.

본 논문에서는 여러 Pseudo R^2 중 설명력이 가장 높게 나타난 Cragg-Uhler 2의 R^2 를 사용하였으며 Eq. (10)과 같이 정의된다.

$$R_{CU2}^2 = \frac{1 - \left(\frac{L_0}{L_1}\right)^{\frac{2}{N}}}{1 - L_0^{\frac{2}{N}}} \quad (10)$$

여기서 L_0 은 속성벡터 변수와 사회·경제적변수를 포함하고 있지 않은 모형의 우도이며 L_1 은 두 변수들을 포함하고 있는 모형의 우도, N 은 표본의 수이다.

3. 분석결과

3.1 분석결과

응답자들의 특성변수에 대한 기초통계는 Table 3과

같다.

Table 4는 안양천의 속성별, 수준별 예상부호, 추정결과를 보여주고 있다. log-likelihood ratio 통계량으로 볼 때 추정된 방정식은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했다.

모형 1은 안양천의 속성들만 포함하여 모형 2는 기타 주요변수들을 추가한 모형이다. 모형 1과 모형 2에서 모든 추정계수들의 부호는 예상했던 부호와 일치했다. 예를 들어 각 속성에 대해서는 양(+)의 부호를 가지고 있다. 이것은 속성들의 수준이 증가할수록 응답자는 현재대안보다 다른 선택대안들을 선택할 확률이 증가한다는 것을 의미한다. 특히 모든 속성수준들에 대해 양(+)의 부호를 갖는다는 것은 응답자들이 각 속성수준에 대해 흥수피해위험이 낮을수록, 하천수량이 많을수록, 수질이 좋을수록, 하천의 모습이 좋아질수록 효용이 증가한다는 것을 의미한다.

그러나 안양천 개선분담금에 대한 계수가 음(-)의 부호를 갖는다는 것은 개선분담금 수준의 증가가 응답자의 효용을 감소시킨다는 것을 의미한다. 각 속성의 수준이 증가할수록 추정된 계수는 점차 증가함을 볼 수 있다.

모형 2에서 나이의 경우 추정계수가 유의하고 (-) 값을 가지므로 나이가 적을수록 현재상태보다 높은 수준을 선택할 확률이 높을 것임을 의미한다. 또한 가족수의 경우도 추정계수가 유의하고 (+) 값을 가지므로 가족수가 많을수록 높은 수준을 선택할 확률이 높을 것임을 의미한다. 소득의 경우도 추정계수가 유의하고 (+)의 값을 가지므로 소득이 높을수록 높은 수준을 선택할 확률이 높을 것임을 의미한다. 환경에 대한 관심, 결혼, 거주년수는 추정계수가 유의하고 (+) 값을 가지므로 환

Table 3. Definition of Variables

Category	Variable	Sample Average	Standard Deviation	Max	Min
Individual	Sex (Male=1, Female=0)	0.33	0.47	1.00	0.00
	Age	36.00	8.24	64.00	20.00
	Education (Years) ¹⁾	14.73	2.01	18.00	12.00
	Marriage (Married=1, Single=0)	0.74	0.44	1.00	0.00
House	Family	3.62	1.08	7.00	1.00
	Income(won) ²⁾	310.71	119.55	500.00	150.00
	Residence Year	9.72	8.50	37.00	1.00
Experience	Visit (Number) ³⁾	15.91	41.66	365.00	0.00
	NGO (Join=1, Not join=0)	0.17	0.78	1.00	0.00
	Concern (Environment=1, Development=0)	0.87	0.34	1.00	0.00

1) Middle school=9, High school=12, University=16, Graduated school=18

2) 1,500,000>=150, 1,500,000-2,000,000=175, 2,000,000-2,500,000=225, 2,500,000-3,500,000=300, 3,500,000-5,000,000=425, <5,000,000=500

3) Nothing=0, 1-2 times/year=1.5, 1-2 times/month=18, 1-2 times/week=81, everyday=365

Table 4. Estimates of Models 1 and 2

Variable	Model 1	Model 2
ASC (Alternative Specific Constant)	0.5933(0.85)	0.7127(0.65)
General(A_1)	0.2314(0.87)	0.2366(0.86)
Low(A_2)	0.2979(1.40)	0.3085(1.40)
Insufficient flow(B_1)	0.2042(0.90)	0.1961(0.84)
Sufficient flow(B_2)	0.4114(1.94) *	0.4114(1.87) *
3 rd grade(C_1)	0.2550(1.10)	0.2546(1.05)
2 nd grade(C_2)	0.2713(1.21)	0.2814(1.20)
User-friendly(D_1)	0.3537(1.58)	0.3818(1.66) *
Natural(D_2)	0.4270(1.81) *	0.4353(1.78) *
Financial support(P)	-0.0003(-9.65) ***	-0.0003(-9.48) ***
ASC*sex		-0.1950(-1.12)
ASC*age		-0.0909(-6.71) ***
ASC*family		0.2379(2.69) ***
ASC*education		-0.0372(-0.86)
ASC*visit		-0.0016(-0.82)
ASC*income		0.0023(2.87) ***
ASC*ngo		-0.0191(-0.08)
ASC*concern		1.2463(5.54) ***
ASC*marriage		1.0367(4.25) ***
ASC*residence year		0.0503(4.21) ***
Sample	2,646	2,646
Log-Likelihood	-810.99	-749.19
Log-Likelihood Ratio (p-value)	315.97(0.000)	439.58(0.000)
Pseudo R ² (Cragg-Uhler 2)	0.33	0.44

1) t-values are shown in brackets

2) *, **, *** indicate statistical significance at the 90%, 95%, 99% confidence level

경에 대한 관심이 높을수록, 미혼인 경우보다 기혼일 경우, 거주연수가 길수록 현재상태보다 높은 수준을 선택할 확률이 높을 것임을 의미한다.

모형 2의 Pseudo R²가 모형 1에 비해 높게 나타나고 있어 보다 안정적인 결과를 나타나고 있다. 모형 2에서 추정된 각 속성별 추정치들을 통해 안양천 유역의 속성별 개선에 따른 가구별 잠재가격을 Table 5와 같이 추정하였다.

홍수피해위험방지에 대한 잠재가격(지불의사액)은 홍수피해위험이 현재 높다고 할 때 보통수준으로 홍수피해위험이 감소한다면 매월 879.6원, 홍수피해위험이 낮은 수준으로 감소한다면 매월 1,146.8원으로 추정되었다. 이수(유량 확보)에 대해서는 현재의 하천의 수량이

거의 없다고 할 때 하천수량이 유지유량보다 작지만 약간 흐르게 된다면 매월 729.0원, 유지유량 이상으로 풍부하게 흐를 때는 매월 1,529.4원으로 추정되었다.

수질에 대해서는 현재의 수질등급이 4~5등급일때 수질등급이 3등급으로 좋아진다면 매월 946.8원, 수질등급이 2등급으로 좋아질 때는 매월 1,046.1원이었다. 하천형태의 복원에 대해서는 현재 하상차장과 도로가 있지만 이것을 걷어내고 하상에 체육공원과 산책로를 조성한다면 매월 1,419.3원, 자연형 하천조성이 될 때의 잠재가격은 매월 1,618.2원으로 추정되었다.

신뢰구간은 점추정치에 대한 불확실성을 반영하기 위해 각 추정치에 대한 신뢰구간을 Krinsky and Rob(1986)이 제안한 몬테칼로 모의실험³⁾을 이용하였다.

3) 몬테칼로 시뮬레이션 방법의 절차는 다음과 같다. 추정된 모형으로부터 얻어진 모수 추정치들과 분산·공분산 행렬과 같은 다변량 정규분포로부터 5,000회 복원추출을 하여 5,000개의 모의 잠재가격들을 계산한 후, 이 값들을 따르는 분포에서 양끝에서 2.5%에 해당하는 관측치들을 제외시킨다.

Table 5. Estimates of Implicit Prices

Attribute	Level	Implicit Prices (won/month -household)	Confidence interval 95%
Flood-damage possibilities	General(A_1)	879.6	0 ~ 3,201
	Low(A_2)	1,146.8	453 ~ 1,843
Instreamflow	Insufficient flow(B_1)	729.0	0 ~ 2,036
	Sufficient flow(B_2)	1,529.4	799 ~ 2,292
Water quality	3 rd grade(C_1)	946.8	0 ~ 1,990
	2 nd grade(C_2)	1,046.1	319 ~ 1,778
River shape	User-friendly(D_1)	1,419.3	498 ~ 2,302
	Natural(D_2)	1,618.2	867 ~ 2,308

Table 6. Estimates of Household Willingness to Pay for Improvement Alternatives

Province	Option	Flood-damage possibilities	Instream-flow	Water quality	Form of the river	Benefit per Household (won /month)
Gwanak-gu	Construction of small WWTP (Seoul Univ entrance)	0	4	2	1	5,862.4
	Restoration of covered stream (Seoul Univ entrance~Sillim 9Dong)	0	0	2	4	5,241.6
	Restoration of covered stream(Bongcheon-dong)	2	1	4	4	6,585.3
Guro-gu	Artificial recharge(Oryu IC) & Retention pond	1	1	1	1	4,664.1
	Restoration of covered stream(Dorimcheon)	1	0	1	3	4,339.0
Geumcheon-gu	Restoration of covered stream(Siheungcheon)	4	0	4	4	6,488.1
	Artificial recharge(Siheung road)	2	2	0	0	4,285.5
Dongjak-gu	Restoration of covered stream(Dorimcheon)	4	1	4	4	6,852.6
Yeongdeungpo-gu	Restoration of covered stream(Daebangcheon)	4	1	4	4	6,852.6
Gunpo	Restoration of covered stream(Snaboncheon)	4	1	4	4	6,852.6
	Restoration of covered stream(Dangjeongcheon)	4	1	4	4	6,852.6
	Separating wall(Dangjeongcheon)	0	1	4	0	4,087.5
Bucheon	Construction of small sewage(Yeokgokcheon)	0	4	4	4	6,870.6
	Channel Improvement(Yeokgokcheon)	0	0	4	4	5,341.2
Anyang	Restoration of covered stream(Suamcheon)	2	2	4	4	6,949.8
	Restoration of covered stream(Galhyeoncheon)	0	0	2	4	5,241.6
	Artificial recharge(Sammalcheon)	2	2	0	1	4,995.1
	Artificial recharge(Suamcheon)	2	2	0	1	4,995.1
	Control of heavy metal(Sammalcheon)	0	0	4	0	3,723.0
	Construction of small sewage(Sammalcheon)	0	4	1	1	5,389.2
Uiwang	Restoration of covered stream(Ojeoncheon)	0	1	2	4	5,606.1

- 1) Grade: 0 (Nothing)~4 (Maximum effect)
 2) WWTP: Wastewater Treatment Plant

3.2 물 순환 건전화 사업의 적용

추정된 결과를 이용하여 각 지자체별 대안사업 적용에 따른 가구당 편익을 Table 6과 같이 추정하였다. 이길성 (2006)은 각 지자체별 대안사업 적용에 따른 효과를 치수, 수량확보, 수질개선, 생태로 나타내고 각 속성별 효과를 0부터 4까지 나타냈다. 사업의 효과가 없을 경우는 0, 효과가 가장 높은 경우는 4로 나타내고 있다. 본 논문에서는 속성 수준을 3수준으로 정의하였기 때문에 효과가 1일 경우 추정된 2수준의 값에 0.5를 곱하였으며 2일 경우는 1을 곱하였다. 마찬가지로 효과가 3일 경우 추정된 3수준의 값에 0.5를 곱하였으며 4일 경우는 1을 곱하였다.

지자체별 제안된 사업 및 기대효과를 통해 추정된 각 사업의 편익은 Table 6과 같다. 제안된 사업은 치수, 수량확보, 수질개선, 생태로서 이는 안양천유역의 거주민을 대상으로 한 설문조사에서의 속성 홍수피해 위험, 유지유량, 수질, 하천형태와 같다. 가장 높은 편익을 나타내는 것은 안양시의 수암천 복개구간 철거로서 이는 가구당 매월 6,949.8원의 편익을 갖는 것이며 그 다음으로는 부천시 하수처리장건설(역곡)으로서 이는 가구당 매월 6,870.6원의 편익을 갖는 것이었으며 그 다음으로는 동작구(도립천), 영등포구(대방천), 군포시(산본천) 등의 복개구간철거로서 각 6,852.6원의 편익을 갖는 것으로 추정되었다. 연간 발생하는 총편익은 가구당 편익과 각 지자체별 가구수를 곱하여 계산하게 된다.

4. 결 론

안양천 유역 거주민을 대상으로 안양천의 속성과 수준을 설정하고 설문조사를 진행한 결과 하천형태에 대한 잠재가격이 홍수피해위험, 유지유량, 수질의 속성보다 높게 나타나고 있어 안양천 유역 거주민은 하천에 대한 이용에 보다 하천 본래의 형태에 많은 관심을 갖는 것으로 생각된다. 조건부가치평가법을 이용한 연구(유진채 등, 2004)는 응답자들이 선택할 수 있는 상황과 변화범위를 제시하는 것이 한정되어 있는 반면 실험선택법은 다양한 상황과 변화범위를 제시함으로써 응답자들로부터 다양한 정보를 얻어낼 수 있었다.

그러나 연구설계의 구조상 환경재의 가치추정의 경우 가상시장을 설정하기 때문에 CVM이 갖는 여러 편익의 발생을 극복할 수는 있지만 설문지의 형태가 CVM보다 어렵기 때문에 다음과 같은 편익에 취약하다

고 할 수 있다.

첫째, 본 연구의 속성수준별 선택조합으로 구성된 설문지의 경우 일반인들이 익숙하지 않은 여러 속성을 고려해야하는 형태로서 선택이 어려웠을 것으로 생각된다. 둘째, 하천이 가지고 있는 여러 속성을 네가지로 분류하고 다시 속성을 세가지 수준으로 분류하였기 때문에 하천이 갖는 고유의 특성들을 모두 포함되지 않았으리라 생각된다. 셋째, 속성의 수준이 질적인 수준변화보다 양적인 개념의 수준변화로 설정된 보다 정교한 속성의 설정이 이루어졌다면 응답자들의 설문지 문항의 선택이 어렵지 않았을 것이라 생각된다. 넷째, 각 지역의 현황과 적용 가능한 대안이 다르기 때문에 같은 대안을 적용하더라도 모든 지역에서 동일한 효과를 기대할 수는 없을 것이다. 마지막으로 분담금의 지출기간에 대한 설정이 미래상태로 변화할 때까지로 제시하였기 때문에 응답자들의 지불의사액에 어느정도 영향을 주었으리라 생각된다.

그러나 본 논문은 학술적인 측면뿐만 아니라 정책적인 측면에서도 몇가지 중요한 의의를 갖는다고 판단된다. 학술적인 측면에서 본 연구는 실험선택법의 이론적 정립과 국내의 적용을 위한 연구방법론 정립을 통해 향후 유사 분야에서도 적용될 수 있을 것이다.

또한 하천이 갖는 중요한 속성에 대한 유역거주민의 선호를 분석하여 하천의 개발 및 복원 사업에 대한 편익을 추정함으로써 각종 하천개발사업의 편익을 분석할 수 있는 기초를 제공하였다. 또한 정책적인 측면에서 지자체에서 시행하고 있는 하천관련 사업에 대한 거주민의 인식과 향후 사업의 만족도 분석을 가능하도록 정량적 정보를 제공할 뿐만 아니라 하천개발사업과 관련한 의사결정과정에서 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

끝으로 하천에 대한 보다 정교한 속성과 수준의 설정을 통한 연구와 진술선호기법과 현시선호기법 등을 결합한 자료를 사용하여 연구한다면 본 연구에 대한 현실성을 검토할 수 있을 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발 사업인 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단(과제번호 1-7-2)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. 연구비 지원에 심심한 감사의 뜻을 표합니다.

참 고 문 헌

- 곽승준, 유승훈, 한상용 (2003a). “잠재적 산림생태공원에 대한 소비자 선호분석: 조건부 선택법을 적용하여” **경제연구**, 한국국민경제학회·한국경상학회, 제21권, 제3호, pp. 289~311.
- 곽승준, 유승훈, 한상용 (2003b). “댐건설로 인한 환경영향의 속성별 가치평가-조건부선택법을 적용하여” **경제학연구**, 한국경제학회, 제51권, 제2호, pp. 239~259.
- 곽승준, 유승훈, 장정인 (2005). “컨조인트분석을 이용한 하구환경의 가치추정: 한강하구를 중심으로” **2005 경제학공동학술대회 한국경제학회 논문집**, pp. 1~17.
- 권오상, 김원희, 이혜진, 허정희, 박두호 (2005). “댐호수의 특성별 휴양가치 분석” **자원·환경경제연구**, 한국환경경제학회, 제14권, 제4호, pp. 867~891.
- 김용주, 유영성 (2005). “팔당호 및 한강 수질개선의 비시장가치 측정-속성가치선택법을 이용하여”. **자원·환경경제연구**, 한국환경경제학회, 제14권, 제2호, pp. 337~379.
- 김일중 (2003). **환경정책의 비용/편익분석 지침서 개발에 관한 연구**. 환경부, 동국대학교.
- 김태균, 홍나경(2005). “식품안전성의 속성별 지불의 사금액 측정: 사과를 중심으로” **농업경제연구**, 한국농업경제학회, 제46권, 제2호, pp. 181~196.
- 유승훈, 곽승준, 이주석 (2003). “컨조인트 분석을 이용한 서울시 대기오염영향의 환경비용추정” **지역연구**, 한국지역학회, 제19권 3호, pp. 1~17.
- 유진채, 공기서, 박두호 (2004). “안양천 수질개선에 대한 주민의 사회적 선호” **2004 한국농업경제학회 동계학술대회 논문집**, 한국농업경제학회, pp. 87~105.
- 이길성 (2006). **안양천 유역의 물순환 건전화 기술 적용**. 21세기 프론티어연구개발사업-수자원의 지속적 확보기술개발사업, 서울대학교, 과학기술부.
- 이성우, 민성희, 박지영, 윤성도 (2005). **로짓·프로빗의 응용**. 박영사.
- 이영성, 박년배, 김태한 (2004). “선택모형을 이용한 생태복원의 환경가치추정에 관한 연구: 청계천복원사업을 사례로” **국토계획**, 국토계획학회, 제39권, 제3호, pp. 165~177.
- 이주석, 유승훈, 곽승준 (2005). “잠재적 제주도 여행에 대한 소비자 진술선호 분석방법 연구” **응용경제**, 한국응용경제학회, 제7권, 제1호, pp. 79~101.
- 조승국, 신철오, 곽승준 (2004). “한강수질개선의 경제적 편익추정에 관한 연구” **한국산업경제학회, 추계학술발표회 논문집**, pp. 239~252.
- Adamowicz, W. L., Louviere, J., and Williams, M. (1994). “Combining revealed and stated preference methods for valuing environmental amenities.” *Journal of Environment Economics and Management*, Vol. 26, pp. 271-292.
- Alpizar, F., Carlsson F., and Martinsson P. (2001). “Using choice experiments for non-market valuation.” *Economic Issues*, Vol. 8, No. 1, pp. 83-110.
- Bennett, J., and Blamey. R. (2001). *The Choice Modelling Approach to Environmental Valuation*. New Horizons in Environmental Economics, Edward Elgar, Cheltenham, UK · Northampton, MA, USA.
- Blamey, R. K., Bennett J. W., Louviere J. J., Morrison M. D., and Rolfe J. (1999). “A test of policy labels in environmental choice modelling studies.” *Ecological Economics*, Vol. 32, pp. 269-286.
- Boxall, P. C., Adamowicz, W. L., Joffre S., Williams, M., and Louviere, J. (1996). “A comparison of stated preference methods for environmental valuation.” *Ecological Economics*, Vol. 18, pp. 243-253.
- Hanley, N., Wright, R. E., and Adamowicz W. (1998). “Using choice experiments to value the environment.” *Environmental and Resource Economics*, Vol. 11, pp. 413-428.
- Hearne, R. R., and Salinas, Z. M. (2002), “The use of choice Experiments in the analysis of tourist preferences for ecotourism development in Costa Rica.” *Journal of Environmental Management*, Vol. 65, pp. 153-163.
- Krinsky, I., and A. Robb. (1986), “On approximating the statistical properties of elasticities.” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, pp. 715-719.
- Kuhfeld, W. F. (2005). *Marketing Research*

Methods in SAS, (available from <http://support.sas.com/techsup/technote/ts722.pdf>), SAS Institute.

McFadden, D. (1974). *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*, in P. Zarembka, ed, *Frontiers in Econometrics*, New York:

Academic Press.

Stern, S. (1997). "Simulation-based estimation.", *Journal of Economic Literature*, Vol. 35, pp. 2006-2039.

(논문번호:06-78/접수:2006.07.20/심사완료:2006.11.14)