

# 우포늪 천변저류지의 경제적 가치평가에 대한 선호이질성 연구 - 수변관광자원의 선택적 개발 -

유병국\* · 김형수\*\*+ · 주 덕\*\*\*

\* 인천대학교 무역학부

\*\* 인하대학교 사회시스템공학부 교수

\*\*\* 세종대학교 호텔관광경영학과

## A Study on Preference Heterogeneity of Economic Valuation for the Washland of Upo Wetland - Development of Waterfront Resources -

Byong Kook Yoo · Hung Soo Kim+ · Dug Ju

\* Division of International Trade, University of Incheon

\*\* Department of Civil Engineering, Inha University

\*\*\* Department of Hotel Tourism Management, Sejong University

### 요 약

본 연구에서는 혼합로짓모형과 잠재계층모형을 사용하여 우리나라 우포늪 천변저류지 조성사업에 있어서 응답자간 선호이질성을 설명하고자 하였다. 혼합로짓모형의 추정결과 습지면적 및 기금액의 경우에서 응답자별 이질성을 관찰되었으며 일부 대안의 경우 IIA와 같은 특수한 형태의 교체유형을 가정할 수 없음을 알 수 있었다. 잠재계층모형의 경우 조건부로짓모형보다 향상된 결과를 보여줄 뿐만아니라 응답자를 특성에 따라서 2계층으로 분류하여 이질성의 요인을 설명해주었다. 즉, 우포늪에 가까운 지역에 위치한 계층1의 응답자들은 서울, 인천 등 수도권지역 응답자가 대부분인 계층2의 응답자들에 비해서 우포늪 방문경험이 많고 우포늪에 대한 지식이 있으며 제시된 정보도 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다.

**핵심용어** : 잠재계층모형, 혼합로짓, 선호이질성, 우포늪, 수변관광자원

### Abstract

This study investigates to explain preference heterogeneity of respondents for economic valuation in washland of Upo wetland using Mixed Logit Model and Latent Class Model. Mixed Logit Model showed respondent heterogeneity in the attributes of wetland area and funds as well as some alternatives violated IIA assumption. 2-class Latent Class Model for respondents were used to explain the sources of the heterogeneity. Class 1 respondents who are located relatively close to Upo wetland had more experience and knowledge of Upo wetland and better understood the information suggested in the questionnaire than class 2 respondents in mostly metropolitan area of Seoul, Incheon.

**Keywords** : Latent Class Model, Mixed Logit, Preference Heterogeneity, Upo Wetland, Waterfront Resources

## 1. 서 론

시장가격이 존재하지 않는 하천 및 습지와 같은 환경재화의 경우 경제적 가치를 추정하기 위해 비시장가치추정법이 널리 사용되고 있다(Kim et al., 2009). 특히 최근 주5일제 보급과 소득수준의 향상으로 인한 여가활동의 확장은 하천 및 습지와 같은 수변공간에 대한 수요의 증가를 만들어 이에 대한 이용가치의 경합이 발생하고 있다. 과거 이수 및 치수의 용도로만 여겨졌던 하

천, 습지 또는 인공적인 천변저류지 등이 이제는 환경 및 생태 그리고 여가시설로 활용되면서 자연형 하천으로의 복원 또는 인공 습지 및 저류지 등과 관련된 다양한 사업들이 추진되고 있다. 이에 따라 하천과 습지 등과 같은 수변공간을 활용한 수변관광에 대한 관심이 높아져 이에 대한 투자의 증가 역시 예측되고 있다. 이 경우 보다 객관적인 방법론을 토대로 한 합리적 의사결정이 국가예산의 절감은 물론 환경재화의 보존에도 중요한 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 이미 잘 알려진

+ Corresponding author : sookim@inha.ac.kr

바와 같이 수도권, 충청권, 안양권, 양재권, 탄천은 물론 지방의 많은 하천들이 자연형 하천이란 이름으로 그 환경적 혹은 위락적 가치에 대한 평가가 시도된바 있지만 보다 합리적 판단을 위해 비시장가치추정법에 대한 심도 높은 학술적 고민이 요구된다.

비시장가치추정법은 크게 현시선호방법(revealed preference approach)과 진술선호방법(stated preference approach)으로 구분된다. 여행자비용법(travel cost method)과 해도닉가격법(hedonic price method)과 같은 현시선호방법은 관련된 시장거래로부터의 정보를 이용하여 대상재화의 가치를 측정한다. 그러나 현시선호방법은 가치측정 결과가 사후적인 성격을 갖기 때문에 가치추정 목적이 천변저류지 조성사업과 같은 사전적 연구인 경우에는 그 적용이 적합하지 않다고 볼 수 있다. 반면에 진술선호 방식은 응답자에게 가상적 상황을 제공하고 예산 제약 하에서 자신의 효용을 최대화할 수 있는 선택을 통해 다양한 환경적 영향들에 대한 가치를 측정한다. 여러 가지 진술선호 방법 중에서 선택 실험법(Choice Experiment; CE)은 하천이나 습지가 제공하는 다양한 기능과 서비스에 대한 가치를 추정하는데 가장 적절하다고 평가받고 있다. 즉, 가장 일반적인 조건부가치추정법(Contingent Valuation Method; CVM)이 대상재화의 1회 변화에 대한 가치만 측정가능한데 반하여 CE는 대상재화의 다양한 변화에 대한 가치추정이 가능하다는 특징을 가지고 있다.

이 같은 CE의 활용이 증가함에 따라 다양한 계량경제적 추정기법들이 개발되어 왔다. McFadden(1974)에 의해 제시된 조건부 로짓(Conditional Logit: CL)모형은 모형추정 및 결과해석이 비교적 용이하다는 장점으로 널리 사용되는 반면에 모형의 완고한 가정 때문에 응답자의 선호이질성(preference heterogeneity)을 충분히 반영하지 못한다는 한계를 가지고 있다. 이러한 선호이질성이 적절하게 설명되지 못할 경우 선택행동의 다양성에서 오는 가치 있는 정보가 사장됨은 물론 불일치한 추정량과 편향된 후생추정치가 얻어질 수 있다(Hess et al., 2005; Kim, 2007; Hynes et al., 2008). 응답자들이 대안의 속성에 대해 부여하는 가치 혹은 중요성은 일반적으로 응답자에 따라 다르다고 볼 수 있다. 예를 들어 자동차의 크기라는 속성은 가족수가 많은 가구에 중요할 수 있으며 소득이 높을수록 습지와 같은 환경재화가 가져오는 여가 기능에 더 민감할 수 있을 것이다. 그리고 이러한 인구통계적 특성 이외에도 응답자의 선호는 사람마다 다를 수 있다. 이와 같이 선호이질성은 응답자의 관찰된 특성과 관련되는 체계적인 선호이질성과 응답자의 관찰되지 않은 특성과 관련 있는 선호이질성으로 구분할 수 있다. 전자의 선호이질성만이 존재할 경우 CL모형에 교차항을 도입함으로써 설명이 가능하지만 후자의 선호이질성을 배제할 수 없는 경우

에는 혼합로짓(Mixed Logit; ML)모형이나 잠재계층모형(Latent Class Model; LCM) 등과 같은 보다 일반적인 모형이 필요하다(Train, 2003).

ML모형에서 이질성은 사전적으로 규정된 특정 분포에 따라 변화하는 모수의 연속성을 통해 표현된다. 반면에 LCM에서 이질성은 개별적인 모수를 가진 유한개의 서로 다른 계층을 통해 표현된다. 이러한 측면에서 LCM은 ML모형의 준모수(semi-parametric)버전으로 간주될 수 있다. ML모형은 응답자의 모수분포에 대하여 다양한 행동적 가정을 할 수 있어 LCM보다 유연하다는 장점을 가지고 있는데 반하여 LCM은 모수분포에 대한 어떠한 사전적 가정이 필요 없다는 준모수적 구조로부터 장점을 가지고 있다(Green and Hensher, 2003). 또 LCM은 ML모형에 비해 선호이질성의 원인규명이 용이하다는 장점을 가지는데 반하여 동일한 계층 내(within-group) 선호가 동질적이라는 가정이 너무 제한적이라는 점이 지적되고 있다(Bujosa et al., 2010).

본 연구의 목적은 다음 세 가지 사항을 검토하는데 있다. 첫째, 우포늪 천변저류지조성에 대한 경제적 가치 평가에 있어서 응답자간 선호이질성이 존재하는가를 규명하는 것으로, 선호이질성이 존재하는 경우 CL모형보다는 ML모형 혹은 LCM이 보다 타당한 추정기법이 될 것이다. 둘째, 선호이질성이 존재하는 경우 LCM을 이용하여 선호이질성이 발생하는 요인에 대하여 규명하는 것에 있다. 마지막으로 도출된 두 가지 결과를 토대로 waterfront, riverfront 등 최근 논의되고 있는 국가사업에 대한 평가시 고려되어야 할 중요한 요인이 무엇인지에 대해 밝히고 이를 제언하는데 있다. 이하에서는 선호이질성을 고려하는 모형의 이론적 배경을 살펴보고 앞서 거론한 두 가지 사항을 차례로 검토해 보고자 한다.

## 2. 이론적 배경

응답자  $n(n = 1, \dots, N)$ 이  $J$ 개의 대안에 직면해 있다고 하자. 그리고 응답자  $n$ 이 대안  $j(j = 1, \dots, J)$ 로부터 얻을 수 있는 효용  $U_{nj}$ 는 다음과 같다고 하자.

$$U_{nj} = \beta'_n x_{nj} + \epsilon_{nj}. \quad (1)$$

여기서  $x_{nj}$ 과  $\beta_n$ 은 각각 속성변수 및 계수의 벡터이며 각각의  $\epsilon_{nj}$ 는 독립적이며 동일한 분포의 extreme value type I 을 갖는 확률변수라고 가정한다. 여기서  $\beta_n$ 은 모수가  $\theta$ 인 확률밀도함수  $f(\beta|\theta)$ 를 가지는 연속형 확률변수라고 하자. 즉 응답자들의 효용은 확률변수  $\beta$ 에 따라 이질적이라고 가정한다. 이제 주어진  $\beta_n (= \beta)$ 에 대하여 응답자  $n$ 이 대안  $j$ 를 선택할 조건

부 선택확률  $P_{nj}(\beta)$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{nj}(\beta) = \frac{e^{\beta'x_{nj}}}{\sum_i e^{\beta'x_{ni}}} \quad (2)$$

따라서 비조건부 선택확률  $P_{nj}$ 는 다음과 같이 된다.

$$P_{nj} = \int \left( \frac{e^{\beta'x_{nj}}}{\sum_i e^{\beta'x_{ni}}} \right) f(\beta) d\beta \quad (3)$$

선택확률이 식(3)의 형태를 취하는 모형을 ML모형이라고 하며 이러한 모형은 밀도함수  $f(\beta|\theta)$ 에 따라 어떠한 임의효용모형(Random Utility Model)도 근사하게 추정할 수 있는 매우 탄력적인 성격을 가지고 있다 (Train, 2003). 여기서 선택확률  $P_{nj}$ 는 폐쇄형(closed form)으로 표시될 수 없으므로 모수 $\theta$ 의 추정을 위해서는 모의실험을 통한 근사치를 얻어야 한다. 즉,  $f(\beta|\theta)$ 에서  $R$ 개의  $\beta(=\beta_r)$ 값들을 임의 추출하여 선택확률  $P_{nj}$ 의 근사치  $\widehat{P}_{nj}$  값을 얻는다.

$$\widehat{P}_{nj} = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \frac{e^{\beta_r'x_{nj}}}{\sum_i e^{\beta_r'x_{ni}}} \quad (4)$$

이를 바탕으로 다음과 같이 모의실험되는 로그우도(simulated log likelihood: SLL)함수를 얻는다(Train, 2003).

$$SLL = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J d_{nj} \ln \widehat{P}_{nj} \quad (5)$$

여기서  $N$ 은 전체 응답자수를 나타내며  $d_{nj}$ 는 응답자 $n$ 이 대안 $j$ 를 선택하면 1, 그렇지 않으면 0의 값을 가진다. 식(1)에서  $\beta$ 가 확률변수가 아니라 고정값( $\beta = b$ )을 가질 경우 선택확률  $P_{nj}$ 는 다음과 같은 폐쇄형 형태를 갖는 단순한 CL모형이 된다.

$$P_{nj} = \frac{e^{b'x_{nj}}}{\sum_i e^{b'x_{ni}}} \quad (6)$$

반면에 식(1)의  $\beta$ 가  $b_s (s = 1, \dots, S)$  값들 갖는 이산형 확률변수이며 각각의 확률이  $p_s (s = 1, \dots, S)$ 일 때

선택확률  $P_{nj}$ 는 다음과 같은 LCM의 선택확률이 된다.

$$P_{nj} = \sum_{s=1}^S p_s \left( \frac{e^{b_s'x_{nj}}}{\sum_i e^{b_s'x_{ni}}} \right) \quad (7)$$

LCM에서 각각의 응답자는 관찰되지 않는 하나의 잠재적인 계층에 속하게 되며 계층내에서의 선호는 동일적이지만 계층간에는 이질적인 선호가 존재한다고 가정한다. 식(7)에서의 첫 번째 항인  $p_s$ 는 응답자 $n$ 이 계층 $s$ 에 속할 확률이며 두 번째 항은 응답자 $n$ 이 계층 $s$ 에 속할 때 대안 $j$ 를 선택할 조건부확률을 나타낸다. 여기서 응답자 $n$ 을 계층 $s$ 로 분류하는 멤버쉽우도함수를  $M_{ns} = \lambda_s z_n + \xi_{ns}$ 로 표시하고  $z_n$ 은 응답자의 태도변수와 사회경제적인 특성치의 벡터를 나타내며 오차항  $\xi_{ns}$ 를 독립적이며 동일한 분포의 extreme value type I를 갖는 확률변수라고 가정하자. 그러면  $p_s$ 는 다음과 같은 CL모형으로 규정할 수 있다 (Boxall and Adamowicz, 2002; Ruto et al., 2008).

$$p_s = \frac{e^{\lambda_s' z_n}}{\sum_{s=1}^S e^{\lambda_s' z_n}} \quad (8)$$

따라서 LCM의 선택확률  $P_{nj}$ 은 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$P_{nj} = \sum_{s=1}^S \left( \frac{e^{\lambda_s' z_n}}{\sum_{s=1}^S e^{\lambda_s' z_n}} \right) \left( \frac{e^{b_s'x_{nj}}}{\sum_i e^{b_s'x_{ni}}} \right) \quad (9)$$

이로부터 계층멤버십계수  $\lambda_s$ 와 속성계수  $b_s$ 를 구하기 위해 최대화되는 LCM의 로그우도함수는 다음과 같이 주어진다.

$$LL = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J d_{nj} \ln P_{nj} \quad (10)$$

### 3. 자료

앞서 거론한 선호이질성의 존재여부 및 원인규명을 위하여 본 연구에서는 Yoo et al.(2010)가 우포늪 친변저류지의 경제적 가치를 추정하기 위해 조사한 CE 자료를 이용하고자 한다. 우포늪은 지난 100여 년간 지속적으로

소실되었고 훼손되어 왔다. 특히 1900년대 들어서 농지 확장을 목적으로 지속적으로 매립하여 왔으며 이에 따라 우포늪은 원래 면적의 1/3로 축소되었다. 따라서 천변저류지 조성은 그 조성 시나리오에 따라 그동안 소실되어 왔던 우포늪의 절대 면적을 증가시키는 역할을 하게 된다. Yoo et al.(2010)는 습지면적과 철새종의 수, 주민참여 프로그램의 수 및 습지생태공원 조성을 위한 기금지불액 등 4가지 속성으로 이루어진 선택집합(choice set)을 가지고 서울시를 비롯한 7대광역시 주민을 대상으로 일대일 면접을 통한 설문조사를 시행하였다.

CE에서 항의성 응답(protest response)의 문제는 CVM에 비해 그다지 큰 관심을 받지 못하였다. 그러나 CE에 있어서도 종종 상당수의 응답자들이 제시되는 선택집합에 관계없이 항상 현재 상태(status quo) 옵션을 선택하는 경우가 발생한다. 실제로 CE와 CVM간 항의성 응답의 발생에 있어서 뚜렷한 차이가 존재하지 않는다는 지적도 있다(Meyerhoff and Liebe, 2008). 이러한 항의성 응답을 어떻게 식별하고 처리하느냐의 문제는 대부분의 진술선호방식에서 여전히 논의중이라고 할 수 있다. Yoo et al.(2010)에서 각 응답자에게 제시된 6가지의 선택집합에 대하여 모두 '현재 상태'를 선택한 응답자는 총 300명의 응답자중 103명(34.3%)였다. 이 경우는 대안의 속성별 수준에 따른 선택이 아닌 무조건 현재 상태를 선택한 경우이다. 이러한 응답은 항의성응답으로 간주하여 분석에서 제외하여<sup>2)</sup> 최종적으로 197명 자료가 분석에 사용되었다.

#### 4. 이질성의 존재

7대광역시의 표본을 대상으로 하는 CL모형의 추정 결과는 다음의 Table 1과 같다. 모든 모수에 대한 추정치는 유의수준 1%에서 유의적이며 모든 부호는 예상과 일치하였다. 습지면적 및 생물보호종에서의 증가는 효용의 증가를 가져와 대안의 선택확률을 증가시키는데 반하여 기금의 증가는 효용이 감소하여 대안의 선택확률을 감소시키는 것으로 나타나고 있다. 그러면 이러한 효용의 변화는 응답자별로 어떠한 차이가 존재하는 것인가? 이하에서는 응답자간 이질성이 실제로 존재하는지의 여부를 조사하기 위하여 다음과 같은 두 가지 방식을 사용하고자 한다. 첫째, 응답자의 효용함수를 구성하는 모수 즉 속성별 계수가 응답자별로 유의적인

차이가 있는지를 조사한다. 둘째, 선호의 동질성을 전제로 하는 CL모형이 과연 적합한지를 조사한다.

응답자간 선호이질성 조사를 위해 흔히 조사하는 방식은 식(1)에서 속성별 계수인 모수  $\beta$ 의 변화를 관찰하는 것이다. 즉, 응답자의 효용함수를 구성하는 모수  $\beta$ 가 응답자별로 유의적인 변화를 보이는지 관찰하는 것이다. 이를 위해 ML모형을 추정해 보았다. ML모형의 모수분포로서는 대부분의 연구에서 정규분포와 로그정규분포가 많이 사용된다(Train, 2003). 로그정규분포의 경우 모든 응답자에게 동일한 부호가 기대되는 모수의 경우 유용할 수 있는 반면에 정규분포의 경우 모수부호에 대해서 별다른 제약이 없는 것이 특징이다. 본 연구에서는 가급적 사전적인 제약을 피하기 위하여 보다 일반적인 정규분포를 사용하고자 한다. 모형추정은 LIMDEP 9.0 NLOGIT 3.0을 사용하여 이루어졌으며 모의실험에는 응답자당 1,000번의 Halton추출이 수행되었다. Table 1에서 보는 바와 같이 속성별 계수의 평균값은 모든 지역에서 유의수준 1%에서 유의적으로 나타나고 있다. 반면에 계수의 표준편차의 경우 서로 다른 유의수준을 보여주고 있다. 즉, 습지면적과 기금액의 경우 속성의 표준편차가 각각 유의수준 10%와 1%에서 유의적인데 반하여 철새보호종 및 주민지원프로그램의 경우 속성의 표준편차가 비유의적으로 나타나고 있다. 여기서 표준편차는 응답자간 선호이질성을 보여주는 것으로 유의적인 표준편차를 가지는 속성의 경우 평균값주위에 응답자별 이질성이 존재하게 된다. 표준편차가 비유의적인 경우는 표준편차가 통계적으로 0인 경우로 속성의 분포에 대한 모든 정보는 평균값으로 압축될 수 있다는 것으로 해석할 수 있다(Hensher et al., 2005).

따라서 습지면적 및 기금 속성에 있어서 응답자별 이질성이 존재한다고 볼 수 있으며 이 경우 효용을 구성하는 속성계수(속성의 한계효용)는 단일한 평균값으로 대표될 수 없음을 알 수 있다. 이러한 이질성의 존재는 응답자별 속성계수를 추정함으로써 좀 더 분명히 확인할 수 있다. Train(2003)은 사후적으로 관찰된 응답자의 선택을 조건으로 하여 응답자별 조건부 추정치를 얻을 수 있음을 보였다. 여기서는 이러한 응답자별 조건부 추정치를 LIMDEP 9.0 NLOGIT 3.0에 의해 추정하였다. 이를 바탕으로 하여 속성계수 커널 밀도(kernel density)를 그려보면 다음의 Fig.1~Fig.4와 같다<sup>3)</sup>. 습지면적 및 기금 속성의 경우 응답자별 속성계수가 평균값 주변으로 폭넓게 분포하는 반면에 철새보호종 및 주민지원프로그램의 경우 평균값 주변에 매우 조밀한 분포를 보이고 있음을 알 수 있다.

1) 이로부터 CL모형을 이용하여 우포늪 천변저류지의 조성에 따른 경제적 가치를 추정하고자 하였다. 실험계획 및 설문조사에 대한 자세한 사항은 유병국의(2010)을 참조할 수 있다.

2) CE의 자료에 있어서 Adamowicz et al.(1998), Colombo et al.(2007), Kosenius(2010), Glenk and Colombo(2011) 등은 본 연구와 유사한 방식으로 항의성 응답을 식별한 후 분석대상 자료집합에서 제외한 바 있다.

3) 커널 밀도는 잘 알려진 이산적인 히스토그램을 연속적인 형태로 수정한 것이다. 특히 모수추정치나 모수분포에서 도출된 지불사액의 분포를 그래프로 표시하는 경우에 유용하게 사용될 수 있다(Hensher et al., 2005).

Table 1. Conditional Logit model and Mixed Logit Model estimation

Variable		CL Model	ML Model
Area of wetland	coefficient	0.015356 (8.956)***	0.017921 ( 6.517)***
	standard deviation	-	.01564811 (1.874)*
Passage birds	coefficient	0.025520 (13.127)***	0.029646 (9.319)***
	standard deviation	-	0.0001537 (0.004)
Resident support program	coefficient	0.055166 (5.097)***	0.06178 (4.879)***
	standard deviation	-	0.000778 (0.004)
Fund payment	coefficient	-0.000312 (-16.809)***	-0.00035 (-10.942)***
	standard deviation	-	0.00014 (2.855)***
# of observation		1182	1182
Log likelihood		-995.6820	-993.7253
McFadden's $\rho^2$ (pseudo $R^2$ )		0.17324	0.23475

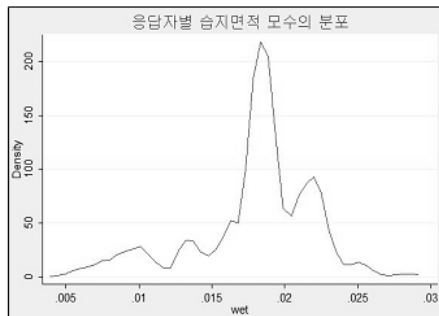


Fig. 1 Wetland size

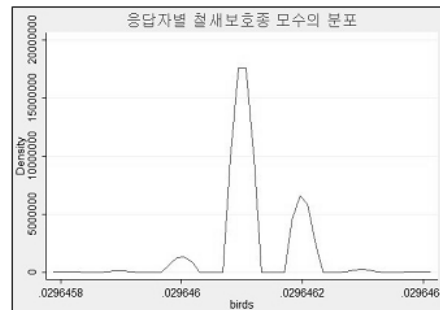


Fig. 2 Birds

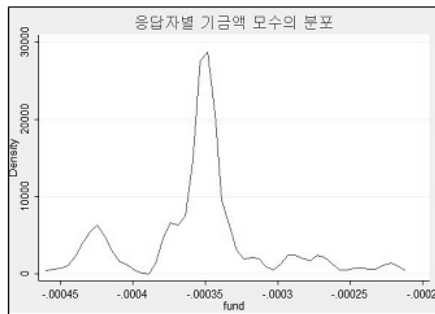


Fig. 3 Fund

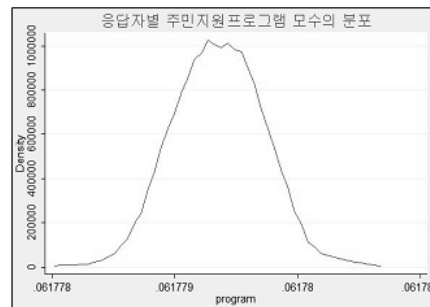


Fig. 4 Program

선호의 이질성여부를 조사하기 위한 두 번째 방식은 선호의 동질성을 전제로 하는 CL모형의 가정이 성립하는가를 검증하는 것이다. CL모형에서는 IIA (Independence from Irrelevant Alternatives)라는 선택대안들 사이에 특수한 형태의 교체유형(substitution patterns)을 가정하고 있다. IIA가정에 따르면 선택집합 내 어느 2개 대안의 선택확률의 비율이 다른 대안의 존재에 따라 영향 받지 않아야 된다는 것이다. 그러나 응답자들 사이에 선호이질성이 존재한다면 선택대안들사이의 교체유형에도 영향을 미치게 된다. IIA가정의 성립여부를 검증하기 위해서는 Hausman & McFadden(1984)에 의해서 제안된 방식을 사용할 수 있다. 이들이 제안한 IIA검정은 다음의 과

정을 거친다. 첫째, 전체 대안이 포함된 모형을 추정한다. 둘째, 대안 중 일부를 제거한 후 모형을 추정한다. 셋째, 만일 IIA가정이 성립한다면 모든 대안이 포함된 경우의 모수추정치와 일부 대안만이 포함된 경우의 모수추정치가 통계적으로 유의적인 차이가 없어야 한다. 총 3개의 선택대안 중 한 개씩을 제거하여 각각 IIA검정을 실행한 결과는 아래의 Table 2와 같다. Table 2에 따르면 대안2를 제외한 경우에는 IIA가정을 기각할 수 없었으나 대안1과 대안3을 제외한 경우 유의수준 1%에서 IIA가정을 기각할 수 있음을 보여준다. 즉, 일부 대안의 경우 응답자간 선호이질성의 존재로 IIA와 같은 특수한 형태의 교체유형을 가정할 수 없음을 보여주고 있다.

Table 2. IIA Test

Alternative dropped	# of observation dropped	$\chi^2$	D.o.f.	Pr(>c)
Alternative 1	187	108.45	4	0.0000
Alternative 2	525	4.9947	4	0.2878
Alternative 3	470	27.012	4	0.0000

이상의 결과를 요약하면 2개의 속성에 있어서 응답자별 이질성이 관찰되고 있으며 IIA가정의 각각으로 CL 모형보다 좀 더 다양한 교체유형을 수용할 수 있는 모형을 필요로 하고 있다. 따라서 응답자별 이질성 및 다양한 교체유형을 설명하기 위해서는 ML모형이나 LCM과 같은 보다 일반적인 모형이 필요하다고 볼 수 있다.

그렇다면 ML모형과 LCM 중 본 조사에서 더 향상된 결과를 가져오는 모형은 어느 것인가? 우선, 앞서 추정된 ML모형의 경우 MacFadon's  $\rho^2$ 는 CL모형의 0.17보다 향상된 0.23을 나타내고 있다. 다항로짓모형에서의 MacFadon's  $\rho^2$ 은 전통적인 선형모형에의  $R^2$ 와 개념상으로 유사하나 일반적으로 그 측정치가 낮은 수준으로 나타난다는 차이를 보이고 있다. 즉, 다항로짓모형에서  $\rho^2$ 값이 0.2에서 0.4이면 매우 좋은 모델추정(model fit)으로 평가되고 있다 (Hensher et al., 2005). 다음으로 ML모형이 CL모형에 비해서 향상되는지를 판단하기 위하여 우도비검정(likelihood-ratio test)을 실시하였다. 우도비검정의 결과 CL모형과 ML모형이 동일하다는 귀무가설을 기각할 수 없었다( $\chi^2_{(4)}=3.9134<9.4877$ ). 이 같은 사실은  $\rho^2$ 값의 향상에도 불구하고 ML모형이 더 나은 모델이라고 할 수 없다는 점을 시사한다.

이하에서는 또 다른 일반적인 모형인 LCM을 사용하여 응답자간 이질성을 고려해 보고자 한다. 아울러 LCM은 ML모형에 비해 이질성의 유발요인을 탐구하는데 보다 용이하다는 장점을 가지고 있다.

## 5. LCM에 의한 추정

연속적인 이질성을 가정하는 ML모형과는 달리 LCM에서는 이질성이 내생적으로 혹은 잠재적으로 분할될 수 있는 이산분포(discrete distribution)를 가진다고 전제하고 있다(Bhat, 1997). 즉, 각 개인들은 유사한 선호를 가지는 유한개의 계층으로 나눌 수 있으며 각 계층 내에서 선호는 상대적으로 동일적이지만 계층 간에서는 상당한 이질성이 존재한다고 전제하고 있다. 어떤 개인이 어떤 계층에 속하는지의 여부는 확률적으로 결정되는데 여기에는 각 개인의 사회경제적, 태도적인 특성이 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 계층 멤버십에 영향을 주는 공변량 변수들을 소득, 가구원수, 설문에 대한 이해도, 응답자의 교육년수, 우포늪에 대한 인지도, 우포늪과의 거리 등으로 선정하였다. 잠재적인 계층의 수를 결정하기 위해 최소 AIC(Akaike Information Criterion) 혹은 최소 BIC(Bayesian Information Criterion) 등의 방식들이 사용된다. 이러한 방식들은 계층의 수를 결정하는 하나의 가이드로서 역할을 하며 어느 방식이 최적의 계층수를 결정하는 절대적인 기준이 된다고는 할 수 없다(Swait, 1994). 여기에서는 LIMDEP 9.0 NLOGIT 4.0을 사용하여 2계층, 3계층모형을 각각 추정하였다. 4계층모형은 수렴하지 않았는데 이는 그런 모형 구성이 본 연구의 자료에 적합하지 않다는 점을 말해주고 있다. 각각의 로그우도값,  $\rho^2$ , AIC, BIC 값이 아래의 Table 3에 제시되어 있다.

Table 3. Criteria for determining the optimal number of segments

# of segments	Log likelihood	$\rho^2$	Parameters	AIC	BIC
1	-995.6820	0.17324	4	1.69151	1.70868
2	-927.6377	0.28564	15	1.59499	1.65939
3	-912.5864	0.29723	26	1.58813	1.69976

로그우도값과  $\rho^2$ 값은 계층의 수가 늘어남에 따라 향상되어 다수의 계층이 존재한다는 사실을 입증하고 있다. AIC와 BIC를 종합적으로 볼 때 2계층모형이 최적임을 알 수 있다. 즉, BIC의 경우 2계층모형에서 가장 적

은 값을 보이고 있으며 AIC의 경우 계층수가 증가함에 따라 감소하고 있지만 계층의 수가 1에서 2로 변할 때가 2에서 3으로 변할 때보다 변화의 폭이 훨씬 크다는 것을 알 수 있다. 2계층모형을 추정한 결과는 다음의 Table 4와 같다. MacFadon's  $\rho^2$ 는 0.28로 CL모형 및 ML

모형보다 향상된 수치를 나타내고 있다. 또 LCM이 CL 모형에 비해서 향상되는지의 여부를 판단하기 위하여 우도비검정(likelihood-ratio test)을 실시한 결과 CL모형과 ML모형이 동일하다는 귀무가설을 기각할 수 있었다 ( $\chi^2_{(11)}=136.09>19.675$ ). 즉, ML모형은 CL모형에 비해 모형추정이 향상될 뿐만 아니라 더 나은 모형임을 보여주고 있다. 두 계층에 있어서 3가지 속성에 대한 추정치는 모두 유의수준 1%에서 유의적이며 부호의 방향은 사전

적인 기대와 일치하고 있다. 계층2에 있어서 계층멤버십 계수는 모형의 나머지 계수들을 추정하기 위해 0으로 정규화되어 있다. 모든 다른 계수들은 이 정규화된 계층에 대한 상대적인 값으로 해석할 수 있다(Boxall and Adamowicz, 2002). Table 4를 보면 설문에 대한 이해도가 높을수록, 우포늪과의 거리가 가까울수록 계층1에 속할 확률이 증가함을 알 수 있다. 그렇다면 이러한 LCM은 응답자간 이질성을 어떻게 설명하고 있는가?

Table 4. Two-segment LCM estimates

Attributes	Segment 1	Segment 2
Area of wetland	0.3809 (61.516)***	0.0068 (4.168)***
Passage birds	5.5138 (415.288)***	0.0123 (7.165)***
Residents support program	4.7114 (112.158)***	0.0363 (3.359)***
Fund payments	-0.0651 (-302.668)***	-0.0001 (-7.365)***
Constant	-1.5660 (-1.400)	-
Income	0.0440 (0.0386)	-
Understanding	1.2571 (2.488)**	-
Family	0.1142 (0.729)	-
Education	0.0816 (1.306)	-
Knowledge	0.0330 (0.099)	-
Distance	-0.9814 (-4.428)***	-
Segment probability	0.419	0.581
Log likelihood	-927.6377	
$\rho^2$	0.2856	
# of observation	1182	

두 계층간 특성의 차이를 좀 더 알아보기 위해 설문에서 조사된 공변량 변수들을 대상으로 두 계층 간 차이를 조사해 보았다. 이를 위해 응답자별로 각 계층에 속할 확률을 추정하여 상대적으로 높은 확률을 가진 계

층에 배정하였다. 그 결과 총 응답자중 83명이 계층1에 속하였고 114명이 계층2에 속하였다. 이에 따라 계층별 각 공변량의 특성치를 비교하면 아래의 Table 5와 같다.

Table 5. Profiles of respondents belonging to the two segments

Social and economic characteristics	Segment 1 (N=83)	Segment 2 (N=114)
Sex(male)	52%	51%
Age	43세	43세
Visited the Upo wetland ***	16%	2%
Heard of the Upo wetland ***	68.7%	38.6%
Understanding of the questionnaire *	100%	69.3%
Family	3.4명	3.3명
Children	1.06명	0.95명
Education	13.3년	13년
Income	345만원	346만원
Distance***	81.6km	203km

Note : \*\*\* 1% significant level (Pearson  $\chi^2$  test)

피어슨  $\chi^2$ 검정 결과 두 계층은 우포늪 방문경험, 우포늪지식, 제시된 정보에 대한 이해도, 우포늪까지의 거리 등에 있어서 유의수준 1%에서 유의적인 차이가 존재하였다. 즉, Table 5를 보면 계층1에 속하는 응답자들은 계층2의 응답자들에 비해서 우포늪 방문경험이 많고 우포늪에 대한 지식이 있으며 제시된 정보도 잘 이해하고 있었다. 또 우포늪까지의 거리도 계층1에 속하는 응답자가 계층2에 비해서 매우 가까운 것으로 나타나고 있다. 즉, 계층1의 응답자중 75.9%는 우포늪과 비교적 가까운 거리에 위치하는 대구, 부산, 울산 등지에 거주하고 있었으며 반면에 계층2의 응답자는 65.8%가 우포늪과 먼 거리인 수도권(서울, 인천)에 거주하고 있었다. 이 같은 차이는 계층별 속성의 계수, 즉 한계효용의 차이로 나타나고 있다. 즉, Table 4를 보면 습지면적과 생물보존, 주민보호프로그램의 경우 계층1의 한계효용은 계층2에 비해서 월등히 높게 나타나고 있다. 반면에 기금 1단위의 증가에 따른 비효용(효용의 감소분)의 크기는 계층1이 계층2에 비해 월등히 높게 나오고 있다.

이러한 계층간 한계효용의 차이는 계층간 후생추정치

의 차이로 나타나게 된다. 선형효용함수에 있어서 특정 속성에 대한 한계적 지불의사액(WTP)는 해당 속성의 계수와 비용 속성(기금액)의 계수의 비율을 통해 측정될 수 있다. Table 6은 3개의 모형에 대하여 Wald 방식(델타법)을 사용하여 추정된 속성에 대한 한계적 지불의사액 및 95% 신뢰구간을 비교하고 있다. LCM에서 두 계층은 지불의사액의 평균값에서 매우 뚜렷한 차이를 보이고 있다. 즉, 계층1의 지불의사액 평균값은 계층2의 평균값에 비해 상당히 작은 것으로 나타나고 있다. 계층1의 속성별 한계효용이 계층2보다 높음에도 불구하고 이 같은 결과가 나오는 이유는 기금이 주는 효용감소분이 비수도권지역인 계층1에서 월등히 높게 평가되기 때문이라고 볼 수 있다. 95% 신뢰구간의 경우 계층1의 경우가 평균값주변에 비교적 조밀하게 형성되어 있음을 알 수 있다. CL모형과 ML모형의 경우 한계적 지불의사액이 대체로 LCM의 계층1과 계층2의 사이에 존재한다. 반면에 LCM의 경우 계층간에 한계적 지불의사액의 뚜렷한 차이를 통해 응답자간에 존재하는 이질성의 차이를 명확하게 보여준다고 할 수 있다.

Table 6. Marginal WTP and 95% Confidence Interval

(won/respondent)

Attribute	LCM		CL Model	ML Model
	Segment 1	Segment 2		
Area of wetland	5.8*** (5.7-6.0)	58.6*** (34.7-82.5)	49.1*** (39.7-58.5)	51.3*** (40.3-52.9)
Passage birds	84.6*** (84.4-84.9)	106.2*** (83.5-128.8)	81.7*** (73.1-90.2)	83.1*** (74.2-84.7)
Residents support program	72.4*** (71.2-73.5)	313.8*** (166.2-461.4)	176.5*** (120.6-232.4)	170.4*** (112.7-172.1)

Note : \*\*\* 1% significant level

## 6. 결론

하천과 습지 등 수변관광 자원에 대한 이용가치가 증가하면서 이에 대한 평가가 다양하게 시도되고 있다. 대부분의 평가는 진출선호에 의존하고 있기 때문에 응답자에 대한 속성과 모형의 선택이 평가의 중요한 요인으로 대두되고 있다. 이 같은 관광자원 중 대표적인 습지의 경제적 가치를 추정하기위한 CE에서 흔히 사용되는 CL 모형의 경우 기본적으로 응답자간에 동질적인 선호를 가정한다. 그러나 선호는 사실상 이질적이라고 할 수 있으며, 이러한 이질성을 고려하여야 개별 선호의 불편추정량을 추정하고 수요 및 후생수준 추정의 정확성과 신뢰성을 높일 수 있다. 선호의 이질성을 고려하는 일반적인 모형에는 다양한 방법이 있으나, 본 연구에서는 여러 방법 중에서 ML모형과 LCM을 사용하였다. 우포늪 천변저류지의 경제적 가치를 추정하는

데 있어서 7대 광역시를 대상으로한 응답자표본에 대하여 응답자별 이질성의 존재여부를 검토하여 보았다. ML모형의 추정결과 습지면적 및 기금액의 경우 모수의 표준편차가 유의적인 것으로 나타나고 있는데 이는 사실상 응답자별 모수의 이질성을 의미한다고 볼 수 있다. 또 IIA 검정을 실시한 결과 일부 대안의 경우 응답자간 선호이질성의 존재로 IIA와 같은 특수한 형태의 교체유형을 가정할 수 없음을 보여주었다. 이렇게 응답자별 이질성이 존재하는 경우 CL모형보다는 ML모형 혹은 LCM의 사용하여 모형을 보다 향상시킬 수 있다. 이 경우 ML모형과 LCM간 어느 모형이 절대적으로 우월하다는 뚜렷한 경향은 존재하지 않는다. 본 조사의 경우 우도비검정을 수행한 결과, ML모형은 CL모형보다 향상된 모형이라는 사실을 입증할 수 없었으나 LCM의 경우 CL모형보다 뚜렷이 향상된 모형임을 보여주었다.



본 논문에서는 LCM을 이용하여 응답자간 이질성을 초래하는 요인들에 대하여 살펴보았다. LCM의 핵심적인 특징 중의 하나는 계층의 수 및 계층의 멤버십이 사전적으로 드러나지 않는다는 점이다. 통계적 지표들을 비교한 결과 계층의 수는 2개가 적합한 것으로 나타났다. 각 계층에 소속된 응답자간에는 계층에 속하는 응답자들은 계층2의 응답자들에 비해서 우포늪 방문경험이 많고 우포늪에 대한 지식이 있으며 제시된 정보도 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 우포늪까지의 거리도 계층1에 속하는 응답자가 계층2에 비해서 매우 가까운 것으로 나타났다. 즉, 우포늪과 비교적 가까운 대구, 부산, 울산 등 비수도권지역에 위치하는 계층1의 응답자들은 우포늪에 대한 경험 및 인지도가 높았다. 이러한 특성들을 반영하여 두 가지 계층의 이질성은 다음과 같이 설명할 수 있다. 첫째, 계층1의 응답자들은 계층2의 응답자들에 비해 우포늪 천변 저류지의 속성인 습지면적, 철새보호종, 주민지원프로그램 등의 증가에 대해 높은 한계효용을 보이고 있다. 둘째, 서울, 인천 등 수도권지역 응답자가 대부분인 계층2의 경우 우포늪에 대한 경험 및 인지도는 계층1에 비해 낮음에도 불구하고 기금증가에 따른 효용감소(비효용)가 매우 낮은 것으로 나타나고 있다. 이러한 계층간 속성별 한계효용의 차이로 인하여 한계적 지불의사액 역시 계층간 뚜렷한 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 응답자 이질성을 고려한 한계적 지불의사액의 추정치는 하천이나 천변저류지와 같은 수변공간의 경제적 가치에 대한 보다 정확한 추정을 가능하게 하며 방문객 혹은 지역주민의 지리적 특성을 고려한 보다 차별화된 습지의 관광정책에 대한 필요성을 시사함을 알 수 있다.

현재 하천복원, riverfront, waterfront 등 수변공간에 대한 다양한 형태의 국가적 또는 지역적 사업들이 진행 또는 계획되고 있다. 그리고 사업의 추진을 위해 예비타당성조사와 같은 사전평가를 실시하고 있다. 그리고 이 경우 대부분의 평가에 있어 일반적으로 CVM 또는 CE 등과 같은 비시장가치평가법이 적용되고 있다. 이에 본 연구결과가 시사하는 바와 같이 응답자, 즉 소비자들의 선호는 이질적인 경우가 있다. 소비자 선호뿐만 아니라 평가대상지의 속성 또한 이질적인 경우가 많다. 예를 들면 하천이나 습지의 경우 그것이 산지에 있는지, 농촌지역에 있는지 또는 도시지역에 있는지에 따라 소비자의 선호는 물론 수변공간 자체의 속성도 이질적이다. 이 경우 모형에 대한 합리적인 선택이 전제되지 않는다면 분석 결과의 신뢰성은 낮아진다고 할 수 있다.

따라서 하천 및 습지와 같은 수변공간에 대한 사업, 특히 대규모 예산이 투입되는 국가의 SOC 사업은 하천이나 습지 또는 저류지 등 자체가 갖고 있는 기본적인

수리수문학적 특성과 주변지역의 사회경제적인 특성에 따른 이질적 선호가 의사결정과정에 반드시 반영되어야 한다. 물론 예비타당성조사 지침에 기본적인 틀은 제시되어 있으나 하천의 특성과 이질적 선호 등과 같은 요소들을 고려한 조사기법과 모형의 활용은 미흡해 보인다. 따라서 본 연구가 시사하는 바와 같이 어떤 모형을 적용하는가에 따라 지불의사에 차이 나기 때문에 사업 타당성 검토를 위한 비용-편익 분석 결과에도 큰 영향을 줄 수 있는 것이다. 비시장가치추정 방법론의 다양한 적용과정에서 이 같은 차이는 쉽게 발견될 수 있으며 이를 보정하지 못하면 편익(bias)이 발생할 가능성이 높고, 결국 국가적으로 중요한 사업의 타당성 여부를 결정하는데 심각한 오류가 발생할 수도 있다는 점을 인지해야 한다.

## 감사의 글

본 논문은 인천대학교 2012년도 자체연구비지원에 의하여 연구되었습니다.

## References

- Adamowicz, WP, Boxall, MW and Louviere, J (1998). Stated preference approaches for measuring passive use values: choice experiments and contingent valuation, *American J. of Agricultural Economics*, 80, pp. 64-75.
- Bhat, CR (1997). An endogenous segmentation mode choice model with an application to intercity travel, *Transportation Science*, 31, pp. 34-48.
- Boxall, PC and Adamowicz, WL (2002). Understanding heterogeneous preferences in random utility models: a latent class approach, *Environmental and Resource Economics*, 23, pp. 421-446.
- Bujosa, A, Riera, A and Hicks, RI (2010). Combining discrete and continuous representations of preference heterogeneity: a latent class approach, *Environmental and Resource Economics* 23, pp. 477-493.
- Colombo, S., N. Hanley and J. Louviere (2009). Modeling preference heterogeneity in stated choice data: an analysis for public goods generated by agriculture. *Agricultural Economics*. 40: 307-322.
- Glenk, K and Colombo. S (2011). Modelling outcome-related risk in choice experiments, *European Association of Environmental and Resource Economists, 18th Annual Conference*, 30 June, 2011. Rome.
- Green, WH and Hensher, DA (2003). A latent class model for discrete choice analysis: contrasts with mixed logit, *Transportation Research Part B*, 37, pp.

- 681-698.
- Hausman, J and McFadden, D (1984). Specification tests for the multinomial logit model, *Econometrica*, 52, pp. 1219-1240.
- Hensher, DA, Ross, JM and Green, WH (2005). *Applied Choice Analysis : A Primer*, Cambridge.
- Hess, S, Bierlaire, M and Polak, JW (2005). Capturing correlation and taste heterogeneity with mixed GEV models, *Applications of Simulation Methods in Environmental Economics*, Scarpa, R and Alberini, A (eds.), Springer Publishers.
- Hynes, S, Hanley, N and Scarpa, R (2008). Effect on welfare measures of alternative means of accounting for preference heterogeneity in recreational demand models. *American J. of Agricultural Economics* 90, pp. 1011-1027.
- Kim, DG, Yoo, BK, Kim, JG, Shin, HK, Kim, HS, Park, DH, Ahn, JH and Ahn, KS (2009). Study on assessment of value and functions of Dam-wetlands(2) - Assessment of value by CE : Focussing on Boryung Dam - *J. of Wetlands Research*, 11(3), pp. 133-143. [Korean Literature]
- Kim, YJ (2007). The effect of heterogeneous preference on non-market valuation, *Environmental and Resource Economics Review*, 16(4) pp. 873-900. [Korean Literature]
- Kosenius, AK (2010). Heterogeneous preferences for water quality attributes: the case of eutrophication in the Gulf of Finland, the Baltic Sea, *Ecological Economics*, 69, pp. 528-538.
- Meyerhoff, J and Liebe, U (2008). Do protest responses to a contingent valuation question and a choice experiment differ?, *Environmental Resource Economics*, 39, pp. 433-446.
- McFadden, D (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior, *Frontier in Econometrics*, Zarembka, P (eds.), Academic Press.
- Ruto, E, Garrod, G and Scarpa, R (2008). Valuing animal genetic resources: a choice modeling application to indigenous cattle in Kenya, *Agricultural Economics*. 38, pp. 89-98.
- Swait, JR (1994). A structural equation model of latent segmentation and product choice for cross-sectional revealed preference choice data, *J. of Retailing and Consumer Services* 1, pp. 77-89.
- Yoo, BK, Kwak, JW, Kim, HS and Kim JG (2010). Effectiveness analysis of constructed washland : (2) economic valuation, *J. of Korean Society of Civil Engineers*, 30(1B), pp. 133-143. [Korean Literature]
- Train, KE (2003). *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge.
- 논문접수일 : 2013년 05월 15일
- 심사의뢰일 : 2013년 05월 29일
- 심사완료일 : 2013년 06월 03일