

# 생태도시의 비용편익분석 - 김포양촌의 생태시설을 중심으로 -

강상목<sup>1)</sup>·문석웅<sup>2)</sup>·민동기<sup>3)</sup>·신영철<sup>4)\*</sup>

Benefit-Cost Analysis of Ecological City  
- Focusing on Eco-facilities of New Town in Kimpo Yangchon -

Kang, Sang-Mok<sup>1)</sup>·Moon, Seogwoong<sup>2)</sup>·Min, Dong-Ki<sup>3)</sup>·Sin, Young Chul<sup>4)\*</sup>

1) 부산대학교 상과대학 경제학과(Department of Economics, Pusan National University)

2) 경성대학교 경제물류학부(School of Logistics & Economics, Kyungseong University)

3) 건국대학교 경제학과(Department of Economics, Konkuk University)

4) 대전대학교 디지털 경제학과(Department of Digital Economics, Daejin University)

제 출 : 2009년 1월 29일      승 인 : 2009년 5월 27일

## 국 문 요 약

본 연구의 목적은 김포양촌 신도시를 대상으로 조성될 생태시설로서 조류생태공원, 에코센터, 생태하천과 생태수로 등에 대한 비용편익을 추정함으로써 그 경제적 타당성을 분석하고자 함이다. 본 연구는 최초로 생태 친화적 신도시개발의 경제성분석을 시도하였다. 생태시설에 대한 모든 시나리오에서 B-C비율은 1을 넘었다. 특히 에코센터의 편익/비용 비율이 5.02-3.75로 가장 높았다. 네 가지 생태시설의 건설비용이 50%증가를 가정하더라도 경제적 타당성을 유지하였다. 본 연구는 신도시 건설을 할 경우 생태적 다양성을 갖추는 것이 주거단지조성의 핵심요소를 시시하고 주택건설의 방향이 탄소배출제로 및 에너지 효율화와 조화된 방향으로 추진될 것을 제안한다.

■ 주제어 ■ 생태도시, 생태시설, 비용편익분석

## Abstract

The purpose of this paper is to analyze economic adequacy by estimating the benefit-cost for bird eco-park, eco-center, eco-river, and eco-waterway, which will be built in the new town of Kimpo, Yangchon. This paper attempts an economic analysis for the development of an eco-friendly new town. The rates of B/C (benefit-cost) in all scenarios are over one. Especially, the B/C rate of the eco-center is the most efficient of the four eco-facilities by 5.02 - 3.75. In addition, the construction costs of the five eco-facilities are assumed to be 50 percent higher, though their economic soundness is maintained.

This paper implies that providing ecological variety is one of the core components in constructing housing complexes and suggests that the construction of housing be harmonized with zero-carbon and energy efficient methods.

| **Keywords** | Ecological City, Eco-facilities, Benefit-Cost Analysis

## I. 서론

과거 우리나라의 신도시 건설은 주거 기능에만 초점을 두고 개발 정책이 추진되었기에 신도시 주변의 자연환경을 파괴하였고 건설된 신도시는 환경성을 전혀 고려하지 못하였다. 최근 생태도시의 건설에 대한 관심이 증대함에 따라서 생태도시 건설에 따른 비용편익의 추정을 통하여 생태도시 건설의 타당성에 대한 평가의 필요성이 제기되고 있다.<sup>1)</sup> 국가적으로 자연환경에 대한 관심이 증대되고 쾌적한 환경질에 대한 수요가 증대함에 따라 신도시 건설도 자연친화적으로 개발하는 것에 대한 요구가 증가하고 있으며 생태시설에 대한 수요도 증대하고 있는 추세에 있다. 따라서 최근에 추진되어온 일부 신도시들은 주변 자연 환경을 고려한 도시건설에 초점을 두고 다양한 형태의 친환경 시설을 설치하고 있다. 본 연구에서 대상으로 하고 있는 김포양촌 신도시의 개발 지구는 한강변에 인접하여 다양한 생물종 및 철새들이 서식하고 있으며 오랜 농업 생산 활동으로 다양한 형태의 농수로가 조성되어 있다. 구릉지 또한 발달하여 백로서식지인 모담산 등이 위치하고 있으며 김포양촌 신도시 개발지구 내에는 18만평에 달하는 농지가 있어 철새들의 취식지로서 역할을 하고 있다. 위와 같이 다양한 형태의 자연 조건들은 보전할 가치가 있으며 이들의 생태적인 가치를 고려하여 신도시를 건설할 경우 많은 수생생물종과 수많은 철새들이 인간과 공존하는 생태신도시를 건설할 수 있을 것이다.<sup>2)</sup>

본 연구의 목적은 김포양촌 신도시를 대상으로 조성될 생태시설로서 조류생태공원, 에코센터, 생태하천과 생태수로 등에 대한 비용편익을 추정함으로써 그 경제적 타당성을 분석하고자 함이다.<sup>3)</sup> 자연생태를 보존하고 환경 친화적인 생태시설을 건설할 경우 이의 추진에

1) 한국도시연구소. 2004. 「생태도시론」. 생태도시란 용어는 녹색도시, 환경도시, 환경공생도시, 환경친화적 도시, 지속가능한 도시 등 다양한 용어가 사용되고 있다. 생태도시를 한 마디로 정의하기는 어렵지만 간단히 정의하면 인간과 자연, 동식물이 조화되어 공생하는 도시라고 말할 수 있다.

2) 김포양촌 신도시는 도시속에서 전원생활을 느낄 수 있는 생태환경 도시를 지향한다. 생태환경도시는 생태체험 및 생태학습과 자원순환형 주거시설을 갖추고 주변 자연환경과 연계한 도시생활, 농업체험 환경을 조성하는 것을 목표로 한다.

3) 생태시설은 일명 친환경시설을 의미한다. 본 연구는 이하에서 생태시설로 기술한다. 생태하천은 가마지천, 생태수로는 김포대농수로를 의미한다.

다른 비용과 편익의 추정을 통하여 신도시 건설의 타당성에 대한 평가가 이루어져야 할 것이다.

환경 혹은 생태시설을 대상으로 비용편익 분석을 시도한 선행연구는 다음과 같이 대별할 수 있다. 첫째, 비용편익 분석의 방법론과 비교 및 한계 등에 관하여 논의한 연구로는 Pearce(1990, 1998), Munda(1996), Common et al.(1997), Pires(1998), Hanley(2001), Turner(2007), Kuosmanen and Kortelainen(2007), Getzner(2008) 등이 있다. 특히 Pearce(1990)는 지속가능성의 Weak 기준과 Strong 기준을 비용편익분석으로 연결하였고 Pires(1998)는 이를 발전시켜서 실제 의사결정에 대한 평가방법으로 확장시켜서 지속가능성 제약 하에서 순현재가치 기준을 수정하는 방법을 제시한다. Pearce(1998)와 Hanley(2001)는 환경정책의 평가와 비용편익분석의 적용에서 발생하는 문제를 다룬다. 둘째, 비용편익분석을 특정 대상에 적용한 연구로는 Pearce and Koundouri(2004), Turner et al.(2007), Saez and Requena(2007) 등이 존재한다. 국내적으로는 김홍균 외(1997)가 일반균형모형을 이용하여 환경개선을 위한 환경세의 부담이 GNP를 감소시키는 정도를 추정하고 하천관리 및 하천정비사업을 대상으로 한 연구는 김지현·최미희(2002), 최미희(2004), 이영성·황기연(2004), 김종대·조문기(2005)를 들 수 있다. 김지현·최미희(2002), 최미희(2004)는 하천관리 및 하천 정비사업, 이영성·황기연(2004)은 청계천 복원사업, 김종대·조문기(2005)는 하수관거 정비사업에 비용편익분석을 적용하였다. 나아가 김지현(2005)은 해양심층수를 대상으로 비용편익분석을 시도한 바 있고 강희용 외(2006)는 환경정비사업의 일환으로 광양만 연안해역의 환경공생형 호안시설 설치의 비용편익분석을 시도한 바 있다. 그러나 선행연구에서는 생태도시의 건설과 관련하여 요구되는 생태시설 중 개별 특정한 시설을 다른 비용편익분석은 존재하지만 생태공원, 에코센터, 생태하천, 생태수로 등 여러 시설을 모두 포함하여 분석한 연구는 존재하지 않는다. 본 연구는 최초로 생활주거공간상에 필요한 생태시설을 대상으로 그 도입의 타당성분석을 시도한다는 점에서 선행연구와 구별된다.

생태도시 조성에 포함될 이들 시설의 편익추정을 위해서는 수도권에 사는 주민 중 김포양촌 신도시에 거주 계획이 있는 거주예정자와 그러한 계획이 없는 시민들을 대상으로 하여 조류공원, 에코센터, 생태하천과 생태수로 등에 관한 편익을 추정하는 작업을 수행할 것이다. 편익추정은 조건부 가치추정법(CVM; contingent valuation method)을 이용하여 생태시설에 대한 수도권 가구의 지불의사금액을 이용할 것이다.<sup>4)</sup> 수도권 가구는 김포양촌 신도시에 주택을 구입하여 거주하게 되는 경우를 가정할 때 해당 생태시설의 조성을 위한 지

불의사금액과 함께 김포양촌 신도시에 거주하지 않을 때 해당 생태시설의 조성을 위한 지불의사금액과 같이 두 가지의 해당 생태시설에 대한 지불의사금액을 추정한다. 전자의 지불의사금액에는 김포양촌 신도시의 해당 생태시설에 대한 거주할 의사가 있는 가구의 지불의사금액일 것이며, 후자의 지불의사금액은 김포양촌 신도시에 거주하지 않는 가구의 지불의사금액으로 해당 생태시설의 비사용가치(non-use value)라고 볼 수 있다. 또한 김포양촌 신도시에 건설될 네 가지 생태시설들은 연계되어 조성된다기보다는 각각 독립적으로 분리된 영역에 건설될 예정이므로 개별 시설의 편익을 각각 추정할 것이다.

비용자료는 다년간 생태시설의 설치 경험이 있고 직접 김포양촌 신도시에 관련 생태시설을 시공할 엔지니어링 회사로부터 이들 시설에 대한 시설비용과 유지비용에 관련된 자료를 얻어서 사용한다. 이러한 편익과 비용 자료를 기초로 생태시설 조성의 경제적 타당성을 분석할 것이다. 즉, 주요 생태시설별로 다년간 발생하는 비용과 편익을 추정하고 이 추정치를 토대로 하여 현재가치법, 비용편익비율법등을 통하여 시설별 경제성을 살펴볼 것이다. 분석의 타당성을 확보하기 위하여 다양한 시나리오를 적용하여 민감도 분석을 병행할 것이다. 경제적 타당성 분석에 사용될 자료는 김포양촌 신도시에 설치할 생태시설의 공학적인 설치비와 유지관리비를 비용으로 포함하고 시민들의 지불의사금액을 편익으로 사용할 것이다.

이하 제 II장에서는 김포양촌 신도시의 지리공간적 위치와 생태시설의 조성을 위한 계획을 설명한다. 제 III장에서는 조건부 가치측정법의 설문지 설계와 조사설계 과정을 기술하고 제 IV장에서는 비용편익분석을 위한 편익추정과 비용편익분석 모형을 소개한다. 제 V장에서는 자료 및 실증결과에 대한 내용을 기술할 것이다. 제 VI장에서는 비용편익분석 결과를 토대로 생태도시 조성을 위한 정책적 시사점을 제시할 것이다.

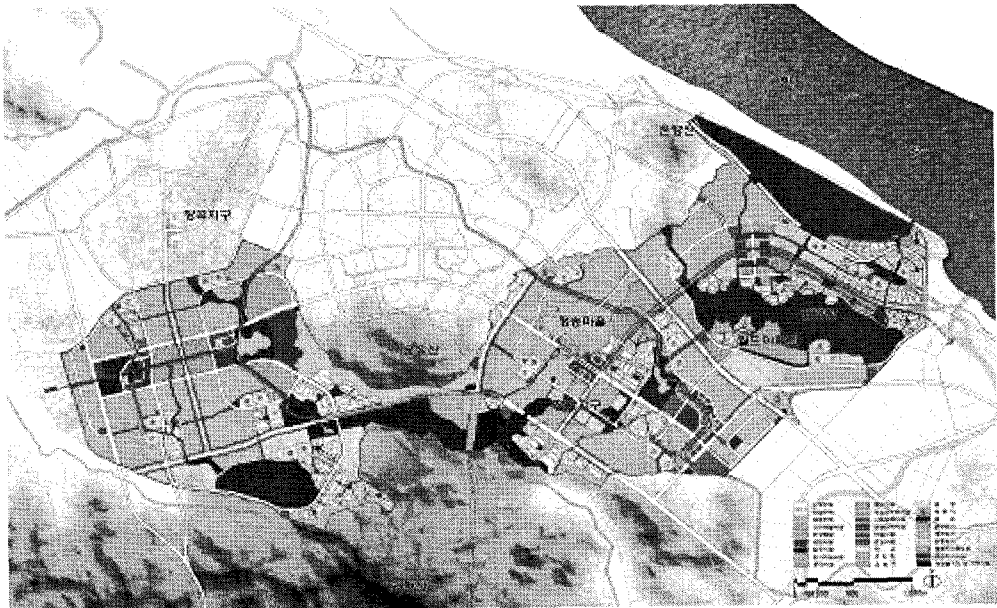
## II. 김포양촌 신도시의 위치와 생태시설 조성

김포양촌 신도시가 위치한 지리적 공간은 <그림 1>에서 보여지듯이 한강과 인접하여 한강을 사이에 두고 반대편에는 일산이 위치하고 있다. 김포양촌 개발지구는 대부분 농지로서 평탄한 지형에 위치하며 남서쪽으로 백로의 서식지인 모담산으로 둘러싸여 있고 북동쪽으로는 겨울철새들의 주요취식지인 반달형 농지와 면하고 있다. 특히 이 지역은 한강변 기

4) 일반적인 경우 환경재의 가치를 추정하기 위해 이용되는 조건부가치측정법(CVM)은 비시장재화의 가치를 측정하기 위한 방법으로, 시장에서 관련된 가치에 대한 정보를 찾기 어려운 경우에 해당되는 특정한 공원 시설 내지 주거여건 개선과 관련된 편익을 추정하기 위해서도 이용될 수 있다.

수역에 인접하여 수생생물종의 서식이 풍부함과 아울러 철새의 서식, 취식활동이 활발하고 오래전부터 농경활동이 활발하여 농수로가 발달하는 등 수체계가 다양하게 조성되어 있다. 또한 남측에는 가현산에서 계양산으로 이어지는 구릉이 발달해 있으며 지구내외에는 운양산, 백로서식지인 모담산, 운양산 등 구릉이 산재하여 생태적으로 유리한 조건들을 보유하고 있다.

그림1 김포양촌 신도시의 지리 공간적 위치



한국토지공사는 이 지역에 주거단지를 조성하면서 다양한 생태시설을 함께 조성할 것을 추진 중에 있다. 그 중에서도 본 연구는 주요한 생태시설로서 조류생태공원, 에코센터, 생태하천, 생태수로 등을 중심으로 이들 시설의 구성에 따른 경제적 타당성을 분석해 보는 데 초점을 두고 있다. 김포양촌 신도시가 입지하는 위치는 한강과 서해가 만나는 기수역으로서 다양한 수생태가 형성되는 지역으로 철새들이 찾아드는 도래지이기도 하다. 따라서 김포양촌 신도시에 포함되어 있는 한강변 인접지는 조류생태공원을 조성하여 철새의 취식 및 서식지로서 보전하고 생태학습 및 생태탐방의 장소로 활용하기에 아주 적합한 장소이다. 조류생태공원의 조성은 한강변에 인접한 18만평의 토지를 대상으로 철새의 취식과 서식활동 및 저류지의 역할을 할 수 있는 생태호수와 생태습지(담수 및 기수습지)를 조성하고

시민들의 자연생태학습장 등을 포함한다. 다음으로 생태체험관으로서 에코센터는 지역의 생태를 보존하고 기록전시함으로써 환경생태의 실질적인 보존과 관리업무를 수행할 수 있다. 에코센터는 대지 면적이 약 2700여평(8900㎡)으로 한강 제방도로변에 위치하여 접근성이 좋고 낮은 구릉이 있어서 한강을 전망하기에 좋은 조건을 갖추고 있다. 또한 대지 앞에 한강과 연결되는 생태적으로 양호한 습지 호수가 형성되어 있다. 에코센터에는 조류에 대하여 학습 및 체험할 수 있는 체험박물관과 습지 관련한 각종 정보를 열람할 수 있는 정보도서관, 한강 하류의 평야지대의 철새를 관찰하고 각종 지원시설 등을 포함한다. 에코센터는 각종 정보를 통하여 학습과 체험이 가능하도록 하는데 목적이 있다.

김포 양촌 신도시 주변 하천은 가마지천과 석모천이 복류하여 한강의 제 1지류인 봉성포천에 합류하고, 남측으로 대곡천, 나진포천 등의 계양천수계가 형성되어 있다. 이 중 가마지천 2km 구간을 자연생태하천으로 조성하여 시민들에게는 자연환경을 제공하고 수서 곤충이나 생물들에게는 건강한 서식처를 제공할 것을 추진하고 있다. 자연하천인 가마지천에 하천의 생태계를 보존 또는 회복·복원하여 자연하천 본래의 기능을 살리는 방향으로 조성함으로써 시민들이 휴식공간이 될 친수기능, 수질정화시설을 갖추어 수질정화기능, 생물서식 기능을 갖출 수 있는 시설을 포함할 계획이다. 마지막으로 생태수로로 개발될 김포대수로 김포간선은 4월경부터 9월경까지 한강에서 양수한 많은 물이 하천을 흐르고 있어 어류 서식에 양호한 조건을 갖추고 있으며 생태적으로 많은 잠재력을 보여주고 있다. 김포양촌 신도시를 통과하는 김포대수로의 김포간선 약 3km를 자연생태수로로 조성하여 시민들에게 자연친화형 친수활동공간과 문화공간을 제공하고 어류 등의 수서생물 서식처를 제공하기 위하여 추진하고 있다.

### Ⅲ. 조건부 가치측정법의 조사설계

#### 1. 설문지 설계

설문지의 전반적 구성은 크게 세부분으로 나눌 수 있다. 첫째 부분은 설문지의 도입부로서 가치평가 대상 재화에 대한 인식이나 태도 등에 대해 질문한다. 둘째 부분은 CVM 시장시나리오에 해당하는 부분으로 가치평가와 관련된 질문이 들어있고 설문에서 가장 중요한 부분이다. 셋째 부분은 응답자의 사회경제적 특성에 대한 질문으로 지불의사금액모형 분석에 이용되는 변수들의 정보를 조사한다. 시장시나리오에는 가치를 측정하고자 하는 시장유형

(market type), 지불의사 유도방법(elicitation method), 지불수단(payment vehicle) 등에 관한 설문이 제대로 만들어졌느냐의 여부가 매우 중요하므로 본 조사를 실시하기에 앞서 일반인 및 관련분야 전문가들로 구성된 소규모집단조사(focus group interview)를 통하여 CVM 시장 시나리오의 적절성을 검토하였다. 즉, 사전조사를 통하여 본조사와 동일한 표본 추출 방식으로 100명을 선정하여 개방형 질문 방식으로 지불의사금액의 대략적인 분포를 파악하였다. 그로부터 양분선택형 지불의사 유도방법을 이용하는 본 조사에서 제시될 금액을 선정하였다. 본 연구에서 가치를 평가하고자 하는 대상 재화는 김포양촌 신도시에 검토되고 있는 주요 친환경시설들로서 조류생태공원, 에코센터, 자연생태하천(가마지천), 자연생태수로(김포대농수로) 등이다.

김포양촌 신도시의 주요 친환경시설을 위한 추가 지불의사 여부를 양분 선택적으로 답변하도록 하는 주민 투표 모형(referendum model)을 이용하였다.<sup>5)</sup> 지불수단은 수도권 주민을 대상으로 김포양촌 신도시에 주택을 구입하여 거주한다고 가정할 경우 '주택구입 가격에 추가적으로 지불할 금액'으로 하고, 김포양촌 신도시에 거주하지 않게 되는 경우에도 김포양촌 신도시의 주요 친환경시설의 중요성을 감안한 지불의사금액 두 가지로 구분하였다.<sup>6)</sup> 지불의사 유도방법으로는 Hanemann(1985)과 Carson(1985)에 의해 제안된 이중 양분선택형(二重兩分選擇型, dichotomous choice with a follow-up) 질문형식을 이용한다. 이 질문형식은 일단 어떤 특정한 금액을 제시하고 이 금액을 지불할 용의가 있다고 응답하는 경우 첫 번째 제시금액의 약 2배에 해당하는 금액을 제시하는 한편, 그렇지 않다고 응답하는 경우에는 첫 번째 제시금액의 약 1/2에 해당하는 금액을 제시하는 방식으로 진행된다.<sup>7)</sup> 제시금액 설계와 관련한 일반적 경험법칙은 단일양분선택형 질문에서는 15분위수와 85분위수 이내, 이중양분선택형 질문에서는 10분위수와 90분위수 이내로 설계하여 분포의 꼬리부분의 값들을 제거한다. 제시금액은 사전조사의 분포로부터 경험법칙을 충족하는 값으로 설정하였다. 두 번째 제시금액은 첫 번째 제시금액을 지불하겠다고 하는 경우 첫 번째 금액의 두 배에 해당하는 금액을 제시하고, 그 반대의 경우는 첫 번째 금액의 1/2에 해당하는 금액을 제시한다.

5) 시장에서 마주친 물건을 그 가격으로 제시된 금액을 보고 구매여부를 양분선택적으로 결정하는 상황과 거의 유사하다고도 볼 수 있다.

6) 김포양촌 신도시에 주택을 구입하여 거주한다고 가정하는 경우와 김포양촌 신도시 주택에 거주하지 않는 경우에 대한 자세한 상황 설정 및 지불의사금액에 대한 질문은 부록을 참조하기 바란다.

7) 이와 같은 방식은 일정한 금액을 낼 의사가 있는지를 단 한번만 제시하고 응답하게 하는 단일양분선택형(單一兩分選擇型, dichotomous choice or take-it-or-leave-it) 질문형식에 비해 통계적 효율성의 측면에서 상대적으로 더 나은 점이 있고 제시금액(bid)의 설계가 잘못되는 경우에도 이를 수정할 수 있는 장점을 지니고 있다.

김포양촌 신도시에 주택을 구입하여 거주할 경우를 가정하였을 때, 주택구입 가격에 추가 지불하고자 하는 첫 번째 제시금액은 사전조사 결과의 분포를 고려하여 100만원, 200만원, 400만원, 800만원의 4가지 금액이 제시된다. 김포양촌 신도시에 거주하지 않더라도 향후 방문 등 및 동시설의 중요성을 고려하는 비거주자의 경우, 사전조사 결과의 분포를 고려하여 추가 지불하고자 하는 금액으로 첫 번째 제시금액은 2,000원, 4,000원, 8,000원, 1만 6,000원의 4가지 금액을 제시한다.

## 2. 표본 및 조사 설계

표본조사 설계를 위하여 모집단을 전국의 가구(세대)로 설정한 다음, 인터넷 전문여론조사기관의 패널 약 15만 명을 표집틀(sampling frame)로 구성하였다. 표본단위(sampling unit)는 표집틀로부터 서울시의 경우는 강북동, 강북서, 강남동, 강남서의 4개 권역으로 구분하고, 경기도는 김포양촌 신도시로부터 반경 30km를 기준으로 경기도 1권역과 경기도 2권역으로 구분한다. 그리고 각 권역의 가구수 비례로 가구주 또는 가구주의 배우자를 최종 표집단위로 하였다. 표본추출방법은 각 도시의 성별, 연령대 구조를 반영하여 표본할당추출법을 이용하였다. 2005년 인구주택총조사 자료를 활용하여 표본을 할당하는 구조를 이용하였기에 성별, 연령별 계층 개념으로 볼 수 있으므로 층화추출방법이라고 볼 수 있다. 표본수는 김포양촌 신도시의 주요 친환경시설에 대한 수도권 가구 조사는 사전조사 100명, 본조사 1,000명을 대상으로 조사하였다. 본 설문조사의 조사방법으로 인터넷 설문조사를 이용하였다. 인터넷 설문조사는 인터넷 여론조사전문기관의 패널들을 대상으로 조건에 맞는 응답자들에게 인터넷 설문지에 대해 답변을 받는다.<sup>8)</sup> 인터넷이 갖고 있는 상호성으로 인하여 기존의 설문지 방식보다 응답자들을 설문에 보다 적극적으로 답변할 수 있도록 동기를 유발할 수 있다. 또한 다양한 멀티미디어 자료를 이용할 수 있어 기존의 설문 방식에서 구현하기 어려운 멀티미디어를 이용한 설문지를 구축할 수 있으므로 응답자들에게 보다 쉽게 정보를 제공해 줄 수 있다. 본 연구에서도 친환경시설의 사진을 비롯하여 다양한 시각적 설명 자료를 제공함으로써 생태시설에 대한 이해를 기초로 응답하도록 하였다. 인터넷 조사는 응답자들이 인터넷 설문에 입력하는 순간에 코딩과 같은 다른 작업 없이 바로 컴퓨터에서 이용할 수 있는 자료로 저장된다는 점과 동시에 여러 명이 인터넷 설문에 답변하는 것이 가능하다. 뿐만 아니라 대면조사에서 조사원들의 설명차이 또는 조사원의 개성의 차

8) 인터넷 설문조사의 경우 대표성에 문제를 우려할 수 있으나, 인터넷 인구의 확대를 감안할 때 모집단에 대한 대표성 문제는 크게 우려할 상황은 아니라고 판단된다.



이에서 기인하는 조사원 편익(interviewer bias)도 회피할 수 있다. 김포양촌 신도시의 주요 친환경시설에 대한 수도권 가구 조사는 사전조사와 본 조사는 모두 2007년 6월~7월에 진행하였다.

### 3. 응답자의 사회경제적 특성

<표 1>에서 표본에 포함된 대상자들의 분포는 거주 지역으로 보면 서울 강동 7.4%, 서울 강서 14.3%, 서울 강남 13.5%, 서울 강북 9.0%, 경기도 1권역 29.6%, 경기도 2권역 26.2% 등이다. 성별에서 남성 50.5%, 여성 49.5%이고, 연령대는 20대 25.8%, 30대 31.5%, 40대 27.8%, 50대 14.9%를 차지한다. 가구주(세대주)인 경우가 63.3%, 가구주(세대주)의 배우자인 경우가 36.7%이다. 거주 주거형태를 보면 단독주택 13.7%, 연립주택 21.5%, 아파트 59.7%, 기타 5.1%로 나타났다.

표1 수도권 주민조사 표본의 사회경제적 특성

사회경제적 특성	구분	비중(%)
거주 지역	서울 강동	7.4
	서울 강서	14.3
	서울 강남	13.5
	서울 강북	9.0
	경기도 1권역	29.6
	경기도 2권역	26.2
성별	남성	50.5
	여성	49.5
연령대	20대	25.8
	30대	31.5
	40대	27.8
	50대	14.9
가구주(세대주) 여부	가구주(세대주)	63.3
	가구주(세대주)의 배우자	36.7
거주 주거형태	단독주택	13.7
	연립주택	21.5
	아파트	59.7
	기타	5.1

## IV. 분석모형

환경을 고려한 비용편익분석에서 주된 관심사항은 생태시설에 대한 편익을 어떻게 파악하는 가하는 문제이다. 생태시설로 부터의 편익은 이러한 시설들을 공급함에 따라 경제주체들이 느끼는 편익을 화폐가치화한 것이라 볼 수 있다. 본 연구는 조건부 가치법을 이용하여 수도권 주민의 지불의사금액으로 편익을 추정한다. 조건부가치측정법(CVM)은 진술선호법에서 가장 널리 사용되는 방법론으로서 수많은 적용사례에서 전문가에 의한 신중한 설계를 통하여 분석할 경우에 충분한 신뢰성을 확보하고 있다고 평가받고 있다. 조건부가치법을 이용하는 또 하나의 이유는 김포양촌 신도시의 주요 생태시설의 편익에 이용가치 이외에 비이용가치와 관련된 편익이 있다고 판단되기 때문에 현시선호법의 적용에는 한계가 있으며진술선호법 또는 편익이전법을 이용하는 것이 바람직하다.

양분선택형 조건부 가치 자료에 대한 기본 모형은 Hanemann(1984)의 확률효용모형(random utility model: RUM)을 사용하고자 한다. Hanemann(1984)의 확률효용모형의 효용함수는 결정된 선호(deterministic preferences)와 확률적 선호(stochastic preference)로 구분될 수 있다. 선호의 확률적 부분을  $\varepsilon$  라고 표시하면 간접효용함수(indirect utility function)는 다음과 같다.

$$v(y, Z, q, \varepsilon) \quad (1)$$

식(1)에서  $y$  는 개인소득,  $Z$  는 시장재 가격들, 시장재의 속성들, 기타 선호와 관련된 개인들의 특성 등을 포함하는 다양한 독립변수들의 벡터,  $q$  는 비시장재화(non-market goods),  $\varepsilon$  는 선호의 확률적 부분으로써 개별 응답자 자신은 알고 있지만 연구자에게는 관찰되지 않는 선호 부분이다.

한편,  $q^1 < q^0$  로서  $q^1$  은  $q^0$  에 비해 악화된 상태라고 가정하면 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$u(y, Z, q^1, \varepsilon) < u(y, Z, q^0, \varepsilon) \quad (2)$$

Cameron(1987, 1988)과 같이 동등잉여(equivalent surplus) 개념을 직접 측정할 수도 있는데 이 경우 동등잉여를 ES 라고 하면 다음의 식이 만족된다.

$$u(y, Z, q^1, \varepsilon) = u(y - ES, Z, q^0, \varepsilon) \quad (3)$$

그러므로  $ES = ES(y, Z, q^0, q^1, \varepsilon)$ 는  $q^0$ 에서  $q^1$ 로의 변화를 방지하기 위한 최대 지불의사금액(maximum WTP)이다.

$$WTP_i^* = ES = ES(y, Z, q^0, q^1, \varepsilon) = X_i' \beta + \varepsilon_i \quad (4)$$

식(4)에서  $WTP_i^*$ 는 응답자의 내재된 지불의사금액(underlying WTP),  $X$ 는 소득을 포함하여 다양한 설명변수들의 벡터,  $\beta$ 는 설명변수의 계수 벡터를 뜻하며,  $\varepsilon_i$ 는 오차항을 의미한다. 어떤 사람에게 두 단계에 걸쳐 제시한 금액에 대한 양분선택적 응답 결과는 두 번 모두 긍정하는 경우, 첫 번째에 긍정하고 두 번째는 거절하는 경우, 첫 번째는 거절하고 두 번째는 긍정하는 경우, 두 번 모두 거절하는 경우의 네 가지 중 하나가 된다. 즉,  $(I_{1i}, I_{2i}) = (1, 1), (1, 0), (0, 1), (0, 0)$ .

응답자가 첫 번째 제시된 금액( $t_{1i}$ )에 대해서 '예'라고 응답한 후 그 두배의 금액인 두 번째 제시금액( $t_{2i}$ )에 대해서도 지불하겠다고 응답한 경우 (즉,  $I_{1i} = 1, I_{2i} = 1$  경우), 그 응답자의 내재된 지불의사액이 관측될 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \Pr(I_{1i} = 1, I_{2i} = 1) &= \Pr(WTP_i^* \geq t_{2i}) \\ &= \Pr(x_i' \beta + \varepsilon_i \geq t_{2i}) \\ &= \Pr(\varepsilon_i \geq t_{2i} - x_i' \beta) \\ &= \Pr(z_i \geq \frac{t_{2i} - x_i' \beta}{\sigma}) \end{aligned} \quad (5)$$

식(5)의  $z_i (= \varepsilon_i / \sigma)$ 는 표준정규분포를 의미한다.  $\alpha_{1i} = \frac{t_{1i} - x_i' \beta}{\sigma}$ ,  $\alpha_{2i} = \frac{t_{2i} - x_i' \beta}{\sigma}$  이라면 식(5)는 식(6)과 같이 표현할 수 있다. 즉,

$$\Pr(I_{1i} = 1, I_{2i} = 1) = 1 - \Phi\left(\frac{t_{2i} - x_i' \beta}{\sigma}\right) = 1 - \Phi(\alpha_{2i}) \quad (6)$$

식(6)의  $\phi$ 는 누적표준정규분포를 의미한다. 이와 비슷하게  $(I_{1i}, I_{2i}) = (1, 0), (0, 1), (0, 0)$ 인 경우도 비슷하게 확률을 구할 수 있다. 이 때 로그우도함수(log likelihood function)는 다음과 같다.

$$\ln L = \sum_i \{ (I_{1i} I_{2i}) \ln [1 - F(t_{2i} : \theta)] + I_{1i} (1 - I_{2i}) \ln [F(t_{2i} : \theta) - F(t_{1i} : \theta)] + (1 - I_{1i}) I_{2i} \ln [F(t_{1i} : \theta) - \Phi(t_{2i} : \theta)] + (1 - I_{1i}) (1 - I_{2i}) \ln [F(t_{2i} : \theta)] \} \quad (7)$$

식(7)에서  $F(\cdot : \theta)$ 는 분포와 관련된 모수 ( $\theta$ )를 갖는 누적확률밀도함수(CDF)이다. 따라서 우도함수는 일반적인 최우추정법(maximum likelihood method)에 의해 계수벡터  $\beta$ 와 가정된 분포 관련 모수  $\theta$ 에 대하여 이 함수값을 극대화함으로써 관심대상인 계수들의 값을 구할 수 있다.

한편, 본 연구에서는 편익뿐만 아니라 비용을 동시에 고려한 경제성을 살펴보고자 한다. 알려져 있다시피 생태시설에 대한 비용과 편익은 현재시점부터 미래에까지 발생하게 되므로 이를 모두 감안해야 할 것이다. 그러나 미래의 편익과 비용을 계량화하는 것은 현실적으로 쉽지 않고 불확실성이 크며 시장의 가격기구조로 평가하는 것은 더욱더 불가능하다. 따라서 이러한 생태시설의 비용과 편익은 일정한 가정에 기초하여 그 경제성을 추정할 필요가 있다. 비용편익의 경제성 분석은 시장 기구조를 통하여 효율적으로 공급되기 어려운 재화의 공급 타당성을 분석하기 위한 것으로서 여러 가지 대안에 대한 비용과 편익을 측정하여 가장 효율적인 대안을 선택하는데 토대를 제공할 수 있다. 비용과 편익이 여러 시점에 걸쳐 장기적으로 발생하므로 동일한 단위로 통일하여 비용과 편익을 추정하여야 한다.

생태시설 조성비용에는 생태시설을 제공하기 위한 초기 공사비와 이 시설들을 유지·관리하기 위하여 미래에 발생하는 모든 비용을 포함하게 된다. 나아가 생태시설로부터 발생하는 비용과 편익은 한 시점에만 발생하기 보다는 여러 시점에 걸쳐 발생하므로 주로 현재시점의 가치로 현재가치화하고 할인율을 사용한다.<sup>9)</sup> 생태시설의 경제적 타당성 분석에 사용할 수 있는 방법으로 현재가치법, 비용편익비율법, 내부수익율법이 있으나 본 연구는 현재가치법과 비용편익비율법을 사용하여 분석하고자 한다.

9) 할인율에 대해서는 많은 논란이 있다. 이러한 논란의 핵심에는 개별 경제주체들이 미래에 발생하는 가치에 대하여 느끼는 비용 또는 편익의 크기에 대하여 현재시점에서 부여하는 가치가 다르다는 점이다. 그러나 할인율을 적용해야 한다는 점에는 대체로 동의한다.

먼저, 현재가치법에 기초하여 환경생태시설에 대한 투자로 인하여 발생하는 순편익의 현재가치를 제시하면 다음과 같다.

$$PV = B_0 - C_0 + \frac{B_1 - C_1}{1+r} + \dots + \frac{B_n - C_n}{(1+r)^n} \quad (8)$$

$B_i = i$ 기에 발생한 편익

$C_i = i$ 기에 발생한 비용

식(8)에서 어떤 투자대안에 대한 채택여부는 투자대안의 현재가치(PV)에 의해 결정되며 현재가치가 0보다 크면 채택된다. 여러 투자 대안을 비교할 경우에는 일반적으로 순편익의 현재가치가 큰 순서대로 선택한다. 그러나 순편익의 크기만 볼 경우, 사업규모가 클수록 비용대비 편익의 크기는 크지 않더라도 순편익이 크기 때문에 사업규모가 큰 투자대안을 선택하는 문제점이 있을 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위하여 편익과 비용의 현재가치를 각각 계산하고 둘 사이의 비율인 편익-비용비율(benefit-cost ratio)을 이용하여 경제성을 평가할 필요가 있다. 편익-비용의 비율은 다음과 같이 표시된다.

$$BC \text{ ratio} = \frac{PV_B}{PV_C} \quad (9)$$

식(9)의 비율이 1보다 크면 경제적 타당성이 있는 대안으로 채택한다. 투자대안 평가시 편익은 기회비용의 감소를 이용하여 추정하는 방법이 사용되는데 이 경우 편익과 비용의 정의에 따라 편익-비용 비율이 달라질 수 있다. 따라서 현재가치법과 편익-비용비율 두 가지를 모두 사용하여 그 타당성을 살펴볼 필요가 있다.

## V. 분석결과

실증분석은 이론모형에서 제시한 것처럼 먼저 비용과 편익에 대한 자료를 기초로 경제성 분석을 시도할 수 있다. 비용에 관한 자료는 김포양촌 생태시범도시를 실제 조성하는 엔지니어링 회사인 삼안(주)으로부터 2007년을 기준으로 조류생태공원, 에코센터, 생태하천, 생

태수로에 대한 면적과 단가에 기초한 각 시설의 개략적 공사비를 얻었다. 편익에 관한 자료는 수도권 주민을 대상으로 표본추출을 통한 설문조사를 통하여 거주예정자의 주택구입시 추가 지불의사금액과 비거주자의 경우 추가 지불의사금액을 조사하였다. 비거주자의 지불의사금액을 조사에 포함시킨 이유는 김포양촌 신도시에 거주하지 않더라도 해당 생태시설을 방문할 수 있고, 필요하다고 생각할 수 있기 때문이다.

김포양촌 생태시범도시의 생태시설은 언급하였듯이 조류생태공원, 에코센터, 생태하천, 생태수로 등이다. 각 생태시설별 비용과 추정된 편익에 관한 것은 <표 2>와 같다. 먼저 비용관점에서 볼 때, 조류생태공원으로 조성될 면적은 약 187,600평(620,172㎡) 규모로 건설비는 20,636백만원이 소요될 것이다. 조류생태공원은 김포양촌 신도시의 대표적 공원으로 서 공원내 육생비오톱으로 조성하고, 조류 관찰시설, 조류동물원, 생태학습장, 녹도, 생태습지 등을 조성하여 생태체험 공간을 제공하고 자연과 공존하는 공원환경으로 조성된다. 에코센터는 생태체험 및 교육프로그램 제공, 자원순환 시스템 구축 등 주민에게 생태문화생활 전반의 정보를 제공한다. 에코센터는 연면적 850평(9,989㎡) 규모로 총건설비 11,050 백만원이 소요된다. 생태하천은 수량을 조절하는 우수지, 야생동식물 보전을 위한 야생서식지를 조성, 관찰데크, 하천사면의 다양한 테마 등으로 자연형 하천을 조성한다.

**표2 생태시설의 비용과 편익**

구 분	비용(백만원)		편익 (백만원)		
	면적(㎡)	공사비	거주예상 가구	비거주예상 가구	총편익
조류생태공원	620,172㎡	20,636	48,136	15,841	63,977
에코센터	9,989㎡	11,050	47,932	14,155	62,086
생태하천	42,954㎡	32,233	61,860	16,865	78,725
생태수로	65,074㎡	24,760	46,907	13,372	60,279

생태하천의 공사비는 42,954㎡의 면적에 총공사비는 32,233백만원이 소요된다. 생태수로는 주택단지 내 친수공간으로 도시문화와 사람을 연결시키고 철새보존 완충수로로 건설된다. 생태수로는 비교적 깊은 수심을 갖는 수로로 도시민의 친수기능과 문화기능을 결합한 형태가 될 것이다. 65,074㎡의 면적에 총공사비는 24,760백만원이 소요된다.

다음으로 편익 관점에서는 먼저 김포양촌 신도시에 거주하게 되는 경우를 상정하게 한

뒤, 해당 생태시설들의 조성을 위해 구입 주택가격에 어느 정도의 추가적인 금액을 지불할 의사가 있는지를 양분선택적으로 질문하였다. 이로부터 김포양촌 신도시에 거주하게 될 가구의 해당 생태시설들에 대한 편익을 추정하고자 하였다. 한편 김포양촌 신도시의 해당 생태시설은 서울시 및 경기도 가구의 경우도 비록 거주지로 선택하지 않더라도 나름대로의 가치를 부여할 수 있다. 왜냐하면 김포양촌 신도시에 살지 않더라도 해당 생태시설을 방문하여 이용할 수 있거나, 비록 방문하지 못한다 하더라도 그와 같은 생태시설들이 주변에 조성되는 것 자체가 중요하다고 판단할 수 있기 때문이다. 그러므로 이에 대해서도 사전조사에서 얻어진 지불의사금액 분포를 고려하여 제시금액을 설계하여 양분선택적 질문을 하였다. 여기서는 지불의사금액을 추정하는 것이 주요한 목적이므로, 앞 장에서 식 7)에서 지불의사금액모형에 다른 사회경제적 공변량(covariates)는 제외하고 상수항만을 포함하여 지불의사금액의 평균값만을 추정하고자 하였다. 또한 지불의사금액모형 분석에서 적합도가 높다고 평가되는 웨이블 분포(weibull distribution)를 가정하였다. 김포양촌 신도시에 거주하는 경우 주택구입을 위해 추가적인 지불의사금액에 대한 모형과 더불어 김포양촌 신도시에 거주하지 않는 경우의 해당 생태시설 조성을 위한 지불의사금액모형을 추정하였다.

**표3 김포양촌 신도시의 생태시설에 대한 지불의사금액 모형 추정 결과**

모형 구분	변수명	추정 계수	표준오차	t-값
김포양촌 신도시 거주 가정할 때, 해당 생태시설 조성을 위한 주택가격에 대한 추가 지불의사금액모형	intercept	15.0675	0.0545	276.5***
	scale parameter	1.4878	0.0585	25.4***
	shape parameter	0.6722	0.0264	25.5***
	log-likelihood	-1374.19		
김포양촌 신도시 거주하지 않는 경우, 해당 생태시설 조성을 위한 지불의사금액모형	intercept	8.9961	0.0624	144.2***
	scale parameter	1.6661	0.0731	22.8***
	shape parameter	0.6002	0.0263	22.8***
	log-likelihood	-1328.12		

주 : \*\*\* 유의수준 99% 수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

<표 3>의 두 가지 지불의사금액모형 추정 결과에서 추정 계수들의 t-값을 검토하면 유의 수준 99% 수준에서 통계적으로 유의하게 나타나고 있다. 그러므로 이로부터 지불의사금액을 도출하는 것에 문제가 없음을 확인할 수 있다. 그리고 두 가지 지불의사금액모형의 추정 결과로부터 지불의사금액을 도출하기 위해서는 웨이블분포를 가정한 모형이기 때문에 추

정계수를 지수함수에 넣으면 도출된다. 그러므로 김포양촌 신도시 거주를 가정할 경우 해당 생태시설 조성을 위한 주택가격에 대한 추가 지불의사금액의 평균값은 3,497,294원으로 약 350만원 수준이며, 95% 신뢰구간은 3,142,849원~3,891,694원이다. 한편 김포양촌 신도시에 거주하지 않게 되는 경우에도 해당 생태시설 조성을 위한 지불의사금액의 평균값은 8,072원 수준이며, 95% 신뢰구간은 7,142원~9,122원이다.

김포 신도시에 예정된 총가구수는 장기지구를 포함하여 총 58,570 가구이므로 입주할 주민들의 총지불의사금액은 204,836백만원에 이른다. 이를 개별시설별에 대한 지불의사금액으로 환산하기 위하여 각 시설에 대해 배분하기를 원하는 비율에 따라 분할하면,<sup>10)</sup> 조류생태공원 48,136백만원, 에코센터 47,932백만원, 생태하천 61,860백만원, 생태수로 46,907백만원으로 추정되었다.

또한 김포양촌 신도시에 거주하지 않는 수도권외의 가구수는 2005년 인구주택총조사에 따라 경우 7,462,060가구이므로, 여기에 해당 생태시설에 대한 평균 지불의사금액을 곱하면 60,232백만원이 된다.<sup>11)</sup> 앞서와 마찬가지로 이를 개별시설별에 대한 지불의사금액으로 환산하기 위하여 각 시설에 대해 배분하기를 원하는 비율에 따라 분할하면, 조류생태공원 15,841백만원, 에코센터 14,155백만원, 생태하천 16,865백만원, 생태수로 13,372백만원으로 계측되었다. 결과적으로 거주예정가구와 비거주가구의 편익을 합한 총편익은 조류생태공원 63,977백만원, 에코센터 62,086백만원, 생태하천 78,725백만원, 생태수로 60,279백만원 등이다.<sup>12)</sup>

한편, 경제성 분석을 위한 비용은 총공사비 자료와 함께 운영비용을 총공사비의 1%, 3%, 5%로 가정하여 각각의 시나리오에 대하여 총 비용의 현재가치를 추정하였다.<sup>13)</sup> 현재가치를 도출하기 위한 할인율은 KDI 공공투자사업 평가에서 사용하는 할인율인 6.5%로 하였

10) 가구당 지불의사금액과 총지불의사금액을 100%로 둘 경우 시설별로 지불의사금액을 일정 비율로 배분한 금액을 조사하였다. 이와 같은 질문방식을 사용한 이유는 시설들에 대한 지불의사금액을 각각 도출한 뒤 합산하는 방식을 사용할 경우 embedding problem에 의한 편익의 과대평가 가능성을 회피하기 위해서이다.

11) 김포양촌 신도시에 거주하지 않는 수도권 가구의 해당 생태시설에 대한 지불의사금액을 도출하는 것과 관련하여 이와 같은 편익의 지역적인 범위 한정에 대해 어떤 기준에 의한 것인지 의문을 가질 수 있다. 김포양촌 신도시의 해당 생태시설에 대한 비상용가치는 비록 대부분 수도권 가구에서만 발생할 것이기 때문에 수도권 가구로 한정해도 되지만, 전국 가구를 모집단으로 설정해도 문제가 없다. 오히려 전국 가구를 모집단으로 하는 것이 김포양촌 신도시의 해당 생태시설들의 비상용가치를 제대로 추정할 수 있다. 단지 전국 가구를 대상으로 할 경우 수도권의 가구를 제외한 대부분의 가구에서는 지불의사금액이 매우 낮게 나올 가능성이 있기 때문에, 설문조사 비용 측면을 고려하여 가능한 충분한 범위를 모집단으로 설정하면 된다. 본 연구에서는 연구자들과의 상의결과 수도권으로 한정해도 충분하다고 판단하였다.

12) 95% 신뢰구간에서 조류생태공원은 57,275~71,468백만원, 에코센터 55,598~69,334백만원, 자연생태하천 70,514~87,897백만원, 자연생태수로 53,985~67,310백만원 등으로 추산되었다.

13) 생태시설의 매년 유지관리비용은 공학적으로 총건설비용의 대략 1~2% 정도로 알려져 있다.



다. 개별 생태 시설의 내구연수는 30년으로 가정하여 해당기간동안의 총 비용의 현재가치를 추정하고 편익도 30년간 편익의 현재가치를 추정하였다. 항목별 내구연수는 건축·토목 공사비는 30년, 전기·통신·소방공사비 15년, 조정 및 전시공사비 10년으로 가정하여 해당 연도 만료때 해당 시설 공사비 총액이 재투자되는 것으로 하였다. 그러나 생태시설에 대한 총공사비 자료만 있고 구체적인 항목별 자료가 없는 시설의 경우에는 10년당 총공사비의 25%가 재투자 비용으로 지출되는 것으로 가정하여 총재투자비를 총공사비의 50%로 가정하고 10년 후에 25% 그리고 20년 후에 나머지인 25%가 집행되는 것으로 가정하였다.

이러한 가정을 토대로 먼저 개별 생태시설에 대하여 총비용의 현재가치를 추정하였다. 즉, 개별 생태시설의 건설비용, 운영비 및 재투자비의 현재가치를 추정하였다. 생태시설의 운영비는 자료가 없는 관계로 운영비는 총 공사비의 1%, 3%, 5%가 소요되는 것으로 가정하여 각각의 시나리오별로 운영비의 현재가치를 추정하였다. 가령, 생태하천 건설비용, 운영비 및 재투자비의 현재가치를 추정한 결과, 생태하천 공사비의 현재가치는 시민공원, 건강공원, 중앙공원 공사비용을 포함하여 총 32,233백만원이다. 이 총공사비용은 연 6,447백만원씩 5년간 지출되는 것으로 하였으며 이 공사비를 2007년도 현재가치로 환산하면 26,790백만원이 된다. 운영비를 공사비의 1%, 3%, 5%로 가정한 각각의 경우 운영비의 현재가치를 추정한 결과, 운영비가 공사비의 1%씩 지출되는 경우 매년 운영비로 322.33백만원이 지출되어 30년간 운영비 현재가치는 3,072.22백만원, 3%인 경우 매년 운영비로 966.99백만원이 지출되어 운영비의 현재가치는 9,216.65백만원이다. 5%인 경우 매년 운영비로 1,611.65백만원이 지출되어 운영비의 현재가치는 15,361.08백만원으로 추정되었다. 재투자비는 10년 단위로 총공사비의 25%가 재투자되는 것으로 하여 2023년 및 2033년에 8,058.25백만원이 투자되어 재투자비의 현재가치는 4,509.3백만원으로 나타났다.

생태수로 공사비의 현재가치는 수로유지관리시설 및 문화예술센터 공사비용을 포함하여 24,760백만원이다.<sup>14)</sup> 총공사비용은 5년간 균등하게 집행되는 것으로 가정하였다. 따라서 연 4,952백만원씩 5년간 지출되어 이 공사비를 2007년도 현재가치로 환산하면 20,578.9백만원이 된다. 운영비가 공사비의 1%씩 지출되는 경우 매년 운영비로 247백만원이 지출되어 30년간 운영비의 현재가치는 2,359.94백만원, 3%인 경우 매년 운영비로 742.8백만원이 지출되어 30년간 운영비의 현재가치는 7,079.83백만원, 그리고 5%인 경우 매년 운영비로

14) 수로유지관리시설과 같이 다른 용도와 시설을 공유하는 경우 비용을 분담하여야 하나 분담의 기준이 없으므로 비용의 축소를 통한 경제성 확보라는 문제점을 회피하기 위하여 이들 시설 공사에 투입되는 비용을 모두 포함한다. 그리고 문화예술시설과 같이 이 중 일부 시설이 생태수로에 입지하는 경우에도 구분이 불가능한 경우 모든 비용을 포함하여 분석한다.

1,238백만원이 지출되어 30년간 운영비의 현재가치는 11,799.83백만원으로 추정되었다. 재투자비는 10년 단위로 총공사비의 25%가 재투자되는 것으로 하여 2013년 및 2023년에 6,865백만원이 재투자되어 재투자비의 현재가치는 3,841.59백만원으로 추정되었다.<sup>15)</sup> 이러한 비용과 편익의 현재가치 자료에 기초하여 도출한 생태시설의 경제성 분석 및 민감도 분석의 결과는 <표 4>와 같다.

**표 4 시나리오별 경제성 분석 결과**

시설	비용(백만원)			편익 (백만원)	순편익(백만원)			비율(편익/비용)		
	운영비 (1%)	운영비 (3%)	운영비 (5%)		1%	3%	5%	1%	3%	5%
조류생태 공원	22,005.13	25,938.87	29,872.62	63,977	41,972	38,038	34,104	2.91	2.47	2.14
에코센터	12,365.40	14,471.81	16,578.22	62,086	49,721	47,614	45,508	5.02	4.29	3.75
생태하천	34,371.54	40,515.98	46,660.41	78,725	44,353	38,209	32,065	2.29	1.94	1.69
생태수로	26,780.46	31,500.35	36,220.24	60,279	33,499	28,779	24,059	2.25	1.91	1.66

주: 1. 비용은 시설비와 운영비를 합한 것임. 운영비는 시설비에서 차지하는 비중을 1%, 3%, 5%로 둔 것임.  
 2. 운영비를 포함한 비용이 표2의 시설비보다 작은 것은 비용을 현재가치로 할인하였기 때문임.

자료 이용이 불가능한 운영비 변화에 따른 민감도를 분석하기 위하여 운영비를 1%, 3%, 5%로 가정하여 시나리오별로 경제성을 분석하였다. 네 가지 시설의 편익의 현재가치는 생태하천이 78,725백만원으로 가장 높고 생태수로 60,279백만원으로 가장 낮게 추정되었다. 비용의 현재가치 측면에서 생태하천의 비용의 현재가치는 운영비가 1%에서 5%로 변함에 따라서 34,371~46,660백만원으로 추정되었고 에코센터의 비용 현재가치가 12,365~16,578백만원으로 가장 낮게 집계되었다. 이처럼 상대적으로 낮은 비용의 현재가치로 인하여 에코센터의 순편익의 현재가치는 49,721~45,508만원으로 네 시설 중 가장 높았다. 생태하천의 경우, 편익의 현재가치가 가장 높았으나 비용의 현재가치도 동시에 높았기에 순편익의 현재가치는 에코센터보다 낮았다. 반면 생태수로의 순편익의 현재가치는 상대적으로 낮은 편익의 현재가치와 높은 비용의 현재가치로 인하여 가장 낮은 수준인 33,499~24,059백만원으로 추정되었다.

다음으로 편익/비용의 비율 관점에서 볼 때, 가장 높은 생태시설은 순편익의 현재가치가 가장 높은 에코센터로서 비용에서 운영비가 차지하는 비중 (1%~5%)에 따라서 편익/비용의

15) 에코센터와 생태하천에 대한 비용의 현재가치 추정에 관한 설명은 동일한 과정이므로 지면관계상 생략한다.

비율이 5.02~3.75 사이에 분포한다. 그 다음은 조류생태공원으로 2.91~2.14의 수준을 보였다. 생태수로의 편익/비용 비율은 2.25~1.66으로서 가장 낮은 수준을 보였다. 결국 네 가지 생태 시설 중에서 에코센터가 편익의 현재가치에 비하여 비용의 현재가치가 다른 시설보다 상대적으로 낮기 때문에 모든 경우에 순편익은 가장 높게 나타나고 편익/비용 비율도 가장 높다. 반대로 생태하천과 생태수로는 비용의 현재가치는 높으나 편익의 현재가치가 낮아서 순편익의 현재가치와 편익/비용 비율이 상대적으로 낮다. 그러므로 네 가지 생태시설의 비용편익 분석결과는 모든 생태시설에서 순편익의 현재가치가 매우 크고 편익/비용 비율이 1보다 높아서 경제적 타당성이 있는 것으로 나타났다. 생태시설 조성의 우선순위는 편익/비용의 비율을 기준으로 에코센터, 조류생태공원, 생태하천, 생태수로의 순서이다.

표5 시나리오별 경제성 분석 결과 (건설비용 50% 증가)

시설	비용(백만원)			편익 (백만원)	순편익(백만원)			비율(편익/비용)		
	운영비 (1%)	운영비 (3%)	운영비 (5%)		1%	3%	5%	1%	3%	5%
조류생태 공원	33,007.69	38,908.31	44,808.93	63,977	30,969	25,069	19,168	1.94	1.64	1.43
에코센터	18,548.10	21,707.72	24,867.33	62,086	43,538	40,378	37,219	3.35	2.86	2.50
생태하천	51,557.32	60,773.97	69,990.62	78,725	27,168	17,951	8,734	1.53	1.30	1.12
생태수로	40,170.69	47,250.53	54,330.36	60,279	20,108	13,028	5,949	1.50	1.28	1.11

한편, 앞으로 집행될 건설비용 자체가 불확실하므로 이러한 건설비용이 증가하는 경우에 대하여 추가적 민감도를 분석한 결과는 <표 5>와 같다. 즉, 건설비용이 현재 계획하고 있는 비용의 50%가 증가하는 경우에 대하여 개별 시설에 대하여 경제성을 분석해 보았다. 모든 경우 순편익과 편익/비용 비율이 감소하였으나 순편익이 매우 크고 편익/비용의 비율 또한 여전히 1보다 큰 것으로 추정되었다. 순편익과 편익/비용 비율이 가장 낮은 생태수로의 경우에도 운영비 비율에 따라서 편익/비용의 비율은 1.5, 1.28, 1.11로 계속되어 경제성이 있는 것으로 나타났다.<sup>16)</sup>

16) 한국토지공사. 2007. 「김포양촌 생태시범도시 조성의 비용편익 분석연구」, p275-287. 나아가 편익의 산정에 있어서 김포양촌 신도시의 생태시설들은 구체화, 체험되기 이전의 이미지를 제시한 설문에 의한 결과이기 때문에 그 편익의 실제 실현여부에 관한 확신을 가지기 위한 보완적인 조사가 필요하였다. 보완적 연구를 위한 대상은 이미 서비스가 제공되고 있는 울산의 태화강 생태공원과 청계천, 양재천을 선정하였다. 이들 시설도 운영기간을 동일하게 30년으로 가정하고 비용편익분석을 시도하였다. 태화강 생태공원의 편익/비용 비율은 1.83~1.04이고, 청계천과 양재천은 각각 1.842와 1.49로 조사되어서 유사한 생태시설들의 경제성 역시 입증되고 있다.

## VI. 요약 및 결론

본 연구에서는 김포양촌 신도시에 조성될 조류생태 공원, 에코센터, 생태하천과 생태수로 등 주요 생태시설을 대상으로 하여 각각 비용과 편익을 추정함으로써 경제적 타당성을 분석하여 보았다. 김포양촌 신도시 계획은 국내에서 생태친화적인 도시개발을 선도하는 프로젝트이며 본 연구는 생태친화적인 신도시 개발의 경제성 분석을 국내최초로 시도하는 선형적 연구이다. 환경친화를 표방했던 국내의 기존 신도시들에 비하여 김포양촌 신도시는 태양열 주택, 폐열 재이용 시스템, 생태시범 주거 단지를 비롯하여 다양한 생태친화적, 문화적 요소들을 추가로 도입하고 있다. 또한 한강변의 조류 취식지를 신도시 개발에 포함시키는 발상을 기획했다는 점에서 기존 신도시 개발과의 차별성이 부각되고 있다. 새들과 도시민들의 공존이 가능할 뿐만 아니라, 지속가능한 관광자원으로도 활용될 수 있는 생태하천과 조류생태공원의 조성이야말로 이 프로젝트의 성패를 판단함에 있어서 중요한 요소이다.

기존 신도시 주민들과 수도권 주민들에 대한 설문조사를 토대로 한 경제성 분석은 모든 시나리오에서 생태시설 유형에 대하여 편익/비용의 비율이 1을 넘는 값을 나타내어서 자연친화적 주거환경에 대한 국민들의 욕구가 상당한 수준에 도달하였음을 입증한다. 생태시설의 경제성 분석에서 에코센터는 그 비율이 5.02~3.75 이고 조류생태공원의 경우 편익/비용 비율이 2.91~2.14 로 추정되었다. 생태하천의 경우 공사비에는 시민공원, 건강공원, 중앙공원 공사비용까지 포함하였으나, 편익/비용 비율이 2.29~1.69로 추정되었다. 생태수로 공사비에는 건설비용 뿐 아니라 수로유지관리시설 및 문화예술센터 공사비용을 포함한 것이지만, 편익/비용 비율이 2.25~1.66 으로 모든 경우에 경제적 타당성이 있는 것으로 나타나고 있다. 네 가지 생태시설의 건설비용이 설계안에서 제시한 것보다 50% 증가하는 경우를 상정한 경제성 분석에서도 경제적 타당성을 유지하는 것으로 나타났다.

이상의 결과들은 향후 신도시 건설에 있어서는 물량 위주의 공급보다는 생태적 다양성을 갖추는 것이 신주거단지 공급의 필수 핵심요소가 될 것임을 시사하고 있다. 국민소득 수준의 증대와 더불어 이러한 주거단지에 대한 수요는 더욱 강화될 것이므로 생태도시의 조성 과 공급은 계속 추진해 가야할 역점 사업이다. 향후 친환경생태도시를 건설하는 경우, 높은 비용을 들여서 많은 시설을 조성하기보다는 녹지 면적과 자연하천을 최대한 보전하면서 개발 대상지의 전통과 문화적 특성을 조화시키는 것이 중요하다. 특히 생태도시 조성에서 유의해야 할 사항은 사전적으로 입주민들의 선호를 조사하고 그 선호에 부합하는 생태시설을 선별적으로 조성하는 것이 매우 중요하다.

나아가 생태도시의 건설의 세계적 리딩 컨셉(leading concept)은 주택의 건설과정과 입주생활의 전과정에 걸친 '탄소배출 제로'단지의 조성이다. 영국의 경우 새로운 주거지 건설에 '탄소제로 단지를 조성하려는 'Carbon Challenge' 정책을 시행하고 있다.<sup>17)</sup> 에너지효율화 달성, 물사용, 폐기물 최소화뿐만 아니라 생물다양성과 녹지의 확보는 대기질 개선과 기온상승을 현저히 저하시키기 때문에 'Carbon Challenge'의 핵심적 요구조건이다. 영국정부는 2016년 이후부터는 모든 신규주택이 '탄소배출 제로' 기준을 충족하도록 의무화하고 태양열주택, 폐열재이용시스템, 난방, 온수 등 신주거지의 전 과정에 걸쳐서 에너지 효율화와 CO<sub>2</sub> 감축에 노력하고 있다. 주거단지에 대한 에너지절약과 CO<sub>2</sub>감축, 폐기물재활용 등에 대한 노력은 미국과 일본도 유사하게 추진되고 있다. 그러므로 신도시 건설과정에서 지속가능한 생태도시를 조성하고 정부의 온실가스 삭감 정책에도 적극적으로 동참하는 방향을 모색하는 것은 대단히 중요한 과제이다. 향후 우리의 건설정책도 탄소배출제로 및 최상의 에너지 효율화와 조화된 방향으로 추진되어야 할 것이다.

사사 : 본 연구는 환경경제학회가 수행한 한국토지공사의 「김포양촌 생태시범도시 조성의 비용편익 분석 연구」의 일부내용을 수정보완한 것임.

---

17) Homes & Communities Agency(<http://www.englishpartnerships.co.uk>)

## 참고문헌

- 강희용, 정승진, 김규환, 편종근. 2006. "환경저감화시설에 대한 비용편익분석 : 광양만 사례연구". 「대한국토학회 논문집」 26(B): 217-223.
- 김지현. 2005. "해양심층수개발의 비용편익분석". 「환경정책」 13(2): 169-187.
- 김지현, 최미희. 2002. "환경을 고려한 하천정비사업의 비용편익분석". 「국토계획」 37( 2): 189-201.
- 김종대, 조문기. 2005. "조건부가치평가법을 활용한 공공사업의 경제적 타당성 분석". 「자원·환경경제연구」 14(1): 101-134.
- 김홍균, 남준우, 조장옥. 1997. "환경투자의 비용·편익분석-국제일반균형모형 중심으로". 「환경경제연구」 6(1): 143-170.
- 변병설. 2005. "지속가능한 생태도시 계획". 「지리학연구」 39(4): 491-500.
- 사)환경과 자치연구소. 2005. 「생태도시를 향한 발걸음」. 도서출판 전망.
- 이영성, 황기연. 2004. "환경보전정책의 비용과 편익: 청계천복원정책을 중심으로". 「한국행정학보」 38(2): 167-182.
- 최미희. 2004. "환경영향평가와 비용편익분석 연계의 유용성". 「환경영향평가」 13(3): 103-114.
- 한국도시연구소. 2004. 「생태도시론」. 박영사.
- 한국토지공사. 2007. 「김포양촌 생태시범도시 조성의 비용편익 분석연구」.
- Common M., I. Reid, and R. Blamey. 1997. "Do Existence Values for Cost Benefit Analysis Exist". *Environmental and Resource Economics* 9: 225-238.
- Getzner M. 2008. "Uncertainty and The Precautionary Principle in Cost- Benefit Environmental Policy". *Journal of Policy Making* 30: 1-17.
- Hanemann, W. M. 1984. "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses". *American Journal of Agricultural Economics* 66: 332-341.
- Hanley N. 2001. "Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy-making". *Environment and Planning C: Government and Policy* 19(1): 103-118.
- Kuosmanen T. and M. Kortelainen. 2007. "Valuing Environmental Factors in Cost -Benefit Analysis Using Data Envelopment Analysis". *Ecological Economics* 62: 56-65.
- Munda G. 1996. "Cost-Benefit Analysis in integrated Environmental Assessment : Some Methodological Issues". *Ecological Economics* 19: 157-168.

- Pearce D. 1998. "Cost-Benefit Analysis and Environmental Policy". *Oxford Review of Economic Policy* 14(4): 84-100.
- Pearce D. and P. Koundouri. 2004. "Regulatory Assessment for Chemicals : A Rapid Appraisal Cost-Benefit Approach". *Environmental Science & Policy* 7: 435-449.
- Pires C. 1998. "Sustainability and Cost -Benefit Analysis". *Environment and Planning A* 30: 2181-2194.
- Saez C. A. and J. C. Requena. 2007. "Reconciling Sustainability and Discounting in Cost-Benefit Analysis : A Methodological Proposal". *Ecological Economics* 60: 712-725.
- Turner, R. K .2007. "Limits to CBA in UK and European Environmental Policy : Retrospects and Future Prospects". *Environment and Resource Economics* 37: 253-269.

## 〈부 록〉 김포양촌 신도시 생태시설에 대한 지불의사금액 조사항목

- ※ 귀하 가구가 김포 신도시에 살게 되는 경우 다음의 질문들에 답변해 주시기 바랍니다.
- ※ 김포 생태시범도시의 주요 친환경/생태 시설들의 구성에 입주자들이 이 시설들을 위한 지불의사에 따라 건립 여부가 결정된다고 합니다.

문1) 김포 생태시범도시의 주요 친환경/생태 시설들(조류생태공원, 에코센터, 자연생태하천, 자연생태수로)의 중요성을 감안할 때, 이러한 시설들이 조성되도록 하기 위하여 귀하 가구에서는 구입하는 주택가격에 추가적으로 아래의 표에 나와 있는 내용을 지불할 용의가 있습니까?

TYPE 1 제시 금액	예	아니오
1-1) 100만원	1-2 으로	1-3 으로
1-2) 200만원	2 으로	2 으로
1-3) 50만원	2 으로	1-4 으로
1-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	4 으로	2 으로
TYPE 2 제시 금액	예	아니오
1-1) 200만원	1-2 으로	1-3 으로
1-2) 400만원	2 으로	2 으로
1-3) 100만원	2 으로	1-4 으로
1-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	4 으로	2 으로
TYPE 3 제시 금액	예	아니오
1-1) 400만원	1-2 으로	1-3 으로
1-2) 800만원	2 으로	2 으로
1-3) 200만원	2 으로	1-4 으로
1-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	4 으로	2 으로
TYPE 4 제시 금액	예	아니오
1-1) 800만원	1-2 으로	1-3 으로
1-2) 1,600만원	2 으로	2 으로
1-3) 400만원	2 으로	1-4 으로
1-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	4 으로	2 으로



문3) 귀하 가구의 김포 신도시의 친환경/생태 시설 설치를 위한 지불의사금액을 주요 친환경/생태 시설들에 대해 중요하게 생각하는 정도를 감안하여, 시설별로 지불의사금액을 일정 비율로 배분해 주십시오. 4가지 시설에 대한 귀하 가구의 지불의사금액을 배분한 비율의 합은 100%가 됩니다.

거주 도시의 친환경/생태 도시 시설	귀하가구 지불의사금액의 배분 비율
조류생태공원	%
에코센터	%
자연생태하천	%
자연생태수로	%
합 계	100 %

※ 귀하 가구가 김포 신도시에 살지 않을 경우 다음의 질문들에 답변해 주시기 바랍니다.

문5) 김포 생태시범도시의 주요 친환경/생태 시설들(조류생태공원, 에코센터, 자연생태하천, 자연생태수로)의 중요성을 감안할 때, 귀하 가구가 김포생태시범도시에 거주하지 않더라도 이러한 시설들이 조성되도록 하기 위하여 귀하 가구에서는 연간 단 한 번 아래의 표에 나와 있는 내용을 지불할 용의가 있습니까?

TYPE 1 제시 금액	예	아니오
5-1) 2,000원	5-2 으로	5-3 으로
5-2) 4,000원	6 으로	6 으로
5-3) 1,000원	6 으로	5-4 으로
5-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	8 으로	6 으로

TYPE 2 제시 금액	예	아니오
5-1) 4,000원	5-2 으로	5-3 으로
5-2) 8,000원	6 으로	6 으로
5-3) 2,000원	6 으로	5-4 으로
5-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	8 으로	6 으로

TYPE 3 제시 금액	예	아니오
5-1) 8,000원	5-2 으로	5-3 으로
5-2) 1만 6,000원	6 으로	6 으로
5-3) 4,000원	6 으로	5-4 으로
5-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	8 으로	6 으로

TYPE 4 제시 금액	예	아니오
5-1) 1만 6,000원	5-2 으로	5-3 으로
5-2) 3만 2,000원	6 으로	6 으로
5-3) 8,000원	6 으로	5-4 으로
5-4) 그러면, 귀하는 전혀 지불할 의사가 없습니까?	8 으로	6 으로

문7) 귀하 가구의 김포 신도시의 친환경/생태 시설 설치를 위한 지불의사금액을 주요 친환경/생태 시설들(조류생태공원, 자연생태하천, 자연생태수로)에 대해 중요하게 생각하는 정도를 감안하여, 시설별로 지불의사금액을 일정 비율로 배분해 주십시오. 4가지 시설에 대한 귀하 가구의 지불의사금액을 배분한 비율의 합은 100%가 됩니다.

거주 도시의 친환경/생태 도시 시설	귀하 가구 지불의사금액의 배분 비율
조류생태공원	%
에코센터	%
자연생태하천	%
자연생태수로	%
합 계	100 %