

## 지불의사를 이용한 상수도 원수수질개선 편익 산정

### Estimation of Raw Water Quality Improvement Benefit of Water Service Using WTP

여규동\* · 이충성\*\* · 이상원\*\*\* · 심명필\*\*\*\*

Yeo, Kyul Dong · Yi, Choong Sung · Lee, Sang Won · Shim, Myung Pil

#### Abstract

In existing studies about benefit of water quality improvement using WTP, the object of survey is described pre-policy water quality as "current water quality" and improved (post-policy) water quality as "boatable, fishable and swimmable". Multiply WTP by the number of households of basin is total benefit. The existing studies are not benefit of a specific water resource business but benefit of a policy on unsubstantial water resource business. Because of a lack of objectivity and oversimplification, it is difficult for survey respondents to understand an object of survey. The purpose of this study is to evaluate a benefit estimation methodology for raw water quality improvement in water resource development business. After conducting a survey of WTP of 1,000 housewives who is using water service in the National Capital region, the relational expression of water quality improvement (BOD) and WTP is derived by using statistical analysis of the survey. As a case study, the stream water quality improvement benefit of Song Li Won multipurpose dam was evaluated, which is planned to be built at the local secondary stream section on Nae Sung stream in Nak-Dong River system. As a result of study, annual average benefit evaluation is 5,980 million won on the average annual planned discharge, 8,663 million won on the planned discharge during the period except for wet season (July to October), 11,905 million won on the planned discharge during water quality declining period and 14,502 million won on the planned discharge during water quality declining period respectively. By using the relational expression of BOD-WTP, it is easy to estimate the benefit without regard for water quality.

**Keywords :** *Willingness To Pay (WTP), water quality improvement, benefit, water supply*

#### 요 지

기존의 WTP를 이용한 수질개선 관련 편익산정 연구들은 특정 하천에 대하여 '모든 종류의 물놀이 가능한 2급수로 개선', '수영가능수준으로 개선' 등을 설문대상으로 하여 지불의사를 산정한 다음, 해당 유역의 가구수를 곱하여 편익으로 산정하였다. 이는 특정 수자원개발사업에 대한 편익이 아니며, 설문작성 과정에서 수질개선 정도에 대한 객관적인 설명이 부족하고, 단순화되었기 때문에 설문응답자들에게 설문대상재화에 대한 정보를 전달하는데 미흡한 점이 있었다. 따라서 본 연구에서는 수자원개발사업시 상수도 원수수질개선에 대한 편익/비용분석에 적용할 수 있는 편익산정방법론을 제시하였다. 본 연구에서는 수도권을 대상으로 하여 용수를 사용하는 소비자의 BOD 개선정도별 지불의사(WTP)를 설문을 조사하고, 설문결과를 통계분석하여 수질개선-지불의사 관계식을 도출하였다. 사례연구로서 낙동강수계의 내성천 지방2급하천 구간에 계획한 송리원 다목적댐을 대상으로 적용하였다. 방류시나리오별 연평균편익산정 결과, 연평균계획방류량(4.79 m<sup>3</sup>/s) 방류시 5,980 백만원, 풍수기(7~10월)를 제외한 기간의 계획방류량(7.22 m<sup>3</sup>/s) 방류시 8,663 백만원, 수질악화기 계획방류량(10.72 m<sup>3</sup>/s) 방류시 11,905 백만원, 최대계획방류량(13.54 m<sup>3</sup>/s) 방류시 14,502 백만원으로 산정되었다. 본 연구에서 개발된 가구소득별 수질개선(BOD)-지불의사(WTP) 관계식을 이용함으로써 수질개선사업에 대한 원수수질편익을 산정할 때 수질개선정도에 상관없이 쉽게 편익을 산정할 수 있을 것으로 판단된다.

**핵심용어 :** 지불의사, 수질개선, 편익, 상수도

#### 1. 서 론

공공사업인 수자원사업은 정부 또는 지방정부에서 시행하며, 대규모의 비용을 수반하기 때문에 경제성 분석을 통한 사업의 타당성분석이 필요하다. 수자원사업의 타당성분석을

위한 편익 및 비용의 대상 항목과 그 필요성은 기존에 이미 정립되어 있으나 용수공급과 홍수조절, 수력발전 등 일부 항목에 대해서 실제적으로 연구되었다. 사회적 여건변화에 따라 하천의 환경적 기능에 대한 수요가 증대되었으며, 최근의 수자원사업은 이러한 수요를 충족시키기 위해 하천수질, 경

\*정회원 · 교신저자 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 박사과정 (E-mail : yeokd@inha.ac.kr)

\*\*정회원 · 인하대학교 수자원시스템연구소 선임연구원 · 공학박사 (E-mail : sung@inha.ac.kr)

\*\*\*인하대학교 경제학부 교수 · 경제학박사 (E-mail : swlee@inha.ac.kr)

\*\*\*\*정회원 · 인하대학교 사회기반시스템공학부 교수 · 공학박사 (E-mail : shim@inha.ac.kr)

관, 자연자원, 그리고 휴양과 같은 효과들을 주요 목적으로 계획되고 있다. 그러나 이러한 생태환경적 편익들은 계량화가 어렵기 때문에 경제성분석에 제대로 반영되지 못하고 있다.

수자원사업에 의해 발생하는 생태환경적 효과 중에서 하천 수질은 우리가 사용하는 용수의 수질에 영향을 미친다. 일반적으로 용수는 생활용수, 공업용수 그리고 농업용수로 나누어지고, 수질개선편익도 이러한 용도에 따라 개별적으로 발생된다. 본 논문에서는 하천 또는 저수지 등에서 취수를 하여 사용하는 상수도를 대상으로 원수의 수질개선편익 산정 방법을 연구하였다.

기존의 수질개선 관련 편익산정 연구는 특정 하천에 대하여 '모든 종류의 물놀이 가능한 2급수로 개선', '수영가능수준으로 개선', '식수로서의 이용가치' 등을 설문대상으로 하여 지불의사를 산정한 후, 해당 지역의 가구수를 곱하여 편익으로 산정하였다. 국내의 연구에서 적용된 수질관련 연구는 지불카드법(Payment card)을 이용한 서울지역의 수돗물 안전성 증가(곽승준, 1994), 양분선택형 질문을 이용한 4대강의 수질 개선(이기호와 곽승준, 1996), 팔당상수원의 1급수로의 수질개선(양진우, 1997), 이중양분선택형과 단일양분선택형 질문법을 이용한 한강의 수영가능수준으로의 수질개선(신영철, 1997), 양분선택형 질문법을 이용한 북한강과 한강본류의 여가활동을 함에 따른 1인당 1회 방문의 이용가치와 식수로서의 이용가치(김광임 등, 1999), 이중양분선택형 질문법을 이용한 민경강의 수영가능수준으로 수질개선(엄영숙, 2001), 컨조인트분석법을 이용한 한강의 수질개선에 따른 여가·관광 속성 증가와 생물종 다양성 증가(조승국과 신철오, 2005), 이중양분선택형 질문법을 이용한 태화강의 2급수로의 수질개선(김재홍, 2007), 1.5경계 양분선택모형을 적용한 낙동강수질이 2, 3급수에서 1급수로의 개선(이주석 등, 2007) 등을 대상으로 편익을 산정하였다. 그러나 기존방법은 수자원사업에 의해 수질이 얼마나 개선되었는지에 대한 정도를 고려할 수 없기 때문에 비용/편익분석에 적용할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 사업전·후의 수질상황을 원수수질개선 편익에 적용할 수 있는 방법론을 제시하였다.

원수수질개선 편익산정의 기본개념은 수자원개발사업에 의해 발생하는 효과를 직접 수용하고, 판단하는 일반 시민들이 수질개선 정도에 대하여 느끼는 가치를 화폐화하는 것이다. 일반적으로 어떤 재화에 대한 최대지불의사(WTP)는 소비자가 얻는 만족(효용)을 화폐로 표현하는 것이라 볼 수 있다. 즉, 소비자가 지불하는 가격과 소비자잉여를 더한 재화의 총 가치를 말한다. 이는 '최대지불의사=가격+소비자잉여=총효용'의 식으로 나타낼 수 있다. 용수의 원수수질이 개선됨에 따라 다양한 효과들이 발생하나, 이러한 효과들은 복합적으로 발생하며, 정성적이므로 편익을 산정하기 어려운 점이 있다. 그러나 수질 자체는 단위를 통해 정량적으로 판단할 수 있기 때문에 수질이 개선되는 정도를 BOD(mg/l)단위로 분석하여 이에 대한 편익을 산정하고자 하였다.

본 연구에서 제안한 방법론은 환경개선용수 공급사업에 따

른 상수도의 원수수질개선에 대한 편익산정을 위한 것으로 사업전·후의 수질개선정도가 분석된다면, 용수공급, 홍수피해경감, 발전 등과 같은 수자원사업의 편익항목과 더불어 실무에서 활용이 가능할 것으로 판단되며, 가구소득별 수질개선-지불의사 관계식을 이용함으로써 수질개선사업에 대한 원수수질편익을 산정할 때 수질개선정도에 상관없이 쉽게 편익을 산정할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 하천 수질개선의 경제적 가치

일반적으로 수질개선을 논의할 때 떠올리게 되는 것은 수질개선에 따른 간접적인 환경변화 효과이다. 간접적인 효과는 가치 측면으로 볼 때 간접이용가치와 존재가치의 두 가지로 나눌 수 있다. 간접이용가치는 수질개선의 영향으로 하천과 그 주변 환경이 개선되고, 이에 따라 친수활동의 양과 질이 증대되는 가치이다. 반면, 존재가치는 친수활동에 따른 구체적인 효용을 느끼지는 못하지만 생태·자연환경이 개선되었다는 정서적 만족감에 의한 가치라고 할 수 있다. 그러나 이러한 간접적인 효과는 수질개선만의 가치라기보다는 넓게 보아 환경개선용수 공급에 의한 수량적 개선효과도 포괄하는 것이다. 따라서 수질개선의 경제적 가치는 수자원 사용상의 직접적인 효과에 한정하여 생각하고 간접적인 가치는 분리하여 평가하는 것이 가치의 본질에 접근하는 올바른 방식이라고 판단된다. 본 연구에서는 이러한 직접적인 효과를 용수원수의 수질개선 가치로 범주화하여 보다 구체적으로 논의하고자 한다. 일반적으로 용도별 용수는 생활, 공업 그리고 농업용수로 나누어지므로, 용수원수의 수질개선 가치도 잠재적으로는 용도별로 발생하게 된다(한국개발연구원, 2008).

### 2.1 생활용수 원수의 수질개선 가치

생활용수 원수의 수질개선 가치는 크게 두 가지 측면에서 바라볼 수 있다. 공급측면에서 원수의 수질개선이 상수도의 생산과 공급에 주는 효과와 수요측면에서 소비자에게 직접 제공하는 효과이다. 두 가지 측면의 차이는 공급자가 관리하는 수질항목수와 수질기준이 수요자가 인지하는 수질의 그것과 서로 다르다는 것에 기인한다.

공급자적 관점에서는 상수도 생산 및 공급과정에서 수질의 범위와 수준을 만족시키기 위한 비용절감이 명확한 경제적 가치가 될 것이다. 반면에 삶의 질에 대한 의식이 높은 최근의 소비환경에서, 전문지식이 없는 생활용수 수요자는 매우 포괄적인 범위나 수준의 수질을 선호하게 된다. 즉, 수요자의 입장에서는 원수의 수질이 개선될 경우에 규정된 범위 이외의 항목에 대한 수질도 개선될 것이라는 막연한 기대를 하게 될 것이다.<sup>1)</sup> 이러한 선호도는 수질개선에 대한 소비자의 지불의사로 이어지며, 수요측면에서 수질개선의 경제적 가치를 유발하게 되는 것으로, 이는 본 논문의 연구대상이다.

### 2.2 공업용수 원수의 수질개선 가치

일반적으로 공업용수는 전용 공업용수도 및 일반 상수도

<sup>1)</sup>실제로 세계보건기구(WHO)는 일반 하천수에 존재할 수 있는 2,000여종의 오염물질 중에서 먹는 물 수질검사 기준으로 121개 항목을 추천하고 있다.

같이 공급용수를 이용하는 경우와 하천수나 지하수와 같은 자연수를 자체적으로 품질 관리하여 사용하는 것으로 분류할 수 있다. 특정지역에서 이러한 공급용수와 자체가공 자연수의 수요가 일정한 비율을 유지한다고 가정한다면, 공업용수 원수의 수질개선은 두 가지 형태의 공업용수에 모두 경제적 가치를 발생시킨다. 공급용수를 이용하는 경우에는 생활용수의 경우와 동일한 근거와 측정방법이 제시될 수 있다. 다만, 생활용수에 비해 요구되는 수질의 범위와 수준이 낮기 때문에 특수한 경우를 제외하고는 공급과 수요측면 모두에서 생활용수에 비해 경제적 가치가 낮을 것으로 상정할 수 있다.

이렇듯 개념적으로는 공업용수 원수 수질개선의 경제적 가치를 정의할 수 있지만, 산업분류별, 지역별로 용도가 다양한 공업용수에 대해서 이를 측정해내는 것은 자료 확보의 문제로 인해 어려움이 있다. 그러나 특정 지역의 특정 용도를 위한 경우로 한정한다면 정해진 수질 수준을 달성하기 위한 생산 효율성의 변화를 측정할 수 있으므로 비교적 정식적인 접근방식이 가능할 것이다.

### 2.3 농업용수 원수의 수질개선 가치

농업용수에서의 원수 수질개선의 경제적 가치는 그 근거나 존재가 비교적 명확하게 설명될 수 있다. 대부분의 농업생산에서 사용되는 물은 인위적인 수질관리 없이 자연 그대로의 원수를 사용한다. 이러한 경우에 원수의 수질개선은 정도의 차이가 있겠지만 농산물의 품질을 개선시킬 수 있다.

이와 같이 농업용수 원수 수질개선의 경제적 가치는 근거나 존재를 쉽게 이해할 수 있지만, 그 측정은 그리 간단하지 않다. 이론적으로 이 가치는 개선된 수질의 물을 사용하여 채매된 농산물의 시장가치 증가로 측정될 수 있다. 그러나 엄밀하게는 수질을 제외한 모든 생산원료 및 환경이 동일한 상태에서 생산된 두 종류의 쌀에 대해서 시장가격의 차이를 측정하여야 할 것이다.

## 3. 원수수질개선-지불의사 관계

### 3.1 생활용수에서의 원수수질개선 편익

원수의 수질개선을 생활용수의 수질개선편익으로 고려할 수 있는 핵심적인 사실은 수질에 대한 사용주체에 따라 서로 다른 수질 기준을 사용한다는 점이다. 즉, 상수도를 사용하는 생활용수 소비자가 생각하는 품질의 범위와 수준은 상수도를 생산하는 생활용수 공급자가 관리하는 품질의 범위와 수준과 서로 다르다는 점이 이 편익을 이해하기 위한 핵심이 된다는 것이다. 대부분의 대량생산 및 대량공급자와 마찬가지로, 상수도 공급자는 정부에 의해 정해진 몇 개의 수질항목의 품질에 대한 바람직한 수준의 품질을 목표로 하여 생산 활동을 수행한다. 그러나 대부분의 생산물은 이러한 소수의 품질 규정범위를 넘어서서 매우 다양한 질적 특성을 지니게 된다. 그러므로 상수도 공급과 같은 대량생산에서는 소수의 품질기준을 제외한 나머지 품질 기준 혹은 특성은 통제하지 못한다.

그러나 생활용수를 포함한 많은 종류의 소비행위에서 있어서 소비자는 보다 포괄적인 품질을 요구하는 경우가 많다.

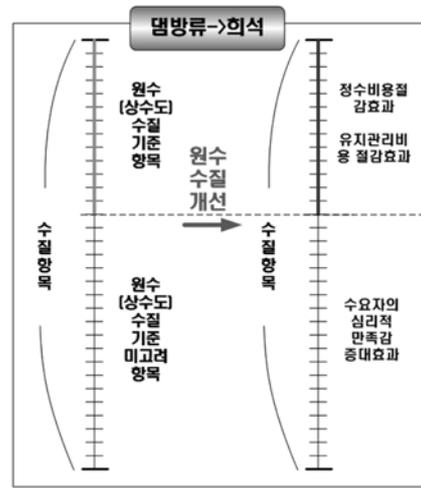


Fig. 1 상수도 원수수질개선에 따른 효과

생활용수에 있어서는 소비자는 일차적으로 용수의 냄새와 탁도에 의존하지만, 최근의 소비환경에서는 비록 애매하나마 매우 포괄적인 품질의 범위를 선호하는 경우가 많다. 이러한 경우에 상수도는 관리·통제되는 몇 가지 품질 기준에 있어서는 소비자들의 요구를 충족시킬 수 있지만, 관리되지 않는 나머지 품질기준에 있어서는 소비자의 욕구를 전혀 충족시켜줄 수 없다. 이러한 공급자의 품질 충족에서의 한계를 충분히 인지하고 있는 소비자의 입장에서는 상수도의 원수의 수질개선은 소비자에게 매우 큰 의미를 지니게 된다. 그리고 이것이 수질개선의 직접편익의 발생원천이 되는 것이다. 즉, 원수가 더 나은 경우에는 상대적으로 열악한 원수에 비해서 공급자에 의한 통제 불가능한 품질도 더 나올 거라는 예측은 너무나 당연할 것이고, 이러한 예측은 수질이 보다 개선된 원수로 만든 상수도에 대한 선호도로 이어질 것이다. 이러한 보다 좋은 수질의 원수로 만든 상수도에 대한 선호도는 이에 대한 지불의사로 이어지며, 이것이 생활용수에서의 수질개선편익을 구성하게 되는 것이다.

이러한 수요자와 공급자가 인지하거나 통제하는 품질 범위의 차이를 고려하여, 하천수와 같은 원수의 수질개선이 생활용수에서의 수질개선편익을 발생시키는 개념은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 상수도 원수수질개선에 따른 효과를 크게 두 가지를 상정할 수 있다. 첫째는 원수의 수질개선이 상수도의 생산과 공급에 주는 정수비용절감효과이고, 다른 하나는 원수의 수질개선이 상수도의 생산과 공급과는 상관없이 소비자에게 직접 제공하는 심리적 만족감증대효과에 관한 것이다.

본 절에서는 수자원사업에 의해 개발된 용수의 원수수질개선의 편익을 산정하는 방법론을 제시하였다. 용수는 크게 용수 사용자와 용수 비사용자로 구분된다. 용수의 비사용자의 용수 조달 방법은 해당 수자원사업이 아닌 다른 수자원사업 또는 지하수나 혹은 빗물가공을 통하여 이루어진다. 이러한 경우에 하천수와 같은 수자원의 수질개선은 상수도 비사용자에게는 어떤 편익도 발생시킬 수 없게 된다. 그러므로 취수장 이용 급수기구를 대상으로 '용수에서의 수질개선편익'을 측정한다.

Fig. 2는 생활용수 원수의 수질개선에 따른 상수도 수질기준 항목 이외에 수질항목에 대해 만족감에 대한 지불의사를

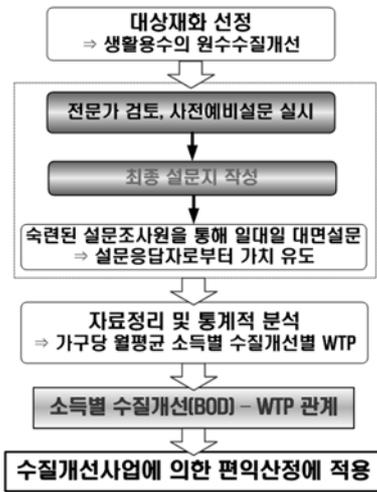


Fig. 2 지불의사액 설문을 통한 원수수질개선 편익산정 방법론

조사하여 편익으로 산정하는 절차를 나타내고 있다. 이를 통해 우리나라의 한 가정이 느끼는 수질에 대한 가치를 총효용곡선으로 도출하고자 하였다. 즉, 어떤 사업에 의해 수질이 개선되는 만큼에 대한 효용의 변화량을 수질개선 총효용곡선으로부터 산정하고, 이를 해당사업구역 내에 있는 가구수를 고려하여 편익을 산정하는 것이다.

### 3.2 원수수질개선의 지불의사 측정을 위한 설문

공공사업에 의한 재화 또는 서비스는 일반 기업에서 생산하여 시장에서 유통되는 것과 달리 완전경쟁에 의한 수요와 공급곡선에 의한 가격이 형성되어 있지 않다. 또한, 기업이 소비자잉여보다 가격에 초점을 두고 수익을 창출하는 것에 반해, 공공사업은 소비자잉여를 포함한 총효용을 극대화하는 것에 중점을 두며, 공공사업이 추구하는 총효용을 편익으로 간주할 수 있다. 따라서 소비자가 느끼는 수질개선정도에 따른 최대지불의사를 조사하였고, 이를 측정가능한 수질변화량에 대한 총효용곡선으로 도출하여 원수의 수질편익을 산정하고자 하였다.

여기서, 한계효용곡선이 아닌 총효용곡선을 이용하는 이유는 수질개선정도의 효용을 판단하는 일반 국민이 어떤 수질에서 한 단위씩 추가적으로 개선하여 최종 수질로 개선되는 것에 대한 한계효용을 이해하는 것보다, 어떤 수질에서 최종 수질로 개선되는 것에 대한 총효용을 이해하는 것이 더 쉬울 것으로 판단했기 때문이다.

일반적으로 상수도사업소를 통해 공급받는 생활용수의 수질 중에서 수질검사를 받는 수질항목들은 수돗물의 재료가 되는 상수원의 등급에 상관없이 모두 허용치를 만족하므로 안심할 수 있다. 그러나 검사하지 않는 항목들은 안전성을 확인할 수 없지만, 대신 상수원 수질등급이 높을수록 안전할 확률이 높다고 할 수 있다. 따라서 정수처리와는 별도로 근본적으로 수돗물의 재료가 되는 상수원의 수질이 개선된다면 일반 상수도 수요자들은 더욱 안심할 수 있을 것이다. 이렇게 수요자들이 느끼는 원수 수질상승의 가치 측정을 위해 설문대상 재화를 생활용수의 원수가 되는 하천이나 댐의 수질개선정도로 한정하였다.

WTP의 경험적 모델에서 응답자가 이해하고 있는 수질과 설문에서 묘사되는 수질의 차이를 무시하는 것은 계량경제학

적으로 생략된 변수 편익(omitted variable bias)를 일으킨다. 국내와 마찬가지로 국외 논문에서도 설문시 수질기준을 객관적으로 묘사하지 못함으로 인해 발생하는 문제점을 지니고 있다. 수질에 대한 정보가 명확히 묘사되지 않았기 때문에, 사업 전과 후의 수질변화에 대한 응답자의 반응은 지나치게 다양하게 나타난다. 같은 수질에 대하여 어떤 이들은 보트를 타고, 낚시를 하고, 수영을 하기에 현재의 수질이 너무 나쁘다고 생각할 수도 있고, 다른 이들은 보트를 타고, 낚시를 할 수는 있으나, 수영을 할 수 없다고 생각할 수 있다. Blomquist and Whitehead(1998)와 Hoehn and Randall(2002)은 수질의 변화에 대하여 익숙하지 않은 응답자들이 익숙한 응답자보다 타당하지 못한 지불의사를 제시한다고 주장하였다. 설문에 있어서 수질에 대한 정보제공은 수질에 대하여 객관적으로 이해할 수 있도록 해야 타당한 지불의사를 얻을 수 있으며, 응답자가 어떤 수질에 있어서 변화를 더욱 크게 느끼게 하는 정보는 지불의사가 더 크고, 그렇지 않으면 지불의사가 더 작을 것이다. 따라서 본 논문에서 설문의 대상재화는 생활용수의 원수가 되는 하천수의 수질개선 정도이며, BOD를 이용함으로써 설문응답자들이 수질의 개선정도를 정량적으로 이해할 수 있도록 설계하였다. 환경부 오염총량관리제에서 1단계(2004~2010)는 목표인지를 BOD로, 2단계는 다른 오염물질을 대상으로 하여 5개년 단위로 실시하는 것으로 되어 있다. 따라서 본 논문에서도 하천의 오염정도를 나타내는 수많은 수질항목 중에서 BOD를 이용하였다. Table 1의 수질등급별 하천수 전경 사진에서 등급 외, C등급, B등급은 실제 수질측정이 이루어지고 있는 지점이며, 수질을 직접 확인한 후 설문지에 수록하였다.

설문에 응답하는 1개의 표본은 국민 1인이 아니라, 1가구로 하였다. 국민 1인으로 질문하게 되면, 전체 국민의 연령, 남·녀, 교육수준, 주거지역, 개인소득 등 수질개선에 대한 지불의사에 영향을 미치는 많은 변수들을 고려해서 설문응답자를 선정해야 한다. 이는 표본선정에 많은 시간과 노력을 요한다. 또한, 어린이나, 평상시에 회사에서 일하는 직장인들의 생활용수의 수질에 대한 합리적인 이해를 구하는 것이 어려울 것으로 판단하였다. 따라서 지불주체를 1가구로 하였으며, 가족구성원 모두에 대하여 수질에 관한 가치를 대표할 수 있는 가정주부를 설문대상으로 선정하였다. 이를 통해 수질개선에 대한 지불의사가 어린이, 학생부터 노인에게 이르기까지 전구성원을 고려할 수 있도록 하였다.

예비설문을 50건 수행하여 최종 설문지를 작성한 후, 본설문은 수도권지역을 대상으로 표본 1,000건을 수행하였다. 이중 마옹답자 14건 제외한 986건을 분석자료로 이용하였다. 설문질문법은 1대1 대면면접법, 지불수단은 매월 요금징수, 설문응답방식은 개방형으로 하였다. 설문지의 구성은 다음의 순서대로 작성하였다.

- ① 가정의 한달평균 상수도 사용량 질문
- ② 현재 공급되는 수돗물의 수질에 대한 만족도 질문
- ③ 수질개선 등급별 지불의사금액 질문
- ④ 가구원수, 거주지, 가구원 전체 월평균 소득

### 3.3 원수수질개선-지불의사 관계식 도출

대상재화에 대한 효용은 소비자의 주관적인 개념이므로 동일한 소득이라 하더라도 개인에 따라 같은 재화에 대한 효

Table 1. 수질등급별 하천수 전경

등급의 : 경기도 구리시 수택동 왕숙천		C등급 : 서울시 성동구 한강 성수대교	
BOD<5	대장균수<5,000	BOD<3	대장균수<1,000
			
B등급 : 경기도 남양주시 조안면 팔당댐 앞		A등급 : 강원도 영월군 남한강 상류	
BOD<2	대장균수<500	BOD<1	대장균수<50
			

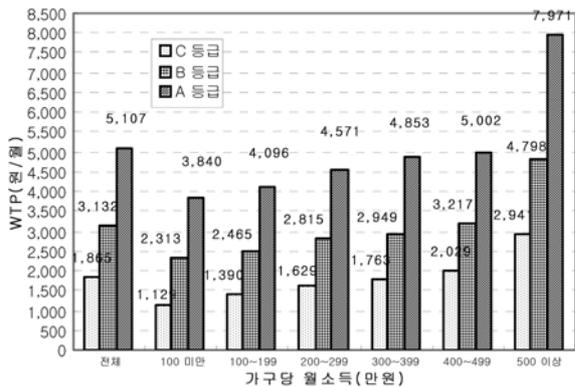


Fig. 3 소득구간별 수질등급별 평균 지불의사액

용은 달라지며, 개인이라도 소득수준에 따라 다르게 된다. 또한, 효용의 크기는 재화의 소비량의 변화에 따라 다르다. 따라서 효용의 크기의 측정과 개인 간의 비교가 불가능하다. 그러나 소비자 개개인이 효용의 크기를 금액으로 나타낸다면 비교자체가 불가능한 것은 아니다. 본 절에서는 설문자료의 수질개선정도별 지불의사를 편익으로 산정하기 위해 설문된 자료를 통계적으로 분석하였다. 일반적으로 통계분석에 적용되는 대상은 대부분 관측치나 측정치이며, 정량적으로 나타낼 수 있는 것이 대부분이다.

지불의사의 분포가 정규분포인 것으로 가정하였다. 수질개선정도별로 지불의사에 대한 평균값을 구하였으며, 소득이 증가함에 따라 지불의사의 평균값이 증가함을 알 수 있다. Fig. 3은 분석결과에서 평균값을 이용하여 소득구간별 수질등급별 지불의사를 나타내고 있다.

Fig. 4는 전체표본의 분석결과에서 평균값을 이용하여 구한 소득구간별로 수질등급-지불의사 관계와 소득구분에 관계

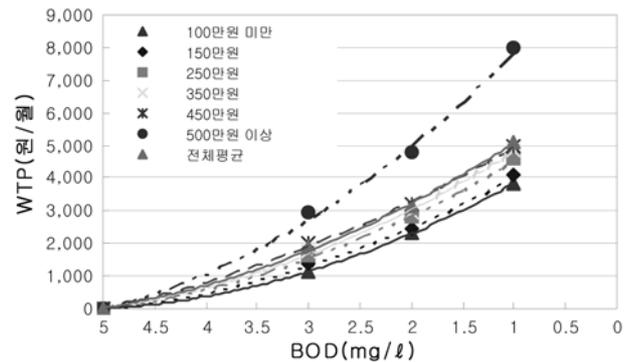


Fig. 4. 소득구간별 수질등급별 평균 지불의사

없이 수질등급별 평균 지불의사를 이용하여 구한 수질등급-지불의사 관계를 나타내고 있다. 각각의 가구당 월평균소득별 수질등급-지불의사 관계식은 Table 2와 같다. 식에서 y와 x는 각각 지불의사(원/월)와 BOD(mg/l)를 나타낸다. Table 2의 월평균소득별 수질등급-지불의사 관계식은 생활용수의 원수수질 개선사업에 의해 대상지점의 BOD가 감소되는 만큼의 1가구당 편익을 산정하는데 적용된다.

Table 2. 가구당 월평균소득별 수질개선-지불의사 관계식

가구당월소득(만원)	회귀곡선식	R <sup>2</sup>
100 미만	$y=195.36x^2-2,134.1x+5,784.5$	0.9999
100~199	$y=174.82x^2-2,064.7x+5,961.1$	0.9992
200~299	$y=175.11x^2-2,184.6x+6,554.2$	0.9992
300~399	$y=183.43x^2-2,299.8x+6,927.2$	0.9983
400~499	$y=134.41x^2-2,043.8x+6,872$	0.9986
500 이상	$y=297.2x^2-3,747.1x+11,334$	0.9973
전체평균	$y=188.66x^2-2,395.5x+7,274.1$	0.9986

### 3.4 편익이전 방법

편익이전(benefit transfer)이란 환경개선사업의 편익을 사업별, 지역별로 매번 추정함으로써 지출하여야 하는 막대한 분석비용과 시간을 줄이고자 고안된 방법이다(환경부, 2003). 이 방법은 이미 분석이 진행된 지역의 정보를 이용해 새로이 사업이 시행되는 지역에서 발생할 편익을 추정하는 방법이라 할 수 있다. 편익이전은 크게 세 가지 방법으로 이루어진다(한국개발연구원, 2008). 첫 번째 방법은 가치이전(value transfer)기법이다. 예를 들어 한강을 대상으로 추정된 수질개선의 편익정보는 있으나 낙동강의 수질개선 편익 가치는 모른다고 할 때, 이 경우 한강의 분석에서 추정된 1인당 지불의사를 한강지역과 낙동강지역의 1인당 평균소득의 차이나 인구밀도의 차이 등만을 감안하여 조절한 후, 이를 낙동강 수질개선의 지불액이라 간주한다. 두 번째 방법은 함수이전(function transfer)기법이다. 이 기법은 한강지역 분석으로부터 얻은 자료를 활용하여 추정한 효용함수나 지불의사함수가 낙동강역에서도 그대로 적용된다고 보고, 낙동강지역 소득 및 여타 사회경제적 변수들의 값을 한강의 자료를 이용해 추정한 함수에 대입하여 낙동강 수질개선의 지불액을 예측하는 방식이다. 세 번째 방법은 메타분석법(meta analysis)이다. 이 방법은 이미 시행된 다양한 평가연구들의 결과를 수집하여 이들 연구들이 도출한 환경편익의 가치를 이들 연구들이 평가한 환경재의 특성과 평가지역이나 국가의 사회경제적 변수, 평가기법 등에 대해 회귀분석하는 것이다. 본 연구에서는 편익이전 기법 가운데에서도 함수이전 기법을 적용하였다.

## 4. 대상지역 적용: 낙동강 유역

앞서 도출된 가구당 수질개선-지불의사 관계식을 이용하여 용수의 원수수질개선에 대한 편익산정방법을 낙동강유역에 적용하였다.

### 4.1 수질모의지점 선정

원수수질개선에 의해 혜택을 받는 가구는 상수도를 이용하는 가정이기 때문에 Table 5의 취수지점을 수질모의지점으로 선정하였다. Fig. 5의 낙동강유역의 18개 상수도 취수지점을 대상으로 수질효과를 분석하였다.

### 4.2 수질개선사업 전후의 수질변화량 산정

댐에 의한 환경개선용수 공급은 댐 직하류인 낙동강 본류를 대상으로 유량을 증가시킴으로써 수질을 개선하게 되는데, 이때 수질을 판단하는 기준을 BOD로 하였다. 환경부(2006)는 오염총량관리제에서 1단계(2004~2010)는 목표인자를 BOD로, 2단계는 다른 오염물질을 대상으로 하여 5개년 단위로 실시하는 것으로 되어 있다.

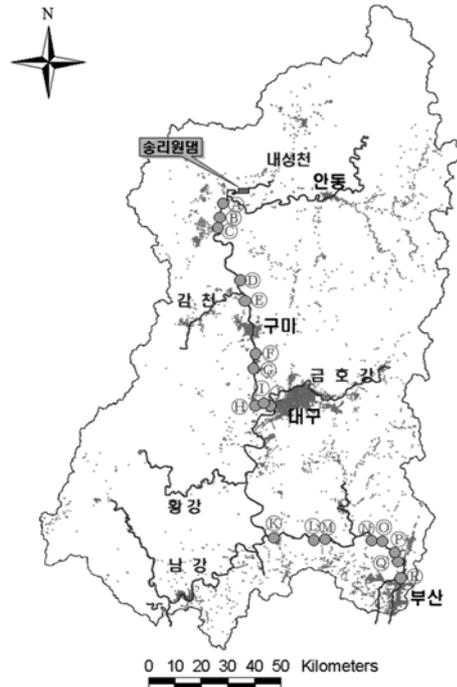


Fig. 5 송리원댐 하류 취수장 현황

본 연구에서 모의에 적용한 댐은 낙동강수계의 내성천 지방2급하천 구간에 계획한 송리원다목적댐으로 총저수량은 203.35백만 $m^3$ 이며, 환경개선용수 공급량은 연간 159.18백만 $m^3$ 이다. 하천유지유량은 하천에서 유수의 정상적인 기능 및 상태를 유지하기 위해 필요한 유량으로 자연상태의 하천에서 갈수시에도 흘렀다고 볼 수 있는 유량이며, 하천의 건천화 방지, 하천생태계의 유지 등 자연하천이 가지고 있는 최소한의 기능이 유지되도록 보장해 주어야 할 최소유량으로 정의된다.

평균갈수량은 송리원다목적댐 건설사업 타당성조사(건교부·한국수자원공사, 2004)에서 산정한 유휴분석치 0.61 $m^3/s$ , 낙동강 비평균갈수량을 적용한 결과치 1.13 $m^3/s$ , 내성천 하천정비기본계획(건교부, 2002)의 0.87 $m^3/s$  중에서 갈수기 하천유량의 안정성, 현실성, 지역특성 등을 종합적으로 판단하여 가장 크게 산정된 1.13 $m^3/s$ 를 적용하여 댐을 설계하였다. 갈수기에는 연평균방류량을 공급하고, 수질악화기에는 공급가능한 추가유량 공급이 이루어질 수 있도록 수질보전유량을 탄력적으로 공급하는 것으로 계획하였다. Table 3은 송리원다목적댐의 하천유지용수와 환경개선용수의 월별 계획방류량이다.

Table 4는 송리원다목적댐의 환경개선용수 수질모의대상 방류량을 나타내고 있다. 모의에 적용한 방류량은 각각 연평균 계획방류량 4.79 $m^3/s$ , 풍수기(7~10월)를 제외한 기간의 계획방류량 7.22 $m^3/s$ , 수질악화기 계획방류량 10.72 $m^3/s$ , 최대 계획방류량 13.54 $m^3/s$ 을 대상으로 하였다.

수질모의는 “송리원 다목적댐 건설사업 타당성 재조사(한

Table 3. 환경개선용수 월별 방류계획( $m^3/s$ )

구분	1월~2월	3월	4월	5월	6월	7월~10월	11월~12월	평균
하천유지+환경개선	4.79	8.81	14.67	13.05	10.94	1.13	4.79	5.92
하천유지	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13
환경개선	3.66	7.68	13.54	11.92	9.81	0.00	3.66	4.79

Table 4. 수질모의대상 방류량

구분	용량(백만톤)	방류시기	유량(/s)
연평균	150.97	1~12월	4.79
풍수기 제외	150.97	7~10월 제외	7.22
수질악화기	113.02	3~6월	10.72
최대방류	35.10	4월	13.54

국개발연구원, 2007)에서 수행된 자료를 이용하여 송리원댐 월별 방류계획에 따라 유량을 증가시키면서 수행하였다. 사용된 수질모형은 국내 여건을 고려하여 국립환경과학원에서 개발한 QUALKO이다. 모형의 보정 및 검증을 위한 유량은 진동 지점의 2002~2003년의 유황을 분석하여 갈수량, 저수량, 평수량을 산정하였다. “송리원 다목적댐 건설사업 타당성 재조사(한국개발연구원, 2007)”에서는 이를 고려하여 유사한 유량조건을 갖는 해당 월자료를 수기별로 분리하여 모델의 보정 및 검증자료로 사용하였으며, 수질농도는 환경부의 월별 수질측정망 자료를 사용하였다. 모형구성은 내성천 13개 구간과 낙동강본류의 예천측정지점부터 양산천 유입 후 3 km 지점(272 km)까지 총 73개의 구간으로, 총 566개의 요소로 구성하였다(한국개발연구원, 2007). 송리원댐 건설에 따른 낙동강 수계의 수질개선효과를 분석하기 위해 적절한 하천수질 모델링과 유량조건 및 오염부하량, 오염농도, 수리학적 특성계수, 탈산소계수 및 재포기계수, 자정계수 등과 같은 예측자료가 필요하며, “낙동강수계 오염총량관리기본계획(부산시, 대구시, 2003; 강원도, 경상북도, 경상남도, 2004)”에 적용된 값을 기본으로 하였다.

수질모의 방류량 적용을 위한 내성천 상류단 유량은 댐건설전의 갈수기 유량은 0.748 m<sup>3</sup>/s이다. Table 5는 송리원다목적댐 환경개선용수의 수질모의대상 방류량에 따른 상수도의 취수지점에 대한 수질개선효과를 분석한 결과이며, Fig. 6은 갈수기의 환경개선용수 공급에 따른 BOD의 변화를 나타내고 있다.

### 4.3 송리원댐에 의한 상수도 원수수질개선 편익 산정

Table 2의 가구당 소득구간별 수질-지불의사 관계식을 이용하기 위해서는 시군구단위의 소득별 가구수 자료가 필요하다. 현재 자료가 없기 때문에 소득구간을 나누지 않고 전체평균을 이용한 식으로 편익을 산정하였다. Table 5의 사업

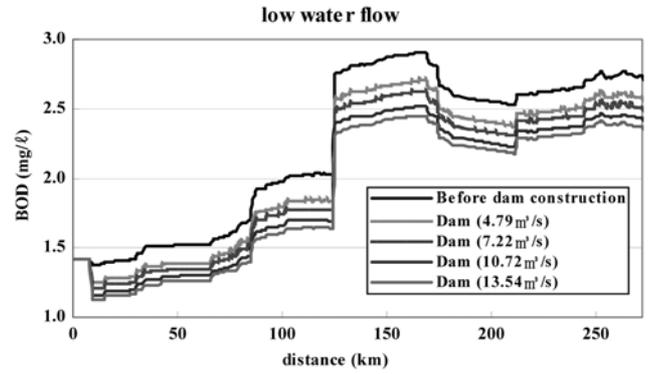


Fig. 6 댐 방류량별 BOD 변화

전의 BOD와 사업후의 BOD에 대한 수질개선효과를 Table 2의 전체평균식을 이용하여 각각의 지분의사금액을 산정한 후, 그 차액을 편익으로 산정하였다.

#### 4.3.1 사업대상지역의 급수세대수 조사

수질개선-지불의사 관계식은 1 가구당 월평균 지불의사이기 때문에 사업에 의한 총편익을 산정하기 위해서는 계산된 1 가구당 월평균 지불의사에 사업의 영향을 받는 가구수를 곱해야 한다. 사업의 영향을 받는 범위를 명확히 구분해야 하며, 해당 지역의 상수도를 공급받는 가구에 대하여 소득별로 정확하게 집계되어야 한다. Table 6에서 보는 바와 같이, 낙동강본류에 위치한 취수원으로부터 공급을 받는 급수세대수를 조사하였다. 급수인구수는 상수도통계연보에서 조사하였으며, 급수세대수는 수도사업자에 문의하여 조사하였다. 급수세대수 자료가 없는 경우에는 시군구별 세대수와 가구원수를 이용하여 비율을 적용하였다.

#### 4.3.2 연평균편익 산정결과

산정된 소득구간별 1 가구당 월편익과 조사된 취수원별 급수세대수를 이용하여 각각의 취수원별 수질개선에 대한 총월편익을 산정한다. 산정된 원수수질개선 월편익에 12개월을 곱하여 원수수질개선 연편익을 산정한다. Table 7은 수질개선-지불의사 관계식을 이용하여 환경개선용수 방류계획별 편익산정 결과이다. 방류시나리오별로 발생하는 상수도 원수수질개선에 대한 연평균편익을 산정한 결과, 연평균계획방류량 4.79 m<sup>3</sup>/s 방류시 5,980 백만원, 7~10월의 풍수기를 제외한

Table 5. 갈수기의 환경개선용수 공급에 따른 수질개선효과(BOD) (단위: mg/l)

취수장	댐건설전	4.79	7.22	10.72	13.54	취수장	댐건설전	4.79	7.22	10.72	13.54
달지	1.38	0.13	0.17	0.22	0.25	강정	2.03	0.18	0.25	0.33	0.38
풍양	1.4	0.12	0.16	0.21	0.24	칠서	2.6	0.13	0.19	0.26	0.31
도남	1.42	0.13	0.17	0.22	0.25	북면	2.6	0.13	0.19	0.26	0.31
선산	1.52	0.12	0.17	0.22	0.26	대산	2.64	0.14	0.2	0.27	0.33
해평	1.59	0.12	0.17	0.23	0.26	창암	2.64	0.13	0.2	0.27	0.33
왜관	1.96	0.16	0.22	0.3	0.35	원동	2.77	0.15	0.22	0.31	0.37
공단	2.01	0.17	0.23	0.31	0.37	매리	2.75	0.15	0.22	0.3	0.37
다산	2.04	0.18	0.25	0.33	0.39	물금	2.74	0.15	0.22	0.3	0.37
매곡	2.03	0.18	0.24	0.32	0.38	본포	2.71	0.14	0.21	0.29	0.36

Table 6. 낙동강 본류 취수장별 급수세대 및 급수인구수

수도사업자	취수장	급수세대	급수인구(명)	수도사업자	취수장	급수세대	급수인구(명)
문경시	달지	15,609	43,158	함안군	칠서	14,456	41,632
예천군	풍양	266	736	마산시	칠서	139,075	400,527
상주시	도남	12,147	33,584	창원시	북면	20,682	59,563
구미시	선산	30,757	85,039	창원시	대산	144,774	416,939
구미시	해평	107,650	297,638	김해시	창암	143,845	414,263
칠곡군	왜관	4,660	12,883	울산광역시	원동	330,438	1,017,719
칠곡군	공단	28,994	80,164	부산광역시	매리	580,263	1,718,000
고령군	다산	1,876	5,186	양산시	물금	30,860	88,875
대구광역시	매곡	391,888	1,187,663	부산광역시	물금	449,214	1,330,000
대구광역시	강정	235,166	643,543	진해시	본포	54,392	156,645
합계						2,737,012	8,033,757

Table 7. 송리원댐 시나리오별 생활용수 원수수질개선 연편익(2008년 가격 기준)

수도사업자	취수장	방류량별 연편익(백만원)				수도사업자	취수장	방류량별 연편익(백만원)			
		4.79 (m <sup>3</sup> /s)	7.22 (m <sup>3</sup> /s)	10.72 (m <sup>3</sup> /s)	13.54 (m <sup>3</sup> /s)			4.79 (m <sup>3</sup> /s)	7.22 (m <sup>3</sup> /s)	10.72 (m <sup>3</sup> /s)	13.54 (m <sup>3</sup> /s)
문경시	달지	39.5	51.8	67.5	77.0	함안군	칠서	25.8	38.1	52.7	63.4
예천군	풍양	0.6	0.8	1.1	1.3	마산시	칠서	248.1	366.4	507.3	609.9
상주시	도남	30.4	40.0	52.0	59.3	창원시	북면	39.3	56.7	77.4	95.6
구미시	선산	69.3	98.7	128.6	152.7	창원시	대산	254.8	396.7	541.9	669.1
구미시	해평	238.2	339.5	462.8	525.2	김해시	창암	279.9	415.7	595.2	717.9
칠곡군	왜관	12.5	17.4	23.9	28.1	울산	원동	647.7	961.9	1330.2	1660.7
칠곡군	공단	81.7	111.5	152.0	182.9	부산	매리	1141.4	1695.1	2344.1	2926.3
고령군	다산	5.6	7.8	10.4	12.4	양산시	물금	57.2	86.8	121.6	152.7
대구	매곡	1164.8	1566.4	2112.0	2528.9	부산	물금	832.1	1263.6	1769.5	2223.1
대구	강정	699.0	980.5	1308.8	1517.6	진해시	본포	112.2	167.5	246.2	297.9
합계								5,979.9	8,662.8	11,905.2	14,501.9

기간의 계획방류량 7.22 m<sup>3</sup>/s 방류시 8,663 백만원, 수질악화기 계획방류량 10.72 m<sup>3</sup>/s 방류시 11,905 백만원, 월최대계획방류량 13.54 m<sup>3</sup>/s 방류시 14,502 백만원으로 산정되었다.

#### 4.3.3 분석 및 고찰

본 연구에서는 상수도 원수수질개선에 따른 소비자의 만족감을 지불의사를 통해 조사하였다. 사업 전·후의 수질이 분석된다면 이 방법은 상수도의 원수수질개선과 관련한 사업에 적용이 가능하다. 즉, 본 논문에 제시한 방법으로 대상 지역의 취수지점 수질개선정도와 급수가구수를 이용하여 편익을 산정할 수 있다.

가구의 소득이 증가함에 따라 수질개선에 대한 지불의사도 증가함이 조사되었으며, 소득별 수질등급-지불의사 관계식을 도출하였으나, 대상지역의 소득분포에 대한 자료의 부재로 전체평균에 대한 관계식을 이용하여 편익을 산정하였다. 가구당 소득분포 자료가 적용가능하다면 조사된 지불의사를 좀 더 정밀하게 적용이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 서울, 인천, 경기지역의 주부를 대상으로 설문문을 하였으며, 이를 낙동강유역에 적용하기 위해 함수이전법을 이용하였다. 낙동강유역의 주부를 대상으로 설문문을 한다면 이 지역의 사회경제적 변수값을 정확하게 고려할 수

있을 것이다. 수질분석항목을 BOD만으로 한정하였으나, 향후에는 보다 다양한 항목을 고려하여 수질개선효과를 판정하여 편익을 산정하는 것이 필요하다. 2011년부터 총질소, 총인이 포함되므로 향후에 이를 포함할 수 있는 방법이 마련되어야 한다.

향후, 양질의 월별 수질 및 유량자료가 축적되고, 이를 적용한 수질분석이 이루어진다면, 계절별 오염특성에 대하여 환경개선용수의 효과를 좀 더 정확하고, 과학적으로 분석할 수 있을 것이다.

## 5. 결 론

기존의 조건부가치측정법을 이용한 많은 수질개선 편익산정 연구는 대상 하천에 대하여 '모든 종류의 물놀이 가능한 2급수로 개선', '수영가능수준으로 개선' 등을 설문대상으로 하여 다양한 지불의사유도방법을 적용하여 지불의사를 산정한 다음, 해당 지역의 가구수를 곱하여 편익으로 산정하였다. 이는 수질개선관련 정책의 개략적인 타당성분석에는 적용이 가능하나, 사업에 의한 수질개선정도를 고려할 수 없기 때문에 특정 수자원개발사업에 대한 편익으로 보기는 어렵다. 또한, 설문작성 과정에서 수질개선 정도에 대한 객관적인 설명

이 부족하고, 단순화되었기 때문에 설문응답자들에게 설문대상재화에 대한 정보를 전달하는데 미흡한 점이 있었다. 본 연구에서는 이들 문제점을 극복하기 위해 수도권을 대상으로 하여 용수를 사용하는 소비자의 BOD 개선정도별 지불의사를 설문을 조사하고, 설문결과를 통계분석하여 수질개선-지불의사 관계식을 도출하였다. 이때 설문응답자가 최대한 설문대상재화를 객관적이고, 쉽게 이해할 수 있도록 설문지를 작성하였다. 사례연구로서 낙동강수계의 내성천 지방2급 하천 구간에 계획한 송리원다목적댐을 대상으로 상수도 원수수질개선에 대한 편익을 산정하였다. 낙동강 분류의 원수를 사용하는 수질개선 편익대상은 2,737,012 가구로 연평균 방류시 5,979.9 백만원, 수질악화기의 최대방류시 14,501.9 백만원으로 각각 산정되었다.

본 연구에서 개발된 가구소득별 수질개선-지불의사 관계식을 이용함으로써 수질개선사업에 대한 원수수질편익을 산정할 때 사업전·후의 수질분석만 이루어진다면 실무에서 활용 가능한 편익산정방법이 될 수 있을 것으로 판단된다. 다만, 본 논문에서는 수질분석항목을 BOD만으로 한정하였으나, 향후에는 보다 다양한 항목을 고려하여 수질개선효과를 판정하여 편익을 산정하는 것이 필요하다. 2011년부터 총질소, 총인이 포함되므로 향후에 이를 포함할 수 있는 방법이 마련되어야 하며, 설문시 대상자가 이를 쉽게 이해할 수 있는 방안이 마련되어야 한다.

수자원사업에 의한 효과를 경제학적 가치로 평가하기 위해 다음과 같은 향후 연구가 필요할 것이다.

1. 수자원공학을 기반으로 두고 수자원사업에 의해 발생하는 효과를 일반국민이 합리적으로 이해하고 판단할 수 있는 학문적인 배경이 마련되어야 한다. 예를 들면, 환경개선용수에 의한 하천수질개선시 상수도 원수수질의 개선 외에 하천경관, 생태계 보호 등과 같은 효과가 발생하는데, 이러한 효과를 분리해서 지불의사를 구할지, 다양한 효과를 전체적으로 지불의사를 구할지에 관한 연구가 필요하다.
2. 경제학적 가치추정시 발생하는 편익을 최소화하기 위한 가치추정 방법론의 지속적인 발전이 필요하다. 일반국민이 가지는 대상재화에 대한 가치를 경제학적으로 접근하는 방법 이외에도 공학적인 방법을 적용하거나, 다양한 시각을 가지고 분석하는 방법을 개발하는 것이 필요하다.
3. 앞의 두 가지 요건을 만족한 다음, 실제 사업에 적용하기 위해 시간과 비용을 투자하는 것이 필요하다. 일반적으로 수자원개발사업은 대규모의 자본이 투입되며, 광범위하게 영향을 미치기 때문에 방법론이 아무리 정확하더라도 대상지역에 대한 대규모설문조사나 관련 자료가 뒷받침되어야 한다.

강원도(2004) 강원도 낙동강 오염총량관리 기본계획.  
 건설교통부·한국수자원공사(2004) 송리원다목적댐 건설사업 타당성조사 보고서.  
 건설교통부(2002) 송리원다목적댐 건설사업 타당성조사 보고서.  
 경상남도(2004) 경상남도 낙동강 오염총량관리 기본계획.  
 경상북도(2004) 경상북도 낙동강 오염총량관리 기본계획.  
 광승준(1994) 조건부가치추정방법을 통한 수질개선에 관한 편익 산정-서울지역의 수돗물 안전성증가에 대한 비용-편익 분석을 중심으로. 국토연구, 제21권, 제1호, pp. 23-40.  
 김광임 외(1999) 수질오염의 사회적 비용 계량화 연구-한강수계를 중심으로. 한국환경정책·평가연구원.  
 김재홍(2007) 시민지불의사에 기초한 태화강 수질개선의 사회적 편익. 환경정책연구, 제6권, 제1호, pp. 83-109.  
 대구광역시(2003) 대구광역시 낙동강 오염총량관리 기본계획.  
 부산광역시(2003) 부산광역시 낙동강 오염총량관리 기본계획.  
 신영철(1997) 이중양분선택형 질문 CVM을 이용한 한강 수질개선 편익 측정. 환경경제연구, 제6권, 제1호, pp. 171-192.  
 양진우(1997) 팔당상수원 수질개선의 편익평가에 관한 연구. 국토계획, 제32권, 제4호, pp. 196-207.  
 엄영숙(2001) 만경강 수질개선 편익추정을 위한 조건부가치평가에 있어서 범위효과 분석. 자원·환경경제연구, 제10권, 제3호, pp. 387-412.  
 이기호, 광승준(1996) 수질개선의 화폐적 가치평가: CVM과 구분효과. 자원경제학회지, 한국자원경제학회, 제6권, 제1호, pp. 87-109.  
 이주석, 유승훈, 광승준(2007) 낙동강 수질개선의 편익추정-1.5단계 양분선택형 조건부가치추정법을 이용하여. 경제연구, 제25권, 제2호, pp. 111-129.  
 조승국, 신철오(2005) 한강수질개선의 속성별 경제적 편익-컨조인트 분석법을 이용하여. 자원·환경경제연구, 제14권, 제3호, pp. 655-672.  
 한국개발연구원(2007) 송리원 다목적댐 건설사업 타당성 재조사.  
 한국개발연구원(2008) 수자원부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구(제4판).  
 환경부(2003) 물환경정책의 비용/편익분석 지침서.  
 환경부(2006) 물환경관리기본계획.  
 Blomquist, Glenn C. and John C. Whitehead. (1998) Resource quality information and validity of willingness to pay in contingent valuation. *Resource and Energy Economics*, Vol. 20. pp. 179-196.  
 C. Whitehead. (2003) Improving Willingness to Pay Estimates for Water Quality Improvements through Joint Estimation with Water Quality Perceptions. Department of Economics and Finance Cameron School of Business University of North Carolina at Wilmington.  
 Hoehn, John P. and Alan Randall. (2002) The effect of resource quality information on resource injury perceptions and contingent values, *Resource and Energy Economics*, Vol. 24, pp. 13-33.

(접수일: 2009.4.21/심사일: 2009.6.12/심사완료일: 2009.7.31)