

환경가치평가 포럼

김광임 여준호 황석준 편



한국환경정책·평가연구원
Korea Environment Institute

연구진

연구책임자 김광임(한국환경정책·평가연구원 연구위원)

참여연구원 여준호(한국환경정책·평가연구원 책임연구원)

황석준(한국환경정책·평가연구원 책임연구원)

© 2004 한국환경정책·평가연구원

발행인 윤서성

발행처 한국환경정책·평가연구원
서울시 은평구 불광동 613-2
우편번호 122-706
전화 380-7777 팩스 380-7799

<http://www.kei.re.kr>

인쇄 2004년 12월

발행 2004년 12월

출판등록 제17-254호

ISBN

값 6,000원

서 언

경제개발 과정에서 야기된 무분별한 국토이용 및 환경오염은 자연환경의 파괴라는 문제점을 심화시킨 반면, 국민들의 소득수준 향상과 환경문제에 대한 관심은 점점 증대하고 있습니다. 1990년대부터 대형 개발사업이 사업 수행 도중에 환경적 문제로 중단 위기 또는 사회적 문제화되는 사례가 종종 발생하고 있습니다. 이 과정에서 환경피해로 인한 비용이 반영되어야 한다는 목소리가 높아지고 있습니다. 1990년대 이후 환경오염의 비용이나 환경자산의 가치를 평가하려는 노력이 연구자들을 중심으로 이루어지고 있으나, 대부분 사회적 문제로 부각된 이슈를 중심으로 소규모 지역에 한정하여 이루어졌으며, 국가 정책 수립에 반영할 정도로 전국적 규모로 이루어지지는 못해 왔습니다. 따라서 본 연구에서는 환경 자원의 가치나 환경오염으로 인한 비용을 추정한 국내 연구 자료들을 종합 정리하여 연구 대상 환경자원/환경오염의 종류 그리고 연구 방법의 특징을 파악하고자 하였습니다. 이 결과를 바탕으로 추가 연구가 필요한 부분을 발굴하여 중장기적 연구 계획을 수립하고자 하였습니다. 이 같은 계획을 바탕으로 기존의 연구내용을 종합하고 추가 보완적인 연구가 수행된다면 향후 국가 환경정책 수립에 유용한 자료를 활용될 수 있을 것으로 기대됩니다.

끝으로 본 연구를 맡아 수행해 주신 본 원의 김광임 박사와 여준호 박사, 황석준 박사, 그리고 박재근 연구원께 사의를 표합니다. 또한 바쁘신 중에도 불구하고 자문을 맡아주신 대전대학교의 신영철 교수, 환경부 임채환 환경평가과장께도 감사를 드립니다.

아울러 본 연구의 내용은 본 연구원의 공식견해가 아닌 연구자 개인의 견해임을 밝혀둡니다.

2004년 12월

한국환경정책·평가연구원 원장 윤 서 성

차 례

서 언

I. 연구 목적과 필요성	1
1. 연구 목적	1
2. 환경가치 평가의 배경과 필요성	2
II. 환경가치평가 현황	3
1. 환경자산 가치 평가 현황	3
2. 환경오염 피해 비용 평가 현황	10
3. 환경가치 평가현황 종합과 시사점	25
III. 환경 자산의 분류 및 가치 평가 방향	27
1. 환경자산의 분류 및 평가 대상 환경 가치	27
가. 가치 추정 대상 환경 자원의 분류	27
나. 평가대상 환경가치	29
2. 환경 자산의 가치 및 비용 평가방법	36
가. 환경가치 추정 방법	36
나. 환경오염비용 추정 방법	36
다. 편익이전 방법	38
3. 환경 자산의 가치 추정 방향	39
가. 연구방향	39
나. 연차별 계획	39
다. 부문별 계획	40

참고 문헌 46
부록 52

표 차례

<표 1> 자연환경 부문 가치분석 선행연구	8
<표 2> 자연환경 가치 평가 금액	9
<표 3> 대기질 가치분석 선행연구	14
<표 4> 대기오염 비용평가 금액	15
<표 5> 수질 가치분석 선행연구	20
<표 6> 수질오염 비용 금액	21
<표 7> 폐기물오염비용 평가 선행 연구(외국)	24
<표 8> 환경 자산과 환경오염의 분류	28
<표 9> 자연환경부문 가치의 종류	31
<표 10> 추정대상 환경오염 비용의 종류	35
<표 11> 가치추정방법론의 적용가능성	38
<표 12> 자연환경부문 사례지역 선정의 예	41
<표 13> 자연환경 부문의 가치 추정 계획	42
<표 14> 대기오염 피해비용 평가 계획	43
<표 15> 수질오염 피해비용 평가 계획	44
<표 16> 폐기물오염 피해비용 평가 계획	45
<부표1> 분석에 사용된 변수의 정의와 표본의 특성	53
<부표2> 호흡기질환 발생에 대한 추정치와 완화비용함수에 추정치	54
<부표3> 완화비용함수에 대한 Tobit 추정치(Semi-log function)	55
<부표4> 오존오염감소의 한계편익	56
<부표5> 변수 정의	57
<부표6> 이산화질소에 의한 호흡기 질환을 분석결과	58
<부표7> 대구시의 이산화질소 최고농도의 대기오염도	58
<부표8> 이산화질소의 최고치가 호흡기질환에 미치는 효과	58

<부표9>URPOP의 추정결과	58
<부표10> 회귀분석결과	59
<부표11> WTP방정식 추정결과	60
<부표12> 변수정의 및 표본통계량	61
<부표13> 대기오염 피해의 구분과 화폐가치	61
<부표14> 분석에 이용된 변수의 정의와 기초 통계량	62
<부표15> 급성 호흡기 질환 함수의 추정 결과	63
<부표16> 임금함수의 설명변수 기초통계 및 추정결과	64
<부표17> 급성 호흡기 질환 건당 의료비용 분석	65
<부표18> 함수형태 특정화 검정	66
<부표19> 헤도닉 함수 추정결과	67
<부표20> 추정된 한계지불 용의액	67
<부표21> 변수 종류 및 정의	69
<부표22> 로그-선형모형의 최우측정량	70
<부표23> 로그-선형추정량에 대한 회귀진단 통계량	70
<부표24> MLE와 IV 추정량의 비교	71
<부표25> MLE에 대한 회귀진단 통계량	71
<부표26> 대기오염 수준의 감소에 따른 잠재가격의 비교	71
<부표27> 변수 및 설명	72
<부표28> 회귀방정식의 추정결과	73
<부표29> 추정변수의 설명	74
<부표30> 대기질 WTP 방정식의 추정결과	75
<부표31> 응답자 가구당 월평균 지불의사액	76
<부표32> 추정된 헤도닉가격 방정식	77
<부표33> 추정된 지불용의액 함수	77
<부표34> 변수 및 결과치	78
<부표35> 변수 및 결과치	79

<부표36> 자동차 통제로 인한 NO2 개선시 가구 당 연평균편익	80
<부표37> 회귀분석결과 1	81
<부표38> 회귀분석결과 2	82
<부표39> 4대강 수질 개선에 대한 지불의사액 추정 결과	84
<부표40> 잔류유해물질로 인한 건강위험감소 평균지불의사 비교	85
<부표41> 잔류유해물질로 인한 건강위험감소 평균지불의사 비교	86
<부표42> 비소실험 내에서 건강위험에 대한 평균지불의사의 비교	87
<부표43> 지불의사금액 조사표	88
<부표44> 수취의사금액 조사표	89
<부표45> 지불의사금액과 수취의사금액 간의 회귀분석 결과	90
<부표46> 변수 및 설명	91
<부표47> 지불여부식 추정결과	92
<부표48> 지불의도액식 추정결과	93
<부표49> 지불의사금액모형들의 우도비 검정	95
<부표50> 서울시의 한강수질개선에 대한 편익	95
<부표51> 이변량 지불의사금액 모형1, 2, 3, 4 추정결과	96
<부표52> OLS, 최우법, STLS추정법의 tobit모형 적용 시 회귀 계수값	99
<부표53> 음의 WTP를 실험적으로 사용한 추정결과 비교	100
<부표54> 각각의 추정방법에 의해 구한 가계의 월평균 WTP	101
<부표55> 변수 설명 및 변수의 단순통계량	102
<부표56> 설명변수 절대치를 사용한 probit 추정결과	103
<부표57> 설명변수 로그값을 사용한 probit 추정결과	103
<부표58> 설명변수 절대치를 사용한 logit 추정결과	103
<부표59> 설명변수 로그값을 사용한 logit 추정결과	104
<부표60> 설명변수 절대치 사용한 건강,청결생산함수 tobit 추정결과	104
<부표61> 설명변수 로그값 사용한 건강,청결생산함수 tobit 추정결과	105
<부표62> 수질오염 개선의 한 편익	105

<부표63> 지역별, 모델별 이선 임의 가치범을 통한 모수 추정치	109
<부표64> 변수 및 변수의 내용	111
<부표65> 추정결과 1	111
<부표66> 광고산 입구 야산 생태계의 등급별 가치(단일 지표 모형)	111
<부표67> 광고산 입구를 방문자와 비방문자의 지불의사(단일 지표 모형)	112
<부표68> 추정결과 2	112
<부표69> 변수 및 평균 값	113
<부표70> 변수 및 추정값	114
<부표71> 설문결과	115
<부표72> 공변량 없는 DC 모형의 추정결과	116
<부표73> 변수의 정의와 기초통계량	116
<부표74> 공변량 포함한 DC 모형의 추정결과	117
<부표75> 평균 지불 의사액	118
<부표76> 분석에 사용된 변수들의 정의와 표본의 특성	119
<부표77> 무등산 관광 지점 방문결정에 대한 Probit 추정치	120
<부표78> 여행비용 변화에 대한 한계효과	120
<부표79> 지점별로 방문자가 부여하는 사용가치	120
<부표80> 변수 및 내용	122
<부표81> 변수 및 추정치	123
<부표82> 수도권 그린벨트 보존의 경제적 가치(서울시)	123
<부표83> 설악산 국립공원 방문자의 통계적 분석	124
<부표84> 속리산 국립공원 방문자의 통계적 분석	124
<부표85> 숙박유형에 따른 설악산의 여행 및 여가가치	125
<부표86> 방문목적에 따른 설악산의 여행 및 여가가치	125
<부표87> 숙박유형에 따른 설악산의 여행 및 여가가치	125
<부표88> 방문목적에 따른 속리산의 여행 및 여가가치	126
<부표89> WTP 분포	127

<부표90> 모형 및 추정치	128
<부표91> 변수의 정의 및 통계량	128
<부표92> WTP 방정식 추정결과	129
<부표93> logit모형을 사용한 WTP 추정액	130
<부표94> WTP 추정치	130
<부표95> Estimated Truncated Mean WTP	131
<부표96> 독립변수의 종류	132
<부표97> 공원조성기금의 생존분석	132
<부표98> 방문의도가 높은 응답자들의 생존분석	133
<부표99> 입장료의 생존분석	133
<부표100> 연령별 보전가치에 따른 평균지불의사액	134
<부표101> 거주지와 거리별 보전가치에 대한 평균지불의사액	134
<부표102> 거주지와 거리별 보전가치에 대한 평균지불의사액	134
<부표103> 변수들의 분석결과 및 F값	135
<부표104> Semi-Log 모델($\ln V = a + bTC + cINCOME$)	136
<부표105> Log-Log 모델($\ln V = + \ln TC + \ln INCOME$)	137
<부표106> 고향방문에 따른 소비자잉여 추정액(1인당)	137
<부표107> 형태 및 연령별 수림 ha 당 대기 정화능	142
<부표108> 대기정화능의 경제적 가치	142
<부표109> Maximum likelihood Estimated of Logit Model	143
<부표110> estimated WTP logit model	144
<부표111> estimated truncated WTP and 90% confidence interval	144
<부표112> 연안습지의 경제적 가치의 구분	145
<부표113> 각종 어류의 생산량과 금액 및 면적과 양식장 수	145
<부표114> 자연상태별 경제적 가치	146
<부표115> 습지기능별 경제적 가치	146
<부표116> 샘플링 절차	147

<부표117> 초기제시액과 반응	147
<부표118> WTP estimates by linear logit model without covariates	148
<부표119> 변수 정의 및 통계치	148
<부표120> WTP estimates by linear logit model without covariates	149
<부표121> WTP 추정치	149
<부표122> 안면도 생태여행 지불의사액	150
<부표123> 지불의사액 응답 분포	151
<부표124> 변수 정의 및 요약	152
<부표125> 변수 정의 및 요약	152
<부표126> 평균 WTP 추정치	153
<부표127> 동강 자연환경의 가치 추정치	153
<부표128> 평균 WTP 추정치	153

그 립 차 례

<그림 1> 가치측정을 위한 자연자산의 대분류	29
---------------------------------	----

I. 연구 목적과 필요성

1. 연구 목적

첫째, 환경가치평가 선행연구 결과를 축적하여 활용성을 확대하고자 한다. 환경자원의 가치 또는 환경오염으로 인한 비용 추정 작업이 다양하게 이루어지고 있는데, 이들 가치 추정 작업은 많은 시간과 비용을 필요로 한다. 환경자산이 사회적 문제로 대두되었을 때 마다 그 가치나 비용을 평가하기는 것이 시간과 예산의 제약 때문에 어려운 실정이다. 외국에서는 가치 추정값의 이전 (benefit transfer)에 대한 노력이 이루어지고 있다. 따라서 국내에서 이루어지고 있는 환경가치 추정 연구내용을 축적하여 적절한 연구방법, 계량경제학적 방법을 활용하여 기존의 연구내용을 활용할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 기존의 연구 자료를 축적하여 기초 자료로 활용하고자 한다.

둘째, 환경가치 평가에 대한 연구 방향을 제시하고자 한다. 1990년대부터 대형 개발사업이 사업 수행 도중에 환경적 문제로 중단 위기 또는 사회적 문제화되는 사례가 종종 발생하고 있다. 이 과정에서 환경피해로 인한 비용이 반영되어야 한다는 목소리가 높아지고 있다. 1990년대 이후 환경오염의 비용이나 환경자산의 가치를 평가하려는 노력이 연구자들을 중심으로 이루어지고 있으나, 대부분 사회적 문제로 부각된 이슈를 중심으로 소규모 지역에 한정하여 이루어졌으며, 국가 정책 수립에 반영할 정도로 전국적 규모로 이루어지지는 못해 왔다. 따라서 본 연구에서는 환경 자원의 가치나 환경오염으로 인한 비용을 추정한 국내 연구 자료들을 종합 정리하여 연구 대상 환경자원/환경오염의 종류 그리고 연구 방법의 특징을 파악하고자 한다. 이 결과를 바탕으로 추가 연구가 필요한 부분을 발굴하여 중장기적 연구 계획을 제시하고자 한다.

2. 환경가치 평가의 배경과 필요성

가. 환경-경제 상생의 패러다임 대두

사회가 복잡·다원화되면서 다양한 이념 및 가치들이 표출되고 있다. 그 중 환경은 가장 중요한 가치들 중 하나로 여겨지고 있기 때문에 환경과 경제를 동시에 고려해야 하는 환경-경제 상생의 패러다임에 들어서고 있다.

환경과 경제의 밀접한 연관성과 상생의 개념은 인정하지만 환경가치와 경제개발의 가치를 각기 중시하는 사람들이 대립하게 되고, 그 대립은 결국 막대한 사회적·경제적 비용을 초래하는 사회갈등으로 발전하게 된다.

국민의식도 무조건적인 경제성장보다 삶의 질을 제고하고 사회적 가치를 반영하는 정책을 지지하는 방향으로 변화하고 있다. 영월 동강댐이나 새만금 간척사업 등의 예에서 보듯이, 특히 환경에 대한 관심과 인식이 매우 높아지고 있어 대형 국책사업이라도 환경을 고려하지 않았다고 판단되면 국민의 반발이 거세지고 있고, 결국 사업자체가 지연되거나 무산되고 있다.

과거에는 경제적 논리가 중시되어 개발 사업이 환경적 영향에 대한 고려가 미흡한 상태에서 추진되었으나 최근 지속가능한 개발이란 시대적 패러다임의 변화를 경험하고 있다. 과거의 자유재에서 현재의 경제재로 변화하는 추세에 능동적으로 대처하기 위해서는 과거의 공학적 단순원가개념에서 과감히 탈피해 경제학적 이론에 근거한 환경영향의 가치측정이 요구되고 있다. 즉, 댐 건설의 환경적 영향을 고려하고 이를 반영하는 다면적, 종합적 평가, 즉 댐 건설사업의 환경영향을 고려한 타당성 검토 또는 환경을 고려한 비용편익분석(environmentally adjusted cost-benefit analysis 또는 extended cost-benefit analysis)에 대한 사회적 요청이 커지고 있다.

나. 환경에 대한 경제적 의미 증가

경제성장과정에서 댐건설, 도로건설이나 항만건설 등 대규모 개발사업이 공공투자

사업으로 수행되었으며 이들 대규모 개발사업은 국가경제의 발전에 많은 기여를 했다. 2000년대에 들어와 소득수준의 향상과 환경문제에 대한 관심이 증가하면서 환경보전의 중요성이 제기되고 있다. 정부의 대형 개발사업에 대한 경제적 타당성과 환경적 영향을 고려하는 제도는 존재하지만 개발사업의 시행여부나 우선순위를 결정할 때 주요 요소는 경제적 타당성이라 할 수 있다. 대부분의 개발사업이 경제적 타당성이 있는 것으로 평가되고 있는 데 지금까지 경제적 타당성에는 계량화가 용이한 항목은 포함되지만, 환경적 영향으로 인한 오염피해나 환경자원의 훼손으로 인한 사회적 손실이 비용에 포함되지 않고 있다. 이와 같이 환경적 비용이나 가치가 비용편익분석에 반영되지 못함으로 인해 대형 개발사업이 경제적 타당성이 있는 사업으로 결정될 수 있다. 이와 같은 문제점을 해소하기 위해서는 개발사업으로 인한 주요 환경변화의 비용이나 가치를 수치화 하여 경제성 분석에 반영하는 것이 필수적이다.

II. 환경가치평가 현황

1. 환경자산 가치 평가 현황

생태계 및 희귀 동·식물, 국립공원을 포함한 환경자산 가치를 추정하는 연구는 1990년대 이후 활발히 진행되어 왔다. 특히 근래 사회갈등으로서 이슈가 되어온 새만금 간척사업이나 사패산 터널 건설사업 등은 자연생태계 보전 또는 희귀 동식물 보호에 대한 사회적 관심을 증대시켰고, 이 과정에서 자연의 경제적 가치 추정 연구가 활기를 띠게 되었다.

환경가치평가 선행연구는¹⁾ 크게 산 또는 관광지를 포함한 국립공원 및 시·도립공원의 자산 가치평가, 수도권 주변 그린벨트 자산 가치평가, 갯벌의 자산 가치

1) 환경 자산 가치와 환경오염피해 비용 평가에 대한 국내외 연구현황은 기존의 연구(김광임, 한국환경정책평가연구원 1995; 1999; 2002)에서 정리된 내용을 본 연구에 목적에 맞도록 요약 정리하여 활용하였으며, 최근의 연구내용을 추가함.

4 환경가치평가 연구현황과 향후방향

평가, 크낙새와 지리산 반달곰 같은 멸종위기 동·식물에 대한 자산 가치평가로 구분할 수 있다. 그리고 이 외에 농촌이 지니는 공익적 기능의 가치평가 연구도 있는데, 이 기능에는 정서함양기능, 전통문화보존기능, 지역사회유지기능, 녹지공간 제공기능이 포함된다.

산 또는 관광지를 포함한 국립공원 및 시·도립공원의 자산가치 평가 연구들은 용인시의 광고산, 광주광역시 무등산, 대구 팔공산, 관악산, 설악산, 속리산, 지리산, 민주지산, 남산 등을 대상으로 하고 있다. 그리고 주민의 휴식공간으로서 대구시 앞산공원과 서울의 여의도 공원, 철원지역 생태계 보전지역 및 경주 황성공원과 한려해상 국립공원의 가치평가 연구도 있었다.

이들 공원 및 자연환경의 자산가치는 주로 조건부가치측정법(CVM, Contingent Valuation Method), 가상순위결정법(CRM, Contingent Ranking Method), 여행비용접근법(TCM, Travel Cost Method)을 이용해 추정했으며, 그 결과는 다음의 <표 1>과 같다.

국내에서 자연생태계 가치 추정에 관한 최초 연구는 윤여창·김성일(1992)로서 국립공원의 개별방문에 따른 잉여가치를 추정하였는데, 그들은 이선임의가치법과 여행비용법(Travel Cost Method, TCM)을 이용하였다.

다음으로 전건홍(1998)은 조건부가치측정법(CVM)을 이용하여 “철원지역생태계의 비 소비적 이용보전가치”를 추정하였다. 분석 결과 일인당 철원생태보전이용가치는 20,676원이었고, 대학원이상 교육을 받은 사람인 경우 그 이하의 사람들에 비해 941.9원 더 높게 가치를 부여했다. 또한 철새도래지가 있다는 사실을 인지하고 온 관광객들은 그렇지 않은 사람들에 비해 222.6원 더 높은 가치를 부여하였으며 자가용이용자들은 단체 버스 관광객에 비해 958원 높게 평가하였다. 종합하면, 소득수준이 증가할수록 철원생태보전이용가치를 높게 평가하는 것으로 조사되었다. 한편 제반 여건을 감안하여 추정한 1997년 철원생태보전이용가치는 10억 5천 11만 9천원으로 전쟁유적지 관광 수입 3억 8천5백만 원에 비하여 6억 6천만 원이나 높게 나왔다. 그러나 이는 총 보전가치의 일부에 지나지 않으며 비 사용가치, 무(無)훼손이용 보증가치, 차세대 공여가치 등을 감안한다면 철원생태보전이용의 총 가치는 연간 수백억 원이 넘을 것

으로 결론짓고 있다.

홍성권(1998)은 조건부가치측정법(CVM)을 이용하여 여의도 공원의 경제적 가치와 적절한 입장료를 산정하였다. 여의도 공원 조성기금과 입장료의 제시액을 결정하기 위해 실시한 설문조사 결과 공원조성기금은 5천원과 1만원이, 입장료는 5백원과 천원의 비율이 높게 나타나 중앙값은 7,500원으로 나타났다. 다음으로 만 17세부터 59세 사이의 서울시민 645명을 대상으로 공원조성기금과 입장료에 대한 지불의사금액을 조사하였는데 지불의사액이 0인 사람은 32.1%, 입장료가 0이어야 한다는 사람은 18.0%이었다. 이들 중 서울시가 세금으로 만들거나 관리해야 한다고 응답한 사람은 각각 40.1%와 22.4%이었다. 공원조성기금 지불의사가 있는 사람의 평균 지불용의액은 7,776.77원으로 지불의사가 없는 사람을 포함한 일인당 평균 지불의사액은 5,280.97원이었다. 이를 17세에서 59세의 전체 서울시민(6,980,093인)으로 환산하면 여의도 공원의 경제적 가치는 약 369억원이고, 69세까지(7,417,690인) 확장하면 약 392억원이 된다. 한편 생존함수를 이용하여 여의도 공원의 비 이용가치를 분석한 결과 17세에서 59세까지의 서울인구가 밝힌 여의도 공원 이용가치는 361억원이고 69세까지는 384억원이었다. 따라서 총경제적 가치에서 이를 뺀 비 이용가치는 각각 738백만원과 784백만원이 된다. 방문의도가 높은 사람들의 입장료 평균은 816원이었고, 전체 입장료의 평균은 783원이었다.

한상열·최 관(1998)은 조건부가치측정법을 이용하여 멸종위기 야생동물의 경제적 가치를 추정하였다. 지리산 등산객 358명을 대상으로 반달곰 보호를 위한 재정적 지원을 위해 제시한 성금의향에 대해 개별 면접형식으로 질문하였다. 설명변수 중 성금액과 소득수준, 연령 등이 통계적 유의성 있는 변수로 검증되었다. 조사 결과 지리산 반달곰의 보존에 대한 지불의사금액은 가상적 상황 하에서는 13,594원, 실제상황하에서는 6,322원으로 추정되어 가상적 상황 하에서의 추정치가 2.15배 과대 추정된 것으로 판단할 수 있다.

유병국(1998)은 조건부가치측정법(CVM)을 이용하여 강화도 남단 갯벌의 여가가치를 추정하였다. 총 270개의 유효 설문자료를 조사한 결과 응답자들의 평균지불의사금액은 가구 당 연간 28,600원, 중간 값은 12,000원 이었으며 95%의 신뢰구간으로 모집

단의 평균 지불의사액은 24,342원과 32,858원 사이였다. 조사된 지불의사 금액에 당시 인천시에 거주하는 총 세대수(731,080)를 곱하면 강화도 남단 갯벌의 여가가치는 최소 87억에서 최대 209억원에 이른다.

정기호(1999)는 대구시 앞산공원의 보존가치를 양분선택형 조건부가치평가법을 이용하여 평가하였는데, 연구 결과 앞산공원의 보존가치는 63억에서 445억원/년으로 나타났다. 대구시민이 앞산공원에 부여하는 경제적 가치는 소득, 성별, 종교, 학력 등에 의해 영향 받는 것으로 나타났다. 그리고 이 외에도 여자보다 남자가, 비 종교인보다는 종교인이, 소득과 학력이 높을수록 더 많은 보존가치를 부여하는 것으로 나타났다.

이준구·신영철(2000)은 수도권 그린벨트의 경제적 가치를 측정하였다. 총 700가구를 대상으로 수도권 그린벨트를 보존하는 대신 일정 금액의 부담금을 낼 용의를 묻은 결과 한 가구 당 평균 지불의사액은 월 7,430원, 연 8만 9,150원으로 나타났다. 지불의사액은 그린벨트의 정의를 잘 알고 있을수록, 교육기간이 길수록, 그리고 그린벨트의 기능을 잘 알고 있을수록 더 높게 나타났다. 이를 서울시 전체 가구로 환산하면 연 3,083억원에 이르게 된다.

이성태·이명헌(1999)은 여행비용접근법을 이용하여 팔공산의 편익가치를 추정하였다. 1997년 11월에 대구에 있는 팔공산 자원공원을 방문한 300명을 대상으로 조사한 결과를 토대로 총 소비자 잉여를 추정하였는데, 방문객 1인당 약 6만원 정도로 연간 약 4,200억원으로 나타났다.

권오상(2000)은 조건부순위결정법을 이용하여 수지읍에 위치한 광고산 입구의 경제적 가치를 평가하였다. 용인시 수지읍 소재 주민 250명을 대상으로 조사하였는데, 생태계의 가치를 3등분하여 3등급의 경제적 가치를 0이라 할 경우 1등급의 경제적 가치는 가구당 월 5,633원, 2등급은 2,367원으로 나타났다. 이 수치를 수지읍 전체 인구에 대한 값으로 환산하면 1등급의 가치는 한 달에 약 1억 5천만 원, 2등급은 6,300만원으로 이에 10%의 할인율을 적용했을 때 광고산 입구가 지니는 현재가치의 합은 약 198억 원과 83억 원으로 추정되었다.

농촌의 공익적 기능에 대한 가치 평가도 이루어졌다(안윤수 외 5인, 2002). 농촌

이 지니는 공익적 기능으로는 정서함양기능, 전통문화보전기능, 지역사회유지기능 및 녹지공간 제공기능을 들 수 있다. 가치추정 결과 농촌의 공익적 기능은 연간 가구당 562,116원으로 나타났다. 우리나라 총 가구 수를 감안하면, 연간 8조 3,386 억원에 이른다.

앞서 상술한 바와 같이, 자연환경 부문에서 가치 평가 연구는 상당히 다양한 분야에 걸쳐 연구가 진행되어 왔다. 특히 국립공원 또는 도시 근교의 시민공원 같은 지역이 지니는 환경적 가치 평가에 대한 연구들이 많았음을 확인할 수 있다. 지금까지의 연구보다는 좀더 세분된 대상에 대한 가치평가 작업이 이루어져야 한다. 또한 앞으로 훼손될 우려가 높은 대상에 대한 가치평가도 중요하다.

<표 1> 자연환경 부문 가치분석 선행연구

연구자	연구 제목	분석방법	분석 대상
임업연구원(1991)	국립공원, 산림휴양지	여행 경비법	속리산이 방문객에게 제공하는 가치는 1인 1회에 5천원 2만 2천원으로 추정
이성태, 이명현 (1998)	대구 팔공산	여행 경비법	팔공산 가치는 약 10조원
이광석(1996)	농촌 전체	여행 경비법	농촌이 도시민 여행지로서 제공하는 가치는 1인당 1회에 13만~36만원
전건홍(1998)	휴전선 일대 생태계	CVM	연평균 약 10억 5천만원
윤여창, 김성일 (1992)	국립공원, 산림휴양지	CVM	속리산이 방문객에게 제공하는 가치는 1인 1회에 3만 4천원
장호찬(1994)	광릉 수목원 크낙새	CVM	1인당 2만 3천~5만 천원
한상렬 외(1997)	충북 민주지산	CVM	등산객 1인당 1만 5천원
김연수(1994)	서울시 관악산, 시민의숲	CVM	관악산과 시민의 숲이 방문객에게 제공하는 가치는 1인 1회에 3만 6천원
유병국(1998)	강화도 남단 갯벌	CVM	1인당 2만 9천원
전건홍(1998)	DMZ의 생태적 보전 및 사회·경제적 가치 평가	조건부가 치접근법	DMZ의 가치
홍성권(1998)	여의도 공원의 경제적 가치평가		여의도공원
한상렬(1998) 최관	산림휴양 관광 자원의 경제적 가치 평가를 위한 접근법		지리산 반달곰
유병국(1998)	환경가치의 지역적 평가-강화도 남단 갯벌에 대한 여가가치추정		강화도 남단갯벌
정기호(1999)	자연공원 보전의 경제적 편익-대구시 앞산공원의 사례		대구앞산공원
박희정(1999)	그린벨트보전의 편익측정에 관한 연구		그린벨트
이준구(2000) 신영철	그린벨트의 경제적 가치 추정		그린벨트
윤여창(1992) 김성일	산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적 평가방법론 비교연구	여행비용 접근법	설악산, 속리산, 지리산
이성태(1998) 이명현	대구 팔공산 공원의 편익가치 측정 -여행비용접근법을 통하여		대구팔공산공원
권오상(2000)	가상추정법을 이용한 생태계의 경제적 가치 평가	조건부순 위접근법	광고산

<표2> 자연환경 가치 평가 금액

	평가대상	연구방법	추정액
1	광릉 크낙새 보존가치	CVM	수목원방문자 38,739~51,384원/년/인 농촌거주민 23,268~28,417원/년/인
2	용인시 수지읍 광교산 입구	가상순위결정법 (CRM)	1등급 유지 : 67,596원/년/가구 2등급 유지 : 28,404원/년/가구 자산으로서는 1등급 : 198억원 2등급 : 83억원
3	강화도 남단 갯벌 여가가치	CVM 모집단은 인천 광역시 총가구	28,600원/년/가구 95년 세대수를 적용하면 87억~209억원/년/인천세대수
4	광교산이 서울시민에게 제공하는 경제적 편익	CVM	2000년 서울시 가구 적용 38억원/년/서울시
5	무등산 자연공원	CVM 644명 대인면접	무등산장 : 2,000원/인/1회 식영정, 소쇄원 : 6,800원/인/1회
6	대구 팔공산 자연공원 편익	여행비용접근법 최종표본수는 270개	60,000원/인/1회 4,200억원/년
7	농촌의 공익적 기능 (정서함양기능, 전통문화 보전기능, 지역사회 유지기능, 녹지공간 제공기능)	CVM 단일양분선택형 설문	562,116원/년/가구 8조 3,386억원/년/전국 농촌거주직불제 :257만원
8	수도권 그린벨트	CVM	89,150원/년/가구
9	관악산 시민의 숲	CVM 양분선택질문법	관악산 : 30,640원/인/1회 시민의 숲 : 6,120원/인/1회
10	설악산 속리산 지리산	CVM	설악산 : 292,417원/인/1회 속리산 : 34,424원/인/1회 지리산 : 44,987원/인/1회
11	민주지산	CVM	22,617~23,307원/인/1회
12	남산	CVM 직접질문법	1,362원/인/1회
13	대구시 앞산공원 보존가치	CVM	63~445억원/년

10 환경가치평가 연구현황과 향후방향

14	여의도 공원의 가치와 적절한 입장료 추정	CVM	경제적 가치 : 369억원 압장료 : 783원/인/1회
15	지리산 반달곰	CVM	가상적 상황 : 13,594원/인 실제 상황 : 6,322원/인
16	철원지역 생태계 보전가치	CVM	1997년 기준으로 1,050,119,000원
17	설악산, 속리산 산림의 관광위락 가치	여행비용경비법	
18	한려해상 국립공원 경제적 가치	CVM	모수추정법 : 5,044원/가구/년 비모수추정법 : 5,470원/가구/년
19	그린벨트 편익추정(그린벨트 밖 주민들이 느끼는 편익)	CVM	1조 2천억원
20	경주 황성공원 가치	CVM	선택가치 : 8,799원/인 존재가치 : 3,641원/인 유산가치 : 6,088원/인
종합	광릉 크낙새, 광고산 입구, 강화도 남단 갯벌, 무등산, 팔공산, 농촌의 공익적 기능, 관악산, 설악산, 속리산, 지리산, 민주지산, 남산, 여의도 공원 가치와 입장료, 지리산 반달곰, 철원 생태계, 한려해상, 그린벨트, 황성공원		

2. 환경오염 피해 비용 평가 현황

환경오염 피해 비용 평가 현황을 대기, 수질, 폐기물 분야로 나누어 살펴보면 다음과 같다.

가. 대기오염 피해 비용

대기오염 피해를 계량화한 선행연구들은 다음 <표2>와 같이 정리될 수 있다. 이들 연구들은 아황산가스(SO₃), 이산화질소(NO₂), 일산화탄소(CO), 오존(O₃), 이산화황(SO₂), 미세먼지(PM₁₀), 이산화탄소(CO₂), 탄화수소(HC)를 대상으로 하며, 오염

도 개선에 대한 지불의사액 및 이들 대기오염물질이 주택가격에 미치는 영향을 파악함으로써 간접적으로 대기질 가치를 파악하고 있다.

임영식과 전영섭(1993)은 헤도닉 가격기법을 이용하여 서울시 대기질이 개선될 때의 편익을 추정하였다. 그 결과 대기질 변수와 주택가격간에 부의 상관관계가 존재하는 것으로 나타났다. 그리고 서울시 대기 중의 O_3 농도를 0.03ppm에서 0.02ppm으로 개선했을 때 서울시민들이 지불하고자 하는 액수는 주택수명을 30년으로, 할인율을 8%로 가정했을 때 가구 당 월평균 17,170원 정도였다. 이를 연 단위로 환산하면 206,067원/가구/년이 된다.

곽승영과 조준모(1996)는 우리나라 대기오염원의 주요발생원을 알아보고, 주요발생원에서 배출되는 대기오염물질(이산화질소)이 인체 질환에 미치는 위해효과를 분석함으로써 대기오염 개선에 따른 사회적 편익을 화폐가치로 환산하였다. Dose-Response 방법을 이용하였으며, 호흡기 질환의 건당 진료비는 입원환자의 경우 416,367원/건, 외래환자가 13,770원/건으로서, 자동차 이산화질소 배출로 인한 총 사회적 비용은 315.8억원/년으로 나타났다.

조준모와 유완식(1996)은 인체 호흡기질환에 미치는 이산화질소의 반응도를 실증분석하고, 이 반응도를 이용해 이산화질소가 대기오염에 미치는 영향을 분석함으로써 총 사회적 비용을 계산하였다. 연구 결과 하루 평균 노동손실비용은 입원환자의 경우 69,978원, 외래환자의 경우는 42,591원으로 나타났다. 그리고 전체 노동손실비용은 입원환자가 연간 25,541,970원, 외래환자가 15,545,715원으로서 총 노동손실비용은 약 137조 3,672억원으로 나타났다.

김중원(1997)도 특성가격기법(Hedonic price technique)을 이용하여 이산화황, 이산화질소가 주택가격에 내재된 대기질의 가격을 측정하였다. 추정결과 주택가격에 내재된 대기질 가격은 295만원이고, 이는 표본들의 주택가격이 평균 1억 9,450만원임을 감안할 때 주택가격의 약 1.5%에 해당하는 값이다.

임영숙(1998)은 아황산가스(SO_2), 이산화질소(NO_2), 오존(O_3)오염으로 인한 호흡기 질환 증상을 감소시키는데 대한 국내 소비자들의 지불의사액을 회피행위접근법(Averting Behavior Method, ABM)을 이용해 산출하였다. 22,450명을 설문조사

하여 이중 호흡기 관련 질환을 앓았던 경험이 있는 2,657명의 자료만을 실증 분석하였다. 아황산가스, 이산화질소, 일산화탄소, 오존 등 4가지를 대상으로 했으나 오존만이 유의미한 결과를 보였다. 오존 감소를 위한 국내 소비자들의 1인당 월평균 지불의사액은 2,098~2,832원이고 가구당 월평균 지불의사액은 7,951~10,920원이었다.

유승훈 등(1999)은 다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법을 활용하여 대기오염물질(SO_2 , NO_2 , PM, CO, CO_2)이 먼지, 시정거리, 농업생산, 사망위험, 질병위험, 지구온난화 등에 미치는 영향을 측정하였다. 대상 지역은 대기오염물질이 누적되어 오존이나 미세먼지와 같은 오염물질의 농도가 규제허용치를 종종 초과하는 서울지역에 한정하였다. 지불의사액은 SO_2 의 경우 261,940원/톤, NO_2 는 742,176원/톤, PM은 2,923,742원/톤 이었고, CO_2 는 2,548원/톤이며 CO는 지불의사액이 없는 것으로 평가되었다.

이해춘 등(2001)은 3중 양분선택형 CVM을 활용하여 수도권 대기질의 편익 가치를 추정한 결과 로그로지스틱 함수로 가정하면 중앙값이 가구당 월 16,667원이며 로그 노말함수로 가정하면 16,153원이었다.

신영철(2002)은 의료비용법에 기초하여 대기오염이 급성 호흡기 질환 발생에 어떠한 영향을 미치고, 그로 인한 의료비용 및 기타 비용을 포함해 총비용은 어느 정도인지를 추정하였다. 연구 결과 이산화질소(NO_2) 농도가 10% 변화하면 전국적으로 급성 호흡기 질환 발생건수가 2주간 15,770건 변화하고 그로 인해 환자가 직접적으로 지불하는 의료비용은 8,800만 원이다. 그리고 환자가 치료를 받기 위해 소요한 시간의 기회비용을 고려할 경우 유직자만을 대상으로 할 때 연간 57억 6천만 원, 무직자까지 포함할 경우에는 연간 127억 2천만 원에 이르렀다.

최종일과 심성훈(2002)은 헤도닉 가격기법 중 Box-Cox 변환함수를 사용하여 서울시 아파트 가격에 내재한 대기질의 영향을 분석하였다. 아파트 가격에 대한 대기질의 영향을 측정하는 과정에서 연 할인율은 10%로, 아파트 수명은 각각 25년과 30년으로 적용했다. 이 때, 연평균 평당 한계지불용의액은 아황산가스 농도 10% 개선 시 약 14,400원에서 15,500원, 오존농도 10% 개선 시에는 약 13,800원에

서 14,900원 이었다.

Brookshire 등은 “공공재의 가치평가: 헤도닉방법과 조건부가치평가법의 비교”라는 연구에서 미국 로스앤젤레스 지역을 대상으로 주택지가와 대기질 변수로서 분진(TSP) 또는 이산화질소(NO₂)간의 방정식을 추정했다. 추정결과에 의하면 질 좋은 대기를 얻기 위한 평균지불의사액은 조건부가치평가법에서는 \$11~\$22.06(\$5.55~\$28.18)이며, 헤도닉방법에서는 \$15.44~\$45.92(\$33.17~\$128.46) 수준인 것으로 제시되었다(Brookshire and Thayer, 1982).

<표 3> 대기질 가치분석 선행연구

연구자	연구제목	분석방법	년도	분석지역
김도영	서울시 대기질	Hedonic	1992	연평균 TSP농도가 1 μ g 감소하는 환경개선의 가치가 서울시 가구당 12만원
임영식, 전영섭	서울시 오존농도	Hedonic	1993	평균 오존농도가 0.03ppm에서 0.02ppm으로 감소하는 환경개선의 가치는 가구당 21만원
홍성표 김정흠	조건부 가치측정법에 의한 대기환경의 경제적 가치 평가	CVM	1996	대전시
김태유, 곽승준, 엄미정	대기오염으로 인한 건강영향의 가치 평가	헤도닉가격 접근법	1998	서울시
나성린, 임영식, 전영섭	적정 대기환경기준 설정을 위한 환경개선의 편익 추정	손해함수접근법	1992	서울시
곽승영, 조준모	자동차의 이산화탄소 배출로 인한 대기오염의 사회적 비용분석		1996	전국
조준모, 유완식	대기오염으로 인한 경제적 비용·편익 분석에 관한 연구		1996	전국
김종원	서울시 대기질 주택가격에 내재된 대기질의 가치 측정	Hedonic	1997	서울시자료의 공간적 특성을 감안한 공간시차모형을 적용할 경우 대기질 가치가 기존 연구보다 약 15% 정도 높게 추정
엄영숙	대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 가치 평가		1998	전국
유승훈, 곽승준 김태유	서울시 대기질 속성의 가치 추정	손해함수접근법	1999	서울시

<표 4> 대기오염 비용평가 금액

	평가대상	연구방법	추정액
1	SO ₃ , NO ₂ , CO, O ₃ 오염도 개선에 대한 지불의사액	회피행위접근법 2,657명 실증분석	1인당 765,770원 ~1,033,680원/년 가구당 2,902,115원~3,985,800원/년
2	자동차 NO ₂ 배출의 사회적 비용	Dose-Response Method 75개 관찰치 분석	이산화질소 배출로 인한 사회적 비용은 315.8억원/년/전국
3	서울지역의 SO ₂ , NO ₂ , PM, CO, CO ₂ 감소에 대한 지불의사액	다속성 효용이론에 근거한 CVM.	제시한 기준까지 개선하는데 대한 지불의사액 SO ₂ -261,940원/톤 NO ₂ -742,176원/톤 PM-2,923,742원/톤 CO ₂ -2,548원/톤 CO는 지불의사액 없음
4	NO ₂ 10% 감소 시의 편익	의료비용법(COI)	유직자 : 57억 6천만 원/년 무직자 포함 : 127억 2천만 원/년
5	SO ₃ 와 O ₃ 농도 10% 개선이 아파트 가격에 미치는 영향	헤도닉 가격기법 최종 54개 표본	아파트 수명이 각각 25년과 30년일 때 SO ₃ (14,400원/년/평, 15,500원/년/평) O ₃ (13,800원/년/평, 14,900원/년/평)
6	SO ₂ , NO ₂ 가 주택가격에 미치는 영향	헤도닉 기법에 공간개념을 도입한 계량경제 모형 이용	주택가격에 주는 영향은 295만원 정도. 표본주택 평균가격의 1.5%
7	NO ₂ 발생에 의한 사회적 비용	회귀분석기법	입원환자-25,541,970원/년 외래환자-15,545,715원/년 총노동손실비용-137,367,225,495천원
8	대기오염물질 1kg 당 평균 사회적비용	손해함수접근법	NO ₂ : 2,955원/kg, SO ₂ : 130원/kg CO : 120원/kg, HC : 764원/kg 먼지 : 91원/kg
9	서울(강동, 강서, 강남, 강북), 인천, 부산, 안산, 성남 등 수도권 대기질	3중 양분선택형 CVM	로그로지스틱 함수 200,004원/년/가구로그 노말함수 193,836원/년/가구
종합	대상 : SO ₃ , NO ₂ , CO, O ₃ , SO ₂ , PM, CO ₂ , HC 평가기준 : 개선에 대한 지불의사액, 주택가격에 미치는 영향 등		

나. 수질오염피해비용

수질오염피해의 비용 평가는 다음 <표 5>와 같이 정리할 수 있다.

곽승준(1993)은 조건부가치평가방식(CVM)을 이용하여 서울시민들의 수도요금 지불의사액을 추정하였다. 그 결과 가구당 지불의사액은 월평균 2,560원이며, 이를 연간 서울시의 총 가구에 적용할 때, 934,430원/연·가구로 나타났다.

김도영과 김경환(1994)은 수질오염에 대한 회피행동을 토대로 상수오염 개선의 편익을 구하였다. 수질개선 기준으로 현재 트리할로메탄의 농도가 50% 감소되는 것을 제시하였다. 그리고 회피행동은 생수 구입, 정수기 사용, 약수 음용 등 세 가지를 포함하였다. 분석결과 트리할로메탄 50% 감소에 대해 서울시 거주자 1인당 월평균지불의사는 2,003원이었다. 이로부터 서울시에 공급되는 수돗물의 수질을 약 50% 정도 개선할 경우 1인당 월 평균 편익이 2,000원에서 2,500원 정도임을 알 수 있고, 가구당 한계편익은 월 7,500원에서 9,300원 정도임을 알 수 있었다.

이기호와 곽승준(1996)은 조건부가치측정법을 이용하여 한강을 포함한 4대강의 수질개선에 대한 편익을 추정하였다. 이 과정에서 비구분효과(같은 재화를 어떤 포괄 재화의 부분으로서 평가했을 때 독립적으로 평가했을 때 보다 가치가 적게 평가됨)가 발생하였는데, 그 원인을 분석하였다. 분석 결과 일인당 소득이 만원 증가한다면 한강 수질 개선을 위해 매달 약 42원 정도를 조세나 상·하수도 요금으로 더 지불할 의사가 있음이 밝혀졌다. 그리고 교육기간이 1년 길어지면 한강 수질 개선을 위해 추가로 약 187원을 더 지불할 의사가 있음도 알 수 있었다. 이를 종합하면 4대강 수질 개선에 대한 지불의사액은 5,960원, 한강은 5,931원으로 추정된다.

엄영숙(1996)은 실험시장접근법(experimental market method)을 이용하여 먹는 물 수질기준이 강화됨에 따라 트리할로메탄(THM), 비소(As), 납(Pb)에 의해 감소될 건강위험에 대한 지불의사액을 추정하였다. 총 20차에 걸쳐 지불의사를 묻은 결과, 납은 1,523원/0.5ℓ pet, 비소는 1,887원/0.5ℓ pet, 트리할로메탄은 465원/0.5ℓ pet을 나타냈다.

정기호 등(1997)은 CVM을 활용하여 대구시 수돗물 수질개선의 경제적 편익에 대한 결정요인을 분석하였다. 지불수단으로서 수도요금을 선택하였다. 분석 결과, 1991년 폐놀사태를 인지한 경우에 더 높은 지불의사액을 나타냈고, 학력과 소득수준이 높을수록 지불의사액이 높았다. 그리고 7세 이하 어린이가 있는 경우 지불의사액이 높은 반면 종교를 믿고, 연령이 높을수록, 그리고 대구에 오래 거주했을수록 지불의사액이 낮았다.

신영철(1997)은 이중양분선택형 조건부 가치평가법을 활용해 한강수질개선에 대한 서울시 가구의 총 편익을 추정하였다. 대상재화는 서울시를 통과하는 구간의 한강수질 개선이었고, 수질개선의 기준은 수영을 비롯한 모든 종류의 물놀이가 가능한 수질로 개선하는 것이었다. 분석 결과, 서울시 가구의 평균 지불의사금액은 월 6,850원이었다. 이는 1년 기준으로 서울시 가구당 평균 8만 2,200원에 해당하는 것이다. 그리고 서울시 가구 전체로는 1년 동안 2,834억원의 총편익이 발생한 것으로 볼 수 있다.

김광임(1999)은 수질을 개선하지 않고 오염을 방지할 때 발생하게 되는 비용을 계량화하였다. 대상의 범위는 한강 수계 중 북한강에서 팔당, 잠실수중보를 연결하는 한강분류 수계에 한정하였다. 추정결과 한강수계에서 여가활동으로 인한 환경적 가치는 1인당 1회 방문 시 4,768원~5,468원이며, 이를 응답자들의 연 평균 방문회수 9.6회를 적용하여 연간 이용가치로 환산하면 45,773원/년~52,493원/년에 이른다. 연간 이용가치를 서울·경기지역 인구 수 19,033,813 명으로 합산하면 8,7211.4억원/년~9,991.4억원/년에 이른다. 그리고 서울·경기·인천지역의 총인구 21,532,217명으로 합산하면 식수에 대한 지불의사금액은 9,855.94억원/년~11,302.9억원/년이 된다. 현재 식수 수질 하에서 새로운 식수를 구입하는 데 대한 지불의사액은 가구당 7,800원/월이고, 이를 연간 지불의사액으로 환산하면 93,600원/년이 된다. 그리고 이를 서울·경기지역 가구 수 6,303천 가구로 합산하면 5,899.25억원/년이 되고, 서울·경기·인천지역의 총 7,097,155가구의 식수에 대한 지불의사금액은 6,642.94억원/년이 된다.

엄영숙(2000)은 실험시장접근법을 활용하여 먹는 물 수질 개선에 대한 지불의사

액을 추정하였다. 분석 결과, 0.5ℓ 일반 수돗물 한 병을 정밀검사한 물 한 병으로 교환하는데, 비소 실험 참가자는 1,887원, 납 실험 참가자는 1,523원, 트리할로메탄 실험 참가자는 465원의 지불의사액을 밝혔다.

이와 같이 수질관련 가치 평가의 경우 수돗물 및 4대강 수질 개선에 대한 지불의사액을 추정하는 것일 주를 이루고 있다.

수질오염피해비용과 관련한 외국의 문헌을 정리하면 다음과 같다.

William H. Desvousges와 V. Kerry Smith와 Ann Fisher(1987)는 불확실성 하에서 수질개선에 따른 편익을 추정하였다. 즉, Monogahela 강에서 펜실베이니아 부분에 해당하는 지역의 수질을 개선할 경우 여가활동에 대한 연간 이 지역의 수질개선 서비스를 실제 사용하는지 여부와는 무관하게 최대지불의사액을 추정하기 위해 조건부가치 추정법을 이용하였다.

393가구를 대표 표본으로 추출하여 개별면접을 실시하고, 설문조사시 가상시장을 제시하면서 응답자에게 수질사다리를 이용해 여가활동과 수질수준을 연계시켰다. 이 연구에서는 수질이 지닌 가치가 사용가치뿐만 아니라 비사용가치도 있음을 상기시키기 위해 실제사용가치, 잠재적 이용가치, 비사용가치를 구분하고, 지불수단은 세 금이나 상품가격에 포함되는 것으로 하였다. 그리고 수질 개선정도별로 옵션가격을 달리 제시하였다.

질문형식은 개방형질문법(open-ended)과 지불카드방법을 포함한 개방형질문법, 제시금액 출발점을 25\$과 125\$으로 하는 2가지의 경매법 등 모두 4가지이다. 지불카드를 사용할 때는 매년 25\$씩 증가하는 것으로 하여 0\$에서 775\$까지 매년 지불해야 하는 크기를 제시하였다.

옵션가격을 질문형식별로 그리고 사용자/비사용자별로 그룹화 하였는데 동일한 크기 순서로 나타났다. 사용자와 비사용자를 그룹화하면서 모든 수질수준에 대해 합산한 옵션가격은 가구당 평균 54\$(출발점 25\$)~118\$(출발점 125\$)에 지불카드와 직접질문법은 각각 94\$과 56\$이었다. 평균 옵션가격의 크기는 수질개선만을 고려했을 때 변화 폭이 훨씬 좁아서 연간 25\$~60\$이다.²⁾

2) 1981년 조사당시 달러기준

A. Stenger & M. Willinger(1998)³⁾의 연구는 서유럽의 알사스 지방의 지하수 수질 보전의 가치를 조건부가치측정법을 이용해 추정하였다. 연구의 주요 목적은 오염된 지역에 거주하는 가구와 잘 보전된 지역에 접근할 수 있는 지역에 거주하는 가구의 지불의사액을 비교해 보는 것이다.

연구대상지역에서 10개의 시를 골랐는데 이 중에서 3개의 시는 과거에 그리고 조사 당시 오염에 노출된 곳이다. 각 시에서 직업별 범주에 기초해 할당하여 무작위로 100 가구를 추출하였다. 설문조사는 1993년에는 3월에서 6월 사이에 진행되었고 현장에서 대면조사를 하였다. 설문문항 설계를 보면 설문지는 4개 부분으로 나뉜다. 1부에서는 가구의 물 소비량에 관해 질문을 했고, 응답자들의 자산에 대한 이해를 확인하기 위해 대수층에 대한 기본적인 정보를 주었다. 2부에서는 응답자들의 지하수 수질(수돗물)과 생수(bottle water)에 대한 지식과 생각을 평가해 보기 위해, 그리고 생수에 대한 지출과 수돗물 소비 빈도, 과거 오염에 노출, 오염과 오염의 위험성에 대한 지식, 그리고 건강에 대한 오염물질의 영향 등의 데이터를 수집하기 위해 설계되었다. 3부에서는 오염예방을 위한 지출에 대한 의견에 관한 질문을 포함해 지불의사액에 대한 정보를 수집하였다. 4부에서는 표준적인 사회경제적 변수 - 나이, 소득, 노동상태, 교육 - 에 따라 데이터를 수집하였다.

연간 지불의사액은 관측 값은 가구당 617FF이며 양분선택방법에서는 692FF로 추정되며 직접질문법에서는 709FF로 추정되었다. 이 값을 기초로 볼 때 이 지역의 지불의사액은 최소 값은 매년 368백만FF에서 최대 값은 435백만FF 범위로 추정되었다.

오염된 지역에 살고 있는 가구는 제시된 환경보전프로그램에 대해 그렇지 않은 가구에 비해 더 큰 지불의사액을 나타냈다. 또한 지하수에 대한 선행연구와는 달리 환경보전프로그램의 신뢰성 및 응답자들이 내야 하는 물값(water bill)에 대한 정보 모두 지불의사액의 평균에 영향을 끼치지 않았다. 응답자들을 오염된 지역과 그렇지 않은 지역의 거주자들로 구분하였고 이러한 지역구분변수는 지불의사액에 유의미한 영향을 주는 것으로 나타났다.

3) Stenger, A. & M. Willinger. 1998. "Preservation value for groundwater quality in a large aquifer: a contingent-valuation study of the Alsation aquifer". *Journal of Environment Management* 53.

<표 5> 수질 가치분석 선행연구

분석방법	연구자	연구제목	년도	분석대상
CVM	이기호, 곽승준	수질개선의 화폐적 가치 평가-CVM과 구분 효과	1996	한강, 낙동강 금강, 영산강
	정기호, 김승우, 곽승준	대구시 수돗물 개선의 편익분석	1997	대구시수돗물
	신영철	이중 양분형 질문 CVM을 이용한 하강수질 개선 편익 추정	1997	한강수질
	황영순, 엄미정, 김태유	수돗물 공급신뢰도 개선의 가치 추정	1999	부산광역시 식수댐 건설
	김광임 외	수질오염의 사회적 비용 계량화 연구-한강수계를 중심으로	1999	북한강, 한강본류
	엄영숙	실험시장 접근법을 이용한 먹는 물 수질 개선에 대한 지불의사 측정	2000	일반수돗물의 유해성분

<표6> 수질오염 비용 금액

	평가대상	연구방법	추정액
1	대구시 수돗물 수질개선의 경제적 편익 결정요인 분석	CVM. 최종적으로 731개 설문지 분석	폐놀사태를 인지한 경우, 학력과 소득수준이 높을수록, 7세 이하 어린이 있는 경우. 반면 종교 있는 경우, 연령 높을수록, 대구에 오래 거주했을수록 지불 의도액 낮음
2	한강 등 4대강 수질개선 편익	CVM 전화설문방법	수질 개선으로 인한 편익 4대강 : 5,960원/가구, 한강 : 5,931원/가구
3	먹는물에서 트리할로메탄 비소, 납 제거에 대한 지불의사액	실험시장접근법 총 20차에 걸쳐 지불의사액 물음.	초기, 10회, 20회 3차례에 걸쳐 물음 납 : 1,523원/0.5ℓ pet 비소 : 1,887원/0.5ℓ pet THM : 465원/0.5ℓ pet
4	수돗물 수질개선에 대한 서울시민의 지불의사액	CVM	934,430/년/1가구
5	서울시 수돗물에서 THM 농도가 50% 감소될 때 서울시 거주자의 지불의사액	회피행동분석법	THM 50% 감소에 대해 24,036원/년/1인 90,000~111,600원/년/1가구
6	서울시를 통과하는 구간의 한강수질 개선 시 편익	CVM	82,200/년/1가구 2,834억원/년/서울시가구
7	한강 수계 중 북한강에서 팔당, 잠실수중보를 연결하는 한강분류 수계의 수질개선	CVM	4,768~5,468원/1회/인 45,773~52,493원/년/인 8,7211.4~9,991.4억원/년/서울·경기거주자. 9,855.94~11,302.9억원/년/서울·경기·인천 거주자
8	수돗물 공급신뢰도 개선에 대한 편익	CVM	42억원

9	음용수 수질개선에 대한 지불의사액(0.5ℓ 일반 수돗물 한 병을 정밀검사한 물 한 병으로 교환)	실험시장접근법	비소 실험 참가자: 1,887원 납 실험 참가자 : 1,523원 트리할로메탄 실험 참가자 : 465원
10	낙동강 편익	CVM	85,395원/인 대구시민이 생각하는 낙동강 편익(대구시민에 한정) : 2,561억 8,500만원
11	음용수로서 지하수질 보전	CVM	※ 외국사례
12	광산이용으로 인한 자연자원 피해추정	원고 : CVM, Hedonic 피고 : CVM, TCM	※ 외국사례
종합	수돗물 수질개선, 4대강 수질개선, 트리할로메탄 비소, 납 제거에 대한 지불의사액 수돗물 공급신뢰도, 낙동강 편익, 음용수로서 지하수질		

다. 폐기물 오염 피해 비용

김광임(1995)은 매립장 주변지역의 주택가격과 매립장과 거주거리, 매립장 피해 변수와의 관계를 분석하고, 헤도닉가격기법(Hedonic Price Method, HPM)을 이용하여 매립장을 회피하기 위한 비용부담의사액을 추정하였다. 매립장의 경제적 가치를 측정하기 위한 설문조사는 쓰레기를 버리는데 매립장을 사용하는 일반쓰레기 배출자의 지불의사를 측정하기 위한 일반조사용 설문조사와 매립장 주변지역 주민이 매립장을 피하기 위해 부담하고자하는 지불의사를 측정하기 위한 매립장 지역 조사용 설문조사의 2가지 형태로 구분하였다. 또한 일반매립장 주변지역과 특정매립장 주변지역으로 구분하여 설문조사를 실시하였는데, 일반매립장은 수도권 매립장 주변지역인 김포를 대상으로 하였고 특정매립장 지역은 전라남도 여천과 경상북도 포항지역을 대상으로 하였다.

설문조사 결과 쓰레기를 제약 없이 자유로이 배출하기 위해 주민들이 현재의 지출에 추가하여 지불하고자 하는 금액을 추정한 결과에 의하면 가구당 평균 3,100원/월 ~ 3,600원/월 수준이며, 최대지불의사금액은 가구당 5,300원/월 ~ 6,300원/월 수준으로 나타났다. 수도권매립장 주변지역을 대상으로 매립장으로부터 멀리 떨어져 거주하기 위해 지불하는 주택가격의 차이를 통해 매립장을 피하기 위한 주민들의 지불의사를 파악하였다. 매립장으로부터의 거리와 주택가격 변화율에 대한 탄력도가 매립장으로부터 1km 멀어짐에 따라 0.16정도로 나타났는데, 이는 비용부담의사는 매립장과 가까이 거주할수록 높고, 거리가 멀어짐에 따라 감소함을 보여준다. 다시 말하면, 주민들의 매립장 기피를 위한 지불의사는 매립장으로부터 1km 멀어짐에 따라 16%씩 감소하는 것으로 나타났다.

Kiel(1995)은 미국내 보스톤 교외지역 woburn마을을 대상으로 유해폐기물매립장의 존재가 주변지역 주택가격에 미치는 영향을 추정했다. 이 연구에 의하면 유해폐기물매립장으로부터 주택까지의 거리변수가 유의성이 있었고, 1마일 멀어짐에 따라 주택가격은 3,800\$ ~ 6,500\$ 정도 올라가는 것으로 나타났다 (김광임, 1995에서 재인용).

Smith and Desvousges는 미국 보스톤지역을 중심으로 지역주민들의 유해폐기물매립장으로부터 주택까지의 거리에 대한 수요를 측정하였다. 이들이 사용한 모델은 가계의 주택에 대한 수요가 주택의 물리적 특성, 이웃의 특징, 기타 지리적 특징에 의해 결정되는 것으로 가정했다. 이와 같은 가정에 기초하여 각 가정에게 유해폐기물매립장으로부터 주택까지의 거리를 선택할 수 있는 상황에서 인접한 주택과 먼 거리에 위치한 주택 중 어느 주택을 선택할 것인지를 질문했다.

연구결과에 따르면 응답자의 대부분이 유해폐기물 매립장에서 약 16 km(10Mile) 떨어져 거주할 것으로 답하였고, 핵발전소로부터는 35 km(22Mile)떨어져 거주할 것으로 답하였다. 보스톤 교외지역은 당시 유해폐기물매립시설이 11개나 있어서 주민들이 다른 지역에 비해 상대적으로 유해폐기물매립시설에 가까이 거주하고 있었다. 따라서 보스톤지역주민들의 거리에 대한 수요는 다른 지역보다 낮게 나타났다(Smith and Desvousges, 1986). 유해폐기물 매립장에서 멀어짐에 따른 소비자 잉여는 할인율

과 할인기간에 따라 차이가 있으나 1마일당 연간 330\$(30년)~495\$(15년)이었다.

Mitchell(1980)의 연구에서는 미국내 전국조사에서 조사대상자 중 약 9%만이 자발적으로 유해폐기물매립장 근처에 거주하며, 10~12%만이 핵발전소 근처에 거주할 것으로 응답한 것으로 나타났다.

Havlcek 등(1985)은 폐기물매립장이 부의 외부성을 재산가치에 미치는 영향을 계량화하였다. 동 연구에서 Fort Wayne지역에 있는 5개의 폐기물매립장 주변지역의 주택판매가격자료를 이용하였다. 연구결과는 매립장으로부터의 거리가 1feet 멀어짐에 따라 주거지의 지가는 0.61\$씩 증가하는 것으로 제시하였다. 이는 곧 쓰레기의 매립비용을 좀 더 정확히 추정하고, 매립장으로 인한 부의 외부효과로 인한 피해자를 보상할 근거를 제시했다.

지금까지 소개한 폐기물오염비용의 국외 선행연구사례를 평가대상 환경서비스의 종류, 환경서비스 가치평가방법, 데이터 획득방법, 가치추정액을 기준으로 정리하면 <표 7>과 같다.

<표 7> 폐기물오염비용 평가 선행 연구(외국)

기준 연구자	환경서비스의 종류 및 수준	가치 추정 방법	조사방법/ 질문형식	가치추정액
Kiel (1995)	보스톤 교외의 Woburn마을을 대상으로 유해폐기물매립장의 존재가 주변지역 주택가격에 미치는 영향	-	-	1마일 멀어짐에 따라 주택가격은 3800 - 6,500\$ 상승
Smith and Desvousges (1986)	보스톤지역을 중심으로 유해폐기물매립장으로부터 주택까지의 거리에 대한 수요 측정	-	설문조사	유해폐기물매립장으로부터 1마일 멀어짐에 따른 소비자 잉여는 연간 330\$
Havlcek et al (1985)	폐기물매립장이 재산가치에 미치는 영향을 계량화	-	주택판매가격 자료 이용	매립장으로부터의 거리가 1feet 멀어짐에 따라 주거지의 지가는 0.61\$씩 증가

3. 환경가치 평가현황 종합과 시사점

환경자원의 가치나 환경오염의 피해로 인한 사회적 비용을 화폐가치로 평가한 현황을 분야별로 요약하면 다음과 같다.

가. 자연 환경부문

자연환경부문에서 환경가치를 추정한 사례를 보면 멸종위기종이나 보호 대상 희귀종 들을 중심으로 이루어지고 있다. 철원지역 생태계, 지리산 반달곰, 강화도 갯벌의 가치 등이 좋은 사례이면 여의도공원, 팔공산, 광고산, 대구 앞산, 그린벨트지역 등 도시 공원을 대상으로 한 경우가 대부분이다.

추정한 가치의 종류는 수질이나 대기오염피해비용 추정의 경우와는 달리 보전 가치가 많았고, 가치 추정을 위해 사용하는 방법도 주로 조건부가치추정방법이 많았다. 이는 자연자원의 특성상 헤도닉방법이나 여행비용법을 통해 자원의 가치를 도출하기 어렵기 때문으로 생각된다.

나. 대기부문

대기분야에서 이루어진 연구는 대기오염으로 인한 피해비용을 추정한 것으로서 일부지역을 대상으로 한 경우와 전국을 대상으로 한 경우가 있다. 추정한 피해비용의 종류를 보면 시정거리피해, 농업생산피해, 건강피해, 지구온난화로 인한 비용을 추정하고 있다. 대기오염피해비용을 추정한 방법은 조건부가치평가법이 가장 많이 사용되었고, 헤도닉기법이 사용되기도 한다. 외국의 연구에서 대기오염피해비용 추정사례는 헤도닉기법이나 조건부가치평가법을 이용하고 있으며, 주거지역의 대기질 변수와 주택가격과의 상관성을 이용하여 깨끗한 대기질의 가치를 추정하고 있다. 공항근처 지역은 가시도 데이터와 주택가격간의 상관성을 통해 대기질의 가치를 추정하였다.

주거지역으로서 대기질과 주택가격과의 상관성이 높은 지역 특히 지하철이나 대로에 인접한 대형주거지역내 주택간의 가격차이와 대기질 데이터를 이용하면 헤도닉기법을 이용하여 대기오염피해비용을 추정할 수 있다.

다. 수질부문

수질오염으로 인한 피해비용이나 수자원의 이용가치를 추정한 국내사례를 종합적으로 보면 수돗물의 이용가치를 추정한 것과 여가활동가치를 추정한 것들이 대부분이다. 수돗물의 가치 추정대상 지역은 서울시, 대구시, 부산시 등 지역단위에서 이루어졌으며 먹는 물의 건강 위해성과 관련하여 피해비용이나 이용가치를 추정한 것으로서 주된 평가기법은 회피비용법과 조건부가치평가법이다. 수돗물의 이용가치 추정 사례가 국내에 많은 것은 수돗물에 대한 국민적 관심을 대변하는 것이라고 하겠다.

수자원의 환경적 편익인 이용가치를 추정한 것을 보면 4대강 수계별 (한강, 금강, 낙동강, 영산강)로 구분하여 여가활동가치를 추정한 사례가 많으며, 평가기법은 여행비용법이나 조건부가치평가법이 이용되었다.

외국의 연구에서는 여가활동용 (친수 활동) 이용가치를 추정한 사례들이 대부분이며 주로 여행비용법과 조건부가치평가법을 활용하고 있다. 외국의 경우 수자원의 여가활동용 이용이 매우 광범위하고 다양하게 이루어지고, 많은 사람들이 친수 활동을 위해 여행용 방문일자나 횡수가 많아서 여행비용자료를 이용하여 수자원의 이용가치, 환경적 편익을 도출하는 것이 일반적인 추세이다. 특히 여행이 가족단위로 차량을 이용하여 이루어지기 때문에 차량비용과 숙박비용 등이 명확하게 도출될 수 있는 장점이 있다. 특히 청정수질법의 규제기준설정과 그로 인한 사회적 편익을 전국단위로 추정한 것은 매우 특기할 만 하다. 광산주와 주변지역 주민간에 소송사건에서 광산활동이 주변 강에 미친 피해비용을 추정한 사례는 환경관련 분쟁해결에 환경비용을 실제 추정하여 반영하려는 좋은 사례이기도 하다.

Ⅲ. 환경 자산의 분류 및 가치 평가 방향

1. 환경자산의 분류 및 평가 대상 환경 가치

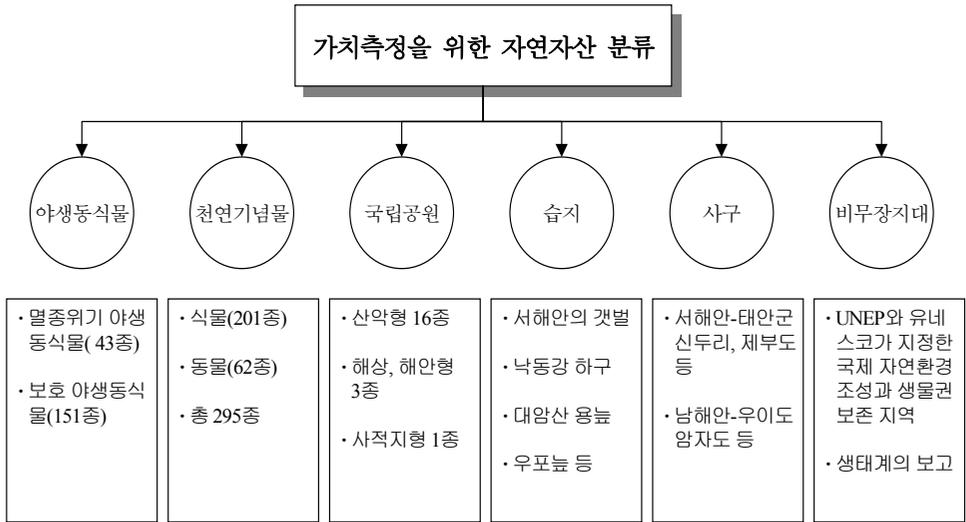
가. 가치 추정 대상 환경 자원의 분류

환경가치를 추정함에 있어서 正(+)의 가치와 負(-)의 가치를 구분하고 정의 가치는 자원으로서 중요성을 갖는 것이며, 부의 가치는 오염피해비용이다 正의 가치는 환경자산에 대한 가치이며, 대표적인 환경자산은 자연환경과 관련된 부분이다. 즉 천연기념물이나 희귀 동식물 등, 습지나 사구, 국립공원, 자연경관, 다양한 산림자원이 자연환경 속에 포괄적으로 포함될 수 있다. 자연환경을 분류하는 방식은 물적 자산을 중심으로 이루어져야 하며, 물리적 특성을 중심으로 분류해도 일부 자산은 중복되는 부문이 있다. 즉, 습지나 동식물 중, 국립공원은 상호 중복되는 부문이 있다. 따라서 가치평가에 있어서 중복으로 인한 이중 평가를 방지하기 위해서는 자산의 종류 분류가 명확하게 이루어지는 것이 필수적이라고 하겠다. 국립공원을 평가함에 있어서는 공원내에 존재하는 동식물 종에 대한 현황 파악이 정확하게 이루어진 후에 자산 종류별 평가 또는 자산 종합적 평가가 이루어져야 한다.

<표 8> 환경 자산과 환경오염의 분류

분류	대분류	중 분류	소 분류
환경 자산의 가치 (正의 가치)	자연환경	자연 생태계	○ 생물다양성 - 천연기념물, 희귀 동식물
			○ 국립공원
		○ 습지; 사구	
	산림 자원	○ 그린벨트 ○ 도시 공원 ○ 자연공원	
경 관		○ 녹지 경관(산악, 계곡, 구릉지 경관) ○ 수변 경관(하천, 호소, 해안 경관) ○ 생활경관(도시, 농어촌마을경관)	
	수자원	강, 호수, 지천, 댐	
환경 오염 피해 비용 (負의 가치)	대기오염피해	국내 이동 오염원 대기오염 국내 고정 오염원 대기오염 국경간이동 대기오염	
	소음 및 악취피해	○ 생활소음피해 ○ 건설소음피해 ○ 비행기소음피해	
	수질오염피해	강, 호수, 지천, 댐	
	폐기물오염피해	○ 폐기물처리시설 입지 피해비용 - 매립장 - 소각장 - 재활용시설 등 ○ 폐기물처분의 환경오염비용 - 생활폐기물 처분의 환경오염피해 - 유해폐기물 처분의 환경오염피해	
	토양오염피해	○ 토양의 생산성 감소 피해	

<그림 1> 가치측정을 위한 자연자산의 대분류



자료: 광승준, 동강댐

나. 평가대상 환경가치

1) 자연 환경

자연환경이 가치는 경제적 가치는 사용가치와 비사용가치로 구분되며, 사용가치는 직접사용가치로서 야생동식물 관람과 같은 레크레이션 가치, 약재 생산에 사용되는 가치가 해당된다. 비사용가치는 존재가치, 상속가치, 선택가치로 구분되는데, 주로 존재가치 (보존가치)를 많이 측정한다. 존재가치는 생물의 다양성 유지, 조류나 동식물의 서식지제공, 심미적 가치, 교육·과학적 가치 등이 추정 대상이 된다. 이들의 가치는 다시 다른 사람들의 사용이나 만족에 상관없이 응답자 자신이 그 존재에 대해 만족을 느끼는 가치이다. 상속가치는 그 존재가 미래에 다른 사람에게도 만족을 줄 수 있음을 알고 가치를 부여하는 가치이다.

관광·여가활동을 제외한 직접사용가치들은 수생생물자원들의 시장가격, 각종 용

수의 가격, 양식산업으로 생산되는 어패류의 가격,수상 운송비용 등을 이용하여 화폐가치로 계산한다. 간접사용가치나 존재가치, 직접사용가치 중 관광·여가활동은 시장가격을 이용하여 화폐가치로 계산할 수 없다.

습지의 경제적 가치는 크게 사용가치와 비사용가치로 나누고 사용가치는 인간 생활에 직접 사용하는 수산물 생산 기능(과일 물고기, 조개류 등), 땀감제공, 관광이나 여가활동, 운송기능, 원목제공 등으로 인한 경제적 가치가 추정되어야 한다. 그리고 간접 사용가치에 해당되는 영양소와 퇴적물 보유, 홍수조절기능, 자연재해 완화, 지하수 재충전 등으로 인한 경제적 가치가 추정 대상이다. 비사용가치로서 존재가치로는 생물다양성 유지의 가치가 추정대상이 되어야 하며, 미래의 잠재적 사용, 미래의 정보가치 등이 선택가치로서 추정대상이 될 수 있다.

산림의 경우, 산림자원의 직접사용가치 중 산업이나 생활 자재로서 사용가치는 입목가격과 입목축적 자료를 이용하여 계산할 수 있으나, 생물다양성 유지에 대한 기여정도나 관광 및 여가활동, 대기정화기능 등 각종 환경기능을 담당하는 데 대한 가치는 시장가격을 이용하여 나타낼 수 없다.

산림이 가지는 비시장적 가치는 직접사용가치로서 삼림욕이나 산림지역내 여가활동의 가치를 추정하며, 간접사용가치는 대기정화기능(오염물질 흡착효과 및 산소 생산기능), 수질개선효과, 소음감소효과, 토양침식 억제효과를 추정해야 한다.지구적인 효과로서 기후변화와 지구온난화 방지효과를 추정한다. 산림의 존재가치로는 생물다양성 유지기능의 가치를 추정한다.

<표 9> 자연환경부문 가치의 종류

평가항목	사용 가치	비사용가치
1. 동식물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 직접사용가치 - 레크레이션적 가치: 야생동식물의 활동을 일상적으로 또는 여가용으로 구경하면서 시민들이 느끼는 만족과 가치 - 농업생산이나 약품생산에 기여하는 가치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 존재가치 : 심미적 가치, 교육·과학적 가치, 생물의 다양성유지 ○ 유산가치
2. 습지	<ul style="list-style-type: none"> ○ 직접사용가치, 농수산물 생산, 산업자원 제공, 운송기능 - 관광이나 여가활동 제공 ○ 간접사용가치 - 영양소와 퇴적물보유,홍수조절기능 - 자연재해 완화, 지하수 재충전 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 존재가치: 생물 다양성 유지 ○ 선택가치 미래의 잠재적 사용과 미래에 정보 제공의 가치
3. 산림	<ul style="list-style-type: none"> ○ 직접사용가치: - 산업이나 생활자재로의 사용가치 - 산림욕등 관광이나 여가활동가치 ○ 간접사용가치: - 온도조절 효과, 대기정화 기능, 수질 개선 효과, 소음감소 효과, 토양침식 억제 ○ 지구적 가치: 기후변화 및 온난화 저감가치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 존재가치 생물다양성 기능 유지 ○ 유산가치 문화유적으로서 가치

지형경관이나 위락경관 등 경관 그 자체는 유형의 물질이 아니라 존재 그 자체에 대한 인식만으로도 인간이 만족을 느낄 수 있으므로 순수존재가치로 표현할 수 있다. 이러한 무형적 심미적 가치는 다른 사람이나 미래 세대가 누릴 수 있는 가치라는 것을 대부분 인식하고 있기 때문에 유산(상속)가치도 추정대상이 되어야 한다.

2) 대기오염비용

개발사업의 시행에 따라 수반되는 또는 예측가능한 대기오염의 피해의 정도와 영향지역이나 인구의 범위, 피해영향의 지속성 등에 대해 파악이 이루어져야 하며, 예측가능한 대기오염피해가 비용으로 환산되어야 한다. 비용으로 환산하기 위

해 추정할 대기오염피해의 종류는 다음과 같다.

첫째, 대기오염이 국민 건강에 미치는 영향은 질병과 관련한 것이며, 질병의 종류는 호흡기 질환, 순환계 질환, 각종 피부질환 뿐만 아니라 치명적인 암의 원인 제공이나 뇌, 콩팥 등에 손상 등 다양하지만, 널리 알려진 사례로서 호흡기나 순환계질환 피해 비용이 추정되어야 한다.

둘째, 대기오염의 간접적인 피해로는 대류권 오염, 기후변화, 산성비, 성층권 오존층 파괴로 인해 생태계에 피해를 줌으로써 다시 인간에게 피해를 주는 경우도 있다. 그 예로서 농업생산감소, 산림훼손 등을 들 수 있다. 이러한 영향은 대기오염으로 인한 농업생산성 감소와 산림성장저해로 인한 가치 손실로 추정한다.

3) 수질오염비용

수질오염의 피해는 식수사용의 피해, 여가활동 기회에 대한 피해, 인간의 건강에 대한 피해를 들 수 있다. 수질오염으로 인한 인간 건강에 대한 피해는 대표적인 것으로 두통, 관절과 뼈의 약화, 시력장애, 언어장애, 손발 마비현상, 암의 원인 제공 등이 있다) 1910년 일본 도야마현의 이타이이타이 사건, 1950년대 일본 큐슈지방의 미나마타 사건, 1987년 과테말라 적조 등에서 적게는 수십명 많게는 수백명이 수질오염으로 인해 사망하거나 심각한 건강상의 장애를 입었다.

수질오염으로 인한 식수사용의 피해는 식수구입비용을 대체비용으로 활용할 수 있으나 이는 수질오염으로 인한 식수사용 피해의 최소가치에 해당된다. 수질오염으로 인한 여가활동피해비용은 가장 널리 추정되고 있는 사례중 하나로서 수영, 어로, 낚시, 레프팅, 보트타기 등의 여가활동용 이용가치를 상실하기 때문에 손실비용으로 추정한다.

수질오염의 환경적 피해로 조류 및 동식물의 서식지 파괴, 생물다양성 손실, 연구 및 교육지원용 가치 상실 등은 시장가격으로 그 비용을 환산할 수 없다.

수질오염의 건강피해비용은 어떤 종류의 건강피해를 선택하는가에 따라 그 값이 크게 차이가 있어서 한 가지로 정하기 어렵다. 또한 수질오염으로 인한 건강피해간의 역학적 인과관계를 입증하기 어려울 경우는 진정한 수질오염 피해비용

으로 수용하기 어려운 점도 있다.

따라서 수질오염으로 인한 보편적이고 널리 알려진 (수질오염물질과 건강피해간의 역학관계가 입증된) 질병요소를 선택하여 수질오염피해비용을 산출할 수 있다. 수질오염으로 인한 직접사용가치의 피해는 어업, 농업, 제조업 활동의 피해를 말할 수 있으며 이들 피해비용은 대부분 시장가격을 통해 파악이 가능하다. 즉, 수질오염으로 인한 어업활동에 대한 피해비용은 어획량 감소에 따른 어업소득 감소, 양식산업피해 금액으로 추정한다. 수질오염으로 인하여 농업 및 제조업부문의 생산활동에 미치는 피해비용은 농작물 수확량 저하나 제조업의 수처리시설을 추가로 설치하는 비용을 추정한다.

4) 소음 및 악취비용

환경오염피해중 가장 민원과 분쟁소송 사례가 많은 건은 소음관련이다) 특히 공항 주변지역은 비행기 이·착륙시 생기는 소음으로 인하여 주민들의 소음피해 소송 조정신청이 급증하고 있다. 일 예로 1999년 김포공항 주변 주민 48명이 항공기 이·착륙 소음으로 인해 커다란 정신적·신체적 피해를 보고 있다며 국가와 한국공항공단을 상대로 1인당 500만원씩 2억4000만원의 손해배상 청구소송을 서울지법에 낸 적이 있다. 이로 볼 때 공항 건설시 소음피해에 대한 평가가 필수적이라 할 수 있다. 공항지역 외에도 최근 들어 확장기 소음, 건설 및 도로 공사장 작업 소음 등 소음관련 분쟁 조정신청이 급증하고 있다.

. 소음으로 인한 피해는 난청, 만성피로, 만성적 불면증 등이 있다. 악취와 소음은 정신적, 신체적, 물질적 피해 모두와 관련이 있다. 악취·소음으로 인한 정신적 스트레스, 그리고 건강상의 피해, 집값 하락 등이 최근 악취·소음 관련 소송에서 모두 인정되었다. 악취·소음과 관련된 개발사업시 예상되는 집값 하락 등의 물질적인 피해는 비슷한 지역을 선정하여 악취·소음 원인 인자의 발생전과 발생 후를 비교함으로써 화폐가치화 할 수 있고 신체적 피해도 치료에 들어간 비용 등을 이용하여 산정할 수 있으나 정신적 피해는 지극히 개인적이고 주관적인 것이기 때문에 화폐가치화 하기가 어렵다. 그래서 악취·소음에 관한 정신적 피해액 산정은

개인이 원하는 보상액만을 반영할 수 없고 그동안에 있어온 악취·소음 관련 소송 결과 등을 참고해서 이루어져야 할 것이다.

5) 토양오염비용

토양오염의 피해는 농업생산 활동과 직접적인 관련이 있다. 토양오염으로 인한 농산물 생산량의 저하, 심한 오염으로 인한 농업생산활동 기회의 원천적인 박탈 등은 농업 종사자들에게 직접적인 피해를 입힌다. 토양오염과 관련되는 개발사업 시 농민에 대한 직접적인 피해액은 예상 오염지역과 예상 오염도를 추정하고 그에 따르는 생산량 감소액을 산정할 수 있으며, 이같은 직접사용가치는 농작물의 시장가격을 이용하여 추정할 수 있다.

또 다른 피해로는 앞서 설명한 토양의 존재가치나 간접사용가치를 상실함으로써 인한 사회적 비용을 들 수 있다. 토양이 오염됨에 따라 그 존재가치는 더 높아질 수밖에 없고 상승된 존재가치가 곧 피해비용으로 대체될 것이다.

토양의 존재가치로는 수리적 순환의 순화와 조절, 토양의 비옥도의 회복, 주요 원소 순환의 규율 등을 들 수 있고 식물 성장의 물리적 지원, 식물 영양물질의 저장과 전달과 같은 간접사용가치도 존재한다. 이러한 보전가치나 간접사용가치들은 인간의 사용 정도에 따라 그 가치가 달라진다. 과도한 사용으로 황폐화되어 가는 토양은 보전가치가 높을 것이고 아직 사용 여력이 충분한 비옥한 토양은 상대적으로 보전가치가 낮을 수도 있다.

<표 10> 추정대상 환경오염 비용의 종류

환경오염종류	생산피해비용	환경오염 비용	
		직접적인 피해비용	간접피해비용
대기오염	<ul style="list-style-type: none"> ○농작물수확량 감소 ○제조업의 처리시설 설치비증가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건강피해 : 호흡기 질환, 순환계 질환, 각종 피부 질환, 암의 원인제공 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지구적 피해비용 : 대류권 오염, 기후변화, 산성비, 성층권 오존층 파괴로 인한 생태계의 피해
수질오염	<ul style="list-style-type: none"> ○농작물수확량 감소 ○제조업의 처리시설 설치비 증가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 식수이용가치 상실: 정수기나 식수 구입비 증가 등 ○ 여가활동피해: 수영, 어로, 낚시, 레프팅, 보트타기 등 여가활동용 이용가치 상실 ○ 건강 피해: 관절과 뼈의 악화, 시력장애, 언어장애, 손발 마비현상, 암의 원인제공 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조류나 어류의 서식지 파괴로 인한 생물다양성 손실로 인한 사회적 비용, 생태계 관리비용 증가
소음 및 악취	<ul style="list-style-type: none"> ○농작물 수확량 감소 ○축산농가의 가축 피해 ○제조업의 처리시설 설치비증가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정신적 피해: 만성적 불면증, 정신적 스트레스 등 ○ 신체적 피해: 난청, 만성피로 등 ○ 물질적 피해: 부동산 가치 하락 등 	
토양오염	<ul style="list-style-type: none"> ○농작물 수확량 감소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사회적 피해: 토양의 간접사용가치나 존재가치 상실로 인한 사회적 비용 토양복원비용 증가 	

2. 환경 자산의 가치 및 비용 평가방법

가. 환경가치 추정 방법

환경자원인 동식물, 산림, 습지, 자연경관 등의 경제적 가치를 추정하는 작업은 대상 자원의 종류 뿐 만아니라 추정할 가치의 종류에 따라 달리 선정되어야 한다. 자연환경의 경제적 가치는 주로 사용가치보다는 비사용가치인 존재가치나 상속가치 선택가치로 대표되는 경우가 많아 가치추정방법도 다양한 방법이 검토되어야 한다.

동식물이나 산림, 습지 자연경관 등 생태계의 다양성을 유지함에 따른 존재가치를 추정할 때는 여행비용법, 조건부가치평가법 등을 이용한다.

산림의 간접사용가치와 존재가치들은 기존의 환경가치추정방법론 중에서 여행비용법, 조건부가치평가법, 다속성효용평가법 등을 이용하여 추정할 수 있으며, 산림 훼손으로 인한 부의 외부성 역시 위의 방법들을 적용할 수 있으나 여행비용법은 제한적으로 적용이 가능하다. 관광·여가활동의 가치는 여행비용법, 조건부가치평가법 등을 이용하여 추정할 수 있고 헤도닉가격기법도 제한적으로 사용 가능하다.

그 외 간접사용가치나 존재가치는 조건부가치평가법, 다속성효용평가법을 이용하여 추정할 수 있다.

나. 환경오염비용 추정 방법

대기오염이 인체에 미치는 피해액을 추정하는 방법으로는 회피행위접근법, 조건부가치평가법, 다속성효용평가법 등이 주로 사용되고 있으며 헤도닉가격기법이나 여행비용법도 제한적으로 사용 가능하다. 대기오염으로 인한 기후변화와 산림훼손 피해액 추정은 주로 조건부가치평가법과 다속성효용평가법 등을 이용하고 있고 농업생산감소 피해액 추정은 헤도닉가격기법, 조건부가치평가법, 다속성효용평가법 등이 이용되고 있다.

수질오염이 인체에 미치는 피해액을 추정하는 방법으로는 회피행위접근법, 조건부가치평가법, 다속성효용평가법 등이 주로 사용되고 있고 헤도닉가격기법도 제한적으로 사용 가능하다. 여가활동 기회 박탈에 대한 피해는 곧 여가활동의 가치이므로 수자원의 가치추정에서와 마찬가지로 여행비용법, 조건부가치평가법, 다속성효용평가법 등이 사용가능하고 헤도닉가격기법도 제한적으로 사용 가능하다.

악취·소음으로 인한 피해액 산정은 헤도닉가격기법, 회피행위접근법, 조건부가치평가법, 다속성효용평가법 등 다양한 방법들이 이용되고 있다.

토양오염 피해는 곧 토양의 존재가치나 간접사용가치 등의 상실을 의미하므로 토양의 가치에서와 마찬가지로 조건부가치평가법을 이용하여 추정 가능하다.

<표 11> 가치추정방법론의 적용가능성

환경재 구분	영향범부	가치추정법				
		HPM	TCM	ABM	CVM	MAUA
대기질	사망률(mortality)	△	△	○	○	○
	질병률(morbidity)	△	△	○	○	○
	시정거리(visibility)	○	○	×	○	○
	농업생산감소	○	×	△	○	○
	먼지피해	×	×	○	○	○
	산림훼손	×	△	×	○	○
	재료(material) 피해	×	×	△	○	○
	기후변화	×	×	×	○	○
수 질	음용수(사망률, 질병률)	△	×	○	○	○
	수산물(스톡)	×	×	△	○	○
	생태계(종의 감소)	×	×	×	○	○
	외형미(악취, 탁도 등)	○	△	○	○	○
	낚시	△	○	×	○	○
	물놀이	△	○	×	○	○
생물다양성 및 위락경관	습지(wet lands)	×	○	×	○	○
	국립공원(national park)	×	○	×	○	○
	갯벌	×	○	×	○	○
	철새도래지	×	○	×	○	○
	천연기념물(광릉 크낙새)	×	○	×	○	○
	사막(desert)	×	○	×	○	○
	바닷가에 위치한 발전소	○	×	×	○	○
쓰레기 처리	쓰레기 매립장	○	×	×	○	○
	쓰레기 야적장	○	×	×	○	○
	쓰레기 소각장	○	×	×	○	○
기 타	토양오염	×	×	×	○	○
	소음	○	×	○	○	○
	유류 유출, 해양오염	△	×	×	○	○
	솔잎혹파리 방제	△	×	×	○	○

주1) ○ = 사용가능 또는 기적용

△ = 적용 가능하지만 사례가 없거나 제한적으로 적용가능

× = 적용불가능

주2) HPM = 헤도닉가치평가법, TCM = 여행비용법, ABM = 회피행위접근법

CVM = 조건부가치평가법, MAUA(Multi-Attribute Utility Assessments) = 다속성효용평가법

다. 편익이전 방법

환경가치 평가를 위한 연구들의 기본적인 가치평가방법은 특정지역의 특정집단들에 대한 정보를 이용하여 환경자원의 가치를 추정한다는 점이다. 따라서 환경자원의 가치를 평가하기 위해서는 보편성보다는 특수성이 더 강조된 듯한 인상을 준다. 이는 결국 새로운 정책의 환경자원가치에 대한 영향을 파악하기 위해서는 매번 새로운 연구가 필요하게 되어 많은 연구비용이 들고 또한 기존의 비슷한 환경자원에 대해 가치를 평가했던 많은 자료들은 다시 사용되지 못하고 폐기되는 결과를 가져온다. 그러나 새로운 정책의 환경자원가치에 주는 효과를 추정하기 위해 과거 기존 연구들을 좀 더 활용할 수 있다면 연구의 실용적인 활용과 비용 절감이라는 바람직한 결과를 얻을 수 있을 것이다⁴⁾.

이러한 연구방법은 편익이전(benefit transfer)이라는 용어로 정의될 수 있다. 좀 더 자세한 정의를 보면 편익이전이란 “특정장소의 환경자원에 대해 추정된 수요함수나 환경자원의 가치가 다른 비슷한 장소에서의 환경자원들이 가져다주는 편익을 평가하는 데 적용되어지는 과정(Garrod and Willis, 1999)”이라고 정의되어진다. Garrod(1999) 등에 따르면 이러한 편익이전 방식이 모든 새로운 프로젝트나 정책 또는 규제변화의 편익을 분석하기 위해 새로운 연구를 진행하는 것보다는 기존의 연구를 이용하는 점에서 비용이 덜 든다는 점, 즉 자원제약의 문제를 해결해준다는 점에 장점이 있다고 소개하였다.

그러나 이러한 편익이전 방식은 특정한 곳에서의 환경자원에 대해 추정된 편익을 상황이 다른 곳에 적용한다는 근본적인 문제점을 가지고 있기 때문에 이를 이용하기 위해서는 많은 추정조건들에 대한 점검을 통해 편익이전의 타당성을 보여 주어야 한다. 주로 이는 추정대상과 목적, 추정에 이용되어지는 모형과 모집단의 특성, 추정에 사용되어지는 통계적인 방법론 등에 대한 점검이 자세히 이루어져야 함을 뜻한다.

4) 본 연구에서는 편익이전방법을 이용하여 기존의 환경가치평가 연구결과들을 활용하기 위해 평가대상 자원의 특징과 함수형태 추정결과 등을 중심으로 내용을 파악하여 정리하였으며, 주요 내용은 부록에 제시되어 있다.

3. 환경 자산의 가치 추정 방향

가. 연구방향

국내 환경자산의 가치와 환경오염 (자연생태계, 대기, 수질, 폐기물 부문)의 비용 부문을 분류한 후 시장가격 이용가능재화와 시장가격이용 불가능 재화로 구분한다. 시장가격 이용가능재화는 바로 화폐가치로 산출하고 시장가격 이용불가능재화는 다양한 비시장재화 가치평가방법의 적용하여 평가를 실시한다. 특히 국내 연구가 이루어진 부문에 대해서는 추가적인 평가 작업 없이 기존의 연구결과를 활용하도록 한다.

나. 연차별 계획

(1) 단기계획: 환경 자산의 가치 평가를 위한 사례지역의 사회경제적 가치평가 기법 도출을 위해 기초 연구를 실시한다. 시장가격을 이용할 수 있는 자연환경에 대해서는 구성 요소를 확인하여 활용하되, 시장가격을 이용할 수 있는 재화와 대리시장을 이용할 수 있는 재화를 구분하여 시장가격을 이용할 수 없는 경우에는 구성 요소를 확인·분류하고 가치평가 기법을 도출한다. 그리고 선진국 및 국제기구(OECD, CBD)의 사회경제적 가치평가 사례 비교분석하여 자료를 축적한다.

(2) 중기계획: 주요 연구 대상 사례지역의 선정 및 실제 화폐 가치화 방법을 적용하는 단계로서, 연구대상 사례지역은 아래 표와 같이 선정할 수 있다. 사례지역을 선정했으면 사례지역에 대한 가치평가 기법을 적용한다.

<표 12> 자연환경부문 사례지역 선정의 예

	멸종위기, 희귀동물종 서식지	멸종위기, 희귀식물종 서식지	철새도래지/ 습지지역	산림지역	갯벌지역
위치	경남 거제도	인천 강화도	낙동강 하구	경기 화성 동탄	충남 당진 항남도
특징	수달	매화마름 군락	보호철새종 및 습지	식생 3등급	갯벌
개발 중/ 가능성	○	X	○	○	○

(3) 장기계획: 적용대상 사례지역을 확대하면서 지속적으로 가치평가 작업을 해 나간다. 그리고 국내 자연생태계의 화폐가치화 연구결과를 종합적으로 정리·비교한다.

구체적인 내용은 다음과 같다. 1) 부문별 사례지역의 확대 및 지속적 적용. 최적 기법의 비교 종합. 2) 사례지역에 대한 가치평가 기법의 적용. 3) 적용대상 사례지역의 확대 및 지속적 적용. 4) 가치평가 기법의 적용에 대한 평가 및 종합. 5) 사회경제적 가치평가 최적 기법의 비교 종합. 6) 환경 자산의 사회경제적 가치 비교 종합 등이다.

다. 부문별 계획

1) 자연환경 부문

자연환경부문에서 가치 추정작업은 생물다양성에 포함되는 동식물 종에 대한 평가를 시작하며 동식물종의 종류가 매우 많기 때문에 중·장기적으로 가치평가 작업이 이루어져야 한다. 또한 국립공원의 가치평가 작업은 단기, 중기적으로 수행하되 중기적으로 평가작업의 종합이 이루어진다. 국립공원에 대한 가치평가 작업은 기존의 선행 연구내용들이 일부 시행되었기 때문에 기존 연구내용

을 반영하여 종합하는 작업이 필요하다.

산림자원에 대해서도 일부 그린벨트나 도시공원, 산림의 환경적 가치에 대한 평가가 이루어진 사례가 있으므로 이들 연구내용을 종합하고 편익이전 방법을 활용하여 현재가치로 환산하는 작업을 한다.

<표 13> 자연환경 부문의 가치 추정 계획

	단기(2005-2007)	중장기(2008~20010)	장기 (2011~2015)
자연 생태계	○생물다양성 - 천연기념물, 희귀 동식물 ○국립공원	○생물다양성(계속) - 천연기념물, 희귀 동식물 ○습지; 사구 ○국립공원 평가(계속) 및 종합	○생물다양성(계속) - 천연기념물, 희귀 동식물 ○습지; 사구(계속)
산림 자원	○그린벨트 ○도시 공원	○자연공원	
경관	○생활경관(도시, 농 어촌마을경관)	○생활경관(도시, 농어촌마 을경관) ○수변 경관(하천, 호소, 해 안 경관	○녹지 경관(산악, 계곡, 구릉지 경관)

2) 대기부문

대기부문에서는 대기오염으로 인한 피해비용을 국내이동 오염원과 국제 이동 오염원으로 구분하여 평가하도록 한다. 국내 이동오염원으로 주로 자동차로 인한 대기오염물질로 인한 피해비용으로 물질별로는 SO2나 미세먼지 NOx가 대표 물질로 평가된 사례가 있으므로 기존의 연구내용을 활용하며, 지역별로는 일부지역에 대한 평가가 이루어졌으며, 전국 단위 또는 대기오염이 심한 지역 전반에 대한 평가는 이루어지지 않은 상태이다. 따라서 주요 광역시나 대도시 지역을 대상으로 대기오염이 심한 지역을 사례지역으로 선정하여 오염물질별 대기오염 비용을 추

정한다. 단기 및 중적으로는 국내에서 이동 오염원으로 인한 오염물질별 피해비용, 건강피해 비용을 도출하며 장기적으로는 국경간 이동 오염물질로 인한 피해비용을 도출하도록 한다.

<표 14> 대기오염 피해비용 평가 계획

	단기(2005-2007)	중장기(2008~20010)	장기 (2011~2015)
대기오염 피해비용	○ 국내이동오염원 -오염물질별 피해비용 -건강피해비용(질병,사망 등)	○ 국내이동오염원 -오염물질별 피해비용 -건강피해비용(질병,사망 등)	○ 국경간이동대기오염물 질피해비용 -황사피해(인간, 사업활 동, 동식물등)
소음 피해 비용	○소음 발생원 및 현황 조사	○생활소음피해비용 -주거지역, 상가지역 -도시지역과 농촌지역 ○자동차소음피해비용 - 도로인접지역	○ 건설소음피해비용

3) 수질 부문

수질부문에서 수질오염으로 인한 피해비용은 크게 수돗물과 4대강, 지역 하천으로 구분하여 평가할 수 있다. 수돗물로 인한 피해비용은 건강(질병을 등) 피해비용을 도출하는 연구가 수행된 사례가 많기 때문에 기존의 연구내용을 종합하되, 지역별로는 서울이나 대구 등 일부 지역에만 국한된 사례가 많아 기타 주요 도시에 대한 피해비용 정도를 추가로 평가하는 작업을 단기적으로 수행하는 것이 필요하다.

4대강의 수질오염으로 인한 비용도 한강이나 낙동강 수계에 대해서는 연구가 이루어졌기 때문에 이들 결과를 종합하여 현재 가치로 환산하는 작업이 필요하다(단기적으로). 또한 중장기 적으로는 4대강 중에서 영산강 등 다른 수계에 대해

수질오염비용에 대한 추가 연구가 필요하며, 장기적으로는 대권역 수계가 아닌 지역별 주요 하천에 대한 수질오염 현황 파악 주민들의 평가를 토대로 수질오염 비용에 대한 평가가 이루어져야 한다.

<표 15> 수질오염 피해비용 평가 계획

분 류	단기 (2005-2007)	중장기 (2008-20010)	장기 (2011-2015)
수질 오염	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수돗물의 수질오염비용 평가 및 종합 ○ 4대강의 수질오염 비용 - 한강수계, 낙동강수계, 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4대강의 수질오염 비용 추정 및 종합(계속) - 영산강, 섬진강 - 4대강 수계별 종합 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역 하천의 수질오염 비용 - 주요지역별 사용 현황, 오염 현황 조사/평가

4) 폐기물부문

폐기물부문에서의 비용 평가는 매립장이나 소각장 주변지역 주민을 대상으로 피해비용을 산출한 사례가 있다. 추후 연구과제로는 처리시설 (매립장이나 소각장, 재활용시설)로 인한 피해 비용외에도 폐기물의 처분 (매립)으로 인한 환경적인 비용, 재활용으로 인한 환경적 편익이 도출되어야 한다. 유해폐기물의 처분으로 인한 환경적 비용도 장기적으로 추정되어야 한다.

<표 16> 폐기물오염 피해비용 평가 계획

분 류	단기 (2005-2007)	중장기 (2008-20010)	장기 (2011-2015)
폐기물 오염	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폐기물처리시설입지로 인한 비용 -소각장 -매립장 -재활용시설 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 폐기물 처분의 환경오염비용 - 매립의 환경비용 ○ 재활용의 환경적 편익 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유해폐기물 처분의 환경오염 비용

참 고 문 헌

- 곽승준. 1993. "수질개선의 편익추정: 조건부 가치측정방법과 반모수추정법의 적용." 『자원경제학회지』 3(1) : pp. 183-198.
- 곽승준, 유승훈. 1999. 「영월 동강댐 건설로 인한 환경피해의 사회적 비용 : 자연보존의 화폐적 가치 추정」. 고려대학교 경제연구소.
- 곽승준, 유승훈, 한상용. "수도권 도시립 보존의 경제적 편익 추정 : 광고산을 중심으로." 『자원·환경경제연구』. 제12권 제1호. 2003.
- 곽승준, 조승국, 유승훈(2002) 한라해상국립공원 보존의 경제적 가치: 조건부 가치 측정법(CVM)을 이용하여.
- 곽승영, 조준모. "자동차의 이산화질소 배출로 인한 대기오염의 사회적비용 분석." 『교통정책연구』. 제3권 제3호. 1996.
- 권오상. 2000. "가상추정법을 이용한 자연생태계의 경제적 가치 평가." 『경제학연구』 48(3) : pp. 177-196.
- 김광임. 1995. 「폐기물매립장의 경제적 가치 측정 연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- 김광임 외. 1999. 「수질오염의 사회적 비용 계량화 연구 - 한강수계를 중심으로」. 한국환경정책·평가연구원. p.87.
- 김도영, 김경환. 1994. "회피행동 분석을 이용한 서울시 수돗물 수질개선의 편익추정." 『자원경제학회지』 3(2).
- 김일중. 2001. 「환경정책의 경제성분석제도 도입을 위한 중장기 전략수립방안 연구」. 환경부.
- 김종원. "주택가격에 내재된 대기질의 가격측정 : 공간계량경제모형을 이용한 접근." 『자원경제학회지』. 제7권 제1호. 1997.
- 나성린, 임영식, 전영섭. 1993. "적정대기환경기준 설정을 위한 환경개선의 편익추정." 『산업과 경영』 30(1).

- 박석희(1985) 산림의 관광위락가치 추정에 관한 연구: 설악산 및 속리산국립공원을 중심으로.
- 박희정. 1999. 「그린벨트 보전의 편익측정에 관한 연구」. 성균관대학교 대학원 박사학위 청구 논문.
- 새만금사업환경영향 공동 조사단. 2000. 「새만금사업환경영향공동조사 종합보고서」, P.92-96.
- 새만금사업환경영향 공동 조사단. 2000. 「새만금사업환경영향공동조사 결과보고서(경제성분야)」.
- 손호기, 김규호(1998) 야외위락자원의 보전가치평가: 경주 황성공원에 대한 CVM 기법을 적용하여
- 신영철. 1997. “이중 양분선택형 질문 CVM을 이용한 한강수질개선편익측정.” 『환경경제연구』 6(1).
- 신영철. “대기오염으로 인한 건강효과의 경제적 비용 : 급성 호흡기 질환 외래환자를 중심으로.” 『자원·환경경제연구』. 제11권 제4호. 2002.
- 안운수 외 5인 “농촌의 공익적 기능 평가 연구 : 농촌의 정서함양기능, 전통문화보전기능, 지역사회 유지기능, 녹지공간 제공기능 가치평가 연구.” 출처미상. 2002.
- 엄영숙. “실험시장접근법을 이용한 먹는 물 수질개선에 대한 지불의사 측정.” 『자원경제학회지』. 제6권 제1호. 1996.
- 엄영숙. 1998. “대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 가치평가: 회피행위접근법을 사용하여.” 『환경경제연구』 7(1).
- 엄영숙. 2000. “실험시장접근법을 이용한 먹는 물 수질개선에 대한 지불의사 측정.” 『자원환경경제연구』 9(4) : pp. 747-770.
- 엄영숙, 남경 문. “환경자원과 문화자원으로서 자연공원의 가치추정 : 무등산 자연공원을 사례로.” 『자원·환경경제연구』. 제10권 제1호. 2001.
- 예비타당성 조사보고서. 1999. 「송리원 다목적댐 건설사업」. 한국개발연구원.
- 유병국. 1998. “환경가치의 지역적 평가 : 강화도 남단 갯벌에 대한 여가가치 추

- 정.” 「한국지역개발학회지」 10(3) : pp. 19-38.
- 유승훈, 곽승준, 김태유. 1999. “서울시 대기질 속성의 가치측정 : 다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법.” 「환경경제연구」 7(2).
- 유승훈, 곽승준, 김태유. 1998. “온실가스 저감정책의 편익추정 : 최소절대 편차법.” 「환경정책」 6(1).
- 윤여창, 김성일. 1992. “산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적평가방법론 비교 연구.” 「환경경제연구」 1(1) : pp. 155-183.
- 윤여창, 장호찬. “광릉 크낙새의 보존가치 평가.” 『환경경제연구』. 제3권. 1994.
- 이광석(1996). “농촌방문의 경제적 편익 추정 : 여행비용법의 응용.” 『농업경제연구』 제37호. pp. 147-159.
- 이기호, 곽승준. 1996. “수질개선의 화폐적 가치: CVM과 비구분 효과.” 「자원경제학회지」 6(1).
- 이동근, 윤소원(1997). “연안습지의 보전가치에 대한 경제성 평가에 관한 연구 : 강화도를 사례지역으로.” 『산업과학연구』 제7호. pp. 141-154.
- 이변송, 정의철, 김용현(2001). “아파트 단지 특성이 아파트 가격에 미치는 영향 분석.” 「BK21 지원 사업」.
- 이성태, 이명현. 1999. “대구 팔공산 공원의 편익가치측정 : 여행비용접근법을 통하여.” 「환경경제연구」 7(2) : pp. 211-228.
- 이준구, 신영철. 2000. “그린벨트의 경제적 가치 추정.” 「자원환경경제연구」 9(4) : pp. 773-799.
- 이해춘, 정현식, 김태영(2001) 3중 양분선택형 CVM에 의한 수도권 대기질의 편익 가치
- 임영식, 전영섭(1993). “헤도닉 가격기법을 이용한 대기 질 개선 시의 편익 추정.” 『자원경제학회지』 제3권 제1호. 한국자원경제학회.
- 임종수. 1997. 「대기환경기준 설정체계 및 환경기준 개정에 따른 경제성 분석에 관한연구」 한국환경정책·평가연구원.
- 장태구(1997). “CVM을 이용한 환경재의 가치평가 : 낙동강의 편익 산출을 중심으로.”

- 로.” 『한국지역개발학회지』 제9권 제1호. pp. 55-69.
- 전건홍. 1998. “DMZ의 생태적 보전 및 사회·경제적 가치 평가.” 「국회환경포럼 자료」.
- 정기호. 1999. “자연공원 보존의 경제적 편익 : 대구시 앞산공원의 사례.” 「공공경제」 4 : pp. 119-137.
- 정기호, 김승우, 박승준. 1997. “대구시 수돗물 수질개선의 편익분석 : 모수 및 준 모수접근법 응용.” 「자원경제학회지」 6(2).
- 조준모, 유완식. “이산화질소 배출에 의한 대기오염의 사회적 비용.” 『자원경제학회지』. 제6권 제1호. 1996.
- 조현길, 조용현, 안태원(2002). “서울 남산 도시자연공원의 대기정화능과 가치.” 『한국환경생태학회지』 16(2). pp. 172-178.
- 최종일, 심성훈. “서울시 아파트 가격에 대한 대기질의 영향 : 헤도닉 가격 기법을 이용하여.” 『자원·환경경제연구』. 제11권 제2호. 2002.
- 표희동, 채동렬(2004). “조건부가치추정법을 이용한 안면도 갯벌의 생태관광에 대한 경제적 가치추정.” 『Ocean and Polar Research』 Vol. 26(1). pp. 77-86.
- 한상열, 최관, 이주희(1997). “산림휴양자원에서 비이용가치의 존재와 평가.” 『산림경제연구』 제5권 제2호. pp. 1-11.
- 한상열, 최관. 1998. “산림휴양, 관광자원의 경제적 가치평가를 위한 새로운 접근법.” 「산림휴양연구」 2(3) : pp. 39-51.
- 홍성권. 1998. “여의도 공원의 경제적 가치평가.” 「한국 조경학회지」 26(3) : pp. 90-103.
- 환경부. 2001. 「자연자산개발사업의 사전 환경경제성 분석평가 제도화 방안 연구」.
- 황영순, 엄미정, 김태유. 1999. “수돗물 공급신뢰도 개선의 가치 측정.” 「환경경제연구」 8(1) : pp. 109-126.

- Brookshire, David S., Mark A. Thayer, W. D. Schulze and R. C. D'Arge. 1982. "Valuing Public Goods: A Comparison of Survey and Hedonic Approaches". *The American Economic Review* 72.
- Desvousges, William H. V. Kerry Smith & Ann Fisher. 1987. "Option Price Estimates for Water Quality Improvements : A Contingent Valuation Study for the Monogahela River". *Journal of Environment Economics & Management* 14.
- Groot, Rudolf S. de. 1992. *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*. Groningen, The Netherlands: Wolters Noordhoff BV.
- Howarth, R. B. and R. B. Norgaard. 1993. "Intergenerational Transfers and the Social Discount Rate". *Environmental and Resource Economics* 3.
- Jansson, Ann Mari, Monica Hammers, Carl Folke, and Robert Costanza (eds.). 1994. *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. p.154.
- Krutilla, J. V. and A.C. Fisher. 1975. *The Economics of Natural Environment: Studies in the Valuation of Commodity and Amenities Resources*. Resources for the Future, Baltimore, Johns Hopkins Univ. press.
- Murdoch, James C. and Mark A. Thayer. 1998. "Hedonic Price Estimation of Variable Urban Air Quality". *Journal of Environmental Economics and Management* 15: 143-146.
- Pearce, D. W. and A. Markandya, 1987. "The Benefits of Environmental Policy; An Appraisal of the Economic Value of Environmental Improvement and the Economic Cost of Environmental Damage". Paper prepared for the OECD Workshop on the Benefits of Environmental Policy and Decision Making. Avignon, France.(October 8-10).
- Singleton, Ross., Pamela Castle and David Short. 1999. *Environmental*

Assessment. Thomas Telford Publishing, p.116.

Steven C. Hackett. 2001. Environmental and Natural Resources Economics : Theory, Policy, and the Sustainable Society. Armonk, New York; M.E. Sharpe.

Sutherland, Ronald J. 1982. "A Regional Approach to Estimating Recreation Benefits of Improved Water Quality". Journal of Environmental Economics & Management 9.

부 록

◎ 대기

1. 엄영숙. “대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 가치평가 : 회피행위접근법을 사용하여.” 『환경경제연구』. 제7권 제1호. 1998.

오존오염으로 인한 호흡기 질환 증상을 감소시키는데 대한 국내 소비자들의 지불의사액을 산출한 연구이다. 회피행위접근법(Averting Behavior Method, ABM)을 활용하였다. 조사 대상은 보건사회연구원이 펴낸 「국민건강 및 보건의식행태조사」를 참조하여, 6,791가구 대상 22,450명을 선정하였다. 그리고 1995년 7월 1일에서 7월 30일에 걸쳐 훈련된 조사원과 함께 면접조사를 실시하였다. 22,450명을 설문하여, 이중 호흡기 관련 질환을 앓았던 경험이 있는 2,657명의 자료만을 실증 분석 하였다. 아황산가스, 이산화질소, 일산화탄소, 오존 등 4가지를 대상으로 했으나 오존만이 유의미한 결과를 보였다. 오존 감소를 위한 국내 소비자들의 1인당 월평균 지불의사액은 2,098~2,832원이고 가구당 월평균 지불의사액은 7,951~10,920원이었다.

<추정식 및 결과 요약>

TCMED(완화비용함수) = f(FPMED CHRONIC AGE SEX SPOUSE CHILD EDUCATION INCOME O₃ SO₂ NO₂ CO)

<부표1> 분석에 사용된 변수의 정의와 표본의 특성

변수명	변수의 정의	평균	표준편차
FPMED	완전의료비용(치료비+교통비+대기비용)	3.769	11.41
CHRONIC	(0,1)로 표시된 질적 변수로 만성호흡기 질환이 있으면 =1	0.276	0.447
AGE	응답자 나이	29.8	23.45
SEX	(0,1)로 표시된 질적 변수로 남자 =1	0.46	0.50
SPOUSE	(0,1)로 표시된 질적 변수로 배우자 있으면 =1	0.42	0.49
CHILD	(0,1)로 표시된 질적 변수로 10세 미만 어린이 =1	0.31	0.46
EDUCATION	응답자 최종학력	6.55	5.40
INCOME	십만원 단위로 표시된 응답자가 속한 가구의 월평균 소득 7개로 나누어진 각 범주의 중간점 취함	13.13	7.47
FSIZE	응답자가 속한 가구의 가족 수	3.79	1.42
HEALTH	응답자 자신이 느끼는 평소 건강상태를 나타내는 직적변수로 매우 건강하거나 건강한 편이면 =1	0.53	0.50
O ₃	0.01ppm으로 측정된 대기 중 O ₃ 량 1996. 6월, 7월 평균치	1.86	0.48
SO ₂	0.01ppm으로 측정된 대기 중 SO ₂ 량 1996. 6월, 7월 평균치	1.20	0.61
NO ₂	0.01ppm으로 측정된 대기 중 NO ₂ 량 1996. 6월, 7월 평균치	1.98	0.73
CO	0.01ppm으로 측정된 대기 중 CO량 1996. 6월, 7월 평균치	7.52	2.96

주 : 응답자들의 평균 교육수준이 이처럼 낮은 것은 표본의 30% 정도를 차지하는 미취학 어린이나 초등학교에 재학 중인 어린이들의 최종학력을 0으로 취급하였기 때문이다

<부표2> 호흡기질환 발생에 대한 Probit 추정치와 완화비용함수에 대한 Tobit 추정치

변수명	Probit 모형	Models				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
INTERCEPT	-0.424 (-6.659)	-4.232 (-1.647)	-4.473 (-1.696)	-5.292 (-1.926)	-5.723 (-2.065)	-6.546 (-2.248)
FPMED		1.208 (59.88)	1.208 (59.84)	1.208 (59.89)	1.208 (59.92)	1.208 (59.91)
CHRONIC		-7.755 (-12.24)	-7.754 (-12.24)	-7.768 (-12.26)	-7.750 (-12.24)	-7.763 (-12.26)
AGE	-0.003 (-3.756)	-0.047 (-2.322)	-0.047 (-2.318)	-0.046 (-2.280)	-0.047 (-2.333)	-0.046 (-2.296)
SEX	-0.013 (-0.566)	-0.214 (-0.427)	-0.209 (-0.419)	-0.205 (-0.408)	-0.203 (-0.405)	-0.197 (-0.392)
SPOUSE		2.636 (3.853)	2.636 (3.853)	2.639 (3.858)	2.637 (3.858)	2.640 (3.863)
CHILD	0.436 (8.872)	4.507 (3.374)	4.049 (3.367)	4.050 (3.370)	4.049 (3.371)	4.049 (3.371)
EDUCATION	-0.028 (-9.200)	-0.205 (-2.603)	-0.206 (-2.609)	-0.210 (-2.658)	-0.206 (-2.619)	-0.210 (-2.665)
INCOME	0.011 (6.369)	0.038 (1.096)	0.038 (1.084)	0.036 (1.043)	0.037 (1.050)	0.035 (1.008)
HEALTH	-0.427 (-17.69)					
FSIZE	-0.086 (-10.41)					
O ₃		1.049 (2.026)	1.068 (2.504)	1.159 (2.198)	1.353 (2.422)	1.441 (2.546)
SO ₂			0.161 (0.406)			-0.090 (-0.213)
NO ₂				0.375 (1.090)		0.344 (0.986)
CO					0.127 (1.431)	0.125 (1.336)
λ		0.567 (0.420)	0.581 (0.430)	0.661 (0.489)	0.571 (0.423)	0.649 (0.480)
log(L)	-8145.2	-7056.4	-7056.3	-7055.8	-7055.4	-7054.9
N	24,500	2,657	2,657	2,657	2,657	2,657

주: 1) 괄호 안 수치들은 각 변수들의 계수와 추정된 접근표준오차와의 비율을 나타냄. λ는 probit 모형에서 계산된 Mill의 역비임

2) Log(L)은 계산된 로그우도함수의 극대치를 나타내고 N은 표본의 크기를 나타냄

<부표3> 완화비용함수에 대한 Tobit 추정치(Semi-log function)

변수명	Models				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
INTERCEPT	0.498 (1.570)	0.386 (1.186)	0.284 (0.837)	0.344 (1.006)	0.144 (0.401)
FPMED	0.054 (21.49)	0.054 (21.44)	0.054 (21.50)	0.054 (21.50)	0.054 (21.46)
CHRONIC	-1.170 (-15.07)	-1.169 (-15.06)	-1.172 (-15.10)	-1.169 (-15.07)	-1.171 (-15.09)
AGE	-0.009 (-3.764)	-0.009 (-3.752)	-0.009 (-3.701)	-0.009 (-3.779)	-0.009 (-3.709)
SEX	-0.056 (-0.910)	-0.055 (-0.881)	-0.055 (-0.881)	-0.055 (-0.893)	-0.053 (-0.855)
SPOUSE	0.388 (4.594)	0.388 (4.569)	0.389 (4.608)	0.389 (4.600)	0.389 (4.611)
CHILD	0.458 (3.081)	0.454 (3.055)	0.456 (3.073)	0.457 (3.075)	0.453 (3.053)
EDUCATION	-0.037 (-3.828)	-0.038 (-3.854)	-0.0438 (-3.919)	-0.037 (-3.842)	-0.038 (-3.933)
INCOME	0.0074 (1.726)	0.0072 (1.680)	0.0071 (1.639)	0.0073 (1.686)	0.0069 (1.595)
O ₃	0.152 (2.372)	0.161 (2.504)	0.174 (2.674)	0.183 (2.650)	0.196 (2.802)
SO ₂		0.075 (1.535)			0.051 (0.979)
NO ₂			0.076 (1.782)		0.066 (1.525)
CO				0.013 (1.192)	0.008 (0.672)
λ	0.014 (0.082)	0.020 (0.119)	0.032 (0.194)	0.014 (0.086)	0.034 (0.206)
log(L)	-3600.6	-3599.4	-3599.0	-3599.4	-3598.0
N	2657	2657	2657	2657	2657

주: 1) 괄호 안 수치들은 각 변수들의 계수와 추정된 접근표준오차와의 비율을 나타냄. λ는 probit 모형에서 계산된 Mill의 역비임

2) Log(L)은 계산된 로그우도함수의 극대치를 나타내고 N은 표본의 크기를 나타냄

<부표4> 오존오염감소의 한계편익

	선형함수 형태	반로그함수 형태
2주간 지불의사 추정치	평균 1,049~1,441 원 표준편차 572~567원	평균 979~1,263원 표준편차 412~451원
월평균 지불의사	2,098~2,882원	1,959~2,526원
가구당 월평균 지불의사	7,951~10,920원	7,427~9,576원
가구소득에 대한 비중	0.6~0.8%	0.6~0.7%
연평균 지불의사	25,176~34,584원	23,508~30,312원

2. 광승영, 조준모. “자동차의 이산화질소 배출로 인한 대기오염의 사회적비용 분석.” 『교통정책연구』. 제3권 제3호. 1996.

우리나라 대기오염원의 주요발생원을 알아보고, 주요발생원에서 배출되는 대기오염물질이 인체 질환에 미치는 위해효과를 분석함으로써 대기오염 개선에 따른 사회적 편익을 화폐가치로 환산하였다. 본 연구에서는 Dose-Response Method를 활용하였고, 샘플로는 호흡기 질환 건수 및 총의료보험인구 데이터를 활용하였다. 데이터는 의료기관을 대상으로 한 의료보험통계연보의 17대 분류별 진료실적을 사용했고, 대기오염물질별 배출량은 한국 환경통계연감을 참고하였다. 이외에도 건설교통통계연보, 한국도시연감, 기상청 자료 등을 참조하였다. 그리고 15개 광역시도의 횡단면자료와 1990~1995년 5년간 시계열자료를 결합하여 변수 당 총 75개의 관찰치를 사용하였다. 변수로는 의료보험인구 1인당 호흡기 질환 건수, 이산화질소의 연평균농도, 이산화질소의 24시간 최고농도, 이산화질소의 밀집도, 1인당 지역 국민소득, 인구밀도, 인구 1,000명 당 의료인구, 상대 탁도, 그리고 평균기온 등을 사용하였다.

호흡기 질환의 건당 진료비는 입원환자의 경우 416,367원/건, 외래환자가 13,770원/건으로서, 자동차 이산화질소 배출로 인한 총 사회적 비용은 315.8억원/년이다.

<추정식 및 결과 요약>

$$1) \log_e\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{URNO2QN}_i + w_I$$

$$2) \log_e\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = \beta_0 + \beta_1(\text{PKNO2}_I - \text{ANO2}_I) + \beta_2 \text{ANO2}_I + \psi_I$$

<부표5> 변수 정의

변수	변수설명
URTCR	의료보장 인구 중 연간 1인당 호흡기 질환 건수
URMCR	의료보장 인구 중 연간 1인당 남자 호흡기 질환 건수
URWCR	의료보장 인구 중 연간 1인당 여자 호흡기 질환 건수
URAGE0	의료보장 인구 중 연간 0-9세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE10	의료보장 인구 중 연간 10-19세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE20	의료보장 인구 중 연간 20-29세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE30	의료보장 인구 중 연간 30-39세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE40	의료보장 인구 중 연간 40-49세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE50	의료보장 인구 중 연간 50-59세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE60	의료보장 인구 중 연간 60-69세 1인당 호흡기 질환 건수
URAGE70	의료보장 인구 중 연간 70세 이상 1인당 호흡기 질환 건수
URNO2QN	면적 m ² 당 연간 NO ₂ 배출량(톤)
PKNO2	24시간 이산화질소 최고농도(ppm)
ANO2	연간 이산화질소의 평균농도(ppm)
DNO2	(24시간 이산화질소 최고농도)-(연간 이산화질소 평균농도)
URPOP	면적 km ² 당 인구수
URGPR	연간 1인당 지역국민소득(1990년 불변가격)
URDN	인구 1,000명당 의료인수(비상근 포함)
RH	평균상대습도(%)
CLD	운량(10분비)
ATMP	평균온도
D	대도시(서울,부산,대구,인천,광주,대전=1), 지방(경기,강원,충북,충남,전북,전남,경북,경남,제주=0)인 더미

<부표6> 이산화질소에 의한 호흡기 질환을 분석결과

변수	INTERCEPT	URNO2QN	LIKELIHOOD RATIO
추정치	-4.4354(0.0001)	12,843.8(0.0001)	903,726,688.64(0.0001)

<부표7> 대구시의 이산화질소 최고농도의 대기오염도

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전
1990	0.447(0.029)	0.027(0.019)	0.028(0.018)	0.033(0.022)	0.024(0.014)	0.031(0.021)
1991	0.042(0.033)	0.037(0.023)	0.034(0.021)	0.049(0.030)	0.018(0.013)	0.026(0.018)
1992	0.181(0.031)	0.121(0.023)	0.147(0.030)	0.189(0.034)	0.089(0.012)	0.075(0.014)
1993	0.173(0.032)	0.148(0.025)	0.155(0.024)	0.180(0.030)	0.092(0.017)	0.141(0.014)
1994	0.246(0.032)	0.127(0.024)	0.179(0.029)	0.178(0.029)	0.140(0.022)	0.203(0.019)
환경기준	0.05					

<부표8> 이산화질소의 최고치가 호흡기질환에 미치는 효과

변수	INTERCEPT	DNO2	ANO2	LIKELIHOOD RATIO
추정치	-6.9097 (0.0001)	9.0164 (0.0001)	95.6730 (0.0001)	460450156.07 (0.0001)

$$3) URTRC_i = \delta_0 + \delta_1 URNO2QN_i + \delta_2 URGRP_i + \delta_3 URPOP_i + \delta_4 RH_i + \delta_5 CLD_i + \delta_6 ATMP_i + v_i$$

<부표9> URPOP의 추정결과

변수	INTERCEPT	URGRP	URDN	D
추정치	-0.0086 (-3.680)*	1.3401 (2.917)*	0.0063 (3.101)*	0.0040 (3.353)*
R ²	0.5805			
F값	32.748			

<부표10> 회귀분석결과

구분	변수	절편	URNO2QN	URGRP	URDN	R ²	F값
총질환	URTRC	0.033444 (0.668)	321.767 (8.154)*	7.942602 (3.713)*	-0.832484 (-0.135)	0.6732	23.342
남자	URMRC	0.015276 (0.674)	145.789 (8.163)*	3.578630 (3.697)*	-0.412990 (-0.148)	0.6729	23.319
여자	URWRC	0.018168 (0.663)	175.978 (8.146)*	4.363972 (3.727)*	-0.419493 (-0.124)	0.6733	23.361
0-9세	URAGE0	0.004174 (0.289)	94.250 (8.283)	2.530589 (4.103)*	0.188921 (0.106)	0.6826	24.375
10-19세	URAGE10	0.004740 (0.428)	22.970 (2.629)*	1.888180 (3.987)*	0.797556 (0.585)	0.3897	7.238
20-29세	URAGE20	0.005076 (0.803)	42.056 (8.435)*	0.895375 (3.313)*	-0.383228 (-0.493)	0.6703	23.041
30-39세	URAGE30	0.005409 (0.685)	50.200 (8.066)*	1.220850 (3.619)*	-0.176899 (-0.182)	0.6674	22.744
40-49세	URAGE40	0.003644 (0.676)	34.856 (8.197)*	0.848651 (3.682)*	-0.114950 (-0.173)	0.6737	23.395
50-59세	URAGE50	0.002933 (0.529)	34.185 (7.817)*	0.954011 (4.025)*	0.120330 (0.176)	0.6716	23.142
60-69세	URAGE60	0.001534 (0.448)	20.656 (7.643)*	0.614220 (4.193)*	0.140951 (0.334)	0.6708	23.095
70세 이상	URAGE70	0.000531 (0.306)	10.017 (7.310)	0.328771 (4.426)*	0.127710 (0.597)	0.6662	22.619

3. 유승훈, 박승준, 김태유. "서울시 대기질 속성의 가치측정 : 다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법." 『환경경제연구』. 제7권 제2호. 1999.

다속성 효용이론에 근거한 조건부 가치측정법을 활용하여 대기질 오염이 먼지, 시정거리, 농업생산, 사망위험, 질병위험, 지구온난화 등에 미치는 영향을 측정하였다. 대상 지역은 대기오염물질이 누적되어 오존이나 미세먼지와 같은 오염물질의 농도가 규제허용치를 종종 초과하는 서울지역에 한정하였다. 연구절차는 우선 가장 선호하는 수준과 가장 싫어하는 수준을 판단하고 중요성에 따라 속성의 순위를 결정한다. 이어서 속성의 중요도를 평가한 후 속성의 화폐가치 평가하고, 개인정보를 기록한다.

<추정식 및 결과 요약>

$$U = k_1u_1(x_1) + k_2u_2(x_2) + \cdot \cdot \cdot + k_nu_n(x_n)$$

<부표11> WTP방정식 추정결과

변수	OLS	tobit	LAD
상수항	4.0274[1.334]	3.9880[1.284]	3.9925[1.615]
EXP	2.9385[2.204]*	2.8949[2.117]*	2.7942[3.037]**
SEX	3.8270[3.907]**	3.8540[3.045]*	3.0385[3.272]**
MAR	6.5394[3.615]**	6.7641[3.646]**	5.5539[5.538]**
AGE	-0.2000[-2.340]*	-0.0213[-2.422]*	-0.0177[-3.671]**
YRS	0.0079[1.491]	0.0080[1.482]	0.0105[2.883]**
HINC	0.1776[2.607]**	0.1816[2.585]**	0.1248[2.364]*
σ		7.7736[17.163]**	

주 : ()안은 t-통계량이며, *, **은 각각 유의수준 5%, 1%에서 유의함을 의미함

<부표12> 변수정의 및 표본통계량

변수	정 의	표본평균	표준편차
WTP	6개 속성 전부가 가장 싫어하는 수준에서 가장 선호하는 수준으로 변하는 것에 대한 WTP(단위 : 1,000원)	11.289	8.564
WXP	본인 및 주위사람이 대기오염과 관련된 호흡기 질환을 앓은 경험이 있는지에 대한 더미변수(1:예, 0:아니오)	0.352	0.479
SEX	성에 대한 더미변수(1:남성, 0:여성)	0.497	0.502
MAR	결혼 여부에 대한 더미변수(1:기혼, 0:미혼)	0.811	0.392
AGE	연령	36.566	9.182
YRS	서울 거주 개월 수	254.031	136.004
HINC	세금을 제외한 월평균 가구소득(단위 : 10,000원)	255.698	94.244

주 : 모든 통계량은 한 명의 과대응답자를 제외한 159명에 대한 것임

<부표13> 대기오염 피해의 구분과 화폐가치

(단위 :원/톤)

구분	이산화황	이산화질소	미세먼지	일산화탄소	이산화탄소
먼지피해			1,462,941		
시정거리피해	11,924	10,682	146,203		
농업생산피해	61,181				
사망위험	171,285	83,897	685,196	366,023	
질병위험	17,550	646,034	629,402		
지구온난화					2,548
계	261,940	742,176	2,923,742		2,548

4. 신영철. “대기오염으로 인한 건강효과의 경제적 비용 : 급성 호흡기 질환 외래환자를 중심으로.” 『자원·환경경제연구』. 제11권 제4호. 2002.

의료비용법에 기초하여 대기오염이 급성 호흡기 질환 발생에 어떠한 영향을 미치고, 그로 인한 의료비용 및 기타 비용을 포함해 총비용은 어느 정도인지를 추정하였다. 본 연구에서 대기오염 비용은 의료비용과 기회비용, 임금 상실분, 질환 방지를 위한 방어 혹은 회피비용, 증상으로 인한 불쾌감 등의 비효용(disutility), 기

대수명 혹은 조기 사망 위험의 변화 등을 포함한다.

조사 대상은 1998년 보건복지부의 국민영양조사에 한국보건사회연구원의 국민건강 및 보건의식행태조사를 통합하고 건강검진조사를 추가한 「1998년 국민건강·영양조사」 자료를 참고하였다. 연구 결과 이산화질소 농도가 10% 변화하면 전국적으로 급성 호흡기 질환 발생건수가 2주간 15,770건 변화하고 그로 인해 환자가 직접적으로 지불하는 의료비용은 8,800만 원이다. 그리고 환자가 치료를 받기 위해 소요한 시간의 기회비용을 고려할 경우 유직자만을 대상으로 할 때 2억 4천만 원, 무직자까지 포함할 경우에는 5억 3천만 원에 이르렀다.

<추정식 및 결과 요약>

$$S = x_i\beta + \epsilon_i, \epsilon_i \sim \text{i.i.d.N}(\mu, \sigma^2)$$

x_i : 설명변수의 벡터, β : 미지의 모수벡터, ϵ_i : 오차항, μ : 이환 정도

로그우도함수(Log-likelihood)

$$\begin{aligned} \log L &= \sum_{i=1}^N \{I_i \log[1-\Phi(z_i)] + (1-I_i) \log[\Phi(z_i)]\} \\ &= \sum_{N_1} \log[1-\Phi(z_i)] + \sum_{N_0} \log[\Phi(z_i)] \end{aligned}$$

<부표14> 분석에 이용된 변수의 정의와 기초 통계량

변수	변수설명	평균	표준편차
DRESP	급성 호흡기 질환 발생=1, 급성 호흡기 질환 미발생=0	0.16	0.40
NO ₂	이산화질소 농도(ppm)	0.027	0.007
TSP	총부유먼지(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0.682	0.002
SEX	남성 = 1, 여성 = 0	0.49	0.50
AGE	나이	33.64	20.73
CHILD	나이 ≤ 14	0.22	0.41
MAR	기혼 = 1, 미혼 = 0	0.58	0.49
EDU	교육기간(년)	8.85	5.19
FSIZE	가족 수(명)	3.82	1.36
PINC	1인당 소득(100만원)	0.38	0.003

○ 급성 호흡기 이환 함수 추정

$$DRESP = f(NO_2, TSP, SEX, AGE, CHILD, MAR, EDU, FSIZE, PINC)$$

<부표15> 급성 호흡기 질환 함수의 추정 결과

	모형 1		모형 2		모형 3		
	계수값	t-값 ¹⁾	계수값	t-값 ¹⁾	계수값	t-값 ¹⁾	한계효과
CONST	-0.413	-6.84***	-0.388	-6.56***	-0.412	-7.10***	-0.097
NO ₂	3.000	2.09**			3.035	2.66***	0.716
TSP	0.002	0.04	0.077	1.65*			
SEX	-0.053	-3.36***	-0.054	-3.39***	-0.053	-3.36***	-0.013
AGE	-0.012	-14.41***	-0.012	-14.42***	-0.012	-14.42***	-0.003
CHILD	0.187	5.18***	0.187	5.19***	0.190	5.18***	0.044
MAR	0.190	6.76***	0.189	6.73***	0.190	6.77***	0.045
EDU	-0.035	-15.93***	-0.035	-15.87***	-0.035	-15.94***	-0.008
FSIZE	-0.043	-6.82***	-0.043	-6.76***	-0.043	-6.82***	-0.010
PINC	0.127	3.52***	0.130	3.61***	0.127	3.52***	0.030
PINC ²	-0.013	-1.28***	-0.013	-1.32	-0.013	-1.29	-0.003
로그우도	-16486.00		-16488.19		-16486.00		
LR값 ²⁾			4.38		0		

주 : 1)*, **, ***SMS 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함을 나타냄

2) LR값 =2(제약이 없는 모형의 로그우도-제약을 준 모형의 로그우도)로 계산 됨. 여기서 제약이 없는 모형은<모형1>이고, <모형2>는 이산화질소의 계수가 0, <모형 3>은 총부유물질(TSP)의 계수가 0이라는 제약을 준 모형임

<부표16> 임금함수의 설명변수 기초통계 및 추정결과

변수명	구분			시간당 임금함수		
	변수설명	평균	표준편차	계수값	t값	한계효과
CONST	상수항			5.746	98.8***	194619
SEX	성별(여=0, 남=1)	0.73	0.44	0.240	23.1***	8135
MAR	미혼=0, 기혼=1	0.69	0.46	0.102	8.3***	3440
AGE	나이	35.6	10.1	0.136	44.5***	4605
AGES	(나이) ²	1370	794	-0.001	-40.4***	-50
MID	중졸=1, 그 외=0	0.11	0.31	0.096	4.4***	3252
HIGH	고졸=1, 그 외=0	0.43	0.50	0.440	20.7***	14899
COLL	전문대졸=1, 그 외=0	0.11	0.32	0.482	19.1***	16324
UNIV	대학졸 이상=1, 그 외=0	0.30	0.46	0.712	28.7***	24125
OC1	직종 1 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.03	0.16	1.154	37.8***	39075
OC2	직종 2 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.16	0.36	1.089	47.4***	36892
OC3	직종 3 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.12	0.33	0.970	44.0***	32863
OC4	직종 4 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.21	0.41	0.944	46.4***	31983
OC5	직종 5 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.05	0.22	0.692	28.2***	23434
OC6	직종 6 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.002	0.04	1.147	12.6***	38868
OC7	직종 7 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.15	0.35	0.759	38.6***	25725
OC8	직종 8 ¹⁾ =1, 그 외= 0	0.22	0.41	0.656	34.8***	22222
Adj R-square				0.3459		

주 : 1) 직종1: 입법공무원, 고위임직원 및 관리자, 직종2: 전문가, 직종3: 기술공 및 준전문가, 직종4: 사무직원, 직종5: 서비스근로자 및 판매근로자, 직종6: 농업 및 어업숙련근로자, 직종7: 기능원 및 관련기능 근로자, 직종8: 장치, 기계조작원 및 조립원, 직종9: 단순노무직

2) *, **, ***는 각각 유의수준 10%, 5%, 1%에서 통계적으로 유의함

3) 한계효과는 $\beta * (\text{HOURWAGE의 평균})$ 에 의해 계산됨

시간당 임금함수

$$\text{Log(HOURWAGE)} = W(\text{SEX, MAR, AGE, AGES, MID, HIGH, COLL, UNIV, OC1, OC2, OC3, OC4, OC5, OC6, OC7, OC8})$$

$$\text{총의료비용} = \text{직접지불의료비} + \{2 * \text{방문회수} * \text{편도소요시간} + \text{대기시간}\} * \text{시간당 임금}$$

<부표17> 급성 호흡기 질환 건당 의료비용 분석

분석 방법	분석방법 설명	평균비용 (원)	표준편차 (원)
분석1	직접지출 의료비만 고려함	5,600	7,800
분석2	직접지출 의료비 고려함(분석1) 유직자의 경우 방문을 위한 소요시간 및 대기시간의 시간당 임금 고려 무직자의 시간당 임금=0	15,390	28,370
분석3	직접지출 의료비 고려함(분석1) 유직자의 경우 방문을 위한 소요시간 및 대기시간의 시간당 임금 고려 무직자의 의료서비스를 받기 위해 소요한 시간의 기회비용 고려 15세 이상 남성환자 : 단순노무직 남성 평균임금(15,600원) 15세 이상 여성환자 및 14세 이하의 남녀 환자 : 단순노무직 여성 평균임금(10,659원)	33,440	43,230

5. 최종일, 심성훈. “서울시 아파트 가격에 대한 대기질의 영향 : 헤도닉 가격 기법을 이용하여.” 『자원·환경경제연구』. 제11권 제2호. 2002.

헤도닉 가격기법 중 Box-Cox 변환함수를 사용하여 서울시 아파트 가격에 내재한 대기질의 영향을 분석하였다. 아파트 가격 관련 정보는 부동산뱅크라는 부동산 중개업체에서 조사한 아파트 단지별 거래가격 데이터베이스 중 2000년 평균 평당 시세가격을 이용하였다. 그리고 대기질 자료는 환경부 환경정보 서비스 시스템에서 제공하는 대기측정망 자료를 사용하였다.

조사대상은 대기 관측망이 있는 동에 한정했고, 부동산뱅크 정보잡지에 수록된 동별 전체 아파트 단지의 25%를 비례적으로 비복원 무작위 추출하여 표본 아파트 들을 선택함으로써 최종 54개 의 표본 얻었다. 아파트 가격에 대한 대기질의 영향을 측정하는 과정에서 연 할인율은 10%로, 아파트 수명은 각각 25년과 30년으로 적용했다. 이 때, 연평균 평당 한계지불용의액은 아황산가스 농도 10% 개선 시 약 14,400원~15,500원, 오존농도 10% 개선 시에는 약 13,800원, 14,900원 이었다.

<추정식 및 결과 요약>

$$y_i^{(\lambda)} = \alpha + \sum_i \beta_i z_{ci}^{(\lambda)} + \sum_i \gamma_i z_{di} + u_i$$

y : 평당가격, z_c : 연속변수들(SUBWAY, SHOPPING, SO₂, O₃), z_D : 가변수 또는 이산변수들(SQD, YEARS, HEAT, SIZE, PARK, STREET, SCHOOL, KS DUMMY, KN DUMMY)

<부표18> 함수형태 특정화 검정

	SO ₂ 방정식	O ₃ 방정식
ln L(λ =MLE)	-308.68	-308.39
ln L(λ =1)	-313.82	-312.53
ln L(λ =0)	-309.32	-308.59
-2[lnL(MLE)-lnL(λ =1)]	10.27	8.27
-2[lnL(MLE)-lnL(λ =0)]	1.29	0.40

주 : 자유도 1의 χ^2 분포의 1% 유의수준 임계치는 6.63, 5% 유의수준 임계치는 3.84, 10% 유의수준 임계치는 2.71임

헤도닉 가격함수

$$\ln y_i = \alpha + \beta_i \ln z_{ci} + \gamma_i z_{di} + \mu_i$$

<부표19> 헤도닉 함수 추정결과

	SO ₂ 방정식		O ₃ 방정식	
	(a)	(b)	(c)	(d)
CONSTANT	4.728*** (5.799)	4.802*** (6.913)	5.117*** (9.945)	5.117*** (9.945)
SQD	0.035 (1.138)	----	0.031 (1.025)	----
YEARS	0.061* (1.926)	0.067** (2.582)	0.064** (2.084)	0.069*** (2.712)
HEAT	0.061 (1.668)	0.062* (1.746)	0.079** (2.289)	0.080** (2.394)
SIZE	0.085** (0.069)	0.086** (2.572)	0.092** (2.261)	0.095*** (2.826)
Log(SUBWAY)	-0.080* (-1.780)	-0.077* (-1.929)	-0.111** (-2.543)	-0.102*** (-2.697)
Log(SHOPPING)	-0.001 (-0.016)	----	-0.002 (-0.043)	----
PARK	0.052 (1.625) ¹⁾	0.056* (1.868)	0.049 (1.569) ¹⁾	0.053* (1.786)
STREET	-0.010 (-0.163)	----	-0.026 (-0.435)	----
PSCHOOL	0.007 (0.118)	----	0.033 (0.532)	----
KS DUMMY	0.306*** (3.809)	0.311*** (3.487)	0.307*** (3.139)	0.297*** (3.360)
KN DYMMY	-0.190*** (-3.633)	-0.194*** (-3.830)	-0.198*** (-3.843)	-0.199*** (-4.009)
Log(SO ₂)	-0.260** (-2.132)	-0.252** (-2.224)	----	----
Log(O ₃)	----	----	-0.288** (-2.410)	-0.268** (-2.418)
Adjusted R ²	0.602	0.625	0.612	0.634
B-P TEST	14.91	10.30	16.49	11.96
RESET TEST	1.773	1.896	3.026	2.226
Nobs.	54	54	54	54

주 : 1) 종속변수는 log(APTP)임
 2) 괄호 안은 t-value
 3) ***, **, *, ¹⁾의 유의수준은 1%, 5%, 10%, 15%

<부표20> 추정된 한계지불 용의액

	10% 개선 시 평당 MWPT	대기질 10% 개선 시 연평균 평당 MWTP	
		아파트 수명 =25년	아파트 수명=30명
SO ₂	130,000	14,400	13,800
O ₃	141,000	15,500	14,900

6. 김종원. “주택가격에 내재된 대기질의 가격측정 : 공간계량경제모형을 이용한 접근.” 『자원경제학회지』. 제7권 제1호. 1997.

기존의 특성가격기법(hedonic price technique)에 공간개념을 도입한 계량경제모형을 이용하여 주택가격에 내재된 대기질의 가격을 측정하였다. 샘플 선정은 국토개발연구원의 국민주거상태 및 주거의식조사(1993) 중에서 서울의 자가소유가구자료와 서울시정개발연구원(1994)에서 분석한 20개 조사지점에 대한 연 평균 이산화황 및 이산화질소에 대한 대기오염자료를 주로 활용하였다. 추정결과 주택가격에 내재된 대기질 가격은 295만원이고, 이는 표본들의 주택가격이 평균 1억 9,450만 원을 감안할 때 주택가격의 약 1.5%에 해당한다.

<추정식 및 결과 요약>

$$P = \rho WP + x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + x_3\beta_3 + \epsilon$$

$$\epsilon \sim N(0, \Omega)$$

P : (n*1) 주택가격벡터, W : (n*n) 공간가중치행렬, x_1 : 주택특성가격변수의 벡터
 x_2 : 이웃특성가격변수의 벡터, x_3 : 환경변수의 벡터, ϵ : 오차항

<부표21> 변수 종류 및 정의

변수	변수의 정의
PRVAL	주택가격
TFLSP	주택 연면적
NMRMS	방의 수
NMBATH	목욕탕 수
HSAGE	건축 년수
DKIT	부엌형태에 따른 더미변수(현대식:1, 재래식:0)
DTOILT	화장실형태에 따른 더미변수(현대식:1, 재래식:0)
DFUEL	사용연료형태에 따른 더미변수(석유, 가스:1, 연탄:0)
DHOUS	주택형태에 따른 더미변수(단독주택:1, 아파트:0)
DINCOM	이웃의 소득수준에 따른 더미변수(고소득층, 고·중소득층:1, 중간이하:0)
DISTCBD	도심까지의 거리(시간)
ACSMRK	시장까지의 거리(시간)
ACSHPT	종합병원까지의 거리(시간)
ACSBUS	버스정류장까지의 거리(시간)
ACSSUB	지하철역까지의 거리(시간)
ACSPRK	근리공원 및 체육시설까지의 거리(시간)
MSO2T	SO ₂ 수준(unit : ppb)
MNO2T	NO ₂ 수준(unit : ppb)

<부표22> 로그-선형모형의 최우측정량

변수	2KM		3KM		4KM	
W-PRVAL	0.292(0.049)***		0.346(0.063)***		0.470(0.068)***	
CONSTANT	12.63(0.96)***		11.62(1.228)***		9.28(1.316)***	
DHOUS	0.112(0.040)***		0.1245(0.040)***		0.1300(0.040)***	
DINCOM	0.159(0.040)***		0.163(0.040)***		0.154(0.040)***	
DKIT	0.0183(0.079)		-0.0139(0.080)		-0.0106(0.079)	
DTOILT	0.0506(0.098)		0.0599(0.098)		0.075(0.098)	
DFUET	0.181(0.057)***		0.187(0.057)***		0.170(0.056)***	
TFLSP	0.0112(0.0008)***		0.0111(0.0008)***		0.0112(0.013)***	
NMRMS	0.0785(0.013)***		0.0782(0.013)***		0.078(0.013)***	
NMBATH	0.0837(0.03)***		0.08.8(0.03)***		0.083(0.03)***	
HSAGE	-0.005(0.0022)**		-0.005(0.0022)		-0.005(0.0022)**	
DSTCBD	-0.0003(0.001)		-0.00026(0.001)		-0.5444E-06(0.001)	
ACSMRK	-0.0017(0.003)		-0.00037(0.0033)		-0.00054(0.0033)	
ACSHPT	-0.0034(0.0023)		-0.00349(0.0023)		-0.00374(0.0023)	
ACSSCH	-0.006(0.002)***		-0.0058(0.002)***		-0.0057(0.002)***	
ACSBUS	-0.0015(0.0033)		-0.0017(0.0034)		-0.0016(0.0033)	
ACSSUB	-0.0022(0.0017)		-0.0024(0.0018)		-0.0024(0.0017)	
ACSPRK	-0.0025(0.0015)*		-0.0026(0.0015)*		-0.0029(0.0015)*	
MSO2T	-0.0097(0.003)***		-0.0100(0.003)***		-0.0077(0.003)**	
MNO2T	0.0321(0.055)		0.0375(0.056)		0.0218(0.559)	
sq. Corr.	0.6263		0.6238		0.6278	
LIK	-268.449		-271.721		-267.062	
AIC	576.899		583.442		574.123	

주 : 1) ***, **, *DNS 1%, 5%, 10%에서 유의함

2) ()안은 Z-값

<부표23> 로그-선형추정량에 대한 회귀진단 통계량

거리 통계량	2KM		3KM		4KM	
	VALUE	PROB	VALUE	PROB	VALUE	PROB
B-P test for heteroskedasticity	0.9989	0.3175	0.7436	0.3884	0.6615	0.4160
LM test on spatial error dependence	2.1720	0.1405	1.2369	0.2660	0.1434	0.7048

<부표24> MLE와 IV 추정량의 비교

변수	MLE(4km)	IV
W-PRVAL	0.474(6.908)***	0.585(5.78)***
CONSTANT	9.321(7.085)***	7.184(3.69)***
DHOUS	0.129(3.264)***	0.132(3.28)***
DINCOM	0.157(3.877)***	0.142(3.34)***
DFUET	0.186(3.672)***	0.186(3.65)***
TFLSP	0.011(13.99)***	0.011(13.77)***
NMRMS	0.078(5.75)***	0.078(5.65)***
NMBATH	0.083(2.724)***	0.084(2.73)***
HSAGE	-0.005(-2.523)**	-0.005(-2.62)**
ACSHPT	-0.004(-1.933)*	-0.004(1.98)**
ACSSCH	-0.005(-2.873)***	-0.005(-2.67)***
ACSSUB	-0.0026(-1.626)	-0.0026(-1.62)
ACSPRK	-0.003(-2.076)**	-0.003(-2.03)**
MSO2T	-0.007(-2.646)***	-0.006(-1.92)***

주 : ***, **, * 는 1%, 5%, 10%에서 유의함, ()안은 Z-값

<부표25> MLE에 대한 회귀진단 통계량

거리 통계량	4KM cut-off weight matrix	
	VALUE	PROB
B-P test for heteroskedasticity	0.4797	0.4885
LM test on spatial error dependence	0.0556	0.8135

<부표26> 대기오염 수준의 감소에 따른 잠재가격의 비교

(단위 : 백만원)

공간시차모형(MLE)	OLS Robust
2.95	2.52

7. 조준모, 유완식. “이산화질소 배출에 의한 대기오염의 사회적 비용.” 『자원경제학회지』. 제6권 제1호. 1996.

인체 호흡기질환에 미치는 이산화질소의 반응도를 실증분석하고, 이 반응도를 이용해 이산화질소가 대기오염에 미치는 영향을 분석함으로써 총 사회적 비용을 계산하였다. 변수구성을 위한 데이터는, 호흡기질환 건수의 경우 『의료보험통계연보』의 의료기관을 대상으로 한 17대 분류별 진료실적을 이용했고, 이산화질소 배출량은 『한국환경연감』 자료를 이용하였다. 이 외에 지역국민소득, 인구, 의료인수, 상대습도, 연평균 기온 등은 『한국도시연감』 및 기상청자료 등을 참고하였다. 자료는 15개 광역시의 횡단면자료와 1990년부터 1994년까지의 5개년 치 시계열자료를 결합하여 변수 당 총 75개의 관찰치를 구성하여 활용하였다. 연구 결과 하루 평균 노동손실비용은 입원환자의 경우 69,978원, 외래환자의 경우는 42,591원. 전체 노동손실비용은 입원환자가 9,260,304천원, 외래환자가 367,088,259천원으로서 총 노동손실비용은 약 376,348,563천원으로 나타났다.

<추정식 및 결과 요약>

<부표27> 변수 및 설명

변수	변수설명
TRC	1인당 호흡기 질환 건수
NO2	km ² 당 이산화질소 배출량(톤)
GRP	1인당 지역국민소득
POP	총인구
RH	상대습도(%)
CLD	윤량(10분비)
TMP	평균온도
D1	1991년도가 1이고 나머지 연도가 0인 더미변수
D2	1992년도가 1이고 나머지 연도가 0인 더미변수
D3	1993년도가 1이고 나머지 연도가 0인 더미변수
D4	1994년도가 1이고 나머지 연도가 0인 더미변수

회귀방정식

$$R = \alpha + \beta Q + \gamma S + \delta N + \mu$$

(단 μ 는 오차항)

<부표28> 회귀방정식의 추정결과

변수명		추정값	T값
절편	-	0.975	1.619(0.110)
이산화질소	SQRT(NO2)	0.014	3.824(0.001)
지역국민소득	SQRT(GRP)	-4.619	-1.563(0.123)
상대습도	RH	-0.011	-1.636(0.107)
운량	CLD	0.064	1.236(0.221)
기온	TMP	0.005	0.360(0.720)
시간더미(1991)	D1	0.623	11.543(0.001)
시간더미(1992)	D2	0.660	12.881(0.001)
시간더미(1993)	D3	0.819	15.624(0.001)
시간더미(1994)	D4	0.816	14.697(0.001)

주 : 1) SQRT는 평방근을 나타내고, T-값의 ()는 유의수준

2) R²는 0.87이고, F값은 47.329로 1% 내에서 유의

의료비용의 계산식 $\Delta R = \beta * \overline{v\Delta Q}$

시간선호를 고려한 현재가치 $PV(EDC_t) = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{EDC_t}{(1+i)^t}$

8. 이해춘, 정현식, 김태영(2001) 3중 양분선택형 CVM에 의한 수도권 대기질의 편익가치

3중 양분선택형 CVM을 활용하여 수도권 대기질의 편익가치를 추정하였다. 초기 제시액은 2,000원부터 50,000까지 15등급으로 설정하였다. 조사 대상으로는 서울, 인천, 부산, 안산, 성남 등 수도권을 대상으로 했고, 서울지역에서는 강동, 강서, 강남, 강북 4개 지역에 한정하였다. 2001년 8~9월 동안 조사원을 활용해 각 등급에 26명씩 선정하여 총 390명을 대상으로 면담 조사하였고, 최종적으로 350개 설문을 회수하였다. 그 결과 로그로지스틱 함수로 가정하면 중앙값이 가구당 월 16,667원이며 로그 노말함수로 가정하면 16,153원이었다.

<추정식 및 결과 요약>

WIPE = PMOTAL + PSICK + PMAT + PVISIBLE + PAGRI + PWOOD +

PWATER + PWARM

<부표29> 추정변수의 설명

변수	추정변수	평균	표준편차
SEX	응답자 성별 0. 여성, 1. 남성	0.53529	0.49949
MAR	결혼유무 0. 미혼, 1. 기혼	0.59118	0.49234
AGE	나이 실제나이	35.52059	9.14112
HOME	가구주 유무 1. 그렇다, 0. 아니다	0.54706	0.49851
EDU	교육정도 1. 무학, 2. 국졸, 3. 중졸, 4. 고졸, 5. 전문대졸, 6. 대졸, 7. 대학원졸	15.00588	2.71671
FAM	가족 수	3.84412	1.22503
FAM18	18세 미만 자녀 수	0.75000	0.95589
FAM60	60세 이상 고령자 수	0.23235	0.53393
RESEOUL	서울 거주 여부 0. 아니다, 1. 그렇다	0.61176	0.48807
RESIDY	거주지 거주기간	9.01544	8.76655
PMOTAL	사망 간접경험	0.09412	0.29242
PSICK	질병 직간접 경험	0.49706	0.50073
PMAT	물질피해 직간접 경험	0.73235	0.44999
PVISIBLE	가시거리 직간접 경험	0.79706	0.40278
PAGRI	농업피해 직간접 경험	0.69118	0.46269
PWOOD	임업피해 직간접 경험	0.65294	0.47674
PWATER	어업피해 직간접 경험	0.64412	0.49949
PWARM	지구온난화 직간접 경험	0.7476	0.43534
INCOMF	응답자 가구 당 월평균 소득 1:120만원 이하, 2:120-179, 3:180-239, 4:240-299, 5:300-359, 6:360-419, 7:420-479, 8:480-539, 9:540만원 이상	3183529	1439465
FIRMOTA	가장 중요한 속성이 사망위험	0.56765	0.49613
FIRSICK	가장 중요한 속성이 질병위험	0.18235	0.38670
FIRMATE	가장 중요한 속성이 물질피해	0.00294	0.05423
FIRVISI	가장 중요한 속성이 가시거리 피해	0.00588	0.07658
FIRAGRI	가장 중요한 속성이 농업피해	0.02353	0.15180
FIRFORE	가장 중요한 속성이 임업피해	0.00294	0.05423
FIRFISH	가장 중요한 속성이 어업피해	0.00294	0.05423
FIRWARM	가장 중요한 속성이 지구온난화	0.21176	0.40916

<부표30> 대기질 WTP 방정식의 추정결과

	양분선택형		이중양분선택형		삼중양분선택형	
	log-logistic	log-normal	log-logistic	log-normal	log-logistic	log-normal
CONSTANT	-1.6848 (-0.3571)	-0.7845 (-0.2748)	-0.8002 (-0.2061)	-0.0717 (-0.0309)	0.7988 (0.2215)	0.7408 (0.3559)
C_SEX	0.5627 (2.2064)**	0.3103 (2.0187)**	0.4934 (2.2024)**	0.2322 (1.7100)*	0.3547 (1.6851)*	0.1449 (1.1334)
C_MAR	0.2893 (0.7390)	0.1853 (0.7810)	0.4115 (1.3111)	0.2543 (1.3600)	0.3356 (1.1397)	0.1966 (1.1378)
C_AGE	-0.0307 (-0.0435)	-0.0172 (-0.0399)	-0.4513 (-0.7552)	-0.2464 (-0.6883)	-0.5769 (-1.0631)**	-0.3392 (-1.0490)**
C_EDUC	0.2844 (2.5342)**	0.1722 (2.5403)**	0.3174 (3.3717)**	0.1715 (3.1179)**	0.3126 (3.4647)**	0.1659 (3.2680)**
C_FRATIO	0.5043 (0.8030)	0.3121 (0.8200)	0.9469 (1.8440)*	0.5698 (1.8406)*	0.8653 (1.8503)	0.5160 (1.8151)*
C_PALL	0.2706 (1.9142)*	0.1511 (1.7778)*	0.1585 (1.3115)	0.0806 (1.1338)	0.0937 (0.8432)	0.0369 (0.5845)
C_EXPE	0.0517 (0.7004)	0.0320 (0.7145)	0.1458 (2.3303)**	0.0963 (2.6005)**	0.1617 (2.8560)**	0.1094 (3.3253)**
C_LINCF	0.2804 (1.0419)	0.1518 (0.9406)	0.6567 (2.8657)**	0.3576 (2.6615)	0.6181 (2.8772)**	0.3505 (2.8533)**
C_FIRMOT	2.0836 (1.8303)*	1.2575 (1.8313)*	3.2568 (3.4331)**	1.8785 (3.4130)	3.3405 (3.5075)**	1.8052 (3.2164)**
C_FIRSIC	1.4202 (1.2243)	0.8478 (1.2092)	2.8043 (2.9048)**	1.5768 (2.8022)**	3.0273 (3.1242)**	1.5612 (2.7228)**
C_FIRVIS	1.6935 (0.9241)	1.0168 (0.8974)	3.3007 (2.5258)**	1.8995 (2.4750)**	4.2031 (3.3257)**	2.3232 (3.1738)**
C_FIRAGR	2.7151 (1.9693)*	1.5115 (1.8797)*	3.6717 (3.1475)**	1.9530 (3.1006)**	3.6929 (3.1693)**	1.8453 (2.8536)**
C_FIRWAR	2.0524 (1.7667)	1.2449 (1.7763)*	3.1897 (3.2939)**	1.8450 (3.2693)**	3.2386 (3.3382)**	1.7698 (3.0834)**
C_BID	-0.7337 (-4.238)**	-0.4364 (-4.273)**	-1.4514 (-14.787)**	-0.8451 (-16.205)**	-1.5012 (-18.111)**	-0.8638 (-20.999)**
log-likelihood	-196.60	-196.89	-431.61	-432.92	-563.19	-564.56

주 : *, **는 각각 t값이 90%, 95% 이상 유의수준

<부표31> 응답자 가구당 월평균 지불의사액

		절단 평균값	수정된 절단 평균값	중앙값	중앙값의 범위	
					95% 신뢰구간	90% 신뢰구간
양분선택	log-logistic	72,240	91,394	32,750	20,240-52,994	21,868-49,048
	log-normal	73,104	93,110	32,746	20,026-53,544	21,674-49,474
2중 양분선택	log-logistic	33,543	34,555	17,927	15,492-20,745	15,860-20,264
	log-normal	32,527	33,185	17,533	15,084-20,379	15,454-19,892
3중 양분선택	log-logistic	30,725	31,462	16,667	14,603-19,023	14,917-18,623
	log-normal	29,656	30,104	16,153	14,103-18,502	14,414-18,100

9. 임영식, 전영섭(1993). "헤도닉 가격기법을 이용한 대기 질 개선 시의 편익 추정." 『자원경제학회지』 제3권 제1호. 한국자원경제학회.

헤도닉 가격기법을 이용하여 서울시 대기질이 개선될 때의 편익을 추정하였다. 주택시장으로 환경재시장을 대체함으로써 대기 질 개선이 주택가격에 미치는 영향을 추정하였다. 변수는 한국환경연가(1991), 서울교육통계연보(1990), 서울통계연보(1990), 각 구청통계연보(1990), 그리고 국토개발연구원 서베이자료(1991) 등을 참고해 구성하였고, $Y = a + B \cdot X + \epsilon$ 의 주택가격방정식의 기본형을 활용하였다. 서울 시내 자가주택 665가구를 대상으로 분석하였다. 그 결과 대기질 변수와 주택가격간에 부의 상관관계가 존재하며, 더 나아가 서울시 대기 중의 O_3 농도를 0.03ppm에서 0.02ppm으로 개선했을 때, 서울시민들이 지불하고자 하는 액수는 주택수명을 30년으로, 할인율을 8%로 가정했을 때 가구 당 월평균 17,170원 정도로 나타났다. 이를 연 단위로 환산하면 206,067원/가구/년이다.

<추정식 및 결과 요약>

1단계

1) $Ph = Ph(S, N, Q)$ (헤도닉가격방정식)

2) $Wh = \partial Ph / \partial Q_m$ (한계 지불 용의액)

2단계

1) $Wh = g(Hh, Qm)$ (지불용의액 함수, 역수요함수)

2) $B_{01} = \int_{Q_{m0}}^{Q_{m1}} g(Hh, Qm)dQm$ (대기질이 Q_{m0} 에서 Q_{m1} 로 개선되었을 때의 편익)

<부표32> 추정된 헤도닉가격 방정식

독립변수		SO ₂ 방정식	O ₃ 방정식
주택특성변수들	주택판매시기	0.109318(7.918)	0.089985(73963)
	주택규모	0.000019(2.776)	0.000023(3.193)
	화장실	0.365854(1.279)	0.575981(2.701)
근린특성변수들	지하철역까지 거리	-0.121719(-1.162)	-0.094157(-1.023)
	주거지 주민특성	-0.127950(-2.643)	-0.124791(-3.090)
	출퇴근 왕복시간	-0.002001(-1.792)	-0.002241(-2.463)
지역특성변수들	학교 질	0.041294(5.472)	0.043582(5.827)
	CBD까지의 거리	-0.100380(-3.850)	-0.108215(-3.917)
	SO ₂ 농도	-199.696387(-2.917)	
	O ₃ 농도		-143.277927(-3.904)
상수항		-5.354675(-4.314)	-4.314899(-4.068)
R ²		0.4809	0.4626
관측치(N)		665	665

주 : ()안은 t-값

<부표33> 추정된 지불용의액 함수

독립변수	O3방정식	SO2방정식
log(월평균소득)	0.656539(7.907)	0.650180(6.922)
log(O3농도)	0.696576(9.399)	
log(SO2농도)		0.293952(0.872)
상수항	5.335983(10.841)	4.842469(4.477)
결정계수	0.3615	0.3707

9-1. Brookshire et al.(1982)

LA 지역 619개 주택판매 자료를 기초로 헤도닉 기법을 활용하였다. 주택가격함수는 로그형태로 설정하였고 독립변수로는 주택구조변수, 근린변수, 접근도 변수, 대기오염변수 등을 선정하였다.

<부표34> 변수 및 결과치

독립변수		NO2 방정식	TSP방정식
주택구조변수들	판매일	0.18591(9.7577)	0.018654(9.7727)
	건축년수	-0.18171(-2.3385)	-0.0241411(-2.8147)
	거실면적	0.000176(12.126)	0.0001751(12.069)
	목욕탕	0.15602(9.609)	0.15703(9.6636)
	수영장	0.058063(4.6301)	0.058397(4.6518)
	벽난로	0.099577(7.1705)	0.099927(7.1866)
근린변수	범죄건수	-0.08381(-1.5766)	-0.10401(-1.9974)
	학교 질	0.0019826(3.9450)	0.001771(3.5769)
	인종 구성	0.027031(4.3915)	0.043472(6.2583)
	주택 밀도	-0.000067(-9.1277)	-0.000067(-9.2359)
	공공 보건지출	0.000262(4.7602)	0.000261(4.7418)
접근도 변수들	해변까지 거리	-0.011586(-7.8321)	-0.011612(-7.7822)
	직장R지 거리	-0.28514(-14.786)	-0.26232(-14.158)
대기오염변수들	log(TSP)		-0.22183(-3.8324)
	log(NO2)	-0.22407(-4.0324)	
상수항		2.2325(2.9296)	1.0527(1.4537)
R ²		0.89	0.89
잔차제곱합(SSR)		18.92	18.97
자유도(DF)		619	619

9-2. Brucato et al. (1990)

샌프란시스코만 지역 5대 도시를 대상으로 O³ 영향 분석

<부표35> 변수 및 결과치

독립변수		O3 방정식
주택구조변수들	판매일	0.015(14.58)
	건축년수	-0.0014(-3.05)
	거실면적	0.041(21.24)
	목욕탕	0.05(2.96)
	수영장	0.091(3.13)
	벽난로	0.094(6.79)
	경관	0.074(3.26)
근린변수들	해변까지 거리	-0.0017(-1.19)
	64세 이상 인구비율	0.006(4.33)
	백인비율	0.0058(14.60)
	Alameda까지 거리	-0.293(-5.25)
	Contra Costa	-0.341(-5.24)
	San Mateo	-0.189(-3.72)
	Santa Clara	-0.107(-2.07)
지역변수들	요소1	-0.69(-6.54)
	요소2	0.25(4.59)
	요소3	-0.0019(-0.26)
대기질 변수들	오존기준치 초과 일수	-0.0064(-3.94)
	가시영역	0.122(3.99)
	(가시영역) ²	-0.0065(-3.94)
상수항		4.48(16.23)
R ²		0.80
자유도(Df)		1.34

9.3 Harrison and Rubinfeld(1978)의 연구

보스톤의 통제지역을 대상으로 분석함

<부표36> 자동차 공해방출량 통제에 따른 NO2 개선시의 가구 당 연평균편익

주택가격방정식	지불용의함수	
	W = f(NOX, INC)	W = constant
선형	-	\$118.00
Semi log(P=1)	\$101.26	105.26
Semi log(P=2)	83.00	92.03
Semi log(P=3)	59.17	78.32

10. 이번송, 정의철, 김용현(2001). “아파트 단지 특성이 아파트 가격에 미치는 영향 분석.” 「BK21 지원 사업」.

헤도닉기법을 이용해 서울시 아파트가격에 영향을 미치는 변수들을 분석하였다. 서울을 대상으로 2001년 4월 4,698개의 표본을 활용해 추정한 결과, 규모가 클수록 증가하고 지하철역으로부터 멀어질수록 하락하며, 한강을 전망으로 하는 곳이 그렇지 않은 주택에 비해 가격이 더 높은 것으로 나타났다.

<추정식 및 결과 요약>

$$\ln HP_i = \alpha + X_{1i}\beta + X_{2i}\gamma + Y_i\delta + Z_i\theta + \epsilon_i$$

HP_i : I번째 아파트 가격, α,β,γ,δ,θ는 추정계수벡터, 그리고 ε_i는 오차항

주택 특성(X), 근린환경특성(Y), 지역특성(Z), 개별 아파트특성(X₁), 아파트 단지특성(X₂)

<부표37> 회귀분석결과 1 : 모형 I 및 모형 II(표본 수 :4,698)

변수	모형 I				모형 II			
	ln(가격)		ln(가격/규모)		ln(가격)		ln(가격/규모)	
	coeff.	t-치	coeff.	t-치	coeff.	t-치	coeff.	t-치
constant	9.94	420.28	6.47	309.08	9.48	222.05	6.05	172.42
small size	-0.43	-38.15	-0.07	-6.87	-0.40	-43.28	-0.04	-5.13
large size 1	0.42	32.59	0.14	11.81	0.38	36.31	0.10	11.16
large size 2	0.98	53.62	0.34	20.71	0.90	58.96	0.27	20.70
age	-0.04	-16.07	-0.03	-14.66	-0.04	-17.31	-0.03	-17.22
age squared	0.15	16.82	0.14	17.84	0.11	14.87	0.11	17.42
view	0.14	3.19	0.13	3.32	0.17	4.54	0.17	5.41
distance	-0.02	-9.81	-0.02	-10.86	-0.02	-7.73	-0.02	-9.11
distance squared	0.06	6.21	0.06	6.89	0.05	6.07	-0.05	7.29
community heating	0.27	15.99	0.24	16.17	0.20	14.51	0.17	15.03
central heating	0.10	7.64	0.08	6.87	0.10	10.27	0.09	10.06
LNG	0.04	2.49	0.02	1.68	0.04	3.38	0.03	2.59
hospital					0.52	2.30	0.81	4.26
park					0.09	2.26	0.04	1.15
road					0.45	19.20	0.38	19.81
air					-0.10	-7.01	-0.11	-9.35
northeast					-0.04	-1.27	-0.01	-0.30
northwest					-0.02	-0.50	-0.001	-0.05
southeast					0.43	15.23	0.44	18.66
southwest					0.07	2.31	0.09	3.42
adjusted R ²	0.67		0.32		0.78		0.60	

주 : 실제추정계수 * 100

<부표38> 회귀분석 결과 2

변수	ln(가격)		한계효과	ln(가격(규모))		한계효과
	coeff.	t-치	(%)	coeff.	t-치	(%)
constant	9.03	215.86		5.85	166.32	
small size	-0.34	-38.31	-28.95	-0.03	-4.44	-3.28
large size 1	0.34	34.37	40.04	0.08	10.03	8.62
large size 2	0.70	42.44	101.52	0.20	14.65	22.55
age	-0.03	-16.67		-0.03	-17.42	
age squared ¹⁾	0.10	14.17		0.01	16.44	
view	0.14	4.13	15.10	0.14	4.71	14.66
distance	-0.01	-7.86		-0.01	-8.46	
distance squared ²⁾	0.43	6.23		0.40	6.85	
community heating	0.13	10.31	14.31	0.04	11.67	13.57
central heating	0.05	4.88	4.81	0.02	5.50	4.59
LNG	0.03	2.53	2.79	0.03	2.73	2.53
hospital	0.44	2.10		0.63	3.59	
park	0.09	2.53		0.08	2.54	
road	0.42	19.55		0.41	22.71	
air	-0.80	-6.29		-0.90	-8.44	
northeast	-0.06	-2.05	-5.50	-0.04	-1.77	-4.03
northwest	-0.03	-1.20		-0.02	-0.96	
southeast	0.37	14.36	45.19	0.40	18.25	48.96
southwest	0.05	1.62		0.06	2.64	6.63
Total units	0.07	13.80		0.01	20.69	
Average Size	0.01	25.24		0.01	10.58	
Redevelop	0.23	12.46	25.49	0.26	16.89	29.53
Reputation	0.04	3.86	3.92	0.04	4.91	4.19
Combined Use	-0.25	-7.67	-21.75	-0.19	-6.95	-17.05
adjusted R ²		0.82			0.67	

주 : 1) 실제추정계수 * 100

2) 실제추정계수 * 1000

3) 한계효과는 추정계수의 실제값에 기초하여 계산되었으며 표에서는 소수점 둘째 자리까지 표시

<추가>

11. 김용건(1997) 대기오염물질 1Kg당 평균 사회적 비용

12. 나성린, 임영식, 전영섭(1992) 적정 대기환경기준 설정을 위한 환경개선의 편익 추정

13. 유승훈, 곽승준, 이주석(2003) 컨조인트 분석을 이용한 서울시 대기오염 영향의 환경비용 추정
14. 조승현 외(2002) 기후변화 분석모델(III): 환경편익을 고려한 온실가스 저감에 따른 경제성 분석
15. 김태유, 곽승준, 엄미정(1998) 대기오염으로 인한 건강영향의 가치 평가
16. 홍성표, 김정흠(1996) 조건부 가치측정법에 의한 대기환경의 경제적 가치 평가
17. 한화진 외(2001) 온실가스 저감조치의 환경적 편익사업: 부수적 환경편익
18. 전상일(1999) 서울시 대기오염이 건강에 미치는 영향과 질병비용에 관한 연구

◎ 수질

1. 이기호, 곽승준. "수질개선의 화폐적 가치 : CVM과 비구분 효과." 『자원경제학회지』. 제6권 제1호. 1996.

조건부가치측정법을 이용하여 한강을 포함한 4대강의 수질개선에 대한 편익을 추정하였다. 이 과정에서 비구분효과(같은 재화를 어떤 포괄 재화의 부분으로서 평가했을 때 독립적으로 평가했을 때 보다 가치가 적게 평가됨)가 발생하였는데, 그 원인을 분석하였다.

전화통화를 활용해 양자택일형 질문을 던짐으로써 지불의사액을 도출하였다. 그리고 수질개선 기준으로 현재 수영할 수 없는 강 수질을 수영할 수 있는 정도로 올리는 것을 제시했다. 총 380개 응답 중 약 10%를 배제하고 분석하였다. 고려 변수로는 수질의 중요성에 대한 인식, 가족 일인당 소득, 교육기간, 수영 가능 여부 등을 활용하였다.

분석 결과 일인당 소득이 만원 증가한다면 한강 수질 개선을 위해 매달 약 42원 정도를 조세나 상·하수도 요금으로 더 지불할 의사가 있음이 밝혀졌다. 그리고 교육기간이 1년 길어지면 한강 수질 개선을 위해 추가로 약 187원을 더 지불할 의사가 있음도 알 수 있었다. 이를 종합하면 4대강 수질 개선에 대한 지불의사액은 5,960원, 한강은 5,931원으로 추정된다.

한편 한강의 편익추정치가 4대강의 경우보다 0.5% 정도 적은 것으로 나타나 비

구분효과가 나타남을 확인하였다. 그리고 그 원인으로 대체효과가 작용했음을 알 수 있었고, 또한 순편익효과에 의한 영향도 크게 작용했음을 확인하였다.

<추정식 및 결과 요약>

지불의사액에 대한 회귀모형

$$y_i = C + \beta_1 \text{NOW}_i + \beta_2 \text{IMP}_i + \beta_3 \text{PCI}_i + \beta_4 \text{EDU}_i + \beta_5 \text{SWIM}_i + \mu_i$$

y_i : 지불의사액, C : 상수항, NOW : 현재수질에 대한 주관적 평가

IMP : 수질 중요성에 대한 인식, PCI : 가족 일인당 소득, EDU : 교육기간

SWIM : 더미변수로서 수영할 줄 알면 1, 아니면 0

지불의사액에 대한 추정식을 도출하기 위해 기준가치를 포함하는 PROBIT모형

$$y_i = \gamma_0 t_i + \alpha_0 + \alpha_1 \text{NOW}_i + \alpha_2 \text{IMP}_i + \alpha_3 \text{PCI}_i + \alpha_4 \text{EDU}_i + \alpha_5 \text{SWIM}_i + \mu_i$$

단, t_i 는 제시된 지불금액

<부표39> 4대강 수질 개선에 대한 지불의사액 추정 결과

변수	추정계수	t-값	변수 평균
constant	-1932.1	-0.99	
NOW	1288.51	3.33	3.9038
IMP	-1284.72	-2.03	1.1195
PCI	37.11	2.46	46.429
EDU	174.24	2.16	11.647
SWIM	1196.99	2.07	0.45773
지불의사액	WTP = 5,960.8원		

2. 엄영숙(2000). "실험시장 접근법을 이용한 먹는 물 수질 개선에 대한 지불의사 추정."

실험시장접근법을 활용하여 먹는 물 수질 개선에 대한 지불의사액을 추정하였다. 1993년 3월말에서 6월 초 전북대학교 세미나실에서 개설 가상 시장을 개설하였고, 실험대상은 비소, 납, 트리할로메탄 등이었다.

분석 결과, 0.5ℓ 일반 수돗물 한 병을 정밀검사한 물 한 병으로 교환하는데, 비소 실험 참가자는 1,887원, 납 실험 참가자는 1,523원, 트리할로메탄 실험 참가자는 465원의 지불의사액을 밝혔다.

<추정식 및 결과 요약>

<부표40> 잔류유해물질에 따른 건강위험감소에 대한 평균지불의사의 비교

	건강위험		평균 ¹⁾	H_0 $WTP_{17-20} = WTP_{7-10}$ H_1 $WTP_{17-20} \neq WTP_{7-10}$		
	객관적 확률	주관적 확률		평균차 ²⁾	t-test ³⁾	부호순위 검정 ⁴⁾
비소	3/1만	899/100만	$WTP_{17-20} = 1887(812)$ $WTP_{7-10} = 1506(552)$	WTP_{dif} $=381(98)$	3878*	31*
납	2/10만	218/100만	$WTP_{17-20} = 1523(471)$ $WTP_{7-10} = 948(364)$	WTP_{dif} $=575(104)$	5521*	60*
트리할로 메탄	4/100만	199/100만	$WTP_{17-20} = 465(141)$ $WTP_{7-10} = 548(150)$	WTP_{dif} $=-83(20)$	-4100*	-52*

주 : 표본 크기는 각각 모두 15명. 괄호 안 숫자는 표본 표준편차

1) WTP_{17-20} 은 경매실험 17회에서 20회 사이에 제출된 입찰가격의 평균을 나타내고, WTP_{7-10} 은 7회에서 10회 사이에 제출된 입찰가격의 평균.

2) WTP_{dif} 는 WTP_{17-20} 과 WTP_{7-10} 의 차이를 나타냄

3) t-test는 동일한 실험시장에서 정보를 받기 전과 받은 후 참가자들의 WTP 평균 차를 검증하는 대응 t-검정을 나타냄

4) Wilcoxon의 부호순위검정은 동일한 실험시장에서 정보효과에 의한 WTP 평균의 차를 검증하는 비모수 검정의 한 방법으로 평균 차이의 부호 뿐 아니라 상대적 크기도 고려

*는 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있음을 나타냄

<부표41> 잔류유해물질에 따른 건강위험감소에 대한 평균지불의사의 비교

	초기시도		정보제공 전(FIP ₇₋₁₀)	정보제공 후(WTP ₁₇₋₂₀)	
	모형 1	모형 2		모형 4	모형 5
intercept	-0.703 (-0.855)	-0.443 (-0.541)	0.770 (3.992)	1112 (7.300)	1063.9 (7.367)
Wqsp 수돗물 수질 나쁘다=1	0.604* (1.688)				
Srisk 주관적 위험인지 (x/10만)		0.0004 (0.273)	0.0003 (0.581)	-0.001 (1.652)	
Orisk 정보에 포함된 위험 감소 (x/10만)				0.034*** (4574)	0.0241** (2.980)
Drisk 비율로 나타낸 주·객관적 위험차이					-0.308* (2.091)
Sex 남자 =1	-0.555 (-1.161)	-0.486 (-1.001_	-0.124 (-0.694)	-0.349* (-1.797)	-0.308* (-1.720)
Grade 3-4학년=1			0.336* (1.895)		
Fsize 가족 수	0.304** (2.308)	0.317** (2.082)			
R ²	0.14	0.11	0.13	0.37	0.40
F-stastics	2248 (0.097)	1657 (0.191)	1993 (0.130)	8102 (0.0002)	9245 (0.0001)

주 : 1) 분석의 편의를 위해 종속변수인 입찰가격의 평균은 1,000원 단위로 환산하고, 주관적 위험인지와 객관적 위험정보 변수는 10만 명 중의 몇 명을 나타내는 수치로 환산함

2) 괄호 안 수치들은 각 변수들의 계수와 추정된 표준오차와의 비율을 나타냄. 표본의 수는 45명임. R²은 설정된 모형의 적합성을 나타내고, F-stastics는 상수항 이외에는 어떠한 설명변수도 종속변수에 영향을 미치지 않는 귀무가설에 대한 통계치 임

3) *, **, ***는 각각 10%, 5%, 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있음

<부표42> 비소 실험 내에서 건강위험에 대한 평균지불의사의 비교

	건강위험		평균 ¹⁾	H_0 $WTP_{17-20} = WTP_{7-10}$ H_1 $WTP_{17-20} \neq WTP_{7-10}$		
	객관적 확률	주관적 확률		평균차 ²⁾	t-test ³⁾	부호순위 검정 ⁴⁾
비소 1	3/1만	899/100만	$WTP_{17-20} = 1887(812)$ $WTP_{7-10} = 1506(552)$	WTP_{dif} $=381(98)$	3.878*	31*
비소 2	3/10만	78/100만	$WTP_{17-20} = 724(187)$ $WTP_{7-10} = 445(103)$	WTP_{dif} $=279(30)$	9.285*	60*
비소 3	3/100만	746/100만	$WTP_{17-20} = 1379(650)$ $WTP_{7-10} = 1292(550)$	WTP_{dif} $=87(94)$	0.928*	10*

주 : 표본 크기는 각각 모두 15명. 괄호 안 숫자는 표본 표준편차

1) WTP_{17-20} 은 경매실험 17회에서 20회 사이에 제출된 입찰가격의 평균을 나타내고, WTP_{7-10} 은 7회에서 10회 사이에 제출된 입찰가격의 평균.

2) WTP_{dif} 는 WTP_{17-20} 과 WTP_{7-10} 의 차이를 나타냄

3) t-test는 동일한 실험시장에서 정보를 받기 전과 받은 후 참가자들의 WTP 평균 차를 검증하는 대응 t-검정을 나타냄

4) Wilcoxon의 부호순위검정은 동일한 실험시장에서 정보효과에 의한 WTP 평균의 차를 검증하는 비모수 검정의 한 방법으로 평균 차이의 부호 뿐 아니라 상대적 크기 도 고려

*는 1% 유의수준에서 귀무가설을 기각할 수 있음을 나타냄

3. 장태구(1997). "CVM을 이용한 환경재의 가치평가 : 낙동강의 편익 산출을 중심으로." 『한국지역개발학회지』 제9권 제1호. pp. 55-69.

< 추정식 및 결과 요약 >

$$e(p, q, U) = Y$$

p : 가격, q : 고정된 공공재의 양을 표시하는 벡터, U : 효용수준, Y : 주어진 가격과 공공재 양의 벡터에서 효용수준 U 를 유지하기 위해 필요한 최소 소득 수준.

p_0, q_0, U_0, Y_0 를 각각 처음 수준의 양을 나타낸다고 하고 p_1, q_1, U_1, Y_1 을 그 이

후의 수준을 표시한다고 하면 보상잉여(CS)는 다음과 같이 표시 가능하다.

$$CS = [e(p_0, q_0, U_0)=Y_0] - [e(p_1, q_1, U_1)=Y_1] \dots\dots$$

$$CS = Y_0 - Y_1$$

이를 동등잉여(ES)로 나타내면

$$ES = [e(p_0, q_0, U_1)=Y'_0] - [e(p_1, q_1, U_1)=Y'_1] \dots\dots$$

$$ES = Y'_0 - Y'_1$$

<부표43> 지불의사금액 조사표

(단위 : 원)

판단수질등급	개선목표등급	응답자수	지불의사금액				
			평균	중위수	최대치	최소치	최대치/최소치
2급	1급	15	40,000	35,000	100,000	10,000	10
3급	1급	17	63,824	50,000	250,000	10,000	25
	2급	38	85,395	50,000	400,000	5,000	80
	계	55	78,727	50,000	400,000	5,000	80
4급	1급	6	107,333	100,000	200,000	50,000	4
	2급	21	84,524	30,000	300,000	10,000	30
	계	27	89,815	80,000	300,000	10,000	30
5급	1급	1	200,000	200,000	200,000	200,000	1
	2급	5	144,000	50,000	500,000	20,000	25
	4급	1	200,000	200,000	200,000	200,000	1
	계	7	160,000	100,000	500,000	20,000	25
계		104	81,490	50,000	500,000	5,000	100

<부표44> 수취의사금액 조사표

(단위 : 원)

판단수질등급	개선목표 등급	응답자 수	지불의사금액				
			평균	중위수	최대치	최소치	최대치 /최소치
2급	1급	15	587,667	120,000	5,000,000	10,000	500
3급	1급	17	1,817,059	500,000	10,000,000	10,000	1,000
	2급	38	1,868,553	300,000	16,000,000	10,000	1,600
	계	55	1,852,636	300,000	16,000,000	10,000	1,600
4급	1급	6	475,833	187,500	2,000,000	50,000	40
	2급	21	5,181,190	160,000	100,000,000	20,000	5,000
	계	27	4,135,556	175,000	100,000,000	20,000	5,000
5급	1급	1	500,000	500,000	500,000	500,000	1
	2급	5	1,250,000	100,000	5,000,000	50,000	100
	4급	1	400,000	400,000	400,000	400,000	1
	계	7	1,021,429	400,000	5,000,000	50,000	100
계		104	2,206,923	200,000	100,000,000	10,000	10,000

<부표45> 지불의사금액과 수취의사금액 간의 회귀분석 결과

a. 수질을 3급으로 판단하고 2급으로 개선되기를 원하는 경우						
no. of obs : 38						
dependent variable : WTA						
variable	DF	parameter estimate	standard error	Tfor HO:	Prob> : T :	parameter=0
intercept	1	205.815450	86.91233729	2.368	0.0234	
WTP	1	-2.220299	7.04906380	-0.315	0.7546	
b. 수질을 3급으로 판단하는 경우						
no. of obs : 55						
dependent variable : WTA						
variable	DF	parameter estimate	standard error	Tfor HO:	Prob> : T :	parameter=0
intercept	1	199.542476	66.58566423	2.997	0.0041	
WTP	1	-1.813709	5.89524443	-0.308	0.7595	
c. 전체응답자를 대상으로 한 경우						
no. of obs : 104						
dependent variable : WTA						
variable	DF	parameter estimate	standard error	Tfor HO:	Prob> : T :	parameter=0
intercept	1	166.658038	135.13188664	1.233	0.2203	
WTP	1	6.630754	11.29488610	0.587	0.5585	

4. 정기호, 김승우, 곽승준. “대구시 수돗물 수질개선의 편익분석 : 모수 및 준모수접근법 응용.” 『자원경제학회지』. 제6권 제2호. 1997.

○ CVM을 활용하여 대구시 수돗물 수질개선의 경제적 편익에 대한 결정요인을 분석하였다. 지불수단으로서 수도요금을 선택했고, 초기 제시금액은 250, 600, 1200, 3000, 7000, 17000, 35000, 60000원 중 무작위로 추출하여, 양분선택형질문법을 사용하였다. 설문을 효율적으로 하기 위해 중·고등학교 선생님들께 부탁하여 학생들에게 설문지를 과제물로 내주고 학부모가 응답하도록 하였다. 설문지 회수율은 80%에 가까웠으나 50%만이 적절한 것으로 나타났다.

표본추출을 위해 2,000세대의 목표 표본가구수를 각 구에서 인구수에 비례하여

92~382개씩을 각각 추출하였다. 그리고 각 학급 내 인원수를 50명으로 상정하여 구별 학급수를 2~8개씩 산정하였고, 각 구내에 있는 중·고등학교를 산정된 학급수만큼 임의로 선정하여 설문지를 과제로 내줄 것을 부탁하였다. 설문조사 기간은 1996년 6월 24일에서 7월 3일까지였고, 3개 유형으로 구분한 설문지는 1,547장이 회수되었다. 그리고 최종적으로 그 중 731개만 분석하였다.

분석 결과, 1991년 폐놀사태를 인지한 경우에 더 높은 지불의사액을 나타냈고, 학력과 소득수준이 높을수록 지불의사액이 높았다. 그리고 7세 이하 어린이가 있는 경우 지불의사액이 높은 반면 종교를 믿고, 연령이 높을수록, 그리고 대구에 오래 거주했을수록 지불의사액이 낮았다.

< 추정식 및 결과 요약 >

$$y^*_i = x_i' \beta + \epsilon_i$$

$$y_i = 1(y^*_i \geq T_i)$$

단, y^*_i : i번째 응답자의 WTP

x_i : 설명변수

y_i : i번째 응답자의 관측된 반응

T_i : I번째 응답자에게 제시된 금액

<부표46> 변수 및 설명

변수	변수설명
x_1	현재 수질에 대한 견해; 1= 매우 좋은 5= 아주 나쁨
x_2	1991년 발생했던 폐놀사태의 인지여부 1=예, 0=아니오
x_3	연령; 1=20대, 2=30대, 3=40대, 4=50대
x_4	학력; 1=무학, 2=국졸, 3=중졸, 4=고졸, 5=전문대졸, 6=대졸, 7=대학원졸
x_5	7세이하 어린이 존재 유무; 1=예, =아니오
x_6	대구거주기간
x_7	종교유무; 1=예, 0=아니오
x_8	가족일인당 소득(단위: 만원/명)

$$y^* = \beta_1 x_1 + \dots + \beta_8 x_8 + \epsilon$$

$$P(y=1 | x) = F\left(-\frac{T_i}{\sigma} + \frac{\beta_1}{\sigma} x_1 + \dots + \frac{\beta_8}{\sigma} x_8 \mid x\right)$$

$$= F(\theta_1(-T) + \theta_2 x_1 + \dots + \theta_9 x_8 \mid x)$$

$$E(y | x) = F(\theta_1(-T) + \theta_2 x_1 + \dots + \theta_9 x_8 \mid x)$$

단, $\theta_1=1/\sigma$, $\theta_i=\beta_{i-1}/\sigma$, $i=2, \dots, 9$

<부표47> 지불여부식 추정결과

	Probit 추정결과		Klein-Spady 추정결과		Ichimura 추정결과	
	$\hat{\theta}$	s.e.	$\hat{\theta}$	s.e.	$\hat{\theta}$	s.e.
T	6.606E-08	9.654E-10*	6.243E-08	5.490E-09*	73976E-08	1.844E-07
x ₁	-0.00635	0.00204*	0.08224	0.01188*	0.07295	0.33375
x ₂	0.49664	0.00838*	0.5102	0.03946*	0.56112	1.05343
x ₃	-0.01320	0.00258*	-0.11039	0.02177*	-0.11121	0.62133
x ₄	0.00626	0.00029*	0.02065	0.00293*	0.02215	0.06969
x ₅	0.455117	0.00975*	1.34368	0.09012*	1.67703	3.28013
x ₆	-0.00160	0.00016*	-0.00610	0.00082*	-0.00614	0.02477
x ₇	0.07604	0.00460*	0.17128	0.02322*	0.17735	0.67661
x ₈	0.00495	8.135E-05*	0.01381	0.00086*	0.01770	0.03271

주: *는 5% 유의수준 하에서 통계적으로 유의미, s.e.는 추정계수의 표준오차

$$\hat{\sigma} = 1 / \hat{\theta}_1 \equiv h_1(\hat{\theta})$$

$$\hat{\beta}_{i-1} = \hat{\theta} / \hat{\theta} \equiv h_i, i=2, \dots, 9$$

$$Var(\hat{\beta}) = \frac{1}{n} \frac{\partial h(\theta)}{\partial \theta'} Var(\hat{\theta}) \frac{\partial h(\theta)}{\partial \theta'}$$

단, $h(\hat{\theta}) = (h_1(\hat{\theta}), \dots, h_9(\hat{\theta}))'$: 9*1 벡터

$$\hat{\beta} = (\hat{\beta}_1 \dots \hat{\beta}_8) : 8*1 \text{ 벡터}$$

<부표48> 지불의도액식 추정결과

	Probit 추정결과		Klein-Spady 추정결과		Ichimura 추정결과	
	$\hat{\beta}$	s.e.	$\hat{\beta}$	s.e.	$\hat{\beta}$	s.e.
x ₁	-96119.4	30627.8*	1317326.9	416210.5*	914541.0	12667065.0
x ₂	7518174.4	193379.4*	8173859.9	1478878.3*	7035776.4	43731595.0
x ₃	-199763.2	40581.6*	-1768349.5	695862.4*	-1394250.4	19209320.0
x ₄	94801.9	4486.2*	330847.1	69553.3*	277673.3	1918510.3
x ₅	6829838.6	123403.2*	21524388.0	1360830.6*	21024974.0	45821449.0
x ₆	-24145.8	2414.6*	-97658.5	25272.2*	-76923.9	764557.7
x ₇	1151072.2	71810.2*	2743744.2	711036.4*	2223528.6	21454484.0
x ₈	75001.7	1676.9*	221253.8	30071.8	221862.0	861355.4
추정표본내 예측비율	0.7483		0.7510		0.7524	

5. 신영철. “이중 양분선택형 질문 CVM을 이용한 한강수질개선편익측정.” 『환경경제연구』. 제6권 제1호. 1997.

이중양분선택형 조건부 가치평가법을 활용해 한강수질개선에 대한 서울시 가구의 총 편익을 추정하였다. 대상재화는 서울시를 통과하는 구간의 한강수질 개선이었고, 수질개선의 기준은 수영을 비롯한 모든 종류의 물놀이가 가능한 수질로 개선하는 것이었다.

응답자에게 수질가치에 사용가치 외에도 비사용가치가 있음을 인식시키기 위해 지불의사금액에 대한 질문에 앞서 다음과 같은 질문들을 하였는데, 1. 레크리에이션 만족도 2. 산책 및 자연경관 감상을 어느 정도 쾌적하게 할 수 있는가에 따른 만족도 3. 수돗물의 공급원에 대한 만족도 4. 자연생태계의 보존정도에 따른 만족도 5. 후손들에게 어느 정도 잘 보존된 자연자원을 물려주는가에 따른 만족도 등이다. 또한 수질개선의 내용을 쉽게 인식할 수 있도록 하기 위해 수질사다리를 이해하기 쉬운 그림으로 표현하고 설명을 추가해 덧붙였다.

지불수단으로 수질개선 부담금을 제시했고, 초기 제시 금액은 500, 1000, 2000,

3000, 4000, 5000, 7000, 10000원이었다. 모집단은 서울시 전가구로 설정하였고, 1차 표집단위는 행정단위인구로 하였다. 그리고 2차 표집단위는 구에 속해 있는 가구로 하였다. 최초표집 단위는 가구원 중 임의로 대면한 가구원으로 설정하였다. 조사방법은 대면조사를 택했으며, 조사는 1996년 1월에 실행했고, 부족한 경우 조사 후 전화통화로 보충하였다. 지불의사금액이 높은 경우에는, 서울지역을 통과하는 한강수질 오염의 주범이 서울시민의 생활하수라는 점을 알고 있을 때와 현재 한강의 수질 상태가 좋지 않다고 인지했을 때, 그리고 서울생활의 만족도가 높고 가구소득에 기여도가 높은 사람일수록, 또한 가구원 1인당 평균소득이 높고, 가구원 수가 많을 경우 등이 속했다.

분석 결과, 서울시 가구의 평균 지불의사금액은 월 6,850원이었다. 이는 1년 기준으로 서울시 가구당 평균 8만 2,200원에 해당하는 것이다. 그리고 서울시 가구 전체로는 1년 동안 2,834억원의 총편익 발생한 것으로 볼 수 있다.

< 추정식 및 결과 요약>

$$\begin{aligned}
 P(y_1=1, y_2=1) &= P(y_1 \geq t_1, y_2 \geq t_2) \\
 &= P(x_1\beta_i + \epsilon_1 \geq t_1, x_2\beta + \epsilon_2 \geq t_2) \\
 &= P(\epsilon_1 \geq t_1 - x_1\beta_f, \epsilon_2 \geq t_2 - x_2\beta) \\
 &= P(z_1 \geq \frac{(t_1 - x_i\beta_f)}{\sigma_1}, z_2 \geq \frac{(t - x_2\beta)}{\sigma_2})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \log L &= \sum \{w(y_1y_2)\log[\int_{fbid}^{\infty} \int_{sbid}^{\infty} g(z_1z_2)dz_2dz_1] \\
 &\quad + w(1-y_1)(y_2)\log[\int_{-\infty}^{fbid} \int_{sbid}^{\infty} g(z_1z_2)dz_2dz_1] \\
 &\quad + w(y_1)(1-y_2)\log[\int_{fbid}^{\infty} \int_{-\infty}^{sbid} g(z_1z_2)dz_2dz_1]
 \end{aligned}$$

$$+ w(1-y_1)(1-y_2)\log\left[\int_{-\infty}^{fbid} \int_{-\infty}^{bid} g(z_1z_2)dz_2dz_1\right]\}$$

<부표49> 지불의사금액모형들의 우도비 검정

비교모형		LR 값	유의수준 5% 기각 임계치	귀무가설 기각여부
모형1	모형2 $[\beta_f = \beta_{si}]$	20.9	$\chi^2_{0.05}(15) = 25.00$	기각 불가
	모형3 $(\beta_f = \beta_{si} \sigma_1 = \sigma_2)$	86.6	$\chi^2_{0.05}(16) = 26.30$	기각
	모형4 $(\rho = 0)$	23.5	$\chi^2_{0.05}(1) = 3.84$	기각

<부표50> 서울시의 한강수질개선에 대한 편익

대상	시간 단위	평균지불 의사금액	95% 신뢰구간 지불의사금액	
			하위금액	상위금액
가구	월	6,850원	6,320원	7,380원
	년	82,220원	75,850원	88,550원
서울시 전체 가구	월	236억원	218억원	254억원
	년	2,834억원	2,615억원	3,053억원

<부표51> 이변량 지불의사금액 모형1, 2, 3, 4 추정결과

설명 변수 범주	설명변수	모형1		모형2		모형3		모형4	
		계수	t값	계수	t값	계수	t값	계수	t값
상수항	상수항(1)	-0.131	-0.50	0.031	0.14	0.161	0.61	-0.118	-0.45
인지 및 태도특 성	서울생활만족도(1)	0.060	-1.94	0.078	2.93	0.109	3.55	0.063	-2.00
	환경시책중요순위(1)	-0.040	-0.72	-0.047	-0.97	-0.064	-1.18	-0.041	-0.73
	수질개선중요순위(1)	-0.082	-0.80	-0.124	-1.44	-0.187	-1.92	-0.084	-0.80
	한강오염인지(1)	0.086	1.86	0.086	2.04	0.097	1.93	0.085	1.84
	오염주범인지(1)	0.255	4.01	0.213	3.76	0.193	2.89	0.257	3.99
	한강수질중요순위(1)	-0.038	-1.09	-0.049	-1.58	-0.064	-1.79	-0.038	-1.08
개인특 성	성별(1)	-0.104	-1.85	-0.085	-1.71	-0.070	-1.23	-0.112	-1.95
	결혼(1)	-0.062	-1.02	-0.060	-1.10	-0.059	-0.94	-0.063	-1.02
	교육기간(1)	0.019	1.98	0.012	1.35	0.005	0.55	0.019	1.92
	소득점유(1)	0.117	1.88	0.125	2.26	0.151	2.37	0.119	1.87
	서울거주기간(1)	0.003	1.55	0.002	1.01	0.001	0.23	0.003	1.50
가구특 성	평균소득(1)	0.002	2.18	0.002	2.26	0.002	2.13	0.002	2.14
	가구원수(1)	0.040	1.89	0.041	2.19	0.047	2.23	0.039	1.83
	부양율(1)	0.000	0.02	-0.000	-0.01	-0.000	-0.09	-0.000	-0.01
적도모 수	SIGMA(1)	0.734	12.85	0.708	14.60	1.040	16.68	0.741	12.65
상수항	상수항(2)	0.692	1.49					0.921	1.37

인지 및 태도특 성	서울생활만족도(2)	0.171	3.08					0.239	2.93
	환경시책중요순위(2)	-0.093	-0.96					-0.147	-1.03
	수질개선중요순위(2)	-0.324	-1.84					-0.450	1.72
	한강오염인지(2)	0.099	1.17					0.124	1.03
	오염주범인지(2)	0.040	0.34					0.005	0.03
	한강수질중요순위(2)	-0.101	-1.63					-0.130	-1.45
개인특 성	성별(2)	-0.012	-0.13					-0.020	-0.14
	결혼(2)	-0.052	-0.48					-0.049	-0.31
	교육기간(2)	-0.019	-1.08					-0.027	-1.08
	소득점유(2)	0.182	1.63					0.240	1.49
	서울거주기간(2)	-0.004	-1.11					-0.007	-1.26
가구특 성	평균소득(2)	0.001	0.98					0.001	0.67
	가구원수(2)	0.051	1.48					0.064	1.28
	부양율(2)	-0.000	-0.07					-0.000	-0.13
적도모 수	SIGMA(2)	1.394	9.70	1.474	9.72			1.986	8.20
상관계수		0.240	4.84	0.220	4.49	0.289	6.29	0	
로그우도		-2,298.74		-2,309.20		-2,342.06		-2,310.49	

주: 1) 설명변수(1)에서 1은 1번째 제시금액에 대한 응답 시 응답자의 내재 지불의사금액과 관련된 설명변수임을 표시함

6. 광승준. “수질개선의 편익추정 : 조건부가치측정방법과 반모수 추정법의 적용.” 『자원경제학회지』. 제3권 제1호. 1993.

조건부가치평가방식(CVM)을 이용하여 서울시민들의 수도요금 지불의사액을 추정하였다. 지불의사액에 정의 영향을 미치는 변수는 다음과 같이 나타났다. 1. 응답자가 현재 수도물의 수질에 대해 나쁘다고 판단할수록 2. 수질여과장치나 생수를 구매하는데 상당한 비용을 지불할수록 3. 식수로 사용하기 위해 약수를 뜨러간 경험이 있을수록 4. 향후 5년 안에 수질오염사고가 발생할 횟수가 많다고 생각할수록 5. 노년층일수록 6. 교육수준이 높을수록 7. 13세 이하의 아동이 많을수록 등이다. 반면 서울에 거주한 기간이 길수록 지불의사액은 줄어드는 추이를 보였

다. 가구당 지불의사액은 월평균 2,560원으로 나타났다.

< 추정식 및 결과 요약 >

$$\hat{\beta}_T = \left\{ \sum_{t=1}^T \mathbb{I}(X_t' \hat{\beta}_T > 0) X_t X_t' \right\}^{-1} \cdot \sum_{t=1}^T \mathbb{I}(X_t' \beta_T > 0) \cdot \min \{ y_T, 2X_t' \hat{\beta}_T \} \cdot X_t$$

$$D_T^{-\frac{1}{2}} C_T \sqrt{T} (\hat{\beta}_T - \beta_0) \rightarrow N(0, I)$$

$$C_T = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T E \{ \mathbb{I}(-X_t' \beta_0 < U_t < X_t' \beta_0) \cdot X_t X_t' \}$$

$$D_T = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T E \{ \mathbb{I}(X_t' \beta_0 > 0) \cdot \min[U_t^2, (X_t' \beta_0)^2] \cdot X_t X_t' \}$$

<부표52> OLS, 최우법, STLS추정법을 tobit모형에 적용시킬 때 회귀 계수값

변수	최소자승법(OLS)	최우법(MLE)	STLS
CONSTANT	-3.063 (-2.182)*	-3.748 (-2.523)*	-11.452 (-4.032)**
ATT	0.315 (1.644)	0.344 (1.682)	0.829 (2.800)**
FILT	0.183 (4.274)**	0.190 (4.246)**	0.145 (2.475)*
BOLT	0.152 (5.548)**	0.158 (5.530)**	0.114 (3.456)**
TSPW	0.676 (2.277)*	0.886 (2.833)**	1.206 (3.419)**
NAC	0.163 (3.548)**	0.187 (3.871)**	0.280 (3.420)**
AGE	0.946E-02 (0.434)	0.105E-01 (0.456)	0.703E-01 (2.411)*
EDU	0.905E-01 (1.605)	0.106 (1.757)	0.257 (2.567)*
NCHD	0.315 (1.682)	0.370 (1.877)	0.707 (3.415)**
YRS	-0.267E-01 (-2.0251)*	-0.334E-01 (-2.422)*	-0.519E-01 (-2.873)**
BILL	0.122 (1.925)	0.133 (1.995)*	0.182 (2.904)**
PINC	0.485E-02 (5.860)	0.499E-02 (5.712)**	0.708E-02 (5.645)**
N = 298			

주: 1) () 안은 t 통계량

2) *, **는 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 신뢰할 수 있음

<부표53> 음의 WTP를 실험적으로 사용한 추정결과 비교

변수	MLE	OLS1	OLS2	STLS
CONSTANT	-3.748 (-2.523)*	-4.592 (-2.786)**	-5.410 (-2.856)**	-11.452 (-4.032)**
ATT	0.344 (1.682)	0.544 (2.418)*	0.660 (2.550)*	0.829 (2.800)**
FILT	0.190 (4.246)**	0.183 (3.639)**	0.183 (3.176)**	0.145 (2.475)*
BOLT	0.158 (5.530)**	0.162 (5.048)**	0.166 (4.513)**	0.114 (3.456)**
TSPW	0.886 (2.833)**	0.925 (2.653)**	1.043 (2.602)**	1.206 (3.419)**
NAC	0.187 (3.871)**	0.157 (2.915)**	0.156 (2.517)*	0.280 (3.420)**
AGE	0.105E-01 (0.456)	0.185E-01 (0.722)	0.238E-01 (0.808)	0.703E-01 (2.411)*
EDU	0.106 (1.757)	0.965E-01 (1.456)	0.101 (1.332)	0.257 (2.567)*
NCHD	0.370 (1.877)	0.399 (1.817)	0.439 (1.736)	0.707 (3.415)**
YRS	-0.334E-01 (-2.422)*	-0.441E-01 (-2.903)**	-0.534E-01 (-3.055)**	-0.519E-01 (-2.873)**
BILL	0.133 (1.995)*	0.154 (2.066)*	0.170 (1.995)*	0.182 (2.904)**
PINC	0.499E-02 (5.712)**	0.539E-02 (5.534)**	0.567E-02 (5.063)**	0.708E-02 (5.645)**
N = 298				

주: 1) OLS1 : 응답자 소득의 20%를 음의 WTP, 즉 보상받을 액수로 사용

2) OLS2 : 응답자 소득의 30%를 음의 WTP, 즉 보상받을 액수로 사용

3) () 안은 t 통계치

4) *, **는 5%, 1% 유의수준에서 통계적으로 신뢰할 수 있음

<부표54> 각각의 추정방법에 의해 구한 가계의 월평균 WTP

	OLS	MLE	OLS1	OLS2	STLS
WTP(원)	2,603	2,434	2,426	2,340	2,560
95%신뢰구간	2,254 ≤ WTP ≤ 2,952	2,085 ≤ WTP ≤ 2,783	2,026 ≤ WTP ≤ 2,826	1,893 ≤ WTP ≤ 2,787	2,211 ≤ WTP ≤ 2,902

7. 김도영, 김경환. “회피행동 분석을 이용한 서울시 수도물 수질개선의 편익추정.” 『자원경제학회지』. 제3권 제2호. 1994.

수질오염에 대한 회피행동을 토대로 상수오염 개선의 편익을 구하였다. 수질개선 기준으로 현재 트리할로메탄의 농도가 50% 감소되는 것을 제시하였다. 그리고 회피행동은 생수 구입, 정수기 사용, 약수 음용 등 세 가지를 포함하였다.

1993년 서울에 거주하는 270가구를 대상으로 설문조사를 실시하였고, 이중 실증분석에 이용 가능한 가구 수는 229가구였다. 그리고 실증분석 대상 전체 가구 중 약 55%(229가구 중 125가구)가 위 세 가지 중 적어도 하나 이상의 회피행동을 취한 것으로 나타났다.

1인당 지출액의 경우 생수는 월별 1인당 생수구입비용을, 정수기는 정수기 사용연한을 10년, 할인율을 5%로 가정하여 정수기 구입비용과 정수기 사용에 따른 추가적 비용의 합을 월별로 산출한 것을, 약수의 경우에는 약수를 뜨러 가는데 소요되는 교통비와 시간의 기회비용을 산출한 값을 활용하였다. 그리고 약수터에 공공요금을 지불해야 하는 경우는 공공요금을 월별로 계산하여 포함시켰다.

분석결과 트리할로메탄 50% 감소에 대해 서울시 거주자 1인당 월평균지불의사는 2,003원이었다. 이로부터 서울시에 공급되는 수도물의 수질을 약 50% 정도 개선할 경우 1인당 월 평균 편익이 2,000원에서 2,500원 정도임을 알 수 있고, 가구당 한계편익은 월 7,500원에서 9,300원 정도임을 알 수 있었다.

< 추정식 및 결과 요약 >

<부표55> 변수 설명 및 변수의 단순통계량

변수	변수설명	평균	표준편차	최대치	최소치
INCOME (만원/월)	월평균 가구소득(상여금 및 기타소득 포함); 설문서에는 50만원 이하부터 300만원 이상까지 7단계. 중간값 사용	179.65	88.038	360	40
AGE	성물 응답자의 연령	37.210	10.426	65	21
QWATER	수돗물이 마시기에 적합한가에 대한 주관적 평가 1=매우좋은,...,9=매우나쁨	6.4891	1.6900	9	1
DWATER	수돗물이 인체에 미치는 해로운 정도의 주관적 수치 1=해가 전혀 없음, ..., 9=매우 해롭다	6.3231	1.7143	9	1
EDUC	교육수준(중졸 이하, 고졸, 전문대 이상의 3단계)	2.6987	0.5781	3	1
HEALTH	자신의 건강상태에 대한 주관적인 평가 1=건강이 매우 좋다,...,9=건강이 매우 나쁘다	4.4541	1.5711	9	1
THM	트리할로메탄(단위:0.01mg/l); 1992년 9월 서울시 각 정수장별 조사 수치	1.7991	0.5042	3	1.1
THMW (0.01mg/l)	THM에 정수장으로부터 거리의 가중치를 곱한 것. 정수장으로부터 2.5km, 2.5~5km, 5~7.5km, 7.5km로 구분하여 1, 1.1, 1.2, 1.3의 가중치 둠	2.0293	0.4989	3.3	1.1
KTHM	트리할로메탄이라는 상수오염 물질 이름을 들어 본적이 있는가의 여부를 나타내는 더미변수	-	-	-	-

회피행동의 존재 여부에 관한 검증

$$AB_i = AB(QWATER_i, KTHM_i, EDUC_i, INCOME_i, AGE_i)$$

<부표56> 설명변수 절대치를 사용한 probit 추정결과

독립/종속	생수	정수기	약수	AVERT
상수	-4.5193(-4.82)	-2.6146(-2.78)	-1.6804(-2.18)	-3.7332(-4.58)
QWATER	0.1904(1.85)	0.0595(0.88)	0.0319(0.60)	0.1238(2.34)
KTHM	0.2254(0.94)	0.2233(0.81)	0.4443(2.01)	0.5203(2.23)
EDUC	0.5809(2.55)	-0.0506(-0.24)	-0.1419(-0.82)	0.2479(1.43)
INCOME	0.0024(2.16)	0.0017(1.37)	0.0024(2.25)	0.0045(3.91)
AGE	0.0238(2.36)	0.0194(1.70)	0.0189(1.99)	0.0405(4.07)
Log(L)	-107.24	-75.44	-126.88	-133.20

주 : () 안은 t값

<부표57> 설명변수 로그값을 사용한 probit 추정결과

독립/종속	생수	정수기	약수	AVERT
상수	-8.5652(-4.41)	-6.6241(-3.03)	-5.6200(-3.23)	-10.639(-5.87)
LQWATER	0.7590(1.99)	0.4351(1.02)	0.2107(0.68)	0.7835(2.52)
KTHM	0.2195(0.92)	0.2027(0.73)	0.4426(2.00)	0.5149(2.21)
LEDUC	1.1057(2.34)	0.0143(0.03)	-0.3709(-1.10)	0.4055(1.19)
LINCOME	0.3993(1.97)	0.2575(1.10)	0.4121(2.14)	0.6447(3.43)
LAGE	0.8834(2.27)	0.8879(1.96)	0.7755(2.11)	1.5606(4.18)
Log(L)	-107.84	-75.27	-126.58	-135.02

주 : () 안은 t값

<부표58> 설명변수 절대치를 사용한 logit 추정결과

독립/종속	생수	정수기	약수	AVERT
상수	-11.566(-4.84)	-8.6844(-3.59)	-6.7237(-3.77)	-7.4680(-5.13)
QWATER	0.2683(2.23)	0.1350(0.88)	0.1589(1.41)	0.2145(2.37)
KTHM	0.8233(1.66)	0.4330(0.61)	0.9812(2.12)	0.8995(2.34)
EDUC	1.8393(2.91)	0.7875(1.46)	0.5609(1.44)	0.8664(2.84)
INCOME	0.0063(2.58)	0.0054(1.68)	0.0074(3.17)	0.0072(3.76)
LAGE	0.0648(2.96)	0.0759(2.77)	0.0482(2.32)	0.0618(3.65)
Log(L)		-230.96		-132.16

주 : () 안은 t값

<부표59> 설명변수 로그값을 사용한 logit 추정결과

독립/종속	생수	정수기	약수	AVERT
상수	-22.498(-5.02)	-19.826(-3.72)	-17.108(-4.33)	-18.816(-5.77)
LQWATER	1.8201(2.34)	1.0914(1.16)	1.1447(1.65)	1.4892(2.65)
KTHM	0.8233(1.65)	0.4168(0.58)	1.0029(2.16)	0.9008(2.33)
LEDUC	4.1381(2.69)	1.9451(1.68)	1.1284(1.45)	1.7599(2.86)
LINCOME	0.9376(2.12)	0.5201(0.90)	1.1390(2.71)	1.0525(3.24)
LAGE	2.5310(3.00)	3.1867(2.94)	1.9754(2.49)	2.4856(3.87)
Log(L)		-231.11		-132.78

주 : () 안은 t값

수질개선에 대한 지불의사 추정

$$A_i = A(\text{HEALTH}, \text{DWATER}, \text{THM}, \text{THMW}, \text{KTHM}, \text{EDUC}, \text{AGE})$$

<부표60> 설명변수 절대치를 사용한 건강-청결생산함수의 tobit 추정결과

독립/종속	생수	정수기
상수	-23864(-3.76)	-23865(-3.75)
HEALTH	-432.81(-1.05)	-428.32(-1.04)
DWATER	904.71(2.35)	919.45(2.38)
KTHM	1045.7(0.67)	1047.3(0.67)
EDUC	3582.7(2.73)	3465.4(2.63)
AGE	140.05(2.15)	133.78(2.06)
THM	2020.5(1.61)	
THMW		2003.2(1.55)
Log(L)	-1267.5	-1267.6

주 : () 안은 t값

<부표61> 설명변수 로그값을 사용한 건강-청결생산함수의 tobit 추정결과

독립/종속	생수	정수기
상수	-37457(-3.29)	-37186(-3.27)
LHEALTH	-2084.1(-1.54)	-2064.6(-1.52)
LDWATER	6473.9(2.79)	6532.5(2.80)
KTHM	1092.1(0.71)	1091.6(0.71)
LEDOC	6886.1(2.59)	6665.8(2.49)
LAGE	5082.2(2.04)	4867.4(1.96)
LTHM	4205.8(1.70)	
LTHMW		4286.1(1.64)
Log(L)	-1265.7	-1265.8

주 : () 안은 t값

$$\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n b_{T/THM_i}$$

<부표62> 수질오염 개선의 한 편익

(단위 : 원)

오염변수 함수형태	THM	THMW
로그를 취하지 않은 형태	2020.5	2003.2
로그를 취한 형태	2497.8	2246.0

8. 엄영숙. “실험시장접근법을 이용한 먹는 물 수질개선에 대한 지불의사 측정.” 『자원경제학회지』. 제6권 제1호. 1996.

실험시장접근법(experimental market method)을 이용하여 먹는 물 수질기준이 강화됨에 따라 감소될 건강위험에 대한 지불의사액을 추정하였다. 본 연구에서 다루는 주요 오염물질은 트리할로메탄(THM), 비소(As), 납(Pb)이다. 본 연구를 수행하기 위해 1993년 3월 말에서 6월 초까지의 기간 동안 전북대학교 상과대학 세미나실에서 실험시장을 개설하였다. 각 실험시장의 참가자는 대체로 15명 내외로 제한하였고, 게시판을 통해 참가자를 공개모집하였다. 공개모집 결과 총 75명이 참가 신청했다. 그리고 현실성을 높이기 위해 실제로 0.5ℓ 짜리 병에 물을 담아 활용했다.

총 20차에 걸쳐 지불의사를 물은 결과, 납은 초기 1,286원/10회 1,063원/20회 1,553원, 비소는 초기 990원/10회 1,530원/ 20회 1,911원, 트리할로메탄은 초기 703원/10회 523원/ 20회 461원을 나타냈다.

9. 김광임. “수질오염의 사회적 비용 계량화 연구 : 한강수계를 중심으로.” 한국환경·정책평가연구원. 1999.

수질을 개선하지 않고 오염을 방지할 때 발생하게 되는 비용을 계량화하였다. 대상의 범위는 한강 수계 중 북한강에서 팔당, 잠실수중보를 연결하는 한강분류 수계에 한정하였다. 조사대상 지자체는 강원도 춘천시와 서울시를 포함한 경기도 북부지역이었다. 표본은 서울시의 경우 약 300만 가구 중 약 1,100가구, 경기북부와 강원도지역은 지자체별로 총 가구수의 0.3% 수준인 약 1,050가구를 설정하였다. 표본 추출 시 층화랜덤추출방식을 이용하여 지역별로 한국표준직업분류 대부분류에 의한 비율을 적용하였다. 설문 조사원이 응답자들을 직접 방문하여 면접조사를 실시했고, 조사원은 대학원 재학생과 졸업생을 중심으로 선발했다. 그리고 조사원 10명 정도가 1개월간 지속적으로 참여하였으며, 조사는 1999년 8월부터 9월 한 달 동안 이루어졌다.

수자원의 이용 용도는 소비용과 생산용으로 구분하였다. 소비용에는 식수 및 생

활용수용, 여가활동용 등이 속하고, 생산용에는 농업 부문의 관개용수나 축산농가에 물 제공, 제조업 부문의 물 사용, 내수면 어업용 등이 포함된다. 추정결과 한강 수계에서 여가활동으로 인한 환경적 가치는 1인당 1회 방문 시 4,768원~5,468원이며, 이를 응답자들의 연 평균 방문회수 9.6회를 적용하여 연간 이용가치로 환산하면 45,773원/년~52,493원/년에 이른다. 연간 이용가치를 서울·경기지역 인구 수 19,033,813 명으로 합산하면 8,7211.4억원/년~9,991.4억원/년에 이른다. 그리고 서울·경기·인천지역의 총인구 21,532,217명으로 합산하면 식수에 대한 지불의사금액은 9,855.94억원/년~11,302.9억원/년이 된다.

현재 식수 수질 하에서 새로운 식수를 구입하는 데 대한 지불의사액은 가구당 7,800원/월이고, 이를 연간 지불의사액으로 환산하면 93,600원/년이 된다. 그리고 이를 서울·경기지역 가구 수 6,303천 가구로 합산하면 5,899.25억원/년이 되고, 서울·경기·인천지역의 총 7,097,155가구의 식수에 대한 지불의사금액은 6,642.94억원/년이 된다.

10. 황영순, 엄미정, 김태유(1999) 수돗물 공급신뢰도 개선의 가치 추정: 조건부 가치추정법을 이용하여

◎ 자연·생태

1. 윤여창, 장호찬. "광릉 크낙새의 보존가치 평가." 『환경경제연구』. 제3권. 1994.

야생동물이 지니는 가치 체계를 재조명하기 위해, 기존 평가방법 중 이론적으로 타당하다고 인정된 이선 임의가치법을 이용하여 천연기념물인 광릉크낙새의 보존가치를 추정하였다. 본 연구는 Hicksian의 보상잉여와 동등잉여 개념을 이용한 Hanemann의 WTP모델에 기반을 두었다. 광릉 크낙새의 존재가치를 추정하기 위해 수목원 이용자들과 춘천, 구례, 순창에 거주하는 사람들의 평균 지불의사를 설문조사하였다. 설문은 이선임의가치법에 의한 질문을 포함하여 총 24문항으로 구성하였다. 예비설문조사는 1993년 6월4일에 실시했고, 이를 보완하여 6월 27일에

본 조사를 실시하였다. 설문은 개인면담법을 실시하였고, 수목원 이용자의 경우 만 18세 이상을 대상으로 하여 예비조사 100명, 본 조사 200명 등 총 300명을 조사하였다. 춘천, 구례, 순창에 거주하는 사람들 역시 만 18세 이상을 대상으로 각각 100명씩을 조사하였다.

표본추출을 위해 체계적 표본추출법을 변형해 이용했다. 즉 총 입장객수를 과거 추세로 예상하고 설정된 표본규모에 따라 매번 몇 번째 입장객을 대상으로 면접 설문을 실시하였다. 기대 평균지불의사액을 구하기 위한 Logit Model의 구성을 위해 LIMDEP 프로그램을 사용했으며, 그 이외의 분석자료는 SPSS/PC+ 프로그램을 사용하였다. 기부금을 지불할 의사가 있는지를 질문하고 그렇다고 응답한 사람에 대해 100원에서 500,000원까지 20단계 금액 중 임의로 선택된 하나의 금액을 제시한 후 답을 얻었다.

변수로는 크낙새에 관한 지식, 크낙새 선호도, 야생조류 보존의 중요성, 크낙새가 광릉에 존재하는 것에 대한 인지 여부, 자연교육을 받았는지의 여부, 연령, 성별, 학력, 직업, 작년 한 해 동안 야생동물을 본 횟수, 월평균 총소득 등을 설정하였다. 추정 결과 광릉수목원 방문자의 경우, 크낙새 보존가치에 대해 1인당 연 38,739원 내지 연 51,384원을 지불할 의사를 보였고, 농촌지역에 거주하는 사람은 1인당 연 23,268원 내지 연 28,417원의 지불의사액을 보였다. 기대지불의사액과 관련된 변수로는 광릉수목원 이용자의 경우 연령이, 그리고 농촌지역 거주민의 경우는 연령과 학력수준이 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났다.

<추정식 및 결과 요약>

1. 광릉-모델 1

$$\Delta v = 0.368788 - 0.564054E-4A + 0.0711542V_1 - 0.0187945V_2$$

2. 광릉-모델 2

$$\Delta v = 0.679551 + 53.7483\ln(1-(A/y)) + 0.0632248V_1 - 0.0333907V_2$$

3. 농촌지역-모델 1

$$\Delta v = -5.34757 - 0.133679E-3A + 0.0974042V_1 + 0.450072V_2$$

4. 농촌지역-모델2

$$\Delta v = -4.71583 + 62.3708\ln(1-(A/y)) + 0.0931439V_1 + 0.344798V_2$$

V_1, V_2 : 기타변수, A : 오퍼(기부금액)

<부표63> 지역별, 모델별 이선 임의 가치법을 통한 모수 추정치

	광릉수목원 이용자		농촌 지역	
	모델1	모델2	모델1	모델2
intercept	0.368788	0.679551	-5.34757*	-4.71583*
offer	-0.564054E-4**		-0.133679E-3**	
Log[1-(offer/income)]		53.7493**		62.3708**
variance 1(age)	0.0711542*	0.0632248***	0.0974042**	0.0931439**
variance 2(studies)	-0.0187945	-0.0333907	0.450072**	0.344798**
Model X2(3)	88.923	82.529	73.281	55.115
correct prediction(%)	84.74	84.74	91.30	85.22
Significance level	0.3217E-13	0.3217E-13	0.3217E-13	0.3217E-13
Log-Likelihood	-68.947	-72.144	-30.384	-39.468
Restricted(Slopes=0) Log-Likelihood	-113.41	-113.41	-67.025	-67.025
Log-Likelihood Ration	0.3921	0.3641	0.5467	0.4111

* : significant at 5% level / ** : significant at 1% level / *** : significant at 10% level

2. 권오상. “가상순위결정법을 이용한 자연생태계의 경제적 가치평가.” 『경제학연구』. 제48집 제3호. 2000.

가상순위결정법(CRM : Contingent Ranking Method)을 이용하여 국내 생태계 가치평가모형을 개발하고, 이를 시험지역에 대해 적용해 보기 위한 연구이다. CRM은 CVM의 설문형식 가운데 하나인 투표모형을 확장한 분석모형으로서, 특정 생태계가 가질 수 있는 다양한 모습을 등급으로 나타내고 각 등급을 유지하는데 소요되는 비용을 표시하는 방식이다. 그리고 이러한 다양한 등급을 피설문자가 선호하는 순서대로 나열할 것을 요구하고, 그 결과에 기초하여 피설문자들이 각 등급의 생태계를 유지하기 위해 지불하고자 하는 의사액을 도출하게 된다.

본 연구의 대상은 용인시 수지읍의 광고산 입구이다. 구체적인 분석대상은 수지

1지구의 동문 APT 뒤쪽에 위치한 야산으로서, 주민들이 광고산을 오르고자 할 경우 거쳐야 하는 곳이다. 설문조사는 수지읍에 거주하는 사람들을 대상으로 이루어졌으며, 수지읍 소재 아파트단지들을 고르게 방문하여 총 250여 명의 주민들을 대상으로 방문조사를 실시하였다. 이 중 214명의 응답결과를 분석하였다. 설문내용은 응답자가 분석대상인 야산을 인지하는지 여부, 이 산을 찾는 횟수, 결혼 여부, 나이, 수지읍 거주기간, 주택의 자기소유 여부, 가족 수, 학력, 직업, 소득 등이었다.

조사결과 응답자의 약 68%가 이 야산에 대해 알고 있으며, 가족 가운데 연 인원 7.9명이 한 달 동안에 이 야산을 방문함을 알 수 있었다. 개방형 질문을 통해 알아낸 지불용의액은 1등급을 유지하기 위해 가족 당 월평균 4,091원을 지불할 의사가 있고, 2등급을 유지하는데 1,110원을 지불할 의사를 보였다. 여기서 등급은 대상지역을 사진촬영 후 컴퓨터 프로그램을 이용해 상태를 세 가지로 조작하였는데, 환경적으로 가장 좋아 보이는 것을 1등급으로, 나머지를 2,3등급으로 설정하였다.

최종 추정결과 3등급의 경제적 가치가 0이라는 전제하에 1등급은 가구당 월평균 5,633원, 2등급의 경제적 가치는 2,367원으로 나타났다. 수지읍 가구 수가 26,587가구이고 인구는 94,583명이므로, 등급별 가치를 수지읍 전체 인구를 대상으로 환산하면 1등급 가치는 한 달에 약 1억 5천만원이고, 2등급 가치는 약 6,300만원이었다. 그리고 자산으로서의 가치는 1등급이 198억원, 2등급은 83억원이었다.

<추정식 및 결과 요약>

$$v = \alpha_1 q + \alpha_2 q^2 + \beta_1 A + \beta_2 A/m + \sum_{i=1}^7 r_i q s_i + \sum_{i=1}^7 \delta s_i A s_i$$

<부표64> 변수 및 변수의 내용

변수	내용
q	생태계 등급, 1등급=1, 2등급=2, 3등급=3
A	각 등급에 대해 제시된 금액(매월 납부금액)
m	가구의 월 평균소득, 단위 : 1,000원
s ₁	대상 생태계의 인지 여부, 인지함=1, 인지 안함=0
s ₂	결혼 여부, 기혼=1, 미혼=0
s ₃	만 연령
s ₄	수지읍 거주기간(월)
s ₅	주택의 자기 소유 여부, 자기 소유=1, 임대 = 0
s ₆	가족 수
s ₇	학력, 정규교육을 받은 연수

<부표65> 추정결과 1

추정모수	추정치	t값	추정모수	추정치	t값
α_1	-1.387	-1.577	γ_1	0.118	1.149
α_2	0.175	1.400	γ_1	0.039	1.187
β_1	0.025	0.123	δ_1	-0.107	-1.820
β_2	-165.961	-2.219	δ_2	-0.181	-2.296
γ_1	-0.591	-2.515	δ_3	0.001	0.393
γ_2	-0.477	-1.495	δ_4	-0.001	-1.837
γ_3	-0.004	-0.410	δ_5	-0.102	-1.622
γ_4	-0.003	-1.512	δ_6	0.032	1.206
γ_5	-0.583	-2.407	δ_7	0.006	0.643

<부표66> 광고산 입구 야산 생태계의 등급별 가치(단일 지표 모형)

금액	1등급	2등급
가구당 월 지불의사	5,633원	2,367원
수지읍 전체의 월 지불의사	1억 5천만원	6,300만원
자산으로서의 가치	198억원	83억원

<부표67> 광고산 입구를 방문자와 비방문자의 지불의사(단일 지표 모형)

금액(가구 당 월 지불의사)	1등급	2등급
전체 응답자	5,633원	2,367원
방문하는 사람	24,961원	9,691원
방문하지 않는 사람	1,095원	496원

<두 번째 추정식>

$$v = \alpha_F q^F + \alpha_D q^D + \beta_1 A + \beta_2 A/m + \sum_{i=1}^7 \gamma_i^F q^F s_i + \sum_{i=1}^7 \gamma_i^D q^D s_i + \sum_{i=1}^7 \delta_i$$

As_i

<부표68> 추정결과 2

추정모수	추정치	t값	추정모수	추정치	t값
α_F	-0.799	-0.626	γ_3^D	-0.014	-0.890
α_D	-0.502	-0.512	γ_4^D	-0.005	-1.306
β_1	0.033	0.155	γ_5^D	-0.426	-1.321
β_2	-165.955	-2.206	γ_6^D	0.099	0.760
γ_1^F	-0.679	-1.639	γ_7^D	0.049	1.049
γ_2^F	-0.890	-1.534	δ_1	-0.112	-1.737
γ_3^F	0.011	0.564	δ_2	-0.210	-2.439
γ_4^F	-0.002	-0.544	δ_3	0.002	0.721
γ_5^F	-0.805	-1.896	δ_4	-0.001	-1.774
γ_6^F	0.145	0.768	δ_5	-0.116	-1.687
γ_7^F	0.020	0.331	δ_6	0.034	1.143
γ_1^D	-0.531	-1.682	δ_7	0.004	0.394
γ_2^D	-0.231	-0.528			

3. 유병국. "환경가치의 지역적 평가 : 강화도 남단 갯벌에 대한 여가가치 추정." 『한국지역개발학회지』. 제10권 제3호. 1998.

조건부가치추정법을 이용하여 가장 보존상태가 뛰어나다고 하는 강화도 남단

갯벌의 여가가치를 추정하였다. 모집단은 인천광역시의 총가구로서, 대면조사 방식을 활용하였다. 설문조사는 1997년 10월에 수행하였고, 수집된 설문지는 총 332개로 이중 비인천지역 거주자의 42개 설문지는 제외하였다. 그리고 나머지 290개 설문지 중 사회경제적 질문 등에 대한 응답이 부족한 설문지 20개를 제외한 270개로 최종적으로 분석하였다.

추정 결과 평균 지불의사금액은 가구 당 연간 28,600원이며 중간값은 12,000원이었다. 평균을 최대치, 중간 값을 최소치로 하여 1995년 인천시에 거주하고 있는 총세대수인 731,080세대로 합산하면 연간 최소 87억원 최대 209억원에 달한다. 여기에 이흥동(1996)의 연구에서 구해진 수산물 생산가치 및 서식지 가치, 정화가치를 합산하면 최소 90억원에서 최대 211억원으로 늘어나게 됨

<추정식 및 결과 요약>

<부표69> 변수 및 평균 값

변수	설명	평균치
가구원 평균소득	가구원 일인당 월평균소득	49.37만원
연령	연령	28.23세
교육정도	교육기간	14.10년
단체가입(더미변수)	환경관련단체의 가입여부(가입=1, 미가입=2)	1.97
갯벌방문	지금까지의 갯벌방문회수	3.43회
갯벌보호중요성(합산변수)	갯벌보호이유의 8가지 항목에 대한 중요성	19.02
긍정적 평가요인(합산변수)	응답자가 느끼는 설문의 긍정적인 면	4.74
불만적 평가요인(합산변수)	응답자에 느끼는 설문의 불만적인 면	10.35

<부표70> 변수 및 추정값

변수	Probit 추정	최소자승추정
가구원 평균소득	0.003 (0.049)	0.1548 (0.908)
연령	-0.0081 (-0.640)	-0.0798 (-0.158)
교육정도	0.0452 (1.804)	1.2820 (0.849)
환경단체가입		-25.0465 (-1.551)
갯벌방문	0.0425 (1.190)	1.0941 (0.812)
갯벌보호중요성	0.0129 (0.433)	1.4303 (1.330)
긍정적 평가요인	0.0803 (1.008)	-2.2563 (-0.771)
불만적 평가요인	0.0157 (0.323)	1.9718 (1.204)
lambda	-	76.0412 (0.931)
표본수	267	242

주 : ()안은 t 값

4. 광승준, 유승훈, 한상용. “수도권 도시립 보존의 경제적 편익 추정 : 광교산을 중심으로.” 『자원·환경경제연구』. 제12권 제1호. 2003.

수도권지역 도시립인 광교산이 서울 시민들에게 제공하는 경제적 편익을 조건부 가치추정법을 사용해 추정하였다. 30명으로 구성된 표본에 대해 사전조사를 실시한 후, 최소 1,000원부터 최대 12,000원까지 1,000원 간격으로 구성된 12개의 최초 제시금액을 설정하였다. 도시개발계획의 미비로 인한 수도권지역에서의 난개발이 도시립 훼손의 주원인인 점과 도시립이 지속 가능한 도시발전을 위한 중요한 요소임을 감안하여 도시계획세를 지불수단으로 선택함. 설문조사는 일대일 개인면접방식으로 이루어졌다.

서울에 거주하는 20세 이상 65세 미만의 가구주나 주부를 대상으로 하였다. 표본을 얻기 위해 서울시를 25개 구역으로 구분하고 인구비율을 고려하여 각 나이의 비율에 맞게 표본 수를 할당하였다. 설문조사는 2001년 12월 16일부터 약 한 달간 숙련된 40명의 설문조사원들에 의해 이루어졌다. 이를 통해 총 600개의 이용 가능한 자료를 얻었다.

분석 결과, 광고산 보존프로그램에 대한 서울시 가구 당 연평균 WTP는 1,558원에서 2,989원으로 나타났다. 2000년 서울시 전체가구 수는 2,417,126가구로서 보존 프로그램의 연평균 경제적 편익은 평균 약 38억원에 달하는 것으로 추정되었다.

<추정식 및 결과 요약>

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \{I_i^Y \ln[1-G_c(A_i)] + (1-I_i^Y) \ln G_c(A_i)\}$$

$I_i^Y = 1$ (i번째 응답자의 응답이 '예')이며, 1은 지시함수(indicator function)

A_i = 제시금액, $G_c(A_i)$ = 제시금액에 대해 '아니오'라고 답할 확률

<부표71> 설문결과

제시금액(원)	표본 수	'예' 응답 수	'예' 응답비율(%)
1,000	50	33	66.0
2,000	50	22	44.0
3,000	50	15	30.0
4,000	50	14	28.0
5,000	50	16	32.0
6,000	50	7	14.0
7,000	50	5	10.0
8,000	50	4	8.0
9,000	50	4	8.0
10,000	50	4	8.0
11,000	50	3	6.0
12,000	50	3	6.0
전체	600	127	21.2

<부표72> 공변량 없는 DC 모형의 추정결과

변수명	추정계수
상수	0.5114 (2.51) ***
제시금액(Bid) *	0.3283 (8.72) ****
관측치 개수	600
로그-우도값(log-likelihood)	-263.8
Wald-통계량**	160.3
(P-value)	(0.000)
McFadden's pseudo R ²	0.1587
Fraction of correction predictions	0.81

주 : * 단위는 1,000원임

** Wald-통계량에 대한 귀무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것으로 이에 대응하는 p-value가 통계량 아래의 괄호 안에 제시되어 있음

, * 는 각각 유의수준 5% 및 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함

<부표73> 변수의 정의와 기초통계량

변수명	변수 정의	평균	표준편차
VISIT	서울소재 도시림의 방문여부(0:아니다, 1:그렇다)	0.512	0.500
KNOWLEDGE	토지개발사업으로 인한 도시림 훼손 사실의 인지정도 (1:전혀 모른다, 2:모른다, 3:알고 있다, 4:아주 잘 압)	1.912	0.758
IMPORTANCE	다른 환경문제와 비교해 볼 때 도시림보존의 상대적 중요성(1:전혀 중요하지 않음, 2:중요하지 않음, 3:보통, 4:중요함, 5:매우 중요)	3.943	0.712
AGE	응답자 나이(1:20~30세, 2:30~40세, 3:40~50세, 4:50~60세, 5:60세 이상)	2.873	1.056
DAMAGE	광교산의 훼손에 대한 우려정도(1:전혀 심하지 않음, 2:심하지 않음, 3:보통, 4:심함, 5:매우 심함)	3.710	0.614
NCOME	세후 월 가구소득(단위 : 만 원)	274.110	107.624

<부표74> 공변량 포함한 DC 모형의 추정결과

변수명	추정계수	추정계수
상수	.	-4.9619(-4.68)**
제시금액(Bid) ^a	+	0.3802(9.08)**
VISIT	+	0.5237(2.17)*
KNOWLEDGE	+	0.5127(3.28)**
IMPORTANCE	+	0.5798(3.20)**
AGE	.	-0.2327(-2.01)*
DAMAGE	+	0.4863(2.45)*
INCOME	+	0.0033(2.98)**
관측치 개수		600
로그-우도값(log-likelihood)		-233.5
Wald-통계량 ^b		162.6
(P-value)		(0.000)

주 : () 안은 t-통계량

^a 단위는 1,000원임

^b Wald-통계량에 대한 귀무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것으로 이에 대응하는 p-value가 통계량 아래의 괄호 안에 제시되어 있음

*, **은 각각 유의수준 5% 및 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함

<부표75> 평균 지불 의사액

평균 지불의사 액(WTP)	공변량이 포함된 모형	공변량이 포함되지 않은 모형
$C^+(-\infty < WTP < \infty)$		
지불의사 액(원/년)	1,558	1,650
표준오차 ^a	478.9	442.7
bootstrapped t-value ^b	3.37	3.88
95% 신뢰구간 ^b	[430-2,353]	[648-2,454]
$C^{++}(0 \leq WTP < \infty)$		
지불의사 액(원/년)	2,989	2,775
표준오차 ^a	206.8	208.6
bootstrapped t-value ^b	14.42	13.16
95% 신뢰구간 ^b	[2,608-3,408]	[2,323-3,192]

주 : a. 표준오차는 델타법(delta method)을 사용하여 계산했음

b. 신뢰구간과 bootstrapped t-value는 5,000회 복원추출에 의한 비모수 부트스트랩 방법(non-parametric bootstrapping method)을 사용하여 계산했음

5. 엄영숙, 남경 문. “환경자원과 문화자원으로서 자연공원의 가치추정 : 무등산 자연공원을 사례로.” 『자원·환경경제연구』. 제10권 제1호. 2001.

대도시 인근 자연공원 방문자들 중 지점별 방문선택에 함축된 편익을 추정하여 자연공원이 제공하는 비시장적 사용가치의 일부를 추정하였다. 자연공원 내 산림이 제공하는 가치로는 크게 생산자원가치, 환경자원가치, 문화자원가치 등이 있다. 생산자원가치는 생산자, 소비자, 분해자의 먹이사슬이 존재함으로써 자연 생태계 내에서 사람에게 유용한 많은 자원을 끊임없이 생산하는 것을 말한다. 환경자원가치에는 수원함양기능, 기후조절기능, 대기정화기능, 산사태 및 홍수방지 기능, 야생동물에게 서식지 제공, 보건·휴양적 기능, 생활환경개선 기능 등이 속한다. 그리고 산림의 문화자원적 가치는 정신적·종교적 가치와 예술활동의 중요한 터전으로서의 가치 등을 의미한다.

하루 동안 방문하기 좋은 7개 지점에서 729명의 방문자를 중심으로 직접 대인 면접을 실시했다. 이중 644명을 실증분석의 표본으로 구성하였다. 비용계산을 위

해 무등산 입구까지의 거리는 지도상에서 최단거리를 택하였고 1998년 6월 중 ℓ 당 휘발유 가격을 사용하고 15%의 감가상각률을 적용하여 km당 78.71원으로 계산하였다. 그리고 여행시간은 시간당 50km로 가정해 계산하였다.

단일방문에 대한 편익가치는 제4수원지와 무등산장이 2,000원 정도로 큰 차이가 없는 것으로 나타났고, 식영정·소쇄원이 6,800원 정도로 나타났다. 이는 자연공원의 환경자원적 측면을 잘 보존·관리하여 주민들에게 심신을 위한 휴양지와 여가 활동을 위한 장으로 사용할 수 있도록 하는 것도 중요하지만, 지역의 전통 및 문화유산을 보존하는 문화자원적 측면을 강조하는 자연공원의 유지·관리가 방문객들에게 더 큰 매력을 줄 수 있음을 의미하는 것이다.

※ 추정식 및 결과 요약

<부표76> 분석에 사용된 변수들의 정의와 표본의 특성

변수명	변수 정의	평균	표준편차
TCOST	가격변수로서 왕복여행에 든 교통비용과 기회비용으로서 시간비용 합한 것	3.5995 (천원)	2.300 (천원)
OSTIME	최종 목적지점에서 머무른 시간	2.481 (시간)	1.88 (시간)
FINCOME	가족 전체의 월 총소득	2.388 (백만원)	1.208 (백만원)
FVISIT	지난 1년간 각 관광지점의 방문횟수	3.225	6.203
	제4수원지 / 무등산장	5.256	7.866
	식영정·소쇄원	2.408	6.243
	금호화순리조트	2.733	6.901
REST	(0,1)로 표시된 질적 변수로서 여행의 목적이 휴식·휴양이라고 응답했으면 REST=1	0.68	0.48
CAR	(0,1)로 표시된 질적 변수로서 자가용을 소유하고 있으면 CAR=1	0.65	0.48
SEX	(0,1)로 표시된 질적 변수로서 남자이면 SEX=1	0.66	0.48
AGE	응답자 나이	34.6	11.3
EDUCATION	응답자 최종학력	14.2	2.37
CHILD	(0,1)로 표시된 질적 변수로서 가족의 형태가 고교생 이하의 자녀가 있는 가정이면 CHILD=1	0.38	0.48

<부표77> 무등산 관광 지점 방문결정에 대한 Probit 추정치

	자연 관광 지점			
	제4수원지	무등산장	식영정·소쇄원	화순리조트
Intercept	2.897(3.465)	0.742(1.583)	-0.833(-1.628)	-17.657(-4.551)
Tcost	-1.753(-10.819)	-0.269(-7.363)	-0.134(-3.690)	2.437(4.944)
Ostime	0.095(1.698)	-0.004(-0.133)	-0.112(-2.781)	0.0899(0.811)
Fincome	-0.145(-0.381)	-0.290(-1.416)	0.080(0.385)	0.572(0.803)
Fvisit	0.0320(2.777)	0.0332(3.812)	0.025(3.241)	0.0918(2.526)
Rest	-0.142(-0.660)	0.116(0.942)	0.002(0.018)	0.248(0.509)
Car	0.597(2.474)	-0.446(-3.304)	0.0579(0.399)	0.429(0.770)
Sex	-0.0809(-0.404)	-0.0415(-0.348)	0.301(2.286)	0.403(0.900)
Age	-0.0092(-0.871)	0.0009(0.145)	-0.0059(-0.954)	0.0139(0.519)
Education	-0.045(-1.087)	-0.0073(-0.287)	0.0452(1.591)	0.304(2.522)
Child	0.599(2.832)	-0.132(-1.050)	-0.207(-1.542)	-1.030(-1.926)
Log(L)	-113.5	-348.4	-302.1	-25.5
Chi-square	290.4	132.9	59.7	671.2
Proportion of Correct Prediction	0.95	0.69	0.79	0.98

주 : 괄호 안의 수치들은 각 변수들의 계수와 추정된 접근 표준오차와의 비율을 나타냄. Log(L)은 계산 로그우도함수의 극대치이며, Chi-square는 상수항 이외에는 어떤 설명 변수도 이산선택결정에 영향을 미치지 않는다는 귀무가설에 대한 통계치임.

<부표78> 여행비용 변화에 대한 한계효과

자연공원 주변 지점	한계 효과
제4수원지	-0.18
무등산장	-0.081
식영정·소쇄원	-0.035
금호화순리조트	0.065

<부표79> 지점별로 방문자가 부여하는 사용가치

자연공원 주변 지점	한계 효과(원)
제4수원지	2,068.6
무등산장	1,973.2
식영정·소쇄원	6,779.3

6. 이준구, 신영철. “그린벨트의 경제적 가치 측정 : 수도권 그린벨트 보존가치를 중심으로.” 『자원·환경경제연구』. 제9권 제4호. 2000.

조건부가치측정법을 이용하여 그린벨트 보존의 경제적 가치를 정확하게 측정해서 합리적인 그린벨트 정책의 토대 제공하기 위한 연구이다. 그린벨트를 3등급지(광역도시계획에 따라 해제 또는 보존을 결정할 지역) 및 4,5등급지(해제확정지역)로 구분했다. 분석은 주민투표 모형을 설정하여 진행했는데, 초기 제시금액을 1,000 2,500 5,000 7,000 10,000 15,000 20,000 30,000으로 하는 이중양분선택형 질문법을 활용하였다. 이는 1999년 12월 2000년 1월까지 3주간 설문조사원으로 교육받은 대학원생들에 의해 대면조사로 이루어졌다. 이때 수도권 그린벨트를 지도상에 표시한 그림을 시각적 보조물로 이용하였다.

720가구를 조사한 후 이를 추려 700가구의 자료만을 분석하였다. 그 결과 지불의사금액은 7,430원/월/가구로 나타났다.

※ 추정식 및 결과 요약

<부표80> 변수 및 내용

설명변수 범주	변수표시	변수 내용	변수 자료화	예상부호	평균	표준편차
인식 및 태도	환경시책 순위	서울시 네 가지 역점시책 중 환경시책 순위	첫 번째(3) - 네 번째(0)	+	2.39	0.72
	그린벨트 정의 인식	그린벨트는 개발이 극히 제한되는 구역이라는 사실 인식	예(1)-아니오(0)	+	0.80	0.40
	그린벨트 중요도	그린벨트가 제공하는 5가지 기능들 중요도	각 기능별 5단계 → 총 5-25	+	19.94	2.79
	그린벨트 보존 중요도	그린벨트 보존 중요성	전혀 중요하지 않음(-2)-매우 중요(2)	+	0.71	0.88
	건교부안 인식	건교부안 내용 인식여부	모른다(-1)-자 세히 안다(1)	+	-0.29	0.52
개인 특성	성별	성별	여(0)-남(1)	?	0.47	0.50
	연령	연령	18세-	?	35.06	12.96
	교육기간	교육기간	0년-	+	13.24	2.86
	서울거주 기간비율	서울시에 거주한 햇수가 연령에서 차지하는 비율(%)	0-100	?	66.66	30.54
	소득접유 비율	가구소득 중 응답자 자신의 소득이 차지하는 비율(%)	0-100	+	42.73	40.65
가구 특성	1인당 평균소득	가구원 1인당 평균소득	0만원	+	61.36	39.29
	가구원수	가구원 수	1명-	+	4.06	1.22

$$P_r(I_{1i}=1, I_{2i}=1) = P_r(y_i \geq t_{2i}) = P_r(Z_i \geq \frac{t_{2i} - x_i\beta}{\sigma}) = 1 - \Phi(\frac{t_{2i} - x_i\beta}{\sigma}) = 1 - \Phi(\alpha_{2i})$$

$$\ln L = \sum_i \{ (I_{1i}I_{2i}) \log[1 - \Phi(\alpha_{2i})] + I_{1i}(1 - I_{2i}) \log[\Phi(\alpha_{2i}) - \Phi(\alpha_{1i})] + (1 - I_{1i})I_{2i} \log[\Phi(\alpha_{1i}) - \Phi(\alpha_{2i})] + (1 - I_{1i})(1 - I_{2i}) \log[\Phi(\alpha_{2i})] \}$$

<부표81> 변수 및 추정치

설명변수 범주	설명변수	계수값	표준오차	t값 ¹⁾
상수항	상수항	-1.981	0.717	-2.76***
인식 및 태도	환경시책의 순위	0.248	0.089	2.79**
	그린벨트정의 인식	0.539	0.164	3.30***
	기능 중요도	0.044	0.250	1.77*
	보존 중요도	0.113	0.080	1.42
	건교부안 인식	0.301	0.125	2.41**
개인 특성	성별	-0.173	0.131	-1.32
	연령	-0.005	0.006	-0.87
	교육기간	0.053	0.025	2.13**
	서울거주기간 비율	-0.001	0.002	-0.62
	소득점유 비율	0.002	0.002	1.24
가구특성	1인당 평균소득	0.001	0.002	0.52
	가구원수	0.077	0.055	1.42
분포모수	σ	1.310	0.061	21.38
로그우도		-828.72		
평균 지불의사금액		7,430원(620원) ²⁾		

주 : 1) ***는 1%, **는 5%, *는 10% 유의수준에서 통계적으로 유의함을 나타냄
 2) 괄호 안의 값은 평균지불의사금액의 표준오차임

<부표82> 수도권 그린벨트 보존의 경제적 가치(서울시)

대상	시간 단위	평균지불의사금액	95% 신뢰구간 지불의사금액	
			하위 금액	상위 금액
가구	월	7,430원	6,220원	8,640원
	년	8만 9,150원	7만 4,650원	10만 3,650원
서울시 전체가구	월	257억원	215억 원	299억 원
	년	3,083억 원	2,582억 원	3,585억 원

7. 박석희(1985) 산림의 관광위락가치 추정에 관한 연구: 설악산 및 속리산국립공원을 중심으로

설악산과 속리산을 대상으로 하여 이용자가 가장 많은 달(10월) 주말에 이용자인 사람이 하루 동안 공원에 부여하는 가치와 이용자들이 1개월간 공원에 부여하는 가치를 추정하였다.

<부표83> 설악산 국립공원 방문자의 통계적 분석

	범위	모드	평균	표준 편차	기울기	분산
방문 빈도	26	1	2.6	2.1	3.2	25.1
동반자 수	213	2	18.0	27.0	7.6	100.3
여행시간	880	360	417.5	346.1	3.5	17.5
지출비용	299	20	36.0	26.8	3.4	20.6
방문시간	10	2	2.4	1.9	1.7	7.9
첫 방문 시 나이	76	18	30.7	12.8	0.7	-0.2

<부표84> 속리산 국립공원 방문자의 통계적 분석

	범위	모드	평균	표준 편차	기울기	분산
방문 빈도	9	1	1.9	1.3	2.3	7.0
동반자 수	81	2	12.0	20.8	2.9	11.5
여행시간	870	180	215.1	196.3	3.6	16.7
지출비용	98	10	17.4	14.2	2.1	5.9
방문시간	6	1	1.5	1.6	1.9	7.6
첫 방문 시 나이	62	20	24.8	9.1	1.3	2.2

<추정식 및 결과 요약>

$$V_{ar}(V_i \sqrt{N_i}) = N_i V_{ar}(V_i) = \sigma^2$$

<부표85> 숙박유형에 따른 설악산의 여행 및 여가가치

(단위 : 인, Km)

User group	users (추가 비용 0)	Total values	values /user · day	1982년 10월 기준 users	1982년 10월 기준가치(백만원)
total	582	306,831.0	527.2	493,853(100)	271.8(100)
hotel	69	46,708.3	676.9	53,830(10.9)	36.4(13.4)
inn	302	208,026.8	688.8	253,347(51.3)	174.5(64.2)
camp	39	14,009.1	359.2	33,582(6.8)	12.1(4.5)
private house	82	27,242.4	332.2	68,152(13.8)	22.6(9.3)
no overnight	40	18,335.3	206.0	59,262(12.0)	12.2(4.5)
others	89	31,526.5	808.7	17,285(3.5)	14.0(5.1)

<부표86> 방문목적에 따른 설악산의 여행 및 여가가치

(단위 : 인, Km)

User group	users (추가 비용 0)	Total values	values /user · day	1982년 10월 기준 users	1982년 10월 기준가치(백만원)
total				493,853(100)	207.2(100)
등산	131	75,408.0	595.6	110,623(22.4)	65.9(31.8)
캠핑	39	14,009.1	359.2	15,803(3.2)	5.7(2.8)
단체소풍	35	9,440.8	241.2	13,334(2.7)	3.2(1.5)
휴식	370	124,027.0	335.2	329,400(66.7)	110.4(53.3)
기타	37	32,985.7	891.1	24,693(5.0)	22.0(10.6)

<부표87> 숙박유형에 따른 설악산의 여행 및 여가가치

(단위 : 인, Km)

User group	users (추가 비용 0)	Total values	values /user · day	1982년 10월 기준 users	1982년 10월 기준가치(백만원)
total	263	53,,149.8	202.1	142,462(100)	31.0(100)
hotel	-	-	371.1*	7,835(5.5)	2.9(9.4)
inn	76	28,206.6	371.1	35,473(24.9)	13.2(42.6)
camp	8	929.3	116.2	4,559(3.2)	0.5(1.6)
private house	22	9,248.3	420.4	8,690(6.1)	3.7(11.9)
no overnight	162	20,209.9	124.8	85,905(60.3)	10.7(34.5)

<부표88> 방문목적에 따른 속리산의 여행 및 여가가치

(단위 : 인, Km)

User group	users (추가 비용 0)	Total values	values /user · day	1982년 10월 기준 users	1982년 10월 기준가치(백만원)
등산	103	23,627.0	225.0	51,144	11.5
캠핑	8	929.3	116.2	3,562	0.4
휴식	95	22,494.0	222.7	48,864	10.9

8. 곽승준, 조승국, 유승훈(2002) 한라해상국립공원 보존의 경제적 가치: 조건부 가치추정법(CVM)을 이용하여

CVM을 이용하여 한라해상국립공원의 경제적 가치를 추정하였다. 지불용의액은 모수추정법의 경우 가구당 연간 5,044원, 비모수추정법의 경우에는 약 5,470원으로 나타났다. 그리고 6개 광역도시의 연간 한라해상국립공원 보존가치는 모수추정법의 경우 약 360억원, 비모수추정법으로는 약 390억 원으로 추정되었다. 이때 지불수단은 소득세 증가를 통한 한라해상국립공원 보존기금의 확충으로 설정하였다. 초기 제시금액은 1,000원부터 20,000원까지 총 20단계로 구성했다.

<추정식 및 결과 요약>

$$\Delta v = v(1, y-B; s) - v(0, y; s) \geq \epsilon_0 - \epsilon_1 = \eta$$

$$\ln L = \sum_{i=1}^N [I_i^Y \ln(1 - G_c(B_i)) + I_i^N \ln G_c(B_i)]$$

$$\ln L = \sum_{i=1}^N [I_i^Y \ln \frac{1}{1 + \exp[-(\alpha - \beta B_i)]} + I_i^N \ln \frac{1}{1 + \exp(\alpha - \beta B_i)}]$$

<부표89> WTP 분포

제시금액	최종 응답 현황(명,%)		합계(명, %)
	예	아니오	
1,000원	20(80.0)	5(20.0)	25(4.8)
2,000원	13(48.1)	14(51.9)	27(5.2)
3,000원	12(50.0)	12(50.0)	24(4.6)
4,000원	10(40.0)	15(60.0)	25(4.8)
5,000원	11(42.3)	15(57.7)	26(5.0)
6,000원	5(19.2)	21(80.8)	26(5.0)
7,000원	5(19.2)	21(80.8)	26(5.0)
8,000원	6(22.2)	21(77.8)	27(5.2)
9,000원	5(18.5)	22(81.5)	27(5.2)
10,000원	2(8.0)	23(92.0)	25(4.8)
11,000원	5(18.5)	22(81.5)	27(5.2)
12,000원	4(14.8)	23(85.2)	27(5.2)
13,000원	2(7.7)	24(92.3)	26(5.0)
14,000원	4(15.4)	22(84.6)	26(5.0)
15,000원	2(7.7)	24(92.3)	26(5.0)
16,000원	4(15.4)	23(88.5)	26(5.0)
17,000원	2(7.7)	23(88.5)	26(5.0)
18,000원	3(11.5)	25(92.6)	27(5.2)
19,000원	3(11.5)	22(84.6)	26(5.0)
20,000원	1(4.0)	24(96.0)	25(4.8)
누계	119(22.9)	401(77.1)	520(100.0)

<부표90> 모형 및 추정치

모형	연평균 WTP 추정치(원)	표준오차	t-값	p-값
평균 WTP	5,043.5 (4,472.9~5,732.4)	377.855	13.348	[0.000]**
McFadden의 $R^2 = 0.1687$		fraction of correct prediction = 0.80		

주 : 1) 표준오차는 델타법(Delta method)을 이용해 계산한 것임

2) () 안은 5,000번의 반복에 의한 몬테칼로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulation)에 의해 산출된 95% 신뢰구간임

3) **는 유의수준 1%에서 유의함

<부표91> 변수의 정의 및 통계량

변수	정의	평균	표준편차
INCOME	세전 월평균 가구 소득 단위(백만원)	2.326	1.603
KNOW	제시된 한려해상국립공원 정보에 대한 인지도 (0=거의 모른다, 1=조금 알고 있다, 2=대부분 알고 있다)	0.823	0.543
FVISIT	향후 2~3년 내 방문 가능성(0=없다, 1=있다)	0.454	0.498
ANX	한려해상국립공원 훼손에 대한 우려 정도(1=전혀 심각하지 않다, 2=심각하지 않은 편이다, 3=보통이다, 4=심각한 편이다, 5=매우 심각하다)	3.806	0.599
ATTI	환경보호를 위한 적극적 투자에 대한 견해(1=전적으로 동의하지 않는다, 2=동의하지 않는다, 3=보통이다, 4=동의한다, 5=전적으로 동의한다)	3.872	0.836
AGE	응답자의 연령(단위:10세)	3.703	1.084

<부표92> WTP 방정식 추정결과

변수	추정계수	표준오차	t-값	p-값	추정계수의 예상부호
상수항	-3.340	1.194	-2.797	[0.005]**	·
INCOME	0.039	0.011	3.487	[0.000]**	+
JBW	0.378	0.227	1.664	[0.096]*	+
FVISIT	1.304	0.272	4.804	[0.000]**	+
ANX	0.371	0.215	1.725	[0.085]*	+
ATTI	0.305	0.156	1.955	[0.051]*	+
AGE	-0.164	0.125	-1.311	[0.190]	·
BID	0.205	0.024	8.411	[0.000]**	+
log-likelihood	-210.796		chi-square(8)		142.847
McFadden의 R ²	0.2430		fraction of correct predictions		0.81

주 : p-값의 **, *은 추정계수가 각각 1%, 10% 유의수준에서 유의함을 나타냄

9. 한상열, 최관(1998). “산림휴양 관광 자원의 경제적 가치 평가를 위한 새로운 접근 : 실험적 가상가치평가법의 적용.” 『Journal of Forest Recreation』 . Vol. 2. No. 2&3.

가설적 편의를 제거하기 위해 개발된 실험적 가상가치평가법을 순수공공재인 멸종위기 야생동물의 경제적 가치평가에 적용하여 가설적 편의에 대한 실증적 규명을 시도하였다. 지리산 국립공원 노고단 입구와 화엄사입구에서 1998년 9월부터 10월까지 지리산 등산객 358명을 대상으로 개별면접을 진행하였다. 지리산 국립공원 내에 반달곰의 존재에 관한 정보 등을 제공한 후, 반달곰보호를 위한 재정적 지원의 필요성과 보호를 위해 제시된 성금의 지불의향을 질문하였다. 이외 등산객의 일반적인 성별, 소득수준, 연령, 학력 등을 조사했다. 제시된 성금가격은 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 50000원이었다. 그 결과 대상재화로 상정한 지리산 가슴반달곰의 보존에 대한 지불의사금액의 절단된 평균은 가상적인 상황 하에서 13,594원, 실제상황하에서 6,322원으로 추정되어, 가상적 상황에서의 추정치가 약 2.15배 과대 추정되고 있는 것으로 나타났다.

<추정식 및 결과 요약>

$$P_1^t = F[\Delta V^t] = [1 + \exp(-\Delta V^t)]^{-1}$$

$$\text{truncated WTP} = \int_0^{\text{Bid}^{\text{max}}} [1 + \exp(-\Delta V^t)]^{-1} d(\text{Bid})$$

<부표93> logit모형을 사용한 WTP 추정액

변수	가상 상황	실제 상황
constant	2.1446(2.3433)	-2.6091(-2.7427)
Bid	-0.000086(-6.1551)**	-0.000056(-3.6914)***
Income	0.002526(2.4899)**	0.000571(1.2837)*
Family	-0.164230(-1.4803)*	-0.067549(-0.5843)
Gender	-0.010041(-0.8826)	0.147720(0.5206)
Age	-0.03200(-2.9165)***	0.027115(2.3276)***
Education	0.03341(0.1427)	0.50729(2.1165)**
Model χ^2	-199.86	-183.11
% of Right Prediction	0.7122	0.7653
N	358	358

주: 1) ()안은 t값

2) ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 유의함

<부표94> WTP 추정치

변수	가상 상황	실제 상황
constant	1.15001(3.1814)	-1.7620(-3.7220)
Bid	-0.000086(-6.1666)***	-0.000057(-3.7225)***
Income	0.002444(2.4713)***	0.000706(1.6752)*
Age	0.03147(2.9493)***	0.02261(2.0299)***
Model χ^2	-200.99	-185.59
% of Right Prediction	0.6983	0.7541
N	358	358

주: 1) ()안은 t값

2) ***, **, *는 각각 1%, 5%, 10% 수준에서 유의함

<부표95> Estimated Truncated Mean WTP

(Unit: 원/가구)

변수	가상 상황	실제 상황
truncated WTP	13,594	6,322
hypothetical bias		7,272
calibrator factor		0.465

10. 홍성권(1998). “여의도 공원의 경제적 가치 평가 : 2단계 이선 가상가치추정법(CVM)을 적용하여.” 『한국조경학회지』 vol. 26, No. 3. pp. 90-103.

CVM을 이용하여 여의도 공원의 경제적 가치를 평가하였다. 자료는 전문 여론조사기관인 KOREA RESEARCH에 의뢰하여 만 17세부터 59세 사이의 서울시민을 대상으로 1998년 2월 27일부터 3월 13일 동안 개별 대면 면접하여 수집하였다. 그리고 표본은 2단계 군집표본 추출을 통해 구성하였다. 서울시 65개 동을 1차로 선택하였고, 2차에서는 성과 연령을 할당변수로 사용하여 선택된 동마다 10명씩 응답자를 선택하였다.

<부표96> 독립변수의 종류

NEAR	대상지와의 근접 여부	0. 마포구, 용산구, 영등포구, 동작구를 제외한 서울시의 다른 구 거주자 / 1. 마포구, 용산구, 영등포구, 동작구 거주자
GENDER	성	0. 남자 / 1. 여자
AGE	나이	1. 20대 미만, 2. 30대, 3. 40대, 4. 50대
VISIT	대상지 방문 의도	공원 완성 후, 귀하는 이 공원을 이용하실 생각 있습니까? (1) 방문하지 않음 --- (5) 꼭 방문함 / 0. 1-2, 1. 3-5
OFTEN	공원이용 정도	귀하는 서울시내에 있는 공원에 자주 가는 편입니까? (1) 가지 않는다 --- (5) 자주 간다 / 0. 1-2 / 1. 3-5
CAR	자가용	0. 자가용 보유 / 1. 자가용 미보유
EDUC	교육수준	0. 대재 또는 대학 졸업 이상 / 1. 기타
JOB	직업 종류	0. white collar(회사원/공무원, 전문/관리직) / 1. 기타
INCOME	월 가구소득	1. 200만원 미만, 2. 200-300만원, 3. 300만원 이상
MARITAL	결혼 여부	0. 기혼, 1. 미혼
CHILD	아동 현황	0. 취학 전 아동이나 초등학생이 있는 가구 / 1. 기타

<부표97> 공원조성기금의 생존분석

parameter	estimate	t-ratio	p-value	95% confidence interval	
				lower	upper
shape	0.996	30.638	0.000	0.932	1.060
scale	7763.554	19.369	0.000	6977.968	8549.139
significance level : 0.000, log-likelihood : -2005.563					

$$\text{Exp}[-7763.554^{0.996} \cdot \text{WTP}^{0.996}]$$

$$= \text{Exp}[-7490.319377 \cdot \text{WTP}^{0.996}]$$

$$= \text{Exp}[-(1/7490.319377) \cdot \text{WTP}^{0.996}]$$

$$\int_0^{\infty} \text{Exp}[-(1/7490.319377) \cdot \text{WTP}] = 7776.767446$$

<부표98> 방문의도가 높은 응답자들의 생존분석

parameter	estimate	t-ratio	p-value	95% confidence interval	
				lower	upper
shape	0.997	30.236	0.000	0.932	1.062
scale	7844.148	19.096	0.000	7039.046	8649.250
significance level : 0.000, log-likelihood : -1937.056					

<부표99> 입장료의 생존분석

parameter	estimate	t-ratio	p-value	95% confidence interval	
				lower	upper
shape	1.691	30.141	0.000	1.581	1.801
scale	1069.866	35.595	0.000	1010.956	1128.777
significance level : 0.000, log-likelihood : -1801.743					

총 응답자 중 438명(67.9%)은 여의도 공원의 조성기금을 내고자 했으며, 이들의 평균 지불 의사금액은 7776.767446원이었다. 지불의사가 없는 응답자들까지 포함하면 평균 5280.967661원이 된다. 여의도공원이 완성되면 방문할 의도가 높은 사람들은 공원조성기금으로 평균 7854.141699원을 낼 의사가 있었고 이들 중 조성기금을 낼 의사가 없는 사람들을 포함하면 평균 5563.35037원이었다. 입장료 평균 지불의사금액은 783.1661503원이었고, 방문의도가 높은 사람인 경우에는 평균 816.4300234원이었다.

11. 손호기, 김규호(1998) 야외위락자원의 보전가치평가: 경주 황성공원에 대한 CVM기법을 적용하여

WTP = f(VIST, AGE, DIST)의 추정식을 활용하여 경주 황성공원의 보전가치를 평가했다. 추정 결과, 황성공원의 보전가치는 선택가치 8,799원, 존재가치 3,641원, 유산가치 6,088원으로 나타났다. 공원에 근접할수록 지불의사액이 높았고, 연령이 높을수록 존재가치와 유사가치의 비중 이 높았다.

<추정식 및 결과 요약>

$WTP(\text{보전가치}) = f(\text{DIST}, \text{VIST}, \text{AGE})$

$WTP_{OPT}(\text{선택가치}) = f(\text{DIST}, \text{VIST}, \text{AGE})$

$WTP_{EXT}(\text{존재가치}) = f(\text{DIST}, \text{VIST}, \text{AGE})$

$WTP_{BQT}(\text{유산가치}) = f(\text{DIST}, \text{VIST}, \text{AGE})$

<부표100> 연령별 보전가치에 따른 평균지불의사액

구분	선택가치	존재가치	유산가치
14-19세	5,391(49.3%)	1,334(14.6%)	3,838(36.1%)
20-29세	6,178(44.3%)	3,101(22.3%)	4,652(33.4%)
30-39세	11,468(52.6%)	3,570(16.4%)	6,770(31.0%)
40-49세	15,244(44.5%)	7,913(23.1%)	1,094(32.4%)
50-59세	9,542(41.6%)	5,542(24.2%)	7,833(34.2%)
60세 이상	5,500(40.0%)	2,313(16.8%)	5,938(43.2%)
TOTAL	8,799(47.4%)	3,641(19.7%)	6,088(32.9%)

<부표101> 거주지와의 거리별 보전가치에 대한 평균지불의사액

구분	선택가치	존재가치	유산가치
1km이내	12,832(47.8%)	4,605(17.1%)	9,433(35.1%)
1-2km미만	11,972(54.7%)	4,462(20.4%)	5,462(24.9%)
2-3km미만	10,641(50.5%)	5,113(24.0%)	5,528(26.0%)
3-4km미만	5,971(41.4%)	2,771(19.2%)	5,686(39.4%)
4-5km미만	4,743(44.2%)	1,636(19.5%)	3,764(36.3%)
5km-외곽부근	5,928(52.3%)	2,700(23.8%)	2,706(23.9%)
타도시	3,313(37.0%)	1,968(22.0%)	3,684(41.0%)
TOTAL	9,248(48.5%)	3,716(19.5%)	6,042(32.0%)

<부표102> 거주지와의 거리별 보전가치에 대한 평균지불의사액

구분	선택가치	존재가치	유산가치
이틀에 1회	10,908(46.2%)	5,068(21.4%)	7,655(32.4%)
1주일에 1회	9,875(45.5%)	3,251(15.0%)	8,426(39.5%)
1개월에 1회	11,213(54.0%)	4,374(21.1%)	5,163(24.9%)
1년에 1회	8,442(43.5%)	4,668(24.0%)	6,338(32.5%)
TOTAL	8,799(47.4%)	3,641(19.7%)	6,088(32.9%)

변수들의 영향력 파악위해

$$\ln(WTP) = \alpha + \beta_1 \ln(VIST) + \beta_2 \ln(AGE) + \beta_3 \ln(DIST)$$

<부표103> 변수들의 분석결과 및 F값

	상수	VIST	AGE	DIST	F
WTP	3.6894 (13.982)**	0.2887 (1.419)	0.3392 (1.797)	-0.2944 (-2.288)*	6.959
WTP _{OPT}	2.8549 (9.468)**	0.3173 (1.367)	0.1817 (0.831)	-0.3543 (-2.388)*	6.128
WTP _{EXT}	1.9858 (5.935)**	0.2044 (0.799)	0.6178 (2.450)*	-0.2266 (-1.397)	4.475
WTP _{BQT}	2.1645 (6.868)**	0.4922 (2.022)*	0.6414 (2.776)**	-0.1366 (-0.892)	6.746

주 : ()는 t값, *는 p<0.05, **는 p<0.01

12. 이광석(1996). “농촌방문의 경제적 편익 추정 : 여행비용법의 응용.” 『농업경제연구』 제37호. pp. 147-159.

명절과 평상시에 농촌을 방문한 경험이 있는 도시민 250명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 이들이 농촌을 방문하는 횟수는 연평균 6.6회였고, 교통체증으로 인해 해마다 더 많은 시간이 걸리는 데도 명절 때 여전히 농촌을 찾겠다는 응답이 전체 71%나 되어 도시민이 농촌 또는 고향을 찾으려는 의사가 매우 강함을 알 수 있다.

<추정식 및 결과 요약>

1) 농촌방문 수요함수모델 추정식이 Semi-log형일 경우

$\ln V = a + bTC + cINCOME$ 에서

$V = e^{(a + bTC + cINCOME)} = e^a b^{bTC} e^{cINCOME}$ 이므로 소비자잉여는 다음과 같이 계산된다.

$$\int \frac{\infty}{TC} V dTC = e^a e^{cINCOME} \int \frac{\infty}{TC} e^{bTC} dTC$$

$$= e^a e^{cINCOME} \left(\frac{1}{b} e^{bTC} \right) \frac{\infty}{TC} \quad (b \text{가 음수를 가지므로})$$

$$= - \frac{e^a e^{bTC} e^{cINCOME}}{b}$$

V : 연간 고향방문 횟수(명절방문+명절 이외 방문)

TC : 1회 여행경비

\overline{TC} : TC(일회 평균 여행비용)의 조사평균치

\overline{INCOME} : 조사대상자의 월평균소득

<부표104> Semi-Log 모델($\ln V = a + bTC + cINCOME$)

변수	모델 1	모델 2
상수	1.9783 (24.04)	2.0657 (25.88)
TC_A	-2.344[10 ⁶]**	
TC_B		-5.449[10 ⁶]** (-8.37)
INCOME	1.46[10 ⁷]* (2.07)	2.99[10 ⁷]** (4.10)
R ²	0.1764	0.2380
F-치	25.28	38.12

주 : 1) ()안은 t-치임

** 1% 수준에서 유의, * 5% 수준에서 유의

2) 농촌방문 수요함수모델 추정식이 log-log 형일 경우

$\ln V = \alpha + \beta \ln TC + \gamma \ln INCOME$ 에서

$V = e^\alpha TC^\beta INCOME^\gamma$ 가 되고 소비자잉여는 다음과 같이 계산된다.

$$\int \frac{\infty}{TC} V = e^\alpha INCOME^\gamma \int \frac{\infty}{TC} TC^\beta dTC$$

$$= e^\alpha INCOME^\gamma \left(\frac{1}{\beta+1} TC^{\beta+1} \right) \frac{\infty}{TC}$$

$$= e^{\alpha} \overline{INCOME}^{\gamma} \left(\frac{1}{\beta+1} TC^{\beta+1} \right)^{\frac{TCMAX}{TC}}$$

<부표105> Log-Log 모델($\ln V = \alpha + \beta \ln TC + \gamma \ln INCOME$)

변수	모델 3	모델 4
상수	3.9061 (4.16)	4.9862 (5.58)
$\ln TC_A$	-0.6096** (-7.38)	
$\ln TC_B$		-0.8519** (-8.74)
$\ln INCOME$	0.3664** (3.59)	0.4791** (4.85)
R^2	0.2137	0.2577
F-치	30.07	42.34

주 : 1) ()안은 t-치
 2) ** 1% 수준에서 유의함

<부표106> 고향방문에 따른 소비자잉여 추정액(1인당)

여행비용 변수	적용모델	연간 평균(원)	1회 평균(원)
TCa	1(Semi-Log)	2,377,011	358,524
TCa	3(Log-Log)	2,213,655	333,885
TCb	2(Semi-Log)	1,020,975	153,993
TCb	4(Log-Log)	849,078	128,066

13. 이성태, 이명헌 “대구 팔공산 자연공원의 편익가치측정 : 여행비용접근법을 통하여.” 『환경경제연구』. 제7권 제2호. 1999.

여행비용접근법을 사용하여 팔공산 자연공원의 편익가치를 추정하였다. 지역별로 여행비용법을 이용했다. 각 지역의 방문객 비율과 여행비용의 관계를 추정한 후 이를 근거로 여행비용의 추가와 방문횟수의 관계를 나타내는 여행수요곡선을 도출하여 해당 옥외위락지에 대한 사용가치를 추정하였다.

설문조사 방식으로는 개인면접법을 채택하였고, 설문은 응답자의 임금, 거주지, 여행시간과 비용, 체재시간, 연간방문회수 등을 핵심문항으로 하여 설계하였다. 설문은 팔공산 자연공원의 6개 지구에서 1997년 11월에 비전문적이지만 설문조사의 경험이 있는 여성조사원들이 실시했으며, 인터뷰는 평균 약 15분가량 진행되었다. 팔공산 자연공원에서 총 300명을 대상으로 조사했고, 최종 총 표본수는 270명으로 하였다. 응답자의 거주지를 대구시 외 지역, 총 18개로 분류하였고, 각 지역의 금전적·시간적 비용과 응답자의 연령, 교육수준 같은 사회경제변수를 회귀분석한 후 가상입장료를 일정단계로 증가시키고 이에 감소 반응하는 방문객 수를 계산하여 팔공산 자연공원의 방문수요곡선을 도출하였다. 방문수요곡선의 밑면적에 해당하는 소비자잉여를 계산한 결과 팔공산의 편익가치는 연간 약 4,200억원으로 나타났다. 이는 방문객 한 사람당 6만 원에 해당하는 값이다.

14. 안윤수 외 5인 “농촌의 공익적 기능 평가 연구 : 농촌의 정서함양기능, 전통문화 보전기능, 지역사회 유지기능, 녹지공간 제공기능 가치평가 연구.” 출처 미상. 2002.

농업의 다원적 기능의 일부로서 국제적으로 논의가 진행되고 있는 농촌의 사회·문화적 공익기능을 화폐가치로 평가하였다. 이는 궁극적으로 WTO 농업협상에서 농산물이 비교역적 관심사항 품목으로 인정받을 수 있는 자료를 생산하고, 농업의 중요성을 홍보하기 위함이다.

농업의 다원적 기능에는 식량안보, 농촌지역 활력유지, 환경보전, 농업경관, 식품안정성 등이 속한다. 그리고 문화적 기능에는 문화적 유산, 정체성, 가치 및 전통의 전달, 미적 농촌경관 제공, 환경보전기능 등이 속하고, 환경보전기능에는 홍수방지기능, 수자원함양, 토양보전, 생물다양성 등이 속한다. 그리고 식량안전보장 기능에는 국내식품공급의 기능이 속하고, 경제적 기능에는 국가의 균형 있는 발전과 성장, 경제위기의 완충기능 등이 속한다.

CVM 단일양분선택형 설문기법을 이용하였다. 설문지는 농촌의 사회문화적 공익기능의 가치에 대한 일반적 의향과 지불의사금액을 묻는 11문항, 태도변수로서

일반적 농업과 농촌에 대한 생각을 묻는 11문항과 응답자의 인적사항, 즉 사회통계변수가 6개 문항으로 총 28개 문항으로 구성하였다. 전국 성인남녀 1,200명을 대상으로 응답자의 태도, 농업 및 농촌에 대한 관심도, 농촌의 사회문화적 공익기능 보전을 위한 지불의사금액 등을 묻고, 유효 표본 1,174개의 데이터를 SPSS 및 Shazam 프로그램을 사용하여 분석하였다.

분석 결과, 우리나라 농촌의 사회문화적 공익기능이라는 복합재에 대한 지불의사 금액은 한 가구당 월 평균 46,843원으로 나타났으며, 이를 전체 가구 수로 환산하면 연간8조 3,386억원에 이른다. 한편, 농촌의 공익기능을 생산하는 농촌거주자에게 일정 금액을 매년 보전해 주자는 가칭 농촌 거주 직불제는 연간 약 257만 원으로 추정됨

15. 박희정(1999) 그린벨트보전의 편익추정에 관한 연구

CVM을 이용하여 그린벨트보전의 편익을 추정하였다. 지불카드법과 이선선택형 방식 채택했다(Tobit 모형과 프로빗모형). 추정 결과 그린벨트 밖 주민들의 총 편익은 1조 2천억 원(그린벨트 관리재원 적정규모)에 이르렀다.

16. 장태구(1997). 임의가치법(CVM)을 이용한 환경재의 가치평가: 낙동강의 편익 산출을 중심으로

CVM을 활용하여 낙동강의 편익을 산출하였다. 분석 결과, 지불의사금액 평균치는 개인당 85,395원이었고, 대구시민이 인식하는 낙동강 전체 편익은 2,561억 8,500만원으로 추정되었다.

17. 전건홍(1998) DMZ의 생태적 보전 및 사회·경제적 가치 평가

18. 윤여창, 김성일(1992) 산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적 평가방법론 비교연구

19. 신영철, 민동기(2004) 생태자연도 1등급지의 경제적 가치 측정
20. 신영철 외(2004) 신두사구의 경제적 가치 측정
21. 신영철(2003) 북한산 관통도로의 경제성 분석
22. 김충실, 이상호(2002) 다중범위 이산선택 CVM기법에 의한 갯벌의 가치평가
23. 김채욱, 송운강(2002) CVM을 이용한 자연관광자원의 보전가치추정
24. 박용길(2001) 가상가치법을 이용한 자연호수의 환경가치 평가: 속초 청초호를 중심으로
25. 최영문, 박창규(1998). 도시자연공원의 자원가치 평가에 관한 연구
26. 정기호(1999) 자연공원 보전의 경제적 편익-대구시 앞산공원의 사례

◎ 종다양성 및 기타

1. 조현길, 조용현, 안태원(2002). “서울 남산 도시자연공원의 대기정화능과 가치.” 『한국환경생태학회지』 16(2). pp. 172-178.

서울시 남산 도시자연공원을 대상으로 식생의 CO₂, SO₂ 및 NO₂ 흡수능을 계량화하여 대기 정화에 기여하는 가치를 규명하였다. 단위 면적 당 평균 CO₂ 저장량은 293.8t/ha이었고 경제가치는 147백만원/ha이었다. 연간 흡수량은 CO₂ 24.6t/ha/yr, SO₂ 17.1kg/ha/yr 및 NO₂ 43.9kg/ha/yr이었고, 이는 147백만원/ha의 경제적 가치를 지닌다. 식생구조 조사를 위해 임상도 상에서 식생유형 및 영급을 반영

한 체계적 임의표본추출을 통해 총 87개의 표본지점을 선정하였다. 표본지점을 현지답사하여 방형구법에 의해 수종, 직경, 수고, 피도 등 식생조사를 실시하였다. 방형구의 크기는 교목 10m*10m, 관목5m*5m이었다. 현지조사 결과 활용한 임상도의 식생유형 및 영급 분류에 오차가 나타났다. 임상도의 제작시기가 약 10년 경과한 것을 감안하고 실측한 흉고직경으로부터 수령을 추정한 후, 산림자원조사 요령을 참고하여 표본지점을 식생유형 및 영급을 조정하였다. 조사자료를 토대로 균재도와 상대우점치를 분석하였다.

<추정식 및 결과 요약>

균재도(Evenness) = ((1/C)-1)/(expH-1)

$$C : \sum (N_i/N)^2$$

$$H : -\sum (N_i/N)\ln(N_i/N)$$

N_i : 임상영급 내 특정종의 개체수

N : 임상영급 내 총 개체수

. 상대우점치(importance value, %) = (상대밀도 + 상대빈도 + 상대파도)/3

. 평균상대우점치(Mean importance value, %) = ((3*교목상대우점치) + (1*관목상대우점치))/4

<부표107> 형태 및 연령별 수림 ha 당 대기 정화능

forest type	age class	CO ₂ storage(t)	annual uptake		
			CO ₂ (t/yr)	SO ₂ (kg/yr)	NO ₂ (kg/yr)
Coniferous	II	109.8±7.5	17.1±1.1	8.6±0.6	21.2±1.4
	III	143.5±13.2	20.8±2.6	11.3±1.5	27.9±3.7
	IV	231.8±17.2	24.2±1.7	14.1±1.0	35.0±2.4
Mixed	III	199.3±26.2	21.6±2.8	13.1±1.6	33.3±4.0
	IV	238.0±15.8	23.5±1.1	14.8±0.8	37.6±2.0
Broad-leaved	III	171.4±16.7	20.1±1.2	12.3±0.9	31.7±2.2
	IV	275.3±22.5	25.1±2.2	17.1±1.4	44.2±3.6
	V	482.4±25.4	31.4±1.4	25.3±1.1	65.5±2.8

<부표108> 대기정화능의 경제적 가치

value	CO ₂ 저장량	annual uptake		
		CO ₂	SO ₂	NO ₂
t	72,100	6,040	4	11
백만 원	36,050	3,020	8	54

2. 한상열, 최관, 이주희(1997). "산림휴양자원에서 비이용가치의 존재와 평가." 『산림경제연구』 제5권 제2호. pp. 1-11.

본 연구는 충청북도에 소재하고 있는 민주지산을 이용하는 방문객을 대상으로 설문조사를 실시했다. 1996년 5월 초순과 중순 두 번의 주말을 이용하여 이곳을 방문하고 민주지산의 자원도와 자연성을 인지하고 귀가하는 방문객 450명에 대해 개별면접형식으로 설문조사가 이루어졌다. 이중 불성실하게 응답하거나 조사항목을 누락한 48명의 응답자를 제외한 402명의 설문을 최종분석에 이용하였다. 조사 내용은 방문객의 일반적인 사항인 성별, 소득수준, 여행시간, 방문횟수 등과 민주지산의 타용도(스키장, 골프장) 개발의 찬반사항, 그리고 이용가치와 유산가치측정을 위한 가상적인 시나리오를 설정하여 이에 대한 방문자의 응답을 이선선택형 즉, 예 혹은 아니오로 구성했다.

<추정식 및 결과 요약>

$$P1 = F[\Delta V] = [1 + \exp(-\Delta V)]^{-1}$$

$$\text{truncated WTP} = \int_0^{\text{offer}^{MAX}} [1 + \exp(-\Delta)]^{-1} d(\text{offer})$$

offer^{MAX}는 응답자에게 제시한 최고금액으로서, 본 연구에서는 100,000원

<부표109> Maximum likelihood Estimated of Logit Model

Variables	Scenario 1	Scenario 2
constant	-0.4119(-0.7028)	0.5644(0.8709)
offer	-0.0001306(-5.8377)*	
ln(offer)		-0.0001207(-8.4440)*
income	0.0000002292(2.4245)*	
ln(income)		0.0000004707(2.5580)*
gender	-0.2644(-0.8826)	
ln(gender)		-0.1608(-0.5582)
TT	0.0029(1.4996)	
ln(TT)		0.0004(0.1831)
NV	-0.0147(0.2228)	
ln(NV)		0.1020(1.2955)
Model X ²	-232.9	-278.33
Mcfadden R ²	0.2779	0.3781
% of Right Prediction	0.7860	0.8109
N	402	402

주 : income : monthly total family income

gender : male = 1, female = 2

TT(travel time) : Min

NV(number of visits)

* significance at 5% level

<부표110> estimated WTP logit model

variables	linear-logit		log-logit	
	scenario 1	scenario 2	scenario 1	scenario 2
constant	-0.3219 (-1.2749)	0.5552 (1.5178)	-2.5057 (-0.6336)	-4.5597 (-1.0626)
offer	-0.0001329 (-5.9006)*	-0.0001178 (-8.5121)*		
ln(offer)			-1.1527 (-9.1740)*	-1.2030 (-10.762)
income	0.000002258 (2.3673)*	0.000004724 (2.5881)*		
ln(income)			0.7649 (2.7875)*	1.0518 (3.4374)*
Model X ²	-232.9	-278.3	-232.9	-278.3
McFadden R ²	0.2710	0.3751	0.3298	0.3879
% of Right Prediction	0.7835	0.8109	0.8358	0.7960
N	402	402	402	402

<부표111> estimated truncated WTP and 90% confidence interval

(단위 : 원 / 인,1 visit)

values	linear-logit			log-logit		
	low bound	WTP	upper bound	low bound	WTP	upper bound
Total Value (scenario 2)	12,431	15,232	18,033	13,122	15,960	18,800
Use Value (scenario 1)	4,186	5,996	7,808	4,566	6,171	7,776
Nonuse Value (bequest value)	8,245	9,237	10,225	8,566	9,789	11,024

3. 이동근, 윤소원(1997). "연안습지의 보전가치에 대한 경제성 평가에 관한 연구 : 강화도를 사례지역으로." 『산업과학연구』 제7호. pp. 141-154.

우리나라 연안습지의 경제성 평가를 통하여 연안습지의 가치를 확인하며 보전해야할 타당성을 높인다. 이를 위해 강화도의 연안습지를 사례지역으로 하여 경제

성 평가방법 중 시장가격법에 의해 기존문헌과 관련통계연보를 토대로 경제성 평가를 실시하였다

<부표112> 연안습지의 경제적 가치의 구분

사용가치			비사용가치
직접적 사용가치	간접적 사용가치	선택과 준선택 가치	존재가치
낚시 농업 연료 레크레이션 교통 야생동·식물 서식 이탄/에너지원	영양염류보유 폭우보호 홍수조절 지하수충전 외부생태계지원 미기후조절 해안선 안정 등	미래의 잠재적인 사용 미래의 정보가치	생물다양성 문화적 자산, 유적 유물적 가치

강화도 수산물 생산은 양식장이 45개소로 총 3,116ha에 이른다. 이를 어류와 갑각류, 김, 굴을 포함한 기타로 구분하여 각각의 생산량과 금액 및 면적, 양식장 수를 살펴보면 다음과 같다.

<부표113> 각종 어류의 생산량과 금액 및 면적과 양식장 수

구분		생산량(kg)	금액(천원)	면적(ha)	양식장수	단위면적당 생산성(천원/ha)
어류	송어	2,545,252	3,817,878	476	9	8,020.8
갑각류	백합 가두락 새고막	2,647,458	3,971,187	1,700	21	2,336
기타	김 굴	38,450	115,350	940	15	122.7
합계		5,231,160	7,904,415	3,116	45	10,479.5

이를 ha 당 가치로 환산하면 어류는 802만원이며 갑각류는 233만 6천원, 기타는 12만원으로 총 1,047만 9천원의 수산물 생산가치를 가진다. 한편 1997년 영국

NATURE 5월호에서는 습지의 기여가치 정도를 가격으로 환산하였는데 자연생태계와 똑같은 인공생태계를 조성할 때 드는 비용을 달러로 환산한 결과 습지는 ha 당 \$14,785, 호수는 \$8,498, 산림은 \$969, 초지는 \$232로 분석되었다.

<부표114> 자연상태별 경제적 가치

구분	경제적 가치(\$1 = 1,000원)	
	\$	원
습지	14,785	14,785,000
호수	8,498	8,498,000
해안	452	452,000
산림	969	969,000
초지	232	232,000

<부표115> 습지기능별 경제적 가치

기능구분	경제적 가치(\$1 = 1,000원)		비율(%)
	\$	원	
생태보존	4,539	4,539,000	31
폐수처리	4,177	4,177,000	28
용수공급	3,806	3,806,000	26
문화적	881	881,000	6
레크리에이션	574	574,000	4
기타	808	808,000	5
총계	14,785	14,785,000	100

4. 표희동, 채동렬(2004). “조건부가치측정법을 이용한 안면도 갯벌의 생태관광에 대한 경제적 가치추정.” 『Ocean and Polar Research』 Vol. 26(1). pp. 77-86.

안면도 해수욕장을 방문한 20세 이상의 성인남녀를 중심으로 설문조사를 실시했다. 방문객이 가장 많은 2개 지역의 해수욕장에 대해서 각 요인별로 표본수를 배정하였으며, 표본선정 절차는 다음과 같다.

<부표116> 샘플링 절차

stage	details
stage 1	안면도에 위치한 삼봉과 곳지 해수욕장에 방문객의 수에 비례하여 적절하게 배분함
stage 2	방문객의 수에 비례해 두 해수욕장에서 무작위로 샘플 추출
stage 3	필드 조사

최종 설문지는 설문전문기관에 소속된 전문가의 도움을 받아 가능한 한 쉽고, 짧으며 압축된 형태로 만들고자 하였으나 사람들의 이해도를 확인하기 위해 실험 가구를 선택하여 설문지 내용을 검증하였다. 설문은 지불금액을 제시한 후 양자택 일형 질문을 묻는 방식으로 행해졌다.

<추정식 및 결과 요약>

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \{ I_i^{YY} \ln [1-G_c(A_i^u)] + I_i^{YN} \ln [G_c(A_i^u)-G_c(A_i)] + I_i^{NY} \ln [G_c(A_i)-G_c(A_i^d)] + I_i^{NN} \ln G_c(A_i^d) \}$$

$WTP_{mean} = WTP_{medium} v = \alpha / \beta$ (평균 및 중앙값)

$WTP_{tm} = (1/\beta) \ln[1+\exp(\alpha)]$ (절삭된 평균)

<부표117> 초기제시액과 반응

초기제시액 (원)	샘플 크기	반응 수			
		YY	YN	NY	NN
30,000	97	17	48	13	19
40,000	104	11	60	21	12
50,000	103	11	53	23	16
60,000	101	6	48	27	20
70,000	106	4	42	41	19
합계	511	49	251	125	86

<부표118> WTP estimates by linear logit model without covariates

log-likelihood	median WTP	truncated WTP
	-634.7989	
WTP(won)	54,768	55,879
standard error	1.597	1.523
t-value	34.29	36.70
95% confidence interval	[51,679-57,959]	[52,854-59,003]
Wald statistic	1175.99	1346.15
(p-value)	(0.000)	(0.000)

<부표119> 변수 정의 및 통계치

변수	정의	평균	표준오차
EXPERIENCE	갯벌 생태여행 경험 여부(1:yes, 2:no)	1.80	0.40
IMPOTANCE	다른 환경문제와 비교했을 때 갯벌의 중요성 (1:전혀 중요하지 않다, 5:매우 중요하다)	4.07	0.70
SEX	성별(1:남성, 2:여성)	1.49	0.50
AGE	연령	37.75	11.98
CHILD	18세 이하 자녀 수	0.98	1.06
INCOME	세금을 뺀 월수입(0 : 1만원 이하, 8 : 5백만원 이상)	4.65	1.98
EDUCATION	교육 연수(0~18:대학원 이상)	13.25	3.27

<부표120> WTP estimates by linear logit model without covariates

V\변수	계수
Constant	0.1866(0.26)
EXPERIENCE	-0.2788(-1.43)
IMPOTANCE	0.3701(3.25)**
SEX	0.2252(1.29)
AGE	0.8270(1.07)
CHILD	-0.1387(-1.65)*
INCOME	0.0747(1.77)*
EDUCATION	0.04943(1.71)*
Number of observation	511
Log-likelihood	-621.73
Wald statistic	509.68
(p-value)	(0.000)

주 : 1) 괄호 안은 t-value.

2) *, **는 각각 5%, 1% 수준에서 유의함

<부표121> WTP 추정치

WTP	without covariates	with covariates
Log-likelihood	-634.7989	-621.7340
Median		
WTP(won)	54,768	54,875
95% confidence interval	[51,679-57,959]	[51,833-57,927]
Wald statistic	1175.99	1186.30
(p-value)	(0.000)	(0.000)
Truncated		
WTP(won)	55,879	55,847
95% confidence interval	[52,854-59,003]	[53,012-58,845]
Wald statistic	1346.15	1337.99
(p-value)	(0.000)	(0.000)

<부표122> 안면도 생태여행 지불의사액

시나리오	연 평균 WTP
Conservative estimate	77,223
Middle estimate	88,009
Optimistic estimate	176,019

5. 곽승준, 유승훈(2001). “동강 자연환경 보존의 경제적 편익 추정 : 조건부 가치측정법의 적용을 중심으로.” 『경제학연구』 제49집 제2호. pp. 163-184.

조건부 가치측정법을 이용하여 동강 자연환경 보존의 경제적 편익을 측정하였다. 동강댐 건설로 직접적인 영향을 받는 서울과 강원도 영월, 정선, 평창을 연구대상지역으로 선택하였다. 이들 지역 전체 인구를 대상으로 랜덤포분을 추출하였는데, 이때 수물민들은 반드시 표본 내에 포함시켰다. 수물예상지역은 한국수자원공사가 동강 주변을 따라 200년 빈도의 계획홍수위선(EL287.3m)을 기준으로 배수위의 영향을 고려하여 책정한 것을 이용했다. 설문단위는 가구로 하여 총 300가구의 설문결과를 얻었다.

설문전문회사의 도움으로 설문지를 작성하였고, 1999년 3월 면접조사를 실시했다.

<추정식 및 결과 요약>

$$WTP = \beta_0 + \beta_1IMP + \beta_2REL + \beta_3BEF + \beta_4NED + \beta_5ENV + \beta_6SUB + \beta_7$$

$$AGE + \beta_8FAM + \beta_9EDU + \beta_{10}INC + \beta_{11}SEL + \mu$$

$$\ln L = \sum_{i=1}^N \ln \{ I_{1i} [1 - \Phi(\frac{B_{Hi} - x_i\beta}{\sigma})] + I_{21i} [\Phi(\frac{B_{Hi} - x_i\beta}{\sigma}) - \Phi(\frac{B_i - x_i\beta}{\sigma})] +$$

$$I_{3i} [\Phi(\frac{B_i - x_i\beta}{\sigma}) - \Phi(\frac{B_{Li} - x_i\beta}{\sigma})] + I_{4i} \Phi(\frac{B_{Li} - x_i\beta}{\sigma}) \}$$

<부표123> 지불의사액 응답 분포

제시금액	표본 크기	응답유형별 응답자수(명)			
		yes-yes	yes-no	no-yes	no-no
1,000	20	12	6	1	1
2,000	20	6	6	4	4
3,000	20	4	8	4	4
4,000	20	5	4	4	7
5,000	20	3	5	3	9
6,000	20	3	3	4	10
7,000	20	0	3	4	13
8,000	20	2	4	6	8
9,000	20	2	2	2	14
10,000	20	4	1	0	15
12,000	20	1	2	4	13
14,000	20	1	2	3	14
16,000	20	0	1	3	16
18,000	20	0	4	0	16
20,000	20	0	4	1	15

주 : 두 번째 제시금액은 첫 번째 제시금액에 대한 응답이 “yes”이면 첫 번째 제시금액의 2배이고, “no”면 첫 번째 제시금액의 절반임

<부표124> 변수 정의 및 요약

변수	정의	평균	표준편차
IMP	다른 환경문제와 비교해 볼 때, 강을 보호하는 것이 중요한 정도(0: 전혀 중요하지 않다, 4: 매우 중요하다)	3.567	0.589
REL	제안된 수자원관리 방안을 신뢰하는지 여부(0:불신, 1:신뢰)	0.550	0.498
BEF	동강댐 건설로 인해 응답자 가구가 혜택을 받을 것이라 생각하는지 여부(0: 아니오, 1: 예)	0.097	0.296
NED	동강댐이 수도권 지역 주민들의 물 공급을 위한 목적으로 건설된다면 댐 건설이 필요하다고 생각하는지 여부(1: 필요하다, 2: 그저 그렇다, 3: 필요 없다)	2.400	0.797
ENV	환경단체 회원가입 여부(0: 비가입, 1: 가입)	2.400	0.797
SUB	수몰예정지구 주민 여부(0: 아니다, 1: 그렇다)	0.043	0.204
AGE	응답자의 연령(1: 20대, 2: 30대 ~ 5: 60대)	2.917	1.143
FAM	수입 있는 가족 수(단위: 명)	3.933	1.408
EDU	응답자의 교육수준(0: 무학, 1~6: 초등학교, 17~20: 대학원)	11.567	3.380
INC	세 후 월평균 가구 소득(단위: 만원)	187.963	90.387
SEL	서울지역 거주민 여부(0: 강원도 지역, 1: 서울지역)	0.500	0.501

<부표125> 변수 정의 및 요약

변수	추정계수	표준오차	t-통계량	p-값	추정계수 예상부호
상수항	-29.872	5.390	-5.542	[.000]	·
IMP	5.241	1.078	4.861	[.000]	+
REL	4.318	1.078	4.004	[.000]	+
BEF	-4.378	2.088	-2.097	[.036]	-
NED	1.603	0.660	2.429	[.015]	+
ENV	5.062	2.750	1.841	[.066]	+
SUB	-4.967	3.708	-1.340	[.180]	-
AGE	0.756	0.456	1.659	[.097]	+
FAM	0.686	0.359	1.908	[.056]	+
EDU	0.419	0.180	2.326	[.020]	+
INC	0.019	0.006	2.976	[.003]	+
SEL	-10.296	1.273	-8.091	[.000]	-
σ	6.185	0.484	12.788	[.000]	+
log-likelihood				-265.79	

<부표126> 평균 WTP 추정치

평균 WTP 추정값(원)	표준오차	t-통계량	p-값
2,653.4	0.593	4.479	[.000]

<부표127> 동강 자연환경의 가치 추정치

구분	월 세대당 환경가치 (A, 원/월)	세대수 (B)	연간 총 환경가치 (12*A*B, 백만원/년)
서울	2,654.3	3,462,552	110,287.8
영월군	2,654.3	16,599	528.7
평창군	2,654.3	15,800	503.3
정선군	2,654.3	17,433	555.3
계	2,654.3	3,512,384	111,875.1

<부표128> 평균 WTP 추정치

사적비용	환경비용	사회적 비용	편익	사적 순 편익	사회적 순 편익
114,969.0	111,875.1	226844.1	115,603.0	634	-111,241.1

집필자 약력

김광임

미국 Texas A&M 대학교 박사
한국환경정책·평가연구원 연구위원(현)
E-mail : kykim@kei.re.kr

著書 및 論文

『폐기물관리제도 개선방안 연구』(2003, 환경부)
『대규모개발사업의 환경 경제성 도입 방안 연구』(2002, 한국환경정책·평가연구원)
『수질오염의 사회적 비용 계량화 연구』(1999, 한국환경정책·평가연구원) 외 다수

여준호

미국 위싱턴대학교 박사
한국환경정책·평가연구원 책임연구원(현)
E-mail : jhyeo@kei.re.kr

著書 및 論文

『다목적 댐의 -』(2003)

황석준

펜실베이니아 주립대학교 경제학 및 인구학 박사
한국환경정책·평가연구원 책임연구원(현)
E-mail : shwang@kei.re.kr

著書 및 論文

『The Benefits of Owner Occupation in Neighborhoods』(2003, Journal of Housing Research)
『The Value of Owner Occupation in Neighborhoods』(2002, Journal of Housing Research) 외 다수