서울시 대기질 개선의 경제적 편익 추정에 관한 연구

SDI 2003-PR-19

2004

서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연 구 진

연구책임	곽 승 준	• 고려대학교 경제학과 교수
연 구 원	신 철 오	• 고려대학교 경제연구소 연구위원
	허 재 용	• 고려대학교 경제학과 대학원 박사과정
	정 재 영	• 고려대학교 경제학과 대학원 석사과정

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

Ⅰ. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

□ 국내에서의 화석연료소비와 자동차 증가는 지속적인 경제성장과 국민들의 복지증진에 견인차 역할을 해왔으나, 이러한 에너지소비로부터 발생하는 대기오염은 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 시정거리 피해 등의 다양한 영향들을 통해 사회적 비용을 초래하고 있음.

□ 실제로 대기오염의 증가가 가져다주는 피해는 직접적으로는 사망자의 증가 및 대기오염 관련 만성기관지염, 천식, 폐기종 및 진폐증 등의 호흡기 질환에도 영향을 미치게 됨.

□ 이러한 현실에서 정부당국도 대기질의 개선과 보전을 위한 관심을 가지고 투자와 노력을 늘려나가고 있는 상황임.

□ 이와 같은 상황에서 본 연구에서는 서울시 대기질의 개선에 따르는 편익의 크기가 실제로 얼마에 해당할 것인가에 관심을 가지고 그것의 경제적 가치를 측정함으로써 대기질 개선과 관련된 정책적 시사점을 도출하고자 함.

2. 연구의 범위와 방법

□ 현재 서울시의 대기질을 개선하기 위한 노력은 다각적으로 매우 활발하게 이루어지고 있는 상황이며, 본 연구의 목표는 이에 따라 대기질 개선에 따른 경제적 편익의 크기를 경제학적인 방법론을 통하여 확인하고자 함.

□ 이를 위해 본 연구에서는 먼저 현행 서울시 대기질과 관련된 현황과 당면과제에 대해 조사하며, 특히 여기에서는 문헌고찰을 통해 서울시 대기환경의 특성 및 변화추이와 함께 서울시 대기질 개선대책의 추진방향에 관해 살펴보고 있음.

□ 또한 서울시민들이 가지는 환경과 관련된 무형의 편익을 도출할 수 있는 방법론에 대해 논의하고, 각 방법론을 적용한 국내외 연구를 살펴보며, 대기질 개선과 관련된 분야에 대한 적용가능성을 고려함.

□ 또한 실증연구로서 본 연구에서는 대기질의 속성항목을 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 그리고 시정거리 등의 4가지 구분하고 각 속성에 대한 서울시민들의 지불의사액을 조사하였음.

□ 그리고 추가적인 사례연구로서 서울시 지하공기질 개선의 경제적 편익을 측정하였음.

□ 연구의 방법으로는 대기질과 관련된 국내 문헌을 조사하고 분석한 후 가치측정문제에 적용하기 위해 다양한 경제학적 가치측정 방법론에 대해 비교적 상세히 살펴보고, 이 가운데 대표적인 방법론인 컨조인트 분석법과 조건부 가치측정법을 활용하였음.

Ⅱ. 서울시 대기질 현황 및 당면과제

1. 서울시 대기환경의 특성 및 개요

□ 서울시의 대기질 수준은 급속한 경제성장과 산업화로 인하여 상당히 악화되었으나, 환경친화적인 연료의 공급을 확대하고 대기오염 배출허용기준을 강화하면서 많은 개선이 이루어지고 있는 상황임.

<표 1> 서울시 대기오염도 추이

단위 : ppm, ㎍/㎥

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SO_2	0.023	0.019	0.017	0.013	0.011	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005
NO_2	0.032	0.032	0.032	0.033	0.032	0.030	0.032	0.035	0.037	0.036
O_3	0.013	0.014	0.013	0.015	0.016	0.017	0.016	0.017	0.015	0.015
CO	1.5	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.6
PM_{10}	-	-	78	72	68	59	66	65	71	76

□ 서울의 경우 지난 8년간 평균 시정거리는 12.7km로 조사되었으며, 1999년 저 11.91km에서 2002년 최고 14.04km로 나타나 지난 수년간 시정거리는 점차 개선되고 있는 것을 알 수 있음.

□ 또한 세계 주요 도시와 서울의 대기질 수준을 비교하면 오존의 경우에는 런던, 파리, 동경과 비교해볼 때 비슷하거나 낮은 수준인 것으로 조사되고 있으나 PM_{10}과 이산화질소의 경우에는 상대적으로 높은 오염도를 보이고 있는 실정임.

□ 특히 PM_{10}의 경우에는 런던이나 파리와 비교하여 3배 이상의 높은 수치를 기록하는 것으로 나타나 상대적으로 미세먼지에 대한 저감대책이 요구됨을 알 수 있음.

2. 서울시 대기질 개선대책의 추진방향

□ 수도권지역에 대해서는 대기질 개선을 위하여 종합적인 대기오염 저감대책을 추진하고, 지난 2003년 12월 수도권대기환경개선에관한특별법을 수립하여 2005년 1월부터 시행하도록 하고 있음.

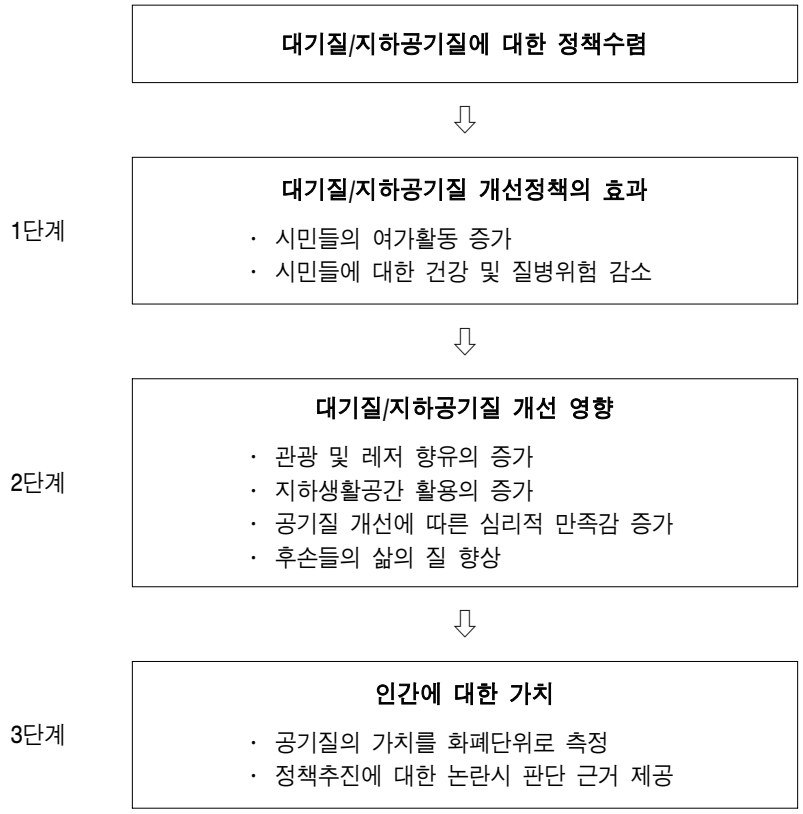
□ 수도권대기환경개선에관한특별법에서는 「총량삭감계획」을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아 시행하도록 함으로써 환경용량을 고려한 사전예방적 지역 대기관리를 추진하도록 규정하고 있음.

□ 그리고 일정규모 이상의 사업자에 대해 연간 대기오염물질 배출허용총량을 할당하고 배출허용총량을 초과하여 배출한 사업자에 대해서는 총량초과부과금을 부과할 수 있도록 하고 있으며, 총량삭감 대상사업장은 대기배출부과금 및 연료의 황함량 기준의 적용을 배제할 수 있도록 하고 할당받은 배출총량 중 일정부분은 매매 또는 거래할 수 있는 배출권거래제(배출허용총량의 이전)를 도입할 수 있도록 규정하여 직접규제에서 나아가 보다 시장접근적인 대기오염물질규제정책을 시행할 수 있는 근거를 마련하고 있음.

Ⅲ. 경제적 가치측정 방법론

1. 경제학적 가치, 편익 및 비용의 개념

□ 대기질의 개선으로 인해 편익이 발생하는 일반적인 과정은 다음 <그림 1>과 같이 설명할 수 있음.



<그림 1> 대기질 및 지하공기질 개선에 따른 편익발생 과정

□ 본 연구에서 지하공기질 변화에 따른 지불의사액을 도출할 수 있다면 이를 비시장재화의 변화에 따른 소비자의 후생의 크기 내지는 편익으로 판단할 수 있게 될 것임.

2. 경제학적 편익측정 방법론

□ 시장에서 거래가 이루어지지 않아 가격을 관찰할 수 없는 비시장재화에 대한 경제적 가치를 측정하는 이 방법은 다음의 두 기준에 의해 <표 2>와 같이 분류될 수 있음.

<표 2> 비시장재화의 가치측정 방법 분류

구 분	직접 시장을 관찰하는 방법	가상시장을 이용하는 방법
직접적인 측정법	- 적용사례는 거의 없음	- 조건부 가치측정법 - 다속성 효용평가법
간접적인 측정법	- 헤도닉 가격기법 - 여행비용접근법 - 회피행동분석법	- 진술선호기법

□ 헤도닉 가격기법(Hedonic Price Method, HPM)은 개인들이 구매하는 상품의 구성요소에 공공재의 수준이 포함되어 있는 경우에 적용하는 방법으로, 환경재에 대한 시장이 명시적으로 존재하지 않는 상황에 그 대체시장으로서 주택시장이나 토지시장을 이용하여 주택이나 토지의 가격에 반영된 환경재의 가치를 간접적으로 측정하는 방법론임.

□ 여행비용접근법(Travel Cost Model, TCM)은 비시장재화의 가치측정 방법으로는 가장 먼저 제안된 방법으로 비시장재인 환경재의 가치를 그 환경재와 관련되어 있는 시장에서의 소비행위에 연관시켜서 간접적으로 측정하는 방법론을 말함.

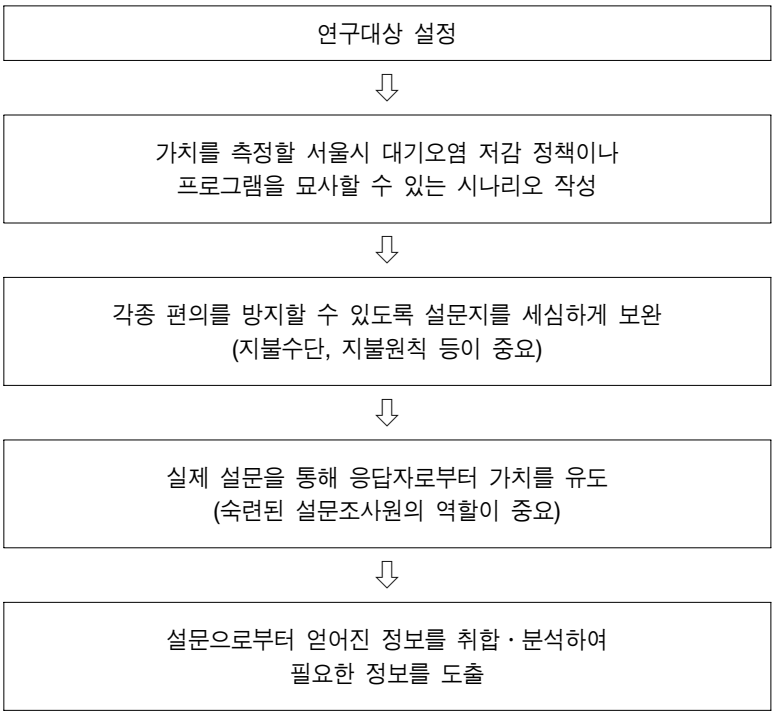
□ 회피행동분석법은 환경오염의 피해를 줄이거나 회피하기 위해 지불된 비용을 주관적인 환경가치로 간주하는 방법론을 의미함.

□ 다속성 효용평가법(Multi-Attribute Utility Assessment, MAUA)은 환경재의 다차원적(multi-dimensional) 성격과 인간 선호의 구조적(constructive) 성격을 충분히 반영하기 위해 비교적 최근에 개발된 방법론임.

□ 조건부 가치측정법(Contingent Valuation Method, CVM)은 사람들이 특정 공공재나 환경재에 부여하고 있는 가치를 직접적으로 이끌어내는 방법으로, 개인 대 개인, 우편 혹은 전화 인터뷰를 통해 사람들이 갖고 있는 환경재에 대한 가치를 설문하는 방식을 사용하고 있음.

□ 특별히 고안된 설문지는 환경재 변화에 대한 가상적인 상황을 설정하고 여러 조건들을 달아 사람들을 가상적인 상황에 결합시키게 되며, 이런 조건하에서 응답자들은 환경질의 가상적인 변화에 대해서 어느 정도 지불의사(WTP)가 있는지를 대답하게 되는 것임.

□ CVM의 적용은 <그림 2>와 같이 통상적으로 5단계를 거치게 됨.



<그림 2> 조건부 가치측정법의 5단계

□ CVM이 적용된 연구사례를 살펴보면 <표 3>과 같이 정리됨.

<표 3> 조건부 가치측정법이 적용된 연구

구 분	환 경 재	관련 논문
대기관련	시정거리와 환경변화	Randall et al.(1992)
	천식을 앓는 날의 감소	Rowe and Chestnut(1984)
	베를린의 대기오염	Schulz(1986)
	미세오염입자 조절 프로그램	Dickie et al.(1991)
	대기오염으로 인한 건강가치	곽승준 외(1998)
기타	등 굽은 고래	Samples et al.(1986)
	물고기의 증가	Navrud(1989)
	국립공원	Willis and Garrod(1993)
	열대우림	Shyamsundar and Kramer(1996)
	야생공원	Rollins and Lyke(1998)
	멸종위기종	Kotchen et al.(1999)
	숲의 휴양가치	Hörnsten(2000)
	습지	Srash(2000)
	산림의 공익적 기능	과학기술처(1991)
	산림자원의 휴양가치	윤여창 · 김성일(1992)
	광릉 크낙새	윤여창 · 장호찬(1994)
	국립공원	한범수(1996)
	국립공원	김병준(1998)
	갯벌	유병국(1998)
	민통선	전건홍(1998)
	철원지역	구소연(1999)
	강의 환경보존	곽승준 · 유승훈(2001)
	흑파리 통제 프로그램	Reiling et al.(1990)
	음용수 개선	Kwak and Russell(1994)
	수질개선	곽승준(1995)
	한강수질개선	이기호 · 곽승준(1996)
	음료용기 재활용의 불편비용	홍성훈(1996)
	우포늪의 경제적 가치	곽승준 외(2002)
	한려해상국립공원	곽승준 외(2002)
	산림생태공원	곽승준 외(2003)
	댄 건설의 환경영향	곽승준 외(2003)
	스팸메일의 불편비용	곽승준 외(2003)
	도시림의 경제적 가치	곽승준 외(2003)

□ 컨조인트 분석법은 간접적인 가치측정방법 가운데 기술선호기법에 해당됨.

□ CVM과 비교해 볼 때, CVM은 가치측정 대상이 단일속성으로 이루어진 환경재에 한정되기 때문에, 다양한 환경영향의 가치를 측정하고자 할 경우에는 그 적용이 쉽지 않다는 점이 지적되지만 컨조인트 분석법은 다중속성(multiple attribute)들로 구성된 환경영향들과 응답자의 지불의사액간의 상충관계들을 동시에 추정할 수 있다는 장점을 지니고 있음.

□ 컨조인트 분석법의 적용절차는 아래 <그림 3>과 같음.

<그림 3> 컨조인트 분석법의 적용절차

3. 대상별 적용가능성 검토

□ 본 연구와 관련하여 서울시 대기질 개선의 가치측정을 위해 적용할 수 있는 방법론으로는 여행비용접근법, 조건부 가치측정법, 다속성 효용평가법이 가능하다고 판단됨.

□ 이상의 적용가능한 방법론 중에서도 현재 가장 많이 활용되고 있는 조건부 가치측정법은 NOAA 보고서에서 존재가치나 여타 비사용가치들에 대해 신뢰할 만한 정보를 제공할 수 있음을 확인해 준 것 같이 지하공기질에 대한 가치측정에 있어 매우 유용하게 사용될 수 있음.

Ⅳ. 서울시 대기질의 환경가치 추정

1. 대기오염영향과 실증연구절차

□ 서울시 대기오염에 따른 환경비용을 컨조인트 분석법을 통하여 측정하고 이에 따른 시사점을 제시하고자 함.

□ 본 연구에서는 기본적으로 피해비용 접근법의 입장에서, 대기질 개선에 따른 WTP를 유도하기 위한 방법론으로 컨조인트 분석을 사용하였음.

□ 컨조인트 분석을 이용하는 경우 대기오염영향들을 연구의 속성으로 파악하여 속성간의 상충관계를 고려할 수 있으며, 따라서 정책결정자들에게 대기오염관련 정책에 관한 의사결정과정에 유용한 정량적 정보를 제공한다는 특징이 있음.

□ 일반적으로 컨조인트 연구에서는 연구대상 환경재의 환경속성을 식별하기 위해서는 크게 두 단계를 거치게 되는데 우선, 광범위한 국내·외의 과학적 문헌에 근거하여 속성들을 선정한 후, 전문가 집단을 대상으로 1차 수정을 하게 됨

□ 또한 두 번째 단계로 일반 응답자들을 대상으로 한 사전조사를 통해 2차 수정이 가해지는데 이러한 절차를 통해 결정된 대기오염영향들의 속성과 수준은 <표 4>와 같음.

<표 4> 대기오염영향들의 속성 및 수준

속 성 명	속 성 평 가 단 위	속성수준
1. 사망위험	폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수 (연간 인구 1000만 명당 사망자수)	0명 2,500명 5,000명
2. 질병위험	호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수 (연간 인구 1000만 명당 사망자수)	0명 250,000명 500,000명
3. 먼지오염피해	먼지로 이한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율(%)	0% 10% 20%
4. 시정거리	현재수준보다 증가하는 시정거리(km)	0km 5km 10km
5. 가격	가구당 교통요금 또는 전기요금 인상이나 환경세 신설을 통한 월 지불의사액(원)	0원 5,000원 10,000원 15,000원

□ 이러한 과정을 통해 결정된 서울시 대기오염영향의 속성들은 사망위험, 질병위험, 먼지오염피해, 시정거리의 4가지로 확정되었으며, 마지막으로 가격속성은 대기오염을 완화하기 위해 응답자들이 교통요금 또는 전기요금의 인상이나 환경세 신설을 통해 부담하고자하는 금액으로 정하였음.

□ 본 연구에서는 이와 같이 다섯 개의 속성들과 네 개의 수준을 가진 가격속성을 제외한 각 속성에 대해 각각 세 개의 수준들이 존재하게 되며, 응답자들은 일반적으로 여러 개의 선택대안들에 직면하게 됨.

□ <그림 4>는 실제 설문에 사용된 하나의 선택대안집합을 보여주고 있음.

	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	2,500명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000명	0명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	0%	20%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	0km	0km	변화 없음
추가적인 월 지불액	10,000원	10,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

<그림 4> 설문에 사용된 선택대안의 예시

□ 표본설계와 설문조사로는 연구의 대상지역으로는 서울에 한정하였으며, 가구조사의 특성을 고려하여 설문대상은 서울시에 거주하는 만 20세 이상 65세 미만의 세대주나 주부를 대상으로 고려, 일대일 면접방식을 취하였음.

□ 설문조사에서는 서울시 대기질에 대한 일반현황과 더불어 각 속성 및 그에 따른 각종 건강영향에 대해 설명하였으며, <그림 4>에 예시로 주어져 있는 것과 같은 선택대안을 제시하여 대안 1, 대안 2, 대안 3 가운데 하나를 선택하도록 하였고, 이러한 선택은 응답자 1인당 8회 실시되었음.

2. 추정결과와 대기오염영향의 환경비용

□ 개별 속성에서의 보다 덜 선호되는 수준으로부터 한 단위 개선을 얻기 위한 응답자의 평균적 한계 WTP를 계산할 수 있으며 그 결과는 <표 5>에 제시되어 있음.

<표 5> 대기오염영향의 속성별 한계지불의사액

속 성	한계WTP (t-통계량)	95% 신뢰구간
MORTALITY	1.4911 (8.56)**	[1.2367～1.8318]
MORBIDITY	0.0545 (11.86)**	[0.0480～0.0636]
TSP	627.04 (9.66)**	[530.75～746.13]
VISIBILITY	789.28 (6.84)**	[609.78～994.45]

□ 예를 들어, 대기오염으로 의한 사망자수를 한 명 완화하기 위한 가구 당 월 평균 MWTP는 1.4911원이며, 이 MWTP의 t-통계량은 8.56이라는 것을 알 수 있음.

□ <표 5>의 결과를 이용하면 개별 환경속성들의 다양한 수준들로 구성된 대기오염 개선정책안을 시행하기 위한 가구당 연간 WTP를 계산할 수 있음.

□ 모든 환경속성들이 가장 낮은 상황을 현재라고 가정하고 이에 대해 각 속성들을 최대한 개선된 값으로 변화시킬 수 있는 대기오염 개선정책을 시행하기 위한 가구당 월평균 WTP는 약 55,139.1원 (하한값 : 약 46,896.3원, 상한값 : 약 65,826.1원)으로 산정됨을 알 수 있음.

□ 본 연구에서의 응답표본은 성, 지역을 고려하여 서울시 전체의 가구를 대표할 수 있도록 구성되었으므로 대기개선정책의 시행에 따른 연평균 경제적 편익은 응답가구당 월 평균 WTP에 12(월)를 곱한 후, 여기에 서울시의 전체 가구 수를 곱하여 계산할 수 있음.

□ 2000년 서울시 전체 가구 수는 3,085,976 가구(통계청, 2000)이며, 이를 고려하여 계산된 대기개선정책의 시행에 따른 연평균 경제적 편익은 평균적으로 약 1조 7,016억원 (하한값 : 약 1조 4,472억원, 상한값 : 약 2조 314억원)에 달하게 되는 것으로 나타남.

3. 연구의 시사점

□ 본 연구에서 도출된 결과는 서울시 대기오염영향의 개별 속성들과 가격속성간의 상충관계(trade-offs)를 고려하도록 함으로써 소비자 선호에 근거한 대기오염영향의 속성별 화폐가치를 도출하여 정책결정자들에게 유용한 정보를 제공하고 있으며, 실제 설문조사를 통한 연구를 시행하기 위한 속성 및 수준의 결정, 그리고 여러 개의 가능한 선택대안집합 중 최소의 선택대안집합을 도출하기 위한 통계적 실험계획법 등 다양한 절차들에 대해 자세히 설명하고 있음.

□ 정책적인 측면에서, 정책 결정자들에게 다양한 대기오염영향들의 속성별 경제적 가치에 대한 정량적 정보를 제공함으로써 향후 대기개선을 위한 특정 사업에 대한 비용-편익분석에 대한 현실적인 시사점을 제공하고 있음.

□ 또한 대기오염원에 대한 규제와 대기오염물질의 감소를 통한 기존의 대기개선정책에서 탈피하여 다양한 대기오염영향들의 가치에 근거한 대기정책수립의 근거와 방향을 마련해 주고 있음.

Ⅴ. 서울시 지하공기질 개선의 경제적 편익측정

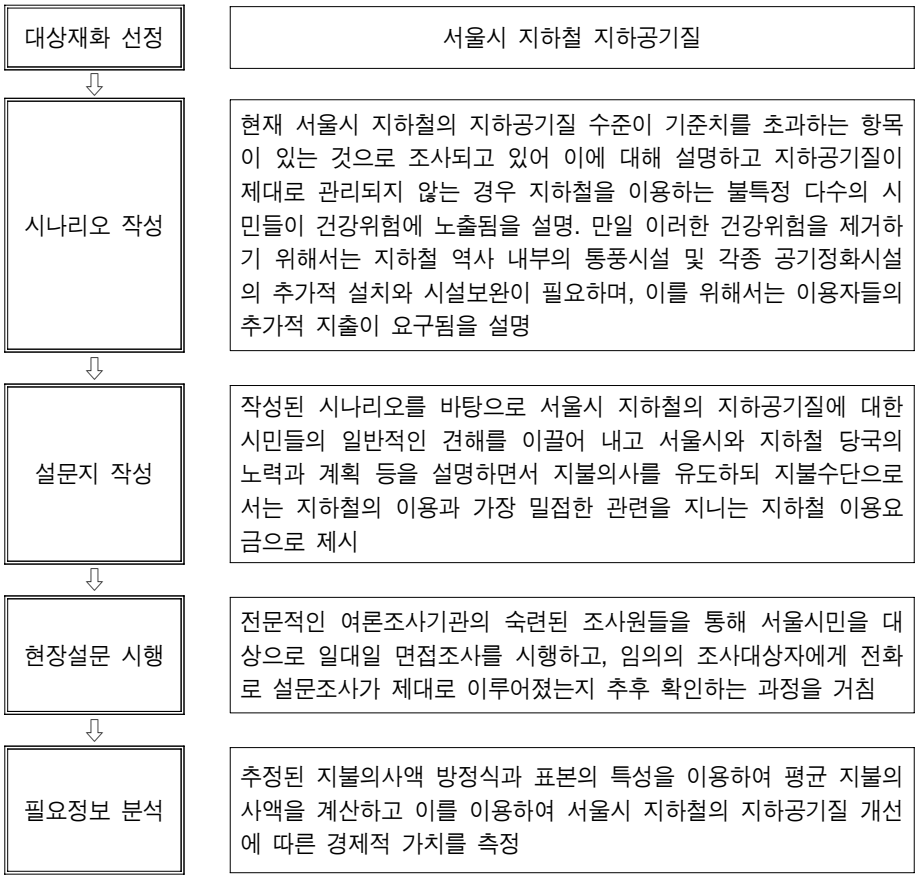
1. 개요 및 연구의 방법

□ 서울시 대기질 개선의 경제적 편익 정도를 살펴보기 위해, 본 연구에서는 서울시 지하철의 지하공기질 개선의 경제적 편익을 실증분석을 통해 측정하였음.

□ 이를 위해 여기서는 시장에서 거래가 이루어지지 않는 재화, 특히 환경재의 가치측정에 널리 활용되고 있는 조건부 가치측정법(Contingent Valuation Method, CVM)을 이용하여 서울시민들이 갖고 있는 지하공기질 개선의 가치를 측정하는 실증연구의 과정을 단계적으로 제시하고 있음.

□ 본 연구에서는 다른 기법에 비해 첫째, 보다 다양한 상황과 연구환경에 적용될 수 있고, 둘째, 다양한 유형의 비사용가치를 직접 측정 가능하다는 점, 그리고 경제학적 가치개념에 부합하는 힉스적 후생(Hicksian welfare)을 정확하게 직접 측정할 수 있다는 여러 가지 근거를 통해 연구방법론으로서 CVM을 선택하였음.

□ 본 연구에서 실시한 CVM의 운용절차는 <그림 5>와 같이 정리할 수 있음.



<그림 5> CVM의 운용절차

2. 지하공기질 개선편익측정의 연구방법론 및 절차

□ CVM에 의한 설문조사는 크게 조사기획단계, 실사단계로 나뉘고 조사기획단계는 자료 수집, 설문지 작성, 여러 차례의 수정을 거치게 됨.

□ 본격적인 설문조사를 하기 위한 첫 단계로서 대상재화와 이에 대한 조건부 시장을 설정해야 하며, 지불의사에 관한 핵심질문을 하기 전에 본 연구에서는 먼저 응답자로부터 지하공기질에 대한 일반적인 견해(general attitude to the environment)

를 이끌어 내고, 다음으로 응답자에게 서울시 지하철의 이용실태에 대한 답변을 이끌어 내었음.

□ 그리고 지하공기질의 상황을 각종 자료를 통해 설명하였으며, 다음 단계로 서울시 지하철의 지하공기질 개선을 위해 지불할 수 있는 금액에 대해 질문하는 표준적인 절차를 채택하였음.

□ 또한 실제 조사를 하는데 있어서 적절한 표본의 크기는 그 결과의 신뢰성과 밀접한 관련을 갖고 있음을 감안하여 본 연구에서도 적절한 표본의 크기를 임의추출(random sampling)을 통해 선택하고자 노력하였으며, 주어진 여건과 예산의 제약하에서 서울시민 250명을 표본으로 활용하였음.

□ 설문전문회사에 소속된 전문가의 도움으로 설문지를 가능한 한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 만들고자 하였으며 사람들이 얼마나 이해하는 지를 확인하기 위해 실험가구를 선택하여 설문지의 내용을 검증하였고, 설문은 2004년 2월 (주)동서리서치의 관리·감독 하에 실시되었음.

3. 실증결과와 지하공기질 개선의 편익

□ WTP 추정모형은 최우추정법을 통해 추정하였으며, 주요 결과는 <표 6>에 제시되어 있음.

<표 6> WTP 추정모형의 결과

변 수	추정치
상수	-0.315 (-2.33)*
Spike	0.578 (17.59)**
표본의 수 Log-likelihood	230 -286.34
Wald 통계량 (p-value)	309.60 (0.000)**
평균WTP t-value 95% 신뢰구간 99% 신뢰구간	90.058원 8.23** 71.82 - 115.55 74.06 - 111.35

□ 먼저 지하철의 공기질 개선에 대해 서울시민들이 얻는 총 편익을 구하기 위해서는 <표 6>에 제시된 WTP 추정치 90원에 대해 년간 서울지하철 이용자수를 곱하는 방법이 사용될 수 있음.

□ <표 7>에 제시된 연간 총 편익의 추정치는 본 연구를 통해 도출된 평균 WTP 90.05원에 대해 지난 2002년도 연간 지하철 운송실적에 따른 이용인원수를 곱하여 얻어졌음.

<표 7> 지하공기질 개선에 따른 총 편익

단위 : 억 원/년

구 분	지하철 운송실적	총 편익
평균 WTP	6,113,000	2,009.23

□ 따라서 지하공기질 개선노력과 연관지어 설명하면 향후 5년간 매년 약 2009억원의 편익이 지하공기질 개선에 따라 발생하게 되는 것임을 알 수 있음.

□ 이러한 본 연구의 결과는 최종적으로 지하공기질 개선에 대한 서울시민들의 편익(benefit)으로 해석될 수 있으며, 이는 지하공기질의 관리와 개선을 위한 투자의 적정수준을 판단하는데 중요한 준거점으로 작용하게 될 것임.

Ⅵ. 종합정리

□ 지난 20세기 말부터 이어져온 급속한 도시화 및 산업화 과정을 거치면서 서울시민들은 매우 큰 생활의 변화를 겪고 있는 상황임.

□ 특히 산업화의 심화와 더불어 생활수준의 향상에 따른 자동차 운행의 급격한 증가는 서울시 대기질 수준의 증가를 가져왔으며, 이에 따라 대기질 개선을 위한 많은 노력들이 시행되어오고 있음.

□ 특히 서울시의 경우 1990년대 중반을 기점으로 청정연료 사용의무화의 추진 및 저공해자동차의 보급에 따라 일부 오염물질에 대해서는 오염도의 감소추세가 나타나고 있는 상황이며, 새로운 여건에 부합하는 대기환경보전정책을 제시하고 대기환경기준 및 배출허용기준을 합리적으로 규율하기 위해 수도권대기질개선특별대책을 마련하여 이를 추진 중에 있음.

□ 그러나 미세먼지와 함께 대기오염상태의 전반적인 수준을 파악할 수 있는 평균시정거리와 같은 일부항목들에 대해서는 앞으로도 상당한 개선노력이 요구되는 상황에 있다고 하겠음.

□ 이에 따라 본 연구에서는 실행 가능하고 서울시민들에게 수용이 가능하며, 정책 결정자들에게 보다 유연하고 실행 가능한 정책대안을 마련하기 위해서 대기오염영향들의 속성별 화폐가치를 파악하고자 하였음.

□ 구체적으로 제2장에서는 서울시 대기질의 현황과 개선방향을 살펴보았으며, 제3장에서는 서울시의 대기질과 같은 무형의 환경자원에 대한 가치를 측정할 수 있는 경제적 가치측정 방법론을 자세하게 정리하였음.

□ 제4장에서는 컨조인트 분석법을 이용하여 대기질개선의 편익측정을 사례연구로 실시하여, 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 그리고 시정거리피해 등의 4가지 대기오염영향의 변화에 따른 서울시민들의 지불의사를 조사하고 각 오염영향의 변화에 따른 지불의사액을 추정하였음.

□ 추정결과 대기오염영향의 속성별 가구 당 월평균 지불의사액 추정치는 사망위험에 대해 약 1.4911(원/명), 질병위험에 대해 약 0.0545(원/명), 먼지오염피해에 대해 약 627.04(원/%), 그리고 시정거리에 대해 약 789.3(원/km)인 것으로 나타났음.

□ 이를 통해 본 연구에서는 개별 환경속성들의 다양한 수준들로 구성된 대기오염 개선정책안을 시행하기 위한 가구당 연간 지불의사액을 계산하였음.

□ 예를 들어, 모든 환경속성들의 수준을 최상으로 개선하기 위해 대기오염 개선정책을 시행했을 경우 이에 대한 가구당 월평균 지불의사액은 약 55,139.1원으로 추정되었으며, 이렇게 계산된 대기개선정책의 시행에 따른 연평균 경제적 편익은 평균적으로 약 1조 7,016억원에 달하는 것으로 나타났음.

□ 이와 같이 본 연구는 서울시민들이 느끼고 있는 대기질의 무형의 재화가 지니는 환경가치를 화폐단위로 산정함으로써 추후 환경의 가치를 고려한 다양한 분석을 가능하게 하였고,

□ 이러한 본 연구의 결과는 지하공기질 개선에 대한 서울시민들의 편익(benefit)으로 해석될 수 있으며, 이는 지하공기질의 관리와 개선을 위한 투자의 적정수준을 판단하는데 중요한 준거점으로 작용하게 될 것임.

목 차

제Ⅰ장 서 론 ····· 3

제1절 연구의 배경 및 목적 ····· 3

1. 연구의 배경 ····· 3

2. 연구의 목적 ····· 7

제2절 연구의 범위와 방법 ····· 7

1. 연구의 범위 ····· 7

2. 연구의 방법 ····· 8

제Ⅱ장 서울시 대기질 현황 및 당면과제 ····· 11

제1절 서울시 대기환경의 특성 및 변화추이 ····· 11

제2절 서울시 대기질 개선대책의 추진방향 ····· 12

1. 수도권대기질개선특별대책의 수립 및 추진 ····· 12

2. 자동차 공해 저감대책 ····· 13

3. 먼지 저감대책 ····· 14

제Ⅲ장 경제적 가치측정 방법론 ····· 17

제1절 경제학적 가치, 편익 및 비용의 개념 ····· 17

1. 경제적 의미의 가치 ····· 17

2. 가치의 종류 ····· 19

3. 편익, 피해, 비용의 개념 ····· 20

4. 편익의 측정 ····· 21

제2절 경제학적 편익측정 방법론 ····· 23

1. 편익측정 방법론의 분류 ····· 23

2. 헤도닉 가격기법 ····· 24

3. 여행비용접근법 ····· 26

4. 회피행동분석법 ····· 29
5. 다속성 효용평가법 ····· 30
6. 컨조인트 분석법 ····· 31

제3절 대상별 적용가능성 검토 ····· 43

제4절 비경제학적 편익측정 방법론 ····· 44
1. 인적 자본 접근법 ····· 45
2. 제어비용 접근법 ····· 47
3. 생산성 접근법 ····· 48

제Ⅳ장 서울시 대기질의 환경가치 추정 ····· 53

제1절 대기오염영향과 실증연구절차 ····· 53
1. 가치측정대상과 지불수단 ····· 53
2. 선택대안집합의 설계 ····· 54
3. 표본설계와 설문조사 ····· 55

제2절 추정결과와 대기오염영향의 환경비용 ····· 56
1. 설문결과 ····· 56
2. 대기오염영향의 환경비용 ····· 58

제3절 연구의 시사점 ····· 60

제Ⅴ장 서울시 지하공기질 개선의 경제적 편익측정 ····· 63

제1절 지하공기질 개선편익측정의 의의 및 지하공기질 현황 ····· 63
1. 지하공기질 개선편익측정의 의의 ····· 63
2. 지하공기질 관리규정 및 현황 ····· 65
3. 지하공기질 현황에 관한 연구 ····· 68

제2절 지하공기질 개선을 위한 정책방안 ····· 70
1. 지하역사에 대한 청소 ····· 71
2. 분진흡입열차 운행 ····· 71
3. 도상개량사업 ····· 72
4. 승강장 스크린도어 설치 ····· 73
5. 지하철 환경위원회 및 환경관리 점검반 운영 ····· 73

제3절 지하공기질 개선편익측정의 연구방법론 및 연구절차 ····· 74
1. 지하공기질 개선편익측정의 연구방법론 ····· 74
2. 실증분석을 위한 CVM 모형 ····· 78
3. 실증연구절차 ····· 82
제4절 실증결과와 지하공기질 개선의 편익 ····· 90
1. 추정결과 ····· 90
2. 지하공기질 개선의 총 편익 ····· 92
제Ⅵ장 결 론 ····· 97
참고문헌 ····· 101
부 록 (1) ····· 111
부 록 (2) ····· 117

제 I 장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

1. 연구의 배경

국내에서의 화석연료소비와 자동차 증가는 지속적인 경제성장과 국민들의 복지증진에 견인차 역할을 해왔으나, 이러한 에너지소비로부터 발생하는 대기오염은 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 시정거리 피해 등의 다양한 영향들을 통해 사회적 비용을 초래해 왔다. 특히, 산으로 둘러싸인 분지형태의 서울지역에서는 대기오염물질들이 쉽게 축적되어 대기오염으로 인한 피해가 심각한 실정으로 알려지고 있다.

실제로 대기오염의 증가가 가져다주는 피해는 직접적으로는 사망자의 증가 및 대기오염 관련 만성기관지염, 천식, 폐기종 및 진폐증 등의 호흡기 질환에도 영향을 미치게 된다. 또한 이외에도 대기오염물질에 포함된 먼지는 물체의 표면이나 의류를 오염시켜 청소도구, 세제, 전기료 등의 청소비용과 세탁비용을 증가시키며, 실제로 대기오염으로 인해 서울시의 시정거리가 15㎞ 이하인 일수는 일 년 중 절반에 해당하는 170여 일이나 되는 것으로 조사되고 있다. 또한 향후에도 지속적인 경제성장에 따라 사업장과 자동차 등 대기오염물질의 배출원이 계속 증가할 것으로 전망된다. 따라서 현재 아황산가스의 배출량이 감소함에 따라 전반적인 대기오염물질의 배출량은 줄어들고 있으나 오존주의보 발령횟수의 증가, 시정거리의 감소 등으로 시민들이 실제로 체감하는 대기오염도는 당분간 지속될 것으로 예상된다.

이러한 현실에서 정부당국도 대기질의 개선과 보전을 위한 관심을 가지고 투자와 노력을 늘려나가고 있는 상황이다. 보다 구체적으로는 지난 2003년에 수도권지역의 대기질 개선에 대한 포괄적인 접근을 위해 수도권대기환경개선에관한특별법을 제정한바 있으며, 자동차 등의 배출가스 저감을 위한 다양한 정책수단을 마련하고 시행중에 있는 상황이다.

지금까지 서울시의 대기질 개선과 관련해서는 오염원을 중심으로 대기질 개선에 대한 공학적 차원의 접근이 주로 이루어져 왔으며 공학적 제어기술, 일정 장소의 부분적 오염도 측정 및 분석, 대기질 문제에 대한 일반적인 대책소개와 전망에 대한 연구가 주류를 이루고 있다. 이와 같은 상황에서 서울시 대기질의 개선에 따르는 편익의 크기가 실제로 얼마

에 해당할 것인가에 관심을 가지고 경제적 가치를 측정하는 것은 상당한 정책적 시사점을 지니는 필요한 사안이라고 할 것이다.

2. 연구의 목적

서울시의 대기질 개선에 관한 연구는 국내에서도 꾸준히 이루어져 왔으며, 이에 따라 다양한 정책적 수단과 입법을 통해 환경오염원인을 분석하고 저감정책을 마련하는 등 종합적인 환경관리방안의 마련을 위한 노력이 계속되고 있다. 그러나 실제로 서울시민의 입장에서 대기질 개선에 따른 편익이 대기오염영향별로 얼마의 크기를 갖게 될 것인지를 측정한 연구는 아직까지 국내 상황에서 전무한 실정이다.

따라서 대기오염영향별로 개선에 따른 편익의 크기를 경제학적 방법론을 통해 측정하게 된다면 앞으로 정책당국의 개선노력이 얼마만한 경제적 이득을 가져오게 될 것인지 분명히 판단할 수 있게 된다. 또한 앞으로 이와 유사한 사례에 경제학적 가치추정 방법론을 적용하기 위해 측정방법론을 제시하고 정립하는 것 역시 중요한 과제라고 할 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 환경질 변화에 따른 편익의 크기를 측정할 수 있는 다양한 경제학적 방법론을 제시하고 대기질 개선과 관련된 경제적 편익을 사례연구로서 추정하고자 한다.

제2절 연구의 범위와 방법

1. 연구의 범위

현재 서울시의 대기질을 개선하기 위한 노력은 다각적으로 매우 활발하게 이루어지고 있는 상황이며, 본 연구의 목표는 이에 따라 대기질 개선에 따른 경제적 편익의 크기를 경제학적인 방법론을 통하여 확인하는 것이다.

이를 위해 본 연구에서는 먼저 현행 서울시 대기질과 관련된 현황과 당면과제에 대해 조사하고자 한다. 여기에서는 문헌고찰을 통해 서울시 대기환경의 특성 및 변화추이와 함께 서울시 대기질 개선대책의 추진방향에 관해 살펴본다. 그리고 서울시민들이 가지는 환경과 관련된 무형의 편익을 도출할 수 있는 방법론에 대해 논의한다. 이를 위해 기본적으로 경제학적 가치와 편익의 개념을 살펴보고 다양한 편익측정 방법론의 이론적 내용과 적

용절차를 깊이 있게 조사한다. 이러한 과정에서 각 방법론을 적용한 국내외 연구를 살펴보고 대기질 개선과 관련된 분야에 대한 적용가능성도 고려하게 된다.

또한 실증연구로서 본 연구에서는 대기질의 속성항목을 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 그리고 시정거리 등의 4가지 구분하고 각 속성에 대한 서울시민들의 지불의사액을 조사하였다. 이와 같은 서울시민들의 지불의사액은 결국 서울시 대기질 개선이 갖는 환경가치로서 간주된다.

2. 연구의 방법

연구의 방법으로는 대기질과 관련된 국내 문헌을 조사하고 분석한다. 이어서 가치측정문제에 적용하기 위해 다양한 경제학적 가치측정 방법론에 대해 비교적 상세히 살펴보고, 이 가운데 대표적인 방법론인 컨조인트 분석법과 조건부 가치측정법을 통하여 실제 사례를 분석한다. 본 연구에서 제시된 방법론들은 최근 국내외 학계와 여러 연구기관에서 실제 무형의 환경재의 가치를 평가하는 주요 기법으로 인정받아 왔으며, 우리나라 상황에서도 관련 지역주민들이나 혹은 국민 전체적으로 무형의 환경가치를 측정하는데 널리 활용되어오고 있다. 컨조인트 분석은 최근 널리 이용되고 있는 환경재화의 가치측정방법으로서 일반국민들로 하여금 환경영향의 각 속성과 가격간의 상충관계(trade-off)를 고려하도록 함으로써 소비자 선호에 근거하여 각 속성별 화폐가치를 유도하는 방법론에 해당하며, 정책결정자에게 대기오염관련 정책에 관한 의사결정과정에서 유용하게 사용될 수 있는 정량적인 정보를 제공할 수 있는 특징을 지니고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 여론조사 전문기관에 의뢰하여 서울시민을 대상으로 직접설문을 시도하고 그 결과를 정책적 함의에 반영하고자 한다. 설문조사는 일대일 개인면접을 통하여 654명에 대해 이루어졌으며, 총 600개의 이용 가능한 자료를 활용하였다.

또한 추가적으로 이루어진 서울시 지하철 지하공기질 개선의 경제적 편익 측정을 위해서는 조건부 가치측정법이 사용되었다. 조건부 가치측정법을 적용함에 있어서 역시 컨조인트 분석과 마찬가지로 서울시민 250명을 대상으로 일대일 직접설문이 시도되었다.

제Ⅱ장 서울시 대기질 현황 및 당면과제

제1절 서울시 대기환경의 특성 및 변화추이

서울시의 대기질 수준은 급속한 경제성장과 산업화로 인하여 상당히 악화되었으나, 환경친화적인 연료의 공급을 확대하고 대기오염 배출허용기준을 강화하면서 많은 개선이 이루어지고 있는 상황이다. 특히 산업화 과정에서 야기된 대표적인오염물질인 아황산가스는 지난 10여 년간 지속적으로 개선되어 왔다.

그러나 미세먼지의 오염도는 저감효과가 그리 크지 않은 상황이며 <표 2-1>에서 볼 수 있듯이 PM_{10}의 농도는 지난 1995년 이후 크게 개선되지 않고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 자동차의 급속한 증가로 인한 질소산화물의 배출 역시 증가하고 있으며, 이로 인한 광화학적 대기오염이 심화되는 등 선진국형태의 새로운 대기오염양상이 나타나고 있다.

<표 2-1> 서울시 대기오염도 추이

단위 : ppm, $\mu g/m^3$

구분	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SO_2	0.023	0.019	0.017	0.013	0.011	0.008	0.007	0.006	0.005	0.005
NO_2	0.032	0.032	0.032	0.033	0.032	0.030	0.032	0.035	0.037	0.036
O_3	0.013	0.014	0.013	0.015	0.016	0.017	0.016	0.017	0.015	0.015
CO	1.5	1.5	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.6
PM_{10}	-	-	78	72	68	59	66	65	71	76

자료 : 환경부, 대기환경연보, 2003.11.

서울시 지역의 연도별 연평균 시정거리는 <표 2-2>와 같다. 서울의 경우 지난 8년간 평균 시정거리는 12.7km로 조사되었으며, 1999년 저 11.91km에서 2002년 최고 14.04km로 나타나 지난 수년간 시정거리는 점차 개선되고 있는 것을 알 수 있다. 그러나 서울시 지역은 시정거리가 매년 평균적으로 10km정도를 넘는 수준으로 계속 관측되고 있어 대기오염도가 상당한 수준으로 악화되어 있다고 평가할 수 있다.

<표 2-2> 서울시 연평균 시정거리

단위 : km

연도별	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02
서울	13.77	13.57	11.88	12.31	11.91	12.01	12.49	14.04

자료 : 환경부, 대기환경연보, 2003.11.

또한 세계 주요 도시와 서울의 대기질 수준을 비교하면 <표 2-3>과 같이 나타낼 수 있다. 오존의 경우에는 런던, 파리, 동경과 비교해볼 때 비슷하거나 낮은 수준인 것으로 조사되고 있으나 PM_{10}과 이산화질소의 경우에는 상대적으로 높은 오염도를 보이고 있는 실정이다. 특히 PM_{10}의 경우에는 런던이나 파리와 비교하여 3배 이상의 높은 수치를 기록하는 것으로 나타나 상대적으로 미세먼지에 대한 저감대책이 요구됨을 알 수 있다.

<표 2-3> 주요 도시와의 대기오염도 비교

구분	서울(2001)	런던(2001)	파리(2001)	동경(1999)	뉴욕(1997)
O_3((ppb)	15(143)	17(102)	17(118)	26(173)	-
$PM_{10}(\mu g/m^3)$	71(473)	20(141)	20(74)	40	23
NO_2(ppb)	37(138)	25(70)	22(98)	28	30

주 : ( )는 O_3은 시간당 최고농도, PM_{10}와 NO_2는 일 최고농도를 나타냄
자료 : 안문수, 대기보전 정책방향, 첨단환경기술 2003. 3.

제2절 서울시 대기질 개선대책의 추진방향

1. 수도권대기질개선특별대책의 수립 및 추진

현재 수도권 지역은 대기환경 규제지역으로 지정되어 있으나, 영향권별로 관리되지 못하고 자치단체별로 대책을 수립하고 추진함에 따라 대기질 개선노력이 큰 효과가 있지는 못하고 있는 상황이다(안문수, 2003). 이에 따라 악화되고 있는 수도권 지역의 대기질 개선을 위하여 종합적인 대기오염 저감대책을 추진하고, 지난 2003년 12월 수도권대기환경개선에관한특별법을 수립하여 2005년 1월부터 시행하도록 하고 있다.

수도권대기환경개선에관한특별법에서는 먼저 중장기 전망 및 계획에 근거한 체계적인 관리체계를 구축하기 위하여 환경부장관은 10년마다 「수도권 대기환경관리 기본계획」을 수립하고, 이를 토대로 시도지사는 시행계획을 수립하도록 하고 있다. 또한 환경부장관은 「오염물질 총량관리에 관한 기본방침」을 수립하여 시도지사에게 통보하고, 시도지사는 기본방침에 따라 「총량삭감계획」을 수립하여 환경부장관의 승인을 받아 시행하도록 함으로써 환경용량을 고려한 사전예방적 지역 대기관리를 추진하도록 규정하고 있다. 그리고 일정규모 이상의 사업자에 대해 연간 대기오염물질 배출호용총량을 할당하고 배출허용총량을 초과하여 배출한 사업자에 대해서는 총량초과부과금을 부과할 수 있도록 하고 있으며, 총량삭감 대상사업장은 대기배출부과금 및 연료의 황함량 기준의 적용을 배제할 수 있도록 하며, 할당받은 배출총량 중 일정부분은 매매 또는 거래할 수 있는 배출권거래제(배출허용총량의 이전)를 도입할 수 있도록 규정하여 직접규제에서 나아가 보다 시장접근적인 대기오염물질규제정책을 시행할 수 있는 근거를 마련하고 있다.

2. 자동차 공해 저감대책

지난 30년간 대기오염과 관련한 배출원은 상당히 급격한 변화과정을 겪어 왔다. 과거 1970년대와 1980년대에는 주로 난방시설과 산업시설이 대기오염의 주요 발생원이었으나 1990년대를 거치면서 자동차의 운행과 관련된 유해물질이 주요 발생원으로 대두되었다. 특히 서울시와 같은 지역의 경우에는 이러한 현상이 더욱 두드러지게 나타나고 있는데 통상적으로 오염물질에 따라 차이가 있겠으나 대체로 80 ~ 90% 정도의 발생원을 자동차가 차지하고 있는 것으로 알려지고 있다(동종인, 2002).

<표 2-4> 자동차 공해 관련 정책수단

구분	정책수단
연료대책	- 휘발유품질(방향족화합물/벤젠/납/인/산소/올레핀/황함량기준) - 경유품질(황함량)
신규제작 자동차	- 배출가스허용기준(일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 매연) - 자동차형태(천연가스차, 고출력버스 등) - 배출가스보증기간
운행자동차	- 정기검사제도 보완

자료 : 동종인, 서울지역 대기오염 현상분석과 개선을 위한 시민참여방안, 2002.

이에 따라 종동차 공해와 관련된 다양한 정책수단이 마련되어 시행중이며, 보다 구체적으로 살펴보면 <표 2-4>와 같다. 먼저 경유를 연료로 사용하는 시내버스 등 3.5톤 이상의 자동차에서 배출되는 대기오염물질을 줄이고, 저공해엔진의 개발을 촉진시키기 위하여 지난 1996년부터 질소산화물 및 입자상물질의 배출허용기준이 강화되었으며, 2002년부터는 배출허용기준을 선진국 수준으로 강화되었다. 또한 운행자동차의 배출허용기준은 사용연료 및 차종에 따라 규제항목 및 규제기준을 구분하여 설정하고, 휘발유 또는 가스사용자동차의 경우에는 일산화탄소, 탄화수소 및 공기과잉율을, 경유사용자동차의 경우에는 매연을 규제하고 있는 상황이다. 특히 경유자동차의 매연배출허용기준을 강화하여 1996년 이후 출고차는 40%에서 35% 이하로, 1998년 이후 출고차량은 30% 이하로, 그리고 2002년 7월 이후 출고된 모든 대형자동차는 20% 이하로 강화하였다.

3. 먼지 저감대책

미세먼지는 대기중에 떠다니는 규정치 이하의 입자상물질을 의미하여, 자동차, 도로, 공사장, 그리고 생활주변 등 발생원이 다양한 편이라고 할 수 있다. 서울시의 미세먼지오염도는 자체적으로 발생한 먼지와 황사 등 외부에서 유입되어 온 영향 및 지형적인 영향을 많이 받고 있으며, 앞에서도 언급한 바와 같이 선진국 수준과 비교해볼 때 상당히 높은 수준의 오염을 보이고 있는 항목에 해당한다.

현재 서울시에서는 도로변에서 야기되는 먼지의 발생을 감소시키기 위해 노폭 12m 이상의 도로에 대하여 진공흡입 청소차를 이용한 기계화청소를 실시하고 있으며, 도로중앙분리대에서 토사가 유출되지 않도록 경계석 상단 5cm 이하까지만 복토하고, 보도블럭 교체시 시멘트블럭류를 아스콘류로 교체하는 시책을 추진중에 있다. 또한 비산먼지를 방생하는 공사장 가운데 연면적이 10,000㎡ 이상의 건물건설공사장이나 토목공사장 등 대형공사장에 대하여는 먼지발생을 억제하기 위한 먼지발생억제시설을 설치·운영토록 하고 있다.

제Ⅲ장 경제적 가치측정 방법론

제1절 경제학적 가치, 편익 및 비용의 개념

1. 경제적 의미의 가치

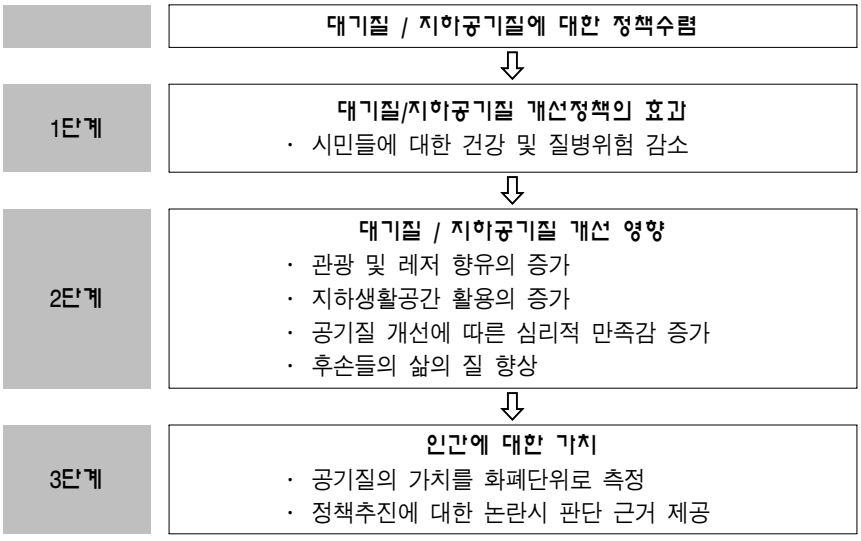
본 연구에서 측정할 경제적 의미의 가치는 신고전학파 후생경제학(welfare economics)에 근거하고 있다. 신고전학파 후생경제학의 궁극적인 목표는 가장 효율적이며, 사회적으로 바람직한 자원배분이 무엇인가를 해명하는 것이며, 이는 실증경제학의 영역인 생산가능곡선(production possibility curve)과 후생경제학의 분석대상인 사회후생함수(social welfare function)의 접점에서 이루어진다. 후생경제학의 기본적인 전제는 경제활동의 목적은 사회를 구성하는 개인들의 후생(welfare)을 증진시키는 것이며, 주어진 상황에서 각 개인의 후생 수준이 어느 정도인지는 자기 자신이 가장 잘 판단할 수 있다는 것이다.

그런데 각 개인의 후생은 시장에서 거래되는 시장재(market goods)에 대한 소비뿐만 아니라 자원-환경 시스템(resource-environment system)이 공급하는 대기질 수준, 건강, 자연경관 감상, 시정거리(visibility), 야외휴양에 대한 기회 등과 같은 비시장재(nonmarket goods)에 대한 소비에도 의존한다. 따라서 자원-환경 시스템의 변화에 수반하는 경제적 가치를 제대로 추정하기 위해서는 반드시 그 변화가 인간의 후생에 미치는 영향을 감안해야 한다.

일반적으로 특정 시장재의 가치추정은 해당 재화에 대한 개인의 실제 구매행위에 의해 시장에서 현시(revealed)되는 화폐적 금액에 기초한다. 그런데 외부성(externality)을 갖는 비시장재화는 재화의 특성상 구체적인 시장 형성이 어려우므로 간접적 혹은 직접적인 수단을 통해 그 가치를 평가하는 것이 기본이다. 그런데 환경질과 같이 시장에서 직접 거래되지 않는 비시장재의 변화가 야기하는 개인후생의 변화를 측정하는 경제이론은 다음과 같은 두 가지 가정을 전제로 한다. 즉, 사람들은 시장재와 비시장재로 구성된 재화묶음(bundle of goods)에 대해 잘 정의된 선호를 가지고 있으며, 그 다음으로 사람들은 자신의 선호를 알고 이러한 선호는 재화묶음을 구성하는 시장재와 비시장재 사이의 대체가능성(substitutability)을 나타낸다는 것이 그 두 가지 가정인 것이다. 대체가능성이란 어떤 개인의 재화묶음에서 한 재화의 소비를 감소시키면 그 개인은 후생의 감소 없이 다른 재

화의 소비를 증가시킬 수 있다는 것을 의미한다. 이 대체가능성은 재화묶음에 포함되어 있는 재화간 교환비율과 밀접한 관계가 있기 때문에 경제적 가치개념의 핵심이 된다. 한 재화의 소비를 줄여 다른 재화의 소비를 늘린다면 그로부터 우리는 사람들이 이러한 재화에 두고 있는 가치를 알아 낼 수 있다. 즉, 재화묶음 중 단 하나의 재화라도 화폐가치를 갖고 있고, 그 재화와 다른 재화간의 교환비율을 안다면 이로부터 다른 재화의 화폐가치를 파악할 수 있다. 바로 이러한 대체가능성에 근거한 가치개념은 후술할 지불의사액(willingness to pay, WTP) 또는 수취의사액(willingness to accept, WTA)으로 표현될 수 있다. 따라서 본 연구에서도 지하공기질 변화에 따른 WTP를 도출할 수 있다면 이를 비시장재화의 변화에 따른 소비자의 후생의 크기 내지는 편익으로 판단할 수 있게 된다.

일반적으로 대기질의 개선으로 인해 편익이 발생하는 과정은 다음 <그림 3-1>을 통해 설명할 수 있다. 먼저 1단계는 각종 개발활동의 타당성에 대해 충분히 검토하여 대기질을 악화시키는 여러 현상들을 종료하는 것이 바람직하다고 결론을 내리고 대기질을 보존하는 단계이다. 2단계는 대기질 개선의 효과로 인해 인간이 영향을 받는 것을 나타낸다. 다시 말하면 인간의 후생 또는 복지에 미치는 영향을 나타내고 있는 것이다. 마지막 3단계는 경제학적인 모형을 운용하여 이러한 영향을 화폐화(monetization)시키는 것을 보여주고 있다. 이렇게 대기질 개선에 따른 편익을 화폐화시킴으로써 개발에 따른 비용 및 편익과의 비교가 용이해 질 수 있으며, 대기질과 관련된 개선정책의 문제를 합리적으로 해결할 수 있다. 대기질과 관련된 비용 및 편익을 동일한 잣대로 비교하여 경제적으로 타당한 결정을 내릴 수 있다.



<그림 3-1> 대기질 및 지하공기질 개선에 따른 편익발생 과정

2. 가치의 종류

대기질 개선이 인간에게 가져다주는 가치는 크게 사용가치(use value)와 비사용가치(non-use value)로 구분될 수 있고 따라서 환경재가 주는 총가치(total value)는 사용가치와 비사용가치의 합이 된다.

사용가치란 개인이 환경재를 물리적으로 이용하기 때문에 부여하는 가치이다. 사용가치는 다시 직접사용가치와 간접사용가치로 분류된다. 한편 비사용가치는 사용가치 이외의 가치를 통틀어서 지칭하는 것으로 개인이 물리적으로 환경을 이용하지 않음에도 불구하고 환경재에 부여하는 가치이다. 환경경제학자들은 적어도 이론적으로는 비사용가치의 개념을 받아들이고 있으며, 이들 중 상당수는 최소한 특정 상황의 경우 그 크기가 상당하다고 믿고 있다. 그러나 경제학자들 간에 그 정의와 의미, 사람들이 어떠한 동기에 의해 비사용가치를 갖게 되고 실증적으로 이를 어떻게 추정해야 하는 지에 대해서는 아직 완전한 합의에 도달하고 있지 못하다(Freeman, 1993). 그러나 이는 아직까지 비사용가치에 대한 개념적 이해가 진행 중인 상황이므로 그다지 특기할만한 일이 아니며, 여러 논쟁에도 불구하고 대다수의 경제학자들 사이에서 비사용가치가 존재하며, 측정 가능한 가치이고, 많은 경우 그 크기가 작지 않다는 점에 대해 대체적인 합의가 이루어진 상태이다(Randall, 1992).

비사용가치는 크게 선택가치(option value), 존재가치(existence value), 유산가치(bequest value)로 세분될 수 있다. 현재는 직접적으로 이용되지 않아서 사용가치는 없지만 미래에 이용가능성이 있는 경우 그 환경이 갖고 있는 가치를 선택가치라고 한다. 즉, 비록 현재는 사용하지 않는 어떤 환경재가 미래에 사용될 가능성이 있는 경우 그 환경을 지금 훼손하게 되면 미래의 선택 폭이 감소하게 되고 따라서 그 만큼의 비용이 미래에 발생할 수 있다는 의미이다. 이 선택가치는 환경의 개발과 관련된 의사결정에서 중요시되는 개념이다.

존재가치란 사람들이 비록 환경자원을 직접 사용하는 것에 대해 혹은 직접적인 편익을 얻는 것에 대해 생각해 본 적이 없다 하더라도 그것들이 존재한다는 것을 단지 아는 것과 관련된 가치를 의미한다. 즉, 어떤 환경을 현재 이용하고 있지도 않고 미래에도 이용할 의사가 없더라도 그 존재 자체만으로 의미를 갖는다고 생각하는 경우의 가치를 존재가치라 한다.

마지막으로 유산가치란 미래세대를 위하여 환경을 보존하는 것 자체가 어떤 가치를 갖는 경우를 말한다. 이상에서 논의한 사용가치 및 비사용가치를 대기질 보전의 경우에 적용하면 다음 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 대기환경 보존에 따른 가치의 분류

가치의 분류		내 용
사용가치		특정지역에서 자연자원의 하나인 대기질을 향유하고 직접 이용
비사용 가치	선택가치	비록 당장은 특정지역을 이용·방문할 계획이 없어도 앞으로 이용·방문할 가능성이 있으므로 인해 그 지역의 대기질이 개선되는데 만족을 느낌
	존재가치	비록 현재 또는 미래에 특정지역의 대기질을 이용할 가능성이 없어도 단지 개선되는데 만족을 느낌
	유산가치	후손들을 위해 대기질이 개선되어야 한다고 생각

이상에서 환경재가 갖고 있는 여러 가지 가치를 분류하였으나 실제로는 이러한 분류 자체나 사용가치와 비사용가치의 크기를 구분하는 것이 현실적이지 않을 수도 있음을 주의해야 한다. 따라서 대기질이나 지하공기질과 같은 비시장재화의 가치를 측정함에 있어서 각각의 가치를 무리하게 구분하려는 시도는 불필요할 수 있지만 적어도 앞에서 설명한 각 가치에 대한 개념을 확립할 필요는 있다. 그리고 나아가 <표 3-1>에서 제시한 대기질/지하공기질의 보존가치를 반영하여 관련 정책이 결정되어야 함은 물론이다.

3. 편익, 피해, 비용의 개념

사회가 자원을 효율적으로 배분하려 한다면, 환경질의 변화 또는 환경의 보존으로부터 사회의 구성원이 얻는 가치(즉, 편익)와 다른 용도로 사용될 수 있는 환경을 보존함으로써 사회 구성원이 포기해야 하는 가치(즉, 비용)를 비교해야 한다. 이 경우 편익과 비용은 개인의 후생에 미치는 영향에 근거해서 화폐화되기(monetized) 때문에 경제적 가치와 후생의 변화는 같은 의미를 갖고 있다. 경제적 효율성이 판단의 기준일 때 사회가 환경자원의 배분을 변화시키려는 시도는 편익이 비용을 초과할 때만 정당화될 수 있다.

여기서 편익(benefit)이란 주어진 환경질의 개선 또는 특정 환경재의 공급으로 인해 발생하는 경제적 이익의 화폐가치를 의미한다. 이와 관련하여 피해(damage)란 환경질의 악화 또는 특정 환경재의 공급중단으로 인해 발생하는 경제적 손실의 화폐가치를 의미한다. 이렇게 편익과 피해는 동전의 양면과 같은 개념으로 단지 개선이냐 악화냐의 차이만 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 굳이 이들을 분리하여 설명하지 않되 편익이란 용어를 사용한다. 구체적으로 대기질이나 지하공기질 개선에 따른 편익은 현재의 공기질 수준과 오염이 저감되거나 또는 공기질 개선을 위한 노력이 증가되는 가상적 상황을 비교함으로써 측정된다.

반면 비용-편익 분석에서 사용되는 비용은 주어진 환경질의 개선 또는 특정 환경재의 공급에 수반되는 사회적 기회비용(opportunity cost)을 의미하게 된다. 즉, 비용은 경제적 자원이 환경질의 개선 또는 환경서비스의 증가에 사용될 때 발생하는 후생의 감소를 말한다.

4. 편익의 측정

그렇다면 보다 구체적으로 편익은 어떻게 측정할 수 있는가를 살펴볼 필요가 있다. 통상적으로는 가격이나 수량의 변화가 있을 경우, 보통의 수요곡선 아래 면적의 변화로 정의되는 마샬(Marshall)의 소비자 잉여가 편익측정의 기본적인 개념으로 활용되고 있다. 하지만 이 개념은 보통의 수요곡선이 효용이나 만족도를 일정하게 유지하는 것이 아니라 소득을 일정하게 유지하고 있다는 가정에서 도출되었다는 이론적 문제점을 갖고 있다.

힉스(Hicks)는 이 같은 문제를 극복하기 위해 효용수준을 일정하게 유지시키는 보상수요함수에 근거한 보상변화(CV, compensating variation), 동등변화(EV, equivalent variation), 보상잉여(CS, compensating surplus), 동등잉여(ES, equivalent surplus)라는 새로운 후생개념을 제시하였다.[1] 앞의 두 가지 개념은 가격변화시의 후생과 관련된다. 반면 환경재나 공공재의 경우는 보통 정부가 질이나 양을 직접 통제하게 되어 가격변화의 경우와 달리 소비자가 소비량을 자유롭게 선택할 수 없다. 이런 경우에는 뒤의 두 가지 개념을 이용한다. 이들을 정리하면 <표 3-2> 및 <표 3-3>과 같다.

1) 보다 자세한 경제학적 이론에 대해서는 곽승준 · 전영섭(1995)을 참고할 수 있다.

<표 3-2> 보상변화 및 동등변화와 후생지표

구 분	가격상승시	가격하락시
보상변화 (CV, 변화전에 소유권)	수용하기 위한 WTA	획득하기 위한 WTP
동등변화 (EV, 변화후에 소유권)	피하기 위한 WTP	미루기 위한 WTA

자료 : 곽승준 · 전영섭, 「환경의 경제적 가치」, 1995

<표 3-3> 보상잉여 및 동등잉여와 후생지표

구 분	수량 또는 질 감소시	수량 또는 질 증가시
보상잉여 (CS, 변화전에 소유권)	수용하기 위한 WTA 피하기	획득하기 위한 WTP
동등잉여 (ES, 변화후에 소유권)	위한 WTP	미루기 위한 WTA

자료 : 곽승준 · 전영섭,「환경의 경제적 가치」, 1995

위의 네 가지 측정치는 소비자의 재산권과 분석하고자 하는 재화의 상대적 관계에 따라 특정 효용수준을 유지하는데 필요한 WTP 혹은 WTA로 나타낼 수 있다. WTP는 개선된 환경질을 얻기 위해 기꺼이 지불하고자 하는 금액이며, WTA는 환경질의 악화를 기꺼이 받아들이는데 대한 보상금액을 의미하게 된다.

일반적으로 정책적 관심은 대개 소비자의 현재 또는 초기 효용수준을 기준으로 하여 환경질의 개선이 초래하는 편익에 있으므로 보상잉여가 적절한 측정치가 된다. 예를 들어 보상잉여는 도시에서 대기질을 개선시켜 시정거리를 증가시키는 것과 같은 수량증가에 대해 소비자들이 기꺼이 지불하려는 최대한의 금액으로 해석될 수 있다. 매연을 내뿜는 경유차의 증가로 도시의 시정거리가 감소하는 수량감소의 경우, 보상잉여는 수량감소를 감수하는 대가로 소비자가 기꺼이 받으려고 하는 최소한의 보상액을 나타내게 된다.

우리가 실질적으로 가치추정을 시행할 때, 재산권의 소유에 따라 WTP 혹은 WTA를 선택하게 된다. 그러나 실증적으로 두 척도간에는 상당한 격차가 존재하는데 대부분의 기존 연구들에서는 WTA > WTP 임을 보이고 있다. 따라서 WTA를 적용하는 경우 과연 의미 있는 응답을 기대할 수 있는가라는 문제에 봉착하게 된다. 한편 WTA가 의미 있는 응답을 기대할 수 없는 경우 WTP로 대체하게 되는데, 이러한 과정에서 편의(bias)가 발생하게 된다.

제2절 경제학적 편익측정 방법론

1. 편익측정 방법론의 분류

시장을 통한 거래가 이루어지지 않아 가격을 관찰할 수 없는 비시장재의 가치를 측정하는 방법은 크게 물질연관방법(Physical Linkage Methods)와 행동연관방법(Behavioral Linkage Methods)으로 구분될 수 있다.

물질연관방법은 환경오염이 인간의 건강이나 농작물, 건축물 등에 미치는 피해를 분석해서 간접적으로 편익을 추정하는 방법으로 피해함수 접근법(damage function approach) 내지는 복용-반응 접근법(dose-response)이라 한다. 이 방법의 기본적인 가정은 환경재 또는 공공재와 소비자 사이에 어떤 기술적 관련이 존재한다는 것이다. 그러나 후생경제학의 입장에서 볼 때 물질적 연관 방법은 이론적인 타당성을 결여하고 있다. 왜냐하면 경제학적으로 후생이나 편익이라는 것은 재화와 그 재화로부터 소비자가 느끼는 효용간의 관계에서 정의되는 것이기 때문이다. 즉, 피해함수는 소비자의 효용함수와 직접적으로 관련되어 있지 않다는 것이다. 게다가 피해함수 접근법으로 편익을 측정할 때 그것은 어디까지나 직접사용가치만을 의미하며 간접사용가치나 비사용가치는 측정할 수 없다. 따라서 피해함수로 측정된 편익은 편익측정에 있어서 1차적인 근사치 정도의 의미만을 가진다고 볼 수 있다.

반면, 행동연관방법은 환경질의 변화가 실제 사람들의 후생에 미치는 영향을 분석한다. 시장에서 거래가 이루어지지 않아 가격을 관찰할 수 없는 비시장재화에 대한 경제적 가치를 측정하는 이 방법은 다음의 두 기준에 의해 <표 3-4>와 같이 분류될 수 있다.

첫 번째 기준은 가치측정에 사용되는 정보가 사람들의 행동을 실제로 관찰함으로써 얻어지는가, 아니면 가상적인 질문에 대한 응답을 통해 얻어지는가에 관한 것이다. 두 번째 기준은 화폐적 가치를 직접적으로 측정하는가, 아니면 어떤 간접적인 방법을 통해 측정하는가이다. 직접적으로 측정하는 방법은 제약조건하의 효용극대화 행동을 관찰함으로써 이루어진다. 즉, 환경자원의 가격이 주어졌을 때 소비자의 선택을 직접 관찰함으로써 화폐단위로 나타낸 가치가 측정된다. 간접적인 방법의 경우 가치는 시장재와 환경재간에 존재하는 관계를 토대로 측정된다. 이 경우 환경재와 시장재간에는 대체적인 관계나 보완적인 관계를 갖는 것이 일반적이다.

<표 3-4> 비시장재화의 가치측정 방법 분류

구 분	직접 시장을 관찰하는 방법	가상시장을 이용하는 방법
직접적인 측 정 법	- 적용사례는 거의 없음	- 조건부 가치측정법 - 다속성 효용평가법
간접적인 측 정 법	- 헤도닉 가격기법 - 여행비용접근법 - 회피행동분석법	- 진술선호기법

〈표 3-4〉의 경제학적 편익측정 방법론 가운데서 가장 많이 사용되는 것은 조건부 가치측정법, 헤도닉 가격기법, 여행비용접근법, 회피행동분석법으로 기존 연구들의 대부분이 이들 방법론을 채택하여 수행되어 왔다.

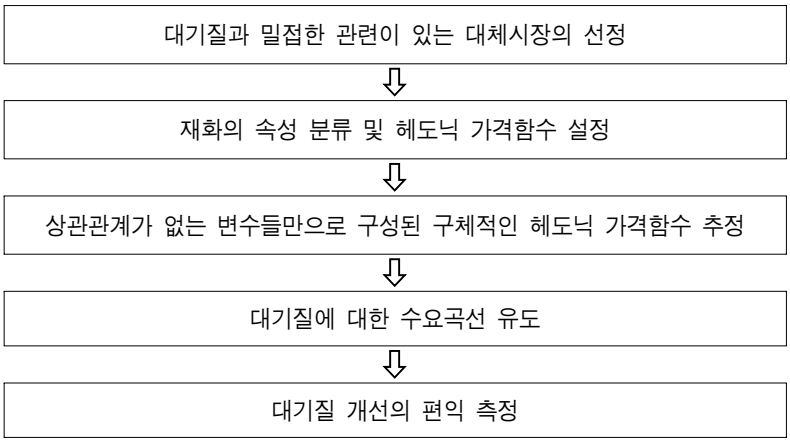
2. 헤도닉 가격기법

헤도닉 가격기법(Hedonic Price Method)은 개인들이 구매하는 상품의 구성요소에 공공재의 수준이 포함되어 있는 경우에 적용하는 방법으로, 환경재에 대한 시장이 명시적으로 존재하지 않는 상황에 그 대체시장으로서 주택시장이나 토지시장을 이용하여 주택이나 토지의 가격에 반영된 환경재의 가치를 간접적으로 측정한다. 사람들은 더러운 환경보다 깨끗한 환경을 더 좋아하기 마련이다. 따라서 사람들은 은연중에 깨끗한 물이나, 아름다운 경치 등에 대해 가치를 부여하는데, 이러한 가치가 특정 상품의 가격에 내포되는 경우가 많다. 예를 들면, 사람들이 공기 좋은 곳에서 살고 싶어하다 보니 다른 조건이 같다면 공기 좋은 곳의 부동산 값은 공기가 나쁜 곳의 부동산 값에 비해서 비싸진다. 즉, 깨끗한 환경의 가치가 땅 값이나 집 값에 포함되게 된다.

헤도닉 가격기법은 여기에 착안하여 특정 재화에 대해 시장에서 직접 거래되지 않는 어떤 요인이 가격결정에 영향을 미친다는 가정 하에 소비자가 재화 구매를 결정하고 가격을 지불할 때 간주하였을 가능한 모든 속성으로 분해하여 각각의 속성에 대해 가치를 측정한다.

주로 임금이나 주택가격은 지역간 상이한 공공재의 특성을 반영하므로 이러한 가격차로부터 공공재에 대한 수요를 추정한다. 헤도닉 가격기법을 환경재의 가치측정에 적용할

때는 주택가격의 차이가 주택의 다양한 속성의 차이에 의해 발생한다는 가정 하에, 특히 대기오염과 같은 환경오염 수준이 주택가격에 미치는 영향을 분석함으로써 우회적으로 환경재의 화폐적 가치를 측정하게 된다. 따라서 대부분의 연구들은 주택시장을 중심으로 수행되었으며, 주택가격과 환경적 쾌적함을 연결하는 올바른 모형의 구성, 이용가능한 자료의 최적 사용, 기본적인 경제이론과 일치하는 후생변화에 유의하여야 한다. 헤도닉 가격기법의 운용절차를 간략히 나타내면 <그림 3-2>와 같다.



<그림 3-2> 헤도닉 가격기법의 운용 절차

구체적인 예를 들어, 서울시의 한강정비사업으로 한강의 경관을 크게 개선시켰다고 하자. 그 이후 강변 쪽에 위치한 아파트 가격이 상대적으로 많이 올랐다고 하였을 때 다른 모든 조건이 같다면 가격의 차이는 한강의 개선된 경관의 가치가 아파트 가격에 반영된 것으로 볼 수 있다. 따라서 개선된 경관의 화폐적 가치를 아파트 시장에서 간접적으로 도출해 낼 수 있게 된다. 마찬가지로 유독가스를 배출하는 공장이 들어설 경우, 사람들이 악취에 시달리거나 호흡기 관련 질환에 잘 걸리는 등의 피해가 발생한다면 주택가격에 영향을 미칠 것이고 다른 조건이 같을 때의 주택가격의 차이는 이 공장이 입지함으로써 발생하는 피해액으로 볼 수 있다. 헤도닉 가격기법의 몇 가지 대표적인 국내외 연구사례는 <표 3-5>과 같다[2].

2) 경제학적 이론적 배경에 대해서는 Lancaster(1966), Rosen(1974), Freeman(1993) 들을 참고할 수 있다.

<표 3-5> 헤도닉 가격기법이 적용된 연구

구 분	환 경 재	관련 논문
대기질	도시 대기오염 서울시 대기오염 서울시 대기오염	Brookshire et al.(1982) 임영식 · 전영섭(1993) Kwak et al.(1996)
기 타	화력발전소 입지 쓰레기 매립장 서울시 주택시장 개인용 컴퓨터	Mendelsohn(1980) 김광임(1996) 곽승준 · 허세림(1994) 곽승준 외(2000)

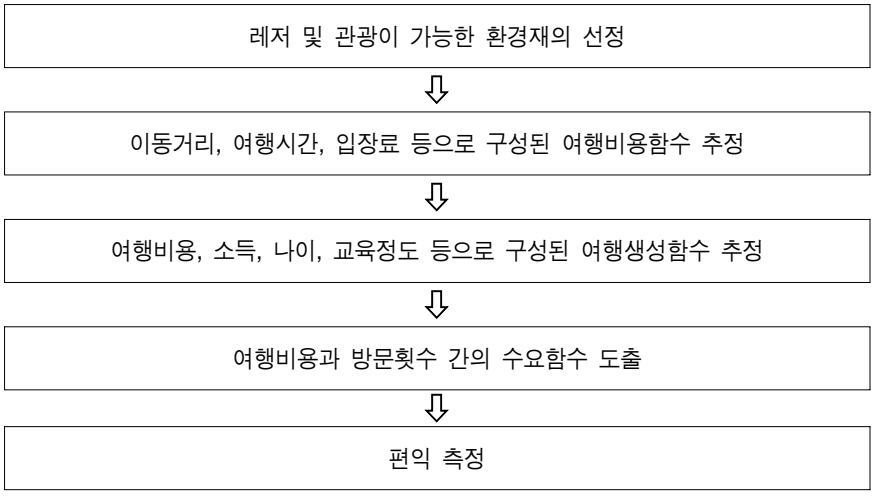
그러나 대체시장을 매개로 활용되는 헤도닉 가격기법에 내재한 문제점을 지적하면 다음과 같은 점들이 지적된다. 가장먼저, 충분한 시장자료를 구하기 어려우며, 또한 헤도닉 가격함수의 구체적인 형태가 알려져 있지 않은 경우가 많다. 그리고 사람들은 환경의 각 수준에 대한 물리적 차이를 인식하기 어렵다는 점이 지적되기도 하며, 마지막으로 환경질의 변화에 대한 희망은 일반적으로 관측되지 않는다는 것이다.

3. 여행비용접근법

여행비용접근법(Travel Cost Model)은 비시장재화의 가치측정 방법으로는 가장 먼저 제안된 방법으로 비시장재인 환경재의 가치를 그 환경재와 관련되어 있는 시장에서의 소비행위에 연관시켜서 간접적으로 측정한다. 즉, 특정 환경재를 이용하기 위해 사람들이 얼마의 액수를 지불할 의사가 있는지를 추정하기 위해 환경재가 소재한 지역에 도달하는 데 소요된 시간과 비용에 대한 정보를 이용하는 것이다. 일반적으로 이 방법은 등산, 낚시, 사냥, 숲의 이용 등 야외 여가활동과 관련된 휴양(recreation)시설의 환경가치 측정에 많이 이용되는 방법이며, 기본적으로 서베이 기법이다. 휴양지에서 방문객 표본을 선택한 준비된 설문지를 이용하여 그들의 주거지, 사회경제적 변수, 여러 휴양지에 대한 방문 횟수, 여행목적, 여행기간, 여행비용과 같은 여행과 관련된 정보를 수집한다. 이러한 자료에 근거하여 여행비용을 계산하고 여러 관련된 요소와 함께 방문횟수를 계산하여 여행에 대한 수요함수를 구한다. 다음으로 휴양지에 대한 가치를 추정하거나 더 나아가 휴양지 특성의 변화에 대한 가치도 추정한다.

호수와 산림과 같은 자연자원은 휴양(recreation) 목적으로 광범위하게 사용되고 있다. 하지만 이러한 자원의 가치를 추정하는 것은 수요함수를 추정하기 위해서 필요한 가격정보를 일반적으로 구할 수 없기 때문에 그리 쉬운 일이 아니다. 그러나 여행비용접근법은 대부분의 경우에 특정 휴양지에 대한 여행은 여행과 시간의 관점에서 비용을 수반한다는 사실을 이용한다. 서로 다른 개인이 서로 다른 장소를 방문하기 위해 서로 다른 비용을 들여야 하며, 이러한 암묵적인(implicit) 가격은 휴양지역과 휴양지의 질 변화에 대한 가치를 추정하기 위한 기초로서 통상적인 시장가격 대신에 사용할 수 있다. 따라서 여행비용접근법은 실제 방문과 관련이 되어 있으므로 휴양지역과 관련된 사용가치만을 측정한다. 즉, 선택가치나 존재가치와 같은 비사용가치는 다른 기법을 사용하여 추정되어야 한다.

여행비용접근법의 기본적인 절차는 다음과 같다. 우선 국립공원과 같은 관심대상 환경재를 이용하는데 소요되는 여행비용을 이동거리, 여행시간, 입장료 등의 함수로 보고 추정한다. 다음으로 각 여행자가 그 환경재(국립공원)를 얼마나 자주 이용(방문)할 것이지를 예측하는 "여행생성함수(trip generating function)"를 앞서 추정한 여행비용과 여행자의 사회-경제적 변수의 함수로 보고 추정한다. 이 때 방문수는 여행비용, 소득, 나이, 교육정도 등의 함수가 될 것이다. 다음으로는 추정된 결과를 이용하여 입장료가 상승하는 경우에 방문수가 어떻게 달라지는가를 계산하여 수요함수를 도출한 후 각 개인의 방문당 소비자잉여를 계산해 냄으로써 편익을 추정하게 된다. 이상과 같은 여행비용접근법의 운용절차를 개략적으로 나타내면 <그림 3-3>과 같다.



<그림 3-3> 여행비용접근법을 적용한 환경재의 가치측정 절차

여행비용접근법의 국내외 적용사례는 <표 3-6>과 같이 나타낼 수 있으며 아직까지 방법론의 특성상 대기질이나 지하공기질과 같은 환경재의 가치측정에 적용된 사례는 조사되고 있지 않은 실정이다.

<표 3-6> 여행비용접근법이 적용된 연구

환 경 재	관련 논문
타일랜드의 룸피니 공원	Dixon and Hufschmidt(1986)
열대생물	Maile and Mendelsohn(1993)
열대우림	Menkhaus and Lober(1996)
강	English and Bowker(1996)
국립공원	Liston-Heyes and Heyes(1998)
강의 휴양가치	Shafer et al.(1999)
산림자원	과학기술처(1991)
국립공원	윤여창 · 김성일(1992)
국립공원	한범수 · 김사헌(1997)
국립공원	이성태 · 이명헌(1998)
국립공원	김준순(1998)
국립공원	조광익 · 손대현(1998)

여행비용접근법의 문제점으로는 첫째, 여행목적이 여러 개라면 각 목적들 간에 시간 및 화폐의 기회비용이 적절하게 배분되어야 하는데, 그것은 대단히 자의적일 수밖에 없다. 예컨대, 설악산 국립공원 관광뿐만 아니라 주변의 온천을 이용하기 위해 설악산을 방문하는 사람이 사용한 비용을 설악산 방문의 용도로만 분리하는 것은 대단히 어려운 작업이다. 둘째, 앞서 언급한 것처럼 환경재의 사용가치만 측정하게 되고 비사용가치에 대한 편익은 배제된다. 셋째, 여행비용을 산정하는데 있어서 시간(time)의 문제가 있다. 예를 들어, 설악산 방문을 위해 출발하기 며칠 전에 자동차를 정비하였다면 정비에 들어간 비용을 여행비용에 포함시킬 것인지 말아야 할 것인지를 결정하는 것은 복잡한 문제이다. 넷째, 이 방법은 관심대상 환경재를 실제로 방문한 사람들에 대해서만 편익이 측정되므로 그렇지 않은 사람들은 배제하는 표본선택편의(sample selection bias)의 문제를 피하기가 어렵다. 최근에는 이를 해결하기 위한 복잡한 통계학적 기법들이 개발되었지만 적용하기는 그리 쉽지 않다.

4. 회피행동분석법

회피행동분석법(Averting Behavior Method)은 가계생산함수모형(household production function model)을 이용하는데, 이는 환경수준과 같은 공공재와 시장재 수요간의 상호작용을 분석하여 공공재 공급변화로부터의 편익을 추정하는 방법이며, 대기질이나 지하공기질, 실내공기질 등의 문제에 적용가능한 방법론이라 하겠다. 소비자의 효용은 단순히 사적재나 공공재의 소비로부터 영향을 받는 것이 아니라, 양자의 결합에 의해 생산되는 여러 가지 최종 서비스의 소비로부터 결정된다. 가계생산함수모형에서는 소비자가 소비하게 되는 최종 서비스를 생산하는데 있어서 시장재와 환경수준 간에 일련의 기술적 관계가 존재하는 것으로 가정한다. 결국, 가계생산함수모형에서 소비자는 환경수준을 생산하는 소비자인 동시에 또한 이를 소비하는 소비자로 간주된다. 그러한 가계생산기술을 통하여 시장재 수요와 환경수준 변화의 편익을 계산할 수 있다는 것이다.

기업이나 개인은 환경오염의 피해를 줄이거나 회피하기 위해 적극적인 대처방안을 강구하는데 이를 회피행동이라 한다. 정수기의 설치, 산성비의 피해예방을 위한 건물 도장, 공항주변 주택의 방음용 이중창 설치 등이 회피행동의 좋은 예이다. 그런데 회피행동은 환경이 오염되지 않았다면 취해지지 않을 행동이다. 따라서 회피행동에 지출된 비용은 개인이나 기업이 시장에서 간접적으로 표현하는 주관적인 환경가치로 간주될 수 있다. 여기서 회피행동에 지출된 비용이나 지출을 회피비용(averting cost) 또는 방어적 지출(defensive expenditure)이라 한다. 이의 예로 맑은 공기를 위해 공기청정기(air cleaner)를 구입하는 것이나 대기오염으로 인한 호흡기 질환을 피하기 위해 의료비용을 부담하면서 병원을 찾는 것 등을 들 수 있다. 회피행동분석법의 국내외 연구사례를 정리하면 <표 3-7>과 같다.

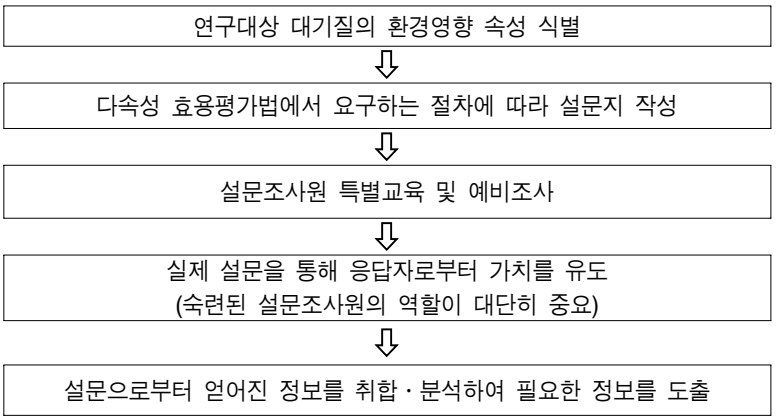
<표 3-7> 회피행동분석법이 적용된 연구

구 분	환 경 재	관련 논문
대 기	대기오염으로 인한 건강악화	엄영숙(1998)
기 타	대기오염으로 인한 건강악화 질병 지하수 오염 수돗물 수질 수질개선	Gerking and Stanley(1986) Dickie and Gerking(1991) Abdalla et al.(1992) 김도형 · 김경환(1994) 곽승준 · 엄미정 · 김태유(1998)

회피행동분석법은 이론적으로는 우수하지만 회피행동이 나타나거나 이에 대한 관측이 용이한 경우에만 적용이 가능한 어려움이 있다. 또한 이 방법은 앞에서 설명된 환경의 가치 중에서 사용가치는 측정해 낼 수 있지만 비사용가치는 측정해 낼 수 없는 한계가 있다. 무엇보다 회피행동이 환경오염의 피해를 완전히 제거하는 해결책이 될 수 없다는 문제가 있다. 즉, 회피행동으로 환경오염피해를 완전히 제거할 수 없는 경우가 더욱 일반적이다. 방음용 이중창은 공항건설로 인한 소음피해를 줄일 수는 있어도 완전히 제거할 수는 없다. 방음용 이중창설치에도 불구하고 잔여소음을 감수해야만 한다. 방음용 이중창 구입비용은 이중창 시장을 관찰함으로써 계측할 수 있을지 모르지만 잔여소음으로 인한 효용감소분은 여전히 계측 불가능한 부분인 것이다. 이처럼 회피행동이 환경오염의 피해를 완전히 제거하지 못하는 경우, 회피비용으로 환경가치를 평가하면 환경가치가 과소평가되는 문제가 발생하게 된다.

5. 다속성 효용평가법

다속성 효용평가법(Multi-Attribute Utility Assessment)은 다속성 효용이론(Multi-Attribute Utility Theory, MAUT)을 그 이론적 근거로 하고 있다. MAUT는 통계학, 심리학, 경영과학, 의사결정이론 등에서 발달된 여러 기법을 바탕으로 하고 있는데 발전소 입지, 수자원 개발과 같은 대규모 프로젝트에 대한 공학적, 경영학적 의사결정에 적용되어 왔다. 다속성 효용평가법은 조건부 가치측정법이 환경재의 다차원적(multi-dimensional) 성격과 인간 선호의 구조적(constructive) 성격을 충분히 반영하기 어려운 점을 고려하여 특별히 고안된 방법론이다. 적용 절차는 <그림 3-4>와 같다.



<그림 3-4> 다속성 효용평가법 운용 절차

환경재가 다차원적 성격을 가진다는 것에 대해 예를 들면, 대기질의 경우 그 영향에 있어서 사망률, 질병률, 시정거리, 먼지피해, 재료피해, 지구온난화 등의 속성을 가진다는 것이다. 따라서 대기질 개선편익을 측정하고자 한다면 이 모든 속성들에 대해 가치를 측정하고자 하는 시도가 보다 적절하다. 다음으로 인간 선호의 구조적 성격이라 함은 사람들이 생각하는 환경재의 가치는 원래 가지고 있다기보다는 설문과정에서 만들어져서 표현된다는 것이다. 따라서 가치측정방법은 원래 존재하는 것을 들추어내는 고고학자의 역할을 하기보다는 새로운 것을 만들어내는 건축가로서의 역할을 할 수 있어야 한다. 이 방법은 비교적 최근에 제안되었기 때문에 적용사례는 <표 3-8>에 나타나 있듯이 그리 많지 않은 상황이다.

<표 3-8> 다속성 효용평가법이 적용된 연구

구 분	환 경 재	관련 논문
대 기	대기오염	Kwak et al.(2001)
기 타	영향야생 지역 산림생태계	McDaniels and Roessler(1996) Russell, Bjørner and Clark(2001)

요약하면 다속성 효용평가법은 CVM의 장점을 그대로 유지하되 지불의사 유도과정에서 MAUT를 운용함으로써 통상적인 CVM에 비해 응답자에게 요구되는 판단과 결정을 획기적으로 단순화하여 인식상의 부담을 경감시킬 수 있는 유용한 방법론에 해당한다.

6. 컨조인트 분석법

1) 컨조인트 분석법의 배경

비시장 가치측정방법은 크게 현시선호방법(revealed preference approach)과 진술선호방법(stated preference approach)으로 구분된다. 여행비용 평가법(travel cost method)과 헤도닉 가격기법(hedonic price method)과 같은 현시선호방법은 관련된 시장거래로부터의 정보를 이용하여 환경적 특성의 가치를 측정한다. 그러나 현시선호방법은 여러 연구문헌들에서 적용되어 왔음에도 불구하고, 가치측정 결과가 사후적(ex-post)인 성격을 갖기 때문에 가치추정 목적이 사전적(ex-ante)인 성격을 가질 경우 그 적용이 타당하지 않다.

진술선호방법은 응답자들에게 가상적 상황을 제공하고 예산제약 하에서 자신의 효용을 최대화 할 수 있는 선택을 통해 다양한 환경 영향들에 대한 가치를 측정한다. 즉, 이때 얻어지는 가치는 주어진 가상적 상황에 대한 조건부 가치이다. 대표적인 진술선호방법으로서 환경재와 지불의사금액(WTP, willingness to pay)의 변화에 따른 상충관계를 측정하는 조건부 가치측정법(contingent valuation method, CVM)이 있다. CVM은 1970년대 이후 널리 사용되고 있고 그 타당성을 인정받고 있다(Mitchell and Carson, 1989). 그러나 CVM은 가치측정 대상이 단일속성으로 이루어진 환경재에 한정되기 때문에, 다양한 환경영향의 가치를 측정하고자 할 경우에는 그 적용이 쉽지 않다. 예를 들어 야생동물 보존 가치를 구한다고 한다면, 이와 관련하여 야생동물의 개체 수, 서식지 넓이, 야생동물 보호로 인한 휴양 활동 제한, 인근 주민의 세금 부담 등이 야생동물 보존 가치에 영향을 미치는 속성들이라고 할 수 있다. CVM의 경우 이러한 속성들 중 하나의 속성 변화에 따른 지불의사액만을 측정한다. 이러한 CVM의 단점을 극복한 컨조인트 분석법은 다중속성(multiple attribute)들로 구성된 환경영향들과 응답자의 지불의사액간의 상충관계들을 동시에 추정할 수 있다(Mackenzie, 1993; Adamowicz et al., 1998). 컨조인트 분석법이 CVM과 다른 점은 설문지 응답자에게 주어진 재화에 대한 화폐적 평가를 제공하는 질문을 직접하는 대신에 하나 이상의 특정 속성대안들을 포함하는 선택이나 선택집합을 제시한다는 것이다. 이렇게 얻어진 응답자의 반응으로부터 응답자의 효용함수를 추론할 수 있으며 다시 효용함수의 여러 속성에 대한 화폐적 가치를 추정하는데 사용될 수 있다(Green and Srinivasan, 1978).

2) 실증연구절차와 방법론적 기준

통상 컨조인트 분석법의 적용은 <그림 3-5>와 같이 6단계를 거치게 된다. 우선 1단계에서는 그 가치를 측정하고자 하는 연구대상 환경재를 설정한 후, 2단계에서는 포괄적인 문헌조사를 통해 응답자가 이해하기 쉽고 측정이 가능한 환경속성 및 지불수단을 선정하고 각 속성에 대한 속성수준들을 결정한다. 이어서 3단계에서는 2단계에서 결정된 여러 속성으로 구성된 개별 속성집합에 대해 모형의 추정이 가능하도록 하는 최소 선택대안집합을 실험계획법을 수행하여 도출한다. 4단계에서는 설문지를 작성하고 보완하는 단계이다. 5단계에서는 현장 설문조사를 실행하여 응답자로부터 의미 있는 자료를 수집한다. 마지막으로 6단계는 얻어진 자료를 취합·분석하여 필요한 정보를 도출하고 결과를 해석하는 단계이다.

<그림 3-5> 컨조인트 분석법의 적용절차

① 환경속성 및 지불수단

연구대상 환경재의 환경속성을 식별하기 위해서는 크게 두 단계를 거치게 된다. 우선, 광범위한 국내·외의 과학적 문헌에 근거하여 속성들을 선정한 후, 전문가 집단을 대상으로 1차 수정을 한다. 이러한 절차로 자연스럽게 연구대상 환경재의 다양한 환경속성들을 식별할 수 있다. 두 번째 단계로는 일반 응답자들을 대상으로 한 사전조사를 통해 2차 수정이 가해진다. 이 과정에서 연구대상 최종속성을 결정하기 위해 다음과 같이 5개의 원칙이 필요하다. 첫째, 속성은 서로 독립(independent)이거나 이에 근접해야 한다. 둘째, 가능하면 속성의 수는 적어야 하는데, 8개를 넘지 않는 것이 바람직하다(Phelps and Shanten, 1978). 셋째, 속성은 쉬운 설명과 직설적인 사진, 도표, 삽화와 같은 시각적 도구로 묘사되어야 한다. 넷째, 속성은 과학적으로 의미가 있어야 한다. 즉, 어떠한 중요한 사실도 누락되어서는 안 된다. 이 때 기존 문헌들을 참고할 수 있다. 다섯째, 속성은 평가하는 사람들에게 의미가 있어야 하며 사람들의 이성과 관계가 있어야 한다.

아울러 지불수단은 CVM에서 흔히 사용되는 공공요금, 입장료, 세금, 재화가격 등이 사용된다.

② 선택대안집합의 설계

컨조인트 분석법은 자료생성과정(data generating process)을 필수적으로 거쳐야 한다. 이 과정은 여러 속성들로 구성된 선택대안들이 응답자의 선택확률에 영향을 주도록 선택대안집합(choice sets)을 설계하는 것이며, 주의 깊게 고안된 실험계획법에 의존한다. 즉, 컨조인트 분석법은 다른 선택대안에 의한 변화가 없는 모수 추정치를 얻기 위한 선택대안집합들을 유도하는데 통계적인 설계이론을 이용한다. 일반적으로 컨조인트 분석법에서는 선택행위에 대한 개별 속성들의 효과들을 분리해 내기 위해 개별 속성들간의 직교성(orthogonality)을 보장해주는 주효과 직교설계(orthogonal main effects design) 방법을 이용한다. 이러한 직교설계방법은 실제분석에서 속성들간의 높은 상관관계가 문제가 되는 것으로 알려진 현시선호 확률효용모형의 단점을 개선하여 준다(Hanley et al., 1998).

만약 환경재 가 N개의 속성을 가지고 있고, 또한 개별 속성 q는 각각 r개의 수준을 갖고 있다면, 응답자가 직면하게 되는 하나의 선택대안에 대한 경우의 수는 $q_1^r \times q_2^r \cdot \cdot \cdot \times q_N^r$ 개가 된다. 따라서 응답자들에게 모든 선택대안들을 질문하는 것은 비현실적이기 때문에 주효과 직교설계를 수행하여 모형의 추정이 가능하도록 하는 최소 선택대안집합을 전체 선택대안집합으로부터 도출하여야 한다.[3)]

<그림 3-6>은 조건부 선택법을 이용하여 서울시 대기오염영향의 환경비용을 측정하기 위해 사용된 선택대안의 예시이다. 일반적으로 컨조인트 분석법의 질문에서 응답자들은 여러 개의 선택대안을 직면하게 된다. 조건부 선택법의 경우, 고정된 현재 상태의 대안과 환경재의 질이 개선된 대안을 나타내는 하나 혹은 두 개의 추가적 대안들이 제시된다.

예를 들어 조건부 선택법을 이용하여 서울시 대기오염영향의 환경비용 추정에 대한 연구를 한다고 가정할 경우, 선택대안집합은 같이 모든 응답자들은 5개 속성의 다양한 수준으로 정의된 2개의 선택대안과 현재의 속성수준으로 정의된 대안의 총 3개 대안 중에서 가장 선호하는 1개의 대안을 선택하도록 설계되며, 응답자는 각 대안 내의 대기오염 영향

3) 주효과 직교설계를 수행하기 위하여 흔히 SAS 혹은 SPSS 통계패키지가 사용된다.

속성과 이를 위해 지불해야 하는 가격간의 상충관계를 충분히 고려한 후, 자신이 가장 선호하는 대안을 하나 선택하게 된다.

이 연구의 경우, 다양한 선택대안집합들 중 직교설계로부터 48개의 선택대안집합이 도출되었고, 이것은 한 블록에 8개의 질문을 포함하도록 임의표본추출을 통해 6개의 블록으로 배분되었다.

	대안 1	대안 2	대안 3(현재상태)
• 폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	0 명	2,500 명	변화없음(0)
• 호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000 명	0 명	변화없음(0)
• 먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율 (%)	0 %	20 %	변화없음(0)
• 현재수준보다 증가하는 시정거리 (㎞)	0 ㎞	0 ㎞	변화없음(0)
• 추가적인 월 지불액 (원)	10,000 원	10,000 원	변화없음(0)
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 ✓로 표시하세요.	□	□	□

<그림 3-6> 실제 설문에 사용된 조건부 선택법 선택대안의 예시

〈그림 3-7〉은 조건부 등급결정법과 조건부 순위결정법을 이용하여 서울시 대기오염영향의 환경비용을 측정하기 위해 사용된 선택대안집합의 예시이다. 조건부 등급결정법과 조건부 순위결정법의 경우, 고정된 현재 상태의 대안과 환경재의 질이 개선된 대안을 나타내는 여러 개의 추가적 대안들이 적힌 카드가 제시된다.

카드번호 : 1 (식별번호 : 9)
• 폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수 : 2,500 명
• 호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수 : 250,000 명
• 먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율 : 0 %
• 현재수준보다 증가하는 시정거리 : 5 km
• 추가적인 월 지불액 : 5,000 원

카드번호 : 3 (식별번호 : 11)
• 폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수 : 2,500 명
• 호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수 : 500,000 명
• 먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율 : 10 %
• 현재수준보다 증가하는 시정거리 : 10 km
• 추가적인 월 지불액 : 5,000 원

카드번호 : 3 (현재상태)
• 폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수 : 0 명
• 호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수 : 0 명
• 먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율 : 0 %
• 현재수준보다 증가하는 시정거리 : 0 km
• 추가적인 월 지불액 : 0 원

<그림 3-7> 조건부 순위결정법 및 조건부 등급결정법 선택대안의 예시

한편, 조건부 등급결정법은 조건부 순위결정법과 마찬가지로 모든 응답자들은 5개 속성의 다양한 수준으로 정의된 2장의 선택대안카드와 현재의 속성수준으로 정의된 대안카드의 총 3개 대안카드 중에서 가장 선호하는 1위의 대안카드부터 3위까지 순위를 매기도록 질문을 받으며, 순위를 매긴 이후 각각의 카드에 대해서 정수척도로(예를 들어 1~10) 등급을 매기게 된다.

③ 설문지 작성

일반적으로 설문지는 가능한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 작성되며, 크게 세 부분으로 구성된다. 첫 번째 부분은 연구대상 환경재에 대한 응답자들의 일반적 태도를 묻는다. 또한 컨조인트 분석법 질문을 하기 전에 응답자들이 대상 환경재의 속성들에 익숙해지고, 개별 속성들과 관련된 그들의 과거 경험을 상기시키기 위해 개별 속성들이 자세하게 설명되어야 한다. 이를 위해서 사진과 그림 등 다양한 시각적 도구가 사용되기도 한다. 두 번째 부분에는 개별 속성들과 가격속성간의 상충관계를 고려하여 응답자들의 속성별 지불의사액을 이끌어내기 위한 컨조인트 분석법 질문들이 제시된다. 그런데 조건부 순위결정법과 조건부 등급결정법의 경우, 응답자가 질문에 싫증을 느끼거나 순위를 정하는데 어려움을 갖을 수 있다. 이를 방지하기 위해 설문작성과정에 순위나 점수를 매기는데 어려움 있어 아무렇게 정한 항목을 묻는 질문을 포함하는 것이 바람직하다. 마지막으로 세 번째 부분은 응답자의 연령, 성별, 소득 등 사회·경제적 변수에 대한 질문을 포함한다.

④ 표본설계와 설문조사방법

설문방법은 우편조사(mail survey), 개별면접조사(In-person survey), 전화조사(telephone survey)가 있다. 국내에서는 컨조인트 분석법 연구가 시작 단계이기 때문에, 일반 응답자들이 컨조인트 분석법 질문에서 묘사되는 다양한 환경재의 속성들과 가격속성간의 상충관계를 정확하게 이해할 수 있을지는 불분명하다. 따라서 높은 설문비용의 단점에도 불구하고 설문에서의 응답률을 높이고 응답자들에게 상세한 질문 및 응답을 위한 최선의 기회를 제공하기 위해 일대일 개별면접방식이 많이 이용되고 있다.

7. 조건부 가치측정법

조건부 가치측정법(Contingent Valuation Method, CVM)은 사람들이 특정 공공재나 환경재에 부여하고 있는 가치를 직접적으로 이끌어내는 방법이다. 즉, CVM은 개인 대 개인, 우편 혹은 전화 인터뷰를 통해 사람들이 갖고 있는 환경재에 대한 가치를 설문하는 방식을 사용하고 있다. 특별히 고안된 설문지는 환경재 변화에 대한 가상적인 상황을 설정하고 여러 조건들을 달아 사람들을 가상적인 상황에 결합시킨다. 이런 조건하에서 응답자들은 환경질의 가상적인 변화에 대해서 어느 정도 지불의사(WTP)가 있는지를 대답하게 된다.

CVM은 강한 이론적 근거에 기반을 두고 있고, 간접적 방법을 적용할 수 있는 대상에는 물론, 간접적 방법을 사용할 수 없는 대상에도 다양하게 사용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 CVM은 선호를 나타내려는 응답자의 의사와 능력에 크게 의존하고 있다.

이러한 관점에서 볼 때 CVM이 성공적으로 편익추정에 사용되려면 설문지 작성, 설문과정 등 적용과정에서 CVM의 배경상 논쟁이 되었던 전략적 행위, 가상성, 의향과 행동의 상관관계 등을 충분히 살펴보아야 한다. 또 설문방식을 편익측정의 수단으로 사용하기에 지불의사 유도방법이나 설문방법 등도 CVM에서는 중요한 부분이 된다.

CVM은 자원 및 환경경제학 분야에서 더욱 광범위하게 받아들여졌지만, 경제학의 범주에만 그치는 것이 아니라 실험설계, 마케팅, 정치과학, 심리학, 사회학, 조사연구 등의 다른 영역과 결합되어 유연성 있게 이용되고 있다. CVM은 그 적용범위가 계속 넓어져 대기질, 수질, 레크리에이션 등의 환경재의 가치측정에 널리 이용되었을 뿐만 아니라 심장마비로 인한 사망위험의 감소와 같은 비환경재에 대한 정책에 대해서도 많이 이용되었다. 아울러 CVM은 주로 학문적 범위 내에서 연구되어 오다가 1980년대에 이르러 소송(litigation)과 관련된 가치측정에 이용되기 시작하면서 주요 정부부서, 국제기구, 연구소 등에서 많이 활용되고 있다. 환경재의 가치측정에 있어 CVM의 장점을 간략히 요약하면 다음과 같다. 첫째, 다른 기법에 비해 보다 많은 환경재에 적용될 수 있다. 둘째, 다양한 유형의 비사용가치를 직접 측정할 수 있다. 셋째, 힉스적 후생(Hicksian welfare)을 정확하게 직접 측정할 수 있다. 넷째, 유효성 및 신뢰성을 검사할 수 있도록 설계할 수 있다.

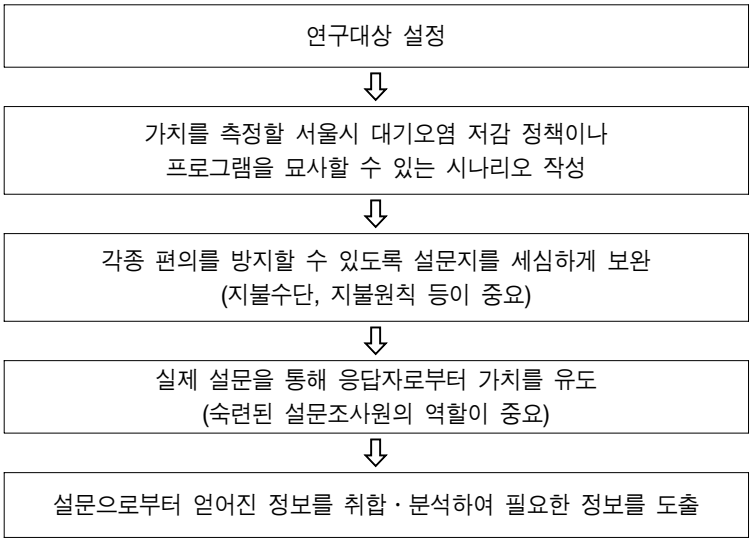
CVM이 적용된 연구사례를 살펴보면 <표 3-9>와 같이 정리된다.

<표 3-9> 조건부 가치측정법이 적용된 연구

구 분	환 경 재	관련 논문
대기관련	시정거리와 환경변화	Randall et al.(1992)
	천식을 앓는 날의 감소	Rowe and Chestnut(1984)
	베를린의 대기오염	Schulz(1986)
	미세오염입자 조절 프로그램	Dickie et al.(1991)
	대기오염으로 인한 건강가치	곽승준 외(1998)
기타	등 굽은 고래	Samples et al.(1986)
	물고기의 증가	Navrud(1989)
	국립공원	Willis and Garrod(1993)
	열대우림	Shyamsundar and Kramer(1996)
	야생공원	Rollins and Lyke(1998)
	멸종위기종	Kotchen et al.(1999)
	숲의 휴양가치	Hörnsten(2000)
	습지	Srash(2000)
	산림의 공익적 기능	과학기술처(1991)
	산림자원의 휴양가치	윤여창 · 김성일(1992)
	광릉 크낙새	윤여창 · 장호찬(1994)
	국립공원	한범수(1996)
	국립공원	김병준(1998)
	갯벌	유병국(1998)
	민통선	전건홍(1998)
	철원지역	구소연(1999)
	강의 환경보존	곽승준 · 유승훈(2001)
	흑파리 통제 프로그램	Reiling et al.(1990)
	음용수 개선	Kwak and Russell(1994)
	수질개선	곽승준(1995)
	한강수질개선	이기호 · 곽승준(1996)
	음료용기 재활용의 불편비용	홍성훈(1996)
	우포늪의 경제적 가치	곽승준 외(2002)
	한려해상국립공원	곽승준 외(2002)
	산림생태공원	곽승준 외(2003)
	댄 건설의 환경영향	곽승준 외(2003)
	스팸메일의 불편비용	곽승준 외(2003)
	도시림의 경제적 가치	곽승준 외(2003)

CVM의 적용은 <그림 3-8>에서와 같이 통상적으로 5단계를 거치게 된다. 먼저 1단계에서 연구대상 환경재를 설정한다. 2단계에서는 설정된 환경재에 대해 전달하고자 하는 내용을 정확하게 전달하면서 응답자들이 이해하기 쉽도록 묘사할 수 있는 시나리오를 작성한다. 3단계에서는 조건부 가치측정법의 운용에서 예상될 수 있는 여러 가지 편의를 방지할 수 있도록 설문지를 보완하는 단계이다. 4단계는 직접 현장에 나가 설문을 시행하는 단

계로 충분히 교육받은 설문조사원의 역할이 강조된다. 5단계에서는 설문으로부터 얻어진 자료를 취합·분석하여 필요한 정보를 이끌어내는 단계이다.



<그림 3-8> 조건부 가치측정법의 5단계

CVM을 이용하여 정확한 가치측정을 위해서는 무엇보다 가상시장에서 응답자들이 실제로 물건을 구매하는 것처럼 생각할 수 있도록 해야 한다. 그러나 대기질, 수질, 독성화학물 등의 환경재는 무형(intangible)이므로 그 작업이 그리 쉽지 않다. 따라서 응답자들이 가치평가 대상물을 쉽게 이해할 수 있도록, 예를 들어 수질오염에 따라 가능한 활동을 표시하는 수질사다리(water quality ladders)를 제시하거나, 대기질에 따라 달라지는 시정거리(visibility)를 나타내는 사진을 제공하는 등의 보완적인 작업이 필요하다.

환경재가 팔리는 상황을 시장재처럼 인식할 수 있도록 성공적으로 묘사한 다음으로 환경재가 팔리는 시장구조를 적절하게 묘사하는 것이 필요하다. 즉, 무임승차자(free rider) 문제를 배제할 수 있도록 시장구조를 잘 묘사해야 한다. 응답자가 스스로를 환경재의 소비자로 생각할 수 있도록 그리고 설문문항이 편익추정 결과에 영향을 주지 않도록 시나리오를 짜는 것은 대단히 중요하다. 가상시장을 설계할 때는 이렇게 경제이론이 요구하는 조건들을 만족시키면서 응답자에게 의미가 있고 이해할 수 있는 질문을 제공하는 것이 필요하다. 가상시장에서 가치가 측정되는 환경재와 정책담당자의 관심대상인 환경재 사이의 차이가 없으면 없을수록 결과는 정책결정과 보다 더 관련이 있게 됨에 주의해야 한다.

한편 Kenneth Arrow, Robert Solow 등으로 구성된 미국의 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 패널은 1993년 1월 11일 보고서를 제출하여, "CVM이 비사용가치를 포함하여 피해를 법적으로 평가하는 출발점이 되기에 충분히 믿을만한 추정치를 제공할 수 있다" 는 결론을 내렸다. 그러면서 이전의 CVM 연구들이 만족스럽지 못했음을 지적하며, 피해평가와 규제에 사용될 존재가치의 믿을만한 추정을 위해 지켜야 할 지침을 제공하였다. NOAA 패널 보고서에 제시된 지침들, 즉 가이드라인은 다음과 같다.

1) 표본의 크기 : 표본의 크기에 대해서 명확한 기준을 제공하고 있지는 않지만, "예-아니오 타입의 단일 양분선택 질문일 경우, 1,000명의 응답자로 된 표본은 샘플링 에러를 단일 양분선택 질문에 대해 약 ± 3%로 제한시킬 수 있다" 고 언급하고 있다.

2) 무응답을 최소화 : 높은 무응답률은 조사결과를 신뢰할 수 없게 만든다. 따라서 무응답률을 제시하고, 무응답의 이유들을 밝히는 것은 중요하다.

3) 개별 면접 : 패널에 따르면, 우편조사로는 신뢰할만한 가치추정을 할 수 없으며, 전화면접이 비용과 집중화된 감독에 있어 이점이 있을지라도, 일대일 개별 면접이 항상 선호된다.

4) 면접자 효과에 대한 선행조사 : CVM이 실제 투표와 다른 중요한 측면은 면접자들의 존재이다(우편조사를 제외하고). 환경보호가 긍정적인 것으로써 인식되기 때문에, 면접자들이 "사회적으로 바람직함" 편의를 일으킬 가능성이 있다. 이러한 가능성을 테스트하기 위해, CVM은 면접자 효과를 측정할 실험을 병행해야 한다고 패널은 제시하고 있다.

5) CVM 질문지에 대한 세심한 선행조사(pretesting) : CVM은 응답자들에게 새롭고 기술적인 정보들을 잘 다루도록 요구한다. 따라서 매우 신중한 시험작업과 선행조사가 요구되고, 최종조사에서 응답자들이 설문내용을 잘 수용했고 이해했다는 증거를 더해야 한다. 많은 사람들은 자신들이 잘 이해하지 못했을 때조차, 명확한 어려움 없이 조사 질문에 답할 수 있어야 하므로, 질문에 의미 있는 대답을 해야 한다는 압력을 줄이는 방법은, 중요한 가치평가 질문을 기술할 때, 응답자들에게 명백한 "no opinion" 타입의 대안을 제공해주어야 한다.

6) WTP 질문방식 : 응답자들은 WTA 방식의 질문에는 과대보고하는 경향이 있으므로 그리고 WTP 포맷이 더 조심스러운, 온건한 선택치이기 때문에, WTP가 WTA대신 사용되어야만 한다.

7) 투표 형식 : 패널은 가치평가 질문에는 투표방식을 추천한다. 개방형 질문으로 응답자들에게 화폐적 가치평가를 요구하는 것은 응답자들에게 극도로 어려운 일이기 때문이다. 동시에, 응답자들에게 그들이 선택할 수 있도록 상이한 화폐량의 집합을 제시하는 것 역시 고정점(anchoring) 편의나 다른 형태의 편의를 일으킬 것으로 우려된다. 그리하여 패널은, 가장 바람직한 CVM 가치평가 방법으로써, 양분선택 질문을 사용하도록 추천한다. 양분선택 질문은, 실제 투표에서처럼, 응답자들에게 특별한 세금 수준에 호응해 또는 반대해 투표하도록 요구하는 것이다.

8) 피해 입지 않은 대체상품을 떠올리게 하기 : 응답자들은 다른 비교할만한 자연자원이나 또는 해당 자연자원의 미래의 상태와 같은 대체상품을 떠올리게 되어야 한다. 이러한 상기는 주요 가치평가 질문에 앞서 직접적으로 소개되어야만 한다. 그래야 응답자들은 마음속에 있는 선택치를 확신할 수 있게 된다.

9) 사고로부터 적절한 시간 경과 : 조사는 응답자들이 가능한 한 완전히 회복된 시나리오로 간주하도록, 환경피해 시기로부터 충분히 시간이 지난 후 수행되어야만 한다. 질문에는 회복가능성을 고려해 해당 재화의 상태에 대한 믿음을 결정하는 것을 포함해야 한다.

10) 무응답 선택치 제시 : 무응답 선택은 주요 가치평가 질문에서 예-아니오 선택치에 더해, 명백하게 허용되어야만 한다. 그리고 무응답 선택치를 선택하는 응답자들은 그들의 선택을 설명하도록 간접적으로 질문받아야만 한다. 이러한 유형의 응답들을 보여줄 수 있도록 답변들은 주의 깊게 코드화 되어야만 한다. 예를 들어, ①예-아니오 투표에 무차별하다, ②시간과 정보가 부족해서 결정 내리는 것이 불가능하다, ③이러한 결정을 내리는 데 다른 메커니즘을 선호한다, ④이러한 조사가 지겹거나 가능한 한 빨리 끝내고 싶다 등으로 표현된다.

11) 캐어묻기 : 예/아니오 응답 이후에는 “왜 당신은 예/아니오에 투표했습니까?” 라는 질문이 뒤따라야 한다. 그리고 답변들은 이러한 유형의 응답들을 보여주도록 주의 깊게 코드화 되어야만 한다. 예를 들어, ①그것이 가치 있기(가치 없기) 때문에, ②모르겠다, ③정유회사가 지불해야 한다.

12) cross-tabulations : CVM 조사는 중요한 가치평가 질문에 대한 응답을 설명할 수 있는 다양한 다른 질문들을 포함해야 한다. 최종보고서는 이러한 카테고리에 의해 분류되는 WTP에 대한 개략적인 설명을 포함시켜야 한다. 응답을 설명하는 데 도움이 되는 아이템들 중에는 다음과 같은 것들이 있다; 소득, 그 지역에 대한 사전 지식, 그 지역에서의 주된 관심(방문비율), 환경에 대한 태도, 대규모 사업에 대한 태도, 그 지역과의 거리, 사업에 대한 이해, 시나리오에 대한 신뢰, 사업의 시행 가능성 등

제3절 대상별 적용가능성 검토

조건부 가치측정법과 다속성 효용평가법은 몇 가지 가정을 통해 간접적으로 편익을 추정하는 헤도닉 가격기법, 여행비용접근법, 회피행동분석법 등과 같은 다른 추정기법과는 달리 수요함수를 추정하지 않고 적절한 편익 추정치를 직접 구할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 따라서 조건부 가치측정법과 다속성 효용평가법은 설문이 제대로 시행되고 결과를 잘 해석한다면 이론적으로나 실증적으로 다른 추정기법에 비해 보다 나은 접근방법이라 할 수 있다. 이러한 여러 분석방법들의 대기질 또는 지하공기질에 대한 가치 측정 적용가능성을 정리하면 <표 3-10>과 같다.

조건부 가치측정법과 다속성 효용평가법은 모든 대상에 대해 적용이 가능하나 헤도닉 가격기법, 여행비용접근법, 회피행동분석법은 제한적으로 사용이 가능함을 알 수 있다. 헤도닉 가격기법은 환경질이 주택 또는 토지의 속성 중의 하나일 때만 적용이 가능하며, 여행비용접근법은 여가활동과 관련되어 사용된다. 회피행동분석법은 환경질의 악화를 완화 또는 회피하려는 행동이 나타나고 이에 대한 관찰이 가능할 때만 적용할 수 있다.

본 연구와 관련하여 서울시 대기질 개선의 가치측정을 위해 적용할 수 있는 방법론으로는 여행비용접근법, 조건부 가치측정법, 다속성 효용평가법이 가능하다고 판단된다. 이상의 적용가능한 방법론 중에서도 현재 가장 많이 활용되고 있는 조건부 가치측정법은 NOAA 보고서에서 존재가치나 여타 비사용가치들에 대해 신뢰할 만한 정보를 제공할 수 있음을 확인해 준 것 같이 지하공기질에 대한 가치측정에 있어 매우 유용하게 사용될 수 있다.

<표 3-10> 편익분석방법론의 적용가능성

구분	영향범주	편익추정방법1), 2)				
		HPM	TCM	ABM	CVM	MAUA
대기오염개선정책	대기오염영향	○	×	○	○	○
	실내공기질	×	×	○	○	○
	지하공기질	×	×	○	○	○
	미세먼지완화	×	×	○	○	○
	온실가스저감	×	×	○	○	○

주) 1 : ○ = 사용가능 또는 기적용, △ = 적용 가능하지만 사례가 없거나 제한적으로 적용가능, × = 적용불가능
2 : HPM = 헤도닉 가격기법, TCM = 여행비용접근법
ABM = 회피행동분석법, CVM = 조건부 가치측정법, MAUA = 다속성 효용평가법

제4절 비경제학적 편익측정 방법론

환경질 개선 등의 정부정책의 타당성은 서론에서 언급한 바와 같이 비용과 편익을 비교함으로써 결정되어야 한다. 우리 인간에게 주어진 부존자원이 무한하다면 편익이 발생하는 사업은 어느 것이라도 사회적으로 바람직한 결과를 가져올 수 있다. 하지만 우리는 유한한 자원만 가지고 있기 때문에 제한된 자원을 운용하여 보다 많은 편익을 가져다주는 사업을 우선적으로 시행해야 한다.

대개 비용은 현재 시장에서 거래되는 토지와 노동과 같은 자원의 시장가격을 이용하여 추정이 가능하다. 편익의 경우 일반적으로 재화나 용역이 시장의 작용에 의해 조정될 때는 수요곡선으로부터 유도될 수 있다. 그러나 시장이 없거나 시장의 실패가 존재하는 경우에는 앞에서 설명한 헤도닉 가격기법, 회피행동분석법, 여행비용접근법, 조건부 가치측정법, 다속성 효용평가법 등과 같은 특별한 경제학적 접근방법을 이용하여 가치를 측정하여야 한다. 하지만 이러한 접근방법은 경제이론상의 완결성을 갖고 있지만 그 적용이 다소 어렵고 시간과 경비가 많이 요구되는 문제를 가지고 있다. 예컨대, 가장 범용적으로 사용될 수 있는 기법인 조건부 가치측정법의 경우 무작위 추출된 표본에 대해 일대일 면접을 실시하는 것이 가장 바람직한데 이를 위해서는 상당한 설문조사비가 필요하며, 설문조사원 등의 많은 인력도 요구된다.

따라서 시간과 경비의 제약이 크게 있을 경우에는 차선의 방법으로 간이 편익 측정방법론을 생각할 수 있다. 비록 경제이론상의 완결성은 부족하지만 실용적인 방법에 의해 사전적이고 실험적인(pilot) 값을 도출해 낸다면 아무 근거도 없이 탁상공론을 벌이는 것보다

는 나을 것이기 때문이다. 본 절에서는 바로 이러한 간이 편익측정 방법론을 개략적으로 살펴보고 각각의 접근방법에 있어 장점과 한계 등을 고찰하고자 한다.

1. 인적 자본 접근법

인적 자본 접근법(human capital approach)은 환경오염으로 인해 발생하는 인간의 사망, 부상, 질병의 발생빈도가 늘어남으로써 발생하는 이득이나 피해를 측정하는 것이다. 가장 대표적인 것이 생명의 가치를 측정하는 것으로 그 생명이 일생 동안 벌어들일 수 있는 장래 기대소득의 현재 가치를 계산하는 것이다. 이때 그 사람의 나이, 능력, 교육 정도 등이 중요 고려변수가 된다.

동 개념을 쉽게 이해하려면 기업주와 노동기계의 관계에 사회와 인간의 관계를 대입하면 된다. 즉, 기계의 고장이나 파손, 멸실은 인간에게 있어서는 질병이나 부상, 사망과 비교될 수 있다. 예컨대, 어느 사람의 사망은 미래의 기대소득을 현재가치화한 화폐가치만큼의 피해를 가져다준다. 즉,

$$P_1 = \sum_{t=0}^{T} \frac{q_t Y_t}{(1+r)^t} \qquad (\text{Ⅳ-1})$$

여기서, Y_t는 인적 자본의 연간 기대수입을, q_t는 매년의 생존확률을, r은 할인율을, T는 예상수명을 의미한다.

경우에 따라서는 그 사람의 사망에 따른 유족들의 고통을 고려하기도 하고 또는 장래 비용이 일찍 발생하면서 늘어나게 되는 현재가치의 증가를 보충하기도 한다. 한편 위 식(Ⅱ-2)에서의 Y_t는 생활 유지에 필요한 소비지출(C_t)이 포함되어 있으므로 이를 공제한 값의 현재가치로 생명의 가치를 평가하기도 한다. 즉, 다음 식이 성립한다. 참고적으로 대부분의 보험회사에서 피해보상을 할 때 사용하는 공식은 이 식과 유사하다.

$$P_2 = \sum_{t=0}^{T} \frac{q_t(Y_t - C_t)}{(1+r)^t} \qquad (\text{Ⅳ-2})$$

그러나 이 식에 근거하여 생명의 가치 또는 인간의 가치를 측정하는 것은 몇 가지 문제를 갖고 있다. 첫째, 개인 또는 가계가 자신의 수명, 안전, 건강에 대해 기꺼이 지불하고자 하는 금액은 P_1, P_2와는 전혀 상관이 없다. 개인 또는 가계는 자신의 생명을 보장받는

대가로 P_1 또는 P_2의 몇 배에 해당하는 금액을 기꺼이 지불하고자 하는 예가 적지 않다. 둘째, 인간은 살아 있는 동안 시장에서 거래되지 않는 재화와 서비스의 생산활동을 수행하고 있으나, P_1, P_2는 이를 반영하지 못한다. 셋째, 평가 대상인 노동시장에서 노동의 이동이 자유롭지 못하여 비자발적 실업이 존재하는 등 불완전하거나 노동시장이 비경쟁적이고 완전한 정보를 제공하지 못하여 노동시장 전체가 완전경쟁의 상태에 있지 않을 때에는 Y_t가 인적자본을 제대로 반영하지 못하고 더 나아가 P_1, P_2의 값도 적절한 가치를 반영하지 못하게 된다.

따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 사망과 같은 위험을 회피하기 위해 사람들이 일생동안 기꺼이 지불할 의사가 있는 최대지불의사액이나 또는 반대로 위험부담을 무릅쓰고서라도 어떤 위험한 일을 할 의사가 있는 최소수용의사액을 계산해야 한다. 예컨대, 생명보험에 가입한다고 할 때 평생동안 지불하려고 하는 총 보험료가 전자의 경우에 해당될 것이고, 위험도가 높은 직업과 그렇지 않은 직업간의 임금격차(wage differential)를 위험에 대한 보상이라고 보고 평생동안 받을 수 있는 이러한 임금격차분의 합계를 계산한 결과가 후자의 경우에 해당될 것이다. 그런데 이러한 생명 또는 수명에 대한 시장이 존재하지 않으므로 최대지불의사액 또는 최소수용의사액을 실제로 측정하기란 그리 쉬운 일이 아니다. 이때, 우리는 앞에서 설명한 헤도닉 가격기법 또는 조건부 가치측정법을 적용할 수 있다.

생명의 가치를 만약 죽음이라는 위험의 기회비용으로 본다면 다음과 같은 방법으로 그 가치를 측정할 수 있다. 어떤 사업에 n만큼의 고용자가 있다고 하고, 그 중 m만큼의 사망자가 발생할 가능성이 있다고 하자. 이 때의 고용자 개개인에게는 m/n만큼의 죽을 확률이 존재할 것이다. 한편 위험에 대한 보상으로서 추가적으로 더 받는 임금격차액이 Z원이라고 하면 모든 사람의 죽음에 대한 총 기회비용은 Zn이 될 것이다. 따라서 죽음 1건당 기회비용은 Zn/m원이 되며, 이것이 바로 Z원을 죽음의 확률인 m/n으로 나눈 값이다. 예컨대, 어느 사업에 죽음이라는 위험이 발생할 확률이 0.001이라고 하고 위험도에 대한 임금격차액이 10만원이라고 하자. 이 때 그 사람의 생명의 가치는 10만원/0.001로 계산된 1억원이라 할 수 있다.

2. 제어비용 접근법

앞에서 언급한 조건부 가치측정법, 헤도닉 가격기법, 여행비용접근법, 회피행동분석법, 다속성 효용평가법 등의 비시장재 가치측정 기법들은 피해비용(damage cost) 접근법이라 불린다. 이 방법은 환경외부성의 가치가 환경오염으로 인한 환경피해의 가치와 같다는 가정에서 출발하여 가격, 오염배출, 비가격적 특성 측면에서 서로 다른 양상을 갖는 자원들을 사회적 비용 측면에서 비교할 수 있다는 장점을 갖고 있다. 또한 피해비용 접근법은 개념적으로도 정당성을 인정받고 있으며 충분한 과학적 정보에 기반하고 있어서 과학적 지식의 향상에 따라 측정방법도 개선될 수 있다. 그러나 이 방법은 앞서 기술했듯이 여러 단계의 측정절차를 거쳐야 하는데 이 단계들은 매우 복잡하며, 현실적으로 피해를 정확하게 측정하는 데 많은 어려움이 존재하고, 잘못 시행되면 환경피해를 과대 혹은 과소 추정할 수 있다는 점에서 비판을 받기도 한다.

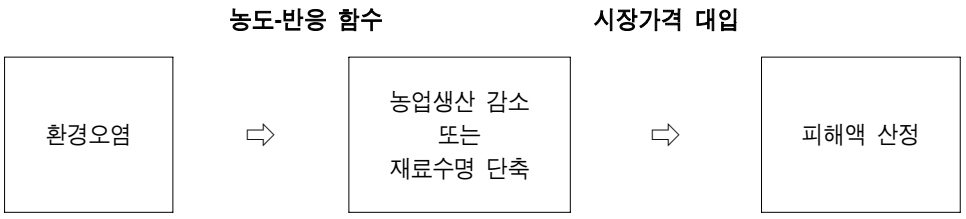
이에 대한 대안의 하나로 제시된 것이 지정된 오염기준에 함축된 환경영향의 가치를 평가하는 규제의 한계비용 측정방법이다. 이는 오염규제에 대한 사회의 지불의사액을 부과된 오염규제비용과 동일하다고 보고, 이것이 사회가 오염을 감소시키기 위해 지불할 의사가 있는 가격의 추정치로서의 역할을 하므로, 이를 환경외부성의 근사적 가치로 사용될 수 있다는 것이다. 오염규제의 한계비용은 제어비용(control cost) 또는 오염저감비용 등으로 불리는데 주로 생산자의 입장에서 오염물질을 줄이는데 들어가는 사적 비용의 성격을 가지고 있다. 예컨대, 석탄화력발전소의 가동으로 아황산가스가 배출되고 이로 인해 발전소 근처의 농작물이 피해를 입고 있다고 하자. 만약 이 발전소가 아황산가스 배출을 없애는 탈황설비를 갖춘다면 농작물 피해는 발생하지 않을 것이다. 이때 탈황설비를 갖추고 운영하는 데 들어가는 비용을 제어비용으로 볼 수 있다. <표 3-11>는 피해비용 접근법과 제어비용 접근법을 비교하고 있다.

<표 3-11> 환경비용 측정방법론의 개념적 구분

구 분	피해비용접근법	제어비용접근법
측정 대상	○ 환경오염에 의한 직·간접적인피해를 계량화 ○ 오염물질이 환경에 미치는 효과를 분류하여 추정 - 건강효과(health effects) - 농업이나 산림에 미치는 효과 - 동식물에 미치는 효과 - 재료에 미치는 효과 - 편의성(소음, 시정거리 등)	○ 환경오염 억제를 위해 지불해야 하는 추가적인 비용 ○ 규제의 한계비용, 오염저감 비용개념의 비용을 추정 - 오염물질 배출설비의 운영중단에 따른 기회비용 등
측정 방법	헤도닉 가격기법 의료비용 접근법 조건부 가치측정법 다속성 가치평가법	피해완화비용법 제어비용법
장점	○ 환경오염에 따른 직·간접적인 피해를 정량화하므로 측정된 비용은 환경비용의 개념에 부합	○ 비용측정이 용이 ○ 비용효과적인 오염배출 억제 방법을 식별하는 것이 가능
단점	○ 오염물질의 확산경로나 장단기 효과 등을 측정하는 것이 필요 ○ 건강효과나 편의성 등 비시장성 재화의 가치평가는 많은 시간과 비용이 필요	○ 배출억제 목표설정이 선행되어야 함 ○ 오염억제에 대한 편익을 계량화 할 수 없음

3. 생산성 접근법

생산성 접근법(productivity approach)은 어떤 자원의 개발이나 사업의 시행으로 인해 영향받는 지역의 생산성이 감소한 가치를 그 자원의 개발이나 사업의 기회비용으로 추정하는 방법이다(유동운, 1992). 오염물질은 생태계에 영향을 미쳐 농작물, 임산물 또는 수산물의 산출량을 감소시킨다. 게다가 오염물질은 무생물에도 영향을 미쳐 기업의 생산에 소요되는 원자재나 건축물을 쉽게 부식시키거나 또는 가계의 의류세탁이나 가옥에 대한 도장의 횟수를 늘리는 피해를 가져온다. 이 때 농작물, 임산물, 수산물 또는 원자재의 시장가격이나 의류세탁비용에 근거하여 환경오염으로 인한 비용, 즉 환경질 개선으로 인한 편익의 추정치를 구할 수 있다.



<그림 3-9> 생산성 접근법 운용절차

이와 같은 생산성 접근법의 운용절차는 <그림 3-9>에 제시되어 있다. 예를 들어, 어느 농촌지역에 아황산가스(SO_2)를 배출하는 공장이 들어선 경우를 상정해 볼 수 있다. 이 공장으로 인해 농작물의 생산이 예년에 비해 20%가 줄었으며, 예년 농작물 생산량의 총 시장가격은 100억원이라 가정하자. 그렇다면 공장으로 인해 발생하는 이 지역의 피해액은 20억원으로, 이 숫자는 이 공장을 다른 곳으로 옮기거나 문을 닫을 때 얻을 수 있는 편익이라는 의미도 지니고 있다. 따라서 이상과 같은 절차를 이용하는 경우 개략적인 환경질 개선편익을 산출할 수 있게 된다.

제Ⅳ장 서울시 대기질의 환경가치 추정

본장에서는 서울시 대기오염에 따른 환경비용을 앞서 설명한 컨조인트 분석법을 통하여 측정하고 이에 따른 시사점을 제시하고자 한다. 이와 같은 과정을 통해 상호 유사한 대상에 대해서 적용된 서로 다른 연구결과에 대한 비교와 더불어 앞으로 본 연구를 통해 실제 도출하게 될 지하철 지하공기질의 편익측정치와의 비교판단이 가능하게 된다. 또한 서울시민들이 판단하는 대기질의 가치가 갖는 크기를 보다 명확히 하게 될 것이다.

제1절 대기오염영향과 실증연구절차

본 연구에서는 기본적으로 피해비용 접근법의 입장에서, 대기질 개선에 따른 WTP를 유도하기 위한 방법론으로 컨조인트 분석을 사용하였다. 컨조인트 분석을 이용하는 경우 대기오염영향들을 연구의 속성으로 파악하여 속성간의 상충관계를 고려할 수 있으며, 따라서 정책결정자들에게 대기오염관련 정책에 관한 의사결정과정에 유용한 정량적 정보를 제공한다는 특징이 있다.

1. 가치측정대상과 지불수단

대기오염영향들은 그 속성과 수준이 다양하기 때문에 하나의 특정 대안의 평가를 통해서는 이러한 목적을 달성할 수 없다. 따라서 여러 속성과 수준들로 이루어진 다양한 대기개선정책의 대안들을 가상적으로 설정하고 이 대안들의 평가를 통하여 대기오염영향의 속성별 경제적 가치들을 측정하는 절차를 취하였다.

일반적으로 컨조인트 연구에서는 연구대상 환경재의 환경속성을 식별하기 위해서는 크게 두 단계를 거치게 된다. 우선, 광범위한 국내·외의 과학적 문헌에 근거하여 속성들을 선정한 후, 전문가 집단을 대상으로 1차 수정을 한다. 이러한 절차로 자연스럽게 연구대상인 대기질과 관련된 다양한 환경속성들을 식별할 수 있다. 두 번째 단계로는 일반 응답자들을 대상으로 한 사전조사를 통해 2차 수정이 가해진다.

서울시 대기오염영향의 속성을 식별하기 위해서 우선, 광범위한 국내·외의 과학적 문헌에 근거하여 속성들을 선정한 후, 전문가 집단을 대상으로 1차 수정을 하였으며, 다음으로 일반 응답자들을 대상으로 한 사전조사를 통해 2차 수정이 이루어졌다. 이러한 과정을 통해 결정된 서울시 대기오염영향의 속성들은 사망위험, 질병위험, 먼지오염피해, 시정거리의 4가지로 확정되었으며, 이들 4가지 영향들의 수준을 각각 <표 4-1>과 같이 결정하였다.

<표 4-1> 대기오염영향들의 속성 및 수준

속 성 명	속 성 평 가 단 위	속성수준
1. 사망위험	폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수 (연간 인구 1000만 명당 사망자수)	0명 2,500명 5,000명
2. 질병위험	호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수 (연간 인구 1000만 명당 사망자수)	0명 250,000명 500,000명
3. 먼지오염피해	먼지로 이한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율(%)	0% 10% 20%
4. 시정거리	현재수준보다 증가하는 시정거리(km)	0km 5km 10km
5. 가격	가구당 교통요금 또는 전기요금 인상이나 환경세 신설을 통한 월 지불의사액(원)	0원 5,000원 10,000원 15,000원

그리고 가격속성은 대기오염을 완화하기 위해 응답자들이 교통요금 또는 전기요금의 인상이나 환경세 신설을 통해 부담하고자하는 금액으로 정하였다. 이렇게 정한 가격속성의 금액은 최저 0원에서 최대 15,000원으로 하였다.

2. 선택대안집합의 설계

컨조인트 분석법은 자료생성과정(data generating process)을 필수적으로 거쳐야 한다. 이 과정은 여러 속성들로 구성된 선택대안들이 응답자의 선택확률에 영향을 주도록 선택대안집합(choice sets)을 설계하는 것이며, 주의 깊게 고안된 실험계획법에 의존한다.

즉, 컨조인트 분석법은 다른 선택대안에 의한 변화가 없는 모수 추정치를 얻기 위한 선택대안집합들을 유도하는데 통계적인 설계이론을 이용한다.

본 연구에서는 다섯 개의 속성들과 네 개의 수준을 가진 가격속성을 제외한 각 속성에 대해 각각 세 개의 수준들이 존재하게 되며, 응답자들은 일반적으로 여러 개의 선택대안들에 직면하게 된다. <그림 4-1>은 실제 설문에 사용된 하나의 선택대안집합을 보여주고 있다. 모든 응답자들은 <표 4-1>에 제시된 다섯 개의 속성들의 다양한 수준으로 정의된 두 개의 선택대안과 현재의 속성수준으로 정의된 대안의 총 3개 대안 중에서 가장 선호하는 1개의 대안을 선택하도록 질문을 받는다. 컨조인트 분석에서는 응답자들에게 여러 개의 <그림 4-1>과 같은 선택대안을 제시하게 된다. 따라서 효과적인 선택대안을 제시하기 위해 직교설계를 수행하여 모형의 추정이 가능하도록 하는 최소선택대안집합을 도출하였다.

	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	2,500명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000명	0명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	0%	20%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	0km	0km	변화 없음
추가적인 월 지불액	10,000원	10,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

<그림 4-1> 설문에 사용된 선택대안의 예시

3. 표본설계와 설문조사

컨조인트 분석법을 이용한 서울시 대기질의 환경가치조사는 지난 1997년 7월에 서울시민을 대상으로 실시되었다. 설문조사에는 가구조사의 특성을 고려하여 서울시에 거주하는 만 20세 이상 65세 미만의 세대주나 주부 654명을 대상으로 전문 설문조사기관인 동서리서치를 통해 선정·조사하였다. 일반적인 컨조인트 연구에서는 CVM에서와 같이 우편조사(mail survey), 개별면접조사(In-person survey), 전화조사(telephone survey) 등의

다양한 설문조사기법이 동원된다. 현재 소개하고 있는 연구에서는 높은 설문비용의 단점에도 불구하고 설문에서의 응답률을 높이고 응답자들에게 상세한 질문 및 응답을 위한 최선의 기회를 제공하기 위해 전문여론조사기관을 통한 일대일 개인면접방식을 선택하였다.

설문조사에서는 서울시 대기질에 대한 일반현황과 더불어 각 속성 및 그에 따른 각종 건강영향에 대해 설명하였으며, 본격적으로 <그림 4-1>에 예시로 주어져 있는 선택대안을 제시하고 대안 1, 대안 2, 대안 3 가운데 하나를 선택하도록 하였다. 이러한 선택은 응답자 1인당 6회 실시되었다.[4)]

또한 인터뷰 말미에 응답자의 전화번호를 물어 임의로 추출된 가구에 대해 조사의 감독자들이 조사원들이 일을 정확히 수행하였는지를 확인하였고, 몇 가지 질문을 다시 추가하여 응답자의 대답에 일관성이 있는지 점검하고 응답이 빠진 항목에 대해서는 추가 질문을 하여 답을 얻도록 하였다.

제2절 추정결과와 대기오염영향의 환경비용

1. 설문결과

설문조사원들에 의한 일대일 개인면접을 통하여 654명의 응답자에 대한 설문조사 결과, 총 600개의 이용 가능한 자료를 얻었다. 서울시 대기오염에 대한 관심의 정도를 묻는 설문에 응답자들 중 511명(85.2%)이 관심이 많다고 대답한 반면, 80명(13.3%)은 보통이다, 그리고 9명(1.5%)은 관심이 없다고 응답하였다. 또한 서울시 대기오염이 응답자와 응답자의 가족에게 얼마나 중요한가의 설문에서 응답자중 391명은 매우 중요하다, 189명은 중요하다, 14명이 보통이다, 그리고 6명이 중요하지 않다고 응답했다.

그리고 응답자들 중 최근 2년 이내에 가족, 친지, 친구 중에 폐암으로 사망한 사람이 있는 경우는 45명(7.5%)이며, 호흡기 관련 질환(후두염, 천식, 기관지염 등)으로 가족이나 본인이 병원을 찾은 경우는 265명(44.2%)이었다. 그리고 응답자들 중 먼지 때문에 잦은 세탁과 청소가 필요하다고 대답한 사람은 583명(97.2%)이었고, 시정거리의 감소로 불쾌감

4) 설문의 주요내용은 부록1에 제시되어 있다. 부록1에서는 총 8가지의 설문 유형 가운데 Block 1을 제시하였다.

을 느낀 경험이 있는 사람은 432명(72%)인 것으로 조사되었다.

사망위험, 질병위험, 먼지피해, 시정거리 피해에 대한 심각성 정도와 중요도에 관한 설문에서, 응답자들은 네 가지 피해 중 질병위험 피해를 가장 중요하게 생각했으며, 그 다음으로 사망위험 피해, 먼지 피해, 시정거리 피해의 순서였다. 사망위험 피해의 심각도에 대한 설문에서 응답자들은 79명(13.1%)이 매우 심각하다, 308명(51.3%)이 심각하다, 175명(29.1%)이 보통이다, 38명(6.3%)이 별로 심각하지 않다고 응답했다. 질병위험 피해의 심각도에 대한 설문에서 응답자들은 253명(42.1%)이 매우 심각하다, 321명(53.5%)이 심각하다, 24명(4%)이 보통이다, 2명(0.3%)이 별로 심각하지 않다고 응답했다. 먼지 피해의 심각도에 대한 설문에서 응답자들은 94명(15.6%)이 매우 심각하다, 394명(65.6%)이 심각하다, 108명(18.0%)이 보통이다, 4명(0.6%)이 별로 심각하지 않다고 응답했다. 그리고 시정거리 피해의 심각도에 대한 설문에서 응답자들은 29명(4.8%)이 매우 심각하다, 244명(40.6%)이 심각하다, 285명(47.5%)이 보통이다, 41명(6.8%)이 별로 심각하지 않다, 1명(0.1%)이 전혀 심각하지 않다고 응답했다.

또한 컨조인트 분석의 추정결과는 <표 4-2>와 같이 나타났다. 먼저 Wald-통계량으로 볼 때, 추정된 방정식의 모든 추정 계수들의 값이 0이라는 귀무가설은 유의수준 1%에서 통계적으로 기각되는 것을 알 수 있다. 또한 간접효용함수에 포함된 모든 속성들의 추정계수들은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했고, 모든 추정계수의 부호는 우리가 예상했던 것과 일치하였다. 예를 들어 사망위험, 질병위험, 먼지피해 및 시정거리 피해 등의 속성에 대한 추정계수들은 양(+)의 부호를 갖는데 이것은 위 속성들의 수준이 증가할수록 응답자의 효용이 증가함을 의미한다. 반면 가격에 대한 계수가 음(-)의 부호라는 것은 가격수준의 증가가 응답자의 효용을 감소시킨다는 것을 의미한다.

<표 4-2> 모형의 추정결과

변수명	추정계수 (t-통계량)
MORTALITY	0.0734 (11.85)**
MORBIDITY	0.0027 (21.13)**
TSP	0.0308 (11.51)**
VISIBILITY	0.0388 (7.00)**
PRICE	-0.0492 (-9.42)**
관측치 개수	4,800
로그-우도값(log-likelihood)	-4,680.84
Wald-통계량	988.2
(p-value)	(0.000)

2. 대기오염영향의 환경비용

개별 속성에서의 보다 덜 선호되는 수준으로부터 한 단위 개선을 얻기 위한 응답자의 평균적 한계 WTP를 계산할 수 있으며 그 결과가 <표 5-3>에 제시되어 있다. 예를 들어, 대기오염으로 의한 사망자수를 한 명 완화하기 위한 가구 당 월 평균 MWTP는 1.4911원이며, 이 MWTP의 t-통계량은 8.56이라는 것을 알 수 있다. 또한 추정된 MWTP 추정치들은 소득 공변량의 추가에 의해 크게 변함이 없었고, t-통계량에 의하면 모든 속성별 MWTP들은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의했다.

더 나아가 우리는 개별 속성들의 MWTP에 대한 하나의 추정치만을 제시하지 않고 이 추정치에 대한 불확실성을 반영하기 위해서 각 추정치에 대한 신뢰구간을 제시하고자 하였다. 개별 속성들에 대한 MWTP 추정치의 95% 신뢰구간을 계산하기 위하여 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 몬테칼로 모의실험(Park et al., 1991)을 이용하였다.

<표 4-3> 대기오염영향의 속성별 한계지불의사액

속 성	한계WTP (t-통계량)	95% 신뢰구간
MORTALITY	1.4911 (8.56)**	[1.2367～1.8318]
MORBIDITY	0.0545 (11.86)**	[0.0480～0.0636]
TSP	627.04 (9.66)**	[530.75～746.13]
VISIBILITY	789.28 (6.84)**	[609.78～994.45]

1) **는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함.
2) 신뢰구간은 5,000회 복원추출에 의한 Krinsky and Robb(1986)의 몬테칼로 모의실험을 이용하여 계산하였음.
자료 : 곽승준 외, 컨조인트 분석을 이용한 서울시 대기오염영향의 환경비용 추정, 2003

또한 대기오염영향의 속성별 가구 당 월평균 WTP 추정치는 <표 4-4>와 같이 사망위험에 대해 약 1.4911(원/명), 질병위험에 대해 약 0.0545(원/명), 먼지오염피해에 대해 약 627.04(원/%), 그리고 시정거리에 대해 약 789.3(원/km)으로 추정되었다.

<표 4-4> 서울시 대기오염영향의 추정결과

속 성 명	한계지불의사액 추정치(원)	95% 신뢰구간(원)
1. 사망위험	1.4911(8.56)	1.2367~1.8318
2. 질병위험	0.0545(11.86)	0.0480~0.0636
3. 먼지오염피해	627.04(9.66)	530.75~746.13
4 시정거리	789.28(6.84)	609.78~994.45

자료 : 곽승준 외, 컨조인트 분석을 이용한 서울시 대기오염영향의 환경비용 추정, 2003

<표 4-3>에서의 결과를 이용하면 개별 환경속성들의 다양한 수준들로 구성된 대기오염 개선정책안을 시행하기 위한 가구당 연간 WTP를 계산할 수 있다. 실제로 이러한 가구당 연간 WTP를 계산하기 위해서는 현재 수준과 비교대상의 수준이 필요하게 된다. 본 연구에서는 현재 수준을 호흡기 관련 질병 사망자수가 연간 인구 1,000만 명당 5,000명(즉 2,000명당 1명), 그리고 대기오염으로 인한 호흡기 질환자수가 연간 1,000천만 명당 환자 수 50만 명(즉 20명당 1명) 수준인 것으로 설정하기로 한다. 먼지피해의 경우에는 먼지증가로 인해 청소도구, 세제, 전기요금뿐만 아니라 이와 관련된 가사노동까지 포함한 총비용이 현재보다 감소하는 비율로 설정되었으며, 최대 20%를 상한범위로 하였다. 그러므로 모든 환경속성들이 가장 낮은 상황을 현재라고 가정하고 이에 대해 각 속성들을 최대한 개선된 값으로 변화시킬 수 있는 대기오염 개선정책을 시행하기 위한 가구당 월평균 WTP는 약 55,139.1원 (하한값 : 약 46,896.3원, 상한값 : 약 65,826.1원)으로 산정됨을 알 수 있다.[5)]

전술하였듯이 본 연구에서의 응답표본은 성, 지역을 고려하여 서울시 전체의 가구를 대표할 수 있도록 구성되었다. 따라서 대기개선정책의 시행에 따른 연평균 경제적 편익은 응답가구당 월 평균 WTP에 12(월)를 곱한 후, 여기에 서울시의 전체 가구 수를 곱하여 계산할 수 있다. 2000년 서울시 전체 가구 수는 3,085,976 가구이다(통계청, 2000). 이렇게 계산된 대기개선정책의 시행에 따른 연평균 경제적 편익은 평균적으로 약 1조 7,016억원 (하한값 : 약 1조 4,472억원, 상한값 : 약 2조 314억원)에 달하게 된다.

5) 이 값은 각 속성의 최상 수준에 각 속성의 월 평균 MWPT를 곱한 값을 모두 더하여 도출하였다. 즉, 사망위험의 최상 속성 수준(5,000명) × 월 평균 MWTP(1.4911원/명) + 질병위험의 최상 속성수준(500,000명) × 월 평균 MWTP(0.0545원/명) + 먼지오염피해의 최상 속성 수준(20%) × 월 평균 MWTP(627.04원/%) + 시정거리의 최상 속성 수준(10㎞) × 월 평균 MWTP(789.3원/㎞) = 가구당 월 평균 WTP (약 55,139.1원) 이 되는 것이다.

제3절 연구의 시사점

본 연구에서의 결과는 서울시 대기오염영향의 개별 속성들과 가격속성간의 상충관계(trade-offs)를 고려하도록 함으로써 소비자 선호에 근거한 대기오염영향의 속성별 화폐가치를 도출하여 정책결정자들에게 유용한 정보를 제공하고 있으며, 실제 설문조사를 통한 연구를 시행하기 위한 속성 및 수준의 결정, 그리고 여러 개의 가능한 선택대안집합 중 최소의 선택대안집합을 도출하기 위한 통계적 실험계획법 등 다양한 절차들에 대해 자세히 설명하고 있다.

또한 정책적인 측면에서 판단할 때, 정책 결정자들에게 다양한 대기오염영향들의 속성별 경제적 가치에 대한 정량적 정보를 제공함으로써 향후 대기개선을 위한 특정 사업에 대한 비용-편익분석에 대한 현실적인 시사점을 제공할 뿐만 아니라 대기오염원에 대한 규제와 대기오염물질의 감소를 통한 기존의 대기개선정책에서 탈피하여 다양한 대기오염영향들의 가치에 근거한 대기정책수립의 근거와 방향을 마련해 주고 있다고 판단된다. 예를 들어 천연가스를 연료로 사용하는 CNG 버스를 도입함으로 인해 서울시 대기환경수준의 변화가 나타났다면 이를 근거로 사망자·사상자의 수의 변화, 시정거리의 변화 등을 관찰함으로써 새로운 정책의 도입에 따른 편익의 크기를 추정할 수 있게 되며, 정책의 입안 및 시행 단계에서 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 시정거리 등의 다양한 대기오염영향의 관점을 고려할 수 있도록 해준다.

제Ⅴ장 서울시 지하공기질 개선의 경제적 편익측정

지하공간의 개발 및 활용 필요성은 도시인구의 과밀화와 집중화로 인한 교통문제와 주거공간의 확보문제 등과 직접적으로 연계되어 있다. 현재 우리나라의 경우 지하공간은 주로 지하철, 지하상가, 지하주차장 등의 형태로 널리 이용되고 있다. 이 가운데 특히 지하운송수단인 지하철은 현재 일일 평균 600만 명 이상의 승객수송을 담당하고 있는 주요한 운송수단으로 활용되고 있는 실정이다. 이에 따라 제5장에서는 서울시의 지하공기질의 개선과 관련된 이슈 가운데서 지하철의 지하공기질 개선에 따른 경제적 편익을 조건부 가치측정법을 통해 추정하고 이에 따른 정책적 시사점을 논의하고자 한다.

제1절 지하공기질 개선편익측정의 의의 및 지하공기질 현황

1. 지하공기질 개선편익측정의 의의

지하철 역사내의 전형적인 환경문제로는 환기시설의 노후화 및 환기관련 대책의 미흡으로 인한 대기오염물질의 지하공간내 축적 및 오염공기의 지하유입에 따른 공기질 악화문제 등이 지적되고 있다. 또한 지하구조물의 시공과정에서 사용된 석면 등의 각종 유해성 물질 역시 지하 환경의 오염원으로 인식되고 있다.[6)]

현재 지하공간에서 문제가 되고 있는 실내오염물질은 분진(TSP), 미세먼지(PM10), 중금속, 이산화질소, 일산화탄소, 이산화탄소, 포름알데히드, 석면, 휘발성 유기화합물 등을 들 수 있다. 이와 같은 오염물질은 외부공기의 상태·환기율·실내 환경 등의 요인에 의해 발생되며, 이들 주요 실내오염물질의 발생원 및 인체 영향은 <표 5-1>과 같다.

6) 세계일보 2004년 4월 23일자 사회면 참조

<표 5-1> 실내오염물질의 주요 발생원과 건강영향

구 분	주 요 발 생 원	건 강 영 향
분진	- 대기 중 분진이 실내로 유입 - 실내 바닥의 먼지와 생활활동 등	- 기관지염, 규폐증, 진폐증, 점막 자극 등
석면	- 단연재, 절연재, 석면타일, 석면브레이크, 방열재 등	- 피부질환, 호흡기질환, 석면증, 폐암 등
연소가스	- 각종 난로, 연료연소, 가스렌지 등	- 만성폐질환, 기도저항 증가, 중추신경 영향
라돈	- 흙, 바위, 지하수, 화강암, 콘크리트	- 폐암 등
포름알데히드	- 각종 합판, 보드, 가구, 단연재 등	- 눈·코·목· 자극증상, 기침, 어지러움, 구토, 피부질환, 비염, 기억력 상실 등
미생물성물질	- 가습기, 냉방장치, 냉장고 등	- 알레르기성 질환, 호흡기질환 등
휘발성유기화합물	- 페인트, 접착제, 스프레이, 연소과정, 세탁소, 의복, 방향제, 건축자재 등	- 피로감, 정신착란, 두통, 구토, 현기증, 중추신경 억제작용 등

자료 : 손부순, 「지하철 역사의 실내공기오염 현황」, 환경부, 1999

특히 지하철의 경우 운행특성상 다수의 시민이 이용을 하고 있으며, 또한 외부와 거의 차단된 지하공간인 관계로 인하여, 각종 유해물질이 조금만 발생하거나 유입하게 된다면 그대로 지하공간 내부에 축적될 가능성이 높아 이용시민의 인체에 커다란 영향을 미치게 될 가능성이 높다.

따라서 많은 서울시민들이 주요 대중교통수단으로 이용하고 있는 지하철의 지하공기질 수준을 파악하고 현재의 수준에서 더 나은 수준으로 지하공기질의 개선하는 경우 얻어질 수 있는 편익을 경제학적 가치측정방법으로 엄밀히 추정하게 된다면 현재 정책당국의 지하공기질 개선을 위한 노력과 비교하여 여러 가지 정책적 시사점을 도출할 수 있게 될 것이다. 특히 지하공기질 개선을 위해 직접적으로 투입하는 경제적 자원의 크기와 비교함으로써 개선노력에 대한 경제적 타당성을 보다 과학적으로 고려할 수 있으며, 추후에 개선을 위한 투자의 적정성 규모에 대한 판단이 용이하게 이루어지게 될 것이다.

2. 지하공기질 관리규정 및 현황

1) 지하공기질 관리규정

우리나라에서는 대기질의 관리가 실내공기와 실외공기로 구분되어 관리되고 있으며, 실외공기는 환경부의 대기환경보전법에 의해 관리되고 있다. 실내공기의 경우 환경부, 건설교통부, 교육부, 보건복지부의 4개 부처에서 분산되어 관리되다가 2003년도 다중이용시설등의실내공기질관리법이 제정되어 곧 발효를 앞두고 있다.

정부부처에서의 실내공기질 관리는 1986년 5월 보건복지부에서 공중이용시설에 대한 실내공기질의 위생적 관리를 위해 7개 항목(먼지, 일산화탄소, 이산화탄소, 기류, 온도, 습도, 조명)에 대한 위생관리기준을 정한 것을 시작으로 볼 수 있다. 이어서 1992년 6월 건설교통부에서 환기설비에 공급되는 공기질의 관리를 위하여 보건복지부의 공중이용서설에 대한 기준과 유사한 5개 항목에 대한 관리기준을 정하였다. 1996년에는 지하생활공간공기질관리법이 제정되어 지하역사, 지하상가를 대상으로 먼지, 황산화물, 일산화탄소, 이산화탄소, 질소산화물, 포름알데히드, 석면, 라돈, 카드뮴, 크롬, 비소, 구리, 납, 수은 등 14개 물질을 관리대상물질로 지정하였으며, 이 가운데 7개 항목에 대해서는 관리기준을 설정한 바 있다. 현재 건설교통부의 건축설비기준은 폐지된 상태이며, 보건복지부의 공중위생법은 1992년 공중위생관리법으로 개정되어 시행되고 있다.

건설교통부에서는 터널, 지하선로, 지하연결통로 등에 대해 적절한 조명 및 환기장치를 설치하도록 하고 있으며, 교육부에서도 학교와 학원의 환기, 채광, 조명, 온도, 습도 등에 대한 조절과 유지·관리를 규정하고 있다. 그러나 건설교통부와 교육부 모두 환기, 조명, 온도, 습도 등에 대한 구체적인 관리기준을 제시하고 있지 않아 현실적으로 관리가 이루어지지는 않고 있는 실정이다. 또한 보건복지부는 공중위생법에서 공중이용시설에 대한 실내공기질의 위생적 관리를 위하여 7개 항목의 기준을 제시하였으며, 공중위생 감시원과 위생관리 담당자 및 검사기관까지 지정하였으나 현재 공중위생관리법으로 개정되어 현 시점에서는 구체적인 관리기준이 제시되고 있지 않은 상태에 있다.

<표 5-2> 실내공기질 유지 및 권고기준

항 목		기 준
유지기준	일산화탄소(CO)	10ppm 이하
	미세먼지(PM_{10})	150㎍/㎥ 이하
	이산화탄소(CO_2)	1000ppm 이하
	포름알데히드(HCHO)	120㎍/㎥ 이하
권고기준	이산화질소(NO_2)	0.05ppm 이하
	라돈(Rn)	4.0pCi/ℓ 이하
	휘발성유기화합물	500㎍/㎥ 이하
	석면	0.01개/cc 이하
	오존	0.06ppm 이하

자료 : 다중이용시설등의실내공기질관리법시행규칙

<표 5-2>에 제시된 다중이용시설등의실내공기질관리법시행규칙에서 규정하고 있는 지하공기질기준은 대기환경기준과 비교하면 상당히 완화된 수준이라 할 수 있다. 환경정책기본법시행령에서 규정하고 있는 항목과 비교해 본다면 예를 들어 미세먼지의 경우 24시간 평균치의 경우는 지하공기질기준과 같은 150㎍/㎥ 이하이나 연간평균치는 70㎍/㎥ 이하로 규제되고 있다.

이에 대해 이미 외국에서는 1970년대 에너지 절약 운동에 따른 건물의 밀폐화로 인한 실내공기질문제가 대두되자 실내공기질이 인체의 건강상에 미치는 영향과 이에 대한 대응방안을 마련하기 위한 연구와 진행된 것으로 알려져 있으며(서울시정개발연구원, 1998), 특히 미국과 일본의 경우에는 우리나라와 비교해 볼 때 강화된 실내대기환경기준을 설정해 놓고 있는 상황이다. 대표적으로 미국과 일본의 지하공기질기준을 예시하면 <표 5-3>과 같다.

<표 5-3> 미국과 일본의 실내대기환경기준

항 목	미 국	일 본
아황산가스(SO_2)	0.14ppm(일평균)	0.04(1시간평균)
일산화탄소(CO)	35ppm(1시간평균)	20ppm(1시간평균)
이산화질소(NO_2)	0.05ppm(연평균)	0.04~0.06ppm(일평균)
미세먼지(PM_{10})	150㎍/㎥(일평균) 50㎍/㎥(연평균)	100㎍/㎥(일평균)
이산화탄소(CO_2)	1,000ppm(1시간평균)	1,000ppm(1시간평균)
포름알데히드(HCHO)	0.1ppm	4ppm
납(Pb)	1.5㎍/㎥ 이하	-

자료 :「서울시 지하철 환경개선방안 연구」, 서울시정개발연구원, 1998

2) 지하공기질 현황

현재 환경부와 지하철공사에서는 매년도마다 지하철역사에서의 지하공기질 수준을 조사하여 발표하고 있다. 여기에는 공기질 기준항목으로서 이산화질소, 미세먼지, 이산화탄소, 포름알데히드 항목과 일반항목으로 온도, 상대습도, 기류, 조명 등 각각 4가지 총 8가지 항목으로 구성되어 있다. 공기질 측정지점으로서는 승강장, 대합실, 환승장으로 구분되며, 개별 지점에서의 항목과 더불어 평균측정치도 함께 제시하고 있다.

<표 5-4>에 나타나 바와 같이 지난 2002년도 발표 자료에 따르면 이산화질소의 경우 1호선부터 4호선까지의 측정지점 가운데 1시간 평균치 0.15ppm 이하의 기준을 초과한 곳은 단 1곳도 없는 것으로 조사된 바 있다.

<표 5-4> 지하공기질 측정결과

항 목	기준초과 지점
이산화질소(NO2)	- 해당사항 없음
미세먼지(PM10)	- 해당사항 없음
이산화탄소(CO2)	- 해당사항 없음
포름알데히드(HCHO)	- 해당사항 없음

자료 : 「2002년 공기질 측정결과」, 서울시 지하철공사, 2003.

발표된 자료 가운데 이산화탄소와 포름알데히드 역시 1~4호선 측정지점 가운데서 기준초과지점이 전혀 없으며 대부분의 측정치가 기준치와 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 미세먼지의 경우 거의 모든 측정장소의 측정치가 기준치인 150㎍/㎥에 매우 근접하는 것으로 나타났다. 그러나 실제로 기준치를 초과하는 지점은 없는 것으로 조사되었다.

그러나 이러한 발표사항과는 다르게 매년 국정감사에서는 지하철공기질에 대한 우려가 항상 제기되고 있는 실정이다. 지난 2002년도 국정감사자료에서는 서울시 지하철공사에서 관할하고 있는 지하철 1호선 9개역의 경우 환기시설을 교체한 1993년 이후 9년간 단 한 번도 환기시설에 대한 청소작업을 실시하지 않은 것으로 밝혀졌다. 또한 지난 2002년 월드컵을 앞두고 환경부가 지하철 역사내 미세먼지를 측정한 결과에 따르면 시청역의 경우 3월과 5월에 각각 157㎍/㎥, 169㎍/㎥으로 모두 기준치 150㎍/㎥을 상회한 것으로 나타났다. 또한 종각역도 각각 180㎍/㎥, 184㎍/㎥으로 기준치를 넘는 것으로 조사되었다.

3. 지하공기질 현황에 관한 연구

현재까지 서울시에서 운행되고 있는 지하철 내의 지하공기질 상황에 대한 연구는 여러 기관과 연구자들을 통해 지속적으로 이루어져 왔다. 이러한 연구의 내용과 그것이 갖는 시사점은 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 서울지역 지하역사내 미세먼지 현황

지난 2002년 서울시 보건환경연구원의 조사(이동식 외, 2002)에 따르면 서울시내 8개 노선 34개 역사에서 미세먼지에 대한 측정을 시도한 결과 분기별로 4~6개 역사에서 기준치인 150㎍/㎥을 초과하는 것으로 밝혀졌다. 또한 6~11개 역사에서는 서울시기준치인 140㎍/㎥을 초과하는 것으로 나타났다.

측정된 미세먼지의 평균농도는 1기 지하철의 매표소에서는 108㎍/㎥, 승강장에서는 131㎍/㎥로 조사되었으며, 2기 지하철의 경우에는 매표소가 97㎍/㎥, 승강장이 120㎍/㎥로 전반적으로 1기 지하철의 미세먼지 농도가 2기에 비해 전반적으로 높게 측정되었다. 또한 각 역사내에서의 미세먼지 농도는 매표소보다는 승강장이 평균 22% 가량 높게 나타났다. 특히 미세먼지의 평균 농도가 서울시기준치를 초과한 승강장은 1호선의 경우 종로5가, 동대문, 서울역이었으며, 2호선은 을지로3가역, 5호선은 광화문역, 6호선 신당역과 합정역인으로 조사되었다.

결국 지하공기질에 대한 기준치를 초과하는 지점은 승강장이 측정지점의 14.7%인 5개소, 매표소가 3.1%인 1개소였으며, 서울시기준을 초과하는 지점은 이보다 상대적으로 많아 승강장이 23.5%인 8개소, 매표소가 6.3%인 2개소로 나타났다.

2) 국내외 실내공기오염에 대한 현황

2001년에는 환경운동연합, 원진노동환경건강연구소, 서울지하철노동조합 등이 측정한 결과 가운데 오염도가 높은 것으로 조사된 시청역의 측정결과를 보면 <표 5-4>와 같다.

지하철 2호선 시청역의 경우 분진과 석면의 농도는 미국이나 일본의 허용기준을 넘어서고 있는데, 특히 분진이 높은 오염수준을 나타내고 있다.

분진의 경우 100㎍/㎥ 이상의 농도에서 장기간 노출될 경우 만성호흡기 질환자의 사망률이 증가하는 것으로 알려져 있으며, 특히 150㎍/㎥이상에서의 노출은 인체에 폐기능을 손상시키고 객담량을 높이는 것으로 알려져 있어 이에 대한 지속적인 관심이 대책이 요구된다.

<표 5-5> 시청역의 실내공기 중 유해물질 측정결과

구 분	측정지점	기 간	총 먼지	호흡성먼지	석면농도	납
1	역무실 (지하2층)	밤	97.2		0.003	
		낮	202.8		0.001	
2	환기실 (지하1층)	밤	600.2	91.5	0.026	
		낮				
3	매표소 (지하2층)	밤		762.0	0.015	0.59
		낮		137.8	0.001	
4	환승통로 (지하2층)	밤		584.0	0.006	0.06
		낮		1317.9	0.011	0.29
5	통로 (지하2층)	밤	227.9		0.003	0.24
		낮	389.5	173.1	0.015	0.34
6	승강장 (지하3층)	밤	210.1	158.8	0.004	0.25
		낮	282.7	259.1	0.006	0.24
허용기준	일반환경기준			150		0.5
	지하생활공간기준			200		3
	외국기준(일반환경)			100	0.01	1.5

자료 : 「지하철역사 냉방 공사중 발생하는 유해물질 조사보고서」, 2001

제2절 지하공기질 개선을 위한 정책방안

현재 지하철을 둘러싼 지하생활공간의 환경을 담당하고 있는 행정조직으로는 지하철공사의 환경설비처를 들 수 있다. 환경설비처 내의 환경팀에서는 지하공기질의 관리와 관련 시설의 개량에 대한 업무를 총괄하고 있으며, 보다 자세한 조직구분과 업무내용은 〈표 5-6〉과 같이 정리할 수 있다.

<표 5-6> 서울특별시 지하철공사의 환경설비처 조직과 업무분장

조직구분			업무내용
환경설비처	운영과		- 환경설비처 일반행정, 예산, 경영평가 기획에 관한 업무 총괄 - 소식의 조직, 인사관리와 교육에 관한 업무 - 직원의 급여 및 근태, 복지후생에 관한 업무 - 물품회계와 자재관리에 관한 업무 - 국정감사, 시의회, 감사업무 총괄
	환경팀	환경1과	- 환경팀 업무 총괄 및 조정 - 공기질 관리 및 관련 시설 개량에 관한 업무 - 자동측정장비 및 전광판 유지·관리 - 지하공기질 정기측정업무 주관 - 공기오염물질 배출 및 방지에 관한 업무지도 - 환기설비·청소용역 관련 업무 - 수질관리 기본계획 수립 - 수질·폐기물 유지관리 및 관련 업무 - 수질·폐기물 관련 배출시설 및 방지시설 정상운영에 관한 업무지도 - 폐기물 감량화 관련 업무
		환경2과	- 소음·진동관리 기본계획 수립 - 기술정보 수집검토 - 기타 소음·진동방지시설에 대한 업무지도 - 소음·진동관련 민원 - 폐기물 감량화 관련 업무 - 기타 환경개선비용 부담에 관한 사항

자료 : 서울시 지하철공사 내부자료

1. 지하역사에 대한 청소

지하역사에 대한 청소작업은 지하공기질 개선에 대한 근본적인 접근은 아니라고 할 수 있으나 역사내 시설물의 유지관리 및 청결한 지하공간을 조성하고 유지하기 위한 기본적 방안이라고 할 수 있다. 현재 지하역사의 청소는 대합실, 승강장, 노반, 출입구 및 계단 등의 장소에 대해 물세척을 비롯하여 다양한 방법이 동원되어 실시되고 있는 상황이며, 이러한 작업은 매년 청소전문업체를 선정하여 아웃소싱되고 있다.

서울시 지하철공사에서 지행하고 있는 지하역사에 대한 청소와 관련해 청소대상과 청소방법은 <표 5-7>과 같다.

<표 5-7> 지하역사 청소

구 분	대합실	승강장	노반	노반 벽체	역사 고소 부분	화장실	출입구 및계단	사무실 침실	기능실	기타
왁스작업	월1회	월1회	-	-	-	-	-	2개월 1회	분기 1회	역장의 지시에 의거 수시 실시
물세척	월1회	월1회	월1회	월10역	월6역	일5회	주1회	2개월 1회	분기 1회	
먼지청소	일2회	일2회	-	-	-	일5회	일4회	일1회	월1회	
다스탑 물마포작업	일2회	일2회	-	-	-	물마포 일5회	물마포 일4회	일1회	월1회	
줍기	수시	수시	-	-	-	수시	수시	일1회	월1회	
기계기동 순회물청소	-	월2회	-	-	-	-	-	-	-	
역 자체 기계물청소	월2회	월2회	-	-	-	-	-	-	-	

자료 : 서울시 지하철공사 내부자료

2. 분진흡입열차 운행

지하 터널공간에 정체되어 있는 오염물질의 대표적인 항목으로는 미세먼지(PM10)를 들 수 있다. 앞서 제Ⅱ장에서도 언급되었듯이 지하공기질의 관리 항목 가운데 기준치를 가장 빈번하게 초과하는 것이 승강장 등에 대한 미세먼지 오염농도라고 하겠다. 이러한 미세

먼지를 제거하기 위한 가장 현실적이며 용이한 방법이 현재 지하철공사에서 구입·운행 중에 있는 분진흡입열차의 이용이라고 할 수 있다. 지난 1998년도 실시된 연구에 따르면 분진흡입열차의 1㎞ 단위거리당 1.51g의 미세먼지 수거효과를 갖는 것으로 조사되었다(서울시정개발연구원, 1998). 현재 서울시 노선에 운행되고 있는 분진흡입열차는 지난 1998년도에 도입된 제1기이며 지하철공사 관리구간인 1~4호선 구간에 운행되고 있는 실정이다. 분진흡입열차의 운행실적과 계획은 <표 5-38과 같다.

<표 5-8> 분진흡입열차 운행실적과 운행계획

단위 : ㎞

구분	2002년 이전실적	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
분진흡입열차 운행	3,802	876	893	893	893	893	893

자료 : 서울시 지하철공사 내부자료

3. 도상개량사업

현재 많은 부분의 지하철 노선은 자갈도상으로 되어 있어 전동차의 운행시 인체에 해가되는 미세먼지의 발생이 다량으로 이루어지고 있는 실정이다. 이에 따라 지하철공사에서는 연차적으로 자갈도상으로 되어 있는 선로 노면을 콘크리트도상으로 개량하는 사업을 추진하고 있다. 도량개량사업은 그 특성상 선로를 완전히 개편하는 작업으로 매년도마다 많은 구간을 한꺼번에 추진할 수 없으며, 소요비용이 매우 크다는 특징을 갖는다.

지하철공사에서 추진하고 있는 도상개량사업의 규모와 예산은 <표 5-9>와 같다.

<표 5-9> 도상개량사업의 실적과 시행계획

단위 : 백만원

구분	2002년 이전실적	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년
도상개량	11.7km	7.2km	5km	9.3km	9.16km	10km
	24,048	8,286	9,259	17,221	16,962	18,518

자료 : 서울시 지하철공사 내부자료

도상계량사업은 소요비용이 매우 크다는 점으로 인해 연도별 추진실적이 10㎞ 이하의 규모로 이루어지고 있으며 ㎞당 사행단가도 높은 사업이지만, 전 구간에 걸쳐 도상개량이 이루어지게 된다면 현행 분진 및 미세먼지의 농도가 상당히 감소하게 될 것으로 예상된다.

4. 승강장 스크린도어 설치

지하철의 승강장과 열차운행구간사이에 설치하는 승강장 스크린도어는 일반적으로 이용시민에 대한 안전조치의 일환으로 인식되고 있으나 승강장 스크린도어의 설치가 지하철 지하공기질에 미치는 영향은 매우 크다고 하겠다. 일반적으로 지하공간에서의 공기질은 외부공기유입에 의한 영향뿐만 아니라 내부의 자체적인 유발요인에 의한 영향에 의해서도 결정된다. 질소산화물과 포름알데히드 등은 환기시 외부공기의 유입에 의해 지하역구내로 유입되는 성격을 가진 오염물질이라고 할 수 있으나 미세먼지의 경우에는 외기농도뿐만 아니라 열차의 운행과 이용승객들의 이동으로 인해 야기되는 면이 크다. 특히 열차의 운행으로 인해 생기는 열차풍은 지하역사내에 오염물질의 확산을 가져와 터널과 역사에 대한 청소와 환기에 따른 효과를 크게 감소시키게 된다. 따라서 승강장 스크린도어가 설치되는 경우에는 이러한 오염물질의 승강장 내부로의 확산과 유입이 차단되어 지하공기질 개선효과를 크게 해줄 수 있는 것으로 기대할 수 있다.

현재 승강장 스크린도어는 광주지하철 1호선 1구간 14개 역 가운데 2개 역에 설치·운영되고 있는 상황이다. 지하철공사에서는 서울시 지하철 구간 11개 역에 대해 밀폐형 스크린도어의 설치를 계획하고 있다[7] .

5. 지하철 환경위원회 및 환경관리 점검반 운영

1) 지하철 환경위원회

지난 2002년에 발족한 지하철 환경위원회는 서울시 지하철공사, 지하철공사 노동조합, 환경단체, 학계, 그리고 연구기관 등을 포함하는 10인 이내의 위원으로 구성되어 있다. 현

7) 밀폐형 스크린도어의 설치를 계획중인 역으로는 신도림, 영등포구청, 합정, 이대, 을지로입구, 을지로3가, 삼성, 선릉, 강남, 교대, 사당이 있다. 이밖에 강변역에 대해서는 난간형 스크린도어의 설치를 계획 중에 있는 것으로 알려져 있다.

행 환경위원회의 위원으로는 공사대표 1인, 노동조합대표 1인, 환경단체 1인, 학계 4인, 연구기관 3인으로 구성되어 있으며, 지하역사의 환경개선과 지하공기질관리 노력 등에 대한 투명성과 공정성을 확보하기 위해 설치·운영되고 있다.

2) 환경관리 점검반 운영

환경관리 점검반은 서울시 지하철공사 내부의 Task Force 형태의 조직으로 구성되어 있으며, 각 분야별로 시행하고 있는 지하철 환경개선사업의 추진실태와, 역사, 터널 등의 공기질·수질 및 소음·진동 등의 관리실태를 확인하기 위해 조직되었다. 현재 지하철공사에서 설치·운영하고 있는 환경관리 점검반은 단순한 환경실태에 대한 현상파악에서 벗어나 점검결과를 경영평가에 반영하고자 노력하고 있으며, 환경팀 소속 8인으로 구성되어 있다.

제3절 지하공기질 개선편익측정의 연구방법론 및 연구절차

1. 지하공기질 개선편익측정의 연구방법론

본 연구에서는 연구의 방법론으로서 CVM을 채택하고자 한다. CVM을 활용하는 근거는 다음과 같이 정리될 수 있다. 가장 먼저 CVM은 다른 기법에 비해 첫째, 보다 다양한 상황과 연구환경에 적용될 수 있고, 둘째, 다양한 유형의 비사용가치를 직접 측정 가능하다는 점을 들 수 있다. 셋째로 CVM을 통해 경제학적 가치개념에 부합하는 힉스적 후생(Hicksian welfare)을 정확하게 직접 측정할 수 있으며, 넷째, 유효성 및 신뢰성을 검사할 수 있도록 설계할 수 있다는 장점을 지닌다.

1) 조건부 가치측정법(CVM)의 특징

본 연구를 위해서 사용된 CVM의 개괄적인 특징을 살펴보면 다음과 같이 정리될 수 있다.

CVM은 정교하게 만들어진 설문조사를 통해 지하공기질 개선에 대한 지불의사액을 측정하고 이를 통해 궁극적으로 지하공기질 개선에 따른 한계편익(marginal benefit)을 도출한다. 일반적으로 CVM 연구는, 본 연구와 같이, 저항적인 지불의사액을 예방할 수 있으

며 응답자의 전략적 행동(strategic behavior)을 제거할 수 있어 유인일치적인 양분선택형(dichotomous) 질문을 주로 이용한다. 또한 본 연구에서는 지하철요금을 통한 지불수단(payment vehicle)을 사용하여 가상성 편의(hypothetical bias)를 제거하고자 노력하였다. 앞에서 언급한 것처럼 CVM은 미국 수자원협회(Water Resource Council)와 수질정화법(Clean Water Act, CWA), 환경부(Environmental Protection Agency, EPA) 등에서 공인된 방법론이기도 하다. CVM은 충분한 예비조사와 전문가의 자문이 필요하며 비용과 시간이 많이 소요되는 반면에 유효성(validity)과 신뢰성(reliability)은 상당히 높은 편이다.

2) CVM의 신뢰성

앞서 제Ⅴ장에서도 간단히 언급하였듯이 CVM은 환경재에 대한 공공의 지불의사액을 결정하기 위해 지금까지 개발된 여러 방법들 중에서 가장 널리 사용되고 있는 방법으로서 그 어느 방법 이상으로 정확하여 이의 사용이 널리 확산되고 있다. 미국의 WRC(Water Resources Council)는 1979년부터 여행비용 평가법과 함께 CVM을 수자원 프로젝트 평가기법에 포함시켰으며, ACE(U.S Army Corps of Engineers)도 CVM을 채택하여 20여 개의 관련 연구결과를 발표한 바 있다. 특히, 우리 나라의 환경부에 해당하는 미국의 EPA도 CVM의 발전에 중요한 역할을 담당하였다.

미국의 미래자원연구소(Resources for the Future)에서는 1979년부터 1989년까지 10년동안 모든 CVM 문헌을 조사하여 CVM이 이론적으로, 방법론적으로 유용한 결과를 얻을 수 있다는 결론을 발표하였다.

이후 노벨 경제학상 수상자인 Kenneth Arrow와 Robert Solow를 의장으로 하여 유명한 경제학자들을 포함한 전문가 22명으로 구성된 패널(panel)은 CVM의 블루리본(blue ribbon)이라 불리는 NOAA 보고서를 통해 “CVM은 비사용가치를 포함하여 피해를 법적으로 평가하는 출발점이 되기에 충분히 믿을 만한 추정치를 제공할 수 있다(CVM can produce estimates reliable enough to be the starting point of a judicial process of damage assessment, including loss passive-use value)” 라는 결론을 내렸다.

이렇듯 CVM은 그 유효성(validity)과 신뢰성(reliability)이 입증되어 환경정책, 자원정책, 도시정책, 수자원정책 등의 문헌에서 빠지지 않고 등장하고 있다. 특히, CVM은 주로

학문적 범위 내에서 연구되어 오다가 1990년대에 이르러 소송(litigation)과 관련된 가치측정에 이용되기 시작하면서 주요 정부관서, 국제기구, 연구소 등에서 많이 사용되고 있다. 예컨대, 미국의 WRC(the Water Resource Council), DOI(the Department of Interior), EPA(Environmental Protection Agency), NMFS(the National Marine Fisheries Service), ACE(the Army Corps of Engineering), ADFG(the Alaska Department of Fish and Game), CAGO(the Colorado Attorney General's Office), MWDSC(the Metropolitan Water District of Southern California), EPRI(the Electric Power Research Institute), RFF(Resources for the Future), 세계은행(World Bank) 등에서 사용되고 있다.

3) NOAA의 주요 지침

CVM 연구의 바이블이라 할 수 있는 미국의 NOAA의 보고서가 제시하는 CVM 시행에 있어 주의해야 할 몇 가지 지침은 다음과 같다.

① 전화조사나 우편조사가 아닌 개별적인 면담조사에 근거해야 한다.

② 수용의사액(WTA)보다는 지불의사액(WTP)을 측정하는 것이 바람직하다.

③ 지불수단으로 양분선택법을 사용해야 한다.

④ 고려중인 프로그램의 기대효과를 정확하게 이해할 수 있도록 묘사해야 한다.

⑤ 응답된 지불의사액에 대한 지불로 다른 재화에 대한 지출을 줄여야 함을 인식시킨다.

⑥ 대상 재화에 대한 대체재에 대해 충분히 알려야 한다.

⑦ 응답자가 질문을 제대로 이해하고 이성적으로 대답했는가를 확인할 수 있는 추가질문이 있어야 한다.

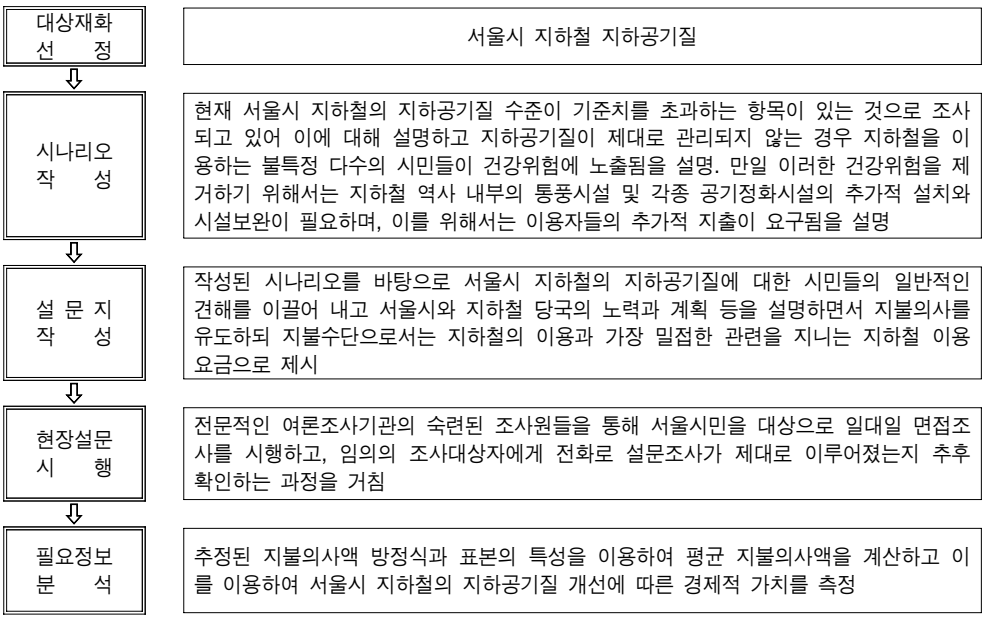
이상과 같은 NOAA 보고서의 지침내용과 본 연구에서의 수용여부를 비교하면 다음 <표 5-10>과 같이 정리된다.

<표 5-10> NOAA 보고서의 지침과 수용여부

지 침 내 용	수 용 여 부
개별적 면담조사	○
WTP 측정	○
양분선택법 사용	○
프로그램의 정확한 묘사	○
타재화의 지출감소 언급	○
대상에 대한 대체재 제시	○
이해도를 높이는 추가 질문	○
사전조사(pretest)	○

4) CVM의 운용절차

본 연구에서 시행하고 있는 서울시 지하철 지하공기질 개선의 경제적 가치측정과 관련하여 실시한 CVM 운용절차를 간략히 요약하면 <그림 5-1>과 같다.



<그림 5-1> CVM의 운용절차

2. 실증분석을 위한 CVM 모형

1) 기본 WTP 모형

Hanemann(1984, 1989)은 WTP를 추정하는데 있어서 소비자의 효용극대화이론에 근거하여 양분선택형 자료로부터 힉스적(Hicksian) 후생가치를 이끌어 내었다. 소비자 또는 응답자들이 자신의 효용함수를 정확하게 파악하고 있다고 가정할 때, 자신의 주어진 화폐소득과 개인의 특성에 근거한 간접효용함수($u(\cdot)$)는 식(1)과 같이 표현된다.

$$u(j,y;s) = v(j,y;s) + e_j, \quad j=0,1 \qquad (\text{Ⅴ-1})$$

식(1)의 j, y, s는 각각 본 절에서의 측정대상인 서울시 지하철 지하공기질에 대한 개선노력, 소득, 그리고 개인의 특성변수를 나타내며, v와 e는 각각 개인의 간접효용함수에서 확정적(deterministic)인 부분과 확률적(stochastic)인 부분을 의미한다. $j=1$인 경우는 연구의 대상이 되는 환경재의 개선이 이루어지는 경우이며, 반대로 $j=0$은 환경재의 수준이 현 상황으로 유지되는 경우를 의미한다. 식(1)로 표현된 소비자 또는 응답자의 효용함수는 연구자에게 있어서 관찰될 수 없는 부분이 존재하기 때문에 확률적 성분을 갖게 된다. 만일 소비자가 "서울시 지하철 지하공기질의 개선을 위해 A원을 지불할 의사가 있는가?"라는 질문에 대해 "예"라고 응답하는 경우에 대한 조건은 다음과 같이 표현된다.

$$u(1, y-A; s) \geq u(0, y; s) \qquad (\text{Ⅴ-2})$$

또는

$$\Delta v(A) \equiv v(1, y-A; s) - v(0, y; s) \geq e_0 - e_1 \qquad (\text{Ⅴ-2}')$$

설문에 참여한 응답자는 만약 지하공기질의 개선노력을 통해 실제로 공기질이 개선되고, 이에 따라 얻을 수 있는 간접효용의 증가분이 양(+)의 값을 갖는다면 "예"라고 답하고 제시금액 A에 대한 지불에 동의하는 방식으로 효용을 극대화시킬 것이다. 따라서 응답자가 "예"라고 응답할 확률은 다음과 같이 표현된다.

$$\Pr\{\text{response is yes}\} = \Pr\{\Delta v(A) \geq \eta\} = F_\eta[\Delta v(A)] \qquad (\text{Ⅴ-3})$$

여기서 $\eta = e_0 - e_1$ 이며, $F_\eta(\cdot)$ 은 $\Delta v \geq 0$ 인 경우 "예"의 응답, $\Delta v \leq 0$ 인 경우 "아니오"의 응답이 관찰되는 η 의 누적분포함수(cumulative distribution function)를 의미한다. 그런데 실제로 응답자가 주어진 제시금액 A 에 대해서 지불하겠다는 대답을 한 경우라면 응답자의 실제 WTP값을 C 라고 가정할 때 다음의 식(4)가 성립한다.

$$\Pr\{\text{response is yes}\} = \Pr\{C \geq A\} \equiv 1 - G_c(A) \qquad (\text{Ⅴ-4})$$

식(3)과 (4)를 비교하면 결국 다음의 식(5)가 도출된다.

$$1 - G_c(A) = F_\eta[\Delta v(A)] \qquad (\text{Ⅴ-5})$$

결국 식(5)를 다룬다는 것은 분포함수 $G_c(\cdot)$ 의 모수를 추정하는 것으로 해석할 수 있다. 또한 WTP는 미지의 확률변수이므로 후생척도로서 대표값을 추정해야 한다. WTP의 평균값(C^+)과 중앙값(C^*)은 다음과 같이 측정된다.

$$C^+ = E(C) = \int_0^\infty [1 - G_c(A)]\,dA - \int_{-\infty}^0 G_c(A)\,dA \qquad (\text{Ⅴ-6})$$

$$C_c(C^*) = 0.5 \qquad (\text{Ⅴ-7})$$

2) WTP의 추정모형 : Spike 모형

실제로 비시장재화에 대한 소비자의 WTP를 추정하는 과정에서는 많은 응답자들이 전혀 지불의사가 없다고 답하는 경우가 발생하고 있으며, 따라서 영(0)의 지불의사에 대한 처리방법이 CVM 연구에서 주요 쟁점이 되고 있다(Yoo et al., 2000).

많은 설문조사에서 CVM의 절차와 내용에 따라 자료를 수집하고 응답자들의 응답내용을 분석하는 과정에는 상당히 높은 영(0)의 지불의사가 확인되는 경우가 발생하고 있다. 만일에 어떤 비시장재화가 개인들의 효용에 전혀 기여하지 못하는 경우 그 재화에 대한 영(0)의 소비가 효용극대화과정에서 모서리해(corner solution)로서 실현될 수 있다. 더욱이 다양한 이유들로 인해 어떤 소비자의 효용에 음(-)의 값을 주는 재화가 있을 수 있으며, 실제 영(0)의 응답은 CVM 연구를 위한 조사과정에서 흔히 발견된다(Kwak et al.,

1997). 이러한 영(0)의 응답을 처리하기 위해 본 연구에서는 Kriström(1997)이 개발한 스파이크 모형(Spike Model)을 CVM 연구에 적용할 수 있도록 Yoo and Kwak (2002)이 확장한 수정모형을 이용하였다. 스파이크 모형은 WTP의 분포에서 '0' 을 기준으로 음(-)에 해당하는 부분을 절단(truncation)하고 절단된 부분을 '0' 에서의 스파이크값으로 고려하게 된다.

앞에서 제시된 기본모형에 대해 WTP 응답자료의 추정모형은 다음과 같은 과정에 따라 도출된다. DBDC 설문에 대해 각각의 응답자들은 가장 처음의 질문에 대해 각자의 판단에 따라 "예" 또는 "아니오"의 대답을 하게 된다. 만일 처음 질문, 즉 "A원을 지불할 의사가 있습니까?"라는 질문에 대해 "예"라고 응답한 경우 다시 A원보다 더 큰 금액에 해당하는 "A^u원을 지불할 의사가 있습니까?"라는 질문을 받게 된다. 또한 마찬가지로 처음 질문에 대해 "아니오"라고 응답한 경우에는 다시 A원보다 작은 금액인 A^d원을 지불할 의사가 있는가에 대해 질문을 받게 된다. 따라서 모든 응답자들의 대답은 "예-예", "예-아니오", "아니오-예", "아니오-아니오"의 4가지 중에 하나로 나타나게 된다. 이 경우 가능한 4가지의 응답은 식(8)과 같이 정식화 될 수 있다.[8)]

$$\begin{cases} I_i^{YY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "예 – 예"}) \\ I_i^{YN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "예 – 아니오"}) \\ I_i^{NY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오 – 예"}) \\ I_i^{NN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오 – 아니오"}) \end{cases} \qquad (\text{Ⅴ-8})$$

여기서 $\mathbf{1}(\cdot)$는 지시함수(indicator function)로서 괄호 안의 조건이 만족되면 1의 값을 취하고 만족되지 않으면 0의 값을 갖는 성질을 가지고 있다. 즉, I_i^{YY}는 i번째 응답자의 응답이 "예-예"이면 1이고 그렇지 않은 경우라면 0의 값을 취하는 경우를 의미한다.

그런데 양분선택형 CVM의 기본모형 내에서 "아니오-아니오"의 응답은 사실 두 가지로 구분되는 것이 타당하다. 즉, 두 번의 연속된 제시금액에 대해 모두 "아니오"라는 대답

8) Cooper and Hanemann(1995)은 CVM을 통한 WTP 분석에서 몇 단계의 질문이 필요한가에 대해 연구한 바 있다. 그 결과 3단계의 설문을 시행하는 경우 보다 2단계만으로 끝내는 것이 평균자승오차(MSE)의 관점에서 상대적으로 우월하다는 것을 입증한 바 있다. 본 연구에서는 이러한 Cooper and Hanemann(1995)의 결과를 받아들여 지불의사에 대한 질문을 2단계에 걸쳐 실시하였다.

을 제공한 경우 그 응답자가 실제로 0의 지불의사를 갖고 있는 경우가 있을 수 있으나, 또 다른 한편으로는 두 번째의 제시금액 A^d보다 더 작은 금액에 대해 지불의사를 지니는 경우가 발생할 수 있는 것이다. 따라서 "아니오-아니오"의 응답자에 대해서는 세 번째의 후속질문을 통해 그 사람의 WTP가 0인지 또는 매우 작기는 하지만 양(+)의 어떤 값을 갖고 있는지를 확인해 볼 필요가 있다. <부록 2>에 예시된 설문의 내용과 같이 "아니오-아니오"의 응답자에 대해서는 "그렇다면 귀하는 단 1원도 지불하실 의사가 없으십니까?"의 질문을 통해 실제의 지불의사를 확인하는 절차를 거칠 필요가 있다. 따라서 이제는 "아니오-아니오-아니오"인 응답만을 확실한 0의 WTP 응답으로 취할 수 있게 된다. 그러므로 식(8)에 나타난 I_i^{NN}은 다시 아래의 식 (9)와 같이 I_i^{NNY}와 I_i^{NNN}로 구분된다.

$$\begin{cases} I_i^{NNY} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오 – 아니오 – 예"}) \\ I_i^{NNN} = \mathbf{1}(i\text{번째 응답자의 응답이 "아니오 – 아니오 – 아니오"}) \end{cases} \qquad (\text{Ⅴ-9})$$

앞 절에서와 마찬가지로 응답자의 지불의사액, 즉 WTP 응답이 확률변수이므로 WTP의 누적분포함수(CDF)를 $G_C(\cdot\,;\theta)$라고 표시하기로 한다. 본 논문에서는 WTP에 대한 CDF인 $G_C(\cdot\,;\theta)$의 함수적 형태를 logistic 함수로 가정하여 식(10)과 같이 나타내었다. θ는 모수(parameter)로서 $\theta = (a, b)$를 의미한다.

$$G_C(A;\theta) = \begin{cases} [1+\exp(a-bA)]^{-1} & \text{if } A > 0 \\ [1+\exp(a)]^{-1} & \text{if } A = 0 \\ 0 & \text{if } A < 0 \end{cases} \qquad (\text{Ⅴ-10})$$

식(10)에서 스파이크는 $[1+\exp(a)]^{-1}$로 추정되며, Spike 모형에 대한 로그우도함수(log-likelihood function)는 식(11)로 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \ln L = \sum_{i=1}^{N} \ln\{\ & I_i^{YY}[1-G_C(A_i^u;\theta)] \\ & + I_i^{YN}[G_C(A_i^u;\theta) - G_C(A_i;\theta))] \\ & + I_i^{NY}[G_C(A_i;\theta) - G_C(A_i^d;\theta))] \\ & + I_i^{NNY}[G_C(A_i^d;\theta) - G_C(0;\theta)] + I_i^{NNN}\ln[G_C(0;\theta)]\} \end{aligned} \qquad (\text{Ⅴ-11})$$

이제 위의 식(6), 식(7), 식(8), 그리고 식(9)를 이용하게 되면 WTP에 대한 평균값은 식(12)와 같이 도출된다.

$$C = (1/b) \ln [1 + \exp(a)] \qquad (Ⅴ-12)$$

3. 실증연구절차

1) 설문조사

CVM에 의한 설문조사는 크게 조사기획단계, 실사단계로 나뉘고 조사기획단계는 자료수집, 설문지 작성, 여러 차례의 수정을 거치게 된다. 다음으로 1차 확정된 설문지를 토대로 비교적 적은 수의 표본을 선택하여 사전조사(pretest)를 실시한 후 수정을 거쳐 설문지의 내용을 최종 확정하게 된다. 실사단계는 확정된 설문지를 바탕으로 설문을 실시하는 과정으로 설문을 하기 위해 필요한 여러 단계가 포함된다. 예컨대, 설문조사원 교육, 설문 실시, 설문지 작성, 자료 입력, 확인 및 수정 단계를 거쳐 필요한 정보를 도출하는 분석단계로 넘어간다.

2) 설문지 작성

설문지 작성절차는 <그림 5-2>에 제시되어 있으며, 각각의 절차에 대해 본 연구에서 행한 내용에 대해 설명하면 다음과 같다.

① 대상재화 선정과 지불수단 선택

본격적인 설문조사를 하기 위한 첫 단계로서 대상재화와 이에 대한 조건부 시장을 설정해야 한다. 지불의사에 관한 핵심질문을 하기 전에 설문지는 조건부 시장의 일반적 상황을 설정한다. 이를 위해 본 연구에서는 먼저 응답자로부터 지하공기질에 대한 일반적인 견해(general attitude to the environment)를 이끌어 내고, 다음으로 응답자에게 서울시 지하철의 이용실태에 대한 답변을 이끌어 내었다. 그리고 지하공기질의 상황을 각종 자료를 통해 설명하였다. 다음 단계로 서울시 지하철의 지하공기질 개선을 위해 지불할 수 있는 금액에 대해 질문하는 표준적인 절차를 채택하였다.

CVM 연구에서는 응답자가 설문을 통해 지불의사를 명확하게 할 수 있는 대상재화를 설정하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 추상적인 환경재에 대해서 가능한한 구체적인 상황을 설정하여 응답자에게 제시하는 것이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 응답자들에게 구체적인 지하공기질 수준에 대한 조사자료를 제시하여, 현재 수준의 지하공기질이 어떠한 상황인지에 대해 설명하였다. 또한 여러 매체를 통해 보도된 자료를 스크랩하여 보조자료로서 활용하였다. 또한 지하공기질의 개선과 관련된 서울시와 지하철공사의 현재 노력과 앞으로의 계획을 언급하여 지하생활공간에 대한 중요성을 환기시키고자 하였다.

또한 조건부 시장 설정에 있어서 중요한 역할을 하는 것은 응답자가 밝히고자 하는 지불의사를 쉽게 표현할 수 있도록 지불수단을 제시하는 것이다. 현실성 있는 지불수단이 되도록 시장을 설정하는 것은 응답자가 진정한 가치를 밝힐 수 있도록 유도한다는 점, 가상적 상황을 좀 더 현실화시킨다는 점, 또 의도와 행동간의 관계를 밀접하게 할 수 있다는 점에서 중요하다. 특정 지불수단을 결정할 때는 우선, 평가하고자 하는 재화와의 관련 정도, 둘째, 응답자의 결정을 단순화할 수 있는 정도, 셋째, 여러 가지 편의를 제거할 수 있는 정도를 기준으로 삼아야 한다. 즉, 평가하려는 대상과 관련하여 현실성이 있으며 사실과 부합하는 수단을 선택해야 한다는 것이다.

대상재화 선 정	정부가 비용-편익 분석을 통해 평가하고자 하는 지하공기질 보존 및 관리에 대한 내용, 달성목표 등을 명확히 한다.
⇩	
지불수단 선 택	제시된 정책시행과 명백한 관계를 가지면서 이와 관련된 일상적 지출에 지나치게 제약을 받지 않는 지불수단을 선택한다.
⇩	
지불의사 유 도	현실시장에서 소비자들이 행하는 선택메커니즘과 유사하면서, 국민투표에서 흔히 사용되어 비교적 친숙한 양분선택형 질문법을 통해 지불의사를 유도하는 것이 바람직하다.
⇩	
제시금액 설 계	무작위 추출된 표본에 대한 사전조사 결과를 근거로 제시금액을 선정하고 이를 응답자에게 무작위로 제공하여야 한다.
⇩	
설문방법 선 택	설문의 목적과 비용을 고려하여 우편 면접, 전화 면접, 일대일 면접 중 하나를 선택한다. 전달하고자 하는 환경재가 복잡하고 제공되는 정보가 적지 않은 경우에는 비용의 부담이 있기는 하지만 일대일 면접을 하는 것이 가장 바람직하다.
⇩	
필요정보 포 함	설문으로부터 얻어진 정보를 바탕으로 설문이 제대로 이루어졌는지에 대한 여러 가지 검정과 아울러 비용-편익 분석에 필요한 편익의 평균값 또는 중앙값 등을 계산하기 위해 응답자의 사회경제적 변수를 질문에 포함하여야 한다.

<그림 5-2> 설문지 작성절차

이와 같은 이론적 논의를 통해 본 연구에서는 지하공기질 개선편익에 대한 지불수단으로써 지하철 이용과 가장 밀접한 관련을 갖고 있는 지하철 이용요금을 선택하였다.

② 지불의사 유도방법 선택

CVM 연구에서 지불의사 유도방법이란 응답자들로 하여금 어떻게 그들의 지불의사액을 표명하게 할 것인가에 대한 실제적인 조사방법을 의미한다. CVM의 실증연구에서 주로 사용되는 지불의사 유도방법으로는 개방형 질문법(open-ended question), 경매법(bidding game), 지불카드법(payment card), 양분선택형 질문법(dichotomous choice question) 등이 있다. 본 연구에서는 현실시장에서 소비자들의 행동을 결정하는 유형과 국민투표에서 투표하는 유형과 유사한 양분선택형 질문법으로 지불의사를 유도했다. 이러한 양분선택형 질문방식은 앞서 설명한 NOAA의 주요 지침에도 부합하는 CVM 연구의 표준적인 기법이라 할 수 있다.

예컨대, 구매하고자 하는 물건의 시장 가격이 1,000원일 때, 합리적 소비자라면 그 물건의 사용으로부터 얻게될 효용이 1,000원보다 크거나 같으면 물건을 구매할 것이고 그렇지 않다면 구매하지 않을 것이다. 또한 특정법안에 대해 국민투표를 시행시 투표자는 그 법안에 내용이 좋으면 '예' 라는 응답을 싫으면 '아니오' 란 응답을 할 것이다. 이렇게 양분선택형 질문은 단 1회에 걸쳐서 미리 설정된 금액을 "공공재 공급의 대가로 지불할 용의가 있는가" 라고 물어보면, 응답자가 '예/아니오' 로 한번만 대답하는 방식이다.

이 때 예상되는 평균 지불의사액에 의거하여 설문하고자 하는 금액들이 결정되며, 이들 중 임의로 한 가지 금액을 각 응답자에게 제시한다.[9] 다만 각 금액들은 같은 수의 응답자들에게 배당된다. 응답자는 제시된 금액이 본인의 지불의사액보다 같거나 작으면 '예' 라고 대답하고, 높으면 '아니오' 라고 대답하게 된다. 이렇게 얻어진 자료를 이용하여 제시된 금액과 '예' 라고 대답한 응답자의 비율을 분석함으로써 평균 지불의사를 측정하게 된다.

요약하면 본 연구에서는 지불의사 유도방법으로서 응답자가 대답하기 용이하여 응답률이 높고, 출발점 편의나 설문조사원 편의에 의한 영향이 적으며, 비합리적 지불의사가 발생할 가능성이 적으면서 응답자의 전략적 행위를 줄일 수 있는 양분선택형 질문법을 이용하였다.

9) 예상되는 평균 지불의사액은 사전조사(pretest)에 의해 결정된다.

③ 제시금액 설계와 설문방법

CVM 연구에서의 제시금액은 최종적으로 얻고자 하는 지불의사액에 민감한 영향을 미칠 수 있으므로 세심한 주의를 기울여 결정하는 것이 필요하다. 이를 위해 실제 설문조사에 들어가기 전에 서울시민 20명을 무작위로 추출하여 사전조사(pretest)를 시행한 후, 이들로부터 얻은 결과를 통해 50원부터 300원까지 총 6개의 제시금액을 설정하였다.

<표 5-11> 제시금액 설계

제시금액(원)	명 수(명)	백분율(%)	누적백분율(%)
50	41	16.4	16.4
100	42	16.8	33.2
150	42	16.8	50.0
200	42	16.8	66.8
250	42	16.8	83.6
300	41	16.4	100
합 계	250	100	-

설문방법은 응답자가 충분히 이해할 수 있도록 하기 위하여 일대일 개별면접 설문을 실시하였다. 또한 인터뷰 마지막에 응답자의 전화번호를 물어 임의로 추출된 가구에 대해 설문 감독자가 확인전화를 하였다. 이러한 과정을 통해서 응답자들의 대답에 일관성이 있는지를 점검하고, 응답이 빠진 항목에 대해 다시 질문을 하여 답을 얻었다.

3) 표본설계

적절한 표본의 크기는 그 결과의 신뢰성과 밀접한 관련을 갖고 있다. 즉, 선택된 표본이 모집단을 대표할 수 있는가와 관련된 문제라고 할 수 있다. 이를 위해 본 연구에서도 적절한 표본의 크기를 임의추출(random sampling)을 통해 선택하고자 노력하였으며, 주어진 여건과 예산의 제약 하에서 서울시민 250명을 표본으로 활용하였다.

실제 본 연구에서의 응답자 특성을 간략히 나타내면 다음과 같다.

<표 5-12> 응답자의 성비

구 분	인원(명)	백분율(%)	누적백분율(%)
남	125	50	50
여	125	50	100
계	250	100	-

<표 5-13> 응답자의 연령

구 분	인원(명)	백분율(%)	누적백분율(%)
20대	21	8.4	8.4
30대	77	30.8	39.2
40대	81	32.4	71.6
50대	54	21.6	93.2
60대	17	6.8	100.0

<표 5-14> 가구주 여부

구 분	인원(명)	백분율(%)	누적백분율(%)
가구주	130	52.0	52.2
비가구주	120	48.0	100.0
계	250	100.0	-

<표 5-15> 응답자의 직업

직 업	인원(명)	백분율(%)	누적백분율(%)
공무원	4	1.6	1.6
회사원	82	32.8	34.4
자영업	94	37.6	72.0
주부	64	25.6	97.6
서비스직	2	0.8	98.4
무직	4	1.6	100.0
계	250	100.0	-

<표 5-16> 응답자의 교육수준

구 분	인원(명)	백분율(%)	누적백분율(%)
초등학교	2	0.8	0.8
중학교	15	6.0	6.8
고등학교	151	60.4	67.2
대학교	12	4.8	72.0
대졸이상	70	28.0	100.0
계	250	100.0	-

이러한 표본의 설계결과를 정리하면 남성과 여성의 비율이 동등하고 주요 연령층은 30대에서 50대 사이에 위치해 있으며, 응답자의 거의 대다수가 직업을 가진 상태임을 알 수 있다.

4) 설문조사와 설문의 주요 내용

설문전문회사에 소속된 전문가의 도움으로 설문지를 가능한 한 쉽고, 짧고, 압축된 형태로 만들고자 하였으며 사람들이 얼마나 이해하는가를 확인하기 위해 실험집단을 선택하여 설문지의 내용을 검증하였다. 설문은 2004년 2월 (주)동서리서치의 관리·감독 하에 실시되었다. 또한 설문조사원들이 조사목적과 설문내용을 정확히 이해할 수 있도록 교육과정을 거치도록 하였다.

연구에서 사용된 CVM 설문의 지불의사액 도출을 위한 주요부분은 다음과 같다.[10)]

A5. 귀하께서는 서울시 지하철공기질의 개선을 위해 앞으로 5년간 현행 700원인 1구간 요금에서 **<제시금액>**_____**원**을 **추가적으로** 지불하실 의사가 있습니까? 지하철공기질의 개선이 이루어지는 경우 서울시 지하철역에서는 더 이상 지하공기질 기준을 초과하는 일이 발생하지 않게 됩니다. 따라서 귀하께서는 지하철 이용을 통한 추가적인 호흡기계 질환가능에 노출되지 않게 됩니다. 만약 귀하께서 추가요금에 대한 지불의사가 없으시다면 현재 추진 중인 사업은 더 이상 지속되어 어렵게 됩니다.

(1) 있다 (2) 없다 ▶ **<A7**로 가시오**>**

▼

A6. 그렇다면 **귀하께서는** 서울시 지하철공기질의 개선을 위해 추가로 **<2**배 금액**>**____**원**을 지불하실 의사가 있습니까?

(1) 있다 ▶ **<B**로 가시오**>**
(2) 없다 ▶ **<B**로 가시오**>**

A7. 그렇다면 **귀하께서는 <1/2** 금액**>** _____을 **지하철 이용할 때 마다** 지불하실 의사가 있습니까?

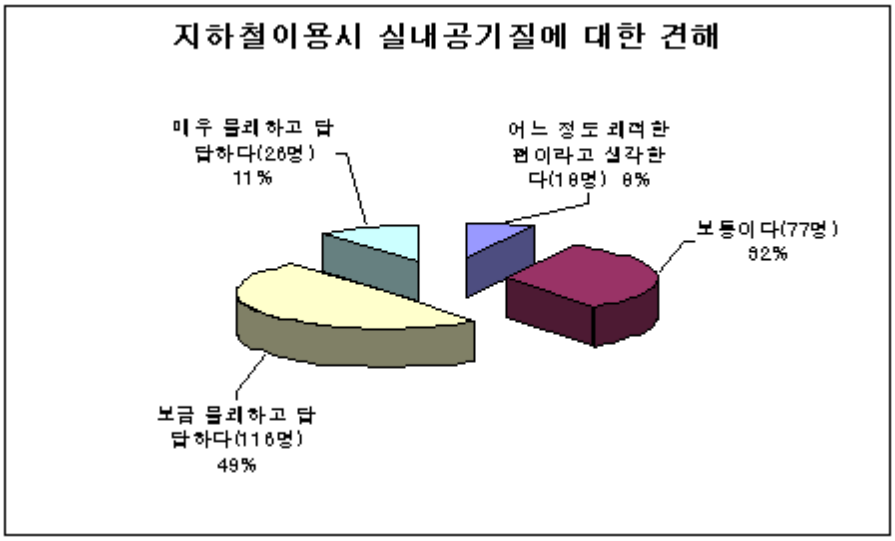
(1) 있다 ▶ **<B**로 가시오**>**
(2) 없다

5) 설문결과

본 연구를 통해 얻어진 설문조사의 내용과 응답자들의 성향을 간략히 소개하면 다음과 같다.

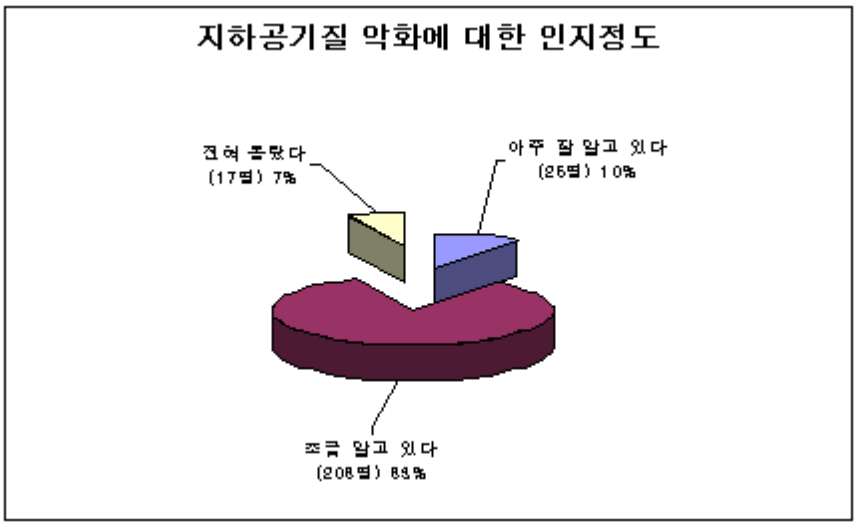
먼저 지하철 이용시에 실내공기질에 대한 견해를 조사한 항목에서는 쾌적한 편이라고 생각한다는 응답이 전체의 8%, 보통이라는 응답이 77명으로 32%를 차지하였다. 이에 반해 조금 불쾌하고 답답하다는 응답이 116명으로 49%, 매우 불쾌하고 답답하다는 응답이 26명으로 전체의 11%에 달하는 것으로 나타났다. 이러한 서울시민들의 견해에 따르면 지하철 이용시 실내공기질에 대해 대체로 긍정적으로 평가하거나 보통이라는 응답이 40%인 반면에 부정적으로 평가하는 견해가 전체의 60%에 이르는 것을 알 수 있다.

10) 설문의 내용은 부록 2에 제시되어 있다.

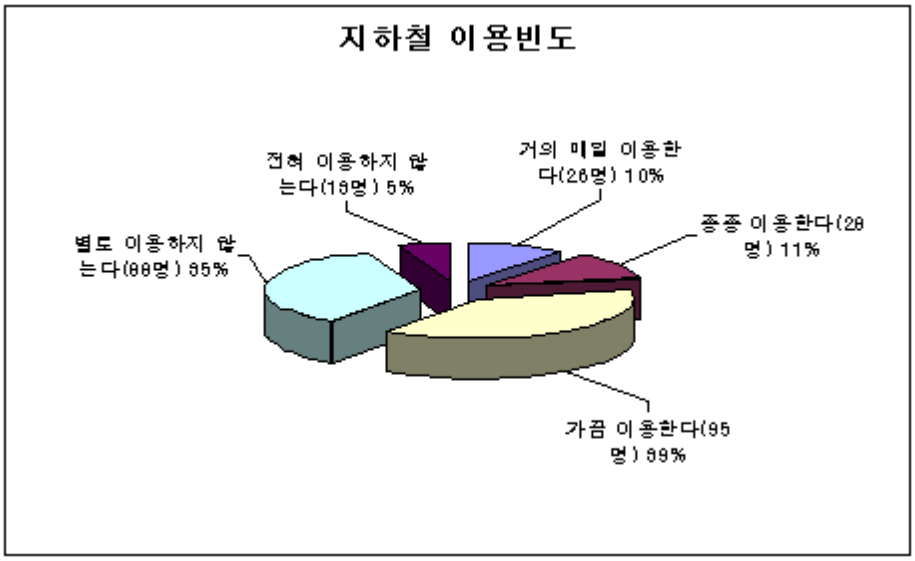


<그림 5-3> 지하철 이용시 실내공기질에 대한 견해

또한 최근 보도된 지하공기질에 대한 조사자료를 통해 지하공기질 악화에 대한 인지정도를 질문했을 때 이에 대해 전혀 인지하지 못했다는 응답이 17명으로 전체의 7%인 반면 어느 정도 알고 있었거나 잘 알고 있다는 응답자가 전체의 93%로 조사되었다.



<그림 5-4> 지하공기질 악화에 대한 인지정도



<그림 5-5> 지하철 이용빈도

마지막으로 지하철 이용빈도에 대한 조사에서는 거의 매일 이용한다는 응답이 10%인 26명, 주당 3 ~ 4회 이용한다는 응답이 11%인 것으로 나타나 전체 응답자의 약 21%가 지하철을 주된 교통수단으로 삼고 있음을 알 수 있다. 또한 주당 1 ~ 2회의 빈도로 가끔 이용한다는 응답이 가장 많은 39%를 차지하였고, 별로 이용하지 않는다와 전혀 이용하지 않는다는 응답이 88명, 13명으로 각각 35%와 5%에 이르는 것으로 조사되었다.

제4절 실증결과와 지하공기질 개선의 편익

1. 추정결과

WTP 추정모형은 최우추정법을 통해 추정하였으며, 주요 결과는 <표 5-18>에 제시되어 있다. Wald 통계량의 결과는 추정된 방정식의 모든 추정계수가 5% 또는 1% 유의수준 하에서 통계적으로 유의하다는 것을 보여주고 있다.

평균 WTP 추정값은 90.058원으로 계산되었고, t-value가 8.23으로 나타나 평균이 0

이라는 귀무가설은 유의수준 1%에서 기각되어 추정된 WTP값이 통계적으로 유의하다고 결론을 내릴 수 있다.[11] 또한 Spike값은 0.578로 나타나 Spike 모형을 통한 추정이 정확히 이루어졌음을 의미한다.

<표 5-18> WTP 추정모형의 결과

변 수	추정치
상수	-0.315 (-2.33)*
Spike	0.578 (17.59)**
표본의 수 Log-likelihood	230 -286.34
Wald 통계량 (p-value)	309.60 (0.000)**
평균WTP t-value 95% 신뢰구간 99% 신뢰구간	90.058원 8.23** 71.82 - 115.55 74.06 - 111.35

주 : 괄호 안에 제시된 숫자들은 각 계수값에 대한 t-값을 의미한다. 또한 *와 **은 각각 유의수준 5%와 1%에서 통계적으로 유의함을 의미한다. Wald 통계량에 대한 귀무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것이며, 이 통계량에 대응하는 p-값도 함께 제시되어 있다. 제시금액에 해당하는 변수는 추정을 편의를 위해 1,000으로 나눈 값을 사용했다. 95% 신뢰구간 및 99% 신뢰구간은 Krinsky and Robb(1986)이 제안한 몬테칼로 모의실험(Monte-Carlo simulation) 기법을 이용하여 계산하되 반복횟수는 5,000번으로 하였다.

또한 본 연구에서는 WTP의 추정과 관련된 응답의 불확실성을 반영하기 위해 하나의 점추정치 만을 제시하는데 그치지 않고 Krinsky and Robb (1986)이 제시한 몬테칼로 모의실험(Monte Carlo simulation)을 적용하였다. <표 6-8>의 마지막에는 이러한 95%와 99% 신뢰구간의 추정결과가 제시되어 있다.

11) 여러 문헌에서 언급하고 있듯이 실제로 CVM을 통한 연구에서 무임승차자의 문제는 그리 크지 않은 것으로 알려져 있다(Mitchell and Carson, 1989). 따라서 서울시 지하철의 지하공기질 개선을 위한 지불의사를 묻더라도 선호의 왜곡문제는 결과에 크게 영향을 미치지 않는다. 즉, 양분선택의 상황에서는 환경질의 개선에 따라 자신의 효용증가에 기여하게 되면 “예”, 그렇지 않으면 “아니오”의 응답을 하게 되며, 그러한 자신의 선호를 숨기거나 왜곡해서 얻을 수 있는 그리 크지 않다고 판단할 수 있다.

2. 지하공기질 개선의 총 편익

이제 본 절에서는 앞서 구한 지하철 지하공기질 개선의 편익을 확장하여 서울시 지하철 지하공기질 개선의 연간 총 편익의 크기를 구하고자 한다. 이러한 WTP 추정치의 확장은 CVM의 결과를 활용할 수 있는 중요한 사항에 해당한다(Arrow et al., 1993). 표본을 통해 얻어진 WTP 추정치를 모집단의 가치로 확장하기 위해서는 표본의 대표성이 먼저 고려되어야 할 것이다. 연구에서 사용하고 있는 자료는 전문조사기관의 주관 하에 서울지역의 각 구별 인구분포를 고려한 무작위 표본추출과 직접설문을 통해 얻어졌다는 점에서 신뢰할 만한 대표성을 지녔다고 판단할 수 있다.

먼저 지하철의 공기질 개선에 대해 서울시민들이 얻는 총 편익을 구하기 위해서는 앞서 <표 5-18>에 제시된 WTP 추정치 90원에 대해 연간 서울지하철 이용자수를 곱하는 방법이 사용될 수 있다. 지난 2002년도 서울시 교통국 조사자료에 따르면 지하철 노선별 운송실적은 <표 5-19>와 같다.

이와 같은 서울지하철의 노선별 운송실적을 토대로 지하공기질 개선에 따른 편익의 크기를 추정하였으며, 주요 결과는 <표 5-20>에 제시되어 있다.

<표 5-19> 서울지하철 노선별 운송실적

단위 : 천명/일

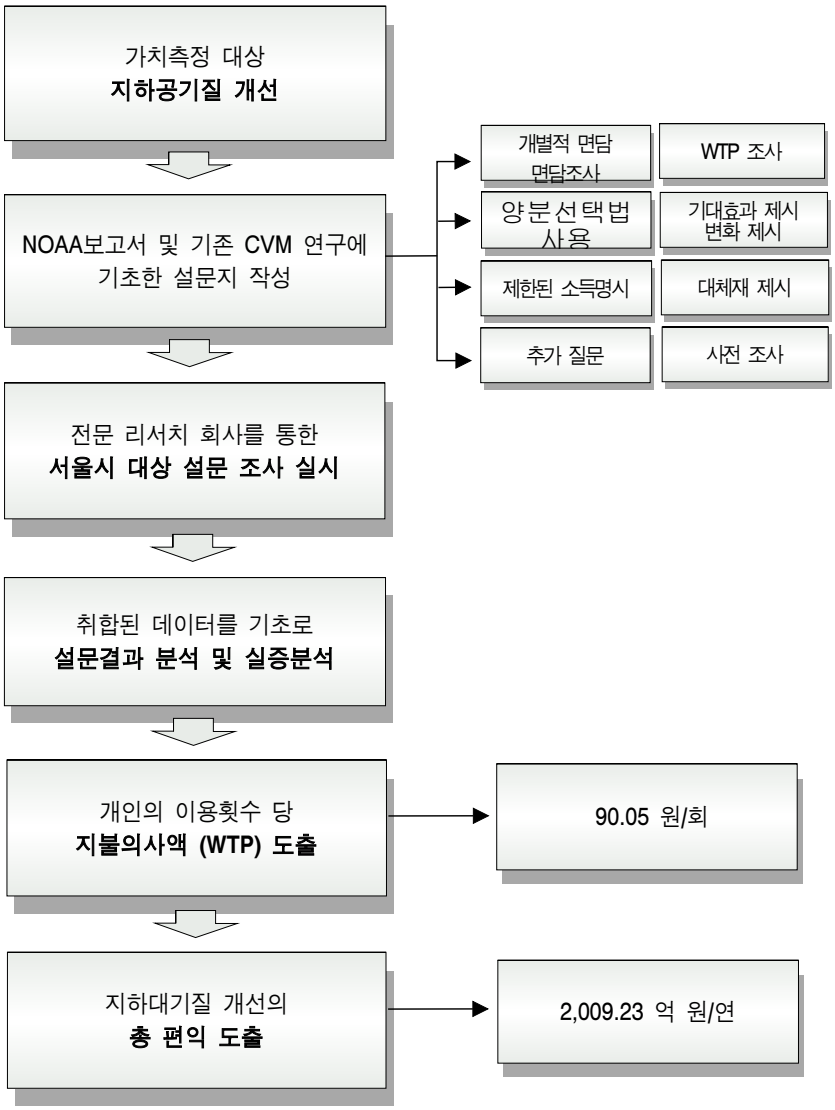
구 분		계	1	2	3	4	5	6	7	8
운송 인원	2002년	6,113	469	1,898	726	851	826	355	760	228
	2001년	5,906	479	1,853	710	837	827	284	700	218

<표 5-20> 지하공기질 개선에 따른 총 편익

단위 : 억 원/년

구 분	지하철 운송실적	총 편익
평균 WTP	6,113,000	2,009.23

이에 따라 지하공기질 개선에 따른 편익의 크기는 연간 2,009.23억 원에 달하는 것으로 추정된다.



<그림 5-6> 지하공기질 개선에 대한 CVM 적용 결과

제Ⅵ장 결 론

지난 20세기 말부터 이어져온 급속한 도시화 및 산업화 과정을 거치면서 서울시민들은 매우 큰 생활의 변화를 겪고 있는 상황이다. 특히 산업화의 심화와 더불어 생활수준의 향상에 따른 자동차 운행의 급격한 증가는 서울시 대기질 수준의 증가를 가져왔으며, 이에 따라 대기질 개선을 위한 많은 노력들이 시행되어 오고 있다. 특히 서울시의 경우 1990년대 중반을 기점으로 청정연료 사용의무화의 추진 및 저공해자동차의 보급에 따라 일부 오염물질에 대해서는 오염도의 감소추세가 나타나고 있는 상황이다. 또한 새로운 여건에 부합하는 대기환경보전정책을 제시하고 대기환경기준 및 배출허용기준을 합리적으로 규율하기 위해 수도권대기질개선특별대책을 마련하여 이의 추진을 준비하고 있으며, 이를 통해 대기환경규제지역 지정에 따른 여러 가지 실천계획과 지역총량규제 및 배출권거래제도 등의 도입이 예정되어 있다. 이와 같은 포괄적인 접근은 대기배출규제를 합리화함으로써 서울시의 대기질 관리를 효과를 높이기 위한 대책으로 판단된다. 그러나 미세먼지와 함께 대기오염상태의 전반적인 수준을 파악할 수 있는 평균시정거리와 같은 일부항목들에 대해서는 앞으로도 상당한 개선노력이 요구되는 상황에 있다고 하겠다.

이에 따라 본 연구에서는 실행 가능하고 서울시민들에게 수용이 가능하며, 정책 결정자들에게 보다 유연하고 실행 가능한 정책대안을 마련하기 위해서 대기오염영향들의 속성별 화폐가치를 파악하고자 하였다. 본 연구에서는 여러 속성과 수준들로 이루어진 다양한 대기개선정책의 대안들을 가상적으로 설정하고 이 대안들의 평가를 통하여 대기오염영향의 속성별 경제적 가치들을 측정하였다. 또한 일반적인 대기질의 경제적 가치측정 이외에 추가적으로 지하철내의 먼지저감대책과 환기설비의 유지·개선에 따라 서울시민들이 얻게 될 편익의 크기를 측정하였다. 이와 같은 노력의 의의는 지하철내 공기질개선정책의 경제적 타당성을 확보하는데 필요한 지하공기질 개선의 편익 내지는 경제적 가치를 과학적인 방법으로 확인하는데 있다.

구체적으로 제2장에서는 서울시 대기질의 현황과 개선방향을 살펴보았다. 지난 1889년대 이후 서울시의 대기질 수준은 점차 개선되어 온 것을 확인할 수 있으나 미세먼지 및 자동차 운행과 관련된 일부 항목들의 경우 비교적 개선이 늦은 것으로 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 주요 정책방향에 대한 간략한 소개를 제시하였다.

제3장에서는 서울시의 대기질과 같은 무형의 환경자원에 대한 가치를 측정할 수 있는 경제적 가치측정 방법론을 자세하게 소개하였다. 구체적인 대기질 개선편익을 측정하는 방법론으로서 조건부 가치측정법과 컨조인트 분석 등의 최신 기법을 소개하고 이들을 활용한 다양한 연구사례들을 제시하였다.

제4장에서는 컨조인트 분석법을 이용하여 대기질개선의 편익을 측정하였다. 이를 위해 대기오염의 영향을 사망위험, 질병위험, 먼지피해, 그리고 시정거리피해 등의 4가지로 구분하여 연구를 시행하였다. 이를 통해 본 연구에서는 개별 환경속성들의 다양한 수준들로 구성된 대기오염 개선정책안을 시행하기 위한 가구당 연간 지불의사액을 계산할 수 있었다. 예를 들어, 모든 환경속성들의 수준을 최상으로 개선하기 위해 대기오염 개선정책을 시행했을 경우 이에 대한 가구당 월평균 지불의사액은 약 55,139.1원으로 추정되었으며, 이렇게 계산된 대기개선정책의 시행에 따른 연평균 경제적 편익은 평균적으로 약 1조 7,016억 원에 달하는 것으로 나타났다. 제5장에서는 추가적인 사례분석으로써 서울시민들이 느끼고 있는 지하공기질이라는 무형의 환경가치를 화폐단위로 산정함으로써 추후 환경의 가치를 고려한 다양한 분석을 가능하게 하고, 또한 정책결정자에게 개선노력과 관련된 객관적인 판단기준을 제시하고자 하였다. 연구결과 평균적으로 서울시민들은 지하철 이용횟수에 대해 90.05원의 추가적인 지불의사액을 가진 것으로 확인되었다. 이렇게 도출된 금액을 서울시 전체에 확대하는 경우 지하공기질 개선에 따른 편익은 향후 5년간 매년 약 1,400억 원씩 발생하는 것으로 분석되었다.

이와 같이 본 연구는 서울시민들이 느끼고 있는 서울시 대기질이라는 무형의 환경가치를 화폐단위로 산정하였다. 또한. 본 연구의 결과는 서울시 대기질 개선에 대한 서울시민들의 편익(benefit)으로 해석될 수 있으며, 이는 대기질의 관리와 개선을 위한 투자의 적정수준을 판단하는데 중요한 준거점으로 작용하게 된다. 제2장에서 소개한 정책당국의 대기질 개선을 위한 구체적인 노력과 연관지어 볼 때 만일 서울시민들이 대기질 개선에 따라 얻게 될 편익의 크기보다 그 비용이 적게 든다면 충분히 바람직한 정책으로서 공감대는 얻게 될 수 있을 뿐만 아니라 앞으로의 투자 적절성에 관한 정책결정에 큰 도움이 될 것이다.

참 고 문 헌

곽승준, 유승훈, 신철오, “스팸메일의 불편비용 추정”, 「정보통신정책연구」, 정보통신정책학회, 제10권, 제1호, 2003년 6월, pp. 71-93.

곽승준, 유승훈, 이충기, “우포늪의 경제적 가치 - 조건부 가치측정법의 적용을 중심으로”, 「국제경제연구」, 한국국제경제학회, 제8권, 제3호, 2002년 12월, pp. 203-225.

곽승준, 유승훈, 한상용, “잠재적 산림생태공원에 대한 소비자 선호분석 - 조건부 선택법을 적용하여”, 「경제연구」, 한국국민경제학회, 제21권, 제3호, 2003년 9월, pp. 289-311.

곽승준, 유승훈, 한상용, “CVM을 이용한 도시림의 경제적 가치측정 : 광교산을 중심으로”, 「자원·환경경제연구」, 한국환경경제학회, 제12권, 제1호, 2003년 3월, pp. 1-27.

곽승준, 조승국, 유승훈, “한려해상국립공원 보존의 경제적 가치: 조건부 가치측정법(CVM)을 이용하여”, 「경제학연구」, 한국경제학회, 제50집, 2호, 2002년 6월, pp. 85-104.

과학기술처, 「산림의 공익적 기능의 계량화 연구」, 1991.

곽승준, “수질개선의 편익추정 : 조건부가치측정법과 반모수 추정법의 적용”, 자원「경제학회지」, 한국자원경제학회, 제3권, 제1호, pp. 183-198, 1995.

곽승준·유승훈, “동강자연환경 보존의 경제적 편익추정 : 조건부 가치측정방법의 적용을 중심으로”, 「경제학연구」, 한국경제학회, 제49권, 제2호, pp. 163-184, 2001.

곽승준·유승훈·이주석, “컨조인트 분석을 이용한 서울시 대기오염영향의 환경비용 추정”, 「지역연구」, 한국지역학회, 제19원 제3호, 2003, 12.

곽승준, 전영섭, 「환경의 경제적 가치」, 학현사, 1995.

구소연, “조건부가치측정법에 의한 관광자원의 가치 추정 : 지불용의액과 보상요구액 비교”, 서울대 환경대학원 석사학위논문, 1999.

김광임, “쓰레기 매립장 기피의사 추정 : 수도권 매립장의 사례”, 「자원경제학회지」, 제5권, 제2호, pp. 303-315, 1996.

김도형·김경환, “회피행동 분석을 이용한 서울시 수돗물 수질개선의 편익추정”, 「자원경제학회지, 제3권, 제2호, pp. 337-358, 1994.

김병준, “조건부 가치측정법을 이용한 편익의 측정 : 북한산국립공원의 경우”, 서울대 석사학위논문, 1998.

김윤신, “실내 공기오염현황과 대책”, 「첨단환경기술」, 제5권 제2호, 1997.

김준순, “여행비용법에서 고려되는 요소들이 모형추정에 미치는 영향”, 「산림경제연구」, 제6권, 제2호, pp. 38-47, 1998.

김태유, 곽승준, 엄미정, “대기오염으로 인한 건강영향의 가치 평가 : CVM을 통한 지불의사 접근법을 이용하여”, 「자원경제학회지」, 한국자원경제학회, 제8권, 제1호,, pp. 1-26, 1998.3.

동종인, 서울지역 대기오염 현상분석과 개선을 위한 시민참여방안, 「새서울터전」, 2002.

대구지역 지하철역사의 실내공기질 특성평가 I - 기준성 오염물질

서울시 지하철공사, 「지하철역사 냉방 공사중 발생하는 유해물질 조사보고서」, 2001.

서울시정개발연구원, 서울시 지하철 환경개선방안 연구, 서울시정개발연구원, 서울시 지하철공사, 1998.

서울특별시 지하철공사, 「2002년 공기질 특성평가」, 2003.

서울특별시, 「지하생활공간 공기오염 저감방안 연구집 2」, 1997.

손부순, 「지하철 역사의 실내공기오염 현황」, 환경부, 1999.

신승식, 곽승준, 유승훈, “헤도닉 가격모형을 이용한 개인컴퓨터의 비시장속성에 대한 가치추정”, 「기술혁신학회지」, 한국기술혁신학회, 제3권, 제3호, 2000. 12, pp. 85-101.

안문수, 대기보전 정책방향, 「첨단환경기술」, 제11권 제3호, 2003.

엄미정·곽승준·김태유, “환경인식을 고려한 회피비용의 유효성 검증: 조건부 가치 측정법과의 비교를 통하여”, 1999년도 한국환경경제학회 정기학술대회 논문집, 1999.

엄영숙, “대기오염이 건강에 미치는 영향에 대한 평가 : 회피행위접근법을 사용하여”, 「환경경제연구」, 한국환경경제학회, 제7권, pp. 1-23, 1998.

유병국, “강화도 남단 갯벌의 경제적 가치 평가”, 한국환경경제학회, 1998년도 한국환경경제학회 정기학술대회 논문집, pp. 325-356, 1998.

유승훈·김태유, “조건부 가치측정법을 이용한 서울시 오존오염 저감정책의 편익분석”, 「한국정책학회보」, 제8권 제3호, 1999.

윤여창·김성일, “산림자원의 휴양가치 산출을 위한 경제적 평가방법론 비교연구”, 「환경경제연구」, 제1권, 제1호, pp. 155-184, 1992.

윤여창·장호찬, “광릉 크낙새의 보존가치 평가”, 「환경경제연구」, 제3권, pp. 87-105, 1994.

이기호·곽승준, “수질개선의 화폐적 가치 : CVM과 비구분 효과”, 「자원경제학회지」, 한국자원경제학회, 제6권, 제1호, pp. 87-109, 1996.

이동식·하광태·정병학·김동일, “서울지역 지하역사내 미세먼지 현황에 관한 조사연구”, 「서울특별시보건환경연구원보」, 서울시 보건환경연구원, 제38호, 2002.

이성태·이명헌, “대구 팔공산 자연공원의 편익가치 측정-여행비용접근법을 통하여”, 1998년도 한국환경경제학회 정기학술대회 논문집, pp. 55-78, 1998.

전건홍, “민통선, 개발보다 보전가치가 더 크다”, 「함께 사는 길」, 환경운동연합, 1998.

전재식·신도철·이민환·김민영·신재영, “서울지역 지하역사내 공기질 조사”, 「한국대기환경학회 추계학술대회 논문집」, 한국대기환경학회, 제31권 제6호, 2000.

조광익·손대현, “여행비용모형을 이용한 관광자원의 수요분석”, 「관광학연구」, 제22권, 제3호, pp. 113-133, 1999.

한국환경정책·평가연구원, 「실내공기오염에 대한 국민 의식조사와 정책 방안 연구」, KEI

한범수, “관광자원의 비시장 가치와 그 결정요인 : TCM과 CVM을 중심으로”, 경기대 박사학위논문, 1996.

허세림, 곽승준, “한국주택시장에서의 주택가격지수 산출 방법에 관한 연구”, 「주택연구」, 한국주택학회, 제5권, 제1호, 1997.3, pp. 1-18.

홍성훈, “가정의 쓰레기규격봉투의 선택과 쓰레기배출”, 1996년도 한국환경경제학회 정기학술발표대회 논문집, pp. 67-78, 1996.

환경부, 「실내공간 실내공기오염 특성 및 관리방법 연구」,

환경부, 「2002년도 환경보전시책 추진상황 보고서」, 2003.

Abdalla, W., Roach, B. A. and Epp, D. J. (1992). “Valuing Environmental Quality Changes Using Averting Expenditures: An Application to Groundwater Contamination,” Land Economics, 68(2), pp. 163-169.

Arrow, K., R. Solow, P. R. Portney, E. E. Leamer, R.Radner and H. Schuman (1993), Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation, National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce, Washington, D.C.

Brookshire, D. S., Thayer, M. A., Schulze, W. P. and d’Arge, R. C. (1982), “Valuing Public Goods : A Comparison of Survey and Hedonic Approaches,” American Economic Review, 72(1), pp. 165-178.

Cooper, J., and W. M. Hanemann, (1995), “Referendum Contingent Valuation: How Many Bounds Are Enough?,“ USDA Economic Research Service, Food and Consumer Economics Division, Working Paper, May.

Dickie, M. and Gerking, S. (1991), “Valuing Reduced Morbidity: A Household Production Approach,” Southern Economic Journal, 57(3), pp. 690-702.

Dixon, J. and Hufschmidt, M. (1986), Economic Valuation Techniques for the Environment, The Johns Hopkins University Press.

English, D. B. K. and Bowker, J. M. (1996), "Sensitivity of Whitewater Rafting Consumers' Surplus to Pecuniary Travel Cost Specifications," Journal of Environmental Management, 47(1), pp. 79-91.

Freeman Ⅲ, A. M. (1993), The Measurement of Environmental and Resource Value, Resources for the Future, Washington, D. C.

Hanemann, W. M. (1984), "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses," American Journal of Agricultural Economics, 66, pp. 332-341.

Hanemann, W. M. (1989), "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses; Reply," American Jouranl of Agricultural Economics, Vol. 71, pp. 1057-1061.

Kotchen, M. J. and Reiling, S. D. (2000), "Environmental attitudes, motivations, and contingent valuation of nonuse values: a case study involving Kwak, S. -J. and C. Russell. (1994), "Contingent Valuation In Korean Environmental Planning: A Pilot Application to the Protection of Drinking Water

Kwak Seung-Jun, Yoo Seung-Hoon and Kim Tai-Yoo (2001), "A Constructive Approach to Air Quality Valuation in Korea," Ecological Economics, 38, pp. 327-344.

Krinsky, I. and A. L. Robb (1986), "On Approximating the Statistical Properties of Elasticities," Review of Economics and Statistics, Vol. 68, pp. 715-719.

Kriström, B. (1997), "Spike Models in Contingent Valuation," American Journal of Agricultural Economics, Vol. 79, pp. 1013-1023.

Kwak, S. -J., J., Lee, and C. S. Russell (1997), "Dealing with consored Data from Contingent Valuation Surveys: Symmetrically-trimmed Least Squares Estimation," Southern Economic Journal, Vol. 63, pp. 743-750.

Lancaster K. J. (1966), "A New Approach to Consumer Theory," Journal of Political Economy, 74, pp. 132-157.

Liston-Heyes, Catherine (1999), "Stated vs. computed travel data: a note for TCM practitioners," Tourism Management, 20(1), pp.149-152.

Maile, P. and Mendelsohn, R, (1993), "Valuing Ecotourism in Madagascar," Journal of Environmental Management, 38(3), pp. 213-218.

McDaniels, T. L. and Roessler, C. (1996), Multiattribute Elicitation of Wilderness Preservation Benefits: A Constructive Approach, manuscript, Westwater Research Centre, University of British Columbia.

Mendelsohn, R. (1980), "An Economic Analysis of Air Polution From Coal-Fired Power Plants," Journal of Environmental Economics and Management, 7, pp. 30-43.

Menkhaus, S. and Lober, D. J. (1996), "International Ecotourism and the Valuation of Tropical Rainforests in Costa Rica," Journal of Environmental Management, 47, pp. 1-10.

Mitchell, R. C., and R. T. Carson (1989), Using Surveys to Public Goods: the Contingent Valuation Method, Resources for the Future, Washington, D.C.

Randall, A. (1992), Total and nonuse values, in Braden, J. B. and Kolstad, C. D.(ed), Measuring the Demand for Environmental Quality, North-Holland Press.

Rosen, S. (1974), "Hedonic Prices and Implicit Markets : Product Differentiation in Pure Competition," Journal of Political Economy, 82(1), pp. 34.

Russell, C., Dale, V., Lee, J., Jensen, M. H., Kane, M., and Gregory, R. (2001), "Experimenting with multi-attribute utility survey methods in a Shafer, E. L., Upneja, A., Seo, W. and Yoon, J. (2000), "Economic Value of Receational Power Boating Resources in Pennsylvania," Ecological Economics, 26(3), pp. 339-348.

Shyamsundar, P. and Kramer, R. A. (1996), "Tropical Forest Protection: An Empirical Analysis of the Costs Borne by Local People," Journal of Environmental Economics and Management, 31(2), pp. 129-144.

Willis. K. G. and Garrod, G. D. (1993), "Valuing Landscape: a Contingent Valuation Approach," Journal of Environmental Management, 37(1), pp. 1-22.

Yoo Seung-Hoon, Kwak Seung-Jun and Kim Tai-Yoo (2000), "Dealing with Zero Response Data from Contingent Valuation Surveys: Application of Least Absolute Deviations Estimator," Applied Economics Letters, 7(3), pp. 181-184.

Yoo, S. -H. and S. -J. Kwak (2002), "Using a Spike Model to Deal with Zero Response Data from Double Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation Surveys," Applied Economics Letters, Vol. 9, 929-932.

부 록 (1)

본 설문의 주된 목적은 서울지역의 대기오염을 개선하기 위해 귀하께서 생각하시는 가치에 대해 알고자 하는 것입니다. 다음의 4개의 속성은 대기오염과 관련하여 귀하가 평가하실 것들입니다.

환경영향속성	속 성 평 가 단 위
1. 사망위험	한국에너지기술연구소에 따르면 대기오염으로 인해 서울시에서 연간 2만 5천명이 사망(주로 폐암)하고 있으며, 대기오염이 10% 증가하면 그 수가 2천 5백명이 늘어납니다.
2. 질병위험	대기오염은 만성기관지염, 천식, 폐기종, 진폐증 및 비인두질환 등의 호흡기 질환에 영향을 미쳐 대기오염이 10% 증가하면 환자수가 서울시에서 연간 33만명이 늘어납니다.
3. 먼지오염피해	대기오염물질 중 먼지는 물체의 표면이나 의류를 오염시켜서 청소도구, 세제, 전기료 등의 청소비용과 세탁비용을 증가시키며 이와 관련된 가사노동도 증가시킵니다.
4. 시정거리피해	1년 중 절반에 해당하는 170여일이 시정거리 15km 이하의 시정장애를 보이며 이 숫자는 갈수록 증가하고 있습니다. 대기오염물질이 거의 없는 날(30km 이상)은 여의도 63빌딩 전망대나 남산타워에서 인천 앞바다가 훤히 보입니다.

1. 최근 2년 이내의 경험에 기초하여 해당사항에 √로 표시해 주십시오.
   (1) 가족, 친지, 친구 중에 폐암으로 사망한 사람이 있다.
   (2) 호흡기 관련 질환으로 가족이나 본인이 병원을 찾았다.
   (3) 먼지 때문에 잦은 세탁과 청소가 필요하다고 생각한다.
   (4) 시정거리의 감소로 심하게 불쾌감을 느꼈다.

2. 평소에 서울시 대기오염에 대해 관심이 얼마나 있습니까?
   (1) 전혀 없다.
   (2) 없다.
   (3) 보통이다.
   (4) 있다.
   (5) 대단히 많다.

사람들은 대기오염으로 호흡기 관련 질병에 걸리면 병원비 등을 부담하게 됩니다. 대기오염으로 옷이 빨리 더러워지면 세탁비가 상승합니다. 시정거리가 줄어들면 불쾌감을 느끼게 되어 쾌적함을 얻기 위해 교통비를 들여 맑은 공기가 있는 교외로 나가게 됩니다. 또는 대기오염으로 인한 여러 환경피해를 막기 위해 환경운동단체에 기부금이나 회비를 내기도 합니다. 바로 이러한 금전적 피해들을 줄이기 위해서, 즉 불필요한 지출을 줄이거나 없애고 쾌적함을 누리기 위해서 행정당국에서는 황산화물, 먼지와 같은 오염물질을 제거하는 장치인 탈황설비, 집진설비 등의 설치, 오염방출시설의 이전, 청정연료로의 교체 등의 조치를 추진 중입니다.

본 설문은 귀하의 가구가 이러한 조치를 위해 교통요금 또는 전기요금이나 환경세의 신설을 통해 현재수준보다 추가적으로 부담하시고자 하는 금액에 대해 관심을 가지고 있습니다. 따라서 대기오염 개선수준과 귀하 가구의 현 월평균 소득과 월평균 지출을 고려하신 후, 면접원이 제시하는 3장의 카드를 평가해 주시는 것이 중요합니다. 여기서 대상은 서울시 인구 천만 명에 한정됩니다.

(면접원은 3장의 카드를 응답자에게 제시해 주십시오)

현재수준보다 개선되는 대기오염 속성 4가지와 이를 달성하기 위한 가격을 충분히 검토하신 후, 먼저 현재상태보다 더 좋아하는 상태의 카드를 골라 순위를 매겨 주십시오. 다음으로 남아있는 현재상태보다 더 싫어하는 상태의 카드들의 순위를 매겨 주십시오.

<Block 1>

차례 : 1 (식별번호=1)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	2,500명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000명	0명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	0%	20%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	0km	0km	변화 없음
추가적인 월 지불액	10,000원	10,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

차례 : 2 (식별번호=2)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	5,000명	5,000명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	5,000명	5,000명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	0%	20%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	0km	0km	변화 없음
추가적인 월 지불액	5,000원	10,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

<Block 1>

차례 : 3 (식별번호=3)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	2,500명	5,000명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	250,000명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	20%	20%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	10km	10km	변화 없음
추가적인 월 지불액	10,000원	15,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

차례 : 4 (식별번호=4)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	0명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000명	0명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	0%	20%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	5km	0km	변화 없음
추가적인 월 지불액	15,000원	15,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

<Block 1>

차례 : 5 (식별번호=5)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	2,500명	2,500명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000명	0명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	10%	10%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	0km	5km	변화 없음
추가적인 월 지불액	15,000원	15,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

차례 : 6 (식별번호=6)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	5,000명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	250,000명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	10%	10%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	10km	5km	변화 없음
추가적인 월 지불액	10,000원	5,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

<Block 1>

차례 : 7 (식별번호=7)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	5,000명	0명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	250,000명	500,000명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	20%	10%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	10km	5km	변화 없음
추가적인 월 지불액	10,000원	10,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한 개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

차례 : 8 (식별번호=8)	대안 1	대안 2	대안3(현재상태)
폐암사망자가 현재수준보다 감소하는 명수	5,000명	0명	변화 없음
호흡기질환자가 현재수준보다 감소하는 명수	0명	500,000명	변화 없음
먼지로 인한 청소비용 및 세탁비용이 현재수준보다 감소하는 비율	0%	0%	변화 없음
현재수준보다 증가하는 시정거리	5km	10km	변화 없음
추가적인 월 지불액	5,000원	15,000원	변화 없음
3개의 대안 중에서 가장 선호하는 한개의 대안에 표시하세요.	□	□	□

부 록 (2)

(※조사원은 응답자들에게 다음 내용을 읽어 주십시오)

서울시민들에게 있어서 이제 지하철은 가장 많이 활용되는 출퇴근 교통수단이면서 동시에 생활공간의 일부로 인식되고 있습니다. 그런데 최근 몇 년간 서울시 지하철의 공기질 수준이 상당히 좋지 않은 것으로 조사되고 있습니다. 특히 폐기종·폐암 등의 치명적인 호흡기 질환을 일으키는 미세먼지가 주요 지하철역 환승통로와 승강장 등에서 기준치를 초과하는 경우가 많다는 보고가 잇따르고 있습니다.

<보기카드 A 제시>

이에 따라 주요 지하철역사내에 통풍장치와 공기정화장비의 보완과 점검, 그리고 지하공기질 개선에 대한 투자노력의 강화가 요구되는 실정입니다.

A1. 귀하께서는 이 설문지를 받기 전에 지하철역 내의 실내공기질의 악화에 대해 얼마나 알고 계셨습니까?
(1) 아주 잘 알고 있다
(2) 조금 알고 있다
(3) 전혀 몰랐다

A2. 귀하께서는 일주일에 몇 차례나 지하철을 이용하고 계십니까?
(1) 거의 매일 이용한다(6~7회)
(2) 종종 이용한다(3~4회)
(3) 가끔 이용한다(1~2회)
(4) 별로 이용하지 않는다(1회 미만)
(5) 전혀 이용하지 않는다

A3. 귀하께서는 평소 지하철을 이용하시면서 지하철 승강장, 환승통로, 지하철역 내부의 실내공기질에 대해 어떻게 생각하고 계셨습니까?
(1) 매우 쾌적한 편이라고 생각한다
(2) 어느 정도 쾌적한 편이라고 생각한다
(3) 보통이다
(4) 조금 불쾌하고 답답한 편이다
(5) 매우 불쾌하고 답답하다

(※조사원은 응답자들에게 다음 내용을 읽어 주십시오)

최근 서울시 조사에 따르면 서울시내 지하철 승강장 네 곳 가운데 한 곳은 미세먼지 농도가 기준치를 초과한 것으로 조사되고 있습니다. 조사에 따르면, 지난해 분기별로 지하철 8개 노선 34개 역사의 매표소와 승강장의 미세먼지 농도를 측정한 결과, 4/4분기의 경우 23.5%인 8개 역 승강장에서 서울시 지하공기질 기준(140㎍/㎥ · 일)을 초과했다고 합니다. 또한 1호선 청량리역과 5호선 광화문역에서는 매표소에서도 미세먼지가 기준치보다 높게 나온 것으로 조사되었습니다. 이러한 미세먼지는 장기간 노출될 경우 눈과 점막을 자극하고, 기관지염이나 폐기종 등의 호흡기계 질환을 유발할 수 있습니다.

<보기카드 B 제시>

이에 대해 서울시와 지하철공사에서는 지하철 지하공기질의 개선을 위해 많은 투자와 노력을 계획하고 있습니다. 보다 구체적으로는 많은 예산을 투입하여 미세먼지와 각종 분진의 발생이 야기되는 자갈도상을 콘크리트 도상으로 변경하는 사업을 추진하고 있으며, 나아가 시민들의 안전과 공기질 개선을 위해 승강장 스크린도어의 설치를 서울시 11개 주요역사에 대해 설치를 계획하고 있습니다.

(※ 조사원은 1구간 요금 700원에 대해 추가로 얼마를 더 부담해야 한다는 사실을 반드시 주지시켜 주십시오.)

A5. 귀하께서는 서울시 지하철공기질의 개선을 위해 앞으로 5년간 현행 700원인 1구간 요금에서 <제시금액> 원을 추가적으로 지불하실 의사가 있습니까? 지하철공기질의 개선이 이루어지는 경우 서울시 지하철역에서는 더 이상 지하공기질 기준을 초과하는 일이 발생하지 않게 됩니다. 따라서 귀하께서는 지하철 이용을 통한 추가적인 호흡기계 질환가능에 노출되지 않게 됩니다. 만약 귀하께서 추가요금에 대한 지불의사가 없으시다면 현재 추진 중인 사업은 더 이상 지속되어 어렵게 됩니다.

(1) 있다 (2) 없다 ▶ <A7로 가시오>

▼

A6. 그렇다면 귀하께서는 서울시 지하철공기질의 개선을 위해 추가로 <2배 금액> 원을 지불하실 의사가 있습니까?

(1) 있다 ▶ <B로 가시오>
(2) 없다 ▶ <B로 가시오>

A7. 그렇다면 귀하께서는 <1/2 금액> 을 지하철 이용할 때 마다 지불하실 의사가 있습니까?

(1) 있다 ▶ <B로 가시오>
(2) 없다

시정연 2003-PR-19

서울시 대기질 개선의 경제적 편익 추정에 관한 연구

발 행 인 백 용 호

발 행 일 2004년 5월 일

발 행 처 서울시정개발연구원

130-071 서울특별시 서초구 서초동 371

전화 : (02)2149-1000

팩스 : (02)2149-1019

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.