

■ 論 文 ■

혼잡통행료제도 확대시행에 따른 지불의사액 추정

Estimation of Willingness-To-Pay for Extensive Implementation of Congestion Pricing

김 건 영

(한국교통연구원 동북아물류경제연구센터 연구원)

한 상 용

(한국교통연구원 동북아물류경제연구센터 책임연구원)

강 경 우

(한양대학교 교통시스템공학과 교수)

김 태 승

(경기개발연구원 부원장)

목 차

- I. 서론
 - II. 혼잡통행료 효과분석 방법론
 - 1. 시나리오 구성
 - 2. 자료수집
 - III. 일인당 지불의사액 추정모형
 - 1. 모형의 개요
 - 2. 추정모형의 정립
 - IV. 분석결과
 - 1. 공변량 없는 모형의 추정결과
 - 2. 공변량 있는 모형의 추정결과
 - 3. 지불의사액 추정
 - 4. 소득계층효과 분석
 - V. 결론 및 향후연구과제
- 참고문헌

Key Words : 혼잡통행료, 조건부가치추정법, 지불의사액, 형평성, 정책결합

요 약

교통혼잡은 통행시간의 손실과 에너지 낭비뿐만 아니라 막대한 사회적 비용을 발생시킨다. 서울시는 도심통행료 도입, 대중교통체계개편 등 다양한 교통정책을 실행해오고 있으나, 수도권외곽의 택지개발 등으로 시계 유출입 교통량은 크게 증가하고 있는 추세이다.

본 연구의 목적은 광역급행버스시스템(Bus Rapid Transit: BRT)과의 정책결합을 통한 혼잡통행료제도 확대시행에 따른 지불의사액(Willingness-To-Pay: WTP)을 추정하는 것이다. 분석을 위해 가구방문 직접면접조사를 실시하였다.

본 연구는 크게 두 가지 부분으로 구성되어 있다. 첫째는 일인당 지불의사액 분석이고 둘째는 형평성 분석이다. 일인당 지불의사액 분석은 개별 시나리오에 대한 통행자가 현재 통행수단 유지를 위한 보상변화(Compensating Variation: CV) 규모를 지불의사액의 개념에 따라 측정하는 것이다. 지불의사액 도출을 위해서는 조건부가치추정법(Contingent Valuation Method: CVM)을 적용하였다. 형평성 분석은 정책 시나리오에 대해 통행자를 소득계층별로 구분하여 현재 통행수단 유지를 위한 보상변화를 측정하고, 이것이 계층별 평균소득에서 차지하는 비중을 계산함으로써 정책 시행효과를 확인하는 것이다.

Traffic congestion causes enormous social costs as well as loss of travel time and waste of energy. Though the Seoul metropolitan government implemented various forms of transportation policies such as urban road pricing and public transportation reform, traffic volume which across the Seoul metropolitan borders have greatly increased because of housing land development in suburban area.

The purpose of this study is to estimate individual's willingness-to-pay(WTP) for extensive implementation of congestion pricing through policy-mix with bus rapid transit(BRT) system. So the field survey interviews carried out.

The empirical analysis was done with priority given to the following two topics: derivation of individual WTP and prior evaluation of policy effect from the equity aspect. To estimate individual WTP, we adopted contingent valuation method(CVM).

The former is to estimate individual WTP for respondent's maintaining his/her transit pattern when he/she is faced with congestion pricing by using compensating variation(CV) concept. And, the latter aims at evaluating policy effect from the equity aspect by calculating the proportion of WTP to average income using WTP in income bracket for policy scenarios.

1. 서론

최근 서울의 도심지역을 비롯한 수도권지역에서의 만성적 교통혼잡은 통행시간의 손실과 에너지 낭비뿐만 아니라 대기오염의 심화, 운송비용의 증가 등 막대한 사회적 비용을 발생시킨다. 서울시는 도심통행료 도입, 대중교통체계개편 등 다양한 교통정책을 실행해오고 있으나, 수도권외곽의 택지개발 등으로 시계 유출입 교통량은 크게 증가하고 있는 추세이다.

이에 서울시는 혼잡통행료제도를 확대 시행하되 대중교통지원의 한 방법인 광역급행버스시스템(Bus Rapid Transit : BRT)과의 정책결합을 계획하고 정책결합 시나리오별로 혼잡통행료 확대시행의 효과분석을 수행하기도 하였다.

본 연구의 목적은 혼잡통행료제도 확대시행에 따른 지불의사액(Willingness-To-Pay : WTP)을 추정하는 것이다. 분석을 위해 2004년도에 가구방문 직접면접조사를 실시하였다. 조사 내용은 일반통행특성조사, 혼잡통행료 확대시행에 대한 수용성조사, 시나리오별 통행수단선택 행태조사, 지불의사액 추정을 위한 명시선호(Stated Preference: SP)조사 등으로 구성되었다.

본 연구는 크게 두 가지 부분으로 구분된다. 첫째는 일인당 지불의사액 분석이고, 둘째는 형평성 분석이다. 또한 본 연구는 크게 5장으로 구성되어 있다. 제2장은 혼잡통행료 효과분석 방법론으로 시나리오 구성과 자료수집에 관하여 서술한다. 제3장은 일인당 지불의사액 추정모형으로 모형의 개요와 추정모형을 정립한다. 제4장은 분석결과로서 공변량이 있는 모형과 공변량이 없는 모형으로 구분하여 추정하였다. 마지막으로 제5장은 결론 및 향후연구과제이다.

II. 혼잡통행료 효과분석 방법론

1. 시나리오 구성

혼잡통행료 징수지역은 두 지역으로 설정하였는데 첫 번째 지역은 서울 4대문내부(종로·중구) 및 강남지역(강남·서초)이며 두 번째 지역은 서울시 전역이다. 정책수단 역시 두 가지로 설정하였는데, 첫째는 혼잡통행료만 부과하는 것이고 둘째는 혼잡통행료 부과와 BRT를 공동 시행하는 경우이다.

혼잡통행료 부과 범위는 1,000원, 2,000원, 3,000원, 4,000원으로 하고 BRT요금의 범위는 1,500원, 2,000원, 2,500원으로 설정하였다.

〈표 1〉 시나리오의 구성

구분	서울도심지역	서울시 전역
혼잡통행료	시나리오 1	시나리오 2
혼잡통행료+BRT	시나리오 3	시나리오 4

2. 자료수집

2004년 11월 서울, 인천 및 서울연접 경기도 도시권지역의 가구를 대상으로 직접면접조사가 실시되었다. 조사의 규모는 802표본이며, 표본의 구성은 〈표 2〉와 같다. 응답자의 일반현황은 〈표 3〉과 같으며, 통행 및 승용차이용 특성은 〈표 4〉~〈표 6〉과 같다.

〈표 2〉 표본의 구성

구분	표본수	
서울	4대문	100
	강남	100
	기타	198
인천		68
경기	분당	67
	평촌	67
	일산	66
	남양주	67
	의정부	69

〈표 3〉 조사대상 기초자료

구분	%	
자가용 보유대수	미소유	21.6
	1대	70.7
	2대	7.1
	3대이상	0.4
	회사차	0.2
자가용 사용정도	출퇴근용	50.7
	업무용	20.7
	쇼핑	3.7
	여가용	24.0
	등교용 및 기타	0.9
가구 월평균 소득	100만원 미만	0.4
	100~200만원	7.1
	200~300만원	3.8
	300~500만원	48.8
500만원 이상	12.9	

〈표 4〉 출근시 이용 교통수단

구분	서울	인천	경기	전체	
	%	%	%	빈도	%
승용차	31.4	61.2	56.1	355	44.3
버스	11.8	3.0	16.9	106	13.2
지하철(전철)	30.7	17.9	13.4	179	22.3
승용차+(환승)전철	0.0	0.0	0.3	1	0.1
승용차+(환승)버스	0.0	0.0	0.3	1	0.1
도보 또는 자전거	20.1	16.4	9.8	124	15.5
택시	0.5	0.0	0.6	4	0.5
버스+지하철	1.8	0.0	1.2	11	1.4
기타	3.8	1.5	1.5	21	2.6
전체	100.0	100.0	100.0	802	100.0

〈표 5〉 집에서 출근지까지 거리(km)

구분	서울	인천	경기	전체	
	%	%	%	빈도	%
0초과~1이하	14.5	7.5	9.2	93	11.7
1초과~5이하	26.9	41.8	17.5	193	24.2
5초과~10이하	16.8	9.0	13.1	116	14.5
10초과~20이하	20.8	22.4	16.6	153	19.2
20초과~30이하	8.6	9.0	18.1	101	12.7
30초과~50이하	3.3	9.0	16.3	74	9.3
50이상	9.1	1.5	9.2	68	8.5
전체	100.0	100.0	100.0	798	100.0

〈표 6〉 일회 출근비용(원)

구분	서울	인천	경기	전체	
	%	%	%	빈도	%
1,000원 이하	63.3	53.3	35.6	408	50.9
1,000원 초과 2,000원 이하	9.8	31.3	24.9	144	18.0
2,000원 초과 3,000원 이하	7.3	6.0	10.7	69	8.6
3,000원 초과 5,000원 이하	16.3	6.0	21.1	140	17.5
5,000원 초과 7,000원 이하	2.0	1.5	5.9	29	3.6
7,000원 초과	1.3	1.5	1.8	12	1.5
전체	100.0	100.0	100.0	802	100.0

Ⅲ. 일인당 지불의사액 추정모형

1. 모형의 개요

지금까지 혼잡통행료 제도시행의 효과분석에 관한 연구는 주로 개인들의 혼잡통행료 수준 변화에 따른 수단 선택을 나타내는 SP자료와 지역별 통행 O/D자료와 네트워크를 활용한 4단계 분석기법을 활용하였다. 즉 혼잡통행료 제도 시행의 효과를 경제이론에 기초한 효용의 변화로서 측정하기보다는 통행수단 선택 전환에 의한 통행속도 개선효과를 시간가치로 환산하여 계산하였다.

본 연구는 조건부가치측정법(Contingent Valuation Method : CVM)을 적용하여 승용차 이용자의 혼잡통행료 제도시행 이전과 이후의 효용변화를 지불의사액, 즉 보상변화(Compensating Variation : CV)를 도출하고자 한다. 조건부가치측정법은 공공재의 사용가치 또는 비사용가치에 대한 WTP를 측정하는 데 있어 표준화되고 널리 이용되는 SP기법이다(Mitchell and Carson, 1989).

우선 조건부가치측정법은 가상적 시나리오를 설정하여 응답자에게 제안된 교통여건의 변화를 위해 얼마나 많은 금액을 지불해야 하는지를 알려준다. 당신이 지불에 찬성(반대)한다면, 당신은 제안된 교통여건의 변화를 얻을 수 있다(없다)는 것이다. 즉 응답자는 교통여건의 변화에 대한 그들의 지불의사액을 표현하거나 특정 통행료를 부담하는 정책시행에 대한 찬반투표를 위해 가상시장을 이용하게 된다(Loomis, 1990). 조건부가치측정법의 타당성 및 그 결과의 정확성은 많은 문헌에서 입증된 바 있다(Kealy et al., 1988; Loomis, 1990; Gonzalez-Caban and Loomis, 1986).

2. 추정모형의 정립

교통혼잡을 완화하기 위한 교통수요관리수단으로서 혼잡통행료 제도 시행의 경제적 편익을 측정하는 데 있어 그 기초가 되는 경제이론은 지불의사액 개념이다(Brent, 1995).

본 연구에서의 지불의사액은 기존 승용차 통근자들이 제안된 정책시행에도 불구하고 승용차를 이용하여 계속 통근하기 위해 기꺼이 지불하고자 하는 금액을 나타낸다. 본 연구에서는 Hanemann(1984, 1989)의 확률효용모형(Utility Difference Model)에 근거하여 이산선택(Dichotomous Choice) 자료로부터 각 개인의 환경질 변화에 대한 Hicks적 보상 변화(Hicksian Compensating Variation)를 도출하고 있다.

DC-CVM(Dichotomous Choice Contingent Valuation Method) 자료를 분석하는데 있어 Cameron and James(1987)와 Cameron(1988)은 효용격차모형의 대안으로 지출함수에 근거한 지불의사액모형을 제안했다. McConnell (1990)은 효용격차모형과 지불의사액모형이 서로 쌍대관계(Duality)에 놓여 있음을 증명하면서 두 모형간의 선택은 연구자 스타일의 차이에서 기인하는 문제이지 옳고 그름의 문제가 아님을 밝힌 바 있다. 게다가 효용격차모형은 확률효용모형의 틀에서 전개되고

있어 보다 많은 실증연구에서 사용되고 있다. 따라서 본 연구에서는 효용격차모형만 고려한다.

지불의사액 질문으로부터 얻어진 각 응답자의 이변량 응답(Binary Response)은 개인의 효용극대화(Utility Maximization)를 위한 선택결과로서 해석될 수 있다.

DC-CVM은 응답자에게 제안된 정책수단의 시행으로부터 기대되는 교통여건의 변화를 감안하여 제시금액(Bid)의 지불에 대하여 동의여부를 질문한다.

이 때, 효용극대화문제에 직면한 각 응답자 $i = 1, \dots, N$ 의 DC-CVM 질문에 대한 응답결과는 '예' 또는 '아니오'가 된다.

만약 i 번째 응답자가 제시금액 (A_i)에 대해 '아니오'라고 대답할 확률을 $G_C(A_i)$ 라 가정하면, 로그-우도함수는 다음과 같이 표현된다.

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

여기서 $I_i^Y = 1$ (i 번째 응답자의 응답이 '예')이며, $1(\cdot)$ 는 지시함수(Indicator Function)이다. 즉, $1(\cdot)$ 는 i 번째 응답자가 제시금액의 지불에 대해 '예'라고 대답하면 1을 취하고, '아니오'라고 대답하면 0을 취한다. 이제 식 (1)의 $G_C(\cdot)$ 를 선행 연구들의 관례를 따라 로지스틱분포를 가정하면 $G_C(A) = [1 + \exp(a + bA)]^{-1}$ 로 정형화할 수 있다. Hanemann(1984)에 의하면 평균 지불의사액은 (C^+)는 다음과 같다.

$$C^+ = -\frac{a}{b} \quad (2)$$

또한 각 응답자들의 사회·경제적 특성들이 그들의 지불의사액 질문에 대한 응답에 어떤 영향을 주는지를 파악하기 위해서는 공변량(Covariance)들을 포함한 모형을 분석할 필요가 있다. 이 경우 위 식들의 a 는 단순히 $a + x_i' \beta$ 로 대체되고, x_i 는 응답자들의 사회·경제적 특성을 반영하는 공변량 벡터이며 β 는 추정해야 할 모수들로 이루어진 벡터이다.

IV. 분석결과

1. 공변량 없는 모형의 추정결과

최우 추정법(Maximum Likelihood Estimation)을

이용하여 공변량 없는 이산선택모형인 식(1)을 추정하였으며, 추정결과는 <표 7>~<표 10>에 제시되어 있다.

<표 7> 공변량없는 혼잡통행료+서울도심 모형의 추정결과

구분	혼잡통행료+서울도심+승용차보유자		혼잡통행료+서울도심+승용차출근자	
	추정계수	t-통계량	추정계수	t-통계량
상수	0.2165	3.38*	1.1536	12.49*
지불의사액(Bid) ^a	-0.5162	-17.14*	-0.6244	-15.94*
관측치 개수	3,145		1,775	
로그-우도값	-1,821.6		-1,080.8	
Wald-통계량	547.1		255.8	
(p-value)	(0.000)		(0.000)	

주 : 1) a의 단위는 1,000원이며, b의 Wald-통계량에 대한 쿨무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것임.

2) t-통계량의 *는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함.

3) <표 7>~<표 10>에 공통으로 적용됨.

<표 8> 공변량없는 혼잡통행료+서울전체 모형의 추정결과

구분	혼잡통행료+서울전체+승용차보유자		혼잡통행료+서울전체+승용차출근자	
	추정계수	t-통계량	추정계수	t-통계량
상수	0.2998	4.66*	1.2531	13.31*
지불의사액(Bid)	-0.5558	-18.20*	-0.6712	-16.77*
관측치 개수	3,145		1,775	
로그-우도값	-1,805.3		-1,061.6	
Wald-통계량	561.5		282.5	
(p-value)	(0.000)		(0.000)	

<표 9> 공변량없는 결합정책+서울도심 모형의 추정결과

구분	결합정책+서울도심+승용차보유자		결합정책+서울도심+승용차출근자	
	추정계수	t-통계량	추정계수	t-통계량
상수	-0.2378	-4.14*	0.5331	7.01*
지불의사액(Bid)	-0.1739	-14.14*	-0.1980	-13.06*
관측치 개수	3,774		2,130	
로그-우도값	-2,148.9		-1,362.0	
Wald-통계량	734.9		203.3	
(p-value)	(0.000)		(0.000)	

<표 10> 공변량없는 결합정책+서울전체 모형의 추정결과

구분	결합정책+서울전체+승용차보유자		결합정책+서울전체+승용차출근자	
	추정계수	t-통계량	추정계수	t-통계량
상수	-0.1788	-3.12*	0.6034	7.86*
지불의사액(Bid)	-0.1870	-15.09*	-0.2140	-13.94*
관측치 개수	3,774		2,130	
로그-우도값	-2,141.0		-1,348.6	
Wald-통계량	736.2		224.3	
(p-value)	(0.000)		(0.000)	

Wald-통계량으로 볼 때, 모든 추정 방정식은 유의 수준 1%에서 통계적으로 유의했으며, 제시금액에 대한 계수는 예상대로 음(-)으로 나타났고 그 값은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하였다. 즉, 제시금액이 높을 수록 '예'승용차 통근자가 계속 승용차를 이용하여 통근을 할 확률이 작아짐을 알 수 있다.

2. 공변량 있는 모형의 추정결과

또한 우리는 응답자들의 사회·경제적 특성들이 제안된 정책수단에 대한 지불의사확률에 어떠한 영향을 주는지를 파악하기 위하여 공변량을 포함한 모형을 추

〈표 11〉 변수의 정의와 기초통계량

변수명	변수의 정의
TIME	응답자들의 통근시간 (시간/회)
COST	응답자들의 통근비용 (원/일)
PERIOD	응답자들의 승용차 운전경력 (1 : 1년미만, 2 : 1~2년미만, 3 : 2~3년미만, 4 : 3~5년미만, 5 : 5~7년미만, 6 : 7~10년미만, 7 : 10~15년미만, 8 : 15년이상)
EDUC	응답자의 교육수준 (0 : 무학, 1 : 1~6년, 2 : 7~9년, 3 : 10~12년, 4 : 13~16년, 5 : 17~20년)
INCOME	응답자의 월평균 세전소득 (만원)
PARKING LOT	응답자의 집 또는 직장에서 무료주차장 존재 여부 (0 : 없음, 1 : 있음)

〈표 12〉 공변량있는 혼잡통행료+서울도심 모형의 추정결과

구분	혼잡통행료+서울도심 +승용차보유자			혼잡통행료+서울도심 +승용차출근자		
	예상부호	추정계수	t-통계량	예상부호	추정계수	t-통계량
상수	·	-1.1808	-4.10*	·	0.9433	1.73
TIME	-	-0.0067	-3.29*	-	-0.0067	-1.05
COST	·	0.0081	4.92*	·	0.0055	2.79*
PERIOD	·	-0.0953	-2.46	·	-0.1327	-2.46
EDUC	·	0.1503	2.29	·	-0.0519	-0.57
INCOME	+	0.0014	5.75*	+	0.0013	4.29*
PARKING LOT	+	0.8689	5.71	+	0.5771	2.21
지불의사액(Bid) ^a	-	-0.0005	-17.41*	-	-0.0006	-16.07*
관측치 개수		3,145			1,775	
로그-우도값		-1,752.3			-1,057.7	
Wald-통계량 ^b		605.6			279.4	
(p-value)		(0.000)			(0.000)	

주 : 1) a의 단위는 1,000원이며 b의 Wald-통계량에 대한 귀무가설은 모든 추정계수가 0이라는 것임.

2) t-통계량의 *는 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함을 의미함.
3) 〈표 12〉~〈표 15〉에 공통으로 적용됨.

가적으로 분석하였다.

사용된 변수의 정의 및 기초 통계량은 〈표 11〉에 제시되어 있으며, 추정결과는 〈표 12〉~〈표 15〉와 같다.

〈표 13〉 공변량있는 혼잡통행료+서울전체 모형의 추정결과

구분	혼잡통행료+서울전체 +승용차보유자			혼잡통행료+서울전체 +승용차출근자		
	예상부호	추정계수	t-통계량	예상부호	추정계수	t-통계량
상수	·	-1.3290	-4.58*	·	0.4177	0.76
TIME	-	-0.007	-3.62*	-	-0.0051	-0.79
COST	·	0.008	4.85*	·	0.0054	2.72*
PERIOD	·	-0.0914	-2.31	·	-0.1591	-2.90*
EDUC	·	-0.2234	3.37*	·	-0.0738	-0.79
INCOME	+	0.0013	5.18*	+	0.0014	4.64*
PARKING LOT	+	0.9052	5.91*	+	0.7539	2.81*
지불의사액(Bid)	-	-0.0006	-18.48*	-	-0.0007	-16.92*
관측치 개수		3,145			1,775	
로그-우도값		-1,734.8			-1,032.1	
Wald-통계량		619.2			309.8	
(p-value)		(0.000)			(0.000)	

〈표 14〉 공변량있는 정책결합+서울도심 모형의 추정결과

구분	정책결합+서울도심 +승용차보유자			정책결합+서울도심 +승용차출근자		
	예상부호	추정계수	t-통계량	예상부호	추정계수	t-통계량
상수	·	-1.2203	-3.34*	·	-2.119	-0.43
TIME	-	-0.0109	-2.46	-	-0.0039	-0.69
COST	·	0.0054	3.72*	·	0.0028	1.69
PERIOD	·	-0.0720	-1.90	·	-0.1711	-3.58*
EDUC	·	0.9745	1.49	·	0.0336	-0.41
INCOME	+	0.0012	5.59*	+	0.0011	4.38*
PARKING LOT	+	0.9448	6.30*	+	0.9317	3.70*
지불의사액(Bid)	-	-0.0002	-14.35*	-	-0.0002	-13.21*
관측치 개수		3,774			2,130	
로그-우도값		-2,080.1			-1,332.7	
Wald-통계량		778.3			241.5	
(p-value)		(0.000)			(0.000)	

〈표 15〉 공변량있는 정책결합+서울전체 모형의 추정결과

구분	정책결합+서울전체 +승용차보유자			정책결합+서울전체 +승용차출근자		
	예상부호	추정계수	t-통계량	예상부호	추정계수	t-통계량
상수	·	-1.2185	-3.31*	·	-1.881	-0.38
TIME	-	-0.0127	-2.85*	-	-0.0073	-1.28
COST	·	0.0055	3.80*	·	0.0020	1.17
PERIOD	·	-0.0587	-1.55	·	-0.1619	-3.36*
EDUC	·	0.1018	1.55	·	0.0115	0.14
INCOME	+	0.0012	5.63*	+	0.0011	4.45*
PARKING LOT	+	0.1947	6.71*	+	0.9317	4.56*
지불의사액(Bid)	-	-0.0002	-15.33*	-	-0.0002	-14.10*
관측치 개수		3,774			2,130	
로그-우도값		-2,066.0			-1,315.7	
Wald-통계량		781.7			264.2	
(p-value)		(0.000)			(0.000)	

공변량을 포함한 모형의 추정결과, 공변량이 없는 모형에서와 마찬가지로 추정된 방정식은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

공변량을 포함한 모형에서의 많은 변수들의 추정계수는 유의수준 5%에서 통계적으로 유의했고, 예측 가능한 추정계수의 부호는 우리가 예상했던 것과 일치했다.

3. 지불의사액 추정

승용차 보유자(통근자) 일인당 일평균 지불의사액은 위의 <표 11>에서의 통계량과 전술한 추정결과를 이용하여 식(2)로부터 계산될 수 있다.

공변량이 포함된 모형에서는 각 변수의 표본 평균값에 근거한 조건부 평균값이 얻어지며, 최종적으로 계산된 결과는 <표 16>~<표 19>에 제시되어 있다. 응답자

<표 16> 혼잡통행료+서울도심의 평균 지불의사액

구분	혼잡통행료+서울도심 +승용차보유자		혼잡통행료+서울도심 +승용차출근자	
	공변량 비포함	공변량 포함	공변량 비포함	공변량 포함
C+ (-∞(WTP(∞)) 지불의사액(원/일) 표준오차 ^a	1,564.0 57.24	1,504.4 54.47	2,286.7 80.69	2,269.0 79.04
bootstrapped t-value ^b 95% 신뢰구간 ^c	27.32 (1,476~1,665)	27.62 (1,419~1,600)	28.34 (2,164~2,429)	28.71 (2,148~2,405)

주 : 1) 표준오차는 델타법(Delta method)을 사용하여 계산하였음.
2) 신뢰구간과 bootstrapped t-value는 델타방법을 사용하여 계산하였음.
3) <표 16>~<표 19>에 공통으로 적용됨.

<표 17> 혼잡통행료+서울전체의 평균 지불의사액

구분	혼잡통행료+서울전체 +승용차보유자		혼잡통행료+서울전체 +승용차출근자	
	공변량 비포함	공변량 포함	공변량 비포함	공변량 포함
C+ (-∞(WTP(∞)) 지불의사액(원/일) 표준오차	1,536.8 52.97	1,479.5 50.61	2,241.3 74.44	2,220.7 72.64
bootstrapped t-value 95% 신뢰구간	29.02 (1,454~1,629)	29.23 (1,399~1,568)	30.11 (2,125~2,373)	30.57 (2,109~2,347)

<표 18> 정책결합+서울도심의 평균 지불의사액

구분	정책결합+서울도심 +승용차보유자		정책결합+서울도심 +승용차출근자	
	공변량 비포함	공변량 포함	공변량 비포함	공변량 포함
C+ (-∞(WTP(∞)) 지불의사액(원/일) 표준오차	3,342.4 156.58	3,184.2 147.23	5,023.7 240.21	4,938.5 232.19
bootstrapped t-value 95% 신뢰구간	21.35 (3,107~3,636)	21.63 (2,966~3,450)	20.91 (4,671~5,467)	21.27 (4,594~5,363)

<표 19> 정책결합+서울전체의 평균 지불의사액

구분	정책결합+서울전체 +승용차보유자		정책결합+서울전체 +승용차출근자	
	공변량 비포함	공변량 포함	공변량 비포함	공변량 포함
C+ (-∞(WTP(∞)) 지불의사액(원/일) 표준오차	3,249.3 141.6	3,085.4 133.1	4,858.5 214.44	4,765.0 206.80
bootstrapped t-value 95% 신뢰구간	22.94 (3,037~3,502)	23.18 (2,879~3,331)	22.66 (4,548~5,251)	23.04 (4,455~5,142)

일인당 일평균 지불의사액은 유의수준 1%에서 통계적으로 유의하였다.

일반적으로 신뢰구간은 평균 지불의사액 값들이 갖는 불확실성을 고려하고 서로 다른 지불의사액 값들의 엄밀한 비교를 가능하게 한다는 측면에서 중요하게 인식되어 왔다(Kling and Sexton, 1990; Parks et al., 1991).

본 연구는 통계량으로부터 5,000회 복원추출을 시행하는 델타방법을 이용하여 신뢰구간을 계산하였다.

4. 소득계층효과 분석

제도 시행의 계층적 후생효과를 확인하기 위해 소득계층별 WTP를 계산해보면, 고소득층일수록 지불의사가 높은 것으로 나타나고 있으며, 이는 정책시나리오나 대상지역 시나리오에 무관하게 확인되고 있다.

형평성의 측면에서도 대상지역의 크기는 전혀 차별성이 없는 것으로 확인된다.

소득계층별 후생효과는 모든 정책시나리오에서 소득누진적인 구조를 보이고 있으나, 제도가 정책결합의 형태로 시행되면 소득누진성이 상대적으로 높아지는 것으로 판단된다.

다만 일인당지불의사액의 분석에서도 언급했듯이, 정책결합 시행의 경우 지불의사의 절대값이 단독시행의 경우보다 늘어나고 있는 바, 이는 BRT시행에 따른 시간가치 기회비용이 내재되어 있기 때문이다.

<표 20> 소득계층별 효과분석

구분	소득 계층	응답자수	평균소득 (만원)	WTP(원)		평균소득대비(%)	
				서울도심	서울전체	서울도심	서울전체
혼잡통행료만 실시	고소득	143	639	1,815	1,642	0.0284	0.0257
	중소득	480	316	1,189	1,198	0.0376	0.0379
	저소득	179	184	1,059	1,053	0.0576	0.0572
혼잡통행료+BRT	고소득	143	639	3,832	3,573	0.0600	0.0559
	중소득	480	316	2,509	2,476	0.0794	0.0784
	저소득	179	184	2,441	2,285	0.1327	0.1242

V. 결론 및 향후연구과제

본 연구는 혼잡통행료제도 확대시행에 따른 지불의 사액을 추정하기 위하여 설문조사 내용을 바탕으로 DC-CVM모형을 이용하였다.

제도 확대시행의 일인당 지불의사액을 확인하기 위해 각 시나리오별 WTP를 계산해보면, 혼잡통행료 단독 시행의 경우보다 혼잡통행료+BRT의 경우에 승용차 이용자가 승용차를 계속 사용하기 위한 지불의사가 현저히 높은 것으로 나타났다.

또한 서울 도심지역을 대상으로 하는 경우와 서울 전역을 대상으로 하는 경우와는 별다른 정책적 차이가 없는 것으로 나타나고 있는 바, 이는 지역을 불분하고 주요 통행 목적지가 서울 도시에 집중하고 있는 것에 기인한다.

혼잡통행료+BRT의 경우에 지불의사가 현저히 높은 이유는 직접 지불하는 혼잡통행료에 BRT시행에 따른 통행시간단축으로부터 발생하는 시간가치의 기회비용이 포함되어 있기 때문이다.

제도시행의 시나리오 형태와 관계없이 승용차 보유자에 비해 승용차 출근자의 지불의사가 높은 것은 승용차 이용에 따른 편익에 대한 인식 정도의 차이에 기인한 것으로 판단된다.

혼잡통행료 단독 시행의 경우, 승용차 보유자와 이용자의 지불의사는 1,500~2,000원 내외로서 혼잡통행료의 심리적 허용한계가 2,000원 내외라는 것을 보여주고 있다.

또한 소득계층별 효과분석에서는 모든 정책 시나리오에서 소득누진적인 구조를 보이고 있으나, 제도가 정책결합의 형태로 시행될 때 누진성이 상대적으로 높아지는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 박창호·진삼현(1994), "교통혼잡비용 적용에 따른 승용차 행태분석에 관한 연구", 대한교통학회지, 제12권 4호, 대한교통학회, pp.131~151.
2. 조해진(2001), "교통정보시스템과 다양한 다이내믹 혼잡통행료의 결합시행에 대한 연구", 대한교통학회 제39회 학술발표논문집, 대한교통학회, pp.135~155.
3. Brent, R. J.(1995), Applied Cost-Benefit Analysis, Cheltenham: Edward Elgar.
4. Cameron, T. and James, D.(1987), "Efficient Estimation Methods for 'Closed-ended' Contingent Valuation Surveys", Review of Economics and Statistics 69, pp.269~276.
5. Cameron, T.(1988), "A New Paradigm for Valuing Non-market Goods Using Referendum Data: Maximum Likelihood Estimation by Censored Logistic Regression", Journal of Environmental Economics and Management 15, pp.355~379.
6. Gonzalez-Caban, A. and Loomis, J.(1986), "Economic Benefits of Maintaining Ecological Integrity of Rio Mameyes in Puerto Rico", Ecological Economics 21, pp.63~75.
7. Hanemann, W. M.(1984), "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses", American Journal of Agricultural Economics 66, pp.332~341.
8. Hanemann, W. M.(1989), "Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses: Reply", American Journal of Agricultural Economics 71, pp.1057~1061.
9. Kealy, M., Dovidio, J. and Rockel, M.(1988), "Accuracy in Valuation is a Matter of Degree", Land Economics 64, pp.158~170.
10. Kling, C. and Sexton, R.(1990), "Bootstrapping in Applied Welfare Analysis", American Journal of Agricultural Economics 72, pp.406~418.
11. Loomis, J.(1990), "Comparative Reliability of the Dichotomous Choice and Open-Ended Contingent Valuation Techniques", Journal of Environmental Economics and Management 18, pp.78~85.
12. McConnell, K. E.(1990), "Models for Referendum Data: the Structure of Discrete Choice Models for Contingent Valuation", Journal of Environmental Economics and Management 18, pp.19~35.
13. Mitchell, R. C. and Carson, R. T.(1989), Using Surveys to Public Goods: The Contingent

Valuation Method, Washington, DC: Resources for the Future.

14. Park, T., Loomis, J. and Creel, M.(1991), "Confidence Intervals for Evaluating Benefits

Estimates from Dichotomous Choice Contingent Valuation Studies", Land Economics 67, pp.64~73.

♣ 주 작 성 자 : 김건영

♣ 논문투고일 : 2005. 6. 18

논문심사일 : 2005. 7. 18 (1차)

2005. 8. 17 (2차)

심사판정일 : 2005. 8. 17

♣ 반론접수기한 : 2005. 12. 31