

광역버스 차내혼잡도 완화의 경제적 편익측정에 관한 연구

류시균^{1*} · 한시원² · 유재상¹

¹경기연구원 북부연구센터, ²서울시청 버스정책과

Measuring Social Benefit of Mitigation of In-Vehicle Congestion Level in Intercity Buses

RYU, Sikyun^{1*} · HAN, Siwon² · YOU, Jaesang¹

¹Center for Studies of Northern Gyeonggi, Gyeonggi Research Institute, Gyeonggi 11775, Korea

²Bus Policy Division, City Transportation Headquarter, Seoul Metropolitan Government, Seoul 04515, Korea

*Corresponding author: jsyou@gri.kr

Abstract

The purpose of this study is to develop a method for measuring social benefit by mitigating in-vehicle congestion level in intercity buses. Contingent valuation method and Tobit model are adopted for social benefit evaluation method. One thousand passengers were interviewed with 992 obtained valid samples. Tobit models with age, income level, and bus boarding times as explanatory variables are selected to estimate the willingness to pay for the mitigation of intercity bus in-vehicle congestion. Statistically and logically, two models with age or income level as explanatory variables are turned out to be valid. The intercity bus service supply status and usage are examined and the bus users who have willingness-to-pay for the intercity bus in-vehicle congestion mitigation have been identified. In case of the 'no standing' rules implemented to the intercity bus, the annual economic benefit from the service is estimated to be 14.7 billion won.

Keywords: contingent valuation method, intercity bus, in-vehicle congestion, noncommodity, tobit model

초록

본 연구는 수도권지역을 운행하는 광역버스를 대상으로 차내혼잡도 완화의 편익측정방법론 개발을 목적으로 하고 있다. 비시장재의 편익측정방법론에 대한 조사, 분석을 통해서 조건부가치측정법을 조사기법으로, Tobit모형을 측정모형으로 선정하였다. 설문조사를 통해서 992개의 유효표본이 얻어졌으며 연령, 소득수준, 버스탑승시간, 통행목적, 혼잡도 등을 설명변수로, 광역버스 차내혼잡도 완화에 대한 추가지불의사액을 종속변수로 하는 Tobit모형을 추정하였다. 통계적 검정과 논리적 검정을 통해서 모형의 적합도가 검증되었으며 모형으로부터 산출된 광역버스 차내혼잡도 완화에 대한 추가지불의사액을 경기도가 인가한 광역버스 이용실태에 적용한 결과, 수도권 지역에서 광역버스 좌석제를 시행할 경우 일평균 약 61백만 원, 연간 약 147억 원의 편익이 발생할 것으로 추정되었다.

주요어: 조건부가치측정법, 광역버스, 차내혼잡도, 비시장재, 토빗모형

J. Korean Soc. Transp.
Vol. 34, No. 6, pp. 523-534, December 2016
<https://doi.org/10.7470/jkst.2016.34.6.523>

pISSN : 1229-1366
eISSN : 2234-4217

Received: 12 September 2016

Revised: 2 November 2016

Accepted: 8 December 2016

Copyright ©
Korean Society of Transportation

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구배경 및 목적

국토교통부와 수도권 지역의 3개 지자체는 광역버스 이용객의 안전성 제고를 위하여 고속도로 또는 자동차전용도로를 경유하는 광역버스의 좌석제 정착을 위해서 노력하고 있다. 광역버스 입석문제 해소정책은 타당성을 따져야 할 대상이 아닌 당위적으로 추진해야 할 정책이라 하겠지만 이를 위해서 우리 사회가 지불해야 할 비용이 터무니없이 크다면 보다 현실적인 대안, 가령 광역버스의 고속도로 및 자동차전용도로 운행제한, 광역버스의 고속버스로의 면허전환 등이 모색될 수도 있다. 따라서 광역버스 입석문제 해소정책의 타당성 진단은 재정의 효율적 활용이라고 하는 측면에서 거쳐야 할 당위적 절차라고 할 수 있다.

여기서 우리는 광역버스 입석문제 해소의 사회적 편익을 어떻게 측정해야 하는가라는 문제에 직면하게 된다. 도로·철도부문 사업의 예비타당성 조사에 익숙한 교통계획분야 전문가에게 있어서 광역버스 입석문제 해소의 사회적 편익측정은 쉽지 않은 과제이다.

본 연구는 광역버스 좌석제 정책의 편익측정방법론 개발을 목적으로 한다. 보다 구체적으로는 시장이 존재하지 않는 상품서비스, 이른바 ‘비시장재’의 편익측정방법론을 조사·비교해서 광역버스 입석문제 해소의 편익측정방법으로 활용이 가능한 또는 적절한 편익측정방법론을 탐색한다. 이어서 데이터 수집, 모형구축 및 검증, 편익계측, 결과해석 등을 수행함으로써 광역버스 입석문제 해소방안의 편익측정모형 또는 방법론의 논리적·실용적 타당성 및 활용가능성을 검증한다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

본 연구는 자동차전용도로 또는 고속도로를 운행하는 광역버스라고 하는 교통수단을 대상으로 차내혼잡도와 비용(또는 편익)과의 관계규명을 목적으로 하고 있다. 연구의 공간적 범위는 수도권으로 한정된다.

본 연구는 광역버스의 차내혼잡도를 분석대상으로 하고 있다. 따라서 도시형 시내버스나 지하철/전철의 차내혼잡도를 대상으로 본 연구결과물을 적용하는 것은 부적절하다.

2) 연구의 수행방법

본 연구는 기본적으로 ‘비시장재’의 가치측정방법을 활용해서 수도권지역 광역버스의 쾌적성 증대효과, 환언하면 수도권지역 광역버스의 입석문제 해소효과를 화폐가치로 측정하고자 한다. 따라서 연구의 출발점은 ‘비시장재’의 가치측정방법 중에서 수도권지역 광역버스의 쾌적성 증대효과를 화폐가치로 측정할 수 있는 적절한 방법론을 선정하는 것이다. 이를 위해서 ‘비시장재’의 가치측정방법론이 나열되고 비교·검토 및 전문가 자문 등의 과정을 거쳐 적절한 방법론이 선정될 것이다.

본 연구의 두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 선정된 ‘비시장재’의 가치측정방법을 활용해서 수도권지역 광역버스 차내혼잡도 완화의 가치(편익)를 측정하기 위한 분석의 틀을 구축하는 것이다. 첫 번째 단계에서 선정된 모형에 적합한 데이터의 형태, 조사방법론, 조사수량 등이 결정될 것이다.

세 번째 단계에서는 광역버스 차내혼잡도 완화의 가치(편익)를 측정하기 위한 모형의 추정 및 검정이 수행된다. 그리고 마지막으로 연구결과의 적정성을 평가하고 향후 연구과제를 도출하게 될 것이다. 결과적으로 본 연구의 수행방법 및 절차는 Figure 1과 같다.

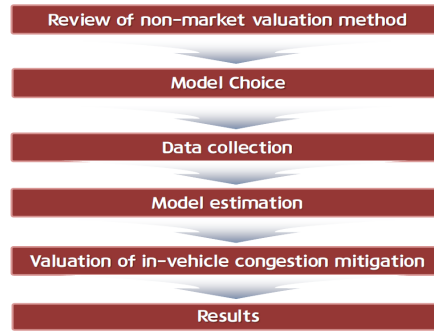


Figure 1. Procedures for studies

선행연구 고찰

1. 비시장재의 가치측정법¹⁾

비시장재의 가치를 측정하는 방법에는 사람들의 지불의사액을 직접 물어보는 방법, 상품이나 시장활동에 내포된 비시장재의 가치를 추출하는 방법, 개선에 소요되는 비용으로 추정하는 방법 등이 있다.

Table 1. Classification of non-market valuation method

	Category	Method of Non-Market Valuation
individual measurement method	Stated Preference	conjoint analysis travel cost method discrete choice analysis
	Revealed Preference	direct expenditure method travel cost method discrete choice analysis
composit measurement method	Stated Preference	contingent valuation method
	Revealed Preference	hedonic price method computable general equilibrium analysis

사람들의 지불의사액을 직접 물어보는 방법을 조건부 가치측정방법(가상가치평가법, Contingent Valuation Method, CVM)이라고 하며, 조사방식에 따라 경매법, 지불카드법, 양분선택형질문법으로 구분된다. 조건부 가치 측정법은 비시장재를 시장에서 사고 팔 수 있는 재화로 가정하고, 이 가상적 시장에서 응답자의 최대 지불의사액을 표명하게 함으로써 비시장재의 가치를 측정하는 방법이다.

상품이나 시장활동에 내재되어 있는 비시장재의 가치를 추출하는 방법에는 속성가격기법(Hedonic Price Technique), 여행비용법(Travel Cost Method, TCM), 회피비용법이 있다. 속성가격기법은 시장에서 거래되는 상품에 반영된 비시장재의 가치를 추정하는 방법이다. 다시 말해 특정상품의 가격에 내포되어 있는 가치를 추정하는 것이다. 예를 들면 깨끗한 환경의 가치가 땅값이나 집값에 포함되어 있다는 가정을 토대로 환경의 가치를 추정하는 방법이다. 여행비용법은 주로 국립공원과 같은 자연휴양시설의 가치를 평가하기 위해 사용되는 방법이다. 소비자들은 자신의 예산 및 시간 제약 하에서 여가시설을 방문하여 편익을 얻고자 하는데, 소비자들이 여가시설을 이용하기 위해 기꺼이 지불하는 여행비용으로 여가시설이 갖는 가치를 추정해내는 방법이다. 회피비용법은 시장에서 거래되는 상품과 비시장재의 질 사이의 대체관계를 이용하여 비시장재의 가치를 추정하는 방법이다. 사람들이 손실 또는

1) Oono(2000), 환경경제평가의 실무, 주식회사 케이소쇼보(經草書房); Ueda(1997), 환경경제학, 주식회사 이와나미 서점(岩波書店)의 내용을 발췌 정리하였음.

손해를 회피하기 위해 대체품에 얼마나 많이 지출하는가를 분석하여 비시장재의 가치를 간접적으로 추정한다. 비시장재의 가치측정법에 관한 문헌들의 대부분은 일관되게 조건부가치측정법의 활용을 권장하고 있다.

2. CVM을 이용한 비시장재의 가치측정 사례

Cho(2013)는 도로특성(도시부/지방부) 및 차량 밀도(차간거리)에 따른 이용자의 지불의사액을 CVM 방법 중 이중양분선택형(double-bounded dichotomous choice)질문법을 활용하여 조사하였으며, 설문조사 결과를 로짓 모형에 적용하여 운전쾌적성 가치를 도출하였다.

Kim(2011)은 비시장재의 가치 측정에 적합한 CVM 조사기법을 활용해서 주행쾌적성, 주민생활편익, 공사기간 중의 교통정체, 소음 등과 같은 비시장재의 가치를 화폐가치로 측정하였다. 측정 결과를 종래의 비용편익분석 결과에 반영하였을 때 당초의 B/C비율이 어떻게 변화되는지를 실증분석하였다.

KOTI(2008)는 철도 이용의 쾌적성을 정의하고, 설문조사를 통해 쾌적성 증대에 대한 지불의사액을 추정하였다. 부연하면 조건부 가치측정법 중 직접질문법을 통해 철도 차량 내부의 혼잡도 개선에 따른 통행자의 지불의사액을 조사하고 Tobit 모형을 기반으로 5개의 지불의사액 모형을 추정하였다.

Choi et al.(2008)은 도시철도 승객의 쾌적성에 영향을 미치는 요인들을 살펴보고, 차량 내 혼잡 완화 편익을 산출하였다. 직접질문법이 활용되었으며 Tobit 모형을 추정한 다음 혼잡도 완화에 따른 쾌적성 편익을 추정하였다.

Won(2008)은 국산 바이오디젤 원료를 보급하기에 앞서 국산 원료에 대해서 소비자들이 추가적인 가치를 가지고 있는지 분석하였다. 국산 바이오디젤의 비시장가치를 정량적으로 도출하기 위해 소비자들이 일반 경유에 비해 바이오디젤에 얼마만큼의 지불의사액(WTP)을 가지는지 추정하였다. 조건부가치측정법(CVM)과 컨조인트법(CJ)을 동시에 사용함으로써 진술선호법이 가지고 있는 가상성의 약점을 보완하고자 하였다.

Kwon et al.(2006)은 조건부가치측정법을 활용해서 자전거도로가 건설(해안선 자전거 일주 도로 건설의 예)됨으로써 발생하게 될 지역균형발전 및 자전거 이용활성화의 편익을 평가하였다.

Lee(2005)는 환경재를 평가하는 이산선택형 가상가치평가법을 이용하여 DMZ 생태관광자원의 보존가치를 측정하였다. 또한, DMZ 관광자원에 대한 외국인(특히 일본관광객)의 관심도가 증가함에 따라 외국인에 의한 DMZ 생태관광자원의 보존가치를 함께 평가하였으며, 이를 토대로 우리나라 국민과 외국인의 DMZ에 대한 경제적 가치를 비교분석하였다.

모형 구축

1. 모형 정립

본 연구에서는 종속변수에 제한이 있을 경우(영의 값들이 적지 않을 경우)에 널리 이용되는 Tobit 모형을 광역버스 차내혼잡도 완화에 대한 지불의사액 추정모형으로 선정하였다. Tobit 모형 또는 censored 회귀모형은 종속변수가 일정한 범위로 제한(censored)될 때 일치추정량(consistent estimator)을 얻기 위해 사용하는 모형이다. 가령, Kim(2012), Gu et al.(2008), Han et al.(2009), Oh et al.(2002) 등은 비음의 종속변수를 추정하기 위해 Tobit모형을 활용하였다.

$$Y_i^* = \beta_1 + \beta_2 X_i + \dots + \epsilon_i \quad (1)$$

$$Y_i = \begin{cases} Y_i^* & \text{if } Y_i^* > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

where, Y_i^* : 잠재적인(latent) 종속변수
 Y_i : 관측되는 종속변수
 X_i : 설명변수
 β_i : 파라메타
 ϵ_i : 오차항

통상적으로 회귀모형은 최소자승법을 사용해서 파라메타(β_i)의 값을 추정한다. 그러나 추가 지불의사액은 영(0) 이상에서만 관측 가능하기 때문에 최소자승법으로 추정하면 $E(\epsilon_i) \neq 0$ 이 된다.²⁾

따라서 Tobit 모형에서는 최우추정법(Maximum Likelihood Method)을 적용하여 일치추정량(consistent estimator, β_i)을 추정하며, 전체 표본에 대한 우도함수 (Likelihood function)는 Equation(3)과 같다.

$$L_t = \Pi_0 [1 - \Phi(\beta_i X_i' / \sigma)] \cdot \Pi_1 \sigma^{-1} \phi[(Y_i - \beta_i X_i') / \sigma] \tag{3}$$

where, L_t : Tobit 모형의 우도함수
 Π_0 : $Y_i^* \leq 0$ 인 관측치들의 곱을 의미
 Π_1 : $Y_i^* > 0$ 인 관측치들의 곱을 의미
 Φ : 표준화된 정규분포의 분포함수
 ϕ : 표준화된 정규분포의 확률밀도함수

2. 모형의 추정 및 검정

1) 기초통계량 분석

조사는 2015년 7월 9일부터 8월 18일까지 첨두시간대에 광역버스정류소에서 1,000명을 대상으로 수행되었으며, 검수를 통해 무응답 등을 제외한 992부가 유효표본으로 선정되었다. 성별, 연령대별, 직업군별 분포를 토대로 조사표본이 비교적 랜덤하게 추출되었다는 점을 확인할 수 있다.

Table 2. Frequency analysis

Category		Frequency (Persons)	Category		Frequency (Persons)	
Gender	Male	468	Ages	12-19	15	
	Female	524		20-29	401	
	Total	992		30-39	257	
Car	own(personally)	362		40-49	165	
	no	630		50-59	117	
	Total	992		60~	37	
Income (monthly, personally)	less than 1 million Won	145		Total	992	
	between 1 million Won and 2 million Won	196		Occupation	full-time	519
	between 2 million Won and 3 million Won	239			part-time	39
	between 3 million Won and 4 million Won	142	self-employed		114	
	between 4 million Won and 5 million Won	78	un-employed		36	
	more than 5 million Won	47	Student		234	
	Non	145	homemaker		45	
	Total	992	retired		5	
			Total		992	

2) Ameniya T.(1981), Qualitative Response Models : A Survey, *Jour. of Economic Literature*, 19, 1483-1536.

Table 2. Frequency analysis (continued)

Category		Frequency (Persons)	Category		Frequency (Persons)
Trip Purpose	to/from work	546	in-vehicle time	less than 20 min.	53
	work-related business	78		between 20 min. and 30 min.	157
	to/from school	128		between 30 min. and 40 min.	304
	shopping	16		between 40 min. and 50 min.	260
	leisure	113		between 50 min. and 60 min.	151
	attendance related business	11		more than 60 min.	67
	meeting/visit	79		Total	992
	ect.	21		Intercity bus vacancy(A)	157
	Total	992		In-vehicle congestion available-seats(B)	508
		level	standing-seats-only(C)	327	
			Total	992	

note) in-vehicle congestion level : vacancy(A) – most of the seats are unoccupied
 available-seats (B) – most of the seats are occupied
 standing-seats-only (C) – all seats are occupied with some standing passgers

2) 모형의 추정

본 연구에서는 광역버스의 혼잡완화 형태로서 입석상태(C)에서 만석상태(B)로, 입석상태(C)에서 자유좌석상태(A)로 그리고 만석상태(B)에서 자유좌석상태(A)로 완화되는 3가지 경우를 상정하고 그에 상응하는 추가지불금액을 조사해서 Tobit 모형의 종속변수로 설정하였다. 설명변수로는 통행목적(purpose)³⁾, 광역버스 이용시 차내혼잡도 (congestion)⁴⁾, 연령 (age)⁵⁾, 월 평균 개인소득 (income)⁶⁾을 활용하였다. 이는 광역버스 이용시 경험하게 되는 광역버스의 혼잡도가 높을수록, 연령 또는 소득수준이 높을수록 추가지불의사액이 높을 것이라는 가정에 근거하고 있다.

3) 모형의 검정

통행목적(출퇴근)과 광역버스 이용시 차내혼잡도 사이에는 높은 상관관계가 있는 것으로 분석되었으며, 소득수준과 연령 사이에도 높은 상관관계가 발견되었다. 따라서 다중공선성 문제가 발생하지 않도록 소득수준과 연령, 광역버스 이용시 차내혼잡도와 통행목적은 동일한 모형의 설명변수로 활용되지 않도록 하였다. Table 4는 입석상태(C)에서 좌석상태(B)로 완화되는 경우의 지불의사액(원)을 설명변수로 한 토빗모형의 추정결과이다.

추정된 네 개의 모형에서 연령과 소득수준은 95%의 신뢰구간에서 유의한 설명변수로 판정된 반면 통행목적과 광역버스 이용시 차내혼잡도는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 판정되었다. 한편 모형의 전반적 적합도는 모형 1 과 모형 3이 모형 2 및 모형 4에 비해서 높은 것으로 분석되었다. 유의수준과 t-값을 기준으로 혼잡상태와 연령 혹은 소득을 독립변수로 한 모형 중, 혼잡상태와 연령을 독립변수로 한 모형 3이 가장 적절한 것으로 판단된다. 모형 3의 광역버스 이용 시 ‘차내혼잡도(Congestion)’ 변수는 통상적으로 적용되는 95%의 신뢰구간을 적용해서 검정할 경우 유의하지 않은 변수로 판정되지만 추정된 계수의 부호가 논리적 추론에 부합되고 신뢰구간을 80%로 완화할 경우 통계적 검정을 통과할 수 있다는 점, 차내혼잡도 변수를 모형에서 배제할 경우 연령만이 유일한 설명변수로 남아 차내혼잡도의 효과(55.24) 대부분이 절편에 반영될 것이라는 점을 감안해서 설명변수로 남겨두도록 한다.

3) 통행목적이 출퇴근통행이면 1, 그 외의 경우에는 0으로 입력함.
 4) 차내혼잡도는 A, B, C의 다중변수의 형태로 조사하였으며 모든 상황을 묘사하기 위해서는 2개의 더미변수를 도입해야하지만, 본 연구에서는 A와 B상태 간 지불의사액에 차이가 없을 것이라는 가정 하에 하나의 더미변수(차내혼잡도)만을 도입함(입석상태이면 1, 그 외의 경우에는 0으로 입력함).
 5) 상한과 하한이 정의된 경우에는 중앙값(가령 20대는 25)을, 상한이 정의되지 않은 경우에는 하한값(60세 이상은 60)을 입력함.
 6) 상한과 하한이 정의된 경우에는 중앙값(가령 200-300만원은 250)을, 상한이 정의되지 않은 경우에는 하한값(500만 원 이상은 500)을 입력함.

Table 3. Estimation results on tobit model

	Category	Coefficient	Standardized Variation	t-value	Pr > t
Model 1	Intercept	196.25	64.78	3.03	0.002
	Ages	3.52	1.62	2.17	0.030
	Trip Purpose	15.15	38.95	0.39	0.697
	Goodness of fit	579.96	18.17	31.92	<0.0001
Model 2	Intercept	210.68	35.70	5.90	<0.0001
	Income	0.73	0.13	5.61	<0.0001
	Trip Purpose	-55.88	40.47	-1.38	0.167
	Goodness of fit	570.03	17.85	31.94	<0.0001
Model 3	Intercept	180.41	64.25	2.81	0.005
	Ages	3.68	1.62	2.27	0.023
	Congestion	55.24	41.08	1.34	0.179
	Goodness of fit	579.62	18.16	31.92	<0.0001
Model 4	Intercept	177.56	35.67	4.98	<0.0001
	Income	0.67	0.12	5.43	<0.0001
	Congestion	43.98	40.41	1.09	0.276
	Goodness of fit	570.87	17.87	31.94	<0.0001

Note) Trip purpose : to/from work

광역버스 차내혼잡도 완화효과 분석

1. 효과분석 방법론 정립

1) 모형의 해석

본 연구에서는 광역버스의 차내혼잡도 완화에 대한 추가지불의사액을 설문하고 모형으로 구축하였다. 설문조사에서는 추가요금지불의 댓가로 혼잡도 완화만을 제시했을 뿐 피조사자 본인이 입석상태에서 좌석상태로 전환됨을 제시하지 않았다. 이는 모형의 해석과 차내혼잡도 완화효과의 측정에 있어서 매우 중요한 부분이다. 즉, 광역버스 차내혼잡도 완화의 편익이 입석승객에게서만 발생하는 것이 아니라 차내 승객 모두에게서 발생하는 것을 의미한다.

이와 같은 모형해석에 이의를 제기할 수도 있을 것이다. 매일 매일 좌석이 보장된 기점 부근에서 탑승하는 승객은 혼잡도 완화에 따른 직접적 손해가 발생하지 않지만 매일 매일 입석이 불가피한 하류부 정류장에서 탑승하는 승객은 혼잡도 완화의 수혜를 받기 때문에 둘을 구분해야 한다는 주장이 가능하기 때문이다. 그러나 설문조사는 입석상태에서 좌석상태로 전환될 경우에 추가적으로 지불할 금액을 묻지 않고 단지 높은 혼잡도에서 낮은 혼잡도로 전환될 경우에 추가적으로 지불할 요금을 묻고 있다. 이는 결과적으로 승객들에게 입석 상태로 이용할 확률이 0보다 큰 버스와 입석 상태로 이용할 확률이 0인 버스간 적정 요금차이를 설문한 것으로 해석되어야 하며 따라서 혼잡도 완화의 편익은 입석버스를 이용하는 모든 이용자에게서 발생하는 것으로 해석하는 것이 합리적이다.

2) 효과분석 방법론

수도권지역을 운행하는 대부분의 광역버스는 출퇴근시간대에 입석인 상태로 승객들을 수송하고 있다. 본 연구를 통해서 수도권지역 광역버스 이용자들은 광역버스의 차내혼잡도 완화에 대해서 추가적으로 요금을 지불할 의사를 갖고 있으며 따라서 광역버스의 입석문제를 해소하면 출퇴근시간대 광역버스 이용자의 편익은 추가지불의사액만큼 발생하는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 광역버스 차내혼잡도 완화편익은 Equation(3)으로 정의된다.

$$B = \sum_j \sum_k \delta_{j,k} \times t_{j,k} \times W \tag{3}$$

where, B : 광역버스 차내혼잡도 완화 편익(원)
 $t_{j,k}$: 노선 j의 k번째 배차된 차량의 최대 재차인원(인)
 $\delta_{j,k}$: 노선 j의 k번째 배차된 차량이 입석상태면 1, 그렇지 않으면 0
 W : 광역버스 차내혼잡도 완화에 대한 추가지불의사금액(원/인)

3) 지불의사액(W)의 산정

수도권지역을 운행하는 대부분의 광역버스는 출퇴근시간대에 입석인 상태로 운행하고 있으며 이러한 입석상태를 좌석상태로 전환하기 위해 국토부와 수도권 3개 광역자치단체는 2014년 7월 광역버스 좌석제를 추진하였다. 본 연구에서는 광역버스 좌석제의 경제적 편익으로서 입석상태의 광역버스와 좌석상태의 광역버스에 대한 적절한 요금격차를 분석하였으며 Table 4의 모형 3을 토대로 산정한 지불의사액은 Equation(4)와 같다.

$$W_{age-입석} = 180.41 + 3.68 \times 35.8 + 55.2 = 367.354 \text{원} \tag{4}$$

where, 35.8 : 광역버스 이용승객의 평균연령

Choi et al.(2008)은 지하철 차내혼잡도 완화에 대한 평균 지불의사액으로 3.2원/분을 제시하고 있다. 광역버스의 평균탑승시간이 60분 이상이라는 점, 광역버스 요금이 지하철 요금의 2배 수준이라는 점을 감안하면 광역버스 차내혼잡도 완화에 대한 지불의사액의 추정치는 적절한 것으로 판단된다.

2. 광역버스 차내혼잡도 완화효과 분석

1) 경기도 광역버스 공급현황

경기도에는 2015년 7월 현재 181개 노선에 2,455대의 광역버스(광역급행형+직행좌석형)가 운행중이며, 이 중 90%인 163개 노선(2,221대)이 서울시를 유출입하고 있다.

Table 4. Current status of bus services(2015.7)

category	Total	Intercity Express	Express Seated	Seated	General	Jikhaeng Jwaseok
Total						
Num. of Routes	2,098	22	159	37	1,880	159
Num. of Vehicles	10,640	340	2,115	419	7,766	2,115
In Gyeonggi Province						
Num. of Routes	1,736	-	14	23	1,699	14
Num. of Vehicles	5,278	-	200	206	4,872	200
Gyeonggi↔Seoul						
Num. of Routes	347	22	141	14	170	141
Num. of Vehicles	5,134	340	1,881	213	2,700	1,881
Gyeonggi↔Incheon						
Num. of Routes	15	-	4	-	11	4
Num. of Vehicles	228	-	34	-	194	34

2) 경기도 광역버스 이용현황

대중교통 카드데이터를 이용해서 분석한 결과, 하루 이용객의 5.6%인 32,387명이 입석으로 이용하고 있다. 특히 오전 첨두시 서울방면 운행버스의 50.8%가 입석으로 운행되고 있다.

Table 5. Current status of intercity bus passengers (2015.3.18.)

(unit: person, time)

Category		To Seoul	From Seoul	Total
Daily	Num. of Passengers	338,396	240,725	579,121
	Num. of Standees	18,119	14,268	32,387
	Ratio of Standees	5.4%	5.9%	5.6%
	Services Frequency	11,945	11,836	23,781
	Service Frequency with Standees	1,770	1,597	3,367
	Service Frequency Ratio with Standees	14.8%	13.5%	14.2%
Morning Peak	Num. of Passengers	113,655	83,114	-
	Num. of Standees	14,149	7,214	-
	Ratio of Standees	12.4%	8.7%	-
	Services Frequency	2,448	2,851	-
	Service Frequency with Standees	1,244	854	-
	Service Frequency Ratio with Standees	50.8%	30.0%	-

Note) Gyeonggi province government (2015.3.18. Results of EBCard data analysis)

3) 첨두시간대 광역버스 입석 발생 현황

경기도 광역버스의 입석 발생 현황 분석 결과 오전첨두시 입석버스 탑승률은 56.1%, 오후첨두시 입석버스 탑승률은 49.8%로 나타났으며, 첨두시 일일 약 105천명이 입석버스에 탑승하는 것으로 나타났다. 이외에도 비첨두시 입석버스 탑승자수까지 반영하면 매일 약 167천명이 입석버스에 탑승하는 것으로 나타났다.

Table 6. Current status of intercity bus with standing passenger

(unit: person, time)

Category	Service Frequency	Service Frequency with Standee	Service Frequency with no-standee	Passengers	Passengers in bus with standee	Passenger ratio in bus with standee
Daily	23,781	3,367	20,414	579,121	166,948	28.8%
Morning Peak(06-09)	2,448	1,244	1,204	113,655	63,809	56.1%
Afternoon Peak(18-21)	2,851	854	1,997	83,114	41,396	49.8%
off-Peak	18,482	1,269	17,213	382,352	61,743	16.1%

Note) Gyeonggi province government (2015.3.18. Results of EBCard data analysis)

4) 광역버스 좌석제의 경제적 편익 산정

광역버스 차내혼잡도 완화에 대한 추가지불의사액을 경기도가 인가한 광역버스 이용실태에 적용하여 광역버스 좌석제의 경제적 편익을 산출하였다. 연간 편익은 240일을 기준으로 산정된 금액이다.

좌석제 시행에 따른 경제적 편익은 1년 기준 약 147억 원으로, 이중 첨두시에 대한 경제적 편익은 93억 원이고 비첨두시에 대한 경제적 편익은 54억 원으로 추정되었다.

Table 7. Benefit of intercity bus adopted 'no standing' rule (divided with peak/unpeak)

(unit: Million Won)

category	Passengers with standee	Daily benefit	Annual Benefit ¹⁾	Description
morning Peak(06-09)	63,809	23.44	5,626	congested
Afternoon Peak(18-21)	41,396	15.21	3,650	congested
Sum	105,205	38.65	9,276	congested
Off-peak	61,743	22.68	5,444	un-congested

¹⁾Annual benefit = Daily benefit × 240(weekdays)

연구성과 종합 및 향후 연구과제 도출

1. 연구성과 종합

본 연구는 2014년 국토교통부와 수도권지역의 3개 광역자치단체가 추진한 광역버스 좌석제의 시행효과를 계량하기 위한 목적으로 추진되었다. '광역버스 좌석제'는 본 연구에서는 광역버스의 차내혼잡도 완화로 표현되었으며 설문조사에서는 입석상태(현황)와 좌석상태(좌석제)로 표현되었다.

기존 연구성과 고찰을 통해서 광역버스 차내혼잡도 완화의 경제적 효과측정방법론이 연구되어 있지 않음을 확인하였다. 또한 환경경제학 분야의 연구성과를 고찰함으로써 광역버스 차내혼잡도와 같은 비시장재의 효과측정방법으로서 조건부가치측정법 (Contingent Valuation Method, CVM)이 가장 유용한 방법론으로 자리잡고 있음을 확인하였다. 본 연구에서도 환경경제학분야의 연구성과를 토대로 조건부가치측정법을 활용해서 광역버스 차내혼잡도 완화의 경제적 효과를 측정하였다.

비음 값을 갖는 종속변수의 특징 등을 고려해서 토빗모형을 광역버스 차내혼잡도 완화효과의 측정모형으로 선정하였으며 파일럿 조사를 통해서 조사과정에서 발생할 수 있는 문제점을 진단, 본조사에서는 그러한 문제점이 반복되지 않도록 주의하였다.

본 연구에서는 수도권지역의 광역버스 운행현황 및 이용현황을 조사하였으며 광역버스 좌석제의 편익을 향유할 이용자가 1일 약 167천명 정도임을 확인하였다(경기도 인가 광역버스 기준으로 서울 및 인천시 인가 광역버스 이용자는 배제된 수치임). 또한 광역버스 차내혼잡도 완하시 약 367원 정도의 추가지불의사가 있음을 추정된 모형을 통해서 확인함에 따라 광역버스 좌석제 추진시 1일 약 61백만 원, 연간 약 147억 원의 편익이 발생하는 것으로 추정되었다.

2. 향후 연구과제 도출

본 연구는 비시장재의 가치측정방법론으로서 환경경제학 분야에서 발전되어 온 조건부가치측정법을 활용해서 광역버스 차내혼잡도 완화의 경제적 가치측정을 시도하였다. 조건부가치측정법에 대한 설명에서 언급한 바와 같이 조건부가치측정법은 가상적 상황에 대한 소비자의 선택결과로부터 비시장재의 가치를 측정하기 때문에 결과적으로 현실적 상황에서 도출된 결과로부터의 괴리라고 하는 구조적 한계를 안고 있다. 본 연구성과물 역시 이른바 SP bias가 내재되어 있으며 어느 정도 편익되어 있는지 확인할 수 없는 구조적 문제가 있다. 더욱이 이러한 문제점은 수요함수를 확인할 수 없는 비시장재의 수요함수를 추정해야 하는 과제에 있어서는 피할 수 없는 구조적 문제라는 점에서 추가적인 연구를 통해서 해결할 수 있는 문제도 아니다.

한편, 본 연구에서는 경기도 인가 광역버스만을 대상으로 광역버스 좌석제 시행의 편익을 계측하였다. 수도권지역에는 경기도 외에도 서울시와 인천시가 인가한 광역버스도 운행하고 있기 때문에 광역버스 좌석제의 시행효과 중 일부는 누락되어 있다. 광역버스 차내혼잡도가 완화되면 광역버스 이용편익이 증대되므로 승용차 또는 전철/지하철과 같은 경쟁관계의 교통수단으로부터 광역버스로의 수요전환이 유발되고 결과적으로 추가적 편익이 발생하지만 이 효과 역시 반영하지 못하였다. 광역버스 좌석제를 정착시키기 위해서는 광역버스의 용량증대가 불가피하다. 광역버스 용량을 증대하는 방법으로 배차간격을 단축하는 방법(증차)과 차량당 용량을 증대하는 방법(2층버스 도입)이 활용될 수 있다. 배차간격을 단축시키는 대안을 활용할 경우 정류장 대기시간 단축이라고 하는 추가적 편익 역시 발생하지만 반영하지 않았다.

조건부가치측정법은 환경경제학 분야에서 발달되어 왔지만 최근 들어 환경경제학자 가운데 일부는 교통계획분야에서 발전되어온 로짓모형에 주목하고 있다. 대표적 환경경제학자인 오오노 에이치(大野榮治)마저 그의 저서에서 비시장재의 가치측정법으로서 조건부가치측정법 보다 로짓모형이 더욱 유용한 것 아닌가 하는 질문을 던지고 있다. 따라서 로짓모형을 활용해서 광역버스 좌석제의 시행효과를 측정할 수 있을 것으로 판단된다. 추가적 연구가 필요한 부분이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the Gyeonggi Research Institute.

알림: 본 논문은 경기연구원의 보고서를 바탕으로 대한교통학회 제73회 학술발표회(2015.10.16)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

REFERENCES

- Ameniya T. (1981), Qualitative Response Models: A Survey, *Jour. of Economic Literature*, 19, 1483-1536.
- Cheon I. H. (1998), *Theory and Policy of Environmental Economics*.
- Cho H. S. (2013), A Study on the Benefit of Driving Amenity Based on Highway Density, *J. Korean Soc. Transp.*, 31(5), Korean Society of Transportation, 48-59.
- Choi Y. E. (2008), *The Valuation of Crowding Relief in Heavy Rail Transit*, Graduated School of Environmental Studies Seoul National University.
- Choi Y. E., Kim S. S., Lee C. J., Kim M. S. (2008), *The Valuation of Passenger Comfort Benefits in Urban Railroads*, 2008 Spring Conference of the Korean Society for Railway.
- Gu S. J. (2008), Analyzing the Determinants of the Wireless Internet Consumption Expenditure, *Journal of Industrial Economics and Business*, 21(3).
- Han B. S., Jang H. H. (2009), An Empirical Study on the Determinants of Cargo Volumes in Flow into Major Korean Ports Based on the Cluster Theory, *Korea Logistics Review*, 19(3).
- Heo J. W. (2005), Estimation of the Economics Value of Non-market Tourist Attractions Using CVM: The Case of Information Bias in Open-Ended Question Formats, *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 19(3).
- Jeon S. M. (2009), *A Study on the Improvement of Value Assessment Method of Railway*, Seoul National University of Science and Technology: Graduate School of Railway, Master of Engineering.
- Jeon S. M., Sung D. Y., Go D. C., Park Y. G. (2008), *A Study of Reasonable Improvement of Economical Value Assessment Method of Railway*, 2008 Fall Conference of the Korean Society for Railway.
- Jeoung B. D., Park J. W., Kim G. C. (1999), *Review of Railway Projects Evaluation Methodologies considering the Benefit Incidence*, 1999 Fall Conference of the Korean Society for Railway.
- Kang P. N., Choi S. Y. (2008), *A Study on the Dwelling Preference Decision Using Conjoint Analysis The Case of Residents in Mokpocity as Small and Medium-Sized Cities*, *Journal of Residential Environmental Institute of Korea*, 6(1).
- Kim G. T., Lee J. S., Park B. H. (2010), Estimation of the Optimum Number of Rail Cars to Increase the Benefit, *International journal of railway*, 13(3).
- Kim H. G. (2012), *An Analysis on Determinants of Expenditures Visit to 2012 WACS Congress Dae-Jeon by Using a Tobit Model*, *Journal Of KRDA*, 2(2).
- Kim K. S. (2009), *A Study on Valuation Measurement of Non-market Goods: Focusing on the Bid Design of Double-bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation Method(CVM)*, KDI.
- Kim S. Y. (2011), *A Study on the Extended Cost/Benefit Analysis of the Road Projects Using Contingent Valuation Method*, Kwangwoon University, Ph.D.
- Kim Y. Y. (2014), *A Study on Application of New Benefit for Economics Improvement of Railroad Construction Projects*, Woosong University, Master of Engineering.

- KOTI (2006), A Study on Socioeconomic Valuation for Railway.
- KOTI (2008), A Study on Standard Guidelines for Pre-feasibility Study on Railway Projects.
- KOTI (2009), Research for Revising the Evaluation Criteria of Socio-Economic Values in the Transportation Sector.
- Kwon O. S. (2005), Environmental Economics.
- Kwon Y. S., Lee J. G., Shon Y. T. (2006), Study for Benefit Calculation of Bicycle Roadway Construction Using Contingent Valuation Method, *Journal of Civil Engineering*, 26(6D).
- Lee C. K. (2005), Valuation of Eco-tourism Resources for DMZ Using a Contingent Valuation Method: International Comparison of Values, *Journal of KASTLE*, 17(4).
- Lee J. J. (2010), Environmental Economics.
- Lee J. J. (2011), Comprehension of Environmental Economics.
- Nam D. H., Heo H. M., Lee J. S. (2012), Environmental Benefit Analysis for Railroad-related Projects, *Journal of The Korean Society For Railway*, 15(2).
- Nam D. H., Lee J. S., Min B. Y. (2011), Current Methodologies for Environmental Impact Studies of Railroad-related Projects, 2011 Spring Conference of the Korean Society for Railway.
- Nick Hanley, Clive L. Spash (1994), Cost-Benefit analysis and the Environment.
- No B. K., Jin H. G., Kim S. (2010), An Improved Methodology for the (Preliminary) Feasibility Study in Railroad Project, 2010 Fall Conference of the Korean Society for Railway.
- Oh M. Y., Kim S. S., Kim M. J. (2002), Analyzing Efficiency in the Seoul's Urban Bus Industry Using Data Envelopment Analysis, *J. Korean Soc. Transp.*, 20(2), Korean Society of Transportation, 59-68.
- Oono E. (大野榮治, 2000), Environment of Economic Assessment business.
- Park B. E., Jang B. H., Han S. W., Kim D. G., Park G. H. (2006), A Study of the Benefit Cost of The Railway Noise, 2006 Spring Conference Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering.
- Park E. T. (2011), Economic Dictionary.
- Park J. H. (2000), Environmental Economics.
- Pyo S. H. (2012), The Comparative Study of Public Library Valuation Using CVM: Case of the Payment Vehicles, *Journal of the Korean Society for Information Management*, 29(2).
- Robert Dorfman, Nancy S. Dorfman (1993), Economics of the Environment.
- Seo S. B. (2006), A Discussion of Comfort in Railway, *Railway Journal*, 9(3).
- Seo S. B. (2013), A Study of Comfort Assessment such as Ride Comfort, Waiting Comfort and Travel Sickness in Railway, *Railway Journal*, 16(4).
- Shin H. S., Cho H. W., Kim J. M., Lee W. T. (2009), A Study on the Alternatives for Realization of Benefit Cost Analysis in Railway Projects - More Focused on Benefits for the Value of Travel Time, 2009 Fall Conference of the Korean Society for Railway.
- Ueda K. (植田和弘, 1997), Environmental Economics.
- Won D. H. (2008), A Study on Non-Market Value of Bio-Fuels, KEEL.
- Yang J. K., Kim K., Woon D. H., Park D. J. (2011), A Study on the Calculating and Improving Railway Logistics Benefit Items, *Korea Logistics Review*, 21(1).
- You S. Y., Lee S. J., Park J. H. (2007), A Risk Assessment of Rail Using a Reliability Benefit Measure, 2007 The 56th Proceedings of the KOR-KST Conference.