

Ordered Probit 모형을 이용한 택시 서비스 만족도 분석 (인천광역시를 중심으로)



한종학



김재경

I. 서론

인천광역시 택시운송사업은 개인교통수단의 증가, 택시기사처우개선 미흡, 택시 서비스수준 개선 미흡 등으로 택시영업율¹⁾이 적정수준이하로 지속되고 있으며, 이러한 가운데 택시 신규면허공급²⁾이 지난 수년간 추진되는 등 택시산업전반의 악순환이 지속되어 왔다. 이에 대한 대책으로 인천광역시는 2002년 택시요금지불다양화 정책의 일환으로 택시 교통카드할인제 및 운전자 장려금 지원제 시행, 2009년 전 차량 신형단말기 교체와 법인택시 2,500대로 구성된 브랜드택시(인천콜)를 도입하는 등 택시이용서비스 개선 및 운전자처우개선을 통한 택시수요증대노력을 펴하고 있다.

택시산업전반의 악순환의 문제를 해결하기 위한

방안으로 택시수급불균형의 극복을 위해서는 적절한 택시공급량의 결정도 중요하지만 택시수요를 향상시킬 수 있는 서비스 개선노력도 필요하다. 이러한 관점에서 볼 때, 택시 수요를 향상시키기 위해서

〈표 1〉 택시이용서비스 전체만족도 및 세부 만족도항목

종속변수	독립변수
택시서비스에 대한 전체 만족도	① 운전기사의 친절도
	② 운전기사의 지리숙지도
	③ 운전기사의 안전운전
	④ 차내 청결도
	⑤ 카드결제
	⑥ 택시 요금 수준
	⑦ 차량의 승차감
	⑧ 콜서비스
	⑨ 대기시간 및 이용수월
	⑩ 통행시간의 정시성

한종학 : 인천발전연구원 도시교통연구실, jhhan71@idi.re.kr, 직장전화:032-260-2655, 직장팩스:032-260-2659

김재경 : 인천발전연구원 도시교통연구실, jkkim04@idi.re.kr, 직장전화:032-260-2745, 직장팩스:032-260-2659

1) 인천광역시의 전액관리제 지도·점검조사에 의한 택시 영업율(실차율) 추이를 살펴보면 일반택시의 실차율이 2005년 44.5%, 2007년 44.0%, 2009년 43.1%로 감소하고 있으며, 택시운행기록조사자료에 의한 택시 실차율 추이 역시 2005년 49.6%, 2007년 49.5%, 2009년 43.7%로 감소하는 추세를 보이고 있다. 실차율의 꾸준한 감소는 이용객의 수요와 택시 공급 수준의 불균형으로 인한 결과라고 볼 수 있다.

2) 인천광역시의 최근 10년간 택시공급추이를 살펴보면, 매년 평균적으로 284.1대를 공급한 것으로 나타난 반면 면허취소는 평균 20.6대로 나타나 꾸준히 택시공급이 증가한 것을 알 수 있다.

는 현재의 택시 서비스에 대한 이용자의 만족도수준이 어떠한지, 어떤 부문에서 이용시민들의 만족도를 더 느낄 수 있는지에 대한 관심이 필요하다.

이 연구에서는 <표 1>과 같이 택시서비스 만족도에 영향을 주는 변수 10가지를 선정하여 Ordered Probit(순서형 프로빗) 모형을 적용하여 택시 이용자의 택시서비스에 대한 전반적인 만족도에 가장 영향을 주는 택시서비스 항목이 무엇인가를 밝혀내고 의미를 해석하는데 목적이 있다.

II. 자료조사 및 설문결과

1. 자료조사

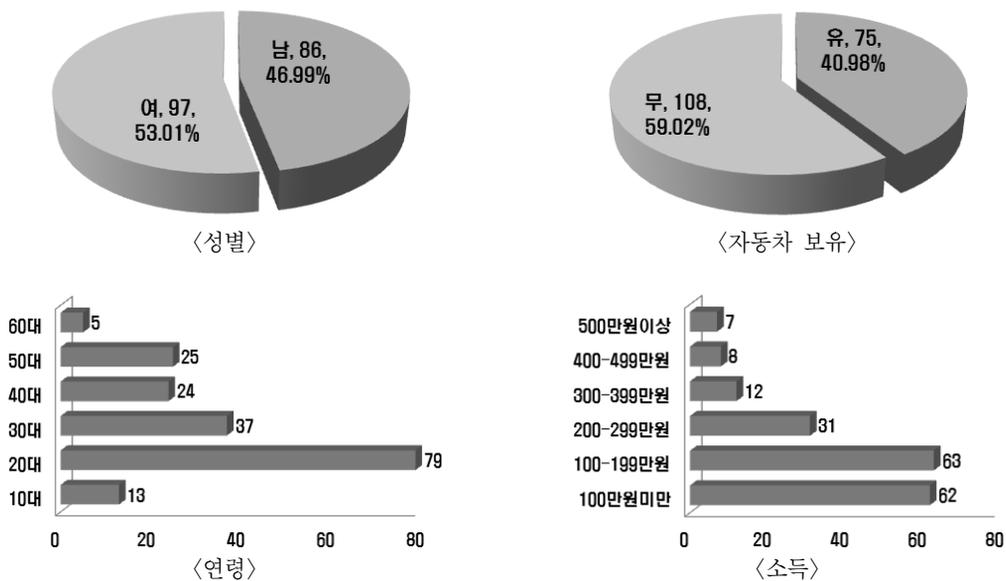
이 연구는 인천광역시(강화군, 옹진군 제외)를 대상으로 하고 있다. 2009년 7월 30일부터 2009년 8월 5일까지 인천시내 각 구청 및 시청 민원실에서 최근 일주일 이내에 택시를 이용한 적이 있는 사람을 대상으로 택시 서비스에 대한 전반적인 만족도 및 세부항목별 만족도에 대해 조사를 실시하여 총 183부의 설문자료를 회수하여 분석 자료로 활용하였다.

세부항목은 운전기사의 친절도에 대한 만족도, 운전기사의 지리숙지도에 대한 만족도, 운전기사의 안전운전에 대한 만족도, 차내 청결도에 대한 만족도, 카드결제에 대한 만족도, 택시 요금 수준에 대한 만족도, 차량의 승차감에 대한 만족도, 콜 서비스에 대한 만족도, 대기시간 및 이용수월에 대한 만족도, 통행시간의 정시성에 대한 만족도로 10가지 항목이다.

2. 택시이용자 개인속성 및 이용특성

인천광역시 택시이용자의 만족도 조사 설문지의 표본수는 총 183명으로 95% 신뢰수준에 추정오차 $\pm 7.25\%$ 이다.

인천광역시 택시이용자의 개인속성은 <그림 1>과 같이 나타났다. 설문 응답자 총 183명 중 여성이 53.01%, 남성이 46.99%를 차지하였으며, 연령별로 살펴보면 20대가 전체의 43.17%로 가장 많았으며 30대가 20.22%, 40대와 50대가 각각 약 13%로 조사되어 전체 응답자의 90% 이상이 20대~50대인 것으로 나타났다. 응답자 중 자동차 보유자는 40.98%, 미보유자는 59.02%로 조



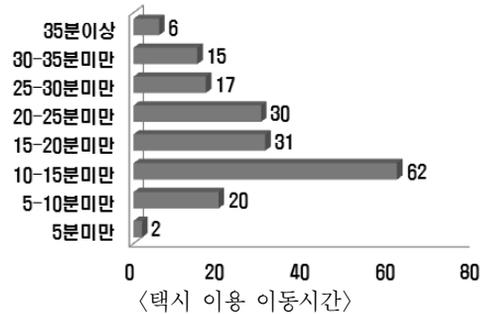
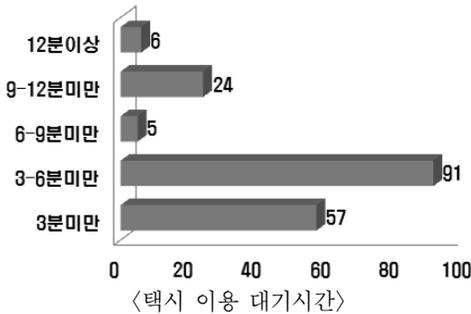
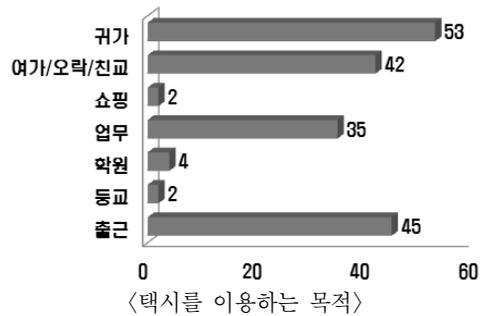
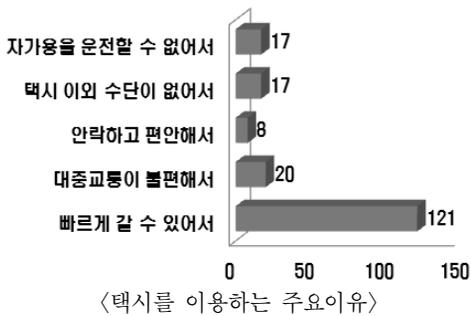
〈그림 1〉 택시이용자들의 개인속성

사되었고, 소득의 경우 전체의 약 85%가 300만원미만인 것으로 나타났다.

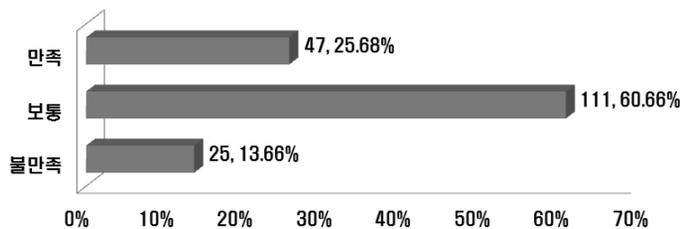
택시이용특성의 경우 <그림 2>와 같이 나타났고, 그 결과를 살펴보면 이용자들이 택시를 이용하는 주요 이유는 택시의 신속성 때문인 것으로 조사되었으며, 택시를 이용하는 목적은 귀가, 출근, 여가/오락/친교, 업무 순으로 나타났다. 택시를 이용하기 위한 대기시간은 3-6분이 약 50%, 3분미만이 약 31%로 약 81%의 이용자가 택시를 대기하는 시간이 6분미만인 것으로 조사되었다. 택시를 이용할 때 이동시간을 조사한 결과 10-15분미만 이동하는 경우가 전체의 약 34%로 가장 많았다.

3. 택시이용자 서비스 만족도

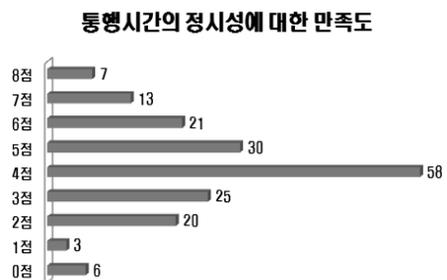
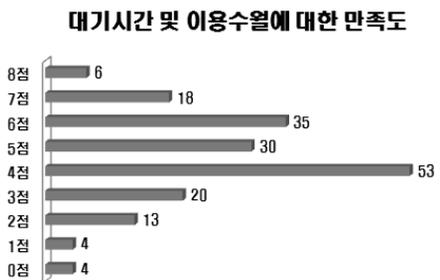
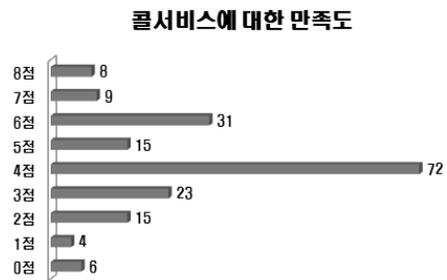
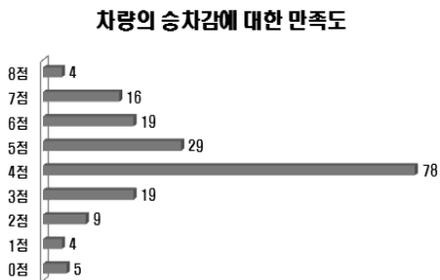
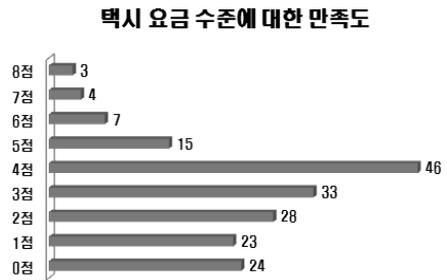
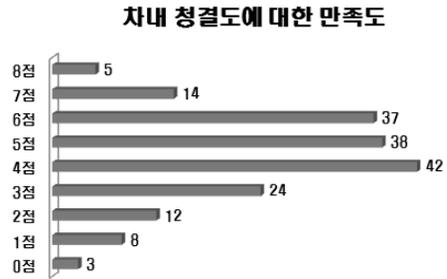
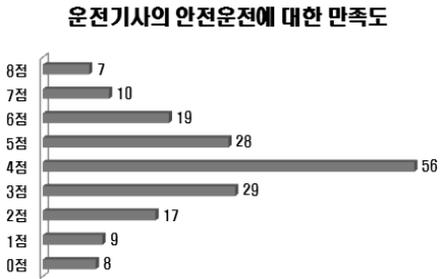
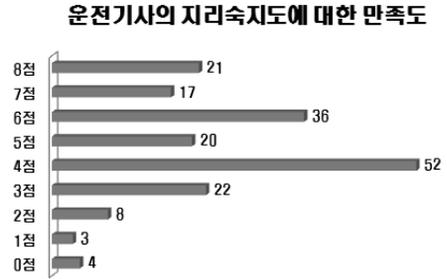
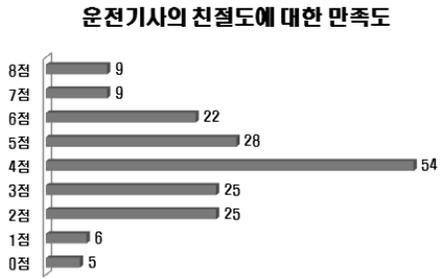
택시서비스에 대한 전체적인 만족도는 25.68%가 만족, 60.66%가 보통, 13.66%가 불만족이라 응답하여, 전반적으로 만족이 불만족보다 다소 높았다. 서비스항목별 만족도는 9점 리커트 척도로 조사하였는데, 상대적으로 만족한다는 의견이 많은 항목은 운전기사의 지리숙지도, 차내 청결도, 대기시간 및 이용수월 등으로 나타났으며, 불만족 한다는 의견이 많은 항목은 카드결제, 택시 요금 수준 항목으로 나타났다.



〈그림 2〉 택시이용자들의 택시이용특성



〈그림 3〉 택시이용자들의 택시서비스에 대한 전체만족도



주 : 0점(매우불만족) ← 4점(보통) → 8점(매우만족)

〈그림 4〉 택시이용자들의 세부 만족도

III. 택시 서비스 만족도 모형 구축 및 분석

1. 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)

이 연구에서는 택시 서비스에 대한 이용자의 전체 만족도에 영향을 주는 요인을 분석하기 위하여 순서형 프로빗 모형을 적용하였다. 일반적으로 순서를 지니지 않는 종속변수의 경우($y=0, 1$)에는 프로빗 모형 또는 로짓 모형을 통하여 분석이 가능하나 종속변수가 이항($y=0, 1$)이 아닌 그 이상($y=0, 1, 2$ 이상)으로 순서를 지닌 경우 일반적인 프로빗, 로짓 모형은 오류를 범할 수 있다. 회귀분석의 경우 종속변수 $y=0$ 과 $y=1$ 간의 차이와 $y=1$ 과 $y=2$ 간의 차이를 동일한 것으로 인식하여 분석을 함으로써 오류를 범할 수 있는 한계를 지닌다. 택시서비스에 대한 전체 만족도를 종속변수로 사용하는데 있어 프로빗모형, 로짓모형, 회귀분석이 갖는 한계점을 해결하기 위해 종속변수가 순서를 지닌 경우($y=0, 1, 2, \dots$)에 사용할 수 있는 순서형 프로빗 모형(Ordered Probit Model)을 적용 하였다. 모형은 식(1)과 같이 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 y &= \beta x_i + \epsilon_i & (1) \\
 \epsilon_i &\sim N[0, 1] \\
 y_i &= 0 \text{ if } y \leq \mu_0 \\
 &= 1 \text{ if } \mu_0 < y \leq \mu_1 \\
 &= 2 \text{ if } \mu_1 < y \leq \mu_2 \\
 &\vdots \\
 &= J \text{ if } \mu_{J-1} < y
 \end{aligned}$$

식(1)에서 y 는 잠재효용으로 측정 가능한 효용(βx_i)과 측정이 불가능한 효용(ϵ_i)으로 나타낼 수 있다. μ 값 들은 각 설명변수의 추정계수 β 와 함께 추정하는 임계값(Threshold)이라 하며, 이를 통하여 선택 대안에 대한 선택확률을 계산하는데 이용할 수 있고, 각 대안별 선택확률은 식(2)와 같이 표현 할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 \text{Prob}[y=0] &= \Phi(-\beta'x) & (2) \\
 \text{Prob}[y=1] &= \Phi(\mu_1 - \beta'x) - \Phi(-\beta'x) \\
 \text{Prob}[y=2] &= \Phi(\mu_2 - \beta'x) - \Phi(\mu_1 - \beta'x) \\
 &\vdots \\
 \text{Prob}[y=J] &= 1 - \Phi(\mu_{j-1} - \beta'x)
 \end{aligned}$$

식(2)에서 각 설명변수에 대하여 편미분을 적용하면 설명변수에 대한 한계효과(marginal effect)를 식(3)과 같이 나타낼 수 있다. 예를 들어 더미변수의 경우($x=0$ 또는 1)에 설명변수가 만족도에 미치는 영향도를 나타내는 한계효과는 다른 설명변수를 고정한 상태에서 설명변수가 1인 경우의 선택확률과 0인 경우의 선택확률의 차이(= $\text{Prob}(1) - \text{Prob}(0)$)를 의미하며 따라서 각 설명변수에 대한 한계효과의 합은 0이 된다.

$$\begin{aligned}
 \frac{\delta \text{Prob}[y=0]}{\delta x} &= -\phi(-\beta'x)\beta & (3) \\
 \frac{\delta \text{Prob}[y=1]}{\delta x} &= [\phi(-\beta'x)\beta - \phi(\mu - \beta'x)]\beta \\
 \frac{\delta \text{Prob}[y=2]}{\delta x} &= -\phi(\mu - \beta'x)\beta
 \end{aligned}$$

<표 2> 택시이용 전체만족도에 대한 개인속성변수 항목별 평균치검정

항목	구분	표본수	평균	표준편차	t-statistics
성별	남	86	1.0814	0.6547	0.8
	여	97	1.1546	0.5835	
연령	30대미만	92	1.2065	0.6208	1.916
	30대이상	91	1.033	0.6046	
자동차보유	보유	75	1.08	0.6098	0.734
	미보유	108	1.1481	0.6237	
소득	200만원미만	125	1.144	0.6183	0.764
	200만원이상	58	1.069	0.6174	

2. 적정 변수 결정

택시서비스에 대한 이용자의 전체만족도(불만족:0, 보통:1, 만족:2)에 응답자의 개인속성변수가 영향을 주는지 알아보기 위하여 항목별 평균치 검정을 실시하였다. 그 결과는 <표 2>와 같으며, 95%의 신뢰수준에서 모든 항목이 유의하지 않은 것으로 분석되어 성별, 연령, 자동차보유, 소득에 따른 택시서비스의 만족도에 큰 영향은 없는 것으로 나타났다.

택시서비스의 전체만족도에 대한 개인속성변수의 항목별 평균치검정 결과 성별, 연령, 자동차보유, 소득에 따른 전체만족도의 차이는 없는 것으로

나타나 개인속성변수는 설명변수에서 제외하였다. <표 3>과 같이 택시서비스에 대한 세부만족도를 택시서비스의 전체만족도에 대한 설명변수로 설정하고 종속변수와 설명변수간의 상관분석을 실시한 결과는 <표 4>와 같다. 상관분석 결과, 카드결제에 대한 만족도와 승차감에 대한 만족도를 제외한 설명변수들의 상관계수가 0.3이상으로 나타났다.

3. 모형 추정 및 해석

종속변수인 전체 만족도와와의 상관계수가 0.3미만인 카드결제에 대한 만족도와 승차감에 대한 만족도 변수를 제외한 8개 설명변수 간 상관관계 또

<표 3> 주요변수 정의 및 기초통계량

변수		변수의 정의	기초통계량(N=183)			
			최대값	최소값	평균	표준편차
종속변수	택시서비스에 대한 전체 만족도	불만족 :0, 보통:1, 만족:2	2	0	1.12	0.62
설명변수	운전기사의 친절도에 대한 만족도	매우불만족 0	8	0	4.12	1.81
	운전기사의 지리숙지도에 대한 만족도	1	8	0	4.90	1.89
	운전기사의 안전운전에 대한 만족도	2	8	0	4.01	1.83
	차내 청결도에 대한 만족도	3	8	0	4.49	1.72
	카드결제에 대한 만족도	4	8	0	3.72	2.16
	택시 요금 수준에 대한 만족도	5	8	0	2.90	1.88
	차량의 승차감에 대한 만족도	6	8	0	4.34	1.60
	콜서비스에 대한 만족도	7	8	0	4.26	1.74
	대기시간 및 이용수월에 대한 만족도	8	8	0	4.57	1.72
	통행시간의 정시성에 대한 만족도	매우만족	8	0	4.22	1.76

<표 4> 택시서비스 전체 만족도에 대한 상관분석결과

설명변수	전체 만족도	
	Corr.	P-value
운전기사의 친절도에 대한 만족도	0.483	0.000
운전기사의 지리숙지도에 대한 만족도	0.317	0.000
운전기사의 안전운전에 대한 만족도	0.309	0.000
차내 청결도에 대한 만족도	0.352	0.000
카드결제에 대한 만족도	0.244	0.001
택시 요금 수준에 대한 만족도	0.313	0.000
차량의 승차감에 대한 만족도	0.276	0.000
콜서비스에 대한 만족도	0.345	0.000
대기시간 및 이용수월에 대한 만족도	0.400	0.000
통행시간의 정시성에 대한 만족도	0.396	0.000

한 고려하여 구축된 모형의 대안은 <표 5>와 같다. 7개의 대안 중 모든 설명변수의 추정계수가 통계적으로 유의한 결과를 보인 대안은 대안1과 대안5

로 나타났다. 대안1과 대안5의 ρ^2 을 비교한 결과 적합도가 더 높은 모형인 대안1을 최종 모형으로 선택하였다.

<표 5> 택시서비스에 대한 전체만족도 모형 대안

대안	설명변수	모형 요약
1	운전기사의 친절도에 대한 만족도	모든 설명변수의 추정계수가 유의수준 5%, 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의, $\rho^2=0.186$
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	대기시간 및 이용수월성에 대한 만족도	
2	운전기사의 친절도에 대한 만족도	차내 청결도에 대한 만족도 변수의 계수추정 결과 t값 : 1.536, p값 : 0.124, 신뢰도 : 87.6%
	차내 청결도에 대한 만족도	
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	대기시간 및 이용수월성에 대한 만족도	
3	운전기사의 친절도에 대한 만족도	콜서비스에 대한 만족도 변수의 계수추정 결과 t값 : 1.288, p값 : 0.198, 신뢰도 : 80.2%
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	콜서비스에 대한 만족도	
	대기시간 및 이용수월성에 대한 만족도	
4	운전기사의 친절도에 대한 만족도	대기시간 및 이용수월성에 대한 만족도 변수의 계수추정 결과 t값 : 1.913, p값 : 0.056, 신뢰도 : 94.4% 통행시간의 정시성에 대한 만족도 변수의 계수추정 결과 t값 : 1.288, p값 : 0.198, 신뢰도 : 80.2%
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	대기시간 및 이용수월성에 대한 만족도	
	통행시간의 정시성에 대한 만족도	
5	운전기사의 친절도에 대한 만족도	모든 설명변수의 추정계수가 유의수준 5%, 신뢰도 95%에서 통계적으로 유의, $\rho^2=0.181$
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	통행시간의 정시성에 대한 만족도	
6	운전기사의 친절도에 대한 만족도	차내 청결도에 대한 만족도 변수의 계수추정 결과 t값 : 1.238, p값 : 0.216, 신뢰도 : 78.4%
	차내 청결도에 대한 만족도	
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	통행시간의 정시성에 대한 만족도	
7	운전기사의 친절도에 대한 만족도	콜서비스에 대한 만족도 변수의 계수추정 결과 t값 : 1.447, p값 : 0.148, 신뢰도 : 85.2%
	택시 요금 수준에 대한 만족도	
	콜서비스에 대한 만족도	
	통행시간의 정시성에 대한 만족도	

<표 6> 택시서비스에 대한 전체만족도 모형

설명변수	추정계수	T-statistics	P-value
상수	-0.841	-2.847	0.004
운전기사의 친절도에 대한 만족도	0.254	4.141	0.000
택시 요금 수준에 대한 만족도	0.132	2.604	0.009
대기시간 및 이용수월성에 대한 만족도	0.170	2.764	0.006
Mu(1)	2.187	12.339	0.000
LL(β)		-137.667	
LL(0)		-169.149	
ρ^2		0.186	
χ^2		62.965(0.000)	
Degree of Freedom		3	
Number of Observations		183	

택시서비스에 대한 전체만족도 모형은 <표 6>과 같다. 모형에 사용된 설명변수는 운전기사의 친절도에 대한 만족도, 택시 요금 수준에 대한 만족도, 대기시간 및 이용수월에 대한 만족도로 세 변수 모두 95% 신뢰수준에서 통계적으로 유의한 결과를 보인다.

ρ^2 는 Mc Fadden의 결정계수라고도 불리며 0과 1사이의 값을 갖는데 1에 가까울수록 모형의 적합도가 높다고 평가되며 0.2~0.4의 값이면 충분히 높은 적합도를 가진다고 볼 수 있다. χ^2 는 순서형 프로빗 모형에서 절편을 제외한 모든 설명변수의 계수가 동시에 0이라는 귀무가설에 대한 유의성 검정으로 가설설정을 통하여 설명변수가 종속변수에 영향을 미치는 변수인지를 검증하는데 사용되는 통계치이다. 택시서비스에 대한 전체만족도 모형의 ρ^2 값은 0.186으로 0.2에 가깝게 나타났다으며, χ^2 값도 62.965(P value=0.000)로 유의하게 도출되었다.

<표 7>에 제시된 택시서비스에 대한 전체만족도 모형의 한계효과를 살펴보면 운전기사의 친절도에 대한 만족도, 택시 요금 수준에 대한 만족도, 대기시간 및 이용수월에 대한 만족도가 높아질수록 택시서비스에 대한 전체만족도에서 만족(Y=2)을 발생시킬 확률이 높아지는 것으로 나타났다.

모형의 결과를 바탕으로 보면 인천광역시 택시서비스에 대한 전체만족도가 향상되기 위해서는 운전기사의 친절도, 택시 요금 수준, 대기시간 및 이용수월에 대한 부분을 중점적으로 관리해야 할 필요성이 있다는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

인천광역시는 택시산업의 악순환을 개선하기 위한 다양한 정책적 노력, 여객운송사업체에 대한 경영 및 서비스평가 시행 등 택시이용자 서비스개선을 통한 택시산업의 안정화 및 활성화 노력을 지속적으로 추진하고 있다. 이러한 맥락에서 이 연구는 택시이용자입장에서 택시서비스의 만족도 수준이 어떠한지, 어떤 서비스 항목이 이용시민들의 만족도에 영향을 주고 있는지에 대한 인과관계를 모형으로 제시하고 결과를 해석하였다는데 의의를 두고자 한다.

이 연구에서 활용한 순서형 프로빗 모형은 이항(y=0, 1)이 아닌 그 이상(y=0, 1, 2 이상)으로 순서를 지닌 경우에 적용할 수 있는 모형으로 기존의 연구에서는 교통사고심각도 등 교통안전분야에 주로 적용되었던 모형이다. 이 연구에서는 인천광역시의 택시서비스에 대한 전체 만족도를 종속변수로 하고, 10개의 택시서비스 항목을 설명변수로 하여 모형에 적용한 결과, 택시서비스에 대한 전체 만족도가 향상되기 위해서는 운전기사의 친절도, 택시 요금 수준, 대기시간 및 이용수월에 대한 만족도를 향상시켜야 한다는 결과가 도출되었다.

한편, 이 연구에서는 한정된 설문부수와 일부 연령층에 집중된 택시이용자를 대상으로 한 점을 고려할 때, 도출된 결과가 인천광역시 택시산업의 유의한 정책방향이라 단정할 수 없다. 다만 법제도적으로 택시업체의 경영 및 서비스 평가를 주기적으로 시행하도록 되어 있는 바, 향후 다양한 택시이용자층에 대한 설문, 택시업체의 경영상태, 운전

<표 7> 택시서비스에 대한 전체만족도 모형의 한계효과 분석

설명변수	전체만족도 예측모형의 한계효과		
	Y=0	Y=1	Y=2
운전기사의 친절도에 대한 만족도	-0.0398	-0.0328	0.0726
택시 요금 수준에 대한 만족도	-0.0207	-0.017	0.0377
대기시간 및 이용수월에 대한 만족도	-0.0266	-0.0219	0.0486

주 : Y=0(불만족), Y=1(보통), Y=2(만족)

자의 직무만족과 관련된 항목 등에 대해서 자료를 추가 보완할 경우, 의미 있는 결과가 도출될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 강경우 · 백병성(1998), “순서형 프로빗모형을 이용한 속도선택행태에 관한 연구”, 대한교통학회지, 제16권 제3호, 대한교통학회, p.93~100.
2. 인천광역시(2009), “인천광역시 택시중기공급 계획(2010~2014)”, 인천발전연구원, p.94~110.
3. 하오근 · 오주택 · 원제무 · 성낙문(2005), “순서형 프로빗 모형을 이용한 사고심각도 분석”, 대한교통학회지, 제23권 제4호, p.47~55.
4. Marno Verbeek(2008), “A Guide to Modern Econometrics, Third edition”, John Wiley & Sons Ltd.
5. William H. Greene(1998), “LIMDEP Version 7.0 User's Manual Revised Edition”, Econometric Software Inc.