

순서형 로짓 모델을 이용한 두리발 이용자의 일반택시로의 수단전환에 관한 연구

정현영* · 박기준

부산대학교 도시공학과

A Study on Transferring Demands from Duribal to Taxi Using Ordered Logistic Model

JUNG, Hun Young* · PARK, Ki-jun

Department of Urban Engineering, Pusan National University, Pusan 609-735, Korea

Abstract

Recently, due to THE MOBILITY ENHANCEMENT FOR THE MOBILITY IMPAIRED ACT, local governments have tried to make various efforts on special transport services(STS), low-flow bus, and installing elevator in subway stations for handicapped people. But in case of STS, insufficient numbers of taxi are raised against the increasing demand of handicapped people due to the limited budget. This study investigated actual use condition of STS and characteristics of selection of handicapped people on Duribal. In addition, an ordered-logistic model was employed for developing taxi use prediction model considering taxi fare discounts for diverting Duribal demands to taxis. The results can be a significant basic data for transportation policies to improve travel efficiency of the handicapped.

‘교통약자의 이동편의 증진법’이 제정됨에 따라, 각 지자체에서는 교통약자의 이동권을 보장하기 위해 지하철 역사 엘리베이터 설치, 저상버스 공급, 특별교통수단 도입 등의 다양한 노력을 해오고 있다. 그러나, 특별교통수단의 경우 예산의 제약으로 인하여 늘어나는 장애인 교통수요에 대비한 차량의 증차가 미흡한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 부산광역시 특별교통수단 ‘두리발’을 대상으로 특별교통수단 이용실태 및 장애인의 교통수단 선택특성을 고찰하였다. 또한, 일반택시의 요금할인을 통하여 특별교통수단을 이용하는 장애인의 교통수요 분산을 유도하고자, 순서형 로지스틱 모형을 이용하여 요금할인에 따른 일반택시 이용 예측모형을 구축하였다. 본 연구의 결과는 특별교통수단을 이용하는 교통약자의 이동효율 증진을 촉진할 수 있는 정책의 기초 자료로 사용될 것으로 기대한다.

Key Words

Duribal, Ordered-logistic, Special Transport Service(STS), Taxi, The Handicapped
두리발, 순서형 로지스틱, 특별교통수단(STS), 택시, 장애인

* : Corresponding Author
hujung@pusan.ac.kr, Phone: +82-51-510-2437, Fax: +82-51-513-9108

Received 24 December 2012, Accepted 28 August 2013

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

현재 우리나라는 전체 인구에서 장애인이 차지하는 비율이 증가하면서 각 도시의 인구 구성에 있어 교통약자의 비율이 높아지고 있는 추세에 있다. 이와 같은 장애인과 고령인구의 지속적인 증가로 인하여 향후 교통약자의 통행 수요는 점차 확대될 것이다(백상근, 2008). 이를 위하여 교통약자의 이동권을 보장하고자 하는 사회적 움직임이 일어나고 있으며, 각 지자체별로 교통약자를 위하여 '저상버스' 및 '특별교통수단'을 설치하는 것이 의무화 되었다.¹⁾ 부산광역시도 이에 발맞추어 도시 내 저상버스 및 특별교통수단(이후 '두리발'이라 칭함)을 도입하였다²⁾. 특히 두리발의 경우는 2011년 현재는 100대를 5부제로 운용하여 하루 80대를 운행하고 있지만, 휠체어 탑승을 위한 개조차량의 구입 가격이 높고 운영 비용이 지속적으로 들기 때문에 더 이상의 증차를 하지 않고 있는 실정에 있다.³⁾ 이와 같이 두리발 차량이 더 이상 증차되지 않는 상태에서 두리발에 대한 이용 수요는 지속적으로 증가하고 있어 두리발 차량의 절대적 공급 부족현상이 초래되고 있다. 특히 이용 수요의 집중이 심한 평일의 경우⁴⁾에는 두리발 이용하기 위한 대기시간이 길어지면서 교통약자들이 상당한 불편을 겪고 있는 실정에 있다. 더욱이 두리발 수요는 계속 증가하게 될 것으로 예상되는바, 이러한 추세가 계속 이어진다면 구입 비용이 비싼 두리발의 차량대수만을 늘여 공급량을 충당하는 것은 재정적으로 어려울 것이며, 비용 대비 운송효율 또한 낮을 것으로 예상된다. 따라서 두리발 차량 증차의 대안으로서 일반 택시로의 이용을 전환을 제시해 볼 수 있다.

본 연구는 사양 산업화 되어가고 있는 택시산업의 활성화를 도모하면서 교통약자의 이동권 보장도 함께 해결

할 수 있는 방안을 강구해 보고자 우선 특별교통수단인 두리발의 실태를 파악하였다. 그리고 두리발 이용자들이 이동수단으로서 두리발을 선택하게 된 요인들을 분석하여, 일반택시에 그 요인들을 충족시켜 줌으로서 두리발 수요의 일정부분을 일반택시로 분산시킬 수 있는지 그 가능성을 검토하였다.

이러한 일련의 과정을 통해서 지자체 차원에서는 적은 비용으로 효율성이 큰 정책을 수행할 수 있도록 하며, 두리발 이용자에게는 이동의 효율성 극대화를 달성할 수 있도록 하는데 목적을 두고 진행하였다.

2. 연구의 범위 및 방법

본 연구를 진행하기 위해 먼저 문헌 조사를 통하여 교통약자를 주제로 한 선행 논문들을 검토하였다. 그 후 지자체별 특별교통수단이 어떻게 운영되고 있는지 파악하였다. 하지만 전국의 모든 특별교통수단을 논하기에는 다소 무리가 있어 본 연구는 부산시의 특별교통수단인 두리발에만 그 연구 범위를 한정하였다.

본 연구에서는 부산시의 특별교통수단인 두리발 이용자를 대상으로 일반택시와 두리발 간 요금 체계별 수요 변동을 예측하고자 한다. 이것을 이용하여 향후 두리발만을 증차 시켰을 때의 경우와 일반택시와 수요 부담을 하였을 경우 장애인 교통수요 처리의 효율성을 비교하고자 한다.

연구를 진행하기에 앞서 본 연구에서 의미하는 교통약자의 범위는 두리발을 이용할 자격이 있는 집단⁵⁾으로 한정하였다. 공간적 범위로는 두리발이 서비스하는 지역⁶⁾으로 하였으며, 일반택시와 두리발 간 요금체계별 수요 변동을 예측하기 위해 면접 조사자가 직접 두리발에 동승하여 두리발을 이용하는 장애인 또는 보호자에게 설문조사를 실시한 후 회귀분석 기법을 이용하여 이를 분석하였다.

1) 2006년 1월 28일부터 '교통약자 이동편의 증진법' 시행에 따름.

자료 : 국가 법령정보센터 홈페이지.

2) 2006년 4월 '부산시 교통약자를 위한 특별교통수단 운영조례' 제정에 따름.

자료 : 부산광역시의회 홈페이지.

3) 2006년 10대를 도입한 것을 시작으로 2010년에는 100대까지 늘어났음.

자료 : 두리발 홈페이지.

4) 두리발 타기는 '하늘의 별따기', 세계일보, 2010년 6월 14일자 기사.

5) 두리발 이용 대상 : 중증 장애인 1.2급 등록 장애인, 65세 이상의 휠체어 이용자, 일시적 휠체어 이용자, 앞에 서술된 교통약자를 동반하는 가족 및 보호자

자료 : 두리발 홈페이지.

6) 두리발 운행구역 : 부산광역시 시계 내로 한정. 단, 양산, 김해지역은 편도 운행.

자료 : 두리발 홈페이지.

II 이론적 고찰 및 선행 연구

1. 이론적 고찰

요금 체계별 두리발에서 일반택시로의 수요 이동을 예측하기 위하여, 순서형 로지스틱 모델(Ordered Logistic Model)을 이용하였다. 순서형 로지스틱 모델이란 설문 조사를 통해 수집된 리커트형 응답을 회귀식으로 처리할 때 사용하는 모델이다.

이에 대한 기본 개념을 살펴보면, 먼저 순서형 로지스틱 모델은 식(1)과 같이 나타낼 수 있다. 여기서 ϵ 를 표준 로짓 분포(Standard Logistic Distribution)로 가정한 것이 순서형 로짓 모델이다.

$$y = \beta_{\xi} + \epsilon_{\xi} \quad (1)$$

μ 는 관찰 불가능한 응답 변수의 경계값을 나타내는 것으로 총 J 개의 관찰 가능한 응답들에 대하여 j 를 선택할 수 있는 기준들이 된다.

본 연구에서 요금별 택시이용의 정도를 7점 척도로 조사하였으므로 한계치는 다음과 같다.

$$\mu_1 < \mu_2 < \mu_3 < \mu_4 < \mu_5 < \mu_6$$

여기서 각 대안별 선택확률을 나타내면 식(2)와 같이 표현할 수 있다.

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

이를 이용하면 식(3)과 같이 요금 수준에 따른 7가지 일반택시 이용율을 추정할 수 있다.

$$\begin{aligned} Prob[y=1] &= \text{한계치1} - \beta X \\ Prob[y=2] &= [\text{한계치2} - \beta X] - Prob[y=1] \\ Prob[y=3] &= [\text{한계치3} - \beta X] - Prob[y=2] \\ &\vdots \\ Prob[y=7] &= 1 - Prob[y=6] \end{aligned} \quad (3)^7$$

2. 선행 연구 검토

국내에서 교통약자를 위한 시설 가치 측정, 교통약자의 안전, 보행시간 산정 등에 관한 논문은 다수 찾아볼 수 있었다. 하지만 특별교통수단의 효율적 확대 방안을 모색하는 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.

우선 교통약자에 대한 기존 연구들을 살펴보면, Kim(2005)는 노인 교통사고 문제의 심각성에 주목하고 노인 보행 교통사고의 위험요인을 행위적 측면과 환경적 측면으로 크게 구분하여 그 요인분석을 행하였다. 그리고 지역 사회의 복지관에 초점을 두고 노인 교통안전 증진방안을 모색하고자 하였다.

Hwang(2008)는 교통약자에 해당하는 어린이와 고령자의 인지-반응 속도와 보행속도를 실험 측정하여 분석하였다. 분석 결과, 어린이와 고령자의 인지-반응 속도와 보행속도를 기준으로 한 횡단시간은 기존에 사용되고 있는 보행자 횡단시간보다 증가하는 경향을 나타내어 교통약자를 위한 실질적인 횡단시간 모형이 필요함을 주장하였다.

Kim(2008)은 저상버스 도입의 효과를 교통약자를 위한 복지의 관점에서보다는 승·하차 시간의 단축을 통한 운행시간 단축 및 운영비용 감소의 측면에서 분석하였다.

Jung et al.(2008)은 수량화 이론 II류를 이용하여 Barrier-free 시설을 필요로 하는 계층을 분석하고, 조건부 가치 측정법을 이용하여 지하철 역사의 Barrier-free 시설의 가치를 측정하였다. 그 후 각 시설의 설치를 위하여 필요한 세금의 지불의사 범위를 도출하였다.

Ji(2010)은 노인 교통사고를 줄이기 위하여 운전자들이 노인의 보행특성에 대한 이해가 필요하며, 이를 위한 교육이 필요함을 주장하였다. 또한 노인의 보행특성을 고려한 편의시설 확충의 필요성과 노인 보행자의 입장에서 인지 및 이해가 쉽도록 디자인 개선이 필요함을 주장하였다.

Shin(1997)은 도쿄 메트로폴리탄 지역 내에서 특별교통수단을 운영하는 주체별로 그룹을 분류하여, 이용자의 관점에서 다양한 항목별로 평가하였다. 이를 통하여 정부가 특별교통수단 운영단체에 운영지원금을 지원하려할 때, 지원 우선순위를 판단하기 위한 자료로 사용하고자 하였다.

Kim et al.(2012)은 여수시, 목포시, 순천시의 사례를

7) Kim S. K. et al., Understanding and application of logistic model using spss (spss를 활용한 로지스틱 회귀모형의 이해와 응용), HANNARAE, 197.

중심으로 교통약자를 위한 특별교통수단 운영 및 실태에 관하여 여러 가지 문제점을 서술하였다. 특히 실질적으로 필요한 특별교통수단의 대수는 교통약자 이동편의 증진 시행규칙에서 규정하고 있는 장애인 인구에 대비한 차량대수 기준 뿐만 아니라 도시의 면적, 차량의 운행거리에도 영향을 받기 때문에, 특별교통수단 법정대수 산정시 특별교통수단의 회전율, 평균이동거리, 도시 면적 등을 반영하여 산정할 수 있는 기준이 필요하다고 주장하였다.

Jung(2012)은 수요 대응형 교통수단 시뮬레이션 방안에 대하여 소개하였다. 수요 대응형 교통수단은 이동수요에 대응하는 탄력적인 교통수단으로서 해외의 선진국에서 교통약자를 위한 복지교통 서비스 영역으로서도 많이 활용되고 있으며, 적절한 적용 예시로 Shared - Taxi 알고리즘을 제안 하였다.

마지막으로 본연구의 목적과 비슷한 제외국의 정책으로서 스웨덴의 특별교통수단⁸⁾이 있다. 스웨덴의 스톡홀름에서는 특별교통수단의 이용자격을 취득하기 위해서는 주민이면서, 철도나 일반의 노선버스를 이용할 수 없거나 이용하고 싶지 않은 사람이면 누구나 신청가능하다. 신청에 필요한 서류는 특별교통수단이용신청서와 공적의료기관에서 발행한 진단서 두 가지다. 사회복지국에서는 신청자의 가정조사를 실시하면서 전담 의사의 검진을 실시한다. 이에 따라 신청자의 장애레벨에 대응한 특별교통수단을 결정한다. 특별교통수단카드가 발효되면 특별교통수단은 물론 노선버스나 지하철도 무료로 이용할 수 있다. 특별교통수단 ID카드를 취득하지 못하는 교통약자는 택시쿠폰이 배부된다. 이 택시 쿠폰에는 바코드가 프린트되어 있으며, 승차시 체크되어 이용자의 이름, 이용시간, 목적지, 거리, 요금을 기록·관리된다. 스톡홀름에서 이렇게 특별교통수단 ID카드와 동시에 택시쿠폰도 발행하고 있는 것은 특별교통수단의 운행 관리에는 방대한 비용이 필요하기 때문에 실제로 특별교통수단과 같은 차량이 아니고서는 이용이 불가능한 사람에게 한정하고, 장애인이라도 일반택시를 이용할 수 있는 사람에게는 이를 이용하도록 하는 기본적인 인식이 철저하기 때문이다.

다음으로 확률 모형에 의한 수단선택과 관련된 논문을 살펴보면, Jung et al.(2011)은 순서형 프로빗 모형을 이용하여 강우시 버스이용 확률이 떨어짐을 주장하고,

강우시 버스 이용수요 하락에 대한 원인을 분석하였다. 논문에서 순서형 프로빗 모형의 종속변수로 버스 이용의사가 5점 척도로 사용 되었다. 종속변수인 버스 이용의사를 단순히 이분형인 '이용한다'와 '이용하지 않는다'로 나누어 판단하지 않은 이유는 응답자의 '잘 모르겠음'과 같은 중간적 입장을 고려하기 위한 의도로 판단된다.

기존의 연구에서는 교통약자의 안전을 위한 연구 혹은 Barrier-free 시설 설치를 위한 시설 가치 측정 등의 연구들이 진행되어 왔고, 최근에는 장애인 관련 학회에서 특별교통수단의 운영 실태에 관하여 문제를 문제점을 제기하는 연구도 진행되었다. 하지만 본 연구에서는 특별교통수단의 수요 분산에 초점을 맞추어 특별교통수단의 운영 및 교통약자 이동의 효율성을 도모하고자 하였으며, 단순히 특별교통수단의 테두리 내에서만 문제의식을 갖는 것이 아니라 일반택시까지 포함하는 더 넓은 차원에서 교통약자의 이동편의 증진을 고려하였다는 점에서 선행 연구들과 차이점이 존재한다. 또한 스톡홀름에서는 특별교통수단을 이용할 자격이 없는 장애인에게 택시 쿠폰이 배부되지만, 본 연구에서는 특별교통수단을 이용할 자격이 있지만 특별교통수단의 긴 대기시간으로 인해 도착시간을 제대로 지키지 못해 불편을 느끼는 장애인들을 대상으로 한다는 것이 스웨덴의 정책과 차이점이라 할 수 있다.

본 연구에서 로지스틱 모델을 이용하여 일반택시를 이용한다거나 이용하지 않는다는 것을 판단하는 것도 중요하나 응답자의 중간적 입장에 대해서도 파악하고자 하기 때문에 순서형 로짓 모형을 사용하기로 하였다.

3. 두리발의 현황

본 연구의 목적을 달성하기위해 먼저 전국의 대도시 에 특별교통수단이 어떻게 운영되고 있는지 그 실태를 간단하게 알아보았다. 그 결과는 Table 1과 같으며, 각 지자체별로 수탁기관이나 요금체제 운행대수, 이용방법, 운영시간, 운행부제 등이 모두 상이하여, 전국의 특별교통수단을 통합적으로 연구하기에 무리가 있다고 판단하였다. 따라서 본 연구는 부산시의 특별교통수단인 두리발로 그 연구 대상을 한정하였다.

다음으로 두리발의 현황을 더 구체적으로 살펴보면, 2006년 '교통약자 이동편의 증진법'제정을 시작으로 2006

8) Barrier-Free of traffic that anyone can understand(누구라도 알 수 있는 교통의 Barrier-free), SEOUL DEVELOPMENT INSTITUTE, 250.

Table 1. Status of STS in Korea

Category	Seoul	Pusan	Daegu	Incheon	Gwangju	Daejeon	Ulsan
Operating agency	Facility management corporation	Taxi association	Facility management corporation	Transportation corporation	The handicapped movement support center	The blind association	Ulsan the handicapped welfare service association
Operation time	24hours	24hours	24hours	24hours	24hours	07:00-22:00	07:00-22:00
Method of use	reservation + immediate (5:5)	reservation + immediate (5:5)	immediate	reservation	reservation	reservation + immediate	reservation + immediate
Fare	1,500won(5km) 300won/1km 35won/km(more than 10km)	1,800won(5km) 100won (422m,102second)	1,000won(3km) 300won/km(3-10km) 100won/km(more than 10km)	1,000원(2km) 200원/km 300won/5km(more than 10km)	660won(2km) 30won(150m, 36second)	1,000won(3km) 100won(440m, 102second)	1,800won(5km) 100won(477m,100s) price limit (if more than 25,000won=9,000won, if less than 25,000won = 6,000won)

source : Pusan cityhall

Table 2. Duribal transport by year

Year	Number of cars	Transport	note
2006	10	4,591 (8,185 persons)	'06.10 service start
2007	30	52,132 (63,183 persons)	'07.4월 20 cars added
2008	60	94,463 (172,670 persons)	'08.4월 30 cars added
2009	80	165,910 (287,437 persons)	'09.4월 20 cars added
2010	100	229,057 (405,343 persons)	'10.4월 20 cars added

Source : Pusan cityall 2010.12

년 '부산시 교통약자를 위한 특별교통수단 운영조례'가 제정되면서 2006년 10월 두리발 운영을 시작하였다. 운영 시작 당시 10대였던 차량은 Table 2와 같이 증차되어 2012년 현재 계속해서 100대를 유지하고 있다.

하지만 '교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙'에서 정하는 특별교통수단 대수인 190대⁹⁾에는 절반을 조금 넘는 수준밖에 미치지 못하고 있다. 게다가 5부제 운영으로 인하여 하루에 운행되는 대수는 총 80대이고, 차량 한 대 당 8시간씩 운영을 하기 때문에 실제로 시간대별 운행대수는 Table 3과 같다.

Table 3. Time table of duribal

No	Start	End	Working time	Number of cars
1	07:00	16:00	8 hours	32
2	09:00	18:00	8 hours	22
3	13:00	22:00	8 hours	18
4	16:00	01:00	8 hours	7
5	22:00	07:00	8 hours	1

자료 : 부산시청

Table 3에서 나타나는 바와 같이 하루 중 가장 많은 차량이 운행하는 시간대가 3번 시간대의 차량이 출근하고 1번 시간대의 차량이 퇴근하기 전까지의 시간대인 13시부터 16시(3시간, 운행대수 : 72대)이다.

따라서 교통약자들이 두리발을 이용하기에 차량대수가 매우 부족하며, 특히 14시 이후부터 야간 시간대까지 운행하는 두리발 대수가 매우적어 많은 불편을 겪고 있다.

이러한 이유로 부산시에서는 본 연구를 진행하는 기간동안 국내 최초로 바우처 방식 장애인 일반 콜택시를 시범운영하였다.¹⁰⁾ 시범운영 결과, 시각·신장 장애인의 두리발 이용율이 약 14% 감소하였다. 부산시는 향후 장애인 콜택시의 대수를 확대하고, 탑승 대상(지적·자폐장애)까지 확대 검토하는 것을 계획하고 있다.

9) 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙에서는 1급 및 2급 장애인 200명당 특별교통수단 1대를 구비하도록 정하고 있으며, 보건복지부 통계 자료에 의하면 2011년 부산시 등록 장애인 수는 37,903명으로 법정 대수는 약 190대이다.

자료 : 보건복지부 통계

10) 부산시 바우처 방식 장애인 콜택시가 2012년 8월 23일부터 시범 운행되었다. 운행규모는 부산콜 일반택시 200대로 시작하여 2013년 5월 현재 1,290대 이며, 이용대상은 1·2급 시각, 신장, 자폐, 지적 장애인이다. 이용요금은 두리발과 동일하고, 이용방법은 일반 콜택시의 이용과 동일하다.

자료 : 부산시청

III. 두리발 이용의식 및 수단선택 분석

1. 조사의 개요

요금 체계별 두리발 이용수요 변화에 대한 분석을 실시하기 위하여, 부산시 특별교통수단 두리발 이용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 조사자가 두리발에 직접 동승하면서 두리발을 이용하는 장애인 및 보호자를 대상으로 1:1면접을 통해 실시하였으며, 자세한 설문조사의 개요는 Table 4와 같다.

설문조사의 내용으로는 응답자의 개인속성, 휠체어 이용여부, 이동수단으로 두리발을 선택하는 이유, 두리발의 장점, 평균 대기시간, 요금수준에 따른 일반택시 이용의사 등으로 구성되어있다. 요금수준에 따른 일반택시 이용의사를 알아보기 위해 일반택시 기사의 친절도, 이동거리, 이동시간 등의 다양한 가정을 설정하여 조사하려 하였으나, 예비조사 결과 응답자(장애인의 보호자)가 짧은 이동시간 동안 질문에 관한 설명을 들으면서 동승한 장애인을 돌봄과 동시에 질문에 관한 응답을 해야 하는 문제가 있음을 알았다. 이로 인해 응답자는 조사를 실시함에 있어서 복잡한 가정에 대한 질문을 제대로 인지하지 못하였고, 이동시간과 이동거리 또한 정확히 인지하지 못하여 응답을 망설이는 등의 한계가 있었다. 따라서 설문 내용을 최대한 간략하게 만들기 위해 일반택시 기사님의 친절도는 두리발과 동일하다고 가정하였고, 이동시간과 이동거리 또한 택시미터 기기의 특성을 이용하여 두리발 이용요금이 3,000원이 나올만한 거리와 시간으로 가정하였다. 이때 3,000원으로 가정한 이유는 예비조사결과 두리발 평균 이용 비용이 약 3,000원 이었기 때문이다. 이러한 가정하에서 일반택시 이용요금의 할인 수준을 변수로 설정하여 일반택시 이용의사를 7점

Table 4. Outline of survey

Date	2011. 12.
Object	·Duribal User
Contents	·Personal Characteristic ·General Characteristics apropos of Duriabal ·Willing to use taxi
Total samples	·154
Collected samples	·150
Effective samples	·145

척도로 조사하였으며, 자료의 분석은 SPSS(PASW 18) 프로그램을 이용하였다.

2. 두리발 이용의식 및 현황 분석

2010년 부산시에서 실시한 두리발 통계자료에 따르면 비휠체어 장애인이 약 53.77%¹¹⁾로 절반을 넘는 수준으로 집계되었다. 실제로 본 연구에서 실시한 설문조사 결과 Table 5에서 나타난 바와 같이 약 36.6%의 장애인이 휠체어에 탑승하지 않고 두리발을 이용한 것으로 나타났다.

이처럼 휠체어를 이용하지 않는 장애인이 상당비율을 차지하고 있는데도 불구하고, 대기시간이 긴 두리발을 이용하는 원인을 찾기 위해 간단한 빈도 분석을 실시해 보았다.

그 결과 Table 6에서 나타난 바와 같이 두리발을 이용하는 이유 중 가장 높은 것이 '휠체어 탑승이 필요하기 때문'이 41.4%로 가장 높았고, '가격이 저렴하기 때문'이라고 대답한 응답자는 29.0%로 두 번째로 높았다. 그 외 표에는 나타내지 않았지만 두리발의 가장 큰 단점을 물었을 때 84.1%의 응답자가 '대기시간이 길다'라고 답하여, 대기시간이 긴 것이 현재 가장 큰 문제로 인식되고 있음을 알 수 있었다.

또한 두리발이용 현황으로서 두리발을 타는 평균 이동 시간은 약 26분으로 나타났다.

Table 5. Wheelchair use

Category	Frequency	Percent
Normal Wheelchair	56	38.6
Automatic Wheelchair	36	24.8
None	53	36.6
Total	145	100.0

Table 6. Reason of using duribal

Category	Frequency	Percent
cheap fare	42	29.0
Short waiting time	1	0.7
Wheelchair user	60	41.4
Kind drivers	11	7.6
Easy to get on the car	7	4.8
Good safety	1	0.7
Good accessibility	20	13.8
Short travel time	1	0.7
etc.	2	1.4
Total	145	100.0

11) 2010년 12월 부산시에서 실시한 두리발에 관한 통계자료
자료 : 부산시청

IV. 순서형 로지스틱 모형을 이용한 일반택시로의 수단 전환에 관한 고찰

1. 모형에 적용된 변수

모형 구축에 사용된 변수의 세부설명은 Table 7과 같다. 일반택시 이용의사를 종속변수로 하여, 일반택시요금 할인율과 두리발 사용자의 개인속성, 통행목적은 변수로 구성하였다.

Table 7의 변수 중에서 연령대, 할인율은 연속형 변수로 설정 하였고, 성별, 휠체어탑승 여부, 두리발에서 느끼는 장점, 통행목적은 범주형 변수로 취급 하였다.

2. 일반택시 이용변화

요금 할인율의 변화에 따른 일반택시 이용확률 예측 모형을 구축하여, 요금수준에 따른 일반택시 수요이동 확률을 알아보하고자한다.

Table 7에서 설정된 변수들을 적용하여, 요금 수준별 예측 모형을 구축하였다. 구축된 모형의 결과는 Table 8과 같이 나타났다.

모형에 투입된 6가지 변수 중 두리발의 장점에 해당 하는 변수는 유의수준 0.1에서 유의한 것으로 나타났고, 나머지는 유의수준 0.01에서 유의한 것으로 나타났다.

할인율 경우 양(+)의 부호로 할인율이 높을수록 일반택시 이용확률이 높아진다는 결과가 나타났다. 이를 통해 두리발이라는 교통수단을 선택하는데 금전적 영향 이 크다는 것을 재확인 하였다. 장애인은 대체적으로 직

장이 없는 경우가 많아 고정적 수입이 없고, 재활 등을 위한 계속적인 치료비용이 소요된다. 따라서 교통비용에 대한 부담이 심하기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다. 통행목적이 통근인 경우 또한 양(+)의 부호로서 개인통행 목적에 비해 통근목적일 경우 일반택시 이용확률이 높아지는 것으로 나타났다. 이 또한 직장이 있는 장애인의 경우 개인적 통행목적 그룹에 비해 '출근 시간을 지키기 위함'이라는 뚜렷한 목적의식을 가지고 있기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 판단된다.

연령 변수의 경우 음(-)의 부호로 연령이 높아질수록 일반택시 이용확률이 낮아지는 결과가 나타났다. 10대 미만의 어린이 장애자의 경우 보호자에게 안겨서 이동을

Table 8. Results of ordered logistic model

Category	Parameter Estimate	standard error	Wald	p	
limit	μ_1	3.602**	1.827	3.889	0.049
	μ_2	3.885**	1.827	4.521	0.033
	μ_3	4.109**	1.827	5.056	0.025
	μ_4	4.385**	1.828	5.754	0.016
	μ_5	4.588**	1.828	6.296	0.012
	μ_6	4.794**	1.829	6.870	0.009
Category	β	standard error	Wald	p	
discount	0.034***	0.003	180.684	0.000	
age	-0.139***	0.025	32.136	0.000	
{wheelchair=1} normal	-0.132	0.106	1.542	0.214	
{wheelchair=2} automatic	-0.013	0.120	0.012	0.912	
{strength=1} cheap	3.549*	1.819	3.808	0.051	
{strength=2} accessibility	3.527*	1.818	3.764	0.052	
{strength=3} wheelchair user	3.284*	1.819	3.260	0.071	
{strength=4} kindness	2.602	1.823	2.038	0.153	
{strength=5} easy to get on the car	2.958	1.831	2.610	0.106	
{sex=1}man	-0.393***	0.088	19.932	0.000	
{destination=1} hospital	0.123	0.101	1.481	0.224	
{destination=2} work	0.759***	0.166	20.968	0.000	
{destination=3} school	0.267	0.194	1.889	0.169	
MF test	Chi-squared	783.042			
	df	13			
	p	0.000			
TPL test	Chi-squared	131.243			
	df	65			
	p	0.000			
-2LL(θ)-2LL(0)			1443.484(2226.526)		
ρ^2			0.352		

*: p<0.1, **:p<0.05, ***:p<0.01

Table 7. Variables of logistic model

Category	Variable name	Type	Contents
Individual	Sex	Categorical	1=Man, 2=Woman
	Age	Continuous	1=0-19, 2=20-29, 3=30-39, 4=40-49, 5=50-59, 6=60-69, 7= more than 70
	WheelChair type	Categorical	1=Normal, 2=Auto, 3=None
	Strenth of using Duribal	Categorical	1=cheap, 2=accessibility, 3=wheelchair user, 4=kindness, 5=easy to get on the car, 6=safy
Trip	Destination	Categorical	1=hospital, 2=work, 3=school,4=personal
Discount		Continuous	15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%

하는 등의 방법으로 휠체어의 제약에서 어느정도 자유롭기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 판단된다. 성별변수 역시 음(-)의 부호로서 여성보다는 남성일수록 일반택시 이용확률이 낮아지는 결과가 나타났다.

휠체어 탑승의 유무는 일반택시 이용확률에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 장애인의 경우 대부분 재활치료를 받고 있는 경우가 많은데, 재활의 성과가 나타나 몸의 기능을 어느정도 회복하면 휠체어를 타지 않기도 하고, 날씨, 계절 등으로 인해 건강이 나빠져 장애의 정도가 심해지면 다시 휠체어를 타는 경우가 많다. 따라서 휠체어 이용 여부에 관한 집단을 정확히 구분하기 애매한 부분이 존재하기 때문에 이러한 결과가 나타났다고 판단된다.

모형의 유의성 검증은 MF 검증과 TPL검증(12)을 사용하였다. 두 조건의 결과 모두 유의확률 0.00으로 매우 양호한 결과를 나타내었다. 또한, 우도비(ρ^2)(13)의 경우도 약 0.352의 값을 나타내 추정된 모형은 높은 적합도를 가지는 것으로 나타났으며, 모형식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} Z[y=1] &= \mu_1 - \beta X \\ Z[y=2] &= \mu_2 - \beta X \\ Z[y=3] &= \mu_3 - \beta X \\ &\vdots \\ Z[y=6] &= \mu_6 - \beta X \end{aligned} \quad (4)$$

$$\text{단, } \beta X = \beta_1(\text{discount}) + \beta_2(\text{age}) + \dots + \beta_6(\text{destination})$$

모형을 토대로 각 할인율별 일반택시 이용확률을 추정하였다. 할인율별 이용확률을 구하기 위해 할인율 외 나머지 변수는 상수로 취급 하였다. 모형에 의해 구해진 각각의 $Z[y]$ 값을 로짓함수 역변환(14)을 통하여 누적확률값을 산출한 후, 중복되는 구간의 확률값을 제거함으로써 개별적 범주의 확률값을 산출하였다.

그 결과는 Figure 1과 같이 나타났다.

할인율이 65%로서 두리발과 요금 수준이 같을 때 '매

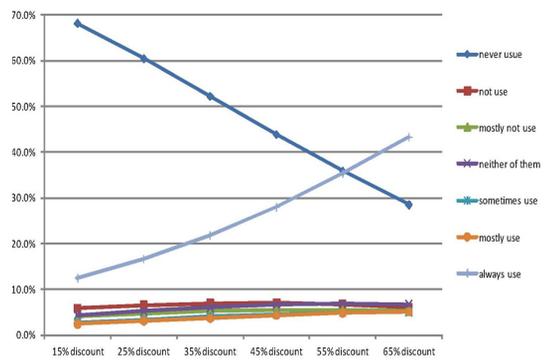


Figure 1. A probability curve of taxi-using

우 이용함'이 가장 높게 나타났으며, 할인율이 15%일 때 '절대 이용 안함'의 응답이 가장 높게 나타났다. 할인율이 15%일때는 이용하지 않을 의사(절대 이용안함, 이용안함, 별로 이용안함)를 가질 확률이 약 78%로 추정되었으며, 할인율이 증가할수록 일반택시이용 의사가 높아져 두리발과 동일한 요금 적용시(할인율 65%) 이용 의사를가질 확률(매우이용, 이용함, 조금이용)은 약 53.4%로 추정되었다.

V. 민감도 분석

요금 할인율에 따른 일반택시 이용의사가 있는 응답자는 “매우 이용”, “이용함”, “조금 이용”으로 볼 수 있으며, 일반택시를 이용할 확률은 위 세가지 응답의 확률의 합으로 나타낼 수 있다. “보통”의 경우는 이용과 미 이용의 중간적 의사로 판단할 수 있지만, 본 연구에서는 이용 의사에 포함되지 않는 것으로 가정하였다.

이를 이용하여 할인율(일반택시 이용 요금)변화에 따른 수요의 가격탄력성을 구하였다. 그 결과는 Figure 2와 같이 나타났다.

가격의 변화율과 수요의 변화율이 일치하는 지점은 일반택시 요금 할인율이 약 50%(두리발 요금 3,000원을 기준으로 했을 때 일반택시 요금 4,350원)가 되는

12) 일반적으로 MF(Model Fit)검증은 주로 모델의 유의확률을 확인하기 위하여 사용하는 검증방법이며 $(-2LL(0) - (-2LL(\theta)))$ 의 값을 카이 제곱 검증한 값이다. TPL(Test of Parallel Lines)검증은 위치요소만을 포함한 모형에 대해, 평행선 검증을 통하여 모든 범주들에 대한 모수들이 동일하다는 가설이 사실인지 평가하기 위하여 주로 이용하는 모델 검증 방법이다.

즉, $link(\gamma_j) = \theta_j - [\beta_1 x_{1j} + \beta_2 x_{2j} + \dots + \beta_k x_{kj}]$ 와 $link(\gamma_j) = \theta_j - [\beta_1 x_{1j} + \beta_2 x_{2j} + \dots + \beta_k x_{kj}]$ 를 비교한다.

13) 우도비(ρ^2)는 회귀분석에서 R^2 와 마찬가지로 0과 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 좋은 적합도를 나타낸다. ρ^2 는 일반적으로 R^2 보다 비교적 작은값을 가지는데 ρ^2 값이 0.2-0.4사이의 값만 가져도 추정된 모형이 아주 좋은 적합도를 가지는 것으로 평가할 수 있다.

출처 : Lee et al.(2009), 한국ITS학회논문지, 제8권 제2호, pp.108-117.

14) 로짓함수의 역변환 함수는 $P = \frac{1}{1 + e^{-z}}$ 이다.

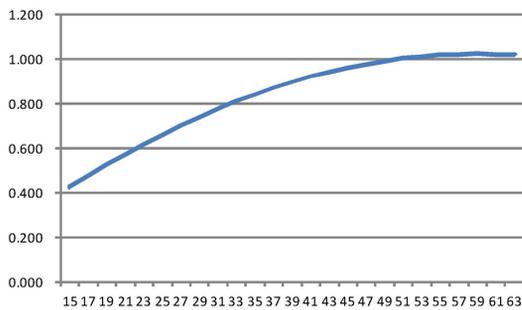


Figure 2. Price elasticity of demand

지점으로 나타나 할인율이 약 50%가 되는 지점부터 가격에 대해 수요가 탄력적으로 변함을 알 수 있었다.

일반택시 이용 요금의 할인율이 증가 할수록 일반택시를 이용율이 높아지며 탄력성이 증가하는 결과를 얻었다. 이는 일반적인 수요의 가격탄력성에 대한 이론과도 일치하고 있음을 알 수 있다.

VI. 결론

본 연구를 통해 장애인의 두리발 이용 의식을 분석해 본 결과는 다음과 같다. 장애인들이 교통수단으로서 두리발을 이용하는 이유는 크게 세 가지로 나눌 수 있는데 첫째, 휠체어 사용이 필요하기 때문이고, 둘째, 가격이 저렴하기 때문이며, 셋째, 목적지까지의 접근성이 좋기 때문이다. 반면에 두리발의 가장 큰 단점은 대기시간이 길다는 것이다.

본 연구에서 순서형 로지스틱 모델을 구축한 결과 요금의 할인, 성별, 연령, 통행 목적 등의 변수에 따라 일반택시로 수단 이동의 가능성이 있음을 알아낼 수 있었다. 특히 장애인의 연령이 낮을수록, 개인적 목적의 통행보다 통근을 목적으로 할 경우 일반택시 이용확률이 높아짐을 알 수 있었다. 그리고 휠체어 이용여부는 일반택시 이용 확률에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

일반택시와 수요분담을 할 경우 두리발 운행 대수가 적은 16시 이후부터 야간시간대까지의 교통수요도 일부 처리가능 할 것으로 판단되며, 평일 이용시에도 두리발만을 증차시켰을 경우보다 대기시간이 짧아질 것이라 생각한다.

앞서 언급한바와 같이 부산시는 2012년 8월 23일부터 일반택시 200대를 장애인 콜택시로 시범운행 하였다. 하지만 본 연구의 결과에서 나타난 바와는 달리 비휠체어 장애인인 시각·신장장애인만을 이용대상으로 한정

하여, 일반택시 전환 확률이 높은 장애인인과 통근 목적 등의 이용을 제한하였다. 이후 2013년 4월 20일부터 1,290대로 확대하여 실시중이며, 이용대상 또한 기존의 시각, 신장 장애인에서 지적, 자폐 장애인까지 확대하였다. 그러나 본 연구의 분석결과에서 볼 때, 장애인들이 두리발을 이용하는 이유는 단순히 휠체어를 탔기 때 문만은 아닌 것으로 나타났다. 따라서 현재 실시되고 있는 일반택시의 장애인 콜택시 시범 운영이 더욱 효율적이고 성공적이 되기 위해서는 시각, 신장, 지적, 자폐 장애인뿐만 아니라 장애인인과 통근을 목적으로 하는 장애인까지 그 이용 대상을 확대해야 할 것이다.

본 연구를 통해 두리발 이용자의 일반택시 이용전환 가능성을 알 수 있었다. 하지만 일반적인 SP조사의 경우와는 달리 두리발에 동승하여 차량 이동 중에 설문을 받아야 하는 한계로 인하여, 변수가 될 수 있는 '일반택시 기사의 친절도'는 두리발과 동일하다고 가정하였고, 이동 시간과 이동거리는 두리발 요금이 3,000원 정도를 지불 하는 거리와 시간으로 가정하였기 때문에 다양한 변수에 의한 수요의 변화를 분석하지 못했다는 점에서 한계가 있다고 판단된다. 또한 '두리발 기사와 일반택시 기사의 친절함'을 동일하다고 가정하였으나, 평소 일반택시의 불 친절함으로 인하여 두리발 이용자의 피해 의식이 높기 때문에 동일한 친절함을 제대로 가정하지 못하는 응답자의 태도가 존재할 수도 있다는 가능성과 휠체어 이용자의 구분에 있어서도 단순히 휠체어 이용자와 비휠체어 이용자로 구분할 것이 아니라, 휠체어가 없으면 전혀 이동할 수 없는 집단과 휠체어를 이용하지만 휠체어 없이도 어느정도 활동이 가능한 장애인으로 구분 하였다면 좀 더 현실에 부합하는 결과를 얻을 수 있었을 것이라는 점 또한 본 연구의 한계점이라 할 수 있다. 향후 연구에서는 일반택시 기사의 친절함, 이동거리, 이동시간 등의 변수를 종합적으로 반영하여 모델을 구축할 필요가 있을 것이라 생각된다.

REFERENCES

Barrier-Free of traffic that anyone can understand(누구라도 알 수 있는 교통의 Barrier-free), SEOUL DEVELOPMENT INSTITUTE, 250.
 Cho W. Y., Lee Y. I. (2007), The Study on the Accident Injury Severity Using Ordered Probit Model, Korean society of ITS, 2007(1).

Hwang D. S., Oh Y. T., Lee S. S., Kim T. H. (2008), Development of Pedestrian Signal Timing Models Considering the Characteristics of Weak Pedestrians, *J. Korean Soc. Transp.*, 26(1), Korean Society of Transportation, 181-190.

Jang S. Y. (2010), A study on effect analysis and activation plans of telematics equipment for automobile, Pusan National University.

Ji O. S. (2010), Analysis of Elderly Pedestrian Traffic Accident Data and Suggestions, *Journal of the Korean Gerontological Society*, 30(3), 843-853.

Jung H. Y., Song K. Y., Kim G. U. (2011), Analysis of Intra-city Bus Demand during Rainfall Using Ordered Probit Model, *J. Korean Soc. Transp.*, 29(5), Korean Society of Transportation, 43-54.

Jung H. Y., Baik S. K., Baek E. S. (2008), Value Analysis of Barrier-free Facilities at Subway Stations Using CVM with a Double Bounded Dichotomous Choice Question, *J. Korean Soc. Transp.*, 26(5), Korean Society of Transportation, 205-216.

Jung J. Y. (2012), A Simulation Model for Evaluating Demand Responsive Transit: Real-Time Shared-Taxi Application, *Journal of the Korean Society of Road Engineers*, 14(3), 163-171.

Kim J.-Y. (2008), Analysis of The Low Floored Bus Effect on Elderly People, *Korean Society of Civil Engineers*, 28, 29-34.

Kim S.-G., Cho H.-J. (2012), A Study on the Operation and Utilization Status of the Special Transport Systems for the Transportation Vulnerable, *Korean Council of Physical, Multiple and Health Disabilities*, 55(3), 185-211.

Kim S.-h. (2005), Risk Factors of the Elderly Traffic Accident and Task for Local Social Welfare institutions, *Social Welfare Policy*, 23, 235-251.

Kim S. K. et al., Understanding and application of logistic model using spss (spss를 활용한 로지스틱 회귀모형의 이해와 응용), *HANNARAE*, 197.

Lee G. R., No J. K., Kang K. W. (2009), Development of Bicycle Level of Service Model from the User's Perspective Using Ordered Probit Model, *Korean*

society of ITS, 8(2), 108-117.

Shin Y. S. (1997), An Evaluation of the Quality of Service and Cost-Effectiveness of Special Transport Service in the Tokyo Metropolitan Area, *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation studies*, 2(5).

알림 : 본 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구된 것 입니다. 또한 본 논문은 대한교통학회 제67회 학술발표회(2011.10.21)에서 발표된 내용을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

- ✉ 주 작성자 : 정현영
- ✉ 교신저자 : 정현영
- ✉ 논문투고일 : 2012. 12. 24
- ✉ 논문심사일 : 2013. 2. 27 (1차)
2013. 7. 15 (2차)
2013. 8. 28 (3차)
- ✉ 심사판정일 : 2013. 8. 28
- ✉ 반론접수기한 : 2014. 2. 28
- ✉ 3인 익명 심사필
- ✉ 1인 abstract 교정필