Journal of the Korean Society of Civil Engineers
Vol. 33, No. 1: 241~249, January 2013
DOI: http://dx.doi.org/10.12652/Ksce.2013.33.1.241

ISSN 1015-6348 (Print)
ISSN 2287-934X (Online)
www.kscejournal.or.kr

Transportation Engineering **교통공학**

교통약자의 이동수단 이용특성 분석에 관한 연구 – 이동지수 산정 및 적용을 중심으로 –

정헌영* · 이상용**
Jung, Hun Young*, Lee, Sang Yong**

Analysis of Traffic Characteristics for the Transportation Vulnerable

ABSTRACT : Since the enactment of「Mobility Promotion Law for Transportation Vulnerable」, each municipality has been various efforts to improve the transportation vulnerable's the right of movement. However, the effectiveness of mobility promotion policy for the transportation vulnerable is awfully inadequate because circumstances which associated with operation of transportation of the handicapped such as local conditions and transport characteristics have not been considered. Thus, in this study investigated traffic characteristics of the transportation vulnerable through the data of regional slope, non-step buses and handicap vehicles operating conditions and so on in Busan Metropolitan. Also, we proposed to introduction of the 'mobility index' which is based on local condition analysis of Busan. And we suggested that how to improve the convenience of transportation vulnerable's movement.

Key words : transportation vulnerable, non-step bus, handicap vehicles, mobility index, gradient

초 록 :「교통약자의 이동편의 증진법」이 제정됨에 따라, 각 지자체에서는 교통약자의 이동권을 보장하고자 다양한 노력을 해오고 있다. 그러나, 지역여건 및 교통수단 특성 등 교통약자의 교통수단 도입과 관련한 주변 상황은 고려되지 않아 교통약자 이동편의 증진 시책은 그 실효성이 매우 미흡한 상태이다. 따라서, 본 연구에서는 부산광역시를 대상으로 행정동별 경사도와 저상버스 운행여건, 특별교통수단 이용실태 등 교통약자의 교통수단 이용특성을 고찰하였다. 또한, 교통약자의 교통수단 이동지수 개념을 도입하여 지역별 교통약자의 교통수단 이용여건을 수량화하여 비교분석함으로써 지역특성에 부합하는 교통약자의 교통수단 이용편의 증진방안을 제시하였다.

검색어 : 교통약자, 저상버스, 특별교통수단, 이동지수, 경사도

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

2005년 1월「교통약자의 이동편의 증진법」이 제정됨에 따라, 각 지자체에서는 교통약자의 이동권을 보장하기 위해 저상버스 및 특별교통수단을 지속적으로 도입해 오고 있다. 이를 통해 2010년 말을 기준으로 서울을 비롯한 7개 광역시에 저상버스는 2,056대가 운행되고 있으며, 특별교통수단은 674대가 운행중에 있다.

* 정회원 · 부산대학교 도시공학과 교수 (huyjung@pusan.ac.kr)
** 부산광역시청 대중교통과 (**Corresponding Author** · Busan Metropolitan City Hall, Public Transportation Division · thisissy@korea.kr)

Received April 18 2012, **Revised** May 29 2012, **Accepted** October 31 2012

Copyright ⓒ 2013 by the Korean Society of Civil Engineers
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.

이와 같은 도입대수는 교통약자 이동편의 증진계획 등에서 제시하는 법정대수에 비해 매우 부족한 실정이다.

그러나, 교통약자 이동편의 증진계획에서 제시하는 저상버스 및 특별교통수단의 적정대수는 지역적 여건이나 교통약자의 이동특성 등이 반영되지 못하고 있으며, 교통수단에 대한 특성별 운영형태나 운영에 따라 발생하는 운영비용 등을 전혀 고려하고 있지 않아 그 실효성은 미흡한 실정이다.

특히, 부산과 같이 산과 강, 그리고 바다로 둘러싸여 있어, 도로여건이 굴곡이 많거나 고저차가 심한 지형적 여건을 가지고 있는 도시에서는 저상버스 운행조차 매우 제한적이기 때문에 교통약자의 이동편의 성을 향상시키기에는 매우 어려운 여건에 접해있다.

따라서, 본 연구에서는 저상버스 및 특별교통수단과 같은 교통약자가 이용하는 이동수단의 이용특성을 지역적 여건을 고려하여 검토해 보고, 지역여건이 반영된 교통약자의 이동지수 개념을 제안하여 부산광역시에 적용해봄으로써 지역특성에 부합하는 교통약자의 교통수단 이용편의 증진방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위와 방법

본 연구에서는 산지 주변에서 주거지가 많이 형성되어 있고, 이로 인해 지형의 경사도가 타도시에 비해 비교적 높은 부산시를 대상으로, 행정동별 경사도, 교통약자 현황 및 주거 분포 등 교통약자 중심의 지역여건을 살펴보고자 한다.

또한, 교통약자의 주 이동수단인 저상버스와 특별교통수단에 대한 이용여건 및 운행 실태 등을 세밀히 검토·분석함으로써 교통약자의 이동수단 운영실태에 대해 고찰하고자 한다.

이를 위해, 부산의 214개 행정동에 대한 경사도, 특별교통수단 운행빈도, 저상버스 노선수 등 지역의 교통여건을 반영한 교통약자의 교통수단 이동지수를 제안하고자 한다.

마지막으로, 본 연구에서 도출된 이동지수를 통해 부산의 교통약자 이동수단에 대한 개선방안을 제안함으로써 교통약자의 교통수단 이용편의 증진방안을 도출하고자 한다.

2. 기존연구의 검토

2.1 국내연구

국내의 교통약자 이동편의 증진과 관련된 기존 연구를 살펴보면, 크게 교통약자의 이동특성 및 교통수단에 대한 이용만족도와 관련된 연구, 그리고 교통약자의 이용 시설물(교통수단 포함)과 관련된 연구로 구분할 수 있다.

교통약자의 이동특성 및 교통수단에 대한 이용만족도와 관련된 연구중「교통약자의 이동편의 증진법」제정이전에 연구된 김철, 금기정, 남궁문(1999)의 연구는 교통약자의 장애별 통행속도를 비장애인과 비교하여 산정함으로써 교통약자의 특성별 교통환경 조성이 필요하다는 것을 주장한 점에서 큰 의의가 있다고 하겠다.

김지영, 이종호, 오승훈(2008)의 연구에서는 노인층을 대상으로 저상버스의 승하차 시간을 측정하여 저상버스 도입 효과를 도출하였다. 그 결과 승차시간에서 일반인과 노인층 모두 시간절감이 발생함을 밝히고, 특히, 노인층은 일반인에 비해 36%까지 더 시간이 단축됨을 밝힘으로써 저상버스도입이 교통약자의 이동저항을 줄일 수 있다는 것을 시사하였다.

이신해(2009)는 교통약자의 만족도 분석을 통해 교통약자 이동편의 정책을 제안하는 연구를 시행하였다. 연구결과 버스, 도시철도, 택시, 특별교통수단 중 버스에 대한 교통약자의 만족도가 가장 낮다는 것을 밝혀내고, 저상버스의 배차간격 및 운행노선 조정, 그리고 정류장의 규격조정을 제안하였다.

이외에도 도시철도 역사의 barrier free 시설과 관련하여 가치분석에 관한 연구, 장애인과 일반인의 지하철 이동시설 만족도 비교분석 연구, 보행 신호 시간 산정에 관한 연구 등 교통약자의 이동편의 증진과 관련된 연구들은 다수 존재하지만, 단순히 교통약자의 특성만 반영하고 있고 지역적 특성과 교통수단 운행 방식 등을 고려한 보다 실질적인 개선대책을 마련한 연구는 전무한 실정이다.

2.2 국외연구

국내연구와는 달리 오래전부터 고령화 사회에 접어들었던 일본에서는 교통약자에 대한 개념적 정의와 이동특성 분석, 그리고 이동권 확보 등을 위한 연구들이 보다 다양하고 심층적으로 이뤄져 왔다.

먼저, 新田 保次 외2(1995)의 연구에서는 버스 정류장 간격이 기존 정류장 간격 보다 좁게 운행하여 고령자가 이용하기 편한 고령자 대응형 버스 도입을 제안하였고, 三星 昭宏 외1(1995)는 우리나라에서 교통약자로 분류된 고령자와 장애자를 대상으로 신체적 특성상 이동이 불편한 사람과 그렇지 않은 사람으로 구분하여, 교통곤란자의 개념을 정의하였다. 또한, 신체상의 교통곤란 및 외출 등의 관계를 나타내고, 잠재수요를 연령과 교통곤란 유무와 관련하여 그 관계를 규명하였다.

猪井(2005)은 독거노인 등을 대상으로 커뮤니티 버스의 정비가 필요한 지역을 찾는 수법을 개발하고, 이를 통해 일상생활에서 이동이 어려운 지역을 추출하여 교통약자를 위한 커뮤니티 버스 정비가 필요하다고 제안하였다.

吉田 樹 외2(2009)의 연구는 고령자를 중심으로 일상적

생활에서 공간적 이동여건을 고려한 지역공공 교통을 평가하는 방법을 제안하였다. 이들은 지역내 상업시설과 병원에 대한 접근지표를 개발하고 통행횟수에 따른 외출활성수준 추정 모델을 구축하여 현상에 접목함으로써 노선버스 운행을 평가하였다.

이외에도 清水浩志郎 외1(1983), 北川睦彦 외3(1987) 등은 고령자의 이동성에 관해 연구하였으며, 杉尾恵太 외3(2000), 森山昌幸 외2(2003) 등은 지역 공공교통 이동수단에 대한 평가를 실시하는 등 교통약자의 이동편의 증진을 위한 연구들이 다수 존재한다.

이상과 같이 일본에서는 다각적인 측면에서 교통약자의 이동편의 증진을 위한 연구가 이뤄졌으나, 교통약자의 이동수단 특성 및 지역적 특성 등을 반영한 교통수단의 이동성과 관련한 연구는 미흡하다고 할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 부산의 지역특성 및 교통수단 이용형태 등을 반영한 교통약자의 이동특성을 분석하고 이를 반영한 교통약자 이동지수를 개발하여 적용함으로써, 지역적 특성에 적합한 교통약자의 교통수단 이용편의 증진방안을 제시하고자 한다.

3. 교통약자 현황 및 도시여건

3.1 교통약자 현황

2005년 제정된 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따르면 교통약자는 장애인, 고령자, 임산부, 영유아를 동반한자, 어린이 등 생활을 영위함에 있어 이동에 불편함을 느끼는 사람으로 규정하고 있다.

본 연구에서는 임산부 및 영유아를 동반한자의 경우는 통계적 수치의 확보가 어려워 이를 제외한 장애인, 고령자, 어린이를

Table 1. Statistic of Transportation Vulnerable (2010) Unit : Person

Classification	Population[1] (a)	Disabled Person[2] (b)	Children and Senior			Disabled Person Ratio(b/a)	Children Ratio(c/a)	Senior Ratio(d/a)
			Children[1](c)	Senior[1](d)	Total			
Total	23,235,025	1,024,938	3,470,611	2,750,168	6,220,779	4.41	14.94	11.84
Seoul	10,312,545	414,522	1,434,580	1,239,138	2,673,718	4.02	13.91	12.02
Busan	**3,567,910**	**172,765**	**472,856**	**487,097**	**959,953**	**4.84**	**13.25**	**13.65**
Daegu	2,511,676	117,141	392,512	306,138	698,650	4.66	15.63	12.19
Gwangju	1,454,636	68,518	268,670	162,930	431,600	4.66	15.63	12.19
Dajeon	1,503,664	71,164	260,389	162,173	422,562	4.73	17.32	10.79
Incheon	2,758,296	131,815	445,270	298,164	743,434	4.78	16.14	10.81
Ulsan	1,126,298	49,013	196,334	94,528	290,862	4.35	17.43	8.39

Date) 1) http://kosis.kr/index/index.jsp
2) Internal Data Busan Metropolitan
Note) Children : less than 14 years old, Senior : over 65 years old

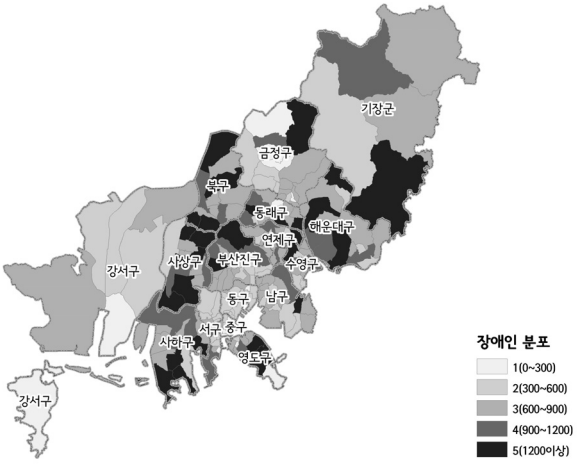

Fig. 1. Dispersion of Disabled Person

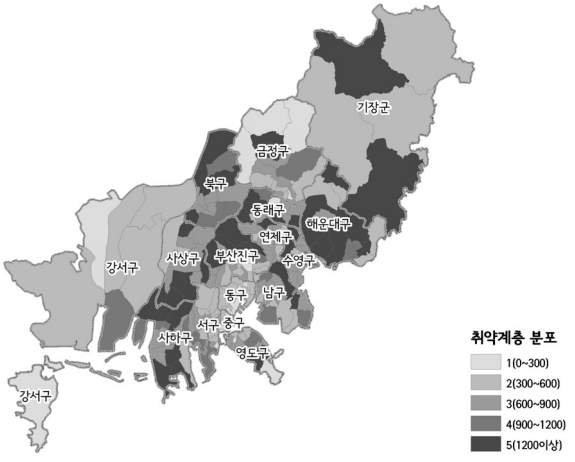

Fig. 2. Dispersion of Children and Senior

Table 2. Correlation Coefficient between Population and Transportation Vulnerable

Classification	Population	Disabled Person	Children and Senior
Population	1.000	0.785*	0.987*
Disabled Person	0.785*	1.000	0.780*
Children and Senior	0.987*	0.780*	1.000

Note) Correlation Coefficient is Pearson's, * denotes statistical significance at 0.000 level of confidence(two-tails tests)

대상으로 교통약자 현황을 정리하고 분석하였다.

Table 1에서 보면 국내 7개 대도시의 장애인, 어린이, 고령자 구성이 전체 인구대비 31.19%를 차지하고 있어 교통약자를 위한 정책마련이 시급함을 알 수 있다. 특히, 부산의 경우는 장애인과 고령자의 비율이 타도시에 비해 가장 높고, 어린이의 비율이 가장 낮아 7개 도시중 교통약자에 대한 정책마련이 가장 시급한 도시임을 알 수 있다.

부산의 교통약자 분포를 보면, Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 장애인의 경우는 사상구와 북구, 그리고 해운대구 및 부산진구의 일부 행정동에 많이 거주하고 있으며, 취약자의 경우는 해운대구 및 북구, 그리고 사상구 및 사하구와 부산진구 일부 행정동에 많이 거주하고 있는 것으로 나타났다.

그러나, 부산의 교통약자 거주 밀집도를 인구분포와 관련해서 살펴보면, Table 2에서 보는 바와 같이 인구수와 교통약자수 간에는 정(+)의 상관관계가 뚜렷히 나타나 인구가 많은 지역일수 록 교통약자가 많이 분포되어 있다는 것을 알 수 있었다.

이는 부산의 교통약자는 특별한 지역에 집단 거주하는 형태가 아닌 도시전반에 걸쳐 인구분포와 균일한 분포를 가지고 거주하고 있음을 나타낸다.

3.2 교통약자 이동을 위한 도시여건

산지가 많은 부산의 지형적 여건을 살펴보기 위해, 부산시 행정동 214개의 지형을 대상으로 경사율을 산출하였다. 교통약자의 이동과 관련해서는 실제 보도의 경사나 도로의 경사율을 산출하여야 하지만, 조사의 어려움으로 인해 행정동의 지형을 대상으로 경사율을 산출하였다.

그 결과 Table 3과 같이 부산시 전체 행정동중 68.2%를 차지하는 145개 동의 경사율이 10%를 초과하고 있는 것으로 나타났으며, 이로 인해 평균 경사율 또한 13.16%로 매우 높게 나타났다[1]. Fig. 3에 부산시 행정동별 세부 경사율을 나타내었다.

1) 교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙 <별표1>에서 교통약자가 통행할 수 있는 보도의 기울기는 최대 8.3%이하로 하게끔 하고 있다.

Table 3. Gradient Rate in Busan

Gradient Rate	less than 5%	5~10%	10~15%	15~20%	over 20%
No. Region	5	64	74	43	28

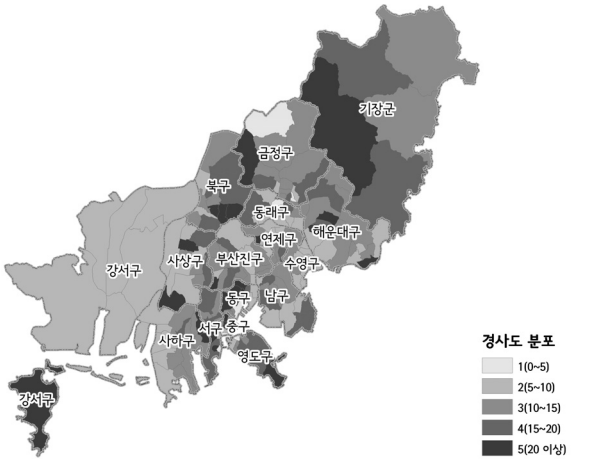

Fig. 3. Dispersion of Gradient Rate in Busan

이와 같이 부산의 높은 경사율로 인해 교통약자는 정류장까지 이동이 불편하며[2], 특히 저상버스와 같은 교통약자를 위한 교통수단은 진입조차 제한적으로 행해지고 있는 실정이다.

이는 부산에서 거주하고 있는 교통약자들은 도시의 지형적 구조만으로도 이동여건이 매우 열악하다고 말할 수 있다.

4. 교통약자 이동수단 이용여건 및 실태

4.1 저상버스 이용여건

부산의 시내버스는 2010년말 기준으로 133개 노선에 2,532대가 운영중에 있으며, 이중 저상버스는 4.4%에 해당하는 39개 노선, 112대만이 운영중에 있어 교통약자에 대한 시내버스 서비스 수준은 매우 미흡하다는 것을 알 수 있다.

이 같은 결과는 경사율이 높은 부산의 지형여건에 기인한 것으로, 현재 부산에서 운행중인 저상버스(대우CNG버스 BS100CN)의 경우, 차량 전면의 전방최저점이 지면에서 305.4 mm 높이이고, 전방오버행이 2,410mm로 차량의 최대 접근 가능각은 7.21°(12.6%)인 것으로 나타났다. 또한, 차량 후면의 후방최저점은 지면에서 370mm 높이이고, 후방오버행이 3,110mm로 최대 탈출 가능각은 6.78°(11.8%)로 나타났다[3].

2) 도시의 지형이 높은 경사도로 인해 도보나 휠체어 이동시 저항으로써 작용하여, 평지에 비해 시내버스의 문전(door-to-door) 서비스가 더욱 저조하다.

3) 접근각 $\tan\theta$ = 전방최저점 높이(m)/전방오버행 길이(m), 탈출각 $\tan\theta$ = 후방최저점 높이(m)/후방오버행 길이(m)

이는 부산의 지형 평균 경사율이 13.16%인 점을 감안하면 저상버스 운행자체가 매우 어려운 것이 현실이다.

이와 같은 결과를 바탕으로 저상버스가 운행할 수 있는 최소 경사율을 12%미만으로 설정하는 경우, 부산광역시 행정동은 Fig. 4와 같이 105개 동으로, 서부지역(강서, 사하, 사상, 북구 일부)과 도심지(부산진구, 수영구, 연제구, 남구·동구 일부)에만 집중해 있다는 것을 알 수 있다.

이는 저상버스 운행 가능 시내버스 노선형성은 제한적일 수밖에 없다는 것을 알 수 있다.

저상버스가 운행하고 있는 정류장을 중심으로 반경 500m범위의 면적을 저상버스의 서비스 범위로 설정하여[4], 저상버스의 서비스 수준을 살펴본 결과, 부산의 총면적 대비 저상버스 서비스 범위는 24.9%로 나타나 전체 시내버스 서비스 범위인 40.9%의 절반 이상을 차지하고 있음을 알 수 있었다. 세부 내용은 Table 4와 같다.

이는 부산의 지형구조상 저상버스가 운행되기 어렵지만 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따라 장애인 등 교통약자로부터 의무 도입대수(부산광역시 교통약자 이동편의 증진계획, 657대)의 도입요구에 기인한 것으로 판단된다.

그러나, 실제 저상버스가 운행하고 있는 39개 노선을 살펴보면, 1개 노선에 운행되고 있는 시내버스의 평균 대수 20.3대 중 저상버스는 2.8대로 실제 투입비중은 13.8%로 매우 낮은 비중을 나타내고 있었다[5]. 이는 저상버스 이용수요 및 도시특성 등 저상버스 투입에 대한 세부적 검토 없이 배분된 결과로 저상버스 서비스 수준은 저조하다고 할 수 있다.

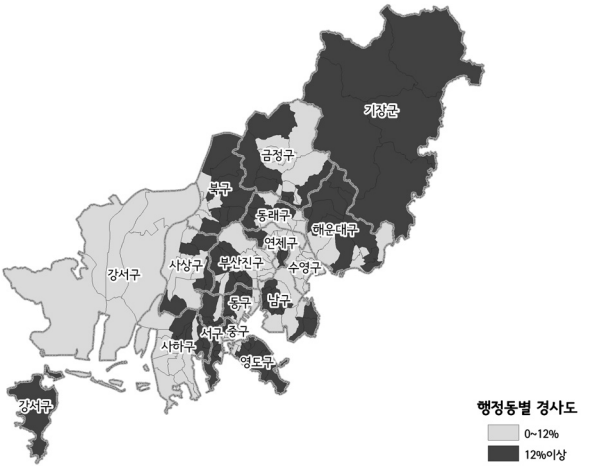

Fig. 4. Gradient Rate for Feasible Area to Non-Step Bus Operating

Table 4. Non-Step Bus Service Area

Classification	Busan Area	Bus Service Area	Non-Step Bus Service Area
km^2	767	314	191
Ratio(%)	100	40.9	24.9

4) 본 연구에서는 버스정류장간 평균거리가 300~500m 정도인 점을 감안하여, 최대 이동가능 거리(500m)를 버스 서비스 이용범위로 설정하였다.

4.2 특별교통수단 이용실태

부산시에서는 1·2급 장애인, 65세 이상의 거동이 불편한 고령자, 일시적 휠체어 이용자를 대상으로 2006년 10대의 특별교통수단(두리발) 도입을 시작해 2010년말 현재는 100대를 운영하고 있다.

이 같은 특별교통수단은 7인승~12인승 스타렉스 차량을 휠체어 탑재가 가능(슬로프형, 리프트형)토록 구조 변경하여 중증장애인 등 교통약자에게 문전(door to door)서비스를 제공하며, 콜센타를 통해 예약제로 운영되고 있다.

2010년 특별교통수단을 이용한 교통약자의 유형을 살펴보면, 총 이용건수 229,057건 중 지체, 뇌병변 장애자 및 시각장애자가 214,408건으로 장애인이 전체의 93.6%를 차지하고 있었다. 세부 이용유형은 Table 5와 같다.

그러나, 특별교통수단을 이용하는 승객중 휠체어 이용자는 105,885명으로 전체의 46.23%만이 이용하고 있어 휠체어 장치가 탑재된 특별교통수단이 다소 비효율적으로 운영되고 있음을 알 수 있다.

Table 5. User Classification of Handicap Vehicles

Classification	Physical disabled person	Visual Impairment	Senior	Momentariness transportation vulnerable	Total
Ridership	179,305	35,103	7,875	6,744	229,057
Ratio	78.28%	15.32%	3.44%	2.98%	100%

Data) Internal Data Busan Metropolitan

Table 6. Riding Purpose to Handicap Vehicles

Classification	Hospital	Personal errands	Commute	Commute to School	Total
Ridership	137,111	65,470	22,045	4,431	229,057
Ratio	59.86%	28.58%	9.63%	1.93%	100%

Data) Internal Data Busan Metropolitan

5) 부산의 도로를 운행하는 저상버스는 높은 경사율로 인한 차내 울렁거림으로 일반 이용자들은 저상버스를 오히려 불편하게 느끼고 있으며, 운수업체에 있어서는 일반버스보다 정비도 어렵고, 차량조작 등 운행도 불편함에 따라 도입을 꺼려하고 있어, 업체에 강제적으로 할당하여 배분한 결과로 판단된다.

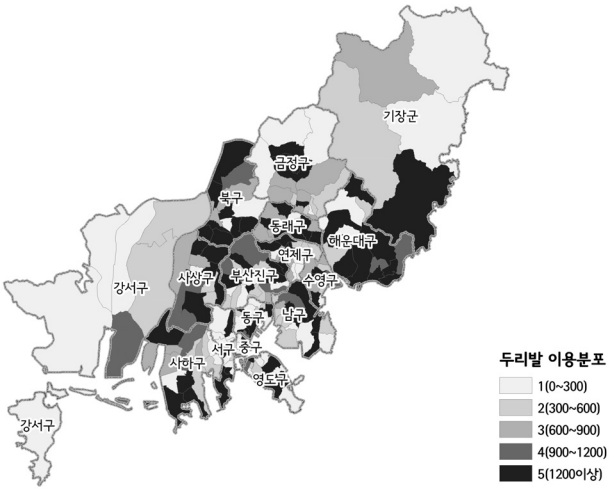

Fig. 5. Handicap Vehicles(Duribar) Utilization Distribution

이들의 이용목적을 살펴보면 병원 방문을 위한 이용건수가 137,111건으로 전체의 59.86%를 차지해 교통약자의 이동특성이 잘 반영되어 있음을 알 수 있었다. 세부 이용목적은 Table 6과 같다.

특별교통수단 이용건수를 행정동별로 살펴보면, 사상구, 북구, 해운대구, 부산진구 등에서 이용자가 많은 것으로 나타나 Fig. 1 및 Fig. 2에서 살펴본 장애인과 취약자 분포와 유사하게 분포하는 것으로 나타났다[6].

특별교통수단의 세부 이용건수별 행정동 분포는 Fig. 5와 같다.

5. 교통약자의 교통수단 이동지수

5.1 교통약자의 교통수단 이동지수 개념

본 장에서는 지역마다 차이가 있는 교통약자의 교통수단 이용여건을 수량화하기 위해 지역여건과 교통수단의 이용특성 등이 고려된 교통약자의 교통수단 이동지수 개념을 제안하고자 한다.

본 연구에서 제안하는 교통약자의 교통수단 이동지수는 「교통약자의 이동편의 증진법」에서 규정하는 교통약자의 이동권 보장과 관련한 교통수단 이용여건을 의미하는 것으로, 이동지수 산정의 범위를 저상버스 및 특별교통수단 이용여건에 한정하였다.

저상버스 및 특별교통단의 이용여건은 교통약자의 보행 및 교통수단 운행 가능 유무와 관련된 경사도, 그리고 교통수단 이용가능성과 관련된 저상버스 노선수 및 특별교통수단의 이용횟수와 밀접한 관계를 가지고 있다[7].

이동지수 산정과 관련한 변수들의 관계를 살펴보면, 우선 경사도의 경우는 경사도가 크면 클 수 록 교통약자의 이동성이 현저히 떨어지기 때문에 이동지수와 경사도는 반비례의 관계를 나타내는 것을 알 수 있다[8].

저상버스의 경우는 노선이 많을 수 록 교통약자의 이동성이 증가하기 때문에 정비례의 관계를 나타냄을 알 수 있다.

또한, 해당지역 교통약자간의 특별교통수단 이용 커뮤니티(community)조성 정도에 따라 특별교통수단의 이용횟수가 변동되기 때문에, 커뮤니티가 강할 수 록 특별교통수단의 이용횟수는 증가하며 이는 이동성에 정비례 관계를 나타낸다고 할 수 있다.

교통수단 및 지형여건을 반영한 교통약자의 이동지수는 특별교통수단과 저상버스에 따라 구분할 수 있으며, 이를 수식화하면 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$M_{st} = \sum_{i=1}^{n} \frac{st_i}{s_i^{\alpha}}, \quad M_{nb} = \sum_{j=1}^{m} \frac{nb_j}{s_j^{\beta}} \tag{1}$$

M_{st} : 특별교통수단의 이동성 지수($0 \le M_{st} \le st_i$)
st_i : i 지역내의 특별교통수단 이용횟수(i=1~214)
s_i : i 지역의 경사율
M_{nb} : 저상버스의 이동성 지수($0 \le M_{nb} \le nb_j$)
nb_j : j 지역내의 저상버스 노선수(j=1~214)
s_j : j 지역의 경사율
α, β : 파라메타

여기서, 파라메타 α, β는 교통수단(특별교통수단, 저상버스)을 이용하기 위한 요인으로서 경사도에 따른 교통약자의 이동저항 정도를 나타낸다.

식 (1)과 같이 교통수단별로 교통약자의 교통수단 이동지수를 산출할 수 있지만, 본 연구에서는 다양한 수단의 이동지수를 반영한 값을 도출하기 위해서, 특별교통수단 및 저상버스 이용과 관련한 이동지수 2가지의 평균값을 이용하였다.

이들 이동지수는 각기 단위가 다르기 때문에 표준화 값을 이용하여 식 (2)와 같이 나타내었다.

6) 행정동별 특별교통수단 이용건수와 장애인 및 취약자의 상관계수는 각각 0.454, 0.424로 유의수준 0.01에서 모두 유의한 것으로 나타났다.

7) 저상버스의 경우는 노선수와 차량운행대수 등 서비스 질과 밀접한 관련이 있는 교통약자의 이용횟수를 변수로 설정하는 것이 타당하지만, 저상버스 이용자중 교통약자만 별도로 분류하여 이용횟수 자료를 수집하는 것이 불가능하기 때문에 저상버스 노선수만을 변수로 설정하였다.

8) 경사도가 높으면 저상버스 운행이 불가능하여 대체 교통수단(특별교통수단)만이 이용이 가능하기 때문에, 경사도는 저상버스 운행 및 특별교통수단 운행여건에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

$$M = \frac{[M_{st}] + [M_{nb}]}{2} \quad (2)$$

M : 해당지역 교통약자의 교통수단 이동지수
$[M_{st}]$: M_{st}의 표준화 값
$[M_{nb}]$: M_{nb}의 표준화 값

5.2 교통약자의 교통수단 이동지수 산정

식 (1)에서의 교통수단별 이동지수를 산정하기 위해서는 이동저항을 나타내는 파라메타 α,β값이 결정되어야 하는데, 본 연구에서는 파라메타 α,β값의 변화에 따라 도출되는 지역별 교통수단 이동지수 M_{st} 및 M_{nb}값과 해당 지역별 장애인수 및 저상버스 운행 가능여부(운행가능=1, 불가능=0)간의 상관관계를 살펴보고, 이중 가장 높은 상관성을 가지는 파라메타 값을 채택하였다[9].

Fig. 6에서 보는 바와 같이 상관관계가 가장 높은 경우의 α,β값은 α가 0.01일 경우이며, β는 0.80일 경우로 나타났다.

파라메타 값이 이와 같이 나타난 이유는 특별교통수단의 경우 문전(door-to-door) 서비스로 인하여 경사도가 이용승객의 저항으로 크게 작용하지 않으며, 저상버스의 경우는 경사도로 인해 정류장까지의 접근 및 이용에 제약을 많이 받기 때문으로 판단된다.

이상에서 산출된 값들을 통해 식 (2)와 같이 표준화 값을 이용하여 교통약자의 교통수단 이동지수를 산정하였다.

그 결과 표준화 값이 정(+)의 부호를 가져 이동이 용이한 행정동은 82개로 나타났으며, 부(-)의 부호를 가져 이동에 제약을 받고 있는 행정동은 124개로 나타났다. 세부 이동지수값 분포는 Fig. 7에 나타내었다.

세부적으로 살펴보면, 교통약자가 이동하기 양호한 여건을 가진 행정동은 부산진구(부전1·2동, 양정1·2동, 개금3동), 연제구(거제1·2·3동, 연산4동), 동래구(사직3동, 온천1·3동, 명륜동, 수민동, 안락1동), 사상구(학장동, 모라1·3동, 감전동, 괘법동), 중구(남포동, 중앙동) 등으로 나타나 저상버스 운행여건 및 특별교통수단 이용빈도를 잘 반영한 것으로 판단된다.

이와는 반대로 교통약자의 이동여건이 열악한 지역을 살펴보면, 경사도가 심하고 저상버스 운행이 저조하며 특별교통수단 이용횟수도 낮은 강서구(가락동, 천가동, 녹산동), 기장군(장안읍, 일광면), 동구(수정1·5동, 초량6동, 범일5동), 중구(영주2동, 대청동, 광복동), 영도구(봉래2동, 동삼2동), 사하구(감천2동, 괴정2동, 구평동), 해운대구(반여3·4동) 등으로 나타났다.

9) 파라메타 α,β 값의 변동에 따른 이동지수와 장애인수 및 저상버스 운행 가능여부간의 상관계수는 유의수준 0.01에서 모두 유의한 것으로 나타났다.

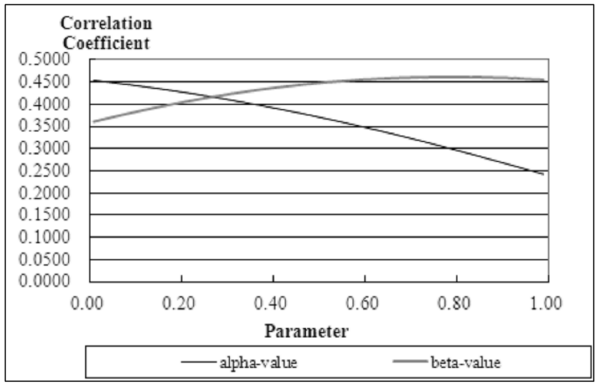

Fig. 6. Correlation Coefficient of $\alpha \cdot \beta$-value's Change

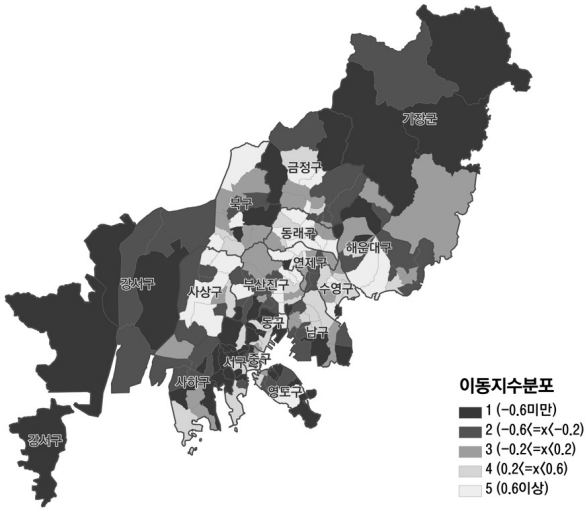

Fig. 7. Dispersion of Mobility Index

6. 교통약자의 이동편의 증진방안

본 연구에서는 교통약자의 교통수단 이용편의 증진방안을 저상버스와 기존의 특별교통수단 이용편의 증진방안, 그리고 새로운 교통수단 도입 방안을 중심으로 제안하고자 한다.

먼저, 저상버스의 경우는 부산의 경사율과 저상버스 운행가능 여건을 검토하였다.

현재 부산에서 운행되고 있는 133개 중 39개의 저상버스 노선이외에 4개의 노선이 추가적으로 운행가능한 노선으로 분류되었다[10]. 이들 43개 노선은 전체 902대가 운행중에 있어,

10) 4개 노선은 태종대~서부터미널, 반여동~당감동, 해운대~구서동, 남포동~금곡동을 운행하는 노선으로, 대다수 구간이 경사도가 10%미만이지만, 일부 차고지 및 회차지의 경사도가 높은 구간인 금곡동(14.7%), 당감동(14.7%)을 운행하는 노선이 있다. 그러나, 본 지점은 시점(종점)이 되는 지역으로 진출입부의 개선을 통해 저상버스가 운행가능한 것으로 분석되었다.

부산의 교통약자 비율을 고려하여 30%수준인 270대까지 확대할 수 있을 것으로 판단된다.

다음으로 특별교통수단의 경우는 이용자 특성을 고려하여 서비스 증대방안을 제안하고자 한다.

특별교통수단은 휠체어 탑재 가능차량으로 차량의 효율적 활용을 위해 비휠체어 이용자(53.77%)의 이용을 제한하게 되면 용량이 2배로 확대되어 차량대수 증대효과를 가질 수 있을 것으로 판단된다.

그러나, 비휠체어 이용자 중에서도 이동이 매우 불편한 교통약자가 존재하기 때문에 이들의 이동편의 증진을 위해 새로운 교통약자 이동수단을 도입할 필요가 있다.

이를 위해 기존의 택시를 활용하는 방안을 제안하고자 한다. 현재 자가용 승용차의 이용증대 등 사회적 요인으로 인해 발생된 택시 과잉공급 현상을 방지하고, 교통약자의 이동편의 증진을 위해 100대 정도의 택시를 브랜드화 하여 바우처(voucher)제도를 도입 운행하는 것이다.

이와 아울러, 경사도가 높아 저상버스 이용에 제한이 있고, 특별교통수단 이용에 대한 커뮤니티가 부족하여 이동지수가 매우 낮은 지역(-0.7이하인 34개 행정동)의 교통약자를 중심으로 우선적 이용권을 부여하는 방안도 같이 검토되어야 할 것이다.

7. 결 론

본 연구는 지역의 경사도와 저상버스 운행여건, 특별교통수단 이용실태 등 교통약자의 교통수단 이용특성을 고찰하여 교통약자의 이동편의 증진 방안을 검토한 것으로, 본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 부산의 경사율은 평균 13.16%로 저상버스 운행을 위한 최소 경사율인 12%를 초과하는 지역이 많아 저상버스는 부산의 교통약자 교통수단으로는 미흡하다는 것을 알 수 있었다.

둘째, 특별교통수단 이용 횟수는 부산의 장애인 및 취약자의 분포와 유사하게 분포하고 있으며, 이들 수단의 이용특성상 비휠체어 이용자가 53.77%를 차지하여 다소 비효율적으로 운행되고 있음을 알 수 있었다.

셋째, 교통약자의 교통수단 이동지수 개념을 도입하여 실제 행정동별로 산정해 본 결과, 부산지역의 경사도 및 저상버스 운행노선, 그리고 특별교통수단 이용 커뮤니티 조성 정도 등이 대체로 잘 반영된 것으로 평가되었다.

마지막으로, 이상의 기초자료 분석을 통해 부산의 교통약자 교통수단 이동편의 증진방안을 저상버스 및 특별교통수단, 그리고 새로운 수단도입으로 구분하여 제안할 수 있었다.

본 연구는 다양한 지역적 여건을 고려하여 교통약자가 이용하는 교통수단의 운행여건을 분석하고, 이동지수를 제안하여 이를 실제 지역에 적용한 최초의 연구라는 점에서 매우 큰 의의가 있다고 하겠다. 또한, 연구과정에서 도출된 기초자료를 바탕으로 보다 실질적인 교통약자의 이동편의 증진 방안을 제안하여 향후 정책적 판단에 도움이 되리라 판단된다.

향후에는 본 연구의 연장선상에서 이동지수의 검증과 이동지수를 활용한 지역별 교통약자 맞춤형 교통수단 도입 연구, 그리고 교통약자를 위한 교통수단 이용자를 대상으로 하는 서비스 질 향상 연구 등 교통약자 이동편의 증진을 위한 실증적 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

"이 논문은 부산대학교 자유과제학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음."

References

Hwang, Duk Soo & OH, Young Tae & Lee, Sang Soo & Kim, Tae Ho(2008), Development of Pedestrian Signal Timing Models Considering the Characteristics of Weak Pedestrians , Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 26, No. 1, pp. 181-190.

Jung, Hun Young & Baek, Sang Geun, Baek, Eun Sang (2008), Value Analysis of Barrier-free Facilities at Subway Stations Using CVM with a Double Bounded Dichotomous Choice Question, Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 26, No. 5, pp. 205-216.

Kim, Ji Young & Rhee, Jong Ho & OH, Seung Hwoon (2008), Analysis of The Low Floored Bus Effect on Elderly People, Journal of Korean Society of Civil Engineers, Vol. 28, No. 1D, pp. 29-34.

Kim, Chul & Kum, Ki Jung & Namgung, Moon(1999), A Study on the Mobility Characteristics Concerning the Transportation-Poor, Journal of Korean Society of Civil Engineers, Vol. 19, No. III-3, pp. 361-368.

Kim, Tae Ho & Son, Sang Ho & Park, Je Jin(2009), A Comparative Analysis on Performance of Transport Facilities in Subway for Vulnerable Pedestrians and Non-Vulnerable Pedestrians Using Modified-IPA, Journal of Korean Society of Civil Engineers, Vol. 29, No. 6D, pp. 703-709.

Lee, Shin Hae(2009), A Study on the Transportation Policy for the Moblility Handicapped Using Satisfaction Level, The Seoul Institute, Vol. 10, No. 1, pp. 197-208.

清水浩志郎, 本木正直(1983), 高齢者の交通行動に關すす調査·分析, *第18回日本都市計劃學會學術研究發表會論文集*, pp. 421-426.

北川睦彦, 塚口博司, 高岸節夫, 三星昭宏(1987), 高齢者の交通に關する研究 *交通科學*, Vol. 16, No. 2, pp. 59-64.

新田 保次, 三星 昭宏, 森康男(1995), モビリティ確保の視点から見た高齢者對応型バス計劃についての一考察, *土木學會論文集*, IV

-28, No. 518, pp. 43-54.
三星 昭宏, 新田 保次(1995), 交通困難者の概念と交通需要について, *土木學會論文集*, No. 518, Ⅳ-28, pp. 31-42.
杉尾恵太, 磯部友彦, 竹内伝史, 神谷孝弘(2000), 都市バスの役割の類型化とそれに對應した路線機能改善策の檢討, *土木計劃學研究論文集*, No. 17, pp. 757-764.
森山昌幸, 藤原章正, 杉恵頼寧(2003), 過疎地域における公共交通サービスの評価指標の提案, *都市計劃論文集*, No. 38-3, pp. 475-480.
猪井博登(2005), *福祉の向上の視点を組み込んだコミュニティバスの評価に關する研究*, 大阪大學博士學位論文.
吉田 樹, 秋山 哲男, 竹内 伝史(2009), 市民の外出活性水準を考慮した地域公共交通の評価に關する基礎的檢討, *土木學會論文集*D, Vol. 65, No. 3, pp. 348-359.