

## 서울시 도시철도 환승역세권 유형별 대중교통이용자 특성 비교연구

### Comparative Study on the Characteristics of Public Transport Users According to the Types of Transit Station Influence Areas in Seoul's Urban Railway's

임삼진 · 박준태\* · 김태호

Sam-Jin Lim · Jun-Tae Park · Tae-Ho Kim

**Abstract** This study aims to identify sound developmental directions for transit-oriented development (TOD), which is a topic of interest in the field of urban development, and conducts an empirical analysis of station influence areas within Seoul according to the characteristics of transit types. The results suggest that there are differences among variables that influence demand for public transportation according to transit types. This means that it is necessary to identify improvement plans in developing public transport strategies for the capital region based on such differentiated influence factors and to build foundations to continue to increase demand for public transportation. Also, station influence areas should be developed into hubs by establishing appropriate bus-only lane networks as a supplementary means, rather than directly connecting subway stations with each other.

**Keywords** : Transit-Oriented Development, Urban rail transit types, Bus Rapid Transit (BRT), Station influence area, Multiple Regression Analysis

**초 록** 본 연구는 최근 도시개발에 있어 관심사로 대두되고 있는 대중교통지향형 개발(TOD)에 대한 바람직한 개발방향을 모색하고, 서울시 역세권을 환승특성 유형별로 구분하여 실증분석을 통해 이에 대한 분석결과를 제시하는데 목적을 두고 수행하였다. 대중교통 이용자 특성에 미치는 영향력은 환승특성 유형별로 차이가 있는 것으로 규명되었다. 향후 수도권 대중교통전략 수립 시 차별화된 영향요소를 기반으로 개선(안)을 도출하는 것이 필요하며, 향후 지속적인 대중교통 이용수요 증진을 위한 기초를 마련해야 한다고 판단된다. 또한 지하철역과 직접적인 연계를 하기 보다는 보조적인 수단으로 버스전용차로(BRT)를 적절하게 연계하여 현재 단일역세권을 거점화하는 것이 필요하다고 판단된다.

**주요어** : 대중교통지향형개발, 도시철도 환승유형, 버스전용차로, 역세권, 다중회귀분석

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

세계는 저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)에 대한 구체적인 실천전략을 마련하기 위하여 많은 정책적 노력을 기울이고 있다. 이러한 정책적 대안 중 하나가 대중교통지향형개발(TOD, Transit Oriented Development 이하 'TOD' 칭함)로서 이는 승용차 의존적인 도시에서 탈피하여 교통과 토지이용과의 연계를 통한 대중교통이용 활성화에 역점을 둔 현실적인 방안이다. 국내에서도 2004년 7월 서울시를 중심으로 대중교통체계를 전면적으로 개편하였으며, 광역시(인천시, 부산시, 울산시, 대구시, 광주시, 대전시 등)를 중심으로 확대되고 있는 실정이다.

이러한 대중교통 시설 및 서비스측면의 개선에도 불구하고

고 2006년 수도권 가구통행실태조사(Fig. 1 참조)에 따르면 대중교통분담률은 크게 향상되지 못하고 있다. Table 1과 같이 5대 신도시로부터의 장거리 통근통행이 7.5% 증가한 반면, 신규 택지개발 지역으로부터는 65.5%나 서울로의 유입 출근 통행량이 대폭 증가했음을 알 수 있었다. 특히 전체 출근 통행량은 2002년 이후 4년간 13.8%나 증가했다. 따라서 서울시 역세권의 대중교통 이용인구 상황을 진단하고 향후 발전방향을 모색하고자 하는 데에서 본 연구는 출발하였으며, 지하철 역세권의 위계 및 환승유형(단일역세권, 지하철 중심 교차, 역세권, 통합(지하철+버스)교차 역세권) 특성을 구분, 대중교통 이용자에 영향을 미치는 TOD 계획요소를 비교·분석하여 향후 대중교통시설 및 환승체계 구축 등 교통정책 수립에 필요한 시사점을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 대중교통 시설 및 운영변수와 같은 교통측면 변수의 수집이 유용한 서울시를 대상으로 하고 있으며, 서울특별시 행정구역에 있는 총 249개의 지하철 역세권 중 반경 500m안에 경기도 지역이 포함되는 일부 역세

\*Corresponding author.

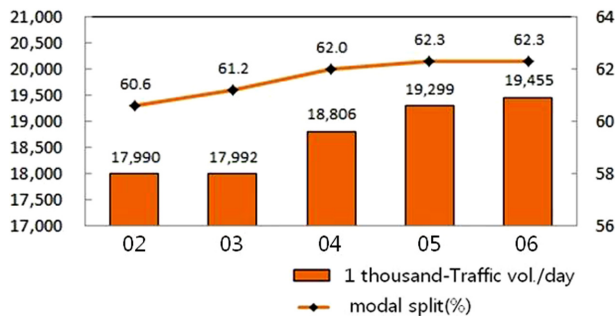
Tel.: +82-2-3487-7923, E-mail : pj724@naver.com

©The Korean Society for Railway 2013

<http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2013.16.2.129>

**Table 1** Commuting traffic to Seoul by region (Unit: Pass / day, %)

Regions	2002	2006	Increase/decrease rate
Five major new towns (Bundang, Ilsan, Jungdong, Pyeongchon and Sanbon)	210,764	226,515	7.5%
Regions with rapidly increasing housing site developments (Yongin, Kimpo, Gwangju, Yangju, Namyangju)	116,826	193,367	65.5%
Other Incheon and Gyeonggi areas	668,377	754,314	12.9%
Total	1,031,662	1,174,196	13.8%



**Fig. 1** Change of the share of public transport - traffic volume

권<sup>1</sup>을 제외하고 버스연계 역세권을 포함하는 206개 역세권으로 한정하였다. 본 연구를 수행하기 위한 내용적 범위로 연구절차와 방법론은 크게 다섯 단계로 구분하여 접근하였다.

첫째, 국내외 역세권 및 TOD관련 연구문헌을 검토하여 역세권 대중교통 이용수요에 실제적인 영향을 주는 요소들을 도출하였다. 둘째, 변수의 수집은 2011년을 기준으로 종속변수는 교통카드자료를 이용한 역세권의 승객 승차차 인원, 독립변수는 TOD 통합계획 요소로서 Density(개발특성: 연상면적, Open Space면적<sup>2</sup>, 순개발밀도 등), Diversity(주거, 상업, 업무 등에 대한 토지이용 복합도(LUM)), Accessibility(대중교통: 지하철, 버스공급특성), Design(가로설계특성), Green(연계시설수준)을 기준으로 GIS에 입력하여 500m 단위로 수집, 재정리하였다. 셋째, 서울시 BRT와 지하철 노선의 대중교통결절지현황<sup>3</sup>을 고려하여 환승특성을 위계별로 유형화하고 각 유형별 대상 역세권을 선정하였다. 넷째, 서울시 역세권의 다양한 영향요소에 대한 기초통계분석을 실시하였으며, 환승유형별로 대중교통 이용수요에 영향을 미치는 변수를 분류하기 위하여 상관분석(Correlation Analysis)을 실시하였다. 다섯째, 환승유형별 대중교통 이용수요와 TOD 계획요소간의 실증분석을 위하여 회귀분석(Regression

<sup>1</sup>개봉, 구일, 도봉산, 독산, 북정, 석수, 시흥, 운수, 등은 역세권 반경 500m의 행정구역이 일부 경기도가 포함되어 제외함.

<sup>2</sup>지하철 역세권 주변에 한강, 공원, 산 등이 존재할 경우 실제 개발밀도에 영향을 미칠 수 있는 오차를 고려하기 위함.

<sup>3</sup>도심지내 인프라와 연계한 밀도조정 및 활용방안 연구(2008) 보고서에 따르면 BRT를 지하철 노선과 동일한 노선의 하나라고 생각하고 BRT와 지하철 노선을 종합·분석하여 대중교통결절지 현황을 제시함.

Analysis)을 실시하였다. 연구의 시사점을 제시하기 위하여 BRT와 지하철 노선을 종합적으로 고려한 유형화를 시도하였으며, 각 유형별 표준화 계수(Standardized Coefficient, Beta)를 활용하여 영향력을 비교분석 하였다.

## 2. 선행연구검토 및 착안점 정립

### 2.1 TOD 개념 및 계획요소 검토

대중교통 중심의 도시를 구현하고자 하는 대중교통지향형 개발(Transit Oriented- Development)은 하나의 도시 또는 근린주구(마을) 단위에서의 토지이용과 교통과의 연관성을 강조하면서, 대중교통 결절점 중심의 고밀도 복합적 토지이용과 보행친화적인 정주환경을 유도하고자 하는 도시계획 기법이다. 도시계획적인 측면에서 TOD는 도시의 성장을 효율적으로 관리하고, 교통계획적인 측면에서는 토지이용을 통하여 교통수요를 적절히 관리할 수 있는 기법으로 인식되고 있다.

Ewing & Cervero(2001)[1]의 연구에서 TOD의 개념을 각 계획요소 별로 살펴보면, ‘대중교통 결절점(Transit Center)’을 중심으로 도보로 접근 가능한 범위에서 ‘고밀도(Density)의 복합적 토지이용(Mixed use of land, Diversity)’과 ‘보행 및 자전거 수단과 친화적인 도시설계(Design)’로 대별할 수 있다. 세부적으로 살펴보면, 밀도(Density)는 역세권을 중심으로 역세권 내의 토지이용 밀도는 대중교통의 이용 정도를 제고하는 가장 큰 계획요소 중의 하나이며, 개발된 밀도의 수준과 형태에 따라서 영향력의 크기는 달라질 수 있다고 하였다.

### 2.2 TOD 관련 선행연구 검토 및 착안점 정립

TOD관련 국내외 선행연구를 검토한 결과(Table 2 참조), 최근 일부 연구를 중심으로 대중교통지향형개발(TOD)과 관련된 역세권 대중교통 이용수요 실증분석이 진행 중인 것으로 파악 되었다. 첫째, 성형근, 김태현(2005)[2], 성현곤 외(2007)[3]의 연구는 녹색교통 접근성변수를 활용하지 못하고 있어, 교통측면(Transit)의 녹색교통((Design: 보행, 자전거) 접근성 변수를 고려할 것이며, 이를 활용하기 위해서는 Space Syntax의 접근성 산출방법을 적용할 것이다(임현식, 2002[4]; 이병욱, 이승재, 2005[5]; 채훈, 김태호, 최유란, 2009[6]).

둘째, 오영택 외(2009)[7]의 연구에서는 토지이용을 고려

Table 2 Major advanced studies at home and abroad

Author (year)	Variable	Bus-linked transit type considered	TOD integrative factors considered			
			Density	Diversity	Accessibility	Green
Jeong Hee-yoon (2002)	Commuting traffic (distance, time, no. of long-distance commuters, excess commuting rate), characteristics of changes in commuting traffics	X	X	X	X	X
Lim Hee-ji (2002)	Scope of resident activities, user population, public amenities, developmental density, approach range, public transport service, etc.	X	O	O	O	△ (walk)
Lee Chang-hyo (2004)	No. of subway passengers for commuting, passing time, distribution of commuters' profession, land use characteristics	X	O	X	X	X
Shin Sang-yeong (2005)	Passing time, speed and public transport's share	X	X	X	X	X
Seong Hyeon-gon (2007)	User variables (daily transportation card use data) and provider variables (no. of lines, stations, transit, etc.)	X	O	X	O	X
Park Dong-jin (2007)	Developmental density, no. of commuters, passing time, distribution of commuters' profession, land use characteristics	X	O	X	X	X
Seong Hyeon-gon (2008)	Land use characteristics, urban design characteristics, etc.	X	O	X	O	X
Oh Yeong-taek (2009)	User variables (daily transportation card use data use), provider variables (no. of lines, stations, transit, etc.)	X	O	X	O	X
Lee Su-il (2010)	Amenities, pedestrian network, public transport services	X	X	X	X	X
Marc Schlossberg (2003)	Accessibility to roads by type, walking ranges, crossroad density, dead-end density	X	O	X	O	△ (walk)
John L. Renne (2005)	No. of public transport users, population (house) density, street network shape, no. of multipurpose buildings, survey, etc.	X	X	X	X	X
William J. DeCoursey (2007)	Pedestrians' accessibility and facilities' characteristics, land use characteristics, traffic characteristics, station influence area users' satisfaction, etc.	X	O	X	X	△ (walk)
Evan Du Vall (2007)	Street network density, car parks in the station influence area, employment (residential) density, mixed-use complex ratio, etc.	X	X	△ (commercial)	△ (network)	X
Edward J. O'Donnell (2010)	Interval, no. of lines, stations, pedestrians' accessibility, multipurpose developments, developmental density, no. of entrances, etc.	X	O	O	O	X

한 유형별 모형을 개발하였다. 하지만, 서울시의 특성상 역세권 반경 500m 이내에 한강, 남산 등을 포함하는 경우 상대적으로 Open Space면적이 포함되어 있는 연상면적이므로 실제 분석을 위해서는 Open Space면적을 제외한 순연상면적의 개념을 활용하는 것이 필요하다고 판단된다.

셋째, 역세권의 환승특성을 고려한 실증연구가 전무한 실정이므로 환승특성 유형을 종합적으로 고려하여 역세권의 유형을 구분해 분석하는 것이 필요하다고 판단된다.

### 3. 환승특성 유형 검토 및 자료수집

#### 3.1 서울시 역세권의 환승특성 유형

##### 3.1.1 역세권에서의 환승특성 유형 분류 필요성

역세권 형성 및 공간구조에 대한 연구는 주로 지하철역 입지에 따른 지가 및 토지이용변화에 초점이 맞추어져 있으며, 최근 몇몇 학자들에 의해 역세권 접근성에 대한 논의가 진행되고 있다. 역세권의 환승특성과 관련된 대표 선행연구로

는 도심지내 인프라와 연계한 밀도조정 및 활용방안 연구(2008)로서, 도시철도 환승역과 BRT를 종합적으로 고려할 필요성에 대하여 주장하였다. 예를 들면, 강남역은 실제 환승거리 측면에서 살펴보면, 인접역(신분당선, 신논현역)과의 환승거리 보다 BRT 정류장으로 접근하는 것이 더욱 원활하기 때문이다. 또한, 대중교통 이용수요 증진을 위한 대안 중 지하철건설은 많은 비용이 소요되므로, 지속적으로 공급하는 것은 매우 어렵다고 판단된다. 그렇다고 대중교통 우선정책을 포기할 수는 없으므로 상대적으로 비용효율적인 BRT를 주요 역세권에 연계하는 방안을 고려해볼 필요가 있다. 따라서 본 연구는 향후 지속적으로 추진될 BRT와 도시철도 역세권과의 연계방안을 위해 환승특성유형(지하철+버스)을 고려한 실증연구를 시도하고자 한다.

3.1.2 환승(교차) 특성 유형별 대상 역세권 선정

본 연구의 공간적 범위는 서울특별시 행정구역에 있는 총 249개의 지하철 역세권 중 반경 500m안에 경기도 지역이 포함되는 일부 역세권을 제외하고 BRT와 연계 가능한 역세권

을 포함하는 206개 역으로 한정하였다. 환승특성 유형별 대상역세권을 선정하기 위하여 다음의 과정을 진행하였다. 첫째, 도심지내 인프라와 연계한 밀도조정 및 활용방안 연구(2008) 보고서에서 제시하고 있는 서울시 통합 대중교통결절지 분포 현황을 고려하여 역세권의 지하철역 환승특성 유형(단일, 2교차, 3교차, 4교차 등)을 1차적으로 선정하였다.

둘째, BRT와 지하철 노선을 종합적으로 고려한 유형화를 시도하였다. 이러한 과정을 통해 단일역세권 98개역, 지하철 중심 2교차 역세권 26개역, 지하철 중심 3교차 이상 역세권 2개역, 통합(버스+지하철) 2교차 역세권 48개역, 통합(버스+지하철) 3교차 역세권 25개역, 통합(버스+지하철) 4교차 역세권 7개역을 다음 Table 3과 같이 선정하였다.

3.2 자료수집 방법

3.2.1 TOD 계획요소 수집개요

본 연구에서 분석을 위한 자료는 교통카드자료(Smart Card), 역세권 주변의 현황조사자료, GIS 연계자료 등 다양

Table 3 Classification of station influence areas in Seoul by transit characteristic type

Transit characteristic type	Stations	Pro-portion
Single station influence areas	Gangbyeon, Gaepodong, Korea University, Gongreung, Gwanghwamun, Gwangheungchang, Guryong, Gubundari, Geumho, Namguro, Nambu Terminal, Samseong, Namyong, Noksapyeong, Nokcheon, Daemosan Ipgu, Daecheong, Daechi, Daeheung, Dorimcheon, Dokbawui, Dolgoji, Dongdae Ipgu, Ddukseom, Ddukseom Resort, Madeul, Majang, Mapo-gu Office, Mangwon, Maebong, Meokgol, Myeonmok, Myeongdong, Myeongil, Mokdong, Munrae, Bangbae, Bangi, Banghwa, Beotigogae, Sanggye, Sangbong, Sangsu, Sangwangsipri, Sangwolgot, Seobinggo, Seongbuk, Suraksan, Singeumho, Sinjeong, Sindaebang Samgeori, Sndaebang, Sinimun, Sinjeong Negeori, Shinpung, Ahyeon, Anguk, Anam, Apgujeong, Yangcheon-gu Office, Yangpyeong, Children's Grand Park, Yeouinaru, Yeokchon, Yeongdeungpo Market, Oryu, Omokgyo, Hankuk Univ. of Foreign Studies, Yongdap, Yongmasan, Ujangsan, Wolgye, Wolgot, Ungbong, World Cup Stadium, Uljiro Ipgu, Isu, Itaewon, Ilwon, Jamwon, Jangseungbaegi, Junggye, Junggok, Junghwa, Jeungsan, Changsin, Cheomdam, Hage, Hakdong, Hakyoul, Hangangjin, Hannam, Hanti, Hanyang University, Haengdang, Hyehwa, Hwagok, and Hyochang Park Stations	98 (47.5%)
Two subway stations cross influence areas	Gangnam-gu Office, Kokkuk University, Kkachisan, Nowon, Dangsang, Daelim, Dogok, Dongmyoap, Dongjak, Seokgye, Suseo, City Hall, Shingil, Sindang, Yaksu, Yeouido, Yeongdeungpo-gu Office, Ogeum, Oksu, Uljiro3-ga, Uljiro4-ga, Ichon, Changdong, Cheonggu, Chungmuro, and Taereung Ipgu Stations	26 (12.6%)
Three + subway stations cross influence areas	Wangsipri and Kimpo Airport Stations	2 (0.9%)
Integrative (bus + subway) dual-cross influence areas	Gangdong-gu Office, Gyeongbokgung, Guro Digital Complex, Gueui, Gileum, Nakseongdae, Naebang, Nokbeon, Dapsipri, Daebang, Dobong, Dokripmun, Mapo, Mongchontoseong, Muakjae, Mia Samgeori, Mia, Banpo, Balsan, Banghak, Boramae, Bongcheon, Samseong, Sangdo, Seodaemun, Seocho, Seongshin Women's University, Songjeong, Songpa, Suyu, Sookmyung Women's University, Soongsil University, Shinrim, Sinyongsan, Shincheon, Shinchon, Ssangmun, Aeogae, Yeoksam, Ewha Women's University, Janghanpyeong, Jegidong, Jonggak, Jongro5-ga, Cheongnyangri, Hanseong University, and Hongje Stations	48 (23.3%)
Integrative (bus + subway) triple-cross influence areas	Garak Market, Gangnam, Gangdong, Seoul National University of Education, Guro, Gunja, Noryangjin, Nonhyeon, Dongdaemun, Mangwu, Bulgwang, Sadang, Samgakji, Seokchon, Seoneung, Seongsu, Shinsa, Sinseoldong, Jamsil, Sports Complex, Cheonho, Chongshin University, Chungjeongro, Hapjeong, and Hoegi Stations	25 (12.4%)
Integrative (bus + subway) quad-cross influence areas	Gongdeok, Seoul, Yongsan, Express Bus Terminal, Sindorim, Jongri3-ga, and Hongik University Stations	7 (3.3%)

하게 활용되었으며, 자료수집은 구득 가능한 최근 년도인 2011년을 기준으로 하였다. 종속변수는 역세권별 승객승차차인 대중교통이용수요이며, 이를 추출하기 위해 교통카드 자료(Smart Card)를 활용하였다. 독립변수로는 역세권별로 정리한 Density(순개발밀도), Diversity(주거, 상업, 업무 등에 대한 토지이용 복합도(LUM)), Accessibility(접근성: 버스, 철도, 도로 등)를 기준으로 GIS에 입력하여 600m단위(Buffer 100m 포함)로 수집 재정리하였다. 추가적으로 공공기관 통계자료 및 Internet 문헌조사를 활용하여 주변개발계획(뉴타

운, 재개발 등), Space Syntax를 활용한 녹색교통 접근성(자전거, 버스), 대중교통 운영특성(배차간격, 운영시간) 등을 추가적으로 보완하였다. 다음 Table 4에는 수집된 자료에 대한 변수설명 및 단위 세부설명을 제시하였다.

### 3.2.2 Space Syntax를 활용한 네트워크 평가

녹색교통(보행, 자전거네트워크) 연결성을 정량화하기 위해서는 Space Syntax의 대표적인 효과적으로 제시되고 있는 통합도(Integration), 연결성(Connectivity)을 종합적으로 고려할 수 있는 명료도(Intelligibility)를 이용하여 보행네트워크

Table 4 Composite table of variables

Category		Variable	Details
Developmental characteristics of the station influence area	Developmental density	Residential facility developmental density(dev_r500)	$\frac{\text{Floor areas by use in the buffer}(\text{km}^2)_{500}}{\text{Lot areas by use in the buffer}(\text{km}^2)_{500}} \times 100$
		Commercial facility developmental density (dev_s500)	
		Office facility developmental density(dev_of500)	
		Public facility developmental density (dev_p500)	
		Recreational facility development density (dev_l500)	
		Overall developmental density (dev_t500)	
	Mixed-land-use rate	Commercial / office facility complex (l_sof500)	$-\sum_{i=1}^n p_i \ln(p_i) / \ln(n)$ P: Land use i's area ration, n: Number of uses
		Residential / commercial facility complex (l_rs500)	
		Residential / office facility complex (l_rof500)	
		Residential / commercial / office facility complex (l_rsof500)	
		Residential / non-residential facility complex (lum2_500)	
Overall mixed land use rate (lum6_500)			
Public transport service	Subway service	Subway station ratio (drail_500)	No. of subway stations within the buffer of the station influence area
		Subway station area (StationA)	Internal area of subway stations
		No. of subway station entrances(rail_enter)	$\frac{\text{Entrance No. of subway stations by buffer}_{500}}{\text{Area by buffer}(\text{km}^2)_{500}}$
	Bus service	Bus stop ratio (dbus500)	$\frac{\text{No. of bus stops by buffer}_{500}}{\text{Area by buffer}(\text{km}^2)_{500}}$
		No. of short distance bus lines 3) (bline_20)	No. of short (<20km) distance bus lines
		Bus interval (bus_headway)	Average internal within the buffer of the station influence area (minutes)
Urban design characteristics	Street networks	Street ratio (dra_500)	$\frac{\text{Road area by buffer}_{500}}{\text{Area by buffer}(\text{km}^2)_{500}}$
		Crossroad density (dNode500)	$\frac{\text{No. of crossroads by buffer}_{500}}{\text{Area by buffer}(\text{km}^2)_{500}}$
	Accessibility	Pedestrians' accessibility (Ped Access)	Accessibility to pedestrians' network (Space Syntax)
		Bike riders' accessibility (Bike Access)	Accessibility to bike riders' network (Space Syntax)
		No. of bike racks (Bike Park)	No. of bike racks within the buffer of the station influence area
		No. of car parking bays (Parking)	No. of transit car parking bays within the buffer of the station influence area

**Table 5** Major characteristics of Seoul urban railway station influence areas by transit characteristic type

Category	Subway station influence areas		Integrative (subway + bus) station influence areas			Overall
	Single station influence areas (98 stations)	2+ stations cross influence areas (28 stations)	Integrative dual cross station influence areas (48 stations)	Integrative triple cross station influence areas (25 stations)	Integrative 3+ cross station influence areas (32 stations)	Overall average of station influence areas in Seoul (206 stations)
Overall developmental density	390.59	514.49	352.02	257.03	308.09	385.63
Residential developmental density	256.01	266.57	164.17	114.02	103.09	212.29
Business developmental density	52.25	96.97	75.87	62.77	97.516	70.86
Commercial developmental density	53.28	92.69	72.40	66.30	78.5	67.01
Public developmental density	33.40	48.27	39.30	31.07	45.52	38.68
Recreational developmental density	12.20	16.63	6.36	7.60	11.63	11.35
Mixed land use ratio	0.5077	0.5495	0.6140	0.7171	0.7197	0.5710
Street ratio	60.16	69.70	69.54	73.94	74.80	65.92
Crossroad density	273.17	259.42	313.75	324.03	317.83	287.69
Internal station area	12790	10139	10661	11130	11017	11652
No. of subway station entrances	4.94	7.57	6.22	8.52	8.53	6.16
Subway station ratio	1.64	3.09	1.80	2.54	2.82	2.07
Bus stop ratio	20.29	24.29	21.81	20.94	22.89	21.59
Pedestrians' accessibility	0.92	0.93	0.88	0.93	0.92	0.91
Bike riders' accessibility	1.06	0.87	0.94	0.77	0.72	0.95
No. of bike racks	67.78	73.21	73.61	75.92	72.17	70.57
No. of parking bays	62.11	61.76	59.76	44.22	87.35	65.50
Average subway service internal	10.00	9.96	9.82	10.47	10.43	10.02
Average bus service internal	4.00	4.62	2.97	2.61	2.67	3.64
Short distance bus lane ratio	1.59	1.22	1.46	0.80	0.73	1.37
Long distance bus lane ratio	10.43	12.20	7.53	7.02	7.26	9.50
No. of in/out passengers 3)	30629	43378	54833	71847	78188	45389

의 인지 및 연결 정도를 정량화하였다. 정량화를 위해서는 GIS Map에 Space Syntax의 효과적도(MOE : Measure of Effectiveness) 수식을 입력하여 결과 값을 산정하였다. 세부적인 과정은 (1) 평균 깊이 산정, (2) 평균 깊이를 표준화시킨 RA(상대적 비대칭)값, (3)편차보정 및 변별력 향상 과정을 거쳐 최종적으로 Integration값(전체, 국부)을 산출, (4) 전체 통합도와 공간의 지역적인 속성(연결도, 국부통합도)과의 상호관련성에 대한 명료도(Intelligibility)를 산출하는 과정을

거치게 되었다. Table 5에는 지금까지 살펴본 환승특성 유형별로 본 연구에서 다루고자 하는 영향요소에 대한 기초통계분석 결과를 제시하였다.

#### 4. 환승특성 유형별 영향모형 개발

##### 4.1 상관분석을 활용한 변수검토

역세권유형별(단일/지하철중심2교차/통합2교차/통합3교차/

**Table 6** Comparison of influence factors among transit characteristic type models

Latent variables			Subway-centered		Integrative (subway + bus)			Overall
			Single station influence areas	2+ stations cross influence areas	Integrative dual cross station influence areas	Integrative triple cross station influence areas	Integrative 3+ cross station influence areas	Overall average of station influence areas in Seoul
Developmental characteristics in the station influence area	Residential development density	Increase public transport demands	.	.	.	.	0.478	.
	Public development density		0.238	.	.	.	.	0.139
	Recreational development density		.	.	0.018	.	.	.
	Commercial / office facility complex		0.314	0.523	.	.	.	0.317
	Residential / commercial / office facility complex		.	.	.	0.464	.	.
Public transport service	No. of subway station entrances		0.357	.	0.142	.	.	0.313
	Subway line ratio		0.195	.	0.018	.	.	0.207
	Internal station areas		0.208	.	.	.	.	0.130
Urban design characteristics	Street ratio		.	.	.	.	0.404	.

통합3교차이상)로 대중교통 이용수요와 TOD 계획요소와의 영향관계를 규명하기 위하여 환승특성 유형별로 구분하여 분석하였으며, 모형개발을 위한 단계별 변수투입 다중회귀분석(Stepwise Multi-Regression)을 실시하였다. 환승특성 유형별 대중교통 이용수요에 영향을 미치는 TOD 통합계획요소 특성요인을 비교 분석하였으며, 앞서 언급한 유형별로 해석하고자 한다.

Table 6과 같이 환승특성 유형별로 영향을 미치는 변수가 차별화된 것을 알 수 있으며, 서울시 전체 역세권은 역세권 개발특성(개발밀도, 토지이용복합도), 대중교통 이용서비스(지하철)이 유의미한 영향을 미치고 있는 것으로 분석되었다. 하지만, 환승특성 유형별로 살펴보면, 주거개발밀도, 도로율의 경우 통합(지하철+버스) 3교차 이상 역세권에서만 의미 있는 것으로 분석되었으며, 개별 영향요인들이 각 유형별로 다소 차이가 있음을 알 수 있다. 결과적으로 환승특성 유형별로 역세권 이용자의 통행패턴이 상이하다는 가설이 증명된 것이라 할 수 있다. 이는 본 연구의 착안점을 토대로 수행한 환승특성 유형 구분에 관한 실증분석이 필요했음을 반증한다고 판단된다. 세부적으로 살펴보면, (1) 지하철 중심 2교차 역세권의 경우 토지이용의 질적 측면인 복합도(Lum)가 가장 중요한 영향력을 가지며, 상업/업무의 복합도(l\_sof500)가 높을수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다. (2) 통합(지하철+버스) 2교차 역세권의 경우 버스정류장에서 접근하기 쉬운 지하철 출입구 수(rail\_enter)

가 많으면 많을수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다. (3) 통합(지하철+버스) 3교차 역세권의 경우 주거/상업/업무의 복합도(l\_rsof500)가 증가할수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다. (4) 통합(지하철+버스) 3교차 이상 역세권의 경우 지하철 환승역이 2개 이상 존재하는 유형이므로 지하철공급 수준인 지하철밀도(drail\_500)에 해당하는 비율이 증가할수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다. 따라서 각 역세권이 환승특성 유형별로 특징이 상이한 것을 알 수 있었다.

## 4.2 영향모형 개발 및 검증

### 4.2.1 서울시 전체 역세권 분석결과(기준모형)

서울시 단일역세권 모형의 통계적 검증을 실시하였으며, R<sup>2</sup> (설명력)값이 0.539로 영향관계를 설명하기에는 무리가 없다고 판단되며, 계수의 유의성 판단기준인 t 값은 1.96을 기준 주거, 공공, 여가시설 개발밀도, 상업/업무시설 복합도, 주거/상업/업무시설 복합도가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 먼저, 전술한 바와 같이 통계적으로 의미 있는 변수를 중심으로 영향관계를 살펴보았다. 변수간의 비교를 위해 표준화 회귀계수(Standardized Coefficient, Beta)를 중심으로 단일역세권의 우선순위를 비교하였으며, 상업/업무 복합도(0.317), 지하철출입구수(0.313), 도로율(0.207), 공공개발밀도(0.139), 지하철역사내부면적(0.130) 순으로 대중교통이용수요 전반에 양(+)의 영향관계를 가지는 것으로 나타났다. 환

Table 7 Composite table of influence models

Category		R	R <sup>2</sup>	Adjusted-R <sup>2</sup>	Durbin-Watson	Beta		t	Sig.	VIF
Overall station influence areas in Seoul (n=206)		.694	.481	.468	1.795	l_sof500	.317	5.199	.000	1.413
						rail_enter	.313	5.543	.000	1.211
						dra_500	.207	3.580	.000	1.272
						StationA	.130	2.529	.012	1.012
						dev_p500	.139	2.521	.013	1.152
Subway-centered station influence areas	Single station influence areas (n=98)	.734	.539	.513	1.713	l_sof500	.314	3.799	.000	1.330
						rail_enter	.357	4.749	.000	1.100
						StationA	.208	2.873	.005	1.026
						dev_p500	.238	3.158	.002	1.108
						dra_500	.195	2.431	.017	1.258
	2 stations cross influence areas (n=26)	.555	.308	.279	2.034	l_sof500	.555	3.267	.003	1.000
	2+ stations cross influence areas (n=28)	.523	.274	.246	2.041	l_sof500	.523	3.131	.004	1.000
	3+ stations cross influence areas (n=2)	No statistic can be calculated								
Integrative station influence areas	2 stations cross influence areas (n=48)	.701	.491	.455	2.401	rail_enter	.142	3.740	.001	1.065
						dra_500	.018	3.961	.000	1.001
						dev_l500	.018	2.240	.030	1.063
	3 stations cross influence areas (n=25)	.464	.215	.181	2.491	l_rsof500	.464	2.511	.020	1.000
						dev_r500	.478	-3.284	.003	1.000
	3+ stations cross influence areas (n=32)	.621	.386	.343	2.493	drail_500	.404	2.777	.010	1.000

승센터의 유형별 특성을 감안하지 않을 경우 교통측면(지하철출입구수, 역사내부면적, 도로율), 도시측면(상업/업무 관련 복합도 및 개발밀도)이 종합적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4.2.2 환승역세권 유형별 분석결과(비교모형)

서울시 전체 역세권과 동일한 형태로 모형의 통계적 검증 을 실시하였으며, 통계적으로 유의미한 결과를 중심으로 서술하였다. (1) 단일 역세권은 지하철출입구수(0.357), 상업/업무 복합도(0.314), 공공개발밀도(0.238), 지하철 역사내부면적(0.208), 도로율(0.195) (2)지하철 중심 2교차 역세권은 상업/업무시설 복합도(0.555), (2) 지하철 중심 2교차이상 역세권은 상업/업무 복합도(0.555), (3) 지하철 중심 2교차 이상 역세권도 상업/업무 복합도(0.523)가 통계적으로 유의하며, 대중교통 이용수요에 양(+)의 영향관계를 가지는 것으로 나타났다. 다음으로 통합(지하철+버스) 환승역세권의 결과를 살펴보면, (1) 통합 2교차 역세권은 지하철 출입구수

(0.142), 도로율(0.018), 여가시설 개발밀도(0.018), (2) 통합 3교차 역세권은 주거개발밀도(0.478), 주거/상업/업무 복합도(0.464), (3) 통합 3교차 이상 역세권은 지하철밀도(0.404) 통계적으로 유의하며, 대중교통 이용수요에 양(+)의 영향관계를 가지는 것으로 나타났다.

지금까지 살펴본 서울시 도시철도 역세권 환승특성 유형별 영향모형 분석결과를 종합하였으며, Table 7과 같다.

3. 결 론

본 연구는 최근 도시, 교통 통합개발에 있어 관심사로 대두되고 있는 대중교통지향형 개발에 대한 바람직한 개발방향을 모색하기 위한 기초자료를 제시하고자 수행하였다.

서울시 역세권의 환승 및 BRT특성을 종합적으로 고려한 유형별 이용자 통행특성관련 실증분석을 토대로 차별화된 분석결과를 제시하고자 하였다. 따라서 서울시를 포함한 대도



시권의 효율적인 대중교통이용 증대를 위해 역세권의 물리적 구조의 대표요소인 TOD 계획요소와의 실증 분석(Empirical Study)을 시도하였으며, 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 환승특성 유형별 상관분석 결과를 살펴보면, (1) 단일역세권은 지하철출입구수, 상업/업무 복합도, 공공시설의 개발밀도, 역사면적, 도로율, (2) 지하철 중심 2교차 이상 역세권은 상업/업무 복합도, (3) 지하철과 버스가 연계된 통합 2교차 역세권은 지하철출입구수, 여가시설 개발밀도, 도로율, (4) 지하철 2교차에 BRT가 연계되어 3교차 이상 역세권은 주거/상업/업무 복합도, (5) 지하철 환승역이 3개 이상을 의미하는 통합 3교차 이상 역세권은 지하철 환승역 밀도가 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 앞서 살펴본 단일역세권과 유사한 특성을 보이지만, 지하철의 공급수준의 영향력이 더 높게 나타난 것이 분석결과의 차이점이다.

둘째, 환승특성 유형별 회귀분석 결과를 살펴보면, (1) 지하철 중심 2교차 역세권의 경우 토지이용의 질적 측면인 복합도가 가장 중요한 영향력을 가지는 것으로 나타났으며, 상업과 업무의 복합도가 높을수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다. (2) 통합(지하철+버스) 2교차 역세권의 경우 버스정류장에서 접근하기 쉬운 지하철 출입구 수가 많으면 많을수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다. (3) 통합(지하철+버스) 3교차 역세권의 경우 주거, 상업, 업무의 복합도가 증가할수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었으며, (4) 통합(지하철+버스) 3교차 이상 역세권의 경우는 지하철 환승역이 2개 이상 존재하는 유형이므로 지하철공급 수준에 해당하는 비율이 증가할수록 대중교통 이용수요가 증가하는 것을 알 수 있었다.

지금까지 실증분석 결과를 종합하면, BRT를 고려한 환승특성 유형별로 대중교통 이용자의 통행패턴이 상이하게 나타날 것이라는 가설은 상관분석, 회귀분석의 결과를 토대로 증명되었다. 환승특성 유형을 분류하기 위하여 BRT와 지하철 역을 종합적으로 고려한 대중교통결절지 현황을 토대로 단일역세권 98개역, 지하철 중심 2교차 역세권 26개역, 지하철 중심 3교차 이상 역세권 2개역, 통합(지하철+버스) 2교차 역세권 48개역, 통합(지하철+버스) 3교차 역세권 25개역, 통합(지하철+버스) 4교차 이상 역세권 7개역으로 분류 제시하였다. 특히 서울의 경우 단일역세권이 98개로 가장 많은 비중을 차지하고 있어 향후 단일역세권을 중심으로 BRT 노선계획을 연계하여 거점 역세권 추진을 검토할 필요가 있다고 판단된다. 특히, 역세권 개발 및 이용에 관한 법률<sup>4</sup>, 교통체계효율화법<sup>5</sup>과 연계하여 환승특성 유형별로 도시, 교통부문의 차별화된 개선안을 접목하는 것이 필요하다.

본 연구는 역세권, BRT의 특성을 종합적으로 고려하여 유형별로 대중교통 이용수요 증진을 위한 영향요인을 도출하였으며, 이를 토대로 수도권 역세권의 대중교통전략 수립시 차별화된 개선(안)을 도출할 수 있는 기초자료를 제공하였다. 다만, 시간과 비용의 제약으로 인하여 다음과 같은 한계점을 제시하고자 한다. (1) 연구의 대상 및 범위측면에서, 서울시에 위치한 반경 500m 역세권만을 대상으로 연구를 진행하여 향후 수도권 전체와 역세권 반경(250m, 500m, 1,000m, 1,500m)을 고려한 연구로 범위를 확대하는 것이 필요하다. (2) 분석방법 측면에서 TOD계획요소는 다중공선성을 일부 가지고 있는 변수이므로 간접효과(Indirect Effect)를 고려할 수 있는 구조방정식 모형(SEM : Structural Equation Modeling)개발이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] R. Ewing, R. Cervero (2001) Travel and the Built Environment: A Synthesis, Transportation Research Board, No 1780.
- [2] H.G. Sung, T.H. Kim (2005) A study on categorizing subway station areas in seoul by rail use pattern, *Journal of Korean Society of Transportation*, 23(8), pp. 19-29.
- [3] H.G. Sung, J.H. Park, D.J. Kim (2007) Impact analyses of transit-oriented development and revising current transportation and urban planning laws for its application in Korea, The Korea Transport Institute.
- [4] H.S. Lim (2002) A Study on the relationship between spatial configuration and land prices, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 18(7), pp. 133-140.
- [5] B.W. Lee, S.J. Lee (2005) Accessibility (serviceability) of hierarchical bus network in Seoul, *Journal of Korean Society of Transportation*, 23(8), pp. 163-170.
- [6] H. Chae, T.H. Kim, Y.R. Choi (2009) A study on the correlation of changing pedestrian network and building uses due to the restoration project of Cheonggyecheon, *Seoul studies*, 10(1), pp. 169-182.
- [7] Y.T. Oh, T.H. Kim, J.J. Park, J.H. Rho (2009) An empirical analysis of influencing factors toward public transportation demand considering land use type Seoul subway station area in Seoul, *Journal of Korean Society of Civil Engineers*, 29(4D), pp. 467-472.

접수일(2012년 11월 5일), 수정일(2013년 2월 14일),  
게재확정일(2013년 3월 11일)

**Sam-Jin Lim** : isj2020@hanmail.net  
Korea Railway Association, 214 WangSan-Ro, DongDaeMun-Gu,  
Seoul 130-851, Korea

**Jun-Tae Park** : pjt724@naver.com  
Korea Railway Association, 214 WangSan-Ro, DongDaeMun-Gu,  
Seoul 130-851, Korea

**Tae-Ho Kim** : traffix@hi.co.kr  
Research Center, Hyundai Marine & Fire Insurance, 178 Sejongno,  
Jongno-Gu, Seoul 110-731, Korea

<sup>4</sup>기존 법제도상(철도법, 철도건설법, 고속철도법 등) 문제를 해결하기 위한 기초방안으로 새롭게 제정된 법입. 현재까지 구체적인 사업법으로 연계가 미흡하여 상당부분 보완이 필요하므로 환승유형과 BRT와 연계에 대한 부분을 포함시키는 것이 필요하다.

<sup>5</sup>교통체계효율화법은 TOD측면에서 역세권개발 및 이용에 관한 법률과 중복된 내용이 상당부분 존재하며, 환승연계시설 위주의 시설측면만을 강조한 법입. 주변지역의 관련개발 및 정비사업과 관련된 도시측면(개발밀도, 복합도, 가로설계수준 등)의 개발방향을 환승유형별로 언급할 필요가 있음.