한국철도학회논문집 제17권 제3호 ▌pp. 201-209 (2014년 6월)
JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY VOL.17, NO.3 ▌pp. 201-209 (June 2014)
ISSN 1738-6225(Print)
ISSN 2288-2235(Online)

환승역세권 평가를 통한 TOD 계획 요소의 비교분석

A Comparative Analysis of TOD Planning Elements of Major Urban Railway Station Areas in Seoul

이준범 · 진원영 · 서은영 · 원제무*
Jun-Beom Lee · Won-Young Jin · Eun-Young Seo · Jai-Mu Won

Abstract Transit Oriented Development(TOD) has been the dominant paradigm for urban development. The traditional approach to the development of urban rail station areas demonstrates apparent weaknesses when it comes to compact and mixed-use types of development for these stations. Thus, the objective of this study is to derive evaluation indicators with which to assess urban rail station areas using TOD planning elements. A focus group interview was conducted to explore TOD planning elements. In order to examine the level of TOD to be achieved, an AHP technique was utilized to analyze the importance of several variables. Z-scores and Re-scores were applied to derive the values for the stations. The Variables related to the land use type, mixed use, floor area, and public transit were found to be the major contributing factors to the achievement of TOD in urban rail station areas. The results of this study show that the level of TOD achievement varies according to the major land use, density, accessibility, and mixed-use planning elements.

Keywords : Transit Oriented Development, AHP, Planning Elements, Typology of Urban Railway Station

초 록 세계도시의 철도역들은 새로운 역사개발 및 기존역사 재생에 있어서 대중교통지향형개발(TOD) 패러다임에 의한 개발을 실시해 오고 있다. TOD는 대중교통결절점을 중심으로 고밀화, 복합적 토지이용, 보행친화적 환경조성, 다양한 대중교통수단 연계 등을 융합한 도시개발이라 할 수 있다. 국내의 연구에서는 TOD 개발에 있어 정책적, 방향성 제시를 위한 많은 연구가 진행되었다. 방법론적으로는 TOD 계획요소에 대한 대중교통이용률, 토지이용의 효율화, 지하철이용자수요와의 실증분석 등의 연구가 진행되어 왔다. 그러나 TOD의 주요 계획요소에 대한 미약한 현황분석은 TOD의 실질적인 정책적, 제도적 지원을 창출할 수 있는 근거를 마련하지 못하는 실정이며, 역세권의 문제점을 파악하는데 다양한 관점에서 고려되지 못하는 한계점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 선행연구와 FGI를 통해 TOD 계획요소를 도출하며, 역세권 반경 500m를 기준으로 분석한 자료의 표준화(Re-Score)값과 AHP 분석을 통해 산출된 계획요소에 대한 중요도를 곱하여 평가점수를 도출한다. 분석결과 TOD 계획요소의 중요도는 접근특성, 대중교통특성, 토지이용특성, 인구특성 순으로 나타났고, 서울시 32개 주요 환승역세권은 잠실역, 사당역, 교대역 등이 TOD 평가점수가 높은 것으로 나타났다.

주요어 : 대중교통지향형개발(TOD), AHP, 계획요소, 역세권 유형화

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

도시 외연화에 따른 불필요한 사회비용 지출로 인해 도시를 개발함에 있어 TOD(Transit-Oriented Development)의 접목이 요구되고 있다. 대중교통지향형 도시개발은 대중교통과 보행접근이 용이하게 되고, 복합용도의 고밀개발을 유도할 수 있게 된다. 최근 국내의 역세권 개발과 대중교통 활성화에 관련된 법적 근거가 마련되면서 다양한 연구가 진행되고 있다. 국내의 연구에서는 아직까지 TOD의 개념이 명확하게 정립되어 있지 않고 있으며, 선진국가의 사례를 통해 국내실정에 맞춰 접목하려는 시도가 이루어지고 있다. 대부분의 연구에서는 대중교통과의 환승편리성, 직주근접, 고용창출 등 TOD의 개념 및 패러다임과 관련한 연구가 아닌 역세권 개발 방향의 연구가 주를 이루고 있다. 아직까지 실질적인 TOD계획요소에 대한 고려가 미흡하여 역세권 개발 방향을 설정하는데 있어 주로 지가, 토지이용계획에만 의존하고 있는 실정이다. 이 같은 관점에서 TOD계획요소를 통해 바라본 서울시의 역세권에 대한 계획요소별 문제점을 도출하고 TOD의 패러다임을 접목할 수 있는 방향을 제시할 필요성이 있다고 판단되어 본 연구를 진행하기로 한다.

본 연구에서는 국내·외 TOD 관련 문헌 및 이론을 검토하여 선행연구에서 제시되고 있는 TOD의 계획요소를 정립하였고, 전문가 설문을 실시하여 계획요소의 검증을 통해 최종 TOD 계획요소를 도출하였다. 계량 가능한 지표만을 고

*Corresponding author.
Tel.: +82-2-380-7668, E-mail : jblee@kei.re.kr
©The Korean Society for Railway 2014
http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2014.17.3.201

려하여 32개 분석대상 역세권에 대해 16개 지표의 정량화 자료를 구축하고, 분석에 앞서 단일표본 K-S(Kolmogrov-Smirnov)검정을 실시하여 지표가 정규분포를 이루지 않으므로 Re-Score를 통해 측정자료를 표준화하였다. 표준화된 자료는 AHP 가중치와의 곱을 통해 32개 서울시 주요 환승역세권의 평가점수를 도출하였다. 또한 유사성을 보이는 각 역세권 특성을 파악하여 역세권 개발에 있어 근린형, 도시형, 재개발형 등의 역세권 유형으로 분류하여 분석하였다. 이와 같이 32개 서울시 주요 환승역세권을 TOD 계획요소를 통해 평가한 결과를 토대로 각 TOD 계획요소 비교분석을 실시하여 각 역세권의 계획요소에 대해 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 TOD개발에 관한 선행연구를 통해 TOD계획요소를 도출하고 표적 집단면접(Focus Group Interview)과 일표본 t-test를 통해 TOD계획요소를 정립하였다. 도출된 TOD 계획요소의 중요도를 분석하기 위해 계획요소의 세부영역과 세부요소로 분류하고 이를 토대로 AHP구조도를 구축하였다. 전문가 설문을 통해 각 세부요소에 대한 가중치를 산정하여 계획요소에 대한 중요도를 분석하였다.

계획요소를 통한 TOD 평가점수 도출 및 비교분석으로서 각 계획요소별 정량화 된 데이터를 정규분포 검정을 실시하여 표준화 방안을 설정한다. 표준화 방법으로는 Re-Score를 통해 표준화 값을 도출하고 AHP 중요도와의 산정을 통해 각 32개 환승역세권의 TOD 계획요소별 평가를 실시한다. 도출된 종합점수는 군집분석을 통해 역세권별 유형화를 분석하여 각 환승역세권의 TOD계획요소별 비교분석을 실시하여 역세권의 정책적 시사점을 도출한다.

2. 선행연구 고찰

2.1 TOD 계획요소 정립 및 영향요소에 관한 실증 연구

국내외의 TOD 관련 선행연구를 살펴 보면 TOD 계획요소를 통한 교통량, 대중교통이용도, 지하철 유동인구 등을 토대로 실증분석을 통해 영향을 미치는 TOD 계획요소를 도출하는 연구가 주를 이루고 있다.

Calthrope(1993)의 연구에서는 교통, 시설배치, 보행연결성, 주택다양성, 생활환경, 공공공간, 재개발을 통해 TOD 7가지 원칙을 정리하여 제시하였다. 재개발지역(Redevelopable Site), 충진개발지역(Infill Site), 신개발지역(New Growth Area) 등 개발의 목적과 방향에 따라 선택적으로 적용할 수 있는 TOD 유형을 제시하였고, 도시계획의 정성적인 부분이 아닌 시설적인 측면까지 제안하였다.

Ewing & Robert Cervero(2001)의 연구에서는 TOD 계획요소를 3D로 설정하였는데 이는 고밀(Density), 복합적 토지이용(Diversity), 도시설계(Design)라고 할 수 있다. 통행수단과 통행거리(시간), 통행발생빈도에 대해서 영향을 주며 통행수단의 경우 도보 및 자전거 대중교통 이용증대에 영향을 미치고 통행거리(시간)를 감소시키며, 통행연계(Trip Chaining)을 통해 빈도감소로 통행발생빈도를 줄인다고 역설하였다.

조규만, 조영태(2011)의 연구에서는 국내·외 사례를 통해 TOD의 계획요소인 토지이용밀도, 토지이용 복합성, 보행친화적인 도시설계, 대중교통 결절점 부문으로 재구성한다. 설정된 계획요소에 대해 설문조사를 실시하고 빈도분석(Frequency Analysis)을 통해 응답자를 분류하고 전문가에 해당하는 대상을 선정하여 분산분석(ANOVA)을 통해 각 계획요소 별 유의성을 검증하고 중요도를 산출하였다.

박지형, 노정현, 성현곤(2008)의 연구에서는 TOD계획요소를 대중교통공급특성과 토지이용특성으로 구분하였다. 설정된 변수를 토대로 이용자수와의 구조방정식을 통해 영향변수를 도출하였다. 연구 결과 버스관련변수가 철도관련변수보다 높은 값으로 도출되었고, 그 중 버스정류장수와 역 출입구수, 근린상업시설밀도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 전반적으로 토지이용특성의 변수들이 높은 영향관계가 있는 것으로 도출되었다.

박동진 외(2007)의 연구에서는 수도권 지하철의 역세권에서 통근목적으로 지하철을 이용하는 이용자에 대하여 현재의 통행시간과 종사자의 분포, 토지이용 특성을 종합적으로 분석하였다. 분석결과 수도권 지하철의 이용률을 제고하기 위하여 직장접근도가 높은 역세권은 주거용도를 포함하여 고개발을 진행하는 것이 필요하다고 제시하였다.

오영택 외(2009)의 연구에서는 토지이용특성에 따라 대중교통 이용자의 통행패턴이 상이하게 나타날 것이라는 전제로 종속변수를 군집분석을 하여 유형화하였고, 이를 역세권 영향요인과 다중회귀분석을 이용하여 분석하였다.

문영일, 노정현(2012)의 연구에서는 서울시 역세권을 대상으로 TOD 영향요인을 Density, Diversity, Accessibility로 선정하고, 각 변수별 요인분석과 회귀분석을 통해 대중교통 이용수요와의 연관성을 규명하였다.

손동욱, 김진(2010)의 연구에서는 서울시 역세권의 도시공간특성을 개발밀도 및 토지이용의 혼합 측면에서 분석하여 대중교통 이용률 간에 어떠한 연관성이 있는지를 분석하였다. 주거지역이 많이 입지한 역세권의 경우 대중교통 이용을 유도하는데 상업용도와 혼합 및 보행환경에 악영향을 주는 주차장, 예식장 등을 배제시키는 등의 토지이용 측면의 전략이 효과적임을 확인할 수 있었다. 주거중심 역세권의 경우 상대적으로 대중교통 이용도가 떨어짐을 도출하였다.

2.2 TOD 계획요소를 통한 역세권 종합 평가 연구

국내의 TOD 관련 연구에서 대중교통 이용수요 또는 토지이용 및 입지특성과 연계한 각 분야별 연구가 대부분이며, 평가지표(영향요인)와 종합평가를 중심으로 한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

박재은(2011)의 연구에서는 국내?외 선행연구를 종합하여 정량화 할 수 있는 평가지표를 선정하고, 정규분포 이론에 근거하여 변수별 평균과 표준편차를 활용하여 4개 그룹(0.25, 0.5, 0.75, 1.0의 TOD 평가지수(TODIS)를 도출하였다. 도시개발측면(Development)과 교통인프라측면(Transit) 두 부문

의 점수를 이용하여 서울시 역세권을 종합적으로 평가하기 위하여 사분면분석의 한 종류인 포트폴리오 분석을 실시하였고, 총 249개 역세권의 점수 분포범위를 현재수준 유지/관리(1사분면), 교통인프라 개선촉진(2사분면), 장기적 개발필요(3사분면), 도시개발 촉진필요(4사분면)으로 분류하였다.

박성해(2011)의 연구에서는 설문을 기반으로 하는 정성적 평가지표를 활용하여 Fuzzy ANP 분석을 통해 서울시 25개 역세권을 평가하였다. 하지만, 박성해의 연구에서는 선행연구에서 요구되는 토지이용의 복합화, 다양성이 고려되지 못하고 있으며, 환경에너지 부문을 반영하여 TOD를 평가하였으나, 실질적으로 TOD 계획에 있어 탄소발생량, 질소발생량, 미세먼지 발생량, 친환경 인증 건축물 지표의 경우 TOD를 평가하는 요소로 볼 수 없다고 판단된다. 또한, 전문가 설문을 통한 ANP 가중치의 경우 환경 에너지 부문이 전체 부문 중 2번째로 높은 반영을 하고 있기 때문에 실질적으로 환경에너지 부문의 영향력이 큰 것으로 분석되고 있다.

2.3 연구의 착안점

기존의 선행연구를 보면 초기에는 역세권의 문제점과 개발방향에 초점을 두고 연구가 진행되었으며, 이후 TOD계획요소와 대중교통이용수요, 지하철 유동인구 등의 실증분석 연구와 TOD 평가지표를 통한 종합 평가 관련 연구로 구분할 수 있다. 특히 대중교통이용률에 관한 연구 및 교통체계 구축방안의 연구, 역세권 활성화 방안에 관한 연구가 주를 이루고 있으며, 교통적인 측면과 토지이용 또는 기반시설과의 연관성을 다양한 측면에서 분석하는 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 국내, 국외의 선행연구에서 제시되는 TOD 계획요소를 종합하고 정량적으로 평가가 가능한 지표를 선정하여 32개 주요 환승역세권을 평가하기 위한 연구의 방향을 다음과 같이 설정하였다. 첫째, 선행연구와 FGI, 적합성 검증을 통해 최종 도출된 영향요인을 토대로 AHP 기법을 적용하여 계획요소의 중요도를 분석한다. 둘째, 환승역세권의 평가는 크게 종합평가, 특성부문별 평가, 계획요소별 평가로 구분하고 평가를 통한 환승역세권의 문제점과 역세권 내 미흡한 TOD 계획요소를 도출한다.

3. 분석지표 개발 및 중요도 분석

3.1 분석절차

TOD 계획요소를 통한 환승역세권의 평가를 위해서는 TOD 이론 검토와 선행연구 고찰을 통해 도출된 TOD 계획요소 중 본 연구에서 활용 가능한 계획요소를 선정하는 것이다. 이를 위해서는 먼저 계획요소의 개발방향이 먼저 정립이 되어야 연구의 목적에 부합하는 적정한 계획요소가 도출될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 TOD 계획요소 중 분석데이터로 정량화가 가능한 TOD 계획요소를 검토하고 FGI(Focus Group Interview)를 통해 전문가의 의견이 반영된 계획요소를 추가로 도출하였다(1차 과정). 다음으로는 FGI를 통해 추가 반영된 TOD 계획요소를 종합화하고 각 지표에 대한 적합도 검증(일표본 t-test)을 실시하여 적합하지 않은 TOD 계

Table 1 Comparison of TOD planning factors

	Calthrope (1993)	Cervero (2001)	Parkjee-hyung (2008)	Parkdong-jin (2007)	Ohyoung-taek (2009)	Sohndong-wook (2010)	Moonyoungill (2012)	Chokyuman (2011)	Parkjeaeun (2011)	Parkseong-hea (2011)
Population density		v				v		v		
Employment density	v	v						v		
Dwelling density	v	v	v			v	v	v	v	v
Commercial density	v	v	v			v	v	v	v	v
Business density	v	v	v			v	v	v	v	v
Floor area ratio				v		v				v
mixod-use building	v	v	v	v			v	v	v	
Number of bus route			v		v		v		v	v
Number of bus stop		v	v		v		v		v	
Number of bike stands		v	v		v				v	v
Number of transit garage			v		v				v	v
Number of doorway	v		v		v		v		v	
Number of subway user								v	v	
Average access distance	v	v	v	v	v		v	v	v	v
Crossroads							v	v		
Developable density			v					v	v	
Allocation interval			v		v		v		v	
Public facilities	v									v

획요소는 제거하고 최종 분석지표를 정립한다(2차 과정). 본 연구에서는 기존 선행연구에서 도출되는 TOD 계획요소 중 정량화가 가능하고, TOD 개발에 있어 영향력이 높은 계획요소만을 중심으로 선정하였으며, 영향력이 거의 전무하거나, TOD와 관련 없는 지표는 배제하였다.

3.2 분석지표 도출 및 중요도 산정

3.2.1 분석지표 도출 및 선정

본 연구에서는 선행연구를 통해 종합화한 TOD 계획요소 중 정량화 가능한 계획요소를 선정하였다. TOD 계획요소를 분류하여 보면 크게 인구특성, 토지이용특성, 대중교통특성, 접근특성으로 나누어 볼 수 있다. 선행연구에서 도출되는 TOD 계획요소를 가급적 포함하고자 하였으나, 정량화가 가능하지 못한 계획요소는 배제하였다. 특히 가로망체계, 보행접근체계는 대분의 연구에서 보행노선길이, 도로폭원, 도로망길이 등으로 계획요소를 정립하고 있으나 본 연구의 환승역세권 TOD 계획요소로 적합하지 않아 배제하여 표3의 Variables와 같이 TOD 계획요소를 도출하였다. 선행연구를 통해 도출된 분석지표는 표적집단면접(FGI: Focus Group Interview)을 실시하였다. 면접에 있어, 각 전문가와 인터뷰 날짜, 장소, 그리고 준비사항 등을 미리 고지하고, 본 연구의 주제에 대한 정보만을 제공하였다. 선행연구에서 도출된 지표 제공은 TOD 평가에 대한 지표의 편견이나 고정 관념을 줄 수 있으므로 사전 정보제공은 하지 않았다. 표적집단은 선행연구에서 도출된 상위개념인 인구특성, 토지이용특성, 대중교통특성, 접근특성을 기준으로 조사하였으며, 지표의 다양성을 고려하기 위해 2번에 걸쳐 면접조사를 실시하였다. 1차 면접은 2012년 9월 2일부터 6일까지 실시하였고, 2차 면접은 2012년 10월 4일부터 8일까지 실시하였다. 1차 면접조사 대상그룹은 대학교수, 엔지니어링, 연구원 등 전문가그룹으로 설정하여 조사를 진행하였으며, 2차 면접에서는 관련학과 대학원생, 관련분야 공무원을 대상으로 진행하였다. 2차 면접조사를 결과 대부분의 TOD계획요소가 중복으로 검토되었으나, 교육밀도, 건물층수, 환승주차장면적, 자전거도로길이, 교차로수, 역간 거리가 추가로 제안되었다. 그러나 환승주차장면적은 환승주차장대수와 상관성이 높으며, 자전거도로길이는 자전거보관대수와 상관성이 높기 때문에 TOD 계획요소에서 제외하였다.

3.2.2 TOD 계획요소의 적합성 검증

TOD 관련 이론 및 선행연구, 표적집단면접(FGI)을 통하여 도출된 변수에 대하여 본 연구의 목적에 적합한 지표를 선정 및 검증하기 위하여 전문가 62명(도시계획 24인, 교통계획 21인, 도시설계 17인)을 대상으로 설문을 실시하였으나, 미회수 설문지가 8부가 있어 54부로 실시하였다. 설문조사의 응답자는 대학교수, 연구원, 대학원생, 공무원을 대상으로 하여 TOD 계획요소의 적합성을 검증하였다. 설문조사의 내용구성은 통계적 분석이 가능할 뿐만 아니라 설문조사에 참가한 전문가들 사이의 차이점이 관찰되고 추정될 수

Table 2 T-test results

Items	Variables	Average	Standard deviation	p-value (p<0.05)	Adopted whether
Population characteristics	Population density	3.96	0.751	0.000*	√
	Employment density	3.63	0.770	0.001*	√
	Dwelling density	3.63	1.013	0.006*	√
Land use characteristics	Commercial density	3.67	1.160	0.003*	√
	Business density	3.67	0.963	0.001*	√
	mixod-use building	4.46	0.868	0.000*	√
	Floor area ratio	4.46	0.658	0.000*	√
	Education density	4.25	0.658	0.000*	√
	Building stories	4.04	0.711	0.000*	√
Public transport properties	Number of bus route	4.25	0.794	0.000*	√
	Number of bus stop	4.04	0.751	0.000*	√
	Number of bike stands	2.92	1.060	0.704	×
	Number of transit garage	3.83	0.868	0.000*	√
	Number of Subway station	2.92	1.139	0.723	×
	Number of transit route	4.17	0.761	0.000*	√
Access properties	Number of doorway	3.88	0.850	0.000*	√
	Number of subway user	4.08	0.717	0.000*	√
	Crossroads	2.83	1.049	0.445	×
	Average access distance	4.21	0.721	0.000*	√
	Station distance	2.58	1.412	0.162	×

있도록 응답의 정량화가 용이한 5점 리커드 척도로 구성된 설문조사를 실시하였다. 계획요소로서 적합성을 판단하기 위하여 SPSS 18.0을 이용한 일표본 t-검정을 실시하였으며, 척도 3이상의 등급이 다소 적합, 매우 적합을 나타내기 때문에 본 연구에서의 t-검정 결과3보다 큰 값을 임계값(critical rating)으로 제시하였다. 가설설정은 대립가설 (H_1: μ_1>3)에 대조하여 귀무가설 (H_0: μ_1≤3)을 검증 하였다. 결정기준은 95% 신뢰수준에서 일표본 t-검정 결과의 유의수준(p-value)을 기준으로 하였으며, SPSS에서는 양측검정의 결과물만을 제시하므로 각 평가항목의 평균값을 기준으로 평균값 보다 우향하는 경우는 p-value/2로, 평균값 보다 좌향하는 경우에는 1-(p-value/2)로 보정한 단측 검정의 결과를 제시하였다. 일표본 t-검증을 통해 도출된 계획요소의 종합결과는 아래 표 3과 같으며, p-value가 .05이상인 지표는 본 연구에서 제외하였다.

3.2.3 TOD 계획요소 중요도 분석

본 연구에서는 서울시 주요 환승역세권 평가를 위해 앞서 언급한 최종 TOD 계획요소의 가중치를 산출하고자 한다. TOD계획요소의 가중치 산정을 위해 다기준(Multi Criteria) 의사결정문제 등 복잡한 형태의 문제를 위계화하는 AHP (Analytic Hierarchy Process)기법을 적용하여 분석하였다. 구축된 AHP 분석모형에서 각각의 세부요소에 대해 가중치를 부여하기 위한 설문지는 분석모형을 제시하고, 응답하는 방법으로 “상대적 중요도 척도”를 사용하여 설문하였다. 전문가 설문조사는 ‘2012년 9월 13일~10월 23일’까지 일대일 면접조사, e-mail 조사를 병행하여 실시하였으며, 응답 대상자는 도시계획, 교통계획, 도시설계 분야에서 전문적인 지식을 가지고 있는 전문가 50명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 전문가 설문대상자는 도시계획분야 21명, 교통계획분야 19명, 도시설계분야 10명으로 그룹을 선정하여 설문지를 배포하였으며 이 중 46부를 회수하였다. 전문가들이 응답한 설문지에 대해 일관성을 가지고 응답하였는지를 검증하기 위해 일관성지수(CI: Consistency Index)를 통해 AHP 설문조사에 대한 검증을 실시하였다. 일반적으로 일관성지수가 0.1보다 작아야 일관성이 있는 것으로 판단하며, 만약 일관성지수가 0.1보다 큰 값이 나오면 가장 크게 비일관성을 보이는 데이터를 보정하여 일관성 지수를 0.1내에 들어오도록 하여 사용하여야 한다. 따라서 회수된 46부의 설문조사지를 토대로 AHP 분석을 실시하였고, 이중 일관성 부족 설문지를 제외하여 최종 분석에 이용한 설문부수는 42부로 제한하였다. AHP 분석결과, 접근특성이 0.302로 가장 높게 도출되었으며, 대중교통특성이 0.283, 토지이용특성이 0.258, 인구특성이 0.158 순으로 나타났다. 인구특성에서 주거밀도가 0.385로 가장 높게 나타났고, 인구밀도가 0.329로 주거밀도와의 차이가 거의 없는 중요도를 보였다. 고용밀도의 경우 0.286으로 나타났다. 특히, 주거밀도와 인구밀도는 선행연구에서도 높은 영향력을 보이는 TOD 계획요소로 검토된 바 있기에 중요도가 적정하다고 볼 수 있다. 인구특성의 주거밀도, 인구밀도, 고용밀도는 거의 비슷한 중요도를 보이고 있는 것으로 나타났다. 토지이용특성에서는 복합건물비율이 0.211로 가장 높은 비율을 나타냈으며 상업밀도가 0.209로 복합건물비율 다음으로 높은 결과를 나타냈다. 다음으로는 용적률이 0.205, 건물층수가 0.154, 업무밀도가 0.128, 교육밀도가 0.094 순으로 나타났다. 토지이용특성에서 업무밀도가 낮은 중요도를 나타내고 있었으며, 이는 용적률과 건물층수가 업무밀도보다 높은 중요성을 가지기 때문이라 판단된다. 특히 TOD 개발은 고밀·복합화가 중요한 계획요소이기 때문에 용적률과 건물층수는 높은 중요성을 지닌 계획요소라 할 수 있다. 교육밀도의 경우에는 낮은 중요도를 나타내고 있으나, 선행연구를 보면 교육밀집지역 일수록 대중교통체계와 주거의 밀집도가 높다는 연구결과가 도출되고 있으므로 다소 낮은 중요도를 나타내지만 의미 있는 계획요소라 판단된다. 대중교통특성에서는 버스노선수가 0.318로 가장 높은 중요도를 보이고 있다. 다음으로는 버스정류장수가 0.292, 자전거 보관대수가 0.206, 환승주차장 수가 0.184 순으로 나타났다. 자전거 보관대와 환승주차는 최근 녹색도시 정책의 일환으로 설치되고 있으며 대부분의 이용자들이 환승을 통해 역세권에 유입되고 있으므로 대중교통특성 부문의 중요도에서는 낮은 순위를 보이고 있으나 중요성을 지닌 계획요소로 볼 수 있다. 접근특성에서는 버스 ~ 지하철과의 평균접근거리가 0.417로 세부 계획요소 중에 가장 높은 중요도를 보이고 있었다. 다음으로는 역사 출입구수가 0.300으로 나타났으며, 이용자수가 0.284로 접근특성에서는 가장 낮은 순위를 보이고 있었다.

4. 환승역세권 TOD 평가 및 비교분석

4.1 분석의 흐름

TOD 계획요소를 통해 주요 환승역세권을 평가하기 위한 분석 흐름은 아래의 그림1과 같다. 먼저 분석 대상지인 주요 환승역세권을 선정하고 TOD 계획요소별 환승역세권의 정량화된 자료를 구축한다. 구축된 자료는 측정 단위가 다르고 상호 비교가 어렵기 때문에 자료의 표준화를 통해 각 부문별 계획요소의 표준화점수를 도출한다. 도출된 자료에 전문가 의견이 반영된 AHP 가중치를 적용하여 주요 환승역세권의 종합점수를 산정하고 각 계획요소별 평가를 실시한다. 본 연구의 분석에 있어 주요 환승역세권의 선정 기준과 공간적 범위, TOD 계획요소의 정량화 데이터 구축방향, 각 환승역세권별 계획요소별 평가 결과 도출에 초점을 두고 연구를 진행하였다.

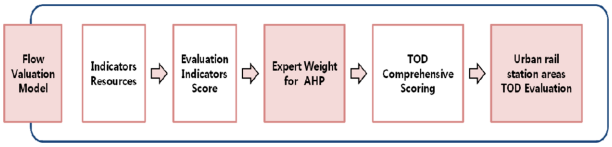

Fig. 1 Assessment procedures of transfer station areas

4.1.1 분석 대상지 선정

본 연구는 환승역세권을 중심으로 연구를 진행하였다. 서울시는 9호선을 제외하고 219개 역세권이 존재하며 이 중

2개 이상의 노선이 환승되는 역세권은 42개에 해당된다. 그러나 500m 역세권 범위에서 서울시를 벗어나는 경우와 환승이 바로 가능하지 않는 역세권을 제외하여 32개 환승역세권을 최종적인 분석대상지로 선정하였다.

Arc GIS 9.3을 이용하여 분석 대상지의 공간적 분포를 살펴본 결과 아래의 Table 4와 같으며, 분석 대상지로 선정된 주요 환승역세권은 공간적으로 서울시 도심부에 위치하고 있었다. 반면, 역세권 500m 반경에 중복되는 역세권은 서울시 전체 219개 역세권에 비해 중복되지 않는 것을 볼 수 있다. 대부분의 주요 환승역세권은 중구와 종로구, 광진구에 밀집하고 있으며, 공간적으로 볼 때 도심과 멀어질수록 환승가능한 역세권이 없는 것을 볼 수 있다.

Table 3 Analyzed station area

No.	Station name	No.	Station name
1	Konkuk univ	17	Sindang
2	Express bus terminal	18	Sinseol-dong
3	Gongdeok	19	Yaksu
4	Seoul Nat'l Univ	20	Yeongdeungpo-gu
5	Gunja	21	Oksu
6	Daerim	22	Wangsimni
7	Dongdaemun	23	Euljiro-3
8	Dongdaemun history	24	Ichon
9	Dongmyo	25	Jamsil
10	Bulgwang	26	Jongno-3
11	Sadang	27	Cheonho
12	Samgakji	28	Cheonggu
13	Seoul	29	Cheongnyangni
14	Seolleung	30	Chungjeongno
15	Suseo	31	Taereung
16	City hall	32	Hapjeong

4.1.2 대상지 자료 수집

분석 대상지의 사회경제적 지표는 분석의 기초가 되므로 현재까지 구축된 자료의 해당연도를 기준으로 시간적 범위를 설정하였다. 그러나 토지이용특성 부문에서 대부분의 계획요소가 자료 구축에 한계가 있어 시간적 범위를 2008년으로 설정하였다. 시간적 범위의 설정 사유는 대상지의 사회경제적 지표로 사용되는 GIS 건축물과세대장의 자료가 2008년을 기준으로 구축되어 있으며, 이후에 구축된 최신자료가 없기 때문이다. 분석 자료가 다소 현재의 특성을 반영해주지는 못하지만 본 연구의 목적에서도 명시한 바와 같이 국내의 선행 연구 중 역세권을 종합적으로 평가한 연구가 미흡한 실정이며 TOD 계획요소의 비교분석을 실시한 연구가 부재하다는 점을 감안할 때 자료의 한계보다는 평가의 체계가 더 중요한 의미가 있다고 판단된다.

측정 자료의 대부분은 실측자료로써 통계청, 서울시청 GIS 등을 통해 구축하였으며, 역세권 반경은 TOD 이론에 부합하기 위해 모든 역세권에 대해 반경 500m로 산정하였다. 또한 역세권 범위가 중첩되는 지역의 경우나 반경 500m 범위에 걸치는 자료의 경우에는 모두 수용하는 것으로 설정하였다.

4.2 TOD 계획요소의 표준화

본 연구에서는 측정된 자료의 모집단의 확률분포가 정규

Table 4 Kolmogorov-smirnov verification

Items	Variables	Average	Standard deviation	Modulus	Positive number	Negative number	Kolmogorov-Smirnov-Z	Significance probability
Population characteristics	Population density	0.039882	0.023486	0.098	0.098	-0.09	0.552	0.921
	Employment density	0.034392	0.037539	0.241	0.241	-0.188	1.364	0.049
	Dwelling density	0.40702	0.235541	0.1	0.1	-0.09	0.566	0.906
Land use characteristics	Commercial density	0.307922	0.173066	0.142	0.142	-0.072	0.805	0.535
	Business density	0.170625	0.192228	0.244	0.244	-0.195	1.38	0.044
	Education density	0.069604	0.065119	0.164	0.164	-0.149	0.93	0.353
	mixod-use building	0.697311	0.155968	0.126	0.126	-0.121	0.712	0.692
	Floor area ratio	3.206	1.6102	0.294	0.294	-0.209	1.664	0.008
	Building stories	122.199	28.176	0.168	0.168	-0.102	0.95	0.328
Public transport properties	Number of bus route	20.28	14.837	0.168	0.168	-0.122	0.951	0.326
	Number of bus stop	8.88	4.427	0.133	0.133	-0.104	0.751	0.625
	Number of bike stands	110.59	154.809	0.24	0.24	-0.237	1.36	0.049
	Number of transit garage	83.66	293.924	0.487	0.487	-0.388	2.755	0.000
Access properties	Number of doorway	10.38	4.405	0.128	0.128	-0.076	0.722	0.674
	Number of subway user	70261.14	47209.66	0.195	0.195	-0.106	1.102	0.176
	Average access distance	77.26336	35.37902	0.136	0.136	-0.107	0.771	0.592

분포를 이루고 있는지 확인하기 위하여 Table 4과 같이 단일 표본 Kolmogorov-Smirnov 검증을 통해 적합한 자료의 표준화를 실시하였다. 거의 대부분의 연구에서는 표준화 방법으로 Z-Score를 활용하고 있다. 그러나 조사된 측정지표 값이 정규분포를 가지고 있어야 한다는 전제를 지니고 있어 정규분포의 전제를 반영하지 못한 채 점수를 산정하게 될 경우 표준화된 값이 왜곡될 가능성이 높다. 정광섭(2010)의 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 Re-Score가 적용하였으며, 변환법과 같은 방법으로 서열척도를 넘어서서 등간척도의 개념까지 감안하여 분석할 수 있게 되었다. Z-Score와는 달리 정규분포를 이루지 못하는 측정지표에 대한 표준화로 적합하게 사용될 수 있으며, 각 표본에 대한 평균과 표준편차를 통해 산정되지 않고, 분석데이터(모집단)을 통해 표준화시키는 방법이다. 검정결과, 인구밀도, 주거밀도 출입구수, 복합건물비율 등은 정규분포를 이루고 있는 것으로 분석되었다. 반면, 업무밀도, 건물층수, 환승주차장면수 지표에서 K-S의 Z값에 대한 유의확률이 0.05 미만으로 측정되었다. 따라서 측정된 자료의 확률분포가 정규분포를 이루고 있지 못하므로 Re-Score를 통해 표준화를 하는 것이 바람직하다 판단되며 Re-Score 표준화 값은 0~1사이의 소수점을 갖는 값으로 도출된다.

5. 환승역세권 평가 및 계획요소 비교분석

5.1 역세권 종합 평가결과

TOD 계획요소를 통한 서울시 32개 환승역세권을 평가한

Table 5 Major transit station area assessment results

Station name	Population characteristics	Land use characteristics	Public transportproperties	Access properties	Total score	Ranking
Konkuk univ	0.0858	0.1102	0.0543	0.1066	35.69	12
Express busterminal	0.0373	0.1453	0.0386	0.1482	36.95	8
Gongdeok	0.0720	0.0440	0.0386	0.0894	24.41	28
Seoul nat'l univ	0.0341	0.1525	0.0594	0.2595	50.54	2
Gunja	0.1009	0.1051	0.0580	0.0617	32.58	16
Daerim	0.0921	0.1028	0.0334	0.1320	36.04	11
Dongdaemun	0.0373	0.0759	0.0785	0.1086	30.04	21
Dongdaemun history	0.0170	0.0775	0.0529	0.1263	27.37	26
Dongmyo	0.0828	0.0537	0.0679	0.0956	30.00	23
Bulgwang	0.0762	0.0765	0.0437	0.0961	29.25	24
Sadang	0.0570	0.125	0.1227	0.2053	50.85	1
Samgakji	0.0304	0.0529	0.0370	0.0966	21.69	29
Seoul	0.0155	0.0786	0.1317	0.1755	40.13	4
Seolleung	0.0441	0.1597	0.0286	0.1210	35.34	13
Suseo	0.0458	0.0841	0.0552	0.1153	30.03	22
City hall	0.0032	0.1282	0.0744	0.1567	36.25	9
Sindang	0.0764	0.0958	0.0437	0.0898	30.56	19
Sinseol-dong	0.0388	0.0751	0.0724	0.1742	36.04	10
Yaksu	0.1308	0.0899	0.0088	0.0896	31.91	17
Yeongdeungpo-gu	0.0824	0.0618	0.0566	0.0738	27.47	25
Oksu	0.0897	0.0566	0.0148	0.0299	19.10	31
Wangsimni	0.0854	0.0967	0.0973	0.1025	28.19	7
Euljiro-3	0.0088	0.0917	0.0985	0.1063	30.54	20
Ichon	0.0755	0.0517	0.0144	0.0536	19.52	30
Jamsil	0.0731	0.1197	0.1292	0.1508	47.28	3
Jongno-3	0.0120	0.0978	0.1080	0.1720	38.98	5
Cheonho	0.0846	0.0786	0.0989	0.0872	34.93	14
Cheonggu	0.0843	0.0697	0.0048	0.0205	17.92	32
Cheongnyangni	0.0765	0.0325	0.0842	0.1943	38.76	6
Chungjeongno	0.0588	0.0621	0.0350	0.1028	25.86	27
Taereung	0.0921	0.0761	0.0871	0.0769	33.21	15
Hapjeong	0.0598	0.1049	0.0304	0.1142	30.93	18

결과 TOD 평가점수는 다음과 같이 나타났다. 그중에서도 사당역(50.85점)이 TOD 계획요소를 통해 평가한 결과에서 가장 높은 순위로 나타났으며, 다음으로는 교대역(50.54), 잠실역(47.28), 서울역(40.13)의 순으로 나타났다. 반면, TOD 종합점수가 가장 낮은 순위를 보이는 환승역세권은 청구역(17.92)으로 나타났고, 다음으로는 옥수역(19.10), 이촌역(19.52)의 순으로 도출되었다. TOD 평가점수가 높을 것으로 예상되었던 건대입구(35.69), 청량리(38.76), 왕십리역(38.19)는 의외로 높은 순위에서 벗어나 32개 주요 환승역세권에서 각각 12위, 6위, 7위의 결과가 나타났다. 따라서 종합 평가 결과만으로는 각 계획요소의 영향을 살펴보기 어려움으로 각 특성 부문별 평가결과를 통해 계획요소의 영향 정도를 검토하였다.

5.2 특성부문별 평가 결과

5.2.1 인구특성부문 계획요소별 평가결과

인구특성부문의 계획요소인 인구밀도, 고용밀도, 주거밀도를 평가한 결과, 왕십리역, 약수 역, 청구역, 대림역, 군자역 순으로 높은 인구밀도를 보이는 것으로 나타났다. “고용밀도”에서는 대부분의 역세권이 낮은 결과를 보이고 있으며, 약수역, 신당역이 가장 높은 고용 밀도를 보이고 있다. “주거밀도”의 경우 옥수역, 잠실역, 이촌역, 태릉입구역에서 높은 주거밀도를 보이고 있다.

5.2.2 토지이용특성부문 계획요소별 평가 결과

토지이용특성에서는 선릉역(0.1597)이 가장 높은 것으로 나타났다. 선릉역 주변의 토지이용은 업무, 상업, 복합용도시설이 밀집되어 있으며, 고층건물군으로 이루어져 있어 용적률과 건물층수가 결과에 크게 반영된 것으로 볼 수 있다. 다음으로는 교대역(0.1525), 고속터미널역(0.1453), 잠실역(0.1197)의 순으로 나타났다. 높은 순위를 보이고 있는 역세권의 경우 대부분이 업무, 상업 고밀지역이고 고층건물군을 이루고 있는 지역적 특성이 내재되어 있다. 반면, 청량리역(0.0325)이 가장 낮은 순위로 나타났으며, 공덕역(0.0440), 이촌역(0.0517) 등이 낮은 토지이용현황을 보이고 있다.

5.2.3 대중교통특성부문 계획요소별 평가 결과

대중교통특성에서는 서울역(0.1317)이 가장 높은 점수로 나타났다. 그 다음으로는 잠실역(0.1292), 사당역(0.1227), 종로3가역(0.1080)의 순으로 도출되었다. 복합환승센터가 자리잡고 있는 청량리역(0.0842)은 예상 보다 낮은 점수로 나타났다. 반면, 대중교통특성이 낮은 점수로 도출된 역세권은 청구역(0.0048), 이촌역(0.0148), 옥수역(0.0148)의 순으로 나타났다.

5.2.4 접근특성부문 계획요소별 평가 결과

접근특성부문에서는 교대역(0.2595), 사당역(0.2053), 청량리역(0.1943) 등이 접근성이 용이한 것으로 나타났고, 내부의 출입구수가 많으며 이용자수가 많은 것으로 나타났다. 또한 버스와 지하철 간의 연계교통이 잘되어 있는 환승 센터가 위치하고 있어 접근성의 결과에 높은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

6. 결 론

본 연구에서는 최근 도시계획 패러다임의 하나인 대중교통지향형개발(TOD)의 계획요소를 통해 서울시 32개 주요 환승역세권을 평가하였다. 선행연구고찰과 이론적 검토를 통해 TOD 계획요소를 정립하고 전문가 설문을 실시하여 계획요소의 검증을 통해 최종 TOD 계획요소를 도출하였다.

선정된 최종 TOD 계획요소에 대한 전문가 설문이 반영된 계획요소별 중요도를 산출하기 위해 전문가 그룹을 선정하고 AHP 분석을 통해 각 계획요소에 대한 중요도를 산출하였다. 분석을 위해 계획요소에 대한 상위분류를 인구특성, 토지이용특성, 대중교통특성, 접근특성으로 분류하였다. 역세권의 평가를 위해 정량화가 가능한 데이터를 중심으로 반경 500m내의 자료를 구축하였으며, 구축된 데이터의 단위 및 특성이 달라 단일 표본 K-S(Kolmogorve-Smirnov) 검정을 실시하여 Re-Score를 통한 자료의 표준화를 통해 최종 분석 자료를 구축하였다. 구축된 분석 자료는 중요도에서 산출되는 가중치와의 곱을 통해 각 역세권의 종합 평가 점수를 도출할 수 있었다.

분석결과, 접근특성이 30%로 가장 높게 나타났으며, 대중교통특성이 28.3%를 차지하는 것으로 나타났다. 토지이용특성의 경우 25.8%를 보였고, 인구특성이 15.8%의 순으로 나타났다. 각 특성부문에서는 인구특성에서 주거밀도가 38.5%, 토지이용특성의 복합건물비율이 21.1%, 대중교통특성의 버스노선수가 31.8%, 접근특성의 버스~지하철과의 평균접근거리가 41.7%로 각각의 부문별 계획요소 중에서 가장 높게 나타났다.

서울시 32개 주요 환승역세권의 평가 결과, 잠실역, 사당역, 교대역 등의 역세권에서 TOD 평가점수가 높은 것으로 나타났으며, 옥수역, 청구역, 이촌역 등의 역세권에서 낮은 점수가 도출되었다. 특성부문별 점수를 보면 인구특성에서 약수역, 군자역, 태릉입구역 등이 높은 순위를 나타냈고 시청역, 을지로3가역, 종로3가역 등이 낮은 인구특성을 보였다. 토지이용특성에서는 선릉역, 교대역, 고속터미널역 등이 높게 나타났다. 반면 공덕역, 이촌역 등이 낮은 토지이용특성을 보이는 것으로 나타났다. 대중교통특성의 경우 서울역과 잠실역이 높게 나타났고, 사당역, 종로3가역의 순으로 도출되었다. 반면 청구역, 이촌역, 옥수역 등에서 대중교통특성이 미흡한 것으로 나타났다. 접근특성에서는 교대역이 매우 높은 점수를 보였으며 그 밖의 역은 거의 비슷한 수준의 점수를 나타내고 있다.

종합적으로 볼 때 서울시 주요 환승역세권의 경우 주거밀집지역 일수록 TOD평가점수가 낮게 나타나는 것으로 도출되었으며 상업, 업무 밀집지역일수록 TOD 평가점수가 높은 것을 볼 수 있었다. 또한 타 교통수단과의 연계성이 높은 역세권일수록 TOD 평가 점수가 높은 것으로 나타났다. 반면, 고층밀집지역으로 구성된 역세권의 경우 높은 점수를 도출할 것으로 예상했으나 예상외로 낮은 점수를 보이는 것으로

나타났다.

본 연구의 결과가 가져다 주는 정책적 시사점은 첫째, 계획 수립 시 역세권의 특성을 파악하고 미흡한 TOD 계획요소에 대한 지속적인 확충을 할 수 있는 초석이 될 수 있다고 판단된다.

둘째, 서울시의 공간상에 위치하고 있는 주요 환승역세권의 경우 중심지역과 외곽지역의 역세권 특성이 서로 상이한 것으로 나타났다. 따라서 역세권 개발 방향 수립 시 근린형 TOD와 도시형 TOD를 구분하고 유형화하여 각 역세권의 특성에 맞는 방향 설정이 필요하다고 여겨진다.

셋째, 서울시의 중심권역에 위치하고 있는 역세권의 경우 업무, 상업의 용도에 편중되어 있는 역세권 양상을 보이고 있다. 중심권역에는 대중교통수단의 연계가 미흡한 실정이고 유동인구에 비해 편의성이 다소 떨어진다고 볼 수 있다. 이를 위해 대중교통 노선을 확충하고 환승체계의 효율적인 개선이 필요하다 판단된다.

넷째, TOD계획요소를 통해 역세권을 평가할 수 있는 방법론적 토대로 제시하였다.

마지막으로 역세권별 TOD계획요소 평가를 통해 TOD달성도를 파악함으로써 TOD의 현주소를 분석 할 수 있는 토대를 제공 했다고 본다.

References

[1] P. Calthrope (1993) The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream, Chronicle Books Llc, Princeton Architectural Press.

[2] Ewing, Reid and Robert Cervero (2001) Travel and the Built Environment: A. Synthesis, Transportation Research Record, 1780, pp. 87-114.

[3] J. H. Park (2008) Impacts Analysis of TOD Planning Elementson Transit Ridership in Seoul Rail Station Areas, *PhD Thesis*, Hanyang University.

[4] Y.Y. Choi (2010) A Study on the Development of the Evaluation Criteria for the Servlce Levels of Pedestrian Environment in Major Subway Station Areas, *Master's Thesis*, Hanyang University.

[5] H.G. Sung (2005) A Study on the Effects of Land Use on Travel Pattern in the Rail Station Areas of a Dense Dity: A Caes Seoul, *Kora Planners Association*, 41(4), pp 51-68.

[6] H.G. Sung, T.H. Kim (2005) A Study on Categorizing Subway Station Areas in Seoul by Rail Use Pattern, *Korean society of Transportation*, 23(8), pp 19-29.

[7] D.J. Park (2008) Relation Analysis between TOD Factors and Subway Usage, *Master's Thesis,University of Seoul*.

[8] K.M. Cho, Y.T. Cho (2011) Analysis of Planning Factors for Transit-Oriented Development, *Korea Urban Management Association*, 24(3), pp 307-325.

[9] Y.T. Oh (2009) Influencing Factors toward Public Transportation Demand Considering Land Use Type Seoul Subway Station Area in Seoul, *Korean Society of Civil Engineers*, 29(4), pp 467-472.

[10] Y.I. Moon, J.H. Rho (2012) A Development of Public Transportation Demand Model on Seoul Subway Station Area Using Structure Equation Modeling, *Korea Planners Association*, 47(1), pp 149-160.

[11] D.W. Sohn, J. Kim (2010) Analysis of the Relationships between Land Use Characteristics of Urban Transit Centers and the Level of Transit Usage: Case Studies of Seoul Metropolitan Area, *Urban Design Institute of Korea,* 11(1), pp 33-44.

[12] J.E. Park (2011) Focused on subway influencing area in Seoul, Korea = Transit-oriented development evaluation index for evaluating the level of development versus the circumstance of the transit infrastructure, *Master's Thesis*, Hanyang University.

[13] S.H. Park (2011) Derivation of the planning criteria for TOD plans by using FuzzyANP methods, *Master's Thesis*, Hanyang University.

[14] G.S. Jun (2010) development of evaluation models for assessing green performances of sustainable green cities, *PhD Thesis*, Hanyang University.

접수일(2013년 9월 24일), 수정일(2013년 12월 20일),
게재확정일(2014년 4월 18일)

Jun Beom Lee : jblee@kei.re.kr
Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute, 215 Jinheungno, Eunpyeong-gu, Seoul, Korea

Won Young Jin : sman5295@chol.com
Urban Engineering, Hanyang Univ., Haengdang 1-dong, Seongdong-gu, Seoul, Korea

Eun-Young Seo : praha310@hanmail.net
Urban Engineering, Hanyang Univ., Haengdang 1-dong, Seongdong-gu, Seoul, Korea

Jai-Mu. Won : won84008401@gmail.com
Urban Engineering Hanyang Univ., Haengdang 1-dong, Seongdong-gu, Seoul, Korea