

# 대중교통 승하차 수요분석을 통한 서울시 역세권 유형화 및 토지이용 특성 연구<sup>1)</sup>

## A Study of Land Use Characteristics by Types of Subway Station Areas in Seoul Analyzing Patterns of Transit Ridership

이정우 Jeongwoo Lee<sup>2)</sup>, 고주연 Joo Yeon Go<sup>3)</sup>, 전상우 Sangwoo Jeon<sup>4)</sup>, 전철민 Chulmin Jun<sup>5)</sup>

### Abstract

This study categorizes types of Seoul's subway station areas by the diurnal pattern of transit ridership at peak and non-peak times using cluster analysis. Principal component analysis was then conducted to reduce many overlapping land use variables to latent factors, which in turn were used in a multinomial logit model to analyze the relationship between the diurnal pattern of rail ridership and the land use patterns of different station areas. Unlike studies that use a fixed time frame for morning and afternoon peak periods, this study identifies the position of a ridership concentration for each station by comparing the average ridership of half-hour intervals throughout the day. The study finds six main categories of ridership diurnal pattern and shows that the starting position and duration of peak periods vary by station area and that the level of transfer ridership also varies by time and by station type. Moreover, the results demonstrate that the diurnal pattern of subway ridership is closely related to land use, block and lot size, and accessibility of bus services in the station areas.

Keywords: Transit Oriented Development, Railway Station Areas, Ridership Pattern, Land Use, Smart Card Data, Cluster Analysis

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

기후변화에 대한 위기가 고조되면서 에너지 문제에 대한 관심이 증대됨에 따라 에너지 효율적인 도시구조를 위해 다각적인 노력이 시도되고 있으며, 이에

대한 해결책으로 대중교통지향형 도시개발(Transit Oriented Development: TOD)에 대한 관심과 관련 연구도 증가하였다. TOD는 승용차의 이용을 억제하면서 보행 및 대중교통 이용을 활성화시킬 수 있도록 대중교통 결절점을 중심으로 도시구조의 재편을 유도하는 계획기법으로 도시계획과 교통계획의 통합적인 계획요소를 찾아 해결책을 모색한다는 점에서

1) 본 논문은 2012년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2012S1A5B8A03045234).

2) 서울시립대학교 도시과학연구원 연구교수(제1저자) | Research Prof., The Institute of Urban Science, Univ. of Seoul | Primary Author | jeongwoo@uos.ac.kr

3) 서울시립대학교 도시과학연구원 연구교수 | Research Prof., The Institute of Urban Science, Univ. of Seoul | gojy@uos.ac.kr

4) 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정 | M.S. Candidate, Dept. of GeoInformatics, Univ. of Seoul | swjeon@uos.ac.kr

5) 서울시립대학교 공간정보공학과 교수(교신저자) | Prof., Dept. of GeoInformatics, Univ. of Seoul | Corresponding Author | cmjun@uos.ac.kr

주목받아 왔다.

이와 같은 맥락에서 1990년대 중반 이후부터 우리나라에서는 서울 및 대도시의 주요 역세권을 중심으로 용도지역을 상향 조정하고 지하철역 주변지역을 지구단위계획으로 지정하여 도시환경을 재정비하는 등 대중교통 및 보행이용 개선효과를 위해 노력을 기울여 왔으나 그 효과는 여전히 제한적인 수준에 머물렀다(임희지 2005). 또한, 서울과 같은 공간적·시간적 편중현상이 심한 대도시권에서는 하루 동안 발생하는 대중교통 수요 중 상당 부분이 특정시간대에 집중됨으로써 대중교통 혼잡과 서비스 질의 하락, 에너지 낭비 등 사회적 비용이 급증하고 있어 수요관리 측면의 교통정책이 절실히 요구된다.

따라서 TOD 효과를 높이기 위해서는 하루 동안의 수요변동을 고려하여야 하며, 이를 위해서는 시간대에 따른 변화 양상과 함께 하루 중 가장 많은 통행량이 발생하는 첨두시간의 특성에 대한 이해가 선행되어야 한다. 또한 이러한 고려를 바탕으로 다양한 역세권 유형별로 분석 결과에 따른 적합한 개발방식의 적용이 필요하다.

이러한 배경에서 본 논문은 대중교통지향형 도시개발의 기본방향을 모색하는 데 필요한 실증적 연구 차원에서 서울시 지하철역을 대상으로 시간대별 지하철 이용 및 버스 환승 수요와 첨두 특성을 중심으로 역세권의 유형화를 시도하고, 이어 결과로 도출된 서로 다른 유형의 역세권을 토지이용, 대중교통 접근성, 도시공간구조 측면에서 비교·분석함으로써 이들 요소가 대중교통 이용행태와 어떠한 연관성을 지니는지에 대해 분석하고자 한다. 또한 이렇게 분석된 결과를 토대로 향후 보다 효과적인 수요 관리와 기반시설관리를 할 수 있는 지하철 역세권의 합리적 계획을 위한 시사점을 도출하고자 한다.

## 2. 선행연구 고찰

TOD 효과를 높이기 위해서 역세권에 도입될 다양한 토지이용 및 교통기반시설 기준을 제시하기에 앞서 다양한 역세권 유형별로 적합한 분석이 필요하며 이러한 의미에서 역세권 유형의 분류는 중요하다. 대중교통지향형 개발을 위한 역세권 유형 설정 연구는 크게 토지이용과 같은 계획적 차원의 유형화와 통행행태자료를 이용한 실증적 차원의 유형화로 구분할 수 있는데 연구 사례를 구체적으로 살펴보면 <표 1>과 같다.

앞서 Calthrope(1993)은 TOD를 도시형 TOD와 근린주구형 TOD로 분류한 바 있으며, 이어 국내의 많은 연구가 역세권의 토지이용을 비롯한 도시계획 내용을 중심으로 서울시 역세권을 유형화하였다. 최근 연구를 중심으로 살펴보면, 이주아, 조무상, 구자훈(2013)은 군집분석을 이용하여 역세권을 용도복합 특성에 따라 5개 유형으로 분류하고 토지이용 복합 특성과 시간대별 도시철도 이용행태 간의 상관성이 있음을 증명하였다. 최형선, 김태호, 이주형(2013)은 용도별 개발밀도, 토지이용 다양성, 대중교통 접근성 등 역세권의 물리적 특성을 포함하는 TOD의 계획요소를 기반으로 요인분석을 실시하여 역세권을 7개의 유형으로 분류하였으며 토지이용과 대중교통 접근성, 연계교통수단의 특성이 별개의 특성으로 유형화됨을 보여주었다.

임삼진, 박준태, 김태호(2013)는 대중교통 결절지 분포 현황과 버스전용차로, 지하철 노선을 종합적으로 고려하여 역세권을 환승 특성 유형별로 구분하여 분석하였으며, 다중회귀분석을 통해 역세권 유형별 대중교통 이용 수요에 영향을 미치는 TOD 계획요소를 규명하였다. 김수연, 엄선용, 이명훈(2013)은 토지이용변수를 바탕으로 K-평균 군집분석을 실시하여 상업·업무 중심형, 고층주거 우세형, 공업중

표 1 \_ 서울시 역세권 유형분류 관련 선행연구

구분	연구자	유형분류 기준	역세권 유형분류 결과	
토지이용에 의한 유형분류	임희지(2005)	중심지 위계	5개 유형	도심 / 부도심 / 지역 중심 / 지구 중심 / 생활권 중심 및 기타
	오영택 외 (2009)	토지이용 특성	2개 유형	주거 / 비주거
	손동욱, 김진(2010)	주거용도 개발용량	2개 유형	주거 / 비주거
	이은아 외 (2013)	토지이용 특성	4개 유형	주거 / 상업 · 업무 / 주거 · 상업 · 업무 / 기타
	이주아, 조무상, 구자훈 (2013)	토지이용 특성	5개 유형	업무 / 상업 / 교육 / 주거 / 주거위주 복합
	김수연, 엄선용, 이명훈 (2013)	토지이용 특성	4개 유형	상업, 업무 중심형, 고층주거 우세형, 공업 중심형, 저층주거 소상공업 우세형
	최형선, 김태호, 이주형 (2013)	토지이용, 대중교통, 연계 교통수단의 특성	7개 유형	고밀-상업 업무형 / 소규모 획지형 / 주거 밀집형 / 복합 개발형 / 연계수단형 / 타역인접형 / BRT 혼합형
통행행태에 의한 유형분류	성현곤, 김태현 (2005)	지하철 승 · 하차량	7개 유형	주거 / 상업 및 여가 / 고용 / 주거 및 고용 / 주거 및 상업 · 여가 복합 / 고용 및 상업 · 여가 복합 / 주거 · 고용 · 상업 및 여가 복합
	이금숙 외 (2012)	지하철 승 · 하차량	4개 유형	CBDs and city centers / sales and business / manufacturing industry / hotel and restaurant employment

심형, 저층주거 · 소상공업 우세형으로 역세권을 분류하고 역세권 유형별 거리에 따른 개발밀도를 분석하였다. 손동욱, 김진(2010)은 역세권을 주거 중심 역세권과 비주거 중심 역세권으로 분류하였으며, 이들 두 그룹 간의 대중교통 이용률을 비교 · 분석함으로써 TOD 개념에서 강조하는 ‘고밀개발’과 ‘토지이용의 혼합’과 같은 도시공간 특성들이 대중교통 이용률 증가를 유도하는 데 효과가 있음을 입증하였다.

통행행태 자료를 이용한 역세권 유형분류 연구는 토지이용에 의한 유형연구에 비해 그 수가 많지 않다. 지하철 이용행태를 바탕으로 역세권을 유형화한 연구

로 성현곤, 김태현(2005)의 연구가 있으며, 이 연구에서는 요일 · 시간대별 지하철 승 · 하차 패턴을 토대로 생성된 변수들을 이용하여 요인분석을 실시하고 분석 결과를 바탕으로 토지이용 특성과의 연관성을 파악하기 위하여 다차원적도법을 사용하여 역세권을 유형화하였다. 이금숙 외(2012)는 일일 교통카드자료를 이용하여 승객의 통행을 아침, 낮, 저녁 시간대로 구분하여 승 · 하차 이용량을 산출하여 이를 바탕으로 계층적 군집분석을 수행하여 역세권을 분류하였으며, 역세권 내 인구밀도, 종사자수, 교육, 금융, 판매시설수를 토대로 토지이용 현황과의 연관성을 파악하였다.

선행연구 검토 결과, 최근 국내에서 다양한 역세권 유형 기준과 방법에 대한 연구가 수행되었으며 방법론 측면에서 상당한 진전이 있었다고 판단된다. 그러나 대부분의 연구에서 유형분류 기준으로 토지이용이나 개발밀도와 같은 계획적 차원의 요소에 의존한 것으로 보인다. 기존 계획적 측면의 유형 구분은 토지이용이나 계획 특성에 기반한 합리적 기능유도의 관점에서 역세권의 유형화를 시도하였다고 볼 수 있으나, 실제 이용자를 중심으로 형성되는 역세권의 위계를 고려한 유형화는 실질적인 통행행태의 이해로부터 역세권 특성을 도출한다는 점에서 보다 대중교통 이용 증대 방안을 마련하는 데 중요한 의미를 지닌다고 볼 수 있다.

대중교통 이용자의 통행패턴을 이용하여 실증적으로 역세권을 유형화한 연구들의 경우 지하철 승·하차의 수요 변동을 토대로 역세권의 위계를 고려하고 있으나 하루 동안 발생하는 수요 중 상당 부분이 집중되는 첨두시간 설정의 기준점이나 첨두 지속시간에 대한 언급은 없으며, 내용적 측면에서 판단하면 대체로 일괄적인 첨두시간대를 적용하여 연구를 수행한 것으로 판단할 수 있다. 또한 이용 수요에서 다른 교통수단으로의 환승패턴은 고려되지 않은 한계가 있다. 그러나 동일한 승·하차량을 가진 역이라도 주변 토지이용에 따라 첨두 통행시간의 시작 및 지속시간이 다르게 나타난다. 또한, 버스와 지하철 간 환승패턴 또한 지역의 특성 및 지하철역 주변의 접근성과 버스운행 서비스에 따라 다르게 나타날 수 있으며, 이러한 특성은 지하철 역세권과 대중교통의 이용행태를 이해하고 설명하는 데 있어 중요한 요소다. 이에 본 논문에서는 역세권별 상이한 승·하차 첨두시간대의 시작시간이나 지속시간, 그리고 버스-지하철

간 환승 특성까지를 고려하여 역세권을 분류하고 분석 결과를 토대로 역세권의 토지이용 및 도시공간구조를 비롯한 물리적 특성과의 연관성을 파악해 봄으로써 연구의 시사점과 차별성을 두고자 하였다.

### 3. 분석의 범위와 방법론

본 연구의 공간적 범위는 다양한 대중교통 변수와 토지이용 측면 변수의 수집이 유용한 서울시를 대상으로 지하철 노선 9개와, 국철, 분당선상의 총 272개 역세권을 포함하며 2012년 이후 개통된 철도역은 제외하였다. 본 논문에서 사용된 역세권의 범위는 서울시 행정구역 내 위치한 지하철역 승강장을 중심으로 한 500m 반경으로 제한한다. 도시계획적 측면에서 역세권을 정의하면, 보행자가 철도역에 접근가능한 최대거리를 중심으로 설정하는 보행가능 권역과 철도역을 중심으로 그 주변 지역의 토지이용과 부동산 가치 측면에서 영향을 받는 권역으로 구분할 수 있다(이연수, 추상호, 강준모 2011; 이창효, 장성만, 이승일 2013). 본 논문에서는 역의 토지이용상의 영향권 측면보다는 역을 이용하는 보행자들의 접근성 측면에 초점을 맞추어 역세권을 정의하였다. 따라서 보행 접근성을 기준으로 역세권 범위를 설정한 기존 연구들에서 일반적으로 활용되고 있는 기준(400~600m)들과 도시계획지침상 규범적으로 설정된 역세권 범위<sup>6)</sup>를 고려하여 역 중심 반경 500m를 역세권의 범위로 설정하였다.

본 논문은 크게 3단계로 구성된다. 첫째, 역세권 유형화와 관련된 선행연구 고찰을 통하여 본 논문의 착안점 및 진행방향을 설정하였으며, 역세권별 대중교통 승·하차패턴의 특성과 역사 주변의 토지이용을 비롯

6) 서울시 도시계획조례 시행규칙(제16조의 2)과 서울시의 역세권 지구단위계획 수립 및 운영기준에서는 역세권을 '지하철, 국철, 경전철 등의 모든 개통된 역의 중심으로부터 반경 500m 이내의 지역'으로 정의하고 있음.

한 물리적 특성과의 연관성을 파악하기 위해 대중교통 수요 변화패턴을 유형화하였다. 우선 대용량의 교통트랜잭션 데이터베이스에서 통행패턴을 찾아내는 데이터마이닝(data mining) 기술을 이용하여 역세권 내의 지하철과 버스 이용객의 유·출입 통행량 변화를 분석하고 군집분석을 이용하여 역세권의 유형화를 시도하였다. 이때 군집분석에 이용할 통행량 관련 변수를 추출하기 위하여 각 지하철역 침두시간대의 이용률 집중 특성을 산정하였다. 기존의 일괄적인 침두시간대를 적용한 연구들과 달리 본 논문은 지하철역별로 수요가 몰리는 시간대가 다양하다는 것에 초점을 두고 오전과 오후를 구분하여 최고 통행량을 기록하는 침두시간대를 역세권별로 개별 설정하고 이를 중심으로 30분 간격의 승·하차량을 검토함으로써 수요가 집중하는 시각과 집중 지속시간을 검토하였다. 이와 같은 방법으로 수요패턴의 특징을 나타내는 20개의 변수를 역별로 생성하고 군집분석을 시행하였으며, 분석 결과 6개의 역세권 유형이 도출되었다.

둘째, 역세권 유형별 토지이용 특성을 살펴보고자 각 역사별 500m 이내의 보행권 범위를 중심으로 토지이용과 교통접근성, 개발밀도 및 도시공간구조와 관련되는 19개의 물리적 변수들을 주성분 분석을 이용하여 7개로 압축하였다.

셋째, 분류된 역세권 유형의 토지이용 특성을 비교·분석하기 위하여 주성분 분석을 통해 추출한 도시 특성 요인 점수를 독립변수로 사용하고, 군집분석을 통해 분류된 6개의 역세권 유형을 종속변수로 사용하여 다항로지분분석을 실시하였다.

본 논문에서 분석을 위한 자료는 교통카드 자료, 역세권 주변의 토지이용 관련 현장조사자료, 집계구 통계자료, GIS 연계자료 등이 다양하게 활용되었다. 역세권별 승객 승·하차량을 나타내는 대중교통 이용 수요를 바탕으로 역세권을 유형화하였으며, 이를 추출하기 위해 주중인 2011년 10월 19일 수요일의 교통카드

데이터를 사용하였다. 본 자료로부터 군집분석에 활용된 시간대별 지하철 승·하차량과 버스-지하철 간 환승량 변수, 그리고 침두 특성 변수를 도출하였으며, 도시조직 및 토지이용과 관련한 변수는 역세권 내 도시조직의 물리적 특성에 관한 것으로 기존 연구 및 문헌 검토를 토대로 대중교통 이용에 영향을 미칠 수 있는 변수들을 선정하였다.

이에 역세권의 개발밀도, 토지이용, 버스 접근성, 지하철 환승센터, 도시공간구조 등이 포함되었다. 역세권의 개발밀도와 관련해서는 통계청의 2010년 집계구 자료를 이용하여 인구, 가구 및 사업체 밀도로 구성하였으며, 토지이용 관련 변수는 공동주택, 단독주택, 업무시설, 상업시설, 근린생활시설, 문화집회시설, 교육시설, 판매시설, 공장, 창고시설로 구성하였다. 버스 접근성 관련 변수는 버스노선수와 버스정거장수이며, 지하철 환승센터 관련 변수는 지하철역수와 역사 면적의 변수가 이에 해당한다. 도시공간구조 관련 변수는 2011년 도로명주소 기본도 자료를 이용한 도로율, 필지 크기, 블록 크기, 교차로 밀도의 변수를 포함하였다. 이 중 사업체 밀도와 교차로 밀도 요인은 공통성 항목에서 0.4 이하의 낮은 설명력을 가지는 항목으로 분류되어 주성분 분석에서는 제외되었다. 따라서 최종 19개로 구성된 도시 특성 자료들은 역세권 승·하차 자료와 함께 지리정보시스템(geographic information system)의 지오코딩(geocoding) 과정을 거쳐 좌표를 획득하고, 집계구 구역단위로 집계된 개발밀도 관련 변수값들은 자료의 분석 단위에 동일하게 분포되어 있다는 가정하에 공간보간법(spatial interpolation) 이론에 기초한 방법을 이용하여 각각의 승강장 중심점에서 500m 내 보행역세권에 맞추어 재산정하였다. 역세권의 도시 특성 요소와 관련된 각 변수들에 대한 설명과 활용 자료 및 시간 범위는 <표 2>에 정리하였다.

표 2\_ 변수 선정

분석변수	변수	변수 설명	활용 자료
교통행태	승·하차량	30분별 지하철 승·하차량	교통카드 (2011)
도시 공간구조 및 교통인프라	인구밀도	역세권 인구수 밀도	집계구 통계 (2010)
	가구밀도	역세권 가구수 밀도	
	사업체 밀도	역세권 사업체수 밀도	
	도로율	역세권 도로 면적	도로명주소 기본도 (2011)
	필지 크기	역세권 필지 평균 크기	
	블록 크기	역세권 블록 평균 크기	
	교차로 밀도	역세권 교차로수 밀도	
	버스노선수	역세권 버스노선수	
	버스정거장수	역세권 버스정거장수	
	역사 면적	역사 면적	
지하철역수	역세권 지하철역수		
토지이용	공동주택	공동주택 연상 면적	역세권 토지이용 용도별 연면적 (2011)
	단독 및 다가구주택	단독 및 다가구주택 연상 면적	
	업무시설	업무시설 연상 면적	
	상업시설	상업시설 연상 면적	
	근린생활시설	근린생활시설 연상 면적	
	문화집회시설	문화집회시설 연상 면적	
	교육시설	교육시설 연상 면적	
	판매시설	판매시설 연상 면적	
	공장	공장시설 연상 면적	
창고시설	창고시설 연상 면적		

군법(K-means)을 사용하여 재유형화하였다. Ward법에 의한 결합방식을 사용한 계층적 군집분석 결과 6개 그룹으로 군집화되는 과정을 확인하였다. Case 설명 기준 변수는 계층적 군집분석의 경우와 동일하게 <표 3>에 나열된 20개의 승·하차 수요와 관련된 표준화 변수를 선정하였으며, 반복계산으로 군집화가 진행됨에 따라 군집 중심점이 변화되는 방법을 이용하였다. 분석 결과 계층적 군집분석의 결과와 거의 유사한 패턴으로 분류되었으나 2개의 이상치가 제외되었다.

본 논문에서는 시간대별 통행행태를 이용하여 역세권 유형을 분류하기 위하여 하루 총통행량, 환승량, 그리고 침두 특성 관련 변수들을 포함하여 변수를 구성하였다. 버스-지하철 간의 환승량 관련 변수를 포함한 것은 지하철 역세권이 최종 목적지가 아닌 경우 다른 교통수단으로 환승하여 최종 목적지까지 이동하므로 환승비율을 통해 버스가 철도의 지선 역할을 하고 있는 역세권을 효과적으로 구분할 수 있기 때문이다.

로 구분할 수 있기 때문이다.

또한 기존의 일괄적인 침두시간 적용 연구들과 달리 본 논문은 지하철역별로 그 이용패턴이 다양하다는 것에 주안점을 두고 오전, 오후 시간대 최고 승·하차량을 기록하는 침두시각을 중심으로 30분 간격의 승·하차량을 검토하여 검토값이 최대 승·차량의 90%를 넘으면 침두시간의 지속 범위에 포함하였다(Chen, Chen and Barry 2009).

## II. 역세권 유형분류 및 토지이용 변수 구축

### 1. 역세권 유형분류

272개 역의 역세권을 통행패턴 특성 차원에서 동질한 그룹으로 나누기 위해 군집분석을 시행하였다. 군집분석은 우선 계층적 군집분석(hierarchical clustering)을 시행한 후에 가장 적절한 수의 군집을 결정해서 K-평균

7) 비분류된 역세권은 마곡역과 가좌역을 포함한 총 2곳으로 K-평균법 분석에서 제외하였음. 두 역 모두 하루 총승차량과 하차량이 500명 미만으로 일정한 침두패턴이 관찰되지 않는 역임. 마곡역의 경우 하루 총하차량이 276명에 불과하고 전 시간대별 평균 하차량이 10명 미만인 반면에 특정 시간 3시 30분~4시 사이에만 하차량이 82명으로 몰려 당일 행사나 특정 변수의 영향을 받은 것으로 보이며 K-평균법 군집분석의 결과 이상치로 유형분류에서 제외되었음.

첨두 특성 변수를 사용하여 역세권을 유형화한 것은 동일한 승·하차량을 가진 역의 경우도 매우 다른 첨두 특성을 지닐 수 있기 때문이다. 예를 들어, 대림역과 압구정역의 경우 하루 총승차량이 2만 8천 명 정도로 비슷하나 압구정역의 경우 오전첨두 승차량이 562명인 반면, 대림역의 경우 같은 시각의 승차량이 1,952명으로 압구정역에 비해 3~4배 높았다. 또한 오전첨두 지속시간 또한 압구정역은 30분인 것과 비교해 대림역은 1시간으로 두 배 길었다. 반대로 오후첨두의 경우 압구정역의 승차량이 대림역의 승차량보다 1.5~2배 높았으며 오후첨두 지속시간 또한 압구정역이 대림역에 비해 3배 정도 길게 지속되는 것으로 관찰되었다(〈그림 1〉 참조).

이러한 첨두 특성을 바탕으로 한 분류가 출·퇴근 및 통학, 쇼핑, 위락 등의 통행 목적별 토지이용의 특성과 역이 위치하는 입지 특성을 대변할 수 있다고 판단하였다. 따라서 승차량과 하차량을 구분하고 오전과 오후 각각의 첨두 특성 변수들을 역세권 유형 기준에 사용함으로써 시간대별 승·하차 수요 변동과

함께 통행 집중으로 인한 혼잡이 시작되는 시각과 지속시간을 고려하였으며, 이와 같은 방법으로 해당 역세권 유형의 일반성과 특수성을 적절히 반영하였다.

군집분석 결과, 총 6개의 그룹이 형성되었으며 군집분석에 사용된 유형별 통행 특성 변수의 평균값은 〈표 3〉에 정리되었다. 논의의 편의상 군집의 순서는 상주인구 밀도가 가장 높은 그룹부터 가장 낮은 그룹순으로 나열하였다. 유형별 승·하차 패턴의 흐름을 도식화한 그래프와 각 유형에 포함된 역사명은 〈표 4〉에 나열되었다. 전체적인 통행 흐름 형태는 이 중 첨두 형태의 모습이 일반적이며 첨두 형태는 오전첨두 시간대가 가장 높고 오후첨두 시간대는 퇴근시간의 분산과 비통근통행 증가로 오전첨두보다 낮은 것으로 관찰되었다.

최종 유형분류된 270개 역 중 73개 역이 제1유형 역세권에 해당하며 〈그림 2〉에서 보듯이 서울시 전 도시철도 호선에 고루 분포되어 있는 편이나, 가장 많은 비중(약 40%)의 역들이 5호선과 7호선에 집중한 특징이 있다. 〈그림 3〉에 표준화계수값으로 표현

그림 1 \_ 역세권별 첨두 특성분석(압구정역 vs 대림역)

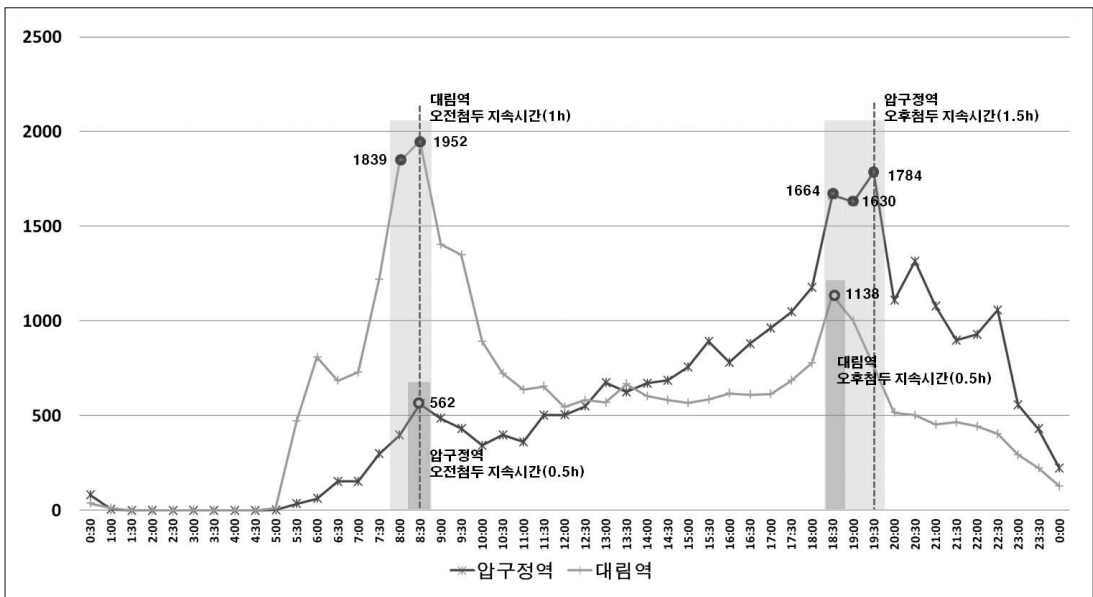


표 3\_ 유형별 통행 특성 평균값

구분	유형1	유형2	유형3	유형4	유형5	유형6	ANOVA (F value)
	n=73	n=22	n=90	n=31	n=25	n=29	
하루 총승차량	7,383.10	27,515.06	7,285.92	6,625.40	35,236.76	10,439.18	91.8***
하루 총하차량	6,926.08	27,234.03	7,225.32	6,690.05	36,466.60	10,811.03	90.5***
오후첨두 승차량 / 오전첨두 승차량	0.38	0.55	1.06	1.78	4.56	3.62	329.6***
오후첨두 하차량 / 오전첨두 하차량	1.95	1.78	0.79	0.85	0.59	0.33	30.4***
오후첨두 승차량 / 비첨두 승차량	0.98	1.30	1.54	1.37	2.19	3.33	29.9***
오후첨두 하차량 / 비첨두 하차량	2.29	2.15	1.41	1.03	0.93	0.94	41.4***
오전 승차량 첨두 시작시간	8.10	8.12	8.13	8.40	8.78	8.34	27.9***
오전 하차량 첨두 시작시간	8.56	8.69	8.69	8.73	8.98	8.66	4.6***
오후 승차량 첨두 시작시간	18.08	18.43	18.34	16.89	18.40	18.43	97.1***
오후 하차량 첨두 시작시간	19.08	19.00	18.91	16.83	18.52	18.83	68.3***
오전 승차량 첨두 지속시간	0.71	1.09	0.76	0.73	0.74	0.89	190.3***
오전 하차량 첨두 지속시간	0.66	0.79	0.61	0.83	0.54	0.64	128.9***
오후 승차량 첨두 지속시간	0.69	0.68	0.67	0.69	0.78	0.61	4.0***
오후 하차량 첨두 지속시간	0.75	1.02	0.75	0.81	0.96	0.70	43.5***
승차량 비첨두 지속시간	9.96	10.27	10.19	8.51	9.48	9.98	28.9***
하차량 비첨두 지속시간	10.56	10.32	10.29	8.93	9.88	10.14	11.1***
오전첨두 환승량	643.49	3,115.74	386.07	234.42	1,301.04	442.15	26.8***
오후첨두 환승량	254.18	1,612.50	359.43	264.58	2,537.04	973.75	26.6***
오전첨두 환승량 / 오전첨두 승 · 하차량	0.163	0.226	0.097	0.068	0.064	0.088	8.5***
오후첨두 환승량 / 오후첨두 승 · 하차량	0.079	0.126	0.107	0.083	0.141	0.195	7.1***

주: \* p<0.1, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01.

된 유형별 첨두 특성을 살펴보면, 유형 1의 오전승차 첨두 시작시간이 6개 유형 중 가장 빠르고 오후하차의 첨두 시작시간은 가장 늦음을 알 수 있다. 또한 첨두와 비첨두시간대 승 · 하차량의 차이가 커 승차의 경우 가장 낮은 첨두율을 가지며 하차의 경우 가장 높은 첨두율을 가진다. 오후를 예로 들면, 첨두시간대 하차량이 비첨두시간대 하차량보다 2.3배 높다. 6개 역세권 유형 중 오전첨두시간대 가장 높은 승차량을 보유한 특징을 고려하여 제1유형을 ‘오전승차 집중 역세권’이라 명명하였다.

23개의 역세권을 포함하는 제2유형의 경우 전체 역의 55%가 2호선과 4호선에 집중되어 있다. 제2유형으로 구분되는 역세권은 오전의 버스-지하철 간

환승량이 타 지역에 비해 높게 나타난다. 또한 오전 승차량의 첨두 시작이 빠른 반면 오후 승차량의 첨두 시작이 늦어 비첨두 지속시간이 길게 나타나는 특징이 있다. 또한 오전 승차량 첨두 시작이 빠르고 첨두 지속시간도 1시간 이상 지속되어 아침 혼잡이 예상되는 역세권에 해당한다. 6개 유형 중 오전 환승량이 가장 많고 오전 첨두시 환승비율이 총통행량의 20% 이상을 차지하는 것으로 관찰되어, 버스-지하철 간 환승거점으로 이용되고 있음을 알 수 있다. 이에 제2유형을 ‘오전환승집중 역세권’으로 명명하였다.

제3유형은 총 90개의 역세권을 포함하고 있으며 이 중 약 40%의 역사가 5호선과 국철 노선에 위치해 있으나 나머지 60%의 역은 분당선을 포함한 전 호선

표 4\_ 유형별 승·하차 패턴

유형별 승·하차 패턴	유형에 포함된 역이름(가나다순)
	<p><b>제1유형: 오전승차집중 역세권(73개)</b></p> <p>가양역, 강동역, 개봉역, 개포동역, 개화산역, 개화역, 공방시장역, 구파발역, 군자역, 굽은다리역, 금천구청역, 금호역, 노들역, 녹번역, 녹천역, 답십리역, 당고개역, 대청역, 대지역, 독바위역, 돌곶이역, 둔촌동역, 등촌역, 뚝섬유원지역, 마들역, 망우역, 망원역, 먹골역, 면목역, 명일역, 목동역, 무악재역, 문정역, 미아역, 방화역, 봉천역, 봉화산역, 사가정역, 상계역, 상봉역, 상일동역, 새철역, 석수역, 신길역, 신답역, 신대방삼거리역, 신목동역, 신방화역, 신이문역, 신정네거리역, 신정역, 신천역, 신평역, 송정역, 암사역, 양천구청역, 역촌역, 염창역, 오류동역, 옥수역, 용답역, 용마산역, 우장산역, 응암역, 중계역, 중곡역, 중랑역, 중화역, 증산역, 종신대입구역, 하계역, 행당역, 홍제역</p>
	<p><b>제2유형: 오전환승집중 역세권(23개)</b></p> <p>강변역, 구로디지털단지역, 길음역, 낙성대역, 노량진역, 노원역, 당산역, 대림역, 미아사거리역, 사당역, 서울대입구역, 석계역, 수유역, 신대방역, 신도림역, 신림역, 쌍문역, 연신내역, 왕십리역, 창동역, 천호역, 합정역, 화곡역</p>
	<p><b>제3유형: 승·하차 동일수요 역세권(90개)</b></p> <p>가락시장역, 강동구청역, 개봉역, 경차병원역, 고덕역, 고려대역, 광나루역, 광흥창역, 구로역, 구의역, 구일역, 길동역, 남구로역, 녹사평역, 대모산입구역, 도곡역, 도림천역, 도봉역, 동대입구역, 뚝섬역, 마장역, 마포구청역, 마포역, 몽촌토성역, 반포역, 발산역, 방이역, 방학역, 버티고개역, 보라매역, 보문역, 불광역, 상도역, 상수역, 상왕십리역, 상월곡역, 셋강역, 서대문역, 서빙고역, 석촌역, 선유도역, 성북역, 성신여대입구역, 송파역, 수서역, 수색역, 숙대입구역, 송실대입구역, 신금호역, 신논현역, 신당역, 신사역, 신설동역, 신용산역, 아차산역, 아현역, 안암역, 애오개역, 약수역, 양원역, 양천향교역, 양평역, 어린이대공원역, 여의나루역, 영등포시장역, 오금역, 오목교역, 은수역, 울림공원역, 외대앞역, 용산역, 월곡역, 용문역, 이태원역, 이촌역, 잠실나루역, 장승배기역, 종합운동장역, 증미역, 지축역, 천왕역, 청구역, 태릉입구역, 한남역, 한성대입구역, 한티역, 화랑대역, 회기역, 효창공원앞역, 흑석역</p>
	<p><b>제4유형: 오후수요집중 역세권(31개)</b></p> <p>거여역, 공릉역, 구룡역, 구반포역, 구산역, 남성역, 남태령역, 대동역, 도봉산역, 독립문역, 동묘앞역, 동작역, 마천역, 사평역, 수락산역, 신반포역, 안국역, 용두역, 월계역, 월드컵경기장역, 을지로3가역, 을지로4가역, 이대역, 일원역, 잠원역, 제기동역, 종로5가역, 창신역, 학여울역, 한양대역, 회현역</p>
	<p><b>제5유형: 유동통행집중 역세권(25개)</b></p> <p>강남역, 건대입구역, 고숙터미널역, 교대역, 남부터미널역, 동대문역, 동대문역사문화공원역, 명동역, 삼성역, 서울역, 선릉역, 시청역, 신촌역, 압구정역, 양재역, 역삼역, 영등포역, 을지로입구역, 잠실역, 종각역, 종로3가역, 청량리역, 충무로역, 혜화역, 홍대입구역</p>

표 4\_ 유형별 승·하차 패턴(계속)

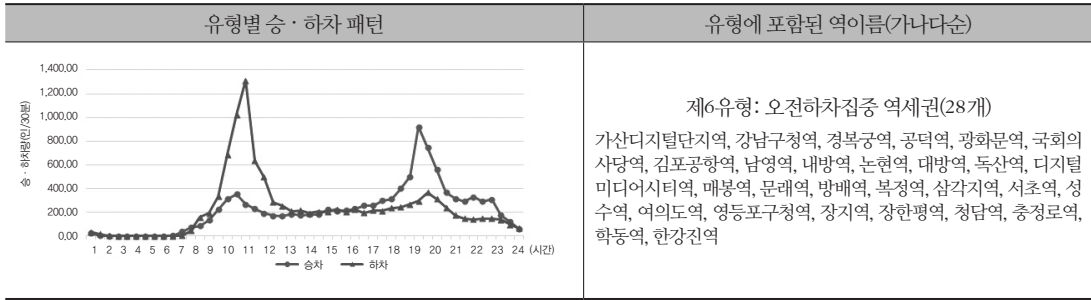
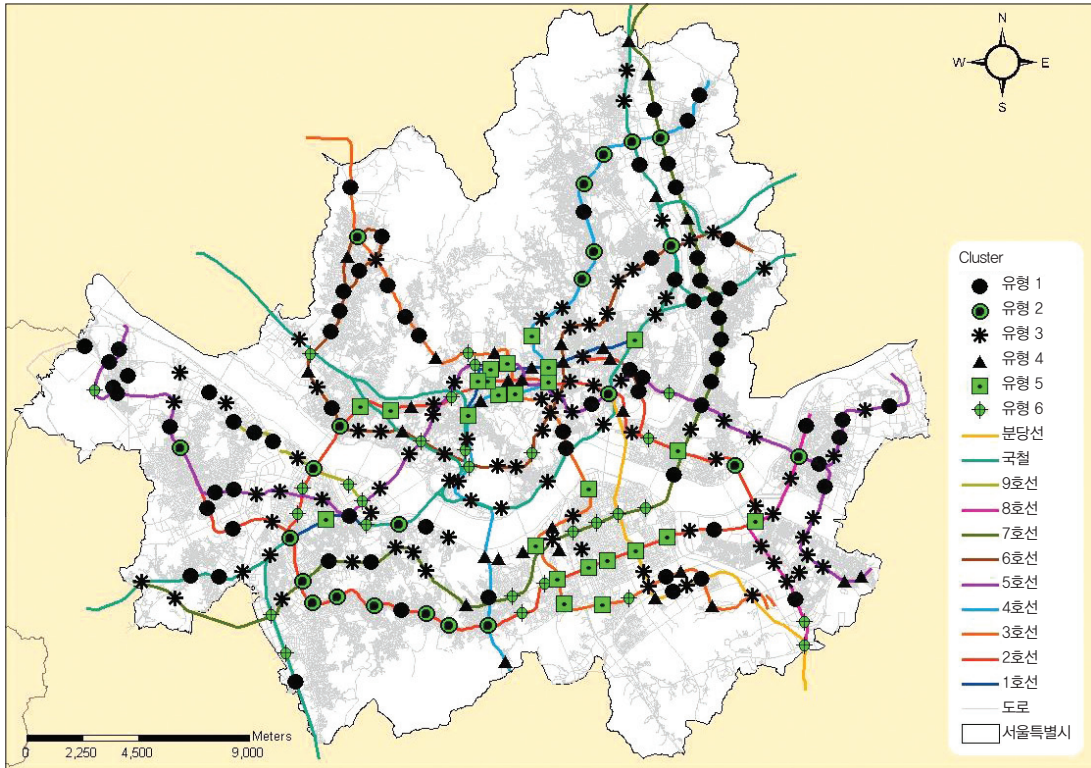


그림 2\_ 역세권 유형화

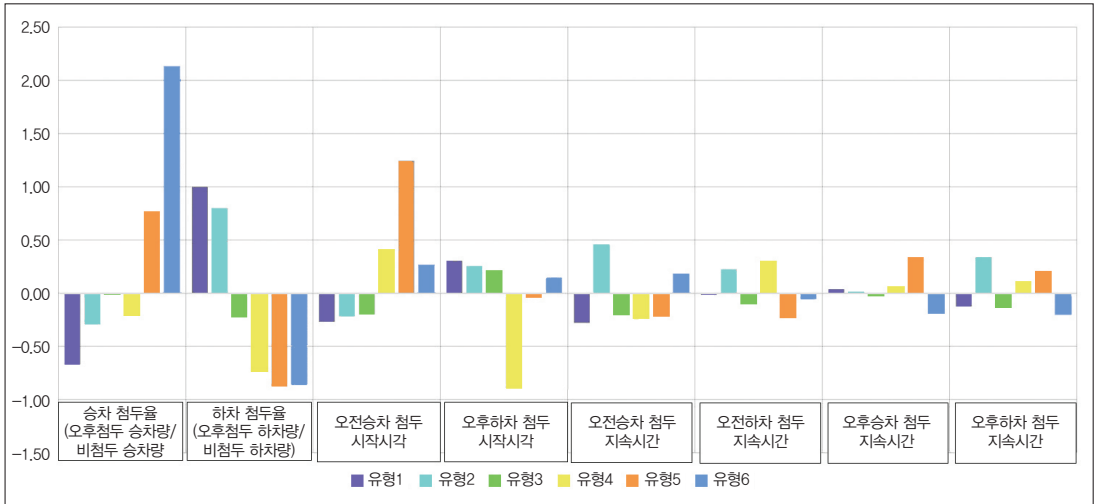


에 걸쳐 골고루 분포되어 있다. 총 6개의 유형 중 가장 많은 케이스를 포함한 역세권 유형으로, 오전 승차량 첨두의 시작이 빠르고 저녁 하차량 첨두의 시작이 느린 편이며 전반적인 승·하차량의 첨두 지속시간이 짧다. 가장 큰 특징은 전 시간대에 걸쳐 승차와 하차의 수요가 거의 동일하게 유지된다는 점이며 이를 고려하여 제3유형을 ‘승·하차 동일수요 역세권’

이라 명명하였다.

제4유형은 31개의 역세권을 포함하며 8호선과 9호선을 제외한 전 호선에 걸쳐 1~5개의 역이 골고루 분포되었다. 제4유형 역세권의 경우 하루 총통행량이 가장 적으며 오후의 승·하차량 첨두 시작이 가장 빠른 곳에 해당한다. 가장 큰 특징은 오후 비첨두 시간대 이용률이 높아 첨두시간대 대비 비첨두시간

그림 3\_ 유형별 침투 특성 표준화계수값 비교



대 수요의 차이가 가장 적다는 점이다. 이에 제4유형을 ‘오후수요집중 역세권’이라 명명하였다.

제5유형은 강남, 고속터미널역, 서울역, 청량리역을 포함한 총 25개의 지역 중심지로 주요 환승센터의 역할을 하는 역세권이 대거 포함되었다. 제5유형 대다수의 역이 도심을 통과하는 2호선, 3호선, 4호선 지하철 노선에 집중되어 있으며 오전에는 하차량이 많은 도착지로 저녁에는 승차량이 우세한 출발지 역할을 한다. 오전 하차량의 침투 지속시간은 짧고 시작 시간이 명확한 반면, 오후 승차량의 경우 침투시간이 가장 오래 지속되는 것으로 나타났으며 이는 퇴근시간의 분산에 의한 것으로 해석된다. 타 역세권에 비해 전 시간대에 걸쳐 가장 높은 승·하차량을 유지하는 역세권에 해당하므로 제5유형을 ‘유동통행집중 역세권’이라 명명하였다.

제6유형의 경우 오전과 오후 침투 차이가 극명하게 드러나며 비침투시간의 통행량이 침투시간 통행량의 30% 수준에 머무는 정도로 매우 낮아 시간대별 수요 불균형 정도가 심한 역세권으로 파악된다. 오후 침투시 버스-지하철 간 환승량이 통행량의 20%를 차지할 정도로 환승비율이 높은 것도 특징이다. 오후

침투시 승차량이 오전침투시 승차량에 비해 3.6배나 높은 반면, 오후침투시 하차량은 오전 침투시에 비해 3배 정도 낮게 나타난다. 따라서, 오전에는 도착지로 서 저녁에는 출발지 역할을 하는 역세권으로서 출·퇴근 목적 통행에 영향을 많이 받는 지역임을 알 수 있다. 이에 제6유형을 ‘오전하차집중 역세권’이라 명명하였다.

## 2. 토지이용 변수 구축: 주성분 분석

여섯 집단의 역세권 유형에 따른 토지이용변수의 기술통계값은 <표 5>와 같다. ‘오전승차집중 역세권’(유형 1)의 경우 가구수와 인구수, 공동주택 밀도가 가장 높았으며 ‘오전환승집중 역세권’(유형 2)의 경우 블록 및 필지 평균 크기는 가장 작은 반면, 단독 및 다가구 주택 밀도가 높아 소규모 개발지역임을 알 수 있다. ‘승·하차 동일수요 역세권’(유형 3)의 경우 평균 필지 크기가 크고 교육시설 비율이 가장 높은 곳에 해당하며 ‘오후수요집중 역세권’(유형 4)의 경우 업무시설과 교육 및 판매시설이 공동주택과 함께 높은 비율로 혼재되어 토지용도 복합의 특징이 가장 두

표 5\_역세권 유형별 토지이용의 기술통계값

토지이용 및 도시공간구조	역세권 유형(승강장 중심점 반경 500m 이내)					
	유형1	유형2	유형3	유형4	유형5	유형6
근린생활시설(㎡)	113,321.06 (10.7%)	212,947.54 (15.8%)	139,716.49 (13.0%)	167,585.32 (14.1%)	371,083.25 (18.9%)	210,372.64 (15.9%)
상업시설(㎡)	1,067.22 (0.1%)	2,016.32 (0.1%)	1,159.78 (0.1%)	1,489.16 (0.1%)	3,823.75 (0.2%)	1,332.55 (0.1%)
도로면적(㎡)	159,425.13 (15.0%)	200,713.51 (14.9%)	163,942.78 (15.2%)	151,772.18 (12.7%)	201,243.65 (10.3%)	171,880.36 (13.0%)
문화집회시설(㎡)	2,271.15 (0.2%)	5,681.39 (0.4%)	5,743.40 (0.5%)	7,569.04 (0.6%)	31,855.80 (1.6%)	13,878.23 (1.0%)
업무시설(㎡)	34,137.86 (3.2%)	113,948.98 (8.4%)	91,441.51 (8.5%)	144,576.31 (12.1%)	661,026.74 (33.7%)	318,395.81 (24.0%)
가구수	5,183.82	4,646.64	3,807.09	3,128.10	2,206.04	2,373.39
인구수	19,541.24	19,407.67	13,699.79	11,522.95	8,717.59	8,675.07
공동주택(㎡)	524,956.28 (49.4%)	473,209.83 (35.1%)	446,959.04 (41.5%)	496,419.49 (41.7%)	239,934.32 (12.2%)	330,502.47 (24.9%)
블록 평균크기	9,827.54	5,170.85	12,508.44	12,806.56	6,206.01	14,843.70
필지 평균크기	859.73	378.83	1,303.73	871.18	648.97	1,234.97
단독주택(㎡)	170,231.83 (16.0%)	208,096.30 (15.4%)	125,085.90 (11.6%)	94,534.52 (7.9%)	105,958.05 (5.4%)	83,321.41 (6.3%)
창고(㎡)	1,120.24 (0.1%)	4,065.85 (0.3%)	3,836.82 (0.4%)	2,414.13 (0.2%)	4,268.85 (0.2%)	11,077.99 (0.8%)
공장(㎡)	2,579.58 (0.2%)	22,133.01 (1.6%)	12,627.83 (1.2%)	3,570.66 (0.3%)	4,113.29 (0.2%)	115,484.37 (8.7%)
역사면적(㎡)	5,217.55 (0.5%)	7,371.75 (0.5%)	6,203.00 (0.6%)	6,106.59 (0.5%)	14,582.25 (0.7%)	7,335.33 (0.6%)
지하철역수	1.14	1.50	1.22	1.23	2.09	1.39
버스노선수	74.79	101.29	79.34	81.38	116.69	72.13
버스정거장수	24.07	29.75	22.75	20.32	31.91	23.68
교육시설(㎡)	35,842.97 (3.4%)	54,449.28 (4.0%)	60,006.50 (5.6%)	58,508.41 (4.9%)	78,421.82 (4.0%)	26,544.45 (2.0%)
판매시설(㎡)	12,273.07 (1.2%)	44,186.08 (3.3%)	19,711.30 (1.8%)	56,321.38 (4.7%)	244,763.76 (12.5%)	36,851.61 (2.8%)

표 6\_변수의 공통성과 설명된 요인 총분산 분석

공통성		요인	설명된 총분산								
변수	추출		초기 고유값			추출 제곱합 적재값			회전 제곱합 적재값		
			합계	%분산	%누적	합계	%분산	%누적	합계	%분산	%누적
근린생활시설	0.774	1	4.44	23.39	23.39	4.44	23.39	23.39	2.89	15.22	15.22
상업시설	0.810	2	2.87	15.10	38.49	2.87	15.10	38.49	2.61	13.75	28.97
도로용	0.646	3	1.94	10.23	48.83	1.94	10.23	48.73	2.50	13.14	42.11
업무시설	0.668	4	1.74	9.34	58.06	1.77	9.34	58.06	1.86	9.79	51.90
문화집회시설	0.632	5	1.34	7.04	65.10	1.34	7.04	65.10	1.83	9.65	61.56
가구밀도	0.897	6	1.27	6.69	71.79	1.27	6.69	71.79	1.81	9.50	71.06
인구밀도	0.929	7	1.11	5.83	77.62	1.11	5.83	77.62	1.25	6.56	77.62
공동주택	0.660	8	0.93	4.91	82.53	-	-	-	-	-	-
필지 평균크기	0.825	9	0.73	3.86	86.39	-	-	-	-	-	-
블록 평균크기	0.852	10	0.55	2.89	89.29	-	-	-	-	-	-
버스노선수	0.838	11	0.46	2.40	91.69	-	-	-	-	-	-
버스정거장수	0.811	12	0.39	2.06	93.74	-	-	-	-	-	-
역사면적	0.849	13	0.30	1.58	95.33	-	-	-	-	-	-
지하철역수	0.820	14	0.26	1.36	96.69	-	-	-	-	-	-
다가구주택	0.601	15	0.22	1.13	97.82	-	-	-	-	-	-
교육시설	0.775	16	0.18	0.92	98.74	-	-	-	-	-	-
판매시설	0.570	17	0.14	0.76	99.50	-	-	-	-	-	-
공장	0.888	18	0.07	0.39	99.89	-	-	-	-	-	-
창고시설	0.905	19	0.02	0.11	100.00	-	-	-	-	-	-

드러지는 역세권에 해당한다. ‘유동통행집중 역세권’(유형 5)의 경우 업무·상업·판매·근린생활시설의 비율이 가장 높은 반면, 주거용도 개발용량이 낮은 곳으로 유동인구의 흐름이 집중되며, 평균 2개의 지하철 노선이 지나가는 역세권으로 환승센터 역할을 하는 곳임을 알 수 있다. 마지막 ‘오전하차집중 역세권’(유형 6)의 경우 상주인구수가 가장 적은 반면, 공장과 창고와 같은 산업시설과 업무시설 비율이 높고 블록이 대규모로 형성되어 있는 점을 볼 때 건물의 규모가 크고 제조업 관련 종사자의 통근통행이 많은 곳으로 판단된다.

앞서 구분한 6개로 유형화된 역세권들과 토지이용 간의 관계를 살펴보기 위하여 19개의 도시계획요소 변수를 요인추출의 방법으로 주성분 분석(principal component analysis)을 이용하여 압축하였다.

이는 토지이용 관련 변수 간의 상관관계가 높은

것으로 분석되어 다중공선성 문제를 해결하고 수집된 다양한 변수의 정보 손실을 최소화하면서 요인수를 줄이기 위한 방법이다. 공통성 항목에서 요인들에 의하여 설명되는 비율이 0.5 이상의 높은 설명력을 가지는 변수만을 포함하였으며, 요인적재량을 단순화하기 위해 직각회전 중 Varimax 방식을 택하였다. 초기 설명된 총분산표에서 고유값(Eigen-value) 1 이상인 회전제곱합 적재값은 총 7개 요인으로 분류되었으며 이는 77.62%의 양호한 전체 누적 설명력을 보였다(<표 6> 참조).

<표 7>의 주성분 분석의 구성항목을 살펴보면 크게 토지이용 부문에서 4개의 요인과 교통 부문에서 2개 요인, 그리고 도시공간구조에서 1개 요인으로 구분할 수 있다. 7개의 요인들 중 제1요인은 역세권 복합개발과 관련된 ‘근린생활시설’, ‘상업시설’, ‘도로율’, ‘업무시설’, ‘문화집회시설’로 구분되었으

표 7\_ 회전된 성분행렬값

구분	요인명	선정항목	성분						
			1	2	3	4	5	6	7
토지 이용	고용 중심	근린생활시설	0.836	-0.133	-0.153	-0.004	0.117	0.129	0.062
		상업시설	0.828	-0.117	-0.113	0.191	0.208	0.026	0.134
		도로율	0.684	-0.091	-0.354	-0.034	0.043	0.167	-0.114
		문화집회시설	0.541	-0.239	0.487	-0.093	0.049	0.071	0.173
		업무시설	0.537	-0.388	0.167	-0.101	0.138	0.408	0.069
	주거밀집	가구밀도	-0.194	0.909	-0.034	-0.083	-0.144	0.041	-0.051
		인구밀도	-0.041	0.899	-0.232	-0.090	-0.227	-0.045	-0.058
		공동주택	-0.197	0.721	0.278	-0.060	0.033	0.138	-0.012
	교육판매 시설	교육시설	-0.081	-0.097	-0.038	-0.044	-0.095	0.066	0.862
		판매시설	0.288	0.011	0.048	0.023	0.243	-0.084	0.647
산업시설	창고시설	0.070	-0.111	-0.036	0.940	0.040	0.042	0.000	
	공장	-0.026	-0.056	0.009	0.939	-0.014	0.037	-0.028	
교통	환승센터	역사 면적	0.085	-0.141	0.010	-0.011	0.905	0.046	-0.008
		지하철역수	0.206	-0.127	-0.013	0.037	0.862	0.086	0.093
	버스 접근성	버스노선수	0.229	-0.091	-0.027	-0.002	0.126	0.872	-0.005
		버스정거장수	0.046	0.241	-0.137	0.108	-0.011	0.849	-0.003
도시 공간	블록 및 필지 규모	블록 평균크기	-0.160	0.037	0.899	-0.013	-0.024	-0.122	-0.022
		필지 평균크기	-0.064	0.067	0.896	-0.024	-0.049	-0.101	-0.023
		단독주택	0.387	0.279	-0.550	-0.061	-0.173	-0.192	-0.007

주: 음영은 각 요인에 높게 적재된 해당 변수를 나타냄.

며 토지이용상 고용기능을 담당하고 있다. 제2요인은 상주인구밀도와 관련된 ‘가구밀도’, ‘인구밀도’, ‘공동주택’으로 구성되었다. 제3요인은 도시공간구조와 관련된 ‘필지 크기’와 ‘블록 크기’ 항목이 포함되며, 단독주택은 대규모 블록 및 필지개발과 상반되는 관계에 놓여 있는 요인으로 구성되었다. 제4요인은 환승센터 특성과 관련된 ‘역사 면적’과 ‘지하철역수’로 구성되었으며, 제5요인은 버스접근성과 관련이 깊은 ‘버스정거장수’, ‘버스노선수’로 구성되는 것으로 확인되었다. 제6요인은 ‘교육시설’과 ‘판매시설’로 구성되었으며, 제7요인은 산업시설과 관련된 ‘공장’ 및 ‘창고시설’로 구성되었다.

이렇게 추출된 도시 특성 요인들이 앞서 분류된 서로 다른 유형 역세권의 대중교통 이용행태와 어떤 연관성을 지니는지에 대해 다음 장에서 자세히 논의한다.

### III. 역세권 유형과 토지이용 간의 관계분석

〈그림 4〉에 표현된 바와 같이, 통행행태로 분류된 역세권 유형과 토지이용 및 도시 특성요소는 매우 밀접한 관계가 있는 것으로 나타난다. 배후 주거시설이 밀집된 경우나 업무 및 산업시설 비중이 높은 경우 침투시간의 승·하차 수요변동 패턴의 차이가 명확하게 드러난다. 예로 ‘오전승차집중 역세권’(유형 1)의 주거밀집 요인의 표준화계수는 서울 역세권 평균 기준보다 1.5~2배 높으며 ‘유동통행집중 역세권’(유형 5)의 고용 중심 요인의 표준화계수는 역세권 평균 기준에 비해 약 2.5배 높은 수치로 나타났다.

이러한 역세권 유형별 변화에 토지이용, 대중교통 접근성, 도시공간구조가 어떻게 영향을 미치고 있는지 보다 명확하게 분석하기 위하여 다항로짓모형(multinomial logit model)을 적용하였다. 다항로짓

그림 4\_ 역세권 유형별 도시 특성 요소 표준화계수 비교(평균=1.0)

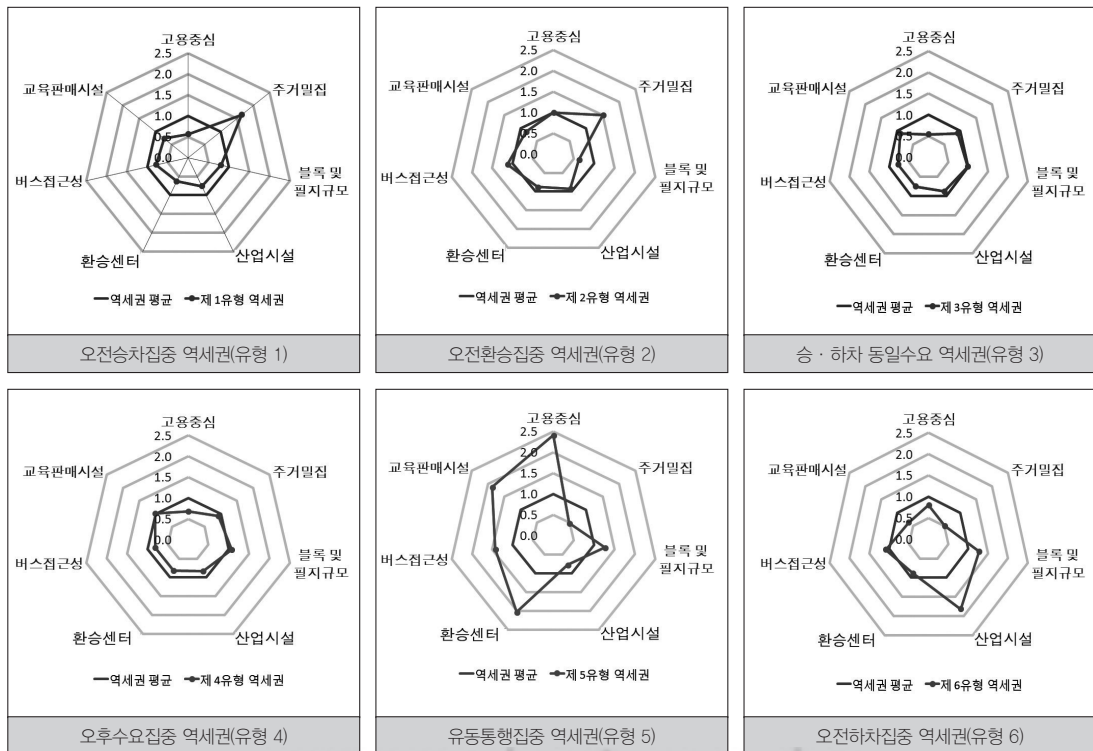


표 8\_ 다항로짓 분석 결과표

변수	유형1 vs 유형3		유형2 vs 유형3		유형4 vs 유형3		유형5 vs 유형3		유형6 vs 유형3	
	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차	회귀 계수	표준 오차
고용집중	-1,335***	0,412	0,707***	0,342	0,401***	0,246	1,427***	22,398	0,726***	7,591
주거밀집	1,376***	0,274	0,655***	0,323	-0,080***	0,242	-0,811***	4,506	-0,914***	8,722
블록 및 필지 규모	-0,954***	0,380	-1,681***	0,659	0,092***	0,180	0,245***	0,786	0,288***	2,232
산업시설	-2,449***	1,066	0,199***	0,466	-0,344***	0,512	-1,009***	1,526	0,474***	3,276
환승시설	-0,996***	0,379	0,302***	0,277	0,186***	0,570	0,947***	15,140	0,413***	2,941
버스 접근성	-0,117***	0,226	0,671***	0,306	0,149***	0,357	0,786***	6,195	0,526***	3,959
교육판매시설	-1,211***	0,500	0,129	0,295	0,212***	0,968	0,682***	7,743	-1,262***	3,911
Chi-Square(Sig)	215,979(0,000)									
-2 Log Likelihood(null)	872,825									
-2 Log Likelihood(full)	656,846									

주: \* p<0.1, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01.

분석의 종속변수는 6개의 유형화 그룹이며, 적용 식은 다음과 같다.

$$P(y_i=j) = \frac{\exp(X_i\beta_j)}{1 + \sum_{k=1}^m \exp(X_i\beta_k)} \quad \langle \text{식 1} \rangle$$

$P(y_i=j)$ :  $i$ 번째 observation에서 종속변수  $j$ 번째 군집의 역세권 유형이 채택될 확률

$X_i$ : 각 역세권별 산정된 토지이용 변수

$\beta_j$ : 미입력 파라미터

$m$ : 군집 개수(6개)

‘승·하차 동일수요 역세권’(유형 3)을 reference 유형으로 선정하였으며 이는 가장 많은 수의 역세권을 포함하고 있으며 승차와 하차 수요가 전 시간에 걸쳐 동일하게 유지된다는 점에서 기준 그룹으로 선정하였다. 즉, 다항로짓모형을 통해 승·하차 수요의 불균형 형태를 보이는 역세권 유형과 승·하차 동일수요 역세권 유형 간의 토지이용 특성의 차이점을 설명하고자 하였으며, 다항로짓의 회귀계수 결과를 비교해 보면 <표 8>과 같다. 우선 ‘오전승차집중 역세권’(유형 1)의 경우 오전첨두시간대 출발지 기능을

하는 주거 중심 역세권으로 분류할 수 있으며, 업무 시설이나 근린생활시설과 상업시설과 같은 고용유발 효과가 있는 시설이 적은 곳에 해당한다. 또한, 전반적인 블록 및 필지 규모가 소규모로 개발되고 역사 규모가 작으며 산업시설이나 교육·판매시설 또한 ‘승·하차 동일수요 역세권’(유형 3)에 비해 통계적으로 유의하게 적었다.

‘오전환승집중 역세권’(유형 2)의 경우 업무 및 근린생활시설과 함께 주거시설이 집중되어 있으나 ‘승·하차 동일수요 역세권’(유형 3)에 비해 블록 및 필지 규모가 작아 주로 주거를 지원하는 근린생활시설과 소규모 상권이 밀집된 근린 중심지에 해당하는 것으로 판단된다. ‘오전승차집중 역세권’(유형 1)과 비슷하게 오전첨두시간대 출발 인원이 도착 인원보다 훨씬 많은 역세권이지만, 역이 위치하는 입지가 버스 접근성이 높아 환승센터 기능을 수행한다는 점에서 단일생활권을 형성하는 ‘오전승차집중 역세권’(유형 1)과 구분된다.

‘오후수요집중 역세권’(유형 4)의 경우 ‘승·하차 동일수요 역세권’(유형 3)과 전반적인 토지이용 및 도시형태가 흡사하지만, 업무 및 근린생활시설과 같

은 고용 중심의 시설과 판매시설이 다소 더 집중되어 있으며 교육시설 개발용량 또한 타 역세권에 비해 높은 곳으로 파악되었다. 유동통행이 많은 학원과 학교를 중심으로 하교 시간대 학생들의 통행량이 많고 역세권 내 높은 비율의 판매시설이 포진해 있어 하교와 쇼핑 관련 목적 통행이 오후시간에 집중되는 곳으로 해석된다.

‘유동통행집중 역세권’(유형 5)의 경우 버스와 지하철의 환승센터 기능을 수행하는 역사 규모가 큰 역세권으로 유동인구가 집중하는 지역 중심지에 해당한다. 토지이용상으로는 고용기능인 오피스와 상업시설, 근린생활시설이 밀집하여 오전첨두시간대 하차량이 승차량보다 많은 고용 중심 역세권으로 구분된다. 또한 교육시설과 판매시설이 타 역세권에 비해 1.5배 높은 수준으로 밀집되어 있으며 이는 오후 시간대에 승·하차 인원이 30분당 1천 명 수준으로 유지되는 것과 관련이 있어 보인다. 또한 본 유형에서만 뚜렷하게 나타나는 10시 이후의 승차 집중은 쇼핑위락 중심지로서의 특성을 분명하게 보여준다.

오전첨두시간대 도착지 기능을 하는 ‘오전하차집중 역세권’(유형 6)의 경우 버스 접근성이 양호하며 업무시설과 산업시설이 집중된 반면, 주거시설 및 교육·판매시설이 ‘승·하차 동일수요 역세권’(유형 3)보다 유의하게 적은 곳으로 나타났다. 고용 중심의 단일 토지이용이 이루어지는 공간 특성으로 미루어 첨두시간대와 비첨두시간대 통행량의 불균형이 심한 것은 통행자들의 출퇴근 목적 통행 외의 대중교통 이용 수요가 적은 것과 관련이 있는 것으로 판단된다.

연구 결과 역세권 유형에 따라 오전, 오후의 첨두 특성이 다르게 나타났고, 버스 환승 수요 또한 역세권 유형별로 집중되는 시간대가 서로 차이를 보여주었으며 이러한 수요패턴의 변화는 역세권 주변의 물리적 토지이용과 깊이 연관되어 있음이 관찰되었다. 전체적으로 유형별 토지이용 속성을 비교해본 결과,

주거시설이 집중된 곳은 오전 승차량이 많은 반면, 오후하차 첨두의 시작이 늦은 경향이 있다. 반대로 고용 시설이 집중된 곳은 오전은 하차량이 많고 저녁은 승차량이 많은 특징이 있다. 이러한 특징은 단일용도의 토지이용 특성을 가진 역세권에서 더 극명하게 드러났으며 첨두시간대의 이용률 집중 정도가 높았다. 반대로 주거, 업무, 상업, 교육시설이 복합되어 있는 역세권은 전 시간대에 걸쳐 승차와 하차 수요가 비슷하게 유지되고 첨두시간대와 비첨두시간대의 철도 이용률의 차이도 크지 않았다. 특히 교육 및 판매시설이 밀집된 역세권의 경우 오후 지하철 이용이 집중되어 오후첨두가 타 역세권에 비해 빠른 시각에 시작됨을 알 수 있었다.

이러한 결과는 토지이용의 특성에 따라 지하철역의 시간대별 이용 특성이 달라짐을 보여준 기존 연구(성현근, 김태현 2005; 이금숙 외 2012)의 결과를 뒷받침하며, 이에 더해 혼합적 토지이용의 특성에서 뚜렷한 첨두 특성의 차이를 확인함으로써 정책·연구적 측면의 시사점을 제시하고 있다. 우선 단일·복합토지이용에 따라서 시간대별 이용패턴이 달라지는 것을 실증적으로 확인한 본 연구는 단일 토지이용의 경우 역세권 내 이동이 특정 시간에 발생함으로써 통행 집중의 문제를 극복하기 어려우나, 복합토지이용의 경우 시설이용 시간이 분산됨에 따른 통행 분산 효과를 볼 수 있음을 시사한다. 더불어 토지이용의 혼합적 특성에 따라 지하철역의 이용패턴이 복합적으로 나타나며 첨두 통행의 시작시간이나 지속시간이 지하철역별로 상이함을 보여준 본 논문의 결과는 일률적인 첨두시간대를 준거로 한 분석은 그 한계를 가질 수밖에 없음을 보여준다.

또한 상이한 지하철 수요패턴은 역세권 주변의 토지이용뿐만 아니라 도시조직을 구성하는 블록 및 필지의 크기와 버스교통의 접근성까지도 상관이 있는 것으로 분석되었다. 예를 들면, 상대적으로 버스 접근

근성이 좋고 소규모 필지의 상권이 집중된 근린 중심지 역세권의 경우 버스-지하철 환승이 가장 빈번하게 일어나는 곳으로, 아침시간대 지하철 통행량의 첨두시간이 평균 1시간 이상 길게 지속되는 것으로 검토되었다. 이는 소규모 필지로 구성된 블록을 따라 소규모 상점들이 많이 분포되어 있는 도심지나 기성 시가지의 물리적 특성을 반영한 결과로, 지하철역의 이용행태가 지하철 역 주변의 보행 환경 및 버스운행 서비스와 밀접한 관련이 있음을 보여준다(정헌영, 최치국 2004). 이러한 결과들을 종합적으로 살펴볼 때, 대중교통 이용 활성화 정책의 시너지 효과를 창출할 수 있도록 가로 정비와 더불어 버스 환승시설과 보행 기반시설의 정비를 통합적으로 고려하는 정책 방안도 함께 고민되어야 할 것이라 판단된다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 토지이용 측면에서 지하철 역세권 이용행태와 밀접한 연관성을 분석하였다. 시간대별 대중교통 수요패턴의 특징을 나타내는 20개의 변수를 역별로 생성하고 군집분석을 시행하였으며, 분석 결과 6개의 역세권 유형이 도출되었다. 다음 역세권 유형별 토지이용 특성을 살펴보고자 각 역사별 보행권 범위를 중심으로 토지이용과 버스노선수, 주택, 인구밀도, 필지, 도로율 등의 19개 물리적 변수들을 주성분 분석을 이용하여 7개로 압축하였으며 이를 다항로지트모델을 이용하여 역세권 유형별로 비교분석하였다.

본 논문의 계획적 함의 및 공간 정책적 시사점은 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 역세권을 오전·오후 첨두시간의 승·하차 이용자수를 중심으로 실증적으로 유형화함으로써 역세권별 통행행태를 정확히 파악할 수 있다. 실제 역이 갖는 기능과 환승패턴이 다르므로 역세권 유형별로 차별화된 정비수단과 지역특성을 고려한 역세권 중심의 토지이용과 통

행패턴을 유도하는 정책이 필요하다. 이러한 관점에서 이용자의 통행행태를 기반으로 역세권을 유형화하고 분석 결과를 토대로 토지이용과의 연관성을 파악한 본 논문은 향후 특정 도시계획적 요소 증감에 따른 지하철 수요패턴 변화를 예측할 수 있으며 역세권의 개발계획 수립 시 기초자료로 제시될 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구의 결과를 토대로 하루 동안의 수요변동을 적절히 고려하여 역세권 내 환승시설과 같은 기반시설을 보완할 경우 첨두시 혼잡을 완화함으로써 대중교통 서비스 질 개선에 기여할 수 있다. 본 논문의 결과 대중교통 이용 수요의 첨두 시작시각과 지속시간은 지역적 특성에 따라 차이를 보여주었다. 예로 '오전환승집중 역세권'의 경우 버스와 지하철 간 환승비율이 아침에 높고 오전첨두가 길게 지속되기 때문에 아침 출근시간 일대 혼잡을 예상할 수 있다. 이러한 정보는 해당 역세권 주변의 대중교통의 서비스 수준 향상을 위한 도시철도 역세권 보조시설의 정비 및 확충을 고려하는 데 판단의 근거를 제시한다는 점에서 매우 유용하다. 특히 버스노선 조정이나 버스·지하철 회차대수 증가 시 막대한 예산이 소요되는데, 일괄적인 첨두시간을 적용할 것이 아니라 선택과 집중의 전략으로 역세권 유형별로 상이한 첨두시간을 겨냥한 서비스 개선정책을 선보인다면 보다 효과적으로 대중교통 이용률을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 본 연구 결과는 각 개별 역세권마다 시간대별 승·하차 이용자수와 역사 주변 지역의 도시 특성 요소가 다른 것을 이용하여 TOD 개발의 우선순위를 선정하는 데 활용될 수 있다. 이미 상업·업무시설에 대한 분포와 밀도가 포화상태이거나 대중교통 접근성이 우수한 지점을 지양하고, 장래 이용자가 증가하면서 역세권 내 개발 잠재력이 풍부한 장소를 선별함으로써 차등적인 TOD 개발계획이 수립될 수 있을

것이다. 이와 같은 의미에서 단일용도의 토지이용 특성이 강했던 ‘오전승차집중 역세권’과 ‘오전하차집중 역세권’을 조명할 필요가 있다. 두 역세권 유형의 경우 첨두시간대 대비 비첨두시간대 수요의 불균형이 심하고 이용자수가 승차와 하차 중 하나의 통행행태에 집중되어 나타나는 경향이 있다. TOD 계획요소인 토지이용 복합전략을 해당 유형 역세권 지역을 중심으로 추구한다면 토지이용 가능 배분에 따른 통행 수요관리효과를 가장 크게 볼 수 있으리라 판단된다.

마지막으로 이미 기성 시가지가 고밀되어 있는 서울의 경우 고밀 전략이나 토지이용에 대한 규제만으로는 성공적인 TOD의 효과를 기대하기 힘들다. 또한 토지이용계획 변경과 교통정책 시행은 오랜 시간과 막대한 비용이 소요된다는 점을 감안할 때 TOD 통합 계획요소와 더불어 시간적 측면의 고려를 할 필요가 있다. 예로 출근과 통학시간의 조정 등으로 업무시간을 긴 시간에 걸쳐 탄력적으로 운영할 수 있다면 첨두시간과 비첨두시간대의 수요 분산을 통해 혼잡현상을 일부 완화시킬 수 있을 것이며 첨두시 용량에 맞추어 유지되는 대중교통 시스템을 보다 효율적으로 운용할 수 있을 것이다.

본 논문은 오전·오후 첨두시의 승·하차 이용자 수뿐만 아니라, 역별 오전 및 오후의 첨두 시작시간과 첨두시간의 지속시간을 감안하여 역사 주변의 토지이용 특성과 함께 역세권을 유형화한 점에서 타 연구와의 차별성을 갖고 있다. 대중교통 이용효율성을 높이기 위해서는 역세권 유형별 비첨두시간대와 첨두시간대의 수요의 균형을 도모하여야 하며 그런 의미에서 본 논문의 결과는 대중교통 분담률을 높이기 위한 도시정책 의사결정에 기초자료로 제공될 수 있다.

본 논문이 가지는 제한점은 다음과 같다. 우선 본 논문은 서울의 지하철 역세권의 공간적 특성을 연구하기 위하여 연구의 범위를 서울로 한정하였으나, 향후에는 수도권 전체에 대한 연결성을 염두에 두고 수

도권 광역철도를 중심으로 역세권의 이용 특성에 대한 실증연구가 필요하다고 판단된다. 또한, 본 분석은 주중 하루치 교통카드 데이터의 결과를 제시하였기 때문에 지하철 역세권과 대중교통의 이용행태의 일부를 이해하는 자료에 불과하므로 결과를 일반화함에 있어서 간과될 수 있는 부분을 보완할 필요가 있다. 따라서 향후 요일별 특히 주중과 주말의 승하차수요의 차이를 고려한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로, 본 논문은 첨두시 통행 특성을 기반으로 역세권을 유형화하여 토지이용 계획의 방향을 제안하였기 때문에, 향후 계획 수립에 실질적으로 활용하기 위해서는 도시공간 구조상의 중심지 체계별 특성을 감안하여 대중교통 이용효율성을 제고할 수 있는 정책적 제안으로 발전시켜야 할 것이다.

#### 참고문헌 •••••

- 김수연, 엄선용, 이명훈. 2013. 토지이용 특성별 서울시 역세권의 범위설정에 관한 연구. 국토계획 48권, 1호: 23-37.
- 성현근, 김태현. 2005. 서울시 역세권의 유형화에 관한 연구: 요일별 시간대별 지하철 이용인구를 중심으로. 대한교통학회지 23권, 8호: 19-29.
- 손동욱, 김진. 2010. 서울시 역세권의 도시공간특성과 대중교통 이용률간의 연관성 분석. 한국도시계획학회지 11권, 1호: 33-44.
- 오영택, 김태호, 박제진, 노정현. 2009. 토지이용유형별 서울시 역세권 대중교통 이용수요 영향인자 실증분석. 대한토목학회논문집D 29권, 4호: 467-472.
- 이금숙, 송예나, 박종수, Aderson, Wiliam P. 2012. 서울 대도시권 하루 시간대별 지하철 통행흐름 패턴과 토지이용과의 관계. 한국경제지리학회지 15권, 1호: 26-41.
- 이연수, 추상호, 강준모. 2011. 서울시 지하철 역세권의 공간적 범위 설정과 특성분석. 국토계획 46권, 7호: 57-72.
- 이은아, 손의영, 김철주, 황보연. 2013. 역세권 기반 도시철도의 역별 수요추정. 국토연구 77권, 2호: 189-203.
- 이주아, 조무상, 구자훈. 2013. 토지이용 복합특성과 시간대별 도시철도 이용패턴의 상관관계 연구. 국토계획 48권, 4호: 19-31.

이장효, 장성만, 이승일. 2013. 역사 내 이동거리를 고려한 지하철 도보역세권 설정 연구. 국토계획 48권, 3호: 235-248.

임삼진, 박준태, 김태호. 2013. 서울시 도시철도 환승역세권 유형별 대중교통이용자 특성 비교연구. 한국철도학회논문집 16권, 2호: 129-137.

임희지. 2005. 고밀도도시 서울의 대중교통이용 활성화를 위한 역 중심 개발 유도방안 연구. 대한교통학회지 23권, 5호: 93-104.

정현영, 최치국. 2004. 지하철 이용 활성화를 위한 환승체계의 정책대안 평가, 대한교통학회지 22권, 2호: 27-39.

최형선, 김태호, 이주형. 2013. 서울시 지하철 역세권의 TOD 계획요소별 공간적 특성 분류. 한국지리정보학회지 16권, 2호: 1-15.

Calthrope, Peter. 2013. *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*. Princeton: Architectural Press.

Chen, Cynthia, Chen, Jason, Barry, James. 2009. Diurnal pattern of transit ridership: a case study of the New York City subway system. *Journal of Transport Geography* 17, no.3: 176-186.

- 논문 접수일: 2015. 1. 20
- 심사 시작일: 2015. 1. 28
- 심사 완료일: 2015. 2. 9

## 요약

주제어: 대중교통지향형 도시개발(TOD), 역세권, 통행행태, 토지이용, 교통카드데이터, 군집분석

본 논문은 서울 도시철도 역세권을 대상으로 각 지하철역의 첨두시간과 비첨두시간의 승·하차 이용자 수를 중심으로 실증적으로 역세권을 유형화함으로써 역세권별 통행행태를 파악하였다. 유형화된 역세권과 토지이용 간의 관계를 살펴보기 위하여 다양한 토지이용 변수를 주성분 분석을 이용하여 압축하였고 추출된 도시 특성 요소들은 역세권의 대중교통 이용패턴과 어떻게 연관성을 지니는지 분석하기 위해 다항로지트모델이 사용되었다. 기존의 일괄적인 첨두 시간대를 적용한 연구들과 달리 본 논문은 지하철역별로 이용패턴이 다양하다는 것에 주안점을 두고 최대 승·하차량을 기록하는 첨두시각을 중심으로 30분 간격의 승·하차량을 검토하여 역별 첨두 시작시각과 첨두 지속시간을 산정하였다. 연구 결과, 승·하차 이용패턴에 따라 6개의 역세권 유형이 도출되었

으며, 역세권 유형에 따라 오전과 오후의 첨두 특성이 다르게 나타났고 버스-지하철 간 환승수요 또한 유형별로 집중되는 시간대가 서로 다를 것을 보여주었다. 또한, 이러한 수요패턴의 변화는 역세권 주변의 토지이용, 도시공간구조, 그리고 대중교통 접근성과 깊이 연관되어 있음이 검토되었다. 본 논문은 오전·오후 첨두시의 승·하차 이용자수뿐만 아니라, 역별 오전 및 오후의 첨두 시작시각과 첨두시간의 지속시간을 고려하여 역사 주변의 토지이용 특성과 함께 역세권을 유형화한 점에서 타 연구와의 차별성을 갖고 있다. 대중교통 이용의 효율성을 높이기 위해서는 역세권 유형별 비첨두시간대와 첨두시간대의 수요의 균형을 도모해야 하며 그런 의미에서 본 논문의 결과는 대중교통 분담률을 높이기 위한 도시정책 의사결정에 기초자료로 제공될 수 있을 것이다.