



클러스터링을 통한 역세권 잠재 개발역량 평가 연구*

: 서울시 2호선 대중교통 용량 및 토지 특성을 중심으로

A Study on Evaluating the Development Potential of the Station Area Using Clustering
 : The Case on the Capacity of Public Transportation and Land Characteristics of the Seoul Metro Line 2

이우섭** · 강민희*** · 송재인**** · 황기연*****

Lee, Wooseop · Kang, Minhee · Song, Jaein · Hwang, Keeyeon

Abstract

As the problems caused by rapid urbanization and reckless urban development were raised, Transit Oriented Development (TOD), an eco-friendly and sustainable complex development centered on public transportation, is being developed in urban railway station areas in metropolitan Korea. Hence, it is deemed necessary to evaluate the development potential for areas where urban development is required and find ways to efficiently utilize the urban space. However, although the Seoul Government's urban master plan classified the spatial structure according to the central system for balanced regional development, due to the large size of the area, there is a limit on the development area suitable for the characteristics of a small area such as a single station. This study aims to evaluate the development potential of the station area of Seoul Metro Line 2 based on the current maximum capacity of public transportation and land characteristics. Furthermore, it aims to devise a method for the efficient utilization of urban space by reorganizing the existing central system. Through the analysis, we found station areas that required further development and confirmed the need for the expansion of the central system and addition of a hub. Specifically, in the case of Dongbuk (North-eastern region), there were a total of four metro lines in Wangsimni and significant traffic demand. However, compared to four other regions, overall development indicators were low. Thus, it is necessary to have additional development based on Konkuk University and Seongsu, which have sufficient transportation capacity. This study is expected to contribute to balanced regional development by evaluating the development potential of TODs based on the current development capacity of the station area Metro Line 2 and propose a reorganization of the central system of the "2030 Seoul Plan," the urban master plan of Seoul.

주제어 역세권 TOD, 대중교통 최대용량, 중심지체계, 개발역량 평가, 서울 지하철 2호선

Keywords Station Area TOD, Maximum Capacity of Public Transportation, the Central System, Evaluating of the Development Potential, Seoul Metro Line 2

* 본 논문은 2019학년도 홍익대학교 학술연구진흥비 지원을 통해 수행하였음.

** Master's Student, Department of Smartcity, Hongik University (First Author: wooseabi@naver.com)

*** Ph.D. Student, Department of Smartcity, Hongik University (speakingbee@hanmail.net)

**** Research Professor, Research Institute of Science and Technology, Hongik University (wodlsthd@nate.com)

***** Professor, Urban Planning & Design, Hongik University (Corresponding Author: hwangkeeyeon@gmail.com)

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

급격한 도시화와 함께 무분별한 도시개발로 인한 평균기온 상승 등의 기후변화와 교통 혼잡 및 주차난과 같은 문제가 지속해서 제기되고 있으며, 이에 따라 저탄소 녹색성장 등 지속 가능한 친환경개발에 관한 관심이 증가하고 있다. 이러한 도시개발 문제를 해결하기 위해 대중교통 중심의 친환경적이고 복합적인 개발을 지향하는 Transit Oriented Development(이하 TOD)의 개념이 등장하였다.¹⁾ TOD는 지속 가능한 개발에 근거하여 대중교통 거점을 중심으로 고밀 복합개발을 유도해 장기적으로 개인 자동차의 통행을 대중교통 및 비동력 교통수단으로 전환하는 도시개발 방식이다. TOD 개발을 통해 개인교통을 최소화하여 보행 친화적인 도시 공간구조 형성이 가능하고, 충분한 대중교통 인프라와 서비스를 통해 고밀 복합적인 토지이용을 가능하게 함으로써 어반스프롤 방지에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다(권영중, 2006).

기존의 TOD 개발은 주요 버스정류장, 도시철도 역 등 다양한 대중교통 거점을 중심으로 개발되어왔다. 그러나 우리나라 대도시권에서는 특히 도시철도와 일반·광역철도의 수송 분담률이 높고 교통수단의 전환이 용이하다는 점에서 도시철도 역세권을 중심으로 TOD 개발이 적용될 필요가 있다(성현곤 외, 2008). 이에 따라 최근 국내에서는 서울시 등 규모가 큰 도시에서 우수한 인프라를 활용한 역세권 중심의 TOD 개발이 많이 이루어지고 있으며, TOD 추진을 위해 대중교통 및 토지이용, 건축물 특성 등 다양한 계획요소가 고려되고 있다. 특히 교통의 통행수요는 유동인구 증가를 촉진시켜 역세권 활성화에 기여하는 중요한 요소 중 하나이며, 역세권의 용도지역 및 인근 건축물의 특성은 향후 개발을 위한 지표로 사용되어 다양한 형태의 TOD 개발 가능성을 나타낸다(윤석창, 2010). 따라서 대중교통 인프라 확충이 필요하거나, 추가적인 도시개발이 요구되는 지역에 대해 현재 대중교통 최대용량 및 토지 특성에 따른 잠재적 개발역량을 평가하고, 이를 토대로 도시공간의 효율적 활용방안에 대한 모색이 필요할 것으로 판단된다.

한편, 서울시는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 근거한 도시기본계획을 서울시의 특성에 맞게 재구성하여 2030 서울플랜을 수립하였고, 지역균형발전을 도모하기 위해 중심지체계를 기존의 위계 중심 단핵구조에서 '3도심, 7광역중심, 12지역중심'의 기능 중심 다핵 공간구조로 개편하였다(서울시, 2014). 이러한 중심지체계에 따른 공간구조 분류는 서울의 균형 있는 발전에는 기여할 수 있을 것으로 기대되나, 권역의 규모가 크기 때문에 단일 역세권 등 소규모 지역의 특성에 맞는 개발에는 한계가 있을 것으로 사료된다. 따라서 현재 역세권의 개발용량을 토대로 추가

적인 개발이 요구되는 지역에 대한 새로운 권역 분류와 함께 역세권 유형화를 통해 잠재적인 개발역량 평가가 필요할 것으로 판단된다. 특히 개발지표를 토대로 역세권 간의 유사성을 고려한 유형화를 위해 군집 분류 데이터마이닝 기법인 클러스터링 분석을 적용하고자 한다.

이에 본 연구에서는 추가적인 개발이 필요한 지역에 대한 역세권 TOD 개발을 위해 대중교통 특성과 토지이용 및 건축 특성에 따른 현재 개발용량을 토대로 서울시 지하철 2호선 역세권을 유형화하고자 한다. 또한, 이를 토대로 역세권의 잠재 개발역량을 평가한 후, 2030 서울플랜 기반의 중심지체계 재구조화를 제안함으로써 도시공간의 효율적 활용을 모색하고자 한다.

2. 연구의 내용 및 범위

1) 연구의 내용 및 방법

본 연구는 서울시 지하철노선 중 연간 이용자 수가 가장 많은 2호선을 중심으로 각 역세권의 대중교통 최대용량과 평균 공시지가, 평균 용적실현비에 따른 현재 개발용량을 통해 클러스터링 분석을 진행하고자 한다. 또한, 클러스터링에 따라 역세권의 권역을 분류하고, 유형화하여 TOD의 잠재적 개발역량을 평가한 후 이를 토대로 중심지체계의 재구조화를 제안하고자 한다. 이에 관한 연구의 순서는 <Figure 1>과 같다.

우선 TOD와 개발밀도 관련 선행연구 고찰을 통해 역세권 TOD 개발의 효과와 한계를 파악하고, 역세권 개별 개발역량 평가의 필요성 및 클러스터링 분석을 위한 지표를 산정하고자 한다. 다음으로, 설정한 역세권 반경 및 시간적 범위를 토대로 대중교통 최대용량과 공시지가, 실현용적률 및 법정용적률 데이터를 수집하여 개발용량을 산출하고자 한다. 마지막으로, 현재 개발용량에 따른 클러스터링 분석을 통해 권역별 역세권의 잠재적 개발역량을 평가하고, 재구조된 중심지체계를 도출하고자 한다.

2) 연구의 범위

본 연구는 서울시 지하철 2호선 역세권의 대중교통 최대용량과 개별공시지가, 실현용적률 및 법정용적률을 토대로 개발용량을 산출하여 클러스터링을 통한 권역 분류 및 역세권 유형화를 진행하고자 한다. 이를 위해 연구의 공간적 범위를 서울시 지하철 2호선 출구 반경 350m로 설정하였고,²⁾ 시간적 범위를 2019년으로 지정하였다(<Table 1> 참고).

Table 1. Scope of research

구분 Section	설명 Explanation
Spatial scope	350m radius of the exit of Seoul Metro Line 2
Temporal scope	2019 (year)

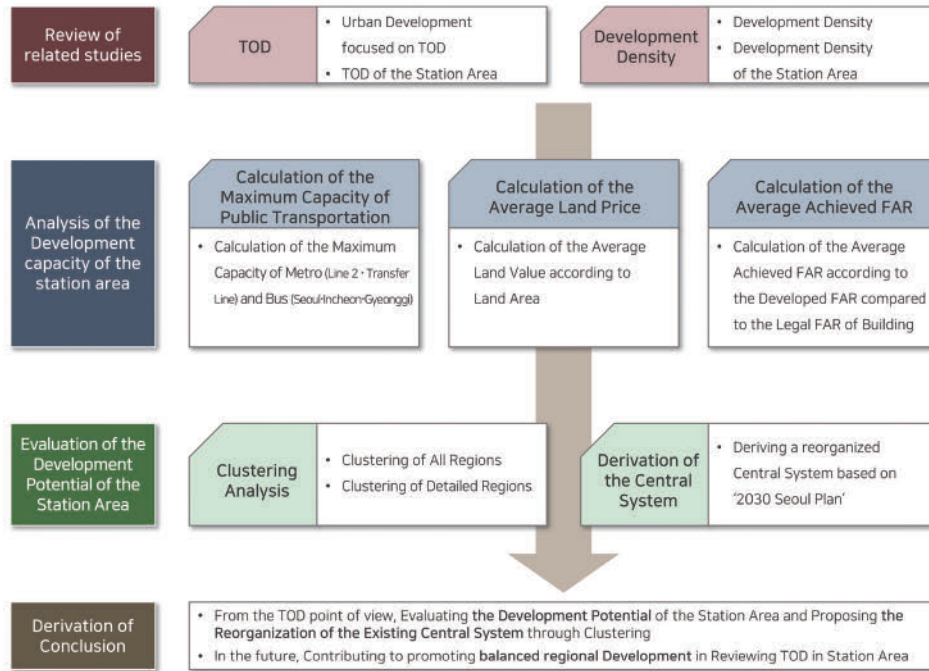


Figure 1. Evaluating the development potential flow chart

II. 선행연구 고찰

1. TOD 관련 연구

1) TOD형 도시개발 관련 연구

박지형(2008)은 대중교통 지향형 도시개발 시 고려할 계획요소를 고찰하여 그 영향을 파악하고, 구조방정식을 통해 역세권 내 수단별 이용수요와 TOD 계획요소를 분석하는 효과분석 모형을 정립하였다. 분석결과 단순 고밀 개발은 오히려 역세권의 난개발을 조장하고, 대중교통으로의 전환 효과가 작아 TOD 개발을 위해 토지이용과 함께 다양한 계획요소가 복합적으로 고려되어야 함을 밝혀냈다.

박천보(2016)는 TOD형 도시개발의 유형을 3가지(도시 공간구조 개편형, 도시균형발전형, 대중교통연계형)로 분류하고, 국외 TOD형 도시개발 모범 사례를 정리하였으며, 이를 토대로 국내 TOD형 도시개발의 계획 방향과 발전전략을 제시하였다. TOD형 도시개발은 도시 전체 구조와 관련한 법·제도적 여건이 마련되어야 하며, 역세권 TOD 개발을 위해 대중교통 이용 및 토지이용 효율화 방안이 마련되어야 한다고 판단하였다.

양국현(2016)은 객관적 통계수치를 통해 행정복합도시에 TOD 개발이 적용 가능한지를 검토하고, 세종시를 기준으로 행정복합도시 TOD 적용의 한계를 분석하였다. 분석결과 국토 균형발전이라는 행정복합도시의 취지와 대중교통 중심의 TOD 개발 목적이 대중교통 인프라 측면에서 차이가 발생하여 적용에 한계가 있음을 밝혀냈다.

TOD형 도시개발 관련 연구는 주로 도시개발의 유형 및 계획 요소 분석을 통한 적용 효과와 한계에 대해 이루어졌고, TOD 개발에 있어 단순히 고밀 복합형태가 아닌 토지이용 등 다양한 계획 요소가 함께 고려되어야 함을 밝혀냈다. 또한, 토지이용 효율을 촉진하기 위해 충분한 대중교통 인프라 구축과 함께 법·제도적 여건 마련을 시사하였다.

2) 역세권 TOD 개발 관련 연구

성현곤·김태현(2005)은 요일·시간대별 지하철역 이용인구를 토대로 서울시 지하철 역세권을 유형화하고, 다차원척도법을 통해 지하철 요인과 토지이용의 연관성을 파악하였다. 서울시 지하철역은 주거, 상업 기능의 단일유형과 혼합유형 등이 다양하게 나타났으며, 이를 토대로 특정 기능 중심 개발이 아닌 토지이용의 복합적 특성에 따른 TOD형 개발을 제시하였다.

성현곤(2011)은 다수준 특성 가격모형을 통해 도시철도 9호선 역 반경 1km 내 아파트 매매가격 시세 분석과 함께 시설 접근성과 주변 근린환경에 따른 가격 결정요인을 파악하였고, TOD 계획요소가 주택가격 변화에 미치는 잠재적 영향을 분석하였다. 분석결과 개발밀도가 높고, 토지이용의 복합도가 높을수록 아파트 가격이 높았고, 반경 500m 내의 역세권은 비역세권보다 아파트 가격이 높은 경향을 보이는 것으로 나타났다.

이연수 외(2012)는 대중교통 분담률에 영향을 미치는 도시 공간구조 요소를 도출하고, 공간 회귀분석을 통해 변수 간 영향 관계 및 영향 정도를 파악하여 대중교통 중심형 도시구조로의 재편 방안을 모색하였다. 분석결과 1차 역세권의 유동인구와 지하철

진출입구 수, 토지이용의 혼합 등이 대중교통 분담률에 양의 영향을 미쳤고, 이를 토대로 역세권 주변 도시기반시설 확충 및 TOD 기반의 고밀개발이 대중교통 이용 활성화에 기여할 것으로 판단하였다.

신예철 외(2013)는 PLS 구조방정식을 통해 역 반경 500m 기준으로 개발밀도, 토지이용 등의 역세권 개발특성과 대중교통 서비스 사이의 영향 관계를 분석하여 역세권 토지이용과 지하철 이용행태 및 선 도시계획-후 교통계획의 문제점을 도출하였다. 개발밀도와 인구유발시설은 대중교통서비스여건에 유사한 영향 관계를 나타내고 있으며, 토지이용 복합도는 개발밀도와 달리 대중교통서비스가 아닌 이용수요에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 밝혀냈다.

김태호 외(2013)는 역세권 반경을 250m 단위로 분류하여 서울시의 토지이용과 교통 접근성 속성을 종합하고, 회귀분석을 통해 역세권 반경에 따른 TOD 영향요소가 잠재요인과 활동인구에 미치는 영향을 분석하였다. 분석을 통해 역세권의 토지이용과 대중교통 접근성 사이의 영향 관계가 크지 않으며, 역세권 개발전략은 어느 하나의 기준이 아닌 역세권의 특성에 따른 차이를 고려해서 추진해야 함을 시사하였다.

역세권 TOD 개발 관련 연구는 주로 도시 공간구조와 대중교통 수요 및 서비스 사이의 영향 관계를 분석하였고, 역세권의 유동인구 및 토지이용과 대중교통 수요 사이에 밀접한 관계가 있음을 밝혀내었다. 역세권의 반경은 250m에서 1km까지 분석요인에 따라 다양하게 설정하였고, 역세권의 특성에 따른 차이를 고려할 필요가 있을 것으로 판단된다.

2. 개발밀도 관련 연구

1) 개발밀도 관련 연구

최막중·김진유(1999)는 4개 기반시설(도로, 지하철, 상수도, 하수도)을 동시에 고찰하고, 수용용량을 종합적으로 비교·분석하였다. 분석을 위해 각 기반시설의 시설용량과 토지이용의 용도 및 밀도 간의 수리적 관계식을 구체화하고, 기반시설의 용량을 제약하는 여러 시나리오 기반의 개발밀도 산정 모의실험을 진행하였다.

이인성 외(2009)는 도형측정지수 실험을 통해 필지의 형태적 특성을 나타내는 지수를 개발하고, 필지 형상이 개발밀도에 미치는 영향을 분석하였다. 분석을 통해 필지를 3가지로 유형화하였고, 유형과 관계없이 필지 깊이와 기준용적률이 개발밀도에 영향을 주는 주요한 변수이지만, 필지의 형태에 따라 용적률에 영향을 미치는 요인이 달라 이를 고려한 합리적 계획을 수립할 것을 제시하였다.

고종완·이주형(2012)은 서울시 토지이용면적과 지가의 상관분석을 통해 토지이용 효율성을 파악하고, 자치구별 토지이용밀도의 입지계수와 지가의 관계를 유형화하여 유형별 토지이용 및 도시 관리 전략을 제시하였다. 분석을 통해 지가와 개발밀도에 따라

사분면을 분할하여 지역별 토지이용 특성을 파악하였으며, 토지이용 효율이 떨어지는 지역의 경우 획일적 고밀개발이 아닌 지역의 정체성 확보 측면에서 균형적인 도시 성장 전략을 제시하였다.

이윤상·남진(2014)은 서울시 중심지 위계별 상업지역의 실현용적률 현황을 분석하여 개발밀도에 영향을 미치는 변수를 도출하고, 다중회귀모형 분석을 통해 개발밀도에 미치는 영향력과 밀도관리요인을 규명하였다. 서울시 상업지역의 실현용적률은 법정용적률의 30% 정도만 이용하고 있으며, 중심지 위계에 따라 개발밀도에 영향을 미치는 요인이 다르게 분석되었고 이를 토대로 중심지 위계별 지정목적에 따라 용적률과 건물용도 등 개발특성이 다르다는 것을 밝혀냈다.

윤병훈·남진(2016)은 용도지역별 적정도로율을 기준으로 정량적 지표인 기반시설 수용력을 고려한 서울시 전체 시가화지역의 적정개발밀도를 산정하였다. 분석을 위해 전체 시가화지역을 역세권과 비역세권으로 구분하였고, 현재 도로율(용량)과 개발밀도(용적률) 간의 관계를 통해 적정 개발밀도를 산출하여 과밀, 적정, 과소 현황을 통해 개발 가능지역을 제시하였다.

개발밀도 관련 연구는 주로 토지의 지가와 용적률을 기준으로 분석되었고, 도시기반요소 및 기타 요인 등이 개발밀도에 미치는 영향에 따른 도시계획 전략 수립을 제시하였다. 또한, 적정 개발밀도 산정에 따라 개발 권역을 유형화하였으며, 이를 토대로 획일적 개발이 아닌 개별 권역에 따른 개발이 필요할 것으로 판단된다.

2) 역세권 개발밀도 관련 연구

손동욱·김진(2010)은 서울시 지하철 역세권의 개발밀도 및 토지이용 패턴을 분석하고, 선형회귀분석을 통해 도시공간특성과 대중교통 활성화의 연관성을 도출하여 효과적인 TOD형 도시공간구조 개선 방향을 제시하였다. 평균 용적률에 따른 개발밀도는 지하철 이용률과 유의한 상관성을 보였으며, 고밀개발 및 토지이용의 혼합이 대중교통 이용 유도에 효과적임을 밝혀냈고, 보행 쾌적성 확보를 통해 주거중심 역세권의 전철 이용률 증가를 유도할 수 있다고 판단하였다.

윤석창(2010)은 연면적, 토지이용밀도 등을 활용하여 토지이용 특성이 비슷한 역세권을 군집화하고, 역세권별로 적절한 개발 계획의 시행 여부를 검토하여 역세권 토지이용의 기초자료를 제공하였다. 역세권의 용도에 따른 적정 밀도관리가 필요하며, 유동인구 및 토지이용과 연계한 개별 역세권 개발 계획을 수립해야 한다고 판단하였다. 특히 환승역세권에서의 도시공간구조 유대와 합리적인 토지이용 기능 배분을 제안하였다.

이주아 외(2012)는 서울시 지구중심 이하 도시철도 역세권의 대중교통인프라 및 토지이용의 입지 여건을 정량적으로 평가하였다. 토지이용강도와 관련하여 총연상면적과 순개발밀도(평균용적률) 지표 등을 사용하였고, 포트폴리오 분석을 통해 역세권을 사분면으로 나누어 비교하였다. 결론적으로 대중교통인프라

대비 토지이용강도가 낮거나 두 입지여건이 모두 낮을 경우를 개발이 요구되는 지역으로 평가하였다.

조아라 외(2013)는 환승역세권의 공간분포 특성과 법정용적률 최대한도에 따른 개발밀도 및 토지이용 특성을 분석하여 역세권의 선별적 고밀복합 개발 측면에서 개발 잠재력이 높은 역세권의 개발밀도 특성과 개발밀도 실현율에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 법정용적률 400%를 기준으로 상업/업무중심과 주거중심 환승역세권으로 구분되었고, 개발밀도 실현율 증가를 위한 요인이 각각 다르게 나타났다.

안영수 외(2016)는 도시철도 역과 역세권 내 건물 간 거리를 네트워크 거리 산출법을 통해 분석하였고, 역까지의 보행접근거리와 건물 개발밀도 간의 연관성을 도출하였다. 역까지의 보행접근로 확보는 역세권 내 개발밀도에 유의한 영향을 미쳤지만, 역별로 연관성이 상이하여 해당 역 특성에 따른 개별 개발전략을 세워야 하며, 유동인구가 많은 지역일수록 건물의 개발밀도가 고밀압축화 되어 장기적 관점에서 해당 역의 이용자 규모를 반영해야 할 것으로 판단하였다.

역세권 개발밀도 관련 연구는 토지이용 특성과 용적률에 따른 개발밀도와 역세권 대중교통 이용 및 유동인구의 영향을 주로 분석하였고, 대중교통 및 보행 중심의 도심 활성화의 필요성을 강조하였다. 선행연구에서 역세권은 법정용적률 및 평균용적률을 기준으로 구분되었으며, 대중교통 이용과 유동인구를 고려한 개별 개발전략이 필요할 것으로 판단된다.

3. 소결 및 연구의 차별성

선행연구 고찰 결과 역세권 TOD 개발은 단순 고밀복합의 형태가 아닌 대중교통 및 토지이용 등의 다양한 계획요소에 따라 개별적으로 계획되어야 하며, 각 요소 간의 영향 관계 역시 고려되어야 함을 확인하였다. 또한, 역세권의 개발 정도는 대중교통의 수요에 따른 용량과 토지의 공시지가, 건축물의 실현용적률에 의한 개발밀도를 통해 산출되는 것이 일반적이었다. 한편 토지이용 및 도시개발에 따른 역세권을 유형화하기 위해 다양한 방법이 사용되었으나, 기존 중심지 위계와 여러 개발지표 중 한 가지만 고려하여 세부적인 유형화가 이루어지지 못한 한계가 존재하였다.

이에 본 연구는 역세권의 대중교통 최대용량과 공시지가, 실현용적률을 토대로 개발용량을 산출하고, 머신러닝 기반의 비지도 학습 중 하나인 K-means 클러스터링 분석을 통해 역세권을 유형화하고자 한다. 또한, 이를 토대로 지하철 2호선 역세권의 잠재 개발역량을 평가하고, 2030 서울플랜 기반의 중심지체계 재구조화를 제안하고자 한다.

III. 개발용량 분석을 통한 지표산정

본 장에서는 2호선 역세권을 클러스터링하기 위한 지표를 산정

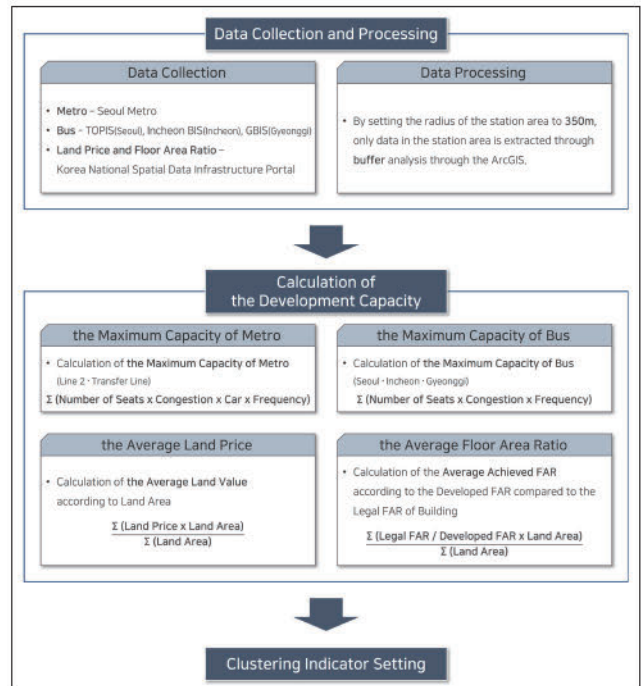


Figure 2. Analysis procedure of development capacity

하기 위하여 대중교통의 최대용량과 평균 공시지가, 평균 용적률 현비를 산출하였다. 도시지역의 개발밀도 산출을 위해 지가와 용적률, 도시기반요소 및 토지이용 효율 등 다양한 지표가 존재하지만, 범위가 더 작은 역세권에서 개발밀도와 상관관계가 높은 것으로 나타나는 평균 공시지가와 평균 실현용적률을 토대로 개발용량을 산출하였다(이운상·남진, 2014). 이를 종합한 역세권 개발용량 분석순서는 <Figure 2>와 같다.

1. 대중교통 최대용량 산출

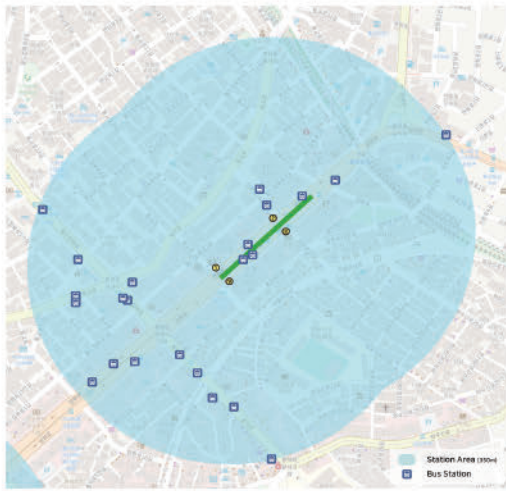
대중교통의 최대용량 산출을 위해 서울시 지하철 2호선과 환승노선, 역 출구 반경 350m 내의 버스 정류장을 경유하는 서울, 인천, 경기 버스노선을 고려하였다(<Table 2> 참고).

대중교통의 용량은 일정 시간에 한 지점을 통과하는 차량수와 각 차량의 수송 승객 수를 곱하여 계산하였으며(원제무, 2000), 본 연구에서는 대중교통의 최대용량을 산출하기 위해 평일 기준 일일 운행횟수와 차량의 정원 및 혼잡도를 고려하였고, 지하철의 경우 편성량 수를 포함하여 분석을 진행하였다.

1) 지하철 최대용량 산출

일반적으로 우리나라는 좌석 수 54석을 기준으로 160명을 객차의 정원 및 혼잡도 100%로 설정하여 혼잡도의 지표를 나타내고 있으며, 혼잡도 230%(368명)를 승차한계점으로 보고 있다(최영은 외, 2008). 본 연구에서는 서울메트로의 기준에 따라 지하철 최대용량 산정을 위한 혼잡도를 서울시 지하철의 평균 최대 혼잡도인 175%(280명)로 설정하였다.³⁾ 또한, 지하철 2호선의 편성량 수는 10량이며

Table 2. Station area - Hongik Univ. Station



구분 Section	노선 유형 Route type	노선 정보 Route info
Metro	Main route	Line 2
	Transfer route	Gyeongui-jungang Line, Airport railroad
Bus	Seat-type	1302, M6628, M7731, 6002, etc. (28)
	Standing-type	153, 271, 7016, Mapo 09, etc. (34)

Table 3. The number of cars and frequencies for each line

노선 번호 Line number	차량 수 Car	운행횟수 (평일) Frequency (weekday)
Line 1	10	514
Line 2	10	460
Line 3	10	360
Line 4	10	453
Line 5	8	432
Line 6	8	324
Line 7	8	414
Line 8	6	276
Line 9	4	90
Gyeongui-jungang Line	8	183
Airport railroad	6	379
Bundang Line	6	363
ShinBundang Line	6	163
Line 2 (Seongsu Branch Line)	4	108
Line 2 (Sinjeong Branch Line)	6	108

Table 4. Maximum capacity of metro - Hongik Univ. Station

노선 번호 Line number	운영 여부 Operation status	차량 수 Car	좌석 수 (정원) Number of seats	혼잡도 Congestion	운행횟수 (평일) Frequency (weekday)	최대용량 Maximum capacity
Line 1	X	10	160	175%	514	0
Line 2	O	10	160	175%	460	2,662,800
...
Gyeongui-jungang Line	O	8	160	175%	183	409,920
...
Airport railroad	O	6	160	175%	379	636,720

3,709,440

Source: 서울교통공사(Seoul Metro)

환승역의 경우 환승 노선 각각의 편성량 수를 고려하여 산출하였고, 2호선의 지선노선(성수지선, 신정지선)은 환승 노선으로 포함했다. 노선별 차량 수 및 일일 운행횟수는 <Table 3>과 같으며, 이를 종합한 지하철 2호선 최대용량 산출 식은 다음과 같이 표현된다. 또한, 이를 토대로 산출한 2호선 역세권의 지하철 최대용량 예시는 <Table 4>와 같다.

$$V_m = \sum_{\alpha=1}^j M_{\alpha} \quad (1)$$

$$M_{\alpha} = P_{\alpha} \times C_{\alpha} \times Q_{\alpha} \times N_{\alpha}$$

V_m : 지하철 최대용량 M_{α} : α 노선의 최대용량
 P_{α} : α 노선의 정원 C_{α} : α 노선의 혼잡도
 Q_{α} : α 노선의 차량 수 N_{α} : α 노선의 일일 운행횟수

2) 버스 최대용량 산출

버스 최대용량 산출에 앞서 서울, 인천, 경기 지역의 버스정보 시스템을 통해 전체 버스노선 데이터를 수집하였고, Arc GIS 프로그램의 Buffer 분석을 통해 2호선 역의 출구를 중심으로 역세권 반경인 350m 내 버스노선만 추출하였다.

도시 내에서 운행되는 버스는 크게 입석형 일반버스(도시형버스, 순환버스)와 좌석형 버스(일반 및 고급 좌석버스)로 분류되며, 좌석 수는 도시형 버스 31석, 순환버스 24석, 좌석버스 45석을 기준으로 하고 있다(국토해양부, 2013). 버스의 최대용량은 지하철과 같은 방법으로 차량의 정원과 혼잡도, 일일 운행횟수를 고려하였다. 또한, 통행 거리가 30분 이상이거나 고속도로를 통행하는 노선이 많은 좌석형 버스의 경우 원칙적으로 모든 승객이 좌석을 차지할 수 있어야 하므로 혼잡도를 100%로 설정하였고,

입석형 일반버스는 200%를 적용하였다. 이를 토대로 종합한 버스 최대용량 산출 식은 다음과 같이 표현되며, 산출한 버스 최대용량 예시는 <Table 5>와 같다.

$$V_b = \sum_{\alpha=1}^j B_{\alpha} \tag{2}$$

$$B_{\alpha} = P_{\alpha} \times C_{\alpha} \times N_{\alpha}$$

V_b : 버스 최대용량 B_{α} : α 버스의 최대용량
 P_{α} : α 버스의 정원 C_{α} : α 버스의 혼잡도
 N_{α} : α 버스의 일일 운행횟수

2. 평균 공시지가 산출

공시지가는 합리적이고 일관성 있는 지가정보체계를 마련하기 위해 공시한 토지의 단위면적당 가격으로 개발용량 산출의 중요 지표 중 하나이며, 특히 역세권 개발여건 분석을 위한 기준이 되고 있다. 지가의 공시 기준일은 1월 1일로 연구의 시간적 범위를 2019년으로 설정하였기 때문에 2020년 1월 1일 기준 전국개별공시지가를 국가공간정보포털에서 구독하였다. 다음으로, GIS 프로그램을 활용하여 지하철역 출구 반경 350m 내 필지만 추출하였고, 데이터가 없는 필지는 제거하였다. 이를 토대로 전처리한 역세권 내 필지는 <Figure 3>과 같다.



Figure 3. Station area - Hongik Univ. Station (Land, Building)

평균 공시지가 산출을 위해 필지 면적과 해당 필지의 면적당 공시지가를 곱하여 해당 필지의 전체 공시지가를 구하였고, 이를 종합한 평균 공시지가 산출 식은 다음 식 (3)과 같으며, 이를 토대로 산출한 평균 공시지가 예시는 <Table 6>과 같다.

Table 5. Maximum capacity of bus - Hongik Univ. Station

노선 번호 Route number	운영 지역 Operation area	버스 유형 Bus type	좌석 수 (정원) Number of seats	혼잡도 Congestion	운행횟수 (평일) Frequency (weekday)	최대용량 Maximum capacity
273	Seoul	Standing-type	31	200%	150	9,300
...	...	...	...	...	...	245,896
M6628	Incheon	Seat-type	45	100%	20	900
...	...	...	...	...	...	26,460
M7731	Gyeonggi	Seat-type	45	100%	30	1,350
...	...	...	...	...	...	46,722

Source: 서울시 교통정보시스템(TOPIS), 인천버스정보관리시스템(Incheon BIS), 경기버스정보시스템(GBIS)

Table 6. Average land price-Hongik Univ. Station

필지 고유번호 Parcel number	필지 면적 Land area (m ²)	공시지가 Land price (KRW/m ²)	전체 공시지가 Total land price (KRW)	필지 면적 합계 Sum land area (m ²)	공시지가 합계 Sum land price (KRW)	평균 공시지가 Average land price (KRW/m ²)
1144012000 104460038	236.0	2,817,000	664,812,000			
...			
1144012100 102030047	349.8	2,950,000	1,031,910,000	305,085	2,000,934,820,550	6,558,612
...			
1144012100 101470034	171.2	3,595,000	615,464,000			

Source: 국가공간정보포털(Korea National Spatial Data Infrastructure Portal)

$$P_{\mu} = \frac{\sum_{\alpha=i}^j (P_{\alpha} \times A_{\alpha})}{\sum_{\alpha=i}^j A_{\alpha}} \quad (3)$$

P_{μ} : μ 역세권의 평균 공시지가
 P_{α} : α 필지의 공시지가 A_{α} : α 필지의 대지면적

3. 평균 용적실현비 산출

일반적으로 용적률에 따른 개발밀도를 분석하기 위해 사용하는 실현용적률은 토지이용의 효율성을 판단하고, 건물 각각의 개발밀도 평가에는 적합하지만, 역세권 전체 개발밀도 분석에는 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 용적률에 따른 개발밀도 평가를 위해 법정용적률 대비 실현용적률 비율을 나타내는 용적실현비를 사용하였고, 국가공간정보포털의 2019년 건물통합정보 데이터를 구독하였다. 다음으로, GIS 프로그램을 통해 지하철역 출구 반경 350m 내 건축물만 추출하였고, 하나의 필지에 2개 이상의 건축

Table 7. Legal FAR by land use

용도지역 코드 Land use code	용도지역 명 Land use name	법정용적률 Legal FAR (%)
UQA111	1 st class exclusive residential area	100
UQA121	1 st class residential district	200
UQA122	2 nd class residential district	250
UQA123	3 rd class residential district	300
UQA130	Semi-residential area	500
UQA210	Central commercial area	1500
UQA220	General commercial area	1300
UQA230	Neighboring commercial area	900
UQA330	Mixed industrial area	400
UQA430	Green belt zone	100

FAR: Floor Area Ratio

Table 8. Average A-FAR - Hongik Univ. Station

필지 고유번호 Parcel number	필지 면적 Land area (m ²)	실현용적률 D-FAR (%)	법정용적률 L-FAR (%)	용적실현비 A-FAR	전체 용적실현비 Total A-FAR	필지 면적 합계 Sum land area (m ²)	용적실현비 합계 Sum land price	평균 용적실현비 Average A-FAR
1144012000 104460038	236.0	98.84	250	0.40	93.30			
...			
1144012100 102030047	349.8	137.02	250	0.55	191.72	233,869.180	193,926.494	0.83
...			
1144012100 101470034	171.2	65.17	500	0.13	22.31			

D-FAR: Developed Floor Area Ratio, L-FAR: Legal Floor Area Ratio, A-FAR: Achieved Floor Area Ratio

Source: 국가공간정보포털(Korea National Spatial Data Infrastructure Portal)

물이 있는 경우 dissolve 분석을 통해 병합하여 용적률을 계산하였다. 이를 토대로 전처리한 역세권 내 건축물은 <Figure 3>과 같으며, 2호선 역세권 범위 내 존재하는 용도지역들의 법정용적률은 <Table 7>에 나타났다.

평균 용적실현비를 산출하기 위해 각 역세권 내 건축물의 실현용적률을 용도지역에 따른 법정용적률로 나눠 용적실현비를 산출한 후, 대지면적을 곱해 해당 역세권 전체의 평균 용적실현비를 계산하였다. 이를 종합한 평균 용적실현비 산출 식은 다음과 같으며, 산출식에 의한 2호선 역세권의 평균 용적실현비 산출 예시는 <Table 8>과 같다.

$$F_{\mu} = \frac{\sum_{\alpha=i}^j (R_{\alpha} / L_{\alpha} \times A_{\alpha})}{\sum_{\alpha=i}^j A_{\alpha}} \quad (4)$$

F_{μ} : μ 역세권의 평균 용적실현비
 R_{α} : α 건축물의 실현용적률
 L_{α} : α 건축물의 법정용적률
 A_{α} : α 건축물의 대지면적

4. 개발용량 산출 결과

각각의 산출 식에 따른 클러스터링의 지표가 되는 대중교통 최대용량과 평균 공시지가, 평균 용적실현비 산출 결과는 <Table 9>와 같다.

대중교통 최대용량 산출 결과 버스보다 지하철 최대용량의 단위가 더 크게 나타났고 지하철의 평균 최대용량은 3,116,140명, 버스의 평균 최대용량은 199,977명으로 분석되었다. 이를 토대로 클러스터링 분석에서는 각 대중교통 수단의 최대용량을 합산하지 않고 개별 변수로 설정하여 연구를 진행하였다. 또한, 2호선 역세권의 평균 공시지가가 제곱미터당 8,442,022원으로 지역 간 격차가 크게 나타났고, 평균 용적실현비는 평균 0.66이지만 최소

Table 9. Development capacity

역 이름 Station name	지하철 최대용량 Metro	버스 최대용량 Bus	평균 공시지가 Land price	평균 용적실현비 A-FAR
Gangnam	2,936,640	468,341	19,875,807	0.76
Gangbyeon	2,662,800	192,168	5,493,751	0.55
...
Sadang	3,931,200	293,886	5,934,145	0.74
Samseong	2,662,800	275,256	19,234,876	0.54
...
Wangsimni	4,650,240	157,444	3,804,386	0.58
Euljiro-3ga	3,670,800	255,270	16,107,280	0.37
...
Hapjeong	3,388,560	219,697	5,298,197	0.73
Hongik Univ.	3,709,440	319,078	6,558,612	0.83

0.28에서 최대 0.97까지로 분석되어 역세권별 개발된 정도의 차이가 보여 현재의 개발용량을 토대로 각 역세권의 잠재적 개발역량 평가가 필요할 것으로 판단된다.

IV. 클러스터링 분석 및 중심지체계 재구조화

본 장에서는 2호선 역세권 클러스터링에 앞서 기존 중심지체계에 따른 역세권 분류를 먼저 살펴보고, 앞서 산출한 대중교통 최대용량과 평균 공시지가 및 평균 용적실현비 지표들을 토대로 전체 및 권역별 클러스터링을 진행하였다.


1. 중심지체계별 역세권 분류

2030 서울플랜의 중심지체계에 따라 서울은 크게 3도심, 7광역 중심, 12지역중심으로 구분된다. 이 중 지하철 2호선 역세권은 3개의 도심(한양도성, 영등포·여의도, 강남)과 3개의 광역중심(가산·대림, 잠실, 청량리·왕십리), 5개의 지역중심(동대문, 신촌, 봉천, 사당·이수, 성수) 범위 내에 속해 있다.⁴⁾ 그러나 중심지체계에 따른 역세권 분류는 지역의 범위가 넓어 다소 획일적이고, 각 지역의 특성을 세부적으로 고려할 수 없으므로 하위계획인 생활권계획의 개념을 적용하였다. 이를 토대로 2호선의 지선을 제외한 43개 역을 도심권, 서북권, 서남권, 동남권, 동북권의 5개 생활권역으로 분류하였고, 2개의 생활권역에 모두 포함되는 사당역의 경우 2개 권역 모두에 포함했다(〈Table 10〉 참고).

2. 클러스터링 분석

본 분석에서는 클러스터링 분석방식 중 가장 대표적으로 사용되는 머신러닝 기반의 비지도학습 기법인 K-means 알고리즘을

Table 10. Station classification by the community plan



생활권 Community	역 이름 Station name
Dosim-kwon	City Hall, Euljiro-1ga, Euljiro-3ga, Euljiro-4ga, Dongdaemun History & Culture Park, Sindang
Seobuk-kwon	Hapjeong, Hongik Univ., Sinchon, Ewha Womans Univ., Ahyeon, Chungjeongno
Seonam-kwon	Sadang, Nakseongdae, Seoul Nat'l Univ., Bongcheon, Sillim, Sindaebang, Guro Digital Complex, Daerim, Sindorim, Mulla, Yeongdeungpo-gu Office, Dansan
Dongnam-kwon	Jamsillaru, Jamsil, Jamsilsaenae, Sports Complex, Samseong, Seolleung, Yeoksam, Gangnam, Seoul Nat'l Univ. of Education, Seocho, Bangbae, Sadang
Dongbuk-kwon	Sangwangsimni, Wangsimni, Hanyang Univ., Ttukseom, Seongsu, Konkuk Univ., Guui, Gangbyeon

적용하였다. K-means는 데이터의 속성값을 통해 군집화하는 방법으로 군집의 수를 설정하여 임의의 중심점을 잡고, 속성값에 의해 새로운 군집의 중심점으로 이동하는 순서를 반복하여 군집을 최적화한다. 클러스터링 분석의 수식은 아래와 같다.

$$\min_{\{C_j\}} \sum_{j=1}^k \sum_{x_i \in C_j} \|x_i - m_j\|^2 \quad (5)$$

C_j : 클러스터 점들의 집합

x_i : 속성값 x

m_j : 클러스터의 중심

앞서 산출한 대중교통 최대용량과 평균 공시지가 및 평균 용적실현비를 토대로 클러스터링 분석을 위한 데이터 세트를 구축하였고, 범위가 다른 데이터들의 클러스터링을 위해 평균과 표준편차를 통한 데이터 표준화를 진행하였다. 다음으로, Elbow method를 통해 분석의 군집 수(K)를 연속적으로 늘려가며 각

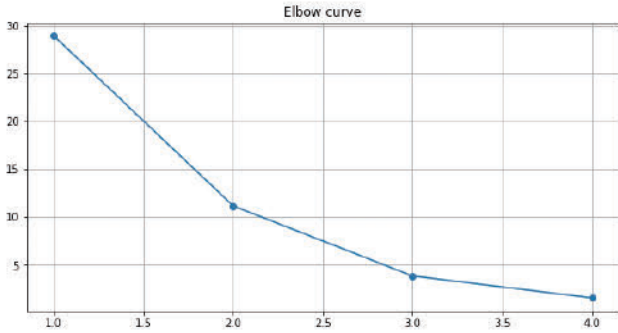


Figure 4. Elbow method-Dosim

분석의 K값을 설정하였다. Elbow method는 군집 내 개체 간 거리의 오차제곱합이 최소가 되는 K값을 찾는 방법으로 Elbow method의 예시는 <Figure 4>와 같다.

1) 2호선 역세권 클러스터링

2호선 역세권 클러스터링 분석에 앞서 Elbow method를 통해 K를 3으로 설정하였고, 이는 2030 서울플랜의 도심과 부도심, 지역중심 개념에도 부합할 것으로 판단된다. 분석에 따른 2호선 역세권 전체 클러스터링 결과는 <Table 11>과 같다.

분석결과 기존 중심지체계에서 도심으로 구분되었던 시청, 을지로입구, 을지로3가(이상 한양도성)와 강남, 삼성(이상 강남) 이외에 광역중심으로 분류되는 잠실이 유사 군집으로 분석되었다. 또한, 영등포·여의도 도심의 역세권이 다른 도심 역세권보다 개발 정도가 부족하여 향후 도심의 역할수행을 위해 추가적인 개발이 필요할 것으로 판단된다. 이에 따라 권역별 세부 분석을 위해 2030 서울플랜의 중심지체계에 따른 5개의 권역으로 역세권을 분류하여 권역별 클러스터링을 추가로 진행하였다.

2) 도심권 클러스터링

Table 11. Clustering result-Line 2 station area

군집 K	역 이름 Station name
0 (6 station)	City Hall, Euljiro-1ga, Euljiro-3ga, Jamsil, Samseong, Gangnam
1 (14 station)	Chungjeongno, Euljiro-4ga, Sindang, Dongdaemun History & Culture Park, Wangsimni, Konkuk Univ., Seolleung, Seoul Nat'l Univ. of Education, Sadang, Daerim, Sindorim, Yeongdeungpo-gu Office, Hapjeong, Hongik Univ.
2 (23 station)	Sinchon, Ewha Womans Univ., Ahyeon, Sangwangsimni, Hanyang Univ., Ttukseom, Seongsu, Guui, Gangbyeon, Jamsillaru, Jamsilsaenae, Sports Complex, Yeoksam, Seocho, Bangbae, Nakseongdae, Seoul Nat'l Univ., Bongcheon, Sillim, Sindaebang, Guro Digital Complex, Daerim, Mullaee, Dangsang

도심권 6개 역에 대한 Elbow method 결과 K가 2로 설정되었고, 분석에 따른 도심권 클러스터링 결과는 <Table 12>와 같다.

분석결과 기존에 시청, 을지로입구와 함께 유사 군집으로 분류되었던 을지로3가는 평균 용적실현비가 낮아 나머지 3개 역(을지로4가, 동대문역사문화공원, 신당)과 함께 두 번째 군집으로 재분류되었다. 그러나 전체 역세권 클러스터링과 함께 살펴보면 두 군집 간의 개발 격차가 크지 않으며, 도심권의 경우 전체적으로 충분한 개발이 이루어진 것으로 사료된다. 특히 을지로3가와 을지로4가는 지하철 환승 노선의 존재로 충분한 교통수요가 있지만, 역세권 내 대부분 지역의 용도가 일반상업지역으로 법정 용적률이 높은 것에 비해 실현용적률이 낮아 잠재 개발역량이 높은 것으로 평가된다.

3) 서북권 클러스터링

서북권 6개 역에 대한 Elbow method 결과 K가 2로 설정되었고, 분석에 따른 서북권 클러스터링 결과는 <Table 13>과 같다.

분석결과 지하철 환승 노선의 존재로 지하철 최대용량이 높고, 평균 용적실현비가 높은 충청로, 합정, 홍대입구가 하나의 군집으로 분류되었다. 두 번째 군집의 경우 전체적인 개발지표가 낮아 2030 서울플랜의 중심지체계 재구조를 통한 서북권 지역균형발전 도모가 필요할 것으로 판단된다. 특히 충청로는 대중교통 최

Table 12. Clustering result-Dosim

역 이름 Station name	지하철 최대용량 Metro	버스 최대용량 Bus	평균 공시지가 Land price	평균 용적실현비 FAR	군집 K
City Hall	1.61	3.20	0.82	-0.50	0
Euljiro-1ga	-0.74	1.49	3.55	0.03	0
Euljiro-3ga	0.90	0.45	1.16	-2.02	1
Euljiro-4ga	0.84	-0.84	0.18	-2.63	1
Dongdaemun History & Culture Park	2.90	-0.39	0.28	-0.75	1
Sindang	0.44	-0.65	-0.47	-0.86	1

Table 13. Clustering result-Seobuk

역 이름 Station name	지하철 최대용량 Metro	버스 최대용량 Bus	평균 공시지가 Land price	평균 용적실현비 FAR	군집 K
Chungjeongno	0.84	0.48	-0.57	0.12	0
Hapjeong	0.44	0.16	-0.48	0.51	0
Hongik Univ.	0.97	0.97	-0.28	1.19	0
Sinchon	-0.74	1.78	-0.19	0.09	1
Ewha Womans Univ.	-0.74	0.85	-0.32	-0.06	1
Ahyeon	-0.74	0.55	-0.50	-0.94	1

대용량이 높아 통행수요가 많지만, 서울시 전체와 비교하면 개발 지표가 낮아 향후 고밀개발을 통한 잠재 개발역량이 높은 지역으로 평가된다.

4) 서남권 클러스터링

서남권 12개 역에 대한 Elbow method 결과 K가 2로 설정되었고, 분석에 따른 서남권 클러스터링 결과는 <Table 14>와 같다.

분석결과 전체 역세권 클러스터링과 마찬가지로 사당, 대림, 신도림, 영등포구청이 첫 번째 군집으로 분석되었고, 이는 높은 지하철 최대용량과 평균 용적실현비의 영향인 것으로 사료된다. 서남권 역세권은 영등포·여의도 도심에 포함되어 있지만, 서울시 전체 기준으로 개발지표가 낮아 도시의 역할이 제대로 수행되고 있지 않아 도심 중심지의 역량을 강화할 필요가 있을 것으로 판단된다. 구로디지털단지는 평균 용적실현비가 매우 높지만, 단일 지하철노선의 한계로 개발 정도를 대중교통 용량이 온전히 수용하지 못하고 있어 추가적인 노선 확충 등에 따라 지역 활성화에 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다. 반대로 대림과 당산은 지하철 환승 노선에 따른 통행수요가 존재하지만, 개발밀도 지표가 낮아 잠재 개발역량이 높은 지역으로 평가된다.

5) 동남권 클러스터링

동남권 12개 역에 대한 Elbow method 결과 K가 3으로 설정되었고, 분석에 따른 동남권 클러스터링 결과는 <Table 15>와 같다.

동남권은 다른 권역에 비해 역의 개수가 많고 역 간 개발 정도에서 차이를 보여 3개의 군집으로 분류되었다. 분석결과 전체 역세권 클러스터링에서 강남도심과 잠실광역중심으로 분류된 3개

Table 14. Clustering result-Seonam

역 이름 Station name	지하철 최대용량 Metro	버스 최대용량 Bus	평균 공시지가 Land price	평균 용적실현비 FAR	군집 K
Sadang	1.33	0.76	-0.38	0.59	0
Daerim	0.77	-0.99	-0.83	0.07	0
Sindorim	1.90	0.59	-0.62	1.35	0
Yeongdeungpo-gu Office	0.84	-1.04	-0.66	0.31	0
Nakseongdae	-0.74	-0.56	-0.75	0.79	1
Seoul Nat'l Univ.	-0.74	0.25	-0.42	0.08	1
Bongcheon	-0.74	-0.57	-0.73	0.16	1
Sillim	-0.74	0.19	-0.44	-0.60	1
Sindaebang	-0.74	-1.06	-0.85	0.33	1
Guro Digital Complex	-0.74	0.63	-0.68	2.45	1
Mullae	-0.74	-0.36	-0.62	0.50	1
Dangsan	-0.57	0.91	-0.68	0.09	1

역(잠실, 삼성, 강남)은 마찬가지로 하나의 군집으로 분류되었다. 또한, 잠실새내와 역삼, 방배는 초기에 세 번째 군집으로 분류되었으나 세부 분석에서는 하위 3개 역(잠실나루, 종합운동장, 서초)과 비교하여 평균 용적실현비에 따른 개발지표가 높은 군집의 단계가 상승하였다. 그러나 개발지표와 비교해 대중교통 용량이 부족하여 통행수요 유발 등에 따른 인구 유입을 통해 지역 활성화에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

6) 동북권 클러스터링

동북권 8개 역에 대한 Elbow method 결과 K가 2로 설정되었고, 분석에 따른 동북권 클러스터링 결과는 <Table 16>과 같다.

분석결과 전체 역세권 클러스터링과 마찬가지로 지하철 최대 용량과 평균 용적실현비가 높은 왕십리와 건대입구가 같은 군집

Table 15. Clustering result-Dongnam

역 이름 Station name	지하철 최대용량 Metro	버스 최대용량 Bus	평균 공시지가 Land price	평균 용적실현비 FAR	군집 K
Jamsil	0.02	1.34	3.15	-1.14	0
Samseong	-0.74	0.61	1.63	-0.83	0
Gangnam	-0.29	2.18	1.73	0.72	0
Jamsilsaenae	-0.74	-0.38	0.09	1.51	1
Seolleung	0.25	-0.72	0.66	0.53	1
Yeoksam	-0.74	-0.50	1.17	1.00	1
Seoul Nat'l Univ. of Education	0.90	-0.44	0.41	1.72	1
Bangbae	-0.74	-0.71	-0.18	1.09	1
Sadang	1.33	0.76	-0.38	0.59	1
Jamsillaru	-0.74	-1.03	0.03	-0.55	2
Sports Complex	-0.57	-0.12	-0.20	-2.08	2
Seocho	-0.74	-0.49	0.42	0.04	2

Table 16. Clustering result-Dongbuk

역 이름 Station name	지하철 최대용량 Metro	버스 최대용량 Bus	평균 공시지가 Land price	평균 용적실현비 FAR	군집 K
Wangsimni	2.50	-0.35	-0.70	-0.56	0
Konkuk Univ.	0.77	-0.94	-0.43	0.23	0
Sangwangsimni	-0.74	-0.83	-0.69	0.35	1
Hanyang Univ.	-0.74	-1.09	-0.94	-1.02	1
Ttukseom	-0.74	-1.23	0.11	-0.26	1
Seongsu	-0.54	-1.31	-0.70	0.13	1
Guui	-0.74	-0.73	-0.62	-0.47	1
Gangbyeon	-0.74	-0.06	-0.45	-0.73	1

으로 분석되었다. 동북권 역세권은 전체 역세권과 비교하여 대부분 지표가 낮게 분석되어 전체적으로 인구 유입과 개발이 충분히 이루어지지 못한 것으로 사료된다. 왕십리의 경우 동북권의 유일한 광역중심이고, 3개의 환승 노선(5호선, 분당선, 경의·중앙선)이 더 존재하는 것에 비해 개발지표가 낮아, 교통 용량을 수용할 수 있도록 추가적인 개발이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 동북권의 균형발전을 위해 교통 용량이 충분한 건대입구와 성수 지역 중심을 거점으로 중심지체계 개편과 함께 추가적인 개발이 필요할 것으로 사료된다.

3. 논의 및 소결

대중교통 최대용량과 평균 공시지가 및 평균 용적실현비를 토대로 클러스터링한 분석결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 도심권의 6개 역세권은 2개의 군집으로 클러스터링이 되었으며, 역 대부분이 3도심 중 하나인 한양도성에 속해 있어 전체적으로 충분한 개발이 이루어져 있고 군집 간 개발 격차가 크지 않았다. 을지로3가와 을지로4가의 경우 대중교통 용량이 충분하지만, 평균 용적실현비가 낮아 향후 재개발·재건축 시 고밀개발이 가능한 개발역량이 높은 것으로 평가된다.

둘째, 서북권의 6개 역세권은 2개의 군집으로 클러스터링 되었으며, 지하철 환승 노선 유무에 따른 지하철 최대용량 차이와 평균 용적실현비가 분류에 영향을 미쳤다. 첫 번째 군집의 충정로, 합정, 홍대입구는 전체 역세권 클러스터링에서도 두 번째 군집으로 분류되어 광역중심체계가 상암·수색 방면으로 형성되어 있는 서북권의 지역균형발전을 위해 중심지체계의 개편이 필요할 것으로 사료된다. 특히 충정로는 대중교통의 최대용량이 높아 통행 수요가 많지만, 이에 비해 개발지표가 낮아 향후 고밀개발 등에

따른 잠재 개발역량이 높은 지역으로 평가된다.

셋째, 서남권의 12개 역세권은 2개의 군집으로 클러스터링 되었으며, 클러스터링에 지하철 최대용량과 평균 용적실현비의 영향이 큰 것으로 나타났고, 대부분의 역세권 개발지표가 낮은 것으로 분석되었다. 또한, 서남권의 경우 광역중심 및 지역 중심의 부재로 영등포·여의도 도심을 통해 지역균형발전이 이루어져야 하지만, 실제 대부분 역세권의 개발지표가 낮아 도심의 역량을 확장할 필요할 것으로 판단된다. 특히 대림과 당산은 지하철 환승 노선에 따른 통행수요가 존재할 것으로 사료되지만, 평균 용적실현비가 낮아 잠재 개발역량이 높은 것으로 평가된다.

넷째, 동남권의 12개 역세권은 다른 권역에 비해 역 간 개발 정도 차이가 크게 나타나 3개의 군집으로 클러스터링 되었으며, 강남도심과 잠실광역중심의 3개 역(잠실, 삼성, 강남)은 첫 번째 군집으로 분류되었다. 대부분 역세권의 개발지표가 높은 것에 비해 대중교통 용량 공급이 부족하지만 향후 GTX 노선 개통 등이 계획되어 있어 통행수요 증가에 따라 동남권 역세권의 군집 단계가 전체적으로 상승할 것으로 판단된다.

마지막으로, 동북권의 8개 역세권은 2개의 군집으로 클러스터링 되었으며 지하철 최대용량과 평균 용적실현비의 영향이 큰 것으로 분석되었지만, 대부분 역의 지표들이 낮게 분석되어 동북권 역세권의 추가적인 개발이 필요할 것으로 사료된다. 특히 왕십리의 경우 동북권 유일한 광역중심이며, 대중교통 용량이 크지만, 평균 용적실현비가 낮아 잠재 개발역량이 높을 것으로 평가된다.

최종적으로 2030 서울플랜을 토대로 분석한 결과, 중심지체계에 따라 분류된 3개의 도심 중 영등포·여의도 도심의 개발 정도가 다른 두 도심에 비해 부족한 것으로 판단되며(Figure 5-A), 지역균형발전과 함께 잠재 개발역량이 높게 평가된 지역의 개발

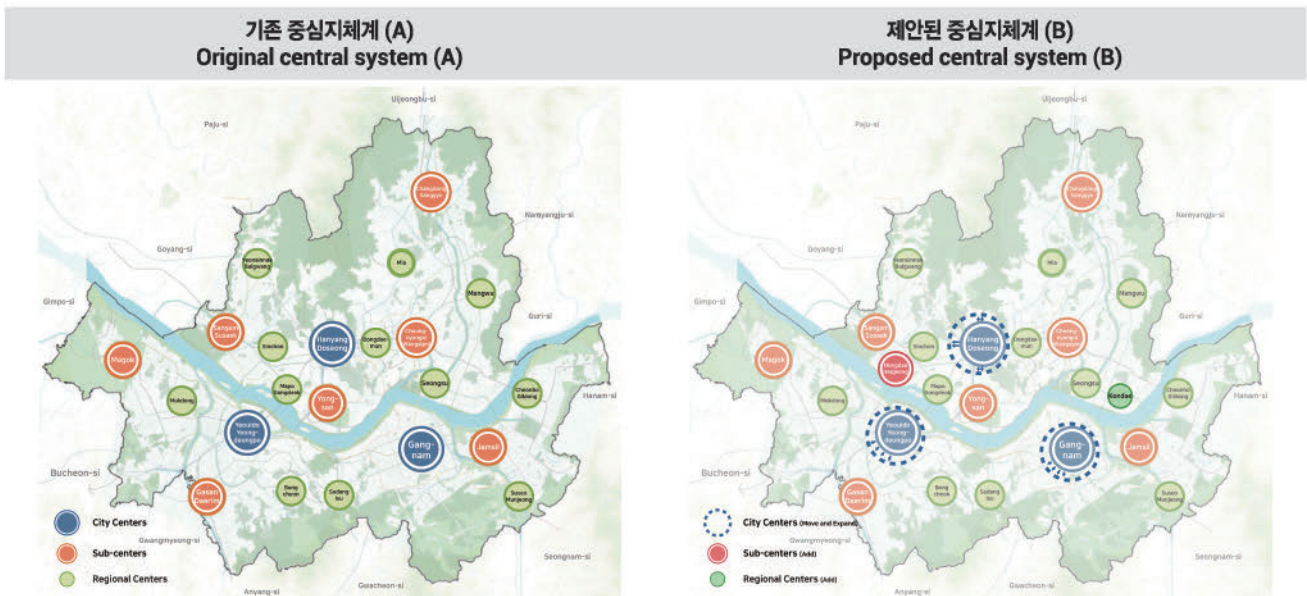


Figure 5. Station classification by the proposed central system

을 위해 기존 중심지체계에 재구조가 필요할 것으로 사료된다. 기존의 3개 도심을 중심으로 전체 역세권이 개발되기에는 다소 한계가 있어 도심중심의 역할이 확장될 필요가 있으며, 서북권의 홍대·합정광역중심과 건대지역중심 추가를 통해 전체 권역의 지역균형발전 도모할 필요가 있을 것으로 판단된다. 권역별 세부 분석에 따른 분석결과를 반영하여 제안하는 중심지체계는 <Figure 5-B>와 같다.

V. 결론

본 연구에서는 역세권 TOD 개발을 위해 연간 이용자 수가 가장 많은 서울시 지하철 2호선을 중심으로 각 역세권의 지하철 및 버스의 최대용량과 평균 공시지가 및 평균 용적실현비에 따른 현재 개발용량을 산출하였다. 다음으로 2030 서울플랜의 중심지체계에 따라 권역을 구분하였고, 앞서 산출한 개발용량을 지표로 클러스터링 분석을 통해 역세권의 권역을 유형화하여 TOD의 잠재적 개발역량을 평가하였다. 이를 토대로 지역균형발전을 위한 중심지체계의 재구조화를 제안하였다.

분석결과 영등포·여의도 도심이 위치한 서남권 역세권의 경우 광역중심과 지역중심의 부재로 전체적인 개발지표가 낮아 도심의 역량 확장에 따른 추가적인 개발이 필요할 것으로 나타났고, 광역중심체계가 2호선 역세권에 영향을 주지 않는 서북권역에 지역균형발전을 위해 새로운 광역거점이 요구됨을 확인할 수 있었다. 세부 권역을 살펴보면 을지로3가와 을지로4가, 충정로, 대림, 당산과 같이 대중교통 용량이 높은 것에 비해 개발지표가 낮아 현재의 충분한 통행수요에 상응하는 개발역량이 높게 평가되는 역세권들을 확인할 수 있었다. 특히 동북권의 경우 왕십리의 지하철노선이 총 4개로 통행수요가 매우 많지만, 타 권역과 비교해 동북권 전체적으로 개발지표가 낮아 향후 교통 용량이 충분한 건대입구와 성수를 거점으로 추가적인 개발을 통한 성장이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 역세권의 잠재 개발역량 평가 연구를 위해 도시 개발에 영향을 미치는 다양한 요인이 중 2호선 중심의 한정된 요인(대중교통 및 토지 특성)만으로 개발역량을 평가하여 서울시 전체에 적용하기엔 한계가 있다. 또한 현재 역세권의 개발 정도는 정량적인 용량으로 산출이 가능하지만, 완전한

개발상태(개발용량 100%)의 명확한 정의가 어려워 정성적인 개발의 가능성을 나타내는 잠재 개발역량으로 평가하여, 추가적인 개발에 대해 구체적으로 언급하기는 어렵다. 이에 따라 추후 2호선 이외의 다른 노선 역세권에 대한 고려와 함께 서울시 전체지역의 개발에 영향을 미치는 추가적인 요인을 확인하여 최신화된 데이터 갱신을 통해 추가적인 연구를 수행할 예정이다. 특히 서울시 전체 역세권에 대한 분석을 통해 개발역량의 기준을 설정하여 개발역량을 수치화하는 후속연구를 진행하고자 한다.

본 연구는 TOD의 관점에서 역세권의 개발역량을 평가하고 클러스터링을 통해 이를 유형화하여 기존 제시된 '2030 서울플랜'의 중심지체계를 보완하는 방안을 제시하여 향후 역세권 TOD 개발을 검토함에 있어 지역균형발전 도모에 기여할 수 있다는 점에서 의의가 있다. 본 연구에서는 서울시 전체 노선이 아닌 2호선만을 고려하여 서울시 전체의 개발역량을 분석하지는 못하였으나, 서울시 역세권 TOD 개발을 위한 기초자료로써 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 각 역세권의 특성을 고려한 개발에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 서울시의 사례를 토대로 다른 대도시권 지역의 개발역량 평가에 적용할 수 있을 것으로 사료되며, 도시기본계획 수립을 위한 척도로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

- 주1. TOD는 미국의 건축가 Calthorpe(1993)가 처음 제안한 도시개발 이론으로 대중교통 도보권 내 주거·업무·여가 공간의 극대화를 지향한다.
- 주2. 서울시의 '역세권 주택 및 공공임대주택 건립 관련 운영기준 개정안'에 따른 1차 역세권 범위는 250~350m이기 때문에 역세권 반경을 350m로 설정하였다.
- 주3. 서울메트로의 조사(2006)에 따르면 출근 시간 2호선의 혼잡도는 225%로 가장 높았지만, 출근 시간 2호선을 제외한 전체 노선의 평균 최대 혼잡도가 175%로 분석되어, 환승노선도 고려하기 위해 지하철 최대용량의 혼잡도 기준을 175%로 설정하였다.
- 주4. 서울시는 도시기본계획 수립지침을 토대로 계획수립과정 및 내용 등을 서울에 맞게 구성하여 '2030 서울플랜'(2014)이라는 별칭으로 재구성하였다.

인용문헌 References

1. 고종완·이주형, 2012. "개발밀도와 지가간의 관계 분석을 통한 서울시 토지이용 효율성 분석", 『부동산학보』, 49: 5-17.
Ko, J.W. and Lee, J.H., 2012. "An Analysis of Urban Land Use Efficiency in Seoul by Relationship between Development Density and Land Value", *Korea Real Estate Academy Review*, 49: 5-17.
2. 국토해양부, 2013. 『도로용량편람』, 세종.
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2013. *Road Capacity Manual*, Sejong.
3. 권영종, 2006. "TOD 용어개념", 『교통기술과정책』, 3(4): 205-207.
Kwon, Y.J., 2006. "TOD Terminology Concept", *Transportation Technology and Policy*, 3(4): 205-207.
4. 김태호·신예철·성현곤, 2013. "거리기반 TOD 계획요소와 서울시 역세권 대중교통 이용수요와의 연관성에 관한 연구", 『국토계획』, 48(2): 51-64.
Kim, T.H., Shin, Y.C., and Sung, H.G., 2013. "The Relationship of Distance-based TOD Planning Elements to Public

- Transit Ridership in Seoul Subway Station Areas”, *Journal of Korea Planning Association*, 48(2): 51-64.
5. 박지형, 2008. “TOD 계획요소별 대중교통 이용효과 분석: 서울시 역세권을 중심으로”, 석사학위논문, 한양대학교.
Park, J.H., 2008. “Impacts Analysis of TOD Planning Elements on Transit Ridership in Seoul Rail Station Areas”, Ph.D. Dissertation, Hanyang University.
 6. 박천보, 2016. “TOD(대중교통중심)형 도시개발 특성 및 발전전략에 관한 연구”, 『한국산학기술학회 논문지』, 17(2): 635-641.
Park, C.B., 2016. “Characteristic and Strategy of Urban Development focused on Transit Oriented Development”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(2): 635-641.
 7. 서울메트로, 2006. 「2006년도 서울메트로 수송계획」, 서울 Seoul Metro, 2006. *2006 Seoul Metro Transportation Plan*, Seoul.
 8. 서울시, 2014. 「2030 서울도시기본계획-2030 서울플랜」, 서울. Seoul Metropolitan Government, 2014. *2030 Seoul Urban Master Plan-2030 Seoul Plan*, Seoul.
 9. 성현곤·김옥연·김진유, 2008. “대중교통지향형개발(TOD)의 의의와 바람직한 개발방향”, 『도시정보』, (321): 3-15.
Sung, H.G., Kim, O.Y., and Kim, J.Y., 2008. “Significance of Public Transport-Oriented Development (TOD) and Desirable Development Direction”, *Urban Information Service*, (321): 3-15.
 10. 성현곤·김태현, 2005. “서울시 역세권의 유형화에 관한 연구: 요일별 시간대별 지하철 이용인구를 중심으로”, 『대한교통학회지』, 23(8): 19-29.
Seong, H.G. and Kim, T.H., 2005. “A Study on Categorizing Subway Station Areas in Seoul by Rail Use Pattern”, *Journal of Korean Society of Transportation*, 23(8): 19-29.
 11. 성현곤, 2011. “대중교통 중심의 개발(TOD)이 주택가격에 미치는 잠재적 영향”, 『지역연구』, 27(2): 63-76.
Sung, H.G., 2011. “A Study on Estimating the Potential Impacts of Transit-Oriented Development on Housing Price”, *Journal of the Korean Regional Science Association*, 27(2): 63-76.
 12. 손동욱·김진, 2010. “서울시 역세권의 도시공간특성과 대중교통 이용률 간의 연관성 분석”, 『한국도시설계학회지 도시설계』, 11(1): 33-44.
Sohn, D.W. and Kim, J., 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”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 11(1): 33-44.
 13. 신예철·김태호·장명준, 2013. “도시 및 교통계획의 합리적 연계를 위한 서울시 역세권의 개발특성과 대중교통서비스여건의 영향관계분석”, 『한국도시설계학회지 도시설계』, 14(2): 99-111.
Shin, Y.C., Kim T.H., and Jang, M.J., 2013. “An Analysis of Relationship between Urban Development Characteristics and Transit Service-Infrastructures in Subway Station Influence Areas of Seoul for Rational Integration of Urban Planning and Transportation Planning”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 14(2): 99-111.
 14. 안영수·장성만·이승일, 2016. “도시철도 역세권에서 보행네트워크 기반 접근거리와 건물 개발밀도의 연관성에 대한 실증 연구”, 『국토계획』, 51(2): 179-192.
 15. 양국현, 2016. “세종시 대중교통지향도시개발(TOD) 도입에 관한 연구: 동형화를 중심으로”, 석사학위논문, 연세대학교.
Yang, G.H., 2016. “A Study on the introduction of TOD in Sejong City: Focused on the isomorphism”, Master’s Dissertation, Yonsei University.
 16. 원제무, 2000. 「알기쉬운 도시교통」, 서울: 박영사.
Won, J.M., 2000. *Urban Transport Planning & Engineering*, Seoul: Parkyoungsa.
 17. 윤병훈·남진, 2016. “서울시 시가화지역 유형별 적정개발밀도 산정 -도로수용력을 중심으로-”, 『서울도시연구』, 17(3): 45-60.
Yun, B.H. and Nam, J., 2016. “The Calculation of Appropriate Development Density by Type of Built-up Area in Seoul - Focusing the Road Capacity-”, *Seoul Studies*, 17(3): 45-60.
 18. 윤석창, 2010. “서울시 지하철 역세권의 토지이용 특성에 관한 연구: 서울시 지하철 2호선 역세권을 대상으로”, 석사학위논문, 한양대학교.
Yoon, S.C., 2010. “A Study About Land Use Characteristics of Subway Station Area in Seoul: Focused on Subway Area, Seoul Subway Line 2”, Master’s Dissertation, Hanyang University.
 19. 이연수·진창중·추상호, 2012. “공간계량분석을 이용한 대중교통 이용에 영향을 미치는 공간적 특성요인 분석에 관한 연구 -서울시 행정동을 중심으로-”, 『서울도시연구』, 13(4): 97-111.
Lee, Y.S., Jin, C.J., and Choo, S.H., 2012. “A Study on Spatially Influencing Factors about Public Transportations Using Spatial Analysis -A Case of Seoul, Korea-”, *Seoul Studies*, 13(4): 97-111.
 20. 이윤상·남진, 2014. “서울시 상업지역의 개발밀도에 미치는 영향요인에 관한 연구”, 『국토계획』, 49(8): 63-77.
Lee, Y.S. and Nam, J., 2014. “A Study on the Influence Factors of Development Density of Commercial District in Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 49(8): 63-77.
 21. 이인성·임상준·김충식, 2009. “필지형상이 개발밀도에 미치는 영향 분석 -서울시 강동구 천호암사 지구단위계획구역을 대상으로-”, 『한국도시설계학회지 도시설계』, 10(4): 151-162.
Lee, I.S., Lim, S.J., and Kim, C.S., 2009. “Analysis of the Effect of Parcel Shape on the Development Density -A Case Study of Chun-ho Am-sa District”, *Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design*, 10(4): 151-162.
 22. 이주아·박진아·구자훈, 2012. “대중교통 기반시설여건 대비 토지이용강도 분석을 통한 서울시 도시철도 역세권의 개발여건 분석 -서울시 지구중심 이하 역세권을 대상으로-”, 『국토계획』, 47(6): 97-107.
Lee, J.A., Park, J.A., and Koo, J.H., 2012. “Analysis of Conditions for Development of Surrounding Areas of Subway Stations in Seoul Using Land-Use Intensity Compared to Public Transportation Infrastructure -Focused on the Surrounding Areas of Subway Stations below Local Centers in Seoul, Korea-”, *Journal of Korea Planning Association*, 47(6): 97-107.

23. 조아라·김수연·이명훈, 2013. “서울시 지하철 환승역세권의 개발밀도 특성 및 실현을 영향요인에 관한 연구”, 『국토계획』, 48(3): 307-327.
Jo, A.R., Kim, S.Y., and Lee, M.H., 2013. “A Study on the Characteristics and Influential Factors of Development Density Realization Ratio of the Seoul Subway Transfer Station Areas”, *Journal of Korea Planning Association*, 48(3): 307-327.
24. 최막중·김진유, 1999. “기반시설 제약조건하에서의 도시개발용량과 토지이용밀도”, 『국토계획』, 34(3): 61-72.
Choi, M.J. and Kim, J.Y., 1999. “Urban Development Density with Infrastructure Constraints”, *Journal of Korea Planning Association*, 34(3): 61-72.
25. 최영은·김성수·이창주·김민성, 2008. “도시철도의 승객 쾌적성 편익에 관한 연구”, 2008 한국철도학회 춘계학술대회논문집, 1413-1427.
Choi, Y.E., Kim, S.S., Lee, C.J., and Kim, M.S., 2008. “The Valuation of Passenger Comfort Benefits in Urban Railroads”, 2008 Spring Conference of the Korean Society for Railway, 1413-1427.
26. Calthorpe, P., 1993. *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*, New York: Princeton Architectural Press.
27. 경기버스정보시스템, 2021.2.22읽음. <http://www.gbis.go.kr/> GBIS, Accessed February 22, 2021. <http://www.gbis.go.kr/>
28. 국가공간정보포털, 2021.2.22읽음. <http://www.nsd.go.kr/> Korea National Spatial Data Infrastructure Portal, Accessed February 22, 2021. <http://www.nsd.go.kr/>
29. 서울교통공사, 2021.2.22읽음. www.seoulmetro.co.kr Seoul Metro, Accessed February 22, 2021. www.seoulmetro.co.kr
30. 서울시 교통정보시스템, 2021.2.22읽음. <https://topis.seoul.go.kr/> TOPIS, Accessed February 22, 2021. <https://topis.seoul.go.kr/>
31. 인천버스정보관리시스템, 2021.2.22읽음. <http://bus.incheon.go.kr/> Incheon BIS, Accessed February 22, 2021. <http://bus.incheon.go.kr/>

Date Received	2021-02-26
Reviewed(1 st)	2021-05-21
Date Revised	2021-08-11
Reviewed(2 nd)	2021-08-30
Date Accepted	2021-08-30
Final Received	2021-10-21