

수도권 지하철 7호선 주요역 통근통행특성 분석 연구

Travel Behavior Analysis using Origin-Destination Data for the Subway Line No.7

한상천¹⁾, 이경철²⁾, 김환용³⁾, 최영우⁴⁾

Han, Sang-Cheon¹⁾ · Lee, Kyung-Chul²⁾ · Kim, Hwan-Yong³⁾ · Choi, Young Woo⁴⁾

Received November 29, 2019; Received December 21, 2019 / Accepted December 21, 2019

ABSTRACT: Recent data development has made it possible to analyze each individual's daily commuting by using transportation card transaction. This research utilizes about 1 million observations from the subway line no.7 of Seoul metropolitan transportation data. By using such a massive dataset, the authors try to identify daily travel behavior of morning commute and its possible relationship between subway usage and socio-economic factors. There are 4 main types of users and their travel behavior, and top 15 stations with the most users for arrival and departure are selected. Accordingly, 15 stations have distinctive characteristics including population density and the number of businesses around stations. To identify this fact, the 4 most populated stations are selected and their socio-economic factors are examined. According to the analysis, the most departure stations are generally surrounded by highly populated residential areas, whereas the most arrival stations are stood within the job concentrated districts.

KEYWORDS: Subway User Analysis, Travel Behavior, Seoul Metroline, Spatial Big Data

키워드: 철도공간정보, 지하철 통근특성, 수도권지하철, 공간빅데이터

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 Smart City에 대한 관심과 더불어 다양한 도시 인프라에서 축적되는 이용자 기반 Big Data 활용의 중요성이 대두되고 있다. 특히 철도 인프라는 친환경성, 시간의 정확성, 광역적 접근성 등의 장점을 가진 대중교통으로서 주목받고 있으며, 최근 미국의 Hyper Loop와 국내 Hyper Tube eXpress(HTX), Great Train eXpress(GTX), 급행노선 신설 등 교통수단 고속화에 대한 다양한 시도가 이루어지고 있다.

2004년 서울특별시에서 시작된 통합 대중교통 거리비례 요금제 시행 이후에 대중교통 이용객의 90% 이상이 대중교통 카드를 이용함에 따라 축적되는 데이터의 양은 그동안의 샘플조사에 비해 많고 정확하며 관측치의 정리 단계만으로 전수화가 가능한 점, 통행수요 및 특성정보를 보다 쉽고 다양한 형태로 활용할 수

있다는 장점 등에 의해 다양한 연구 분야에서 교통카드 데이터의 활용이 증대되고 있다 (Lim et al., 2012).

본 연구에서는 수도권 지하철 7호선의 교통카드 이용 데이터를 기반으로 활용도 발굴을 위한 현황을 검토한다. 지하철 교통카드 이용 데이터는 여러 연구 분야에서 활용 가능하다고 보이며, 특히 도시 계획 또는 의사결정 측면에서 발전 가능할 것으로 예상된다.

예를 들어 철도 인프라의 고속화는 통근 및 이동시간을 절약시키기 때문에 도시민의 공공 보건적 측면에서 삶의 질 향상과 수도권권의 무질서한 확장 및 인구집중을 방지할 수 있다는 측면에서 의미가 있고, 교통카드 이용 데이터 기반의 기종점 통행량에 대한 정보는 고속화를 위해 설정하는 급행 역을 결정하기 위한 자료로서 활용 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 지하철 교통카드 이용 데이터의 검토 및 분석을 통해 물리적, 사회 경제적 및 지속가능성 등 다양한 도시

¹⁾학생회원, 인천대학교 도시건축학부 석사과정 (luckyt7@naver.com)

²⁾정회원, 한국철도기술연구원, 철도정책연구팀, 책임연구원 (lkc@krri.re.kr)

³⁾정회원, 인천대학교 도시건축학부 부교수 (hwan.kim@inu.ac.kr)

⁴⁾학생회원, 인천대학교 도시건축학부 석사과정 (nlpulni@naver.com) (교신저자)

적 개념이 포함되는 향후 발전사항을 제시한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 수도권 지하철 7호선 및 역 주변을 주요 분석 범위로 설정하여, 한국철도기술연구원에서 확보한 2018년 4월 25일 인원별 대중교통(버스, 지하철 7호선)의 승·하차 위치 및 시간 데이터를 기반으로 지하철 7호선의 사용 현황을 승하차 승객별, 이용의 빈도가 높은 지하철역을 중심으로 분석하였다.

분석한 현황에 근거하여 통근통행특성 분석을 위해 출발/도착 역을 기준으로 소요시간 및 일정 범위 내부의 방문자 빈도를 분석하였고, 동일 범위 내 사회 경제적 현황과 함께 비교 검토 하였다.

본 연구에서 활용된 방법은 아래 Table 1과 같이 크게 철도기술연구원에서 확보한 2018년 4월 25일 인원별 수도권 지하철 7호선 및 버스승강장의 승·하차 및 시간 데이터의 이용 여부에 따라서 데이터 기반 분석과 웹 기반 분석으로 구분할 수 있다.

Table 1. Research methods and process

Category	Analysis Method	Process
Web-based	Research-related literature survey and analysis	Trend analysis
Data-based	Public transportation data provided by KRRRI, Excel (Microsoft Office)	Setting and using criteria for data analysis
Data-based	Public transportation data provided by KRRRI, ArcGIS (Esri)	Analysis of current status for commuting analysis
Web-based	Statistics Portal and Public Service Portal	Analysis of the socio-economic status for commuting analysis

사용현황 분석을 위해 승하차 승객별 타입을 4가지로 설정하여 인원별 데이터에 추가하였고, 출발, 도착 측면의 거점역을 각각 2개소 선정하여 모두 4개역에 대한 데이터를 중심으로 검토하였다.

데이터 기반의 ArcGIS를 활용한 경우 지하철 7호선 이용자의 통근통행 분석을 위해 출발 또는 도착역 각 15개소의 위치와 이용 기록이 있는 주변 버스 승강장의 위치를 맵핑하였고, 분석 틀 (Clip)에 따라 반경 3km 내부 버스 승강장에 담긴 방문자 빈도수를 분석하였다.

2. 연구동향 분석

2.1 교통카드 데이터의 특징

최근 다양한 연구 분야에서 기존 데이터에 비해 다양한 장점을 가진 교통카드 데이터를 활용한 사례가 증대되고 있다 (Lim et

al., 2012). 우리나라 수도권지역은 2004년 7월부터 대중교통체계에 스마트카드체계가 전격 도입되면서 대중교통이용자의 통행 기록을 담은 빅데이터가 매일 생성되어 교통카드 트랜잭션 데이터베이스에 저장되어 있다 (Park and Lee, 2015).

교통카드는 요금을 전자 지불하는 과정에서 '교통카드 데이터'라고 불리는 대중교통통행 실적 정보가 생산되고, 수도권의 경우 단순 지불정보를 포함하여 세부 통행정보(승·하차 지점 및 시간, 승차 노선, 환승 여부 등)의 구체적인 데이터의 획득이 가능해졌다 (Lee et al., 2013).

2004년 대중교통카드 도입 이후 전수화가 가능한 수도권 대중교통이용자의 자료는 버스+철도 통합대중교통망에 대중교통카드 이용정보를 반영하고 기존의 기종점 기반의 수도권 통행분석체계의 한계를 보완하여, 1인 승객의 역간 개별통행 행태별 기종점 통행량을 추정할 수 있다 (Lee and Kim, 2016).

교통카드 정보를 이용하는 승객의 지하철역사내 보행흐름은 보통 직승직하, 노선환승, 역사환승의 3가지 유형의 복합된 형태로 나타나며, 승객의 출발역과 도착역 정보만 기록되는 수도권 지하철 교통카드 정보의 경우 환승을 포함한 복합된 보행흐름을 파악하기 위해서는 승객이 이용한 열차노선에 대한 파악이 선행되어야 한다 (Lee et al., 2018).

교통카드 데이터는 대중교통 통행수요 및 특성정보를 보다 쉽고 다양한 형태로 활용할 수 있다는 장점에 의해 다양한 연구에 활용 가능하다고 예측되는데, 데이터의 특성 중에 주목할 점은 기존에 가구통행조사 등과 같이 대규모 조사를 통해서만 파악할 수 있던 통행수요를 오차를 포함하지 않는 전수화가 가능하다는 점이다 (Lim et al., 2012).

2.2 국내연구동향

2004년 대중교통카드 도입 이후 수도권 교통카드 데이터를 활용한 다양한 연구가 시작되었다. Table 2는 2010년 이후 대중교통카드 데이터를 활용한 국내 연구동향을 정리한 것으로, 다양한 연구기관이 대중교통 기종점 통행량(O/D) 추정과 환승행태 분석, 노선간 환승을 통한 도시철도 통행 파악 등의 연구를 진행한 것을 알 수 있다.

대학연구기관의 경우 데이터의 기반인 이용자의 이용 패턴 분석에서부터 교통 네트워크 및 공간체계 등의 연구를 진행하였고, 한국철도기술연구원 및 한국교통연구원의 경우 연구원 특성상 데이터 활용방안에서부터 대중교통 체계 및 정책 활용성 등에 대한 연구를 진행하였다. 서울연구원, 인천발전연구원 및 국토연구원의 경우 수도권 대중교통의 환승 및 이용 형태에 대한 연구를 진행하였다.

국내 연구동향을 살펴보면 한국철도기술연구원 및 서울연구원 등을 중심으로 교통카드 데이터를 활용한 다양한 연구들이 활성

화 되고 있으나 몇 가지 한계점을 보이고 있다.

첫째, 대중교통 통행행태, 통행패턴, 통행지표 등의 연구의 경우 대중교통 이용 전 후에 대한 활동과의 연계보다는 단순히 대중교통을 이용하는 부분에 초점을 맞추고 있고, 둘째 데이터 분석을 기반으로 철도를 포함한 대중교통 인프라의 개편 및 구축과 관련된 연구의 경우 교통 체계에 초점을 맞추고 있다는 점이다.

이러한 연구들은 양질의 데이터를 정리 등의 방법을 통해 1차 가공하여 활용한 것으로 판단되며, 더 나아가 이러한 대중교통 이용 패턴 또는 대중교통 인프라의 물리적 여건을 포함한 다양한 변수들이 도시공간에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 상관관계 등의 다양한 연구를 진행할 수 있을 것으로 보인다.

Table 2. Study on the Transportation Card Data Utilization

Researcher	Subject	Contents	Researchers
Lim, Park, Kim, Eom, Lee (2012)	Estimating Trip Distribution Model by Using Transit Card Data	- Proposal of Optimization Algorithm based on a Dual-Farming Gravity Model - Analysis of Bus and Subway Traffic in the Sub-Han River Area	The Korea Transport Institute
Park, Lee (2015)	Time-distance Accessibility Computation of Seoul Bus System based on the T-card Transaction Big Databases	- Calculation of Time Distance Accessibility of Seoul Bus System - Spatial Structure Analysis of Seoul Bus System	Journal of the Association of Korean Geographers
Min, Kim, Lee, Kwak (2015)	The Efficiency of Public Transport Operation Using Smart Card Data	- Establishment of a mixed public transportation operation plan - Analysis of public transportation operation based on transportation card data	Korea Railroad Research Institute
Shin (2015)	Rail-Bus Integrated Transit Network Using Public Transportation Card Data	- Proposal of methodology for building integrated public transport network - Establishment of Transfer Link for Transit Behavior of Public Transportation Lines by Transfer Range	The Seoul Institute
Lee (2018)	Estimating Station Transfer Trips of Seoul Metropolitan Urban Railway Stations - Using Transportation Card Data -	- Study on the Estimation of Road Transfer Using the Traffic Card Data in the Capital Region - Proposal of Historical Reverse Estimation Method Using Transportation Card Data	Korean Society of Civil Engineers

본 연구에서는 기존 연구동향에서 볼 수 있는 이용행태 및 대중교통체계 등의 연구에 더하여 교통카드 데이터를 다양한 도시공간과 연계하는 다각적인 활용 연구주제의 발제를 위하여 데이터 검토, 기초현황 분석 및 사회경제적 현황 검토를 진행하였다.

3. 지하철 7호선 사용현황

3.1 데이터 검토 기준 설정

선행연구고찰 결과 승하차역의 역세권에 초점이 맞춰져 있는 경우가 대부분이며 각 역세권의 특성을 미리 가정한 후 승하차 정보를 통해 그 특성이 일치하는지 확인 하는 것이 연구의 한계로 판단된다.

또한 대부분의 정보가 지하철역의 위치, 시간, 연령대만 나타내고 있어 환승 후 진출, 진입하는 버스정류장의 위치에 대한 정보는 없다. 통근통행은 최대 2시간이 걸리는 이동형태로 역 주변에 거주하지 못하거나 목적지가 역 주변에 없어, 버스환승을 이용해 통근을 하는 사람이 많으므로 버스정류장의 위치는 실제 통근통행행태를 파악하는데 중요한 정보일 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 7호선 이용객들의 유형을 정확한 버스정류장의 위치와 버스 사용 유무에 따른 이동시간 측정을 위해 각각 Type A, B, C, D로 나누었으며 각 유형에 대한 설명은 다음과 같다.

Table 3. Set Criteria By Type

	Bus Entry	Subway Boarding	Subway Stopping	Bus Exit
Type A	-	0	0	-
Type B	0	0	0	-
Type C	-	0	0	0
Type D	0	0	0	0

첫째, Type A(Sub-Sub)는 지하철 단일 사용으로 지하철역까지 보행으로 접근 후에 승차하고 지하철역에서 하차 후에 목적지까지 보행으로 접근하는 것을 말한다.

둘째, Type B(Bus-Sub-Sub)는 버스탑승 후 지하철역까지 버스로 접근한 후에 지하철로 환승, 승차하고 지하철역에서 하차 한 후에 목적지까지 보행으로 접근하는 것을 말한다.

셋째, Type C(Sub-Sub-Bus)는 지하철역까지 보행으로 접근한 후에 승차하고 지하철 역에서 하차 한 후에 버스로 환승, 목적지까지 버스로 접근하는 것을 말한다.

넷째, Type D(Bus-Sub-Sub-Bus)는 버스탑승 후 지하철역까지 버스로 접근한 후에 지하철로 환승, 승차하고 지하철역에서 하차 한 후에 버스로 환승, 목적지까지 버스로 접근하는 것을 말한다.

위 유형에서 지하철과 지하철 사이의 환승은 고려하지 않았으며 2018.04.25 7호선 통근시간 이용객 승하차 자료를 기준으로 지하철역 이용고객 수, 버스정류장 위치를 조사하였다. 2018년 4월 25일 자료를 사용한 이유는 보유하고 있는 데이터 중 가장 많

은 빈도수를 나타내는 일시를 선택하였기 때문이다.

3.2 지하철 7호선 출발·도착 거점역 4개소 정리

3.2.1. 데이터 특성 분석: 7호선 이동경로 및 기능

앞서 언급된 4개의 유형별로 정리하기에 앞서 현재 7호선은 인천지역-서울 서남권-서울 동남권-서울 동북권역을 연결하는 대중교통을 수행하고 있다. 따라서 각 지역, 권역별로 거점이 되는 부분을 하나씩 선택하여 유형별로 정리하였다. 해당역은 부평구청역, 가산디지털단지역, 청담역, 마들역으로 아래와 같다. 4개의 역은 서남권, 동북권, 동남권을 대표하는 역사로 볼 수 있어 선택되었고 승하차 빈도수가 상대적으로 평균 이상인 역사들이다.



Figure 1. Location by line 7
(Bas Map Source: 2019, Kakao Map)

3.2.2. 데이터 특성 분석: 7호선 주요역 별 승객 유형

각 역은 7호선 인천, 서울 권역별 이용량이 많은 역으로, 왼쪽부터 인천지역에 부평구청역, 서울 서남권역에 가산디지털단지역, 서울 동남권역에 청담역, 서울 동북권역에 마들역을 선정하였다. 각 4개의 역을 유형별로 조사한 결과 전체 유형 중 Type A가 총 통행량의 63%를 차지하고 있었으며 그 뒤를 따라 Type B 22%, Type C 10%, Type D가 5%를 차지하고 있었다. 통근시간 특성상 환승이 많지 않은 Type A가 가장 많은 비율을 차지하고 있음을 알 수 있다.

앞서 나온 결과로 도출해 낼 수 있는 결과는 다음과 같다. 4개역 Type A의 평균에 비해 많은 수치인 75%를 차지하고 있는 마들역은 주거지나 목적지가 역 근처에 있다고 예상할 수 있고, Type B의 평균을 선회하는 31%, 37%를 차지하고 있는 부평구청역, 가산디지털단지역은 다른 역들에 비해 주거지가 넓게 분포하고 있음을 예상할 수 있다.

또한 Type B 보다 Type C의 비율이 높은 마들역은 목적지의 성격이 강함을 예상할 수 있고, Type D는 환승이 가장 많고 통근시간의 변수가 많은 만큼 모든 역에서 낮은 비율을 보이고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 4. The Number of Passenger Types and Ratio by Main Stations of Line 7

	Buypeong-gu Office Station (Ratio by type)	Gasan Digital Complex Station (Ratio by type)	Cheongdam Station (Ratio by type)	Madeul Station (Ratio by type)	Total
Type A (Sub-Sub)	2,967 (52%)	891 (50%)	1,018 (69%)	4,391 (75%)	9,267
Type B (Bus-Sub-Sub)	1,771 (31%)	658 (37%)	261 (18%)	517 (9%)	3,207
Type C (Sub-Sub-Bus)	584 (10%)	139 (7%)	139 (9%)	744 (13%)	1,606
Type D (Bus-Sub-Sub-Bus)	341 (6%)	102 (6%)	47 (4%)	168 (3%)	658
Total	5,663	1,790	1,465	5,820	14,738

Data Source: 2018. KRRI

4. 7호선 출발/도착역 15개소 사용현황

4.1 7호선 출발/도착역 15개소 사용현황 분석

수도권 지하철 7호선 역 중 2018년 4월 25일 승객별 승·하차 빈도와 입지지역을 기준으로, 각각 총 15개소의 출발역과 도착역을 선정하였다. 이들 역에 대한 승하차 인원 및 승·하차 위치 현황을 검토하기 위하여 승객별 대중교통(버스, 지하철 7호선) 위치 데이터를 ArcGIS를 활용하여 분석하였다. 선행연구고찰 결과 지하철역 통행유형에 대한 연구와 승하차역 주변 역세권 토지이용 비율에 대한 관계, 역세권에서 일어나는 활동에 관해 연구가 많이 수행되어 왔다.

4.2 출발역 15개소

4.2.1. 소요시간

승차빈도와 입지지역을 고려하여 선정한 출발역 15개소에 대한 소요시간을 측정하기 위해 이용객 중 버스를 이용하여 역에 접근한 후 환승한 승객에 대한 데이터를 분석하였다. Type 별 최대 소요시간의 경우 2시간 이상은 통근시간이 아니라고 판단하여 데이터에서 제외하였고, 분석에 대한 결과는 다음 아래와 같다. 출발역 15개소의 데이터 분석 결과 다른 역에 비하여 높은 승차빈도를 나타내었다.

4.2.2. 승차 현황

출발역 15개소에 대한 승객별 버스 승차 현황 및 빈도를 분석하기 위하여 버스정류장의 위치와 이용객 수를 분석하였다. 유형별로 구분하여 버스 승차지점의 분포도와, 역을 기준으로 정차와

Table 5. Commute Time at 15 Departure Stations

Departure Station	Type B			Type D		
	Min. Time	Max. Time	Avg. Time	Min. Time	Max. Time	Avg. Time
1. Gwangmyeong sageori	10 mins	1hrs 59mins	46 mins	17 mins	1hrs 55mins	52 mins
2. Cheolsan	9 mins	1hrs 57mins	47 mins	13 mins	1hrs 59mins	56 mins
3. Hagye	11 mins	1hrs 59mins	49 mins	21 mins	1hrs 56mins	58 mins
4. Myeonmok	11 mins	1hrs 48mins	42 mins	22 mins	1hrs 47mins	51 mins
5. Sindaebang samgeori	10 mins	1hrs 58mins	37 mins	14 mins	1hrs 45mins	47 mins
6. Junggye	13 mins	1hrs 59mins	50 mins	26 mins	1hrs 43mins	59 mins
7. Sagajeong	10 mins	1hrs 56mins	42 mins	24 mins	1hrs 59mins	51 mins
8. Madeul	10 mins	1hrs 57mins	48 mins	16 mins	1hrs 51mins	54 mins
9. Sangbong	10 mins	1hrs 58mins	47 mins	22 mins	1hrs 56mins	57 mins
10. Bupyong-gu Office	10 mins	1hrs 59mins	1hrs	19 mins	1hrs 57mins	1hrs 8mins
11. Onsu	6 mins	1hrs 59mins	44- mins	12 mins	1hrs 49mins	52 mins
12. Gunja	12 mins	1hrs 49mins	39 mins	22 mins	1hrs 54mins	49 mins
13. Jangseung baegi	10 mins	1hrs 43mins	33 mins	21 mins	1hrs 35mins	47 mins
14. Chunui	8 mins	1hrs 57mins	51 mins	16 mins	1hrs 44mins	59 mins
15. Cheongdam	9 mins	1hrs 39mins	33 mins	19 mins	1hrs 42mins	51 mins

Type B: (Bus-Sub-Sub) Type D: (Bus-Sub-Sub-Bus)

배차시간 등을 고려한 반경 3km 범위 (20분 이내)를 설정하여, 전체 인원에 대비한 반경 내 버스 이용자의 비율을 살펴보고자 하였다.

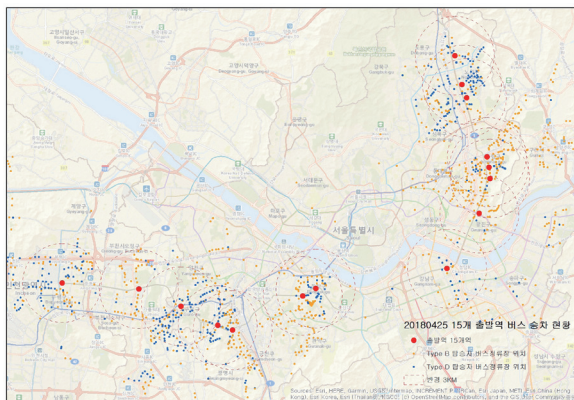


Figure 2. Status of bus stops by users at 15 departure stations

Table 6에서 보듯이 대략 80% 이상의 사용자가 역 주변 반경 3km 이내에서 접근하는 것을 파악할 수 있었고 이는 결국 버스

및 도보를 포함한 교통수단으로 승차역 접근 시 약 20분 이내의 거리가 주된 통행거리임을 파악할 수 있다. 즉, 버스 및 지하철 환승을 통해 출근하는 많은 사용자의 경우 지하철 탑승에 소요되는 시간과 더불어 역사에 접근을 위해 소요되는 시간도 적지 않음을 파악할 수 있었다. 이는 향후 지하철 역사 계획 시 역사로의 접근성 및 접근 수단의 다양화와 같은 전략에 활용될 수 있을 것이다.

Table 6. The Number of Users within 3km Radius of 15 Departure Stations

Departure Station	Type B			Type D		
	A. Total Users	B. Users within 3km	B/A Ratio (%)	A. Total Users	B. Users within 3km	B/A Ratio (%)
1. Gwangmyeong sageori	2,598	1,900	73%	469	375	80%
2. Cheolsan	578	510	88%	3,014	2,546	84%
3. Hagye	1,279	1,243	97%	334	325	97%
4. Myeonmok	1,636	1,628	99%	375	375	100%
5. Sindaebang samgeori	1,050	1,000	95%	180	177	98%
6. Junggye	774	754	97%	186	181	97%
7. Sagajeong	898	794	88%	225	193	86%
8. Madeul	502	499	99%	163	162	99%
9. Sangbong	1,896	1,485	78%	384	323	57%
10. Bupyong-gu Office	1585	780	49%	314	179	57%
11. Onsu	2,546	2,191	86%	444	392	88%
12. Gunja	310	249	80%	85	79	93%
13. Jangseung baegi	454	440	97%	73	73	100%
14. Chunui	669	657	98%	125	123	98%
15. Cheongdam	232	194	98%	46	39	85%

Data Source: 2018. KRRI

4.3 도착역 15개소

4.3.1. 소요시간

하차빈도가 높은 도착역 15개소에 대한 소요시간을 측정하기 위해 이용객 중 최종목적지역에 버스로 환승하여 하차한 승객들을 대상으로 하여 분석하였다. Type 별 최대 소요시간의 경우 2시간 이상은 통근시간이 아니라고 판단하여 데이터에서 제외하였고, 분석에 대한 결과는 다음 아래와 같다.

Table 7. Commute Time at 15 Arrival Stations

Arrival Station	Type C			Type D		
	Min. Time	Max. Time	Avg. Time	Min. Time	Max. Time	Avg. Time
1. Gasan Gigital Complex	8mins	1hrs 45mins	34mins	13mins	1hrs 50mins	44mins
2. Cheongdam	9mins	1hrs 45mins	40mins	23mins	1hrs 52mins	54mins
3. Hak-dong	13mins	1hrs 42mins	44mins	19mins	1hrs 46mins	58mins
4. Nonhyeon	8mins	1hrs 51mins	46mins	24mins	1hrs 59mins	59mins
5. Gangnam-Gu Office	12mins	1hrs 35mins	41mins	19mins	1hrs 58mins	54mins
6. Namguro	12mins	1hrs 59mins	34mins	17mins	1hrs 24mins	39mins
7. Express Bus Terminal	16mins	1hrs 45mins	48mins	26mins	1hrs 59mins	1hrs 4mins
8. Naebang	9mins	1hrs 26mins	41mins	19mins	1hrs 56mins	55mins
9. Konkuk Univ.	15mins	1hrs 51mins	48mins	28mins	1hrs 49mins	1hrs 2mins
10. Chunui	7mins	1hrs 42mins	29mins	13mins	1hrs 49mins	39mins
11. Isu	13mins	1hrs 33mins	39mins	19mins	1hrs 45mins	48mins
12. Sinjung-dong	11mins	1hrs 55mins	30mins	20mins	1hrs 51mins	42mins
13. Onsu	11mins	1hrs 53mins	34mins	17mins	1hrs 56mins	40mins
14. Banpo	15mins	1hrs 37mins	44mins	27mins	1hrs 49mins	1hrs
15. Bupyong-gu Office	12mins	1hrs 42mins	44mins	17mins	1hrs 42mins	52mins

Type C: (Sub-Sub-Bus) Type D: (Bus-Sub-Sub-Bus)

4.3.2. 승차 현황

도착역 15개소에 대한 승객별 버스 승차 현황 및 빈도를 분석하기 위하여 버스정류장의 위치와 이용객 수를 ArcGIS를 활용하여 분석하였다. 유형별로 구분하여 버스 하차지점의 분포도와, 역을 기준으로 정차와 배차시간 등을 고려한 반경 3km 범위(20

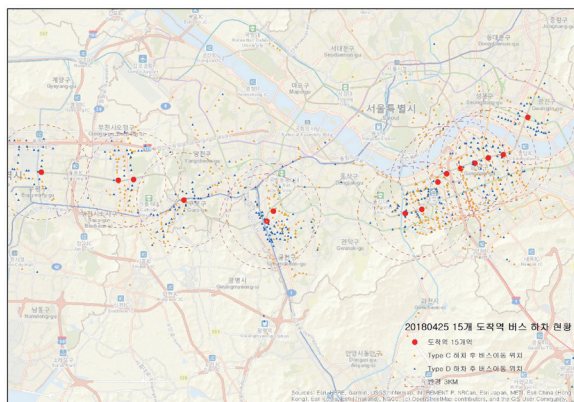


Figure 3. Status of bus stops by users at 15 arrival stations

분 이내)를 설정하여, 전체 인원내 대비한 반경 내 버스 이용자의 비율을 살펴보고자 하였다.

출발역과 마찬가지로 상당히 높은 수의 사용자가 도착역 기준 반경 3km 이내의 범위에서 움직임이 끝나는 것을 관찰할 수 있는데 이는 결국 출발역과 유사하게 도착 후 약 20분 정도의 이동이 추가로 발생하는 경우가 있음을 의미한다. 즉, 출발역과 같이 도착 후 end-mile에 대한 계획을 통해 종착역 이후의 이동성 확장 및 접근성 향상에 대한 계획에 활용될 수 있다.

Table 8. The Number of Users within 3km Radius of 15 Arrival Stations

Arrivals Station	Type B			Type D		
	A. Total Users	B. Users within 3km	B/A Ratio (%)	A. Total Users	B. Users within 3km	B/A Ratio (%)
1. Gasan Gigital Complex	715	687	96%	417	408	98%
2. Cheongdam	914	905	99%	914	905	99%
3. Hak-dong	1,208	1,113	92%	399	367	92%
4. Nonhyeon	1,359	1,162	86%	443	394	92%
5. Gangnam-Gu Office	718	705	98%	342	340	99%
6. Namguro	283	262	84%	128	124	96%
7. Express Bus Terminal	296	255	86%	106	90	85%
8. Naebang	575	569	99%	278	276	99%
9. Konkuk Univ.	161	135	84%	78	70	89%
10. Chunui	346	341	98%	176	174	98%
11. Isu	206	180	87%	82	79	98%
12. Sinjung-dong	298	281	94%	132	131	99%
13. Onsu	404	336	83%	172	154	89%
14. Banpo	203	170	84%	58	50	86%
15. Bupyong-gu Office	184	85	46%	92	63	68%

Data Source: 2018. KRRI

출/도착역 15개소가 포함된 전체 현황 맵을 통하여 이용자들의 패턴을 분석하기에 어려움이 있으나, 버스정류장의 분포도를 확인할 수 있으며, 각 역에 대한 유형별 맵을 통하여 정밀한 분포도와 반경 내 이용자 비율을 파악할 수 있었다. 이용객 수에 비율이 높은 역에 대하여 인구, 지가, 사업체 등의 사회경제적 현황을 비교 검토한다면 급행열차 정류장 입지 선정 등의 연구에 활용가능 할 것으로 보인다.

5. 7호선 중심역의 사회경제적 현황

5.1 7호선 중심역의 사회경제적 현황

앞서 7호선의 15개소 역 중 출발, 도착 거점역 4개소에 대하여 이용현황을 비교 검토하였다. 출발역에 해당하는 부평구청역과 마들역을 중심으로 인구밀도를 조사하였고, 도착역에 해당하는 가산디지털단지역과 청담역을 중심으로 사업체 수 와 종사자 수 를 조사하였다.

5.1.1 부평구청역 주변 3km 인구밀도 현황

출발역으로는 부평구청역과 마들역을 선정하여 범위를 3km 이내로 한정하고, 출발역의 경우 거주지로 판단하여 인구밀도를 중심으로 조사하였다.

부평구청역 3km내 해당하는 행정구역인 인천 부평구와 김포 계양구, 부천 원미구의 인구밀도를 검토하였고, 원미구의 평균 인구밀도는 248.58(인/ha)로 가장 높게 나타났으며 부평구(193.37), 계양구(142.85)가 그 뒤를 이었다. 부평구청역 3km이내의 평균 인구 밀도는 185.92(인/ha)로 나타났다.

5.1.2 마들역 주변 3km 인구밀도 현황

마들역의 경우 노원구와 도봉구가 3km 이내에 위치해 있었으며 도봉구의 평균 인구밀도는 283.23(인/ha)로 가장 높았고 노원구는 160.99(인/ha)로 나타났다. 마들역 3km이내의 평균 인구밀도는 196.69(인/ha)로 나타났다.

부평구청역과 마들역 인근 3km 이내의 평균밀도 모두 2018년 기준 서울시 인구밀도(166.04인/ha)보다 높다고 볼 수 있고, 이는 부평구청역과 마들역 인근이 주거지역으로 출발역으로서 인구밀도가 높은 지역으로 판단된다. 향후 출발역으로의 분석을 위

Table 9. Conditions of Population Density of 3km around Bupyeong-gu Office Station and Maddle Station

Station	Administrative Divisions within 3km	Population	Area(ha)	Population density average (pop/ha)
Bupyeong-gu Office Station	Bupyeong-gu	540,672	2,769	193.37
	Gyeyang-gu	143,998	1,008	142.85
	Wonmi-gu	89,492	360	248.58
	Total	774,162	4,164	185.92
Maddle Station	Nowon-gu	357,570	2,221	160.99
	Dobong-gu	259,439	916	283.23
	Total	617,009	3,137	196.69

Data Source: 2018. Kosis

해 인구밀도와 주요 출발역과의 상관관계 분석이 필요할 것으로 판단된다.

5.1.3 가산디지털단지역 주변 3km 사업체 수 현황

도착역으로는 가산디지털단지역과 청담역을 선정하여 지역 범위를 3km 이내로 한정하고 사업체 수 현황을 조사하였다. 이는 본 조사에 따라 도착역을 직장의 위치로 판단하고 사업체 수를 조사한 결과 가산디지털단지역의 경우 서울시 구로구, 금천구, 관악구, 동작구, 영등포구, 광명시가 3km 이내에 위치해 있었다. 사업체 수는 구로구가 28,464개로 가장 높았으며 금천구(22,810), 광명시(12,108), 영등포구(4,649), 금천구(3,813), 동작구(1,052)가 뒤를 이었다. 가산디지털단지역 3km 이내의 총 사업체수는 72,896개이며 종사자 수는 총 453,068인으로 나타났다.

5.1.4 청담역 주변 3km 사업체 수 현황

청담역의 경우 서울시 강남구, 송파구, 성동구가 3km 이내에 위치해 있었다. 사업체 수는 강남구가 59,824개로 가장 높았으며 성동구(9,409),광진구(6,547),송파구(3,996)가 뒤를 이었다. 청담역 3km 이내의 총 사업체수는 79,776개이며 종사자 수는 총 707,688인으로 나타났다.

가산디지털단지역과 청담역 인근 3km 이내의 사업체 수는 모두 2017년 서울시 자료에 의한 서울시 평균 사업체 수(32,914)보다 높다고 볼 수 있고, 이는 가산디지털단지역과 청담역 인근이

Table 10. Conditions of Business of 3km around Gasan Digital Complex Station and Cheongdam Station

Station	Administrative Divisions within 3km	The Number of businesses	The Number of workers
Gasan Digital Complex Station	Guro-gu	28,464	170,431
	Geumcheon-gu	22,810	196,709
	Gwanak-gu	3,813	14,113
	Dongjak-gu	1,052	4,104
	Yeongdeungpo-gu	4,649	18,891
	Gwangmyeong	12,108	48,820
	Total	72,896	453,068
Cheongdam Station	Gangnam-gu	59,824	577,342
	Songpa-gu	3,996	28,702
	Gwangjin-gu	6,549	27,325
	Seongdong-gu	9,409	74,319
Total	79,776	707,688	

Data Source: 2017, Data Seoul

업무 중심지역으로 본 연구에 따라 도착역으로서 사업체 수 및 종사자 수가 많은 지역으로 판단된다.

출발역과 마찬가지로 주요 종착역과 사업체의 물리적인 수 및 사업체 종류와의 상관관계를 분석하여 종착역에 대한 보다 심도 있는 분석이 필요할 것으로 보인다.

6. 향후 연구 진행 방향 및 결론

분석결과에서 보이듯 지하철 7호선 출근시간 통근특성을 보면 몇 개의 역에 집중적으로 유동인구가 몰리는 현상을 이해할 수 있다. 이는 15개의 역이 갖고 있는 사회경제적 특징으로 파악할 수 있는데 주변 사회기반시설 및 다양한 사업체, 인구밀도 등의 상관관계로 짐작할 수 있다. 따라서 각 역의 주변상황에 대한 이해를 도모하고 그 이해를 통한 보다 진보된 사회기반 시설의 계획 및 구현을 통해 효율적인 도시 관리가 가능할 것이다. 본 연구의 분석 결과를 바탕으로 다음의 3가지 측면으로 확장할 수 있을 것으로 사료된다.

6.1 중심역의 사회경제상황 파악을 통한 집중현상 분석

출발 및 도착 각 15개역과 같은 경우 유동인구의 집중도가 상당히 높는데 그 원인에 대한 면밀한 분석을 통한 탄력적인 지하철 및 사회기반시설 활용이 필요할 것으로 판단된다. 다른 역에 비해 많은 유동인구를 보유한 지역인 만큼 확장된 수요를 수용할 수 있는 사회기반시설들, 교통수단의 다양화, 공유교통의 가능성, 핵심시설과의 교통연계 등과 같은 추가적인 계획을 추구할 수 있을 것으로 판단된다.

아울러 30여개 역까지의 평균 소요시간 및 평균 이동거리와 연계된 데이터의 활용은 궁극적으로 수도권 집중에 대한 다양한 원인을 파악할 수 있을 것이며 이를 통해 수도권 집중식 도시계획을 골고루 분산시킬 수 있는 근본적인 대안을 제안할 수 있을 것이다. 현재까지 막연하게 논의된 수도권 집중에 대한 원인을 지하철 사용 빅데이터 및 중심역 주변 사회경제 데이터와의 혼용을 통해 보다 구체적인 분석이 가능해질 것으로 판단된다.

6.2 토지이용 및 부동산 실거래가와와의 관계를 통한 상관관계 분석

중심역 30개소의 사회경제 데이터를 파악함에 있어 그 지역 토지이용 및 부동산 실거래가격과의 관계를 살펴볼 수 있다면 중심지역까지의 통근시간과 부동산과의 관계 및 토지이용의 다양성과 통근시간 관용도와의 관계 등 다양한 분석이 가능하리라 판단된다. 현재 다양한 부동산과 교통에 대한 연구가 구축되어 있는데 이와 같이 실증 빅데이터를 활용한 연구는 아직 시도되지 않은 부분이

있으므로 학문적으로 관계가 있다고 믿어온 토지거래가와 교통시간과의 관계를 과학적으로 검증해 볼 수 있는 귀중한 기회가 될 것으로 판단된다.

본 데이터와 같이 양질의 자료가 확보된 상황에서 토지거래가와 및 토지이용과의 관계 분석 및 기타 다양한 다른 데이터와의 상관관계 분석은 수도권에 밀집된 사회기반시설의 보다 효율적인 활용에 대한 실증자료를 제공할 수 있을 것이며 궁극적으로 보다 지속 가능한 투자 및 도시계획을 이를 근간으로 활용될 수 있다.

6.3 7호선 이외의 노선으로의 확대

본 연구의 분석은 수도권 지하철 총 23개 노선 중 7호선 단일 노선만을 대상으로 실시한 것으로 수도권 교통에 대한 전반적 행태분석으로 보기엔 다소 무리가 있다. 7호선에 위치한 역들이 수도권 교통에서 집중적인 위치를 차지하는 상황이다 하더라도 수도권 교통흐름 전체를 파악하기엔 부족한 것이 현실이다. 따라서 향후 연구과제에서 7호선 단일 노선만이 아닌 수도권 노선 전역에 걸친 분석이 실행될 수 있다면 보다 포괄적이고 완성도 높은 통근행태 분석이 가능할 것으로 판단된다.

이는 데이터의 가용성, 접근성 등과 밀접하게 연관된 문제로 23개 노선 전부를 한꺼번에 처리하기에는 다소 무리라 판단되어 7호선을 시작으로 인접한 노선 및 역사적 운영기록을 갖고 있는 2,3,4호선 등과의 연계를 통해 점진적으로 확대하여 시행하면 연구결과와 의 완성도 및 이해도를 증진시킬 수 있을 것으로 판단된다.

7. 감사의 글

본 연구는 한국철도기술연구원 주요사업비 지원으로 수행되었습니다.

References

- Beak, J. W., Lee, B. J., Yoo, H. S. (2018). An Economic Efficiency Analysis for Hyperloop, The Korean Society For Railway, pp. 178-179.
- Jo, M. S. (2013). Study on Relationship Between Mixed Land-Use Characteristics and Time-Based Patterns of Users in The Surrounding Areas of Seoul Subway Stations, Hanyang University.
- Kim, J. Y., Lim, S. Y., Choo, S. H., Park, I. K. (2015). Analysis of Transit Ridership Patterns and Influencing Factors in Seoul, The Korea Transport Institute, 87, pp. 49-65.

- Kim, K. H., Oh, K. H., Lee, Y. K., Jung, J. Y. (2013). Discovery of Travel Patterns in Seoul Metropolitan Subway Using Big Data of Smart Card Transaction Systems, *The Journal of Society for e-Business Studies*, 18(3), pp. 211–222.
- Lee, M. Y., Kim, J. H. (2016). Analysis of Transit Passenger Movements within Seoul–Gyeonggi–Incheon Area using Transportation Card, *J. Korea Inst. Intell. Transport. Syst.*, 15(5), pp. 12–19.
- Lee, M. Y., Shin, S. I., Kim, B. W. (2018). An Analysis Model on Passenger Pedestrian Flow within Subway Stations – Using Smart Card Data –, *J. Korea Inst. Intell. Transport. Syst.*, 17(6), pp. 14–24.
- Lim, Y. T., Park, C., Kim, D. S., Eom, J. K., Lee, J. (2012). Estimating Trip Distribution Model by Using Transit Card Data, *The Korea Transport Institute*, 19(2), pp. 1–11.
- Park, J. S., Kim, H. S., Lee, K. S. (2010). Classification of Subway Trip Patterns from Smart Card Transaction Databases, *The Korea Contents Society*, 10(12), pp. 91–100.
- Park, J. S., Lee, K. S., (2015). Time–distance Accessibility Computation of Seoul Bus System based on the T–card Transaction Big Databases, *Journal of the Association of Korean Geographers*, 18(4), pp. 539–555.
- Park, S. J., Koo, D. H. (2016). Spatial Travel Patterns of Subway Passengers in Busan, Korea, *The Geographical Journal of Korea*, 50(3), pp. 336–348.
- Shin, I. H. (2012). An Analysis of Activity Centers by age groups based on commuting patterns in seoul Metropolitan Subway, Hanyang University.
- Song, J. Y., Eom, J. K., Park, J. H., Kim, D. S., Choi, M. H. (2011). Analysis of Passenger Transfer Patterns Based on Transit Smart Card Data in Seoul, *The Korean Society For Railway*, pp. 563–573.