

도시철도역별 이용수요의 영향요인에 관한 연구

이찬휘 · 윤대식*

영남대학교 도시공학과

Analysis of Factors Affecting Rail Transit Ridership at Urban Rail Stations

LEE, Chan Hwi · YUN, Dae Sic*

Department of Urban Planning and Engineering, Yeungnam University, Gyeongbuk 712-749, Korea

Abstract

This paper analyzes factors affecting rail transit ridership at urban rail stations of the Daegu Metropolitan City in 2011. Rail transit ridership is analyzed by dividing weekdays and weekends in order that their differences may be observed. The data used in this study includes various explanatory variables, such as floor area which was collected from building ledger and GIS cadastral map, number of bus routes(line) possible to transfer from urban rail transit, number of students enrolled in middle and high schools, and universities located in access areas of rail transit. For this study, multiple regression models are estimated including various explanatory variables affecting rail transit ridership of weekdays and weekends. From the study, the number of statistically significant explanatory variables and the relative effect of each variable are shown to be different between weekdays and weekends.

본 연구는 2011년도 대구광역시 도시철도역별 승하차 인원수 자료를 사용하여 도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 이를 위해 도시철도 이용수요가 주중과 주말에 차이가 있음을 확인하고, 주중과 주말로 구분하여 분석하였다. 본 연구의 분석을 위해 건축물대장과 GIS 지적도를 확보하여 도시철도 역세권의 용도별 건축물의 연상면적 자료를 구축하였고, 그 외에 도시철도 역세권내 환승이 가능한 버스노선수, 중·고등·대학교 학생수 자료를 구축하였다. 이렇게 구축된 자료들을 바탕으로 주중과 주말의 도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 설명변수들을 포함하여 다중회귀모형을 추정하였다. 본 연구의 분석결과 주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형에서 채택된 설명변수의 수와 설명변수들의 상대적인 영향력이 다소 다른 것으로 확인되었다.

Keywords

access area of rail transit, land use, rail transit ridership, TOD(Transit Oriented Development), urban rail stations
역세권, 토지이용, 도시철도 이용수요, 대중교통중심개발, 도시철도역

* : Corresponding Author
dsyun@yu.ac.kr, Phone: +82-53-810-2431, Fax: +82-53-810-4623

Received 13 January 2014, Accepted 1 April 2014

© Korean Society of Transportation
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

1. 연구의 배경 및 목적

1970년대 이후 급속한 경제성장으로 인해 인구나 자동차의 수요가 급격하게 증가하고, 몇몇 대도시로의 인구집중으로 인해 도로교통혼잡, 환경문제 등의 문제가 대두되었다. 또한 최근 유가급등으로 인해 대중교통 이용 활성화가 정책당국과 지방자치단체의 관심사가 되고 있다. 이러한 고민의 결과로 대중교통중심개발(TOD: Transit Oriented Development)의 개념이 현실에 많이 적용되고 있다.

대중교통중심개발은 도시철도 역세권이나 버스정류장 주변지역 등과 같은 대중교통 요충지에 고밀도 도시개발을 유도하여 시민들의 승용차 의존도를 줄이고, 대중교통 이용을 활성화하는 목적을 가진다. 이러한 대중교통 중심개발로 대중교통수단의 수송분담률을 높인다면 궁극적으로 도로교통혼잡을 완화하고 에너지 소비를 줄일 수 있다.

특히 대량수송이 가능한 도시철도의 경우 다른 교통수단과 비교해 볼 때 환경적인 측면과 에너지 소비적인 측면에서 큰 이점을 가지고 있다. 그러나 도시철도의 건설은 막대한 비용과 시간의 소요, 건설 이후 노선변경의 불가능 등의 제약요소도 있으므로 신중한 계획이 필요하고, 특히 정확한 이용수요의 예측이 필요하다.

일반적으로 도시철도 수요예측을 위한 방법은 통행발생(trip generation), 통행분포(trip distribution), 교통수단 선택(modal choice), 통행배정(trip assignment)의 과정을 거치는 전통적인 교통수요예측 방법인 4단계 교통수요모형을 준용하고 있다. 또한 도시철도 수요예측을 위한 교통준은 인구, 고용자수 등과 같은 사회경제적 자료의 획득이 용이한 행정동 단위를 기준으로 설정되고 있다. 그러나 행정동 단위의 교통준 설정은 토지의 용도 및 밀도 등에 따라 다양한 활동이 이루어지고 있는 역세권의 특성을 반영하지 못하는 한계를 가지고 있고, 하나의 교통준에 2개 이상의 도시철도역이 포함될 경우 발생하는 수요할당 문제와 과다예측의 위험성도 내포하고 있다.

본 연구에서는 전통적인 교통수요예측의 첫 번째 단계인 통행발생(trip generation) 부분에 한정하여 연구를 진행하고자 하였으며, 기존 도시철도 이용수요 예측 방법의 문제점을 보완하기 위한 방법으로 교통준 기준이 아닌 역세권을 기준으로 하여 도시철도역별 이용수요에

영향을 미치는 요인을 분석하고자 하였다. 그리고 도시철도 이용수요가 주중과 주말에 차이가 있음을 확인하고, 주중과 주말의 도시철도역별 이용수요를 종속변수로 하여 이에 영향을 미치는 다양한 설명변수들(역세권의 용도별 건축물 연면적, 사회경제적 특성 등)을 활용하여 도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 요인을 분석하고자 하였다.

본 연구를 통해 역세권 자료를 기반으로 한 도시철도 수요예측모형의 개발과 도시철도 역세권 개발 및 교통정책 등에 유용한 정보와 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 분석하기 위해 2개의 도시철도 노선이 운영되고 있는 대구광역시를 사례지역으로 하여 연구를 수행하였다. 분석을 위해 2011년도 대구도시철도 1호선과 2호선 55개역(1호선과 2호선의 환승역인 반월당역 통합)의 이용수요(365일간 연중 요일별 승하차 인원)에 대한 자료(대구 도시철도공사 제공)를 획득하였다. 가장 최근 연도인 2012년 자료의 획득도 가능하지만, 2012년 9월 대구도시철도 2호선의 경산연장으로 인한 경산지역 3개 역의 추가 개통으로 연중 비교의 의미가 없는 것으로 판단하였다.

또한 도시철도역별 이용수요에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인들에 대한 자료를 획득하기 위해 대구광역시 건축물대장과 GIS 지적도를 확보하여 55개 도시철도 역세권의 용도별 건축물의 연상면적 자료를 구축하였고, 그 외에 도시철도 역세권내 환승이 가능한 버스노선수, 역세권내 중·고등·대학교 학생수 등의 자료를 구축하였다. 이렇게 구축된 자료들을 바탕으로 도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 다양한 설명변수들을 포함하여 회귀모형(regression models)을 추정하였다.

마지막으로 분석결과를 요약한 후 본 연구의 한계와 향후과제를 제시하였다. 본 연구에서는 공간정보 활용을 위해 ArcView GIS 3.3과 ArcGIS 9.0 프로그램을 사용하였고, 회귀모형 추정을 위해 SPSS 21 프로그램을 사용하였다.

선행연구 검토

도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 요인 분석과

관련된 국내 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다.

Sung et al.(2005)는 요일별 시간대별 지하철역의 이용인구를 중심으로 서울시의 역세권을 유형화한 후 이를 토대로 토지이용특성과의 연관성을 살펴보았다. 역세권 유형화를 위하여 지하철역 이용특성 자료를 이용하여 요인분석(factor analysis)을 실시하였으며, 토지이용특성과의 연관성을 파악하기 위하여 다차원척도법을 사용하였다. 그러나 이 연구에서는 서울시 역세권의 유형화에 초점을 둔 이유로 말미암아 요일별 시간대별 지하철역 이용인구의 영향요인을 규명하기 위한 인과관계의 분석은 미흡하였다.

Sung et al.(2006)는 고밀 도시(서울시)에서 토지이용과 통행패턴의 연관성을 분석하기 위해 서울시 역세권(500m)을 사례지역으로 하여 통행수단간 분담율의 비(比)를 종속변수로 하고, 역세권내 개발밀도, 토지이용 불균형지수(복합적 토지이용의 정도를 나타내기 위해 개발한 지수), 직주균형지수(거주자수/고용자수)를 설명변수로 하는 다중회귀분석을 실시하였다. 그리고 이러한 분석결과를 토대로 하여 역세권을 중심으로 한 토지이용 전략의 방향(정책적 시사점)을 제시하였다.

Park et al.(2007)는 기존의 고밀화된 서울시의 역세권에 대해서 역세권의 개발밀도를 산정하고, 역세권의 개발밀도와 이용자수의 상관관계를 분석함으로써 고밀의 토지이용이 대중교통 이용에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보았다. 이러한 연구를 위해 서울 지하철 4호선을 대상으로 지하철 역세권의 범위를 500m로 설정하고, 토지대장과 지적도, 건축물대장을 이용하여 개별 역세권 500m 안의 개발밀도를 산정하였고, 2006년 5월 평일 평균이용자수를 이용하여 개발밀도와 이용자수의 상관관계를 분석하였다. 또한 높은 개발밀도에 낮은 이용자 또는 낮은 개발밀도에 높은 이용자의 성격을 가진 역을 대상으로 도보접근시간을 산정하여 그 분포를 살펴보았다.

Lee et al.(2007)는 서울시를 포함한 수도권지역에서 가장 높은 수송분담율을 차지하고 있는 지하철망 상 통행흐름의 시·공간적 구조를 밝히고, 이러한 통행흐름과 토지이용의 관계를 분석하였다. 이러한 연구를 위해 2004년 7월 서울시 대중교통체계 개편 이후 축적되어온 교통카드 DB에서 매년 하루치의 통행거래자료를 이용하였으며, 하루를 아침 출근시간대, 낮 시간대, 저녁 퇴근 시간대로 구분하여 시간대별 통행흐름의 공간적 특징을 비교 분석하였다. 또한 수도권 지하철 통행흐름과 토지이용의 관계를 밝히기 위해 시간대별 각 역의 통행량과

주변지역의 토지이용상태를 반영하는 42개의 지리적 속성변수들에 대해 다중회귀분석을 실시하여 시간대별 출발 통행흐름과 도착 통행흐름과의 관계를 설명하는 함수식을 도출하였다.

Sung et al.(2008)는 TOD(Transit Oriented Development)의 주요 구성요소인 밀도(density) 및 다양성(diversity) 등의 토지이용특성과 가로망 및 건물형성 등의 도시설계특성이 대중교통 이용에 미치는 영향을 서울시 215개 지하철 역세권을 대상으로 실증적으로 분석하였다. 종속변수는 일일 대중교통 이용수요(지하철과 버스의 승차인원)로 설정하고, 설명변수로는 토지이용특성과 도시설계특성을 대변하는 총 32개의 계획요소를 도출한 다음 요인분석을 실시하여 7개의 요인으로 압축한 후, 다중회귀분석을 수행하였다. 아울러 오전 침두시 이용수요와 오후 침두시 이용수요를 종속변수로 하는 다중회귀분석도 실시하였다.

Oh et al.(2009)는 서울시의 대중교통 이용수요(역세권의 일일 이용수요)를 종속변수로 하고, 버스 및 도시철도와 관련된 12개의 설명변수를 사용하여 다중회귀분석을 실시하였다. 이러한 다중회귀분석을 위해 먼저 계층적 군집분석(hierarchy cluster analysis)을 실시하여 역세권의 유형을 주거지역과 비주거지역으로 구분하고, 역세권 유형별(주거/비주거) 모형을 추정하였다.

Kim et al.(2010)는 서울시와 경기도 지하철 역세권의 특성을 서울시와 경기도 건축물 과세대장(2006)에서 제공하는 필지별 건축물 정보와 필지 및 용도지역 데이터, 동 단위 인구 총조사 데이터(통계청, 2005)를 활용하여 개발밀도, 토지이용패턴, 도시계획 요소, 인구사회학적 요소를 분석하고, 이들 요소가 대중교통 이용률과 어떠한 연관성을 가지는지 회귀모형을 추정하여 분석하였다. 특히 이 연구에서는 서울시와 경기도의 역세권을 구분하여 회귀모형을 추정하고, 그 결과를 비교하였다.

Sohn et al.(2011)는 역세권 분석의 범위를 서울을 포함한 수도권 전체로 확대하여 서울과 그 주변지역들의 역세권(반경 400m) 도시공간특성의 차이가 지하철 이용과 어떠한 연관성을 지니며, 지역적으로 어떠한 차이를 보이는지를 분석하였다. 이러한 분석을 위해 역별 연간 지하철 이용자수를 종속변수로 하고, 각 역세권별 도시공간특성을 설명변수로, 그리고 인구사회요인을 통제변수로 하는 회귀분석을 실시하였다. 특히 이 연구에서는 서울시 주거중심 역세권, 서울시 비주거중심 역세권, 경기도 주거중심 역세권, 경기도 비주거중심 역세권의 4

개로 역세권 유형을 구분하여 회귀분석을 실시하였다.

Kim(2013)은 대구광역시 지하철 이용자를 오전 첨두시간대의 승차자와 하차자로 구분하여 지하철역 주변의 토지이용, 인구수, 고용자수 등의 변수들과의 관계를 분석하고 차이를 비교하였다. 지하철 승차자수와 하차자수의 영향요인 분석을 위해 회귀분석을 하였으며, 이때 선형모형, 준로그모형, 로그모형 등 세가지 모형을 추정하였다.

Kim et al.(2013)는 서울시내의 지하철 역세권 범위를 다양하게 고려하여 유형화하고, 대중교통 이용수요와의 관계를 살펴보았다. 이를 위해 자료 수집을 철도역으로부터 반경 250m, 500m, 750m, 1,000m, 1,250m, 1,500m로 대별하여 개발밀도, 토지이용 다양성, 대중교통 접근성 등 자료를 추출한 후 요인분석을 통해 물리적 환경에 대한 유형적 특성을 분석하였다. 이를 통해 도출된 반경별 유형 및 영향요인 분석결과를 토대로, 역세권 이용수요와 주요 변수들 간의 연관성을 분석하기 위해 다중회귀모형을 추정하였다.

한편 도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 요인 분석과 관련된 국외 선행연구들(버스 관련연구 포함)을 살펴보면 다음과 같다.

Doi et al.(1986)는 미국 펜실베이니아주 필라델피아 중심부(CBD)에서 뉴저지주 남부의 교외지역(Camden County)을 연결하는 도시고속철도 라인(Lindenwold High Speed Line)의 월 이용자수를 분석하기 위해 선형(Linear)과 로그의 함수형태를 사용하여 시계열 회귀모형을 추정하였다. 이러한 분석을 위해 1978-1984년 사이 6년 6개월간의 이용자수 자료를 바탕으로 모형이 추정되었으며, 이용자수는 계절별 변화와 월별 변화가 분석되었다.

Johnson(2003)은 미국 미네소타주 미네아폴리스-세인트폴의 트윈시티를 대상으로 토지이용과 대중교통수요 간의 관계를 분석하였다. 이 연구에서 종속변수는 미네아폴리스-세인트폴의 트윈시티에 있는 버스정류장의 주중(weekday) 승차 인원이고, 설명변수로는 버스정류장 주변 토지이용, 사회경제적 특성, 대중교통 서비스수준을 나타내는 변수들이 사용되었다.

Chen et al.(2009)는 미국 뉴욕시 지하철의 하루 시간대별 이용자수의 변화패턴을 분석하였으며, 이러한 변화패턴과 토지이용 및 통행자의 사회인구학적 특성의 관계를 분석하였다. 이러한 분석을 위해 뉴욕의 지하철역을 5개의 군집(clusters)으로 구분한 후, 구분된 군집

별 지하철역 이용자수의 시간대별 변화패턴을 분석하고 이에 영향을 미치는 요인을 분석하였다.

Taylor et al.(2009)는 미국 도시지역의 대중교통 이용자수의 영향요인을 분석하기 위해 265개의 도시지역을 대상으로 2000년도의 도시별 대중교통 이용자수를 종속변수로 하고, 도시지역의 지리적 특성, 경제적 특성, 인구 특성, 자동차/고속도로 시스템 특성, 대중교통 시스템 특성을 나타내는 설명변수들을 포함하는 회귀분석을 실시하였다. 그러나 이 연구는 도시철도역이나 버스정류장별 대중교통수요를 미시적으로 분석하지는 않았다.

Armbruster(2010)는 미국에서 인구밀도가 높은 상위 54개 대도시의 2002년부터 2007년까지의 대중교통 이용자수(종속변수)의 영향요인을 파악하기 위해 개별 도시의 대중교통 서비스수준, 사회경제적 요소, 교통인프라수준을 나타내는 다양한 설명변수들을 포함하여 회귀분석을 실시하였다. 그러나 이 연구 역시 도시철도역이나 버스정류장별 대중교통수요를 미시적으로 분석하지는 않았다.

이상에서 살펴본 선행연구들에서는 토지이용 특성 변수 및 사회경제적 특성 변수들의 자료를 구축하는데 있어 정확하지 못한 경우가 많았다. 예컨대 토지이용 용도별 연면적은 필지 단위로 자료를 구축하였는데, 아파트 단지 같은 경우에는 하나의 필지가 넓기 때문에 역세권에 일부만 포함되는 문제가 있을 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 아파트 단지 내에서 역세권내에 포함되는 건축물만을 구분하여 자료를 구축하였다. 아울러 사회경제적 특성 변수인 인구, 고용자수 등의 경우 현재 행정동 기준으로만 자료 획득이 가능하고 역세권 기준으로 자료 획득이 불가능함을 감안하여 설명변수에서 제외하였다. 따라서 선행연구들과는 달리 본 연구는 분석을 위해 설정한 역세권의 특성을 정확하게 반영할 수 있는 설명변수들만을 포함하여 분석하였다.

또한 대부분의 선행연구들이 특정일 하루 동안의 도시철도역별 이용수요(종속변수)를 분석하기 위해 여러 가지 설명변수를 포함하여 모형을 추정하였으며, 다만 Sung et al.(2005, 2008), Lee et al.(2007), Kim(2013)의 연구에서는 시간대별로 구분하여 분석을 수행하였으나, 주중과 주말로 구분하여 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 분석한 연구는 거의 없었다. 따라서 본 연구에서는 도시철도역별 이용수요의 영향요인 분석을 위해 주중과 주말을 구분하여 분석하였다. 이처럼

주중과 주말로 구분하여 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 분석함으로써 도시철도의 통행발생 예측의 정확도를 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

자료 수집 및 분석모형

1. 자료의 수집

본 연구에서 사용하는 도시철도역별 이용수요 자료는 대구도시철도공사에서 제공하는 것으로, 도시철도역마다 설치된 단말기를 통해서 수집된 것이므로 부정 승차 인원수 등을 제외한다면 매우 정확한 자료이다.

대구도시철도공사에서 제공하는 자료는 도시철도역별, 날짜별, 시간대별로 승하차 인원수의 자료가 수록되어 있다. 이 가운데 본 연구에서 사용된 자료는 2011년 도시철도 1호선과 2호선의 역별 주중과 주말의 승하차 인원수이다.

본 연구에서는 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 분석하기 위해 본 연구의 대상지역인 대구광역시 지구단위계획 수립 지침에 제시되어 있고, 선행연구들(Sung et al., 2005; Sung et al., 2006; Park et al., 2007; Sung et al., 2008; Kim et al., 2013)에서 주로 사용되었으며, 특히 대구광역시를 사례로 도시철도의 도보역세권을 분석한 Kim et al.(2002)과 Yun et al.(2006)의 연구결과를 반영하여 반경 500m를 역세권 범위로 설정하였다.

역세권내의 자료로는 토지이용 특성 중에서 가장 정확하게 자료를 구축할 수 있는 주거, 상업, 공업 등의 주요용도별 건축물의 연상면적을 구축하였다. 기존의 많은 연구들에서는 필지단위의 주 용도별 연면적 자료가 많이 사용되었는데, 자료 구축 시 역세권내 아파트 단지가 일부만 포함될 경우 아파트 단지가 역세권에 포함된 비율에 따라 아파트 단지 전체의 연면적을 포함하거나 제거하여 자료를 구축하였다. 이러한 자료 구축 방법은 부정확할 우려가 있어 본 연구에서는 필지단위가 아닌 건축물 단위의 자료를 사용하였다. 그리고 사회경제적 특성으로 중·고등·대학교의 학생수 자료를 구축하였으며, 환승수단 특성으로 도시철도와 환승이 가능한 버스노선수 자료를 구축하였다. 역세권내의 용도별 건축물 연상면적 자료는 대구광역시에서 제공한 건축물대장 자료를 활용하였고, 중·고등학교의 학생수는 대구교육청에서 획득하였으며, 대학교의 학생수는 통계청에서 획득하였

다. 초등학교 학생수는 대부분의 초등학교가 도보권에 위치해 있기 때문에 제외하였다.

2. 대구도시철도 통행 특성

1) 도시철도역별 주중 일평균 승하차 인원수

도시철도역별 주중 일평균 승하차 인원수를 보면 도시철도 1호선은 중심상업지역에 위치한 중앙로역이 41,061명으로 가장 많은 승하차 인원수를 나타내고 있으며, 상인역(27,028명), 동대구역(23,949명), 대구역(21,331명) 순으로 많은 승하차 인원수를 나타내고 있다. 한편 가장 적은 승하차 인원수를 나타내는 역은 동촌역(2,968명)이다. 2호선은 1호선과 마찬가지로 중심상업지역에 위치한 반월당역이 40,728명으로 가장 많은 승하차 인원수를 나타내고 있으며, 사월역(21,340명), 용산역(18,916명), 계명대역(18,507명) 순으로 승하차 인원수가 많음을 알 수 있다. 한편 가장 적은 승하차 인원수를 나타내는 역은 자연녹지지역에 위치한 연호역(1,214명)으로 나타났다.

2) 도시철도역별 주말 일평균 승하차 인원수

도시철도역별 주말 일평균 승하차 인원수를 보면 도

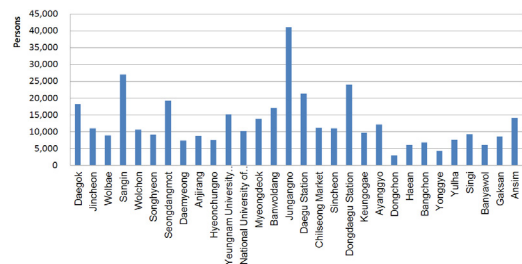


Figure 1. Weekday daily average number of rail transit riders in the Daegu rail transit line 1

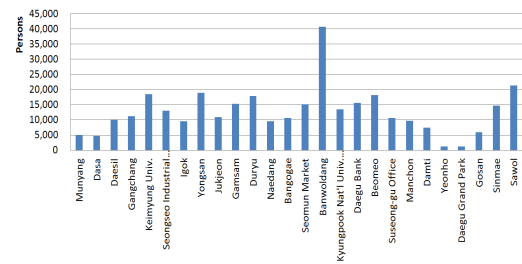


Figure 2. Weekday daily average number of rail transit riders in the Daegu rail transit line 2

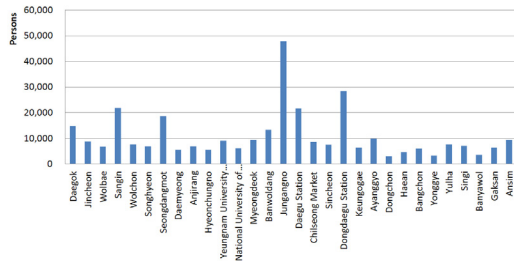


Figure 3. Weekend daily average number of rail transit riders in the Daegu rail transit line 1

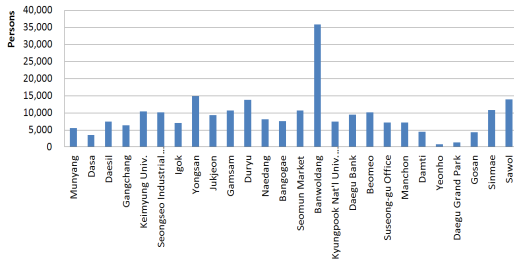


Figure 4. Weekend daily average number of rail transit riders in the Daegu rail transit line 2

시철도 1호선은 중앙로역이 주중보다 더 많은 47,810명으로 가장 많은 승하차 인원수를 나타내고 있으며, 동대구역(28,466명), 상인역(21,928명), 대구역(21,772명) 순으로 승하차 인원수가 많은 것으로 나타났다. 한편 가장 적은 승하차 인원수를 나타내는 역은 주중과 마찬가지로 동촌역(3,058명)이다. 2호선은 주중과 마찬가지로 반월당역이 35,899명으로 가장 많은 승하차 인원수를 나타내고 있으며, 용산역(14,868명), 사월역(13,990명), 두류역(13,856명) 순으로 승하차 인원수가 많다. 한편 가장 적은 승하차 인원수를 나타내는 역은 주중과 마찬가지로 연호역(837명)으로 나타났다.

3. 변수 및 분석모형

본 연구에서 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 분석하기 위해 주중 이용수요와 주말 이용수요를 종속변수로 하는 두 개의 다중회귀모형을 추정하였다.

종속변수는 2011년 대구도시철도역별 주중과 주말의 일평균 승하차 인원수이다. 한편 자료 구축 시 공휴일은 주말에 포함하였다.

설명변수는 도시철도역별 이용수요에 영향을 미칠 것으로 예상되는 변수로서 토지이용 특성 변수인 역세권의 주거, 상업, 공업, 업무 등 용도별 건축물의 연상면적

과 사회경제적 특성 변수인 중·고등·대학교의 학생수(No. of Students), 환승수단 특성 변수인 환승이 가능한 버스노선수(No. of Bus Routes or Lines)를 포함하였다.

용도별 건축물의 연상면적은 실질적으로 사용되고 있는 용도를 기준으로 하여 자료를 구축하였다. 주거 건축물에 해당하는 아파트 단지 같은 경우 하나의 필지로 되어 있지만 역세권에 포함되는 아파트 건축물의 연상면적을 확인하여 자료를 구축하였다.

도시철도역별 이용수요에 영향을 미치는 요인으로 교육관련 건축물의 경우 학교 건축물의 연상면적보다는 학교로 등·하교를 하는 학생의 수가 더 정확한 지표라고 판단하여 중·고등·대학교 학생수(No. of Students)를 설명변수로 포함하였다. 한편 인구, 고용자수 등의 변수는 현재 획득할 수 있는 자료가 행정동 단위로 구분된 자료이기 때문에 정확한 분석이 불가능하다고 판단하여 제외하였다. 본 연구에서 사용된 변수는 Table 1과 같다.

Table 1. Variables used for empirical estimation of rail transit ridership models

Category	Variable	Unit	Description
Dependent Variable	Weekday Ridership	Persons/Day	Weekday Daily Average Number of Rail Transit Riders
	Weekend Ridership	Persons/Day	Weekend Daily Average Number of Rail Transit Riders
Explanatory Variables	Residence	m ²	Floor Area of Residential Use
	Commerce	m ²	Floor Area of Commercial Use
	Manufacture	m ²	Floor Area of Manufacturing Use
	Business Service	m ²	Floor Area of Business Service
	Public Neighborhood	m ²	Floor Area of Public Use
	Neighborhood	m ²	Floor Area of Neighborhood Facilities
	Culture	m ²	Floor Area of Cultural Use
	Medicine	m ²	Floor Area of Medical Facilities
	Transportation	m ²	Floor Area of Transportation Facilities
	Warehouse	m ²	Floor Area of Warehouse
	No. of Students	Persons	Number of Students Enrolled in Middle and High Schools, and Universities in Access Areas of Rail Transit
No. of Bus Routes (Lines)	Persons	Number of Bus Routes(Lines) Possible to Transfer from Rail Transit	

다중회귀모형에서 고려되어야 하는 중요한 가정 중 하나는 설명변수들 사이에 상관관계가 없이 독립적이어야 한다는 것이다. 설명변수들 간의 상관관계가 높게 나타날 경우 개별 설명변수들과 종속변수 간의 관계를 설명하기 어렵게 되는 다중공선성(multicollinearity) 문제를 발생시킨다. 다중공선성이 존재할 경우 회귀계수의 추정값과 표준오차가 정확하지 못하게 되고 공선성이 심할 경우 추정된 회귀계수를 왜곡시키며, 해당 설명변수가 종속변수에 미치는 독자적인 효과를 측정하는 것이 불가능해진다(Lee et al., 2012, p.322).

다중회귀모형에서 사용된 설명변수들 간 다중공선성 문제가 발생하는지의 여부를 검토하기 위해 분산팽창인자(VIF: Variance Inflation Factor)와 공차(Tolerance)를 사용하는데, 일반적으로 공차가 0.1 이하이거나 분산팽창인자가 10 이상이면 공선성이 문제시될 수 있음을 말해준다(Lee et al., 2012, p.326). Table 2는 본 연구에서 사용된 설명변수들의 분산팽창인자(VIF) 검토를 수행한 결과이다. 상관분석 결과, 상관계수가 가장 높은 변수는 상업(Commerce)과 업무(Business Service)가 0.681로 상관성이 다소 높게 나타났지만 임의로 제외시킬 수 있는 수준에 해당하는 만큼 높지는 않았다. VIF도 가장 높은 값이 3.563, 평균이 2.261로 나타나 변수들 간의 다중공선성 문제는 없다고 볼 수 있다.

4. 주중 이용수요와 주말 이용수요의 평균값의 차이 검증

본 연구에서는 도시철도역별 이용수요를 주중 이용수

요와 주말 이용수요로 구분하여 분석하였다. 이렇게 두 개의 모형으로 구분하여 분석을 하기 전에 먼저 도시철도역별 주중 이용수요와 주말 이용수요 간 차이가 있는가에 대한 통계적 검정이 선행되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 회귀분석에 앞서 주중과 주말의 도시철도역별 이용수요가 통계적으로 충분히 다른지 확인하는 과정을 거쳤다.

도시철도역별 주중 이용수요와 주말 이용수요 간 차이가 있는지를 검정하기 위한 귀무가설은 ' $H_0: \mu_{i1} = \mu_{i2}$ ' 이고, 대립가설은 ' $H_1: \mu_{i1} \neq \mu_{i2}$ '이다. 여기서 μ_{i1} 은 도시철도 i 역의 주중 이용수요이고, μ_{i2} 는 도시철도 i 역의 주말 이용수요이다.

도시철도역별 주중 이용수요와 주말 이용수요 간 차이가 있는지를 유의수준 5%에서 검정하기 위한 검정통계량 Z_i 는 다음과 같다.

$$Z_i = \frac{\overline{X_{i1}} - \overline{X_{i2}}}{\sqrt{\frac{S_{i1}^2}{n_1} + \frac{S_{i2}^2}{n_2}}}$$

여기서, $\overline{X_{i1}}, \overline{X_{i2}}$: 도시철도 i 역의 주중, 주말 이용수요의 평균(명)

S_{i1}^2, S_{i2}^2 : 도시철도 i 역의 주중, 주말 이용수요의 표준편차(명)

n_1, n_2 : 주중, 주말의 요일 수(일)

도시철도역별로 계산된 검정통계량은 Table 3과 같다. 도시철도역별 검정통계량인 $|Z_i|$ 검정통계량이 1.96 이상일 경우 귀무가설이 기각되고 대립가설이 채택되어 도시철도역별 주중 이용수요와 주말 이용수요 간 차이가 있다고 말할 수 있다. 검정결과 대구도시철도 1호선의 성당못역(Seongdangmot), 대구역(Daegu Station), 동춘역(Dongchon), 율하역(Yulha)과 대구도시철도 2호선의 대공원역(Daegu Grand Park) 총 5개역을 제외한 50개의 역에서 주중 이용수요와 주말 이용수요가 통계적으로 차이가 있는 것으로 확인되었다. 비록 모든 도시철도역에서 이러한 결과가 나온 것은 아니지만, 대구도시철도역 중 90% 이상의 역에서 주중과 주말의 이용수요 간 차이가 있다고 나타난 것은 도시철도역별 이용수요를 주중과 주말로 구분하여 분석을 하는 것이 타당한 것임을 보여준다.

Table 2. Variance Inflation Factor(VIF) of explanatory variables

Variable	VIF	Tolerance
Residence	1.258	0.795
Commerce	3.563	0.281
Manufacture	2.472	0.405
Business Service	3.021	0.331
Public	1.481	0.675
Neighborhood	2.626	0.381
Culture	3.139	0.319
Medicine	1.503	0.665
Transportation	1.461	0.685
Warehouse	1.336	0.749
No. of Students	2.335	0.428
No. of Bus Routes(Lines)	2.938	0.340
Mean	2.261	-

Table 3. Test statistics by rail stations

Category	Station	Test Statistic	Station	Test Statistic	
Line 1	Daegok	11.836**	Daegu Station	-1.168	
	Jincheon	12.515**	Chilseong Market	11.698**	
	Wolbae	15.712**	Sincheon	19.449**	
	Sangin	11.865**	Dongdaegu Station	-10.861*	
	Wolchon	17.671**	Keungogae	22.440**	
	Songhyeon	17.330**	Ayanggyo	12.636**	
	Seongdangmot	1.737	Dongchon	-0.946	
	Daemyeong	22.830**	Haean	14.218**	
	Anjirang	13.796**	Bangchon	7.543**	
	Hyeonchungno	19.623**	Yonggye	14.239**	
	Yeungnam University Hospital	25.567**	Yulha	-0.406	
	National University of Education	27.724**	Singi	18.217**	
	Myeongdeok	17.106**	Banyawol	22.100**	
	Banwoldang	6.825**	Gaksan	17.294**	
	Jungangno	-7.578**	Ansim	16.551**	
	Line 2	Munyang	-4.278**	Seomun Market	14.513**
		Dasa	18.088**	Kyungpook Nat'l Univ. Hosp.	28.280**
		Daesil	15.028**	Daegu Bank	20.840**
		Gangchang	23.741**	Beomeo	24.254**
		Keimyung Univ.	21.440**	Suseong-gu Office	18.291**
Seongseo Industrial Complex		12.372**	Manchon	14.083**	
Igok		15.641**	Damti	18.439**	
Yongsan		13.189**	Yeonho	16.708**	
Jukjeon		6.653**	Daegu Grand Park	-0.542	
Gamsam		18.536**	Gosan	4.327**	
Duryu	11.562**	Sinmae	13.578**		
Naedang	8.432**	Sawol	19.204**		
Bangogae	18.423**				

Note 1) Banwoldang Station(Junction of Line 1 and Line 2) is included in Line 1.

2) * are significant at the 5% level of significance, and ** are significant at the 1% level of significance.

도시철도역별 이용수요의 영향요인 분석

1. 도시철도역별 주중 이용수요의 영향요인 분석

도시철도역별 주중 이용수요의 영향요인을 분석하기 위해 다중회귀분석의 변수 선정방법 가운데 하나인 후진 제거법(backward elimination)을 적용하였다. 이 방법은 모든 변수를 다 사용한 전체모형으로부터 t값(또는 F값)이 가장 작은 변수, 즉 가장 불필요한 변수를 하나씩 제거시키는 것이다. 모든 변수가 통계적으로 유의한 경우 모형의 선정과정을 멈추게 되는데, 그 결과는 Table 4와 같다.

주중 이용수요 모형에서는 주거(Residence) 건축물의 연상면적, 상업(Commerce) 건축물의 연상면적, 교통관련(Transportation) 건축물의 연상면적, 중·고등·대학교 학생수(No. of Students), 환승이 가능한 버스노선수(No. of Bus Routes or Lines) 변수가 통계적으로 유의한 변수로 선정되었으며, 모형의 설명력을 나타내는 결정계수(R^2)는 0.781로 나타났고, 모형의 F 통계치는 34.973(유의확률 0.000)으로 95%의 신뢰구간에서 유의한 값을 나타내고 있어 모형이 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

변수들 사이의 다중공선성 검정 결과 모든 변수들의 분산팽창인자(VIF)가 1.457 이하로 나타났다. 일반적으로 분산팽창인자가 10 이상인 경우 다중공선성이 있다고 판단할 수 있다는 점을 고려할 때, 주중 이용수요 모형에서는 변수들 간의 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 볼 수 있다.

각 설명변수들의 상대적인 영향력을 비교할 수 있는 표준화된 회귀계수 값(Beta값)을 살펴보면, 주중 이용수요 모형에서는 상업 건축물의 연상면적 변수가 가장 큰 영향력을 미치고, 그 다음으로 주거 건축물의 연상면적, 교통관련 건축물의 연상면적, 환승이 가능한 버스노선수, 중·고등·대학교 학생수 순으로 영향력이 큰 것으로 나타났다.

도시철도역별 주중 이용수요의 영향요인 분석결과를 설명변수별로 살펴보면 다음과 같다.

주거 건축물의 연상면적 변수는 종속변수와 정(+의) 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 주거 건축물의 연상면적이 클수록 도시철도의 주중 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 출·퇴근과 등·하교를 위해 도시철도를 이용하는 직장인들과 학생들, 그 외의 목적을 가진 도시철도 이용자들의 최초 출발지와 최종 목적지가 대부분 자신이 거주하는 집이기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

상업 건축물의 연상면적 변수는 종속변수와 정(+의) 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 상업 건축물의 연상면적이 클수록 도시철도의 주중 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 변수들 간 상대적인 영향력을 비교할 수 있는 표준화된 회귀계수 값(Beta값)을 보면 상업 건축물의 연상면적 변수의 표준화된 회귀계수 값이 다른 변수들보다 3배가 넘는 것을 확인할 수 있는데, 이는 도시철도 이용자들이 상업적 활동을 위한 목적이 많기 때문으로 해석할 수도 있겠지만,

Table 4. Estimation results for the weekday rail transit ridership model

Variable	Non-Standardized Coefficient		Standardized Coefficient	t	VIF	R ²	F
	B	Standard Error	Beta				
Constant	2306.284	1954.223	-	1.180(0.244)	-		
Residence	7.569	2.010	0.257	3.767(0.000)	1.043	0.781	34.973 (0.000)
Commerce	8.899	0.979	0.732	9.093(0.000)	1.451		
Transportation	79.279	30.113	0.181	2.633(0.011)	1.058		
No. of Students	0.253	0.122	0.141	2.082(0.043)	1.027		
No. of Bus Routes(Lines)	255.892	103.782	0.199	2.466(0.017)	1.457		

Table 5. Estimation results for the weekend rail transit ridership model

Variable	Non-Standardized Coefficient		Standardized Coefficient	t	VIF	R ²	F
	B	Standard Error	Beta				
Constant	1258.627	1610.518	-	0.782(0.438)	-		
Residence	4.431	1.657	0.152	2.674(0.010)	1.043	0.844	67.680 (0.000)
Commerce	8.908	0.802	0.742	11.113(0.000)	1.431		
Transportation	111.802	24.701	0.259	4.526(0.000)	1.047		
No. of Bus Routes(Lines)	265.640	85.030	0.209	3.124(0.003)	1.438		

상업활동에 종사하는 종업원들의 출·퇴근 영향도 다소 있을 것으로 판단된다.

교통관련 건축물의 연상면적 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 교통관련 건축물의 연상면적이 클수록 도시철도의 주중 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 여기서 교통관련 건축물은 고속버스터미널이나 기차역사 또는 건물식 주차장 등의 건물인데, 이는 다른 지역으로의 출장이나 여가활동을 위해 고속버스나 기차를 이용하기 위해 도시철도를 이용하는 수요가 많기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

중·고등·대학교 학생수 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 중·고등·대학교 학생수가 많을수록 도시철도의 주중 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 한편 중·고등·대학교 학생수는 주중 이용수요 모형의 변수들 중에 영향력이 가장 작은 것으로 나타났는데, 이는 등·하교를 하는 학생들의 수가 다른 목적을 위해 도시철도를 이용하는 이용자와 비교하면 상대적으로 적기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

환승이 가능한 버스노선수 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 도시철도와 환승이 가능한 버스노선수가 많을수록 도시철도의 주중 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 이는 현재 도시철도와 시내버스 간 환승체계가 잘 구축되어 있기 때문일 수도 있지만, 현재 1호선과 2호선만 운영을 하고 있는 대구도시철도만을 이용해서는 대구시

내 모든 지역으로의 이동이 현실적으로 불가능하기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

2. 도시철도역별 주말 이용수요의 영향요인 분석

도시철도역별 주말 이용수요의 영향요인을 분석하기 위해 주중 이용수요 모형과 마찬가지로 후진제거법을 적용하여 모형을 추정하였으며, 그 결과는 Table 5와 같다.

주말 이용수요 모형에서는 주거(Residence) 건축물의 연상면적, 상업(Commerce) 건축물의 연상면적, 교통관련(Transportation) 건축물의 연상면적, 환승이 가능한 버스노선수(No. of Bus Routes or Lines) 변수가 통계적으로 유의한 변수로 선정되었으며, 모형의 설명력을 나타내는 결정계수(R²)는 0.844로 나타났고, 모형의 F통계치는 67.680(유의확률 0.000)으로 95%의 신뢰구간에서 유의한 값을 나타내고 있어 모형이 통계적으로 유의함을 알 수 있다.

변수들 사이의 다중공선성 검정 결과 모든 변수들의 분산팽창인자(VIF)가 1.438 이하로 나타났다. 일반적으로 분산팽창인자가 10 이상인 경우 다중공선성이 있다고 판단할 수 있다는 점을 고려할 때, 주말 이용수요 모형에서는 변수들 간의 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 볼 수 있다.

표준화된 회귀계수 값(Beta값)은 각 설명변수들의 상대적인 영향력을 비교할 수 있는 값으로 주말 이용수요 모형에서는 상업 건축물의 연상면적 변수가 가장 큰 영향력을 미치고, 그 다음으로 교통관련 건축물의 연상

면적, 환승이 가능한 버스노선수, 주거 건축물의 연상면적 순으로 영향력을 미치는 것으로 나타났다.

도시철도역별 주말 이용수요의 영향요인 분석결과를 설명변수별로 살펴보면 다음과 같다.

주거 건축물의 연상면적 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 주거 건축물의 연상면적이 클수록 도시철도의 주말 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 주거 건축물의 연상면적의 경우 주중 이용수요 모형과 달리 주말 이용수요 모형에서는 영향력이 가장 작은 것으로 나타났는데, 이는 일요일과 공휴일에 출근과 등교를 하지 않는 직장인들과 학생들로 인해 나타난 결과로 판단된다. 그러나 주말에도 다른 여러 목적들을 위해 도시철도를 이용하는 사람들의 최초 출발지와 최종 목적지가 대부분 자신이 거주하는 집이기 때문에 주말 이용수요 모형에서도 유의한 변수로 채택된 것으로 판단된다.

상업 건축물의 연상면적 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 상업 건축물의 연상면적이 클수록 도시철도 주말 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 주말 이용수요 모형에서도 주중 이용수요 모형에서와 마찬가지로 상업 건축물의 연상면적이 가장 큰 영향력을 미치는 것으로 나타났으며, 주중 이용수요 모형과 비교해 볼 때 영향력은 더 큰 것으로 나타났다. 이는 주중에 비해 주말에 상업활동(쇼핑)을 위해 도시철도를 이용하는 사람들이 더 많기 때문에 나타난 결과로 해석할 수 있다.

교통관련 건축물의 연상면적 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 교통관련 건축물의 연상면적이 클수록 도시철도의 주말 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 주중 이용수요 모형에서보다 주말 이용수요 모형에서 교통관련 건축물의 연상면적의 영향력이 더 커졌는데, 이는 장거리 여행 및 여가활동이 주중보다 주말에 훨씬 더 활발하게 일어나기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

환승이 가능한 버스노선수 변수는 종속변수와 정(+)의 관계를 가지는 것으로 나타났는데, 이는 도시철도 역세권내 도시철도와 환승이 가능한 버스노선수가 많을수록 도시철도의 주말 이용수요가 많아진다는 것을 의미한다. 이 변수는 주중 이용수요 모형에서의 영향력과 주말 이용수요 모형에서의 영향력이 비슷하게 나타났는데, 이는 주중과 주말 구분 없이 도시철도 이용수요에 비슷한 영향을 미치는 변수로 판단할 수 있다.

주중 이용수요 모형에서 선정된 중·고등·대학교 학생수는 주말 이용수요 모형에서는 채택되지 않았는데, 일요일과 공휴일 같은 주말에는 학생들이 등교를 하지 않기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

3. 주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형의 비교

본 연구에서 추정한 주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형에서 채택된 변수는 비슷하지만 각 모형에서 채택된 변수의 수가 다르기 때문에 두 모형의 변수들 간 직접적이고 절대적인 비교는 불가능하다. 하지만 표준화 계수인 Beta값을 이용해 각 모형에서 선정된 변수들 간 상대적인 영향력을 비교하는 것은 가능하기 때문에 본 연구에서는 이를 이용한 간접적인 비교를 하였다.

주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형의 표준화된 회귀계수 값(Beta값)은 Table 6과 같다.

주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형에서 공통적으로 가장 큰 영향력을 나타내고 있는 변수는 상업(Commerce) 건축물의 연상면적이다. 이를 통해 상업적 활동은 주중과 주말 상관없이 도시철도 이용수요에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다. 이는 상가의 경우 대부분이 주중과 주말 상관없이 영업을 하기 때문에 나타난 결과로 판단된다. 또한 상업활동 종사자들의 직장소재지와 거주지가 다른 경우가 대부분이기 때문에 출·퇴근의 영향도 다소 있을 것으로 판단된다.

환승이 가능한 버스노선수(No. of Bus Routes or Lines)는 주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형에서 비슷한 영향력을 미치는 것으로 확인되었다. 이는 도시철도 역세권내 도시철도와 환승이 가능한 버스노선수가 도시철도 이용수요에 영향을 미치지만, 주중과 주말에 상관없이 영향을 미치기 때문에 나타난 결과로 판단된다.

주중 이용수요 모형의 경우 두 번째로 영향력이 큰 변수는 주거(Residence) 건축물의 연상면적이다. 이는 직

Table 6. Comparison of the value of beta between the weekday and the weekend models

Variable	Weekday Model		Weekend Model	
	Beta	Ranking	Beta	Ranking
Residence	0.257	2	0.152	4
Commerce	0.732	1	0.742	1
Transportation	0.181	4	0.259	2
No. of Bus Routes(Lines)	0.199	3	0.209	3
No. of Students	0.141	5	-	-

장인들의 출·퇴근과 학생들의 등·하교가 도시철도의 주중 이용수요에 많은 영향을 미치기 때문에 나타난 결과로 판단할 수 있다. 그 다음으로 환승이 가능한 버스노선수(No. of Bus Routes or Lines), 교통관련(Transportation) 건축물의 연상면적, 중·고등·대학교의 학생수(No. of Students) 순으로 영향력을 미치는 것으로 나타났다.

주말 이용수요 모형의 경우 두 번째로 영향력이 큰 변수는 교통관련(Transportation) 건축물의 연상면적이다. 여기서 교통관련 건축물은 고속버스터미널 및 기차역사 또는 건물식 주차장 등의 건물이다. 이는 장거리 여행 및 여가활동은 주중보다 주말에 더 활발하게 일어나기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 그 다음으로 환승이 가능한 버스노선수(No. of Bus Routes or Lines), 주거(Residence) 건축물의 연상면적 순으로 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 주거(Residence) 건축물의 연상면적 변수의 영향력이 주중 이용수요 모형과 다르게 가장 낮게 나타난 것은 일요일과 공휴일에 출근과 등교를 하지 않는 직장인들과 학생들로 인해 나타난 결과로 판단된다.

결론

1. 연구결과의 요약

본 연구에서는 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 분석하기 위해 대구광역시 도시철도역별 이용수요를 주중과 주말로 구분하여 종속변수로 설정하고, 도시철도역세권 범위를 반경 500m로 설정하여 역세권내 10개의 용도별 건축물 연상면적과 중·고등·대학교 학생수, 환승이 가능한 버스노선수 등을 설명변수로 하는 다중회귀모형을 추정하였다.

설명변수들 간 다중공선성 여부를 검토하기 위해 상관관계 및 분산팽창인자(VIF) 분석을 수행하였다. 분석결과 설명변수들 간 다중공선성 문제가 없다고 판단되는 설명변수들을 포함하여 주중과 주말로 나누어 다중회귀 분석을 수행하였다.

주중 이용수요 모형의 추정결과 도시철도 역세권내 주거 건축물의 연상면적, 상업 건축물의 연상면적, 교통관련 건축물의 연상면적이 클수록, 그리고 중·고등·대학교 학생수, 환승이 가능한 버스노선수가 많을수록 도시철도의 주중 이용수요가 많아지는 것으로 확인되었다.

주말 이용수요 모형의 추정결과 도시철도 역세권내 주거 건축물의 연상면적, 상업 건축물의 연상면적, 교통관련 건축물의 연상면적이 클수록, 그리고 환승이 가능한 버스노선수가 많을수록 도시철도의 주말 이용수요가 많아지는 것으로 확인되었다.

표준화 계수인 Beta값을 이용해 각 모형의 상대적인 영향력을 비교해 본 결과, 주중 이용수요 모형은 상업 건축물의 연상면적, 주거 건축물의 연상면적, 환승이 가능한 버스노선수, 교통관련 건축물의 연상면적, 중·고등·대학교 학생수 순으로 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 주말 이용수요 모형은 상업 건축물의 연상면적, 교통관련 건축물의 연상면적, 환승이 가능한 버스노선수, 주거 건축물의 연상면적 순으로 영향력을 미치는 것으로 나타났다.

주중 이용수요 모형과 주말 이용수요 모형의 비교 결과 상업 건축물의 연상면적은 두 모형에서 공통적으로 가장 큰 영향력을 나타내고 있는데, 이는 상업적 활동이 주중과 주말에 상관없이 도시철도 이용수요에 큰 영향을 미치고, 상업활동에 종사하는 대부분의 종업원들의 경우 직장과 거주지가 다르므로 인해 발생하는 출·퇴근의 영향도 있을 것으로 판단할 수 있다. 또한 환승이 가능한 버스노선수 변수가 영향력은 크지 않더라도 두 모형에 모두 포함되어 있는데, 이 역시 주중과 주말에 상관없이 도시철도 이용수요에 영향을 미친다고 판단할 수 있다. 또한 주중 이용수요 모형의 경우 직장인들의 출·퇴근과 학생들의 등·하교로 인해 주거 건축물의 연상면적이 큰 영향력을 미치는 것으로 나타났으며, 주말 이용수요 모형의 경우 장거리 여행 및 여가활동으로 인해 교통관련 건축물의 연상면적이 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2. 연구의 한계 및 향후과제

본 연구의 한계 및 향후과제는 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 도시철도 수요예측모형의 개발이 아니라 도시철도 이용수요에 영향을 미치는 요인을 확인하는데 초점을 두었다. 따라서 향후에는 도시철도의 수요예측을 위해 본 연구에서 추정된 도시철도 역세권별 모형을 활용할 수 있는 방안의 마련이 필요할 것으로 판단된다.

둘째, 본 연구에서는 기존의 행정동 기준이 아닌 역세권 기준으로 자료를 구축하여 도시철도의 이용수요에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 이러한 분석과정에서

역세권의 토지이용 변수만을 주요 설명변수로 활용할 수 밖에 없는 한계를 가진다. 따라서 향후 인구 및 고용자수 등의 자료를 행정동이 아닌 역세권 기준으로 수집할 수 있다면 더 많은 설명변수를 포함할 수 있을 것이고, 분석의 정확도를 높일 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 본 연구에서는 도시철도의 역세권을 고려하여 분석을 하였지만 도시철도역을 유형별로 구분하고, 이에 따른 역세권 분석은 하지 않았다. 도시철도역을 유형별로 구분하여 역세권 분석을 한다면 좀 더 정밀한 도시철도 이용수요의 분석이 가능할 것으로 기대된다.

넷째, 본 연구에서는 도시철도역별 이용수요의 영향요인을 확인하기 위해 도시철도역별 이용수요를 주중과 주말로 구분하여 분석함으로써 다양한 시점별 영향요인을 확인하는 데는 한계를 가진다. 본 연구에서 구분한 주중과 주말 외에 계절별, 월별, 요일별, 시간대별, 날씨별로도 도시철도 이용수요에 영향을 미치는 요인에 차이가 있을 수 있다. 따라서 향후에는 다양한 시점별 도시철도 이용수요에 영향을 미치는 요인을 분석하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- Armbruster B. (2010), Factors Affecting Transit Ridership at the Metropolitan Level 2002-2007, A Thesis for the Degree of Master of Public Policy, Georgetown University.
- Chen C., Chen J., Barry J. (2009), Diurnal Pattern of Transit Ridership: A Case Study of the New York City Subway System, *Journal of Transport Geography*, 17, 176-186.
- Doi M., Allen W. B. (1986), A Time Series Analysis of Monthly Ridership for an Urban Rail Rapid Transit Line, *Transportation*, 13(3), 257-269.
- Johnson A. (2003), Bus Transit and Land Use: Illuminating the Interaction, *Journal of Public Transportation*, 6(4), 21-39.
- Kim D-O., Ryu Y-G., Choi H-G. (2002), A Study on the Setting Up Method of Subway Access/Egress Area by Walking and Its Application, *Journal of Korea Planners Association*, 37(5), 177-186.
- Kim J. I. (2013), The Determinants of Subway Riderships at AM-peak in Daegu Metropolitan City: Focusing on the Land Use of Station Neighborhood Areas, *Journal of Transport Research*, 20(1), 15-25.
- Kim J., Lee M. S. (2010), A Study for the Analysis on Relationship Between Transit Riderships and Characteristics of Transit Centers, *Journal of the Architectural Institute of Korea: Planning & Design*, 56(10), 305-312.
- Kim T. H., Shin Y. C., Sung H. G. (2013), The Relationship of Distance-based TOD Planning Elements to Public Transit Ridership in Seoul Subway Station Areas, *Journal of Korea Planners Association*, 48(2), 51-64.
- Lee G. S., Hong J. Y., Min H. H., Park J. S. (2007), Relationships Between Topological Structures of Traffic Flows on the Subway Networks and Land Use Patterns in the Metropolitan Seoul, *Journal of the Economic Geographical Society of Korea*, 10(4), 427-443.
- Lee H. Y., Roh S. C. (2012), Advanced Statistical Analysis, Bobmun Sa.
- Oh Y. T., Kim T. H., Park J. J., Rho J. H. (2009), An Empirical Analysis of Influencing Factors toward Public Transportation Demand Considering Land Use Type Seoul Subway Station Area in Seoul, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, 29(4D), 467-472.
- Park D. J., Kim J. J., Lee S. I. (2007), The Study on Classification of Subway Catchment Area Corresponding With TOD Concept in Seoul, *Korea Planners Association 2007 Autumn Conference*, 299-306.
- Sohn D. W., Kim J. (2011), An Analysis of the Relationship Between the Morphological Characteristics of Transit Centers and Transit Riderships in Seoul Metropolitan Region, *Journal of the Architectural Institute of Korea: Planning & Design*, 27(6), 177-184.
- Sung H. G., Kim D. J., Park J. H. (2008), Impacts of Land Use and Urban Design Characteristics on Transit Ridership in the Seoul Rail Station Areas, *J. Korean Soc. Transp.*, 26(4), Korean Society of Transportation, 135-147.

- Sung H. G., Kim T. H. (2005), A Study on Categorizing Subway Station Areas in Seoul by Rail Use Pattern, J. Korean Soc. Transp., 23(8), Korean Society of Transportation, 19-29.
- Sung H. G., Rho J. H., Kim T. H., Park J. H. (2006), A Study on the Effects of Land Use on Travel Pattern in the Rail Station Areas of a Dense City: A Case of Seoul, Journal of Korea Planners Association, 41(4), 59-75.
- Taylor B. D., Miller D., Iseki H., Fink C. (2009), Nature and/or Nurture? Analyzing the Determinants of Transit Ridership across US Urbanized Areas, Transportation Research, Part A, 43(1), 60-77.
- Yun D-S., Ko J-J. (2006), Analysis of Daegu Citizens' Subway Use Characteristics and Access Area of Subway Station, Journal of the Korean Regional Science Association, 22(2), 251-274.

알림 : 본 논문은 이찬휘의 영남대학교 석사학위논문(도시 철도역별 이용수요의 영향요인에 관한 연구, 2014. 2)을 수정·보완하여 작성된 것입니다.

- ☞ 주 작성자 : 이찬휘
- ☞ 교신저자 : 윤대식
- ☞ 논문투고일 : 2014. 1. 13
- ☞ 논문심사일 : 2014. 3. 5 (1차)
2014. 3. 25 (2차)
2014. 4. 1 (3차)
- ☞ 심사판정일 : 2014. 4. 1
- ☞ 반론접수기한 : 2014. 8. 31
- ☞ 3인 익명 심사필
- ☞ 1인 abstract 교정필