

중동호흡기 증후군 감염 공포에 따른 물리적 도시형태가 도시철도 이용에 미친 매개 효과 분석 : 서울시 역세권을 중심으로*

Mediation Impacts of Physical Urban Form on Rail Transit Ridership by the Infection Fear of the Middle East Respiratory Syndrome : Focused on the Rail Station Area in Seoul, Korea

성현곤** · 광명신***
Hyungun Sung · Myeong Shin Kwak

Abstract

This study is aimed at decomposing and identifying the mediating effects of transit-oriented compact city planning elements on rail transit ridership during the proliferation of the Middle East Respiratory Syndrome (MERS) in Seoul, Korea. The study are focused on how urban physical form such as density, diversity, design, and transit accessibility in rail station areas had affected the decrease of rail transit ridership during that time indirectly as well as directly, by employing the path modeling. Their indirect impacts on it are measured as rail transit ridership of a rail station affected by the form indicators as well as condensing trip-inducing facilities and socio-economic indicators for the 500m-buffer rail station area.

Analysis results are summarized as follows below. First, rail transit ridership significantly decreased by urban physical form as well as single-unit facilities within a certain area. Second, the former had more indirectly influenced ridership decrease. Third, some urban physical form such as density, diversity and design had statistically significant on it while total effects of the two socio-economic measures had not. Fourth and finally, the avoidance for the use of rail transit were more prominent for the elderly than for the others. In addition, all of the urban form measures were differentially influenced by the two groups of rail riders.

키 워 드 ■ 중동호흡기증후군, 물리적 도시형태, 대중교통 이용, 경로모형

Keywords ■ Middle East Respiratory Syndrome, Physical Urban Form, Transit Ridership, Path Modeling

I. 도입

도시가 확산됨에 따라 환경오염, 과도한 에너지 소비, 심각한 교통 혼잡 등 수많은 도시문제가 야기되었다. 최근 대중교통중심 개발(TOD : Transit

1) 연구의 배경 및 목적

* 본 논문은 2016년 대한국토도시계획학회 학술발표 논문을 수정·보완한 것이며, 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 연구비(과제번호: 2015R1A2A2A03007992와 NRF-2010-0028693) 지원에 의해 수행된 것임.

** Dept. of Urban Engineering, Chungbuk National University (hgsung@chungbuk.ac.kr)

*** Dept. of Urban Engineering, Chungbuk National University (Corresponding author: seoz12@naver.com)

Oriented Development, 이하 TOD) 및 압축도시(compact city)와 같은 계획 기법을 현실세계에 적용함으로써 당면한 그러한 도시문제를 해소할 수 있음을 보여주고 있다. 이는 물리적 도시형태와 대중교통 시설 투자와 운영체계를 통합하는 토지이용과 교통의 연관성을 강조하는 개발기법이다. 이러한 기법의 적용을 통하여 대기오염 등 환경문제 해소, 자동차 이용 저감, 보행 및 대중교통 이용 활성화를 유도할 수 있다는 측면에서 최근 부상하고 있는 기법이다. 그러나 이와 같은 TOD나 압축도시와 같은 기법 다른 한 측면에서 일상생활 활동의 집중을 유발한다는 측면에서 치명적인 공기 중 전염성 질환과 같은 재해에 취약할 수 있다는 측면을 간과하고 있을 수 있다.

21세기 도시는 급속하게 진전된 세계화(globalization)로 인하여 사람들의 이동이 증가하고 있다. 이러한 세계화로 인한 예기하지 못한 부정적 효과 중의 하나가 전염성 질환의 급속한 확산과 그 피해 규모가 거대하다는 것이다(Beck, 2006). 예를 들어, 2002년 중국에서 발발하여 홍콩, 싱가포르, 베트남 등을 거쳐 전세계로 확산된 중증급성호흡기증후군(重症急性呼吸器症候群: Severe Acute Respiratory Syndrome; SARS)은 약 천여명이 사망한 치사율이 9.6%으로 감염성 질환이다. Fenichel et al., (2013)은 이러한 감염에 대한 공포로 인하여 사람들은 쇼핑, 여행, 관광 등의 일상생활에 영향을 주었음을 보고하고 있다.

또 다른 사례로 사우디아라비아의 경우 치사율이 30~40%에 이르는 중동호흡기증후군(中東呼吸器症候群, Middle East Respiratory Syndrome; MERS)이 있다. 이 질환은 국내에서 2015년 5월 이후 최초 발발하였으며, 2016년 10월 기준 격리자 16,752명, 확진자 186명, 사망자 38명(치사율 20.4%)에 이를 정도로 급속하게 확산되었다. 이러한 메르스의 감염에 대한 공포로 인하여 대중교통의 이용이 감

소하였음을 관련 연구(성현곤, 2016 Kim et al., 2015)는 보고하고 있다. 전자의 연구는 필수적 통행인 통근통행이 주로 발생하는 첨두시간대보다는 비첨두시간대에서의 대중교통 이용이 저감되었음을 확인하였고, 후자의 연구는 주요 병원이나 지역간 대중교통 터미널 등에서 보다 더 저감되었음을 보여주고 있다.

결과적으로 공기 중 감염에 따라 사망할 확률이 높은 메르스 질환에 대한 공포는 일상생활의 위축을 가져오게 된다. 특히, 관련 연구에 따르면 인구의 집중과 유발이 되는 시설물과 옥외 보행활동이 활발하게 일어나는 물리적 도시형태일수록 그 효과는 클 것으로 예상할 수 있다. 즉, 유동인구를 증가시키는 TOD나 압축도시와 같은 계획 요소들이 메르스(MERS) 발발과 확산시기에는 감염에 따른 공포로 어떠한 행태 변화, 여기서는 대중교통이 이용 회피가 있었다고 예상할 수 있다. 또한 그러한 회피의 정도는 물리적 도시형태의 계획요소별로 그 영향의 크기와 유의성 등에서 차별적일 수 있을 것이다. 그러나 국내 뿐만 아니라 국외에서도 물리적 도시형태에 따라 이용회피의 정도가 차이가 있음을 실증하고 있는 연구는 거의 없다고 할 수 있다. 따라서 본 연구는 이전 연구들과 달리, 대중교통 압축도시(Transit-oriented Compact City)의 계획 요소들과 인구 집중 유발시설들이 메르스(MERS) 발생에 따라 대중교통의 이용에 어떠한 영향을 받았는지를 실증하고자 한다.

본 연구에서는 메르스로 인한 물리적 도시형태의 대중교통 이용에 대한 영향은 직접적 영향과 간접적 영향으로 대별하고자 한다. 전자는 메르스 확산 시기에 도시형태의 요인들이 대중교통 이용에 직접적으로 미친 영향을 의미한다. 반면에 후자는 대중교통의 이용을 촉진하는 도시형태는 대중교통의 이용을 증가시키지만, 이러한 원인으로 인하여 사람들이 대중교통 이용의 감소를 더욱 유발하게 된다는

매개형태의 효과를 의미한다. 또한 메르스로 인한 대중교통 이용의 감소는 대부분이 성인(유료 이용자)과 고령자(무료 이용자)는 서로 다른 차별적인 영향을 줄 것으로 예상할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 직간접 효과와 두 개 이상의 대중교통 지표가 사용되므로, 경로분석 모델을 적용하여 분석하게 된다. 이후부터는 관련 연구의 고찰과 본 연구와 차별성, 연구의 분석틀 및 방법론, 그리고 분석결과의 해석의 순서로 논문을 구성하여 서술하고자 한다.

2) 문헌고찰 및 본 연구의 차별성

본 연구의 목적을 달성하기 위한 문헌고찰은 물리적 도시형태와 통행행태와의 연관성과 메르스 확산에 따른 일상생활의 영향으로 대별하여 이루어졌다. 먼저, 전자는 TOD 관련 연구 중심으로 고찰되었다. TOD는 자동차 보다는 대중교통과 보행을 주요 통행으로 각종 시설에 보다 용이하게 하고자 하는데 목적이 있다. 박천보(2016)는 TOD를 통한 압축도시는 대중교통과 토지이용의 연계와 통합을 실현하는 도시개발의 방식으로서, 대도시의 교통문제의 해결과 함께 무분별한 도시의 확산을 방지하여 지속가능한 도시를 조성하는 개발이라고 정의하였으며, 이를 위해서는 대중교통과 토지이용을 통합하는 도시계획 체계가 이루어져야 하였다. 이를 위해서는 역세권 위주의 집중개발이 이뤄지고 기능복합 위주의 개발이 우선되어야 한다고 주장했다.

TOD의 물리적 계획요소는 5Ds(Density, Diversity, Design, Distance to transit, Destination accessibility)로 볼 수 있다(성현곤 외 2인, 2012). Calthrope (1993)이 TOD의 개념을 제안한 이후로 현실세계에 적용되어지는 과정에서 계획 요소의 진전이 이루어졌다. 먼저, Calthrope(1993)이 TOD의 개념과 그 주요 내용을

제안하였지만 계획요소의 구체화는 Cervero와 그의 공동 연구자들에 의하여 주로 이루어져 왔다. 이들에 의한 초기의 TOD 계획요소에는 Cervero and Kockelman(1997년)이 제안한 3Ds(density, diversity, design)이다. 이는 고밀도의 복합적 토지이용과 보행 친화적인 도시설계를 골자로 하고 있다. 그러나 대중교통의 접근성을 고려하지 않고서는 TOD를 구현하기 어렵다는 주장에 따라, 2Ds(Distance to transit, Destination accessibility)가 추가되었다(성현곤 외, 2012).

이러한 TOD의 물리적 계획요소의 적용을 통하여 승용차의 이용 저감과 더불어 대중교통과 보행의 이용활성화를 도모할 수 있으며, 각각의 개별 계획요소별로 통행수단에 차별적 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 예를 들어, 고밀화는 대중교통의 이용활성화에, 복합적 토지이용과 격자형 가로망은 보행의 이용활성화에 상대적으로 보다 기여하게 됨을 Ewing and Cervero(2001)은 보고하고 있다(성현곤 외, 2007). 이와 같이 통행수단의 선택은 도시의 물리적 형태에 따라 차별적 영향을 주고 있다는 것은 메르스 확산에 따른 감염 공포가 확산된 시기에서는 그 물리적 형태에 따라 이용회피 저감이 계획요소에 따라 달라질 수 있음을 시사하는 것이다.

메르스가 국내에 최초로 발발한 시점은 2015년 5월 말이므로, 이로 인한 일상생활 및 대중교통 이용과 관련된 연구는 상대적으로 많지 않다. 먼저 일상생활에 미친 영향에 대한 연구로 Jung et al.(2016)을 들 수 있다. 이들은 메르스의 확산으로 인하여 총 소비자 지출에서의 감소가 상당하였으며, 이는 감염 위험을 회피하기 위한 행태 변화에 기인함을 보고 있다. 통행의 행태나 이용 저감에 변화에 관한 연구는 서정식(2015), 정경석 외(2015), Kim et al.(2016), 그리고 성현곤(2016)을 들 수 있다.

먼저, 서정식(2015)은 메르스로 인한 지하철 이

용실태를 분석하였다. 분석 결과 이 전염병 발발 시 다중 이용 시설에 대한 불안감이 나타났고, 특히 질병에 취약한 고령자의 더 큰 감소가 나타났음을 보고하고 있다. 정경덕 외(2015)는 메르스 발발과 승객이용패턴 변화에 관해 분석하였다. 외국인, 지방 고객 이용량이 가장 크게 감소하였고, 비경제활동인구의 이용이 그 다음 이었다. 또한 대중교통을 이용하는 시민들의 생활패턴에도 변화를 가져왔다고 주장하였다. Kim et al.(2016)은 메르스 발발 전인 5월 10일과 발발 후인 6월 10일의 대중교통 이용자수 감소를 행정동 단위로 분석하면서, 지역간 대중교통 터미널, 대규모 스포츠 시설, 다중 집회시설, 종합병원과 같은 다중 이용 밀집시설에서 13.88% 더 감소하였음을 보여주고 있다. 마지막으로 성현곤(2016)은 MERS의 발발과 확산에 따른 대중교통 이용 감소는 시간대별로 반응의 시기, 규모, 지속기간에 차이가 있음을 밝히고 있다. 구체적으로 통근통학과 같은 필수적 통행이 주로 일어나는 시간대에서는 침투 확산 기간에 단기간에 나타났다 사라지는 경향을, 반면에 쇼핑과 여가 통행이 일어나는 오후 비점두 시간대는 확산 초기부터 지속적으로 감소가 일어났음을 확인하고 있다.

선행연구 고찰을 통하여 대중교통 중심의 도시개발의 물리적 도시형태의 계획적 요소는 대중교통과 보행의 이용행태에 차별적으로 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 또한 메르스 발발과 확산에 따른 대중교통의 이용이 감염공포로 인하여 실제로 저감되었으며, 그러한 저감의 정도는 사람들이 보다 많이 모이는 다중 이용시설에 집중되어 발생하였음을 확인할 수 있다. 또한 통행목적별로 이용저감은 필수적 통행 보다는 쇼핑과 같은 비필수적 통행에서 보다 크게 일어났음을 알 수 있다. 그리고 이들 관련 연구들은 메르스로 인한 대중교통의 이용회피에 대하여 특정 시설물에 초점을 두고 연구를 진행하였음을 알 수 있다.

본 연구는 대중교통의 이용 저감이 특정 시설물 뿐만 아니라 도시의 물리적 형태라는 군집적 특성에 의하여서도 발생할 수 있음을 밝히고자 한다는 점에서 기존 연구와 차별되어진다. 즉, 본 연구는 도시의 물리적 계획요소별로 대중교통의 이용 저감이 발생하였는지, 그리고 계획요소별로 차별적 영향이 존재하는 지 여부를 확인하는 데 목적이 있다.

II. 연구의 틀 및 분석방법론

1. 연구의 범위

본 연구는 서울시 역세권을 대상으로 도시의 물리적 형태에 대한 계획요인을 추출하고, 메르스 발생에 따른 철도의 이용저감의 매개 효과를 파악하고자 한다. 서울은 고밀도의 복합적 토지이용과 조밀한 대중교통 네트워크가 조성된 대표적인 대도시 중의 하나로 알려져 있다(천상현 외, 2014). 분석 대상이 되는 철도역은 서울메트로가 운영하는 지하철 9호선 2단계 개통 철도역을 제외한 238개역이며, 중첩된 역을 별개로 하여 분석에 포함하면 총 330개역이 된다. 9호선 2단계 노선(신논현-종합운동장)은 메르스가 발발한 2015년 5월 20일 이전 약 2개월 전인 3월 28일 개통되었기 때문에 도시의 물리적 형태가 대중교통 이용에 영향이 안정화되기에는 충분하지 않아 제외하였다. 그리고 대중교통 중에서 철도를 선택한 이유는 버스에 비하여 철도가 장거리 통행으로 사용되며, 더욱 밀폐되어 운행되는 특성 때문에 메르스 발발과 확산에 따른 공포에 대한 민감도가 보다 더 높을 것으로 예상하였기 때문이다.

그리고 철도역별 이용과 그 주변 물리적 도시형태와의 관계를 파악하기 위하여서는 철도역의 이용을 위한 영향 범위를 설정하여야 한다. 본 연구

에서는 철도역별 월별 철도역을 중심으로 500m를 역세권으로 설정하였다. 시민들이 보행으로 접근하기 위한 적합한 거리로 500m로 알려져 있다. 또한 Sung et al.(2014)에서는 역세권 반경 버퍼(250m, 500m, 750m, 1000m등)별로 역세권별 물리적 환경과 이용자수의 관계를 실증하면서, 그 반경이 다른 반경에 비하여 보다 밀접한 관계를 실증하고 있다. 그림 1은 서울시 철도 노선과 철도역, 그리고 메르스 확진환자가 발생하였거나 그가 방문한 병원의 위치를 보여주고 있다.

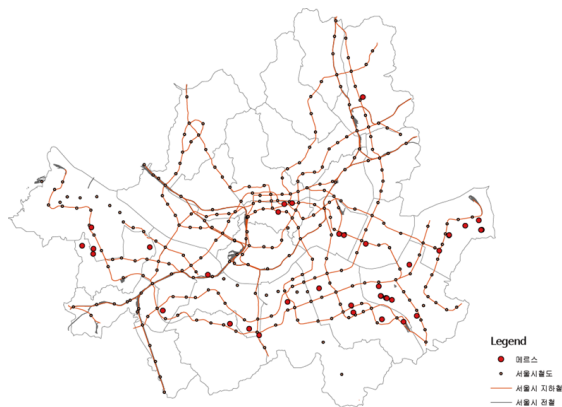


Figure 1. Stations and Lines of Railways and Hospitals with MERS's Patients

그 다음으로 본 연구를 위한 시간적 범위는 메르스 발발 시기에서의 대중교통 이용자수의 감소를 분석하기 위하여 5월 20일 발발 이후 확산이 가장 큰 6월을 선택하였고, 비교되는 월은 동년도 4월을 선택하였다. 기준 년도와 전년도 월의 이용자수 차이를 대상으로 하지 않은 것은 2014년부터 메르스 발발하기 시작한 이전까지는 지속적으로 철도 이용 수요가 증가한 반면에 이후부터는 감소하는 패턴을 보이는 추세가 있기 때문이었다. 즉, 전년도 월과 메르스 최대 확산시기인 월을 비교하여 이용자수 차이를 메르스에 의한 이용수요 감소로 정의하기에는 과대추정될 가능성이 높다(그림 2 참조).

2015년 메르스 사태 후 이용자수를 월별로 확산 최대 월인 6월을 기준으로 하여 4월부터 비교해보면 점차 감소하여 확산 최대월인 6월에 가장 감소한 것으로 나타났다.

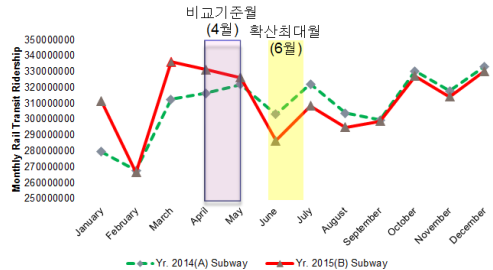


Figure 2. Trend Pattern of Monthly Rail Transit Ridership(Yr. 2014-2015)

서정식(2015)은 서울 지하철 1~4호선을 분석한 연구에 따르면 메르스로 인한 수송인원 감소가 발발이후 4주차(6.13~19)에서 13.6% 감소를 정점으로 3주차가 13.1%, 5주차 11.7%로 감소하였음을 보고하고 있다. 즉, 2015년 6월은 메르스의 전역적 확산에 따른 공포감이 대중교통의 이용자수에 실질적으로 가장 큰 영향을 주는 기간으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 철도역별로 메르스 발생 이전 월 중에서 가장 최근 월인 4월과 비교하여 확산 최대 월인 6월에 감소하였는지를 종속변수로 설정하여 분석하고자 한다.

2. 연구의 분석 틀

메르스와 같은 예기하지 못한 질병의 확산에 대한 공포는 익명의 많은 사람들이 모이는 지역이나 시설의 방문을 자제하고, 이로 인하여 대중교통의 이용수요가 감소하는 효과가 있다(정경덕 외, 2015; Kim et al., 2016; 성현근, 2016). 메르스는 신체 접촉 또는 인접 거리에서의 공기 중 전파로 전염되는 특징이 있기 때문이다. 이러한 방문 자제나 회

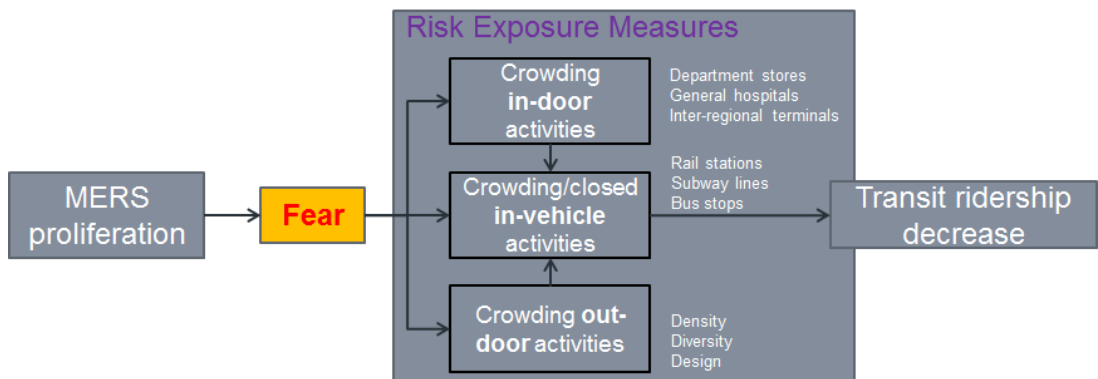
피는 과밀한 실내 활동(crowding in-door activities), 과밀한 옥외 활동(crowding out-door activities), 그리고 밀폐된 공간에서의 과밀한 상태의 이동 활동(crowding and closed in-vehicle activities)으로 인한 감염 공포로 인한 것으로 볼 수 있다(성현곤, 2016). 이와 같은 방문 회피나 자제로 연결되는 활동들을 도시의 물리적 형태의 계획요인으로 연결하여 살펴보면 그림 3과 같다. 그리고 이러한 활동의 자제나 회피에 의하여 도시철도의 이용이 감소하게 된다.

이를 근거로 하여 메르스의 공포에 따른 대중교통 이용수요 감소 원인의 위험노출 지표들은 세 가지로 대별되어 설명할 수 있다. 첫째는 대중 이용 시설이 밀집되어 있는 도시의 물리적 형태는 해당 지역의 방문을 자제하거나 회피하는 요인으로 작용하게 된다. 즉, 많은 사람들이 방문하는 시설물로 백화점, 종합병원, 지역 간 대중교통 터미널 등에 대한 방문 회피로 대중교통의 이용 저감이 발생하였을 것으로 예상할 수 있다. 이는 서정식(2015), 정진석 외(2015), 그리고 Kim et al.(2016)의 연구 결과에서 유추되어질 수 있다.

둘째는 TOD와 같은 대중교통 중심의 도시 및 교통체계로 표현되는 지역 또는 근린의 물리적 형

태가 대중교통 이용 저감의 원인이 될 수 있다. 대중교통 및 보행친화적인 도시형태와 교통체계는 옥외공간의 유동인구, 즉 대중교통과 보행에 의한 옥외활동을 증가하게 하는 요인들이다. 이는 TOD와 통행수단 선택의 연관성을 실증한 기존 연구들(예: Ewing and Cervero, 2001; Sung and Oh, 2012; Sung et al., 2014)에서 찾아볼 수 있다. 그리고 이러한 물리적 도시형태는 밀도(density), 복합도(diversity), 설계(design) 등의 도시의 물리적 형태로 인한 높은 유동인구는 다수의 익명의 시민으로부터 감염될 수 있다는 두려움을 확산하게 하는 효과가 있다.

셋째는 좁고 밀폐된 공간에서 다수의 익명의 사람들과 함께 이동해야하는 대중교통의 차내 공간에서의 감염 위험이다. 익명의 사람들을 대량으로 운송하는 수단은 대중교통이다. 다수의 버스노선이 밀집하여 많은 사람들이 승하차와 환승 대기의 활동이 활발한 버스정류장이나 상대적으로 오랫동안 밀폐된 공간에서 이동하는 지하철은 감염 공포에 대한 위협요인이 될 수 있다. 즉, 지하로 운행되는 지하철은 상대적으로 지상철도에 비하여 보다 많은 사람들이 이용 자제를 유발할 수 있고, 철도역 근처에 버스정류장이 많은 역세권은 사람들의 방문



Note: This figure was revised, based on Sung(2016, p.166)

Figure 3. Path of Mediation Effects of Urban Form Factors by the MERS for Rail Transit Ridership

회피가 클 수 있다.

3. 분석방법론 및 최종 모형 선정

세 가지로 대별한 감염에 대한 위협 지표들은 그러므로 대중교통, 여기서는 철도의 이용수요 감소의 직접적 또는 간접적 원인으로 작용하게 된다. 따라서 본 연구는 메르스 감염 공포에 따른 서울시 역세권의 물리적 도시형태와 어떻게 연관되어 철도이용에 영향을 미치는 지를 분석하기 위하여 직접적인 관계뿐만 아니라 간접적인 관계를 파악하기 위하여 경로분석모형(Path Analysis Modeling)을 구축하고자 한다. 이 방법론은 개별 변수들의 인과 관계를 분석하는 회귀모형에 변수들간의 구조적 관계를 추가로 파악할 수 있는 모형으로 알려져 있다(신기숙·성현곤, 2011). 또한 이 방법론은 매개변수 효과 분석과 더불어 다수의 설명변수와 다수의 종속변수를 동시에 분석할 수 있다는 측면에서 다른 분석모형보다 적합하다(Bruin, 2006).

본 연구에서는 서울시 역세권의 물리적 형태 지표들이 메르스로 인한 직간접 효과가 동시에 있음을 가정하고 있다. 즉, 옥외 활동을 유발하는 도시

의 물리적 형태가 메르스 확산으로 인하여 철도의 이용회피를 유발하는 직접적 요인이 될 수 있을 뿐만 아니라 철도 이용감소에 대한 간접적 매개효과도 있을 것으로 보고 있다. 간접적 효과는 일상적인 생활을 위한 철도의 이용에 영향을 미치고, 그 이용의 정도가 다시 메르스의 감염 공포로 인한 철도이용의 감소 규모에 영향을 주게 된다는 것이다. 최종 경로 변수는 철도역별 최대 확산월인 6월의 이용자수와 비교 월인 4월의 이용자수 차이, 즉 이용 감소인원이 된다. 여기서는 유료(ln_pay_diff)와 무료(ln_free_diff)의 이용자수 감소폭 지표 두 개가 적용된다. 또한 물리적 도시형태는 평상시 일상생활의 이용자수에 영향을 주게 되는 관계로 2015년 4월 기준의 유료(ln_pay_rider04) 및 무료 승하차 인원(ln_free_rider04)을 지표로 선택할 수 있다. 결과적으로 유료와 무료 철도이용 감소 지표들은 최종 결과 변수이고, 유료와 무료 4월 이용자수 지표들은 매개변수이다. 매개변수는 특성상 독립변수 및 종속변수의 역할을 동시에 수행하는 변수이다. 회귀 분석에서는 특정 변수가 독립 또는 종속의 한 가지 역할만을 하여야 함으로 적합하지 않고, 두 가지 역할을 동시에 하는 매개변수를 다룰 수 있는 경로

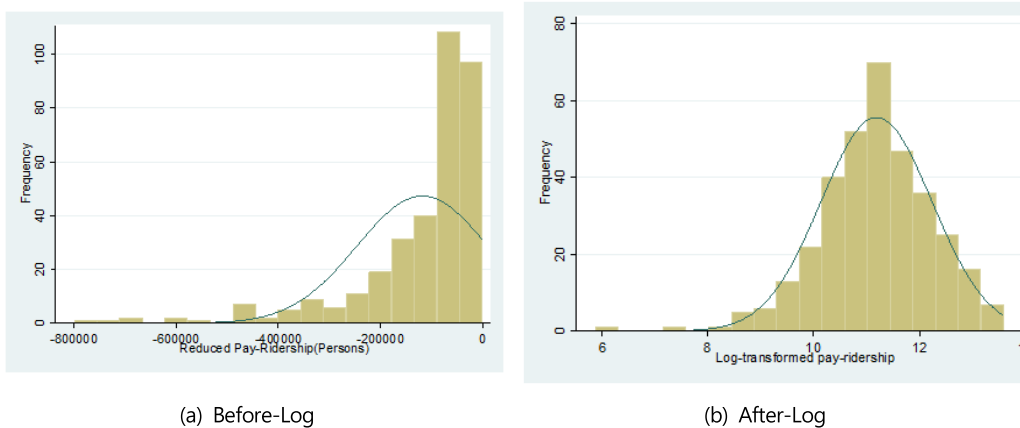


Figure 4. Distribution of Paid Rail Transit Ridership by a Station

분석이 적합하다(홍세희, 2000).

철도 이용과 관련 된 결과변수들은 우측으로 치우친 분포형태를 보임에 따라 정규분포 형태로 전환하기 위하여 각각의 변수를 로그화하였다. 그림 4는 유료 이용자의 철도이용 감소량에 대한 로그화 이전과 이후의 분포형태를 보여주고 있다.

유료와 무료 이용자수 감소량과 4월 이용자수의 변수들간은 서로 상관성이 높고(상관계수가 각각 0.8635와 0.9387임), 다중공선성을 진단하는 분산팽창계수(Variation Inflation Factor, VIF)도 10 이상

으로 높아 서로 상관성이 있음을 가정(표 1 참조)하여 최종 모형을 구축하였다. 즉, 최종 모형에서는 유료 승하차 인원이 많은 철도역은 무료 승하차 인원도 많으며, 유료 승하차 감소폭이 높은 철도역은 무료 승하차 감소폭도 크다는 관계를 고려한 모형의 구축이 이루어졌다.

한편, 메르스에 의한 도시철도 이용감소에 영향을 주는 지표들 중 밀도 지표로는 총 건축물 연상면적(all_building), 주거용 건축물 연상면적(housing), 상업용 건축물 연상면적(commercial)을,

Table 1. Summary Statistics, Expected Relationship, and Multicollinearity Diagnosis

Variable Description	Var. Name (Structure)	Mean	Std. Dev.	Min	Max	VIF
Log-transformed pay-ridership(Persons)	ln_pay_diff ○	11.191	1.047	5.87	13.59	16.4
Log-transformed free-ridership(Persons)	ln_free_diff ○	9.783	0.925	3.66	11.76	22.4
Log-transformed pay-ridership on April (Persons)	ln_pay_rider04 ◎	13.350	0.934	7.81	15.58	19.7
Log-transformed free-ridership on April (Persons)	ln_free_rider04 ◎	11.641	0.845	5.34	13.45	21.8
Total floor area of buildings for all types(km2)	all_building ●	1.266	0.609	0.04	3.75	3.23
Total floor area of residential buildings(km2)	housing ●	0.625	0.341	0.00	1.93	2.79
Total floor area of commercial buildings(km2)	commercial ●	0.079	0.141	0.00	1.14	1.85
Index of land use mix for 5 types	lum_5 ●	0.629	0.188	0.08	0.98	1.79
No. Intersections	intersection ●	133.4	86.901	2	373	2.19
Estimated average decile-income	income ●	4.534	1.473	2.33	9.42	2.19
Average land price(KWR 10000)	land_price ●	503.2	364.18	2.40	2238	3.23
No. bus stops	bus_stop ●	17.558	8.134	0	50	1.36
Transfer station(no/yes)	transfer ●	0.364	0.482	0	1	1.21
Urban subway line(no/yes)	line_group ●	0.821	0.384	0	1	1.29
Nearest Distance from two CBDs(km)	CBD_dist ●	6.646	3.856	0	15.78	1.73
No. of residential persons over 60s	pop_60_over ●	2293.1	1235.0	81.86	6750	2.13
Hospital with MERs-infected patients(no/yes)	Infect_hospital ●	0.073	0.260	0	1	1.12
Inter-regional transit terminals(no/yes)	terminal ●	0.048	0.215	0	1	1.21
Department store(no/yes)	department ●	0.058	0.233	0	1	1.31
General hospital(no/yes)	general_hospital ●	0.115	0.320	0	1	1.06
Kindergarten(no/yes)	Kindergarten ●	0.709	0.455	0	1	1.54
Primary school(no/yes)	prim_school ●	0.700	0.459	0	1	1.29

Note: '○' is only dependent, '◎' is both dependent and independent, '●' is both directed and indirected (mediation measures), and '●' is only directed to the path of final two dependent variables.

토지이용의 다양성 지표로는 주거, 근린생활, 상업, 업무, 기타로 대별한 5개의 토지이용혼합도 지수(Land Use Mix, LUM_5)를, 그리고 보행친화적 설계 지표로는 교차로 수(no_intersection)를 최종적으로 선정하였다. 대중교통 접근성 지표로는 버스정류장의 수(bus_stop)와 환승역 여부(transfer)를, 종착지 접근성의 지표로는 서울의 2개의 도심인 강남과 시청까지의 가장 가까운 거리(CBD_dist)를 채택하였다.

비물리적 지표(non-physical measures)에 해당하는 사회경제적 지표(socio-economic indicators)로 추정된 소득 10분위 평균(income)과 평균 토지 가격(land_price), 그리고 60세 이상의 거주민수(pop_60_over)를 지표로 추가하였다. 이는 세 지표들의 값이 클수록 보다 더 철도이용의 저감이 이루어질 수 있다고 보았기 때문이다. 이들 지표들은 철도이용 저감에 직접적으로 영향을 줄 뿐만 아니라 간접적으로 영향을 주는 매개효과가 있음을 가정하고 있다.

또한 메르스의 확산에 따른 공포로 인하여 인구가 집중되는 유행시설물로 메르스 확진 환자가 방문한 병원(infect_hospital), 지역간 대중교통 터미널(terminal), 종합병원(gen_hospital), 유치원(kindergarden), 초등학교(pri_school) 등이 해당 역세권에 있는지의 여부를 더미변수로 하여 최종 모형에 산정하였다. 이들 지표는 철도 이용의 감소에 직접적인 영향효과만 있음을 가정하고 있다. 최종 모형에서 선정된 모든 원인 변수들은 VIF가 5보다 적기 때문에 이들 변수들 간의 다중공선성은 없는 것으로 가정하여 최종 모형을 구축하였다.

IV. 분석결과와 해석

1. 경로 모형의 적합도 검정

최종 선정된 경로모형의 적합도를 진단하기 위하여 사용된 통계량(표2의 아래 부분)은 개략오차평균제곱의 제곱근(Root Mean Square Error of Approximation, RMSEA), 비교합치지수(Comparative Fit Index, CFI), 터커루이스지수(Tucker-Lewis Index, TLI), 그리고 표준화평균제곱잔차제곱근(Standardized Root Mean Squared Residual, SRMR)이다. 경로모형의 적합도 평가는 어느 기준 하나를 절대적인 기준으로 사용하는 것이 아니라 여러 통계량을 고려하여 평가하여야 한다(홍세희, 2000; 이기종, 2005; 김계수, 2007). 본 연구에서 사용한 모형 통계량의 4가지의 기준들의 적합도 판정 충족조건은 RMSEA와 SRMR은 0.08보다 적고, CFI와 TLI는 0.9보다 커야한다. 최종 모형의 모형통계량은 표 2에서 볼 수 있듯이 모두 그 기준을 충족시키고 있음을 알 수 있다. 따라서 최종모형이 본 연구를 위한 적합한 모형이라고 진단할 수 있다.

한편, 철도 이용에 대한 4개의 종속 변수들의 공분산(covariance)은 모두 긍정적이면서 통계적으로 유의함을 보이고 있다. 이는 유료 이용자가 많은 철도역은 무료 이용자도 많음을, 그리고 메르스로 인하여 유료 이용자가 감소한 철도역은 무료 이용자도 감소하였음을 의미한다. 그리고 그 공분산의 크기를 비교하였을 때, 전자(0.041)가 후자(0.005)보다는 그 관계가 보다 높음을 알 수 있다. 이는 평소의 유료와 이용자수 상관성은 높지만 메르스 발생으로 인하여 감소한 이용자수의 관계는 상대적으로 낮다는 것을 의미한다. 즉, 메르스 확산으로 인한 이용자수의 감소에서 유료와 무료 이용자수의 감소 패턴이 차별적으로 이루어졌다고 볼 수 있다.

경로모형은 원인 변수들의 구조적 경로 관계를 직접적, 간접적, 그리고 전체적 효과 모형으로 분해할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 분석결과에 대

Table 2. Summary on Analysis Results of Path Modeling

Coef.				z			
Decreased pay-ridership (ln_pay_diff ←)				Decreased free-ridership (ln_free_diff ←)			
ln_pay_rider04	1.103	***	24.92	ln_pay_rider04	0.112	***	3.3
ln_free_rider04	-0.057		-1.23	ln_free_rider04	0.944	***	26.43
all_building	-0.129	**	-2.59	all_building	-0.070	*	-1.84
housing	0.075		0.92	housing	0.219	***	3.48
commercial	0.565	***	3.5	commercial	0.392	***	3.17
lum_5	-0.085		-0.7	lum_5	0.117		1.26
intersection	-0.001	***	-5.23	intersection	-0.001	***	-4.78
income	-0.004		-0.22	income	0.042	***	3.12
transfer	-0.059		-1.52	transfer	-0.053	*	-1.78
line_group	0.059		1.19	line_group	-0.093	**	-2.44
CBD_dist	-0.019	***	-3.23	CBD_dist	-0.012	***	-2.7
land_price	4.04E-05		0.47	land_price	-5.26E-05		-0.81
bus_stop	0.002		0.86	bus_stop	0.002		1.23
pop_60_over	0.000		-0.63	pop_60_over	-1.3E-05		-0.83
infect_hospital	0.103		1.49	infect_hospital	0.158	***	3.0
terminal	0.167	*	1.93	terminal	0.135	**	2.04
department	0.105		1.25	department	0.064		0.99
general_hospital	0.077		1.4	general_hospital	0.074	*	1.77
kindergarden	0.157	***	3.43	kindergarden	0.058	*	1.65
prim_school	0.001		0.03	prim_school	0.071	**	2.22
constant	-2.610	***	-9.15	_cons	-2.836	***	-12.97
Pay-ridership on April (ln_pay_rider04 ←)				Free-ridership on April (ln_free_rider04 ←)			
all_building	0.560	***	5.01	all_building	0.187	*	1.74
housing	-0.469	***	-2.63	housing	0.013		0.07
commercial	0.115		0.3	commercial	0.806	**	2.19
lum_5	0.737	**	2.54	lum_5	0.744	***	2.66
intersection	0.002	***	3.04	intersection	0.002	**	2.5
bus_stop	0.001		0.2	bus_stop	3.15E-04		0.06
transfer	0.020		0.21	transfer	-0.080		-0.89
line_group	0.616	***	5.43	line_group	0.503	***	4.6
CBD_dist	0.044	***	3.21	CBD_dist	0.049	***	3.71
income	0.038		0.91	income	-0.044		-1.08
land_price	2.12E-04		1.04	land_price	3.59E-04	*	1.84
constant	11.095	***	35.51	constant	9.962	***	33.07
var(e.ln_pdifff)					0.096	***	
var(e.ln_fdifff)					0.057	***	
var(e.ln_pay04)					0.585	***	
var(e.ln_free04)					0.544	***	
cov(e.ln_fdifff,e.ln_pdifff)					0.005	***	
cov(e.ln_free04,e.ln_pay04)					0.041	***	
	Obs	ll(null)	ll(model)	df	AIC	BIC	
	330	-1339.2	-547.7	72	1239.34	1512.87	
Model Statistics	Goodness of fit indices			RMSEA	CFI	TLI	SRMR
	Actual			0.071	0.989	0.947	0.022
	Baseline			<0.08	>0.90	>0.90	<0.08

한 해석은 먼저 직접적 효과에 대한 분석결과를 해석하고, 이후 물리적 도시형태의 간접적 효과와 전체적 효과에 대한 분석의 결과를 해석하고자 한다.

2. 직접적 효과에 대한 경로모형

1) 이용자수 감소 모형

먼저, 유료와 무료의 이용자수 감소에 대한 직접적 경로 모형의 분석결과를 보면, 통계적으로 유의한 지표들의 수가 후자에 보다 많음을 알 수 있다. 이는 메르스의 전염에 대한 공포가 일반인 보다 고령자에게 보다 큰 영향을 미쳤고, 물리적 도시형태와 대중교통, 그리고 인구집중 유발시설물에 보다 민감하게 반응하여 이용 회피가 이루어 졌음을 의미한다.

한편, 철도의 유료와 무료이용 감소 모형에서는 전반적으로 지난 4월 유료 이용자수가 많았던 철도역에서는 그 감소폭이 보다 큼을 보여주고 있다. 그러나 무료 이용자수가 많은 철도역에서의 이용 감소의 통계적 유의성은 무료 이용자 감소 모형에만 국한된다. 이는 철도이용이 많은 철도역에서 메르스 확산 시기에서 철도이용이 감소하였고, 무료 이용자는 유료 이용자수가 많은 철도역뿐만 아니라 무료 이용자수가 많은 철도역의 이용 회피도 이루어졌음을 의미한다. 즉, 대부분이 무료 이용자인 고령자는 일반적인 사람들이 많이 이용하는 철도역뿐만 아니라 고령자가 많이 이용하는 철도역의 이용 회피가 이루어졌지만 일반인들은 후자의 경우에 영향을 유의하게 받지 않았음을 알 수 있다.

물리적 환경요인의 직접적 효과를 살펴보면, 먼저 밀도 변수들 중에서 총 건축물 밀도는 이용감소의 저감폭이 오히려 적음을 보이고 있으나, 그 이외의 상업용 건축물 밀도가 높은 곳에서는 두 모형 모두 이용감소의 크기가 증가하였음을 알 수 있다.

이는 개발밀도가 높다고 하여 철도의 이용에 대한 회피는 이루어지지 않았으나 특정한 용도의 개발밀도, 즉 익명의 많은 사람들이 방문하여 구매하지만 반드시 일상생활에서의 활동이 필수적이지 않은 시설물이 군집되어 있는 곳에서는 이용회피가 뚜렷하게 나타났음을 보여주는 것이다.

주거용 건축물 밀도는 유료 이용저감 모형에서는 통계적으로 유의하지 않았으나 무료 이용자수 감소 모형에서는 그 감소폭이 크면서 통계적으로 유의함을 보여주고 있다. 이는 고령자인 무료 이용자는 목적지 철도역뿐만 아니라 출발지인 주거지에서 메르스 전염 공포로 인하여 철도 이용을 회피하였음을 시사한다.

토지이용 복합도는 메르스로 인한 이용저감에 통계적으로 유의하지 않음을 보이고 있어, 토지이용 복합도 높다고 하여 일반 사람들이나 고령자가 철도의 이용회피가 이루어지지 않았음을 보여준다.

도시설계의 계획요소인 교차로수 밀도는 이용의 감소폭이 상대적으로 적게 직접적인 영향을 미쳤으며, 통계적으로 유의하다. 이는 동일한 면적에 교차로수가 많을수록 옥외공간의 활동이 집중되기 보다는 분산되는 효과가 보다 크게 작용한 것으로 판단된다. 즉, 교차로 밀도가 높은 역세권일수록 철도이용자들의 보행경로가 다양하여 감염위험이 상대적으로 적어 이용 회피가 보다 적게 이루어질 수 있었음을 의미한다.

대중교통 접근성 지표 중 버스정류장 수는 통계적으로 유의하지 않았으며, 환승역 지표는 무료 이용자수 감소 모형에서만 유의함을 보여주고 있다. 환승역은 두 개 이상의 노선이 교차하는 역이므로 다양한 목적지의 선택이 가능하다. 이러한 점에서 목적지의 분산화 효과로 인하여 이용저감의 폭이 적은 것으로 해석된다. 그리고 주로 지상으로 운행되는 노선에 비하여 지하로 운행되는 노선의 경우에는 무료 이용자수 감소가 보다 적게 이루어졌으

며, 통계적으로 유의하였다.

도심으로부터 멀어질수록 이용자의 감소폭이 적어지며, 두 모형 모두 통계적으로 유의하다. 이는 도심의 접근성이 좋은 역세권일수록 철도이용에 대한 회피가 보다 크게 이루어졌음을 보여주는 결과이다.

소득과 토지가격 등의 사회경제적 속성 지표들 중에서는 거주민의 소득 수준이 높은 역세권에서 무료 이용자의 감소가 보다 크게 이루어졌음을 보여주고 있다.

대부분의 주요 인구 집중 유발시설에서 메르스 확산시기에서 이들 시설물의 이용자제로 인하여 철도 이용 감소가, 특히 무료 이용자의 감소가 보다 큰 폭으로 일어났음을 분석결과는 보여주고 있다. 유료 이용자수 모형에서는 지역 간 대중교통 터미널과 유치원 수가 많은 역세권에서 통계적으로 유의하고, 이외의 지표들은 유의하지 않았다. 이는 일반인들은 감염에 대한 공포가 보다 크지 않았기 때문으로 풀이된다.

반면에 고령자인 무료 이용감소 모형에서는 메르스 확진환자가 발생하였거나 이들이 방문한 병원에서, 지역 간 대중교통 터미널에서, 종합병원이 있는 역세권에서, 유치원이 있는 곳에서, 그리고 초등학교가 있는 곳에서 이용 회피가 두드러지게 나타났음을 분석결과는 보여주고 있다.

2) 철도 이용수요 모형

물리적 도시형태가 대중교통의 이용에 영향을 미친다는 것은 수많은 연구들에서 이미 입증되었다. 본 연구의 분석결과도 이와 유사하다. 예를 들어, 모든 용도의 건축물 개발밀도가 높을수록, 토지이용이 복합화 될수록, 교차로 밀도가 높을수록 철도의 이용이 높다. 그리고 철도가 지하로 운행되는 노선인 경우에도 그러한 결과를 보여주고 있다. 이는

이들 노선의 철도 운행속도가 빠르고 이미 개발되어 있는 도시의 하부공간에서 운행되는 특징이 있기 때문에 풀이된다. 특이한 점은 도심으로부터 멀어질수록 철도의 이용수요가 증가한다는 분석결과이다. 일반적으로 도심으로부터 가까울수록 철도의 이용이 많을 수 있다. 이러한 예상되는 결과와 반대의 결과가 나온 것은 아마도 본 연구에서 환승역을 통합하지 않았고, 이들 환승역들은 주로 도심에 가까이 위치해 있기 때문으로 풀이된다.

한편 유료와 무료의 철도 이용수요 모형에서 차별적인 결과는 주거용 건축물 밀도와 상업용 건축물 밀도이다. 전자는 일반인들의 철도이용에만 부정적인 영향을, 후자는 고령자의 철도이용에만 긍정적인 영향을 미쳤음을 보여주고 있다. 주거 건축물이 밀집한 시설은 실질적으로 목적지가 일반인들의 목적지가 되지 않기 때문이며, 고령자는 주로 직장이나 쇼핑과 여가 목적의 통행이 주로 발생하기 때문으로 해석할 수 있다.

3. 물리적 도시형태 효과 분해

본 연구의 주된 목적은 도시의 물리적 형태가 메르스 확산시기에서 철도의 이용저감에 어떻게 영향을 미쳤는지를 파악하고자 하는 데 있다. 따라서 여기에서는 도시형태가 메르스 확산에 따른 공포로 철도이용에 시민들이 어떻게 반응하였는지를 분해하여 살펴볼 필요가 있다.

표 3은 물리적 도시형태의 지표들이 철도 이용저감에 미친 영향을 분해하여 보여주고 있다. 전반적으로 직접적 효과 보다는 간접적 효과의 회귀계수가 보다 크고, 간접적인 효과가 주거용 건축물 밀도를 제외한 거의 모든 지표에서 이용저감에 긍정적인 영향을 주었다는 점에서 메르스에 의한 감소의 도시형태의 매개효과는 간접적인 경로를 통하여

Table 3. Decomposition Results of Physical Urban Form Effects on Rail Ridership Decrease

	Direct Effect			Indirect Effect			Total Effect		
	Coef.		z	Coef.		z	Coef.		z
Log-transformed Decreased Paid Riders									
all_building	-0.129	**	-2.59	0.607	***	5.08	0.477	***	3.75
housing	0.075		0.92	-0.518	***	-2.74	-0.443	**	-2.16
commercial	0.565	***	3.5	0.081		0.2	0.646		1.49
lum_5	-0.085		-0.7	0.771	**	2.51	0.686	**	2.08
intersection	-0.001	***	-5.23	0.002	***	3.04	0.001		0.86
bus_stop	0.002		0.86	0.001		0.21	0.003		0.51
transfer	-0.059		-1.52	0.026		0.27	-0.033		-0.31
line_group	0.059		1.19	0.651	***	5.39	0.710	***	5.5
CBD_dist	-0.019	***	-3.23	0.045	***	3.15	0.027	*	1.73
income	-0.004		-0.22	0.045		1.00	0.041		0.86
land_price	4.04E-05		0.47	2.1E-04		0.99	2.5E-04		1.1
Log-transformed Decreased Free Riders									
all_building	-0.070	*	-1.84	0.239	**	2.11	0.169		1.43
housing	0.219	***	3.48	-0.040		-0.22	0.179		0.94
commercial	0.392	***	3.17	0.774	**	2.01	1.167	***	2.9
lum_5	0.117		1.26	0.785	***	2.68	0.902	***	2.94
intersection	-0.001	***	-4.78	0.002	**	2.59	0.001		0.99
bus_stop	0.002		1.23	4.3E-04		0.07	0.003		0.45
transfer	-0.053	*	-1.78	-0.074		-0.78	-0.127		-1.29
line_group	-0.093	**	-2.44	0.544	***	4.74	0.451	***	3.76
CBD_dist	-0.012	***	-2.7	0.051	***	3.70	0.039	***	2.71
income	0.042	***	3.12	-0.037		-0.87	0.005		0.12
land_price	-5.26E-05		-0.81	3.6E-04	*	1.77	0.000		1.45

시민들의 이용회피를 유도하였다고 볼 수 있다.

한편, 전체적인 총효과 모형에서는 유료 이용저감 모형에서 건축물 개발밀도가 높을수록, 토지이용이 복합화 될수록, 지하로 운행되는 노선의 역세권 일수록, 도심으로부터 멀어질수록 보다 많은 사람들이 철도에 대한 이용회피가 이루어졌음을 보여주고 있다. 반면에 주거용 건축밀도가 높은 역세권에서는 그 감소폭이 적게 나타났다. 무료 이용자수 감소 모형에서는 상업용 건축물 밀도가 높을수록, 토지이용이 복합화 될수록, 지하로 운행하는 노선일수록, 그리고 도심으로부터 멀어질수록 이용자수의 저감이 보다 큰 폭으로 증가하였음을 보여준다. 이는 물리적 형태에서 토지이용의 용도와 개발규모, 그리고 도시의 공간구조에 의하여 메르스라는 전염질환의 확산에 철도이용의 변화가 일어남을 보여주는

것이다.

또한 유료와 무료 모형에서의 통계적 유의성과 방향성에서의 일부 물리적 형태 변수들이 차이가 있다. 예를 들어, 유료 모형에서만 주거용 건축밀도가 높은 역세권은 상대적으로 철도 이용 저감의 효과가 적고, 무료 이용저감 모형에서만 전체 건축물 밀도가 높거나 상업용 건축물 밀도가 높은 역세권에서 철도이용의 저감 효과가 크게 나타났다. 이와 같이 용도별 개발밀도는 메르스의 전염확산에 대한 공포가 보다 큰 집단과 그러하지 않은 집단에서의 철도 이용에 대한 반응 회피가 차별적일 수 있음을 보여주고 있다.

한편, 도시형태가 철도이용에 미친 영향이 직접적 보다는 간접적으로 영향을 미친 효과가 보다 큼을 알 수 있다. 특히, 유료 이용자수 모형에서 건축

물 개발밀도는 직접적으로는 이용저감에 부정적인 영향관계를 보였지만 간접적인 경로로 긍정적인 영향이 보다 커, 결과적으로 개발밀도가 높은 역세권에서의 철도이용의 감소폭이 보다 크다는 결과를 보여주고 있다. 또한 토지이용 복합도는 직접적인 영향관계는 유의하지 않으나 간접적인 영향이 통계적으로 유의하다. 즉, 토지이용 복합도 그 자체가 철도이용을 회피하는 데 직접 영향을 미친 것이 아니라 복합적 토지이용에 따른 대중교통의 이용의 유발수요가 감소하는 간접적 매개효과가 작용하였음을 시사한다.

사회경제적 지표에서는 일반인의 철도 이용저감에 대한 어떠한 영향관계가 통계적으로 유의하지 않았다. 반면에 고령자 이용 회피에 대한 모형에서 소득수준이 높은 역세권에서의 이용회피에 대한 직접적인 긍정적인 효과를, 토지가격이 높은 역세권에서는 직접적으로 유의하지 않지만 간접적으로 긍정적인 영향관계가 통계적으로 유의함을 보여주고 있다. 그러나 직간접 효과를 합친 전체 효과에서는 두 지표 모두 이용회피에 대한 통계적 유의성이 없다. 결과적으로 비물리적인 사회경제적 속성 보다는 사람의 활동을 유발하는 물리적 형태 속성이 보다 더 메르스 확산에 대한 감염의 공포가 철도의 이용 회피를 가져온 것으로 해석할 수 있다.

V. 결론 및 정책 제언

본 연구는 서울시 철도 이용자수의 감소가 메르스 감염 공포시기에 역세권의 물리적 형태와 사회경제적 속성에 의하여 직·간접 유발효과가 어떻게 구조화되어 발생하는 지를 살펴보고자 하였다. 분석 결과를 요약하면, 첫째 철도의 이용회피에 대한 시민들의 반응은 인구집중을 유발하는 개별적인 시설물뿐만 아니라 도시의 물리적 형태에 대하여 직접

적 보다는 간접적 경로를 통하여 보다 크게 영향을 받은 매개효과를 확인하였다. 둘째, 사회경제적 변수(소득, 지가)의 공간적 차이보다는 물리적 형태 속성의 영향이 보다 큰 영향을 주면서 통계적으로 유의함을 보여주었다. 셋째, 철도의 이용회피는 감염위험이 상대적으로 낮은 집단 보다는 고령자 등의 감염위험이 높은 집단에서 이용회피가 물리적 형태에 보다 민감하게 반응하였음을 분석결과는 보여주고 있다.

또한 본 연구는 이들 집단간 철도의 이용회피에 대한 반응은 동일하지 않고 차별적일 수 있음을 확인하였다. 예를 들어, 고령자 집단은 상업용 건축물 밀도가 높은 역세권에서의 대중교통 이용 회피를 보인 반면에, 일반인은 전반적인 개발밀도가 높은 역세권에서의 이용회피가 두드러지게 나타났다. 물론 두 집단 간 효과가 동일한 물리적 형태 지표도 있다. 예를 들어, 토지이용의 복합화가 보다 큰 역세권에서는 이들 두 집단 모두 이용회피가 이루어졌다.

결론적으로 메르스와 같은 공기 중 접촉 또는 전파에 의한 전염성 질환의 확산을 방지하기 위하여서는 주요 통행 유발시설물인 단일 건축물뿐만 아니라 구역이나 지역과 같은 공간적 단위에서도 방재노력이 이루어져야 함을 본 연구의 결과는 보여주고 있다. 단위 건축물 시설인 경우에는 건축물 소유주나 상주하는 사람들의 노력이 필요한 반면에 특정한 지역의 공간단위에서는 그러한 노력이 공공에 의하여 이루어질 필요가 있음을 본 연구의 결과는 시사하고 있다.

분석결과를 통하여 볼 때, 메르스 확산의 이용회피는 물리적 형태에 따라, 그리고 그 이용자들의 집단적 속성(여기서는 고령자와 일반인)에 따라 차이가 있으므로, 사람들이 많이 모이는 모든 곳이 아닌 보다 취약한 계층의 보호를 위하여 특정한 물리적 형태를 갖춘 지역을 대상으로 우선적 확산방

지노력을 추구하여야 할 것이다.

도시계획적 측면에서 전염성 질환이 발생하였을 경우에 보다 취약한 물리적 형태를 가진 지역에 적용할 수 있는 일시적 방재구역(temporary prevention district)을 지정하고 관리하는 방안을 고려할 수 있다. 그리고 전염성 질환 발생 이전에 그 지역에서의 체계적인 방재 매뉴얼과 시민들의 행동 요령에 대한 계획수립이 추가적으로 필요하다고 판단된다. 즉, 메르스의 발발 시기에서 물리적 형태에 대한 비상시 대응 계획(contingency planning)이 필요하다고 볼 수 있다.

인용문헌

References

1. 김계수, 2007. 「AMOS 구조방정식 모형분석」, 서울: 한나래.
Kim, K., 2007. *AMOS Structural Equation Model Analysis*, Seoul: Hannarae.
2. 박천보, 2016. “TOD(대중교통중심)형 도시개발 특성 및 발전전략에 관한 연구”, 「한국산학기술학회 논문지」, 17(2): 635-641.
Park, C., 2016. “Characteristic and Strategy of Urban Development focused on Transit Oriented Development”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(2): 635-641.
3. 서정식, 2015. “메르스사태 전후의 서울메트로 수송 실적 분석”, 「철도저널」, 8(4):61-65.
Seo, J., 2015. “Analysis on Passenger Ridership of the Seoul Metro Before and After MERS”, *Journal of the Korean society for railway*, 8(4):61-65.
4. 성현곤, 2016. “메르스의 발발과 확산이 대중교통 이용에 미친 영향”, 「국토계획」, 51(3): 5-18.
Sung, H., 2016. “Impacts of the Outbreak and Proliferation of the Middle East Respiratory Syndrome on Rail Transit Ridership in the Seoul Metropolitan City”, *Journal of Korea*

5. 성현곤·김동준·박지형, 2007. 「대중교통지향형 도시개발의 효과분석 및 유도기법 적용방안」, 경기: 한국교통연구원.
Sung, H., Kim, D., and Park, J., 2007. *Impact Analyses of Transit-Oriented Development and Revising Current Transportation and Urban Planning Laws for its Application in Korea*, Gyunggi: Korea Transport Institute.
6. 성현곤·김영국·이주연, 2012. 「수도권 광역철도와 TOD 연계 강화 전략」, 경기: 한국교통연구원.
Sung, H., Kim, Y., and Lee, J., 2012. *Strategies for Strengthening the Coordination between Regional Railways and Transit-oriented Development in the Korean Capital Region*, Gyunggi: Korea Transport Institute..
7. 신기숙·성현곤, 2011. “보행활동에 대한 쇼핑동행태 선택요인의 구조적 영향 분석과 통근통행태 분석결과의 비교”, 「국토계획」, 46(5): 249-260.
Shin, K., and Sung, H., 2011. “Analysis on the Structural Impact of Choice Factors for Shopping Behavior on Walking Activity and its Comparison with Commuting Behavior”, *Journal of Korea Planners Association*, 46(5): 249-260.
8. 이기종, 2005. 「구조방정식모형: 인과성, 통계분석 및 추론」, 서울: 국민대학교 출판부.
Lee, K., 2005. *Structural Equation Model: Causality, Statistical Analysis and Inference*, Seoul: Kukmin University Press.
9. 정경덕·윤여경·서정식·임관주·신선웅, 2015. “메르스 사례를 통해서 본 도시철도 긴급상황시 교통안전 대응전략에 관한 연구”, 2015년도 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 여수: : 디오션리조트.
Jung, K., Yun, Y., Seo, J., Lim, P. and Shin, S., 2015. “A study on urban railway passenger’s safety strategy for emergency : a focus on the MERS case”, Paper presented at the 2015 Korean Railway Conference, Yeosu: : The Ocean Resort.
10. 성현곤·이수기·천상현, 2014. “주택유형과 대중교통 접근성의 불균등 요인이 통행목적별 보행활동

- 에 미치는 영향분석”, 『국토계획』, 49(10): 65-82.
- Sung, H., Lee, S., and Cheon, S., 2014. “Empirical Analysis on the Inequality Factors of Housing Type and transit Accessibility Influencing Walking Activity by Travel Purpose”, *Journal of Korea Planners Association*, 49(10): 65-82.
11. 홍세희, 2000. “구조 방정식 모형의 적합도 지수 선정기준과 그 근거”, 『한국심리학회지: 임상』, 19(1):161-177.
 - Hong, S., 2000. “The Criteria for Selecting Appropriate Fit Indices in Structural Equation Modeling and Their Rationales”, *Korean Journal of Clinical Psychology*, 19(1):161-177.
 12. Beck, U., 2006. “Living in the world risk society”, *Economy and Society*, 35(3): 329-345.
 13. Bruin, J. 2006. newtest: command to compute new test. UCLA: Statistical Consulting Group. <http://www.ats.ucla.edu/stat/stata/ado/analysis/>.
 14. Calthrope, P., 1993. *The Next American Metropolis : Ecology, Community, and the American Dream*, New York: Princeton Architectural Press.
 15. Cervero, R. and Kockelman, K., 1997. “Travel demand and the 3Ds : density, diversity and design”, *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 2:199-219.
 16. Ewing, R. and Cervero, R., 2001. “Travel and the Built Environment: A Synthesis”, *Transportation Research Record*, 1780: 87-114.
 17. Fenichel, E.P., Kuminoff, N.V., and Chowell, G., 2013, “Skip the Trip: Air Travelers' Behavioral Responses to Pandemic Influenza”, *PLoS ONE*, 8(3): e58249.
 18. Jung, H., Park, M, Hong, K. and Hyun, E, 2016. “The Impact of an Epidemic Outbreak on Consumer Expenditures :An Empirical Assessment for MERS Korea”, *Sustainability*, 8(5): 454-468.
 19. Kim, C., Cheon, S.H., Seong, H.M., Hwang, J., Choi, K., and Joh, C-H., 2016. “Exposure to fear: An analysis of behavioral change under MERS spread in Seoul”, Paper presented at the TRB 95th Annual Meeting Compendium(16-5584), Washington D.C.: Transport Research Board.
 20. Sung, H, Choi, K, Lee, S, and Cheon, S.H., 2014. “Exploring the impacts of land use by service coverage and station-level accessibility on rail transit ridership”, *Journal of Transport Geography*, 36: 134 - 140.
 21. Sung, H., and Oh, J-T., 2011. “Transit-oriented development in a high-density city: Identifying its association with transit ridership in Seoul, Korea”, *Cities*, 28(1):70 - 82.

Date Received 2016-11-10
 Date Reviewed 2016-12-13
 Date Accepted 2016-12-13
 Date Revised 2016-12-19
 Final Received 2016-12-19