

메르스의 발발과 확산이 대중교통 이용에 미친 영향*

Impacts of the Outbreak and Proliferation of the Middle East Respiratory Syndrome on Rail Transit Ridership in the Seoul Metropolitan City

성현곤**

Sung, Hyungun

Abstract

Globalization sometimes provides unexpected negative effects on public health because of the outbreak and proliferation of avian infectious diseases resulting from more active inter-national movement of people and goods. Seoul had experienced the MERS(Middle East Respiratory Syndrome). During its outbreak and proliferation, citizens tried to avoid its potential infection among people. One of its responses was to take less rail transit. This study is aimed at identifying the impacts of the outbreak and proliferation of MERS on rail transit ridership by employing and analyzing the ARIMAX(autoregressive integrated moving average with external factors) modeling, based on daily rail transit ridership. Analysis results demonstrate the time, size, and durability of people's response for the MERS. First, the response time for the MERS's outbreak is differentiated by travel purpose. Transit ridership at the afternoon hours decreased right after it occur. However, its decrease appeared when its proliferation become severer. Second, the reduction size in rail ridership was biggest when its number of infected people more increase. Third, its impact was more persistent at the afternoon hours than anytime else, even though it was not everlasting.

키 워 드 ■ 메르스, 재해 취약성, 대중교통 이용자수, 공포, 아리맥스 모형
Keywords ■ MERS, Disaster Vulnerability, Transit Ridership, Fear, ARIMAX Modeling

I. 서론

우리나라는 가족과 친척간 인연을 중시하는 전통적 사회일 뿐만 아니라 사회네트워크 측면에서도 실질적 만남을 중시하는 문화적 특징을 가지고 있다. 또한 우리나라는 인구밀도가 매우 높고, 일상생활의 사회경제적 활동이 대중교통으로 주로 이루어지는 통행패턴을 가지고 있다. 이러한 도시의 물리적 환경과 사회경제적 문화적 특징을 가지는 우리

나라에서 최근 중동호흡기증후군(中東呼吸器症候群, Middle East Respiratory Syndrome; MERS)의 발발은 사람간 밀접 접촉에 의한 전염이 주요 원인으로 알려지면서 일상생활의 위축을 가져왔다. 그 중의 하나가 다수의 익명의 사람들이 많이 모이고 이동하는 대중교통의 이용의 감소로 이어지는 행동의 변화이다. 그러나 메르스의 발발과 확산이 대중교통의 이용에 언제, 얼마나, 그리고 어떻게 유의한 영향을 주었는지에 대한 학술적 접근은 아직 이루어

* 본 논문은 2016년 4월 대한국토·도시계획학회 춘계산학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것으로, 2014학년도 충북대학교 학술연구지원사업과 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 연구비지원(과제번호: 2015R1A2A2A03007992)에 의해 수행된 것임.

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

지고 있지 않은 상황이다. 또한 사람들의 일상적인 사회경제적 활동은 통근·통학과 같은 필수적 활동과 쇼핑, 여가, 친교 등의 비필수적 활동에 따라 그 영향의 차이가 있을 것으로 예상된다. 즉, 전자는 개인의 의사결정에 좌우되는 활동이 아니기 때문에 후자와 비교하여 다소 적은 영향을 주었을 것으로 예상된다.

따라서 본 연구는 고밀도의 복합적 토지이용과 대중교통 중심의 교통체계가 구축되어 있는 서울을 대상으로 메르스의 발발과 확산이 대중교통 이용에 어떠한 영향을 주었는지를 밝혀내고자 한다. 분석 자료는 서울메트로가 운영하는 지하철 1~4호선의 일일 승하차 합계 이용자수이다. 분석기간은 2013년 1월 1일부터 2016년 1월 30일까지의 3년 1개월간이다. 이 기간 동안의 자료는 서울에서의 메르스의 발병에 따른 대중교통 이용수준의 변화를 관찰할 수 있는 충분한 기간이다. 분석절차는 메르스가 한국에서 발병하기 이전(~2015년 5월 19일) 데이터를 활용하여 예측시계열 모형을 구축한 후, 발병 이후(2015년 5월 20일~)의 이용자수를 예측하고, 이를 실제 이용자수와 비교하는 순서로 진행된다. 예측모형으로 선정된 최적 모형은 공휴일과 명절 등의 비주기적 이벤트 요인을 고려한 ARIMA모형인 ARIMAX(autoregressive integrated moving average with external factors) 모형이다.

한편, 통행목적별로 영향의 차별성을 파악하기 위하여 하루 전체뿐만 아니라 오전 첨두, 오후, 저녁 시간대로 대별하여 분석을 수행하고자 한다. 이러한 분석을 통하여 많은 인구가 활동하는 도시에서의 전염병의 발발과 확산에 따른 공포가 실제 사람들의 일상생활의 활동, 특히 많은 사람들을 대량으로 수송하는 대중교통의 이용에 어떠한 영향을 주었는지와 어떠한 시간대에 보다 큰 영향을 미쳤는지를 밝혀보고자 한다.

II. 문헌고찰

1. 세계화와 감염성 질환

교통기술과 정보통신기술의 발달에 따른 세계화(globalization)는 자본뿐만 아니라 사람과 정보의 이동을 원활하게 하여 거리 또는 시간 장애를 극복하게 하는 시공간 압축 효과를 가지고 있다. 이러한 세계화는 새로운 기회와 새로운 시장을 개척하는 긍정적 효과뿐만 아니라 국가간, 지역간, 또는 사회계층간 불균형을 촉진하는 부정적 효과도 있다. 이와 더불어 우리가 인지하지 못하는 또 다른 부정적 효과는 세계화로 인하여 국가간 교역과 인적 교류가 활발해 짐으로써 예기치 못한 질병의 확산이 초래된다는 것이다(Morens and Fauci, 2013; Sands et al., 2016).

최근의 공기 중 전파 전염병인 메르스는 고열과 기침, 호흡곤란 등의 증세를 유발하며, 사스보다 높은 치사율을 가진 인간과 인간으로 전염되는 특징 때문에 커다란 관심을 받고 있는 질환이다(Durai et al., 2015). 이 질환은 최초 발생 지역인 중동 지역의 국가들뿐만 아니라 영국, 프랑스 등의 유럽과, 북아메리카의 미국, 아프리카 북부지역의 알제리, 그리고 중국, 태국, 필리핀, 한국 등의 아시아 국가들까지 확산된 여전히 현재 진행 중인 전염성 질환이다(Balkhair, et al., 2013; Durai et al., 2015). 특히, 이 질환은 최초 발병국인 사우디아라비아를 제외하고는 감염자와 사망자가 가장 많은 국가는 한국이다.

메르스는 신체 접촉 또는 인접 거리에서의 공기 중 전파로 전염되는 특징이 있다. 그러나 이로 인한 사람들의 행태 변화는 이러한 질병의 발발과 실질적인 확산 보다는 그것에 대한 사람들의 공포로 인한 반응에 의한 것이 보다 크다. 예를 들어, 한국

의 메르스의 발발에 따른 취약연령의 부모들의 예방 행태는 전염에 대한 근심에서 주로 비롯되어짐을 보고하고 있다(Kim and Lee, 2015). 이러한 질병의 확산에 대한 위협 인지도와 보호행동은 유럽보다는 아시아 국가들에서 더욱 높음을 Zwart et al.(2007)은 또한 보고하고 있다.

비록 질병에 따라 또는 국가별로 다소 차이가 있다고 하더라도 유럽보다는 아시아 국가들에서 시민들이 이들 질병에 보다 민감하게 반응하는 이유는 무엇일까? 이는 아마도 아시아 국가들이 인적 네트워크를 보다 중시하는 전통적인 문화를 가지고 있고, 상대적으로 고밀도의 도시형태와 자동차 보다는 대안적 교통수단인 도보, 자전거, 대중교통으로 이루어지는 교통체계로 인하여 일상생활에서 사람간의 접촉이 빈번하게 이루어지는 특징 때문일 수 있다.

2. 지속가능 도시와 재해 취약성

20세기의 무분별한 도시확산과 자동차 중심의 교통체계로 인하여 다양한 심각한 도시문제를 유발하였다. 구체적으로 살펴보면, 이러한 도시발전은 가용한 토지자원의 조기고갈, 공로 상의 심각한 교통혼잡, 높은 화석연료 의존도, 자동차 배기가스로 인한 대기오염의 질 악화, 일상생활에서의 자동차 의존에 따른 낮은 신체활동에 따른 비만 및 만성질환을 유발하고 악화시킨다. 이에 대한 대안 중 하나인 지속가능한 도시발전의 도시형태와 교통체계로 최근 압축도시(compact city)와 대중교통 중심 개발(transit-oriented development, 이하 TOD)이 논의되고 있다(성현곤 외, 2006; Jabareen, 2006; OECD, 2012). 즉, 도시를 고밀도의 복합적 토지이용과 대중교통 및 보행 친화적 물리적 환경으로 조성함으로써 20세기 도시들이 겪었던 도시문제들을 치유하거나 예방할 수 있다는 것이다.

우리나라는 세계의 도시들과 비교하여 인구밀도가 높은 국가 중의 하나이다. 특히, 서울은 고밀도의 복합적 토지이용과 대중교통 중심의 교통체계를 구축하여 운영 중인 대중교통 중심의 압축 도시 중의 하나이다. 예를 들어, 서울의 인구밀도는 2015년 기준 16,700인/km²으로, 런던의 5,100인/km², 동경 4,750인/km², 파리 3,550인/km², 로마 2,950인/km², 뉴욕 2,050인/km²보다 훨씬 높다. 뿐만 아니라 서울은 지난 1970년대 초반 이후로 과감한 대중교통, 특히 지하철의 기반시설 투자와 버스를 포함한 대중교통의 운영체계 개편을 통하여 조밀한 대중교통 네트워크가 구축되어 있는 도시이다. 이로 인하여 서울의 대중교통 수송분담율이 지난 2002년 59.5%에서 2013년 65.9%로 증가한 반면에 승용차의 수송분담율은 24.6%에서 22.9%로 감소하는 패턴을 보이고 있다.

서울과 같은 고밀도의 복합적 토지이용과 대중교통 중심의 교통체계는 20세기에 겪었던 다양한 도시문제를 해소할 수 있으며, 후세들에게 도시발전의 다양한 대안을 선택할 수 있는 기회를 준다는 측면에서 지속가능한 발전의 형태라 할 수 있다. 그러나 이러한 도시형태가 인적, 자연적, 환경적 재앙에 대하여 보다 취약한 예기치 못한 효과를 유발할 수 있다. 이는 지속가능한 대안적 도시발전의 형태가 보다 많은 사람과 재화가 집중되고, 거주와 고용, 쇼핑 등의 일상생활이 조밀하게 이루어지는 특징 때문이다.

지속가능한 대중교통 중심의 압축도시가 가지는 재해의 취약성은 세 가지로 대별하여 살펴볼 수 있다. 첫째는 도시의 물리적 구조와 형태로 인한 높은 취약성이다. 고밀도의 복합적 토지이용은 본질적으로 토지자원을 압축적으로 사용하도록 유도한다. 이러한 점에서 주거, 고용 등의 높은 밀도는 재해가 발생하면 그 피해가 크다. 예를 들어, 2011년 7월 25일 중부지역의 집중 호우로 서울 강남 지역의

우면산에서 산사태로 아파트가 침수되고 주변 교통 상황이 마비되는 등의 피해를 겪었다. 또한 백화점, 병원, 학교 등의 집객시설 내에서의 유동인구의 과밀로 인한 취약성이 있는데, 그 예로는 삼풍백화점 붕괴사고로 인하여 502명의 사망자를 포함한 1,445명의 종업원과 고객의 사상자가 발생한 것이 있다. 또한 최근의 메르스의 확산이 주로 병원을 중심으로 이루어진 것도 이를 반증한다.

둘째는 대중교통 및 보행친화적인 도시형태와 교통체계로 현시되는 옥외공간의 높은 유동인구로 인한 취약성이다. 높은 유동인구는 지나가거나 접촉하는 시민으로부터 공기 중 감염의 위험성이 높일 수 있다. 메르스의 경우 지역사회의 전파가 확인되지는 않았지만 이러한 도시의 특징으로 인하여 사람들에게 두려움을 확산하는 효과가 배가될 수밖에 없다.

셋째는 조밀하고 편리한 대중교통 체계로 인한 취약성이다. 대중교통은 많은 사람들을 동시에 운송하는 대량의 수송수단이다. 특히, 지하철은 폐쇄된 공간에서 이를 이용하기 위하여 대기하고, 다른 수단으로 환승하고, 그리고 오랜 시간 동안 차량 내부에서 탑승함을 특징으로 한다. 이로 인하여 대중교통을 이용하는 많은 사람들은 재앙에 대하여 취

약한 구조를 가질 수밖에 없다. 2003년 대구 중앙로역 석유통 방화로 인하여 192명의 사망자와 148명의 부상자가 발생하였다. 또한 최근의 메르스 확산의 가능성으로 버스터미널, 철도, 시내버스, 항공기 등의 대량 수송수단이 전염의 매개가 될 수 있음을 보여주기도 하였다.

지속가능한 도시발전은 다양한 도시문제를 해소하는 데 기여하지만 다른 한편으로 예상하지 못한 새로운 위협에 노출될 가능성이 높다. 특히, 재해에서의 취약성은 구조적이다. 메르스의 발발과 확산에 따른 대중교통 중심의 압축도시에서의 세 가지 취약성과 연결하여 대중교통 이용에 미치는 영향을 구조화하면 그림 1과 같다. 구체적으로 이를 살펴보면, 메르스의 발발과 확산은 먼저 공기 중 감염에 대한 공포를 야기하고, 이는 주요 통행 유발시설의 이용과 옥외 활동에 대한 회피를 유발하게 된다. 이러한 활동의 회피는 통행 유발의 억제로 인한 대중교통의 이용감소로 이어진다. 뿐만 아니라 대중교통 수단 그 자체가 감염의 주요 매개가 될 수 있다는 공포로 인하여 통행이 발생하더라도 대중교통의 이용보다는 승용차와 같은 대안적 교통수단을 이용하려는 회피행동이 유발된다. 이로 인하여

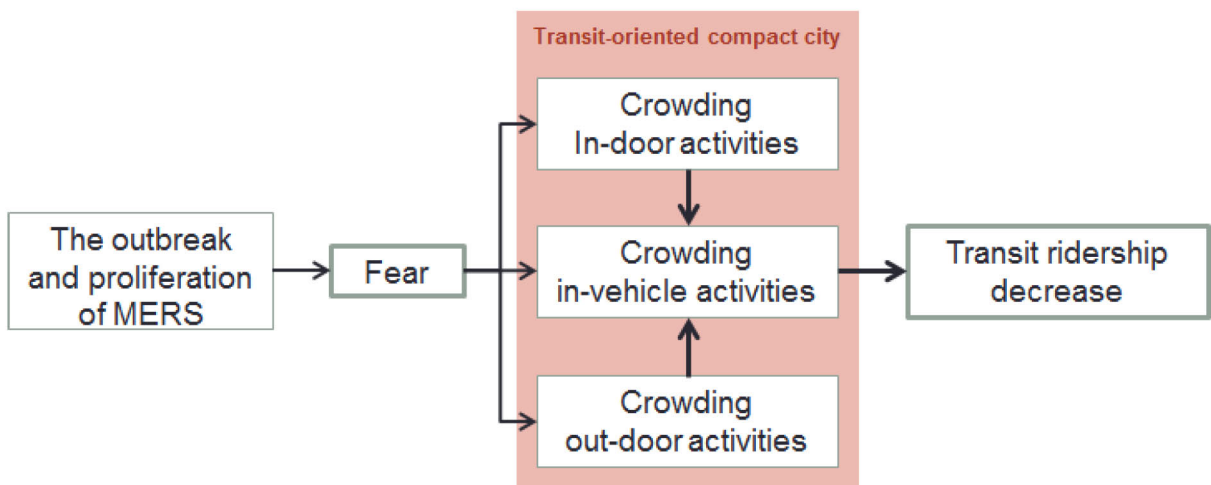


Figure 1. Framework on the Relationship between MERS and Transit Ridership in a Transit-Oriented Compact City

더욱 더 많이 대중교통의 이용에서의 감소효과가 있을 것으로 예상된다.

Ⅲ. 분석 자료와 기술통계

1. 연구의 범위와 분석자료

본 연구는 서울시를 대상으로 한다. 서울은 고밀도의 복합적 토지이용과 대중교통 네트워크가 발달된 대중교통 중심의 압축도시로 알려져 있다. 분석 자료는 서울메트로가 운영하는 지하철 1~4호선 120개 역의 승하차 합계 일별 이용자수 자료를 활용하고자 한다. 서울메트로는 1974년 1호선을 개통으로 시작하여, 2호선(1984년 개통), 3호선과 4호선(1985년)을 운영하고 있다. 이 4개 노선은 서울에서 가장 일찍 개통하여 운영되고 있는 노선으로 이들 철도역을 중심으로 조밀한 토지이용이 이루어지고 있다는 특징이 있다. 이들 4개 노선은 하루 평균 약 600만 명의 인구가 이용하고 있다. 분석 자료는 2013년 1월 1일~2016년 1월 31일의 승하차 합계 일별 이용자수 데이터이다.

또한 본 연구에서는 대중교통의 이용시간대별로 상이한 통행의 목적과 특성에 따라 메르스의 발발과 확산에 의한 영향이 다를 것으로 예상하여, 시간대별 일별 이용자수를 추가하여 분석에 사용하고 자 한다.

2010년 수도권 가구통행실태조사 원시자료를 활용하여 서울을 도착지로 하는 지하철 이용자의 시간대별 통행목적별 분포를 살펴보면 그림 2와 같다. 통근통학은 8시를 전후로 첨두시간대이면서 12시 이전까지 그 통행이 점차 감소하면서도 지속되고 있음을 알 수 있다. 그리고 쇼핑과 여가목적의 통행은 2개의 첨두 시간대를 형성하고 있다. 쇼핑은 오전 11시 전후와 14시 전후, 여가는 11시 전후

와 7시 전후가 첨두시간대이다. 그리고 귀가와 귀사, 업무, 학원 등의 기타 목적의 통행은 오전 첨두 시간대와 저녁 7시를 전후로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

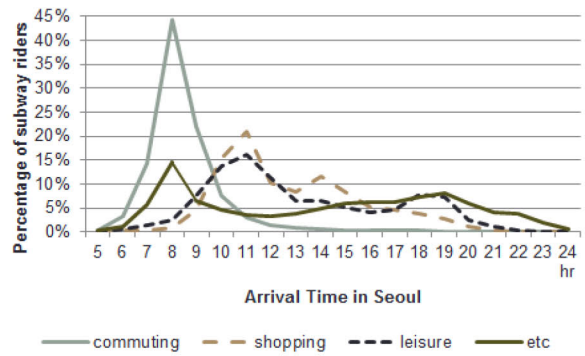


Figure 2. Subway Ridership Distributions by Arrival Time and Trip Purpose

따라서 통근통학의 이용이 두드러지는 오전 첨두 시간대로 오전 7시부터 오전 9시까지를, 쇼핑 목적의 통행이 이루어지는 비첨두 오후 시간대로 오후 2시 이후 4시 까지를 볼 수 있다. 그리고 퇴근 이후 귀가 목적을 배제하면서 친교 등의 기타 목적의 활동이 주로 이루어지는 밤 시간대로 저녁 8시 이후 12시까지를 추출하여 추가로 분석하게 된다.

2. 변수선정과 기술통계 분석

표 1은 메르스 발발 이전과 이후로 구분하여 분석에 사용된 변수를 요약하여 보여주고 있다. 본 연구를 위한 데이터는 하루의 총 대중교통 이용자수인 일별 시간대별 시계열 자료이다. 종속변수는 하루 총 이용자수, 오전 첨두시 이용자수, 오후 이용자수, 그리고 밤 이용자수이다. 메르스 발발 이전은 총 869일이며, 평균 이용자수는 하루 동안 6,132,045명, 오전 첨두시간은 898,492명, 오후시간은 648,105명, 밤시간은 1,041,623명이다. 메르스 발발 이후는 총 257일이 분석기간에 포함되며, 평

Table 1. Summary Statistics

Variable	Before MERS outbreak (obs.=869)			Since MERS outbreak (obs.=257)			
	Mean /Proportion	Min	Max	Mean /Proportion	Min	Max	
Dependent variable	Daily Ridership	6,132,045	1,945,230	7,711,949	5,911,033	2,367,967	7,557,291
	AM Peak-Hour (07-09) Ridership	898,492	17,614	1,305,204	869,337	128,978	1,248,042
	PM-hour (14-16) Ridership	648,105	292,772	918,067	618,506	352,071	944,181
	Night-hour (20-24) Ridership	1,041,623	346,563	1,395,570	989,256	403,047	1,354,401
Independent (Dummy) variables	Holiday	0.024	0	1	0.027	0	1
	Sandwich Day	0.013	0	1	0.004	0	1
	Myungjul	0.018	0	1	0.016	0	1
	Before Myungul	0.006	0	1	0.004	0	1
	After Myungjul	0.006	0	1	0.004	0	1
	Day of week	3.999	1	7	4.012	1	7
	Monthly event	0.250	0	1	0.362	0	1

Note: All independent variables are dummy; Day of week starts from Sunday; Monthly dummy is January, July and August.

균 이용자수가 메르스 발발 이전 보다는 낮다. 이를 이전과 대비한 백분율로 살펴보면, 하루 전체는 96.4%, 오전 첨두시는 96.8%, 오후시간은 95.4%, 밤시간은 95.0%의 수준을 보이고 있다. 감소비율이 가장 낮은 시간대는 첨두시간대이고, 가장 높은 감소비율은 밤시간대로 나타나고 있다.

대중교통 이용에 영향을 주는 잠재적 설명변수로는 요일 더미, 방학과 휴가가 주로 이루어지는 1월, 7월, 8월의 월별 더미, 공휴일 더미, 휴일과 휴일 사이의 주중 샌드위치 데이 더미, 명절 더미, 명절의 전날과 뒷날의 더미가 추가로 사용되어진다. 일반적으로, 일별 대중교통 이용은 요일별 월별 변동 등의 주기적 요인과 공휴일 및 명절 등의 비주기적 요인이 있다(Lee and Hamza, 2010). 또한 이러한 주기적 비주기적 요인 이외에도 휴일과 휴일 사이의 주일과 명절의 전과 후의 주일에도 대중교통의 이용이 감소할 가능성이 있다. 이는 중동의 라마단 휴일 이전에 일별 매출이 증가함을 보고하고 있다. 이와 유사하게 사람들이 여가와 가족 방문을 위하여 좀 더 일찍 또는 늦게 출발하기 위하여 연차 등

을 사용할 가능성이 높기 때문이다.

그림 3은 메르스 발발(5월 20일) 이후의 일별 이용자수를 2013년, 2014년, 2015년 기준으로 대별하여 보여주고 있다. 이용자수는 일요일이 가장 낮고, 이후 점차적으로 증가하다가 토요일에 다시 감소하는 주별 패턴을 뚜렷하게 보여주고 있다. 또한 메르스 발발 이후의 100일에서 150일 사이에 가장 낮은 대중교통 이용자수는 추석이라는 명절효과가 작용함을 보여준다.

한편, 2015년 메르스 발발 이후의 이용자수를 연도별로 비교하면, 30일 전후로 하여 급감하다가 이후로 다시 회복하는 추세를 보이고 있지만 전반적으로 이전 년도인 2013년과 2014년에 비하여 낮은 이용자수를 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 메르스의 발발과 확산에 따라 대중교통의 이용자수가 실질적으로 감소하고 있음을 보여주는 결과이다.

그러나 이들 일별 시계열 자료가 주기적, 비주기적 요인뿐만 아니라 시간이 지남에 따라 이용자수의 감소 또는 증가 등의 추세가 이루어지는 추세(trend)가 있으면 연도별 직접 일별 이용자수의 직

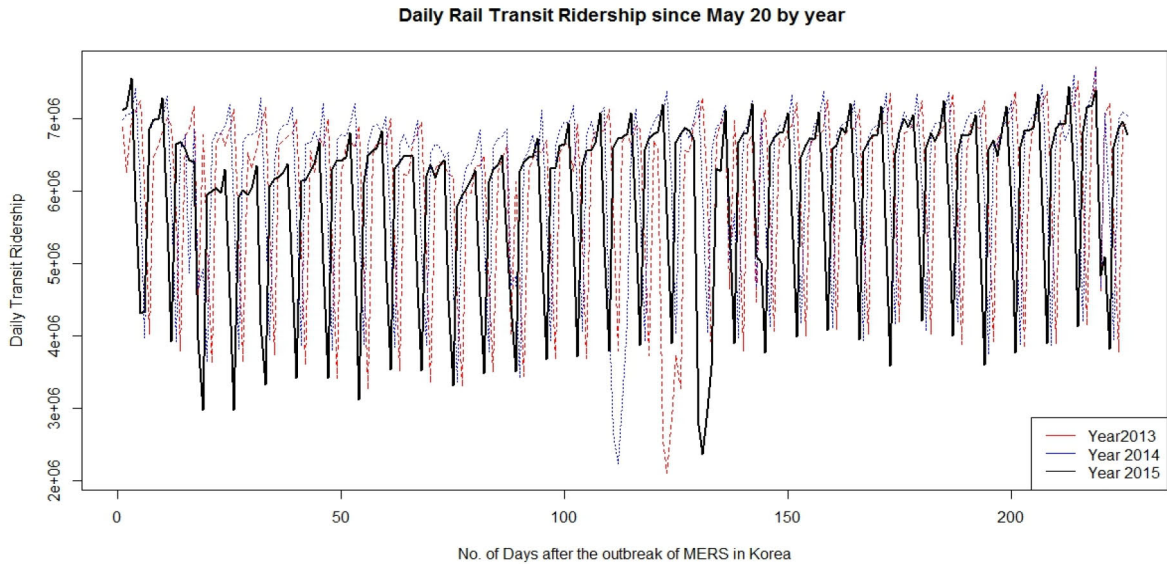


Figure 3. Daily Ridership Since May 20 by Year

접 비교는 어렵다. 사전 분석결과는 추세 변동이 있으며, 점차 증가하다가 감소하는 패턴을 보여주고 있다. 그러므로 추세를 제어하여 정상 시계열 자료로 변화하려는 보정이 이루어져야 한다.

IV. 분석 절차와 최적 모형 선정

1. 모형 선정과 분석 절차

본 연구를 위한 분석모형은 먼저 메르스의 발발 및 지속 시점과 그 영향의 정도를 파악하게 하는 개입모형(intervention model)이 고려될 수 있다. 이 모형은 홍수 등의 자연재해, 메르스와 같은 유행병, 국제유가 하락, 그리고 새로운 정책 등의 외부적 요인이 경기변동이나 이용행태 등의 시계열 변화가 있을 경우 적합하다. 그리고 이 모형은 영향을 미친 시기를 정확하게 알고 있으며, 그 영향의 정도가 지속적이지, 그 규모가 어떤 함수 형태를 띠고 있는 지를 가정하여야 한다. 그러나 메르스의 발발과 확산에 따른 대중의 공포가 실제 대중

교통의 이용에 영향을 주었는지, 주었다면 언제부터 시작되었는지, 그리고 그 영향의 정도가 얼마이고, 언제까지 지속되었는지를 여기에서는 알 수 없다. 그러한 점에서 개입모형은 이 분석에서 적절하지 않다. 그러므로 여기에서는 메르스 발발 이전의 데이터를 활용하여 적합한 예측모형을 개발한 후 이를 발발 이후의 예측치와 실측치의 비교를 통하여 확인하는 방법을 선택하게 된다.

구체적인 분석절차는 잠재적 영향요인(요일, 공휴일, 명절과 그 전후 요일, 샌드위치 데이 등)에 대한 통계 유의성의 확인, 아리마 모형의 식별, 포트맨도우 검정(portmanteau test)에 의한 모형 진단, 메르스 이후의 예측, 그리고 예측치와 실측치의 순서로 이루어진다(그림 4 참조). 그러므로 여기에서는 메르스 발발 이전의 시계열 자료를 활용하여 적합한 예측모형을 선정하고, 이 모형을 활용하여 예측치를 추정한 후 실측치와 비교하는 절차로 연구가 진행된다. 이를 통하여 영향의 최초 시점의 확인과 영향의 정도, 그리고 지속의 시기에 대하여 확인할 수 있다. 본 연구의 예측모형은 공휴일, 명

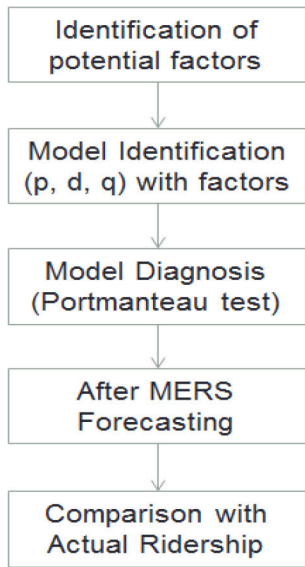


Figure 4. Analysis Process

절 등의 일정하지 않은 비주기적 요인과 요일 및 월별 변동을 고려한 주기적 요인이 설명변수로 투입되면서 시계열 자기상관을 고려할 수 있는 모형이 가장 적합하다. 본 연구를 위한 대안적 모형으로는 주기적 비주기적 요인이 더미로 투입되는 선형회귀모

형(ordinary least square model), 시계열 자기상관을 효과적으로 통제할 수 있는 단일 변량 시계열 모형인 ARIMA(autoregressive integrated moving average) 모형, 그리고 전자의 두 속성을 모두 고려하는 ARIMAX모형 등이 적용가능하다. 선형회귀 모형은 시계열 자기상관을 통제할 수 없고, ARIMA 모형은 추세와 주기적 변동 등을 제어하지만 비주기적 순환요인의 통제에는 적합하지 않다. 기존 연구에서는 매년 반복되지만 그 시점이 동일하지 않은 이벤트에 의하여 변동이 발생하는 경우는 ARIMA보다 ARIMAX 모형이 보다 적합함을 보고하고 있다(예: Anggraeni et al., 2015; Arunraj and Ahrens, 2015; Silvia and Peter, 2012).

2. 예측모형의 선정과 결과

대중교통 일별 이용자수의 변동을 예측하는 ARIMAX 모형의 선정 과정은 이벤트 요인인 더미 변수들을 투입된 상태에서의 ARIMA 모형의 식별과 추정이 이루어진다. ARIMA(p, d, q) 모형에서 AR의 차수(p), 차분의 차수(d), MA의 차수(q)의 조합

으로 모형을 식별하게 된다. 이 과정은 AIC와 BIC의 값이 적고, p, d, q가 모두 통계적으로 유의하고, 그리고 백색잡음 과정(white noise process)의 Portmanteau(Q) 검정에서 가설을 기각하는 모형이 최적모형이 된다. AIC와 BIC는 그 값이 적을수록 보다 적합한 모형을 의미한다. 반면 Portmanteau 검정은 선택한 모형의 잔차에 대한 자기상관 검정으로, 귀무가설은 “잔차의 자기상관성이 없어 백색잡음과정을 따른다”이다. 표 2의 선택된 ARIMAX 모형의 Q 통계량과 p-value를 보면, 후자의 값이 모두 0.1보다 크기 때문에 귀무가설을 기각할 수 없음을 보여준다. 일별 변동모형은 ARIMAX(2,1,0), 오전 첨두시 모형은 ARIMAX(0,1,2), 오후 시간대 모형은 ARIMAX(2,1,0), 밤 시간대 모형은 ARIMAX(1,1,1)이 최종 선택되었다.

표 2는 이들 모형의 통계치와 세 가지 대안적 모형의 통계치를 요약하여 보여주고 있다. ARIMA 모형의 p, d, q는 ARIMAX와 동일하게 적용하였다. ARIMAX모형의 AIC와 BIC 추정치를 보면, 일별 이용자수 모형을 제외한 시간대별 이용자수 모형 모두 그 값이 다른 대안적 두 모형보다 적다는 점에서 보다 적합함을 보여준다. 한편, OLS 모형의 Q 통계량과 p-value로 판단할 때, 모든 모형에서 가설을 기각하게 되어 자기상관성이 있음을 보여주고 있다. 한편, AIC와 BIC 추정치 비교에서는 일별 이용자수 모형이 ARIMA 모형에 비하여 그 값은 적지만, OLS모형에서는 다소 큰 값을 보여준다. 그러나 OLS의 모형 통계치에서 Q 통계량의 유의수준이 0.1보다 적어 이 모형이 적용이 적합하지 않음을 보여준다. 결과적으로, 모든 모형에서 ARIMAX의 모형이 보다 적합하다고 판단할 수 있다.

최종 선택된 ARIMAX모형의 결과는 표 3을 통하여 살펴볼 수 있다. 먼저, 공휴일, 휴일과 휴일 사이의 주중 요일, 명절 기간, 그리고 명절과 명절 이후의 주중 요일 모두 대중교통의 이용자수에 부정적인 영향을 주며, 통계적으로도 모두 유의함을 보여

Table 2. Statistics of Alternative Models

	Daily ridership	AM Peak-Hour Ridership	PM Hour Ridership	Night-hour Ridership
ARIMAX model				
(p,d,q)	(2,1,0)	(0,1,2)	(2,1,0)	(1,1,1)
AIC	24525.29	22349.94	21073.44	21712.88
BIC	24601.55	22426.2	21149.7	21789.14
Portmanteau test for white noise				
Portmanteau (Q) statistic	0.8396	1.8547	0.4287	2.2253
Prob. > chi2(1)	0.3595	0.1732	0.5126	0.1358
ARIMA model				
(p,d,q)	(2,1,0)	(0,1,2)	(2,1,0)	(1,1,1)
AIC	27013.72	23621.6	22508.11	23691.63
BIC	27032.78	23635.9	22527.78	23710.69
Portmanteau test for white noise				
Portmanteau (Q) statistic	0.4783	0.249	5.7866	16.3332
Prob. > chi2(1)	0.4892	0.6178	0.0161	0.0001
OLS model				
Adjusted R-squared	0.9364	0.9509	0.7561	0.9034
AIC	24491.99	22412.44	21106.9	21779.41
BIC	24553.97	22474.42	21168.88	21841.39
Portmanteau test for white noise				
Portmanteau (Q) statistic	125.2020	39.4203	295.2747	118.9147
Prob. > chi2(1)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

주고 있다. 대중교통 이용에 가장 큰 부정적인 영향을 주는 것은 명절 요인임을 알 수 있다. 방학과 하계 휴가기간대인 1월과 7월, 8월의 요인은 대중교통의 이용에 부정적인 영향을 주며, 통계적으로 유의하다.

요일별 주기적 효과에서는 일별 전체 이용자수와 밤시간대 이용자수 변동에서는 준거 기준인 일요일보다 많은 이용자수 증가가 있으며, 금요일까지 점차 증가하다가 토요일에는 감소하는 주기적 변동이 있음을 알 수 있다. 반면에 통근통학 출근 시간대인 오전 첨두시는 월요일에 이용자가 가장 많고, 점차적으로 감소하는 변화를 보인다. 여가와 쇼핑 등의 일상적 활동이 강한 오후 시간대에는 금요일의 이용이 다른 주일에 비하여 2배 정도 높고, 월요일과 화요일 보다 수요일과 목요일의 이용이 다소 높음을 알 수 있다.

V. 결과 비교와 해석

최종 선택된 ARIMAX 모형을 활용하여 메르스 발발(2015년 5월 20일) 이후부터 구득 가능한 최근 일(2016년 1월 31일)까지 철도 이용자수를 예측하고, 그 실측치와 비교함으로써 그 효과의 정도와 패턴을 살펴보고자 한다. 먼저, 메르스의 발발과 확산 추이를 살펴볼 필요가 있다. 이를 통하여 예측치와 실측치의 차이가 이와 어떠한 개연성이 있는 지를 살펴볼 수 있다.

1. 메르스 발발과 확산 추이

최초의 뚜렷한 영향 시기는 메르스의 첫 사망자가 발생(6월 1일)하고, 10대 감염자가 최초로 발생(6월 10일)하고, WHO 합동 조사단의 국내활동이

Table 3. Analysis Results of ARIMAX Models

	Daily ridership ARIMAX(2,1,0)		AM Peak-Hour Ridership ARIMAX(0,1,2)		AM Peak-Hour Ridership ARIMAX(2,1,0)		Night-Hour Ridership ARIMAX(1,1,1)	
	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z
Holiday	-2229746 ***	-71.06	-776328 ***	-66.25	-39456.3 ***	-6.08	-350039 ***	-45.2
Sandwich	-454251 ***	-5.74	-96476.2 **	-2.26	-42372.4 ***	-6.45	-76134.4 ***	-3.18
Myungjul	-3708361 ***	-79.05	-805525 ***	-49.05	-272267 ***	-38.9	-622704 ***	-70
Before Myungjul	-617100 ***	-7.4	-161782 ***	-2.91	44112.78 ***	6.44	-275887 ***	-11.74
After Myungjul	-695939 ***	-7.52	-73294.9 **	-1.63	-95010.8 ***	-11.55	-135174 ***	-3.16
Monthly Event	-398574 ***	-8.83	-56227.9 ***	-2.82	-39790.4 ***	-6.09	-63643.1 ***	-7.51
Monday	2777416 ***	71.26	979533 ***	62.97	35556.52 ***	7.56	416911 ***	41.98
Tuesday	2890941 ***	66.74	967574.1 ***	43.3	46460.91 ***	7.51	456680.1 ***	43.57
Wednesday	2927065 ***	76.65	946690.2 ***	43.65	56821.64 ***	9.29	466439.5 ***	50.15
Thursday	2936250 ***	72.07	943651.2 ***	45.75	50188.39 ***	7.94	501328.7 ***	52.7
Friday	3240607 ***	73.19	919610.2 ***	43.1	95348.27 ***	15.26	576541.5 ***	62.12
Saturday	1711700 ***	46.41	171586.2 ***	16.1	231230.5 ***	39.68	261740.3 ***	33.72
Constant	1025.785	0.15	16.26087 *	0.05	96.67602 *	0.08	28.64481	0.24
ARMA								
ar.L1.	-0.62052 ***	-34.5			-0.39408 ***	-14.7	0.191931 ***	7.9
ar.L2.	-0.31943 ***	-13.8			-0.24611 ***	-10.2		
ma.L1.			-0.76503 ***	-34.7			-0.9704 ***	-87.8
ma.L2.			-0.18665 ***	-7.94				
/sigma	324440.4 ***	65.06	92573.99 ***	58.41	44426.66 ***	56.3	64129.07 ***	84.22
Model Statistics								
Log Likelihood		-12246.65		-11158.97		-10520.72		-10840.44
Wald chi-square		33280.67		22225.53		7535.08		24981.14
Prob.>chi2		0.0000		0.0000		0.0000		0.0000

Note: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01; Reference group for the day of week is Sunday

시작(6월 9일)되고, 삼성 서울병원 부분 폐쇄가 결 한 시기이다.

정(6월 14일)되는 등의 긴박한 상황 전개가 시민들의 일상생활에 대한 위축을 가져오고, 이것이 이용 자수 저감에 영향을 주었을 것이다. 또한 이 기간 동안은 메르스 확진자수가 하루 동안 최대 20명 이상이 거의 매일 발생하고, 사망자가 거의 매일 보고되는 최대 확산 시기에 해당된다(〈그림 5〉 참조).

이 기간 격리 대상자도 큰 폭으로 상승하였다. 하루 동안 최대 격리 대상자는 7월 17일 6,729명으로 이를 전후로 하여 격리대상자가 큰 폭으로 증가

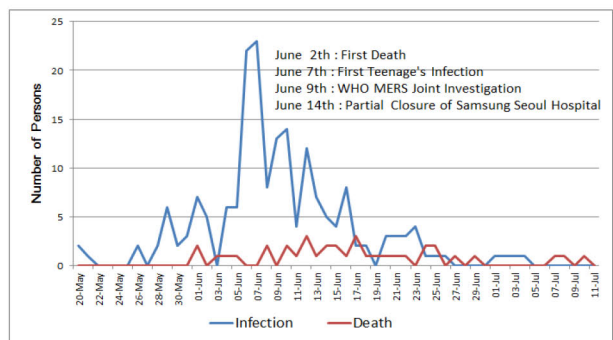


Figure 5. Proliferation Trend of MERS

2. 일별 이용자수 차이

그림 6은 하루 동안의 전체 대중교통 이용자수의 예측치와 실측치를 메르스 발발 이후의 차이를 보여주는 그래프이다. 이 비교 결과로 보면, 메르스의 발발이 즉시적으로 이용자수의 저감에 영향을 주지 않고, 2주차부터 8월 말까지 지속적으로 영향을 주고 있음을 살펴볼 수 있다. 메르스의 발발 시점인 5월 20일이 아니라 6월 초부터라는 사실은 메르스 감염의 두려움과 근심이 큰 폭으로 증가하는 시기 때문인 것으로 파악할 수 있다.

3. 오전 첨두시간대 차이

첨두 시간대는 대부분의 통행목적이 통근과 통학 등의 필수적 통행이 발생하는 시간대이다. 그러므로

다른 시간대에 비하여 이용자수 변동에 영향을 적게 주는 패턴을 보일 것으로 예상할 수 있다. 그림 7은 오전 첨두 시간대의 이용자수에 대한 예측치와 실제값을 비교한 것이다. 이를 전일 이용자수 변동의 비교와 살펴보면, 이용자수 증감의 패턴이 뚜렷하면서, 실제 이용자수와 예측치와의 차이가 그렇게 크지 않음을 알 수 있다.

한편, 오전 첨두 시간대의 메르스 영향의 주기는 전일 비교 보다 뚜렷한 시기가 있음을 알 수 있다. 즉, 3주차 일요일부터 약 3~4주 동안 영향을 주고, 그 이후 7월 말과 8월 중순 사이에 다시 영향을 준 것으로 나타났다. 이를 전체 일별 변동 비교의 결과와 달리 약 한 주 정도 늦게 반응하였음을 시사한다. 이는 메르스의 최대 확산시기인 6월 중순에 통근통학에서의 대중교통 이용을 자발적으로 자

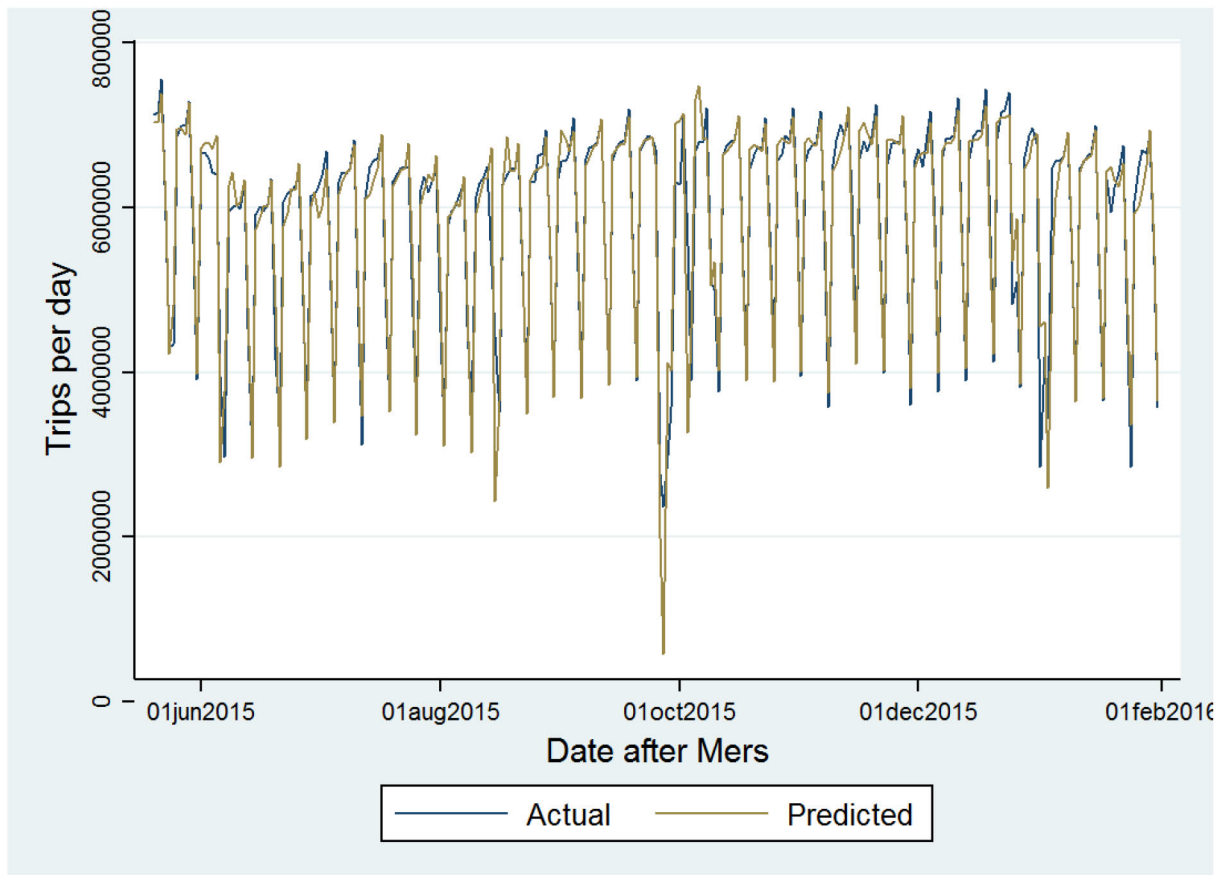


Figure 6. Comparison between Actual and Predicted Daily Ridership since the Outbreak of MERS

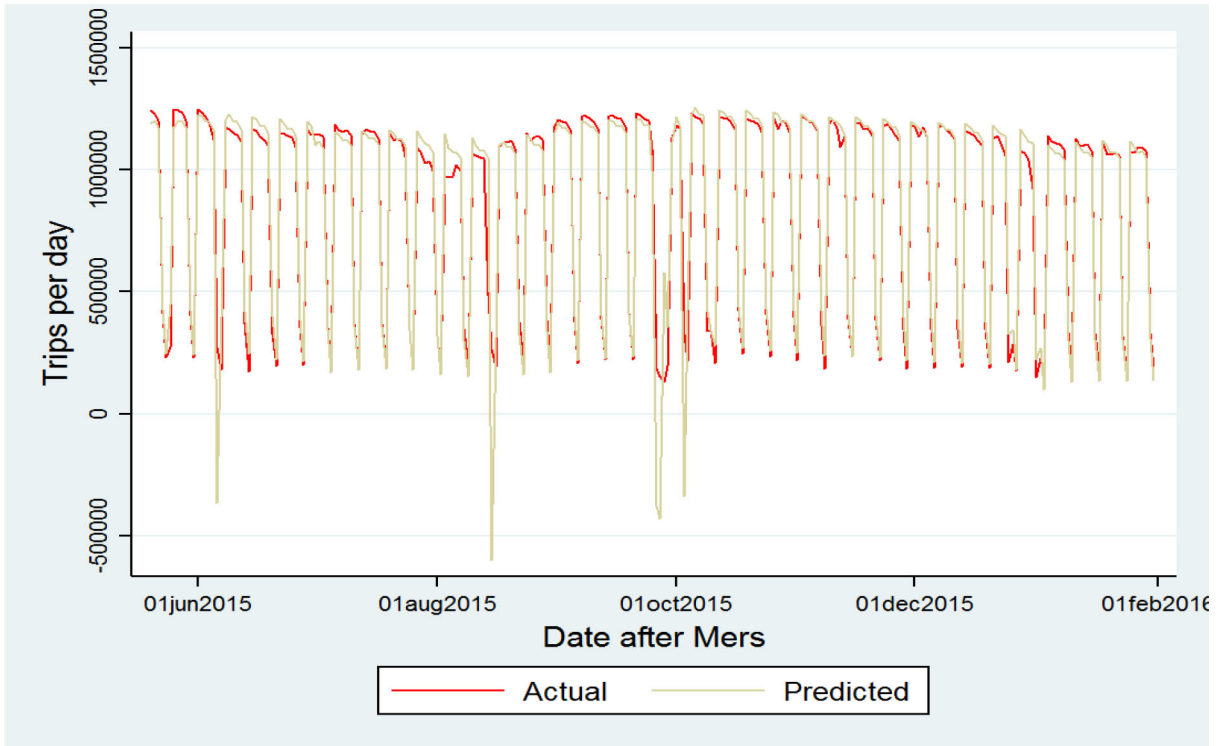


Figure 7. Comparison between Actual and Predicted Daily Ridership since the Outbreak of MERS (AM Peak-Hour, 07-09)

제하였으며, 이후 다소 확산이 저감되는 시기에는 이용에 변화를 주지 않았음을 의미한다.

다음의 영향 주기는 7월말과 8월 중순 사이의 이용자수의 저감 현상이다. 이 기간 동안에는 메르스의 확진자수와 사망자수가 한 명도 없다는 점을 감안한다면 다소 의외의 결과로 볼 수 있다. 그러나 이 기간은 확진자와 사망자가 거의 없지만 격리 대상자가 다시 증가하는 기간에 해당한다. 구체적으로 살펴보면, 7월 29일 10명, 7월 30일 47명 등 점차 증가하다가 8월 1일 168명과 8월 2일 94명 등 점차 감소하는 패턴을 보이는 시기이다. 뚜렷한 확산이 없는 메르스 발병의 소멸이 예상되는 시기의 예방 조치만으로도 이 기간 동안 이용자수는 감소하는 패턴을 보인다. 이는 이 기간이 주로 방학과 하계휴가 기간으로 시민들의 필수적 통행(예: 통근과 통학)을 회피할 수 있는 시기이기 때문에 그 영향이 보다 크게 나타났다고 볼 수 있다. 즉, 시민들

은 메르스 감염의 근심이 일상생활 활동의 방어적 기제를 적극적으로 작동시킨 것으로 풀이된다.

4. 비첨두 오후 시간대 차이

오후 시간대는 시민들의 일상적 생활 중에서 쇼핑과 여가 등의 통행이 발생하는 시간대로, 시민들이 통행을 할지 하지 않을 지의 선택이 통근통학에 비하여 자유로운 특성이 있다. 즉, 메르스와 같은 공기 중 감염의 질환에 대한 두려움과 근심으로 인한 방어기제가 통근통행에 비하여 보다 쉽게 나타날 수 있다는 점에서 메르스의 발발과 확산에 대한 영향을 가장 크게 받을 것으로 예상된다.

그림 8은 오후 시간대의 예측치와 실측치의 비교를 보여주는 그래프이다. 오후 시간대에서 메르스 발발과 확산의 영향의 주요 특징은 4가지로 대별할 수 있다. 첫째, 메르스 발발과 거의 동시에 대중교

통의 이용이 저감하고 있다는 것이다. 통근통학 시간대의 결과와 달리 이는 시민들의 메르스 발발에 대한 대응이 일상생활의 변화에 즉시적으로 영향을 주었음을 의미한다.

둘째, 메르스의 발발과 확산이 주기적 변동성을 파괴할 정도로 크게 나타났다는 것이다. 예를 들어, 3주치의 요일별 변동을 살펴보면, 금요일을 정점으로 이용자수가 증가하고 감소하는 변동 주기성이 실측치에서 보이지 않는다. 즉, 그러한 주기적 변동을 파괴할 정도로 이용자수의 저감이 큰 폭으로 감소하였다는 것을 보여준다.

셋째, 메르스의 발발과 확산에 따른 영향이 오전 첨두시간대에 비하여 연말까지 지속되고 있다는 것이다. 이는 격리자수가 많지는 않더라도 존재하고

있고, 정부의 메르스 확산 종료가 선언되지 않고 지속됨에 따라 나타난 시민의 두려움과 근심이 방어기제로 이 시간대의 대중교통 이용을 자제하는 효과로 나타났기 때문으로 풀이될 수 있다.

넷째, 오후 시간대의 영향이 영구적이지 않음을 분석결과에는 보여주고 있다. 2016년 1월 이용자수 변동을 보면 거의 원래의 패턴으로 회귀하고 예측치와 실측치의 차이가 거의 없다는 점에서 이용자수의 저감에 대한 영향이 영구적이지 않음을 시사한다.

5. 밤 시간대의 차이

밤 시간대는 귀가, 친교, 쇼핑 등의 필수적·비필

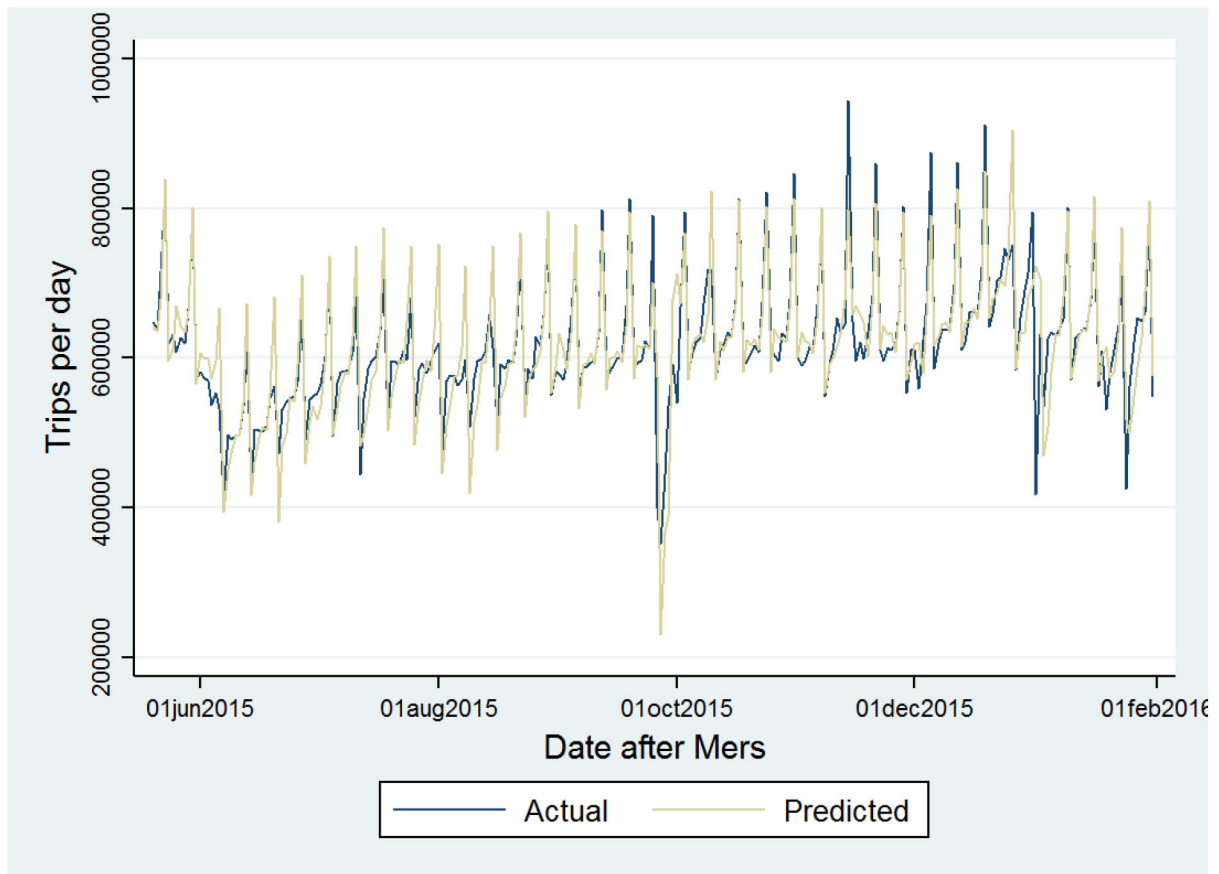


Figure 8. Comparison between Actual and Predicted Daily Ridership since the Outbreak of MERS (PM Hour, 14~16)

수적 통행목적이 공존하는 통행이 발생하는 시간대라는 특징이 있다. 밤 시간대에 메르스의 발발과 더불어 즉시적으로 나타나지 않고, 3주차부터 이용자수 저감에 영향을 주고, 약 7주차까지 나타나다가 이후부터는 거의 영향을 주지 않는 패턴을 보이고 있다는 점에서 오전 점두시간대와 오후 시간대의 결과와 대비된다(그림 9 참조). 밤 시간대의 주기적 변동이 3주차에 오후 시간대와 유사하게 그 패턴이 파괴되었음을 알 수 있다. 이는 메르스의 확산이 가장 큰 시기에 밤 시간대의 통행을 자제하는 방어기제가 작동되었음을 의미한다. 메르스 발발의 3~5주차는 확진자수가 급증하는 시기임을 감안한다면, 일상생활의 활동 중에서 불필요한 통행을 자제한 것으로 볼 수 있다.

VI. 요약 및 결론

본 연구는 중동호흡기 증후군의 한국 내 발발과 확산에 따른 공포가 대중교통 이용자수에 어떠한 영향을 미쳤는지를 파악하기 위하여 시작되었다. 서울메트로 노선의 지하철 일별 이용자수 자료를 활용하였으며, 예측을 위한 방법론으로 ARIMAX모형을 적용하였다. 또한 시간대별 이용이 통행목적에 따라 다르다는 특성에 의하여 그 영향 정도가 차별적일 수 있음을 확인하고자 하였다.

본 연구의 분석결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 메르스의 발발과 확산에 대한 시민의 일상생활의 반응이 통행목적에 따라 다를 수 있음을 확인하였다. 통근통학과 같은 통행목적이 가장 빈번히 일

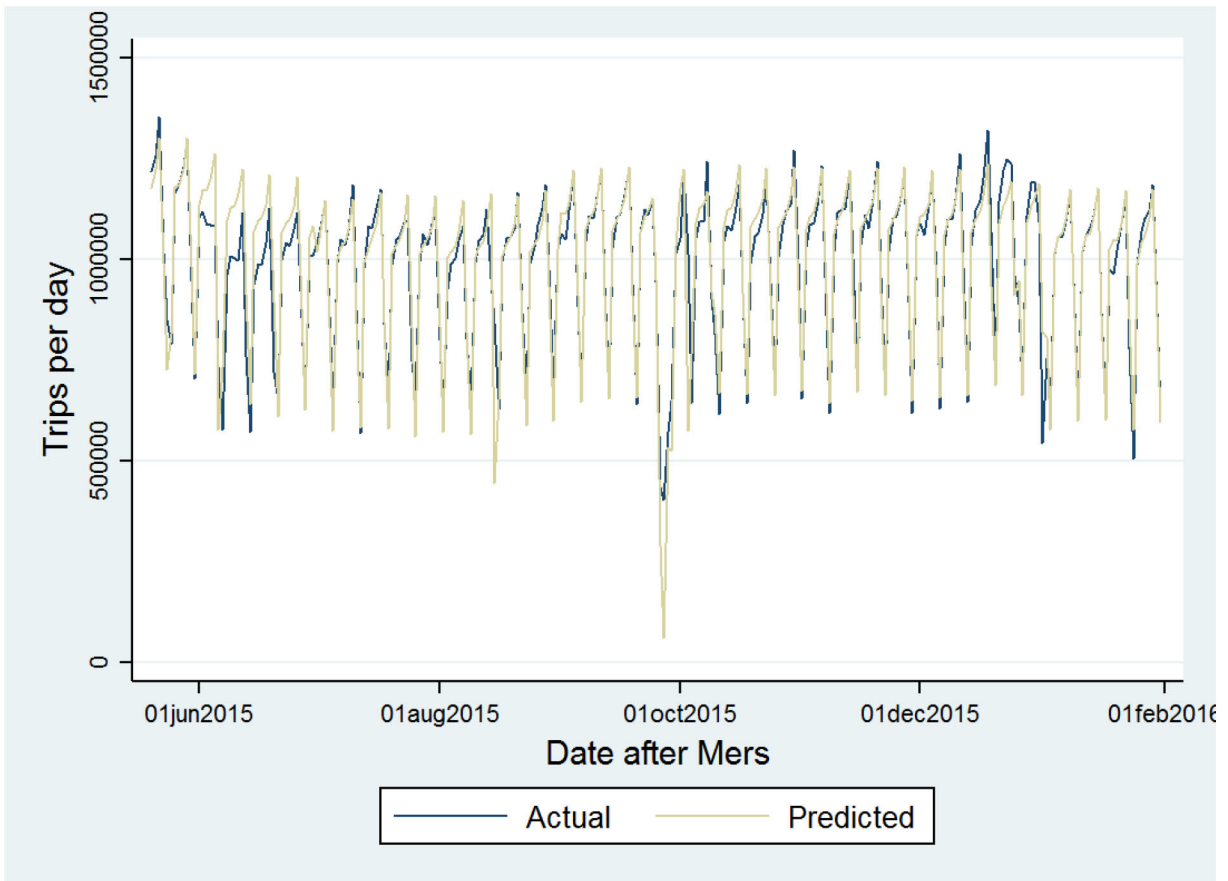


Figure 9. Comparison between Actual and Predicted Daily Ridership since the Outbreak of MERS (Night Hour, 20~24)

어나는 오전 첨두시간대에는 발발 후 즉시적으로 나타나지는 않지만, 쇼핑과 같은 통행목적이 주로 발생하는 오후 시간대는 즉시적으로 나타났다.

둘째, 일상생활의 방어기제가 작동하는 시기는 메르스 확산의 크기와 연동되어 있다는 것이다. 메르스 발발 이후 3주차부터는 확산이 급증하는 시기이다. 이 시기에서는 오후 시간대뿐만 아니라 오전 첨두 시간대와 밤 시간대의 대중교통 이용이 크게 저감된 효과를 파악하였다. 그리고 그러한 대중교통 이용 자제는 주기적 변동성을 파괴할 정도로 시민들의 방어기제가 뚜렷하였다.

셋째, 통행 선택의 기회가 없는 통근통학의 목적에서는 일반 시민에게는 감염의 두려움과 근심이 크지 않는 한 통행의 변화를 회피하기가 어려움을 확인하였다. 오전 첨두시간대의 3~5주차는 최대한의 회피노력, 즉 대중교통을 이용하지 않음으로써 감염을 선제적으로 예방하려는 노력이 이루어졌지만 그 이후로는 변화가 없었다. 그러나 7월말에서 8월 중순에서의 첨두시간대의 이용자수의 저감은 필수적 통행을 방학과 휴가 등으로 인하여 회피가 가능한 시점에서는 이를 적극적으로 시민들이 활용하였음을 보여준다.

넷째, 메르스에 의한 대중교통 이용의 영향은 영구적이지 않지만 그 지속의 정도는 이용 시간대별로 차이가 있음을 확인하였다. 이 결과는 필수적 통행을 위한 대중교통 이용에서의 통행 회피는 그 위험이 보다 크게 발생하는 시기, 즉 메르스의 확진자수와 사망자수가 급증하는 시기에 반응함을 의미한다. 오후 시간대의 이용자수의 저감 현상은 2015년 12월까지 지속되었지만 2016년부터는 정상적인 이용패턴을 보이고 있다. 반면에 오전 첨두 시간대와 밤 시간대의 영향은 메르스의 확산이 급증한 시기를 제외하고는 크게 변화하지 않았다.

세계화는 예측하지 못하는 감염 질환의 급속한 확산에 기여하고, 이러한 확산은 지속가능한 도시

발전의 대안적 형태인 대중교통 중심의 압축도시에 보다 큰 부정적 영향을 줄 수 있다. 이러한 도시 형태는 재해에 3가지 관점에서 쉽게 노출될 수 있다. 즉, 많은 사람들이 모이는 집객시설, 이동하는 밀폐된 교통시설 특히, 지하철, 옥외 공간에서의 사람들의 활동 등은 메르스와 같은 공기 중 감염에 취약하며, 이로 인한 두려움으로 이들에 대하여 시민들은 반응하게 된다. 메르스의 경우에도 주요 집객시설인 병원이 주요 진원지였다. 또한 만약 메르스 바이러스가 보다 감염성이 강한 변종 바이러스였다면 대중교통 이용에 의하여 급속하게 확산될 수 있다. 또한 대중교통 이용과 관련하여서는 통근통학과 같은 필수적 통행은 승용차와 같은 대안적 교통수단이 없는 계층에게는 재해의 취약성이 보다 높다. 이러한 계층은 주로 저소득층과 어린이, 노인과 같은 노약자가 이에 해당한다. 분석결과에서 살펴본바와 같이 필수적 통행이 주로 발생하는 전 첨두 시간대는 오후 시간대와 달리 대중교통의 이용회피가 실제로 위협적일 경우에만 발생하는 경향이 있다. 이러한 점에서 재해의 예방과 대응전략은 지속 가능한 대중교통 중심의 압축도시에 거주하는 시민들의 전염 가능성을 높이는 3가지 취약성에 대한 대응전략의 수립이 요구된다.

특히, 전염성이 보다 강한 감염질환이 발생하였을 경우에는 이용회피와 감염방지를 위한 선제적 대응지침의 마련이 필수적이다. 예측하지 못하는 전염병 중에 인간에서 인간으로 공기 중으로 전파되는 질병 확산의 예방은 효과적인 교육과 소통이 필요하다(Boscarino and Adams, 2015). 이러한 대응으로 정보통신기술을 적극 활용하는 것도 하나의 중요한 전략일 수 있다. Fung et al.,(2013)은 효과적인 교육과 소통을 인터넷과 트위터와 SNS 등의 소셜미디어를 활용하는 방법을 권고하고 있다.

한편, 본 연구는 공기 중 감염성 질환의 공포가 대중

교통의 이용에 어떠한 영향을 미쳤는지를 실증하고 있으나, 그러한 저감이 통행 회피에 의한 것인지, 아니면 다른 대안적 교통수단의 전환(예: 승용차)에 의한 것인지를 밝히고 있지 않다. 이러한 점에서 향후에는 구체적인 통행행태의 변화에 의한 경로 분석의 연구가 이루어질 필요가 있다.

인용문헌 References

1. 성현곤·노정현·김태현·박지형, 2006. “고밀도시에서의 토지이용이 통행패턴에 미치는 영향: 서울시 역세권을 중심으로”, 「국토계획」, 41(4): 59-75.
Sung, H., Rho, J-H., Kim, T., and Park, J-H., 2006. "A Study on the Effects of Land Use on Travel Pattern in the Rail Station Areas of a Density City: A Case of Seoul" *Journal of Korea Planning Association*, 41(4): 59-75.
2. Anggraeni, W., Vinarti, R. A., and Kurniawati, Y.D., 2015. "Performance Comparisons Between Arima and Arimax Method in Moslem Kids Clothes Demand Forecasting: Case Study", *Procedia Computer Science*, 72: 630-637.
3. Balkhair, A., Maamari, K.A., and Alawi, F.B., 2013. "The Struggle Against MERS-CoV (The Novel Coronavirus)", *Oman Medical Journal*, 28: (4):226-227.
4. Boscarino, J.A., and Adams, R.E., 2015. "Assessing Community Reactions to Ebola Virus Disease and Other Disasters: Using Social Psychological Research to Enhance Public Health and Disaster Communications", *Int J Emerg Ment Health*, 17(1): 234 - 238.
5. Durai, P, Batool, M., Shah, M., and Choi, s., 2015. "Middle East respiratory syndrome coronavirus: transmission, virology and therapeutic targeting to aid in outbreak control", *Experimental & Molecular Medicine*, 47, e181; doi:10.1038/emm.2015.76.
6. Fung, I.C-H., Fu, K-W, Schable B., Hao, Y., Chan, C-H., and Tse, T-H., 2013. "Chinese social media reaction to the MERS-CoV and avian influenza A(H7N9) outbreaks", *Infectious Diseases of Poverty*, 2:31
<http://www.idpjournals.com/content/2/1/31>.
7. Jabareen, Y.R., 2006. "Sustainable Urban Form: Their Typologies, Models, and Concepts", *Journal of Planning and Education and Research*, 26: 38-52.
8. Kim, K. and Lee, I., 2015. "The Influence of Health Information Orientation, E-Health Literacy, and Anxiety on Health Behavior among Parents with School Age Children: Focusing on MERS Prevention Behavior", *Journal of Nursing and Health Care*, 3(1): 31-84.
9. Lee and Hamzah, 2010. "Calender variation model based on ARIMAX for forecasting sales data with Ramadhan effect", Paper presented at the Regional Conference on Statistical Sciences, Malaysia: Kelantan..
10. Morens, D.M., and Fauci, A.S., 2013. "Emerging Infectious Diseases: Threats to Human Health and Global Stability", *PLoS Pathog.* .9(7): e1003467. doi:10.1371/journal.ppat.1003467
11. Arunraj, N.S. and Ahrens, D., 2015. "A hybrid seasonal autoregressive integrated moving average and quantile regression for daily food sales forecasting", *International Journal of Operations Research and Information Systems*, 170: 321-335.
12. OECD, 2012, Compact City Policies: A Comparative Assessment, OECD Publishing. (Source: http://www.oecd-ilibrary.org/urban-rural-and-regional-development/compact-city-policies_9789264167865-en)
13. Peter, D. and Silvia, P., 2012., "ARIMA vs. ARIMAX - which approach is better to analyze and forecast macroeconomic time series?", Paper presented at the 30th International Conference Mathematical Methods in Economics, Czech Republic: Karvina.

14. Sands, P., Mundaca-Shah, C, and Dzau, V.J., 2016., "The Neglected Dimension of Global Security — A Framework for Countering Infectious-Disease Crises", *The New England Journal of Medicine*, 374: 1281-1287.
15. Zwart, O., Veldhuijzen, I.K., Elam, G, aro, A.R., Abraham, T., Bishop, G.D., Richardus, J.H., and Brug, J.,2007. "Avian Influenza Risk Perception, Europe and Asia", *Emerging Infectious Diseases*, 13(2): 290-293.

Date Received 2016-04-11

Date Reviewed 2016-05-15

Date Accepted 2016-05-15

Date Revised 2016-05-23

Final Received 2016-05-23