



모바일 폰 기반 패널자료를 활용한 COVID-19 긴급재난문자가 유동인구에 미치는 차별적 영향 실증

Empirical Evidence on Differentiating Impacts of COVID-19 Emergency Alert Text on Daily Floating Population

김우람* · 성현곤**

Kim, Woo-Ram · Sung, Hyungun

Abstract

The COVID-19 pandemic has had a significant impact on daily life in Korea. During the pandemic, spatial information on the confirmed cases provided through emergency alert texts on mobile phones played a crucial role in reducing the spread of COVID-19 by containing the floating population immediately. However, due to the concern of an invasion of privacy, the scope of spatial information on confirmed cases had been changed from the neighborhood (dong) unit to the municipal (si/gun/gu) unit, which might have reduced the efficiency of emergency text messages during the pandemic. This study explores the impact of the change in the spatial range of COVID-19 emergency alert texts on the change in the floating population and identifies differentiating impacts by gender and age. The methodology adopted in the study is a dynamic panel modeling that can control the lag effect of the dependent variable while observing the lag effect of the independent variable in the panel data. Our analysis results indicate that the immediate decrease in the floating population was more pronounced when the provision was made in the neighborhood (dong) unit rather than the municipal (si/gun/gu) unit. In addition, the study confirms that the effects could be differentiated by age and gender. Specifically, the floating population decreased significantly and immediately in the 30s rather than in the 10s and 20s. The decrease in the floating population due to the emergency alert texts was greater in men than women. In conclusion, the study found that the effect of the COVID-19 emergency alert texts could be essential and immediate in providing specific information about the location of a COVID-19 outbreak, and that this effect is differentiated by age and gender.

주제어 유동인구, 긴급재난문자, 확진자 정보, 시차 효과, 동적패널회귀
Keywords Floating Population, Emergency Alert Text, Confirmed Information, Time Lag Effect, Dynamic Panel Regression

1. 서론

COVID-19 누적 확진자 수는 현재 전 세계적으로 2억 명을 넘

어선 상태이며, 대유행 상황은 이 글을 쓰고 있는 시점에서도 진정되고 있지 않다. 이러한 상황에서 긴급재난문자 발송을 통한 확진자 정보 공개는 위험 장소에 대한 회피를 일으켜 확산 감소에

* Master, Department of Urban and Regional Development, Hanyang University, Center for Housing Policy Research Seoul Metropolitan Government (First Author: pheonixw@naver.com)

** Professor, Department of Urban and Regional Development, Hanyang University (Corresponding Author: hgsung80@hanyang.ac.kr)

있어 중요한 역할을 수행할 수 있다. 과거에는 이러한 긴급재난 문자에 대한 국민인식이 부정적인 부분도 많았으나, 경주와 포항에서의 지진을 겪으면서 재난 알림에 대한 중요성을 인식하면서 많은 부분이 개선되었다(표경수 외, 2020). 정상구 외(2020)의 연구에서도 확진자의 이동 동선 및 접촉자에 대한 신속한 정보 공유가 코로나 확산을 감소시키는 중요한 요소임을 강조하였다.

그러나 2020년 10월 8일부터 중앙방역대책본부(2020)의 “확진 환자의 이동경로 등 정보공개 지침(1판)” 의무화에 따라 확진자 유관 법정동 및 행정동 단위의 정보 제공에서 시군구 단위의 정보 제공으로 그 공간적 범위가 변경되었다. 이러한 변화로 인해 사람들은 확진자의 이동 및 방문 경로에 대해서 구체적으로 알 수 없다. 메르스 사태 당시 방역 당국인 정부의 메르스 환자에 대한 정보 비공개 원칙 및 정보 공개에 대한 법령 규정 미비로 인하여 2차, 3차 감염자 또는 격리자가 대량 양산되었다는 비판이 있었다(정종구·손정구, 2020). 이렇게 과거 메르스 상황에서는 정보 비공개 원칙이 사람들로 하여금 적절한 방역조치 실패로 비판을 받은 경험이 있다.

본 연구는 COVID-19 긴급재난문자에서 확진자가 발생했을 때 확진자의 거주지 혹은 직장과 같이 관련된 공간적 정보를 시군구 단위로 제공할 때보다 법정동 단위와 같이 보다 구체적으로 제공할 때, 유동인구의 감소가 효과적인 것으로 예상하고, 이러한 효과가 성·연령별로 어떠한 차이를 가질지에 대해서 실증해보고자 한다. 본 연구를 통하여 COVID-19 예방에 있어서 보다 효과적인 정보공개범위 설정과 성·연령별 차별적 방역 대책 수립에 기여하고자 한다.

긴급재난문자 발령이 유동인구에 미치는 영향을 실증하기 위한 연구의 공간적 범위는 경기도 고양시로 지리적으로 서울시와 인접해있으며, 우리나라 지자체에서 1차 대유행의 중심지였던 대구를 제외하고 확진자 수가 가장 많은 도시이다(Sung et. al, 2022). 고양시는 3개의 구로 이루어져 있으며, 39개의 행정동과 53개의 법정동으로 이루어져 있다. 시간적 범위는 코로나19 국내 첫 확진자가 발생한 2020년 1월 20일부터, 고양시 유동인구 데이터의 구득 가능한 최근 범위인 2021년 1월 31일까지 총 378일로 설정하였다. 본 연구에서 이용하는 자료는 스마트폰 위치 정보에 기반한 400m 길이의 핵사곤 형태의 유동인구 패널 자료이며, 동적패널회귀분석(Dynamic Panel Regression)을 수행하였다. 이후 본 연구는 긴급재난문자에서 제공되는 확진자에 대한 공간적 범위 차이에 따른 유동인구 감소 효과의 분석 결과를 토대로 도시계획적 함의를 도출하고자 한다. 본 연구의 흐름은 <그림 1>과 같다.

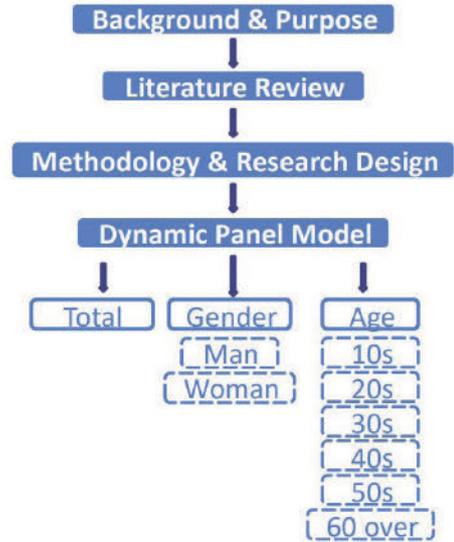


Figure 1. Study process

II. 선행연구 검토 및 연구의 차별성

1. 긴급재난문자에 관한 기존 연구 고찰

1) 긴급재난문자의 역할

긴급재난문자에 관한 연구는 COVID-19 이전부터 필요성에 대한 많은 논의가 이루어졌다. 정상구 외(2019)의 연구에서는 화재가 발생할 때 화염이나 연기 등이 수직 방향으로 상승하는 굴뚝 효과(stack effect)로 인해 초고층 건물에 대한 위험성이 더 증가하는 실정에서 건물 내 화재경보기만으로는 부가적인 정보전달이 부족하여 긴급재난문자의 필요성이 있다고 하였다.

장석진·최성종(2011)의 연구에서는 지진, 지진해일 등의 심각한 재난이 예상되는 지역에 신속한 경보 서비스를 제공함으로써 인명 피해를 최소화할 수 있는 대책이 절실한 실정에서 긴급재난문자의 중요성에 대해 언급하였다. 변운관 외(2017)는 재난 방송의 범위를 제한하여, 긴급한 상황이 발생하여 수신자의 주의를 환기시킬 수 있고, 피해 최소를 위한 핵심적인 정보 전달을 목적으로 하는 재난경보방송에 대한 연구를 진행하였다.

지용구 외(2012)의 연구에서는 재난발생 시 유관기관 간, 유관기관과 개인 간, 그리고 개인과 개인 간 재난대응에 필요한 정보를 적시에 주고받는 것이 피해 규모를 줄이는 데 결정적인 역할을 하며, 기존 커뮤니케이션 수단들과 달리 스마트폰 등의 모바일 기기들은 이미 거의 모든 개인이 소유하고 있는 상황임을 언급하며 모바일 환경에 적합한 재난대응 커뮤니케이션을 구축해야 한다고 하였다. 또한 한승혜(2020)의 연구에서는 가스누출 혹은 전염병과 같은 확산성이 있는 재난에 대한 재난문자는 연령이 높아질수록 긍정적으로 인식하며, 이러한 재난의 경우 위험성과 긴급성을 고려하여 광범위한 단위로 재난 문자를 전송하는 것이 더욱 의미있다고 하였다. 이처럼 재난 상황에서 “정보전달”이라는 요

소는 피해를 줄이기 위해서 가장 핵심적인 요소로 볼 수 있으며, 이러한 정보전달을 가장 제약 없이 이루어줄 수 있는 수단으로 모바일 폰으로 제공되는 긴급재난문자가 중요한 역할을 수행할 수 있음을 알 수 있다.

2) 감염병 상황에서의 긴급재난문자의 역할

앞서 살펴 본 긴급재난문자의 역할인 “정보 제공”은 COVID-19가 유행하는 현 상황에서 확진자에 대한 정보 전달을 통해서 사람들로 하여금 위험 지역에 대한 회피를 일으켜 확산 감소에 있어서 중요한 역할을 할 수 있다. 주상임 외(2021)의 연구에서는 코로나19 확진자 발생률과 긴급재난문자 발령 건수 간 연관성을 실증하고자 하였으며, 분석 결과 지자체들은 코로나19 확진자 발생률이 증가하면 긴급재난문자 발령 건수를 증가시켜 대응했고 이후 월에서는 확진자 발생률이 낮아지는 효과를 거둔 것을 통해 긴급재난문자의 간접적 효과가 있음을 언급하였다.

Lee and You(2021)의 연구에서는 재난 문자를 읽는 사람들에게게서 더 많은 정보를 얻기 위해 링크가 걸린 웹사이트를 방문하려는 의도가 높았으며, 링크를 방문한 참가자들은 다른 참가자들보다 1.48-1.8배 더 자주 예방 관련 행동을 하였다고 했다. 또한 남성보다는 여성이, 그리고 노인이 재난 문자를 더욱 높은 빈도로 읽는 것으로 나타났다고 하였다. 이를 통해 성·연령별로 긴급재난문자에 대해서 차별적인 효과를 가질 수 있음을 알 수 있다.

정상구 외(2020)의 연구에서도 확진자의 이동 동선 및 접촉자에 대한 신속한 정보 공유가 코로나 확산을 감소시키는 중요한 요소를 언급하였다. 이렇게 긴급재난문자의 효과에 관한 문헌은 국내뿐 아니라 국외에도 있다. Bean et al.(2021)의 연구에서는 2020년 3월 또는 4월에 주 전역에 긴급재난문자를 발송한 6개 주는 발송하지 않은 41개 주보다 COVID-19 전파율이 현저하게 낮았으며, 메시지 발행 후 사망률이 더욱 낮아졌다고 하였다.

3) 확진자에 대한 정보공개 이슈

감염병 상황에서 긴급재난문자 발행은 확산의 감소, 사망률 감소, 예방 관련 행동 증진과 같은 긍정적인 효과를 거둘 수 있지만, 한 가지 문제가 되는 것은 확진자 정보 공개로 인한 개인정보 침해이다.

이근옥(2020)은 온갖 종류의 접촉 추적을 활용한 정부의 코로나19 대응과정은 ‘K-방역’으로 불리며 성공적이라는 평가와 함께 동선공개 및 개인정보의 과도한 노출로 인한 사생활 침해 문제를 야기한다는 지적이 공존한다고 하였다. 김선량(2020)의 연구에서도 코로나19 확산이라는 재난 상황에서 국민의 생명과 신체의 보호라는 우월적 가치와 함께 감염병 환자 등 감염병 의심자의 개인정보 자기결정권이 최대한 보장되는 조화로운 방식이 필요함을 강조하였다. 민동원(2020)의 연구에서는 코로나19로 불안한 상황에서 거주지와 관련된 상권에 대해서 모호한 정보만 공개하는 것

이 오히려 불안감과 회피의도를 높임을 실증하여 기존의 인식과 다른 효과가 나타났기 때문에 정보공개는 구체적으로 이루어져야 함을 말하였다.

배종면(2015)은 메르스가 국가적인 재난위기로 번지게 된 가장 주된 이유는 첫 감염자를 제때 격리 치료하지 못한 상황에서 방역 당국이 초기에 투명한 정보공개를 하지 못하였던 것임을 지적하였다. 또한 최미정·은재호(2018)의 연구에서는 확진자가 경유한 하나의 병원명을 공개했을 때보다 일괄 공개했을 때 공포가 큰 폭으로 줄고 만족정서가 높아지며, 위험정보에 대한 국민들의 반응은 정부나 보건 당국자들이 종종 우려하는 바와 다르게 정보 공유와 소통이 있을 때 부정적 정서가 감소한다고 하였다. 김민진 외(2021)의 연구에서도 코로나19 팬데믹 상황에서 정부가 감염병 확산을 제어하기 위해 발송하는 안전안내문자는 기존 재난문자와는 달리 필요한 정보를 제공하는 과정에서 확진자의 프라이버시를 침해할 위험이 있음을 지적하였다. 이렇게 정보제공을 통해서 국민에게 위험성을 인식시키는 데 그 가치 있는 긴급재난문자와 개인정보보호 사이에 많은 이슈가 있다.

2. 선행연구의 한계점과 차별성

기존 연구는 확진자 정보 공개 범위에 따른 국민의 정서에 대한 분석이 이루어졌으며, 긴급재난문자의 발행 효과에 대한 실증 연구는 존재하였으나 확진자 정보의 공간적 범위 차이에 따른 효과에 대해서 성·연령별로 차별적 영향을 실증한 연구는 없었다.

특히 본 연구의 시간적 배경인 COVID-19 팬데믹 상황에서는 여성일수록 확진 뒤 외상 후 스트레스 위험이 높다(Brenner and Bhugra, 2020)고 하였으며, Daoust(2020)의 연구에서는 노인이 단연코 COVID-19 질병에서 가장 취약한 인구 집단이라고 하였다. 이렇듯 감염병 상황에서 성·연령별 차별적 효과를 실증해야 할 필요성이 있다.

또한, 긴급재난문자를 오후에 발행했다면 사람들이 이를 보고 즉각적으로 반응하기보다는 다음 날 이후에 반응을 할 수 있다. 따라서 시차에 대한 고려가 필요할 것으로 생각되나 현재 그런 연구는 존재하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 긴급재난문자에서 제공되는 확진자 정보의 공간적 범위의 차이에 따른 효과와 그에 대해서 성·연령별 차별적 효과에 대해서 실증해보고자 하며, 이를 시차를 고려하여 실증해보고자 한다.

III. 방법론 및 연구설계

1. 방법론

본 연구에서 알고자 하는 긴급재난문자 발송으로 인한 유동인구 감소 효과는 문자를 받은 당일 이후에 영향을 줄 수도 있다. 따

라서 이러한 문자 변수에 대한 시차를 넣어서 분석을 진행하고자 하는데, 긴급재난문자의 시차 변수가 투입되면서, 유동인구의 과거값에 대한 통계의 필요성이 생긴다. 긴급재난문자를 받은 전날 ($t-1$)의 유동인구가 현재(t)시점의 유동인구에도 영향을 줄 가능성이 있기 때문이다. 이렇게 유동인구는 시간의 흐름에 따른 자기회귀적(*autoregressive*) 특성을 가질 수 있다는 점에서 $t-1$ 기의 유동인구는 t 기의 유동인구와 상관성을 가질 수 있다. 따라서 $t-1$ 기 유동인구를 독립변수로 포함하여 이를 통제한 상태에서 독립변수의 효과를 실증하고자 하는데, 종속변수의 시차변수(*lagged dependent variable*)가 설명변수로 포함되어 있을 경우, 그것과 교란항이 정의 상관관계가 있으므로 계수의 상향편의(*Upward bias*)가 발생한다(은석, 2015).

따라서 본 연구에서 채택한 방법론은 종속변수의 과거값을 설명변수의 일부로 활용함으로써 종속변수 과거값을 통제하여 변수들 간의 관계를 살펴볼 수 있는 동적패널회귀분석(*Dynamic Panel Regression*)이다(진영현, 2020). 동적 패널 모형의 회귀식은 아래와 같다.

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 y_{it-1} + \beta_2 x_{it} + \dots + u_i + e_{it} \quad (1)$$

이렇게 종속변수의 시차 변수가 독립변수로 들어가게 되는데, 이때 y_{it-1} 은 시간에 따라 변하는 오차항인 u_i 와 상관관계를 가져 내생적 독립변수가 된다(김영준 외, 2017). 이를 해결하기 위해 1계차분을 통해 개체 고유 효과를 나타내는 오차항을 제거한 후 동적패널자료 모형에 포함된 시차내생변수의 도구변수로서 수준(level) 종속변수의 추가적 시차변수를 사용하는 방법인 앤더슨-샤오 추정법(*Anderson and Hsiao Estimator*)이 있다(박승록, 2020). 이는 우변에 y_{it-1} 만 있는 가장 간단한 형태의 선형 동태적 패널 모형을 가정하며, 일반적으로 동일한 개체 내에서의 시간에 따른 변화에 주목하기 때문에 고정효과 모형을 사용한다(진영현, 2020). 동적 패널 회귀분석에는 이 밖에도 아렐라노-본드 추정법(*Arellano-Bond Estimator*), 아렐라노-보버/브런델-본드 추정법(*Arellano & Bover, Blundell & Bond Estimator*), 분석자 자의적 도구변수 부여방법이 있지만, 긴 시계열에 적합한 추정 방법은 앤더슨-샤오 추정법이기 때문에 이를 이용하였다(박승록, 2020). 동적모형을 사용한 사례를 살펴보면, 한국의 자살률과 사회적 조건 간의 관계에 대해 연구한 Yeom(2021)의 연구에서는 공간 단위 간의 공간적 종속성과 시계열 간의 시간적 종속성을 모두 제어하고자 동적 공간 패널 회귀 모형을 사용하였으며, Fritz(2021)의 연구에서는 COVID-19 일별 감염자와 일별 사망자 수 사이의 시차를 식별하기 위하여 고정효과가 있는 time lag 모델을 사용하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 시차의 효과를 실증하기 위해서 일반패널회귀분석이 아닌 동적패널회귀분석을 이용하였다.

2. 연구설계

본 연구에서 종속변수로 이용되는 고양시 유동인구 데이터는 SKT 이동통신사에서 제공되는 일별 통신 횟수를 $50m \times 50m$ 크기로 설정된 셀 단위로 집계한 자료이다. 자료에 대한 보정을 위해서 1단계로 SKT 고객의 위치를 기지국 단위로 성/연령별 유동인구수를 집계하고, cell별 고객수를 산정한다. 2단계로 SKT 시장 점유율 보정을 위해 SKT 고객의 거주 지역별 시장 점유율을 계산하고 각 고객별로 적용한 후 유동인구 수 전수화를 위한 가중치로 사용한다. 3단계로는 시장점유율 가중치를 이용하여 cell 단위로 전수화를 실시한다(이삼수 외, 2021). 모바일 기반 유동인구 데이터는 COVID-19 대유행과 같은 상황에서 비약물적 개입의 효과를 관찰하고, 시공간적 확산의 잠재적 원인을 평가하는 데 유용하게 사용될 수 있다(Grantz et al., 2020).

그러나 본 연구에서 사용하는 $50m \times 50m$ 격자는 그 크기가 작아 유동인구가 잡히지 않는 격자도 많이 존재한다. 따라서 지름이 400m인 육각형 폴리곤(Hexagon polygon, $77942m^2 = 7.79ha$)으로 재가공하였으며, 고양시 전체는 총 3,412개의 육각형으로 이루어진다. 기존의 $50m \times 50m$ 셀에 중심점(point)을 생성하여, 새로 만든 육각형(Hexagon) 안에 포함되는 중심점의 유동인구를 합산하여 자료를 재구성하였다(〈그림 2〉 참조). 또한 육각형(Hexagon) 단위에서 분석기간 동안 유동인구의 총합이 0인 곳은 분석에서 제외하여, 최종적으로 분석에 사용된 육각형의 개수는 3,263개이다.

긴급재난문자 자료는 공공데이터 포털의 Open API (Application Programming Interface)에서 제공하는 “행정안전부 재난문자방송 발령현황” 자료를 구독하여 사용하였다. CBS 재난문자방송 서비스는 이동전화의 CBS(Cell Broadcasting System) 기능을 이용하여 재난 발생이 예상되거나 또는 발생한 지역에 관련 내용을 CBS가 가능한 이동전화 소지자에게 전달하고 이에 따른 대비 또는 조치를 하도록 하여 각종 재난재해의 위협으로부터 생명과 재산을 지킬 수 있도록 하는 휴대폰 긴급재난문자방송 서비스이다(임성률 외, 2011).

분석기간(2020.01.20.~2021.01.31.) 동안 고양시에 발행된 긴급 재난 문자는 크게 COVID-19, 재해, 그 외 감염병으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 COVID-19에 관련된 문자 중에서 유동인구에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상되는 문자 유형인 확진자 정보 제공, 방역수칙 및 예방정보에 관한 문자를 이용하였다.

긴급재난문자 데이터는 확진자 정보 공개 범위에 따라 문자를 세분화할 수 있는데, 법정동 단위의 공개 문자는 ‘코로나-19 확진자 2명 발생(탄현동, 원흥동 거주)’과 같이 구체적으로 동 단위까지 제시되었다. 그리고 10월 14일 이후부터는 ‘확진자 3명 발생, 일산서구 3’과 같은 형태로 문자가 제공되었다. 분석 기간 전체에 걸쳐서 발송된 방역수칙 및 예방정보에 관한 문자는 구체적으로

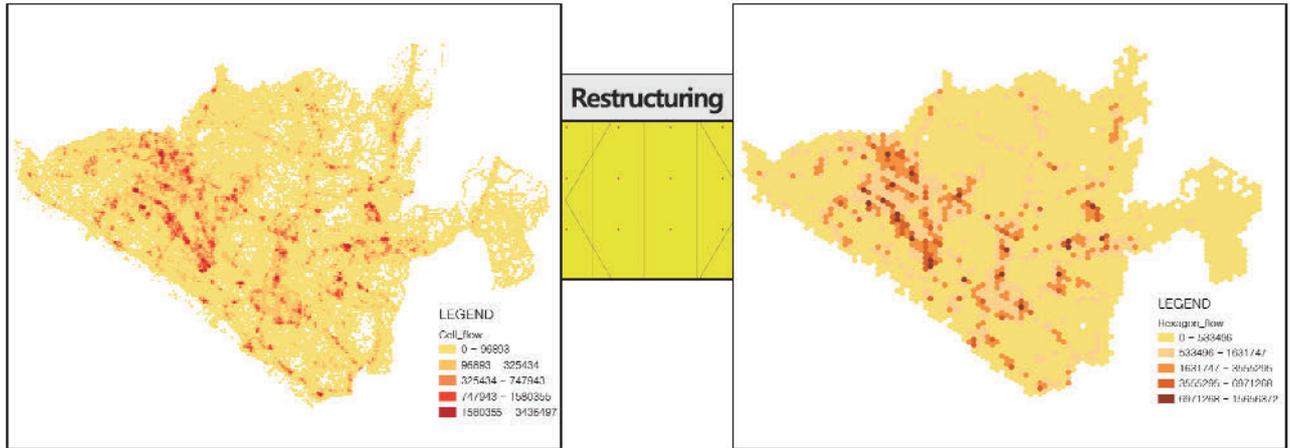


Figure 2. Restructuring process of floating population data (Left: raw data, Right: analysis data)

확진자에 관한 공간적 정보는 없지만, 사람들로 하여금 코로나 상황임을 계속해서 인지하게 함으로써 유동인구 감소에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 이러한 3가지 유형에 관한 문자를 이용하고자 한다. 분석기간 동안 제공된 긴급재난문자에서 법정동 단위로 확진자 정보를 제공한 경우(249건)가 행정

동 단위로 확진자 정보를 제공한 경우(23건)보다 월등히 많기 때문에 본 연구에서 표현은 법정동으로 통일하였다.

일별 신규확진자 수는 전국의 확진자 수, 그리고 고양시에 인접하고 있는 서울의 확진자 수, 연구의 공간적 범위인 고양시의 확진자 수를 구축하였다. 통계청에서 제공하던 2020년 4월 1일부

Table 1. Summary statistics

		Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max	
Dependent variable	Floating population (log)	Total	1439.3	3055.5	0	49776.5	
		Gender	Male	839.4	1708.5	0	25898.1
			Female	599.8	1373.8	0	25389.1
		Age group	10s	83.2	232.1	0	6387.3
			20s	157.5	384.4	0	8137.6
			30s	232.1	516.5	0	10052.7
			40s	334.9	708.6	0	12785.3
			50s	335.1	680.6	0	9779.8
60s and over	296.4		611.4	0	10314.6		
Independent variable	Emergency alert text	Dong	0.13	0.11	0	1	
		City-county	0.24	0.42	0	1	
		COVID-19 information	0.60	0.49	0	1	
	No. confirmed cases	Goyang	5.16	8.50	0	53	
		Seoul	63.93	100.8	0	552	
	Social distancing measures	South Korea	199.4	270.8	0	1234	
		Group prohibition	0.11	0.31	0	1	
		Online education	0.45	0.50	0	1	
		Tele-commuting	0.66	0.48	0	1	
		Restrictions on public transportation reservations	0.15	0.35	0	1	
Pop. density (people/km ²)			7000.9	11082	231	86865.3	
Holiday (1=Yes, 0=No)			0.31	0.46	0	1	
Vacation (1=Yes, 0=No)			0.33	0.47	0	1	

터 2021년 1월 31일까지의 자료를 이용하였으며, 그 이전 확진자 수에 대해서는 보건복지부의 보도자료를 참고하여 직접 기입하였다. 또한 사회적 거리두기에 따른 방역대책 변수도 이용하였다. 여기에는 5인 이상 집합 금지 명령 시행 여부(2020년 12월 23일 시행), 학교를 대상으로 원격수업 시행 여부(2020년 6월 15일 시행), 직장인을 대상으로 유연 근무 활성화 시행 여부(2020년 5월 29일 시행), 마지막으로 대중교통 예매 50% 제한 시행 여부(2020년 12월 8일 시행)를 이용하였다.

그 밖에 유동인구에 영향을 미칠 수 있는 고양시 법정동별 월별 인구밀도(명/km)와 2020년의 주말 및 공휴일 여부, 학교의 방학 여부(2020년 1월 20일~3월 22일, 8월, 2021년 1월)에 대해서 통제해주었다.

본 연구에 사용한 변수들의 기초통계량은 <표 1>과 같다. 연구의 종속변수로 사용된 유동인구는 전체 및 성·연령별로 이용하였으며, 긴급재난문자의 확진자 정보 공간적 범위는 법정동, 시군구, 방역수칙 및 예방정보로 이루어져 있다. 긴급재난문자가 발령된 날에, 확진자 관련 공간적 정보에 포함되는 법정동 혹은 시군구에 속하는 핵사곤은 1, 그렇지 않은 핵사곤에는 0값을 주어 분석에 이용하였다. 방역수칙 및 예방정보 문자는 문자 내에 고양시의 위치정보를 포함하지 않은 문자로 문자를 받은 날짜에 고양시 전체에 1값을, 그렇지 않는 날에는 0값을 주어 분석에 이용하였다.

확진자 수 변수는 고양시와 서울시, 전국의 일별 신규확진자 수이다. 일별 신규확진자 수에 대한 정보는 그 수치가 매일 변동됨으로써 유동인구에 일별로 다른 영향을 줄 수 있을 것으로 판단하였고, 각각 미치는 영향력의 방향과 크기가 다를 것으로 예상된다. 제한 조치 변수의 경우에는 각각 조치를 시행한 이후에는 1값, 시행하지 않았을 때는 0값을 주어 분석에 이용하였다. 이러한 제한 조치들도 유동인구에 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 그 밖에 고양시의 행정동별 월별 인구 수를 행정동 면적으로 나누어 산출한 인구밀도, 2020년의 공휴일 및 방학을 통제변수로 이용하였다.

IV. 분석 결과와 해석

1. 단위근 검정과 적정시차 결정

패널 데이터에 대한 시계열 안정성 검증을 수행하기 위해 패널 단위근 검정을 실시하는데, 패널 단위근 검정 방법 중 데이터가 장기 시계열로 갈 경우 적합한 검정방법(박민근 외, 2017)인 LLC 검정을 먼저 수행하였다. LLC 검정의 경우는 횡단면의 수가 시계열 수보다 작아야 신뢰성 있는 결과를 얻을 수 있는데, 본 연구에서 사용한 분석 단위인 육각형(Hexagon)은 3,412개로 시계열 수인 378일보다 훨씬 큰 값을 갖는다. 따라서 추가적으로 횡단면 테

이터가 무한히 발산하고 고정적인 시계열을 가질 경우 사용하는 HT 검정을 실시하였다(박민근 외, 2017; Baltagi, 2013). 전체 및 성·연령별 유동인구에 대해서 실시한 2가지 단위근 검정 결과, 유의수준이 귀무가설인 '패널자료가 단위근을 포함한다'를 기각하여 대립가설인 '패널자료가 안정적이다'를 채택할 수 있으므로 차분 없이 이용하였다.

본 연구에서는 독립변수의 시차에 의한 효과를 실증하기 위해 긴급재난문자 변수 및 전국, 서울시, 고양시의 확진자 수 변수에 대해서 시차(time lag)를 넣어 분석하고자 한다. 따라서 시차(time lag)를 얼마나 주어야 할 것인가에 대한 결정이 필요하다. 본 연구에서는 앤더슨-샤오 추정법을 이용한 동적 패널 회귀 모형을 토대로 시차 변수를 하나씩 늘려가면서 모형에 대한 설명력을 비교하였다.

Fritz(2021)의 연구에서는 COVID-19 감염자와 사망자 간의 시차를 실증하기 위해서 14일간의 시차(time lag) 값을 주어서 분석 모형을 구축하였다. 본 연구에서는 전체 유동인구를 종속변수로 설정하고, 긴급재난문자 변수들과 확진자 수 변수에 대해서 시차를 1일 차부터 14일 차까지 넣고 각각 모형을 구축한 결과, 이전 시차에 비해서 가장 많은 설명력의 증가를 보인 시점을 채택하고자 하였다. 모형 구축 결과 6일 시차 변수까지 넣었을 때 설명력이 가장 많이 증가하여 최종적으로 6일의 시차를 적용하였다.

2. 동적패널회귀분석

1) 전체 및 성별 분석결과

<표 2>는 전체 및 성별에 대한 분석결과이다. 확진자 관련 공간 정보가 동 단위로 제공되었을 때, 문자를 받은 당일 전체 유동인구가 1% 감소하였다. 남성의 유동인구는 문자를 받은 당일에 1.4% 감소가 나타났다. 여성은 문자를 받은 당일에는 아무런 효과가 없다가 하루 뒤에는 오히려 유동인구가 증가하였고, 2일 뒤에 0.9%의 감소가 나타났다. 이를 통해서 남성이 여성보다 긴급재난문자에서 제공되는 확진자의 상세한 공간 정보에 민감하게 반응함을 알 수 있다.

이에 반하여 시군구 단위의 확진자 관련 공간 정보 문자는 문자를 받은 초반에는 오히려 유동인구가 증가하였다. 문자를 받은 당일에 전체 유동인구가 0.1% 증가하였으며, 증가세가 이어지다가 4일 후 감소효과가 나타났다. 남성에게서는 당일에는 0.6% 증가하였으며, 4일 뒤에는 1.4% 감소하였다. 여성에게서도 시군구 단위 정보 문자는 당일에는 2.1% 증가하다가, 4일 뒤에 1.3% 감소가 나타났다. 이를 토대로 공간적 범위가 시군구보다는 법정동 단위로 구체적으로 주어질 때, 유동인구 감소 효과가 즉각적으로 나타나는 추세를 알 수 있다.

방역수칙 및 예방정보에 관한 문자는 당일부터 전체 유동인구를 0.7% 감소시켰으며, 그 효과의 크기는 문자를 받은 뒤 3일 뒤

Table 2. Analysis results on the models for entire population and population by gender

Variable	Entire model		Male model		Female model		
	Coef.	S.E	Coef.	S.E	Coef.	S.E	
y_{it-1}	0.642***	0.001	0.616***	0.001	0.672 ***	0.001	
Dong	Day(t)	-0.010***	0.004	-0.014***	0.004	-0.004	0.004
	t-1	0.024***	0.004	0.028***	0.004	0.013 ***	0.004
	t-2	-0.008**	0.004	-0.007	0.004	-0.009 **	0.004
	t-3	0.015***	0.004	0.018***	0.004	0.011 ***	0.004
	t-4	0.004	0.004	0.003	0.004	0.005	0.004
	t-5	0.012***	0.004	0.011***	0.004	0.015 ***	0.004
	t-6	-0.022***	0.004	-0.021***	0.004	-0.023 ***	0.004
Emergency alert text	Day(t)	0.010***	0.002	0.006**	0.002	0.021 ***	0.002
	t-1	0.008***	0.002	0.011***	0.002	-0.001	0.002
	t-2	0.013***	0.002	0.018***	0.002	0.004 *	0.002
	t-3	0.012***	0.002	0.016***	0.002	0.006 **	0.002
	t-4	-0.012***	0.002	-0.014***	0.002	-0.013 ***	0.002
	t-5	0.024***	0.002	0.023***	0.002	0.023 ***	0.002
	t-6	-0.022***	0.002	-0.028***	0.002	-0.006 ***	0.002
COVID-19 information	Day(t)	-0.007***	0.001	-0.009***	0.001	-0.002 *	0.001
	t-1	-0.005***	0.001	-0.008***	0.001	-0.001	0.001
	t-2	0.009***	0.001	0.007***	0.001	0.009 ***	0.001
	t-3	-0.016***	0.001	-0.012***	0.001	-0.022 ***	0.001
	t-4	0.011***	0.001	0.010***	0.001	0.014 ***	0.001
	t-5	-0.004***	0.001	0.001	0.001	-0.015 ***	0.001
	t-6	-0.009***	0.001	-0.011***	0.001	-0.006 ***	0.001
Goyang	Day(t)	-0.001***	0.0001	-0.001***	0.0001	-0.0006 ***	0.0001
	t-1	0.0003**	0.0001	0.001***	0.0001	-0.0003 ***	0.0001
	t-2	-0.0007***	0.0001	-0.001***	0.0001	-0.0003 **	0.0001
	t-3	0.00004	0.0001	0.0002*	0.0001	-0.0002 *	0.0001
	t-4	0.0008***	0.0001	0.001***	0.0001	0.0008 ***	0.0001
	t-5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	-0.0003 ***	0.0001
	t-6	-0.0002	0.0001	0.0002*	0.0001	-0.001 ***	0.0001
No. confirmed cases	Day(t)	-0.00005*	0.00002	-0.0001***	0.00003	-0.00001	0.00002
	t-1	0.0005***	0.00003	0.0006***	0.00003	0.0003 ***	0.00003
	t-2	-0.001***	0.00003	-0.001***	0.00003	-0.0007 ***	0.00003
	t-3	0.0004***	0.00003	0.0004***	0.00003	0.0004 ***	0.00003
	t-4	0.0002***	0.00003	0.0002***	0.00003	0.00003	0.00003
	t-5	-0.0005***	0.00003	-0.001***	0.00003	-0.0004	0.00003
	t-6	0.0007***	0.00003	0.001***	0.00003	0.0005	0.00003
South Korea	Day(t)	-0.0004***	0.00001	-0.0004***	0.00001	-0.0002 ***	0.00001
	t-1	-0.0001***	0.00001	-0.0001***	0.00002	-0.0002 ***	0.00001
	t-2	0.0007***	0.00002	0.0008***	0.00002	0.0005 ***	0.00001
	t-3	-0.0002***	0.00002	-0.0001***	0.00002	-0.0003 ***	0.00001
	t-4	-0.00003**	0.00001	-0.0001***	0.00001	0.00002 *	0.00001
	t-5	0.0003***	0.00001	0.0003***	0.00001	0.0002 ***	0.00001
	t-6	-0.0003***	0.00001	-0.0004***	0.00001	-0.0002 ***	0.00001
Social distancing measures	Group prohibition	0.043***	0.004	0.050***	0.004	0.023 ***	0.004
	Online education	0.014***	0.002	0.013***	0.002	0.015 ***	0.002
	Tele-commuting	0.039***	0.002	0.034***	0.002	0.044 ***	0.002
	Restrictions on public transportation reservations	-0.014***	0.003	-0.026***	0.003	0.008 **	0.003
Pop. density (people/km ²)	-1.98e-07	1.34e-07	-1.88e-07	1.35e-07	-3.39e-07 ***	1.26e-07	
Holiday (1=Yes, 0=No)	-0.215***	0.001	-0.276***	0.001	-0.082 ***	0.001	
Vacation (1=Yes, 0=No)	-0.058***	0.001	-0.059***	0.001	-0.054 ***	0.001	
Constant	1.953***	0.005	1.873***	0.005	1.437 ***	0.004	
Number of obs/group	1,198,375/3,262		1,143,666/3,261		1,134,150/3,257		
Prob>chi2	0.0000		0.0000		0.0000		
R-squared	Within	0.5153		0.4989		0.5145	
	Between	0.9998		0.9999		0.9999	
	Overall	0.9673		0.9648		0.9711	

p<0.1*, p<0.05**, p<0.01***

1.6% 감소로 가장 컸다. 이러한 문자 유형은 확진자에 관한 구체적인 정보를 포함하고 있지 않으나 사람들로 하여금 코로나 상황에 대한 상기 효과를 가지기 때문에 나타나는 효과로 볼 수 있다. 해당 유형의 문자는 남성은 당일에 0.9%, 여성은 0.2% 감소시켰으며, 남녀 모두에게서 문자를 받은 뒤 3일 뒤(남성 1.2%, 여성 2.2%)에 유동인구 감소효과가 가장 크게 나타났다.

다음은 확진자 수 정보가 유동인구에 미치는 영향을 살펴보았다. 고양시 신규확진자 수가 10명 증가할 때, 전체 및 남성 유동인구가 당일에 1% 감소하였으며, 여성의 경우 0.6% 감소하였다. 서울의 경우 신규확진자 수가 10명 증가할 때, 당일 전체 유동인구가 0.05% 감소하였다. 감소효과는 남성에게서 더욱 크게 관찰되었으며, 여성의 경우에는 2일 뒤에 0.07% 감소가 나타난 것을 제외하고는 오히려 증가하거나 유의미하지 않았다. 전국의 신규확진자 수는 10명 증가할 때, 당일 및 남성 유동인구는 0.4% 감소하였으며, 여성의 유동인구는 0.2% 감소효과가 나타났다.

다음은 사회적 거리두기 변수에 대한 결과이다. 5인 이상 집합 금지의 경우 오히려 전체 유동인구를 증가시키는 결과가 나타났는데, 이는 2020년도에 5인 이상 집합금지 조치가 12월 22일부터 시행되어 분석 기간 동안 조치가 시행된 기간이 길지 않음을 원인으로 생각해 볼 수 있다. 이는 남녀 모두에게서 동일하게 나타났다. 원격수업 및 재택근무의 경우에도 전체 및 성별 유동인구를 증가시키는 것으로 나타났다.

대중교통 좌석 50% 예매 제한의 경우에는 이러한 제한조치로 인해서 타 지역에서 고양시로 유입되는 인구의 감소로 인해서 유의하게 감소효과가 나타난 것으로 보인다. 그러나 이는 남성에게서만 유의하게 유동인구를 감소시켰으며, 여성에게서는 오히려 유동인구를 증가시키는 결과가 나타났다.

인구밀도의 경우 전체와 남성에게서는 유의하지 않았으며 여성에게서만 유의하였다. 이는 인구밀도가 높은 위험지역에 대한 회피에 의한 효과로 보인다. 공휴일 및 방학의 경우에는 전체 및 성별 유동인구를 유의미하게 감소시켰다.

2) 연령대별 분석결과

〈표 3〉은 연령대별 분석 결과이다. 긴급재난문자에서 법정동 단위로 확진자에 대한 정보가 제공되었을 때, 10대와 20대에서는 당일의 효과는 유의하지 않았으며, 문자를 받은 지 2일이 지나서야 감소가 나타났다. 30대 이후에는 당일부터 즉각적으로 유동인구가 감소하였는데 이를 보아 상대적으로 높은 연령층에서 긴급재난문자에 더욱 민감함을 알 수 있다.

정보가 시군구 단위로 주어졌을 경우에는 10대에서 당일에 유동인구가 5% 증가하여 다른 연령층에 비해서 크게 증가하였음을 알 수 있다. 그러나 다음 날부터 유동인구 감소가 나타난 것에 비하여 연령대가 높아질수록 20대는 3일 뒤, 30대부터는 4일 뒤에 감소가 나타났다. 10대와 같은 어린 연령층에서는 확진자 정보의

공간적 범위의 차이에 영향을 거의 받지 않는 것으로 보인다. 시군구 단위의 문자를 받았을 때 10대를 제외하고 유동인구가 감소하기까지 3~4일이 걸린 점을 보았을 때, 제시되는 공간적 범위가 넓어지면, 감소효과가 나타나기까지는 시차가 필요함을 알 수 있다.

방역수칙 및 예방정보에 관한 문자를 받았을 때는 10대는 당일에 유의하지 않았으며, 3일 뒤에 3% 감소가 나타났다. 20대는 당일에 0.3%, 30대는 0.5%, 40대부터 60대 이상까지는 1% 유동인구 감소가 나타났으며, 대체적으로 3일이 지난 뒤에 감소효과가 가장 크게 나타났다. 이러한 문자에 의한 효과는 위에서 언급한 바와 마찬가지로 상기 효과에 의한 반응으로 볼 수 있다.

고양시 확진자수에 의한 효과는 10대를 제외한 모든 연령층에서 당일의 고양시 확진자 수가 증가할 때 유동인구가 감소하는 반응을 보였다. 고양시를 대상으로 진행된 연구이다 보니, 고양시의 확진자 수에 당일부터 민감하게 반응하였음을 알 수 있다.

서울시의 확진자 수의 증가에 따라서 당일부터 유동인구 감소가 나타난 집단은 40~60대 이상 집단이며, 10대에서는 유의하지 않았으며, 20대에서는 오히려 유동인구를 증가시켰다. 전국의 확진자 수에 의한 반응은 확진자 수가 10명 증가할 때, 당일에 10대에서는 오히려 증가하였으며, 20대에서는 0.2%, 30대 이상의 연령대에서는 각 0.4%씩 유동인구 감소효과가 나타났다.

5인 이상 집합금지 조치는 10대에서만 유의미하게 유동인구를 감소시켰으며, 다른 연령대에서는 유동인구를 증가시키는 것으로 나타났다. 원격수업 및 재택근무의 경우에는 모든 연령대에서 유동인구를 증가시켰다. 대중교통 50% 예매제한은 10대에게서 유일하게 유의미하지 않았는데, 모든 연령대 중 가장 타 지역으로의 이동이 적은 연령대임을 감안했을 때 합리적인 결과로 보인다.

인구밀도는 모든 연령대에서 유동인구 감소가 나타났으며, 공휴일 및 방학의 효과는 공휴일에서 10대를 제외한 모든 연령대에서 유동인구 감소가 나타났다.

2. 시사점 및 한계점

포스트 코로나 시대에서 감염병 대응형 도시계획이 중요해짐에 따라서 본 연구를 통하여 도출할 수 있는 도시계획적 함의는 다음과 같다. 확진자 수가 많아지고, 그에 따른 거리두기 및 제한 조치들이 심화되는 상황에서는 긴급재난문자에서 제공되는 확진자에 대한 정보 제공 범위의 변경도 고려해볼 필요성이 있다. 또한 이는 연령별로 차별적인 영향을 가질 수 있으므로, 상기 효과를 거둘 수 있는 방역수칙 및 예방정보에 관한 긴급재난문자는 휴대폰 이용자의 연령대에 적합한 내용 및 빈도로 최적화하는 방안도 고려해 볼 수 있다. 이를 위해서는 보다 심도있는 연구가 필요할 것이다. 무엇보다 앞서 말한 사항들 앞에 전제되어야 할 것은

Table 3. Analysis results by age group

Variable	10s age group model		20s age group model		30s age group model		
	Coef.	S.E	Coef.	S.E	Coef.	S.E	
Y_{it-1}	0.67***	0.001	0.70***	0.001	0.63 ***	0.001	
Dong	Day(t)	0.003	0.004	-0.005	0.004	-0.01 **	0.004
	t-1	-0.005	0.004	0.02***	0.004	0.02 ***	0.004
	t-2	-0.01***	0.004	-0.01**	0.004	-0.01	0.004
	t-3	0.002	0.004	0.01***	0.004	0.02 ***	0.004
	t-4	0.01**	0.004	0.01**	0.004	0.005	0.004
	t-5	0.01***	0.004	0.01***	0.004	0.01 ***	0.004
	t-6	-0.01**	0.004	-0.02***	0.004	-0.02 ***	0.004
Emergency alert text	Day(t)	0.05***	0.002	0.01***	0.002	0.02 ***	0.002
	t-1	-0.03***	0.002	0.01***	0.002	-0.0005	0.002
	t-2	-0.01***	0.002	-0.002	0.002	0.01 ***	0.002
	t-3	-0.02***	0.002	-0.003*	0.002	0.01 ***	0.002
	t-4	-0.01***	0.002	-0.01***	0.002	-0.02 ***	0.002
	t-5	0.01***	0.002	0.03***	0.002	0.03 ***	0.002
	t-6	0.05***	0.002	-0.01***	0.002	-0.01 ***	0.002
COVID-19 information	Day(t)	0.02***	0.001	-0.003***	0.001	-0.005 ***	0.001
	t-1	0.01***	0.001	0.002**	0.001	-0.003 **	0.001
	t-2	0.01***	0.001	0.01***	0.001	0.01 ***	0.001
	t-3	-0.03***	0.001	-0.02***	0.001	-0.01 ***	0.001
	t-4	-0.001	0.001	0.004***	0.001	0.003 ***	0.001
	t-5	-0.03***	0.001	-0.01***	0.001	-0.01 ***	0.001
	t-6	0.003***	0.001	-0.004***	0.001	-0.01 ***	0.001
Goyang	Day(t)	0.001***	0.0001	-0.0011***	0.0001	-0.001 ***	0.0001
	t-1	-0.003***	0.0001	-0.0004***	0.0001	0.001 ***	0.0001
	t-2	0.001***	0.0001	0.0005***	0.0001	-0.0001	0.0001
	t-3	0.001***	0.0001	0.001***	0.0001	0.0002 **	0.0001
	t-4	-0.001***	0.0001	-0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
	t-5	-0.002***	0.0001	-0.0004***	0.0001	-0.0005 ***	0.0001
	t-6	0.0005***	0.0001	-0.001***	0.0001	0.0003 **	0.0001
No. confirmed cases	Day(t)	-9.64e-06	0.00002	0.0001**	0.00002	-0.00002	0.00002
	t-1	0.0001***	0.00003	0.0002***	0.00003	0.0005 ***	0.00003
	t-2	-0.0001***	0.00003	-0.001***	0.00003	-0.001 ***	0.00003
	t-3	-3.58e-07	0.00003	0.0003***	0.00003	0.0003 ***	0.00003
	t-4	0.0003***	0.00003	0.0001***	0.00003	0.0002 ***	0.00003
	t-5	-0.0001*	0.00003	-0.0002***	0.00003	-0.001 ***	0.00003
	t-6	4.62e-06	0.00003	0.0003***	0.00002	0.001 ***	0.00003
South Korea	Day(t)	0.0002***	0.00001	-0.0002***	0.00001	-0.0004 ***	0.00001
	t-1	-0.0002***	0.00001	-0.00002	0.00001	-0.0001 ***	0.00001
	t-2	0.0001***	0.00002	0.0004***	0.00001	0.0001 ***	0.00001
	t-3	-0.0005***	0.00001	-0.0003***	0.00001	-0.0001 ***	0.00001
	t-4	-0.0002***	0.00001	-0.00001	0.00001	-0.0001 ***	0.00001
	t-5	0.0002***	0.00001	0.0001***	0.00001	0.0003 ***	0.00001
	t-6	0.0003***	0.00001	-0.0001***	0.00001	-0.0003 ***	0.00001
Social distancing measures	Group prohibition	-0.05***	0.004	0.01***	0.004	0.02 ***	0.004
	Online education	0.02***	0.002	0.02***	0.002	0.02 ***	0.002
	Tele-commuting	0.07***	0.002	0.03***	0.002	0.03 ***	0.002
	Restrictions on public transportation reservations	0.05***	0.003	-0.01***	0.003	-0.007 **	0.003
Pop. density (people/km ²)	-5.02e-07***	1.31e-07	-2.56e-07**	1.24e-07	-6.98e-07 ***	1.30e-07	
Holiday (1=Yes, 0=No)	0.20***	0.001	-0.10***	0.001	-0.19 ***	0.001	
Vacation (1=Yes, 0=No)	-0.03***	0.001	-0.03***	0.001	-0.05 ***	0.001	
Constant	0.66***	0.003	0.91***	0.003	1.34 ***	0.004	
Number of obs/group		1,066,352/3,181		1,115,283/3,235		1,125,863/3,248	
R-squared	Within	0.4977		0.5229		0.4834	
	Between	0.9990		0.9998		0.9999	
	Overall	0.9649		0.9712		0.9683	

p<0.1*, p<0.05**, p<0.01***

다음 페이지에 계속(Continue on next page)

Variable	40s age group model		50s age group model		60s age group model		
	Coef.	S.E	Coef.	S.E	Coef.	S.E	
Y_{it-1}	0.61***	0.001	0.60***	0.001	0.65***	0.001	
Dong	Day(t)	-0.02***	0.004	-0.01***	0.004	-0.01**	0.004
	t-1	0.02***	0.004	0.03***	0.004	0.02***	0.004
	t-2	-0.01*	0.004	-0.01*	0.004	-0.01**	0.004
	t-3	0.02***	0.004	0.02***	0.004	0.02***	0.004
	t-4	0.003	0.004	0.002	0.004	0.001	0.004
	t-5	0.01***	0.004	0.01***	0.004	0.01***	0.004
	t-6	-0.02***	0.004	-0.02***	0.004	-0.02***	0.004
Emergency alert text	Day(t)	0.01***	0.002	0.01***	0.002	0.01**	0.002
	t-1	0.01***	0.002	0.004	0.002	0.01***	0.002
	t-2	0.01***	0.002	0.02***	0.002	0.02***	0.002
	t-3	0.02***	0.002	0.02***	0.002	0.02***	0.002
	t-4	-0.02***	0.002	-0.02***	0.002	-0.01***	0.002
	t-5	0.03***	0.002	0.02***	0.002	0.02***	0.002
	t-6	-0.03***	0.002	-0.02***	0.002	-0.03***	0.002
City-county	Day(t)	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001
	t-1	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001
	t-2	0.01***	0.001	0.005***	0.001	0.004***	0.001
	t-3	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001	-0.02***	0.001
	t-4	0.01***	0.001	0.01***	0.001	0.02***	0.001
	t-5	-0.003**	0.001	-0.002	0.001	-0.0001	0.001
	t-6	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001	-0.01***	0.001
COVID-19 information	Day(t)	-0.001***	0.0001	-0.001***	0.0001	-0.001***	0.0001
	t-1	0.001***	0.0001	0.0004***	0.0001	0.0005***	0.0001
	t-2	-0.001***	0.0001	-0.001***	0.0001	-0.001***	0.0001
	t-3	0.0003**	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.001***	0.0001
	t-4	0.001***	0.0001	0.001***	0.0001	0.002***	0.0001
	t-5	0.00003	0.0001	-0.00019	0.0001	0.001***	0.0001
	t-6	0.0002*	0.0001	-0.00005	0.0001	-0.001***	0.0001
Goyang	Day(t)	-0.0001**	0.00003	-0.0001***	0.00003	-0.0001***	0.00002
	t-1	0.001***	0.00003	0.0006***	0.00003	0.001***	0.00003
	t-2	-0.001***	0.00003	-0.001***	0.00003	-0.001***	0.00003
	t-3	0.0003***	0.00003	0.0003***	0.00003	0.001***	0.00003
	t-4	0.0003***	0.00003	0.0002***	0.00003	0.0001***	0.00003
	t-5	-0.001***	0.00003	-0.0006***	0.00003	-0.001***	0.00003
	t-6	0.001***	0.00003	0.0007***	0.00003	0.001***	0.00003
No. confirmed cases	Day(t)	-0.0004***	0.00001	-0.0004***	0.00001	-0.0004***	0.00001
	t-1	-0.0001***	0.00001	-0.0002***	0.00002	-0.0002***	0.00001
	t-2	0.001***	0.00002	0.0007***	0.00002	0.001***	0.00001
	t-3	-0.0001***	0.00002	-0.0001***	0.00002	-0.0003***	0.00001
	t-4	-0.0001***	0.00001	-0.0001***	0.00001	0.00003*	0.00001
	t-5	0.0003***	0.00001	0.0003***	0.00002	0.0003***	0.00001
	t-6	-0.0004***	0.00001	-0.0003***	0.00001	-0.0004***	0.00001
Seoul	Group prohibition	0.03***	0.004	0.04***	0.004	0.07***	0.004
	Online education	0.02***	0.002	0.02***	0.002	0.01***	0.002
	Tele-commuting	0.03***	0.002	0.03***	0.002	0.03***	0.002
	Restrictions on public transportation reservations	-0.01***	0.003	-0.02***	0.003	-0.01***	0.003
	Pop. density (people/km ²)	-5.44E-07***	1.35E-07	-4.01E-07***	1.38E-07	-2.44E-07*	1.32E-07
	Holiday (1=Yes, 0=No)	-0.27***	0.001	-0.24***	0.001	-0.22***	0.001
	Vacation (1=Yes, 0=No)	-0.06***	0.002	-0.06***	0.002	-0.06***	0.001
Constant	1.58***	0.004	1.63***	0.005	1.40***	0.004	
R-squared	Number of obs/group	1,134,661/3,255		1,137,345/3,258		1,137,283/3,260	
	Within	0.4813		0.4674		0.5036	
	Between	0.9999		0.9999		0.9999	
Overall	0.9654		0.9631		0.9659		

p<0.1*, p<0.05**, p<0.01***

개인정보보호를 위한 조치들의 확립이다. 현재에도 확진자가 마지막 접촉자와 접촉한 날로부터 14일 경과 시 정보를 삭제하는 것으로 정보공개 기간이 지정되어 있는데, 이와 같은 제도들이 정비된 상태에서 앞서 말한 감염병 대응형 정책에 대한 고려가 필요하다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 긴급재난문자에서 제공된 확진자 관련 시군구 혹은 법정동 정보가 인접 지역에도 영향을 줄 수 있다. 따라서 이를 공간패널회귀분석을 통해서 실증해보고자 하였으나, 본 연구의 분석 단위는 hexagon 단위이기 때문에 인접한 hexagon도 결국 하나의 법정동 혹은 시군구에 포함되어 이를 이용한 분석 결과는 의미가 없다.

따라서 향후 연구에서는 분석의 공간적 단위가 법정동 및 시군구 단위로 이루어진다면, 이러한 긴급재난문자 내에 포함된 확진자 정보의 공간적 범위에 해당하는 지역의 인접지역 효과에 대해 의미 있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 용도지역에 따라 유동인구의 영향이 다를 것이므로 고양시 내 주거지역에 해당하는 hexagon과 상업지역에 해당하는 hexagon만을 추출하여 주거지역모형, 상업지역모형에 대해서 분석을 진행해 보았다. 분석 결과 본 논문에서 구축한 모형과 유의미한 차이는 없었으며, 모형통계량의 그룹 간 설명력이 100%로 산출되어 해당 모형은 유의미하지 않았다. 용도지역 변수를 투입하는 방법도 시도하였으나, 고정효과 모형은 시변분 변수에 대한 효과는 통제된 것으로 간주하고 분석하는 방법이기 때문에 이에 대한 효과는 추정을 해줄 수 없다. 추후 연구에서 이를 실증하기 위해 용도지역에 변화가 생길 만큼 더 긴 시간적 범위를 설정하여 통제해주는 방향으로 연구가 진행된다면 보다 많은 부분에 대해서 설명이 가능할 것이다.

인용문헌
References

- 김민진·김미애·김범수, 2021. “코로나19 안전안내문자 정보 속성 분석: 필수 정보 요인과 프라이버시 침해 정보 요인을 중심으로”, 『지식경영연구』, 22(2): 229-244.
Kim, M.J., Kim, M.Y., and Kim, B.S., 2021. “Analysis of the Information in the COVID-19 Emergency Alert: Focusing on Essential Information Factors and Privacy Invasion Information Factors”, *Knowledge Management Research*, 22(2): 229-244.
- 김선량, 2020. “감염병환자 등 및 감염병의심자에 대한 정보수집 및 감염병환자의 정보공개와 개인정보 보호”, 『언론과 법』, 19(3): 1-31.
Kim, S.R., 2020. “A Study on the Collection of Information on the Patients of Infectious Diseases, etc. and Persons Suspected of Contracting Infectious Diseases, Disclosure of Information on the Patients of Infectious Diseases, and Protection of Personal Information”, *Journal of Media Law, Ethics and Policy*, 19(3): 1-31.
- 김영준·성주한·김홍배, 2017. “동적 패널 모형을 이용한 대규모 개발사업에 따른 토지가격의 동태적 변화에 대한 연구: 파주 LCD 산업단지를 중심으로”, 『GRI 연구논총』, 19(1): 47-68.
Kim, Y.J., Sung, J.H., and Kim, H.B., 2017. “A Study on Dynamic Change of Land Price under the Large Scale Development Project using the Dynamic Panel Model: Focused on the Paju LCD Cluster”, *GRI REVIEW*, 19(1): 47-68.
- 민동원, 2020. “코로나19 확진자 동선정보의 모호성 차이가 유관 상권 방문 의도에 미치는 영향 연구: 강남구민과 서초구민의 비교”, 『디지털융복합연구』, 18(8): 179-184.
Min, D.W., 2020. “The Effect of Ambiguity of Information on Covid-19 Patients’ Contact Trace on Intention to Visit the Commercial District: Comparison of Residents in Gangnam-gu and Seocho-gu”, *Journal of Digital Convergence*, 18(8): 179-184.
- 박민근·박정인·이병호, 2017. “서울시 주택가격, 인구, 지역내총생산의 인과분석”, 『서울도시연구』, 18(3): 129-141.
Park, M.G., Park, J.I., and Lee, B.H., 2017. “A Causality Analysis of House Prices, Population, and GRDP in Seoul”, *Seoul Studies*, 18(3): 129-141.
- 박승록, 2020. 『STATA를 이용한 응용계량경제학』, 박영사.
Park, S.R., 2020. *Applied Econometrics Using STATA*, PARKYOUNGSA.
- 배종면, 2015. “2015년 메르스 유행에서 감염병 유행 통제를 위한 정보공개와 관련한 공중보건 윤리 원칙들 정립”, 『대한보건연구』, 41(4): 15-20.
Bae, J.M., 2015. “Establishing Public Health Ethics related to Disclose Information for Controlling Epidemics on 2015 MERS Epidemics in Korea”, *Korean Public Health Research*, 41(4): 15-20.
- 변윤관·전인찬·최성중, 2017. “국내 재난경보방송 시스템 사례 조사”, 한국방송미디어공학회 하계학술발표대회 논문집, 177-179.
Byun, Y.K., Jeon, I.C., and Choi, S.J., 2017. “A Case Study of the Disaster Emergency Alert Broadcasting Systems in the Domestic”, Paper presented at Conference of The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers, 177-179.
- 은석, 2015. “교육 및 사회정책의 출산율 고양효과에 대한 비교 연구: System-GMM을 활용한 26개국 18년간의 패널자료 분석 결과를 중심으로”, 『보건사회연구』, 35(2): 5-31.
Eun, S., 2015. “A Comparative Study on the Effect of Education and Social Policies on Fertility Rates: Using System-GMM Estimation on 26 OECD Countries for 18 Year Panel Data”, *Health and Social Welfare Review*, 35(2): 5-31.
- 이근옥, 2020. “정보공개법상 개인정보 보호와 공익의 조화: 코로나 19 펜데믹하에서의 프라이버시 침해를 중심으로”, 『한국언론정보학보』, 103: 145-176.
Lee, G.O., 2020. “The Legal Harmony between Personal Information Protection and Public Interest under the Official Information Disclosure Act: Focusing on Privacy Infringement under the COVID-19 Pandemic”, *Korean Journal of*

Communication & Information, 103: 145-176.

11. 이삼수·문준경·윤병훈, 2021. 「포스트 코로나19 시대의 도시재생 정책방향 연구」, LH 토지주택연구원.
Lee, S.S., Mun, J.G., and Yun, B.H., 2021. *A Study on The Policy Direction of Urban Regeneration in The Post-COVID-19 Era*, Land & Housing Institute.
12. 임성률·박순영·곽천섭·전인찬·최성중, 2011. “국내 재난정보전달시스템 현황”, 한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집, 153-154.
Lim, S.R., Park, S.Y., Kwak, C.S., Jeon, I.C., and Choi, S.J., 2011. “Survey of Domestic Public Alert and Warning System”, Paper presented at Conference of The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers, 153-154.
13. 장석진·최성중, 2011. “이동통신망을 이용한 CBS 재난문자방송 서비스”, 한국방송미디어공학회 학술발표대회 논문집, 160-161.
Chang, S.C. and Choi, S.J., 2011. “CBS Emergency Alert Broadcasting Service based on Cellular Networks”, Paper presented at Conference of The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers, 160-161.
14. 정상구·이현우·이용태·표경수, 2019. “국지적 재난정보전달을 위한 긴급재난문자 표준 기술 연구”, 한국방송공학회 2019년도 하계학술대회, 제주: 한라대학교, 201-202.
Jeong, S.G., Lee, H.W., Lee, Y.T., and Pyo, K.S., 2019. “A Standardization Technology of Local Disaster Information Distribution”, Paper presented at Conference of The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers, Jeju: Halla University, 201-202.
15. 정상구·정우석·이용태, 2020. “코로나 시대에 따른 긴급재난문자 활용 현황분석”, 2020 한국방송·미디어공학회 추계학술대회, 12-14.
Jeong, S.G., Jung, W.S., and Lee, Y.T., 2020. “An Analysis on the Utilization of Cell Broadcasting Service in Post-COVID-19”, Paper presented at Conference of The Korean Institute of Broadcast and Media Engineers, 12-14.
16. 정종구·손정구, 2020. “코로나 19 동선공개에 대한 법적 고찰-개인정보 및 사생활 침해의 문제를 중심으로-”, 『법학논고』, 70: 103-131.
Jeong, J.G. and Son, J.G., 2020. “Legal Analysis of COVID-19 Disclosure”, *Kyungpook Natl. Univ. Law Journal*, 70: 103-131.
17. 주상임·강현주·오승희, 2021. “COVID-19 확진자 수와 긴급재난문자 서비스의 상관관계 분석”, 『한국인터넷 방송통신학회 논문지』, 21(5): 1-9.
Ju, S.L., Kang, H.J., and Oh, S.H., 2021. “Correlation Analysis between COVID-19 Cases and Emergency Alerts Service”, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 21(5): 1-9.
18. 지용구·윤수진·황보환·윤솔희·정호상, 2012. “모바일 환경에서의 재난대응 커뮤니케이션: 연구동향과 과제”, 『정보와 통신』, 29(5): 18-26.
Ji, Y.G., Yun, S.J., Hwang, B.H., Yun, S.H., and Jeong, H.S., 2012. “Disaster Response Communication in a Mobile Environment: Research Trends and Challenges”, *Information and Communications Magazine*, 29(5): 18-26.
19. 진영현, 2020. “정부 중소기업 R&D 지원의 효과성 분석 연구: 기업 TFP 측정을 중심으로”, 한국과학기술기획평가원.
Jin, Y.H., 2020. “A Study on the Effectiveness of Government Small and Medium-sized Enterprises R&D Support: Focusing on the Measurement of Corporate TFP”, Korea Institute of Science & Technology Evaluation and Planning.
20. 최미정·은재호, 2018. “위험 소통과 정부신뢰: 빅 데이터 감정 분석을 통한 메르스 사례 분석”, 『한국정책학회보』, 27(1): 33-60.
Choi, M.J. and Eun, J.H., 2018. “Risk Communication and Government Trust: After Analysis of Big Data with MERS Case”, *The Korea Association for Policy Studies*, 27(1): 33-60.
21. 표경수·황우석·정지혜, 2020. “포스트 코로나 시대 국가대응정책 및 긴급재난문자 발전 방향”, 한국방송미디어공학회 하계학술대회 논문집, 221-222.
Pyo, K.S., Hwang, W.S., and Jeong, J.H., 2020. “Governance and the CBS Development Strategy in Post COVID-19”, Paper presented at the Korean Society of Broadcast Engineers Conference, 221-222.
22. 한승혜, 2020. “재난유형별 재난문자 발송의 적절성 연구”, 『위기관리 이론과 실천』, 16(8): 1-14.
Han, S.H., 2020. “Effective Use of Cell Broadcast Service (CBS) by Disaster Type”, *Crisisonomy*, 16(8): 1-14.
23. Baltagi, B., 2013. “Econometric Analysis of Panel Data”, John Wiley & Sons, Ltd.
24. Bean, H., Grevstad, N., Koutsoukos, A., and Meyer, A., 2021. “Exploring the Use of Wireless Emergency Alerts for Notifications Regarding COVID-19: Initial Lines of Inquiry”, *Natural Hazards Review*, 22(2).
25. Brenner, M.H. and Bhugra, D., 2020. “Acceleration of Anxiety, Depressing, and Suicide: Secondary Effects of Economic Disruption Related to COVID-19”, *Frontiers in Psychiatry*, 11.
26. Daoust, J.F., 2020. “Elderly People and Responses to COVID-19 in 27 Countries”, *PLOS ONE*, 15(7): 1-13.
27. Fritz, M.K., 2021. “Wave After Wave - Determining The Temporal Lag in COVID-19 Infections and Deaths Using Spatial Panel Data From Germany”, Research Square.
28. Grantz, K.H., Meredith, H.R., Cummings, D.A.T., Metcalf, C.J.E., Grenfell, B.T., Giles, J.R., Mehta, S., Solomon, S., Labrique, A., Kishore, N., Buckee, C.O., and Wesolowski, A., 2020. “The Use of Mobile Phone Data to Inform Analysis of COVID-19 Pandemic Epidemiology”, *Nature Communications*, 11(1): 1-8.
29. Lee, M. and You, M., 2021. “Effects of COVID-19 Emergency Alert Text Messages on Practicing Preventive Behaviors: Cross-sectional Web Based Survey in South Korea”, *Journal of Medical Internet Research*, 23(3).
30. Sung, H., Kim, W.-R., Oh, J., Lee, S., and Lee, P.S.-H. 2022. “Are All Urban Parks Robust to the COVID-19 Pandemic? Focusing on Type, Functionality, and Accessibility”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10): 6062.
31. Yeom, Y.H., 2021. “Analysing Spatial and Temporal Dynamics of Suicide in South Korea: An Application of The Dynamic Spatial Panel Data Model”, *Geospatial Health*, 16: 964.
32. 중앙방역대책본부, 2020.10.06., “확진환자의 이동경로 등 정보

공개 지침(1판)”, https://www.kdca.go.kr/upload_comm/syview/doc.html?fn=160212198926900.hwp&rs=/upload_comm/docu/0019/

Central Quarantine Countermeasure Headquarters, 2020, October 6. “Information Such as the Movement Route of the Confirmed Patient Disclosure Guidelines (1st Edition)”, https://www.kdca.go.kr/upload_comm/syview/doc.html?fn=160212198926900.hwp&rs=/upload_comm/docu/0019/

Date Received 2022-01-28
Reviewed(1st) 2022-04-06
Date Revised 2022-04-25
Reviewed(2nd) 2022-05-10
Date Accepted 2022-05-10
Final Received 2022-05-19