

Research Article

긴급재난문자 송출 내용에 따른 유동인구 특성 분석: 2022년 동해시와 밀양시 산불 재난을 중심으로

이동규¹⁾ · 김재선²⁾ · 표경수³⁾ · 김 민^{4)*}

Analysis of Population Mobility Characteristics Based on Emergency Disaster Message Content: Focus on the 2022 Wildfires in Donghae City and Miryang City

Dong Kyu Lee¹⁾ · Jae Seon Kim²⁾ · Kyung Soo Pyo³⁾ · Min Kim^{4)*}

Abstract: This paper analyzed changes in population mobility characteristics based on emergency disaster messages related to wildfires that occurred in 2022, using mobile data. The primary wildfires under analysis are the ones that occurred in Donghae City and Miryang City. Donghae City sent a total of six evacuation messages in response to the wildfire incidents, and all of the message contents specified particular evacuation locations. As a result, it was analyzed that there was a significant impact on changes in population mobility characteristics. On the other hand, in the case of Miryang City, a total of five evacuation messages were sent during the wildfire period, but not all messages specified a clear evacuation location, such as “A safe place”. As a result, it was observed that there was minimal change in population mobility due to the lack of clear evacuation locations specified in the messages. These analysis results suggest the need for institutional improvements such as the standardization and specification of emergency alert message content when wildfires or similar disasters occur in different regions.

Keywords: Emergency disaster messages, Wildfire, Population mobility, Donghae City, Miryang City

요약: 본 논문은 모바일 데이터를 활용하여 `22년에 발생한 산불 재난에 대해 긴급재난문자 송출 내용에 따른 유동 인구 특성 변화를 분석하였다. 주요 분석 대상 산불은 3월 동해시에서 발생한 산불과 5월 밀양시에서 발

Received August 6, 2023; Revised September 4, 2023; Accepted September 26, 2023; Published online October 31, 2023

¹⁾ 동국대학교 스마트안전공학부 박사과정생(PhD Student, Department of Smart Safety Engineering, Dongguk University, Gyeongju, Republic of Korea)

²⁾ 국립재난안전연구원 재난정보연구실 책임연구원(Principal Researcher, Disaster Information Research Division, National Disaster Management Research Institute, Ulsan, Republic of Korea)

³⁾ 국립재난안전연구원 재난정보연구실 공업연구관(Deputy Scientific Director, Disaster Information Research Division, National Disaster Management Research Institute, Ulsan, Republic of Korea)

⁴⁾ 동국대학교 스마트안전공학부 교수(Professor, Department of Smart Safety Engineering, Dongguk University, Gyeongju, Republic of Korea)

* Corresponding author: Min Kim (kimmin@dongguk.ac.kr)

Copyright © 2023 by The Korean Society of Remote Sensing. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

생한 산불이다. 동해시는 산불 발생에 따라 총 6회의 대피 문자가 발송 및 모든 문자에 특정 대피 장소를 명시하였고, 그 결과 유동 인구 특성 변화에 유의미한 영향을 미친 것으로 분석되었다. 반면 밀양시는 산불 기간 총 5회의 대피 문자가 발송되었지만 모든 문자에 ‘안전한 곳’ 등 명확한 대피 장소가 명시되지 않았으며, 이에 따라 유동 인구의 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 이러한 분석 결과를 통해 지역별 산불 및 유사 재난 발생 시 긴급재난문자의 송출 내용 정보의 구체화, 통일화 등 제도개선이 필요하다는 것을 시사한다.

주요어: 긴급재난문자, 산불, 유동인구, 동해시, 밀양시

1. 서론

긴급재난문자는 「재난 및 안전관리 기본법」 제38조의 2항(재난 예보·경보 체계 구축·운영 등) 법령에 따라 재난 상황 시 국민들에게 신속한 알림 및 대피요령 등을 지원해주는 서비스이다. 이동통신사를 통해 개인별 휴대폰으로 발송되며 폭염, 폭우, 지진, 산불, 감염병 등 대부분 모든 유형의 재난상황 발생 및 우려 상황 시 재난문자가 송출된다. 행정안전부와 송출 권한을 부여받은 기관(지자체, 정부기관 등)으로부터 위급재난문자, 긴급재난문자, 안전안내문자, 기타 실종 문자 등으로 구분되어 발송되며, 재난상황 알림과 함께 발생 시간 및 장소, 행동·대피요령, 대피 장소 등의 내용들이 포함된다.

긴급재난문자는 2016년 경주 지진(09.12) 발생에 따라 재난문자 발송까지 약 27분이 경과하여 시스템 개선의 필요성이 제기되었고, 이후 2020년부터는 COVID-19 상황으로 인해 확진자 동선, 방역 수칙과 같은 안내형 문자의 송출 확산, 2021년 6월부터는 실종경보문자 제도 또한 도입이 되는 등 빠르게 송출 영역을 넓혀나가고 있다. 이로 인해 국민 안전 체감도 향상, 국민안전의식 고취 등 효과와 아울러 신속한 대피 및 주의사항 숙지 등 피해예방 효과로 인해 연간 재난피해복구비 감소 효과 등 가시적인 연구결과 또한 제시되고 있다(Hara, 2015; Song and Jo, 2022).

하지만 이처럼 긴급재난문자의 긍정적인 사회·경제적 효과에 반해 비교적 단기간에 국민들의 생활에 밀접하게 되면서 국민들의 피로감·불편감 증가뿐만 아니라 재난문자의 송출 형태, 송출 내용, 송출 기준 등 다양한 제도적인 문제점 또한 제기되고 있다(Han, 2020; Kim et al., 2022). 특히 「재난문자방송 기준 및 운영 규정」 시행령에 따르면 재난문자 송출 형태 및 송출 내용에 대한

표준 문안이 제시되고 있지만, 실제 동일한 재난상황이 발생하더라도 지역별, 사용 기관별 재난문자에 포함된 내용의 구성(행동 요령, 대피 장소 등)이 상이한 문제점이 있다(Yoon and Nam, 2022). 산불, 지진, 집중호우 등 비교적 단기간에 국민들에게 큰 피해를 줄 수 있는 재난 형태의 경우, 긴급재난문자의 송출 내용(행동 요령, 대피 장소 등 포함 유무)에 따라 국민들의 생명과 재산, 피해정도 등이 크게 좌우할 수 있기 때문에 재난문자 송출 내용의 표준화에 대한 제도개선이 필요한 실정이다.

즉, 재난문자의 표준화를 위해서는 재난문자의 송출 내용에 따라 재난 상황 발생 시 국민들에게 어떠한 영향을 미치는지에 대한 비교분석 등 근거자료가 필요하다. 본 연구에서는 2022년에 발생한 동해시, 밀양시 산불 재난을 중심으로 긴급재난문자 송출 형태에 따른 유동인구 특성의 비교 분석을 통해 실제 긴급재난문자 정책에 대한 효과성 검증과 함께 긴급재난문자의 송출 형태가 국민들에게 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 긴급재난문자 송출 기준 및 내용

「재난문자방송 기준 및 운영 규정」의 시행령에 따르면 긴급재난문자의 체계적인 운영을 위해 재난문자 송출 기준이 마련되어 있다. 송출 기준에 따르면 기상 특보에 따른 재난대처 정보, 재난 발생 정보, 행정안전부와 사전 협의된 사용 기관의 재난 정보, 기타 필요하다고 인정되는 정보에 대해서 긴급재난문자를 송출할 수 있다. 또한 재난문자방송의 발송 기준은 Table 1에 나타난 바와 같이 태풍, 호우, 홍수 등 총 20여종의 재난 상황에 대해 긴급재난문자 발송 기준을 규정하고 있고, 주의보, 경보 등을 구분하여 주간·야간 시간대에 따라 송

Table 1. Criteria for sending emergency disaster messages

명칭	주간	야간
태풍	주의보/경보	경보
호우	주의보/경보	경보
홍수	주의보/경보	주의보/경보
한파	경보	-
강풍		
풍랑		
건조		
산불	<산불 발생시> • 산불 발생시(산불위험 등급 '높음' 이상 지역 또는 산불 피해 확산 우려시) • 산불대피권고 및 명령시 <산불 발생 위험 상승시(주간)> • 대형산불 위험 예보(경보 단계) 발령시 • 산불위기경보(경계·심각 단계) 발령시	
기타	「재난문자방송 기준 및 운영 규정」 별표 1. 재난문자방송 발송 기준 참고	

출처: 「재난문자방송 기준 및 운영 규정」

Table 2. The standard text for emergency disaster messages

명칭	주의보	경보
태풍	[행정안전부] 오늘 ○○시 ○○지역 태풍주의보. 태풍 관련 정보를 공유하고, 하천, 해안가 등 위험지역 접근금지, 논밭 관리행위 자제 등 안전에 주의 바랍니다.	[행정안전부] 오늘 ○○시 ○○지역 태풍경보. 태풍 관련 정보를 공유하고, 하천, 해안가 등 위험지역 접근금지, 논밭 관리행위 자제 등 안전에 주의 바랍니다.
호우	[행정안전부] 오늘 ○○시 ○○지역 호우주의보. 저지대, 침수 우려지역 등 위험지역에서는 가족, 이웃과 정보를 공유하고 안전한 곳으로 대피하시기 바랍니다.	[행정안전부] 오늘 ○○시 ○○지역 호우경보. 저지대, 침수 우려지역 등 위험지역에서는 가족, 이웃과 정보를 공유하고 안전한 곳으로 대피하시기 바랍니다.
홍수	[○○홍수통제소] 오늘 00:00 ○○강 ○○시(○○교)지점 홍수주의보 발령. 방송 등을 통해 홍수상황을 확인하시고, 하천변 이용을 자제하시기 바랍니다.	[○○홍수통제소] 오늘 00:00 ○○강 ○○시(○○교)지점 홍수경보 발령. 저지대 침수 및 하천범람 등의 우려가 있으니 피해에 대비 바랍니다.
감염병	[사용기관명] 오늘 감염병 ○○ 단계 발령. 30초 손 씻기, 올바른 기침 예절 지키기 등 ○○대응 요령을 따라 주시기 바랍니다.	
산불	<산불 발생 시> ○ 산불 발생 시 [사용기관명] 오늘 ○○시 ○○분 ○○시 ○○동 ○○산 산불 발생. 입산을 자제하고 인근 주민과 등산객은 안전사고 발생에 주의하시기 바랍니다. ○ 산불 대피 권고 시 [사용기관명] 오늘 ○○시 ○○분 ○○시 ○○동 ○○산 산불 확산이 우려되니, 인근 주민과 등산객은 산에서 멀리 떨어진 안전한 곳(○○)으로 대피하시기 바랍니다. ○ 산불 대피 명령 시 [사용기관명] 오늘 ○○시 ○○시 ○○동 ○○산 산불 확산 중. 인근 주민과 등산객은 산에서 멀리 떨어진 안전한 곳(○○)으로 즉시 대피하시기 바랍니다. <산불 발생 위험 상승 시> ○ 대형산불 위험예보(경보) 발령 시 [사용기관명] 오늘 ○○시 ○○시 지역에 대형산불 위험 경보 발령. 산불발생 및 확산 위험이 높으니 주민과 등산객은 산불이 발생하지 않도록 주의하시기 바랍니다. ○ 산불위기경보 경계·심각단계 발령 시 [사용기관명] 오늘 ○○시 ○○(시도) 지역에 산불위기경보 경계(심각) 단계 발령. 산불 발생 위험이 높으니 주민과 등산객은 산불발생에 주의하시고 산불 발견시 즉시 신고 바랍니다.	
기타	※ 「재난문자방송 기준 및 운영 규정」 별표 2. 휴대폰 재난문자방송 표준 문안	

출처: 「재난문자방송 기준 및 운영 규정」

출할 수 있는 재난 유형 등을 구분하고 있다.

또한 「재난문자방송 기준 및 운영 규정」 시행령에서는 긴급재난문자 송출 내용에 대한 표준 문안을 Table 2와 같이 제시하고 있으며, 경보와 주의보를 구분하여 재난발생 시간, 재난발생 지역, 재난 유형, 행동요령 순서로 대부분 구성되어 있다. 특히 호우, 산불 등 특정 지역 또는 특정 지점에서 큰 피해가 예상되거나 단기간에 큰 피해가 예상되는 재난 유형에 대해서는 안전한 곳, 대피 지점 등의 정보가 추가로 제공되고 있다. 산불 재난의 경우, 산불발생과 산불발생 우려 상황 시를 나누어 표준 문안이 제시되고 있으며, 산불 발생에 따른 대피 권고 시부터 재난문자에 대피 지점 등을 포함하여 송출하도록 하고 있다.

2.2. 유동인구 사용 통계

본 연구에서는 긴급재난문자 송출에 따른 유동인구를 분석하기 위해 SK Telecom에서 제공하는 모바일 데이터를 사용하였다. 분석대상 인구는 해당지역의 주거 인구나 방문 인구 데이터를 추출하여 분석하였으며, 주거 인구는 조사 시점으로부터 이전 30일 동안 야간 시간대(00~06시)에 체류한 지역 인구를 추출한 데이터, 방문 인구는 주거 인구 및 직장 인구(조사 시점으로부터 이전 30일 동안 평일 09~18시 체류한 인구)를 제외하고 해당 지역에 30분 이상 체류한 사람의 데이터를 추출하여 분석하였다.

SK Telecom 모바일 데이터는 기지국을 기반으로 전국 단위로 데이터가 취합·관리되고 있으며, 특정 기지국을 중심으로 보정계수 산출 공식을 통해 그 주변지역까지 읍·면·동 단위로 데이터 추출이 가능하다. 또한, 개인이 이동하는 장소를 실시간으로 자료를 수집할 수 있어 시간대별 데이터 추출이 가능한 장점이 있다. 「과학기술통신부」에서 제시하고 있는 국내 이동통신사 점유율은 SK Telecom이 매년 약 40% 이상을 유지하고 있으며, 이에 Kim et al. (2014), Jeong et al. (2022)에 따르면 통계청에서 제공되고 있는 주민등록인구 데이터와 SK Telecom 인구 수 데이터는 0.9 이상 높은 상관관계를 나타내고 있다.

즉, 이러한 장점으로 인해 유동인구 특성을 활용한 도시철도계획 및 도시공간계획(Kwak et al., 2018; Baek and Joo, 2022) 등 도시발전계획 수립 연구뿐만 아니라,

최근에는 COVID19에 따른 도시별 유동인구 변화(Cho et al., 2022; Kim et al., 2022) 분석에도 SK Telecom 모바일 데이터가 활용되는 등 다양한 연구 분야에서 유동인구 및 그 특성을 분석하기 위해 SK Telecom 모바일 데이터가 활용되고 있다.

3. 선행연구 분석

본 연구에서는 산불 재난 발생시 긴급재난문자의 송출 내용이 주민들에게 어떤 영향을 미쳤는지에 대한 비교 분석이 목적이며, 앞서 언급된 바와 같이 긴급재난문자 정책에 대한 영향력, 재난문자에 대한 국민들의 체감도, 재난 피해 감소에 대한 효과성 등을 함께 검토해 보고자 하였다.

우선 Song and Jo (2022)은 긴급재난문자의 경제적 효과성에 대해 연구하였으며, 연구 결과 시·군·구 지역에서 자연재해 관련 긴급재난문자 1회 송출 시 피해 복구비가 약 1억원 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 연간 약 2,700억원의 자연재해 피해 복구비가 감소하여 긴급재난문자가 상당한 경제성을 가지고 있음을 검증하였다.

Park et al. (2022)은 국민들의 설문조사를 통해 긴급재난문자에 대한 인식도와 전반적인 만족도, 효율적인 개선방안 등을 제시하였으며, 그 결과 재난문자의 긴급성, 신속성, 정확성 등은 비교적 중요한 요인인 반면 국민들의 만족도가 높았지만 송출 수단, 중복성, 송출 기준에 대해서는 만족도가 떨어져 재난문자시스템 통합의 필요성, 취약계층을 위한 지원 등 개선방안을 제시하였다.

Jeong et al. (2022)은 울진과 삼척 지역의 산불 재난 지역을 대상으로 긴급재난문자 송출에 따른 거주인구, 방문 인구, 직장 인구로 구분하여 인구 유동 패턴을 분석하였다. 그 결과 산불 발생지의 인구는 대피 목적을 위한 장소로 이동이 발생하였으나, 대피 지역의 안전에 대한 불확실성이 주민들의 이동 결정을 어렵게 하는 것으로 나타났다.

즉, 이러한 연구분석 결과를 종합해보면, 긴급재난문자 송출 정책은 피해 복구비 등 상당한 경제성 확보와 함께 국민들에게 재난에 대한 긴급성, 신속성, 정확성 등 정보를 제공해줌으로써 중요한 요인으로 자리잡은 것을 알 수 있다. 하지만 긴급재난문자의 송출 수단

및 송출 기준 등에서 비교적 만족도가 낮으며, 송출 내용이 주민들의 이동 결정에 영향을 준다는 것을 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 2022년 비슷한 시기에 산불 재난이 발생하여 긴급재난문자가 송출되었지만, 송출 내용이 상이했던 동해시, 밀양시 산불 재난 지역을 대상으로 유동인구의 이동 특성에 어떻게 영향을 미쳤는지 분석하였다. 그 결과를 토대로 재난문자 송출 내용의 표준화에 대한 제도개선 필요성을 제시하고자 한다.

4. 분석 대상지 선정

4.1. 동해시 산불 및 긴급재난문자 송출 내용

본 연구에서는 2022년에 발생한 동해시 산불과 밀양시 산불에 대해 긴급재난문자 송출에 따른 유동인구 특성 변화를 비교 분석하였으며, 그 중 동해시는 2022. 03. 05. (토) ~ 2022. 03. 08. (화) 기간 동안 산불이 발생하였다(Ministry of Public Administration and Security, 2022a). 2022. 03. 05. (토) 오전 01시 08분경 강릉 옥계면에서 방화로 인해 최초 발화되어 동해시 북동부 지역까지 산불이 확산되었으며 산불진화에 헬기 24대, 진화 대원 약 1,500명이 투입되었다. 피해 정도는 약 2,100ha 면적(동해시 기준)으로 추정되며, 약 2,758명의 주민 대피, 건물 31채 파손 등 피해 복구비까지 합산하여 약 800억원 정도의 피해를 입었다.

산불발생 약 2시간 후인 03시 34분경 “망상컨벤션센터” 등 특정 대피 지점을 명시한 긴급재난문자 발송을

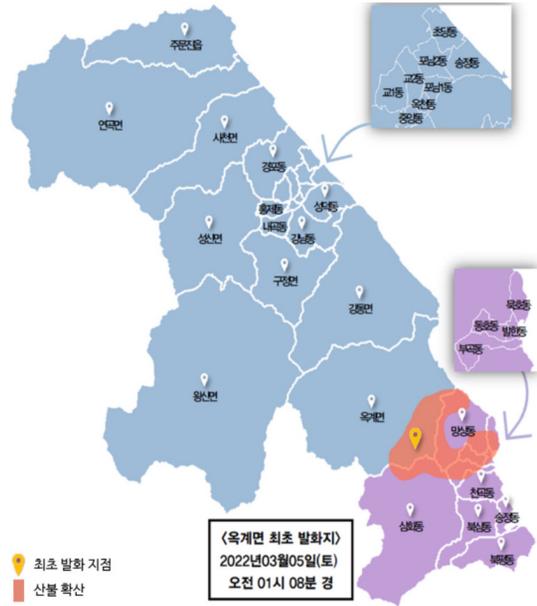


Fig. 1. Location of the wildfire in Donghae City.

시작으로 일정한 간격으로 총 6회 지속적인 재난문자가 발송되었다(Table 3).

4.2. 밀양시 산불 및 긴급재난문자 송출 내용

밀양시는 2022. 05. 31 (화)~2022. 06. 03 (금) 기간 동안 산불이 발생하였다(Ministry of Public Administration and Security, 2022b). 산불 발생은 2022. 05. 31 (화) 오전 9시 경 북북면에서 원인 미상으로 발생하였으며, 산불을 진화하기 위해 헬기 57대, 진화 장비 120여대, 진화 대원 2,500여명이 투입되었고, 피해 정도는 약 763ha 면적으로 추정, 주민대피 351명, 건물 31채 파손 등으로 약 915

Table 3. The status of the emergency disaster message due to wildfire in Donghae City

시간	송출 내용
'22.03.05 (토) 03:34	[동해시청] 강릉시 옥계면 남양1길 152-16에 산불 발생. 괴란, 심곡, 만우 주민들께서는 망상 컨벤션센터로 신속히 대피하시기 바랍니다.
'22.03.05 (토) 06:39	[동해시청] 강릉 옥계 산불 발생. 큰발한 거주 주민들께서는 망상컨벤션센터로 대피하시기 바랍니다.
'22.03.05 (토) 11:08	[동해시청] 발한석미모닝 사문연립 아파트 및 인근 주민께서는 동해체육관(덕골길 10) 또는 망상컨벤션센터로 대피하시기 바랍니다.
'22.03.05 (토) 11:22	[동해시청] 강릉 옥계산불 발생 부곡 승지골, 목호 창호초등학교 및 해맞이길 인근주민께서는 동해체육관(덕골길10) 또는 망상컨벤션센터로 대피하시기 바랍니다.
'22.03.05 (토) 11:25	[동해시청] 강릉 옥계산불 발생, 목호 산계골길, 계구석길 인근주민께서는 동해체육관(덕골길10) 또는 망상컨벤션센터로 대피하시기 바랍니다.
'22.03.05 (토) 17:59	[동해시청] 산불 확산으로 초구지역 주민께서는 망상동 컨벤션센터로 대피하여 주시기 바랍니다.

출처: 「국민재난안전포털」

Table 4. The status of the emergency disaster message due to wildfire in Miryang City

시간	송출 내용
'22.05.31 (화) 10:10	[밀양시청] 금일 09:25경 밀양시 북북면 춘화리 산 13-31 산불 발생 입산을 (자제 또는) 금지하고 등산객 및 인근주민은 안전한 곳으로 대피하시기 바랍니다.
'22.05.31 (화) 10:25	[밀양시청] 금일 09:25경 밀양시 북북면 춘화리 산 13-31 산불 발생, 화산마을 주민과 춘화농공단지 내 인근 시민들은 안전한 곳으로 대피하시기 바랍니다.
'22.05.31 (화) 13:38	[밀양시청] 금일 09:25경 밀양시 북북면 춘화리 산 21 산불발생, 산불확산으로 인명, 재산피해가 예상됨. 인근 주민들은 마을회관 등 안전한 곳으로 대피바랍니다.
'22.05.31 (화) 18:00	[밀양시청] 금일 북북면 산불발생에 따른 소방차량의 마을 진입을 위해 연소확대 우려지역(북북면 무연리, 춘화리, 용지리, 상동면 안인리, 교동)의 차량이동을 부탁드리며 주민들은 안전한 곳으로 대피하시기 바랍니다.
'22.06.01 (수) 18:36	[밀양시청] 산불로 인한 피해가 확대되고 있습니다. 북북면, 상동면, 교동 주민들께서는 공무원의 안내에 따라 안전한 곳으로 신속하게 대피하여 주시기 바랍니다.

출처: 「국민재난안전포털」



Fig. 2. Location of the wildfire in Miryang City.

억원 정도의 피해를 입었다. 산불발생 약 1시간 후인 10시 24분경 최초 긴급재난문자를 발송하였으며, 특정 지점을 명시하지 않은 “안전한 곳”으로 대피하라는 문자가 총 5회 발송되었다(Table 4).

이와 같이 동해시와 밀양시는 산불 재난 발생에 따라 인근 주민들에게 긴급재난문자가 송출되었지만, 송출 내용의 대피 지점 포함 사항 등에서 약간의 차이가 발생하였다. 즉, 본 연구에서는 이러한 긴급재난문자 송출 내용(대피 지점의 명시 유무)의 차이에 따라 유동인구에 미치는 영향에 대해서 분석하였다.

5. 주요 분석 결과

5.1. 동해시 유동인구 특성 분석

본 연구에서는 유동인구 특성을 비교 분석하기 위해 그 비교 군으로 산불 2주전, 산불 1주전 즉, 평상시 대비

산불 기간의 유동인구 변화를 시간대별로 비교 분석하였다. 동해시의 경우, 앞서 언급된 바와 같이 강릉시 옥계면에서 산불이 최초 발화하여 동해시 방향으로 확산되면서 동해시 북동부(망상동, 묵호동 등) 지역에 큰 피해를 입혔고, 이에 따라 “망상컨벤션센터”로 대피하라는 긴급재난문자가 지속적으로 송출되었다. 여기서, ‘망상컨벤션센터’는 망상해수욕장 내부에 위치하고 있어 비교적 산불로부터 안전하고, 대지면적 약 15,225 m², 연면적 약 1,712 m² 등 비교적 많은 인원을 수용할 수 있는 문화시설이다. 이러한 특성들을 고려하여 산불 피해지역을 동해시 북동부 지역으로 선정하여 긴급재난문자의 발송에 따른 주거 인구(상주인구) 변화에 대한 분석과 함께 망상동으로의 방문 인구를 분석하였다.

우선, 망상동의 요일별 주거 인구 증감률(%)을 보면, Table 5에 나타낸 바와 같이 평상시 평균 증감률은 1.23% 감소 등 유사한 수준을 나타내지만 평상시 평균 대비 산불 기간 증감률은 6.40% 감소로 평상시 대비 약 5~6배

Table 5. Population change rate in the event of a wildfire compared to normal conditions

구분	평상시 증감률(%)		평상시 평균 대비 산불 기간 증감률(%)	
	망상동	묵호동	망상동	묵호동
금요일	0.10	-5.11	-4.26	0.83
토요일	-1.19	-2.57	-8.58	-5.95
일요일	-2.08	-3.52	-12.53	-6.58
월요일	-0.74	-5.10	-3.88	0.59
화요일	-2.23	2.29	-2.73	-3.37
평균 증감률 (%)	-1.23	-2.80	-6.40	-2.90

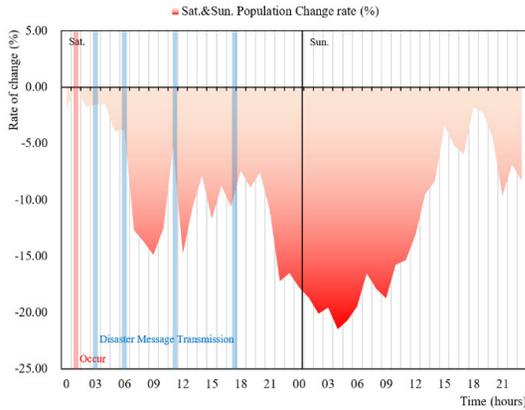


Fig. 3. Residential population change rate during a wildfire (Mangsang).

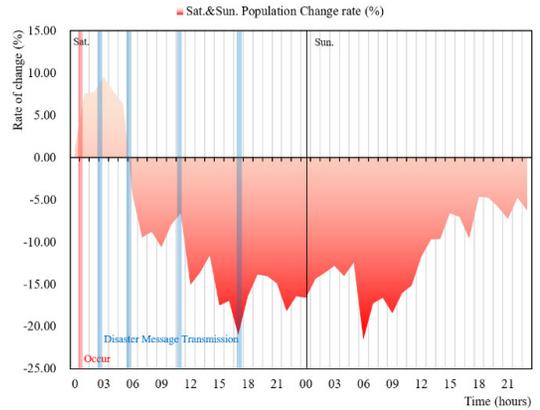


Fig. 4. Residential population change rate during a wildfire (Mukho).

인구 이동이 많이 발생한 것을 알 수 있다. 특히, 산불 발생 직후인 주말 기간 동안에는 약 6~8배 정도 인구 이동이 많이 발생한 것을 볼 수 있다. 이는 이에 평상시 평균 대비 산불발생 주말 기간의 시간대별 주거 인구 이동 특성을 비교해보면 Fig. 3에 나타난 바와 같이 산불 발생 이후 활동 시간대인 오전 07시부터 인구 이동이 활발하게 일어나기 시작하였고, 토요일 20시부터는 유동인구가 급격히 증가하여 일요일 새벽시간대까지 지속적으로 많은 인구의 이동이 발생한 것을 알 수 있다.

목호동도 이와 마찬가지로 평상시 대비 산불 기간의 주말 인구 증감률이 약 2배이상 많았으며, Fig. 4와 같이 오전 11시 22분 목호 주민들 대상 긴급재난문자 발송 이후인 오전 12시부터 인구 이동이 활발하게 일어나기 시작하여 15시경부터는 인구 이동의 최대치를 유지하였다.

즉, 동해시 북동부 지역 주거 인구는 산불이 새벽 시간대 발생함에 따라 첫 회 긴급재난문자 송출(03:34분 경)에는 주거 인구의 이동이 즉각적으로 발생하지는 않

았지만, 오전 07시경부터 활동시간대로 접어들면서 인구이동이 활발하게 일어난 것을 알 수 있다. 특히, 해당하는 지역에 대한 긴급재난문자 송출시점부터 인구 이동이 크게 변화한 것을 볼 수 있으며, 이는 긴급재난문자의 송출이 유동인구에 크게 영향이 있었던 것을 판단할 수 있다.

다음 단계로 “망상컨벤션센터” 등 긴급재난문자의 송출 내용에서 대피 지점을 지정해준 것에 대한 효과를 분석하기 위해 산불 발생 후 긴급재난문자 송출 시점에서부터 망상동 방문 인구를 시간대별로 분석하였다. Fig. 5는 평상시 대비 산불발생 기간의 망상동 방문 인구를 나타낸 것으로, 산불 발생 후 처음 재난문자 발송 시점부터 방문 인구가 증가하기 시작하여 두 번째 재난문자 발송 시점(오전 07시 경) 부터는 주거 인구 분석 결과와 유사하게 활동시간대로 접어들면서 방문 인구가 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다. 오전 11시경부터는 방문 인구가 최대치를 나타내는 등 재난문자의 송출 내용에서 “망상컨벤션센터”의 대피 지점을 지정해준 것

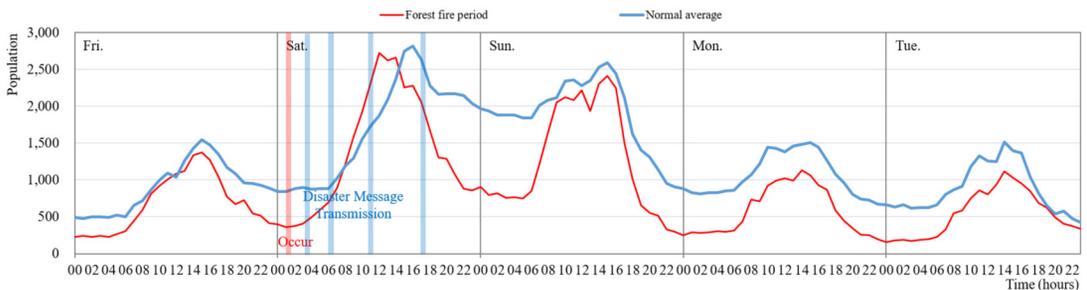


Fig. 5. Visitor population change rate during a wildfire compared to normal conditions (Mangsang).

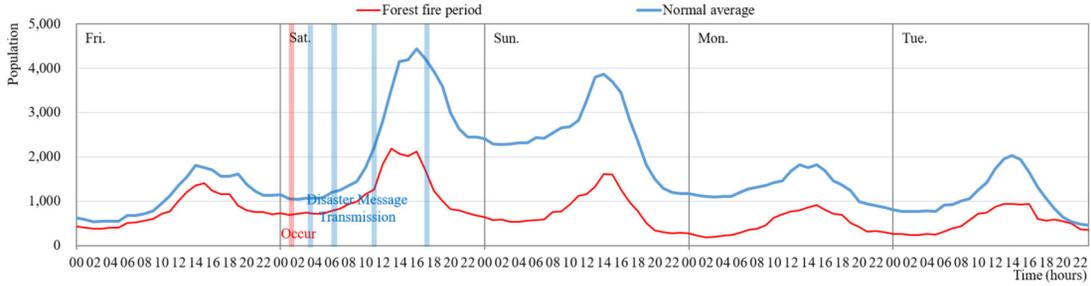


Fig. 6. Visitor population change rate during a wildfire compared to normal conditions (Mukho).

이 효과적이었으며, 긴급재난문자로 인해 인근 주민들의 대피 결정과 아울러 신속한 판단에 영향이 있었던 것을 알 수 있다. 반면, 목호동 방문 인구의 경우 Fig. 6에 나타난 바와 같이 평상시 대비 방문 인구 수가 급격히 줄었으며, 오전 10시 이후 약간의 상승 곡선을 나타내었는데, 이는 산불 진화작업에 투입된 소방인력 및 기자 등의 영향을 미친 것으로 분석할 수 있다.

즉, 이러한 결과들을 종합해보면, 동해시는 긴급재난문자의 송출이 유동인구 변화에 영향이 있었으며, “망상컨벤션센터” 등 특정 대피 지점을 명시해줌으로써 인근 주민들의 신속한 이동 결정에 큰 영향을 준 것을 알 수 있다.

5.2. 밀양시 유동인구 특성 분석

밀양시 또한 평상시 대비 산불 기간의 유동인구 변화를 비교 분석하여 긴급재난문자의 송출이 유동인구에 미친 영향에 대해서 검토하였다. 밀양시는 앞서 언급된 바와 같이 부북면에서 최초 산불이 발화하였으며, 상동면, 교동 부근까지 산불이 확산되었다. 이에 따라 부북면, 상동면, 교동을 주요 분석 대상으로 선정하였다. 우선, 주거 인구를 분석해본 결과 Table 7에 나타난 바와 같이 부북면, 상동면에서는 평상시 대비 증감률의 변화가 거의 없는 것으로 분석되며, 이는 산불 발생지 인근 주민들이 평상시와 유사한 패턴으로 움직였다는 것을 나타낸다. 반면, 교동의 경우 평상시 대비 산불 기간에 주거 인구가 약 7배 이상 증가하였고, 이는 평상시 대비 산불로 인한 대피 등의 행동없이 집에 머무른 인구가 증가하였다는 것을 의미한다. 즉, 긴급재난문자의 송출이 인구 이동에 영향이 거의 없었음을 나타내며, 특히 송출 내용 중 특정 대피 지점을 명시하지 않고 “안전한 곳으로 대피”의 송출은 유동인구에 영향을 거의 미치지

Table 7. Residential population change rate during a wildfire compared to normal conditions

구분	평상시 증감률(%)			평상시 평균 대비 산불 기간 증감률(%)		
	교동	부북면	상동면	교동	부북면	상동면
화요일	0.33	1.37	-0.95	6.50	2.00	1.64
수요일	1.14	-0.08	-1.17	9.47	-2.27	-3.70
목요일	1.59	0.66	-1.91	9.88	3.24	1.84
금요일	0.32	-1.96	-0.70	3.69	-1.46	-0.55
평균 증감률 (%)	0.85	0.00	-1.18	7.38	0.38	-0.19

않은 것을 알 수 있다.

또한 시간대별로 구분하여 증감률을 보면 Figs. 7-9에 나타난 바와 같이 교동, 부북면, 상동면 모두 수요일 오전 9시경부터 주거 인구의 이동이 발생하는 것을 알 수 있다. 즉, 산불 발생지점(화요일 오전 10:00시경)으로부터 약 23시간이 경과한 후 유동인구가 발생하기 시작하였다. 동해시는 앞서 언급된 바와 같이 오전 01시경

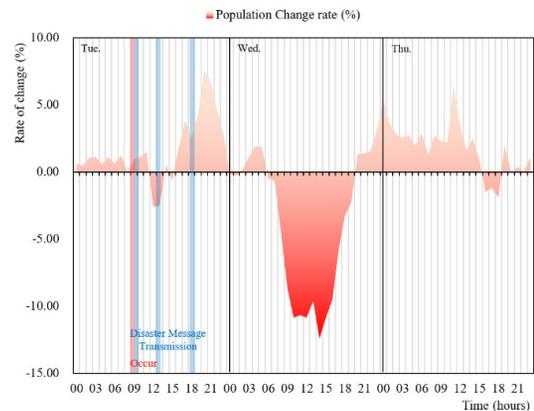


Fig. 7. Residential population change rate during a wildfire (Gyodong).

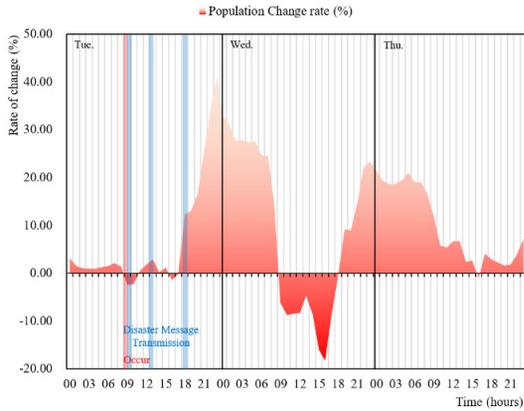


Fig. 8. Residential population change rate during a wildfire (Bubuk).

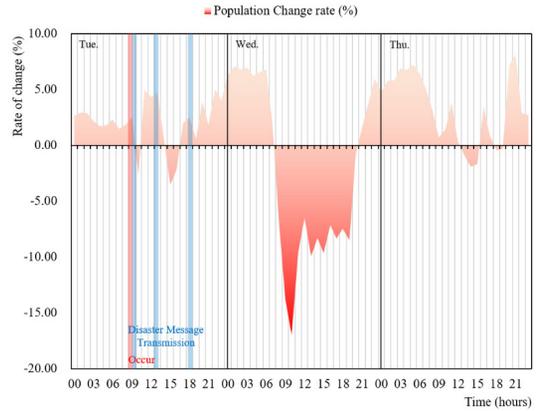


Fig. 9. Residential population change rate during a wildfire (Sangdong).

산불이 발생하여 활동시간대인 오전 07시경부터 유동 인구가 활발하게 발생하였으며, 이와 비교해보면 밀양시는 산불 발생으로부터 인구 이동이 발생하기까지 동해시에 비해 약 3배 이상의 시간이 소요되었다는 것을 알 수 있다.

Figs. 10-12는 평상시 대비 산불 기간의 방문 인구 증감을 나타낸 것으로 산불발생 인근지역의 주거 인구 변화가 거의 없는 것을 고려하였을 때, 산불 발생에 따른 소방인력 투입 등의 영향으로 분석할 수 있다. 주거

인구가 급격하게 감소한 수요일 주간시간대의 경우, 특정 지점에서의 대피 경향은 나타내지 않았으며 단장면(165.5% 증가, 산내면(189.7% 증가, 청도면(154.5% 증가) 등 인근 지역으로 분산 대피한 것으로 분석되었다. 즉, 밀양시의 경우 긴급재난문자의 송출이 산불 발생지 인근 주민들에게 거의 영향이 없었다고 판단할 수 있으며, 동일한 재난발생 유형에도 긴급재난문자의 송출 내용이 재난 발생 지역 인근 주민들의 행동 결정 등에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

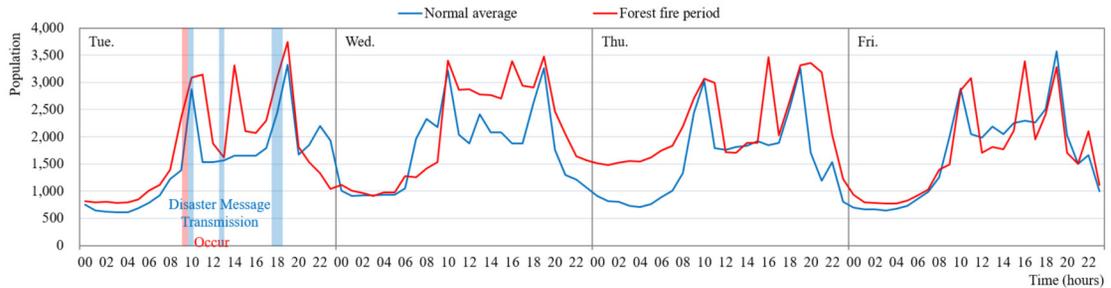


Fig. 10. Visitor population change rate during a wildfire compared to normal conditions (Gyodong).

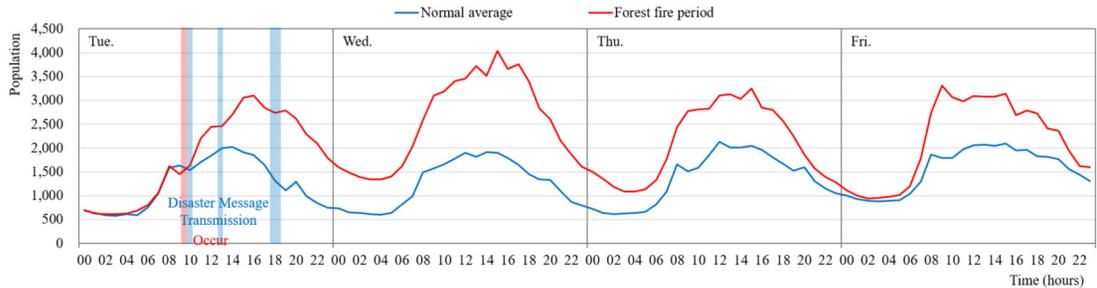


Fig. 11. Visitor population change rate during a wildfire compared to normal conditions (Bubuk).

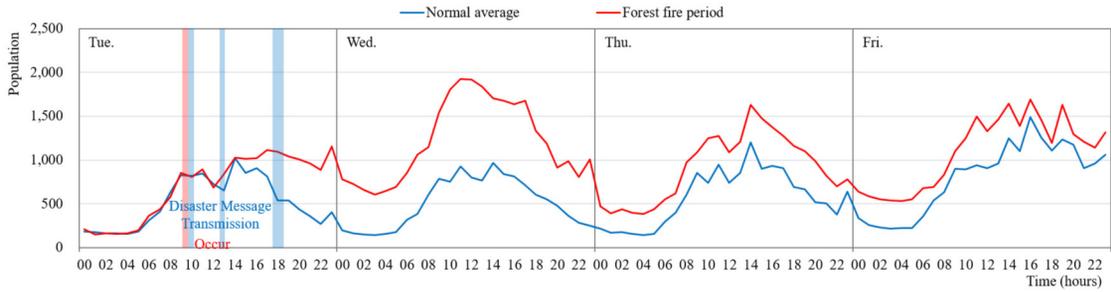


Fig. 12. Visitor population change rate during a wildfire compared to normal conditions (Sangdong).

6. 고찰

본 연구에서는 SK Telecom 모바일 데이터를 활용하여 긴급재난문자 송출에 따른 시간대별 유동인구 변화를 분석하였다. 사용된 통계는 앞서 언급된 바와 같이 기지국 단위로 시간대별 인구 추출이 가능하기 때문에 인구 증감률 등의 분석이 가능하고, 이를 재난문자 송출 시점, 송출 내용 등과 연계 분석함으로써 재난문자가 유동인구에 미치는 영향 등의 분석이 가능하였다. 하지만 읍·면·리 단위 등 넓은 공간의 범위로 통계가 제공되기 때문에 특정 대피 장소에 대한 방문 등 명확한 이동 사항에 대한 분석에는 한계가 있다. 또한, 「개인정보 보호법」에 따라 다양한 인적사항 등을 포함한 통계를 확보하는 데에는 한계가 있으며, 이에 지역행사 등 다양한 환경적 요인, 인적사항과 아울러 명확한 방문 지점 및 방문 시점 등을 포함한 구체적인 분석결과를 제시하는 데는 한계가 있다. 아울러, 비교적 최근에 긴급재난문자 송출 정책이 강화됨에 따라 최근 발생한 재난 상황에 대해 긴급재난문자에 대한 효과성을 분석할 수 밖에 없으며, 과거 다양한 재난 발생 지역들을 분석 사항에 포함하는 데는 한계가 있다.

하지만 평상시를 기준으로 재난발생 기간 유동인구의 변화를 비교 분석한 결과를 보면 알 수 있듯이 재난 상황 시 명확하게 유동인구의 변화에 차이가 발생한다는 것을 본 연구를 통해 알 수 있다. 또한 지역별 긴급재난문자의 송출 내용에 따라 송출 시점을 기준으로 유동인구 변화의 발생 및 발생 시점 등이 명확한 차이를 나타내고 있기 때문에 긴급재난문자의 송출 및 송출 내용이 유동인구 변화에 영향을 있다는 것을 알 수 있다.

향후 다양한 유형의 재난 및 관련 정책에 따른 인구 유동특성 분석뿐만 아니라 다양한 분야에서 지속적인

연구가 수행되어야 하며, 그 결과를 바탕으로 국민 생명보호 및 피해 감소 등을 위한 필요한 정책 개발, 제도 개선 등이 지속적으로 이루어져야 한다. 또한, 분석에 사용되는 통계에 대한 구성과 다양성 등이 한층 더 확보될수록 더욱 유의미한 연구결과들을 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

7. 결론

본 연구에서는 '22년 발생한 동해시 산불과 동일해 발생한 밀양시 산불에 대해서 긴급재난문자의 송출 내용에 따른 유동인구의 변화를 비교·분석하였다. 이 두 지역은 긴급재난문자 송출 내용 중 대피 지점의 명시 유무에서 차이를 나타내었으며, 동해시의 경우 “망상컨벤션센터” 등으로 대피 지점을 지정하였고, 밀양시는 “안전한 곳” 등 대피 지점을 지정하지 않았다. 이에 따라 유동인구 변화에 차이가 발생하였으며 그 주요 결과는 아래와 같다.

첫째, 동해시의 경우 오전 01시경 최초 산불이 발생하였으며, 긴급재난문자 발송 후 활동 시간대인 오전 07시경부터 주거 인구의 유동인구가 급격하게 변화하였다. 산불이 최초 발화된 옥계면 인근 지역인 망상동과 산불 확산 지역인 묵호동은 긴급재난문자 송출 시점에 따라 유동인구가 급격하게 변화하였다.

둘째, “망상컨벤션센터” 등 특정 대피 지점을 지정해 줌으로써 긴급재난문자의 송출 시점에 따라 평상시 대비 망상동 방문 인구가 급격하게 증가하여 긴급재난문자에 큰 영향을 받은 것으로 분석되었다.

셋째, 밀양시의 경우 오전 10시경 최초 산불이 발생하였으며, 긴급재난문자 발송 후 약 23시간 후인 다음날

오전 09시경부터 주거 인구의 유동인구가 급격하게 변화하였다.

넷째, 산불 최초 발화 지역 및 인근지역은 긴급재난 문자의 송출에 주거 인구의 변화가 거의 없었으며, 산불 확산 지역인 교동의 경우, 평상시 대비 주거 인구가 약 7배 증가하여 산불 발생에 따라 대피 이동 등 없이 집에 머무른 것으로 분석된다.

다섯 번째, 주거 인구의 이동 변화가 급격하게 발생한 다음날 오전 09시경을 기점으로 주변지역 방문 인구를 분석한 결과 특정 지점 없이 인근 지역으로 분산 대피한 것으로 분석된다.

즉, 긴급재난문자의 송출 내용에서 대피 지점의 명시 유무는 재난발생지역 인근 주민들의 이동 결정 및 신속한 대피에 크게 영향이 있으며 긴급재난문자 송출 기준, 송출 내용 등 구체성 강화 및 사용 기관들 간의 표준화 등 제도 개선이 필요한 것으로 사료된다.

또한 이러한 연구 결과를 바탕으로 향후 SK Telecom에서 제공되고 있는 다양한 인적사항과 인구 유입·유출 통계, 이와 연계분석 할 수 있는 통계들을 발굴하여 안전취약계층 등 세부적인 취약 요인 등에 대한 심층 분석을 단계적으로 수행할 것이며, 이를 활용하여 필요 정책 및 제도개선 등을 지속적으로 발굴해 나아갈 예정이다.

사사

본 연구는 국립재난안전연구원 2023년도 재난안전관리 업무지원 기술개발 사업인 ‘재난경보시스템 연동을 위한 표준화 기술개발(과제: NDMI-주요-2023-03-01)’의 일환으로 이루어졌습니다. 또한 본 연구는 2023년도 동국대학교 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Baek, Y. J., and Joo, H. S., 2022. A Study on urban spatial structure of Bu-Ul-Gyeon megacity analyzing the population flow network. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 38(12), 241–250. <https://doi.org/10.5659/JAIK.2022.38.12.241>
- Cho, H. W., Kim, D. S., and Lee, S. S., 2022. Examining the characteristics of floating population distribution in the urbanized area of Daegu metropolitan city before and after COVID-19: An application of hotspot analysis. *Journal of Korea Planning Association*, 57(2), 5–17. <https://doi.org/10.17208/jkpa.2022.04.57.2.5>
- Han, S. H., 2020. Effective use of cell broadcast service (CBS) by disaster type. *Journal of Crisisonomy*, 16(8), 1–14. <https://doi.org/10.14251/crisisonomy.2020.16.8.1>
- Hara, Y., 2015. Behavior analysis using tweet data and geo-tag data in a natural disaster. *Transportation Research Procedia*, 11, 399–412. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.12.033>
- Jeong, J. H., Hwang, W. S., and Pyo, K. S., 2022. Explorative study on movement patterns in Uljin-gun and Samcheok-si wildfire event. *Korean Journal of Remote Sensing*, 38(6-3), 1805–1815. <https://doi.org/10.7780/kjrs.2022.38.6.3.5>
- Kim, J., Ko, Y., Kim, J., and Kim, D., 2014. *The application of smart cell in space policy*. Korea Research Institute for Human Settlements. <https://www.codil.or.kr/viewDtlConRpt.do?gubun=rpt&pMetaCode=OTKCRK181113>
- Kim, J. H., Son, J. H., and Park, H. W., 2022. Using mobile phone data, analyzing floating population near university areas in Daegu, South Korea, before and after COVID-19 -with a focus on comparisons with Seoul. *Journal of the Korea Contents Association*, 22(3), 62–70. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2022.22.03.062>

- Kwak, H. C., Song, J. Y., Eom, J. K., and Kim, K. T., 2018. A study on factors influencing floating population using mobile phone data in urban area. *Journal of the Korean Society for Urban Railway*, 6(4), 373–381. <https://doi.org/10.24284/JKOSUR.2018.12.6.4.373>
- Ministry of Public Administration and Security, 2022a. Report on response to wildfires in Gangneung, Donghae, etc. Available online: https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=90916 (accessed on Mar. 08, 2023).
- Ministry of Public Administration and Security, 2022b. Report on response to wildfires in Miryang etc. Available online: https://www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=92403 (accessed on May 31, 2023).
- Park, K. O., Pyo, K. S., Jeong, J. H., Hwang, W. S., and Kim, H. J., 2022. An empirical analysis of the importance and satisfaction level of the cell broadcast service. *Journal of the Korean Urban Management Association*, 35(4), 179–191. <https://doi.org/10.36700/KRUMA.2022.12.35.4.179>
- Song, H. J., and Jo, H. Y., 2022. The economic analysis of the disaster alerts messages. *Korean Journal of Public Finance*, 15(1), 47–72.
- Yoon, S. U., and Nam, K. H., 2022. Information types and characteristics within the wireless emergency alert in COVID-19: Focusing on wireless emergency alerts in Seoul. *Journal of Intelligence and Information Systems*, 28(1), 45–68. <https://doi.org/10.13088/jiis.2022.28.1.045>