Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 24, No. 11 pp. 851-860, 2023

https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.11.851
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

코로나바이러스감염증-19 위험성평가에 관한 연구

김봉찬*, 염태준, 서동구
한국건설기술연구원 건축연구본부

A Study on the Risk Assessment for COVID-19

Bong-Chan Kim*, Tae-Jun Yeom, Dong-Goo Seo
Department of Building Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요 약 코로나바이러스감염증-19 이후 유사 감염병 재난 발생 시 사전 재난자원 비축을 통한 신속한 대응 및 대비하기 위한 기초적 연구로서, 국내에서 발생한 COVID-19 관련 자료를 기반으로 평가지표를 모색하고 행정안전부에서 활용하는 위험성평가 기법을 기반으로 개선하여 감염병재난 위험성평가 기법을 구축·평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, COVID-19 위험성평가에 영향을 미치는 위해성, 노출성, 취약성, 저감성에 관한 지표를 추출하였으며, 관련 지표를 세분화하여 위험성평가 기법을 구축하였다. 둘째, COVID-19 위험성 평가를 위한 위해성, 노출성, 취약성, 저감성에 대하여 평가를 실시한 결과, 수도권의 경우 노출성과 취약성이 높은 등급으로 평가되었으나, 저감성이 높게 평가되는 것을 알 수 있었다. 셋째, COVID-19 위험성평가를 실시한 결과, 228개 지자체 중 위험 등급 5는 34개 지역, 등급 4는 31개, 등급 3은 36개, 등급 2는 85개, 등급 1은 42개 지역으로 나타났다. 향후, 본 연구에서 활용한 지표 간 상관성을 분석하여 지표를 축소한다면 보다 간결한 평가가 가능할 것으로 사료된다.

Abstract This is a fundamental study seeking to enable a speedy response and facilitate better preparations for infectious disease crises like the coronavirus 2019 (COVID-19) pandemic by stockpiling the necessary resources. Hence, this study searched for evaluation indicators based on data related to COVID-19 in Korea and established a risk assessment technique by improving the one formulated by the Ministry of the Interior and Safety. The main findings were as follows: First, indicators related to risk, exposure, vulnerability, and resilience affecting the COVID-19 risk assessment were extracted and categorized to develop a risk assessment technique. Second, the evaluation of risk, exposure, vulnerability, and resilience in the COVID-19 risk assessment gave the Seoul Metropolitan Area high scores for exposure and vulnerability. However, resilience was also rated high. Third, the results of conducting a COVID-19 risk assessment for 228 local governments showed that there were 34 risk level 5 areas, 31 risk level 4 areas, 36 risk level 3 areas, 85 risk level 2 areas, and 42 risk level 1 areas. Furthermore, it is believed that a more concise evaluation would be possible by reducing the number of indicators by analyzing the correlation between the indicators used in this study.

Keywords : COVID-19, Risk Assessment, Assessment Factor, Infectious Diseases, Risk Map

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영지원(주요사업)으로 수행되었습니다.
(과제번호: 20230064-001, 재난즉시 대응 모듈러 시스템 개발 및 공급·운영체계 구축).
*Corresponding Author : Bong-Chan Kim(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)
email: bongchankim@kict.re.kr
Received October 4, 2023 Revised November 2, 2023
Accepted November 3, 2023 Published November 30, 2023

1. 서론

1.1 연구 배경 및 필요성

전 세계적으로 확산된 코로나바이러스감염증-19(Corona Virus Disease 19, 이하 COVID-19)의 발생 이후, 국내에서는 2023년 8월 31일 기준 약 3,450만 명의 누적 확진자, 약 36,000명의 누적 사망자가 발생하였으며, 여전히 종식되지 못하고 확진자 및 사망자가 지속적으로 발생하고 있다[1]. 폭발적으로 감염확산이 진행된 2020년 2월 이후, 빠르게 증가하는 확진자에 비해 의료인력, 선별진료소 및 음압병동과 같은 인적·물적 자원은 신속하게 뒷받침되지 못하여 의료자원의 부족문제로 이어졌다[2].

의료자원의 공급 문제가 발생한 원인 중 하나로 종래에 경험한 감염병 재난인 중동호흡기증후군(MERS: Middle East respiratory Syndrome), 중증급성호흡기증후군(SARS: Severe Acute Respiratory Syndrome) 사태와 달리, COVID-19의 경우는 감염자가 폭발적으로 증가한 양상을 들 수 있다. 「재난 및 안전관리 기본법」 제34조(재난관리자원의 비축·관리)에서는 재난의 수습활동에 필요한 장비, 물자, 자재 및 시설 등 재난관리자원을 비축·관리하도록 하고 있으나, 이러한 재난관리자원은 기존에 발생한 재난을 바탕으로 위험성평가를 실시 후 관련 자원의 비축규모를 산정하기 때문에 기존에 발생했던 감염병과 양상이 다른 COVID-19에 대응하는 것은 어려웠을 것으로 사료된다.

더욱이 현행의 감염병 관련 비축자원은 의료용 살충제, 살균소독제, 세정제, 해충 방역을 위한 소모성 물품을 중점적으로 비축·관리하고 있는 실정으로[3], 향후 COVID-19와 유사한 감염병 재난을 대비하기 위해서는 방역·소독 물품뿐만 아니라 신속하게 공급할 수 있는 선별진료소 등 시설의 비축 또한 필히 고려해야할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 전술한 바와 같이 위험성평가가 선행되어야하기 때문에 COVID-19에 적합한 위험성평가 방법은 매우 중요하다 할 수 있다. 뿐만 아니라 위험성평가는 주민대피계획이나 방재대책 수립 시에 도움이 되며, 지역 주민에게 관련 정보를 제공하여 피해 저감을 도모할 수 있는 효과도 기대할 수 있다[4].

일반적으로 위험성평가는 국내뿐만 아니라 국외에서도 다양하게 논의되고 있으며, 일반적으로 알려져 있는 재난 발생 확률과 피해로 정의되는 위험성[5]에서 더 나아가 노출성, 취약성, 대응 복구성, 재난관리[6-9] 등의 변수를 추가하여 위험성을 정의하고 있다. 행정안전부에서는 재난 유형에 따른 지역별 위험도를 분석하기 위한 위험성평가 방법으로서 Eq. (1)과 같이 위해성, 노출성, 취약성, 저감성으로 평가를 실시하고 비축량을 산정하고 있다[3].

$$Risk = \frac{Hazard \times Exposure \times Vulnerability}{Resilience} \quad (1)$$

여기서, 위해성은 과거에 발생한 재난 유형에 따른 횟수에 기반하며, 노출성은 인적피해와 물적피해 규모로 산정된다. 취약성과 저감성은 재난 유형에 따른 지표선정 후 표준화하여 산정하고 있으며, 이를 모두 종합하여 위험성평가를 실시하고 있다. 하지만, 대부분 자연재해, 사회재난에 초점이 맞추어져있기 때문에 COVID-19와 같이 오랜 기간 지속되고 있는 재난에 대해서는 적합하지 않다고 할 수 있다.

더욱이, 국내 COVID-19와 관련된 기존 연구를 살펴보면, 음압실 내의 오염원 확산에 관한 시뮬레이션 분석 연구[10], 의료 인력과의 인터뷰 연구[11], 모듈형태의 선별진료소를 활용한 적정 공간구성 계획에 관한 연구[12], 인구분포를 고려한 임시선별검사소의 접근성에 관한 연구[13], COVID-19 상황을 반영하여 대중교통의 이용량을 예측한 연구[14], COVID-19에 의한 심리·사회과학적 연구[15,16], 선별진료소 공급을 위한 체계[17] 등 다양한 연구가 수행되고 있지만, 향후 감염병 재난을 대비·대응하기 위한 COVID-19 위험성평가에 관한 연구는 전무한 수준이라 할 수 있다. 기존에 발생한 감염병인 MERS와 SARS를 대상으로 한 위험성평가 또한 매우 미비한 실정으로, 행정안전부[3]에서 사회재난의 하나로 감염병 위험성이 평가된 바 있으나, 기존의 방법으로 COVID-19를 평가할 경우, 등급범위 설정 및 평가지표의 문제로 각 지자체별 위험도 차이를 확인할 수 없을 것으로 사료된다. 이에 유사 감염병 재난을 대비하기 위하여 COVID-19의 위험성을 평가할 수 있는 평가기법 구축에 관한 연구는 조속히 수행될 필요가 있다.

1.2 연구 목적 및 방법

본 연구는 향후 유사 감염병 재난을 대비하기 위한 기초적 연구로서 국내에서 발생한 COVID-19 관련 자료를 기반으로 감염병 위험성평가 기법을 구축하는 것에 있다.

이에 각 지자체에서 비축자원 산정에 사용하고 있는 행정안전부의 위험성평가 방법을 기반으로 하여 감염병 재난에 적합한 위험성평가 기법으로 개선하고자하였으며, 평가에 활용할 평가지표를 모색하기 위하여 COVID-19

확산 요인에 관한 기존문헌 조사·분석 통해 활용지표를 도출하였다. 또한 이를 종합하여 COVID-19 위험성평가 기법을 구축하고 각 지자체에 관한 평가 및 COVID-19 위험지도를 작성하였다.

2. 평가 방법 및 지표 분석

2.1 평가지표 선정을 위한 기존문헌 분석

감염병 재난에 적합한 평가지표 선정을 위해 COVID-19와 관련된 감염경로 및 확산, 확진자 발생 특징, 공간 특성 등에 관한 문헌을 분석하였다.

Lee and Park[18]은 감염경로와 확산 패턴을 분석하였으며, 주요 감염경로로 가족지인 모임, 요양 관련, 종교시설, 다중이용시설 등 20가지의 감염경로를 구분하였으며, Lee 등[19]은 방역지침(사회적 거리두기 단계 및 시기)을 기반으로 감염 경로를 검토하였다. Noh 등[20]은 확진자 주요 특징 분석을 통하여 연령 및 감염 예방수칙이 필요한 시설 등에 대한 내용을 제시하였으며, Han 등[21]은 교통수요 현황과 확진자 발생의 상관관계를 분석하였다. Lee[22]는 확진자의 소재지와 방문지의 공간적 특성을 검토하여 감염확산을 분석하였으며, Jung 등[23]은 COVID-19의 경제·사회적 영향을 측정하는 지표를 구축하였다. Kim[24]은 경제협력개발기구(OECD: Organization for Economic Cooperation and Development) 국가를 중심으로 보건의료 지표 중 COVID-19와 관련 사항을 검토하였으며, Jang et al.[25]은 외국인 확진자와 지역사회접촉 확진자 등 주요 특성을 분석하였다. 이상 검토된 기존문헌을 기반으로 감염병 재난에 적용 가능한 지표를 추출하였으며, 이를 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Indicators applicable to infectious disease disasters based on analyzing literature

Author	Applicable indicators for infectious disease disasters
Lee and Park (2021)	Number of households by size and composition, size of square areas in downtown, number of domestic and foreign arrivals, nursing facilities, medical facilities, religious facilities, schools, neighborhood living facilities, retail facilities, business facilities, and military facilities
Lee et al. (2021)	Size of square areas in downtown, number of domestic and international arrivals, social distancing practice rate, remote learning rate
Noh et al. (2022)	Social distancing practice rate, remote learning rate
Han et al. (2021)	Number of people commuting to and from school/work, social distancing practice rate
Lee (2022)	Social distancing practice rate, population density, size of urban area, neighborhood living facilities
Jung et al. (2021)	Number of people commuting to and from school/work, social distancing practice rate
Kim (2021)	Number of COVID-19 confirmed cases, international arrivals, and deaths
Jang et al. (2022)	Social distancing practice rate, number of international arrivals, number of people commuting to school/work, number of households by size and composition, nursing facilities, medical facilities, schools, neighborhood living facilities, retail facilities

2.2 COVID-19 위험성평가를 위한 방법 및 지표 선정

본 연구에서의 COVID-19 위험성평가는 행정안전부의 사회재난 위험성평가 방법(Eq. (1))을 기반으로 세부적인 지표를 재구성하고자 하였다.

위해성 및 노출성은 지역적 특성(시·도)이 반영될 수 있도록 행정구역별 COVID-19가 발생한 누적 횟수를 기반으로 하였으며, 노출성은 행정구역별 COVID-19 확진자 수, 사망자 수, 해외입국자 수를 활용하여 위험수준의 개념으로 평가하였다. 취약성은 행정구역(시·군·구)에 따른 인구적, 지역적, 시설적 취약요소를 반영하였으며, 저감성은 행정구역별(시·군·구) 대응능력과 피해저감 요인을 고려하여 의료적, 행정적, 정책적 요소로 구분하였다. COVID-19 위험성평가 체계를 그림으로 나타내면 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다.

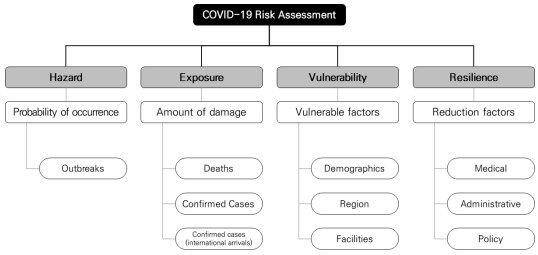


Fig. 1. Structure of COVID-19 risk assessment

전술한 COVID-19 위험성평가를 위한 지표로서 감염병 발생횟수인 위해성과 확진자 및 사망자와 관련된 노출성은 질병관리청의 통계자료를 활용하였으며, 통계자료가 작성되기 시작한 2020년 1월 20일 자료부터 오미크론 변이 발생으로 확진자가 폭증하고 감소추세에 들어섰던 2022년 4월까지의 자료(약 28개월)를 활용하여 평가하였다. 또한 취약성과 저감성의 경우, 2.1절에서 확인

한 적용 가능 지표 중 통계연보 등 통계자료를 활용할 수 있는 지표로 선정하였으며, COVID-19 위험성평가에 관련된 모든 평가 지표를 Table 2에 정리하여 나타내었다.

Table 2. Evaluation index for risk assessment

		Selected index	Data source
Hazard		The number of COVID-19 outbreaks	①
Exposure		The number of COVID-19 deaths	①
		The number of COVID-19 confirmed cases	①
		The number of Confirmed cases among international arrivals	①
Vulnerability	Demographics	The number of people commuting to work/school	②
		Elderly population	②
		The number of preschoolers	②
		The number of persons with disabilities	②
		Recipients of basic livelihood security	②
		The number of household members per household (excluding one-person households)	②
		Population by administrative district	②
	Region	Commercial area	②
		Population density	②
		Size of square areas in downtown	②
		The number of domestic and foreign arrivals	②
		The number of local festivals	③
	Facilities	The number of Neighborhood living facilities	④
		The number of Religious facilities	④
		The number of Nursing facilities	④
		The number of Schools	④
		The number of Retail facilities	④
		The number of Business facilities	④
		The number of Military facilities	④
Resilience	Medical	The number of doctors	②
		The number of nurses	②
		The number of hospitals	②
		The number of pharmacies	②
		The number of screening clinics	①
		The number of temporary screening clinics	①
		The number of isolation rooms	②
	Administrative	The number of public officials	⑤
		The number of public health centers	②
		The number of paramedics and rescue workers	②
		The number of volunteers	②
		Disaster-related budget	⑥
	Policy	Telecommuting	②
		Remote learning	②
		Social distancing practice rate	①
		Vaccination rate	②
		Wearing masks indoors (%)	②
		Wearing masks outdoors (%)	②

*Note.*① KDCA ② Statistics Korea ③ Gathered by researchers ④ Seumteo Construction Administration System ⑤ MOIS ⑥ Local Finance 365

2.3 평가 지표의 등급 설정

위해성 및 노출성은 통계자료에서 확인할 수 있는 시·도 단위로 평가하였다. 위해성은 1일 단위로 사망자나 확진자, 또는 해외유입 확진자가 발생한 경우 발생횟수 1로 집계하고, 2.2절에서 언급한 바와 같이 약 28개월간의 누적 발생횟수를 기반으로 평가를 실시하였다. 전체 시·도의 누적 발생횟수를 기반으로 백분위수를 활용하여 등급구분을 실시하였으며, 이를 Table 3에 나타내었다.

Table 3. Risk level range of hazard and exposure variable

			Level				
			1	2	3	4	5
Hazard		Range	0	≤500	≤600	≤700	700〈
		Frequency	0	1	3	9	4
		Cumulation%	0	5.88	23.53	76.47	100
Exposure	Deaths	Range	0	≤1	≤5	≤10	10〈
		Frequency	10579	1374	1177	410	604
		Cumulation%	74.79	84.51	92.83	95.73	100
	Confirmed Cases	Range	≤5	≤15	≤40	≤200	200〈
		Frequency	5582	2141	2081	2031	2309
		Cumulation%	39.47	54.60	69.32	83.68	100
	International arrivals	Range	≤1	≤3	≤9	≤15	15〈
		Frequency	11039	1606	1133	200	166
		Cumulation%	78.05	89.40	97.41	98.83	100

노출성은 시·도에서 발생한 사망자 수, 확진자 수, 해외유입 확진자 수로 구성되며, 백분위수 적용을 통하여 각 변수에 대한 등급 별 범위를 Table 3과 같이 설정하였다. 시·도별 1일 단위의 사망자·확진자·해외유입 확진자 수를 기반으로 각 변수에 대해 40%, 50%, 10%의 가중치를 주고 합산하여 평가하였으며, 이들 전체 기간에 대한 평균값을 활용하여 최종적으로 노출성을 평가하였다.

취약성과 저감성의 경우, Table 2에서 선정한 지표들이 다른 지표들과 상대적인 의미에서 비교할 수 있도록 Z-score 표준화 및 표준 정규 누적 분포 함수로 변환하여 0~1의 값을 갖도록 하였다. 또한 표준화된 지표(균등

가중치) 전체에 대하여 평균 후 이를 다시 표준화하여 최종적인 취약성, 저감성 평가를 실시하였다. 취약성의 경우, 0.2 이하인 경우 등급 1이며, 점진적으로 0.2씩 증가하여 0.8을 초과하는 경우 등급 5로 평가하였다. 저감성의 경우는 취약성과 반대로 0.2 이하인 경우가 등급 5, 0.8 초과인 경우는 등급 1로 평가하였다.

COVID-19 종합 위험성평가는 상기 과정을 통해 얻어진 지표별 위험도 등급을 해당 지수 값으로 하여 Eq. (1)과 같이 계산하였다. 단, 분모인 저감성의 경우, 위험도 등급에 대한 지수 값을 역으로 환산하였으며, 계산된 값은 다시 표준화하였다. 종합평가는 0.2 이하의 경우 종합평가 등급 1로 분류하였으며, 순차적으로 0.2씩 증가하여 0.8을 초과할 경우 등급 5로 평가하였다.

3. COVID-19 위험성 평가

3.1 위해성 및 노출성 평가

위해성 평가 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 등급 5로 나타난 시·도는 서울특별시, 대구광역시, 인천광역시, 경기도인 것을 확인할 수 있었으며, 울산광역시, 전라남도, 제주특별자치도는 등급 3으로 나타났으며, 세종특별자치시가 가장 낮은 등급인 2로 평가된 것을 확인할 수 있었다.

노출성 평가 결과는 Fig. 3과 같다. 노출성의 경우, 서울특별시, 인천광역시, 경기도의 등급이 등급 4로 높게 나타난 반면, 광주광역시, 대전광역시, 울산광역시, 강원도, 충청북도, 전라도, 세종특별자치시, 제주특별자치도는 등급 2로 나타나 낮은 위험도로 평가되었다. 그 외 지역들은 대부분 등급 3으로 나타나 노출성은 보통으로 평가되었다고 할 수 있다.

3.2 취약성 및 저감성 평가

취약성에 대한 평가는 전국 228개 지자체별로 실시되었으며, 그 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 수도권 및 광역시, 그리고 제주특별자치도의 경우, 감염병 취약성이 높은 것으로 나타났으며, 취약성이 낮게 평가된 지역은 강원도, 전라남도, 경상북도 내륙 지역인 것을 확인할 수 있었다.

저감성의 경우, 취약성과 마찬가지로 전국 228개 지자체별로 평가를 실시하였으며, 그 결과는 Fig. 5에 나타낸 바와 같다. 서울특별시와 강원도, 전라남도, 제주특별자치도의 경우 비교적 저감성이 높게 평가되어 위험성이

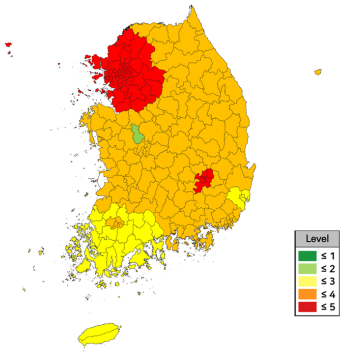


Fig. 2. Results of hazard assessment

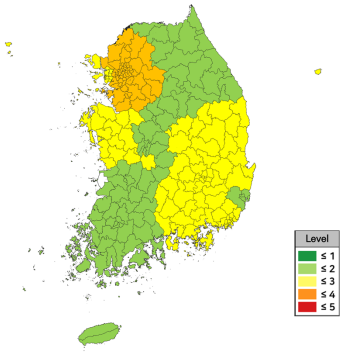


Fig. 3. Results of exposure assessment

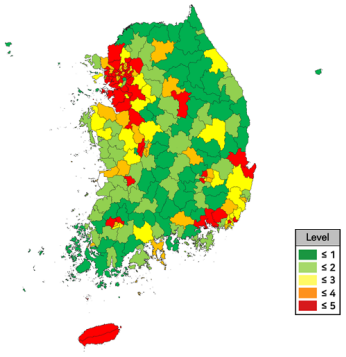


Fig. 4. Results of vulnerability assessment

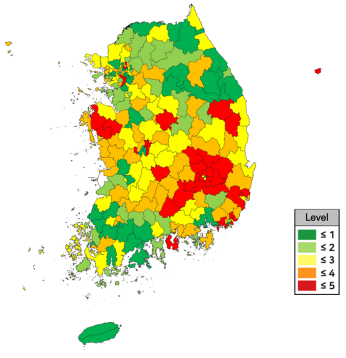
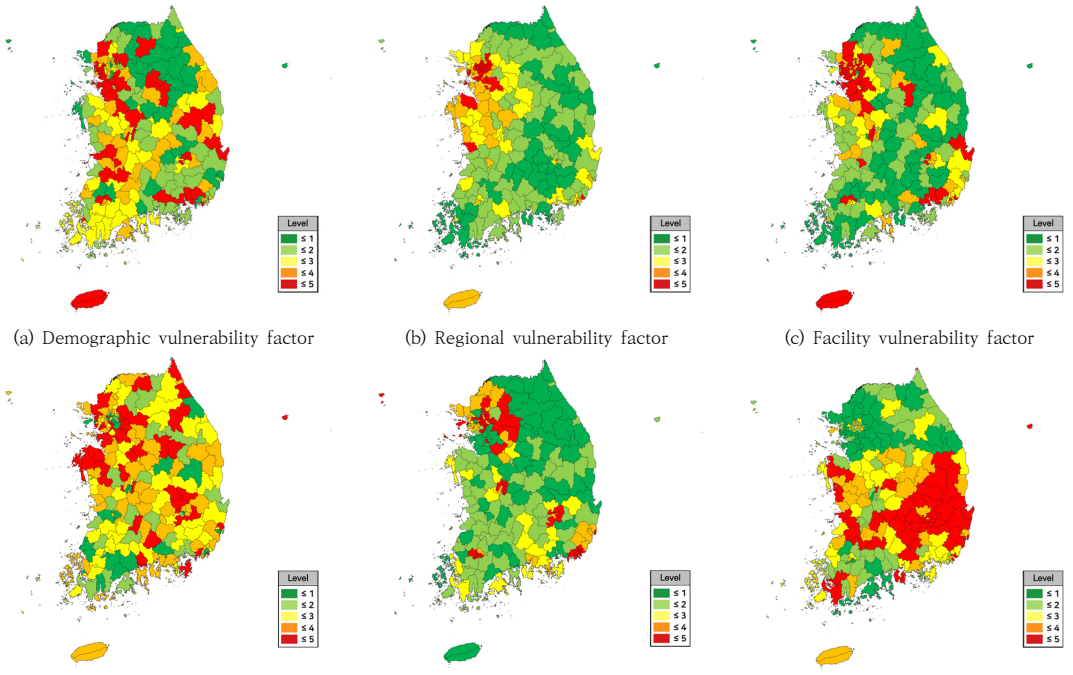


Fig. 5. Results of resilience assessment



(a) Demographic vulnerability factor (b) Regional vulnerability factor (c) Facility vulnerability factor

(d) Medical reducing factor (e) Administrative reducing factor (f) Policy reducing factor

Fig. 6. Results of vulnerability and resilience factors

낮은 것을 알 수 있었으나, 충청남도, 대구광역시, 부산광역시, 울산광역시, 경상남도, 경상북도는 저감성이 상대적으로 낮게 평가되어 위험성이 높은 것을 확인할 수 있었다.

취약성과 저감성의 세부 항목인 인구적, 지역적, 시설적, 의료적, 행정적, 정책적 평가 항목에 대해서는 Fig. 6에 종합하여 나타내었다.

3.3 COVID-19 위험성평가 및 고찰

228개 지자체를 대상으로 한 COVID-19 위험성평가 위험지도를 Fig. 7에, 상세 종합결과를 Table 4에 나타내었다. 평가 결과, 228개 지자체 중 등급 1로 나타난 지자체는 37개 지역으로 나타났으며, 등급 2는 92개 지역, 등급 3은 41개 지역, 등급 4는 21개, 등급 5는 37개 지역으로 나타났다.

서울시의 경우, 25개 구 중 18개 지역에서 위험등급 4이상으로 높게 나타났으나, 위험등급 3이하로 나타난 7개 지역은 저감성이 1~2 등급으로 높은 저감성을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

수도권과 부산광역시, 대구광역시의 경우 의료 및 정책적 인프라가 잘 갖춰져 있음에도 불구하고 취약성 상승에 영향을 미치는 시설적·지역적 특성 지표로 인해 전체적인 위험도가 상승한 것으로 사료되며, 부산광역시의 경우는 정책적 저감성에 관련된 지표들이 낮게 나타난 지역이 많았던 것도 하나의 요인으로 사료된다.

그 외 충청남도의 아산, 서산, 홍성, 예산의 경우 낮은 의료적·정책적 지표들에 의해 저감성이 4~5등급으로 나타났으며, 충청남도 다른 지역에 비해 결과적으로 전체적인 위험도가 상승한 것으로 생각된다.

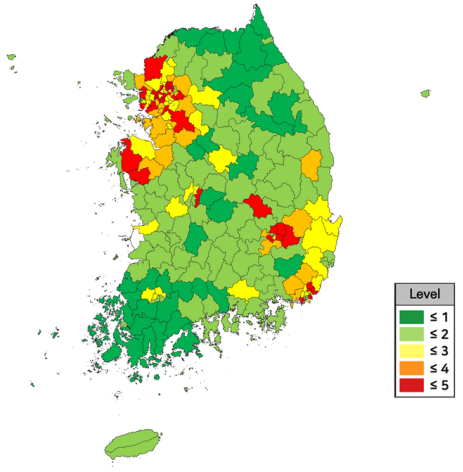


Fig. 7. Results of COVID-19 risk assessment

Table 4. Detailed results of COVID-19 risk assessment

	Region	①	②	③	④	⑤		Region	①	②	③	④	⑤		Region	①	②	③	④	⑤
Seoul	Jongno	5	4	5	1	3	Gyeonggi-do	Suwon	5	4	5	1	3	Jeollabuk-do	Jeonju	4	2	5	1	2
	Jung-gu	5	4	5	1	3		Seongnam	5	4	5	1	3		Gunsan	4	2	4	4	3
	Yongsan	5	4	4	4	5		Uijeongbu	5	4	5	2	4		Iksan	4	2	4	1	2
	Seongdong	5	4	5	4	5		Anyang	5	4	5	2	4		Jeongeup	4	2	2	4	2
	Gwangjin	5	4	4	3	4		Bucheon	5	4	5	1	3		Namwon	4	2	2	4	2
	Dongdaemun	5	4	5	1	3		Gwangmyeong	5	4	4	3	4		Gimje	4	2	2	2	2
	Jungnang	5	4	5	3	5		Pyeongtaek	5	4	5	2	4		Wanju	4	2	2	3	2
	Seongbuk	5	4	4	5	5		Dongducheon	5	4	2	4	3		Jinan	4	2	1	3	1
	Gangbuk	5	4	4	4	5		Ansan	5	4	5	2	4		Muju	4	2	1	5	2
	Dobong	5	4	4	5	5		Goyang	5	4	5	1	3		Jangsu	4	2	1	4	2
	Nowon	5	4	5	4	5		Gwacheon	5	4	1	5	3		Imsil	4	2	2	3	2
	Eunpyeong	5	4	4	4	5		Guri	5	4	3	1	2		Sunchang	4	2	1	4	2
	Seodaemun	5	4	4	2	3		Namyangju	5	4	5	2	4		Gochang	4	2	2	3	2
	Mapo	5	4	5	4	5		Osan	5	4	3	3	3		Buan	4	2	2	2	2
	Yangcheon	5	4	4	4	5		Siheung	5	4	5	3	5	Jeollanam-do	Mokpo	3	2	4	1	2
	Gangseo	5	4	5	4	5		Gunpo	5	4	3	4	4		Yeosu	3	2	4	2	2
	Guro	5	4	5	4	5		Uiwang	5	4	2	5	5		Suncheon	3	2	3	1	2
	Geumcheon	5	4	4	4	5		Hanam	5	4	4	4	5		Naju	3	2	2	1	1
	Yeongdeungpo	5	4	5	1	3		Yongin	5	4	5	3	5		Gwangyang	3	2	2	3	2
	Dongjak	5	4	4	4	5		Paju	5	4	5	3	5		Damyang	3	2	1	2	1
	Gwanak	5	4	5	5	5		Icheon	5	4	3	3	3		Gokseong	3	2	1	2	1
	Seocho	5	4	5	1	3		Anseong	5	4	3	4	4		Gurye	3	2	1	2	1
	Gangnam	5	4	5	1	3		Gimpo	5	4	4	3	4		Goheung	3	2	2	1	1
	Songpa	5	4	5	3	5		Hwaseong	5	4	5	2	4		Boseong	3	2	1	1	1
	Gangdong	5	4	5	2	4		Gwangju	5	4	3	4	4		Hwasun	3	2	2	1	1
Busan	Jung-gu	4	3	3	1	2		Yangju	5	4	3	3	3		Jangheung	3	2	1	3	1
	Seo-gu	4	3	3	1	2		Pocheon	5	4	2	2	2		Gangjin	3	2	2	1	1
	Dong-gu	4	3	3	1	2		Yeoju	5	4	2	2	2		Haenam	3	2	1	3	1
	Yeongdo	4	3	3	4	3		Yeoncheon	5	4	1	2	2		Yeongam	3	2	1	4	1
	Busanjin	4	3	5	2	3		Gapyeong	5	4	2	2	2		Muan	3	2	2	2	1
	Dongnae	4	3	4	5	5		Yangpyeong	5	4	2	4	3		Hampyeong	3	2	1	1	1
	Nam-gu	4	3	3	5	5	Gangwon	Chuncheon	4	2	4	2	2		Yeonggwang	3	2	2	1	1
	Buk-gu	4	3	3	4	3		Wonju	4	2	4	1	2		Jangseong	3	2	1	1	1
	Haeundae	4	3	5	5	5		Gangneung	4	2	3	1	2		Wando	3	2	1	2	1
	Saha	4	3	4	5	5		Donghae	4	2	2	2	2		Jindo	3	2	1	2	1
	Geumjeong	4	3	3	5	5		Taebaek	4	2	1	1	1		Sinan	3	2	1	3	1
	Gangse	4	3	2	5	4		Sokcho	4	2	2	1	2	Gyeongsangbuk-do	Pohang	4	3	5	3	3
	Yeonje	4	3	3	4	3		Samcheok	4	2	2	1	2		Gyeongju	4	3	3	4	3
	Suyeong	4	3	3	3	2		Hongcheon	4	2	1	2	1		Gimcheon	4	3	2	4	2
	Sasang	4	3	3	4	3		Hoengseong	4	2	1	1	1		Andong	4	3	3	3	2
	Gijang	4	3	3	4	3		Yeongwol	4	2	1	1	1		Gumi	4	3	4	5	5
Daegu	Jung-gu	5	3	4	1	2		Pyeongchang	4	2	1	4	2		Yeongju	4	3	2	2	2
	Dong-gu	5	3	4	5	5		Jeongseon	4	2	1	1	1		Yeongcheon	4	3	2	5	4
	Seo-gu	5	3	2	3	2		Cheorwon	4	2	1	1	1		Sangju	4	3	2	3	2
	Nam-gu	5	3	3	3	3		Hwacheon	4	2	1	3	1		Mungyeong	4	3	1	2	1
	Buk-gu	5	3	5	5	5		Yanggu	4	2	1	1	1		Gyeongsan	4	3	3	5	5
	Suseong	5	3	4	5	5		Inju	4	2	1	1	1		Gunwi	4	3	1	5	2
	Dalseo	5	3	5	5	5		Goseong	4	2	1	3	1		Uiseong	4	3	1	4	2
	Dalseong	5	3	2	5	4		Yangyang	4	2	1	3	1		Cheongsong	4	3	1	4	2
Incheon	Jung-gu	5	3	3	2	2	Chungcheongbuk-do	Chungju	4	2	3	3	2		Yeongyang	4	3	2	5	4
	Dong-gu	5	3	2	1	2		Jecheon	4	2	2	3	2		Yeongdeok	4	3	1	3	2
	Michuhol	5	3	5	2	3		Cheongju	4	2	5	2	2		Cheongdo	4	3	1	5	2
	Yeonsu	5	3	5	4	5		Boeun	4	2	1	4	2		Goryeong	4	3	1	5	2
	Namdong	5	3	5	2	3		Okcheon	4	2	1	3	1		Seongju	4	3	1	4	2
	Bupyeong	5	3	5	1	3		Yeongdong	4	2	1	3	1		Chilgok	4	3	1	5	2
	Gyeyang	5	3	4	3	3		Jincheon	4	2	1	4	2		Yecheon	4	3	2	4	2
	Seo-gu	5	3	5	4	5		Goesan	4	2	1	2	1		Bonghwa	4	3	1	5	2
	Ganghwa	5	3	2	3	2		Eumseong	4	2	2	5	3		Uljin	4	3	1	3	2
	Ongjin	5	3	1	4	2		Danyang	4	2	1	3	1		Ulleung	4	3	1	5	2
Gwangju	Dong-gu	4	2	3	1	2		Jeungpyeong	4	2	1	4	2	Gyeongsangnam-do	Changwon	4	3	5	1	2
	Seo-gu	4	2	4	4	3	Chungcheongnam-do	Cheonan	4	3	5	1	2		Jinju	4	3	4	3	3
	Nam-gu	4	2	3	1	2		Gongju	4	3	3	3	2		Tongyeong	4	3	2	2	2
	Buk-gu	4	2	5	4	3		Boryeong	4	3	2	4	2		Sacheon	4	3	2	4	2
	Gwangsan	4	2	5	3	3		Asan	4	3	4	4	4		Gimhae	4	3	5	4	4
Daejeon	Dong-gu	4	2	4	5	5		Seosan	4	3	3	5	5		Miryang	4	3	1	2	1
	Jung-gu	4	2	4	1	2		Nonsan	4	3	3	4	3		Geoje	4	3	2	4	2
	Seo-gu	4	2	5	1	2		Gyeryong	4	3	1	5	2		Yangsan	4	3	4	4	4
	Yuseong	4	2	5	4	3		Dangjin	4	3	4	3	3		Uiryeong	4	3	1	3	2
	Daedeok	4	2	2	5	3		Geumsan	4	3	2	3	2		Haman	4	3	1	3	2
Ulsan	Jung-gu	3	2	2	5	2		Buyeo	4	3	2	4	2		Changnyeong	4	3	2	4	2
	Nam-gu	3	2	4	3	2		Seocheon	4	3	2	4	2		Goseong	4	3	1	4	2
	Dong-gu	3	2	2	4	2		Cheongyang	4	3	2	4	2		Namhae	4	3	1	5	2
	Buk-gu	3	2	2	5	2		Hongseong	4	3	3	5	5		Hadong	4	3	1	2	1
	Ulju	3	2	3	5	3		Yesan	4	3	2	5	4		Sancheong	4	3	1	5	2
Sejong		2	2	4	4	2		Taean	4	3	2	4	2		Hamyang	4	3	1	4	2
Jeju		3	2	5	1	2									Geochang	4	3	2	4	2
															Hapcheon	4	3	1	5	2

Note: ① Hazard, ② Exposure, ③ Vulnerability, ④ Resilience, ⑤ COVID-19 risk assessment

세종특별자치시, 제주특별자치도, 울산광역시, 강원도, 충청북도, 전라남도, 전라북도, 경상남도의 경우 대부분의 지역이 종합위험도 등급 2 이하인 것을 확인할 수 있었으며, 일부 등급 3 이상의 경우 저감성 등급이 높은 것을 확인할 수 있었다.

서두에 언급한 행정안전부[3]에서 수행된 감염병 위험성평가의 경우, 일반적인 사회재난과 평가범위를 공유하고 있기 때문에 228개 지자체 중 211개의 지자체가 감염병 위해성 등급이 3으로 나타났으며, 노출성의 경우 228개 지자체 중 226개 지자체가 등급 2로 나타났다. 또한 노출성의 경우, 사망자 25인 초과, 부상자가 100인 초과, 재산피해 100억 원 초과인 경우 각 등급 5로 판정되기 때문에 COVID-19 데이터를 그대로 활용할 경우 노출성은 대부분의 지역이 위험 등급 5로 나타날 가능성이 있으며, 위해성인 발생빈도도 COVID-19가 긴 기간 지속되고 있기 때문에 대부분의 지역이 등급 5로 나타날 것으로 사료된다. 더불어 취약성의 경우 228개 지자체 중 등급 1이 159개 지역, 등급 2가 50개 지역으로 대부분을 차지하고 있고, 저감성은 등급 1이 204개 지역으로 나타나, 각 지자체별 위험도 변별력이 크지 않다고 할 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구에서 도출한 위해성, 노출성, 취약성, 저감성 결과는 행정안전부의 평가 기법을 활용하는 것보다 지자체별 COVID-19 위험성을 더욱 확실하게 확인할 수 있는 평가 방법이라 할 수 있다.

위해성과 노출성의 경우, 감염병 재난이 발생한 이후 발생빈도, 사상자 수 등 직접적인 피해에 따라 정해지는 위험도이지만 취약성 및 저감성의 경우는 각 지자체의 상황에 따른 것이므로, 향후 감염병 재난을 대비하기 위해서는 취약·저감성이 취약한 지역에서는 해당 위험성을 낮추기 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다. 특히 저감성 구성 요인 중에서도 정책적 요인은 지역주민의 의무 또는 권고 사항 실천률에 크게 기인하므로, 효율적인 관련사항 공지·광고·교육 등은 지자체 차원에서 가능한 위험도 저감 방법의 하나로 사료된다.

본 연구에서는 향후 유사한 감염병 재난을 대비하기 위하여 COVID-19 관련 자료를 기반으로 위험성평가 방법을 구축하였으나, 일부 연구적 한계점이 존재한다. 먼저, 위해성 및 노출성의 경우, 취약성과 저감성과 다르게 COVID-19관련 통계자료가 시·도로만 구분되어 있어, 시·군·구 단위의 평가가 실시할 수 없었다. 이에 정확한 평가를 위해서는 향후 COVID-19 종식 후 관련 백서 등으로부터 상세한 시·군·구 자료를 기반으로 평가를 실시할 한다면, 보다 면밀하고 차별화된 지역 간 등급 차이를 확인할 수 있을 것으로 생각된다. 두 번째로 취약성과 저감성의 평가지표의 경우 기존 연구를 검토하여 37개의 지표로 구성하였으나, 지표의 수가 많고 지표 간 상관성 등에 대한 검토는 이루어지지 못했다. 추후 지표 간의 상관성을 검토하여 상관성이 큰 지표는 생략하는 등의 보완을 통한다면 보다 간결하게 평가할 수 있을 것으로 사료된다. 마지막으로 본 연구에서 얻어진 COVID-19위험성평가 결과와 비교할 수 있는 기존 연구 또는 이전의 타 감염병 위험성평가와 관련된 연구의 부족으로 본 연구의 결과와 직접적인 비교·분석을 할 수 없었기 때문에 추후 타 연구자의 연구결과와 비교·분석이 요구된다고 할 수 있다.

상기 내용과 같이 본 연구에는 연구적 한계점이 존재하지만, 국내에서 COVID-19 데이터를 활용하여 위험성평가가 실시된 연구는 미비하기 때문에 본 연구는 후속 연구자에게 참고가 될 수 있는 기초적 연구·자료로서 의미가 있을 것으로 생각된다.

4. 결론

유사 감염병 재난 발생 시 사전 재난자원 비축을 통한 신속한 대응 및 대비하기 위한 기초적 연구로서, 국내에서 발생한 COVID-19 관련 자료를 기반으로 평가지표를 모색하고 위험성평가 기법을 구축하여 평가를 실시하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, COVID-19 확산과 관련된 기존문헌을 검토하여 COVID-19 위험성평가에 영향을 미치는 위해성, 노출성, 취약성, 저감성에 관한 지표를 추출하였으며, 취약성의 경우, 인구적·시설적·지역적 요소로, 저감성의 경우 의료적·행정적·정책적 요소로 세분화하여 위험성평가 기법을 구축하였다.

둘째, 위험성 평가를 위한 위해성, 노출성, 취약성, 저감성에 대하여 평가를 실시한 결과, 수도권의 경우 노출성과 취약성이 높은 등급으로 평가되었으나, 저감성이 높게 평가되는 것을 확인할 수 있었다.

셋째, COVID-19 위험성평가를 실시한 결과, 228개 지자체 중 등급 5는 34개 지역, 등급 4는 21개 지역, 등급 3은 41개 지역, 등급 2는 92개 지역, 등급 1은 37개 지역으로 나타났다. 수도권 지역과 같은 인구 밀도가 높은 지역은 의료·정책적 인프라가 잘 갖춰져 있음에도 시설·지역적 특성에 기인하여 종합위험성은 상승하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 얻어진 결과는 감염병 재난 위험성평가에 관한 기초적 자료로 사용될 수 있을 것으로 사료되며, 향후 평가지표 등의 고도화를 통한다면 감염병 재난과 관련된 재난자원 비축량 산정의 기준이 될 수 있을 것으로 사료된다.

References

[1] Statistics Korea (2023). National Situation Board on COVID-19, Statistics Korea Homepage, Available From: https://kosis.kr/covid/covid_index.do (accessed Oct. 23, 2023).

[2] J. H. Kim, S. K. Hong, Y. H. Kim, H. G. Ryu, C. M. Park, Y. S. Lee, S. J. Hong, "Experience of augmenting critical care capacity in Daegu during COVID-19 incident in South Korea", *Acute and critical care*, Vol. 35, No. 2, pp. 110-114, 2020.
DOI: https://doi.org/10.4266/acc.2020.00275

[3] Ministry of the Interior and Safety(MOIS) Final report on the development of forecasting method and operation model for the stockpiling and management of disaster management resources, pp. 296-304, 2019.

[4] J. H. Park and B. H. Kim, "Development of Integrated Disaster Mapping Method(II): Disaster Mapping with Risk Analysis", *J. Korea Water Resour. Assoc.*, Vol. 55, No. 1, pp. 85-97, 2022.
DOI: https://doi.org/10.3741/JKWRA.2022.55.1.85

[5] J. Ansell and F. Wharton, "Risk: Analysis, Assessment and Management", Wiley; 1st edition, pp. 1-230, 1992.

[6] A. Dwyer, C. Zoppou, O. Nielsen, S. Day, S. Roberts, "Quantifying social vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards", Department of Industry, Tourism and Resources, Australian Government, pp. 1-7, 2004.

[7] D. Benouar and A. Mini, "Improving Emergency Management in Algeria". Global Alliance International Workshop on Disaster Reduction, Reston, VA, 2001.

[8] S. R. Han, N. R. Kang, C. S. Lee, "Disaster Risk Evacuation for Urban Areas Under Composite Hazard Factors", *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 15, No. 3, pp. 33-43, 2015
DOI: https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2015.15.3.33

[9] S. W. Kim, J. M. Lee, D. W. Jang, J. J. Chon, "Disaster Risk Assessment for the Disaster Resources Management Planning", *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 18, No. 2, pp. 387-394, 2018.
DOI: https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2018.18.2.387

[10] M. J. Jung, S. H. Han, S. Y. Yoo, J. C. Lee, J. K. Hong, "A CFD Simulation of a Negative Pressurized Medical Container fo COVID-19 Testing", *Korea Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol. 33, No. 2, pp. 72-79, 2021.
DOI: https://doi.org/10.6110/KJACR.2021.33.2.072

[11] B. Y. Ha, Y. S. Bae, H. S. Ryu, M. K. Jeon, "Experience of Nurses in Charge of COVID-19 Screening at General Hospitals in Korea", *Journal of Korean academy of nursing*, Vol. 52, No. 1, pp. 66-79, 2022
DOI: https://doi.org/10.4040/jkan.21166

[12] E. Y. Kim, C. H. Baek, K. S. Park, "A Study on the Appropriate Spatial Composition and Area Plan of a Modular Screening Clinic to Respond to Infectious Diseases", *Journal of the Architectural Institute of Korea*, Vol. 37, No. 12, pp. 161-168, 2021.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK.2021.37.12.161

[13] J. Y. Kang and J. W. Park, "Measuring Spatial Accessibility to COVID-19 Testing Sites: A Case Study of Seoul", *Journal of the Korean Geographical Society*, Vol. 56, No. 2, pp. 231-244, 2021
DOI: https://doi.org/10.22776/kgs.2021.56.2.231

[14] S. H. Han, G. J. Lee, S. H. Choo, K. K. Oh, J. Y. Joung, "Developing Prediction Models for Public Transportation Passenger Flow under the Spread of COVID-19", *Journal of Korea Planning Association*, Vol. 58, No. 1, pp. 62-74, 2023.
DOI: https://doi.org/10.17208/jkpa.2023.02.58.1.62

[15] J. H. Park, "A Study of Changes in the Lives of the Infected Elderly Living Alone after Being: Exploring the Meaning of Life and Death with Dignity", *The Korean Governance Review*, Vol. 29, No. 3, pp. 135-150, 2022.

[16] N. W. Kang, "Game Immersion of MZ Generation Gamers in the ear of COVID-19: Focusing on Game Genre, Value, Interpersonal Relationship, and Interaction Effects", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 23, No. 2, pp. 267-279, 2023.
DOI: https://doi.org/10.5392/JKCA.2023.23.02.267

[17] B. C. Kim, D. G. Seo, J. H. Lee, E. K. Hwang, "A Study on a System for Supplying, Stockpiling, and Reusing Screening Center for Rapid Response to Infectious Diseases", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 24, No. 1, pp. 134-146, 2023.
DOI: https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.1.134

[18] J. H. Lee and M. S. Park, "Research on Major Infection Routes and Spread Patterns of COVID-19 by Region", Working Paper, WP 21-20, Korea Research Institute for Human Settlements, pp. 1-34, 2021.

[19] J. H. Lee, M. S. Park, S. W. Lee, "The Transmission Dynamics of SARS-CoV-2 by Setting in Three Waves in the Seoul Metropolitan Area in South Korea", *Health and Social Welfare Review*, Vol. 41, No. 2, pp. 7-26, 2021
DOI: http://dx.doi.org/10.15709/hswr.2021.41.2.7

[20] Y. M. Noh, E. U. Kim, J. H. Jung, H. S. Jung, A. J. Lee, J. H. Yu, S. J. Hong, "Epidemiological Characteristics of COVID-19 cases reported in Honam, Republic of Korea, January – December, 2021", Public Health Weekly Report, Korea Disease Control and Prevention

Agency, Vol. 15, No. 9, pp. 565-577, 2022.

[21] K. H. Han, D. K. Kim, W. Kang, J. H. So, C. K. Lee, "Analysis of the Current Status and Correlation of Traffic Demand according to the COVID-19 Indicator", *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol. 20, No. 6, pp. 55-65, 2021. DOI: https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.6.55

[22] S. J. Lee, "*Spatial Characteristics of Contagious Disease Patients' Residential Locations and Visiting Places: Focusing on the COVID-19 Confirmed Cases in Busan, Korea*", Dong-A University, Master thesis, pp. 1-74, 2022.

[23] E. C. Jung, J. Han, "Research on Construction of Indicators to Estimate the Social and Economic Influences of COVID-19", Research Report No. 2020-16, Statics Korea Statistics Research Institute, pp. 1-58, 2021.

[24] M. J. Kim, "*Influence of Healthcare Indicator on COVID-19 in OECD Countries*", Chung-Ang University, Master thesis, pp. 1-44, 2021.

[25] J. H. Jang, S. Y. Park, S. H. Ahn, S. C. Yang, S. S. Kim, et al., "One-Year Report of COVID-19 Outbreak in the Republic of Korea, January-December 2021", Public Health Weekly Report, Korea Disease Control and Prevention Agency, Vol. 15, No. 4, pp. 225-234, 2022.

김 봉 찬(Bong-Chan Kim) [정회원]

- 2013년 2월 : 호서대학교 일반대학원 소방방재학과 (공학석사)
- 2021년 3월 : 요코하마국립대학 환경안전공학부 (학술박사)
- 2021년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 건축연구본부 박사후연구원

〈관심분야〉
건축제도정책, 피난안전설계

염 태 준(Tae-Jun Yeom) [정회원]

- 2016년 2월 : 인천대학교 일반대학원 건축학과 (공학석사)
- 2021년 2월 : 인천대학교 일반대학원 건축학과 (공학박사)
- 2022년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 건축연구본부 박사후연구원

〈관심분야〉
건축계획 및 설계, 건축제도정책, 도시재생

서 동 구(Dong-Goo Seo) [정회원]

- 2010년 8월 : 호서대학교 일반대학원 소방방재학과 (공학석사)
- 2014년 8월 : 호서대학교 일반대학원 소방방재학과 (공학박사)
- 2015년 11월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 건축연구본부 수석연구원

〈관심분야〉
건축제도정책, 피난안전설계