

취약계층 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 진단도구 개발

이종욱* · 김윤정** · 이동근***†

*뉴욕주립 버펄로대학 토목구조환경공학과 박사후 연구원, **환경정책·평가연구원 국가기후변화적응센터 전문연구원,
***서울대학교 조경·지역시스템공학부 교수

Development of Public Building Diagnostic Tools to Improve Climate Resilience for Vulnerable Groups

Lee, Jongook* · Kim, Yoon Jung** and Lee, Dong Kun***†

**Postdoctoral Fellow, Department of Civil, Structural and Environmental Engineering, The State University of New York at Buffalo, United States of America*

***Research Specialist, Korea Environment Institute, Korea Adaptation Center for Climate Change, Seoul, Korea*

****Professor, Department of Landscape Architecture and Rural system Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea*

ABSTRACT

Cities must be able to recover from the impacts and stresses caused by climate change by promoting climate resilience for ensuring climate change adaptation and sustainable urban development. However, there is little research on climate resilience for public facilities constructed for supporting vulnerable populations that are sensitive to damage from natural hazards related to climate change. The purpose of this study is to identify the elements of climate resilience and to develop diagnostic tools for public facility buildings that are mainly used by vulnerable groups, to cope with the negative impacts and potential damages caused by climate change. The developed diagnostic tool was aimed to assess quantitatively the functionality of public buildings and adequacy of building facilities for improving climate resilience. Moreover, the tool was organized using components of climate resilience, identified as system, agent, and institution. A total of 48 items in the diagnostic tool was derived and categorized into seven topics: general climate risk, atmosphere, water, material storage, energy, other media, and education& institution. This study was conducted for actual application to elderly welfare facilities, children day care centers, public health care facilities, etc., as various types of public welfare buildings for vulnerable groups. Except for the items related to institutional issues that need to be reinforced further during actual investigation project, the components representing climate resilience in the diagnostic tools are well balanced. This indicates that the tool is fit for developing public building diagnostic tools to improve climate resilience for vulnerable populations.

Key words: *Urban Resilience, Risk Management, Building Facility, Functionality, Climate Adaptation*

†**Corresponding author** : dklee7@snu.ac.kr (08826, Department of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, Republic of Korea. Tel. +82-2-880-4875)

ORCID 이종욱 0000-0001-6645-6623
김윤정 0000-0002-2240-3703

이동근 0000-0001-7678-2203

1. 서론

기후변화와 연관하여 미래를 고려하고 평가하는 방식에 영향을 주고 있는 회복력의 개념은 ‘기후 회복력’(climate resilience), ‘도시 회복력’(urban resilience) 등의 용어로 언급되며 도시분야 연구에서 전세계적으로 논의되고 있다(Moffatt, 2014; Sanchez et al., 2018). 도시지역 기후 회복력에 관한 정의와 평가 방식에 대해서 다양한 의견들이 존재하지만, 도시가 기후 변화에 대비하고 지속가능성을 확보하기 위해서는 관련된 충격과 스트레스로부터 회복될 수 있어야 하며, 지속가능한 도시 개발을 위하여 기후 회복력을 증진시켜야 한다는 점에서 전반적인 의견의 일치가 있다(Leichenko, 2011; Marchese et al., 2018).

국내에서도 회복력에 관한 연구가 사회과학 분야에서 2000년부터 시작되었으며, 2011년부터는 기후 변화와 관련하여 도시 회복력을 증진을 위한 다양한 연구가 진행되었다(Lee et al., 2019). Kim D et al. (2016)은 기후 회복력에 대한 도시 단위 평가체계를 구축하고 이를 측정하기 위한 지표를 개발하여 국내 도시들의 기후 회복력을 평가하기 위한 방법을 제시하였고, Kim E et al. (2018)는 기초 지자체의 기후변화 대응을 위한 도시 회복력을 평가하기 위하여 사회적, 경제적, 생태적 그리고 도시 인프라 회복력에 관련한 지표들을 선정하여 이를 증진시키기 위한 방안을 검토하였다. 재난·재해와 관련한 기후 회복력의 경우, Kim Y et al. (2018)은 도시 홍수에 대비하는 회복력 증진을 위해 델파이(Delphi)와 계층적 의사결정기법(Analytic hierarchy process - AHP)을 활용한 홍수대응 전략의 우선순위 결정 사례를 소개하였다.

이와 같이, 전국 단위 도시들의 기후 회복력 평가를 위한 방법부터 기초 지자체의 도시 회복력 평가 및 증진을 위한 방안, 그리고 재난 재해에 대비한 회복력 증진 방안 등 다방면의 기후 회복력 관련 연구가 존재한다. 그러나 도시를 구성하는 세부요소 중 하나인 건물 수준에서 기후 변화 적응과 기후 회복력 증진을 위한 연구는 부족하였으며(de Wilde and Coley, 2012), 특히 기후변화에 의한 피해를 민감하게 받을 수 있는 취약계층이 이용하는 공공시설 대한 기후 회복력 평가 및 증진 방안에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 건물 단위의 기후변화 회복력 진단 및 확보의 필요성은 유엔재난경감연구소(UNISDR)에 의해 주장된 샌다이 프레임워크에서도 강조된 바 있다(UNISDR, 2015). 2015년~2020년 제2차 국가 기후변화 적응 대책에서는 기후변화로 인한 부정적 영향을 상대적으로 크게 받

을 수 있는 취약계층 이용 공공 건축물에 대한 정책 지원 도구가 부족하다는 평가가 있었다(MoKG, 2015).

이를 보완하기 위한 연구로 공공 부분의 취약계층 집중 이용 시설에 대한 기후 회복력 강화를 위하여 시설현황을 조사하고 기후 회복력 증진을 위한 관리 도구 개발 및 시범 적용 사업이 이루어진 사례가 있으며(Choi et al, 2016), 공공보건의료시설을 대상으로 기후 회복력 평가를 위한 점검표가 개발된 바 있다(Ha et al. 2015). 그러나 상기 연구사례는 현장 적용을 하기에는 구체성과 체계성이 부족하다는 점에서 활용에 한계가 있었으며 실제 건물 단위의 기후 회복력 진단을 위한 점검 사항들이 세부적으로 다루어지지 못하였다. 또한 일부 공공시설(종합병원, 어린이집)에만 국한된 점검도구로 개발된 특성을 가진다. 그러나 제2차 국가 기후변화 적응 대책에 의거해 우리나라는 취약계층 이용 공공건물을 대상으로 한 기후 회복력 진단도구의 개발을 시행할 필요가 있으며(MoKG, 2015), 이에 본 연구를 통해 관련 세부시행계획의 이행을 위한 진단도구의 개발을 추진하였다.

취약계층이 집중 이용하는 노인 요양원, 어린이집, 보건소, 각종 쉼터 등 소규모 공공시설들의 실질적인 기후 회복력 증진을 위해서, 사업 실행단계에서는 일반적이고 추상적인 기후 회복력 증진 관련 사항을 점검하기보다는 건물의 시설과 제공 기능에 초점을 맞추어 진단 도구를 개발하고 운영할 필요가 있다. 결과적으로 본 연구의 목적은 취약계층의 밀집 사용이 이루어지고 있는 공공시설을 대상으로 기후변화의 부정적 영향과 잠재적 피해에 대응하기 위한 기후 회복력 요소들을 식별하고 진단도구를 개발하여, 기초 지자체가 자체적으로 공공시설의 기후 회복력을 증진할 수 있도록 지원하는 데 있다.

이러한 연구 목적에 따라, 본 논문에서는 2장에서 기후 회복력에 관련한 연구 배경과 공공건물 기후 회복력 증진을 위한 국내외 연구 사례를 구체적으로 알아보고자 한다. 이와 함께, 취약계층의 기후 회복력 증진을 위해 필요한 공공건물의 기능에 대해서도 설비를 중심으로 알아보고자 한다. 연구의 결과물로서 3장에서는 기후 회복력 증진을 위하여 개발된 진단도구 특성 및 평가항목 분석에 대하여 알아보고, 고찰을 위한 4장에서는 연구결과를 기반으로 취약계층 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 진단사업 실행의 필요성과 효율적 실행을 위한 방안, 그리고 진단사업 실행 시 필요한 취약계층의 참여 및 제도적 지원에 대한 시사점을 논의하고자 한다.

2. 진단도구 개발을 위한 문헌 조사

2.1 기후변화 취약계층 및 취약계층 이용 공공건물

세계보건기구(World Health Organization - WHO)의 정의에 의하면 취약성은 개인 또는 조직이 재난을 예상하고 대처하여 저항 또는 복구할 수 있는 정도를 의미한다(Adams, 2002). 기후변화 취약계층은 취약성에 대한 정의 중 특히 사회적 취약성의 정의와 관련이 있다. 사회적 취약성(social vulnerability)은 자연재해의 영향을 예측, 대응, 저항, 회복할 수 있는 능력에 영향을 미치는 개인 및 집단의 특성을 의미하며 기후변화 취약계층은 기후에 대한 노출이 발생하였을 때 연령, 성별, 사회적 지위, 건강상태, 인종, 자원에 대한 접근성 등 요인에 의해 야기된다(Otto et al., 2017). 따라서, 이러한 여건에 영향을 받아 일차적으로 사회적 취약계층이 형성되며, 기후 위험도에 관련해서는 이차적으로 주택의 형태, 주거의 위치, 사회 복지 접근성 등에 의해 취약성의 경중이 결정되기도 한다(Tyler and Moench, 2012).

기후변화 취약계층은 지역 커뮤니티 내부에서 기후변화에 대해 높은 취약성을 가지며, 구체적으로 노인, 어린이 등 생물학적 취약계층, 저소득층 등 사회경제학적 취약계층, 농림어업 종사자 등 산업부문 취약계층, 기후변화 취약지역 거주자 등 지리적 취약계층이 이에 해당된다(Shin J, et al., 2013). 공공 영역에서 제공되는 시설물의 서비스를 통하여 취약계층의 기후 회복력을 효과적으로 증진하기 위해서는, 위 집단들이 필요로 하는 공공건물의 종류와 서비스를 우선 파악하고, 제공되어야 하는 기능들을 건물 설비 및 시스템에 관련하여 세부적으로 인식한 후, 진단도구를 개발하고 점점 사업을 정기적으로 진행해야 한다.

국내의 기후변화 취약계층 이용 시설은 Table 1과 같이 복지시설, 병·의원 시설, 교육시설, 각종 쉼터 등 네 가지 종류로 나누어 볼 수 있다(Choi et al., 2016). 복지시설은 다시 노인 대상 시설과 장애인 대상 시설 등으로 구분 가능하며, 노인 복지시설 및 장애인 복지시설, 그 밖에 노숙인 시설, 아동 보육원 등이 진단사업의 대상이 될 수 있다. 병 의원 시설은 각급 지자체 보건소, 노인요양 병원 등이 포함될 수 있으며, 종합병원 및 개인 병원보다는 취약계층이 집중 이용하는 공공 영역의 의료시설을 본 연구 결과물 적용 대상 건물로 한정할 필요가 있다. 교육 시설은 각급 학교 및 어린이집, 공공 도서관 등이 해당되며, 취약계층인 미취학 아동의 교육 시설, 즉 공공 어린이집 등이

진단 도구 적용 대상이 될 수 있다. 쉼터는 각종 기후관련 재해에 노출될 수 있는 취약계층의 피해 정도를 줄이고 경제적 회복 및 심신 건강의 복구를 돕기 위한 시설로서, 각종 무더위 쉼터, 한파 대피소, 태풍·홍수 등에 대비한 임시 대피소 지정 건물(공공 실내 체육관) 등이 진단 대상이 될 수 있고, 그 밖에 각종 취약계층 보호 시설도 대상에 포함될 수 있다.

이상 알아본 취약계층 집중 사용 공공시설 중에서도 기후변화 피해에 가장 민감하게 영향을 받을 수 있는 집단이 사용하는 시설에 진단도구를 우선 적용하여 피해 회복을 위한 기능들을 특정 기준 이상 유지할 필요가 있다. 예를 들어, 노인 복지시설 중에서도 도시 구 단위 주민센터 및 지방 군 단위 복지회관보다는 노환으로 거동이 불편한 노인들을 위한 노인요양원이, 일반 어린이집보다는 부모 도움을 받지 못하는 아동들을 위한 보육원 등이 우선 대상이 되어야 한다. 복지시설, 병·의원 시설, 교육시설 등 취약계층이 밀집 사용하는 공공건물들은 기후변화 적응을 위한 자원으로 활용될 수 있는 중요한 역할을 지니고 있다. 그러나, 해당 시설들의 기후 회복력 진단을 위한 세부 단계 연구가 미흡한 실정이므로, 취약계층 사용 공공건물을 점검하기 위한 진단 도구가 조속히 제공될 필요가 있다.

2.2 기후 회복력의 정의와 적용

기후 회복력(Climate resilience)은 국문으로 기후탄력성, 기후 회복탄력성 등으로 번역되어 기후변화 관련 분야 전문 용어로 사용되고 있다. IPCC에서 기후 회복력은 ‘사회 또는 생태 시스템이 스트레스와 변화에 적응하며 기본 기능과 구조를 유지할 수 있는 능력, 교란을 흡수할 수 있는 자가 구성(self-organization) 능력’으로 정의된 바 있다(IPCC, 2007). 본래 회복력(Resilience)의 정의는 강도와 저항의 의미를 내포하였으나, 최근 생태학, 사회생태 시스템, 재해 관리, 지속가능성 등의 연구 분야에서 회복력은 유연성(flexibility)과 변화(change)에 대한 학습의 개념으로 언급되고 있다(Antrobus, 2011; Miller et al., 2010; Prasad et al., 2008). 기후 회복력은 기본적으로 기후변화가 발생하였을 때 해당 시스템을 유지하고 자가 회복할 수 있는 능력을 포함하며(Klein et al., 2003), 추가적으로 ‘학습 개념(notions of learning)’과 ‘적응 능력(adaptive capacity)’이 기후 회복력의 의미에서 강조되고 있다(Tyler and Moench, 2012).

Table 1. Type of public facility for vulnerable population in South Korea

Classification	Facility type	Facility name	Related law
Welfare facility	For elderly	Welfare facilities for the elderly	Welfare of senior citizens act
		Senior welfare complex facility	Special act on improvement of public health and welfare of residents in agricultural and fishing villages
	For children	Child welfare facility	Child welfare act
	For disabled	Welfare facilities for the disabled	Act on welfare of persons with disabilities
		Welfare facilities for mental health	Act on the improvement of mental health and the support for welfare services for mental patients
	Etc.	Homeless shelter	Act on support for welfare and self-reliance of the homeless, etc.
Social welfare center (Tuberculosis, Hansen's disease, etc.)		Social welfare services act	
Public health care institution	Hospital	General Hospital	Public health and medical services act
		Nursing Hospital	
		Local medical center	Act on the establishment and management of local medical centers
	Other medical institutions	Public Health Care Center	Regional public health act
Educational facilities	For school children	Elementary school	Elementary and secondary education act
	For preschool children	Children day care center	Child care act
Shelters	Shelter and Protection facility	Heatwave shelter	'Countermeasures against natural disasters act' & related local government regulation
		Cold wave shelter	
		Local self-help center	National basic living security act
		Single-parent family welfare facility	Single-parent family support act
		Multicultural Family Support Center	Multicultural families support act
		Sexual violence victim protection facility	Sexual violence prevention and victims protection act

* The translated titles of Korean laws were referenced from the Korea Law Translation Center of the Korea Legislation Research Institute (https://elaw.klri.re.kr/eng_service/main.do) (Source: Choi et al., 2016)

국내에서 서울특별시의회는 기후 회복력을 ‘기후 변화와 연관되어 발생할 수 있는 위험과 취약성을 인식하고, 이 부분에 대응하기 위하여 인적 자원 이외에 제도적, 기술적, 재정적 자원을 확보하고, 시스템의 견고성 및 취약 분야 중첩 준비에 기반하여 신속히 지속가능한 복원을 가능케 하는 사회, 경제, 제도적 종합 능력이라 정의한 바 있다(SMC, 2014). 기후 회복력을 기후변화 적응에 비교해 보면, 자연 및 인간 시스템의 변경을 통하여 기후 영향에 의한 피해를

줄이고 유익한 기회로 활용하고자 하는 것이 기후변화 적응의 개념인 반면(Moser and Ekstrom, 2010), 기후 회복력 정의에는 시스템의 유지와 자가 회복에 핵심 의미가 있다.

이러한 기후 회복력 정의에 기초하여, 진단도구에는 시스템의 유지와 자가회복, 학습능력을 위한 거버넌스, 커뮤니티케이션, 비상대응 체계 등의 조직(organization)적 측면의 진단 항목들이 공공건물의 물리적 시설 진단 항목들과 함께 포함되어야 한다. 아울러, 기후 회복력 증진을 위해

서는, 설계된 공공건물의 기능성을 확인하고 설비의 필요 수준을 파악하는 기초작업이 기후변화 문제와 연계하여 우선 실행 되어야한다. 취약계층의 기후 회복력 증진을 위한 시스템 유지, 자가회복, 학습 능력과 공공건물의 기능 성과의 관계는 Fig. 1의 개념도와 같이 나타낼 수 있다.

공공건물의 기후변화 관련 기능성이 사전에 계획되고 설계에 반영되어 있지 않았을 경우, 진단도구를 활용하는 감사자는 기후변화 피해에 대응하기 위한 공공건물의 적정 기능성을 이용자 및 운영자 등 이해관계자들과 함께 면밀히 파악한 후 진단을 실시해야 한다. 본 연구는 취약계층의 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 대상 진단 도구 개발에 목적이 있으므로, 기존의 기후변화 적응 관련 대책들과는 차별되는 접근을 하였고, 진단사업 실행 단계에 포함되어야 할 점검 항목들을 체계적으로 분석하였다. 즉, 사용자 행동의 변화, 건물 시스템의 변경, 주변 사회 환경의 변경 등을 통한 기후 적응보다는, 기후 변화에 의한 스트레스와 충격으로부터의 복구라는 기후 회복력 개념에 근거하여, 공공건물 필요 기능의 회복과 유지의 관점에서 구체적 점검 항목들을 구조화하는데 중점을 두었다.

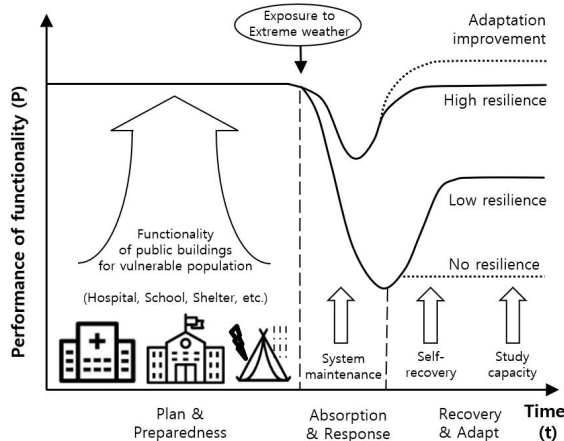


Fig. 1. Relation of system maintenance, self-recovery, study capacity to improve climate resilience of vulnerable groups based on the definition of resilience

취약계층 밀집 사용 공공건물에 기후 회복력 개념을 체계적으로 적용하기 위해서는, 우선 기후변화 피해의 수용 대상의 구분이 필요하다. 공공시설을 기준으로 하여 수용

체는(receptor) Fig. 2와 같이 건물 자체, 시설 사용 취약계층, 주변 환경 세가지로 구분될 수 있다. 첫째, 공공건물의 기후 영향에 대한 회복력은 시설물 자체의 물리적 기능과 유무형의 시스템이 외부 충격에 대항하여 유지될 수 있는지 관련 능력(performance) 들을 점검함으로써 진단될 수 있다. 예를 들어, 기후변화에 관련한 스트레스인 극한 기상에 의한 건물 영향은 혹한, 혹서, 폭우, 강풍, 대설 등이 있을 수 있으며, 혹한에 대비한 난방 에너지원 및 단열성 확보, 혹서에 대비한 냉방 공조시설 확보, 폭우에 대비한 배수시설 유지, 강풍 및 대설에 대비한 외부 견고성(integrity) 유지 등이 기후 회복력을 위한 기능성에 해당될 수 있다. 둘째, 취약계층 사용자들이 기후변화 피해를 흡수 회복할 수 있도록 공공건물이 제공해야하는 기능과 시스템이 유지될 수 있는지 관련 요소들이 진단되어야 한다. 예를 들어 무더위 쉼터 기능, 한파 대피 기능, 녹지 제공 기능, 교육 및 세미나 제공 시스템 등이 해당될 수 있다. 셋째, 공공건물들은 그 상대적으로 규모가 크고 분포 지역이 전국적으로 광범위하여 지역 거점 시설로서 파급력이 있으므로, 기후변화를 완화시키기 위한 기여 관점에서 주변 환경에 영향을 주는 항목들에 대한 세부적 점검도 필요하다. 해당 사항으로, 지구 온난화를 촉진시킬 수 있는 온실가스의 배출, 공조시설 냉매에 오존파괴물질 사용, 유해 화학물질의 저장 및 사용 후 배출, 방사성 동위 원소의 저장 및 사용 등이 주요 점검 사안이 될 수 있다. 포괄적으로 기후 회복력을 증진을 위한 점검항목들은 사회 생태 시스템의 전반적 회복에 도움을 주고 인간사회의 복지와 지속가능성을 확보에 목표를 둘 필요가 있다.

2.3 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 진단 구성요소

공공건물들은 대부분 도심지역에 위치하고 지방에서도 시가지 환경에 있으므로, 도심지역에 기후 회복력 증진을 위한 분석적 접근이 가능하다. Tyler and Moench (2012)는 도심지 기후 회복력 증진을 위한 구성요소를 시스템(systems), 주체(agents) 제도(institutions) 세 가지로 구분하여, 각각의 연결성을 확보하고 운영체계를 효과적으로 구축하는 것이 회복력 유지를 위해 중요하다 하였다. 도시 및 시가지 환경에 위치한 공공건물들은 구조 및 설비 시스템을 통해 기능을 제공하며, 운영자 및 사용자, 관공서의 관리 주체에 의해 유지될 수 있고, 각종 법규 및 운영 내규상의 제도에 영향을 받게 된다.

기후 회복력 구성요소 중 시스템에서는 고장 또는 교란

상황에서도 의도된 기능성이 빠르게 원위치로 복구될 수 있는 능력이 강조되어(Bruneau et al., 2003), 강건함과 안정성을 강조하는 공학분야의 시스템과는 다른 의미를 내포한다. 기후 회복력 증진을 위한 시스템의 특성은 유연성(flexibility), 여유성(redundancy), 고장안전성(safe failure)의 세가지 항목으로 다시 요약할 수 있다(Alberti et al., 2003; Folke, 2006; Leichenko, 2011). 공공건물의 전기 에너지 공급 회복력 측면에서 위 시스템 특성을 예시하자면, 유연성(flexibility)은 복수의 공급원 확보를 통한 유사시 전기 단전 상황 대비가 이에 해당된다고 볼 수 있다. 여유성(redundancy)은 비상 전원의 구비를 위한 설비 점검 항목과 관련되며, 일반적으로 대규모 복합 건물에 설치되어 있는 디젤엔진계열의 비상 발전기의 기능 유지가 여유성에 해당된다고 볼 수 있다. 안전 고장(safe failure)의 경우 전기 공급 시설의 안전성과 관련하여 여러 가지 고장 상황에서도 (누전, 단전, 단선, 변압기 고장 등) 화재 및 감전 등의 위험으로부터 시설 이용자들을 보호하기 위한 근원적 안전(intrinsic safety) 장치가 설치되어 있는지 점검하는 항목 등이 해당된다.

도심지 기후 회복력 증진을 위한 구성요소 중 주체(agent) 요소는 활동을 하는 주체로서 개인, 가구, 사회 기관 등을 포함하며, 기후 회복력 유지를 위한 활동의 중심점으로서 독립적 분석, 개선의 시도, 전략적 선택 등을 가능하게 하고 학습을 통한 자가 회복을 실행하게 된다(Folke, 2006; Gallopín, 2006). 주체 요소의 기후 회복력 증진을 위한 능력 관련 특성들은 재해 리스크 저감 분야에서도 함께 다루어지며 반응성(Responsiveness), 자원(Resourcefulness), 학습능력(Capacity to learn) 등이 주요 항목으로 언급된다(Twigg, 2007). 본 연구에 주체 요소를 적용하면, 공공건물 사용 주체인 취약계층과 운영 주체인 관리기관, 이외에 공공 영역을 전반적으로 관장하는 지방정부와 담당 지자체 공무원 등이 해당되는 것으로 확대하여 생각해 볼 수 있다.

제도(institution)는 사회 구성의 형식과 질서를 유지하고 인간 및 집단 간의 상호작용을 보다 예측가능하도록 안정화하는 역할을 하는 요소이며(Campbell, 1998; Hodgson, 2006), 취약계층의 기후관련 피해를 경감하고 조속한 회복을 촉진하기 위한 중요 요건 중 하나이다. 공공건물 진단을 통한 기후 회복력 증진도 적절한 제도적 지원이 있어야 가능하며, 지속적 사업 성과의 유지를 위해서도 제도적 요소가 필요하다. 특히, 거버넌스와 집단행동을 위한 제도들은 각종 사회 생태계에서 지속가능성을 유지

하므로 회복력 강화를 위한 방향으로 수립되어야 한다(Adger et al., 2005; Folke et al., 2005; Tompkins and Adger, 2004). 예를 들어, 공공시설 운영을 위한 주기적 운영 주체 회의 시 취약계층의 참여가 제도화되어 있는지 감사는 진단도구를 통하여 검토할 수 있어야 한다. 즉, 취약계층 이용자의 불편사항이 반영되어 다음 분기 목표 및 세부 사업이 수립되도록 제도적 장치가 마련되어 있는지 확인해야 하며, 제도적으로 미흡한 부분이 있다면 개선될 수 있도록 권고 조치 되어야 한다.

이상 알아본 기후 회복력 증진을 위한 구성요소들은 독립된 항목들로 구분하기보다는 상호 유기적으로 연결되어 취약계층의 복지증진이라는 궁극적 목표가 달성되도록 적용되어야 한다. 예를 들어, 일선에서의 기후 회복력 증진 사업의 주체가 될 수 있는 담당 지방 공무원은 취약계층에게 기후변화 관련 대규모 피해가 발생할 수 있는 특정 시점에서 비상대응이 가능하도록 제도를 숙지하고, 또 다른 주체인 지방 정부의 관련 담당 부서에 자원공급(재정 및 물품 조달 등) 요청할 수 있도록 의사소통의 시스템을 원활히 확보해야 한다. 본 연구에서 도출된 진단 항목들은 시스템, 주체, 제도 세 가지 회복력 요소를 기준으로 구분하여 기후 회복력이 평가될 수 있도록 구성되었고, 강화되어야 할 요소가 어떤 부분인지 가능할 수 있도록 하였다.

2.4 공공건물 기후 회복력 증진 사례

공공건물 기후 회복력 관련한 연구들 중 선행연구로 참고할 만한 해외 사례는 북미권에서 개발되어 실행 중인 보건의료시설의 기후 회복력 증진 관련 자료들이 있다. 미국 및 캐나다에서는 보건의료시설의 기후 회복력의 중요성을 인식하고, 이를 평가하기 위한 점검표(check list) 형식의 진단도구를 정부 주도로 개발하여 보급하였다(CCGHC, 2020; Guenther and Balbus, 2014; White House, 2013). 기후변화와 관련된 보건의료시설의 피해는 시설물 자체 손상뿐만 아니라 필수 보건 서비스 제한과도 연결될 수 있다. 이는 일반환자들의 진료까지 어려움을 더하고 전반적인 국민 건강 수준을 저하시킬 수 있으므로 위 사례가 선제적 대책의 일환으로 마련되었다 볼 수 있다(Paterson et al., 2014).

미국 보건의료시설 기후 회복력 강화를 위한 평가 점검표는 기후 회복력에 관한 사항들을 점검할 수 있도록, 기후위험 및 지역사회 취약성 평가, 토지이용 및 건축설계 규제사항, 기반시설 보호 및 회복력 계획, 필수 의료보호 서비스 제공 계획, 환경보호 및 생태계적응, 총 다섯 가지

주제의 질문사항들로 정리되어 있다. 기후위험 및 지역사회 취약성 평가 부분 점검항목은 일반적 사항으로서 기후 관련 위험 사항에 대한 경계 수준을 점검하고, 기후 위험에 관련한 이해도와 기후관련 재해들에 대한 위험 평가 수준을 점검한 후, 미래의 기후 취약성에 대한 대응 체계를 진단한다. 토지이용 및 건축설계 규제사항 점검항목은 입지특성에 있어 홍수나 산불, 가뭄, 열섬 현상 등의 기후 관련 재해에 취약한 부분이 있는지를 점검하고, 관리 주체가 이에 대응하여 적절한 교육 및 훈련 수준을 유지하고 있는지를 확인한다. 기반시설 보호 및 회복력 계획 점검항목과 필수 의료보호 서비스 제공 계획 점검 항목은 건물의 시설 점검 사항들과 밀접하게 연계되어 기후변화 환경에서도 의료 보호 서비스를 차질없이 공급할 수 있도록 시설 설비 사항들이 유지·보수되고 여유분 운영이 잘 이루어지고 있는지를 점검한다. 환경보호 및 생태계적응 항목 관련 항목은 환경보호 및 자연 생태계 보호 등과 연관하여 일반적인 지속가능성을 점검한다. 미국의 보건의료시설 진단 사례는 공공건물의 기후 회복력에 관련한 필수적 기능과 설비를 점검하기 위한 접근 방향을 제시했다는 부분에서 시사점이 있으나, 시설 설비의 특성을 점검항목에 구체적으로 반영하지 못한다는 단점이 있다.

캐나다의 보건의료시설 기후 회복력 평가 도구 역시 평가점검표 형태로 구성되며, 일반사항, 기후 관련 위험 평가, 기후 관련 위험 저감을 위한 관리, 기후변화 적응 역량 수립 네 가지 주제의 질문사항들로 구성되어 있다. 미국의 사례와 비교했을 때, 기후 리스크의 평가와 리스크 관리 관점에서의 저감 방안 점검이 주를 이룬다는 특징이 있다. 캐나다의 보건의료시설 점검 도구는 미국의 사례보다도 내용이 간결하여, 기후 회복력 증진 사업을 위한 기능 및 시설의 정량적 점검을 수행하고 목표 달성을 측정하기에는 구체적 내용이 부족하다 볼 수 있다.

Ha J et al. (2015)은 위의 해외 사례를 참고하여 국내 사정에 부합하는 보건의료시설 대상 기후 회복력 강화 평가 점검표를 개발하였다. 국내 사례의 평가점검표는, 기후 리스크의 이해 및 평가, 기후 리스크 관리, 비상대응 계획, 기후변화 저감과 적응에 기여, 네 가지 요소들로 구분되어 있으며, 각 분야별 점검을 위한 항목들이 열거되어 있다. 이 연구는 국내 보건의료시설의 기후 회복력 강화를 위해 필요한 진단평가 항목들을 체계적으로 제시하였다는 점에서 의의가 있으나, 제시된 점검항목들은 세부적 점검 이전 단계에 머무르고 있어 현장 시설 등과 구체적으로 연계된 다음 단계의 질의 사항들이 개발될 필요가 있다.

국내의 보건의료시설 기후 회복력 증진을 위한 연구 사례 이외에도, Choi et al. (2016)은 취약계층 이용시설의 기후 회복력 강화 방안을 수립하기 위하여 점검 항목들을, 기후 리스크 통합 평가, 기반시설 보호와 회복력, 필수 시설 기능 보호, 환경보호와 생태계의 강화, 네 부분으로 분류하여 진단도구를 개발한 바가 있다. 이 연구는 공공 시설물 중 취약계층이 집중 이용하는 시설을 대상으로 하여 기후 회복력 증진 점검사항이 포함되어 있는 결과물을 도출하였다는 점에서 의의가 있다. 그러나, 기 개발된 기후 회복력 진단표는 점검 항목들의 주제별 연결성이 불분명하다는 점과 구성성이 부족하다는 단점을 보인다.

예를 들어, 통합 리스크 평가 주제 하의 관리 도구 항목에는 기후변화로 인한 영향을 시설 부분에서 고려를 하고 있는지, 지자체 협력이 구축되어 있는지, 재난에 대한 계획이 수립되어 있는지 일반적 리스크 관리 측면의 질문들이 포함되어 있으나, 단순히 예·아니오 답변을 요구하는데 그쳐 기후 회복력 증진을 위한 학습과 개선을 유도하기에 부족한 면을 보인다. 다음으로, 기반시설 보호와 회복력 부분을 보면 통합 리스트 항목과 중복되는 점검항목이 발견되며, 에너지 이용 계획 및 에너지 절약 프로그램 등에 대해서도 역시 예·아니오 답변 형식을 지니고 있어, 정량적 평가에 근거한 세부적 개선을 추진하기에는 진단 도구로서 구조적 한계를 지닌다. 또한, 병원과 어린이집이라는 두 개의 다른 취약계층 이용시설에 적용하는 데 있어서도 다른 체크리스트를 제시하였으나, 중복되는 부분이 많고, 현장 건물 및 주변 환경의 특성을 반영하여 진단을 실행하기에 유연성 확보가 어렵다는 점이 발견된다.

본 연구에서는 이전 연구를 개선하기 위하여, 취약계층 이용 공공건물에 공통적으로 적용될 수 있는 평가 점검표를 기후 회복력 증진을 위한 기능성을 기준으로 재정비하고, 필요 기능을 물리적으로 제공하기 위한 건물 시설 중심의 정량적 점검항목을 포함하는 진단도구를 개발하고자 하였다.

2.5 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 기능 관련 설비

취약계층 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 대상 진단 도구를 개발하기 위해서는, 기본적으로 건물을 구성하는 요소들을 파악하고, 기계·전기설비 등을 포함하는 각종 시스템이 제공하는 기능성에 대한 이해가 선행되어야 한다. 건물은 여러 단계의 계층으로 유형에 따른 분류 및 세부 설비 수준에서의 구분이 가능하며, 설계 사양 및 시공

방법에 상관없이 대부분의 건물에 공통적으로 적용 가능한 기능에 따른 시설물 표준 분류가 가능하다(Zhang and Gao, 2010). 건물을 구성하는 시설들은 유지보수를 위해 기술적 특성 및 기능성을 건물 등록부(building registry) 형식의 데이터베이스로 기록하여 관리할 수 있고, 논리적 분류 체계를 통하여 건물의 복합적 구조를 설명할 수 있다(Talamo and Bonanomi, 2015).

미국 검사 및 재료 협회에서(American Society for Testing and Material - ASTM) 제공하는 표준 중 하나인 ‘건축 요소 및 관련 현장 작업에 대한 표준 분류’(Standard Classification for Building Elements and Related Sitework - UNIFORMAT II)에는 건물 시설 및 제공 서비스에 대한 체계적 분류가 잘 나타나 있다(Charette and Marshall, 1999). 예를 들어, 분류 항목 중 서비스 항목을 보면, 기계 설비인 승강기와 에스컬레이터는 수송 항목으로, 상 하수 시설 및 우수처리 시설은 배관 항목으로, 에너지 공급 및 냉난방 시설은 공조시설 항목(Heating, ventilation, & air conditioning - HVAC)으로, 소화전과 스프링클러 등은 소방 시설 항목으로 각각의 분류 번호를 할당하여 구분하였다. Table 2는 UNIFORMAT II 표준 분류 중 본 연구내용과 연관성이 큰 설비 관련 서비스 항목을 요약한 내용이다.

Table 2. Selected facility-related service elements from UNIFORMAT II standard classification

Group elements	Individual elements
Plumbing	Domestic Water Distribution
	Sanitary Waste
	Rain Water Drainage
HVAC	Energy Supply
	Heat Generating Systems
	Cooling Generating Systems
	Distribution Systems
	Controls & Instrumentation
Electrical	Systems Testing & Balancing
	Electrical Service & Distribution
	Lighting and Branch Wiring
	Communications & Security

3. 진단도구 점검 항목 도출 방법

본 연구는 전체적으로 문헌 검토, 전문가 토의 및 자문,

결과 도출의 순서로 진행되었다. 문헌 검토를 통해 기후 회복력 정의 및 구성요소를 파악했으며, 기후 취약계층 및 대상 공공건물을 확인하였다. 다음으로 전문가 토의 및 자문을 거쳐 건물 구성 설비 분석, 취약계층 기후 회복력 관련 건물 기능성 분석, 건물의 환경 및 기후 영향 사항 분석, 회복력 구성요소 분석을 진행하였다. 마지막으로 진단 도구 점검 항목을 위 분석 결과를 통하여 도출하였으며, 점검 항목의 범위와 균형배분 여부를 재확인하였다. 연구의 전반적인 절차는 Fig. 2와 같다.

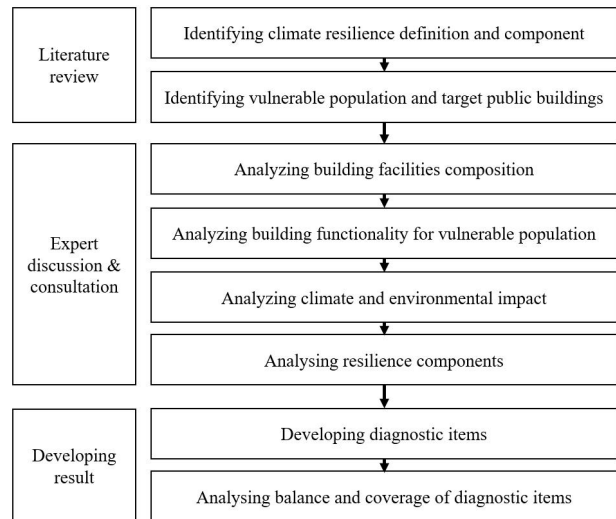
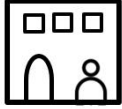



Fig. 2. Overall process of this study

본 연구의 전문가 토의 및 자문 과정에서는 진단도구의 논리적 점검항목 도출을 위해 Fig. 3과 같은 기본 체계를 적용하였다. 이는 ASTM UNIFORMAT II의 분류 코드 및 건물 설비 관리 관련 문헌을 참조하여(Smith et al., 2000), 설비 단계의 건물 구성요소를 기능성 및 환경 영향, 기후 회복력에 영향을 미칠 수 있는 매체(media) 기준으로 재분류한 내용이다.

공공건물의 설비와 연계되어 기후 회복력에 영향을 줄 수 있는 매체는 크게 대기, 물, 고체 및 액체 물질, 에너지 매체, 그리고 방사선과 같은 특수 매체로 구분이 가능하다. 예를 들어, 보일러 및 공조시설은 대기에 관련되어 공공건물을 사용하는 취약계층에게는 실내공기질 측면에서의 건강 관련 영향을 줄 수 있으며, 주변 환경에는 이산화탄소의 배출 대기오염 물질의 배출 등과 같은 영향을 줄 수 있다. 물의 경우는 상수공급이라는 기능에 관련하여 공

Receptor	Functionality of buildings	Facility	Media	Facility	Environmental impacts	Receptor
1. Public Building 2. Vulnerable Population 	Indoor air quality	*HVAC	Atmosphere	Boiler HVAC	CO ₂ emission, Air pollution	3. Environment 
	Water supply	Pre-water treatment	Water	Sewage Treatment	Water pollution	
	Chemical supply	Material storage	Solid & liquid material	Waste storage	Soil contamination	
	Heating, Lighting	Boiler, Power substation	Energy	Boiler HVAC	CO ₂ emission, Air pollution	
	Health check	Hospital diagnosis	**RA, ***ODS	Fire suppression	ODS emission	

* HVAC : Heating, ventilation, and air conditioning
 ** RA : Radioactive
 *** ODS : Ozone depleting substances

Fig. 3. Classification of public building functionality and facilities for developing the climate resilience diagnostic tool

공건물에 전처리 시설이 있다면 취약계층이 사용하는 수질에 영향을 미칠 수 있으므로 해당 시설 관리를 필요로 하게 된다. 또한, 물의 경우 환경적 영향을 고려하면 하수 배출과 관련하여 주변 수계의 오염에 직·간접적인 원인을 제공할 수 있다. 그밖에 고체 및 액체 물질 관련하여 건물에 사용되거나 저장되어 있는 화학물질은 기후관련 재해와 맞물려 취약계층 사용자에게 노출될 수 있는 위험을 지니고 있으며, 환경적 영향을 보았을 때 공공건물로부터 배출되는 폐기물은 제대로 된 처리가 이루어지지 않았을 경우 토양오염 등을 일으킬 수 있다.

이와 같이 체계적 흐름을 통하여 건물 설비 및 기능성에 관련된 기후 회복력 진단 세부 항목들이 점검되고 포괄적 환경친화 기여도 검토 항목들도 함께 점검되었을 때, 진단도구를 활용하는 감사자는 기후 회복력을 증진하기 위해 필요한 공공건물의 기능이 무엇인지 그리고 주변 환경에 미칠 수 있는 기후 영향이 무엇인지 이해관계자들로부터 보다 명확한 이해를 유도해낼 수 있을 것이다.

4. 개발 진단도구 특성 및 점검 항목 분석

4.1 진단도구의 구조와 특징

본 연구에서 취약계층 이용 공공건물에 적용하기 위한 진단 도구는 기후 회복력 증진을 위한 기능성과 이를 제공하는 시설의 적정성을 중심으로 점검하기 위해 개발되었다. 아울러, 앞에서 알아본 기후 회복력의 정의를 반영하여 진단이 실행되고, 기후 회복력 구성요소인 시스템, 주제, 제도적 특성이 점검될 수 있도록 진단항목을 구성하였다. 또한, 기후 회복력 증진을 위해 중요한 자가회복능력이 진단 항목에 반영될 수 있도록 하였으며, 기후 회복력 관련 학습능력이 참여 주체로 하여금 진단 과정에서 강화될 수 있도록 구조화하였다.

개발된 진단도구의 가장 큰 특징은 진단사업 참여자가 우선 공공건물의 기능성을 제공하는 시설 특성을 파악할 수 있도록 공간적 정량적 질문을 하고, 이어서 취약계층 기후 회복력 증진을 위한 연관 질의를 하여 현장 적용 시 실효성 있는 개선사항들이 쉽게 도출될 수 있도록 고안되었다는 점이다. 다음 Table 3의 예는 상수원 확보 관련 점검 항목으로, 일반적 기후 리스크 확인 후 상수원의 공간적 위치와 상수 사용량을 파악하고, 단수 등의 문제를 겪을 경우 상수 공급을 위하여 수조의 여유 용량을 충분히 구비하고 있는지 비상시 상수 공급 계획을 수립하고 있는지 등을 순차적으로 확인해가는 과정을 보여준다.

Table 3. Example of constructing a sequence of inquiries to check climate resilience related to water supply

Inquiry order	Intention to check	Content of inquiry
1	Climate risk identification	<ul style="list-style-type: none"> Have you ever experienced water shortages for reasons such as drought and damage to water supply facilities?
2	Checking functionality performance of building facility	<ul style="list-style-type: none"> Where is the tap water source? How much water is used in quarterly or yearly basis? What is the amount of water demand in a contingency case such as water supply outage? (Number of days needed to supply water × Number of users visit per day × Water usage per person, in case of emergency)
3	Checking climate resilience	<ul style="list-style-type: none"> Does the water tank have enough capacity for supply in case of emergency? Is an emergency water supply plan established?

진단도구 내의 진단항목들은 크게 기후 리스크 관련 일반사항, 대기관련 사항, 물 관련 사항, 물질 저장 관련 사항, 에너지관련 사항, 기타 매체 관련 사항, 교육·훈련 및 제도 관련 사항 전체 일곱 개의 주제로 분류되었다. 각각의 진단 항목은 기후 리스크 관련 일반사항과 교육·훈련 및 제도 관련 항목 등을 제외하고 보일러, 비상발전기, 상수도, 상수전처리시설, 지하수시설, 하수도, 폐수처리시설, 우수배출시설, 화학물질보관시설, 폐기물 저장시설, 변전시설, 태양광시설, 공조시설 등에 관련한 질의를 포함한다.

진단도구에는 공공건물의 시설 특성 및 기후 회복력 관련 질의 이후, 각 점검 항목별로 영향을 받는 수용체가 이용자인지 공공건물 자체인지 주변 환경인지 분석한 결과를 함께 기재하여 진단사업 참여자들의 기후 회복력 관련 이해를 증진하고자 하였다. 이어서 관련된 기후 리스크 혹은 환경 영향을 기재하여 개선 대책 마련에 도움이 되도록 하였다. 마지막으로 시스템, 주체, 제도의 세 가지 회복력 요소 중 무엇이 해당 점검사항과 연관되어 있는지 기재하여 진단 평가 이후 대상 공공건물에 강화가 필요한 기후

회복력 요소가 도출될 수 있도록 하였다. 본 점검 사항 분석 결과는 진단사업 시행 전 진단 도구 개발 단계에서 진행된 것이므로 회복력 점수 평가 부분을 표기하지 않았으나, 각 진단항목에 대하여 부족에서 만족까지 5점 척도로 평가가 진행될 시 최종적으로 회복력 점수가 수용체별, 기후 리스크별, 회복력 요소별로 산정되어 기후 회복력 증진 대책 마련에 활용될 수 있다.

4.2 점검 항목 도출

취약계층 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 진단 도구 개발을 위해서 총 48개의 점검 항목들이 도출되었다. 기후 리스크 일반사항부터 일곱 가지 주제에 걸쳐 분류된 기후 회복력 관련 질의 내용은 기후 영향을 받는 수용체, 기후 리스크 및 환경 영향, 회복력 요소별로 그 해당 사항이 분석되었으며 결과는 다음과 같다(점검항목 도출 결과를 표 형식으로 정리한 내용으로 국내 활용을 고려하여 국문으로 기재함).

1. 기후 리스크 관련 일반 사항(General information related to climate risk)					
번호	기능 제공 및 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
CR1 (Climate risk)	해당 공공건물이 과거 경험하였던 기후 관련 리스크는(폭우, 폭설, 혹은, 혹서, 태풍, 홍수, 산사태, 가뭄 등)?	공공건물 및 취약계층 사용자에게 피해를 줄 수 있는 기후 리스크에 대하여 인지하고 있는가?	P/B	기후 리스크 전체	A

CR2	해당 공공건물이 미래에 경험할 수 있을 것으로 예상되는 기후 관련 리스크는 무엇인가?	공공건물 및 취약계층 사용자에게 미래에 잠재적 피해를 줄 수 있는 추가적인 기후 리스크에 대비하기 위하여 기초 정보를 준비하고 있는가?	P/B	기후 리스크 전체	A
CR3	해당 공공건물에 영향이 예상되는 기후 리스크에 대비하기 위한 필수 설비들은 무엇인가? (난방, 냉방, 급수, 전기 등)	예상되는 기후 리스크에 대비하여 공공건물이 설비를 통해 취약계층 사용자에게 제공해야 할 가능성을 파악하고 유지하고 있는가?	P/B	기후 리스크 전체	A
GI1 (General information)	취약계층 사용 연인원은 얼마인가? (어린이, 노약자, 임산부, 병약자, 장애인 등)	해당 취약계층 인원들에게 공공건물이 분한 기능을 제공하기 위한 설비수준이 갖춰져 있는가?	P	기후 리스크 전체	A
GI2	건물의 종류 규모에 대하여 간략 기재. (건물 연령, 건축/대지면적, 층수(지상/지하), 건물 높이, 건물 구조(목조, 철골, 철근콘크리트, 샌드위치 판넬 가건물)	건물의 구조 특성상 기후 회복력 저해 요소는 없는가? (홍수, 산불 등 기후 관련 재해와 연관하여 검토 필요)	P/B	기후 리스크 전체	S
GI3	건물 주변 지역 특징 및 잠재적 기후 리스크 사항 동서남북 및 상층 하층 방향 별 기재. (지형, 건물, 시설 등)	주변지역 입지 특성상 기후 회복력 저해요소는 없는가? (절토면 산사태 위험 여부, 홍수 시 주변 유출수 유입 가능성, 강풍에 의한 침탑 등 파손 가능 구조물, 건조지 산불, 다층 건물 중 일부 층 이용 시 상하층 입주 특성 파악, 위험물 취급 산업시설 입지 여부 등)	P/B	기후 리스크 전체	S
GS1 (Green space)	주변 지역에 운동장, 근린공원 등이 있는가?	기후 재해 관련 유사시 비상대피소 등으로 사용할 수 있는 외부 공간이 주변에 위치해 있는가?	P	기후 리스크 전체	S
GS2	건물 내 녹지 공급 법적 요건을 충족하고 있는가?	취약계층의 기후 회복력 관련 쉼터 및 휴식 제공 기능을 하는 녹지가 충분히 조성되어 있는가?	P	기후 리스크 전체	S
TR1 (Transportation)	대중교통 접근성, 주차 시설 (대중교통 편의성, 법정 주차 대수)	취약계층을 위한 대중교통 접근성이 원활한가? 주차 시설은 충분한가? (부족하다면 주변 공용 주차 이용 연계 여부 확인)	P	기후 리스크 전체	S
TR2	주차 시설과 앰블런스, 소방차 등의 접근이 용이한 지역인가?	비상시 취약계층 이동 및 지원을 위한 공공건물 접근성이 확보되어 있는가?	P	기후 리스크 전체	S
2. 대기(Atmosphere)					
번호	기능 제공 및 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
BO1 (Boiler)	보일러의 용도와 개수는? 보일러 출력 용량은?	취약계층 사용자 대상 온수 공급 및 난방을 위한 충분한 시설 대수와 용량이 구비되어 있는가?	P	혹한	S
BO2	보일러 안전설계 여부는?	안전설계가(자동차단 등) 충분히 되어 있는가?	P/B	혹한	S
BO3	보일러 사용 연료는? (도시가스/등유 등)	도시가스 경우 누출 주기적 검사/필증 구비 등이 되어 있는가?	P/B	혹한	A
		등유 사용 경우 연소가스 대기 배출은 적정한가? (SOx, NOx, COx, VOC 분진 등)	E	대기오염, 미세먼지	S

EG1 (Emergency generator)	디젤 계열 비상발전기 사용 여부 는?	사용시 연소가스 대기 배출은 적정한가? (SOx, NOx, COx, VOC 분진 등)	E	대기오염, 미세먼지	S
EG2	비상발전기의 개수와 출력 용량은?	비상시 취약계층 사용자 대상 전기 공급을 위해 충분한 시설 대수와 출력 용량이 구비되어 있는가?	P	흑한, 흑서, 태풍 등	S
EG3	비상발전기의 시험가동 주기 및 운영시간은?	비상시 취약계층 사용자 대상 전기 공급을 위해 비상발전기의 기능성이 유지되고 있는가?	P	흑한, 흑서, 태풍 등	A
IA1 (Indoorair)	해당 공공건물의 실내공기질관리 법 적용 대상인가? 적용 대상인 경우 주기적 측정 및 공조 시설에 대한 관리 여부를 파악하시오.	취약계층 사용 공공건물의 적절한 실내공기질을 유지를 위한 보건/안전 측면의 관리가 적절히 이루어지고 있는가?	P	흑서, 흑한	S/A
3. 물(Water)					
번호	기능 제공 및 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
WS1 (Water supply)	상수도 용수 공급원은? (공공상수도, 사설 수원지) 상수도의 월별/분기별 사용량은?	취약계층 사용자를 위한 용수공급이 가뭄 혹은 상수원 오염 등에 의해 중단될 경우를 대비 하여 비상시 상수 공급을 위한 준비가 되어 있는가? (수조 여유 용량 확보, 비상 상수원 공급 계획)	P	가뭄, 상수원 오염	S
WS2	상수공급 기관과 관리 담당자는?	비상시 취약계층 사용자 용수 공급을 원활히 하기 위하여 관공서와의 의사소통 채널을 확보하고 있는가?	P	가뭄, 상수원 오염	A/I
WS3	상수 수조 청소는 허가된 업체를 통해 주기적으로 하고 있는가?	폭염 등의 기후 리스크와 연계하여 수조내 용수 오염 등으로 취약계층 사용자가 피해를 입지 않도록 관리가 이루어지고 있는가?	P	폭염	A
WT1 (Water treat-ment)	용수의 전처리 시설의 유무 상태는? (전처리 시설이 있다면 화학약품을 적절하게 사용하는지 확인)	취약계층 용수 공급을 위하여 보건/안전 측면에서 적절한 전처리 과정을 거치고 있는가? (인증된 공공 상수 사용 경우 전처리 필요 없음, 먹는 물 공급의 경우 음용수 기준 만족 여부 확인)	P	상수원 오염	A
WT2	전처리시 발생하는 폐기물은 적절히 처리하는지?	주변 환경을 오염시키지 않도록 용수 전처리시 발생되는 폐기물은 안전하게 처리되고 있는가?	E	수질/토양 오염	A
GW1 (Graound water)	지하수 사용 시 지하수 관정의 위치 및 개수는? 지하수의 월별/분기별 사용량은?	지하수를 상수원으로 사용시, 취약계층 사용자를 위한 용수공급이 가뭄 또는 지하수 오염 등에 의해 중단될 경우를 대비하여 충분한 준비가 되어있는가?	P	홍수, 가뭄	S
GW2	폐관정이 있다면 적절한 절차에 의해 폐쇄되었으며, 그 기록을 관리하고 있는지?	폐관정을 통한 오염수 유입 등으로 지하수 및 토양 오염을 방지하기 위한 관리가 이루어지고 있는가?	E	지하수, 오염, 토양오염	S/A
WW1 (Waste Water)	폐수 배출 상태 및 폐수처리 시설에 대해 확인하시오. - 지표수배출 - 하수도배출 - 폐수처리 시설 유무	주변 환경에 수질 오염, 토양 오염 등 피해를 발 생시키지 않도록 적절한 폐수 처리 및 배출이 이 루어지고 있는가? (배출 상태와 폐수 처리 시설의 운영 상태를 확인 하여 환경오염의 위험성에 대하여 점검하시오)	E	지하수, 오염, 토양오염	S
WW2	폐수 배출량(월별/분기별) 및 상태를 파악하시오.	취약계층 사용자 시설의 폐수처리가 기후리스크 등에 의해 중단될 경우를 대비 하여 충분한 준비가 되어 있는가?	P	태풍, 홍수, 흑한	A

WW3	하수 처리 기관과 관리 담당자를 파악하고 있는가?	취약계층 사용자 시설의 폐수처리(비상시 포함) 원활히 하기 위한 관공서와의 의사소통 채널을 확보하고 있는가?	P	태풍, 홍수, 흑한	A
RW1 (Rain water)	우수배출상태 및 우수처리 시설에 대해 확인하시오. - 최종우수유출방향 - 집수정 위치 및 막힘 관리 상태	취약계층 사용자 시설 주변의 우수 배출 시설 관리가 폭우 시 침수 등을 방지하고 원활히 복구하기 위하여 적정히 이루어지고 있는가?	P/B	홍수, 태풍	S
RW2	- 우수 집수정 또는 우수활용을 위한 저류조 유무 상태는?	해당 공공건물에서 우수 활용을 통한 수자원 보호 및 에너지 절약 등의 활동이 이루어지고 있는가?	E	수자원 고갈	A
4. 물질 저장(Material storage)					
번호	기능제공 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 사항 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
MS1 (Material storage)	연료저장탱크, 그밖에 화학 물질 저장 시설에(대용량) 대해 다음을 확인하시오. - 저장물질 종류 - 위치/대수/재질 및 연령 - 누출(가능성) 여부	기후 리스크와 연계되어 잠재적으로 위험물질 누출이 발생할 경우 취약계층 사용자와 주변 환경이 피해를 최소화하고 원활한 복구를 하기 위해 충분한 준비가 되어 있는가? (대용량저장 시설 파손 가능성 부적정 위치 등 시설 시스템 점검)	P/E	홍수, 태풍, 흑서	S
MS2	용기 보관 화학약품에 대하여 다음을 확인하시오. - 지정된 위험물 보관장소 - 안내판 및 라벨 유무 - 보관물질 종류 및 수량 관리 - 바닥갈라짐, 유출방지턱 유무	기후 리스크와 연계되어 잠재적으로 보관 화학물질 누출이 발생할 경우 취약계층 사용자와 주변 환경이 피해를 최소화하고 원활한 복구를 하기 위해 충분한 준비가 되어 있는가? (용기 보관 화학물질의 홍수 시 유실/유출, 흑서 기 고온 조건에서 fume의 유출, 흑서 조건에서 용기 파손 가능성 등 점검)	P/E	홍수, 흑서, 흑한	A / S
WM1 (Waste Manage)	폐기물 저장소의 위치와 저장소 상태를 파악하시오. - 저장소 위치 - 우수 유입 방지 상태 - 안내판 표지 유무	취약계층 사용 시설의 폐기물 저장소는 보건/안전 측면에서 적합한 위치에서 적정히 관리되고 있는가? (위치 부적합, 우수 유입 가능성, 표지 부족 등 점검)	P/E	흑서, 전염병	S / A
WM2	일반폐기물의 종류와 배출량(월별/분기별) 및 상태를 파악하시오.	취약계층 사용 시설의 일반폐기물처리가 기후 리스크 등에 의해 중단될 경우를 대비하여 충분한 준비가 되어 있는가?	P	태풍, 홍수, 폭설,	I / A
WM3	지정폐기물이 배출되고 있는지? 폐기물 저장소의 위치와 저장소 상태를 파악하시오	취약계층 사용 시설의 지정 폐기물 저장소는 보건/안전 측면에서 적합한 위치에서 적정히 관리되고 있는가?	P/E	흑서, 홍수	S / A
WM4	지정 폐기물의 종류와 배출량(월별/분기별) 및 상태를 파악하시오. - 지정 폐기물 종류 및 발생량(폐유, 폐산, 병원폐기물 등) - 지정처리업체 관리	취약계층 사용 시설의 지정 폐기물처리가 기후 리스크 등에 의해 중단될 경우를 대비하여 충분한 준비가 되어 있는가? (지정처리업체 연락처 및 적정 허가 유지 여부 점검)	P	태풍, 홍수, 폭설	I / A

WM5	폐기물 재활용 상태를 파악하시오.	폐기물을 재활용을 적극적으로 실천하여 환경오염, 자원고갈, 온실가스 저감 등에 기여하는가?	E	자원고갈, 온실가스	I / A
5. 에너지(Energy)					
번호	기능제공 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 사항 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
EE1 (Electric energy)	건물 내 변압기 등 변전 시설이 위치해 있는가?	기후 리스크와 연계되어 화재 등의 잠재적 위험이 발생하였을 때 피해를 최소화하고 원활한 복구를 하기 위해 충분한 준비가 되어 있는가?	B	폭염, 홍수	S
EE2	건물 내 침수 등으로 인해 감전 사고의 위험성이 있는가?	관련 정보 및 이동 능력이 부족한 취약계층 사용자의 침수 시 감전 피해를 방지하도록 충분한 대비가 되어 있는가?	P	홍수, 폭우	S / A
ES1 (Energy supply)	단전 시 전기공급을 위한 Energy Storage System (ESS) 등의 대용량 2차 전지를 활용한 비상전원이 있는가?	취약계층 이용 시설 중 기후 리스크와 관련된 단전상황에서 긴급 전기공급이 필요한 시설에 (보전소, 요양원 등) 충분한 준비가 되어 있는가?	P	태풍, 홍수, 폭설 등	S
EE2	태양광 패널, 지중열 교환기 등 재생 가능 에너지 사용 시설을 구비하고 있는가?	친환경 에너지 사용을 통하여 온실가스 배출 등의 환경 부담을 줄이기 위한 노력을 실천하고 있는가?	E	온실가스	S / A
6. 기타 매체(Others media)					
번호	기능제공 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 사항 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
RA1 (Radio active)	방사선 물질을 사용하는 기기 및 장치 사용 여부는? (사용 시 위치, 종류 및 수량을 파악하시오.)	기후 리스크와 연계되어 잠재적으로 방사선 노출이 발생할 경우 취약계층 사용자의 피해를 최소화하고 원활한 복구를 하기 위한 충분한 준비가 되어 있는가? (비상대응, 시스템 견고성 유지 등 점검)	P	홍수, 태풍	S
AC1 (Air-con.& chilling)	중앙식 에어컨 혹은 대형 냉동기 건물 사용여부는? (사용시 냉매의 종류와 용량을 파악하시오.)	공공건물에 중앙식 에어컨 혹은 대형 냉동기 사용시 오존층 파괴물질인 냉매 종류가 사용되지 않고 있는가?	E	오존층 파괴	S
FF1 (Fire fighting)	방화설비에 할론(Halon) 계열 소화약제 사용 여부는? (사용시 위치 용량을 파악하시오.)	건물에 설치된 방화설비에 오존층 파괴물질인 할론(Halon) 계열 가스가 사용되지 않고 있는가?	E	오존층 파괴	S
7. 교육·훈련 및 제도(Education, Training& Institution)					
번호	기능제공 시설 관련 질문	기후 회복력 관련 사항 질문	수용체 (P/B/E)	기후 리스크 /환경영향	회복력 요소 (S/A/I)
IE1 (institution & education)	기후변화 회복력 증진 및 기후변화 적응 관련 교육 및 세미나 제공되고 있는가?	취약계층 사용자 및 공공시설 운영 주체를 대상으로, 기후 관련 리스크로 인한 피해 최소화 및 원활한 원상 복원을 위한 교육 및 정보 제공이 이루어지고 있는가?	P/B/E	전체	A / I
IE2	비상시 대피 훈련은 주기적으로 실시되고 있는가?	홍수, 화재 등 기후 리스크 관련 비상 상황 발생시 관련 정보 및 이동 능력이 부족한 취약계층 사용자의 피해를 줄이기 위한 정기적 훈련이 이루어지고 있는가?	P	홍수, 화재, 태풍 등	A

IE3	기후 회복력 증진 관련 활동을 위한 제도적 지원을 받고 있는가?	취약계층 사용 공공시설의 기후 회복력 증진 관련 활동을 지속하기 위한 제도적 장치가 마련되어 있고 해당 관공서와 의사소통이 유지되고 있는가?	P/B/E	전체	I
IE4	공공시설 관련 운영회의가 사용자 참여 하에 주기적으로 실시되고 있는가?	취약계층 이용자의 불편사항이 반영되어 운영 목표 및 세부 사업이 수립되도록 제도적 장치가 마련되어 있는가?	P	전체	I
IE5	그밖에, 공중보건교육, 각종 건물 안전 점검 등을 주기적으로 실시하고 있는가?	취약계층 사용자의 기후 회복력 증진을 위한 기타 보건/안전 관련 활동들이 정기적으로 이루어지고 있는가?	P/B	전체	A / I

4.3 점검 항목 분석

도출된 점검 항목들을 영향을 받는 수용체별로 취약계층, 공공건물, 환경으로 분류하고 회복력 요소별로 시스템, 주체, 제도로 분류하여 질의 항목 수를 분석한 결과는 다음의 Fig. 4와 같다. 단, 복수의 항목 선택의 경우 각각 누적횟수에 반영하여 백분율로 산정하였다. 그래프에서 볼 수 있듯 수용체별 질의 항목은 취약계층 영향 관련 항목이 57%, 공공건물 자체 영향 관련 항목이 25%, 환경 관련 항목이 18%로, 취약계층 관련 점검 항목이 상대적으로 많은 것으로 나타났다. 이것은 본 진단 도구가 취약계층의 기후 회복력 증진을 주안점으로 하기 때문에 나타난 결과

물 특성이며, 건물 자체 및 주변 환경에 대한 영향도 일정 부분 점검 항목에 포함되어 있어 진단 도구 개발 취지에 부합하는 분석 결과를 보였다. 회복력 요소별 질의 항목 분석 결과는 시스템 관련 항목이 46%, 주체 요소 관련 항목이 40%, 제도 관련 항목이 8%를 차지하여 제도 요소를 제외한 시스템과 주체 요소 진단 항목은 균형 있게 도출된 것으로 나타났다. 제도에 관련된 질의들은 본 진단 도구가 공공건물의 시설과 기능성 유지를 중심으로 기후 회복력 증진 요소를 파악하였기 때문에 상대적으로 그 수가 부족하게 나타났으며, 향후 필요에 따라 진단사업 실행 시 보강이 필요한 부분이다.

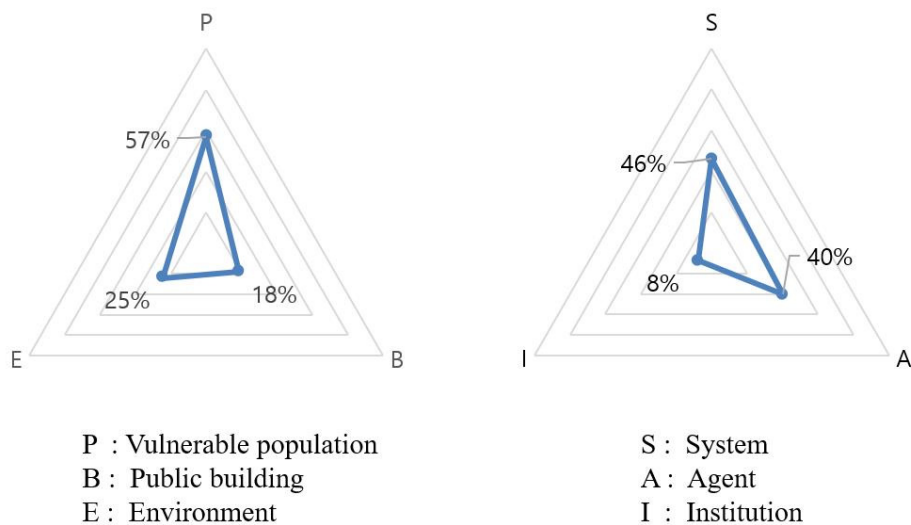


Fig. 4. Analysis result of (climate resilience) check items in the diagnostic tool according to the receptors and the elements of climate resilience

5. 고찰

5.1 취약계층 이용 공공건물의 기후 회복력 진단 필요성

취약계층의 기후 회복력 증진을 위한 노력은 각종 기후 리스크에 원인이 있는 재난·재해가 증가하고 있고 선제적 예방에는 한계가 있는 현실의 여건에서(Boin and McConnell, 2007) 사회 복지를 향상시키고 도시의 지속가능성을 확보하기 위해 필요한 일이다. 본 연구에서는 취약계층의 기후 회복력 증진을 위해 필요한 공공건물의 기능성을 점검하기 위한 진단 사항을 설비 중심으로 도출하고 점검 항목별 특징을 분석하여 균형 잡힌 진단도구가 개발되도록 하였다. 그러나, 이것은 진단사업 실행 전 단계로서, 실제 사업 적용을 통해 부족한 진단 항목에 대한 보완과 기존 항목에 대한 수정이 필요하다. 기후 회복력 증진 관련 지원이 시급히 필요할 수 있는 노인 요양원, 보육 시설, 보건소, 각종 쉼터 등에 대하여 본 연구 결과를 활용한 진단사업이 진행된다면, 대상 공공건물의 기능과 설비에 대한 구체적 점검이 이루어져 실효성 있는 대책과 개선 권고안이 마련될 수 있을 것이다. 아울러, 공공건물에 피해를 줄 수 있는 주요 기후 리스크가 면밀히 파악되고, 그에 영향을 받는 수용체와 기후 회복력 구성요소들이 체계적으로 진단되어 시설 특성별로 필요한 기후 회복력 증진 요소들이 무엇인지 분석될 수 있을 것이다.

5.2 기후 회복력 진단의 효율적 실행을 위한 방안

종합 병원이나 일선 학교 등의 대형 공공건물에는 시설 점검을 위한 기존의 관리 업무나 현재 운영 중인 재난·재해 대응 매뉴얼 및 평가 시스템이 존재할 수 있다. 예컨대 상급 종합병원은 인증평가를 시행하며 재해에 대한 시설 안전성을 병원 관리자가 진단하도록 체계가 구축되어 있다(NLIC, 2020). 그러나, 이러한 관리 및 대응 체계는 취약계층을 위한 소규모 공공시설에 적용이 어려울 수 있으며, 특히 기후 변화 대응에 관해서는 해당 시설들이 관리의 사각지대에 위치해 있을 수 있다. 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 진단사업 시행은 필요한 일이지만, 효율적 실행을 위하여 기존의 점검 및 평가와 중복을 피하기 위한 방법이 함께 고려되어야 한다. 기존의 관리 시스템에 접목하여 기후 회복력 점검 부분을 신설하고 기존 활동에서 다루지 못한 항목에 대하여 진단이 이루어질 수 있도록 접근하는 것이 한 방안이 될 수 있다.

기후 회복력 증진을 위한 진단도구는 제도적 지원이 없

는 한 자발적 활용이 어려운 여건이므로, 녹색 건물 인증 사업 등과 연계하여 실행하는 방법도 대안이 될 수 있다(Choi et al., 2016). 그러나, 기후 회복력 증진을 위한 점검 항목들은 극한 기상으로 인한 자연재해 대응 및 복구에 관련된 사항들이 상당 부분 포함되어 있고 그 사용 목적이 상이한 부분이 많으므로 별도 점검항목으로 편입되어 운영될 필요가 있다. 결국, 기후 회복력 진단 및 평가를 위한 제도적 요건이 미비되어 있는 현 상황에서, 진단사업 참여자 및 진단 도구 사용자로 하여금 피로감을 낮추고 효율성을 제고시키기 위해서는 유연하고 응용력 있는 실행대책이 필요하다. 본 연구결과는 기후 회복력 진단 도구의 점검 항목 도출을 위한 기본체계를 논리적으로 제공하므로 현장 맞춤형 실행을 위한 참고자료로서 활용이 가능하다.

5.3 진단사업 실행 시 취약계층의 참여

점검 과정의 표준화와 업무 완결 확인을 위한 체계적 점검표가 개발되더라도, 점검 과정과 결과의 효과성은 사용자의 평가와 운영 대표자의 지원 의사에 큰 영향을 받게 된다는 점이 안전 및 건강 관리 분야에서 확인되었다(Bowie et al., 2015). 다양한 기후 리스크는 취약계층 사용자와 운영자 등 이해관계자들이 함께 참여하는 워크숍(Participatory workshop)의 형태를 통하여 정확히 인지될 수 있으며, 시설 및 사용자의 피해로 이어질 수 있는 기후 관련 위험사항에 대한 정보도 함께 공유될 수 있다. 또한 취약계층을 위한 공공건물로서 필요한 기능을 파악하고 이에 대한 설비 성능 수준을 정하는 기초 작업 역시 운영자뿐만 아니라 사용자인 취약계층의 참여를 통하여 이루어질 필요가 있다. 이러한 참여는 실제 사용자의 의견을 반영하여, 운영자 및 공공영역 관리자의 관점에서 보았을 때 누락될 수 있는 시설 특성상의 기후 리스크를 진단 항목에 포함할 수 있는 기회를 제공한다. 그 밖에도, 기후 회복력의 증진의 척도가 될 수 있는 공공건물의 기능성과 설비 성능의 수준을 사용자와 함께 가늠하는 중요 절차가 될 수 있다. 이전의 보건의료 시설 및 공공건물의 기후 회복력 진단 사례에서도 볼 수 있듯이 기후 리스크의 확인은 기후 회복력 진단의 시작이 되며, 기후 회복력 정의에서 알아볼 수 있었던 기능과 성능에 대한 규정도 진단사업 시작 시점에서 이루어지게 된다. 이러한 진단사업 기초 단계 모두가 사용자 참여의 형태를 지녀야 하는 만큼 취약계층의 참여가 중요하다 할 수 있다.

5.4 진단사업을 위한 제도적 지원

기후 회복력 증진을 위한 국내외의 기존 공공건물 진단 도구 개발 사례는 있었지만, 건물의 필요 기능과 설비 특성을 구체적으로 고려하지 않은 점검표 형식에 머물러 있어 추가적인 세부 점검항목 대한 연구가 필요하였다. 개발된 진단도구는 공공건물 설비에 대한 체계적 정량적 접근을 통하여 기후 회복력 증진을 위한 실질적 대책 마련이 가능하도록 새롭게 구성된 진단 항목들을 포함하고 있다. 취약계층 사용자를 위한 공공건물의 기능들은 극한 기상 관련 재해 발생 시 신속한 복구가 이루어져야 하며, 이를 위한 기후 회복력 관련 주요 사항들은 시스템 유지, 자가 회복, 학습능력 등의 관점에서 점검되어야 한다. 그리고, 진단 항목들을 통하여 발견된 개선 권고 사항들은 시스템, 주체, 제도 등의 측면에서 다각적으로 분석되어 부족한 부분이 강화될 수 있어야 한다.

특히, 기후 회복력 구성요소 중 제도 요소에 관한 논의는 현재 기후 회복력 관련 진단사업이 지속적으로 실행되기 위해서는 제도적 뒷받침이 절실히 필요하므로 시사하는 바가 크다. 본 연구에서 진단 도구 개발을 위한 점검항목 도출과 분석이 이루어졌지만 공공건물 진단 실행 전 단계로서 한계점을 지니며, 이를 실제 진단사업으로 연계하기 위해서는 장기 계획에 근거한 정책적 지원이 있어야만 한다. 본연구의 다음 단계는 개발된 진단 도구를 활용하여 국내 취약계층 이용 공공시설에 대한 진단사업을 실행하는 것이다. 기후 회복력 증진이 필요한 여러 공공건물들에 대한 진단사업이 충분히 이루어진다면 이용시설 형태별 취약 부분과 강화 필요 요소가 분석되어 차후 정책 개발을 위한 기초 자료를 제공할 수 있을 것이다.

6. 결론

본 연구는 취약계층의 기후 회복력 증진을 위하여 밀집 사용이 이루어지고 있는 공공건물을 대상으로 한 점검항목의 도출 및 분석을 위해 수행되었다. 기후 회복력 증진을 위한 공공건물 진단도구 개발 사례는 국내외에서 찾아볼 수 있었지만, 진단사업 현장에 적용하기에는 구체성과 체계성이 부족하여 추가적인 세부 점검 항목에 대한 연구가 필요하였다. 개발된 진단도구는 기후 회복력 증진을 위한 공공건물의 기능성과 이를 제공하는 설비의 적정성을 정량적으로 점검하는데 중점을 두었다. 아울러, 기후 회복력의 정의를 반영하여 진단이 실행되고 기후 회복력 구성

요소인 시스템, 주체, 제도적 특성이 점검될 수 있도록 항목을 구성하였다. 또한, 기후 회복력 증진을 위해 중요한 자가회복능력도 진단 항목에 반영될 수 있도록 하였으며, 기후 회복력 관련 학습능력이 참여 주체로 하여금 진단 과정에서 강화될 수 있도록 구조화하였다.

총 48개로 도출된 진단도구 점검 항목들은 크게 기후리스크 관련 일반사항, 대기 관련사항, 물 관련 사항, 물질저장 관련 사항, 에너지 관련 사항, 기타 매체 관련 사항, 교육·훈련 및 제도 관련 사항 등 전체 일곱 가지 주제로 분류되었다. 진단도구의 점검 항목들은 기후 영향을 받는 수용체 기준으로 분석하였을 때, 취약계층 영향 관련 항목이 57%, 공공건물 자체 영향 관련 항목이 25%, 환경 관련 항목이 18%로 구성된 것으로 나타났으며, 점검 항목들을 기후 회복력 요소별로 분석하였을 때는 시스템 관련 항목이 46%, 주체 요소 관련 항목이 40%, 제도 관련 항목이 8%를 차지하는 것으로 나타났다. 이는 진단 도구가 취약계층 기후 회복력 증진을 목적으로 하여 개발되었기 때문에 수용체 기준 취약계층 관련 항목이 많이 포함된 결과이며, 기후 회복력 요소 중 제도 요소도 본 진단 도구가 공공건물의 시설과 기능성 유지를 중심으로 점검항목이 도출되었기 때문에 상대적으로 부족하게 나타났다. 본연구의 결과물은 진단사업 실행의 직전 단계로서 실제 사업 적용을 통해 부족한 진단 항목들에 대한 보완이 이루어져야 한다. 다만, 향후 진단사업을 통하여 보강될 필요가 있는 제도 요소 항목을 제외하면, 기후영향 및 기후 회복력 구성요소가 점검 항목에 전반적으로 반영되어 있으므로 진단 도구는 개발 취지에 부합한다고 볼 수 있었다.

최근 다양한 기후 리스크에 원인이 있는 재난·재해가 증가하고 있으나, 피해에 대한 선제 예방에는 한계가 있는 실정이다. 기후 회복력 증진을 위한 지원이 필요한 노인요양원, 보육시설, 보건소, 각종 쉼터 등의 공공시설에 대한 진단사업이 본 연구결과를 활용하여 진행된다면, 대상 공공건물의 기능과 설비에 대한 구체적 점검이 이루어질 수 있어 실효성 있는 대책 마련을 기대할 수 있을 것이다. 그러나, 기후 회복력 증진을 위한 진단도구는 현재 제도적 지원 없이 자발적 활용이 어려우므로, 기존의 공공건물 관리 시스템에 접목하여 기후 회복력 점검 부분을 신설하고 기존에 다루지 못한 항목들에 대한 진단이 이루어지도록 하는 접근 방법이 대안이 될 수 있다. 취약계층을 포함한 이해관계자들의 진단사업 참여는 실제 사용자의 의견을 반영하여 운영자 및 관리자의 관점에서 누락될 수 있는 기후 리스크를 진단 항목에 포함할 수 있고, 기후 회복력의

증진의 척도가 될 수 있는 공공건물의 기능성과 설비 성능의 수준을 사용자와 함께 가늠할 수 있는 중요한 기회를 제공하므로 매우 중요하다. 본 연구를 통하여 진단 도구 개발을 위한 점검항목 도출과 분석이 이루어졌지만 공공 건물 진단 실행 전 단계로서 한계점을 지니며, 이를 실제 진단사업으로 연계하기 위해서는 장기 계획에 근거한 정책적 지원이 필요하다.

사사

본 연구는 환경부/KEI의 「기후변화 취약계층의 적응 및 기후탄력성 증진 지원」 사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

Reference

- Adams J. 2002. Environmental health in emergencies and disasters: A practical guide. World health organization.
- Adger WN, Hughes TP, Folke C, Carpenter SR, Rockström J. 2005. Social-ecological resilience to coastal disasters. *Science*. 309(5737):1036-1039.
- Alberti M, Marzluff JM, Shulenberg E, Bradley G, Ryan C, Zumbrunnen C. 2003. Integrating humans into ecology: Opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *BioScience*. 53(12):1169-1179.
- Antrobus D. 2011. Smart green cities: From modernization to resilience? *Urban Research & Practice*. 4(2):207-214.
- Boin A, McConnell A. 2007. Preparing for critical infrastructure breakdowns: The limits of crisis management and the need for resilience. *Journal of contingencies and crisis management*. 15(1):50-59.
- Bowie P, Ferguson J, MacLeod M, Kennedy S, de Wet C, McNab D, Kelly M, McKay J, Atkinson S. 2015. Participatory design of a preliminary safety checklist for general practice. *British Journal of General Practice*. 65(634):E330-E343.
- Bruneau M, Chang SE, Eguchi RT, Lee GC, O'Rourke TD, Reinhorn AM, Shinozuka M, Tierney K, Wallace WA, Von Winterfeldt D. 2003. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake spectra*. 19(4):733-752.
- Campbell JL. 1998. Institutional analysis and the role of ideas in political economy. *Theory and society*. 27(3):377-409.
- Canadian Coalition for Green Health Care. 2020. The health care facility climate change resiliency toolkit; [accessed 2020 June 12]. <https://greenhealthcare.ca/climate-change-resiliency-toolkit/>
- Charette RP, Marshall HE. 1999. Uniformat ii elemental classification for building specifications, cost estimating, and cost analysis. National Institute of Standards and Technology (NISTR). 6389.
- Choi Y. 2016. Plan to strengthen the climate resilience of public facilities for the vulnerable people to climate change. . Seoul, Korea: Korea Environmental Institute. Consignment report. (in Korean)
- de Wilde P, Coley D. 2012. The implications of a changing climate for buildings. *Building and Environment*. 55:1-7.
- Folke C. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global environmental change*. 16(3):253-267.
- Folke C, Hahn T, Olsson P, Norberg J. 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu Rev Environ Resour*. 30:441-473.
- Gallopín GC. 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global environmental change*. 16(3):293-303.
- Guenther R, Balbus J. 2014. Primary protection: Enhancing health care resilience for a changing climate. Washington, DC: US Department of Health and Human Services.
- Ha J, et al.. 2015. A Study on the Measures to Strengthen and Manage Climate Resilience of Local Government Health Care Facilities. Seoul, Korea: Korea Environmental Institute.. Occasional research report. 2015(9):1-87. (in Korean with English abstract)
- Hodgson GM. 2006. What are institutions? *Journal of economic issues*. 40(1):1-25.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental

- Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.
- Klein RJ, Nicholls RJ, Thomalla F. 2003. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? *Global environmental change part B: environmental hazards*. 5(1):35-45.
- Kim DH et al.. 2016. Development of an evaluation system and model for each space unit for securing urban climate resilience (II). Seoul, Korea : Korea Environmental Institute. (in Korean)
- Kim E, Jung K, Song W. 2018. Evaluating and Improving Urban Resilience to Climate Change in Local Government: Focused on Suwon. *Journal of Environmental Impact Assessment*. 27(4):335-344. (in Korean with English abstract)
- Kim Y, Lee JE, Kim KB. 2018. Development of Flood Mitigation Strategies for Urban Resilience: Focused on the Assessment of Gulpo Stream's Watershed in Incheon, South Korea. 19(5):5-20. (in Korean with English abstract)
- Lee GS, Jin DY, Song SK, Choi HS. 2019. Text analysis on the research trend of 'resilience' in Korea : Focus on climate change and urban disaster. *Journal of Climate Change Research*. 10(4):401-414.
- Leichenko R. 2011. Climate change and urban resilience. *Current opinion in environmental sustainability*. 3(3):164-168.
- Marchese D, Reynolds E, Bates ME, Morgan H, Clark SS, Linkov I. 2018. Resilience and sustainability: Similarities and differences in environmental management applications. *Science of the total environment*. 613:1275-1283.
- Miller F, Osbahr H, Boyd E, Thomalla F, Bharwani S, Ziervogel G, Walker B, Birkmann J, Van der Leeuw S, Rockström J. 2010. Resilience and vulnerability: Complementary or conflicting concepts? *Ecology and Society*. 15(3).
- Moffatt S. 2014. Resilience and competing temporalities in cities. *Building Research & Information*. 42(2):202-220.
- Moser SC, Ekstrom JA. 2010. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proceedings of the national academy of sciences*. 107(51):22026-22031.
- National Law Information Center. 2020. Regulation for designation and evaluation of superior general hospitals; [accessed 2020 August 17]. <https://www.law.go.kr/>
- Otto IM, Reckien D, Reyer CP, Marcus R, Le Masson V, Jones L, Norton A, Serdeczny O. 2017. Social vulnerability to climate change: A review of concepts and evidence. *Regional environmental change*. 17(6):1651-1662.
- Paterson J, Berry P, Ebi K, Varangu L. 2014. Health care facilities resilient to climate change impacts. *International journal of environmental research and public health*. 11(12):13097-13116.
- Prasad N, Raghieri F, Shah F, Trohanis Z, Kessler E, Sinha R. 2008. Climate resilient cities: A primer on reducing vulnerabilities to disasters. The World Bank.
- Related Ministries of Korean Government (MoKG), 2015, National climate change adaptation measures. Seoul, Korea: Related Ministries of Korean Government. (in Korean)
- Sanchez AX, Van der Heijden J, Osmond P. 2018. The city politics of an urban age: Urban resilience conceptualisations and policies. *Palgrave Communications*. 4(1):1-12.
- Seoul Metropolitan Council. 2014. Research on climate resilience to respond to climate change in Seoul. Seoul, Korea: Seoul Metropolitan Council. (in Korean)
- Shin J, et al.. 2013. Study on investigation and analysis of climate change adaptation support measures for vulnerable population: Korea Environmental Institute. Working paper. (in Korean)
- Smith PR, Seth AK, Wessel RP. 2000. Facilities engineering and management handbook.
- Talamo C, Bonanomi M. 2015. Knowledge management and information tools for building maintenance and facility management. Springer.
- Tompkins EL, Adger WN. 2004. Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change? *Ecology and society*. 9(2).

- Twigg J. 2007. Characteristics of a disaster-resilient community: A guidance note. Department for International Development (DFID).
- Tyler S, Moench M. 2012. A framework for urban climate resilience. *Climate and development*. 4(4):311-326.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2015. Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030. Proceedings of the 3rd United Nations World Conference on Disaster Risk Reduction, Sendai, Japan.
- White House. 2013. The president's climate action plan. The executive office of the president Washington, DC.
- Zhang X, Gao H. 2010. Optimal performance-based building facility management. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*. 25(4):269-284.