



1. 연구의 개요

□ 연구의 배경 및 목적

- 기후변화의 영향과 도시구조 변화에 따른 복잡화 등으로 자연재해가 복합재난으로 악화될 가능성이 높아지고 있음
 - 복합재난은 자연재해로부터 시작되어 동시다발적·연쇄적 사회재난으로 재난범위가 확산되는 재난으로, 대규모의 사회적 피해를 유발시키며 장기간에 복구가 필요한 재난임
- 기후변화, 도시화에 따른 자연재해 저감을 위해 도시 기후변화 재해취약성 분석(이후 재해취약성 분석) 및 재해 예방형 도시계획 제도가 수립·운영되고 있지만, 복합재난 관리 및 지역 맞춤형 대책제시에는 한계가 있음
- 본 연구의 목적은 복합재난의 대응단계별(예방, 대응, 단기복구, 장기복구) 특징을 고려하여 복합재난 관리지도를 구축하는 방법을 개발하고, 이를 도시방재 정책과 연계한 맞춤형 재해 예방형 도시계획 수립방향을 제시

□ 연구방법

- 재해취약성 분석방법에 기초하고 복합재난 발생 단계별 특징을 고려하여 도시민 감도 지표(취약시설, 지원시설 등)에 가중치(집계구별 시설밀집도, 재해별·시설별 피해가능성, 시설별 피해 심각성)를 적용한 복합재난 관리지도 구축방법 개발
- 재해 예방형 도시계획 대책의 인벤토리에서 복합재난 관리단계별 특징을 고려한 토지이용, 기반시설, 건축물 대책 및 위계별 대책 제시

2. 국내·외 주요 도시방재 정책 현황

□ 자연재해에 의한 시설물 영향

- 우리나라의 경우 자연재해 중 홍수가 국가기반시설에 가장 많은 영향을 미쳐 복합재난으로 악화될 가능성이 높은 것으로 분석

표 1 | 각 시설이 크게 영향을 받을 수 있는 재해 유형에 대한 설문조사 결과

기반시설 구분		6대 기후변화 재해					
대분류	세분류	폭우	가뭄	폭염	폭설	강풍	해수면상승
필수 서비스 공급시설	상하수도시설	◆	◇	△	-	-	◇
	열가스공급시설	◇	-	▲	▲	△	△
	전기공급시설	◇	-	▲	▲	◇	△
	방송통신시설	◆	-	-	▲	◆	-
경제활동 기반시설	산업단지	◆	▲	▲	◇	△	△
	물류단지	◆	-	-	◆	▲	△
	도시내업무상업	◆	-	▲	◇	▲	-
교통 기반시설	일반도로	◆	-	△	◆	△	-
	고속도로	◆	-	△	◆	▲	-
	철도	◇	-	▲	◆	▲	-
	터미널/역사	◆	-	-	◆	◇	▲
구호 및 대응시설	소방서	◆	△	▲	◇	△	-
	병원	◇	△	◇	◇	△	-
	경찰서	◆	-	△	◇	△	-
	관공서	◆	-	△	◇	△	-
	대피수용시설	◆	-	▲	◇	△	△

주: ◆: 응답빈도 가장 높음, ◇: 응답빈도 2등급, ▲: 응답빈도 3등급, △: 응답빈도 4등급, -: 응답빈도 가장 낮음
 자료: 저자작성

□ 우리나라의 주요 도시방재 정책

- 재해 취약성분석 및 재해 예방형 도시계획 제도가 운영되고 있지만, 복합재난 고려 및 지역 맞춤형 재해 예방형 도시계획 수립 부분에서는 미흡
- 2017년 포항지진을 계기로 2018년 「도시재생 활성화 및 지원에 관한 특별법」 개정에 따라 특별재생지역 제도가 신설

□ 해외의 복합재난 대응을 위한 방재정책

- 일본은 활동곤란도를 고려한 종합위험도 지도, 미국은 HAZUS- MH 3.0 모델, 사전복구계획 등을 개발하여 지역경제 활성화를 위한 장기복구 측면까지 고려

3. 복합재난 대응 단계별 주요 특징 및 시설요소 도출

□ 국내·외 주요 복합재난 발생사례

- 우면산 산사태(2011), 태풍 차바(2016), 충청권 집중호우(2017) 등을 조사하여 복합재난 대응단계별 특징을 도출
- 허리케인 카트리나(2005), 허리케인 샌디(2012), 허리케인 하비(2017) 등을 조사하여 해외의 복합재난 대응단계별 특징 도출

□ 복합재난 대응 단계별 주요 특징

- 국내·외 복합재난 발생 사례조사를 바탕으로 복합재난 대응단계를 크게 재해발생 전인 예방단계, 재해가 발생한 직후인 대응단계, 재해발생 후 단기복구와 장기복구 단계 등 4단계로 구분하고 각 단계별 주요 특징을 도출
 - 예방단계에서는 자연재해 발생 시 복합재난으로 악화될 수 있는 시설물이 밀집되어 있는 지역이 취약
 - 대응단계에서는 신속한 인명구조와 더불어 피해확산 저감이 중요한 업무이며, 대응단계는 피해규모, 범위에 따라 다소 차이가 있지만 재해발생 후 1일 내 외입
 - 단기복구단계에서는 피해를 받은 주민들의 기본적인 의식주를 지원하는 것이 주요 업무이며, 우리나라의 경우 대략 1주일 내외임
 - 장기복구단계에서는 주민들이 정상적인 경제생활 및 사회생활을 할 수 있도록 회복부분에 초점을 두고 관리하는 것이 필요

□ 복합재난 대응 단계별 주요 취약 및 지원시설 중요도 도출

- 시설물 도출 및 구분은 관련 법·제도와 기존 연구, 데이터 확보 가능성 등을

바탕으로 기반시설을 4개 항목, 16개 세부시설로 분류

- 법상으로는 국토계획법 상 기반시설을 중심으로 도출하여 분류하였지만, 구체성이 부족한 부분은 재난안전법과 민간투자법에 기초하여 보완
- 복합재난 대응단계별 주요 특징을 고려하여 취약 및 지원시설을 도출할 수 있도록 전문가 및 담당자 대상 설문조사를 수행

표 2 | 각 단계별 세부 시설의 중요도 설문조사 결과 비교표

기반시설 구분		복합재난 관리단계			
대분류	세분류	예방	대응	단기	장기
필수 서비스 공급시설	상하수도시설	12.8	6.7	19.0	6.7
	열가스공급시설	9.1	5.7	8.6	4.5
	전기공급시설	16.3	13.2	17.0	7.8
	방송통신시설	5.3	6.9	6.1	4.4
경제활동 기반시설	산업단지	4.2	2.2	2.1	9.5
	물류단지	2.5	2.1	3.3	9.0
	도시내업무상업	3.2	3.1	5.0	13.5
교통 기반시설	일반도로	5.1	7.5	7.6	8.8
	고속도로	5.9	5.6	4.2	7.7
	철도	5.4	4.2	3.4	7.7
	터미널/역사	7.5	4.4	3.2	6.9
구호 및 대응시설	소방서	5.2	10.6	2.8	1.6
	병원	7.1	11.4	5.5	3.9
	경찰서	2.9	4.1	2.6	2.6
	관공서	4.1	5.6	4.1	3.4
	대피수용시설	3.5	6.7	5.6	1.8

자료: 저자작성

4. 복합재난 관리지도 구축방법 개발 및 적용

□ 복합재난 관리지도 구축방법 개발

- 복합재난 대응 단계별 관리지도 구축은 재해취약성 분석방법을 준용하지만, (기후)노

- 출은 제외하고 가중치를 적용한 도시민감도 지표를 활용하여 단계별 관리지도를 구축
- 복합재난 대응단계별 관리지도는 집계구별·시설물별 지표값 도출, 지표값 표준화, 가중치 적용, 등급화를 통한 복합재난 대응단계별 관리지도 구축 순서로 개발
 - 집계구별·시설물별 지표값 도출은 공간분석 단위인 집계구 단위로 16개의 세부지표값을 산정하는 단계임
 - 단위가 다른 지표값을 표준화하고, 각 복합재난 대응 단계별 및 시설별 중요도 등을 고려하여 가중치를 적용
 - 복합재난 관리지도 구축은 가중치를 적용한 관리지도를 전체 집계구를 대상으로 자연적 분위법(Jenks 최적화방법)을 통해 4단계의 등급을 부여

□ 사례지역의 복합재난 관리지도 구축 및 분석

- 사례지역은 재해취약성 분석결과 검증 여부, 데이터 활용 가능성 등을 고려하여 수원시로 선정
- 복합재난 대응단계별 관리지도 구축을 위해 시설물별로 전처리 과정을 통해 집계구(2,374개소) 단위로 지표값을 도출
- 복합재난 대응단계별 관리지도는 집계구 단위로 지표값을 산정한 후, 표준화, 가중치 적용, 등급화 단계를 통해 구축

5. 복합재난 관리지도를 활용한 재해 예방형 도시계획 수립

□ 관리지도 특징을 고려한 재해 예방형 도시계획 요소 도출

- 재해 예방형 도시계획 요소는 선행연구에서 제시한 재해 예방형 도시계획 요소를 종합하여 도출하였으며, 도시계획 위계별로 재분류
 - 재해취약성 분석 지침에서는 재해취약성분석결과의 활용을 도시·군기본 및 관리계획, 재해저감대책 수립 등에 활용하도록 범위를 제시
- 도시 복합재난 관리를 위한 재해 예방형 도시계획 대책은 토지이용, 기반시설, 건축물 대책의 주요 역할을 종합적으로 고려하여 선정

표 3 | 복합재난 대응단계별 특징과 연계한 재해 예방형 도시계획 대책 제시 틀

관리지도	주요 특징 및 관리시설	재해 예방형 도시계획 대책		
		토지이용	기반시설	건축물
예방단계	취약요인 제거	취약특성을 고려한 공간배치	취약지역에 기반시설 입지 지양 및 취약요소 관리	취약건축물 보호기능 강화
대응단계	피해확산 저지	피해확산 방지를 위한 완충공간 등 구성	고연결성 기반시설에 대한 피해확산 방지대책 적용	피해 건축물 및 피해지역 인근 취약건축물 긴급관리 사전계획
단기복구 단계	필수기능 회복	필수기능 확보 용이성을 고려한 공간(대피구역 등) 설정	필수공급시설 보호 및 기능 복구	피해 건축물 안전진단 및 기능 복구 사전계획
장기복구 단계	적응능력 제고	복합재난 충격흡수능력 강화를 위한 공간구조 전환 대책 추진	기반시설 복합재난 적응능력 강화대책	건축물 안전수준 향상대책

자료: 저자작성

- 지역 맞춤형 대책 제시를 위해 현장조사 체크리스트를 개발
 - 현장조사 체크리스트에는 재해발생양상, 재해취약지역 및 주변지역 특성, 재해취약대상 등이 포함
 - 현장조사 수행시에는 과거 피해이력 등을 우선적으로 조사하고 이를 바탕으로 현장조사를 수행
 - 현장조사시에는 피해 및 취약지역과 저류기능 부여 가능시설 등을 중점적으로 검토하여 관련 재해 예방형 도시계획 대책과 연계하는 방향 검토

□ 사례지역 적용방법

- 사례지역에 재해 예방형 도시계획 적용순서는 크게 재해취약지역 도출, 현장조사, 재해 예방형 도시계획 대책 제시 등으로 구성
 - 재해취약지역 도출은 재해취약성 분석결과 1, 2 등급인 지역 중 복합재난 대응 단계별 관리지도 등급이 높은 지역을 우선적으로 도출
 - 현장조사는 우선 현장조사 체크리스트를 작성하고, 피해 및 취약지역과 저류기능 부여 가능시설 등을 중심으로 도시계획 요소 적용 대상을 검토

- 재해 예방형 도시계획 대책 제시는 관리지도 특징을 고려한 재해 예방형 도시계획 요소, 현장조사 결과 등을 종합하여 피해 및 취약지역과 저류기능 부여 가능 시설 등을 중심으로 지역 맞춤형 재해 예방형 도시계획 대책을 제시

6. 복합재난을 고려한 도시방재 정책 개선 방향

□ 복합재난을 고려한 재해 예방형 도시계획 실효성 제고

- 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침의 ‘4-1-4 도시복원력을 감안한 재해예방형 도시계획 수립’을 ‘복합재난을 고려한 재해예방형 도시계획 수립’으로 개정
- 별도로 복합재난 관리지도 구축 및 활용 가이드라인을 구축하여 활용성을 강화하고 실효성 있는 지역 맞춤형 재해 예방형 도시계획 대책을 발굴

□ 도시방재제도 개선방향

- 도시방재 제도 운영의 주요 문제점(재해 예방형 도시계획 수립 미흡, 재해취약성 분석방법 개선, 교육 등) 개선 필요
- 도시방재 제도 운영의 실효성을 제고하기 위해 도시방재플랫폼을 개발하고 지역 전문가와의 네트워크 강화 필요

7. 결론 및 향후 과제

- 본 연구는 우리나라의 도시방재 제도가 복합재난을 고려하지 못하고 있으며, 재해 예방형 도시계획 수립에 한계가 있는 점을 착안하여 수행
- 재해취약성 분석방법은 공간분석 단위, 분석지표 등의 개선, 재해 예방형 도시계획은 복합재난 관리지도 구축 및 활용 고도화, 재해 예방형 도시계획 발굴 및 컨설팅, 관련 법·제도 개선의 추가 연구가 필요