

국토정책 Brief

KRIHS ISSUE PAPER



KRIHS POLICY BRIEF • No. 754

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 강현수 • www.krihs.re.kr

도시복합재난 관리방안: 복합재난 관리지도 구축 및 활용을 중심으로

한우석 국가방재연구센터장

주요내용

- 1 기후변화에 따른 자연재해와 도시구조 변화에 따른 복잡화 등으로 자연재해는 복합재난으로 악화될 가능성이 매우 높음
- 2 복합재난에 대응하기 위해서는 복합재난 관리지도를 개발하고, 이를 도시방재 정책과 연계한 맞춤형 재해 예방형 도시계획 수립이 필요
- 3 복합재난 대응단계는 크게 재해 발생 전인 예방단계, 재해가 발생한 직후인 대응단계, 재해 발생 후 단기 복구와 장기복구 단계로 구분
- 4 복합재난 대응단계별 주요 취약 및 지원 시설의 중요도를 도출하여 복합재난 관리지도 구축방법을 개발
- 5 재해취약성 분석 결과와 복합재난 관리지도를 연계·활용하여 취약지역을 도출하고, 복합재난 대응단계별 특징과 연계하여 재해 예방형 도시계획 대책 제시

정책방안

- 1 '도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침'에서 복합재난을 고려한 재해 예방형 도시계획 수립이 포함되도록 개정
- 2 복합재난 관리지도 구축 및 활용 관련 가이드라인 구축
- 3 실효성 있는 지역 맞춤형 재해 예방형 도시계획 대책을 발굴
- 4 도시방재 제도 운영의 주요 문제점(재해 예방형 도시계획 수립 미흡, 재해취약성 분석방법, 관련 교육 등) 개선 필요
 - 도시방재 제도 운영의 실효성을 제고하기 위해 도시방재플랫폼을 개발하고 지역 전문가와의 네트워크 강화 필요

1. 복합재난 대응 필요성 및 도시방재 정책 현황

복합재난 증가 전망

기후변화의 영향과 도시구조 변화에 따른 복잡화 등으로 자연재해가 복합재난으로 악화될 가능성 증가

- 최근 기후가 급속히 변화하고 있으며, 우리나라의 경우 전 세계 기후의 평균 변화보다 빠르게 변화하고 있어 대형 자연재해 발생 가능성이 높음
- 도시구조가 초연결사회로 변화하고 있어 한 지점의 자연재해 피해가 다양한 분야에 연계 및 통합되어 복합재난으로 악화될 가능성이 높아지고 있음
- 복합재난은 자연재해로부터 시작되어 동시다발적·연쇄적 사회재난으로 재난범위가 확산되는 재난으로, 대규모의 사회적 피해를 유발시키며 장기간의 복구가 필요함

그림 1 대형재해가 복합재난으로 악화되는 과정



출처: 한국정보통신기술협회 2017, 3.

국내·외로 다양한 복합재난이 발생하고 있으며, 우리나라의 경우 홍수가 국가기반 시설에 가장 많은 영향을 미쳐 복합재난으로 악화될 가능성이 높음

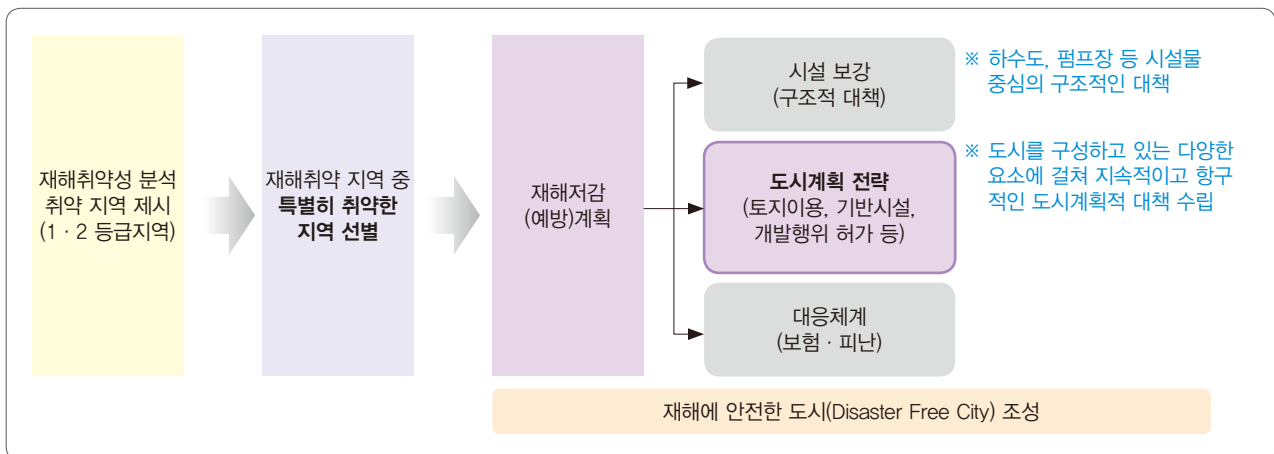
- 우리나라의 경우 우면산 산사태(2011년), 태풍 차바(2016년), 충청권 집중호우(2017년), 해외의 경우 허리케인 카트리나(2005년)·샌디(2012년)·하비(2017년) 등 대형 자연재해가 복합재난으로 악화
- 우리나라의 과거 피해 현황 및 전문가 설문조사 결과 기후변화 재해(홍수, 가뭄, 폭염, 폭설, 강풍, 해수면 상승 등) 중 복합재난으로 악화될 가능성이 가장 높은 재해는 홍수임

국내·외 주요 도시방재 정책

우리나라에서는 도시 차원에서 기후변화 재해에 대응하기 위해 기후변화 도시 재해취약성 분석(이후 재해 취약성 분석) 및 재해 예방형 도시계획 제도가 수립 및 운영되고 있음

- 재해취약성 분석 제도는 2015년에 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 개정으로 지자체에서 도시계획 수립 시 기초조사로 분석이 의무화됨
- 재해취약성 분석은 6대 기후변화 재해(폭우, 가뭄, 폭염, 폭설, 강풍, 해수면 상승)를 대상으로 현재와 미래의 취약성을 종합해 재해취약 지역을 도출하는 방법으로, 재해취약 지역에 재해 예방형 도시계획을 수립하도록 권장
- 재해 예방형 도시계획은 재해취약성 분석 결과인 ‘재해에 특별히 취약한 지역’을 대상으로 구조적 대책과 더불어 도시계획적 대책을 마련하여 재해 피해를 최소화하는 도시방재계획임
- 기후변화 재해에 대응한 도시방재 정책이 운영되고는 있지만, 복합재난을 고려하지 못하고 있으며, 지역 맞춤형 대책 제시에는 한계가 있음

그림 2 재해예방형 도시계획 개념도



출처: 국토연구원 2018, 5.

해외의 경우 재해 발생 단계를 고려한 위험도 지도 등을 개발하고 있으며, 지역경제 활성화를 위한 장기복구 측면까지 고려

- (일본) 동일본 대지진 이후 건물 및 화재 위험도뿐만 아니라 활동 곤란도를 고려한 종합위험도 지도를 구축하고 대응 및 복구 등에 활용
 - 또한 사전복구계획을 제도화하여 재해 피해에 대한 단순 원상복구가 아닌 지역경제까지 고려하고 있으며, 도시계획 등과 연계·운영
- (미국) 사전복구계획을 제도화하여 재해 피해에 대한 단순 원상복구가 아닌 지역경제까지 고려하고 있으며, 도시계획 등과 연계·운영
 - HAZUS-MH 3.0 모델을 개발하여 홍수·허리케인·지진의 간접적인 영향까지 고려하여 대응전략을 수립

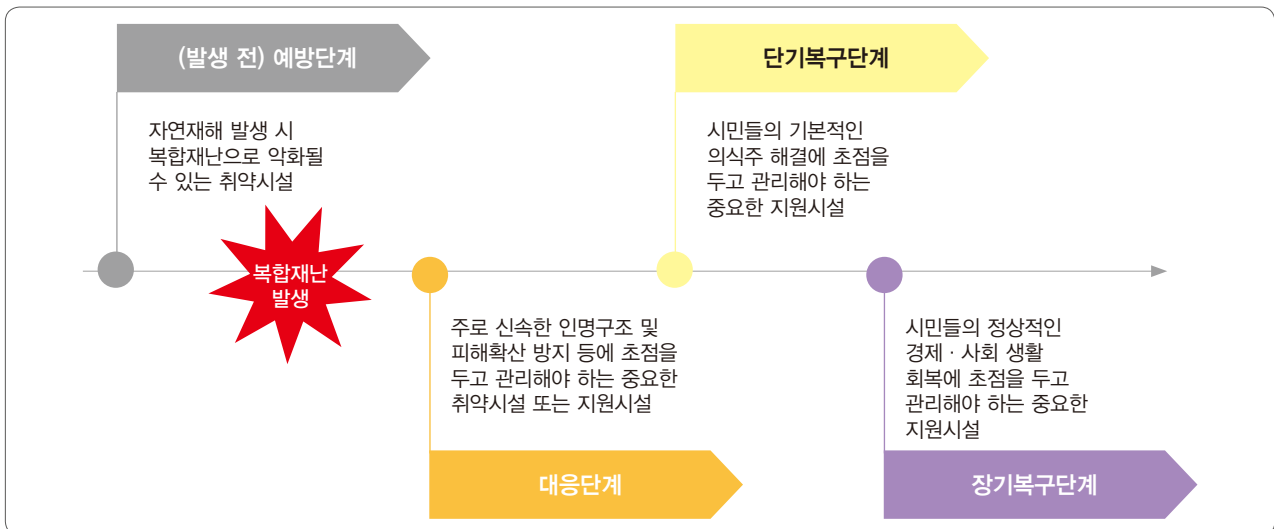
2. 복합재난 대응단계별 주요 특징 및 시설요소

복합재난 대응단계별 주요 특징 및 시설분류

복합재난 대응단계는 크게 재해 발생 전인 예방단계, 재해가 발생한 직후인 대응단계, 재해 발생 후 단기복구와 장기복구 단계 등 4단계로 구분

- (예방) 자연재해 발생 시 복합재난으로 악화될 수 있는 시설물이 밀집되어 있는 지역이 취약
- (대응) 신속한 인명구조와 더불어 피해확산 저감이 중요한 업무이며, 대응단계는 피해 규모·범위에 따라 다소 차이가 있지만 재해 발생 후 1일 내외가 이 단계에 속함
- (단기복구) 피해를 받은 주민들의 기본적인 의식주를 지원하는 것이 주요 업무이며, 우리나라의 경우 대략 1주일 내외임
- (장기복구) 주민들이 정상적인 경제·사회 생활을 할 수 있도록 회복 부분에 초점을 두고 관리하는 것이 필요

그림 3 복합재난 대응단계별 취약 및 지원 시설 도출 관련 고려사항



출처: 한우석 외 2019, 62의 <그림 3-5> 재구성.

복합재난 대응단계별 주요 취약 및 지원 시설 중요도 도출

- 기반시설은 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」상 기반시설을 중심으로 도출해 분류했지만, 구체성이 부족한 부분은 「재난 및 안전관리 기본법」과 「사회기반시설에 대한 민간투자법」에 기초 및 보완하여 4개 항목, 16개 세부시설로 분류
- 기반시설 분류는 필수서비스 공급시설, 경제활동 기반시설, 교통 기반시설, 구호·대응 시설로 분류

복합재난 대응단계별 취약 및 지원 시설 중요도

복합재난 대응단계별 주요 특징을 고려하여 취약 및 지원 시설을 도출할 수 있도록 전문가와 담당자를 대상으로 설문조사 수행

- (예방) 필수서비스 공급시설을 중심으로 취약시설 관리가 필요한 것으로 나타났으며, 자연재해가 복합재난으로 확산되지 않도록 하기 위해서는 필수서비스 공급시설 관리가 가장 중요
- (대응) 재난 발생 후 1일까지의 기간으로 복합재난으로의 확대 방지 및 피해 저감을 위해서는 구호·대응 시설이 가장 중요
- (단기복구) 복합재난 발생 이후 복구단계에서도 필수서비스 공급시설이 가장 중요도가 높은 것으로 판단되어 우선적인 지원이 필요
- (장기복구) 이 단계에서는 경제활동 기반시설이 중요도가 가장 높은 것으로 판단되어 일반적인 공공시설의 관리뿐만 아니라 경제활동에 관련된 민간시설 및 지역관리가 필요

표 1 각 단계별 세부 시설의 중요도 설문조사 결과 비교표

기반시설 구분		복합재난 관리단계			
대분류	세분류	예방	대응	단기복구	장기복구
필수 서비스 공급시설	상·하수도 시설	12.8	6.7	19.0	6.7
	열가스 공급시설	9.1	5.7	8.6	4.5
	전기 공급시설	16.3	13.2	17.0	7.8
	방송·통신 시설	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
	도시 내 업무 상업	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·대응 시설	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
	대피 수용시설	3.5	6.7	5.6	1.8

출처: 한우석 외 2019, 68의 <표 3-6>.

3. 복합재난 관리지도 구축방법 및 적용

복합재난 관리지도 구축방법

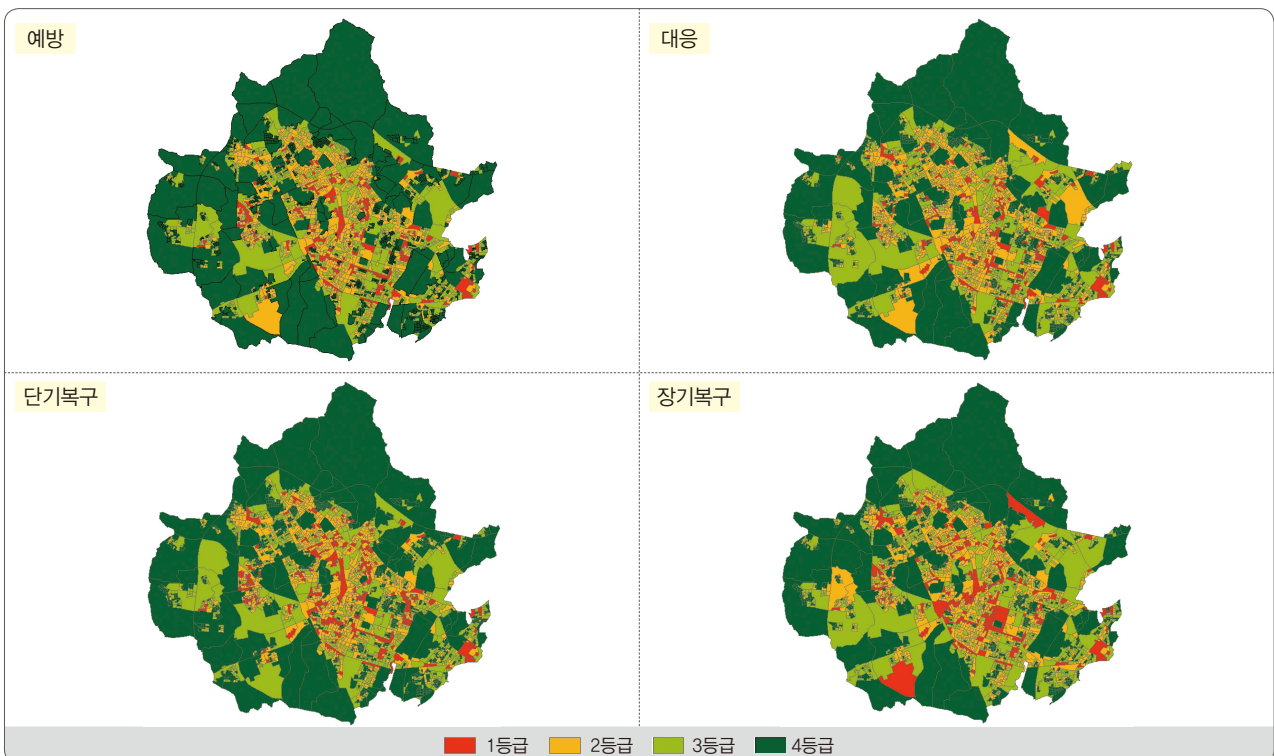
복합재난 대응단계별 관리지도 구축은 재해취약성 분석방법을 준용하지만, 기상자료는 제외하고 가중치를 적용한 도시민감도 지표를 활용하여 단계별 관리지도를 구축

- 집계구별·시설물별 지표값 도출은 공간분석 단위인 집계구 단위로 16개의 세부지표값을 산정
- 단위가 다른 지표값을 표준화하고, 각 복합재난 대응단계별 및 시설별 중요도 등을 고려해 가중치를 적용
- 복합재난 관리지도 구축은 가중치를 적용한 관리지도를 전체 집계구를 대상으로 자연적 분위법(Jenks 최적화방법)을 통해 4단계의 등급을 부여

사례 지역(수원시) 대상 복합재난 관리지도 구축

- 사례 지역은 재해취약성 분석 결과 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

그림 4 복합재난 대응단계별 관리지도



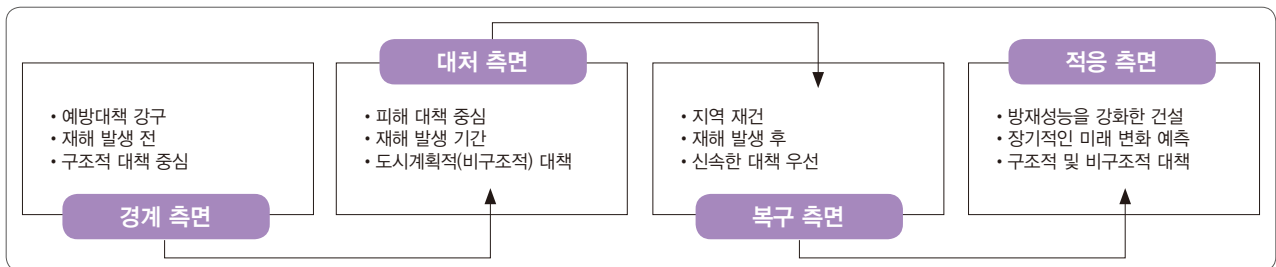
출처: 한우석 외 2019, 87~94 재수정.

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 도출했으며, 도시계획 위계별로 재분류
- 도시 복합재난 관리를 위한 재해 예방형 도시계획 대책은 토지이용, 기반시설, 건축물 대책의 주요 역할을 종합적으로 고려하여 선정
- 지역 맞춤형 대책 제시를 위해 현장조사 체크리스트를 개발

그림 5 통합적 재해대책 수립을 위한 접근방법



출처: The World Bank 2012.

표 2 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 피해 확산 방지대책 적용	피해 건축물 및 피해지역 인근 취약건축물 긴급관리 사전계획
단기복구단계	필수기능 회복	필수기능 확보 용이성을 고려한 공간(대피구역 등) 설정	필수공급시설 보호 및 기능 복구	피해 건축물 안전진단 및 기능 복구 사전계획
장기복구단계	적응능력 제고	복합재난 충격흡수 능력 강화를 위한 공간구조 전환 대책 추진	기반시설 복합재난 적응 능력 강화대책	건축물 안전수준 향상대책

출처: 한우석 외 2019, 104 <표 5-1>.

사례 지역 대상 재해 예방형 도시계획 수립

- 재해취약 지역 도출은 재해취약성 분석 결과 1·2 등급인 지역 중 복합재난 대응단계별 관리지도 등급이 높은 지역을 우선적으로 도출
- 현장조사는 우선 현장조사 체크리스트를 작성하고, 피해·취약 지역과 저류기능 부여 가능시설 등을 중심으로 도시계획 요소 적용 대상을 검토
- 재해 예방형 도시계획 대책은 관리지도 특징을 고려한 재해 예방형 도시계획 요소, 현장조사 결과 등을 종합하여 피해 및 취약 지역과 저류기능 부여 가능시설 등을 중심으로 지역 맞춤형으로 제시

4. 정책제안

‘도시 기후변화 재해취약성 분석 및 활용에 관한 지침’ 개정 및 복합재난 관련 가이드라인 구축

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

도시방재 제도의 주요 문제점을 개선하고, 도시방재플랫폼 개발 및 지역 전문가와의 네트워크 강화

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

그림 6 도시방재플랫폼의 기능(안)



출처: 한우석 외 2019, 142 <그림 6-1>.

참고문헌

- 국토연구원. 2018. 도시 기후변화 재해취약성분석 교육: 재해취약성분석 결과의 활용, 12월 20일. 세종: 국토연구원.
 한국정보통신기술협회. 2017. 복합재난 대응을 위한 인벤토리 구축 요구사항. 성남: 한국정보통신기술협회.
 The World Bank. 2012. *Cities and flooding: a guide to integrated urban flood risk management for the 21st century*. Washington D.C.: The World Bank.

※ 본 자료는 국토연구원에서 기본과제로 수행한 ‘한우석·이병재·조만석·정연희, 2019. 대형재해에 대비한 도시복합재난 관리 방안 연구: 재난관리지도 구축 및 활용을 중심으로. 세종: 국토연구원’의 내용을 수정·보완해 정리한 것임.

한우석 국가방재연구센터장(wshan@krihs.re.kr, 044-960-0282)



KRIHS 국토연구원

세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114

홈페이지 www.krihs.re.kr
팩스 044-211-4760

