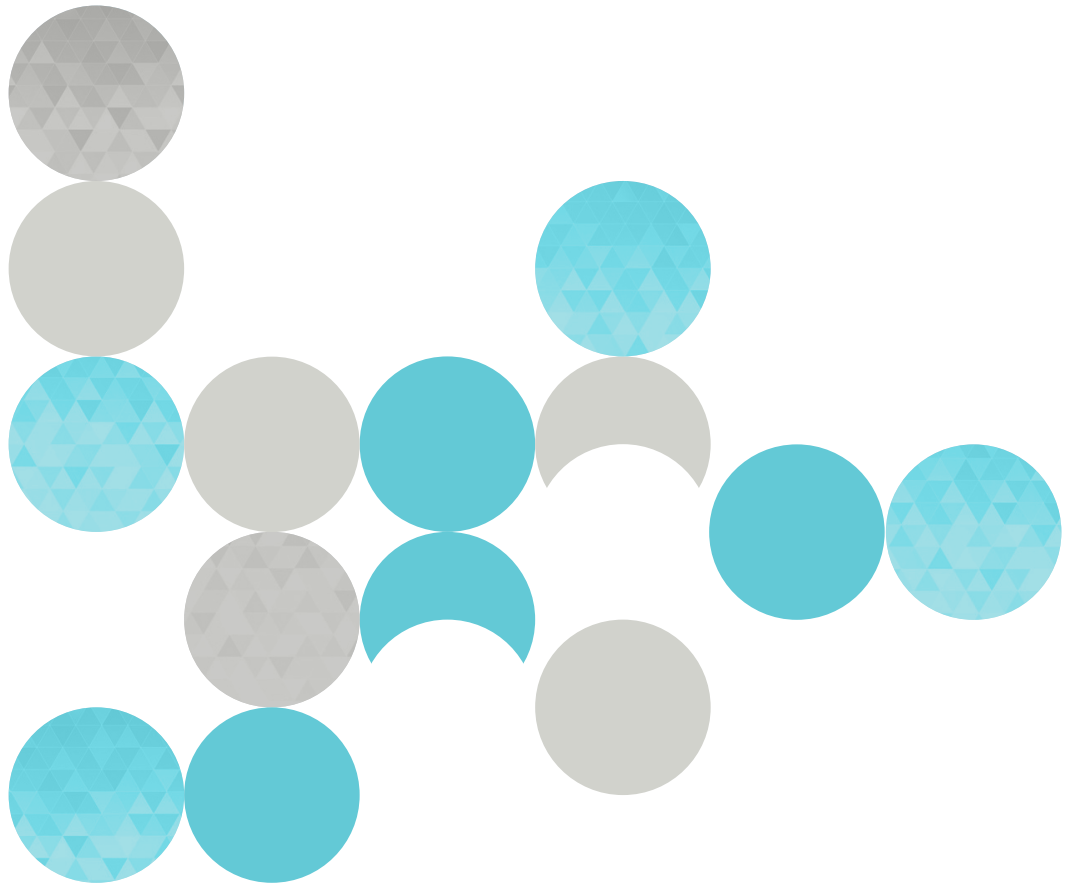


A Primer on Korean Planning and Policy

| PKPP 2024-01 |

CLIMATE CHANGE AND URBAN DISASTER PREVENTION



**CLIMATE
CHANGE** **A Primer on
Korean
Planning
and Policy**

PKPP 2024-01

AND URBAN DISASTER PREVENTION

Cataloging-in Publication Data

Publisher Shim Gyo Eon
Printed on August 31, 2024
ISBN 979-11-5898-960-6
978-89-8182-706-9 (Set)

All Right Reserved.

No part of this publication may be reproduced, used or stored in or introduced into a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means (electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise), without the prior written permission of Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS), except in the case of brief quotation embodies in critical articles or reviews.

Designed and Produced by Dawon Company Co., Ltd. Tel: +82-44-865-8115

Copyright © 2024 by Korea Research Institute for Human Settlements

5 Gukchaegyeonguwon-ro, Sejong-si, 30147, Republic of Korea

Tel: +82-44-960-0114 Fax: +82-44-211-4772

Website: <http://www.krihs.re.kr>, <http://www.gdpc.kr>

※ Please note that the arguments in this primer are solely upon the authors' perspectives, and may differ from the official position of KRIHS.



This primer aims to share the knowledge and experiences of territorial planning and policy in Korea for the past 60 years. After undergoing turbulent times of colonial rule and war in the first half of the 20th century, Korea has accomplished a remarkable economic and social development since the 1960s. Now Korea becomes a favorite benchmark of many partner countries and is performing an important role to disseminate its knowledge and policy experiences to global friends. On such a track, KRIHS publishes this primer dealing with the territorial planning and policy ranging in either comprehensive or specific themes. More primers will be forthcoming with a wider variety of subjects year after year.

A Primer on Korean Planning and Policy (PKPP) 2024-01 Climate Change and Urban Disaster Prevention

Author Byoung Jae Lee
Research Fellow
Korea Research Institute for Human Settlements

Editorial Team Global Development Partnership Center (GDPC) | KRIHS
•Youn Hee Jeong | Director (Editor) | Research Fellow
•Jiyeon Lee | Researcher
•Jeong Yun Hwang | Senior Clerk

Published by Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS)
– Global Development Partnership Center (GDPC)

CONTENTS

목차

PART I . Overview	2
1. Climate change status and trends	3
2. Disaster and damage characteristics	7
PART II . Urban Disaster Prevention Strategies against Climate Change	16
1. Focus of urban disaster prevention against climate change	17
2. Promoting a multi-layered urban disaster prevention strategy: The PSR safety network strategy	19
3. Disaster-preventive urban planning	27
4. Multiple disaster prevention system for the entire national territory management cycle	31
PART III . Major Policies and Studies on Urban Disaster Prevention	38
1. Constructing a disaster-preventive urban planning system through disaster vulnerability analysis	39
2. Intensive management of disaster vulnerable areas through disaster prevention zone activation	69
3. Strengthening the disaster prevention function of urban infrastructure	85
4. Promoting comprehensive flood control planning for urban river basins	87
5. Example 1: Simulation technology development for precise disaster reduction measures (urban flooding)	89
6. Example 2: Simulation technology development for precise disaster reduction measures (sediment disaster in urban areas)	95
7. Establishment of the national disaster prevention and safety sector's direction via the Fifth Comprehensive National Territorial Plan	101
8. Promoting the construction of an integrated urban disaster prevention strategy system	103
PART IV . Implications for International Development Cooperation	108
1. Urban disaster prevention for rapidly growing cities	109
2. Examples of international cooperation for urban disaster prevention in developing countries: Vietnam	113
Bibliography	122
LIST OF TABLES	
Table 1. Framework to present disaster-preventive urban planning measures considering the characteristics of each complex disaster response stage	67
Table 2. Guidelines III -3-4 of the Fifth Comprehensive National Territorial Plan (making safe and resilient national territory)	101
LIST OF FIGURES	
Figure 1. Spatial distribution of future temperature (above) and precipitation (below) changes in the Korean Peninsula under RCP scenarios	5
Figure 2. Prospect of areas vulnerable to disasters in Korea (2100)	7

제1장 개요	2
1. 기후변화 현황 및 추세	4
2. 재해 발생 및 피해 특성	8
제2장 기후변화 대비 도시방재전략	16
1. 기후변화 대응 도시방재 기본방향	18
2. 중층의 도시방재전략 추진: PSR 안전망 전략	20
3. 재해예방형 도시계획	28
4. 국토관리 전 주기 다중 방재체계	32
제3장 주요 도시방재 정책 및 연구	38
1. 재해취약성분석을 통한 재해예방형 도시계획체계 구축	40
2. 방재지구 활성화를 통한 재해취약지역 집중관리	70
3. 도시기반시설의 방재기능 강화	86
4. 도시하천 유역종합치수계획 추진	88
5. 정밀 재해저감대책 시뮬레이션 기술개발 예시 1(도시침수)	90
6. 정밀 재해저감대책 시뮬레이션 기술개발 예시 2(도심지 토사재해)	96
7. 제5차 국토종합계획 국토방재·안전 부문 수립방향	102
8. 도시방재 통합전략시스템 구축 추진	104
제4장 국제개발협력에 대한 시사점	108
1. 급성장도시에 대한 도시방재	110
2. 개발도상국 도시방재 국제협력 사례: 베트남	114
참고문헌	122
표 차례	
표 1. 복합재난 대응단계별 특징과 연계한 재해예방형 도시계획대책 제시 틀	68
표 2. 제5차 국토종합계획의 계획지침 III -3-4(안전하고 회복력 높은 안심국토 조성)	102
그림 차례	
그림 1. RCP 시나리오에 의한 미래 한반도 기온(위) 및 강수량(아래) 변화의 공간분포	6
그림 2. 국토 재해취약지역 전망(2100년)	8

LIST OF FIGURES

Figure 3. Trends in flooded areas and flood damage	9
Figure 4. Trend in recovery cost compared to disaster damage	11
Figure 5. Urban disaster prevention measures by disaster scale	17
Figure 6. Spatial drainage system of Korean ancestors	19
Figure 7. Conceptual diagram of the PSR safety network strategy	21
Figure 8. PSR safety network strategy and S zone segmentation considering a disaster	23
Figure 9. Example of the development direction for PSR-based disaster reduction	25
Figure 10. Conceptual diagram of the effect of disaster-preventive urban planning	27
Figure 11. Strategic process to establish disaster-preventive urban planning	29
Figure 12. Disaster prevention system for the entire national territory management cycle: Temporal expansion	31
Figure 13. Multiple disaster prevention system for national territory management: Spatial expansion	33
Figure 14. Basic structure of the urban climate change disaster vulnerability analysis	45
Figure 15. Detailed structure of the urban climate change disaster vulnerability analysis	45
Figure 16. Urban climate change disaster vulnerability analysis procedure	49
Figure 17. Present vulnerability grade matrix (left) and an example of present vulnerability analysis: Heavy rain (right)	53
Figure 18. Process of total disaster vulnerability analysis	55
Figure 19. Concepts of land use, infrastructure, and building measures for disaster-preventive urban planning	57
Figure 20. Approach for establishing integrated disaster countermeasures	61
Figure 21. Procedure for setting disaster prevention zones	71
Figure 22. Example of selecting a disaster prevention zone and setting its boundary	73
Figure 23. Procedure for selecting disaster prevention zones	73
Figure 24. Conceptual diagram of disaster prevention zone areas	75
Figure 25. Considerations for setting disaster prevention zone boundaries	77
Figure 26. Example of selecting an urban disaster prevention zone target area	79
Figure 27. Example of setting an urban disaster prevention zone	79
Figure 28. Example of selecting a natural disaster prevention zone target area	81
Figure 29. Example of setting a natural disaster prevention zone	81
Figure 30. Disaster prevention zone incentives	83
Figure 31. Example of strengthening the disaster prevention function of urban infrastructure	85
Figure 32. Location map of the comprehensive flood control plan pilot project for the Gyeongyang River	87
Figure 33. Operating system and conceptual design of the urban flood prevention support system	91
Figure 34. Conceptual diagram of inland flooding/river inundation analysis	93
Figure 35. Urban flooding disaster prevention measures by cause	93
Figure 36. Umyeonsan landslide damage and the need for an integrated management system	95
Figure 37. Development of the One-Stop solution 3D simulator for urban sediment disaster and its application to the case area	97
Figure 38. Visualization of sediment disaster-related information via a dashboard	99
Figure 39. Conceptual diagram of the integrated urban disaster prevention strategy system	105
Figure 40. Application and utilization of the urban flood prevention support system in Vietnam	117
Figure 41. Target areas for the application of the urban flood prevention support system in Vietnam (Lao Cai and Hue)	119
Figure 42. User interface of the urban flood prevention support system in Vietnam	119

그림 차례

그림 3. 침수면적 및 수해피해액 변화 추이	10
그림 4. 재난피해액 대비 복구비 추이	12
그림 5. 재해 규모에 따른 도시방재대책	18
그림 6. 선조들의 공간배수체계	20
그림 7. PSR 안전망 전략 개념도	22
그림 8. 도시 내 재해영향 및 특성을 고려한 PSR 안전망 전략 및 S 구역 세분화	24
그림 9. PSR 기반의 재해저감 도시설계기법 개발방향 예시	26
그림 10. 재해예방형 도시계획 효과 개념도	28
그림 11. 재해예방형 도시계획 수립을 위한 전략적 수행과정	30
그림 12. 국토관리 전 주기 방재체계: 시간적 확장	32
그림 13. 국토관리 다중 방재체계: 공간적 확장	34
그림 14. 도시 기후변화 재해취약성분석 기본구조	46
그림 15. 도시의 기후변화 재해취약성분석 상세구조	46
그림 16. 도시기후변화 재해취약성분석 절차	50
그림 17. 현재 취약성 등급 매트릭스(좌)와 현재 취약성분석 예시: 폭우(우)	54
그림 18. 종합 재해취약성분석 과정	56
그림 19. 재해예방형 도시계획의 토지이용·기반시설·건축물 대책 개념	58
그림 20. 통합적 재해대책 수립을 위한 접근방법	62
그림 21. 방재지구 대상 지역 및 구역설정 절차	72
그림 22. 방재지구 대상 지역 선정 및 구역경계 설정 예시	74
그림 23. 방재지구 대상 지역 선정절차	74
그림 24. 방재지구 영역 개념도	76
그림 25. 방재지구 구역경계 설정 시 고려사항	78
그림 26. 시가지방재지구 대상 지역 선정 예시	80
그림 27. 시가지방재지구 구역 설정 예시	80
그림 28. 자연방재지구 대상 지역 선정 예시	82
그림 29. 자연방재지구 구역 설정 예시	82
그림 30. 방재지구 인센티브 지원내용	84
그림 31. 도시기반시설의 방재기능 강화 예시	86
그림 32. 계양천 도시하천 유역종합차수계획 시범사업 위치도	88
그림 33. 도시침수 예방대책 지원시스템 운영체계 및 개념설계	92
그림 34. 도시침수 내·외수 해석 개념도	94
그림 35. 원인별 도시침수 방재대책 수단	94
그림 36. 우연산 산사태 피해와 통합관리시스템 필요성	96
그림 37. 도심지 토사재해 One-Stop 솔루션 3D 시뮬레이터 개발 및 사례지역 적용	98
그림 38. 대시보드 형태의 제공을 통한 토사재해 관련 정보 시각화	100
그림 39. 도시방재 통합전략시스템 개념도	106
그림 40. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 적용 및 활용방안	118
그림 41. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 적용 사례 대상 지역(Lao Cai, Hue)	120
그림 42. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 사용자 인터페이스	120

CLIMATE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION

CLIMATE CHANGE AND URBAN DISASTER PREVENTION

CLIMATE
CHANGE

PART I
OVERVIEW
개요

Overview

Urban disaster prevention in South Korea started with river improvement and the development of multi-purpose dams by foreign aid in the 1960s. In the 1980s and 1990s, policies focused on river maintenance were implemented under the long-term comprehensive water resources plan. Subsequently, typhoons and heavy rain damage prompted reinforcement measures for basins and structures through a white paper on comprehensive measures for flood prevention by setting up the “Presidential Secretariat Flood Prevention Planning Team” in September 1999. In the 2000s, typhoons with some of the largest damages, such as Rusa and Maemi, and catastrophes, such as the Daegu subway fire, resulted in the creation of an integrated disaster prevention system by establishing the National Emergency Management Agency in June 2004. A white paper on the new national disaster prevention system was then published by setting up the New National Disaster Prevention System Planning Team. In July 2011, the public-private joint task force for disaster management improvement was established after recognizing the importance of climate change and urban disaster prevention through flood damage, such as the Umyeonsan landslide and Gangnam Station's flooding in Seoul; the aim was to establish practical urban disaster prevention policies.

1. Climate change status and trends

The possibility of compound disasters is increasing worldwide due to the increasing frequency of more severe climate change and extreme weather events. Since the mid-20th century, the world has been suffering from extreme weather events exacerbated by climate change. During the 20th century, the air temperature increased by 0.74°C on average globally, 1.0°C in Asia, and 1.5°C in Korea. Meanwhile, sea surface temperature rose by 0.5°C on average globally, 1.2°C in Asia, and 1.4°C in Korea. Similarly, sea levels rose by 0.18 cm/yr on average globally, and 1.9 cm/yr in Asia and Korea. Moreover, the speed of climate change in Korea is much higher than the global average. For instance, the average temperature rise in the Korean Peninsula is expected to be 3.2°C by 2050 from the previous 2.0°C, while precipitation is expected to increase by 15.6% from the previous 11.5%. Consequently, the damage caused by disasters and compound events caused by extreme weather events are expected to worsen in the future.

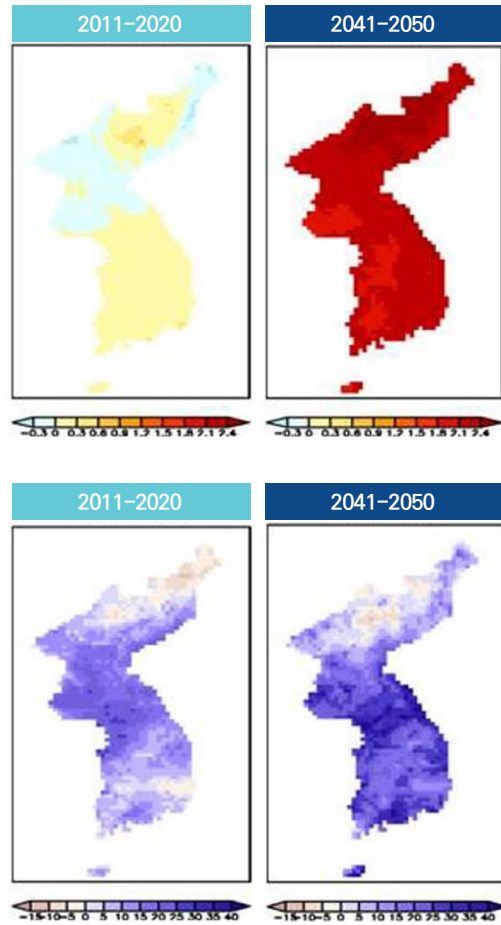
개요

한국의 도시방재는 1960년대 해외 원조에 의한 하천 개수 및 다목적댐 개발을 시작으로 1980~1990년대에는 수자원장기종합계획에 의한 하천 정비 위주의 정책을 펼쳤다. 이후 태풍 및 폭우피해를 겪으며 1999년 9월 “대통령 비서실 수해방지대책기획단”을 설치하여 수해방지 종합대책 백서를 통한 유역대책 및 구조물적 대책을 강화하였다. 2000년대 들어 태풍 RUSA와 MAEMI 등 역대 최대 규모의 피해를 입힌 태풍재해와 대구 지하철 화재 등의 참사를 겪으며 2004년 6월 “소방방재청”을 설립하여 비로소 통합방재체계의 기반을 마련하였다. 이후 “신국가방재시스템 기획단”을 설치하여 신국가방재시스템 백서를 발간하였으며, 2011년 7월 서울 우면산 산사태 및 강남역 침수 등의 수해를 통해 기후변화, 도시방재의 중요성을 인식하며 “재난관리 개선 민관합동 TF”를 설치하여 실질적 도시방재 정책 수립에 나섰다.

1. 기후변화 현황 및 추세

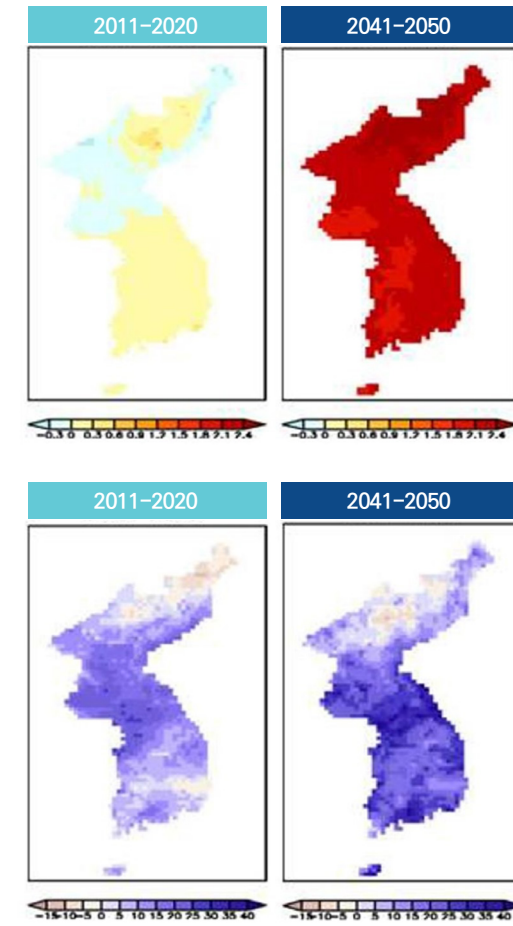
전 세계적으로 기후변화가 보다 심각해지고 극한 기상현황이 빈번하게 발생하여 연쇄적 재난 촉발 가능성이 증가하고 있다. 20세기 중반 이후 발생하는 기후변화 현상이 전 세계로 확산되면서 지구촌 전체가 기상이변으로 몸살을 앓고 있는 것이다. 20세기 동안 기온은 전 세계 평균 0.74°C, 아시아 1.0°C, 우리나라 1.5°C 상승하였고, 바다표면 온도는 전 세계 평균 0.5°C, 아시아 1.2°C, 우리나라 1.4°C 상승하였다. 해수면은 전 세계 평균 0.18cm/yr, 아시아 및 우리나라는 1.9cm/yr 상승하였다. 우리나라의 기후변화 진행 속도는 전 세계 평균보다 훨씬 빠르며, 한반도의 경우 2050년 평균기온 상승은 기존 2.0°C에서 3.2°C, 강수량 증가는 기존 11.5%에서 15.6%로 전망된다. 이로 인해 향후 기상이변에 따른 재해피해 및 연쇄 재난피해는 더욱 심해질 전망이다. 지구온난화로 인한 결과로 다양한 형태의 재해가 발생하고 있다.

Figure 1. Spatial distribution of future temperature (above) and precipitation (below) changes in the Korean Peninsula under RCP scenarios



Source: Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning (2012).

그림 1. RCP 시나리오에 의한 미래 한반도 기온(위) 및 강수량(아래) 변화의 공간분포

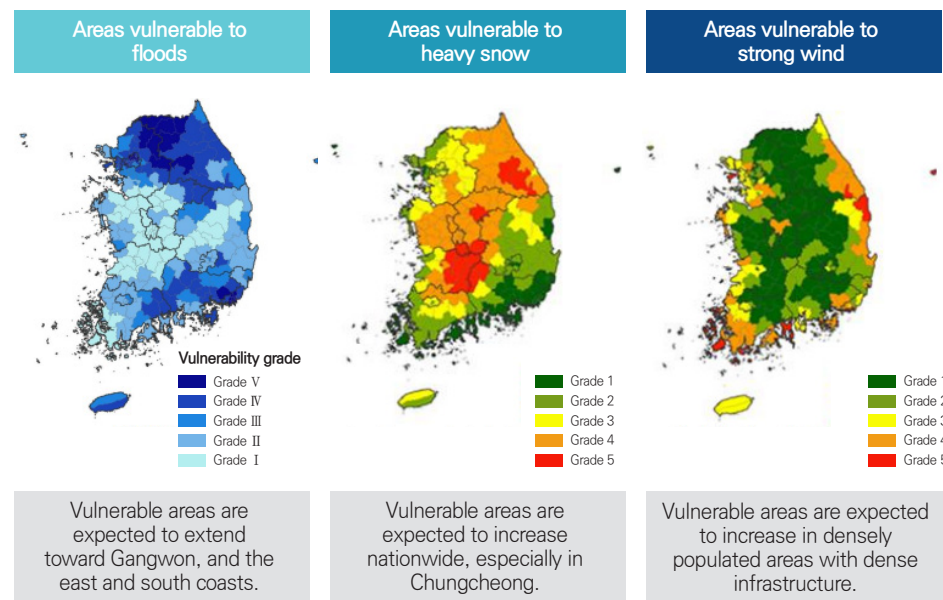


자료: 한국건설교통기술평가원 2012.

2. Disaster and damage characteristics

In recent years, the scale of disaster damage has sharply increased due to the increase in the frequency and size of natural disasters, and the diversification of damage patterns caused by various social disasters. According to the 2022 Global Assessment Report by the United Nations Office for Disaster Risk Reduction, 350 to 500 large disasters have occurred every year over the last 20 years, while 560 disasters are predicted each year (1.5 disasters/day) by 2030 (United Nations Office for Disaster Risk Reduction 2023). Large changes in vulnerable areas are also expected due to the increased frequency of natural disasters (e.g., floods, drought, heavy snow, and heat waves), and diversification of their timing and patterns due to climate change (Korean Government 2020).

Figure 2. Prospect of areas vulnerable to disasters in Korea (2100)

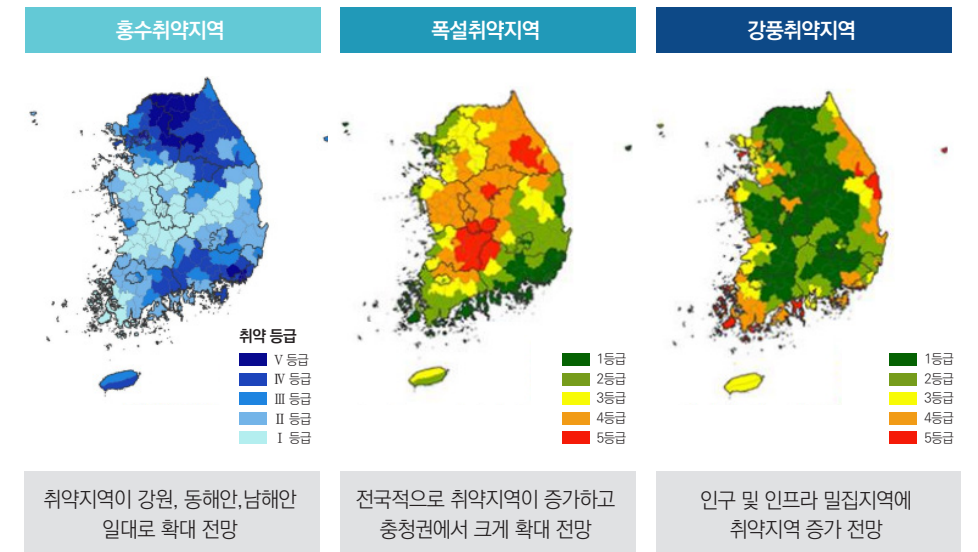


Source: Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS; 2019a). Laying the foundation for safe and resilient national territory. Working paper.

2. 재해 발생 및 피해 특성

최근 자연재해 빈도의 증가 및 대형화, 각종 사회재난에 따른 피해양상의 다양화 등에 따라 재난피해 규모가 급격히 상승하고 있다. 유엔 산하 재난위험경감사무국(United Nations Office for Disaster Risk Reduction: UNDRR)의 '2022년 글로벌 평가보고서'에 따르면 지난 20년간 매년 350~500건의 중대형 재난이 발생했으며, 2030년까지 연간 560건(1.5건/일)의 재난이 발생할 것으로 전망한다(유엔 재난위험경감사무국 2023). 또한 기후변화 영향으로 홍수, 가뭄, 폭설, 폭염 등의 자연재해 발생빈도가 높아지고 발생 시기 및 패턴이 다양해져 미래 국토취약지역에 큰 변화가 예상되고 있다(대한민국 정부 2020).

그림 2. 국토 재해취약지역 전망(2100년)

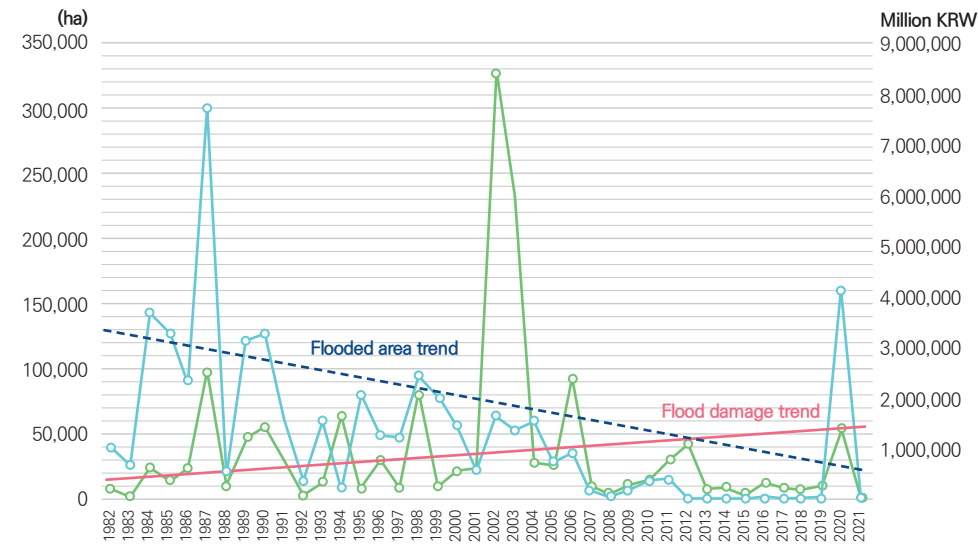


자료: 국토연구원 2019a. 안전하고 회복력 높은 안심국토 기반조성. 워킹페이퍼.

The risk of large disaster damage is also rising as the scale of damage steadily increases, compared to the area damaged by natural disasters, due to the increase in land vulnerability (Korean Government 2020). For instance, examining changes in flooded areas and flood damage over the last 30 years shows that the flooded areas have decreased due to the continued implementation of disaster prevention projects. However, the flood damage has consistently increased due to the increase in the values of facilities and buildings, which in turn is caused by the high cost of land and equipment (KRIHS 2019a).

Thus, disaster prevention-oriented measures are required considering that the cost of recovery exceeds the direct damage caused by disasters. Therefore, the impact of disasters on urban areas and vulnerable areas in the country needs to be comprehensively examined, and active preventive measures must be established using land use plans.

Figure 3. Trends in flooded areas and flood damage

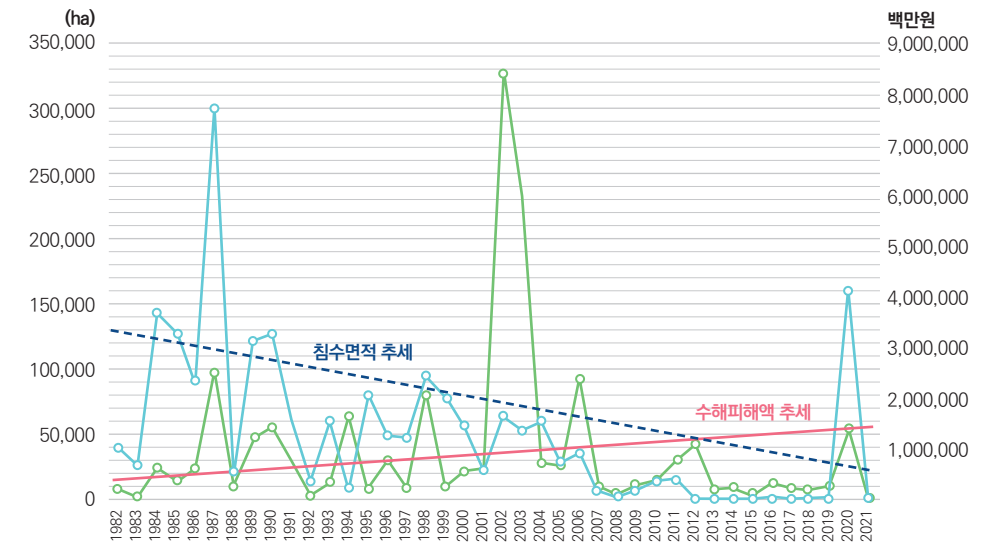


Source: Ministry of the Interior and Safety (MOIS; 2022). Prepared using 2021 annual disaster report data.

국토취약성의 증가로 인해 자연재난 피해면적 대비 피해액 규모가 꾸준히 증가하는 등 재난피해의 대형화 위험도 심화하고 있다(대한민국 정부 2020). 최근 30년간 침수면적과 수해피해액 변화 추이를 검토한 결과, 재난 예방사업의 지속적인 추진으로 침수면적은 감소하였으나 수해피해액은 토지의 고도이용, 설비의 고도화·고급화로 인한 시설물 및 건축물의 가치 상승에 따라 지속적으로 증가하고 있다(국토연구원 2019a).

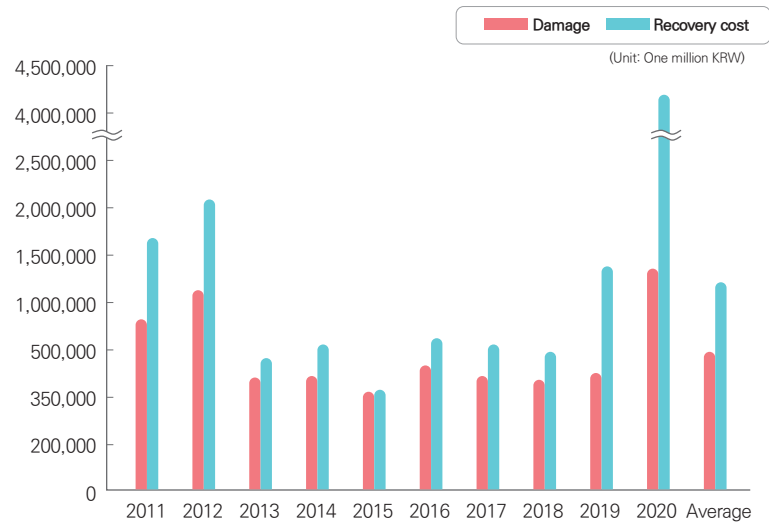
재난이 유발하는 직접적인 피해보다 복구에 소요되는 비용이 더 크다는 특성을 고려하여 재해예방 중심의 대책이 필요하다. 따라서 재난재해가 국토도시지역 및 취약구간에 미치는 영향을 종합적으로 살펴보고, 국토이용계획을 활용한 적극적인 예방대책을 수립하는 것이 매우 중요하다.

그림 3. 침수면적 및 수해피해액 변화 추이



자료: 행정안전부 2022. 2021 재해연보 데이터 활용하여 자체작성.

Figure 4. Trend in recovery cost compared to disaster damage



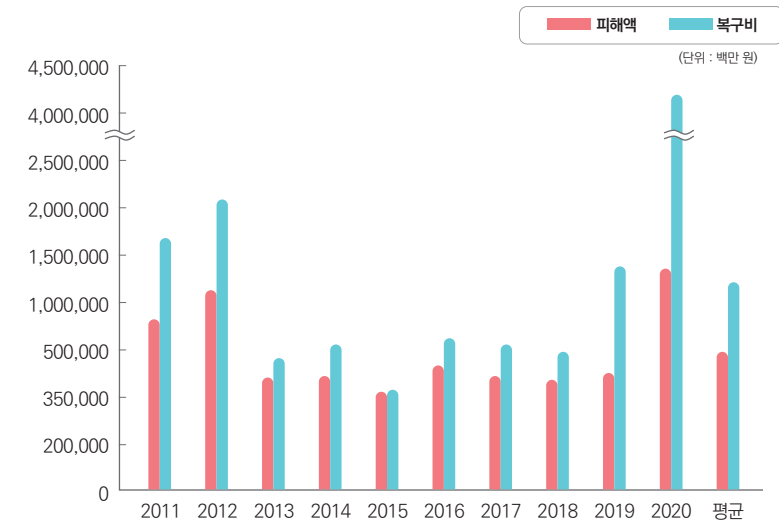
Source: Ministry of the Interior and Safety (MOIS; 2022). Prepared using 2021 annual disaster report data.

(Unit: one million KRW)

Category	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Damage	794,200	1,089,210	172,137	180,019	31,862	288,862
Recovery cost	1,654,029	2,053,176	386,559	507,065	38,122	590,607
Recovery cost/damage	208%	189%	225%	282%	120%	204%
Category	2017	2018	2019	2020	Average	
Damage	187,302	141,284	216,226	1,318,177	441,928	
Recovery cost	499,672	443,270	1,348,759	4,161,548	1,168,281	
Recovery cost/damage	267%	314%	624%	316%	264%	

Source: MOIS (2021). Prepared using 2020 annual disaster report data.

그림 4. 재난피해액 대비 복구비 추이



자료: 행정안전부 2022. 2021 재해연보 데이터 활용하여 자체 작성.

(단위: 백만 원)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	2016
피해액	794,200	1,089,210	172,137	180,019	31,862	288,862
복구비	1,654,029	2,053,176	386,559	507,065	38,122	590,607
복구비/피해액	208%	189%	225%	282%	120%	204%
구분	2017	2018	2019	2020	평균	
피해액	187,302	141,284	216,226	1,318,177	441,928	
복구비	499,672	443,270	1,348,759	4,161,548	1,168,281	
복구비/피해액	267%	314%	624%	316%	264%	

자료: 행정안전부 2021. 2020 재해연보 데이터 활용하여 자체 작성.

Moreover, the possibility of large disasters is increasing due to changes in the national land/urban space and social environment. According to the UN Department of Economic and Social Affairs, the global urban population is expected to increase to 2.5 billion by 2050, with 70% of the world's population living in urban areas. Meanwhile, new technologies (e.g., big data, autonomous vehicles, cloud, artificial intelligence, and IoT) are being increasingly introduced to solve the urban problems caused by the increased urban population (Lee 2023). With these new technological applications, the interdependence and complexity of urban management systems are rapidly increasing.

Furthermore, if a disaster affects a hyper-connected urban system, it is likely to have second and third order adverse effects which may create the risk of paralyzing urban functions (Lee 2023). Indeed, recent large natural disasters (e.g., earthquakes and typhoons) have already paralyzed hyper-connected energy supply systems, communications services, and transportation systems, thereby raising concerns about the interruption of urban functions and services (Yoon 2017). When the urban infrastructure and core facilities required to maintain urban functions are damaged by large disasters, the impact of the damage on the country is enormous. Still, vulnerability must be analyzed and assessed using future disaster patterns and future scenarios rather than relying only on past data, such as the status of recent natural disasters (Lee 2023). In summary, methods to analyze vulnerabilities at a city-wide level and manage disaster risks are becoming increasingly important.

더욱이 국토·도시 공간 및 사회환경 변화에 따른 초대형 재난 발생 가능성이 증가하고 있다. UN 경제사회국에 따르면, 전 세계적으로 도시인구는 2050년까지 25억 명으로 증가가 예상되고 세계 인구의 70%가 도시지역에 거주할 것으로 예상된다. 이같은 도시인구의 증가로 인한 도시문제 해결을 위해 빅데이터, 자율주행차, 클라우드, 인공지능, IoT 등 신기술 도입이 증가하고 있으며 (이병재 2023), 국토·도시의 문제를 해결하기 위해 적용된 신기술로 인해 국토·도시 관리시스템의 상호의존성 및 복잡성이 급증하고 있다.

초연결화된 도시시스템에 재해로 인한 충격이 가해질 시 1차적인 재해피해 뿐만 아니라 2, 3차 연쇄 대형 피해가 발생할 우려가 크며, 이로 인해 도시기능 마비 수준의 위험이 발생할 가능성이 크다(이병재 2023). 최근 지진, 태풍과 같은 대형 자연재난으로 인해 이미 초연결화된 에너지 공급, 통신서비스, 교통체계에 마비 등이 발생하여 도시기능 및 서비스의 중단 우려가 커지고 있다(윤동근 2017). 대형 재난으로 인해 도시의 기능을 유지하는 데 필요한 도시기반시설과 도시핵심시설이 손상되었을 때 국가 전반에 미치는 영향은 막대하다(이병재 2023). 다만, 취약성을 평가하는 데 있어 최근 자연재난의 발생 현황 등 과거 데이터에만 기반하지 말고 미래형 재난의 양상과 미래 시나리오를 활용한 분석 및 평가가 중요하다(이병재 2023). 이러한 추세를 감안할 때, 도시 전체 차원의 취약성을 분석하고 재해위험을 관리하는 방식은 갈수록 더 중요해지고 있다.

CLIMATE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION

CLIMATE CHANGE AND URBAN DISASTER PREVENTION

CLIMATE
CHANGE

PART II

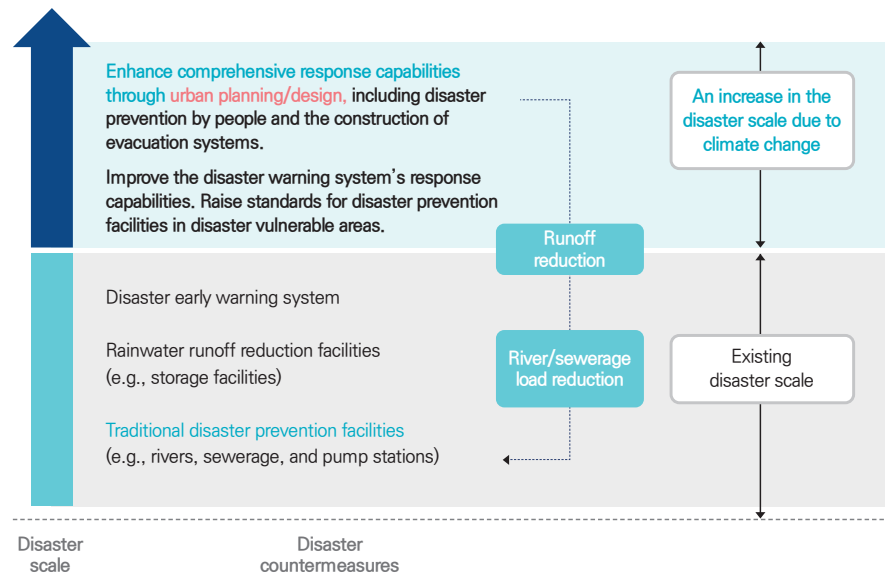
URBAN DISASTER
PREVENTION
STRATEGIES
AGAINST CLIMATE
CHANGE

기후변화 대비
도시방재전략

1. Focus of urban disaster prevention against climate change

Due to climate change, disasters have become larger and more frequent. For a city to adapt and respond to such disasters, a comprehensive disaster prevention system is needed where all components of the city appropriately respond. For instance, such a comprehensive disaster prevention system can be one that reduces runoff, and has the secondary effect of mitigating the load of traditional disaster prevention systems by dispersing the risk of large disasters, and enhancing the storage and permeability of the ground surface. This system can be effectively constructed using spatial planning, such as urban planning and design.

Figure 5. Urban disaster prevention measures by disaster scale

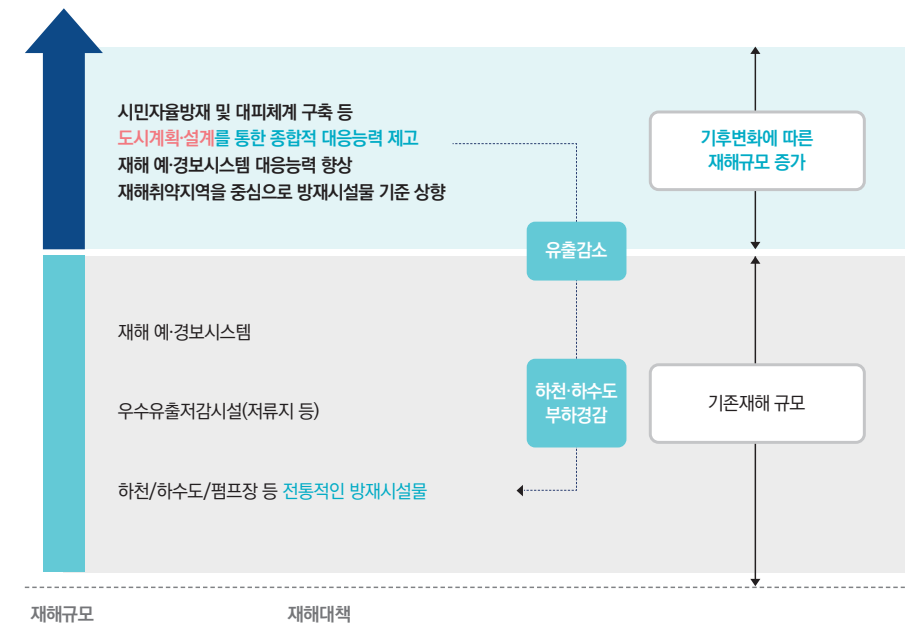


Source: Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning (2012).

1. 기후변화 대응 도시방재 기본방향

최근 기후변화로 재해는 점점 그 규모가 커지고 빈도가 잦아지는 등 대형화·일상화되고 있다. 이러한 기후변화 재해에 도시가 적응 및 대응하기 위해서는 도시의 모든 구성요소가 종합적으로 대응하는 종합방재시스템의 구축이 필요하다. 종합방재시스템은 대형화된 재해위험의 분산뿐 아니라 지표면의 저류·침투 능력을 제고하여 유출을 감소시키고 전통적 방재시스템의 부하 경감이라는 2차 효과를 갖는 시스템으로서 도시계획·설계 등 공간계획을 활용하여 효과적으로 구축이 가능하다.

그림 5. 재해 규모에 따른 도시방재대책



자료: 한국건설교통기술평가원 2012.

2. Promoting a multi-layered urban disaster prevention strategy: The PSR safety network strategy

The PSR (Point-Site-Region) safety network strategy modernized the legacy spatial drainage systems of Korea (valley → small pond → village (natural and artificial waterways) → large pond → river). It is a multi-layered urban disaster prevention strategy that delays and stores rainwater runoff (flow velocity and discharge control) through "layers" by linking natural drainage systems with appropriate artificial ones.

Figure 6. Spatial drainage system of Korean ancestors



Source: Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement (KAIA; 2014).

2. 중층의 도시방재전략 추진: PSR 안전망 전략

PSR 안전망 전략은 우리나라 선조들의 공간배수체계(계곡→작은 연못→마을(자연 및 인공수로)→큰 연못→하천)를 현대화한 것으로, 자연배수체계와 적절한 인위적 배수체계를 연계하여 "겹겹이" 우수유출을 지연, 저류(유속, 유량제어)시키는 중층(Multi-layer)의 도시방재전략이다.

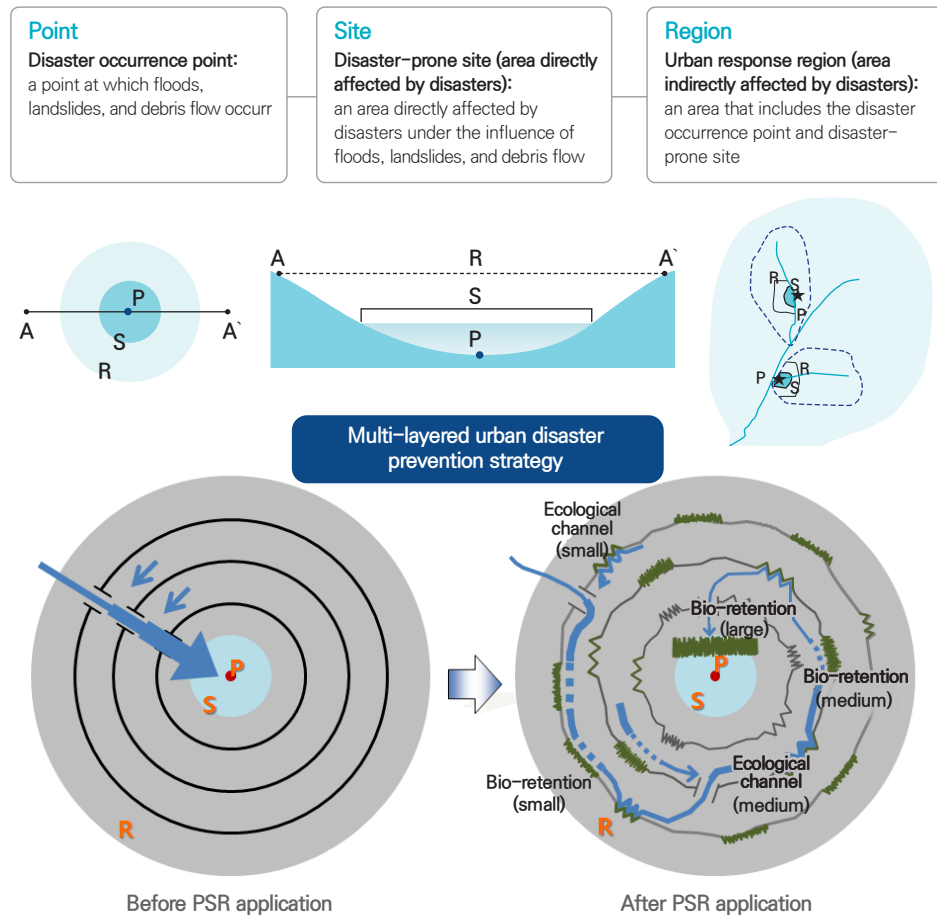
그림 6. 선조들의 공간배수체계



자료: 국토교통과학기술진흥원 2014.

Urban design techniques suitable for disaster vulnerability characteristics need to be developed and applied with a focus on areas vulnerable to disasters and urban response regions while simultaneously considering disaster occurrence points (Point), areas vulnerable to disasters (Site), and urban response regions (Region). Here, disaster occurrence points include levee collapse and overflow, sewage overflow, and debris flow occurrence points. Disaster-prone sites are derived by combining the areas damaged by floods and landslides in the past, legal districts (e.g., disaster prevention zones), low-lying areas, and steep slopes. Urban response regions refer to areas that require a response at a city level, including disaster occurrence points and disaster-prone sites.

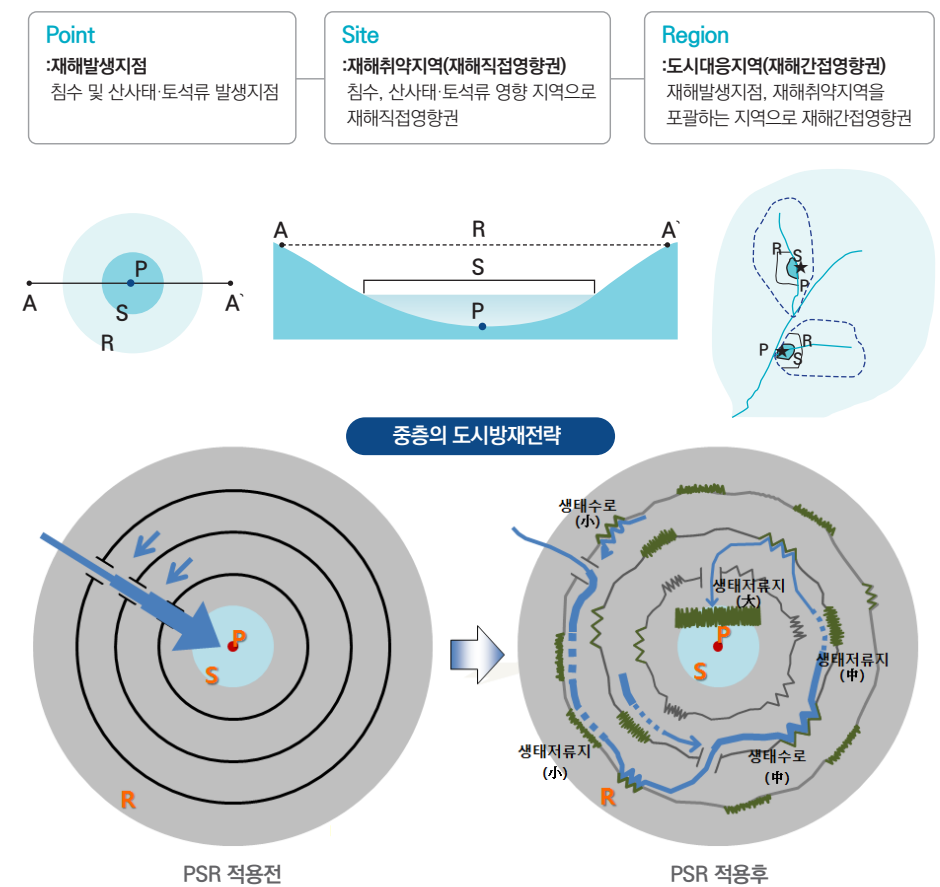
Figure 7. Conceptual diagram of the PSR safety network strategy



Source: KAIA (2013).

재해발생지점(Point) - 재해취약지역(Site) - 도시대응지역(Region)을 고려하여 재해취약지역과 도시대응지역을 중심으로 재해취약 특성에 맞는 도시설계기법을 개발 및 적용해야 한다. 여기서 재해발생지점은 제방 붕괴 및 월류지점, 하수도 월류지점, 토석류발생지점 등이고, 재해취약구역은 침수, 산사태피해 등 과거 피해와 방재지구 등 법정지구, 저지대, 급경사지 등을 종합하여 도출되는 구역이다. 도시대응지역은 재해발생지점, 재해취약지역을 포괄하는 도시 차원의 대응이 필요한 지역을 의미한다.

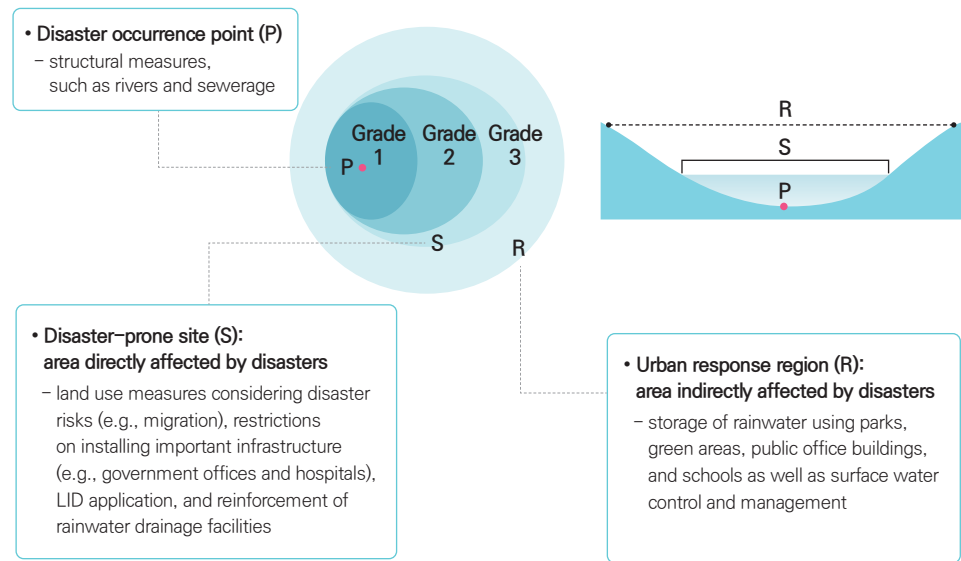
그림 7. PSR 안전망 전략 개념도



자료: 국토교통과학기술진흥원 2013.

For disaster-prone sites, which are directly affected by disasters, measures should be actively established to reduce flood damage through regulations, such as land use measures and restrictions on installing important infrastructure. In particular, detailed measures according to the flood depth are required while establishing measures for disaster-prone sites. In the case of urban response regions, which are indirectly affected by disasters, measures to reduce the impact of disasters can include rainwater storage and surface water control using parks and public facilities.

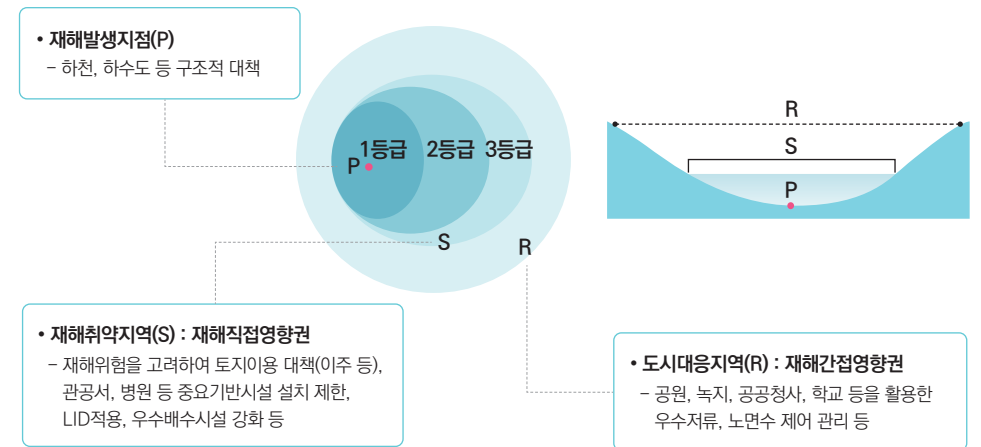
Figure 8. PSR safety network strategy and S zone segmentation considering a disaster



Source: Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning (2012).

재해직접영향권인 재해취약지역은 토지이용대책, 중요기반시설 설치제한 등의 규제를 통하여 적극적으로 도시 내 홍수피해 저감을 위한 대책을 수립한다. 특히 재해취약지역에 대한 대책 수립 시에는 침수심에 따라 세분화된 대책이 필요하다. 재해간접영향권인 도시대응지역은 공원, 공공시설 등을 활용한 우수저류, 노면수제어 등을 통해 재해간접영향권에 대한 영향 저감방안을 강구한다.

그림 8. 도시 내 재해영향 및 특성을 고려한 PSR 안전망 전략 및 S 구역 세분화



자료: 한국건설교통기술평가원 2012.

Figure 9. Example of the development direction for PSR-based disaster reduction



Source: KAIA (2013).

그림 9. PSR 기반의 재해저감 도시설계기법 개발방향 예시

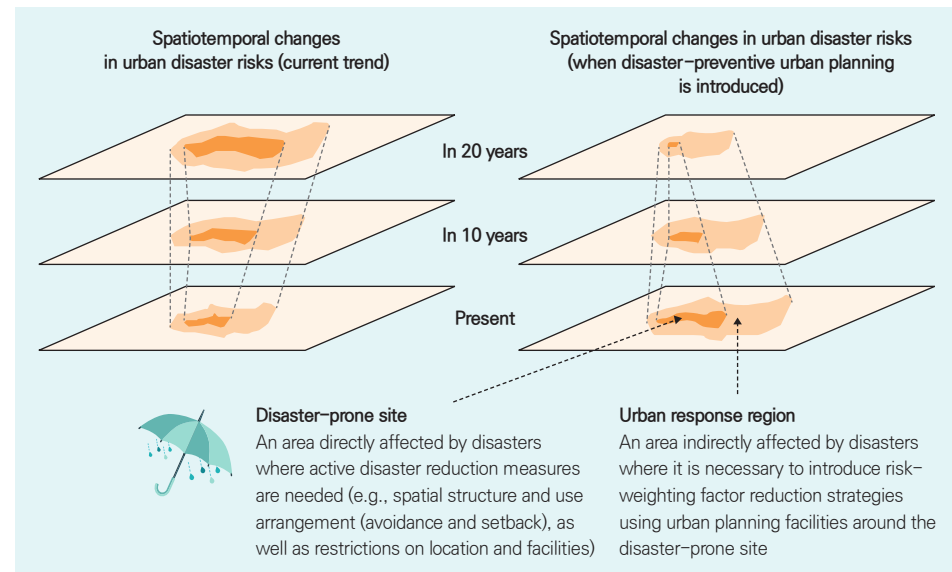


자료: 국토교통과학기술진흥원 2013.

3. Disaster-preventive urban planning

Disaster-preventive urban planning is an adaptive strategy planning approach considering urban planning measures for disaster vulnerable and surrounding areas according to the spatiotemporal changes in disaster risks in the city. The aim is to create a safe urban space against climate change disasters. Disaster-preventive urban planning can play an important role in efficiently responding to large and diversified climate change disasters because countermeasures focused on structures, such as levees and dams, have limitations in defending against disasters that are increasingly becoming large and diversified due to climate change. Accordingly, disaster-preventive urban planning is becoming increasingly important. Essentially, it involves dispersing disaster risks by sharing them using surrounding land use, infrastructure, and buildings. This is done after analyzing disaster types and damage characteristics according to urban characteristics, and identifying areas vulnerable to disasters.

Figure 10. Conceptual diagram of the effect of disaster-preventive urban planning

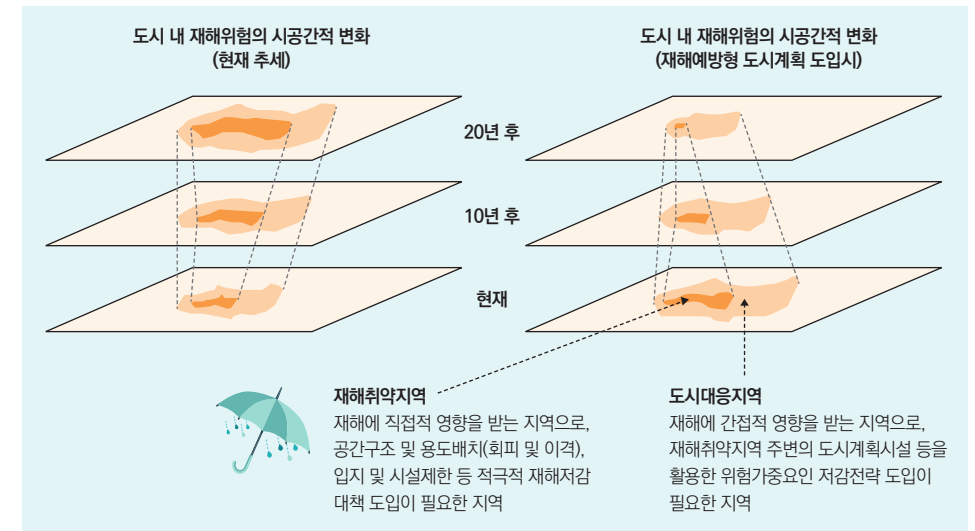


Source: Lee (2016).

3. 재해예방형 도시계획

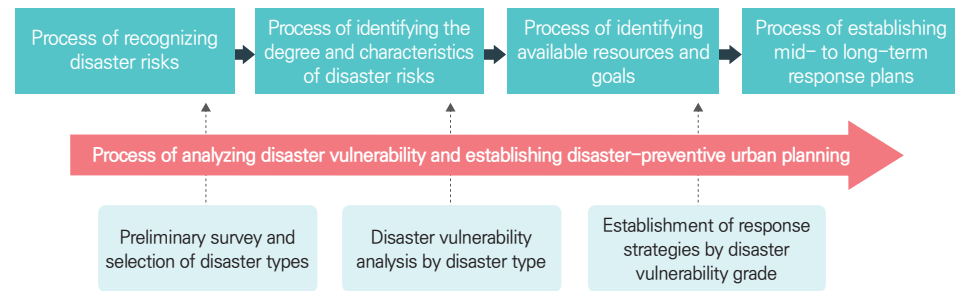
재해예방형 도시계획이란 기후변화 재해에 안전한 도시공간 조성을 위해 도시 내 재해위험의 시·공간적 변화에 따라 재해취약지역 및 주변 지역에 대한 도시계획적 대책 등을 종합적으로 고려하여 수립하는 적응전략계획이다. 대형화·다양화되고 있는 기후변화 재해에 효율적으로 대응하는 데 재해예방형 도시계획이 중요한 역할을 할 수 있다. 기후변화로 대형화·다양화되는 재해를 제방, 댐, 사방고 등의 구조물적 대책 중심으로만 방어하기에는 한계가 있기 때문이다. 이에 따라 도시 특성에 따른 재해 유형 및 피해 특성을 분석하고 재해에 취약한 지역을 파악하여 주변의 토지이용·기반시설·건축물 등을 활용하는 방식으로 재해위험 분담하는 재해예방형 도시계획이 점점 더 중요해지고 있다.

그림 10. 재해예방형 도시계획 효과 개념도



자료: 이병재 2016.

Figure 11. Strategic process to establish disaster-preventive urban planning



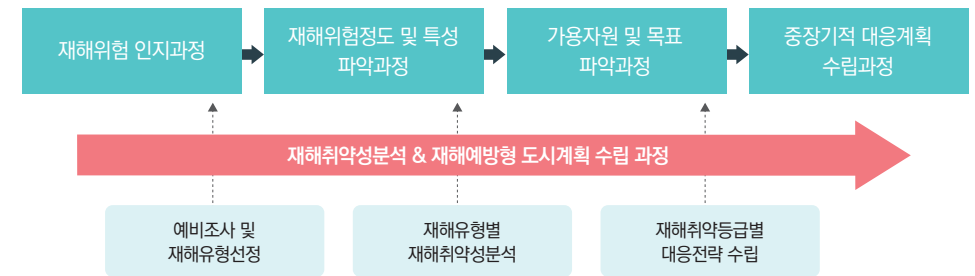
Source: KRIHS (2014b).

The strategic process of disaster-preventive urban planning is as follows: ① Recognizing disaster risks: The types of disasters to which the area is vulnerable are identified through the past disaster damage status and surveys on disaster damage. ② Identifying the degree of disaster risk and characteristics: The spatiotemporal change patterns of disaster risks in the future are identified in addition to regional disaster risks, the occurrence of disaster risks, and weighted spatial and structural characteristics for disaster types. ③ Identifying available resources and targets: The local conditions required to establish disaster reduction measures, including organizations, human resources, budget, land, and infrastructure, are identified in addition to disaster reduction targets, such as life protection, facility protection, and response systems. ④ Establishing a mid- to long-term response plan: A response strategy (or priority) is established considering disaster risk characteristics, future change patterns, and available resources.

In recent years, disaster damage has increased, especially in urban areas, due to the greater uncertainty caused by climate change. Korean cities are highly vulnerable to disasters due to the development of low-lying areas and increased impervious surface ratio caused by rapid urbanization. Furthermore, the risk of disasters caused by heavy rain is increasing for natural and artificial slopes. According to the annual disaster report from the National Fire Agency, the ratio of flood damage to the flooded area has been steadily increasing due to the increased disaster vulnerabilities in cities. Essentially, this is happening as disaster damage has been increasing because sufficient preventive measures are not established in cities, where the vulnerable population and infrastructure are concentrated.

Therefore, disaster-preventive urban planning is needed to adequately prevent and prepare for large and diversified climate change disasters.

그림 11. 재해예방형 도시계획 수립을 위한 전략적 수행과정



자료: 국토연구원 2014b.

재해예방형 도시계획 전략적 수행과정을 절차적 개념으로 살펴보면, ① (재해위험 인지과정) 과거 재해피해 현황 및 재해피해 사례조사 등을 통한 지역 특유의 취약재해 유형을 파악하고, ② (재해위험 정도 및 특성 파악과정) 취약재해 유형에 대한 지역별 재해위험도 및 재해위험 발생 및 가중의 공간구조적 특성을 파악하고 재해위험의 시공간적 미래 변화 양상을 파악한 뒤, ③ (가용자원 및 목표 파악과정) 재해저감대책 수립을 위해 필요한 조직, 인력, 예산, 토지, 기반시설 등 지역 여건 파악, 인명보호·시설보호·대응체계 등 재해저감 목표를 파악한 후, ④ (중장기적 대응계획 수립과정) 재해위험 특성, 미래 변화 양상, 가용자원을 고려한 대응전략(우선순위)을 수립한다.

최근 기후변화에 따른 불확실성 증가로 인해 재해피해가 증가하는 추세이며, 특히 도시지역을 중심으로 재해피해가 급격히 늘어나고 있다. 우리나라 도시는 급격한 도시화에 따른 저지대 개발, 불투수율 증가 등으로 재해취약성이 높고, 자연 및 인공 사면에서 폭우로 인한 재해위험성이 증가하고 있다. 소방방재청 재해연보에 따르면 도시에서의 재해취약성 심화로 인해 침수면적 대비 수해피해액 비율이 꾸준히 증가하고 있다. 결국 인구, 기반시설 등이 집적된 도시에서의 예방대책이 충분히 수립되지 못하여 재해로 인한 피해가 커지는 추세로 도시가 개발되고 있다.

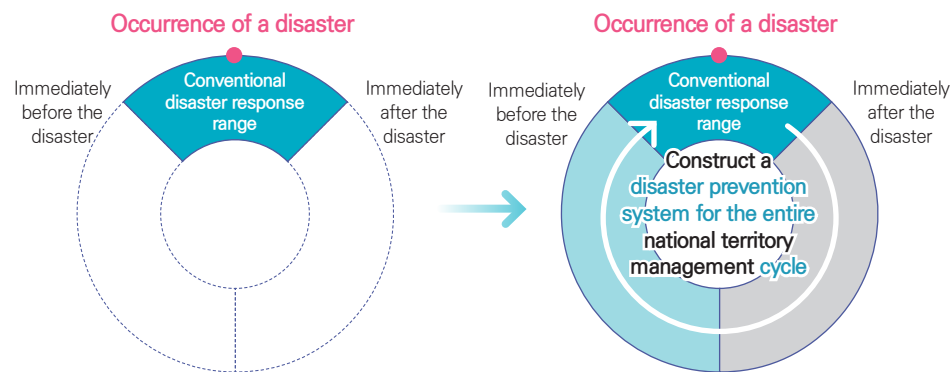
따라서 대형화·다양화되고 있는 기후변화 재해를 사전에 예방하고 준비하려면 도시 특성에 따른 재해취약지역의 재해 발생 특성을 분석하고, 주변의 토지이용·기반시설·건축물 등을 활용하여 재해위험을 저감하는 재해예방형 도시계획이 필요하다.

4. Multiple disaster prevention system for the entire national territory management cycle

Strengthening disaster prevention systems and constructing a national security network is essential to cope with the changes in the conditions of the country's land related to disaster risks, and meet the public's awareness and expectations for safe land. Although the nation's duty to prevent disasters and protect people from risks has been emphasized of late, policies related to disaster prevention and safety are not highly prioritized in major land development-related laws and systems. Hence, a paradigm shift from development- to management-oriented land planning for the safety of people is required.

To this end, safe land must be created and managed by constructing and implementing a multiple disaster prevention system for the entire national territory management cycle. This can be done by expanding the scope of disaster response in time and space. Indeed, the scope of the ordinary disaster response has been expanded, which was traditionally limited to immediately before and after a disaster (Korean Government 2020). In addition, safe land and urban environments have been created by establishing urban planning which considers the disaster cycle, discovering and eliminating factors that threaten living safety beforehand, and removing risk factors through safety investments in aging infrastructure (KRIHS 2019a).

Figure 12. Disaster prevention system for the entire national territory management cycle: Temporal expansion



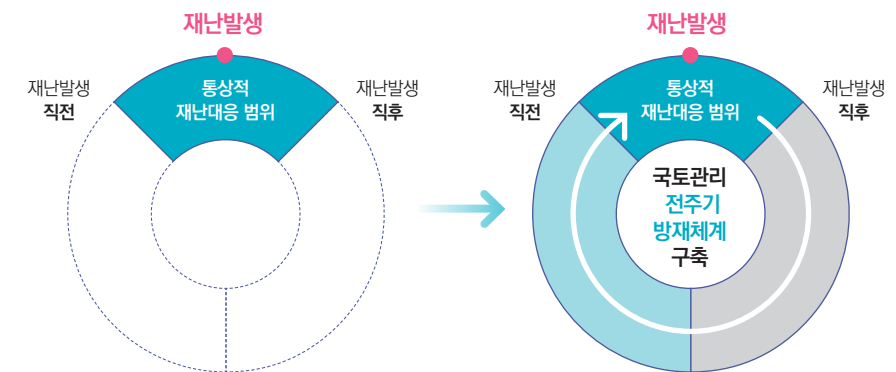
Source: Korean Government (2020). The Fifth Comprehensive National Territorial Plan (2020 to 2040).

4. 국토관리 전 주기 다중 방재체계

재난위험 관련 국토의 여건변화와 안심국토 구현에 대한 국민의 인식 및 기대수준에 부응하기 위하여 국토관리 방재체계 강화 및 국민안심망 구축이 중요해졌다. 최근 국가의 재난예방의무 및 위험으로부터의 보호의무가 강조되고 있으나, 주요 국토개발 관련 법·제도에서의 방재·안전 관련 정책 우선순위가 높지 않은 게 현실이다. 이제 개발 위주의 국토계획에서 국민안전을 최우선으로 하는 관리 위주 국토계획으로의 패러다임 전환이 필요하다.

이를 위해 재난대응 범위를 시간적·공간적 확장하여 국토관리 전 주기 다중 방재체계 구축 및 이행을 통해 지속적인 안심국토 조성 및 관리가 이루어지도록 한다. 이를 위해 재난 발생 직전·직후에 국한되던 통상적 재난대응 범위를 시간적으로 확장하여 전 주기 방재체계 구축·운영이 추진되고 있다(대한민국 정부 2020). 또한 재난 발생 주기 등을 고려한 도시계획 수립, 생활안전 위협요인 조기 발굴과 해소, 노후 기반시설의 안전투자로 사전적 위험요소 제거 등을 통해 안전한 국토·도시 환경을 조성한다(국토연구원 2019a).

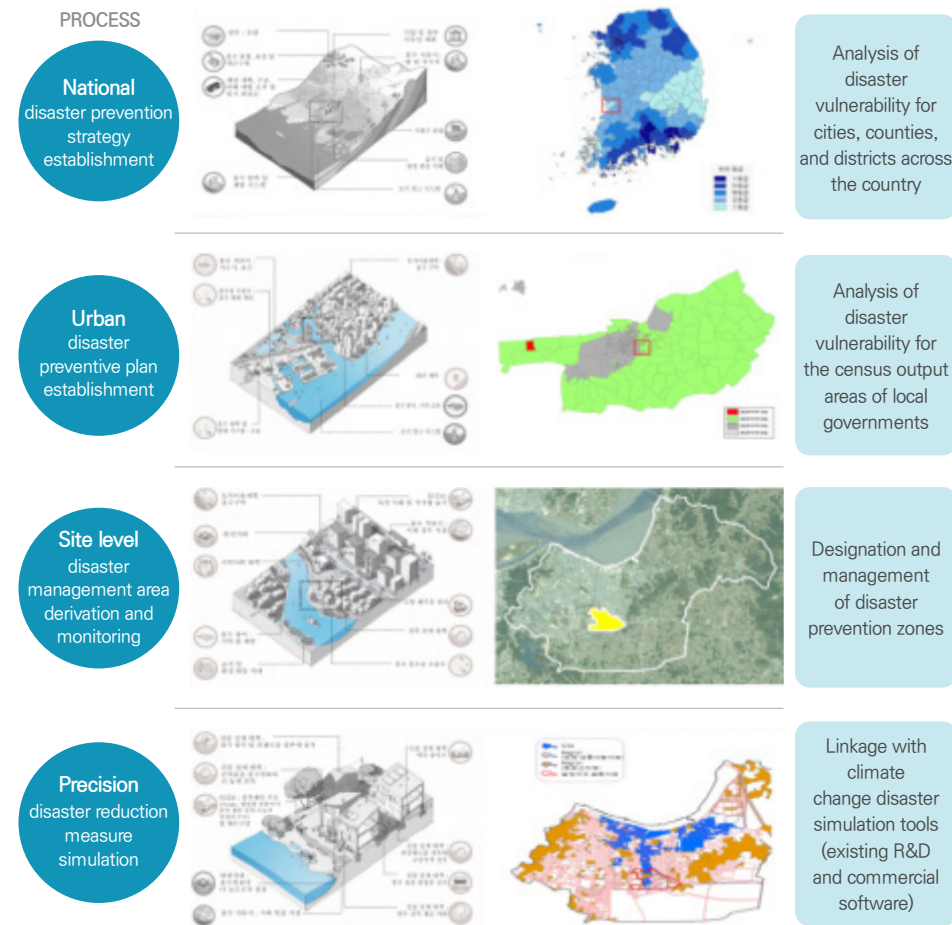
그림 12. 국토관리 전 주기 방재체계: 시간적 확장



자료: 대한민국정부 2020. 제5차 국토종합계획(2020~2040).

Essentially, a multiple disaster prevention system can be constructed and operated by spatially expanding the disaster management scope, which is typically limited to areas where disasters occurred. This can contribute to the creation of safe and resilient national territory through the establishment of national-urban-site-precision disaster prevention strategies and circulatory management systems (e.g., monitoring).

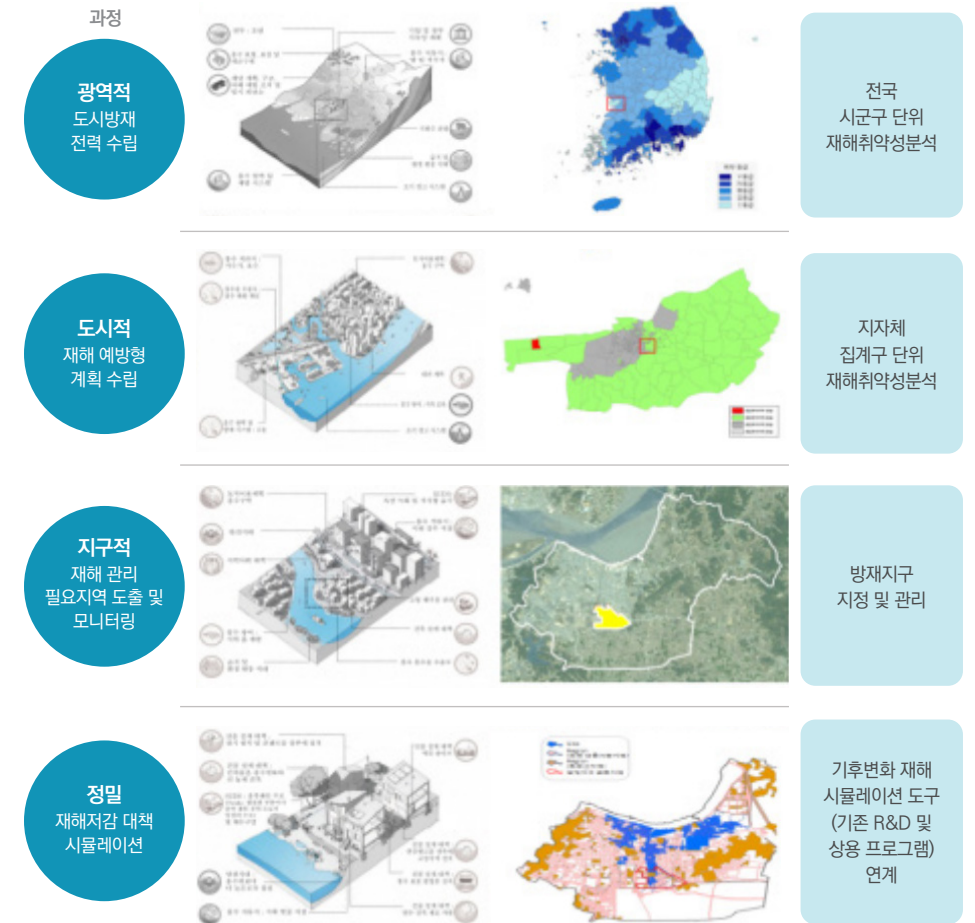
Figure 13. Multiple disaster prevention system for national territory management: Spatial expansion



Source: Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT; 2016). Disaster vulnerability analysis, disaster-preventive urban planning consulting in 2015.

재난 발생지역에 국한되던 통상적 재난관리 범위에서 벗어나 그 범위를 공간적으로 확장하여 다중 방재체계를 구축·운영한다. 이로써 광역적-도시적-지구적-정밀 방재전략 수립 및 모니터링 등 순환형 관리체계를 통해 지속적으로 안심국토 조성에 이바지할 수 있다.

그림 13. 국토관리 다중 방재체계: 공간적 확장



자료: 국토교통부 2016. 2015년도 재해취약성분석, 재해예방형 도시계획 수립 컨설팅.

Specifically, disaster-preventive urban planning must be established as an adaptive strategic planning approach that comprehensively considers measures for disaster vulnerable and surrounding areas according to the spatiotemporal changes of disaster risks. Disaster damage can be minimized by preparing structural and urban planning measures for areas, especially those vulnerable to disasters, using the disaster vulnerability analysis results (KAIA 2017a).

구체적으로 재해에 안전한 국토공간 조성을 위해 재해위험의 시·공간적 변화에 따른 재해취약지역 및 주변 지역에 대한 대책 등을 종합적으로 고려하여 수립하는 적응전략계획으로서 재해예방형 도시계획 활성화가 중요하다(국토교통과학기술진흥원 2017a). 기초조사인 재해취약성 분석 결과를 통해 재해에 특별히 취약한 지역에 구조적 대책과 더불어 도시계획적 대책을 마련하여 재해피해를 최소화한다(국토교통과학기술진흥원 2017a).

CLIMATE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION

**CLIMATE
CHANGE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION**

CLIMATE
CHANGE

PART III

MAJOR POLICIES
AND STUDIES
ON URBAN
DISASTER
PREVENTION
주요 도시방재
정책 및 연구

1. Constructing a disaster-preventive urban planning system through disaster vulnerability analysis

1) Background of and progress in the introduction of the urban climate change disaster vulnerability analysis system

Korea's urban climate change disaster vulnerability analysis system is used for identifying the fundamental causes of urban disaster risks. The Umyeonsan landslide and Gangnam Station's flooding in 2011 prompted the need to construct an urban planning system which incorporates the analysis of climate change disaster vulnerabilities and disaster vulnerable areas for developing cities safe from disasters.

Accordingly, the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) revised guidelines on urban planning, such as metropolitan planning, city/county master plans, and city/county management plans, in 2011; now, climate change disaster vulnerabilities had to be analyzed in the process of urban planning and reflected in plans for each sector, such as land use and infrastructure. In 2013, MOLIT prepared and distributed a detailed manual on the concept, structure, and analysis method of urban climate change disaster vulnerability analysis for disaster vulnerability analysts based on the Korea Research Institute for Human Settlements' (KRIHS) research. In addition, the National Urban Disaster Prevention Research Center of KRIHS conducted disaster vulnerability analysis and disaster-preventive urban planning consulting for 20 local governments from 2014 to early 2016 to promote the development of cities safe from disasters.

1. 재해취약성분석을 통한 재해예방형 도시계획체계 구축

1) 도시기후변화 재해취약성분석 제도 도입 배경 및 경과

도시의 재해위험에 대한 근본적 원인 파악 관련한 대표적 제도로 '도시기후변화 재해취약성분석' 제도가 있다. 2011년 우면산 산사태, 강남 침수피해를 계기로 재해안전도시 조성을 위해 기후변화 재해취약성을 분석하고 재해취약지역을 고려한 도시계획체계 구축 필요성이 크게 대두되었다.

이에 국토교통부는 2011년 광역도시계획, 도시·군기본계획, 도시·군관리계획 등 도시계획수립지침을 개정하여 도시계획을 수립하는 과정에서 기후변화 재해취약성분석을 시행하고 토지이용, 기반시설 등 부문별 계획에 반영토록 하였다. 2013년 국토교통부는 국토연구원 연구 결과를 바탕으로 재해취약성분석 실무자를 위해 도시 기후변화 재해취약성 분석의 개념, 구조, 분석방법 등에 대한 상세 설명 매뉴얼을 작성 및 배포하였다. 또한, 국토연구원 국가도시방재연구센터는 재해안전도시 조성의 발돋움을 위해 2014년부터 2016년 초까지 20개 지자체를 대상으로 재해취약성분석, 재해예방형 도시계획 수립 컨설팅을 진행하였다.

Afterward, with the growing consensus on the importance of disaster vulnerability analysis and disaster-preventive urban planning, MOLIT revised the Articles 20 and 27 of the National Land Planning and Utilization Act (hereinafter, this act is referred to as the National Land Planning Act) in 2015. These revisions made it mandatory to conduct disaster vulnerability analysis and reflect the results as part of basic surveys while establishing city/county master plans and city/county management plans. In May 2016, the Guidelines on Urban Climate Change Disaster Vulnerability Analysis and Utilization were enacted. These specify items related to administrative procedures, such as methods, procedures, targets, and application ranges required to conduct urban climate change disaster vulnerability analysis and utilize the results, for local government officials and people in charge of disaster vulnerability analysis.

In addition, the verification of disaster vulnerability analysis results, providing analysis results and information management, understanding the disaster vulnerability analysis system, and education on practical performance became mandatory. As the effectiveness of disaster vulnerability analysis and disaster-preventive urban planning increased, the analysis' application target was expanded by revising the Enforcement Decree of the National Land Planning and Utilization Act and Guidelines on Urban Climate Change Disaster Vulnerability Analysis and Utilization (May 2017). Here, disaster vulnerability analysis was added for the establishment of disaster reduction measures in areas where large disasters occurred (special disaster areas under the Framework Act on the Management of Disasters and Safety). In addition, content on disaster-preventive urban planning considering urban resilience was added so that a sustainable urban system against disasters could be constructed.

이후 재해취약성분석, 재해예방형 도시계획의 중요성에 대한 공감대가 커짐에 따라, 국토교통부는 2015년 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(제20조, 제27조)을 개정하여 도시·군기본계획 및 도시·군관리계획 수립 시 기초조사의 하나로 재해취약성분석을 실시하고 그 결과를 반영토록 의무화하였다. 최근에는 도시 기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침이 제정(2016. 05)되어 지자체 재해취약성분석 담당 공무원 및 실무자를 위해 도시 기후변화 재해취약성분석을 실시하고 그 결과를 활용하는 데 필요한 방법·절차, 분석 대상 및 적용 범위 등 행정절차 관련 사항을 규정하였다.

또한, 재해취약성분석 결과의 검증, 분석 결과의 제공 및 정보관리, 재해취약성분석 제도의 이해 및 실무수행에 관한 교육을 의무사항으로 규정하고 있다. 이후 재해취약성분석, 재해예방형 도시계획의 실효성이 높아짐에 따라 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률 시행령」 및 「도시기후변화 재해취약성분석 및 활용에 관한 지침」 개정(2017. 05)을 통해 재해 취약성분석의 적용 대상을 확대하였다. 대규모 재해 발생지역(「재난 및 안전관리기본법」상 특별재난지역 등)에 재해저감대책 수립 시 재해취약성분석을 실시토록 추가하고, 재해로부터 지속가능한 도시시스템이 구축될 수 있도록 도시복원력을 감안한 재해예방형 도시계획 수립 내용을 추가하였다.

2) Concept and procedure of urban climate change disaster vulnerability analysis

Urban climate change disaster vulnerability analysis is a basic survey conducted to provide a systematic basis for establishing and modifying city/county master plans, or preparing city/county management plans. It involves classifying disaster vulnerable areas while considering urban land use and infrastructure together with existing traditional disaster prevention measures, and preparing effective disaster reduction measures based on the results to efficiently respond to large and diversified disasters caused by climate change.

The six target disasters of the disaster vulnerability analysis designated by MOLIT are heavy rain (floods and landslides), heat waves, heavy snow, strong wind, drought, and sea level rise. Disaster vulnerability is classified into grades I to IV, and disaster vulnerable areas belong to grades I and II. Grade I represents areas most vulnerable to disasters.

The urban climate change disaster vulnerability analysis considers exposure and sensitivity while maintaining the Intergovernmental Panel on Climate Change's framework of the climate change vulnerability analysis (2007).¹ It derives disaster vulnerable areas through a relative evaluation within local governments.

Specifically, the urban climate change disaster vulnerability analysis first identifies the current disaster vulnerable areas by overlapping and grading the current exposure and sensitivity analysis results. It then identifies new expected disaster vulnerable areas in the future by overlapping and grading future exposure and sensitivity analysis results. This is helpful for the long-term management of areas that are likely to be newly vulnerable in the future, unlike the existing disaster risk analysis approaches focused on predicting the present possibility of disasters or scale of damage.

Next, the total disaster vulnerability (draft) is presented by overlapping the present vulnerability analysis results with expected disaster vulnerable areas in the future. Finally, the disaster vulnerability information from the field is incorporated as much as possible to overcome the limitations of statistical and spatial data in determining comprehensive urban disaster vulnerability. The total disaster vulnerability is only confirmed only after adjusting the disaster vulnerability grade by collecting field survey results, spatial analysis results, and the opinions of local stakeholders (e.g., related public officials, experts, and residents).

¹ The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is an international consultative body under the United Nations jointly established by the World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Program (UNEP) to assess global risks associated with climate change and prepare international measures

2) 도시기후변화 재해취약성분석의 개념 및 절차

도시기후변화 재해취약성분석이란 기후변화에 따라 대형화·다양화되고 있는 재해에 효율적으로 대응하기 위하여 기존의 전통적인 방재대책과 함께 도시의 토지이용, 기반시설 등을 고려하여 재해취약지역을 구분하고 그 결과를 토대로 실효성 있는 재해저감대책을 마련함으로써 도시·군기본계획을 수립·변경하거나 도시·군관리계획을 입안하는 경우에 체계적인 판단 근거를 제공하기 위해 실시하는 기초조사이다.

국도교통부의 기후변화에 따른 재해취약성분석 대상 재해는 폭우(홍수·산사태), 폭염, 폭설, 강풍, 가뭄, 해수면상승의 6개 재해이다. 재해취약성은 I~IV등급으로 등급화하고, 재해취약지역은 I, II 등급 지역이 해당된다. I 등급이 재해에 가장 취약한 지역이다.

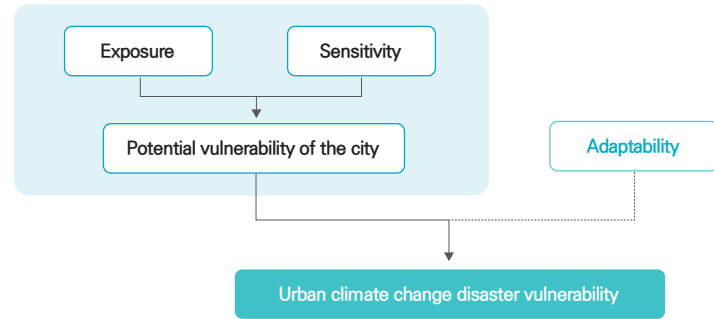
도시기후변화 재해취약성분석은 IPCC(2007)¹의 기후변화 취약성분석의 골격을 유지하면서 기후노출(exposure)과 도시민감도(sensitivity)를 고려하며, 지자체 내에서 상대평가를 통해 재해취약지역을 도출한다.

도시기후변화 재해취약성분석은 우선 현재 기후노출 및 도시민감도 분석 결과를 중첩 및 등급화하여 현재의 재해취약지역을 도출하고, 미래 기후노출 및 도시민감도의 분석 결과를 중첩 및 등급화하여 미래의 새로운 예상 재해취약지역을 도출한다. 이는 현재의 재해 발생 가능성 혹은 피해 규모 예측에 집중하는 기존의 재해위험분석과 달리 미래에 새롭게 취약해질 우려가 있는 지역에 대하여 사전에 장기적 관점에서 관리하는 데 도움이 된다.

다음으로 현재 취약성분석 결과와 미래의 예상 재해취약지역을 중첩하여 종합 재해취약성(안)을 제시한다. 최종적으로 도시종합 재해취약성을 확정함에 있어 통계 및 공간데이터의 한계를 극복하기 위해 현장 중심의 재해취약 정보를 최대한 반영하고자 하였다. 현장조사 및 공간분석, 지역 이해관계자(관련 공무원, 전문가, 주민 등)의 의견 등을 수렴하여 종합 재해취약성(안)에 나타난 재해취약성 등급의 조정과정을 거친 후에야 도시종합 재해취약성이 확정된다.

¹ IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)는 기후변화와 관련된 전 지구적 위험을 평가하고 국제적 대책 마련을 위해 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 설립한 유엔 산하 국제협의체임

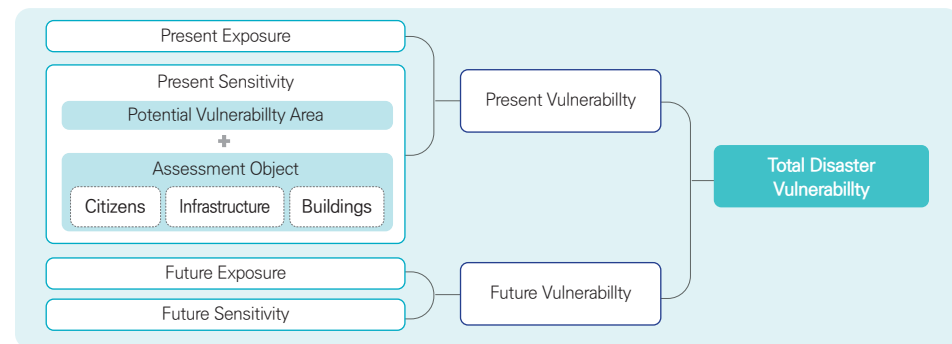
Figure 14. Basic structure of the urban climate change disaster vulnerability analysis



Source: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2011). Research on the development of cities adapting to climate change (first year).

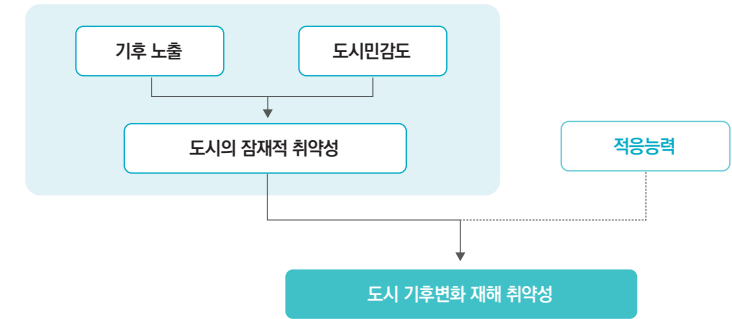
In greater detail, the present vulnerability is expressed by overlapping the present exposure by weather observations from the past to the present (usually 30 years). The present sensitivity considers the present potentially vulnerable areas and urban vulnerability components. Future sensitivity is expressed by overlapping the future exposure by climate change scenarios (RCP scenarios) and future sensitivity considering future urban development prospects. The total disaster vulnerability considers new vulnerable areas according to future vulnerability analysis while also incorporating a focus on present vulnerability. The analysis is finally confirmed only after incorporating the field survey results and stakeholder/expert opinions.

Figure 15. Detailed structure of the urban climate change disaster vulnerability analysis



Source: KRIHS (2013). Study on the development of urban climate change disaster vulnerability analysis.

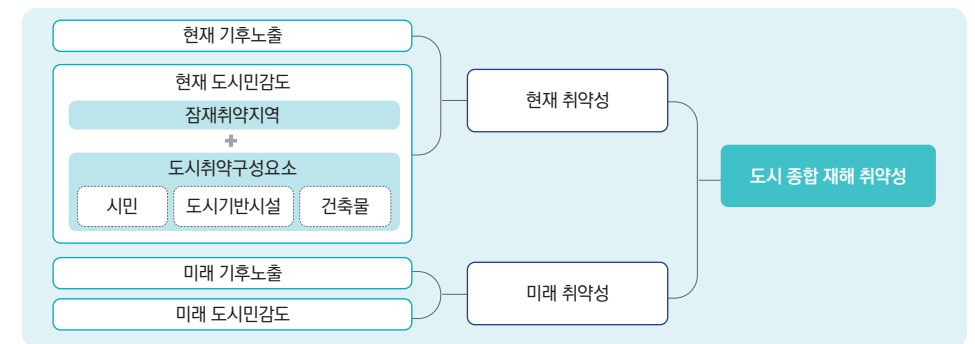
그림 14. 도시 기후변화 재해취약성분석 기본구조



자료: 국토해양부 2011. 기후변화 적응도시 조성방안 연구(1차년도).

좀 더 구체적으로, 현재 취약성(Present Vulnerability)은 과거부터 현재(보통 30년)까지의 기상 관측치에 의한 현재 기후노출(Present Exposure)과 현재의 잠재취약지역과 도시취약 구성요소를 고려한 도시민감도(Present Sensitivity)를 중첩하여 나타낸다. 미래 취약성(Future Vulnerability)은 기후변화 시나리오(RCP 기반 시나리오)에 의한 미래 기후노출(Future Exposure)과 미래의 도시개발 전망 등을 반영한 도시민감도(Future Sensitivity)를 중첩하여 나타낸다. 도시종합 재해취약성(Total Disaster Vulnerability)은 현재 취약성을 중심으로 미래 취약성분석에 따른 새로운 취약지역을 고려하며, 현장조사 및 전문가 등의 의견수렴 결과를 중첩하여 최종 확정된다.

그림 15. 도시의 기후변화 재해취약성분석 상세구조



자료: 국토연구원 2013. 도시의 기후변화 재해 취약성 분석 발전방안 연구.

Exposure refers to the effects of climate factors that cause climate change disasters, such as temperature and precipitation. Each local government usually has one or two monitoring stations. Hence, for the exposure analysis, interpolation is performed using the weather observation data from the target local government and neighboring cities and counties.

Sensitivity refers the physical vulnerability characteristics of the city and negative impact of urban components (citizens, infrastructure, and buildings) due to climate change disasters. It is expressed by overlapping potentially vulnerable areas and urban vulnerability components. Potentially vulnerable areas include the damaged areas over the last ten years by disasters, legal risk areas specified in the relevant statutes and guidelines for each target disaster type, and vulnerable areas with respect to disaster damage characteristics. Areas that were damaged at least two times among the damaged areas in the past are considered in duplicate.

Urban vulnerability components are mainly classified into citizens, infrastructure, and buildings. For instance, in the case of heavy rain, the relative concentration levels of the population of the elderly aged 65 or over, and children aged under five years (citizens), roads, railroads, water supply facilities, utility-pipe conduit, oil storage, and transmission facilities, sewerage, water pollution prevention facilities (infrastructure), detached houses, and semi-basement houses (buildings) in the census output area are graded.

The essential procedure of urban climate change disaster vulnerability analysis is as follows. First, the disaster incidence characteristics and local conditions are identified through a survey on disaster damage, including human casualties, as well as the analysis of characteristics and annual trends. The disaster types to be analyzed for the specific local government are then selected by collecting the opinions of local stakeholders (related public officials and residents) and experts according to the disaster damage status analysis results. Next, a database (DB) comprising vulnerability analysis indicators by target disaster type is constructed in cooperation with the local governments and related DB production/management agencies. Then, the total disaster vulnerability (draft) is computed by overlapping the present vulnerability analysis results and expected disaster vulnerable areas in the future. Finally, the local government's total disaster vulnerability is confirmed after adjusting the disaster vulnerability grade shown in the draft using field survey results, spatial analysis results, and the opinions of local stakeholders (e.g., related public officials, experts, and residents).

기후노출은 기후변화 재해를 유발하는 기온, 강수량 등과 같은 기후적 요소에 의한 영향을 나타낸다. 각 지자체 내 관측소가 보통 1~2개이므로, 기후노출분석 시에는 대상 지자체 및 인접 시·군의 기상관측자료를 활용하여 공간보간법(interpolation)을 실시한다.

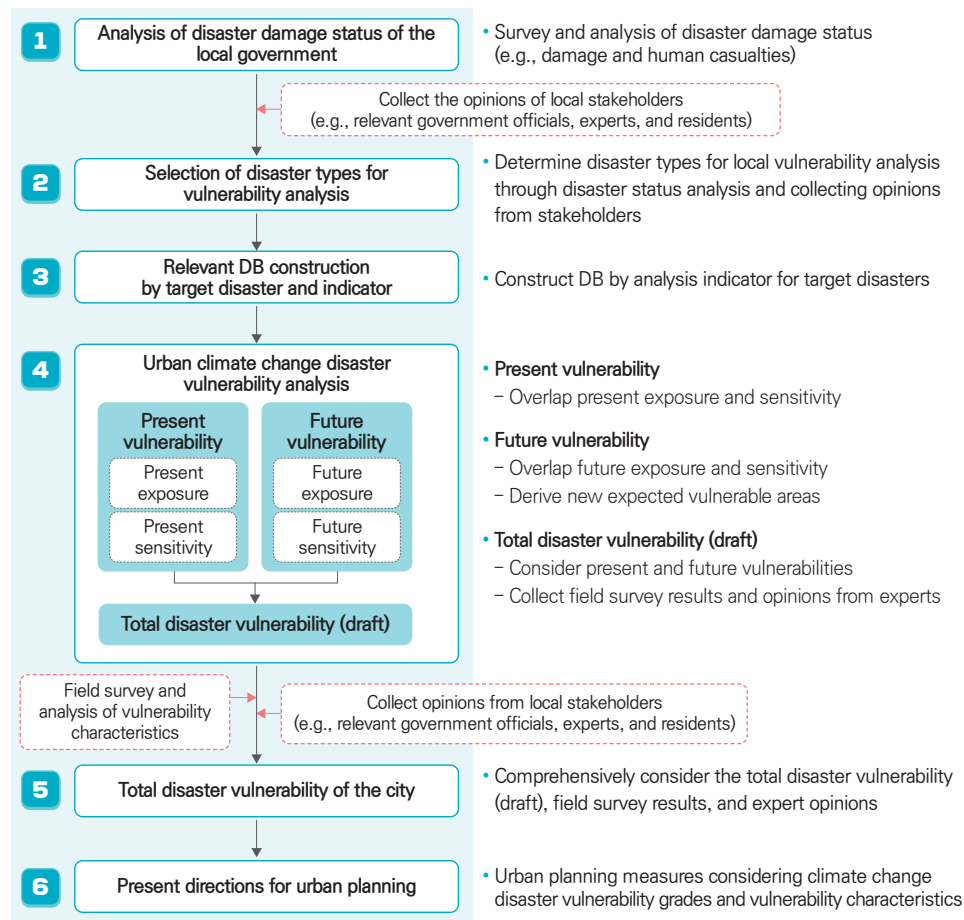
도시민감도는 기후변화 재해에 따른 도시의 물리적 취약 특성과 도시구성요소(시민, 기반시설, 건축물)의 부정적 영향을 의미하는데, 잠재취약지역과 도시취약 구성요소를 중첩하여 나타낸다. 잠재취약지역은 최근 10년간 피해지역, 대상 재해 유형별 관련 법령·지침상에 규정되어 있는 법정위험지역, 재해피해 특성을 고려한 취약지역 등을 종합하며, 과거 피해지역 중 2회 이상 반복적으로 피해가 나타난 지역은 중복하여 고려한다.

도시취약 구성요소는 크게 시민, 기반시설, 건축물로 구분하며, 폭우의 경우 집계구 내 65세 이상 노인 및 5세 미만 어린이 인구수(시민), 도로, 철도, 수도공급설비, 공동구, 유류저장 및 송유설비, 하수도, 수질오염방지시설(기반시설), 단독주택, 반지하주택(건축물)의 상대적인 집중도를 등급화하여 나타낸다.

도시기후변화 재해취약성분석의 절차는 다음과 같은 순서를 따른다. 먼저 재해피해액, 인명피해 등 지자체 재해피해 현황조사 및 특성 분석, 연도별 추이분석 등을 통해 지자체의 재해 발생 특성 및 여건을 파악한다. 그다음 지자체 재해피해 현황분석 결과에 따라 지역의 이해관계자(관련 공무원, 주민), 전문가 등의 의견을 수렴하여 지자체의 분석 대상 재해 유형을 선정한다. 재해 유형이 선정된 뒤에는 대상 재해 유형별 취약성 분석지표에 대해 지자체, 관련 DB 생산·관리기관 등의 협조를 통해 DB를 구축하고, 현재 취약성분석 결과와 미래의 예상 재해취약지역을 중첩하여 종합 재해취약성(안)을 제시한다. 최종적으로 지자체의 도시 종합 재해취약성은 현장조사 및 공간분석, 지역 이해관계자(관련 공무원, 전문가, 주민 등)의 의견 등을 수렴하여 종합 재해취약성(안)에 나타난 재해취약성 등급 조정과정을 거쳐 확정한다.

The resulting disaster-preventive urban planning based on the disaster vulnerability analysis results includes response directions for urban planning by sector, such as the land use, infrastructure, and disaster prevention plans that consider the field conditions and regional characteristics for disaster vulnerable areas and surrounding areas. Furthermore, restrictions on land use, restrictions on the installation of urban planning facilities, restrictions on the installation of buildings, utilization of urban planning facilities and buildings, and strengthening of disaster prevention facilities (e.g., rivers and sewerage) can be incorporated depending on the disaster vulnerability grade.

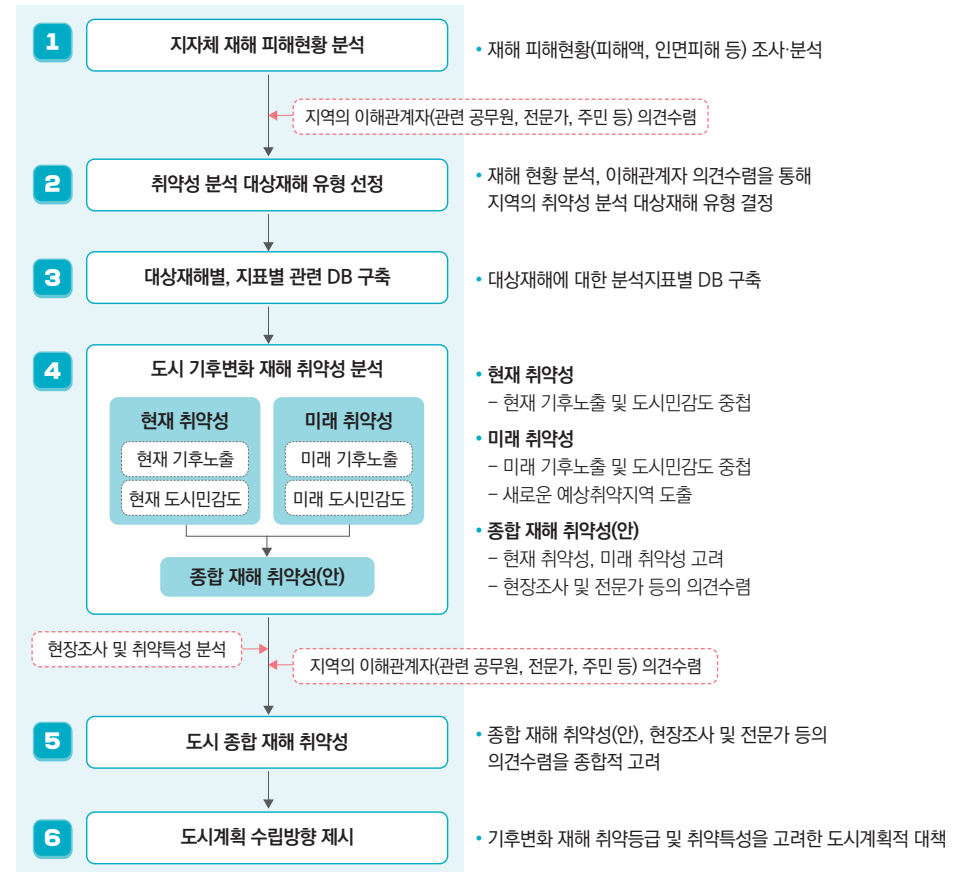
Figure 16. Urban climate change disaster vulnerability analysis procedure



Source: KRIHS (2013). Study on the development of urban climate change disaster vulnerability analysis.

재해취약성분석 결과를 도출한 후 수립하는 재해예방형 도시계획은 재해취약지역 및 주변 지역에 대한 현장 여건, 지역 특성 등을 고려한 토지이용계획, 기반시설계획, 방재계획 등 도시계획의 부문별 계획 차원에서 대응방향을 제시한다. 재해취약성 등급을 고려하여 토지이용 제한, 도시계획시설 설치 제한, 건축물 설치 제한, 도시계획시설 및 건축물 활용, 방재시설(하천, 하수도 등) 강화 등을 추가적으로 고려한다.

그림 16. 도시기후변화 재해취약성분석 절차



자료: 국토연구원 2013. 도시의 기후변화 재해 취약성 분석 발전방안 연구.

3) Application of urban climate change disaster vulnerability analysis

Furthermore, the indicators and methods of disaster vulnerability analysis have been continuously improved, thereby enhancing its accuracy and effectiveness. The minimum spatial scope of the disaster vulnerability analysis was the census output area. This is a spatial unit area determined using semi-permanent geographic features (e.g., surrounding roads, rivers, railroads, and mountain ridges) based on a population of 500 people. Its size is usually 1/23 of the size of Eup/Myeon/Dong (Statistical Geographic Information Service (SGIS)). The census output area data can be acquired from SGIS.

Measuring the present exposure for the disaster vulnerability analysis involves analyzing the effects of present climate factors using weather observation data (automatic weather station). After performing spatial interpolation using the data from the target local government and neighboring cities and counties, the exposure values for each census output area are assigned different grades (I to IV) using the natural classification method in GIS tools (e.g., Jenks optimization method).

For present sensitivity, scores by census output area are assigned for potentially vulnerable areas by including the damaged areas over the last ten years, legal risk areas specified in the relevant statutes and guidelines for each target disaster type, and vulnerable areas considering the disaster damage characteristics. For urban vulnerability components, scores by census output area are assigned by combining vulnerable populations/infrastructure/buildings within the minimum spatial scope that includes potentially vulnerable areas.

Present sensitivity is graded (I to IV) using the natural classification method (e.g., Jenks optimization method) in GIS tools after combining potentially vulnerable areas and urban vulnerability components. The sensitivity score is the sum of the potentially vulnerable area and urban vulnerability component scores.

Present vulnerability is graded (I to IV) using matching grades on the vulnerability grade matrix for present exposure (I to IV) and sensitivity (I to IV) to derive present disaster vulnerable areas (grades I and II). Grade I denotes higher present exposure, present sensitivity, and present vulnerability.

3) 도시기후변화 재해취약성분석의 적용

분석의 정확도와 실효성을 높이기 위해 재해취약성분석의 지표와 방법 등은 지속적으로 개선하고 있다. 초기에 정립된 도시기후변화 재해취약성분석의 최소 공간 범위는 인구센서스 집계구로 설정하였다. 집계구는 인구센서스 조사 시 인구 500명을 기준으로 주변 도로, 하천, 철도, 산 능선 등과 같은 준항구적인 지형지물을 이용하여 구획한 공간단위구역으로, 보통 읍면동의 23분의 1 크기 (통계지리정보서비스)이다. 집계구 자료는 SGIS(통계지리정보서비스)에 신청하여 취득할 수 있다.

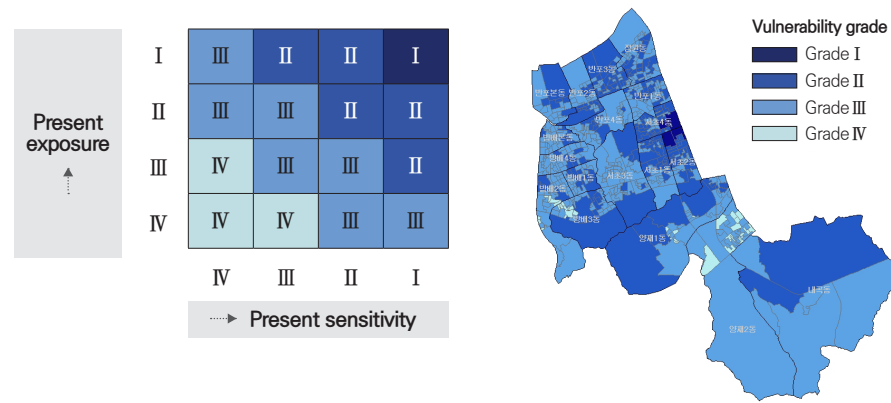
현재 재해취약성분석을 위한 현재 기후노출은 과거부터 현재까지의 기상관측자료(유인관측소, AWS)를 활용하여 현재 기후적 요소에 의한 영향 정도를 분석한다. 대상 지자체 및 인접 시·군의 기상관측자료를 활용하여 공간보간법을 실시한 후, 결과를 집계구별 기후노출값으로 부여하고, GIS 툴의 자연적 구분법(Jenks의 최적화 방법)에 의해 등급화(I~IV)한다.

현재 도시민감도와 관련하여 잠재취약지역은 최근 10년간 피해지역, 대상 재해 유형별 관련 법령·지침상에 규정되어 있는 법정위험지역, 재해피해 특성을 고려한 취약지역 등을 종합하여 집계구별 점수를 부여한다. 도시취약 구성요소는 잠재취약지역을 포함한 최소 공간 범위 내 취약한 인구·도시기반시설·건축물을 종합하여 집계구별 점수를 부여한다.

현재 도시민감도는 잠재취약지역 및 도시취약 구성요소를 종합하여 GIS 툴의 자연적 구분법(Jenks의 최적화 방법)에 의해 등급화(I~IV)한다. 도시민감도 점수는 잠재취약지역 점수 및 도시취약 구성요소 점수의 합으로 산정한다.

현재 취약성(등급화)은 현재 기후노출(I~IV)과 현재 도시민감도(I~IV)에 대한 취약성 등급 매트릭스(Matrix)상의 매칭 등급으로 등급화(I~IV)하여 현재의 재해취약지역(I, II등급)을 도출한다. 현재 기후노출, 현재 도시민감도, 현재 취약성은 I등급으로 갈수록 취약함을 의미한다.

Figure 17. Present vulnerability grade matrix (left) and an example of present vulnerability analysis: Heavy rain (right)



Source: KRIHS (2013). Study on the development of urban climate change disaster vulnerability analysis.

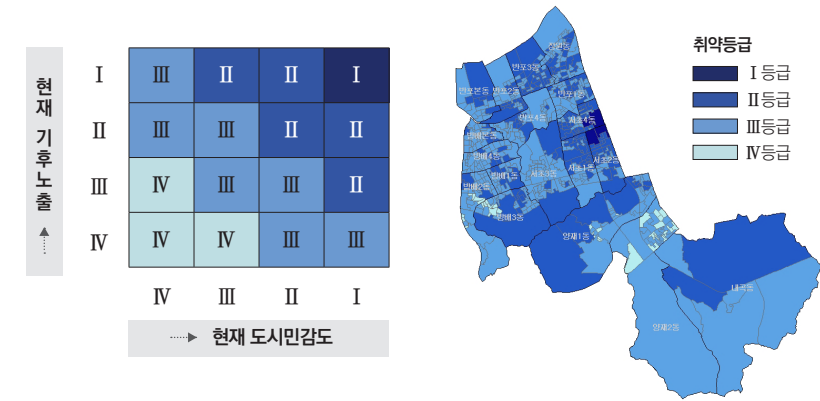
For future disaster vulnerability analysis, future exposure analyzes the effects of future climate factors using forecasts from climate change scenarios. Average exposure values are extracted by the minimum spatial scope and graded (I to IV) using the natural classification method (Jenks optimization method).

Future sensitivity areas are derived considering future urban development prospects (e.g., urbanization promotion areas, population growth areas, and districts with ongoing or planned urban development projects) and scores are assigned by census output area.

Future vulnerability is graded (I to IV) using matching grades on the vulnerability grade matrix for future exposure (I to IV) and sensitivity (I to IV) to derive future disaster vulnerable areas (grades I and II). Grade I denotes higher future exposure, future sensitivity, and future vulnerability.

Finally, in the total disaster vulnerability analysis, the total disaster vulnerability (draft) is computed by overlapping new disaster vulnerable areas (grades I and II) according to future vulnerability analysis with a focus on present disaster vulnerability. The results are confirmed by adjusting the grade where necessary through field survey results and opinions from relevant experts, public officials, and residents on the draft vulnerability.

그림 17. 현재 취약성 등급 매트릭스(좌)와 현재 취약성분석 예시: 폭우(우)



자료: 국토연구원 2013. 도시의 기후변화 재해 취약성 분석 발전방안 연구.

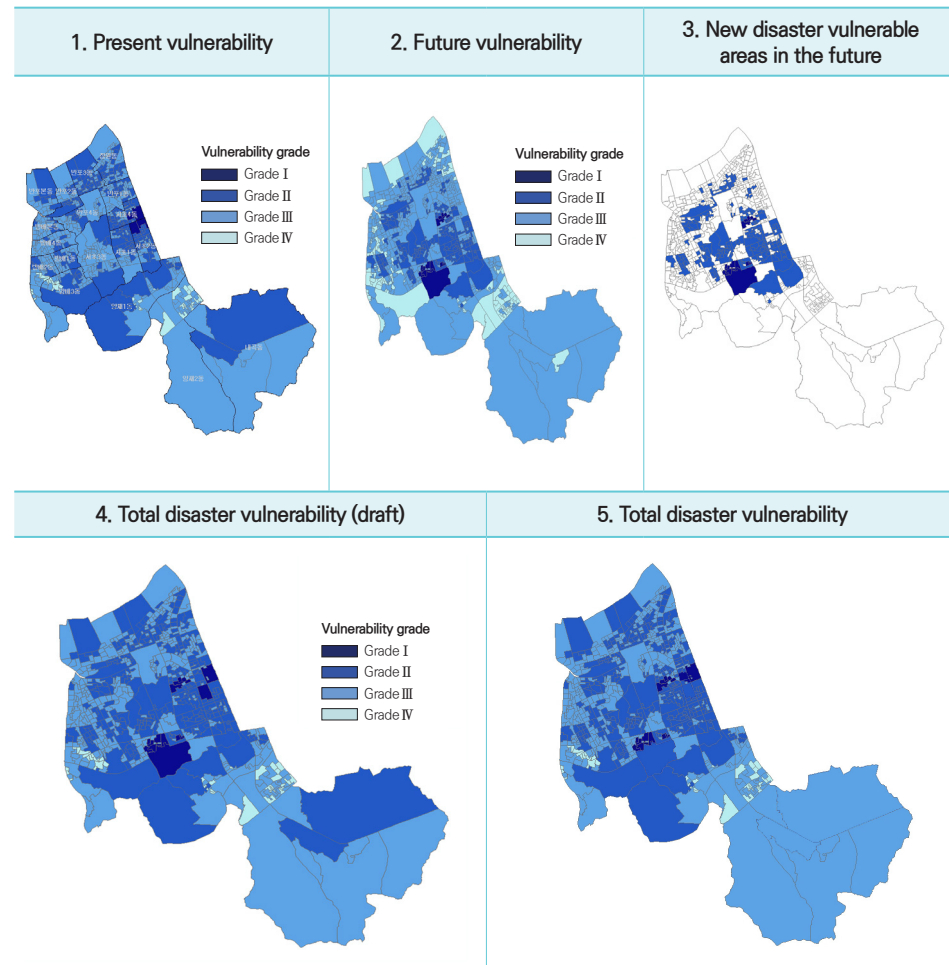
미래 재해취약성분석을 위해 미래 기후노출은 기후변화 시나리오에 의한 전망치를 활용하여 미래 기후적 요소에 의한 영향을 분석한다. 최소 공간 범위별 기후노출 평균값을 추출하고, 자연적 구분법 (Jenks의 최적화 방법)으로 등급화(I ~IV)한다.

미래 도시민감도 관련하여서는 시가화증가지역, 인구증가지역, 도시개발사업진행·예정지구 등 미래 도시개발 전망을 고려하여 미래 도시민감지역을 도출하고, 집계구별 점수를 부여한다.

미래 취약성(등급화)은 미래 기후노출(I~IV)과 미래 도시민감도(I~IV)에 대한 취약성 등급 매트릭스 (Matrix)상의 매칭 등급으로 등급화(I~IV)하여 미래의 재해취약지역(I, II등급)을 도출한다. 미래 기후 노출, 미래 도시민감도, 미래 취약성 역시 I등급으로 갈수록 취약함을 의미한다.

도시 종합 재해취약성분석은 현재 재해취약성을 중심으로 미래 취약성분석에 따른 새로운 재해취약 지역(I, II등급)을 중첩하여 종합 재해취약성(안)을 작성한다. 종합 재해취약성(안)에 대한 현장조사 및 관련 전문가, 공무원, 주민 등의 의견수렴을 통해 필요시 등급 조정을 검토하여 도시종합 재해취약성 결과를 최종 확정한다.

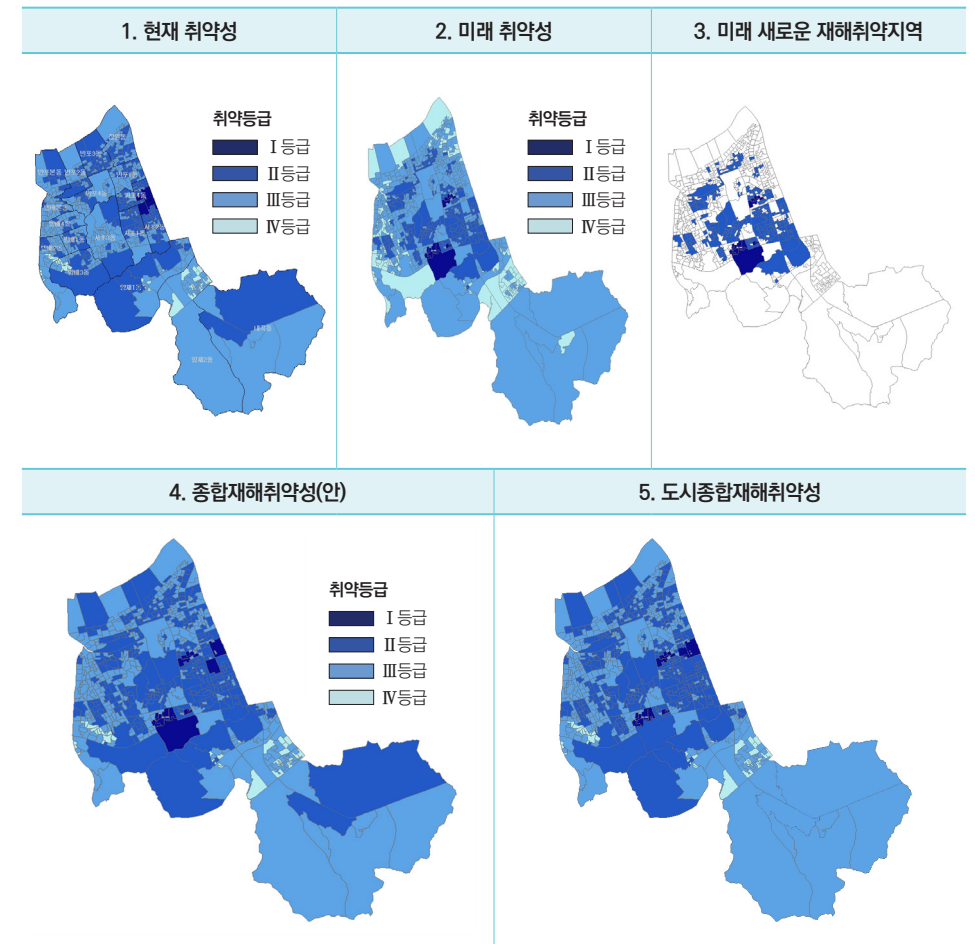
Figure 18. Process of total disaster vulnerability analysis



Source: KRIHS (2013). Study on the development of urban climate change disaster vulnerability analysis.

By overlapping each subject map, a comprehensive urban disaster vulnerability (draft) that comprehensively considers the present and the future is prepared, and if necessary, the level of disaster vulnerable areas is adjusted through field surveys and opinions from local stakeholders.

그림 18. 종합 재해취약성분석 과정



자료: 국토연구원 2013. 도시의 기후변화 재해 취약성 분석 발전방안 연구.

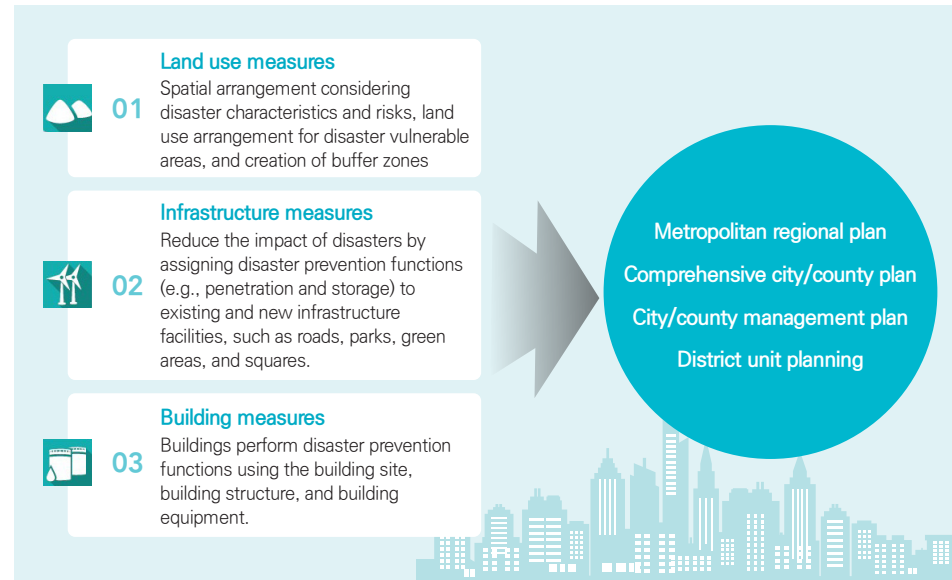
각 주제도를 중첩하여 현재와 미래를 종합적으로 고려한 도시종합 재해취약성(안)을 마련한 후 현장조사 및 지역 이해관계자 등의 의견수렴을 통해 필요시 재해취약지역 등급을 조정한다.

4) Disaster-preventive urban planning

Next, to identify the directions for urban planning, the response directions are presented first for urban planning by sector, such as the land use, infrastructure, and disaster prevention plans. Restrictions on land use, installing urban planning facilities and building; utilizing urban planning facilities and buildings; and strengthening disaster prevention facilities (e.g., rivers and sewerage) are then presented considering the disaster vulnerability grade.

After identifying urban vulnerability factors through urban climate change disaster vulnerability analysis, disaster-preventive urban planning is promoted for disaster risk management at a city level. Such planning is undertaken for grade I and II areas. Intensive management is performed for areas that require special reduction measures. Urban planning techniques that are applicable to disaster vulnerable areas are mainly categorized into those related to land use, infrastructure, and buildings.

Figure 19. Concepts of land use, infrastructure, and building measures for disaster-preventive urban planning



Source: MOLIT (2016).

4) 재해예방형 도시계획

도시종합 재해취약성이 확정된 뒤 도시계획 수립방향 제시를 위해 재해취약지역 및 주변 지역에 대한 현장 여건, 지역 특성 등을 고려한 토지이용계획, 기반시설계획, 방재계획 등 도시계획의 부문별 계획의 대응방향을 우선 제시하고, 재해취약성 등급을 고려하여 토지이용 제한, 도시계획시설 설치 제한, 건축물 설치 제한, 도시계획시설 및 건축물 활용, 방재시설(하천, 하수도 등) 강화 등을 제시한다.

도시기후변화 재해취약성분석을 통해 도시의 재해취약 요인을 파악한 뒤에는 도시 차원의 재해위험관리를 위해 재해예방형 도시계획이 추진된다. 재해예방형 도시계획은 재해취약성분석 결과 취약지역인 I, II등급지를 중심으로 검토하되, 특별히 저감대책이 필요한 지역은 중점적으로 관리한다. 주요 영역으로 재해취약지역에 대해 적용할 수 있는 도시계획적 기법 종류는 크게 토지이용, 기반시설, 건축물 3가지로 요약된다.

그림 19. 재해예방형 도시계획의 토지이용·기반시설·건축물 대책 개념



자료: 국토교통부 2016.

For complex disaster management in a city where large-scale damage is expected, disaster-preventive urban planning measures are selected comprehensively considering the major roles of land use, infrastructure, and building measures. Land use measures aim to effectively distribute and absorb the large impacts caused by complex disasters, and include spatial structures, use arrangement, and location. Infrastructure measures aim to prevent the spread of secondary and tertiary damage, or increasing the complex disaster damage. These include common measures considering major infrastructure and surrounding areas, and measures to strengthen disaster prevention functions by infrastructure. Building measures aim to inhibit damage as much as possible under the impact of complex disasters. These include measures related to building structures, use, and equipment (KRIHS 2019b).

To effectively manage urban complex disasters using land use, infrastructure, and building measures, the process of establishing integrated disaster countermeasures is important. In particular, an approach that considers the progress of disasters as well as the situations before and after the disasters is required for establishing appropriate measures for urban complex disaster management (KRIHS 2019b).

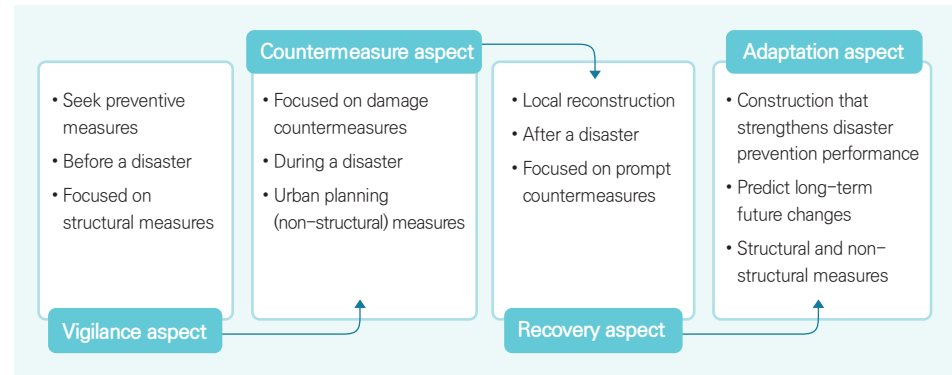
According to the World Bank, a precautionary approach is required first before the occurrence of a disaster. Here, the approach should involve preventing the spread of damage during the disaster period and preparing measures to protect major infrastructure facilities (e.g., public facilities). For recovery, an approach focused on establishing recovery strategies for damaged areas after the disaster happens and prompt normalization of the urban organization and structure is important. Finally, for adaptation, an approach for inspecting structural and non-structural measures for areas damaged by disasters from the urban planning aspect, and establishing long-term adaptation strategies is required. Eventually, all four aspects (prevention, response, short-term recovery, and long-term recovery) must be considered to reduce disaster vulnerability and increase disaster resilience. Essentially, an organically connected and integrated approach is required. Therefore, disaster-preventive urban planning is a spatiotemporal adaptation strategy planning considering the future which involves the vigilance, countermeasure, and adaptation aspects as well as the simple recovery aspect during long-term recovery (KRIHS 2019b).

대형 피해가 우려되는 도시의 복합재난관리를 위해 재해예방형 도시계획대책은 토지이용, 기반시설, 건축물대책의 주요 역할을 종합적으로 고려하여 선정한다. 토지이용대책은 복합재난으로 인한 대형 충격을 효과적으로 분산 및 흡수하는 것을 주목적으로 하며, 공간구조·용도배치·입지 등의 대책을 포함한다. 기반시설대책은 복합재난으로 인한 2, 3차 피해 확산 혹은 복합재난피해의 대형화를 방지하는 것이 주목적이며, 주요 기반시설과 주변 지역 상황을 고려한 공동대책 및 기반시설별 방재기능 강화대책을 포함한다. 건축물대책은 건축물이 복합재난으로 인한 주요 피해 대상임을 감안하여 복합재난 충격 시 피해가 발생하는 것을 최대한 억제하는 것이 주목적이며, 건축구조·용도·설비와 관련한 사전대비책을 포함한다(국토연구원 2019b).

토지이용, 기반시설, 건축물대책을 활용하여 도시복합재난을 효과적으로 관리하기 위해서는 통합적 재해대책 수립과정이 중요하다. 특히 도시복합재난 관리를 위한 대책 수립에 있어 통합적 운영을 위해 재난 발생 전·중·후를 고려한 접근방법이 필요하다(국토연구원 2019b).

세계은행 자료에 따르면, 우선 경계 측면에서 재난이 발생하기 전 사전예방대책 중심의 접근방법이 필요하고, 대처 측면에서는 재난 발생 기간 내 피해 확산 방지대책을 강구하고, 공공시설 등 주요 인프라시설 보호방안 마련 중심의 접근방법이 필요하다. 복구 측면은 재난이 발생한 이후 피해지역에 대한 복구전략 수립, 도시조직 및 구조의 신속한 정상화 중심의 접근방법이 중요하다. 마지막으로 적응 측면은 재난피해지역을 중심으로 구조적 및 비구조적 대책을 도시계획적 측면에서 점검하고, 장기적인 적응전략 수립을 위한 접근방법이 필요하다. 결국 도시의 재해취약성 저감 및 재해회복력 증가를 위한 능력은 4가지 측면(예방, 대응, 단기복구, 장기복구) 모두를 고려해야 하며, 유기적 연결고리를 통한 통합적 접근방법이 요구된다. 이에 재해예방형 도시계획은 미래를 고려한 시·공간적 적응전략계획으로, 단순복구 측면뿐만 아니라 경계와 대처, 그리고 적응 측면까지도 장기복구 시 중점적으로 접근이 가능하다(국토연구원 2019b).

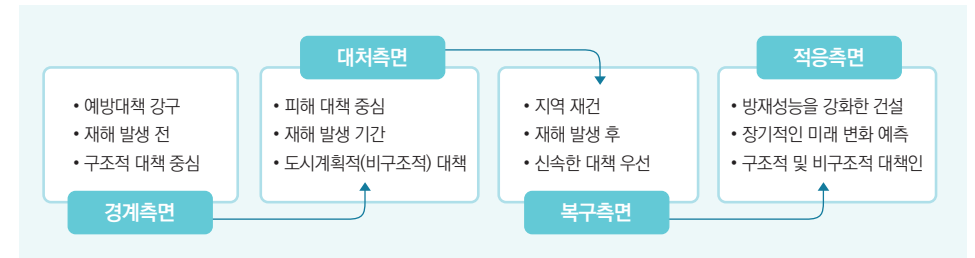
Figure 20. Approach for establishing integrated disaster countermeasures



Source: World Bank (2012).

In the complex disaster prevention stage, disaster-preventive urban planning measures are created to fundamentally remove vulnerability factors in advance for areas with densely located facilities that may aggravate a disaster into complex disasters, such as the essential service supply facilities derived from the complex disaster management map. Land use measures involve promoting spatial arrangement considering vulnerability characteristics, such as runoff pathways and use arrangement according to heavy rains, and damage occurrence patterns, to fundamentally eliminate spatial vulnerability factors related to complex disasters in advance. Infrastructure measures prevent the increase in vulnerable factors caused by the installation of vulnerable facilities (e.g., essential service supply facilities) in complex disaster vulnerable areas. If such facilities are already installed, the measures encompass removing vulnerable factors as much as possible by managing them. Major measures include avoiding locating important facilities in vulnerable areas and installing key facilities alone in areas safe from disasters considering the spatial structure of the entire city and county. Building measures seek to maximize the protective functions of vulnerable buildings by separating them from vulnerable areas as much as possible and managing vulnerable elements inside them. Major measures include separation from disaster vulnerable areas, and restrictions on residential use on underground floors or below expected flood levels in flood vulnerable areas (KRIHS 2019b).

그림 20. 통합적 재해대책 수립을 위한 접근방법



자료: World Bank 2012.

복합재난 예방단계에서는 복합재난 관리지도에서 도출된 필수서비스 공급시설 등 재해 발생 시 복합재난으로 악화될 수 있는 시설물이 밀집된 지역을 대상으로 사전에 취약요인을 원천적으로 제거하기 위한 재해예방형 도시계획대책을 마련한다. 토지이용대책은 복합재난과 관련한 공간적 취약요인을 사전에 원천적으로 제거하기 위해 유출경로, 피해 발생 양상 등의 취약 특성을 고려한 공간배치를 추진한다. 주요 대책으로는 자연적인 유출경로를 고려한 공간배치, 폭우취약성을 고려한 용도배치 등이 있다. 기반시설대책은 복합재난 취약지역에 필수서비스 공급시설 등의 취약시설물이 입지하여 취약요인이 증가하는 것을 사전에 방지하고 이미 입지하였을 경우 취약요소관리를 통해 취약요인을 최대한 제거한다. 주요 대책으로는 취약지역에 중요시설 결정 및 설치 지양, 중추적인 시설은 시군 전체의 공간구조를 고려하여 재해로부터 안전한 지역에 단독형으로 설치 등이 있다. 건축물대책은 취약건축물을 취약지역에서 최대한 이격시키고 취약건축물 내의 취약요소를 관리하여 그 보호기능을 최대한 강화토록 추진하는 것으로, 주요 대책으로는 재해취약지역의 이격, 상습침수지역 내 지하층 또는 예상침수위 이하 부분에 주거용도 제한 등이 있다(국토연구원 2019b).

In the complex disaster response stage, prior plan-oriented disaster-preventive urban planning measures are undertaken to inhibit the spread of complex disaster damage to vulnerable and support facilities, relief and response facilities, and areas where they are densely located. These are designated in the complex disaster management map to prevent the expansion of damage and human casualties. Land use measures protect facilities that are likely to be damaged and areas where they are densely located by creating buffer zones around them to prevent the spread of damage. Major measures include setting back from riversides, coastal areas, and steep slopes, as well as creating buffer zones. Infrastructure measures involve establishing prior measures to actively prevent the spread of damage for high-connectivity infrastructure structures, which may cause the rapid spread of damage when it occurs. Major measures include installing crossing drainage channels and underground storage tanks to prevent flooding in adjacent urban areas, and installing drainage channels and underground storage tanks across the school gate to prevent flooding in downstream urban areas for high-altitude schools. Building measures include measures to prevent secondary damage to buildings at the risk of complex disaster damage. They also include identifying emergency management targets beforehand and the preparation of management measures to prevent the spread of damage to vulnerable buildings near the damaged area. Major measures include the adjustment of building layout (e.g., building line) for evacuation (KRIHS 2019b).

The main goal of the complex disaster short-term recovery stage is to restore essential urban functions immediately after the disaster's occurrence. Here, disaster-preventive urban planning measures are prepared for essential facilities related to the daily lives of people and areas where they are densely located, which were derived from the complex disaster management map. Land use measures set spaces (e.g., evacuation zones) considering the ease of securing essential functions in advance to promote the recovery of essential urban functions immediately after the disaster's occurrence. Major measures include the designating and adjusting zones, including disaster vulnerable areas, to establish disaster reduction measures; denoting disaster prevention facilities when planning special design areas; and examining rainwater runoff reduction facilities. Infrastructure measures involve prior plans to protect the essential supply facilities and recovery of the functions required to urgently support the daily lives of people. Major measures include installing facilities for temporary sheltering residents in the event of a disaster. Building measures involve prior plans considering the safety diagnosis and function recovery of damaged buildings for the early restoration of the functions of buildings with complex disaster damage. Key measures include restrictions on main uses by floor (residence and equipment room below the flood level) (KRIHS 2019b).

복합재난 대응단계에서는 복합재난 관리지도에서 인명피해 및 피해 대형화 방지를 위해 도출된 취약 및 지원시설, 구호 및 대응시설과 그 밀집지역을 대상으로 복합재난피해의 확산을 저지하기 위한 사전계획 위주의 재해예방형 도시계획대책을 마련한다. 토지이용대책은 복합재난피해의 확산을 방지하기 위하여 피해가 우려되는 시설과 그 밀집지역 주변에 완충공간 등을 조성하여 보호하며, 주요 대책으로는 하천변·연안변·급경사지 등과 이격(set back) 및 완충지대 조성 등이 있다. 기반시설대책은 피해 발생 시 빠른 피해 확산 우려가 있는 고연결성 기반시설 자체에 대하여 피해 확산을 적극적으로 방지하기 위한 사전대책을 수립한다. 주요 대책으로는 인접 시가지 침수 방지를 위한 횡단배수로 및 지하저류조 설치, 고지대 학교의 경우 하류 시가지 침수 방지를 위한 교문 횡단배수로 및 지하저류조 설치 등이 있다. 건축물대책은 복합재난피해 우려가 있는 건축물에 대한 2차 피해 방지대책과 피해지역 인근에 위치한 취약건축물로의 피해 확산을 막기 위하여 긴급관리 대상을 사전에 파악하고 관리대책을 마련한다. 주요 대책으로는 대피를 위한 건축배치 조정(건축선 등) 등이 있다(국토연구원 2019b).

복합재난 단기복구단계에서는 복합재난 발생 직후의 도시필수기능 회복을 주요 목표로, 복합재난 관리지도에서 도출된 시민들의 일상생활 관련 필수시설과 그 밀집지역을 대상으로 재해예방형 도시계획대책을 마련한다. 토지이용대책은 복합재난 발생 직후에 있을 도시필수기능 회복 작업을 촉진하기 위해 사전에 필수기능 확보 용이성을 고려한 공간(대피구역 등)을 설정한다. 주요 대책으로는 재해저감대책 수립을 위해 재해취약지역을 포함하여 구역 지정 및 조정, 특별계획구역 계획 시 방재시설의 기부채납, 우수유출저감시설 검토 등이 있다. 기반시설대책은 일반시민들의 일상생활을 시급히 지원하기 위해 필요한 필수공급시설의 우선적 보호 및 기능 복구 관련 사전계획을 마련하며, 주요 대책으로는 재해 발생 시 주민의 일시적 체류를 위한 시설 설치 등이 있다. 건축물대책은 복합재난피해 건축물의 조기기능 회복을 위해 피해 건축물의 안전진단 및 기능 복구를 고려한 사전계획을 마련한다. 주요 대책으로는 층별 주용도 제한(침수위 이하 주거, 설비실) 등이 있다 (국토연구원 2019b).

Finally, in the long-term recovery stage for complex disasters, disaster-preventive urban planning measures to actively improve adaptability and safety levels are undertaken for economic and social infrastructure facilities, and areas where they are densely located. These are derived from the complex disaster management map. The aim is to continuously enhance adaptability after the occurrence of complex disasters beyond passive elimination of factors that compound complex disasters. Land use measures involve measures to leverage the spatial structure for safety against complex disasters, and thus, maximize absorption capacity for their impacts. Major measures include converting or maintaining preservation areas in disaster vulnerable areas, designating joint development of disaster vulnerable areas, and establishing disaster reduction measures. Infrastructure measures involve measures to provide active disaster prevention functions to maximize adaptability to complex disasters for all economic and social infrastructure. Major measures include examining the possibility of using public facilities for disaster prevention, using permeable materials and grass blocks for the pavement of the parking lot surface, and installing ecological ponds. Building measures involve measures to improve the safety level of individual buildings by actively examining the possibility of large disasters. Major measures include raising the ground height of low-lying flood vulnerable areas above the expected flood level, reinforcing the water resistance of buildings (e.g., using water-resistant building materials), and installing major building equipment above the expected flood level (KRIHS 2019b).

복합재난 장기복구단계에서는 복합재난 위협요인을 수동적으로 제거하는 수준을 넘어서 복합재난 발생 후 지속적으로 적응 능력을 제고하기 위해 복합재난 관리지도에서 도출된 경제활동 및 사회활동 기반시설과 그 밀집지역을 대상으로 적응 능력 및 안전 수준의 적극적 향상을 위한 재해예방형 도시계획대책을 마련한다. 토지이용대책은 복합재난 발생을 계기로 복합재난 충격의 흡수 능력을 극대화하기 위하여 공간구조를 복합재난에 안전하도록 전환하기 위한 대책을 추진한다. 주요 대책으로는 재해취약지역 보전계 용도지역 전환 또는 유지, 재해취약지역의 공동개발 지정 및 재해저감대책 수립 등이 있다. 기반시설대책은 복합재난 관련 모든 경제활동 및 사회활동 기반시설에 대하여 복합재난 적응 능력을 극대화하기 위한 적극적 방재기능 부여대책을 마련한다. 주요 대책으로는 공공시설의 방재 활용 가능성 검토, 주차장 표면을 포장하는 경우 투수성 재료 및 잔디 블록 사용, 생태연못 설치 등이 있다. 건축물대책은 대형 재난 발생 가능성을 적극적으로 검토하여 개별 건축물의 안전 수준을 향상시키기 위한 대책을 도입한다. 주요 대책으로는 저지대 상습침수지역 지반고 예상침수위 이상으로 승고, 건축물 내수화(내수성 건축재료 사용), 주요 건축설비 예상침수위 이상에 설치 등이 있다(국토연구원 2019b).

Table 1. Framework to present disaster-preventive urban planning measures considering the characteristics of each complex disaster response stage

Management stage	Major characteristics and management facilities	Disaster-preventive urban planning measures		
		Land use	Infrastructure	Buildings
Prevention stage	Remove vulnerability factors	Spatial arrangement considering vulnerability characteristics	Avoid installing infrastructure in vulnerable areas and manage vulnerable elements	Strengthen the protective functions of vulnerable buildings
Response stage	Interrupt the spread of damage	Create buffer zones to prevent the spread of damage	Apply measures to prevent the spread of damage for high-connecting infrastructure facilities	Prior planning for emergency management of damaged and vulnerable buildings near the damaged area
Short-term recovery stage	Recover essential functions	Set spaces (e.g., evacuation zones) considering the ease of securing essential functions	Protect essential supply facilities and recover their functions	Safety diagnosis for damaged buildings and prior planning for function recovery
Long-term recovery stage	Improve adaptability	Promote measures to convert the spatial structure for strengthening complex disaster impact absorption capacity	Measures to reinforce the adaptability of infrastructure to complex disasters	Measures to improve the building safety level

Source: KRIHS (2019b).

표 1. 복합재난 대응단계별 특징과 연계한 재해예방형 도시계획대책 제시 틀

관리단계	주요 특징 및 관리시설	재해예방형 도시계획대책		
		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	고연결 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	적응 능력 제고	복합재난 충격흡수 능력 강화를 위한 공간구조 전환 대책 추진	기반시설 복합재난 적응 능력 강화대책	건축물 안전 수준 향상대책

자료: 국토연구원 2019b.

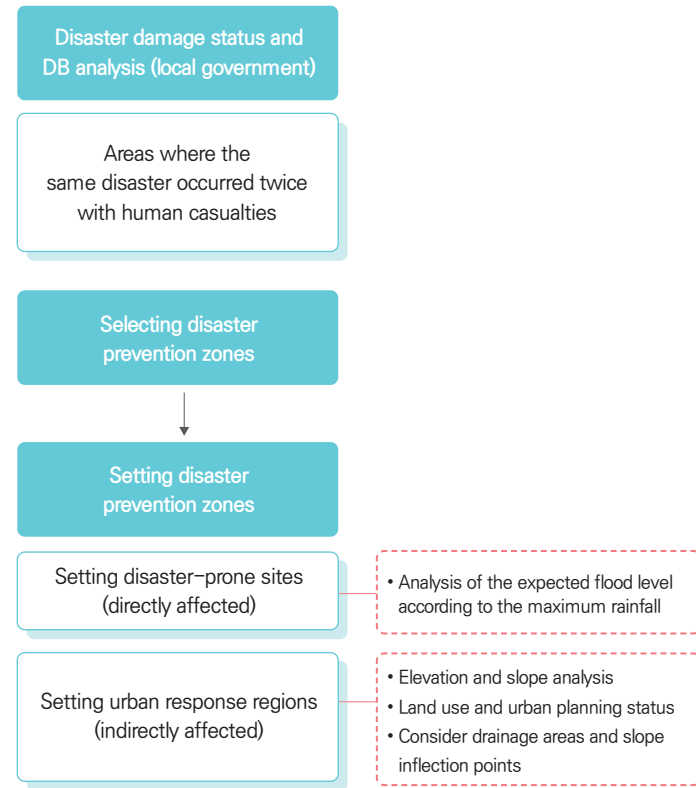
2. Intensive management of disaster vulnerable areas through disaster prevention zone activation

For the activation of disaster prevention zones, mandatory installation of these zones (2012), preparing the revision of the enforcement degree (draft) (2013), and distributing guidelines (2014) were consecutively performed by revising the National Land Planning Act. These zones are designated in areas necessary for the prevention of storm and flood damage, landslides, collapse of the ground, and other disasters based on Article 37 of the National Land Planning Act. In these zones, the construction of the buildings specified by the Urban Planning Ordinance are prohibited considering their interference in preventing storm and flood damage, landslides, ground collapse, earthquakes, and other disasters (Article 75 of the Enforcement Decree of the National Land Planning Act). Regarding the management and support for disaster prevention zones, the floor area ratio was relieved to 120% after deliberation by the Urban Planning Committee considering the ban on the construction of buildings that interfere with disaster prevention (restrictions on activities), restrictions on residential use below the expected flood level (e.g., piloti structures and low-lying ground elevation), the loss caused by restrictions on residential use below the expected flood level (incentive), and the cost of implementing disaster reduction measures during the construction of buildings. Regarding disaster reduction measures and support reinforcement for these zones, districts are classified into two types considering buildings and densely populated areas. First, there are urban disaster prevention zones, which are areas where buildings and population are concentrated; these zones require facility improvements to prevent disasters. Second, there are natural disaster prevention zones, which are areas that surround coastal areas, riversides, and steep slopes where land use is low; these zones require restrictions on construction to prevent disasters (MOLIT 2014).

2. 방재지구 활성화를 통한 재해취약지역 집중관리

방재지구 활성화를 위해 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(이하 국토계획법) 개정을 통한 방재지구 의무화(2012년), 시행령 개정(안) 마련(2013년), 가이드라인 배포(2014년)가 연속적으로 이뤄졌다. 방재지구 지정 근거는 풍수해, 산사태, 지반의 붕괴, 그 밖의 재해예방을 위해 필요한 지역에 지정하는 지구로 국토계획법 제37조에 정해져 있다. 방재지구에서의 행위 제한은 풍수해·산사태·지반붕괴·지진 그 밖에 재해예방에 장애가 된다고 인정하여 도시계획 조례가 정하는 건축물의 건축 금지(국토계획법 시행령 제75조)이다. 방재지구관리 및 지원은 (행위 제한) 재해예방 장애 건축물의 건축 금지, 예상침수위 이하 주거용도 사용 제한(필로티 구조 건축, 저지대 지반승고 등), (인센티브) 예상침수위 이하 주거용도 제한으로 인한 손실과 건축물 건축 시 재해저감대책을 시행하는 비용을 고려하여 도시계획위원회의 심의를 거쳐 용적률 120%까지 완화이다. 방재지구 재해저감대책 및 지원 강화와 관련하여 방재지구의 유형은 건축물 및 인구 밀집지역 등을 고려한 2가지로 구분된다. 시가지방재지구는 건축물·인구가 밀집되어 있는 지역으로 재해예방을 위하여 시설 개선 등이 필요한 지구이고, 자연방재지구는 토지의 이용도가 낮은 해안변, 하천변, 급경사지 주변 등으로 재해예방을 위하여 건축 제한 등이 필요한 지구이다(국토교통부 2014).

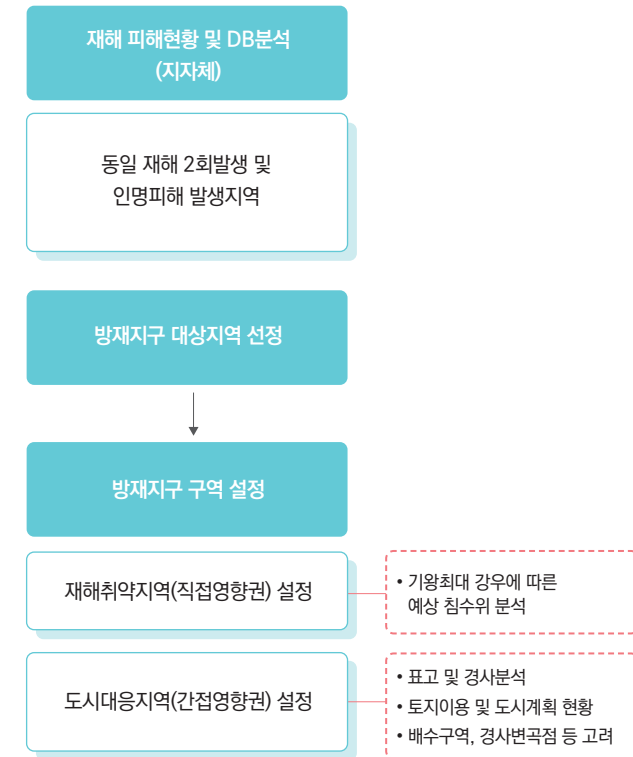
Figure 21. Procedure for setting disaster prevention zones



Source: MOLIT (2014).

Areas where human casualties occurred due to the occurrence of the same disaster (e.g., floods and landslides) twice or more are designated as disaster prevention zones. Considerable damage is expected in these areas if the same disaster happens in the future as well as in areas designated as coastal erosion control zones (MOLIT 2014).

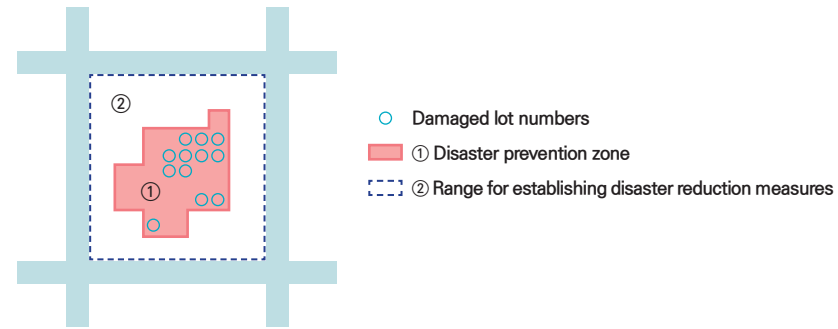
그림 21. 방재지구 대상 지역 및 구역설정 절차



자료: 국토교통부 2014.

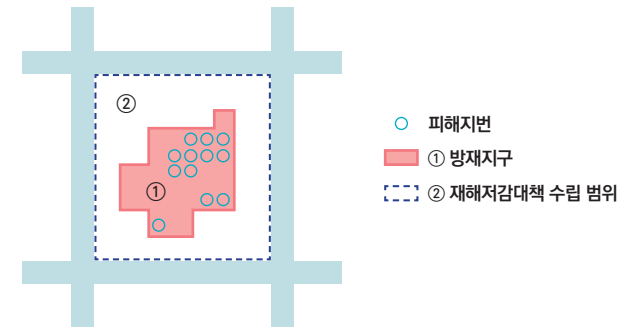
방재지구의 지정 기준은 침수·산사태 등의 동일 재해가 2회 이상 발생하여 인명피해를 입은 지역으로, 향후 동일 재해 발생 시 상당한 피해가 우려되는 지역과 연안침식관리구역으로 지정된 지역이다 (국토교통부 2014).

Figure 22. Example of selecting a disaster prevention zone and setting its boundary



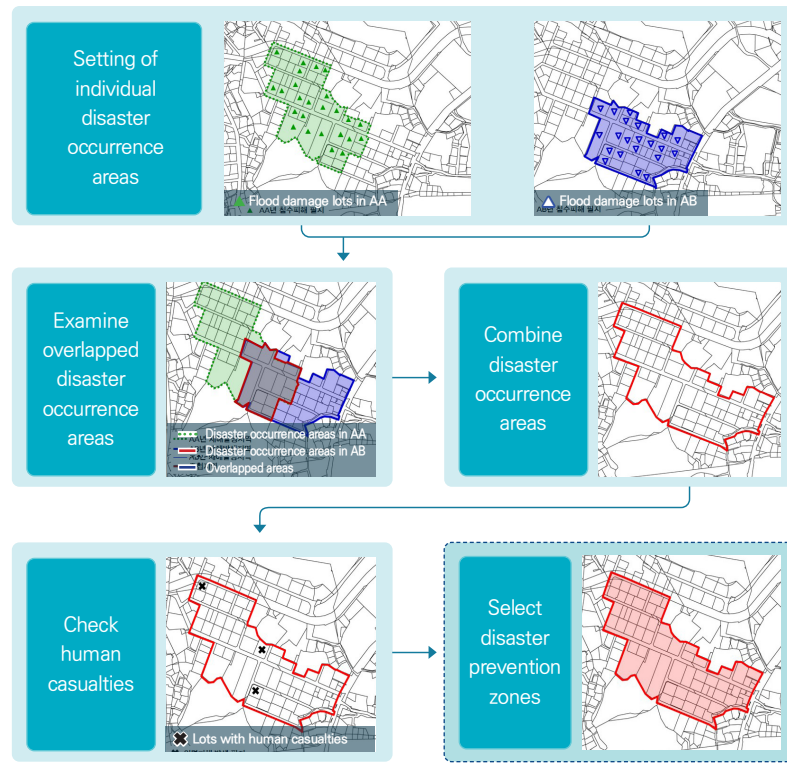
Source: MOLIT (2014).

그림 22. 방재지구 대상 지역 선정 및 구역경계 설정 예시



자료: 국토교통부 2014.

Figure 23. Procedure for selecting disaster prevention zones



Source: MOLIT (2014).

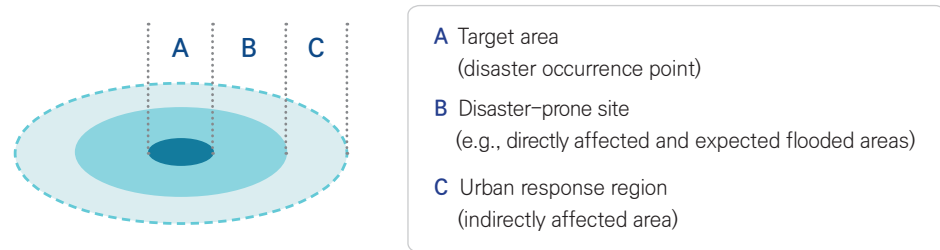
그림 23. 방재지구 대상 지역 선정절차



자료: 국토교통부 2014.

To set disaster prevention zones, the target and disaster-prone site must be included for the application of urban planning measures; furthermore, urban response areas, which are surrounding areas indirectly affected by disasters, should be considered (MOLIT 2014).

Figure 24. Conceptual diagram of disaster prevention zone areas

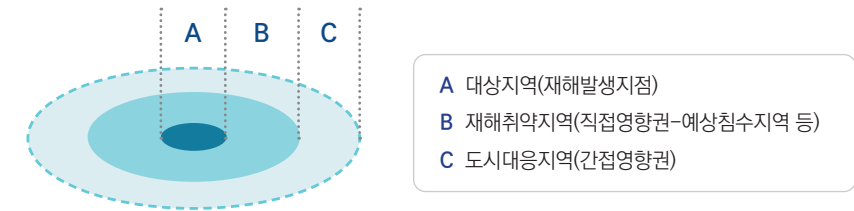


Source: MOLIT (2014).

A disaster prevention zone's scales is influenced by the target area's characteristics. Nonetheless, a minimum of 10,000 (urban areas) to 30,000 m² (non-urban areas), and a maximum of 300,000 m² or less are recommended. To determine the minimum scale, the scale allowed for development and minimum area for district unit planning are applied. The maximum scale is calculated by analyzing the average area of existing development projects and district unit plans. The boundary of the disaster prevention zone is set considering urban planning facilities, natural topography, and the planned zones by existing individual laws. Places that may not be affected by disasters due to the elevation difference, drainage area, and slope inflection point are excluded (MOLIT 2014).

방재지구 구역 설정을 위해서는 도시계획적 대책 적용을 위해 대상 지역과 재해취약지역을 반드시 포함하고, 주변의 재해간접영향권인 도시대응지역을 포함하여야 한다(국토교통부 2014).

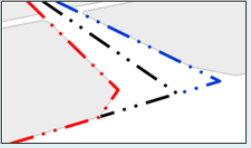
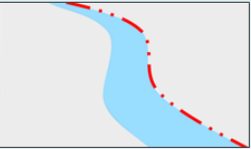
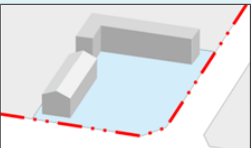
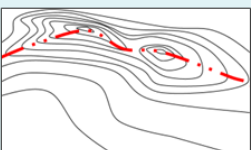
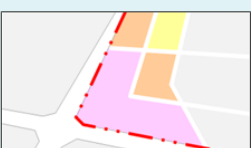
그림 24. 방재지구 영역 개념도



자료: 국토교통부 2014.


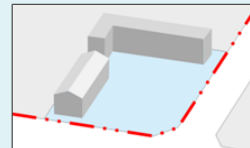
방재지구의 규모는 대상 지역의 특성을 고려하되, 최소 1만(도시지역)~3만 m²(비도시지역), 최대 30만 m² 이하를 권장한다. 최소 규모는 개발행위허가 규모 및 지구단위계획 최소 면적 규모를 준용하고, 최대 규모는 기존 개발사업 및 지구단위계획 평균면적을 분석하여 적정 규모로 산정한다. 방재지구 구역경계 설정 시에는 도시계획시설 및 자연지형, 기존 개별법에 의한 계획구역 등을 고려하여 경계를 설정하며, 표고 차, 배수 구역, 경사변곡점 등에 따라 재해영향지역으로 볼 수 없는 경우 제척한다(국토교통부 2014).

Figure 25. Considerations for setting disaster prevention zone boundaries

Roads	Based on the inner and outer lines, and centerlines of main roads, they can be utilized as unopened roads in urban planning.	
Rivers	River zones of national and local rivers	
Public facilities	Design lines of areal urban planning facilities that can reduce disasters by establishing disaster countermeasure, such as parks, schools, and government offices.	
Natural topography	Regular shapes are preferred. In the case of mountainous areas, areas other than affected areas are excluded based on ridges.	
Planned zones	They are set including the whole or part of a zone when district-unit planning, maintenance, and business areas under individual acts are included or adjacent.	

Source: MOLIT (2014).

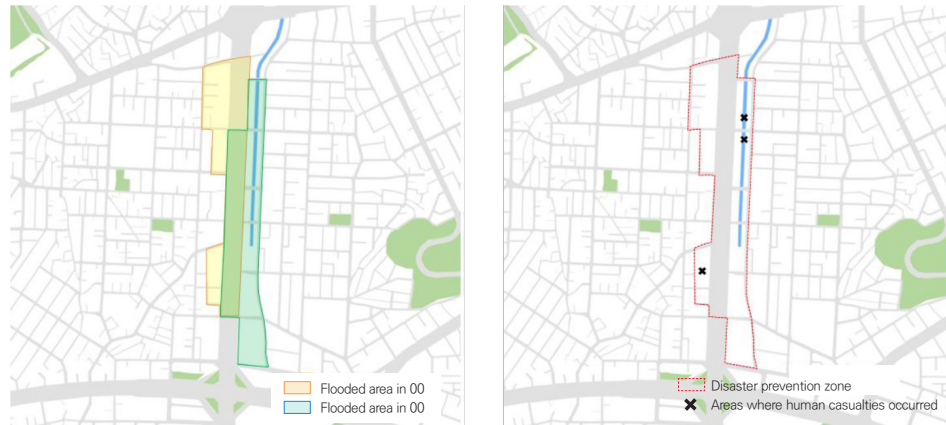
그림 25. 방재지구 구역경계 설정 시 고려사항

도로	간선도로의 내·외측 외곽선과 중심선을 기준으로 하며, 도시계획결정 미개설도로 활용 가능	
하천	국가하천, 지방하천의 하천구역선	
공공시설	재해대책 수립을 통한 재해저감이 가능한 규모의 공원, 학교, 관공서 등 면(面)적 도시계획시설의 계획선	
자연지형	가급적 정형한 형태가 되도록 하며, 산악지형의 경우 능선 등을 기준으로 영향지역 외 지역은 제척	
계획구역	지구단위계획구역, 정비구역 및 개별법에 따른 사업구역이 포함·인접시 구역의 전부 또는 일부를 포함하여 설정	

자료: 국토교통부 2014.

Figures 26 and 27 show the examples of setting urban disaster prevention zones.

Figure 26. Example of selecting an urban disaster prevention zone target area



Source: MOLIT (2014).

Figure 27. Example of setting an urban disaster prevention zone



Source: MOLIT (2014).

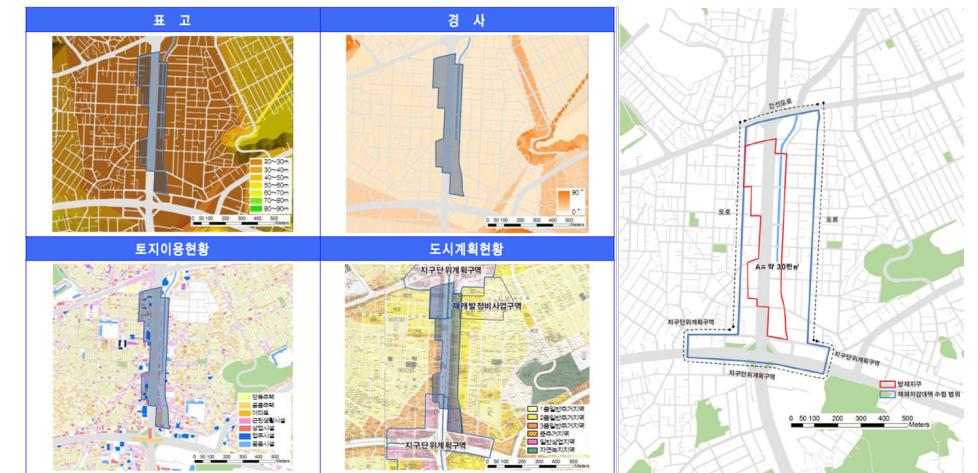
시가지방재지구 구역설정 예시는 그림 26, 그림 27과 같다.

그림 26. 시가지방재지구 대상 지역 선정 예시



자료: 국토교통부 2014.

그림 27. 시가지방재지구 구역 설정 예시



자료: 국토교통부 2014.

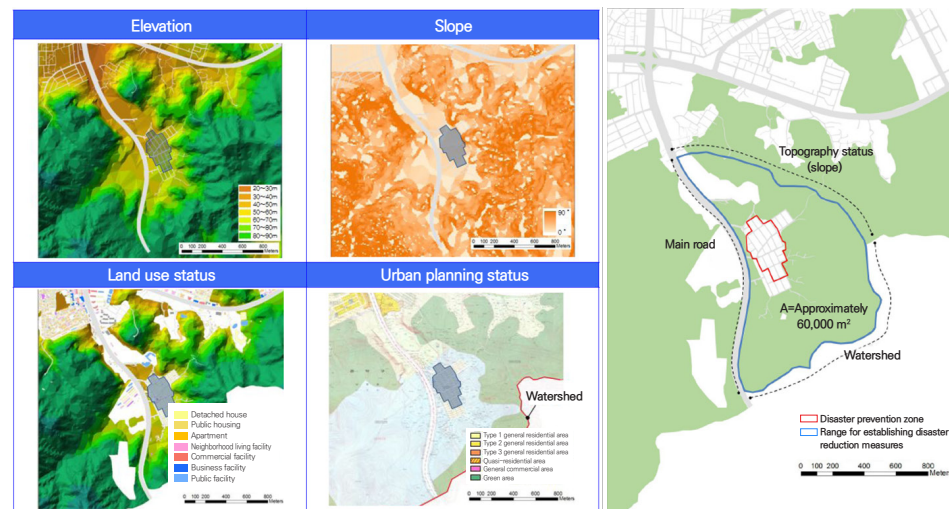
Figures 28 and 29 show examples of setting natural disaster prevention zones.

Figure 28. Example of selecting a natural disaster prevention zone target area



Source: MOLIT (2014).

Figure 29. Example of setting a natural disaster prevention zone



Source: MOLIT (2014).

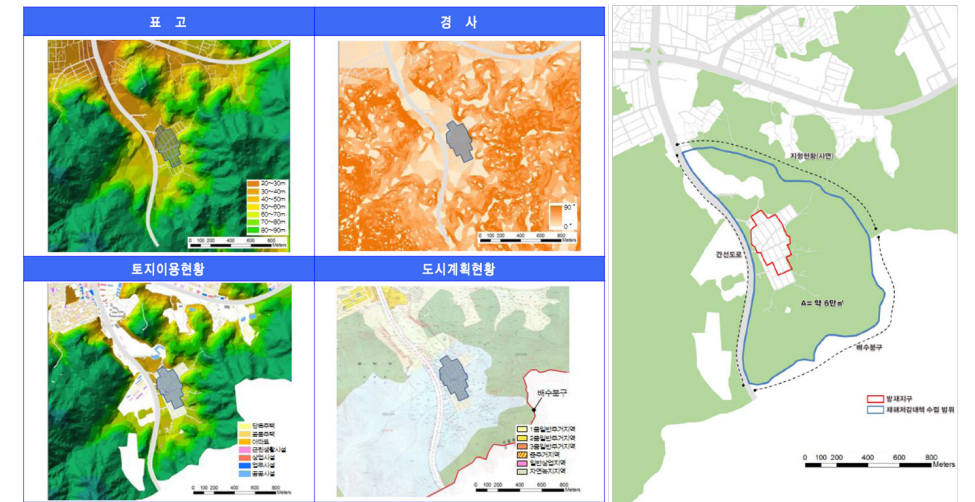
자연방재지구 구역설정 예시는 그림 28, 그림 29와 같다.

그림 28. 자연방재지구 대상 지역 선정 예시



자료: 국토교통부 2014.

그림 29. 자연방재지구 구역 설정 예시



자료: 국토교통부 2014.

Two aspects should be noted for the management of disaster prevention zones: ① the construction of buildings that interfere with disaster prevention is limited by the local government ordinance, and ② residential use below the expected flood level is restricted in terms of restrictions on activities. The expected flood level is determined by the flood level for the maximum rainfall. To reduce disasters, disaster reduction measures can be established using urban planning measures, such as land use, urban infrastructure (location and utilization), and building measures. Regarding support for disaster prevention zones, disaster prevention projects by the country and local governments are supported first (Article 105-2 of the National Land Planning Act). Further, an incentive system for disaster prevention zones has been newly established to provide incentives, such as excluding the piloti structure on the first floor from the number of floors, alleviating the building coverage outside urban areas, and easing the floor area ratio (MOLIT 2014).

Figure 30. Disaster prevention zone incentives

Exclude the piloti structure on the first floor from the number of floors	Exclude the piloti structure from the number of floors when it occupies the entire first floor of a building in a disaster prevention zone.
Alleviate the building coverage outside urban areas	Alleviate the building coverage within 150% for buildings that installed disaster prevention facilities to meet the disaster reduction measures of disaster prevention zones in green, management, agricultural, and natural environment preservation areas.
Relieve the floor area ratio	Relieve the floor area ratio within 120% when disaster prevention facilities are installed to meet the disaster reduction measures of disaster prevention zones.

Source: MOLIT (2014).

방재지구의 관리는 행위 제한 측면에서 ① 재해예방에 장애가 되는 건축물은 지자체 조례로 건축 제한, ② 예상침수위 이하는 주거용도 사용 제한이다. 예상침수위는 기왕 최대강우량에 따른 홍수위에 따라 결정한다. 재해저감을 위해서는 토지이용대책, 도시기반시설대책(입지 및 활용대책), 건축물대책 등 도시계획적 대책을 활용한 재해저감대책을 수립한다. 방재지구 지원은 방재지구 내 국가, 지자체 방재사업을 우선 지원(국토계획법 제105조의 2)하며, 방재지구 인센티브 제도를 신설하여 1층 필로티 층수 제외, 도시지역 외 건폐율 완화, 용적률 완화 등의 인센티브를 줄 수 있다 (국토교통부 2014).

그림 30. 방재지구 인센티브 지원내용

1층 필로티 층수 제외	방재지구 안에서의 건축물 중 1층 전부를 필로티 구조로 하는 경우 필로티 부분을 층수에서 제외
비시가화지역의 건폐율 완화	녹지지역·관리지역·농림지역·자연환경보전지역 중 방재지구의 재해저감대책에 부합하게 재해예방시설을 설치한 건축물에 대해서 용도지역 건폐율의 150% 범위에서 완화
용적률 완화	방재지구의 재해저감대책에 부합하게 재해예방시설을 설치하는 경우 해당 용적률의 120% 범위에서 완화

자료: 국토교통부 2014.

3. Strengthening the disaster prevention function of urban infrastructure

To strengthen disaster prevention standards for urban planning facilities (7 groups, 53 facilities), the "rules on determination, structure, and installation standards for urban planning facilities" were revised to restrict the installation of major facilities (e.g., schools, public office buildings, general medical facilities, roads, and underground roads) in disaster vulnerable areas. In addition, disaster prevention functions (e.g., permeable pavement, installation of storage facilities, and installation of ecological channels and shelters) were mandated for major infrastructure and the following regulations were added.

- Permeable pavement: roads, parking lots, squares, amusement parks, and public open space
- Installation of storage facilities: public office buildings, parking lots, and public open space
- Installation of ecological channels: roads, parking lots, squares, and amusement parks
- Installation of shelters: schools, playgrounds, and public office buildings

Pilot projects are being undertaken since April 2013 by promoting the installation of storage facilities in urban parks (Yangjae neighborhood park in Seoul and Iro park in Mokpo).

Figure 31. Example of strengthening the disaster prevention function of urban infrastructure



Source: MOLIT (2014).

3. 도시기반시설의 방재기능 강화

도시계획시설(7개군, 53개 시설)의 방재 기준 강화(2012년)를 위해 '도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙'을 개정하여 재해취약지역 내 학교, 공공청사, 종합의료시설, 도로, 지하도로 등 주요 시설의 설치 제한을 추진하였다. 또한, 주요 기반시설에 투수성 포장, 저류시설 설치, 생태수로 및 대피소 설치 등 방재기능을 부여하였고, 다음과 같은 대책 관련 규정을 추가하였다.

- 투수성 포장: 도로, 주차장, 광장, 유원지, 공공공지
- 저류시설 설치: 공공청사, 주차장, 공공공지
- 생태수로 설치: 도로, 주차장, 광장, 유원지
- 대피시설 설치: 학교, 운동장, 공공청사

도시공원 내 저류시설 설치를 추진하여 2013년 4월부터 시범사업을 수행(서울 양재 근린공원, 목포 이로공원 등 2개소)하였다.

그림 31. 도시기반시설의 방재기능 강화 예시



자료: 국토교통부 2014.

4. Promoting comprehensive flood control planning for urban river basins

Problems with urban river basins include limitations in traditional river management measures (e.g., river width expansion and an increase in levee height) as urbanization advances, lack of cooperation between upstream and downstream local governments, and lack of interconnection between various disaster prevention plans. To overcome this, a comprehensive flood control plan that connects rivers, sewerage, and urban infrastructure was prepared for urban river basins (rivers that penetrate two or local governments) prone to urban flooding. The pilot project that began from Gyeyang river basins (Incheon and Kimpo) with frequent flood damage (October 2013) has been expanded across the country since 2014.

Figure 32. Location map of the comprehensive flood control plan pilot project for the Gyeyang River



Source: MOLIT (2016).

4. 도시하천 유역종합치수계획 추진

도시하천 유역의 문제점은 시가화의 진전으로 전통적인 하천대책(하천폭확장, 제방 증고 등)에 한계가 있으며, 상·하류 지자체 간 협력 부족 및 각종 방재계획의 상호연계 부족이다. 이를 극복하기 위해, 상습 도시침수가 발생하는 도시하천 유역(2개 지자체 이상 관류 하천)에 대해 하천-하수도-도시기반시설을 연계하는 유역종합치수계획을 마련하였다. 홍수피해가 잦았던 계양천 도시하천 유역(인천, 김포)에 대한 시범사업 추진(2013. 10)을 시작으로 2014년부터 전국으로 확대되었다.

그림 32. 계양천 도시하천 유역종합치수계획 시범사업 위치도



자료: 국토교통부 2016.

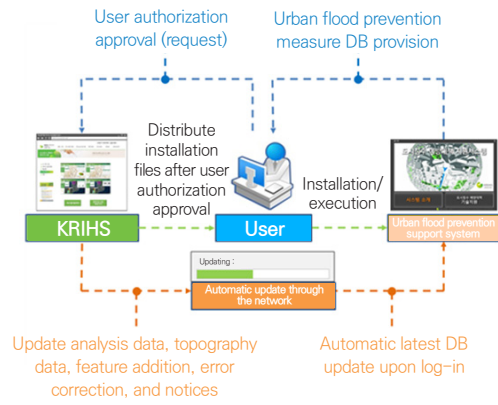
5. Example 1: Simulation technology development for precise disaster reduction measures (urban flooding)

With the increasing disaster occurrence possibilities and damage scale due to climate change-driven heavy rain and typhoons, fundamental countermeasures at a city level were needed. However, the organic linkage and utilization systems to support establishing disaster prevention measures were insufficient from an urban planning perspective. To support this, providing systematic urban space risk diagnosis and information for preventing urban flooding in advance was needed. In particular, urban flooding records had to be analyzed through disaster statistics and disaster-related reports related to urban areas; select the intensive management target area, including areas damaged by urban flooding, based on field surveys, interviews, and topography analysis; and finally, specify the affected areas. Moreover, detailed risk information was needed by integrating urban flooding analysis results and information on the risk exposure target. To address these needs, the linkage and simplification of urban flooding analysis simulation were promoted to select priority areas for urban disaster prevention through urban space risk diagnosis, and understand the future directions of disaster prevention measures suitable for disaster vulnerability characteristics.

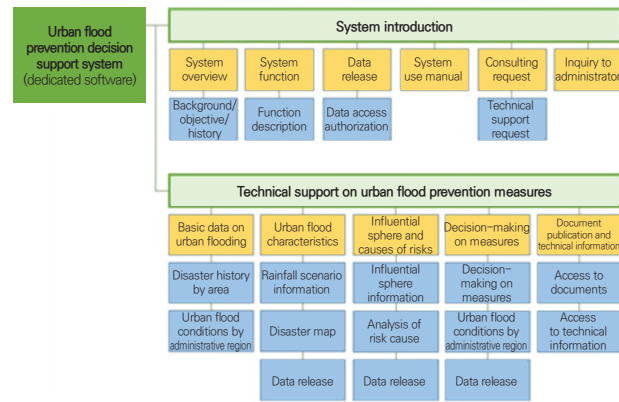
5. 정밀 재해저감대책 시뮬레이션 기술개발 예시 1(도시침수)

기후변화로 인한 집중호우와 태풍 등으로 재해 발생 가능성 및 피해 규모가 증가함에 따라 도시 차원의 근본적인 대응책 마련이 필요해졌으나, 도시계획 측면의 방재대책 수립 지원을 위한 유기적 연계 및 활용체계는 미흡한 상황이었다. 이를 지원하기 위해 도시침수의 사전적 예방을 위한 체계적 도시공간 위험진단 및 정보제공이 필요하였다. 도시지역과 관련된 재난통계, 재난 관련 보고서 등을 통해 도시침수기록을 조사하고 현장·면담 조사 및 지형분석을 토대로 도시침수피해 발생지역을 포괄하는 중점관리 대상 지역 선정 및 영향권 설정이 필요하며, 도시침수 해석 결과와 위험노출 대상 정보를 통합하여 상세 위험정보 구축이 필요하였다. 체계적으로 도시공간 위험진단을 통한 도시방재 우선지역 선정 및 재해취약 특성에 맞는 방재대책방향을 제시할 수 있도록 도시침수 해석 시뮬레이션의 연계·간소화를 추진하였다.

Figure 33. Operating system and conceptual design of the urban flood prevention support system



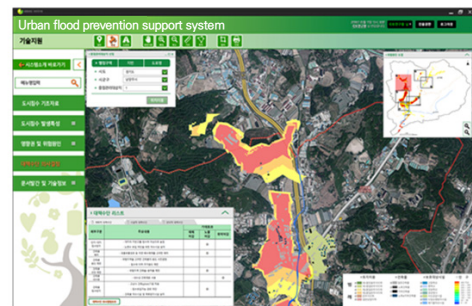
[Conceptual diagram of system operation]



[System structure]

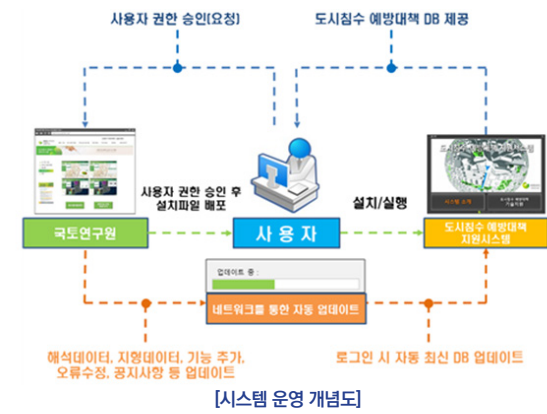


[Access screen configuration (draft)]



[User analysis tools (draft)]

그림 33. 도시침수 예방대책 지원시스템 운영체계 및 개념설계



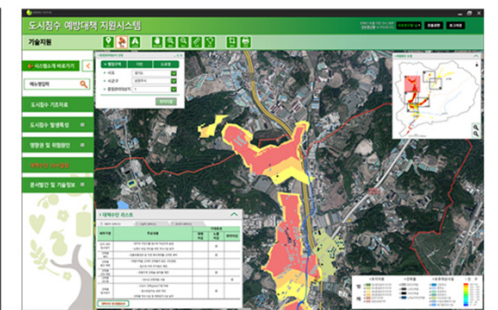
[시스템 운영 개념도]



[시스템 구조도]



[접속 화면구성(시안)]

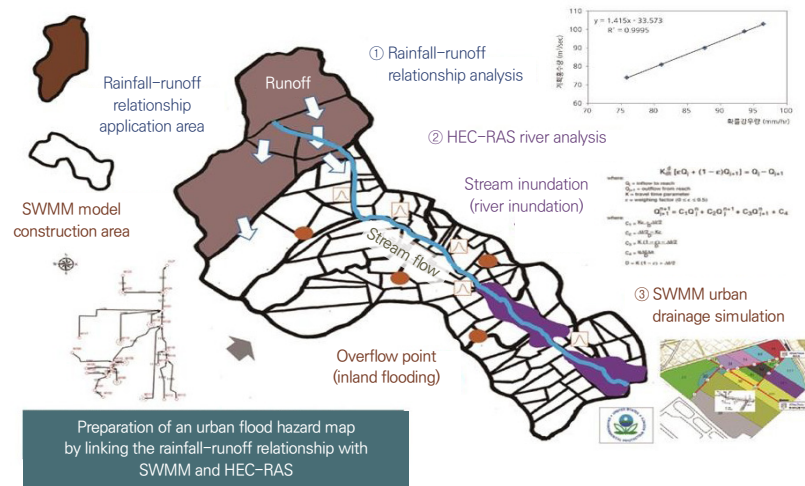


[사용자 분석도구(시안)]

자료: 국토연구원 2017.

Source: KRIHS (2017).

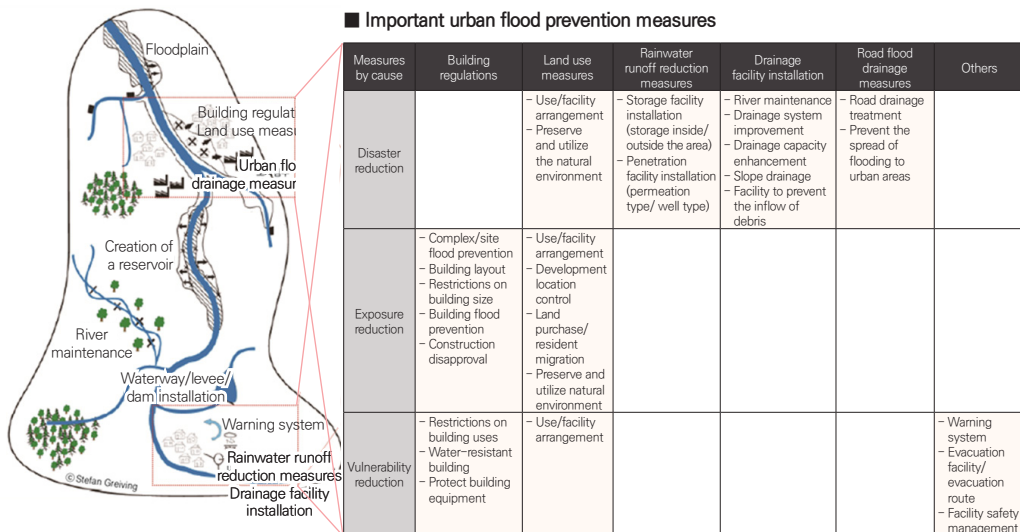
Figure 34. Conceptual diagram of inland flooding/river inundation analysis



Source: KRIHS (2017).

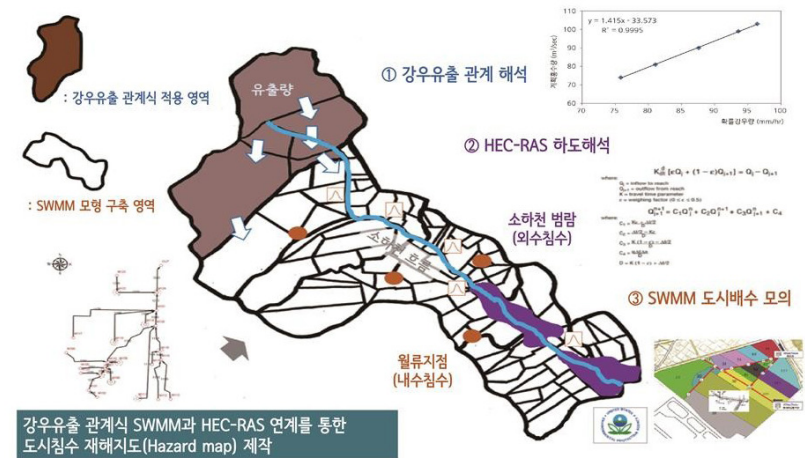
Figure 35 shows a disaster prevention measure matrix in urban planning by cause.

Figure 35. Urban flooding disaster prevention measures by cause



Source: KRIHS (2017).

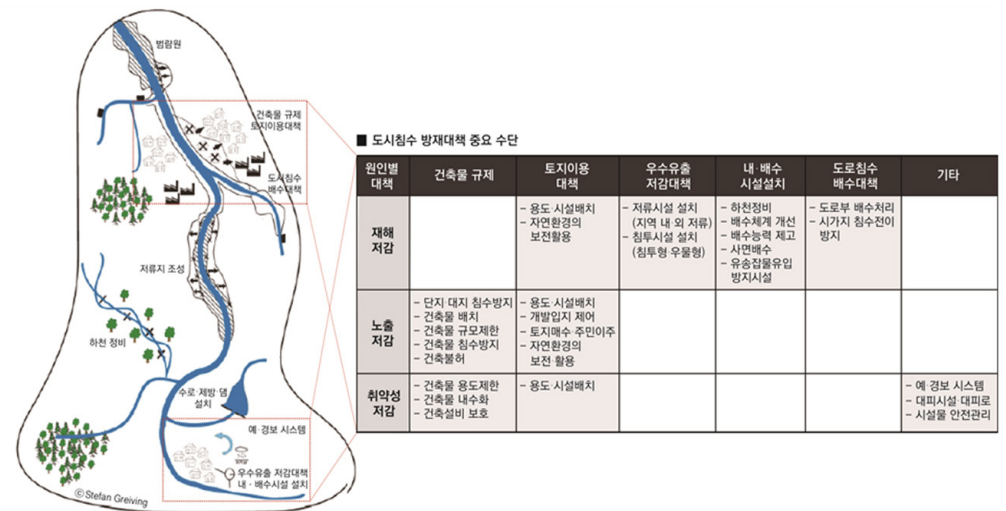
그림 34. 도시침수 내·외수 해석 개념도



자료: 국토연구원 2017.

그림 35는 원인별로 도시계획적 방재대책 수단을 구성하여 매트릭스화한 것이다.

그림 35. 원인별 도시침수 방재대책 수단

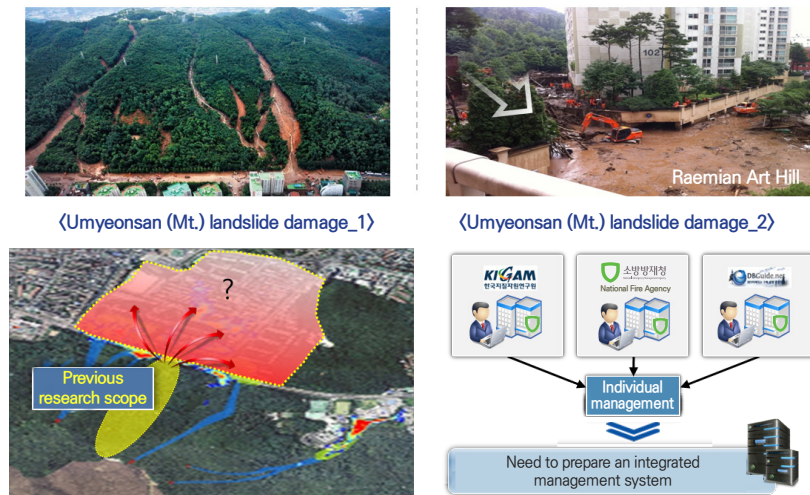


자료: 국토연구원 2017.

6. Example 2: Simulation technology development for precise disaster reduction measures (sediment disaster in urban areas)

Recently, sediment disaster damage has increased due to the high frequency of local heavy rain and typhoons caused by climate change. Furthermore, the risk of sediment disasters has increased as steep slopes and mountainous areas are coming closer to urban areas due to the development of mountainous areas because of urbanization. Yet, sediment disaster prediction techniques and integrated management systems in urban areas are insufficient. Therefore, an attempt was made to develop sediment disaster prediction 3D simulation technology and construct an integrated management system considering the buildings in urban areas.

Figure 36. Umyeonsan landslide damage and the need for an integrated management system



Source: KAIA (2017b).

6. 정밀 재해저감대책 시뮬레이션 기술개발 예시 2(도심지 토사재해)

최근 기후변화로 국지성 폭우와 태풍 발생 빈도가 높아져 토사재해피해가 증가하고 있으며, 도시화에 따른 산지 개발로 도심지 인근 지역에 급경사지 및 산지가 인접하여 토사재해 위험성이 증가하고 있다. 도심지 주변의 토사재해 위험성이 높아지고 있으나, 도심지 토사재해 예측 기법 및 통합관리시스템은 미흡한 실정이다. 따라서 도심지의 건물 등을 고려한 토사재해 예측 3D 시뮬레이션 기술개발과 통합관리시스템 구축을 추진하였다.

그림 36. 우면산 산사태 피해와 통합관리시스템 필요성



자료: 국토교통과학기술진흥원 2017b.

Figure 37. Development of the One-Stop solution 3D simulator for urban sediment disaster and its application to the case area

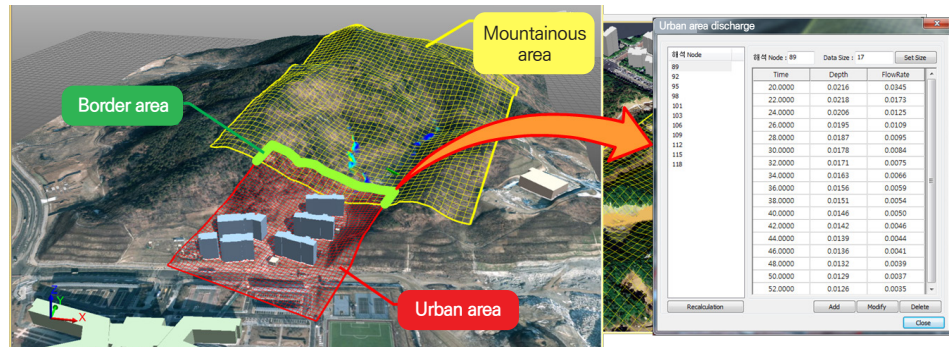
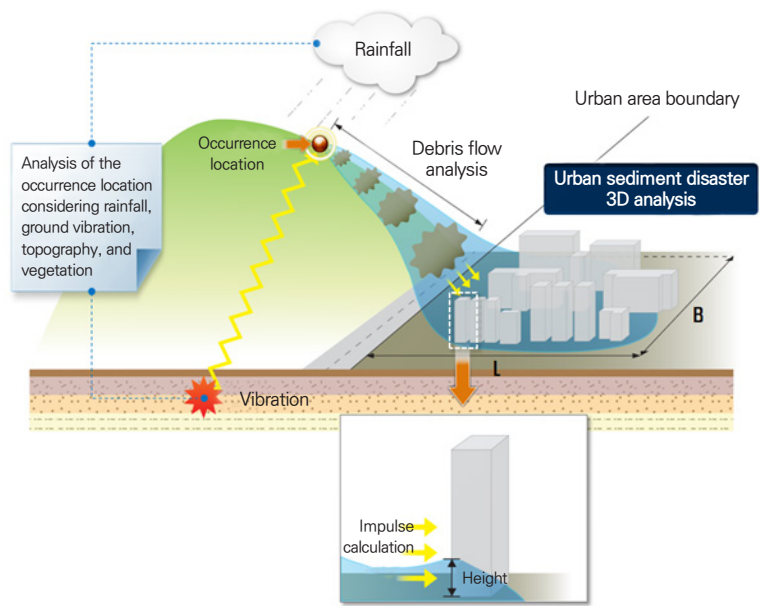
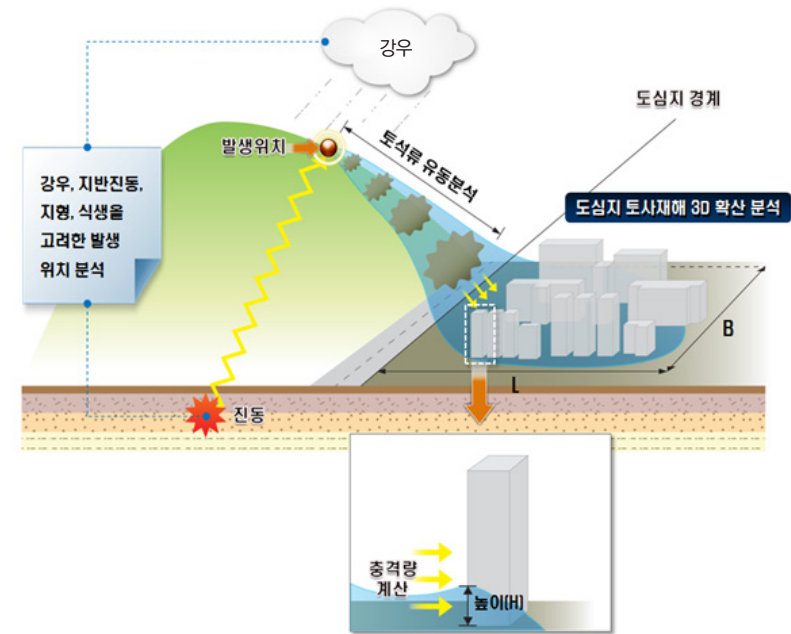


그림 37. 도심지 토사재해 One-Stop 솔루션 3D 시뮬레이터 개발 및 사례지역 적용



Source: KAIA (2017b).



자료: 국토교통과학기술진흥원 2017b.

Figure 38. Visualization of sediment disaster-related information via a dashboard



Source: KAIA (2017b).

그림 38. 대시보드 형태의 제공을 통한 토사재해 관련 정보 시각화



자료: 국토교통과학기술진흥원 2017b.

7. Establishment of the national disaster prevention and safety sector's direction via the Fifth Comprehensive National Territorial Plan

In the Fifth Comprehensive National Territorial Plan (2020~2040), "making safe and resilient land" was set as the direction of the national land disaster prevention and safety sector. Three major strategies were proposed: constructing and operating a comprehensive disaster prevention system for preemptive protection of national land and resources; strengthening adaptability to changes in disaster risk situations; and making safe land and infrastructure against large disasters with strengthened resilience (Korean Government 2020).

To increase effectiveness, the following guidelines were set from the perspective of the multiple disaster prevention system for the entire national territory management cycle.

Table 2. Guidelines III-3-4 of the Fifth Comprehensive National Territorial Plan (making safe and resilient national territory)

Guidelines III-3-4

- Central and local governments review items on climate change and disasters, and consider location selection and layout priorities considering complex disaster vulnerability when plans are established for major infrastructure.
- Local governments prepare preventive measures by analyzing disaster vulnerability, and identifying the possibility of complex disasters when city/county master plans and management plans are established or revised.
- Central and local governments establish disaster preventive measures and construct safety systems from a full-cycle perspective, such as performing continuous monitoring after project completion, when urban development is promoted in areas with disaster vulnerability grade 1.
- Central and local governments strengthen monitoring and prepare disaster reduction measures for areas where repeated and consecutive disasters are expected.

Source: Korean Government (2020). The Fifth Comprehensive National Territorial Plan (2020~2040).

7. 제5차 국토종합계획 국토방재·안전 부문 수립방향

2020년부터 20년 장기계획으로 수립된 제5차 국토종합계획(2020~2040)에서는 국토방재·안전 부문 수립방향을 '안전하고 회복력 강한 안심국토 만들기'로 정하고 3가지 주요 전략(국토와 자원의 선제적 보호를 위한 포괄적 방재체계 구축·운영, 재난위험 상황변화에 대한 적응 능력 지속 강화 및 지능화, 대형 재난에도 안전한 국토기반·인프라 조성 및 회복력 강화)를 마련하였다(대한민국 정부 2020).

그리고 실효성을 높이기 위해 국토관리 전 주기 다중 방재체계 관점에서 다음과 같은 지침을 설정하였다.

표 2. 제5차 국토종합계획의 계획지침 III-3-4(안전하고 회복력 높은 안심국토 조성)

계획지침 III-3-4

- 중앙정부와 지방자치단체는 주요 기반시설 계획 수립 시 기후변화와 재난에 관한 사항을 검토하고, 복합재난 취약성을 고려한 입지 선정과 배치 우선순위를 고려한다.
- 지방자치단체는 도시·군기본계획 및 관리계획의 수립·변경 시 재난취약성 분석하고 복합재난 발생 가능성을 파악하여 예방대책을 마련한다.
- 중앙정부와 지방자치단체는 재난취약1등급지역의 도시개발 추진 시 재난예방형 대책을 수립하고, 사업완료 이후 지속적인 모니터링을 수행하는 등 전 주기 관점에서 안전 체계를 구축한다.
- 중앙정부와 지방자치단체는 반복적·연쇄적 재난 발생이 우려되는 지역에 대한 모니터링을 강화하고 재난 영향 저감대책을 마련한다.

자료: 대한민국 정부 2020. 제5차 국토종합계획(2020~2040).

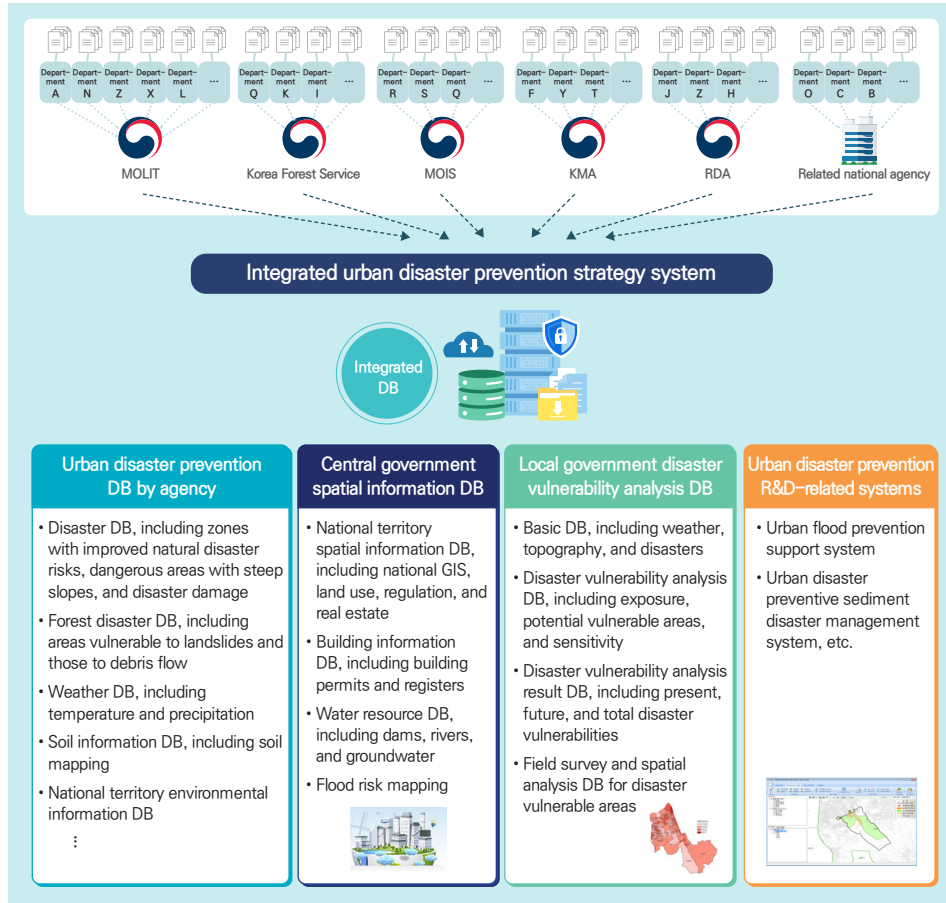
8. Promoting the construction of an integrated urban disaster prevention strategy system

Over the long term, a disaster management system across sectors has been constructed to promote structuring the urban disaster prevention information knowledge. Furthermore, response scenario knowledge by situation has been accumulated by integrating and connecting information on each sector's disaster situation change scenarios of each sector. Furthermore, general-purpose devices and systems with increased scalability have been constructed. Finally, a shared growth community of agencies that provide information on disaster situation change scenarios and parties that require disaster management scenarios has been constructed.

8. 도시방재 통합전략시스템 구축 추진

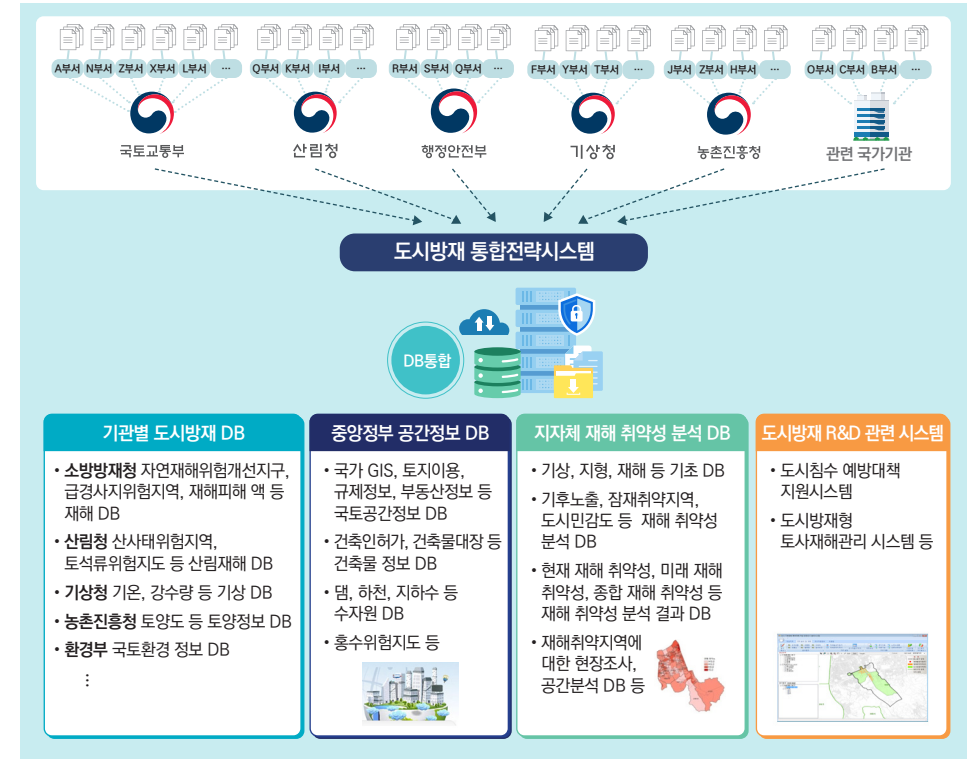
장기적으로 분야횡단형 재난관리시스템을 구축하여 도시방재정보 지식의 구조화를 도모하고 있다. 각 분야의 재난상황변화 시나리오 정보를 통합하고 연계하여 상황별 대응 시나리오 지식을 축적하고, 확장성을 높인 범용적 장치와 체제의 구축을 추진 중이다. 재난상황변화 시나리오 정보제공기관과 재난관리 시나리오 수요처의 동반성장형 커뮤니티 구축을 추진하고 있다.

Figure 39. Conceptual diagram of the integrated urban disaster prevention strategy system



Source: KRIHS (2014b).

그림 39. 도시방재 통합전략시스템 개념도



자료: 국토연구원 2014b.

CLIMATE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION

**CLIMATE
CHANGE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION**

CLIMATE
CHANGE

PART IV

IMPLICATIONS FOR
INTERNATIONAL
DEVELOPMENT
COOPERATION
국제개발협력에
대한 시사점

1. Urban disaster prevention for rapidly growing cities

Korea's policies and research experience in climate change adaptation and urban disaster prevention can be helpful for constructing a systematic support and management system to create disaster-safe cities in developing countries. In particular, Korea's experience in successfully managing disaster risks along with the rapid land and urban development can be highly useful in preventing disasters in rapidly growing cities in developing countries. For instance, vulnerability information related to climate change disasters and user convenience systems can be efficiently utilized for developing urban adaptation policies and countermeasures considering disaster risks and city characteristics. A technical support system for constructing mid- to long-term disaster reduction strategies and urban space management systems can be established. This can also support the establishment of long-term monitoring and prevention plans for urban disaster risk change patterns.

Practically, it can be used for disaster vulnerability analysis in developing countries. For instance, wide-area and long-term strategies can be established by the central government using the accumulated data from the disaster management system. Specifically, the central government can provide local governments with access to the system. Then, data will accumulate in the system as local governments insert their own data into it and use it for managing their disasters and risks. International cooperation efforts can focus on constructing such systems.

Furthermore, the systems and information services can be commercialized. For instance, systems developed by companies that conduct vulnerability analysis can be utilized. Additionally, commercial products can be developed based on disaster vulnerability analysis techniques and methodologies in developing countries. Systematic risk management industries can also be engendered by easing access to and availability of information on disaster vulnerable areas in developing countries and guidelines on disaster prevention.

1. 급성장도시에 대한 도시방재

우리나라의 기후변화 적응 및 도시방재 정책과 연구 경험은 개발도상국 재해안전도시 조성을 위한 체계적 지원 및 관리체계 구축에 도움이 될 것으로 보인다. 특히 국토와 도시의 급격한 발전과 함께 재해위험을 성공적으로 관리해 온 우리나라의 경험은 개발도상국 급성장도시에 대한 도시방재에 큰 역할을 할 수 있다. 기후변화 재해와 관련한 취약성 정보의 제공과 사용자 편의시스템을 통해 도시 내 재해위험 및 특성을 고려한 도시적응 정책 및 대책개발에 효율적으로 활용 가능하다. 중장기 재해저감전략 및 도시공간 관리체계 구축 등을 위한 기술지원 체계 확립으로 부가가치 창출이 예상된다. 또한, 도시 내 재해위험 변화 양상에 대한 장기적 관점의 모니터링 및 예방계획 수립 지원도 가능하다.

실질적 도시방재 활용과 관련하여, 개발도상국 재해취약성분석에 활용하고 축적된 데이터를 기반으로 중앙정부의 광역적·장기적 전략 수립이 가능하다. 구체적으로 지방정부에서 활용할 시스템을 중앙정부에서 플랫폼을 통해 제공하고, 지방정부의 관련 데이터가 중앙정부 플랫폼에 축적되어 활용될 수 있는 순환형 체계 구축이 추진될 수 있다.

더 나아가 산업적 측면에서 시스템 및 정보서비스 실용화가 가능하다. 취약성분석 업무를 수행하는 업체에서 개발한 시스템을 활용할 수 있으며, 개발도상국 재해취약성분석 기법 및 방법론을 기반으로 상용제품을 개발할 수 있다. 개발도상국 재해취약지역 정보 및 재해예방 가이드라인 제공을 통해 체계적 위험 관리 산업을 육성할 수도 있다.

Indeed, the Korean government is seeking development cooperation, especially responding to climate change. Efforts to support this objective can focus on investigating the current status and cases related to climate change in developing countries, and use the results and related insights for performing urban disaster prevention policy consulting projects in developing countries in the future. Thus, technical support for developing countries can be provided through climate change disaster vulnerability analysis and the development of disaster prevention support systems. Moreover, an international cooperation platform related to efficient land management against climate change can be constructed over the long term.

대한민국 정부는 국정과제 이행을 통해 국익을 증진하는 개발협력을 추진 중이며, 주요 추진 과제로 기후변화 대응 등을 제시하고 있다. 이와 연계하여 개발도상국 기후변화 관련 현황 및 사례조사를 통해 전략과제를 도출하고 향후 개발도상국 도시방재 정책 컨설팅 사업 수행을 위한 기초자료로 사용 가능하다. 향후 기후변화 재해취약성분석, 재해예방대책 지원시스템 개발을 통해 개발도상국에 대한 기술적 지원이 확산되고, 장기적으로 기후변화에 대비한 효율적인 국토관리 관련 국제협력 플랫폼이 구축될 것으로 본다.

2. Examples of international cooperation for urban disaster prevention in developing countries: Vietnam

Vietnam, as one of the countries most affected by climate change-induced flood damage, is seeking an active response to climate change and pursuing sustainable development as a national vision. It desperately needs technologies to support this vision. Since 2016, Vietnam has agreed to introduce the New Climate Change Regime; however, the policy direction for new industries in the land and urban sectors is not specific. Moreover, influenced by climate change, disasters in Vietnam are gradually becoming larger and diversified; various urban disasters have been common. Consequently, to efficiently respond to climate change disasters, there is a growing demand for establishing disaster-preventive urban planning by analyzing the disaster vulnerabilities of cities, and considering land use and infrastructure (KAIA 2021).

KRIHS performed the "urban climate change heavy rain disaster adaptation safety city technology development" project from 2011 to 2016 via KAIA R&D on preventing climate change-induced urban flooding. Through the project, it completed patent registration for the "(Heavy rain disaster) urban planning support system and urban planning information provision method". KRIHS also developed the "urban flood prevention support system" through the "Disaster safety policy support system implementation through the analysis of urban flood areas and affected areas" project from 2016 to 2018. It then applied the system to pilot projects in local governments, such as Busan and Jeju.

2. 개발도상국 도시방재 국제협력 사례: 베트남

베트남은 기후변화로 인한 홍수의 피해와 영향이 가장 큰 국가 중 하나로, 기후변화에 대한 적극적 대응과 지속가능한 발전을 국가비전으로 추진 중이며 이를 지원할 기술이 절실한 상황이다. 2016년 이후 베트남은 신기후변화체제 도입에 합의하였으나, 국토·도시 부문의 신산업 정책방향은 구체적이지 않다. 최근 기후변화 영향으로 베트남에서 발생하는 재해가 점차 대형화·다양화되고 있으며 다양한 도시재해가 일상화되는 추세이다. 이에 따라 기후변화재해에 효율적으로 대응하기 위해 도시의 재해취약성을 분석하여 기초자료로 활용하고, 토지이용, 기반시설 등을 활용한 재해예방형 도시계획 수립에 대한 요구가 커지고 있다(국토교통과학기술진흥원 2021).

국토연구원은 기후변화로 인한 도시홍수 예방과 관련하여 2011년부터 2016년까지 국토교통과학기술진흥원 R&D로 '도시기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술개발' 과제를 수행하였다. 그 성과물로 '(폭우재해) 도시계획 지원시스템 및 도시계획 정보제공 방법' 특허 등록을 완료하였다. 또한, 국토연구원 자체 연구예산으로 2016년부터 2018년까지 수행한 '도시 침수 지역 및 영향권 분석을 통한 재난안전 정책 지원시스템 구현' 과제를 통해 '도시홍수 예방대책 지원시스템' 개발을 완료하고 부산, 제주 등 지자체 시범사업을 적용하였다.

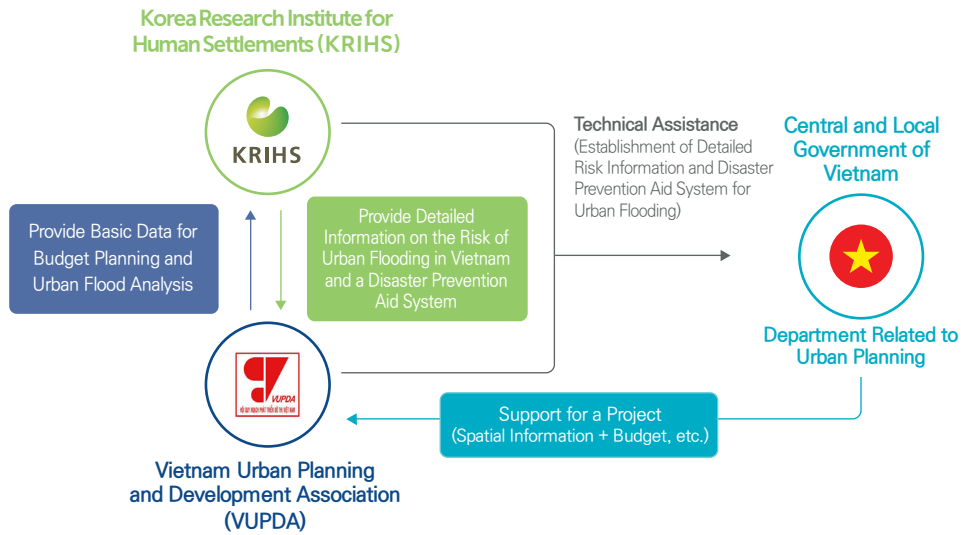
KRIHS has continuously promoted international cooperation in response to the demand for urban disaster prevention in Vietnam using these research results on climate change adaptation and urban disaster prevention, including urban flooding. Sharing research results on urban disaster prevention and international cooperation are being actively undertaken since the memorandum of understanding was signed between KRIHS and the Vietnam Urban Planning and Urban Development Association (VUPDA) in 2012. For instance, in July 2017, Vietnamese officials, and professors in relevant areas from Hanoi Architectural University and University of Architecture Ho Chi Minh City participated in the "KOICA climate change response training" for developing countries at KRIHS' Global Development Partnership Center. Furthermore, since December 2017, the "preliminary study for the establishment of climate change response strategies by Vietnamese local governments" has been conducted mainly by professors who participated in this training. These efforts resulting in a consensus on the development of technologies to support practical urban flood prevention measures in Vietnam (KAIA 2021).

Consequently, an urban flood prevention support system was developed in Vietnam (total budget: approximately 600 million KRW) as a land transportation technology promotion research project of KAIA for two years and nine months from April 2018 to the end of December 2020. This project sought to develop and distribute appropriate technology for the urban flood prevention support system to support stakeholders who lack basic knowledge on urban flood prevention, such as Vietnamese government officials, those in charge of urban planning, and residents. Furthermore, it sought to create a market for improving disaster information management technology in relevant areas in Vietnam.

이러한 도시홍수를 포함한 기후변화 적응 및 도시방재 연구 결과물을 활용하여 국토연구원에서는 베트남 도시방재 수요에 부응한 국제협력을 지속적으로 추진해오고 있다. 2012년 국토연구원과 베트남 도시계획 및 도시개발학회(VUPDA) 간의 MOU가 체결된 이후로 도시방재와 관련한 연구 결과 공유 및 국제협력을 활발하게 진행 중이다. 2017년 7월에는 국토연구원 글로벌개발협력센터(GDPC)에서 개발도상국을 대상으로 진행한 'KOICA 기후변화 대응 연수'에 관련 분야 베트남 공무원, 교수(하노이 건축대, 호치민 건축대) 등이 참가하였다. 이후 2017년 12월부터 국토연구원 글로벌개발협력 역량강화 예산 지원하에 KOICA 기후변화 대응 연수에 참가한 교수들을 중심으로 '베트남 지방정부의 기후변화 대응전략 수립을 위한 예비연구'를 수행하였다. 이를 통해 베트남의 실질적 도시홍수 예방대책 지원기술개발에 대한 공감대를 형성하였다(국토교통과학기술진흥원 2021).

지속적인 협력을 통해 형성된 공감대를 바탕으로 2018년 4월부터 2020년 12월 말까지 2년 9개월간 국토교통과학기술진흥원 국토교통기술촉진연구사업으로 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 개발(총예산 약 6억 원)을 수행하였다. 본 사업은 베트남 공무원, 도시계획 담당자, 주민 등 도시홍수 방재에 대한 기초지식이 부족한 사람들을 지원할 도시홍수 예방대책 의사결정 지원시스템 적정기술을 개발하여 보급하고, 베트남 관련 분야 재난정보관리 기술개선 시장을 창출하는 데 그 목적이 있다.

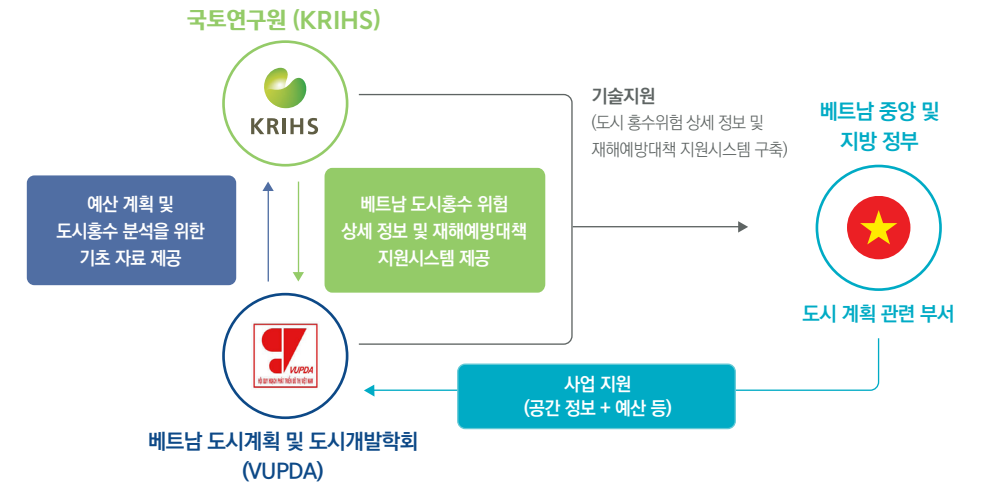
Figure 40. Application and utilization of the urban flood prevention support system in Vietnam



Source: KAIA (2021).

In this project, continuous discussions with customers who would mainly use these R&D results in Vietnam and in-depth demand surveys were conducted for implementing system functions suitable for the Vietnamese context. In addition, regarding urban flood vulnerability analysis results and related information, the quality data required for the development of a consumer-oriented system were successfully extracted and reflected. Through discussions with agencies related to the central government (e.g., the Ministry of Construction and the Ministry of Resources and Environment) and local governments in Vietnam, mid- to long-term research and cooperation on an urban climate change response management system (e.g., disaster-related information linkage and disaster vulnerability information services) were agreed on. For the continuous and efficient management of urban flood risks in Vietnam's rapidly growing urban areas, including the target areas, systematic vulnerability analysis and information accumulation systems were proposed and promoted. In this project, the Lao Cai and Hue regions were selected as target areas after discussions with local governments considering the damage frequency, data acquisition possibility, and urban expansion (KAIA 2021).

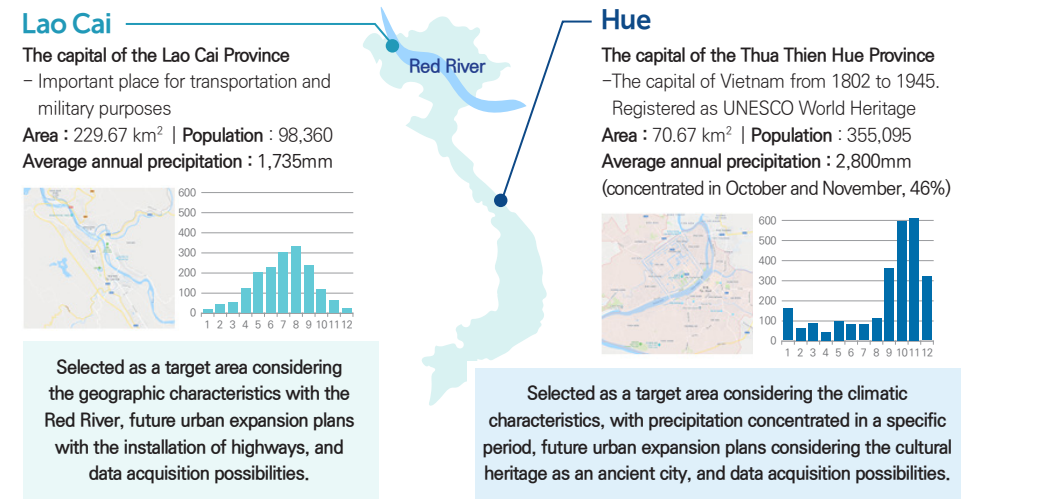
그림 40. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 적용 및 활용방안



자료: 국토교통과학기술진흥원 2021.

본 사업은 베트남에서 본 연구개발 성과를 주로 사용할 수요자층과 지속적 업무협약 및 심층 수요조사 등을 통해 베트남 상황에 맞는 시스템 기능 구현을 추진하였으며, 도시홍수 취약성분석 결과 및 관련 정보에 대해 수요자 중심 시스템 개발에 필요한 양질의 데이터를 성공적으로 확보하여 반영하고 있다. 베트남 지방정부뿐만 아니라 중앙정부(건설부, 자원환경부 등) 관련 기관과의 업무협약을 통해 재해 관련 정보 연계, 재해취약성 정보서비스 등 도시공간의 기후변화 대응관리체계 관련 중장기 연구 및 협력을 합의하였다. 사례 대상 지역을 포함하여 급성장이 이뤄지고 있는 베트남 도시지역에 대한 도시홍수 위험의 지속적·효율적 관리를 위해 체계적 취약성분석 및 정보축적 시스템을 제안 및 홍보하였다. 본 사업에서는 피해 빈도, 자료취득 가능성, 도시지역의 확장을 고려하여 지자체와 협의가 된 Lao Cai 지역과 Hue 지역을 사례 대상 지역으로 선정하였다 (국토교통과학기술진흥원 2021).

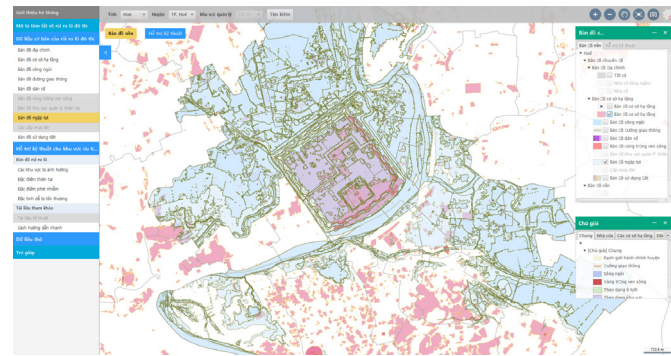
Figure 41. Target areas for the application of the urban flood prevention support system in Vietnam (Lao Cai and Hue)



Source: KAIA (2021).

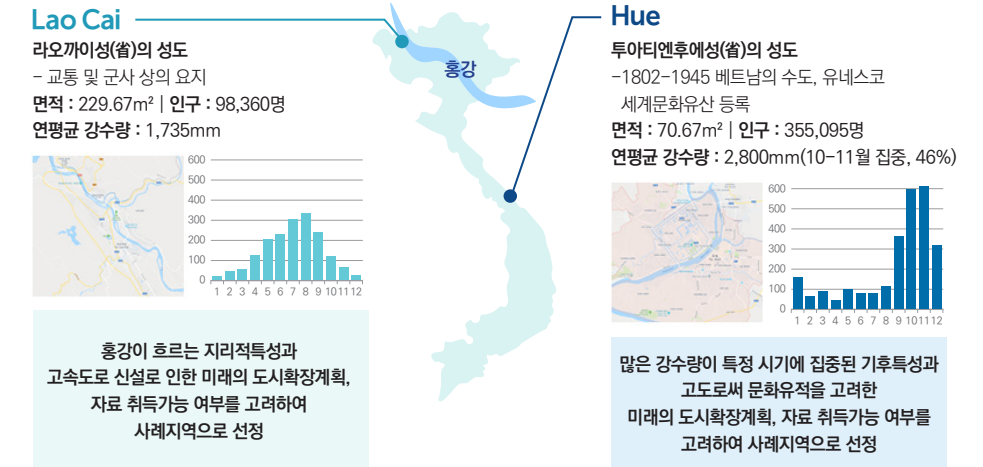
Relevant information was collected via the spatial data from dangerous areas. Then, the analysis information drawings for the target areas were completed. In addition, field survey results and detailed data were prepared for areas that require disaster-preventive urban planning. DB and screen design were completed considering the demand and convenience of the main system users. Furthermore, while developing the system, demonstrations were conducted and opinions from actual users were collected (KAIA 2021).

Figure 42. User interface of the urban flood prevention support system in Vietnam



Source: KAIA (2021).

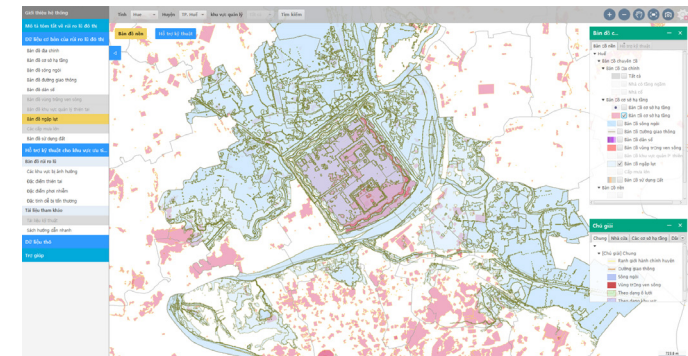
그림 41. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 적용 사례 대상 지역(Lao Cai, Hue)



자료: 국토교통과학기술진흥원 2021.

시스템 개발과 관련하여 베트남 도시홍수 예방대책 지원에 필요한 위험지역 공간데이터를 확보하여 정보 구축을 완료하고, 사례지역 도시에 대한 분석정보 도면화를 완료한 상황이다. 또한, 재해예방형 도시계획이 우선적으로 필요한 지역에 대한 현장조사 결과 및 상세데이터 정보를 마련하였다. 시스템 주 사용자들의 수요 및 편의성을 고려하여 DB 및 화면설계를 완료하였으며, 우수성 향상을 위해 실사용자들을 대상으로 시연 및 의견수렴을 진행하여 시스템 개발을 완료하였다(국토교통과학기술진흥원 2021).

그림 42. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 사용자 인터페이스



자료: 국토교통과학기술진흥원 2021.

CLIMATE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION

**CLIMATE
CHANGE
AND URBAN
DISASTER PREVENTION**

CLIMATE
CHANGE

BIBLIOGRAPHY

참고문헌

* Bibliography

- ADB. 2013. Viet Nam: Environment and climate change assessment.
- Bangalore, M., Smith, A., and Veldkamp, T. 2017. Exposure to floods, climate change, and poverty in Vietnam. The World Bank.
- Birkmann, J., Garschagen, M. and Setiadi, N. 2014. New Challenges for Adaptive Urban Governance in Highly Dynamic Environments: Revisiting Planning Systems and Tools for Adaptive and Strategic Planning. Urban Climate. 7: 115–133.
- Dutta, D., Khatun, F., and Herath, S. 2005. Analysis of flood vulnerability of urban buildings and population in Hanoi, Vietnam. Seisan Kenkyu. 57(4): 338–342.
- Eckstein, D., Künzel, V., Schäfer, L., and Wings, M. 2019. Global Climate Risk Index 2020. Germanwatch.
- Kang, S. J. and Kwon, T. J. 2017. Spatial Relations of the Urban Expansion Intensity and Flooded Buildings. The Journal of Korean Society of Civil Engineers. 37(4):759–764.
- KAIA. 2013. Urban Design Technique Development Adapting to Climate Change Driven Heavy Rainfall Disaster (second year). Anyang: KAIA.
- _____. 2014. Urban Design Technique Development Adapting to Climate Change Driven Heavy Rainfall Disaster (third year). Anyang: KAIA.
- _____. 2015. Urban Design Technique Development Adapting to Climate Change Driven Heavy Rainfall Disaster (fourth year). Anyang: KAIA.
- _____. 2017a. Planning for Development of Advanced Urban Response System Technology against Climate Change. Anyang: KAIA.
- _____. 2017b. Urban Sediment Disaster Prediction 3D Simulation Technology Development and Integrated Management System Construction. Anyang: KAIA.
- _____. 2021. Development of Urban Flood Prevention Support System in Vietnam. Anyang: KAIA.

참고문헌

- 강상준, 권태정. 2017. 도시확장강도와 건물침수의 공간적 관계성. 대한토목학회논문집. 37(4):759–764.
- 국토교통과학기술진흥원. 2013. 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발(2차년도). 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- _____. 2014. 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발(3차년도). 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- _____. 2015. 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발(4차년도). 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- _____. 2017a. 기후변화 대비 도시 대응체계 고도화 기술 개발 기획. 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- _____. 2017b. 도심지 토사재해 예측 3D 시뮬레이션 기술 개발 및 통합 관리시스템 구축. 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- _____. 2021. 베트남 도시홍수 예방대책 지원시스템 개발. 안양: 국토교통과학기술진흥원.
- 국토교통부. 2013. 기후변화 적응도시 조성방안 연구(3차년도). 세종: 국토교통부.
- _____. 2014. 방재지구 가이드라인. 세종: 국토교통부.
- _____. 2015. 재해취약성분석, 재해 예방형 도시계획 수립 컨설팅 보고서. 세종: 국토교통부.
- _____. 2016. 2015년도 재해취약성분석, 재해예방형 도시계획 수립 컨설팅. 세종: 국토교통부.
- 국토연구원. 2008. 재해에 안전한 도시조성을 위한 방재도시계획 수립방안 연구. 안양: 국토연구원.
- _____. 2009. 기후변화에 안전한 재해통합대응 도시 구축방안 연구(Ⅰ). 안양: 국토연구원.
- _____. 2010. 기후변화에 안전한 재해통합대응 도시 구축방안 연구(Ⅱ). 안양: 국토연구원.

- KDI. 2018. 2018–2022 National Fiscal Management Plan: SOC Field Report. Sejong: KDI.
- Kim, W. H., Lee, B. J., Kim, J. H., and Shim, W. B. 2013. A Study on the Urban Disaster-Prevention Methods and Analysis of Flooding Characteristics of 4-Way Intersection Areas. The Journal of Korea Crisis Management Service, 9(6).
- Korean Government. 2020. The Fifth Comprehensive National Territorial Plan (2020 to 2040). Seoul: Korean Government.
- Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning. 2012. Urban Design Technique Development Adapting to Climate Change Driven Heavy Rainfall Disaster (first year). Anyang: Korea Institute of Construction & Transportation Technology Evaluation and Planning.
- KRIHS. 2008. A Study on the Disaster-Prevention Urban Planning for the Creation of Safe City Anyang: KRIHS.
- _____. 2009. Resilient Urban Areas Against Climate Change: A Synergistic Approach to Urban Hazard Mitigation (I). Anyang: KRIHS.
- _____. 2010. Resilient Urban Areas Against Climate Change: A Synergistic Approach to Urban Hazard Mitigation (II). Anyang: KRIHS.
- _____. 2013. Study on the development of urban climate change disaster vulnerability analysis. Anyang: KRIHS.
- _____. 2014a. Supporting Platform for the Analysis of Climate Change Driven Disaster Vulnerability in Urban Area Anyang: KRIHS.
- _____. 2014b. National Land July issue. Anyang: KRIHS.
- _____. 2016. Complementary Utilization of Disaster-related Districts and Regions for Disaster Preventive Urban Planning. Anyang: KRIHS.
- _____. 2017. Development of the Urban Flooding Risk Prevention System (III). Sejong: KRIHS.
- _____. 2019a. Laying the Foundation for Safe and Resilient Land. Working paper. Sejong: KRIHS.
- _____. 2013. 도시의 기후변화 재해 취약성 분석 발전방안 연구. 안양: 국토연구원.
- _____. 2014a. 도시 기후변화 재해취약성 분석 지원 플랫폼 구축방안 연구. 안양: 국토연구원.
- _____. 2014b. 월간국토 7월호. 안양: 국토연구원.
- _____. 2016. 재해예방형 도시계획을 위한 재해관련 지구·지역의 활용방안 연구. 안양: 국토연구원.
- _____. 2017. 도시 침수지역 및 영향권 분석을 통한 재난안전 정책지원 시스템 구현(III). 세종: 국토연구원.
- _____. 2019a. 안전하고 회복력 높은 안심국토 기반조성. 워킹페이퍼. 세종: 국토연구원.
- _____. 2019b. 대형재해에 대비한 도시복합재난 관리방안 연구 : 재난관리지도 구축 및 활용을 중심으로. 세종: 국토연구원.
- 국토해양부. 2011. 기후변화 적응도시 조성방안 연구(1차년도). 과천: 국토해양부.
- _____. 2012. 기후변화 적응도시 조성방안 연구(2차년도). 과천: 국토해양부.
- 국회기후변화포럼, 2017. 국회기후변화포럼 창립 10주년 기념 심포지엄 발표 및 토론 자료.
- _____. 2018. (제2차) 국가 기후변화 적응대책 점검 심포지엄 발표 및 토론자료.
- 김원현, 이병재, 김재호, 심우배. 2013. 대형교차로 주변지역 수해특성 분석 및 도시방재 기법 연구. 한국위기관리논집, 9(6)
- 대한민국 정부, 2020. 제5차 국토종합계획(2020~2040). 서울: 대한민국 정부.
- 소방방재청. 2010. 우수유출 저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준
- _____. 2012. 자연재해위험지구 관리지침
- 심우배, 이병재, 이찬희, 김재호. 2013. 재해 예방형 도시계획 수립 지원을 위한 도시의 기후변화 재해 취약성 분석방법 연구. 한국방재학회논문집. 13(6): 239-247.
- 유엔 재난위험경감사무국, 2023. 2022년 글로벌 평가보고서.
- 윤동근, 2017. 도시 핵심시설의 복합재난 유형 및 대비 방안. 월간 국토 2017년 8월호: 6-12

- _____. 2019b. A Study on Urban Complex Disaster Management Measures against Large Disasters: Focused on Construction and Utilization of Disaster Management Map. Sejong: KRIHS.
- Le Dang, H., Li, E., Bruwer, J., and Nuberg, I. 2014. Farmers' Perceptions of Climate Variability and Barriers to Adaptation: Lessons Learned from an Exploratory Study in Vietnam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 19(5): 531-548.
- Lee, B. J. 2016. Measures to Establish and Activate Urban Climate Change Disaster Vulnerability Analysis System. KRIHS Policy Brief No. 575. Anyang: KRIHS.
- _____. 2018. Changes in Climate Change Flood Vulnerability for National Territories. *The Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation* Vol. 18(6): 27-33.
- _____. 2023. A Study on the Policy Alternatives for Intelligent National Territorial Disaster Prevention in Preparation for Future Disaster. *The Journal of the Korean Society of Disaster and Security* Vol. 16(1): 37-48.
- Lee, B. J., Cha, E. H., Kim, H. Y., and Kang, S. J. 2018. Linking and Applying Various Natural Disaster-related Legal Districts to Disaster Preventive Urban Planning GRI review. 20(1): 21-38.
- Lee, B. J. and Kim, S. Y. 2019. Roles of Urban Planning to Prevent Climate Change Disasters in Vietnam. *Crisisonomy*. 15(10): 61-73.
- Lee, B. J., Kim, W. H., Song, J. I., and Shim, W. B. 2013. Spatial Analysis of Flood Damage Characteristics of Small and Medium-sized Cities and a Study on Urban Planning Methods for Flood Risk Reduction. *The Journal of Korea Crisis Management Service*, 9(6)
- Lee, J. W., Yoon, C. R., and Yoo, Y. M. 2011. A Study on Geographical Analysis of Natural Disaster and Disaster Risk Management in Vietnam on Viewpoint of International Cooperation. *The Journal of the Korean Association of Professional Geographers*. 45(2):265-278.
- Lee, S. E., Lee, B. J., Lee, J. S., and Kim, S. Y. 2018. Development of the Urban Flooding Risk Prevention System (III). KRIHS.
- Matsumura, S., N. T. Hoa, and T. T. Kien. 2017. New Approach and Issues for the Urban Planning System in Vietnam. *Urban and Regional Planning Review*. 4: 58-70.
- 이병재, 2016. 도시 기후변화 재해취약성분석 제도 정착 및 활성화 방안. 국토정책 브리프 No. 575. 안양: 국토연구원
- _____. 2018. 기후변화 홍수에 대한 국토 취약성 변화 분석 연구. *한국방재학회지* Vol. 18(6): 27-33
- _____. 2023. 미래형 재난에 대비한 국토방재 지능화 정책대안 고찰 연구. *한국방재안전학회지* Vol. 16(1): 37-48.
- 이병재, 김소윤. 2019. 베트남 기후변화 재해에 대한 도시 계획적 예방대책 실태 분석 연구. *Crisisonomy*. 15(10): 61-73.
- 이병재, 김원현, 송주일, 심우배. 2013. 공간분석을 통한 중소도시 수해특성 및 도시계획적 대응방안 연구. *한국위기관리논집*, 9(6)
- 이병재, 차은혜, 김학열, 강상준. 2018. 자연재해 관련 법정 지구의 도시계획적 연계 및 활용방안. *GRI 연구논총*. 20(1): 21-38.
- 이상은, 이병재, 이종소, 김슬예. 2018. 도시 침수지역 및 영향권 분석을 통한 재난안전 정책지원 시스템 구현Ⅲ. 국토연구원.
- 이자원, 윤초롱, 유명민. 2011. 재해대응 국제협력의 관점에서 본 베트남 자연재해의 지리적 특성과 재난관리에 관한 연구. *국토지리학회지*. 45(2):265-278.
- 한국개발연구원, 2018. 2018~2022 국가재정운용계획 : SOC 분야 보고서. 세종: 한국개발연구원
- 한국건설교통기술평가원. 2012. 도시 기후변화 폭우재해 적응 안전도시 기술 개발(1차년도). 안양: 한국건설교통기술평가원.
- 환경부. 2013. 건강한 물순환 체계 구축을 위한 저영향개발(LID) 기술요소 가이드라인
- 행정안전부, 2021. 2020 재해연보. 세종: 행정안전부.
- _____. 2022. 2021 재해연보. 세종: 행정안전부.
- ADB. 2013. Viet Nam: Environment and climate change assessment.
- Bangalore, M., Smith, A., and Veldkamp, T. 2017. Exposure to floods, climate change, and poverty in Vietnam. *The World Bank*.
- Birkmann, J., M. Garschagen, and N. Setiadi. 2014. New Challenges for Adaptive Urban Governance in Highly Dynamic Environments: Revisiting

- Ministry of Environment. 2013. Guidelines on Low Impact Development (LID) Technology Elements for Healthy Water Circulation System Construction
- MOIS. 2021. 2020 Annual Disaster Report. Sejong: MOIS.
- _____. 2022. 2021 Annual Disaster Report. Sejong: MOIS.
- Ministry of Land, Infrastructure, and Transportation (MOLIT). 2013. Research on the development of climate change adaptation cities (third year). Sejong: MOLIT.
- MOLIT. 2014. Guidelines on Disaster Prevention Zones. Sejong: MOLIT.
- _____. 2015. Disaster Vulnerability Analysis, Disaster Preventive Urban Planning Consulting Report. Sejong: MOLIT.
- _____. 2016. Disaster vulnerability analysis, disaster preventive urban planning consulting in 2015 Sejong: MOLIT.
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2011. Research on the Development of Cities Adapting to Climate Change (first year). Gwacheon: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.
- _____. 2012. Research on the Development of Cities Adapting to Climate Change (second year). Gwacheon: Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.
- National Assembly Forum on Climate Change, 2017. Presentation and Discussion Materials for the 10th Anniversary Symposium of the National Assembly Forum on Climate Change.
- _____. 2018. Presentation and Discussion Materials for the (second) Symposium on National Climate Change Adaptation Measures.
- NFA. 2010. Standards for the Type, Structure, Installation, and Maintenance of Rainwater Runoff Reduction Facilities
- _____. 2012. Management Guidelines for Zones Vulnerable to Natural Disasters.
- Nguyen, H. N., K. T. Vu, and X. N. Nguyen. 2007. Flooding in Mekong River Delta, Viet Nam. United Nations Development Programme.
- Planning Systems and Tools for Adaptive and Strategic Planning. Urban Climate. 7: 115–133.
- Dutta, D., Khatun, F., and Herath, S. 2005. Analysis of flood vulnerability of urban buildings and population in Hanoi, Vietnam. *Seisan Kenkyu*. 57(4): 338–342.
- Eckstein, D., Künzel, V., Schäfer, L., and Wings, M. 2019. Global Climate Risk Index 2020. Germanwatch.
- Le Dang, H., E. Li, J. Bruwer, and I. Nuberg. 2014. Farmers' Perceptions of Climate Variability and Barriers to Adaptation: Lessons Learned from an Exploratory Study in Vietnam. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 19(5): 531–548.
- Matsumura, S., N. T. Hoa, and T. T. Kien. 2017. New Approach and Issues for the Urban Planning System in Vietnam. *Urban and Regional Planning Review*. 4: 58–70.
- Nguyen, H. N., K. T. Vu, and X. N. Nguyen. 2007. Flooding in Mekong River Delta, Viet Nam. United Nations Development Programme.
- Nhu, O. L., Thuy, N. T. T., Wilderspin, I., and Coulier, M. 2011. A preliminary analysis of flood and storm disaster data in Vietnam. United Nations Development Programme.
- Phuong, L. T. H., G. R. Biesbroek, and A. E. Wals. 2018. Barriers and Enablers to Climate Change Adaptation in Hierarchical Governance Systems: the Case of Vietnam. *Journal of environmental policy & planning*. 20(4): 518–532.
- Razafindrabe, B. H., Kada, R., Arima, M., and Inoue, S. 2014. Analyzing flood risk and related impacts to urban communities in central Vietnam. *Mitigation and adaptation strategies for global change*. 19(2): 177–198.
- Tran, P., Friend, R., MacClune, K., and Henceroth, J. 2016. Building Urban Climate Resilience: Experiences from Vulnerability Assessment in Hue City, Viet Nam. In *Sustainable Development and Disaster Risk Reduction*. Sustainable Development and Disaster Risk Reduction. 57–69.
- UN HABITAT. 2014. Cities and Climate Change Initiative, Hoi An, Vietnam Climate Change Vulnerability Assessment.

- Nhu, O. L., Thuy, N. T. T., Wilderspin, I., and Coulier, M. 2011. A preliminary analysis of flood and storm disaster data in Vietnam. United Nations Development Programme.
- Phuong, L. T. H., G. R. Biesbroek, and A. E. Wals. 2018. Barriers and Enablers to Climate Change Adaptation in Hierarchical Governance Systems: the Case of Vietnam. *Journal of environmental policy & planning*. 20(4): 518–532.
- Razafindrabe, B. H., Kada, R., Arima, M., and Inoue, S. 2014. Analyzing flood risk and related impacts to urban communities in central Vietnam. *Mitigation and adaptation strategies for global change*. 19(2): 177–198.
- Shim, W. B., Lee, B. J., Lee, C. H., and Kim, J. H. 2013. A Study on the Analysis of Urban Climate Change Disaster Vulnerability to Support Disaster Preventive Urban Planning. *The Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*. 13(6): 239–247.
- Tran, P., Friend, R., MacClune, K., and Henceroth, J. 2016. Building Urban Climate Resilience: Experiences from Vulnerability Assessment in Hue City, Viet Nam. In *Sustainable Development and Disaster Risk Reduction. Sustainable Development and Disaster Risk Reduction*. 57–69.
- UNISDR. 2023. 2022 Global Assessment Report.
- UN HABITAT. 2014. Cities and Climate Change Initiative, Hoi An, Vietnam Climate Change Vulnerability Assessment.
- Vietnam National Institute of Urban and Rural Planning. 2013. Technical Guidelines Mainstreaming Adaptation to the Impacts of Climate Change in Urban Planning.
- World Bank. 2012. Vietnam–Risk Urban Disasters in Urban Environments.
- Yoon, D. G., 2017. Complex Disaster Types and Preparation Measures for Key Urban Facilities. *National Land* August 2017 issue: 6–12.
- Vietnam National Institute of Urban and Rural Planning. 2013. Technical Guidelines Mainstreaming Adaptation to the Impacts of Climate Change in Urban Planning.
- World Bank. 2012. Vietnam–Risk Urban Disasters in Urban Environments.

A Primer on Korean Planning and Policy

- 2013-01 Spatial Planning System
- 2013-02 Regional Development
- 2013-03 Land Development and Management
- 2013-04 Growth Management of the Capital Region
- 2013-05 Sustainable Development of National Territory
- 2013-06 Water Resource Management
- 2013-07 Housing Policy
- 2013-08 Housing Finance
- 2013-09 Private Investment in Infrastructure Provision
- 2013-10 City Management and Urban Renewal
- 2013-11 Smart City
- 2019-01 New Town Development for Growth, 1960-2000
- 2019-02 Urban Regeneration
- 2020-01 Public-Private Partnership System
- 2020-02 Industrial Complex Policy
- 2020-03 Public Rental Housing
- 2020-04 Inter-Regional Transportation Network
- 2022-01 The First Comprehensive National Territorial Plan (1972-1981)
- 2022-02 The Second Comprehensive National Territorial Plan (1982-1991)
- 2022-03 The Third Comprehensive National Territorial Plan (1992-2001)
- 2022-04 The Fourth Comprehensive National Territorial Plan (2000-2020)
- 2022-05 The Fifth Comprehensive National Territorial Plan (2020-2040)
- 2024-01 Climate Change and Urban Disaster Prevention



Korea Research Institute for Human Settlements

Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS) was established in 1978 in order to contribute to the balanced development of national territory and improvement of the quality of people's lives by conducting comprehensive policy-oriented research in the efficient use, development, and conservation of territorial resources.



Global Development Partnership Center

Global Development Partnership Center (GDPC) provides education, consulting, and planning support to developing countries based on KRIHS's experiences and know-hows in national territorial development. To offer more effective support, the center works closely with international agencies such as the World Bank, the Inter-American Development Bank, the United Nations, the Asian Development Bank, and etc. It is expanding the partnership in academic and policy exchanges to prestigious international research institutes and universities. Through its global network, the center continues to enhance its capacity for international collaboration.

The website (<http://www.gdpc.kr>) provides detailed information and the latest news of GDPC.

**CLIMATE
CHANGE** **A Primer on
Korean
Planning
and Policy**
PKPP 2024-01
AND URBAN DISASTER PREVENTION

발행 2024년 8월
발행처 국토연구원
주소 (30147) 세종특별자치시 국책연구원로 5
전화 044-960-0114
홈페이지 <http://www.krihs.re.kr>