

자연재난 위험도 평가를 통한 지자체 맞춤형 의사결정 지원체계 마련

1. 머리말

우리나라의 기후변화는 전 세계 추세보다 빠르게 진행되고 있다. 이러한 기후변화에 따른 자연재해 피해를 저감시키고 예방하기 위해서는 지역별 위험도 평가를 통해 자연재난 위험정도를 사전에 파악하고 이에 적합한 방재대책을 수립하는 것이 매우 중요하다. 또한 국제기구(UNISDR) 등에서 제시하는 위험도 평가 방법론 적용을 통해 우리나라 실정에 맞는 위험도 평가체계 구축 및 대응방안이 필요하다.

이에 따라 홍수, 태풍, 대설, 폭염, 산사태와 최근이슈화 되고 있는 가뭄의 위험도 평가를 실시하고 평가결과의 공간상세화 및 기존 제도 등과의 연계 방안을 제시하여 지자체 위험도 저감을 위한 정책 수립 및 의사결정에 활용될 수 있도록 하고자 한다.

먼저, 재난 위험도 평가 체계를 기반으로 일부 지표와 국제기구에서 제시한 방법론으로 평가를 실시하고 저감능력 평가체계를 제시하였다. 다음으로, 재난 유형별로 현재 및 미래 재난 위험도 평가를 실시하고 활용성을 높이기 위해 데이터베이스화 하였다. 또한, 재난 위험도 평가의 공간단위 상세화를 통해 집계구 등 소규모 공



정도준

행정안전부 국립재난안전연구원
시설연구사
fasv96@korea.kr

간단위에 대해 개선 가능한 일부 위험도 평가지표를 제시하였다. 마지막으로 기존 평가제도(계획, 평가 등)의 홍수관련 재난대응기술을 조사하고 재난 위험도 평가와 연계된 지자체 맞춤형 표준대응기술을 정립하여 자연재난 위험저감 전략수립을 위한 의사결정을 지원하고자 하였다.

위험도 평가
목적 및 범위



2. 자연재난 위험도 평가

2.1 위험도 평가 개념 및 방법론

위험도 평가 개념은 취약성에서 위험관리로의 패러다임 변화를 고려하여 재해위험관리 관점에서 정의하였다. 재난 위험도 평가(Disaster Risk Assessment)란 재난발생 및 피해의 직접적 요소를 중심으로 지자체의 잠재적 재난위험환경을 종합적으로 평가하는 것으로서 세부적인 평가 요소는 UNISDR¹⁾, IPCC²⁾등 국제기구에서 제시하는 위험도의 세부 요소인 위해성(Hazard), 노출성(Exposure), 취약성(Vulnerability)을 따른다.

- 위해성(Hazard) : 재난 유발에 직접적인 영향을 주는 위험요소(기후적 요소)
- 노출성(Exposure) : 재난 발생 시 위험지역에 노출되어 피해를 입을 수 있는 요소(재난위험지역 내 재산, 인구 등)
- 취약성(Vulnerability) : 재난 발생 시 피해를 쉽게 받을 수 있는 취약요소(지형적 · 사회적 · 경제적 요소)

재난 위험도 평가 체계는 최근의 재해관리관점에서의 위험을 강조하는 패러다임 변화를

1) UNISDR(UN International Strategy for Disaster Reduction): 유엔 재해경감국제전략기구

2) IPCC([Intergovernmental Panel on Climate Change]: 기후변화에 대한 정부간 협의체

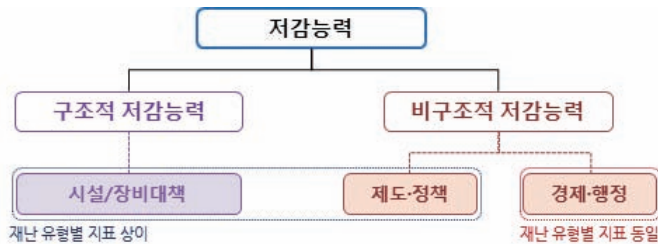
고려하여 위험을 위해성, 노출성, 취약성으로 구분하여 제시하는 국내 유일한 체계적 위험도 평가 기술로서 선행 연구들과 차별된다. 또한 기후변화 관련 재해를 세분화함으로써 타 위험 및 취약성 분석보다 유형별(홍수, 태풍, 대설, 폭염, 산사태, 가뭄)로 초점이 맞추어진 결과를 도출하여 활용할 수 있으며, 재난 발생 및 피해 요소 중심의 지자체 잠재적 재난위험 환경(위해성, 노출성, 취약성)을 종합적으로 평가할 수 있는 장점이 있다. 재난 위험도 평가 결과는 현재 및 미래로 나뉘며, 현재 재난 위험도 평가에서는 위해성, 노출성, 취약성 분석을 통한 시군구 단위 상대평가로 등급별 위험도를 제시하며, 홍수에 대하여 위험도 평가 결과의 표준대응기술을 제시하고자 하였다.

재난 위험도 평가
주요 내용 및 결과

| 구분 | 주요내용 | 주요결과 | 목표연도 |
|--------------|---|---|---------------|
| 현재 재난 위험도 평가 | • 현재 위해성, 노출성, 취약성 분석을 통한 위험도 평가 | • 시군구 단위 상대평가(등급별 위험도) • 표준대응기술 제시(홍수) | 2017 |
| 미래 재난 위험도 평가 | • 기후변화 시나리오, 인구 및 불투수율 경향분석 등을 활용한 미래 위해성, 노출성, 취약성 분석을 통한 위험도 평가 | • 시군구 단위 상대평가(등급별 위험도) | 미래 (2030년) |

저감능력(Capacity for Risk Reduction)이란 재난 위험(Risk)을 저감하기 위한 지자체의 제도, 경제적 능력, 재난 유형별 재난 위험 저감 가능성을 의미한다. 저감능력은 등급이 높을수록(1, 2등급) 지자체의 재난 위험 저감 가능성이 높음을 의미한다. 저감능력 평가는 구조적 저감능력과 비구조적 저감능력으로 구분하여 평가하며 구조적 저감능력에서는 시설/장비 대책, 비구조적 저감능력에서는 제도·정책, 경제·행정 분야에 대해 재난의 유형에 따라 위험 저감의 가능성이 있는 지표를 활용하여 평가한다. 저감능력의 평가 체계는 다음 그림과 같다.

저감능력 평가 체계

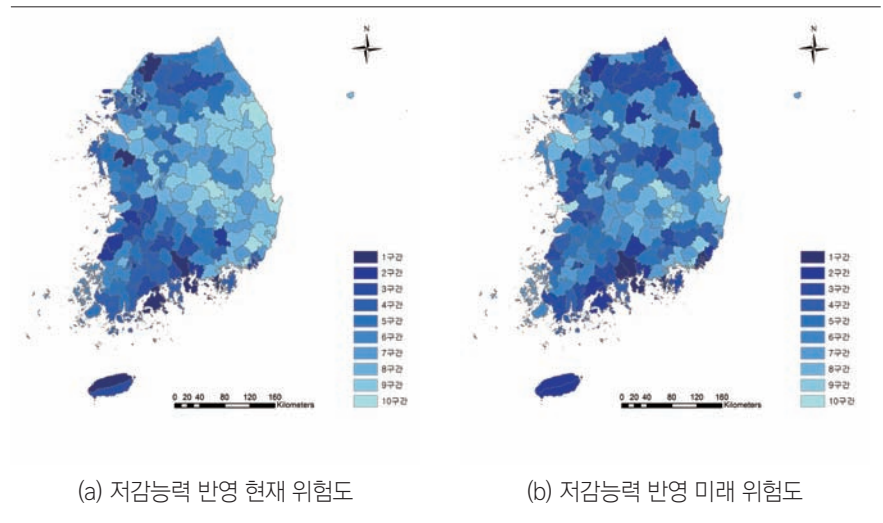


2.2 재난 전망 및 위험도 평가 결과

① 홍수 위험도 평가 결과

현재 위험도 평가 결과 강원권과 호남지방 및 제주에서 위험도가 높게 나타나는 것으로 평가되었으며, 수도권과 남해안을 잇는 축을 중심으로 위험도가 낮은 것으로 평가되었다. 저감능력 반영 미래 위험도 평가 결과 제주권, 수도권 일부지역, 남해 중심으로 위험도가 높게 나타나며, 영남동해안을 축으로 수도권까지 위험도가 낮게 평가되었다. 홍수의 경우 저감능력 반영 현재 위험도 평가 결과와 저감능력 반영 미래 위험도 평가 결과를 비교해 보면, 저감능력 반영 현재 위험도 평가는 영남권의 등급이 높은 것으로 나타났으나, 저감능력 반영 미래 위험도 평가 결과 남해안, 강원권 지역에 등급이 높게 분석되었다.

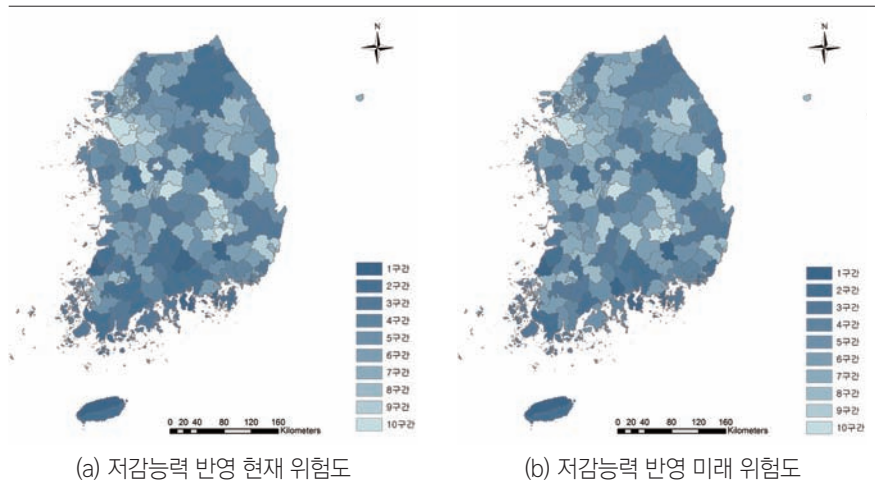
홍수 위험도
평가 결과



② 태풍 위험도 평가 결과

태풍 위험도 평가 결과 강원도 지역과 남부지방을 중심으로 위험도가 높게 나타났으며, 주로 해안을 따라 일부지자체의 위험도가 높게 평가되었고, 호남과 영남지방의 위험도도 높게 평가되었다. 저감능력반영 미래 위험도 평가 결과는 현재 위험도 평가 결과와 비교하여 호남지방의 연안 지역과 서해의 연안 일부 지역의 위험도는 상대적으로 증가하였고, 강원도 일부 연안 지역의 태풍 위험도는 감소하는 것으로 평가되었다. 제주권 및 남해안 지역은 현재 및 미래 위험도 모두 높게 나타난다.

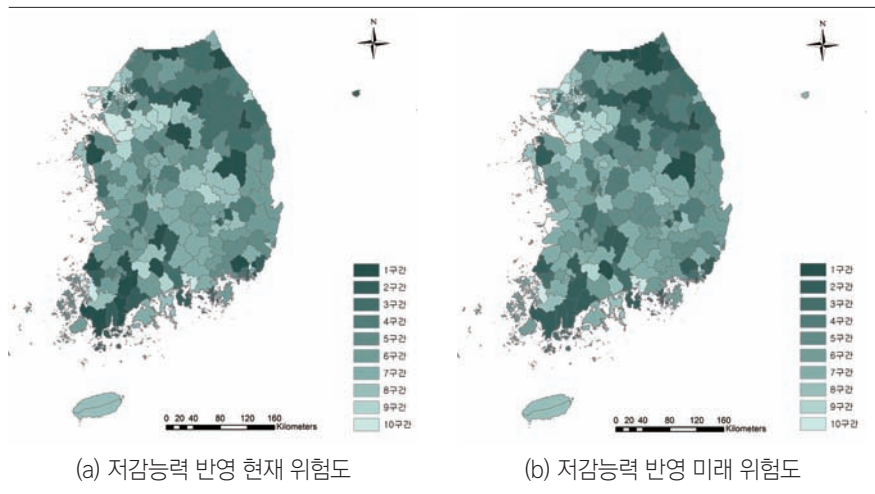
태풍 위험도
평가 결과



③ 대설 위험도 평가 결과

대설 위험도 평가 결과 강원지역과 호남지방의 연안을 중심으로 위험도가 높게 나타났으며, 주로 해안을 따라 위치하고 있는 지자체의 위험도가 높게 평가되었다. 저감능력반영 미래 위험도 평가 결과 강원도 지역과 전라남도 지역 중심으로 위험도가 높게 나타나는 것으로 평가되었으며, 경기권과 영남권은 비교적 위험도 평가 결과가 낮게 분석 되었다. 대설 저감능력 반영 현재 위험도 평가 결과와 저감능력 반영 미래 위험도 평가결과를 비교해 보면, 저감능력 반영 현재 위험도 평가 결과보다는 저감능력 반영 미래 위험도 평가결과 전반적으로 등급이 하락하였다.

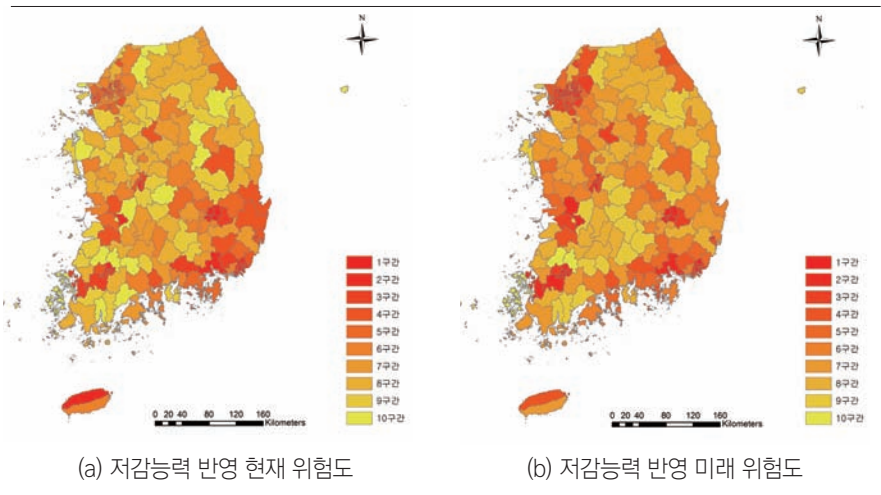
대설 위험도
평가 결과



④ 폭염 위험도 평가 결과

폭염 위험도 평가 결과 제주권 및 영남 남해안을 중심으로 위험도가 높게 나타났으며, 강원권과 세종시 같은 경우 낮은 위험도를 보였다. 저감능력반영 미래 위험도 평가 결과 수도권 및 경기지역, 광역시 지역에 등급이 높게 나타나는 것으로 평가되었으며, 전반적으로 내륙지방은 낮게 평가되었다. 폭염 저감능력 반영 현재 위험도 평가 결과와 저감능력 반영 미래 위험도 평가 결과를 비교해 보면, 저감능력 반영 현재 위험도 평가 보다 저감능력 반영 미래 위험도가 전반적으로 높은 등급으로 분포 되었다.

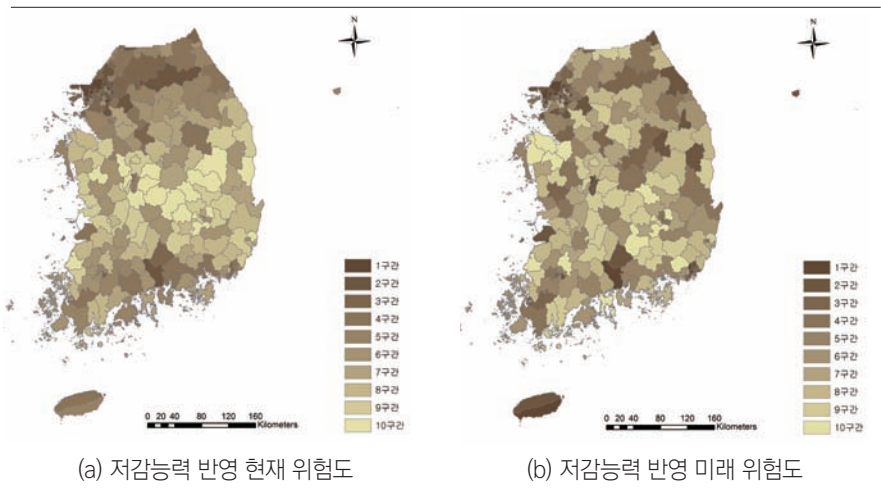
폭염 위험도
평가 결과



⑤ 산사태 위험도 평가 결과

산사태 위험도 평가 결과는 중부지방을 중심으로 수도권 및 경기지역, 일부 남해안 지역

산사태 위험도
평가 결과

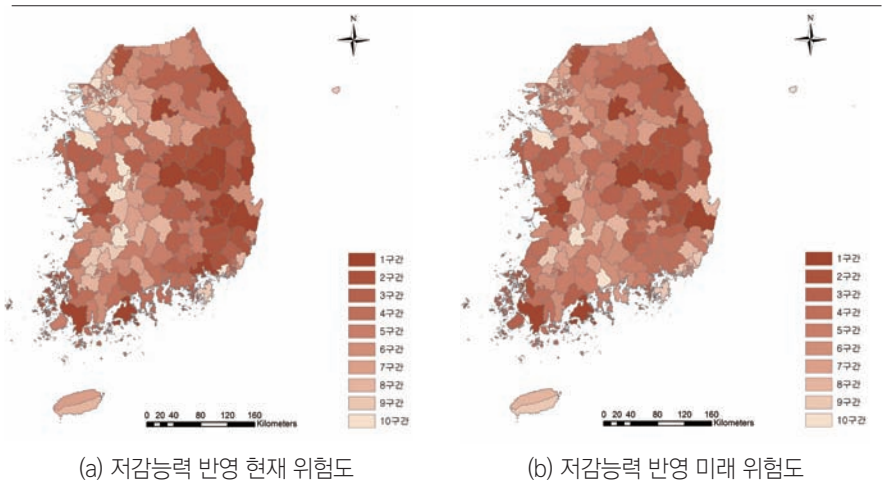


에 등급 높게 나타나고, 저감능력 반영 미래 위험도는 제주권 및 수도권에 등급이 높게 나타났다. 전반적으로 저감능력 반영 현재 위험도 결과와 저감능력 반영 미래 위험도 결과는 수도권 및 제주권에 대해 높은 등급을 유지하였으며, 위험지역 비율은 저감능력 반영 현재 위험도 보다 저감능력 반영 미래 위험도가 높은 것으로 분석되었다.

⑥ 가뭄 위험도 평가 결과

가뭄 위험도 평가 결과 강원권과 영남권의 위험도가 높게 나타났으며, 서해안 및 남해안의 일부 지자체의 위험도가 높게 평가된다. 저감능력 반영 미래 위험도 평가 결과 강원권과 영남권의 위험도가 상대적으로 높게 나타난다. 가뭄 저감능력 반영 현재위험도 평가결과와 저감능력 반영 미래 위험도 평가결과를 비교해보면, 전반적으로 저감능력 반영 현재 위험도 평가결과가 저감능력 반영 미래 위험도 평가결과 보다 약간 높게 나타났다.

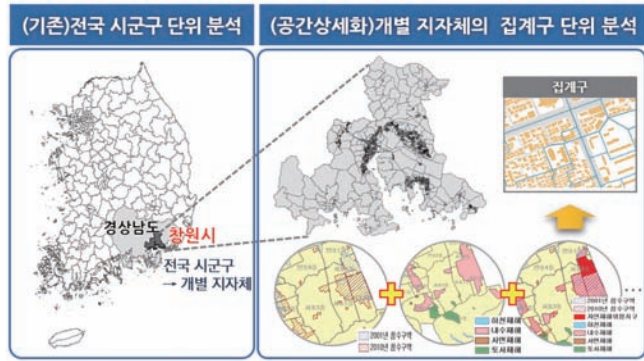
가뭄 위험도
평가 결과



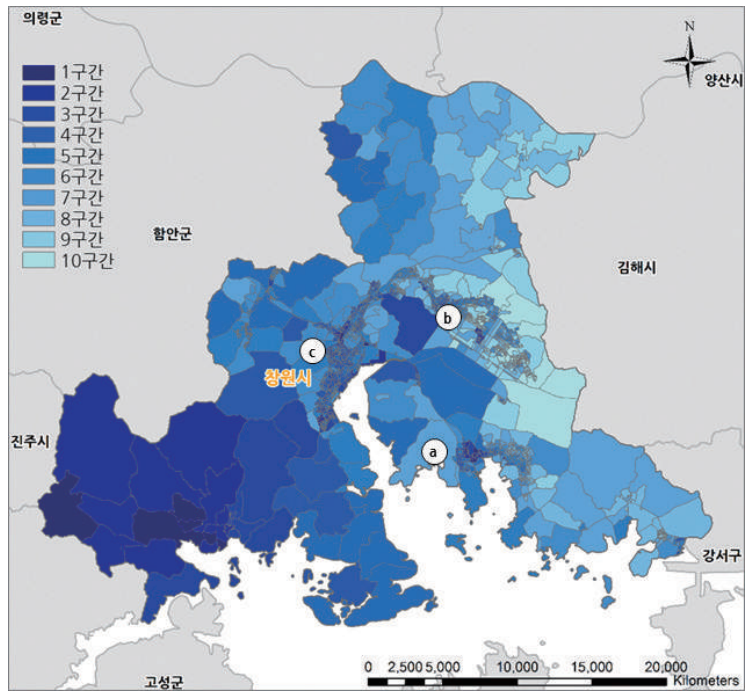
2.3 재난 위험도 평가 공간상세화(홍수분야 시범적용)

재난 위험도 공간상세화 평가의 대상 재난은 홍수이며, 시점은 현재로 설정하였다. 평가를 위한 분석의 공간단위는 집계구(인구센서스 조사(500명 기준) 단위로 보통 읍면동의 1/23정도 규모)로 하였으며, 시범지역은 경상남도 창원시로 선정하였다. 재난 위험도 공간상세화 평가를 통해 국토·공간계획 및 소규모 단위 계획, 개발사업시 재난 위험지역에 대한 국지적 대책 수립 등에 활용될 것이라고 판단된다.

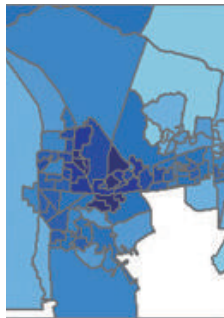
재난 위험도 공간상세화
평가 공간단위



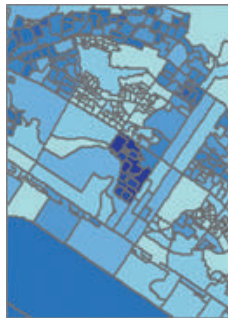
창원시 홍수 현재
위험도 평가 결과



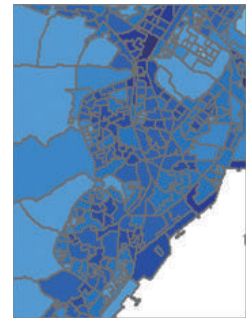
(a) 창원시 홍수 현재 위험도



(b) 진해구



(c) 성산구



(d) 마산회원구

평가결과 집계구의 경우 대부분 도심지역은 인구밀집지역으로 규모가 작게 나타나고, 비도시지역은 규모가 크게 설정된다. 집계구별 분석결과 창원시 서쪽의 진전면, 진북면과 진해구, 성산구, 마산회원구 내 시가지에 위치한 지역의 홍수 위험도가 높게 나타났다. 다음 그림은 홍수에 대한 창원시 재난 위험도 공간상세화 평가 결과를 집계구 단위별로 나타낸 것이다. 집계구 단위의 분석 결과는 지자체 내 위험 정도를 비교할 때에는 보다 용이할 것으로 판단된다. 또한 집계구 단위의 분석 결과는 인구 분포에 따라 크기가 상이하게 나타난다. 집계구 단위로 위험성 평가를 실시할 경우, 국지적인 위험도의 상대적인 비교가 가능하다는 장점이 있으며, 평가결과는 소규모 방재 정책 및 입지 선정 등에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

3. 지자체 맞춤형 연계 방안 제시(홍수분야 시범적용)

기존 제도에 존재하는 홍수 관련 시설 대책인 구조적 대책과 시설 대책 이외의 비구조적 대책을 조사 재난대응기술을 분류하고, 재난대응기술과 홍수 위험도 지표별로 도출된 특성을 연계하여 각각 대책방향 및 권장대책을 제시하였다. 위해성 지표인 연평균 6시간 강우량 70mm 이상인 강우 횡수의 특성은 다우(多雨)지역으로 배수 또는 대규모 저류시설 등 구조적 대책이 필요하며 권장 대책은 유역시설, 내수처리시설, 건축시설이 있다. 노출성의 재해위험지역 내 인구수는 인구의 보호를 위해 대피 및 훈련이 필요하며, 권장 대책으로는 재난 예·경보, 재해지도 작성/보급, 대피 체계 구축이 필요하다. 재해위험지역 내 재산은 시설보호가 필요하며, 내수처리시설, 건축시설이 필요하다. 취약성의 하천밀도, 하천변 저지대, 반지하가구수의 경우 침수 취약지역으로 빠른 배수 및 시설보호가 필요하며, 우수유출 저감시설, 내수처리시설, 건축시설 등의 대책이 권장된다. 불투수율은 우수유출 가중지역으로, 우수유출 저감시설 등의 구조적 대책이 필요하며, 내수처리시설, 건축시설 등이 필요하다. 마지막으로 취약성의 저소득층, 재난취약자수의 경우 특히 대응능력이 저하된 인명 보호를 위해 피해 및 보험이 필요하며, 풍수해보험 가입/지원, 대피체계 구축, 재해지도 작성/보급 등의 대책이 권장된다.

시범적으로 홍수에 대한 지자체 맞춤형 표준대응기술을 제시하여 지자체별로 전국 평균 이상인 지표에 대해 구조적/비구조적 권장대책을 정리하였으며 결과는 다음 그림과 같다.

홍수 위험도 평가지표별
대책방향 및 권장대책

| | 위해성 | 노출성 | 취약성 |
|-------|------------------------------|---|---|
| 위험도 | 연평균 6시간 강우량이 70mm 이상인 경우 홍수 | 위험지역 내 인구수, 위험지역 내 번식률, 위험지역 내 건축물 | 하천범도, 하천변 저지대, 불투수율, 저소목수, 재난 위험자수 |
| 특성 | 다우(多雨) 지역 | 재해위험지역 내 인구, 재해위험지역 내 재산 | 침수 취약지역, 유출 가중지역, 대응 능력 저하 |
| 대책 방향 | 배수 또는 대규모 저류시설 구조적 대책이 필요 | 대피 및 훈련 필요, 시설보호 필요 | 빠른 배수 및 시설보호 필요, 우수유출 저감시설, 대피 및 보험 필요 |
| 권장 대책 | • 유역시설 • 내수처리시설 • 건축시설 | • 재난 예·경보 • 재해지도 작성/보급 • 대피 체계 구축 | • 우수유출저감시설 • 우수유출저감 시설 • 내수처리시설 • 건축시설 |

4. 맺음말

재난 대응을 위한 효율적인 의사결정과 방재 대책 수립을 위해 기후변화를 고려한 잠재적 재난 위험지역을 파악할 필요성이 높아지면서, 국제기구에서 제시하는 위험도 평가 방법론을 통해 우리나라 실정에 맞는 위험도 평가체계를 따라 재난 위험도 평가를 실시하였다. 평가는 홍수, 태풍, 대설, 폭염, 산사태, 가뭄 등 6개 재난 유형별로 수행하였다. 위험도 평가결과에 개선된 저감능력 평가체계를 적용하여 재난별 저감능력반영 위험도를 도출하였다. 재난 위험도 평가를 통해 지자체의 잠재적 재난위험지역을 파악하고, 본 위험도 평가체계와 결과를 바탕으로 공간상세화 방안 및 기존 제도 연계 방안을 제시하였다.

재난 위험도 평가 체계를 검토 및 보완하기 위하여 기존의 기후변화 규모 및 영향에 초점을 맞춘 재난 관련 연구에서 재해위험관리 관점에서의 패러다임 변화를 모색하고, 재난 위험도 평가 방법 및 효율적인 평가 결과를 도출하기 위해 가중치 적용, 등급 및 구간 구분 등 재난 위험도 평가 방법과 결과 표현 방법의 최적(안)을 도출하였다. 또한 국내 실정에 맞도록 위해성, 노출성 및 취약성의 세부요소로 구분하여 재난 위험도 평가 개념과 체계를 정립 및 개선하였다. 또한 추가적으로 재난 위험을 상쇄시킬 수 있는 저감능력을 포함한 결과를 도출하여 위험이 상쇄된 평가 결과를 제시하였다.

태풍, 대설, 폭염, 산사태의 최근 통계자료로 지표를 갱신하여 위험도 평가를 수행한 결과, 현재 및 미래 위험도 평가는 기존 평가 결과와 유사한 경향을 보였으나 홍수와 가뭄의 경우는 현재 위험도 평가결과와 미래 위험도 평가결과를 비교해보면, 전체적으로 미래에 더 위험하며 해당지역도 변화하는 것으로 분석되었다.

홍수의 경우 재난 위험도 평가의 공간단위 상세화 방안 검토를 통해 집계구 등 소규모 공간단위에 대해 개선 가능한 일부 위험도 평가지표를 제시하고 방법론을 신설·보완하였다.

또한 공간상세화를 위한 시범지역을 선정하고 소규모 공간단위 홍수 위험도 평가를 실시하였다.

위험도 평가를 위해 전국을 대상으로 최선의 지표로 평가하였으나, 일부 지표는 전국 통계 자료가 미비하거나 자료 접근성이 떨어져 대용(代用)지표를 활용할 수밖에 없었다. 향후에 위험도 관련 지표에 대한 자료 구축이 완료되고 가용 통계 자료가 축적되면 현재 도출된 지표를 보완하여 재평가하는 것이 바람직할 것이며, 위험도 평가와 관련하여 현재 수립된 위험도 평가 체계에 따라 매년 재평가가 요구된다. 또한 결과에 대한 모니터링도 지속적으로 해야 할 것으로 판단된다. 재난 위험도 평가는 향후 전국 단위 위험도 평가와 더불어 평가 단위를 소규모 지역에도 적용 가능한 세분화된 지표를 고안한다면 국지적 위험지역 파악이 가능하도록 발전할 수 있을 것이다. 또한, 재난 위험도 평가를 통한 위험지역 우선순위 결정에 따라 관련 예산 배분 및 사업 우선지역 선정 등에 활용이 용이하도록 재난별로 각각 분석된 결과를 통합적으로 분석하여 평가할 수 있는 방안 마련이 필요할 것으로 사료된다.