

정책리포트

449호
2026.6.22.

윤선권
연구위원

김민석
연구위원

최현석
연구원

서울시 침수 예·경보제
운영 방안 연구



2026. 6. 22.
서울연구원 정책리포트
449호

서울시 침수 예·경보제 운영 방안 연구

윤선권 연구위원

02-2144-2924
skyoon@si.re.kr

김민석 연구위원

02-2144-2956
minseok@si.re.kr

최현석 연구원

02-2144-2959
hschoi@si.re.kr

요약	3
I. 서울시 수해 안전망 구축 필요성	4
II. 국내외 도시침수 예·경보 체계 검토	7
III. 서울시 도시침수 예·경보 기준 개선	12
IV. 서울시 침수 예·경보제 고도화 방안	17

요약

서울시 침수 예·경보제는 기후위기와 도시침수 위험 증가에 대응하기 위한 핵심 비구조적 대책으로, 구조적 방재시설 확충과 함께 통합적으로 운영될 필요가 있다. 현행 침수 예·경보 기준은 기상청 긴급재난문자보다 선제적으로 작동할 수 있어 대피 골든타임 확보에 유효하나, 강우량 중심 기준은 국지적 침수위험의 충분한 반영이 어려울 수 있다. 따라서 향후 영향 기반 예보, 재해약자 맞춤형 알림, 동행파트너 현장지원, 다기관 표준운영절차를 결합한 도시침수 예·경보 체계로의 고도화를 제안한다.

구조적 대책의 한계를 넘어선 시대, 침수 예·경보제가 도시 안전망 구축의 핵심

기후위기로 집중호우가 잦아지고 강해지면서 서울의 도시침수 위험은 기존 하수관로·펌프장·저류조 같은 구조적 대책만으로 대응하기 어려워졌다. 서울시는 방재성능목표를 상향하고 대심도 빗물배수시설 등 시설 대책을 추진하는 동시에, 침수 예·경보제와 동행파트너 제도를 도입해 비구조적 대응을 강화하고 있다. 특히 반지하주택, 지하상가, 지하주차장처럼 인명피해 가능성이 큰 공간에서는 위험을 빨리 알리고 실제 대피로 연결하는 체계가 중요하다.

선제적 예·경보체계로서 정책적 타당성 있으나, 경보의 신뢰성과 실행력 확보 필요

과거 2010~2025년까지의 서울시 25개 자치구의 분 단위 강우관측 자료를 분석한 결과, 현행 기준을 적용하면 침수예보는 총 40일, 침수경보는 총 19일 수준으로 나타나 운영상 과도하지 않은 빈도임이 확인됐다. 또한 대형 피해 상황에서는 서울시 침수예보가 기상청 긴급재난문자보다 약 15~21분 먼저 작동해 대피 골든타임 확보 가능성이 있다. 다만 강우량 기준만으로는 국지적 침수와 배수 취약지역의 위험을 놓칠 수 있으므로, 도로수위계, 하수관로 수위, CCTV, 침수예측정보를 결합한 복합 정보 기반 침수 예·경보 체계로의 개선이 필요하다.

침수 예·경보 제도 고도화의 핵심은 영향 기반 예보, 재해약자 관리, 표준운영절차 확립

향후 침수 예·경보제는 단순 위험 알림이 아니라 예상 피해와 시민 행동을 연결하는 영향 기반 예보로 전환되어야 하며, 위험 영향과 행동지침을 구체적으로 제시하는 방식으로 메시지 체계를 표준화해야 한다. 또한 반지하 거주자, 고령자, 장애인 등 재해약자에게는 주소 기반 맞춤형 알림과 동행파트너의 현장 지원을 연계할 필요가 있다. 이를 위해 서울시, 자치구, 경찰, 소방, 도로관리기관, 시민의 역할을 명확히 규정한 표준운영절차를 마련해야 한다. 침수 예·경보제의 성과는 예측 정확도만으로 결정되지 않는다. 경보가 발령된 이후 시민과 기관이 얼마나 빠르고 일관되게 행동하느냐가 인명피해 저감의 핵심이다. 따라서 서울시는 데이터 기반 기준, 행동 유도형 메시지, 재해약자 맞춤형 관리, 다기관 협업체계를 결합한 통합형 도시침수 예·경보 모델을 구축할 것을 제안한다.

I. 서울시 수해 안전망 구축 필요성

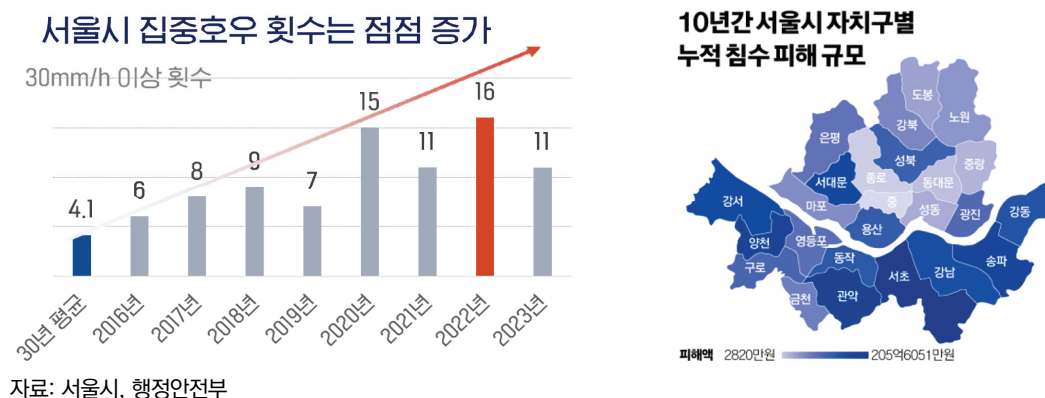
I 기후위기 대응을 위한 비구조적 대책 강화 필요

전 세계적으로 기후변화에 따른 집중호우 발생 횟수 및 피해 규모 증가 추세

- 최근 기후변화에 따라 전 세계적으로 상상을 초월하는 폭우 발생
 - 재난관리 모범국가로 분류되는 서부 유럽 및 일본 등 선진국에서조차 대규모 홍수피해에 적절히 대응하지 못함 → 기존 방재시설로는 물리적 대응 한계 발생
 - 그동안 경험하지 못한 기록적 폭우가 빈번히 발생하고 있으며, 이상기후에 따른 치수관리의 불확실성 증대
- 서울시는 기후변화로 인한 도시지역 침수피해가 증가(60년대 대비 50mm/h 이상 재해유발 강우 10배 증가)함에 따라 방재성능 목표를 상향해, 한 단계 강화된 도시침수방지 대책을 수립한 바 있음
 - 지역별 방재성능 목표 상향(기존: 95mm/hr → 서울시 전역: 100mm/hr, 강남 일대 110mm/hr), 침수 예·경보제 운영 중('23 이후)

반지하 주택 등 재해취약지역 침수대응을 위한 비구조적 대책 강화 필요

- 반지하주택 등 침수취약지역 안전 확보, 이상폭우 대비 예측시스템 구축, 전국 최초로 침수 예·경보제 시행 등 비구조적 침수대응 정책 추진 중
 - 침수 예·경보 발령 시 시민 대피, 현장순찰 강화, 물막이판 설치 독려 및 동행파트너 제도 시행으로 재해약자 대피 등 시행 중
- 서울시는 반지하주택 거주 재해약자 1,196가구 대상(장애인 183, 어르신 931, 아동 82) 인근 주민 5인 내외를 매칭하여 '동행파트너' 제도를 운영 중이나 실효성 제고방안 마련 필요
 - '24년 현재: 동행파트너 2,956명(인근 주민¹⁾ 2,112, 돌봄 844)



[그림 1] 서울시 집중호우 발생 횟수 증가 및 피해 규모

1) 인근 주민: 통반장, 동일 건축물 거주 주민, 대상 가구 도보 5분 거리 내에 거주하는 자율방재단 등 방재인력풀(5인 1조)

I 서울시, 보다 촘촘한 수해 안전망 구축 전략

서울시 ‘더 촘촘한 수해 안전망 추진전략’ 수립

- 서울시는 2022년 강남역 인근 침수피해 발생 이후 침수피해 저감을 위해 5개의 추진전략을 마련함
 - 강우처리목표 재설정: 방재성능 목표 향상을 통해 하수관로로 처리가능한 빗물의 양 상향
 - 지역맞춤형 방재시설 확충: 침수취약지구의 빗물 배수 능력 향상을 위해 대심도 터널 등과 같은 구조적 대책 계획
 - 데이터·예측 기반 시스템 구축: 침수위험 정보 제공을 위한 시스템 구축
 - 침수취약가구 안전 강화: 돌봄공무원 지정 제도를 통해 침수발생 시 대피가 어려운 사회적 약자 지원 및 물막이판 설치 지원
 - 공공·민간 안전시설 확충: 맨홀 추락방지시설, 물막이판 설치 등 국소적인 침수피해 방지를 위한 대책

[표 1] ‘더 촘촘한 수해안전망 추진전략’ 세부 내용

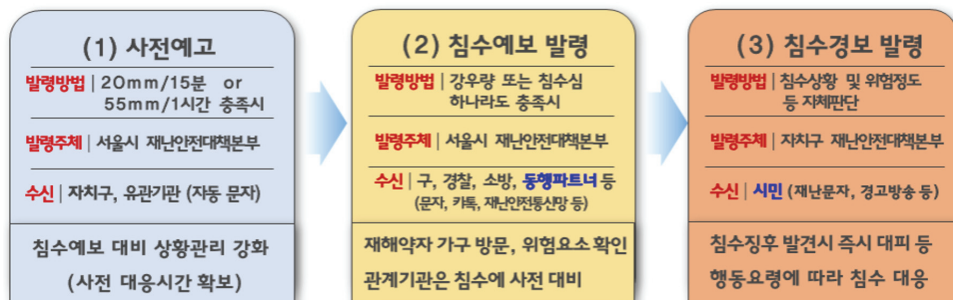
추진전략	내용
강우처리목표 재설정	방재성능목표 상향(95mm/h → 100mm/h) ※ 중점관리지역은 110mm/h 지역별 방재성능목표 차등화(호우발생빈도, 기왕최대강수량, 침수면적, 침수심 등 수리수문학적 특성과 유동인구, 과거홍수피해액, 정주형태 등 사회경제적 특성 및 도심 내 하천의 처리능력 등을 고려)
지역맞춤형 방재시설 확충	침수취약 6개 지역: 대심도 빗물배수시설 설치(길이: 18.9km, 예산: 1조 5천억 원) - 1단계(~'27): 강남역 일대, 도림천 일대, 광화문 일대 - 2단계('25~'32): 사당역 일대, 한강로 일대, 길동 일대 침수우려지역: 빗물펌프장 증설(3,526억 원), 빗물저류조 신설(641억 원), 하수관거 정비(1조 2천억 원), 하천단면 확장(981억 원), 산사태 우려지역 정비(1,742억 원)
데이터·예측 기반 시스템 구축	스마트 경고시스템 도입: 위험상황 실시간 자동 전파 침수 예·경보제 도입: 반지하, 지하주차장, 일반도로 등 주거지역 침수우려지역을 대상으로 내비게이션을 통한 도로침수 실시간 상황 안내 재해지도 현행화 AI 기반 수방통합시스템 구축(~'30)
침수취약가구 안전 강화	돌봄공무원 1:1 지정: 장애인, 독거노인 대상으로 침수방지시설 사전점검, 대피정보 전파, 복구 맞춤 지원 물막이판 등 침수방지시설 무상 설치
공공·민간 안전시설 확충	맨홀 추락방지시설 1만 개소 설치 주민센터 양수기 1만 9천 대 지원 지하철 역사 출입구 차수판 설치 아파트 지하주차장 물막이판 설치 의무화를 위한 법제화

자료: 서울시 ‘더 촘촘한 수해안전망 추진전략’ 내용을 참고해 저자 작성

I 데이터 기반, 침수 예·경보제 운영 및 타당성 검증 필요

서울시, 전국 최초로 침수 예·경보제 시행 및 ‘동행파트너 제도2)’ 운영

- 이상폭우 대비 풍수해 종합안전대책의 일환으로 침수우려지역에 주민경계령인 침수 예·경보제 도입
 - '22년 8월 수해 이후, 서울시가 자체적으로 기준3) 정립 후 시행 중
 - 강남역 맨홀 추락 사고, 도림천 반지하 침수 등 인명피해 발생: 총 8인 사망
 - 2023년에 침수 예·경보제를 최초 시행하였으며, 2024년에는 침수예보 기준 보완
 - 집중호우 시 하천 범람 및 산사태에 대한 주민경계령과 같이 주거지 침수우려 상황에 대비하여 비상경계 발령 체계 마련
- 서울 전역에 설치된 강우량계와 도로수위계에서 일정 기준 이상 강우와 수심이 측정되면 자치구, 경찰·소방·도로 등 유관기관, 동행파트너, 시민에게 사전에 침수를 경고하는 시스템
 - ① 시간당 강우량 55mm, 15분당 강우량 20mm 모두 초과, ② 15분당 강우량 30mm 초과, ③ 도로수위계 기준 침수심 15cm 초과 중 어느 하나라도 해당되면 각 자치구 단위로 ‘침수예보’ 발령
- 동행파트너 제도는 지역 공동체를 활용해 반지하주택에 거주하는 재해약자의 인명피해를 막기 위해 침수예보 단계부터 현장에 출동해 피난을 돕는 주민협업체임
 - 지역 사정에 밝은 통·반장, 대상 가구와 같은 건물에 거주하거나 도보 5분 이내 인접 거리에 거주하는 이웃 주민, 돌봄공무원 총 5인 내외로 구성



자료: 서울시

[그림 2] 침수 예·경보 발령 방법 및 주체

제도 운영 2년 차로, 데이터 분석을 통한 예보기준 타당성 검증 및 정량적 침수 경보기준 마련 필요

- '23년 서울시가 전국 최초로 침수 예·경보제를 도입하였으나, 미흡·보완점 분석 필요
 - 강우·수위 등 예보기준 적정성 분석 및 그간 서울시 운영성과 분석
 - 과거 관측 강우·수위 데이터 분석을 통해 정량적 기준 재정립 및 침수 경보 기준 수립

2) 출처: 서울시, 전국 최초 '침수 예·경보제' 시행... '동행파트너'가 약자대피 지원, <https://news.seoul.go.kr/env/archives/522983>

3) 침수 예·경보 발령 절차: 사전예고→침수예보 발령→침수경보 발령

II. 국내외 도시침수 예·경보 체계 검토

I 서울시 및 국내 도시침수 예·경보 시스템 비교

서울시 침수예측 정보시스템

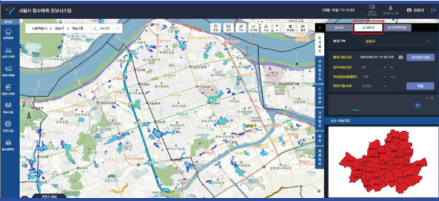
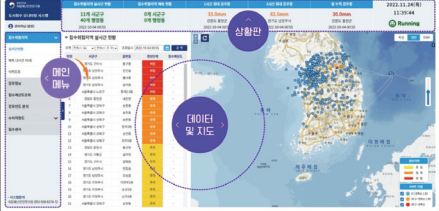
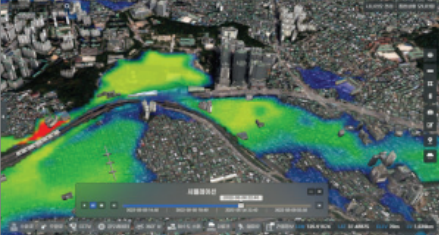
- 서울시는 서울 전역에서 침수 발생 가능성을 실시간으로 예측할 수 있는 ‘침수예측 정보시스템⁴⁾’ 개발을 2023년 완료하였음
 - 사업목적: 저지대 도로 및 주거 단위, 지하철도 등 잠재적 침수위험지역에 대한 포인트 단위(반경 100미터 이하)의 침수예측정보를 제공하여 효율적인 풍수해업무 지원체계 마련
 - 예측강우와 침수시나리오 정보를 이용한 실시간 포인트 단위 침수위험정보의 실시간 제공을 통해 서울시 수재해 대응을 위한 골든타임 확보
 - 기상정보를 활용한 지역별 예측강우량을 산정하고 이를 기반으로 도시지역 유출해석을 통해 침수 발생 유무와 규모를 예측함
 - 향후 도시침수 예보자료를 생산하는 데 활용 가능할 것으로 판단
 - 활용방안: 수방기간(5.15~10.15) 내 서울시 도시침수 예측시스템 운영을 통한 의사결정 지원
- 시스템의 주요 기능 및 내용
 - 서울시 수방시설 전반을 고려한 도시유출 해석 및 침수심 정보 생산체계 구축
 - 서울시 상세 격자 단위 침수시나리오 및 구 단위 침수위험정보 생산
 - 서울시 포인트 단위 침수취약지역 추정 및 한계강우량 분석
 - 서울시 도시침수 예측시스템 개선 및 수방기간 운영
- 실시간 운영에 따른 정보 제공
 - 실황 분석 및 강우 정보 모니터링 정보 제공
 - 제공서비스: 시스템상에서 실황 강우 및 분석 강우정보 제공, 강우 이동경로(전국/수도권) 정보 제공
 - 실시간 시나리오 기반 침수정보 모니터링 정보 제공
 - 사전에 모의된 총 80종의 침수시나리오 결과를 활용한 서울시 배수분구/행정구역별 침수 위험지역 추정결과 제공(30cm 이상의 침수를 발생시키는 한계강우량을 추정하여 위험지역 표출)

4) 출처: 내손안에 서울, 전국 최초 '침수 예·경보제' 도입...서울시 풍수해 안전대책(<https://mediahub.seoul.go.kr/archives/2008333>) 자료를 이용해 작성

서울시 침수예측 시스템과 국내 침수예측 시스템 비교

- 서울시 시스템과 행안부 시스템은 도시 내수침수 방어를 목적으로 개발되었으나, 예측 지역의 상세화 수준에 차이가 있음
 - 서울시: 배수분구, 행정구역별 침수위험지역 추정결과 제공
 - 행안부: 읍면동 단위 3단계 위험 알림 제공(주의, 경계, 위험)
- 기후에너지환경부 시스템은 하천의 홍수관리를 위해 개발되었으며 디지털트윈 기반 플랫폼으로 가시화된 자료를 제공 중임
- 서울시는 여름철 집중호우와 가끔씩 발생하는 태풍에 취약하므로, 도시홍수를 예측하고 관리하여 주민의 생명과 재산, 기반 인프라시설을 보호하는 강력한 시스템을 구현하였음
 - 서울시는 세계에서 가장 인구 밀도가 높고 도시화된 도시 중 하나로 폭우와 홍수의 영향을 완화하도록 고도화된 도시홍수 예보 및 경보 시스템을 구축하여 고도화 추진 중

[표 2] 국내 주요 도시침수 예측 시스템 개발 현황

구분	현황	시스템 구축
서울시 (2023)	• 서울시 침수예측시스템 고도화 • 서울시 행정구역 단위 실황 및 예측 강우 추정 • 배수분구별 침수해석 모델 구축 및 평가 • 강우 시나리오를 이용한 침수 시나리오 • 지속적 고도화 사업 추진 및 정확도 향상 필요	
행정안전부 국립재난안전연구원 (2025)	• 도시침수 모니터링 시스템(RAINSYS) • 관측(AWS)강우 및 예측강우(Radar) 분석 • 도시침수 위험 기준에 따른 위험지역 알림 • 실시간 침수 예측 및 시나리오별 침수예상도 • 사용자 요구 지역 침수예상도 분석 기능	
기후에너지환경부 K-water (2024)	• 고정밀 수문레이더 기반 도시홍수 분석 시스템 • 고정밀 수문레이더 강우 예측기술 • 고정밀 침수위험지도 기반 예·경보 기술 개발 • 레이더 기반 자료지향형 도시홍수 예측기술 • 1·2D 통합 도시침수분석 S/W 개발	
부산시 (2023)	• 부산시 온천천 유역 도시침수 예측시스템 • 레이더-위성 다중센서 융합 강우 추정 • 초단기 강우예측 알고리즘 적용 • AI 기반 조위/수위 예측 • 시스템 개발 후, 활용성·유지관리 미흡	

- 현재 국내 도시침수 대응 수준은 기상청 특보, 실시간 수위자료, CCTV 등에 의존
 - 서울시는 침수예측 시스템을 활용한 선제적인 도시침수 대응 계획 중
- 서울시 도시침수 예측 시스템 실시간 운영을 위해서는 지속적인 고도화 사업 추진 필요

[표 3] 국내 도시침수 예측시스템 검토

구분	행정안전부	기후에너지환경부	서울시
명칭	도시침수 모니터링 시스템	도시홍수 통합 운영관리 플랫폼	서울시 도시침수 예측 시스템
법적 근거	자연재해대책법	하천법, 수자원의 조사·계획 및 관리에 관한 법률 도시침수방지법	자연재해대책법 도시침수방지법
수행 부서	국립재난안전연구원	홍수통제소, K-Water	치수안전과
개발 목적	상습침수지역 및 지하공간 침수피해 방지	하천 홍수 관리 및 치수계획 수립	상습침수지역 및 지하공간 침수피해 방지
문제점	전국 단위 상세 자료 확보 어려움	디지털 트윈 기술 신뢰성 확보 어려움	지속적인 현업 운영을 통한 정확도 향상 필요
시사점	전국 단위 도시지역의 “내수침수 방어” 목적	하천에 의한 “외수범람 방어” 목적 내수침수 분야 확대 시도	서울시 침수취약지역의 “내수침수 방어” 목적

I 국내외 침수 예·경보 조건 및 운영 기준 분석

국내외 호우주의보 및 경보 기준

- 국내외 호우주의보 및 경보 기준
 - 한국: 명확한 시간대별 강수량 기준을 설정하여 주의보와 경보를 발령함. 지역별로 기준이 다를 수 있으며, 예보의 정확성을 높이기 위해 노력하고 있음(시간당 강수량 기준 부재)
 - 미국: 강수량 기준이 명확하게 정해져 있지 않으며, 지역 및 상황에 따라 유연하게 적용됨. Flash Flood 경고 등 다양한 경보 체계를 운영하고 있음
 - 일본: 주의보와 경보 외에도 특별경보 체계를 도입하여, 이례적인 강수 상황에 대한 경고를 강화하고 있음. 이는 주민들의 신속한 대응을 유도하기 위한 조치임
 - 유럽: MeteoAlarm 시스템을 통해 유럽 전역의 기상 경보를 통합적으로 제공함
 - 국가별로 기준이 다를 수 있으나, 전반적으로 강수량과 그로 인한 위험 수준에 따라 경보를 발령함

긴급재난문자(CBS⁵⁾) 발송 기준

- 재난문자 발송 기준(행정안전부 등), 발송 기준 예시(2023년 기준, 대부분 지자체 동일 적용)
 - 기상청 호우경보 발효 시(자동 또는 즉시 발송)
 - 주민 대피가 필요한 상황에서 지방자치단체장의 판단이 있는 경우
 - 산사태, 급경사지 붕괴, 하천 범람 등 실제 위험이 임박하거나 진행 중인 경우
- 재난문자 발송은 지자체 재량 크며, 현장 위험도 고려하여 주의보 단계에서도 발송 가능

5) CBS (Cell Broadcasting Service) 긴급재난문자는 휴대폰 기지국을 통해 특정 지역(사도, 읍면동) 내 모든 휴대전화로 재난 정보를 실시간 동시 전송하는 대국민 경보 시스템

[표 4] 국내외 호우주의보 및 경보 기준 비교

국가/지역	주의보 기준	경보 기준	비고
한국 (KMA)	- 3시간 누적강수량 60mm 이상 - 12시간 누적강수량 110mm 이상	- 3시간 누적강수량 90mm 이상 - 12시간 누적강수량 180mm 이상	지역별로 기준이 다를 수 있음 1시간 기준 부재
미국 (NWS)	- 일반적으로 1시간 이내에 1인치(약 25.4mm) 이상의 비가 예상되거나, 6시간 이내에 2인치(약 50.8mm) 이상의 비가 예상될 때 발령	- Flash Flood 경고: 급격한 홍수 위험 시 발령 - Flood 경고: 강이나 하천의 수위 상승으로 인한 홍수위험 시 발령	명확한 강수량 기준 없음. 지역 및 상황에 따라 기준이 상이함
일본 (JMA)	- 시간당 강수량이 30mm 이상이거나, 하루 강수량이 80mm 이상일 때	- 시간당 강수량 50mm 이상 또는 1~3시간 누적 강수량 80mm 이상일 때	* 특별경보: 수십 년에 한 번 발생할 정도의 이례적인 강수량이 예상될 때 발령
유럽연합 (MeteoAlarm)	- 시간당 30mm 이상의 비가 내리거나, - 12시간 동안 80mm 이상의 비가 내릴 경우	- 일반적으로 시간당 30mm 이상의 강수량이나, - 12시간 동안 100mm 이상의 강수량이 예상될 때 호우경보가 발령	국가별로 기준이 다를 수 있음

[표 5] 긴급재난문자(CBS) 발송 기준

구분	기상청 특보 (호우주의보/경보)	재난문자 (행정안전부 등)
목적	강수량에 따른 위험 사전 경고	실질적 피해 우려 시 주민 행동 유도
발령 주체	기상청	행정안전부, 지자체(재난안전대책본부), 소방청 등
기준 근거	시간당 강수량, 누적 강수량	실제 또는 임박한 위험(침수, 붕괴, 대피 필요 등)
발령 조건	(주의보) 3시간 60mm 이상 또는 12시간 110mm 이상 예상 시 (경보) 3시간 90mm 이상 또는 12시간 180mm 이상 예상 시	아래 기준 중 하나 이상 충족 시 ① 호우경보 발효 ② 시간당 50mm 이상 강수 실측 ③ 지자체가 주민 대피 판단 시
전파 방법	방송 자막, 앱, 웹사이트, 기상청 공식 채널	긴급재난문자(CBS), TTS 안내방송, 민방위 사이렌 등

I 해외 도시침수 예·경보 체계 및 시사점

미국 및 유럽연합의 도시침수 예·경보 체계

- 미국과 유럽연합(EU)은 기후 변화로 인해 빈번해지고 강도가 세지는 도시홍수에 대응하기 위해 다양한 도시홍수 예·경보 시스템을 구축하고 있음
 - 이 시스템들은 도시의 안전을 보장하고, 재산 피해를 최소화하며, 시민들의 안전을 확보하는 데 중요한 역할을 수행함
- 미국과 유럽연합 도시홍수 예·경보 시스템의 주요 특징은 다음과 같음
 - 다양한 데이터 활용: 기상 데이터, 지형 정보, 하천 수위, 토양 습도 등 다양한 데이터를 수집하고 분석하여 홍수 발생 가능성을 예측함

- 실시간 모니터링: 센서 네트워크를 통해 실시간으로 도시의 상태를 모니터링하고, 급격한 변화에 빠르게 대응함
 - 정확한 예측 모델: 고도화된 수치 모델을 활용하여 홍수 범위, 침수 깊이, 피해 규모 등을 정확하게 예측함
 - 효과적인 정보 시스템: 위험지역 주민들에게 빠르고 정확하게 홍수 정보를 전달하여 대피를 유도함
 - 국제 협력: 유럽 각국의 시스템을 연계하여 정보를 공유하고, 국제적인 협력을 통해 더욱 효과적인 시스템을 구축하고 있음
- 실시간 데이터 수집, 고도화된 모델링, 위성 및 레이더 모니터링을 통해 홍수 위험을 정확하게 예측하고 관리하는 것이 핵심
- 경고, 정보, 심각으로 구성된 단계별 홍수경보 체계를 통해 점진적인 대응이 가능하며, 주민들에게 충분한 대처 시간을 제공함
 - SMS, 이메일, 소셜 미디어를 통해 홍수경보를 전파하며 대중의 신속한 대응을 유도함
 - 유럽은 각국의 홍수 예·경보 시스템 연계와 정보 공유를 통해 효과적인 홍수 대응 체계를 구축하고 있음
 - 홍수 대비 교육과 대중 참여 프로그램을 통해 주민들이 경보 시스템을 효과적으로 활용하도록 지원하고 있음

일본 및 싱가포르의 도시침수 예·경보 체계

- 일본의 경우 도시침수 대응체계는 X-밴드 MP 레이더 네트워크와 GIS 기술을 활용하여 고해상도 실시간 데이터를 통해 도시침수를 예측함
 - 기상 및 수문 모델을 결합해 도시 침수와 급격한 도시홍수를 예측하고 있으며, 도시침수, 하천범람, 산사태 등 재난에 대하여 5단계의 체계적인 경보체계를 적용
 - 또한, 지하공간 침수 방지를 위한 ‘특별경계수위’ 제도를 운영하고 있음
- 싱가포르의 도시홍수 대응은 첨단 기술, 견고한 인프라, 적극적인 대중 참여를 결합한 형태
 - 소규모의 고도로 도시화된 국가가 홍수 위험을 효과적으로 관리할 수 있는 모델임
 - 빠르고 정확한 홍수 예보 제공 능력과 실시간 모니터링 기능을 결합하여 홍수로 인한 위험에 탄력적으로 대처할 수 있도록 하였음
- 일본과 싱가포르의 사례는 실시간 데이터와 첨단 기술의 통합이 도시 침수 관리에서 중요한 역할을 한다는 점을 보여줌
 - 예·경보 체계의 체계적 접근은 주민의 신속한 대응과 피해 최소화에 필수적이며, 양국의 홍수 예보 시스템은 다른 국가에도 참고가 될 수 있음
 - 지속적인 인프라 관리 및 업그레이드는 기후 변화로 인한 홍수 위험 증가에 대응하는 데 중요한 요소임
 - 커뮤니티 참여와 교육은 주민의 경각심을 높이고 효과적인 홍수 대응을 가능하게 함

Ⅲ. 서울시 도시침수 예·경보 기준 개선

Ⅰ 서울시 침수피해 사례 및 데이터 기반 침수 예·경보 기준 검증

데이터에 기반한 서울시 침수 예·경보 조건 분석

- 서울시 관측 강우 조건별 침수 예·경보 발령 통계 분석결과
 - 서울시 침수 예·경보 기준을 관측자료로 검증하고, 기상청 CBS(극한호우 긴급재난문자) 기준과의 관계(선후, 중복, 공백)를 사례로 비교하여 기준 적용의 타당성을 점검함
 - 관측 강우자료
 - 대상: 서울시 25개 자치구 기상청 자동기상관측장비(Automatic Weather System, AWS)의 분 단위 관측 강우자료
 - 기간: 2010년~2025년(총 16년)
 - 총 16년 동안의 서울시 AWS 기준 분 단위 강우량 자료 분석 결과 침수 예보(총 40일: 2.5회/년), 침수경보(총 19일: 1.2회/년)가 발령됨

[표 6] 침수 예·경보 강우량 조건별 발생 통계

번호	강우조건	발생건수(자치구)
①	20mm/15min	134일 (535건)
②	30mm/15min	25일 (56건)
③	50mm/1hr	57일 (241건)
④	55mm/1hr	41일 (167건)
⑤	72mm/1hr	15일 (48건)
⑥	90mm/3hr	21일 (140건)

[표 7] 조건별 침수 예·경보 발령 통계

기준	발생건수(자치구)	비고
①&③	31일 (131건)	
①&④	28일 (111건)	
③&⑥	15일 (87건)	
②or(①&③)	42일 (155건)	50mm/h 적용 시
②or(①&④)	40일 (138건)	서울시 예보 기준
⑤or(③&⑥)	19일 (95건)	기상청 CBS 기준

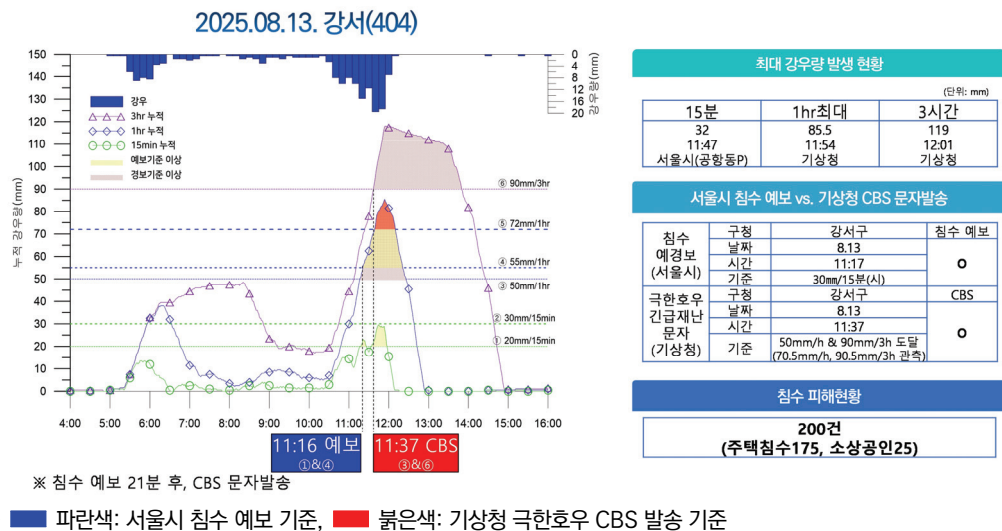
※ ■ 파란색: 서울시 침수 예보 기준, ■ 붉은색: 기상청 극한호우 CBS 발송 기준

도시침수 국면에서 ‘경보 발령’이 현장 대응에 밀려 사실상 작동하지 않는 문제 반복

- 도시침수는 하천 홍수경보처럼 명확한 수위 기준이 있는 영역과 달리, 현장 상황의 변동성이 크다는 이유로 자치구 판단에 상당 부분 의존해 왔음
 - 이러한 전제를 분명히 한 뒤, 발령 기준을 기상청 CBS(호우 긴급재난문자) 기준과 정합화 하고, 발령 절차·행동요령·문자 메시지 품질을 함께 상향할 필요가 있음
 - 그러나 극한호우 피해가 발생했음에도 경보가 발령되지 않은 사례가 확인되는 등, 현 제도의 실효성에는 의문이 제기됨
 - 이에 2010~2025년(16년) 서울시 25개 자치구 AWS 분(分) 단위 강우자료를 활용해, 서울시 침수 예·경보 기준의 작동 빈도와 기상청 CBS 기준과의 선후관계를 검증하였음

- 분석 결과, 현 기준을 적용할 경우 침수예보는 총 40일(연평균 2.5회), 침수경보는 총 19일(연평균 1.2회) 수준으로 산정되어, 제도가 과도하게 빈발하지 않는 범위에서 관리 가능한 수준임을 확인하였음

- 반면, 대형 피해 국면에서는 서울시 침수예보가 CBS보다 15~21분 정도 선행하는 경향이 나타남
 - 한편 CBS는 1시간·3시간 누적강우 또는 72mm/1시간 등 강한 폭우 조건에서 발송되는 구조로 확인되었으며, 이는 ‘서울시 침수경보’에 요구되는 경보 성격과 부합됨
 - 즉, 서울시 예보기준은 CBS 대비 “한 박자 빠른” 선제 알림을 제공할 수 있다는 점에서 정책적 타당성이 있음
 - 다만 기준 미충족 상태에서도 피해가 발생하는 공백(예: 서초 사례)이 존재하므로, 예외 상황을 별도의 트랙으로 관리할 필요가 있음



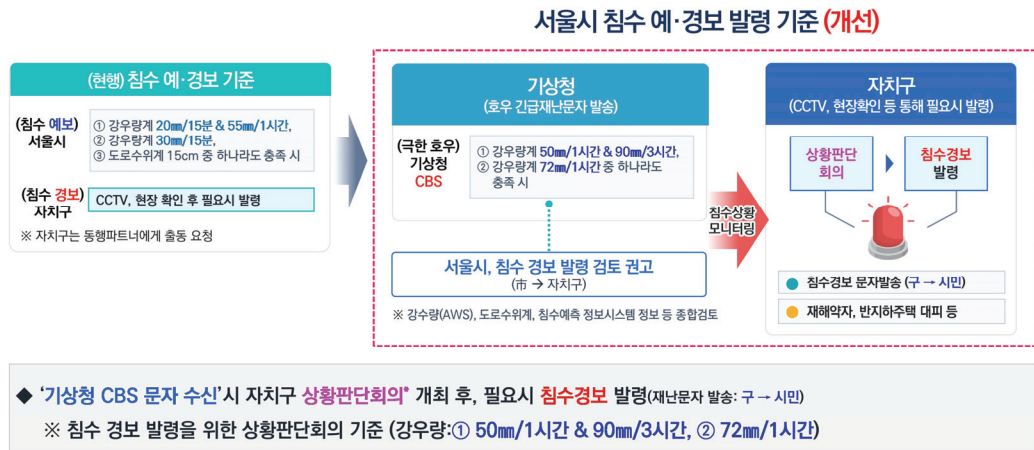
[그림 3] 침수예보 vs. CBS 문자발송 비교 및 침수피해 현황

I 기상청 CBS 수신 및 자치구 상황판단회의 통한 침수경보 운영모델 정립

핵심은 침수 예·경보 3단계(사전예고-예보-경보)의 정량적 기준을 수립하는 데 있음

- 기상청 CBS와의 정합성 검토 및 예보기준 강화·조정 대안(예: 20mm/15분과 50mm/1시간 조합)
 - 단순 강우 기준으로 포착하기 어려운 국지·소규모 침수에 대응할 수 있도록 침수취약지 정보, 하천수위, 배수 관련 지표 등 보조지표를 결합하는 방안을 병행할 필요가 있음
 - 아울러 침수경보의 자치구 상황판단 기준은 예보 기준과의 연속성, 그리고 CBS와의 정합성을 고려해, ① 50mm/1시간 & 90mm/3시간 또는 ② 72mm/1시간 등 강우량 기반 기준을 제도적으로 도입하는 방향 제시

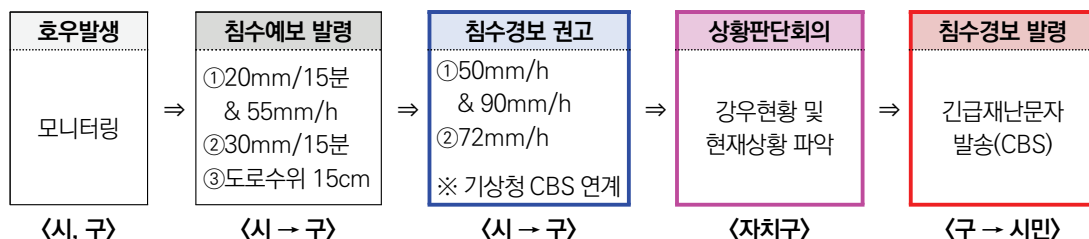
- 서울시 침수 예·경보 3단계(사전예고-예보-경보) 예·경보 체계 수립 및 침수경보의 정량적 발령기준과 단계별 절차 수립
 - ‘침수 사전예고’는 강우량 20mm/15분 또는 55mm/1시간 중 하나라도 충족 시 발령
 - 다만, 기상청 극한호우 기준(1시간 50mm 또는 3시간 90mm)과의 정합성을 고려해 50mm/1시간으로 조정 검토 가능하도록 제시함
 - ‘침수예보’는 강우(15분·1시간 강우 조합, 또는 15분 30mm 이상) 또는 도로수위계 침수 심 15cm 중 하나라도 충족 시 발령하도록 함
 - 여기에 레이더 강우예측, 하수관로 수위, 침수예측정보 같은 모니터링 정보를 연계해 판단력을 높이고자 제안함
 - 자치구 ‘침수경보’는 기상청 CBS(호우 긴급재난문자)와 정합화하고, 강우 기준(55mm/1h & 90mm/3h 동시, 또는 72mm/1h 이상)과 함께 도로 침수심 30cm 제시
 - 단, 자치구 상황판단회의(CCTV·현장출동 등)를 통해 최종 발령하도록 보완 설계



* 상황판단회의 법적근거: 재난현장 대피명령 길라잡이(안), 2023.5., 행정안전부

[그림 4] 서울시 침수 예·경보 발령기준(안)

- 침수 예·경보 발령방법에서도 병목을 줄이기 위해, 기상청 CBS 수신 → 자치구 상황판단회의 → 침수경보(CBS) 발송의 연결 구조를 공식화함
 - 다만 긴급 상황에서는 선(先)발령, 후(後)보고를 허용해 절차가 대응을 지연시키지 않도록 하고, 침수 양상이 지역별로 다른 자치구는 실정에 맞는 별도 기준을 수립하는 등 운영 내 실화를 함께 추진할 필요가 있음



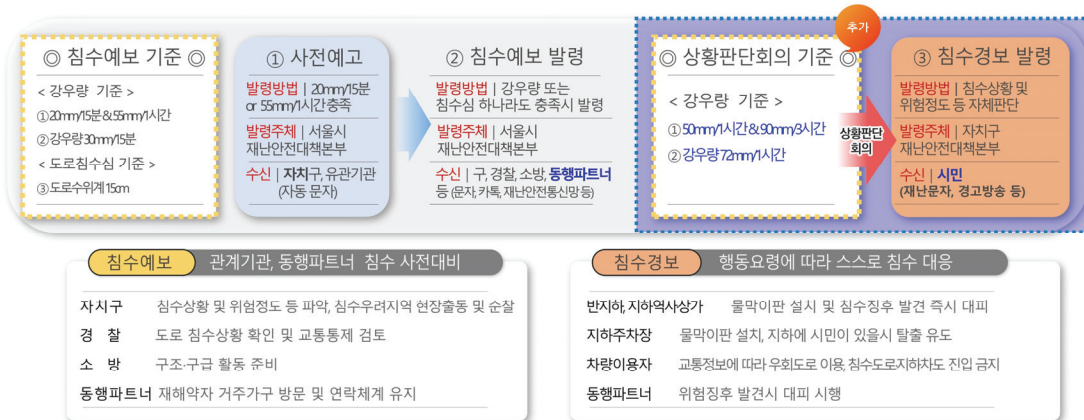
[그림 5] 서울시 침수 예·경보 발령 절차(안)

I 침수 취약 가구 및 재해 약자 맞춤형 밀착 관리시스템 제도화 추진

반지하 거주 재해 약자 인명 피해 제로화를 위한 제도적 강화기준 마련 시급

- 반지하 거주 재해 약자(중증장애인, 고령자 등)의 인명 피해를 제로화하는 것이 사회적 책무임
 - 운영 중인 ‘동행파트너’ 제도는 실효성 제고가 필요하며, 현장 출동 및 대피 보조 의무를 제도적으로 강화해야 함
 - 이를 위해 동행파트너 제도의 운영과 책임 범위를 조례(법규)로 명시하여, 침수예보 발령 시 현장 출동 및 대피 보조 의무를 명확히 하고 출동률을 100%에 가깝게 끌어올려야 함
 - 서울시 초정밀 침수 예측 정보(100m 이하)를 반지하 주택, 지하상가 등 취약 시설의 주소록과 연동하는 개인 맞춤형 알림 시스템을 구축
 - 위험 발생 시, 해당 주소지에 등록된 시민에게 위치 기반의 최우선 재난 문자를 발송하고 대피소 안내 및 "즉시 대피"와 같은 구체적인 행동 지침을 포함함으로써, 경보 전달 실패를 방지하고 취약 계층의 생존율을 극대화하는 밀착 관리 체계를 완성해야 함
- 침수 예·경보 발령 시 행동요령은 경보 단계별로 “누가 무엇을 할지”를 구체화
 - 사전예고 단계에서는 CCTV·순찰 등 상황감시와 비상연락체계를 강화해 동행파트너가 즉시 가동될 수 있도록 준비
 - 예보 단계에서는 자치구 현장 출동, 동행파트너의 재해약자·반지하 가구 확인, 경찰·도로 관리기관의 통제 준비, 소방의 지하공간 구조태세 전환을 제시
 - 경보 단계에서는 시민에게 지하공간(반지하·지하상가·역사 등) 빗물 유입/역류 시 즉시 대피를 강조
 - 자치구·동행파트너는 대피 유도·취약자 대피 지원을 수행하도록 함

“ **극한 호우 기준** (강우량 ① 50mm/1시간, 90mm/3시간 → 「동시충족」 ② 72mm/1시간) 도달 시 자치구 **상황판단회의** 후 필요시 **침수경보 발령** ”



[그림 6] 서울시 침수 예·경보 프로세스 및 행동요령

Ⅳ. 서울시 침수 예·경보제 고도화 방안

Ⅰ 서울시 침수 예·경보 제도 개선방안 및 주요 추진전략

재해약자 맞춤형 정보전달 체계 및 예·경보 표준운영절차 수립 등 개선방안 제언

- 영향 기반 예보(Impact Based Forecasts, IBF) 체계 도입 및 다중 정보전달 시스템 구축
 - 시민의 ‘경보 피로도(Alert Fatigue)’ 해소 및 구체적인 행동 유도
 - 침수 발생 전, 20~30분 내 대피 골든타임 확보 및 발령 기준 다변화
- 침수 취약 가구 및 재해 약자 맞춤형 밀착 관리시스템 제도화
 - 재해 약자 ‘맞춤형 밀착 관리’ 시스템 구체화를 통한 재해 약자 인명 피해 제로화 목표 달성
 - 경보 단계별(사전예고, 침수예보, 침수경보)로 “누가 무엇을 할지”에 대한 구체화된 행동 요령 제시
 - 동행파트너 제도의 실효성 제고를 위한 내실화 방안 마련 등 제도적 강화기준 마련
- 침수 예·경보 표준운영절차(SOP) 수립 및 다기관 전파 체계 구축
 - 단계별 주체별 행동요령(SOP) 구체화 및 도시침수 예·경보 규칙·행동 매뉴얼 정량화
 - 도시침수 예·경보제의 다기관 전파 체계 구축 및 전국 확산을 위한 정책적·운영 표준화 방안 마련

주요 추진전략

주요 과제	추진전략
영향 기반 예보(Impact Based Forecasting, IBF) 체계 도입 및 다중 정보전달 시스템 구축	- 시민의 ‘경보 피로도(Alert Fatigue)’ 해소 및 구체적인 행동 유도 - 침수 발생 전, 20~30분 내 대피 골든타임 확보 및 발령 기준 다변화
침수 취약 가구 및 재해 약자 맞춤형 밀착 관리시스템 제도화	- 재해 약자 ‘맞춤형 밀착 관리’ 시스템 구체화를 통한 재해 약자 인명 피해 제로화 목표 달성 - 경보 단계별(사전예고, 침수예보, 침수경보)로 “누가 무엇을 할지”에 대한 구체화된 행동요령 제시 - 동행파트너 제도의 실효성 제고를 위한 내실화 방안 마련 등 제도적 강화기준 마련
침수 예·경보 표준운영절차(SOP) 수립 및 다기관 전파 체계구축	- 단계별 주체별 행동요령(SOP) 구체화 및 도시침수 예·경보 규칙·행동 매뉴얼 정량화 - 도시침수 예·경보제의 다기관 전파 체계 구축 및 전국 확산을 위한 정책적·운영 표준화 방안 마련

I 영향 기반 예보(Impact Based Forecasting, IBF) 체계 도입 및 다중 정보전달 시스템 구축

시민의 '경보 피로도(Alert Fatigue)' 해소 및 구체적인 행동 유도

- 영향 기반 예보(IBF) 시스템 도입 및 행동 유도형 메시지 표준화
 - 메시지 전환: 단순 침수 위험 알림(강우량, 수위)을 넘어, “○○지하차도 30분 내 침수 예상, 우회 조치 필요”, “○○동 반지하 거주자, 즉시 대피소로 이동” 등 구체적인 피해 영향과 행동을 명시한 ‘행동 유도형’ 메시지로 전환함
 - 시스템 연계: 서울시의 포인트 단위(100m 이하) 초정밀 도시침수 예측 정보를 영향예보(Impact-based Forecasting, IBF) 매트릭스와 연계하여, 예측 결과를 시민이 이해할 수 있는 구체적인 피해 시나리오로 변환하여 전파함(국외 선진 사례 반영)

침수 발생 전, 20~30분 내 대피 골든타임 확보 및 발령 기준 다변화

- 도시하천 유역 ‘예·경보’ 체계 조기 전환 및 다중 정보전달 시스템 도입
 - 체계 전환 가속화: 침수 후 수위 상승 및 하강 속도가 빠른 도시하천의 특성을 고려하여, 유량 관측 및 수위-유량 관계곡선(Flow Nomo Graph) 개발을 통한 ‘예측 기반 예·경보 체계’로의 전환을 조속히 완료함(현행 계획 조기 이행)
 - 발령 기준 다변화: 획일적인 강우 기준(50mm/1시간 등)에서 벗어나, 배수분구별 침수 위험도를 반영한 맞춤형 강우 임계값과 맨홀 수위 기반의 특별 경계 기준 등 복수의 정량적 기준을 도입함(데이터 분석 및 일본 사례 반영)

I 침수 취약 가구 및 재해 약자 맞춤형 밀착 관리시스템 제도화

재해 약자 ‘맞춤형 밀착 관리’ 시스템 구체화를 통한 재해 약자 인명 피해 제로화 목표 달성

- 초정밀 침수 예측 정보(100m 이하)를 반지하 주택, 지하상가 등 취약 시설의 주소록과 연동하는 개인 맞춤형 알림 시스템 구축
 - 침수 취약시설(반지하, 지하상가 등) 주소록과 초정밀 침수 예측 정보를 연동하여, 해당 지역에 경계 단계 이상 발령 시 등록된 거주자에게 위치 기반 맞춤형 행동 지침을 최우선으로 발송하는 시스템 구축(설문조사 결과 반영)

- 위험 발생 시, 해당 주소지에 등록된 시민에게 위치 기반의 최우선 재난 문자를 발송하고 대피소 안내 및 “즉시 대피”와 같은 구체적인 행동 지침을 포함
- 경보 전달 실패를 방지하고 취약 계층의 생존율을 극대화하는 밀착 관리 체계를 완성해야 함

경보 단계별(사전예고, 침수예보, 침수경보)로 “누가 무엇을 할지”에 대한 구체화된 행동요령 제시

- 사전예고 단계에서는 CCTV·순찰 등 상황감시와 비상연락체계를 강화해 동행파트너가 즉시 가동될 수 있도록 준비함
- 예보 단계에서는 자치구 현장 출동, 동행파트너의 재해약자·반지하 가구 확인, 경찰·도로관리기관의 통제 준비, 소방의 지하공간 구조태세 전환을 제시
- 경보 단계에서는 시민에게 지하공간(반지하·지하상가·역사 등) 빗물 유입/역류 시 즉시 대피 유도
 - 지하주차장은 차량을 버리고 탈출, 차량 이용자는 침수도로·지하차도 진입 금지 및 진입 시 차량을 두고 대피 등 “망설이지 않는 규칙”을 강조하고, 자치구·동행파트너는 대피 유도·취약자 대피 지원을 수행하도록 함

동행파트너 제도의 실효성 제고를 위한 내실화 방안 마련 및 제도적 강화기준 마련

- 도시 침수 시 가장 취약한 계층인 반지하 거주 재해 약자(중증장애인, 고령자 등)의 인명 피해를 제로화하는 것이 사회적 책무
 - 현재 운영 중인 ‘동행파트너’ 제도는 실효성 제고가 필요한 상황이며, 재해 약자 가구(반지하 거주 장애인, 고령자 등)를 위한 동행파트너 제도를 지속적으로 확대해 나갈 필요가 있음
 - 이를 위해 동행파트너 제도의 운영과 책임 범위를 조례(법규)로 명시하여, 현장 출동 및 대피 보조 의무를 제도적으로 강화함
 - 사전예고 및 침수예보 발령 시 현장 출동 및 대피 보조 의무를 명확히 하고 출동률을 100%에 가깝게 끌어올림

I 침수 예·경보 표준운영절차(SOP) 수립 및 다기관 전파 체계 구축

단계별 주체별 행동요령(SOP) 구체화 및 도시침수 예·경보 규칙·행동 매뉴얼 정량화

- 단계별 주체별 행동요령(SOP) 구체화가 필요하며, 경보 단계별로 행정기관과 시민의 역할을 명확히 규정하여 실행력을 높일 수 있음

- 사전예고(Pre-Alert) 및 예보(Forecasts): 상황 감시 체계를 강화하고 ‘동행파트너’를 즉시 가동하여 반지하 가구 등 재해약자의 안전을 선제적으로 확인함. 경찰과 소방 등 유관 기관은 도로 통제 및 지하공간 구조 태세로 신속히 전환
- 경보 단계(시민 규칙): 지하공간 물 유입 시 즉시 대피, 지하주차장 차량 포기 및 탈출, 침수 도로 진입 금지 등 ‘망설임 없는 대피 규칙’을 강조하며, 자치구는 취약계층의 대피 지원에 행정력을 집중함
- 도시침수 정책 운영 표준화를 위한 기준·데이터·평가 프레임 구축 및 도시침수 예·경보 규칙·행동 매뉴얼 정량화
 - 현행 기준(지자체·기관별 경보기준 등) 정합성 진단 및 선행시간 정의서 작성
 - 지형(경사·표고), 토지피복, 불투수율, 하수관로, 배수펌프 토출능력, 지반 침하·침투능, 침수 이력, CCTV 등 연계 분석을 통한 지역별 임계값 후보 도출
 - 시범지역 적용을 통해 지역 특성을 반영한 임계값 및 알림 기준 조정
 - 경보 단계-행동요령 매트릭스(지자체·관공서·치안·도로·교통 등) 및 가동 기준 수립

도시침수 예·경보제의 다기관 전파 체계 구축 및 전국 확산을 위한 정책적·운영 표준화 방안 마련

- 현행의 포괄적인 권고 위주 문자에서 벗어나, 예상 피해 규모와 위험 수준을 포함한 ‘영향 기반’의 정량적 정보를 제공하는 방향으로 개선
 - 특히 2026년부터 확대되는 재난문자 글자 수 제한(90자 → 157자)을 적극 활용하여 상세한 대피 안내 수행
 - 수신자가 직관적으로 인지할 수 있도록 ‘휴대폰 메모용 5줄 행동지침’을 마련하며, 지하공간 탈출부터 상황 종료 후 주의사항까지 시민들이 체계적으로 대응할 수 있도록 정보체계 재구조화
- 도시침수 정책 운영 표준화를 위한 운영 고도화·다기관 연계 및 전국 확산 표준화 방안 마련 시급
 - 다기관 전파 프로세스 구축 및 사전예고(Pre-alert) 자동화 방안 제시
 - 전국의 지역별, 도시별 지하공간 특별경계수위 적용 가이드 제시
 - 도시침수 예·경보 표준지침(매뉴얼·데이터 표준·평가체계) 고시(안) 마련
 - 도시침수 긴급재난문자 CBS 발송 체계 표준(안) 작성

정책
리포트

제449호

서울시 침수 예·경보제 운영 방안 연구

발행인 오균

편집인 이신해

발행처 서울연구원

06756 서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57

02-2149-1234

www.si.re.kr

ISSN 2586-484X

발행일 2026년 6월 22일

디자인 박진범

인쇄·제본 세일포커스

서울연구원 정책리포트는 서울시민의 삶의 질을 향상하고

서울의 도시 경쟁력을 강화하기 위해 도시 전반의 다양한 정책 이슈를 발굴하여 분석함으로써

서울시의 비전 설정과 정책 수립에 기여하고자 작성된 정책보고서입니다.

* 이 정책리포트의 내용은 연구진의 견해로 서울특별시의 정책과 다를 수 있습니다.



06756
서울특별시 서초구 남부순환로 340길 57
02-2149-1234
www.si.re.kr