

기상이변에 대응한 서울의 수해방지전략

2011. 8. 22 제96호

신상영 / 서울시정개발연구원 연구위원

이석민 / 서울시정개발연구원 연구위원

박민규 / 서울시정개발연구원 초빙부연구위원

〈 목 차 〉

요약

- I. 서울의 강우 및 침수피해 특성
- II. 외국의 수해방지를 위한 정책
- III. 수해방지를 위한 서울의 정책방향

요 약

기상이변에 따른 집중호우로 서울은 2010년 9월에 이어 2011년 7월에도 상당한 침수피해를 경험하였다. 서울은 인구와 자본이 고도로 밀집되어 있는 공간으로 설계용량만큼 감당하는 인위적인 수방시설체계에 의해 보호되고 있기 때문에 그만큼 수해에 대한 취약성이 높다. 따라서 향후 수해방지를 위해서는 수방시설의 확충 및 고도화와 같은 구조적 대책은 물론 예·경보체계 확충, 침수방지를 위한 토지이용 및 건축계획, 시민들의 자율적인 방재능력 제고 등 다양한 비구조적 대책을 망라하는 종합적인 수방대책이 필요하다.

설계용량을 초과하는 집중호우와 수해에 취약한 도시공간의 증가

서울에서 대규모 침수피해가 발생한 것은 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 2001년, 2010년, 2011년으로, 특히 2011년 7월말 집중호우시 3일간 누적강수량은 595mm에 이른다. 침수피해의 발생원인은 일차적으로 배수시설의 설계용량을 초과하는 강우량이 비교적 단시간에 집중되었기 때문이지만, 그에 따른 노면수 저지대 집중, 하수관거의 용량이나 통수능력 부족, 경사불량, 펌프용량 부족, 토사유출에 의한 배수불량 등이 복합적으로 작용하였다. 서울의 수방시설은 지속적인 하수관거 정비와 빗물펌프 증설 등으로 비교적 양호한 수준이지만, 하천의 계획홍수위보다 낮은 지역이 18.1%, 불투수지역이 65.3%에 이르는 등 도시화 면적의 확대와 고밀화에 따라 수해에 취약한 공간이 증가한 것이 보다 근본적인 문제이다.

외국의 대도시들은 수방시설 중심에서 종합적인 수방대책으로 전환

도쿄도는 2005년 대규모 침수피해 이후 「도쿄도 호우대책 기본방침」을 수립하였다. 이를 통해 하천 및 하수도 시설대책은 물론 저류시설 및 침투시설 확충, 고상식 건축(piloti)을 비롯한 건축물 수방대책, 지하공간 수방대책, 수해방지를 위한 마을만들기, 시민들의 역할 강화, 각종 재해정보의 제공 등을 병행하고 있다. 영국의 경우에도 홍수위험평가에 따른 개발행위 제어, 저영향(low impact) 지속가능도시배수체계 적용, 기후변화를 고려한 강우기준의 단계적 상향 등 다양하고도 종합적인 대책을 시행하고 있다.

기후변화를 현실로 인정하고, 취약지역 중심으로 종합적인 수방대책 추진

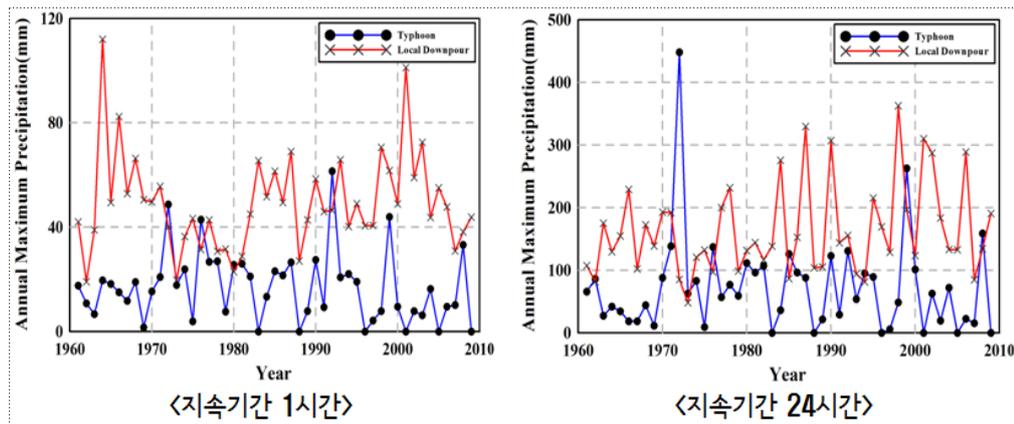
수방대책은 장기간의 시간과 막대한 비용을 필요로 하는 만큼 지속적인 관심과 항상적인 투자가 필요하다. 우선 정책적으로 수해방지를 위한 방재성능 목표를 상향조정할 필요가 있다. 인명보호를 최우선으로 시간당 100mm 강우에도 침수피해를 방지할 수 있도록 방재성능 목표를 정한다. 둘째, 서울시 부서간, 자치구간 통합재난관리체계를 구축하고 수방설계 기준의 지역적 차등화, 예·경보체계 확대, 시민자율방재능력 강화 등 종합적인 수해방지체계를 구축한다. 셋째, 각종 개발사업 추진시 재해위험도를 평가하여 계획에 반영한다. 정비사업을 재해위험 해소를 위한 기회로 인식하고 다양한 규제와 인센티브를 통해 항구적인 재해예방을 도모한다. 특히 저류시설 등은 가급적 평상시 활용을 고려하여 설치되도록 한다. 수방대책의 목표와 수단 설정시 타당성과 현실성에 대한 엄밀한 검토와 장단기 실행계획을 수립한다.

I. 서울의 강우 및 침수피해 특성

기상이변에 따른 집중호우 증가

□ 설계용량을 초과하는 기습적인 집중호우

- 지구온난화의 영향으로 기상이변이 증가하고, 배수시설의 설계용량을 초과하는 집중호우 증가
 - 서울에서 1시간 최대강수량은 1937년 7월 3일 146.9mm를 기록
 - 주요 침수피해가 발생한 1998년은 62.8mm, 2001년 90.0mm, 2010년 75mm를 기록
 - 참고로, 서울시 확률강수량은 10년빈도 75mm/hr, 20년빈도 85mm/hr, 30년빈도 91mm/hr 정도
 - 가능최대강수량(Probable Maximum Precipitation)은 1시간 176mm, 2시간 252mm, 24시간에 1,080mm 정도



[그림 1] 서울의 지속시간에 따른 태풍과 집중호우 연최대강수량 추이

- 가장 최근인 작년과 금년 연속해서 기록적인 집중호우 발생

- 2010년 9월 21일과 22일 이틀간 집중호우로 인한 누적강수량은 259.5mm이며, 강서구 화곡동은 1시간 최대강수량 98.5mm 기록
- 2011년 7월 26일에서 28일까지 3일간 누적강수량은 595mm이며, 1시간 최대강수량 기준으로는 관악구 107mm, 서초구 85.5mm, 강남구 71mm
- 특히 이번 3일간의 집중호우로 인한 누적강수량 595mm는 평년 연강수량(1,450.5mm)의 41%에 이르는 막대한 양

□ 지역적으로 차이가 큰 국지성 집중호우

- 2011년 7월 26~28일 집중호우의 경우, 서울시내에서도 지역적으로 큰 차이가 나는 국지적 양상
- 서울 서남권의 관악구가 107mm인 반면, 동북권의 노원구는 3.5mm 불과

<표 1> 2011년 7월말 집중호우의 지역별 1시간 최대강수량

지점	관악	서초	강남	은평	성북	노원
강수량(mm)	107.0	85.5	71.0	5.5	4.0	3.5

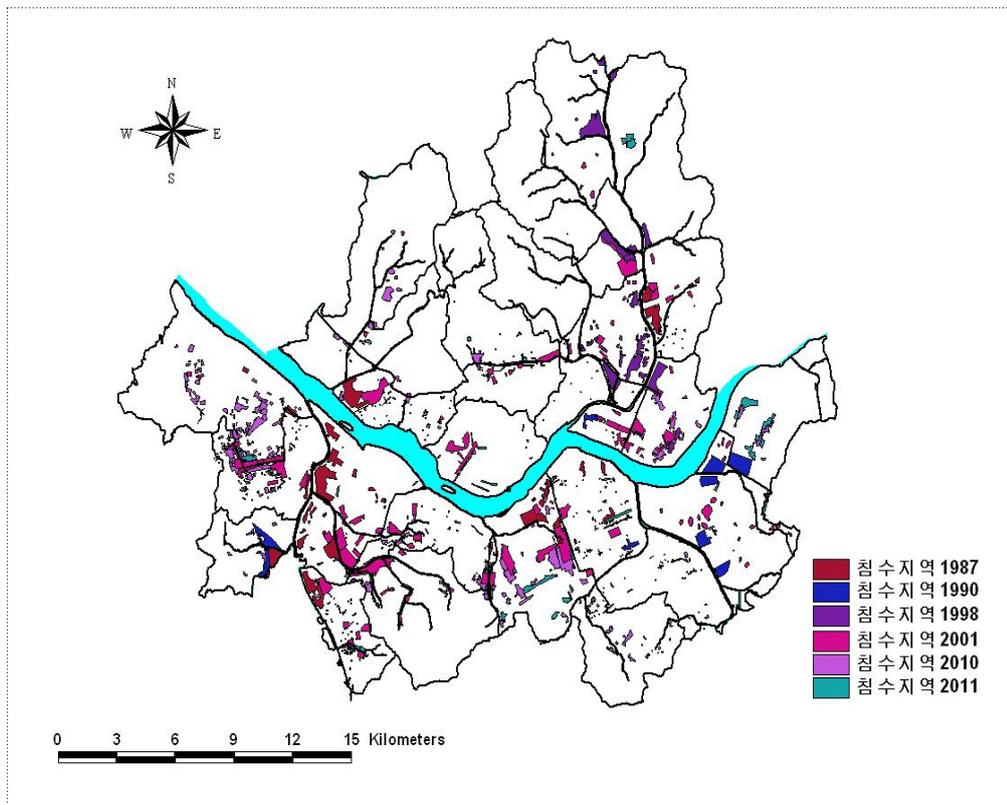
출처: 권원태, "기후변화에 따른 호우 현황과 전망", 기후변화센터·기후변화행동연구소 긴급토론회자료, 2011. 8

저지대 내수배제불량과 하수관거 통수능력부족이 주된 원인

□ 저지대, 지하공간 등에서의 내수배제 불량으로 인한 침수피해

- 서울은 그동안 하천개수사업을 꾸준히 추진하여 하천의 직접적인 범람·제방붕괴로 인한 외수피해보다는 저지대, 반지하주택, 지하공간 등에서의 내수침수피해가 주류
- 대규모 침수피해는 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 2001년, 2010년, 2011년에 발생

- 주요 침수피해가 발생한 지역 총 316개소 중에서 3~5회 이상 상승침수 지역들은 대부분 지반고가 인근 하천의 하상바닥에 근접하는 저지대 완경사 지역
- 예를 들면, 동대문구 이문동·용두동, 영등포구 대림동, 동작구 사당동, 관악구 신림동, 강동구 길동·천호동, 강남구 대치동 등



[그림 2] 서울의 주요 침수피해지역 분포

<표 2> 서울의 4회 이상 침수피해지역(1980년대 이후)

4회 침수피해 발생	5회 침수피해 발생
성동구 마장동·용답동, 동대문구 용두동, 영등포구 대림3동, 동작구 사당1동, 관악구 신림4동, 강동구 길동·천호동	동대문구 이문1동, 영등포구 대림1,2동, 강남구 대치동

- 자치구별 침수피해면적은 서초구가 3개년 연속 1위
- 침수피해면적으로는 2000년대에 들어 3년 연속 서초구가 1위를 기록하였으며, 근래들어 강남지역의 침수피해면적이 증가

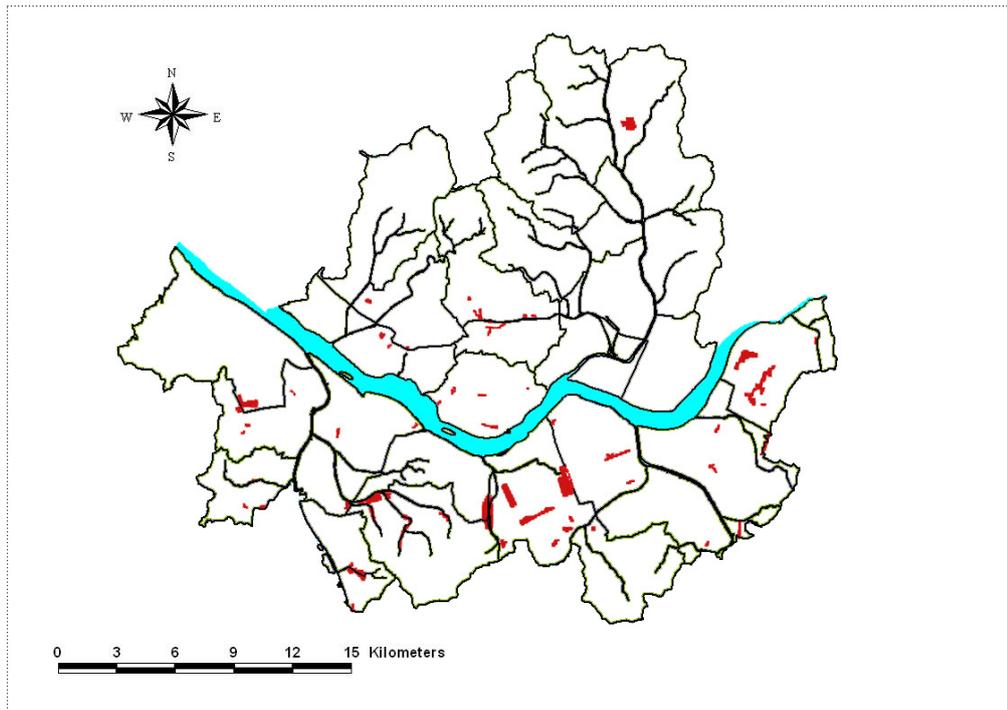
<표 3> 자치구의 침수피해면적 순위

권역	자치구	1987년	1990년	1998년	2001년	2010년	2011년
도심권	종로구	11	6	8	18	12	11
	중구	11	6	8	20	17	14
	용산구	11	6	8	13	13	12
동북권	성동구	11	4	5	9	19	19
	광진구	11	6	3	5	4	19
	동대문구	11	6	1	14	18	19
	중랑구	5	6	8	6	20	19
	성북구	11	6	4	2	21	19
	강북구	11	6	7	24	23	19
	도봉구	11	6	2	19	23	19
	노원구	11	6	6	23	23	7
	서북권	은평구	11	6	8	21	8
서대문구		10	6	8	22	15	16
마포구		4	6	8	12	9	17
서남권	양천구	8	6	8	7	3	13
	강서구	9	6	8	15	2	8
	구로구	2	2	8	16	10	10
	금천구	6	6	8	10	14	5
	영등포구	1	6	8	3	16	15
	동작구	11	6	8	11	5	6
	관악구	11	6	8	4	6	2
동남권	서초구	3	6	8	1	1	1
	강남구	7	5	8	17	7	4
	송파구	11	1	8	8	22	9
	강동구	11	3	8	25	11	3

주: 서울시 내부자료(2010년 및 2011년) 및 하천관리시스템 자료를 사용하여 산정

- 2011년 7월 침수피해지역은 세간의 관심에도 불구하고 피해면적이 상대적으로 작고 일부지역에만 집중

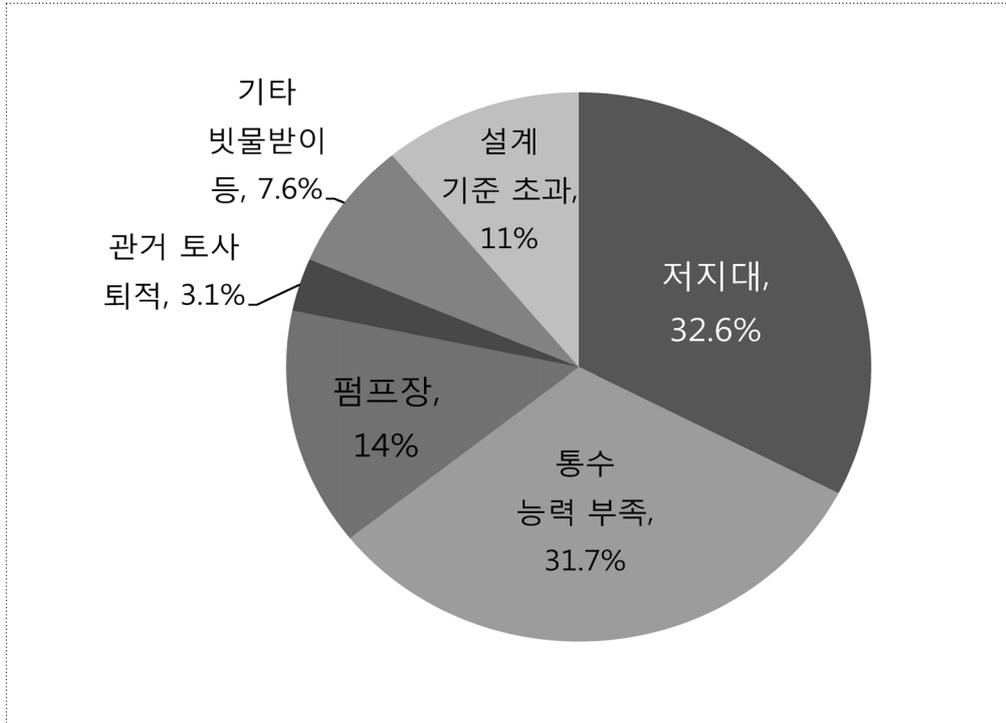
- 우면산 산사태에 의한 대규모 인명피해와 서울의 최대중심거점인 강남지역이 침수되었다는 점에서 언론의 집중적인 조명을 받았음에도 불구하고 침수피해면적은 2010년에 비해 현격하게 작고 일부 지역에 집중



[그림 3] 2011년 7월말 집중호우에 따른 침수피해지역 분포

- 침수피해지역이 주변 지역으로 전이되는 양상
- 수해방지를 위한 정비사업에도 불구하고, 침수가 발생한 지역 중 이전에 침수피해가 없었던 지역이 차지하는 비율은 2/3 정도
- 침수피해의 가장 큰 지역적 원인은 저지대 관련 32.6%, 하수관거 통수능력 부족 31.7%
- 배수시설의 설계용량을 초과하는 강우량이 비교적 단시간에 집중되어 노면수 저지대 집중

- 하수관거의 용량이나 통수능력 부족, 경사불량, 펌프용량 부족, 토사유출에 의한 배수불량 등과 복합적으로 작용하여 피해 유발



[그림 4] 서울의 침수피해 주요 원인

고밀화로 수해에 취약한 도시공간 증가

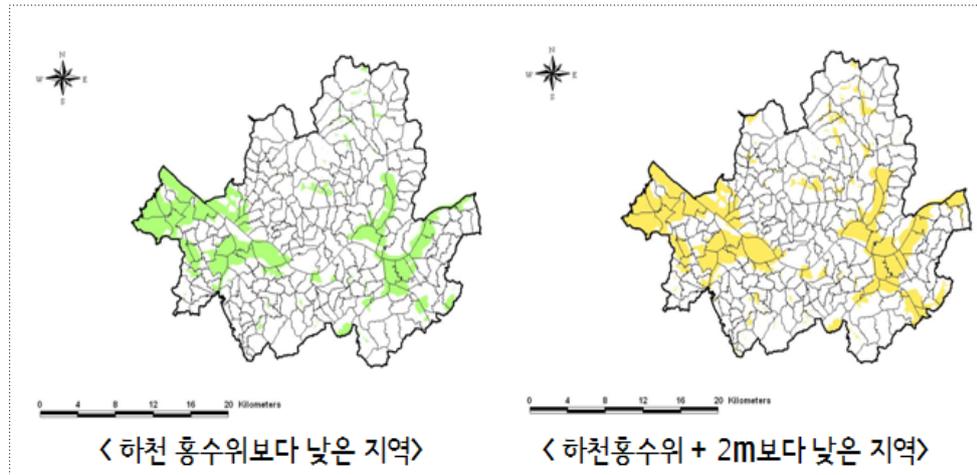
- 하수관거 중 통수능력 부족관거는 5.1~6.6%로 비교적 양호한 수준
 - 서울시는 그동안 하수관거 정비·개량, 빗물펌프장 신·증설, 저류시설 설치 등의 사업을 지속적으로 시행하여 비교적 양호한 수준의 수방시설 갖추
 - 2009년 「하수도 정비기본계획」에서는 기후변화에 대응하여 하수관거를 현행 지선 5년, 간선 10년에서 향후 지선 10년, 간선 30년 빈도로 상향할 계획

- 총 하수관거 9,380km 중 기존 설계빈도에 의한 통수능력 부족관거는 476km(5.1%)
- 향후 확률년수 상향을 고려하면 618km(6.6%)가 적절한 우수배제능력을 갖추고 있지 못한 것으로 평가

<표 4> 서울의 하수관거 중 부족관거 연장

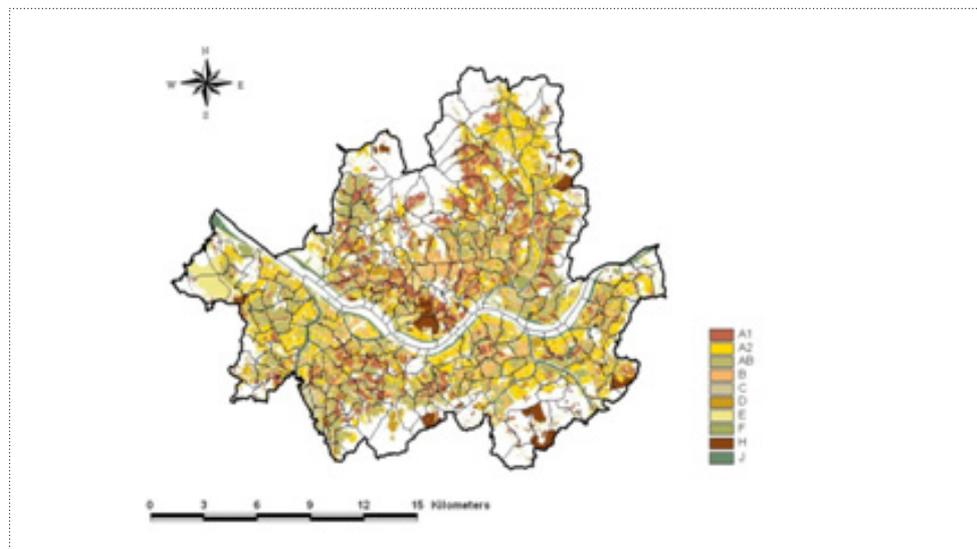
총연장(km)	통수능력 부족관거 연장(km)	
	지선 5년, 간선 10년 기준	지선 10년, 간선 30년 기준
9,380	476 (5.1%)	618 (6.6%)

- 2007년 현재, 서울의 빗물펌프장 111개소 중 20년 빈도 기준으로 수방능력이 부족한 펌프장은 81개소, 78%(서울시, “기상이변을 대비한 수방시설 능력 향상”, 2007년 11월)
 - 5년 빈도 이하가 9개소, 10년 빈도 72개소, 20년 빈도 24개소, 30년 빈도 이상 6개소
 - 2012년까지 한강주변 빗물펌프장 일부를 제외하고는 30년 빈도로 상향할 예정
- 저지대, 지하공간 개발로 수해에 취약한 도시공간 증가가 근본적인 문제
- 비교적 양호한 수준의 수방시설에도 불구하고, 고밀화 및 불투수층 확대, 토지자원 희소화에 따른 저지대 및 지하공간 개발로 수해에 매우 취약한 도시공간을 형성
 - 서울시 전체면적(605.7km²) 중에서 하천계획홍수위보다 낮은 표고의 지역은 18.1%, 계획홍수위+2m보다 낮은 표고의 지역은 33.9%



[그림 5] 하천홍수위를 기준으로 본 서울의 저지대 분포

- 2010년 biotop 조사자료에 따른 서울의 불투수지역 비율은 65.3%



[그림 6] 서울의 불투수지역 분포

II. 외국의 수해방지를 위한 정책

일본 도쿄도의 호우대책

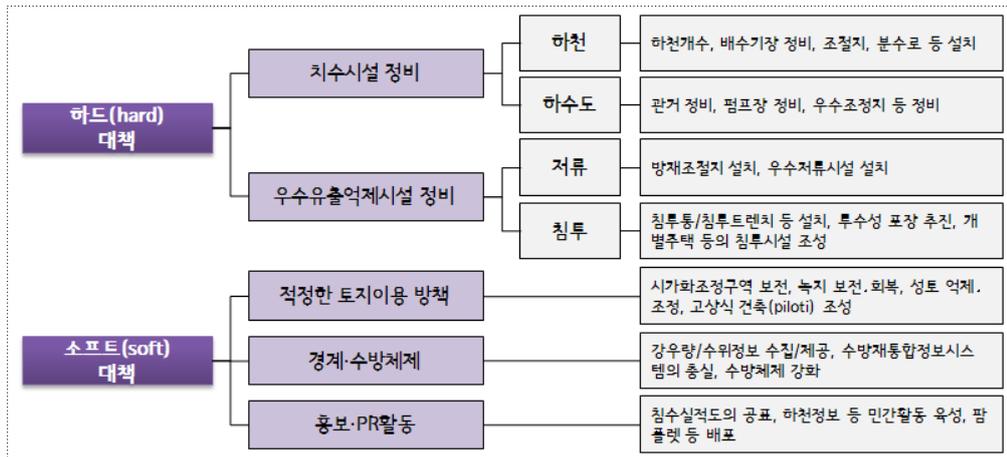
- 2007년 「도쿄도 호우대책 기본방침」을 수립
 - 도쿄도는 2005년 대규모 침수피해를 계기로 시간당 50mm를 초과하는 집중호우에 대비하기 위하여 대책촉진지역을 선정
 - 기존 시설대책에 더하여 거실침수 등 방지대책, 시민의 생명을 지키기 위한 대책, 시민의 역할분담 명확화 등 다양한 대책을 추진

<표 5> 도쿄도 호우대책 기본방침(2007년)에 의한 중장기 목표 강우량

대상기간	대상지역	호우대책 목표 강우량
중기 (10년 후)	대책촉진지역	-시간당 55mm 강우에 거실이나 지하공간 침수피해 방지 -기왕최대강우가 발생하는 경우 생명의 안전 확보
장기 (30년 후)	동경도 전역	-시간당 60mm 강우에 침수발생 해소 -시간당 75mm 강우에 거실이나 지하공간 침수피해 방지 -기왕최대강우가 발생하는 경우 생명의 안전 확보

- 하드(hard) 대책과 소프트(soft) 대책을 포함하는 종합적인 침수방지대책
 - 하천정비 분야에서는 하천이나 저류시설(조절지) 등의 정비를 통해 하천시설 전체에 대해 시간당 50mm에 상당한 강우에 대응
 - 장기적으로 시간당 50mm를 초과하는 강우에 대응
 - 하수도정비 분야에서는 시간당 50mm에 상당한 강우에 대응할 수 있도록 주요 하수관거나 펌프장을 중점적으로 정비
 - 대규모 지하상가 주변에서는 시간당 70mm 강우에 대응
 - 우수유출억제 분야에서는 강우를 가능한 하천이나 하수도로 흘려보내지 않

- 기 위해 유역전체에 걸쳐 침투대책과 개인주택의 침투시설 설치를 촉진
- 시간당 5mm 강우 상당량의 빗물유출을 억제
- 침수피해를 경감하는 집만들기 및 마을만들기 대책 추진
 - 고상식 건축(piloti)이나 방수판 설치 등을 촉진하기 위해 기존 지원제도를 확충하고 요강(要綱)이나 조례 등을 제정
 - 시민의 생명과 신체를 지키는 피난대책으로 건물의 상층부 피난대책 마련, 강우 상황이나 하천 및 하수도의 수위정보 제공



[그림 7] 도쿄도의 종합침수대책 주요 내용

- 「지하공간 침수대책 가이드라인」을 제정하여 기술적 지침을 제시
 - 반지하주택 등 지하공간 침수방지를 위해 자금지원 등 다양한 대책 추진
 - 각 시정촌은 지하공간 침수대책에 관한 규제 및 요강(要綱)을 마련하고, 침수위험지역에서 지하실 등을 설치하는 경우에는 침수대책서를 제출하도록 의무화
 - 침수방지를 위한 고상식 건축, 방수판 설치, 배수펌프 구입 등에 대해 비용을 지원

영국 및 런던의 홍수위험관리

□ 홍수위험평가제도와 홍수구역 구분을 통한 개발 제어

- 수해방지를 위해 3단계 홍수위험평가제도 시행
 - 광역적 차원에서는 광역홍수위험평가(RFRA: Regional Flood Risk Appraisal), 도시적 차원에서는 전략적 홍수위험평가(SFRA: Strategic Flood Risk Assessment), 개별 개발대상지 단위에서는 홍수위험평가(FRA: Site-specific Flood Risk Assessment) 실시

<표 6> 영국에서의 공간적 범위에 따른 3단계 홍수위험평가제도

홍수위험 평가	광역적 홍수위험평가 (RFRA: Regional Flood Risk Appraisal)	전략적 홍수위험평가 (SFRA: Strategic Flood Risk Assessment)	개발대상지에 대한 홍수위험평가 (FRA: Site-specific Flood Risk Assessment)
범위	· 해당지역의 홍수위험문제에 대하여 광범위한 조망 · 광역적 수준에서 홍수위험 관리대책이 필요한 지역을 식별하고 개발지역의 공간적 배분에 영향을 미치기 위함 · 하위지역단위에서 보다 상세한 연구가 필요한 핵심지역을 부각시킴	· 토지이용계획결정에 정보를 제공하기 위해 모든 형태의 홍수위험을 평가 · 지방계획기관으로 하여금 순차검증(Sequential Test)을 적용하고, 개발대상지를 할당하며, 홍수위험을 감소시키기 위한 기회를 식별 · 기후변화의 영향을 고려	· 개별부지 또는 개별 개발사업에 대한 평가 · 당해 개발과 관련된 모든 형태의 홍수위험을 고려하고, 중요한 위험에 대해서는 세부적인 평가 수행 · 기후변화를 고려하고, 잔존 위험에 대처하며, 적절한 수준의 위험관리방안 제시
담당기관	광역계획기구 또는 광역계획기구가 지방계획기구 등과 공동으로 실시	지방계획기구 또는 지방계획기구가 타 지방계획기구 등과 공동으로 실시	FRA를 요하는 신규개발사업자

출처: U.K. Communities and Local Government, *Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk*, 2006

- 홍수구역(Flood Zone) 구분을 통한 개발사업 및 개발행위의 순차적 제어 (Sequential Test)
 - 홍수위험평가에 따라 홍수구역이 구분되며, 홍수구역, 즉 홍수위험도에 따라 개발우선순위 부여, 허용용도·시설, 허가조건 등도 부여

<표 7> 영국의 계획체계에서 홍수구역(Flood Zone)의 구분과 입지제한

홍수구역	정의	적합한 토지용도
존 1 (Low Probability)	연간 침수확률 1/1,000 미만(<0.1%)	·모든 용도 적합
존 2 (Medium Probability)	연간 침수확률 하천 1/100~1/1,000(1~0.1%), 해안지역 1/200~1/1,000(0.5~0.1%)	·물과 부합하는(water-compatible) 용도, 홍수에 취약도 다소 높거나(more vulnerable) 낮은(less vulnerable) 용도, 필수인프라 ·홍수에 취약도가 매우 높은(highly vulnerable) 용도는 적용되는 순차검증(Sequential Test)에 달려 있지만, 예외검증(Exception Test)을 통과하는 경우에는 허용
존 3a (High Probability)	연간 침수확률 하천 1/100 이상(>1%), 해안 1/200 이상(>0.5%)	·물과 부합하는(water-compatible) 용도, 홍수에 취약도 낮은(less vulnerable) 용도 ·홍수에 취약도가 매우 높은(highly vulnerable) 용도 불허 ·홍수에 취약도가 다소 높은(more vulnerable) 용도와 필수인프라는 예외검증(Exception Test)을 통과하는 경우에는 허용(필수인프라는 침수 시 운영가능하며 안전하게 설계·건설되어야 함)
존 3b (Functional Floodplain)	홍수 시 물이 흐르거나 저류되는 지역으로서 전략적 홍수위험평가(SFRA: Strategic FRA)에서 식별(연간 침수확률 1/20 이상(>5%) 또는 극한홍수(0.1%)로 설계된 지역 등)	·물과 부합하는(water-compatible) 용도와 이 지역에 있어야 하는 필수인프라 ·①침수 시 운영가능하고 안전하며, ②홍수터 저류의 손실없이 없어야 하며, ③물의 흐름을 방해하지 않아야 하며, ④여타지역의 침수위험을 증가시키지 않도록 설계·건설되어야 함 ·필수인프라는 예외검증(Exception Test)을 통과해야 함

출처: U.K. Communities and Local Government, *Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk*, 2006

□ 지속가능도시배수체계(SUDS)를 적극적으로 적용

- 홍수관리를 위한 배수체계는 하천 및 하수도시설을 중심으로 하는 구조적인 대책이 주류를 이루고 있으나, 최근에는 기존 구조적인 대책에 더하여 입지, 토지이용, 건축물, 대피체계 등 보다 종합적인 대책이 강조되는 추세
- 특히 최근에는 노면수 유출관리를 위하여 지속가능도시배수체계(SUDS: Sustainable Urban Drainage Systems)를 적극적으로 적용

<표 8> 영국의 지속가능도시배수체계(SUDS)의 주요 기법

기법	설명
식생여과지대(Filter Strip)	인근 불투수지역으로부터의 유출을 처리하기 위하여 조성된 넓고 완만한 경사의 녹지대 지역
저습지(Swale)	녹지로 피복된 넓고 얇은 통로로, 유출수를 이송하고 저류하며, 우수를 지하로 침투시킴
침투저류지 (Infiltration Basin)	유출수를 저류하기 위한 지표면의 저지대로, 미적 가치와 어메니티를 제공하기 위해 조경이 이루어짐
저류연못(Wet Pond)	수질처리 및 저류를 위한 영구적인 연못으로, 어메니티 및 야생동식물 서식처로서도 기능
다목적 저류지 (Extended Detention Basin)	평상시에는 건조한 상태로 공원 등 다른 목적으로 이용되지만, 일정 유출량 이상에 대해서는 저류기능을 담당
인공습지 (Constructed Wetland)	오염원 제거 및 동식물 서식처 제공을 위하여 조성된 얇은 습지대
여과배수로/다공집수관 (Filter Drain/Perforated Pipe)	여과배수로는 투수성 재료로 채워진 도랑으로 인근 지역의 노면수가 흘러들어 여과되고 이송되도록 한 것이며, 다공집수관은 여과배수로의 바닥에 설치되어 우수를 집수하고 이송
Infiltration Device	일시적인 저류기능을 담당하며, 노면수를 지하로 침투시킴
투수성 포장(Pervious Surface)	우수가 노면을 통과하여 하단부 저류층으로 침투하도록 함
지붕녹화(Green Roof)	건물지붕의 배수층 상단부에 식생으로 덮음

출처: CIRIA, *The SUDS Manual*, 2007

□ 기후변화에 따른 강우기준의 단계적인 상향

- 영국의 계획정책지침(Planning Policy Statement) 25에서는 홍수위험관리에 있어 기후변화를 고려하기 위하여 장기적으로 강우기준을 상향

<표 9> 영국의 기후변화에 대비한 장기 강우기준 상향 권고안

구분	1990-2025년	2025-2055년	2055-2085년	2085-2115년
첨두 강우강도	+5%	+10%	+20%	+30%
첨두 하천홍수량	+10%	+20%		
내류지역 풍속	+5%		+10%	
극한 파고	+5%		+10%	

출처: U.K. Communities and Local Government, *Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk*, 2006

- 2008년 런던플랜(London Plan)에서의 지속가능 홍수위험관리정책
 - 전략적 홍수위험평가를 실시하여 개발에 적합한 입지와 홍수위험관리가 필요한 입지를 식별하여 관리
 - 홍수위험지역에서 개발이 허용되는 경우, 기존 홍수위험을 관리함은 물론 미래에 기후변화의 결과로서 증가하는 위험과 영향 또한 관리
 - 새로운 홍수터의 창출, 오픈스페이스 등 자연적인 홍수터의 보전과 같은 홍수위험관리를 위한 지역을 식별하고 활용
 - 템즈강하구 2100 연구(Thames Estuary 2100 Study), 광역홍수위험평가(RFRA), '템즈유역홍수관리계획(Thames Catchment Flood Management Plan)'에 제시된 결과를 최대한 반영
 - 노면수 유출은 가능한 발생원 가까이에서 관리되어야 하며, 개발지역에서는 지속가능도시배수체계(SUDS)의 적용을 촉진
 - 지하수 용출지역에서는 용출수의 환경친화적 활용대책 강구
 - 한편, 2008년 런던기후변화적응전략(London Climate Change Adaptation Strategy)에서는 홍수위험관리를 위해 하천 및 내수침수위험을 줄이고 도시 핵심기반시설을 보호하기 위한 대책에 정책적 우선순위 부여
 - 도시전역에 대해 녹화사업(urban greening) 전개
 - 정보제공을 통한 시민들의 홍수위험에 대한 인식 제고
 - 홍수위험관리를 개선하기 위해 중앙정부와 긴밀히 협력
 - 홍수위험에 처한 핵심기반시설 및 취약지역 식별 및 보호
 - 런던의 배수체계를 지도화하고 노면수 홍수위험을 줄이기 위한 대책 마련

Ⅲ. 수해방지를 위한 서울의 정책방향

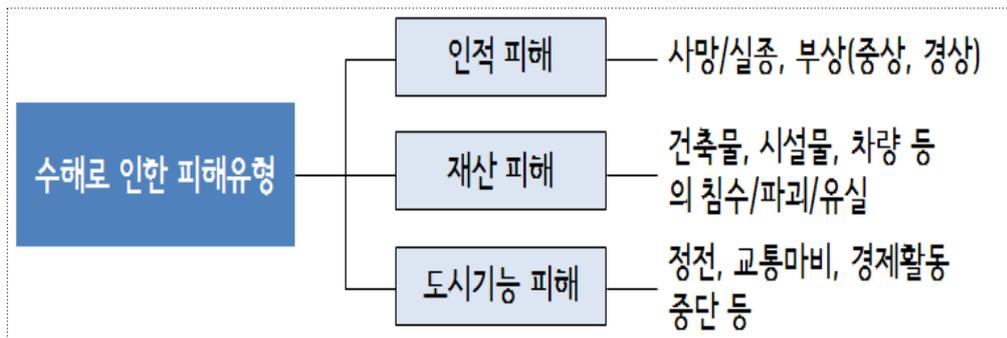
취약지역 중심으로 종합적인 수방대책 집중

- 기후변화와 그에 따른 기상이변을 분명한 현실로 인정하고 장기간 일정수준 이상의 항상적인 투자 필요
 - 구조적·비구조적 대책의 종합적 적용과 취약지역을 중심으로 선택과 집중
 - 기존의 수방대책은 주로 하수관거, 펌프장, 최근에는 저류시설 등 시설물 중심의 구조적 대책이 중심
 - 앞으로는 저류시설 및 침투시설 설치, 저지대 반지하주택을 비롯한 상습 침수지역 정비, 재해 예·경보체계를 비롯한 정보전달체계 강화, 시민들의 자율적인 방재태세 강화와 책임 부여 등 비구조적 대책을 병행
- 주요 추진전략

사업영역	전략
수해방지를 위한 방재 성능목표 상향 조정	<ul style="list-style-type: none"> · 인명과 재산, 도시기능 중에서 인명보호를 정책적으로 최우선시 · 중기목표로서 시간당 100mm 강우에 의한 침수피해방지 설정 · 기존에 제시된 방재성능목표의 타당성에 대한 냉정한 검토와 이를 실현하기 위한 구체적인 대책 수립
종합적인 수해방지체계 구축	<ul style="list-style-type: none"> · 서울시 부서간, 자치구간 협력과 통합재난관리체계 구축 · 수방시설 설계기준의 지역적 차등화와 상향 · 모니터링 및 예·경보체계 확대·고도화 · 시민참여와 자율방재능력 강화
위험도평가에 기반한 도시공간 조성	<ul style="list-style-type: none"> · 계획단계에서 재해위험도와 취약도를 고려하여 공간계획 수립 · 저지대 반지하주택 등에 대해서는 정비와 지원을 통해 점진적 개선 · 정비사업을 재해위험해소를 위한 기회로 최대한 활용 · 평상시 활용을 염두에 둔 수방시설대책 마련

수해방지를 위한 방재성능목표 상향조정

- 인명과 재산, 도시기능 중에서 인명보호를 정책적으로 최우선시
 - 지금까지의 수해방지를 위한 목표는 외력(外力)으로서의 강우를 중심으로 설정하였으나, 앞으로는 인명피해를 최우선으로 두고 이를 최소화할 수 있는 강우기준을 방재성능목표로 설정할 필요
 - 이런 점에서 금번 7.27 집중호우로 16명의 사망자를 발생시킨 우면산 산사태와 많은 이재민을 발생시키는 저지대 반지하주택 등 상습침수지역에 정책적 심각성을 부여할 필요



[그림 8] 수해로 인한 직접적인 피해유형

- 중기목표로서 시간당 100mm 강우에 의한 침수피해 방지를 목표로 설정
 - 2009년 「하수도 정비기본계획」에서는 장래 기후변화에 대응하여 하수관거를 현행 지선 5년, 간선 10년 빈도(75mm/hr)에서 향후 지선 10년, 간선 30년 빈도(91mm/hr)로 상향할 계획
 - 2011년 7월말 집중호우에 따른 대책에서는 시간당 100mm(약 50년 빈도) 강우량에 대한 침수피해방지를 목표로 하수관거 용량 확대, 저류시설 확충, 저지대 상습침수지역 정비 등을 추진할 계획

- 한편, 2010년 12월 발표된 소방방재청의 방재성능목표에서는 장기계획(2040년)으로 시간당 120mm 강우에 의한 침수피해 방지를 제시

<표 10> 소방방재청의 서울시 방재성능목표 강우기준(2010년 12월) 및 주요 대책

단기계획(2015년)		중기계획(2025년)		장기계획(2040년)	
1시간	3시간	1시간	3시간	1시간	3시간
95mm	170mm	105mm	190mm	120mm	220mm
30년 재현기간 상당 강우량으로, 하수관거 및 빗물펌프장 용량 확대		70년 재현기간 상당 강우량으로, 하수관 용량 확대 외에 침투시설, 저류시설 확대 등 우수유출저감시설을 통한 유역관리 강화		100년 재현기간 상당 강우량으로, 중기계획 이외에 건축 및 토지이용규제, 예경보체계 고도화, 방재거점, 시민방재 참여 등을 통한 비구조적 대책 적용	

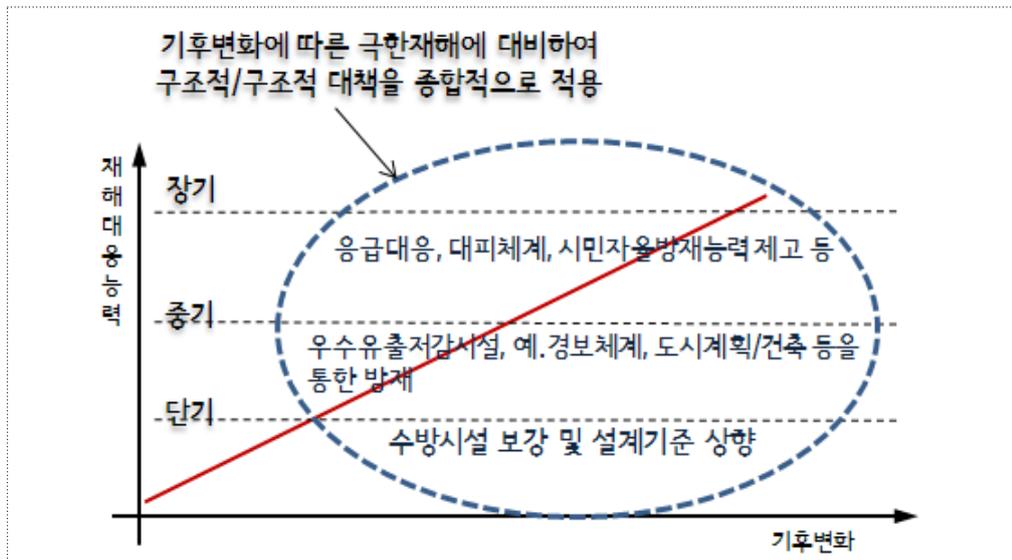
- 기존에 제시된 방재성능목표의 타당성에 대한 냉정한 검토와 이를 실현하기 위한 구체적인 대책 수립
- 「하수도 정비기본계획」에 의한 지선 10년 간선 30년 목표는 소방방재청의 단기목표에 상당
- 시간당 100mm 방재목표는 소방방재청의 중기목표에 상당
- 중요한 것은 기왕에 제시된 방재성능목표의 경제적·사회적 타당성과 실현 가능성에 대한 냉정한 검토와 종합적인 장단기 실행대책 마련

종합적인 수해방지체계 구축

- 서울시 부서간, 자치구간 협력과 통합재난관리체계 구축
- 기존의 시설물 중심의 대책으로는 극한기상재해를 예방하는데 한계가 있고

타당성 확보도 어려움

- 따라서 재해의 예방 및 피해 최소화를 위하여 구조적 대책과 비구조적 대책을 종합적으로 적용할 필요가 있으며, 이를 위해 서울시의 다양한 부서와 자치구들 간의 협력과 통합적인 재난관리체계 필요



[그림 9] 기후변화에 대비한 종합적인 수방대책의 개념

□ 수방시설 설계기준의 지역적 차등화와 상향

- 상습침수지역 등 재해발생이 빈번하거나 예상되는 지역에 대해서는 통상적인 수방시설기준보다 강화하고, 장래 서울의 기후변화 시나리오를 고려하여 점진적으로 상향
- 지역별 재해위험도를 평가하고, 그에 따른 적정 시설기준을 마련
- 기후변화 시나리오에 따른 시설기준 상향을 위한 구체적인 이행계획 마련

□ 모니터링 및 예·경보체계 확대·고도화

- 시민과 재난관리부서가 기상 및 재해관련 정보를 전달받아 행동계획에 참

조할 수 있도록 실시간 예·경보체계 구축

- 중소하천 중에서 시민들이 많이 이용하는 하천과 상습침수지역의 복개하천 등에 실시간 자동측정 및 예·경보시스템을 구축
- 토사예측 및 관리시스템 구축
- 장기적으로 서울시 자체적인 강우레이더 도입을 통한 기상예측·예보시스템 등 필요
- 시민들에게 침수상황정보, 침수취약지역정보, 대피정보 등을 온라인 지도, 휴대폰을 비롯한 모바일 정보전달채널 등을 통해 적극적으로 제공

□ 시민참여와 자율방재능력 강화

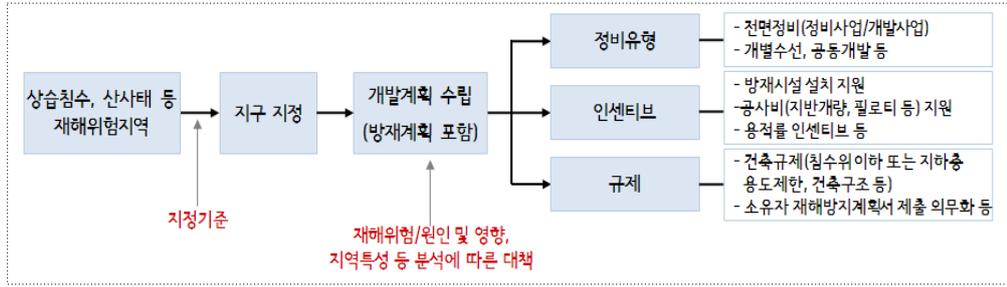
- 재해에 대한 행정기관의 책임에 더하여 시민·기업의 역할과 책임을 대폭 강화
- 현재 지나치게 관 주도의 안전관리와 책임성이 강조되고, 시민들의 참여와 역할, 책임은 부족한 실정
- 시민참여와 자율적인 방재능력을 강화하기 위해 정보 제공, 홍보, 교육과정과 연계한 교육프로그램 개발, 풍수해보험 등 재해보험 활성화
- 인터넷, SNS, GIS 등 정보기술을 시민참여 활성화에 적극적으로 활용

위험도평가에 기반한 도시공간 조성

□ 계획단계에서 재해위험도와 취약도를 고려하여 공간계획 수립

- 정비사업·개발사업, 개별 개발행위(건축, 형질변경 등) 추진시 재해위험도를 사전에 분석·평가하여 계획에 반영

- 특히, 계획단계에서 재해측면에서의 사전검증이 취약한 개별적인 건축, 형질변경 등 개발행위에 대한 관리를 강화
- 재해실적, 재해 발생가능성, 취약성 등에 관한 정기적이고 체계화된 상세한 조사체계를 강화하고, 조사된 정보를 지도(map) 등의 형태로 구축하여 보급
- 토지이용, 기반시설, 개별 건축물 등을 재해위험도와 취약도를 고려하여 배치함으로써 '침수가 발생해도 피해가 없는' 도시공간 조성
- 저지대 반지하주택 등에 대해서는 정비와 지원을 통해 점진적 개선
 - 저지대, 반지하주택 등 상습침수지역 등에 대해서는 점진적으로 위험을 해소하도록 유도하고, 건축물 신축 등 개발행위에 대해 엄격히 관리(예: 지반고 승고, 필로티, 이격거리, 보강공법 등)
 - 특히 반지하주택, 지하공간 등에 대한 침수방지지침 마련 및 침수해소를 위한 규제 및 지원대책 마련
 - 도쿄도는 침수방지대책가이드라인 및 규제·요강 마련, 소유자에게 침수방지계획서 제출 의무화, 침수해소를 위한 자금지원 및 용자 등 시행
- 정비사업을 재해위험 해소를 위한 기회로 최대한 활용
 - 도시개발·정비사업을 재해위험 해소를 위한 기회로 적극 활용하여 규제와 인센티브의 균형을 도모하는 한편, 근원적이고 항구적인 재해예방 도모
 - 특히 사문화되어 있는 도시계획상 용도지구인 방재지구를 활성화하기 위해 조례를 통해 지정요건, 정비사업 및 각종 지원제도와 연계 등 시행방안 마련



[그림 10] 방재지구 지정을 통한 재해위험해소를 위한 정비의 개념

□ 평상시 활용을 염두에 둔 수방시설대책 마련

- 다른 재난유형에 비해 수해는 상대적으로 발생빈도가 크지 않기 때문에 막대한 비용이 수반되는 수방시설투자의 타당성을 확보하기 위해서는 평상시 활용을 위한 방향으로 시설대책을 마련
- 예컨대, 저지대에 공원은 비상시에 저류시설로 활용될 수 있는 한편, 평상시에는 시민휴식공간으로 이용
- 기존의 공원·녹지 일부에 대해 방재공원의 개념을 추가하여 평상시 사용과 재해시 사용을 동시에 고려

신상영 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1293
syshin@sdi.re.kr

이석민 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1302
lsm@sdi.re.kr

박민규 | 서울시정개발연구원 초빙부연구위원
02-3290-3912
mkhoin@korea.ac.kr