



# 서울시의 수방대책과 중장기 과제



**신 상 영**

서울시정개발연구원  
연구위원  
syshin@sdi.re.kr



**이 석 민**

서울시정개발연구원  
연구위원  
lsm@sdi.re.kr

## 1. 머리말

서울시는 최근 2010년 9월과 2011년 7월 연이어 큰 수해를 입었고, 이에 따라 기후변화 대응과 수해방지가 최대의 정책과제로 대두되었다. 서울시는 이미 2009년 「하수도정비기본계획」에서 장기적인 수방능력 향상을 위해 하수도 설계기준을 간선 10년 지선 5년에서 간선 30년 지선 10년으로 상향한 바 있으며, 2011년 8월에 발표된 「도시수해안전망 종합개선대책」에서는 도시방재 패러다임을 이상기후 대비체제로 전환하고, 시간당 강수량 100mm 방재목표수준을 설정하여, 이를 달성하기 위한 구조적·비구조적 대책을 망라한 종합적인 대책을 제시한 바 있다.

서울시는 하천, 하수도, 펌프장, 저류시설 등에 있어서 비교적 높은 정비수준에 있지만, 급속한 도시화의 소산으로 인해 저지대, 구릉지, 지하공간과 같은 재해취약공간의 양산, 과도한 불투수율 등으로 수해에 근본적인 취약성을 안고 있다. 한편 기후변화의 영향으로 서울시의 강수량과 강우강도는 지속적으로 증가하는 추세에 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 심화될 것으로 예측되고 있다. 따라서 중장기적인 관점에서 기후변화의 영향에 대처하고 도시공간의 수해 취약성을 근본적으로 낮추기 위한 방안이 마련되어야 한다.

이 글에서는 최근 침수피해 및 사면재해를 중심으로 서울시가 추진하고 있는 대책들을 살펴보고,

수해에 보다 안전한 도시를 만들기 위한 장기적인 과제를 짚어보고자 한다.

## 2. 서울의 최근 수해현황

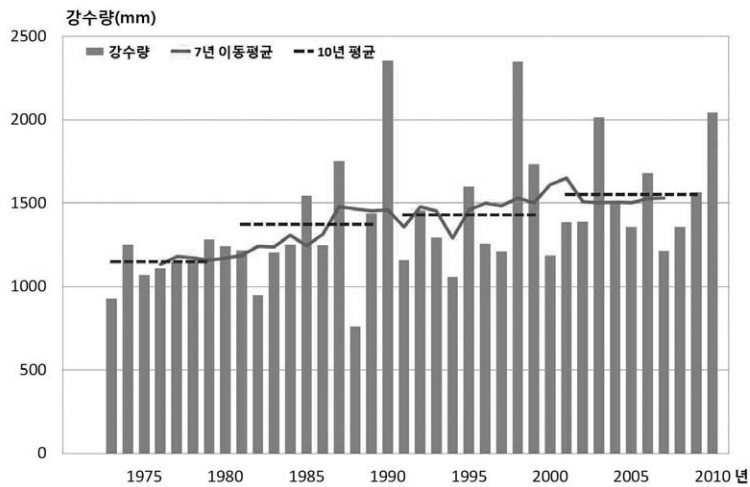
서울의 강우패턴은 강수량 증가, 강우강도 증가로 요약할 수 있다. 1970년대 이후 서울의 강수량은 지속적으로 증가하는 추세에 있으며, 가장 최근인 2001~2010년 10년 평균 강수량은 1,550.2mm로 가장 높은 수준에 있다. 서울지점의 기상청 일강우 자료를 통해서 보면, 일정 강우강도 이상의 발생횟수 또한 증가추세에 있는데, 특히 1980년대 이후 뚜렷한 증가추세를 보이고 있다.

서울에서 수해를 유발하는 강우는 태풍보다는 주로 집중호우이다. 과거 30년 동안 큰 수해가 있었던 해는 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 2001년, 2010년, 2011년 등이다. 침수피해는 주로 저지대를 중심으로 반지하주택, 지하도로나 지하도상가와 같은 지하공간, 도로 등 내수침수피해가 주류를 이루며, 서남부지역을 비롯하여 강남지역, 중랑천 연변 등 서울시 전역에 광범위하게 분포해 있다.

가장 최근에 발생한 2010년 9월과 2011년 7월 집중호우로 인한 피해를 중심으로 살펴보면, 2010년 9월 침수피해의 경우, 9월 21일과 22일 이틀간

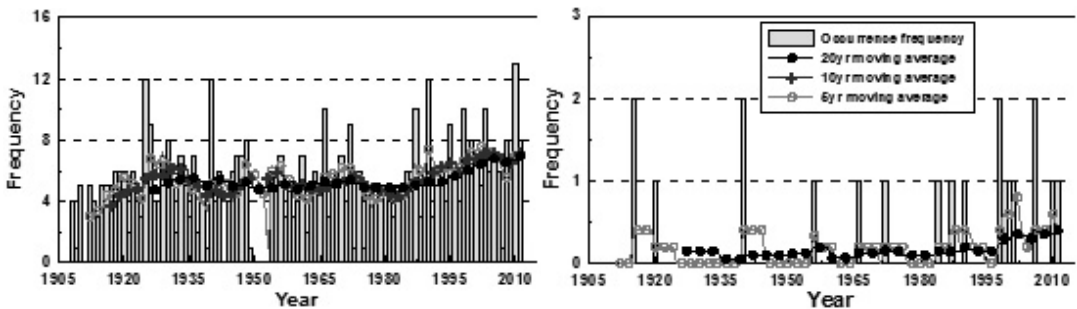
집중호우로 인한 누적강수량이 259.5mm에 이르며, 강서구 화곡동 일대는 시간당 최대강수량 98.5mm 기록하였다. 2011년 7월 침수피해의 경우, 2011년 7월 26일에서 28일까지 3일간 누적강수량이 595mm인데, 이는 평년 연강수량의 41%에 이르는 막대한 양이다. 특히 관악구에서는 시간당 111mm로 기상관측사상 최고치를 기록하였다.

한편, 2011년 7월말 호우의 경우에는 우면산 산사태(토석류)로 인하여 19명이 사망하는 참사를 빚었다. 서울에서 사면재해가 발생하는 지역은 주로 시가화지역의 도로사면과 비시가화지역 경계부의 산지 및 공원·녹지, 도로나 주택가의 축대·옹벽, 비탈면(자연·인공) 등이다.



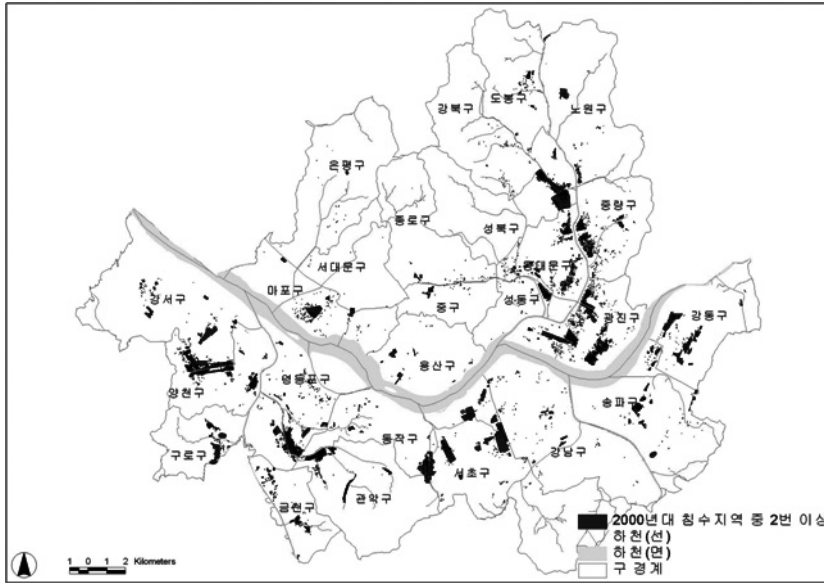
자료: 기상청, 2011년

〈그림 1〉 서울의 연강수량 변화(1973~2010년)



〈그림 2〉 기상청 일강우자료를 통해서 본 일정 강우강도 이상의 호우 발생횟수  
(좌: 50mm/일 이상, 우: 200mm/일 이상)

기획특집



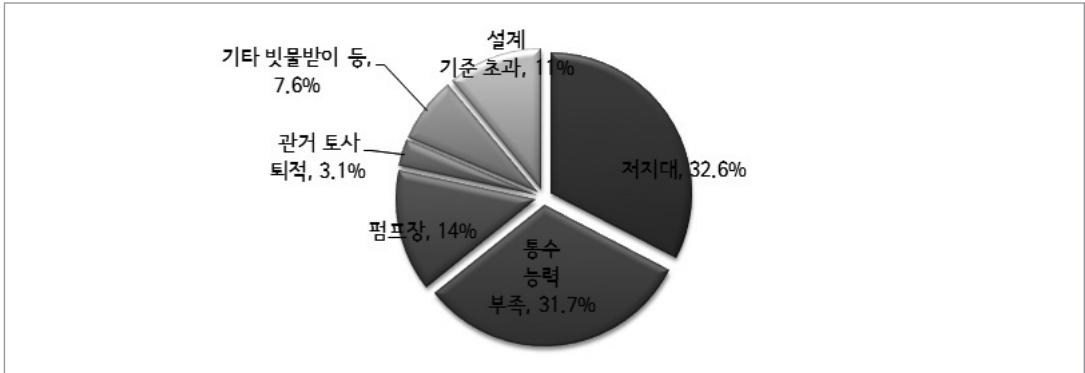
〈그림 3〉 서울의 2000년대 이후 침수피해지역 중 2회 이상(1980년 이후) 침수피해지역



〈그림 4〉 서울의 2010년 및 2011년 산사태 발생지역

최근 수해의 가장 근본적인 원인은 배수시설용량을 초과하는 집중호우라고 볼 수 있지만, 수해에 근본적으로 취약한 도시공간으로 인해 피해를 가중시켰다고 볼 수 있다. 즉, 서울은 양호한 수준의

배수시설체계를 갖추었음에도 불구하고, 도시화로 인한 불투수층 증가, 저지대 및 지하공간 개발 등으로 고질적인 침수취약지역이 존재할 수밖에 없으며, 사면재해 또한 급경사지를 포함하여 경사



〈그림 5〉 서울의 침수피해 원인

〈표 1〉 서울의 배수시설 현황

구분	시설 현황
하천	55개소(일반 36개소), 한강·안양천 200년빈도, 중랑천·탄천·목감천 100년빈도 등
하수관거	총연장 10,291km - 간선관거(10년빈도) 2,356km, 지선관거(5년빈도) 7,935km
빗물펌프장	111개소 (30년빈도 35개소, 10년빈도 이하 63개소)
빗물저류시설	16개소 9만5천톤, 개발사업 연계 44개소 17만9천톤

지에서 과도한 시가지 개발로 인해 인공비탈면, 축대·옹벽 등 취약공간이 산재해 있는 것이 문제이다.

### 3. 서울의 최근 수해대책

#### 1) 수해안전망 종합개선대책

최근 서울의 수해와 관련된 주요 계획 및 대책으로는 우선 2009년 수립된 「하수도정비기본계획」

이 있는데, 이 계획에서는 하수관거 설계빈도를 기존의 간선 10년, 지선 5년에서 간선 30년, 지선 10년으로 상향하는 것을 포함하고 있다. 수해에 대한 종합적인 대책은 2010년 9월말 수해와 2011년 7월말 수해를 계기로 2011년 8월에 마련된 「도시수해안전망 종합개선대책」에서 담고 있는데, 이 대책은 도시방재 패러다임을 이상기후대비 체제로 전환하고 시간당 100mm 수준으로 도시방재목표를 상향하는 것을 골자로 하고 있다.

〈표 2〉 서울시 「수해안전망 종합개선대책」(2011년 8월)의 주요 내용

구분	주요 대책
시설물 투자계획	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 침수지역 하수관거 능력 향상(47개 배수분구 1,340km)</li> <li>• 침수지역 수해방지 우선대책(관거 154km, 빗물펌프장 47개소 및 노후 펌프 교체, 빗물저류조 25개소, 하천정비 45km)</li> <li>• 대심도 빗물저류배수시설(광화문 포함 7개소, 19km)</li> <li>• 사면 및 지하주택 관리 등(산사태 방지, 물막이판·하수 역류방지장치 등 추가 설치)</li> </ul>

기획특집

소규모 침수예방사업 우선 시행	<ul style="list-style-type: none"> <li>수중자동펌프, 물막이판, 하수 역류방지시설 추가 확대 보급</li> <li>기존 악취차단 빗물받이 재점검 및 교체</li> <li>촉구 빗물유입시설 확대 및 연속형 빗물받이 추가설치</li> </ul>
사면 등 급경사지 관리 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>사면 전수조사 및 과학적 관리 체계 마련 등 '사면 방재 시스템' 구축</li> <li>주택, 도로 등 기타 급경사지에 대한 DB 구축 및 위험 방지 조치 시행</li> <li>산사태·급경사지 관리 전담조직 신설 및 인력 보강</li> </ul>
재난 대응·복구 체계 개선	<ul style="list-style-type: none"> <li>시·구, 자치구 상호간 재해재난 복구 행정협력 강화</li> <li>도로, 교통 및 Lifeline(전기, 가스, 통신, 수도 등) 등 재난수습부서별 자체근무체계 재정립·총력 대응 이행</li> <li>신속한 교통통제를 위한 관련기관간 연계 체계 강화</li> <li>대규모 재난 상황관리 강화를 위한 현장지휘본부 설치(재난안전대책본부 조직 개선)</li> <li>주민, 전문가, 시민단체, 공무원 등으로 구성된 거버넌스 구축, 지역자율방재단, 돌봄공무원 체계와 연계, 찾아가는 방재교육 시행</li> </ul>
위기상황 예측·전파시스템 업그레이드	<ul style="list-style-type: none"> <li>하천 홍수경보시스템 추가 구축</li> <li>기상청 '차세대 도시기상 융합 스마트기술'을 활용한 재난대응 강화</li> </ul>
도시개발 시작 단계부터 안전 확보	<ul style="list-style-type: none"> <li>주택 재개발·재건축시 저지대 대지 상향 및 반지하 주택 억제 (차수판 설치 의무화 추진)</li> <li>생태면적을 확보, 분산형 빗물관리시설 활성화(필요대상지 빗물저류시설 설치 의무화)</li> <li>사전재해영향성 검토 제도 강화, 도시계획 법령 개선(도시관리계획 수립시 풍수해저감종합계획 반영 의무화, 계획구역 밖에 방재시설 설치시에도 용적률, 건폐율, 높이 완화)</li> </ul>

한편, 서울시의 대책과 관련하여 언급할 필요가 있는 것이 국무총리실의 민간합동TF에 의해 2011년 12월에 마련된 「기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책」이다. 이 대책은 전국적인 차원의 대책

이기는 하나, 서울의 연이은 대규모 침수와 산사태가 중요한 계기가 되었다는 점에서 상당부분 유사한 내용을 담고 있다.

〈표 2〉 국무총리실·기후변화 대응 재난관리 개선 종합대책 (2011년 12월)의 주요 내용

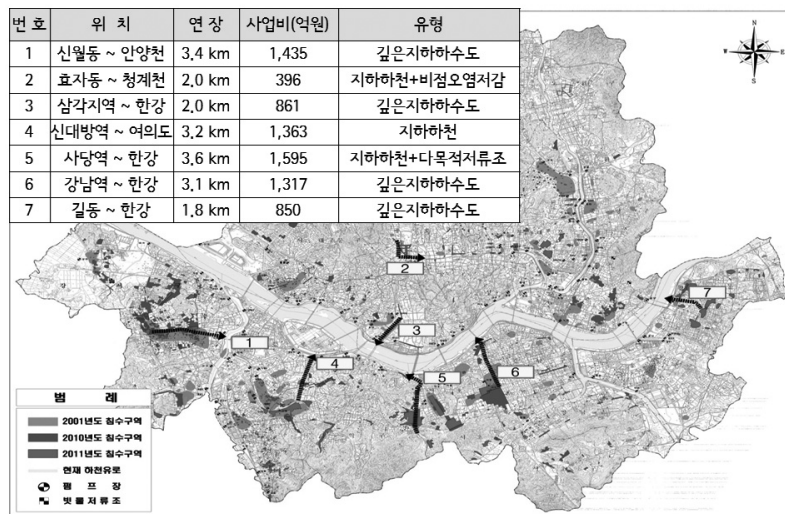
구분	주요 대책
빠르고 정확한 기상 및 재해예측	<ul style="list-style-type: none"> <li>2100년까지의 한반도 기후변화 시나리오 생산</li> <li>고해상도 예측모델 개발</li> <li>기상위성·항공기·관측선 등 입체관측망 구축</li> <li>지역별 맞춤형 홍수 예·경보</li> </ul>
도시 빗물처리가능 확충	<ul style="list-style-type: none"> <li>하수관거 확충·정비, 대심도 빗물 배수터널 설치</li> <li>하수저류시설 확충(20년까지 256개)</li> <li>빗물유출저감시설 확충(19년까지 125개)</li> </ul>
도시방재 강화 및 생활권 주변 위험 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>도시하천 유역종합 치수계획 수립</li> <li>도시계획 수립 시 재해 취약성 분석</li> <li>재해취약지역 방재지구 지정 의무화</li> <li>생활권 주변 옹벽 등 안전관리 강화</li> </ul>
통합적 재난대응 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>재난관리 법령정비, 기관별 책임 명확화</li> </ul>

통합적 재난대응 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지자체 재난관리 조직 일원화 유도</li> <li>• 재난정보 공동활용 제도화, 재난안전무선통신망 구축</li> </ul>
홍수, 가뭄대비 수자원 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국가하천, 지방하천, 소하천 유기적 정비</li> <li>• 홍수조절 댐 건설, 댐 시설 치수능력 증강</li> <li>• 가뭄대비 지하수 자원 개발</li> <li>• 재이용수, 빗물 등 친환경 대체 수자원 확보</li> </ul>
산사태 예방	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10년 동안 연간 사방댐 1천개소, 계류보전 600km</li> <li>• 활엽수 위주 재해예방 조림, 숲 가꾸기 사업</li> <li>• 산사태 예보 정밀화(읍면동 단위), 실시간 모니터링</li> </ul>
안전한 영농 기반 마련	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 농업용 저수지·배수장 보수·보강</li> <li>• 물 부족 지역 지표수 개발(464천ha)</li> <li>• 원예시설 내재형 규격시설 지원 확대</li> <li>• 태풍 진로권에 있는 어항 정비(13개)</li> </ul>
재난복구 및 인프라 강화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후변화 대응 방재기준 선진화</li> <li>• 특별재난지역선포기간 단축, 국고지원기준 현실화</li> <li>• 풍수해 및 농어업 재해보험 활성화</li> </ul>

## 2) 대심도 지하저류배수시설

서울시가 발표한 「도시수해안전망 종합개선대책」 중에서 특히 대심도 지하저류배수시설이 이슈가 되고 있는데, 대심도 지하저류배수시설은 당초 하수관거 확장, 펌프장이나 저류조 신·증설 등 기존대책으로는 근본적인 침수해소가 어려운 고질적인 저지대 배수불량지역을 대상으로 7개소(총연장

19.1km)를 계획하였다. 그 중 신월지역과 광화문지역이 우선적으로 검토되었는데, 주요 쟁점사항으로 막대한 투자비(개소당 평균 1천억원 내외 소요)에 장기간이 소요되는 대규모 토건사업이라는 점, 시설투자로 인한 효과 및 활용도, 유지관리문제 등에 대한 의문, 수해에 취약한 도시공간에 대한 보다 근본적인 접근 요구(불투수층 줄이기 등)



〈그림 6〉 서울시 빗물저류배수시설 설치 검토대상지역



기획특집

를 들 수 있다.

현 단계에서 서울시는 여타 대안의 적용가능성이 거의 없는 신월지역에 대해서는 대심도를 추진하고, 광화문지역에 대해서는 재산피해보다는 노면침수가 문제이기 때문에 하수관거 용량 확장, 빗물받이 확충과 같은 단기적인 대책과 더불어 분산형 빗물관리시스템(분산형 저류시설, 유역분할 등) 구축으로 가닥을 잡고 있다. 그리고 나머지 5개 검토대상지역에 대해서는 향후 신월지역 대심도의 효과를 검증한 후 설치여부를 판단하겠다는 계획이다.

3) 사면재해에 대한 대책

서울시는 현재 우면산을 비롯하여 사면재해 피해

지역에 대한 복구사방공사와 예상위험지역에 대한 예방사방공사를 우기에 맞추어 거의 완료단계에 있다. 또한 현재 장기적인 사면재해 예방을 위하여 서울시 전역에 걸쳐 사면전수조사 및 산사태 피해저감시스템 구축사업을 진행 중에 있는데, 여기에는 산지사면 110개소(130km<sup>2</sup>), 도로사면 약 1,500개소, 주택사면(축대/옹벽 등) 670개소 등을 대상으로 하고 있다. 또한 우면산 산사태 발생 원인을 파악하기 위하여 기존 조사되었던 래미안, 신동아아파트, 형촌마을, 전원마을을 대상으로 인위적 요인 등 보완조사를 수행하고 조사가 수행되지 못한 8군데 지역에 대해서는 추가조사를 진행 중에 있다.



〈그림 7〉 우면산 산사태(토석류) 피해지역 복구사방공사 자료화면

5. 서울시 수해방지를 위한 향후 과제

서울은 우리나라의 중추관리기능이 집중된 수도로서 인구규모와 밀도가 가장 높고 자본과 시설이 가장 집중된 지역이다. 따라서 그 어떤 지역보다도 재해 취약성 높기 때문에 매우 높은 수준의 방재능력이 요구되는 지역이다. 그 동안 서울시는 다양한 수방대책들을 적극적으로 추진해왔지만, 기성시가지 도시공간의 한계로 인하여 근본적인 대책을 펼치기에는 어려움이 있었다. 중장기적인 차원에서 서울시가 고려해야 할 과제들을 몇 가지 제시하면 다음과 같다.

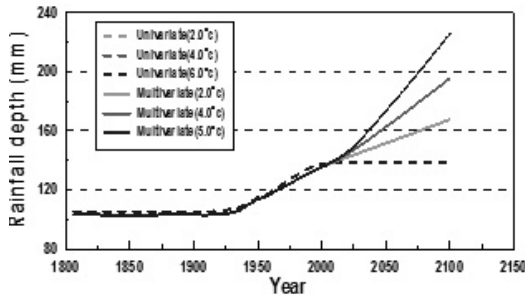
1) 장기적인 기후변화의 영향에 대응

우선 기후변화의 영향에 따른 장기적인 강수량 및 강우강도 증가를 고려한 대책이 필요하다. 기상청 기후변화 시나리오에 따르면 서울의 강수량은 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 있다. 특히, IPCC 5차 보고서의 새로운 RCP(Representative Concentration Pathways) 시나리오에 따르면, 기존의 SRES(Special Report on Emission Scenario) 시나리오에 비해 추가적인 기온상승과 강수량 증가가 전망되고 있다.

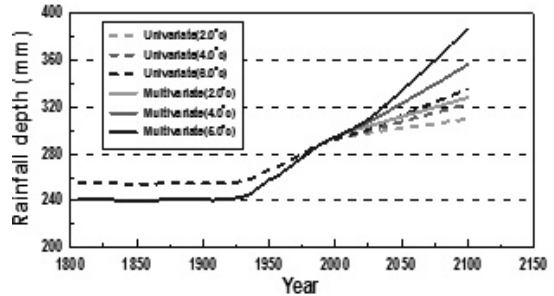
국토해양부(2008)의 연최대치 강우량과 확률강우량의 변화 예측자료에 따르면, 향후 극단적인 호

우패턴의 증가로 인해 확률강우량이 큰 폭으로 증가할 것으로 전망되고 있다. 따라서 장래 강우패턴에 대응한 장단기 방재목표수준의 설정과 이를 달

성하기 위한 종합적인 구조적·비구조적 대책의 패키지와 로드맵이 마련되어야 한다.



(a) 연최대치 강우량 (지속시간 12시간)



(b) 확률강우량 (지속시간 12시간, 50년빈도)

자료: 국토해양부(2008년)

〈그림 8〉 기후변화 시나리오 및 도시화 시나리오를 통한 강우특성 예측

## 2) 노면수 관리를 위한 종합계획 필요

서울과 같은 도시지역은 불투수율이 높아 배수 시설에 대한 의존도가 높은 한편, 최근 배수시설능력을 초과하는 집중호우가 빈번해지고 이에 따라 막대한 유출수가 도로, 택지 등에 범람하고 있는 실정이다. 그러나 현재의 개발사업, 건축과 같은 개발행위 등에서는 자연적인 노면수 유출경로를 고려한 개발입지, 토지이용계획, 도로·공원 등 시설물계획이 대단히 미흡하다,

따라서 우수유출관리의 일환으로 자연적인 우수유출경로를 고려한 개발관리와 함께 집중호우 시 배수시설능력을 초과한 노면의 초과유출수의 유출경로를 고려한 설계계획을 골자로 하는 노면수 관리 종합계획이 마련될 필요가 있다. 노면수를 잘 관리하는 것만으로도 노면침수에 따른 시민불편과 안전사고 위험, 교통체증과 교통사고 등 피해를 저감할 수 있을 뿐만 아니라 보 환경친화적인 배수체계가 가능할 것으로 기대된다.

영국에서 홍수관리와 지속가능한 배수시설 확보에

초점을 둔 노면수관리계획 (SWMP: Surface Water Management Plan) 제도를 새로이 도입한 사례를 참고할 필요가 있다.

## 3) 도시계획, 주민자율방재 등 비구조적 수방대책 대폭 보강

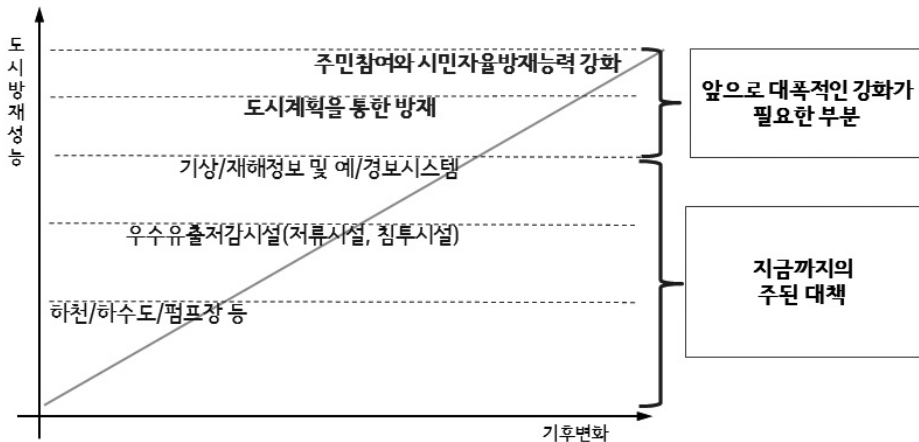
서울시의 「도시수해안전망 종합개선대책」에는 다양한 구조적·비구조적 대책들을 종합적으로 망라하고 있지만, 여전히 시설물 대책이 주류를 이루고 있고, 도시계획 및 건축을 통한 방재, 주민들의 적극적인 참여와 자율방재능력 제고, 재난발생 시 대응체계 개선 등과 같은 비구조적인 대책은 미흡하고 추진이 더딘 실정이다. 기후변화의 불확실성과 막대한 투자비용에 소요기간을 감안하면 시설물대책으로 타당성을 확보하기 어려울 수 있다. 따라서 시설물 중심의 대책에 더하여 방재를 고려한 도시계획 및 건축, 주민참여를 통한 자율방재능력 강화 등 비구조적 대책을 대폭 보강하여 중층적인(multi-tiered) 도시방재체계를 구축할 필요가 있다.



기획특집

도시계획 및 건축을 통한 수해방지와 관련하여, 장기적인 관점에서 수해에 근본적으로 취약한 도시 공간에 대한 도시계획 및 건축을 통한 제어가 필요하다. 현재 서울시의 시가화지역 중 29.5%가 하천

계획홍수위 이하에 있고, 시가화지역의 4.7%는 하천 하상고 이하에 있다. 또한 2010년 현재 서울의 평균 불투수율은 47.7%이고, 시가화지역만을 대상으로 하면 77.0%에 이른다. 따라서 도시정비의



〈그림 9〉 도시방재성능 향상을 위한 중층적이고 종합적인 대책 적용

계획단계부터 재해위험도와 취약도를 평가하여 토지이용, 기반시설, 대지·건축물 등을 정비할 필요가 있으며, 규제와 지원을 적절히 병행하여 점진적으로 위험을 해소해 나가도록 한다.

현재는 지나치게 관 주도의 재난관리와 책임성이 강조되고, 시민들의 참여와 역할, 책임은 부족한 실정인데, 시설물 중심, 관 주도의 방재대책으로는 시민들이 원하는 수준의 섬세한 방재태세를 구축하는데 한계가 있다. 따라서 지역실정에 대해 가장 잘 아는 지역주민의 적극적인 참여가 중요하며, 주민들의 적극적인 참여를 통한 방재마을만들기, 민관협력형 방재거버넌스 구축 등 주민참여형, 생활밀착형 방재태세 구축이 강화되어야 한다. 이를 위해서는 재난·재해에 대한 적극적인 정보제공, 홍보, 교육 등이 반드시 필요하다. 알아야 관심이 생기고, 관심이 있어야 행동할 것이기 때문이다.

참고문헌

국립기상연구소, IPCC 5차 평가보고서 대응을 위한 기후변화 시나리오 보고서 2011, 기상청 국립기상연구소, 2011.  
 서울시정개발연구원·서울특별시, 「기후변화 대응 서울시 수방정책 시민대토론회 자료(1차, 2차, 3차)」, 2011. 9., 2011.12., 2012. 3.  
 신상영·이석민·박민규, “기상이변에 대응한 서울의 수해방지전략”, SDI정책리포트 제96호, 2011. 8.  
 CIRIA, Designing for Exceedance in Urban Drainage: Good Practice (C635), 2006.  
 UK Defra, Surface Water Management Plan Technical Guidance, 2010. 3.