

# Cover Story

## 기상이변에 대응한 서울시의 수해방지 정책방향



**이 석 민**

서울시정개발연구원  
환경안전연구실 연구위원  
lsm@sdi.re.kr



**신 상 영**

서울시정개발연구원  
환경안전연구실 연구위원  
syshin@sdi.re.kr



**박 민 규**

서울시정개발연구원  
환경안전연구실 초빙부연구위원  
mkhojin@sdi.re.kr

### 서울의 집중호우 및 침수피해 증가

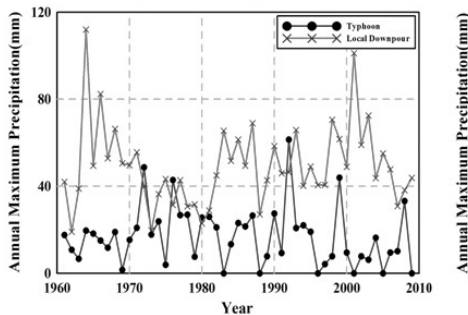
서울은 인구와 자원이 고도로 밀집되어 있는 중요한 지역으로 인위적인 수방시설체계에 의해 보호되고 있다. 그러나 기상이변 등으로 배수시설의 설계용량을 초과하는 집중호우가 발생하게 되면 그 만큼 수해에 대한 취약성이 높다. 서울에서 대규모 침수피해가 발생한 연도는 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 2001년, 2010년, 2011년으로, 특히 2011년 7월말 기습적인 집중호우의 3일간 누적 강수량은 595mm에 이르고 있다.

침수피해의 발생원인은 일차적으로 배수시설의 설계용량을 초과하는 강우량이 비교적 단시간에

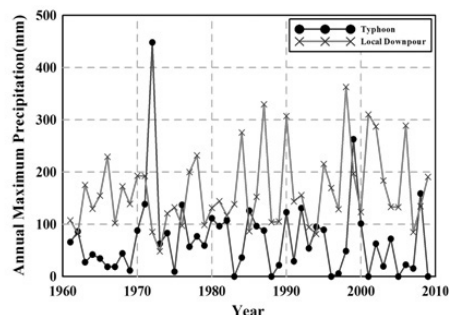
집중되었기 때문이지만, 그에 따른 노면수 저지대 집중, 하수관거의 용량이나 통수능력 부족, 경사불량, 펌프용량 부족, 토사유출에 의한 배수불량 등이 복합적으로 작용하여 피해를 일으킨 것으로 분석된다. 현재 서울의 수방시설능력은 비교적 양호한 수준에 있으나, 하천의 계획홍수위보다 낮은 지역이 18.1%, 불투수지역이 65.3%에 이르는 등 도시화·고밀화에 따라 취약한 도시공간이 증가한 것이 보다 근본적인 문제이다.

### 1. 기상이변에 따른 집중호우의 증가

전지구적인 지구온난화의 영향으로 서울에서도



<지속기간 1시간>



<지속기간 24시간>

그림 1. 서울의 지속시간에 따른 태풍과 집중호우 연최대강수량 추이

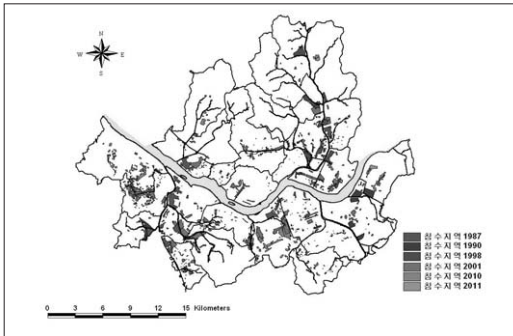


그림 2. 서울의 주요 침수피해지역 분포

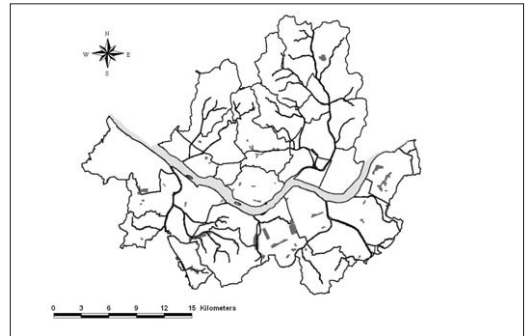


그림 3. 2011년 7월말 집중호우에 따른 침수피해 지역 분포

표 1. 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

기상이변이 자주 나타나고 있으며, 배수시설의 설계용량을 초과하는 집중호우가 증가하고 있다. 서울시의 확률강수량은 10년 빈도 75mm/hr, 20년 빈도 85mm/hr, 30년 빈도 91mm/hr 이고, 가능최대강수량(Probable Maximum Precipitation)은 1시간 176mm, 2시간 252mm, 24시간에 1,080mm 이다. 과거 서울에서 발생한 1시간 최대강수량은 1937년 7월 3일 146.9mm로서 가능최대강수량에 거의 육박하였다. 최근에는 1998년에 1시간 동안 62.8mm, 2001년 90.0mm, 2010년 75mm를 기록하여 대략 30년 빈도 이하로 나타나고 있다.

서울은 작년과 금년 연속해서 예상치 못한 집중호우로 인명과 재산의 막대한 피해가 발생하였다. 2010년 9월 21일과 22일 이틀간 집중호우로 인한 누적강수량은 259.5mm이며, 강서구 화곡동은 1시간 최대강수량 98.5mm를 기록하였다. 2011년 7월 26일에서 28일까지 3일간 누적강수량은 595mm이며, 1시간 최대강수량 기준으로는 관악구 107mm, 서초구 85.5mm, 강남구 71mm으로 나타나고 있다.

특히 이번 3일간의 집중호우로 인한 누적강수량은 평년 연강수량(1,450.5mm)의 41%에 이르는 막대한 양에 이른다.

## 2. 서울의 침수발생 및 피해원인

서울에서의 과거 대규모 침수피해는 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 2001년, 2010년, 2011년에 발생하였으며, 주요 침수피해가 발생한 지역 중에서 3~5회 이상 상습침수지역들은 대부분 지반고가 인근 하천의 하상바닥에 근접하는 저지대 완경사 지역이다. 예를 들면, 동대문구 이문동·용두동, 영등포구 대림동, 동작구 사당동, 관악구 신림동, 강동구 길동·천호동, 강남구 대치동 등이 해당된다.

금년 침수피해의 발생원인은 배수시설 설계용량을 초과하는 강우량이 단시간에 집중되었기 때문이지만, 그에 따른 노면수 저지대 집중, 하수관거의 용량이나 통수능력 부족, 경사불량, 펌프용량

기획특집

부족, 토사유출에 의한 배수불량 등이 복합적으로 작용한 것으로 판단된다. 이외에 기상이변에 대응하지 못하는 도로설계, 지하상가 등 토지이용의 취약성, 예경보체계 미흡, 교통통제 미흡, 취약지역 및 시설에 대한 관리 미흡, 재난발생 이후 복구체계 미흡 등이 문제점으로 도출되고 있다.

### 3. 양호한 수방시설에도 불구하고 수해에 취약한 도시공간 증가

서울시의 하수관거 중 통수능력 부족관거는 5.1~6.6%로 비교적 양호한 수준을 보이고 있는데, 이는 그 동안 하수관거 정비·개량, 빗물펌프장 신·증설, 저류시설 설치 등의 사업을 지속적으로 시행하였기 때문이다.

서울시의 2009년 「하수도 정비기본계획」에서는 기후변화에 대응하여 하수관거를 현행 지선 5년, 간선 10년에서 향후 지선 10년, 간선 30년 빈도로 상향할 계획을 가지고 있다. 현재 총 하수관거 9,380km 중 기존 설계빈도에 의한 통수능력 부족관거는 476km (5.1%)이며, 향후 확률년수 상향을 고려하면 618km (6.6%)가 적절한 우수배제능력을 갖추고 있지 못한 것으로 평가되고 있다.

표 2. 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%)

서울의 빗물펌프장은 총 111개소 중 20년 빈도 기준으로 수방능력이 부족한 펌프장이 81개소, 78%(서울시, 기상이변을 대비한 수방시설능력 향상, 2007년 11월)로 나타나고 있다. 5년 빈도 이하가 9개소, 10년 빈도 72개소, 20년 빈도 24개소, 30년 빈도 이상 6개소이지만 2012년까지 한강주

변 빗물펌프장 일부를 제외하고는 30년 빈도로 상향할 예정이다.

서울은 이와 같이 비교적 양호한 수준의 수방시설에도 불구하고, 고밀화 및 불투수층 확대, 토지 자원 희소화에 따른 저지대 및 지하공간 개발로 수해에 매우 취약한 도시공간을 형성하고 있다. 저지대의 경우 서울시 전체면적(605.7km<sup>2</sup>) 중에서 하천 계획홍수위보다 낮은 표고의 지역은 18.1%, 계획홍수위+2m 보다 낮은 표고의 지역은 33.9%을 보이고 있으며, 불투수지역 비율은 65.3%에 이른다.



그림 3. 하천홍수위를 기준으로 본 서울의 저지대 분포

## 서울의 수해방지 정책방향

수해방지 정책방향은 수방시설의 확충 및 고도화와 같은 구조적 대책은 물론 예·경보체계 확충,

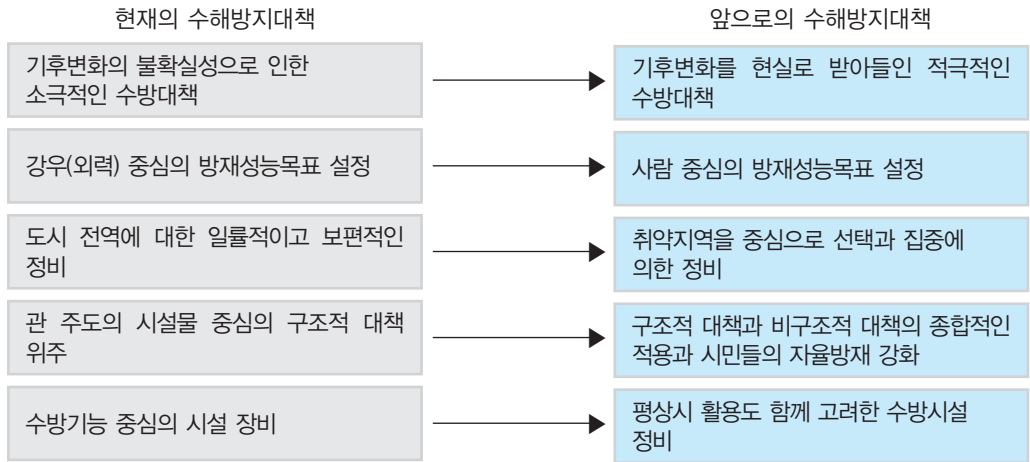


그림 4. 앞으로의 수해방지대책 방향 제안

표 3. 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 토지이용 규제, 예·경보체계 고도화, 방재 거점, 시민방재 참여 등을 통한 비구조적 대책 적용	

토지이용 및 건축을 통한 침수방지, 시민들의 자율적인 방재능력 제고 등 다양한 비구조적 대책을 병행하는 종합적인 수방대책이 수립되어야 한다.

수방대책의 목표와 수단들에 대해서는 타당성과 현실성에 대한 엄밀한 검토와 장단기 실행계획이 뒷받침되어야 하며, 이외에 종합적인 수방대책을 위한 통합재난관리체계와 협력체계, 시민들의 적극적인 참여도 필요하다. 정책적 우선순위에 있어서는 인명피해 최소화에 중점을 둘 필요가 있다.

### 1. 인명보호를 최우선하는 방재성능목표 설정

지금까지의 수해방지를 위한 서울시의 목표는

외력(外力)으로서의 강우를 중심으로 설정하였으나, 앞으로는 인명피해 방지를 최우선 정책으로 하고 이를 최소화할 수 있는 방재성능목표를 설정할 필요가 있다.

이와 관련하여 서울시에서는 2009년「하수도 정비기본계획」에서 장래 기후변화에 대응하여 하수관거를 현행 지선 5년, 간선 10년 빈도(75mm/hr)에서 향후 지선 10년, 간선 30년 빈도(91mm/hr)로 상향할 계획을 수립한바 있다. 또한, 2011년 7월말 집중호우에 따른 서울시 대책에서는 시간당 100mm(약 50년 빈도) 강우량에 대한 침수피해방지를 목표로 하수관거 용량확대, 저류시설 확충, 저지대 상습침수지역 정비 등 추진할 계획이다.

한편, 2010년 12월 발표된 소방방재청의 방재성

기획특집

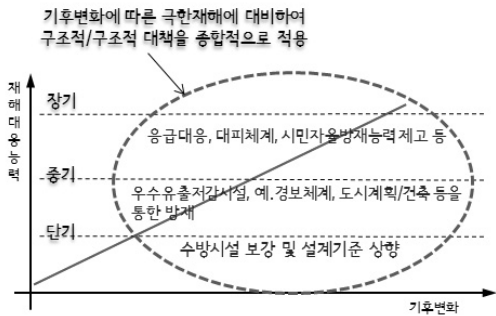


그림 5. 기후변화에 대비한 종합적인 수방대책의 개념

능목표에서는 장기계획(2040년)으로 시간당 120mm 강우에 의한 침수피해방지를 제시한바 있다. 「하수도 정비기본계획」에 의한 지선 10년 간선 30년 목표는 소방방재청의 단기목표에 상당하고 있다. 시간당 100mm 방재목표는 소방방재청의 중기목표에 해당된다.

## 2. 종합적인 수해방지체계 구축

서울시는 부서간 그리고 자치구간 협력과 통합 재난관리체계가 필요하지만, 기존의 시설물 중심의 대책으로는 극한기상재해를 예방하는데 한계가 있고 타당성 확보도 어려움이 있다. 따라서 재해의 예방 및 피해 최소화를 위하여 구조적 대책과 비구조적 대책을 종합적으로 적용할 필요가 있으며, 이를 위해 서울시의 다양한 부서와 자치구들 간의 협

력과 통합적인 재난관리체계를 구축하여야 한다.

## 3. 수방시설 설계기준의 지역적 차등화와 상향

상습침수지역 등 재해발생이 빈번하거나 예상되는 지역에 대해서는 통상적인 수방시설기준보다 강화하고, 장래 서울의 기후변화 시나리오를 고려하여 점진적으로 상향하여야 한다. 특히, 지역별 재해위험도를 평가하고, 그에 따른 적정 시설기준을 마련이 중요하며, 기후변화 시나리오에 따른 시설기준 상향을 위한 구체적인 이행계획이 마련되어야 한다.

## 4. 모니터링 및 예·경보체계 확대·고도화

시민과 재난관리부서가 기상 및 재해관련 정보를 전달받아 행동계획에 참조할 수 있도록 실시간 예·경보체계 구축이 필요하다. 특히, 서울의 하천 중 취약한 중소하천 중에서 시민들이 많이 이용하는 하천과 상습침수지역의 복개하천 등에 실시간 자동측정 및 예·경보시스템을 단기적으로 구축할 필요가 있다. 또한 인명과 재산에 직접적인 피해를 줄 수 있는 산사태 및 토사재해를 방지하기 위한 토사예측 및 관리시스템 구축을 중장기적인 관점에서 수행하여야 한다. 이외에 장기적으로 서울시

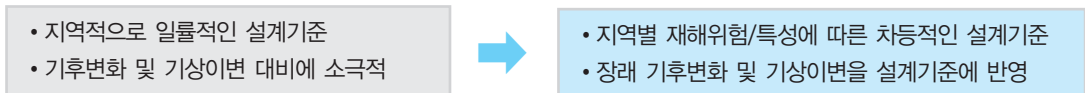


그림 6. 앞으로의 수방시설대책 방향

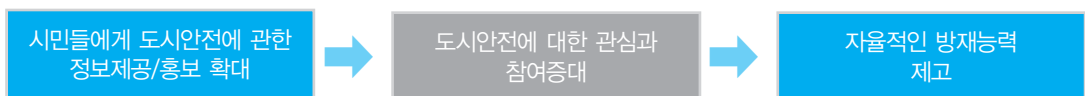


그림 7. 시민들의 자율방재능력 강화를 위한 발전단계



그림 8. 위험도평가에 기반한 도시공간 조성의 개념

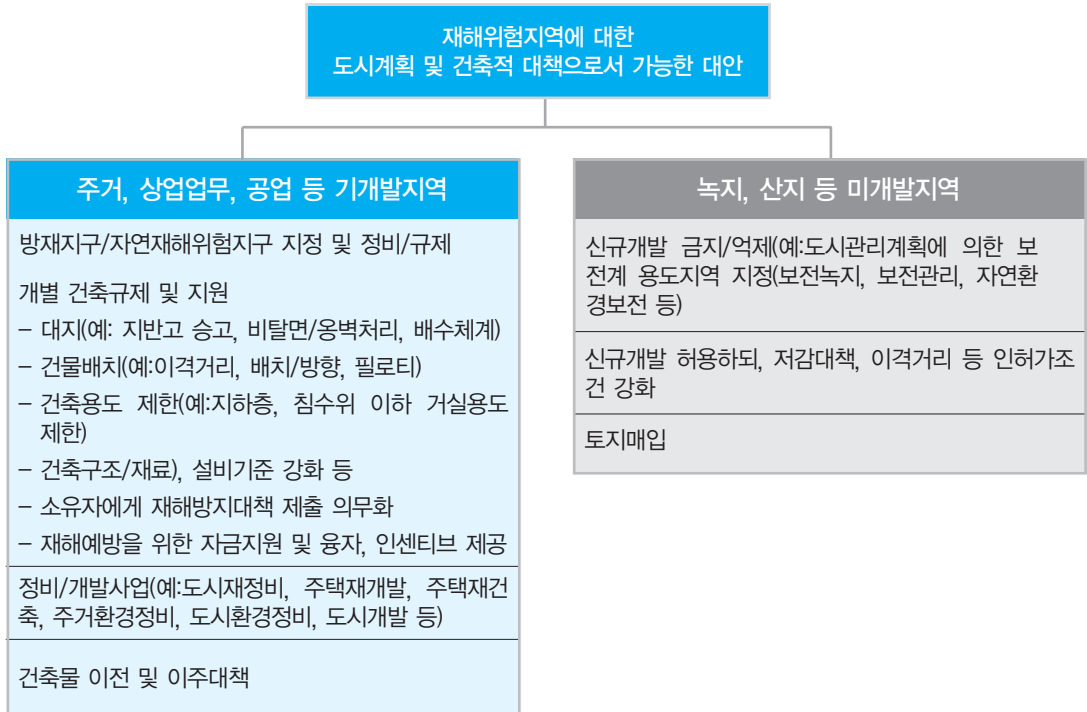


그림 9. 토지이용 및 건축을 통한 침수방지대책으로서 가능한 대안들

자체적인 강우레이더 도입을 통한 기상예측·예보 시스템 등 필요하다. 이들 모니터링 시스템 구축을 통하여 시민들에게 침수상황정보, 침수취약지역정보, 대피정보 등을 온라인 지도, 휴대폰을 비롯한 모바일 정보전달채널 등을 통해 적극적으로 제공하여야 한다.

### 5. 시민참여와 자율방재능력 강화

재해에 대한 행정기관의 책임에 더하여 시민·기업의 역할과 책임을 대폭 강화할 필요가 있다. 현재 지나치게 관 주도의 안전관리와 책임성이 강

조되고, 시민들의 참여와 역할, 책임은 부족한 실정이기 때문에 제도적인 기반하에 시민참여와 자율적인 방재능력을 강화하기 위해 정보제공, 홍보, 교육과정과 연계한 교육프로그램 개발, 풍수해보험 등 재해보험 활성화 등을 검토하여야 하며, 특히, 인터넷, SNS, GIS 등 정보기술을 시민참여 활성화에 적극적으로 활용하여야 한다.

### 6. 위험도평가에 기반한 도시공간 조성

계획단계에서 부터 재해위험도와 취약도를 고려한 공간계획 수립이 진행되어야 한다. 각종 정비사

기획특집

업·개발사업, 개별 개발행위(건축, 형질변경 등) 추진시 재해위험도를 사전에 분석·평가하여 계획에 반영될 수 있는 제도 개선 수행이 필요하며, 특히, 계획단계에서 재해측면에서의 사전검증이 취약한 개별적인 건축, 형질변경 등 개발행위에 대한 관리를 강화하여야 한다. 이외에 재해실적, 재해 발생가능성, 취약성 등에 관한 정기적이고 체계화된 상세한 조사체계를 강화하고, 조사된 정보를 지도(map) 등의 형태로 구축하여 보급하도록 한다. 토지이용, 기반시설, 개별 건축물 등을 재해위험도와 취약도를 고려하여 배치함으로써 '침수가 발생해도 피해가 없는' 도시공간 조성이 이루어질 수 있다.

### 7. 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: 지

반고 승고, 필로티, 이격거리, 보강공법 등)가 수행되어야 한다. 특히, 반지하주택, 지하공간 등에 대한 침수방지지침 마련 및 침수해소를 위한 규제 및 지원대책 마련이 필요하다.

### 8. 평상시 활용을 염두에 둔 수방시설 대책 필요

다른 재난유형에 비해 수해는 상대적으로 발생 빈도가 크지 않기 때문에 막대한 비용이 수반되는 수방시설투자의 타당성을 확보하기 위해서는 평상시 활용을 위한 방향으로 시설대책을 마련하여야 한다. 예컨대, 저지대에 공원은 비상시에 저류시설로 활용될 수 있는 한편, 평상시에는 시민휴식공간으로 이용하는 것이 좋은 사례가 될 수 있다. 따라서 기존의 공원·녹지 일부에 대해 방재공원의 개념을 추가하여 평상시 사용과 재해시 사용을 동시에 고려하는 것이 경제적, 사회적 비용을 최소화할 수 있다.