

기후변화 대응 국가방재대책



윤용선

소방방재청 기후변화대응 과장
yysun111@korea.kr

1. 들어가며

기후변화시대에 국민요구와 국가정책의 제일 관건은 안전이다. 기후변화에 따른 재난으로부터 안전을 확보하는 것이 국가지속발전의 Key Factor이며, 이는 시급하고도 전력을 기울여 추진해 나가야 할 과제이다. 이에 소방방재청은 『기후변화 선제대응』을 시정방침으로 정하고 다양한 정책을 펴고 있다.

‘10.1.4일 서울에는 100년만의 폭설(25.8cm)로 교통대란이 발생하였고, 4월28일에는 기상관측 이래 102년만에 가장 추운 한파(7.8℃)가 찾아왔다. 또한, ‘10.9.1일 태풍 ‘곤파스’로 인해 광역적 대규모 정전사태 등 예기치 못한 피해에 대한 지자체나 한전 등에서 신속하게 대응체제를 가동하는데 여러가지 문제점이 나타났다. 특히, 지난해 추석 전날인 9.21일 수도권에는 시설용량을 초과하는 기록적인 폭우(5시간동안 240mm)로 지하철역사, 주요 간선도로, 지하건축물 침수 등 서민생활 위주의 피해가 발생했다. 이에 따라, 관계기관 긴급 대책회의(차관회의)를 개최하고, 중앙합동점검 기획단을 구성하여 현장점검을 실시하고, 기후변화 선제대응 차원에서 국토체질 강화를 위해 현행 방재기준을 재설정하고, 방재시설 용량확대 및 재난대응시스템 전면 개선 등 재난예방 근본대책을 마련하고자 한다.

2. 기후변화에 따른 재해환경 분석

술 세계적으로 평균기온 상승으로 가뭄·홍수 등 극한 기상현상이 심화되는 추세이다. 1900년 이후 평균기온은 0.76℃ 상승하였고, 금세기 말까지 6.4℃ 상승할 전망이다.

특히, 우리나라는 세계 평균기온 상승(0.76)의 2.3배인 1.7℃가 상승하였고, 금세기 말까지 4℃ 상승할 전망이다. IPCC 4차보고서에 의하면 기온이 3℃ 증가 시 아시아에서만 연간 7백만명이상이 홍수피해 위기에 직면하는데, 기후변화로 지구촌 곳곳에서 예측하기 어려운 각종 대형재난이 빈발하고 있으며, 이러한 현상은 더욱 가속화 될 전망이다.

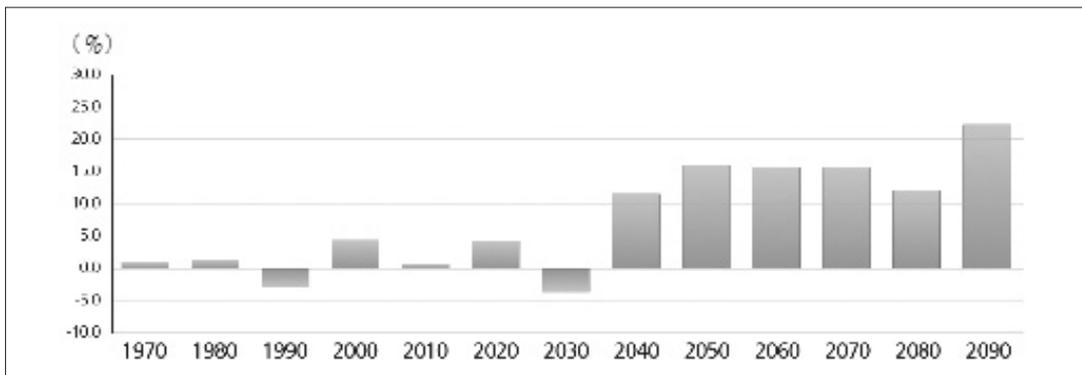
2.1 기후변화 트렌드 분석

지난 100년간 우리나라 6대도시의 강수량은 19%가, 강우강도는 18%(한반도 남부지역)가 증가하였으나, 강우일수는 14% 감소하였고, 특히, 일일 80mm 이상 집중호우 발생일수가 70년대와 비교해도 2배 이상 증가하였다. 시·공간 변동성의 증가, 가뭄과 호우강도의 동시심화, 8월·9월의 강수증가 전망 등으로 2000년과 대비하여 2050년은 15%, 2100년은 17% 강수량이 증가할 전망이다.

지난 43년간(1964~2006) 한반도 연안 해수면은

기획특집

한반도 지역의 20세기말(1970~2000) 대비 강수량



한반도 주변해역 연평균 해수면상승 예측치(2008년 대비)

구분	동해	남해	서해	한반도 전체평균
2050년	9.6cm	13.9cm	5.0cm	9.5cm
2100년	21.2cm	30.4cm	11.0cm	20.9cm

한반도 주변해역 연평균 표층수온 예측치(2008)

구분	동해	서해	남해	한반도 전체평균
2008년	17.64°C	15.74°C	19.35°C	17.61°C
2050년	19.06°C	17.01°C	20.67°C	18.95°C
2100년	20.82°C	18.52°C	22.24°C	20.55°C

약 8cm 상승하였고, 제주지역은 동 기간에 무려 22cm(매년 5.1mm)가 상승하였으며, 제주 용두암의 경우 22cm가 해수면에 잠겨 관광명소로서 퇴색되었다. 2008년과 대비하여 2050년에는 9.5cm, 2100년에는 20.9cm 정도 해수면이 상승할 전망이다.

우리나라 근해 표면수온은 41년간(1968~2008) 평균 1.31°C가 상승하였고, 이는 세계평균 0.5°C 상승을 크게 상회하는 수치이다. 2008년과 대비하여 2050년에는 1.3°C, 2100년에는 2.9°C 정도 해수온도가 상승할 전망이다.

기후변화가 사회·정치적으로 미치는 영향으로는 먼저, 재난발생시 물가상승과 경제 성장을 저해 요인으로 작용하는 것이다. '10년 집중호우와 일조

량 부족 등으로 배추 등 국내 채소 값이 폭등하였고, 미국 카트리나 피해시 유가급등, 인플레이 등으로 하반기 성장률 1%까지 둔화를 예측한 바 있다.

또한, 대규모 재난발생 시 사회적인 이슈가 되어 정치적 문제로 대두되는데, 미국 카트리나 내습에 따른 피해로 부시행정부가 위기상황에 봉착하였고, 일본대지진 이후 일본정부 수뇌부의 리더십이 문제화(간 나오토 총리)된 바 있다.

2.2. 재해발생 추이

태풍 발생 위치가 필리핀 동남쪽 적도부근에서 최근에는 대만 부근 해역까지 옮겨짐에 따라 태풍발

생 후 1~2일 만에 우리나라에 영향을 주고 있다. 최근 10년간('01~'10년) 136건의 자연재해로 인명피해 684명과 17조 4백억원의 재산피해가 발생하여 과거 10년 대비 인명피해는 44% 감소하였으나, 재산피해는 310% 증가하였다.('91년~'00년 재해건수 159건, 인명피해 1,216명, 재산피해 5조 4,844억원 발생)

전 세계적으로도 자연재해 발생이 '91~'00년 2,565건에서 '01~'10년 3,968건으로 1.5배 증가

하고, 자연재해로 인한 사망자도 '91~'00년 741천명에서 '01~'10년 1,220천명으로 1.6배가 증가하였다.

3. '10년 재해양상 시사점

우선, 기상변화 추세에 비하여 대응능력 발전 속도는 상대적으로 더디다는 것이다.

이와 관련해서 기후변화에 따른 방재기준 재설정

주요 재해발생 현황

◆ 국내 주요재해

- '11.7.26~29 수도권 집중호우 : 52명 사망, 재산 3,768억원 피해 (서울 7.26~29일간 587.5mm 강우로 기상관측 이래 최고 기록, 종전기록 1920년 8.1~8.3일간 535.7mm)
- '11.2.11~14 강원지역 폭설 : 재산 360억원 피해(100년만의 폭설, 동해 100.1cm)
- '10.9.21 수도권 집중호우 : 재산 593억원 피해(최대시우량 서울 화곡동 98mm, 주택 3만동 침수)
- '10.9.1 태풍『곤파스』: 인명 6명, 재산 1,674억원 피해(순간최대풍속 흉도 52.4%, 169만호 정전)
- '10.1.4 서울지역 폭설 : 103년만의 폭설, 서울 25.8cm
- '02.8.30~9.1 태풍『루사』재산 5.1조원 피해, '03.9.12~13 태풍『매미』재산4.2조원 피해

◆ 국외 주요재해

- '11.8.27~28 미국 허리케인 아이린 : 인명 44명, 재산 100억 달러 피해(뉴욕 등 홍수)
- '10.6.17~21 브라질 폭우 : 인명 45명, 재산 5억6천만 달러 피해(댐 붕괴로 4만여 가구 유실)
- '10.6.13~26 중국 폭우 : 인명 381명, 재산 15조원 피해(100년만의 폭우)
- '10.2.5~9 미국 메릴랜드주 폭설: 누적적설량 183cm 역대 최고기록
- '09.8.8~9 대만 태풍『모라꼿』: 인명 670명, 재산 3.6조원 피해(3,000mm 기록적인 폭우)
- '08.8.30 미국『카트리나』: 인명 1,836명, 재산 97.3조원 피해

< 재해발생 사례 - 국내(집중호우) >



산사태('06년, 평창군 진부면)



홍수('09년, 부산 사하구)



홍수('10년, 서울 광화문)

기 | 획 | 특 | 집

< 재해발생 사례 - 국내(가뭄, 폭설) >



가뭄('09년, 강원도 태백)



폭설('10년, 서울지역)



폭설('11년, 강원도 삼척)

< 재해발생 사례 - 국외 >



홍수('04년, 일본 토요오카시)



산사태('09년, 대만 샤오린촌)



홍수('11년, 미국 미시시피주)

이 필요하고, 기후변화 적응을 위한 기존 방재시설을 확충·보강해야 한다. 선제적 재난관리를 위한 재난관리대응시스템을 개선하고 우리나라 지형·기후에 맞는 기상 예측모델 개발이 필요하다.

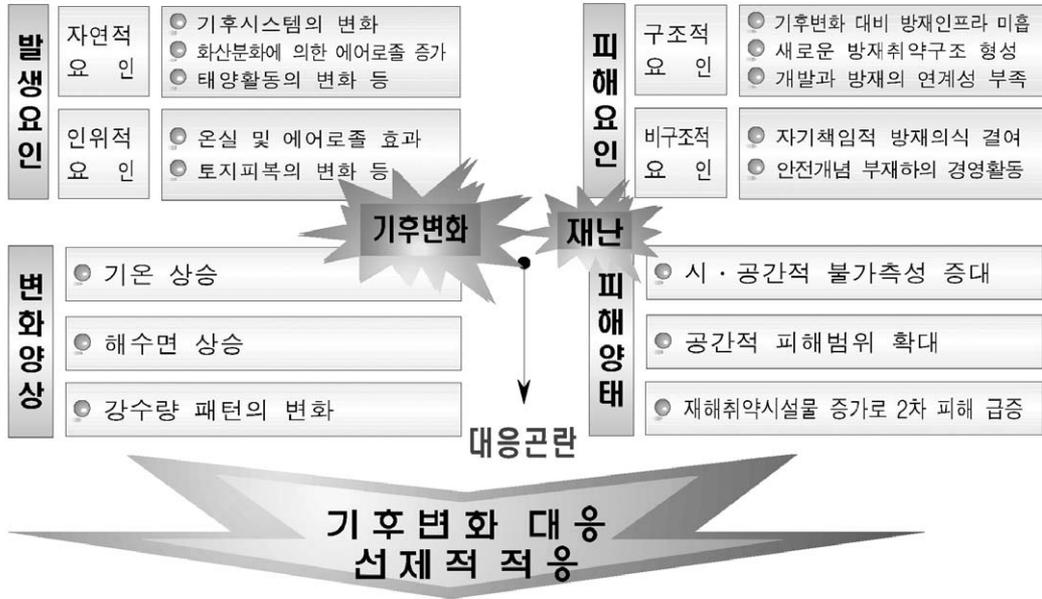
둘째, 경제발전 및 도시화로 인한 새로운 방재 취약구조의 형성이다. 지하상가·건물, 지하철, 공동구 등 지하구조물이 늘어나면서 기존 배수관거 선형이 왜곡 변경되고 확충이 부족하였다. 또한, 지표면 포장, 지하구조물 증가로 투수면적이 축소되면서 지표유출량 급증으로 배수관 능력을 초과하여, 침수피해가 유발되었다.

도시확산 및 밀집화로 저지대·급경사지 등 위험

공간이 확대되고, 강풍에 취약한 도시 부착시설(입간판, 배란다, 철구조물 등)의 위험관리대책이 미흡하였다.

셋째, 방재기반 구축없는 국토의 난개발이다. 산지훼손 아파트·펜션 개발, 하천변 위락시설 난립, 저지대개발 등 지역별 방재여건 및 위험요소를 고려치 않는 무분별한 개발이 이루어졌다. 상습침수·붕괴위험지역에 대한 집단이주보다 단순 원상복구 등으로 재해위험을 공간적 해소가 아닌 점·면 관리식 복구가 되면서 궁극적으로 「기후변화시대 재난대응 근본대책 수립」이 필요하게 된 것이다.

재난종합개선대책 기본방향



기후변화에 따른 대규모 피해대비 재난대응 근본대책 수립

기본방향	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 한발 앞선 대응체계 확립 <input type="checkbox"/> 기후변화 적응 방재기준 재설정 <input type="checkbox"/> 재난피해예방 국토체질 강화 <input type="checkbox"/> 재난관리시스템 개선
추진분야	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">수방대책</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">강풍대책</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">폭설대책</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">폭염대책</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">가뭄대책</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">재난관리 시스템</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">서민지원 대책</div>



기획특집

3.1 기후변화에 따른 재난대응 대책

기후변화에 따른 가장 큰 재난특성의 변화는 총 강수량·강우강도의 증가 및 빈발, 예측 불가능한 국지성 돌발홍수로 인한 위험증가 등이 있으며, 기본방침은 다음과 같다.

- ⇒ ① 기후재해 대책의 기본인 물(강수)로부터 국토가 튼튼하게 인프라 확충
- ② 설계용량을 초과하는 천재지변적 성격의 재난발생에 대비, 과학적 기반의 재난대응시스템 구축
- ③ 국민의 재난안전의식 제고를 위한 교육·훈련

· 홍보 강화로 국민과 함께하는 안전한 사회 구축

이러한 재난대책 추진을 위해 『기후변화대응과』를 신설('08.6.5)하고, 기후변화 대비 극한 자연재난 예방체제 구축, 기후변화 피해저감을 위한 위기관리체계 구축 강화 등을 주요내용으로 기후변화대응 종합기본계획을 수립('08.12월)하였다.

'10.9.21 수도권 집중호우에 따른 대통령지시로 기후변화대응 재난종합개선대책을 수립('11.2.22)하였다. 이 대책안에는 수방, 강풍, 폭설, 폭염, 가뭄, 재난관리시스템, 서민지원 총 7개 분야 58개

작년 9월 호우 피해원인

- 작년 9.21 호우피해는 배수시설물 설계빈도를 크게 초과한 강우발생이 주 원인임
- 배수시설은 5~20년 설계빈도로 계획된 반면, 호우는 계획 강우량(時우량, 연속강우량)를 크게 초과함

구 분 지 역	9.21 강우량(mm)		시설구분	배수시설 설계빈도	배수가능 강우량(mm)	
	1시간	3시간			1시간	3시간
종로지역	71(9년)	198(200년)	간선 관거	10	75	120
강서·양천지역	98(40년)	233(500년)	간선 관거	10	75	120
동작·서초지역	66(7년)	177(90년)	간선 관거	10	75	120
서초·강남지역	70(10년)	191(160년)	간선 관거	10	75	120
용산지역	80(15년)	195(180년)	간선 관거	10	75	120
광진지역	72(10년)	174(90년)	간선 관거	10	75	120
인천 부평지역	150(100년)	233(500년)	간선 관거	20	76	132
인천 계양지역	92(64년)	224(759년)	간선 관거	10	66	114
경기 부천지역	86(40년)	228(500년)	간선 관거	20	76	132

- ※ 3시간 강우강도 분석결과 90년~759년 발생빈도에 해당함
- 주택 침수는 기존 배수시설 능력을 초과하는 강우가 도로로 넘치면서 저지대 지하·반지하 건물(주택)로 빗물 유입(불투수면적 증가로 유출량 증대)
- ※ 서울시내 주택중 약35만호(10.7%)가 반지하주택으로 9.21호우시 17,666세대 침수
- 빗물받이 시설 부족 및 유지관리 소홀
- 배수관로 선형 변경 및 용량부족 등 내수배제 기능 약화
- 빗물의 유수지 유입이 지연되어 배수펌프장 가동 저하

과제를 선정하여, 2015년까지 완료할 계획이며, 이를 통해 극한기상현상 예측, 지역별 방재성능목표 재설정 및 방재기준 가이드라인을 마련할 예정이다.

3.2. 재난대응 대책 추진상황

최근 10년간('02~'11) 각 부처 재해예방예산은 35조 1,834억원이고, 최근 3년간 예산은 17조 596억원(48%)으로 현 정부 출범이후 재해예방예산을 대폭 확대(2.5배)하여, 재해위험지구·소하천 정비 및 우수유출저류시설 등 재해예방사업을 확대 추진하였다.('08년 3,981억원→'09년 9,880억원→'10년 9,907억원→'11년 9,898억원)

하도준설과 보 설치로 용수확보(8억톤)와 홍수위저하(0.84~3.5m) 등 4대강 사업으로 근원적 수해예방 효과가 나타나고 있다. 낙동강 상주부근 홍수위 분석결과, 최대 3.5m 수위저감 효과가 발생하였고, 컴퓨터시뮬레이션 결과 한강 2.55m(여주), 금강 0.84m(부여), 영산강 1.12m(광주) 수위저감효과가 나타났으며, 4대강 홍수조절용량이 100년에서 200년 빈도 이상으로 커졌다.

또한, 재난상황실 운영체계가 보고위주에서 통합지휘 체제로 개선되었다. 국가재난관리시스템, 방재기상정보시스템, CCTV 통합관리시스템(5,400대), 홍수통제시스템, 재해상황분석판단시스템, 자동우량정보시스템, 재난 문자방송(CBS), 지진재해대응시스템, 지진해일경보시스템 등 첨단 IT기술을 접목한 과학적 상황관리 시스템을 구축하였다.

돌발홍수대비 현장재난관리관(이장 등 1,918명)을 확보하여 쌍방향 정보교류를 위한 Hot-Line 구축을 통해 집중호우 및 침수위험지역 Warning, 주민대피 등 조치를 하고, 3시간 전 위험도 분석, 하천범람 예측 등 실시간 정보제공 및 현장상황을 파악하고 있다.

국민 재난안전의식 제고를 위한 재난안전교육·대응훈련 등을 대폭 강화하고 재난체험센터를 확충하여, 국민들이 참여하는 안전한국훈련을 실시한다. 재난방송, 재난문자방송(CBS), DMB, 전광판 등을 통해 실시간 재난정보를 국민에게 제공하고, 내 집 앞 눈치우기 의무화, 풍수해보험가입 확대 유도 및 보험대상물 확대하여 재난안전 자기책임실현을 유도한다.

※ 재난안전교육 : 30회('09년 8회, '10년 15회, '11년 7회)

지역 재난체험센터 : 서울 2, 대구 1, 임실 1(공사중), 천안 1(예정)

'11년 재난안전한국훈련 국민 참여 31,889명(평가단 1,486, 참관단 30,403)

풍수해보험가입 : '10년 31만건→'11년 40만건, 보험대상물에 소상공인의 상가·공장 포함

4. 국가 방재 개선대책

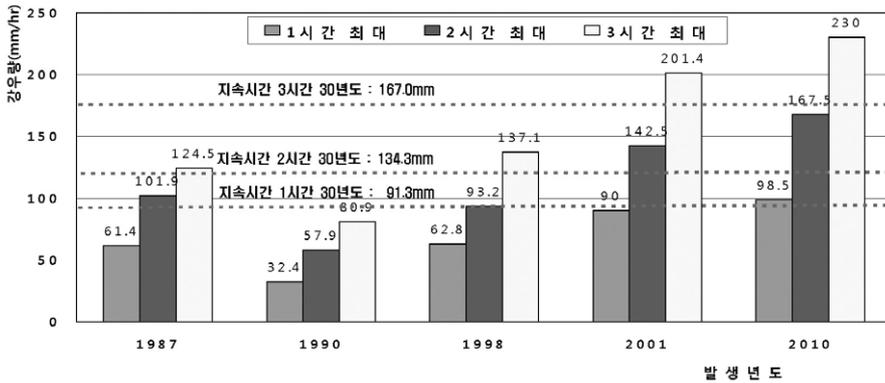
4.1 기후변화에 따른 방재기준 재설정

'10.9.21 호우시 1시간 최대강우량(98.5mm, 양천구)이 30년 빈도(91.3mm)를 초과하여 기존 수방시

설물의 배수능력이 부족하였다. 불투수면적 증가로 빗물이 배수시설로 집중되면서, 지역별 홍수 부하량이 가중되었다.(서울지역의 불투수면적 증가율: '62년 7.8%→'06년 47.5%)

배수시설 설계시 과거 30년간 기상 관측기록을 토대로 확률분석, 적용하여 미래 기후변화 양상이

기획특집



《 서울시 수해기간의 강우지속시간별 최대강우량 》

미 반영되어 있어, 기후변화에 따른 설계기준 초과 강우시 재해 대처능력이 부족하다.

- 사례) ① '10.9.21 수도권 호우시 침수 29,891세대, 이재민 29,878세대 64,517명 발생
- ② '05.8.2~3 진안군 내오천(지방) 200년

빈도 이상의 호우로 270억원 피해발생 하천기본계획 등 대부분 시설관련 계획은 10년 주기로 수립하고, 5년마다 갱신하는데, 기상이변에 따라 빈발하는 기상극값 등을 시설물에 즉시 반영할 수 없는 제도적 한계가 생긴다. 배수시설 설

〈 우리나라 기후변화 양상 〉

재난 종류	1990년대(평균)	2000년대(평균)	비고
태풍(최소극값)	95hPa	94hPa	태풍 대형화
집중호우(최대시우량)	94.6mm/hr	97.4mm/hr	↑ 2.8mm/hr
집중호우(최대일강우량)	355.8mm	415.2mm	↑ 59.4mm

〈 서울시 수방시설물별 설계빈도 및 빈도에 따른 확률강우량 〉

시설구분	설계빈도(기준 적용년도/빈도별 확률강우량)					비고(출처)
	5년	10년	20년	30년	50년	
하수관거 (환경부)	지선 '80년이후 (65mm/hr)					한국 상하수도협회
	간선	'80년이후 (75mm/hr)				
배수펌프장 (환경부)	'98년 이후 (65~75mm/hr)		'05년 이후 (87.9mm/hr)			(환경부)
집수정·측구 등 (국토해양부)	'00년이후 (65mm/hr)	'05년이후 (75mm/hr)				도로설계기준
소하천 (소방방재청)				'99년이후 (91.3mm/hr)		소하천시설기준

* 시설물별로 상기 빈도를 원칙으로 하며, 주변환경 및 개발상태 등을 고려하여 설계빈도 상향 조정 가능

계기준이 소관 부처별로 제정·관리되어 시설물 종류와 설치 시기에 따라 방재성능이 상이하고 유기적인 배수시스템 운영이 어려워 지역별 통합 방재성능 구현이 어렵다.

사례) ① 설계빈도 : 하수도(5~10년), 배수펌프장(5~20년), 소하천(30년), 우수저류시설(20~50년)

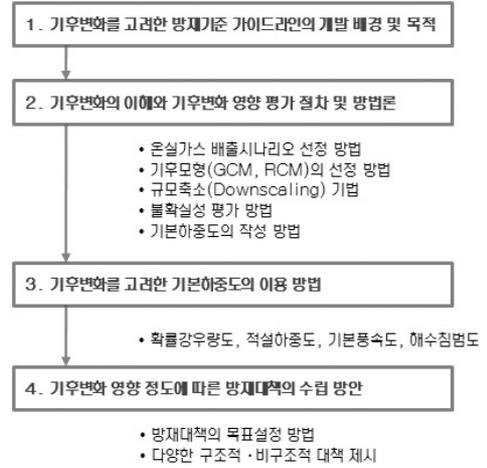
② 수자원 설계의 기본이 되는 확률강우량은 '00년 개정, 이후의 강우상황을 고려치 못하여 과소 설계요인으로 작용

특히, 구 도심지는 하수관거, 하천 등의 유하시설과 배수펌프시설로 배수되고 있으나, 설치 및 관리 주체가 달라 시설별 유기적인 통합 방재성능 검토가 상대적으로 미비하다.

이에 따른 개선대책은 먼저 극한기상현상 예측, 방재기준 적용을 위한 가이드라인 제시하는 것이다. 기후변화에 따른 자연재난 환경변화 예측 및 방재기준에 미치는 영향에 대한 연구를 추진하고, ('09.9~ 11.8월, 대학교수 등 전문가 그룹수행) IPCC¹⁾ 기후변화 시나리오를 토대로 강우, 강풍, 풍속, 해수면상승 등 한반도 기후변화 예측치를 도출한다.(강우예측 증가량 : '11~ 40(4.2%), '41~ 70(6.1%), '71~ 100(7.1%)

극한기상현상 예측치를 반영하여, 자연재해 기본하중도(확률강우량도, 확률적설량도, 기본풍속도)를 작성하고, 기후변화 적응에 있어 무분별한 지역적 대응 방법을 중앙대책본부에서 일관적이고 타당한 대응 방법으로 유도한다. 우리나라의 기후변화대응 방재기준 가이드라인은 정량적 측면(영국)과 정성적 측면(일본)의 절충형을 제시하는데, 정성적 측면에서는 기후변화 영향 평가 절차 및 방법을 제시하고, 정량적 측면에서는 지역빈도 해석

〈기후변화를 고려한 방재기준 가이드라인 제시 방안〉



에 의한 지역별 증가율을 제시한다.

둘째, 동일 배수구역내 각 시설물이 통합적 방재성능을 발휘토록 목표를 설정·개선한다. 현행 확률빈도 기준을 방재성능 기준(時우량, 연속강우량)으로 전환하고, 중앙대책본부에서 자치단체별로 지역별 빈도해석 결과를 이용하여, 방재성능목표 강우량(時우량, 연속강우량) 설정(안)을 제시한다.

또한, 유하시설, 저류시설, 유역대책 등의 구조적 및 비구조적 대책에 의한 도시방재성능 목표를 설정한다. 미래예측『강우하중도』는 소관 부처별로 해당 방재시설 기준에 반영하고, 자치단체별 방재성능 기준은 자치단체장이 설정·공표한다.

4.2 우수유출저감시설 확충

① 도심지역내 우수유출저감시설 설치 확대

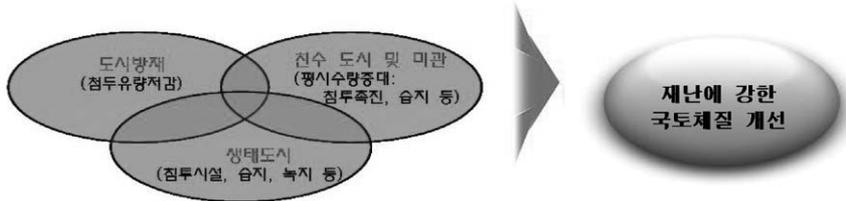
도시화로 인한 불투수 면적 증대로 우수의 침투능력이 저하되고 있으며, 단기유출 집중으로 침수

1) IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) : 기후변화와 관련된 전 지구적 위험을 평가하고 국제적 대책을 마련하기 위해 세계기상연구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 설립한 유엔산하 국제 협의체임

기획특집

< 시간적 방재성능목표 설정방안 >

구분	현재수준	단기계획	중기계획	장기계획
목표달성기간	-	향후 5년	향후 15년	향후 30년
목표강우량 설정(안)	10년	20년(내외)	30년(내외)	100년 내외 및 기왕최대



<기후변화 대응 도시방재 패러다임 방향 설정>

피해가 가중되고 있다. 서울지역의 불투수 면적이 증가('62년 9.0% → '06년 47.0%)하는 등 도시화가 될수록 불투수층의 증발, 유출, 침투율 변화가 심화된다.

반면, 서울, 인천 등 수도권 지역에 국지성 집중호우(9.21일 최대시우량 서울 강서 98mm/hr(40년 빈도), 연속강우량 서울 강서 233mm/3hr(500년 빈도))로 인해 내수배제 불량에 따른 도심지 저지대 대규모 침수피해가 발생하였다.* 서울시 하수관거 설치 : 간선 10년빈도(75mm), 지선 5년빈도(65mm))

현 하수관거의 통수능력이 부족하여 배수시설 확장이 필요하나, 지하매설물(상수도, 통신, 가스) 등으로 확장이 곤란하다. 하수도관의 통수단면 부족 및 구배 불량으로 내수배제가 취약한데, 이는 하수도관 처리용량이 최대시우량 기준으로 10년빈도 이하이기 때문이다.(본선 하수암거, 간선 하수도관 10년빈도(시간당 75mm), 지선 하수도관 5년빈도(시간당 65mm))

또한, 구도심지는 주택, 상가 등 건물밀집지역이

면서 지하매설물이 얽혀서 하수도관 확충이 곤란하며, 특히, 광명 1~5동의 경우 다세대 주택 밀집 지역으로 하수관로 추가 설치가 곤란하다. 따라서 도심지 저지대 침수예방을 위해 우수저류시설 설치사업을 '09년부터 현재까지 9개 시·도, 30개 소 설치완료('10년 현재)하였으나, 보도·공원·아파트단지·주차장 등에 침투시설 설치 미미하다. 지형학적 취약성을 고려할 때 구 도심권역의 침투유출량 저감차원에서의 우수유출저감시설 설치가 절대적으로 필요하다 할 수 있다.

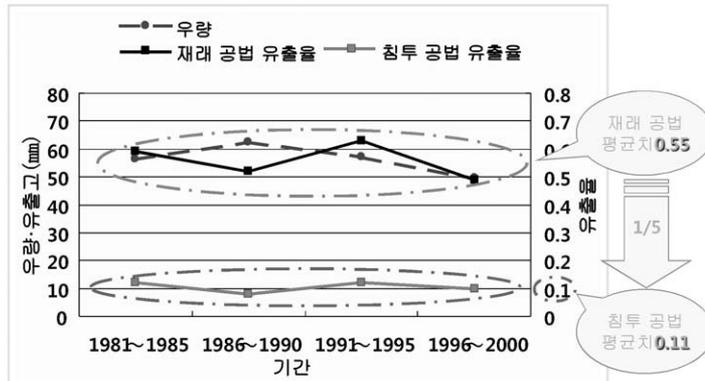
② 우수유출저감시설) 확충

하수관거 용량 확대 시 기존에 구축되어 있는 기반시설(상수관, 가스관, 통신관 등) 이설 등에 따른 천문학적 예산소요와 장기간 주민불편이 예상됨으로 침수지역 주위에 우수저류시설을 확대하여 설치한다. 대규모 침수피해 및 우려지역에 대하여 『중·대규모 우수저류시설』설치를 추진하는데, 제주시 경우, '07.9월 태풍(일 최대 563mm)으로 시가

2) "우수유출저감시설"이라 함은 우수의 직접유출을 억제하기 위하여 인위적으로 우수를 지하에 침투시키거나 저류시키는 시설을 말한다(자연재해대책법 제2조 제6호)

< 침수 주택현황 >

구분	양천	강서	부평	계양	부천	광명
침수세대	2,343	2,365	1,557	679	2,530	1,471



<침투공법 적용시 우수유출저감효과, 출처>일본 (사)우수저류침투기술협회

지가 침수되었으나, '09년 우수저류시설을 설치(8개소/122만톤)하여 금년 7~8월 일(日) 최대 강우량 735mm가 내렸음에도 침수피해가 없는 등 실제로 큰 효과가 나타나고 있다. (* 일본 도쿄 외곽방수로(67만톤), 도쿄도 간다가와 지하저류지(54만톤) 등 대규모 저류시설을 설치하여 침수피해가 발생하지 않고 있음)

또한, 우수침투시설물 보도나 이면도로, 공원 등에 침투통, 침투측구, 침투트렌치, 투수성 포장 등 침투시설 설치로 배수관 부하량을 저감할 수 있도록 침투시설을 확대 설치할 계획이다.

③ 개발사업 등에 따른 우수유출저감시설 설치대상 확대

자연재해대책법에는 우수유출저감시설 설치대상자를 개발사업 등을 시행하거나 공공시설을 관리하는 자로 규정(제19조)하고 있으나, 시행령(제16조)에서는 중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체장으로 제한하고 있다. 민간개발사업자가 개발

사업 등 시행 시 사전재해영향성검토협의 대상사업에 해당되지 않을 경우 우수유출저감시설 설치를 강제할 수 있는 규정이 없다.

이를 보완하기 위해, 자연재해대책법 시행령 제16조에서 개발사업에 따른 우수유출저감시설 설치대상자를 '중앙행정기관의 장 또는 지방자치단체장'으로 제한하고 있는 규정을 삭제, 우수유출저감시설 설치 의무대상자를 확대해야 한다. 또한, 개발사업 시 인접지역에 미치는 영향 등을 고려하여 침수피해 예방대책을 수립·추진토록 제도를 강화한다. 일정규모 이상의 모든 개발사업에 대해 우수유출저감시설을 설치토록 대상을 확대할 계획이다.

④ 공공용지내 우수저류시설을 설치토록 관련규정 마련

토지이용 효율성 및 경제성을 감안할 때 공원, 학교운동장 등 공공용지를 이용하여 설치하는 것이 바람직하나, 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법

기획특집

< 서울시 관내 소공원 및 어린이공원 현황(2010년 상반기 현재) >

공원별	계획			조성			미 조성	
	공원수	면적 (m ²)	점유비 (%)	공원수	면적 (m ²)	점유비 (%)	공원수	면적 (m ²)
어린이	1,284	2,102,468	1.25	1,065	1,555,826	74	219	546,642
소공원	203	251,778	0.15	3	1,897	0.75	200	249,881

< 신·구조문 대비표 >

현행	개정안
<p>[별표 6] 저류시설의 설치 및 관리기준</p> <p>1. (생략)</p> <p>2. 저류시설은 주변지형, 지질 및 수리·수문학적 조건 등을 종합적으로 고려하여 도시공원으로서의 기능과 방재시설로서의 기능을 모두 발휘할 수 있는 장소에 입지하도록 하여야 하며 가급적 자연유하가 가능한 곳에 입지하도록 한다. 이 경우 다음 각 목의 장소에는 설치하여서는 아니 된다.</p> <p>가. 소공원 및 어린이공원</p>	<p>[별표 6] 저류시설의 설치 및 관리기준</p> <p>1. (생략)</p> <p>2. _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>가. (삭제)</p>

를」 시행규칙 제13조 별표6에 의거, 소공원이나 어린이공원내 저류시설의 설치가 불가하다. 서울시는 도심지 소공원 및 어린이공원에는 저류시설을 “방수설비”로 지정한 후 해당부서(공원과)와 협의·설치하고 있다.(* 강서구 화곡동 월정, 영등포 대림1동 대림어린이공원, 종로구 삼청근린공원 등)

또한, 도심지역내 우수저류시설 설치 조건이 양호한 학교 운동장의 경우 학교측의 유지관리, 안전 등의 이유로 설치를 불허하고 있다. 그 결과 도시지역 지표면이 불투수층으로 변모하여 호우시 빗물유출이 급격히 증가한다.

이러한 문제점을 개선하기 위해 국토해양부 소관 법령인 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」 시행규칙 제13조 별표6의 개정을 추진한다.

저류시설 설치시 학생, 지역주민 등이 수해방지의 직접적인 수해를 받기 위해 학교 운동장 지하에 우수저류시설이 설치될 수 있도록 「자연재해대책법」에 근거마련과 관계부처와의 협조체계를 구축

한다.

또한, 광역도시계획, 도시기본계획 등 전반 도시계획 수립시 빗물 관리시설 설치계획을 반영하고, 도시공원, 종합운동장, 공공청사 등 전반적인 도시계획 수립시 빗물관리시설 설치계획을 반영한다.(* '11.5월 착공예정인 아산탕정 신도시 건설(170만m³, LH공사) 기본설계에 반영)

4.3 소하천정비 및 관리강화

① 재해예방 측면의 투자확대 및 소하천시설기준 강화

국가·지방하천의 경우 지속적인 정비사업 추진 등 투자효과로 최근 자연재해로 인한 피해가 경감되고 있는 추세이나 상대적으로 정비율이 낮은 소하천에서 피해는 증가하는 추세이다. 최근 5년간 하천정비사업 전체 투입예산 10조 4,793억원 중 소하천정비사업이 차지하는 비율은 5.5%에 불과

하며, 기후변화에 대비한 소하천정비사업 투자가 저조한 실정이다.

최근 10년간('00~'09) 하천 피해 총 40,657억 원중 소하천 15,833억원(38.9%), 최근 5년간 소하천 피해 3,594억원으로 전체피해액 대비 47%로 증가하는 추세이다.

이와 같이 소하천에서 피해가 많이 발생하는 이유는 단시간내에 특정지역을 중심으로 발생하는 국지성 집중호우가 빈발하고 있으나, 하천내 퇴적토 등이 쌓여 배수능력이 저하된 상태에서 산지의 토석류 및 잡목 등이 미정비 소하천에 유입되면서 범람 및 제방유실 등의 피해가 가중된다.

소하천정비종합계획상 설계빈도를 초과하는

집중호우가 빈발하고 있으며, 지자체의 소하천정비종합계획상 대부분이 설계빈도 30년을 적용·수립함에 따라 현재 집중호우 등 강우패턴 변화에 맞지 않다. 9.21 호우시 서울지역 하수도 설계기준(75mm/hr) 초과한 강우(98.5mm/hr) 발생하는 등 현 강우사상을 고려한 소하천정비사업 실시가 필요하다.

*① 2010년 여름철(6~9월) 전국 평균강수량은 970mm로 평년(849mm)대비 114%

② 시간당 강수량 관측이후 최고치 갱신 : 정읍 83.5mm('10.7.1), 서산 99.5mm('10.7.23), 보령 98mm('10.7.23), 군산 81mm('10.7.23), 이천 98mm('10.9.21) 등 11개 지역

【하천 유형별 정비현황 비교표】

('10.8월 기준)

(단위 : km)

구분	총연장	정비대상 (요개수)	기정비 (기개수)	정비율	미정비 (미개수)	미정비율
국가하천	2,978	3,127	2,975	95.1%	152	4.9%
지방하천	26,830	26,569	20,984	79.0%	5,585	21.0%
소하천	35,815	35,815	14,355	40.0%	21,046	60.0%

* 국가하천 및 지방하천은 국토해양부 발행 “한국하천일람” 수록 자료임('08.12.)

【최근 10년 하천·소하천 피해현황】

(단위 : 억원)

구분	연평균	합계	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
계	4,066	40,657	2,324	1,672	17,670	9,232	2,076	1,539	4,549	513	144	938
하천 (국가, 지방)	2,482	24,824	1,654	792	11,755	5,671	863	906	2,358	265	53	507
소하천 (비율 %)	1,583 (38.9)	15,833 (38.9)	670 (28.8)	880 (52.6)	5,915 (33.4)	3,561 (38.5)	1,213 (58.4)	633 (41.1)	2,191 (48.2)	248 (48.3)	91 (63.2)	431 (46)

【최근 10년 하천·소하천 복구현황】

(단위 : 억원)

구분	연평균	합계	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
계	7,759	77,594	6,241	3,210	27,087	16,521	3,823	3,428	11,500	1,799	391	3,594
하천 (국가, 지방)	5,317	53,168	4,886	1,885	20,444	11,203	1,775	2,114	7,097	1,162	189	2,413
소하천 (비율 %)	2,443 (31.4)	24,426 (31.4)	1,355 (21.7)	1,325 (41.2)	6,643 (24.5)	5,318 (32.1)	2,048 (53.5)	1,314 (38.3)	4,403 (38.2)	637 (35.4)	202 (51.6)	1,181 (32.8)

기획특집



〈하천 내 퇴적〉



〈농경지 매몰〉

소하천정비종합계획의 재수립 근거 부재로 기후 변화 및 주변 환경변화에 따른 소하천 관리가 미흡하고, 기후 및 강우환경 변화를 고려하여, 기수립·관리하고 있는 소하천정비종합계획 재수립이 필요하다. 또한 소하천 횡단구조물에 의한 병목현상으로 피해가 가중되고, 소하천을 횡단하는 암거, 소교량, 세월교 등이 개수·정비되지 않고 방치되고 있어 집중호우시 병목현상이 유발되어 제방붕괴·범람으로 주택침수 및 인근 농경지 침수·유실 등 피해 요인으로 작용한다.

*경기도 광주시 유사소하천의 경우 9.21일 19시경 실촌읍에서 시우량 105mm, 일강우량 189mm의 집중호우 발생, 소하천 횡단 구조물 등에 의한 범

람 및 제방 유실피해 발생

이를 개선하기 위해 사전예방차원에서 매년 점진적으로 재해예방투자를 확대해 나가고 있으나, 재해요인을 감소하는데 한계가 있어 위험소하천 조기정비를 위한 예산확충이 절실한 실정이며, 소하천정비종합계획도 5년마다 주변환경 및 기후변화에 따른 타당성을 검토, 필요시 10년마다 재수립하도록 체계적인 소하천정비법 개정을 추진한다.

- *① 소하천정비종합계획 수립 현황 : 196개 시군구 35,288km중 34,728km 수립(98.4%)
- ② 소하천정비종합계획 변경 수립 소요액 : $34,728\text{km} \times 38\text{백만원/km} = 1\text{조}3,197\text{억원}$ 정도 또한, 치수위주로 편성된 소하천 시설기준 개정



〈횡단 구조물〉



〈유실 피해〉

을 통한 방재성능 강화 및 주변 환경과 조화된 아름다운 소하천 가꾸기 시설지침 마련하는 등 소하천 시설기준을 전면 개정한다. 현재 활용되고 있는 소하천 시설기준은 '99년 제정·운영되고 있어 현실성 미흡하고, 기후변화 등 방재환경에 맞는 시설기준으로 상향 및 강화할 필요가 있어 '11년 방재연구소 연구과제로 선정하여 「소하천 시설기준」 등 개정을 추진 중에 있다.

② 노후저수지 정비추진

지자체 관리 저수지 14,278개소 중 8,281개소(58%이상)가 축조된 지 60년 이상 경과된 노후시설물이고, 과거 전문 기술없이 시공한 단순 흙제방 13,564개소(95%)가 붕괴 우려가 있고, 대부분 홍수조절 기능이 없는 자연월류식 방수로형 저수지 12,564개소(88%)로 홍수에 취약하다. 매년 집중호우 등으로 국가재정이 재투입 되는 악순환 반복하는 등 지방재정 열악 및 관심부족 등으로 정비사업 추진에 소극적이다.

저수지 전체 14,278개 중 노후·누수 등 위험성이 높아 정비가 필요한 붕괴위험 저수지 1,033개소를 추진하는 등 노후저수지 순차적 정비를 위한 국고지원이 필요하다.

4.4 급경사지 정비 및 기준강화

비탈면 경사 및 배수시설 설계기준이 낮아 설계기준을 초과한 집중호우로 인공비탈면 절개지에서

붕괴피해가 발생하였다. 9.21 호우로 인한 급경사지 피해는 비탈면 배수시설의 설계빈도를 크게 초과한 강우발생이 주 원인이다. 비탈면 배수시설(측구, 도수로, 소단 등)은 10년 설계빈도로 계획된 반면, 금번 호우는 계획 강우강도(시우량, 연속강우량)를 초과한다.

사례)① '10.9.21 경기 광주 남정면 지방도 342호선 도로비탈면(도로연장 50m, 사면높이 15m, 토석류 1,500m³) 붕괴피해 발생

⇒ 붕적·퇴적층이 혼합된 토사층 경사가 1:1.5로 사면 안식각이 부족해 붕괴

② '10.9.21 경기 구리 아천1동 국도 43호선 도로비탈면(도로연장 30m, 사면높이 10m, 토석류 600m³) 붕괴피해 발생

⇒ 토사층 경사가 1:1.5로 사면 안식각 및 산마루측구 배수용량이 부족해 붕괴

③ '09.7.15~16 부산지역 (시우량 82mm, 누적강우량 413mm) 소재 자연비탈면(사하구 장립2동), 택지비탈면(연제구 연산6동), 도로비탈면(해운대구 석대동) 등 붕괴피해 발생(사망 2명, 주택 1동, 차량 57대, 30명 대피 등)

⇒ 급경사지 붕적토 붕괴로 인한 토석류 발생으로 계곡하류지역 매몰사고 원인제공

또한, 비탈면 경사는 토질특성, 지역 강우특성이 고려되지 않고 있어 비탈면 안식각 부족으로 사면안정성이 취약하다.(비탈면 경사는 사면높이, 토질특성에 따라 1:0.5~1.5로 규정, 토사층은 사면높이 5.0m이하는 1:1.2, 5.0m이상은 1:1.5, 암반층

< 9.21 수도권 강우량 현황 >

구분 지역	9.21 강우량(mm)		시설구분	기존 배수시설 방재성능		
	1시간(빈도)	지속강우(빈도)		설계빈도	배수가능 강우량(mm)	
					1시간	지속강우
광주시 남정면	105(100년)	5시간 202(100년)	측구, 도수로	10	66	139
구리시 아천동	64(10년)	4시간 194(50년)	"	10	74	127

기획특집

건설공사 비탈면 설계기준	- 비탈면 표준경사 : 토사(1:1.2~1.5), 암반(1:0.5~1.0) - 비탈면 배수시설 : 측구, 도수로, 소단 배수시설 등 (설계빈도 10년)
------------------	---

은 풍화상태 암질특성을 고려 1:0.5~1.0)

* 관계법령 : 건설공사 비탈면 설계기준(국토해양부 기술기준과)

또한, 태풍 및 집중호우 등 재해가 대형화·빈발화로 최근 10년간 인명피해 719명 중 급경사지 붕괴로 187명이 사망(26%)하였다.('02년 태풍 루사 77명, '03년 태풍 매미 37명 '05년 호우 13명, '06년 호우 21명, '09년 호우 7명 등) 도시·산업화로 급경사지가 증가되면서 집중호우 등에 따른 사면 붕괴피해가 빈발하는 추세에 있어 보수·보강 등 정비가 필요하다.* 급경사지 전체 13,196개소 중 붕괴위험지역(D, E급)1,608개소(12.2%), 인명피해가 높은 주택연접 붕괴위험지역 482개소(3.7%) 우선정비 시급)

이에 대한 개선대책으로 지역특성에 맞는 비탈면 경사 및 배수시설 설계기준 마련이 필요하다. 즉 지역 강우특성과 기후변화에 따른 집중호우 증가를 반영하여 비탈면 경사 및 배수시설 설계기준의 상향을 검토하여야 하며 (비탈면 경사 : 토질별 ⇒ 토질별+지역강우량, 비탈면 배수시설 : 설계빈도 10년 ⇒ 20 ~ 50년)

또한, 많은 인명피해가 예상되는 주택연접 붕괴 위험 급경사지 국비 투입으로 조기 정비(붕괴위험 급경사지 1,605개소 13,454억원)를 추진하여야 한다.

4.5 자연재해위험지구 정비

지구온난화로 인한 기상이변 현상이 심화되는 추세이고, 도시화·산업화 등으로 자연재해위험지

구가 지속 증가하는 추세이다.* '98년 787개소, '07년 1,170개소, '09년 1,180개소, '10년 1,210개소) 또한, 기존 시설물 방재성능 부족으로 피해가 반복 발생한다.(최근 10년간 114개소에서 167회 48,988백만원 피해발생)

개선대책으로 자연재해위험지구 일제 재조사 결과에 따라 재해위험지구 추가지정, 2차 정비계획('11~15년) 수립 체계적 관리하고, 지역별 방재성능 목표에 맞도록 정비계획을 수립한다.(* 재해위험지구 289개소 추가지정 예상)

또한, 예방투자 확대로 피해최소화 방안을 강구하는데, 재해대책예비비 집행 잔액을 재해예방사업에 지원하는 방안을 검토하고,(기획재정부, * 재해예방사업에 1\$ 투자시, 약 3.65\$의 재해예방 효과 발생) 정부예산 편성 시 사업수요와 물가상승률 등을 감안하여 일정비율 이상으로 투자규모를 점진적으로 확대하는 방안이 필요하다.

4.6 기후변화 대비 재해예방사업 조기완료를 위해 예산 증액지원

'08년 3,981억원(국비2,255억) → '09년 9,880억원(국비 5,546억, 2.5배 증)→'11년 9,898억원(국비 5,542억)으로 '09년 이후 재해위험지구 등 재해예방예산이 정체상태이다. 미정비 된 소하천 20,678km를 '11년 예산규모(4,143억원)로 투자 시 20년이 소요되므로 4대강 지류하천 두부침식 방지 및 상습침수 지역 근원적 해소 등을 위해 4대강 사업과 연계하여 재해예방효과 제고를 위해 예산 증액지원이 필요하다.

4.7 기후변화 재난대비 정책 홍보지원

정부에서는 기후변화 대비 정책을 국제적으로 선도적 위치에서 추진하고 있으나, 홍보미흡 등으로 일부국민 인식부족과 반대의견이 상존하고 있다. 범정부 차원에서 기후변화 대비 정책에 대하여 국민들에게 유기적이고 다각적인 홍보를 실시하여,

사회적 공감대 형성이 필요하다. 해당부처 직접홍보와 더불어 유관부처 간접홍보 병행 시 홍보효과가 극대화될 것이다.(예 : 소방방재청장 6.26일 YTN 출연, 5.7일 경향신문 기고 등을 통해 4대강 사업효과 홍보 및 특강 74회 11,082명, 방송출연·인터뷰 58회, 신문 기고 14회 등 실시)

〈피해발생 사례 현황〉

시설명	위치	기존시설물 방재성능		피해원인	필요 방재성능	
		설계빈도	20년		설계빈도	50년
삼정지구	경기 부천시	설계빈도	20년	설계빈도 초과 강우	설계빈도	50년
	시우량	85.2mm/hr	시우량		98.8mm/hr	
직곡지구	강원 양구군	설계빈도	10년	"	설계빈도	30년
		시우량	46mm/hr		시우량	65mm/hr
		일강우량	249mm		일강우량	292mm
하리지구	충북 단양군	설계빈도	10년	"	설계빈도	100년
		시우량	69mm/hr		시우량	103.8mm/hr
		일강우량	161.6mm		일강우량	261.6mm
어은지구	전북 전주시	설계빈도	10년	"	설계빈도	30년
		시우량	60mm/hr		시우량	70mm/hr
		일강우량	185mm		일강우량	205mm
평화지구	전남 장흥군	설계빈도	50년	"	설계빈도	80년
		시우량	65mm/hr		시우량	93.2mm/hr
		일강우량	150mm		일강우량	417.3mm
금락지구	경북 경산시	설계빈도	10년	"	설계빈도	30년
		시우량	55.5mm/hr		시우량	56.9mm/hr
		강우지속기간 /강우량	80분/64.2mm		강우지속기간 /강우량	80분/64.2mm
		펌프용량	-		펌프용량	600m³/분
상평지구	경남 진주시	설계빈도	10년	"	설계빈도	30년
		시우량	63.7mm/hr		시우량	77.3mm/hr
		강우지속기간 /강우량	30분/42.7mm		강우지속기간 /강우량	2시간/130mm
		펌프용량	-		펌프용량	250m³/분

기획특집

<재해예방사업 투자 현황>

(단위:개소, km)

구분	총 수요		기 투자		향후 수요		비고
	사업량 (개소,km)	사업비 (억원)	사업량 (개소,km)	사업비 (억원)	사업량 (개소,km)	사업비 (억원)	
합계		20조3,350		6조8,332		13조5,018	
재해위험지구	1,523개소	6조 3,103	912개소 (정비율 : 60%)	3조 2,803	611개소	3조 300	
소하천정비	35,815km	11조 7,001	15,137km (정비율 : 42%)	3조 3,673	20,678km	8조 3,328	
우수유출저감	146개소	1조 7,108	21개소 (정비율 : 14%)	1,491	125개소	1조 5,617	
급경사지	482개소	3,095	51개소 (정비율 : 10%)	365	431개소	2,730	
위험저수지	404개소	3,043	-	-	404개소	3,043	

5. 맺는 말

기후가 변하면서 과거에는 나타나지 않았던 국지성 집중호우, 100년만의 폭설 등 이상기후 발생 패턴이 증가하고 있을 뿐만 아니라 재해의 규모 또한 대형화·다양화·집중화되고 있는 추세에 있다.

이제는 기상이변이 일상화되고 있으며, 앞으로 기후변화는 더욱 심화될 것이라고 전문가들은 예측하고 있다. 따라서 기후변화에 얼마나 능동적으로 발 빠르게 대처하느냐가 재해를 줄일 수 있는 지름길이 될 것이다.

그러기 위해서는 기후변화 시대에 맞도록 각종

방재기준 재설정, 시설기준 강화 등 비구조적인 대책과 근본적인 우수유출 저감을 위해 각종 재해위험시설 정비 등 재해예방사업에 대한 투자를 지속적으로 확대해 나가야 하며, 그러기 위해서는 정부 예산당국자들이 재해예방사업은 비용이 아닌 투자라는 인식의 전환이 필요하다.

아울러 국민안전의식을 선진국 수준으로 끌어올려야 한다. 정부차원에서 각종 방재대책을 추진하고 있으나 정부의 노력만으로는 한계가 있다. 따라서 국민 스스로가 자신의 안전은 자신이 지킨다는 안전의식을 가지고 슬기롭게 대처하는 마음가짐을 갖도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.