

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

---

---

#### 1. 기후변화 개론

##### (1) 기후변화의 현황(전망)

###### ① 전지구적 CO<sub>2</sub> 평균농도와 평균기온

- 산업혁명 이전 280ppm(1750년)에서 379ppm(2005년)으로 증가
- 세계 평균기온은 지난 100년간(1906년~2005년) 0.74도 상승(금세기말 6.4도 상승)
- CO<sub>2</sub>와 같은 온실가스 농도 증가로 인한 온실효과가 지구온난화의 원인이 되고 있으며 이로 인해 기후변화 발생(IPCC 4차기술보고서, 2007)

###### ② 강수량의 지역적 변화(1900년~2005년)

- 증가지역: 북미와 남미의 동부, 북유럽, 북아시아와 중앙아시아 지역
- 감소지역: 아프리카 사하라사막 남쪽, 지중해, 남아프리카, 남아시아 일부

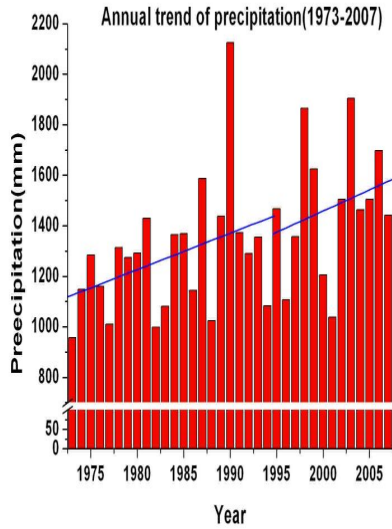
###### ③ 지구 평균해수면 상승

- 1961년 이후 1.8(1.3~2.3)mm/yr 상승
- 1993년 이후 3.1(2.4~3.8)mm/yr 상승
- 금세기말 최고 5.9mm 상승 예상

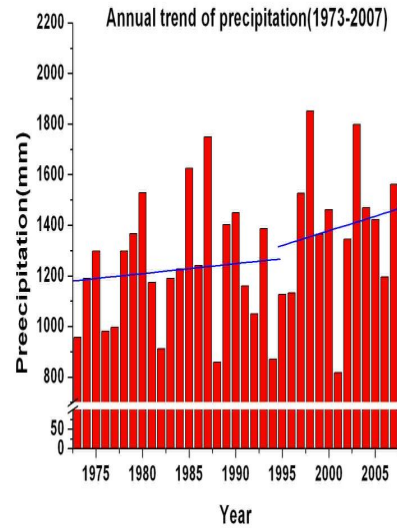
## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (2) 4대강 수계별 연강수량의 변화

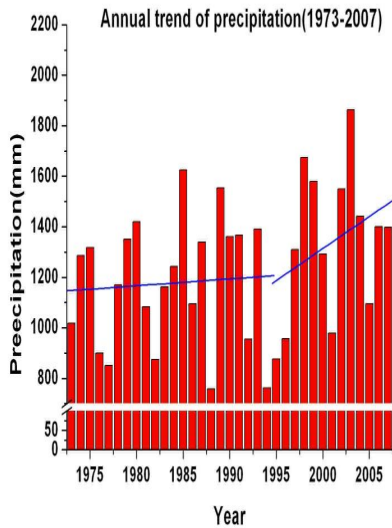
한강



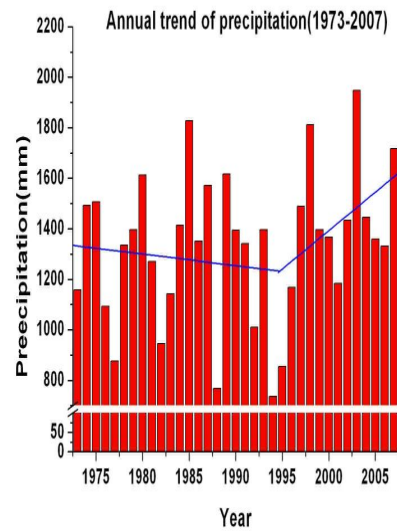
금강



낙동강



섬진강



출처: 국립환경과학원 2008

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (3) 4대강 수계별 계절 강수량의 변화

- ① 계절 변동 경향 : 여름 > 가을 > 봄 > 겨울 순으로 변화가 큼
- ② 봄 강수량은 금강제외 모든 위치에서 증가화, 여름 강수량은 모든유역 증가 추세
- ③ 가을강수량은 한강은 증가 추세이나 타 유역은 감소, 겨울 모든 유역 감소 추세
- ④ 지역 변동 경향 :가을·겨울 강우 감소 추세는 남부지역(금강, 영산강, 낙동강)이
- ⑤ 중부지역(한강)보다 우세하다. 특히 동해안, 서해안 지역 여름 강우증가 추세가 뚜렷

	봄	여름	가을	겨울
한 강	+	+	+	-
낙동강	+	+	-	-
금 강	-	+	-	-
영산강	+	+	-	+
기 타	+	+	-	-

출처: 기후변화를 고려한 환경유량 산정 및 물환경 적응방안(1차년도), 2009 - KEI & 부산대학교 공동연구

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (4) 관련용어 정의

#### ① 기후변화(Climatic Change)

- 장기간에 걸친 기간(대체로 수 십년 또는 그 이상) 동안 지속되면서, 기후의 평균 상태나 그 변동 속에서 통계적으로 의미 있는 변동
- 기후변화는, 자연적인 내부 과정이나 외부의 강제력에 의해서, 또는 대기의 조성에 있어서나 또는 토지 이용도에 있어서 끊임없는 인위적 변화에 의해서 일어날 수 있음
- 전지구 대기의 조성을 변화시키는 인간의 활동이 직접적 또는 간접적으로 원인이 되어 일어나고, 충분한 기간 동안 관측된 자연적인 기후변동성에 추가하여 일어나는 기후의 변화 (기후변화협약(UNFCCC) 제 1조)
- 기후변화협약은 대기 조성을 변화시키는 인간 활동에 의해 야기되는 “기후변화”와 자연적 원인에 의해 야기되는 “기후변동(성)”을 구분

#### ② 기후변동(성)(Climate Variability)

- 개개의 날씨 사건의 평균 상태와 기타 통계를 넘어서 모든 공간·시간규모 상의 기후의 평균 상태와 기타 통계(표준 편차, 극한값의 발생 빈도 등)에 있어서의 변동
- 기후변동성은 기후시스템 내에서 자연적인 내부 과정에 의할 수도 있고(내부변동성), 또는 자연적이거나 인위적인 외부강제력의 변동(외부 변동성)에 기인할 수도 있음

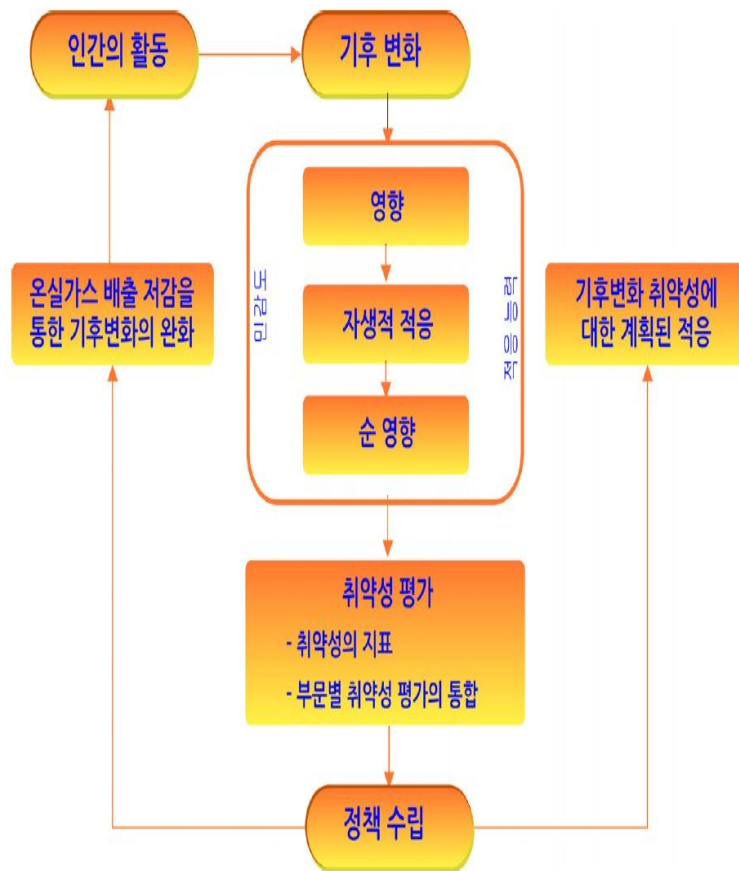
## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### ③ 적응(Adaptation)

- 기후변화로 인한 환경의 변화에 대응하기 위한 과정
- 자연적, 인위적 시스템 조절을 통한 기후변화 영향의 최소화

### ④ 완화(Mitigation)

- 기후변화의 원인이 되고 있는 온실가스 배출 감축을 위한 노력



출처: IPCC 3차 보고서 (2001), 기후변화 취약성 평가 및 적응(유가영 재편집 인용)

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### ⑤ 기후변화의 원인과 온실가스 배출 시나리오

- 기후변화의 원인은 산업혁명 이후 인간의 산업 활동에 의한 온실가스 배출이며 대기 중의 온실가스가 적외선 방출을 차단해 지구 온도가 상승하고 있다고 받아들여짐

시나리오	CO <sub>2</sub> 농도	기온(°c)	해수면(m)	비 고
B1	550 ppm	1.8(1.1~2.9)	0.18~0.38	• 자연 친화적
B2	600 ppm	2.4(1.4~3.8)	0.20~0.43	• 자연 친화적(지역적 수준)
A1B	720 ppm	2.8(1.7~4.4)	0.21~0.48	• 균형적 발전
A2	830 ppm	3.4(2.0~5.4)	0.23~0.51	• 발전 지향적
A1FI	970 ppm	4.0(2.4~6.4)	0.26~0.59	• 화석연료에 집중

온실가스 배출 시나리오에 따른 미래기후의 전망(IPCC 4차 보고서, 국토해양부)

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

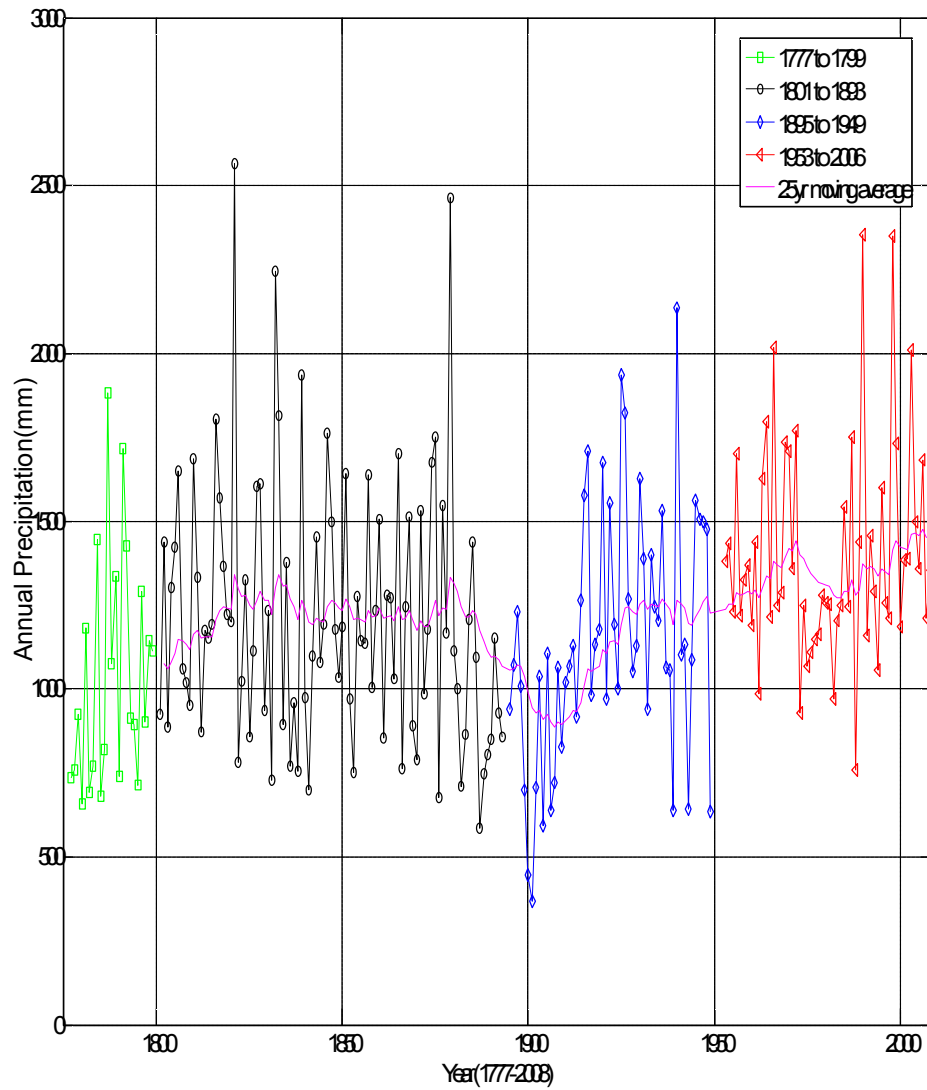
### ⑥ 기후변화 시나리오의 종류 및 특징

시나리오 분류	시나리오의 특성
A1 (고성장 사회 시나리오)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급속도의 경제성장과 인구증가가 2050년까지 지속된 후 감소하는 시나리오</li> <li>• 새롭고 효율적인 CO<sub>2</sub> 저감 기술은 계속 개발되는 것으로 가정</li> <li>• 전 세계가 경제성장을 이루어 지역적인 불평등 및 1인당 소득 격차도 점차 좁혀지는 것으로 가정</li> <li>• A1B: 각 에너지원의 균형을 중시</li> <li>• A1F: 화석 에너지를 중시</li> <li>• A1T: 비 화석연료 에너지를 중시</li> </ul>
A2 (다원화 사회 시나리오)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지역적인 자립과 지역의 정체성을 보존하는 주제의 스토리라인</li> <li>• 세계인구는 계속 증가하고 지역적인 격차가 좁혀지지 않는 것으로 가정</li> <li>• 경제발전은 기본적으로 지역에 기반을 두나 1인당 경제성장 및 기술력 신은 지역적인 편차가 크며 다른 스토리라인에 비해 발전이 느린 편임</li> </ul>
B1 (지속발전형 사회 시나리오)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경에 대한 관심이 높고 경제구조가 정보화 기반 경제로 전환되어 자원 이용의 효율이 높아지며 청정기술이 도입되는 스토리라인</li> <li>• 경제, 사회, 환경의 지속가능성과 평등 분배를 중요시하지만 추가적인 기후변화 정책은 수립하지 않음</li> </ul>
B2 (지역공존형 사회 시나리오)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경제, 사회 및 환경의 지속가능발전을 지역의 문제와 공평성을 강조하여 모색하려 하는 스토리라인</li> <li>• A2 스토리라인에 비하여 낮은 인구성장률을 가정하며 경제성장은 중간 정도 수준이고 A1, B1 스토리라인에 비하여 보다 다양하고 점진적인 기술의 변화를 가정</li> <li>• 이 스토리라인은 환경보호와 사회적 분배에 중점을 두지만 지역수준에서 문제 해결에 초점을 맞추는 점이 중요</li> </ul>

온실가스 배출 시나리오와 특징 (IPCC 4차 보고서, 국토해양부)

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (5) 기후변동 - 조선시대 측우기 자료

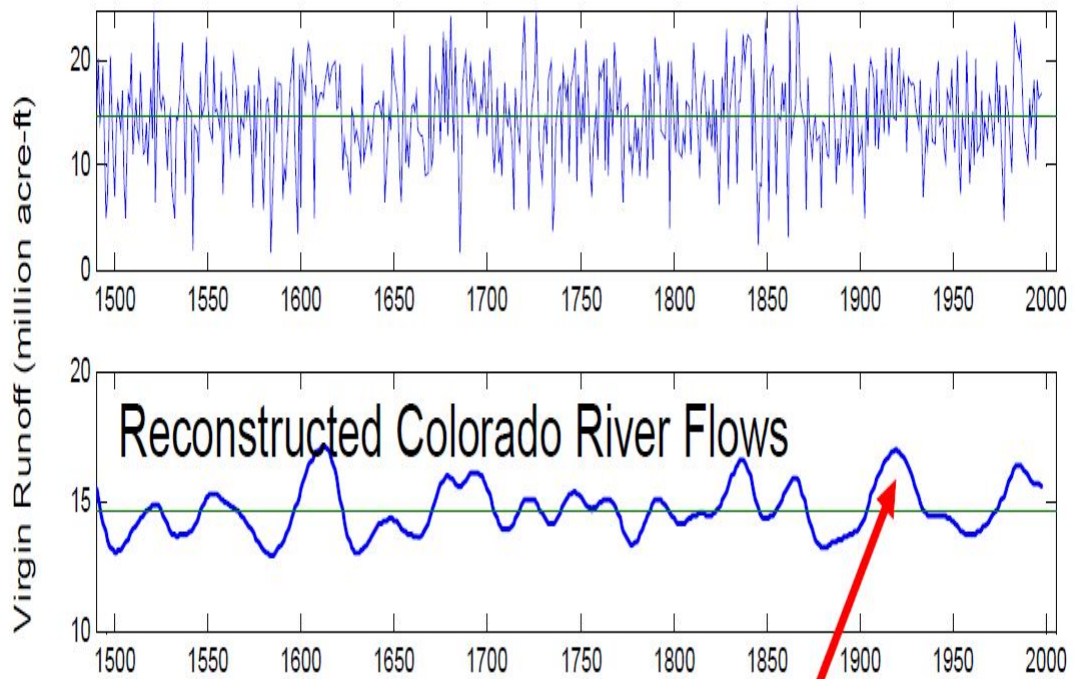


측우기 자료제공: 임규호와 정현숙(1992)



## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (6) 기후변동 - 기후변동 - 나이테 자료



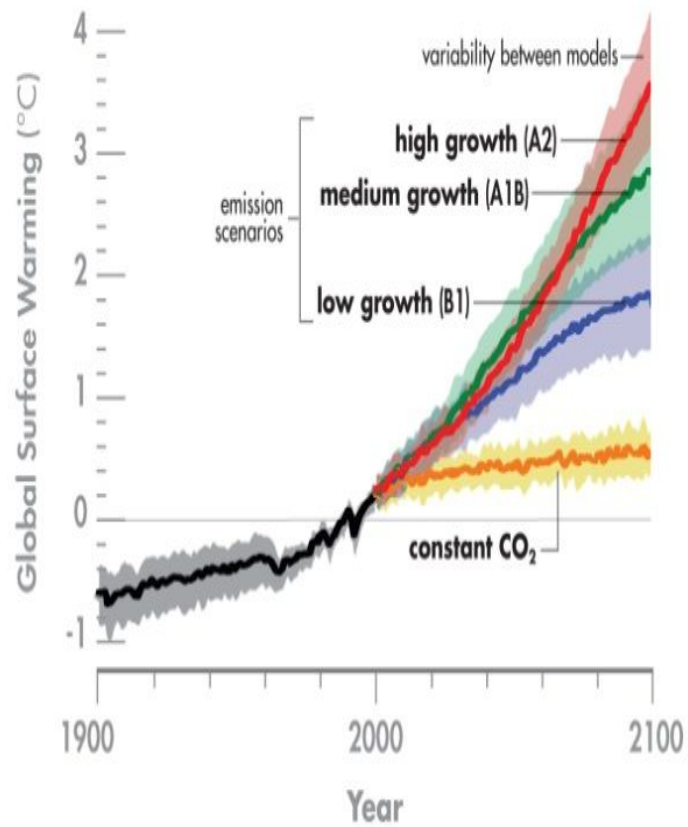
**Water-supply planning based on  
anomalous period**

Data from Woodhouse et al.,  
2006  
Water Resources Research

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (7) 기후변화의 영향

- ① 과거가 더 이상 미래를 대변하지 않음
- ② 자료의 정상성(Stationary)을 확보 할 수 없음
- ③ 기후변화 적응 정책과 완화 정책 지원을 위해서는 보다 많은 정보가 필요



## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 2. 기후변화의 (잠재적) 영향

#### (1) 기후변화의 영향



기온상승



강수량의 시공간적  
특성 변화



해수면 상승



유출량의 시공간적  
특성 변화

출처: Chung, 2004

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 3. 기후변화와 물환경 영향

#### (1) 홍수와 가뭄

- ① 발생빈도(Frequency)의 증가
- ② 발생규모(Magnitude)의 증가
- ③ 지속기간(Duration)의 증가



홍수



가뭄

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (2) 물공급

- ① 물수요의 증가와 물공급량의 감소 - 인간과 식물소모수량
- ② 댐유입량의 감소와 시간적 변화
- ③ 홍수량 증가에 따른 저수지 운영률의 변화 필요 - 물공급에 영향



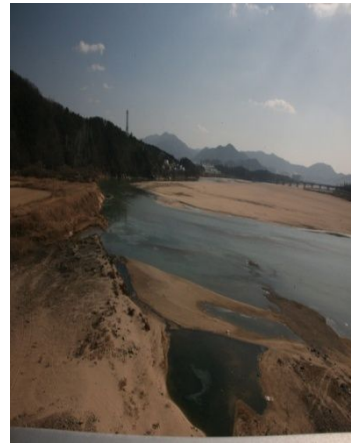
◀ 광동댐 상류

### (3) 수질 및 수생태

- ① 기온 및 수온상승에 의한 용존산소량 감소
- ② 기저유량의 감소와 물사용량 증가에 의한 수질악화 및 하천환경유량 감소
- ③ 강우강도 증가에 의한 토사량 증가



하천환경유량의 감소(동진강)



하천환경유량의 감소(낙동강)



## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 4. 기후변화 대응의 시급성

#### (1) 기후변화에 취약한 물환경 관리 여건

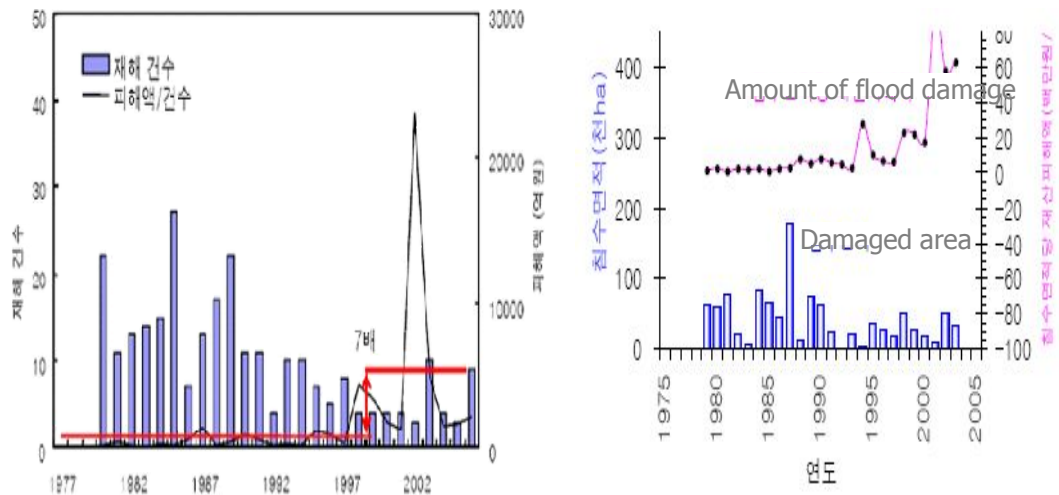
##### ① 자연여건 및 하천 특성

- 우리나라의 연평균 강수량은 1,245mm로 세계 평균 강수량인 880mm의 1.4배 이지만 1인당 강수량은 연간 2,591m<sup>3</sup>로 세계 평균 19,635m<sup>3</sup>의 약 1/8 수준
- 남해안 지역과 대관령 주변의 산악지역은 1,400mm 이상의 다우지역이 분포하지만 낙동강 중부지역은 1,000mm 이하의 과우지역으로 지역별 큰 편차를 나타냄
- 연강수량의 2/3가 홍수기인 6월~9월의 장마와 태풍으로 집중되어 있고, 갈수기인 11월~4월까지의 연강수량의 1/5에 불과하여 연중 고른 강수량을 갖는 외국에 비해 매우 어려운 현실
- 국토의 65%가 산악지형이고, 하천경사가 급한 지리적 특성으로 홍수가 일시에 유출되며, 갈수기에는 유출량이 적어 유량변동계수(최대유량과 최소유량의 비)가 300~400 정도로 외국과 비교하여 10배 이상으로 수자원의 이용 측면에서 매우 불리한 자연조건을 가지며 짧은 홍수도달시간 및 큰 침투 홍수량이 발생
- 우리나라는 1970년 이후 5~7년 주기로 가뭄이 반복되어 지역적 물부족 심화되고 있으며 과도한 하천수 취수로 인한 하천유지유량의 부족으로 하천의 건천화가 발생하고 있음
- 해마다 갈수기(10월~이듬해 4월)에는 유량부족으로 인하여 하천의 수질악화가 반복됨

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### ② 홍수 피해 현황

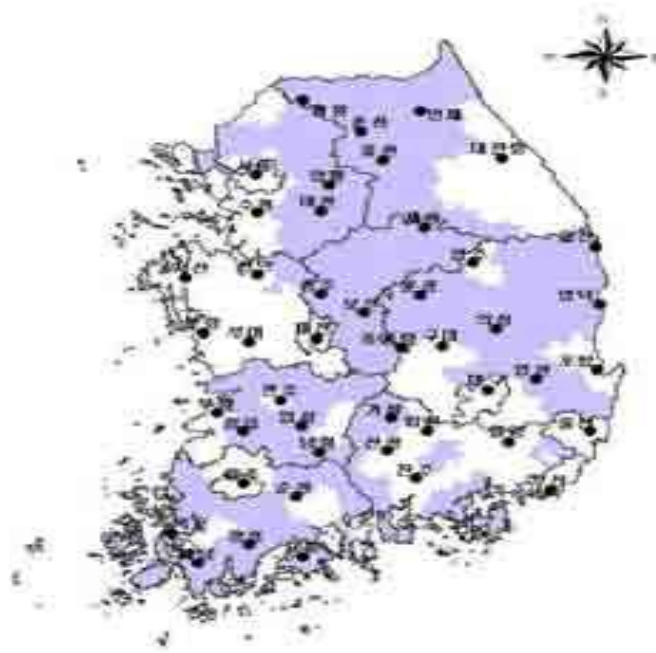
- 기후변화 등의 영향으로 최근 10년간( '99~ '08년) 1일 100mm 이상 집중호우 발생
- 빈도는 연평균 97회로, '99~ '08년의 연평균 68회에 비해 1.4배 증가
- 연간홍수 피해액은 '70년대 1,700억원, '80~ '90년대 4,600억원 수준이었으나 최근 5년간( '02~ '06년) 2.7조원으로 급증
- 최근 5년간 연간 홍수예방투자 1.1조원, 홍수피해액 2.7조원, 복구비 4.2조원 소모
- 침수면적은 줄어들고 있으나 침수면적당 재산피해액은 증가
- 상류 지역의 과도한 제방 축조와 도시화에 따른 하류 지역의 홍수 부담 가중



## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### ③ 가뭄 및 물부족 현황

- 지난 100년간(1908년~2007년) 가뭄 16회, 2년 대가뭄 7회 발생
- 주기적인 가뭄으로 지역적 물부족 심화(1995년, 2001년, 2008년 가뭄)
- 빈번한 가뭄으로 물공급의 안정성이 저해되고 있으며 매년 겨울과 봄 기간에 가뭄과 더불어 하천유지유량 감소 및 수질 악화



2001년 가뭄 시 제한급수 지역



## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 5. 외국의 기후변화 대응 사례

#### (1) 홍수 대응 사례

##### ① 영국

- 템즈강 하구둑의 설계빈도가 1,000년 이었으나 기후변화로 인해 100년 후 100년 빈도로 낮아질 것으로 예측
- 현재의 수문을 2m 증고 하여 기후변화에 의한 홍수 대비 계획 수립
- 기후변화가 홍수 발생에 미치는 영향을 고려하여 홍수 위험에 대한 평가 실시토록 권장
- 설계빈도를 상향하여 홍수재해지도와 홍수위험지도 작성 권장

##### ② 네덜란드

- 국토 대부분이 해수면보다 낮아 기후변화 적응대책으로 국토의 해발고도 상향계획수립
- 2006년 홍수위험관리 계획 수립(“Room for the River”) - 홍수터 및 주수로의 준설, 제방후퇴, 강변저류지 확보를 통한 홍수 방어 능력 증대 및 하천환경 개선을 고려

##### ③ 일본

- 기후변화로 인해 점차 증가하는 홍수에 대한 적응대책 수립
- 슈퍼제방 건설을 통한 기후변화에 따른 치수안정도 강화
- 이상홍수의 발생을 고려한 설계 및 시공의 필요성 제시

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### (2) 가뭄 대응 사례

#### ① 영국

- 수자원 관리와 공급에 대한 전략 및 계획 시 기후변화에 대한 전망 고려
- 물의 수요관리를 위한 다양한 조치 강구
- 규제를 통하여 물 사용의 효율성 제고하기 위한 기준 설정( 'Envirowise' 프로그램)

#### ② 네덜란드

- 기후변화의 영향을 수자원 계획 및 관리에 반영하기 위한 노력
  - 기후변화가 캘리포니아 수자원에 미치는 잠재적 영향 평가(연안, 유출량, 증발산 등)
  - 기후환경의 극단화와 인구증가 등 사회적 환경 변화에 대한 수자원 관리 전략 제시
- 물 절약 대책을 강화
- 저수지, 지하댐, 송수시설 등 수자원과 광역상수도 시스템 확충 검토 중

#### ③ 일본

- “물안보를 위한 국가계획(2007)” 에서 관개시스템의 개선과 환경유량 확보 노력
- “통합 수자원 공급원 개발계획 2005-2050” 을 수립
  - 미래 물수요 증가와 기후변화 적응 계획 수립
  - 수자원개발사업 긴급추진, 대체수자원의 개발, 지하수 인공함양, 인공강우 등 고려

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 6. 4대강 살리기 사업

#### (1) 개요

##### ① 비전

- 생명이 깨어나는 강, 새로운 대한민국!

##### ② 목표

- 기후변화 대비, 자연과 인간의 공생, 국토 재창조, 지역 균형발전 및 녹색성장

##### ③ 전략

- 사후대책이 아닌 사전예방 종합대책
- 치수선진화로 세계적 녹색국가 발돋움
- IT, ET,GT 기술 선도 첨단 수변네트워크 구축
- 지역주민 중심의 협력적 거버넌스 구축

##### ④ 배경

- 기후변화 등에 따른 가뭄·홍수 피해 빈발
- 수질오염 및 수생태계 악화
- 하천구역 관리의 소홀(무분별한 하천구역 내 경작 활동, 주차장 등으로 활용)
- 국내 경제위기(실업률 증가, 지역경제 악화)

##### ⑤ 핵심과제

- 홍수예방
- 친수공간 조성
- 물확보
- 생태복원
- 수질 개선

## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 6. 4대강 살리기 사업

#### (2) 주요 내용 - 홍수 예방

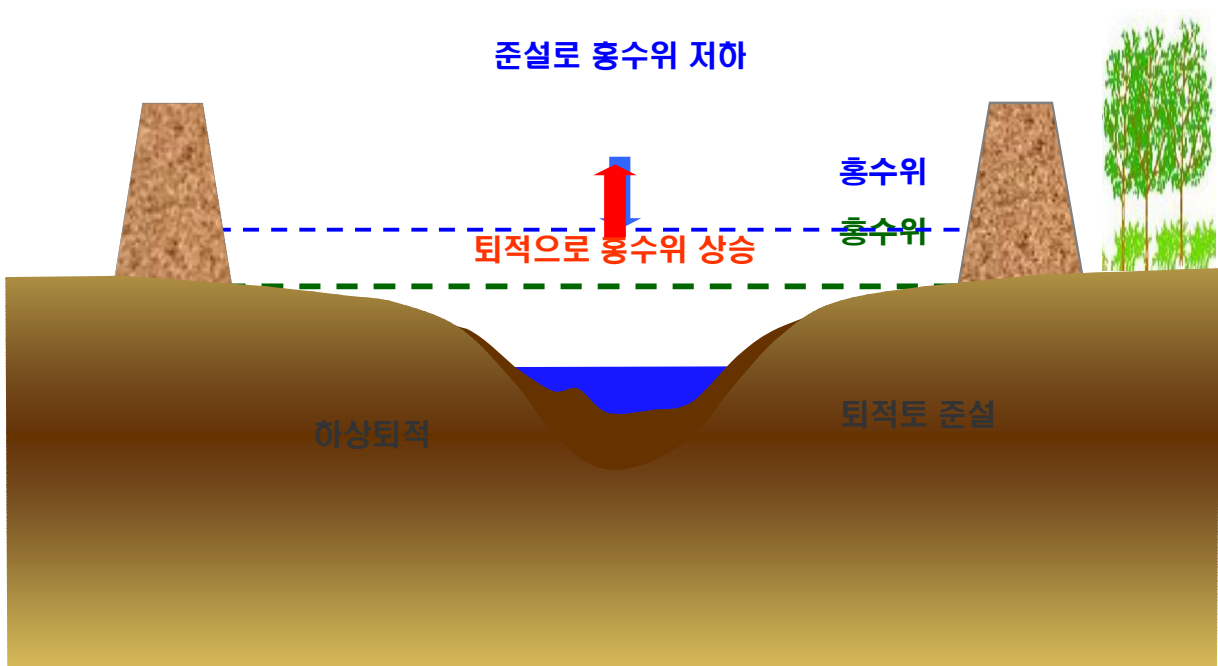
##### ① 홍수조절용량 확대

- 퇴적토 준설로 통수면적 증가 (5.7억 $m^3$ )에 의한 홍수위 저하
- 한강 0.5억 $m^3$ , 낙동강 4.4억 $m^3$ , 금강 0.5억 $m^3$ , 영산강 0.3억 $m^3$

##### ② 댐 건설, 저수지增高, 홍수조절지 설치 (3.5억 $m^3$ )

##### ③ 노후제방 보강(620km)으로 안전도 증대

##### ④ 하구둑 배수문 증설(낙동강, 영산강)로 신속한 배수



## 6차시. 기후변화와 4대강 살리기 사업

### 6. 4대강 살리기 사업

#### (2) 주요 내용 - 가뭄 대비

① 하도준설과 친환경 보 설치(16개)로 8억m<sup>3</sup> 확보

- 한강(3) 0.4억 m<sup>3</sup> , 낙동강(8) 6.7억 m<sup>3</sup>, 금강(3) 0.5억 m<sup>3</sup> , 영산강(2) 0.4억 m<sup>3</sup>

② 중소규모 다목적댐 건설로 2.5억 m<sup>3</sup> 확보

③ 기존 농업용저수지 증고(96개)로 2.5억m<sup>3</sup> 확보

