



**nimr**

국립기상연구소 기후연구과

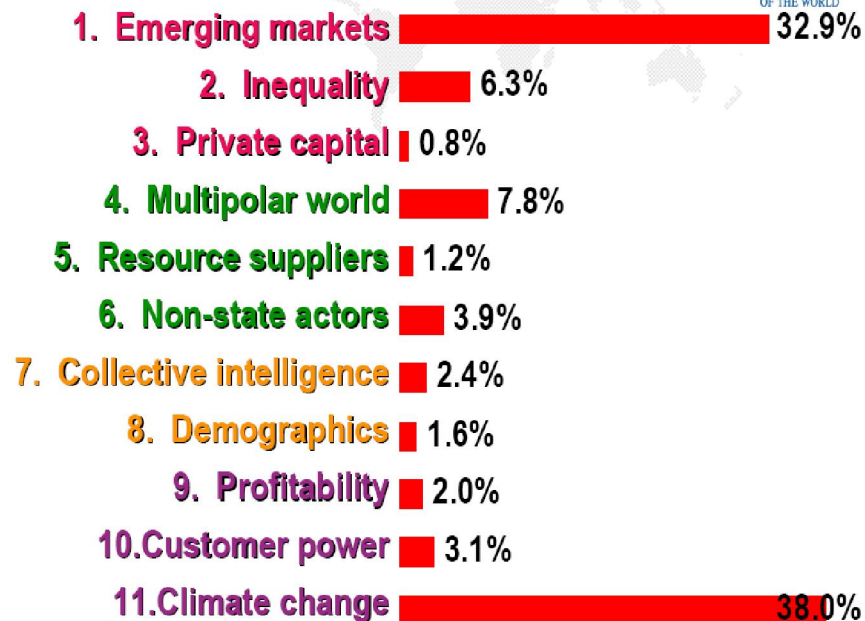
# 전지구와 한반도 기후변화 전망

2011년 12월 19일

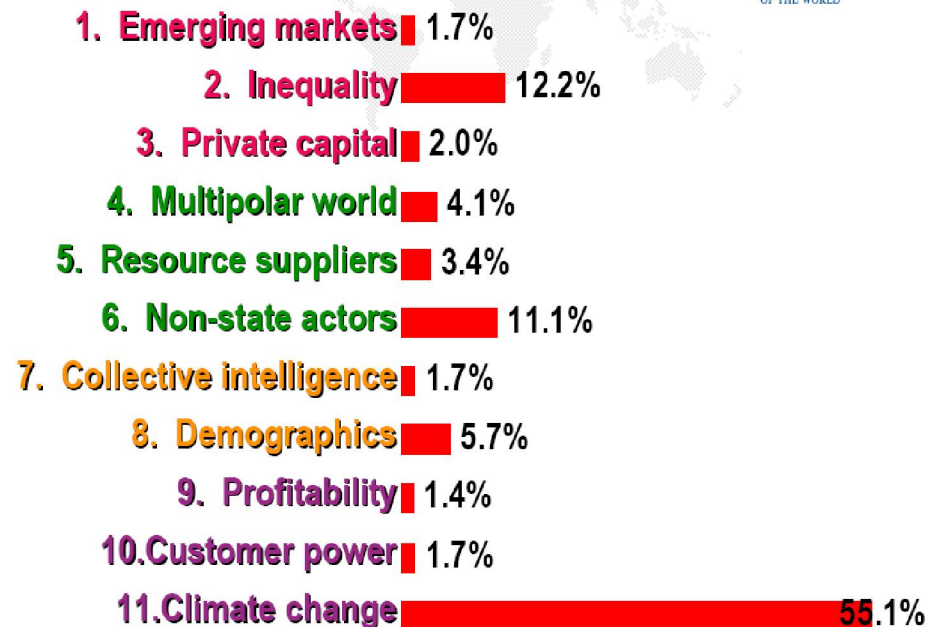
국가기후변화 시나리오 워킹

# 2007년 세계경제포럼 주제 “The shifting power equation”

## Most Impact on World in Coming Years



## Global Community Least Ready For



## 왜 기후변화가 오늘의 문제인가?

1. 피할 수 없는 기후변화가 가속화되고 있다.
2. 국가 기후변화 정책 수립과 실행에는 오랜 시간이 필요하다.
3. 기후변화 사전 예방은 비용 대비 효과가 크다
  - 지금 기후변화를 막기 위한 비용은 현재 GDP의 1%에 불과하지만, 이를 방치할 경우 기후변화 대응 비용이 전세계 GDP의 5~20%로 엄청난 경제 공황에 직면할 것임 (스턴보고서, 2006)

## 기후변화 시나리오란?

인위적 원인에 의해 기후변화가 언제, 어디서, 어떻게  
일어날지 **예측**, **피해 최소화** 하는데 사용되는 **선제적 정보**

시나리오 기반으로 지역별, 분야별 영향과 취약성 평가

⇒ 기후변화 적응대책 수립

우리나라 등 14개국

- 새로운 기후변화 전망
- 국가간 비교·검증

IPCC

• 5차 평가보고서('13)

\* Intergovernmental Panel on Climate Change

4

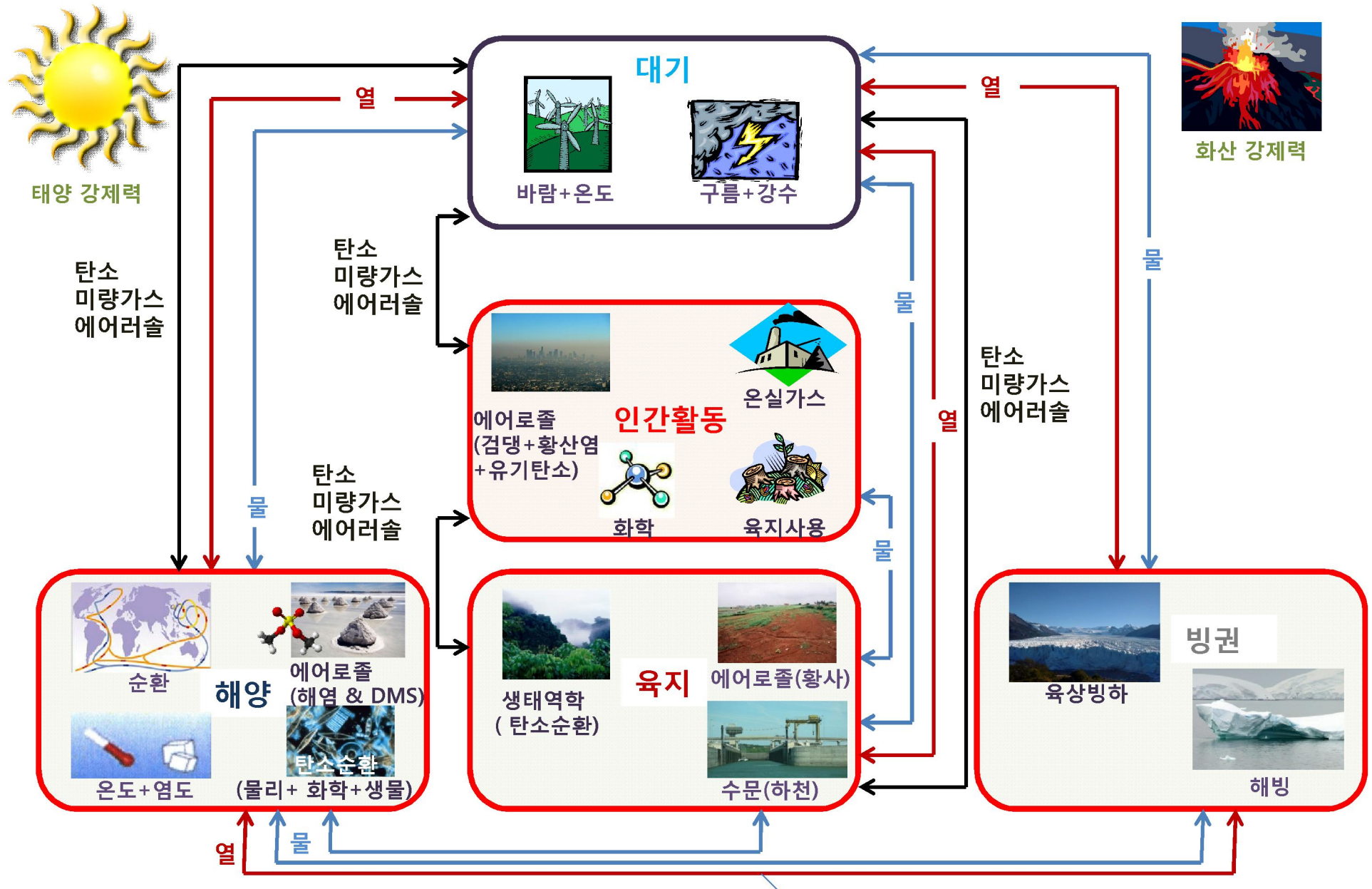


<http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/>



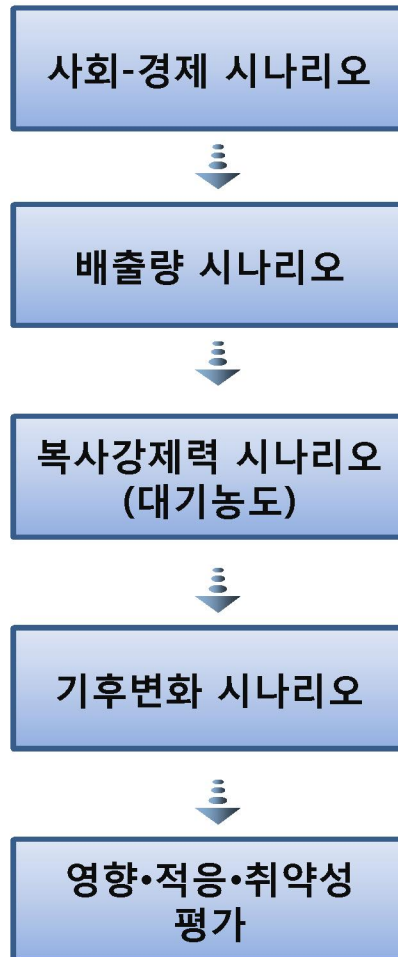
# 지구시스템 모델의 구성

— 대기모델  
— 지구시스템 모듈



# IPCC 4차 보고서 시나리오 산출 방법

## 순차방법(IPCC 4차 보고서)



SRES: Special Report on Emission Scenario

순차방법의 문제점

- 분리된 각 시나리오 간의 정보전달에 시간 지연이 있음

# IPCC 5차 보고서 (2013년) 시나리오 산출 방법

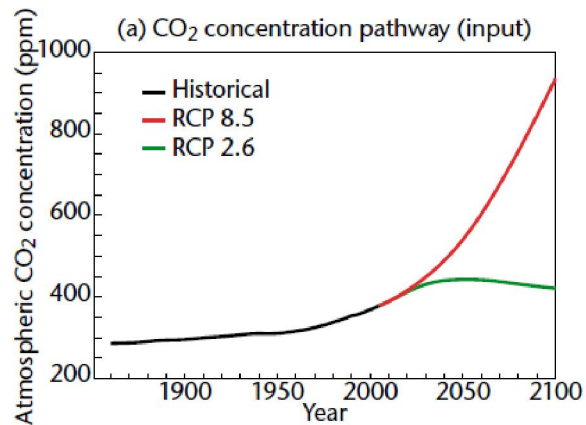
RCP: Representative Concentration Pathway

하나의 대표적인 복사강제력에 대해  
사회-경제 시나리오는 여러 가지가 될 수 있음

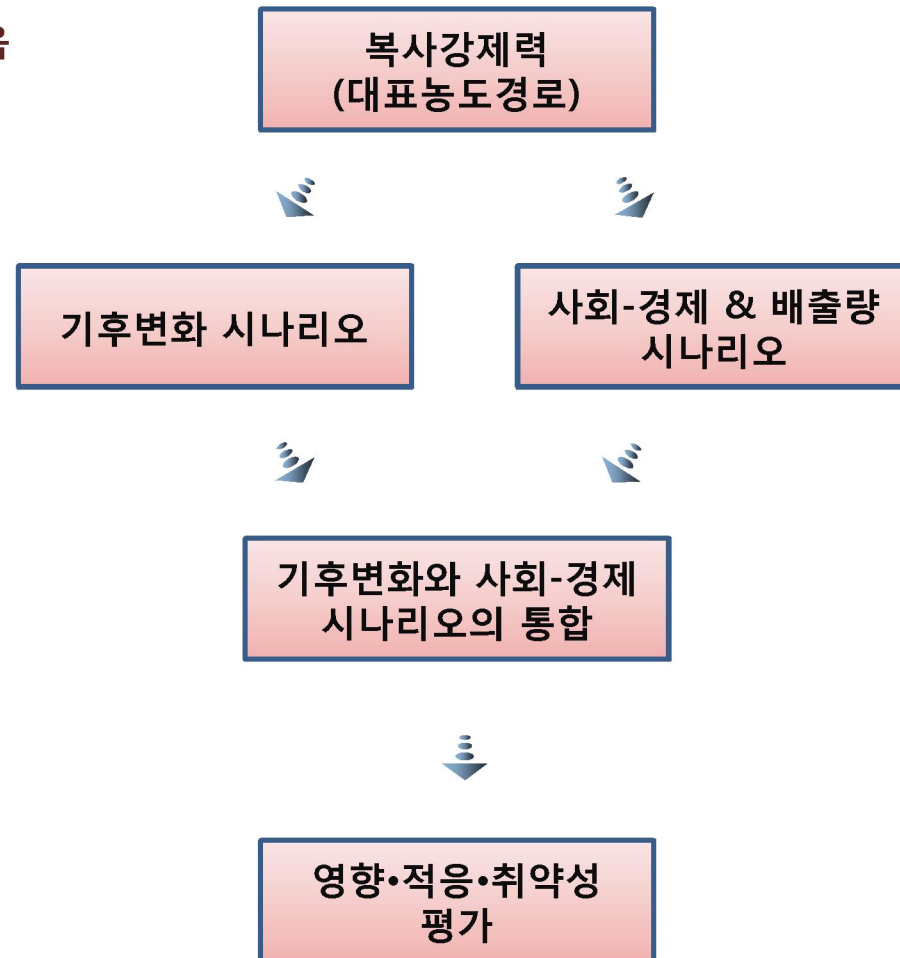
$$CO_2 = P \times S \times E \times C$$

인구      인구당      서비스당      에너지당  
                 서비스      에너지      CO<sub>2</sub>

경로



병행방법(IPCC 5차 보고서)

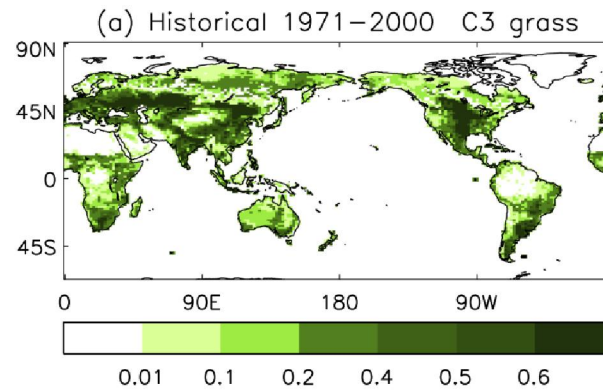


복사강제력 : 인간활동으로 대기에 더해지는 열의 양

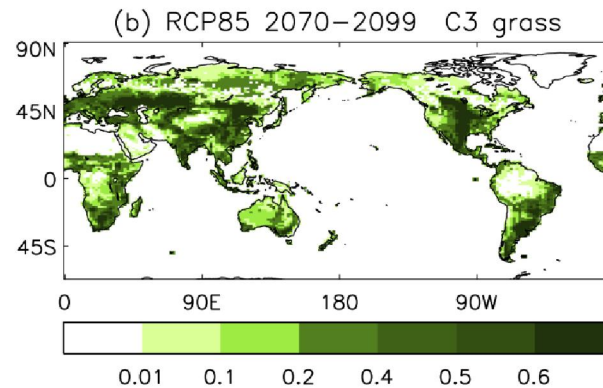
# RCP 8.5에 따른 생태변화

## 벼와 밀

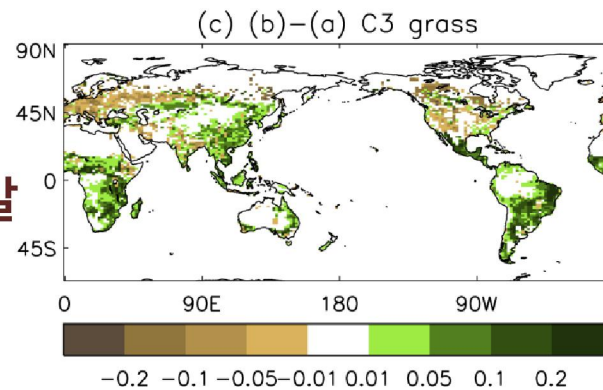
20세기말



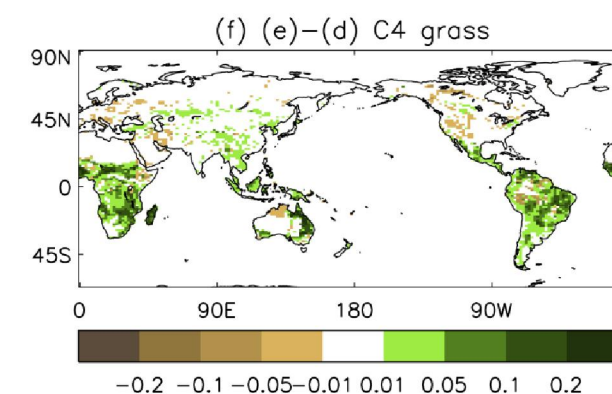
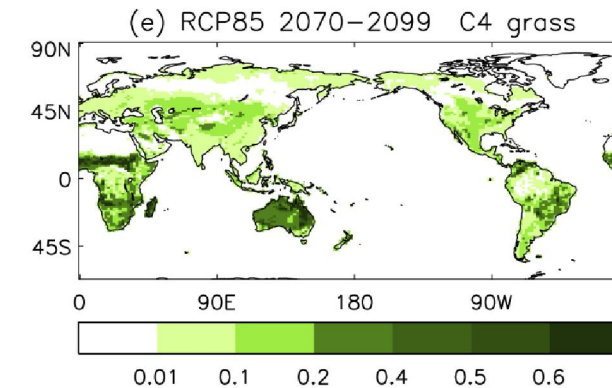
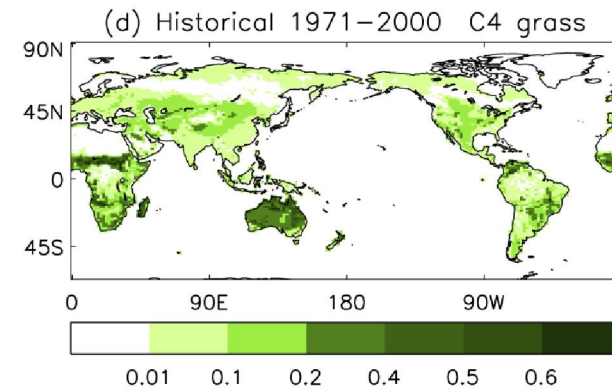
21세기말



21세기말 - 20세기말

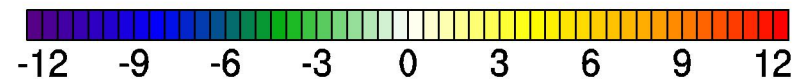
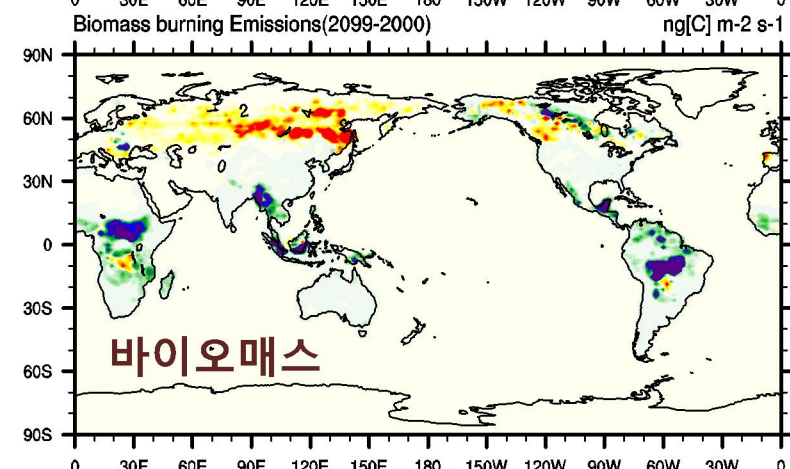
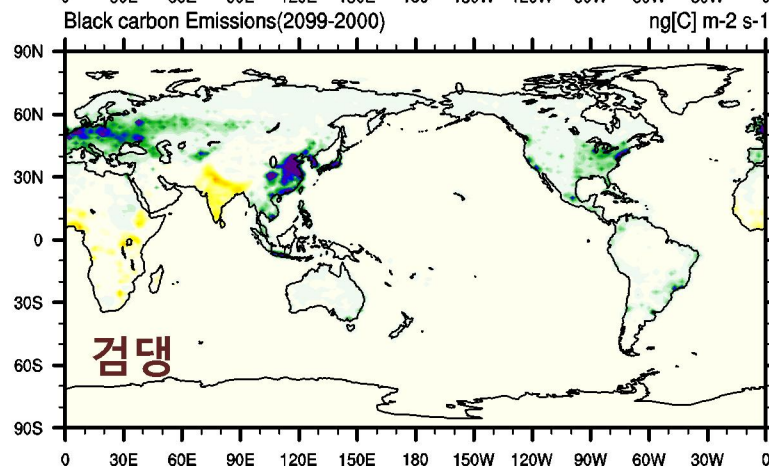
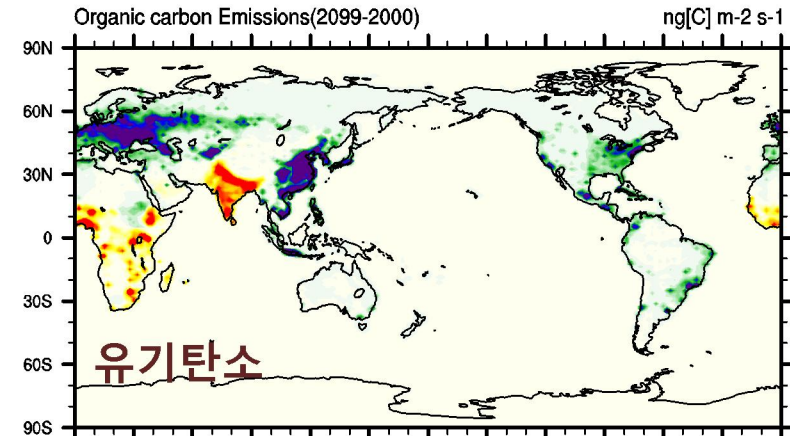
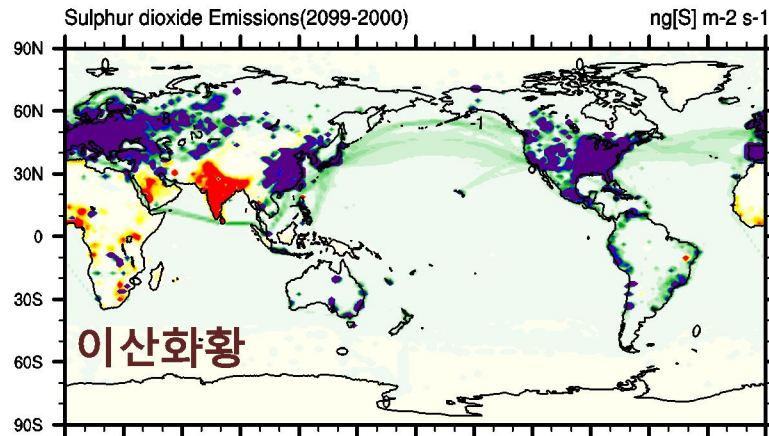


## 옥수수과 사탕수수

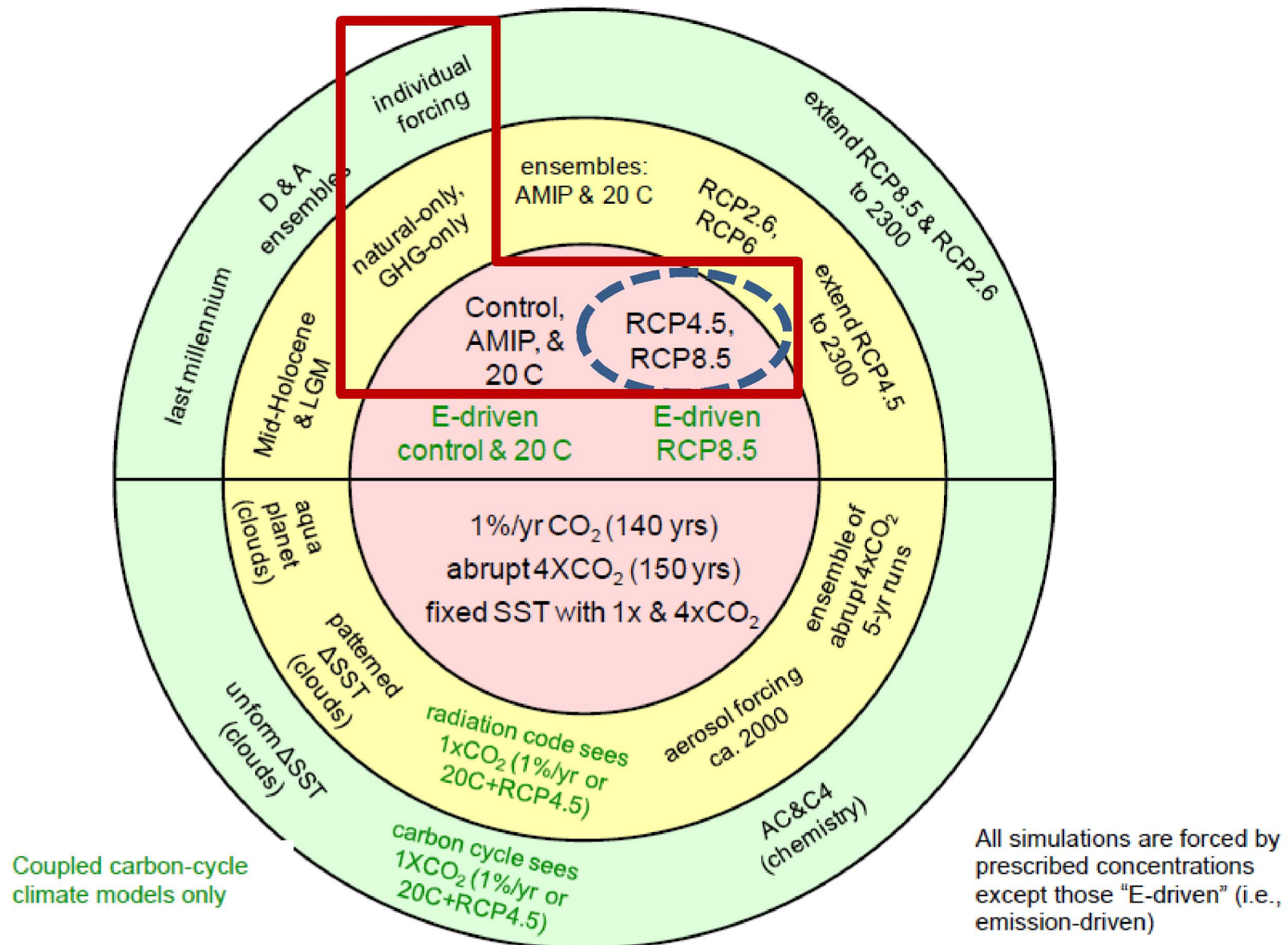




# RCP 8.5에 따른 에어러졸의 변화 21세기말 - 20세기말



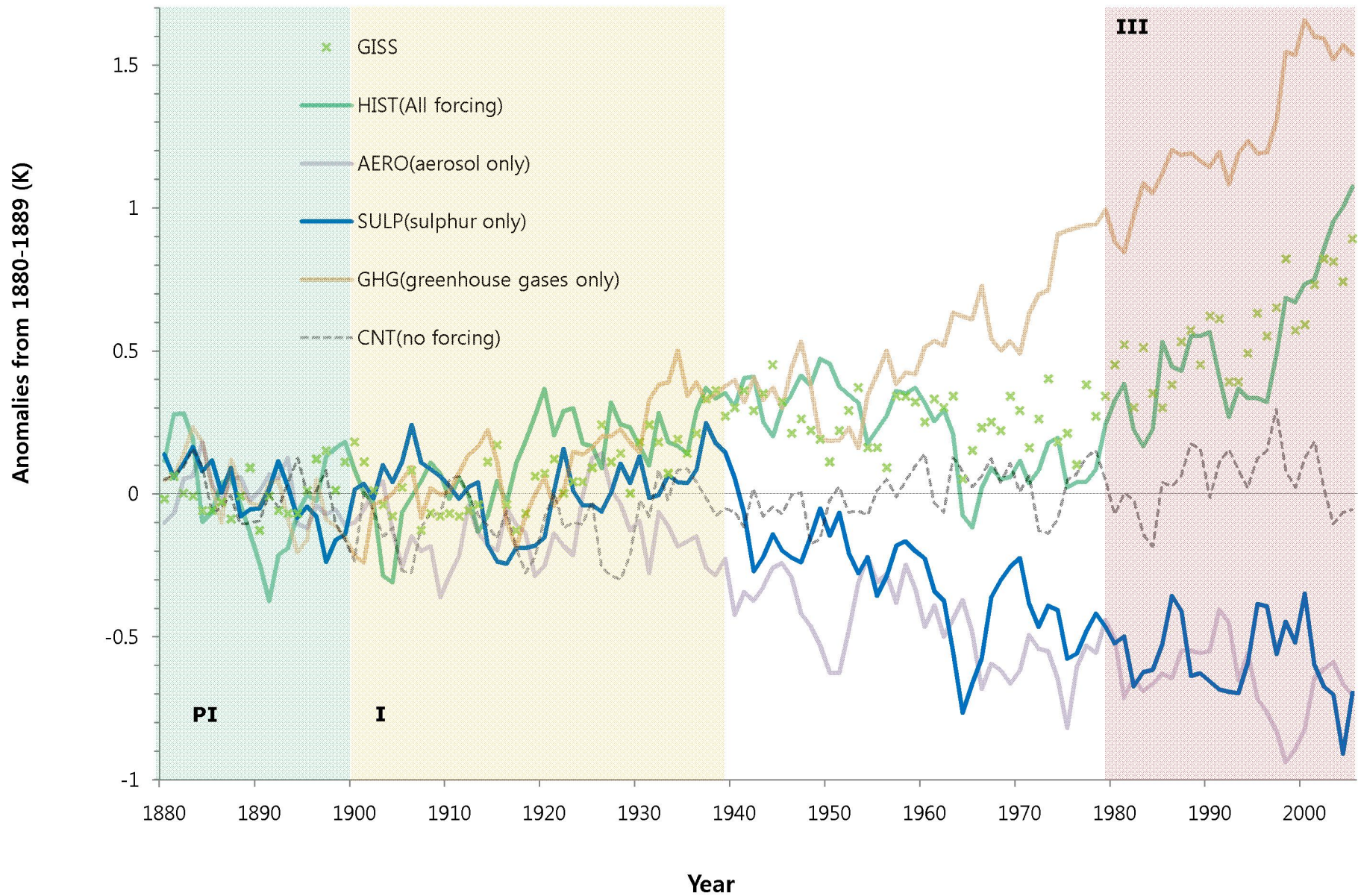
# 국제공동 기후변화 시나리오 사업 CMIP5



세계기후연구프로그램(WRCP)



# 전지구 평균 기온 변화의 재현

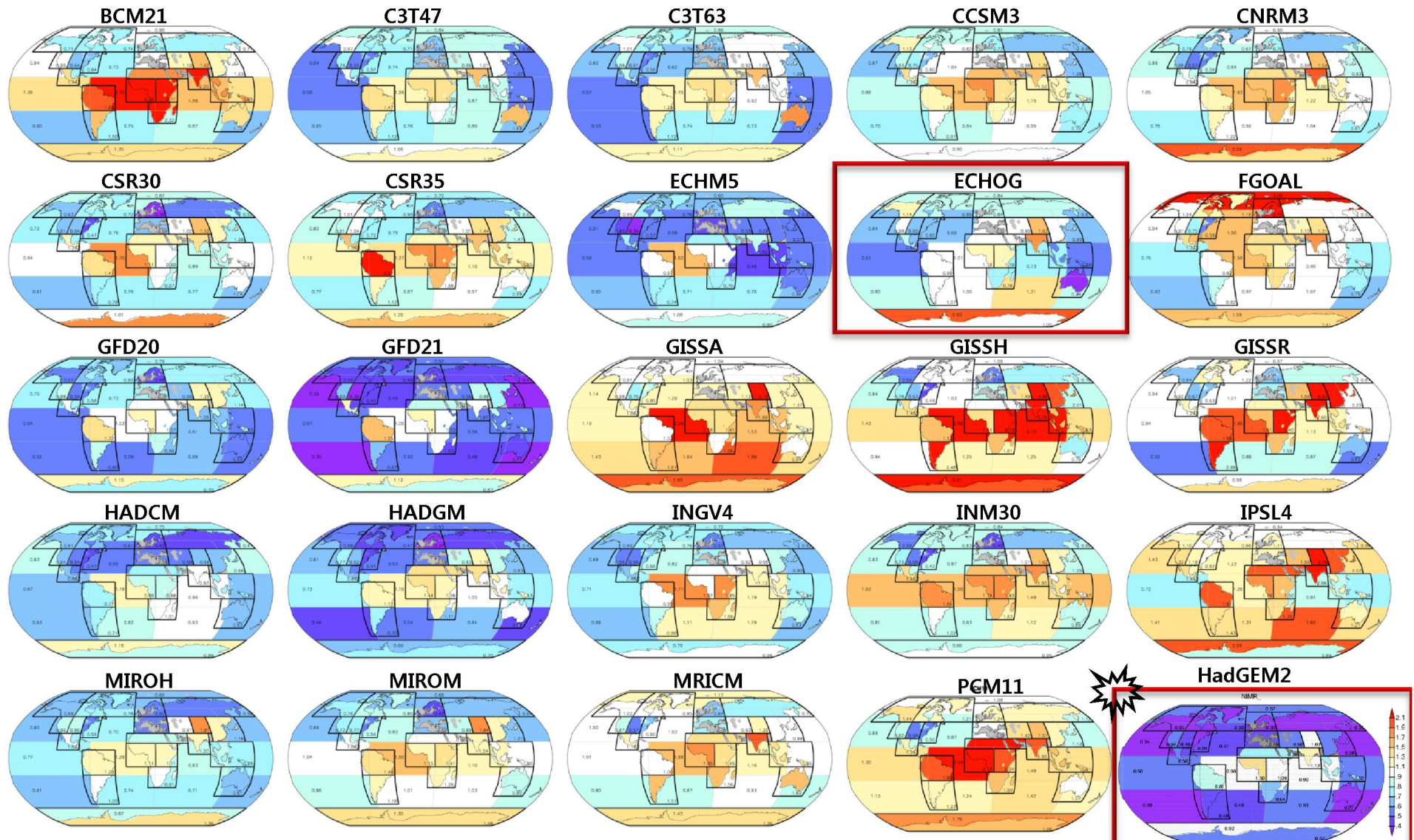




# 모델 성능 평가: CMIP3모델 비교

성능평가방법: Reichler and Kim(2008)

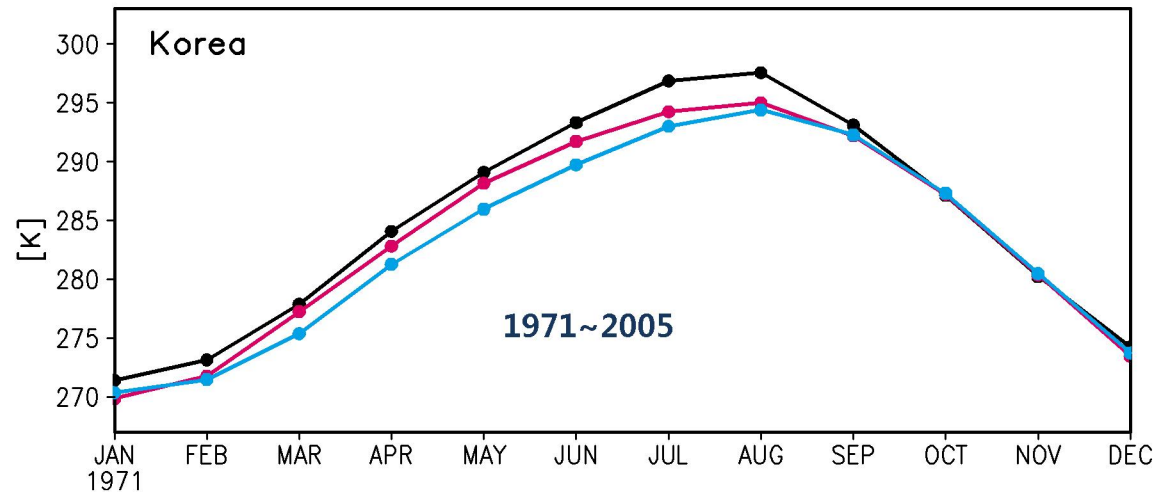
성능평가에 사용한 요소: 총 31개 (물리 12, 해양 9, 지표 1, 역학 9)



# IPCC 4차와 5차 참여 모델의 비교 (우리나라의 기온/강수의 연변화)

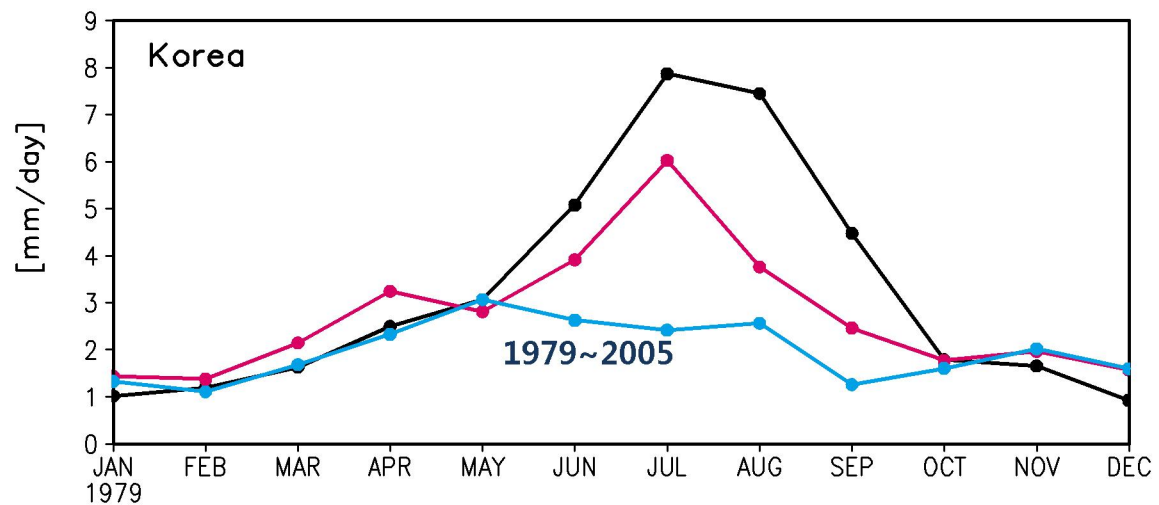
## 지상 기온

ERA40    관측  
HG2    IPCC5차  
ECHOG    IPCC4차



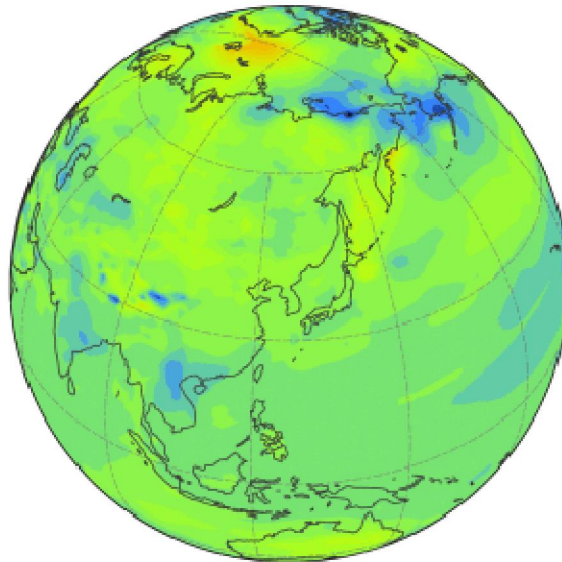
## 강수량

CMAP    관측  
HG2    IPCC5차  
ECHOG    IPCC4차

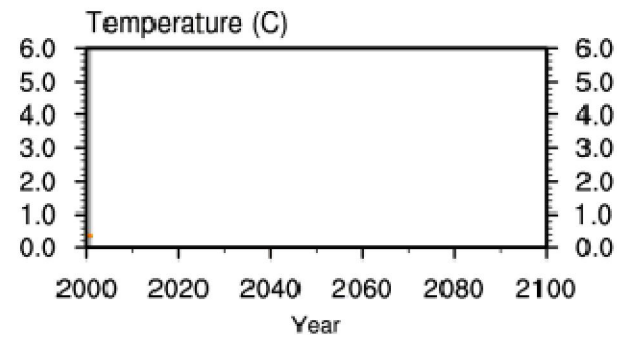
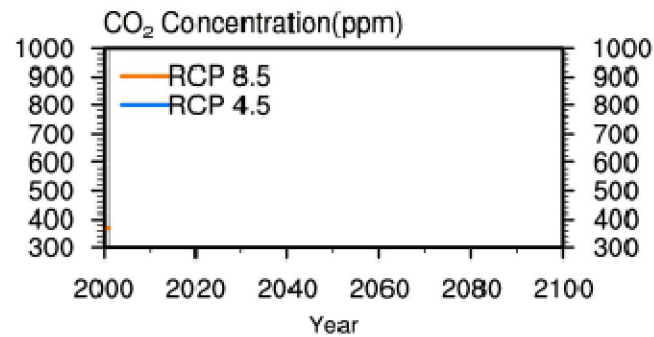
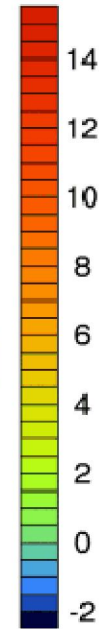
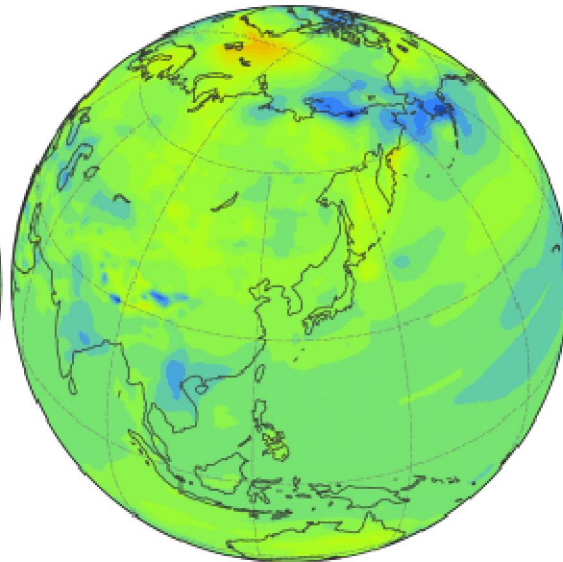


# 전지구 기온 변화

RCP 4.5 : 2001



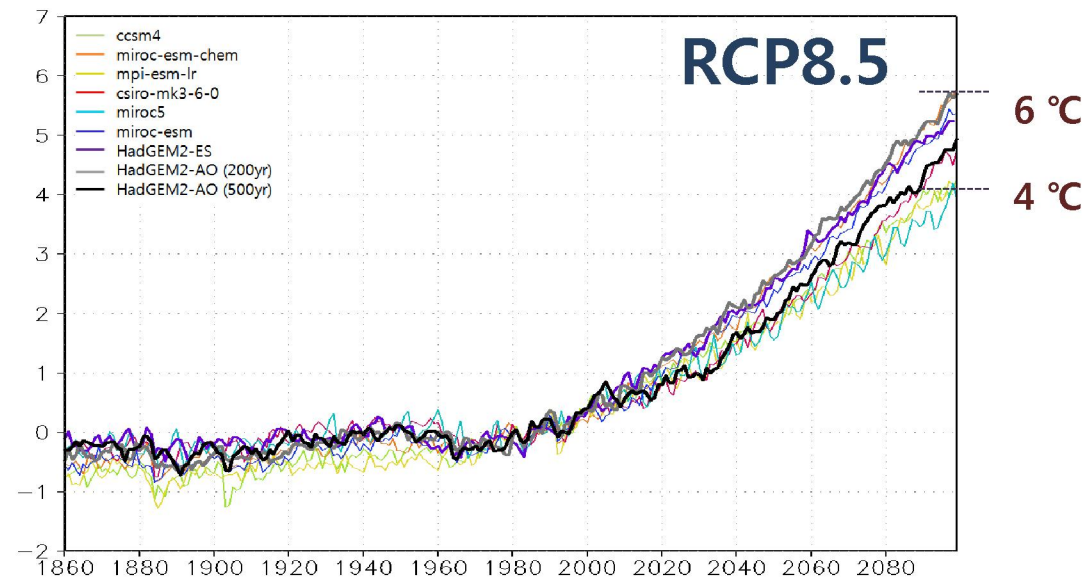
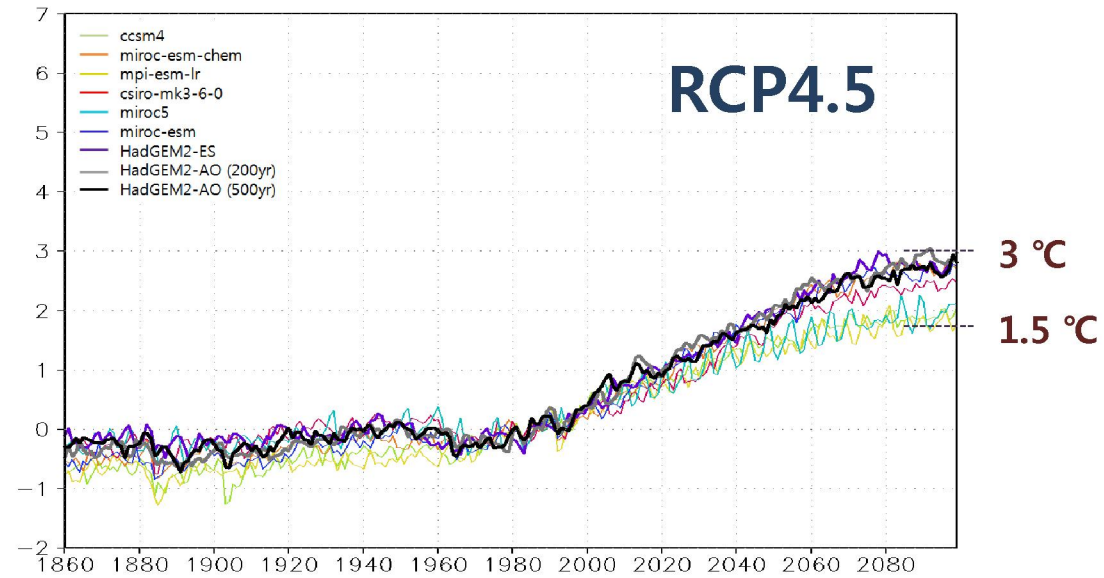
RCP 8.5 : 2001



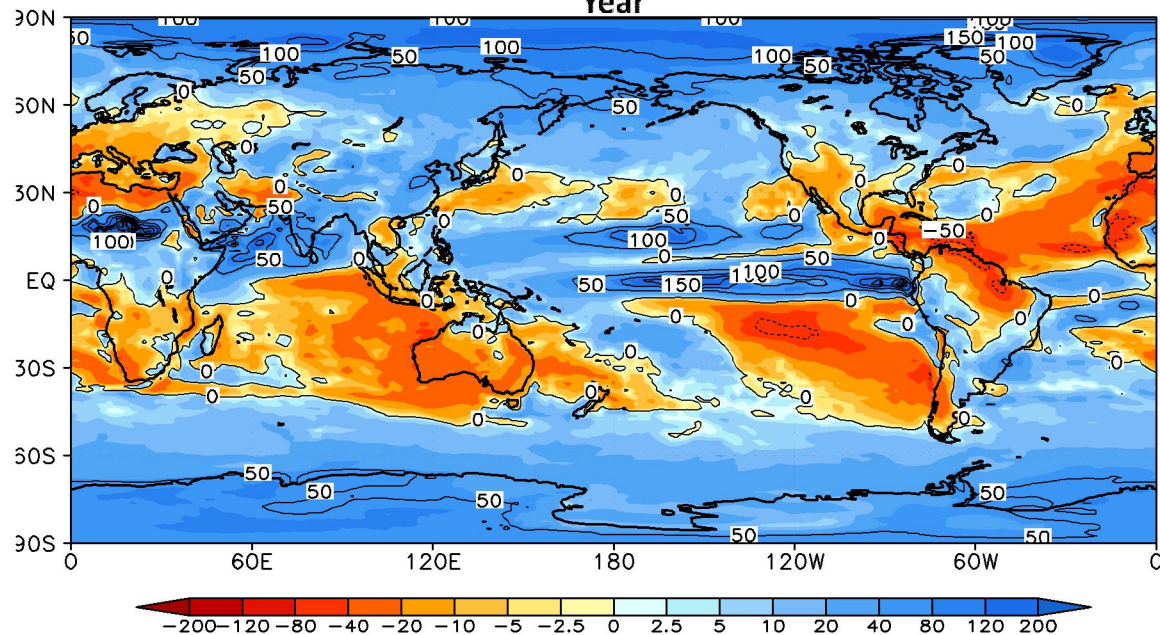
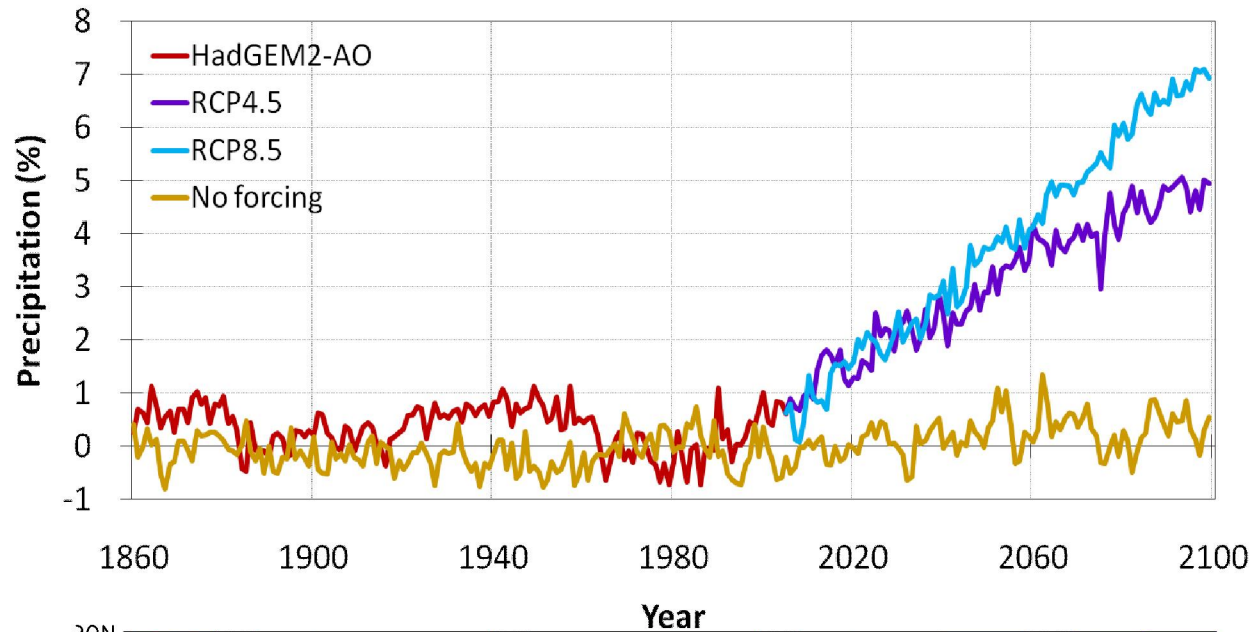


# 전지구 기온변화 (CMIP5 ) 9개 모델 비교

1971 ~2000년 평균값에  
대한 기온변화(°C)



# 전지구 강수량 변화(%)



**21세기말-20세기말**

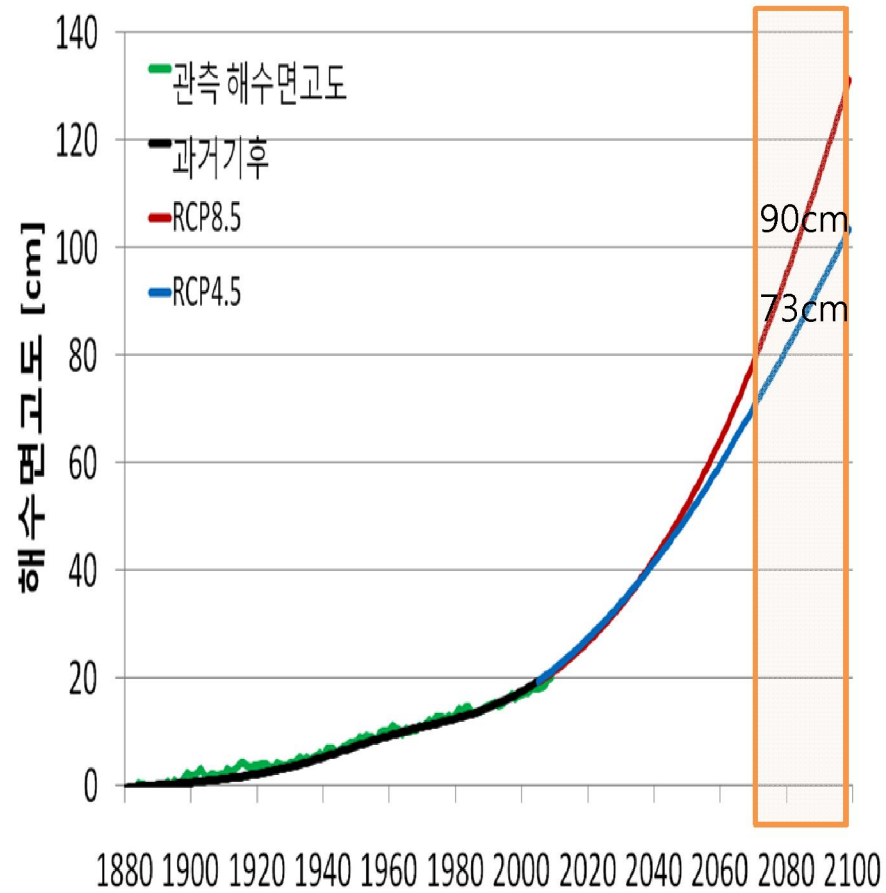
\*21세기말 = 2070-2099

\*20세기말 = 1971-2000

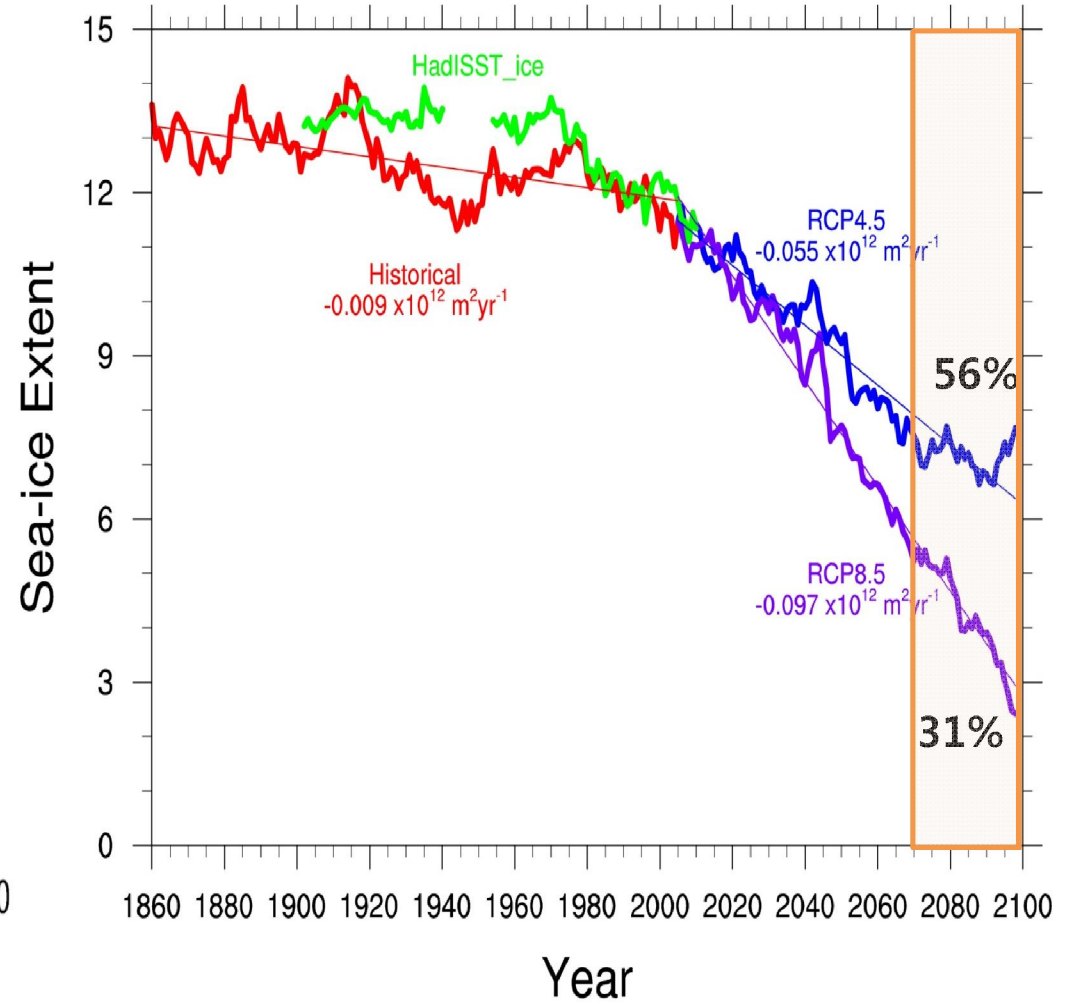


# 전지구 해수면 고도 및 북극 해빙

해수면 고도



( $\times 10^{12} \text{m}^2$ ) 북극해빙면적



# 동아시아 물순환 변화

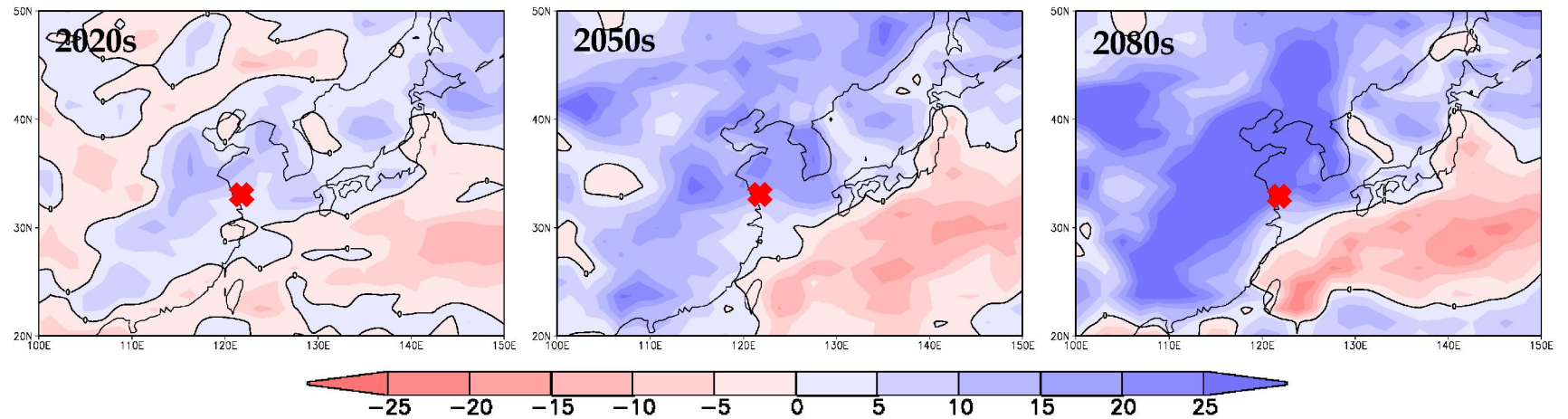
RCP8.5

2020s: 2010~2039

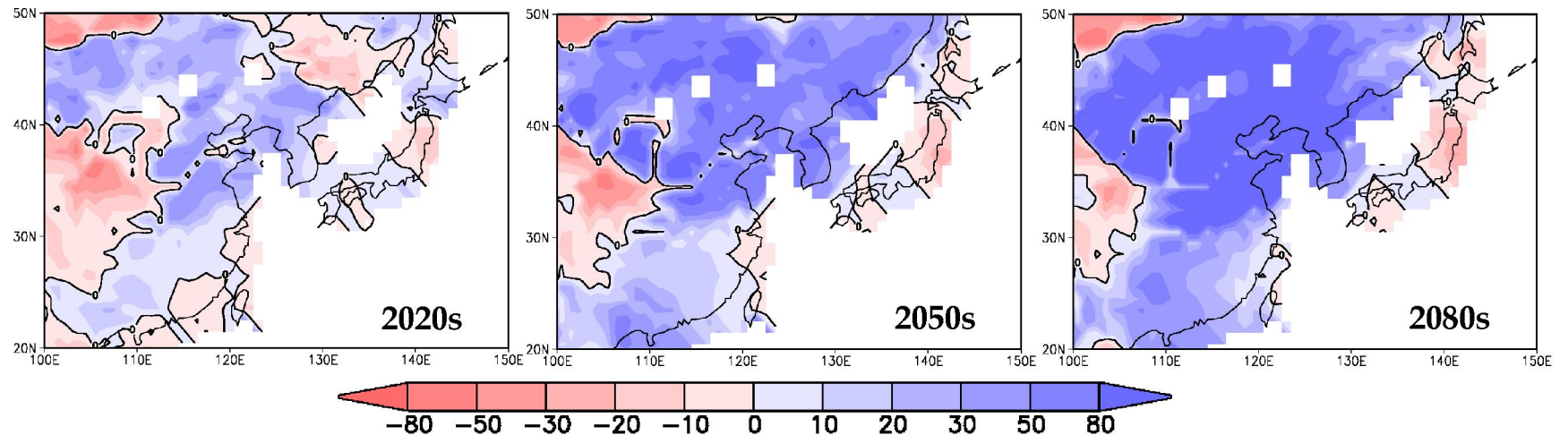
2050s: 2040~2069

2080s: 2070~2099

## 강수량 변화 (%)



## 강물 저장량 변화 (%)



# 동아시아 물순환 변화

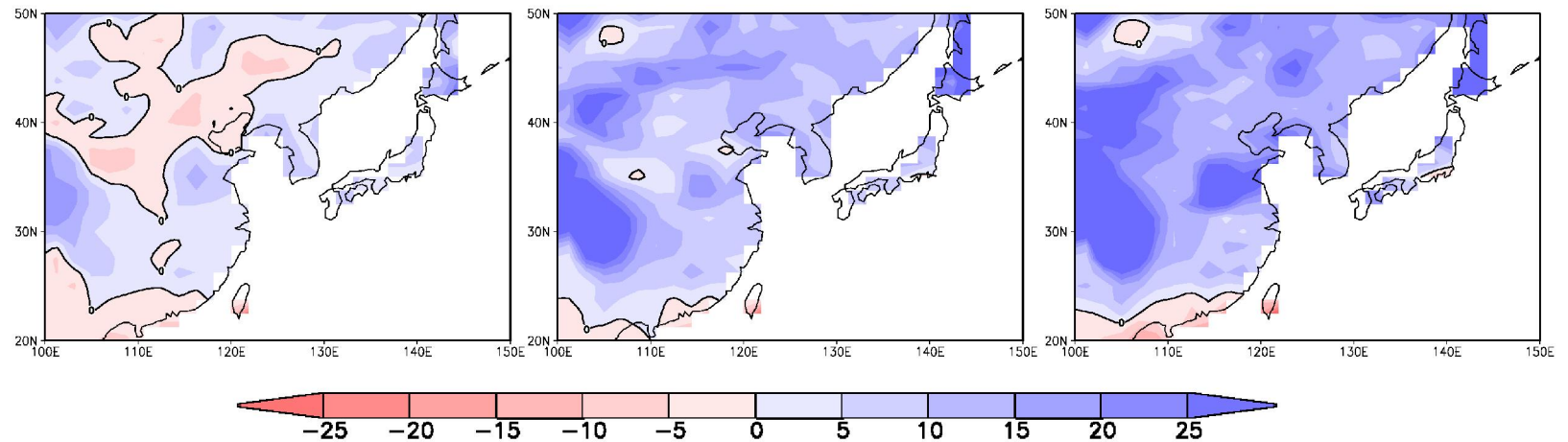
RCP8.5

2020s: 2010~2039

2050s: 2040~2069

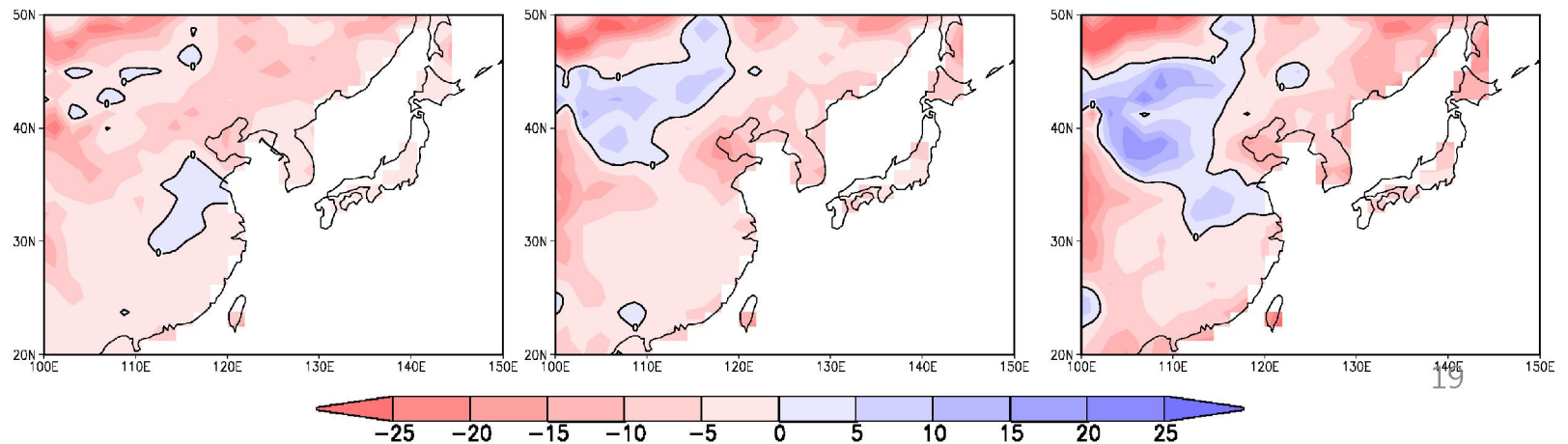
2080s: 2070~2099

## 지표증발량 변화 (%)



## 토양수분량 변화 (%)

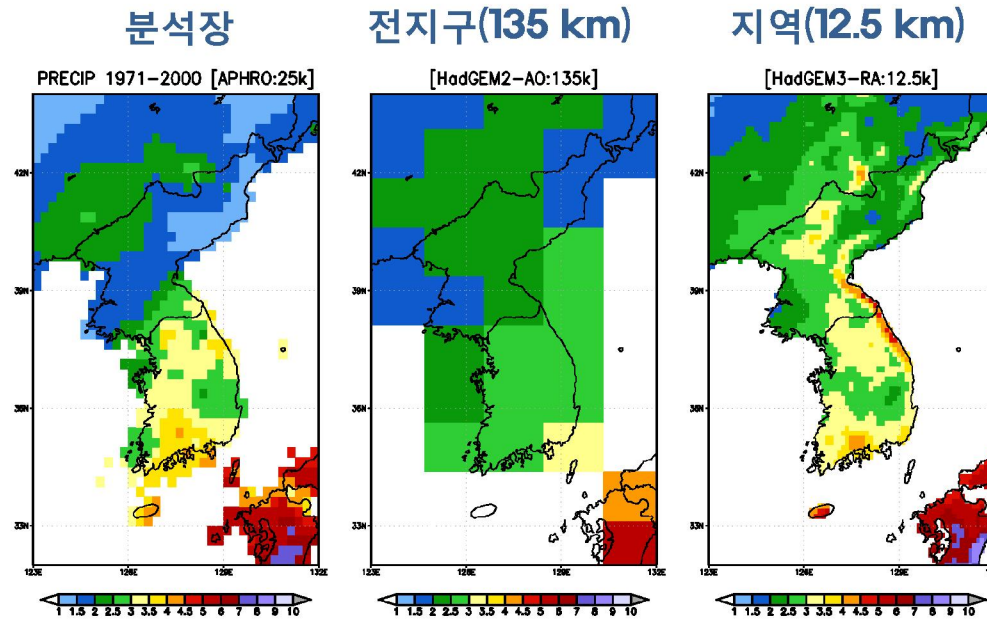
토양깊이:  
0~10cm



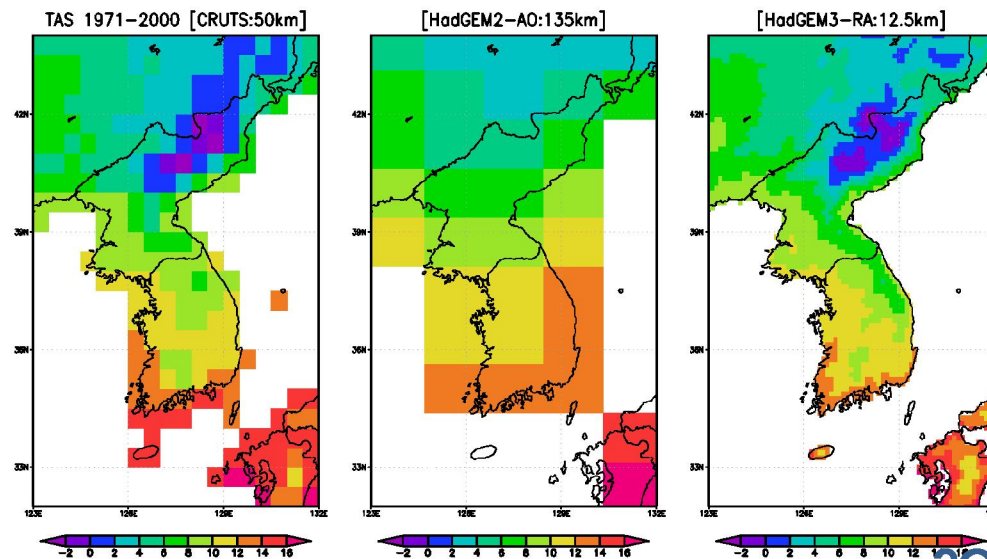


# 지역기후모델 필요성 (분해능에 따른 모의성능)

강수량



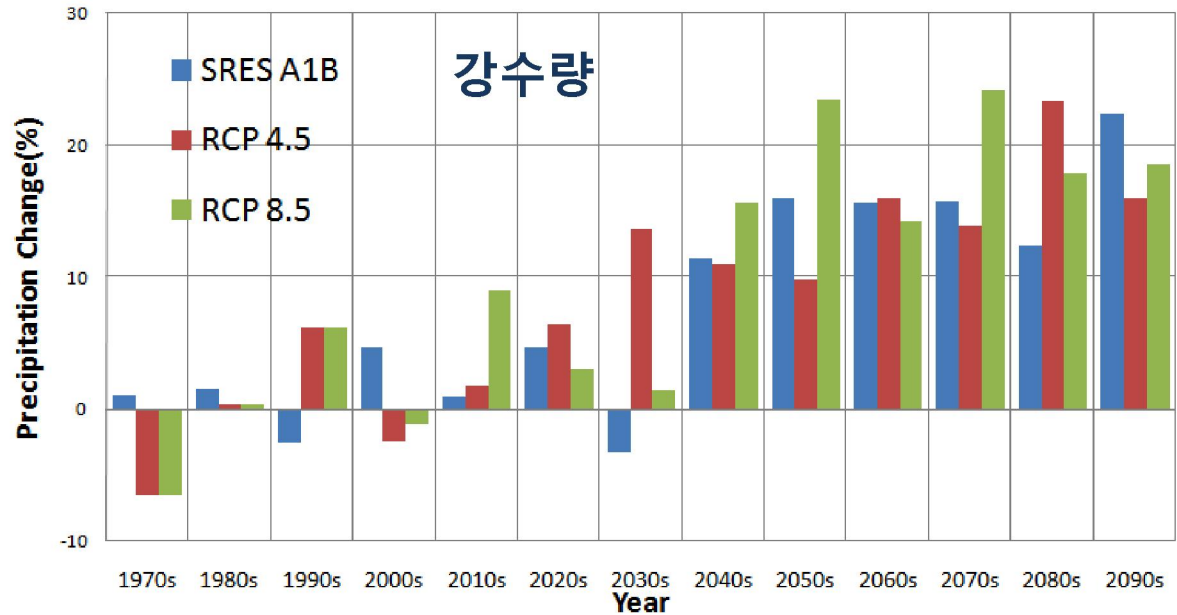
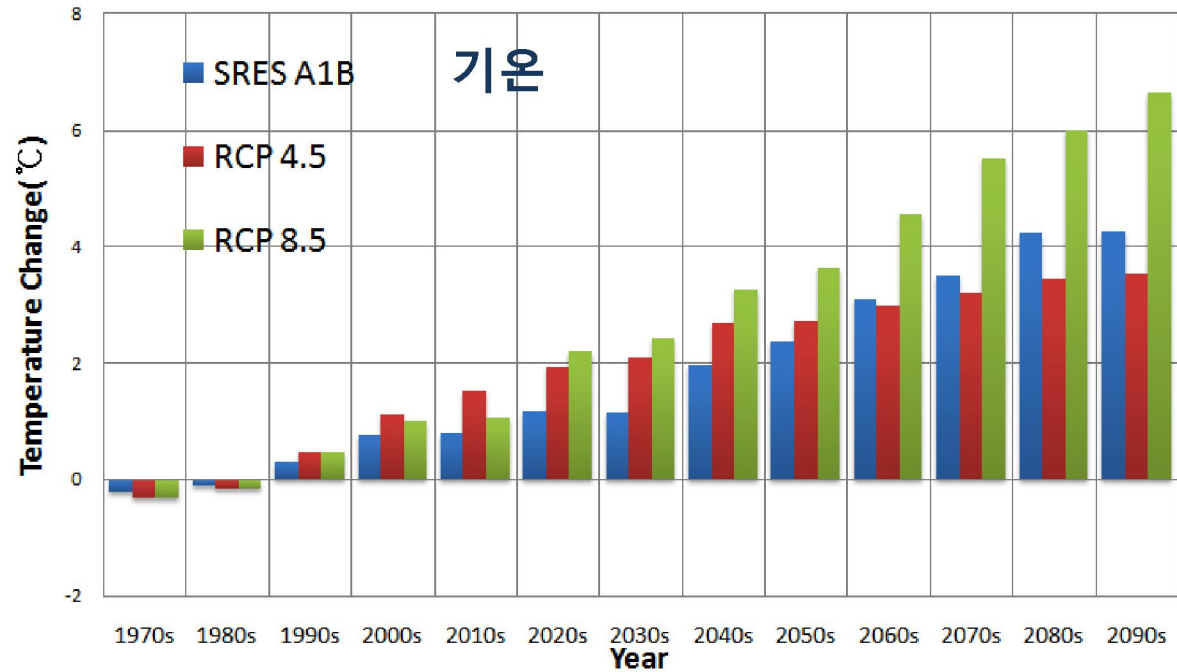
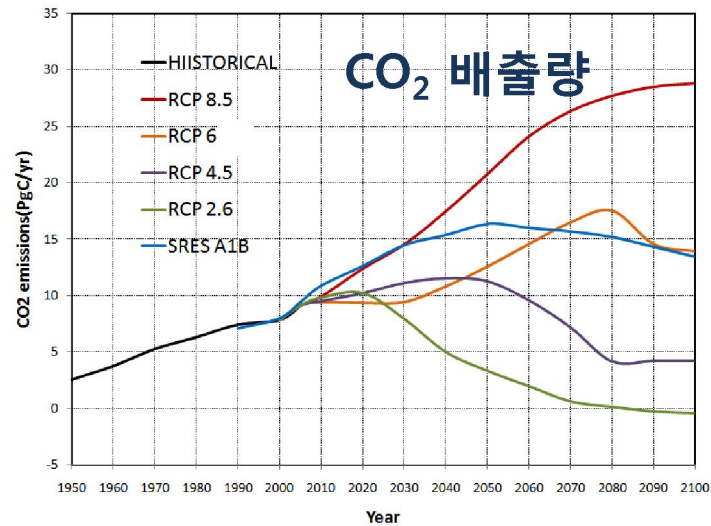
기온



30년 기후값 (1971~2000)

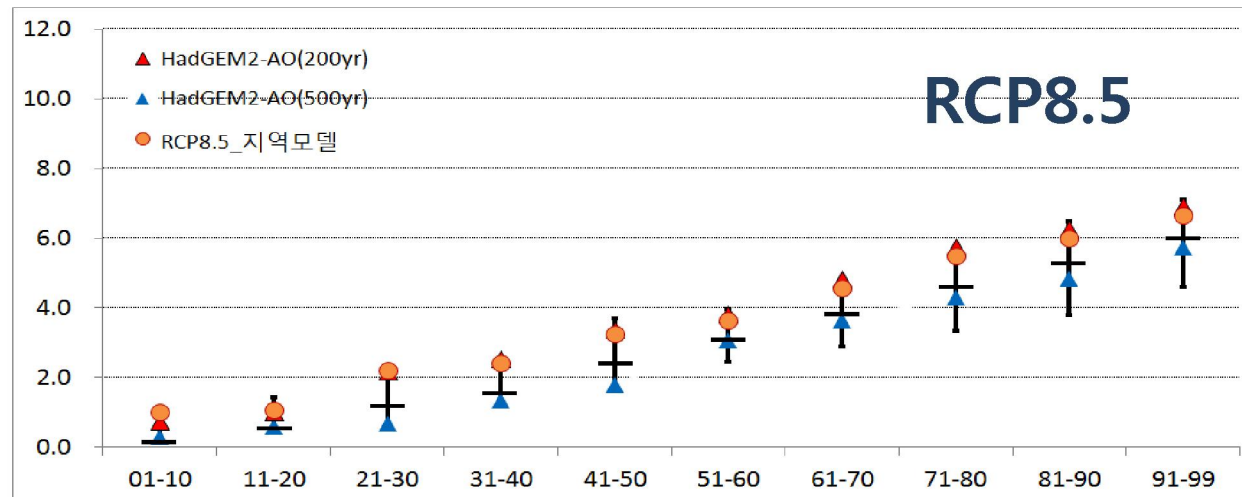
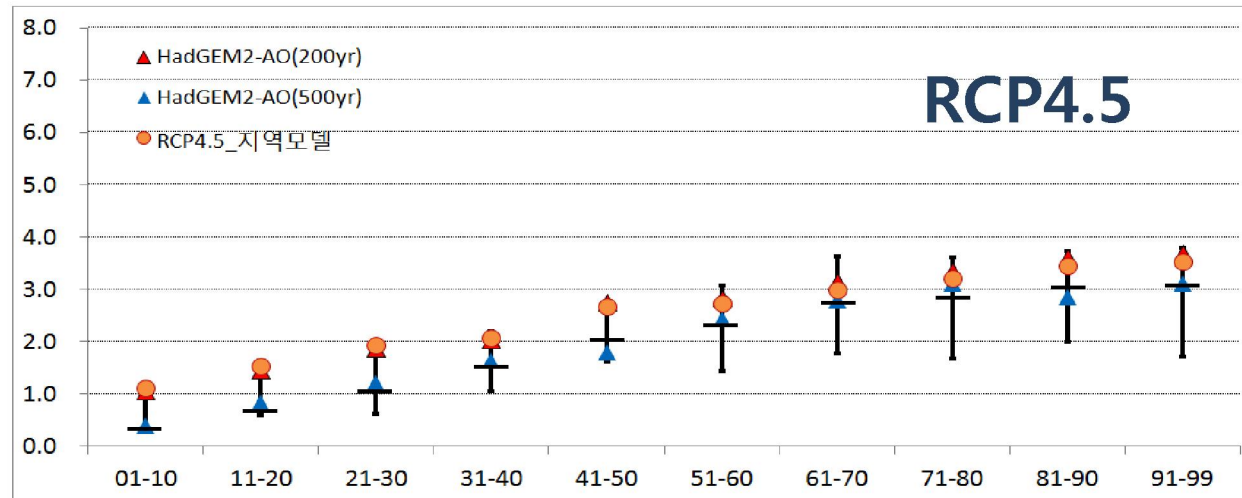
# RCP와 SRES 비교 (우리나라)

1971 ~ 2000년 평균값에  
대한 변화



# 우리나라 기온변화 (CMIP5) 10개 모델

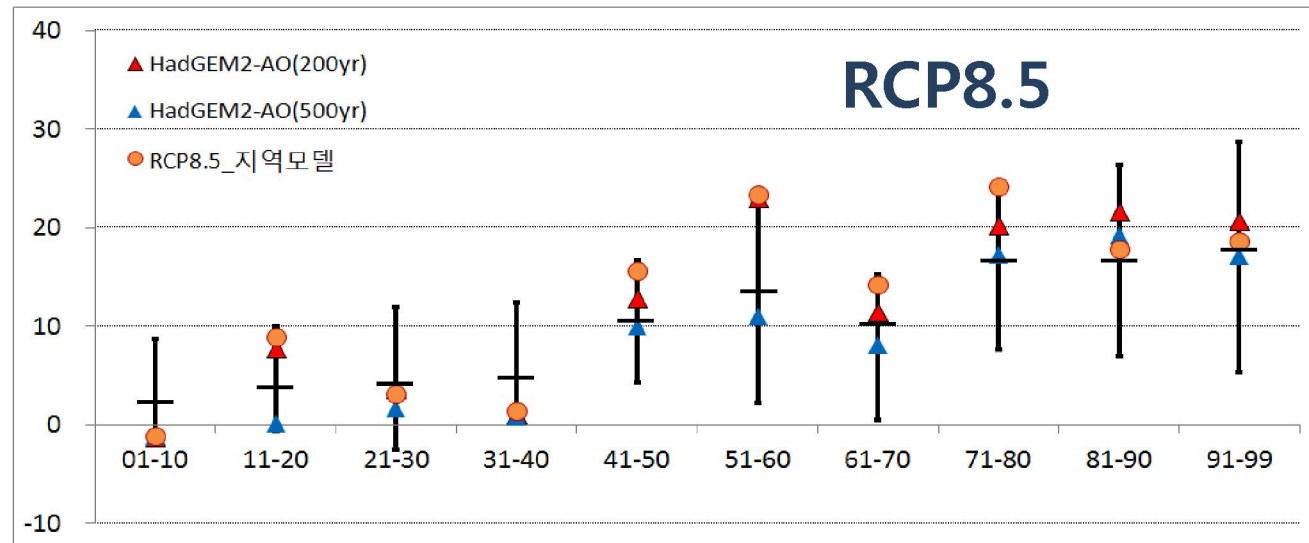
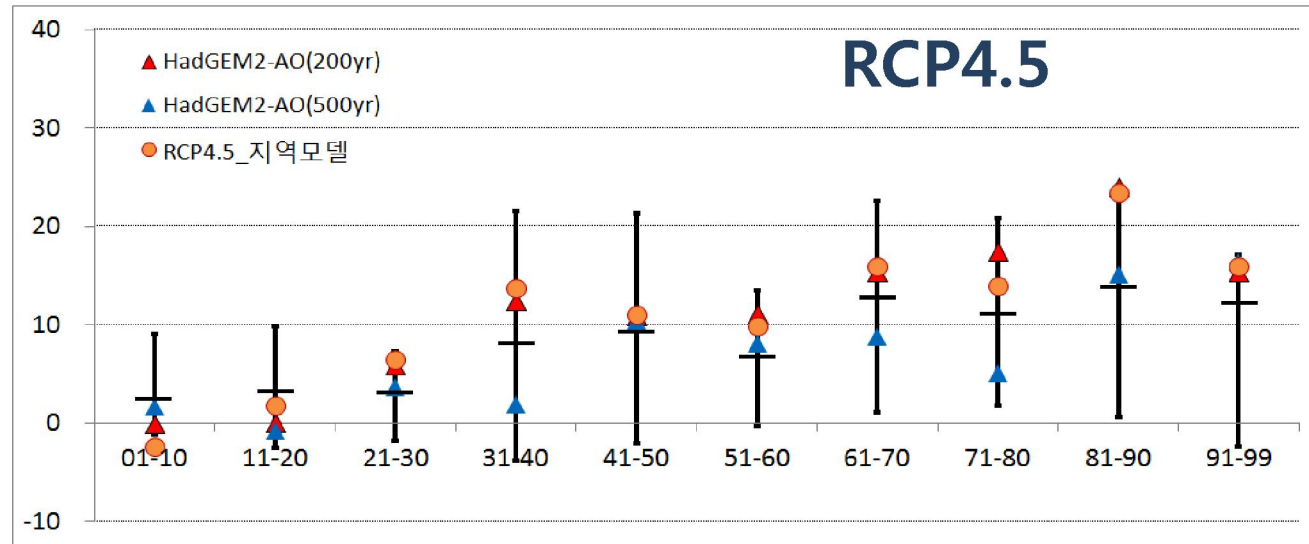
1971 ~ 2000년 평균값  
에 대한 10년 평균  
기온변화





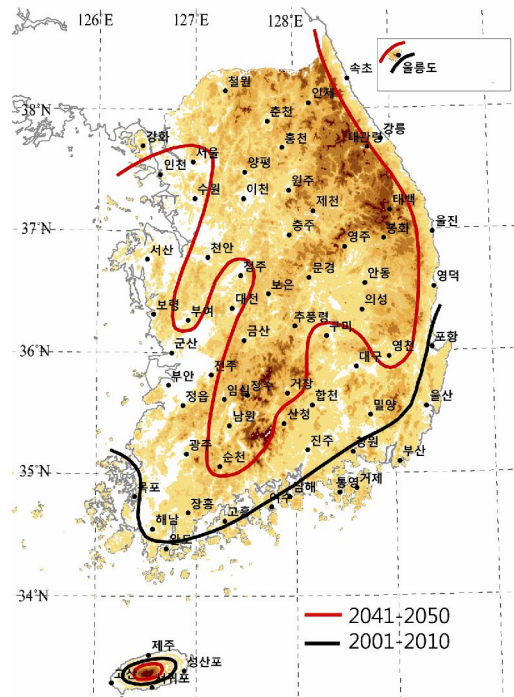
# 우리나라 강수량 변화 (CMIP5) 10개 모델 비교

1971 ~ 2000년 평균값  
에 대한 10년 평균  
강수량 변화율[%]



# 2050년 우리나라 기후변화 전망 : 기온

## 아열대 기후대 변화



서울기후 부산과 유사  
내륙 제외한 전국이 아열대화

## 계절의 길이 변화

서울 '봄 2월말 시작, 여름 10월초까지'

서울 기준, 봄·여름은 한달 정도 길어지고,  
겨울은 한 달 가량 짧아짐

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
'10	겨울		봄			여름				가을		
'50	겨울 (-27일)		봄 (+10일)			여름 (+19일)				가을 (-2일)		

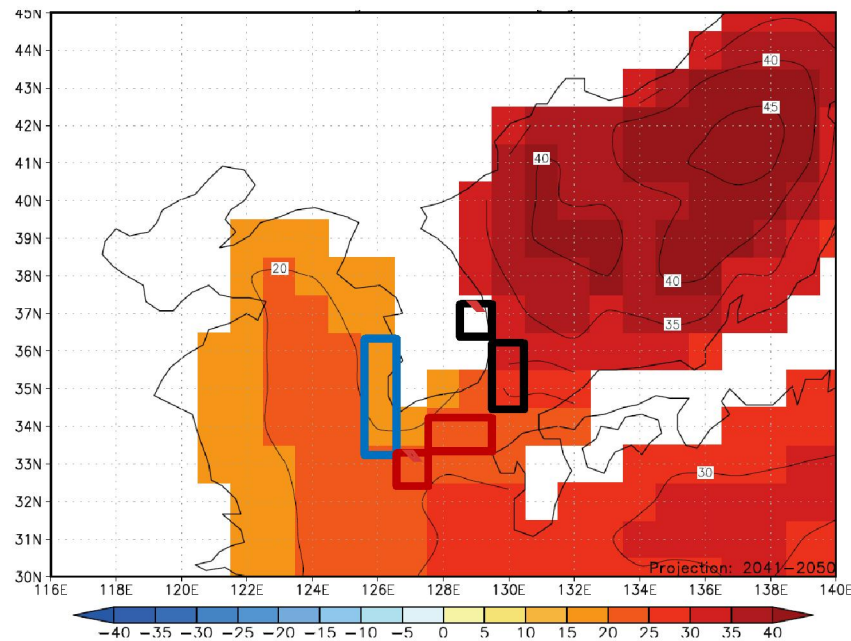
<계절길이 변화(서울)>

제주도, 울릉도 겨울소멸

# 2050년 우리나라 기후변화 전망 : 해수면

## 해수면

지난 43년간 8cm 상승,  
2050년까지 27cm 상승

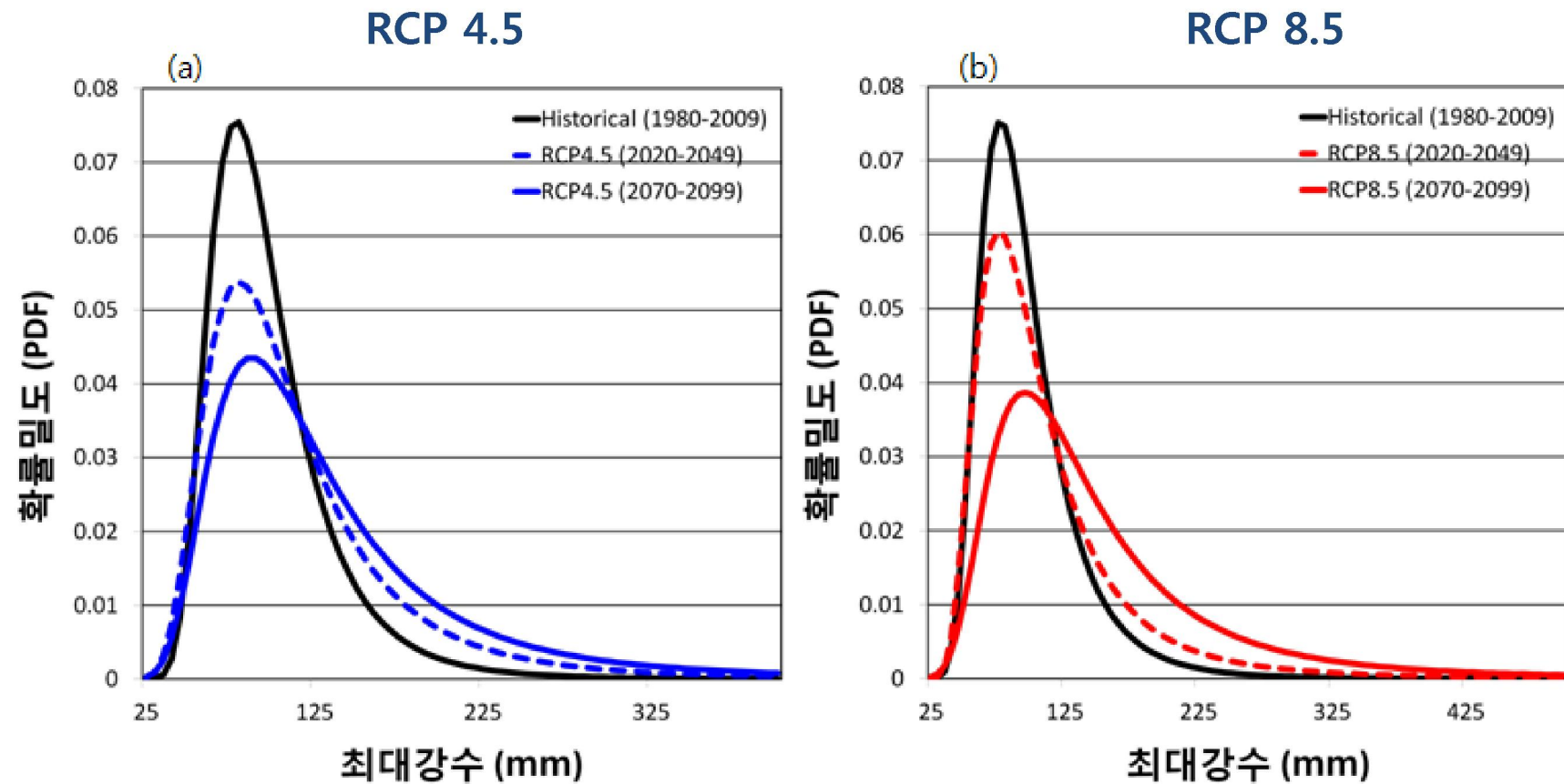


<해수면 상승 편차 분포도>

동해안 **35cm** 남해안 23cm,  
서해안 23cm 상승

RCP8.5

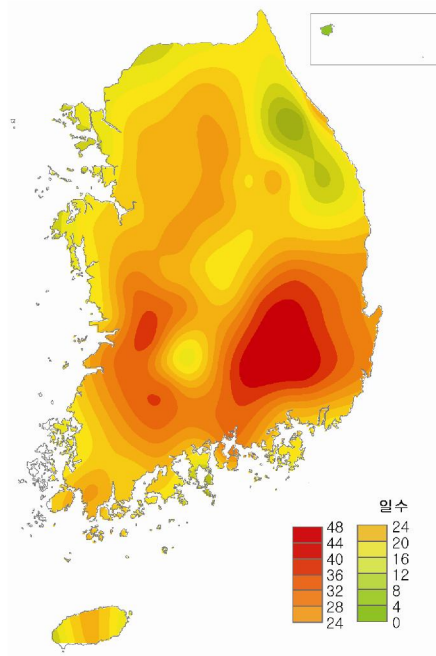
# 기후변화에 의한 변동성 (GEV 확률 밀도 함수)



# 2050년 우리나라 기후변화 전망 : 극한기후

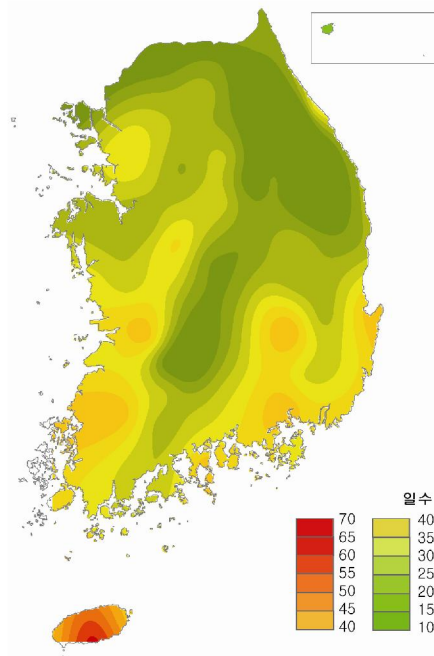
폭염, 열대야, 호우, 가뭄 가능성 증가

## 폭염



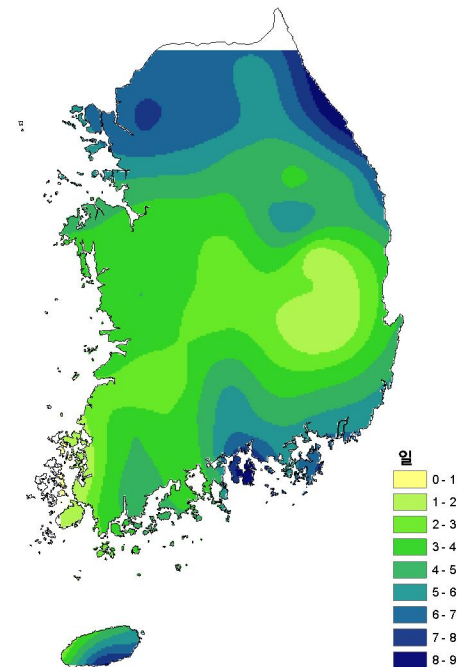
현재 8.8일 → 25일(3배 증가)  
대구 한달반 지속(현재 25일)

## 열대야



현재 5일 → 30일(6배 증가)  
서귀포 70일 이상(현재 31일)

## 집중호우



현재 2.7일 → 4.5일(60% 증가)  
수도권, 영동지방 호우일수 증가

※현재: 2001-2010년

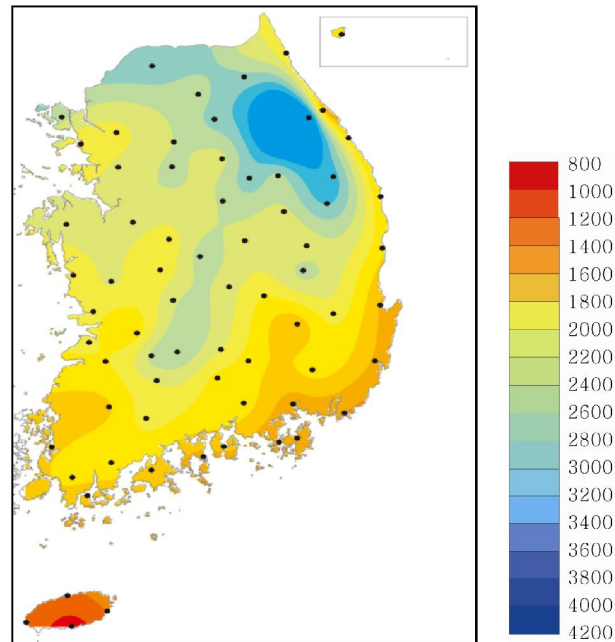
RCP8.5



# 2050년 우리나라 기후변화 전망 : 영향

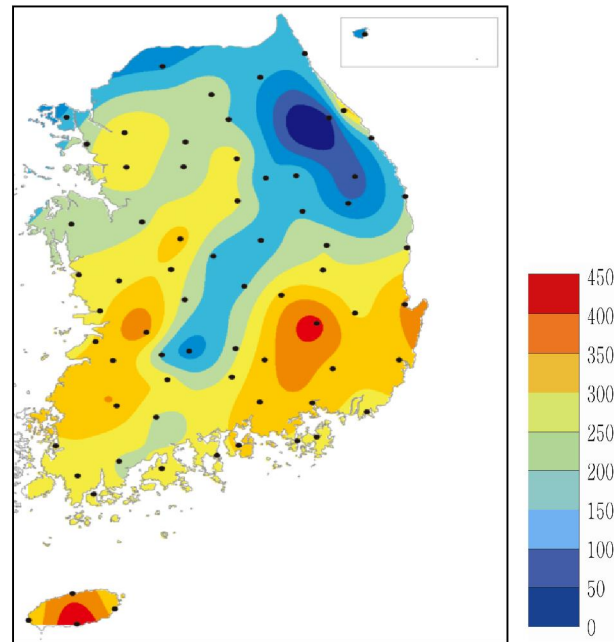
난방도일수 감소, 냉방도일수 증가

난방도일수



현재 대비 19.7% 감소

냉방도일수



현재 대비 134% 증가

<난방도일>  
1년 중 일 평균기온이  
18°C 이하인 날을  
골라 기준이 되는  
18°C 기온에서  
그날의 일 평균기온을  
뺀 값을 적산시킨 값

<냉방도일>  
24°C 이상인 날의  
기온과 24°C와의  
차를 적산시킨 값.  
일반적으로 일

RCP8.5



# 기후변화 시나리오 추진 계획

## 1. RCP 2.6/6.0 기후변화 시나리오 산출

- RCP 2.6,4.5(2011년) + 6.0,8.5(2012년) 기후변화 시나리오 완성

## 2. 기후변화 시나리오 예측가능성/불확실성 분석

- RCP별 6개 기후변화 시나리오 산출
- IPCC 5차보고서 참여 23개 기관 기후변화 시나리오 수집
- IPCC 참여 기관의 기후변화 시나리오 성능 평가
- 기후변화 시나리오의 예측가능성과 불확실성 분석  
(2011년: 12개 시나리오, 2012년: 30개 이상 시나리오)

Climate

Interaction

Aerosol

Precipitation

sea

Water

Scenario

AO RCP

Biogeochemistry

ICE

CO<sub>2</sub>

Surface

ENSO

Flux

Atmospheric

Monsoon

PBL

Cloud

Physics

Earth System

SST

Temperature

Observation

Convection

Modelling

Evaporation

Sensible Heat

Extreme

Forcing

Latent

Carbon Tracker

# 기후변화 시나리오 산출 과정

