

미래기후 극한기상 전망과 불확실성

유창현

이화여자대학교 기후에너지시스템공학과

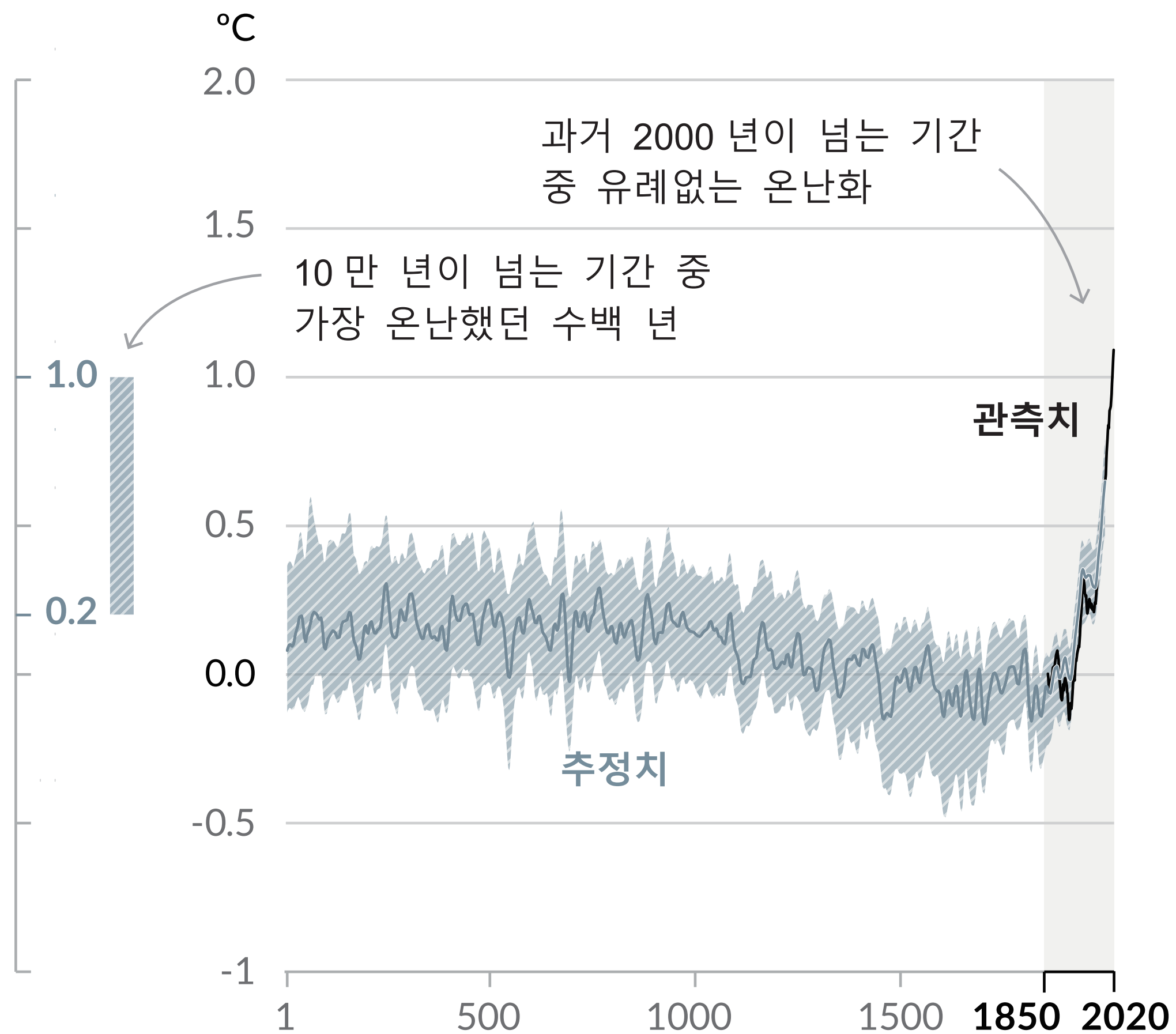


이화여자대학교
EWhA WOMANS UNIVERSITY

산업혁명 이후 지구 표면온도는 급격히 증가

1850~1900 년 대비 지구 표면온도 변화

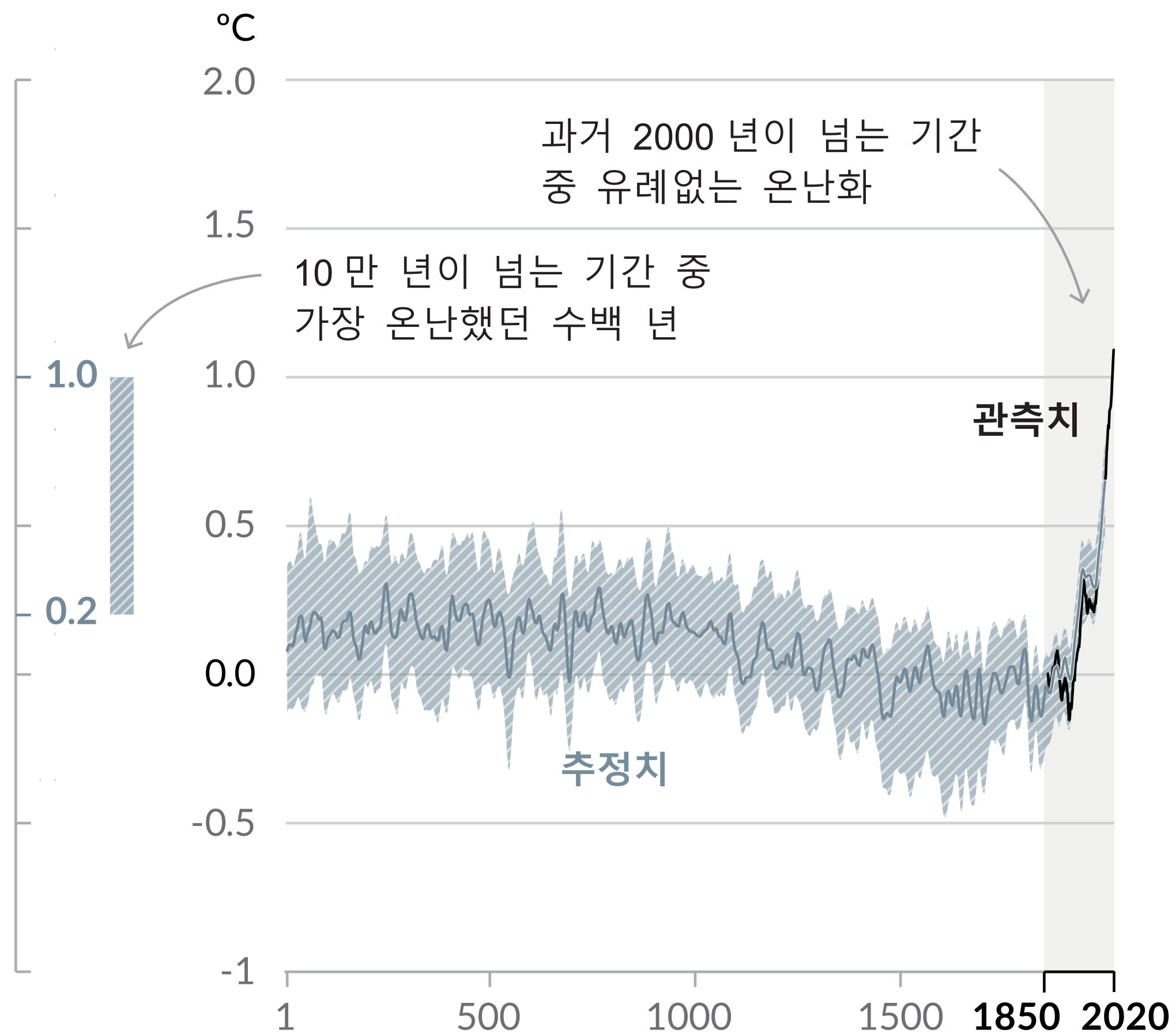
a) 지구 표면온도 변화(10 년 평균) **추정치**(1~2000 년)와
관측치(1850~2020 년)



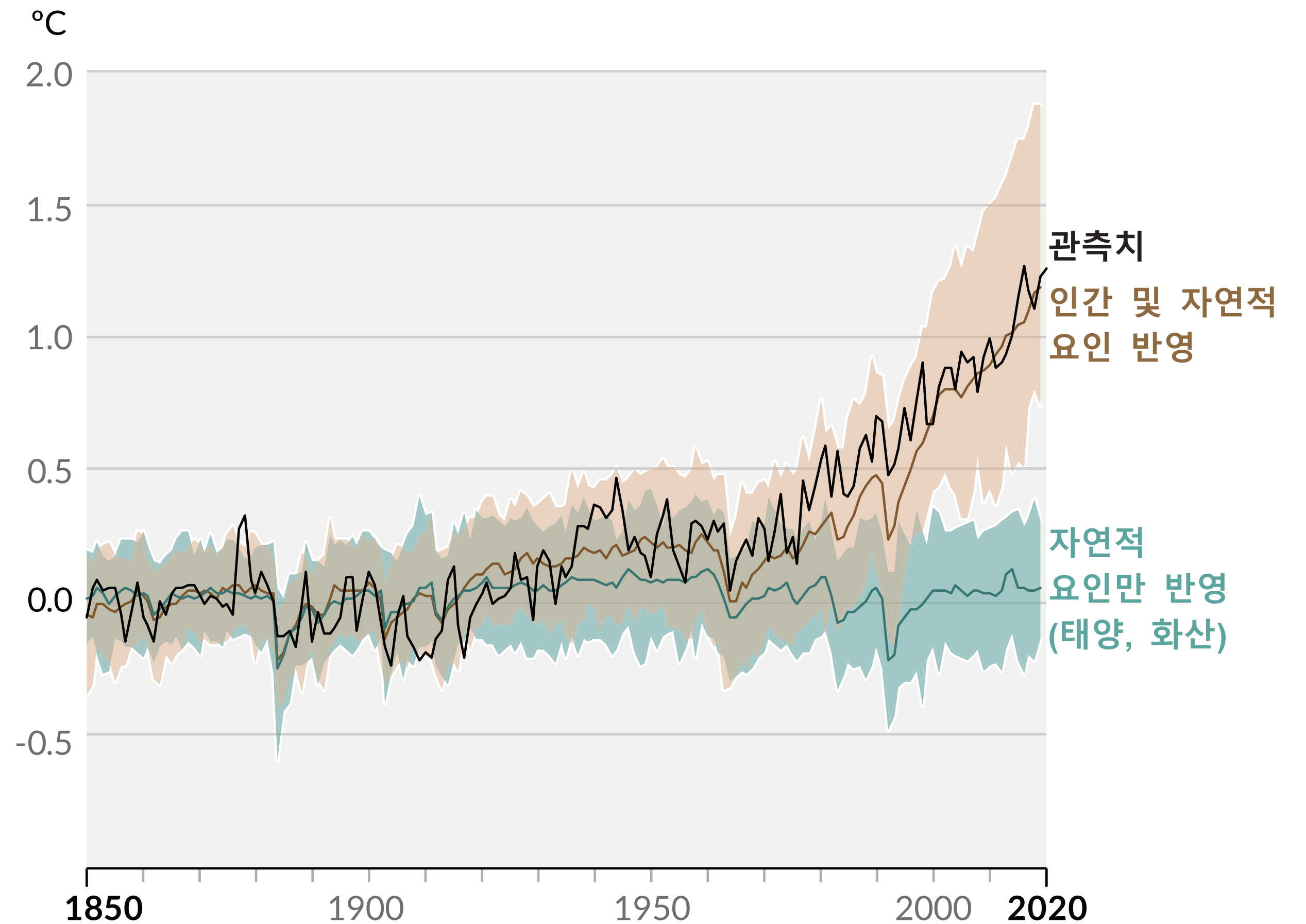
산업혁명 이후 지구 표면온도는 급격히 증가

1850~1900 년 대비 지구 표면온도 변화

a) 지구 표면온도 변화(10 년 평균) **추정치**(1~2000 년)와 **관측치**(1850~2020 년)



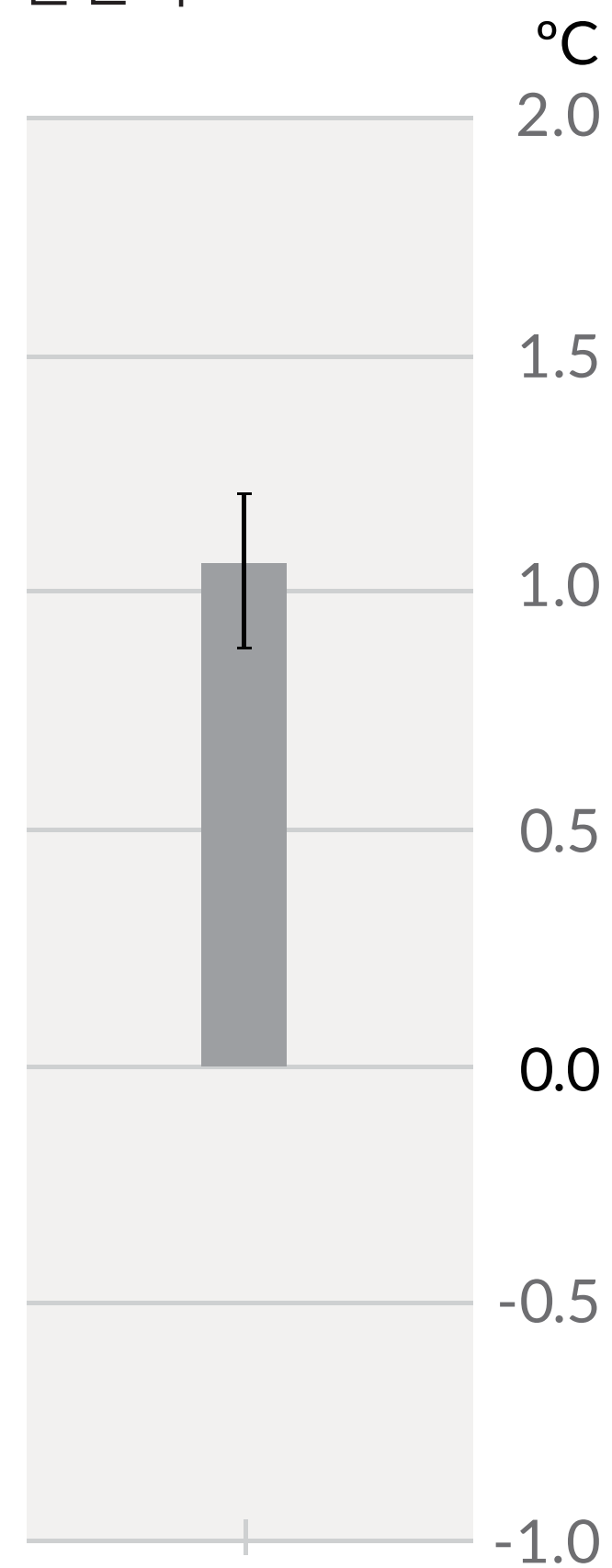
b) 지구 표면온도 변화(연평균) **관측치**와 **인간 및 자연적 요인**과 **자연적 요인만** 고려한 모의 결과(1850~2020 년)



온실가스는 온난화, 에어로졸은 냉각화에 기여

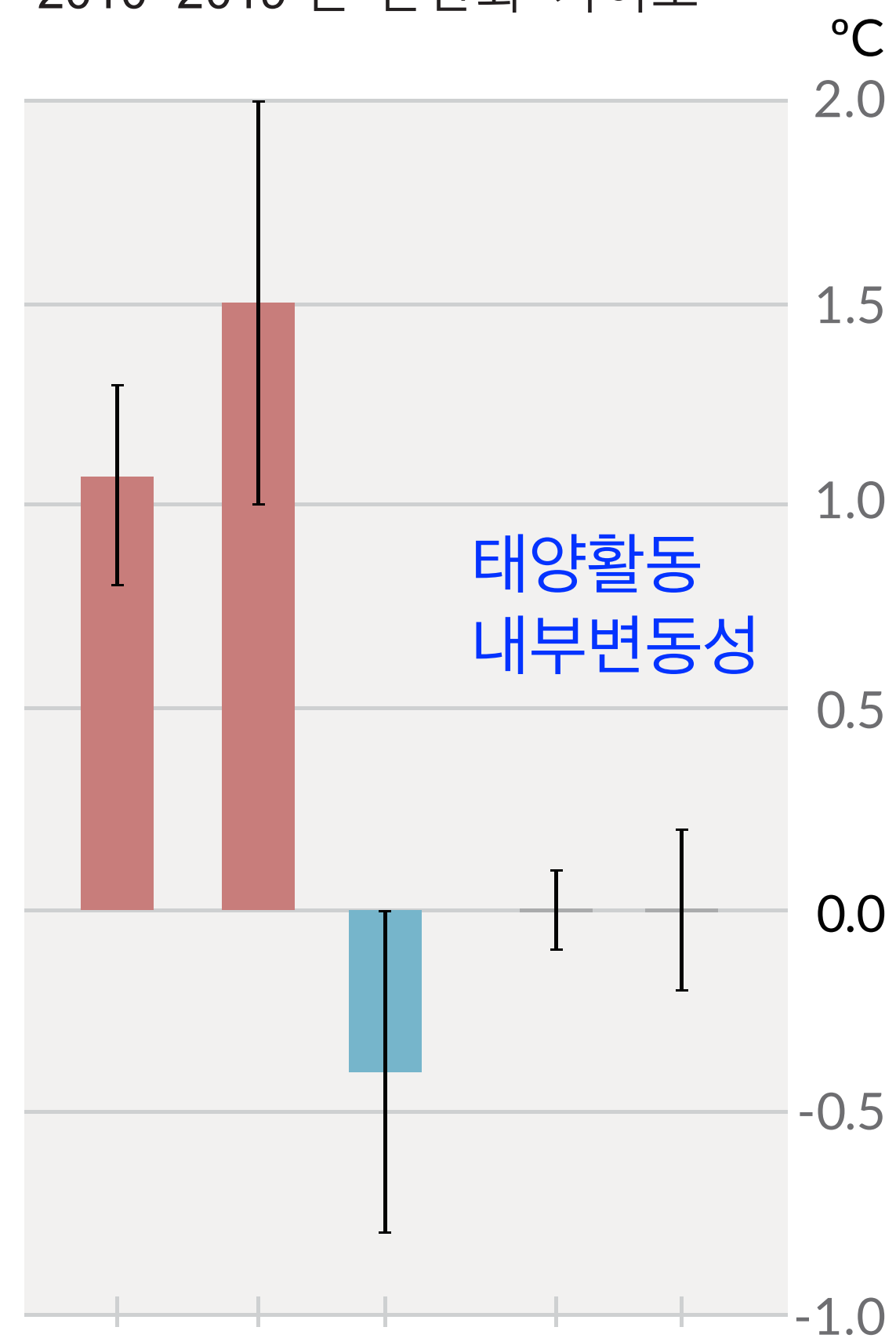
관측된 온난화

a) 1850~1900 년 대비
2010~2019 년 관측된
온난화



전지구 평균 ~1도 상승

b) 원인규명 연구를 통해
평가된 1850~1900 년 대비
2010~2019 년 온난화 기여도

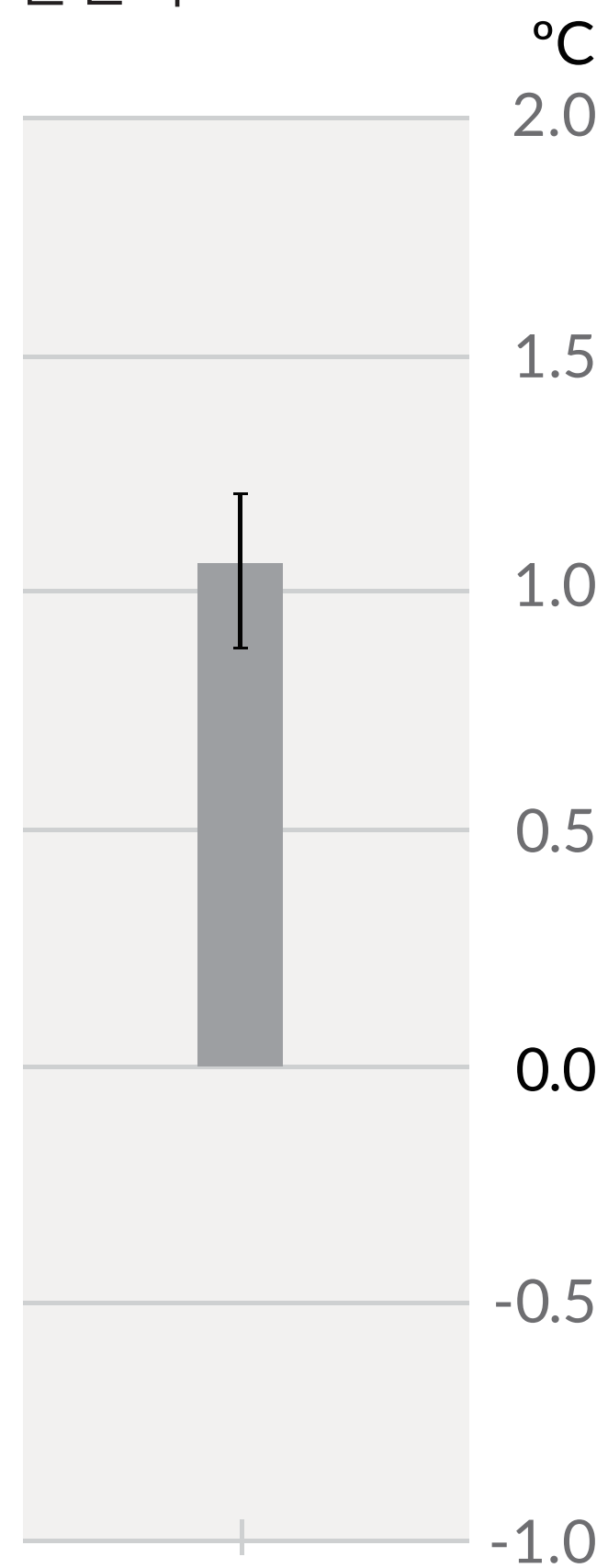


온실가스, 에어로졸

온실가스는 온난화, 에어로졸은 냉각화에 기여

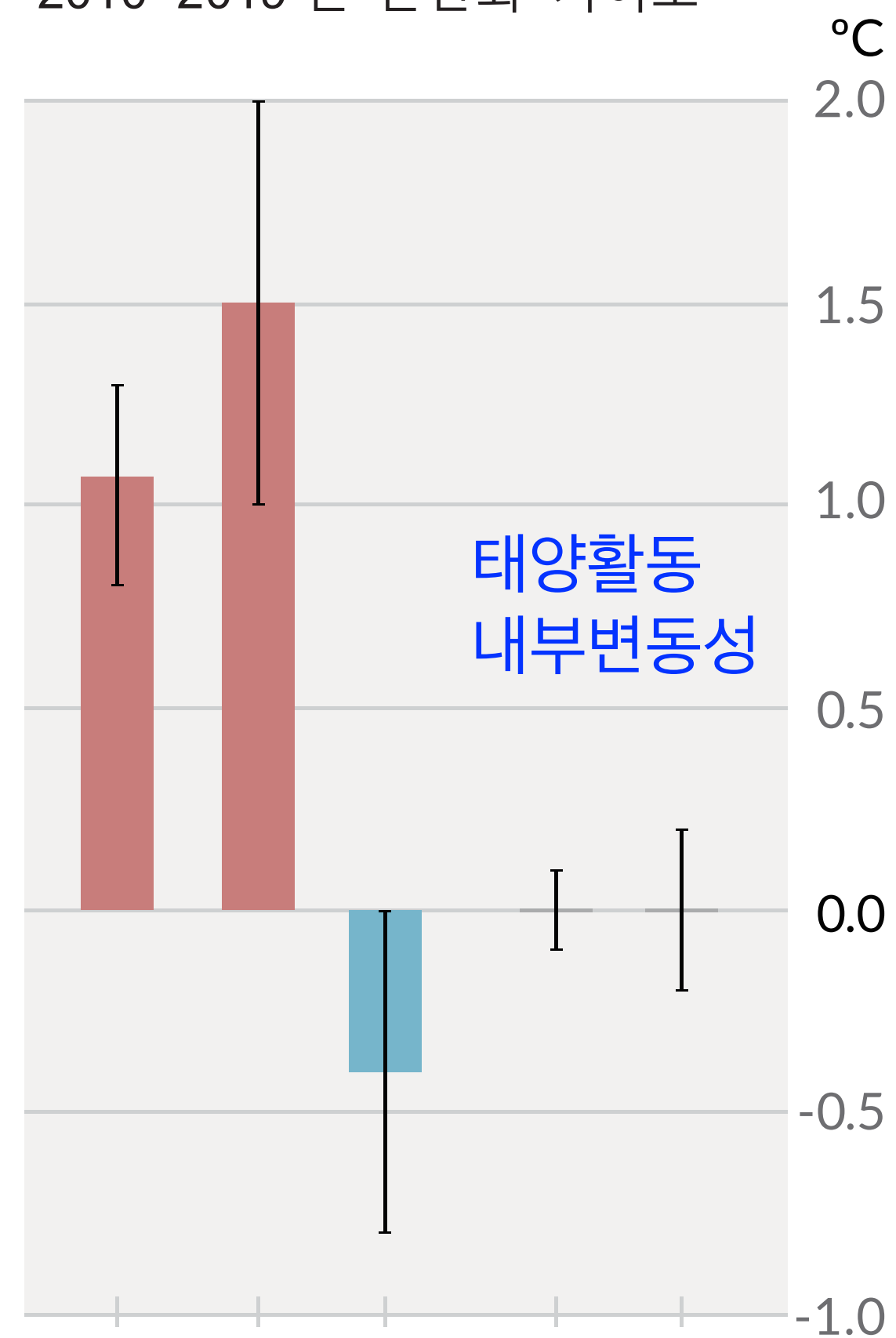
관측된 온난화

a) 1850~1900 년 대비
2010~2019 년 관측된
온난화

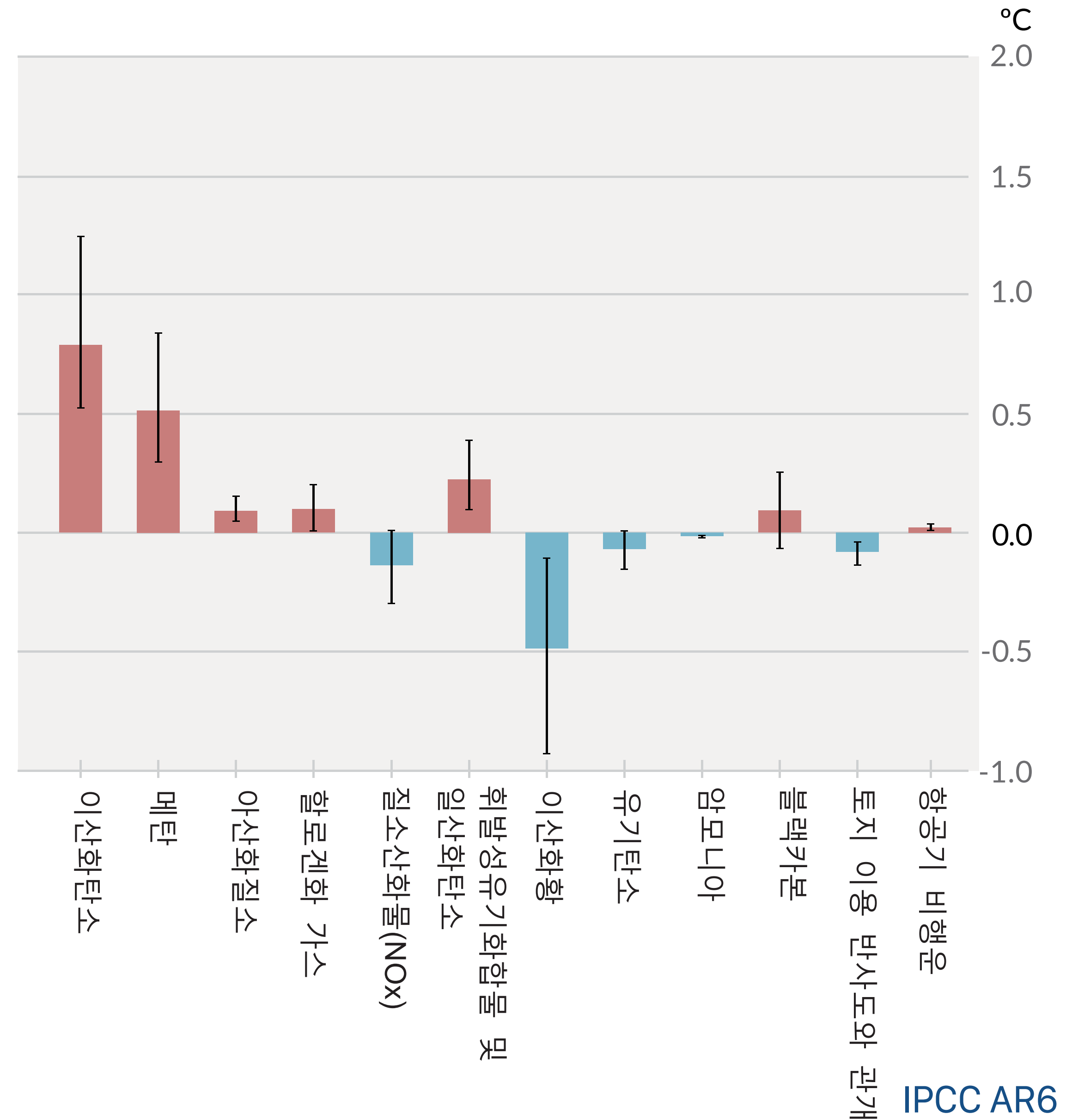


전지구 평균 ~1도 상승

b) 원인규명 연구를 통해
평가된 1850~1900 년 대비
2010~2019 년 온난화 기여도



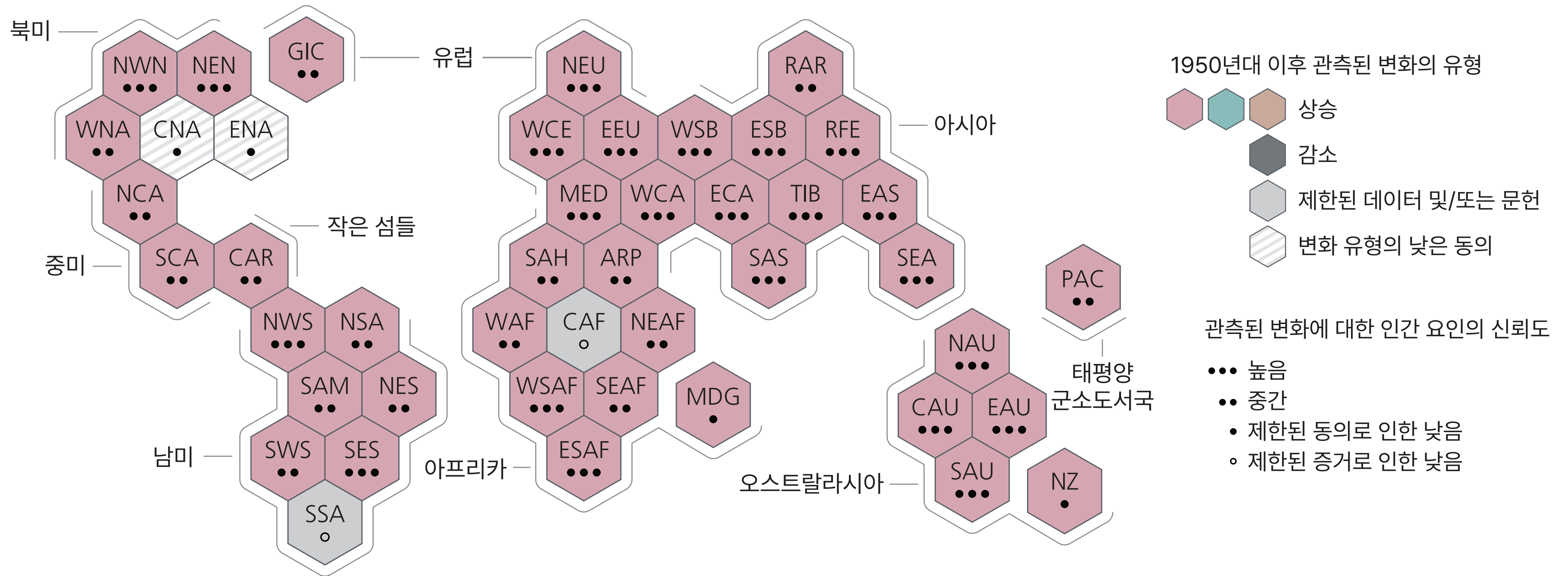
온실가스, 에어로졸



IPCC AR6

1950년대 이후 관측된 이상기후 변화 - 극한고온

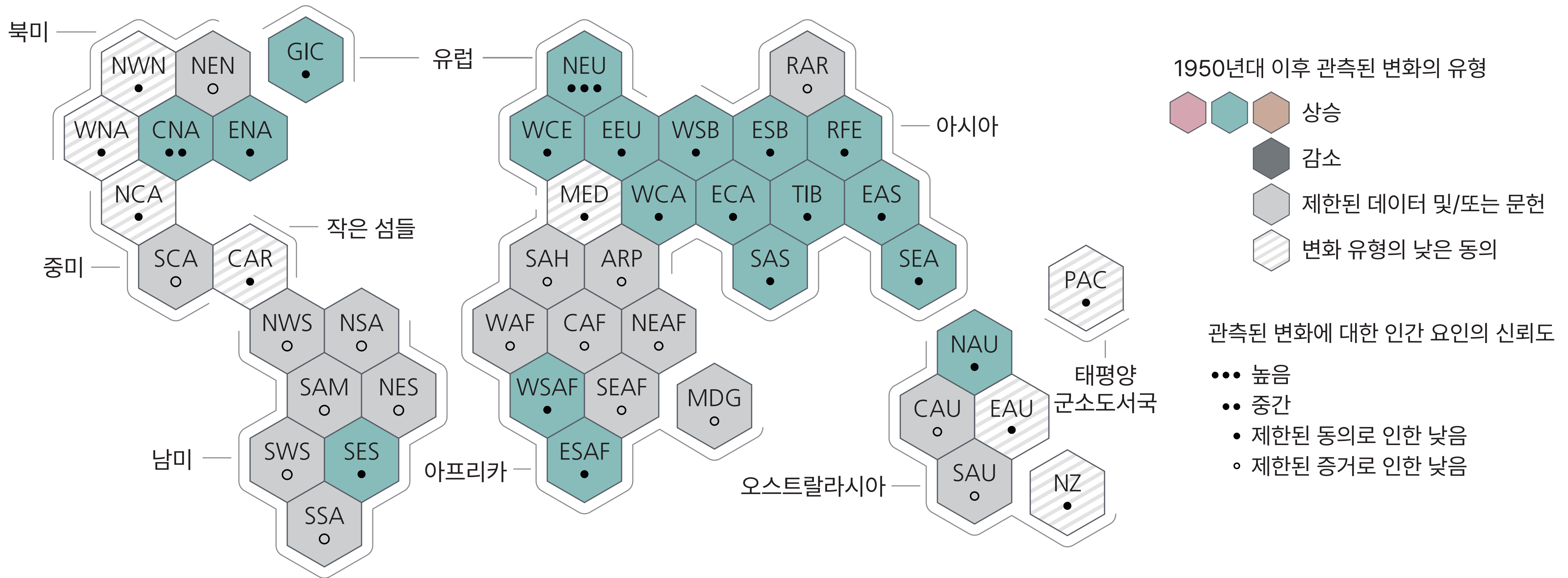
① 극한 고온 ← 폭염포함



1950년대 이후 관측된 이상기후 변화 - 폭우

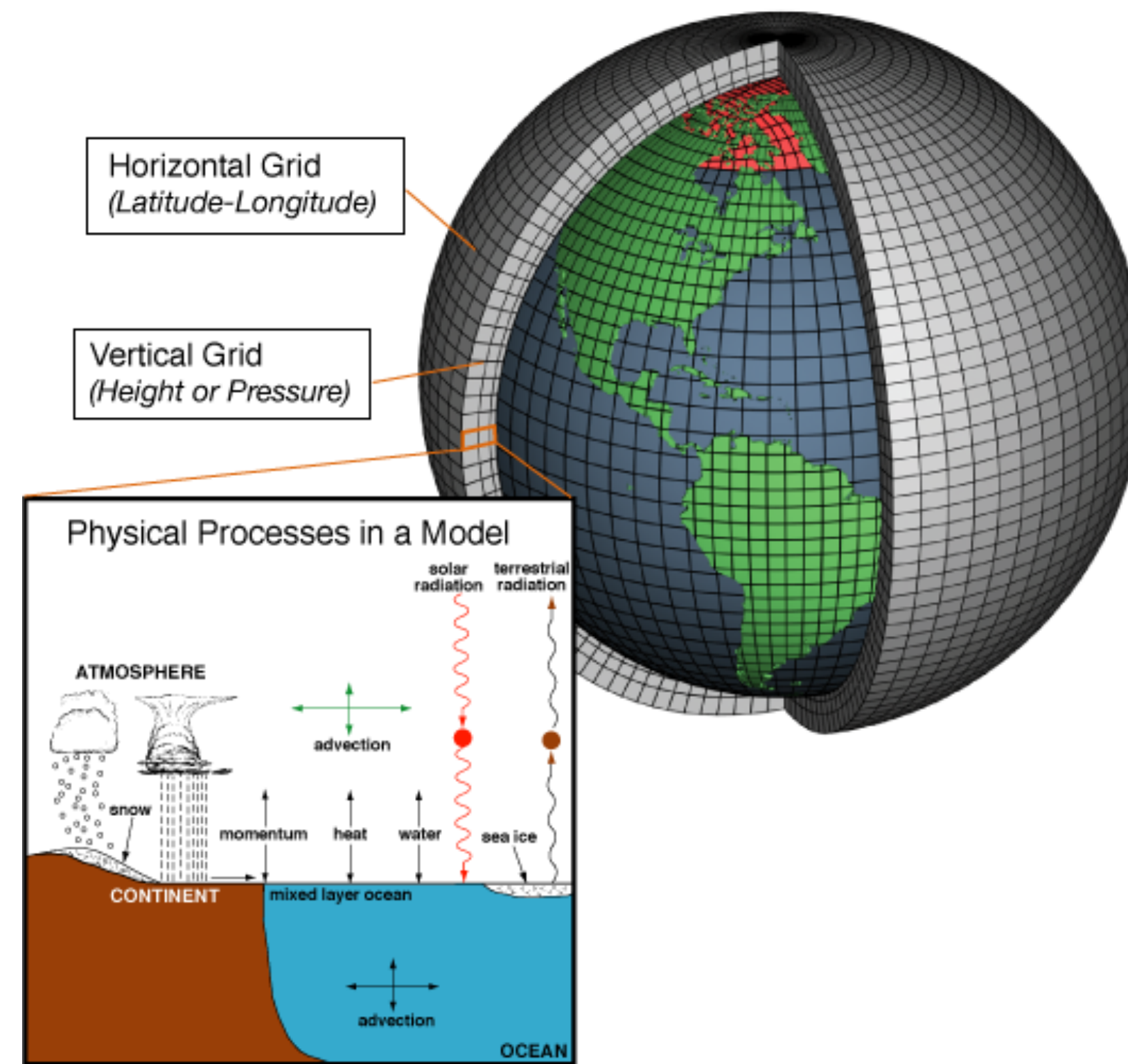


폭우



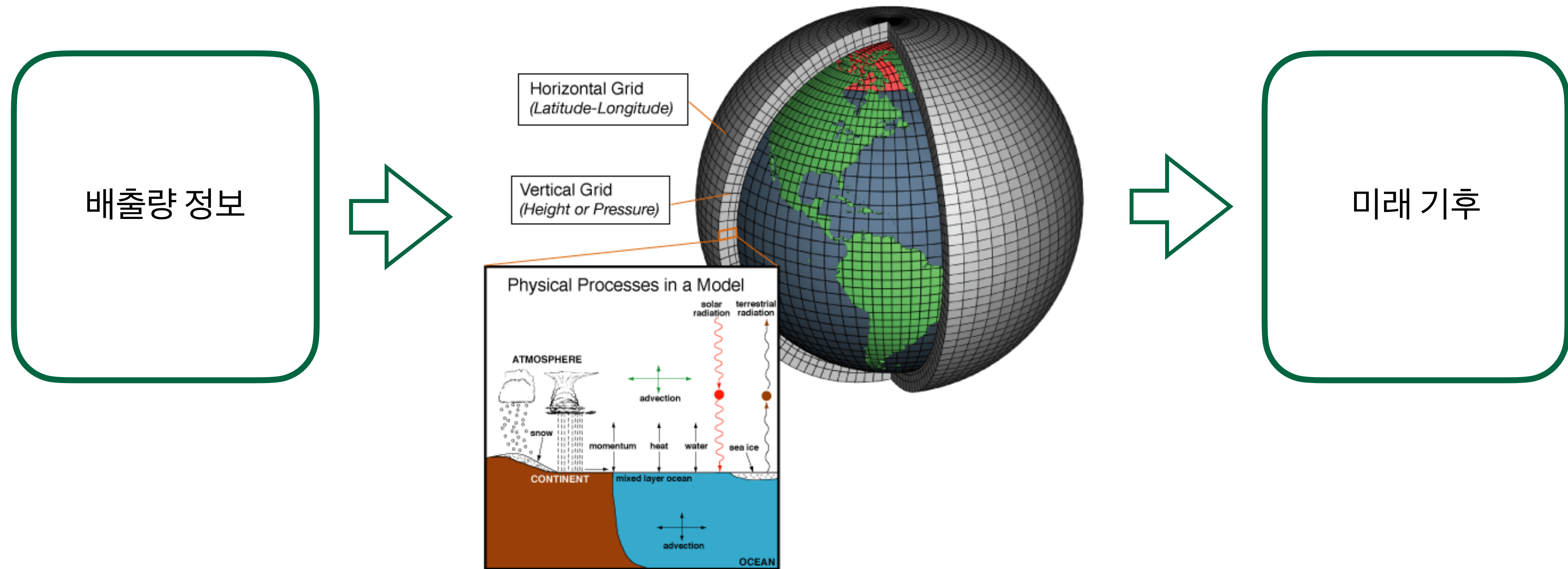
물리화학 과정을 모의하는 기후모형을 사용한 미래예측

- 기후모형은 기후시스템을 구성하는 대기, 해양, 지면, 빙권 등을 포함
 - 물질, 에너지 순환 등을 표현하는 물리화학적 과정에 기반
 - ✓ 과정에 대한 이해가 발달함에 따라 모형의 복잡도가 증가



물리화학 과정을 모의하는 기후모형을 사용한 미래예측

- 기후모형은 기후시스템을 구성하는 대기, 해양, 지면, 빙권 등을 포함
 - 물질, 에너지 순환 등을 표현하는 물리화학적 과정에 기반
 - ✓ 과정에 대한 이해가 발달함에 따라 모형의 복잡도가 증가



미래기후 전망 불확실성의 원인

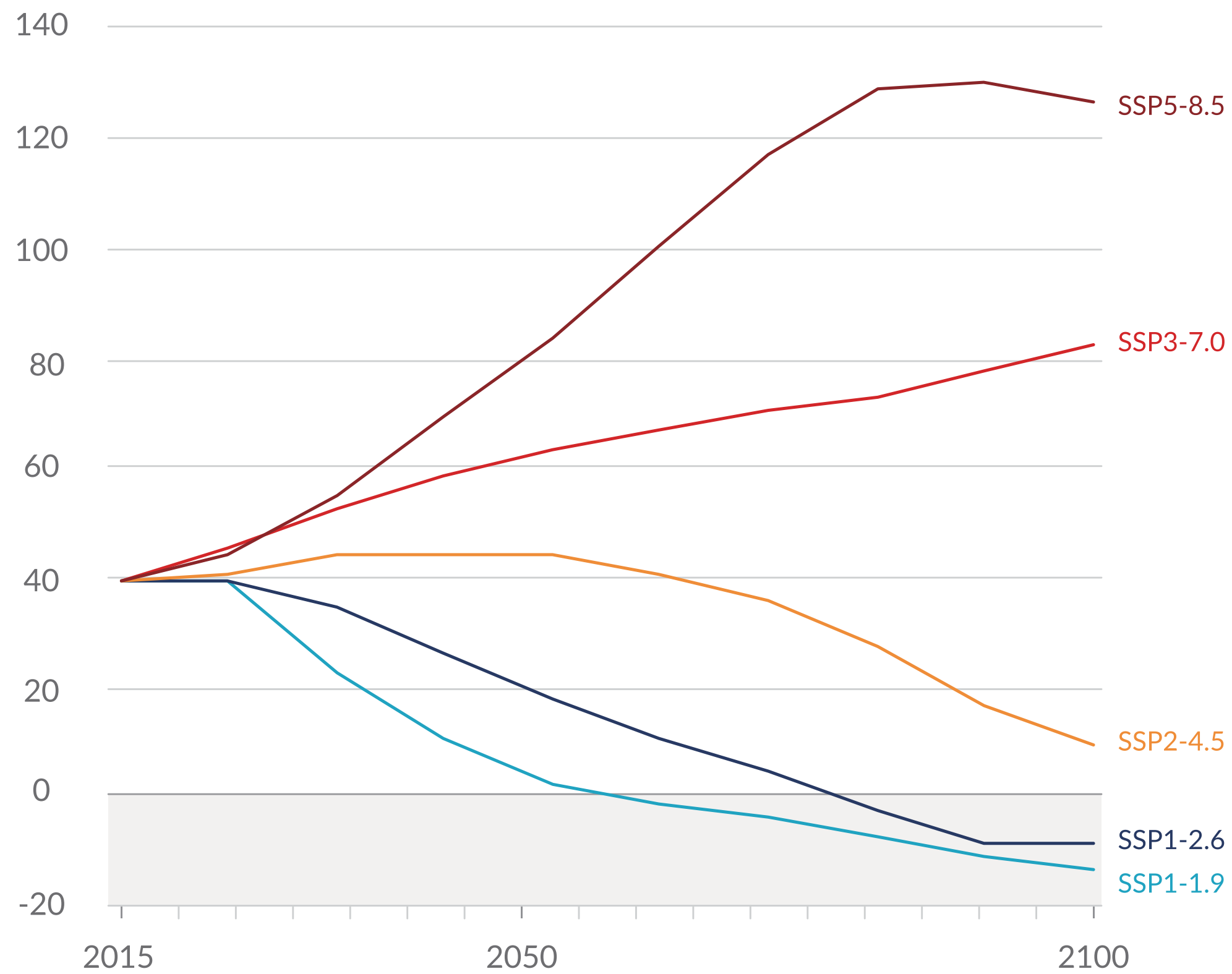
- 배출량 시나리오의 불확실성
 - 미래 온실가스, 에어로졸 배출량은 정책, 경제발전, 인구, 기술개발 등의 요소에 따름
 - 도시화와 같은 토지 사용 변화 예측 정보 부재
- 기후모형의 불완전성
 - 대기, 해양, 해빙, 지면 과정에 대한 이해 부족으로 모형이 불완전함
 - 생지화학과정, 육빙 과정 등 기후시스템 요소 추가 필요
- 자연변동성 불확실성
 - 화산활동과 같은 예측 불가능한 자연 활동의 영향
 - 인위적인 강제력에 반응하는 자연변동성의 영향

미래기후 공통사회경제경로 시나리오 - SSP(Shared Socioeconomic Pathways)

- 세계 사회경제적 변화에 따른 2100년까지 온실가스 배출량 시나리오

a) 5 가지 시나리오의 미래 연간 CO₂ 배출량(좌) 및 CO₂ 외 주요 요인들(우)

이산화탄소(GtCO₂/yr)

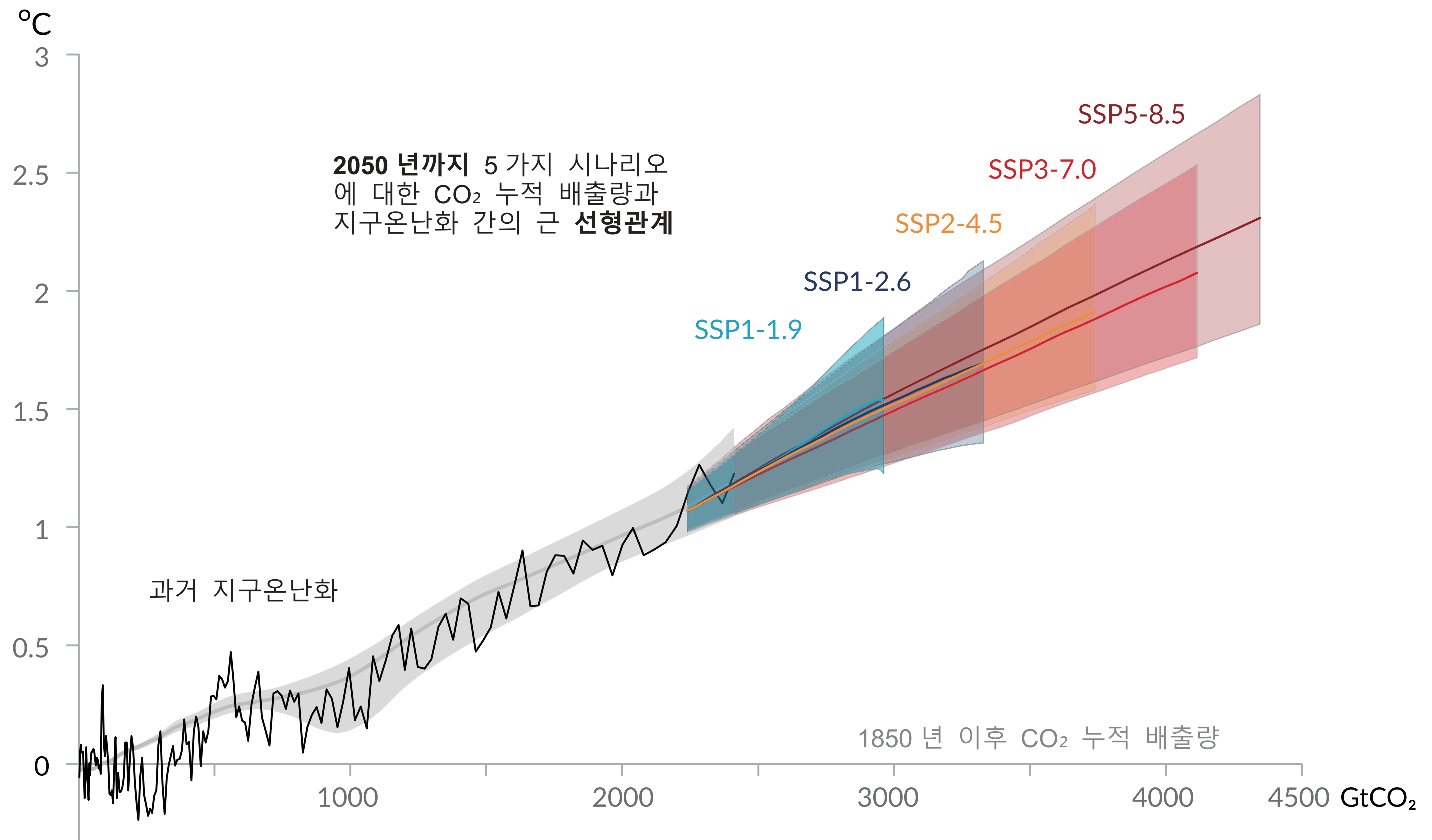
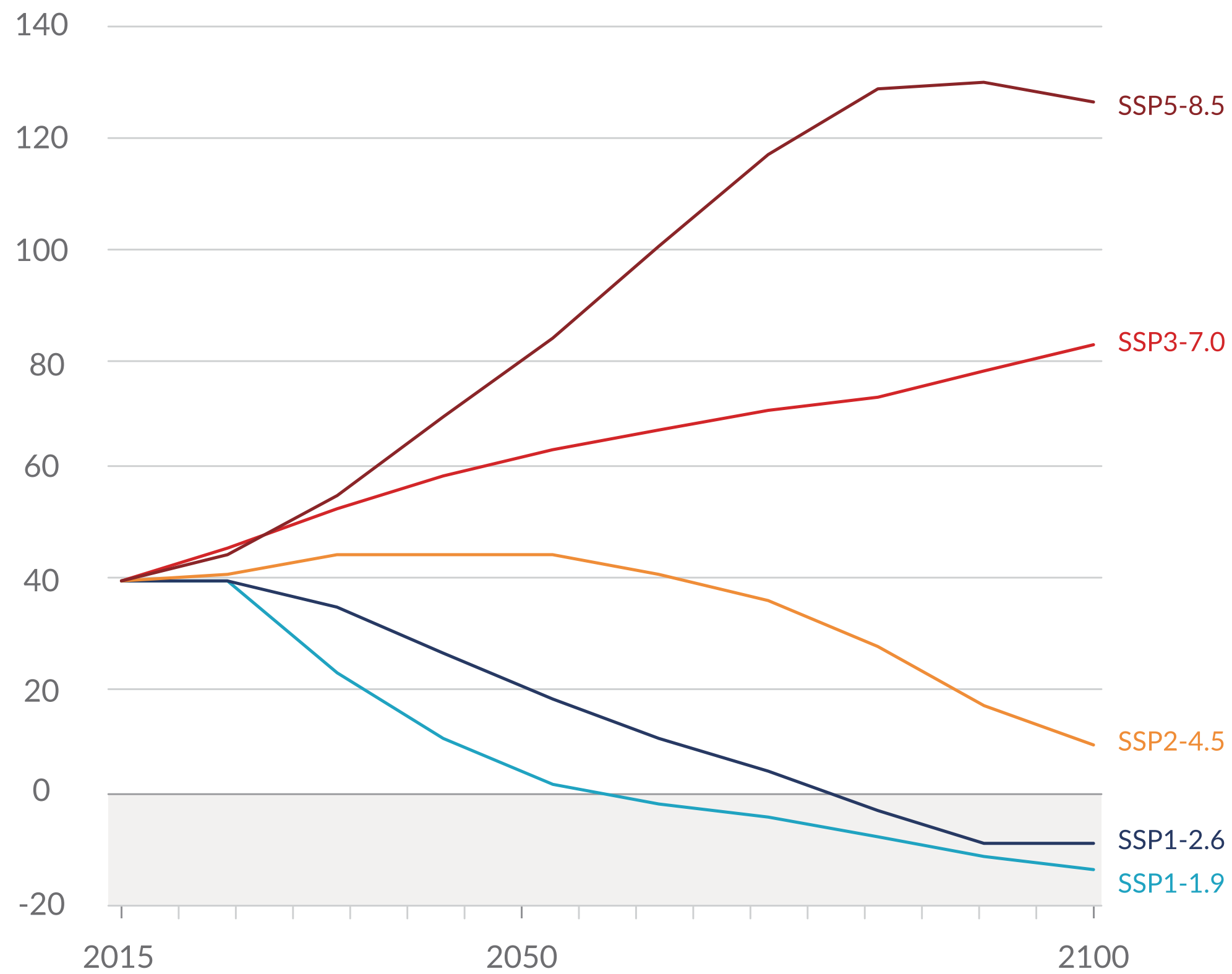


미래기후 공통사회경제경로 시나리오 - SSP(Shared Socioeconomic Pathways)

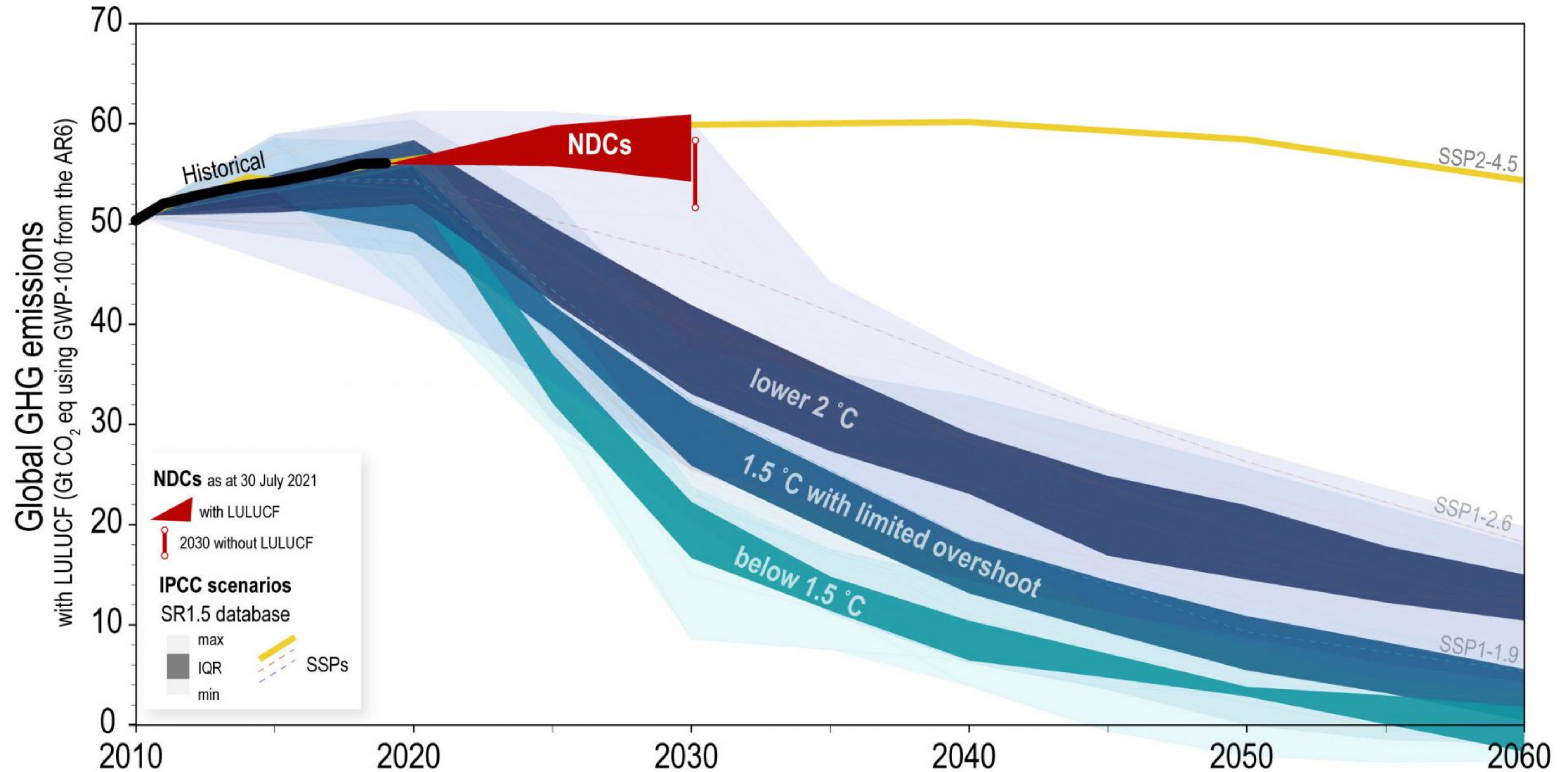
- 세계 사회경제적 변화에 따른 2100년까지 온실가스 배출량 시나리오

a) 5 가지 시나리오의 미래 연간 CO₂ 배출량(좌) 및 CO₂ 외 주요 요인들(우) 1850~1900 년 이후 지구 표면온도 상승(°C)과 CO₂ 누적 배출량(GtCO₂)의 관계

이산화탄소(GtCO₂/yr)



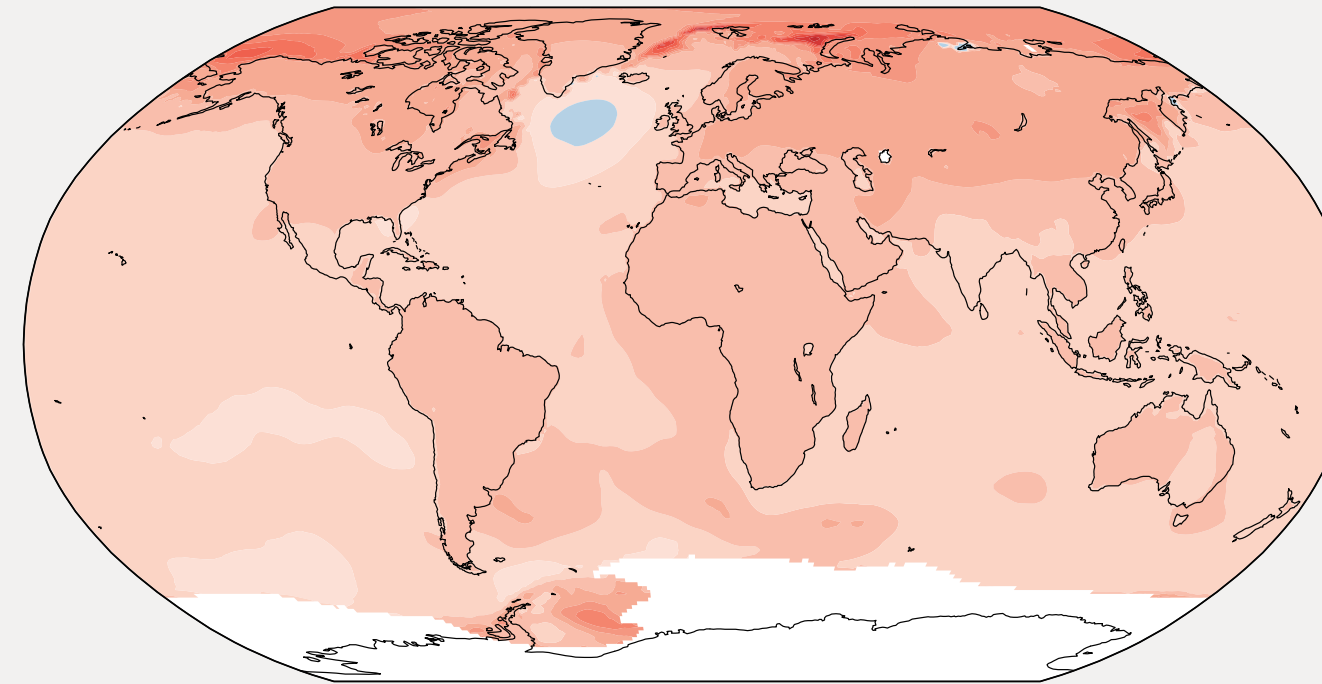
국가온실가스 감축목표(NDCs; Nationally Determined Contributions)



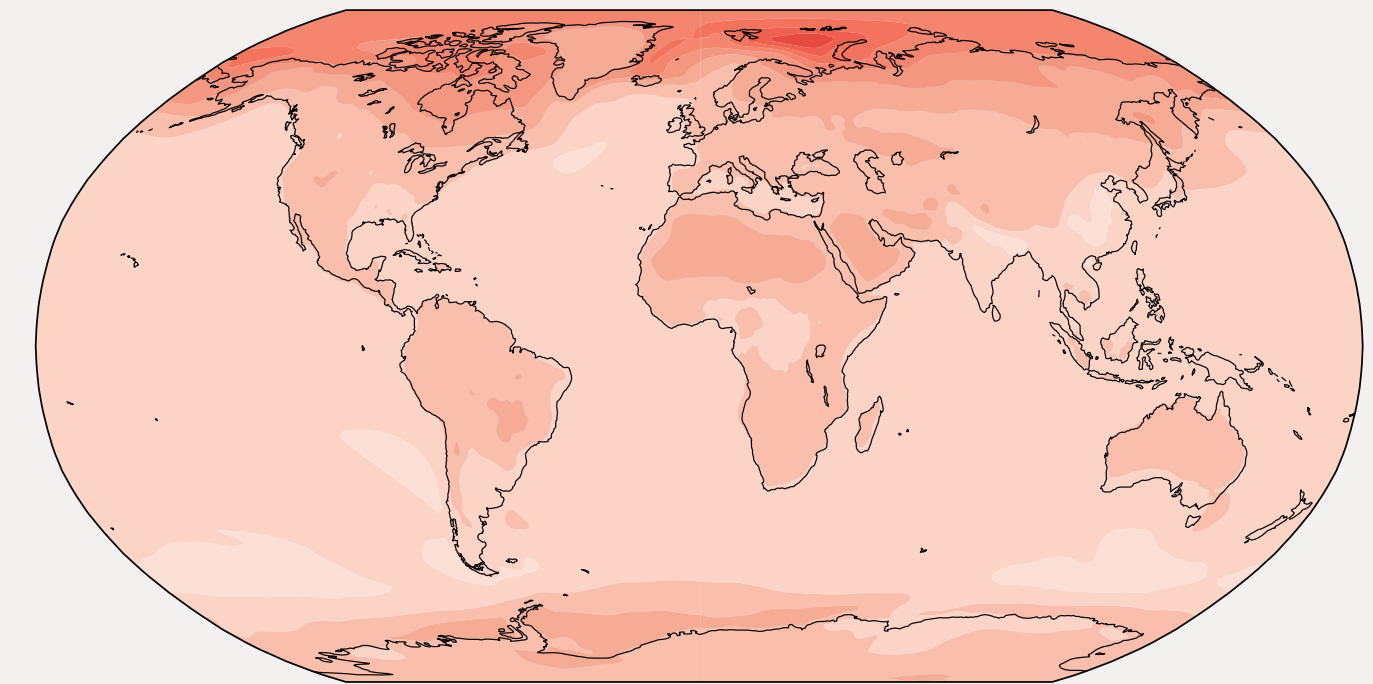
a) 1°C 지구온난화 수준에서 연평균 온도 변화(°C)

1°C 지구온난화는 모든 대륙에 영향을 미치며 관측 자료와 모델 결과 모두 대체로 해양보다 육지에서 온난화가 뚜렷하게 나타난다. 대부분의 지역에서 관측과 모델 결과가 일치한다.

1°C 지구온난화 수준마다 관측되는 변화



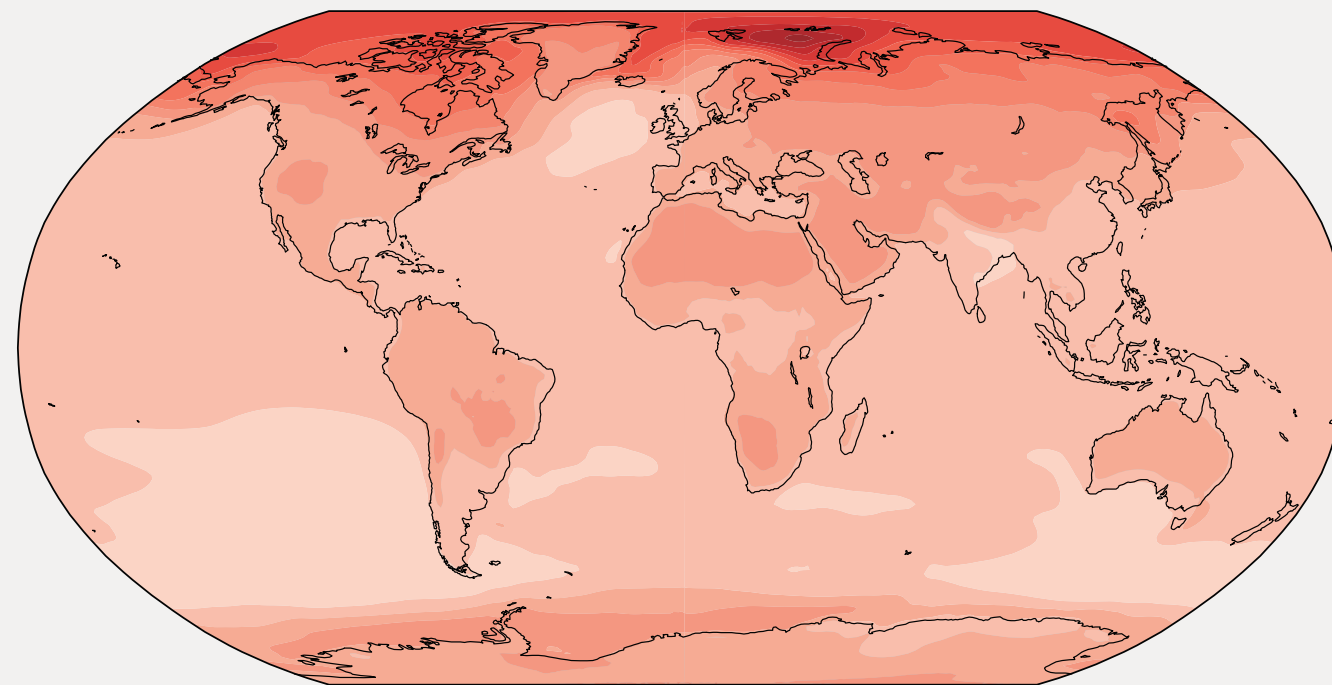
1°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



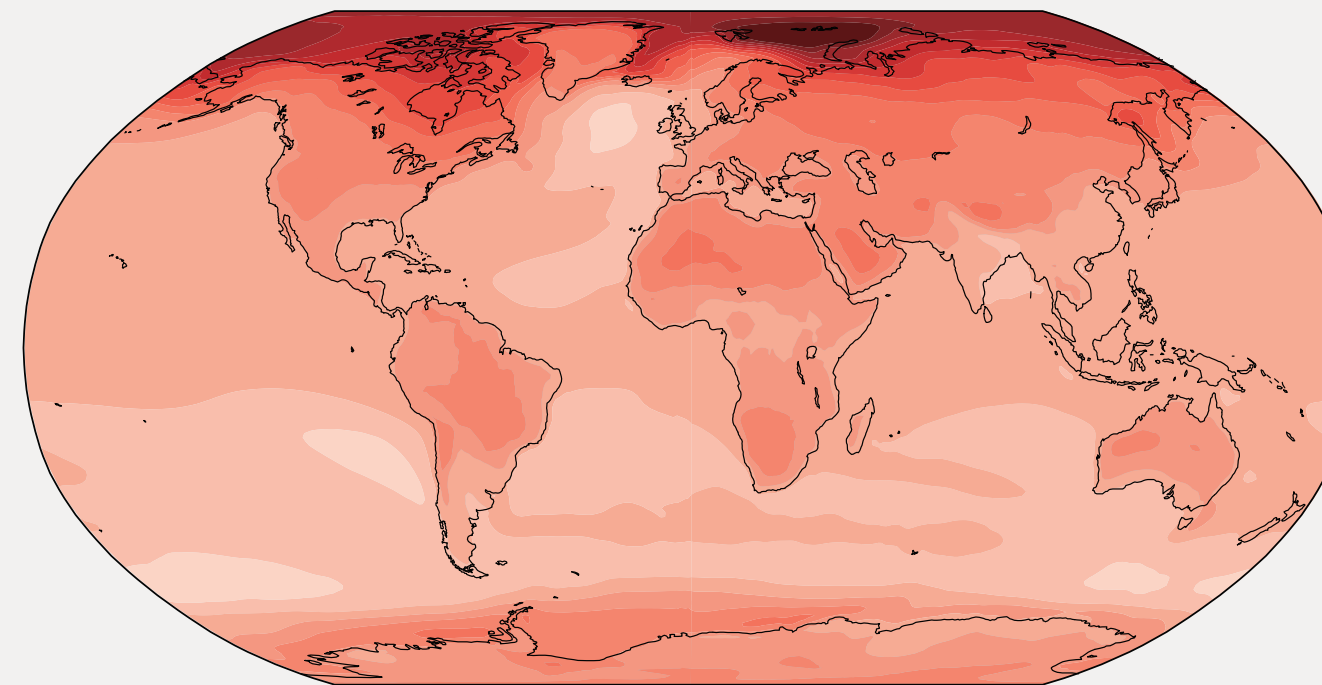
b) 1850~1900 년 대비 연평균 온도 변화(°C)

모든 지구온난화 수준에서 육지가 해양보다 더 많이, 북극과 남극이 열대보다 더 많이 온난화된다.

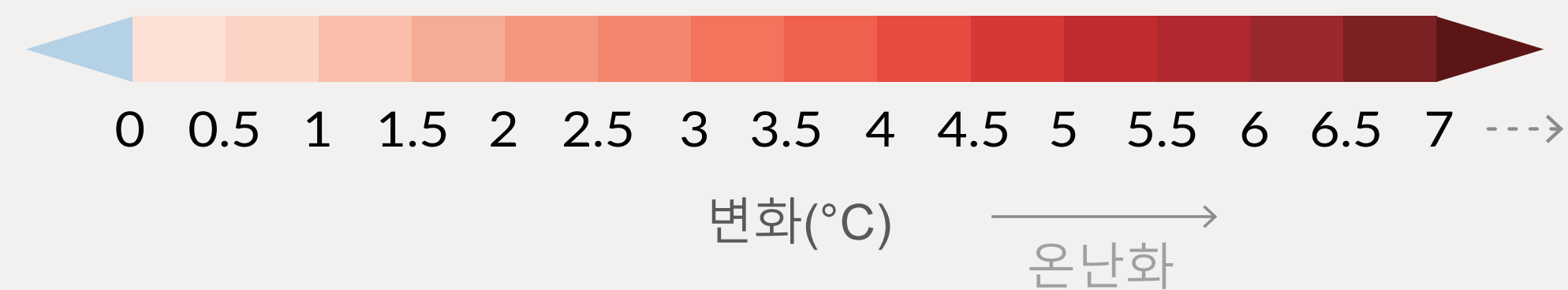
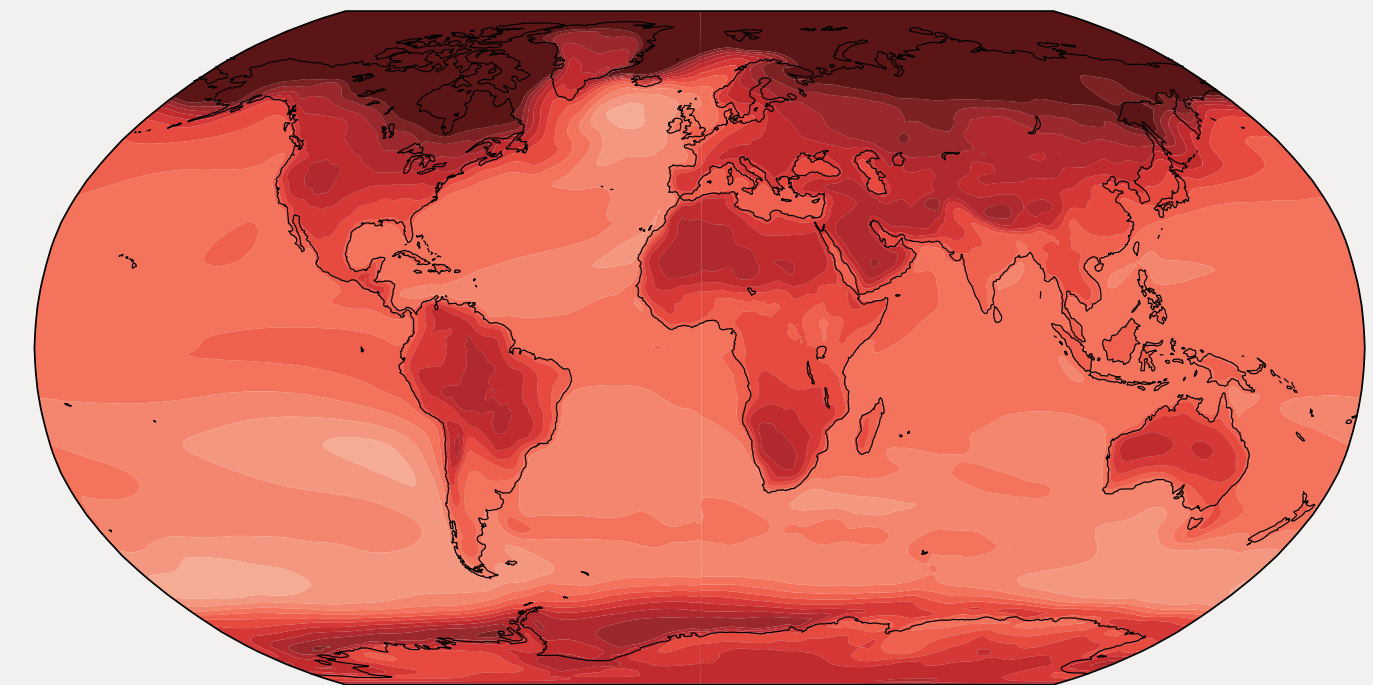
1.5°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



2°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



4°C 지구온난화 수준에서 모의된 변화



한반도 기후변화 전망

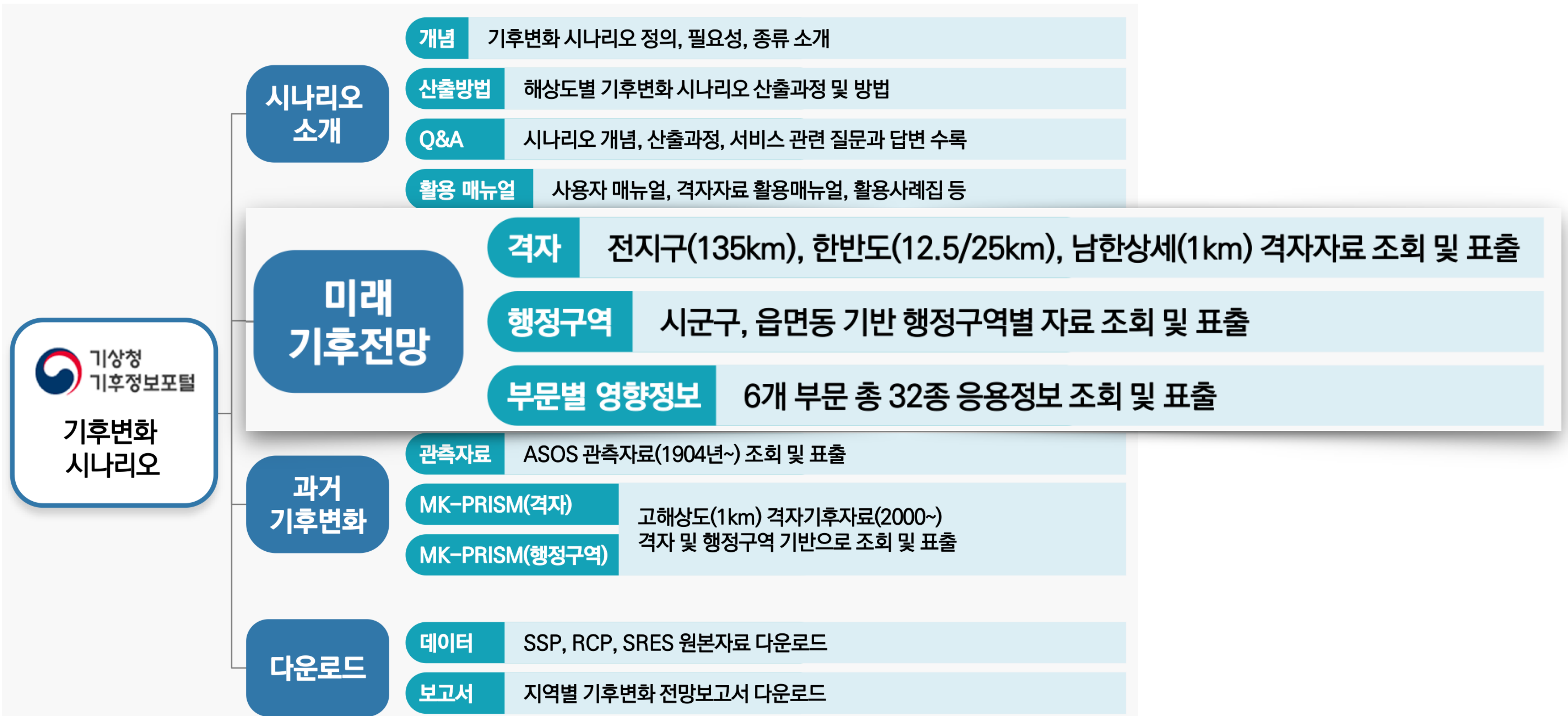
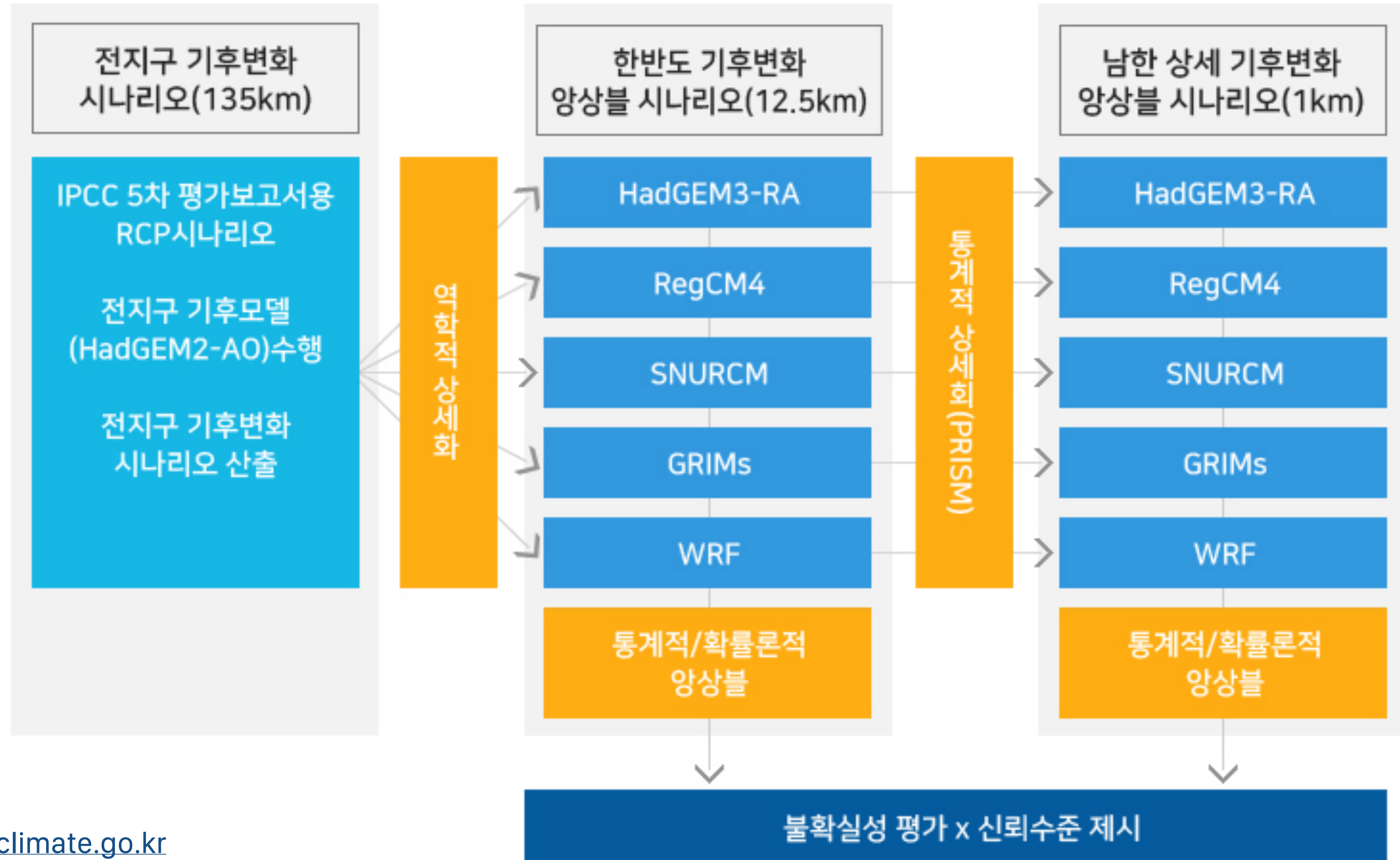


그림 4-4. 기후정보포털의 “기후변화 시나리오” 기능 개요

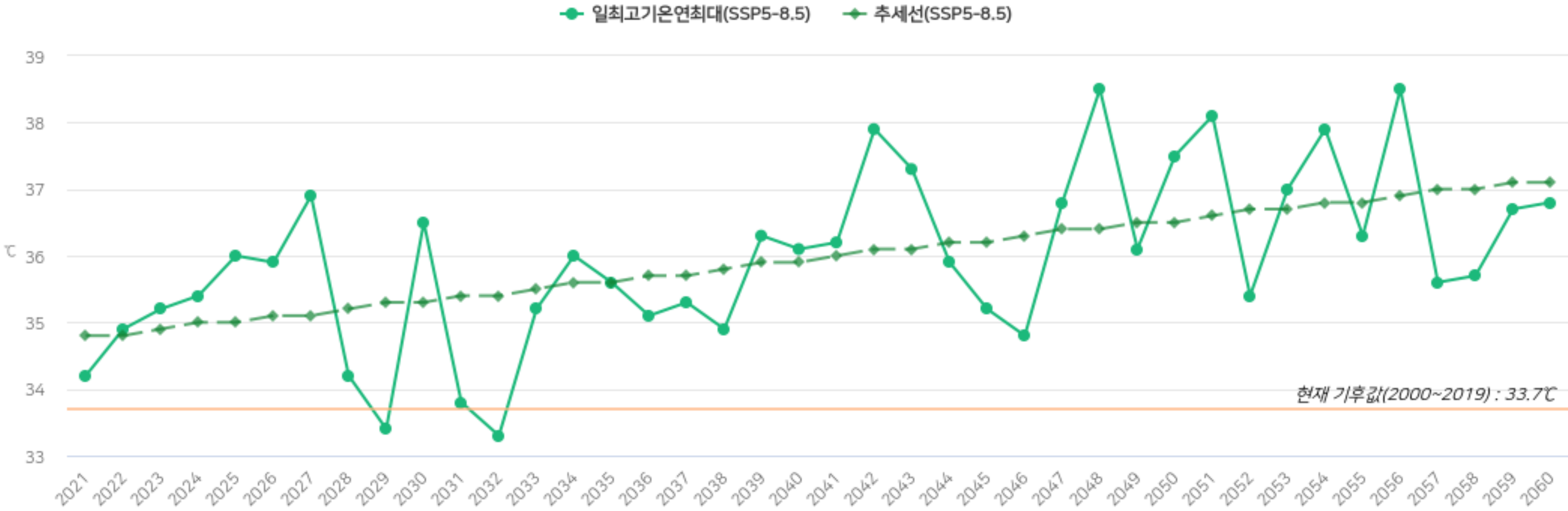
남한상세 기후변화 앙상블 시나리오 산출방법



예시) 일최고기온 연최대 - 여수

일최고기온연최대, SSP5-8.5, 전라남도 여수시, 2021~2060년(연별), 전망정보

경향성: +0.61℃/10년



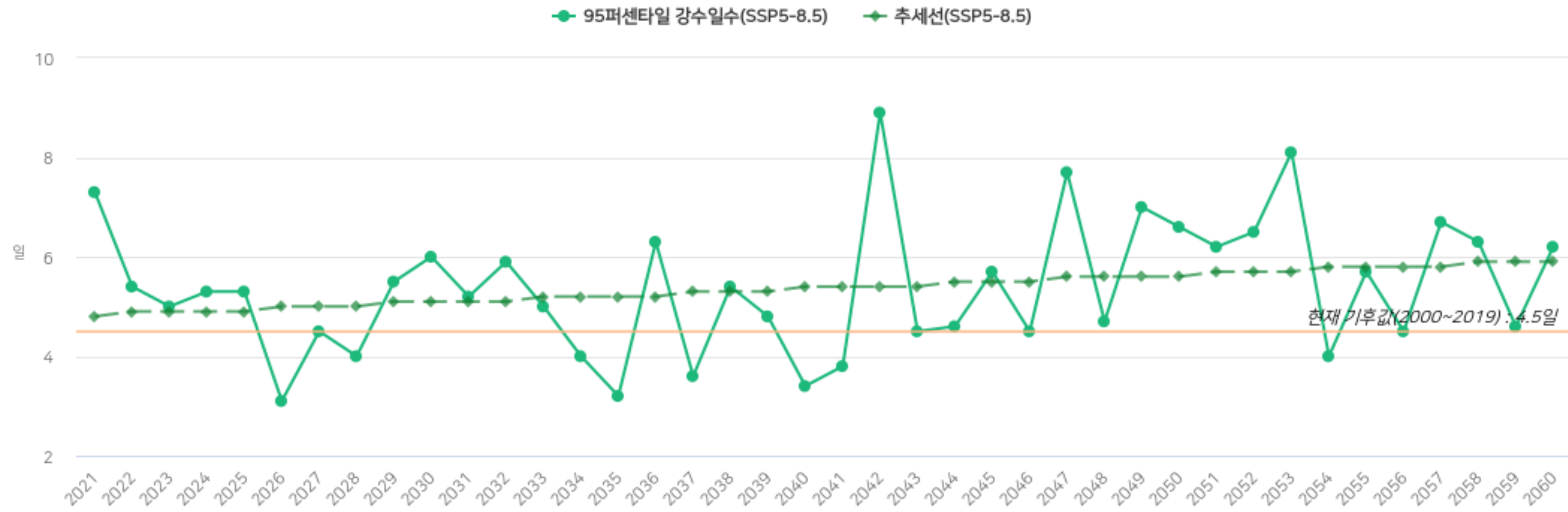
< 총괄표 >

구분	경향성 (10년당)	평균값
일최고기온연최대(℃) SSP5-8.5	+0.61	36.0

예시) 95퍼센타일 강수일수 - 여수

95퍼센타일 강수일수, SSP5-8.5, 전라남도 여수시, 2021~2060년(연별), 전망정보

경향성: +0.28일/10년

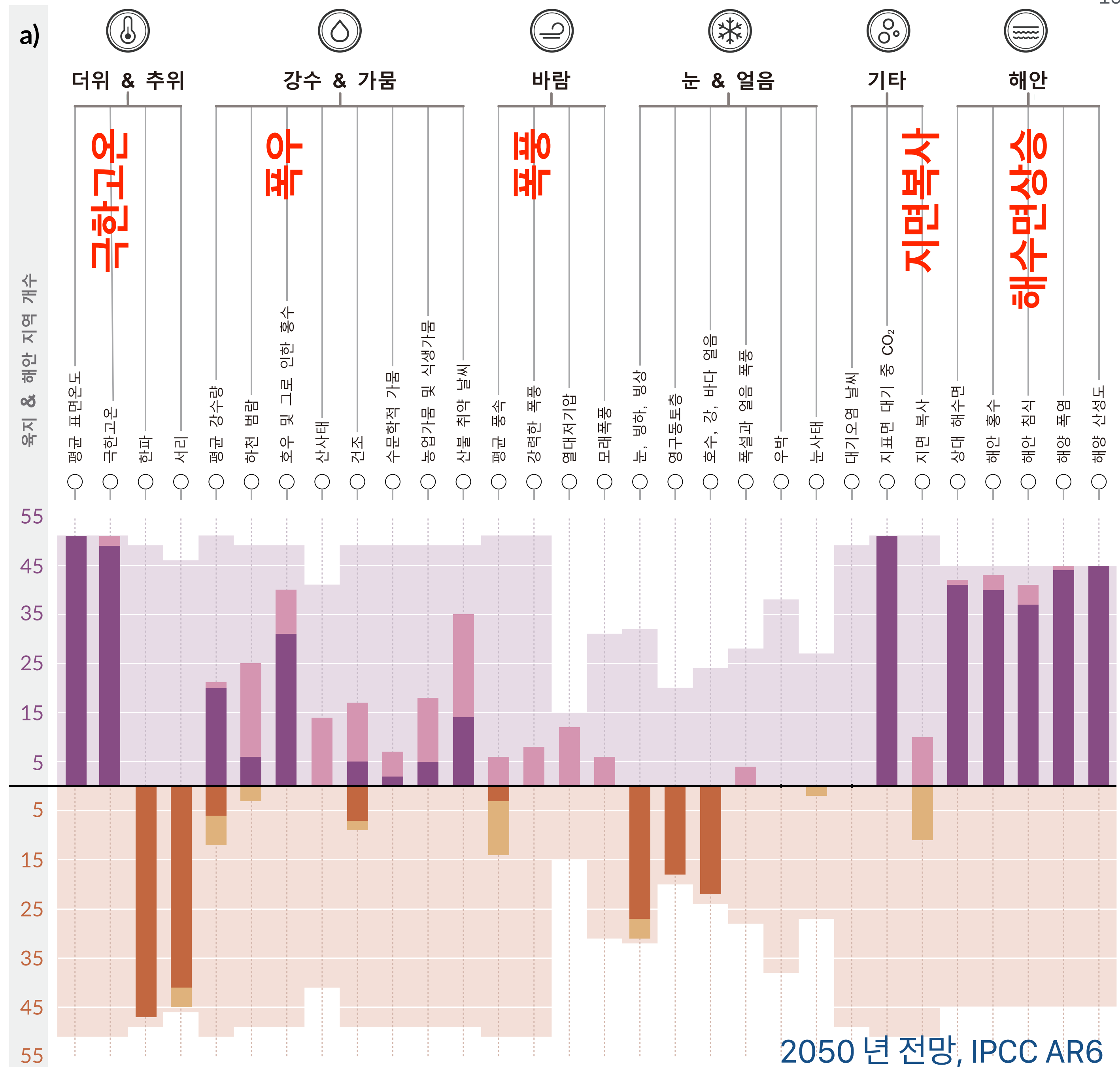


< 총괄표 >

구분	경향성 (10년당)	평균값
95퍼센타일 강수일수(일) SSP5-8.5	+0.28	5.4

미래기후 극한기상 전망과 불확실성

- 미래 극한고온, 해수면침식 발생 증가 전망
 - 폭우 및 그로 인한 홍수 가능성 증가 전망
 - 풍속과 관련된 변화 전망은 상대적으로 작음
- 미래 기후 정보 불확실성은
 - NDCs 이행 여부, 토지사용 변화
 - 화산활동과 같은 예측 자연활동
 - 기후모형 불완전성 등에 의함



감사합니다.



이화여자대학교
EWHHA WOMANS UNIVERSITY

인위적 강제력 + 자연변동성

1850~1900 년 이후 지구 표면온도 상승(°C)과 CO₂ 누적 배출량(GtCO₂)의 관계

