

2018 인하대 **K-MOOC** 강의 교재

인류의 그림자, 에너지 바로알기

신 현돈 교수


(hyundon.shin@inha.ac.kr)

인하대학교 에너지자원공학과

2018



12. 기후변화와 에너지



12-1: 에너지와 지구 기후변화의 관련성

"1.5도 특별보고서 검토...IPCC 역사상 가장 중요한 회의"

지구온난화로 열병을 앓는 지구에 긴급 '처방전'을 내놓을 기후변화 전문가 회의가 인천 송도 컨벤시아에서 1일 개막됐다.

2018.10.1 송도에서

IPCC 총회 개막...세계 기후전문가들 인천 집결

기후변화에 관한 정부 간
협의체(IPCC,
Intergovernmental Panel

on Climate Change)는 이날부터 오는 5일까지 이곳에서 제48차 총회를 개최한다.

IPCC는 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 1988년 공동 설립한 국제기구로 195개국이 회원국으로 참여한다.

IPCC는 기후변화의 원인과 대응 방안 등을 과학적으로 검토해서 기후변화 평가보고서를 작성하는 역할을 맡고 있으며, 지금까지 모두 5차례 보고서를 작성했다.

전세계적 기후 변화 대응 움직임

"1.5도 특별보고서 검토...IPCC 역사상 가장 중요한 회의"

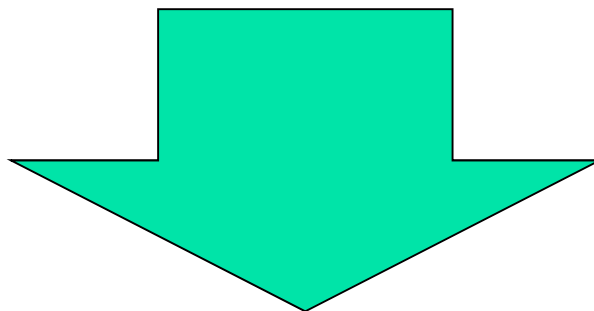
IPCC: 기후변화에 관한 정부간 협의체
(Intergovernmental Panel on Climate Change)

지구 평균기온 상승 폭을 산업혁명 이전 대비
1.5도로 제한하기 위한 방안을 IPCC가 강구

파리기후협정에서 각국은 지구 기온상승을
산업혁명 대비해서 2도 이하로 묶는 것은 물론,
1.5도로 제한하기 위해 노력하기로 합의

기후변화의 영향

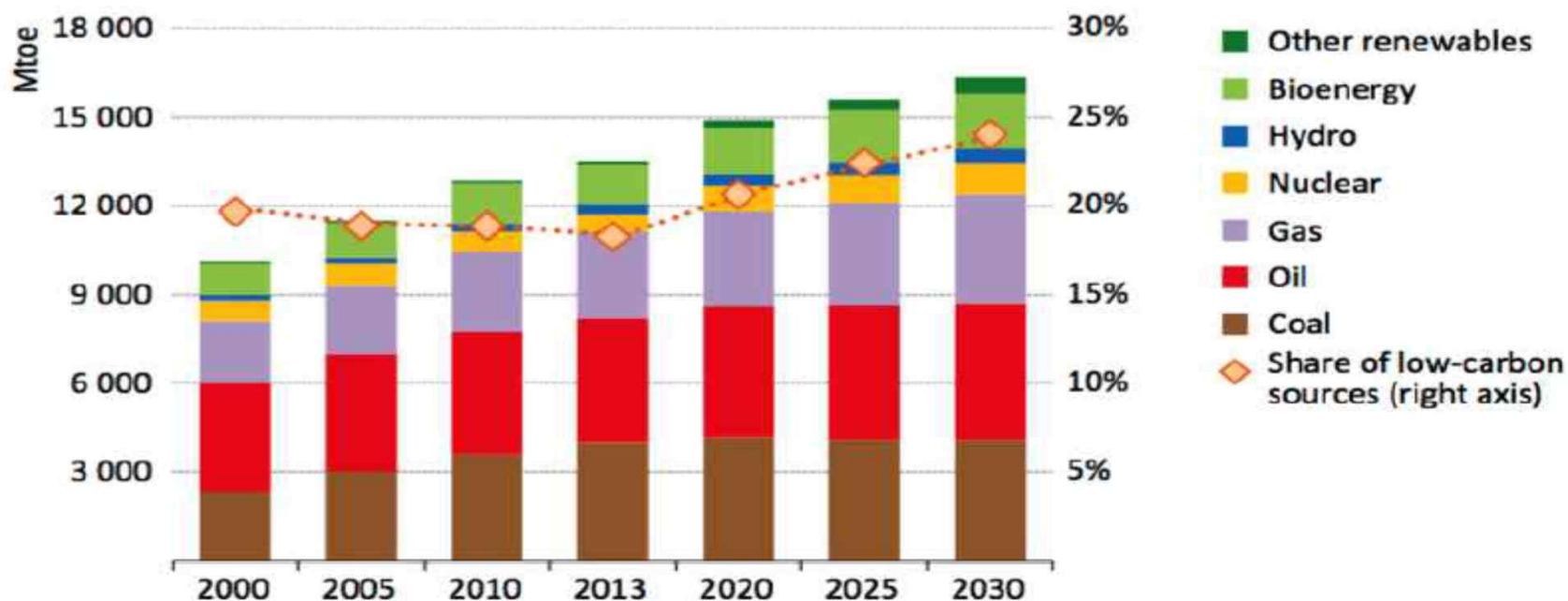
- 질병, 사망으로 인한 생명 재산 피해
- 식량 안보 위협
- 사회기반 시설 붕괴



전 지구적인 위험

전 지구적 노력-파리협약

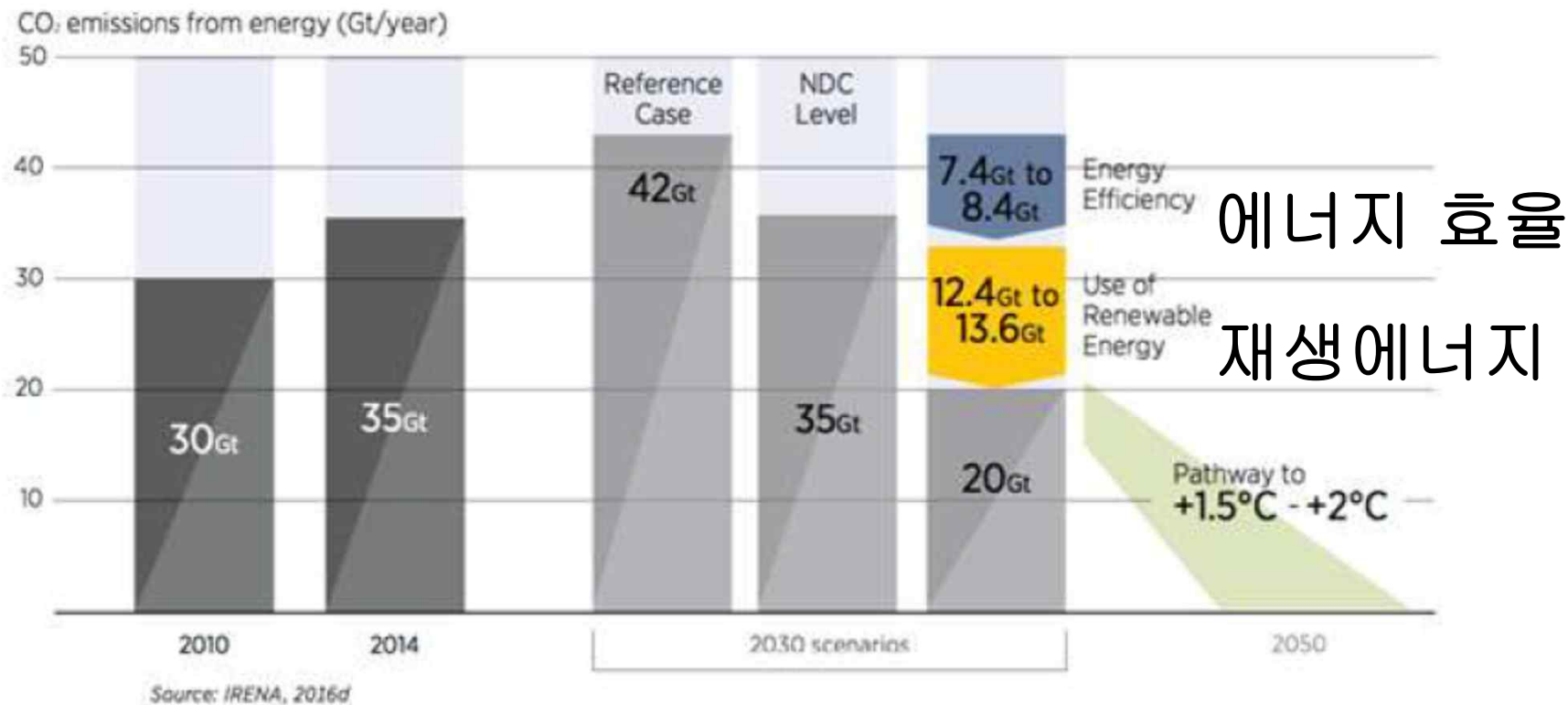
- 2013년 후 저탄소 에너지원 증가(25%)
- 자발적 감축목표로 2°C 달성 못함



Note: "Other renewables" includes wind, solar (photovoltaic and concentrating solar power), geothermal, and marine.

파리협정 준수?

- 두배 시나리오: 재생에너지 비율 36%



출처 : IRENA(2017)

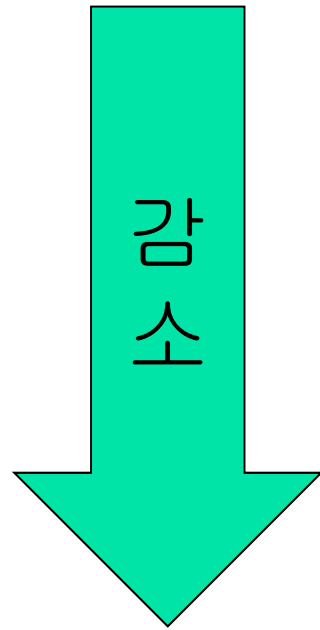
기후변화 지도

■ 미국 메인대학 기후변화연구소

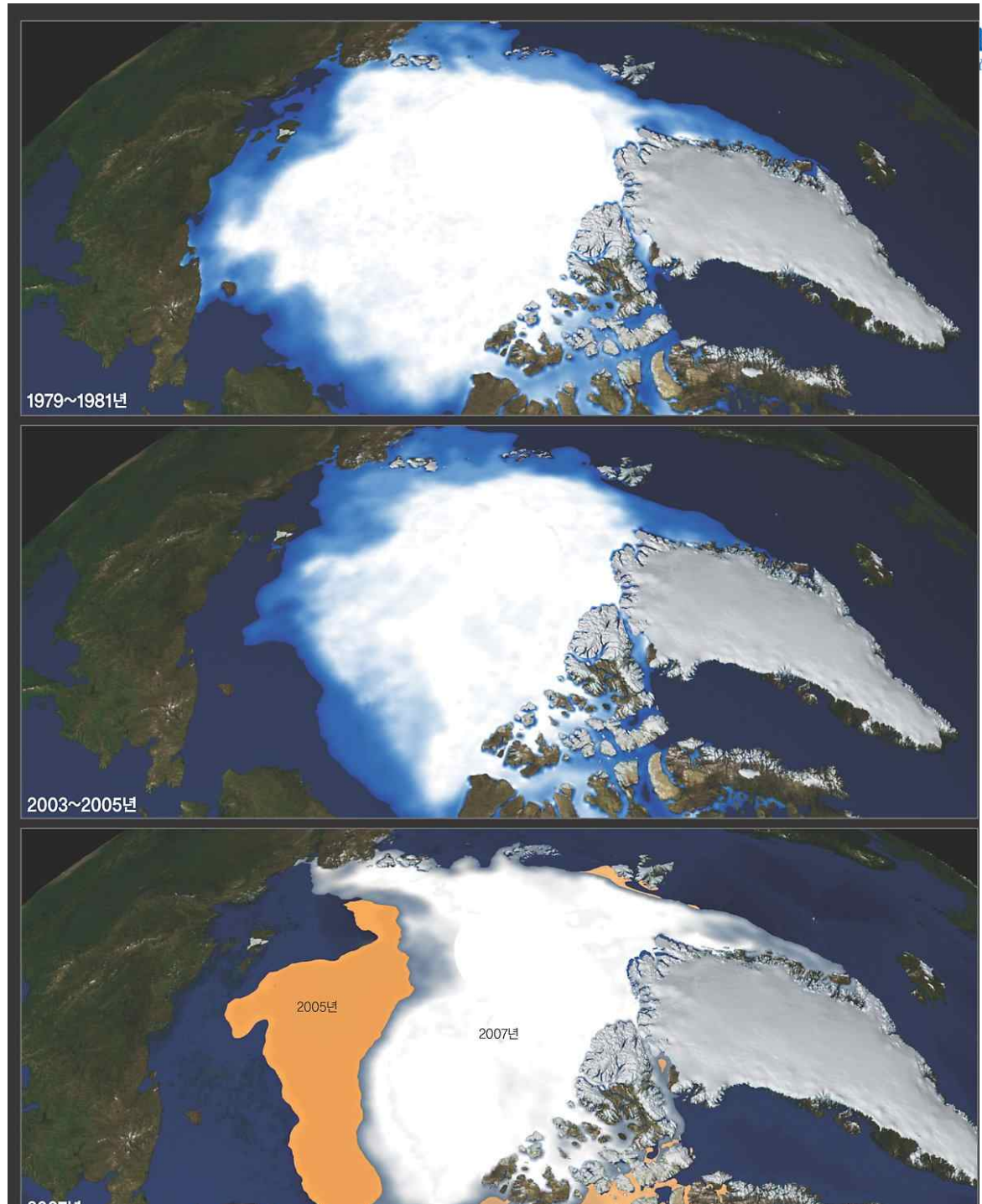


지난 112년간 지구 평균기온이 0.89°C
해수면은 3.2 mm/yr 상승

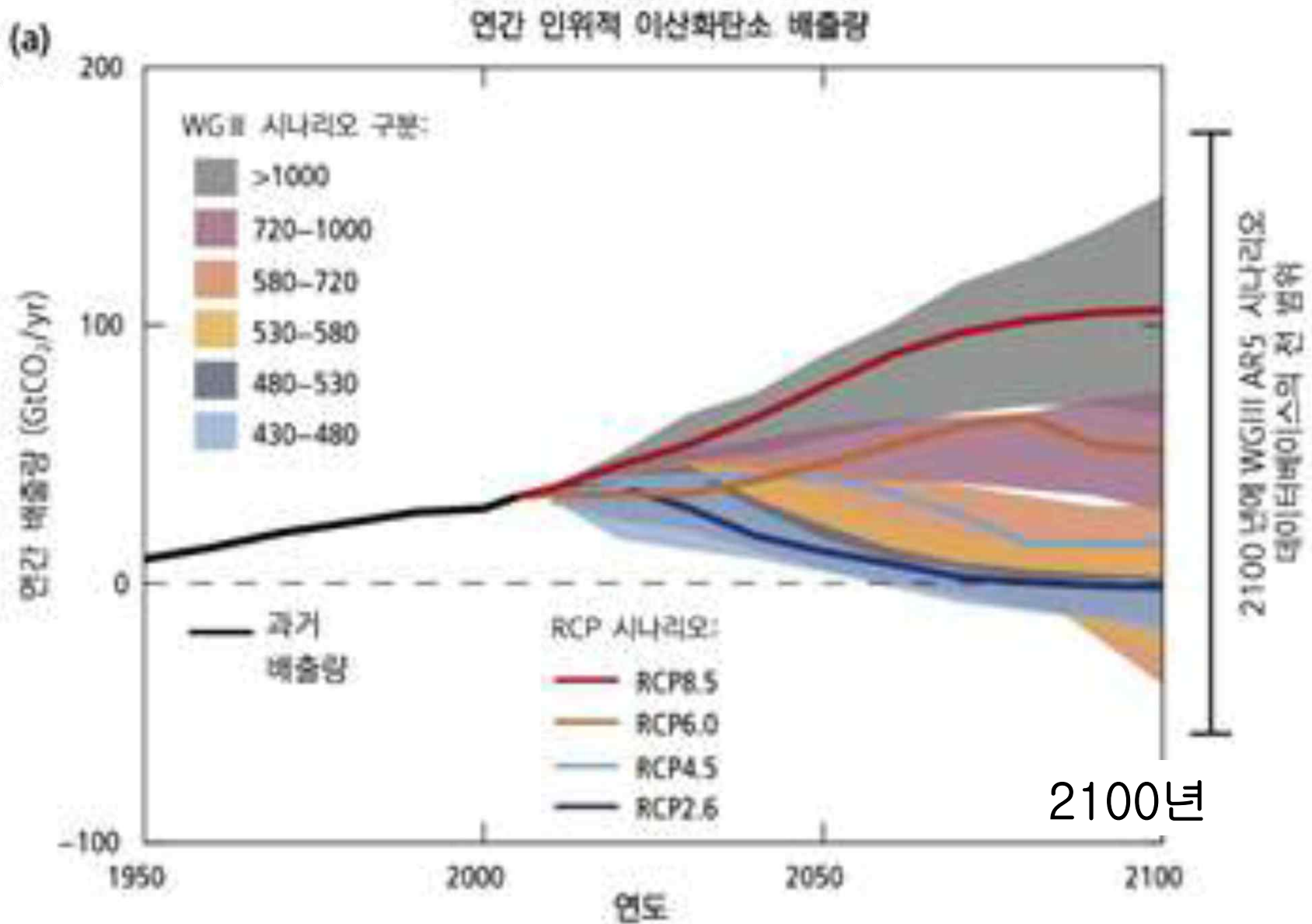
북극빙하 감소



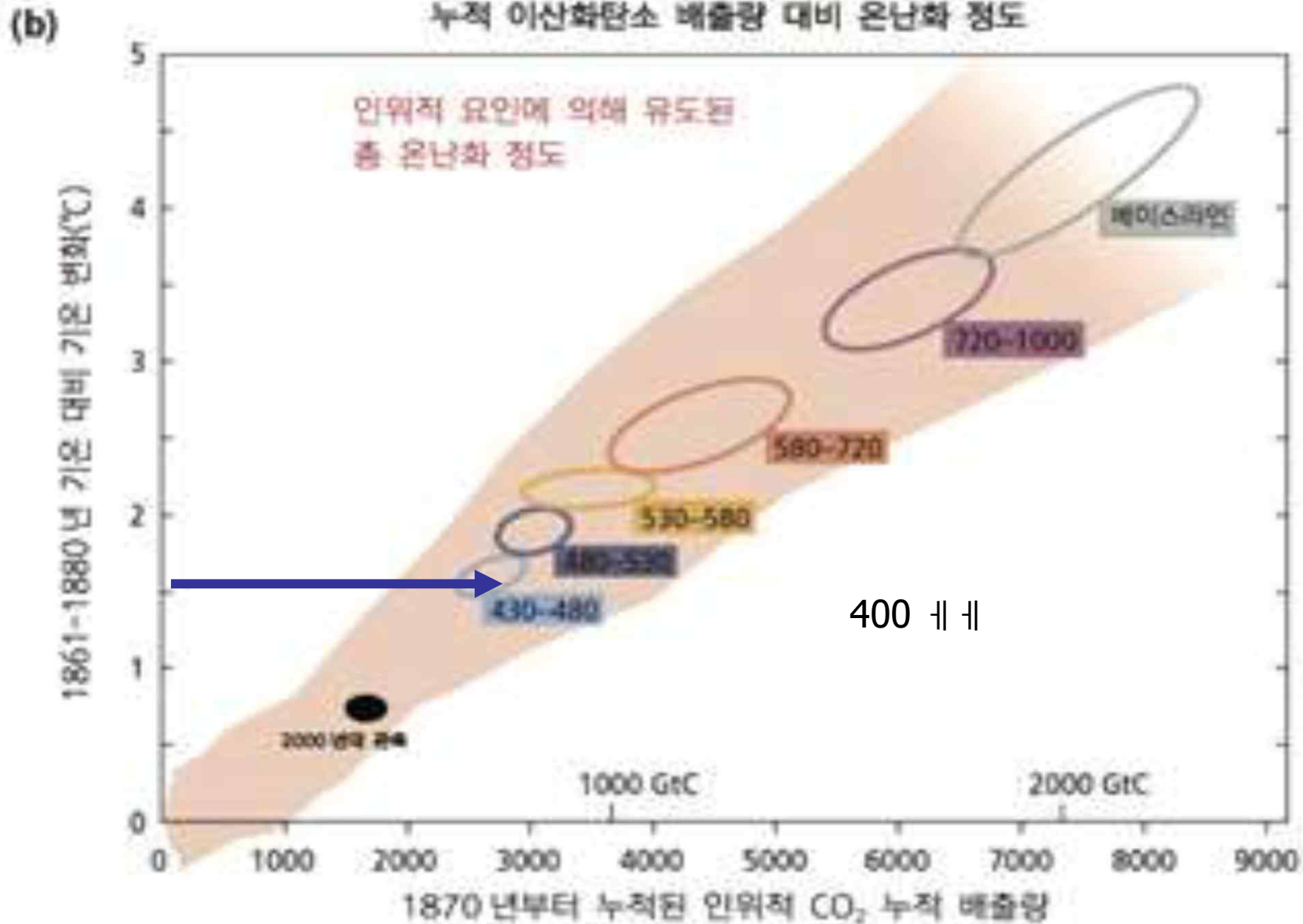
2005 VS. 2007



인위적 이산화탄소 배출량



이산화탄소 배출량과 온난화



기후변화 원인

- 자연적인 원인

기후변화는 외적으로 야기된 변화 뿐만 아니라 기후시스템 요소의 변화와 요소 간의 상호 작용에 의해서 발생

- 인위적인 원인

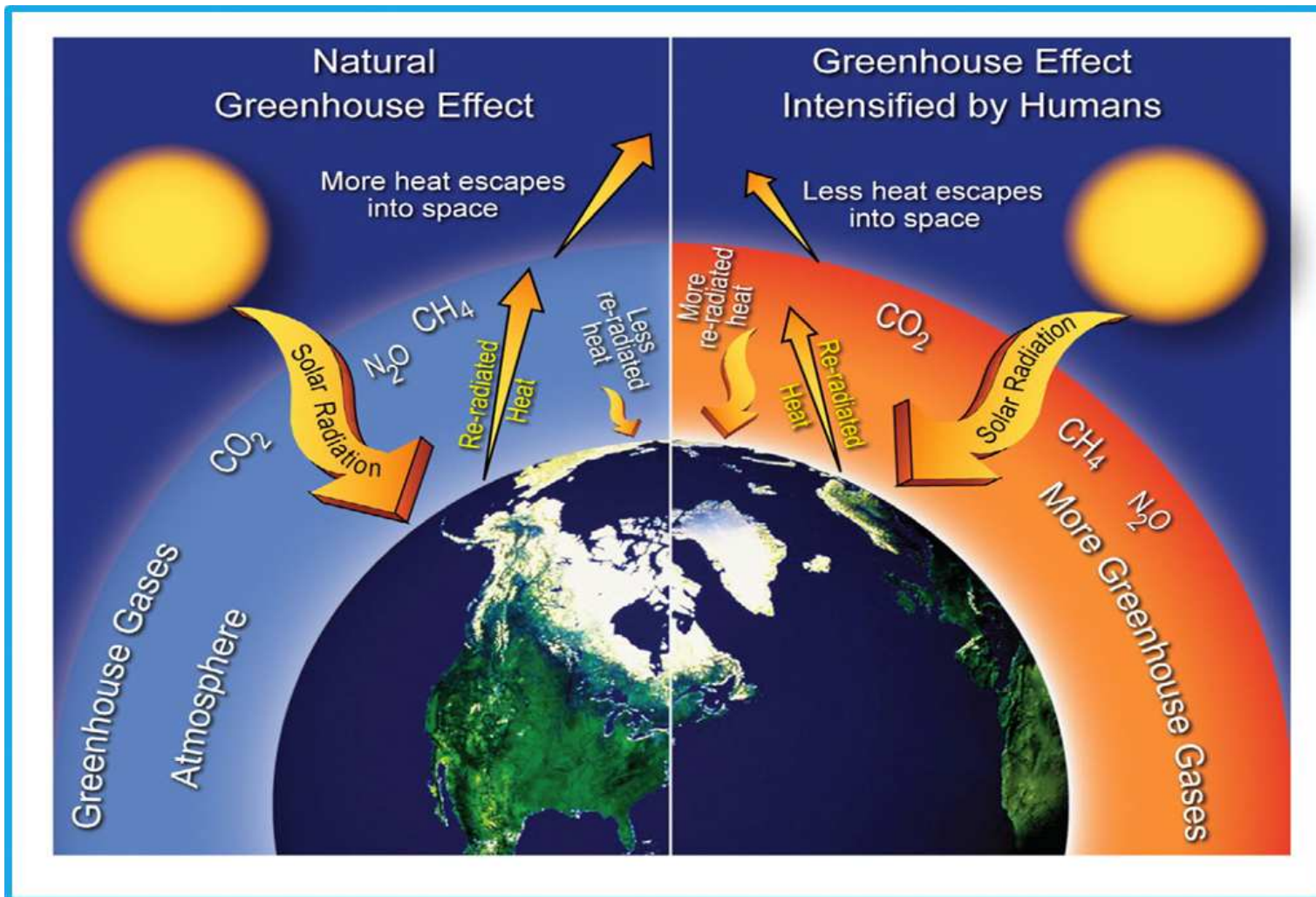
인간 활동이 기후에 영향을 미치기 시작한 것은 산업 혁명 초기인 18세기 중엽 부터

12-2: 지구의 기후변화는 병가지상사인가?

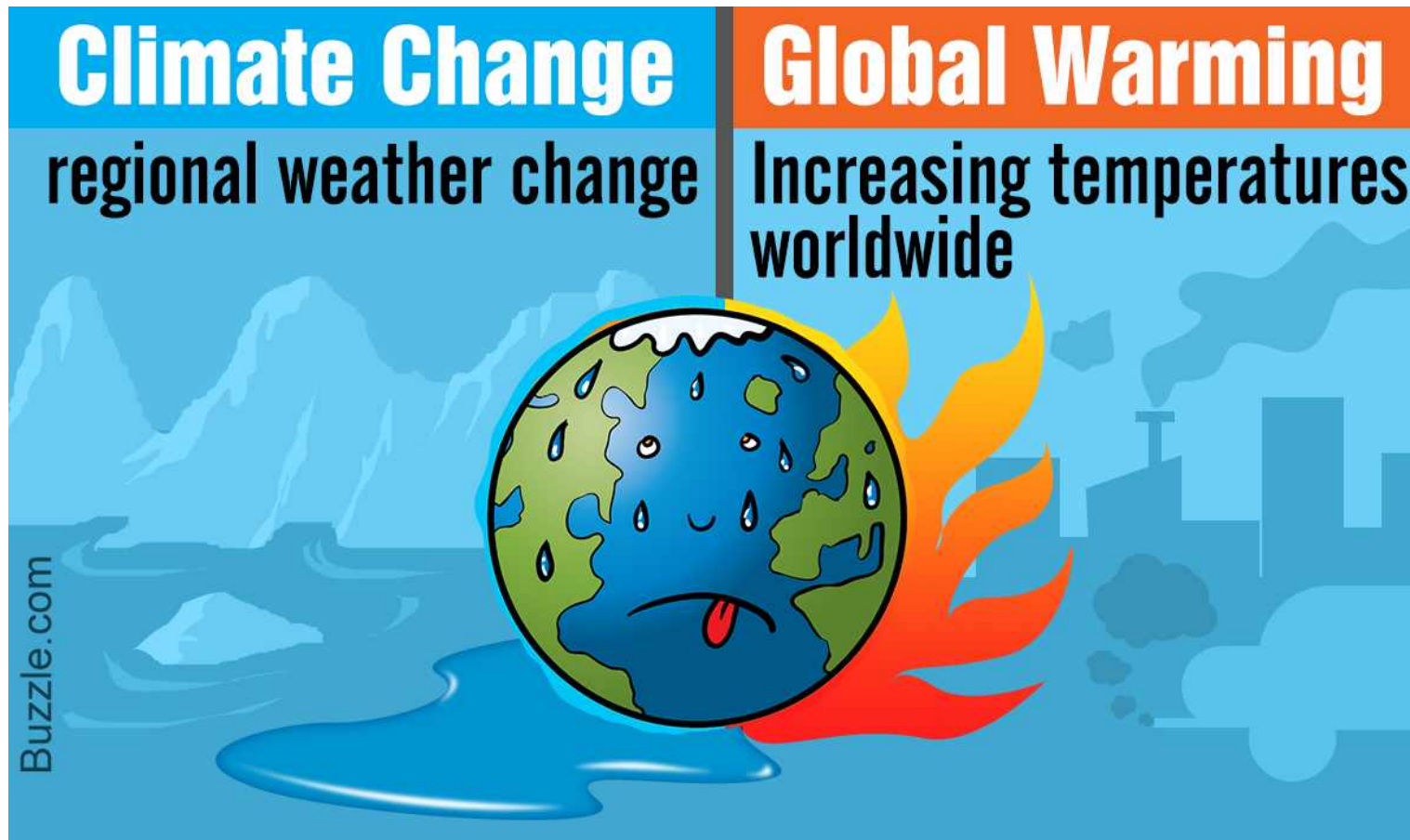
왜 이렇게 되었을까 ?



온실가스는 항상 존재 한다!!

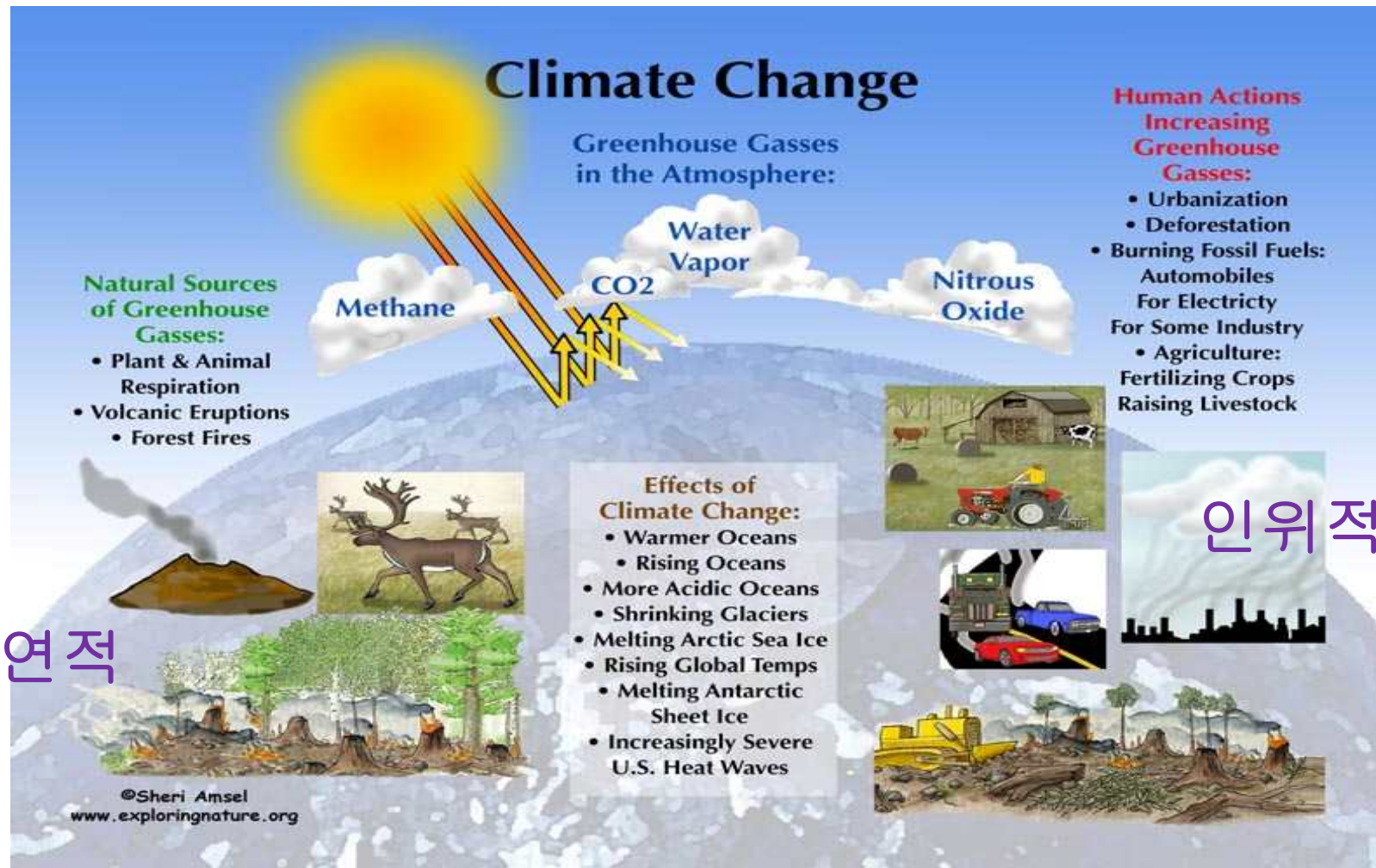


지구온난화와 기후변화



기후변화의 원인

자연적



인위적

기후변화 -자연적 원인

- 기후변화는 외적요인, 기후시스템 요소의 변화와 요소 간의 상호 작용에 의해 발생
- 외적요소
 - 화산분화에 의한 성층권의 에어로졸 증가
 - 태양 활동의 변화
 - 태양과 지구의 천문학적인 상대위치 변화
- 자연적요소
 - 기후시스템의 5가지 주요 구성요소(대기, 해양, 육지, 빙하, 생물권)들이 각기 상호 작용하여 끊임없이 변화

기후변화-인위적 원인

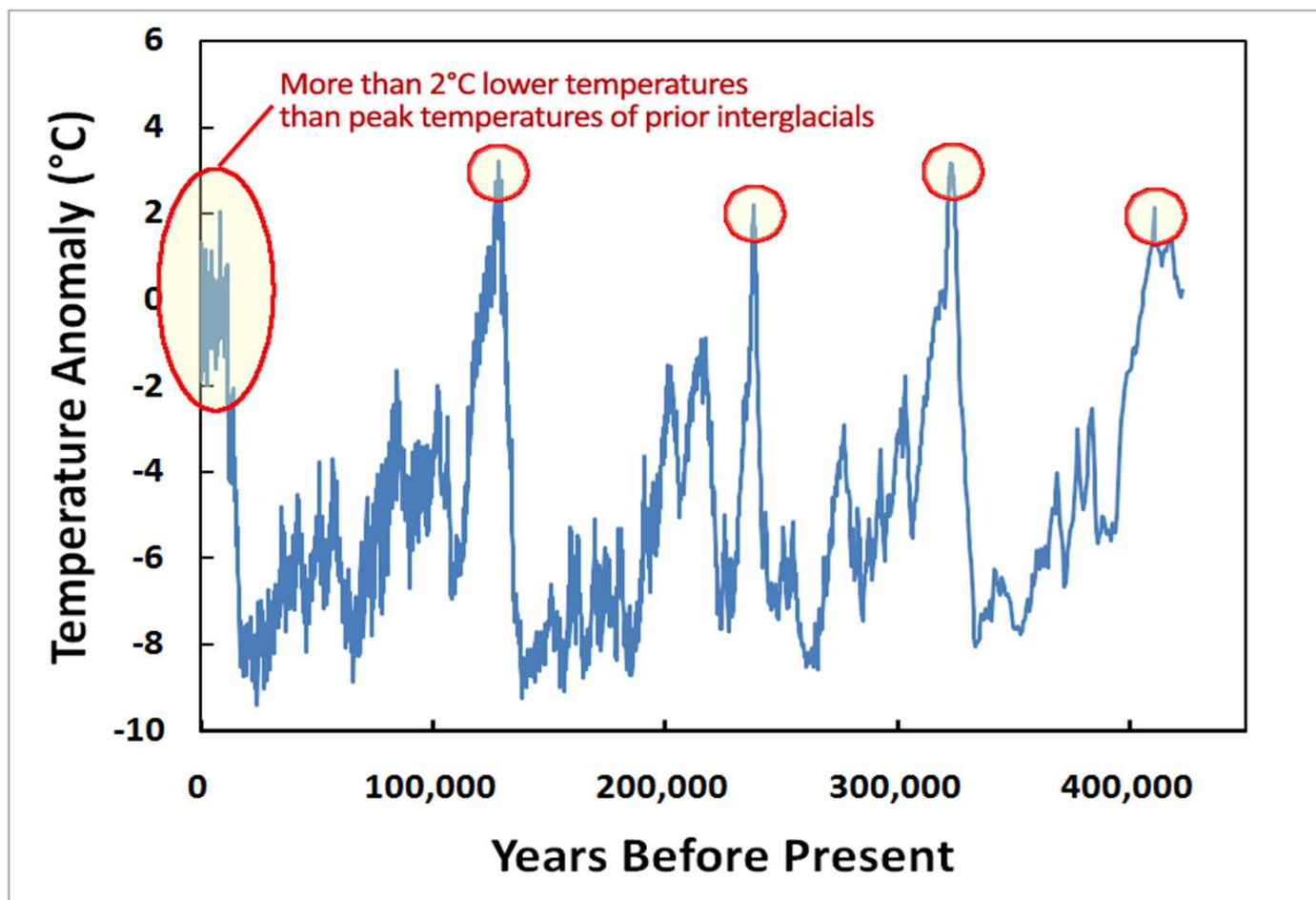
- 인간 활동, 특히 공장이나 가정에서의 화석연료 연소와 생물체의 연소 등은 대기 구성 성분에 영향을 줌
- 온실가스와 에어로졸을 생산하여 온실가스를 증가시키고 대기 중 에어로졸에 의해 태양 복사 에너지 반사와 구름의 광학적 성질변화
- 산란효과에 의한 지구 냉각화를 일으키고 있음

기후변화-인위적 원인

- 온실가스 및 에어러졸의 농도 증가
 - 산업혁명 이후 석탄, 석유, 가스 등 화석연료를 에너지원으로 사용하면서 온실가스 농도 증가
- 산림파괴 및 환경변화
 - 산림파괴는 물과 탄소의 순환에 영향을 미치고 자연환경의 변화를 일으켜 기후변화의 원인

지질학적 주기의 온난화?

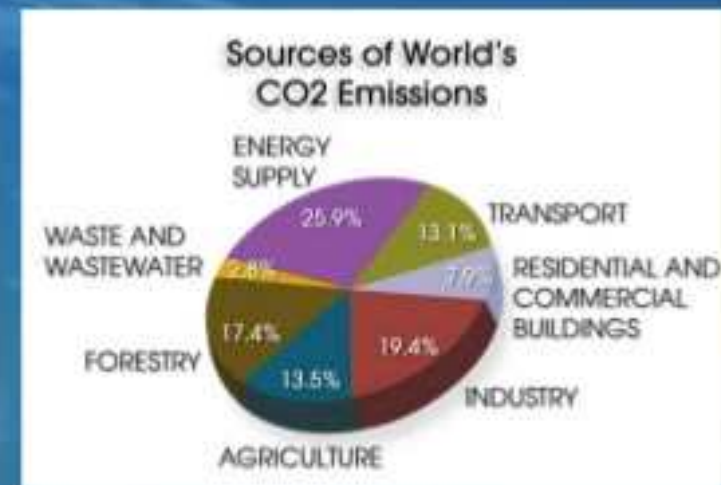
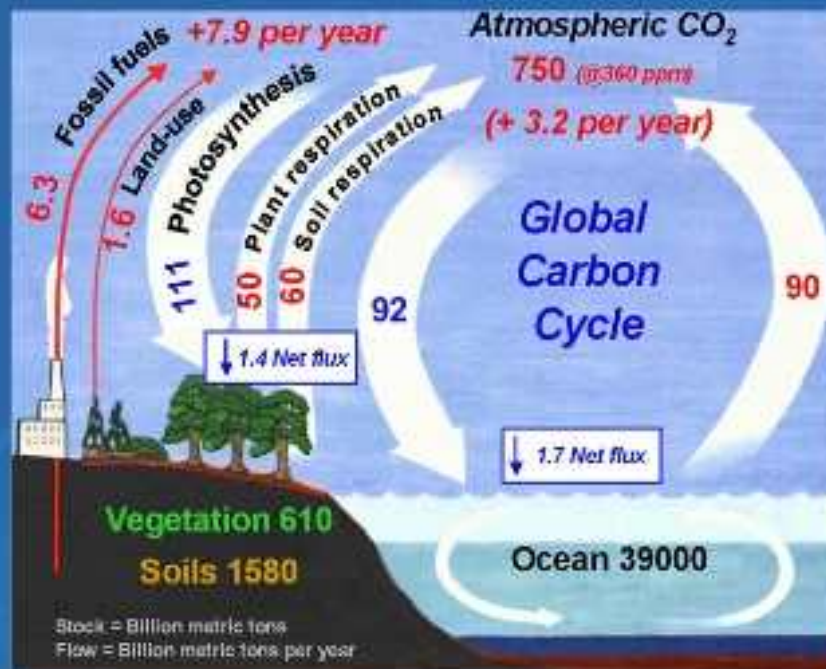
➤ 10만년 주기의 지구 온난화



12-3 : 화석연료와 기후변화

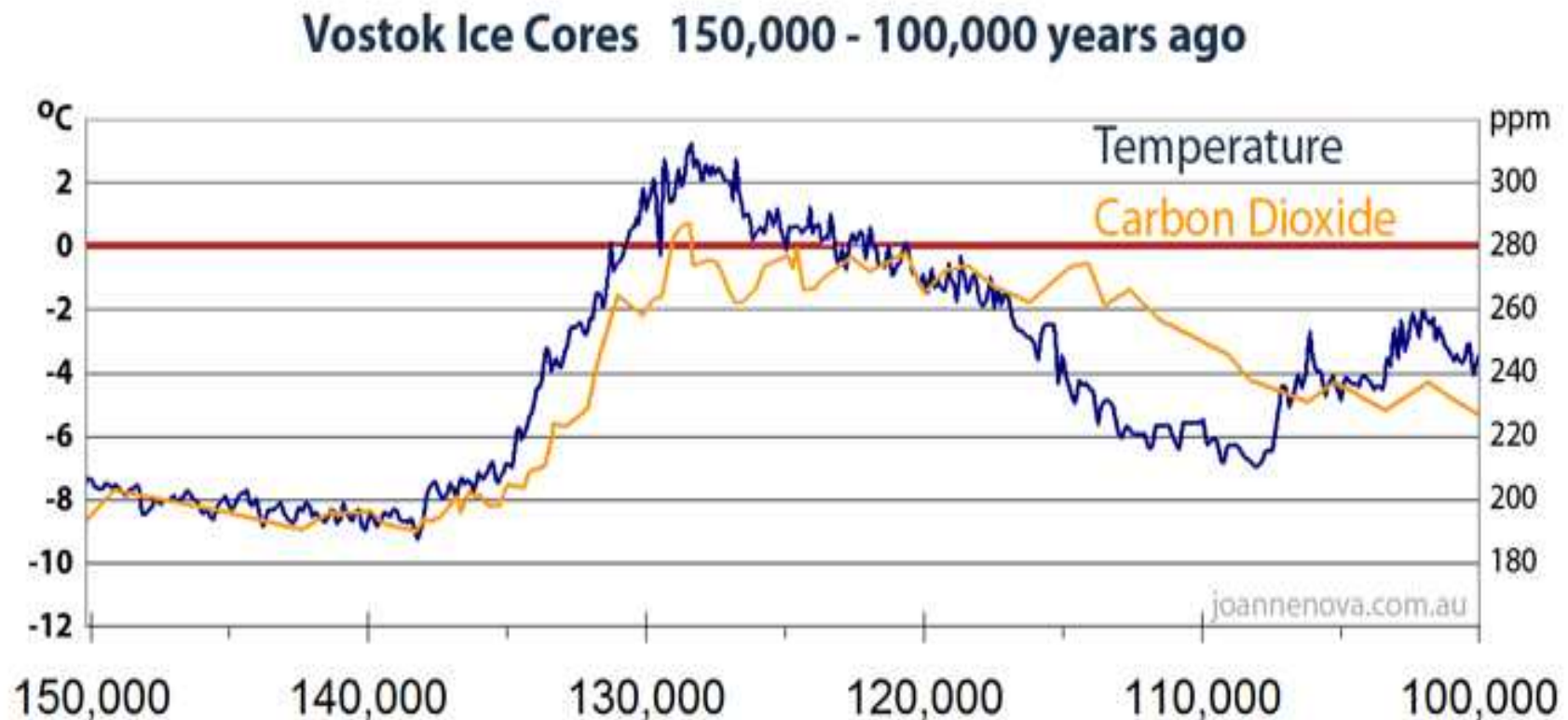
탄소 순환의 균형이 깨지다

This warming trend is a result of an imbalance in our carbon cycle



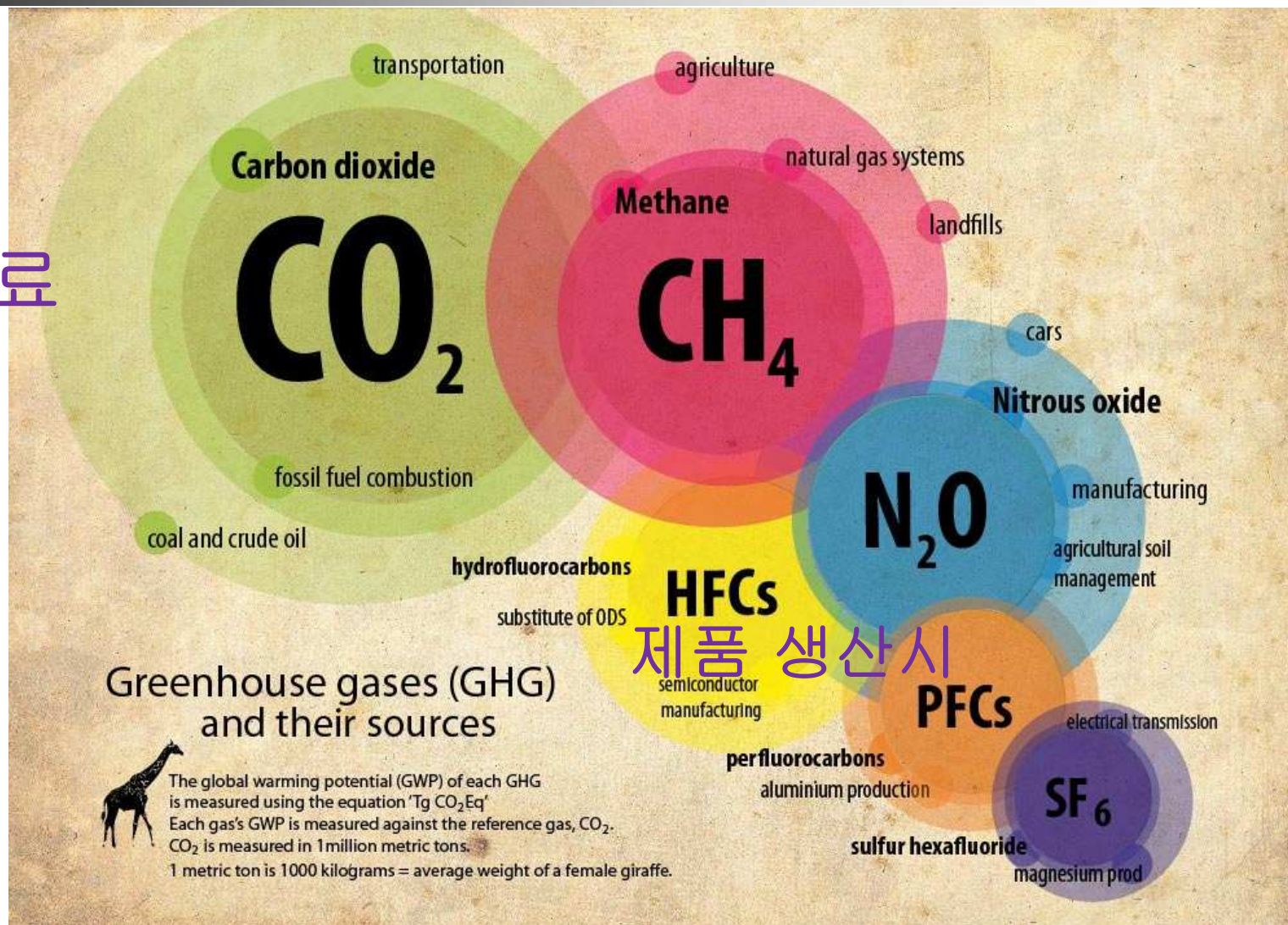
기온과 이산화탄소 농도

➤ 기온과 이산화탄소 농도 상관 관계



온실가스의 유형

화석연료
연소



가스의 지구온난화 지수

이산화탄소(1) < 메탄 (21) < 질소산화물(289)

Table 1. Global Warming Potentials and Atmospheric Lifetimes (years).

	Atmospheric Lifetime	GWP*
Carbon Dioxide (CO ₂)	50-200	1
Methane (CH ₄)	12	21
Nitrous Oxide (N ₂ O)	114	289
Other	1-50,000	3-22,800

* Global warming potential over 100 year lifetime

Source: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 Report.

온실가스 배출량과 구성

지구 전체 인위적 온실가스 배출량

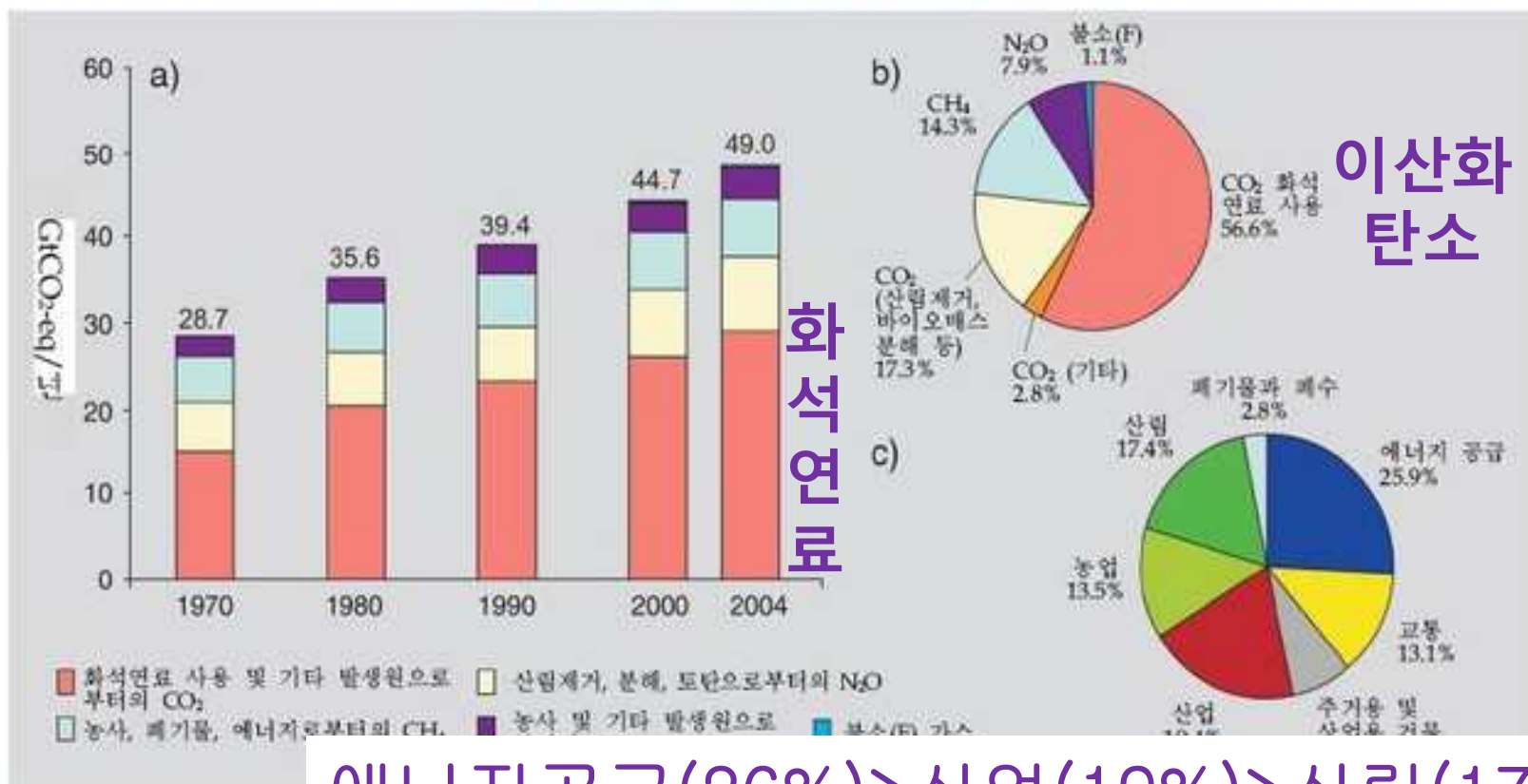


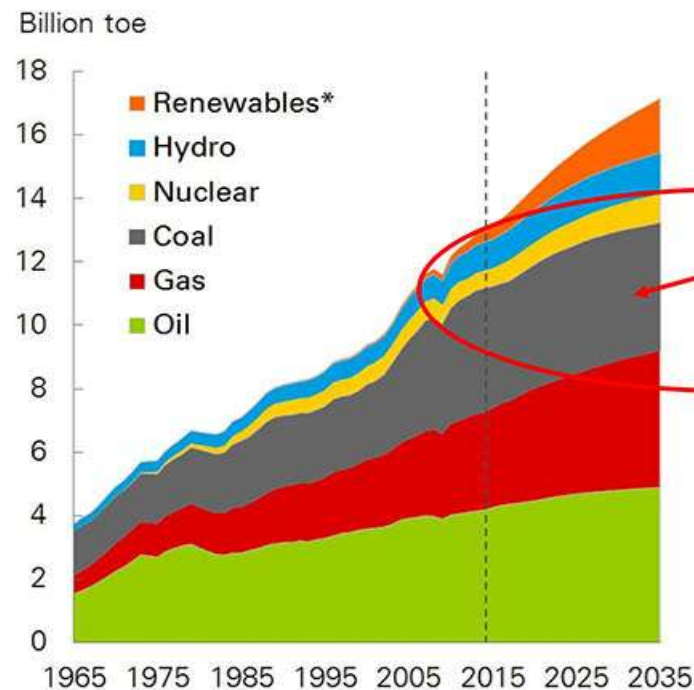
그림 2.1. (a) 1970~2004년 지구
(c) 2004년 인위적 온실가스 총

에너지공급(26%)>산업(19%)>산림(17%)
>농업(14%)>교통(13%)

세계 에너지 수요 증가

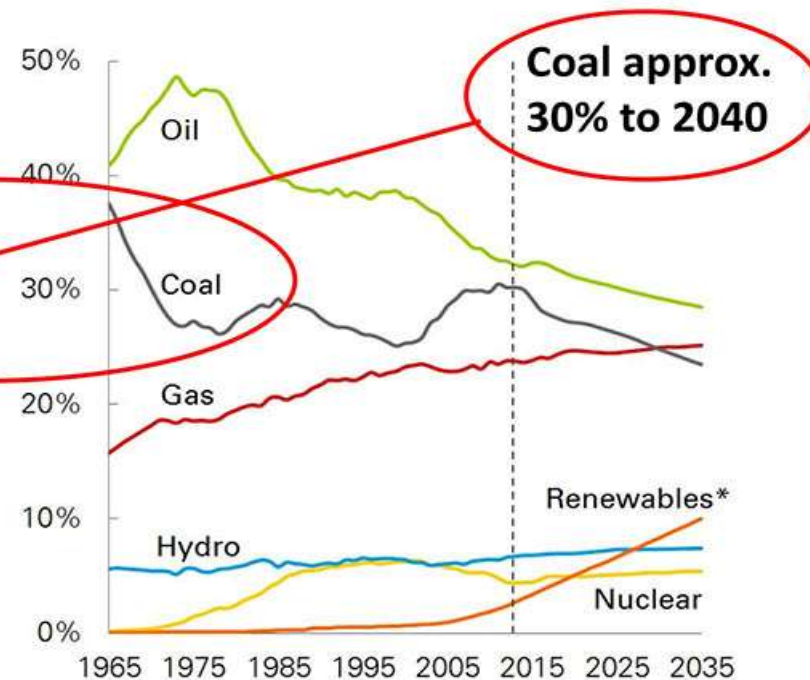
- 화석연료 비중은 감소, 수요량은 지속적 증가
- 50년간 4배 가량 증가

Primary energy consumption by fuel



*Renewables includes wind, solar, geothermal, biomass, and biofuels

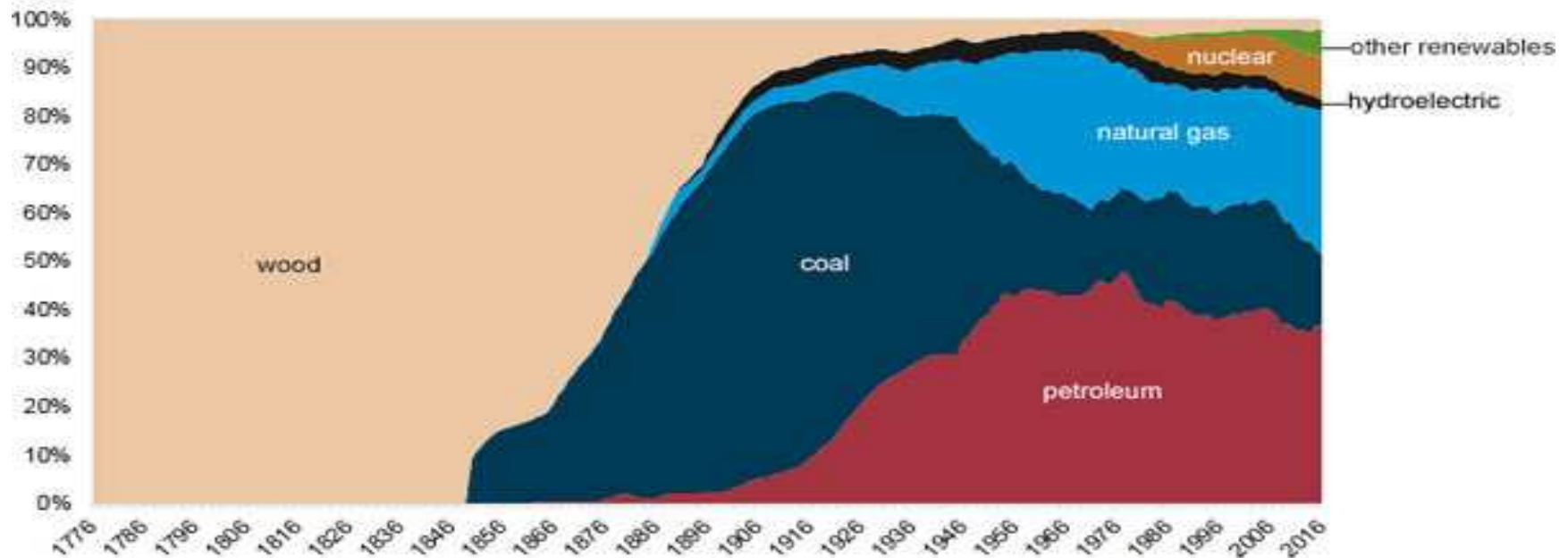
Shares of primary energy



화석연료의 변천

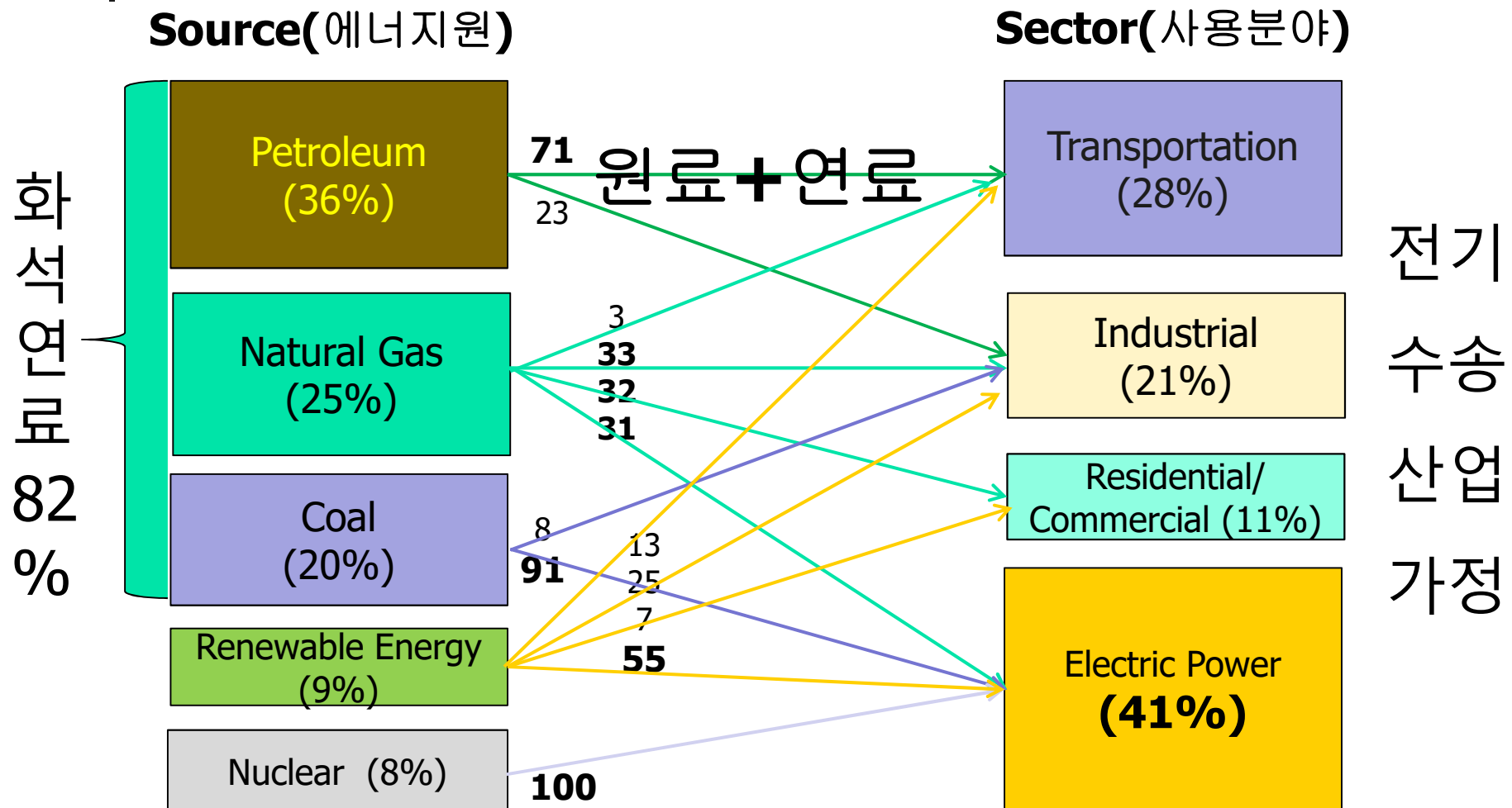
- 목재- 석탄- 석유-가스-원자력 ?
- 인류의 문명과 산업 발전에 따라 변화

Share of U.S. energy consumption by major sources, 1776–2016



Source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, April 2017, preliminary data for 2016

에너지원과 사용분야-미국, 2012

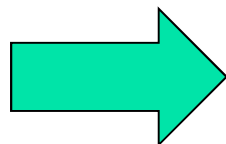


Data: U.S. Energy Information Administration, 2012

화석연료의 특징과 문제

- 석탄: 고체, C/H 높음 → 생산의 어려움
- 석유: 액체 → 채굴 및 운반 용이
- 가스: 기체, C/H 낮음 → 채굴용이, 상대적으로 친환경, 운송 용이

경제적
편리함



이산화탄소 배출 !
미세먼지 !!
기후 변화 및 환경문제 !!!

지구온난화는 자연적 현상 ?

홈 > 경제

[기자수첩]'인간에 의한' 지구온난화, 자본주의 공격 위한 미신

지구 온도, CO2 농도보단 태양 흑점 갯수 영향 더 받아
태풍 증가·해수면 상승·이상 기후 관련해 작위적 해석


- 흑점 주기의 영향이 큼
- 10~12세기 기온이 지금보다 높았음
- 록키의 만년설 지금보다 300미터 상부에 위치

인간이 화석연료를 쓰면서 대기 중 이산화탄소 농도를 높인 것은 맞지만, 지금보다 농도가 낮았던 10~12세기가 지금보다 지구 온도가 높았던 점을 볼 때 화석연료 사용 이외의 요소가 영향을 끼쳤다는 의문을 지을 수 없다.

실제로 바이킹족이 그린란드를 발견했을 때 해안가를 중심으로 초원이 형성됐으며, 이 시기 로키산맥의 만년설은 지금보다 300m가량 높은 곳에 위치했던 것으로 알려졌다. 또한 대기 중 이산화탄소 농도가 꾸준히 증가했음에도 1970년을 전후해 기온이 떨어지면서 지구온난화가 아닌 지구한랭화 이슈가 불거지기도 했다.

때문에 학계에서는 태양의 밝기와 흑점주기 등이 지구온도에 가장 큰 영향을 준다는 주장이 전부터 제기돼 왔다. 비외른 람보르 덴마크 국립환경연구소 소장은 지난 200~300년간 태양의 밝기가 0.4% 증가한 것이 지구 기온을 0.4도 상승시켰으며, 오는 2100년까지 기온이 추가적으로 0.4도 가량 오를 것으로 전망했다.

덴마크 기상연구소의 에이길 프리스 크리스텐센과 크누 나센도 흑점주기와 기온의 상관관계를 연구한 것에 따르면 흑점주기에 따라 기온이 변화하는 모습을 보였다고 발표했다. 흑점주기가 짧다는 것은 태양활동이 활발하다는 것으로, 지구에 더 많은 복사에너지를 보낸다는 것을 의미한다.



12-4 : 이상기후에서 기후변화로의 전환

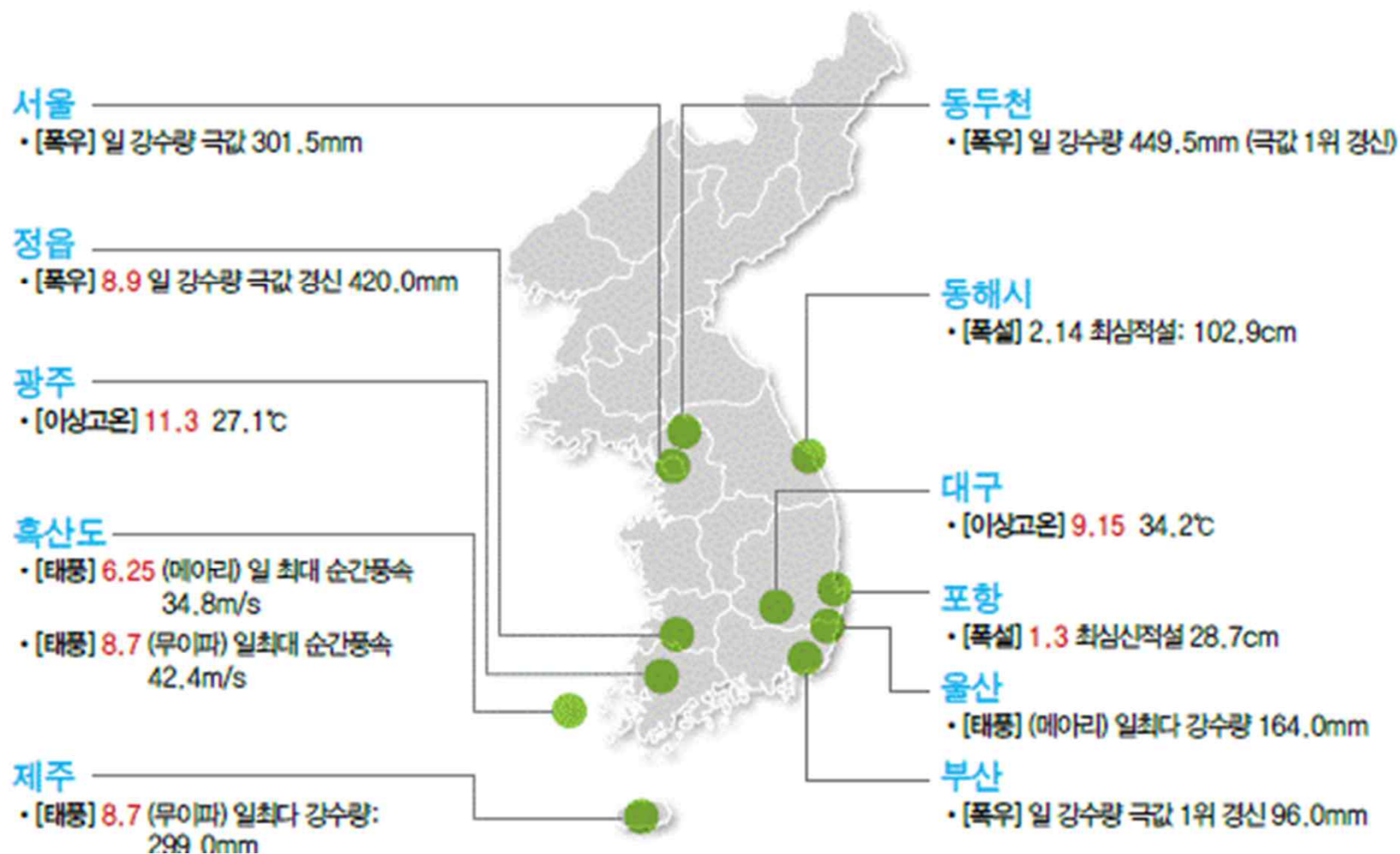
얼마나 자주 발생하나 ?



이상기후 ?



한국의 이상기후



이상기후의 영향

신의주
 · 8월 압록강 홍수 230채
 가옥이 붕괴, 관전현은 4명 사망,
 4명 실종

홍수



서울
 · 8월 중 24일간 비 내림
 · 102년 만의 물폭탄으로
 8,000가구 침수 (9월 하순)
 · 102년 만의 '4월 한파'
 낮 최고기온 7.8℃
 · 한강수영장에 60만명 방문으로
 역대 최고기록
 · 8.20일 전력사용량 사상최대
 기록 (6988만 6000kw)



폭염

강원
 · 동해안 불철 일조시간 1973년 이래
 최약 (평년 625.8시간에서 482.8시간)
 · 강릉 37.1℃의 폭염



기온상승

충청
 · 기온상승과 가뭄식물의 증가
 (숙주식물)로 돌발병해충
 '꽃매미' 3년만에 3천배 증가



대구
 · 3월, 53년만의 눈폭탄으로
 1000여곳 초·중교 일시 휴업령



폭우, 눈

태풍 '곶파스' 피해로
 재산피해 1,189억원 발생

당진군
 태안군
 예산군
 서산시
 홍성군



신안군

해수면 상승

제주
 · 5.1mm 해수면 상승으로
 '몸머리 해안' 관광지 침수



전남
 · 8월, 국지성 집중호우 (최고 240mm),
 시간당 최고 71.5 폭우로 가옥침수,
 산사태 등



부산
 · 3월, 5.4cm의 눈으로 항공기·여객선
 등 무더기 결항
 · 266.5mm 폭우로 주택·도로침수,
 산사태 발생



온실가스 배출량과 구성

지구 전체 인위적 온실가스 배출량

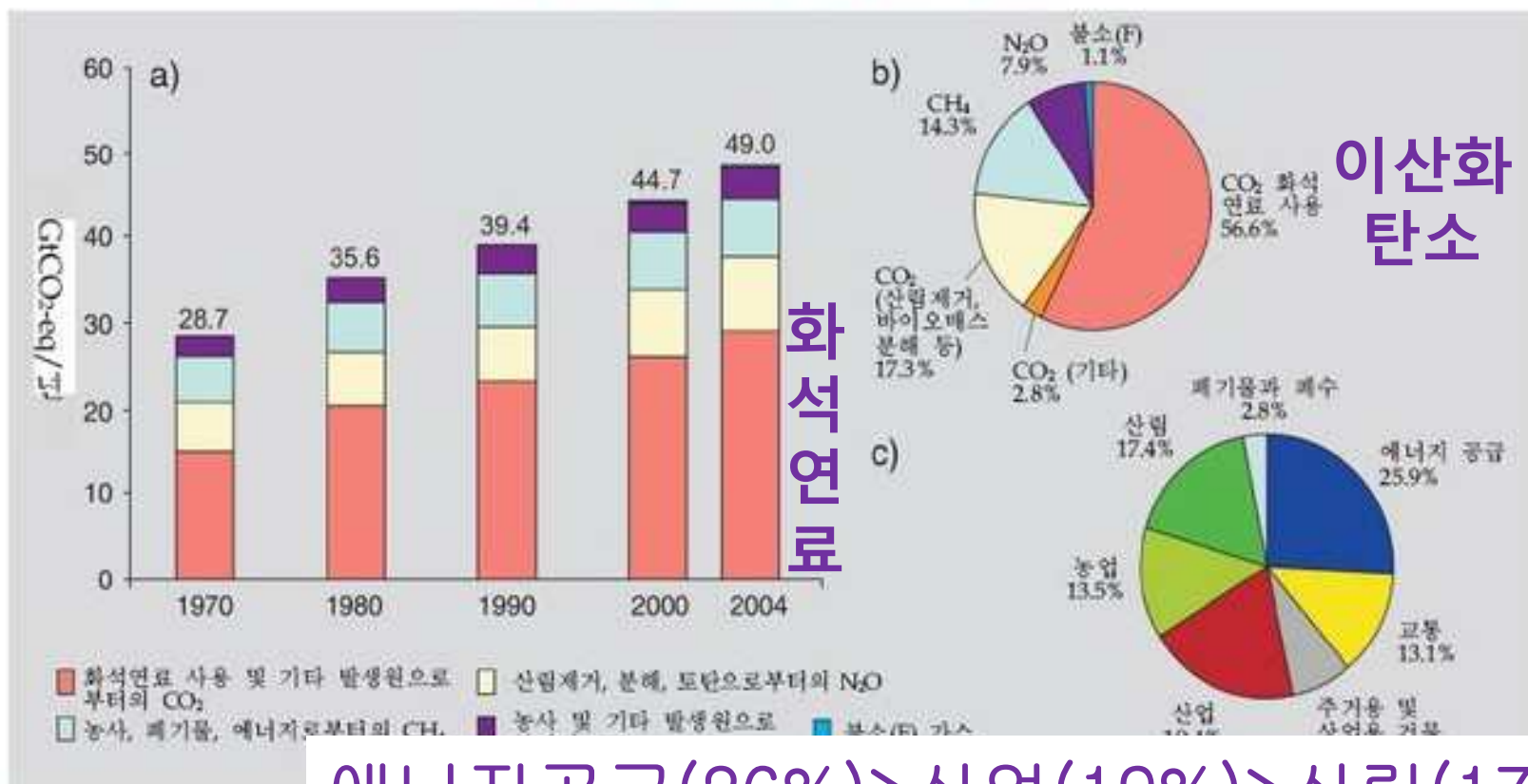


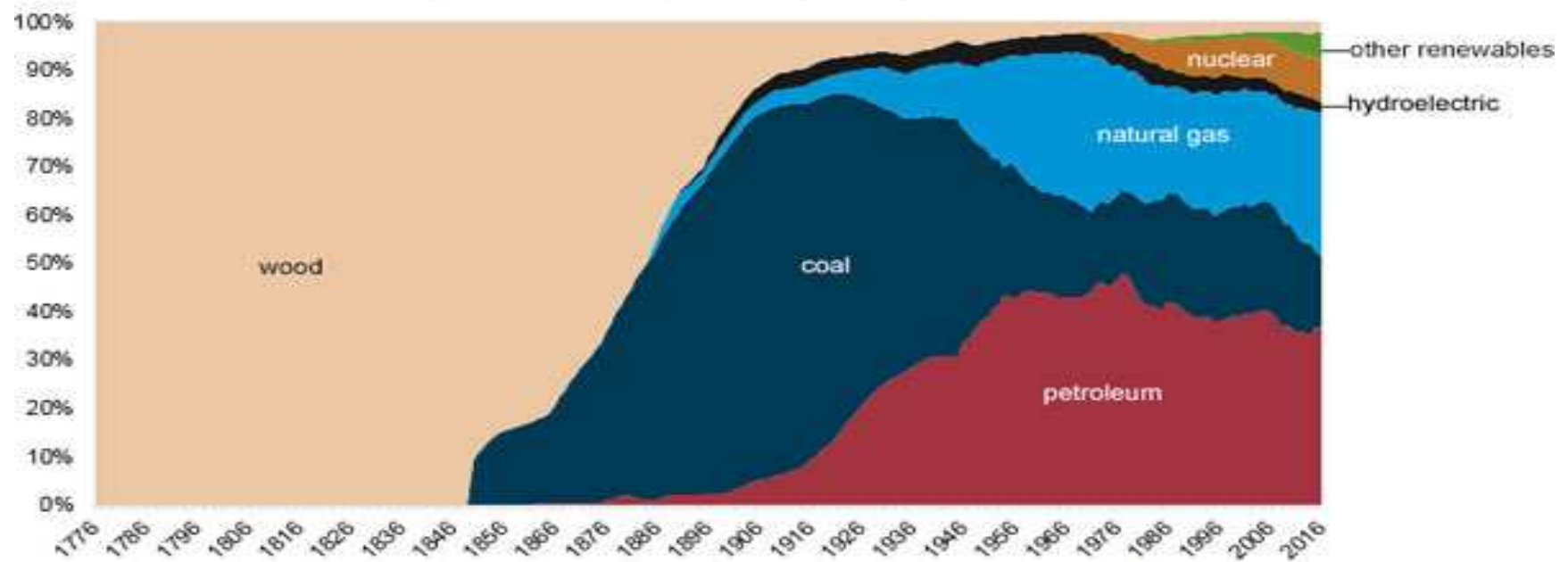
그림 2.1. (a) 1970~2004년 지구
(c) 2004년 인위적 온실가스 총

에너지공급(26%)>산업(19%)>산림(17%)
>농업(14%)>교통(13%)

인류의 문명과 연료의 변천

- Wood- coal- petroleum-gas-?
- 인류의 문명과 산업 발전에 따라 변화

Share of U.S. energy consumption by major sources, 1776–2016



Source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, April 2017, preliminary data for 2016

기후변화로

장기간 기상현상의 평균 상태 유지



기상변화의 영향

해수면 침수(2100년)

서울 면적의 4배가 넘는 2,485 ~ 2,643km² 침수 예상
군산, 목포, 남포, 신의주 등 침수위험
한국환경정책·평가연구원

스키장 물설매장으로 변화

운영비 부담으로 패러글라이딩
체험장이나 물설매장으로의
시설 변화
환경부

전국 아열대권 진입

아열대 기후구 경계선이 서울 - 대전 -
남원 - 구미 - 안동 - 포항까지 북상
국립기상연구소

벼 생산량 감소

이상 기후로 5 ~ 10% 가량
환경부

태풍·가뭄 등 자연재해 증가

고온현상 및 호우 빈도 증가
국립기상연구소

열대성 외래식물 및 병해충 확산
농업과학기술원

동해에서 참치잡이 가능
대구·명태 등 한류어종 감소
참치·고등어 등 난류어종 증가
국립수산과학원

소나무 고사 위기

강원, 경북 북부 산지에만
서식지 국한
국립산림과학원

농작물 재배 변화

사과재배지 북상 및 키워농사 확대
백두대간 등 고산지대에서만
품질 좋은 사과 농사 가능
농촌진흥청

진해벚꽃축제 불가능

겨울이 따뜻해져 꽃이 피지 않거나
균일하지 않게 개화
경희대

진해 벚꽃 축제?

스키장대신
물놀이장

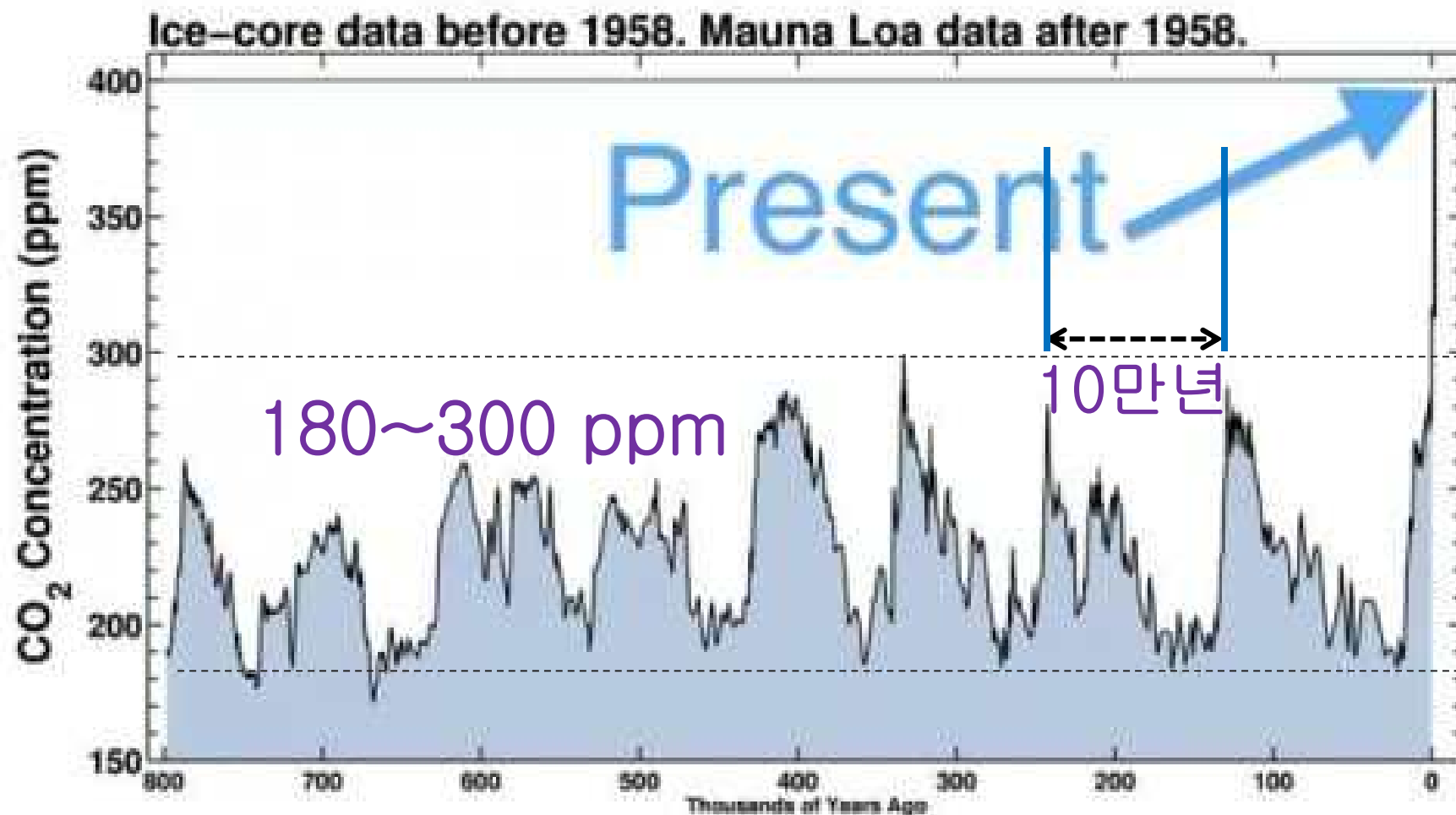
온대 기후에서
아열대 기후로

벼 생산량 감소

자연재해 빈번

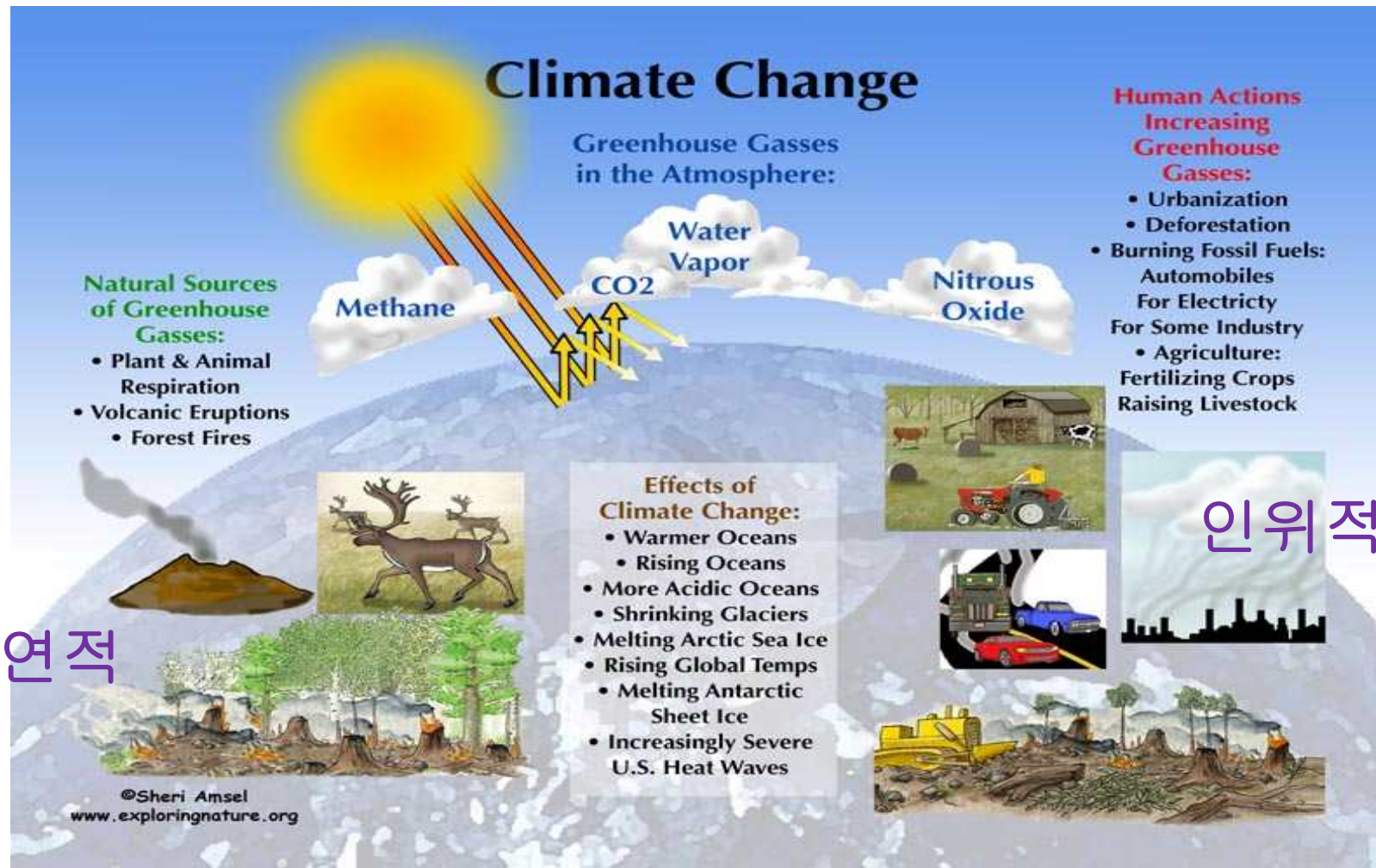
12-5 : 기후변화의 원인 찾기

빙하 코어내 이산화탄소



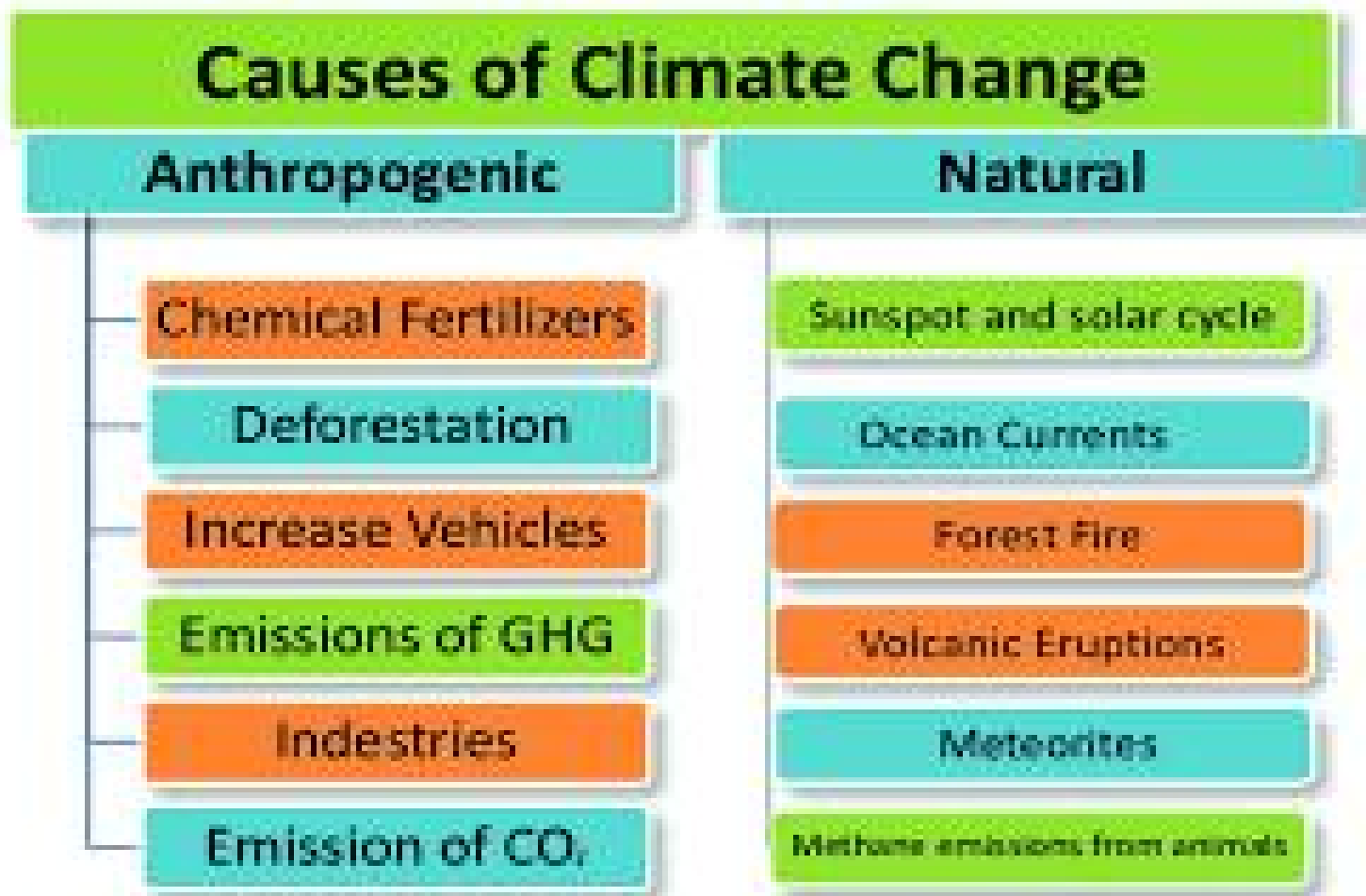
기후변화의 원인

자연적



인위적

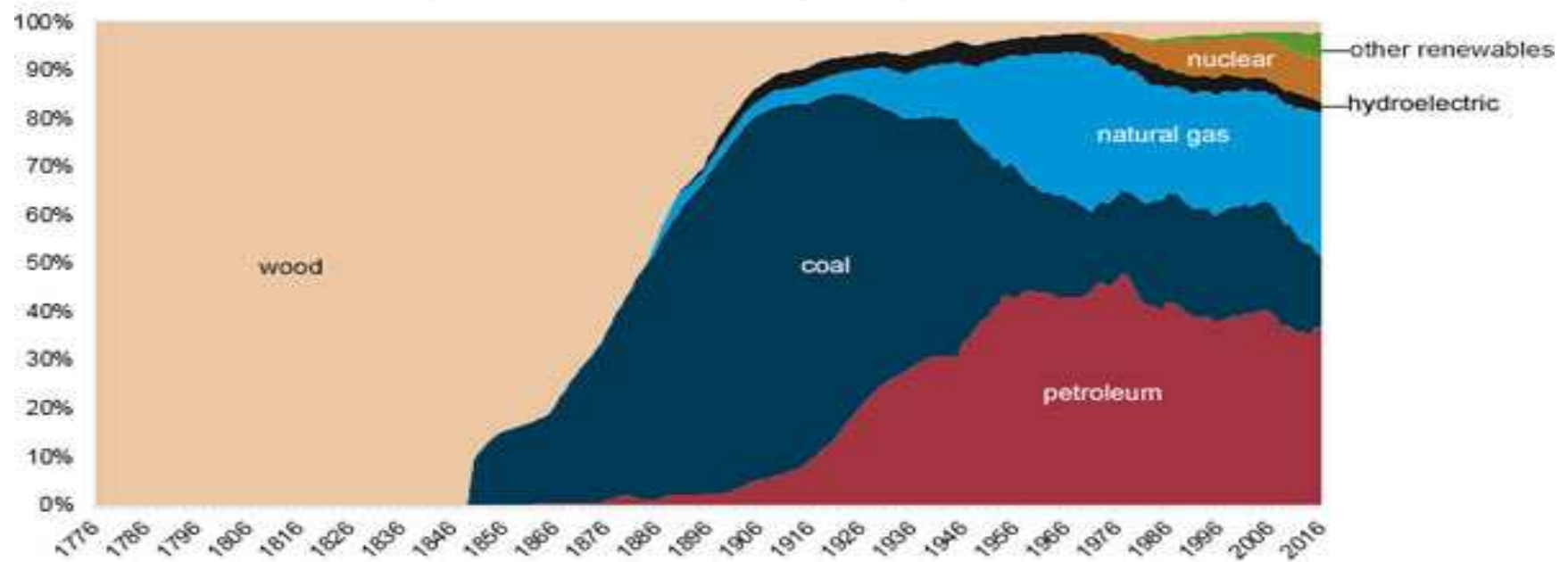
기후변환 원인 분류



인류의 문명과 연료의 변천

- Wood- coal- petroleum-gas-?
- 인류의 문명과 산업 발전에 따라 변화

Share of U.S. energy consumption by major sources, 1776–2016

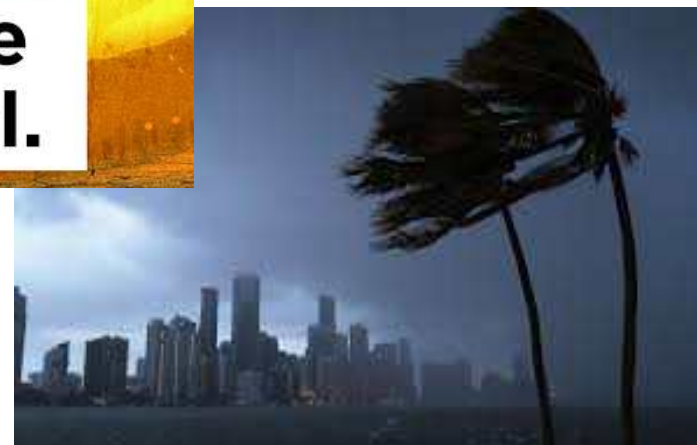


Source: U.S. Energy Information Administration, *Monthly Energy Review*, April 2017, preliminary data for 2016

기후변화는 가까이 있다 !



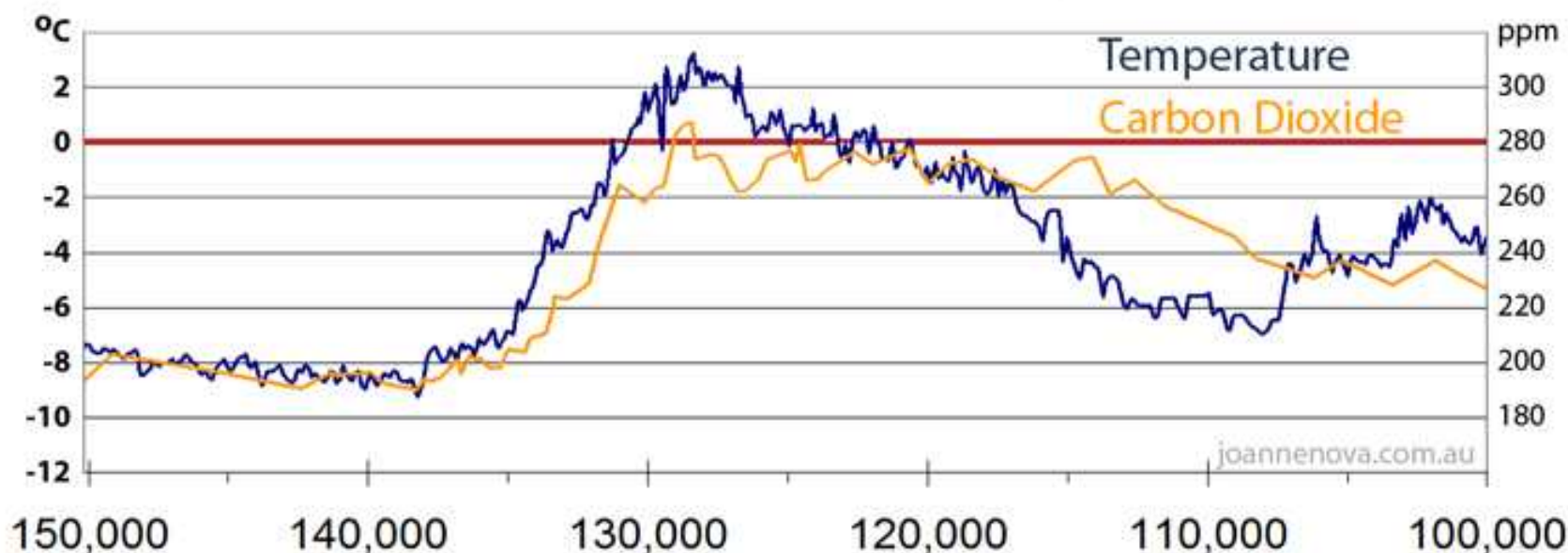
FACT: Climate change is real.



기온과 이산화탄소 농도

- 기온과 이산화탄소 농도 상관관계
- 빙하 코어 자료 분석: 기온 상승 후 800년 후에 CO2 농도 상승

Vostok Ice Cores 150,000 - 100,000 years ago



미래를 위해 현재를 바꾸자



에너지 다소비국의 정책이 중요

