

에너지, 기후변화 그리고 농업

영남대학교
이상호

1. 환경·에너지 위기시대

환경·에너지·자원 위기 동시 직면

자원 가채 기한
(석유 40년, 가스 58년,
구리 28년)

25년 이내
인구 1인당 담수
공급량 1/3 감소,
20억명 불부족

심각한 환경재앙,
세계 GDP
매년 5~20% 감소

에너지 부족
'30년까지
에너지소비량
45% 증가

자원고갈 위기

World Resource
Institute('06)

* '08 67명 -
2020년 92억명

물 부족 심화

UN 세계 수자원
개발 보고서('03)

기후변화/지구 온난화

영국 Stern Review('06)

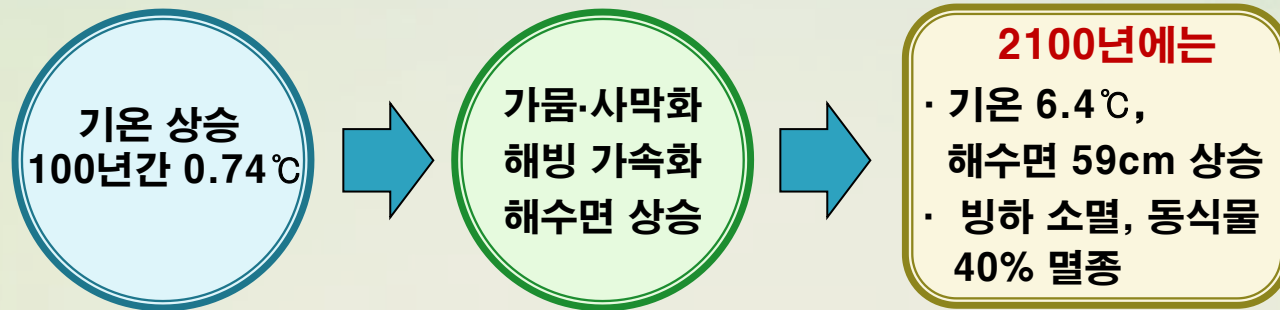
에너지 소비 증가

세계에너지기구(IEA,'08)

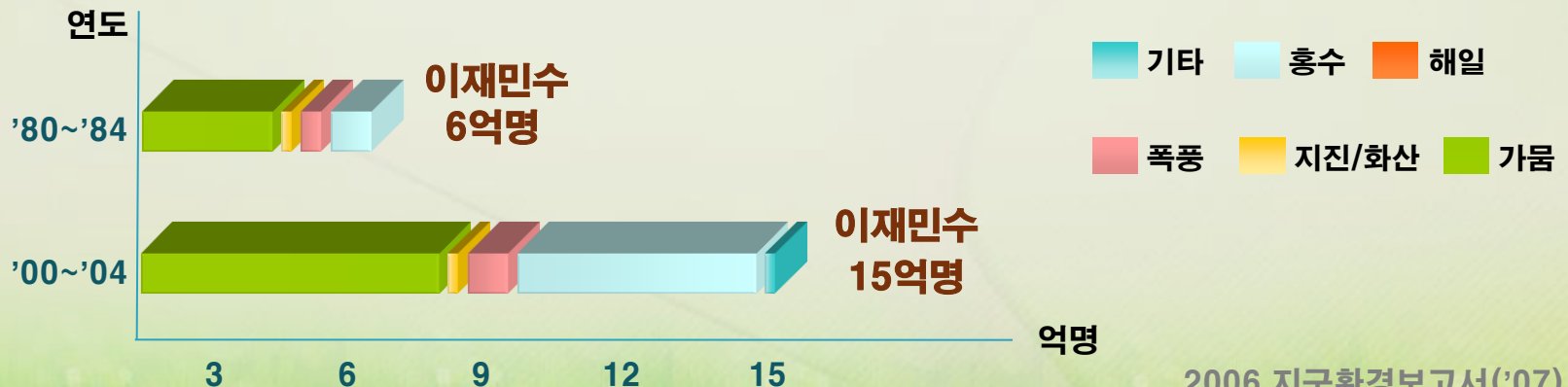
1. 환경·에너지 위기시대

기후변화 심각-지구온난화 대표적

- 지구온난화란(Global Warming)? → 최근 **Global Weirding**

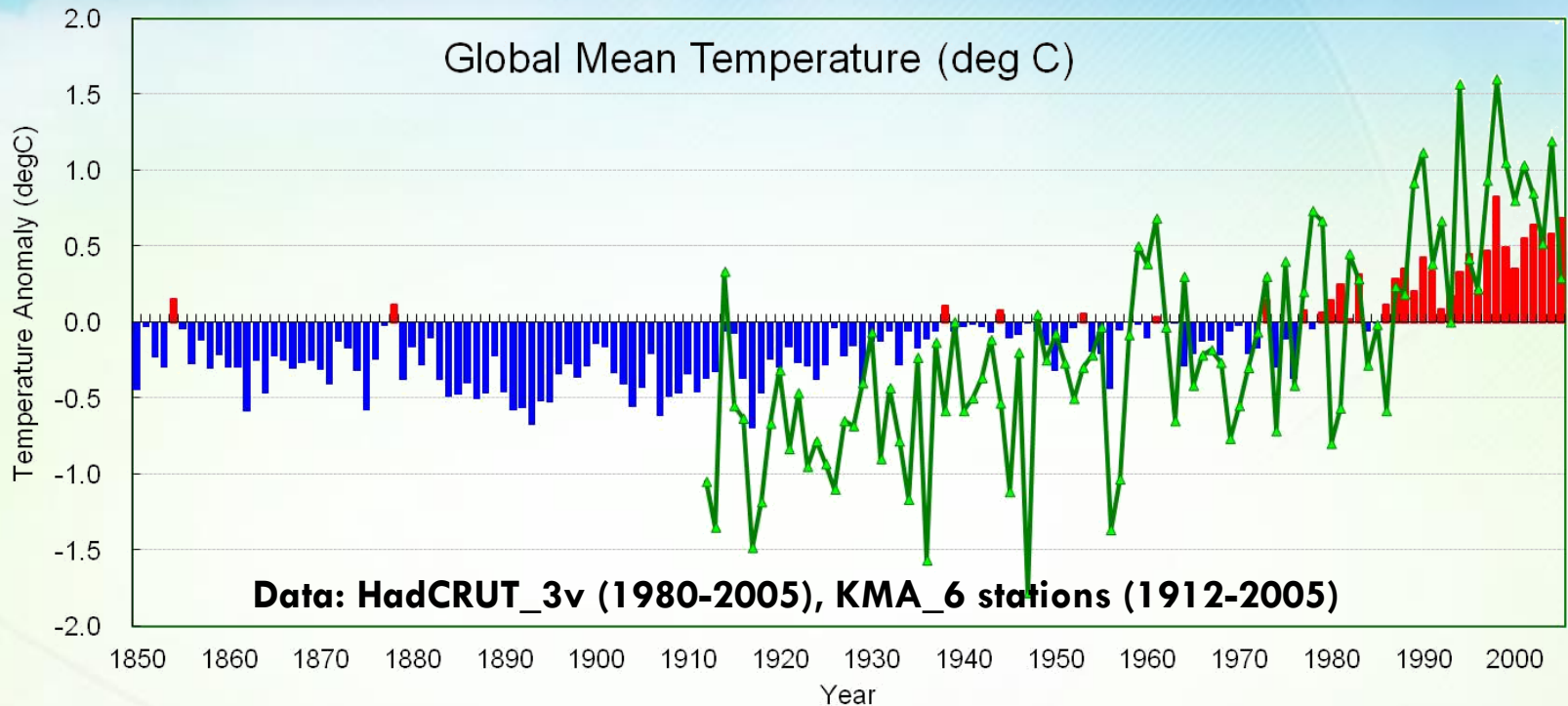


- 가뭄·홍수·폭풍·산불, 침수 등 대규모 재해 빈발, 생태계 교란 등



1. 환경·에너지 위기시대

1850년 이후 지구 평균기온변화

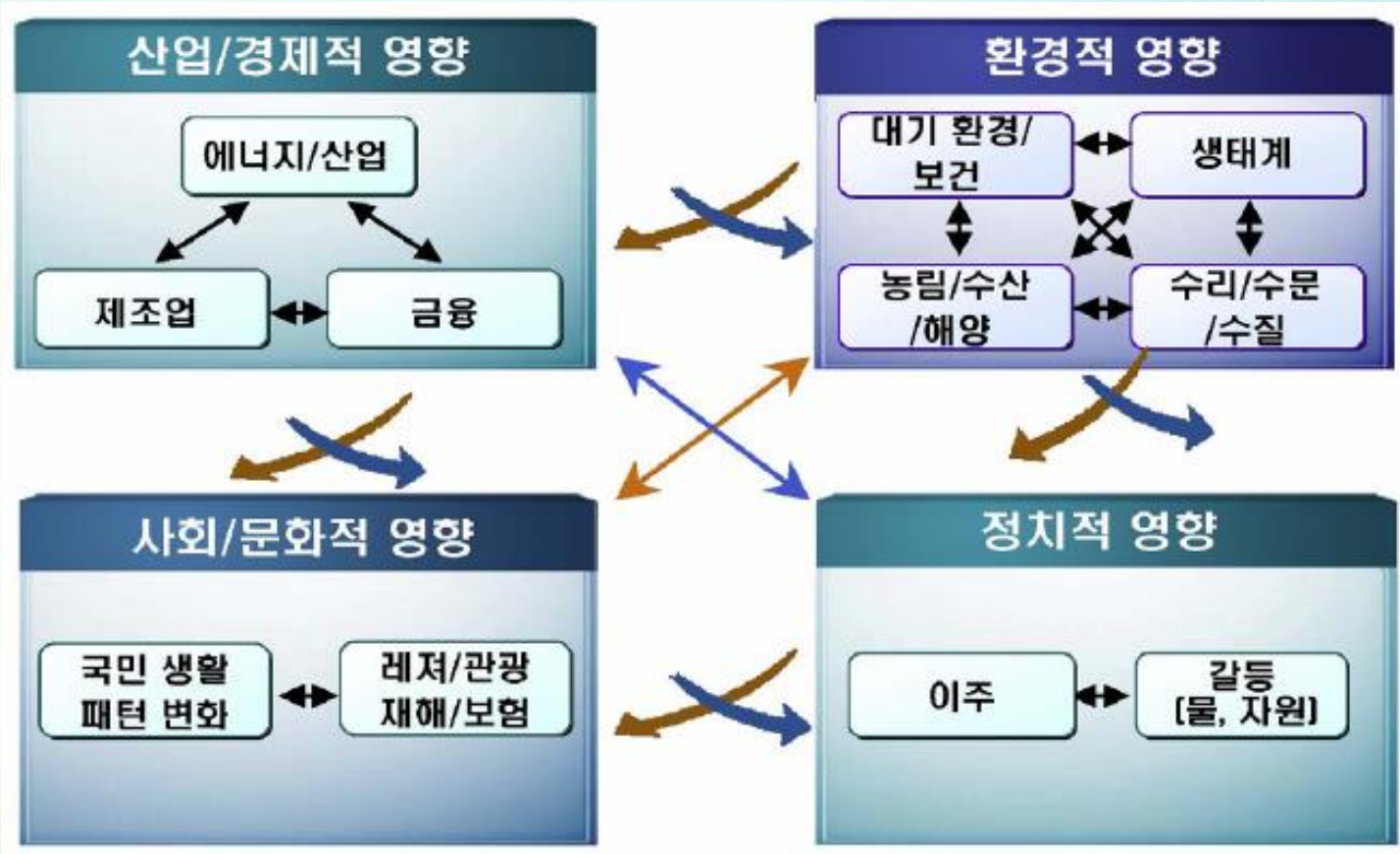


1906-2005 간 **+ 0.74℃**(이전 100년 대비24배), **0.6℃**는 60년 이후
우리나라 평균기온 (1912-2005): **+1.5℃** * 1℃ 큰 영향, 5-6℃

◆ **기온상승** : 지난 13년 중 12년이 1850년 이래 가장 더웠던 해 : 1990, 1995, 1997-2007

1. 환경·에너지 위기시대

기후변화의 총체적 영향



1. 환경·에너지 위기시대

관측된 기후변화 - 북극 빙하면적 변화

북극 빙하면적 감소



빙하, 만년설의 감소

- 북극 - 기온 상승 지구평균의 2.4배
- 만년빙은 28년간 57% 감소 :
700('79) → 530('05) → 400만km²('07)
- 대부분 2050 년이면 소멸 ?
 - 최근 추세라면 2012년 사라져..
- 남극 및 그린란드 : 담수 70% 상당
(다 녹으면 해수면은 약 6.5m 상승)
 - 남극경우 기온 상승속도 6배
 - 3.28 싱가포르 보다 큰 빙봉 붕괴
- 최근 볼리비아 차칼티아빙하(18천년) 소멸
 - 80년 중반, 2015년 소멸 예상
- 히말라야, 미국 빙하공원, 알프스산맥 등

1. 환경·에너지 위기시대



North Pole Route



(서울-로테르담)

- 20100 Km (24 days)
- 12700 Km (14 days)

1. 환경·에너지 위기시대

사라져가는 아랄해

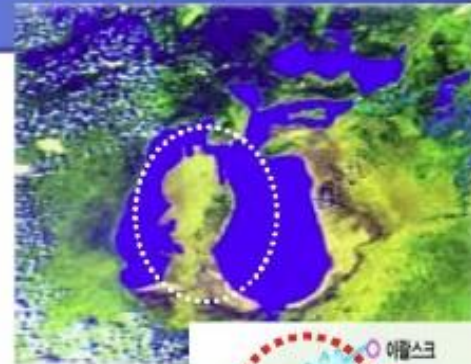
1976



1997



2002



● 세계 4번째로 큰 내륙해였던 ‘아랄해’

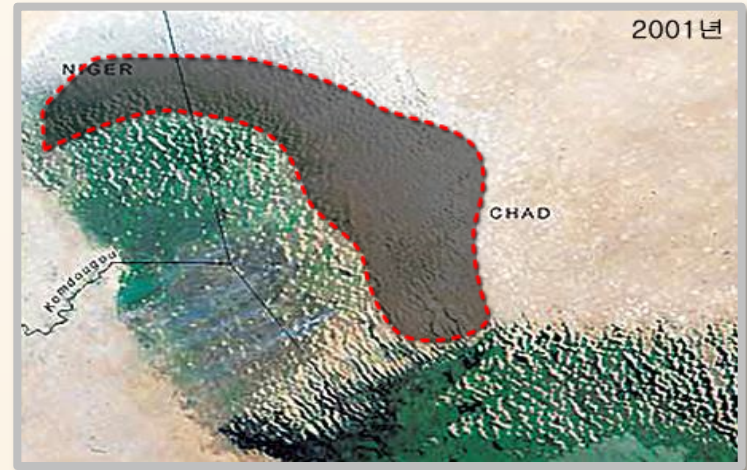
- 수자원의 남용과 지구온난화의 영향으로 수량 감소
- 예전의 1/4 수준
- 아랄해의 멈춰버린 배들



1. 환경·에너지 위기시대



아프리카
차드호수
사막화



호주 산불(2008년)



미국 카트리나 태풍(멕시코만 1C)



2. 문제는 기후변화다

기후변화의 원인은?

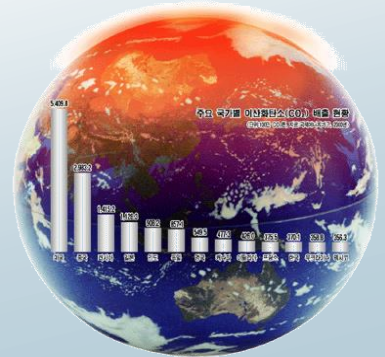
자연적 원인

- 태양에너지의 변화
- 화산폭발과 지각변동
- 기후시스템의 자연변동성
- 지구공전궤도의 변화(밀란코비치 이론)



인위적 원인

- 온실가스 및 에어로솔의 증가
- 산림파괴 및 환경변화



기후변화의 정의

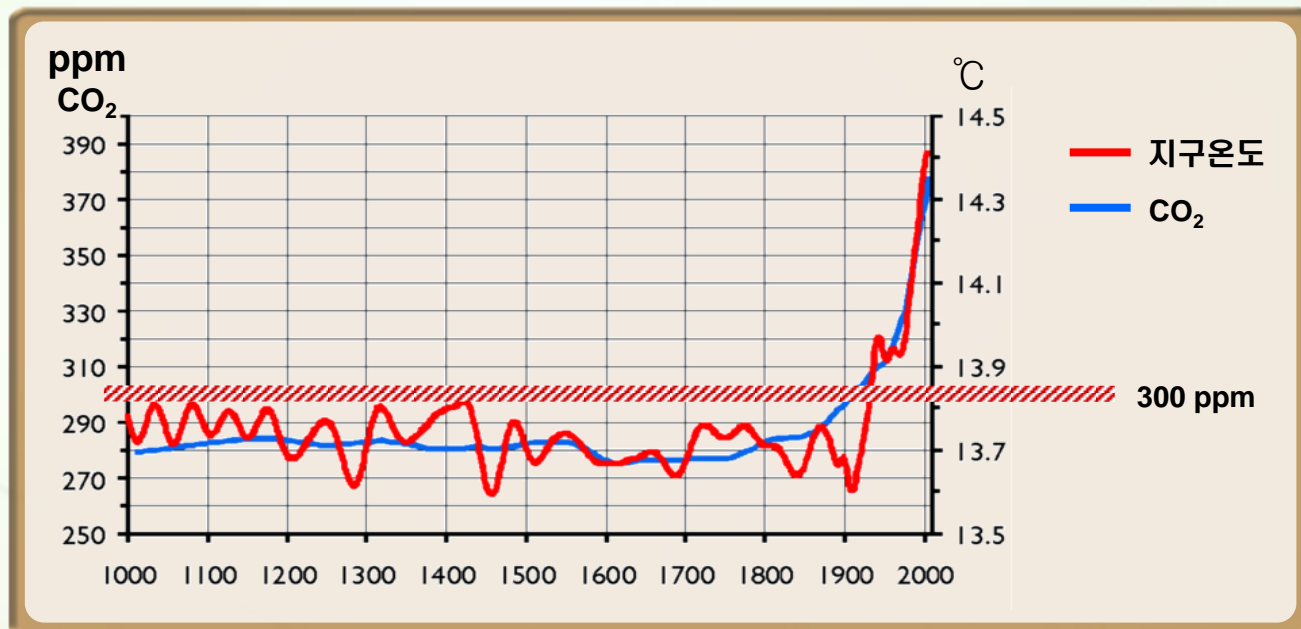
- 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC) : 자연적 변동 + 인위적 변동
- 유엔기후변화협약(UNFCCC) : 인위적 변동, **가장 큰 요인은 온실가스 증가**

2. 문제는 기후변화다

지구 온난화 주범은 화석연료에서 배출된 CO₂임.

※ CO₂ 농도 : 산업혁명 당시 280ppm, 현재 380ppm, 2050년 560ppm

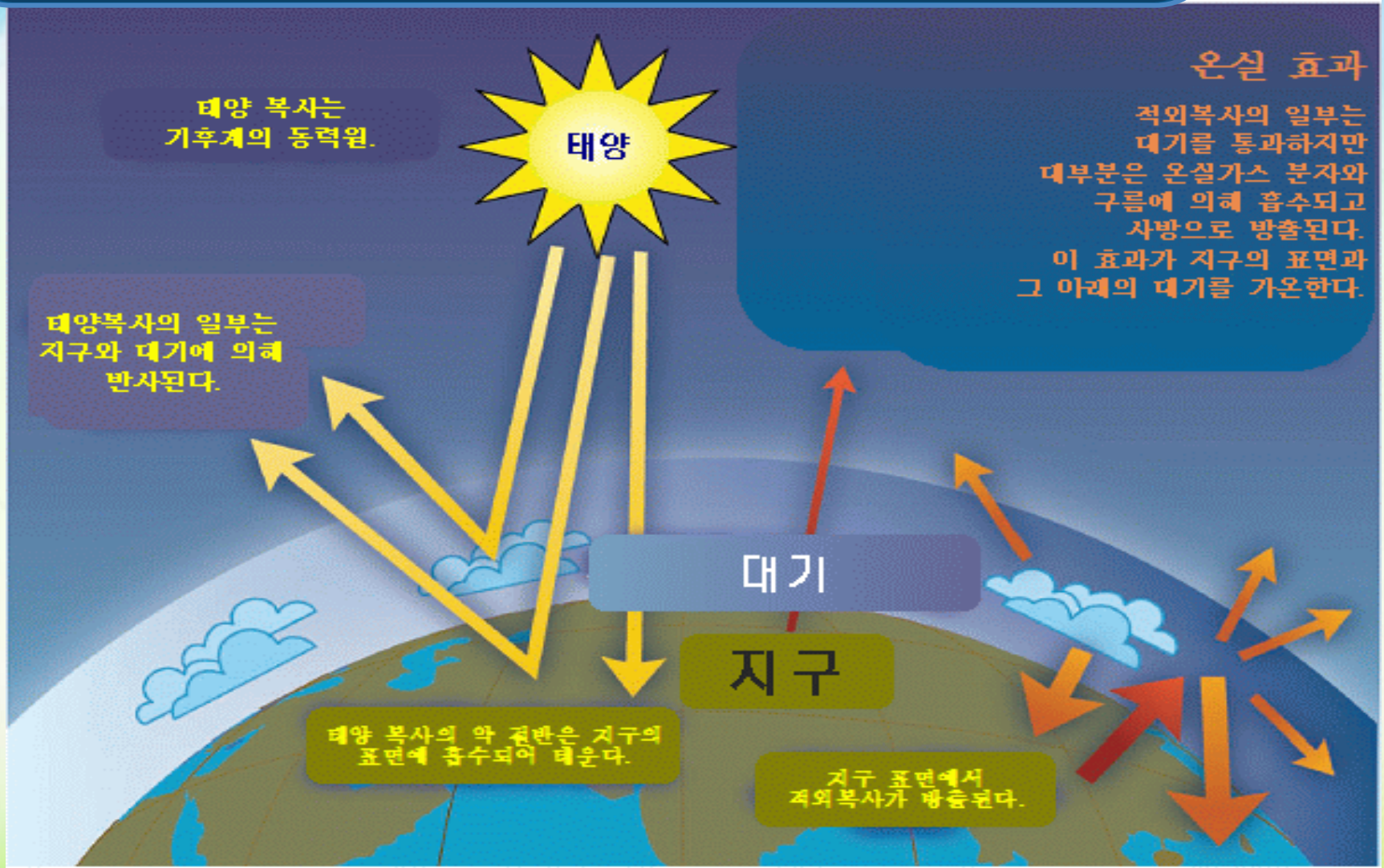
- 지난 40만년간 300ppm을 넘은 것은 20세기가 처음, 중국 경제성장추세 미반영



- 배출원 : 산림 19 화석연료 81%(전력 32, 산업 22, 수송 18, 주거 8)
- 동토대에 5천억톤 메탄가스 매장(전 짐올시 CIA국장) – 21배 효과

2. 문제는 기후변화다

온실효과(Greenhouse Effect)란 ? (평균 15도, -18도)



2. 문제는 기후변화다

시나리오별 기후변화 전망 (IPCC, 2007)

전망: 21세기말(2090-2099년)

↑
아름(최적)
↓
최악

| 시나리오 종류 | 기온상승(°C) | 해수면상승(m) | 비고 |
|------------|---------------|------------|----------------|
| B1 | +1.8(1.1~2.9) | +0.18~0.38 | 자연 친화적 |
| A1T | +2.4(1.4~3.8) | +0.20~0.45 | 비 화석 에너지원 |
| B2 | +2.4(1.4~3.8) | +0.20~0.43 | 지역 공존형(지역적 수준) |
| A1B | +2.8(1.7~4.4) | +0.21~0.48 | 균형적 발전 |
| A2 | +3.4(2.0~5.4) | +0.23~0.51 | 발전 지향적 |
| A1FI | +4.0(2.4~6.4) | +0.26~0.59 | 에너지원이 화석연료에 집중 |

- 최악의 경우, 2100년에는 지구평균기온은 6.4도 상승하고, 해수면은 59 cm 상승
- 최적의 경우, 2100년에는 지구평균기온은 1.1도 상승하고, 해수면은 18 cm 상승

2. 문제는 기후변화다

지구온난화의 영향

5도 상승

- 남북극 빙하 소멸
- 해양 산성화 가속, 해양 생태계 변화
- 해수면 상승- 상해, 뉴욕, 도쿄, 서남아 도시 수장

4도 상승

- 30~50%의 물 감소
- 아프리카에서 최대 8,000만 명 말라리아로 사망
- 해안지역 인구 최대 3억명 홍수 피해(기후변화 이재민)

3도 상승

- 유럽에서 10년마다 심각한 가뭄 (10억~40억 명 물 부족)
- 기근 피해자 5억 5,000만 명, 최대 300만 명 영양실조 사망
- 최대 50%의 생물 멸종 가능성, 아마존 밀림 파괴 시작

2도 상승

- 남아프리카와 지중해에서 물 공급량 20~30% 감소
- 열대지역 농작물 크게 감소 (아프리카는 5~10%)
- 아프리카인 최대 6,000만 명 말라리아에 노출

1도 상승

- 안데스산맥의 작은 빙하 녹음 (5,000만명 물 부족)
- 매년 30만 명, 기후관련 질병으로 사망
- 영구 동토층 녹아 러시아와 캐나다의 건물 및 도로 손상
- 10%의 생물 멸종 위기

2. 문제는 기후변화다

- 리우 UN환경개발회의(92년)와 기후변화협약(UNFCCC) – 184개국
- **교토의정서**(97년) : 38개국, 2008년부터 발효
 - 부속서 1 국가(선진국, 러시아) : 08-12중 90대비 5.2% 감축, CAT 도입
 - 한국, 중국, 인도, 브라질 등 제외, 미국 탈퇴, 일본/캐나다 불이행 등 회의론
- **발리로드맵**(5개 분야, '07.12 당사국총회) ➡ '12년 이후 감축 논의
- 우리 정부 - APEC 정상회의('07), G8 정상회담('08, 도야코)
➡ 감축 의무국은 아니지만 09년도 중 감축목표 제시
- 미 오바마정부 출범으로 **Post-교토협약**('13년 이후) 급진전 가능
➡ CO₂ 배출량 세계 9위, 1900-2004 누적 배출량 22위, 90년 이후 배출량 증가(98%) 1위인 한국 포함 예상.

2. 문제는 기후변화다

- 기업 등 우리 경제에 미치는 영향

- ▶ 감축의무 부담시 연간 8조원(GDP 1% 수준) 추가비용 발생

- 제조원가중 연료비 비중 증가 – **산업구조 재편**(에너지저소비 고부가가치산업)
 - 국가간 **비관세장벽 강화**(예 : EU 협상 - 자동차수출시 CO2 배출량 규제)
 - 물가 상승 압박, 저탄소 에너지 절약 생활화 등

- 선진국의 온실가스 감축 추진

- 미국 : 20년까지 90년 수준 감축, 중국 : 10년까지 GDP당 에너지소비량 10%



영국

“2050년까지 '90년
대비 80% 감축”
(최초 법제화)



호주

“2050년까지 '00년
대비 60% 감축”



EU

“2050년까지 '90년
대비 60~80% 감축”

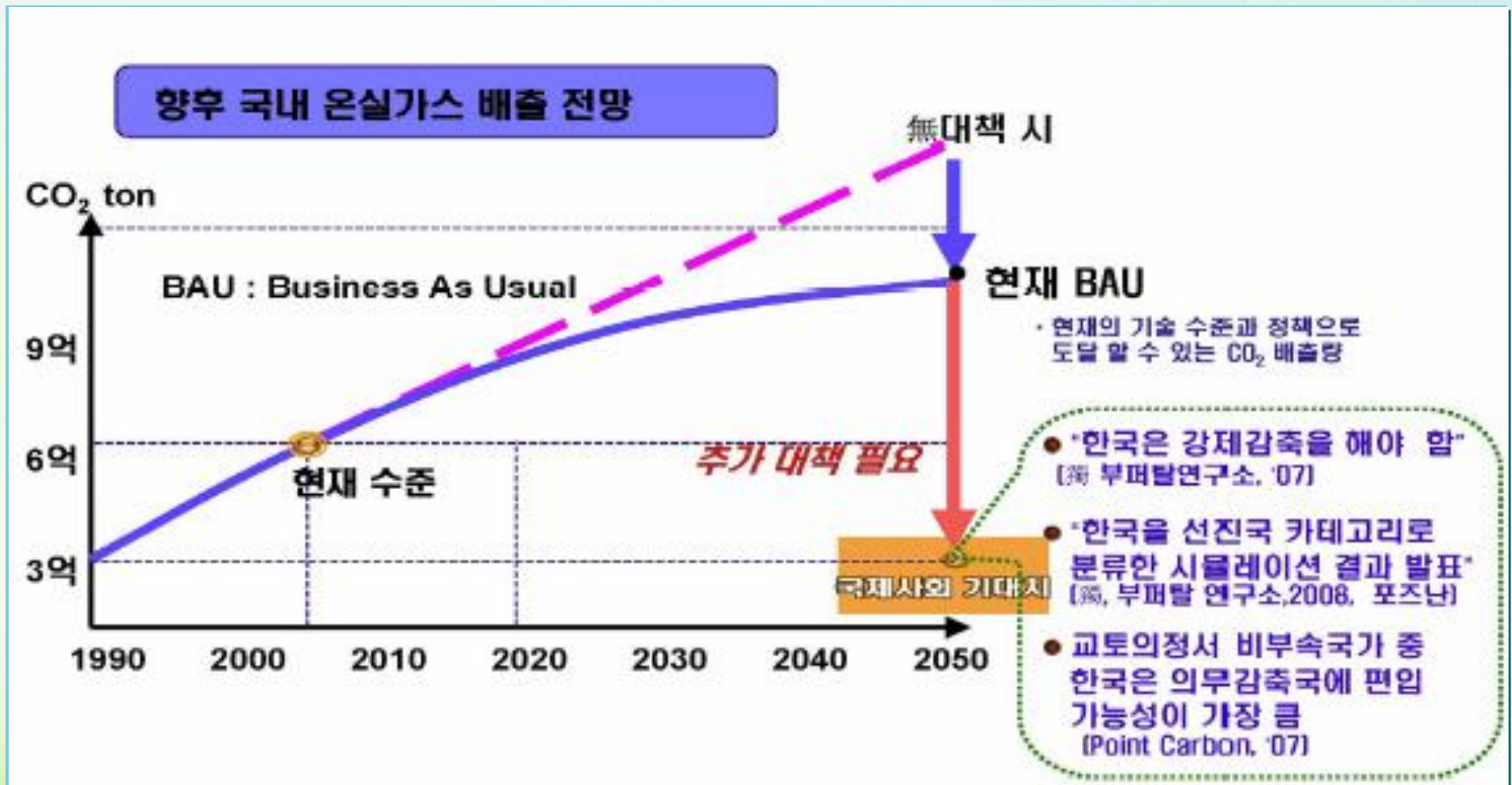


일본

“2050년 까지 '05년 대비
60%~80% 감축”
(’08. 6. , 후쿠다)

2. 문제는 기후변화다

스스로 준비하지 못하면 국제사회에 의해 강제



3. 에너지 · 경제 · 환경의 연계

환경포용능력 미흡

- 온실가스 배출 증가율 OECD 30개 국가중 4위
- 환경성과지수(EPI) 149개국 중 51위(WEF, '08)
 - * 스위스 1위, 일본 21위, 미국 39위

기상재해 심각성

- 기상재난 경제 피해 상위 10개국에 포함
- '97~'06 10년간 피해액 34조원
 - * 맥킨지 보고서('05) : 기후변화 재해에 취약한 국가 중 하나

에너지 과소비

- 개인당 에너지 소비량 : 세계 25위
- 전체 에너지 소비량 : 세계 10위
- 에너지다소비 업종 : 산업 전체 75.3%

3. 에너지 · 경제 · 환경의 연계

- 녹색경쟁력 지수는 15개국 중 11위 수준(OECD 평균에 미달)
- 저탄소화 지수는 88.2로 최하위권(13위)
- 녹색산업 지수는 102.3으로 중하위권(8위)

(삼성경제연구소, '08)

| | 일본 | 독일 | 영국 | 미국 | 한국 | 중국 | OECD |
|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| 녹색경쟁력지수 | 112.8 (1) | 109.6 (3) | 109.0 (4) | 103.2 (7) | 97.4 (11) | 81.9 (14) | 104.3 |
| 저탄소화지수 | 114.0 (1) | 105.2 (6) | 108.3 (3) | 101.4 (9) | 88.2 (13) | 81.1 (15) | 104.3 |
| 녹색산업지수 | 110.9 (1) | 110.8 (2) | 108.5 (4) | 103.8 (7) | 102.3 (8) | 84.1 (14) | 103.8 |

3. 에너지 · 경제 · 환경의 연계

- 녹색기술과 청정에너지를 바탕으로
- 자원사용을 최소화하고 환경오염을 줄이는 동시에
신성장동력과 일자리 창출을 통해
- 지속 가능한 성장을 추구하는 신국가발전 전략

경제도 살리고 환경도 살리는 저탄소시대 신성장모델



3. 에너지 · 경제 · 환경의 연계

| | 기존 패러다임 | 녹색성장 패러다임 |
|-------|---------------|---------------|
| 성장 방식 | 요소투입 위주 | 기술혁신, 생태효율 |
| 핵심 가치 | 양적 성장 | 삶의 질, 지속가능 성장 |
| 환경·경제 | 상충관계 | 상호 보완관계 |
| 성장 동력 | 에너지 다소비 업종 | 녹색산업, 녹색기술 |
| 사회 구조 | 에너지 과소비, 환경오염 | 저탄소 친환경 |

• ‘**녹색성장**’을 경제·산업·기술·국토·환경·생활을 포괄하는 범국가전
략

으로 채택한 것은 우리나라가 세계 최초

3. 에너지 · 경제 · 환경의 연계

도 전

환경·에너지 위기

신성장동력 필요

녹색산업 부상

국제적 온실가스
감축 압력

국제사회

녹색문명/시대
주도권 경쟁 중

국내상황

능동적 대응, 신성
장동력 모색

응 전

새로운 국가발전
패러다임

녹색성장

3. 에너지 · 경제 · 환경의 연계

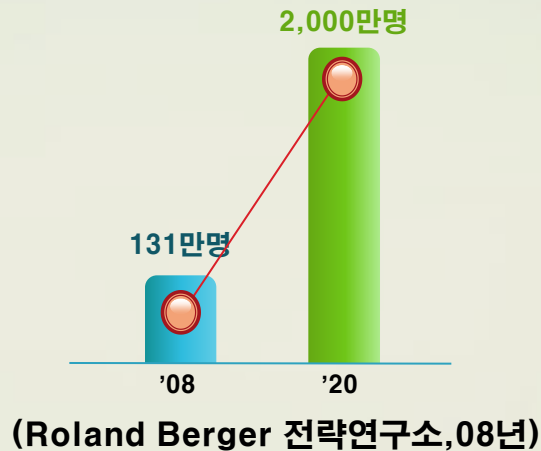
녹색산업분야 급성장 추세

- **그린에너지분야 투자**
(세계은행, '08년)



- 최근 5년간 풍력/태양광산업
각 28%, 60% 성장

- **그린 job 창출**



- **탄소배출권 시장 증가 (5배)**



선진국은 이미 **녹색시장 선점**에 경쟁적으로 돌입

4. 주요 국외사례

에너지자립마을-오스트리아 무레크(Mureck)

- 인구 1700명, **세계 최초 에너지 자립마을**
 - 가축분뇨 활용, 전기생산(외로스트롬-니베르에,농부) - 170% 자립
 - 나무칩 이용, 지역난방 85%(니베르에 -SEEG,농부)
 - 폐식용유 활용, 바이오디젤 생산(570명 -SEEG)
 - 지역 자동차 연료 보급, 타 지역 판매
- ➡ 매년 1,100만 유로 매출, 석유 1,500만 리터 대체,
이산화탄소 배출 55천톤 저감



4. 주요 국외사례



- ▶ 일본 신에너지 산업기술종합개발기구(NEDO)와 세키수이하우스 개발
 - 태양광 발전 시스템: 규슈전력과 미쓰시비중공업 개발, 낮동안 모은 전력 밤에도 사용 가능
 - 단열유리: 냉난방 효율 극대화
 - 건물외벽: 도시쓰레기를 태운 재를 섞은 에코시멘트로 시공

출처: 중앙일보 2008.08.01

4. 주요 국외사례

▶ 로컬 푸드(Local Food)에 대한 관심 증대

- 캐나다 밴쿠버, 공공텃밭 활성화
- 약간의 금액 지불, 누구나 공공텃밭 이용 자신이 먹을 농산물 생산 가능
- 2006년 기준으로 밴쿠버에는 950여개 텃밭 조성
- 밴쿠버 시민의 44%가 텃밭에서 먹거리를 생산해 본 경험 있음



프랑스 무인자전거대여시스템



캐나다의 공공텃밭



독일 프라이브루크의 태양광주택

5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

● 기온은 지난 100년간 1.5℃ 상승 (지구평균 2배)

- 한반도가 온대에서 **아열대 기후화**(기후구 확장)
- 1920년대 이후 **겨울 한달 단축**, 여름 20여일 증가
- 열대야(8월) 증가
예) 서울 경우 3일(2000 이전) - 8일('06년)
- **2020년까지 1.2℃ 추가 상승**, 겨울이 사라진다(?)
- 한반도 사막지대화(?) * **최근 강원지역 가뭄**

- **해수면 상승** 추세

- 제주 22cm - 지구 평균 3배
- 지난 34년간 동해안 최대 해일고 8.7cm 상승



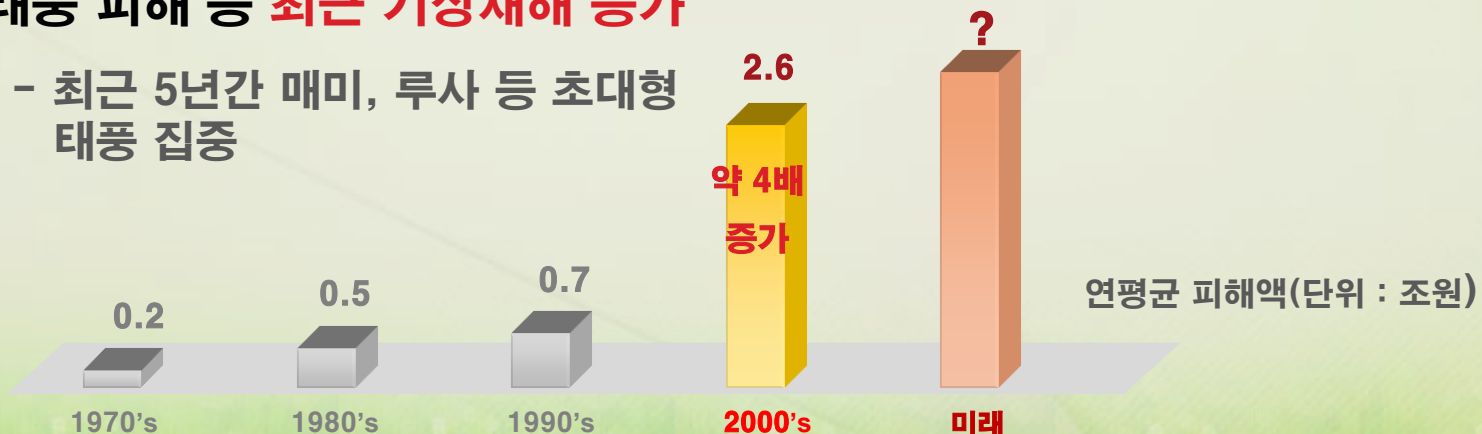
5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

● 생태계 변화 심화

- 한류성(명태, 도루묵 등) 어종 급감 - 명태 : 70년대 15만톤, 2001년 1만톤 이하
- 온수성 어종(오징어, 고등어, 멸치) 증가
- 감귤(전남/경남), 사과/감, 차 재배지역 북상 등
- 한라산 고산식물 멸종 위기, 식물 병충해 증가, 벚꽃 조기 개화
- 말라리아 발생환자 증가 * 지구촌 꿀벌 실종사건

● 태풍 피해 등 최근 기상재해 증가

- 최근 5년간 매미, 루사 등 초대형 태풍 집중



5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

기후변화에 따라 국제곡물 수급구조 불안 및 곡물가 지속 상승 전망

- 세계 곡물 재고율 : 32.0%(00년/01년) -> 18.7%(06년/07년) -> 20.7%(08년/09년)
- 국제 곡물가 상승(00년 대비 08년 8월) : 쌀 787%, 콩 557%, 밀 307%, 옥수수 232%

온도상승은 일부 원예작물의 생산과 품질에 부정적인 영향을 초래함

- 일부 사과의 품질(당도 감소, 산도증가, 착색불량, 저장성 단축) 저하
- 한반도 기온이 2~3℃ 상승하고, CO₂의 농도가 510~680ppm으로 높아지면 쌀 생산량은 1.1~7.7% 감소될 것으로 예측됨

가축의 능력은 환경에 따라 현저한 차이를 나타냄

- 홀스타인 젖소는 온대기후에서 30~40kg/일의 우유를 생산하나 열대기후에서는 10kg/일 내외로 능력이 저하
- 산란계는 28℃ 이상에서 산란 수 감소, 파란 증가, 사료섭취량이 감소

5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

온난화에 따른 목초생육환경 악화 등 조사료(짚류, 건초류 등) 수급환경 변화가 예상

- 이상기상의 심화가 예상되고, 온난화에 따라 C4식물(난지형 목초)의 비중이 높아지고 있음

기후변화에 따른 지역적·계절적 강수 편차가 커지고 있어 봄·가을 재배 작물의 물 부족의 심화 예상

- 전체 용수 대비 농업용수의 비율은 점차 낮아지고 있으나, 사용량은 06년 대비 11년에 6억톤이 증가함

5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

국립기상연구소는 국제 표준 온실가스 시나리오에 기반하여
신 기후변화 시나리오 발표(2011년)

- 우리나라는 2050년까지 평균기온 3.2도, 강수량 16%, 전 해상 해수면은
평균 27cm 상승

신 기후변화 시나리오에 따른 중장기적 기후변화는 농수산물 생산구조의
변화 요인으로 작용할 것임

- 기후변화에 따른 농작물 재배지의 이동에 따른 국내 농산물 생산여건이
변화하게 됨

녹색성장 기본법 제48조(기후변화 영향평가 및 적응대책의 추진)

- 기후변화로 인한 생태계, 생물다양성, 대기, 수자원·수질, 보건, 농·수
산식품, 산림, 해양, 산업, 방재 등에 미치는 영향 및 취약성 조사·평가

5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

● 환경부는 국가 기후변화 적응대책 수립(2010년)

- 기후 친환형 농업생산체제로 전환
- 농축산업 피해방지대책(농업 부문 기후변화 취약성 평가)



● 농업부문 기후변화 취약성평가를 위한 적응능력 지표개발 필요

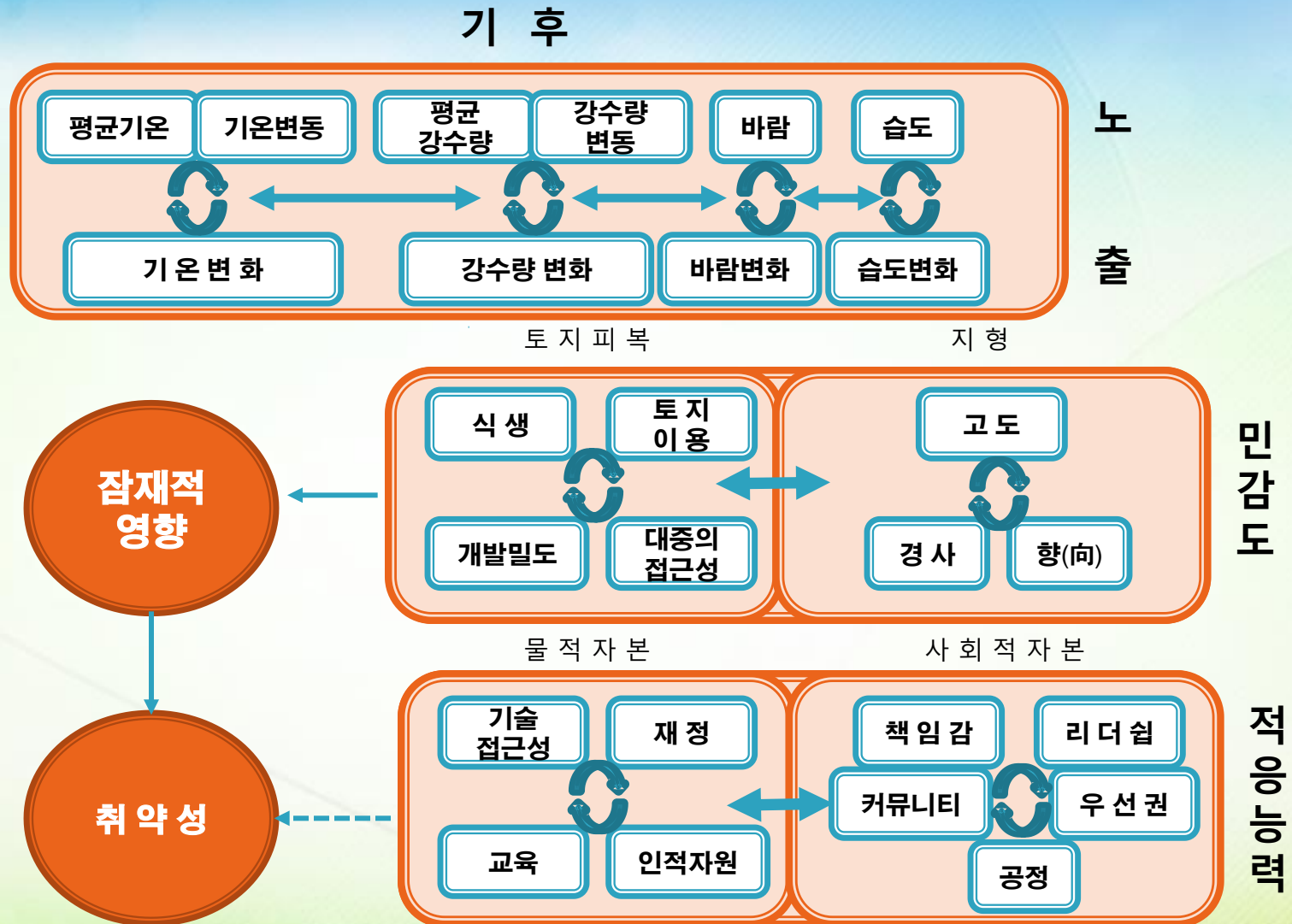
- 취약성은 시스템이 노출된 기후변동의 특성, 규모 및 속도, 기후변화에 대한 민감도, 적응 능력(adaptive capacity)의 함수



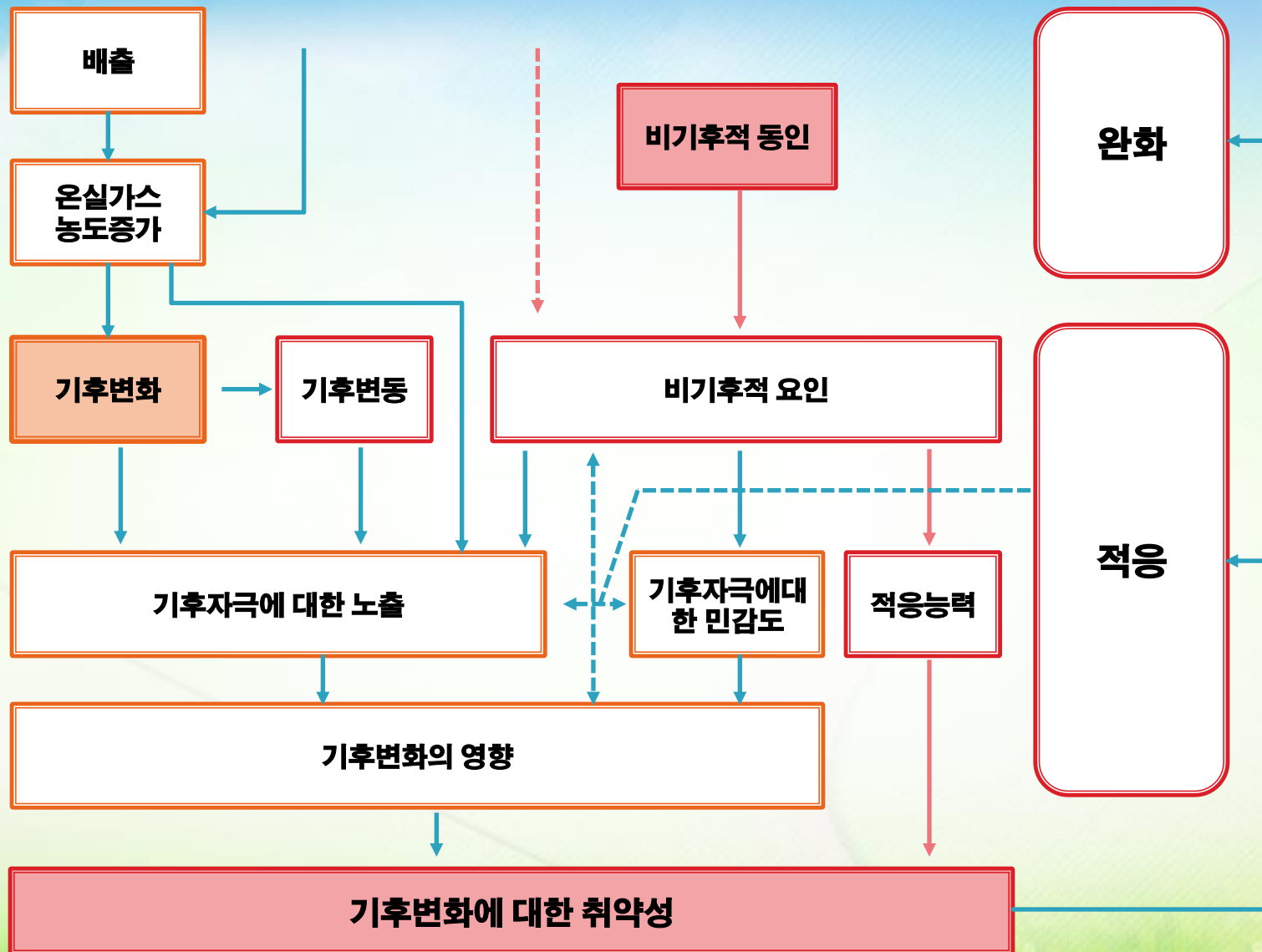
5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?

- 기후변화 적응능력은 자원의 가용성 및 적응정책과의 관련성을 고려하여 크게 경제적 능력, 물적 인프라, 사회적 자본, 제도적 역량으로 구성
 - 경제적 능력은 기후변화의 취약성을 줄일 수 있는 지자체의 GRDP, 경제성장률, 재정 자립도 등
 - 물리적 인프라는 적응 능력을 높일 수 있는 하드웨어로서 경지정리비율, 저수능력, 용배수로 정비사업, 축산폐기물처리시설 등의 지표
 - 사회적 자본은 기후 재해 발생시 지역사회의 대응 역량과 자원을 의미하며 여기에는 신뢰, 네트워크, 가치와 규범
 - 제도적 역량은 정책 및 제도에 의한 대응 수준

5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?



5. 에너지 · 경제 · 환경위기, 농업은 어디로?



감사합니다

