

2022년 기후보건포럼

우리나라 기후변화 건강적응대책 방향

| 일시 | 2022년 6월 7일 (화), 14:00 ~ 17:00

| 주최 | 질병관리청

| 주관 | 한국보건사회연구원

운영방식:  YouTube 생중계('한국보건사회연구원' 채널)



질병관리청



K I H A S A
한국보건사회연구원

2022년 기후보건포럼
우리나라 기후변화 건강적응대책 방향

PROGRAM

사회: 채수미 연구위원 (한국보건사회연구원 미래질병대응연구센터)

시간	세부 내용
14:00 ~ 14:15	개회사 및 축사 개회사: 백경란 청장 (질병관리청) 축사: 이태수 원장 (한국보건사회연구원)
14:15 ~ 14:45	발표 1 한국의 기후위기 현황과 전망 변영화 팀장 (국립기상과학원 기후변화예측연구팀)
14:45 ~ 15:15	발표 2 기후변화시대의 생태와 질병 서창완 실장 (국립생태원 생태평가연구실)
15:15 ~ 15:45	발표 3 기후변화 건강문제의 현황과 과제 홍윤철 교수 (서울대학교 의과대학 휴먼시스템의학과)
15:45 ~ 16:00	휴식
16:00 ~ 17:00	토론 공우석 교수 (경희대학교 지리학과) 정휘철 선임연구위원 (한국환경연구원 국가기후위기적응센터) 김종현 교수 (성균관대학교 의과대학) 김윤아 과장 (질병관리청 미래질병대비과) - 질의응답 - 폐회

2022년 기후보건포럼
우리나라 기후변화 건강적응대책 방향

개회사

질병관리청 청장 **백경란**

안녕하십니까? 질병관리청 청장 백경란입니다.

2022년 「기후보건포럼」을 개최하게 되어 기쁘게 생각합니다.

코로나19 유행이 현재까지도 지속되면서 여전히 힘든 시기를 겪고 있지만 국민 참여와 협력, 의료인들의 헌신, 중앙 및 지자체의 협력으로 소중한 일상으로 한 걸음씩 나아가고 있습니다.

이러한 가운데 오늘 이 자리를 마련해주신 한국보건사회연구원 이태수 원장님과 주제발표를 맡아주신 국립기상과학원 변영화 팀장님, 국립생태원 서창완 실장님, 서울대학교 홍윤철 교수님께 감사드립니다.

토론자로 참석해 주신 경희대학교 공우석 교수님, 한국환경연구원 정휘철 연구위원님, 성균관대학교 김종현 교수님께도 감사의 인사를 드립니다.

최근 국제적으로 기후변화와 관련된 새로운 전망과 대책이 발표되고 있습니다. 특히 지난해 유엔 기후 변화협약 당사국총회(COP) 26차 회의와 IPCC(기후변화정부간협의체) 제6차 보고서에서 ‘기후 변화’는 이제 ‘기후위기’라고 경고한 바 있습니다.

이에 따라 우리나라에서는 “기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법”이 제정되었고, 국무조정실 산하에 탄소중립위원회가 설치되었습니다.

아울러 정부의 여러 부처가 합동으로 “제3차 기후변화 적응대책”을 수립하여 시행하고 있으며, 질병청은 지난해 제1차 기후보건영향평가를 실시하고 금년 3월에 그 결과를 공표하였습니다.

그 결과에 따르면, 여름철 폭염으로 인해 온열질환이 급격히 증가하고 미세먼지나 오존 등 대기 오염물질로 인한 심혈관질환, 호흡기질환 등이 증가합니다.

또한 음식이나 물이 오염되어 장관감염증이 증가하고, 모기, 진드기 등 매개체의 서식 환경이 변화되어 감염병 발생 위험이 높아집니다.

이처럼 기후변화의 건강영향은 온열질환에 그치는 것이 아니라 비감염성 질환과 감염성 질환 모두에서 광범위한 영향을 미치는 것으로 나타나고 있습니다.

따라서, 기존의 질병감시체계를 이에 적합하도록 강화하고 감염병 팬데믹뿐 아니라 기후위기도 잘 대응할 수 있는 보건의료체계를 구축할 필요가 있습니다.

‘기후보건포럼’을 통해 다양한 분야의 전문가들이 만나 최신정보를 상호 공유하고 활발한 소통을 기반으로 미래를 향한 발전방안이 도출될 수 있기를 바랍니다.

감사합니다.

2022년 기후보건포럼
우리나라 기후변화 건강적응대책 방향

축사

한국보건사회연구원 원장 이태수

안녕하십니까. 한국보건사회연구원 원장 이태수입니다.

2년 반이라는 긴 시간 동안 우리 사회는 팬데믹과 싸우며 어려운 고비를 넘겨왔습니다. 여전히 국가 방역의 긴장을 놓을 수 없는 상황에서 질병관리청과 한국보건사회연구원이 이번 포럼을 개최하게 된 것을 진심으로 축하합니다. 오늘 바쁘신 중에도 발표와 토론을 위해 먼 곳에서 와주신 여러 전문가분들께 큰 감사의 말씀을 드립니다. 또한 온라인으로 관심을 갖고 함께해 주시는 여러분께도 감사드립니다.

우리는 장기간의 팬데믹을 통해, 질병과 건강이 비단 보건정책의 문제로 그치지 않고 사회 전반에 상당한 영향을 미칠 수 있음을 경험했습니다. 질병과 건강의 원인과 대책 또한 다양한 사회환경적 문제와 연결되어 있습니다. 그렇기에 각각의 영역이 제 기능을 하면서도, 더불어 긴밀한 협력이 매우 중요해지지 않았나 생각합니다.

최근 과학적 근거가 더욱 확고해진 기후위기의 문제 역시 우리의 건강과 떼어낼 수 없는 정책 과제입니다. 기후위기로 인한 다양한 현상이 점차 빠르고 뚜렷하게 나타나고 있고, 그것은 보건정책의 준비를 더 이상 미래의 문제로 미루어 둘 수 없다는 경고인 듯 합니다.

그동안 많은 전문가들이 기후위기와 건강에 대해 지속적으로 연구하고 관심을 가져왔지만, 기후위기 시대 건강 적응은 여전히 가야 할 길이 많이 남아 있습니다. 오늘 이 포럼이 먼 미래의 우리 후손뿐 아니라, 기후위기 속에 살고있는 나 자신, 우리의 건강과 삶의 질을 보호하기 위해 무엇을, 어떻게 준비해야 하는가에 대한 대안을 모색하는 귀중한 시간이 될 것으로 생각합니다. 또한 여러 전문가들께서는 기후위기 대응을 위한 사회안전망을 확충하기 위해, 정책과 연구 방향에 대해 새로운 아이디어를 얻고 앞으로도 다양한 활동을 지속해주실 것을 기대하고 응원합니다. 저희 연구원도 50년이 넘는 기관 역사 속에서 국민 삶과 관련된 시대적 과제를 해결하기 위해 국책연구기관으로서의 사명을 다해왔기에, 이제부터 기후위기와 미래질병에 대한 정책연구에도 우선순위를 높게 두고 매진할 것입니다. 이 자리를 빌어 정부 당국과 관련 전문가분들의 동참과 협업을 부탁드립니다.

마지막으로 오늘 2022년 기후보건포럼에 온-오프라인으로 참석하신 모든 분들의 건강과 행복을 진심으로 기원합니다.

감사합니다.

2022년 6월 7일

2022년 기후보건포럼
우리나라 기후변화 건강적응대책 방향

CONTENTS

발표 1	한국의 기후위기 현황과 전망 1
	변영화 팀장(국립기상과학원 기후변화예측연구팀)
발표 2	기후변화시대의 생태와 질병 13
	서창완 실장(국립생태원 생태평가연구실)
발표 3	기후변화 건강문제의 현황과 과제 49
	홍윤철 교수(서울대학교 의과대학 휴먼시스템의학과)
토론	공우석 (경희대학교 이과대학 지리학과)..... 67
	정휘철 (한국환경연구원)..... 71
	김종헌 (성균관대학교 의과대학 사회의학교실)..... 72
	김윤아 (질병관리청 미래질병대비과)..... 74

발표 1

한국의 기후위기 현황과 전망

—
변영화 팀장

(국립기상과학원 기후변화예측연구팀)

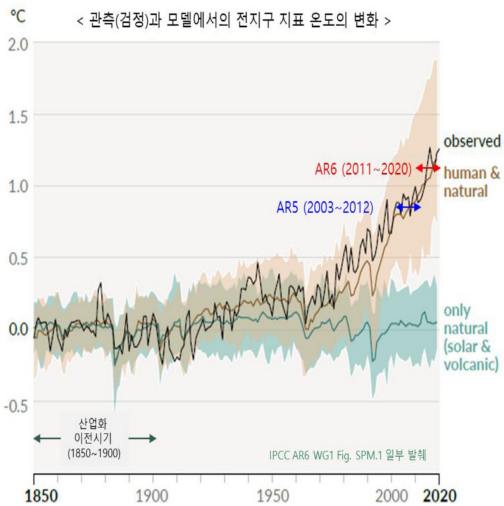


기후위기 현황 및 전망

국립기상과학원 변영화

질병관리청-한국보건사회연구원 공동 2022년 기후보건포럼 / 2022. 6. 7.

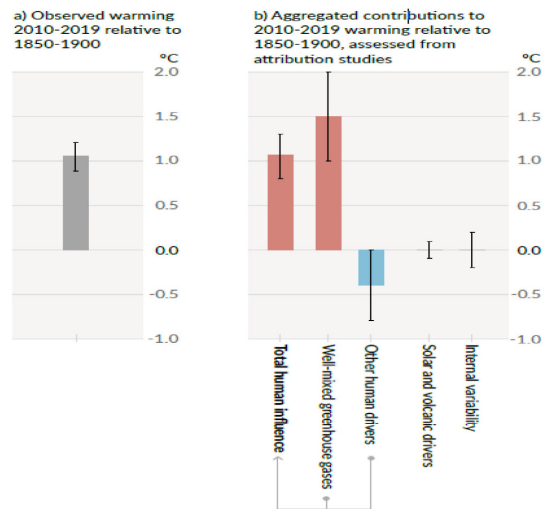
지구온난화 현황 (IPCC AR6 WG1 SPM)



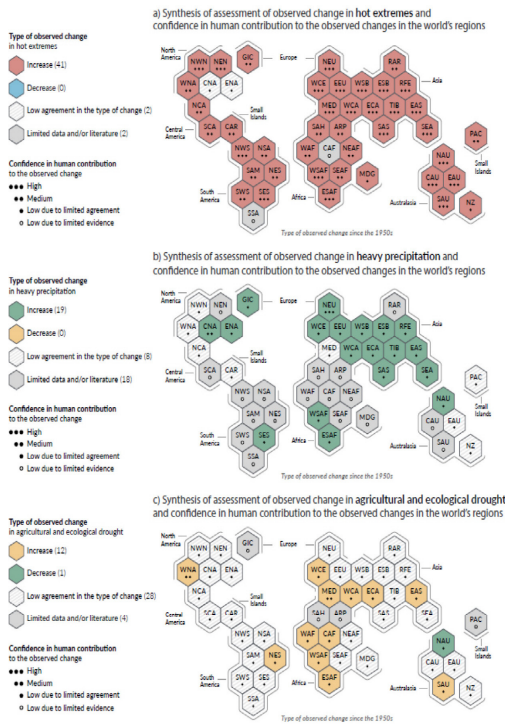
❖ 산업화 이전 시기(1850~1900) 대비
최근 10년(2011~2020)은 1.09°C 상승

❖ 관측된 기온 상승은 인간 영향에 의한 온난화 기여도와 일치

- 온실가스에 의한 온난화는 1.0~2.0°C 기여
- 다른 인위적 영향(에어로졸 등)은 0~-0.8°C



지구온난화 현황 (IPCC AR6 WG1 SPM)



❖ 최근의 변화 규모·상태는 수세기~수천년에 걸쳐 전례없는 변화임

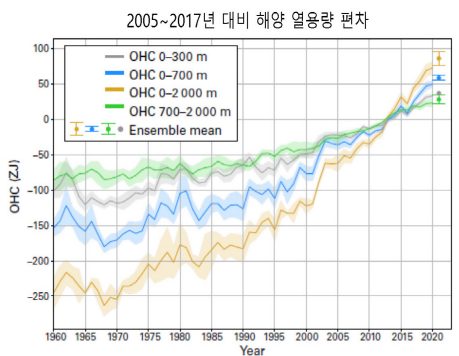
- 현 CO₂ 농도는 최소 2백만년 간 전례없는 수치이며, 최근 전지구 평균기온은 최소 지난 2천년 동안 그 어느때 보다 빠르게 상승
- 북극 해빙 및 빙하 후퇴, 전지구 평균 해수면 상승, 해양 산성도의 변화는 수천년~수백만년 전 이래 전례없는 수치를 보임

❖ 인간이 유발한 기후변화는 이미 전지구에 걸쳐 모든 지역에서 극한현상에 영향

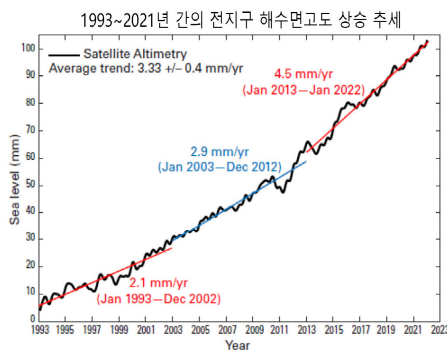
- 극한고온 및 해양열파 증가, 극한저온은 감소
- 1950년대 이래 대부분의 육지지역에서 호우의 빈도와 강도가 증가
- 복합극한현상 증가



2021년 전지구 기후 현황 (WMO, State of the Global Climate 2021)

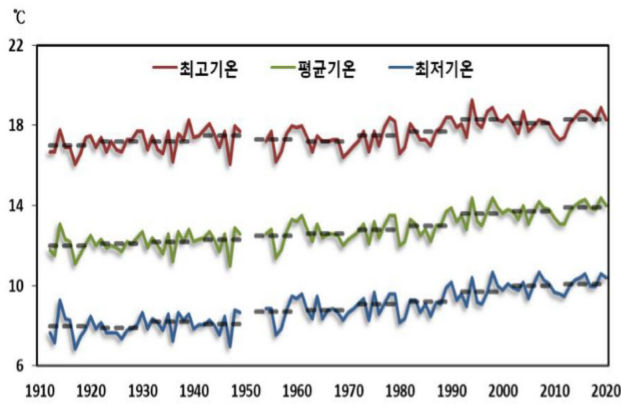


- 기후변화의 주요 지표 중 온실가스 농도, 해수면 상승, 해수 온도, 해양 산성도가 2021년 새로운 기록을 갱신
- 2021년 전지구 평균기온은 산업화 이전 대비 1.11±0.13°C로 상승
- 전지구 온실가스 농도는 2020년 최고치로 413.2 ppm
※ 하와이 마우나로아 관측소의 관측은 2021년 4월 416.45 ppm, 2021년 4월은 419.05 ppm, 2022년 4월 420.23 ppm 기록
- 해수온은 지속적으로 상승 중이며 수백~수천 년의 시간 규모에서 되돌릴 수 없는 변화
※ 특히 20년간 해양 온난화 속도가 특히 빠르게 상승하고 점차 심층부로 확대



- 인위적 이산화탄소 연간 배출량의 23%는 해양이 흡수. 현재 해양 표층의 pH는 적어도 지난 2만 6천년 가운데 가장 낮은 수준이며 현재의 pH 변화 속도는 전례없는 수준
- 전지구 평균 해수면은 2013~2021년 기간에 연평균 4.5mm 상승으로 사상 최고치를 기록. 지난 기간의 상승 속도보다 두 배 이상 높은 것으로, 주된 원인은 빙상에서의 얼음 손실 가속화
- 세계 표준 빙하는 1950년 이후 33.5m 얇아졌으며, 줄어든 두께의 76%는 1980년 이후 줄어든 것

우리나라 109년(1912~2020)의 기후변화 : 기온 (우리나라 109년 기후변화 분석보고서)

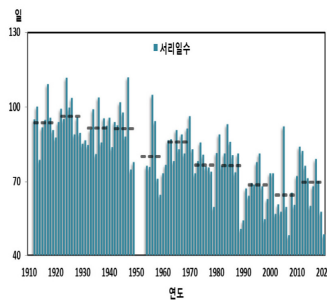
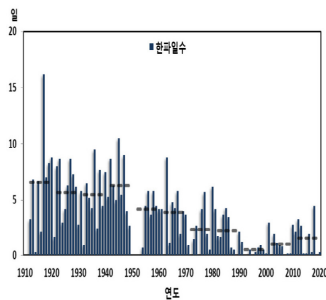
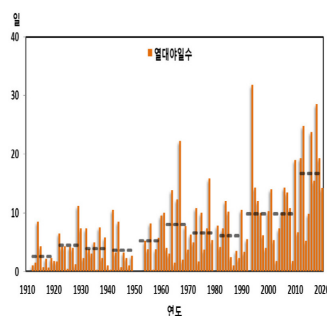
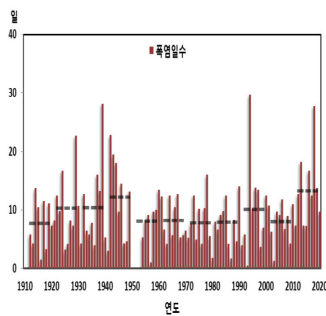


구 분	변화경향 (/10년)	최근 30년(1991~2020) - 과거 30년(1912~1940)
평균기온 (°C)	+0.20*	+1.6 (12.1 → 13.7)
최고기온 (°C)	+0.13*	+1.1 (17.1 → 18.2)
최저기온 (°C)	+0.24*	+1.9 (8.0 → 9.9)

- 지난 109년간 연평균기온은 10년 당 0.2°C 폭으로 상승
 - 과거 30년에 비해 최근 30년 간 연평균기온은 약 1.6 °C 상승
- 최고기온의 상승폭보다 최저기온의 상승폭이 더 큼
 - 장기간 기온 상승 경향은 겨울과 봄이 뚜렷하며 상승폭은 봄>겨울>가을>여름 순
 - 겨울철 최저기온 상승폭이 가장 크며, 여름철 최고기온 변화는 뚜렷하지 않음
- 최근 10년 간 겨울철 기온은 다소 감소 추세
 - 특히 최근 30년 대비 최근 10년 간의 12월 평균/최고/최저기온은 각기 -0.7/-0.8/-0.5°C 하락
 - 겨울철 기온의 연변동 폭이 커짐



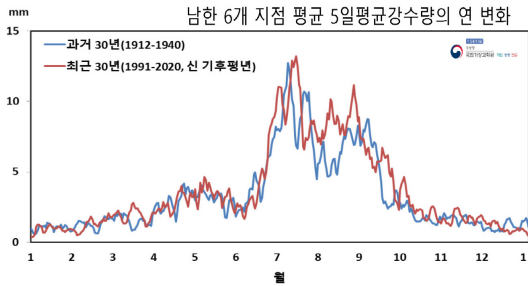
우리나라 109년의 기후변화 : 현상일수



- ✓ 여름철 폭염일수는 뚜렷한 장기 증가 추세는 없으나 최근 10년간은 증가
- ✓ 열대야일수는 최저기온의 상승으로 매 10년 당 +0.12일씩 뚜렷한 증가세
- ✓ 겨울철 한파일수 및 서리일수는 각기 10년 당 -2.62일/-3.23일로 뚜렷한 감소 추세
- ✓ 최근 10년 간은 한파의 연간 발생일 편차가 매우 크며 한파 및 서리일수가 다소 증가세



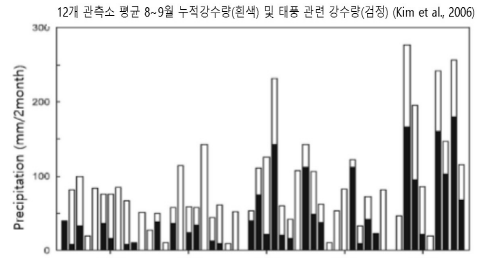
우리나라 109년의 기후변화 : 강수



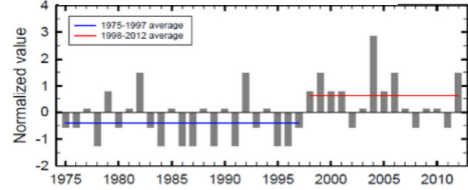
- ✓ 장기적으로 여름철 강수가 유의하게 증가 (+15.6mm/10년)
- 과거 대비 최근 30년 동안 7~8월 강수량이 큰 폭으로 증가
- 최근 강수 패턴은 8월 초 휴지기가 뚜렷하지 않은 특징

✓ 여름철 강수의 변화는...

- 북태평양 고기압 등 동아시아 지역 대기 순환의 변화와 관련
- 인도양/서태평양 해수온 상승, 엘니뇨-라니냐 변동의 변화 등 원인 (Lee an Ha, 2017; Yim et al., 2014; Kim et al., 2011)
- 특히 8월의 집중호우는 태풍 접근 경로의 변화와 관련 (Choi et al., 2017)
- 지역적으로 중북부 지역 강수량 증가율이 높은 편 (Baek et al., 2017)



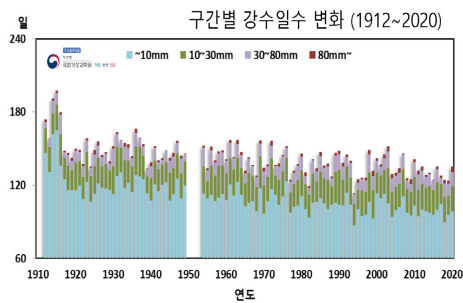
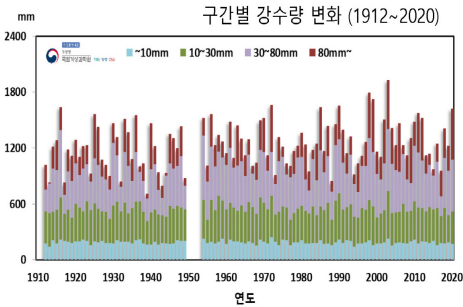
우리나라에 영향을 미친 8월 태풍 수의 상대 편차 (Choi et al., 2017)



(출처: 한국 기후변화 평가보고서 2020)



우리나라 109년의 기후변화 : 강수



구분	장기 추세			최근 추세
	평균(109년)	변화경향 (/10년)	최근 30년(1991~2020) - 과거 30년(1912~1940)	최근 10년(2011~2020) - 최근 30년(1991~2020)
강수강도	15.8	+0.21*	+1.6 (15.2→16.8)	-0.3 (16.8→16.5)
호우일수	2.1	+0.08*	+0.6 (1.9 → 2.5)	-0.1 (2.5→2.4)
5일최다강수량	217.3	+3.43	+25.8 (211.0 → 236.8)	-20.9 (236.8→215.9)
상위 5% 강수일수	7.1	+0.16*	+1.3 (6.5 → 7.8)	-0.3 (7.8→7.5)
최대 무강수 지속기간	30.1	-	+0.1 (30.2 → 30.3)	+0.5 (30.3→30.8)

✓ 강한 강수의 증가세

- 약한 강수는 큰 변화 없으나, 일 30mm 이상의 강한 강수는 장기적으로 유의한 증가 경향 (+7.5~+10mm/10년)
- 약한 강수 일수는 줄고, 강한 강수 일수는 다소 증가

✓ 최근 10년 간 강수의 변동폭 증가

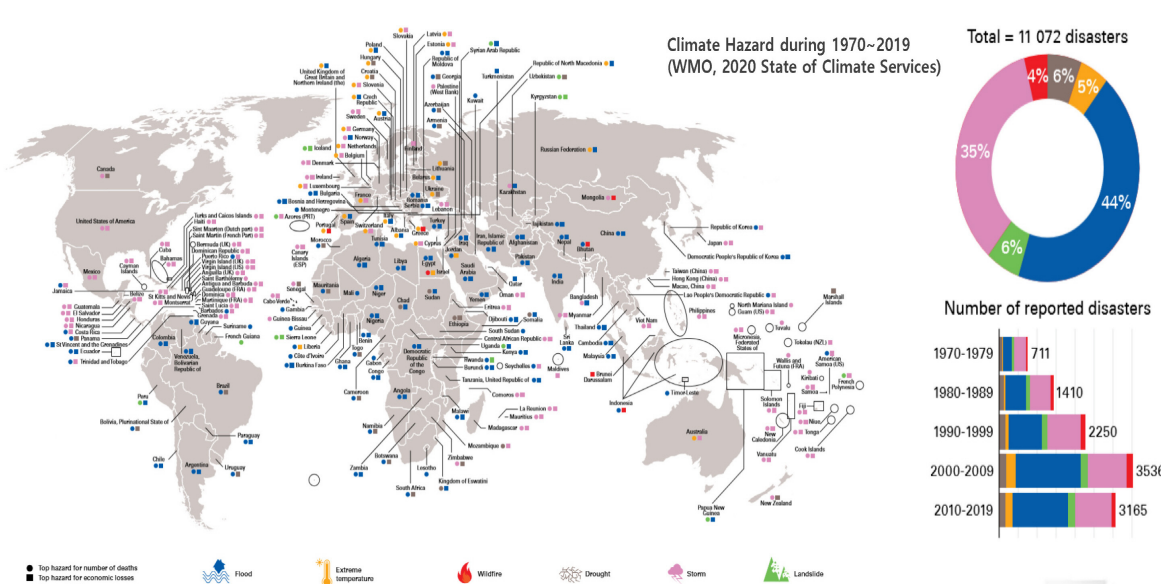
- 연별/월별 불규칙한 강수 패턴
- 80mm 이상 강수일수 및 강수량의 변동폭이 커지는 경향
- 여름철 이상고온 추세와 밀접한 관계



지난 10년의 이상기후 (관계부처합동, 2019년 이상기후보고서)



기후변화의 영향, 재난재해로 다가온다

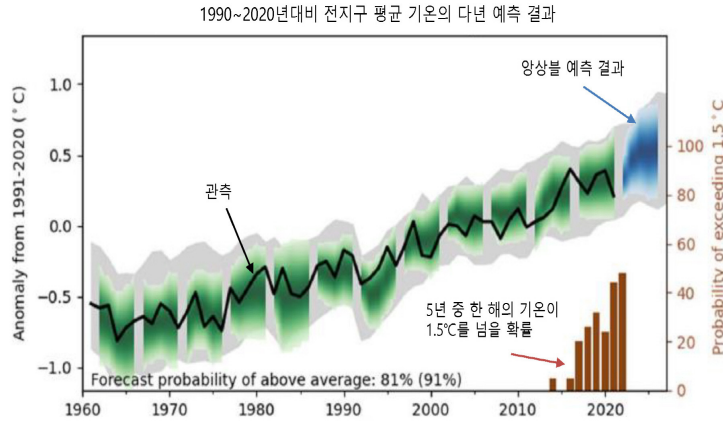


- ✓ 많은 지역에서 인명 및 경제적 피해를 가져다 주는 주된 재해 요인은 폭풍 및 홍수.
- ✓ 유럽 등 일부 지역에서는 극한기온에 의한 사망자 피해

1970년대 대비 2010년대는

- 재난 건수 5배 증가
- 인명 피해는 1/3 감소
- 경제적 손실은 7배 증가

온난화의 가속화 (WMO Global Annual to Decadal Climate Update, 2022)



- ▶ 2022~2026년까지 각 해의 전지구 평균기온은 산업화 이전 수준(1850~1900년) 보다 1.1°C에서 1.7°C 높을 것으로 예상
- ▶ 2022~2026년까지 중 전지구 평균기온이 산업화 이전 보다 1.5°C 초과할 해가 최소 한 번은 나올 가능성이 있으나 (48%), 5년 평균이 이 임계치를 초과할 가능성은 낮음(10%).
- ▶ 2022~2026년까지 중 최소 한 해는 지금까지 가장 더운 해로 기록된 2016년을 능가할 가능성이 93%이며, 2022~2026년의 5년 평균이 2017~2021년 5년 평균 보다 높을 확률 역시 93%



기후변화의 임계점

Tipping Elements – 지구시스템의 아킬레스건



- Cryosphere Entities**
 - 그린란드 빙상 붕괴, 서남극 빙상 붕괴
- Circulation Patterns**
 - 대서양 해류순환의 붕괴, 강력하고 지속적인 엘니뇨 발생
- Biosphere Components**
 - 아마존 열대우림 파괴

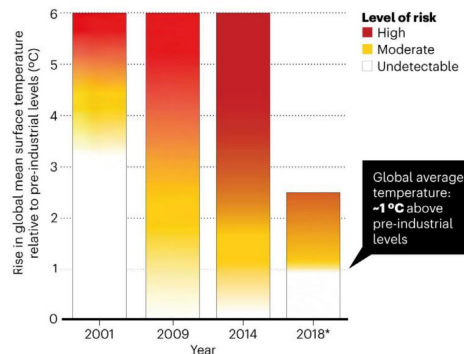
Source: Potsdam institute for Climate Impact Research (updated from Lenton et al.(2008, PNAS), etc.)

- ▶ 주요한 기후변화 Tipping point : 빙권, 순환, 생태 요소
- ▶ 여러 급변화들이 상호작용하여 변화 속도와 강도가 증폭될 수 있다
- ▶ 온난화가 어느 임계점을 넘는 순간 기후는 되돌릴 수 없다

- ▶ 과거 tipping point는 5°C 온난화 상황에서 일어날 수 있다고 알려졌으나 최근 연구는 2°C 이하 온난화에서도 발생 가능성을 언급
- ▶ 그린란드 및 서남극 빙상 손실 가속화 등 온난화로 인한 tipping element의 변화가 이미 감지

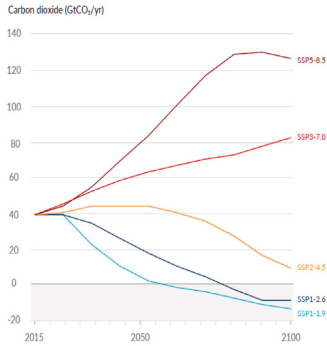
TOO CLOSE FOR COMFORT

Abrupt and irreversible changes in the climate system have become a higher risk at lower global average temperature rise. This has been suggested for large events such as the partial disintegration of the Antarctic ice sheet.



*The 2018 IPCC Special Report: Global Warming of 1.5 °C focuses on the temperature range up to 2.5 °C. Source: Lenton et al., 2019, Nature

미래 기후 전망 (IPCC AR6 WG1 SPM)



< SSP에 따른 미래 시기별 전지구 지표 온도의 변화 >

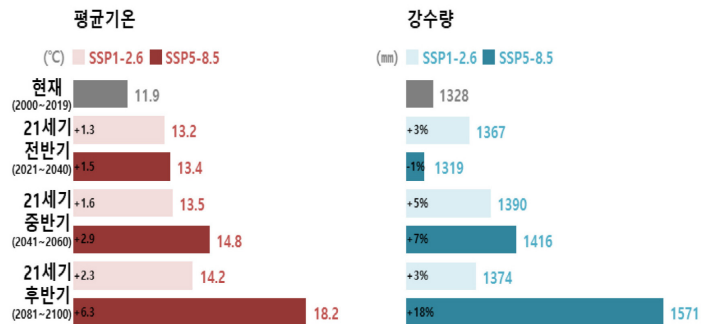
IPCC AR6 WG1 Table SPM.1

시나리오	근미래 (2021~2040)		중미래 (2041~2060)		먼미래 (2081~2100)	
	최적 추정치 (°C)	높은 가능성 범위(°C)	최적 추정치 (°C)	높은 가능성 범위(°C)	최적 추정치 (°C)	높은 가능성 범위(°C)
SSP1-1.9 (최저배출)	1.5	1.2 ~ 1.7	1.6	1.2 ~ 2.0	1.4	1.0 ~ 1.8
SSP1-2.6 (저배출)	1.5	1.2 ~ 1.8	1.7	1.3 ~ 2.2	1.8	1.3 ~ 2.4
SSP2-4.5 (중배출)	1.5	1.2 ~ 1.8	2.0	1.6 ~ 2.5	2.7	2.1 ~ 3.5
SSP3-7.0 (고배출)	1.5	1.2 ~ 1.8	2.1	1.7 ~ 2.6	3.6	2.8 ~ 4.6
SSP5-8.5 (최고배출)	1.6	1.3 ~ 1.9	2.4	1.9 ~ 3.0	4.4	3.3 ~ 5.7

- ❖ 최소 금세기 중반까지 전지구 평균기온은 지속적으로 증가
 - 1850~1900년 대비 먼미래(2081~2100년)의 전지구 기온 상승 폭은 최저 1.0~1.8°C에서 최고 3.3~5.7°C
- ❖ 산업화 이전 시기 대비 1.5°C 온난화는 대부분 시나리오에서 근미래(2021~2040)에 도달
 - 온실가스의 상당한 저감이 없다면, 21세기 중반 동안 1.5°C 및 2°C 온난화 초과
- ❖ 추가적인 온난화에 따라 극한의 변화는 지속적으로 커질 것
 - 극한고온, 호우, 가뭄의 빈도와 강도 증가 / 영구동토의 해동, 눈덮힘 및 빙하, 해빙의 감소



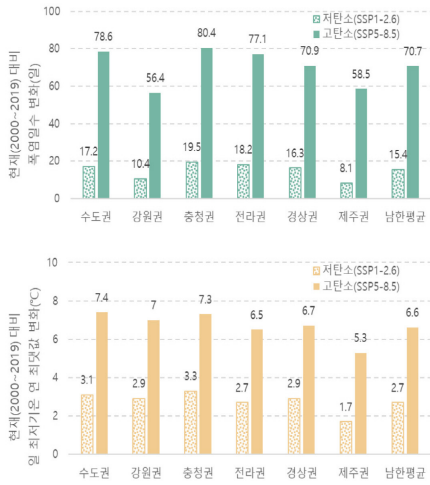
탄소 배출에 따른 우리나라 미래 변화



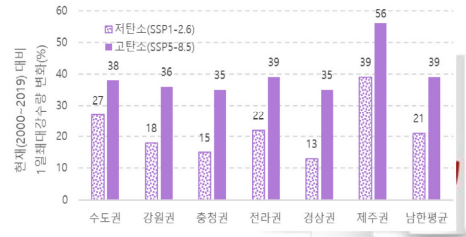
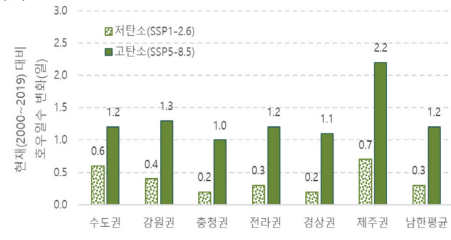
- ✓ 21세기 중반기(2041~2060년)는 현재(2000~2019) 대비 기온 +1.6~+2.9°C 상승, 강수량 +5~+7% 증가 전망
- ✓ 온실가스 배출 격차가 더욱 커지는 21세기 후반기에 저탄소 시나리오는 온난화 추세 완화, 고탄소 시나리오에서는 추세 심화



우리나라 권역별 극한 기온과 극한 강수의 미래 변화

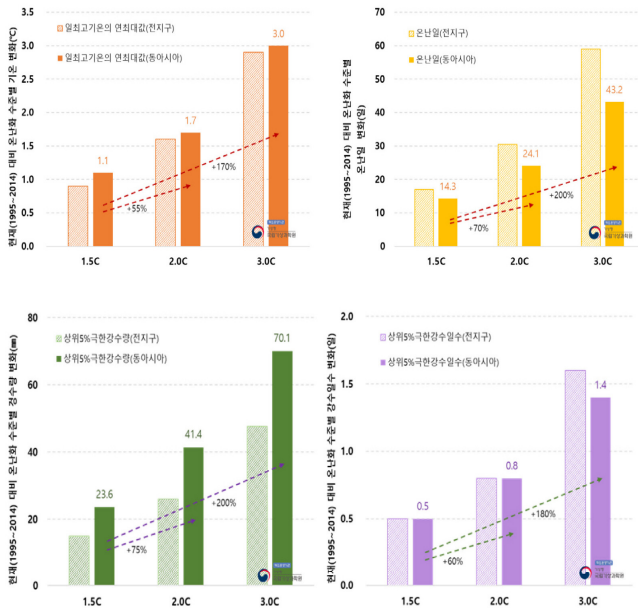


- ✓ 21세기 후반기 극한 강수현상은 고탄소 시나리오에서 뚜렷한 증가 추세
- ✓ 제주권은 1일 최대 강수량 및 호우일수의 증가가 가장 큰 지역이 될 전망
 - * 21세기 후반에 호우일수 2.2일 증가, 1일 최대 강수량 56% 증가
- ✓ 제주를 제외한 나머지 권역의 극한 강수 현상은 비교적 유사한 수준으로 증가



- ✓ 미래 극한 고온현상은 고탄소 시나리오에서 비교적 증가 추세가 뚜렷
- ✓ 중부지방(강원 제외) 중심으로 폭염일수 증가 폭이 큼
 - * 현재 : 경상권 12일, 수도권/충청권 7.8일/8.7일
 - 21세기 후반기 : 경상권 82.9일, 수도권/충청권 86.4일/89.1일
- ✓ 열대야와 관련된 일 최저기온 변화 경우, 중부지방의 기온 증가 폭(+7.0~+7.4C)이 다른 지역(+5.3~+6.7C)에 비해 상대적으로 커짐

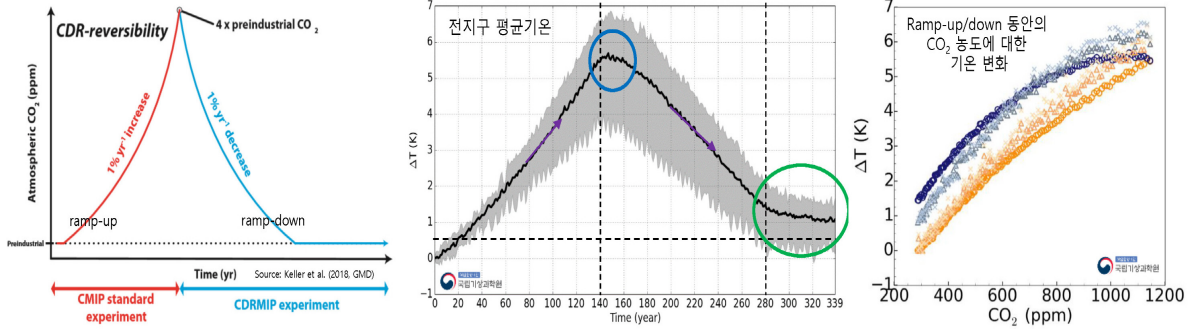
1.5°C 온난화 제한목표와 기후 위험도(2021, 보도자료)



- 동아시아 육지 지역의 극한현상은 1.5°C → 2.0°C 기온 상승 시 55~75%의 변화를 보이고, 3.0°C 온난화 경우엔 1.5°C 상승 때보다 2배 정도 더 증가
- 1.5°C로 온난화를 제한해야 고온, 호우 등 재난 재해와 연관된 극한 현상을 줄일 수 있음



신속한 탄소 감축만이 살 길이다



- ✓ 온실가스 증가/감축 시 기온 변화는 다른 경로를 보인다
- ✓ CO₂ 감축에도 온난화 시그널은 지속적으로 남은 상태
- ✓ 현재와 같은 기후를 유지하기 위해서 넘지 말아야 할 온난화 수준은?



THANK YOU

발표 2

기후변화시대의 생태와 질병

—
서창완 실장

(국립생태원 생태평가연구실)



목 차

- I. 기후변화 위기
- II. 생물다양성의 위기
- III. 인수공통전염병
- IV. 기후변화 위기 속의 생태와 질병

I. 기후변화 위기

3

지구 정상 회의 (Earth Summit)



지속가능한 개발 목표 (Sustainable Development Goals: SDGs)



5

Whole Earth, Apollo 17, December 1972



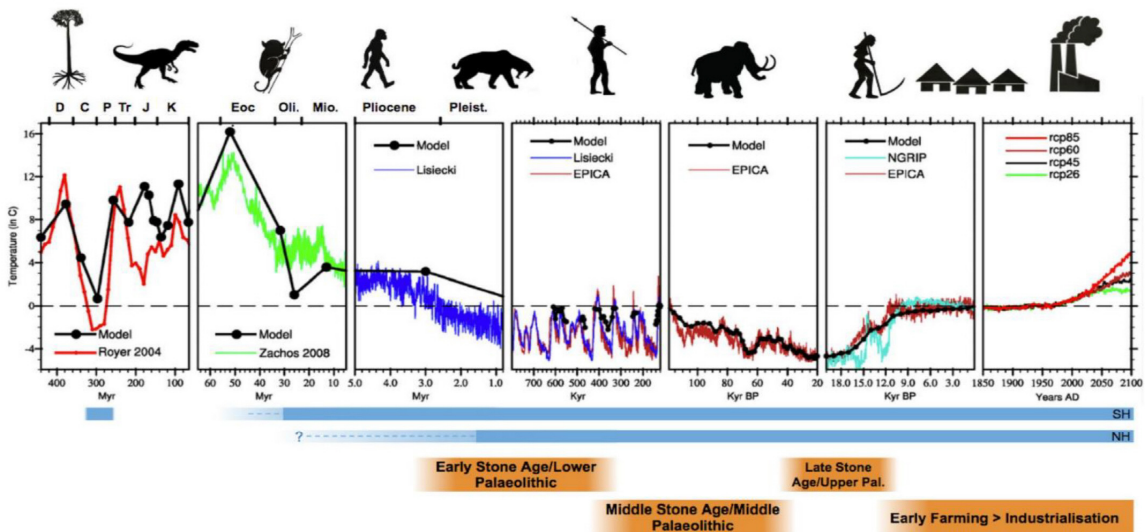
지구의 역사 (The Geologic Time Scale)



Wikipedia, CC BY-SA

지구 평균기온의 변화

(Global Annual Mean Temperature Variation of the Earth through Time)

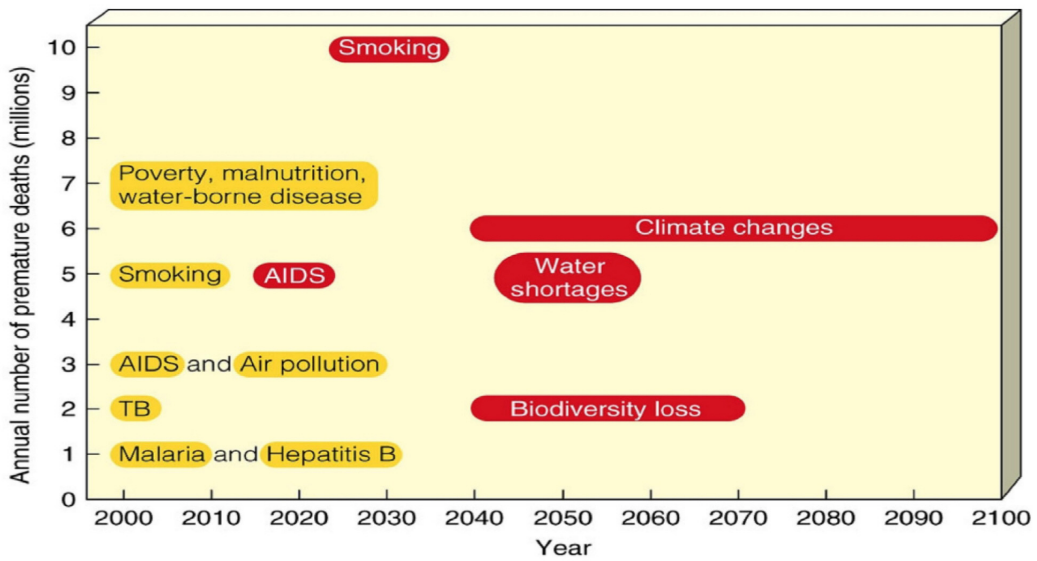


A. M. Haywood et al. (2019)

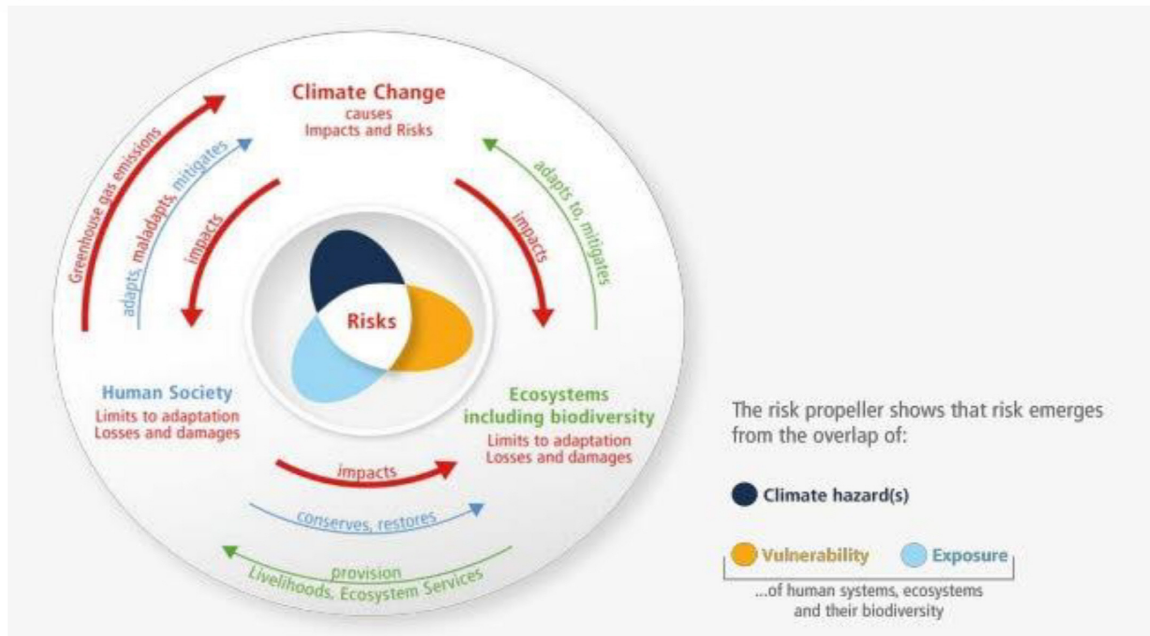




주요 환경위험별 예상되는 조기사망 (Estimated Premature Death from Major Environmental Risks)



기후변화 리스크 평가 (Climate Change Risk Assessment)



IPCC WGII Report (2022) 13

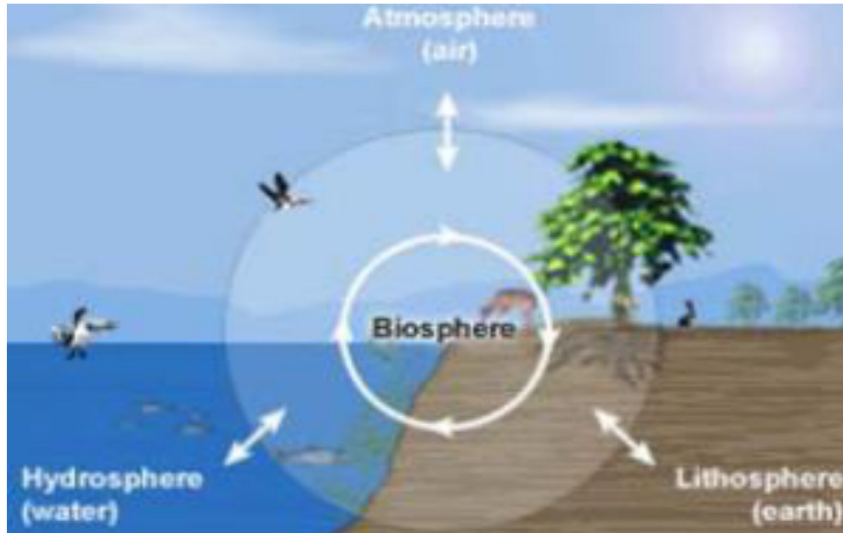
II. 생물다양성의 위기

14

환경 (Environment)

“Natural environment, all living and non-living things that occur naturally on Earth”

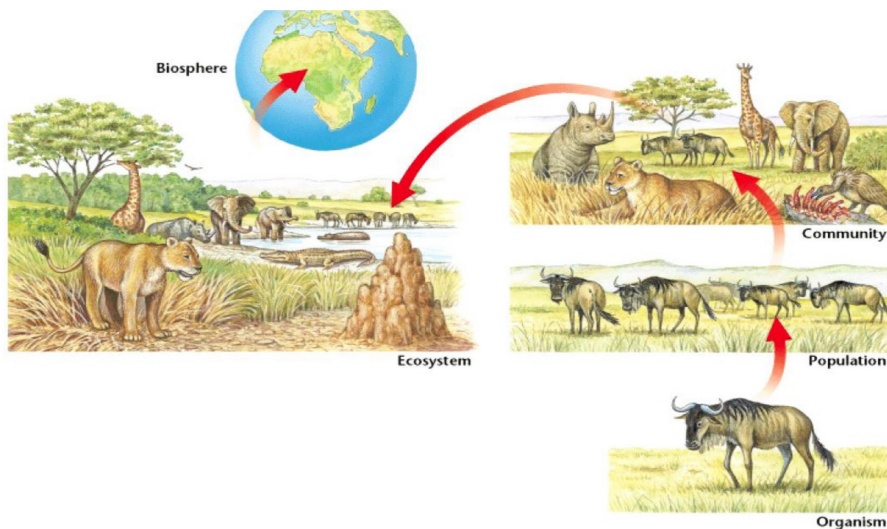
Environmental science is a broad area of study including diverse areas such as *meteorology, atmospheric chemistry, soil chemistry, water chemistry, pollution studies, and biological responses of systems to anthropogenic influence (water quality, air quality, and soil chemistry).*



Ramesh Savalia, CEE₁₅

생태 (Ecology)

“Study of **interactions** among organisms and their physical & chemical environment as an **integrated system**”

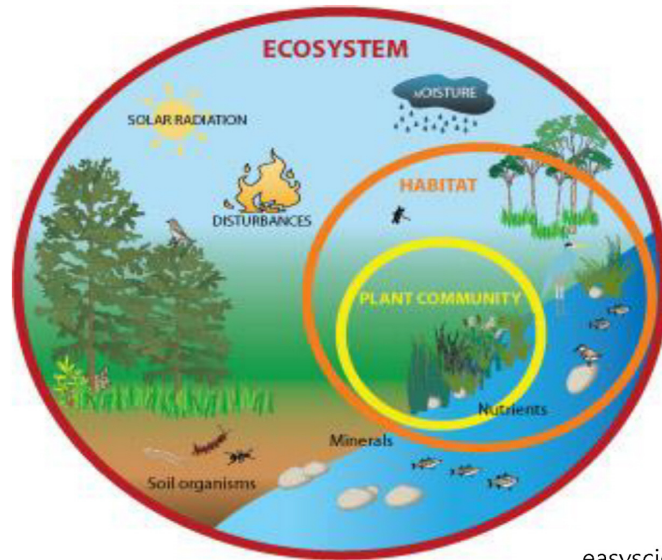


Hierarchical levels of Ecological organization
Morrell

16

생태계 (Ecosystem)

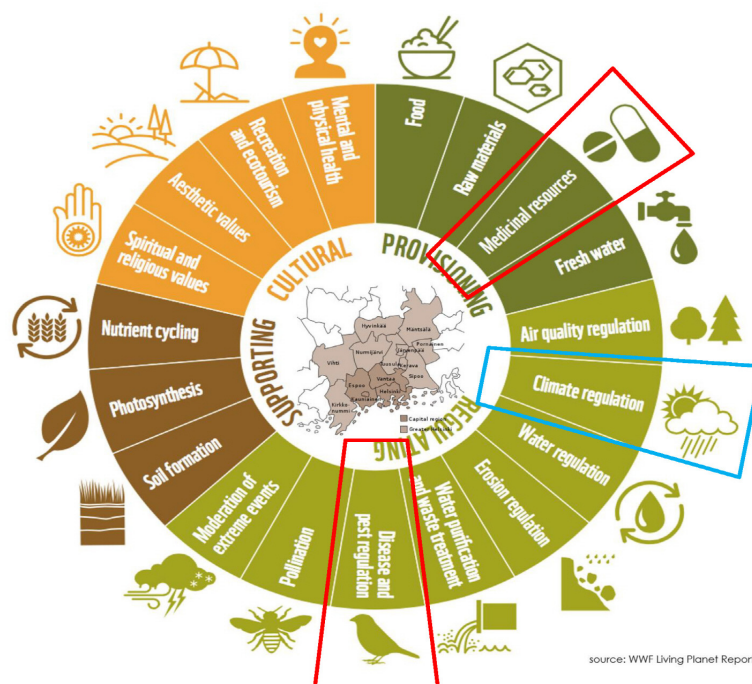
“All of the organisms living in an area together with their physical environment”
 Examples: *an oak forest, a coral reef, even a vacant lot*



easyscienceforkids.com

17

생태계서비스 (Ecosystem Services)



source: WWF Living Planet Report 2016

18

생물다양성 (Biodiversity)

The 1992 United Nations Earth Summit:

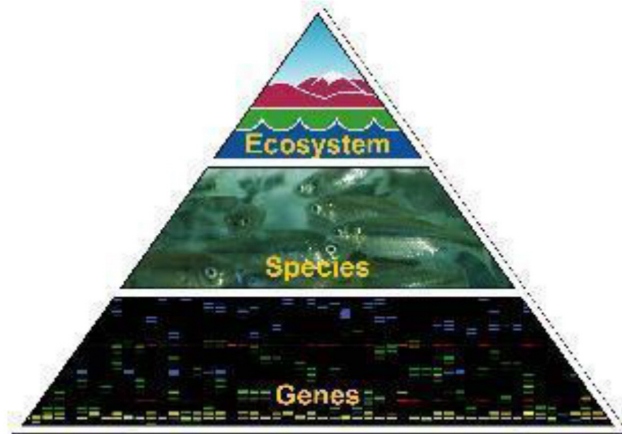
"the variability among living organisms from all sources, including, 'inter alia', terrestrial, marine, and other aquatic ecosystems, and the ecological complexes of which they are part: this includes diversity within species, between species and of ecosystems". (Kevin J. Gaston & John I. Spicer 2004)

This definition is used in the United Nations Convention on Biological Diversity.

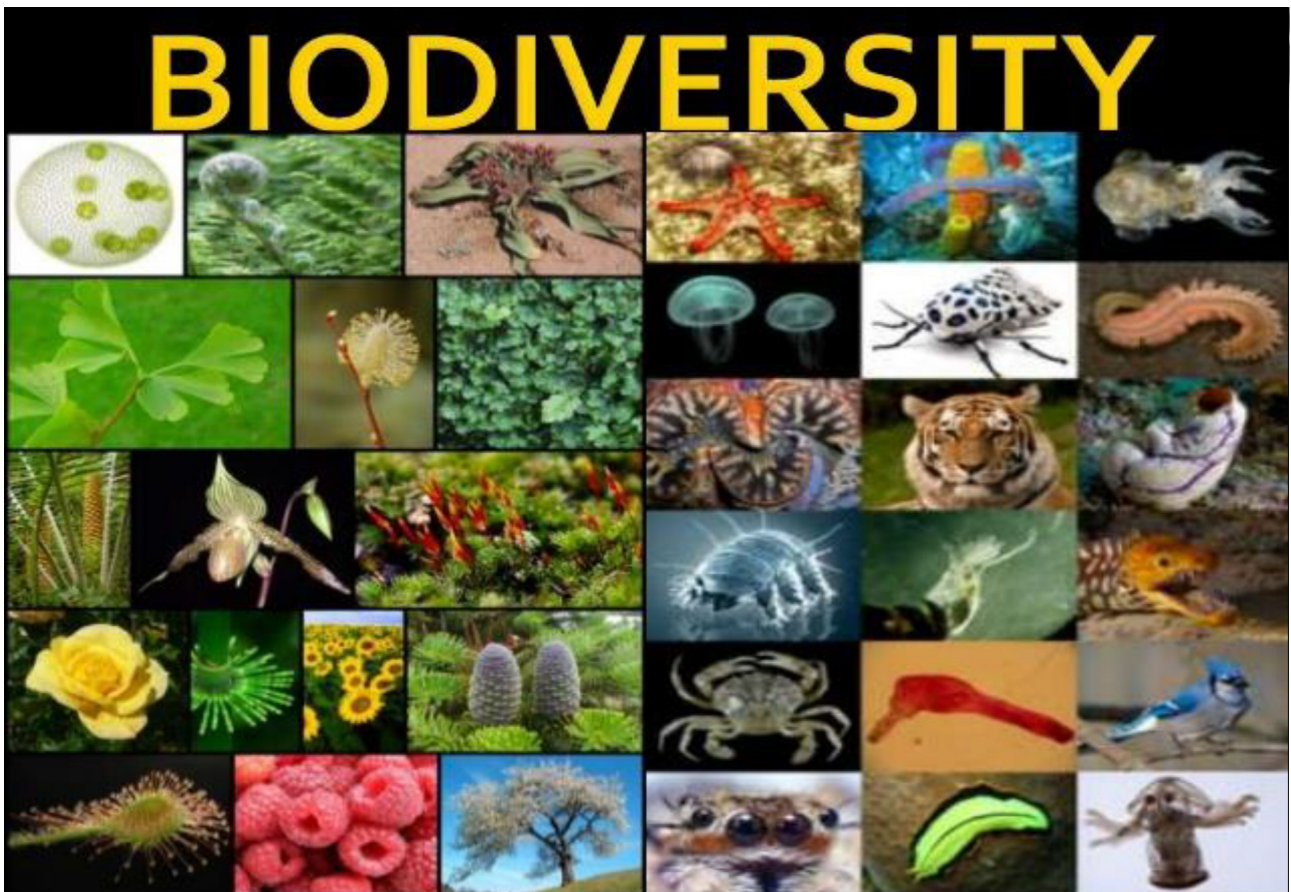
Ecosystem

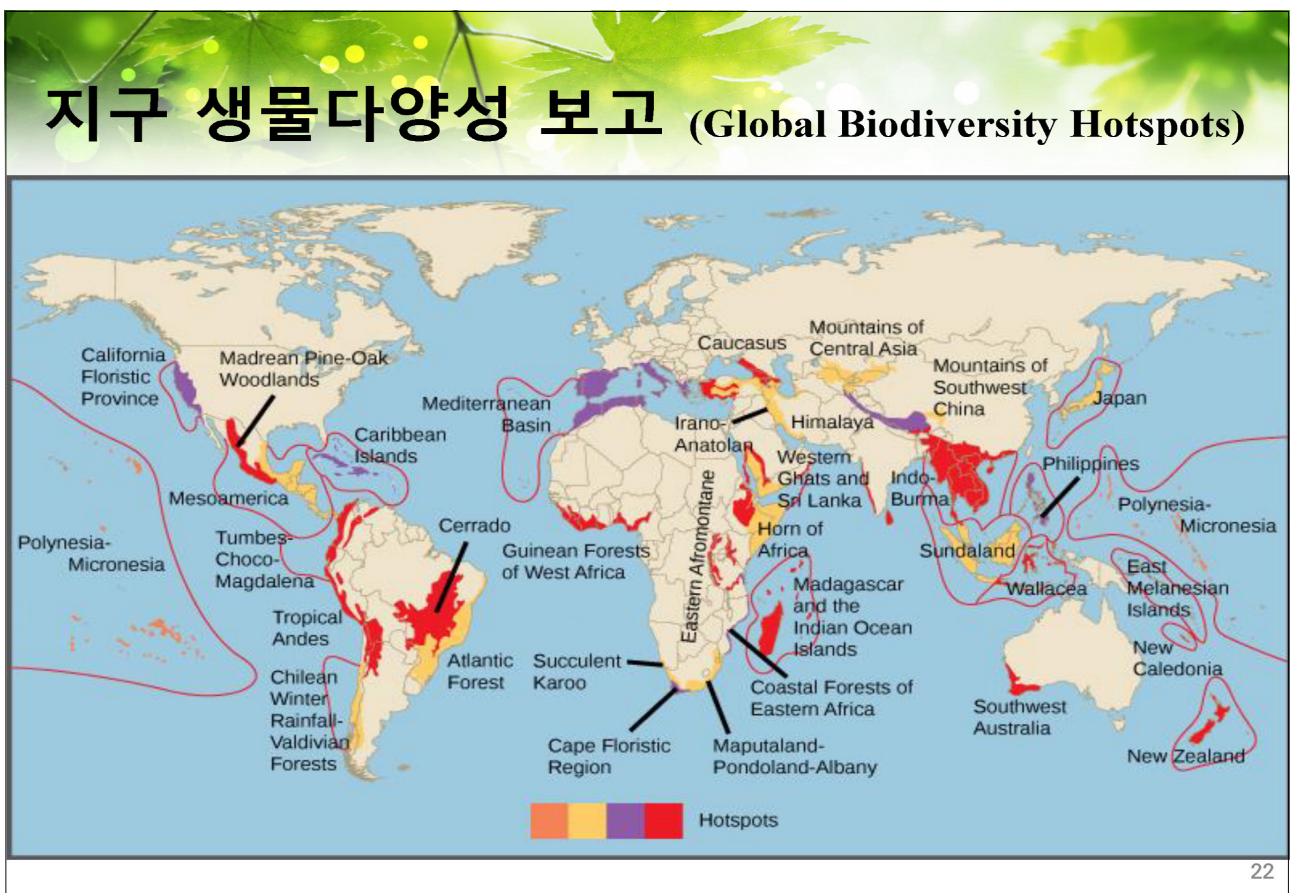
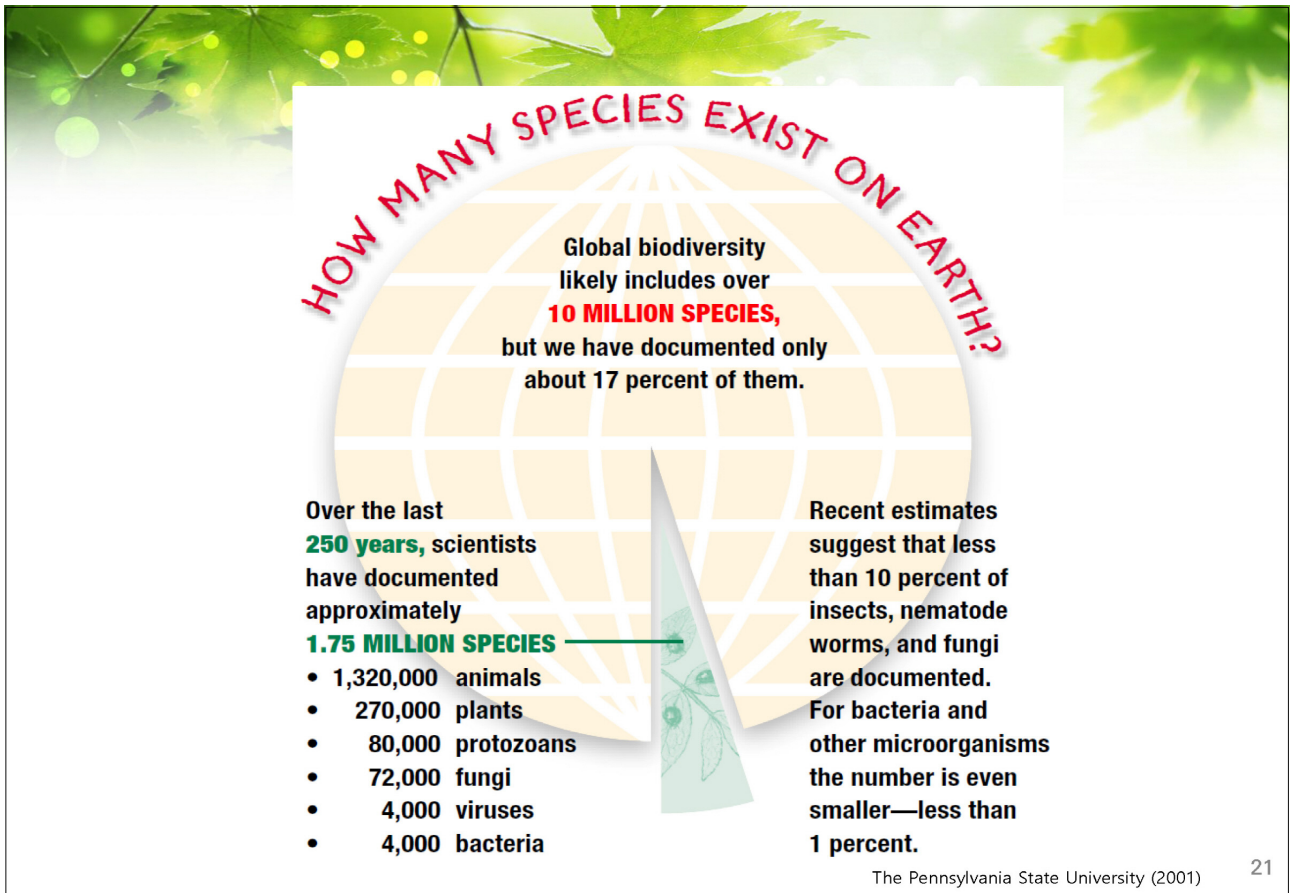
Species

Gene

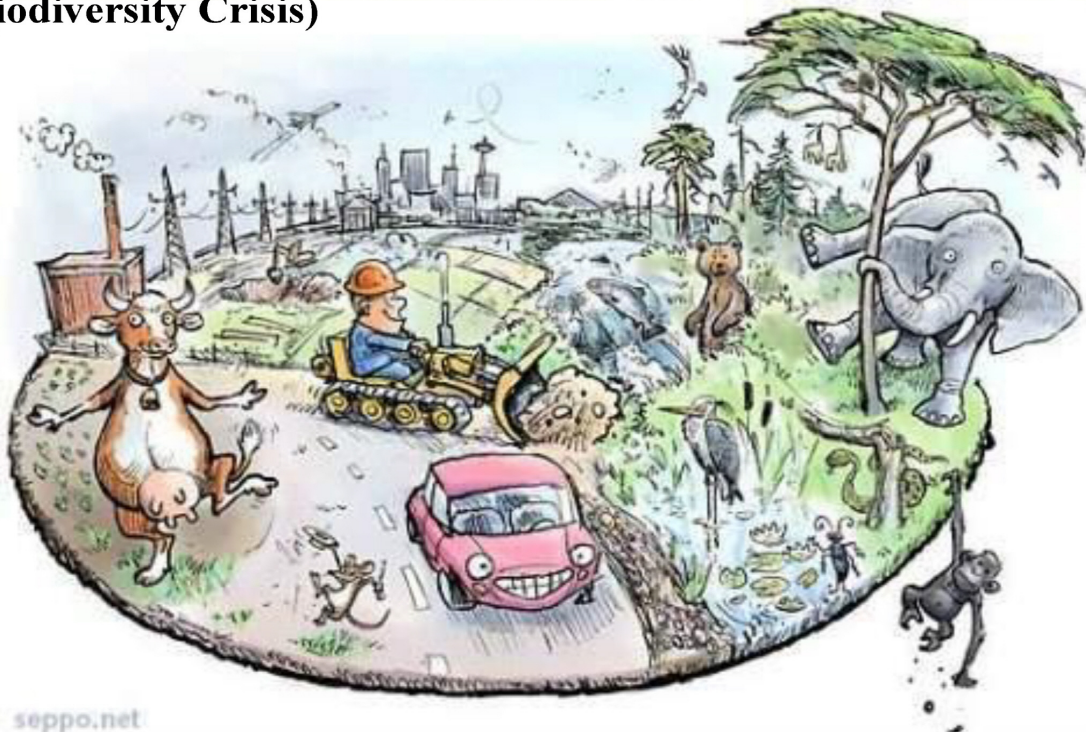


19



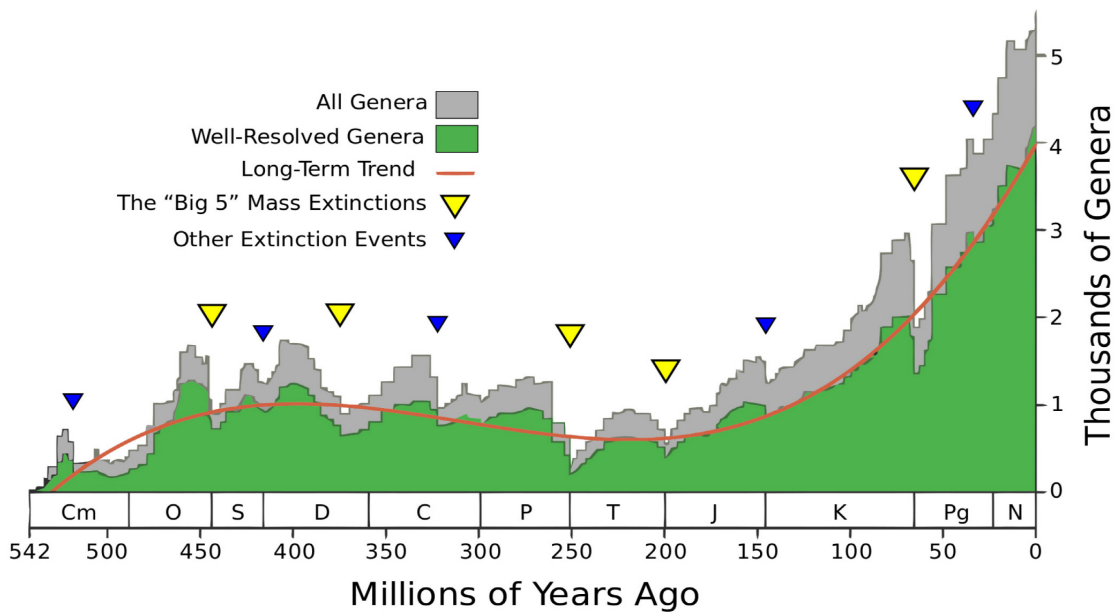


생물다양성 위기 (Biodiversity Crisis)



23

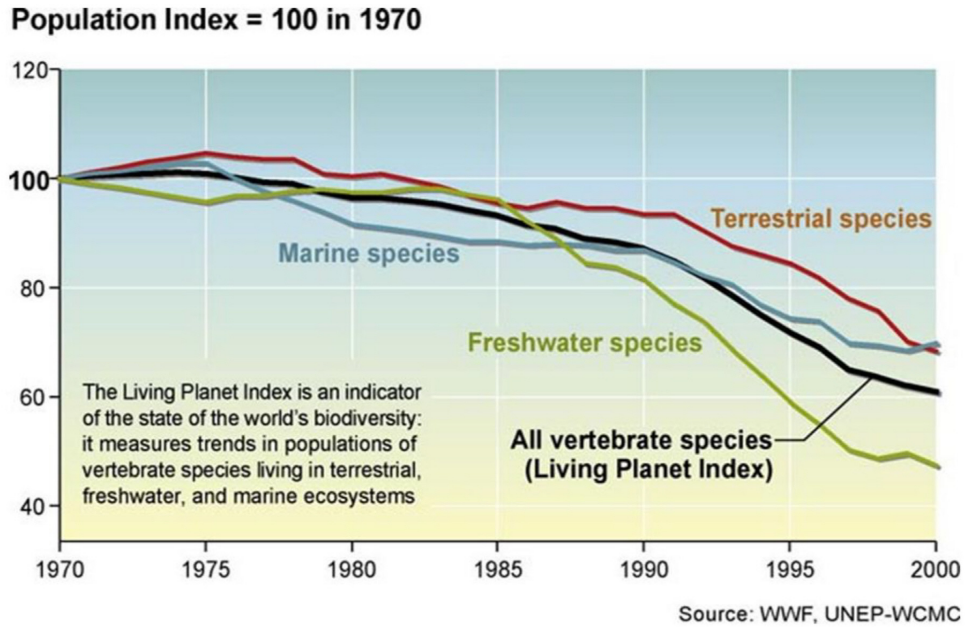
생물다양성 대멸종 (Biodiversity during the Phanerozoic)



<https://en.wikipedia.org/wiki/Phanerozoic>

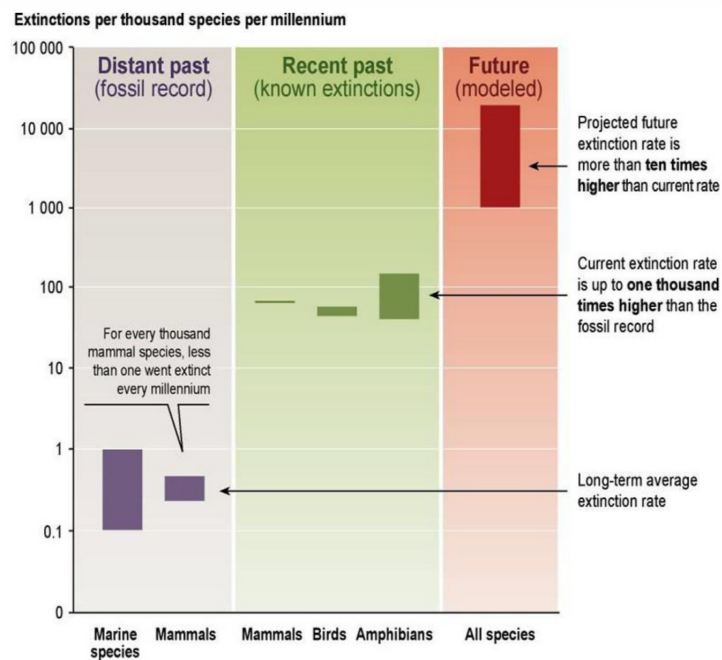
24

최근 생물다양성 변화 (Past and Present Trends on Biodiversity)



25

생물다양성 감소 추이 (Trends on Biodiversity Loss)



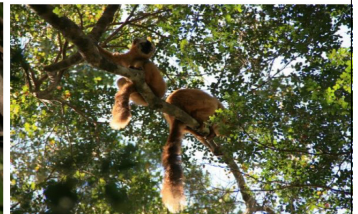
26

서식지 파괴 (Habitat Destruction & Conversion)



27

마다가스카르 (Madagascar)



로드킬 (Roadkill)



서재철 녹색연합



한국도로공사

29

사냥 (Overhunting)



30
darkenvironmentalknight.wordpress.com

한국호랑이 (Korean Tiger)



호랑이를 잡은 최순원(오른쪽)이 아마모토와 기념촬영을 했다.



호랑이 사냥 원정대의 모습.



일본 제국호텔에서 열린 호랑이 사육회 모습.

조홍섭, 한겨레

고릴라 (Gorilla)

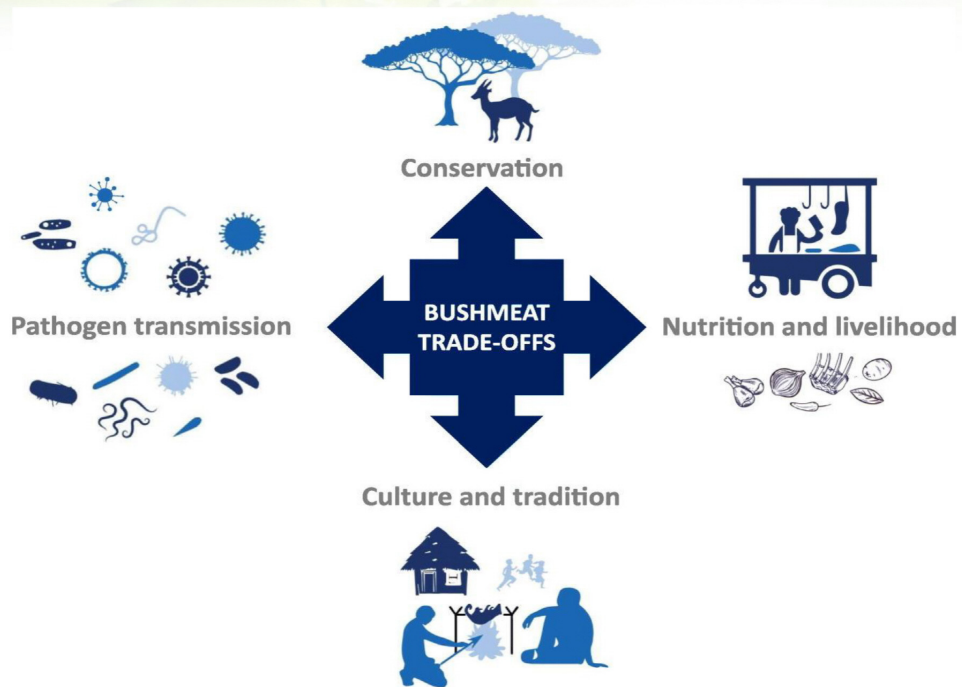


Ho New / Reuters

야생동물 고기 (Bushmeat)

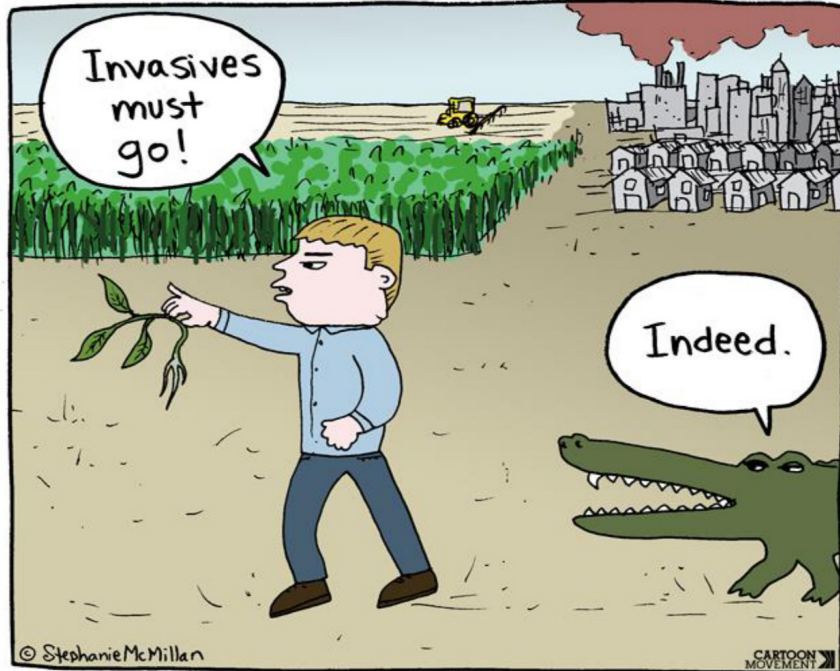


Daily Advent Nigeria



Mathieu Pruvo *et. al* (2019)

외래종 도입 (Invasive species introductions)

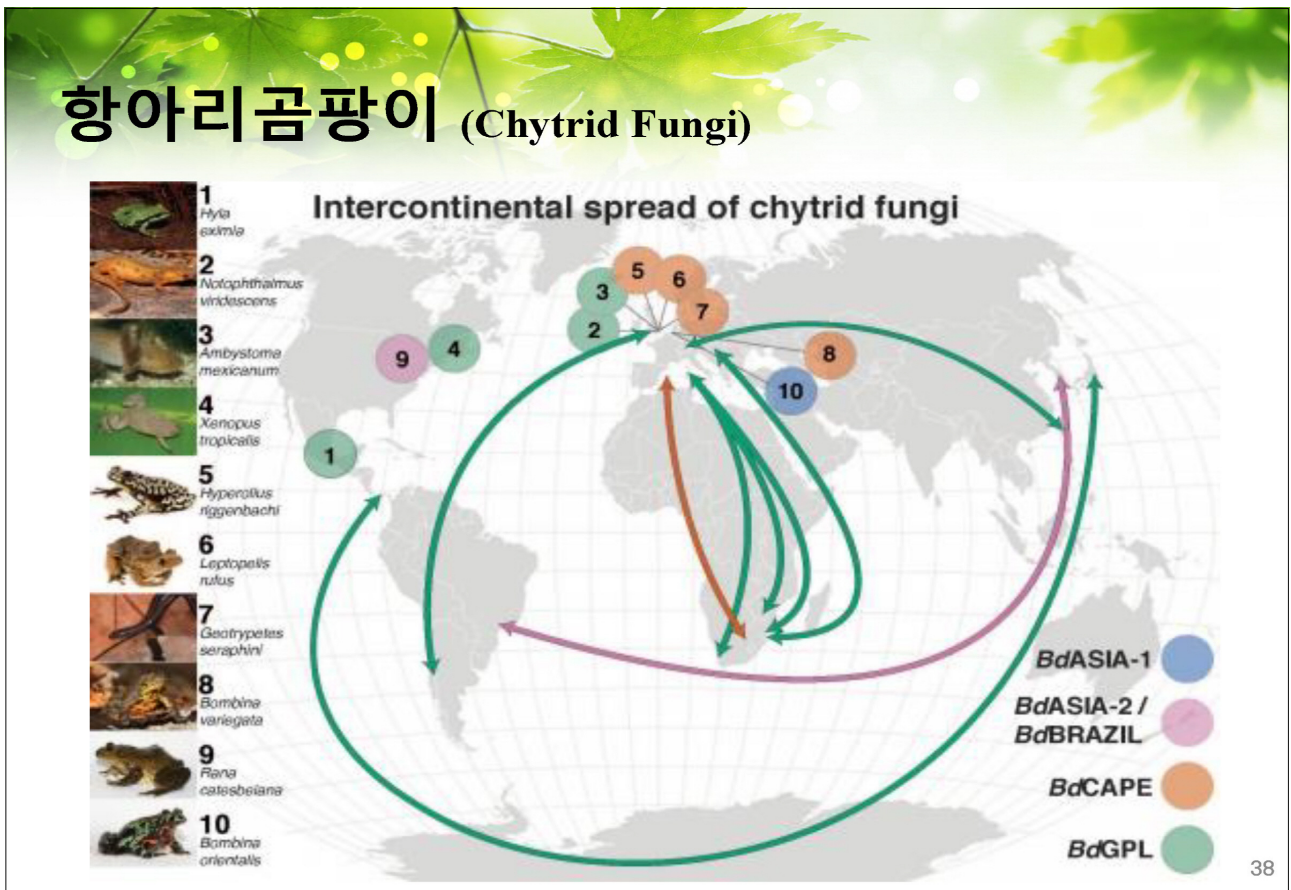


35

황소개구리 (Bullfrog)

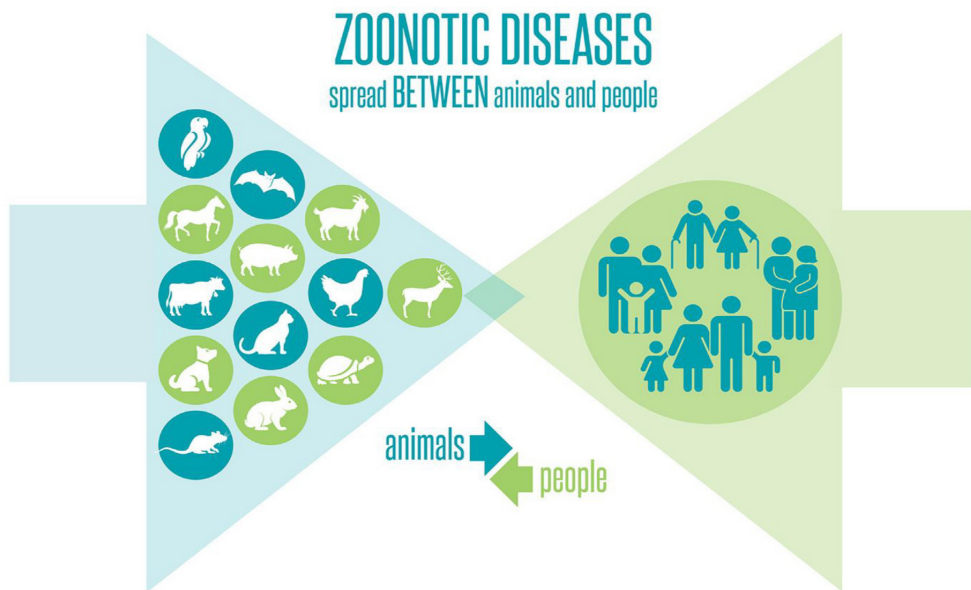


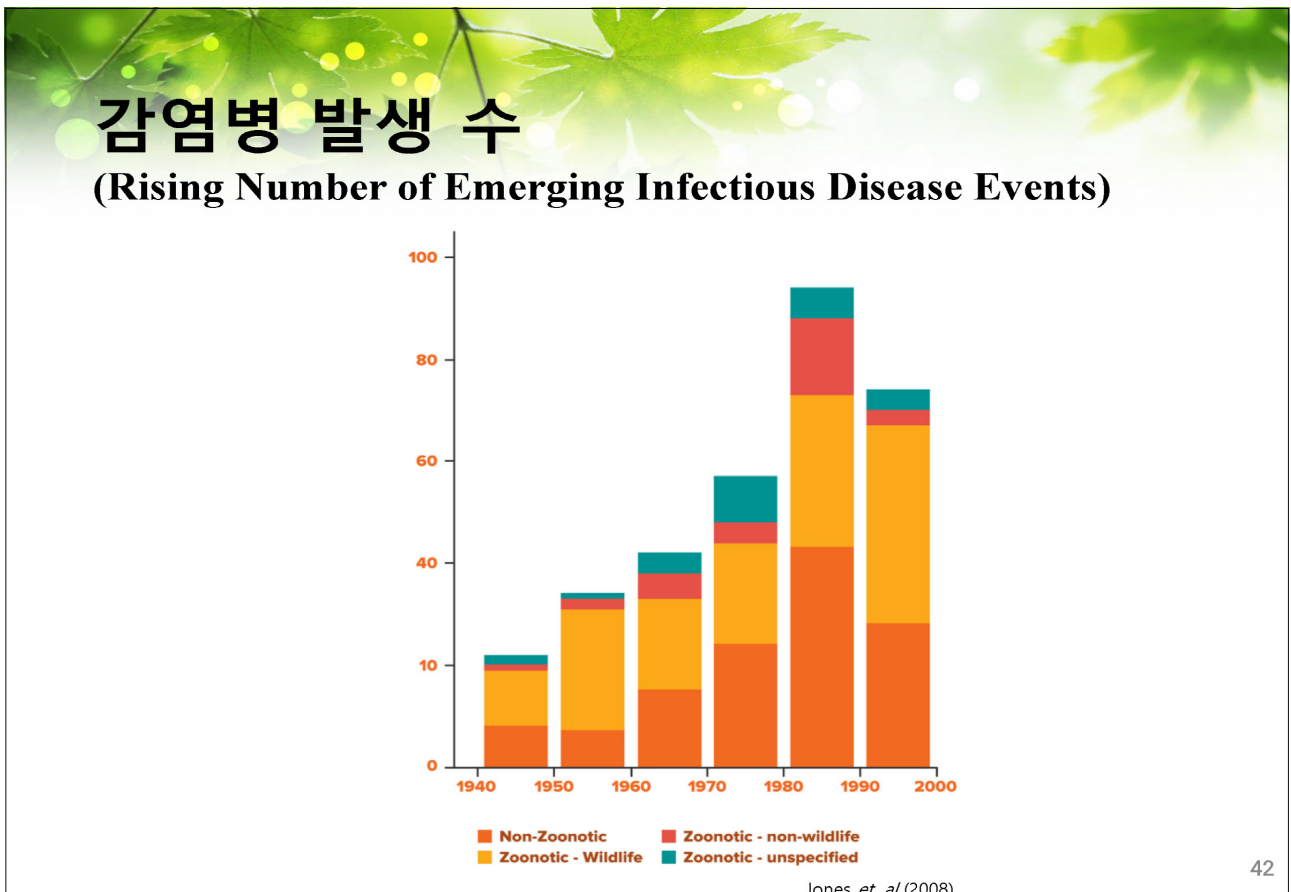
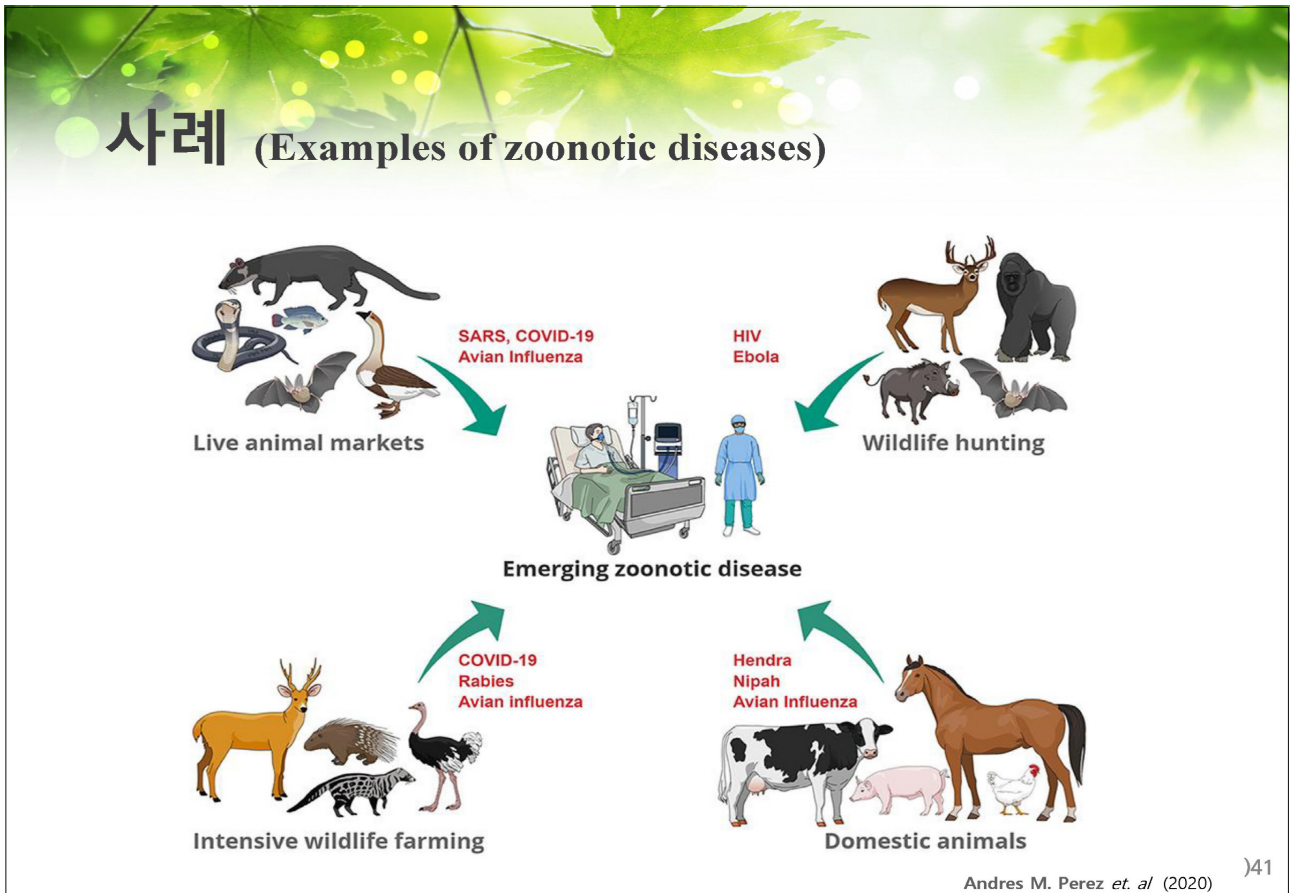
36

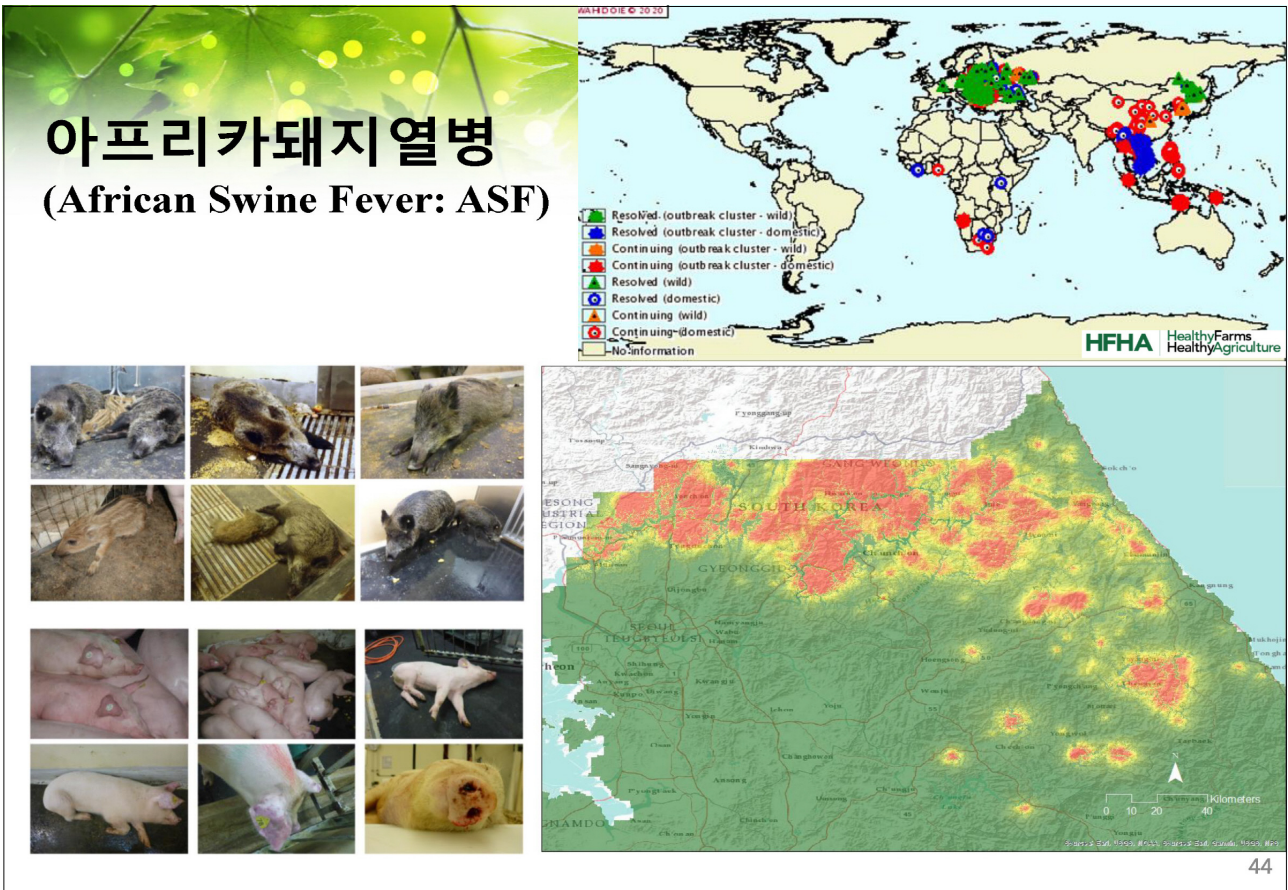
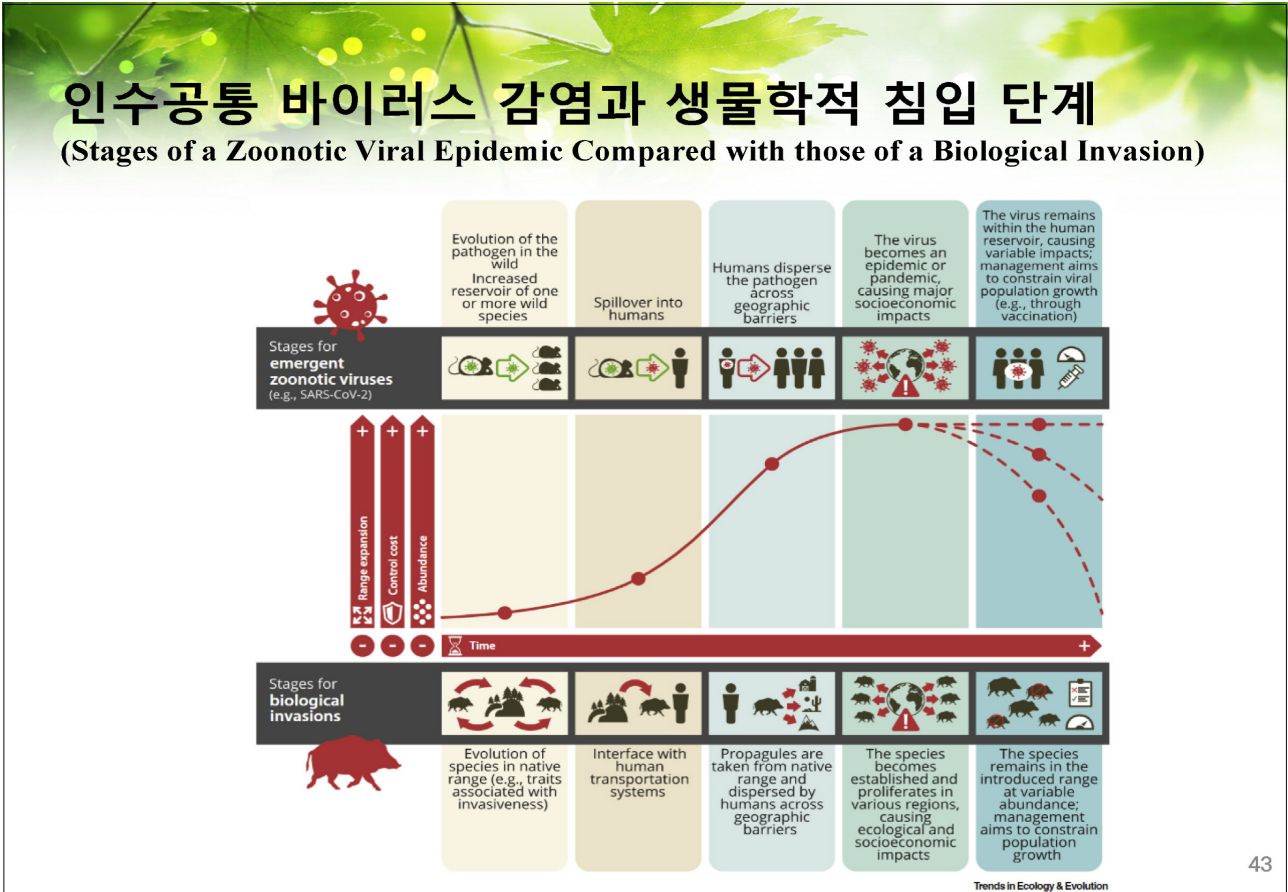


III. 인수공통전염병

인수공통전염병 (Zoonosis)

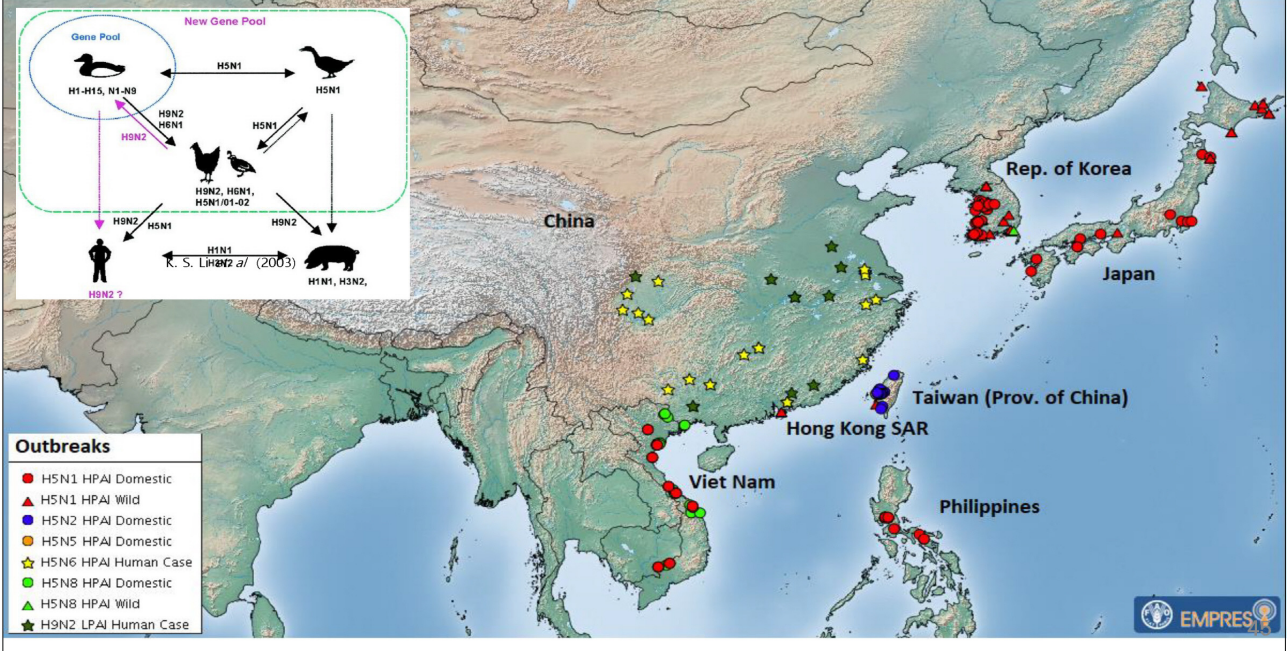




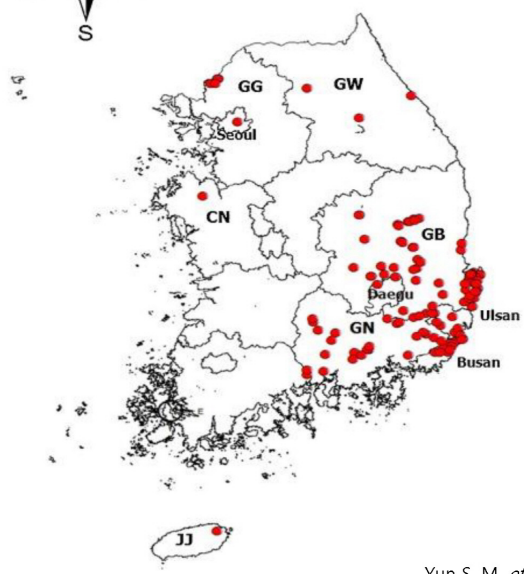
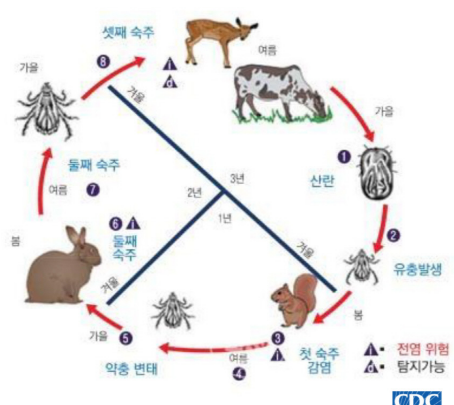
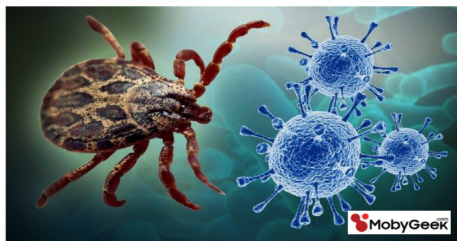


조류독감 (Avian Influenza: AI)

Officially reported events of Avian influenza in human, domestic and wild birds in East and Southeast Asia from 07 Dec 2021 to 9 March 2022



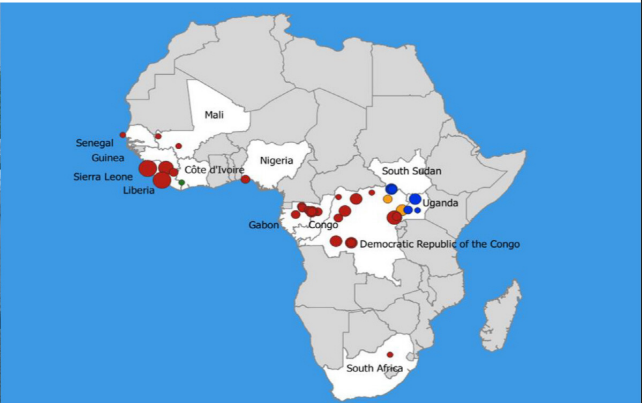
중증열성혈소판감소증후군 (Severe fever with thrombocytopenia syndrome: SFTS)



Yun S. M. *et al.* (2016)



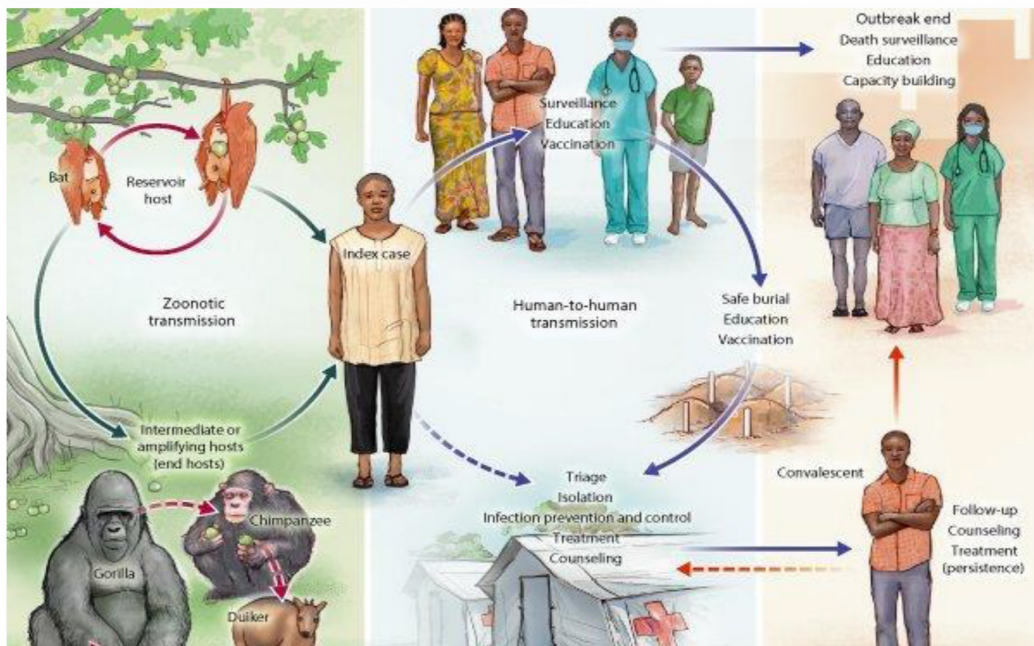
에볼라 (Ebola Outbreak)



Samuel Aranda—The New York Times/Redux



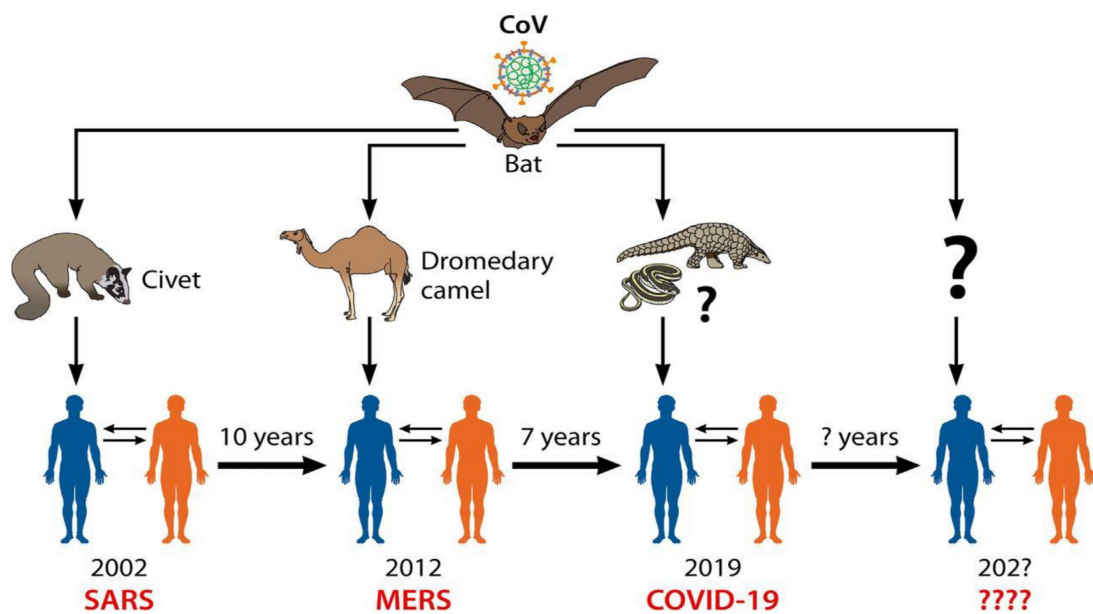
감염경로 (Routes of Transmission)



코로나 (COVID-19 Outbreak)



코로나바이러스 기원 (Coronavirus Origin)



Kuldeep Dhama *et al.* (2019)

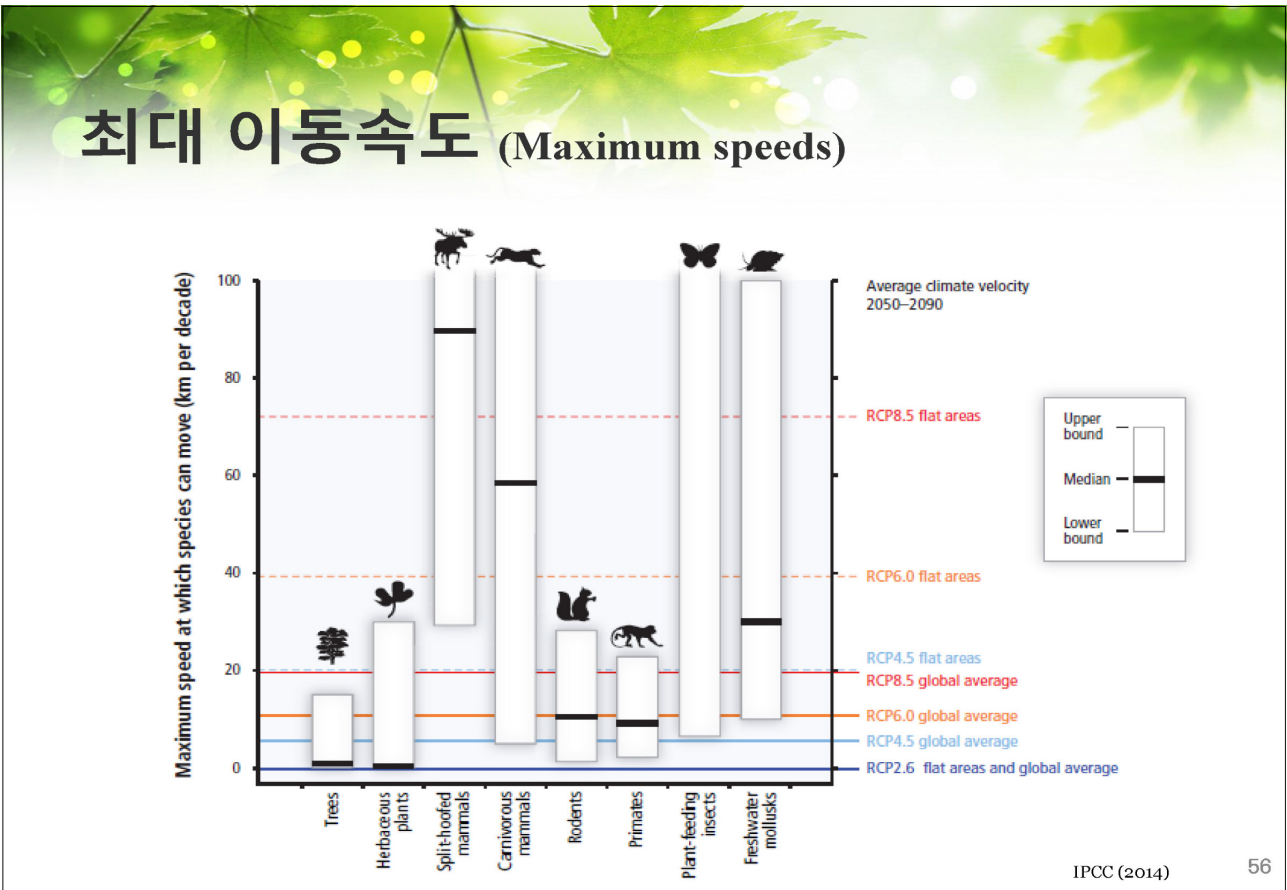
감염매개체의 분포 (Geographic distribution of Vectors)



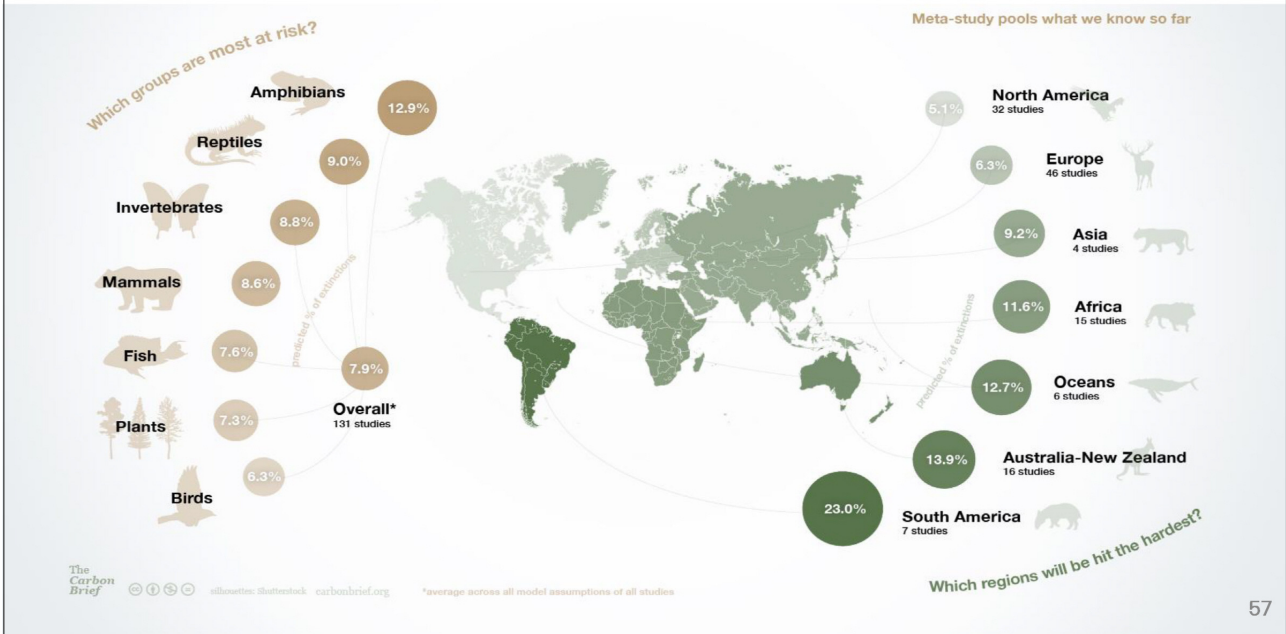
IV. 기후변화 위기 속의 생태와 질병



- 2022년 기후보건포럼 우리나라 기후변화 건강적응대책 방향 •

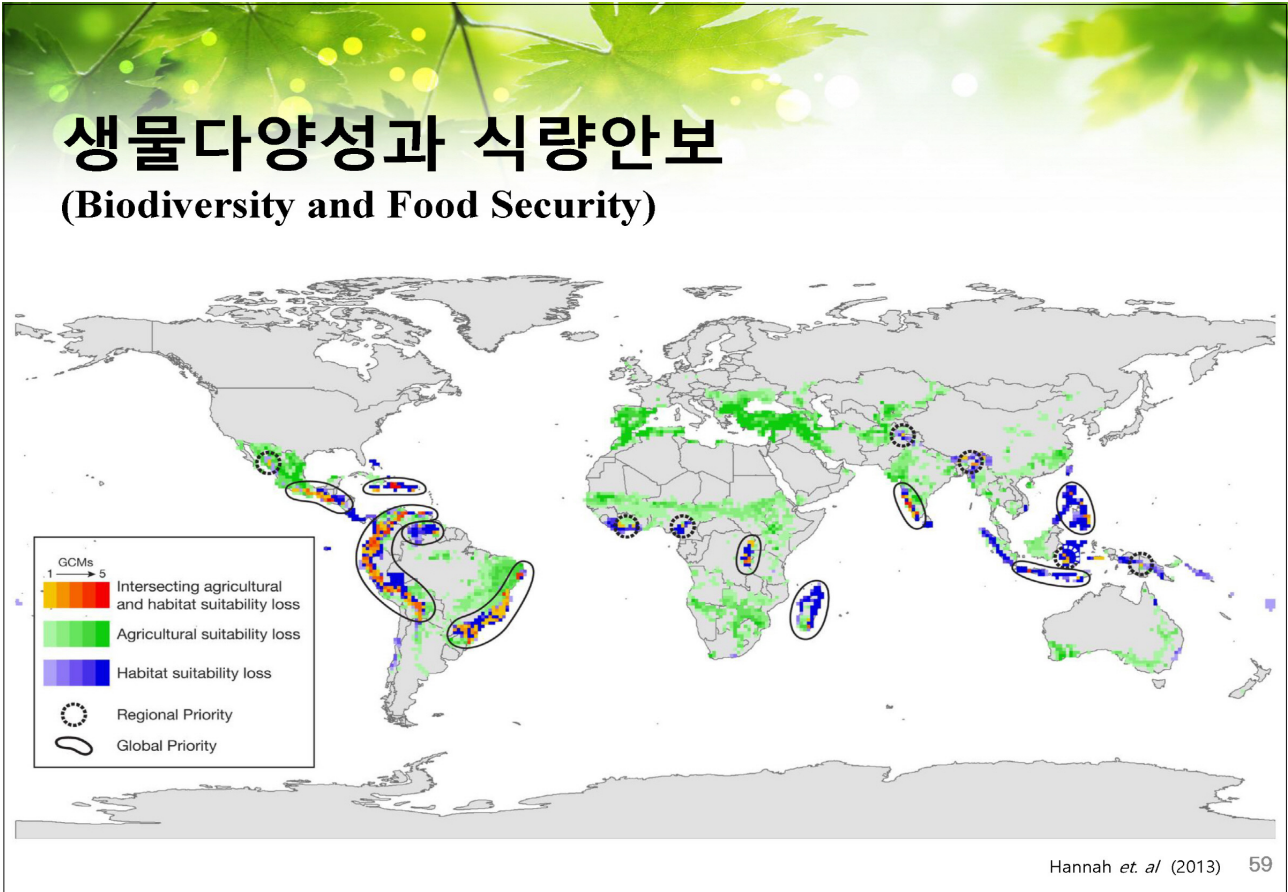


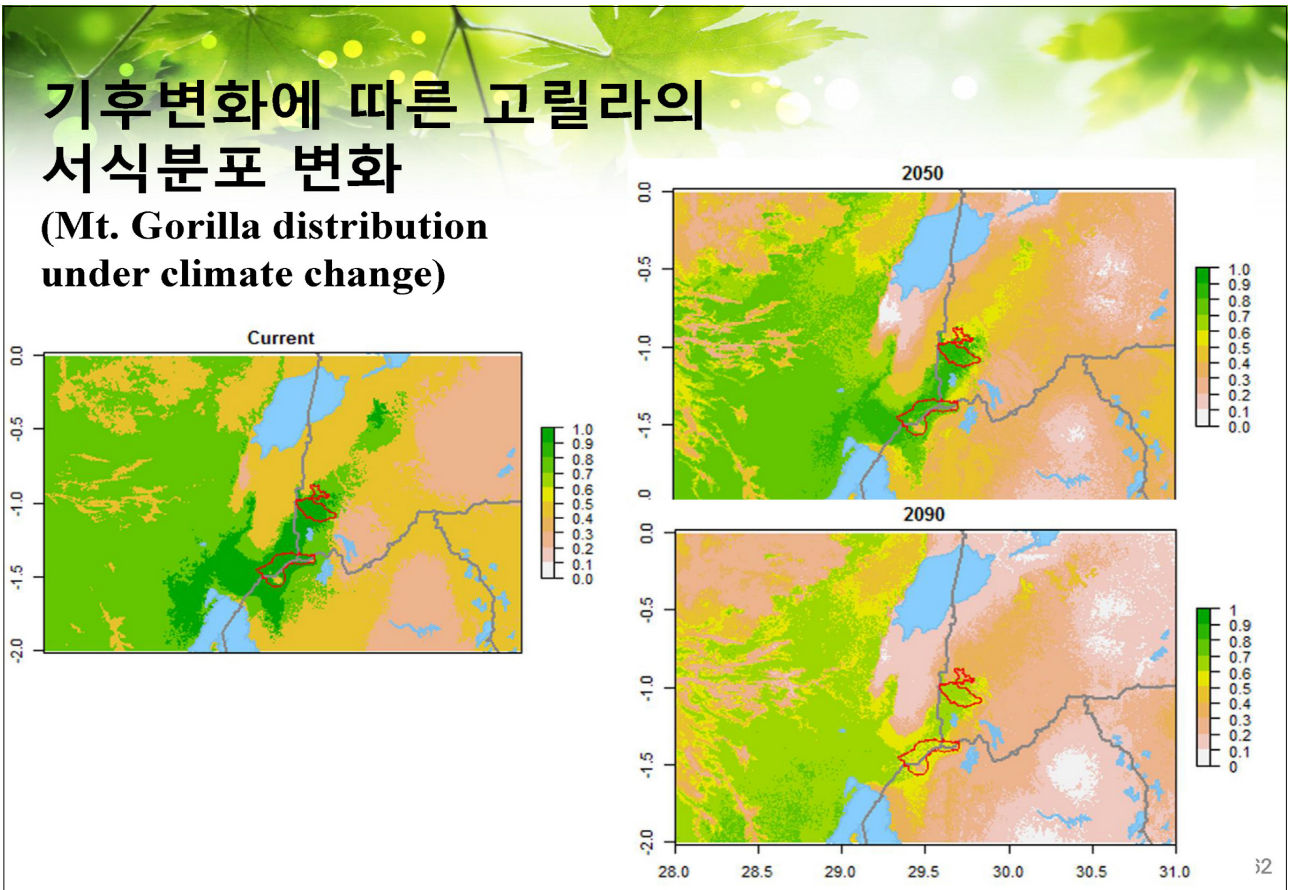
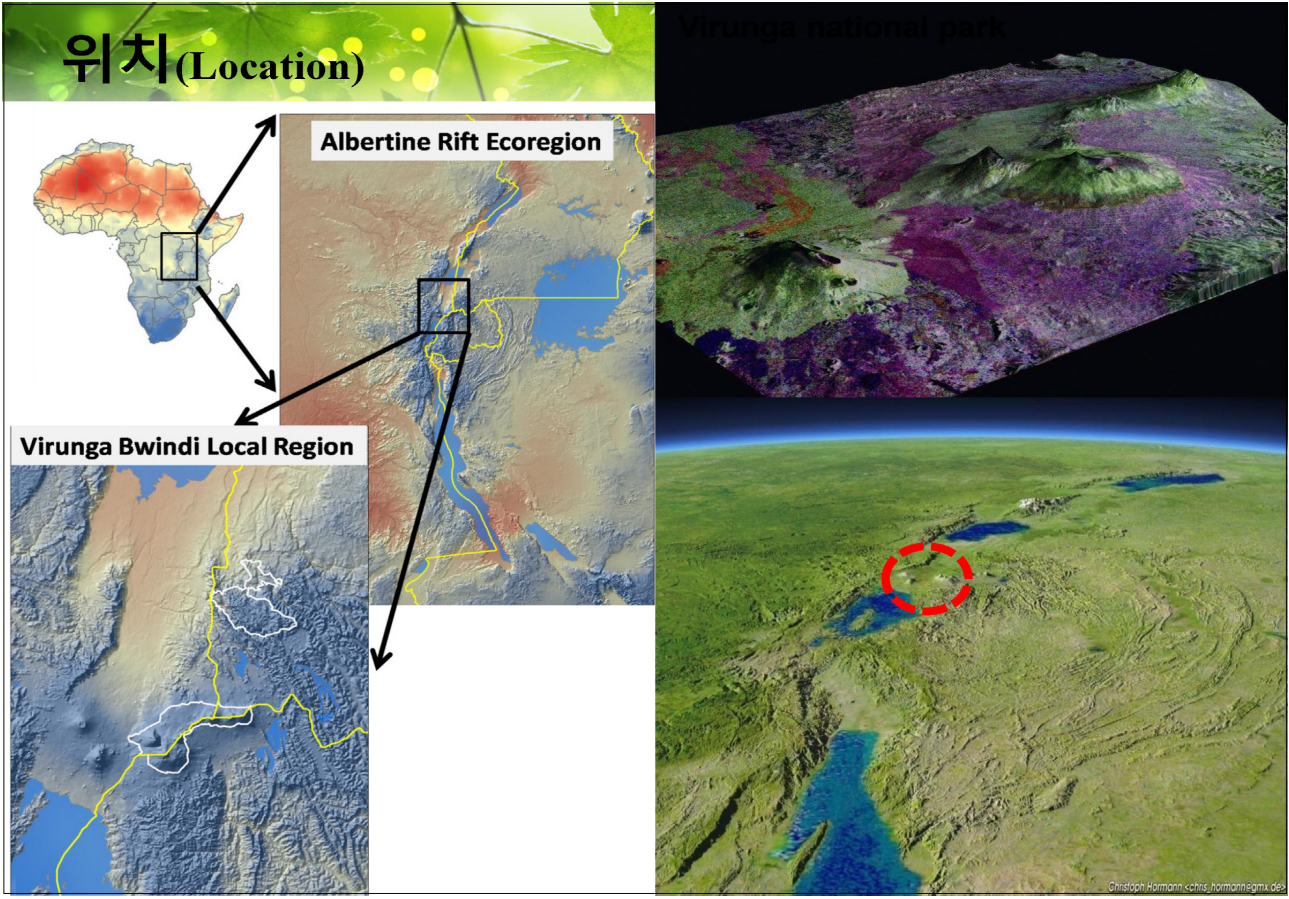
기후변화에 따른 멸종위험 (Extinction Risk from Climate Change)



영구동토층 팬데믹 (The Permafrost Pandemic)







기후변화에 따른 침입외래종 분포 (Invasive Alien Species under Climate Change)

✓ 시군구별 외래종 분포

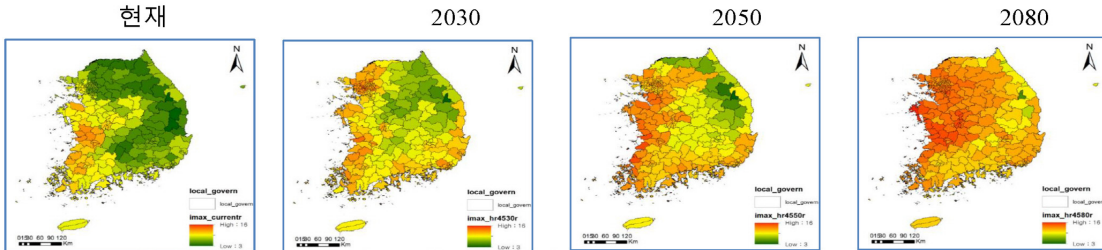


Fig. Maximum species richness of invasive species in local government of Korea at RCP 4.

✓ 시군구별 외래종 침입 분포

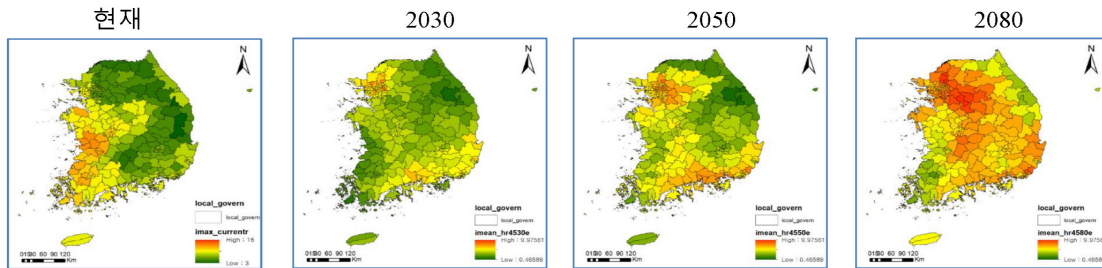
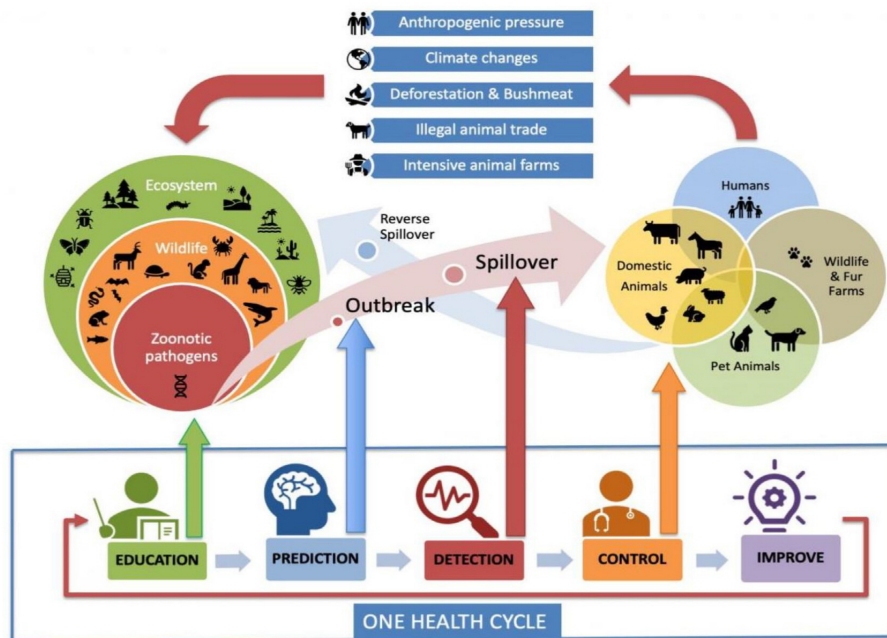


Fig. Expand of invasive species in local government of Korea at RCP 4.5



인수공통전염병과 원헬스 (Zoonosis and One Health)



LEIBNIZ INSTITUTE FOR ZOO AND WILDLIFE RESEARCH (IZW)

65



IDCM
INFECTIOUS DISEASES & CLINICAL MICROBIOLOGY



발표 3

기후변화 건강문제의 현황과 과제

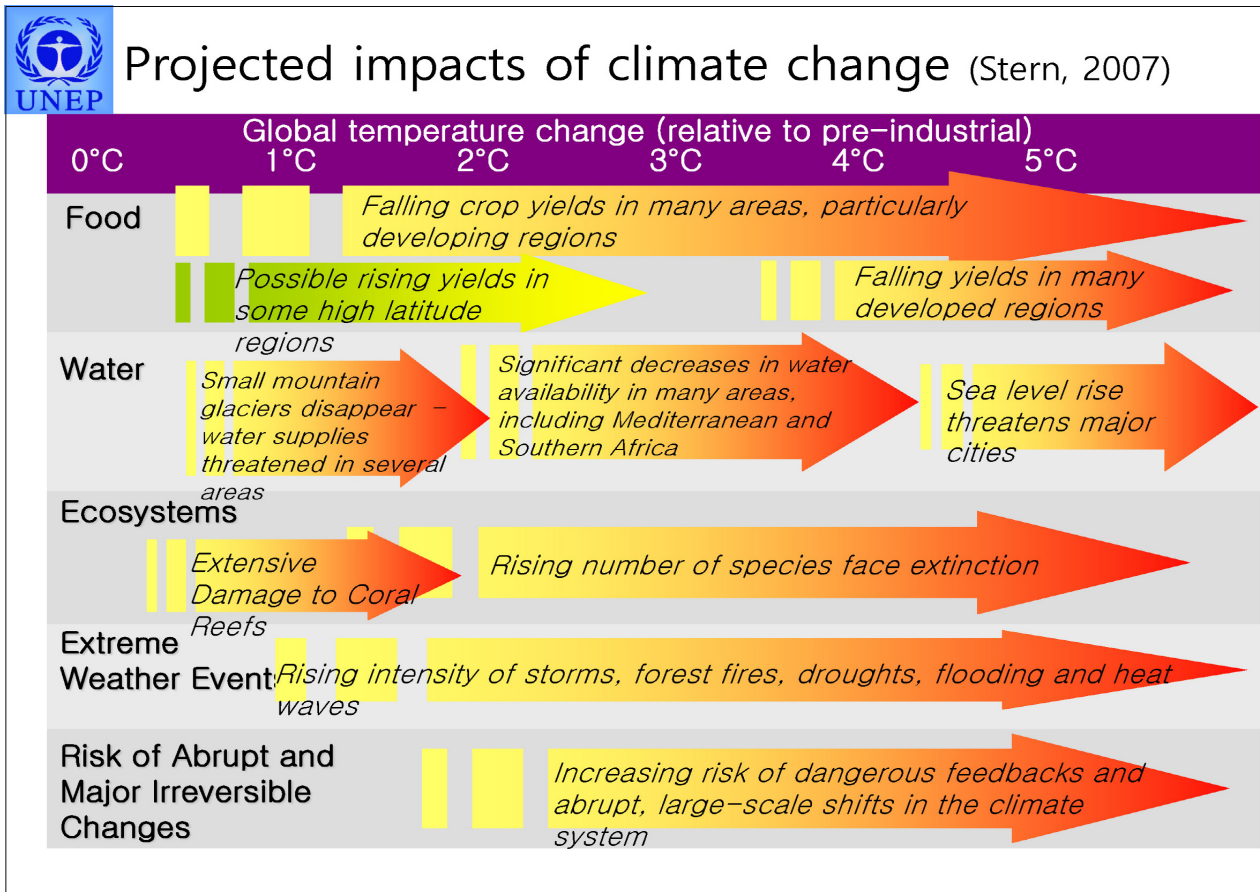
—
홍윤철 교수

(서울대학교 의과대학 휴먼시스템의학과)

2022년 기후보건포럼

기후변화 건강문제의 현황과 과제

서울의대
휴먼시스템의학과
홍윤철



Climate Change Impacts on Health: Increase in Climate Sensitive Health Outcomes

- Injuries, disability, drowning
- Heat stress
- Water and food-borne diseases
- Malnutrition
- Vector-borne diseases
- Psychological stress



More Injuries, Disabilities, and Drowning from Extreme Weather Events



Forest Fire



Spread of Vector Borne Diseases

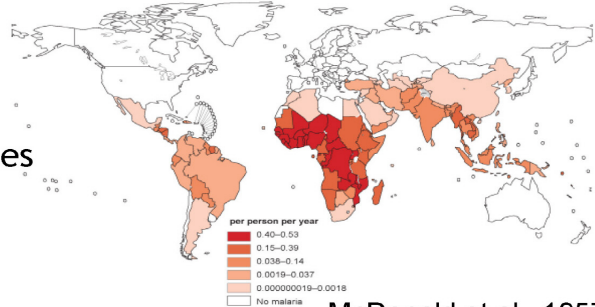


- Warmer temperatures and disturbed rain patterns could alter the distribution of important disease vectors
- Combined with altered rainfall patterns, hotter conditions may increase the spread of disease, such as malaria, dengue, and chikungunya, to new areas

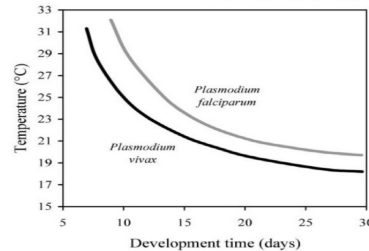
Malaria

- 40% world population at risk
- 500 million severely ill
- Climate sensitive disease¹
 - No transmission where mosquitoes cannot survive
 - *Anopheles*: optimal adult development 28-32°C
 - *P falciparum* transmission: 16-33°C
- Highland malaria²
 - Areas on the edges of endemic regions
- Global warming → El Niño³
 - Outbreaks

Estimated incidence of clinical malaria episodes (WHO)



McDonald et al., 1957



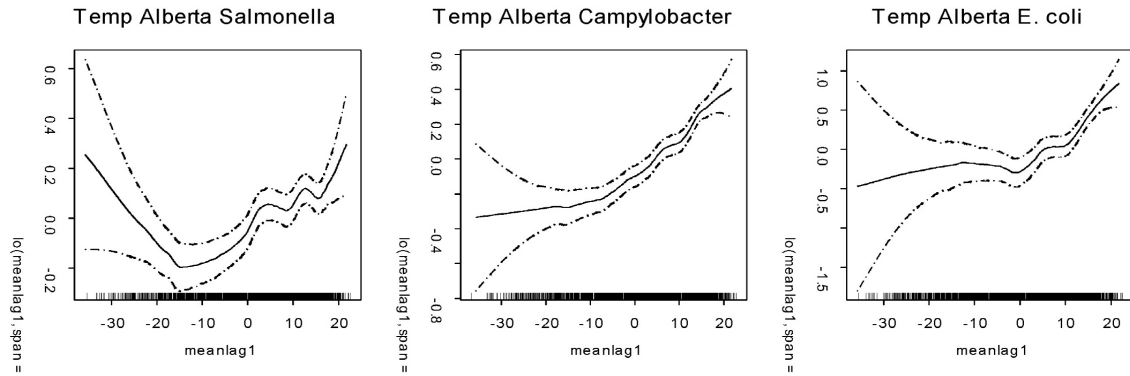
¹ Khasnis and Nettleman 2005; ² Patz and Olson 2006; ³ Haines and Patz, 2004

Dengue



- In 2005, the estimated number of population at risk from dengue in the South East Asia Region was 1.3 billion
- This is 52% of the global estimated 2.5 billion at risk.

Temperature and Enteric Disease



RR of *Salmonella* increased by 1.2% per degree above - 10°C

RR of *Campylobacter* increased by 2.2% (4.5% in Newfoundland) per degree above - 10°C

RR of *E. coli* increased by 6.0% per degree above - 10°C

Fleury et al. 2006

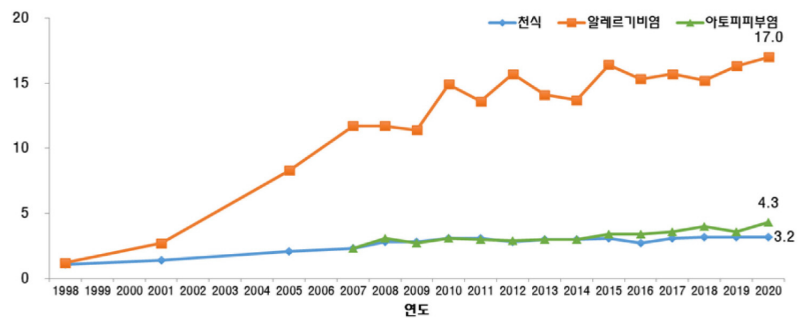


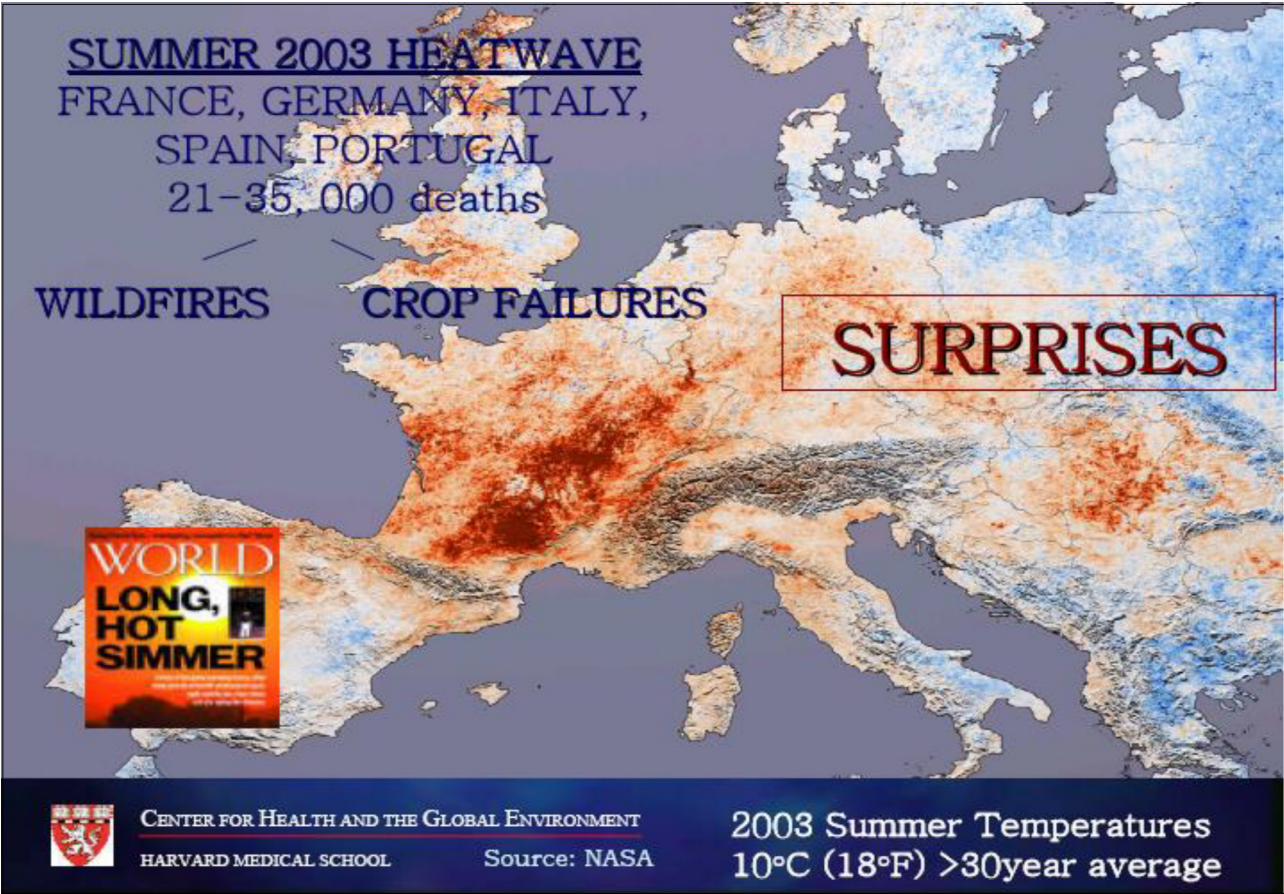
Climate Change Will Affect Flora and Fauna



Allergens

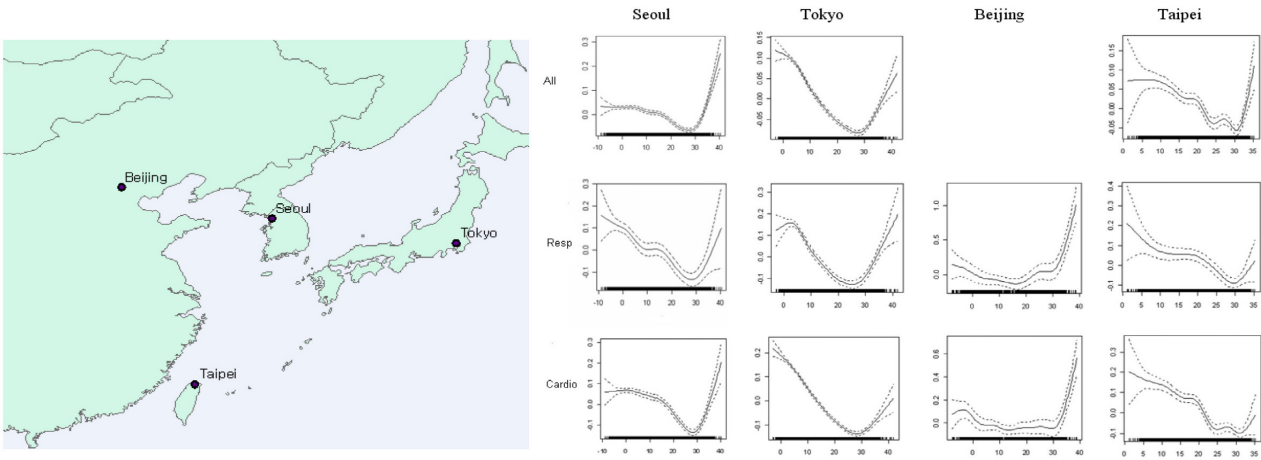
- With warm winter, grass pollen season comes earlier and birch pollen increases
- With CO2 increase, biogenic allergens such as ragweed increase in ambient air
- Increase of allergic rhinitis and its duration and intensity





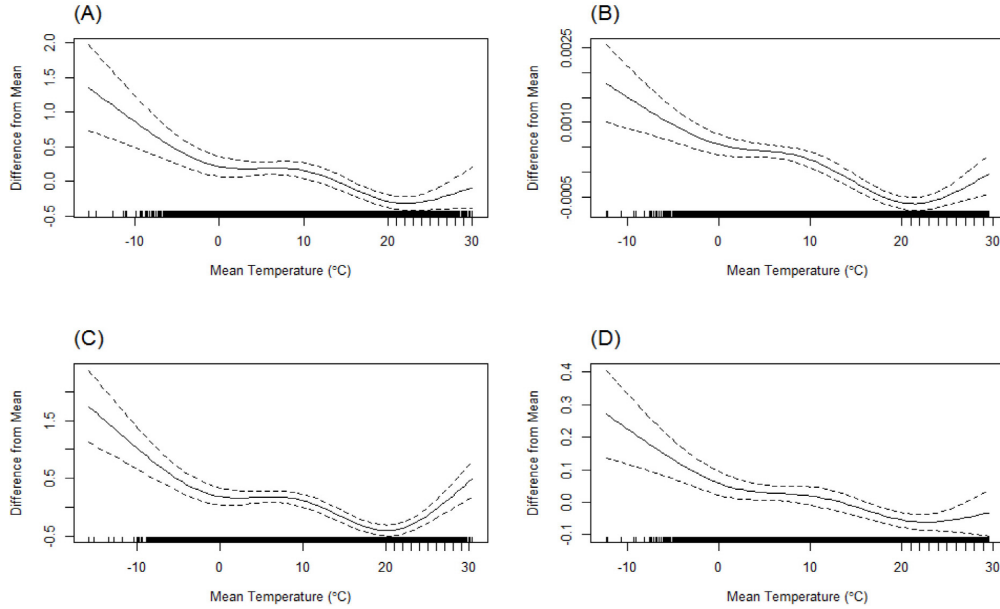
Ambient temperature and mortality: An international study in four capital cities of East Asia

Joo-Youn Chung ^a, Yasushi Honda ^b, Yun-Chul Hong ^c, Xiao-Chuan Pan ^d, Yue-Leon Guo ^e, Ho Kim ^{a,*}



Science of the Total Environment 408 (2009) 390-396

Figure. Plots of four hydration indices by change of daily mean temperature

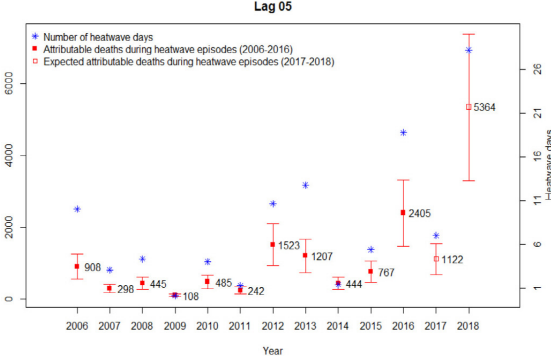
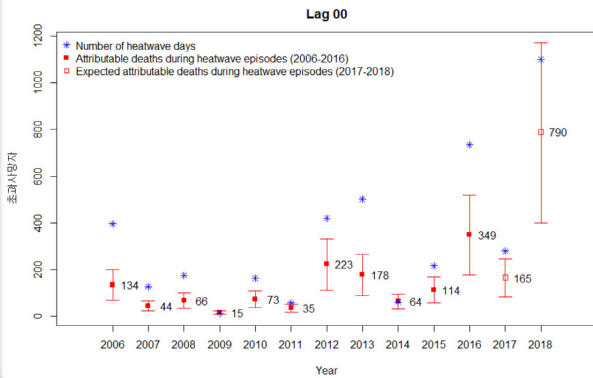
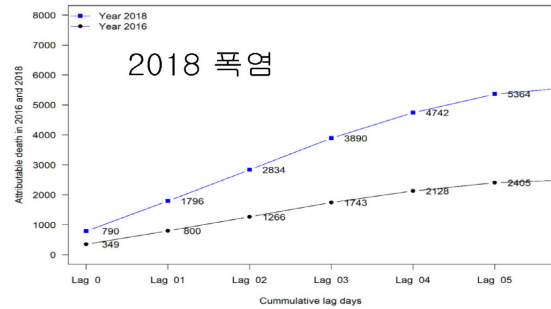


7. 초과 사망자

폭염으로 인한 초과 사망자

지연효과 고려:
폭염 발생 후 래그 05일까지 고려한
초과사망자

폭염

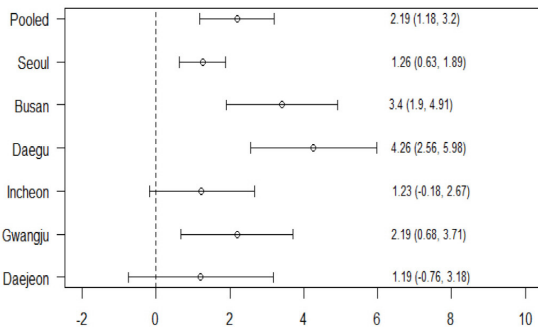


1. 기후변화 건강영향

기온의 건강영향 평가

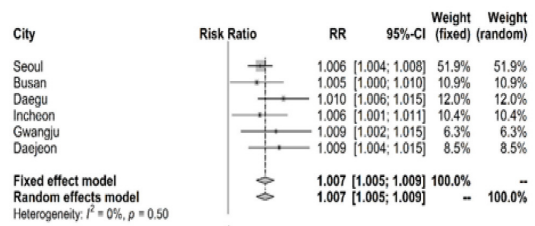
신증 질환

- 대상포진, 어지러움증, 메니에르병
- 온도가 증가할 때 병원 방문 위험도 증가



대상포진

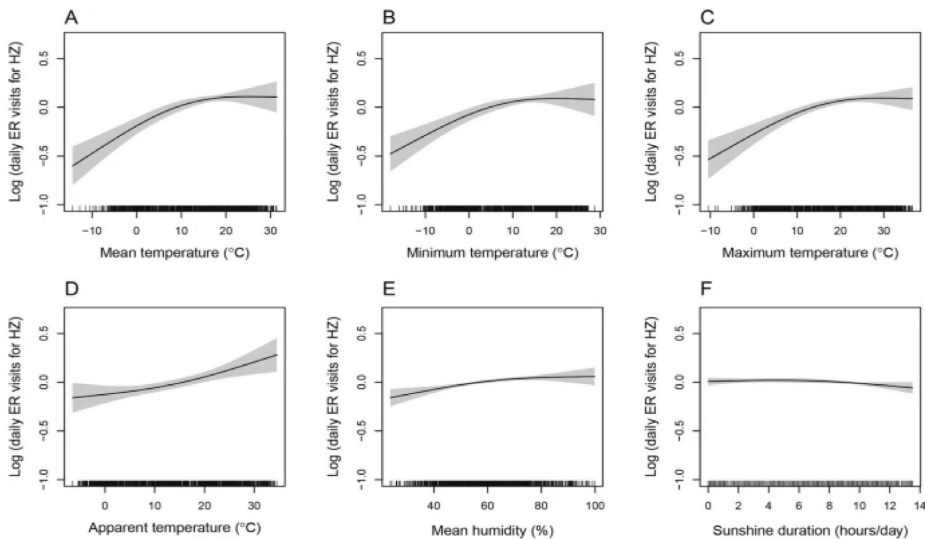
Maximum temperature-Dizziness hospital visits, lag 1

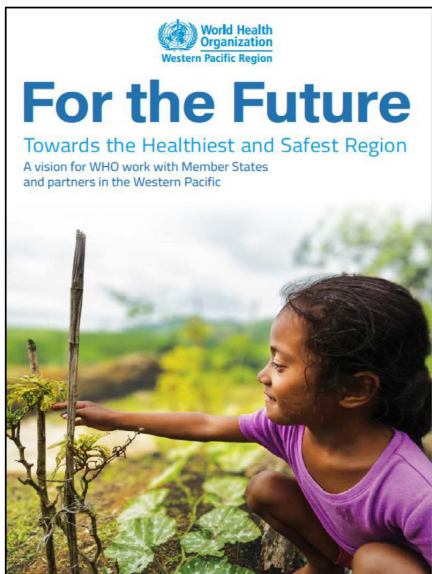
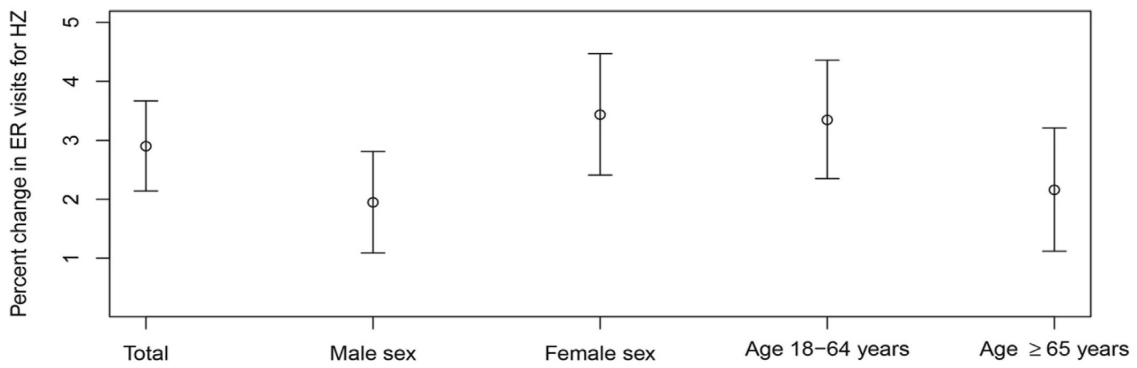


어지러움증

17

Elevation of ambient temperature is associated with an increased risk of herpes zoster: a time-series analysis





For the Future: Towards the Healthiest and Safest Region

- ▶ Sets out the **vision for WHO work** with Member States and partners in the Western Pacific for 5 years;
- ▶ **Thematic priorities:** challenges for the future, where Western Pacific Region Member States want strengthened support (the 'what')
- ▶ **'Operational shifts':** proposed new ways of working, to be able to deliver on Member State priorities for the future (the 'how')



CCE Thematic Priority - Goal and its 4 pillars

A Region well prepared to face a changing climate & environment, in which the health sector will emerge as a strong force for preserving the planet

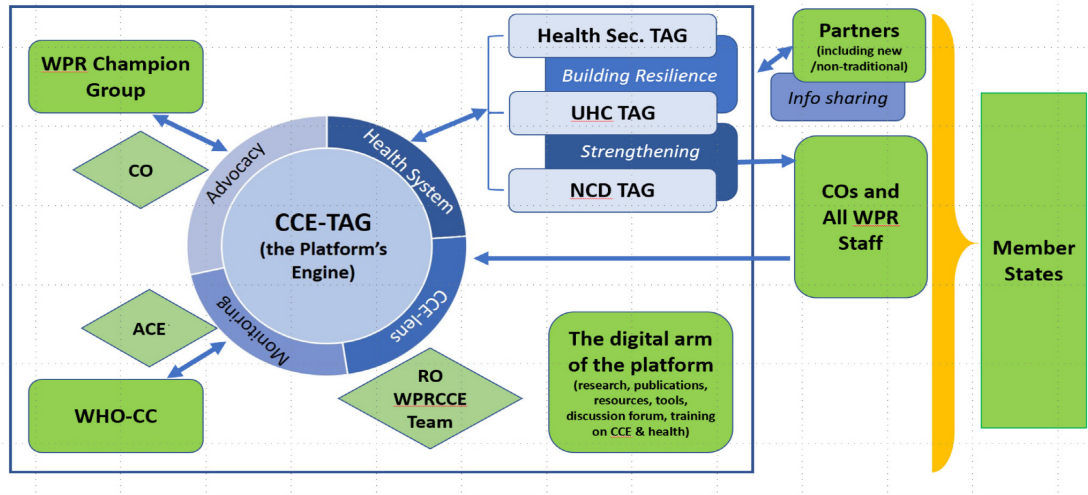
Advocacy

Building climate resilience into health systems

Monitoring impact of CCE on health

Applying CCE lens in our work

CCE Platform and CCE TAG as its Engine



Member allocation for pillar groups

Chair: Professor Yun-Chul Hong; Vice Chair: Ambassador Khan

Advocacy	Building resilience in health systems	Monitoring impacts of CCE on health	Applying CCE lens to our work
Luca Carra (lead)	Guy Howard (lead)	Masahiro Hashizume (lead)	Kris Ebi (lead)
Kathy Jetnil-Kijiner	Ambassador Khan*	Peng Gong	Tony Capon
Alfredo Pascual	Josephine Aumea Herman	Alistair Woodward	Yun-Chul Hong
Rhonda Robinson	Nguyen Thi Lien Huong	Emi Chutaró	Kathy Jetnil-Kijiner
Pepetua Latasi			Alfredo Pascual*
WHO secretariat: - Jinni/Kelera - Marco	WHO secretariat: - Maraia/Nasir - Yi Jinwon	WHO Secretariat: - Yoyo/Saori /Chris Boyer - Jun Gao	WHO Secretariat: - Nasir/Gene - Myoungsil

Q & A

토론

—

공우석 교수(경희대학교 지리학과)

정휘철 선임연구위원(한국환경연구원 국가기후위기적응센터)

김종헌 교수(성균관대학교 의과대학)

김윤아 과장(질병관리청 미래질병대비과)

국립기상과학원 기후변화예측연구부 변영화부장께서 국내외 기후변화 추세와 특히 지구온난화에 대해 상세한 설명을 해주셔서 기후변화의 원인, 메커니즘 등에 대한 더 이상의 대기과학적 설명이 필요 없을 듯하다. 우리나라 기온, 강수 등 기후요소의 변화 경향성을 알기 쉽게 소개되었다.

토론에서는 기후변화 관련되어 혼란스럽게 사용되고 있는 개념, 기후변화와 건강과의 관계, 국내외 기후변화와 건강 피해 현황, 기후변화에 따른 미래 건강 피해 예측, 기후변화와 건강 피해에 대한 대응 등을 살펴보았다.

기후변화 관련 개념

기상과 기후 그리고 이상기상과 기후변화는 서로 같은 듯 다른 개념이다. 기상(氣象 weather)은 일기(日氣), 날씨와 같은 의미로 매일 나타나는 기온, 비, 바람과 같은 짧은 기간에 발생하는 대기의 상태를 이른다. 기후(氣候 climate)는 어떤 지역에서 오랜 기간 반복되는 평균적인 기상 현상으로 WMO 기준으로는 30년 이상에 걸쳐 기상을 관측한 결과를 바탕으로 얻는 평균값이다. 기후는 지표면의 특정한 장소에서 매년 비슷한 시기에 출현하는 평균적이며 종합적인 대기의 상태로 평균적인 기상(average weather)이다. 기상이 사람이 느끼는 어느 날의 기분(氣分 condition)이라면 기후는 오랫동안 살면서 만들어진 사람의 성격(性格 character)과 같은 것이다. 기상이 하루 일을 적은 일기(日記 diary)라면, 기후는 일생을 기록한 전기(傳記 biography)라고 할 수 있다.

기후요소는 기온, 강수, 바람, 습도 등 기후를 구성하는 요소이고, 기후인자는 기후요소에 영향을 미쳐 기후의 지역 차이를 발생시키는 요인으로 위도, 해발고도, 격해도, 지형, 수륙 분포, 해류 등이다.

WMO에 따르면 월평균기온이나 월강수량이 30년에 1회 정도의 확률로 발생하는 기상현상을 이상기상(異常氣象 abnormal weather)이라 한다. 기상이변(氣象異變 extreme weather)은 일반적으로 평상시 기후의 수준을 크게 벗어난 기상현상을 뜻한다. 기후변화(氣候變化 climate change)는 자연적 기후 변동의 범위를 벗어나 평균적인 상태로 돌아오지 않는 평균 기후계의 변화를 이른다. 기후위기관 일정한 경향성과 예측 가능성이 존재하는 기후를 예측하지 못하는 상황에 이르렀음을 뜻한다. 그 원인은 자연의 속도를 능가하는 인간들의 활동 때문이다.

기후변화와 건강과의 관계에 대한 인식

세계보건기구(WHO)는 기후변화를 21세기 세계 보건에 끼칠 가장 큰 위협으로 보았다. 특히 지구 온난화는 기후 패턴의 변화를 일으켜 이상기상을 자주 일으키며, 생태계와 농업의 패턴에 변화를 가져오고, 인류의 건강에도 영향을 미친다.

2021년 초 200여 개의 의학저널이 발표한 공동사설과 세계보건기구(WHO)와 같은 주요 공중보건기관에 따르면 기온 및 해수면 상승을 포함한 기후변화는 세계 공중보건에 가장 큰 위협이며 다양한 방법으로 인간의 건강에 영향을 미칠 수 있다. 지구 온난화로 인한 기온 상승으로 신경질환의 증상이 악화되고 입원 및 사망률이 증가했다. 기온 상승이 알츠하이머 또는 기타 치매 환자에서 과민성, 불안, 우울증과 같은 증상의 발현과 연관이 있었고, 다발성 경화증 환자의 인지 능력 및 운동 기능 저하와도 관련되는 것으로 알려졌다. 기온 상승은 치매 환자와 뇌졸중 환자의 입원 및 사망률을 증가시키고 연간 기온이 상승함에 따라 진드기가 매개하는 질병, 뇌염 발생률이 높게 나타났다.

미국의 여론조사기관 퓨(Pew)리서치센터의 조사에 따르면 신종코로나바이러스감염증(COVID-19) 확산으로 큰 인명피해가 발생했음에도 프랑스, 이탈리아, 스페인 등 유럽 국가와 캐나다에서는 전염병보다 기후변화를 국가의 가장 중대한 위협으로 꼽았다. 영국 일간지 《The Guardian》에 따르면, 2021년 COP26이 개최되기에 앞서 행해진 설문조사에서 영국인의 약 78%가 어느 정도 환경에 대한 염려를 느낀다고 답했고, 56%는 기후변화의 영향이 코로나 팬데믹의 영향보다 클 것이라는 입장이었다. 사람들 사이에 기후 문제가 심각하다는 두려움과 관련된 기후공포증(climate-anxiety) 또는 환경염려증(eco-anxiety)이 널리 퍼져 있다는 것이 설문조사 결과다.

기후 위기에 대한 염려는 특히 미래세대 사이에서 더욱 커지고 있는 것으로 보이는데, 국제학술지인 《Nature》는 16세~25세 사이의 10개국 청소년 만 명을 상대로 한 설문조사에서 응답자의 약 60%는 기후변화에 대해 ‘매우 걱정된다’라고 답했고, 45%는 그러한 걱정이 일상생활에 영향을 미친다고 답했다. 《Nature》가 IPCC 보고서 작성에 참여한 저자 233명 가운데 약 40%인 92명의 과학자가 보내온 응답을 분석한 결과에 따르면 조사 대상 기후학자 60%는 “지금 추세면 2100년 지구 기온 산업화 전보다 3℃ 올라갈 것”으로 예상했다. 응답자의 88%는 지구 온난화는 현실의 위기라고 답했으며, 82%는 자신들이 죽기 전에 기후변화의 파국적 결말을 볼 것으로 예상한다는 비관적으로 전망했다. 응답자 60% 이상은 기후변화에 대한 우려로 불안이나 슬픔, 고통을 경험한다고 답했다. 그러나 조사에 응한 과학자들의 20% 이상은 기온 상승을 2℃ 내로 억제할 수 있을 것이라는 견해를 내놨다.

국내에서 기후변화를 어떻게 인식하고 있는지를 국민 1,000명을 대상으로 KBS와 그린피스(Greenpeace)가 2020년에 공동 조사했다. 우리 삶에 큰 영향을 주고 있는 가장 심각한 문제에 대한 질문에 대한 대답은 전염병(51.7%), 기후 위기(19.2%), 경제 위기(17.7%) 순이었다. 기후 위기의 인식 정도는 심각이 86.9%를 차지했다. 기후 위기가 영향을 미치는 세대는 다음 세대(52.7%), 손주 세대(37.0%) 순이었고, 내 세대(8.6%)에 그쳤다. 전국 만 15세~17세 남녀 청소년 202명의 기후 위기 관련 청소년 인식조사에 따르면 기후 위기가 심각하고(91.6%), 내 세대에 영향을 미칠 것(17.3%)으로 어른(8.6%)보다 두 배 정도 높았다. 청소년들은 기후 충격에 대한 위기의식, 문제점을 해결하려는 의지도 성인들보다 높아 기후 위기 대응의 주체가 될 수 있음을 알 수 있다.

기후변화와 건강 피해 현황

지구촌에서 2020년에 발생한 폭염, 대형 산불, 허리케인, 홍수 등 242건의 기후 재난으로 입은 피해액은 210조 3,248억 원에 이른다. 2020년에 발생한 폭염 때문에 전 세계에서 잃어버린 노동 시간이 2,950억 시간에 이른다. 2019년 열파로 숨진 65세 이상 사람 숫자가 34만 5,000명으로 2000년과 비교해보면 무려 80%가 증가했다.

질병관리본부의 통계에 따르면 지난 2018년 한국에서 폭염과 관련한 발병자는 4,526명이었고, 사망자도 48명에 이르는 것으로 조사됐다. 그러나 폭염으로 인한 간접적인 건강 영향이 반영되지 않은 점을 고려하였을 때 실제 사망자는 훨씬 더 많을 것으로 추정된다. 기후변화의 직접적 요인인 폭염이 질병의 원인 중 하나라면 어린이는 기후변화에 따라 발생하는 질병의 직접적인 대상이다. 세계보건기구(WHO)에 따르면 기후변화로 인해 발생하는 질병의 88%는 5세 미만의 어린이에게 발생한다.

『한국기후변화평가보고서 2010』에 따르면 국내에서 기온 1℃ 증가에 따라 장염 발생은 약 6.84% 증가하였고, 기온 상승에 의한 질병 부담은 65세 이상 노인층이 가장 취약한 것으로 알려졌다.

다. 『한국기후변화평가보고서 2014』에 따르면 폭염에 의한 온열 손상환자와 사망자가 증가하고, 기상재해 및 알레르기 질환자가 증가할 것으로 전망했다. 폭염에 의한 사망자가 서울의 경우 현재 인구 10만 명당 0.7명에서 20년 후인 2036~2040년 1.5명으로 약 2배 증가할 것으로 전망됐다. 『한국기후변화평가보고서 2020』에 따르면 폭염으로 사망자가 증가하는데, 기온이 1℃ 높아지면 사망 위험은 5% 증가했다. 특히 75세 이상 노인이나 만성질환자(심혈관질환자 6%, 뇌혈관질환자 4%, 호흡기질환자 2% 사망 증가) 등 사회경제적 상태가 낮은 인구 집단이 폭염에 더 취약했다. 기온이 1℃ 오르면 쓰쓰가무시증(+4.27%), 말라리아(+9.52~+20.8%) 등 매개 감염병이 증가하고, 살모넬라(+47.8%), 장염비브리오(+19.2%) 및 황색포도상구균(+5.1%)으로 인한 식중독 환자도 증가했다.

기후변화에 따른 미래 건강 피해 예측

현재 추세대로 온실기체가 배출되면(RCP 8.5) 우리나라 폭염일수는 연간 10.1일에서 21세기 후반에는 35.5일로 크게 늘면서 건강 피해로 이어진다. 기온이 1℃ 상승할 때, 사망 위험은 5% 증가한다. 미래에는 폭염으로 인해 여름 사망률이 2011년 인구 10만 명 당 100.6명에서 2040년 230.4명으로 약 2배 증가할 것으로 예상했다. 특히 여성과 65세 이상 노인, 교육수준이 낮은 인구 집단, 심뇌혈관이나 호흡기계 질환 등 만성질환자가 폭염 위험에 더 약한 것으로 알려졌다.

온도상승에 따라 동물 매개 감염병, 수인성 및 식품 매개 감염병도 증가할 것으로 분석되었다. 각종 감염병의 매개가 되는 모기는 27% 늘어나고, 갈색날개매미충, 등검은말벌, 진드기 등 곤충도 급증할 전망이다. 최근 얼룩날개모기는 4배, 흰줄숲모기는 3.3배 늘어났다. 기온이 1℃ 증가할 때마다 쓰쓰가무시증, 말라리아 등 매개 감염병이 증가하고 살모넬라, 장염비브리오 등으로 인한 식중독도 증가한다.

2022년 IPCC는 제6차 평가보고서는 인구, 경제, 토지이용, 에너지 사용, 탄소배출 감축 노력 등 미래사회상을 반영한 공통사회경제경로(SSP·Shared Socioeconomic Pathway)를 바탕으로 5개의 시나리오를 제시했다. IPCC는 온실기체 감축에 가장 적극적인 SSP1-1.9 시나리오조차도 2021~2040년 사이에 지구 기온이 산업화 이전보다 1.5℃도 상승할 것으로 전망했다. 지구온난화에 따라 세계 모든 곳에서 그동안 접촉이 없었던 포유류 간 만남이 늘어날 것으로도 예상했다. 특히 열대 및 아열대 지역인 아프리카와 동남아시아에서 다른 동물종 사이 접촉이 증가하고 사람과의 접촉이 늘어난다고 했다.

미국과 남아프리카공화국 공동 연구팀은 《Nature》에 발표된 논문에서 지구 평균기온이 2℃ 상승할 경우 2070년이 되면 최소 1만 5,000종의 새로운 바이러스가 이종 간 공유될 것으로 전망했다. 새로운 이종 간 바이러스 감염 숙주로는 박쥐가 지목되었다.

기후변화와 건강 피해에 대한 대응

급격한 기후변화가 우리 국민 건강에 미치는 부담과 피해를 최소화하기 위해서 어떤 미래 대비가 필요한지를 제안한다.

첫째, 평균기온 등 평균기상 조건보다 건강에 피해를 줄 수 있는 극단적인 기후요소 등 사람에 피해를 미칠 수 있는 임계점(tipping point)에 대한 구체적인 사례 연구가 필요하다. 기후요소의 평균값이 아닌 극한기상값(예: 최난월 최고기온, 최한월 최저기온, 한발기간, 집중호우, 높은 상대습도, 강풍 등)과 함께 극값의 지속기간이 중요하다. 따라서 극한기후요소와 극값의 지속기간이 건강에 미친 피해를 기후요소별, 질병유형별, 연령별, 계층별, 산업별, 지역별 등으로 사례별로 분석해 피해를

최소화할 대책을 마련해야 한다.

둘째, 극한기후요소값과 지속기간의 변화가 미래 우리나라 질병과 국민 건강에 미칠 피해에 대비하고 부작용을 줄일 수 있는 과학기반의 대응책 수립이 필요하다. 특히 기후변화가 사람에게 직접적으로 피해를 미치지 않더라도 해충, 야생동물, 가축, 식생, 농작물 등 자연생태계를 우회하거나 경유하여 간접적으로 미칠 영향과 피해에 대한 선제적인 분석과 대응이 필요하다.

셋째, 기후변화가 국민 건강에 미칠 피해를 최소화할 수 있는 기후변화 대응 보건시스템 구축이 필요하고, 이를 위해서는 기후요소별로 건강에 미친 영향에 대한 공간적 영향과 시간적 변화에 대한 분석이 필요하다. 이를 기초로 기후요소별 변화 정도에 따라 대응할 수 있는 국가적 시스템 구축과 대국민 홍보와 교육체계를 마련해야 한다.

넷째, 기후변화와 건강 관련 인프라가 부족하고 대응 능력이 충분하지 않은 것으로 알려진 대한민국과 생태적 공동체를 이루고 있는 군사분계선 이북의 북녘에 대해서도 관심과 지원 그리고 교류협력이 필요하다.

다섯째, 기후변화와 국민 건강과의 관계성에 대한 인식에 대한 근본적인 사고의 전환이 필요하다. 우리는 ‘기후변화의 피해자인 동시에 기후위기를 자초하는 원인제공자 또는 가해자’임을 인식하고 나부터 개인적으로 가정에서 지역에서 깨어있는 ‘소비자, 유권자로서 단순한 지식보다는 생활 속에서 실천’하면서 기후변화의 원인을 줄이고 기후시스템을 회복하는 ‘지구와 공생하는 삶(*Homo symbiosis*)’에 앞장서야 한다.

더 읽을거리

공우석, 2012, 키워드로 보는 기후변화와 생태계, 지오북.

공우석, 2018, 왜 기후변화가 문제일까, 반니.

공우석, 2020, 지구와 공생하는 사람: 생태. 이다북스.

공우석, 2020, 기후위기, 더 멀어지기 전에 더 멀어지기 전에, 이다북스.

국립기상과학원, 2018, 한반도 100년의 기후변화, 국립기상과학원.

국립환경과학원, 2011, 한국기후변화평가보고서 2010, 환경부.

기상청·국립환경과학원, 2015, 한국기후변화평가보고서 2014, 기상청·국립환경과학원.

기상청·국립환경과학원, 2020, 한국기후변화평가보고서 2020, 기상청·국립환경과학원.

박윤형, 2012, 세계보건기구(WHO) 기후변화와 건강, 의료정책연구소.

홍성민, 2018, 기후변화와 지속가능발전 법제연구: 보건, 복지: 보건의료기본법 상의 기후변화에 따른 국민건강영향평가, 한국법제연구원.

기상청 국립기상과학원 <http://www.nims.go.kr>

기후변화로 인한 건강과 재산 피해는 현재 적응대책 수립시 가장 국민적 우려가 가장 높은 항목이다. 기상청과 IPCC 제6차 평가보고서는 우리나라를 포함한 동아시아 지역에서 극한 고온, 가뭄, 호우 증가가 관측되고 있으며, 21세기 후반까지 우리나라 연평균 기온이 +2.3~6.3도 증가하고 강수량이 3~18% 증가하여 고온-다습한 환경으로 변화할 것으로 전망하고 있다. 그러나 IPCC 기후모형 예측 결과에 따르면 모든 탄소저감 시나리오에서 2040년까지 지구온난화가 1.5도를 넘어 설 것으로 전망되어, 탄소배출 저감 정책만으로는 이러한 환경 변화를 지연시킬 뿐 막지 못할 것으로 보인다. 기후변화와 함께, 고령화 등 사회환경 변화에 대비한 종합적인 기후보건 정책 마련이 지체될수록, 국민 건강 피해와 사회적 부담은 증가할 것이다.

아시아지역은 온난 건조시기 산림지역의 가뭄, 산불, 병해가 대규모로 증가하였고, 온난 습윤기 병해가 증가한 것으로 나타나고 있다. 지구온난화는 인간 활동과 함께 생물 서식처를 파괴하고 복상시킬 것이며 이러한 생태계 변화는 종다양성 감소와 새로운 질병 노출 가능성을 증대시킬 것으로 생각된다. 폭염, 한파 등 직접적이고 즉각적으로 확인 가능한 기상재해 피해는 정책적 관심과 지원이 높아지고 있으나, 종다양성 감소, 식량부족 등 간접적이고 중장기적 대응이 필요한 분야는 피해가 도래하기 전까지 공감대 형성을 위한 증거와 확신 부족으로 대응 우선순위가 밀리는 경향이 있다. 그러나 이러한 피해는 코로나19나 아프리카 돼지열병과 같이 시스템 파괴적인 현상으로 발전할 수 있으므로 보험과 같이 지속적인 투자와 관심을 가질 필요가 있다. 기후변화는 식량과 에너지 안보를 위협하고 있으며, 정치적 불안정 상황을 발생시켜 아프리카 난민 발생과 같은 외부로부터의 새로운 위기 상황을 발생시킬 우려가 높다. 외부 유입 질병 관리를 위한 공항, 항만 등의 모니터링 및 예측 시스템 강화와 함께, 접경지역을 통한 육로전파 등 다양한 질병 유입 가능성에 관심을 가질 필요가 있다.

기후변화 건강 문제에 효과적으로 대처하기 위해서는 기후 건강 피해 모니터링과 사회적 회복력 진단 체계 도입이 선행될 필요가 있다. 기후변화 피해는 고령자, 유질병자, 저소득자 등 사회약자에 집중되고 있으며, 고령화 사회 전환은 사회적 부담을 더욱 증가시켜 계층간 갈등을 증대시킬 우려가 크다. 폭염 피해 등 문제 파악과 해결을 위해 기후-건강 피해간 발생 인과를 파악하고 사회 시스템 전환에 요구되는 과학적 근거가 제공되어야 할 것이다. 궁극적으로는 생태계와 사회시스템 전반의 회복력 향상과 지속가능한 보건복지 정책 마련을 위한 종합적 의사결정 체계로 발전되어야 할 것이다. 논의의 시작은 학계 등 민간부문에서 할 수 있을 것이나 효과적인 실천을 위해서는 보다 상위 의사결정권자 개입이 필요할 것이다. 기후보건 문제의 사회적 인식 전환과 공감대 형성을 위한 전제 조건은 기후변화의 중요성을 실무자 수준에서 체감하고 변화의 필요성을 확신하기 위한 근거 마련이 필요할 것이다. 올바른 시작을 위해 무엇을 알고 싶고 하고 싶은지를 제대로 파악하는 것일 것이다.

1. 지구 온난화

지구 온난화의 주원인은 인위적 온실가스의 배출 증가라고 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)는 밝히고 있습니다. 기후가 온난화됨에 따라 폭염이 발생빈도와 지속 시간, 극한 강수 현상의 발생 빈도 및 강도가 증가할 가능성이 높아졌습니다. IPCC 6 차 평가보고서에서는 SSP(공통사회 경제경로)라는 새로운 기후변화시나리오를 제시하고 있는데, 가장 긍정적인 시나리오조차 2100년에는 전 지구 평균 기온의 2°C 상승을 예측하였고, 멀지 않은 2040년 이전에 1.5°C 상승에 도달할 것으로 예측하였습니다. IPCC는 치명적인 건강영향을 피하고 수 백만명의 기후변화 관련 사망을 예방하기 위해 전 세계가 온도 상승을 1.5°C 이내로 제한해야 한다고 했는데, 점점 어려운 목표가 되어가고 있습니다. 이는 인류가 기후변화에 대응할 시간이 줄어들고 있다는 것을 암시하고 있기도 합니다.

2. 기후변화의 건강영향

기후변화는 대기오염, 매개체 생태의 변화, 알레르기 항원의 증가, 수질의 변화, 거주환경의 변화로 인한 민족 간의 충돌, 극한 기온과 극한 강수 현상을 유발하여 다양한 건강 영향이 발생합니다. 취수원의 녹조도 빈번하게 발생할 것으로 예상되며, 모기 및 진드기 매개체의 서식 기간 증가, 서식처의 북상으로 인한 서식 장소의 확대로 인하여 매개체 관련 질환의 발생도 증가할 것으로 예상됩니다. 또한 고온 건조한 날씨는 산불 발생의 빈도를 증가시킬 수 있어 자연재해의 빈도증가에도 영향을 줄 수 있습니다. 기후변화로 인한 건강영향을 평가할 때 우리나라에서는 반드시 고려해야 할 요소가 있습니다. 우리나라는 매우 빠른 속도로 고령화가 진행되고 있기 때문에, 고령화와 맞물려 기후변화로 인한 호흡기계, 당뇨, 신장질환의 입원환자 발생이 미래에 증가할 것입니다. 구체적으로 우리나라는 2050년이 되면 65세 이상 고령인구 비율이 40%를 넘어설 것으로 예측되기 때문에, 소아 연령층까지 합치면 전 인구의 절반 이상이 기후변화 취약 인구집단에 속하게 될 것입니다. 특히 노인의 경우 청각·시각·인 지능력이 감퇴되고, 주거 형태가 독거이거나, 사회적·지리적으로 고립되는 경우에는 폭염 및 한파와 같은 이상 기온 현상에 적응 행동의 부족이 나타나기 쉽습니다. 이는 향후 기후변화에 대응하기 위한 또다른 사회 안전망 확충이 필요하게 될 것임을 암시하고 있습니다.

3. CO₂증가와 기후변화

식물의 성장과 발달에 영향을 주어 알레르기를 유발하는 단백질이 더 많이 생성되도록 영향을 주어 결과적으로 공기 중에 알레르기 항원 물질이 증가하게 됩니다. 이는 실험적으로 CO₂농도를 증가시켰을 때, 참나무 꽃가루 개수·무게·크기 등이 증가하는 결과가 도출된 바 있습니다. 또한 최고기온, 최저기온의 지속적인 증가는 공기 중의 알레르기성 꽃가루의 계절적 지속 기간을 연장하고, 꽃가루 양 증가에 기여하게 됩니다. 국내에서도 꽃가루 시즌의 지속 기간은 1998년 94일이었으나, 2019년에는 140일로 지난 21년간 46일이 증가한 바 있습니다.

4. 오존의 증가

오늘날 대기 중 오존 수준은 100년전보다 약30-70% 더 높은 수준입니다. 이는 오존을 형성하는 화학물질의 배출 증가에 기인합니다. 오존은 전구체인 질소산화물과 휘발성유기화합물(VOC)이 광화학반응으로 대기 중에 형성되는 2차 오염 물질입니다. 우리나라는 경제 성장과 산업구조의 고도화에 따른 인구증가와 오염 물질 배출량 증가로 인해 대기 중 오존 농도가 지속적으로 증가 추세입니다. 2020년 발간된 state of global air 보고서에 따르면 우리나라는 전 세계에서 오존 농도가 높은 순위에서 10위를 기록한 바 있습니다. 오존의 건강영향에 있어서는 전 세계적으로 만성폐쇄성 폐질환(COPD)로 인한 사망 9명 중 1명이 오존 노출 영향으로 평가되고 있습니다.

5. 기상 및 자연재난

기후변화로 인하여 극한 강수로 인한 홍수 피해, 고온 건조한 기후로 인한 산불 건강 피해가 증가할 것으로 예상됩니다. 하지만 우리나라는 아직까지 기상재난으로 인한 건강피해를 모니터링하고 조사할 담당 부처가 애매한 측면이 있습니다. 산불로 인한 건강피해의 경우 보건부서가 없는 산림청이 주무 부서이며, 환경부와 질병관리청, 국토부, 행안부 모두 건강피해에 있어서는 한 발 뒤로 물러서 있는 것이 현실입니다. 소방청은 산불 진화에 참여하는 소방관의 건강에 대해서만 관리합니다. 미국 역시 이러한 문제로 인하여 산불 발생 시 공중 보건 담당자가 무엇을 해야하는지에 대한 매뉴얼을 다부처가 참여하여 제작한 바 있습니다. 국내에서도 산불 발생에 대한 공중보건 대응매뉴얼이 다부처가 참여하여 제작되어야 할 것으로 판단됩니다. 홍수 피해도 상황은 비슷합니다. 코로나-19가 유행하였던 2020년 섬진강 유역 17개 지자체에 수해가 발생하였음에도 불구하고 해당 지역 주민들의 건강에 어떠한 문제가 발생하였는지에 대한 체계적인 조사가 없었던 것으로 알고 있습니다. 수해가 발생하였을 때 지역 주민들의 건강피해에 대한 단기·장기 조사의 주무 부처가 행안부가 되어야 하는지 아니면 질병관리청이 되어야 하는지, 다부처 업무가 되어야 하는지 조율이 필요할 것으로 생각됩니다.

세계경제포럼이 발간한 전 세계 위험 보고서(The global risks report)에서는 2019년부터 2021년까지 3년 연속으로, 발생 가능성 측면에서 위험요인 1순위로 극한 기상이변, 2순위로 기후변화 완화 및 적응 실패를 제시한 바 있습니다. 이는 기후변화가 결국 인류의 건강위협으로 다가올 것임을 보여주고 있습니다.

토론4

김윤아 과장(질병관리청 미래질병대비과)

최근 기후 과학계의 보고에 따르면 세계의 기후가 급격하게 변하고 있다고 합니다. 폭염, 집중호우, 홍수, 가뭄, 태풍 등 기상재난이 잦아질 수 있고, 해수면의 상승과 대기오염이 증가할 것으로 전망하고 있습니다. 이러한 변화는 인체의 건강에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 크지만, 과학적인 이해를 위해서는 보다 많은 근거의 축적이 필요합니다. 그러나 현재 진행 중인 ‘기후위기’는 우리가 과학적 근거를 쌓을 수 있는 충분한 시간을 주지 않을 것으로 보입니다. 코로나19와 같은 신종감염병처럼 언제, 어디서, 어떻게 나타날지 예측하기 어렵지만 이에 적극적으로 대비를 해야 하는 상황입니다. 또한, 기후변화 자체는 전 지구적 문제이지만, 그 영향은 지리적으로나 인구학적으로나 사회경제적으로 다르게 나타날 것입니다.

따라서, 질병관리청은 일차적으로 기후변화와 관련된 질병에 대한 감시체계를 확장하여 기후변화와 건강결과 간의 관계를 더 잘 이해하기 위한 과학적 기반을 강화할 것입니다. 둘째, 기후변화에 취약한 인구집단을 찾아내고, 부정적 건강 영향을 예방하거나 최소화하는 방법을 찾아내어 국민들에게 신속하게 전달하는 역할을 할 것입니다. 셋째, 관계부처나 기관, 학계, 국제단체와의 파트너십을 개발하고 글로벌 리더십을 발휘할 수 있는 방안을 모색할 것입니다. 마지막으로, 기후변화로 인한 미래의 건강위협에 대응할 수 있는 유능한 공중보건 인력이 무엇보다 중요합니다. 이를 위해 인력양성 교육·훈련 프로그램 개발 방안을 마련하고자 합니다.

