

UN 2023년 기후변화보고서

이 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 제6차 평가보고서(AR6. Assessment Report 6)의 종합보고서(SYR)는 **기후변화, 기후변화의 광범위한 영향과 위험, 기후변화 완화 및 적응에 대한 지식 현황을 요약한 것이다.**

이 요약본은 3개의 실무그룹과 3개의 특별보고서의 기여를 바탕으로 제6차 평가보고서(AR6)의 주요 결과를 통합하고 있다.

정책결정자를 위한 요약본(SPM)은 세 부분으로 구성되어 있다: **SPM.A 현황 및 동향, SPM.B 미래 기후변화, 위험 및 장기적 대응, SPM.C 단기적 대응.**

이 보고서는 기후, 생태계 및 생물다양성, 인간 사회의 상호의존성, 다양한 형태의 지식의 가치, 기후변화 적응, 완화, 생태계 건강, 인간 복지 및 지속가능한 개발 간의 긴밀한 연관성을 인식하고 기후 행동에 참여하는 행위자의 다양성이 증가하고 있음을 반영하고 있다.

과학적 이해를 바탕으로 주요 연구 결과는 사실에 대한 진술로 공식화하거나 IPCC의 보정된 언어를 사용하여 평가된 신뢰 수준과 연관시킬 수 있다.

자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker
<https://www.delco.co.kr/> 델코지식정보

A. 현황 및 추세

관측된 온난화 및 그 원인

A.1

주로 온실가스 배출을 통한 인간 활동은 2011~2020년 지구 표면 온도가 1850~1900년보다 1.1°C 상승하는 등 명백히 지구 온난화를 일으켰다.

전 세계 온실가스 배출량 동인: 지속 불가능한 에너지 사용, 토지 사용 및 토지 이용 변화, 지역 간/국가 간/개인 간의 라이프스타일과 소비 및 생산 패턴으로 인해 역사적/지속적으로 불평등하게 기여하면서 계속 증가해 왔다(높은 신뢰도).

A.1.1 지구 표면 온도는 1850-1900년보다 2011-2020년에 1.09[0.95~1.20]°C 더 높았다.

해양(0.88[0.68~1.01]°C)보다 육상(1.59[1.34~1.83]°C)에서 더 큰 상승 폭을 보였다.

21세기 첫 20년(2001~2020년)의 지구 표면 온도는 1850~1900년보다 0.99[0.84~1.10]°C 높았다.

1970년 이후 지구 표면 온도는 적어도 지난 2000년 동안의 다른 50년 기간보다 더 빠르게 상승했다. (높은 신뢰도)

A.1.2 1850-1900년부터 2010-2019년까지 인간이 초래한 지구 표면 온도 상승의 총범위는 0.8°C~1.3°C이며, 가장 좋은 추정치는 1.07°C입니다.]

이 기간에 잘 혼합된 온실가스(GHG)는 1.0°C~2.0°C의 온난화에 기여했다.

다른 인간 요인(주로 에어로졸)은 0.0°C~0.8°C의 냉각에 기여.

자연(태양 및 화산) 요인은 -0.1°C~+0.1°C.

내부 변동성은 -0.2°C~+0.2°C의 지구 표면 온도 변화에 영향을 미친 것으로 추정.

A.1.3 1750년경 이후 관측된 잘 혼합된 온실가스 농도의 증가는 이 기간 인간 활동에 의한 온실가스 배출로 인한 것임이 분명하다.

1850년부터 2019년까지의 역사적 누적 순 CO₂ 배출량은 2400 ± 240 GtCO₂이다.

이 중 절반 이상(58%)이 1850년부터 1989년 사이에 발생했으며, 약 42%가 1990년부터 2019년 사이에 발생했다(높은 신뢰도).

2019년 대기 중 CO₂ 농도(410ppm)는 최소 200만 년 중 어느 때보다 높았다(높은 신뢰도).

메탄(1866ppm)과 아산화질소(332ppm)의 농도는 최소 80만 년 중 어느 때보다 높았다(매우 높은 신뢰도).

A.1.4 2019년 전 세계 인위적 온실가스 순배출량은 59 ± 6.6 GtCO₂-eq로 추정.

이는 2010년에 비해 약 12%(6.5 GtCO₂-eq), 1990년에 비해 54%(21 GtCO₂-eq) 증가한 것.

화석 연료 연소 및 산업 공정(CO₂-FFI)에서 발생하는 CO₂가 가장 큰 비중과 성장을 보였다.

그 다음으로 메탄, 1990년에 낮은 수준에서 시작된 불화 가스(F-gas)에서 가장 높은 상대적 성장률을 보였다.

2010~2019년 연평균 온실가스 배출량은 과거 어느 10년보다 높았다.

하지만, 2010~2019년의 증가율(1.3% yr-1)은 2000~2009년의 증가율(2.1% yr-1)보다 낮았다.

2019년 전 세계 온실가스 배출량의 약 79%는 에너지, 산업, 운송, 건물 부문에서, 22%는 농업, 임업 및 기타 토지 이용(AFOLU) 부문에서 발생했다.

GDP의 에너지 집약도와 에너지의 탄소 집약도 개선에도 불구하고, CO₂-FFI의 배출량 감소는 배출량 증가보다 적었다. (높은 신뢰도)

배출량 증가 동인은 산업, 에너지 공급, 운송, 농업, 건물 등의 글로벌 활동 때문이다.

A.1.5 CO₂ 배출의 역사적 기여도는 총 규모, 토지 이용, 토지 이용 변화, 임업 등으로 인한 CO₂-FFI 및 순 CO₂ 배출량(CO₂-LULUCF)에 대한 기여도는 지역마다 크게 다르다.

2019년 전 세계 인구의 약 35%는 1인당 CO₂ 배출량이 9tCO₂-eq를 초과하는 국가(CO₂-LULUCF 제외)에 살고 있다.

41%는 1인당 CO₂ 배출량이 3tCO₂-eq 미만인 국가에 살고 있으며, 이들 국가 상당수는 현대 에너지 서비스에 대한 접근성이 부족하다.

최빈개도국(LDC)과 소도서개발도상국(SIDS)은 CO₂-LULUCF(land use, land-use change and forestry)를 제외한 1인당 배출량이 세계 평균(6.9tCO₂-eq)보다 훨씬 낮다(각각 1.7tCO₂-eq와 4.6tCO₂-eq).

1인당 배출량이 가장 높은 10%의 가구는 전 세계 소비 기준 가정 온실가스 배출량의 34~45%를, 하위 50%는 13~15%를 기여하고 있다. (높은 신뢰도)

관측된 변화와 영향

A.2

대기, 해양, 빙권(cryosphere), 생물권에서 광범위하고 빠른 변화가 일어나고 있다.

인간이 초래한 기후변화는 이미 전 세계 모든 지역에서 많은 기상 이변과 극한 기후에 영향을 미치고 있다.

이로 인해 자연과 사람들에게 광범위한 악영향과 관련 손실 및 피해가 발생하고 있다(높은 신뢰도).

역사적으로 현재 기후변화에 가장 적게 기여한 취약한 지역 사회는 불균형적으로 영향을 받고 있다(높은 신뢰도).

A.2.1 인간의 영향으로 대기, 해양, 육지가 온난화되었다는 것은 분명한 사실이다.

1901년과 2018년 사이에 전 세계 평균 해수면은 0.20[0.15~0.25] m 상승했다.

평균 해수면 상승률은 1901년과 1971년 사이에 1.3[0.6~2.1] mm yr⁻¹이었고,

1971년과 2006년 사이에는 1.9[0.8~2.9] mm yr⁻¹로 증가했으며,

2006년과 2018년 사이에는 3.7[3.2~4.2] mm yr⁻¹로 더욱 증가했다(높은 신뢰도).

적어도 1971년 이후 이러한 증가의 주요 원인은 인간의 영향일 가능성이 매우 높다.

폭염, 폭우, 가뭄, 열대성 저기압과 같은 극한 현상의 변화, 특히 인간의 영향에 기인한다는 증거는 AR5 이후 더욱 강화되었다.

인간의 영향으로 1950년대 이후 폭염과 가뭄의 동시 발생 빈도가 증가하는 등 복합적인 기

상이변이 발생할 가능성이 높아진 것으로 보인다(높은 신뢰도).

A.2.2 약 33억~36억 명의 사람들이 기후변화에 매우 취약한 환경에 살고 있다.

인간과 생태계의 취약성은 상호 의존적이다.

상당한 개발 제약이 있는 지역과 사람들은 기후 위험에 대한 취약성이 높다.

기상 및 기후 기상 이변의 증가로 수백만 명의 사람들이 심각한 식량 불안에 노출되고 물 안보가 악화되었으며,

아프리카, 아시아, 중남미, 소도서국, 북극의 많은 지역과 지역사회, 그리고 전 세계적으로 원주민, 소규모 식량 생산자 및 저소득 가구에 가장 큰 악영향을 미쳤다.

2010년부터 2020년까지 홍수, 가뭄, 폭풍으로 인한 사망률은 취약성이 매우 높은 지역에서 취약성이 매우 낮은 지역에 비해 15배 높았다. (높은 신뢰도)

A.2.3 기후변화는 육상, 담수, 빙권, 연안 및 해양 생태계에서 상당한 피해를 입혔으며, 점점 더 돌이킬 수 없는 손실을 초래하고 있다(높은 신뢰도).

육지와 해양에서 기록된 대량 폐사 사건(매우 높은 신뢰도)과 함께 극심한 폭염의 규모 증가로 인해 수백 종의 지역적 손실이 발생했다(높은 신뢰도).

빙하 후퇴로 인한 수문학적 변화의 영향이나 영구 동토층 해빙으로 인한 일부 산악(중간 신뢰도) 및 북극 생태계의 변화(높은 신뢰도) 등 일부 생태계에 대한 영향은 돌이킬 수 없을 정도로 가까워지고 있다.

A.2.4 기후변화는 식량 안보를 감소시키고 물 안보에 영향을 미쳐 지속가능한 개발 목표를 달성하려는 노력을 방해하고 있다(높은 신뢰도).

전반적인 농업 생산성은 증가했지만, 기후변화는 지난 50년 동안 전 세계적으로 이러한 성장을 둔화시켰다.(중간 신뢰도)

주로 중저위도 지역에서는 부정적인 영향을 미쳤지만, 일부 고위도 지역에서는 긍정적인 영향을 미쳤다(높은 신뢰도).

해양 온난화와 해양 산성화는 일부 해양 지역의 어업 및 조개류 양식에서 식량 생산에 악영향을 미쳤다(높은 신뢰도).

현재 전 세계 인구의 약 절반이 기후 및 비기후적 요인이 복합적으로 작용하여 일 년 중 적어도 일부 기간 심각한 물 부족을 경험하고 있다(중간 신뢰도).

A.2.5 모든 지역에서 극심한 더위 현상이 증가함에 따라 사망률과 환자수(morbidity)가 증가했다(매우 높은 신뢰도).

기후 관련 식품 매개 및 수인성 질병의 발생(매우 높은 신뢰도)과 매개체 매개 질병의 발생(높은 신뢰도)이 증가했다.

평가된 지역에서 일부 정신 건강 문제는 기온 상승(높은 신뢰도), 기상이변으로 인한 트라우마(매우 높은 신뢰도), 생계 및 문화 상실(높은 신뢰도)과 관련이 있는 것으로 나타났다.

아프리카, 아시아, 북미(높은 신뢰도), 중남미(중간 신뢰도)에서 기후 및 기상 이변으로 인한 이주가 증가하고 있으며, 카리브해와 남태평양의 작은 섬 국가들은 인구 규모에 비해 불균형적인 영향을 받고 있다 (높은 신뢰도).

A.2.6 기후변화는 자연과 사람들에게 광범위한 악영향을 미치고 관련 손실과 피해를 야기했으며, 이는 시스템, 지역 및 부문에 걸쳐 불평등하게 분포되어 있다.

기후변화로 인한 경제적 피해는 농업, 임업, 어업, 에너지, 관광업 등 기후에 노출된 부문에서 감지되고 있다.

예를 들어 주택 및 인프라 파괴, 재산 및 소득 손실, 인간 건강 및 식량 안보, 성별 및 사회적 형평성에 대한 악영향 등으로 개인의 생계가 영향을 받고 있다. (높은 신뢰도)

A.2.7 도시 지역 기후변화는 인간의 건강, 생계, 주요 인프라에 악영향을 미쳤다.









도시에서 극심한 폭염이 심화되었다.

교통, 물, 위생, 에너지 시스템을 포함한 도시 인프라는 극심하면서 서서히 시작되는 사건으로 인해 손상되었으며,

이로 인한 경제적 손실, 서비스 중단, 웰빙에 대한 부정적인 영향이 발생했다.

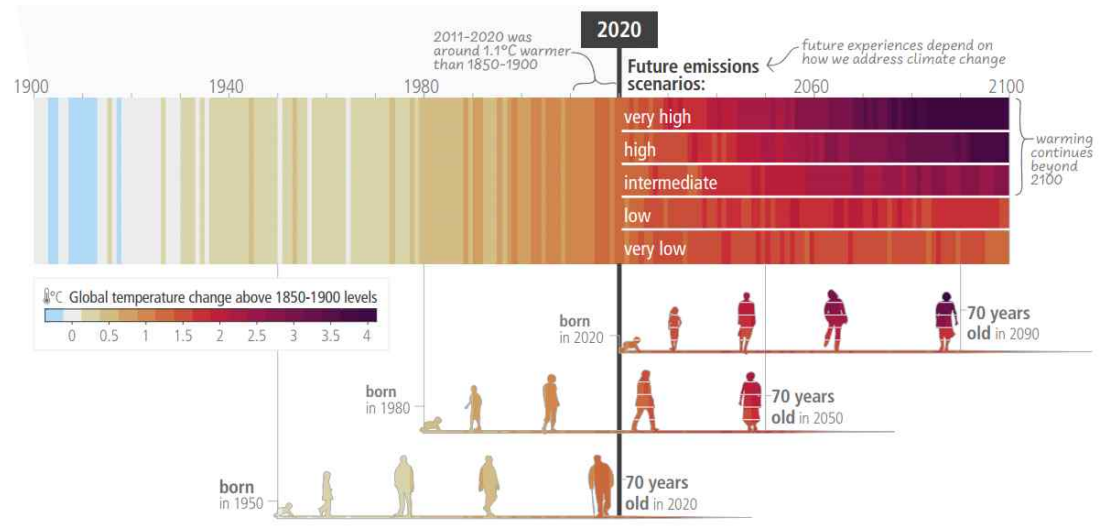
관찰된 부정적 영향은 경제적, 사회적으로 소외된 도시 거주자들에게 집중되어 있다. (높은 신뢰도)

인간이 초래한 기후변화로 인한 악영향은 계속 심화될 것이다	
a) 기후 변화로 인한 광범위하고 실질적인 영향과 관련 손실 및 피해 관찰 기후변화는 이미 전 세계적으로 인간 시스템과 육상, 담수, 해양 생태계에 광범위한 영향과 관련 손실 및 피해를 야기. 물리적 물 가용성에는 지하수, 수질 및 물 수요를 포함한 다양한 출처에서 사용할 수 있는 물의 균형이 포함. 전 세계 정신 건강 및 이재민 평가는 평가 대상 지역만을 반영. 신뢰도 수준은 관측된 영향이 기후 변화에 기인하는지에 대한 평가를 반영.	
물 가용성 및 식량 생산	건강 및 웰빙
 Physical water availability  Agriculture/crop production  Animal and livestock health and productivity  Fisheries yields and aquaculture production	 Infectious diseases  Heat, malnutrition and harm from wildfire  Mental health  Displacement
물리적 물 가용성 농업/작물 생산 동물 및 가축의 건강 및 생산성 어업 생산량 및 양식 생산량	감염성 질환 열, 영양실조 및 산불로 인한 피해 정신 건강 이동
도시, 거주지 및 인프라	생물 다양성 및 생태계
 Inland flooding and associated damages  Flood/storm induced damages in coastal areas  Damages to infrastructure  Damages to key economic sectors	 Terrestrial ecosystems  Freshwater ecosystems  Ocean ecosystems Includes changes in ecosystem structure, species ranges and seasonal timing
내륙 홍수 및 관련 피해 해안 지역의 홍수/폭풍으로 인한 피해 인프라 구조물 피해 피해 주요 경제 부문	내륙 홍수 및 관련 피해 해안 지역의 홍수/폭풍으로 인한 피해 인프라 구조물 피해 주요 경제 부문에 대한 피해 생태계 구조의 변화, 종의 범위 및 계절적 시기 등을 포함
자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker	

인간이 초래한 기후변화로 인한 악영향은 계속 심화될 것이다							
b) 여러 물리적 기후 조건의 변화로 인해 충격은 점점 더 인간 영향에 기여하고 있다.							
관측된 물리적 기후 변화는 인간 영향에 기여:							
Medium confidence		Likely		Very likely		Virtually certain	
							
Increase in agricultural & ecological drought	Increase in fire weather	Increase in compound flooding	Increase in heavy precipitation	Glacier retreat	Global sea level rise	Upper ocean acidification	Increase in hot extremes
<p>농업 및 생태 가뭄의 증가</p> <p>화재 날씨의 증가</p> <p>복합적인 식량 부족 증가</p> <p>집중 강수량 증가</p> <p>빙하 후퇴</p> <p>전 세계 해수면 상승</p> <p>해양 상층부 산성화</p> <p>더운 극단의 상태 증가</p>							
(b) 관측된 영향은 물리적 기후 변화와 관련이 있으며, 여기에는 표시된 기후 영향 요인들과 같이 인간의 영향에 기인한 것이 다수 포함된다. 신뢰도 및 가능성 수준은 관측된 기후 영향 요인의 인간 영향에 대한 귀속 평가를 반영한다.							
자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker							

인간이 초래한 기후변화로 인한 악영향은 계속 심화될 것이다

c) 현재와 미래 세대가 더 뜨겁고 다른 세상을 경험하게 될 정도는 현재와 가까운 시일 내에 어떤 선택을 하느냐에 달려 있다.



(c) 기후 조건 및 영향의 변화와 연관된 지구 표면 온도의 관측(1900-2020) 및 전망(2021-2100) 변화(1850-1900년 기준)는 3개 대표 세대(1950, 1980, 2020년 출생)의 수명에 따라 기후가 이미 어떻게 변화했고 앞으로 어떻게 변화할 것인지를 보여준다.

지구 표면 온도 변화 미래 예측(2021-2100년)은 매우 낮음(SSP1-1.9), 낮음(SSP1-2.6), 중간(SSP2-4.5), 높음(SSP3-7.0), 매우 높음(SSP5-8.5) 온실가스 배출 시나리오에 대해 표시. 연간 지구 표면 온도의 변화는 '기후 줄무늬'로 표시되며, 미래 전망은 인간이 초래한 장기 추세와 자연 변동성에 의한 지속적인 변조를 보여준다(여기서는 과거 자연 변동성의 관측 수준을 사용하여 표시됨).

세대별 아이콘의 색상은 각 연도의 지구 표면 온도 줄무늬에 해당하며, 미래 아이콘의 세그먼트는 미래의 가능한 경험을 구분한다.

자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

채택, 격차, 도전 과제 등의 현재 진행 상황

A.3

채택 계획과 실행은 모든 부문과 지역에 걸쳐 진행되어 왔으며, 문서화된 혜택과 다양한 효과가 입증되었다.

진전에도 불구하고 채택 격차는 존재하며, 현재의 이행 속도로는 계속 격차가 증가할 것.

일부 생태계와 지역에서는 채택의 하드한계와 소프트한계에 도달했다.

일부 부문과 지역에서는 부적응이 일어나고 있다.

채택한 현재의 글로벌 재정 흐름은 특히 개발도상국(높은 신뢰도)에서 적응 옵션의 이행에 불충분하고 제약이 있다.

A.3.1 모든 부문과 지역에서 채택 계획과 이행의 진전이 관찰되어 다양한 혜택을 창출중(매우 높은 신뢰도).

기후 영향과 위험에 대한 대중과 정치권의 인식이 높아지면서 최소 170개 국가와 많은 도시가 기후 정책과 계획 과정에 채택을 포함시켰다(높은 신뢰도).

A.3.2 기후 위험 감소를 위한 채택의 효과는 특정 상황, 부문 및 지역에 대해 문서화되어 있다(높은 신뢰도).

효과적인 채택 옵션의 사례로는 품종 개선, 농장 내 물 관리 및 저장, 토양 수분 보존, 관개, 농림업, 지역사회 기반 채택, 농업의 농장 및 경관 수준 다양화, 지속 가능한 토지 관리 접근법, 농업 생태학적 원칙과 관행의 사용, 자연 과정과 함께 작동하는 기타 접근법(높은 신뢰도) 등이 있다.

홍수 위험과 도시 열을 줄이는 데 효과적인 채택은 생태계 기반 채택한 도시 녹화, 습지 및 상류 산림 생태계 복원과 같은 접근 방식은 이었다(높은 신뢰도).

조기 경보 시스템(비구조적 조치)와 제방(구조적 조치)의 조합은 내륙 홍수 발생 시 인명 손실을 줄였다(중간 신뢰도).

재난 위험 관리, 조기 경보 시스템, 기후 서비스 및 사회 안전망과 같은 채택 옵션은 여러 부문에 걸쳐 광범위하게 채택 가능하다(높은 신뢰도).

A.3.3 관찰된 대부분의 채택 반응은 단편적이고 점진적이며, 부문별, 지역별로 불균등하게 분포되어 있다.

진전에도 불구하고 부문과 지역에 따라 채택 격차가 존재하며, 현재의 이행 수준에서는 계속 증가할 것이며, 저소득층의 채택 격차가 가장 클 것으로 예상된다. (높은 신뢰도)

A.3.4 다양한 부문과 지역에서 주채택에 대한 증거가 증가하고 있다.

주채택은 특히 소외되고 취약한 그룹에 부정적인 영향을 미친다. (높은 신뢰도)

A.3.5 재정, 거버넌스, 제도 및 정책적 제약으로 인해 현재 일부 저지대 해안 지역의 소규모 농가와 가정에서 채택에 대한 연약한 한계를 경험하고 있다(중간 신뢰도).

일부 열대, 해안, 극지방 및 산악 생태계는 채택 한계에 도달했다(높은 신뢰도).

효과적인 채택을 하더라도 소프트나 하드 한계에 도달하기 전에는 채택이 모든 손실과 피해를 막지는 못한다(높은 신뢰도).

A.3.6 채택의 주요 장벽: 제한된 자원, 민간 부문 및 시민 참여 부족, 불충분한 재정 동원(연구 포함), 낮은 기후이해력, 정치적 의지 부족, 제한된 연구 및/또는 채택 과학의 느리고 낮은 활용, 낮은 긴박감.

채택 소요에 추정되는 비용과 채택에 할당된 자원 간의 격차가 확대되고 있다(높은 신뢰도).

채택 자원은 주로 공공 자원에서 조달되었으며, 글로벌로 추적해본 기후 자원 중 소수의 비율은 채택에, 압도적으로 많은 비율은 완화에 할당되었다(매우 높은 신뢰도).

AR5 이후 전 세계 추적형 기후 자원은 증가 추세.

그러나 현재 공공 및 민간 자원을 포함한 채택을 위한 전 세계 금융 흐름은 불충분.

특히 개발도상국의 채택 옵션 실행을 제약하고 있다(높은 신뢰도).

불리한 기후 영향은 손실과 피해를 발생시키고 국가 경제 성장을 저해함으로써 **재원의 가용성을 감소시켜 특히 개발도상국과 최빈개도국의 채택을 위한 재정적 제약을 더욱 증가시킬 수 있다**(중간 신뢰도).

시나리오와 모델링된 경로의 사용(AR6 종합보고서에서)
<p>모델링된 시나리오와 경로는 미래 배출, 기후변화, 관련 영향 및 위험, 가능한 완화 및 채택 전략을 탐구하는 데 사용되며, 사회경제적 변수와 완화 옵션을 포함한 다양한 가정을 기반으로 한다.</p> <p>이는 정량적 예측이며 예언이나 예측이 아니다.</p> <p>비용 효과적 접근법에 기반한 배출 경로를 포함한 글로벌 모델링 배출 경로는 지역적으로 차별화된 가정과 결과를 포함하므로 이러한 가정을 신중하게 인식하고 평가해야.</p> <p>대부분은 글로벌 형평성, 환경 정의 또는 지역 내 소득 분배에 대한 명시적인 가정을 하지 않는다.</p> <p>IPCC는 이 보고서에서 평가한 문헌의 시나리오의 기초가 되는 가정에 대해 중립적이며, 가능한 모든 미래를 다루지는 않고 있다.</p>
<p>WGI(Working Groups 1)는 문헌에 나타난 인위적 기후변화 동인의 미래 발생 가능 범위를 포괄하는 SSPs(Shared Socio-economic Pathways)에 기반한 5가지 시나리오에 대한 기후 대응을 평가했다.</p> <p>온실가스 배출량이 높고 매우 높은 시나리오(SSP3-7.0 및 SSP5-8.522)는 2100년과 2050년까지 CO2 배출량이 각각 현재 수준보다 약 2배 증가한다.</p> <p>중간 온실가스 배출 시나리오(SSP2-4.5)는 CO2 배출량이 금세기 중반까지 현재 수준과 비슷하게 유지된다.</p> <p>매우 낮음 및 낮은 온실가스 배출 시나리오(SSP1-1.9 및 SSP1-2.6)에서는 CO2 배출량이 각각 2050년과 2070년에 순 제로로 감소한 후 다양한 수준의 순 마이너스 CO2 배출이 발생한다.</p>
<p>또한, RCPs(Representative Concentration Pathways)는 지역 기후변화, 영향 및 위험을 평가하기 위해 WGI와 WGII에서 사용되었다.</p> <p>WGIII에서는 전 세계 모델링된 수많은 배출 경로가 평가되었으며, 이 중 21세기 동안의 지구 온난화 평가에 따라 1202개의 경로가 분류되었는데, 온난화를 1.5°C로 제한할 가능성이 50% 이상(본 보고서에서는 50% 이상으로 표기)이면서 오버슈트가 없거나 제한된 경로(C1)부터 4°C를 초과하는 경로(C8)까지 다양한 경로가 분류되었다.</p>
<p>1850-1900년 대비 GWL(Global Warming Levels. 지구 온난화 수준)은 기후변화와 관련 영향 및 위험을 통합적으로 평가하는 데 사용된다.</p> <p>이는 주어진 GWL에서 여러 변수의 변화 패턴이 고려되는 모든 시나리오에 공통적이고 해당 수준에 도달하는 시기와 무관하기 때문이다.</p>
자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

AR6 워킹그룹 보고서(Working Group reports)에서 고려된 시나리오 및 모델링된 경로에 대한 설명과 관계.			
Category in WGIII	Category description	GHG emissions scenarios (SSPx-y*) in WGI & WGII	RCPy** in WGI & WGII
C1	limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot***	Very low (SSP1-1.9)	
C2	return warming to 1.5°C (>50%) after a high overshoot***		
C3	limit warming to 2°C (>67%)	Low (SSP1-2.6)	RCP2.6
C4	limit warming to 2°C (>50%)		
C5	limit warming to 2.5°C (>50%)		
C6	limit warming to 3°C (>50%)	Intermediate (SSP2-4.5)	RCP 4.5
C7	limit warming to 4°C (>50%)	High (SSP3-7.0)	
C8	exceed warming of 4°C (>50%)	Very high (SSP5-8.5)	RCP 8.5

* See footnote 21 for the SSPx-y terminology.
 ** See footnote 23 for the RCPy terminology.
 *** 제한적 오버슈트는 지구 온난화가 최대 약 1.5°C, 높은 오버슈트는 최대 0.1°C-0.3°C를 초과하는 것을 말하며, 두 경우 모두 최대 수십 년 동안 지속될 수 있다.
 자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

현재 완화 프로세스, 격차 및 도전 과제

A.4

감축을 다루는 정책과 법률은 AR5 이후 지속적으로 확대되어 왔다.

2021년 10월에 발표된 NDC(Nationally Determined Contributions, 국가결정기여)가 암시하는 2030년 전 세계 온실가스 배출량은 21세기 동안 온난화가 1.5°C를 초과하여 2°C 이하로 제한하기 어렵게 만들 가능성이 높다.

시행된 정책의 예상 배출량과 NDC의 예상 배출량 사이에 차이가 존재하며, 재정 흐름은 모든 부문과 지역에서 기후 목표를 달성하는 데 필요한 수준에 미치지 못한다. (높은 신뢰도)

A.4.1 UNFCCC(United Nations Framework Convention on Climate Change, 유엔기후변화 협약, 교토의정서, 파리협정은 국가 차원의 기후변화 대응에 대한 의지가 높아지는 것을 뒷받침하고 있다.

거의 전 세계가 참여한 가운데 UNFCCC에 따라 채택된 파리협정은 특히 감축과 관련하여 국가 및 국가 하위 수준에서 정책 개발과 목표 설정, 기후 행동 및 지원의 투명성을 강화하는 데 기여했다(중간 신뢰도).

많은 규제 및 경제적 수단이 이미 성공적으로 배치되었습니다(높은 신뢰도).

많은 국가에서 정책이 에너지 효율성을 높이고 산림 벌채 비율을 줄였으며 기술 보급을 가

속화하여 배출을 피하고 경우에 따라서는 배출을 줄이거나 제거했다(높은 신뢰도).
여러 증거에 따르면, 감축 정책으로 인해 전 세계적으로 24Gt CO₂-eq의 배출을 피할 수 있었다(중간 신뢰도).

최소 18개 국가가 10년 이상 절대적으로 생산에 기반한 온실가스 소비에 기반한 CO₂ 감축을 유지해 왔다.

이러한 감축은 전 세계 배출량 증가를 부분적으로만 상쇄했다(높은 신뢰도).

A.4.2 여러 감축 옵션: 태양 에너지, 풍력 에너지, 도시 시스템의 전기화, 도시 녹색 인프라, 에너지 효율, 수요 측면 관리, 산림 및 농작물/초지 관리 개선, 음식물 쓰레기 및 손실 감소 등.

이러한 옵션은 기술적으로 실행 가능하고 비용 효율성이 점점 높아지고 있으며 일반적으로 대중의 지지를 받고 있다.

2010~2019년 기간 태양 에너지(85%), 풍력 에너지(55%), 리튬 이온 배터리(85%)의 단가는 지속적으로 감소했으며, 지역별로 태양광의 경우 10배 이상, 전기 자동차(EV)의 경우 100배 이상 증가하는 등 보급이 크게 증가했다.

비용을 절감하고 도입을 촉진한 정책 수단에는 공공 R&D, 실증 및 시범 프로젝트에 대한 자금 지원, 규모 달성을 위한 보급 보조금과 같은 수요 견인 수단이 포함된다.

일부 지역과 부문에서는 배출 집약적인 시스템을 유지하는 것이 저배출 시스템으로 전환하는 것보다 비용이 더 많이 들 수 있다. (높은 신뢰도) {2.2.2, 그림 2.4} {2.2.2, 그림 2.4}

A.4.3 COP26 이전에 발표된 국가결정기여 NDC 이행과 관련된 2030년 전 세계 온실가스 배출량과 즉각적인 조치를 취할 경우 온난화를 1.5°C(>50%)로 제한하는 모델링된 완화 경로에 따른 배출량 사이에는 상당한 '배출량 격차'가 존재. 즉 즉각적인 조치가 중요.

혹은 오버슈트가 없거나 제한적이거나 온난화를 2°C(>67%)로 제한한다고 가정할 때(높은 신뢰도) 상당한 격차가 존재한다. 이렇게 하면 당연히 21세기 동안 온난화가 1.5°C를 초과할 가능성이 높다(높은 신뢰도).

오버슈트가 없거나 제한적으로 온난화를 1.5°C(>50%)로 제한하거나 즉각적인 행동을 가정하여 온난화를 2°C(>67%)로 제한하는 글로벌 모델링 완화 경로는 이번 10년간 전 세계 온실가스 배출량을 크게 감축할 수 있음을 의미한다(높은 신뢰도).

많은 국가가 금세기 중반까지 온실가스 순배출 제로 또는 CO₂ 순배출 제로를 달성하겠다는 의사를 표명.

하지만, 국가마다 공약의 범위와 구체성이 다르며 이를 이행하기 위한 정책은 현재까지 제한적으로 시행되고 있다.

A.4.4 정책 적용 범위가 부문별로 불균등하다(높은 신뢰도).

2020년 말까지 시행된 정책으로 인해 2030년 전 세계 온실가스 배출량이 NDC에 명시된 배출량보다 더 높아질 것으로 예상되며, 이는 '이행 격차'를 나타낸다(높은 신뢰도).

정책을 강화하지 않으면 2100년까지 3.2[2.2~3.5] °C의 지구 온난화가 예상됩니다(중간 신뢰도).

A.4.5 대부분의 개발도상국, 특히 최빈국에서 저배출 기술 채택이 지연되고 있는데, 이는 부분적으로 제한된 재정, 기술 개발 및 이전, 역량 때문이다(중간 신뢰도).

지난 10년간 기후 재원 흐름의 규모가 증가하고 자금 조달 채널이 확대되었지만 2018년 이후 성장세가 둔화되었다(높은 신뢰도).

금융 흐름은 지역과 부문에 따라 이질적으로 발전했다(높은 신뢰도).

화석 연료에 대한 공공 및 민간 금융 흐름이 기후 적응 및 완화에 대한 금융 흐름보다 여전히 더 크다(높은 신뢰도).

추적된 기후 금융의 압도적 다수는 완화를 위한 것.

하지만, 그럼에도 불구하고 모든 부문과 지역에서 온난화를 2°C 이하 또는 1.5°C로 제한하는 데 필요한 수준에는 미치지 못한다(매우 높은 신뢰도 참조).

2018년 선진국에서 개발도상국으로의 공공 및 공개적으로 동원된 민간 기후 재원의 흐름은 의미 있는 감축 조치와 이행의 투명성을 전제로 2020년까지 연간 1,000억 달러를 동원한다는 UNFCCC 및 파리협정에 따른 공동 목표에 미치지 못했다(중간 신뢰도).

B. 미래 기후변화, 위험 및 장기적 대응

미래 기후변화

B.1

지속적인 온실가스 배출은 지구 온난화를 증가시킬 것이며, 고려된 시나리오와 모델링된 경로를 지킨다면, 단기간에 1.5°C에 도달할 것으로 추정.

지구 온난화가 증가할 때마다 여러 가지 동시적인 위험이 심화될 것이다(높은 신뢰도). 온실가스 배출량을 깊고, 빠르고, 지속적으로 줄이면 약 20년 이내에 지구 온난화가 눈에 띄게 둔화되고, 수년 내에 대기 구성에 눈에 띄는 변화가 나타날 것입니다(높은 신뢰도).

B.1.1 지구온난화는 단기적으로(2021~2040년) 계속 증가할 것.

이는 주로 거의 모든 고려된 시나리오와 모델링된 경로에서 누적 CO₂ 배출량 증가로 인한 것이다.

단기적으로 지구 온난화는 온실가스 배출량이 매우 낮은 시나리오(SSP1-1.9)에서도 1.5°C에 도달할 가능성이 높으며, 배출량이 높은 시나리오에서는 1.5°C를 초과할 가능성이 높거나 매우 높다.

일부 시나리오와 모델링된 경로에서는 지구 온난화가 21세기 말까지 1.5°C 이하로 감소하는 것으로 나타났다.

온실가스 배출 시나리오에 대한 기후 반응을 평가한 결과, 2081-2100년의 온난화 추정치는 매우 낮은 온실가스 배출 시나리오(SSP1-1.9)의 경우 1.4°C. 중간 온실가스 배출 시나리오(SSP2-4.5)의 경우 2.7°C. 매우 높은 온실가스 배출 시나리오(SSP5-8.5)에 이르는 범위에서 상당한 정확도를 가진 추정치를 도출하여, AR5의 해당 시나리오보다 불확실성 범위가 좁아졌다.

B.1.2 대조적인 온실가스 배출 시나리오(SSP1-1.9 및 SSP1-2.6 대 SSP3-7.0 및 SSP5-8.5) 간 지구 표면 온도 추세의 뚜렷한 차이는 20년 이내에 자연 변동성에서 나타나기 시작할 것.

이러한 대조적인 시나리오 하에서는 대기오염 목표 관리와 강력하고 지속적인 메탄 배출량 감축이 결합되어, 온실가스 농도의 경우 수년 내에, 대기질 개선의 경우 더 빨리 가시적인 효과가 나타날 것입니다.

대기오염물질 배출 목표 감축은 온실가스 배출량만 감축할 때보다 수년 내에 대기질이 더 빠르게 개선.

하지만, 장기적으로는 온실가스 배출량과 대기오염물질 감축 노력을 결합한 시나리오에서 더 많은 개선이 이루어질 것으로 예상된다³³. (높은 신뢰도)

B.1.3 지속적인 온실가스 배출은 모든 주요 기후 시스템 구성 요소에 영향을 미칠 것이다. 지구 온난화가 추가로 증가할 때마다 극한의 변화는 계속해서 더 커지고 있다. 지속적인 지구 온난화는 변동성, 전 세계 몬순 강수량, 매우 습하고 매우 건조한 날씨와 기후 현상 및 계절을 포함한 전 세계 물 순환을 더욱 강화할 것으로 예상된다(높은 신뢰도).

CO2 배출량이 증가하는 시나리오에서 자연 육상 및 해양 탄소 흡수원이 이러한 배출량을 차지하는 비율은 감소할 것으로 예상된다(높은 신뢰도).

다른 예상 변화로는 거의 모든 빙권 요소의 범위 또는 양 감소(높은 신뢰도), 전 세계 평균 해수면 상승(거의 확실), 해양 산성화(거의 확실) 및 탈산소화 증가(높은 신뢰도) 등이 있다.

B.1.4 온난화 심화에 따라 모든 지역에서 기후 영향 요인에 대한 동시적이고 복합적인 변화가 점점 더 많이 발생할 것으로 예상된다.

복합적인 폭염과 가뭄이 더욱 빈번하게 발생할 것으로 예상되며, 여러 지역에서 동시에 발생할 것으로 예상(높은 신뢰도).

상대적인 해수면 상승으로 인해 현재 100분의 1 확률로 발생하는 극한 해수면 현상은 모든 고려 시나리오에서 2100년까지 전체 조위계 위치의 절반 이상에서 적어도 매년 발생할 것으로 예상된다(높은 신뢰도).

기타 예상되는 지역적 변화로는 열대성 저기압 및/또는 열대성 폭풍의 강화(중간 신뢰도), 건조 및 화재 날씨의 증가(중간에서 높은 신뢰도)가 있다.

B.1.5 화산 같은 자연 변동성(natural variability)은 인간이 초래한 기후변화를 계속 조절하여 예상되는 변화를 약화 내지 증폭시킬 것이며, 100년 기간으로 보면, 지구 온난화에는 거의 영향을 미치지 않을 것이다(높은 신뢰도).

대규모 폭발성 화산 폭발이 발생한다면, 1~3년 동안 지구 표면 온도와 강수량을 감소시켜 인간이 초래한 기후변화를 일시적으로 그리고 부분적으로 가릴 수 있다. 물론 지역적으로 차이 발생(중간 신뢰도).

지구 온난화가 증가할 때마다 평균 기후와 극한 기후의 지역적 변화는 더욱 광범위하고 뚜렷해진다.

1850-1900년 대비 1.5°C, 2°C, 3°C, 4°C의 지구 온난화 수준에서 연일 최고 기온, 연평균 총 기동 토양 수분 및 연일 최대 1일 강수량의 예상 변화.

패널은 CMIP6 다중 모델 중앙값 변화를 보여준다.

패널 (a) 연간 최대 일일 기온 변화(°C)

+3°C 상황에서 연간 가장 더운 날의 기온이 가장 많이 상승할 것으로 예상된다. (GWL의 1.5-2배) 일부 중위도 및 반건조 지역과 남미 몬순 지역에서 가장 많이 증가할 것으로 예상된다.

+4°C 상황에서 도시화는 극심한 폭염을 더욱 심화한다.

(b) 연간 평균 총 기동 토양 수분 변화(표준편차),

+3°C 상황에서 연평균 토양 수분 예측은 주로 연평균 강수량 예측을 따르지만, 증발산량의 영향으로 인해 약간의 차이를 보인다.

+4°C 상황에서 건조한 지역에서는 작은 절대 변화가 % 또는 σ (싱마.표준편차) 변화로 크게 나타날 수 있다.

σ 단위는 1850-1900년 동안 토양 수분의 연도별 변동성의 표준편차다.

표준편차는 가뭄의 심각성을 특성화하는 데 널리 사용되는 지표다.

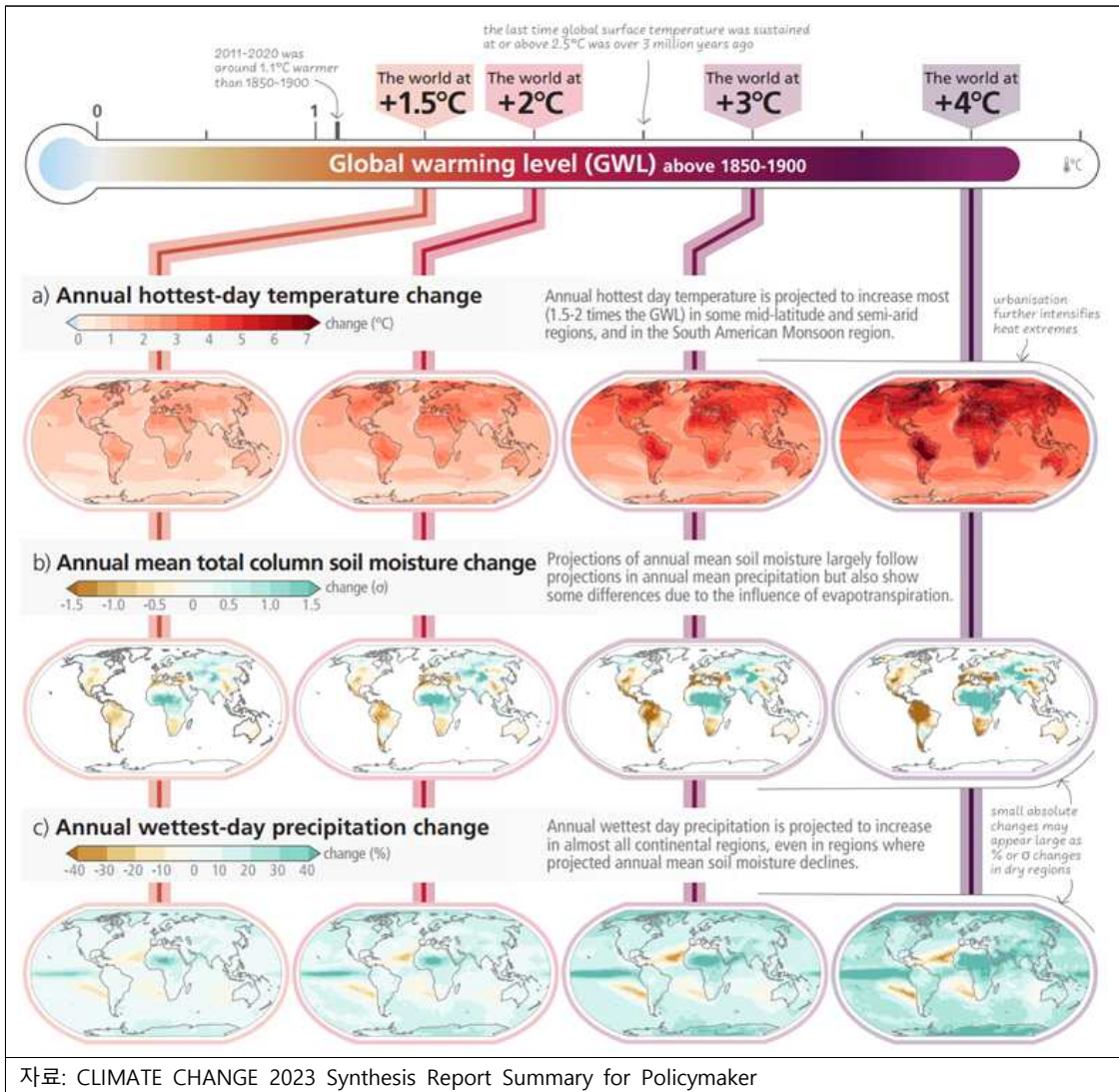
평균 토양 수분이 1 표준편차만큼 감소할 것으로 예상되는 것은 1850~1900년 동안 약 6년에 한 번씩 발생한 가뭄의 전형적인 토양 수분 조건에 해당한다.

(c) 연간 최대 1일 강수량 변화(%).

+3°C 상황에서 연평균 토양 수분이 감소할 것으로 예상되는 지역에서도 거의 모든 대륙 지역에서 연간 가장 습한 날의 강수량이 증가할 것으로 예상된다.

+4°C 상황에서 건조한 지역에서는 작은 절대 변화가 % 또는 σ (싱마.표준편차) 변화로 크게 나타날 수 있다.

패널 (b)와 (c)에서 건조한 지역의 큰 양의 상대적 변화는 작은 절대적 변화에 해당할 수 있다.



기후 변화 영향 및 기후 관련 리스크

B.2

특정 미래 온난화 수준에 대해 많은 기후 관련 리스크가 AR5에서 평가된 것보다 높으며, 장기적으로 예상되는 영향은 현재 관측된 것보다 최대 몇 배 더 높다(높은 신뢰도).

기후변화로 인한 위험과 예상되는 부정적 영향 및 관련 손실과 피해는 지구 온난화가 증가할 때마다 증가한다(매우 높은 신뢰도).

기후적 위험과 비기후적 위험이 점점 더 상호 작용하여 더욱 복잡하고 관리하기 어려운 복합적이고 연쇄적인 위험을 초래할 것이다(높은 신뢰도).

B.2.1 단기적으로 전 세계 모든 지역에서 기후 위험이 더욱 증가하여(지역 및 위험에 따라 중간에서 높은 신뢰도) 생태계와 인간에 대한 여러 위험이 증가할 것으로 예상(매우 높은

신뢰도).

단기적으로 예상되는 위험 및 관련 위험에는 열 관련 인간 사망률 및 이환율(환자수) 증가(높은 신뢰도), 식품 매개, 수인성 및 매개체 매개 질병(높은 신뢰도), 정신 건강 문제(매우 높은 신뢰도), 해안 및 기타 저지대 도시와 지역의 홍수(높은 신뢰도), 육상, 담수 및 해양 생태계의 생물다양성 손실(생태계에 따라 중간에서 매우 높음), 일부 지역의 식량 생산 감소(높은 신뢰도)가 포함.

빙권과 관련된 홍수, 산사태, 수자원 가용성의 변화는 대부분의 산악 지역에서 사람, 인프라, 경제에 심각한 결과를 초래할 가능성(높은 신뢰도).

폭우의 빈도와 강도가 증가할 것으로 예상되는 경우(높은 신뢰도), 비로 인한 국지성 홍수가 증가할 것(중간 신뢰도).

B.2.2 기후변화로 인한 위험과 예상되는 부정적 영향 및 관련 손실과 피해는 지구 온난화가 증가할 때마다 증가할 전망(매우 높은 신뢰도).

지구 온난화가 1.5°C 상승할 경우 현재보다 더 높으며, 2°C 상승 시에는 더 높아진다(높은 신뢰도).

AR5에 비해 전 세계 종합 위험 수준(우려 이유)은 지구 온난화의 더 낮은 수준에서 높음~매우 높음으로 평가된다(높은 신뢰도). 이유는 최근 관측된 영향에 대한 증거, 프로세스 이해도 향상, 적응 한계를 포함한 인간 및 자연 시스템의 노출과 취약성에 대한 새로운 지식 때문.

피할 수 없는 해수면 상승으로 인해 연안 생태계, 사람, 인프라에 대한 위험은 2100년 이후에도 계속 증가할 전망(높은 신뢰도).

B.2.3 온난화가 심화됨에 따라 기후변화 리스크는 점점 더 복잡해지고 관리가 어려워질 것. 여러 기후 및 비기후적 위험 요인이 상호 작용하여 전반적인 위험과 부문과 지역에 걸쳐 연쇄적으로 발생하는 위험이 복합적으로 발생할 것.

예를 들어, 기후로 인한 식량 불안정과 공급 불안정은 도시 확장으로 인한 지구 온난화 증가, 식량 생산 간의 토지 경쟁, 전염병 및 분쟁과 같은 비기후적 위험 동인 등과 상호 작용하여 증가할 것으로 예상.

B.2.4 주어진 온난화 수준에 따라 위험 수준은 인간과 생태계의 취약성 및 노출 추세에 따라 달라진다.

이주, 불평등 심화, 도시화 등 사회경제적 발전 추세로 인해 전 세계적으로 기후 위험에 대한 미래 노출이 증가하고 있다.

인간의 취약성은 비공식 정착촌과 빠르게 성장하는 소규모 정착촌에 집중될 것이다.

농촌 지역에서는 기후에 민감한 생계 수단에 대한 높은 의존도로 인해 취약성이 더욱 심화될 것이다.

생태계의 취약성은 지속 불가능한 소비와 생산의 과거, 현재, 미래 패턴, 인구학적 압력의 증가, 토지, 해양, 물의 지속 불가능한 사용과 관리의 지속적인 영향에 의해 크게 영향을 받게 될 것입니다.

생태계와 그 서비스의 손실은 전 세계 사람들, 특히 기본적인 필요를 충족하기 위해 생태계에 직접적으로 의존하는 원주민과 지역 사회에 연쇄적이고 장기적인 영향을 미친다. (높은 신뢰도)

<p>미래의 기후변화는 자연 및 인간 시스템 전반에 걸쳐 영향의 심각성을 증가시키고 지역적 차이를 증가시킬 것으로 예상</p> <p>추가 채택이 필요 없는 영향의 사례 Examples of impacts without additional adaptation</p> <p>a) 종 손실 위험</p> <p>잠재적으로 위험한 온도 조건에 노출된 동물 종 및 해초의 비율 1 2</p> <p>1. 종의 이동이 없다고 가정할 때, 각 종이 경험한 역사적(1850-2005년) 연평균 최고 기온을 초과하는 예상 기온 조건.</p> <p>2. 조류, 포유류, 파충류, 양서류, 해양 어류, 물밑에 사는 해양 무척추동물, 크릴(갑각류), 頭足類(오징어·문어), 산호, 해초 등 30,652종을 포함하고 있다.</p> <p>b) 인체 건강에 대한 열-습도 위험성</p> <p>온도 및 습도 조건이 결합되어 개인에게 사망 위험을 초래하는 연간 일수 3</p> <p>3 예상되는 지역별 영향은 일일 평균 지표면 기온과 상대 습도가 사망 위험을 초래하는 고열을 유발할 수 있는 전 지구적 임계값을 활용한다.</p> <p>여기에는 폭염의 지속 시간과 강도는 제시되지 않았다.</p> <p>폭염 관련 건강 결과는 지역에 따라 다르며, 개인의 건강 및 사회경제적 취약성에 대한 사회경제적, 직업적, 기타 비기후적 결정 요인에 따라 크게 좌우된다.</p> <p>이 지도에 사용된 임계값은 주로 온대 기후에서 관찰된 783건의 데이터를 종합하여 온습도 조건과 사망률 간의 관계를 규명한 단일 연구를 기반으로 한다.</p> <p>c) 식량 생산에 미치는 영향</p> <p>c1) 옥수수 수확량 4</p> <p>수확량 변화(%)</p> <p>4 예상되는 지역적 영향은 온도, 강수량, 일사량, 습도, 바람, CO₂의 변화에 따른 생물물리학적 반응에 영향을 미쳐 현재 경작지의 성장과 수분 보유력을 향상한다.</p> <p>모델은 관개 지역에 물이 제한되어 있지 않다고 가정한다.</p> <p>모델은 해충, 질병, 미래의 농업 기술 변화 및 일부 극단적인 기후 반응을 나타내지 않는다.</p>

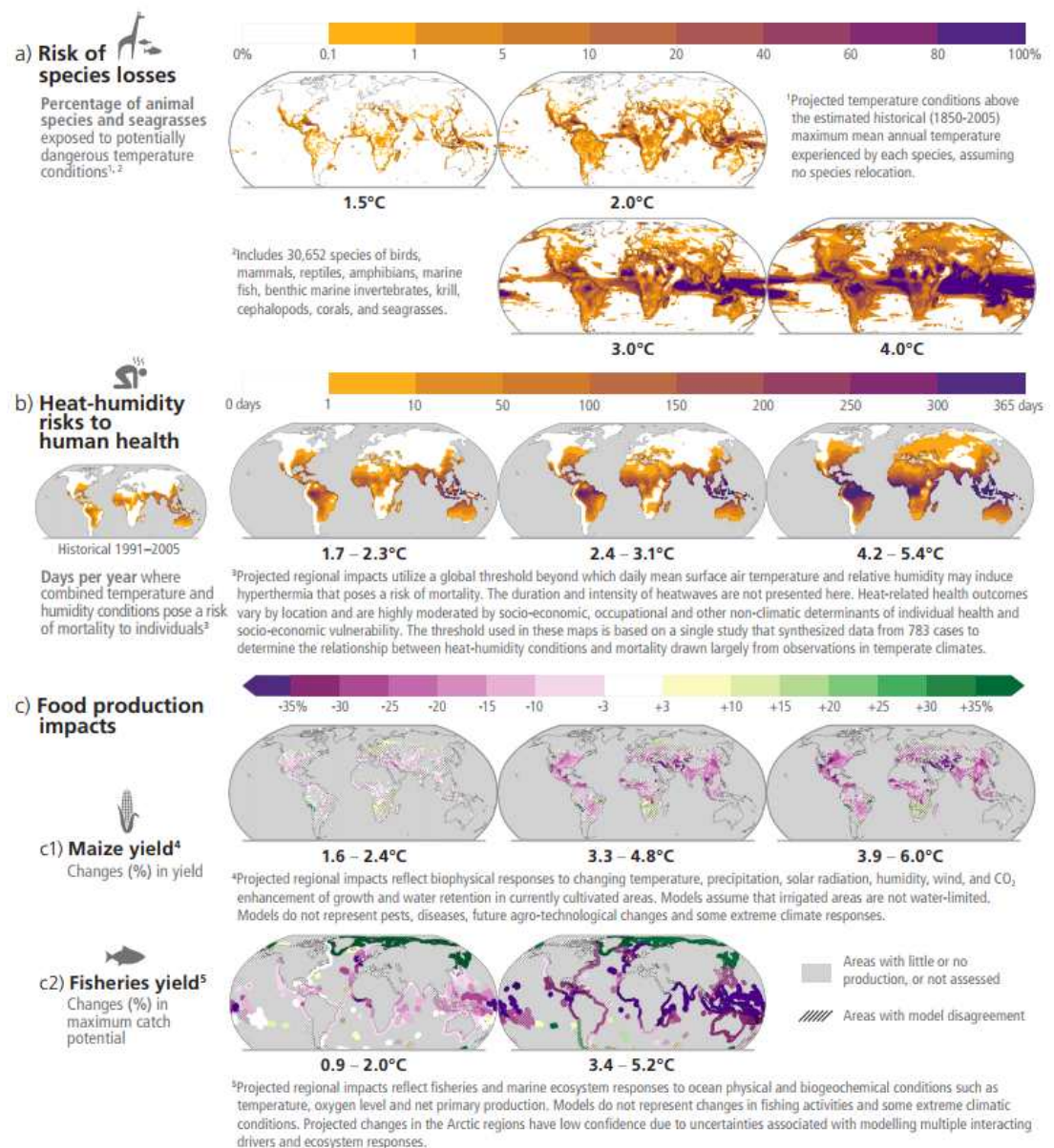
c2) 어업 생산량 5

최대 어획 잠재력의 변화(%)

5 예상되는 지역적 영향은 온도, 산소 수준, 순 1차 생산량과 같은 해양 물리 및 생물지구화학적(biogeochemical) 조건에 대한 어업과 해양 생태계의 반응에 영향을 미친다.

모델은 어업 활동의 변화와 일부 극한 기후 조건을 나타내지 않다.

북극 지역의 예상 변화는 여러 가지 상호 작용하는 동인 및 생태계 반응 모델링과 관련된 불확실성으로 인해 신뢰도가 낮다.



자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

앞 그림 설명: 1850-1900년 대비 다양한 지구 온난화 수준(GWL)에서 기후변화가 자연 및 인간 시스템에 미치는 예상 위험과 영향.

지도에 표시된 예상 위험과 영향은 추가 조정 없이 각 영향 지표를 예측하는 데 사용된 지구 시스템 및 영향 모델의 다양한 하위 집합의 결과를 기반으로 한다.

WGII는 이러한 예측과 추가 증거를 사용하여 인간과 자연 시스템에 미치는 영향에 대한 추가 평가를 제공한다.

(a) 1.5°C, 2°C, 3°C 및 4°C의 GWL에서 각 종이 경험한 역사적(1850-2005년) 최대 연평균 기온을 초과하는 조건으로 정의된 잠재적으로 위험한 온도 조건에 노출된 평가 대상 종의 비율로 표시된 종 손실 위험도.

기온 예측은 21개의 지구 시스템 모델을 기반으로 하며 북극과 같은 생태계에 영향을 미치는 극한 현상은 고려하지 않았다.

(b) 역사적 기간(1991-2005년)의 지표면 기온 및 습도 조건에서 1.7°C-2.3°C(평균 = 1.9°C; 13개 기후 모델), 2.4°C-3.1°C(2.7°C; 16개 기후 모델), 4.2°C-5.4°C(4.7°C; 15개 기후 모델) GWL에서 사망 위험을 초래하는 고온 조건에 노출되는 연간 인구 일수로 나타난 인간 건강에 대한 위험도.

RCP2.6, RCP4.5 및 RCP8.5에 따른 2081~2100년 GWL의 사분위수 범위. 제시된 지표는 WGI 및 WGII 평가에 포함된 많은 지표에서 발견되는 공통된 특징과 일치한다.

(c) 식량 생산에 미치는 영향:

(c1) 1.6°C-2.4°C, 3.3°C-4.8°C, 3.9°C-6.0°C의 예상 GWL에서 1986-2005년 대비 2080-2099년 옥수수 수확량의 변화(2.0°C), 4.1°C, 4.9°C).

농업 모델 상호 비교 및 개선 프로젝트(AgMIP)와 부문 간 영향 모델 상호 비교 프로젝트(ISIMIP)의 5개 지구 시스템 모델에서 각각 편향 조정된 결과를 바탕으로 한 12개 작물 모델 앙상블의 평균 수확량 변화.

지도는 현재 재배 지역(10ha 이상)의 1986-2005년과 비교하여 2080-2099년을 17개로 표시하고, 이에 해당하는 미래 지구 온난화 수준을 각각 SSP1-2.6, SSP3-7.0, SSP5-8.5로 표시했다. 음영은 기후-작물 모델 조합의 70% 미만이 영향의 징후에 동의하는 지역을 나타낸다.

(c2) 0.9°C-2.0°C(1.5°C) 및 3.4°C-5.2°C(4.3°C)의 예상 GWL에서 1986-2005년 대비 2081-2099년 최대 어획 잠재력의 변화.

RCP2.6 및 RCP8.5 하에서의 2081-2100년 GWL.

음영은 두 기후-어업 모델이 변화 방향에 대해 의견이 일치하지 않는 부분을 나타낸다. 수확량이 적은 지역의 큰 상대적 변화는 작은 절대적 변화에 해당할 수 있다.

남극의 생물다양성과 어업은 데이터의 한계로 인해 분석되지 않았다.

식량 안보는 여기에 제시되지 않은 작물 및 어업 실패의 영향을 받는다.

온난화가 증가할 때마다 위험은 증가하고 있다.

평가된 기후 결과 및 관련 전 세계 및 지역 기후 위험의 하위 집합.

문헌에 기반한 전문가 도출에서 비롯된 것이다.

a) 높은 위험은 이제 낮은 지구 온난화 수준에서도 발생하는 것으로 평가된다.

왼쪽 - 1850-1900년 대비 지구 표면 온도 변화(°C).

이러한 변화는 과거 시뮬레이션된 온난화에 기반한 관측 제약 조건과 평형 기후 민감도에 대한 업데이트된 평가를 CMIP6 모델 시뮬레이션과 결합하여 얻었다.

낮은 온실가스 배출 시나리오와 높은 온실가스 배출 시나리오(SSP1-2.6 및 SSP3-7.0)에 대해 매우 가능성이 높은 범위가 표시되어 있다(단면도 박스.2).

오른쪽 - AR6(두꺼운 불씨)와 AR5(얇은 불씨) 평가를 비교한 글로벌 우려 이유(RFC, Reasons for Concern).

과학적 이해가 업데이트됨에 따라 위험 전환은 일반적으로 낮은 기온으로 이동했다.

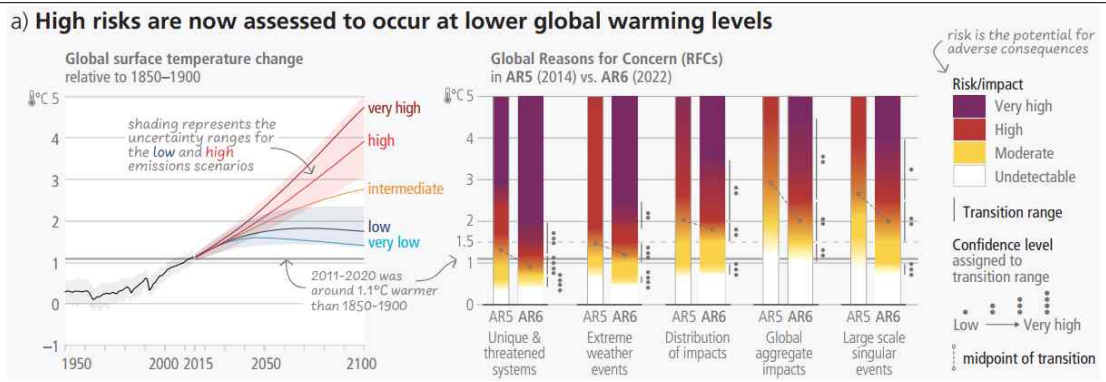
각 RFC에 대한 다이어그램은 적응이 낮거나 전혀 없다고 가정하여 표시되어 있다.

선은 AR5와 AR6에 걸쳐 중간 위험에서 높은 위험으로 전환되는 중간 지점을 연결한다.

-1850-1900년 대비 글로벌 지구표면 온도 변화에서 음영은 낮은 배출량 및 높은 배출량 시나리오의 불확실성 범위를 나타낸다.

-2011~2020년은 1850~1900년보다 약 1.1°C 더 따뜻했다.

-글로벌 우려 이유(RFC)를 AR5(2014년)와 AR6(2022년)의 비교해 보면, 온도가 올라가면서 고유하고 위협적인 시스템, 극심한 기상 이변, 영향의 분포, 전 세계 총 영향, 대규모 단일 이벤트 등이 증가한다.



자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

온난화가 증가할 때마다 위험은 증가하고 있다.

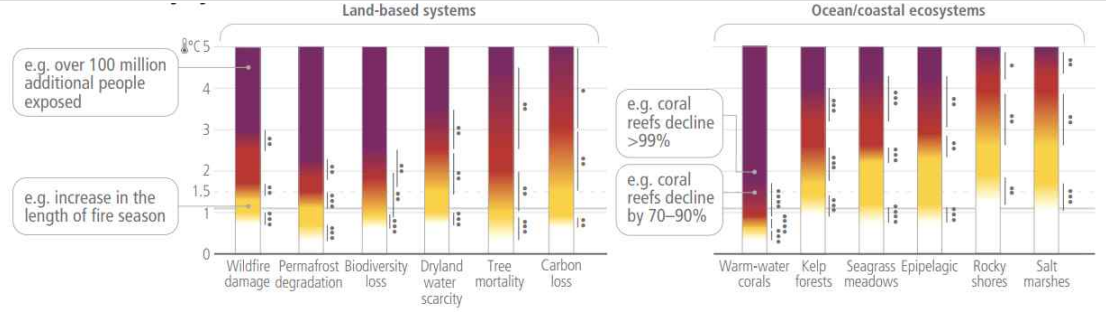
b) 시스템별로 위험이 다르다.

육상 및 해양 생태계에 대한 선별된 글로벌 위험으로, 채택이 낮거나 전혀 없는 상태에서 지구 온난화 수준에 따른 일반적인 위험 증가를 보여준다.

-온난화 상승하면서, 1억명 이상의 인구 노출 위험, 산불 시즌이 증가, 해양에서 산호초 모래톱 감소한다.

-온난화 상승하면서, 육지에서 산불, 영구 동토 감소, 생물다양성 감소, 건조지역 물 부족, 나무 소멸, 탄소감소 등이 악화한다.

-온난화 상승하면서, 해양과 근해 생태계의 난류 산호, 다시마 숲, 해초 초원, 군도, 바위 해안, 염분 습지 등에서 산호초와 모래톱 등이 줄어든다.



자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

온난화가 증가할 때마다 위험은 증가하고 있다.

c) 해안 지역의 위험은 해수면 상승에 따라 증가하며 대응에 따라 달라진다

왼쪽 - 1900년을 기준으로 한 전 세계 평균 해수면 변화(센티미터).

역사적 변화(검은색)는 1992년 이전의 조위계와 그 이후의 고도계로 관측된 것이다. 2100년까지의 미래 변화(컬러 선 및 음영)는 CMIP, 빙상 및 빙하 모델의 에뮬레이션을 기반으로 한 관측 제약 조건을 사용하여 일관되게 평가되었으며, SSP1-2.6 및 SSP3-7.0에 대해 가능한 범위가 표시되어 있다.

오른쪽 - SROCC 기준 기간(1986-2005년)에 대한 두 가지 대응 시나리오에 따라 평균 및 극한 해수면 변화로 인한 2100년 연안 홍수, 침식, 염해의 복합 위험도를 4곳의 대표적인 해안 지형에 대해 평가한 결과다.

이 평가는 평균 해수면 상승에 의해 직접적으로 유발된 것 이외의 극한 해수면 변화를 고려하지 않았으며, 극한 해수면의 다른 변화(예: 사이클론 강도 변화)를 고려할 경우 위험 수준이 증가할 수 있다.

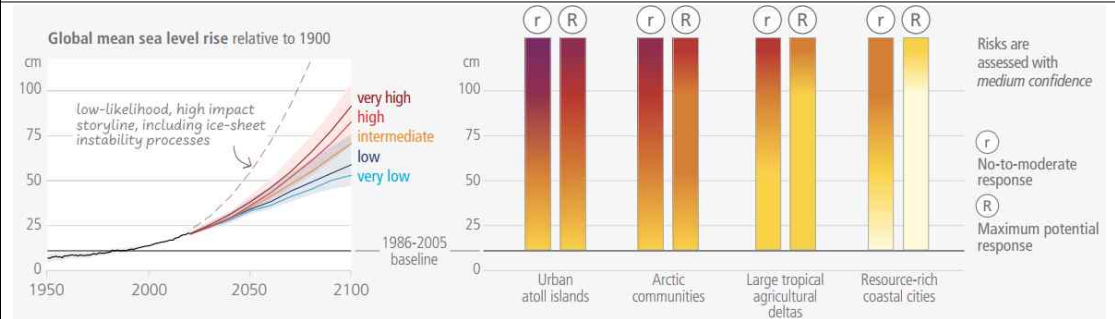
'대응 없음~보통'은 현재까지의 노력을 설명한다. (즉, 더 이상 중요한 조치나 새로운 유형의 조치가 없음). '최대 잠재적 대응'은 재정적, 사회적, 정치적 장벽을 최소화한다는 가정 하에 현재보다 상당한 추가 노력을 기울여 최대한의 대응을 시행하는 것을 의미한다. (여기서 '현재'는 2019년을 의미합니다.)

평가 기준에는 노출 및 취약성, 연안 위험, 현장 대응 및 계획된 재배치가 포함된다. 계획된 재배치는 관리된 후퇴 또는 재정착을 의미한다. 여기서는 채택 대신 대응이라는 용어를 사용하는데, 이는 후퇴와 같은 일부 대응이 채택으로 간주될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있기 때문입니다.

-1900년 대비 글로벌 해수면 상승에서 가능성이 낮지만, 빙상의 불안정한 프로세스를 포함한 높은 충격의 스토리 라인(줄거리)이 증가한다.

-온도가 오르면서 해수면이 상승하면, 도시 환초 섬, 북극 지역사회, 대규모 열대 농업 삼각주, 자원이 풍부한 해안 도시에서 대응이 생길 수밖에 없다.

-해수면 상승 정도에 따라 최소한의 반응에서 최대한의 잠재적 대응은 달라질 수밖에 없다.



자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

온난화가 증가할 때마다 위험은 증가하고 있다.

d) 채택 및 사회 경제적 경로는 기후 관련 위험 수준에 영향을 미친다.

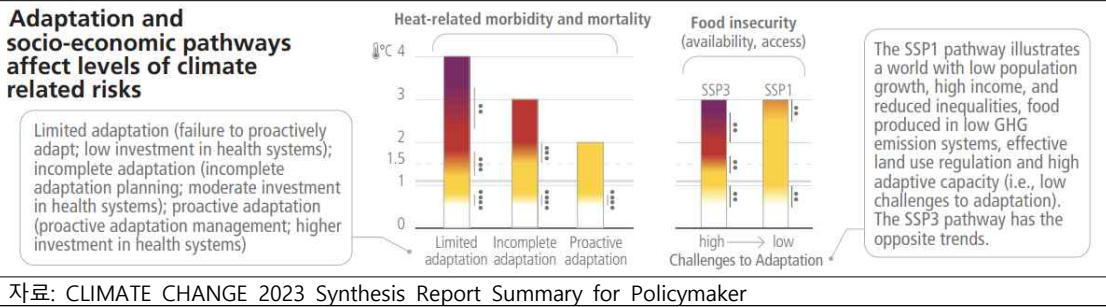
다양한 사회경제적 경로에 따라 선택된 위험으로, 개발 전략과 적응에 대한 도전이 위험에 어떤 영향을 미치는지 보여준다.

왼쪽 - 적응 효과의 세 가지 시나리오에 따른 열에 민감한 인체 건강 결과. 다이어그램은 세 가지 SSP 시나리오에 따른 2100년 기온 변화 범위 내에서 가장 가까운 전체 °C로 구분하고 있다.

오른쪽 - 기후변화 및 사회경제적 발전 패턴으로 인한 식량 안보와 관련된 위험. 식량 안보에 대한 위험에는 기아 위험에 처한 인구, 식량 가격 인상, 아동기 저체중으로 인한 장애 조정 수명 증가를 포함한 식량 가용성과 접근성이 포함된다. 위험은 목표 완화 및 채택 정책의 영향을 제외한 두 가지 대조적인 사회경제적 경로 (SSP1 및 SSP3)에 대해 평가됩니다.

-열 관련 질병을 및 사망률은 온도가 오르더라도, 제한적 채택(선제적 채택 실패, 보건 시스템에 대한 낮은 투자), 불완전한 채택(불완전한 채택 계획, 보건 시스템에 대한 보통 수준의 투자), 선제적 채택(선제적 채택 관리, 보건 시스템에 대한 높은 투자) 등의 채택 수준 정도에 따라 달라질 수 있다.

-식량 불안정(가용성, 접근성)에서 SSP1 경로는 낮은 인구 증가, 높은 소득, 불평등 감소, 낮은 온실가스 배출 시스템에서 생산되는 식량, 효과적인 토지 이용 규제, 높은 적응력(즉, 적응에 대한 도전이 적음)을 가진 세계를 보여준다. SSP3 경로는 정반대의 경향을 보인다.



피할 수 없거나 돌이킬 수 없거나 갑작스러운 변화의 가능성 및 리스크

B.3

미래의 일부 변화는 피할 수 없거나 되돌릴 수 없지만, 전 세계 온실가스 배출량을 심도 있고 신속하며 지속적으로 줄이면 제한될 수 있다.

갑작스럽고 돌이킬 수 없는 변화의 가능성은 지구 온난화 수준이 높아질수록 증가한다.

마찬가지로, 잠재적으로 매우 큰 악영향과 관련된 낮은 가능성의 결과가 발생할 확률도 지

구 온난화 수준이 높아질수록 증가한다. (높은 신뢰도)

B.3.1 지구 표면 온도를 제한한다고 해서 수십 년 또는 그 이상의 시간 척도로 반응하는 기후 시스템 구성 요소의 지속적인 변화를 막을 수 없다(높은 신뢰도).

해수면 상승은 지속적인 심해 온난화와 빙상 용해로 인해 수세기에서 수천 년 동안 피할 수 없으며,

해수면은 수천 년 동안 상승된 상태로 유지될 것이다(높은 신뢰도).

그러나 온실가스 배출을 대폭적이고 빠르게, 그리고 지속적으로 줄이지 않으면 해수면 상승 가속화와 장기적인 해수면 상승 공약에 한계가 있을 것으로 예상.

1995-2014년과 비교하여 SSP1-1.9 온실가스 배출 시나리오에 따른 전 세계 평균 해수면 상승 가능성은 2050년까지 0.15-0.23m, 2100년까지 0.28-0.55m이며,

SSP5-8.5 온실가스 배출 시나리오의 경우 2050년까지 0.20-0.29m, 2100년까지 0.63-1.01m 다(중간 신뢰도).

향후 2000년 동안에 걸쳐 지구 평균 해수면은 온난화가 1.5°C로 제한될 경우 약 2~3m, 2°C로 제한될 경우 2~6m 상승할 것(낮은 신뢰도).

B.3.2 티핑 포인트에 도달했을 때 촉발되는 변화를 포함하여 기후 시스템의 갑작스럽고 비가역적인 변화의 가능성과 영향은 지구 온난화가 심화됨에 따라 증가(높은 신뢰도).

온난화 수준이 증가함에 따라 산림(중간 신뢰도), 산호초(매우 높은 신뢰도), 북극 지역(높은 신뢰도)을 포함한 생태계에서 종의 멸종 또는 생물 다양성의 비가역적 손실 위험도 증가.

2°C에서 3°C 사이의 지속적인 온난화 수준에서 그린란드와 서남극 빙상은 수천 년에 걸쳐 거의 완전하고 비가역적으로 소실되어 수 미터의 해수면 상승을 초래할 것(증거가 제한적임).

지구 표면 온도가 높아질수록 얼음 질량 손실의 확률과 속도가 증가(높은 신뢰도).

B.3.3 잠재적으로 매우 큰 영향과 관련된 가능성이 낮은 결과의 확률은 지구 온난화 수준이 높을수록 증가(높은 신뢰도).

빙상 과정과 관련된 깊은 불확실성으로 인해, 매우 높은 온실가스 배출 시나리오(SSP5-8.5)에서는 2100년까지 전 세계 평균 해수면이 2m에 근접하고 2300년까지 15m를 초과하여 상승할 가능성(낮은 신뢰도)을 배제할 수 없다.

대서양 자오선 순환(Atlantic Meridional Overturning Circulation)이 2100년 이전에 갑자기 붕괴되지는 않을 것이라는 중간 정도의 신뢰도.

하지만, 만약 붕괴된다면 지역 기상 패턴의 급격한 변화와 생태계 및 인간 활동에 큰 영향을 미칠 가능성이 매우 높다.

*대서양 자오선 순환(Atlantic Meridional Overturning Circulation)

(자료: 네이버 지식백과. 대서양 자오면 순환 [Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC] (해양학백과))

대서양의 표층 해류가 그린란드 부근 해역에서 침강하여 북대서양 심층수를 따라 남극 해역까지 남하하는 대서양 자오면상의 평균적인 해수의 흐름이다.

남북 및 연직 방향의 열을 재분배하며 전 지구 기후 시스템을 조절하는 중요한 역할을 한다.

대서양의 고온, 고염수를 수송하는 멕시코만류는 아열대 환류를 지나 아한대 환류를 통과한다.

이 표층수는 북유럽해(그린란드와 아이슬란드, 노르웨이의 주변 해역)와 래브라도해에 도달하여 표층 냉각에 의해 밀도가 증가하고, 심층 대류 과정을 통해 서서히 침강하면서 북대서양 심층수(North Atlantic Deep Water, NADW)를 형성한다.

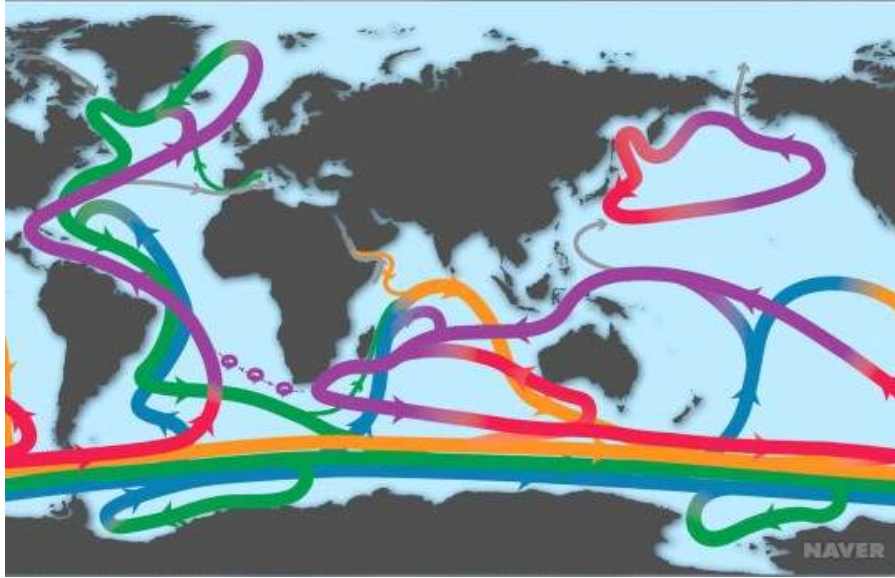
북대서양 심층수는 심층 서안경계류의 형태로 남극 주변까지 흐른다.

이러한 대서양 자오면상의 평균적인 해수의 흐름(북쪽으로 향하는 표층수와 남쪽으로 향하는 심층수와 이를 이어 주는 연직 순환)을 대서양 자오면 순환(Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC)이라고 하며, 전 지구 해수 순환 패턴인 해양 컨베이어 벨트 순환(conveyor-belt circulation)의 일부를 이룬다.

19세기까지 해양 자오면 순환(Meridional Overturning Circulation, MOC)은 적도를 기준으로 남반구와 북반구 양쪽으로 대칭적으로 존재하는 것으로 여겼으나, 20세기 초반에 다양한 해양 관측을 통해 대서양 내에서는 남반구와 북반구 사이를 이어 주는 하나의 큰 순환류가 있음을 알게 되었다.

20세기 후반에는 대서양, 태평양, 인도양 사이를 연결하여 주는 전 지구 열염 순환(thermohaline circulation) 모식도가 그려지게 되었다.

남극 기원 심층수 흐름 및 북태평양 중층 순환 등이 포함된 해양 컨베이어 벨트 시스템.

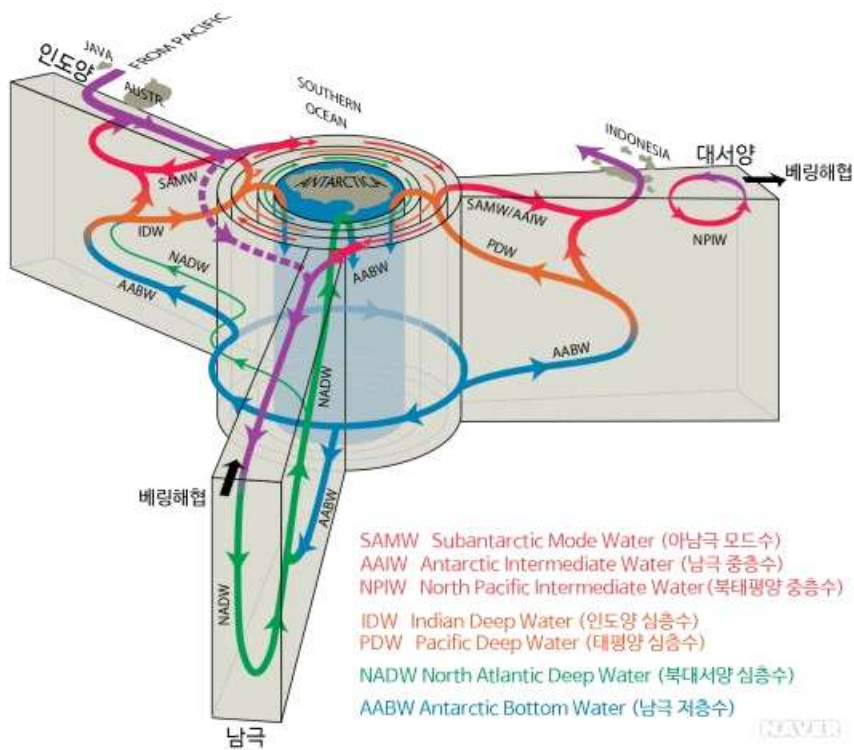


출처: 한국해양학회,

자료출처: Talley, L. D. (2013), Closure of the global overturning circulation through the Indian, Pacific, and Southern Oceans: Schematics and transports. Oceanography 26(1), 80–97.)

재인용: 네이버 지식백과. 대서양 자오면 순환 [Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC] (해양학백과)

3차원 해양 컨베이어 벨트 시스템 모식도.



출처: 한국해양학회,

자료출처: Talley, L. D. (2013), Closure of the global overturning circulation through the Indian, Pacific, and Southern Oceans: Schematics and transports. Oceanography 26(1), 80–97.)

재인용: 네이버 지식백과. 대서양 자오면 순환 [Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC] (해양학백과)

***해양 자오면 순환 중요성**

(자료: 네이버 지식백과. 대서양 자오면 순환 [Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC] (해양학백과))

대서양 자오면 순환은 해수에 의한 열 수송을 통해 적도와 극지방의 에너지 불균등 현상을 해소하는 역할을 한다.

정량적으로는 따뜻한 표층수가 북대서양으로 이동하면서 약 1PW(1015W)의 열을 수송하며, 이것이 북유럽의 기후를 따뜻하게 유지하고 있다.

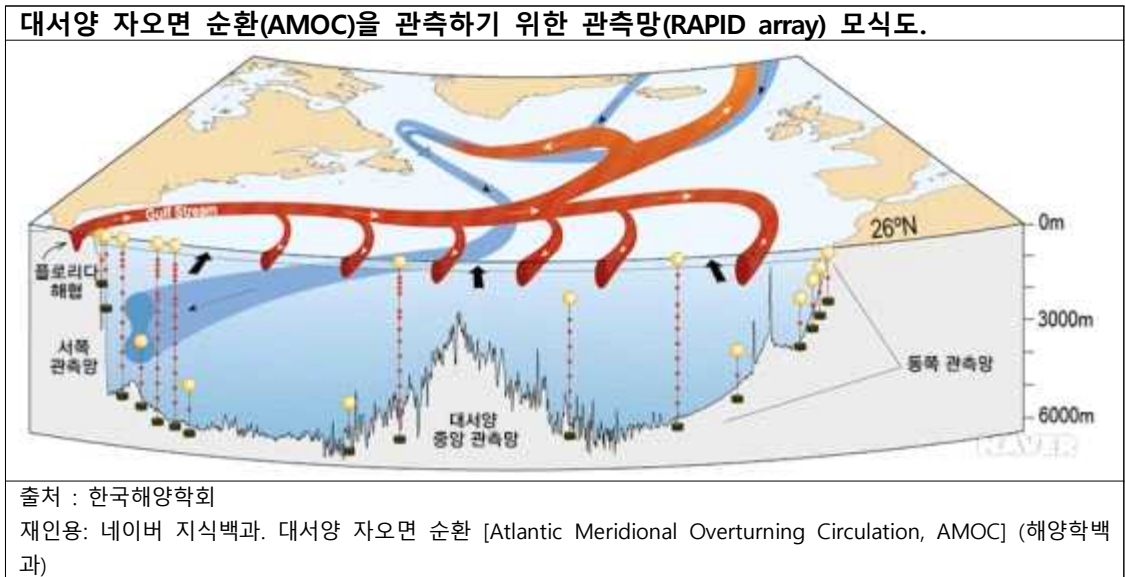
최근 기후 모델들의 결과는 기후 시스템과 자오면 순환이 밀접히 연관되어 있다는 사실을 보여 주고 있으며, 특히 지구 온난화로 인해 21세기 자오면 순환의 수송량이 서서히 감소할 수 있음을 제시하고 있다.

북대서양 자오면 순환 변동 연구를 위한 대표적인 해양 관측망은 대서양을 횡단하는 26° N 해역에 위치한 RAPID array와 16° N 서안에 위치한 MOVE array 등이 있다.

2004년부터 영국 해양학자들이 주도적으로 이루어 낸 RAPID array 관측 (<https://www.rapid.ac.uk/>)은 자료 축적 기간이 짧아, 자오면 순환의 장기 변동에 대해 일반화된 결론을 내리기는 어려운 실정이다.

MOVE array 관측은 2000년부터 시작되어 좀 더 장기간의 자료 축적이 이루어졌지만, 공간적으로 관측 지점이 서안에 국한된 한계를 가진다.

MOVE array는 2000년도에 독일에서 시작했으나 현재 미국 해양기상청(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)에서 운용 중이며, 이 프로젝트를 수행 중인 스크립스 해양연구소(Scripps Institution of Oceanography, SIO)의 해당 프로젝트 웹페이지 (<http://mooring.ucsd.edu/dev/move/>)는 과거 20년간의 계류 관측을 통해 산출한 대서양 심층 서안경계류 수송량 시계열 및 관련 연구 결과들을 제공하고 있다.



고기후 자료 분석을 통해 약 11,000년 전 평균 기온이 급감했던 영거 드라이아스(younger Dryas) 시기가 존재했다는 사실이 알려졌다.

이것은 북대서양에 담수가 대량 공급되어 고밀도의 심층수 형성이 중단된 사건과 밀접한 연관이 있다.

만약 지구 온난화가 가속되어 북대서양의 심층수가 충분히 형성되지 못한다면 이와 연결된 저위도의 고온의 해수를 고위도로 운반하는 멕시코만류의 강도가 약해질 것이며, 이 난류의 영향으로 온난한 기후를 유지했던 북아메리카와 유럽은 오히려 한랭한 기후대로 변할 수 있다.

이러한 가설은 현재까지 많은 과학자에게 정설로 받아들여지고 있으며, 지구 온난화로 갑자기 찾아온 빙하기를 소재로 한 영화들은 이러한 해양 컨베이어 벨트 순환 중단 가설에 근거하여 제작된 것이다.

최근에는 해수면 변동, 엘니뇨 강도 변화, 열대 수렴대의 이동 및 해양 생태계 변화 등과 대서양 자오면 순환과의 역학적 관계를 다룬 다양한 연구들도 활발히 진행되고 있다.

더워지는 세상에서 적응 옵션과 그 한계

B.4

현재 실현가능하고 효과적인 채택 옵션은 지구 온난화가 증가함에 따라 제약이 생기고 효과가 떨어질 것이다.

지구 온난화가 증가함에 따라 손실과 피해가 증가하고 인간과 자연 시스템이 채택 한계에 도달할 것.

불채택을 피하는 방법: 여러 부문과 시스템에 공동 이익을 가져다주는 유연하고 다부문적이며 포괄적이고 장기적인 적응 조치의 계획과 실행. (높은 신뢰도)

B.4.1 생태계 기반 및 대부분의 물 관련 옵션을 포함한 채택의 효과는 온난화가 증가함에 따라 감소할 것이다.

옵션의 실현 가능성과 효과 증가 방법: 기후 위험에 따라 채택을 차별화하고, 여러 시스템을 아우르며, 사회적 불평등을 해소하는 통합적이고 다분야적인 솔루션.

채택 옵션은 종종 실행 시간이 길기 때문에 장기적인 계획을 세우면 효율성이 높아진다. (높은 신뢰도) {3.2, 그림 3.4, 4.1, 4.2} {3.2, 그림 3.4, 4.1, 4.2}

B.4.2 추가적인 지구 온난화로 인해 적응의 한계와 손실 및 피해는 취약한 인구에 집중되어 피하기 점점 더 어려워질 전망(높은 신뢰도).

지구 온난화 1.5°C 이상에서는 제한된 담수 자원으로 인해 작은 섬과 빙하 및 눈 녹음에 의존하는 지역의 채택에 한계가 생길 가능성이 있다(중간 신뢰도).

이 수준 이상에서는 일부 온수 산호초, 연안 습지, 열대우림, 극지방 및 산악 생태계와 같은 생태계가 하드 적응 한계에 도달하거나 초과할 것이며,

그 결과 일부 생태계 기반 채택 조치도 그 효과를 잃게 될 전망(높은 신뢰도).

B.4.3 부문과 위험을 고립시키고 단기적 이익에 초점을 맞춘 조치는 종종 장기적으로 부정적 영향을 초래하여 취약성, 노출 및 위험을 변화시키기 어려운 고착화를 초래한다.

예를 들어, 방조제는 단기적으로 사람과 자산에 대한 영향을 효과적으로 줄인다.

하지만 장기적인 적응 계획에 통합되지 않으면 장기적으로 기후 위험에 대한 노출을 증가시키고 고착화를 초래할 수 있다.

부정적 대응은 특히 원주민과 소외 계층의 기존 불평등을 악화시키고 생태계와 생물다양성의 회복력을 감소시킬 수 있다.

부정적 영향을 피하는 방법: 여러 부문과 시스템에 공동 이익을 가져다주는 유연하고 다부문적이며 포괄적이고 장기적인 적응 조치의 계획과 실행. (높은 신뢰도)

탄소 예산과 순배출량 제로 Carbon Budgets and Net Zero Emissions

B.5

인간이 초래한 지구 온난화를 제한하려면 CO₂ 순배출량 제로를 달성해야 한다.

CO₂ 순배출 제로를 달성할 때까지의 누적 탄소 배출량과 이번 10년간의 온실가스 배출 감축 수준에 따라 온난화를 1.5°C 또는 2°C로 제한할 수 있는지 여부가 결정된다(높은 신뢰도).

추가 감축이 없다면, 기존 화석 연료 인프라에서 예상되는 CO₂ 배출량은 1.5°C에 대한 남은 탄소 예산(50%)을 초과할 것이다. (높은 신뢰도).

B.5.1 물리과학적 관점에서 인간이 야기한 지구 온난화를 특정 수준으로 제한하려면 누적 CO₂ 배출량을 제한하고 다른 온실가스 배출량을 대폭 감축하는 동시에 최소한 순 제로 CO₂ 배출량에 도달해야.

온실가스 순 배출량 제로를 달성하려면 주로 CO₂, 메탄 및 기타 온실가스 배출량을 대폭 감축해야 하며, 이는 CO₂ 순 배출량 마이너스를 의미.

이산화탄소 순배출량 마이너스를 달성하기 위해서는 이산화탄소 제거(CDR, Carbon dioxide removal)가 필요(B.6 참조).

온실가스 순배출 제로가 지속된다면 지구 표면 온도가 조기에 정점에 도달한 후 점진적으로 하락할 것으로 예상. (높은 신뢰도)

B.5.2 인간 활동에 의해 배출되는 1000GtCO₂당 지구 표면 온도는 0.45°C 상승한다(최상의 추정치, 범위는 0.27°C~0.63°C).

2020년 초부터 남은 탄소 예산에 대한 최선의 추정치는 지구 온난화를 1.5°C로 제한할 가능성이 50%인 경우 500GtCO₂,

온난화를 2°C로 제한할 가능성이 67%인 경우 1150GtCO₂.

비이산화탄소 배출량 감축이 클수록 주어진 잔여 탄소 예산에 대한 결과 온도가 낮아지거나 동일한 수준의 온도 변화에 대한 잔여 탄소 예산이 더 커진다

B.5.3 2020-2030년 연간 CO₂ 배출량이 평균적으로 2019년과 같은 수준을 유지할 경우, 그 결과 누적 배출량은 1.5°C(50%)에 대한 남은 탄소 예산을 거의 소진한다. 그리고 2°C(67%)에 대한 남은 탄소 예산의 3분의 1 이상을 고갈시킬 것이다.

추가 감축 없이 기존 화석연료 인프라에서 발생하는 미래 CO₂ 배출량 추정치는 이미 온난화를 1.5°C(50%)로 제한하기 위한 남은 탄소 예산을 초과한다(높은 신뢰도).

기존 및 계획된 화석연료 인프라의 수명기간 동안 예상되는 미래 누적 CO₂ 배출량은 역사적 운영 패턴이 유지되고 추가 감축이 없는 경우, 온난화를 2°C로 제한하기 위한 남은 탄소 예산과 거의 같으며 83%의 가능성(높은 신뢰도)이 있다.

B.5.4 중앙 추정치만을 기준으로 1850년부터 2019년까지의 역사적 누적 순 CO₂ 배출량은 지구 온난화를, 1.5°C로 제한할 확률이 50%인 경우, 총 탄소 예산의 약 4/5에 달하며(중앙 추정치 약 2900GtCO₂), 2°C로 제한할 확률이 67%인 경우, 총 탄소 예산의 약 2/3에 해당한다(중앙 추정치 약 3550GtCO₂).

완화 경로

B.6

온난화를 1.5°C(>50%)로 제한하는 모든 글로벌 모델 경로와 오버슈트가 없거나 제한적인 2°C(>67%)로 제한하는 경로에는 10년간 모든 부문에서 신속하고 심층적 즉각적인 온실가스 배출 감축이 필요하다.

이러한 경로 범주에서 전 세계 이산화탄소 순 배출량 제로는 각각 2050년대 초와 2070년대 초에 도달할 것으로 예상. (높은 신뢰도)

B.6.1 전 지구 모델링 경로는 온난화를 다양한 수준으로 제한하는 정보를 제공하며, 이러한 경로는 특히 부문별 및 지역별 측면에 따라 달라진다.

오버슈트가 없거나 제한적으로 1.5°C(>50%)로 온난화를 제한하거나 2°C(>67%)로 온난화를 제한하는 글로벌 모델 경로의 특징은 깊고 빠른, 그리고 대부분의 경우 즉각적인 온실가스 배출량 감축이 이루어져야 한다.

오버슈트가 없거나 제한적으로 온난화를 1.5°C(>50%)로 제한하는 경로는 2050년대 초반에

CO2 순배출 제로에 도달하고, 그 후 CO2 순배출량이 마이너스가 된다.

온난화를 2°C로 제한하는 경로(67% 이상)는 2070년대 초반에 CO2 순배출 제로에 도달.

위의 두 가지 경로와 즉각적인 조치를 한다고 가정한 경로에서 2020년 사이, 늦어도 2025년 이전에 정점에 이를 것으로 예상된다. (높은 신뢰도)

1.5°C와 2°C 상황에서 2019년 온실가스 및 CO2 배출 감소량					
		Reductions from 2019 emission levels (%)			
		2030	2035	2040	2050
Limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot	GHG	43 [34-60]	60 [49-77]	69 [58-90]	84 [73-98]
	CO ₂	48 [36-69]	65 [50-96]	80 [61-109]	99 [79-119]
Limit warming to 2°C (>67%)	GHG	21 [1-42]	35 [22-55]	46 [34-63]	64 [53-77]
	CO ₂	22 [1-44]	37 [21-59]	51 [36-70]	73 [55-90]

자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

B.6.2 CO2 또는 온실가스 순배출량 제로를 달성하려면 CO2 총배출량의 대폭적이고 신속한 감축과 非CO2 온실가스 배출량의 상당한 감축(높은 신뢰도)이 우선적으로 필요.

예를 들어, 온난화를 1.5°C(>50%)로 제한하고 오버슈트가 없거나 제한적인 모델링 경로에서 전 세계 메탄 배출량은 2019년 대비 2030년까지 34[21-57]% 감소.

그러나 농업, 항공, 해운, 산업 공정에서 발생하는 일부 배출량 등 감축하기 어려운 잔여 온실가스 배출이 남아 있다.

순 제로 CO2 또는 온실가스 배출량(높은 신뢰도)을 달성하기 위해 CDR 방법을 도입하여 균형을 맞춰야 한다.

결과적으로 CO2 순 제로는 온실가스 순 제로보다 더 빨리 달성할 수 있다(높은 신뢰도).

B.6.3 CO2 및 온실가스 배출 순 제로를 달성하는 글로벌 모델링 감축 경로에는 탄소 포집 및 저장(CCS)이 없는 화석연료에서 전환이 필요하다.

전환 방법은 재생에너지 또는 CCS가 있는 화석연료와 같은 초저탄소 또는 제로 탄소 에너지 지원으로의 전환, 수요 측면 조치 및 효율성 개선, 비이산화탄소 온실가스 배출 감축 및 CDR이 포함.

대부분 글로벌 모델 경로에서 토지 이용 변화와 임업(재조림 및 삼림 벌채 감소)과 에너지 공급 부문은 건물, 산업 및 운송 부문보다 CO2 순배출량 제로에 더 빨리 도달한다. (높은 신뢰도)

B.6.4 완화 옵션은 종종 지속 가능한 개발의 다른 측면과 시너지 효과가 있지만, 일부 옵션은 상충되는 측면도 있다.

예를 들어, 지속 가능한 개발과 에너지 효율 및 재생 에너지 사이에는 잠재적인 시너지 효과가 있다.

마찬가지로 상황에 따라 재조림, 산림 관리 개선, 토양 탄소 격리, 토탄지(peatland) 복원, 해안 블루카본(연안 식물이나 갯벌 등의 해양 생태계가 흡수한 탄소) 관리와 같은 생물학적 CDR 방법은 생물다양성과 생태계 기능, 고용 및 지역 생계를 향상시킬 수 있다.

그러나 바이오매스(생물계 유기자원) 작물의 조림이나 생산은 특히 대규모로 시행되고 토지 소유권이 불안정한 경우 생물다양성, 식량 및 물 안보, 지역 생계, 원주민의 권리 등 사회경제적, 환경적으로 악영향을 미칠 수 있다.

자원을 더 효율적으로 사용하거나 글로벌 개발을 지속 가능성으로 전환하는 모델링된 경로는 CDR에 대한 의존도 감소, 토지 및 생물다양성에 대한 압력 감소와 같은 도전 과제를 더 적게 포함한다. (높은 신뢰도)

온난화를 1.5°C와 2°C로 제한하려면 신속하고 심층적이며 대부분의 경우 즉각적인 온실가스 배출 감축이 필요하다.

모든 부문에서 강력한 감축을 통해 CO2 순배출량 제로 및 온실가스 순배출량 제로를 달성할 수 있다.

a) 순 글로벌 온실가스(GHG) 배출량

-2019년 배출량은 2010년 대비 12% 증가했다.

-2020년말까지의 정책을 개선 없이 그대로 시행하면 3.2°C(2.2°C~3.5°C 범위)의 온난화를 초래할 것으로 예상되는 배출량이 예상된다.

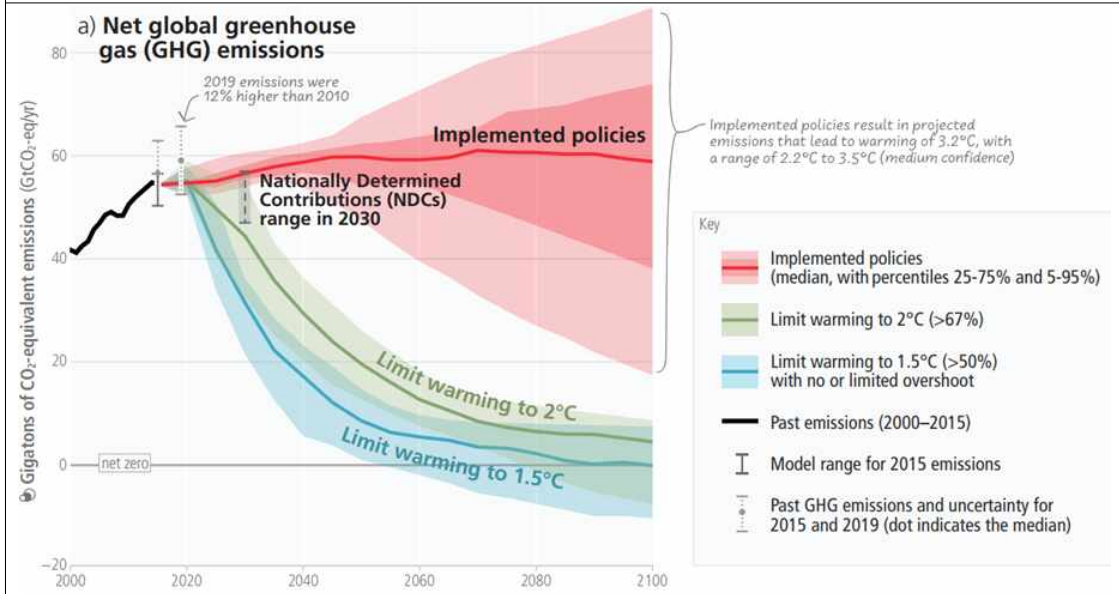
*색상 범위는 박스 SPM.1에 설명된 대로 주어진 범주에 속하는 전 세계 모델링 경로의 5~95번째 백분위수를 나타낸다.

빨간색 범위는 2020년 말까지 시행되는 정책을 가정한 배출 경로를 나타낸다. 정책이 업그레이드하지 않으면 배출은 줄지 않는다.

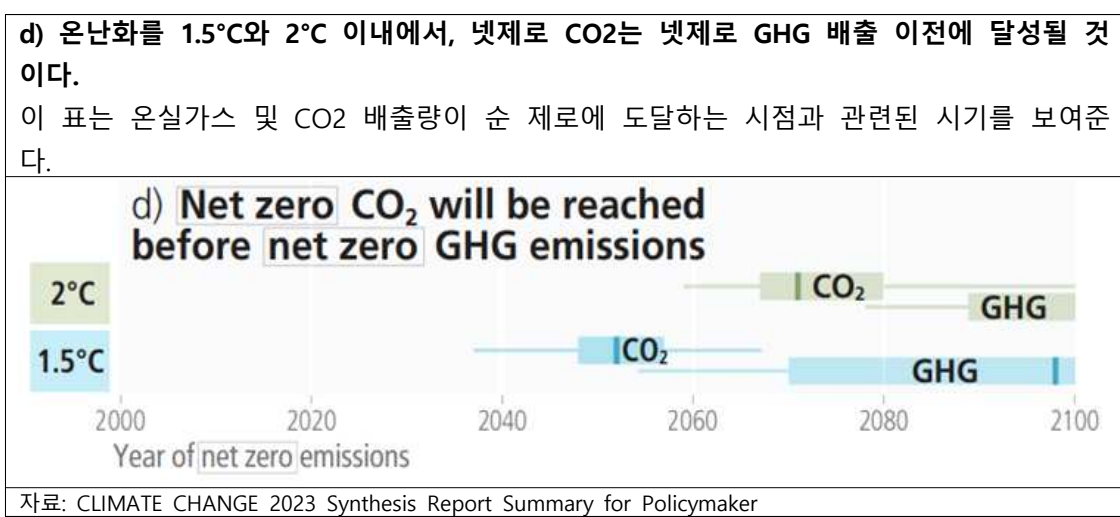
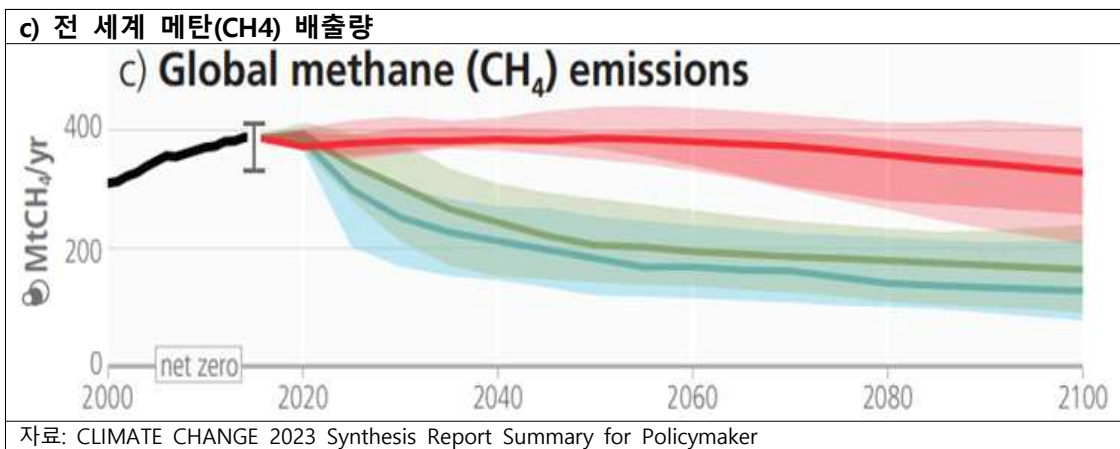
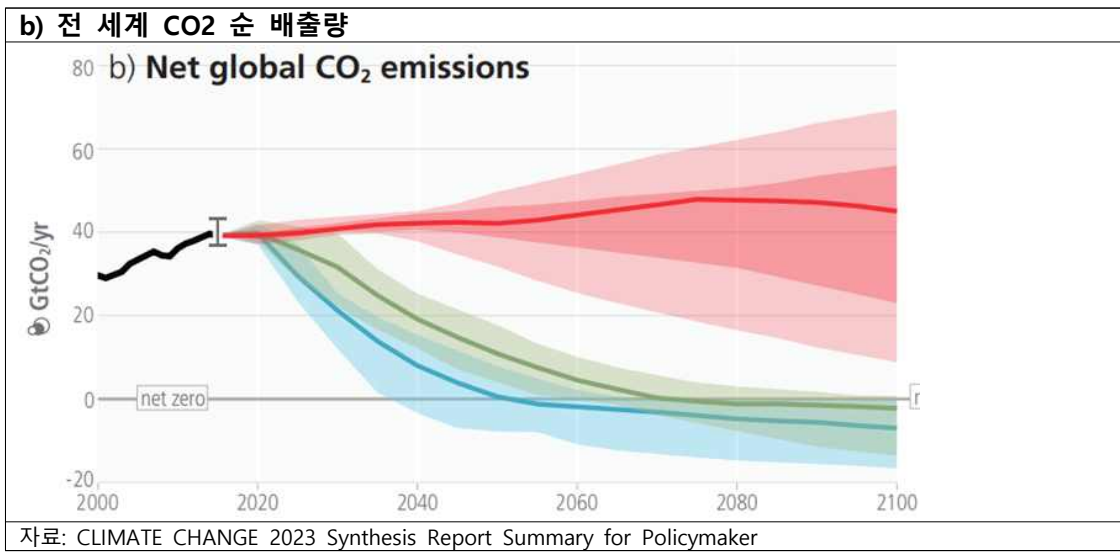
하늘색(카테고리 C1) 범위는 오버슈트가 없거나 제한적으로 온난화를 1.5°C(>50%)로 제한하는 모델링된 경로를 나타낸다.

녹색(카테고리 C3) 범위는 온난화를 2°C(>67%)로 제한하는 경로를 나타낸다.

오버슈트가 없거나 제한적으로 1.5°C(>50%)로 온난화를 제한하고 2070~2075년 후반에 온실가스 순배출 제로에 도달할 수 있는 전 세계 배출 경로는 2070~2075년 사이에 이루어진다.

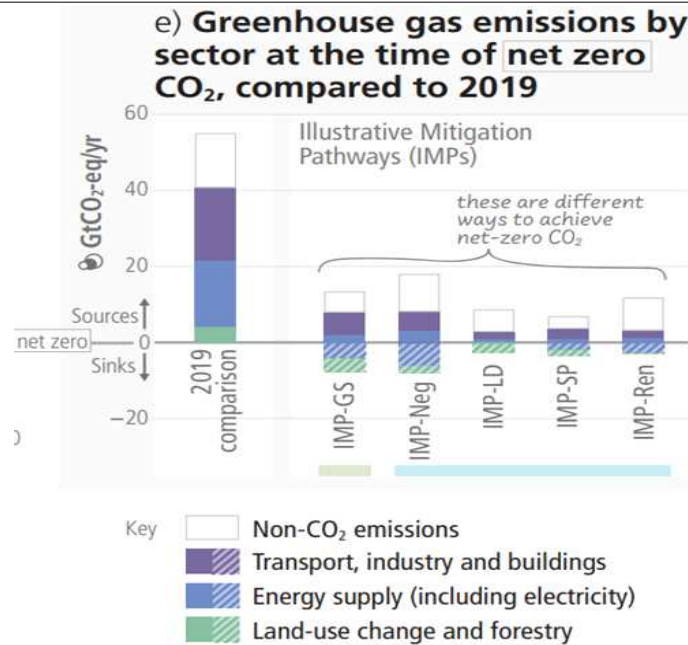


자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker



e) 2019년 대비 순배출량 제로 CO2 달성 시점의 부문별 온실가스 배출량
 -예시적 완화 경로(IMP. Illustrative Mitigation Pathways)에서 CO2 순배출 제로를 달성하는 다양한 방법들이 있다.
 -다양한 방법에는 교통/산업/빌딩, 전기 포함한 에너지 공급, 토지사용 변화/산림관리 등이 포함된다.

-온난화를 1로 제한하는 것과 일치하는 예시적 완화 경로(IMP)에서 순 제로 CO2 배출에 도달하는 시점의 CO2 및 비 CO2 배출원과 흡원의 부문별 기여도를 보여준다.
 -순 마이너스 배출에 대한 의존도가 높은 5°C("높은 오버슈트"), 높은 자원 효율성(IMP-LD), 지속 가능한 개발(IMP-SP), 재생 에너지(IMP-Ren)에 중점을 두고 온난화를 2°C로 제한하며 처음에는 덜 빠르게 완화된 후 점진적으로 강화(IMP-GS)하는 경우이다.
 -각 IMP에 대한 플러스 및 마이너스 배출량은 2019년의 온실가스 배출량과 비교된다. 에너지 공급(전기 포함)에는 이산화탄소 포집 및 저장을 통한 바이오 에너지와 직접 대기 이산화탄소 포집 및 저장이 포함된다.
 -토지 이용 변화와 임업으로 인한 CO2 배출량은 많은 모델이 이 범주의 배출량과 흡수원을 별도로 보고하지 않기 때문에 순 수치로만 표시할 수 있다.



자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

Overshoot: 온난화 수준 초과 및 원상 복구

B.7

온난화가 1.5°C와 같은 특정 수준을 초과하는 경우, 전 세계 이산화탄소 배출량을 순 마이너스로 달성하고 유지함으로써 점진적으로 다시 감소시킬 수 있다.

이렇게 하려면 오버슈트가 없는 경로에 비해 이산화탄소 제거를 추가로 배치해야 하므로 실현 가능성과 지속가능성에 대한 우려가 커질 수 있다.

오버슈트는 인간과 자연 시스템에 대한 부정적 영향, 일부 돌이킬 수 없는 영향, 추가적인 위험을 수반하며,

이 모든 것은 오버슈트의 규모와 지속 기간에 따라 증가한다. (높은 신뢰도)

B.7.1 가장 야심찬 지구 모델 경로 중 일부만이 일시적으로 이 수준을 초과하지 않고 2100년까지 지구 온난화를 1.5°C(>50%)로 제한한다.

전 세계 CO₂ 배출량을 순 마이너스로 달성하고 유지하여 연간 CDR이 잔여 CO₂ 배출량보다 크면 온난화 수준을 점진적으로 다시 줄일 수 있다(높은 신뢰도).

이 오버슈트 기간에 산불 증가, 나무의 대량 사망, 土炭地 건조, 영구 동토층 해빙, 자연 토지 탄소 흡수원 약화, 온실가스 배출 증가와 같은 피드백 메커니즘을 통해 추가적인 온난화를 유발하는 부정적인 영향이 발생하면 복귀가 더 어려워질 것(중간 신뢰도).

B.7.2 오버슈트의 규모가 커지고 기간이 길어질수록 생태계와 사회는 기후 영향 요인의 더 크고 광범위한 변화에 노출되어 많은 자연 및 인간 시스템에 대한 위험이 증가한다.

오버슈팅이 없는 경로에 비해 사회는 인프라, 저지대 해안 거주지 및 관련 생계에 더 높은 위험에 직면하게 될 것이다.

1.5°C를 초과하면 극지방, 산악, 해안 생태계와 같이 회복력이 낮은 특정 생태계에 돌이킬 수 없는 악영향을 미치며, 빙상이 녹고 빙하가 녹거나 해수면 상승이 가속화되고 더 높아질 것이다. (높은 신뢰도)

B.7.3 오버슈트가 클수록 2100년까지 1.5°C로 돌아가기 위해 더 많은 순 마이너스 CO₂ 배출이 필요하다.

CO₂ 순배출 제로를 향해 더 빨리 전환하고 메탄과 같은 비CO₂ 배출을 더 빠르게 줄이면 최고 온난화 수준을 제한할 수 있다.

CO₂ 순배출 마이너스 요구량을 줄여 대규모 CDR 배포와 관련된 실현 가능성 및 지속가능성 우려, 사회적 및 환경적 위험을 줄일 수 있다. (높은 신뢰도)

C. 단기적 대응

단기 통합적 기후 행동의 시급성

C.1

기후변화는 인류의 안녕과 지구 건강에 위협이 된다(매우 높은 신뢰도).

모두를 위해 살기 좋고 지속 가능한 미래를 확보할 수 있는 **기회의 창이 빠르게 닫히고 있다**(매우 높은 신뢰도).

기후 회복력 있는 개발은 채택과 완화를 통합하여 모두를 위한 지속 가능한 개발을 진전시키고,

특히 취약한 지역, 부문 및 그룹을 위한 적절한 재원에 대한 접근성 향상, 포용적 거버넌스 및 조정된 정책을 포함한 국제 협력 강화를 통해 가능하다(높은 신뢰도).

10년 동안 실행된 선택과 행동은 현재와 수천 년 동안 영향을 미칠 것이다(높은 신뢰도).

C.1.1 관찰된 부정적 영향과 관련 손실 및 피해, 예상되는 위험, 취약성 및 채택 한계의 수준과 추세에 대한 **여러 증거는 전 세계 기후 회복력 있는 개발 행동이 AR5에서 이전에 평가된 것보다 더 시급하다는 것을 보여준다.**

기후 회복력 있는 개발은 채택과 온실가스 감축을 통합하여 모두를 위한 지속 가능한 개발을 촉진한다.

기후 회복력 있는 개발 경로는 과거의 개발, 배출 및 기후변화로 인해 **제약을 받아왔으며, 특히 1.5°C 이상 온난화가 증가할 때마다 점진적으로 제약을 받고 있다.** (매우 높은 신뢰도)

C.1.2 시민사회 및 민간 부문과 함께 국가 단위 이하, 국가 및 국제 수준에서의 정부 행동은 **지속가능성과 기후 회복력 있는 개발로의 전환을 가능하게 하고 가속화하는 데 중요한 역할**을 한다(매우 높은 신뢰도).

기후 회복력 있는 개발은 정부, 시민사회, 민간 부문이 **위험 감소, 형평성, 정의를 우선시하는 포용적 개발 선택**을 하고 거버넌스 수준/부문/기간에 걸쳐 **의사결정 과정/재정/행동이 통합될 때 가능해진다**(매우 높은 신뢰도).

실현 조건은 국가, 지역 및 지역 상황과 지역에 따라 역량에 따라 차별화되며, **정치적 약속과 후속 조치, 조정된 정책, 사회 및 국제 협력, 생태계 관리, 포괄적 거버넌스, 지식 다양성, 기술 혁신, 모니터링/평가, 특히 취약한 지역/부문/커뮤니티에 대한 적절한 재원에 대한 접근성 향상 등이 포함된다**(높은 신뢰도).

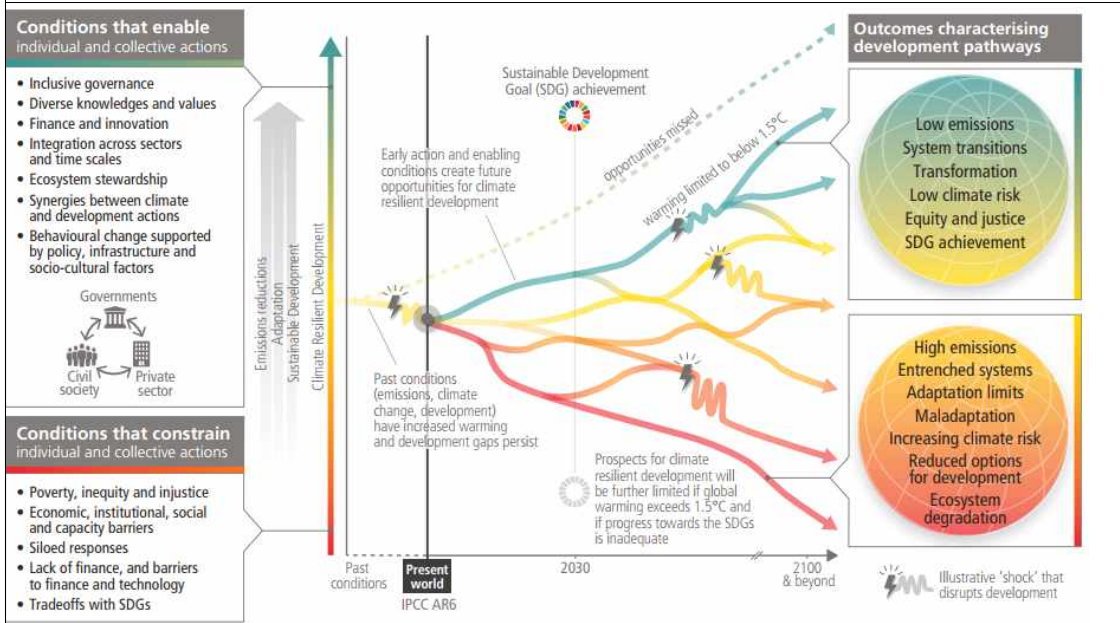
C.1.3 지속적인 배출은 모든 주요 기후 시스템 구성 요소에 더 많은 영향을 미칠 것이며, **많은 변화는 100년에서 천년의 시간 규모에서 돌이킬 수 없을 것이며 지구 온난화가 증가함**

에 따라 더 커질 것이다.

긴급하고 효과적이며 공평한 완화 및 적응 조치가 없다면, 기후변화는 생태계, 생물 다양성, 현재와 미래 세대의 생계, 건강, 복지를 점점 더 위협할 것이다. (높은 신뢰도)

기후 회복력 있는 개발을 실현할 수 있는 기회의 창이 빠르게 좁아지고 있다.

- 기후회복 개발(Climate Resilient Development)에는 배출 감축, 채택, 지속가능한 개발 등이 있다.
- 노란색: 과거의 조건 (배출, 기후 변화, 개발)으로 인해 온난화가 증가했으며 개발 격차가 지속되고 있다.
- 초록색: 조기 행동과 여건 조성으로 기후 회복력 있는 개발을 위한 미래 기회 창출
- 지속가능개발 목표(SDG) 달성이 중요하다.
- 지구 온난화가 1.5°C를 초과하고 SDGs의 진전이 불충분할 경우 기후 회복력 있는 개발에 대한 전망은 더욱 제한될 것이다.



- Conditions that enable individual and collective actions(개인 및 집단 행동을 가능하게 하는 조건들)**
- 포용적 거버넌스(정부+시민사회+민간분야)
 - 다양한 지식과 가치
 - 재무 및 혁신
 - 부문과 시간 규모에 걸친 통합
 - 생태계 스튜어드십
 - 기후와 개발 활동 간의 시너지 효과
 - 정책, 인프라 및 사회 문화적 요인에 의해 지원되는 행동 변화 사회 문화적 요인
- Conditions that constrain individual and collective actions(개인 및 집단 행동을 제약하는 조건들)**

- 빈곤, 불평등, 불공정
- 경제적, 제도적, 사회적 및 역량 장벽
- 사일로화된 대응
- 재정 부족 및 장벽 재정 및 기술 장벽
- SDGs와의 트레이드오프

Outcomes characterising development pathways(개발 경로를 특징짓는 결과)

과거의 조건:

과거의 조건 (배출, 기후 변화, 개발)으로 인해 온난화가 증가했으며 개발 격차가 지속되고 있다.

-긍정적 경로: 저배출 시스템 전환, 낮은 기후 위험으로 전환, 공평성/정의/SDG 달성.

조기 행동과 여건 조성으로 기후 회복력 있는 개발을 위한 미래 기회 창출

-부정적 경로: 고배출 고착화된 시스템, 채택 한계, 부채택, 기후 위험 증가, 개발 옵션 감소, 생태계 파괴

지구 온난화가 1.5°C를 초과하고 SDGs의 진전이 불충분할 경우, 기후 회복력 있는 개발에 대한 전망은 더욱 제한될 것이다.

***전체적 표 설명: 여러 가지 상호 작용하는 선택과 행동으로 지속가능성 향한 개발경로**

-예시적인 개발 경로(빨간색에서 초록색)와 관련 결과(오른쪽 패널)는 모두를 위한 살기 좋고 지속 가능한 미래를 확보할 수 있는 기회의 창이 빠르게 좁아지고 있음을 보여준다.

-기후 회복력 있는 개발은 지속 가능한 개발을 지원하기 위해 온실가스 감축 및 적응 조치를 실행하는 과정이다.

-다양한 경로는 다양한 정부, 민간 부문 및 시민사회 주체들이 상호 작용하는 선택과 행동이 기후 회복력 있는 개발을 발전시키고, 지속가능성을 향한 경로를 전환하며, 배출량 감소와 적응을 가능하게 할 수 있음을 보여준다.

-다양한 지식과 가치에는 문화적 가치, 토착 지식, 지역 지식, 과학적 지식이 포함된다.

가뭄, 홍수 또는 팬데믹과 같은 기후 및 비기후적 사건은 기후 회복력이 낮은 개발 경로(빨간색에서 노란색)에 기후 회복력이 높은 개발 경로(녹색)보다 더 심각한 충격을 가하고 있다.

-지구 온난화 1.5°C에서는 일부 인간 및 자연 시스템의 적응과 적응 능력에 한계가 있으며, 온난화가 증가할 때마다 손실과 피해는 증가한다.

-경제 발전의 모든 단계에서 국가가 취하는 발전 경로는 온실가스 배출과 완화 과제 및 기회에 영향을 미치며, 이는 국가와 지역에 따라 다르다.

-행동 경로와 기회는 이전 행동(또는 무행동 및 농친 기회, 점선 경로)과 활성화 및 제약 조건(왼쪽 패널)에 의해 형성되며 기후 위험, 적응 한계 및 개발 격차의 맥락에서 발생한다.

-배출 감축이 늦어질수록 효과적인 적응 옵션은 줄어든다.

자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

단기 행동의 이점

C.2

향후 10년 동안 깊고 신속하며 지속적인 감축과 채택의 신속한 이행은 인간과 생태계에 대한 예상 손실과 피해를 줄인다(매우 높은 신뢰도).

특히 대기질과 건강에 많은 공동 편익을 가져올 것이다(높은 신뢰도).

완화 및 채택 조치가 지연되면 탄소 고배출 인프라가 고착화되고, 좌초 자산과 비용 상승의 위험이 올라가며, 실현 가능성이 감소하고, 손실과 피해가 증가한다(높은 신뢰도).

단기 조치는 높은 선행 투자와 잠재적으로 파괴적인 변화를 수반.

하지만, 다양한 지원 정책으로 완화할 수 있다(높은 신뢰도).

C.2.1 향후 10년 동안 깊고, 빠르고, 지속적인 완화 및 채택 조치의 신속한 이행은 인간과 생태계에 대한 기후변화와 관련된 미래의 손실과 피해를 줄일 것이다(매우 높은 신뢰도).

채택 옵션은 실행 시간이 오래 걸리는 경우가 많으므로,

채택 격차를 줄이기 위해서는 이 10년 동안 채택을 가속화하는 것이 중요하다(높은 신뢰도).

채택과 완화를 통합하는 포괄적이고 효과적이며 혁신적인 대응은 시너지 효과를 활용하고 채택과 완화 사이의 상충을 줄일 수 있다(높은 신뢰도).

C.2.2 완화 조치가 지연되면 지구 온난화가 더욱 심화되고 손실과 피해가 증가하며 인간과 자연 시스템이 적응 한계에 도달하게 될 것이다.

채택 및 완화 조치 지연으로 인한 문제는 비용 증가, 인프라 고착화, 자산 고립, 채택 및 완화 옵션의 실현 가능성 및 효과 감소 등이 있다.

신속하고 심층적이며 지속적인 완화 및 적응 조치를 가속하지 않으면, 아프리카, 저개발국, SIDS(Small Island Developing States), 중남미, 아시아 및 북극에서 부정적 영향 예상된다.

그리고 손실과 피해가 계속 증가하고 가장 취약한 인구에 불균형적으로 영향을 미칠 것이다. (높은 신뢰도)

C.2.3 기후행동 가속화는 공동의 이익도 제공할 수 있다(높은 신뢰도).

많은 완화 조치는 대기 오염 감소, 활발한 이동성(예: 걷기, 자전거 타기), 지속 가능한 건강한 식단으로의 전환을 통해 건강에 도움이 될 수 있다(높은 신뢰도).

메탄 배출량을 강력하고 신속하며 지속적으로 줄이면 단기적인 온난화를 제한하고 지구 표면 오존을 감소시켜 대기질을 개선할 수 있다(높은 신뢰도).

채택은 농업 생산성 향상, 혁신, 건강 및 웰빙, 식량 안보, 생계, 생물 다양성 보전과 같은 다양한 추가 혜택을 창출할 수 있다(매우 높은 신뢰도).

C.2.4 비용-편익 분석(Cost-benefit analysis)이 기후변화로 인해 피할 수 있는 모든 피해를 대표하기에는 여전히 한계가 있다(높은 신뢰도).

완화 조치로 인한 대기질 개선으로 인한 인체 건강에 대한 경제적 편익은 완화 비용과 같은 규모이거나 잠재적으로 더 클 수도 있다(중간 신뢰도).

잠재적 피해를 피하는 데 따른 모든 편익을 고려하지 않더라도 지구 온난화를 2°C로 제한할 경우의 전 세계 경제 및 사회적 편익은 대부분의 평가 문헌에서 완화 비용을 초과한다(중간 신뢰도).

배출량이 더 일찍 정점에 도달하는 보다 빠른 기후변화 완화는 공동 편익을 증가시키고 장기적으로 실현 가능성 위험과 비용을 줄이지만, 더 높은 선행 투자가 필요하다(높은 신뢰도).

C.2.5 야심찬 감축 경로는 기존 경제 구조에 크고 때로는 파괴적인 변화를 수반하며, 국가 내 및 국가 간 상당한 분배적 결과를 초래한다.

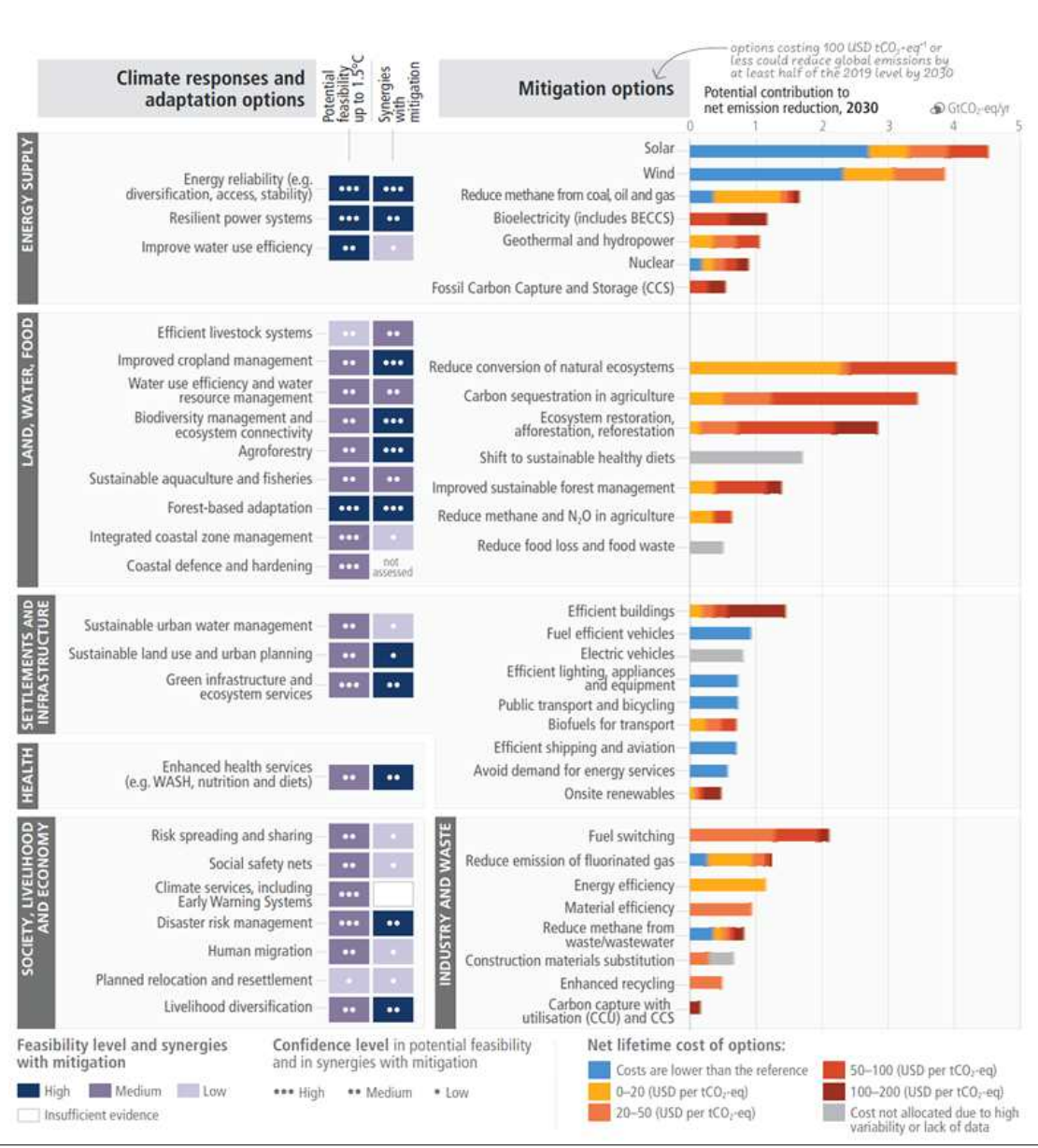
기후 행동을 가속하기 위해 재정, 금융, 제도 및 규제 개혁을 통해 이러한 변화의 부정적 결과를 완화하고 (i) 국가 상황에 부합하는 경제 전반의 패키지, 지속 가능한 저배출 성장 경로 지원, (ii) 기후 회복력 있는 안전망과 사회 보호, (iii) 특히 개발도상국의 저배출 인프라 및 기술에 대한 금융 접근성 개선을 통해 거시경제 정책과 기후 행동을 통합함으로써 완화할 수 있다. (높은 신뢰도)

기후 행동을 확장할 수 있는 다양한 기회가 있다		
a) 기후 대응 및 채택의 타당성, 단기적 완화 옵션의 가능성		
	기후 대응 및 적응 옵션	완화 옵션
에너지 공급	에너지 신뢰성(다양화/접근성/안정성) 탄력적인 전력 시스템 물 사용 효율성 향상	태양열 풍력 석탄/석유/가스에서 메탄가스 감축 바이오 전기(BECCS 포함) 지열 및 수력 발전 원자력 화석 탄소 포집 및 저장(CCS)
토지/물/식량	효율적인 축산 시스템 경작지 관리 개선 물 사용 효율성 및 물 자원 관리 생물 다양성 관리 및 생태계 연결성	자연 생태계의 전환 감소 농업에서의 탄소 격리 생태계 복원/조림/재조림 지속 가능한 건강한 식단으로의 전환

	<p>농림업 지속 가능한 양식업 및 어업 산림 기반 적응 통합 해안 지역 관리 해안 방어 및 강화</p>	<p>지속 가능한 산림 관리 개선 농업에서 메탄 및 N2O 감축 식품 손실 및 음식물 쓰레기 줄이기</p>
<p>거주지/인프라</p>	<p>지속 가능한 도시 물 관리 지속 가능한 토지 사용/도시 계획 친환경 인프라/생태계 서비스</p>	<p>효율적인 건물 연료 효율이 높은 차량 전기 자동차 효율적인 조명, 가전 제품 및 장비 대중교통 및 자전거 수송용 바이오 연료 효율적인 운송 및 항공 에너지 서비스 수요 억제 온사이트 재생 에너지</p>
<p>건강</p>	<p>강화된 건강 서비스 (예: 세척, 영양 및 식단) 위험 확산 및 공유 사회 안전망 기후 서비스 (조기경보 시스템 포함) 재난 위험 관리 인간 이주 계획된 이주 및 재정착 생계 수단 다양화</p>	
<p>사회/생계 / 경제</p>		
<p>산업/폐기물</p>		<p>연료 전환 불화 가스 배출 감소 에너지 효율성 재료 효율성 폐기물/폐수에서 메탄가스 감소 건축 자재 대체 재활용 강화 탄소 포집 활용(CCU) 및 CCS</p>

기후 행동을 확장할 수 있는 다양한 기회가 있다

a) 기후 대응 및 채택의 타당성, 단기적 완화 옵션의 가능성



자료: CLIMATE CHANGE 2023 Synthesis Report Summary for Policymaker

***앞의 표 보완설명: 기후 행동을 확장할 수 있는 다양한 기회가 있다.**

a) 기후 대응 및 채택의 타당성, 단기적 완화 옵션의 가능성

기후 행동을 확대하기 위한 다양한 기회.

패널 (a)는 다양한 시스템에서 선택된 완화 및 적응 옵션을 제시한다.

패널 (a)의 왼쪽은 지구 온난화 1.5°C까지 단기적으로 지구 규모에서 다차원적 타당성을 평가한 기후 대응 및 적응 옵션을 보여준다.

1.5°C 이상의 온난화에 대한 문헌이 제한되어 있기에 더 높은 수준의 온난화에서는 타당성이 달라질 수 있으며, 현재로서는 이를 확실하게 평가할 수 없다.

이주, 재배치, 재정착과 같은 일부 대응은 채택으로 간주될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있기에 여기서는 채택과 함께 대응이라는 용어를 사용했다.

산림 기반 채택에는 지속 가능한 산림 관리, 산림 보존 및 복원, 재조림 및 조림이 포함된다.

WASH(water, sanitation and hygiene)는 물, 위생 및 위생을 의미한다. 기후 대응 및 채택 옵션의 잠재적 실현 가능성과 완화와의 시너지 효과를 계산하기 위해 6가지 실현 가능성 차원(경제적, 기술적, 제도적, 사회적, 환경적, 지구물리학적)이 사용되었다.

잠재적 실현 가능성 및 실행 가능성 차원에 대해 그림은 높음, 중간 또는 낮음으로 표시되었다.

완화 시너지 효과는 높음, 중간, 낮음으로 표시된다.

패널 a의 오른쪽에는 선택한 완화 옵션과 2030년 예상 비용 및 잠재력에 대한 개요가 나와 있다.

비용은 기준 기술을 기준으로 계산된 온실가스 배출량 회피의 순 평생 할인된 금전적 비용이다.

상대적인 잠재력과 비용은 장소, 상황 및 시간에 따라 달라지며 2030년과 비교하여 장기적으로 달라질 수 있다.

잠재력(가로축)은 AR6 시나리오 데이터베이스의 현재 정책(2019년경) 참조 시나리오로 구성된 배출 기준선 대비 비용 범주(컬러 막대 세그먼트)로 세분화된 순 온실가스 배출 감축량(배출량 감소 및/또는 흡수원 강화의 합계)을 나타낸다.

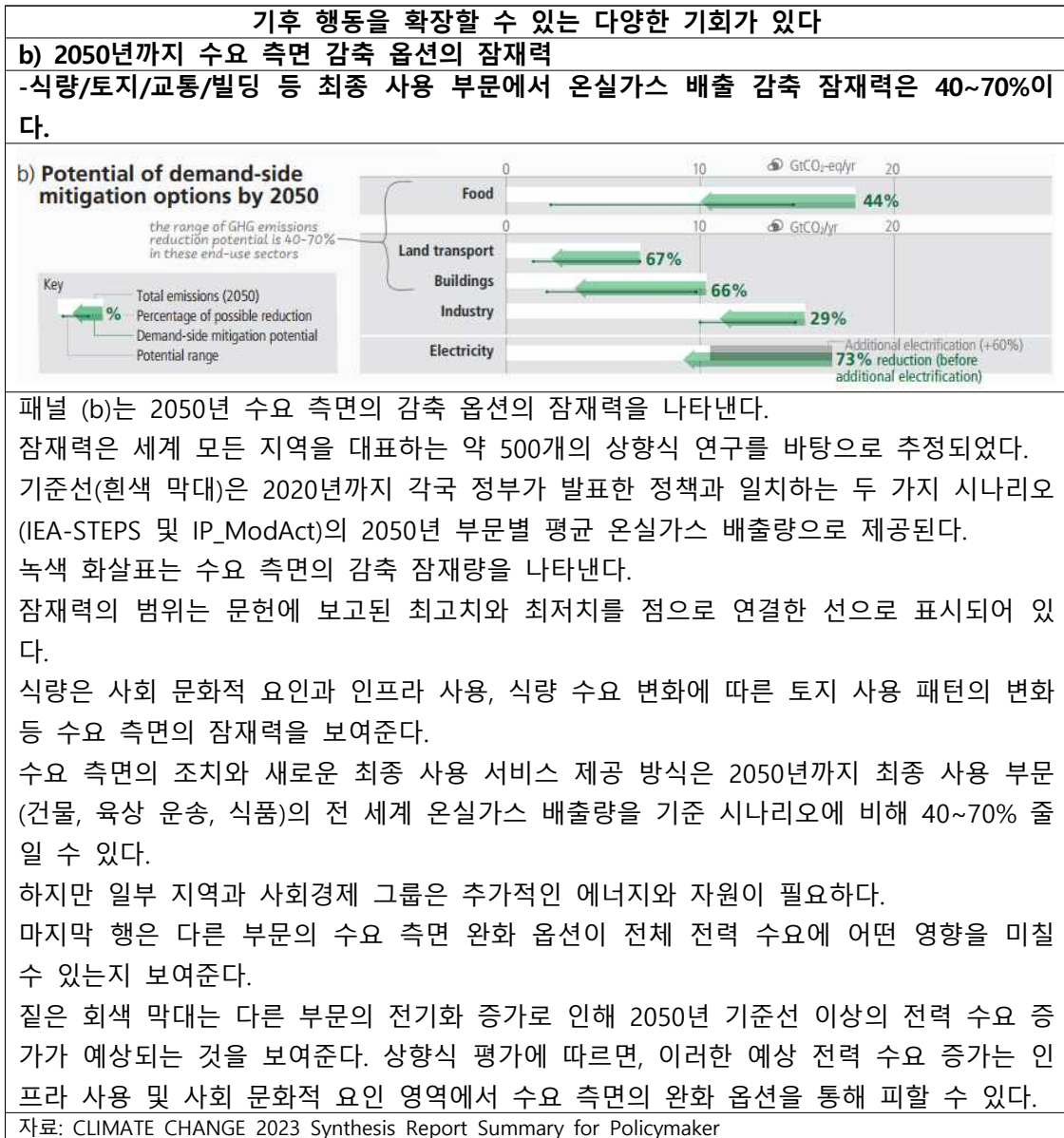
잠재력은 각 옵션에 대해 독립적으로 평가되며 합산되지 않는다.

보건 시스템 완화 옵션은 대부분 정착지 및 인프라(예: 효율적인 의료 건물)에 포함되며 별도로 식별할 수 없다.

산업에서의 연료 전환은 전기, 수소, 바이오에너지, 천연가스로의 전환을 의미한다.

점진적인 색상 전환은 불확실성 또는 상황 의존성이 심해 비용 범주로 세분화할 수 없음을 나타낸다.

총 잠재력의 불확실성은 일반적으로 25~50%다.



시스템 전반의 완화 및 채택 옵션

C.3

심층적이고 지속적인 배출 감축을 달성하고 모두를 위한 살기 좋고 지속 가능한 미래를 확보하기 위해서는 모든 부문과 시스템에 걸쳐 신속하고 광범위한 전환이 필요하다.

이러한 시스템 전환에는 광범위한 완화 및 채택 옵션 포트폴리오의 대폭적인 확대가 수반된다.

시스템과 지역에 따라 차이는 있지만, 실현가능하고 효과적이며 저렴한 비용의 완화 및 채택 옵션이 이미 존재한다. (높은 신뢰도)

C.3.1 신속하고 심층적인 배출 감축과 기후변화에 대한 혁신적 채택 달성위해 필요한 시스템적 변화는 규모 면에서는 전례가 없으나, 속도 면에서는 반드시 그렇지 않다(중간 신뢰도).

시스템 전환에는 저배출 또는 무배출 기술의 배포, 인프라 설계 및 접근, 사회문화 및 행동 변화, 기술 효율성 및 채택 증가를 통한 수요 감소 및 변화, 사회 보호, 기후 서비스 또는 기타 서비스, 생태계 보호 및 복원(높은 신뢰도)이 포함된다.

기후변화 완화 및 적응을 위한 실현 가능하고 효과적이며 저렴한 옵션이 이미 존재한다(높은 신뢰도).

단기적으로 완화 및 채택 옵션의 가용성, 실현 가능성, 잠재력은 시스템과 지역에 따라 다르다(매우 높은 신뢰도).

에너지 시스템

C.3.2 순 CO2 배출 제로 에너지 시스템에는

전체 화석연료 사용의 상당한 감소, 감축되지 않은 화석연료의 최소 사용, 나머지 화석연료 시스템에서 탄소 포집 및 저장 사용, 순 CO2 배출이 없는 전기 시스템, 광범위한 전기화, 전기화가 어려운 분야에서 대체 에너지 운송 수단, 에너지 절약 및 효율성, 에너지 시스템 전반의 통합 강화(높은 신뢰성)가 수반된다.

태양열 및 풍력 에너지, 에너지 효율 개선, 메탄 배출 감소(석탄 채굴, 석유 및 가스, 폐기물)가 USD 20 tCO₂-eq-1 미만의 비용으로 배출 감축에 크게 기여할 수 있다(중간 신뢰도).

인프라 복원력, 안정적인 전력 시스템, 기존 및 신규 에너지 발전 시스템을 위한 효율적인 물 사용을 지원하는 실현 가능 채택 옵션이 있다(매우 높은 신뢰도).

에너지 안정성을 높이고 기후변화에 대한 취약성을 줄이기 위해서는

에너지 발전 다각화(예: 풍력, 태양광, 소규모 수력 발전)와 수요 측면 관리(예: 저장 및 에너지 효율 개선) 필요 (높은 신뢰도).

기후 대응형 에너지 시장, 현재 및 예상 기후변화에 따른 에너지 자산의 설계 기준 업데이트, 스마트 그리드 기술, 강력한 송전 시스템, 공급 부족에 대응할 수 있는 용량 개선은 중장기적으로 높은 실현 가능성을 가지며 완화 공동 편익을 제공한다(매우 높은 신뢰도).

산업 및 운송

C.3.3 산업계 온실가스 배출을 줄이려면

수요 관리, 에너지 및 자재 효율성, 순환적 자재 흐름, 저감 기술 및 생산 공정의 혁신적 변화(높은 신뢰도) 등 모든 감축 옵션을 촉진하기 위해 가치사슬 전반에 걸쳐 조율된 행동이

수반되어야 한다.

운송 분야에서

지속 가능한 바이오 연료, 저배출 수소 및 파생 제품(암모니아 및 합성 연료 포함)은 해운, 항공 및 육상 운송에서 CO2 배출량 완화를 지원할 수 있다.

하지만 생산 공정 개선과 비용 절감이 필요하다(중간 신뢰도).

지속 가능한 바이오 연료는 단기 및 중기적으로 육상 운송에서 추가적인 감축 효과를 제공할 수 있다(중간 신뢰도).

온실가스 배출이 적은 전기로 구동되는 전기 자동차는 수명 주기 기준으로 육상 운송의 온실가스 배출을 줄일 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있다(높은 신뢰도).

배터리 기술의 발전은 대형 트럭의 전기화를 촉진하고 기존 전기 철도 시스템을 보완할 수 있다(중간 신뢰도).

배터리 생산의 환경 발자국과 중요 광물에 대한 우려는 재료 및 공급 다각화 전략, 에너지 및 재료 효율성 개선, 순환적 재료 흐름을 통해 해결할 수 있다(중간 신뢰도).

도시, 정착지 및 인프라

C.3.4 도시 시스템은 과감한 배출 감축을 달성하고 기후 회복력 있는 개발을 진전시키는 데 매우 중요하다(높은 신뢰도).

도시의 주요 채택 및 완화 요소에는

정착지와 인프라의 설계 및 계획에서 기후 변화 영향과 위험(예: 기후 서비스를 통한)을 고려하는 것, 조밀한 도시 형태를 달성하기 위한 토지 이용 계획, 일자리와 주택의 공동 배치, 대중교통 및 활동적 이동성(예: 도보 및 자전거) 지원, 건물의 효율적인 설계, 건설, 개조 및 사용, 에너지 및 물질 소비 감소 및 변화, 충분성, 물질 대체, 저배출원과 함께 전기화(높은 신뢰도) 등이 있다(높은 신뢰도).

완화, 채택, 인간 건강 및 복지, 생태계 서비스, 저소득 지역사회의 취약성 감소에 혜택을 제공하는 도시 전환은

물리적, 자연적, 사회적 인프라에 대한 통합적인 접근 방식을 취하는 포괄적인 장기 계획을 통해 촉진된다(높은 신뢰도).

녹색/자연 및 청색 인프라는

탄소 흡수와 저장을 지원하며, 단독으로 또는 회색 인프라와 결합하여 에너지 사용과 폭염, 홍수, 폭우, 가뭄과 같은 극한 상황으로 인한 위험을 줄이는 동시에 건강, 복지 및 생계를 위한 공동 이익을 창출할 수 있다(중간 수준의 신뢰도).

토지, 해양, 식량, 물

C.3.5 많은 농업, 임업, 기타 토지 이용(AFOLU. agriculture, forestry, and other land use) 옵션은

대부분 지역에서 단기적으로 확대될 수 있는 채택 및 완화 혜택을 제공한다.

산림 및 기타 생태계의 보전, 관리 개선, 복원은 경제적 완화 잠재력에서 가장 큰 비중을 차지하며, 열대 지역의 산림 벌채 감소는 총 완화 잠재력이 가장 높다.

생태계 복원, 재조림, 조림은 토지에 대한 경쟁적인 수요로 인해 거래(trade-offs)가 발생할 수 있다.

trade-offs를 최소화하려면 식량 안보를 포함한 여러 목표를 달성하기 위한 통합적인 접근 방식이 필요하다.

수요 측면의 조치(지속 가능한 건강한 식단으로의 전환 및 식량 손실/낭비 감소)와 지속 가능한 농업 강화는 생태계 전환, 메탄 및 아산화질소 배출을 줄이고 재조림과 생태계 복원을 위한 토지를 확보할 수 있다.

다른 부문에서 온실가스 집약적인 제품 대신 수명이 긴 목재 제품을 포함하여 지속 가능한 방식으로 공급되는 농산물과 임산물을 사용할 수 있다.

이러한 AFOLU 반응 옵션에는 품종 개선, 농림업, 지역사회 기반 적응, 농장 및 경관 다양화, 도시 농업이 포함된다. 고탄소 생태계(토착지역, 습지, 목초지, 맹그로브, 산림 등) 보전과 같은 일부 옵션은 즉각적인 혜택을 제공한다.

반면, 고탄소 생태계 복원과 같은 다른 옵션은 측정 가능한 결과를 도출하는 데 수십 년이 걸린다. (높은 신뢰도)

C.3.6 전 지구적 차원에서 생물다양성과 생태계 서비스의 회복력을 유지하는 것은 현재 자연에 가까운 생태계를 포함하여 지구 육지, 담수 및 해양 지역의 약 30~50%를 효과적이고 공평하게 보전하는 데 달려 있다(높은 신뢰도).

육상, 담수, 연안 및 해양 생태계의 보전, 보호 및 복원과 함께 기후 변화의 불가피한 영향에 적응하기 위한 목표 관리는 생물다양성(biodiversity)과 생태계 서비스의 기후 변화에 대한 취약성을 줄이고(높은 신뢰도), 해안 침식과 홍수를 줄이며(높은 신뢰도), 지구 온난화가 제한될 경우 탄소 흡수 및 저장을 증가시킬 수 있다(중간 신뢰도).

과도하게 개발되거나 고갈된 어장을 재건하면 수산업에 대한 기후변화의 부정적인 영향을 줄이고(중간 신뢰도) 식량 안보, 생물다양성, 인류의 건강과 복지를 지원한다(높은 신뢰도).

토지 복원은

생태계 서비스 강화를 통한 시너지 효과와 빈곤 감소 및 생계 개선을 위한 경제적으로 긍정적인 수익과 공동 편익으로 기후 변화 완화 및 채택에 기여한다(높은 신뢰도).

원주민 및 지역사회와의 협력과 포용적인 의사 결정, 그리고 원주민의 고유한 권리에 대한 인정은

산림과 기타 생태계 전반에 걸쳐 성공적인 적응과 완화에 필수적이다(높은 신뢰도).

건강과 영양

C.3.7 인류 건강은

식량, 인프라, 사회 보호, 물 정책에 건강을 주류로 하는 통합된 완화 및 채택 옵션으로부터 혜택을 받을 것이다(매우 높은 신뢰도).

인간의 건강과 복지를 보호하기 위한 효과적인 채택 옵션은

기후에 민감한 질병과 관련된 공중보건 프로그램 강화, 보건 시스템 회복력 증대, 생태계 건강 개선, 식수 접근성 향상, 물과 위생 시스템의 홍수 노출 감소, 감시 및 조기 경보 시스템 개선, 백신 개발(매우 높은 신뢰도), 정신 건강 관리 접근성 향상, 조기 경보 및 대응 시스템을 포함하는 열 건강 행동 계획(높은 신뢰도) 등 (매우 높은 신뢰도).

식량 손실과 낭비를 줄이거나 균형 잡히고 지속 가능한 건강한 식단을 지원하는 적응 전략은

영양, 건강, 생물다양성 및 기타 환경적 혜택에 기여한다(높은 신뢰도).

사회, 생계(Livelihoods) 및 경제

C.3.8 인간 시스템의 취약성과 노출을 줄이기 위해서는

기상 및 건강 보험, 사회 보호 및 채택형 사회안전망, 비상 재정 및 예비비, 조기 경보 시스템에 대한 보편적 접근과 효과적인 비상 계획이 결합된 정책 조합 등 필요.

재난 위험 관리, 조기 경보 시스템, 기후 서비스, 위험의 분산과 고유 접근법은 여러 분야에 걸쳐 광범위하게 적용될 수 있다.

역량 강화, 기후 이해력, 기후 서비스 및 지역사회 접근법을 통한 정보 제공 등 교육을 강화하면 위험 인식을 높이고 행동 변화와 계획을 가속할 수 있다. (높은 신뢰도)

지속 가능한 개발과의 시너지 효과 및 교환(Trade-Offs)

C.4

기후 변화의 영향을 완화하고 채택하기 위한 신속하고 공평한 조치는 지속 가능한 개발에 매우 중요하다.

완화 및 채택 조치는 지속 가능한 개발 목표와 상충되는 부분보다 시너지 효과가 더 크다. 시너지와 트레이드 오프는 실행의 맥락과 규모에 따라 달라진다. (높은 신뢰도)

C.4.1 더 넓은 개발 맥락에 포함된 감축 노력은 배출 감축의 속도, 깊이, 폭을 증가시킬 수 있다(중간 신뢰도).

경제 발전의 모든 단계에 있는 국가는 국민의 복지를 개선하고자 하며, 각국의 개발 우선순위는 서로 다른 출발점과 맥락을 반영한다.

다양한 맥락에는 사회, 경제, 환경, 문화, 정치적 상황, 자원 보유량, 역량, 국제 환경, 선행 개발 등이 포함되지만 이에 국한되지 않는다(높은 신뢰도).

무엇보다도 수익과 고용 창출을 위해 화석연료에 대한 의존도가 높은 지역에서 지속 가능한 개발을 위한 위험을 완화하려면

경제 및 에너지 부문의 다각화를 촉진하고 정의로운 전환 원칙, 프로세스 및 관행을 고려하는 정책이 필요하다(높은 신뢰도).

지속가능한 개발 목표를 달성하는 맥락에서 극심한 빈곤, 에너지 빈곤을 퇴치하고 저배출 국가/지역에 적절한 생활 수준을 제공하는 것은 단기적으로 전 세계 배출량을 크게 늘리지 않고도 달성할 수 있다(높은 신뢰도).

C.4.2 많은 완화 및 채택 조치는 지속가능발전목표(SDGs) 및 일반적으로 지속가능한 개발과 여러 가지 시너지 효과가 있다.

하지만, 일부 조치에는 상충되는 측면도 있다.

시너지 효과와 트레이드오프는 변화의 속도와 규모, 기후 정의를 고려한 불평등을 포함한 개발 맥락에 따라 달라지며,

SDG와의 잠재적 시너지 효과는 잠재적 트레이드오프보다 더 크다.

원주민, 지역사회 및 취약 계층의 의미 있는 참여와 함께 역량 구축, 재정, 거버넌스, 기술 이전, 투자, 개발, 상황별 젠더 기반 및 기타 사회적 형평성 고려 사항을 강조함으로써 트레이드 오프를 평가하고 최소화할 수 있다. (높은 신뢰도)

C.4.3 감축과 채택 조치를 함께 실행하고 절충점을 고려하면 인류의 건강과 복지를 위한 공동의 이익과 시너지 효과를 얻을 수 있다.

예를 들어, 청정 에너지원과 기술에 대한 접근성 향상은 특히 여성과 어린이에게 건강상의 이점을 제공하며, 저온 온실가스 에너지와 결합된 전기화, 적극적인 이동성 및 대중교통으로의 전환은 대기질, 건강, 고용을 개선하고 에너지 안보를 이끌어내고 형평성을 제공할 수 있다. (높은 신뢰도)

형평성과 포용성

C.5

형평성, 기후 정의, 사회 정의, 포용성, 정의로운 전환 과정을 우선시하면 채택과 야심찬 완화 조치, 기후 회복력 있는 개발을 가능하게 할 수 있다.

채택의 성과는 기후 위험에 가장 취약한 지역과 사람들에 대한 지원을 강화함으로써 향상된다.

기후 채택을 사회 보호 프로그램에 통합하면 복원력이 향상된다.

행동 및 생활 방식 변화를 포함하여 배출 집약적 소비를 줄이기 위한 많은 옵션이 있다.

이는 사회적 웰빙에 대한 공동 이익과 함께 제공된다. (높은 신뢰도)

C.5.1 형평성은 시간이 지남에 따라 국가 간 차별화의 변화와 공정한 부담금 평가의 어려움에도 불구하고 유엔 기후 체제(climate regime)의 핵심 요소로 남아 있다.

야심찬 감축 경로는 국가 내 및 국가 간 상당한 분배적 결과를 초래하는 경제 구조의 대규모, 때로는 파괴적인 변화를 의미한다.

국가 내 및 국가 간 분배 결과에는 고배출 활동에서 저배출 활동으로 전환하는 동안 소득과 고용의 이동이 포함된다. (높은 신뢰도)

C.5.2 형평성, 사회 정의, 기후 정의, 권리 기반 접근법, 포용성을 우선시하는 채택 및 완화 조치는

보다 지속가능한 결과를 도출하고, 트레이드오프를 줄이며, 전환적 변화를 지원하고, 기후 회복력 있는 개발을 진전시킨다.

모든 규모에서 빈곤층과 취약계층을 보호하는 재분배 정책, 사회안전망, 형평성, 포용성, 정의로운 전환은

모든 부문과 지역에 걸쳐 더 깊은 사회적 야망을 실현하고 지속 가능한 개발 목표와의 상충을 해소할 수 있다.

모든 규모의 의사결정에 있어 형평성에 대한 관심과 모든 관련 주체들의 광범위하고 의미 있는 참여는

사회적 신뢰를 구축할 수 있으며, 이는 혁신적 변화에 대한 지원을 심화시키고 확대하는 채택과 부담 완화의 공평한 공유를 기반으로 한다. (높은 신뢰도)

C.5.3 상당한 개발 제약이 있는 지역과 인구(33억~36억 명)는 기후 위험에 대한 취약성이 높다.

형평성, 포용성, 권리 기반 접근법에 중점을 둔 접근법을 통해 국가 및 지역 내에서 가장 취약한 사람들을 위한 채택 성과를 향상시킬 수 있다.

취약성은 성별, 민족, 저소득, 비공식 거주지, 장애, 연령, 식민주의와 같은 역사적이고 지속적인 불평등 패턴과 관련된 불평등과 소외로 인해 악화되며, 특히 많은 원주민과 지역사회에서 더욱 심각하다.

기후 채택을 현금 이체 및 공공사업 프로그램을 포함한 사회 보호 프로그램에 통합하는 것은 실현 가능성이 높으며, 특히 기본 서비스와 인프라가 지원될 때 기후 변화에 대한 복원력을 높인다.

비공식 거주지에 거주하는 사람들을 포함하여 저소득층과 소외된 지역사회의 기후 위험을 줄이기 위해 금융에 대한 접근성을 우선시함으로써 도시 지역의 웰빙을 가장 크게 향상시킬 수 있다. (높은 신뢰도)

C.5.4 규제 수단과 경제적 수단 및 소비 기반 접근법의 설계는 형평성을 증진할 수 있다.

사회경제적 지위가 높은 개인은 배출량에 불균형적으로 기여하며, 배출량 감축 잠재력이 가장 높다.

배출 집약적 소비를 줄이면서 사회적 웰빙을 개선할 수 있는 많은 옵션이 있는 정책/인프라/기술이 지원하는 사회문화적 옵션/행동/라이프스타일 변화는 최종 사용자가 저배출 집약적 소비로 전환하는 데 도움이 될 수 있으며, 여러 가지 공동의 이익을 얻을 수 있다.

저배출 국가 인구의 상당수는 현대식 에너지 서비스를 이용하지 못하고 있다. 기술 개발, 이전, 역량 강화 및 자금 조달은 개발도상국/지역이 저공해 운송 시스템으로 도약하거나 전환하는 것을 지원하여 여러 가지 공동 이익을 제공할 수 있다.

기후 회복력 있는 개발은 행위자들이 공평하고 정의로우며 포용적인 방식으로 서로 다른 이해관계, 가치, 세계관을 조정하여 공평하고 정의로운 결과를 향해 나아갈 때 진전된다. (높은 신뢰도)

거버넌스 및 정책

C.6

효과적인 기후 행동은

정치적 약속, 잘 조율된 다양한 수준의 거버넌스(multilevel governance), 제도적 틀, 법률, 정책 및 전략, 재정 및 기술에 대한 접근성 향상을 통해 가능하다.

명확한 목표, 여러 정책 영역에 걸친 조정, 포용적인 거버넌스 프로세스는 효과적인 기후 행동을 촉진한다.

규제 및 경제적 수단을 확대하여 광범위하게 적용하면 탄소배출 감축과 기후 회복력을 크게 향상시킬 수 있다.

기후 회복력 있는 개발은 다양한 지식을 활용함으로써 이점을 얻을 수 있다. (높은 신뢰도)

C.6.1 효과적인 기후 거버넌스는 완화 및 채택을 가능하게 한다.

효과적인 거버넌스는 국가별 상황과 국제 협력의 맥락에서 목표와 우선순위를 설정하고 정책 영역과 수준 전반에서 기후 행동을 주류화하기 위한 전반적인 방향을 제시한다.

이는 모니터링 및 평가와 규제 확실성을 강화하고, 포용적이고 투명하며 공평한 의사결정을 우선시하며, 금융 및 기술에 대한 접근성을 개선한다. (높은 신뢰도)

C.6.2 효과적인 지방, 지자체, 국가 및 하위 국가 기관은

다양한 이해관계자들 사이에서 기후행동에 대한 공감대를 형성하고 조정을 가능하게 하며 전략 수립에 정보를 제공.

하지만 적절한 제도적 역량을 필요로 한다.

정책 지원은 기업, 청년, 여성, 노동, 미디어, 원주민, 지역 커뮤니티 등 시민사회 주체들의 영향을 받는다.

정책의 효과성은 정치적 의지와 사회 내 다양한 집단 간의 파트너십에 의해 향상된다. (높은 신뢰도)

C.6.3 완화, 채택, 위험 관리, 기후 회복력 개발을 위한 효과적인 다양한 수준의 거버넌스는 계획과 실행, 적절한 자원 할당, 제도적 검토, 모니터링과 평가에서 공평과 정의를 우선시하는 포괄적인 의사결정 과정을 통해 가능하다.

취약성과 기후 위험은 성별, 민족, 장애, 연령, 지역, 소득 등 상황에 따른 불평등을 해결하기 위해 신중하게 설계되고 실행되는 법률, 정책, 참여 프로세스, 개입을 통해 종종 감소한다. (높은 신뢰도)

C.6.4 규제 및 경제적 수단은 규모를 확대하고 더 광범위하게 적용할 경우, 상당한 배출 감축을 지원할 수 있다(높은 신뢰도).

규제 수단의 사용을 확대하고 강화하면 국가별 상황에 따라 부문별 적용에서 감축 성과를 개선할 수 있다(높은 신뢰도).

탄소 가격 책정 수단이 시행된 경우, 저비용 배출 감축 조치에 인센티브를 제공.

그러나 평가 기간 중 일반적인 가격에서는 그 자체로는 추가 감축에 필요한 고비용 조치를 촉진하는 데 효과적이지 않았다(중간 신뢰도).

탄소세 및 배출권 거래와 같은 탄소 가격 책정 수단의 형평성 및 분배 영향은 다른 접근 방식 중에서도 저소득층을 지원하기 위한 재원을 사용하여 해결할 수 있다.

화석연료 보조금을 없애면 배출량을 줄이고 공공 수익, 거시경제 및 지속가능성 성과 개선과 같은 혜택을 얻을 수 있다.

그러나 보조금 제거는 특히 가장 경제적으로 취약한 계층에 부정적인 분배 영향을 미칠 수 있으며, 일부 경우 절감된 수익을 재분배하는 등의 조치로 완화할 수 있지만, 이는 국가 상황에 따라 다르다(높은 신뢰도).

공공 지출 약속 및 가격 개혁과 같은 경제 전반의 정책 패키지는 단기적인 경제 목표를 달성하는 동시에 배출량을 줄이고 지속가능성을 향한 개발 경로를 전환할 수 있다(중간 신뢰도).

효과적인 정책 패키지는 포괄적이고, 일관되며, 목표 간에 균형을 이루고, 국가 상황에 맞게 조정되어야 한다(높은 신뢰도).

C.6.5 토착 지식, 지역 지식, 과학 지식 등 다양한 지식과 문화적 가치, 의미 있는 참여와 포용적 참여 과정을 통해 기후 회복력 있는 개발을 촉진하고 역량을 구축하며 현지에 적합하고 사회적으로 수용 가능한 해결책을 가능하게 한다. (높은 신뢰도)

금융, 기술 및 국제 협력

C.7

금융, 기술 및 국제 협력은 기후 행동을 가속하는 데 중요한 원동력이다.

기후 목표를 달성하려면 채택과 완화 자금이 모두 몇 배로 증가해야 한다.

글로벌 투자 격차를 해소할 수 있는 충분한 글로벌 자본이 있지만, 자본을 기후 행동으로 돌리는 데는 장벽이 있다.

기술 혁신 시스템 강화하는 것은 기술과 관행의 광범위한 채택을 가속하기 위한 핵심이다.

다양한 채널을 통해 국제 협력을 강화할 수 있다. (높은 신뢰도)

C.7.1 재원의 가용성과 접근성 개선은 기후 행동을 가속할 수 있다(매우 높은 신뢰도).

필요와 격차를 해소하고 국내 및 국제 금융에 대한 공평한 접근을 확대하는 것은 다른 지원 조치와 결합될 때
채택과 완화를 가속화하고 기후 회복력 있는 개발을 가능하게 하는 촉매제 역할을 할 수 있다(높은 신뢰도).

기후 목표를 달성하고 증가하는 위험을 해결하고 배출량 감축에 대한 투자를 가속하려면
채택 및 완화 금융을 몇 배로 늘려야 한다(높은 신뢰도).

C.7.2 금융에 대한 접근성 향상은

특히 개발도상국, 취약 계층, 지역 및 부문의 적응 역량을 강화하고 채택의 연성 한계를 해결하며 위험 증가를 방지할 수 있다(높은 신뢰도).

공공 금융은 채택과 완화를 위한 중요한 원동력이며, 민간 금융을 활용할 수도 있다(높은 신뢰도).

온난화를 2°C 또는 1.5°C로 제한하는 시나리오에서

2020년부터 2030년까지 모델링된 연평균 감축 투자 요구량은 현재 수준보다 3~6배 더 높으며, 총 감축 투자(공공, 민간, 국내 및 국제)는 모든 부문과 지역에 걸쳐 증가해야 한다(중간 신뢰도).

전 세계적으로 광범위한 완화 노력이 시행되더라도 채택을 위한 재정적, 기술적, 인적 자원이 필요할 것이다(높은 신뢰도).

C.7.3 글로벌 금융시스템의 규모를 고려할 때 글로벌 투자 격차를 해소하기에 충분한 글로벌 자본과 유동성이 존재한다.

하지만, 글로벌 금융 부문 안팎과 개발도상국이 직면한 경제적 취약성과 부채의 맥락에서 자본을 기후행동으로 전환하는 데에는 장벽이 존재한다.

금융 흐름을 확대하기 위한 금융 장벽을 줄이려면

실제 및 인식되는 규제, 비용, 시장 장벽과 위험을 낮추고 투자의 위험-수익 프로필을 개선하기 위해 공공 재정을 보다 강력하게 조정하는 등 정부의 명확한 시그널과 지원이 필요하다.

동시에 국가별 상황에 따라 투자자, 금융 중개자, 중앙은행, 금융 규제기관을 포함한 금융 주체들은 기후 관련 리스크의 체계적 저평가를 전환하고 가용 자본과 투자 수요 사이의 부문별, 지역별 불일치를 줄일 수 있다. (높은신뢰)

C.7.4 추적된 재정 흐름은 모든 부문과 지역에서 채택과 완화 목표를 달성하는 데 필요한 수준에 미치지 못한다.

많은 기회를 창출하며, 격차를 해소해야 하는 과제는 개발도상국에서 가장 크다.

선진국 등에서 개발도상국에 대한 재정 지원을 가속하는 것은 채택 및 완화 조치를 강화하고 비용, 조건, 개발도상국의 기후 변화에 대한 경제적 취약성 등 금융 접근의 불평등을 해결하는 데 중요한 원동력이다.

특히 사하라 이남 아프리카의 취약한 지역에 대한 완화 및 적응 자금을 위한 공공 보조금 확대는 비용 효율적이며 기본 에너지에 대한 접근성 측면에서 높은 사회적 수익을 가져올 수 있다.

개발도상국의 탄소 감축 규모를 확대하기 위한 옵션으로는 연간 1,000억 달러 목표의 맥락에서 공적 금융 수준과 선진국에서 개발도상국으로 공적으로 동원된 민간 금융 흐름의 증가, 위험을 줄이고 저렴한 비용으로 민간 자금을 활용하기 위한 공공 보증 사용 증가, 지역 자본 시장 개발, 국제 협력 프로세스에 대한 신뢰 구축 등이 있다.

팬데믹 이후의 회복을 장기적으로 지속가능하게 만들기 위한 조율된 노력은 높은 부채 비용, 부채 고통, 거시경제 불확실성에 직면한 개발도상국과 국가를 포함해 기후 행동을 가속화할 수 있다. (높은 신뢰도) {4.8.1} {4.8.1}

C.7.5 기술 혁신 시스템을 강화하면

배출량 증가를 낮추고, 사회 및 환경적 공동 편익을 창출하며, 다른 SDG를 달성할 수 있는 기회를 제공할 수 있다.

국가별 상황과 기술적 특성에 맞춘 정책 패키지는 저배출 혁신과 기술 확산을 지원하는 데 효과적이었다.

공공 정책은 인센티브와 시장 기회를 창출하는 규제 및 시장 기반 수단으로 보완되는 교육과 R&D를 지원할 수 있다.

기술 혁신은 새롭고 더 큰 환경 영향, 사회적 불평등, 해외 지식 및 공급자에 대한 과도한 의존, 분배 영향 및 반동 효과(rebound effects)와 같은 상충관계를 가질 수 있으므로 잠재력을 높이고 상충관계를 줄이기 위한 적절한 거버넌스와 정책이 필요하다.

대부분의 개발도상국, 특히 최빈국에서 저공해 기술의 혁신과 채택이 지연되고 있는데, 이는 부분적으로는 제한된 재정, 기술 개발 및 이전, 역량 강화 등 여건이 취약하기 때문이다. (높은 신뢰도)

C.7.6 국제 협력은 야심찬 기후변화 완화, 채택, 기후 회복력 있는 개발(높은 신뢰도)을 달성하는 데 중요한 원동력이다.

기후 회복력 있는 개발이 가능하려면,

특히 개발도상국, 취약한 지역, 부문 및 집단을 위한 자원 동원 및 접근성 강화, 기후 행동을 위한 자원 흐름이 야망 수준과 자금 수요에 부합하도록 조정하는 등 국제 협력을 강화해야 한다. (높은 신뢰도).

금융, 기술 및 역량 강화에 대한 국제 협력을 강화하면 더 큰 야망을 실현할 수 있으며, 완화 및 채택을 가속화하고 지속가능성을 향한 개발 경로를 전환하는 촉매제 역할을 할 수 있다(높은 신뢰도).

여기에는 NDC에 대한 지원과 기술 개발 및 배포 가속화(높은 신뢰도)가 포함된다.

초국가적 파트너십은 정책 개발, 기술 확산, 채택 및 완화를 촉진할 수 있지만, 비용, 실현 가능성 및 효과에 대한 불확실성이 남아 있다(중간 신뢰도).

국제 환경 및 부문별 협약, 제도 및 이니셔티브는 온실가스 저배출 투자를 촉진하고 배출량을 줄이는 데 도움이 되고 있으며, 경우에 따라 도움이 될 수 있다(중간 신뢰도).