

2011년과 2020년 사이 기후변화 속도와 영향 급격히 증가

세계기상기구 (WMO) 2023.12.05.

번역 | APCC 대외협력과 김현진

검수 | APCC 대외협력과 한수희

제네바/두바이 (WMO) - 기록적으로 더웠던 10년인 2011년부터 2020년까지 기후변화율은 놀랍도록 급증했다. 세계기상기구(WMO)의 새로운 보고서에 따르면, 온실 가스의 지속적인 증가는 육지와 바다 온도를 기록적으로 끌어 올렸고 해빙과 해수면 상승을 극적으로 가속화했다.

주요 메시지

- 2011~2020은 기록적으로 가장 더운 10년
- 유례없는 빙하와 빙상의 손실
- 해수면의 가속화
- 해양 열과 산성화로 해양 생태계 파괴
- 극한 날씨로 지속 가능한 개발 약화
- 오존층 회복 궤도에 진입



WMO 2023 Calendar Competition - Rodolfo Romero

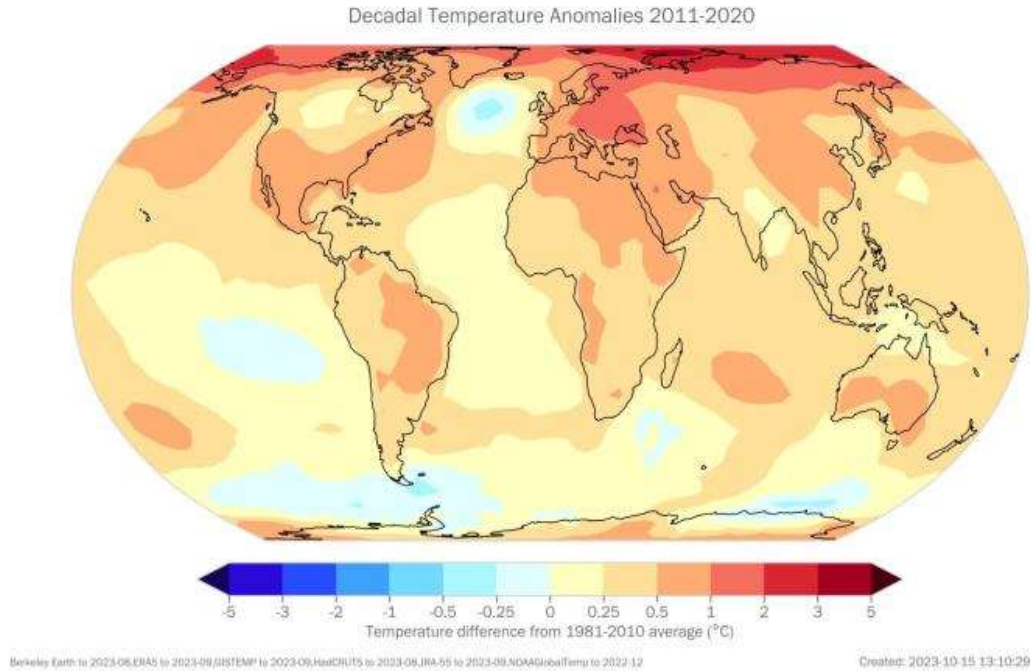
「2011 - 2020 전지구 기후: 가속화의 10년」은 극지방과 높은 산에서 일어나는 심각한 변화에 대해 특히 경고하고 있다. 빙하는 매년 약 1미터씩 얇아지며, 이는 전례 없는 손실로 수백만 명의 물 공급에 장기적인 영향을 미친다. 남극 대륙 빙상은 2001~2010년보다 2011~2020년 사이에 거의 75% 더 많은 얼음을 잃었는데 이는 저지대 해안 지역과 국가의 존재를 위협하게 할 향후 해수면 상승에 대한 좋지 않은 변화다.

작은 희망으로는, 보고서에 따르면 오존층 파괴 화학물질을 단계적으로 제거하기 위한 성공적인 공동 국제적 조치 덕분에 지난 20년보다 2011 -2020 사이에 남극 오존 구멍은 더 작아졌으며 이는 몬트리올 의정서의 성공을 가리킨다.

“1990년대부터 매 10년씩 계속 더워졌고 우리는 이러한 추세가 뒤바뀌는 조짐을 볼 수 없다. 더 많은 나라가 과거 그 어떤 10년보다 더 높은 온도를 기록했다고 보고했다. 우리는 녹아내리는 빙하와 빙상을 복구하기 위한 경쟁에서 지고 있다”라고 WMO 사무총장 Petteri Taalas 교수가 말했다.

“이것은 명백히 인간의 활동으로부터 나오는 온실가스에 의한 것이다.” 라고 WMO 사무총장 Petteri Taalas 교수가 말했다. “우리는 기후변화가 통제 불능 상태로 빠져들지 않게 하기 위해서 온실가스를 줄이는 것을 지구를 위한 가장 우선 순위로 두어야 한다.”라고 그는 말했다.

“우리의 날씨는 점점 더 극심해지고 있으며, 사회경제적 발전에 명백하게 영향을 주고 있다. 가뭄, 폭염, 홍수, 열대성 저기압 및 산불은 기반시설을 손상시키고, 농업 수확을 파괴하며, 물 공급을 제한하고 대량 이주를 발생시킨다”라고 Taalas 교수가 말했다. “수많은 연구가 보여주듯이 특히 집중된 열기의 위험은 지난 10년간 명백히 증가했다.”



이 보고서는 지난 10년간 발생한 극한 현상들이 특히 식량 안보, 이주에 파괴적인 악영향을 미쳤으며, 국가 발전과 지속 가능한 개발 목표(SDGs)로의 진전을 어떻게 방해하였는지 기록하고 있다.

반면, 예측과 조기 경보의 향상, 잘 조율된 재난 관리 및 대응이 어떻게 변화를 만들고 있는지도 보여줬다. 경제적 손실이 증가했음에도 불구하고, 개선된 조기 경보 시스템으로 극한 현상으로 인한 사상자 수는 감소했다.

공공 및 민간 기후 재정은 2011년과 2020년 사이에 거의 두 배로 증가했다. 그러나 기후 목표를 달성하려면 지금 10년(2021 - 2030) 말까지 최소 7배 증가해야 한다.

보고서는 유엔 기후변화 회의인 COP28에서 발표됐으며, 지구 온도 상승을 산업화 이전 시대보다 1.5°C 이하로 제한하기 위해 훨씬 더 야심 찬 기후 행동이 필요하다고 강조하고 있다.

10년 기후 현황 보고서는 우리 기후에 대하여 연 단위 변동성을 넘어 보다 장기적인 관점을 제공한다. 이 보고서는 WMO의 연간 전지구 기후 현황 보고서를 보완한다. COP28에서 발표된 2023년 잠정 연간 보고서는 2023년이 기록상 가장 따뜻한 해가 될 것이라고 말했다.

이 보고서는 국가기상수문서비스(NMHSs), 지역 기후 센터, 국가 통계청과 유엔 파트너 기관에서 수십 명의 전문가가 수행한 물리적 데이터 분석과 영향 평가를 기반으로 한다.

주요 발견

육지와 바다 모두에서 뚜렷한 차이로 기록상 가장 따뜻한 10년이였다.

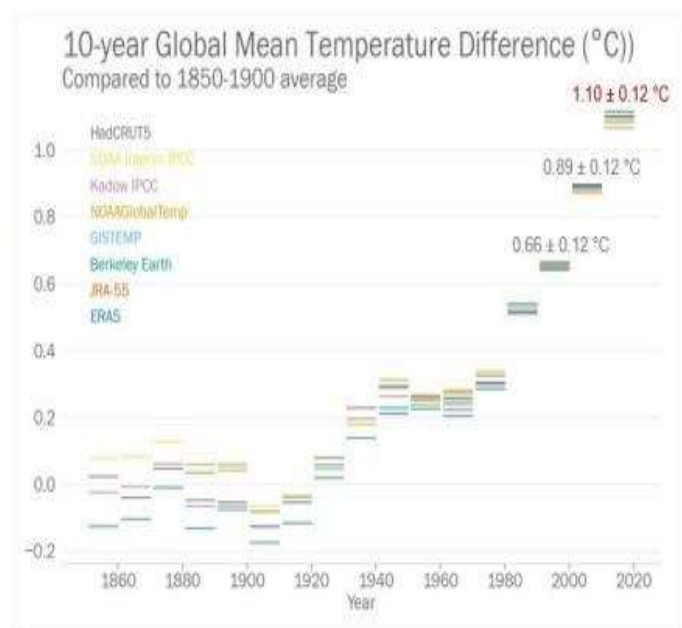
2011년과 2020년 사이의 세계 평균 온도는 1850-1900년 평균보다 $1.10 \pm 0.12^\circ\text{C}$ 높았다. 이것은 WMO에서 쓰이는 6개 데이터 세트의 평균에 근거한다. 기록상 가장 더웠던 6년은 2015년에서 2020년 사이이다.

1990년대부터 10년 단위로 보면 매10년이 그 전보다 더 더워지고 있다.

최근 10년 중 가장 더운 연도는 2016년(강한 엘니뇨 때문)과 2020년이였다. 10년 동안 가장 큰 양의 아노말리가 나타난 곳은 북극 지역으로, 1981-2010년 평균보다 2°C 이상 높았다.

더 많은 나라에서 과거 어떤 10년보다 기록적으로 높은 온도가 나타났음을 보고했다.

2011-2020 warmest decade on record for both the land and ocean by a clear margin.



3개의 주요 온실가스의 대기농도가 10년 넘게 계속 증가했다.

산업화가 시작되기 전 10,000년 동안 대기 이산화탄소는 280ppm*정도로 일정한 농도를 계속해서 유지하였다. 그 후 이산화탄소는 주로 화석 연료의 연소, 산림벌채, 그리고 토지 사용 변화 때문에 약 50% 증가해서 2020년에는 413.2ppm에 도달했다.

* ppm : 백만 개의 건조한 공기 분자 중 존재하는 기체 분자 수

1991년에서 2000년까지 10년 동안 이산화탄소의 전세계 평균은 361.7ppm이었고 2001-2010년 10년 동안은 380.3ppm, 2011-2020년의 10년에는 402.0ppm으로 증가하였다.

같은 기간 동안 평균 증가율은 연간 1.5ppm, 1.9ppm에서 2.4 ppm으로 올랐다.

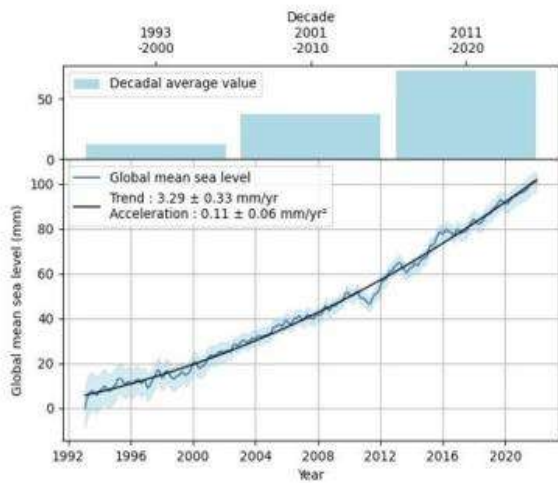
기후를 안정화하고 앞으로의 온난화를 예방하기 위해서 배출량 지속적으로 감소해야 한다.

해양 온난화 및 산성화 속도는 계속 증가하고 있다.

지구 시스템에서 축적된 열의 90% 가량이 해양에 저장된다. 해양 온난화 속도는 지난 20년 동안 특히 강한 증가세를 보여준다.

2006년부터 2020년까지 해수면 상위 2000m의 해양 온난화 속도는 1.0 ± 0.1 Wm⁻²의 속도에 이르렀다. 반면 1971년부터 2020년까지의 전체 기간 동안에는 0.6 ± 0.1 Wm⁻²의 속도였다. 2020년에 해양 온난화 속도는 역대 최고치를 기록했으며, 이러한 추세가 앞으로도 지속할 것으로 예상된다.

이산화탄소의 해양 누적은 해양 산성화로 이어지는데, 이는 해양의 pH 값이 하락함을 의미하고, 해양 생물이 껍질과 골격을 형성하고 유지하는 것을 더 어려워지게 만든다.



Ocean

- The ocean warmed at an **increasing rate** and became more acidic.
- In any given year in 2011-2020, approximately 60% of the surface of the ocean experienced a marine heatwave.
- **Global mean sea level rise is accelerating.** From 2011-2020, sea level rose 4.5mm per year.



해양 열파는 더 빈번하고 강렬해지고 있다.

2011년부터 2020년 동안 , 매해 해양 표면의 약 60%가 열파를 경험했다.

해양 열파가 가장 많이 발생한 3년은 2016년(61일), 2020년(58일), 그리고 2019년(54일)이다.

최근 10년 동안 해양 열파는 비교적 더 강렬해졌다. 강한 범주 II의 사건들이 중간 범주 I에 해당하는 사건들보다 더 흔하게 발생하였다. 지난 10년 동안 연평균 0.5일의 극심한 해양 열파(범주 IV)가 있었으며, 엘니뇨가 발생하였던 2016년에는 1일이었다. 전체 생태계를 변화시킬 수 있는 이러한 극심한 사건들은 과거에는 너무 드물어서 전지구 규모로 측정하기 어려웠던 것이었다.

주로 해양 온난화와 육지 얼음 덩어리 손실로 인해 전세계 평균 해수면 상승이 가속화되고 있다.

2011년부터 2020년까지 해수면은 연평균 4.5mm씩 상승했다. 이는 2001년부터 2010년까지의 $2.9 \pm 0.5\text{mm/yr}$ 와 비교된다.

전세계 평균 해수면 상승은 대부분 그린란드 빙상의 얼음 질량 감소와 그 정도는 덜하지만 가속화된 빙하 용해와 해양 온난화 때문에 가속화되었다.

빙하 손실은 현대 기록에서 전례 없이 크다.

2011년부터 2020년까지 전 세계의 측정된 빙하는 연평균 약 1m씩 얇아졌다.

장기간 측정되고 있는 42개 기준 빙하(reference glacier)를 기반으로 한 최근 평가에 따르면 2011년과 2020년 사이에 관측된 평균 질량 균형(mass balance)은 과거 관측된 어떠한 10년 기간 보다 가장 낮은 평균 질량 균형을 보였다. 질량 균형 기준 빙하 중 일부는 완전히 녹아 버렸는데, 이는 빙하를 만드는 겨울철 눈이 여름 동안 완전히 녹아 버렸기 때문이다.

19개의 주요 빙하 지역 중 거의 모든 지역에서 2000년부터 2020년까지 크게 감소하는 수치를 보여 주었다.

적도 근처에 남아있는 빙하들도 일반적으로 급격히 감소하고 있다. 인도네시아 파푸아 지역의 빙하는 다음 10년 이내에 완전히 사라질 것으로 예상된다. 아프리카에서는 루웬조리 산맥과 케냐산의 빙하가 2030년까지, 킬리만자로의 빙하는 2040년까지 사라질 것으로 예상된다.

Extreme Events

- Extreme events across the decade had devastating impacts, particularly on food security and human mobility.
- Virtually every attribution study carried out in 2011-20 on heat found that the risk of extreme heat increased significantly because of anthropogenic climate change.
- Heatwaves were responsible for the highest number casualties, while tropical cyclones caused the most economic damage.



2011년부터 2020년까지 그린란드와 남극은 2001-2010년보다 38% 더 많은 얼음을 잃었다.

그린란드와 남극 대륙의 빙상은 지구에서 가장 큰 담수 저장소로, 29.5백만km³의 얼음을 보관하고 있다. 빙상이 질량을 잃을 때는 지구 평균 해수면 상승에 직접 영향을 주므로, 빙상이 얼음을 얻거나 잃는 양을 모니터링하는 것은 해수면 변화를 평가하는데 중요하다.

2011년부터 2020년까지의 10년 동안, 그린란드는 연평균 251기가톤(Gt)의 속도로 얼음을 잃었으며, 2019년에는 444Gt의 얼음을 손실하여 기록을 세웠다. 이 기간 동안 남극 대륙 빙상은 연평균 143Gt의 속도로 얼음을 손실하였으며, 이 중 3/4 이상이 서남극에서 손실된 것이다. 이는 이전 10년(2001-2010년)과 비교했을 때 얼음 손실량이 거의 75% 증가한 것이다. 이는 남극 해빙과는 다르다.

그린란드와 남극 빙상을 합친 경우, 2001-2010년까지와 비교하여 얼음 손실량이 38% 증가했다. 이는 그린란드와 남극의 빙상 손실이 연평균 84Gt에 달했던 1990년대(1992-2000)에 비해 손실이 지속적으로 증가했음을 확인해 준다.

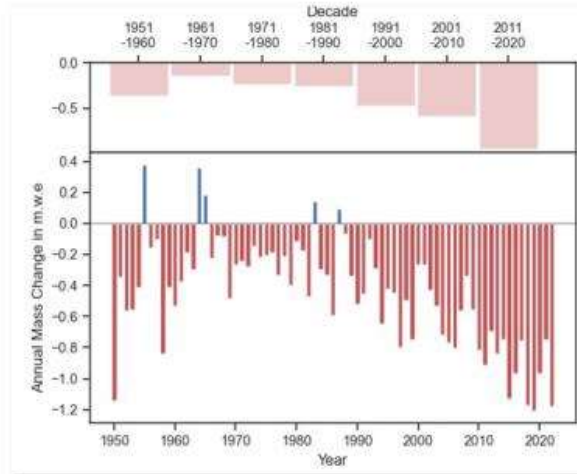
북극 해빙(sea ice)은 몇십 년 동안 계속해서 감소하고 있다: 계절 평균 최소값은 평균보다 30% 작다.

북극 해빙(sea ice)은 특히 여름철 녹음(melting) 계절에 계속해서 감소했다. 2011년부터 2020년까지의 계절 평균 최소 범위는 4.37백만km²로, 1981-2010년의 평균인 6.22백만km² 보다 30% 작았다. 겨울 축적 계절 동안은 감소가 덜 뚜렷하지만, 여전히 상당하다. 이 기간에 연평균 최대치는 1,478백만 km²로, 1981-2010년의 평균인 1,565백만km²보다 6% 작았다.

해빙(sea ice) 범위의 감소는 두께와 부피의 감소와 함께 진행되었으나, 이 지표에 대한 데이터는 제한적이다. 또한, 1년 이상 지속하는 얼음의 범위도 현저히 감소했다. 1985년 3월에는 오래된 얼음(4년 이상)이 북극 해양의 총 얼음 면적의 33%를 차지했지만, 2010년에는 10% 이하로 감소했으며, 2020년 3월에는 4.4%로 감소했다.

Cryosphere

- Measured glaciers around the world thinned by about 1m per year on average from 2011-2020. This worsening loss is unprecedented in the observed record.
- Antarctica lost nearly 75% more ice in 2011-2020 than in 2001-2010, consistent with an acceleration of ice sheet mass loss.



5

오존홀은 과거 20년보다 2011-2020년 기간에 더 작았다.

2011년부터 2020년까지 평균적으로, 연간 최대 질량 손실은 이전 두 10년 동안 보다 낮았다. 몬트리올 의정서에 따른 조치로, 염화불화탄소(CFS)와 같이 오존을 파괴하는 통제된 물질과 통제되지 않는 물질(ODS)이 성층권에 도달하는 전체 염소 양이 1993년의 최고치인 3,660ppt에서 2020년의 3,240ppt로 11.5% 감소했다.

남극의 총 오존량은 약 2065년까지 1980년의 값으로 돌아갈 것으로 예상된다. 북극에서는 총 봄철 오존량이 약 2045년까지 1980년의 값으로 돌아갈 것으로 예상된다.

지속 가능한 발전

SDGs를 달성하고 파리협정의 목표를 달성하기 위해서는, 한 곳의 발전이 다른 곳의 발전으로 이어지는 협력적인 행동이 필요하다.

이 보고서는 극한 현상과 발전 사이의 구체적인 연결을 처음으로 입증하고 있다. 유엔 기구와 국가 통계청과의 다학제간 협력을 통해, 선택된 사례 연구는 지난 10년 동안 극한 현상이 SDGs로의 진전을 어떻게 방해했는지 보여준다.

지난 10년 동안 극한 현상들은 특히 식량 안보와 인간 이동성에 치명적인 악영향을 미쳤다. 날씨와 기후 관련 사건은 지난 10년 동안 기록된 모든 재난 이동의 거의 94%에 책임이 있으며, 빈곤, 식량 불안전 및 영양실조를 종식시키기 위한 세계적인 노력의 진전에 역행하는 역할을 했다.

많은 극한 현상의 경우, 인위적인 기후 변화로 인해 현상의 규모가 더 심각해진 경우가 많다. 거의 모든 인과관계 연구에서 극한 폭염의 발생 가능성이 현저하게 증가했다는 것을 발견했다.

폭염은 가장 많은 사상자를 냈고, 열대성 저기압(태풍)은 가장 많은 경제적 피해를 가져왔다.

개선된 조기 경보 시스템과 관련하여 극한 현상으로 인한 사망자 수는 줄어들었지만, 경제적 손실은 증가했다.

이 감소의 주요 원인 중 하나는 예측성의 향상과 재난 관리의 향상에 기인한 조기 경보 시스템의 향상이었다. 2011-2020년은 1950년 이후 처음으로 10,000명 이상의 사망자가 발생하지 않은 10년이었다.

그러나 극한 날씨와 기후 현상으로 인한 경제적 손실은 계속해서 증가했다. 2005년 허리케인 카트리나가 세계에서 가장 경제적 손실이 컸던 날씨 재해였던 반면, 그 다음으로 경제적 손실이 컸던 네 가지 사건은 모두 2011년부터 2020년 사이에 발생한 허리케인이었으며, 그 영향이 가장 컸던 곳은 미국이었다.

대규모 사상자를 낸 사건과 큰 경제적 손실을 입은 사건 사이에는 사건 유형과 지리적 분포 모두에서 큰 대조가 있었다. 1,000명 이상의 사망자를 낸 13건의 알려진 사건 중 6건은 폭염이었고, 4건은 몬순에 따른 홍수나 그와 관련된 산사태, 그리고 3건은 열대성 저기압(태풍)이었다.

경제적 손실이 100억 달러(USD) 이상으로 알려진 27건의 사건 중, 2022년 기준으로 16건은 미국 내에서 발생하였으며 8건은 동아시아에서 발생하였다. 그리고 27건의 사건 중 13건은 열대성 저기압(태풍), 8건은 홍수, 그리고 3건은 산불이었다.