

112, Climate Tone

팟캐스트 시리즈, 에피소드 1



SOUNDCLOUD

프로드로모스 재니스(Prodromos Zanis) 교수의 '기후학자가 전하는 그리스의 신호'

팟캐스트 시리즈 <112, Climate Tone>의 첫 번째 에피소드는 '기후학자가 전하는 그리스의 신호'다. 그리스 테살로니키 아리스토텔레스 대학(AUTH)의 기후학자이자, 2021 년 유엔 정부간기후변화위원회(IPCC) 보고서 6 장의 주 저자인 프로드로모스 재니스 교수는 이 소규모 강연을 통해 기후변화의 '핫스팟(hot-spot)'인 그리스의 독특한 위치와, 그리스가 경험하고 있는 극적인 날씨 변화들을 탐구한다.

지구 온난화

우리는 지난 수십 년 동안 세계가 점차 더워지고 있다는 것을 알고 있었다. 19 세기 후반부터 체계적인 관측을 통해 산업화 이전 시대부터 지구 기온이 약 1.1°C 상승해 왔다는 것을 알 수 있다(지난 10 년은 관측 기록 중 가장 따뜻한 시기였다).

한편, 이산화탄소 농도는 계속 상승하여 2021 년 416ppm 이라는 기록적인 수준까지 도달했다. 과거 2000 년 동안 지구 온도와 이산화탄소가 전례 없는 비율로 변화하면서 지난 100 년은 10 만 년 동안 가장 따뜻한 기간으로 추정된다. 인간 활동으로 야기된 대기의 구성 변화가 산업화 이전 단계부터 온난화의 가장 커다란 부분을 차지한다는 것이 국제 과학계의 공통된 견해다. 이러한 변화들은 지구 에너지 수지(energy budget)의 불균형을 유발하며, 우리는 (이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 할로겐화탄소, 오존 등) 인위적인 온실가스에서 발생하는 양의 복사강제력(positive radiative forcing)을 분명히 알고 있다. 간단히 말해, 지구의 에너지 수지가 플러스 상태이며, 이에 따라 기후 시스템이 더워지고 있다. 이것이 소위 '인위적 지구 온난화'로 불리는 것이다.

지중해 연안과 주변 지역의 기후변화

최근의 기후변화는 광범위하고, 빠르고, 격렬하다. 온난화 추세는 지역 기후에 지역적으로 균일하지 않은 영향을 미친다.

한 지역의 기후는 장기간의 평균 기상 조건으로 구성된다(최소 20~30 년). 기후변화는 기후의 평균 상태 또는 변동성이 수십 년 이상 장기간 지속되는 통계적으로 중요한 변화를 의미한다. 하지만 지구 온난화는 지중해 및 그리스 지역의 기후변화와 어떻게 연관되어 있을까?

지중해는 4 만 6,000 킬로미터의 해안선이 있는 생태 지역으로 전 세계 식물종의 10%와 해양 생물종의 7%가 서식한다.

또한 인구밀도(제곱킬로미터당 60 명 이상)가 높은 약 5 억 명의 사람들이 살고 있는 22 개국에 둘러싸여 있다.

지중해 연안의 주변 지역은 '지중해'로 알려진 특정한 기후 유형을 가지고 있으며, 대부분 온화한 겨울과 고온 건조한 여름이 특징적이다. 기상학적으로 이는 아열대 및 온대의 역학적 과정에 모두 영향을 받고 있으며, 지중해 연안을 둘러싼 대륙 지역은 반건조대의 가장자리에 위치해 있다.

지중해의 온난화 추세는 지구 온난화보다 더 크다. 지중해 지역의 연평균 표면 온도는 산업화 이전 시기보다 약 1.5°C 높으며, 이는 현재의 지구 온난화 추세(1.1°C)를 훨씬 웃도는 것이다. 지구 기후 모델과 지역 기후 모델에 기반한 예측 모델은 다양한 미래의 배출 시나리오에 따라 21 세기 지중해 지역의 온난화가 지속적으로 심화되고 있음을 보여준다.

지중해에서 관측된 강수량 추세는 시공간의 변동성이 큰 것이 특징이다. 그러나 기후 모델은 향후 수십 년 동안 강우량이 감소하는 추세를 분명히 나타낸다. 이는 북상하는 기압골의 불안정성과 지구 온난화로 인한 대기 순환의 변화와 관련 있다. 특히 지중해 지역의 미래 연평균 기온 추정치가 해당 지구 온난화 수준을 0.5~1.5 도 초과하는 반면, 비와 토양 수분의 감소는 지구 온난화 수준이 높을수록 증폭된다는 것을 알 수 있다.

더욱이 지중해에서는 이미 폭염과 가뭄 같은 극단적인 기후와 날씨 변화가 더 자주, 더 강하게 관찰되고 있다. 가까운 미래에 지중해 지역의 더위 스트레스와 가뭄 기간이 더욱 늘어날 수 있는 것이다.

마지막으로 지중해의 평균 해수면은 21 세기 중반 20 센티미터에서 21 세기 말 70 센티미터까지 상승할 것으로 예상된다. 하지만 지브롤터 해협을 통해 전 세계 바다와 연결되기 때문에 지중해 수위 상승에 큰 영향을 미칠 불확실성도 있다.

위에서 언급한 모든 미래 예측을 고려할 때, 지중해의 특징은 일반적으로 지구상에서 인위적인 기후변화에 가장 민감하고 취약한 지역 중 하나라는 점이다.

지중해 기후변화로 인한 충격과 과제

인위적인 기후변화에 민감하고 취약한 이 지역에서는 향후 수십 년 동안 여러 가지 직간접적인 영향들이 예상된다(생태계, 삼림 벌채, 사막화, 토지 황폐화, 화재 위험, 자연재해, 수자원 관리, 에너지 수요, 식량 안보, 농업, 관광, 보건과 공기의 질, 이주와 문화적 유산으로 인한 정치적 갈등).

따라서 우리가 대처해야 할 많은 과제들이 새롭게 생겨날 것이다.

예를 들어 강수량 감소, 기온 상승, 인구 증가로 인해 지중해 연안의 담수 가용성이 감소될 것이며, 특히 물 공급에 어려움을 겪는 국가에서는 더욱 그러할 것이다. 게다가 온난화와 가뭄의 복합적인 영향은 전반적인 건조 상태의 증가와 그에 따른 지중해 육지 생태계의 사막화 압력으로 이어질 것이다.

여기에 더해, 지중해 인구의 3 분의 1 이 바다 근처에 살고 있고 기반 시설이 평균 해수면에 매우 가깝기 때문에 인간에게 중요한 해안 위험(coastal risks)을 안고 있다. 즉 지중해 주변의 습지와 해변은 물론, 항구와 항구 도시, 기타 해안 기반시설이 해수면 상승, 폭풍 해일, 홍수, 침식 및 토지 침하 등을 일으키는 기후변화 영향으로 커다란 위험에 처하게 될 것이다.

그리스의 기후변화

동지중해 중심부에 위치한 그리스는 독특한 지형적 특징을 갖고 있다. 즉 그리스 본토의 평균 고도가 600 미터에 가깝고, 해안에서 본토까지 가파른 경사도(보통 1 킬로미터당 100 미터에서 200 미터 사이)를 보이며, 지구 적도 둘레의 3분의 1 이 넘는 약 1 만 6,300 킬로미터의 아주 긴 해안선이 있다. 또한 에게해와 이오니아해에는 사람들이 거주하는 수많은 섬들이 있다.

주요 기상 시스템과 더불어, 이 복합적인 지형으로 인해 불과 수십에서 수백 킬로미터 거리 안에서 바다부터 저지대, 대륙과 고지 지중해성 기후에 이르기까지 기후 조건이 강력한 공간적 변이를 거치는 것이 설명된다.

그리스의 온난화 추세는 현재의 지구 온난화 수준보다 더 크다. 이는 아테네 국립천문대와 테살로니키 아리스토텔레스 대학의 두 역사적 관측소가 수행한 측정에서 분명히 나타나는데, 지난 50 년 동안 약 2°C 의 온난화 추세를 보여준다. 게다가 지난 수십 년 동안 그리스에서는 기후변화와 직간접적으로 연관된 폭염과 극단적인 사건이 더욱 빈번해지고 있으며, 이는 기후변화의 국가적, 지역적 영향에 대한 대중과 정책적 측면의 인식을 고조시키고 있다.

지구 기후 모델(Global Climate Model)은 미래 기후 예측을 위한 핵심 도구다. 하지만 그리스처럼 복잡한 지형적 특성을 가진 국가에서 지역적 기후에 미치는 영향을 다루면서 여전히 다소 거친 수평해상도(horizontal resolution, 기상 예보 시스템에서 격자점 사이의 간격-웁긴이)를 사용하고 있다.

지역 적응 및 완화 전략뿐만 아니라 현지/지역 기후변화 영향에 관한 연구를 지원하기 위해 지역 기후 모델(Regional Climate Model)을 기반으로 한 예측 모델에서 고해상도 미래 기후 데이터를 사용할 필요가 있다. 이러한 상세화 접근법(downscaling approach)이야말로 그리스의 복잡한 지형에 필수적이다.

그리스에 대한 지역 기후 모델 시뮬레이션의 전체적인 결과를 보면 미래의 글로벌 배출 시나리오(온실가스를 전혀 감축하지 않거나, 약간 감축하거나, 아니면 강력하게 감축하거나)에 따라 가까운 미래에 연평균 1.2°C 에서 21 세기에는 4.3°C 사이의 온난화가 강력하게 예측된다. 온난화 추세는 여름 동안 그리스 본토에서 훨씬 더 높을 것으로 예상된다.

연간 총 강수량은 가까운 장래에는 그리스 전체에 걸쳐 3% 소폭 감소할 것으로 예상되지만, 21 세기 말로 갈수록 시나리오에 따라 6%에서 16%의 감소가 예측된다.

결론

지식이 늘고 관찰 수준이 높아지며, 과거 기후를 더 잘 이해하게 된 덕분에 우리는 그 어느 때보다 유리한 위치에서 인위적인 기후변화의 영향을 설명하고 미래를 내다볼 수 있다.

지중해는 지구상에서 인위적인 기후변화에 가장 민감하고 취약한 지역 중 하나다.

지구 온난화를 억제하기 위해 이산화탄소, 메탄 및 기타 온실가스의 강력하고 신속하며 지속적인 감축을 위한 전지구적 약속과 더불어 톱다운 접근 방식이 필요하다. 이렇게 하면 기후변화의 결과를 줄일 뿐만 아니라 공기의 질도 향상시킬 것이다.

따라서 21 세기 중반 기후 중립(climate neutrality)을 목표로 하는 약속의 현재와 미래를 지켜보는 것이 그 어느 때보다 중요하다. 유럽연합(EU) 전체가 이 목표를 채택했고, 새로운 EU 기후법과 그리스 국가기후법은 2050 년까지 기후 중립이라는 목표에 맞춰져 있다.

커미션: NEON, © the Author, Courtesy NEON

프로드로모스 재니스는 그리스 테살로니키 아리스토텔레스 대학의 지질학부 기상·기후학과 교수이며, 2021 년 제 6 차 IPCC 평가 보고서 6 장의 주요 저자다.

이 팟캐스트 시리즈는 NEON 의 스포티파이 채널에서 이용 가능한 <112, Climate Tone>의 일부다.

NEON 디렉터: 엘리나 쿤투리(Elina Kountouri)

NEON 전시 책임자: 에피 시리구(Efi Syrigou)

프로그램 기획: 파니스 카판타리스(Fanis Kafantaris), 이오아나 미미(Ioanna Mimi), 앤드루 스파이루(Andrew Spyrou)

국문 번역: 김현경

팟캐스트 시리즈는 FRONTSTAGE 의 지원으로 제작되었다.