

“美 LA 산불과 뉴욕 폭설, 이유 있다”
GIST, 대기순환체제 변화 메커니즘 발견
“기후변화가 부르는 북반구 대기순환 증폭으로
이상기후 현상 더욱 빈번·극심해질 것” 경고

- 환경·에너지공학부 윤진호 교수가 이끈 한-미 국제 공동연구팀, 기후 모델 시뮬레이션 통해 미래 온난화된 지구의 겨울철 대기 순환 증폭 현상 규명
- 국제학술지 《npj Climate and Atmospheric Science》 게재



▲ (왼쪽부터) 환경·에너지공학부 이주은 박사과정생, 윤진호 교수

지구 온난화가 가속화되면서 더욱 뜨거워진 미래*의 북반구 중위도 지역에서 가뭄, 폭우, 한파와 같은 극한 기상현상이 빈번하게 발생할 것이라는 연구 결과가 나왔다.

* IPCC 6차 보고서에 따르면 2100년까지에 대한 결과를 논의하였음.

광주과학기술원(GIST, 총장 임기철)은 환경·에너지공학부 윤진호 교수 연구팀이 한-미 국제 공동연구를 통해 겨울철 북반구 날씨에 직접적인 영향을 미치는 대기의 대규모 흐름(행성파*)이 미래 온난기후에서 점증적으로 증폭되는 현상과 핵심 메커니즘을 발견하여 미래 기후변화가 겨울철 대기 대순환에 미치는 영향을 규명했다고 밝혔다.

온실가스 배출, 산림 파괴 등 온난화로 인한 변화가 왜 특정 지역에서 극한 기상·기후 현상을 더 집중적으로 일으키는지에 대한 근본적 인과관계를 밝힘으로써 앞으로의 기후 전개 양상을 보다 체계적으로 이해하고 전망할 수 있는 기틀을 마련하였다.

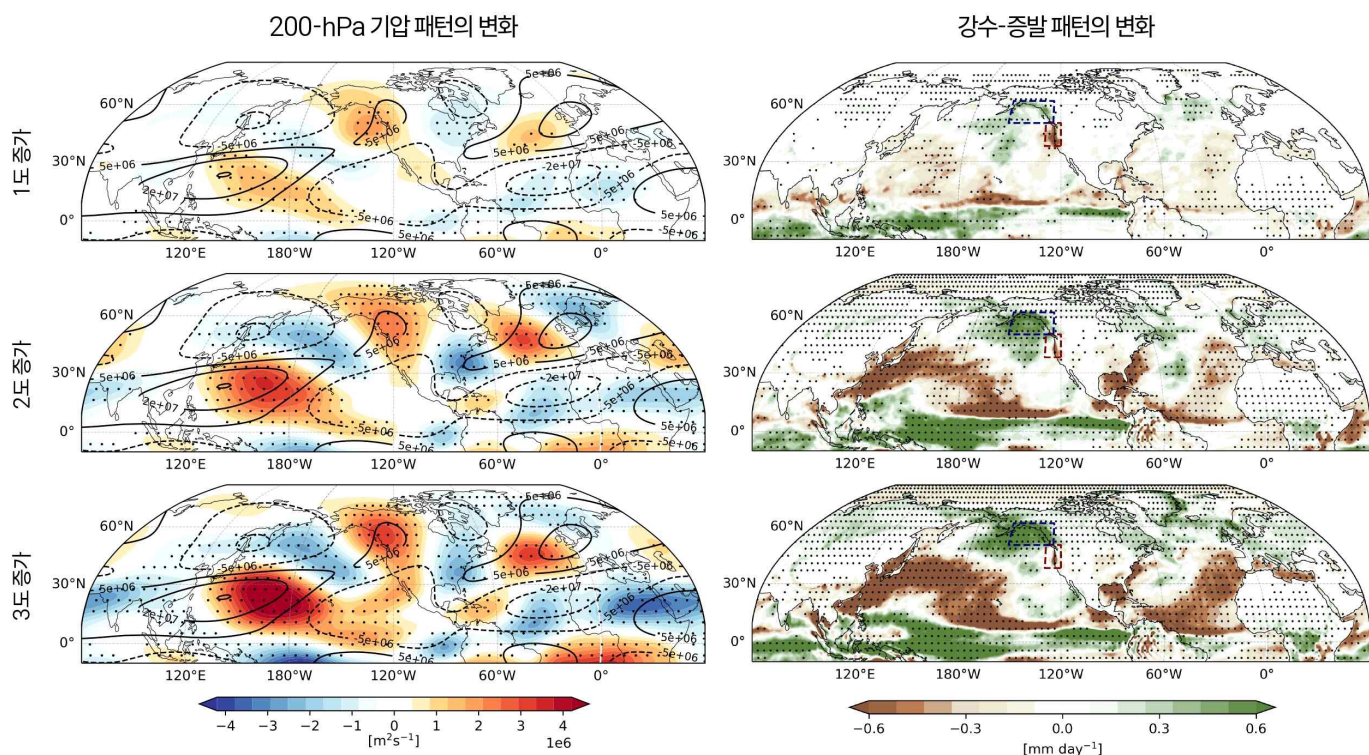
* **행성파**: 행성 대기 가운데에서 공통으로 관측되는 띠 모양의 바람과 같은 대규모적인 풍계(風系). 중위도에서 주로 대류권 상층에 일어나는 편서풍대의 파장이 긴 파동 같은 것이다. 규모 5,000 킬로미터 이상

연구팀은 전지구기후모델 실험*을 활용하여 **해수면 온도 상승과 북극의 해빙(바다 얼음) 감소가 겨울철 대기의 대규모 흐름을 더욱 강화시킬** 것으로 예측하고, 이러한 현상의 주요 원인으로 **적도 서태평양의 온난화로 인한 대류* 시스템의 강화**를 지목하였다.

연구팀은 겨울철 대기의 대규모 흐름이 증폭되는 과정에서 **중위도 서풍의 강화와 북쪽으로의 확장**이 핵심적인 역할을 한다는 사실을 발견했다. 강화된 서풍이 적도 서태평양에서 발생한 파동에너지를 북동쪽으로 전파시키는 **통로 역할**을 하며, 여기에 북극의 해빙 감소가 약하지만 서로 보완적인 영향을 더해 전체적인 북반구 대기 대순환을 증폭시키는 것으로 나타났다.

* 연구팀은 미래 기후를 시뮬레이션하기 위해 Global/Regional Integrated Model system(GRIMs) 버전 4.0 전지구기후 모델을 사용하였다. 이것은 현재 기상청이 운영 중인 한국형수치예보모델(KIM)의 물리과정 개발을 위한 참고 모델로서 활용되었다. 계절 내/계절 예측 및 기후 변화 이해 등 연구용 목적으로 다방면으로 널리 사용되고 있다. 과거 기후(1920-1949) 대비 1도, 2도, 3도 증가한 시점에 대한 실험을 분석하였으며, 3도 시점은 대략 2080년까지에 해당한다.

* **대류**: 기체나 액체와 같이 유동성이 있는 유체 내에서 일어나는 열전달 방법. 온도차로 인해 생겨난 유체의 흐름에 의해서 열이 전달되는 것



▲ 북반구 겨울(12월-1월-2월) 대류권 상층부(200-hPa) 대기 대순환 강화 패턴 및 지표 강수 패턴 변화. GRIMs 기후 모델 시뮬레이션을 통해 1도, 2도, 3도 증가한 미래 온난기후에서의 변화를 보여줌. (1) Control 실험(Contour)에 대비하여 변화한 정도(shading)를 나타내었으며, 기후값 대비 고정된 위치에서 행성파의 증폭 패턴이 관찰됨. (2) 강수량에서 증발량을 뺀 지표면 순수분속의 변화 패턴을 보면 적도 서태평양 지역에서 발산이 강화되는 현상이 관찰됨.

이와 같이 증폭된 대기 순환은 특히 북미 지역의 겨울철 날씨에 큰 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 구체적으로 미국 서부 지역에는 고기압을, 동부 지역에는 기압골을 발달시켜 최근 빈번하게 발생하는 미국 서부 지역의 산불·가뭄과 동부 지역의 극심한 폭설·혹한 등 이상기후 현상과 밀접한 관련이 있는 것으로 확인됐다.

윤진호 교수는 “이번 연구는 기존 연구자들이 제시한 대기 순환 변화의 주요 메커니즘을 하나로 통합하여 최근 관찰된 대기 순환 증폭 현상과 역학적인 인과관계를 보다 체계적으로 설명했다는 데 의의가 있다”고 밝히며, “이러한 현상이 미래에는 더욱 극심해져 심각한 기후 위험을 초래할 수 있다고 경고하며, 이에 대한 철저한 대비를 서둘러야 한다”고 강조했다.

GIST 환경·에너지공학부 윤진호 교수가 지도하고 이주은 박사과정생이 참여한 이번 연구는 과학기술정보통신부와 한국연구재단의 해양극지기초원천기술개발사업 및 중견연구사업과 한국환경산업기술원 신기후체제대응 환경기술개발사업의 지원을 받아 유타주립대학교 Shih-Yu(Simon) Wang 교수, 서울대학교 손석우 교수·김대현 교수, 세종대학교 정지훈 교수, KAIST 김형준 교수가 참여했다.

연구 결과는 네이처(Nature) 자매지로서 기상학 분야의 저명한 국제학술지 《기후와 대기과학(npj Climate and Atmospheric Science)》에 2025년 1월 17일 온라인으로 게재되었다.

논문의 주요 정보

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : npj Climate and Atmospheric Science* (Impact Factor: 8.5)
* 기상학 분야 저명한 국제학술지로 상위 5% 이내 (5/110) 학술지
- 논문명 : Amplification of Northern Hemisphere winter stationary waves in a warming world
- 저자 정보 : Jueun Lee (제1저자, GIST 박사과정생), Shih-Yu (Simon) Wang, Seok-Woo Son, Daehyun Kim, Jee-Hoon Jeong, Hyungjun Kim, Jin-Ho Yoon (교신저자, GIST 교수)