

보도일시	2025. 3. 28.(금) 오전 3시부터 보도
	국제엠바고를 준수하여 주시기 바랍니다
문의	연구단장/연구책임자 사범대학 지구과학교육과 서기원 교수(02-880-7779) / 교신저자

■ 제목/부제

제목	Abrupt sea level rise and Earth's gradual pole shift reveal permanent hydrological regime changes in the 21 st century 지구온난화로 전 지구 육지의 물이 줄어들고 있다 - 국제 공동 연구팀, 해수면 변화와 자전축 이동 관측으로 규명
----	--

■ 요약

연구 필요성	과학자들은 기후 모델을 이용하여 현 기후 변화를 이해하고, 미래 기후를 예측한다. 유럽 중기 기상예보 센터 (European Center for Medium-Range Weather Forecasts)의 ERA5-Land 모델은 2000-2002 3년간 육지의 물이 무려 1,614 기가 톤이나 감소하였을 것으로 계산하였다. 이는 올림픽 규모 수영장 6억 5천만 개를 채울 수 있을 정도의 믿기 어려운 엄청난 양이다. 과학자들이 이용하는 기후 모델은 여러 가지 이유로 비현실적이거나 다른 모델과 상충 되는 결과를 도출할 수도 있기 때문에 기후 모델 결과 해석은 조심스럽게 이루어져야 한다. 그래서 이 계산에 의문을 가지는 사람들이 많았다. 서울대 서기원 교수가 이끄는 국제 공동 연구팀은 21세기 들어 지구온난화 등에 의해 대기 중 증발되는 수증기량이 많아졌기 때문에 이 계산이 맞을 수도 있다고 생각하여 엄청난 육지 물 감소를 추적할 수 있는 증거를 찾기 시작하였다.
Abstract	Rising atmospheric and ocean temperatures have caused substantial changes in terrestrial water circulation and land surface water fluxes, such as precipitation and evapotranspiration, potentially leading to abrupt shifts in terrestrial water storage. The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) Reanalysis v5 (ERA5) soil moisture (SM) product reveals a sharp depletion during the early 21st century. During the period 2000 to 2002, soil moisture declined by approximately 1614 gigatonnes, much larger than Greenland's ice loss of about 900 gigatonnes (2002-2006). From 2003 to 2016, SM depletion continued, with an additional 1009-gigatonne loss. This depletion is supported by two independent observations of global mean sea level rise (~4.4 millimeters) and Earth's pole shift (~45 centimeters). Precipitation deficits and stable evapotranspiration likely caused this decline, and SM has not recovered as of 2021, with future recovery unlikely under present climate conditions.
Journal Link	DOI: 10.1126/science.adq6529

■ 본문

□ 연구내용

육지 물의 양 변화를 관측하는 인공위성 그레이스(GRACE)는 2002년 3월 발사되었기 때문에 2000-2002년 시기의 육지 물의 양 변화를 직접 알 수 있는 방법은 없었다. 그래서 연구팀은 줄어든 육지 물의 양만큼 해수면이 상승되었을 것으로 가정하여 인공위성으로 관측한 해수면 변화 신호를 분석하였고, ERA5-Land 모델로 예측한 해수면 상승과 일치하는 관측 값을 확인할 수 있었다. 나아가, 육지 물과 바닷물의 질량 변화는 지구 자전축 변화에 큰 영향을 준다는 서기원 교수 연구팀의 2023년 연구결과에 착안하여, **자전축 변화 관측 자료를 정밀 분석**하였고, ERA5-Land 모델이 예측한 육지 물 감소를 더욱 강력하게 뒷받침 할 수 있는 관측적 증거를 발견하였다. 특히, 2002년 이후 유라시아를 중심으로 가뭄의 정도가 지속적으로 강화되는 현상 역시 ERA5-Land 모델 자료와 자전축 변동 관측 값으로 규명하였다.

□ 시사점

이 연구는 기후 온난화로 인한 이상 기상 현상이 앞으로 어떻게 진행될 것인지 중요한 단서를 제공한다. 일부 지역에서는 기록적인 폭우 등에 의한 홍수가 예상되기도 하지만, 온도 상승으로 인한 증발산량 증가는 전 지구적인 가뭄을 초래할 수도 있다. **전 지구적인 가뭄**은 이미 21세기 시작과 함께 가속 진행되고 있는지도 모르기 때문에 이러한 가능성을 염두에 두고 기후 모델을 개선하고 미래 기후를 예측해야 할 것이다. 또한, 우리나라는 지하수를 비롯한 물의 양 변화를 파악하기 위해 다양한 관측망을 구축하는 등의 노력도 필요하다.

□ 논문

Abrupt sea level rise and Earth's gradual pole shift reveal permanent hydrological regime changes in the 21st century

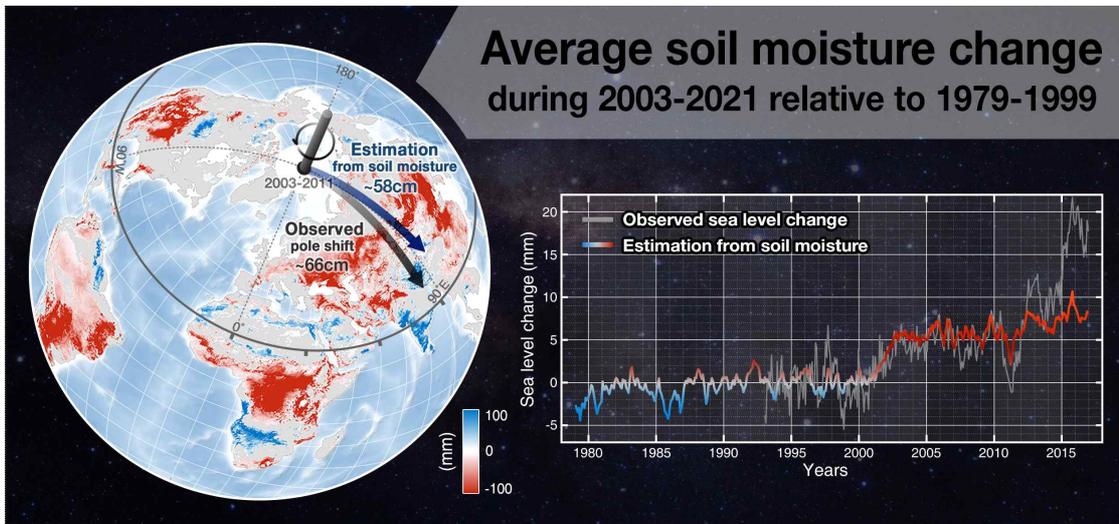
Ki-Weon Seo, Dongryeol Ryu, Taehwan Jeon, Kookhyoun Youm, Jae-Seung Kim, Earth H. Oh, Jianli Chen, James S. Famiglietti, Clark R. Wilson

DOI: 10.1126/science.adq6529

□ 사사

이 연구는 한국연구재단 중견연구 (우주 측지 관측을 통한 한반도 물 수지 변동 파악), 세종과학 펠로우십 (2011년 동일본 대지진에 의한 한반도의 지각 변위와 상대 해수면 변화), 해양수산부 (급격한 남극 빙상 용융에 따른 근미래 전지구 해수면 상승 예측기술 개발과제)의 지원으로 수행되었다.

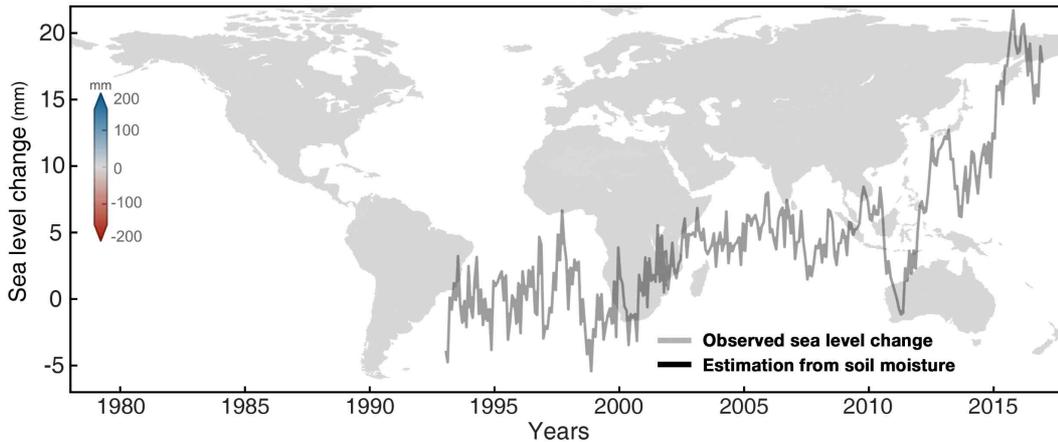
□ 그림설명



(왼쪽 그림) 2003-2021년 평균 육지 물질량 변화 (1979-1999년 대비). 붉은색은 감소 파란색은 증가한 지역을 의미한다. 21세기 들어서 육지 물 감소가 전 지구적으로 발생하였다. 물 부족으로 인해 자전축이 동경 90도 방향으로 약 58cm (파란색 화살표) 이동한 것으로 예측되었으며 이는 자전축 관측값 (회색 화살표)과 매우 유사하다.

(오른쪽 그림) 육지 물 질량 변화에 의한 해수면 변화 예측값 (파란-빨간색 그래프). 2000-2002년 사이 육지 물 질량 감소로 급격한 해수면 상승이 발생하였다. 이는 해수면 실측값 (회색)을 통해 재차 확인되었다.

Yearly soil moisture change relative to 1979-1999



1979년부터 2016년 동안 육지 물 질량 연간 변화. 검은색 그래프는 육지 물 감소에 의한 해수면 변화 예측값이며 회색 그래프는 해수면 변화 실측값. 21세기 들어서 육지 물 부족이 전지구적으로 발생하였고 이로 인해 해수면이 급격히 상승하였다.

□ 연구자

- 성 명 : 서기원
- 소 속 : 서울대학교 지구과학교육과 교수
- 연락처 : 02-880-7779, seokiweon@snu.ac.kr