

기후 분과 [P-020]

통계적 분석 및 모델링을 통한 북극 해빙 알베도 피드백의 재해석

김근영, 문우석

국립부경대학교 지구환경시스템과학부 환경대기과학전공

기후 데이터는 시간에 따른 장기적인 추세, 계절적 변동성, 다양한 기상 현상의 주기성을 포함하는 순환 정적(cyclostationary) 시계열로 표현될 수 있으며, 이를 이해하는 것은 기후 변화 예측에 필수적이다. 본 연구는 Moon and Wettlaufer(2017)의 방법론을 적용하여 주파수 중복성 문제를 해결하고, 간소화된 기후 통계 모델을 통해 전 지구 월별 평균 시계열 데이터를 분석하였다. 이를 통해 계절적 안정성, 노이즈 크기, 장기 강제력 등의 요소를 정량화하였다. 분석 결과, 전 지구의 계절적 안정성은 다양한 기후 현상에 의해 불안정한 양상을 보였으며, 특히 북극에서 여름철부터 늦여름까지 발생하는 불안정성에 주목하였다. 여름철에는 태양 복사에너지의 입사로 인해 해빙 알베도 피드백(sea ice albedo feedback)이 발생하고, 해빙 가장자리에서 해빙이 녹으면서 불안정을 초래한다. 그러나 늦여름(9월)에는 여름철 해양으로 유입된 열이 해양의 긴 메모리에 의해 해빙에 영향을 미친다. 이를 통해 해양의 역할을 포함한 새로운 관점의 해빙 알베도 피드백을 제안할 수 있다. 이는 해빙 용해를 가속화하고 북극 증폭(Arctic amplification, AA)에 영향을 미칠 수 있는 해빙-해양 결합 피드백으로 작용한다. 또한, 노이즈 계수 분석을 통해 적도-극 온도 차이가 강해지는 겨울철 극 지역에서 강한 저기압을 확인할 수 있었으며, 장기 강제력을 통해 해양과 지구온난화와 같은 긴 시간에 걸친 요소의 영향을 평가하였다. 이러한 분석을 바탕으로 수행된 통계적 모델링은 북극의 불안정한 지역에서의 재분석 자료 통계량을 정확하게 묘사하였으며, 본 연구의 신뢰성을 입증하는 동시에 극 지역 기후 변동성에 대한 새로운 통찰을 제공한다.

Keywords: 순환 정적 시계열, 계절적 안정도, 해빙 알베도 피드백, 확률 모델, 북극 증폭