기후 분과 [P-025]

다중 지면모델 앙상블을 이용한 가뭄 위험성 예측

최찬혁[1], 백은혁[1], 우성호[2], 박상혁[1], 정지훈[1]

[1]세종대학교 환경에너지공간융합학과
[2]전남대학교 지구환경과학부

가뭄은 다른 자연재해와는 달리 발생 시작과 종료 시점이 명확하지 않으며, 장기간에 걸쳐 광범위한 피해를 초래하는 특성을 지니고 있다. 이로 인해 정확한 가뭄 상황 파악과 조기 예측이 매우 어려운 과제로 인식되고 있다. 특히 강수량 부족, 지하수 고갈, 토양 수분 감소 등 가뭄의 다양한 징후들이 점진적으로 나타나기 때문에 실시간 모니터링과 선제적인 대응이 어렵다. 이러한 가뭄의 심각성은 최근 우리나라에서도 극명하게 드러났다. 2022년 겨울부터 2023년 여름까지 약 1년여에 걸쳐 남부 지방을 중심으로 극심한 가뭄이 발생했다. 호남 지역에서는 막대한 경제적 손실과 함께 주민들의 일상생활에도 큰 지장이 초래되었다. 가뭄의 영향은 우리나라를 포함한 중국 남부, 태국, 일본 등 동아시아 뿐 아니라 전 세계적으로 확산되고 있는 추세이다. 가뭄에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 정확한 가뭄 현황 파악과 선제적인 예측 역량 확보가 필수적이다. 이를 위해 선진국에서는 다양한 노력을 기울이고 있다. 대표적으로 미국과 유럽연합(EU)에서는 다중 지면 모델링 시스템 활용 및 정확한 관측자료 기반 가뭄 조기경보 시스템을 개발하여 실시간 가뭄 모니터링과 예측 정보를 제공하고 있다. 이러한 선진 사례를 참고하여, 본 연구에서는 100개의 앙상블 멤버로 구성된 다중 지면 모델 기반의 가뭄 예측 시스템을 구축하였다. 이를 활용하여, 단일 지면 모델과 다중 지면 모델의 토양수분 예측 성능을 비교하고, 동아시아 지역, 특히 우리나라의 올해 겨울철 가뭄 발생 가능성과 위험도를 심층적으로 분석하였다. 다중 지면모델 앙상블에 참여한 모델은 총 다섯개로 JULES (Joint UK Land Environment Simulator; Best et al. 2012), NLM (Noah Landsurface Model; M.B. et al. 2003), Noah-MP (Noah with Multi-parameterization; Niu et al. 2011), RUC (Rapid Update Cycle; Thompson et al. 2003), Mosaic (Mosaic Land Surface Model; Cosgrove et al. 2003)이다. 각 모델에서 재분석 토양수분 데이터를 산출하기 위해 입력된 대기 강제력은 ERA5 (ECMWF Reanalysis v5; Hersbach et al. 2020)이다. 토양수분 예측을 위해 활용된 자료는 CFSv2 (Climate Forecast System Version 2; Saha et al. 2014)가 활용되었다. 재분석 및 예측 대기 강제력의 강수량은 각 GPCP (Global Precipitation Climatology Project; Huffman et al. 1997)의 관측 강수량으로부터 월평균, 기후평균을 보정하여 처방되었다. 각 모델은 2024년 8월 21일 00시 부터 25일 18시까지 6시간 간격의 앙상블 20개를 활용하여 5개월 예측을 진행하였다. 예측된 100개의 앙상블을 이용하여 올해 겨울 가뭄 발생 확률과 그 강도에 대해 분석하였다.

Key words: 가뭄 발생, 토양수분, 지면모델, 다중 모델 앙상블, 강수량

※ 이 연구는 기상청『기상·지진See-At기술개발연구』KMI2018-07010의 지원으로 수행되었습니다. 이 논문은 2024년도 세종대학교 교내연구비 지원에 의한 논문입니다.