

Prediction of global sea level rise related with melting in Thwaites Glacier, West Antarctica

지구온난화와 연관된 서남극 스웨이츠 빙하 용융에 의한 전 지구 해수면 상승 예측

진경, 박인우, 이원상

지속적인 지구 온난화 영향 하에서 남극 지역의 빙상 붕괴는 그 규모와 질량을 고려하였을 때 급격한 전지구 해수면 상승을 초래할 수 있는 잠재적 위험 요소이므로, 이러한 현상을 재현·예측할 수 있는 도구인 빙상동역학 수치모델을 개발·운용하는 기술을 확보하여 구동하는 것이 필수적이다. 최근 급격한 변화가 관찰되고 있는 서남극 스웨이츠 지역 빙권을 대상으로 빙상동역학 모델 시스템을 구축하였다. NASA 제트 추진 연구소 및 캘리포니아 어바인 대학에서 공동 개발된 ISSM(Ice Sheet System Model) 빙상동역학 모델(Larour et al., 2012)을 활용하였다. 이 모델은 2차원 얇은빙붕 가정(2-D shallow shelf approximation) 기반 유한요소법(finite element)을 사용하여 스토크(Stokes) 방정식을 이산화하여 풀어낸다. 모델 격자는 계산 효율성을 높이기 위하여 빙하 이동속도를 기준으로 빙속이 빠른 지역에서는 450 m, 느린 지역에서는 8 km 까지 격자요소 크기가 변화하는 적응망(adaptive mesh) 격자 생성기법에 기반하여 구성되었다. 모델 구동을 위한 초기 입력값 및 경계조건으로 서남극 지역 최신 위성 및 현장 탐사자료 기반으로 도출된 빙속, 지표고도, 온도 자료, 최신 고해상도 극지역 모델 RACMO(Regional Climate Model, Van de Berg et al. 2016)에서 산출된 표면질량수지(surface mass balance), 지열속, 그리고 연구소에서 주도적으로 실시한 해당 지역 항공레이더 관측으로부터 가공된 최신 기저지형 자료 BedMachine(Morlighem et al. 2019)을 사용하였다.

구축된 모델로 지구온난화와 연관된 대기 및 해양 변화에 대한 빙상 용융 및 이에 기인한 전지구 해수면 변동 미래 예측 실험을 수행하였다. 육지 강설에 의한 빙하 표면질량수지 변동과 해양 온도 및 염도와 연관된 기저용융비 변화를 강제력으로 처방하여 2016년부터 2300년까지 미래예측 실험을 수행하였다. 강설량 및 해양물성은 초기값이 지속된다는 가정, IPCC

RCP4.0 및 RCP8.5 시나리오를 각각 사용하였으며, 모델 내 빙붕하부용융률은 선형적 모수화 (800m/yr), PICO(Potsdam Ice-shelf Cavity mOdel) 및 PICOP(PICO and Plume model) 모수화를 상호비교하였다. IPCC 시나리오의 경우 다중 모델 중 CMIP5 NCAR CCSM4 모델을 대표로 설정하여 이 모델의 미래 시나리오 실험 결과 산출된 강설량, 해양온도 및 염도값을 사용하였다. 이러한 다양한 강제력 시나리오 기반 2300년까지 미래예측 실험 결과를 비교분석해 보면, 선형적 빙붕하부용융률 모수화를 가정하는 경우 스웨이츠 빙하 질량 손실 및 해수면 상승이 가장 크게 나타났으며(약 77mm), PICOP(58 mm), PICO(46mm) 모수화 순으로 예측하였다. 그러나 보다 현실적인 IPCC 시나리오를 처방한 경우 시간이 지날수록 가속화하는 해수 온도의 증가가 빙붕하부용융률 증가 및 질량 손실로 이어져 해수면 상승을 가속화 시키는 반면, 이 지역 강설량의 증가는 반대로 작용하여 2200년 이후 해수면 상승을 둔화시키는 요인으로 작용하였다.

Key words: 남극 용융, 서남극 스웨이츠 빙하, 지구 온난화, 해수면 상승