

초기 오차가 계절내 예측 성능에 미치는 영향

함수련, 정여민

APEC기후센터 예측기술과

Nov. 2020

초기장 차이(재분석, NWP)에 따른 계절내 예측 성능 평가

- 초기장 민감도 실험 구성을 통한 201710-201812 예측장 생산 완료
- 초기장 차이에 따른 동아시아 겨울철 계절내 예측 성능 비교 완료
 - NWP 예측장을 초기장으로 사용했을 경우, 동아시아 지표온도의 양의 오차가 뚜렷
 - 재분석자료를 초기장으로 사용할 경우, 동아시아 겨울철 기온 및 순환장의 계절내 예측 성능이 개선됨 (그림 1)
 - 지면 오차 및 구름/복사와 연관된 초기조건들의 개선이 필요

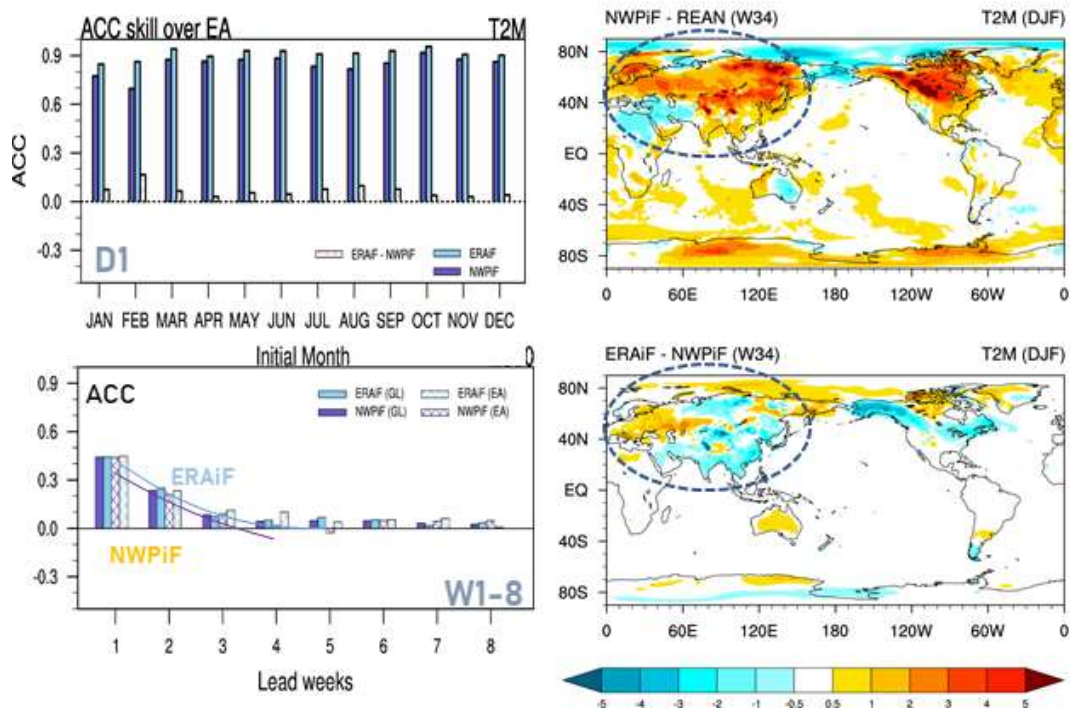


그림 1. GloSea5 민감도 실험으로 생산된 (좌)선행시간 1일 및 1-8주의 지표기온 예측 성능 (ACC), (우)선행시간 3-4주에서의 겨울철 지표기온 편차의 오차 분포 및 두 실험간 차이

1. 개요

1) 배경

- GloSea5의 과거재현기후에 대한 오차의 전반적인 특성을 살펴보면, 일부 지역을 제외하고 전체적으로 한랭 오차가 나타남 (그림 1)
- 이러한 특성은 과다 모의된 강수 및 지표 플럭스의 오차와 관련 있으며, 또한 이와 연관하여 해들리 순환의 과대 모의 등이 계통적 오차로 나타나고 있음을 살펴본 바 있음 (2019년 GloSea5 오차특성 기술보고서 참고).
- 그에 비해 실시간으로 예측하고 있는 지표 기온 편차장은 상대적으로 온난 오차가 지배적으로 나타나고 있음을 알 수 있음 (그림 1)

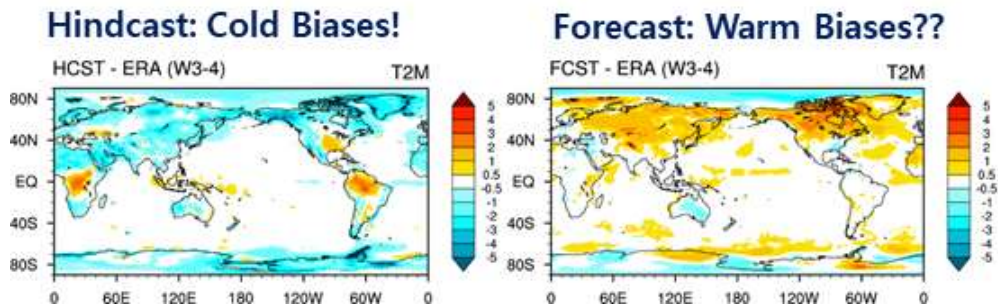


그림 2 과거재현기후(좌)와 실시간 예측장(우)의 지표기온 오차 분포

2) 실험 구성

- 연구에 사용된 모델은 기상청 기후예측에 사용되고 있는 Global Seasonal Forecasting System version 5 (GloSea5) (MacLachlan et al. 2015) 실시간 예측 (Realtime forecast) 자료임
- 2017년 10월부터 2018년 12월까지 매달 1일, 9일, 17일, 25일의 초기장을 이용하여 계절내 예측을 위해 60일 적분된 Forecast를 사용
- 초기장은 NWP 예측장 및 ERA-Interim데이터가 사용되었으며, 앙상블 멤버는 총 4개
- NWP예측장을 초기장으로 사용하여 계산된 실시간 예측자료는 현업자료로 기상 과학원으로부터 제공되었으며, ERA-interim자료를 초기장으로 사용한 민감도 실험수행함

2. 결과

1) 초기 오차 특성 (DAY1)

- NWP 초기장을 사용했을 때 초기 1일에서 동아시아 및 유럽, 아메리카 등 대부분의 지역에서 기온의 양의 오차가 나타나며, 북반구 고위도 지역에서 약한 음의 오차가 나타나고 있음. 재분석자료를 초기장으로 사용했을 때 이러한 오차가 효과적으로 감소되는 것을 확인 (그림 3)
- 선행시간 1일에서 운량 및 복사 값들의 오차가 매우 크게 나타나고 있으며, 초기 값 처방에서의 이슈가 있을 것으로 판단됨
- 두 실험간 지표 온도 차이의 분포와 토양온도의 차이 분포가 거의 유사하게 나타나는 것으로 보아 지면 과정의 초기 값이 계절내 온도 예측장과 크게 관련이 있을 것으로 보임 (그림 4)

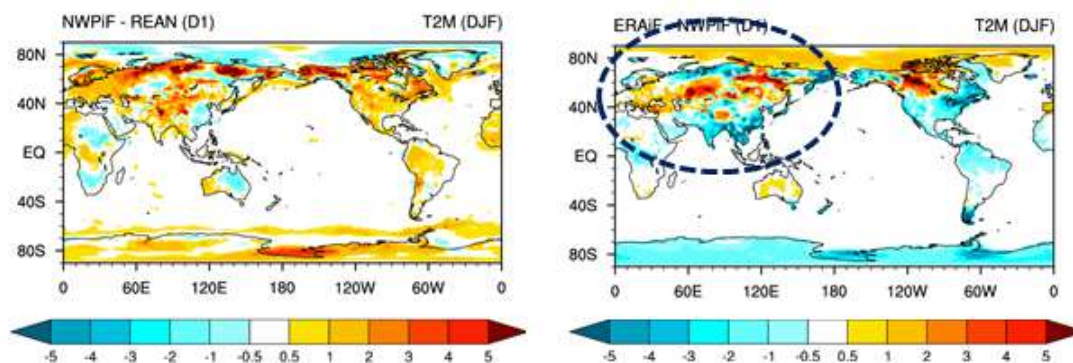


그림 3 선행시간 1일의 겨울철(DJF) 지표기온 오차 및 두 실험간 차이

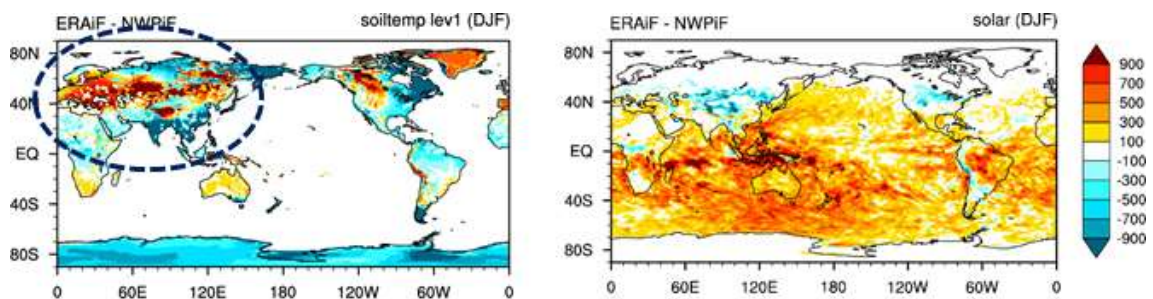


그림 4 선행시간 1일의 겨울철 토양 온도 및 지표 태양복사 플럭스의 두 실험간 차이

2) 초기 오차의 계절내 예측 영향 (Week 3-4)

- NWP 초기장을 사용했을 때 초기 1일에 나타나는 동아시아 기온의 양의 오차 및 극 지역에서의 음의 오차가 선행시간 3-4주에서 더욱 증가하여 나타나고 있음. 재분석자료를 초기장으로 사용했을 때 동아시아 지역 및 북미 지역의 양의 오차 및 극 지역에서의 음의 오차가 효과적으로 감소함 (그림 5)
- 낮은 기온을 기록했던 2017-18년 DJF는 우랄 산맥 부근 강한 고기압성 편차와 북태평양 및 베릴해 지역의 고기압성 편차로 인해 시베리아 및 동아시아 지역의 기압골 강화가 특징이었음. NWP 자료를 초기장으로 사용한 경우에 비해 재분석 자료를 초기장으로 사용할 경우 상층 지위고도 분포를 더 현실적으로 모의하고 있음 (그림 6)
- 이러한 상층 패턴 및 하층 복사 및 구름 등의 차이로 인해 동아시아 지역의 온도 오차 및 적도 태평양의 강수 오차가 효과적으로 감소함

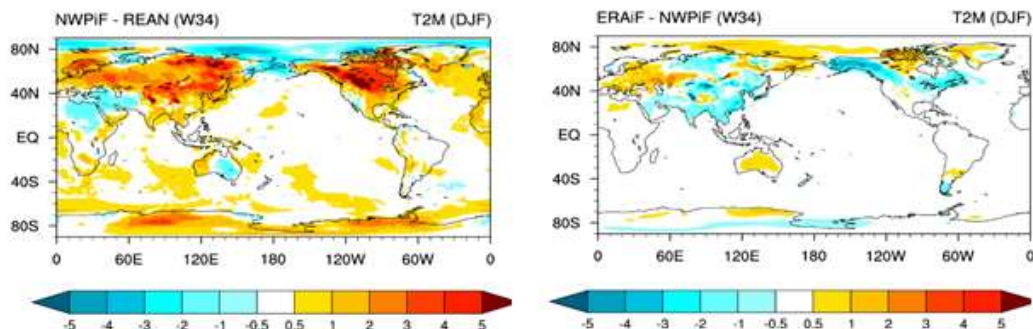


그림 5 선행시간 3-4주의 겨울철(DJF) 지표기온 오차 및 두 실험간 차이

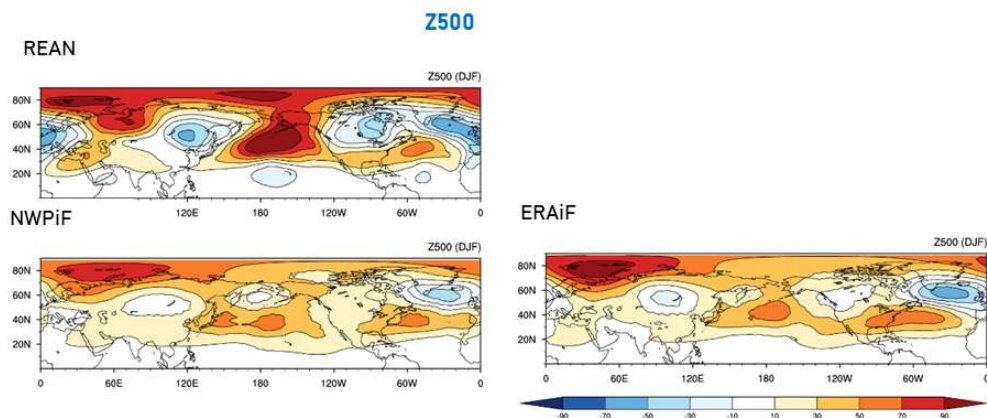


그림 6 선행시간 3-4주의 겨울철(DJF) 500hPa 지위고도 분포

3) 초기 오차의 적도 변동성 영향 (MJO 예측성능)

- 겨울철 하층 바람장의 lag time-longitude correlation 분석결과 재분석자료를 사용한 실험이 NWP자료를 초기장으로 사용한 경우에 비해 하층 바람장의 패턴을 관측과 더 유사하게 모의하고 있음 (그림 7)
- MJO 주요 변수의 MJO propagation diagram 예측성 평균 비교를 통해 ERAiF 실험 및 NWPiF 실험 W12 선행기간의 예측성은 유사하나 W34 선행 기간의 예측성은 ERAiF 실험 결과가 33.4% (Improvement Rate) 높게 확인

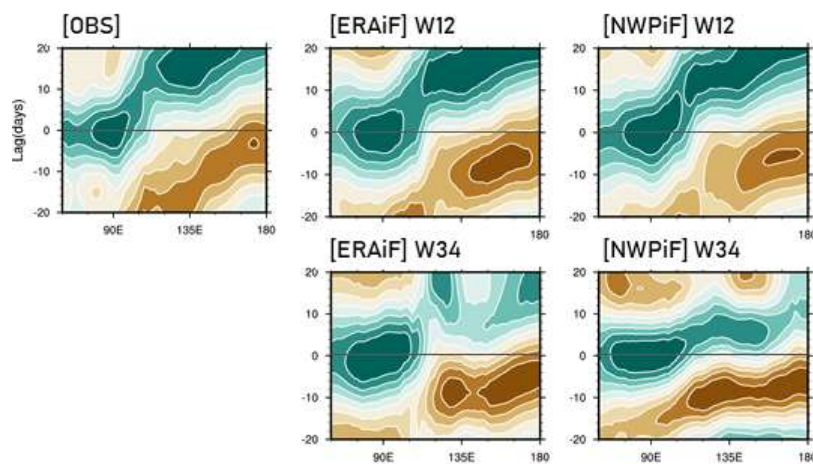


그림 7 겨울철(2017년 11월~2018년 4월) 하층 바람장(U850)의 lag time-longitude correlation

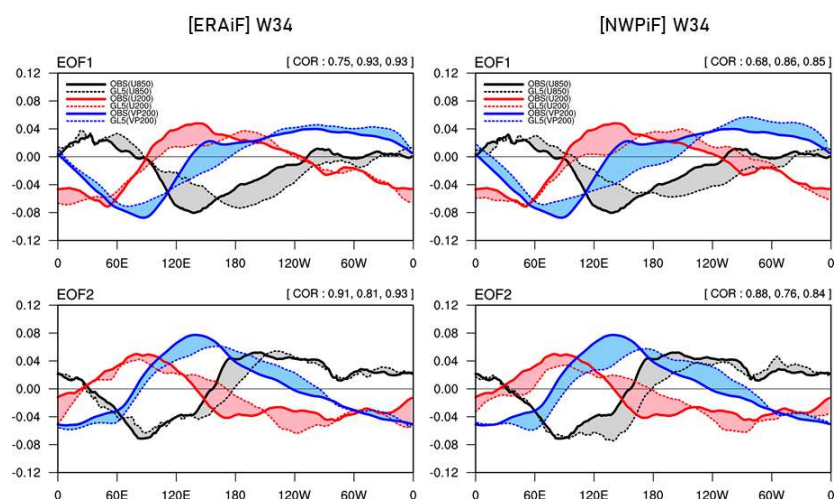


그림 8 MJO 주요 변수인 하층 바람장(U850-black), 상층 바람장(U200-red), 상층 발산장(VP200)의 선행 3~4주에 대한 MEOF

- 하층/상층 바람장 및 상층 발산장의 주요 변동성을 살펴보기 위해 MEOF (Multivariate Empirical Orthogonal Function) 분석을 수행한 결과, 재분석 자료를 초기장으로 사용할 경우 오차 (shading)를 줄이고 있음 (그림 8)
- 예측 일수가 증가함에 따라 재분석자료를 초기장으로 사용한 실험의 예측성능이 NWP자료를 초기장으로 사용한 실험 대비 높게 유지되는 것으로 나타났고, 선행 3-4주에서의 예측성능은 ERAiF 실험결과에서 12% 높게 확인 (그림 9)

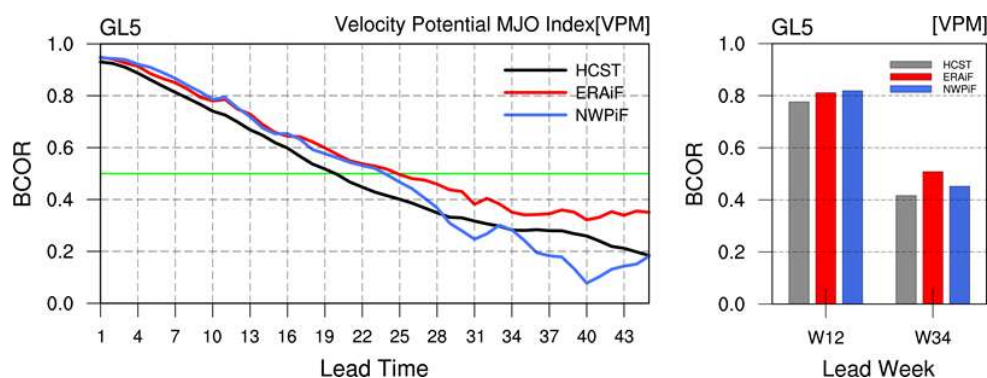


그림 9 GloSea5 HINDCAST(grey)와 민감도실험(ERAiF - red)과 기준실험 (NWPiF - blue)의 MJO 지수(Velocity Potential MJO 지수, VPM)를 예측 성능 (BCOR)을 선행 일수(Lead Time) 및 선행 주수(Lead Week)에 따라 제시함

3. 결론 및 제언

- 재분석 자료를 사용한 경우 1-12월 모든 경우에서 초기 1일의 예측 성능이 높게 나타나며, 선행시간 3-4주의 동아시아 예측 성능이 향상됨 (그림 10)
- NWP 예측장을 초기장으로 사용할 때 보다, 재분석자료를 초기장으로 사용할 때, 동아시아 겨울철 기온 및 순환장의 계절내 예측 성능이 개선됨
- NWP 예측장을 초기장으로 사용할 때 보다 재분석자료를 초기장으로 사용할 때, MJO 예측 성능이 향상됨
- 선행시간 1일에서 운량 및 복사 값들의 오차가 매우 크게 나타나 초기값 처방에서의 이슈가 있을 것으로 판단됨
- 계절내 규모에서의 오차의 감소를 위해 지면오차 및 구름/복사와 연관된 초기조건들의 개선이 필요함

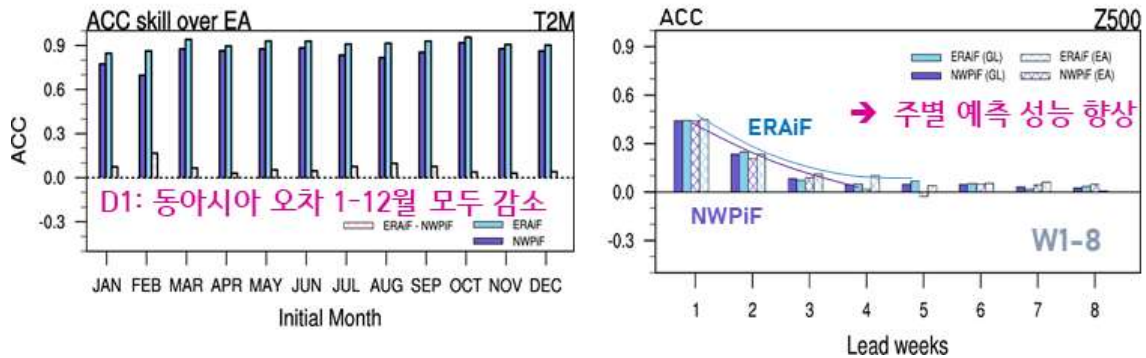


그림 10 선행시간 1일에서 동아시아 지표 기온의 예측 성능 및 두 실험간의 차이 (좌), 선행시간 1-8주의 상층 지위고도의 전구 및 동아시아 예측성능

Reference

- MacLachlan, C., and Coauthors, 2015: Global Seasonal forecast system version 5 (GloSea5): a high-resolution seasonal forecast system. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **141**, 1072-1084.
- Walters, D., and Coauthors, 2017: The Met Office Unified Model Global Atmosphere 6.0/6.1 and JULES Global Land 6.0/6.1 configurations. *Geosci. Model Dev.*, **10**, 1487-1520.
- 함수련, 정여민, 2019, GloSea5 오차특성 기술 보고서(Part I , II), APEC 기후센터