

KMA-GloSea5 기후값 생산 방안 가이드라인

김가영, 이윤영

APEC기후센터 예측기술과

Nov. 2020

- 본 가이드라인에서는 KMA-GloSea5(이하 현업) 계절내 규모 기후값 개선을 위해 검토한 3가지 기후값 생산방안의 민감도 평가 결과를 제시함.
- 세 기후값 실험 모두 기존 현업 기후값에 비해 선행시간 3주에서 에러(RMSE)가 줄어들어 기후값 재현성능이 향상되었고, 실시간 예측성능(ACC) 또한 현업 기후값을 적용한 경우 보다 대체로 향상되었음.
- 전반적으로 EXP3(거리가중치 미적용, 기후장 날짜 수 증가)이 가장 향상된 재현/예측성능을 보여주었음.
- 현업 기후값 개선을 위해 거리가중치를 주는 대신 기후장 날짜 수를 4개로 늘리는데 리소스를 투입할 것을 제안함.

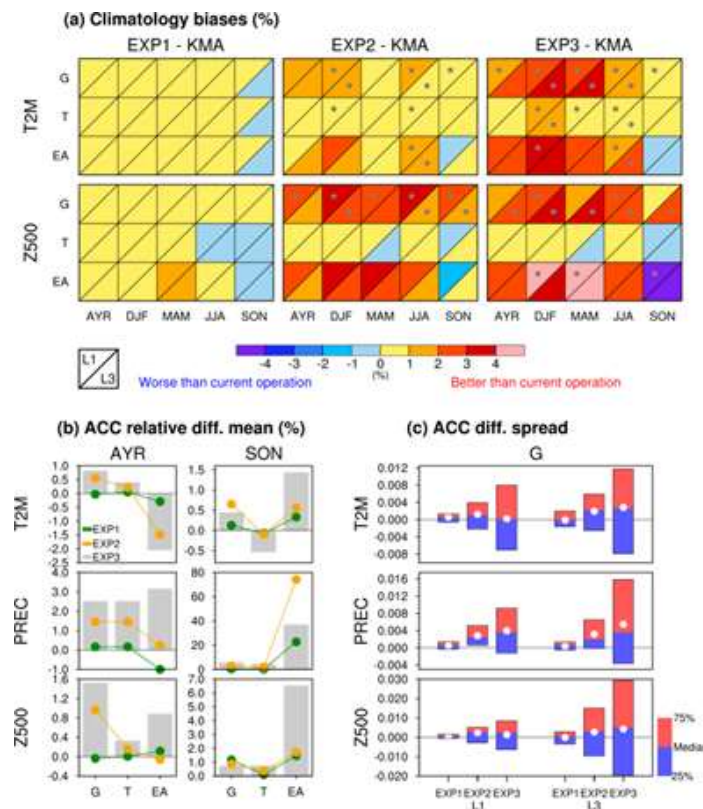


그림 1 KMA 기온과 500hPa 지위고도의 계절별/지역별 '19년 기후값 대비 각 기후값 실험의 상대적 재현성능(RMSE) 차이 (단위: %). 좌상단과 우하단 삼각형은 각각 선행 1주와 3주를 나타냄. (b) KMA 기온, 강수, 500hPa 지위고도의 전계절/가을철 '19년 실시간 예측성능 대비 각 기후값 실험을 적용한 실시간 예측성능(ACC)의 상대적 차이 (단위: %), (c) KMA 전국 기온, 강수, 500hPa 지위고도의 '19년 예측성능과 각 기후값 실험과의 '19년 예측성능 차이의 상/하위 25% 분포, 중앙값, 평균값.

1. 기후값 생산방안

1) 기상청 현업 기후값 생산방안

- 기상청에서는 예측장을 매일 생산하나 기후장은 특정일(1, 9, 17, 25일)에만 생산하기 때문에 예측장에 준하는 매일의 기후장의 결과가 필요함
- 따라서 계절내 예측의 경우 예측장 날짜를 기준으로 전후의 가장 가까운 기후장 날짜를 선택하여 해당하는 기후장의 자료를 날짜 거리(d1, d2)에 따른 가중평균을 하여 예측장의 날짜에 준하는 기후장을 생산함
- 기상청 주별 앙상블 예측은 최근 7일의 예측자료인 28개의 앙상블멤버(4개*7일)를 수집하여 시간차이에 따른 앙상블을 구성하며, 기후장 역시 예측장에 준하는 날짜의 가중평균 기후장을 이용하여 주별 앙상블 예측자료를 생산함 (함현준 등, 2017)

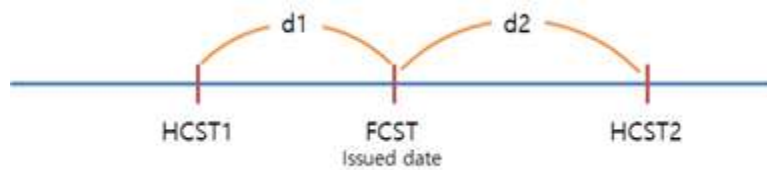


그림 2 선택된 기후장 날짜에 대한 예측장의 날짜와의 거리

$$\omega = e^{-d^2/100}$$

$$\text{normalized weight} = \omega_n / \sum_{n=1}^k \omega_n$$

2) 3가지 기후값 생산방안

- 현업 기후값 생산방안과 비교할 수 있도록 전반적인 생산과정은 기본적으로 현업 기후값 방안을 따르되, 거리가중치를 적용하지 않거나 기후장 날짜 수를 증가하는 등 변형을 주어 민감도 실험을 수행함
- 기후장 날짜의 경우, 앞/뒤로 총 2개의 멤버를 추가함

예) 20190502 기후값에 사용된 기후장 날짜:

(기준) 0501, 0509 → (추가) 0425, 0501, 0509, 0517

EXP	거리가중치	기후장 샘플 수	비고
KMA	적용	(3 개*2 일)*7 일=42	기상청 현업 기후값
EXP1	미적용	(3 개*2 일)*7 일=42	거리가중치 미적용
EXP2	적용	(3 개*4 일)*7 일=84	기후장 날짜 수 증가
EXP3	미적용	(3 개*4 일)*7 일=84	거리가중치 미적용, 기후장 날짜 수 증가

2. 분석기간

- 기후값 기간: 2019년 reforecast의 1999-2010년
- 실시간 예측 기간: 2019년 매주 목요일(0103~1226, 총 52개 주)

3. 관측자료

변수	관측자료	참고문헌
T2M, Z500	ERA5	Malardel et al. (2015)
PREC	GPCP	Huffman et al. (2001)

4. 결과

1) 2019년 기후값 재현

[가] 겨울철 기온 Mean bias

- 기존 KMA 현업 기후값은 겨울철 남극 기온에서 극단적인 warm bias가 나타나고 대륙에서는 전반적으로 cold bias가 지속적으로 나타남. 이는 UKMO에서도 동일하고 GloSea5계열 모델의 공통적인 특징으로 보임 (그림 3a,c)
- 각 기후값 실험을 통해 KMA와 UKMO 모두 겨울철 남극 warm bias와 북반구 대륙의 cold bias가 다소 보정됨. 보정이 가장 많이 된 실험은 EXP3으로 판단됨 (그림 3b,d)

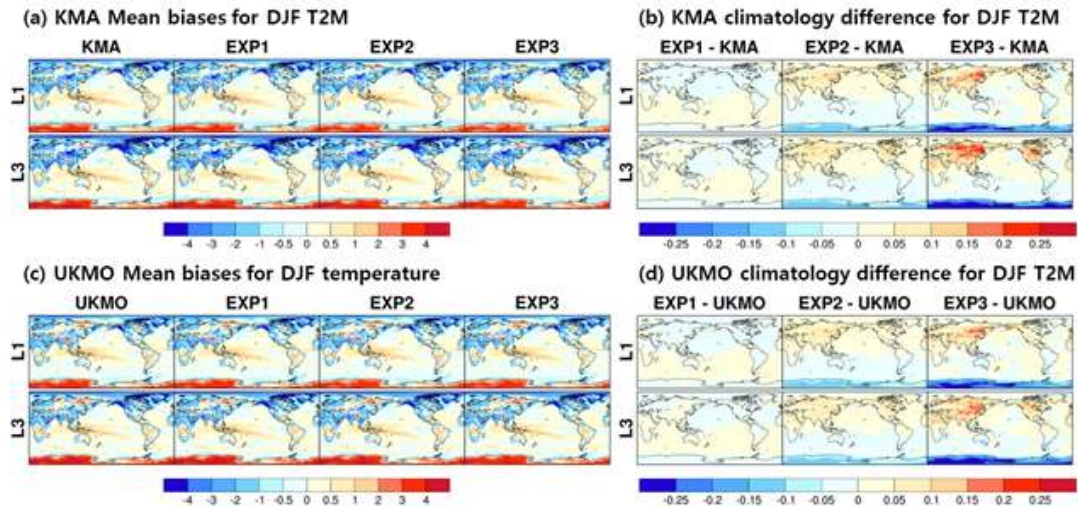


그림 3 선행시간 1주와 3주의 겨울철 기온에 대한 (a) KMA 현업 및 각 기후값 실험의 mean bias와 (b) 각 기후값 실험과 KMA 기후값 간의 차이. 동일한 방법을 적용한 (c, d) UKMO 결과

[나] KMA 현업 기후값 대비 상대적 RMSE 차이

$$\text{Relative difference(\%)} = - \frac{RMSE_{EXP} - RMSE_{KMA}}{RMSE_{KMA}} \times 100$$

- 세 가지 기후값 처방방안 모두 전반적으로 현업 기후값에 비해 나은 기후값 재현 성능을 보여줌
- 특히 EXP3은 선행시간 3주 동아시아 강수의 경우 DJF를 제외하면 현업에 비해 재현성능이 2~4%정도 향상되고, 선행시간 3주 동아시아 기온의 경우에도 역시 JJA를 제외하면 재현성능이 향상되어 다른 실험에 비해 더 좋은 재현성능을 보여줌 (그림 4).

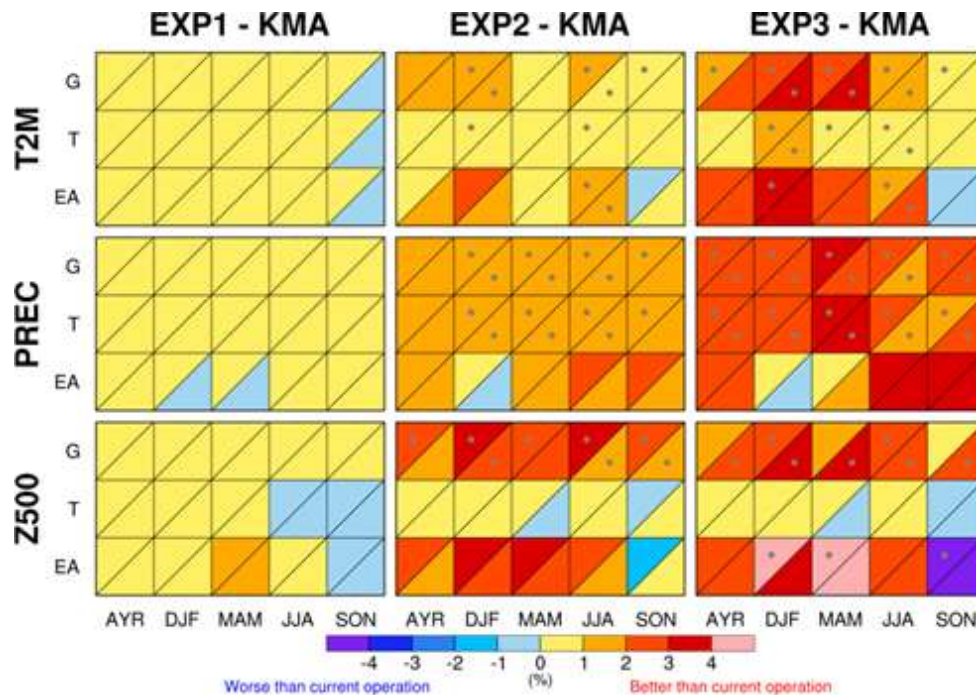


그림 4 기온, 강수, 500hPa 지위고도의 계절별/지역별 '19년 KMA 현업 기후값 대비 각 기후값 실험의 상대적 재현성능(RMSE) 차이 (단위: %). 좌상단과 우하단 삼각형은 각각 선행 1주와 3주를 나타냄. 회색 점은 통계적으로 유의미한 차이를 나타냄

2) 2019년 실시간 예측성능

[가] 현업 실시간 예측 대비 상대적 ACC 차이

$$\text{Relative difference}(\%) = \frac{ACC_{EXP} - ACC_{KMA}}{ACC_{KMA}} \times 100$$

- 변수별/계절별 차이는 있으나 전반적으로 각 실험의 예측성능은 현업에 비해 향상되었고 이 중 EXP3의 예측성능이 가장 크게 향상됨. 특히 EXP3를 사용한 동아시아 예측성능은 가을철에 향상되는 경향이 있음 (그림 5).

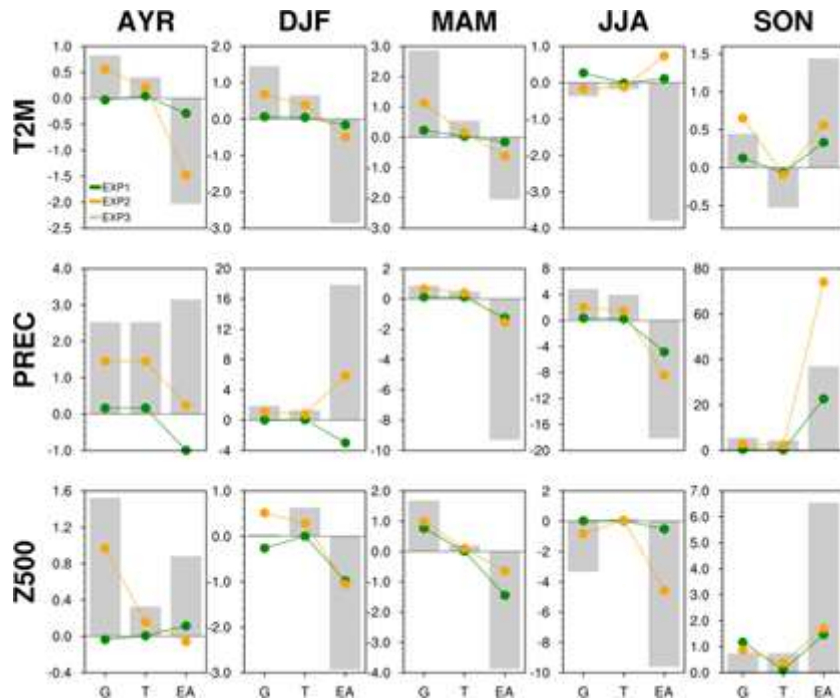


그림 5 선행시간 3주의 지역별/계절별 기온, 강수, 500hPa 지위고도의 '19년 KMA 현업 실시간 예측성능(ACC) 대비 각 기후값 실험을 적용한 예측성능의 상대적 차이 (단위: %).

[나] KMA 현업 실시간 예측 대비 ACC 차이의 분포

$$ACC \text{ difference} = ACC_{EXP} - ACC_{KMA}$$

- 변수별/지역별 차이가 있으나 전반적으로 EXP3의 예측성능이 다른 실험에 비해 향상됨 (그림 6).

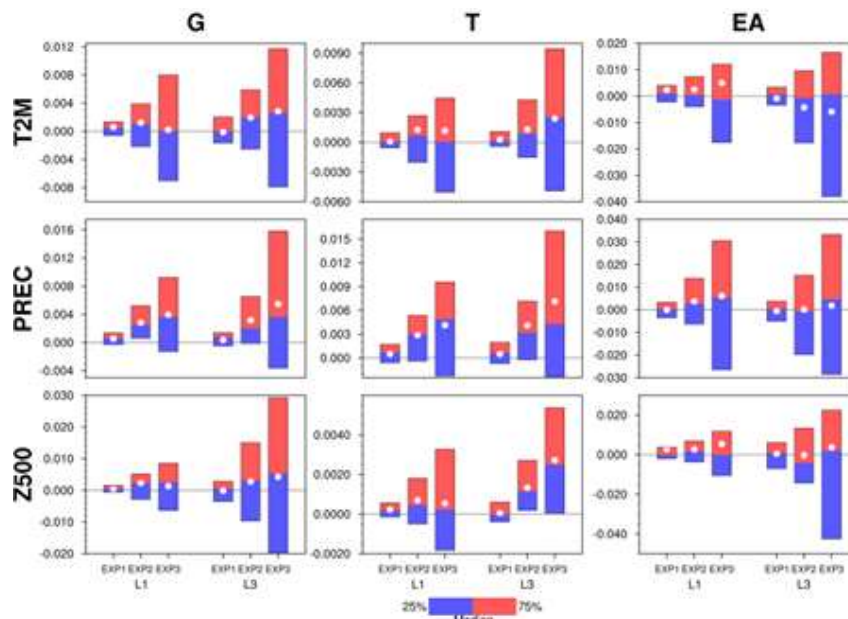


그림 6 전계절 지역별 기온, 강수, 500hPa 지위고도에 대한 '19년 예측성능: 현업과 각 기후값 실험 간 성능 차이의 상/하위 25% 분포, 중앙값, 평균값.

5. 결론 및 제언

- KMA와 UKMO의 기후값에서 공통적으로 나타나는 겨울철 남극의 극단적인 warm bias와 대륙 전반적인 cold bias가 기후값 실험을 통해 일정 수준 보정되었고, EXP3의 보정효과가 가장 큼.
- 현업과 각 기후값 실험의 상대적인 재현/예측성능을 분석한 결과, 기후값 재현성능이 좋을수록 실시간 예측성능 역시 좋아지는 경향이 있으나, 변수별/계절적 차이가 있음.
- 전반적으로 EXP3 방법의 과거재현성능과 실시간 예측성능이 기존 현업에 비해 좋은 것으로 나타남. 특히 동아시아 예측성능의 경우는 가을철에 앙상블 증가의 효과가 더 커짐. 현재 사용한 샘플이 2019년에 한정되어 있기 때문에 향후 샘플이 확대되면 안정적인 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대됨.
- 최종적으로, 기후값 계산에 hindcast 앙상블 멤버간 거리가중치를 주는 것 보다 예측시점에서 다소 멀어지더라도 사용하는 기후장 날짜 수를 늘리는 방향으로 리소스를 집중하는 것이 효과적일 것으로 판단됨.

Reference

- 함현준, 원덕진, 이예숙, 2017: 고해상도 장기예측시스템의 주별 앙상블 예측자료 성능 평가. 대기 27(1), 599-615.
- Huffman, G.J., R.F. Adler, M. Morrissey, D.T. Bolvin, S. Curtis, R. Joyce, B. McGavock, J. Susskind, 2001: Global Precipitation at One-Degree Daily Resolution from Multi-Satellite Observations. J. Hydrometeor., 2(1), 36-50.
- Malardel, S., N. Wedi, W. Deconinck, M. Diamantakis, C. Kuhnlein, G. Mozdzyński, M. Hamrud, and P. Smolarkiewicz, 2015: A new grid for the IFS. Newsletter No. 146 - Winter 2015/16, ECMWF, 6 pp.