

북극 해빙두께 공간분포의 변화에 따른 대기의 반응 분석

이수봉^{1,2}, 전상윤¹, 김백민¹, 안중배², 구호영¹

¹ 극지연구소

² 부산대학교 대기환경과학과

1. Introduction

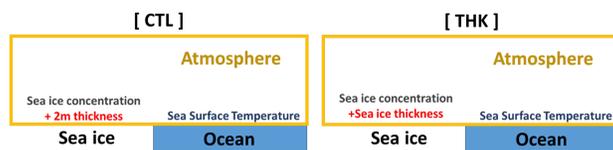
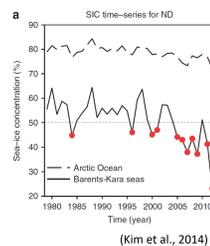
- 해빙은 전지구 면적의 7%밖에 차지하지 않지만 에너지 평형, 물 순환, 역학 등에 영향을 주어 기후 시스템에 중요한 역할을 하고 있다 (Screen et al., 2018).
- 이러한 해빙이 최근 급격히 감소하고 있고 해빙의 감소가 대기에 어떠한 영향을 미치는가? 에 대한 많은 선행 연구들이 있지만 현재까지 이에 대한 대부분의 연구는 해빙 농도의 감소에만 집중되어 있는 실정이다 (e.g. Kim et al., 2014). 그와 비교하여 해빙의 두께가 대기에 미치는 영향에 대한 연구는 상대적으로 많지 않다. 이는 해빙의 두께 관측이 쉽지 않고, 장기간 해빙 두께 자료의 확보는 더욱 어렵기 때문이다.
- 이러한 이유로 일부 대기 모델들은 해빙의 농도는 처방하지만 해빙이 존재하는 모든 영역의 해빙 두께를 일정한 두께로 처방해왔다. 그러나 관측된 해빙 두께는 캐나다 군도에서 가장 두껍고 동시베리아부터 카라해 등의 가장자리에서는 얇은 공간분포를 나타내고 있다. Adachi et al. (2006)는 해빙 두께에 따라 지표 기온이 달라짐을 보인 바가 있다.
- 본 연구에서는 먼저 해빙두께의 공간분포가 대기의 반응에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 알아보려고 한다. 또한 해빙이 감소할 때 해빙의 공간분포가 대기의 반응에 미치는 영향도 알아보려고 한다.

2. Experimental design

Experiment	Run type	Sea ice concentration condition	Thickness condition
CTL	Equilibrium run	1979-2014 mean	2m
CTL _{THK}	Equilibrium run	1979-2014 mean	GIOMAS 1979-2014 mean
LSIC	Equilibrium run	Selected year* mean	2m
LTHK	Equilibrium run	Selected year* mean	GIOMAS Selected year* mean

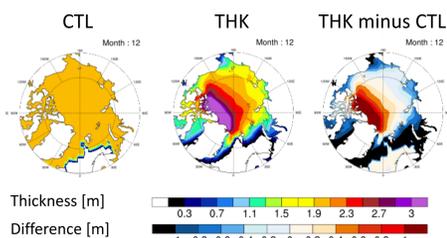
*Selected year : low sea ice concentration year over K-B sea (Kim et al., 2014) from 1979 to 2014.

- CESM1.2.2 F2000 compset (CAM4 + prescribed OCN/ICE)
- Latitude 96 x Longitude 144 grid (2 degree x 2 degree grid)
- Sea ice concentration : OISST
- Sea ice thickness : Global Ice-Ocean Modeling and Assimilation System (GIOMAS)
- 100 year run with climatological forcing



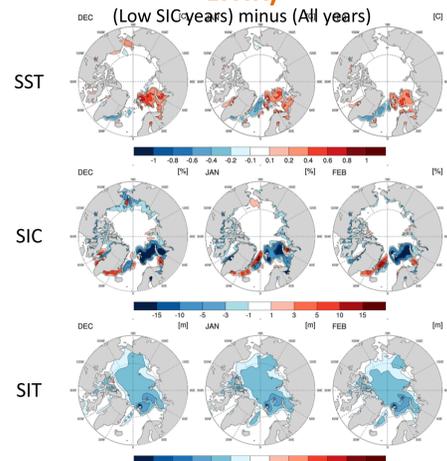
▲그림 1. CTL 실험과 THK 실험의 모식도

Prescribed sea ice thickness



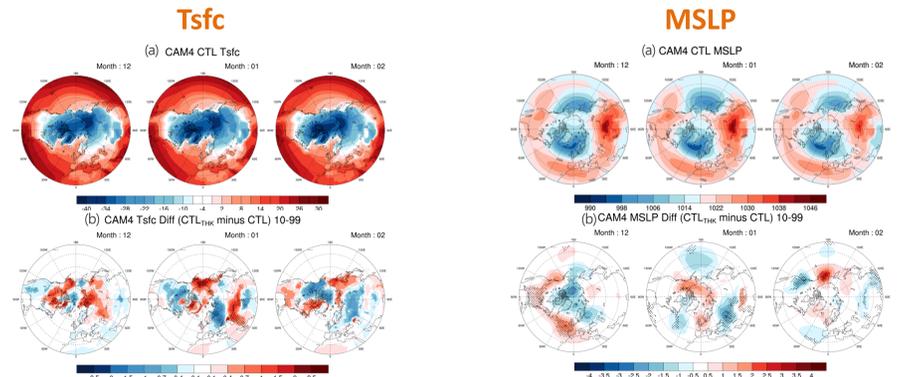
▲그림 2. CTL 실험과 THK 실험에 처방된 해빙두께와 두 경계조건의 차이

Conditions for low sea ice concentration experiment (LSIC and LTHK)



▶그림 3. CTL_{THK} 실험과 LTHK 실험에 처방된 SST, SIC, SIT 경계조건들의 차이.

3. Atmospheric response to Arctic sea ice thickness distribution change

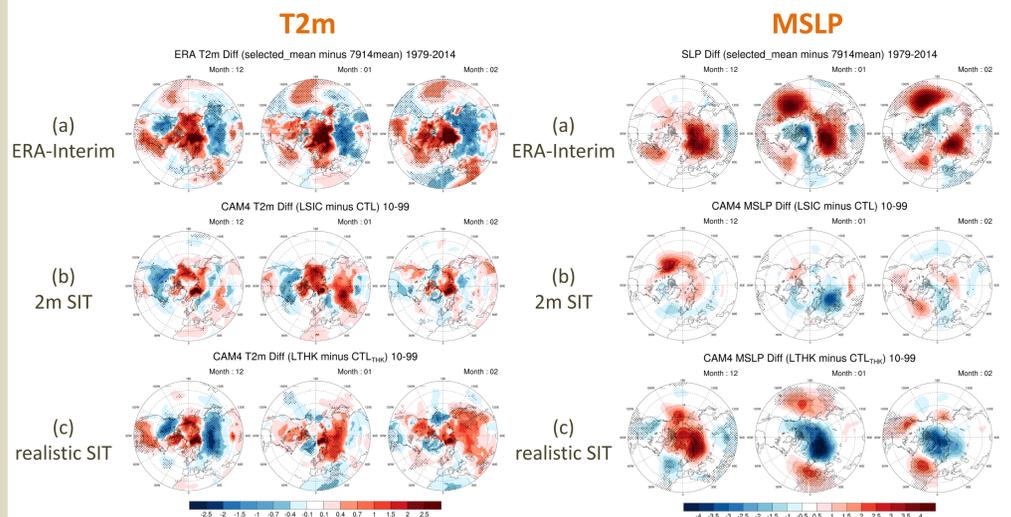


▲그림 4. (a) CTL 실험의 TsfC (b) CTL_{THK}와 CTL 실험의 TsfC 차이.

▲그림 5. (a) CTL 실험의 MSLP (b) CTL_{THK}와 CTL 실험의 MSLP 차이.

- (그림 4) CTL보다 CTL_{THK} 실험에서 해빙이 두껍게 처방되는 북극군도 지역이 cold TsfC 반응을 보인다. 이러한 cold TsfC 반응은 연중 유지된다. 12월에 해빙이 CTL보다 얇게 처방되는 CTL_{THK} 실험의 카라-바렌츠-랩테프해 등지에서 warm TsfC 반응이 나타난다.
- (그림 5) 해빙두께 분포의 처방함으로써 12월에 positive AO-like MSLP difference가 나타난다. 1월과 2월에는 이러한 패턴이 사라진다.

4. The impact of thickness distribution change in low sea ice cases



▲그림 6. Low sea ice year에 나타나는 T2m 반응 (a) ERA-Interim (b) 2m SIT 처방 실험 (LSIC와 CTL 차이) (c) realistic SIT 처방 실험 (CTL_{THK}와 CTL의 차이).

▲그림 7. Low sea ice year에 나타나는 MSLP 반응 (a) ERA-Interim (b) 2m SIT 처방 실험 (LSIC와 CTL 차이) (c) realistic SIT 처방 실험 (CTL_{THK}와 CTL의 차이).

- (그림 6) Low sea ice year에 대한 반응으로 카라-바렌츠 해를 중심으로 북극해의 warming이 강하게 나타난다. 특히 realistic SIT 실험에서 12월의 Warm Arctic Cold Continent 반응이 ERA-Interim 과 유사하게 나타난다.
- (그림 7) Low sea ice year에 대한 반응으로 ERA-Interim에서는 카라-바렌츠 해를 중심으로 positive MSLP anomaly 가 지속적으로 나타난다. 그러나 2m SIT 처방 실험과 realistic SIT 처방 실험 모두 1월과 2월에 이러한 MSLP 반응이 오히려 반대 부호로 나타난다.

5. Summary & Conclusion

- 이 연구에서는 해빙 두께 분포의 처방에 따른 대기 반응에 대해 분석하였다.
- 해빙 두께 분포의 처방은 북극지역 뿐 아니라 중위도의 온도와 기압 패턴을 변화시킨다.
- 해빙 두께 분포를 처방해줌으로써 일정한 해빙 두께로 처방한 경우와 비교하여 해빙이 적은 해에 나타나는 초겨울(12월)의 Warm Arctic Cold Continent의 반응을 더 잘 모의할 수 있음을 확인하였다.
- 늦은 겨울 (1월과 2월)의 반응은 초겨울의 반응과 매우 상이하다. 이에 대한 추가적인 분석이 필요하다.