

북극해 항로 검토를 위한 북극해빙 모니터링

† 양찬수

† 한국해양연구원 해양위성센터

요 약 : 북극의 환경은 전 지구적으로 환경변화에 민감하다. 그중 해빙의 증가 및 감소는 지구의 온난화 진행의 지표로 작용을 한다. 본 연구에서는, 수동 마이크로파 센서인 AMSR-E를 이용하여 북극을 중심으로 북위 60° 이내의 지역에서 2002년~2009년 동안의 북극해빙 면적에 관한 데이터를 획득하고 북극 해빙 전체면적의 증가 및 감소에 관한 변화를 관측하였다. 추가로, 고해상도인 합성개구레이더를 이용하여 북극 다산기 주변 해역에 대해 얻어진 데이터의 결과에 대해 고찰한다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다. 1. 북극 해빙 면적의 연변동 조사, 2. 북극 해역별 해빙 분포 특성, 3. 해빙 변동 특성 해석, 4. 향후, 활용 방향 소개: 온난화에 따른 북극 기후 변화, 북극 자원탐사 및 항로 개발 적용 방안, 5. SAR의 주파수별, 편파별 해빙 산란 특성 기초 조사 및 향후 활용 방향, 6. 북극 현장 관측 프로그램 소개.

핵심용어 : 북극, 해빙, 항로

1. 서 론

1973년 이후 인공위성에 탑재된 마이크로파 방사계로 극야의 계절을 포함하여 연중의 해빙분포가 큰 규모로 관측 될 수 있게 되었다. 겨울철(3월)에는 북극해 중에서 바렌츠 해의 일부를 남기고 전면이 해빙으로 덮이며 그 주변의 빙역, 허드슨(Hudson)만, 배핀 만, 래브라도해, 그린란드해, 발트 해, 오호츠크 해, 베링 해까지 북반구 해빙역이 확대된다. 북위 66.5°선이 아이슬란드의 북쪽 해안 부근에 있어 그린란드해 동부, 노르웨이해 북부, 바렌츠 해 남부는 극야의 계절에도 얼지 않고 광대한 해면을 유지한다. 북극해와 허드슨 만은 매년 겨울 거의 전역에 걸쳐 해빙이 나타나지만, 그 이외 주변 해역의 해빙역은 해마다 해빙이 차지하는 비율이 크게 변화한다.

9월에는 북극해 중앙부의 해빙만이 다년빙이 되어 녹지 않고 남는다[1]. 이 다년해빙역은 몇 개의 아이스마시프가 모인 것으로 해마다 변동하고 면적도 변화한다. 더욱이 그 위치도 해마다 한쪽으로 치우친다. 시베리아 연안에 가까워지는 해와 알래스카, 캐나다 연안에 가까워지는 해가 있으며 북극해 항로에서는 그 동향을 감시하고 파악할 필요가 있다.

2. 해빙 면적변화

그림 1은 2003년부터 2008년까지 각 연도별 해빙의 면적에 대한 그림이며 6년간의 평균해빙면적에 대한 그래프를 같이 표시하여 해빙의 면적동향을 파악하였다. 해빙의 면적은 계절에 따라 줄어들고 늘어나길 반복하지만 전체적인 면적은 줄어들고 있는 것을 볼 수 있다.

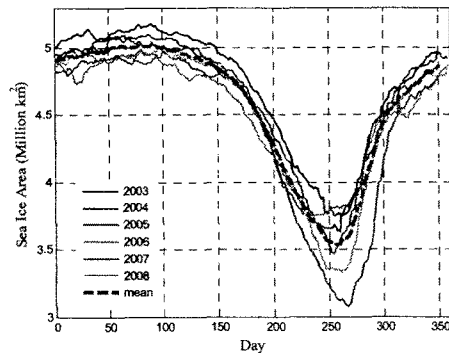


그림 1. 연도별 해빙면적변화

6년간 평균 해빙면적을 기준으로 연도별 해빙면적의 변동특성곡선에 의하면, 6년간의 짧은 데이터로 향후 변동을 추정하기에는 무리가 있지만 선형화 하였을 때

해빙의 면적은 연간 44,000km²의 해빙이 사라지고 있는 것을 확인 할 수 있다. 해빙의 면적은 그림 3과 같이 3월이면 최대의 면적을 갖는다. 대략적인 면적은 500만 km²이다. 2002년부터 2008년까지 해빙의 면적이 최대가 되는 시점에서 면적변화 추이를 살펴보기 위해 그린란드 해와 바렌츠해를 중심으로 조사를 하였다. 변화가 활발한 부분을 중심으로 확인한 결과 스발바드섬과 그린란드 주변에서 해빙의 면적이 줄어들고 있는 추세인 것을 확인할 수 있다. 스발바드 제도를 중심으로 북쪽과 남쪽에서 다소 다른 패턴을 보이고 있으나, 아이슬란드 북쪽에서는 다소 해빙면적이 감소하고 있으며, 남쪽에서는 그 면적이 증가하고 있다. 북극해를 둘러싼 유라시아 대륙과 북미대륙에는 북극해로 흘러 들어가는 큰 하천이 많은데 스발바드섬으로 유라시아 대륙으로부터 흘러들어가는 오비강이 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 해빙면적이 최소가 되는 시점은 9월이며 대략적인 크기는 370만 km²이다. 그림 9월에는 북극해 중앙부의 해빙만이 다년빙이 되어 녹지 않고 남는다.

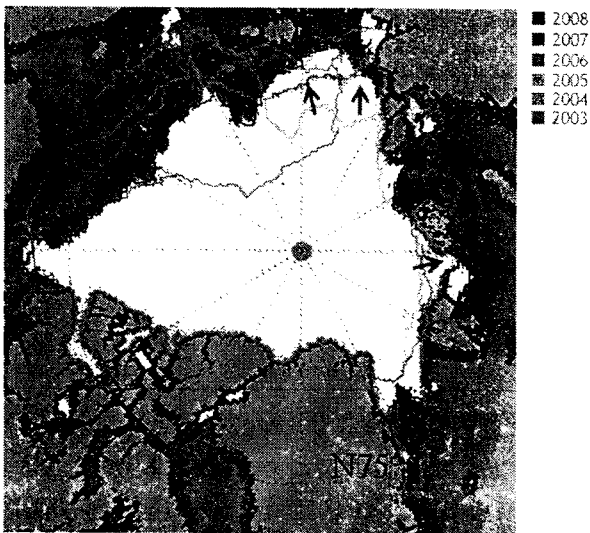


그림 3. 연간 최소 해빙면적변화

이 다년해빙역은 몇 개의 아이스마시프가 모인 것으로 해마다 변동하고 면적도 변화한다. 더욱이 그 위치도 해마다 한쪽으로 치우친다. 그림 6은 해빙의 면적이 최소가 되는 시점의 연간 해빙면적의 변화에 대한 추세를 나타내며 캐나다, 알래스카 연안에서 북극점으로의 이동이 가장 활발하게 발생하고 있다.

6. 결론

북극점을 중심으로 북위 60°이내 지점에서의 해빙면적에 대한 변화를 알아보기 위하여 AMSR-E 데이터를 이용하였다. 2006년부터 2008년까지 6년간의 데이터를 이용하여 변동추이를 살펴보고 연간 해빙의 감소량이 약 44,000km²으로 추정하였으며 해빙이 줄어들고 있는 방향을 살펴보았다. 해빙 밀도 정보가 있는 다년간 데이터 확보의 문제로 해빙의 밀도 정보가 없는 데이터를 이용하여 해빙면적에 대한 변화를 계산하였으며 이후에 해빙밀도가 있는 데이터를 0%와 신뢰구간인 15%를 밀도별 비교하여 해빙의 밀도 정보가 없는 데이터에서 발생가능한 오차를 추출하였다. 향후 보다 정확한 검증 및 평가를 위하여 고해상도 광학 센서 및 SAR센서와 현장 자료의 동시관측이 요구된다.

감사의 글

본 연구는 기초기술연구회 협동연구과제 “북극권 해역의 해색위성자료의 검보정과 해빙 모니터링” 및 “해양활용 연구” 수행의 결과이다.

참고문헌

- [1] 일본선박해양재단, 북극해 항로 동아시아와 유럽을 잇는 최단의 비단길, 한국해양연구원, pp.39~43
- [2] Cavalieri, D. and J. Comiso. 2000. Algorithm Theoretical Basis Document for the AMSR-E Sea Ice Algorithm, Revised December 1. Landover, MD, USA: Goddard Space Flight Center.
- [3] Shirasawa, K., M. Lepparanta, T. Saloranta, T. Kawamura, A. Polomoshnov, and G. Surkov, 2005. The thickness of coastal fast ice in the Sea of Okhotsk, *Cold Regions Science and Technology*, 42(1): 25-40.
- [4] Thorsten Markus, "AMSR-E Algorithm Theoretical Basis Document: Sea Ice Products," NASA Goddard Space Flight Center
- [5] Mark C. Serreze et al. "Diagnosis of the record minimum in Arctic sea ice area during 1990 and associated snow cover extremes," *Geophysical Research Letters*, Vol.22, No.16, 1995, pp.2183~2186