

북극항로 해빙정보 서비스를 위한 위성 원격 탐사 연구 소개

양찬수, 김선화, 정재훈, 김경욱, 홍단비
(한국해양과학기술원)

1. 서론

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)의 보고에 따르면 1978년 이후 북극해의 해빙 면적이 10년마다 평균 2.7%씩 감소하고 있으며, 해빙 면적이 감소함에 따라 북극해를 통과하는 북극 신항로가 개척되어 이용되고 있다. 국내에서도 북극 신항로를 이용할 경우 부산으로부터 로테르담까지 기존 항로에 비해 운항거리가 약 37% 감소, 운항 일수가 10일 정도 줄어들 것으로 예측되고 있다.

최근 북극해의 북서항로와 북동항로의 이용이 증대되는 추세에 맞춰 IMO에서는 안전한 극지역 선박 운항을 위해 선박에 대한 강제화 코드를 2017년 1월 1일부터 시행할 예정이다. 북극항로와 같이 선박이 장거리를 운항하는데 있어 항행환경정보는 필수적이다. 현재 항행환경정보기반 극지 안전운항 시스템의 서비스는 미국과 러시아에서 독점하고 있으며, 2010년 국내 유일한 해빙선인 '아라온호'의 북극해 연구 및 극지 종합 시험 항해 당시에도 미국 AWT(Applied Weather Technology)사의 해빙환경정보를 제공받아 항행하였다. 미국 AWT사는 위성, 기상, SST, 해빙 분석자료 등을 제공하고 있으며, 10일 기상예보자료와 함께 서비스 이용자에게 출항 전 기상 상황에 따른 최적의 항로를 제공해준다. 러시아 AARI(Arctic and Antarctic Research Institute)에서는 위성, 기상, 북극 빙향, 환경지리정보 등의 정보를 제공하고 있으며, 해빙 이동경로 및 기상예측자료와 함께 해빙 예측자료(6일)를 생산하고 있다. 이밖에 노르웨이의 Nansen 연구소에서는 해빙예측 모니터링 및 예측 모델링 기술을 개발하여 인터넷으로 정보를 제공하고 있으며, 북극이사회 워킹그룹, 노르웨이 해양연구소, 노르웨이 해안관리국 등의 기관에서 북극 지리 정보 시스템인 ArkGIS(Arctic Geographic Information System)를 출시하여 생태 중요지역, 북극 화물선, 해빙 범위, 수심 등의 정보가 포함된 최신 지도를 제공하고 있다.

우리나라에서도 북극항로 이용을 위한 정책 및 서비스 방안에 대한 연구를 진행하고 있다(Hong et al., 2014; KMI, 2011). 한국해양과학기술원에서는 2014년부터 '북극항로 운항선박 항해 안전지원시스템 개발' 연구과제의 일환으로 위성기반 북극항로 항행환경정보 생산 및 예측 기술개발 연구를 진행하고 있다. 현재 한국해양과학기술원에 구축 중인

항행환경정보시스템에서는 AMSR2 위성에서 수신된 자료를 이용해 동적합성기법을 적용하여 일평균 해빙 집적도 자료를 생산하고 있으며, 향후 시범 서비스를 실시할 예정이다. 이를 위해 위성기반 해빙정보(경계, 종류)와 총 19종의 해양, 기상, 해빙 예측정보의 생산을 위해 필요한 자료가 자동 수신, 처리되고 있다. 대상 영역은 북위 67도 이상의 북극해, 부산-베링해, 북극해-네덜란드의 세 가지 영역으로 정의되어 서비스 될 예정이다. 본 연구에서는 현 북극항로 항행환경정보시스템의 구축 상황 및 설계 내용을 소개한다.

2. 항행환경정보 제공 시스템

현재 한국해양과학기술원에서 구축 중인 북극항로 항행환경정보시스템은 Table 1과 같이 세 개의 서비스 영역으로 나눠 생산되고 있으며, Fig.1에서 각 영역의 샘플자료를 보여주고 있다. 목적에 따라 최적의 공간해상도로 생산되고 있으며, 특히 북극해 영역에 대해서는 2.5km의 높은 공간해상도로 3종의 위성 빙상정보(집적도, 경계, 종류)와 총 19종 빙상정보 예측자료가 생산 및 서비스 될 예정이다. 북위 63도에서 네덜란드까지의 영역은 위성자료가 제공되지 않기 때문에 예측자료만 제공한다.

3. 위성기반 동적 해빙 자료

본 시스템에서는 일본 JAXA의 FTP 서버에서 준실시간으로 제공되는 AMSR2 위성의 Level 2자료를 수신 받아 북극해 합성영상을 생산하여 최신의 빙집적도 정보를 제공하고 있다. 이를 위해 본 시스템에서는 동적합성 기법을 개발하여 적용하였다. 동적합성기법은 기존에 일별 평균자료를 생산하는 정적합성기법에 비해 새로운 정보를 보다 짧은 주기로 갱신하여 합성하는 기법으로, 일본 JAXA의 1.7일 후 제공되는 일평균 빙집적도를 수신한 후 최대 10시간 안에 재생산하여 서비스할 수 있다. 또한 사용자의 분석을 돕고자 빙집적도 분포도에 북동항로 영역을 중첩하였으며, 각종 평균 집적도 및 통계치 정보를 추가로 제공하고 있다. 본 자료는 향후 사용자에게 이메일 형식으로 시범 서비스될 예정이며, 동적합성자료를 이용해 추출된 빙집적도 예시를 Fig.2에서 확인할 수 있다.

Table 1 Service area, data, and other specifications

Area	Specifications
Arctic Sea	2.5km spatial resolution 67° ~90° N, -180° ~180° E Satellite data (sea ice concentration, extent, type) Total 19 prediction variables related on atmosphere, wave, ocean, ice
Busan-Bering Sea	0.125° spatial resolution 30° ~67° N, 125° ~ -162° E Satellite data (sea ice concentration, extent, type) Total 19 prediction variables related on atmosphere, wave, ocean, ice
Arctic Sea-Netherlands	0.125° spatial resolution 49° ~63° N, -10° ~30° E Total 19 prediction variables related on atmosphere, wave, ocean, ice

4. 위성 해빙자료와 단기 예측자료의 연계

인공위성을 통해 2.5km 격자로 산출되는 SIC(sea ice concentration) 데이터는 1주일 예측자료와 연계하여 대외 서비스가 이뤄질 예정이다. 또한 위성기반 SIC자료는 단기 예측자료의 품질 평가와 최적항로 예측에 필요한 신뢰도 정보 산출에 사용된다. 현재 19종의 대기, 해양, 해빙의 단기 예측 시스템이 개발되었다. 이 시스템은 사용가능한 예측자료를 자동으로 수집 및 처리하여 가시화(Fig. 3)하고 통계자료를 생산한다. 생산된 자료는 NetCDF 포맷과 그림파일로 웹사이트를 통해 확인할 수 있다. 단기 예측의 생산을 위해 기상 및 파랑 예측 자료는 NCEP에서 제공하는 자료를 사용하였으며, 해양 및 해빙 예측자료는 Mercator, MetNo, MetOffice에서 생산된 자료를 이용하였다. 자세한 자료 출처 및 변수 정보는 Table 2와 Table 3에서 각각 확인할 수 있다.

Table 2. Short-term prediction data and source

Data	Code	Source (URL)
Atmosphere	GFS	NCEP (www.ncdc.noaa.gov)
Wave	WW3	
Ocean, Sea ice	MER	Mercator (mercator-ocean.fr)
	TPZ	MetNo (topaz_nersc.no)
	UKM	MetOffice (metoffice.gov.uk)

Table 3. Short-term prediction variables

Data	Variable	Description
Atmosphere	AWU, AWW	Wind vector
	APR	Sea level pressure
	ATM	Air temperature
Wave	TWH, TWP, TWD	Total wave height, period, direction
	WWH, WWP, WWD	Wind wave height, period, direction
	SWH, SWP, SWD	Swell wave height, period, direction
Ocean	SST	Sea surface temperature
	SSS	Sea surface salinity
	SCU, SCV	Sea surface current
Sea ice	ICF	Ice fraction
	ICH	Ice thickness
	SNW	Snow thickness
	ICU, ICV	Ice movement

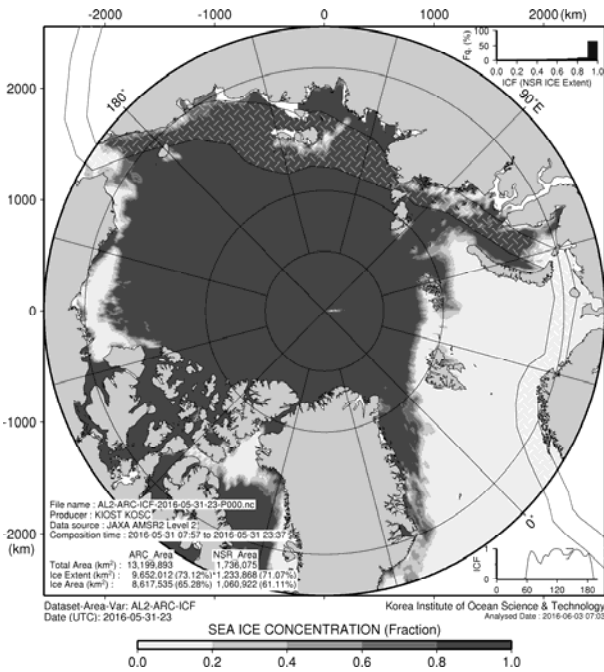


Fig. 2. AMSR2 sea ice concentration map with the statistics of sea ice concentration on May 31, 2016.

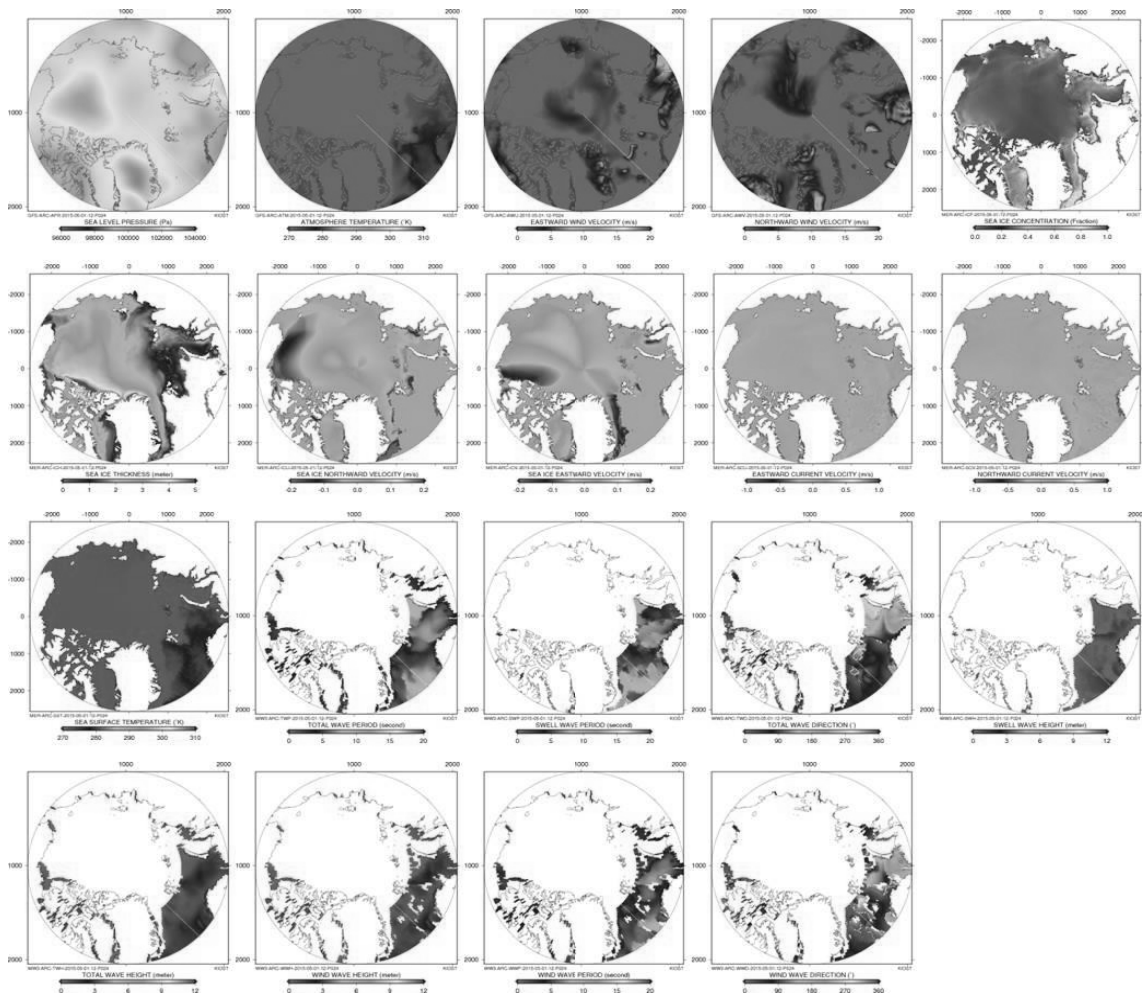


Fig. 3. Short-term prediction parameters (atmosphere, ocean, sea ice) over the Arctic Sea as listed in Table 3.

5. 결론

기존 JAXA 및 타 연구기관에서 제공하는 해빙 자료는 대부분 전문가만을 대상으로 특정 포맷(.nc/.hdf) 형태로 자료를 제공하고 있어 사용이 매우 제한적인 반면, 한국해양과학기술원에서 현재 구축하고 있는 북극항로 항행환경정보시스템은 북동항로의 해빙 집적도 통계정보와 같이 그림 파일 형식(.png)으로 서비스되어 항해사 등 위성 비전문가도 쉽게 사용할 수 있다. 또한 본 시스템은 기존 국외 위성기반 빙집적도 자료의 서비스 지연시간을 1.7일에서 10시간으로 단축하였으며, 1시간 간격으로 갱신된 최신 자료를 제공할 수 있다. 동적합성기법을 통해 기존의 일평균 해빙정보를 북극해 전역에 대해 1일 5-6회 합성영상을

생산하여 제공하고 있으며, 기존 국외 업체에서 고가의 비용을 지불하고 제공받던 북극해 항행환경정보 서비스를 대체할 수 있다. 향후 본 시스템에서 제공하는 위성 합성영상은 19종의 다종의 해양, 기상, 해빙 예측자료와 함께 북극항로의 안전한 항행을 지원할 것으로 기대된다.

참고 문헌

- Hong, H.J. Kim, S.H. & Yang, C.S., 2014. Functional requirements to develop the marine navigation supporting system for Northern Sea Route. *Journal of Korea Spatial Information Society*, 22(5), pp.19-26.
- Korea Maritime Institute, 2011. Shipping and port

condition changes and throughout prospects with opening of the Northern Sea Route.



양 찬 수

- 1970년생
- 2001년 일본 Tohoku대학교 토목공학과 박사
- 현 재 : 한국해양과학기술원 책임연구원
- 관심분야 : 해양원격탐사, 해양오염, 안전, 보안, 파랑
- 연 락 처 : ***-****-****
- E - mail : yangcs@kiost.ac.kr



김 선 화

- 1977년생
- 2009년 인하대학교 지리정보공학과 박사
- 현 재 : 한국해양과학기술원 연구원
- 관심분야 : 위성기반 해양모니터링 연구
- 연 락 처 : ***-****-****
- E - mail : scorpio96@kiost.ac.kr



정 재 훈

- 1984년생
- 2014년 인하대학교 지리정보공학과 박사
- 현 재 : 한국해양과학기술원 연구원
- 관심분야 : 해양감시 핵심기술 개발
- 연 락 처 : ***-****-****
- E - mail : jaehoon@kiost.ac.kr



김 경 옥

- 1975년생
- 2005년 일본 교토대학교 토목공학과 박사
- 현 재 : 한국해양과학기술원 선임연구원
- 관심분야 : 수치모델개발
- 연 락 처 : ***-****-****
- E - mail : kokim@kiost.ac.kr



홍 단 비

- 1990년생
- 2015년 과학기술연합대학원대학교 해양환경시스템과학과 석사
- 현 재 : 한국해양과학기술원 연구원
- 관심분야 : 해양원격탐사
- 연 락 처 : ***-****-****
- E - mail : danbeehong@kiost.ac.kr

2016년 휴먼-솔라보트 축제

- 일 자 : 2016년 8월 4일(목)~5일(금)
- 장 소 : 대전광역시 갑천(수상스포츠체험장 및 고수부지)
- 주 최 : 대한조선학회, 선박해양플랜트연구소, 충남대학교 공과대학
- 주 관 : 충남대학교 공과대학 선박해양공학과