Journal of Korea Spatial Information Society Vol.22, No.5 : 19-26, October 2014
http://dx.doi.org/10.12672/ksis.2014.22.5.019 ISSN 2287-9242(Print)
ISSN 2287-9250(Online)

북극해 안전운항 지원시스템 구축을 위한 기능적 요구조건 도출

Functional Requirements to Develop the Marine Navigation Supporting System for Northern Sea Route

홍성철* · 김선화** · 양찬수***

Sung Chul Hong · Sun Hwa Kim · Chan Su Yang

요 약 지구 온난화로 인한 북극해 해빙의 감소로 새로운 항로의 개척과 지하자원 개발에 대한 국제적 관심이 고조되고 있다. 국제해사기구(IMO)는 북극해를 이용하는 선박의 증가로 해양사고와 오염의 가능성이 증대됨에 따라, 폴라코드(Polar Code)를 제정하여 극지역운항매뉴얼(PWOM) 등 북극해 운항선박에 대한 기준요건의 강제화 준비를 진행 중이다. 북극해를 운항하는 선박은 해양기상 이외에도 해빙의 영향을 받으므로 안전하고 경제적인 항로를 지원해 줄 북극해 안전운항 지원시스템이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국제해사기구 폴라코드에 대응하기 위해 북극해 안전운항 지원시스템 개발을 위한 기능적 요구조건을 도출하였다. IMO 폴라코드를 기반으로 도출된 북극해 안전운항 지원시스템의 기능적 요건은 북극해 운항선박에게 해빙관측 및 예측정보를 이용하여 경제적이고 안전한 항로를 동적으로 서비스할 수 있도록 도출되었고, 북극해 항행위험지도 생성 기법, 북극해 항해계획 기법, 해사안전정보(MSI) 생성기법을 개발하기 위한 기술적 요건으로 구성된다. 또한, 북극해 안전운항 지원시스템의 적용을 위한 요구조건을 도출하여 개발될 시스템이 IMO 폴라코드의 북극해 항행선박 인증절차에 적용하고자 하였다. 본 연구의 연구성과를 폴라코드에 반영하기 위해서는 해빙관측 및 예측기술의 개발과 함께, 지속적인 국제적인 교류 및 정책 제안 등이 계속되어야 할 것이다.

키워드 : 북극해 항로, 폴라코드, 북극해 안전운항 지원시스템, 위성영상, 지리정보시스템

Abstract International attention on the Northern Sea Route has been increased as the decreased sea-ice extents in Northern Sea raise the possibility to develop new sea routes and natural resources. However, to protect ships' safety and pristine environments in polar waters, International Maritime Organization(IMO) has been developing the Polar Code to regulate polar shipping. The marine navigation supporting system is essential for ships traveling long distance in the Northern Sea as they are affected by ocean weather and sea-ice. Therefore, to cope with the IMO Polar Code, this research proposes the functional requirements to develop the marine navigation supporting system for the Northern Sea Route. The functional requirements derived from the IMO Polar code consist of arctic voyage risk map, arctic voyage planning and MSI(Marine Safety Information) methods, based on which the navigation supporting system is able to provide dynamic and safe-economical sea route service using the sea-ice observation and prediction technologies. Also, a requirement of the system application is derived to apply the marine navigation supporting system for authorizing ships operating in the Northern Sea. To reflect the proposed system in the Polar Code, continual international exchange and policy proposals are necessary along with the development of sea-ice observation and prediction technologies.

Keywords : Northern Sea Route, Polar Code, Ice Navigation Supporting System, Satellite Image, GIS

1. 서 론

북극해 해빙의 감소와 선박건조 및 항해기술의 발달은 아시아와 유럽을 잇는 북극해 항로(Northern Sea Route)의 경제, 정치, 군사적 잠재적 가치를 증대시키고 있다. 북극해 항로는 북서항로와 북동항로로 구분

† This research is part of R&D Projects of MOF(Development of Safe Voyage Planning System for Vessels Operating in NSR, Construction of Ocean Research Stations & their Application Studies(M57972), KOOS(M58331)) and KICT (2014 Imagination Development and Idea Discover(20140324-1-1)).

* Sungchul Hong, Senior Researcher, ICT Convergence and Integration Research Division, Korea Institute of Construction Technology. shong@kict.re.kr
** Sun-Hwa Kim, Research Professor, OST-School, Korea Maritime and Ocean University. scorpio96@kmou.ac.kr
*** Chan-Su Yang, Principal Research Scientist, Korea Ocean Satellite Center, Korea Institute of Ocean Science and Technology, yangcs@kiost.ac (Corresponding Author)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

되어지며, 베링해협, 러시아 북방연안, 바렌츠해를 연결하는 북동항로의 경우 매년 해빙 분포에 따라 다양한 항로가 존재한다. 북극해 항로는 말라카해협과 수에즈 운하를 통과하는 기존 남방항로(Southern Sea Route)에 비해 항로 거리를 최대 40% 단축시키며, 운항일 또한 30일에서 20일로 감소시킨다[11,12,14]. 이러한 경제적 강점으로 인해 북극해 항로를 이용하는 물동량은 꾸준히 증가하는 추세이다[12,16]. 또한 북극해에 매장된 석유와 천연가스 등의 지하자원 양은 세계 미발견 자원량의 25% 정도이며, 북극해 주요 어장의 어업생산량은 세계 어획량의 13%를 차지하고 있다[4,16].

그러나 최근 북극해 항로를 통한 물류운송의 증가와 자원개발로 인해 북극해의 해상안전 및 해양오염사고 발생 가능성이 증가되고 있다. 이에 북극해 항로인접 국가들은 북극해 관할권을 강화하여 북극해 이용을 규제하려 하며[6,21], 국제해사기구(IMO)도 폴라코드(Polar Code)라 불리는 “극지해역 운항 선박에 대한 강제화 코드”를 제정하여 북극해 환경보호와 안전운항을 지원하려 한다. 폴라코드는 선박이 극지해역을 운항할 시 요구되는 인력, 장비, 환경, 선박 등의 기준을 제시하고 강제하는 제도적 방침이다. 현재 많은 나라와 비정부기구(NGO) 들의 이견이 존재하고 IMO 협약 미비준국이 다수 존재한다는 제약으로 인해 타결이 불투명한 실정이나[22], 제정되었을 경우 북극해 지역과 관련 정책, 산업 및 연구에 높은 파급효과가 있을 것으로 예상된다.

현재 극지역 인접국이 오랜 시간동안 취득한 경험 및 측정자료 등을 토대로 제시된 폴라코드의 제반적 사항에 대해 우리나라가 즉각적으로 대응하기 위해서는 우리나라의 고도화된 조선기술과 IT융합기술을 이용한 폴라코드에 대한 대응책 마련이 시급하다. 조선분야에서는 연구용 쇄빙선인 아라온을 건조하여 지속적인 남·북극관련 연구활동을 진행하고 있으며, 최근에는 쇄빙 유조선과 극지용 LNG선 기술 개발하여 고도화된 조선기술을 보유하고 있다. 공간정보분야에서는 위성 발사체 개발에 대한 장기계획에 따라 지난 10년간 다수의 다목적 실용위성과 정지궤도 위성을 보유하게 되었으며[2], 이중 고해상도 위성자료인 아리랑위성(KOMPSAT) -2, -3, -5자료는 보다 자세한 해빙 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

북극해 안전운항 지원시스템(Arctic Navigation Supporting System for the Northen Sea Route)개발 관련 연구는 국내외적으로 이제 시작 단계이다. 국내에서 Jung and Choi[8,9], Park[18] 등, Choi[3] 등은 해양 및 해빙정보를 반영한 북극해 최적항로 산출 프로그램 개발 연구를 수행하였다. 하지만, 국내의 부족한 북극해 해빙 및 해양정보로 인해 가상의 시뮬레이션 데이터를 이용하여 개발하였다는 제약점이 있다. 한편, 국외에서는 Berglund 등[1], Kotovirta 등[17]이 자국 근처의 북극해 항행 선박을 대상으로 안전운항 지원시스템을 구축하였고, 러시아 남북극연구소(AARI)[11]와 미국 AWT(Applied Weather Technology)사 등이 북극해 안전운항 서비스를 제공하지만, 현재 제정중인 폴라코드를 반영하고 있지 않다.

빠르게 변하는 북극해역의 해양 및 해빙환경을 반영한 안전운항 지원시스템을 개발하기 위해서는 해빙예측 기술 외에도, 위성영상기반의 해빙관측기술과 지리정보시스템기반의 항행위험도 산출 및 최적항로 산출 기법이 필요하며, 개발된 시스템은 폴라코드를 반영해야한다. 이에 본 연구에서는 공간정보기술 기반의 북극해 안전운항 지원시스템의 개발을 위한 기능적 요구조건을 도출하고, 폴라코드 관련 극지역 운항 매뉴얼(Polar Waters Operational Manual)의 강제화에 대응하기 위한 기술개발 전략을 제시하려 한다. 본 연구의 구성을 살펴보면, 2장에서는 북극해 안전운항 지원시스템을 개발하기 위한 주요현황을 소개하고, 3장에서는 북극해 안전운항 지원시스템 구축 및 적용에 필요한 기능적 요구조건에 대해서 설명한다. 그리고 4장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 북극해 안전운항 지원시스템 개발관련 주요 현황

2.1 북극해 항로 개발 현황

남극조약에 의해 2041년까지 연구활동 이외에 어떠한 자원개발활동을 금지하고 있는 남극과 달리, 북극은 현재까지 개발에 대한 국제적인 규제가 없는 상황이다. 따라서 러시아, 미국, 캐나다 등의 북극해 연안국들은 북극해 관할권을 강화하고 북극해 개발에 주도적인 위치를 확보하기 위해 노력하고 있고, 우리나라를 포함한 일본, 중국, 유럽연합(EU) 등의 북극해 비연안국들 역시 북극해 개발을 통한 자국의 이익을 실현하기 위해서 연구 및 외교활동을 강화하고 있다[20,22].

북극해 자원개발 및 연구활동을 가장 활발히 하는 나라 중 하나는 러시아로 북극해 항로 지역의 항만기반시설 현대화를 진행 중이고 3척의 원자력 쇄빙선을 진수할 계획을 가지고 있다[14]. 한편 미국은 2009년 “북극지역 정책방향”을 발표하여 북극해 안보와 개발

에 대한 청사진을 제시하였고, 2013년 “북극권 국가전략”을 발표하여 북극해 개발에 적극적으로 참여하고 있다. 일본은 1990년대 초반부터 러시아, 노르웨이와 함께 공동으로 연구활동을 진행하여 북극해 항로를 개발하고 운항하기 위한 전략과 계획을 수립하였다. 중국은 비교적 늦게 북극해 항로 개발에 관심을 보였으나, 정부의 적극적인 정책 및 지원으로 북극해 연구 및 개발에 주도적인 위치를 확보하고 있다.

우리나라는 2013년 5월 15일 북극이사회(Arctic Council)의 정식 옵저버 자격을 취득하면서 북극해 개발과 연구는 물론, 북극해 관련 규범과 정책 논의에 주도적으로 참여할 수 있는 기반을 마련하였다[21]. 극지연구소는 연구용 쇄빙선인 아라온을 건조하여 극지역 관련 연구를 활발히 진행 중이며[19], 현대 글로비스는 2013년 10월 22일 국내 최초로 북극해 항로를 통해 화물을 성공적으로 운송함으로써 북극항로의 상업적 이용 가능성을 보여주었다. 또한 최근에 ‘북극종합정책 추진계획’을 발표하여 북극해 항로개척 및 자원개발에 적극적으로 참여하려고 하고 있다. 그러나 우리나라 연안 및 남극지역 연구에 비해[10,13], 북극지역 연구는 부족한 실정이다. 또한, 북극해 개발을 위해 북극해 연안국들과 다국적기업들의 개발 경쟁 또한 심화되고 있어 향후 다각적이고 종합적인 정책 개발과 기술개발이 필요하다.

2.2 북극해 안전운항 지원시스템 개발 현황

러시아 남북극연구소(AARI)는 북극해를 운항 중인 선박을 지원하기 위해 운항정보 시스템을 구축하였다[11]. 이 시스템은 미국의 해양대기청(NOAA), 연구조사선, 관측지역으로부터 수집된 데이터를 가공·분석하여 기상정보, 지도 및 위성영상, 북극 빙황정보 등을 선박에게 제공하고 있다(Figure 1).

노르웨이의 난센 환경원격탐사센터(NERSC)는 해빙 관측 및 예측 모델링 기술을 개발하여 위성영상 기반의 해빙밀도 및 분포 정보를 제공하고 있고, 해빙-해양모델을 이용하여 해빙 두께, 해빙 이동방향 및 속도정보를 일주일 간격으로 제공한다. 이와 함께 세계야생동물 기금협회에서 개발한 ArkGIS는 북극이사회 워킹그룹, 노르웨이 해양연구소, 노르웨이 해안관리국 등의 기관에서 제공받은 북극해 데이터를 이용하여 북극 화물선, 해빙 범위, 수심 등의 정보를 인터넷으로 서비스하고 있다.

전 세계 안전운항 서비스산업을 독점하고 있는 미국의 AWT(Applied Weather Technology)사의 안전운

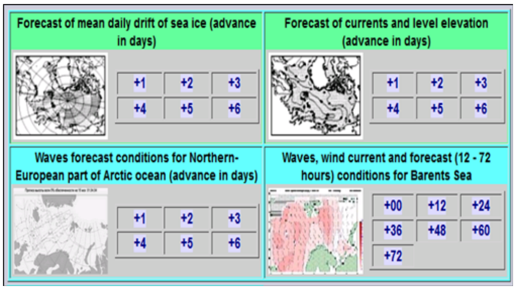

Figure 1. Ice navigation information from AARI (http://www.aari.nw.ru/default_en.asp)

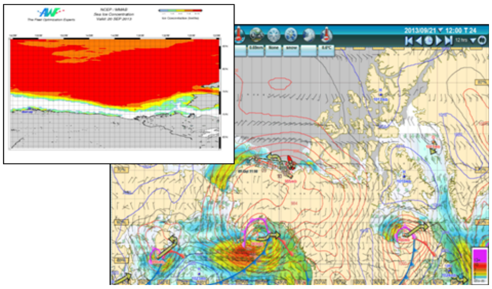

Figure 2. Daily ice concentration (Left) and weather forecast chart (Right) from AWT[13]

항 시스템은 전 세계 주요 기상기관과 정보기관 20여 곳으로부터 받은 해양자료를 분석한 후, 대양을 운항하는 대형선박에 날씨와 항로정보 등을 제공 한다(Figure 2). 반면 우리나라의 경우 해빙탐지기술 개발 관련 국제 공동연구에 참여하고 있으나, 해빙 탐지를 위한 자동화 및 서비스 시스템 개발은 전무한 실정이다.

또한 북극해 연안국 들을 중심으로 북극해 항로지원 시스템이 구축되어 운용되고 있는 것에 비해, 국내의 경우 아직까지 국산기술이 전무한 상태로 고가의 해외 서비스에 의존하고 있는 실정이다.

2.3 IMO의 폴라코드

IMO는 국제연합(UN) 산하의 국제기구로 국제 해상안전 확보 및 해양오염 방지, 국제해운의 법률적 문제해결, 조선분야의 기술협력 증진 및 정보교환의 촉진 등을 위해 국제적인 수단이나 규정을 개발한다[7].

IMO는 해빙의 감소로 인해 북극해 선박의 운항 가능성이 증가함에 따라 2002년 “극지해역을 항해하는 선박을 위한 지침”을 채택하였고, 2014년까지 폴라코드라고 칭하는 “극지 운항선박에 대한 강제화코드”를 제정하려고 한다. Figure 3은 제 57차 선박설계 및 의장 전문위원회(2013년 3월, 런던)에서 제시한 폴라코

Figure 3. IMO polar code for the design and development of arctic sea navigation supporting system

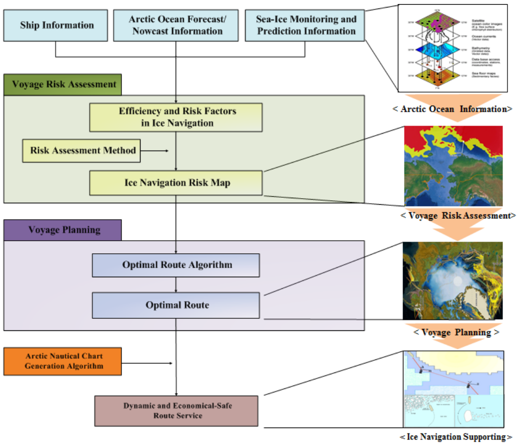

Figure 4. Overview of arctic sea navigation supporting system for Northern Sea Route

드 중 북극해 안전지원 시스템 개발과 관련된 사항을 보여주고 있다.

폴라코드는 극지운항 선박의 범주, 구조 및 장비 등의 요구조건 이외에도 극지 운항선박 증서 (Polar Ship Certificate)를 발급하기 위한 관리절차와 극지역 운항매뉴얼의 요구사항에 대해서 정의하고 있다. 따라서 북극해 안전운항 지원시스템의 개발 시 폴라코드를 반영하여 설계 및 개발되어야하며, 기술적 성과를 폴라코드 제정에 반영되도록 하여 극지 안전운항 서비스 산업의 표준기술을 보유할 수 있도록 해야 할 것이다.

3. 북극해 항로 안전지원 시스템 개발 및 적용을 위한 기능적 요구조건

3.1 시스템 개발 및 적용을 위한 요구조건 개요

북극해 안전운항 지원시스템은 선박이 해빙 및 유빙이 존재하지 않고 해양 기상상태가 좋은 해역을 운항 중일 때는 출발지와 목적지 간의 최단 항로를 제공해야 한다. 그러나, 해빙 및 유빙의 두께와 밀도가 높은 해역이 존재할 때는 충돌 시 선체의 손상이 우려되므로 쇄빙선의 도움과 안전 속도를 감안한 최단 항로를 제공해야 할 것이다. 이와 같이, 북극해 안전운항 지원 시스템은 북극해 운항선박의 정보, 북극해 해빙 관측 및 예측정보, 해빙에 대한 선박의 항해능력 등을 고려하여 경제적이고 안전한 항로를 동적으로 서비스하는 것을 목적으로 하고 있다.

따라서 북극해 안전운항 지원시스템은, 항로의 경

Table1. Activities of IMO subcommittee on ship design and equipment (DE) for a Polar Code and functional requirements for the marine navigation supporting system

DE	DE Summary	Functional requirements
DE 57/11/3	Identification of the most effective risk mitigation measures as well as the expert groups' assessment of the relative importance of different risk factors for polar operations	Arctic Voyage Risk Map Arctic Voyage Planning
DE 57/11/6	Definition of three basic categories of ship operating in polar waters	Arctic Voyage Risk Map
DE 57/11/19	Comments on the design and operation of ships in ice-covered waters. Suggestion of "safe speed in ice" as a guideline for a ship that enables safe and efficient navigation in ice and cold environments	Arctic Voyage Planning
DE 57/11/21	Introduction of a flow chart describing how the Polar Code might practically apply ships in polar waters	Application
DE 57/11/22	Topic of a Polar Water Operating Manual (PWOM) and a list of key elements and requirements which should be addressed in PWOM	Arctic Voyage Risk Map
DE 57/11/24	Comments on the need for systematic and complete hydrographic survey as increasingly large unsurveyed areas may be becoming available for navigation	MSI(Marine Safety Information) Map

제성과 위험도를 평가하여 최적항로를 산출해야하므로, 북극해 항행위험지도(Arctic Voyage Risk Map) 생성기법, 북극해 항해계획(Arctic Voyage Planning) 기법, 북극해 해사안전정보(Marine Safety Information, MSI) 생성기법 등의 개발이 필요하며(Figure 4), IMO 폴라코드에 대응되는 기술 및 기능을 갖춰야 한다. 또한, 개발된 시스템은 IMO 폴라코드의 절차에 의해서 북극해 항행 선박에게 적용돼야 한다(Table 1).

3.2 북극해 항행위험지도 생성 시 요구조건

북극해 항로는 통상 여름과 가을 동안 항해가 가능하며, 해빙의 상태에 따라 매년 다양한 항로가 존재한다. 하지만 여름에도 해무로 인해 시야가 좋지 않은 날이 있고 섬 사이의 좁은 해역이나 낮은 여울을 통과하는 항로가 존재하므로 해빙 및 유빙에 의한 선박의 피해를 항상 유의해야 한다[4,5,12].

IMO 폴라코드의 DE57/11/3(폴라코드 요건의 위험기반 제정)은 극지운항을 위해 선박 항행 위험요소들을 파악하고 위험요소들의 상대적 중요성에 대해 평가하여 항행위험 완화조치를 해야한다고 권고한다. DE57/11/6(통신작업반 보고서)은 극지 해역의 해빙상태와 운항선박의 항행 능력을 A, B ,C 등급으로 분류하여 해빙 상태에 따른 선박의 운항 범위를 제안해야 하며, DE57/11/22(극지역 운항 매뉴얼)는 위험도 평가를 기반으로 한 장기 항해계획을 권하고 있다. 따라서 개발될 시스템의 북극해 항행위험지도 생성기법은 북극해 해빙관측 및 예측모듈에서 제공하는 해빙 종류, 해빙 분포 및 집중도 데이터와 북극해 해양기상 모듈에서 제공하는 해풍 속도 및 강도, 조류, 파랑 데이터를 이용하여 선박의 북극해 운항성능별 항행위험지도를 생성해야한다. Figure 5는 북극해 항행위험 지도와 이를 이용하여 산출된 최적항로의 예를 보여준다. 항행위험 지도를 생성하기 위해 1에서 100까지 생성된 난수를 위험지수로 간주하여 각각의 그리드에 할당하였으며, Dijkstra 알고리즘을 이용하여 출발지와 목적지까지의 위험지수 합이 최소인 경로를 최적항로로 결정하였다.

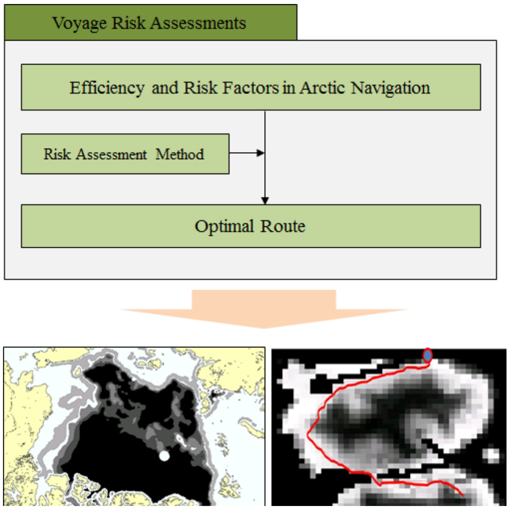

Figure 5. Example of the voyage risk map in the Arctic Sea

3.3 경제성과 안전성을 고려한 항해계획 기법 개발 시 요구조건

북극해를 운항하는 선박의 속도는 파랑, 해풍, 해류 이외에도 해빙의 종류, 두께와 집중도의 영향을 받는다. 특히 높은 집중도와 두께를 가지는 해빙지역은 선박속도 저하와 도착시간 지연의 주요 요인이므로, 이를 만회하기 위해 마력을 증가시켜야하고 결과적으로 연료 소모량은 증가하게 된다[5]. 따라서 북극해를 항해할 때 선박은 해빙 및 기상상황에 따른 선박의 내항능력, 선속, 유류 소비량을 평가하여 안전하고 경제적인 항로를 선택해야한다.

IMO 폴라코드는 DE57/11/3(폴라코드 요건의 위험기반 제정)은 고품질의 해빙 및 기상 데이터를 기반으로 한 항해계획이 필요하다고 제안하며, DE57/11/19(통신작업반 보고서에 대한 코멘트)는 해빙에 대한 선박의 운항능력은 안전속도와 함께 개발 및 적용돼야 함을 권고한다.

따라서 북극해 항해계획 기법은 북극해 운항 선박의 성능을 경제성 항목과 위험성 항목으로 구분되어 평가한다. 경제성 항목은 운항비용을 최소화하는 최적경로를 산출하기 위한 것으로 해빙 및 기상 상황에 따른 선박속도 및 유로소비량이 고려돼야하고, 경로 산출시 지구곡률을 고려한 항해거리 측정모델을 사용해야한다[18]. 안전성 항목은 북극해 선박의 위험도를 최소화하는 최적경로를 산출하기 위한 것으로, 해빙의 분포, 종류, 집중도 및 두께에 대한 선박 운항능력과 안전속도와 함께 해양기상에 대한 선박의 운항 위험도를 평가해야한다. 또한 북극해 항로는 유라시아 대륙의 대륙붕 위를 통과하기 때문에 여울, 암초 등의 많이 존재하므로 지형학적 고려 또한 필요하다. Figure 6은 경제성과 안전성을 고려한 항해계획 기법 산출물의 예를 보여준다. 경제성과 안전성을 만족하는 해역을 녹색으로 만족하지 못하는 해역을 붉은색으로 표현하

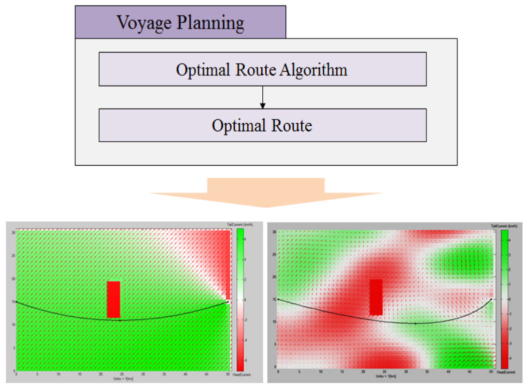

Figure 6. Examples of the voyage planning considering obstacles and navigational environments in the Arctic Sea

고 있으며, 운항해역의 중간 지점에 해빙이 존재함을 가정하고 해류의 속도와 방향을 임의로 시뮬레이션 하였을 때 계산된 최적항로를 나타내고 있다.

3.4 북극해 MSI 생성기법 개발 시 요구조건

북극해를 운항하는 선박의 항해사는 지속적인 견시로 선박 주변의 안전상황의 확인해야한다. 그러나 다양한 정보가 항해사에게 집중되면 혼란을 가중시킬 수 있으므로 안전항행 정보의 제공과 표현에 고민이 필요하다. IMO 폴라코드 DE57/11/24(통신작업반 보고서에 대한 코멘트)에서 국제수로기구(IHO)는 남극지역의 95%는 수로측량을 하지 않았으며 북극지역도 유사하므로 일부지역을 제외한 극지역의 해도는 연안항해에 적합하지 않다고 보고하고 있다.

따라서 북극해 MSI 생성기법은 일반 대양에서 항해사에게 주어지는 해류, 해풍, 파랑의 정보 이외에도 해빙의 위치, 종류, 집중도 및 두께 등의 정보를 항해사에게 제공해야한다. 또한 북극해는 빙하 및 해빙의 감소로 인해 새로운 지형이 발견되며, 해빙 및 해양기상 상황은 끊임없이 변하므로 지속적인 MSI의 갱신이 필요하다. 이와 같이, 유동적으로 변하는 북극해 항로의 MSI 정보를 제공하기 위해서는 위성기반의 데이터를 준실시간으로 제공할 필요가 있다. Figure 7은 북극해 MSI의 예로 최적항로와 함께 해풍과 해류의 속도와 방향은 물론 해빙의 분포 및 두께 정보를 항해사에게 보여준다. 이러한 북극해 항행 정보는 지속적인 정보 갱신과 함께 북극해 운항 선박에게 동적으로 서비스할 수 있도록 설계되어야 할 것이다.

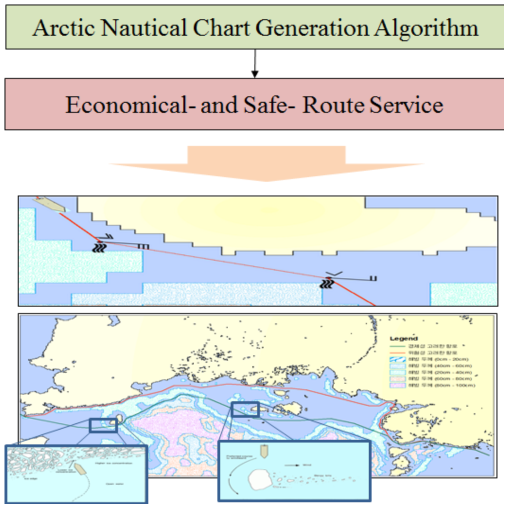

Figure 7. Example of Arctic nautical chart showing sea ice distribution and predicted navigational parameters

3.5 북극해 안전운항 지원시스템 적용 시 요구조건

IMO 폴라코드는 선박의 해상사고를 미연에 방지하고 사고가 발생하였을 경우, 환경오염과 인명사고를 최소화하기 위해 제정 중이다. 북극해 항행 위험지도 생성기법, 북극해 항해계획 기법, 북극해 MSI 기법들의 개발 요건들은 이러한 폴라코드의 목적과 기능적 요건을 충족하기 위해 제시되었으며, 이를 바탕으로 개발될 북극해 안전운항 지원시스템은 북극해 운항선박에게 안전하고 경제적인 항로를 제공함을 물론, 북극해를 운항예정인 선박의 인증절차를 위해 운용될 수 있다.

국제크루주선사협회(CLAI)는 DE57/11/21“폴라코드 적용을 위한 관리절차”에서 폴라코드 업무절차의 일관성과 완벽성을 보완하고 개별 선박에 폴라코드를 적용하기 위한 업무흐름도를 제안하였다(Figure 8). 업무흐름도는 북극해 운항선박이 폴라코드의 요구조건을 충족하는지를 검사하고, 위험도 평가기법을 개별 선박의 항해계획에 적용하기 위한 실무절차를 정의한다.

폴라코드는 북극해를 운항하는 모든 선박에게 적용될 범용적인 통일된 국제 규정이다. 따라서 개발될 북극해 안전운항 시스템이 국제표준기술로 채택되기 위해서는 북극해 항행 선박의 인증절차에 적용할 수 있도록 개발돼야하고, 시스템 구축을 위한 기술로드맵이 IMO 폴라코드에 반영되도록 해야 한다.

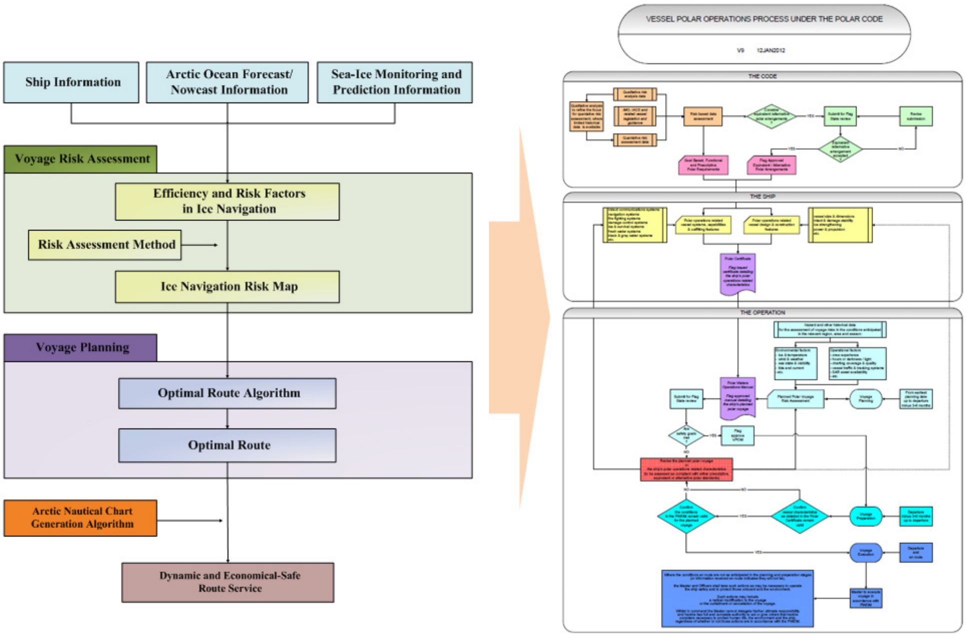

Figure 8. Flow chart of the ice navigation supporting system (Left) and polar water operation manual (Right)

4. 결　론

최근 북극해의 경제, 정치, 군사적 가치에 대한 세계 각국의 관심이 고조되고 있다. 우리나라도 국제 정세에 맞춰, 북극이사회의 정식 옵져버 자격을 획득하였고 아라온을 운영하며 북극해 관련 정책수립과 연구를 지속적으로 수행하고 있다. 최근에는 현대 글로비스가 국내 처음으로 북극해 항로를 성공적으로 이용함으로써 북극해 항로에 대한 국민적인 관심 또한 커지고 있다. 그러나 IMO에서는 북극해 운항 선박의 증가로 해빙 또는 유빙에 의한 선박사고의 가능성이 커짐에 따라 2014년까지 폴라코드를 제정하여 극지역 운항선박에 대한 기준을 제시하고 강제화하려 한다.

북극해를 항해하는 선박의 안전성과 경제성은 해풍, 파랑, 해류 등의 해양기상 이외에도 빙하의 종류, 분포, 집중도 및 두께의 영향을 받는다. 따라서 북극해의 운항환경에 따른 선박의 내항능력, 속도, 유류소비량을 평가하여 안전하고 경제적인 항로를 선택해야할 필요가 있다. 본 연구에서는 안전하고 경제적인 항로를 지원하는 북극해 운항지원 시스템의 개발에 앞서, IMO 폴라코드의 대응을 위한 시스템의 기능적 요구조건을 도출하였다. 북극해 안전운항 지원시스템은 북극해 항행 위험지도 생성기법, 북극해 항해계획 기법, 북극해 MSI 생성기법으로 구성되며, 북극해 해양환경 정보를 이용하여 북극해 항로의 경제성과 위험도를 평가하고 최적항로를 산출하도록 개발되어야한다. 또한 북극해 운전운항 지원시스템은 IMO에서 진행 중인 폴라코드를 반영해야하며, 북극해 운항 선박에 대한 인증절차에 활용할 수 있도록 개발돼야 할 것이다. 이와 함께 개발될 북극해 안전운항 지원 시스템의 연구성과를 높이기 위해서는 해빙관측 및 예측기술의 개발 연구와 같은 추가 연구가 지속적으로 진행되어야 하며, 개발된 연구성과를 폴라코드에 반영하도록 지속적인 국제적인 교류 및 정책 제안 등이 계속되어야 할 것이다.

References

[1] Berglund, R; Kotovirta, V; Seina, A. 2007, a System for Icebreaker Navigation and Assistance Planning Using Spaceborne SAR Information in the Baltic Sea. Canadian Journal of Remote Sensing, 33(5):378-387.

[2] Choe, N. M; Im, J. B; Chung, S. Y; Park, J. H; Kim, Y. K; Chung, S. M. 2013, Trends of World Governments' Space Investment and Policies in 2013. Current Industrial and Technological Trends in Aerospace, 11(1):3-20.

[3] Choi, M. J; Chung, H; Yamaguchi, H; Silva, L. 2013. Application of Genetic Algorithm to Ship Route Optimization in Ice Navigation, Paper presetned at the 22nd International Conference on Port and Ocean Eng., Espoo, Finland, June 9-13.
[4] Choi, K. S; Cho, S. C. 2003, The Northern Sea Route and Operation of Icebreaking Cargo Ships, Journal of Ocean Engineering and Technology, 17(6):96-100.
[5] Choi, K. S. 2010, Natural Environments and Ship Operation's Perspective in the Northern Sea Route, Journal of the society of naval architects of Korea, 47(3):8-13.
[6] Korea Maritime Institute. 2010, A Strategic Overview of Development of the Arctic Ocean.
[7] IMO(International Maritime Organization). 2014, http://www.imo.org/Pages/home.aspx,Retrieved 2014.01.11.
[8] Jung, S. Y; Choi, K. S. 2007, The Northern Sea Route Transit Modeling of Icebreaking Cargo Vessels, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 44(3):340-347.
[9] Jung, S. Y; Choi, K. S. 2007, The Northern Sea Route and Ice Transit Model, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, 45(3):11-15.
[10] Kim, H. W; Koo, B. H; Woo, S. B; Lee, H. S; Lee, Y. W. 2014, Geovisualization of Coastal Ocean Model Data Using Web Services and Smartphone Apps, Journal of Korea Spatial Information Society, 22(2):63-71.
[11] Kim, K. S. 2008, Policy Implementation and Commercial Perspective in the Arctic, The Korea Maritime Review, 285:22-26.
[12] Kim, K. T; Hong, S. W. 2012, A Possibility of Northern Sea Route as Global Supply Chain, Paper presented at the Conference of Korean Institute of Industrial Engineers.
[13] Kim, S. H; Kim, T. H; Hong, C. H. 2010, A Study on Classification of Bed rock over Antarctic Terra Nova Bay using Hyperspectral Image, Journal of Korea Spatial Information Society, 18(5):55-61.
[14] KMI(Korea Maritime Institute). 2013, Monthly Arctic News.
[15] Korea Institute of Ocean Science & Technology. 2013, Planning Research about Development of Korea Arctic Ice Navigation System (KAINS).
[16] Korea Maritime Institute. 2011, Shipping & Port Condition Changes and Throughout Prospects With Opening of the Northen Sea Route.
[17] Kotovirta, V; Jalonen R; Axell L; Riska, K; Berglund, R. 2009, a System for Route Optimization in Ice-covered Waters, Cold Regions Science and Technology. 55:52-62.
[18] Park, I. H; Nam, J. H; Choi, K. S; 2011, A graphical Approach to Determine the Optimal Sea Route of Ice breakers in Arctic Region, Paper presented at the Conference of the Korean Association of Ocean Science and Technology Sciences.
[19] Park, Y. J; Kim, D. H; Choi, K. S; 2011, Material Properties of Arctic Sea Ice during 2010 Arctic Voyage of Icebreaking Research Vessel ARAON: Part 1 – Sea Ice Thickness, Temperature, Salinity, and Density, Journal of Ocean Engineering and Technology. 25(2):55-61.
[20] Um, S. H. 2011, International Trend and Our Directions to the Arctic Sea, The Korea Maritime Review. 2:232-240.
[21] Yang, H. C. 2013, Race to North: Korea's Arctic Policy and Its Implications, Paper presented at the Conference of Korean Society of Marine Environment & Safety.
[22] Yoo, J. G. 2012, Current Issues and Problems of Arctic Ocean Governance, International Issues & Prospects, 2:11-12.

논문접수 : 2014.6.4
수 정 일 : 2014.10.14
심사완료 : 2014.10.22