

극지 해양환경 연구를 위한 웹GIS 구축*

지준화¹ · 현창욱¹ · 김현철¹ · 주형민² · 양은진² · 박호준¹ · 강성호^{2*}

Development of Web Based GIS for Polar Ocean Research*

Jun-Hwa CHI¹ · Chang-Uk HYUN¹ · Hyun-Cheol KIM¹
Hyoung-Min JOO² · Eun-Jin YANG² · Ho-Joon PARK¹ · Sung-Ho KANG^{2*}

요 약

최근 국제적으로 환경 및 기후변화 대응, 자원개발, 북극항로개척 등 남/북극을 통합한 양극해의 중요성이 대두되어 연구가 가속화되고 있다. 양극해 진출과 국제적 위상제고를 위하여 극지연구소에서는 2010년부터 쇄빙연구선 “아라온” 호를 이용하여 현장연구를 수행하였고 이를 통해 다양한 종류의 극지 해양 관측 자료를 획득하여 양극해 연구를 수행하고 있다. 더 나아가 양극 해양환경 웹GIS 서비스 개발을 통해 양극해에서 획득한 해양 환경정보에 대한 GIS 데이터베이스를 구축하고, 본 시스템을 통해 연구 자료의 수집, 현장관측 자료의 표준화, 연구 자료의 가시화와 공간정보도 제작 등의 기능을 구현하여 제공하고 있다. 이를 통해 극지 해양 관측 자료의 접근성을 높여 국내 연구진뿐만 아니라 전 세계 극지 해양 연구자들 간의 정보 공유를 기대할 수 있는 창구를 마련하여 극지 해양연구의 질적, 양적 성장을 기대하고 있다.

주요어 : 극지, 해양, 아라온, 웹 지리정보시스템

ABSTRACT

In recent years, polar research has been focused on climate change, natural resources, and development of a new North Pole Route. Since 2010, the Korea Polar Research Institute has been collecting various in situ data from the Arctic/Antarctic oceans using ARAON, which is the first effort of Korea toward leading global polar research. As a part of these activities, a web-based GIS service was developed to collect in situ data and to standardize data formats. Visualizations of in situ measurements and thematic maps were also developed to improve both the quantitative and qualitative quality of polar ocean research, and to increase accessibility of polar oceanographic data. This system will

2016년 11월 7일 접수 Received on November 7, 2016 / 2017년 1월 5일 수정 Revised on January 5, 2017 / 2017년 1월 12일 심사완료 Accepted on January 12, 2017

* 본 연구는 극지연구소가 해양수산부 “북극해 환경변화 통합관측 및 활용연구(PM16040)” 과제의 지원으로 수행하였음.
1 극지연구소 북극해빙예측사업단 Unit of Arctic Sea-Ice Prediction, Korea Polar Research Institute
2 극지연구소 극지해양과학연구부 Division of Polar Ocean Environment, Korea Polar Research Institute
* Corresponding Author E-mail : shkang@kopri.re.kr

ultimately share all of the data acquired from the Arctic/Antarctic oceans with international research groups.

KEYWORDS : *Polar Region, Oceanography, Aragon, Web GIS*

서 론

오늘날 세계적으로 환경변화 및 기후변화에 대응하기 위해 각국의 기후변화 연구기술 개발 및 국제 공조화 추세가 강화되고 있다. 또한 미래 에너지, 자원개발, 북극항로 개척 등 양극해(남극해, 북극해) 활용을 위한 첨단 극지 장비의 개발 등으로 극지 미답 지역의 자원전점을 위한 경쟁이 심화되어 국가 간 갈등이 고조되고 있다. 이에 대응하여 선진국을 중심으로 남/북극 각각의 단일지역 연구에서 벗어나 양극해 통합 연구가 근래 새로운 패러다임으로 대두되고 있으며, 미국과 유럽에서 관련 중장기 연구과제가 추진 중에 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2016).

양극해의 중요성을 깨달은 우리나라는 양극해 진출을 위한 교두보 확보, 그리고 양극 해역에서 나라의 격을 높이고 양극에서의 지속 가능한 개발을 위한 과학적 근거를 마련하기 위해 2010년부터 쇄빙연구선 “아라온” 호를 활용한 양극해 연구를 본격적으로 수행하였다. 2011년 아라온을 효율적으로 활용한 대형 국제 해양연구프로그램이 추진되었다. 정부에서는 남/북극해를 아우르는 “양극해 환경변화 이해와 활용 연구(K-PORT: Korea-Polar Ocean in Rapid Transition)” 사업의 일환으로 한국, 캐나다, 미국, 일본, 중국, 러시아 국제공동연구팀과 함께 급격하게 변화하고 있는 서북극해 및 서남극해 연구 활동을 본격적으로 수행하였다.

미국은 1990년대부터 국가적 차원에서 남/북극 연구 및 활동지원 기반을 마련하였고, 독일 등 유럽은 남/북극 양극 연구를 병행하되, 남극에 대한 연구에 많은 재원을 투자 중에 있다. 우리나라는 과거 쇄빙연구선 미보유와 소규모 연구사업으로 인해 남극해와 북극해 연구를 각

기 수행함에 따라 체계적이고 집중적인 연구가 진행되지 못하였다. 최근 우리나라의 극지연구에 대한 국가적 입지가 가파르게 상승되고 있으나, 급격한 양극 해양 환경변화에 과학적이고 구체적인 자료가 빈약하고 극지인프라(남극 세종과학기지, 남극 장보고과학기지, 북극 다산과학기지, 쇄빙연구선 아라온)를 활용하기 위한 연구지역 다변화 및 핵심 연구 역량 부족 등 절대 규모면에서 아직 미미한 실정이다. 2009년 11월 국적 쇄빙연구선 아라온을 보유함으로써 양극해역에서 일어나는 다양한 환경변화 현상에 대한 특성 이해 및 시공간 규모의 해수 및 해저 공간정보도 구축이 가능해짐에 따라 극지 해양탐사의 국제적인 리더쉽 확보가 가능해지고, 미래 극지해역 활용 기반 구축을 위한 양극해 통합 공간정보도 사업을 수행할 능력을 보유하게 되었다. 미래의 극지해 활용 기반 수립을 통합적으로 추진하기 위하여 극지해 연구 추진방식을 급격하게 변화하고 있는 태평양측 양극해(북극항로 주변 서북극해, 서남극 로스해 주변)의 해양환경을 비교할 수 있는 종합 공간정보도 구축의 필요성이 대두되었다. 따라서 과거 단일지역 연구에서 양극해역 통합 비교 연구로 전환하여 단계별로 연구대상 지역을 구분하여 집중적이고 체계적이며 종합적인 연구 추진을 통해 양극해역의 효율적인 극지해양 과학 영토 관리 및 환경변화 대응이 필요하다(Kim, 2011; Ministry of Oceans and Fisheries, 2016).

양극 해양환경 웹GIS(이하 p -WebGIS) (p -WebGIS, 2016)는 양극해역에서 일어나는 다양한 환경변화에 대한 해저 환경 주제도를 활용 및 공유하기 위한 웹 기반의 양극해 해양환경 공간정보 시스템이다. 이에 극지연구소에서 기 보유하고 있는 양극해 해수 및 해저환경정보(해양물리, 해양화학, 해양생물 및 해양지질 등)에

대한 GIS 데이터베이스(DB)를 구축하고 웹 기반 GIS를 구축함으로써 사용자가 필요로 하는 해수 및 해저환경 정보에 대한 접근성을 높이고 효율적인 자료의 검색, 정보의 확인 및 전 세계의 극지해양 연구자들간의 정보공유 기능을 구현하였다. 또한 현장관측 자료의 입출력 기능을 구현하여 *p-WebGIS*에서 기 구축된 DB를 극지 현장연구에서 획득한 자료와 비교, 분석하는 등의 활용이 가능하게 하여 현장연구의 편의성 제고 및 연구활동 활성화를 증대시키고, *p-WebGIS*를 통하여 가시화가 이루어지는 환경주제도를 지도집 형태로 출력 가능하고자 하였다.

관련 연구 및 사례

국내에서는 남/북극 과학기지를 중심으로 육상에 대한 수치지도 등 기본도뿐만 아니라 고해상도 위성영상, GPS 측량 및 위성기준점이 설치되어 있다. 남극지역에서는 2008년 국토지리정보원의 “기본계획” 수립 및 세종/장보고기지 주변의 측량 및 지도 제작이 수행되었고, 2009/2010년 세종기지 주변의 통합기준점, 조위관측소, 위성기준점 설치 및 관측을 하였고, 위성영상을 이용하여 1/5,000 수치지형도와 1/25,000 수치지형도, 수치표고모델, 남극전도, 입체그림지도를 제작하였다. 2010/2011년에 장보고기지 주변 위성영상을 이용하여 1/5,000 수치지형도, 1/25,000 수치지형도, 수치표고모델, 정사영상을 제작하였고, 2011/2012년 위성영상을 이용하여 장보고기지 주변의 1/60,000 해빙변화지도와 1/25,000 빙하변화지도를 제작하였다. 2012년과 2013년에는 장보고기지 주변 GPS 측량, 위성기준점 설치 및 1/60,000 해빙변화지도를 추가로 제작하였다. 북극지역에 대해서는 2013년부터 국토교통부에서 “기본계획” 수립 및 연차별 지도제작이 수행되고 있고, 2014년 스발바르 지역과 그린란드 지역에 대한 해안선 및 빙하 변화도를 제작하였다. 2014/2015년도에는 극지연구소 및 한국광물자원공사 수요지역을 대상으로 1/5,000, 1/25,000 수치지형도 및 영상지도, 수치표고모델을 제작하였

고, 2018년까지 자원개발과 기후변화 연구를 위한 공간정보를 독자적으로 구축할 예정이다 (National Geographic Information Institute, 2008; Yun *et al.*, 2009; National Geographic Information Institute, 2012; Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2013; Kim *et al.*, 2014a).

국내의 경우 극지역에 대한 공간정보 시스템을 구축하여 서비스하고 있다. 해양수산부에서 운영하는 극지공간정보시스템(Polar Spatial Data Service, 2016)에서는 극지방에 대해 소개하고 기본도와 각국의 과학기지, 항로와 자연환경에 대한 지리 및 현황 정보를 제공하고 있다. 기상청에서는 북극 해빙감시 시스템(Arctic Sea Ice Monitoring System, 2016)을 운영하며 북극의 해빙분포와 단기/장기해빙 변화, 해빙전망과 북극항로에 대한 서비스를 제공하고 있다. 국토지리정보원에서는 극지공간정보포털서비스(Korea Polar Portal Service, 2016)를 운영하며 수치지형도, 영상지도, 수치표고모델 등을 포함한 극지역 공간정보를 제공하고 있다.

국외의 경우 National Snow & Ice Data Center(2016), National Centers for Environmental Information(2016), United States Geological Survey(2016), Marine Regions(2016) 등의 기관에서 극지역에 대한 다양한 형태의 원시 또는 가공 형태의 위성영상 및 벡터 데이터 등의 공간자료와 서비스를 제공하고 있다. Quantarctica(2016)는 남극에 대한 무료 GIS 패키지로 오픈소스 GIS 소프트웨어인 QGIS를 통해 지질, 빙하, 지구물리 자료를 제공하고 있다. World Wide Fund for Nature에서 서비스하는 ArkGIS(Arktisk Geografisk Informasjons System)(2016)는 북극의 환경정보와 그 외 다양한 활동에 대한 정보를 지도 정보와 함께 인터랙티브하게 제공하고 있다. 특히 영유권 문제로 분쟁이 증가하고 있는 북극 지역은 연안국 및 선진국들을 중심으로 공간정보 구축이 추진되고 있다(Kim *et al.*, 2014a).

이처럼 국내외에서 다양한 종류의 극지역 공간정보를 제공하는 웹서비스를 운영하고 있다.

하지만 대부분의 서비스들은 극지역에 대한 일반 정보, 수치지형도 등의 기본도 및 위성 원격 탐사자료에서 획득된 해빙분포에 관한 정보 등의 자료만 제공되며 과학적 목적의 연구에 활용될 수 있는 극지역 환경에 대한 “관측자료”는 제공되고 있지 않은 실정이다.

시스템 소개

p-WebGIS는 웹 기반의 양극해 시/공간 해수/해저 종합 환경도 작성과 활용시스템으로 양극해역에서 쇄빙연구선 아라온을 이용하여 획득한 연구 자료의 개방 및 공유로 환경변화 현상에 대한 이해와 연구 활동을 돕고, 극지 글로벌 이슈에 대한 국가 대응 전략의 기반을 제공하기 위한 시스템이다. 이를 위해 남극해와 북극해의 기본도 및 양극해에서 획득한 연구 자료를 수집하고, 자료 포맷 변환, 극좌표계 변환 등 웹 GIS 서비스를 위한 데이터를 구축하고, 이를 시스템에 반영하여 자료의 입출력 및 가시화 기능을 웹 서비스를 통해 제공한다.

p-WebGIS에서는 요청된 GIS 데이터를 어떤 형식으로 지도를 구성할지를 결정하는 WMS (Web Map Service), 웹을 통해 feature 형식으로 GIS 데이터를 접근하기 위한 인터페이스인 WFS(Web Feature Service) 등 GIS 국제

표준인 OGC(Open GIS Consortium) 기술을 적용하여 공간 정보상에서 지형 및 각종 시설 정보에 대한 다양한 제어/표출 기능을 통해 업무 효율성을 향상시키고 있다(Yeon and Han, 2013). 또한 주요 웹 브라우저(익스플로러, 크롬, 파이어폭스, 사파리)를 모두 지원하여 웹 접근성을 높여 사용자 편의를 증대시켰다(Yeon and Han, 2013; Yoon and Lee, 2016).

1. 시스템 설계 및 개발

p-WebGIS는 연구해역 위치를 검색하고 연구정점의 수온, 염분, 밀도 등의 해저환경자료 및 해양환경도를 공간적으로 가시화하고 통계 그래프 생성 등의 기능을 간편하게 접근할 수 있도록 사용자 인터페이스를 제공한다. 표 1은 본 시스템에서 제시하고자하는 기능적인 요구사항을 프로그램 메뉴를 중심으로 정리한 것으로 기본 지도제어 기능, 래스터/벡터 레이어 관리, 3차원 가시화 기능, 현장자료 검색/다운로드/업로드 등의 사용자 기능과 사용자통계, 데이터/시스템코드 및 심볼 관리 등 관리자 기능을 제공한다. 표 2는 *p*-WebGIS에서 제공하는 현장 관측자료의 종류를 정리한 것으로 쇄빙연구선 아라온에서 획득한 총 30여 종류의 연구정점 자료인 1) 해양물리(Physical oceanography):

TABLE 1. Functions of *p*-WebGIS

Operator	Function type	Function list
User	Map control	Zoom-in/zoom-out/pan, distance/area measurement, print, open kml/kmz/shape file, bookmark
	Layer control	Image data(LIMA, MODIS, RADARSAT), DEM (ETOPO1, GEBCO), vector data (Bathymetry, Coastline, EEZ), monthly/daily sea ice concentration, monthly satellite chlorophyll
	3D visualization	3D panning, route/station information, view spatial distribution of research data, bathymetry
	Search data	Search data by expedition/data category/text, route/station information, horizontal/vertical distribution of station, spatial distribution, vertical profile, search/visualize marine geology data
	Upload data	Template download, personal data upload/visualization
	Search misc. data	Expedition information, fieldwork photos, related article/cruise report
	User management	Management of user information/access/ statistics
Administrator	System management	System code management, usage, notice
	Data management	Data code management, symbol/colorbar management

TABLE 2. Supported in-situ data types

Category	Data type
General information	Ship track, surveying station
Physical oceanography	Density, potential temperature, pressure, salinity, temperature
Biological oceanography	Bacterial abundance, chlorophyll-a, heterotrophic nanoflagellate, macromolecular composition (carbohydrates), macromolecular composition(lipids), macromolecular composition(proteins), mesozooplankton, microzooplankton, new production, particle organic carbon(POC), phytoplankton abundance, primary production, protozoa(ciliates), protozoa(heterotrophic dinoflagellate), virus abundance
Chemical oceanography	Dissolved inorganic carbon(DIC), dissolved organic carbon(DOC), dissolved organic nitrogen (DON), nutrients(NH ₄), nutrients(NO ₂ +NO ₃), nutrients(PO ₄), nutrients(SiO ₂), pCO ₂ , pH, total alkalinity(TA)
Marine geology	Multichannel seismic survey, sub-bottom profile, swath bathymetry

밀도(Density), 현상온도(Potential temperature), 압력(Pressure), 염분(Salinity), 수온(Temperature); 2) 해양생물(Biological oceanography): 세균 개체수(Bacterial abundance), 엽록소(Chlorophyll) -a, 종속영양 미세편모조류(Heterotrophic nanoflagellate), 거대분자조성(탄수화물/지질/단백질)(Macromolecular composition (Carbohydrates/Lipids/Proteins)), 중/소형 동물플랑크톤(Meso/Microzooplankton), 신생산(New production), 입자성 유기탄소(Particle organic carbon), 식물플랑크톤 개체수(Phytoplankton abundance), 일차생산량(Primary production), 원생동물(섬모충류/종속영양 외편모류) (Protozoa (Ciliates/Heterotrophic dinoflagellate), 바이러스 개체수 (Virus abundance); 3) 해양화학(Chemical oceanography): 용존 무기탄소/유기탄소/유기질소(Dissolved inorganic carbon/organic carbon/organic nitrogen), 영양염(암모늄/아질산염+질산염/인산염/규산염) (Nutrients (NH₄, NO₂+NO₃, PO₄, SiO₂), 이산화탄소 분압(pCO₂), 수소이온 농도(pH), 총 알칼리도(Total alkalinity); 4) 해양지질(Marine geology): 다중채널 탄성과 탐사(Multichannel seismic survey), 천부지층 탐사(Sub-Bottom profile), 해저면 깊이(Swath bathymetry)에 관한 현장 관측자료를 입력, 검색, 가시화할 수 있는 기능을 제공하고 있다.

그림 1은 *p*-WebGIS의 목표 시스템 구성도를 나타낸 것으로, *p*-WebGIS는 2차원/3차원 공간벡터자료와 위성자료 산출물인 래스터자료,

아라온에서 획득한 항차별/정점별 연구자료 등을 웹 인터페이스를 통해 사용자에게 제공되며, 관리자에 의해 DB, 사용자, 시스템이 관리되는 구성을 가진다. 그림 2는 *p*-WebGIS의 하드웨어/소프트웨어 구성을 나타낸 것으로 GIS, DB, 웹 서버를 독립적으로 구성하여 하드웨어와 DB를 효율적으로 사용하고 관리할 수 있게 설계하였다. 또한 현장연구자들의 요구사항을 고려하여 웹 기반으로 개발된 *p*-WebGIS를 PC용 포털 작업을 통해 인터넷 접속이 어려운 현장 연구 시 자료의 입출력이 가능하도록 하여 현장 관측 자료를 실시간으로 가시화, 분석함으로써 연구수행의 효율을 높일 수 있게 설계하였다 (그림 1 참조).

2. 시스템 구성

p-WebGIS는 연구 항차와 연구 자료의 종류를 선택하고, 가시화 방법을 결정하여 현장자료 결과를 그래프 또는 공간분포 형태로 가시화하는 단계를 거친다. 시스템 화면은 그림 3과 같이 크게 ① 메인메뉴(연구자료 조회, 레이어 관리, 개별자료 업로드/다운로드, 즐겨찾기, 기타자료 다운로드 등), ② 지도를 제어하고 가시화할 수 있는 영역, ③ 연구 항차와 연구 자료의 종류 선택 창 (연도별, 자료별, 텍스트검색), ④ 주제도 및 그래프 가시화/설정 영역으로 구성되어 사용자의 편의성을 높였다.

연구 자료는 항차별, 자료 종류별 그리고 텍스트 검색을 통해 접근이 가능하고 해양 물리/생물/화학 자료는 다음과 같이 크게 네 가지 방

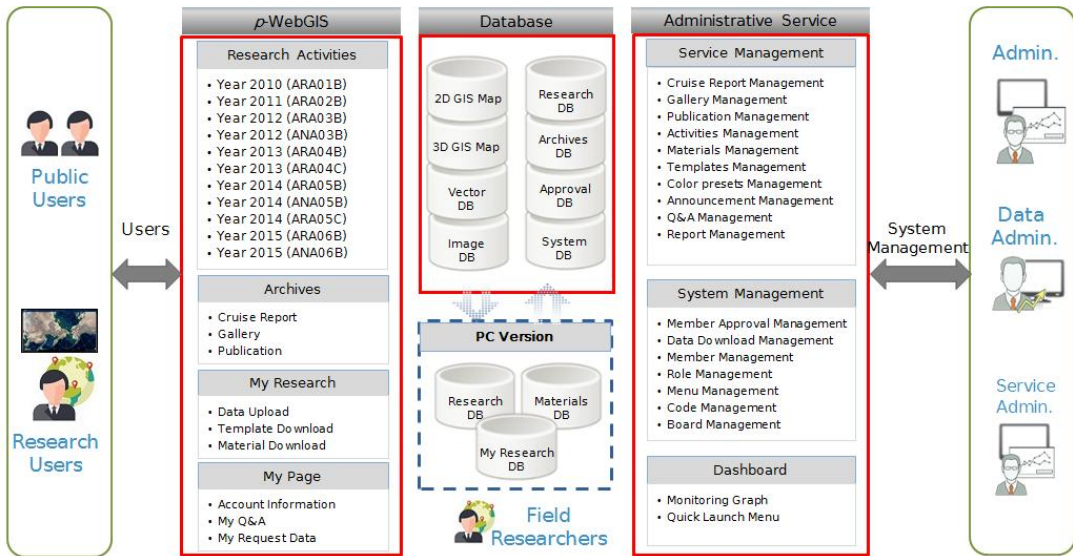


FIGURE 1. Target system

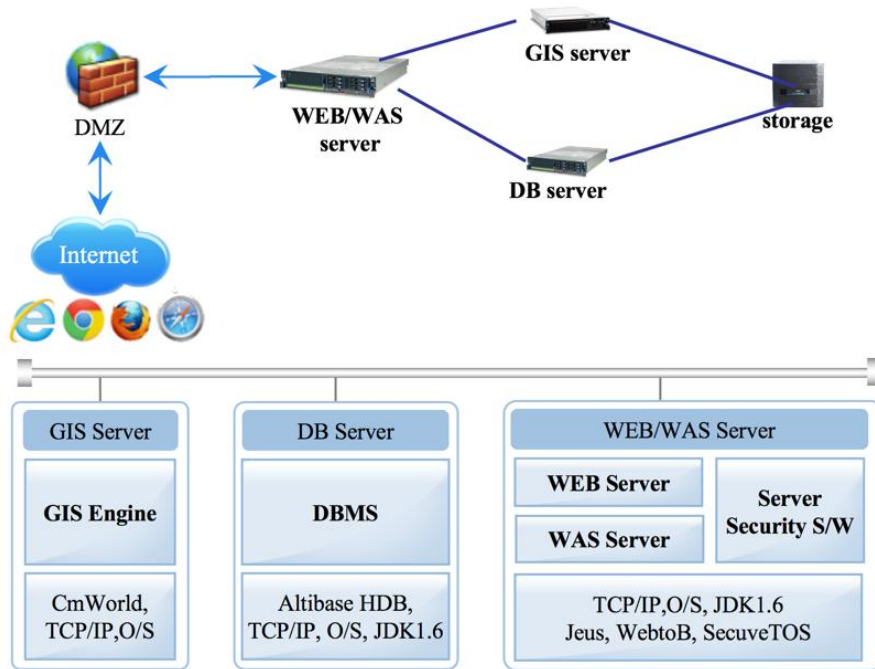


FIGURE 2. System hardware/software architecture

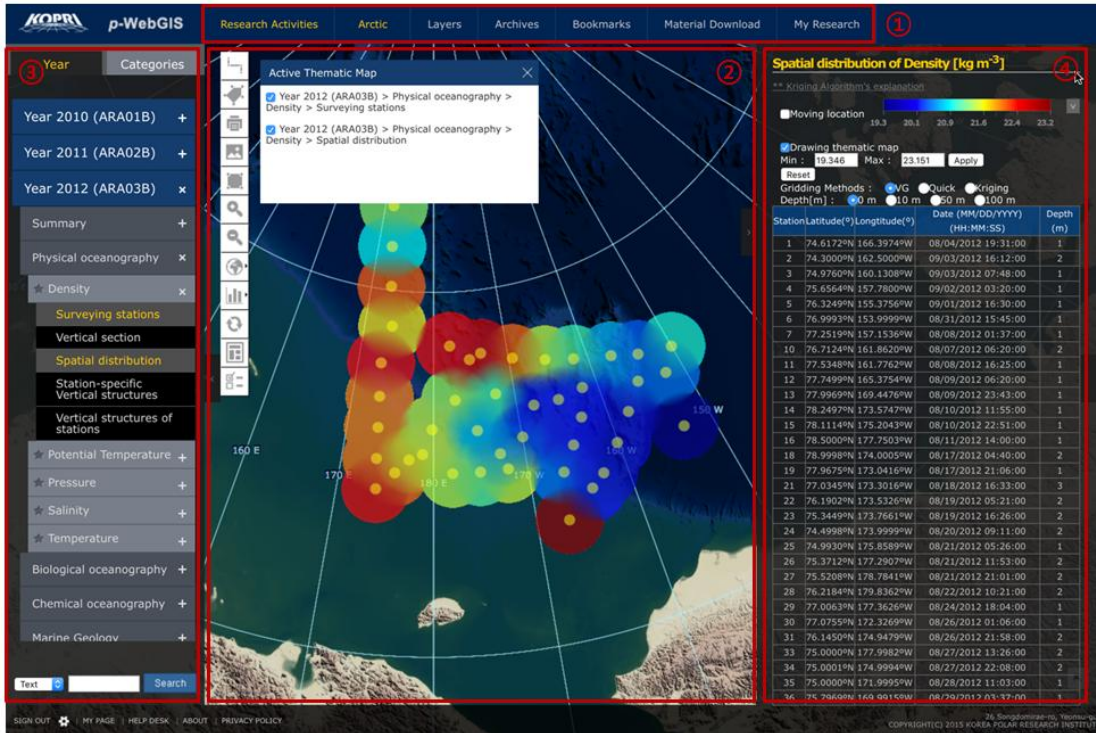


FIGURE 3. p-WebGIS

법으로 가시화가 이루어진다.

첫째, 현장자료를 획득한 정점간 수직, 수평 분포도를 Contouring 알고리즘을 이용한 2차원 그물망(mesh) 그래프(그림 4(a)).

둘째, 내삽(interpolation) 알고리즘을 이용한 현장자료의 중심별 공간분포 가시화(그림 4(b)) 및 공간정보도 출력 예시(그림 4(c)).

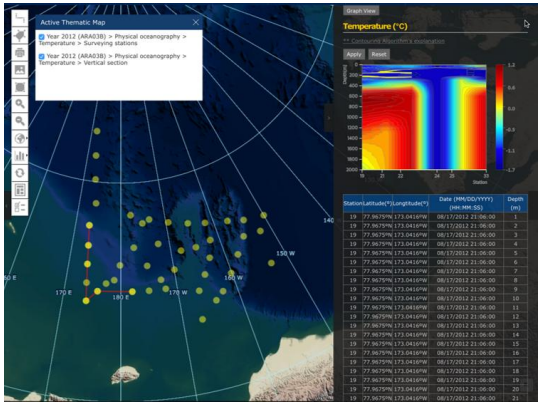
셋째, 정점별 수직 분포 그래프(그림 4(d)).

넷째, 다중 정점 수직 분포 비교 그래프(그림 4(e)).

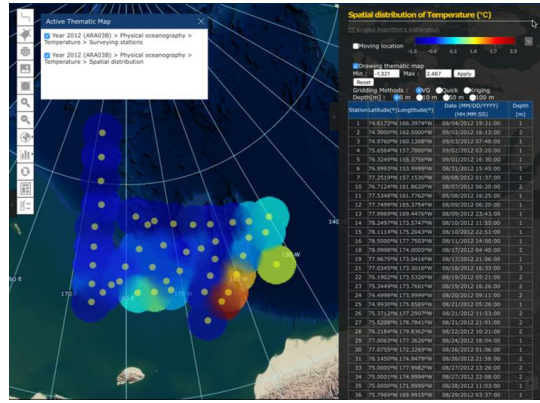
위에서 제공되는 그래프의 경우 고해상도 이미지 파일로 저장이 가능하여 추후에 활용될 수 있으며, 각 정점에서는 그림 4(d)와 같이 정점의 위치, 시간정보를 툴팁 형태로 조회할 수 있다. 그림 4(f)는 지구물리 자료 중 해저면 깊이 자료(Swath bathymetry)와 천부지층탐사 자료(Sub-bottom profile)를 보여주고 있으며 관련된 고해상도 이미지를 제공함으로써 향후 연구나 교육 자료로 활용될 수 있다.

또한 각 현장자료는 위성에서 획득한 National Snow & Ice Data Center에서 제공하는 일간/월간 해빙농도 영상(그림 5(a)) 또는 위성 원격탐사 센서인 MODIS에서 획득한 월간 클로로필 영상(그림 5(b))과 중첩하여 가시화함으로써 현장조사 당시 해빙 및 클로로필의 상태를 비교할 수 있는 기능을 제공하고 있어 연구의 효율성을 높이고 있다. 또한 PC버전을 통해 인터넷 접속이 어려운 현장에서 실시간으로 획득되는 연구 자료를 개별적으로 가시화해서 이전 자료들과 비교 확인함으로써 현장연구의 효율성을 높였다. 그밖에 연구항차와 관련된 항차보고서, 관련 현장사진 및 관련 연구논문 등을 제공함으로써 현장조사 경험이 없는 자료 사용자가 현장자료에 대한 이해를 높이고자 하였다.

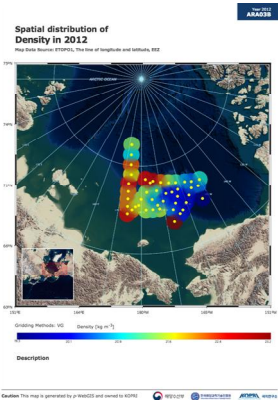
p-WebGIS의 모든 자료는 자료의 종류에 맞는 템플릿을 제공함으로써 데이터업로드 및 다운로드 시 표준화된 데이터 포맷으로 제공되



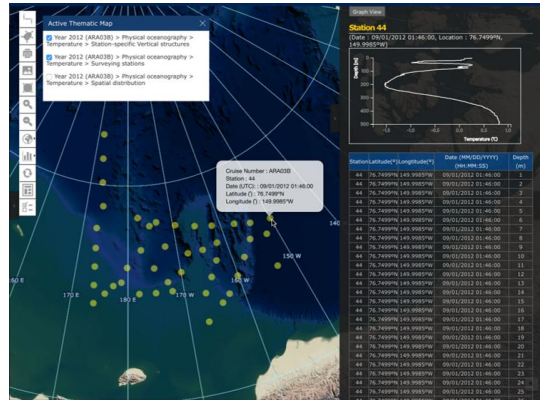
(a) 2D meshed graph on the selected stations



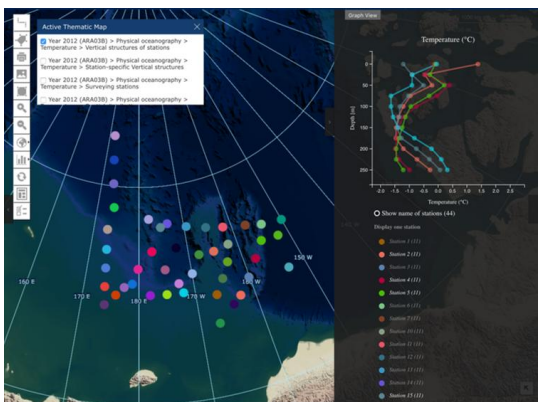
(b) Spatial distribution



(c) Thematic map



(d) Vertical profile at a single station



(e) Vertical profiles at multiple stations



(f) Marine geology data (Swath bathymetry, sub-bottom profile)

FIGURE 4. Research data visualization

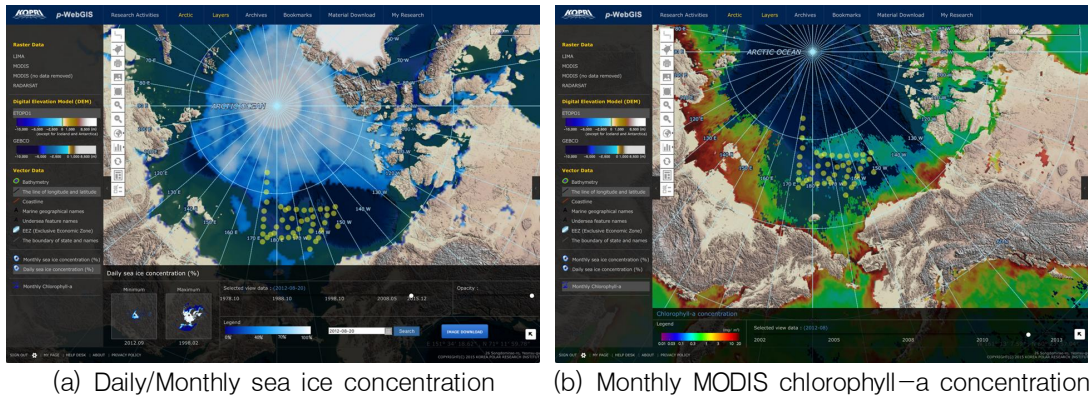


FIGURE 5. Remote sensing data

며 관측 자료의 내용과 단위 등이 표준화된 코드로 관리되어 지속적인 데이터의 관리가 가능하다. 또한 *p-WebGIS*의 사용자는 일반 사용자와 관리자에 의해 승인된 연구 사용자로 권한이 나누어져 관리된다. 모든 연구 자료의 원시 데이터 값은 웹 상에서 직접적으로 표출되지 않고 공간분포나 그래프 등의 가시화된 형태의 결과만이 표출되도록 설계하여 원시 데이터 값의 보호가 이루어진다. 하지만 승인된 연구 사용자의 경우 원시데이터의 요청과 데이터의 실제 소유자의 승인 과정을 통해 원시데이터를 다운로드 받을 수 있도록 하여 연구 데이터의 안전한 공유를 기대할 수 있다.

결론

극지역은 방대한 크기와 접근의 어려움으로 인한 지역적 특징으로 인해 양질의 현장관측 연구 자료의 획득이 매우 어렵지만, 다른 지역과 다른 연구 분야에 비해 자료의 공유와 공동연구가 상대적으로 활발히 이루어지는 편이다. 하지만 자료의 표준화와 공유 창구의 부재는 더욱 활발한 자료 공유를 어렵게 하고 있다. 이에 본 연구에서는 쇄빙연구선 아라온을 이용하여 양극 해양에서 획득한 해양 및 지구물리 관측 자료를 공간 정보화하여 웹GIS를 통해 보다 효율적으로 관리하고 직관적으로 가시화하는

시스템을 개발하였다. 또한 획득이 어려운 극지 해양자료를 국내 연구자뿐 아니라 미국, 캐나다, 영국 등 국제공동연구 그룹과 활발하고 안전하게 공유할 수 있는 창구를 제공함으로써 극지해양환경 연구의 질적, 양적 발전을 기대할 수 있다. 더 나아가 연구뿐만 아니라 해양에 대한 관심을 가지거나 공부하고 있는 학생들을 위한 교육용으로도 유용한 수단이 될 것으로 기대되며, 일반 국민들이 극지의 해양환경을 이해하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

본 시스템의 목적은 전 세계 극지해양 연구자들에 의해 지속적으로 생산되는 해양환경자료를 보다 효율적으로 관리하고 지속적인 자료의 공유를 통해 연구의 질과 양 모두를 향상시키는 데 있다. 이를 위해서는 연구자별로 각기 다른 형태로 획득된 관측 자료를 공간자료의 형태로 손쉽게 변환되어야 한다. 따라서 향후 해양환경 관측 자료의 효율적인 관리와 확장, 공유를 위해서는 데이터베이스의 국제 표준화를 위한 연구도 함께 이루어져야 할 것이다. 또한 시스템의 쉽고 활발한 사용을 위해 실제 사용자들의 정확한 요구 분석과 다양한 해양 GIS 구축 사례(Lee *et al.*, 2006)를 통해 좀 더 사용자 친화적인 인터페이스의 개발 및 자료의 종류별 특성에 맞는 가시화 방법 개발이 필요하다. 마지막으로 인터넷 환경 구축이 어려운 현장연구에서 유용한 좀 더 다양한 GIS 공간분

석 기능의 지원이 가능한 데스크탑 버전의 현장지원 시스템의 추가 개발 또한 향후 연구에서 충분히 고려할 필요가 있다. **KAGIS**

REFERENCES

- Arctic Sea Ice Monitoring System. 2016. <http://seaice.kma.go.kr> (Accessed September 4, 2016).
- ArkGIS. 2016. <http://www.arkgis.org> (Accessed September 4, 2016).
- Kim, J.M., Y.S. Choi, and H.J. Park. 2014a. A preliminary study on the construction for the arctic geospatial information in Korea. Proceedings of the Korean Society for Geospatial Information System. pp.85-86 (김재명, 최윤수, 박호준. 2014. 북극지역 공간정보 구축을 위한 기초연구. 한국지형공간정보학회 학술대회. 85-86쪽).
- Kim, M.K., D.B. Shin, and J.W. Ahn. 2014b. A study on the advancement planning of spatial information portal for polar region. Proceedings of the Korean Society for Geospatial Information System. pp.149-152 (김민경, 신동빈, 안중욱. 2014. 극지공간정보포털의 고도화 방안에 관한 연구. 한국지형공간정보학회 학술대회. 149-152쪽).
- Kim, O.S. 2011. Global polar research. Science & Technology Policy. 182:86-95 (김옥선. 2011. 해외 극지 연구현황과 시사점. 과학기술정책 182:86-95).
- Korea Polar Portal Service. 2016. <http://www.koreapolarportal.or.kr> (Accessed September 4, 2016).
- Marine Regions. 2016. <http://www.marine-regions.org> (Accessed September 4, 2016).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. 2013. A preliminary study on the construction for the Arctic geospatial information in Korea. pp.1-250 (국토교통부. 2013. 북극지역 공간정보 구축 기본계획 연구. 1-250쪽)
- Ministry of Oceans and Fisheries. 2016. Korea-Polar ocean in rapid transition. pp.1-1039 (해양수산부. 2016. 양극해 환경 변화 이해 및 활용연구. 1-1039쪽).
- National Centers for Environmental Information. 2016. <http://www.ngdc.noaa.gov> (Accessed September 4, 2016).
- National Geographic Information Institute. 2008. A preliminary study on the design and mapping for the polar regions. pp. 1-345 (국토지리정보원. 2008. 극지역 측량 및 지도제작 기본계획 수립 연구. 1-345쪽).
- National Geographic Information Institute. 2012. Antarctic surveying and mapping in 2011. pp.1-313 (국토지리정보원. 2012, 2011년 남극지역 측량 및 지도제작. 1-313쪽).
- National Snow & Ice Data Center. 2016. <http://www.nsidc.org> (Accessed September 4, 2016).
- Polar Spatial Data Service. 2016. <http://nps.ngii.go.kr> (Accessed September 4, 2016).
- p-WebGIS. 2016. <http://kport.kopri.re.kr>.
- Quantarctica. 2016. <http://www.quantarctica.org> (Accessed September 4, 2016).
- United States Geological Survey. 2016. <http://www.usgs.org> (Accessed September 4, 2016).
- Yeon, Y.K. and J.G. Han. 2013. A study on the implementation of standards-based web geographic information service. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(1):47-58 (연영광, 한중규. 2013. 표준기반 웹 지리정보 서비스 구현방안. 한국지리정보학회지 16(1):47-58).

- Yun, H.C., G.S. Kim, K.D. An, and S.H. Lee. 2009. Antarctic mapping status analysis for spatial information infra construction of polar region. Proceedings of the 35th Korean Society of Civil Engineers. pp. 1608–1611 (윤희천, 김경수, 안기덕, 이상호. 2009. 극지역의 공간정보 인프라 구축을 위한 남극 매핑 현황 분석. 대한토목학회 학술대회. 1608–1611쪽).
- Yoon, G.S. and K.W. Lee. 2016. Application of OGC WPS 2.0 to geo-spatial web services. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 19(3):16–28 (윤구선, 이기원. 2016. 공간정보웹서비스에서 OGC WPS 2.0 적용. 한국지리정보학회지 19(3):16–28).
- Lee, G.C., S.H. Suh, S.R. Cho, C.S. Han, C.H. Park, H.S. Roh, E.H. Kim, J.H. Kim, J.H. Park, and Y.S. Suh. 2006. A study on constructive method and the practical use of marine GIS. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 9(2):126–143 (이기철, 서상현, 조승래, 한창석, 박창호, 노홍승, 김은형, 김진후, 박종화, 서영상. 2006. 해양GIS 구축 및 활용방안연구 9(2):126–143). **KAGIS**