

해양공간계획 지원을 위한 정보 현안 및 개선 방향 연구

장민철¹·박병문^{2*}·최윤수³·최희정⁴·김태훈⁵·이방희⁶

Data issue and Improvement Direction for Marine Spatial Planning

Min-Chol CHANG¹·Byung-Moon PARK^{2*}·Yun-Soo CHOI³
Hee-Jung CHOI⁴·Tae-Hoon KIM⁵·Bang-Hee LEE⁶

요 약

본 연구는 최근 해양선진국에서 이슈화되고 있는 해양공간계획(Marine Spatial Planning ; MSP)의 도구인 한국형 GIS 시스템에 있어 해양공간정보 데이터베이스 구축 시 도출되는 여러 가지 현안을 분석하고 개선방향을 도출하였다. 본 연구과정에서 구축된 우리나라 해역의 250여건의 공간정보는 자료수집, GIS 변환, 자료분석·처리 및 데이터 그룹핑과 핵심공간 매핑의 순서로 가공되었으며 이 과정에서 공간정보가 부족하여 디지털화 과정을 거치거나 기존 해양공간정보와의 중첩 수행 시 발견되는 좌표계 오류 등 그 밖의 여러 가지 문제점이 발생하였다. 또한 해양이용현황 분석을 위한 공간데이터 제작 시 개인정보 제외 자료처리 방안과 지적기반의 공간정보 생성 시 실제 공간정보와 이격 발생을 최소화 하는 등 방안을 제시하였다. 부족한 공간정보의 확보를 위하여 해양수산정보 및 해당 메타파일의 표준규격을 제시하였으며 해양공간정보의 정밀도 및 해석력 제고를 위해 해양 공간 평가 지표를 제시하였다. 아울러 한국형 해양공간계획체제 구축을 위한 해양공간정보의 품질관리에 있어서의 생산, 처리, 분석, 활용 단계의 표준관리 지침수립으로 생애전주기에 걸친 품질관리체계를 제시하여 해양공간정보 개방 확대 및 활용모델에 대한 방향을 도출하였다.

주요어 : 활용모델, 해양공간정보, 해양공간계획, 해양공간지도, 품질관리체계

2018년 12월 12일 접수 Received on December 12, 2018 / 2018년 12월 20일 수정 Revised on December 20, 2018 / 2018년 12월 20일 심사완료 Accepted on December 20, 2018

1 서울시립대학교 공간정보학과 / 해양수산부 해양생태과 Dept. of Geoinformatics, University of Seoul, Seoul / Marine Ecology Division, Ministry of Oceans and Fisheries, Sejong, Korea

2 서울시립대학교 공간정보학과 / 국립해양조사원 Geoinformatics, University of Seoul, Seoul / Korea Hydrographic and Oceanographic Agency, Busan, Korea

3 서울시립대학교 공간정보학과 Geoinformatics, University of Seoul, Seoul

4 한국해양수산개발원 Korea Maritime Institute, Busan, Korea

5 한국해양과학기술원 Ocean Data Science Section, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Busan, Korea

6 올포랜드 Marine Information Team, ALLforLAND, Seoul, Korea

* Corresponding Author E-mail : bmpark@korea.kr

ABSTRACT

Recently, policy of the marine advanced countries were switched from the preemption using ocean to post-project development. In this study, we suggest improvement and the pending issues when are deducted to the database of the marine spatial information is constructed over the GIS system for the Korean Marine Spatial Planning (KMSP). More than 250 spatial information in the seas of Korea were processed in order of data collection, GIS transformation, data analysis and processing, data grouping, and space mapping. It's process had some problem occurred to error of coordinate system, digitizing process for lack of the spatial information, performed by overlapping for the original marine spatial information, and so on. Moreover, solution is needed to data processing methods excluding personal information which is necessary when produce the spatial data for analysis of the used marine status and minimized method for different between the spatial information based GIS system and the based real information. Therefore, collection and securing system of lacking marine spatial information is enhanced for marine spatial planning, it is necessary to link and expand marine fisheries survey system. It is needed to the marine spatial planning. The marine spatial planning is required to the evaluation index of marine spatial and detailed marine spatial map. In addition, Marine spatial planning is needed to standard guideline and system of quality management. This standard guideline generate to phase for production, processing, analysis, and utilization. Also, the quality management system improve for the information quality of marine spatial information. Finally, we suggest necessity need for the depths study which is considered as opening extension of the marine spatial information and deduction on application model.

KEYWORDS : application model, marine spatial information, marine spatial planning, marine spatial map, quality management system

서론

최근 들어 우리나라의 해양공간 및 자원에 대한 이용행위가 수산, 해상교통, 관광 등 전통적 범위에서 신재생에너지, 광물 등 새로운 분야로 확대되는 추세이며 개별 부처별 이해관계에 따른 해양공간 선점경쟁이 가속화되고 있다. 이런 현상은 최근 해역이용협의 건수의 지속적 증가('08년 1,363건 → '16년 2,274건)와 무관하지 않으며 무분별한 이용·개발확대로 해양생태계 가치저하를 초래할 수 있다(KMI, 2015; 2016; Ministry of Oceans and Fisheries, 2016; 2017).

해양자원은 공유재로 보전-이용 간, 이용자 간의 갈등도 유발하며 비합리적 입지선정은 해당공간의 타 분야 자원 활용 가능성을 저해하고 동일공간에 여러 행위의 수요가 상충될 경우 이를 합리적으로 조정할 수 있는 수단 및 컨트롤 타워의 부재로 갈등이 지속 된다(KRIHS, 2011).

따라서 국제사회는 일찍이 해양공간의 지속 가능한 이용을 위해 해양공간계획 도입 및 제도 화하고 있다. 전 세계 해양 선진국들은 이미 해양공간의 지속가능한 이용을 위해 생태계 가치를 고려한 '해양공간계획'의 도입이 보편화 되었으며 이러한 해양국들의 추세에 발맞춰 세계 각국은 해양의 지속가능한 이용을 위해 생태계

의 가치를 고려한 ‘해양공간계획’을 국가해양의 핵심전략으로 제시하고 있다(Ehler and Douvère, 2009; Emodnet, 2015; New Zealand Geospatial Office, 2011; UNESCO IOC, 2014; NOAA CMSP, 2018; IHO, 2018).

유럽연합은 GIS를 활용하여 해양공간관리의 수단으로써 WebGIS를 개발하고 통합 연안해역 관리 및 MSP 구현을 통해 유류오염사고 경감, 오염 예방 장비 등의 공간분포 확인 등을 위한 일명 Adriatic Atlas-SHAPE 시스템을 운영하여 해양공간정보를 관리중이다. 또한 유럽 인근 전 해역의 해양정보를 공유하기 위해 Sextant Technology를 활용하여 WebGIS로 EMODnet을 개발하기도 하였다. 벨기에에서는 다양한 포맷의 MSP 정보를 웹-서비스 형태로 제공하기 위해 GIS 시스템을 개발하였고 스코틀랜드도와 유사한 목적으로 독자 개발한 해양공간계획 체계를 소유하고 있다. 미국은 개별국가 단위를 벗어나 전 세계 해양에 대한 이해당사자들 간 협력적인 계획 수립을 지원하기 위해 SeaSketch라는 ArcGIS 기반의 WebGIS를 개발하여 서비스하고 있다(Hydrographic Society

UK, 2009; National Ocean Policy Implementation Plan, 2016).

이러한 추세와 더불어 우리나라도 2016년 ‘해양공간계획 체제구축 시범 연구 과제’를 기반으로 국정과제를 통한 연구를 시행했고 법제화를 통해 구체화하고 있다. 본 연구에서는 해양 정보를 GIS기반의 공간정보로 수집, 가공, 변환, 처리 및 지도화 및 활용 과정 중 야기되는 현안과 문제점을 조사하고 각 기관별 산재되어 있는 해양정보 통합과 향후 활용 시 제기될 이슈를 검토하여 개선 방향을 제시하고자 한다.

해양공간정보 구축 방법

1. 개요

해양공간정보의 구축은 각 기관에 산재한 해양공간정보의 통합(그림 1) 및 공동활용 플랫폼 구축이 목적이며 이를 통해 해양공간관리계획을 지원하는 역할을 한다. 해양공간관리계획 수립에 필요한 정보목록 74종을 우선 수집, 확보하고 이후 인문사회·경제적 빅데이터를 연계하여 추진할 계획이다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2016).

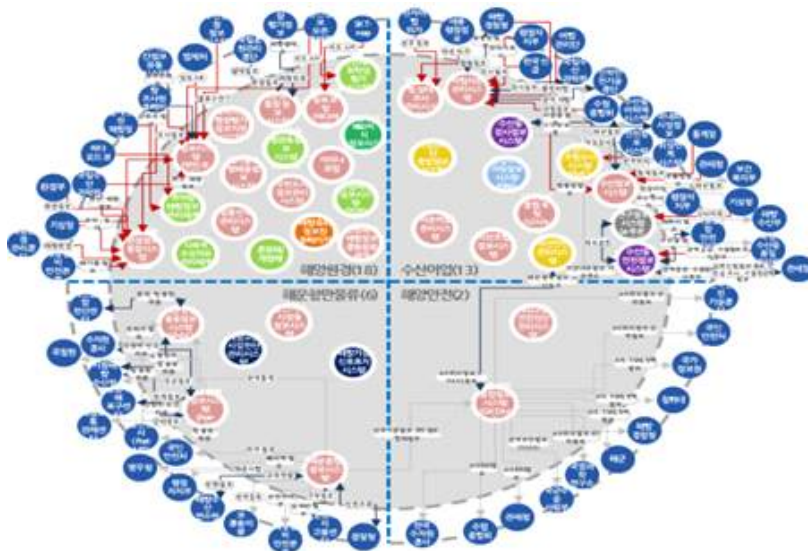


FIGURE 1. Marine information individually linked to the purpose of use

해양공간정보의 구축은 해양공간의 이용 및 조정체계를 확립하며 국가 해양공간 차원의 종합적 해양공간특성평가 틀 확립에 기여한다. 또한, 해양공간특성평가 활용 및 기술지원 체계구축을 지원하고 해양공간을 대상으로 하는 이용, 개발 행위의 사전 협의를 강화하며 해양용도구역 실질적 관리 기반과 기존행위관리수단과의 연계 체계를 마련하는데 추진 목적이 있다 (Ministry of Oceans and Fisheries, 2016; 2017).

2. 데이터베이스 구축

1) 개요

해양공간정보 구축은 해양공간 특성관련 기초 자료 조사 및 구축에서 시작된다. 각각의 해양공간 분류체계 별 정보를 검토하여 수집자료를 이용한 해양공간정보를 제작하여 계획수립대상 해역의 데이터 셋을 구축하게 된다(그림 3).

2) 데이터 가공

해양공간정보는 자료수집, GIS변환 처리, 자료분석 및 그룹핑, 자료처리 및 분석, 핵심공간 매핑의 데이터 가공 과정을 거친다(Park and Seo, 2001). 자료수집 과정에서는 자료별 관리 기관 및 시스템을 파악하여 MSP 자료수집 목록을 확립하며, 자료 관리자와의 협의를 통해 원자료를 수집하였다. GIS 변환 처리 과정에서

는 수집자료의 GIS 변환 가능 여부, 자료 누락 여부와 속성을 확인한 뒤, 공간정보화 및 DB가공을 수행하였다. 자료분석 및 그룹핑 과정에서는 해양공간 정보 상태 및 이용에 따른 공간정보를 그룹화 하고, 자료처리 및 분석 과정에서는 공간계획을 위한 해양공간정보 처리 및 분석 과정을 수행하였다. 마지막으로 핵심공간 매핑에서는 공간정보간 중첩 영역을 분석하고, 레이어 중첩을 통해 핵심가치 공간지도도를 도출하였다.

해양공간정보의 원자료는 각 파일 형식에 의해 가공 방법이 달라지는데, SHP, DWG, KML의 파일형식은 각 수집 파일에 대한 기본 설정 좌표계를 확인하여 가공파일의 일관성을 위해 WGS84 좌표계로 변환한 뒤, 속성확인 및 속성 데이터에 대한 가공과정을 거친다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2011b). 약최고고조면, 평균해수면, 유인도서, 무인도서 등이 이러한 과정을 통해 가공되며 엑셀 및 한글 형식의 원자료는 문서데이터 속성에 위치데이터에 대한 항목을 확인하여 공간데이터를 가공하였다. 환경관련 레이어, 골재관련 레이어, 수산물관련 레이어 등이 이러한 과정을 통해 가공된다. PDF 및 JPG 형식의 원자료는 문서데이터에 대한 가공 가능 여부를 파악하고, 위치에 대한 정보가 없을 경우 사진으로 지도와 디지털이징을 하여 위치도를 제작한다. 조업밀

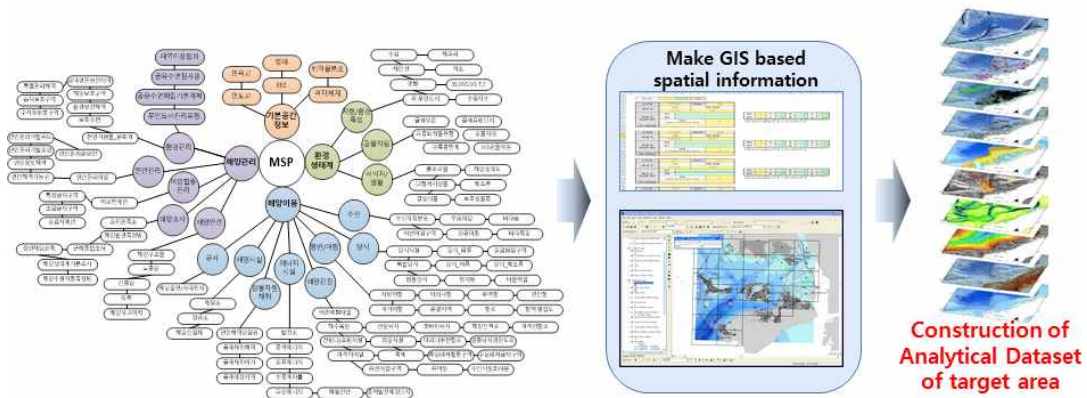


FIGURE 2. Process of marine spatial information construction

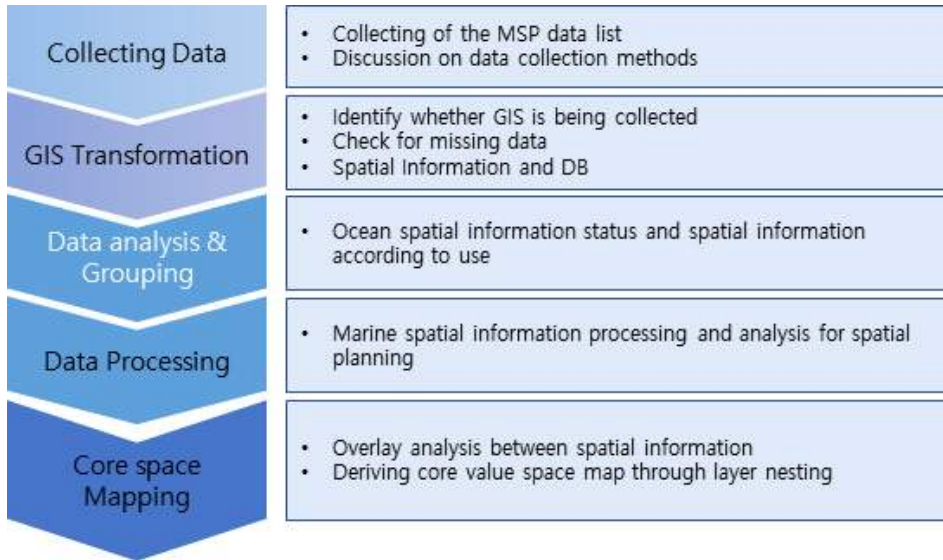


FIGURE 3. Acquisition data process & processing method according to data type

집구역, 여객선 항로, 해양레저활동구역, 유선사업구역 등의 해양공간정보가 이러한 과정을 통해 가공하였다. 그 외에 포털 사이트 및 가능한 형식으로 수집된 데이터는 엑셀이나 한글 문서로 편집하여 공간데이터로 활용하고, 빅데이터 분석 기법을 활용하여 해양정보의 공간 데이터를 제작하기도 하였다(그림 3).

하지만 텍스트 기반의 공간정보는 오타나 위치정보 누락 등의 문제점이 있고, 전체적인 해양정보가 연안 위주로 구축되어 있어 영해 외 지역은 상대적으로 자료가 부족한 실정이다. 따라서 이러한 해양정보의 현안과 문제점을 아래 3. 해양공간정보 데이터베이스 관련 현안에 기술하였다.

해양공간정보 데이터베이스 관련 현안 및 개선방안

1. 텍스트 기반의 공간정보

텍스트 기반의 공간정보는 오타 및 위치정보의 누락 등의 오류가 있다. 이는 주로 해양공간정보로 변환하는 경우 많이 발생하며 데이터 가공 시 이를 정제하여 제작하여야 한다(Korea

Hydrographic and Oceanographic Agency, 2002). 만약 오류부분이 보완될 수 없는 경우에는 일부 데이터가 누락되기도 한다(Korea Ocean Data Center, 2018).

이를 위해 원시자료를 처음부터 공간정보로 구축하면 데이터의 누락 혹은 위치정보의 오타를 줄일 수 있는 방안이 된다. 즉, 원시 자료인 EEZ 및 전 구역에 대한 공유수면 자료를 수집하여 공유수면 사용데이터 테이블과 매칭하여 속성을 편집하여 가공할 수 있다. 이 과정을 거쳐 검수를 통해 위치 및 속성 누락 여부를 확인하고 좌표를 변환시켜 표준화를 할 수 있다. 좌표의 체계는 WGS84로 변환하여 사용하는 것이 좋은 방안이다.

2. 사진정보 기반의 공간정보

사진정보 기반의 공간정보는 관련 정보를 수집하고 GIS로 변환 처리가 이루어지고 있으며 가공 및 공간 매핑의 절차를 두고 있다. 산호, 해조류 분포 및 생육환경, 해마 등 정보를 수집하여 위치데이터를 확인하고 공간데이터로 가공한다. 이때 위치정보가 없는 사진자료만 확보된 경우에 CAD 및 QGIS를 활용하여 디지털이

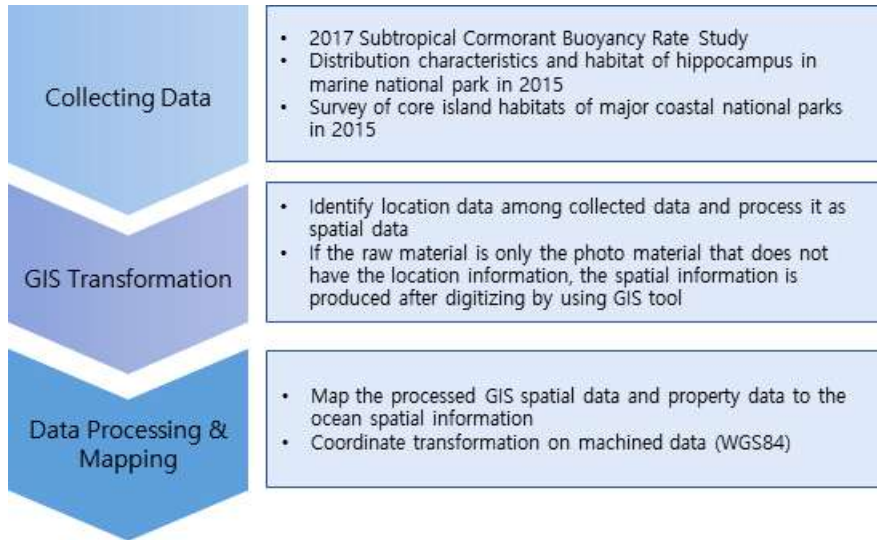


FIGURE 4. Step for processing spatial information of the ocean habitats

정하여 공간정보를 제작한다. 가공한 공간데이터와 속성정보를 매핑하여 해양공간 정보 상태로 도출하고 WGS84로 좌표변환을 하였다(그림 4).

3. 연안중심의 공간정보

연안 중심의 공간정보는 환경생태계 공간정보, 해양이용 공간정보, 해양관리 공간정보를 중심으로 구성된다. 이는 해양의 특성과 상태를 파악하는데 중요한 정보이다. 하지만 전체적인 해양정보가 연안 위주로 구축되어 있어 영해 외 지역은 상대적으로 자료가 부족하다(Korea Ocean

Data Center, 2018; Coastal Portal, 2018).

이는 장기적으로 우선순위에 따라 실측 및 자료구축이 필요함을 의미한다. 연안의 해양정보는 연근해 어획량, 바다목장, 인공 어초, 양식장, 항로, 관광정보 등 해양이용 공간정보에 대한 중요한 정보가 많이 포함되어 있다. 연안 중심으로 해양공간정보는 환경생태계 공간정보, 해양이용 공간정보, 해양관리 공간정보가 포함되어 있다(그림 5).

4. 선박이동 공간정보

선박이동 공간정보(V-PASS, GICOMS)는



FIGURE 5. Spatial information of the coastal area (left : Environmental ecosystem, center : used ocean, right : ocean management)

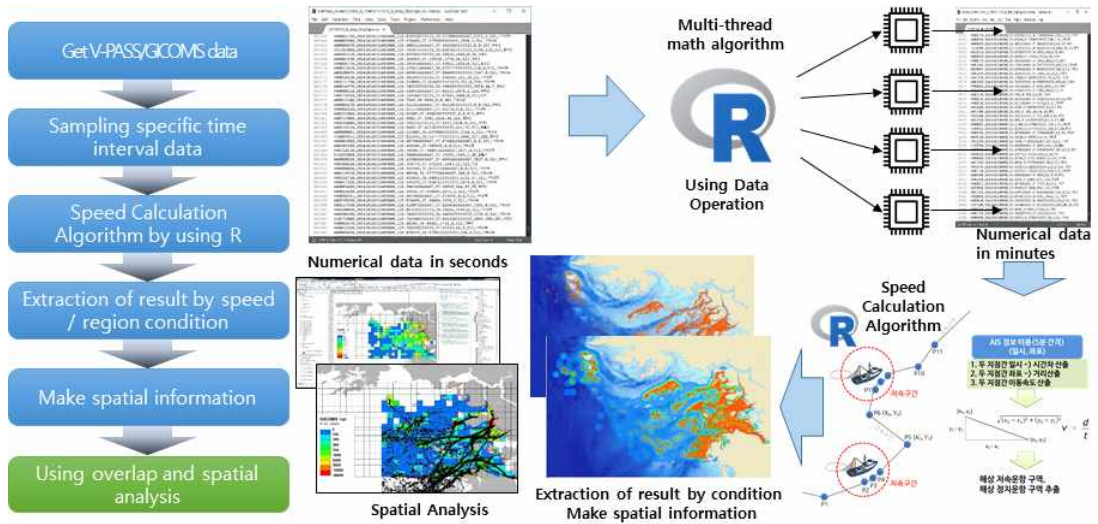


FIGURE 6. Process of method for Big-data analysis

수산·항항·관광 등의 해양이용 현황 분석을 위한 빅데이터 분석 및 공간데이터 제작을 수행한다. 빅데이터 분석 기법을 통해 해양이용 현황정보의 공간밀집도 분석 및 조건별 결과추출을 통한 공간자료를 생성한다. 빅데이터의 분석 및 활용은 통계적 분석 프로그램인 R을 활용하여 자료연산 기술을 활용한다. 초단위의 대용량 수치데이터를 분단위의 수치데이터로 처리하고 공간자료를 생성 후 분석을 하는 과정을 거친다

(그림 6). 이때 어선에 대한 데이터베이스와 선박이동 경로에 대한 데이터베이스가 분리되어있고 두 데이터베이스에 연결고리가 되는 Key값이 개인정보로 되어있어 매칭이 어렵게 된다. 이는 개인정보 제외 자료처리 후 키가 없어지기 때문이다.

이를 해결하기 위해 개인정보 대신 보안된 암호화된 해시 값을 활용하는 것으로 대체할 수 있다. 본 연구에서 처음 제시하는 방법으로 어



FIGURE 7. Spatial information for based landmark

선번호 등의 개인정보를 SHA-256 등으로 암호화한 해시 값으로 변환하여 자료처리한 후 각각의 데이터를 해시 값으로 매칭시킬 수 있다. 단, 각 데이터베이스에서 해시 값 생성 시 암호화 알고리즘은 동일한 방식으로 생성하도록 규정하여야 한다.

5. 지적기반 공간정보

지적도 기반으로 해양공간정보를 생성하는 경우 실제 공간과 이격이 발생하여 분석에 오류가 발생한다(그림 7). 하지만 소유권 등의 문제로 지적기반의 정보를 사용하여야 한다(LX SIRI, 2014). 이는 정확한 측량을 통해 지적도의 갱신이 요구된다.

해양공간계획 체제 구축 현황 및 개선방향

1. 해양조사체계 현황

해양정보 중 물리정보에 대한 관측은 조석, 해수유동, 파랑, 수온 및 염분 정보에 이루어지고 있다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2011a). 이 정보의 현 관측체계의 현안을 조사했다. 조석의 관측은 1분 간격으로 상시관측하고 있으며 56개소에서 조위를 관측하고 있다. 해수유동의 관측은 5~60분 간격으로 상시관측되며 31개소에서 유향과 유속을 관측하고 있고 파랑의 관측은 1~20분 간격으로 상시관측하며 17개소에서 파고, 파주기, 그리고 파향에 대해 관측하고 있다. 수온 및 염분의 관측은 1~30분 간격으로 상시관측하며 83개소에서 수온 및 염분을 관측하고 있다.

생태계 정보에 대한 관측은 개별 조사의 경우 기본조사로 연 1회, 핵심조사로 연 2회 관측하고 기본조사에서는 548개소에서 퇴적 및 저서생물을 관측한다(Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion, 2012). 핵심조사에서는 80개소에서 관측하고 있다. 암반 조사의 경우 갯벌조사와 관측 횟수는 같으며 기본조사가 34개소, 핵심조사가 5개소에서 해조

류, 암반, 무척추 동물에 대한 관측이 이루어지고 있다. 연안에 대한 조사는 기본조사를 연 2회 164개소에서 하고 있으며 핵심조사는 연 4회로 30개소에서 부유생물, 저서생물, 유영동물에 대한 조사가 이루어지고 있다. 근해에 대한 조사는 갯벌 및 암반조사와 기간은 같으며 15개소에서 부유생물, 저서생물, 유영동물에 대한 조사를 하고 있다. 바닷새의 조사는 기본조사로 연 2회, 핵심조사로 연 2~4회에 걸쳐 기본 34개소, 핵심조사 4개소에서 바닷새에 대한 조사를 진행하고 있다.

해양환경정보는 항만환경측정망, 연안해역환경측정망, 하천영향 및 반 폐쇄성해역 환경측정망에 대한 현안을 파악하였다(Ministry of Oceans and Fisheries, 2015). 항만환경측정망은 연 2회 겨울과 여름에 진행되고 있고 50개소에서 해수, 해저퇴적물, 해양생물에 대한 조사가 이루어지고 있다. 연안해역환경측정망은 연 4회 계절마다 진행되며 145개소에서 해수, 해저퇴적물, 해양생물에 대한 조사가 이루어지고 있다. 하천영향 및 반 폐쇄성해역의 환경측정망은 연안해역환경측정망과 같이 연 4회 계절별로 이루어지고 있으며 230개소에서 해수, 해저퇴적물, 해양생물에 대한 조사를 하고 있다.

골재에 대한 정보는 골재 자원조사와 사후영향조사 2가지의 항목으로 이루어지고 있으며 골재 자원조사는 15년 주기로 이루어지며 3,100개의 광구에서 퇴적물, 지구물리조사, 해저지형, 시추조사가 이루어진다. 사후영향조사에는 채취량이 일정량 이상인 경우, 해역이용 영향평가 시행이 있을 경우 조사를 하는 특별할 때 조사를 진행한다.

2. 해양조사체계 정비

해양조사체계에서 물리정보에 대해 조석, 해수유동, 파랑, 수온 및 염분의 현 조사체계에서 유지 방안에 대해 고려해보았다. 조석 관측은 국립해양조사원의 TideBed를 이용하는 것이 현 조사체계를 유지시키는 방안이며 해수유동 관측은 국립해양조사원의 황동중국해 해수순환모델

을 이용하는 것이다(Korea Hydrographic and Oceanographic Agency, 2018). 황동중국해 해수순환모델은 ROMS를 기반으로 고해상도의 격자를 가지는 수치모델이다. 파랑 관측은 5km 공간해상도를 가지는 파랑 모델을 운영하는 것이다. 파랑모델은 Regional Wave Watch3 (RWW3)를 운용하며 지역모델의 특징을 살려

고해상도의 파랑 관련 예측정보 값을 얻을 수 있다. 수온 및 염분의 관측은 위성에서 산출되는 해수면 온도를 이용하는 것이 좋은 유지 방안이 될 것이다. 조석 관측의 이상적인 방안과 현실적인 방안은 현재의 체계를 유지시키는 것이다. 해수유동의 관측은 고해상도의 격자망을 생성하는 것이며 내수 및 영해에는 약 5km의 해

TABLE 1. Plan on research system at the Ocean physical information

Division of current research system		Maintaining current research system	Ideal plan	A realistic plan
Tidal observation	Survey period	Constant observation (every min.)	Using National Oceanographic Research Institute TideBed	• Maintain current observation
	Survey location	56 locations		• Maintain current observation
	Survey item	Tide		• Maintain current observation
Sea water flow observation	Survey periods	Maintain current observation Survey item condolence	National Oceanographic Research Institute Brass Use of Seawater Circulation Model in China	• Maintain current observation Survey item condolence
	Survey location	31 locations		• Grid network creation of 3 '(domestic and territorial sea) and 15' (EEZ) • One peak survey per 2 ~ 3 grid
	Survey item	Wave direction, wave speed		Maintain current observation
Wave observation	Survey period	Constant observation (Every 1 to 20 min.)	5km spatial resolution blue model operation	• Four observations per year for current observations and additional vertices
	Survey location	17 locations		• Grid network creation of 3 '(domestic and territorial sea) and 15' (EEZ) • One peak survey per 2~3 grid
	Survey item	Wave height, wave cycle, wave direction		• Maintain current observation
Water temperature • Salinity observation	Survey period	Survey period Constant (Every 1 ~ 30min.)	Using SST	• Four observations per year for current observations and additional vertices
	Survey location	83 locations		• Grid 3 '(domestic and territorial sea) and 15' (EEZ) • One peak survey per 2~3 grid
	Survey item	Water temperature • Salinity		• Maintain current observation

TABLE 2. Plan on research system at the Ocean ecosystem information

Division of current research system			Maintaining current research system	Ideal plan	A realistic plan
Tidal flat survey	Survey period	Basic Survey Once a year Core survey twice a year	<ul style="list-style-type: none"> Maintain current research Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) 3' grid network generation One peak survey per 2~3 grid of domestic water 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) 10' grid network generation One peak survey per 2~3 grid of domestic water
	Survey location	Basic investigation 548 places 80 key			
	Survey item	Investigations Sediment / benthos	<ul style="list-style-type: none"> Add marine species and marine ecological habitat to be protected 		
Rock survey	Survey period	<ul style="list-style-type: none"> Basic survey Once a year, Core survey twice a year 	<ul style="list-style-type: none"> Maintain current research Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) 3' grid network One peak survey per 2~3 grid of domestic water 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) 10' grid network generation One peak survey per 2~3 grid of domestic water
	Survey location	Basic survey 34 places, 5 key investigations			
	Survey item	Algae, rock invertebrate	<ul style="list-style-type: none"> Add coral, protected marine species, marine ecological habitat, fish spawning and growing areas 		
Coastal survey	Survey period	<ul style="list-style-type: none"> Basic survey Twice a year, Core Survey 4 times a year 	<ul style="list-style-type: none"> Basic survey once 4 time a year Maintain current research Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> Domestic consumption twice a year (spring, summer) Two times in the territorial waters (summer, autumn) Grid network creation of 3' (domestic and territorial sea) One peak survey per 2~3 grid of domestic water 	<ul style="list-style-type: none"> Domestic consumption 3times a year (spring, summer) 3 times in the territorial waters (summer, autumn) 10' grid network generation One peak survey per 2~3 grid of domestic water
	Survey location	Basic survey 164 places, 30 key investigations			
	Survey item	Floating creatures, benthos, swimming animals	<ul style="list-style-type: none"> Add coral, protected marine species, marine ecological habitat, fish spawning and growing areas 		
Water survey	Survey period	<ul style="list-style-type: none"> once a year 2 times a year 	<ul style="list-style-type: none"> Basic survey once a year Maintain current research Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) 15' (EEZ) grid network generation One peak survey per 4 grid 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) 10' grid network generation
	Survey location	basic survey 15			
	Survey item	Floating creatures, benthos, swimming animals	<ul style="list-style-type: none"> Add coral, protected marine species, marine ecological habitat, fish spawning and growing areas 		
Seabird investigation	Survey period	<ul style="list-style-type: none"> once a year 2~4 times a year 	<ul style="list-style-type: none"> 2 times a year Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> once a year (spring) Grid network creation of 3' (domestic and territorial sea) 	<ul style="list-style-type: none"> Twice a year (spring, summer) Grid network creation of 10' (domestic and territorial sea)
	Survey location	basic 34 location core 10 location			
	Survey item	Seabird	<ul style="list-style-type: none"> Maintain current research 		

상도를 EEZ에는 25km를 생성하고 2~3개 격자 당 1개 정점 조사를 하는 것이 이상적이다. 그러나 현실적으로 내수 및 영해에는 약 66km로 격자망을 구성하며 16개 격자 당 1개의 정점을 조사하고 EEZ에는 약 150km의 격자망을 생성하고 2개 격자 당 1개 정점을 조사하는 것이 현실적이다. 파랑에 대한 관측은 이상적으로 현재 관측 유지 및 추가 정점에 대해 연 4회 조사가 이루어져야 하며 내수 및 영해에는 약 5km의 해상도를 EEZ에는 25km를 생성하고 2~3개 격자 당 1개 정점 조사를 하는 것이 이상적이다. 그러나 내수 및 영해에는 약 66km로 격자망을 구성하며 10개 격자 당 1개의 정점을 조사하고 EEZ에는 약 150km의 격자망을 생성하고 10~11개 격자 당 1개 정점을 조사하는 것이 현실적이다. 수온 및 염분 관측의 이상적인 방안은 현재 관측 유지 및 추가 정점에 대해 연 4회의 조사가 이루어져야 한다. 또한 해수유동 및 파랑과 같이 격자망이 생성되어야 한다. 현실적으로는 현재 관측을 유지하면서 국립수산과학원 정선해양관측 정선에 대한 월별 관측을 수행하는 것이다(표 1).

해양생태계 정보를 확보하기 위한 기존 조사 체계의 정비가 필요하다(표 2). 해양 생태계의 정비방안에는 개별 조사에서 보호대상해양생물종 및 해양생태서식지 추가가 필요하고 암반 조사에서는 산호(잘피), 보호대상해양생물종, 해양생태서식지가 추가로 필요하다. 연안 및 근해의 조사에서는 산호, 보호대상해양생물종, 해양생태서식지, 어류 산란 및 생육지역 추가가 필요하다.

해양환경정보에 대한 방안은 표 3에 정리되었다. 항만환경측정망, 연안해양환경측정망, 하천영향 및 반폐쇄성해역 환경측정망 모두 현 조사체계에서 산소포화도, 엽록소 형광, 질산염 농도를 추가해야하며 이 조사항목은 이상적 방안이며 현실적 방안 모두에서 고려되어야 한다. 기존에 조사를 연 4회 혹은 2회였지만 이상적으로 월 6~14회 정도 이루어져야 한다. 현실적으로는 월 4회를 기준으로 이루어져야 해양공간계획 수립을 지원하기 위한 조사체계가 정립될 수 있다(KEI, 2009).

골재에 대한 정보는 골재 자원조사, 사후영향 조사를 기준으로 방안을 마련하고 정리하였다(표 4). 골재 조사체계의 정비방안은 조사기간과 항목의 조정이 필요하다. 골재 자원조사는 골재채취 허가 및 현황 정보와 골재채취단지 정보를 추가하여야하며 사후영향조사도 특별한 경우에 시행하는 것이 아닌 정기적인 조사가 필요하다. 일회적 골재 조사가 아닌 정기적인 조사가 필요하다. 또한 골재 관련 조사 항목은 골재 부존량, 이용 현황, 주변 해역의 영향을 확인할 수 있는 정보로 구성되어야 한다. 해양환경과 수산자원에 대한 조사를 늘려야한다. 해양환경에는 해저지형, 퇴적물이 조사되고 수산자원에는 어류종조성, 난자치어 분포, 어장환경, 부유 및 저서생물에 대한 조사가 이상적이며 현실적인 방안이다. 특히 기존 15년 주기로조사가 이루어지던 골재 자원조사는 10년에 1회 조사를 하는 것이 이상적이며 현실적이다. 현실적으로 채취량이 많은 지역은 3~4년 1회 조사가 이루어져야 한다. 구역은 3,100개의 광구에서 격자를 생성하여 조사를 하는 것이 이상적이다. 사후영향조사는 정기적으로 진행되어야하며 조사 구역은 광구 당 정점형식으로 조사가 이루어져야 한다.

3. 해양공간정보 수집, 확보체계 강화

해양공간정보 수집 및 확보체계 강화는 해양공간계획의 타당성과 그 효용성을 높이는데 중요한 몫이다. 이를 위해 본 연구에서는 해양수산 관련 정보의 현안 분석과 해양공간계획 활용을 위한 개선방안을 도출하였다. 개별 조사의 실질적인 연계를 위해 정점, 항목, 횟수 등에 대한 통합적인 조정 등 재정비가 추진되어야한다. 관측소와 관측 및 조사 횟수는 보다 정확한 정보를 제공해준다. 따라서 고정관측소 형태는 신규 설치하면서 연계가 필요하고, 정점 및 정선 조사 형태는 확대하는 등 연계가 필요하다. EEZ 등 해양공간정보 공백지역 및 조사체계 미수립 공간정보에 대해서는 신규 조사체계를 수립하여 해양공간정보를 폭넓게 이용할 수 있다.

TABLE 3. Plan on research system at the Ocean environmental information

Division of current research system		Maintaining current research system	Ideal plan	A realistic plan	
Harbor environmental monitoring network	Survey period	Twice a year (2, 5)	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain current research 	<ul style="list-style-type: none"> • Core peak: 6 to 14 times a month • Normal peak: 4 times a month 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 times a month
	Survey location	50 location	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> • Grid network creation of 3 '(domestic and territorial sea) and 15' (EEZ) • One peak survey per 2 ~ 3 grid 	<ul style="list-style-type: none"> • Peak to coastline, EEZ, and coastline at the current peak
	Survey item	Sea water, seabed sediments, marine life	<ul style="list-style-type: none"> • Adding modeling data • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration 	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration 	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration
Coastal waters environmental monitoring network	Survey period	Four times a year (2, 5, 8, and November)	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain current research 	<ul style="list-style-type: none"> • Core peak: 6 to 14 times a month • Normal peak: 4 times a month 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 times a month
	Survey location	145 location	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> • Grid network creation of 3 '(domestic and territorial sea) and 15' (EEZ) • One peak survey per 2 ~ 3 grid 	<ul style="list-style-type: none"> • Peak to coastline, EEZ, and coastline at the current peak
	Survey item	Sea water, seabed sediments, marine life	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling using survey data • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration 	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration 	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration
Influence of rivers and semi-enclosed environment monitoring network	Survey period	Four times a year (2, 5, 8, and November)	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain current research 	<ul style="list-style-type: none"> • Core peak: 6 to 14 times a month • Normal peak: 4 times a month 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 times a month
	Survey location	230 location	<ul style="list-style-type: none"> • Modeling using survey data 	<ul style="list-style-type: none"> • Grid network creation of 3 '(domestic and territorial sea) and 15' (EEZ) • One peak survey per 2 ~ 3 grid 	<ul style="list-style-type: none"> • Peak to coastline, EEZ, and coastline at the current peak
	Survey item	Sea water, seabed sediments, marine life	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration 	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence, nitrate concentration 	<ul style="list-style-type: none"> • Add oxygen saturation, chlorophyll fluorescence

연구선 등 보유 기관이 고유사업 혹은 해양수산 연구사업과의 연계를 고려해 봐야 한다.

해양공간정보의 정밀도 및 해석력을 제고하는 것은 기본적인 해양공간정보 중 공통적으로 활용도가 높은 항목에 대해서 해양활동 지도 등 제작이 필요하다. 이는 주요 활동공간의 식별 및 해양생태계에 대한 압력 및 영향 평가가 가능하다는 장점이 존재한다. 과학적 조사정보와 더불어 주요 활동인구의 경험정보 확보 및 활용

체계 마련이 필요하다. 이는 조업에 참여하는 어업인의 경험정보를 바탕으로 공간정보 확보의 효율성 강화가 가능하다.

4. 해양공간정보의 품질관리 체계 강화

해양공간정보 데이터 품질관리체계를 구축하여 지속적으로 개선 및 점검이 필요하다. 이를 위해 해양공간정보 생산 또는 활용 주체 간 상이한 정보관리 항목의 통합 및 표준관리 지침이

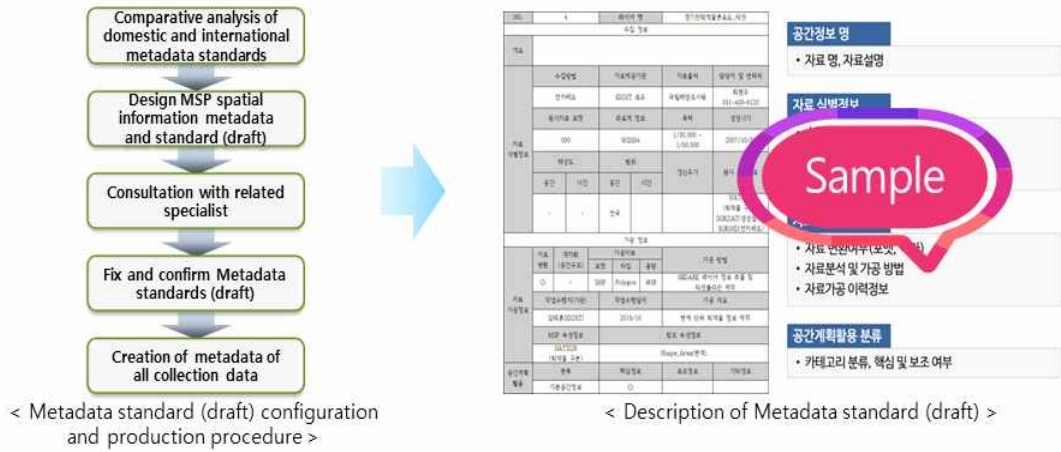


FIGURE 8. Meta-data standards production procedure and explanation

수립되어야하며 확보된 해양공간정보의 활용성 제고 및 품질 목표를 설정, 진단, 개선 등 정보의 생애전주기 품질관리체계를 마련해야한다. 즉, 해양공간정보를 표준으로 구성하고 품질을 관리하여 제공하여야 한다. 그러므로 해양공간정보 표준 마련을 위해 메타데이터가 구성되어야 한다(KMI, 2013). 메타데이터는 국내외 공간정보를 비교분석 후 확정된 메타 표준(그림 10)을 사용함으로써 효율적으로 구성하여야 한다. 메타데이터의 표준 구성 및 제작 절차는 총 5단계의 과정을 통해 구성되는 것이 좋다(그림 8).

5. 생태계 기반 해양공간분석 및 관리기술 개선
생태계기반 해양공간분석 및 관리기술은 개선이 되어야한다. 개선에 대한 방향성은 한국형 해양생태계 서비스 평가체계 구축에서 시작할 수 있다(Eum *et al.*, 2010). 이미 유럽과 영국에서 해양생태계 서비스를 구축한 사례가 있다(그림 10). 유럽연합에서는 서식처 분류체계에 따른 공간정보를 구축하였고 영국에서는 15m 이하 낚시선박의 위치정보를 활용하여 공간정보를 구축하였다(그림 9). 해외 사례에 맞추어 우리나라도 한국형 체계

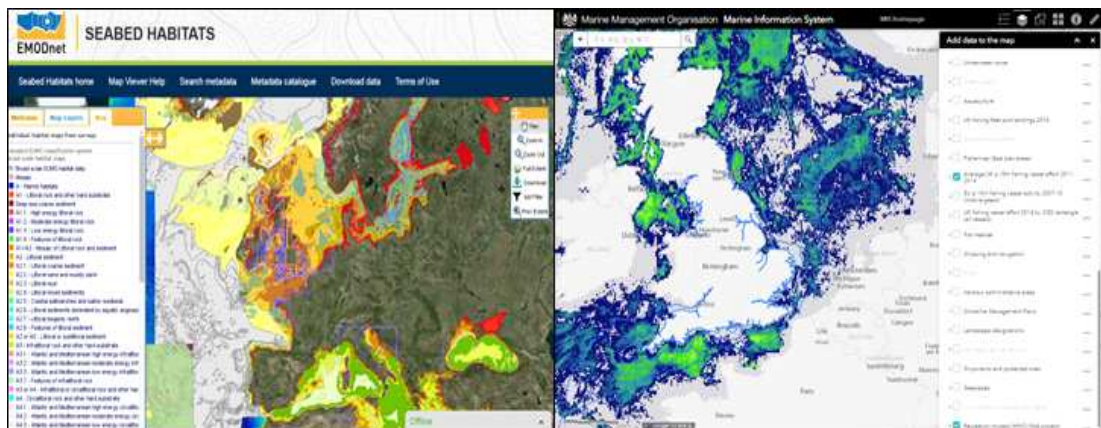


FIGURE 9. Overseas cases of the building spatial information (left : EU, right : United Kingdom)



FIGURE 10. cases of the building spatial information (left : MOLIT, right : MAFRA)

를 구축하는 것은 중요한 일이다. 우리나라 해양공간 특성에 적합한 해양생태계 서비스 평가 체계와 평가 정규화를 위한 제도정비 및 대표 평가 정점 구축하는 것은 방법론적인 고도화를 지원하고, 평가결과의 정책 활용성을 높이기 위해 생태계서비스 평가 사업을 법정 사업으로 수행하여야 한다. 또한 관련 법률을 마련하여 평가 정규화의 기틀을 다져야한다. 해중, 갯벌, 하구역, 해변, 사퇴 등 5개의 대표생태계를 효과적으로 평가할 수 있는 대표정점을 선정하여 주기적인 평가가 되어야한다. 주기적인 평가는 5년 주기로 전해역에서 종합평가를 시행하여야 하며 중요 핵심 생태계는 1~3년의 주기적인 평가가 필요하다. 또한 평가의 범위가 배타적 경제수역(EEZ)에 대해 관리체제를 강화하는 방안도 필요하다.

6. 해양공간정보의 개방 확대

해양공간정보의 개방 확대를 위해서 활용 모델을 도출하여야한다. 이는 비공개 해양공간정보에 대한 보안관리 체계 확립과 동시에 업무협력을 통한 실질적인 통합 및 연계체계를 구현하여야 가능하다. 국내에서는 이미 국토부에서는 국토환경성평가지도 시스템을 구축하였고 농림부에서는 스마트팜 맵 구축을 통해 현안을 해결한 사례들이 있다(그림 10). 해양공간정보 또한 통합된 해양공간정보 활용서비스 모델을 도출하고 이에 대한 서비스산업의 기반을 조성하여야 한다(KRIHS, 2011; 2012).

결 론

본 연구에서는 산재되어 있는 환경, 생태계 각종 이용 및 개발현황 등 해양정보의 구축현황을 파악하였고 해양공간계획에 필요한 해양공간자료 구축 시 수반되는 현안 문제점에 대해 정리하였다. 또한, 현 조사체계를 유지하는 방안과 이상적인 방안 그리고 현실성을 고려한 현실적인 조사체계의 방향성에 대해 제시하였다. 이를 기반으로 해양공간계획수립 지원을 위한 해양정보의 통합 및 효율적인 관리체계의 필요성에 대한 근거로 활용될 수 있게 하였다.

관련 정부부처 및 연구기관에서는 본 연구결과를 발전시켜 해양공간정보의 품질관리를 위한 생산, 처리, 분석, 활용 단계의 품질관리체계와 해양공간정보의 활용성 제고를 위한 개방 확대 및 실효성 있는 활용모델을 도출하여 한국형 해양공간계획체제의 성공적인 기반확립을 시급히 마련하여야 할 것이다.

본 연구의 성과는 국가 차원에서 생산되는 해양정보의 공간적 범위확대와 양질의 데이터 구축에 의해 추후 전국 단위로 실시되는 해양공간관리계획에 신뢰도를 높이고 안정된 체제구축을 위한 기반이 될 것이다. **KAGIS**

REFERENCES

Coastal Portal. 2018. <http://www.coast.kr/>.
 Ehler, C. and F. Douvère. 2009. Marine

- Spatial Planning: a step-by-step approach toward ecosystem-based management. Intergovernmental Oceanographic Commission and Man and the Biosphere Programme. IOC Manual and Guides No. 53, ICAM Dossier No. 6. Paris: UNESCO.
- Emodnet. 2015. Consolidating the Foundations, Building the Future: First EMODnet Open Conference: Summary Report.
- Eum, J.H., H.S. Choi and G.S. Lee. 2010. Systematization and improvement of environmental information for planning spatial environment (엄정희, 최희선, 이길상. 2010. 공간환경계획 수립을 위한 환경정보의 체계화와 개선방안).
- Hydrographic Society UK. 2009. Hydrography and Marine Spatial Data Infrastructure: Programme and Presentation Abstracts.
- IHO. 2018. <https://www.iho.int/>.
- Korea Environment Institute (KEI). 2009. Establish guidelines for establishment of spatial environment plan based on environmental information system, Korea Environment Institute (한국환경정책·평가연구원. 2009. 환경정보체계에 기반한 공간환경계획 수립 가이드라인 마련).
- Korea Hydrographic and Oceanographic Agency. 2002. Basic research for building basic marine geographic information (국립해양조사원. 2002. 해양기본지리정보 구축을 위한 기반 연구).
- Korea Hydrographic and Oceanographic Agency. 2018. <http://www.khoa.go.kr/> (국립해양조사원).
- Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion. 2012. Establishment of common utilization system of maritime information (한국해양과학기술진흥원. 2012. 관할해역 해양정보 공동활용체계 구축).
- Korea Land and Geospatial Informatix Corporation (LX SIRI). 2014. A Study on the Marine Application of Cadastral System (LX 공간정보연구원. 2014. 지적제도의 해양 적용에 관한 방안 연구).
- Korea Maritime Institute (KMI). 2013. Systematic management and provision of marine fisheries information, Korea Maritime Institute (한국해양수산개발원. 2013. 해양수산정보의 체계적인 관리 및 제공 방안 연구).
- Korea Maritime Institute (KMI). 2015. Study on establishment of marine space planning system, Korea Maritime Institute (한국해양수산개발원. 2015. 해양공간계획체제 정립 방안 연구).
- Korea Maritime Institute (KMI). 2016. Study on establishment of information system for marine space management, Korea Maritime Institute (한국해양수산개발원. 2016. 해양공간관리를 위한 정보체계 확립 방안 연구).
- Korea Oceanographic Data Center. 2018. <http://kocd.nifs.go.kr/> (한국해양자료센터).
- Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS). 2011. A Study on the Establishment of Spatial Information Policy in Smart Society (국토연구원. 2011. 스마트사회의 공간정보정책 정립방안 연구).
- Korea Research Institute for Human Settlements (KRIHS). 2012. How to Reform the National Spatial Information

- Infrastructure System in Response to Smart Society (국토연구원. 2012. 스마트사회에 대응한 국가공간정보인프라체계 재정립 방안).
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2011a. Korea Planning Support Systems (KOPSS) project (5th) Final Report (Volume 1) (국토해양부. 2011. 국가공간계획지원체계(KOPSS) 구축사업(5차) 최종보고서(제1권)).
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2011b. National Space Information Standardization Research (국토해양부. 2011. 국가공간정보 표준화 연구).
- Ministry of Oceans and Fisheries. 2015. Marine environmental monitoring network configuration and operation plan according to the Marine Environment Management Act (해양수산부. 2015. 해양환경관리법에 따른 해양환경측정망 구성·운영 계획).
- Ministry of Oceans and Fisheries. 2016. Establishment of Marine space Planning System 2016 pilot project: Establishment of joint use plan of marine fisheries information (ISP) (해양수산부. 2016. 해양공간계획체계 구축 2016년 시범 연구사업: 해양수산정보 공동활용계획 수립(ISP)).
- Ministry of Oceans and Fisheries. 2017. Establishment of Marine space Planning System 2017 pilot project (해양수산부. 2017. 해양공간계획체계 구축 2017년 시범 연구사업).
- National Ocean Policy Implementation Plan. 2016. <https://www.whitehouse.gov/administration/eop/oceans/policy>.
- New Zealand Geospatial Office. 2011. Spatial Data Infrastructure Cookbook-V.1.1.
- NOAA CMSP. 2018. <http://www.cmsp.noaa.gov/data-tools/index.html>.
- Park, J.M. and S.H. Seo. 2001. A Study on the Development Method of Marine GIS Data Standards. The Korean Society for marine Environment and Energy 4(4), pp.51-60 (박종민, 서상현. 2001. 해양GIS 데이터 표준 개발 방안에 관한 연구. 한국해양환경·에너지학회 4(4), pp.51-60).
- UNESCO IOC. 2014. A guide to evaluating marine spatial plans. **KAGIS**