

Original Article

선체부착생물정보의 관리 및 활용을 위한 데이터모델링

오정희^{1,†} · 장민철² · 신경순² · 윤홍주³

¹한국해양과학기술원 해양영도방위연구부 기술원

²한국해양과학기술원 선박평형수연구센터 책임연구원

³부경대학교 지구환경시스템과학부 공간정보시스템공학전공 교수

Data Modeling for Management and Utilization of Biofouling Information

Jung-Hee Oh^{1,†}, Min-Chul Jang², Kyoungsoon Shin², and Hong-Joo Yoon³

¹Research Specialist, Department of Marine Territory & Security Research,

Korea Institute of Ocean Science & Technology, Busan 49111, Korea

²Principal Research Scientist, Ballast Water Research Center,

Korea Institute of Ocean Science & Technology, Geoje 53201, Korea

³Professor, Spatial Information Engineering, Division of Earth & Environmental System Sciences, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

요 약

본 연구는 선체부착생물 정보의 관리와 활용을 위한 데이터모델링으로써 항만정보, 해양환경정보, 선박입출항정보와 선체부착생물정보와의 효과적 연계 및 항만해역 공간정보기반의 데이터모델 작성을 목적으로 하고 있다. 데이터모델링은 참조정보, 이력정보, 핵심정보의 세가지 영역으로 나누어 수행하였으며 각각의 세부 구성데이터 객체와 속성 및 객체간 관계를 정의하였다. 연구사업의 생산정보를 보존함과 동시에 선체부착생물정보를 지속적으로 관리 활용할 수 있도록 함으로써 효율성과 활용성이 높은 데이터모델을 만들고자 하였다. 국내 최초로 수행한 선체부착생물정보의 데이터모델링은 선체부착생물정보에 의한 항만환경위해성 관리 및 평가를 위한 프로토타입 데이터모델로서의 역할을 할 것으로 기대된다.

Abstract – This study is data modeling for the management and utilization of Biofouling information, and aims to effectively connect port information, marine environment information, ship arrival and departure information, and biofouling information, and create a data model based on spatial information of the port sea area. The data modeling was performed by dividing it into three areas: reference information, history information, and core information, and defining the detailed configuration data objects (entities), attributes, and relationships between objects. We tried to create a data model with high efficiency and usability by preserving the production information of the research project and at the same time enabling continuous management and utilization of Biofouling information. It is expected that the data modeling of Biofouling information, which was performed for the first time in Korea, will play a role as a prototype data model for managing and evaluating port environmental hazardousness by Biofouling information.

Keywords: Biofouling(선체부착생물), Data Modeling(데이터모델링), ER Model(개체관계모델), Port Information(항만정보), Marine Environment(해양환경)

1. 서 론

선체부착생물은 선박평형수와 함께 외래생물 유입에 따른 해양 생태계 교란 및 종다양성을 저하시키는 주요원인으로 지목되어 왔

다(De Stasio *et al.*[2014];Hyun *et al.*[2016]). 이에 국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)의 해양환경보호위원회(Marine Environment Protection Committee, MEPC)는 선박평형수 관리방안에 대한 국제협약을 채택하였고 2017년 9월에 발효됨으로써 선박평형수를 통한 유해생물의 확산을 방지하는 국제적인 규제의 틀이 마련되었다.

[†]Corresponding author: mariner610@kiost.ac.kr

선체부착생물에 의한 오손(Fouling)은 최근 연구결과에 따르면, 필리핀 호주, 뉴질랜드, 미국 샌프란시스코 등 세계 주요 항과 만에서 선박평형수보다 선체부착생물오손(Hull fouling)을 통한 생태계 교란이 더 심각하다고 보고되고 있다(Chan *et al.*[2015]). 해양생물들의 선체부착으로 인해 선박의 운항속도가 감소하고, 연료소모율이 최대 40%까지 증가됨에 따라 온실가스의 배출량도 함께 증가되며, 부착된 구조물을 부식시켜 구조물 수명을 단축시킬 뿐만 아니라, 부착생물 제거를 위한 시간과 비용도 발생하게 된다(Yebra *et al.*[2004]). 이에 IMO MEPC는 선체부착생물의 위험성을 인식하여 2011년 ‘선체부착생물에 의한 외래위해종 이동 저감을 위한 관리 및 제어 가이드라인’을 공표하였고, 선체부착생물에 대해 환경친화적 규제 및 과학적인 위해성 평가가 필요하다고 명시하였다(MEPC[2011]). 2019년부터는 지침서 개정을 위해 협약 제정을 위한 IMO GloFouling 파트너십 프로젝트가 본격 추진 중에 있다. 2023년 현재 바이오파울링 소위원회 10차 세션에서 바이오파울링 통제 및 관리에 대한 개정지침이 승인되었다(IMO[2023]). 2017년 10월부터 미국 캘리포니아주에서는 300톤 이상의 모든 선박은 ‘Marine Invasive Species Progeam Annual Vessel Reporting Form’을 작성해서 제출하도록 하였고 2018년 1월 이후부터는 선체부착생물 관리계획서 및 기록부 작성 및 제출을 의무화하고 있다.(Hyun *et al.*[2018]). 선체부착생물과 관련한 국제협약에 선제적으로 대응하기 위해 국내에서는 한국해양과학기술원의 주도하에 2019년 ‘선체부착생물(Biofouling)처리기술 개발사업 기획연구’를 거쳐 2021년부터 1단계 5개년으로 ‘선체부착생물 관리 및 평가 기술개발’ 사업을 수행하고 있다. 본 연구는 국내 최초로 추진되고 있는 선체부착생물정보의 관리와 평가를 위한 각종 생산자료, 분석자료, 참고자료를 종합하여 효과적으로 자료를 관리하고 연계, 활용할 수 있는 데이터모델을 작성하고자 하며 데이터의 관리뿐만 아니라 항만환경위해성 평가에 지속적으로 활용할 수 있도록 자료속성과 연

결관계를 정의하고자 하였다. 또한 선체부착생물이 발견되는 공간 범위를 항만공간에서 관할 연안공간으로 확장함으로써 연구사업 기간 동안 선체에서 발견된 부착생물과 더불어 인근 연안에서 발견된 부착성 해양생물정보를 포함하도록 함으로써 지속가능하고 활용도가 높은 데이터모델을 개발하고자 하였다.

2. 연구 자료 및 방법

2.1 대상 자료

연구분야별 업무분석을 바탕으로 기초자료를 수집하여 모델링 대상을 선정하였으며 대상자료 목록은 Table 1과 같다. 외부 참조 정보는 항만, 항계공간데이터, 연안공간데이터, 선박입출항정보, 항만해역의 해양환경관측데이터 등과 같이 항만의 환경을 참조하기 위한 데이터들이며 온라인상으로 공개된 자료를 수집하였다. 선체부착생물 수중제거 및 제거부착물의 중금속 분석정보 등을 보존, 관리하기 위한 데이터와 독성실험결과 데이터가 있으며 선체부착생물에 대한 데이터와 마지막으로 항만해역의 환경농도를 예측하기 위한 해양방오제 모델인 MAMPEC(Marine Antifoulant Model to Predict Environmental Concentrations)에 입력되는 데이터들을 최종 데이터모델링 대상으로 선정하였다.

2.2 데이터모델링 방법 및 절차

데이터모델은 현실 세계의 정보나 데이터를 시스템으로 구축하기 위해 추상화하여 체계적으로 표현한 모형이다. 데이터모델링은 영속성을 갖는 데이터에 대한 시스템 구조를 사람이 이해할 수 있도록 형상화하는 과정이라 할 수 있다. 정보로서 의미 있는 대상을 인지하고, 식별하는 과정(개념모델)을 거쳐 식별한 것을 기호, 도식 등을 통해 추상화하여 표현(논리모델)하고, 정보시스템의 데이터베이스로 구축하기 위해 추상화된 모델을 구체화된 형태로 변환한다

Table 1. Port and biofouling data list

No.	구분	데이터셋
1		국가해양수산생물종목목
2		항만정보(해양수산부)
3		항만항계 공간데이터
4	외부 참조정보	연안해역 공간데이터
5		해양환경측정망 공간데이터
6		해양환경관측데이터
7		선박입출항 정보
8		선체부착물 수중제거
9	선체부착물 수중제거	선체부착물 수중제거 - 중금속 농도
10		선체부착물 수중제거 - 중금속 부하량
11		선체부착물 수중제거 - 중금속 유출율
12		선체청소 배출생물(IWC) 정보
13	독성실험	선체청소 배출생물 독성실험 정보
14	선체부착생물	선체부착생물정보(항만, 연안 부착생물정보 포함)
15	환경위해성평가(MAMPEC)	MAMPEC 입력정보

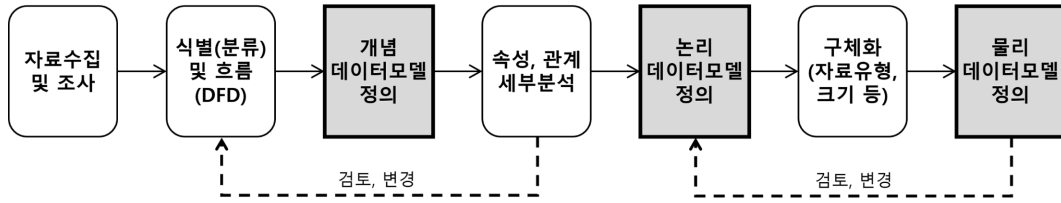


Fig. 1. Data model development process.

(물리모델)(Graeme and Graham[2005]). Fig. 1은 본 연구에서 수행한 데이터모델링 과정을 도식화한 것이다.

데이터모델은 개체관계모델(ER, Entity-Relationship Model), 관계모델(Relational Model), 계층모델(Hierarchical Model), 네트워크 모델(Network Model) 등이 있으며 개체관계모델이 관계형 데이터베이스 설계에 가장 많이 사용되고 있다. 개체관계모델은 엔티티(Entity), 관계(Relationship), 속성(Attribute)으로 구성되며 속성과 관계중 하나 이상의 조합으로 구성된 식별자(Identifier)를 포함한다(Michael and William[1994]).

데이터모델링을 위해 사용한 상용도구는 전문 ER모델링 소프트웨어인 ExERD 3.x 버전을 사용하였다. ExERD는 인공지능형 편의기능, 최단코스 알고리즘, 선배치 작업 자동화, 위상학을 바탕으로 테이블 배치 최적화 등의 첨단 기능을 지원하고 있으며 ERD(Entity Relationship Diagram)을 작성, 관리, 표출하기 위한 제반 기능을 제공하고 있어 데이터모델링을 체계적으로 수행할 수 있다(Tomato System[2023b]). ExERD는 개념모델, 논리모델, 물리모

델을 작성할 수 있으며 완성한 물리모델은 ‘포워드 엔지니어링(Forward Engineering)’기능과 데이터베이스에 접속할 수 있는 자바API(Java Application Programming Interface)인 JDBC(Java Database Connectivity)를 이용하여 타겟 데이터베이스에 자료구조를 자동으로 생성할 수 있다. 본 연구에서의 타겟 데이터베이스는 오픈소스 데이터베이스로 유명한 PostgreSQL12로써 JDBC Driver postgresql-42.3.4 버전을 이용하였다(Tomato System[2023c]). ExERD는 기 구축된 데이터베이스에 접속하여 ERD(Entity Relationship Diagram)를 생성할 수 있는 ‘리버스 엔지니어링(Reverse Engineering)’기능도 제공하고 있다(Tomato System[2023d]).

ERD 작성시, 엔티티 개체간 관계를 설정할 때 식별관계(Identifying Relationship)인지 비식별관계(Non-Identifying Relationship)인지에 따라 실제 데이터베이스 구축시 운영의 난이도가 결정되며 식별관계는 하위개체의 존재 여부가 상위개체에 의존적인 관계이고 ERD 표기시에는 실선으로 표시한다. 비식별관계는 상위개체에 의존적이지 않은 관계로 점선으로 표시하는데 이는 기본키(Primary key)와

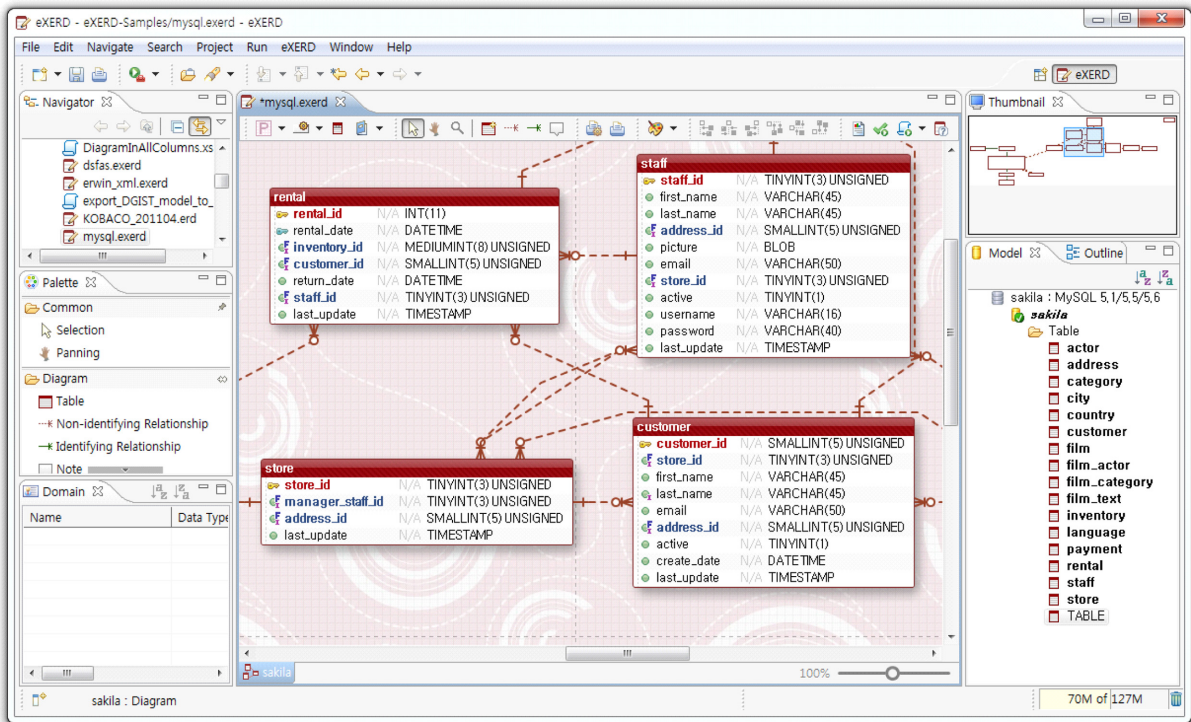


Fig. 2. ERD creation screenshot of ExERD 3.

참조키(Foreign key) 간의 관계가 항상 유지되도록 데이터의 정확성을 보장하는 참조무결성(Referential Integrity)의 엄격함 정도를 결정하는 사항이기도 하다. 본 연구에서는 자료구성 특성을 고려하여 입출력과 수정이 보다 자유로운 방식인 비식별관계로 정의하였다(Tomato System[2023a]).

2.3 데이터모델링 전략

초기 업무분석을 통해 파악한 자료의 흐름은 연구사업 생산자료의 관리, 활용에만 초점이 맞추어져 있어 자칫 정보관리 차원으로 단순화될 우려가 제기되어 관련 연구팀들과 논의를 거쳐 연구사업 종료 이후에도 지속적으로 운영 및 활용이 가능한 선체부착생물정보 중심 체계로 변경하였다(Fig. 3).

선정된 데이터는 총 15개의 단위데이터개체로 정의하였으며 크게 참조정보, 이력정보, 핵심정보의 세가지 영역으로 식별하였다. 외부 참조정보인 항만정보, 해양환경관측정보, 선박입출항정보, 해역공간정보 등은 온라인상 데이터를 수집하여 사용하였으며 연구사업을 통해 직접적으로 생산되는 선체부착생물 수중제거, 제거 부착물 중금속분석, 독성실험, 해양환경농도 예측을 위한 해양방오제 모델인 MAMPEC 입력정보, 선체부착생물정보 등의 나머지 데

이터개체들은 이력정보로 구분하였다. 특히 이력정보 중 선체부착생물정보는 연구사업 종료 이후에도 지속적으로 축적, 관리, 활용할 수 있는 핵심정보로 식별하였다(Fig. 4).

핵심정보로 식별한 선체부착생물정보는 발견시기, 장소, 외래침입종 여부, 위해성 정도 등의 항목들을 항만항계 해역의 공간정보와 연계함으로써 시공간적인 자료 축적 및 활용이 가능하도록 하고 정보를 가시화하여 표출할 수 있는 장점도 있다. 그러나 주요 무역항만을 중심으로한 선체부착생물의 구축은 연구사업의 특성상 자료의 양적인 측면에서 한계가 있어 실질적인 활용도가 저하될 우려가 있다. 따라서 연구사업을 통해 직접적으로 생산되는 선체부착생물정보와 더불어 항만해역 인근 연안에서 기 발견되거나 보고된 부착성 생물들도 모두 잠재적인 선체부착생물로 보고 공간영역을 항만 부근의 연안으로 확장함으로써 추후 데이터베이스 구축시 좀더 활용성이 높은 체계를 구축하고자 하였다. European OCEANIC 프로젝트의 일환으로 추진된 유럽의 선체부착생물정보 데이터베이스 구축, 활용사례를 살펴보면 가장 문제가 많은 대형조류, 선조류, 홍합 및 이매패류, 석회질 튜브웜 등 5가지 생물종을 선정하여 데이터베이스를 구축하였으며 이를 바이오파울링과 관련한 처리기술 개발자, 운영자 및 규제기관에 정보를 제공하여 신속한 의사결정을

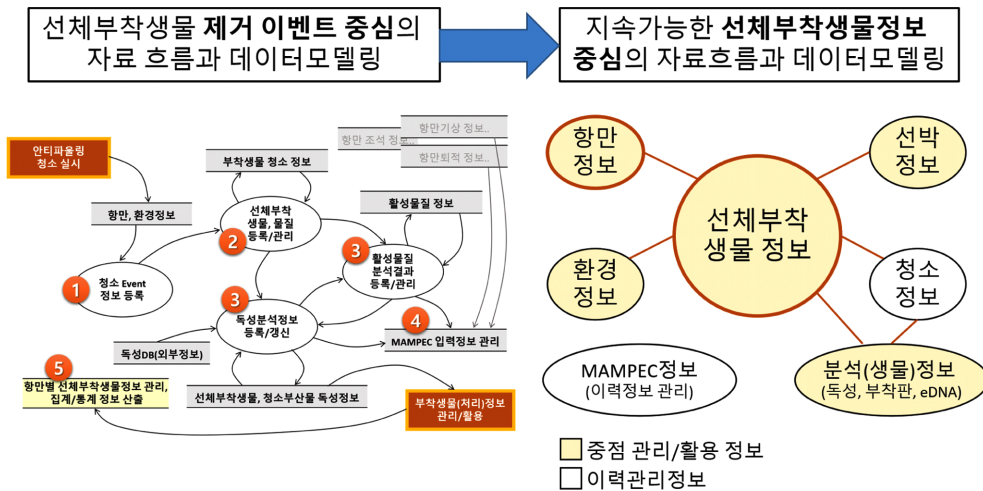


Fig. 3. Port and biofouling data flow.

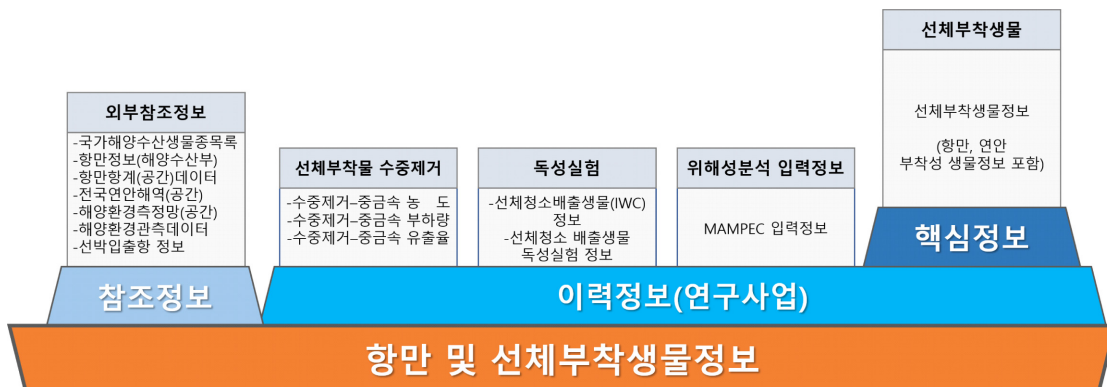
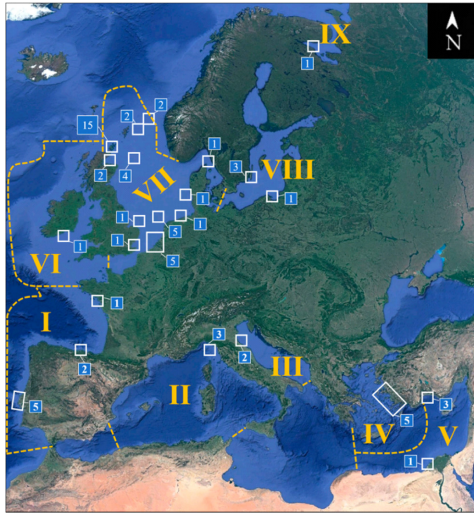


Fig. 4. Identification and composition of port and biofouling information.



Sampling Location Information					
Realm ^a	Temperate Northern Atlantic				
Province ^a	Lusitanian				
Ecoregion ^a	South European Atlantic Shelf				
Country-city	Portugal-Peniche				
Site	AW-Energy WaveRoller test site				
Coordinates	39°22'56.64" N, 9°18'58.68" W				
Distance to land	0.4 km				
Equipment	Metallic and plastic test panels				
Fouling period	12 months				
Depth	5-10 m				
Temperature	12.9 °C (January)-20.2 °C (August)				
Wave height	1.6 m (September)-3.1 m (February)				
Biofouling Sample					
Sample maximum thickness	83.7 mm (at 5 m)				
Sample maximum weight	33.5 kg fresh weight m ⁻² (at 5 m)				
Biofouling Organisms					
Group ^b	Sub-group ^b	Species ^b	Common Name ^b	Max. Size ^c	Max Weight ^d
<i>Polychaeta</i>	<i>Serpulidae</i>	<i>Hydroides</i> sp.	Tubeworm	-	-
		<i>Spirobranchus</i> sp.	Christmas tree worms	-	-
<i>Bryozoa</i>	<i>Gymnolaemata</i>	<i>Bugula</i> sp.	Bryozoan	-	3.7 ^e
<i>Crustacea</i>	<i>Cirripedia</i>	<i>Perforatus perforatus</i>	Acorn barnacle	22.1 ^e	5.1 ^e
<i>Mollusca</i>	<i>Bivalvia</i>	<i>Anomia ephippium</i>	Saddle oyster	5.9 ^f	0.001 ^f
		<i>Hiattella arctica</i>	Wrinkled rock borer	12.1 ^e	0.05 ^e
		<i>Musculus costulatus</i>	Flat striped shell	-	-
		<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Mediterranean mussel	89.6 ^e	23.8 ^e

^a Ref. [127]; ^b WoRMS, <http://www.marinespecies.org>; ^c in mm; ^d in kg fresh weight m⁻²; ^e at 10 m; ^f at 5 m.

Fig. 5. Examples of european database for marine biofouling.

지원하기 위한 데이터베이스 및 위치정보기반의 Biofouling매핑 체계를 구축하였다(Vinagre et al.[2020]). 데이터베이스 및 매핑 범위는 유럽 20여개국과 9개 해양생태해역을 포함하며 해역내 다양한 인공구조물 및 재료에 대한 바이오파울링 발생특성 내용을 포함하고 있다.

Fig. 5는 유럽의 바이오파울링 데이터베이스 구축, 활용사례로써 유럽 9개 해양생태구역에 대해 바이오파울링 데이터베이스를 구축한 사례이다. Fig. 5의 좌측 그림은 9개 해양생태해역이며 우측은 데이터베이스의 항목 및 입력예를 보여주고 있다.

유럽의 사례를 살펴본 바와 같이 선체부착생물정보를 해양공간정보와 연계하여 관리함으로써 보다 직관적인 정보가시화 효과를 얻고자 하였으며 자료의 집계, 분석의 결과를 쉽게 나타내고 설명할 수 있어 관련 의사결정 지원을 위한 핵심적인 정보인프라를 확보하는데 목적을 두고 있다. 따라서 이러한 잇점을 국내상황에도

적용하고자 주요 무역항의 항계공간데이터와 더불어 전국 연안을 구획한 연안해역도 공간으로 범위를 확장함으로써 추후 선체부착생물정보에 대한 각종 정량적 집계, 분석을 용이하도록 하고자 하며 공간주제도를 이용한 정보시각화 뿐만 아니라 축적되는 자료를 통한 시계열적 변화를 모니터링 할 수 있게 된다(Fig. 6).

즉, 선체부착생물정보를 항만(항계) 공간정보와 더불어 관한 연안해역공간과도 필수적으로 매칭하도록 함으로써 항만 및 인근연안에서 발견된 부착성 해양생물정보를 보다 폭넓게 수용할 수 있다. 선체부착생물정보에 대한 통합관리전략은 정보활용성을 향상시키는 효과가 있으며 지속적으로 정보가 축적될 경우, 선체부착생물정보에 대한 중장기 시공간적 분석이 가능해질 것이다. Fig. 7은 대상 데이터개체들을 항만명과 연안명으로 연계하는 데이터모델 구성방안을 나타내고 있다.



Fig. 6. Data model improvement plan through expansion of spatial range.

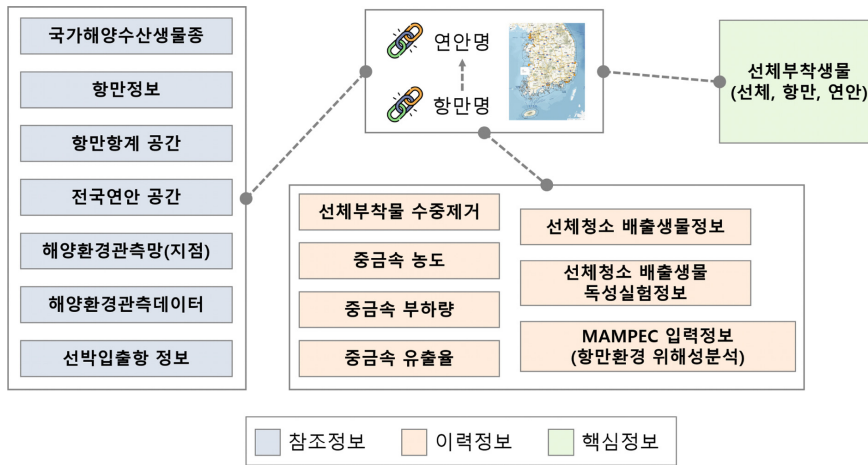


Fig. 7. Spatial information based port and biofouling data model composition plan.

3. 결과 및 고찰

항만 및 선체부착생물 데이터베이스 구축을 위한 데이터모델은 총 15개 엔티티와 300개의 항목으로 정의하였으며 각각의 객체는 유일식별자인 주기(Primary key)와 참조식별자인 보조키(Foreign

key)를 정의하였다. Fig. 8은 본 연구에서 개발한 데이터모델을 표현한 ERD 이다. 외부 참조정보로는 국가해양수생생물종, 항만정보, 항만항계 공간데이터, 전국연안 공간데이터, 해양환경관측망 공간데이터, 해양환경관측데이터, 선박입출항정보의 총 7개의 엔티티가 있으며 주로 항만과 항만 주변의 해양환경을 참조하기 위한

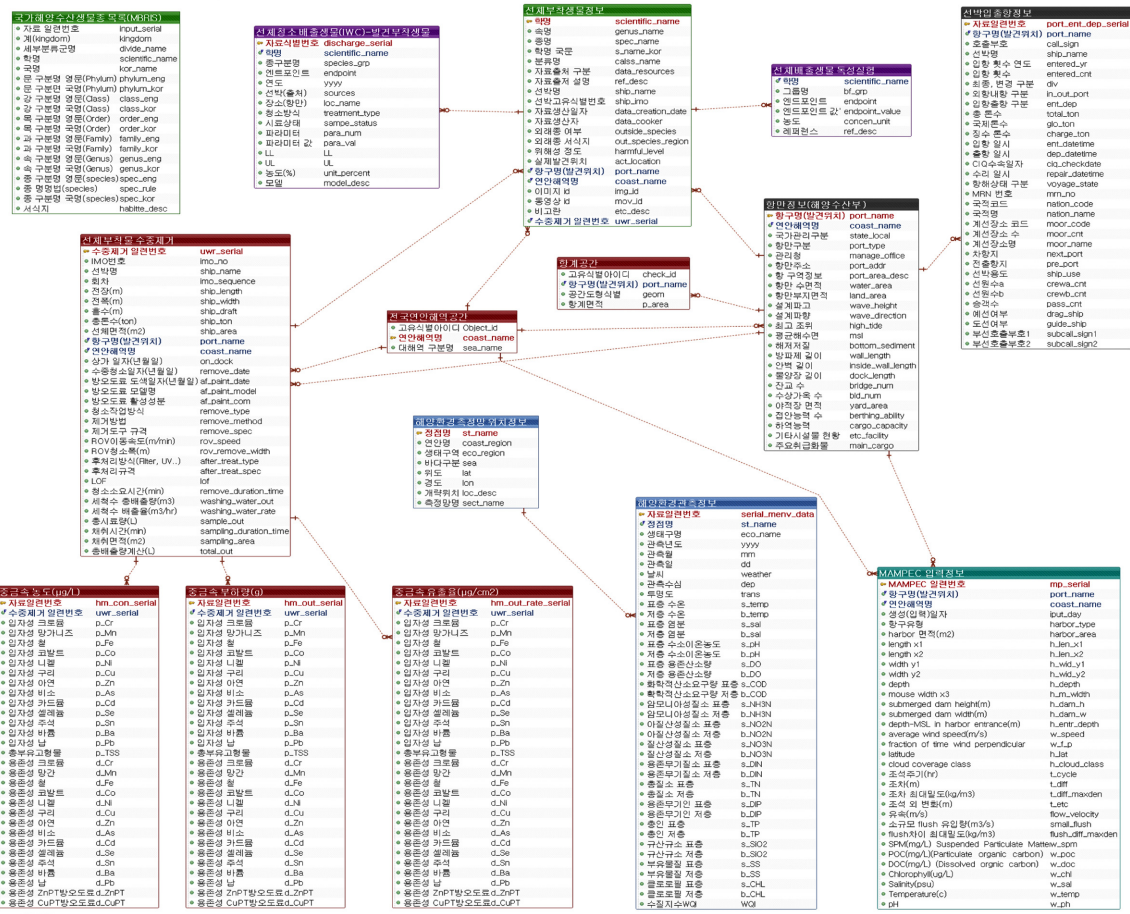


Fig. 8. Port and biofouling data model's ERD.

목적과 항만, 연안 공간정보를 이용하여 정보를 연계하고 가시화하기 위함이다. 모든 항만은 연안해역 공간에 포함되므로 선체에서 직접적으로 발견된 부착생물 이외에도 해당 항만주변과 인근연안에서 발견되거나 보고된 부착성 해양생물종에 대한 정보를 함께 관리할 수 있어 좀 더 폭넓은 데이터베이스 구축이 가능해진다. 이력정보로는 선체부착생물 제거 관련정보와 제거물에 대한 중금속농도, 부하량, 유출물등의 분석결과 및 제거한 부착생물에 대한 독성실험결과를 관리할 수 있도록 하였다. 또한 항만해역의 환경농도를 예측하기 위한 해양방오제 모델인 MAMPEC의 입력자료를 보존 관리함으로써 항만해양환경에 대한 모델분석 이력정보를 보존, 관리 및 재사용할 수 있도록 하였다.

데이터모델 개체 중 가장 중요하고 효용성, 활용성 측면에서 핵심이 되는 선체부착생물정보의 속성 및 세부내용은 Table 2와 같다. 생물종의 학명(Scientific name)을 중심으로 선체, 항만, 연안, 문헌, 기타의 5가지 자료출처구분을 필수적으로 정의하도록 하였고 연안해역명과 함께 빈값(Null value)을 허용하지 않도록 하였다. 즉, 항만명이 누락될 수는 있어도 연안해역명을 누락할 수는 없기 때문에 위치(공간)정보를 반드시 매칭하도록 하였다. 외래종 여부 식별항목과 위해성정도 항목은 외래 침입종에 대한 정보로써 위해정도를 매우높음, 높음, 보통, 낮음, 매우낮음의 5점척도로 정의하였으며 선박정보와 수중제거 일련번호를 포함함으로써 수중제거로 인해 발견되는 생물정보와도 연계되어 종합적인 선체부착생물정보의 관리 및 활용이 가능하도록 정의하였다.

항만 및 선체부착생물 주요 데이터개체의 선정을 통해 정의한 각

각의 속성과 관계를 논리데이터모델로 작성한 후, 자료의 물리명, 자료유형, 자료크기, 제약사항 등을 추가로 정의한 물리데이터모델을 정의하였다. 작성한 물리데이터모델은 포워드 엔지니어링 작업을 통해 데이터베이스의 자료구조와 식별자, 주키, 보조키, 제약사항 등 대상 데이터베이스 스키마로 생성할 수 있으므로 항만 및 선체부착생물 데이터베이스 구축과 웹기반 정보시스템 개발을 고려한 데이터인프라 구축 리소스를 확보하였다. 그러나 유럽의 경우처럼 선체부착생물 수중제거샘플의 크기와 부착생물 단위개체에 대한 상세 데이터베이스를 구축하는 등 선체부착생물을 좀더 정량적으로 다루려는 세부적인 접근은 참고할 필요가 있으며 이는 처리기술 단계에서 실현되어야 자료생산이 가능한 사항이므로 충분히 고려해 보는 것이 바람직할 것이다.

4. 결 론

선체부착생물은 선박의 운행효율을 현저하게 감소시켜 탄소배출을 증가시키며 선체를 부식시켜 관리비용을 증가시킬 뿐만 아니라 해양생태 교란 등 해양환경에도 큰 위협이 되고 있어 이를 저감하기 위한 처리기술 개발과 해양환경보호 방안이 각국에서 활발히 연구되고 있는 반면, 바이오파울링의 발생양상과 처리기술이 국가별로 상이하므로 방법론이 정립되어 있지 않다. 국내에서 최초로 시도되고 있는 선체부착생물 관리 및 평가기술 개발 연구사업 또한 크게 다르지 않은 상황이며 항만 및 선체부착생물정보를 체계적으로 관리하기 위한 정보구축과 활용방법이 전무한 상황이다. 따라서 본

Table 2. Attributes and specifications of biofouling entity

선체부착생물정보 (bf_bio_info)				
No.	논리명	물리명	자료유형(자릿수)	널값 허용
1	학명(PK)	scientific_name(PK)	VARCHAR	NOT NULL
2	속명	genus_name	VARCHAR	NULL
3	종명	spec_name	VARCHAR	NULL
4	학명 국문	s_name_kor	VARCHAR	NULL
5	분류명	calss_name	VARCHAR	NULL
6	자료출처 구분	data_resources	VARCHAR	NOT NULL
7	자료출처 설명	ref_desc	VARCHAR	NULL
8	선박명	ship_name	VARCHAR	NULL
9	선박고유식별번호	ship_imo	VARCHAR(7)	NULL
10	자료생산일자	data_creation_date	VARCHAR(8)	NULL
11	자료생산자	data_cooker	VARCHAR	NULL
12	외래종 여부	outside_species	VARCHAR(1)	NULL
13	외래종 서식지	out_species_region	VARCHAR	NULL
14	위해성 정도	harmful_level	VARCHAR	NULL
15	실제발견위치	act_location	VARCHAR	NULL
16	항구명(발견위치)(FK)	port_name(FK)	VARCHAR	NULL
17	연안해역명(FK)	coast_name(FK)	VARCHAR	NOT NULL
18	이미지 id	img_id	VARCHAR	NULL
19	동영상 id	mov_id	VARCHAR	NULL
20	비고란	etc_desc	VARCHAR	NULL
21	수중제거 일련번호(FK)	uwr_serial(FK)	SERIAL	NULL

연구를 통해 수행한 데이터모델링은 우리나라 환경에 적합한 선체부착생물 정보의 관리, 활용 기반을 최초로 수립하는 중요한 결과물로서 추후 구축될 항만 및 선체부착생물 데이터베이스의 스키마를 생성하는 설계도가 될 뿐만 아니라 웹기반 정보시스템을 설계, 개발하기 위한 핵심 데이터인프라 리소스이다. 또한 연구사업의 생산자료 보존과 더불어 사업종료 이후에도 지속적으로 선체부착생물 정보를 축적하고 활용 가능한 데이터모델을 개발, 제시하였다는데 큰 의의가 있으며 대내외적으로 선체부착생물정보의 체계적인 구축 및 활용을 위한 프로토타입 데이터모델로서의 역할이 기대된다. 그러나 유럽의 사례에서 보았듯이 선체부착생물을 보다 정량적으로 다루기 위한 부착생물자체의 상세항목들은 추후 좀더 고려할 필요가 있으며 이는 현장에서의 제거방법, 채집방법 등이 모두 정립되어야 하는 문제이므로 처리기술의 발전단계에 따라 데이터모델을 적절히 수정, 보완해 나가는 것이 바람직할 것이다.

후 기

본 연구는 한국해양과학기술원 연구사업 “선체부착생물 관리 및 평가기술 개발 사업(PM63520)”의 지원으로 수행하였습니다.

References

- [1] Chan, F.T., MacIsaac, J.J. and Bailey, S.A., 2015, Relative importance of vessel hull fouling and ballast water as transport vectors of nonindigenous species to the Canadian Arctic, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 72(8), 1230-1242.
- [2] De Stasio, B.T., Schrimpf, M.B. and Cornwell, B.H., 2014, Phytoplankton communities in Green Bay, Lake Michigan after invasion by dreissenid mussels: Increased dominance by cyanobacteria, *Diversity*, 6(4), 681-704.
- [3] Simsion, G.C. and Witt, G.C., 2005, What is Data Modeling, in: *Data Modeling Essentials*, third ed., Elsevier Inc., San Francisco, 16-25.
- [4] Hyun, B., Jang, P.-G., Shin, K., Kang, J.-H. and Jang, M.-C., 2018, Ship's Hull Fouling Management and In-Water Cleaning Techniques, *J. Korean Soc. Mar. Environ. Saf.*, 24(6), 785-795.
- [5] Hyun, B., Shin, K., Jang, M.C., Jang, P.G., Lee, W.J., Park, C. and Choi, K.H., 2016, Potential invasions of phytoplankton in ship ballast water at South Korean ports, *Marine and Freshwater Research*, 67(12), 1906-1917.
- [6] IMO, Sub-Committee on Pollution Prevention and Respose (PPR10), <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/PPR-10th%20session.aspx>, 24-28 April 2023, 2023 (accessed 2023.5.9).
- [7] MEPC, 2011, Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimise the Transfer of Invasive Aquatic Species.
- [8] Michael C. Reingruber, William W. Gregory, 1994, Data Modeling Rules. in: *The Data Modeling Handbook : A Best-Practice Approach to Building Quality Data Models*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 57-206.
- [9] Tomato System, eXERD3 E-R Modeler Guide: Connecting Relationship, http://exerd.com:8081/help/topic/com.tomato.exerd.help/html/gettingstarted/diagramEditing/diagramEditing.html?cp=3_3_4_4#addNewRelation, 2023a (accessed 2023.05.09)
- [10] Tomato System, eXERD3 E-R Modeler Guide: Diagram Editing, http://exerd.com:8081/help/topic/com.tomato.exerd.help/html/gettingstarted/diagramEditing/diagramEditing.html?cp=3_3_4_4, 2023b (accessed 2023.04.15)
- [11] Tomato System, eXERD3 E-R Modeler Guide: JDBC (Java Database Connectivity), <http://127.0.0.1:2502/help/topic/com.tomato.exerd.help/html/gettingstarted/jdbcDriver/jdbcDriver.html>, 2023c (accessed 2023.04.28)
- [12] Tomato System, eXERD3 E-R Modeler Guide: Reverse Engineering, <http://127.0.0.1:2502/help/topic/com.tomato.exerd.help/html/gettingstarted/reverseEngineer/reverseEngineer.html>, 2023d (accessed 2023.04.28)
- [13] Vinagre, P.A., Simas, T., Cruz, E., Pinori, E., Svenson, J., 2020, Marine Biofouling: A European Database for the Marine Renewable Energy Sector, *J. Mar. Sci. Eng.*, 8, 495, <https://doi.org/10.3390/jmse8070495>.
- [14] Yebra, D. M., S. Kiil and K. Dam-Johansen(2004), Antifouling technology - past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings, *Progress in organic coatings*, 50(2), 75-104.

Received 12 June 2023

Revised 14 July 2023

Accepted 2 August 2023