

GIS를 활용한 해양활동공간 중첩구역 산출 자동화 모형개발

김범규¹ · 박용길² · 최현우³ · 김태훈^{4*}

Development of an Automated Model for Selecting Overlapping Areas of Marine Activity Zone using GIS

Bum-Kyu KIM¹ · Yong-Gil PARK² · Hyun-Woo CHOI³ · Tae-Hoon KIM^{4*}

요 약

현재 해양은 이용과 보전간의 갈등이 심화되고 있어 이를 해양공간의 핵심가치별로 사전에 정의하여 관리하는 실효적인 방법의 도입이 필수적이다. 이에 해양공간계획을 통해 해양을 9개의 용도구역으로 구획하여 관리하도록 하고 있지만 대상 해양공간에서 상호 배타적인 활동이 중첩되는 공간에 대한 분석은 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 해양의 핵심가치가 상충되는 공간을 도출하기 위한 자동화 모형을 개발하였다. 해양활동을 분석하기 위해 가용 가능한 해양활동 자료를 수집하고 이중 상호배타적인 해양활동의 분석에 필요한 항목을 도출하였다. 도출된 항목을 법정구역과 특성구역으로 분류한 후 중첩이 발생할 시 우선순위를 지정하기 위해 항목간의 쌍대비교를 통한 상충분석표를 제작하였다. 지정된 우선순위를 바탕으로 자동화 모델을 개발하여 해양의 활동이 상충되는 해역을 도출하여 가시화하고 상충되는 면적을 산출하였다. 이를 활용하여 해양공간계획을 수립함에 있어 주요 이슈가 발생하는 해역을 명확하게 도출하여 의사결정의 효율성을 높일 수 있을 것이라 판단된다.

주요어 : 해양공간계획, 상충분석, 모델빌더

ABSTRACT

Currently, the conflict between use and conservation of the ocean is intensifying in the ocean, so it is essential to introduce an effective method to define and manage it in advance for each core value of ocean. Accordingly, although the ocean is divided into nine marine use zone and managed through marine spatial planning, the analysis of the sea areas where mutually exclusive activities overlap in the ocean is insufficient. In this

2022년 08월 31일 접수 Received on August 31, 2022 / 2022년 09월 25일 수정 Revised on September 25, 2022 / 2022년 09월 26일 심사완료 Accepted on September 26, 2022

1 한국해양과학기술원 연수생 Student Apprentice, Korea Institute of Ocean Science & Technology

2 한국해양과학기술원 박사후연구원 Post Doctoral Scientist, Korea Institute of Ocean Science & Technology

3 한국해양과학기술원 책임기술원 Principal Researcher, Korea Institute of Ocean Science & Technology

4 한국해양과학기술원 기술원 Researcher, Korea Institute of Ocean Science & Technology

* Corresponding Author E-mail : thkim00@kiost.ac.kr

study, an automated model was developed to derive a sea areas where the core values of the ocean conflict. In order to analyze marine activities, available data on marine activity were collected, and data necessity for the analysis of mutually exclusive marine activities were derived. After classifying the derived data into legal and characteristic data, a conflict matrix was prepared through pairwise comparison between data to designate priorities when overlapping occurs. Based on the designated priorities, an automation model was developed, and sea areas where marine activities conflicted were derived, visualized, and area calculated. Using this, it is judged that the efficiency of decision-making can be improved by clearly deriving the sea areas where major issues occur in establishing the marine spatial planning.

KEYWORDS : *Marine Spatial Planning, Conflict Analysis, Model Builder*

서론

현재 해양은 이용 및 보전간의 갈등이 심화되고 있어 효과적인 관리를 위해서는 해양생태계, 관광, 어업활동, 개발 등 해양공간의 핵심이용 가치별 용도를 사전에 설정하는 실효적인 방법의 도입이 필수적이다(Kim *et al.*, 2018; Choi *et al.*, 2016). 지난 20년간 세계 여러 국가들이 해양의 관리를 위해 인간의 활동정보를 수집·구축하고 있으며 이에 대한 중요성을 강조하고 있다(Cho and Choi, 2018).

이에 우리나라는 2018년 4월 「해양 해양공간계획 및 관리에 관한 법률, 이하 “해양공간계획법”」을 제정하였다. 해양공간계획법은 해양생태계의 가치, 개발 잠재력 등을 종합적으로 고려하여 지속 관리할 수 있는 방향을 사전에 설정하는 것으로 9개의 용도구역으로 정의하여 관리하고 있다. 용도구역은 해양공간의 이용·개발 및 보전 활동을 합리적으로 배분·관리하기 위하여 해양공간특성평가 결과 등을 고려하여 구획하도록 하였다. 어업활동보호구역은 먼허어업·허가어업 등 어업활동을 보호·육성하고 수산물의 지속가능한 생산을 위하여 필요한 구역, 골재·광물자원개발구역은 바다에서 골재 및 광물자원의 효율적·안정적 공급을 위하여 필요한 구역, 에너지개발구역은 해양에너지 개발과 생산을 위하여 필요한 구역, 해양관광구역은 해양관광 기능의 유지 및 개발이 필요한 구

역, 환경·생태계관리구역은 해양환경·생태계 및 경관의 보전 및 관리가 필요한 구역, 연구·교육보전구역은 해양수산 연구와 교육활동을 위하여 필요한 구역, 항만·항행구역은 항만기능의 유지와 선박의 안전운항 등을 위하여 필요한 구역, 군사활동구역은 국방 및 군사 시설을 보호하기 위하여 필요한 구역, 안전관리구역은 해양에 설치한 시설물의 보호 및 해양안전을 위하여 필요한 구역이다. 이러한 용도구역을 지정함에 있어 해양의 현황도 다양한 주체들의 활동 특성을 파악하여 상충을 최소화하는 과정을 통해 용도를 구획해야 한다(Lee and Lim, 2013). 하지만 해양은 육상과 달리 물리적 경계가 존재하지 않아 같은 공간에서 다양한 활동이 동시에 일어나는 경우가 발생한다. 따라서 효율적인 용도구역의 구획을 위해서는 각 해양활동의 특성을 고려한 공간범위를 자료화 하여 점유하는 공간에서의 가치를 평가하고 활동간 상호 비교 및 분석을 통하여 중첩구역의 조정과정이 필수적이다.

해양공간계획법 상 용도구역의 경우 군사, 연구교육, 안전관리를 제외한 6개는 중복구획이 불가능하기 때문에 중첩된 공간은 높은 특성을 가진 용도가 우선순위로 지정된다. 이에 해양특성이 중첩되는 구역 중에는 상호 공존이 가능한 구역도 존재하지만 상호 활동이 상충이 일어나서 공존할 수 없는 구역도 존재한다. 따라서 해양공간관리계획 및 용도변경 시 이를 명확히 구분하고 관리 할 수 있는 방안을 마련해야 한다.

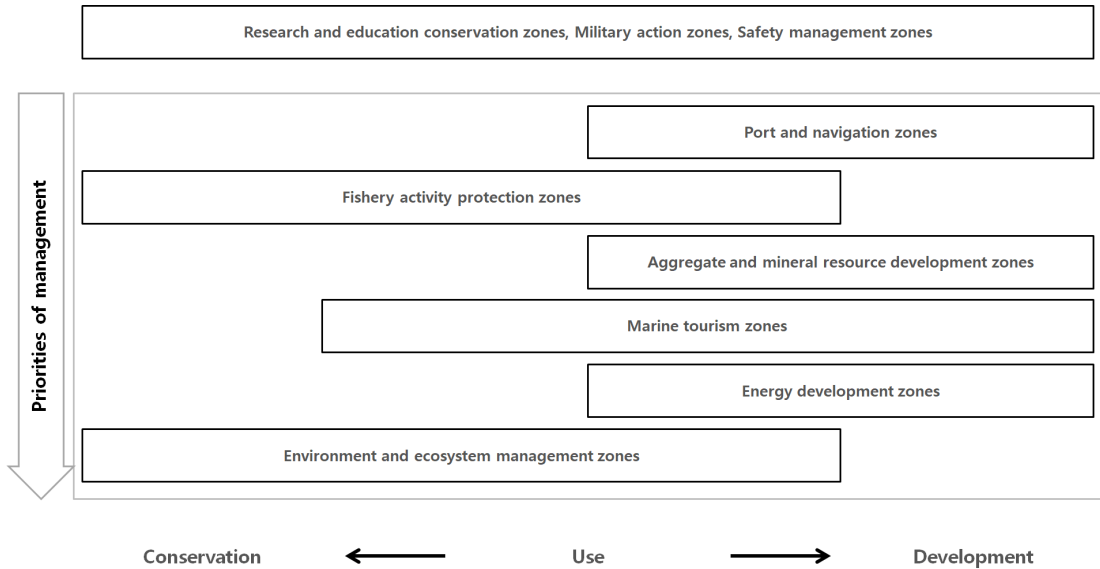


FIGURE 1. Priorities, conservation, use and development status of MSP management

용도구역 계획 시 연구·교육보전구역, 군사 활동구역, 안전관리구역의 경우 상호 배타적 행위가 일어나지 않음으로 중복하여 용도구역이 지정이 가능하지만 어업활동보호구역, 골재·광물자원개발구역, 에너지개발구역, 해양관광구역, 환경·생태계관리구역, 항만·항행구역은 상호 중첩이 불가능하다(그림 1). 중첩이 불가능한 6개 해양용도구역에 한하여 해양 활동이 중첩될 경우 자연환경, 사회경제적 여건 및 주변 해역의 이용·보전 현황 등을 고려하여 공존이 가능한 구역에 대해서는 관리의 우선순위를 설정하는 관리공간의 도출이 필요하다.

육상 및 해양에서 공간의 가치를 평가하고 효율적인 관리에 관한 선행연구를 분석하였다. Yim *et al.*(2016)은 제한된 환경에서의 해양공간관리를 수행하기 위해 해역적성평가의 활용가능성을 제시하였고, Kim *et al.*(2018)은 다양한 활동이 동시에 이루어지는 해양의 특성을 고려하기 위해 해양공간특성평가를 활용하여 해양공간을 핵심가치별로 수치화하였다. 육상의 경우 Lee(2021)이 도시화가 완료된 지역을 토지적성평가를 통해 정량적으로 평가하였다.

국외 연구사례로는 Azizi *et al.*(2014)은 GIS

기법을 활용하여 환경, 기술, 경제 등 세 가지 주요기준으로 선정한 13개의 자료를 바탕으로 풍력 발전소 부지 선정을 위한 토지 적합성 평가를 수행하였고, Vasu *et al.*(2018)은 토양의 특성과 잠재력을 파악하여 해당 토지의 용도의 적합성을 평가하고 국지적 수준의 토지사용계획을 제안하였다. 모델 빌더를 활용한 자동화 연구방안에 관한 선행연구로써 Kum *et al.*(2011)은 모델 빌더를 활용하여 토양유실 우선관리 지역을 선정하였으며, Lee(2014)의 연구에서는 항공라이다 자료를 활용하여 수목추출의 자동화 모델을 개발하는 연구를 수행하였다.

선행연구에서는 정량적인 평가기법을 활용하여 대상 공간의 핵심가치를 파악하고 수치화하였다. 그러나 이는 해당 공간에서 대상 행위의 발생 존재여부만을 나타내고 있어 핵심가치가 상충되는 공간을 파악하기에는 어려움이 있다. 또한 명확한 용도를 구획하고 효율적인 공간의 사용을 위한 분석은 수행되었지만 대부분 육상에 한하여 분석을 진행하여 해양공간의 분석에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 해양에서 일어나는 해양활동을 도출하고 상호 중첩이 가능한 공간과 중첩이 불가능한 항

목을 분류하여 정의된 항목들에 대한 공간분석을 통해 관리가 필요한 공간을 효율적으로 산출하기 위한 자동화 모델을 개발하고자 한다.

연구방법

1. 연구대상지역

본 연구에서는 전라북도의 해양공간계획의 용도구역을 구획함에 있어 상충이 발생하는 구역을 도출하기 위해 그림 2의 범위를 연구지역으로 선정하였다. 전북해역은 반도와 만이 연속하게 분포하여 해안선이 복잡하며 해상풍력 개발, 고군산군도 주변의 항만 개발, 갯벌복원, 철새생태지구 조성 등 개발 및 보전에 관한 해역의 상충되는 이슈가 존재한다. 전북의 환경·생태적 특성으로 고군산군도 주변으로 특정도서가 16개로 전국의 11.9%를 차지하며, 고창갯벌 등

습지보호지역과 변산반도 국립공원이 존재한다. 주요 이슈로 선유도해수욕장 및 고창갯벌 일부에 해양보호생물(멸종위기종 2급)인 흰발농게 서식지가 분포한다. 어업특성으로 곰소만을 포함한 연안해역을 중심으로 양식장이 다양하게 분포하고 있으며, 양식으로 인한 어업생산량이 2016년 이래로 증가하고 있다. 이용 및 개발특성으로 서남권 해상풍력 2차 실증단지가 조성되고 있으며, 무역항인 군산항과 더불어 신항만구역개발이 추진되는 등 항행활동이 활발하게 이루어지고 있다.

2. 해양활동 자료 및 분석 항목 도출

해양공간계획을 위해서는 대상해역의 가용 가능한 공간자료를 수집하고 활용 가능하도록 처리·가공·분석을 수행하는 과정이 필요하며,

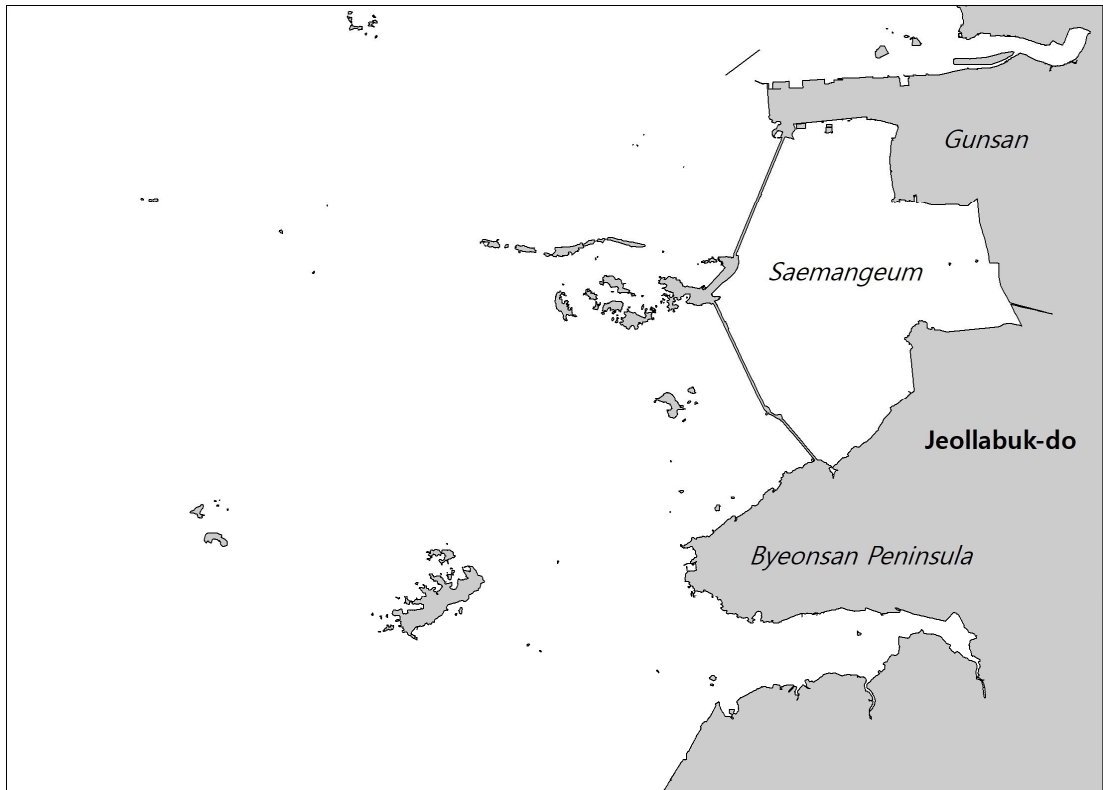


FIGURE 2. Jeollabuk-do sea in study area

이를 핵심가치별로 검토하여 분류할 필요성이 있다(Kim *et al.*, 2017). 이에 해양의 활동이 중첩되는 공간을 파악하기 위한 자료를 수집하고 이를 용도구역별로 분류하여 가용 가능한 자료를 파악하였다(표 1).

가용 가능한 자료로 어업활동보호구역은 양식장(면허어업 · 마을어업), 어항(국가어항 · 지방어항 · 소규모정주어항), 수산자원관리수면(수산자

원관리수면 · 보호수면), 어획량 및 어선밀집구역(어획량 · 어획실적 · V-PASS 어선밀집도)이 존재하며 골재 · 광물자원개발구역은 광업권(광업권 · 채굴권 · 탐사권), 골재부존도(바다골재채취허가 · 골재부존도)가 있다. 에너지개발구역은 발전소(화력발전소 · 원자력발전소 등), 발전예정단지(해상풍력발전예정단지 · 조력발전예정단지 등), 에너지부존자원(조류에너지 · 풍력에너지

TABLE 1. Marine spatial data list

Marine use zone	Classification	Data
Fishery activity protection zones	Fish farms	Fishing Licenses · Communal fishing business
	Fishery harbors	State-owned fishery harbor · Local fishery harbor · Fishery harbor located in a fishing village
	Waters for fishery resources management	Waters for fishery resources management · Protected waters
	Catch and Fishery activity space	Catch data · V-PASS data
Aggregate and mineral resource development zones	Mining right	Mining right · Exploration right · Extraction right
	Untapped quantity of aggregate	Permission for marine sand mining · Untapped quantity of aggregate
Energy development zones	Power plant	Thermoelectric power plant · Nuclear power plant · etc.
	Planned area of power plant	Planned area of thermoelectric power plant · Planned area of nuclear power plant · etc.
	Energy endowed resources	Tidal current energy · Wind energy · etc
Marine tourism zones	Beach	Designated and publicly beach · Coastal Management Zone Planning beach
	Marina	Marina · Marina facilities · Planned area of Marina
	Fishing point	The rocks on the seashore fishing point · Shipboard fishing point · Leisure fishing grounds
	Marine leisure zone	Leisure and tourism areas · Marine culture facility areas · Marine leisure activity zone
	Leisure fishing activity zone	V-PASS leisure fishing activity zone
Environment and ecosystem management zones	Tidal flats and marine flora	Tidal flats · Halophyte · Seagrass · Seaweed/Ascidians
	Marine organisms species under protection	Marine reptiles · Anthozoa · Sea horse · Marine invertebrate
	Protected marine areas	Protected marine areas · Protection area of the cultural heritage · National park · Wetland protection area · Marine ecosystem protection areas · Marine biological protection area
	Marine ecology map and marine biological diversity index	Marine ecology map · Marine biological diversity index
Port and navigation zones	Protection island	Specific islands · Uninhabited islands under absolute conservation · Uninhabited islands under quasi-conservation
	Harbor zone	International trade port · Coastal port · Planned area of new harbor construction
	Navigable waterways	Waterways · Traffic separation scheme
	Anchorage and specific sea areas for traffic safety	Anchorage · Specific sea areas for traffic safety
	Navigation density of vessels	GICOMS data

지 등)이 있으며 해양관광구역은 해수욕장(국가 지정 해수욕장·연안관리지역계획 기능구 해수욕장), 마리나(마리나·마리나시설·마리나예정구역), 낚시포인트(갯바위낚시포인트·선상낚시포인트·유어장), 레저낚시활동구역(V-PASS 레저낚시활동구역)이 있다. 환경·생태계관리구역은 갯벌 및 해양생물(갯벌·염생식물·잘피·해조류·해초류), 보호대상해양생물종(파충류·산호충류·해마·무척추동물), 해양보호구역(해양보호구역·문화재보호구역·국립공원·습지보호지역·해양생태계보호구역·해양생물보호구역), 해양생태도 및 해양생물다양성지수(해양생태도·해양생물다양성지수), 보호도서(특정도서·절대보전 무인도서·준보전 무인도서)가 있으며 항만·항행구역은 항만구역(무역항·연안항·신항만건설예정지), 항로(항로·통항분리제도), 정박지 및 교통안전특정해역(정박지·교통안전특정해역), 선박활동구역(GICOMS : General Information Center on Maritime Safety and Security)이 있다(Chang *et al.*, 2018).

분류한 용도별 해양활동 자료는 수산업법 제4조에 의한 면허어업(KLIC, 2022a), 항만법 제2조제4항에 의거한 항만구역(KLIC, 2022b)과 같이 개별법에 의해 국가 혹은 지자체에서 법령으로 지정된 구역이 있는 자료도 있으며, 선박통항밀집과 같이 국가자료를 분석하여 개별 활동이 빈번하게 일어나는 특성을 도출한 자료

도 있다. 따라서 해양활동이 중첩된 구역의 상충과 공존 여부를 판단하기 위해서는 비교가 가능한 항목으로 재분류가 필요하였다. 본 연구에서는 해양활동 특성을 규명하기 위해서 법적으로 허가를 받아서 이용하는 구역 또는 지정된 구역을 법정구역 이라고 명명하고, 그 외에 해당용도와 관련이 있는 활동이 빈번하게 일어나는 구역을 특성구역 이라 하였다.

각 용도별로 상호 중첩이 일어나는 경우 반드시 공존이 불가능한 경우 우선순위를 고려하여 용도를 조정하거나 혹은 공존이 가능한 경우 차순위 용도로 활용하기 위해 관리구역으로 지정해야 한다. 따라서 상호 중첩이 발생하여 조정이 필요한 항목을 중심으로 중첩분석을 수행하기 위한 자료를 표 2와 같이 정리하고 가시화하였다(그림 3). 어업활동보호구역의 경우 양식장·어항, 골재·광물자원개발구역은 광업권, 에너지개발구역의 경우 발전소·발전예정단지, 해양관광구역은 해수욕장·마리나, 환경·생태계관리구역은 해양보호구역·보호도서, 항만·항행구역은 항만구역·항로를 법정구역으로 하였다. 특성구역의 경우 어업활동보호구역은 어획량·어선밀집구역, 해양관광구역은 레저낚시활동구역, 환경·생태계관리구역은 해양생태도·생태특성구역, 항만·항행구역은 대형선박의 밀집도가 높은 해역으로 하였다.

중첩분석 자동화 모형의 알고리즘 구현을 위

TABLE 2. Data list needed overlay analysis

Marine use zone	Legal Zone	Characteristics Zone
Fishery activity protection zones	Fish farm · Fishery harbors	Fishery activity space
	Waters for fishery resources management	
	Fishery harbors	
Aggregate and mineral resource development zones	Mining right	-
Energy development zones	Power plant	-
Marine tourism zones	Beach	Leisure fishing activity zone
	Marina	
Environment and ecosystem management zones	Legal marine protected zone	Ecosystem characteristics zone
		Marine ecology map
Port and navigation zones	Waterway	General ship activity zone
	Harbor zone	

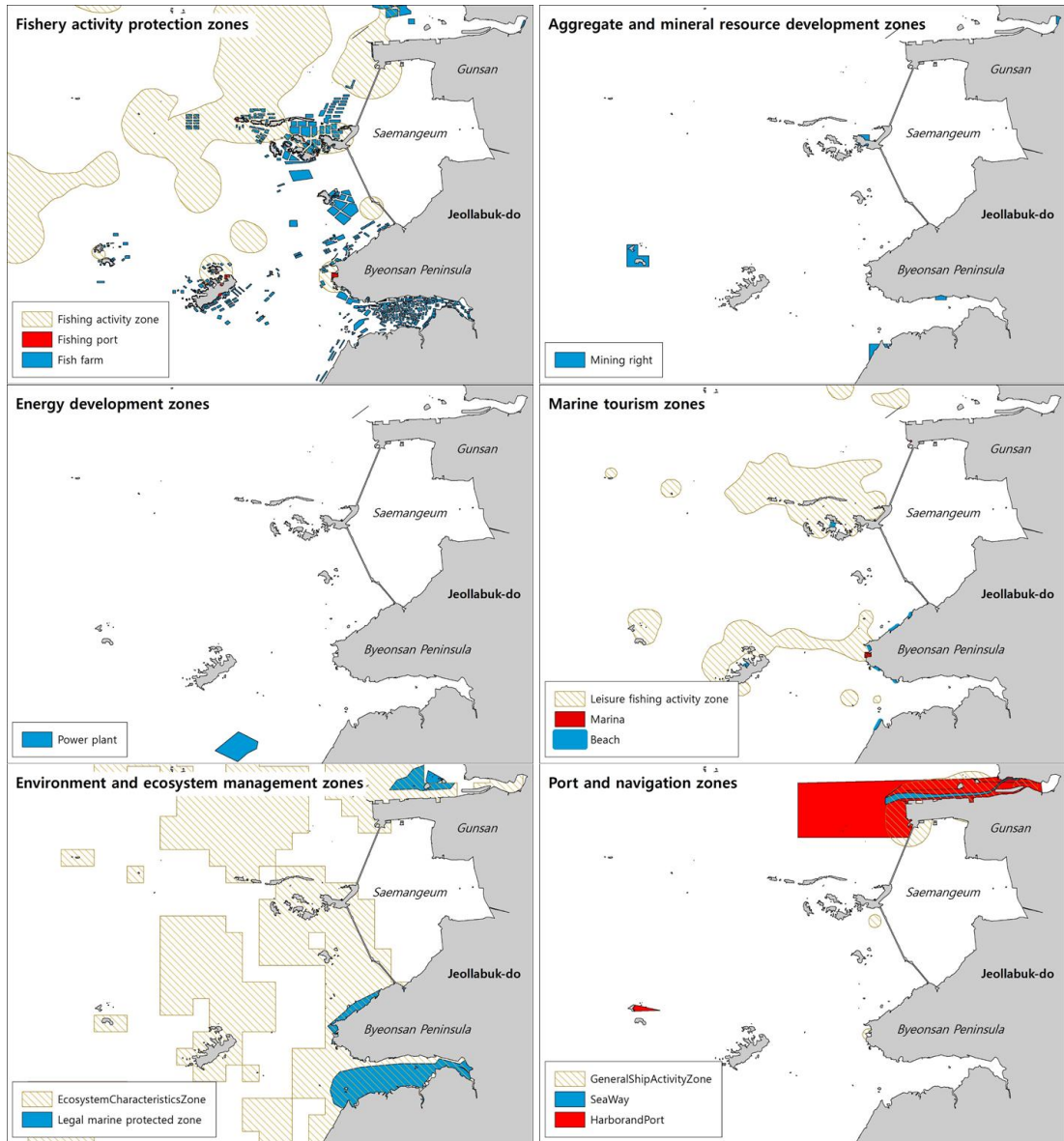


FIGURE 3. Marine spatial data of marine activity zone

해 도출된 중첩분석 항목을 중심으로 개별의 활동이 다른 활동과 상충이 일어나는 정도를 고려하여 우선순위 비교를 수행하였다. 1차로 용도별 법정구역과 특성구역으로 자료를 분류하였는데 그 중 개별 항목의 특성을 고려하였을 때 우선하는 순위가 서로 다를 수 있음을 확인하였다. 따라서

최종 중첩분석 항목을 도출하기 위하여 1차 분류된 자료를 중심으로 개별적으로 상충여부를 판단하였다. 또한, 도출된 중첩분석 항목의 상충 정도에 따라 상호 공존이 필요하여 관리가 가능한 구역(이하 관리구역), 서로 상충이 발생하여 공존이 불가능하며, 개별법에 따라 우선되는 구

TABLE 3. Conflict matrix of marine activity(○ = Management, X = Non overlapping, - = Useless overlapping)

	Sea way	Fish farm	Mining right	Power plant	Fishing port	Beach	Marina	Legal marine protected zone	Harbor and Port	Ecosystem characteristics zone	Fishing activity zone	General ship activity zone	Leisure fishing activity zone
Sea way	✓	○	×	○	×	×	×	○	-	×	×	-	×
Fish farm		✓	○	○	-	○	○	○	○	×	-	×	×
Mining right			✓	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×
Power plant				✓	○	○	○	○	○	×	×	×	×
Fishing port					✓	○	○	○	○	×	-	×	×
Beach						✓	-	○	○	×	×	×	-
Marina							✓	○	○	×	×	×	-
Legal marine protected zone								✓	○	-	○	×	○
Harbor and Port									✓	×	×	-	×
Ecosystem characteristics zone										✓	○	○	○
Fishing activity zone											✓	○	○
General ship activity zone												✓	○
Leisure fishing activity zone													✓

역(이하 상충구역), 동일한 용도로 중첩이 불필요한 구역으로 관리필요(O), 공존불가(X), 중첩 불필요(-)로 구분하여 항목 간 상충비교표를 정의하였다. 해당 항목간의 중첩이 발생하지 않을 시 해역 내에서 개별구역들이 공존이 가능하지만 중첩이 될 시에는 우선순위가 존재한다. 이에 개별구역에 대한 우선순위를 지정하고 이를 표 3과 같이 중첩 될 시 우선 되는 항목 순서로 정렬하여 쌍대비교를 수행하였다.

먼저 항로의 경우 해사안전법 제 34조에 따라 선박의 항행을 제외하고 어로행위를 포함한 어떠한 행위도 일체 불가하다. 따라서 법적으로 이미 지정된 어업법정구역, 발전소 구역, 해양보호구역은 활동이 중첩 될 시 관리가 필요한 구역에 해당되며, 나머지는 상충구역으로 항로가 우선순위가 된다. 어업법정구역과 광업권, 발전소, 어항, 해수욕장, 마리나와 같이 재산권이 보장되거나 법적으로 다른 활동의 제한이 있는 항목은 법정구역이 중첩되는 공간을 관리구역으로

정의하였다. 다만 습지보호지역이나 문화재보호구역과 같은 해양보호구역의 경우 면허어업이 허가되며, 광범위하게 지정됨에 따라 다른 활동들이 동시에 일어나고 있다. 따라서 어업특성과 관광특성적인 요소를 고려해야 한다. 나머지 생태계특성구역, 어업특성, 항만특성 그리고 관광특성은 특성구역끼리 관리구역으로 지정하도록 정의하였다.

3. 해양활동 중첩구역 분석 자동화 모형 개발

그림 4는 본 연구의 연구흐름도이다. 해양활동에 대한 자료를 수집한 후 이를 공간자료로 변환하여 법정구역과 특성구역의 자료로 구분하여 정의한다. 이후 중첩분석을 위해 활용할 법정구역과 특성구역 자료 중 관리가 필요한 해양활동과 중첩분석을 통해 우선순위의 도출이 필요한 해양활동의 항목을 정의하여 모델 빌더를 제작하였다(그림 5). 모델 빌더를 활용하여 중첩공간의 도출 자동화를 수행하며 해양활동의

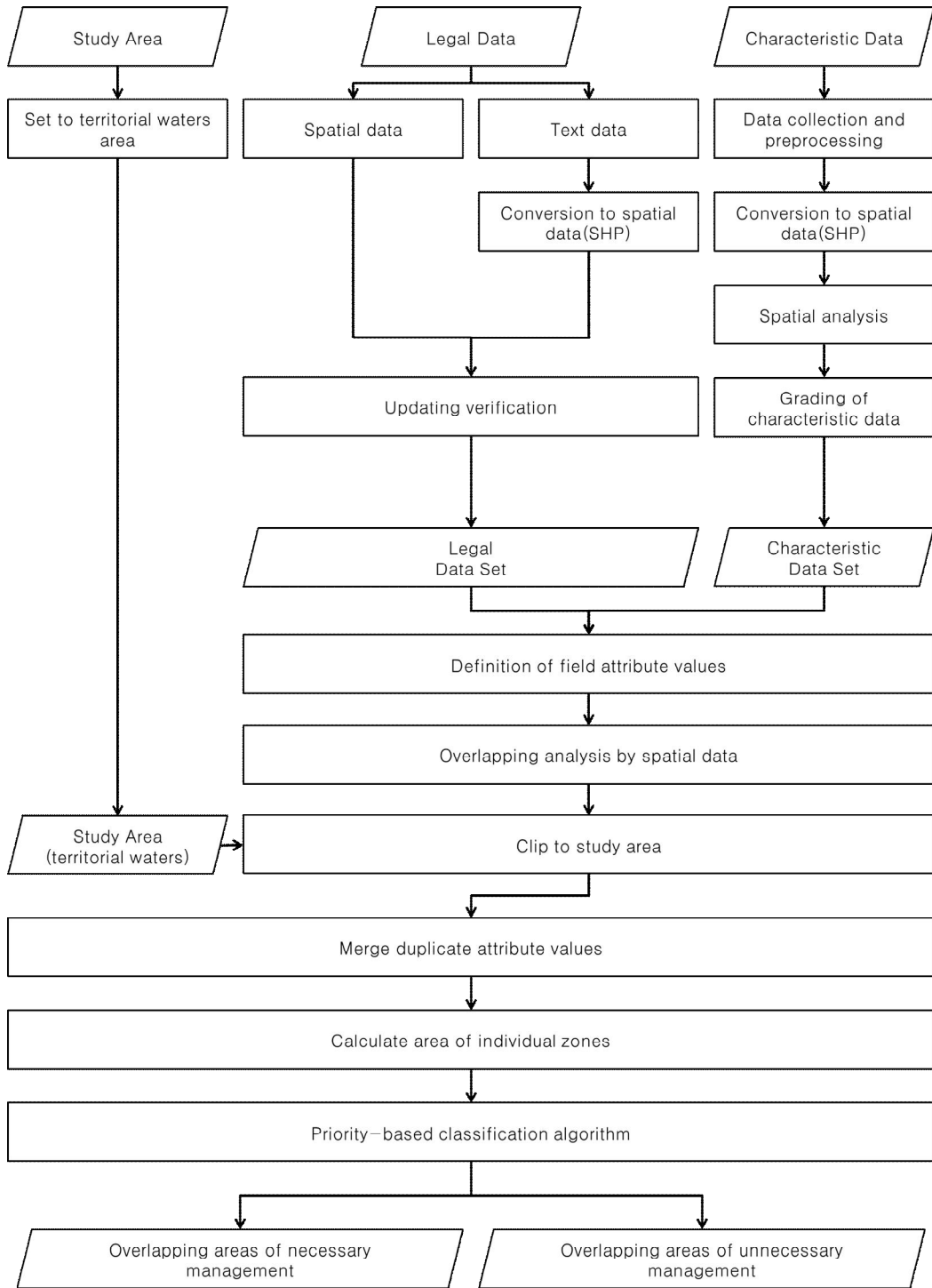


FIGURE 4. Flow chart

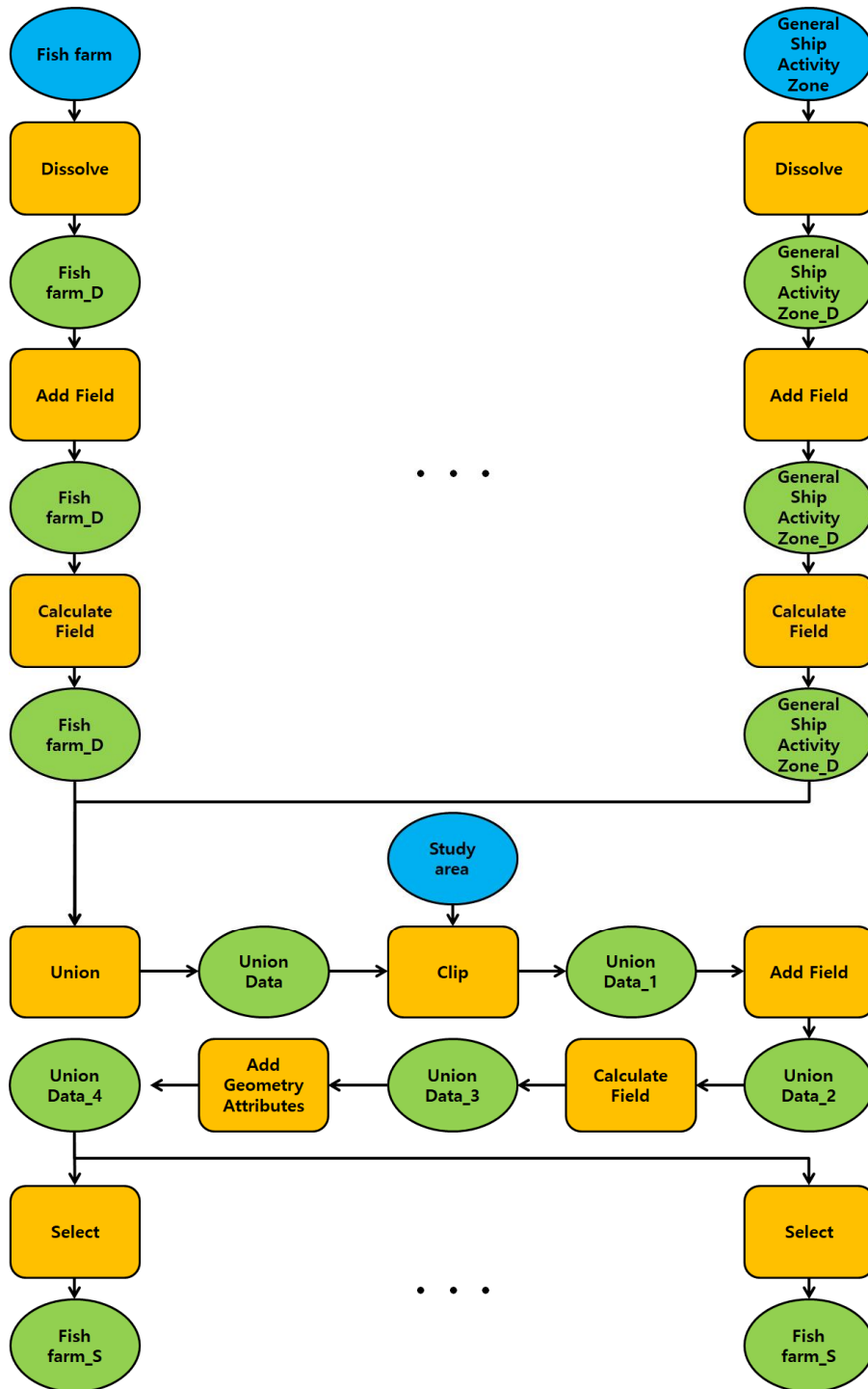


FIGURE 5. Overlap analysis model builder

공존이 가능한 공간은 관리구역으로 나타나고 해양활동의 우선순위에서 상대적인 후 순위 활동공간은 삭제하였다.

모델 빌더는 사전에 정의한 해양활동 자료 중 용도구역의 구획에 활용할 13가지의 공간자료를 이용하였다. 먼저 자료의 속성 및 테이블의 재정의의 위해 입력자료를 Dissolve하여 테이블에 존재하는 기존의 정보를 제거한 후 새로운 테이블을 추가하여 속성 값을 정의 하였다. 속성 값을 재정의하지 않고 다중 피쳐로 작업할 경우 이후 작업하는 결과의 분석에서 피쳐 개수가 방대해지는 문제가 있기에 Dissolve를 통해 단일 피쳐로 만들어 주었다.

이렇게 생성된 13개의 폴리곤을 유니온하여 연구대상범위로 추출하였다. 사전에 입력 자료에서 연구대상범위로 자료를 추출할 시 작업이 반복되어 효율성이 낮아지는 문제가 존재한다. 이를 해결하기 위해 자료를 유니온한 이후 연구대상범위로 추출하고 대상 피쳐에 중첩이 발생하는 활동을 우선으로 파악하여 해당 활동이 중첩되는 해역의 면적을 도출하였다.

위 과정을 거쳐 최종적으로 생성된 하나의 피쳐는 앞서 정의한 우선순위를 기반으로 하여 활동이 중첩될 시 해당 활동이 우선되는 해역을 쿼리(Query) 문을 활용하여 도출하였다. 이는 중첩되는 활동이 일어나는 해역을 우선으로 도출하게 되며, 이중 상호 배타적으로 활동이 발생하는 해역은 우선순위를 기반으로 도출하고 공존 가능한 활동들이 발생하는 해역은 도출하지 않아 해역에서 일어나는 해양의 활동들의 중첩 여부를 일괄적으로 파악할 수 있게 된다.

결 과

1. 공간정보 제작

전북해역에서 해양의 활동을 분석하기 위해 정의한 공간자료는 총 13개이며 어업활동보호구역은 양식장·어항·어획특성구역, 골재·광물자원개발구역은 광업권, 에너지개발구역은 해양발전시설 위치, 해양관광구역은 해수욕장·마

리나·레저낙시활동구역, 환경·생태계관리구역은 해양보호구역·생태특성구역, 항만·항행구역은 항로·항만구역·선박활동구역의 공간자료를 활용하였다.

이를 통해 해역의 활동이 일어나는 공간을 파악하였다. 그 결과 해양활동이 활발하게 일어나는 해역으로 군산항, 고군산군도, 변산반도 인근해역, 상왕등도·하왕등도 인근해역이 있었다. 군산항의 경우 무역항이라는 특성으로 인해 항만·항행구역의 해양활동이 활발하게 일어나는 특성을 나타내었다. 고군산군도는 양식장이 밀집되어있고 광업권 및 해수욕장, 보호도서가 존재하며 특성구역으로는 어획특성구역, 레저낙시활동구역, 생태특성구역이 존재하였다. 변산반도의 양식장, 어항, 광업권, 해수욕장, 마리나, 고창갯벌, 자연환경보전지역이 존재하였으며 생태특성구역이 존재한다. 상왕등도·하왕등도는 양식장, 광업권 및 상왕등도항이 있으며, 특성구역으로는 레저·낙시활동구역과 생태특성구역이 존재하였다.

2. 중첩분석 결과 및 면적

그림 6은 우선순위를 기반으로 도출한 해양활동의 중첩구역을 나타낸 것이다. 이는 앞서 정의한 우선순위를 가지는 해양활동이 다른 후 순위 해양활동과 중첩되는 공간을 나타내며 우선순위의 상위에 위치하더라도 활동이 중첩되지 않는 공간은 제외하였다.

앞서 해양활동이 활발하게 일어났던 군산항, 고군산군도, 변산반도 인근해역, 상왕등도·하왕등도 인근해역 4곳에서 해양의 활동이 집중적으로 중첩되는 것을 알 수 있었다. 먼저 군산항의 경우 무역항이 다른 해양활동과 중첩되는 공간이 지배적으로 나타났다. 고군산군도의 중첩구역으로는 양식장과 생태특성구역, 변산반도 인근해역의 경우 광업권과 상왕등도 연안항이 존재하였다. 변산반도 인근해역의 경우 해양보호구역인 고창갯벌이 지배적으로 나타났지만 고창갯벌과 인근해역에 존재하는 양식장도 후순위의 해양활동과 중첩이 일어나는 것을 알 수 있었다.

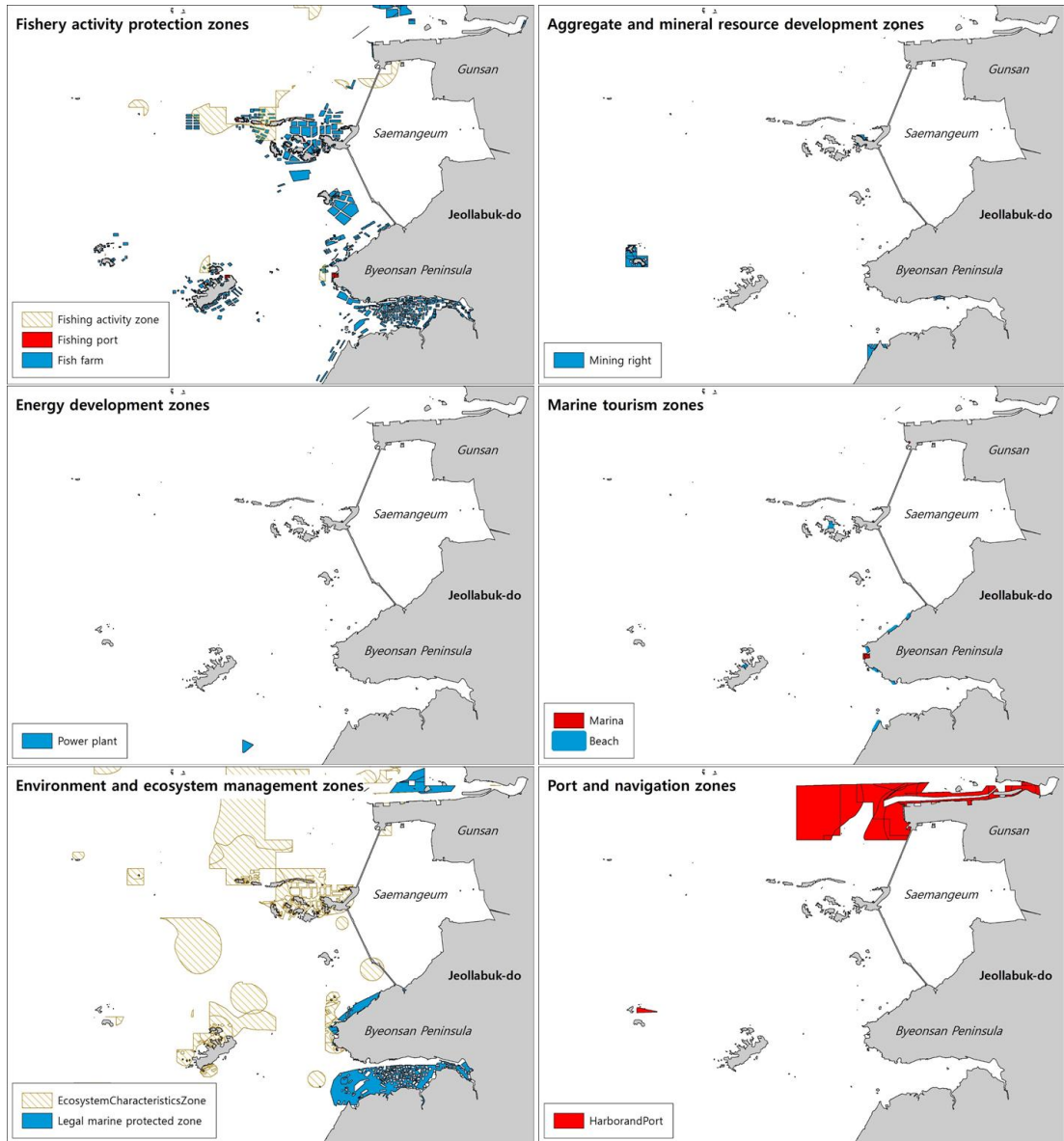


FIGURE 6. Overlap area of marine spatial data

표 4는 연구영역내의 해양활동이 일어나는 해역의 전체 면적 및 우선순위 기반으로 후순위의 해양활동과 중첩되는 공간의 면적을 나타낸 것이다. 해양활동이 상호 공존이 가능하여 중첩 공간의 분석이 필요하지 않은 활동은 제외하고 상호 공존이 불가능한 활동들이 중첩되는 공간

의 면적을 산출하였다.

법정구역에서 해양활동의 중첩이 일어나는 공간을 파악한 결과 양식장과 해양보호구역이 18.91km², 해양보호구역과 항만구역이 10.83km²로 나타났다. 항로와 발전소의 경우 다른 해양활동과 중첩되지 않았으며, 광업권과 어항, 해수

TABLE 4. Overlapped area of marine activity(X = Non overlapping, - = Useless overlapping), Study Area = 6277.51km²

	Sea way	Fish farm	Mining right	Power plant	Fishing port	Beach	Marina	Legal marine protected zone	Harbor and Port	Ecosystem characteristics zone	Fishing activity zone	General ship activity zone	Leisure fishing activity zone
Sea way	9.46	0	×	0	×	×	×	0	-	×	×	-	×
Fish farm		128.15	2.16	0	-	0.01	0.02	18.91	0.91	×	-	×	×
Mining right			13.73	0	0.01	0.10	0.01	1.01	0.55	×	×	×	×
Power plant				7.45	0	0	0	0	0	×	×	×	×
Fishing port					4.76	0.01	0.65	0.22	0	×	-	×	×
Beach						0.75	-	0.32	0	×	×	×	-
Marina							0.72	0.18	0.05	×	×	×	-
Legal marine protected zone								95.94	10.83	-	1.82	×	2.90
Harbor and Port									185.64	×	×	-	×
Ecosystem characteristics zone										1,626.35	519.95	64.5	229.82
Fishing activity zone											1,632.79	41.75	164.69
General ship activity zone												80.23	1.7
Leisure fishing activity zone													388.57

육장, 마리아의 경우는 1km²이하의 상대적으로 적은 중첩면적을 가지는 것을 확인하였다.

특성구역이 중첩되는 공간을 파악한 결과 해양보호구역과 어획량·어선밀집구역, 레저낚시활동구역이 법정구역과 중첩되는 공간이 존재하였다. 또한 특성구역간의 중첩은 해양보호구역이 어획량 및 어선밀집구역과 519.95km², 레저낚시활동구역과는 229.82km²로 나타났다. 그러나 선박활동구역과의 중첩은 64.5km²로 상대적으로 활동공간의 중첩이 적게 나타나는 것을 알 수 있었다. 법정구역과 특성구역의 결과 어업활동 및 낚시활동이 해양생태계의 가치가 높은 해역과의 중첩이 주로 일어나게 되었는데 이는 이용과 보전이 상충되는 해역으로 지속적인 관리가 필요하다.

결론

본 연구에서는 해양에서 일어나는 해양활동이 중첩되는 공간을 도출하고 위해 공간자료를 수집하고 상호 중첩이 가능한 활동과 불가능한 활동의 항목을 도출하였다. 이후 도출된 해양활동간의 쌍대비교를 수행하여 우선순위를 도출하고 이를 통해 우선순위 기반의 해양활동 중첩구역 자동화 모델을 개발하였다.

해양공간계획에서 중첩이 불가능한 6개의 용도구역을 지정함에 있어 신뢰성이 있고 가용 가능한 법정구역의 공간자료를 수집하고 법정구역 이외에 대상해역에서 존재하는 활동을 파악하기 위해 특성자료를 제작하였다. 정의된 해양활동에서 각 용도별로 상호 중첩이 일어나는 경우 반드시 우선순위 고려 혹은 공존을 위해 관리가 필요한 항목을 정의하였다. 이는 법적으로 지정된 구역, 재산권의 보장 및 해당 해역에서 다른 활동의 제한이 있는 구역, 특성구역을 관련법 및 활동의 상호 상충여부에 따라 우선순위를 지

정하였다.

이후 우선순위 기반의 중첩구역 도출을 위한 자동화 모델을 개발하였다. 중첩되는 활동을 분석하기 위해 입력 자료를 받아 대상해역의 범위로 자료를 추출하고 쿼리 문을 통해 중첩구역을 도출하며 상충되는 활동 및 면적을 파악하였다. 이를 통해 해역의 중첩구역을 파악하여 해양의 활동이 상충되는 공간을 도출함에 있어 모델을 시각화하여 나타내기 때문에 일련의 과정을 이해하기 용이하며, 쿼리 문을 통해 반복되는 절차를 간소화하여 중첩되는 활동의 여부를 보다 효율적으로 분석하기에 적합하다.

본 연구에서는 우선순위 기반의 중첩구역 도출을 위한 자동화 모형을 개발하였으며, 이는 해양공간계획을 수행함에 있어 해역에서 주요 이슈가 발생하는 구역을 명확하게 도출하여 의사결정의 편의성을 높이고 및 업무 프로세스의 간소화에 기여할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 전북 이외의 다른 해역에서 존재하는 중첩구역을 도출함에 있어 본 연구의 자동화 모델을 동일하게 활용할 수 있기에 높은 확장성을 가지고 있어, 이를 활용한 효율성 증대에 기여할 수 있을 것이라 사료된다. **KAGIS**

REFERENCES

- Azizi, A., B. Malekmohammadi, H.R. Jafari, H. Nasiri and V. Amini Parsa. 2014. Land suitability assessment for wind power plant site selection using ANP-DEMATEL in a GIS environment: case study of Ardabil province, Iran. *Environmental monitoring and assessment* 186(10):6695-6709.
- Cho, S.J. and H.J. Choi. 2018. Recent Trends and Their Implications of Marine Activities Mapping for Marine Spatial Planning. *The Korean Society for Marine Environment & Energy* 21(4):270-280 (조성진, 최희정. 2018. 해양공간계획을 위한 해양활동지도 제작 동향과 시사점 : 어선·선박 정보 활용 사례를 중심으로. *한국해양환경·에너지학회지* 21(4):270-280).
- Chang, M.C., B.M. Park, Y.S. Choi, H.J. Choi, T.H. Kim, B.H. Lee. 2016. Data issue and Improvement Direction for Marine Spatial Planning. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 21(4):175-190 (장민철, 박병문, 최윤수, 최희정, 김태훈, 이방희. 2018. 해양공간계획 지원을 위한 정보 현안 및 개선 방향 연구. *한국지리정보학회지* 21(4):175-190).
- Choi, H.J., J.H. Nam, M.R. Choa, T.W. Kim, S.M. Choi, W.H. Choi, H.W. Choi, T.H. Kim, D.S. Kang and J.S. Ryu. 2016. Process of identifying priority areas for Marine Spatial Planning. *Conference on Korean Society for Marine Environment and Energy*. pp.117 (최희정, 남정호, 좌미라, 김태우, 최석문, 최우현, 최현우, 김태훈, 강대석, 류종성. 2016. 계획적 해양공간관리를 위한 핵심공간 도출 방향. *한국해양환경·에너지학회 학술대회논문집*. 117쪽).
- Kim, T.H., H.W. Choi, C.Y. Lee, J.H. Oh and J.R. Han. 2017. Application of Spatial Information Technology to Support Marine Spatial Planning. *Proceedings of the Korean Society for Marine Environment & Energy*. pp.54 (김태훈, 최현우, 이철용, 오정희, 한재림. 2017. 공간정보기술을 활용한 해양공간계획 지원 연구. *한국해양환경·에너지학회 학술대회논문집*. 54쪽).
- Kim, T.H., H.W. Choi, C.Y. Lee, J.H. Oh and J.R. Han. 2018. A Study on the Evaluation Method of Marine Spatial Characteristics for MSP Supporting. *Proceedings of Korean Society for Geospatial Information Science*. pp.183-184 (김태훈, 최현우, 이철용, 오정

- 회, 한재립. 2018. 해양공간계획 지원을 위한 해양공간특성평가 방안 연구. 대한공간정보학회 학술대회. 183-184쪽).
- Kim, B.K., H.W. Choi, C.Y. Lee and T.H. Kim. 2020. A study on the technique of deduce marine spatial planning management zone using GIS. Proceedings of Korean Society for Geospatial Information Science. pp.58-59 (김범규, 최현우, 이철용, 김태훈. 2020. GIS를 활용한 해양공간계획 관리구역 도출 기법 연구. 한국지리정보학회 추계학술대회. 58-59쪽).
- Kum, D.H., J.W. Choi, I.J. Kim, D.S. Kong, J.C. Ryu, H.W. Kang and K.J. Lim. 2011. Development of Automatic Extraction Model of Soil Erosion Management Area using ArcGIS Model Builder. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers 53(1):71-81 (금동혁, 최재완, 김익재, 공동수, 류지철, 강현우, 임경재. 2011. ArcGIS Model Builder를 이용한 토양유실 우선관리 지역 선정 자동화 모형 개발. 한국농공학회 53(1):71-81).
- Korean law information center(KLIC). 2022a. <https://law.go.kr/lisInfoP.do?lsiSeq=239373&efYd=20240112&ancYnChk=0#0000>. (Accessed August 20, 2022).
- Korean law information center(KLIC). 2022b. <https://law.go.kr/lisInfoP.do?lsiSeq=238869&efYd=20220705&ancYnChk=0#0000>. (Accessed August 20, 2022).
- Lee, G.S., and S.H. Lim. 2013. GIS-Based Suitability Assessment Plan of Coastal Zoning System. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 16(2):75-87 (이근상, 임승현. 2013. GIS 기반 연안 용도해역 적성평가 방안. 한국지리정보학회지 16(2):75-87).
- Lee, S.G. 2021. The Study of Land Aptitude Assessment in Urban Areas (Seoul Metropolitan Government) completed of Development. Master`s Thesis, University of Seoul. Korea. (이세광. 2021. 도시화가 완료된 도시지역 토지적성평가 수립의 적정성에 관한 연구 -서울특별시 중심으로-. 서울시립대학교 석사학위논문).
- Lee, S.J. 2014. An Automated Method of Tree Extraction from Aerial LIDAR Data. Master`s Thesis, Namseoul University. Korea. (이수지. 2014. 항공 라이더 자료에서 수목추출의 자동화 방안. 남서울대학교 석사학위논문).
- Vasu, D., R. Srivastava, N.G. Patil, P. Tiwary, P. Chandran and S. Kumar Singh. 2018. A comparative assessment of land suitability evaluation methods for agricultural land use planning at village level. Land use policy 79:146-163.
- Yim, J.S., J.H. Nam, S.G. Moon and W.H. Choi. 2016. Marine Spatial Management Planning in Limited Environment by Marine Suitability Assessment. Proceedings of the Korean Society for Marine Environment & Energy. pp.113 (임종서, 남정호, 문성국, 최우현. 2016. 해역적성평가를 통한 제한된 환경에서의 해양공간관리 방안. 한국해양환경·에너지학회 학술대회논문집. 113쪽). **KAGIS**