

Study Note

## 해상풍력 사전입지정보도 지원시스템 구축 및 고찰

김태윤\* · 이해미\* · 이미진\*\*

한국환경연구원\*, (주)선도소프트\*\*

### Development and Evaluation of a Preliminary Site Information Support System for Offshore Wind Power

TaeYun Kim\* · HaeMi Lee\* · MiJin Lee\*\*

Korea Environment Institute\*  
Sundosoft Co.\*\*

**요약:** 본 연구에서는 해상풍력 개발 확대에 따라 발생할 수 있는 환경적·사회적 영향을 사전에 예방하고, 합리적인 입지 선정 및 의사결정을 지원하기 위해 해상풍력 사전입지정보도 지원시스템을 구축하였다. 해당 시스템은 지도 기반의 공간정보 서비스로, 유지보수성, 확장성, 호환성을 고려하여 오픈소스 기반의 GeoServer를 활용하여 개발되었다. 시스템은 '해상풍력 기본 정보도'와 '해상풍력 환경입지컨설팅'의 두 가지 주요 기능으로 구성되어 있으며, 6개 대분류와 30개의 중분류 공간정보를 체계적으로 제공한다. 또한 해상풍력 환경입지컨설팅 기능을 통해 대상지의 공간적 특성과 민감도 분석 결과를 시각화하고, 입지 선정에 필요한 다양한 정보를 통합적으로 지원한다. 동 시스템은 전문가 시범운명을 통해 기능 개선 및 데이터를 보강하였으며, 향후 사용자 중심의 문제 해결, 안정적인 플랫폼 운영, 체계적인 데이터베이스 관리, 시스템 고도화 등을 위한 지속적인 노력이 요구된다.

**주요어:** 해상풍력, 입지선정, 환경영향, 공간정보, 의사결정지원

**Abstract:** This study presents the development of a preliminary site information support system for offshore wind power, designed to proactively mitigate potential environmental and social impacts associated with the expansion of offshore wind energy and to support rational site selection and decision-making processes. The system delivers a map-based spatial information service, built upon the open-source GeoServer platform to ensure long-term maintainability, scalability, and interoperability. It comprises two core functionalities: (1) Offshore Wind Basic Information, and (2) Offshore Wind Environmental Siting Consulting. These modules systematically provide spatial data organized into six major categories and thirty subcategories. The environmental siting consulting function facilitates the visualization of spatial attributes and sensitivity analysis results for designated

areas, thereby enabling integrated and informed site selection. Functionality and data quality were enhanced through pilot testing with expert groups. Ongoing efforts are required to address user-centered usability improvements, maintain platform stability, establish robust database management protocols, and ensure the system's long-term sustainability.

*Keywords: Offshore Wind, Site Selection, Environmental Impact, Spatial Information, Decision-making Support*

## I. 서론

기후변화 문제에 대처하기 위해 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)이 공동으로 1988년에 국제기구인 "기후변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)"를 설립하였으며, IPCC는 기후변화에 관한 과학적 규명을 수행하고 있다. IPCC에서는 기후변화의 과학적 근거와 정책 방향을 제시하고 유엔기후변화협약(UNFCCC)에서 정부 간 협상의 근거 자료로 활용하기 위하여 전 세계 과학자들이 참여하는 IPCC 평가보고서를 발간하고 있다. IPCC의 노력으로 인하여 기후변화협약, 교토의정서, 파리협정이 채택되었으며, 2023년에는 미래 기후 시나리오를 고려한 IPCC 제6차 평가보고서(AR6) 종합보고서가 발간되었다. 제58차 IPCC 총회(2023년 3월)에서는 2030년까지 전 지구적 재생에너지 용량 3배 확충 및 에너지 효율 2배 증대, 저감장치가 없는 석탄 발전소의 단계적 감축 등을 논의하였다. 또한 전 세계적으로 파리협정의 1.5°C 목표를 달성하기 위해 2019년 대비 2030년까지 전 지구적 탄소 배출을 43%, 2035년까지는 60% 감축해야 하며, 풍력과 같은 발전원의 다양화가 매우 중요하다(KMA, 2023; MOFA, 2023; IPCC, 2025).

우리나라도 전 세계적으로 탄소중립 및 에너지 안보의 핵심 수단으로서 재생에너지 확대에 대한 국제적 요구 이행과 국가 온실가스 감축목표(NDC) 달성을 위해 노력하고 있다. 이를 위해 '재생에너지 3020 이행계획' 등을 통해 2030년까지 해상풍력 12GW 보급을 목표로 하고 있다(MOTIE, 2021). 그러나 해상풍력 발전사업자가 입지 발굴에서 인·허가 취득까지 모든 절차를 개별적으로 수행함에 따라, 주민과 어업인의 수용성 확보가 어려워져 사업 추진이 지연되고 있다. 이러한 이유로 정부는 2025년 3월, 주도적으로 입지를 발굴하고

주민 및 어업인의 수용성이 확보된 환경친화적 개발을 유도하는 법적 체계인 「해상풍력 보급 촉진 및 산업육성에 관한 특별법」(이하 '해상풍력특별법')을 공포하였다. 「해상풍력특별법」은 풍황, 환경 및 주민피해 최소화 등 해상풍력발전시설의 설치에 필요한 조건이 우수한 지역을 '해상풍력발전 예비지구'로 지정하도록 규정하고 있다. 예비지구 지정 시 주요 고려사항에는 적합한 풍황, 어업활동에 영향, 해상교통, 항만 및 어항의 이용·운영, 해양환경·생태계, 군사작전 등이 포함된다(Choi, 2025).

해상풍력 개발 현황을 보면, 2024년 12월 기준으로 97개의 해상풍력 발전사업이 발전사업 허가를 취득한 상태이며, 총 발전용량은 31.5GW로 정부 목표의 2.5배를 초과하는 수준이다(Kim & Cho, 2025). 그러나 2024년 말까지 국내에서 설치된 해상풍력발전단지의 설비용량은 246MW에 불과하여, 2030년 목표 달성을 위해서는 산술적으로 매년 2GW 이상의 발전용량이 신규로 설치되어야 한다(GWEC, 2025). 「해상풍력특별법」 시행으로 국가 주도의 해상풍력사업을 진행하게 되면 인·허가와 관련된 문제는 일정 부분 해소될 수 있으나, 환경적·사회적 이슈들은 여전히 주요 과제로 남아 있다. 그동안 해상풍력 관련 다양한 연구와 공간자료가 구축되었으나, 환경적·사회적 측면에서 종합·정리하여 실용적으로 활용할 수 있도록 제공하는 시스템은 부재하였다. 따라서, 본 연구에서는 해상풍력 개발에서 우선적으로 고려해야 할 환경 및 사회 관련 핵심 공간자료를 선별하고, 이를 취합·구축하여 '해상풍력 사전입지정보도 지원시스템'을 제공하고자 한다. 이 시스템은 해상풍력사업의 환경적 영향을 사전에 검토하는 데 기여하고, 새로 도입된 「해상풍력특별법」에 따른 해상풍력발전 예비지구 지정 과정에서도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 기존 해상풍력 관련 시스템의 공간정보 현황

정부 각 부처는 필요에 따라 공간정보를 구축·운영하고 있으며, 부처별 특성을 반영한 공간자료를 제공하고 있다. 환경부는 육상역을 중심으로 다양한 환경정보를 구축하고 있고, 해양수산부는 해상역을 대상으로 정보 플랫폼을 운영하고 있다. 해상풍력 개발사업과 관련된 공간자료 구축 현황을 살펴보면 다음과 같다. 환경부가 운영하는 환경공간정보서비스(Environmental Geographic Information Service, EGIS)는 다양한 환경공간정보의 활용성을 높이기 위해 통합지도서비스와 환경주제도를 제공한다. 통합지도서비스는 토지피복지도, 환경주제도, 토지이용규제지역·지구도, 생태자연도, 신재생에너지지도, 개별공간정보시스템 등을 지원하며, 사용자가 선택한 레이어의 색상과 투영도를 조정하여 중첩분석을 수행할 수 있다. 특히 신재생에너지지도에는 기상자원지도, 생태자연도, 철새서식지, 해상풍력 입지 공간정보가 포함되며, 이 중 기상자원지도는 10m 및 80m 높이에서의 평균 풍속을 시각화한 풍력자원지도를 제공한다(EGIS, 2025).

환경영향평가 정보지원시스템(Environmental Impact Assessment Support System, EIASS)은 환경부가 환경영향평가 협의가 완료된 사업의 평가서 원문, 협의 내용, 평가대행자 현황 등을 데이터베이스화하고, 검색 시스템을 구축하여 환경영향평가 업무의 효율성과 대국민 서비스를 향상시키기 위해 개발하였다. EIASS의 공간정보시스템인 ELAGIS는 환경평가지리정보, 환경영향평가 기초정보, 사전검토사항 조사지원으로 구성되며, 사업지 검색과 공간분석(겨울철새 도래 현황, 절대보전연안, 준보전연안, 갯벌정보, 해양보호구역 등)을 제공한다(EIASS, 2025).

해양수산부는 해역별 해양환경 특성, 해양생태계 가치, 이용 현황, 해양공간용도구역 등을 통합적으로 제공하는 해양수산 빅데이터 플랫폼을 구축하였다. 이 플랫폼은 해양수산, 어업자원, 해양산업, 국제원양, 해운물류, 항만건설, 어촌양식, 해양환경, 해사안전, 항만운영 등 다양한 분야의 공간정보와 함께 정책, 통계자료를 제공한다. 또한 어업활동보호, 자원개발, 에너지

개발, 해양관광, 환경·생태계관리, 안전관리, 연구·교육보전, 군사활동, 항만·항행 등 9개 용도로 구분된 해양공간계획(용도구역) 지도와 총 99건의 공간정보를 제공한다(Vadahub, 2025).

산업통상자원부와 한국에너지기술평가원은 「해상풍력 단지 해양공간 환경영향 분석 및 데이터베이스 구축(2020~2024)」 연구를 통해 해상풍력 환경정보 플랫폼을 개발하였다. 이 플랫폼은 해상풍력 사업자, 환경영향평가 대행자, 정부기관 협의권자, 지역주민 등 다양한 이해관계자가 해상풍력 관련 정보를 손쉽게 활용할 수 있도록 설계된 오픈 플랫폼이다. 공사 및 운영 중인 해상풍력단지의 장기 해양환경 기초조사 결과와 주요 환경 이슈(조류, 해양포유류, 어류, 저서생태계, 수중소음, 전자기장, 세굴 등)에 대한 모니터링 정보를 제공하여, 해상풍력 개발과 환경보전의 조화로운 추진을 지원한다(OWP, 2025).

이와 같이 다양한 환경공간 정보 플랫폼이 운영되고 있으나, 방대한 자료를 제공함에 따라 해상풍력 입지 검토에 필요한 정보를 선별·활용하는데 한계가 있다. 또한 해상풍력에 입지 검토에 중요한 어획량 정보, 해양성 조류 밀도 분포, 입지 회피 검토지역, 입지 신중 검토지역 등과 같은 가공 정보와 핵심 자료를 함께 제공하지 못하는 문제가 있다.

## III. 해상풍력 사전입지정보도 지원시스템 설계 및 구축

해상풍력 사전입지정보도 지원시스템은 해상풍력과 관련된 다양한 공간자료를 기반으로 공간데이터 조회 및 속성정보 확인 기능을 제공하며, 공간데이터의 정의, 관리 주체, 데이터 생성 시점 등 메타정보를 확인할 수 있는 기능을 포함한다. 특히, 해상풍력발전단지 예상 입지역을 대상으로 환경공간정보 및 해양공간이용 현황을 리포팅할 수 있도록 개발하였으며, 리포팅 결과는 사용자 편의를 위해 PDF 파일 형태로 저장이 가능하도록 설계하였다.

향후 환경영향평가 정보지원시스템(EIASS)과의 통합을 고려하여, EIASS의 서버 구성과 활용 프로그램에 대한 정보 분석을 바탕으로 안정적인 운영과 시스템 통

합이 가능한 구조로 설계하였다. 서버 구성 및 활용 소프트웨어(SW) 버전은 공간정보 서비스 및 플랫폼의 범용적 적용성을 고려하여 설계·개발하였다. 또한 EIASS 데이터베이스 사전 분석을 통해 행정용어 표준화 및 데이터베이스(DB) 구조의 일관성을 확보하고자

하였다.

시스템 개발 시 전자정부 서비스 지침 및 웹 호환성 표준을 준수하여 다양한 사용자 환경과 브라우저에서 안정적으로 서비스가 제공되도록 하였으며, 이를 통해 시스템의 호환성을 향상시켰다. 동 시스템은 지도 기

Table 1. System environment for the preliminary site information support system for offshore wind power (PreSIS-OW)

Category	Name	Version	Purpose
Framework	e-Government Framework	3.7	Service development environment
Java	Java JDK	8	Service development environment
WAS	Apache Tomcat	8.5	Web service
GIS	GeoServer	2.21	Spatial information web service
GIS	OpenLayers	6.6	Spatial information web visualization

Table 2. Menu structure of the PreSIS-OW

Category	Menu name	Functionality
Offshore wind	Offshore wind basic information	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provides offshore wind spatial information and related layers</li> <li>- Provides metadata for each layer</li> <li>- Offers attribute information by point and spatial area for user convenience</li> <li>- Provides information mentioned in offshore wind site-related guidelines</li> </ul>
	Offshore wind Environmental Siting Consulting	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Provides information on marine spatial use status for target offshore wind areas</li> <li>- Provides site assessment reporting through digitalization</li> </ul>

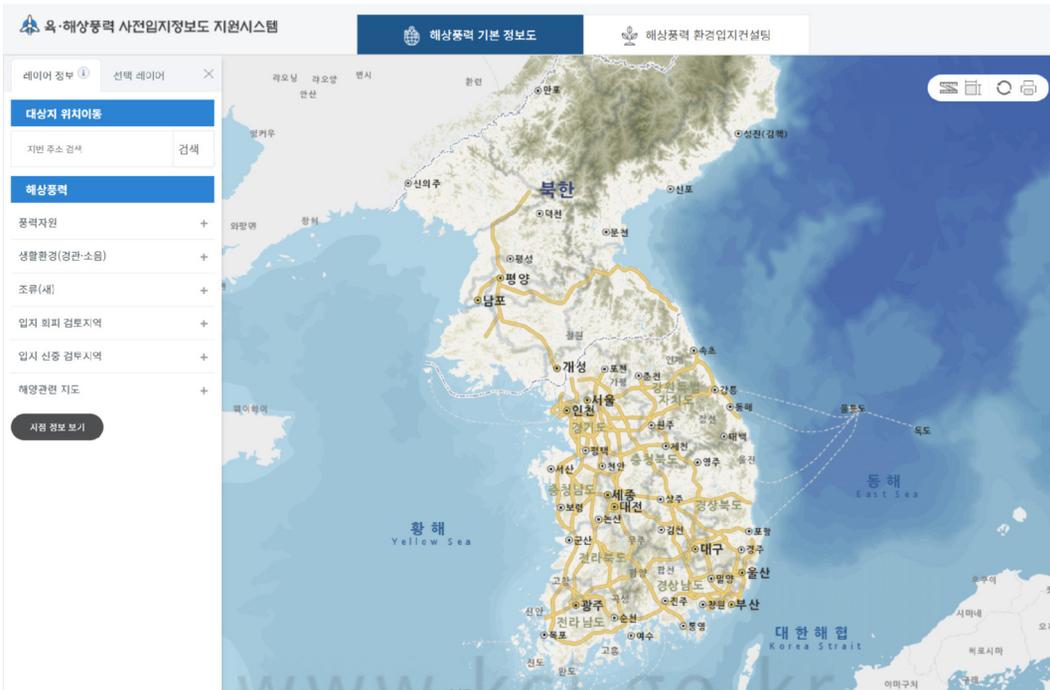


Figure 1. Main interface of the PreSIS-OW

반의 서비스로, 유지보수성과 확장성을 고려하여 오픈 소스 기반의 GeoServer를 활용하여 구축하였다(Table 1). 해상풍력 메뉴에서는 ‘해상풍력 기본정보도’와 ‘해상풍력 환경입지권선택’으로 구분하여 기능을 제공하며(Table 2), 별도의 화면 이동 없이 하나의 화면에서 정보 분석과 조회가 가능하도록 구성하였다. 또한 다양한 화면 해상도에 대응할 수 있도록 가변형 구조로 설계하였다(Figure 1).

#### IV. 시스템 기능 및 서비스 구성

##### 1. 해상풍력 기본 정보도

해상풍력 기본 정보도는 풍력자원, 생활환경, 조류, 입지회피 검토지역, 입지신중 검토지역, 해양관련지도 등 6개 카테고리로 구축하였다(Table 3). 풍력자원 분야에서는 기상청에서 제공하는 풍력자원지도를 활용하였으며, 해당 지도는 고도 10m와 80m에서의 평균 풍속 정보를 육상 및 해상 전역에 대해 제공한다. 고도 80m 풍속자원지도를 분석한 결과, 해상 지역이 육상 지역보다 풍속 자원이 풍부하고, 먼바다로 갈수록 평균 풍속이 증가하는 경향이 나타났다(Figure 2).

생활환경 분야에서는 해상풍력으로 인해 영향을 받을 수 있는 경관과 소음 요소를 고려하여, 해안선, 유인 도서, 무인도서, 관광지, 주요 해양 전망대, 주요 해수욕장의 공간정보를 구축하였다. 해상풍력발전기의 공사 및 운영 시 소음이 발생하므로, 해안선 및 도서지역과의 이격거리에 대한 정보를 통하여 영향 범위를 유추할 수도 있다. 또한 다수의 해상풍력발전기가 운영될 경우에는 경관적인 문제가 발생할 가능성이 있으므로, 관광지, 주요 전망대 및 해수욕장의 위치 정보를 제공하여 경관영향을 간접적으로 파악할 수 있도록 하였다.

조류(새) 분야에서는 환경부 지원으로 수행된 연구(Lee & Lee, 2023)의 결과를 활용하였으며, 해당 연구에서는 팽이갈매기와 멸종위기 야생조류에 위치추적장치를 부착하여 공간 이동 데이터를 수집하였으며, 이를 기반으로 KDE(Kernel Density Estimate) 분석을 수행하여 해양성 조류(새)의 밀도 분포 정보를 산출하였다. 또한 ELAGIS에서 제공하는 겨울철새 도래현황 조사지역에 대한 정보도 함께 표출하여, 해상풍력단지 조성이 해양성 조류(새)에 미치는 잠재적 영향을 개략적으로 확인할 수 있도록 하였다(Figure 3).

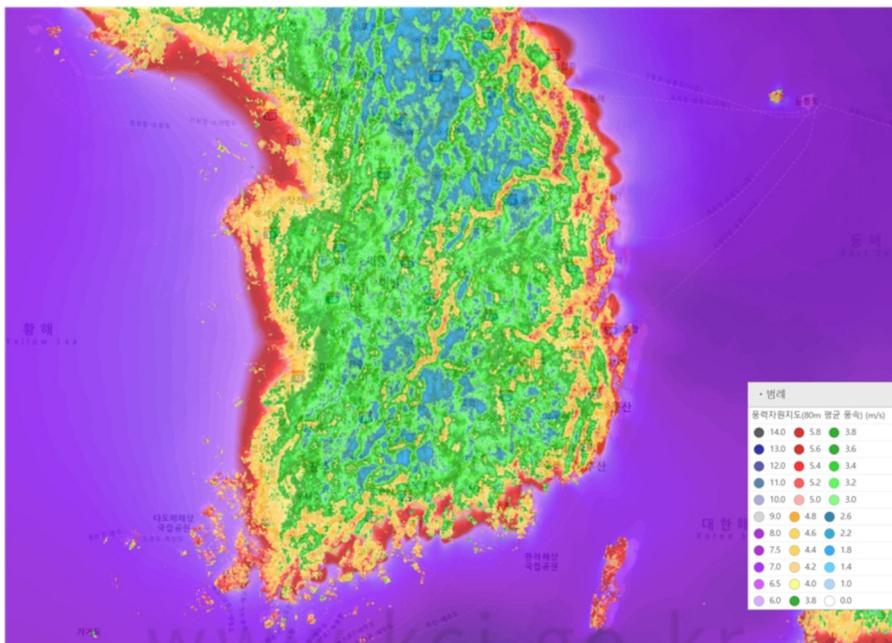


Figure 2. Wind resource map at 80m above ground Level provided by the Korea Meteorological Administration



Figure 3. Density distribution of seabird colonies and wintering bird survey areas

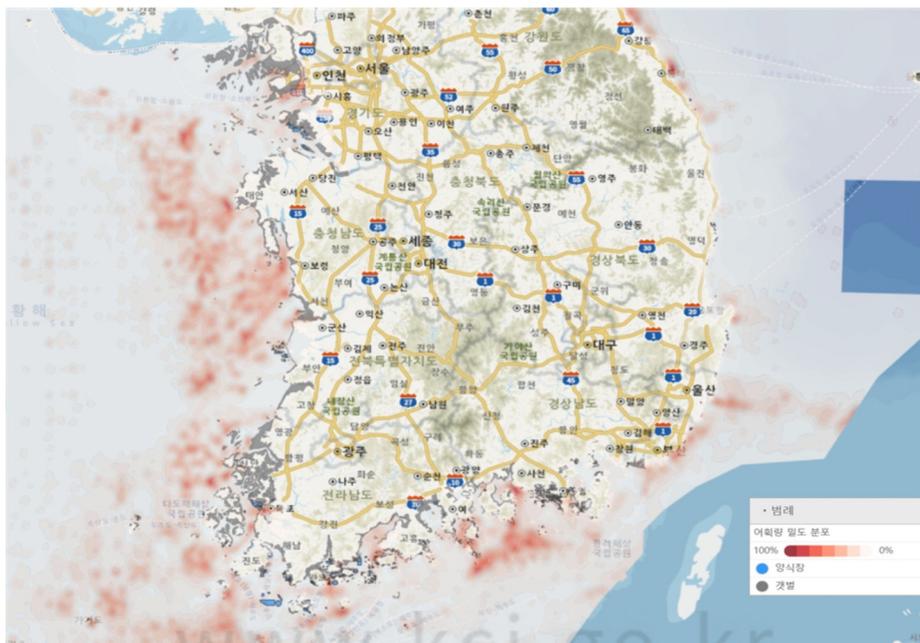


Figure 4. Spatial distribution of catch density, aquaculture farms, and tidal flats

Table 3. Structure of basic information for offshore wind power

Major category	Subcategory	Data provider
Wind resources	Wind resource (10m)	Korea Meteorological Administration
	Wind resource (80m)	Korea Meteorological Administration
Living Environment (Landscape & Noise)	Coastline	National Geographic Information Institute
	Inhabited islands	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
	Uninhabited islands	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
	Tourist attractions	Korea Fisheries of Infrastructure Public Agency
	Major ocean viewpoints	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
	Major beaches	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
Seabirds	Density distribution of seabird colonies	Korea Environment Institute
	Wintering bird survey areas	Ministry of Environment
Site exclusion zone	World heritage sites	Ministry of Environment
	UNESCO biosphere reserves	UNESCO, MAB Secretariat in National Park Service
	Wetland protected areas	Ministry of Environment & Ministry of Oceans and Fisheries
	Ramsar sites	Ministry of Environment & Ministry of Oceans and Fisheries
	Marine protected areas	Ministry of Oceans and Fisheries
	National parks	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
	Nature reserves	Korea Heritage Service
Site careful assessment zone	Designated islands	Ministry of Environment
	Absolutely preserved uninhabited islands	Ministry of Land, Infrastructure and Transport
	Environmental conservation areas	Ministry of Oceans and Fisheries
	Special management zones	Ministry of Oceans and Fisheries
	Fishery resources protected areas	Ministry of Oceans and Fisheries
Marine-related maps	Spatial distribution of catch density	Ministry of Oceans and Fisheries
	Aquaculture farms	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
	Tidal flat	Ministry of Oceans and Fisheries
	Navigation route	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
	Fishing vessel operation zone	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
	Fishery resource protection zone	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
	Fishing prohibition zone	Korea Hydrographic and Oceanographic Agency
	Marine spatial use zone	Ministry of Oceans and Fisheries

환경부 「해상풍력발전 환경성평가 협의 지침」(MOE, 2025)에서 제시한 해상풍력 입지 회피 검토지역과 입지 신중 검토지역의 공간정보를 구축하였다. 입지 회피 검토지역에는 세계유산지역, 유네스코 생물권보전지역, 람사르습지, 습지보호구역, 해양보호구역, 자연공원, 천연보호구역이 해당되며, 입지 신중 검토지역에는 특정도서, 절대보전무인도서, 환경보전해역, 특별관리구역, 수산자원보호구역이 포함된다. 마지막으로 해양관련지도에서는 기존 산업과의 상충 가능성을 검토할 수 있도록 어획량 밀도 분포, 양식장, 갯벌, 항로,

어선어업구역, 어업자원 보호구역, 조업금지구역, 해양공간계획(용도구역) 정보를 제공한다. 특히 어획량 밀도 분포의 경우에는 해양수산빅데이터플랫폼에서 공유되는 업종별 어획량 자료를 활용하여 공간정보 데이터를 구축하였다. 수집된 어획량 자료는 해양 격자 정보와 연도별·업종별 어획량 데이터를 포함한 CSV 파일로 구성되어 있으며, 해양 격자별 최근 5년(2017~2021년)의 어획량 자료를 활용하여 격자별 평균 어획량을 산출하였다. 이러한 평균 어획량 데이터를 기반으로 KDE 분석을 수행하였다(Figure 4).

## 2. 해상풍력 환경입지컨설팅

해상풍력 환경입지컨설팅은 해상풍력발전 입지 선정을 위해 사전 정보를 분석할 수 있는 시스템으로, 기본 정보, 분석대상지 위치 이동, 분석대상지 그리기, 결과보기의 메뉴를 포함하고 있다. 입지컨설팅 기본 정보는 입지 분석 설명 및 보고서의 기본 정보로 활용되며, 대상지의 위치와 규모를 텍스트 형식으로 입력하도록 구성되어 있다. 분석대상지 위치 이동은 사용자가 원하는 위치로 지역을 이동할 수 있는 기능으로, 행정구역 및 좌표를 기준으로 지도 화면을 이동시킬 수 있다. 분석대상지 그리기는 직접그리기와 좌표그리기로 구분되며, 직접그리기 모드에서는 사용자가 지도에서 마우스를 이용해 Polygon을 직접 작성하여 분석 대상 영역을 설정한다. 좌표 그리기 모드에서는 사용자가 보유한 경위도 좌표를 입력하여 Polygon을 생성하는 방식이다. 이 경우, 2개 이상의 좌표를 입력해야 면적 분석이 가능하며, 입력한 경위도 순서에 따라 Vertex

가 생성된다. 마지막으로 결과보기 기능을 통해 환경 입지컨설팅 결과를 보고서 형식으로 내려받을 수 있도록 설계되었다(Figure 5).

분석 대상지역이 설정되면 해당 지역의 총 면적, 중심 지점의 경위도, 가장 가까운 해안선 및 유·무인도서와의 거리가 표시된 지도가 생성된다. 분석 완료 후, 결과보기 기능을 실행하면, 화면에 표시되는 지도를 기준으로 환경입지컨설팅 보고서가 생성되며, 별도의 팝업창에서 리포트 형식으로 결과가 제공된다. 환경 입지컨설팅 보고서에서는 분석 결과를 기반으로, 분석 대상지에 대한 해양성 조류(새)의 행동권 분석 결과와 어획량 밀도 분포에 대한 지도 및 해석 자료가 제공된다. 각각의 밀도 분포는 5% 간격으로 총 20단계로 구분되며, 해양성 조류의 행동권 밀도는 1~50% 구간을 핵심 행동권역으로 수치가 낮을수록 진한 색상으로 표시하였다. 어획량 분포의 경우, 밀도가 높을수록 진한 색상이 표현되도록 구성하였다. 또한, 입지 회피 검

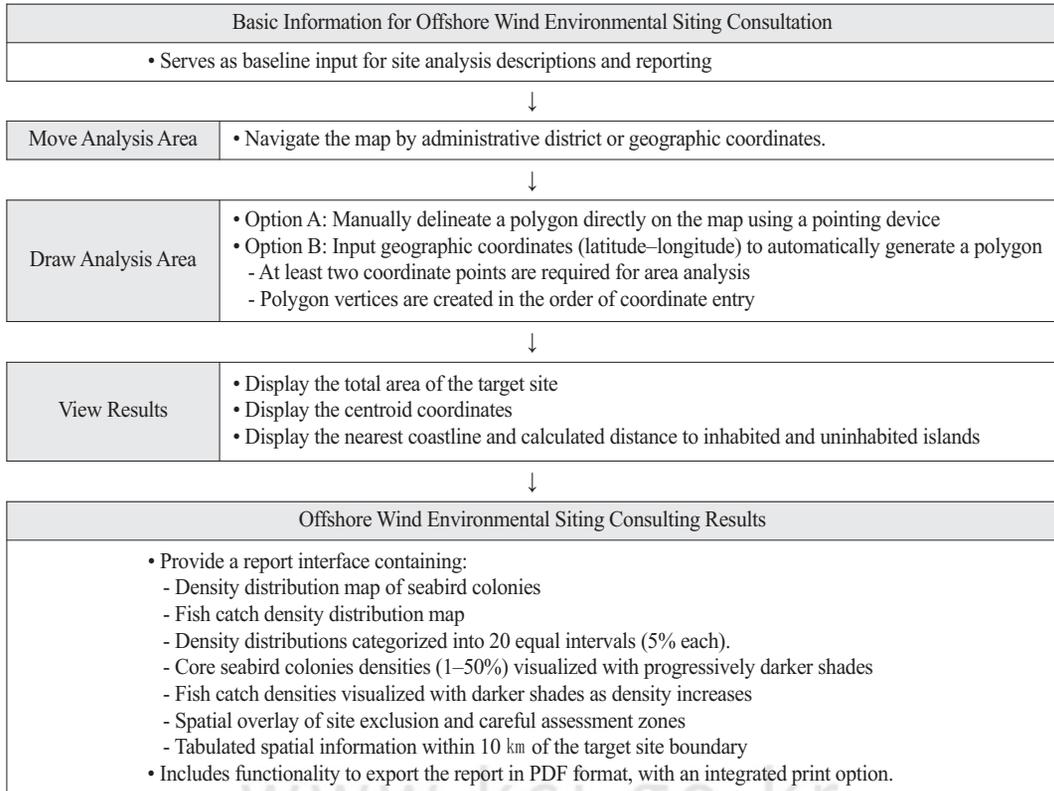


Figure 5. Workflow of offshore wind environmental siting consulting

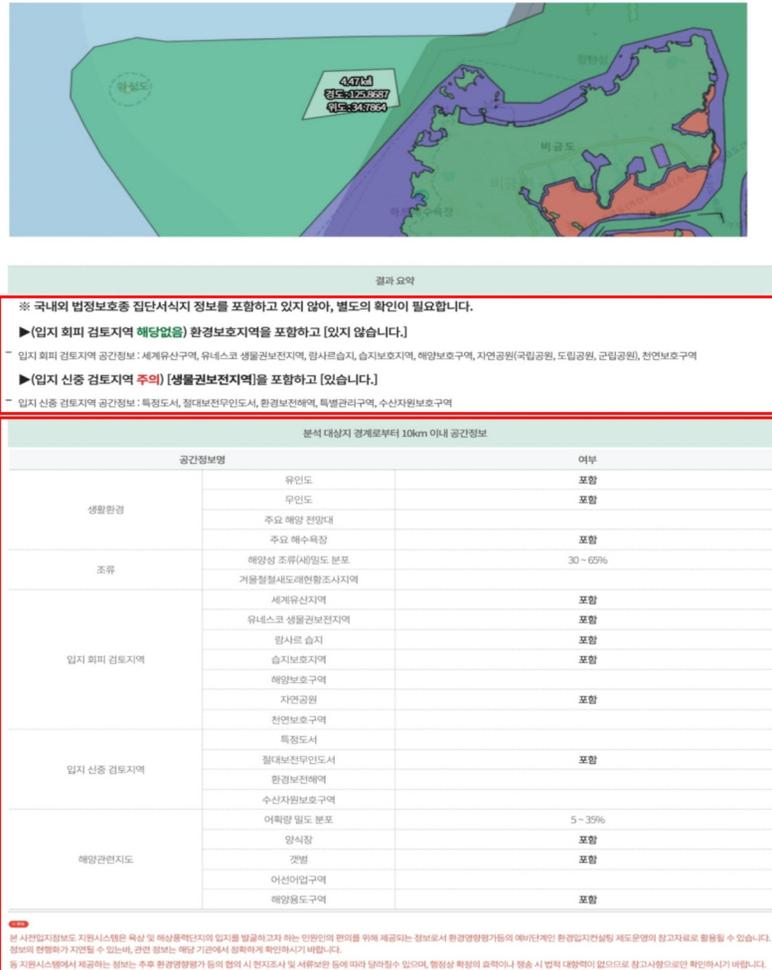


Figure 6. Example of environmental siting consulting report for offshore wind analysis area (results on exclusion/careful assessment zones and 10 km from the analysis area)

토지역 및 입지 신중 검토지역과의 중첩 여부를 확인할 수 있는 공간정보를 제공하며, 보고서 하단에는 분석 대상지 경계로부터 10km 이내의 구축된 공간정보의 포함 여부를 표 형태로 도출한다. 또한, 환경입지컨설팅 보고서를 PDF 파일로 저장할 수 있는 인쇄 기능도 제공한다(Figure 6). 현재 해당 시스템은 EIASS의 육·해상풍력 사전입지정보도 지원시스템 서비스에서 운영되고 있다.

### V. 시스템 개발에 대한 분석 및 시사점

해상풍력 사전입지정보도 지원시스템에 대해서는

(사)한국환경영향평가사회, (사)환경영향평가협회, 한국풍력산업협회, 해양환경영향평가협회 및 환경영향평가 대행업체 소속 전문가 등을 대상으로 시범운영을 실시하고, 전문가 의견을 수렴하였다. 플랫폼 관련 자료(사용 매뉴얼 포함)를 사전에 제공하여 실질적으로 시스템 시범운영을 유도하였으며, 이를 통해 기능 활용성도 점검하였다. 해상풍력 사전입지정보도 지원시스템의 시범운영을 통해 수렴된 전문가 의견은 크게 플랫폼 기능 개선, 데이터 시각화 및 표현 개선, 레이더 및 속성정보, 신규 데이터 추가, 그리고 기타 의견으로 구분할 수 있었다.

플랫폼 기능 개선에서는 사업예정지의 지번 또는 주

Table 4. Key insights from pilot testing and expert consultation on system development

Category		Key suggestions
Platform functionality improvements	Search by project area	Enable navigation to area by inputting address information
	Coordinate input & area calculation	Provide instructions for coordinate input and enable automatic area calculation
	Handling of missing basic information	Resolve issue where drawing functions are disabled if basic information is missing
	GIS file upload/download	Add upload for GIS formats (SHP, GPKG, KML); enable buffer creation
	Data export within buffer areas	Enable downloading of raw data within user-defined buffer areas
Visualization and data representation	Wind resource map	Clarify units (e.g., 100m, 80m); enable display of wind speed
	Color scheme & classification	Enhance color differentiation and accuracy of classification
	Seabird data labels	Revise “seabird distribution” to “seabird density distribution”
	KDE analysis display	Provide rationale and explanatory notes for KDE values
Layers and attribute information	Attribute information representation	Clearly specify attribute data for each spatial layer with detailed descriptions
	Seabird and fish catch data refinement	Emphasize boundary delineation and clarify legends for Seabird and fish catch datasets
Need of new data	Bird-related information	Add major migratory routes (survey sites, breeding, stopover locations)
	Marine mammals & protected Species	Add habitat and migration data for dolphins, porpoises, reptiles, and other protected species
	Artificial reefs & sea forests	Add information on artificial reefs and sea forests
	Onshore/Offshore project status	Add development stage information for onshore/offshore wind projects (planned, approved, operational)
	Other marine information	Add data on wind resource, grid, bathymetry, maritime traffic safety, VTS, fishing methods, marine debris, aquaculture
Other suggestions	User guidance popup	Provide a popup message with system guidance and limitation explanation
	Platform integration	Review redundancy and potential linkage with other platforms (e.g., MOF, MOTIE)

소 입력 시 해당 지역으로 바로 이동할 수 있는 검색 기능과 분석 대상지 좌표 입력 시 면적을 자동 계산하는 기능이 반영되었다. 그리고 기본정보 미입력 시 그리기 기능이 비활성화되는 문제를 해결하였으며, GIS 파일(SHP, GPKG, KML) 업로드 및 버퍼 생성 기능과 버퍼 구역 내 레이어 원자료(Raw Data) 내려받기 기능은 향후 개선사항으로 설정하였다. GIS 파일(SHP, GPKG, KML) 업로드 기능은 파일 포맷별 표준화된 파싱 및 처리 로직 구현이 요구되고, 외부에서 업로드되는 GIS 파일을 통한 악성코드 유입 가능성, 서버 자원의 과도한 사용 등 보안상의 위험이 존재하여 해당 기능은 반영되지 않았다.

데이터 시각화 및 표현 개선에서는 데이터의 직관

적인 표현을 위해 풍력자원도(10m, 80m)에 대한 단위 명확화와 클릭 시 풍속 표출 기능이 추가되었으며, 색상에 의한 변별력을 높이는 개선 작업이 이루어졌다. 또한, “해양성 조류 분포”라는 명칭을 “해양성 조류 밀도 분포”로 변경하였고, KDE 분석 결과에 대한 설명과 근거를 추가하여 데이터의 신뢰성을 강화하였다. 레이어 및 속성정보에서는 각각의 공간자료에 대한 속성정보를 명확히 할 필요성이 제시되었으며 제공처, 데이터명, 근거(관련법), 제공기관, 기준일자로 구성하여 가용한 정보를 최대한 제공하도록 구축하였다. 또한, 조류 및 어획량 관련 데이터에 대해서는 경계선 강조 및 범례 명확화 기능에 대한 요청이 있었으나 특정 값의 경계를 인위적으로 강조할 경우, 실제 분포 해석에

오해를 초래할 수 있다는 점을 고려하였다. 따라서 해당 범례는 0~100% 구간의 밀도 분포를 색상의 연속적 변화로 표현하여, 사용자가 정보 해석에 어려움을 겪지 않도록 구현하였다.

신규데이터 추가와 관련해서는 도요·물떼새 이동 경로, 해양포유류 및 보호종 정보, 인공어초 및 바다숲 관련 정보, 해상풍력 프로젝트 현황, 풍량 정보, 송·변전계통도, 수심도, 해양교통 안전 영향, VTS(Vessel Traffic Service) 정보, 어구·어법 정보 등의 다양한 자료에 대한 필요성이 제안되었다. 신규데이터와 관련해서는 각각의 자료에 대한 담당기관 및 유관기관과의 논의를 통해 데이터 확보 및 정합성 검토 이후 반영 여부를 결정할 예정이다. 기타의견으로는 시스템의 한계와 활용 방안을 안내하기 위한 설명 문구 추가와 기존에 운영 중인 플랫폼과의 연계 가능성에 대한 검토의 필요성이 제시되었다.

## VI. 결론

2025년 3월 「해상풍력특별법」의 제정과 더불어 해상풍력 개발이 더욱 활발히 진행될 계획이며, 이와 관련된 환경적·사회적 이슈들을 미연에 방지할 수 있는 해상풍력 사전입지정보도 지원시스템을 개발하였다. 해당 시스템은 지도 기반의 서비스를 제공하고 유지보수성, 확장성, 호환성 등을 고려하여 오픈소스 기반의 GeoServer를 활용하여 구축하였다. 시스템의 주요 기능은 ‘해상풍력 기본 정보도’와 ‘해상풍력 환경입지컨설팅’으로 구분되어 정보를 제공해 준다. 해상풍력 기본 정보도에서는 6개의 대분류와 30개의 중분류로 구분하여 공간정보를 제공한다. 대분류 항목은 풍력자원, 생활환경, 조류(새), 입지 회피 검토지역, 입지 신중 검토지역, 해양관련지도로 나뉘며, 각 대분류별로 중분류 레이어를 구성하여 보다 체계적인 정보를 지원하였다.

풍력자원에서는 기상청에서 제공하는 10m와 80m에서의 평균풍속 정보를 포함하고 있으며, 생활환경에서는 해안선, 유인도서, 무인도서, 관광지, 주요 해양 전망대, 주요 해수욕장의 공간정보를 확인할 수 있다. 조류(새) 분야에서는 팽이갈매기와 멸종위기 야생조류에 위치추적 장치를 부착하여 얻은 해양성 조류(새)의

밀도 분포와 겨울철새 도래현황 조사지역에 대한 정보를 제공한다. 「해상풍력발전 환경성평가 협의 지침」에 제시된 입지 회피 검토지역과 입지 신중 검토지역의 공간정보를 포함하였다. 해양관련지도에서는 어획량 밀도 분포, 양식장, 갯벌, 항로, 해양용도구역, 어선어업구역, 어업자원 보호수역, 조업금지구역, 해양용도구역 정보를 얻을 수 있다.

해상풍력 환경입지컨설팅은 해상풍력발전 입지 선정을 위한 사전 정보를 제공·분석하는 시스템이며, 기본 정보, 분석대상지 위치이동, 분석대상지 그리기, 결과보기의 기능을 포함하고 있다. 환경입지컨설팅 분석 결과에서는 대상지의 해안선 및 유·무인도와와의 거리, 해양성 조류 행동권 분석, 어획량 밀도 분포, 입지 회피 검토지역과 입지 신중 검토지역의 중첩 여부, 분석 대상지 경계로부터 10km 이내의 구축된 공간정보의 포함 여부를 확인할 수 있다. 해당 시스템은 전문가 그룹의 시범운영을 통하여 플랫폼 기능 개선, 데이터 시각화 향상, 레이어 및 속성정보 확장, 신규 데이터 추가 등의 개선 사항을 반영하였다.

중장기적으로는 사용자 중심의 문제 해결을 위한 기능적 개선과 시스템의 안정성 확보를 위한 기술적 보완이 병행되어야 한다. 아울러, 데이터베이스의 체계적 관리 및 연계성 강화를 통해 정보의 신뢰성과 활용도를 높이는 것이 필요하다. 이러한 기반 위에서의 지속적인 시스템 고도화는 해상풍력 사전입지정보 제공의 실효성을 제고하고, 정책결정 및 산업계의 입지 검토·의사결정 과정에서 효율적인 지원 도구의 기능을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구는 단순한 시스템 구축에 그치지 않고, 해상풍력 개발 초기 단계에서 요구되는 환경정보 통합과 시각화 기반의 평가 지원체계를 제안하였다는 점에서 실질적인 기여가 예상된다. 또한 해양공간계획 및 친환경 해양개발 정책 수립에도 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 사사

본 논문은 한국환경연구원에서 환경부의 수탁과제로 수행된 「신재생에너지 환경성평가 방안 연구(2024-048)」의 연구결과를 기초로 작성되었습니다.

## References

- 기상청 (2023). IPCC AR6 종합보고서 - 정책결정자를 위한 요약본(해설서). 기상청. pp. 84.
- KMA (2023). IPCC AR6 Synthesis Report - Summary for Policymakers (Commentary). Korea Meteorological Administration. pp. 84.
- 김은지, 조은별(2025). 해상풍력 인허가 시리즈 I - 공유수면 점용·사용허가의 지연 현황과 개선 방안. 기후솔루션. pp. 21.
- Kim, Y. J., & Cho, Y. J. (2025). Offshore Wind Power Permitting Series I - Current Delays and Improvement Measures in Occupation and Use Permits for Public Waters. Solutions for Our Climate. pp. 21.
- 바다허브 (2025). 해양수산빅데이터플랫폼. <https://www.vadahub.go.kr/user/main/index.do>
- Vadahub (2025). Marine and Fisheries Big Data Platform. <https://www.vadahub.go.kr/user/main/index.do>
- 산업통상자원부(2021). 정부는 30년 12GW 해상풍력 보급을 목표로 하고 있으며, 보도설명자료. 산업통상자원부. pp. 2.
- MOTIE (2021). The Government Aims to Deploy 12GW of Offshore Wind Power by 2030. Ministry of Trade, Industry and Energy. pp. 2.
- 이승연, 이후승(2023). 한반도 해양성 조류의 생활사적 특성을 고려한 해상풍력발전 환경영향평가에 대한 고찰. 한국풍력에너지저널, 14(3), 69-82.
- Lee S. Y., & Lee H. S. (2023). A Review on Environmental Impact Assessment of Offshore Wind Farms Related to the life-history of Marine Birds on the Korean Peninsula. *Journal of Wind Energy*, 14(3), 69-82. <https://koreascience.kr/article/JAKO202320735873294.page>
- 외교부 (2023). 향후 10년의 기후 행동이 온난화 제한을 결정한다. 공동보도자료. 외교부. pp. 20.
- MOFA (2023). Climate Action over the Next Decade will Determine the Extent of Global Warming. Ministry of Foreign Affairs. pp. 20.
- 최덕환(2025). 해상풍력 특별법의 의미와 향후 과제. Electric Trend, 전기저널. pp. 5.
- Choi, D. H. (2025). The Significance of the Special Act on Offshore Wind Power and Future Challenges. Electric Trend, Monthly Electrical Journal. pp. 5.
- 환경공간정보서비스 (2025). <https://egis.me.go.kr>
- EGIS (2025). Environmental Geographic Information Service. <https://egis.me.go.kr>
- 환경부 (2025). 해상풍력발전 환경성 평가 협의 지침. 환경부. pp. 12.
- MOE (2025). Guidelines for Environmental Assessment and Consultation on Offshore Wind Power Development. Ministry of Environment. pp. 12.
- 환경영향평가정보지원시스템 (2025). <https://eiagis.eiass.go.kr>
- EIASS (2025). Environmental Impact Assessment Support System. <https://eiagis.eiass.go.kr>
- 해상풍력윈스텝플랫폼 (2025). <https://owp.kei.re.kr>
- OWP (2025). One-step Platform for Offshore Windfarm. <https://owp.kei.re.kr>
- GWEC (2025). Global Wind Report 2025. pp. 105.
- IPCC (2025). About the IPCC. <https://www.ipcc.ch/about/>