Ocean Energy Pathway

In partnership with

The Biodiversity Consultancy

해상풍력분야의 생물다양성 보전을 위한 조사 방법론 및 전략 제안

(요약본)



September 2026

<핵심요약>

본 보고서는 한국의 2050 탄소중립 및 국가 해상풍력 보급 목표(2030 년 누적 10.5GW 보급·착공, 2035 년 누적 25GW 보급)의 차질 없는 달성을 지원하는 동시에, 해상풍력 개발이 해양 생태계에 미치는 부정적 영향을 최소화하기 위한 전략적 생물다양성 조사체계를 제안한다. 이는 기후변화 대응 과정에서 생물다양성 손실을 최소화하도록 규정한 쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(KMGBF) 목표 8 의 취지에도 부합한다. 특히 본 보고서는 오션에너지패스웨이와 The Biodiversity Consultancy 가 앞서 수행한 '지속가능한 해상풍력을 위한 생물다양성 우선순위 연구'의 후속 연구로서, 해당 연구가 입지 선정부터 건설·운영에 이르는 전 과정의 잠재적 환경영향과 기존 정보 격차를 평가하여 도출한 결과에 따라 조류(鳥類)와 해양포유류를 최우선·우선 조사 대상으로 선정하였다. 아울러 디지털 항공조사(DAS), 수동음향 모니터링(PAM), 환경유전자 분석(eDNA), 먹이 유인식 원격 수중영상 조사(BRUVs) 등 분류군별 특성에 최적화된 기법을 결합한 통합 조사체계와 개발사 간 데이터 표준화·공유 및 공동 활용을 위한 협력 모델을 제시함으로써, 생태 민감 해역의 조기 식별과 과학적 근거 기반의 입지 선정, 나아가 사업 전반의 생물다양성 리스크 관리를 뒷받침하고자 한다.

1. 정책·제도적 배경 및 추진 필요성

정부는 기후위기 대응을 위한 녹색 전환과 에너지 안보 강화, 신성장 동력 확보를 위해 해상풍력 보급을 대폭 확대하고 있다. 2026 년 6 월 발표된 10 개년 입찰 로드맵에 따라 2026 년부터 2035 년까지 총 55GW 규모의 해상풍력 용량이 입찰에 부쳐지며, 매년 4GW 이상이 신규 공고될 예정이다. 이처럼 대규모 사업이 속도감 있게 추진되는 과정에서 환경영향평가(EIA) 지연과 생태적 갈등을 예방하기 위해서는 사업 초기 단계부터 체계적이고 신뢰성 높은 생물다양성 기초 데이터를 구축하는 것이 필수적이다.

- **국가 해상풍력 목표 및 입찰 로드맵**: 2030 년까지 해상풍력 10.5GW(설치용량 3.1GW), 2035 년까지 25GW 설치 달성을 목표로 설정하였다. 기존 13.5GW 목표를 계통 및 수용 역량에 맞추어 현실화하는 동시에, 사전 생태 영향 평가의 제도적 기틀을 마련하였다.

- **통합 거버넌스 구축 및 예비지구 입지 지정**: 기후에너지환경부 출범으로 에너지와 환경 정책 기능이 통합되었으며, 해양수산부와 공동으로 예비지구를 지정하는 「해상풍력법」 제 14 조에 따라 입지 선정 초기 단계부터 해양 생태계 영향 저감 기준을 적용할 수 있는 기반이 확립되었다.
- **국제·국내 법적 준수 의무**: UN 생물다양성협약(CBD)의 '쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크(KMGBF)' 목표 8 과 제 5 차 국가생물다양성전략(2024–2028), 그리고 「생물다양성 보전 및 이용에 관한 법률」에 의거하여, 기후변화 완화 사업인 해상풍력 역시 생물다양성 손실을 최소화해야 할 법적 책무를 지닌다.

2. 분류군별 생물다양성 조사 우선순위 체계

본 연구는 인허가 불확실성(Permitting Risk), 사회적·대중적 관심도, 생태적 민감도, 기존 데이터 공백 수준을 종합적으로 평가하여 주요 해양·연안 분류군을 최우선(High), 우선(Medium), 조건부(Low-Medium) 과제로 체계화하였다.

분류군 우선순위	주요 종 및 서식 현황	잠재적 주요 영향
조류 우선순위: 최우선(High)	• 주요 바닷새 번식지 및 이동 경로 DB 구축 • 해안 레이더 관측 및 GPS 위성 추적(Tagging)	• 선박 선조사: 장기 시계열 데이터셋 구축 및 다분류군 동시 조사 • 디지털 항공조사(DAS): 광역 해역 모니터링 및 다분류군 통합 조사
해양포유류 우선순위: 우선(Medium)	• 주요 해양포유류 보호구역(IMMA) 검토 • 기존 문헌 및 서식·분포 기초 데이터 수집	• 선박 선조사·디지털 항공조사(DAS): 출현 여부 및 공간 분포 파악, 핵심 서식지 식별 및 누적 영향 평가 • 수동음향 모니터링(PAM): 계절별 서식 및 활동 패턴 분석
상어·가오리 및 어류	• 기존 문헌 조사 및 지역 어업인 면담 조사	• 환경유전자(eDNA) 메타바코딩 분석

우선순위: 우선(Medium)	• 한국홍어 등 주요 보호종의 해저 케이블 전자기장(EMF) 영향 선행 연구	• 먹이 유인식 원격 수중영상 조사(BRUVs) • 음향 추적(Acoustic Tagging) 조사
박쥐 우선순위: 우선(Medium)	• 도서 지역 간 주요 이동 경로 파악 • 연안 및 도서 거점 음향 모니터링을 통한 이동 양상 규명	• 풍력발전기 배치 해역 대상 장기 초음파 음향 모니터링 및 무선 추적(Radio Tagging)
해초류·해조류/거북·산호 우선순위: 조건부(Low-Medium)	• 기존 국가 해양생태도 DB 활용 (광역 계획 단계에서는 추가 현장 조사 제약)	• 해저 케이블 양륙 경로 정밀 해저 서식지 탐사(AUV/MBES) • 산호 군락지 및 바다거북 산란지 회피 설계 반영

- **주요 분류군별 핵심 리스크 및 조사 필요성**

  - **조류:** 블레이드 충돌에 대한 대중적 우려가 매우 높으며, 이는 인허가 성패를 좌우하는 핵심 사회적 수용성 요인이다. 특히 번식기 바닷새에 대한 국내 기초 연구와 정보 공백이 커 개발 영향에 대한 노출 위험이 높으므로, 비행 고도·국지적 이동 경로·누적 영향에 관한 과학적 데이터 확보가 시급하다.

  - **해양포유류**: 하부구조물 항타 공사 시 발생하는 고강도 수중 소음으로 인한 청각 손상·서식지 이탈과 더불어, 건설 및 유지관리 작업 선박과의 충돌 위험이 주요 리스크로 작용한다.

  - **상어·가오리 및 어류**: 연근해 어업권 및 지역 어업인 이해관계와 직결되는 분류군으로, 송전용 해저 케이블에서 발생하는 전자기장(EMF)이 멸종위기종인 한국 홍어 등 연골어류의 감각기관과 행동 생태에 미치는 영향을 정밀하게 규명할 필요가 있다.

3. 단계별·방법론별 최적 조사 기법 및 비용 수준

해상풍력 생태조사는 입지 지정 이전의 '계획 단계(광역·스크리닝 조사)'와 발전지구 지정 이후의 '프로젝트 단계(단지별 정밀·기준선 조사)'로 구분하여, 각 단계의 목적과 대상 분류군에 최적화된 조사 기법을 차별적으로 적용해야 한다.

조사기법	대상분류군	장점 및 적용 방안	예상 비용 (USD)
디지털 항공조사 (DAS)	조류, 해양포유류, 거북 (다분류군 동시 조사)	초고해상도 항공 촬영으로 1 일 최대 1,200km² 광역 모니터링 가능. 생물 교란을 최소화하며 신속하고 정밀한 개체수·분포 산출에 유리	$750,000 ~ $4,000,000 (2 년간 총 24 회 수행 기준)
선박 선조사 (Vessel-based Transect)	조류, 해양포유류, 거북	조류의 실제 비행 고도 및 세부 행동 특성 직접 관측 가능. 국내 조사 인프라 수급이 비교적 용이하나 조사 속도가 느리고 기상 제약 존재	$480,000 ~ $2,000,000 (2 년간 총 24 회 수행 기준)
수동음향 모니터링 (PAM)	해양포유류	고래류 등의 장기 출현 여부, 공간 분포 및 계절별 활동 패턴 연속 수집. 야간 및 악천후 조건에서도 상시 관측이 가능한 핵심 기법	$500,000 이상 (2 년 연속 운영 기준)
환경유전자 조사 (eDNA)	상어, 가오리, 어류	해수 채수 기반의 비침습적 기법으로 심해 및 수심별 정밀 조사 가능. 육안 관측이 어려운 은폐종 및 다분류군 동시 탐지에 탁월	샘플당 약 $674
먹이 유인식 원격 수중영상 조사 (BRUVs)	상어, 가오리, 어류	비침습적으로 은폐성 어종을 유인하여 시각적 식별 및 행동 데이터 확보. 비교적 비용 효율적이며 대수심 해역 설치에도 적합	지점당 약 $356
해저 서식지 탐사 (AUV / MBES)	해초류, 해조류, 저서생물상	무인잠수정(AUV) 및 다중빔 음향측심기(MBES)로 고해상도 해저 지형·서식지 데이터 제공. BRUVs 와 병행 시 프로젝트 단계 정밀 조사에 최적	기본 수행 $65,000+ (장비 임차 및 선박 비용 별도)
생물 추적 태깅 (Tagging)	상어, 가오리, 어류	개체별 핵심 이동 경로, 회유 범위 및 주요 서식지 이용 패턴 규명	개체당 $400 ~ $4,000

	(대상 종 및 장비 사양별 상이)

4. 생물다양성 보전과 신속한 사업 추진을 위한 3 대 전략 제안

- **전략 1. 개발사 간 공동 조사 및 데이터 공유 모델 구축**

  - **해외 선진 사례 벤치마킹**: 스코틀랜드 및 프랑스 등 해상풍력 선진국에서는 인접 해역 개발사들이 광역 생태 데이터를 공동으로 수집·공유함으로써 중복 조사를 방지하고 개별 사업자의 조사 비용을 획기적으로 절감하고 있다..

  - **국내 적용 방안**: 서해안·남해안 등 대규모 해상풍력 밀집 개발 권역을 중심으로 민간 개발사와 지자체, 전문 연구기관이 참여하는 '권역별 공동 조사 협의체'를 구성하고, 표준화된 국가 해양생태 데이터베이스 플랫폼 구축을 추진한다.

- **전략 2. 장기 조사 항목의 전략적 조기 착수 (Strategic Sequencing)**

  - **조사 리드타임 선제 관리**: 계절별·연간 변동성 파악에 최소 1~2 년 이상의 관측 기간이 요구되는 조류·해양포유류 디지털 항공조사(DAS), 선박 선조사, 수동음향 모니터링(PAM), 개체 태깅 조사를 환경영향평가(EIA) 본조사 이전 단계에서 조기 착수한다.

  - **인허가 병목 현상 해소**: 충돌위험모델링(CRM) 등 정량적 환경영향 예측에 필수적인 기선(Baseline) 데이터를 선제적으로 확보함으로써, 인허가 심사 기간을 단축하고 불확실성에 따른 사업 지연 리스크를 최소화한다.

- **전략 3. 국가 해상풍력 환경영향평가 가이드라인 개정 및 인센티브 제도화**

  - **제도 및 지침 정비:** 기후에너지환경부와 해양수산부가 공동으로 수립하는 예비지구 지정 기준 및 해상풍력 환경영향평가 가이드라인에 '다분류군 통합 조사 표준 지침'을 공식 반영하여 조사의 일관성과 신뢰성을 확보한다.

- **민간 참여 유인책 도입:** 공공 플랫폼에 생태 조사 데이터를 공유하거나 권역별 공동 조사에 적극 참여하는 사업자에게 입찰 평가 가점 부여, 인허가 관련 수수료 감면, 환경영향평가 우선 심사 등의 실질적인 제도적 인센티브를 제공한다.

Ocean Energy Pathway

Ocean Energy Pathway 는 에너지 전환을 뒷받침하고 해양 생태계를 보전·증진하며 지역사회의 역량을 강화하는 다양한 프로그램을 통해 전 세계 해상풍력 산업의 성장을 가속화한다. 당 기관은 각국 정부와 주요 의사결정권자에게 전문적이고 독립적인 지원을 제공함으로써 글로벌 해상풍력 보급이 신속히 추진될 수 있도록 돕는다. 아울러 정책, 산업, 생태 보전 분야의 주요 리더들과 긴밀히 협력하여 해상풍력의 장기적이고 지속 가능한 성장을 위한 해법을 함께 모색한다. 또한, Climate Policy Radar 와 협력을 통해 구축한 해상풍력 지식 플랫폼 'POWER Library'를 운영하며, 정책 입안자들이 해상풍력 관련 주요 보고서와 정책 자료를 손쉽게 검색하고 활용할 수 있도록 지원하고 있다. 영국에 본부를 둔 Ocean Energy Pathway 는 한국을 포함해 호주, 브라질, 콜롬비아, 인도, 일본, 멕시코, 필리핀, 베트남 등 주요 국가에서 활동하고 있으며, 그 외 여러 국가에서도 다양한 프로젝트를 활발히 추진하고 있다.
https://oceanenergypathway.org/

The Biodiversity Consultancy

기업과 자연이 함께 번영하는 미래
The Biodiversity Consultancy(TBC)는 기업 활동 전반에서 생물다양성에 긍정적인 영향을 창출하는 것이 당연한 일상으로 자리 잡도록 돕기 위해 설립되었다. TBC 는 과학적 전문성과 비즈니스 통찰력을 결합하여 기업이 자연 보전에 대한 포부를 실질적인 행동으로 전환하고, 측정 가능한 성과를 달성할 수 있도록 지원한다. 자연에 긍정적인(Nature Positive) 미래는 기업의 회복탄력성과 지속 가능한 성장을 위한 필수 요소이며, TBC 는 이러한 전환이 실현 가능하고 검증 가능하며 실질적인 가치를 창출하도록 뒷받침한다. 설립 이래 과학과 혁신은 TBC 의 모든 접근 방식의 핵심 기반이 되어 왔으며, 이를 통해 협력 기업들과 TBC 가 수립에 참여하는 각종 글로벌 기준이 자연에 실질적인 혜택을 주는 견고한 실행으로 이어지도록 보장하고 있다. 생물다양성 기초과학 분야의 선도 기관으로서 TBC 는 앞으로도 과학 연구에 적극적으로 참여하며, 다양한 연구기관과의 협력을 통해 기업과 자연의 조화로운 상생을 이끄는 실용적이고 신뢰할 수 있는 해법을 지속적으로 개발해 나갈 것이다.
https://www.thebiodiversityconsultancy.com/