

# 육상풍력 발전사업의 환경지표가 평가 의견에 미치는 영향: 로지스틱 회귀분석과 상호작용항 분석

고도연\*<sup>†</sup> · 권선용\*\*

\*서울대학교 환경대학원 박사수로, \*\*한국환경연구원 환경평가본부 자원에너지평가실 연구위원

## Impact of environmental indicators on evaluation of onshore wind power projects: A logistic regression and interaction term analysis

Ko, Doyeon\*<sup>†</sup> and Kwon, Sun Yong\*\*

\*Ph.D. Student, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Seoul, Korea

\*\*Senior Research Fellow, Environmental Assessment Group, Korea Environment Institute, Sejong, Korea

### ABSTRACT

This study analyzed the main environmental indicators of 125 onshore wind power projects using logistic regression and interaction term analysis based on environmental impact statements and evaluations from consulting bodies. The findings reveal that most environmental indicators did not significantly influence evaluation opinion, and some interaction effects between indicators were observed. The complexity of environmental onshore wind issues and the challenge of quantifying qualitative considerations contribute to these results. The study underscores the need for intuitive and composite environmental indicators. Despite current limitations related to qualitative and composite factors and data constraints, this research established a database of environmental indicators for future research. The results and recommendations will support the planning and institutional development of onshore wind power projects, especially amidst growing interest in data-based project management feedback systems. Future research should integrate unquantifiable data from evaluation documents, utilize the latest and most appropriate environmental indicators, and consider social and economic impacts beyond environmental effects. Such an approach will enhance the body of related research, offering a more comprehensive understanding of the impacts and improving decision-making processes for onshore wind power projects.

*Key words* : EIA, Quantitative Indicator for Environmental Issues, Comments of the Reviewing Agency, Logistic Regression, Non-significance, Interaction Effects

## 1. 서론

현재 화석연료 기반의 에너지 공급 체계는 국내외적으로 환경오염, 기후변화, 자원 고갈, 에너지 안보 불안정 등 다양한 문제를 야기하고 있다. 이러한 상황에서 환경 보호와 더불어, 효율적이고 발전된 기술을 통한 지속가능한 발전이 중요한 과제로 대두되고 있다. 재생에너지는 상기 문제 해소와 지역 경제 활성화 등 편익 실현에 중요한 역

할을 하며(Ko et al., 2022), 지속가능한 발전을 추진하기 위한 주요 방안으로써 주목받는다. 특히, 내륙의 바람을 활용하여 전력을 생산하는 육상풍력 발전사업(이하 “육상 풍력”)은 기술 발전을 통해 경제성 면에서 기존의 화석연료 기반 발전원과 견줄 만하다는 평가를 받고 있으며, 설비가 지속적으로 확장되는 추세이다(Joint Ministries, 2023; Song et al., 2012).

그러나, 육상풍력은 광범위한 지역에 발전기와 연결도

<sup>†</sup>Corresponding author : [environman@snu.ac.kr](mailto:environman@snu.ac.kr) (225, Bldg. #82, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea. Tel. +82-2-880-5646)

ORCID 고도연 0000-0002-4884-3731

권선용 0000-0003-1018-2592

로 등 인위적인 설비가 들어서기 때문에 환경에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 지역의 환경적 특성에 따라 설비 입지로 인한 피해가 유발되는 경우 다양한 갈등을 초래할 수 있으며, 이는 인구밀도가 높은 국내에서 큰 이슈로 부각된 상황이다(Ko and Kim, 2022; Ko et al., 2022).

국내에서 개발사업의 환경성 평가는 환경영향평가(Environmental Impact Assessment, EIA)를 통해 이루어진다. EIA는 개발 이전에 사업이 환경에 미치는 문제점을 파악하고 사업이 생태계 영향, 지반 안정성 저하, 소음 발생, 경관 영향 등 인간에게 저감이 어렵거나 항구적인 영향을 미쳐 문제가 큰 경우 입지를 재검토하거나, 문제를 최소화함으로써 합리적인 발전을 도모하는 단계이다.

EIA 시 사업에 대한 다면적인 입지 환경 조사가 수행되며, 환경영향평가서(이하 ‘평가서’)에는 이에 관한 환경지표가 구축된다. 협의기관에서는 사업이 환경에 미치는 영향에 관한 전문가 집단의 평가가 내려진다. 이때, 평가는 항목별로 환경보전 목표와의 부합성, 연계성, 적정성 여부 등을 관련 환경지표와 정량적 및 정성적 평가 방법을 활용하여 수행된다(Ministry of Environment, 2023; Park et al., 2021). 따라서, 환경지표는 어느 정도 규제적 특성을 가진다고 할 수 있다.

육상풍력에 대해서도 전략환경영향평가, 환경영향평가, 소규모 환경영향평가(이하 “환경영향평가등”이라 한다)가 수행되는 중이다. 육상풍력의 환경문제로 국내 EIA 수행과정에서 협의기관의 사업 보완 요청이나 부동의, 주민수용성 저하 및 민원 발생 등으로 인한 지연이 빈번한 실정이다. 사업 지연은 경제성 감소로 직결되므로 사업자에게 EIA는 중요한 과정이며, 환경성을 갖춘 사업을 추진하도록 하는 강한 동기를 부여한다.

육상풍력에서 발생하는 환경문제는 입지 환경의 특성에 따라 상이하다(Lee and Park, 2021). 때문에, 원활한 사업 수행을 위해서는 잠재적 입지 고려지역 선정 등 초기 계획 단계에서부터 환경사회적 문제 소지를 최소화할 필요가 있다. 이에 따라, 설비의 환경성을 가늠하기 위해 이해관계자가 고려하는 환경지표에 관한 시사점과, 발전 방향에 관한 제언이 도출된다면, 향후 육상풍력 등 개발사업의 합리적 추진에 크게 기여할 수 있을 것이다.

상기 배경 아래, 본 연구에서는 육상풍력 평가서의 주요 환경지표와 협의기관의 의사결정에 관한 정량적 분석을 수행함으로써 의사결정 과정에서 현재 환경지표의 위치를 확인하였다. 이를 통해 도출된 결과를 해석하고 원활한 사업 입지를 위한 시사점과 현재 지표의 한계 및 발

전 방향을 제시한다. 이를 통해 국내 육상풍력의 원활한 EIA협의 및 합리적인 확장을 지원하는 것에 목적이 있다.

## 2. 선행연구

기존 개발사업의 환경이슈 및 환경지표를 정량적으로 분석하고 이에 기반하여 시사점을 제공하는 연구는 아래와 같다.

먼저, 특정 환경지표에 관한 기술통계에 기반하여 현황을 분석한 유형의 연구이다. 이 유형의 연구에서는 특정 환경지표에 초점을 두고 환경이슈 현황을 분석하는 내용이 확인된다.: Park et al. (2018)은 도시지역 생태적 기능향상을 위해 비오름 면적 비율 적용 가이드라인에서 제시된 비오름 면적 비율 임계치가 실제로 준용되고 있는지를 분석하였다. 결과적으로, 전략환경영향평가서 648건 중 15%, 환경영향평가서 471건 중 25%가 만족하여 낮은 실천 수준을 확인하였고, 이를 해소하기 위한 법제화와 홍보 등의 시사점을 도출하였다. Seo et al. (2019)은 서남해 해상풍력 실증단지 해역을 중심으로 구축된 모니터링 자료를 분석하여 해양물리, 해양수질, 해저퇴적물의 환경 특성을 파악하고 현황을 제시하였다. Zhu et al. (2020)은 환경영향평가 수행된 태양광과 육상풍력 각각 42개, 31개 사업의 위성지도 자료를 토대로 입지 특성을 분석하였다. 분석결과, 다수의 육상풍력이 백두대간보호지역과 국토환경성평가지도 1등급 등 환경훼손 우려가 높은 지역에 위치하는 것으로 나타나, 관련 환경성 검토 기준 개선의 필요성을 제기하였다.

다음으로, 환경지표 분석에 기반하여 EIA 지침을 제시하는 유형의 연구이다. 이 유형에서는 환경영향평가 시 특정 지표의 중요성을 부각하거나 향후 보완점을 제시하는 내용이 확인된다.: Lee (2020)는 2012년 이후 환경영향평가등의 동의, 조건부동의, 부동의 협의결과를 분석하였다. 부동의 사례에 대해 6개 환경분야 중 입지타당성 분석에서 중요한 토지환경과 자연생태환경의 평가항목을 중심으로 근거 요인을 분석하고, 환경 관련 토지이용규제와 환경 관련 등급을 중심으로 개발계획이나 개발사업에서 원활한 환경영향평가 진행을 위한 고려사항을 제시하였다. Park et al. (2021)는 토지이용 항목에 대한 평가서 작성 지침서 및 매뉴얼을 검토하고, 이를 기준으로 과거 30년간 이루어진 평가서 및 협의서 중 무작위로 추출한 90건의 토지이용 평가항목에 대해 분석 및 검토하여 미흡한 점 및 보완사항을 제언하였다. Lee and Maeng (2022)는

주요 환경이슈 및 지표 식별 과정 등 해상풍력 환경성평가 협의지침 개발 과정을 검토하고 향후 지침 개정을 위한 제언을 도출하였다.

마지막으로, 사업의 환경성 평가지표 개발 연구이다. 이 유형의 연구에서는 개발사업이나 특정 환경이슈의 정량적 평가 모델을 제안하는 연구가 주를 이룬다.: Phillips (2015)는 네 범주의 환경지표에 기반한 모델링 기법으로 육상풍력의 환경영향에 대한 정량적 평가를 내리는 RIAM (Rapid Impact Assessment Matrix) 모델을 제안하고, 이를 특정 육상풍력에 적용하였다. Jeong (2022)는 육상풍력의 환경영향평가 등의 최종단계에서 제출된 평가서 58건을 분석하여 입지 환경지표 6가지(사업부지의 산림 점유율, 평균 경사도, 지형변화지수, 평균 녹지자연도, 정온시설 거리, 송전거리)를 구축하였다. 이후, 지표들의 요인분석(factor analysis)을 통해 개별 변수의 가중치를 계산하여 육상풍력의 환경적 지속가능성을 평가하기 위한 목적의 ESI 지수를 개발하였다. Guan (2022)은 노출도, 발전기의 시각적 영향, 경관 민감도의 세 가지 범주에 대한 평가 원칙과 기준 및 지표 설정에 기반한 경관시각 영향평가 모델을 제안하고, 이를 활용한 이해관계자들 간 협의의 용이성 제고를 개진하였다.

앞서 살펴보았듯이, 육상풍력 평가서의 환경지표에 관한, 기술통계 분석 외에, 추론통계 연구는 거의 이루어지지 않았다(Jeong, 2022). 지침 제시 등 연구에서 추론통계를 통한 유의한 정량적 결과에 기반하여 결론을 뒷받침할 필요성이 있다. 국내에서 수행된 Jeong (2022)의 연구는 통합적인 환경성 평가 지수를 도출하는 데 요인분석을 적용했다는 점에서 탐색적인 가치가 존재하나, 사용된 환경지표의 수가 적고 이것이 환경영향 정도를 직관적으로 나타낸다고 보기 어렵다. 또한, 이용된 일부 환경지표(녹지자연도와 송전시설과의 거리)는 대체 평가지표가 존재한다. 그리고, 통합 평가 모델 구축 연구는 분석에서 협의기관의 의사결정을 배제하여 실질적인지 의문점이 존재한다.

이처럼, 아직 평가서상 육상풍력의 환경이슈 정도를 가늠할 수 있는 다양한 환경지표를 구축하고 이에 따른 협의기관의 의사결정 변화를 분석하여 시사점 도출에 이르는 연구는 존재하지 않는다. 이에 추론통계를 통해 환경지표 활용성의 현황을 분석하고 향후 연구를 위한 기반 마련이 시급한 실정이다.

### 3. 연구방법

본 연구를 수행하기 위해 2010년에서 2023년 7월까지 제출된 125개 육상풍력의 평가서와 환경부의 검토의견 또는 협의의견(이하 평가의견)을 수집하였다. 평가의견을 토대로 중점적인 환경이슈를 식별하고 이를 가늠하는 평가서상 환경지표를 수집하였다. 이후 평가지표가 협의기관의 의사결정과 어떠한 상관관계를 가지는지를 이항 로지스틱 회귀분석을 활용하여 분석하고, 상호작용항 분석을 통해 지표 간 조절효과의 근거를 확인하였다. 자세한 내용은 아래와 같다.

#### 3.1. 문헌조사 및 자료수집

환경영향평가법[시행 2021. 8. 17.]에 따르면 환경영향평가 대상 육상풍력 사업자는 환경영향평가등을 위해 평가서를 제출하고 제안된 계획의 환경영향이 허용 가능한 수준의 합리적인 대안임을 입증하여야 한다.

평가서 제출로 협의를 요청받은 환경부장관은 관련 전문검토기관 의견 등을 수합하여 사업의 환경영향 정도를 검토한다. 이후 환경부장관은 사업계획 추진으로 환경훼손 또는 자연생태계의 변화가 현저하거나 현저하게 될 우려가 있는 경우, 국가환경정책에 부합하지 아니한 경우, 생태적으로 보전가치가 높은 지역을 심각하게 훼손할 우려가 있는 경우 사업을 재검토할 것을 승인기관장 등에게 통보할 수 있다. 재검토 대상 사업자는, 사업 추진 희망 시, 검토의견을 반영하여 평가서를 보완 후 협의를 요청한다. 보완·조정 사항이 경미한 등 재검토 대상이 아닌 경우 ‘조건부협의’로 협의의견을 통보하고 승인기관의 장 및 사업자에게 반영하도록 함으로써 평가과정이 완료된다.

국내 육상풍력에서는 2002년 이후로 다수의 환경영향평가등이 수행되었다. 본 연구에서는 분석을 위해 환경영향평가정보지원시스템(EIASS)에서 2023년 7월까지 협의가 완료된 육상풍력의 가용한 평가서 본안 및 협의기관의 평가의견을 수집하였다(NIER, 2023). 총 179건의 사업이 확인되었으며 이 중 다음과 같은 경우를 분석 대상에서 제외하였다: 2009년 이전 사업은 평가서를 확인하기 어려운 경우가 8건으로 많았고, 확인 가능한 4건도 제공되는 환경지표의 정형화 수준이 낮다고 판단하여 제외하였다. 자체 환경영향평가 제도를 시행 중인 제주도 지역의 사업 3건은 제외하고 내륙지역 사업을 분석하였으며, 이외에도

Table 1. Overview of onshore wind power projects analysed by province

Province	Number of projects	Average business area (m <sup>2</sup> )	Average facility capacity (MW)	Average number of generators
Gangwon-do	48	109,417.3	34.7	10.0
Gyeongsangnam-do	10	139,067.1	40.3	12.6
Gyeongsangbuk-do	40	75,207	23.2	9.3
Jeollanam-do	25	41,907.3	23.9	8.4
Jeollabuk-do	2	9,943	2.3	1.5

Table 2. Key environmental issues and environmental indicators by EIA assessment category

Assessment category	Key environmental issues	Environmental indicators
Natural ecosystems	Prioritize avoidance of areas of high ecological and scenic value to preserve wildlife habitat, including legally protected species	Highest ecological-naturalness class, Deforested Area, Number of trees destroyed, Biodiversity of legally protected species (literature, local)
	Need to review impact on ecological continuity such as ecological axis and green axis	Adjacent to major ridges  Maximum slope elevation, Geomorphological Change Index, Percentage of steep slopes
Land environment	High-elevation ridges along major mountain ranges provide habitat for wildlife and are key migration and dispersal corridors, making them high conservation value as geo-ecological axes	
	Excessive geomorphological disturbance can lead to ground instability, impact on surrounding water systems due to sediment runoff, etc.	
Living environment	Concerns about noise from wind turbine operation on neighboring properties	Whether the facility exceeds noise environmental standards during operation, Number of facilities exceeding noise environmental standards in operation
	Concerned about landscape impacts from the project	Number of facilities within 1 km of the generator, Facility minimum separation distance from generator,

취하 또는 반려(31건)되거나 변경협의(8건)인 사업은 제외하였다.<sup>1)</sup>

평가서 본안과 그에 대한 평가의견을 수집한 이유는 평가 초기에는 사업자와 승인기관 나름의 재무적·정치적 등 측면의 합리성에 관한 판단과 같이 환경성 이외의 요소가

협의기관 의사결정에, 어떠한 경로로, 개입될 여지가 적다고 판단하였기 때문이다.<sup>2)</sup> 또한, 목적이 같고 평가항목 및 환경지표가 유사하므로(Ministry of Environment, 2023) 환경영향평가 유형을 구분하지 않고 자료를 수집하였다.<sup>3)</sup> 상기 사항을 고려하여 결과적으로 총 125개(사전환경성검

- 1) 반려 사업은 반려 이후 재접수하여 본 연구 평가대상으로 포함되거나, 평가의견에 접근이 제한되는 경우가 있다; 취하 사업은 평가의견에 접근이 제한된다; 변경협의 건은 기존 대비 환경영향의 변화가 적어 대부분 평가의견에 변화가 없다. 이러한, 자료접근 제한과 중복 이슈는 반려, 취하, 변경협의 사업을 포함하여 분석하는 것을 제한한다.
- 2) 소규모 환경영향평가에서는 평가서-본안을 제출하나, (전략)환경영향평가에서는 본안 작성 이전에 초안을 제출하고 검토 및 반영하여 본안을 제출하는 의무적인 절차가 추가된다. 협의기관이 초안에 대해 어떠한 의사결정을 내리는지 명확히 판단하기 어려우므로 본안을 대상으로 하였다.
- 3) 현재 우리나라는 2012년 7월 22일부터 전면 시행에 들어간 개정법에 따라 ‘전략환경영향평가,’ ‘환경영향평가,’ ‘소규모 환경영향평가’로 나누어 진행되는 중이다. 기존 운영되었던 ‘사전환경성검토’ 대상 사업의 경우 평가항목이 다르지 않음에 따라 포함하여 자료를 수집하였다.

토 7개, 소규모 EIA 98개, 전략 EIA 13개, EIA 7개) 사업의 환경지표 데이터베이스를 구축하였다.

### 3.2. 평가항목 및 환경지표 수집

본 연구에서는 평가서 및 평가의견을 검토하여 사업으로 인해 중점적인 환경영향이 발생한다고 판단되는 평가항목 및 환경이슈를 도출하고 이를 가능할 수 있는 정량적 환경지표를 추출하였다.

평가서에서는 사업이 환경에 미치는 영향에 대한 많은 정보를 제공한다. 현재 국내 환경영향평가 평가항목은 크게 6개로 세분화되어 있다: 대기환경, 자연생태환경, 수환경, 토지환경, 생활환경, 사회경제환경. 평가항목은 평가의견을 토대로 주요 보완·부동의 의견이 개진된 항목으로 선별하였으며 그 결과, 평가항목 세 가지(자연생태환경, 토지환경, 생활환경)에서 아래 Table 2와 같은 주요 환경이슈를 식별하고 관련 환경지표를 수집하였다.<sup>4)</sup> 이때, 수집은 총 125개 평가서 중 80% 이상(100개)에서 제공하는 환경지표를 대상으로 하였다.

#### 3.2.1. 자연생태환경 주요 환경지표

육상풍력사업 수행 시 보존가치가 우수한 생태·자연도 1등급 권역 및 식생 수준이 이에 준하는 공간역은 우선적으로 원형 보전적 관점에서 접근하는 것이 바람직하다. 이에 관련 환경지표인 “최고 생태·자연도 등급” 자료를 구축하였다.<sup>5)</sup> 또한, 사업으로 인한 산림 훼손 정도를 나타내는 “훼손수목량,” “훼손산림면적” 자료를 구축하였다.

생물다양성을 보호하기 위해 사업대상지를 포함한 인근 지역의 법정보호종 등 야생생물의 서식 현황을 면밀히 파악하고 사업 시행 시 미치는 영향을 주요 종별 특성에 따라 평가 및 저감 대책과 훼손시 복원 대책(이하 “저감·복원 대책”)을 마련할 필요가 있다. 우리나라는 생물다양성을 보호하기 위해 국가보호종을 지정하고 있다. 관련 환경지표로 문헌검토와 현지조사를 통해 식별된 인근 지역의 “법정보호종 수(문헌조사, 현지조사)”를 구축하였다.

생태계 연결성 관련하여, 비탈면을 따라 옹벽 및 사면을 수반하는 관리도로 등 선형 인공 지형 장애물은 생태적 연결기능에 부정적인 영향 및 장기적인 생태계 파편화

를 가져올 수 있다. 이에 능선부, 계곡부 등 생태계 연결성 측면의 보존가치가 높은 공간을 훼손하는 지형적 장애물의 규모를 최소화하는 것이 바람직하다. 평가서상 관련 환경지표로 백두대간 및 정맥의 핵심·완충구역에 해당하는 “백두대간·정맥 인접 여부” 자료를 확인하였다.

#### 3.2.2. 토지환경 주요 환경지표

주요 산줄기에 해당하는 고지대 능선부는 야생생물에게 서식지를 제공하고 주요 이동 및 확산의 통로가 되어 지형생태축으로서 보존가치가 높은 지역이며, 이에 대해서는 지형생태축 보전의 개념으로 접근하는 것이 필요하다(Lee and Park, 2022). 이에 앞서 생태계 연결성 측면에서 지표화한 백두대간·정맥 인접 여부는 지형적 측면 등 자체로 다면적인 환경이슈와 관련된다.

또한, 사업 시행에서 산지에 과도한 지형 훼손은 지반 불안정 유발, 토사 유출에 따른 주변 수계 영향 등을 유발할 수 있으므로 원지형을 고려하여 지형 훼손을 최소화하는 계획을 수립하는 것이 바람직하다. 평가서에서는 사업의 지형 훼손 정도를 나타내는 여러 환경지표를 확인할 수 있다. 본 연구에서는 관련 지표로 “지형변화지수 3 이상 여부”, “최대 절·성토사면고”, “급경사지 비율”을 구성하였다.<sup>6)</sup> 지형변화지수는 3 이상이면 과도한 경우이므로 해당 수치를 기준으로 초과 여부를 지표화 하였다(Kim, 2014).

#### 3.2.3. 생활환경 주요 환경지표

생활환경에서는 풍력발전기 운영으로 인한 주변 정온 시설에 소음 피해가 주된 환경이슈로 다뤄진다. 평가서에서는 운영시 주변 정온시설에 소음 영향을 모델링하여 제공하는 중이다. 본 연구에서는 관련 환경지표로 “운영시 정온시설 소음 환경기준 초과 여부”, “운영시 소음 환경기준 초과 정온시설 수”를 구성하였다. 주변 정온시설에 저주파소음 영향은 2014년 이후 대부분의 평가서에서 확인 가능하나, 국내에 적합한 방법론 부재로 정성적인 평가가 이루어진 경우가 많고, 영향이 있더라도 소음과 중복되는 경우가 대부분이므로 분석에서 제외하였다.

모든 보고서에서 주변 정온시설에 진동 영향은 미미하거나 없었다. 일부 기준치를 초과하는 경우는 대부분 진

4) 이외 세 가지 평가항목에서는 보완·부동의 의견이 적고 의사결정에 결정적인 요인으로 작용하지 않았다.

5) 생태·자연도는 각종 자연환경조사 결과를 기초로 자연환경을 생태적 가치·자연성·경관적 가치 등에 따라 1등급, 2등급, 3등급, 별도관리 지역으로 등급화한 지도이다. 생태적으로 매우 우수한 공간이 1등급으로 표시된다. 이때, 별도관리지역은 1.5로 독립변수화 하였다.

6) 절·성토사면고 정보를 제공하지 않는 일부 사업의 평가서에서는 가용한 경우 절·성토고로 대체하였다.

입도로 공사 중 일시적인 사항으로 평가의견에 주요 변화를 가져오지 않았기 때문에 제외하였다.

풍력발전단지가 주변 정온시설에 미치는 경관영향도 주된 이슈지만, 현재로서 이에 관한 평가는 다면적 요소를 고려한 정성적인 영역으로 보인다. 다만, “발전기로부터 이격거리 1 km 이내 정온시설 수,” “발전기로부터 정온시설 최소 이격거리(m)”가 이를 어느 정도 가늠할 수 있는 지표로 판단하였다.<sup>7)</sup>

### 3.3. 통계분석 방법

본 연구에서 독립변수는 환경지표이고, 종속변수는 평가서-본안에 대한 협의기관의 의사결정 변화이다. 본안이 조건부협의 및 협의완료될 경우, 사업의 환경영향이 경미하여, 긍정적인 의사결정을 한다고 보았고(1 부여), 그렇지 않고 재검토로 이어지는 경우, 부정적인 의사결정을 한다고 보았다(0 부여).

구축된 환경지표와 종속변수에 관한 추론통계에서는 우선, 환경지표별 자료 유형(범주형 또는 연속형)에 따라 교차분석(Cross-Tabulation)과 이항 로지스틱 회귀분석(Binary Logistic Regression)을 통해 특성을 살펴보고, 적합한 독립변수를 조합하여 이항 로지스틱 회귀분석 모델을 도출하였다.

로지스틱 회귀분석시 종속변수를 예측하기 위한 독립변수 조합을 구성한다. 이때 복수의 독립변수가 투입되는 경우 다중공선성 문제를 신경써야 한다. 이에 따라 중요도가 상대적으로 낮다고 판단되는 독립변수이거나(로지스틱 회귀분석 결과 참조), 일반적인 기준(독립변수들 간 상관관계수가 0.9 이상, 공차(Tolerance)가 0.1 미만, 분산팽창지수(variation inflation factor, VIF) 값이 10 이상(Kutner et al., 2004, p. 700-701))을 참조하여 독립변수를 제외함으로써 다중공선성 문제를 해소하였다. 또한, 복합적인 이슈를 파악하기 위해 지표들 간 상호작용항 분석 및 조절변수의 조절효과 유무 확인 과정을 포함한다(Hayes, 2017).

로지스틱 회귀분석 분석 결과로 각 변수의 회귀계수(B), 회귀계수의 표준오차(Standard Error, SE), 오즈비

(odds ratio, OR), CI (Confidence Interval), Wald 통계량 그리고 p-값 등을 제시한다. 모델의 적합도는 Hosmer-Lemeshow 검정을 통해 평가한다.<sup>8)</sup> 상호작용 분석 시 조절변수의 조절효과 결과는 B, SE, Z-값, p-값을 제시하며, 모델의 적합도 기준으로 McFadden R<sup>2</sup>, Nagelkerke R<sup>2</sup>를 제시한다. 통계분석에는 IBM SPSS Statistics (version 29), 상호작용 분석에는 Process macro v4.2을 활용한다.

## 4. 연구결과

본 절에서는 로지스틱 회귀분석 결과를 살펴보고 평가의견을 참고하여 이를 해석한다. 아래 Table 3은 본 연구의 일차자료인 독립변수별 기술통계량이다. 3열에서 확인되듯이 각 환경지표는 결측값을 가진다. 이에 따라 양적 분석은 결측값이 없는 105개 사업을 대상으로 수행되었다.

Table 4는 구축된 개별 범주형 환경지표와 종속변수 간 교차분석 결과이며, Table 5는 개별 독립변수와 종속변수 간 로지스틱 회귀분석 수행 결과이다.

교차분석 결과, 모든 지표가 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았다(귀무가설 채택). Cramer's V 값으로 관계성이 확인되는 최고 생태·자연도 등급만 p값이 0.1 이하로 귀무가설을 기각하기 위한 약한 통계적 증거가 있다. 이는 육상풍력 환경성 평가 관련 지침에서 대간 또는 정맥 인접(Lee and Park, 2022), 생태·자연도 1등급 권역 포함(Ministry of Environment, 2022), 지형변화지수 3 이상(Kim, 2014) 여부 등의 사업은 신중한 검토가 필요함을 언급한 것과 일치하지 않는 결과이다.

로지스틱 회귀분석 결과, 여러 환경지표 중 발전기로부터 정온시설 최소 이격거리가 유일하게 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 하지만, 이를 해석하면 이격거리가 1 m 증가할수록 긍정적인 의사결정을 수행할 가능성이 0.1% 감소한다는 것으로 동 환경지표를 통한 영향 판단 맥락과는 상반된 결과이다.<sup>9)</sup> 이외에도 통계적 유의성을 갖추진 못하였더라도 회귀계수를 통해 환경이슈의 통념과는 반대되는 경향성을 가진 환경지표로는 법정보호

7) 앞서 급경사지 비율과 지형변화지수 등 지표로도 어느정도 경관적 영향을 가늠할 수 있으며, 가시권영역은 환경지표로 정량화가 제한된다.

8) Wald 통계량은 독립변수의 회귀계수를 그 표준오차로 나눈 값의 제곱으로 계산되며, 값이 클수록 해당 독립변수의 회귀계수가 0과 다르다는 것을 더 강하게 나타내므로 해당 독립변수가 모델에서 통계적으로 유의미하다고 볼 수 있다. p-값이 설정된 유의수준보다 작으면 해당 독립변수는 통계적으로 유의미하다. OR은 독립변수 한 단위 변화가 종속변수의 오즈에 미치는 영향을 나타낸다. CI는 OR의 95% 신뢰구간을 나타낸다. Hosmer-Lemeshow 검정은 회귀모델의 전체적인 적합도를 판단하는 검정으로 유의수준이 0.05보다 큰 경우 설명력이 있는 모델로 간주된다.

9) 이격거리가 증가할수록 소음과 경관영향과 같은 생활환경 부문의 환경영향이 경감된다는 것이 일반적인 견해이다.

Table 3. Descriptive statistics by independent variable

Evaluation metrics	Independent variable	N	Minimum	Maximum	Average	Standard deviation
	Business Area ( $m^2$ )	125	1,072.0	1,319,572.0	101,074.85	138,673.4
	Generating Facility Area ( $m^2$ )	125	162.58	280,038.0	33,460.7	48,050.7
	Driveway Area ( $m^2$ )	125	0	242,411.0	32,087.7	40,601.7
	Other areas ( $m^2$ )	124	0	1,227,643.0	35,637.8	114,583.0
	Facility Capacity (MW)	125	0.1	89.100	33.200	20.739
	Number of generators	125	1	27	10.314	6.158
Natural ecology environment	Biodiversity of legally protected species (local)	125	0	14	2.69	2.411
	Biodiversity of legally protected species (literature)	125	0	29	6.74	5.259
	Highest ecological-naturalness class	124	1	3	1.722	.5991
	Deforested Area ( $m^2$ )	124	0	350,743.0	63,110.0	70,990.3
	Number of trees destroyed	123	0	50,550	7,592.66	9,739.609
Land environment	Adjacent to major ridges	125	0	1	.14	.344
	Maximum slope elevation (m)	122	0	32.50	13.5443	6.0996
	Geomorphological Change Index	123	.02	7.280	2.383	1.304
	Geomorphological Change Index 3 & higher	123	0	1	.24	.426
	Percentage of steep slopes (%)	120	0	91.170	25.431	25.793
Life environment	Number of facilities within 1 km of the generator	123	0	18	4.86	4.314
	Facility minimum separation distance from generator (m)	123	1	2,700	562.47	425.488
	Whether the facility exceeds noise environmental standards during operation	119	0	1	.18	.390
	Number of facilities exceeding noise environmental standards in operation	122	0	18	.61	2.091
Effective N (per list)		105				

Notes: 1) Certain environmental indicators are categorically variable based on whether or not they are met by referring to the relevant guidelines.  
 2) Categorical variables were transformed into dummy variables for statistical analysis.  
 3) The best ecological and natural areas are given a value of 1, secondary areas a value of 2, tertiary areas a value of 3, and special management areas a value of 1.5.

중 수(현지, 문헌), 발전기로부터 이격거리 1 km 이내 정온시설 수 등이 있다.<sup>10)</sup> 훼손산림면적, 훼손수목량 변수는 오즈비가 1로 종속변수와 관련성을 뒷받침할 증거가 없다.

Table 6은 지표를 종합하여 이항 로지스틱 회귀분석을 수행한 결과이다. 분석에 앞서, 다음과 같이 상관분석과 공차, VIF 확인을 통해 다중공선성 문제를 해소하였다: 환경지표 중 상관관계가 존재하는 경우로 지형변화지수

와 지형변화지수 3 이상 간 0.774, 훼손산림면적과 훼손수목량 간 0.801을 식별하였다. 일반적으로 0.9 이상일 경우 하나를 선택하도록 하지만, 각 경우가 특정 환경이슈를 중복하여 나타내며, 최종 모델의 Hosmer-Lemeshow 검정 결과를 고려하여 전자를 선택하였다.

분석 결과, 유일하게 “최고 생태·자연도 1등급”만이 통계적 유의성을 갖추었는데, 1등급인 경우 3등급인 경우에 비해 협의기관이 긍정적 의사결정을 취할 확률이 2.1% 낮

10) 범정보호중 수는 삼과 담비 등 종은 출현율이 높고 특정 희귀종이 출현했을 경우 영향 및 대책 수립이 크게 이슈화되어 단순히 출현종 수만으로는 태도를 예측하기 어려운 측면이 있다.

Table 4. Cross-analysis links individual environmental indicators to consultative body decision-making

Independent variables	Frequency (%)		Overall
	Pass (drafts) X	Pass (drafts) O	
Adjacent to major ridges - false	82 (75.9%)	26 (24.1%)	108
Adjacent to major ridges - true	13 (76.5%)	4 (23.5%)	17
Pearson chi-squared (p)	0.002 (0.961)	Cramer's V	0.004
Highest ecological-naturalness class - 1	37 (86.0%)	6 (14.0%)	43
Highest ecological-naturalness class - etc.	2 (66.7%)	1 (33.3%)	3
Highest ecological-naturalness class - 2	51 (75.0%)	17 (25.0%)	68
Highest ecological-naturalness class - 3	5 (50.0%)	5 (50.0%)	10
Pearson chi-squared (p)	6.353 (0.096)	Cramer's V	0.226
Maximum slope elevation - under 10 m	17 (73.9%)	6 (26.1%)	23
Maximum slope elevation - 10 m or higher	77 (77.8%)	22 (22.2%)	99
Pearson chi-squared (p)	0.158 (0.691)	Cramer's V	0.036
Geomorphological Change Index - under 3	70 (74.5%)	24 (25.5%)	94
Geomorphological Change Index - 3 & higher	24 (82.8%)	5 (17.2%)	29
Pearson chi-squared (p)	0.845 (0.358)	Cramer's V	0.083
Whether the facility exceeds noise environmental standards during operation - false	73 (75.3%)	24 (24.7%)	97
Whether the facility exceeds noise environmental standards during operation - true	17 (77.3%)	5 (22.7%)	22
Pearson chi-squared (p)	0.040 (0.842)	Cramer's V	0.018

Note: Interpretation of correlation via Cramer's V-value: 0.00 to very weak correlation ~ 0.10 to weak correlation ~ 0.30 to moderate correlation ~ 0.50 to strong correlation ~ 0.70 to very strong correlation ~ 1.00

아졌다. 이는 통계적으로 유의하지만, 실질적으로 큰 차이를 보여주지는 않는 결과이다. 이외에는 p-값이 커 귀무가설을 기각하는 데 통계적인 증거가 없고(생태자연도-2등급, 생태자연도-별도, 지형변화지수, 급경사지 비율, 소음환경기준 초과 여부 등), 환경이슈 통념과는 반대의 경향성이 도출된 변수(법정보호종 수(현지, 문헌), 최대 비탈면고, 발전기로부터 이격거리 1 km 이내 정온시설 수 등)가 다수였다.

통합 모델의 Hosmer-Lemeshow 검정 결과, P값이 0.975 (>0.05)로 도출되어 모델이 자료에 잘 맞았다. 하지만, 독립변수 개별적으로는 결과에 유의미한 영향을 미치지 않으며, 변수들 간 상호작용이 존재할 가능성을 배제할 수는 없다(Allison, 2013). 이에 따라, 위의 분석에서 활용된 환경지표 중 다범주인 최고 생태·자연도 등급을 제외한 2개 환경지표들 간 조합의 경우의 수를 구성하여 상호작용항(interaction term)의 유의성을 분석하였다.

상호작용항 분석 결과, 법정보호종수(현지)와 훼손산림

면적 간 상호작용항의 p-값이 0.05 미만으로 나타나 조절 효과가 존재하였다. 기본적으로 훼손산림면적을 통해 법정보호종의 민감한 서식지 또는 개체의 수를 가늠할 수도 있으므로 두 지표를 복합적으로 고려하는 것이 타당하게 여겨진다. 이에 관한 통계분석 결과는 Table 7, 8과 Fig. 1과 같다. 독립변수와 종속변수 간 단순 기울기를 해석하면, 조절변수인 훼손산림면적이 넓은 경우(+1 SD) Effect=0.314 (p<0.05)로 독립변수인 법정보호종수(현지)가 증가할수록 종속변수도 증가한다. 이 결과는 훼손산림면적은 표준오차가 한 단위 움직이는데, 법정보호종수(현지)는 훨씬 적은 단위가 움직이는 것으로 보아 환경영향평가 시 두 지표를 복합적으로 고려 및 어느 정도 유연한 기준을 준용한다고 해석할 수 있다.

이외에도, 훼손산림면적과 발전기로부터 이격거리 1 km 이내 정온시설 수; 최대비탈면고와 발전기로부터 정온시설 최소 이격거리; 지형변화지수와 운영시 소음환경기준 초과 정온시설 수; 급경사지 비율과 운영시 정온시설 소음

Table 5. Logistic regression results: The impact of individual environmental indicators on the decision-making of consultative body

Independent variables	B	SE	Wald	P	OR	95% CI	
						LLCI	ULCI
Biodiversity of legally protected species (local)	.047	.084	.306	.580	1.048	.888	1.236
constant term	-1.281	.318	16.285	.000	.278	-	-
Biodiversity of legally protected species (literature)	.026	.039	.442	.506	1.026	.951	1.107
constant term	-1.331	.345	14.834	.000	.264	-	-
Deforested Area ( $m^2$ )	.000	.000	1.854	.173	1.000	1.000	1.000
constant term	-.855	.283	9.118	.003	.425	-	-
Number of trees destroyed	.000	.000	2.324	.127	1.000	1.000	1.000
constant term	-.871	.274	10.298	.001	.419	-	-
Maximum slope elevation (m)	.005	.035	.019	.891	1.005	.938	1.077
constant term	-1.277	.528	5.838	.016	.279	-	-
Geomorphological Change Index	-.185	.181	1.051	.305	.831	.583	1.184
constant term	-.750	.455	2.719	.099	.473	-	-
Percentage of steep slopes (%)	.001	.008	.023	.880	1.001	.985	1.017
constant term	-1.130	.298	14.342	.000	.323	-	-
Number of facilities within 1 km of the generator	.084	.046	3.328	.068	1.088	.994	1.191
constant term	-1.573	.334	22.177	.000	.207	-	-
Facility minimum separation distance from generator (m)	-.001	.001	4.103	.043*	.999	.997	1.000
constant term	-.476	.362	1.724	.189	.621	-	-
Number of facilities exceeding noise environmental standards in operation	-.134	.172	.608	.435	.875	.625	1.225
constant term	-1.057	.220	23.098	.000	.347	-	-

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Table 6. How environmental indicators influence consultative body decision-making

Indicator	B	SE	Wald	P	OR	95% CI	
						LLCI	ULCI
Biodiversity of legally protected species (local)	.099	.117	.719	.396	1.105	.878	1.390
Biodiversity of legally protected species (literature)	.035	.062	.317	.574	1.035	.917	1.169
Highest ecological-naturalness class	-	-	5.190	.158	-	-	-
Highest ecological-naturalness class - 1	-2.532	1.257	4.061	.044*	.079	.007	.933
Highest ecological-naturalness class - etc.	-1.199	1.857	.416	.519	.302	.008	11.494
Highest ecological-naturalness class - 2	-1.143	1.049	1.188	.276	.319	.041	2.491
Deforested Area ( $m^2$ )	.000	.000	2.526	.112	1.000	1.000	1.000
Adjacent to major ridges	.288	.801	.129	.720	1.333	.277	6.408
Maximum slope elevation (m)	.089	.062	2.067	.151	1.093	.968	1.233
Geomorphological Change Index	-.221	.259	.730	.393	.802	.483	1.331
Percentage of steep slopes (%)	-.005	.012	.158	.691	.995	.972	1.019
Number of facilities within 1 km of the generator	.126	.090	1.964	.161	1.135	.951	1.354
Facility minimum separation distance from generator (m)	-.001	.001	1.401	.237	.999	.997	1.001
Whether the facility exceeds noise environmental standards during operation	-1.066	1.121	.905	.342	.344	.038	3.099
Number of facilities exceeding noise environmental standards in operation	-.283	.364	.604	.437	.754	.369	1.537
constant term	-.172	.967	.032	.858	.842	-	-

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Note: For the categorical variable Highest Ecological-Naturalness, set "Grade 3" as the reference category.

Table 7. Interaction term between two continuous variables results in significant moderating effect

Indicator	B	SE	Z	P
Biodiversity of legally protected species (local) (a)	.138	.094	1.468	.142
Deforested Area (g)	.000	.000	-2.332	.020*
Interaction term	.000	.000	2.022	.043*
Model Log Likelihood	7.658			
R2 (McFadden; Nagelkerke)	.056; .089			

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Table 8. Test the conditional effect of a control variable

Control variable thresholds	Effect	SE	Z	P
-1SD	-.019	.106	-.181	.856
Mean	.138	.094	1.468	.142
+1SD	.314	.143	2.194	.028*

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

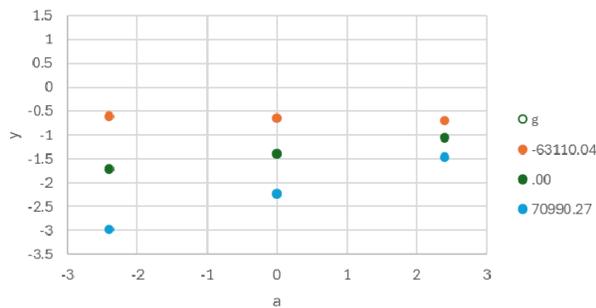


Fig. 1. Moderating effect of deforested area ( $m^2$ ) on the relationship between number of biodiversity of legally protected species (local) and the dependent variable

환경기준 초과 여부 간 상호작용항의 p값이 0.05 이상, 0.1 미만으로 나타났다. 이는, 유의미성 판단 기준의 경계 부분으로, 조절효과의 약한 근거로 간주할 수 있다.

## 5. 고찰 및 결론

현재, 귀무가설 하에서 극단적인 결과인, 유의한 지표 중심의 학술연구 관행이 존재하지만, 비-유의한 결과 역시 유의한 정보를 제공하며(Abadie, 2020) 중요한 함의 도출로 이어질 수 있다. 본 연구에서는 육상풍력 평가서상 주요 환경지표가 협의기관의 의사결정에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과, 환경지표는 대부분 통계적으로 유의한 차이가 없어 활용성이 낮았다. 이는 기존 평가 정보 이용의 한계로 지적해온 사실(Lee, 2023)과 일치한다. 또한, 상호작용항 분석을 통해 확인된 변수들 간 조절효과의 근거는, 환경이슈 정도를 가늠하는 것에 지표들 간 복합적인 관계를 이해하는 것이 중요함을 뒷받침한다.

즉, 육상풍력 환경성 평가에서 단일 환경지표의 활용성에 한계가 명확하며, 다면적인 측면을 복합적으로 고려한 전문가의 정성적인 평가가 이루어지는 것으로 판단된다. 이를 통해 보면, 현재의 환경지표를 활용하여 환경성을 정량적으로 평가하는 것은 상당히 제한됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 향후 환경지표 연구에 중요한 시사점을 제공한다.

### 5.1. 시사점

주요 시사점은 다음과 같다.: 먼저, 환경이슈별 허용 가능성을 직관적으로 나타내는 환경지표를 개발할 필요가 있다. 이는 현재 육상풍력에서 대부분의 환경지표가 사업의 환경성을 가늠하는 기준으로서 기능하지 않으며, 사업의 데이터 기반 관리와 통합 의사결정 모델을 표방하는 연구나 정책적인 활용을 제한하는 문제점을 해소할 필요에 따른다.

평가 과정에서 중요하게 고려되는 환경지표가 통계적 유의성을 가지지 않는 원인을 평가의견에 비추어 유추해보면, 현재의 환경지표에 반영되지 못한 사항이 존재할 수 있음을 들 수 있다. 일례로, 사업자는 환경이슈가 우려되는 경우 적극적으로 적정 저감·복원 대책을 수립하기도 한다. 이와 관련하여, 육상풍력 등 개발사업의 환경성 평가를 위해 지침이 지속적으로 제정 및 개정되었다.<sup>11)</sup> 관련 지침에서는 특정 환경지표에 따라 입지를 엄격하게 제한하기보다는, 환경이슈별 적정 저감·복원 대책을 마련하여 환경이슈를 최소화하는 방향성을 제시한다(Ministry of Environment, 2022, 2023).

11) 2009년 『백두대간·정맥에 대한 환경평가 가이드라인』(Ministry of Environment, 2010), 2014년 『육상풍력 개발사업 지형변화지수 연구』 보고서(Kim, 2014), 2014년 이후 최근(2022.01)까지도 지속 개정되는 중인 『육상풍력 개발사업 환경성평가 지침』(Ministry of Environment, 2022) 등.

실제 평가의견에서는 평가서상 제시된 저감·복원 대책의 실효성 또는 미비함을 지적하며, 이를 보완하도록 하는 경우가 많다. 이는, 환경영향을 완화하는 적정 대책 마련 여부가 평가자의 태도 변화로 이어질 수 있음을 시사한다. 하지만, 육상풍력 평가서에서는 이를 고려한 환경지표가 미비하며, 이를 고려한 직관성 있는 지표를 마련하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.<sup>12)</sup>

이와 관련된 정부의 역할 중 하나는 육상풍력과 같은 사업의 환경이슈별 적정 복원·저감 대책에 관한 구체적인 지침 제공일 것이다.<sup>13)</sup> 이를 통해 설비의 입지 환경에 따른 요건을 명확히 하고, 객관적·일관적인 지표화 및 평가를 유도할 필요가 있다.<sup>14)</sup> 이를 통해 효과적 관리뿐만 아니라 사업자로 하여금 초기 계획 단계부터 잠재적 환경영향을 고려하도록 하고 지속가능한 발전을 추구할 수 있다. 이때, 수용성 제고에 효율적인 환경이슈별 우선순위를 두고(Lee et al., 2020) 접근하는 방법도 고려할 수 있을 것이다.

다음 시사점은 복합적 고려사항에 관한 지침 및 지표 개발 필요성이다. 육상풍력과 같이 광범위하고 다양한 환경이슈가 얽힌 복잡한 사업에서 단순한 환경지표만으로는 장소별로 나타나는 복합적인 문제에 관한 정량적인 평가가 제한될 수 있다. 본 연구에서는 지표들 간 상호작용 분석을 통해 복합적 고려사항 존재에 관한 근거를 확인하였다. 다만 이를 고려한 평가 수행은 아직 전문가의 정성적 영역에 머물러 있는 것으로 보인다. 복잡한 문제에서 환경지표나 환경이슈가 부문별로 분절되어 다루어진다면, 사업 분석 및 대안의 개발 역시 그러할 수 있다. 복합적 접근은 모든 관련 전문 지식을 종합 및 체계적 평가에 기반하여 수행될 수 있을 것이며(Geneletti, 2014), 이를 위한 집약적 연구가 수행될 필요가 있다. 상기한 바와 같이 설비 입지 환경에 따른 요건과 복합적 고려사항을 명확히 하고, 적정 대책을 제시하는 등에서 정부와 전문가의 역할을, 지속가능한발전 경로에서, 강조할 필요가 있다.

## 5.2. 연구의 한계점 및 후속연구 방향

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다.: 먼저, 자료수집에 제한이다. 현재 평가서상 제공되는 환경지표는 대체로 정형화되어 있지만, 제공 수준에 비일관성이 존재하여 모든 지표를 분석하기가 제한된다. 예를 들어, 대부분의 평가서에서는 최고 생태·자연도 정보가 포함되어 있지만, 등급별 면적이 제시되지 않거나, 절·성토(사면)고에 대한 정보가 일목요연하게 정리되지 않은 경우가 많았다. 또한, 소음 모델링 시 초점 수용체 선정 기준이 반경 1 km 또는 2 km로 설정되거나, 그림자 깜빡임(Shadow Flicker) 등 일조 영향은 일부 평가서에서만 다루어졌다. 양적 분석을 위해서는 평가서에 자료를 확인하기 용이하도록 제시하여야 하며, 제공되는 정보의 일관화가 필요하다. 이러한 세부 사항이 향후 환류 체계를 조성하는 기반을 제공하므로 평가서 작성 시 유의할 필요가 있다. 상기 이유로 분석에 활용되지 못한 일부 지표에 관해서는 추가적인 연구가 필요하다.

또한, 최신의 적정 환경지표를 활용할 필요가 있다. 본 연구에서 활용된 것보다 사업의 환경이슈 정도를 더 정확하게 파악할 수 있는 최신의 환경지표가 존재할 수 있다. 예를 들어, 국내에서 크게 이슈화된 재생에너지 주민수용성 문제 발생 상황을 고려할 필요가 있다. 최근 평가서에서는 이에 관해 주민 동의서를 제시하는 방법으로 다루고 있으나 지표로써 활용되기 위해서는 평가 및 결과 제시 방법에 일관화가 필요하다. 향후 관련 자료를 개발 및 구축하는 노력이 지속되어야 하며 이를 토대로 후속연구가 이루어질 필요가 있다. 그리고, 거시적인 환경 유형에 따라 사업을 구분함으로써 보다 구체적인 함의를 도출할 수도 있을 것이다. 물론, 이를 위해서는 우선, 평가정보의 축적이 필요하다.

마지막으로, 평가서에 관한 의사결정은 사회경제적 영향 때로는 지역의 특수한 정치적 고려사항 등이 포함

12) 이외 환경지표의 통계적 유의성에 영향을 미치는 주요 요소는, 표본의 부족뿐만 아니라, 평가에 높은 전문성의 요구와 환경적 요인 외의 다른 고려사항이 존재한다: 평가에는 환경지표를 구성하는 세부사항에 관한 전문 지식이 필요하고, 환경이슈는 종종 주변 환경과 복잡한 인과관계를 포함한다. 이로 인해 어떤 사례에서 모든 주체에게 동일한 객관적 평가를 기대하기 어렵다. 또한 사회·경제적 및 정치적 요소들이 의사결정에 영향을 미칠 수 있으며, 이해관계자들은 때로 자신의 이익에 따라 환경지표의 중요성을 왜곡할 수도 있음이다.

13) 현재 국내에서 사업자가 육상풍력의 환경성 고려시 참고 가능한 지침이 다양하다. 환경친화적인 도로건설 지침, 개발사업 등에 대한 자연경관 심의지침, 육상풍력 개발사업 환경성평가 지침 등이 그것이다. 다만, 환경영향 특성별 적정 저감방안을 구체적으로 담지는 않는다.

14) 이때, 지침은 환경성만을 엄밀히 고려하여 마련되어야 할 것이다. 예를 들어, 평가서 작성 안내서에는 “기술적·경제적으로 실현가능한 범위 내”에서 복원·저감 대책을 수립하도록 안내하는데(Ministry of Environment, 2023), 이는 EIA의 기본 목적인 환경보호에서 벗어나고, 향후 지표로 발전시 객관성·신뢰성을 잃어 혼란스럽게 된다. 타협의 여지는 이외의 영역에서 주어져야 할 것이다.

될 수 있다. 따라서, 환경적 영향과 그 지표에 초점을 두고 이 문제를 온전히 설명하기에는 필연적으로 제한되는 사항이 발생한다. 이를 고려한 정량적 분석으로 이어지기 위해서는 협의기관이 아닌 평가 전문기관의 의사결정에 접근하거나, 관련된 보다 많은 연구가 축적될 필요가 있다.

이러한 한계에도 불구하고 본 연구에서는 현시점 육상 풍력 평가서상 가용한 환경지표 데이터베이스를 구축 및 적정 분석기법을 활용하여 결과를 해석하였다. 도출된 결과 및 제언은 국내, 데이터 기반 사업 관리에 관심이 높아지는 현 상황에서, 육상풍력 등 관련 개발사업의 계획과 제도 발전에 중요한 참고자료로써 활용될 수 있을 것이다.

## 사사

본 논문은 한국환경연구원의 2024년도 기본과제 「환경영향평가서 검토(RE2024-16)」의 지원으로 수행되었습니다.

## Reference

- Abadie A. 2020. Statistical nonsignificance in empirical economics. *Am Econ Rev Insights* 2(2): 193-208. doi: 10.1257/aeri.20190252
- Allison P. 2013. Why I don't trust the hosmer-lemeshow test for logistic regression. *Stat Horizons*. [accessed 2024 Feb 14]. <https://statisticalhorizons.com/hosmer-lemeshow/>
- Geneletti D. 2014. Integration of impact assessment types improves consideration of alternatives. *Impact Assess Proj Apprais* 32(1): 17-18. doi: 10.1080/14615517.2013.872846
- Guan J. 2022. Landscape visual impact evaluation for onshore wind farm: A case study. *ISPRS Int J Geo-Inf* 11(12): 594. doi: 10.3390/ijgi11120594
- Hayes AF. 2017. Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach, 2nd edn. New York: Guilford Publications.
- Jeong EH. 2022. Analysis of environmental sustainability in South Korean inland windfarms (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 31(1): 47-62. doi: 10.14249/eia.2022.31.1.47
- Joint Ministries. 2023. National carbon neutral green growth framework plan (Draft). <https://www.2050cnc.go.kr/base/board/read?boardManagementNo=2&boardNo=1396&menuLevel=2&menuNo=16>
- Kim JY. 2014. A study on geomorphological change index applied to inland wind power plant siting (in Korean with English abstract). Seoul, Korea: Korea Environment Institute. Policy Report 2014-08.
- Ko DY, Kim EJ. 2022. Selection and implication of the potential Site of Agrophotovoltaic: Focusing on Hoengseong-gun (in Korean with English abstract). *J Environ Policy Adm* 30(4): 263-288. doi: 10.15301/jepa.2022.30.4.263
- Ko DY, Song JM, Yun SJ. 2022. Deriving and structuring factors affecting local residents' acceptability of renewable energy through systems thinking (in Korean with English abstract). *J Environ Policy Adm* 30(2): 29-66. doi: 10.15301/jepa.2022.30.2.29
- Kutner MH, Nachtsheim CJ, Neter J. 2004. Applied linear regression models, 4th edn. Boston: McGraw-Hill.
- Lee HJ, Yoo S-H, Huh S-Y. 2020. Public perspectives on reducing the environmental impact of onshore wind farms: A discrete choice experiment in South Korea. *Environ Sci Pollut Res* 27(20): 25582-25599. doi: 10.1007/s11356-020-08949-0
- Lee HM, Maeng JH. 2022. A study on implications and improvement plans for the developing consultation guidelines for environmental assessment of offshore wind power development projects (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 31(6): 449-464. doi: 10.14249/eia.2022.31.6.449
- Lee JH. 2020. Environmental impact assessment consultation based on land environment and natural & ecological environment (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 29(1): 45-60. doi: 10.14249/eia.2020.29.1.45
- Lee WS. 2023. A review on environmental impact assessment and policy utilization through the establishment of ecological outlook and evaluation system (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 32(5): 363-376. doi: 10.14249/eia.2023.32.5.363

- Lee YJ, Park JY. 2021. Environmentally available potential of renewable energy in Korea: Onshore wind and photovoltaic (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 30(6): 339-354. doi: 10.14249/eia.2021.30.6.339
- Lee YJ, Park JY. 2022. The value of major mountain ranges as geo-ecological axis. *Korea Environment Institute Focus*. [https://www.kei.re.kr/board.es?mid=a10102020000&bid=0028&act=view&list\\_no=58126](https://www.kei.re.kr/board.es?mid=a10102020000&bid=0028&act=view&list_no=58126)
- Ministry of Environment. 2010. Environmental assessment guidelines for Baekdudaegan and Jeongmaek mountain range. <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=155429508#pressRelease>
- Ministry of Environment. 2022. Guidelines for environmental assessment of onshore wind development projects.
- Ministry of Environment. 2023. Guidebook to the preparation, etc. of environmental impact statements, etc. [https://www.me.go.kr/home/web/policy\\_data/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10263&orgCd=&condition.orderSeqId=7870&condition.rnSeq=27&condition.deleteYn=N&seq=7869](https://www.me.go.kr/home/web/policy_data/read.do?pagerOffset=0&maxPageItems=10&maxIndexPages=10&searchKey=&searchValue=&menuId=10263&orgCd=&condition.orderSeqId=7870&condition.rnSeq=27&condition.deleteYn=N&seq=7869)
- NIER (National Institute of Environmental Research). 2023. EIASS (Environmental Impact Assessment Information Support System). <https://www.eiass.go.kr/>
- Park JH, Lee DK, Kim HM, Sung HC, Jeon SW, Choi JY, Lee CS, Hwang SY. 2018. Analysis of the status and limitation of the biotope area ratio on strategic environmental impact assessment and environmental impact assessment (in Korean with English abstract). *J Korean Soc Environ Restoration Technol* 21(1): 55-71. doi: 10.13087/kosert.2018.21.1.55
- Park SJ, Lee DK, Jeong SG. 2021. A study on the land-use related assessment factors in Korean environmental impact assessment (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 30(5): 297-304. doi: 10.14249/eia.2021.30.5.297
- Phillips J. 2015. A quantitative-based evaluation of the environmental impact and sustainability of a proposed onshore wind farm in the United Kingdom. *Renew Sustain Energy Rev* 49: 1261-1270. doi: 10.1016/j.rser.2015.04.179
- Seo JS, Maeng JH, Lim EP, Jin SJ, Kim HM, Kim TY. 2019. Marine environmental characteristics around the test phase of offshore wind farm in the southwestern coast of Yellow sea (in Korean with English abstract). *J Environ Impact Assess* 28(5): 457-470. doi: 10.14249/eia.2019.28.5.457
- Song K, Bang CH, Park YS, Choi YJ. 2012. Research and analysis for developing of evaluation on the site selection of wind farm (in Korean with English abstract). *J Wind Eng Inst Korea* 16(1): 3-12.
- Zhu YY, Sung HC, Kim YJ, Cha SH. 2020. Study on location and ecological environmental characteristics of onshore wind and solar generation projects (in Korean with English abstract). *J Clim Change Res* 11(3): 145-153. doi: 10.15531/KSCCR.2020.11.3.145