육상 풍력 잠재량에 대한 핵심 규제 민감도 분석

황수진¹ · 김진영² · 김현구^{3†}

¹한국에너지기술연구원 신재생자원지도연구실, 박사후연구원

²한국에너지기술연구원 신재생자원지도연구실, 선임기술원

³한국에너지기술연구원 신재생자원지도연구실, 책임연구원

Key Regulatory Impact Analysis on Onshore Wind Power based on Sensitivity Analysis

Hwang Su-jin¹ · Kim Jin-Young² · Kim Hyun-Goo^{3†}

¹Postdoctoral Researcher, New and Renewable Energy Resource Map Laboratory, Korea Institute of Energy Research

²Senior Engineer, New and Renewable Energy Resource Map Laboratory, Korea Institute of Energy Research

³Principal Researcher, New and Renewable Energy Resource Map Laboratory, Korea Institute of Energy Research

[†]Corresponding author: hyungoo@kier.re.kr

Abstract

In order to realize carbon neutrality, Korean Government is promoting the development of renewable energy with a focus on solar power and wind power. However, the development of wind power is delayed compared to that of solar power for which the achievements have exceeded the targets. When it comes to onshore wind power, development has been delayed due to siting problems. In this study, in order to derive key regulations affecting the siting of onshore wind power, sensitivity analysis was conducted for 58 siting factors. The database consisted of 33 environmental and forest regulations from onshore wind energy siting atlas, roads, railways, buildings, tidal flats, civilian control zones, special-purpose areas, special purpose districts, development restriction zones and cultural heritage protection zones. By dividing the results by administrative districts, key regulations for onshore wind power in each region was derived.

Keywords: 육상 풍력(Onshore wind power), 풍력 잠재량 분석(Wind resource assessment), 핵심 규제 영향 분석(Key regulatory impact analysis), 민감도 분석(Sensitivity analysis)

Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.42, No.1, pp.13-21, February 2022
<https://doi.org/10.7836/kjes.2022.42.1.013>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 1 November 2021

Accepted: 9 November 2021

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

탄소 중립 선언으로 재생에너지 개발 목표가 대폭 상향됨에 따라 실현 가능한 이행 계획 수립의 중요성이 더욱 높아졌다. 이를 위해 과학적인 분석 체계를 기반으로 각 재생에너지원의 개발 가능한 잠재량을 도출하고 현실적으로 달성 가능한 개발 목표를 설정하여 탄소 중립을 달성하기 위해 충분한 잠재량 확보 방안을 도출해야 한다. 규제 성격의 입지 요인은 개발 가능 면적을 제한하여 잠재량에 직접적인 영향을 미치므로 입지 요인에 대한 민감도 분석은 잠재량 확보 방안 검토를 위해 선행되어야 한다.

Kim et al. (2013)¹⁾은 육상 풍력 잠재량의 도로인접성 민감도를 평가하였으며, Kim et al. (2013)²⁾ 및 Kim et al. (2014)³⁾은 국토 환경성 평가 자료를 기반으로 개발 시나리오를 제시하고 육상 풍력 잠재량을 산정하였다. 그러나 이러한 선행 연구는 육상 풍력 잠재량에 영향을 미치는 일부 요인에 대한 영향성을 평가한 것으로 육상 풍력 잠재량에 영향을 미치는 입지 요인에 대한 종합적인 분석이 요구된다.

육상 풍력 발전은 태양광 발전과 함께 에너지 전환의 핵심축이나, 태양광 발전이 개발 목표를 상회하는 보급 실적을 달성하는 데 반해 육상 풍력의 보급은 지체되고 있다. 입지 애로가 육상 풍력 보급이 지연되는 핵심 원인으로 분석되어 육상 풍력의 자원/환경/산림 입지를 종합적으로 검토하기 위한 육상 풍력 입지 지도가 개발되었다⁴⁾. Kim et al. (2021)⁵⁾은 육상 풍력 입지 지도의 풍력 자원 분류 지도를 기반으로 우리나라의 풍력 자원의 경제성을 검토하였으며, Hwang et al. (2021)⁶⁾은 육상 풍력 입지 지도의 자원/환경/산림 입지 요인을 통합하여 고려 대상 지역 지도를 개발하고 고려 대상 지역에 대한 입지 요인 민감도를 분석하였다.

육상 풍력 입지 지도에 기반을 둔 선행 연구에서는 육상 풍력 입지 지도의 입지 요인 중 고려 대상 지역에 해당하는 항목의 민감도만 검토하였기 때문에 전체 입지 요인에 대한 민감도 분석이 요구된다. 또한 육상 풍력 입지 지도의 개발 시 소관 부처인 산업부, 환경부, 산림청의 협의에 따라 자원/환경/산림 입지 요인을 중심으로 데이터베이스를 구축하였기 때문에 육상 풍력 입지 지도에 포함되지 않은 기타 입지 요인을 추가하여 종합적으로 민감도를 검토해야 한다.

본 연구에서는 민감도 분석을 기반으로 국내 육상 풍력의 잠재량에 영향을 미치는 지역별 핵심 입지 요인을 도출하였다. 이를 위해 육상 풍력 입지 지도에서 33종의 환경 및 산림 입지 요인을 선별하고, 25종의 기타 입지 요인을 추가하여 총 58종의 입지 요인으로 구성된 데이터베이스를 구축하였다. 육상풍력 입지지도의 자원 분류 지도에서 육상풍력의 경제성이 확보되는 것으로 평가된 지역을 추출하여 조사 대상 지역으로 선정하였으며, 경제성 확보 면적에 대한 입지 요인별 민감도 분석을 수행하고 행정 구역별로 분류하여 지역별 핵심 입지 요인을 도출하였다.

2. 연구 방법

2.1 조사대상 지역

본 연구는 육상 풍력에 대한 분석이 목적이므로 제주도 외에 육지와 방파제 또는 교량 등으로 연결되지 않는 도서는 조사 대상 지역에서 제외하였다. 또한 현실적으로 개발 가능한 육상 풍력 잠재량에 영향을 미치는 핵심 규제를 도출하기 위해 경제성이 확보되지 않는 지역도 조사 대상 지역에서 제외하였다. 조사 대상 지역을 추출하기 위해 육상 풍력 입지 지도의 자원 분류 지도를 활용하였다. 자원 분류 지도는 한국에너지기술연구원의 100 m급 고해상도 풍력 자원 지도를 기반으로 격자별로 산정된 균등화발전비용(Levelized Cost of Energy, LCOE)과 신재생에너지백서에서 사용한 계통 한계 가격(89.9원/kWh) 및 신재생에너지 공급인증서 가격(79.9원/kWh)을 비교하여 격자별 육상 풍력의 경제성을 평가한 결과 지도이다^{5,7,8)}.

최종적으로 도출된 조사 대상 지역은 Fig. 1과 같으며, 행정 구역 별 조사 대상 지역의 면적은 Table 1과 같다.

육지와 연결되지 않는 도서를 제외한 총 면적은 99,659 km²이며, 이 중 육상 풍력의 경제성이 확보되는 것으로 평가되는 지역은 총 면적의 약 25%인 25,019 km²로 산정되었다.

Fig. 1 Survey area distribution

Table 1 Survey areas by administrative districts

Administrative district	Total area (km ²)	Survey area (km ²)	Rate (%)
Seoul	605.7	10.1	1.7
Busan	775.2	478.3	61.7
Daegu	879.4	232.6	26.4
Incheon	941.0	334.9	35.6
Gwangju	498.4	34.2	6.9
Daejeon	539.7	30.6	5.7
Ulsan	1,060.9	374.9	35.3
Sejong	465.1	10.3	2.2
Gyeonggi-do	10,348.1	728.9	7.0
Gangwon-do	16,808.2	3,927.0	23.4
Chungcheongbuk-do	7,410.2	880.1	11.9
Chungcheongnam-do	8,240.4	1,651.3	20.0
Jeollabuk-do	8,144.9	1,741.9	21.4
Jeollanam-do	11,708.4	5,395.3	46.1
Gyeongsangbuk-do	18,949.6	5,553.7	29.3
Gyeongsangnam-do	10,436.4	1,848.8	17.7
Jeju-do	1,847.5	1,785.7	96.7
Total	99,659	25,019	25.1

2.2 입지 요인

본 연구에서는 고려 대상 지역 지도의 산림/환경 입지 요인 33종을 포함하여 총 58종의 입지 요인 지리정보 데이터를 수집하여 데이터베이스를 구축하였다. 고려 대상 지역 지도에 포함된 입지 요인은 산업부, 환경부, 산림청의 부처 간 협의를 통해 도출된 입지 분류 체계에 따라 선정된 법정 제한 지역인 배제 지역과 입지 적합성을 검토하는 고려 대상 지역에 해당되는 입지 요인이다. 본 연구에서 추가한 25종의 입지 요인은 도로, 철도, 건물, 갯벌, 민간인 출입 통제 구역, 용도 지역, 용도 지구, 개발 제한 구역, 문화재 보호구역이다.

도로, 철도, 건물, 갯벌, 개발 제한 구역은 각각 단일 입지 요인으로 적용하였으며, 민간인 출입 통제 구역은 정확한 지리 정보를 획득할 수 없으므로 군사 기지법의 정의에 따라 군사 분계선에서 10 km 범위 내의 지역을 적용하였다. 용도 지역 및 용도 지구는 국토 계획법의 행위 제한 항목을 검토하여 대형 육상 풍력의 개발이 제한되는 것으로 판단되는 세부 항목의 지리 정보를 추출하여 사용하였다. 문화재 보호구역은 고려 대상 지역 지도에 환경과 관련된 항목인 명승지, 천연기념물, 천연 보호구역만 포함되었으므로 국가 지정 문화재, 국가 지정 문화재 보호구역, 국가 등록 문화재, 시도 지정 문화재, 시도 지정 문화재 보호구역에 해당하는 전체 지리 정보를 별도로 추가하였다.

2.3 분석 방법

각 입지 요인의 지리 정보에서 조사 대상 지역에 해당하는 면적을 추출하고 행정 구역별로 분할하여 육상 풍력의 경제성이 확보되는 지역에서의 입지 요인 지리 정보를 도출하였다. 행정 구역 별로 해당되는 입지 요인을 모두 중첩하여 각 지역별 조사 대상 지역 내 검토 대상 면적을 도출하였다. 여기에서 검토 대상 면적은 조사 대상 지역 중 본 연구에서 고려된 58종의 입지 요인이 적용되는 지역의 면적이다. 검토 대상 면적에서 각 입지 요인을 적용하지 않는 경우에 상 풍력의 경제성이 확보되는 지역에서의 검토 대상 면적 변화를 도출하여 해당 입지 요인의 개별 민감도를 분석하였다. 민감도 분석 결과를 바탕으로 행정 구역별로 육상 풍력이 확보되는 지역에 대한 영향이 가장 큰 핵심 입지 요인을 도출하였다.

3. 결과 및 논의

육상 풍력의 경제성이 확보되는 조사 대상 지역 내 58종의 입지 요인이 적용되는 면적인 검토 대상 면적은 Table 2와 같다. 총 검토 대상 면적은 조사 대상 지역의 72.3%인 18,086 km²이며, 서울, 부산 등의 대도시의 경우 육상 풍력의 경제성이 확보되는 지역 중 약 90% 이상이 검토 대상 면적에 포함되고, 수도권인 경기도와, 산지 지형이 대부분인 강원도는 다른 도에 비해 검토 대상 면적 비율이 높게 나타났다. 백두대간을 중심으로 산맥이 발달한 강원도, 경상북도, 전라남도에 육상 풍력의 경제성이 확보되는 지역이 집중되어 있는 것으로 나타났으며, 제주도의 경우 대부분의 지역에서 풍향이 우수하나, 조사 대상 지역의 약 98%가 검토 대상 면적으로 산정되었다.

단, 본 연구에서 검토 대상 면적은 육상 풍력의 핵심 규제를 도출하기 위한 민감도 분석을 수행하기 위해 선정된 58종의 입지 요인에 해당되는 면적으로 실제 육상 풍력의 개발이 제한되는 법정 제한 지역의 면적과 상이하다.

Table 2 Survey areas by administrative districts

Administrative district	Survey area (km ²)	Regulated area (km ²)	Rate (%)
Seoul	10.1	10.1	99.8
Busan	478.3	462.9	96.8
Daegu	232.6	215.7	92.8
Incheon	334.9	310.0	92.5
Gwangju	34.2	32.7	95.4
Daejeon	30.6	28.1	91.8
Ulsan	374.9	327.6	87.4
Sejong	10.3	4.9	47.8
Gyeonggi-do	728.9	589.8	80.9
Gangwon-do	3,927.0	3,429.7	87.3
Chungcheongbuk-do	880.1	548.3	62.3
Chungcheongnam-do	1,651.3	1,123.7	68.0
Jeollabuk-do	1,741.9	1,175.9	67.5
Jeollanam-do	5,395.3	3,450.7	64.0
Gyeongsangbuk-do	5,553.7	3,487.2	62.8
Gyeongsangnam-do	1,848.8	1,144.1	61.9
Jeju-do	1,785.7	1,744.8	97.7
Total	25,019	18,086	72.3

Table 3은 전국에 대한 개별 민감도 분석을 통해 도출된 우리나라의 육상풍력 핵심 규제 15종을 민감도 순위에 따라 나타낸 것이다. 여기에서 개별 민감도는 해당 입지 요인을 반영하지 않는 경우의 검토 대상 면적의 감소량이다. 이 중 개별 민감도가 가장 큰 계획관리지역을 포함하여 용도지역에 해당하는 입지 요인은 총 6종이 선정되었으며, 개별 민감도 합은 핵심 규제의 개별 민감도 면적 중 약 50%인 4,328 km²를 차지한다. 환경 입지 요인은 개별 민감도가 1,000 km² 이상인 생태·자연도 1등급과 겨울철 조류동시센서스 조사지역을 포함하여 총 3종이 선정되었으며 핵심 규제의 개별 민감도 면적 중 약 33%인 2,906 km²를 차지한다. 산림 입지 요인은 산사태 위험등급 1등급, 수원함양 보호구역, 백두대간 보호지역 등 총 6종이 선정되었으며, 개별 민감도의 합은 핵심 규제의 개별 민감도 면적 중 약 17.8%인 1,570 km²로 산정되었다. 산림 입지 요인의 경우 규제 대상 지역이 산지로 한정되어 있으므로 용도지역이나 환경 입지 요인에 비해 개별 민감도가 작게 산정되었다.

핵심 규제로 선정된 입지 요인은 15종의 개별 민감도 총합은 전체 검토 대상 면적의 49%인 8,803 km²로 산정되었다. 개별 민감도가 전체 검토 대상 면적의 5% 이상을 차지하는 계획관리지역, 생태·자연도 1등급 권역, 겨울철 조류동시센서스 조사지역, 자연녹지지역, 보전관리지역의 개별 민감도 합은 전체 검토 대상 면적의

33.4%인 6,036 km²며, 이는 핵심 규제의 개별 민감도 면적 중 약 70%에 해당한다. 참고로 규제가 중첩되는 지역을 고려하면 핵심 규제 15종의 총 민감도는 전체 검토 대상 면적의 67.5%에 해당하는 12,200 km²로 산정되었으며, 이 중 개별 민감도는 약 50%를 차지한다.

Table 3 Key regulations for onshore wind power in Korea

Regulation	Sensitivity of each regulation (km ²)	Reduction rate of total regulated area (%)
Planned control area	1,459.2	8.1
Ecological and natural map (first grade zone)	1,430.6	7.9
Winter waterbird census	1,242.3	6.9
Green natural area	985.0	5.4
Conservation control area	918.5	5.1
Production control area	639.3	3.5
Landslide hazard (class 1)	590.4	3.3
Conservation zone for development of water resources	291.0	1.6
Baekdu-daegan protection areas	257.6	1.4
500m buffer zone of protected area	232.7	1.3
Artificial forest in forest complex for economic purposes	175.2	1.0
Green conservation area	172.4	1.0
Natural environment conservation area	153.2	0.8
Ridgelines	137.0	0.8
Artificial forest ($\geq$ age class 6)	118.4	0.7
Total	8,803	49

개별 민감도 분석 결과를 지역별로 분할하여 행정구역 별 핵심 규제를 도출하였다. 개별 민감도 순위에 따라 입지 요인을 나열하였으며, 괄호 안의 면적은 개별 민감도이다. 서울특별시 및 광역시는 개별 민감도 5 km² 이상인 입지 요인을 핵심 규제로 선정하였고, 도에서는 10 km² 이상인 입지 요인을 핵심 규제로 선정하였다. 밑줄 친 항목은 전국에 대한 개별 민감도 분석에서는 핵심 규제로 선정되지 않았으나, 특정 행정구역에서 핵심 규제로 선정된 입지 요인이다.

- 서울 : 핵심 규제 없음
- 부산 : 자연녹지지역(43.4 km²), 보전녹지지역(10.9 km²), 겨울철 조류동시센서스 조사지역(9.0 km²)
- 대구 : 자연녹지지역(19.4 km²), 보전녹지지역(5.5 km²)
- 인천 : 자연녹지지역(60.9 km²), 겨울철 조류동시센서스 조사지역(32.0 km²), 보전녹지지역(15.9 km²), 민간인 통제 구역(8.5 km²)
- 광주 : 핵심 규제 없음

- 대전 : 핵심 규제 없음
- 울산 : 겨울철 조류동시센서스 조사지역(34.5 km²), 자연녹지지역(22.0 km²), 생태·자연도 1등급(15.1 km²), 보전녹지지역(7.5 km²)
- 세종 : 핵심 규제 없음
- 경기도 : 겨울철 조류동시센서스 조사지역(63.9 km²), 생태·자연도 1등급(37.7 km²), 수원함양 보호구역(25.1 km²), 자연녹지지역(19.6 km²), 계획관리지역(19.3 km²)
- 강원도 : 생태·자연도 1등급(545.0 km²), 경제림 육성단지 내 인공조림지(109.7 km²), 백두대간 보호지역(100.9 km²), 계획관리지역(86.2 km²), 수원함양 보호구역(70.9 km²), 산사태 위험등급 1등급(67.8 km²), 민간인 출입 통제 구역(51.6 km²), 보전관리지역(49.5 km²), 자연녹지지역(46.6 km²), 6영급 이상 인공림(44.4 km²), 보호구역 버퍼 500 m(35.4 km²), 겨울철 조류동시센서스 조사지역(35.4 km²), 산림유전자원 보호구역(21.3 km²), 자연휴양림(17.6 km²), 생산관리지역(16.5 km²)
- 충청북도 : 산사태 위험등급 1등급(48.3 km²), 생태·자연도 1등급(45.8 km²), 수원함양 보호구역(32.0 km²), 백두대간 보호지역(30.3 km²), 보전관리지역(28.3 km²), 계획관리지역(24.8 km²), 자연녹지지역(15.7 km²), 보호구역 버퍼 500 m(11.6 km²), 정맥(10.2 km²)
- 충청남도 : 겨울철 조류동시센서스 조사지역(228.7 km²), 계획관리지역(115.5 km²), 보전관리지역(64.3 km²), 생산관리지역(62.8 km²), 생태·자연도 1등급(38.0 km²), 산사태 위험등급 1등급(29.7 km²), 자연녹지지역(28.1 km²), 보전녹지지역(14.3 km²), 자연환경 보전지역(12.8 km²), 정맥(12.6 km²), 보호구역 버퍼 500 m(11.9 km²)
- 전라북도 : 생산관리지역(93.0 km²), 계획관리지역(92.3 km²), 산사태 위험등급 1등급(91.0 km²), 보전관리지역(67.4 km²), 겨울철 조류동시센서스 조사지역(61.8 km²), 수원함양 보호구역(45.4 km²), 생태·자연도 1등급(44.8 km²), 보호구역 버퍼 500 m(33.5 km²), 백두대간 보호지역(33.0 km²), 자연녹지지역(26.9 km²), 정맥(20.5 km²), 생산녹지지역(15.1 km²), 보전녹지지역(10.2 km²)
- 전라남도 : 겨울철 조류동시센서스 조사지역(521.9 km²), 보전관리지역(282.8 km²), 계획관리지역(272.8 km²), 자연녹지지역(242.4 km²), 생산관리지역(169.4 km²), 산사태 위험등급 1등급(121.5 km²), 생태·자연도 1등급(94.4 km²), 자연환경 보전지역(86.4 km²), 보호구역 버퍼 500 m(46.0 km²), 정맥(44.9 km²), 보전녹지지역(39.3 km²), 수원함양 보호구역(35.6 km²), 생산녹지지역(17.6 km²), 수변구역(16.8 km²), 경제림 육성단지 내 인공조림지(14.5 km²)
- 경상북도 : 생태·자연도 1등급(479.8 km²), 계획관리지역(273.9 km²), 자연녹지지역(214.9 km²), 보전관리지역(201.1 km²), 겨울철 조류동시센서스 조사지역(185.7 km²), 산사태 위험등급 1등급(178.7 km²), 백두대간 보호지역(81.5 km²), 생산관리지역(52.0 km²), 보호구역 버퍼 500 m(44.7 km²), 수원함양 보호구역(44.5 km²), 6영급 이상 인공림(41.9 km²), 경제림 육성단지 내 인공조림지(30.9 km²), 국립공원(30.5

- km²), 생태·경관보전지역(24.3 km²), 정맥(22.8 km²), 자연휴양림(21.5 km²), 수변구역(18.4 km²), 자연환경 보전지역(17.7 km²), 생산녹지지역(17.4 km²), 산림 유전자원 보호구역(12.2 km²)
- 경상남도 : 생태·자연도 1등급(81.1 km²), 자연녹지지역(74.0 km²), 겨울철 조류동시센서스 조사지역(59.9 km²), 보전관리지역(59.8 km²), 계획관리지역(48.2 km²), 산사태 위험등급 1등급(42.9 km²), 보호구역 버퍼 500 m(37.4 km²), 수원함양 보호구역(25.5 km²), 보전녹지지역(24.9 km²), 생산관리지역(19.3 km²), 정맥(14.6 km²), 백두대간 보호지역(12.0 km²), 자연환경 보전지역(11.8 km²)
 - 제주도 : 계획관리지역(522.5 km²), 생산관리지역(214.2 km²), 자연녹지지역(167.4 km²), 보전관리지역(154.3 km²), 생태·자연도 1등급(45.7 km²), 생산녹지지역(21.2 km²), 보전녹지지역(19.5 km²), 자연환경 보전지역(18.3 km²)

4. 결론

본 연구에서는 지역별 육상 풍력의 핵심 규제를 도출하기 위해 총 58종의 입지 요인에 대한 개별 민감도 분석을 수행하였으며, 주요 결론은 다음과 같다.

- (1) 우리나라의 육상 풍력 개발에 가장 큰 영향을 미치는 핵심 규제는 관리 지역, 녹지 지역, 생태·자연도 1등급, 겨울철 조류동시센서스 조사지역, 산사태 위험등급 1등급, 백두대간 보호지역 등 총 15종이 선정되었으며, 이러한 핵심 규제에 대한 현행화 및 과학적 근거에 따른 정확한 규제 영역 정의를 통해 잠재량을 현실적이고 정밀하게 산정할 수 있음.
- (2) 전체 입지 요인 58종 중 26%인 15종의 핵심 규제가 전체 검토 대상 면적 중 개별 민감도로는 33.4%를 차지하고, 총 민감도로는 67.5%를 차지하므로 육상풍력의 경제성 확보 면적에 대한 영향력이 큰 핵심 규제를 중심으로 육상풍력 잠재량 확보를 위한 검토 및 논의가 요구됨.
- (3) 본 연구를 통해 도출된 지역별 핵심 규제 및 민감도 분석 결과는 향후 잠재량 분석 및 규제 시나리오 개발 시 핵심 자료로 활용될 것으로 기대됨.

후기

본 연구는 2020년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원(20010930)과 한국에너지기술연구원 기본사업(C1-2410)의 재원으로 수행한 연구입니다.

REFERENCES

1. Kim, H. G., Hwang, H. J., and Kang, Y. H., Evaluation of Onshore Wind Resource Potential According to the Road Proximity, New & Renewable Energy, Vol. 9, No. 4, pp. 13-18, 2013, <http://dx.doi.org/10.7849/ksnre.2013.9.4.013>.

2. Kim, H. G., Hwang, H. J., and Kang, Y. H., Evaluation of Onshore Wind Resource Potential According to Environmental Conservation Value Assessment, *Journal of Environmental Science International*, Vol. 22, No. 6, pp. 717-721, 2013, <https://doi.org/10.5322/JESI.2013.22.6.717>.
3. Kim, H. G., Kang, Y. H., Hwang, H. J., and Yun, C. Y., Evaluation of Inland Wind Resource Potential of South Korea According to Environmental Conservation Value Assessment, *Energy Procedia*, Vol. 57, pp. 773-781, 2014, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.10.285>.
4. MOTIE, A Plan to Activate Onshore Wind Power that Coexists with the Environment, Ministry of Trade, Industry and Energy, 2019.
5. Kim, J. Y., Hwang, S. J., Lim, D. O., and Kim, H. G., Onshore Wind Energy Siting Atlas I: Mapping and Suitability Assessment of Wind Resource Classification, *Journal of the Wind Engineering Institute of Korea*, Vol. 25, No. 2, pp. 61-65, 2021, <http://dx.doi.org/10.37109/weik.2021.25.2.61>.
6. Hwang, S. J., Kim, J. Y., Park, J. Y., Song, J. E., Lee, J. B., and Kim, H. G., Onshore Wind Energy Siting Atlas II: Mapping and Sensitivity Analysis of Candidate Sites, *Journal of the Wind Engineering Institute of Korea*, Vol. 25, No. 2, pp. 55-60, 2021, <https://doi.org/10.37109/weik.2021.25.2.55>.
7. Park, S. G., Kim, J. H., Hwang, S. J., Kim, J. Y., and Kim, H. G., Construction of 100m Resolution Onshore Wind Resource Map through NWP-CFD Method, 2021 KSES Annual Spring Conference, p. 68, 2021.5.
8. MOTIE, 2020 New and Renewable Energy White Paper, Ministry of Trade, Industry and Energy, 2021.