



재생에너지 3020과 해상풍력의 역할

2020. 12.



해양수산과학기술진흥원
Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion

이슈리포트

재생에너지 3020과 해상풍력의 역할

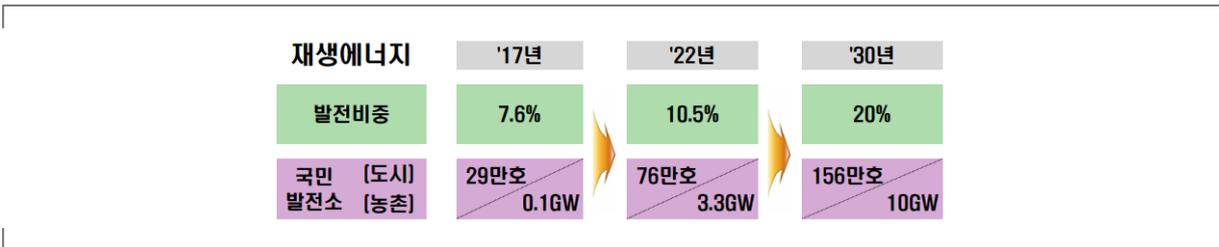
2020.12

한국에너지기술연구원 김 석 우 책임연구원

1 | 서론

1.1 재생에너지 3020 이행계획

- ▶ 정부는 2030년까지 재생에너지 발전 비중을 국내 총 발전량의 20%로 확대할 것을 목표로 그린뉴딜 등의 각종 정책 수립
 - 2017년 재생에너지 3020 발표 당시 국내 재생에너지 발전량 비중은 7.6%였으며, 설비용량 기준으로는 국내 총 발전 설비용량의 12%¹⁾



〈그림 1〉 재생에너지 보급목표(출처 : 산업통상자원부)

- 재생에너지 3020 달성을 위해서는 신규 발전설비의 95% 이상을 태양광 및 풍력 등의 청정에너지로 공급
- 이를 위해 2017년 기준 15.1GW 수준의 재생에너지 설비 용량을 2030년까지는 63.8GW로 약 4배 이상 확대 보급 필요



〈그림 2〉 재생에너지 원별 보급 목표(출처 : 한국풍력산업협회)

1) 산업통상자원부 재생에너지 3020 이행계획(안), 2017.12

1.2 재생에너지 3020과 풍력발전

- ▶ 재생에너지 3020 달성을 위해서는 GW급 대형 발전단지 조성이 가능한 해상풍력 중심의 보급정책과 지자체의 적극적인 참여 필요
 - 풍력의 경우 2019년 12월 기준 육상풍력 1,490MW, 해상풍력 90MW 등 총 1,580MW가 설치되었으며, 목표 달성을 위해서는 향후 10년간 16,100MW의 신규 풍력발전기가 설치되어야 함
 - 목표 달성을 위해서는 지자체의 주도적 역할이 중요하며, 전라남도는 2029년까지 총 8.2GW의 대규모 해상풍력발전단지 조성을 위해 컨소시엄 구성 중

〈표 1〉 전남 신안 8.2GW 해상풍력발전단지 조성 계획(출처 : 전라남도청)

사업기간	사업비(조원)	발전용량(GW)	직접 일자리 창출
1단계(2020~2027년)	22	4.1	1,500개
2단계(2022~2029년)	12	2.1	1,500개
3단계(2024~2030년)	11.4	2.0	1,500개

- 울산시는 동해의 깊은 수심과 우수한 풍황자원을 고려하여 2025년까지 민자 유치를 통해 1GW급 부유식 풍력단지 조성을 추진 중

시민과 함께 다시 뛰는 울산

국산화 기술개발과 경험있는 민간기업 투자유치로 2025년까지 1GW급 부유식 해상풍력발전을 성공 시키겠습니다.

추진사업

- ❖ 5MW급 시스템 기본설계 기술개발 ('20년까지 52억원)
- ❖ 200MW급 발전단지 설계 기술개발 ('20년까지 40억원)
- ❖ 민간주도 발전단지 조성 (국내외 5개 컨소시엄과 MOU 체결)

1GW 풍력발전 기대효과

일자리 창출

35,000명

전력 공급

96만 가구

CO₂ 절감

연간 233만톤

2019년 추진상황 / 2020년 계획

- ✓ 5개 민간투자 컨소시엄과 투자협약 체결 ('19. 1월, 5월)
- ✓ 발전단지 조성관련 해군 협의 (완료) 및 어업인 협의 (계속)
- ✓ 부유식 해상풍력 국제포럼(FOWF) 개최 ('19. 10월)
- ✓ 발전단지 조성을 위한 풍황 측정 등 타당성 조사 (계속)
- ✓ 산업부와 공동으로 부유식 해상풍력산업 육성 로드맵 수립 (계속)
- ✓ 5MW급 시스템 기본설계 기술개발 완료 ('20. 5월)
- ✓ 200MW급 발전단지 설계 기술개발 완료 ('20. 5월)

〈그림 3〉 부유식 해상풍력 개발 현황(출처 : 울산시청)

1.3 풍력발전 보급 확대 관련 국내 주요 이슈

- ▶ 주민 수용성 및 환경영향으로 인한 해상풍력발전단지 조성계획의 불확실성
 - 해상풍력은 수백MW급 이상의 대형 발전단지 조성이 가능하고, 육상 보다 우수한 풍황자원을 활용할 수 있다는 장점으로 많은 발전사업자들이 발전단지 개발을 추진 중
 - 그러나 풍력발전기 설치 과정에서 발생하는 소음과 부유사 발생 및 운전과정에서 발생하는 소음 등이 해양 생물의 서식 환경에 영향을 줄 수 있다는 우려로 다수의 민원 발생
 - 또한 풍력발전기가 설치될 경우 해당 해역에서의 조업이 제한을 받게 되므로 지역 어민들의 강한 반발 발생
 - 이로 인해 현재 3GW 이상의 해상풍력발전단지 조성이 추진되고 있으나 전기사업허가 및 각종 개발행위 인허가를 획득하여 실제 발전단지 조성사업으로 진행되는 사례는 극히 일부임
- ▶ 국내 풍력산업의 해외 대비 열위의 경쟁력으로 인해 국내 풍력 보급시장의 외산 점유율 확대
 - 2019년 국내 신규 설치된 풍력발전기는 191MW(55기)이었으며 모두 유럽산 풍력발전기임
 - 국산 풍력발전기는 경제성과 신뢰성 측면에서 외산 대비 다소 열위이며, 이는 충분한 Track Record 확보를 통한 최적화 실적이 적기 때문임
 - 제품 가격 경쟁력 측면에서도 협소한 국내 보급시장으로 인해 대량 생산체제를 갖추지 못했기 때문에 외산 대비 가격 경쟁력 열위
 - 해외 기업들은 연간 수천 기의 풍력발전기를 생산 및 판매하므로 규모의 경제 구현이 가능하지만 국내 기업들은 지난 수 년간 연 평균 십여기 이하의 소규모 생산 및 판매로 인해 단가 저감 여력이 거의 없음
 - 해외 기업들은 매출 실적을 바탕으로 보다 경제성이 우수한 10MW 이상의 대형 해상풍력발전기를 상용화하고 있으나 국내 기업들은 매출 부진으로 인해 대형 해상용 풍력발전기 개발에서 뒤처지고 있음
 - 현재의 국내 산업현황이 지속될 경우 국내 풍력산업은 몰락할 우려가 있으며, 궁극적인 해결책은 보급 시장의 확대를 통한 규모의 경제 실현임

2 | 해상풍력에 대한 주민 수용성

2.1 지역 주민 수용성 향상 사례

- ▶ 2011년 정부의 서남해 2.5GW 해상풍력 단지 조성계획 발표 후 1단계 60MW급 해상풍력발전단지 조성은 2014년 완료 예정이었으나 주민 반대로 인해 2019년 지연 완공
 - 2010년 최초 정부의 계획 발표와 이후 서남해 해상풍력을 수행할 주체이며 특수목적법인인 (주)한국해상풍력 설립(2012년 12월)에 이르기까지 고창군 및 부안군 지역민들과의 충분한 소통 부재로 인한 지역민들의 불신
 - 조업제한으로 인한 피해 산정 및 보상 방안에 대한 갈등 등으로 (주)한국해상풍력 설립 이후 5년이 경과한 2017년에야 주민합의 및 개발행위 인허가 취득 완료 후 발전단지 건설 착공
 - 1단계 사업에서의 시행착오를 바탕으로 주민 수용성 조기 확보를 위해 2단계 400MW 해상풍력발전단지 건설을 위한 지역주민 대표가 참여하는 업무협약 체결



〈그림 4〉 서남해 해상풍력 반대시위(2017년) 및 민간협의체 출범(2020년)

- ▶ 풍력발전단지 개발 시, 지자체와 지역주민의 지분 참여를 통해 발전단지 운영 수익의 공유로 지역주민에 대한 개발이익 환원 및 주민 수용성 향상
 - 강원도청은 2018년 산하 기관인 강원도개발공사를 통해 민간 주도로 개발되는 태백 가덕산 풍력 발전(주)에 지분 2.6%로 참여하여 개발이익의 지역사회 환원과 주민 수용성 확보(주민 85%가 찬성)
 - 대부분의 풍력발전단지는 국공유지 및 공유수면에 건설되므로 해당 지자체와 지역주민의 지분참여를 통해 주민 수용성 확보 및 개발이익 공유 가능

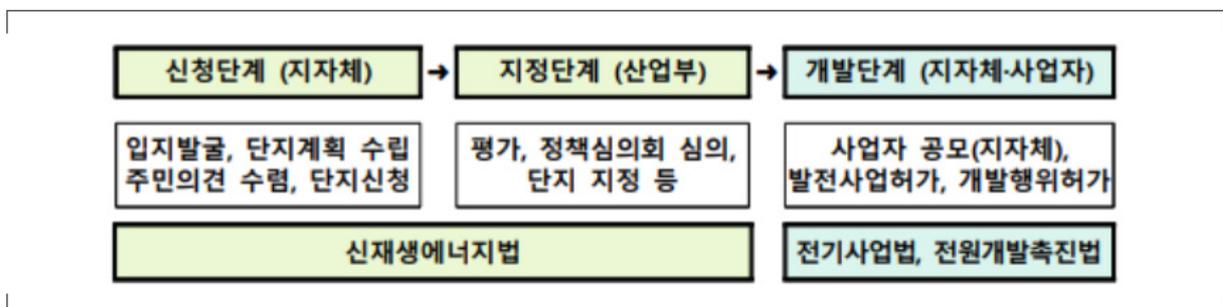
2.2 정책 지원을 통한 주민 수용성 향상

- ▶ 정부는 2020년 지역 주민 지분참여 방식으로 개발되는 재생에너지 발전사업에 대해 REC 가중치를 0.2 추가 적용하는 제도를 시행 중
 - 해당 제도는 설비용량 3MW 이상의 풍력발전사업에 적용되며, 채권 또는 펀드를 통한 참여 가능
 - 풍력발전단지가 조성되는 지역 주민들의 부족한 투자여력을 고려하고 적극적인 참여를 권장하기 위해 정부는 주민참여형 사업에 대한 금융지원사업 시행
 - 해당 사업을 통해 풍력발전단지 인근 거주민들에게 총 사업비의 4% 이내에서 투자금의 최대 90%까지를 장기저리로 용자 지원

〈표 2〉 주민참여사업 금융지원(출처 : 한국에너지공단)

구분	자금용도	투자사업당 지원한도액	대출 기간	이자율
전력기금	주민참여자금	200억원 이내	20년 거치 일시 상환	분기별 변동금리 (1.75%)

- ▶ 풍력발전단지 개발계획 수립단계부터 주민수용성을 확보하기 위해 REC 가중치 최대 1을 추가 부여하는 “신재생에너지 집적화단지 제도” 시행
 - 집적화단지는 40MW 이상 태양광 및 풍력 등 신재생에너지 발전시설 조성 지역을 대상으로, 지자체가 주민수용성 등을 주도적으로 확보
 - 이후 산업부에 집적화단지 지정 신청 및 평가 후 신재생에너지 정책심의회를 통해 지정 및 REC 가중치 1 부여



〈그림 5〉 집적화단지 지정 및 개발 절차(출처 : 산업통상자원부)

2.3 수산업과의 공존을 통한 상생

- ▶ 한국에너지기술연구원이 2011년 국내 최초로 설치한 월정 해상풍력(2MW)과 2017년 준공한 탐라해상풍력(30MW)의 사례는 해상풍력발전단지로 인한 어족자원 증가를 입증
 - 해상풍력발전기 하부 구조물과 해저 케이블 보호를 위해 설치한 보호용 투석망이 어초 역할을 하므로 어족 자원의 증가
 - 전력연구원은 해상풍력발전단지와 수산업 공존을 위한 어업실증단지를 2016년 준공
 - 이를 통해 해상풍력발전단지의 구조물을 이용한 어류 및 해조류 양식장 조성사업의 실증연구를 수행하여 수산업과의 상생방안 도출



〈그림 6〉 월정 해상풍력의 하부 구조물 어족자원 변화(출처 : 두산중공업)

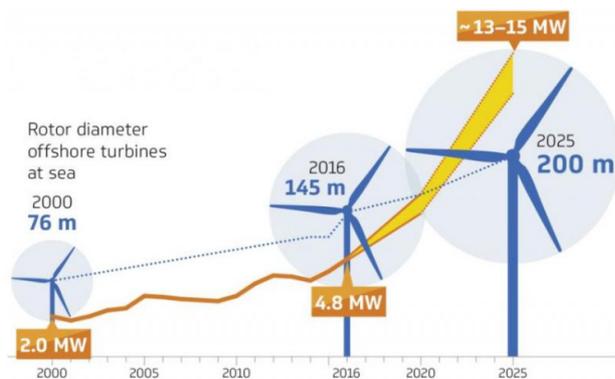


〈그림 7〉 해상풍력과 수산양식 조감도(출처 : 전력연구원)

3 | 국내 해상풍력 산업 현실

3.1 해상풍력발전기 대형화

- ▶ 2019년 GE는 세계 최대 용량인 12MW 해상풍력발전기를 개발 완료하였으며, Vestas와 Siemens 등은 8~10MW급 해상용 풍력발전기를 상용화 보급 중
 - 해상풍력발전단지는 높은 투자비용으로 인해 8MW급 이상의 대형 풍력발전기의 설치가 진행 중
 - 국내에서도 민간기업에 의해 추진되는 신규 해상풍력발전단지 조성은 8MW급 이상의 풍력발전기 설치를 추진 중
 - 그러나 국내 최대 풍력발전기는 두산중공업이 2019년 개발 완료한 5.5MW이며, 현재까지 상용화 보급 실적이 없음
 - 두산중공업과 유니슨은 각각 2022년 및 2024년 완료 목표로 8MW급과 10MW급을 개발 중
 - 2019년 완공된 서남해 해상풍력의 경우 3MW 풍력발전기로 조성되었으나, 유럽에 설치되는 풍력발전기의 평균 설비용량은 2019년 현재 5MW급 이상임
 - 단순히 개발 완료된 풍력발전기 설비 용량을 기준으로 본다면 국내 풍력산업은 유럽 대비 약 3~5년 정도의 기술 격차를 보임
 - 현재 국내 풍력산업은 극심한 매출 부진으로 인해 해외 기술개발 동향에 맞춰 신제품 개발을 진행하기 어려운 상황이므로 기술격차는 확대가 예상됨



〈그림 8〉 유럽 지역 풍력발전기 평균 설비용량 변화(출처 : www.euractiv.com)

3.2 해상풍력발전단지 조성 인프라

- ▶ 해상풍력발전단지 조성은 대규모 해양 플랜트 공사이며, 적기 준공과 경제성 향상을 위해서는 전용 설치선 및 배후 항만 등 인프라 구축이 필수
 - 독일은 Bremerhaven을 해상풍력발전단지 조성을 위한 거점 항만으로 육성하여 시스템 및 부품산업과 유지보수 기업 및 관련 연구소 등을 유치
 - 이를 통해 북해에서 진행되는 해상풍력 조성사업의 주도권을 확보하고 풍력산업 전반의 경쟁력 향상에 기여



〈그림 9〉 독일 Bremerhaven(출처 : Fraunhofer 연구소)

- ▶ 2012년 군산항이 2.5GW 서남해 해상풍력발전단지 조성을 위한 배후항만으로 지정되었으나 서남해 해상풍력 사업 지연으로 인해 지정 취소되었으며, 전남 8.2GW 해상풍력 조성계획에 따라 2019년 목포신항 일원이 국가에너지산업융복합단지에 선정되어 향후 해상풍력 배후 항만의 역할 수행 예정
 - 배후항만이 본연의 역할을 수행하고 이를 통해 지역사회 발전이 이루어지려면 실제 해상풍력발전단지 조성사업이 병행되어야 함
 - 군산의 경우 배후항만 지정 이후 수년간 서남해 해상풍력이 주민 수용성 문제로 진행되지 않은 사유로 지정 취소
 - 목포신항 역시 계획 중인 해상풍력사업이 조기 가시화되지 않을 경우 배후항만으로서의 기능 수행 불가능

4 | 국내 해상풍력 보급 확산을 위한 제언

4.1 보급시장 육성

- ▶ 고사 직전의 국내 풍력산업 회생과 국제 경쟁력 확보를 위해서는 국내 보급시장의 확대가 최우선 과제임

 - 최근 들어 그린뉴딜 및 탄소중립 등의 정책 발표로 인해 풍력산업에 대한 기대감 증가
 - 이는 정부의 2008년 저탄소 녹색성장 정책발표와 뒤이은 서남해 2.5GW 해상풍력발전단지 조성계획 발표 등에 힘입어 현대중공업, 삼성중공업, 대우조선해양 등 다수의 기업들이 풍력산업에 진출하던 상황과 매우 유사
 - 그러나 서남해 해상풍력의 지연 등 실제 보급시장의 형성과 확대로 연계되지 못한 상황에서, 글로벌 금융유기가 발생하자 신규 진출했던 대부분의 기업들이 풍력산업에서 철수
 - 따라서 정책의 가장 우선 순위는 보급시장 형성이 되어야 하며, 이를 위한 법령과 제도의 정비가 필요
- ▶ 시장형성과 확대의 가장 큰 난제는 주민 수용성의 확보이며, 이는 중앙정부와 지자체가 공동으로 노력해야 하는 과제임

 - 최근 정부는 주민 수용성이 가장 선결되어야 할 과제임을 인식하고 신재생에너지 집적화단지 등 수용성 확보를 위한 정책 및 제도 시행 중
 - 이 중 가장 핵심사항은 지자체가 주민 수용성을 확보해야 하며, 수용성이 확보된 지역에 대한 지원을 강화하는 것임
 - 그러나 민선 지자체 제도에서는 부정적인 주민들을 대상으로 지자체가 적극적으로 설득을 통한 협의를 이끌어내기가 어려우며, 풍력으로 인한 민원발생 자체를 회피하는 경향임
 - 근해 어업의 경우 인접 지자체의 어민들도 조업을 하는 현실에서 특정 지자체만의 노력으로는 수용성 확보가 제한되므로 중앙정부의 적극적 개입 필요
- ▶ 보급시장의 육성은 시장의 파이를 키움으로써 관련 산업의 매출 및 실적 증가와 이를 통해 산업 경쟁력 향상이라는 선순환 구조의 시작점

- 경쟁력 향상은 기본적으로 일정 규모 이상의 시장이 존재해야 가능하며, 이를 위해 연 200~400MW 규모의 보급시장이 지속적으로 유지되어야 함
- 정부 정책 역시 수용성 향상에 더하여 일정 규모의 보급시장이 매년 형성될 수 있도록 하는데 집중되어야 함

4.2 산업 경쟁력 확보

- ▶ 해외 시스템 제작사들 대비 열위의 경쟁력을 보완할 수 있는 정책적 또는 제도적 고려 필요
 - 국내 민간발전사업자들은 경제성을 고려해 국산 보다는 가격과 성능면에서 우수한 외산 풍력발전기를 선호
 - 국내 풍력산업체들은 수입 규제 차별적 대우를 통한 내수시장 보호를 원하고 있지만, 이는 WTO 체제에서 불공정 무역행위로 간주되어 제재 대상임
 - 그럼에도 불구하고 많은 국가들이 Local Contents 또는 세제 혜택이나 계통연계 우선권 부여 등 자국 기업에 유리한 제도를 시행 중²⁾
 - 현재의 특정 사업자가 특정 해역에 대한 전기사업 허가를 신청하는 비경쟁 체제에서는 국산 풍력발전기 채택 유도가 어려움
 - 따라서 특정 해역에 대한 전기사업 허가권을 공개경쟁에 의한 사업권 부여로 변경하고, 허가 심의과정에서 국산 풍력발전기 채택 여부를 반영하는 방안에 대한 검토 필요
 - 이 경우 신재생에너지에 한하여 전기사업 허가권을 광역지자체에 위임하고, 그 허가심의 결과를 중앙정부가 최종 의결토록 하는 방안도 고려 가능
- ▶ 국내 에너지공기기업의 역할 강화를 통한 공공주도 개발 체제로의 전환
 - 민간발전사업자들과는 달리 에너지공기기업들은 경제성에서 다소 미흡하더라도 국산 풍력발전기를 채택하려는 경향을 보임
 - 해상풍력은 국가 자산인 바다를 수십 년간 점용하여 발전사업을 하는 것이므로 사기업이 아닌 공공기관인 에너지공기기업 주도로 진행되는 것이 보다 더 공공의 이익에 부합함
 - 이 경우 국산 풍력발전기의 채택이 보다 용이해질 수 있으며, 지역 주민들과의 이익공유에도 유리한 추진체계임
 - 따라서 에너지공기기업인 한국수력원자력과 한국전력 산하 5개 발전자회사 등 6개 에너지공기기업의 적극적인 해상풍력 사업개발 참여를 유도하기 위한 제도 도입 필요

2) Overcoming Barriers to International Investment in Clean Energy, OECD,2015

참고문헌

- [1] 산업통상자원부 재생에너지 3020 이행계획(안), 2017
- [2] Overcoming Barriers to International Investment in Clean Energy, OECD, 2015

본 이슈리포트는 해양수산 관련 이슈의 기술 동향에 대하여 전문가가 작성한 보고서이며, 해양수산과학기술진흥원의 공식견해가 아님을 알려드립니다.

고압 육상전원공급설비(AMP) 기술 동향

발 간 일 2020년 12월 31일

발 간 처 해양수산과학기술진흥원

주 소 (06775) 서울특별시 서초구 마방로 60 8, 9, 10층(양재동, 동원에프앤비빌딩)

전 화 02-3460-4000

홈페이지 www.kimst.re.kr



재생에너지 3020과 해상풍력의 역할



해양수산과학기술진흥원
Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion