현안연구 2018-29

해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안 연구

A Study on the Utilization of Port and Backyard Complex for the Construction of Offshore Wind Power Cluster

2019. 4.

이종필 | 김찬호 | 최나영환 | 박상원

KMI 한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

연구진

이종필 한국해양수산개발원 항만·물류연구본부 부연구위원
김찬호 한국해양수산개발원 항만·물류연구본부 부연구위원
최나영환 한국해양수산개발원 항만·물류연구본부 전문연구원
박상원 한국해양수산개발원 항만·물류연구본부 연구원

보고서 집필 내역

연구책임자

이종필 연구총괄, 제1장, 제2장 제1절~2절, 제3절 일부, 제3장 제1절, 제2절 일부, 제3절, 제4장 제1절, 제3절 일부, 제5장 제1절, 제2절 일부, 제3절, 제6장 제1절~3절, 제4절 일부, 제7장 제1절, 제2절 일부

연구진

김찬호 제4장 제3절 일부, 제6장 제4절 일부
최나영환 제4장 제2절, 제6장 제4절 일부, 제7장 제2절 일부
박상원 제2장 제3절 일부, 제3장 제2절 일부, 제4장 제3절 일부, 제5장 제2절 일부

목차

❖ 요 약 · i

제 1 장 서론 · 1

제1절 연구 배경 및 필요성 ····· 1
제2절 연구 목적 ····· 3
제3절 연구 내용 및 방법 ····· 3
1. 연구 내용 ····· 3
2. 연구 방법 ····· 4
제4절 선행연구 검토 ····· 7

제 2 장 해상풍력클러스터 조성 관련 정책 · 11

제1절 해상풍력클러스터 조성 필요성 ····· 11
제2절 해상풍력클러스터 조성정책 ····· 14
1. 재생에너지 3020 이행계획(안)의 수립 ····· 14
2. 신재생에너지법 개정 추진 ····· 18
3. 재생에너지 정책협의회 운영 ····· 19
4. 해상풍력 사업설명회 및 산업화전략 포럼 등 홍보 ····· 19
5. 재생에너지 3020 이행계획(안)의 보완 및 지속 추진 ····· 20
제3절 해상풍력클러스터 조성 관련 거버넌스 ····· 20
1. 관련 법령 및 제도 ····· 20
2. 이해관계자 및 역할 ····· 31

제 3 장 해상풍력 관련산업 동향 • 35

제1절 세계 해상풍력 산업 동향 ····· 35
1. 해상풍력발전시장 규모 ····· 35
2. 해상풍력발전 관련기업 동향 및 관련산업의 변화 ····· 36
제2절 국내의 해상풍력산업 및 기술수준 ····· 40
1. 해상풍력발전시스템의 구조 ····· 40
2. 해상풍력발전시스템 구성부품 ····· 42
3. 해상풍력발전시스템 구성의 위계구조 ····· 43
제3절 해상풍력 개발 현황 및 관련산업 경쟁력 ····· 44
1. 해상풍력 개발 현황 ····· 44
2. 산업경쟁력 ····· 46
3. 해상풍력발전부품 유통구조 및 주요화주 분포 ····· 56

제 4 장 해외의 해상풍력클러스터 조성 사례 • 59

제1절 대만 ····· 59
1. 해상풍력클러스터 조성 정책 ····· 59
2. 조성규모 및 세부계획 ····· 61
3. 시사점 ····· 63
제2절 일본 ····· 64
1. 일본의 해상풍력발전 관련 정책 ····· 64
2. 주요 항만 해상풍력발전단지 추진계획 ····· 67
3. 해상풍력발전산업 거점화 방안(기타큐슈시 사례) ····· 73
4. 일본의 해상풍력발전단지 구축의 경제적 효과 ····· 78
5. 시사점 ····· 79
제3절 독일 ····· 81
1. 개요 ····· 81
2. Cuxhaven 시 사례 ····· 81
3. Emden 시 사례 ····· 83
4. Bremerhaven 시 사례 ····· 84
5. 시사점 ····· 85

제 5 장 해상풍력클러스터 조성 조건 및 문제점 • 87

제1절 개요 ····· 87
제2절 해상풍력클러스터 조성 조건 ····· 88
1. 해상풍력발전단지 조성 조건 ····· 88
2. 해상풍력발전단지 지원항만 조성 조건 ····· 90
3. 해상풍력클러스터 조성 조건 ····· 93
제3절 해상풍력클러스터 조성의 문제점 ····· 101
1. 정책추진 과정 측면 ····· 102
2. 해상풍력클러스터 조성 기반 구축 측면 ····· 103

제 6 장 항만·배후단지 활용 및 정책방향 • 107

제1절 개요 ····· 107
제2절 해상풍력클러스터 소요부지 면적 산정 ····· 108
1. 해상풍력클러스터의 구성 ····· 108
2. 해상풍력클러스터 부지면적 검토 ····· 109
제3절 항만·배후단지 활용방안 ····· 113
1. 유휴부두시설 및 배후부지를 클러스터 조성에 활용 ····· 113
2. 거점형 해상풍력클러스터 조성 및 지원항만·배후단지 개발 ····· 117
3. 해상풍력발전시설 맞춤형 항만 및 배후단지 조성·활용 ····· 122
4. 항만 및 배후단지 조성방법 다각화 ····· 125
5. 해상풍력발전산업 기술 기업 육성 및 지원 ····· 127
6. 해상풍력산업 내 중소형 기업의 클러스터 참여 유도 ····· 127
제4절 정책방향 ····· 129
1. 항만기본계획에 해상풍력클러스터 지원항만 및 부지반영 필요 ····· 129
2. 해양산업클러스터 및 에너지산업융·복합단지 동시 지정 및 정부지원 ··· 130

제 7 장 결론 및 정책제언 · 133

제1절 결론 ····· 133
제2절 정책제언 ····· 135
1. 항만 및 배후단지 내 풍력(연관)산업 활성화 기본방향 정립 필요 ·· 135
2. 해상풍력클러스터 조성 항만개발 및 운영협의체 구성과 운영 ····· 137
3. 해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용 기본구상(안) 필요 ····· 138
4. 해상풍력발전산업 대상 공급사슬 분석연구 시급 ····· 139

❖ 참고문헌 · 141

표 목차

〈표 2-1〉 세계 주요국의 재생에너지 발전량 비중(2010년→2016년) ····· 14
〈표 2-2〉 재생에너지 3020 이행계획 중 풍력 관련 계획 종합 ····· 17
〈표 2-3〉 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 개정(안) 계류법안 주요 내용 ····· 18
〈표 2-4〉 해상풍력클러스터 조성 관련 법령 및 주요 내용 ····· 25
〈표 2-5〉 해상풍력 공급인증서 가중치 ····· 28
〈표 2-6〉 연도별 공급의무량 현황 ····· 28
〈표 2-7〉 연도별 공급의무량 현황 ····· 30
〈표 2-8〉 해상풍력클러스터 조성 관련 이해관계자와 역할 ····· 33
〈표 3-1〉 전 세계 해상풍력발전용량 규모(2016년) ····· 36
〈표 3-2〉 전 세계 터빈 제조기업의 점유비중(2016년) ····· 37
〈표 3-3〉 전 세계 주요 풍력제조기업의 인수합병 현황(2016년) ····· 38
〈표 3-4〉 해상풍력발전시스템의 구성 및 제원 ····· 41
〈표 3-5〉 해상풍력발전시스템 구성 주요 부품의 종류 ····· 42
〈표 3-6〉 연도별 풍력발전 신규 설치용량 ····· 45
〈표 3-7〉 국내 해상풍력 개발 현황(2016년 말 기준) ····· 46
〈표 3-8〉 1차 품목의 기업 현황 및 경쟁력 ····· 49
〈표 3-9〉 2차 품목의 기업 현황 및 경쟁력 ····· 52
〈표 3-10〉 3차 품목(2차 품목의 하위단위)의 구성 ····· 53
〈표 3-11〉 3차 품목(2차 품목의 하위단위)의 경쟁력 ····· 54
〈표 4-1〉 대만 타이중 항만 해상풍력시설(터빈) 조립지역 개발계획 ····· 61
〈표 4-2〉 대만 타이중 항만 해상풍력시설(터빈) 제작지역 개발계획 ····· 62
〈표 4-3〉 일본의 해상풍력발전 관련 정부 정책 ····· 65
〈표 4-4〉 공모에 의한 점용 허가 내용 및 수속 절차 ····· 67

〈표 4-5〉 일본 'Green Energy Port Hibiki' 사업의 단계별 계획 ····· 75
〈표 4-6〉 일본 해상풍력발전 구축의 경제적 효과 추정(2030년) ····· 79
〈표 5-1〉 해상풍력발전단지 조성 요인 종합 ····· 90
〈표 5-2〉 해상풍력발전단지 지원항만 조성요인 종합 ····· 92
〈표 5-3〉 해상풍력발전단지 개발 및 운영비용 구조(영국 사례) ····· 96
〈표 5-4〉 해상풍력클러스터 조성 조건 종합 ····· 101
〈표 6-1〉 해상풍력클러스터 구성 ····· 109
〈표 6-2〉 해상풍력클러스터 조성 물동량 수요 ····· 111
〈표 6-3〉 권역별 해상풍력클러스터 기능부여 및 활용 방향(예시) ····· 121
〈표 6-4〉 해상풍력 공급사슬별 조선 및 해양업체 참여 가능성 ····· 128
〈표 6-5〉 해양산업클러스터 및 에너지산업융복합단지 지정 시 법령상 지원내용 ····· 131

그림 목차

〈그림 2-1〉 재생에너지 3020 재생에너지 이행계획 ····· 15
〈그림 2-2〉 RPS 제도 추진 절차 ····· 29
〈그림 2-3〉 신 · 재생에너지 발전량과 비율 ····· 30
〈그림 3-1〉 해상용 풍력발전시스템 구조 ····· 44
〈그림 3-2〉 해상풍력발전시스템 3차 품목의 기술수준과 가격수준 ····· 54
〈그림 3-3〉 해상풍력발전시설 유통구조 ····· 57
〈그림 3-4〉 해상풍력발전 관련 주요 부품 생산기업의 분포 ····· 58
〈그림 4-1〉 대만 타이중 항만의 해상풍력발전단지 지원 부두시설 활용계획 ····· 60
〈그림 4-2〉 일본의 해상풍력발전과 항만과의 관계도 ····· 66
〈그림 4-3〉 일본의 주요 해상풍력단지 계획 지역 ····· 68
〈그림 4-4〉 이시카리 신항 해상풍력발전단지 예정 구역 ····· 69
〈그림 4-5〉 카시마항 해상풍력발전 예정 구역(좌) 및 개발구상도(우) ····· 70
〈그림 4-6〉 노시로항(좌), 아키타항(우) 해상풍력발전단지 건설예정 구역 ····· 71
〈그림 4-7〉 기타큐슈항 해상풍력발전단지 건설예정 구역 ····· 73
〈그림 4-8〉 히비키 Wind Energy Research Park 개요(제1단계) ····· 74
〈그림 4-9〉 항만의 적출기능 및 수출입 거점 개략도 ····· 76
〈그림 4-10〉 히비키 항만의 해상풍력발전 및 클러스터 거점 구축도 ····· 77
〈그림 4-11〉 히비키 지역 풍력발전 관련산업 종합거점 구상도 ····· 78
〈그림 4-12〉 독일 Cuxhaven 시 해상풍력발전사업의 항만 활용사례 ····· 82
〈그림 4-13〉 독일 Emden 시 해상풍력발전사업의 항만 활용사례 ····· 84
〈그림 4-14〉 독일 Bremenhaven 시 해상풍력발전사업의 항만 활용사례 ····· 85
〈그림 6-1〉 국내 풍력발전단지 현황(20년 9월 기준) ····· 110
〈그림 6-2〉 거점형 해상풍력클러스터 조성 ····· 119
〈그림 6-3〉 일본 풍력발전 도입 목표(2030년, 2050년) ····· 124
〈그림 7-1〉 해상풍력클러스터 조성을 위한 관련산업 육성방안 ····· 137

요약

해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안 연구

정부는 2017년 12월, 2030년까지 해상풍력발전에너지를 0.03GW(30MW) 규모에서 12GW 규모로 확대하는 내용을 포함한 「재생에너지 3020 이행계획(안)(이하 “이행계획”이라 한다)」를 발표하였다. 동 계획에는 해상풍력발전단지의 획기적 확대를 위해 해상풍력발전단지 인근의 항만 및 배후단지에 풍력 및 관련 산업체와 연구개발(R&D)센터 등을 유치하여 해상풍력클러스터를 조성하는 것이 포함되어 있다. 그러나 해상풍력클러스터 조성계획만 제시되었을 뿐 관련 산업 및 기업체 유치방안 등 구체적인 이행방안은 없고 이와 관련된 세부사항은 지방자치단체가 연구용역을 통하여 제시하도록 계획을 밝힌 것이 전부다. 아울러 해상풍력발전단지 조성을 촉진하기 위한 신재생에너지법 개정(안)이 2년 이상 국회에서 계류 중이고 지방자치단체가 연합하여 공통의 실현가능한 클러스터 조성방안을 마련하기가 쉽지 않다는 점에서 계획기간 내에 법령개정 및 클러스터 조성까지 병합하여 추진하기는 쉽지않을 것으로 보인다.

본 연구는 현행 이행계획의 정책적 한계를 고려하여 해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안을 검토하였다. 검토 결과 해상풍력클러스터 조성과 직접 관련된 연구는 거의 없었고 대개 입지선정, 해상조건 검토 등에 관한 연구가 대부분이었다. 아울러 대만과 일본사례를 중점적으로 검토하였다. 대만의 경우 2025년까지 5.5GW규모의 해상풍력발전단지를 타이충(臺中) 수역 전면에 개발하고, 클러스터를 기존의 항만 부지 기능을 조정하거나 일부 산업부지를 추가 조성하는 방법으로 계획을 수립하였다. 총 부지규모는 약 130만㎡에 이른다. 일본의 경우 키타큐슈시 히비키항만에 클러스터 조성 계획을 시범적으로 수립하였는데 총 2천만㎡ 규모로 육상풍력발전단지까지 포괄하는 대규모 클러스터 조성계획을 확정하였다.

우리나라의 해상풍력발전 관련 산업체는 주로 경남 및 경북에 집적되어 있다. 그리고 11%정도가 전라남북도에 집적되어 있는 것으로 조사되었다. 해상풍력발전시설 부품별 경쟁력은 타워의 경우 세계적인 수준으로 분석되었고, 나셀 및 블레이드 등은 세계적 수준과 근접하였으나 기타 부품 등의 경쟁력은 떨어지는 것으로 나타났다. 경쟁열위에 있는 부품산업은 정부의 전략적 기술개발 및 지원이 필요한 분야로 판단되었다.

본 연구를 통하여 다음의 결론을 도출하였다.

해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 규모는 개발목표의 수준에 따라 다양할 수 있다. 대만의 경우 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지 개발을 지원하기 위한 단지 조성규모는 130만㎡로 계획되어 있다. 일본 히비키항만의 경우 전면 해상풍력 및 육상풍력발전시설 지원규모는 정확히 제시되고 있지 않지만 2천만㎡ 가량의 면적을 조성할 계획이다. 대략 4.5㎢규모의 정방형 부지에 해당하는 면적이다. 여기에는 육상풍력시설의 생산·제작·조립·보관까지 포함하는

것으로 판단된다. 우리나라의 경우 대만의 사례를 준용하여 육상풍력 발전지원을 포함하여 최소 390만㎡가 필요할 것으로 판단되었다.

이를 기준으로 유휴부두시설 또는 여유 배후부지를 모두 활용하여 클러스터를 조성할 경우 신규로 개발할 때 보다 약 1조4,799억원의 사업비 절감이 가능하다. 따라서 클러스터 조성시 유휴시설을 활용할 필요가 있다. 절감 사업비는 지역적으로 분포된 유휴 부두시설 규모 및 배후부지 규모에 따라 차이가 발생할 수 있다. 한편, 클러스터 구축을 위한 해상풍력발전단지 및 관련 항만시설 조성 신규 사업비는 부두시설과 배후단지의 비중에 따라 개략적으로 47조5,023억원에서 48조9,502억원이 될 것으로 산정되었다. 총 사업비 중 해상풍력발전단지 사업비를 제외한 부두건설 또는 배후부지 건설 비중은 총 비용의 2.2%~5.1%로 분석되었다.

항만 및 배후단지 활용방법을 기존의 유휴부두 및 배후단지 활용, 신규 개발 등으로 다양화 할 필요가 있다. 여건에 따라 지역별로 유휴부두 또는 배후부지를 활용하거나 신규로 부두시설이나 배후단지를 조성할 수 있다. 클러스터 사업참여자의 수익성 확보를 위해 재정을 투입하여 개발하거나 및 임대운영, 민간사업자의 직접참여와 재정지원을 병행하는 방법을 강구할 필요가 있다.

정부의 관련정책의 원활한 추진을 위하여 다음의 제언사항을 도출하였다.

해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용 기본구상(안)이 필요하다. 기본구상(안)에는 해상풍력산업 전반에 대한 검토, 주요기업 규모와 공급사슬관계, 사업성 분석 및 클러스터 조성방안(타당성), 개발방식, 정책지원방안, 법·제도 개선방안 등이 포함되어야 한다. 아울러 단계별 로드맵도 수립하여 선도적으로 해상풍력클러스터 기반조성에 대응하여야 한다.

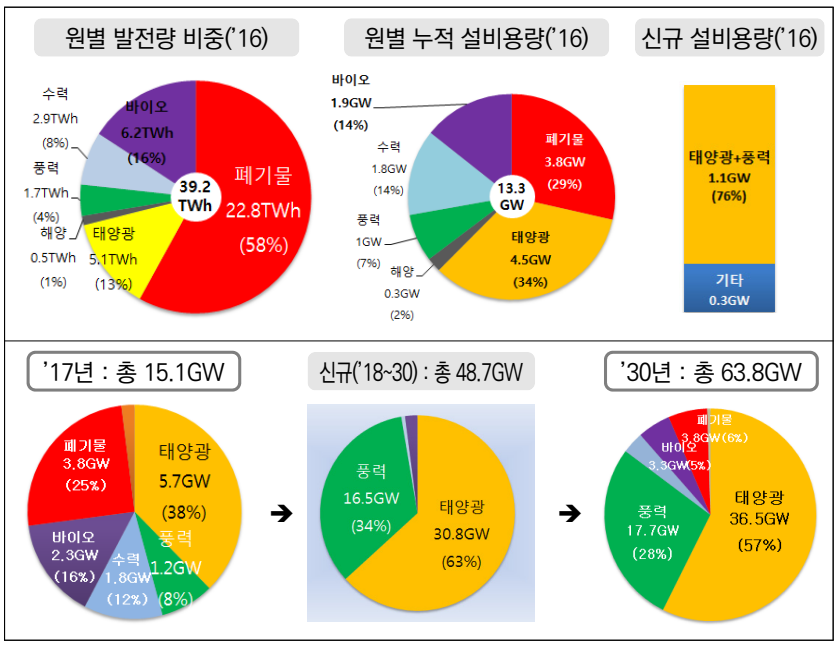
특히 해상풍력발전산업의 공급사슬 분석연구가 시급하므로 정부의 관련 정책연구를 추진하여야 한다. 해상풍력클러스터를 조성하기 위해서는 무엇보다 1차, 2차, 3차 제품을 제조·생산·조달·운송하는 기업의 항만 및 배후단지 내 유치가 시급하다. 그런데 우리나라에서는 아직까지 관련산업의 공급사슬에 대한 세밀한 분석이 매우 미흡하다. 외국의 경우 이러한 공급사슬 연구가 오랜 기간 이루어져 산업간 연계방안 및 시너지효과를 낼 수 있는 연구개발 공조방안, 교육훈련프로그램의 개발 등이 활성화되어 있다는 점을 고려할 때 기업 간 공급사슬 관련 연구가 시급하며 이에 대한 정부의 관심이 필요하다.

정부, 해상풍력클러스터 조성정책을 포함한 재생에너지 3020 이행계획(안) 발표

■ 화석연료중심의 에너지정책을 태양광·풍력 등 재생에너지 중심으로 전환

- 2030년까지 현재의 재생에너지 설비용량 13.3GW를 63.863.8GW (누적)까지 보급
  - 재생에너지 발전비중이 2016년 7.0%에서 2030년 20%까지 상승
  - 재생에너지 설비용량의 95%는 태양광(57%) 및 풍력(28%)으로 대체
  - 해상풍력설비용량은 전체 풍력설비용량의 67.8%(12GW) 차지

〈그림 1〉 재생에너지 3020 재생에너지 이행계획



자료: 산업통상자원부, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017.12

■ 해상풍력클러스터 조성 추진

- 해상풍력발전단지건설과 연계하여 대규모 해상풍력여 클러스터 구축
- 발전단지는 계획입지제도와 연계하여 중대형 해상풍력, 부유식 해상풍력 등 국내 개발 기술의 실증 및 보급에 활용
- 배후 항만 및 생산·조립단지, 해상풍력 전문인력 양성센터, R&D·실증 센터 등을 조성하고, 관련 기업 유치

■ 관련제도 개선 추진

- 계획입지제도 도입을 중심으로 한 신재생에너지법 개정 추진(법

안 계류 중), 재생에너지 정책협의회 운영, 해상풍력 사업설명회 및 산업화전략 포럼 개최 등 저변확대

■ 해상풍력클러스터 조성 관련 거버넌스 복잡, 이해관계자 다양

- 관련법령으로는 풍력산업의 직접적 규제, 항만 및 배후단지 활용, 해양해역의 이용, 사업추진과 관련하여 '신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(산자부)', '전기사업법', '에너지산업융복합단지의 지정 및 육성에 관한 특별법(산자부)', '해양산업클러스터의 지정 및 육성에 관한 특별법(해수부)', '해양공간계획 및 관리에 관한 법률(해수부)', '항만법(해수부)' 등이 있음
- 이해관계자도 중앙정부(국무조정실, 산업통상자원부, 환경부, 기획재정부, 국토교통부, 행정안전부, 국방부, 해양수산부, 해양경찰청, 산림청), 지방자치단체, 공공기관(에너지공단, 발전사, 에너지기술평가원), 학계, 민간영역(풍력관련협회, 풍력발전시스템사, 부품제조기업, 환경단체, 어민, 연구소 등)

전 세계적으로 해상풍력산업 확대, 국내에서는 산업발전을 위한 기술적 완성도 미흡

■ 2016년 말 기준 전세계 해상풍력발전용량은 14.4GW

- 영국(5.2GW), 독일(4.15GW)이 해상풍력발전사업 주도
  - 중국(1.9GW), 덴마크(1.3GW), 네덜란드(1.1GW), 벨기에(0.7GW)
- 반면, 전 세계 풍력발전용량은 2016년 말 기준 해상풍력발전용량 비중은 3.0%에 불과

■ 기업 간 인수합병 활발

- 터빈 제조기업 간 인수합병 활발

〈표 1〉 전 세계 주요 풍력제조기업의 인수합병 현황(2016년)

기업	인수합병 현황	비고
Nordex	Acciona Windpower, SSP Technology 인수합병	로터블레이드 제조(SSP Tec)
Siemens	상호 인수합병	가동용량분야 세계최대 기업에 오름
Gamesa		
GE	LM Wind Power(덴마크) 인수	블레이드 공급
Vestas	Availon(독일)	서비스분야 진출
Electricite de France(EDF)	UPC Asia Wind Management	중국시장 진출

자료 : 한국에너지공단, 전게서, 2018.11. p122 재정리

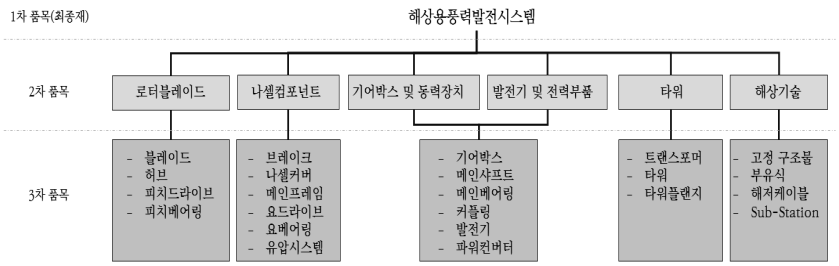
■ 해상풍력산업도 변화와 발전 거듭

- 풍력산업에서 하이브리드 설비에 대한 관심이 증가하면서 태양광발전과의 결합이 두드러짐
- 비풍력 발전회사들의 풍력발전분야에 대한 관심 증가
- 풍력산업분야의 디지털화 진행
- 풍력발전기의 대형화추세 진행
  - 평균설비이용률이 2015년 38.8%에서 2016년 40.9%로 증가
  - 터빈용량도 대형화
- 부유식 해상풍력시설 개발 추진
- 비용절감을 위한 기술혁신 노력이 진행되고 있고 사업 경제성 호전

■ 해상풍력발전시스템 구조는 다층적이며 크고 작은 부품제조기업의 결합산업

- 해상풍력발전부품 생산형태는 1차, 2차, 3차부품 제조기업의 위계적 구조로 되어 있음
- 터빈 등 핵심부품을 생산하는 대기업과 8천여 개 이상의 세부 부품을 생산하는 중소형기업의 산업결합 형태임

〈그림 2〉 해상용 풍력발전시스템 구조



자료: 한국풍력산업협회 내부자료

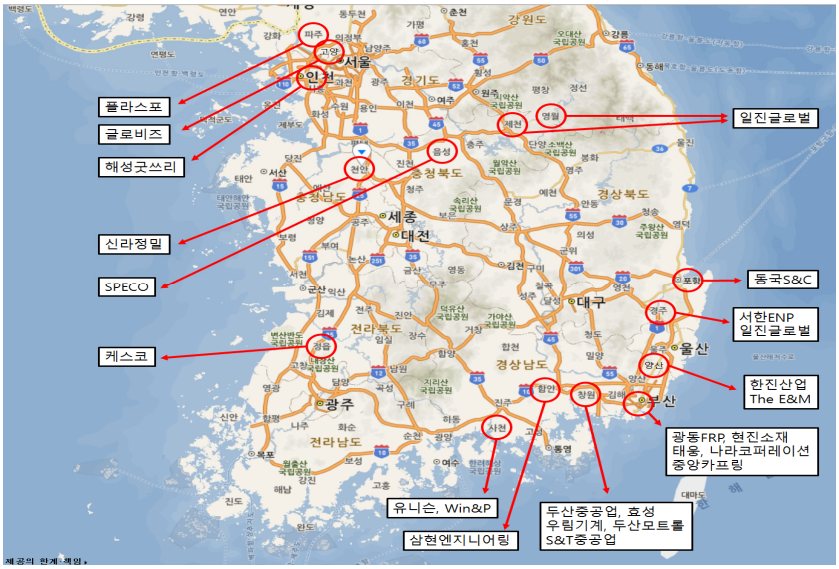
■ 국내 해상풍력발전시스템 산업경쟁력은 세계적 수준에 미흡

- 1차 시스템의 경우 국산화율 20%, 기술수준이 세계 대비 40에 불과하며, 두산중공업, 유니슨, 효성중공업, 한진산업 등이 기업 생태계 지배
- 2차 시스템의 경우 부품별로 상이하나, 타워의 경우 국산화율이 100%이고 해양기술과 더불어 기술력 및 가격수준이 세계적인 경쟁력을 보유한 것으로 분석되고 있는 반면 기타 분야는 국산화율이 비교적 저조한 편이며 기술수준도 최상위 수준에는 미달
- 3차 시스템의 경우 부품이 매우 다양하여 일률적 평가가 어려우며 세부 부품별로 국산화율, 기술수준, 가격수준이 천차만별 임

■ 1,2차 해상풍력발전시스템 산업계 화주는 지역적 편중

- 주로, 경기북부 및 남부동해권역에 집중

〈그림 3〉 해상풍력발전 관련 주요 부품 생산기업의 분포



자료 : 저자 작성

대만, 일본 등은 대규모 해상풍력클러스터 조성 정책 추진, 독일은 지방자치단체가 도시와 연계하여 해상풍력산업발전 견인

■ 대만, 2025년까지 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지를 조성하고 이와 연계하여 129만㎡규모의 클러스터 부지확보 및 유지관리 부두 운영을 계획

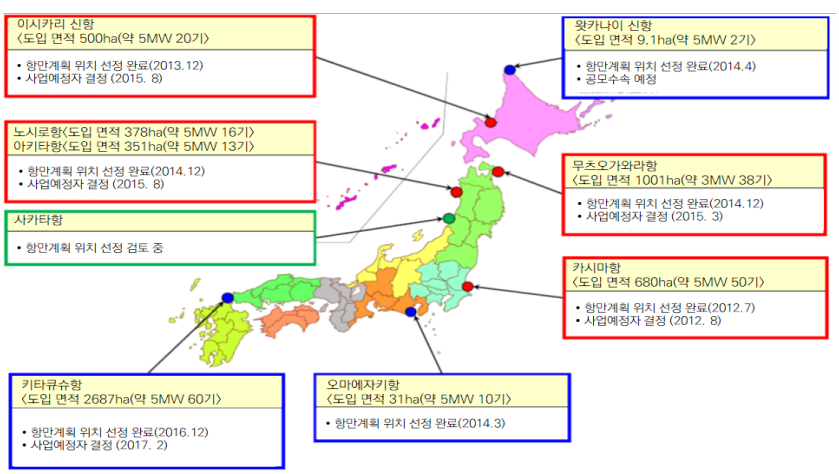
- 타이충(臺中)항만 해역에 5.5GW 규모 해상풍력발전단지 구축 계획
- 해상풍력산업 육성위해 타이충(臺中)항만 내 부두기능 전환, 신규부지 확보하여 클러스터 구축 예정

- ⅰ) 터빈 사전조립구역(Turbine Pre-assembly), ⅱ) 중·장기 터빈 제조구역(Localized Turbine Manufacturing Area), ⅲ) 세계풍력기구 훈련센터(GWO Training Center) 설치 구역, ⅳ) 시설유지관리 지원구역(O&M Base) 지정
- 총 129만㎡ 확보(터빈 제작부지 89.4만㎡, 터빈 조립부지 39.8만㎡ 등)

■ **일본, 해상풍력발전사업 촉진 위해 제도개선과 함께 히비키나다 항만을 해상풍력산업 거점항만으로 육성 계획**

- 해상풍력발전사업 활성화 위해 '해양기본계획'에 해양재생에너지 이용 촉진방안 포함, 항만법을 개정하여 점용공모제도를 도입하여 사업자가 20년간 공유수면을 안정적·지속적으로 사용할 수 있도록 정책화
- 2030년까지 재생에너지 비중을 22~24%까지 확대, 국토 전 구역에 걸쳐 해상풍력발전 계획 수립

〈그림 4〉 일본의 주요 해상풍력단지 계획 지역



자료 : 국토교통성 항만국, http://www.mlit.go.jp/, 검색일: 2019. 1. 10.

- 키타큐슈 시(市)의 히비키나다항만의 경우 해상풍력발전산업을 지원하기 위한 거점항만으로 육성 계획 수립
  - 2010년도부터 “Green Energy Port Hibiki"사업 추진
  - 단계별로 기능을 부여하여 개발, “해상풍력발전기의 적출(積出) 거점” 기능(1단계), “수출입 거점” 기능(2단계), “산업거점” 기능(3단계) 부여

〈그림 5〉 히비키 항만의 해상풍력발전 및 클러스터 거점 구축도

자료 : 福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018.7, p.12.

〈그림 6〉 히비키 지역 풍력발전 관련 산업 종합거점 구상도

자료 : 響灘エネルギー産業拠点化推進期成会, http://hibikinada-energy-kiseikai.com/, 검색일: 2019. 1. 15.

■ 독일, 해상풍력발전단지 주변을 항만과 해상풍력 전진기지 기능을 부여하며, 해상풍력발전사업을 도시 활력 산업으로 활용

- Cuxhaven 시(市) 해상풍력발전사업을 지원하는 지원항만을 건설하는 방법으로 해상풍력산업 활용
- Emden 시(市)는 1.2GW 규모의 해상풍력발전단지를 조성하면서 Emden항을 해상풍력발전기제조기업인 Bard사(社) 및 타워제작사(社)의 해상풍력발전기 제품운송기지항만으로 기능을 확장
- Bremerhaven 시(市)는 해상풍력전진기지화 계획을 수립하고, Bremerhaven항을 해상풍력전진기지항만으로 조성
  - 유휴항만시설을 해상풍력발전단지조성 및 지원항만 기능으로 전환하고 4개 부두 중 3개 부두를 해상풍력관련 제품출하·제작·보관에 사용하면서 인근에 400여개에 달하는 관련 기업과 연구소를 유치

해상풍력클러스터 조성을 위해서는 해상풍력발전단지 조성, 항만 및 배후단지와 연계된 조건 검토 필요

■ 1단계로 해상풍력발전단지 조성 요인은 자연환경(풍황, 해황, 입지여건), 정책환경(환경보호, 군사시설), 지역환경(지자체의 의지, 어업권) 등의 조건 충족 필요

■ 2단계로 해상풍력발전단지 지원항만을 건설하고자 할 경우 입지요인(해상환경, 인접성), 관련산업의 성장성(산업집적, 기술력), 사업의 경제성(물동량, 건설 및 운영비용), 정책환경(정부의 정책의지와 지원정도), 사회환경(민원) 등의 조건 충족 필요

■ 궁극적으로 해상풍력클러스터를 조성하기 위해서는 지원항만 포함, 다양한 조건이 구비되어야 원활한 추진 가능

- ⅰ) 대규모의 해상풍력발전수요 확보(지속적인 발전용량 증가필요), ⅱ) 집적개발(해상풍력발전단지 당 발전용량 최소 1GW이상 5GW까지 조성 필요), ⅲ) 사업의 경제성확보를 위한 비용절감방안 확보, ⅳ) 항만개발 및 클러스터 입주에 정부지원, ⅴ) 민원의 해결, ⅵ) 선박형태 및 규모를 고려한 항만개발, ⅶ) 부품업체의 사업다각화 지원(O&M 병행), ⅷ) 고정식 및 부유식 해상풍력발전에 대응할 수 있는 체제 구상(부두면적, 부수시설에 차이 발생) 등 조건 충족 필요

〈표 2〉 해상풍력클러스터 조성 조건 종합

요인		세부내용	판단기준
수요 요인	집적개발	특정 해역에 대규모 개발	최소 1GW이상 5GW까지
	지속개발	장기개발수요 확보	10년 이상
경제성 요인	사업비용	해상풍력발전단지 조성 및 관리운영	해상풍력발전단지 조성비, 시설관리 운영비용
		항만개발	기반시설 및 상부시설사업비
	정부지원	공유수면 점·사용	해상풍력발전단지 해역이용
		항만 및 배후단지 입주	임대료 등 부지사용료 면제 등
정책 요인	민원	해상풍력발전수요	발전수요량
	전용선박 수용	해상풍력발전 전용선박 이용	고정식 및 부유식 해상풍력발전 전용 선박 이용 항만시설 구비, 대형선 접안 가능시설 건설
	산업지원	사업다각화 지원	중소기업 O&M사업 참여

주 : 전문가 인터뷰 내용을 연구자가 정리

해상풍력클러스터 조성계획은 정책추진과정상 또는 시설기반 구축 과정에서 문제점 노정

■ 정책추진과정 측면에서는 계획입지제도의 도입지연, 중앙정부의 정책관여 역할이 제한적이라는 문제 노출

- 해상풍력발전사업 촉진 및 클러스터 조성에 필요한 제도적 선행요건인 계획입지제도 도입이 2017년 말 관련법안 발의 이후 현재까지 상임위에 계류 중에 있으며 이에 따라 신속한 이행계획(안)의 추진 지연
  • 여·야간 입장차이가 주요 지연 요인
- 중앙정부가 적극적으로 정책을 추진해야 함에도 불구하고 지방자치단체 중심으로 해상풍력발전단지를 구축하도록 위임하고 있어 비계획적 개발, 불균형 개발이 우려되고 전 국토적 관점, 전 산업적 관점에서 산업융합을 위한 이해관계 조정 등에 한계 노정 가능성 상존

■ 기반구축 측면에서는, 해상풍력클러스터 조성 이행계획의 구체성 미흡, 개발수요 및 공급사슬 계획 수립 미흡, 중장기 종합계획 부재 등의 문제 노출

- 해상풍력클러스터 조성 이행계획의 구체적 일정, 범위, 내용이 부족하여 클러스터를 어떤 방법으로 조성해야 할지 혼란 유발
- 해상풍력클러스터 조성을 위해서는 관련산업에 대한 이해, 관련산업내 기업의 공급사슬관계 파악 등이 선행되어야 하나 이에 대한 기초연구조차 미흡하여 효율적인 기업유치 및 사업계획 수립 곤란
- 해상풍력클러스터 조성은 해상풍력발전단지 개발을 지원하고

관련 기업을 유치하여 산업을 활성화하는데 필수적으로 원활한 추진을 위해서는 종합적인 중장기 계획수립 및 정부법정계획에 수록 되어야 하지만 이에 대한 준비 부족

해상풍력클러스터 조성을 위해서는 다양한 방법으로 항만 및 배후단지를 활용하는 정책 수립 필요

■ 이행계획(안)의 이행을 위한 해상풍력클러스터 조성의 가장 중요한 조건은 물동량 확보이며, 클러스터 조성부지의 면적은 유지관리를 제외하고 최소 약 390만㎡로 추산

- 육상풍력발전시설 공급을 고려하면 그 이상 소요
- 해상풍력클러스터에 포함되는 요소는 배후항만, 부품생산 및 조립부지, 관련기업 입주부지, 교육센터, 기술개발연구부지, 관련 연구기관 등이 활동할 수 있는 부지 등이 있으며, 유럽의 사례를 고려하면 해상풍력발전단지의 유지관리를 지원할 수 있는 항만 및 부두시설 필요

■ 유휴부두시설 및 배후부지를 클러스터 조성에 활용 필요

- 해상풍력클러스터 조성비용 절감, 항만시설(배후부지 포함)의 효율적 활용 차원에서, 유휴부두시설 및 배후부지에 클러스터 조성 필요
- 2019년 1월 현재 유휴부두시설 및 배후부지 면적은 총 3,106천㎡이며, 해상풍력발전단지 규모 고려 필요부지 3,900천㎡의 79.6% 차지
- 항만별 유휴부지규모 및 해상풍력발전단지와의 인접성을 배제할 경우, 절감 사업비는 1조4,799억원(2018년말 기준)으로 추정

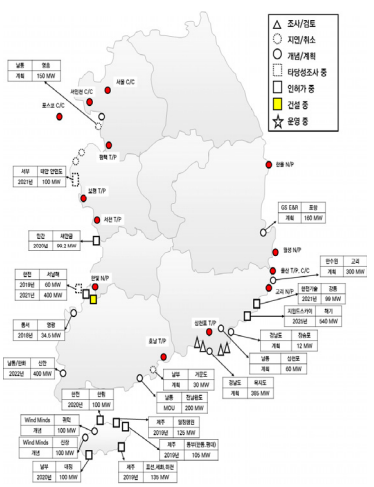
- 이행계획 고려, 해상풍력발전단지 및 지원 클러스터(항만시설) 포함 총 시설 및 부지조성 비용이 48조 9,502억원의 3.0% 절감가능. 비중은 낮지만 절대금액은 수익성에 영향을 줄 수 있음

■ 거점형 해상풍력클러스터 조성 및 지원항만·배후단지 개발 필요

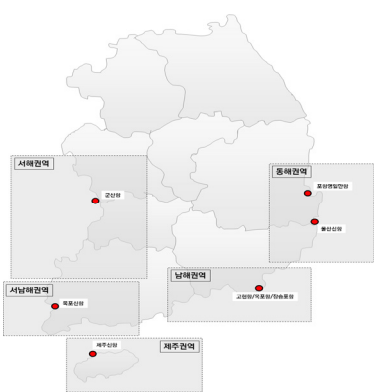
- 우리나라 해역상황을 고려할 때 이행계획(안)을 원활히 추진하기 위해서는 전 해역을 5개로 권역화하여 거점형으로 클러스터 조성 필요
- 거점형 클러스터는 클러스터 구성요소를 권역별로 다양화(완성형, 제조기반, 지역제조기반, 소규모 부품제조, 부유식, 해상풍력지원중심 클러스터 등)하여 클러스터 참여기업 간 경쟁 완화, 클러스터 중복투자에 따른 비효율 제거, 관련 산업 육성 등의 정책효과를 거둘 수 있도록 함

〈그림 7〉 거점형 해상풍력클러스터 조성

〈 개발예정 해상풍력발전단지 현황 〉



〈 거점형 해상풍력클러스터 구상 〉



1. (예) 군산항·새만금 신항을 중심으로 한 서해권역
2. (예) 목포신항을 중심으로 한 서남해 권역
3. (예) 제주신항을 중심으로 한 제주권역
4. (예) 고현항/옥포항/부산항을 중심으로 한 남해권역
5. (예) 울산신항/포항영일만항을 중심으로 한 동해권역

자료 : 저자 작성

- 각 권역별로 완성형 클러스터, 제조기반형 클러스터, 소규모 부품제조형 클러스터, 지원항만 클러스터 등으로 구분하여 조성

〈표 3〉 권역별 해상풍력클러스터 기능부여 및 활용 방향(예시)

구분		클러스터 구성	비고(역할/기능)
권역	대상지		
서해권역	새만금	해상풍력발전단지 구축	군산항 중심 완성형(종합) 해상풍력클러스터
	군산	〔제조기업+부품기업+연구개발기관+교육센터+유지관리시설〕	
서남해권역	목포	〔제조기업+연구개발+교육센터〕	제조기반 해상풍력클러스터
남해권역	거제·옥포 등	〔제조+유지관리〕	지역 제조기반 해상풍력클러스터
제주권역	제주	중소규모 부품제조 기업 입주	소규모 부품제조 클러스터
동해권역	울산	〔부유식 도크 시설+지관리시설〕	부유식 해상풍력클러스터
	포항	해상풍력발전단지 구축	지원항만 지정

주 : 저자 작성

■ 해상풍력발전시설 맞춤형 항만 및 배후단지 조성·활용

- 고정식 해상풍력발전단지 뿐만 아니라 부유식발전단지 조성에 대비한 해상풍력클러스터 조성방안 강구 필요
- 부유식 해상풍력발전단지 구축을 위해서는 관련 부품의 수송을 위해 전용선 건조가 필요하며, 이는 도크(Dock)에서 건조되어야 함
- 따라서 도크(Dock)시설이 구비된 항만이 지원되어야 하며 배후에 관련기업을 집적하여 산업화할 수 있음
  - 일본의 경우 2030년에 9.6GW의 해상풍력발전설비를 구축할 계획이고, 이중 39.6%인 3.8GW는 부유식 해상풍력발전설비로 계획

■ 항만 및 배후단지 조성 방법 다각화

- 해상풍력클러스터 부지로서 항만 및 배후단지를 활용할 경우 신규건설 외에 다양한 방법으로 활용 필요
- 기존 항만 및 배후단지 활용함으로써 유휴시설의 활용율을 높여, 재정투입의 낭비를 막고, 사업비 절감을 유도하여 사업의 경제성을 높여 산업집적화에 이르는 산업생태계 선순환구조 구축 필요
- 신규로 개발할 경우에도 사업비 등의 절감이 가능한 다양한 개발방법을 적용할 필요가 있음
  - 첫째, 부두와 배후단지 일체를 재정으로 개발하여 시설부지 전체를 임대운영하는 방법
  - 둘째, 부두시설은 재정으로 건설하고 배후단지는 1종으로 개발하여 관련기업에 분양하는 방법
  - 셋째, 부두시설과 배후단지 일체를 민간투자사업으로 추진하는 방법

■ 해상풍력발전산업 기술 기업 육성 및 지원

- 해상풍력산업 생태계 분석, 관련 기업의 공급사슬 관계 분석, 경쟁력 분석을 통하여 경쟁력 있는 기업의 지원방안 마련, 세계로 수출이 가능한 기술개발력을 보유한 기업 육성 필요
  - (사례) 국내 단조부품 생산기업 CS Wind 및 동국 S&C(타워), 태웅(샤프트), 신라정밀(베어링) 등

■ 해상풍력산업 내 중소형기업의 클러스터 참여 유도 방안 마련 필요

- 해상풍력클러스터 조성 시 해상풍력발전시스템 기업이 우선 집적할 수 있으나 산업집적화로 이어지기 위해서는 2차 및 3차

부품을 제조·생산하는 중소형 관련기업의 입주 필요

• 전문가 인터뷰 결과 약 30% 정도가 연계 입주 가능의견 피력

- 중소형 기업의 입주를 위해서는 해상풍력발전단지 유지관리 업무를 할 수 있도록 유인책을 제시할 필요가 있으며 이를 통하여 지속적이고 안정적 사업수익기반을 확보하여 산업클러스터 구축의 한축이 될 수 있도록 함

■ 해상풍력클러스터 내 폐기물 처리시설 및 관련 산업 유치

- 해상풍력발전시설 대체 시 발생하는 폐기물을 클러스터에서 처리할 수 있는 시설을 건설하고 관련 산업을 유치함으로써 친환경적·순환적 재생에너지 상생기반 구축 필요

■ 정책적 차원에서 실현 가능한 제도적 개선 추진 필요

- 항만기본계획에 해상풍력클러스터 지원항만 및 부지반영이 필요하며, 해양산업클러스터 및 에너지산업융·복합단지 동시 지정 및 정부지원이 시급함

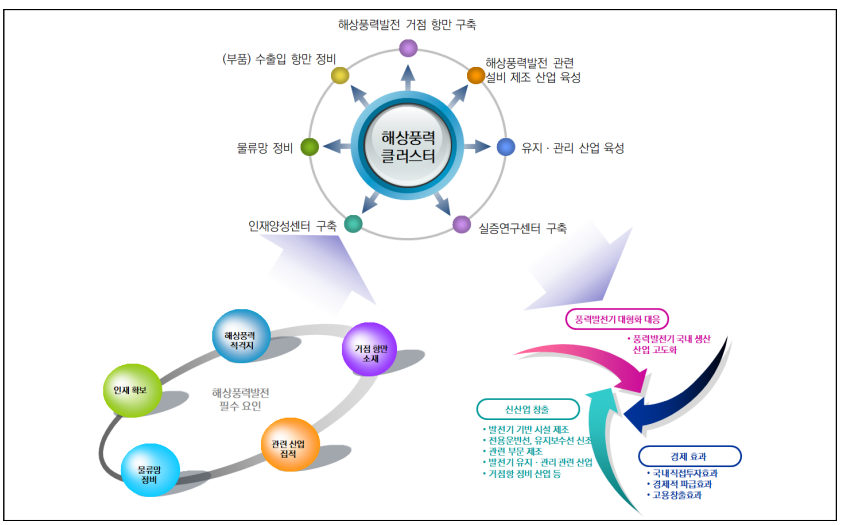
해상풍력클러스터 조성을 위한 실무적 정책 추진 필요

■ 항만 및 배후단지 내 풍력(연관)산업 활성화 기본방향 정립 필요

- 첫째, 해상풍력발전단지 구축을 위한 적격지 선정
- 둘째, 거점항만의 구축 필요
- 셋째, 부품 제조·공급, 풍력발전기 제조, 테스트 등이 가능한 연관 산업의 집적 및 육성
- 넷째, 실증연구센터 구축

- 다섯째, 해상풍력 제조, 조립, 검사, 점검, 유지·보수 등의 수행하는 인력의 전문성과 안전성을 강화하기 위한 인력관리시스템 확보
- 여섯째, 관련 화물이 수출입 항만에서 제조단지를 거쳐 거점 항만까지 유기적이고 적시에 공급하기 위한 도로, 철도, 항만(수로) 등 막힘없고 견고한 물류망 구축
- 일곱째, 해상풍력발전 관련 전문 인력 양성 및 확보

〈그림 8〉 해상풍력클러스터 조성을 위한 관련 산업 육성 방안



자료 : 전문가 인터뷰 및 해외사례 내용을 종합하여 저자 작성

■ 해상풍력클러스터 조성 대상 항만개발 및 운영협의체 구성·운영

- 국무조정실이 주도하여 시행하고 있는 협의체와 별도 운영
- 해상풍력클러스터 조성을 지원할 항만 및 배후단지 개발, 활용 방안을 논의하는 게 주목적이며 해수부, 환경부, 국방부, 관련 산업종사자, 연구기관 전문가 등이 참여
- 해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 개발방향

구상, 필요한 정책 사안 도출, 개괄적 추진 로드맵 작성하고 추진 정책과제 도출

■ 해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용 기본구상(안) 필요

- 기본구상(안)에는 해상풍력산업 전반에 대한 검토, 주요기업 규모와 공급사슬관계, 사업성 분석 및 클러스터 조성방안(타당성), 개발방식, 정책지원방안, 법제도 개선방안 등이 포함

■ 해상풍력산업 공급사슬분석(SCA:Supply Chain Analysis) 정책연구 추진 시급

- 해상풍력발전시스템 1차, 2차, 3차 제품을 제조·생산·조달·운송하는 기업과 관련산업의 공급사슬 분석
- 외국의 경우 공급사슬 연구가 오랜 기간 이루어져 산업간 연계방안 및 시너지효과를 낼 수 있는 연구개발 공조방안, 교육훈련 프로그램의 개발

제 1 장

서론

제1절 연구 배경 및 필요성

2017년 12월 정부는 범정부 합동으로 「재생에너지 3020 이행계획」[1]을 발표하고, 2030년까지 국내 총 발전량의 20%를 재생에너지로 대체하는 정책목표와 이행계획을 발표하였다. 동 계획은 재생에너지 중 풍력발전 비중을 2017년 기준 8%(1.2GW)에서 2030년 28%(17.7GW)까지 확대하는 내용을 담고 있다. 또한 풍력발전량 중 해상풍력발전 비중을 2017년 기준 3.3%(0.04GW)에서 2030년 67.8%(12GW)까지 확대하는 계획을 담고 있다. 2030년에는 해상풍력발전 비중만 총 발전량(63.8GW)의 18.8%에 이르게 된다. 이에 따라 2030년 기준 태양광발전 비중이 총 발전량의 57%, 풍력발전 비중이 28%로 증가한다.

동 계획에 따르면 '재생에너지 클러스터 조성'이 에너지 전환에 따

1) 산업통상자원부, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017. 12.

른 신산업 발전의 중요한 축이 된다. 풍력발전도 대규모 해상풍력발전단지 건설과 연계하여 해상풍력클러스터를 조성하되 항만 및 항만 배후지에 생산·조립단지, 해상풍력 전문인력 양성센터, R&D 실증센터 등을 설치하고, 관련기업을 유치하는 것으로 방향을 설정하고 있다. 이와 관련하여 정부는 계획입지제도 도입을 골자로 하는 「신재생에너지법(신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법)」 개정을 통하여 해상풍력발전단지 조성을 활성화할 계획이다. 계획입지제도는 해상풍력발전단지사업의 원활한 시행이 가능하도록 지원하는 법·제도적 장치이다. 이를 통해 지방자치단체가 주도하여 계획단지 지정이나 개발을 추진하게 된다. 하지만 당초 2018년 국회통과를 목표로 제출된 개정 법률은 여·야 간 이견차이로 아직도 국회에 계류 중이다.

한편 대규모 해상풍력발전단지 개발을 지원하고 관련산업 및 기술발전을 촉진할 해상풍력클러스터 구축에 관하여는 이행계획에서 제시한 내용을 구체화할 수 있는 추가적인 논의가 진행되지 않고 있다.

그러나 2030년까지 이행계획을 차질 없이 추진하기 위해서는 지금부터 계획입지제도의 도입 등과 병행하여 해상풍력클러스터 구축의 기반이 되는 지원항만 및 배후단지의 활용방안에 관한 연구가 필요하다. 하지만 기존의 연구는 해상풍력발전단지 입지 평가 또는 특정 지원항만의 입지조건 등에 관한 검토에 집중되어 있다. 해상풍력클러스터 구축과 관련한 항만 및 배후단지 활용과 관련산업의 집적, 기업유치 방법 등과 관련된 연구는 거의 보이지 않는다. 국내 풍력산업에 대한 연구조사도 매우 미미하다. 해상풍력산업 현황 및 동향, 관련기업과 기술력 등에 관한 검토를 통해 항만 및 배후단지 활용방안을 제시하는 연구가 필요하다.

제2절 연구 목적

본 연구는 정부의 「재생에너지 3020 이행계획」 중 해상풍력클러스터 구축을 위하여 필요한 항만 및 배후단지의 활용방안을 제시하는 것을 목적으로 한다. 활용방안 제시를 위해 관련 정책, 풍력산업 현황 및 관련기업, 기술경쟁력, 해상풍력클러스터 구축의 핵심인 관련 기업 참여가 가능한 발전단지 규모 등을 검토하고 정부의 정책방향을 제안한다.

제3절 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

해상풍력클러스터 구축을 위한 항만 및 배후부지(단지) 활용방안을 제시하기 위해 관련산업 현황, 관련기업 현황, 해외의 해상풍력클러스터 조성 관련 유사사례, 풍력산업기업의 클러스터 참여 조건 및 가능성을 검토한다. 그리고 이를 통해서 항만 및 배후단지 활용방안을 제안한다.

2장에서는 해상풍력클러스터 구축의 필요성을 기술하였다. 아울러 해상풍력클러스터 구축 관련 법령 및 관련 정책 등을 문헌조사 및 전문가 인터뷰를 통해서 내용을 정리하였다. 또한 해상풍력클러스터 구축 관련 이해관계자와 거버넌스(Governance) 등을 분석하였다.

3장에서는 해외의 해상풍력발전단지 개발과 관련기업유치 등을 위

한 항만 및 배후부지 활용계획과 현황 등을 조사한 내용을 수록하였다. 특히 해상풍력발전 및 클러스터 구축과 관련하여 해상풍력발전 선진국인 독일, 일본, 대만의 사례를 조사하였다.

4장에서는 전 세계 해상풍력산업 규모, 산업동향과 변화를 정리하였다. 그리고 국내 해상풍력산업 동향 및 경쟁력을 분석하였다. 해상풍력발전시스템의 구조를 정리하고 국산화율, 기술수준, 가격수준, 성장성(매출액 기준), 중소기업 비중(생산액 기준), 필요한 R&D 지원 내용 등을 분석·기술하였다.

5장에서는 해상풍력클러스터 조성조건을 관련 문헌 검토 및 전문가 인터뷰를 통해 정리하고 해상풍력클러스터 조성과 관련된 문제점을 제시하였다.

6장에서는 이러한 조사 및 분석 내용을 토대로 해상풍력클러스터 구축을 위하여 항만 및 배후단지를 어떻게 활용할 수 있는지 고정식 풍력시설을 설치할 때와 부유식 풍력시설을 설치할 때를 구분하여 그 방안을 제안하였다. 향후 해상풍력클러스터 활성화를 위한 법령 또는 제도적 개선이 필요한 내용을 제안하였다.

7장에서는 연구결과를 종합하고, 정부의 정책방향 등을 제안하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 기존 연구경험의 부족, 자료의 희소성 등을 고려하여 관련 전문가를 대상으로 집중 인터뷰를 통하여 현황과 문제점을 파악하였다. 해외사례의 경우 일부는 출장조사를 통하여, 일부는 전문가 도움을 받아 조사하였다. 전문가 인터뷰는 동일한 질문지를 주

고 자문을 구하였으며 전문가별로 관점과 의견이 다를 수 있음을 고려하여 응답을 타 전문가 인터뷰를 통하여 점검하였다.

이를 통하여 현장 중심의 연구결과를 도출하고자 하였으며 실현 가능한 정책방향을 제시할 수 있도록 노력하였다.

1) 문헌조사 및 내용 분석

해상풍력클러스터 조성과 관련된 연구문헌 또는 정부 수행과제 결과물(과제 보고서)을 중심으로 문헌을 조사하였으며 주요 내용을 정리하였다. 항만 및 배후단지 활용방안을 제시하는 것이 본 연구의 주요 내용 중 하나이므로 지원항만 입지평가 등과 관련된 연구문헌도 조사하였다. 해외문헌의 경우 해상풍력클러스터 조성과 연계된 입지 관련 내용이 있는 연구보고서, 항만 및 배후단지 조성과 관련된 사업비 추계 자료 등을 조사하였다. 해상풍력발전단지 조성과 관련된 조건검토나 해상입지와 관련된 우선순위 평가 등에 관한 연구보고서는 본 연구 목적 및 내용과 직접적 연관성이 높지 않으므로 문헌조사에서 가급적 제외하였다.

2) 전문가 심층 인터뷰

본 연구의 경우 국내 해상풍력산업 관련기업동향 및 경쟁력에 관한 내용이 포함되어 있다. 그런데 국내 해상풍력산업 관련기업의 공급사슬(Supply-Chain) 연구는 수행된 이력이 없다. 해외의 경우 관련 산업 공급사슬 연구가 있으나 국내의 경우 아직까지 일천하다. 또한 관련기업의 클러스터 참여 가능성에 대한 기본 조사조차 시행된 바 없다. 따라서 관련산업종사자, 연구자 등을 대상으로 전문가 심층 인터뷰를 시행하고 이를 통하여 국내 풍력산업 동향을 정리하였다. 그

리고 해상풍력발전시스템의 부품별 경쟁력에 관한 자료를 분석하였다. 이는 국내에서 최초로 시행되는 것으로서 후속 연구의 시금석이 될 만하다고 할 수 있다.

3) 설문(질문지)조사

해상풍력클러스터 참여 가능성, 참여규모를 검토하기 위하여 관련 기업체에 대한 설문조사 등이 필요할 수 있으나 관련산업 및 기업 등에 관한 공급사슬 연구가 없는 상태에서 일반적인 설문조사는 무의미할 것으로 판단하여 관련 전문가를 대상으로 질문지를 만들어 설문조사를 시행하였다. 특히 소수 전문가를 대상으로 하였기 때문에 일반적 분석보다는 질적 분석에 우선을 두었다. 분석결과는 참여가능 발전규모 등을 분석하면서 보완적으로 기술하는 방법으로 활용될 수 있도록 하였다.

4) 사례 조사

해상풍력클러스터 조성과 관련된 해외사례를 조사하였다. 해외에서도 정책적으로 클러스터 조성을 염두에 두고 해상풍력발전단지를 구축하기보다는 해상풍력발전시설 조립 및 수송을 위한 지원항만 개발의 성격을 띠는 개발이 많았으며 국내 정책과 일치하는 사례를 찾기는 쉽지 않았다. 다만 대만이나 일본의 경우 우리와 유사한 해상풍력발전단지 사업을 클러스터 구축과 연계하여 항만 및 배후단지를 조성하는 정책을 구상하고 계획을 수립하고 있어 이를 중심으로 해외사례를 정리하고 시사점을 도출하였다.

4) 해외출장조사 및 담당자 인터뷰

해외사례 조사 중 대만 사례는 현지 출장조사를 통해 해상풍력클러스터 조성규모, 시설배치, 쟁점 등을 조사분석하였다. 정확한 내용파악을 위해 담당자 인터뷰를 병행하여 사례조사의 신뢰성을 제고하였다.

제4절 선행연구 검토

본 연구와 직접적으로 관련된 연구-풍력산업 공급사슬, 해상풍력클러스터 조성 조건 등-자료는 쉽게 발견되지 않는다. 다만 해상풍력단지 개발 후보지 선정을 위하여 필요한 조건 및 평가방법 등에 관한 연구를 통하여 본 연구에서 필요한 사항을 유추하여 활용할 수 있다.

김지영 외(2009)[2]는 해상풍력단지 개발 후보지 선정을 위해 입지조건을 분석하고, 가능발전량을 추정하고 이를 토대로 개발가능 부지를 선정하고 평가하였다. 동 연구에 따르면 해상풍력발전단지 선택기준으로 풍황(풍력자원, 태풍 및 기상), 해황(파랑, 조위차 및 조류속도, 수심 및 지질, 지진), 환경보호(환경보호지역, 조류이동경로 및 서식지), 입지조건(항만, 연안, 전력선이격거리), 기타(인근 해양 이용현황) 등을 선정하고 수심에 따라 개발면적, 최대 설치용량 등을 추정하였다. 그리고 우리나라 해역의 수심을 고려하여 개발 가능성을 제시하였다. 국토해양부(2011)[3]는 해상풍력발전단지 조성이 가능한 국내 항만을 선정하고 사업경제성을 평가하여 해상풍력발전단지 지

2) 김지영 외, 「국내해역의 해상풍력 가능자원 평가 및 예비부지 선정」, 한국전력공사, 2009. 6.
3) 국토해양부, 「항만 해상풍력단지 도입을 위한 풍력자원조사 용역 보고서」, 국토해양부, 2011.

원항만 개발계획 수립을 위한 정책 자료로 활용하고자 과제를 수행하였다. 연구결과 포항영일만 전면해상, 새만금신항 전면해상, 목포신항 전면해상을 해상풍력단지로 개발 가능한 부지로 선정하고 다시 해당 부지의 행정구역을 관할하는 지자체의 추진의지 등을 평가하여 최종적으로 포항영일만 전면해상, 새만금신항 전면해상을 해상풍력 발전단지로 개발하는 것으로 하였다. 고현정(2012)[4]은 퍼지-AHP 분석방법을 활용하여 해상풍력 전용항만 입지를 선정하고 평가하였다. 집적요인(풍력산업집적, 관련산업 집적, 지적(知的) 집적), 지역요인(노동 유연성, 정주여건, 지원정책), 경제요인(물동량 확보, 부지구입, 항만건설 용이성), 입지요인(항만운영 효율성, 해상풍력단지 근접성, 교통 근접성), 컨소시엄 요인(사업추진 의지, 사업추진 구체성, 전문성)을 평가항목으로 선정하였는데 컨소시엄 요인의 경우 평가대상 항만입지가 특정 사업을 대상으로 하였기 때문에 추가된 것이었다. 평가결과 풍력산업 집적요인, 물동량 확보, 관련산업 집적, 풍력단지 근접성, 교통 근접성의 순서로 중요한 것으로 나타났다. 가장 최근에는 심기섭 외(2017)[5]의 연구가 있다. 심기섭 외(2017)는 국내항만여건에 적합한 신재생에너지 개발 및 보급 결정요소로 기술적 측면(성숙도, 독점성, 효율성), 경제적 측면(투자비용, 수익성, 성장성), 사회적 측면(정부정책, 정부지원, 민원여부)으로 구분하고 AHP분석기법을 활용하여 중요도를 평가하였다. 이상의 관련 연구들은 공통적으로 해상풍력발전단지 조성에 적합한 항만선정, 항만 내 신재생에너지 확대를 위한 요소를 선정하고 평가하는 데 연구의 중점을 둔 것이었다. 그러나 그 결과가 실제로 정책화에 필요한 자료로 활용될 수

4) 고현정, 「해상풍력 전용항만 입지선정 평가 항목에 관한 연구」, 『한국항만경제학회』, 제28집 제3호, 2012, pp. 27~44.
5) 심기섭 외, 「친환경에너지 정책추진 강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안」, 한국해양수산개발원, 2017.

있는지 판단하기 어려운 점이 있다. 평가결과가 평가방법에 따라 주관성이 높을 수 있다는 비판이 가능하다. 또한 풍력산업계의 산업화가 가능한 통점(Pain Point)은 제시되지 않고 있어 실제 관련기업을 대상으로 한 해상풍력클러스터 조성정책의 실현 가능성(feasibility)을 담보하기 어렵다고 할 수 있다.

해외의 경우, 해상풍력산업계 기업 차원에서 해상풍력발전단지 건설 및 운영에 필요한 지원항만의 조건을 제시하고 후보항만을 평가한 연구가 있다. TETRA TECH EC, INC(2010)[6]은 해상풍력발전단지 건설 및 운영에 필요한 지원항만의 조건을 필수조건[7](제1조건, 제2조건), 기타 조건[8] 등으로 나누어 제시하였다. 제1조건은 피난항만시설의 확보, 선박통항에 필요한 해상고도의 확보(해상대교가 없을 것), 최소 40m(130ft) 이상의 수평간격 확보, 7.4m 이상의 조수간만, 연중 쉼없이 운영 가능한 시설확보, 장치시설의 배타적 사용 등을 제시하였다. 제2조건으로 138m 이상의 안벽, 7.4m 이상의 수심확보, 4만㎡ 이상의 저장 및 조립부지, 해상풍력단지에 근접한 항만 등을 제시하였다. 그 외에 추가적으로 고려할 것으로서 노동인력의 조달 가능성, 교육 및 훈련시설, 정치적 환경 및 지역사회 수용성, 기타 규제정도 등을 제시하였다.

Raffaela Piria(2014)[9]는 EU와 EU 내 지역의 해상풍력정책의 우선순위와 추진방향을 제시하였다. 유럽에서 해상풍력발전과 관련 있는 핵심 분야로서 장기 비전 및 목표, 지원체계와 전력시장 설계, 전력

6) TETRA TECH EC, INC, *Port and Infrastructure Analysis for Offshore Wind Energy Development*, 2010. 2.
7) Hard Criteria.
8) Soft Criteria.
9) Raffaela Piria, *EU and Regional Policies for Offshore Wind : Creating Synergies*, FOUNDATION OFFSHORE WIND ENERGY, 2014. 11.

망 이슈, 해양공간계획, 조사·개발 및 홍보, 교육 및 훈련, 인식제고 및 공공수용성, 지역국가 경쟁력 제고를 위한 EU의 측면 지원 등을 제시하고 각각에 대하여 방향성을 제시하였다.

제 2 장

해상풍력클러스터 조성 관련 정책

제1절 해상풍력클러스터 조성 필요성

해상풍력은 재생에너지[10]의 하나로서 기존의 석탄연료와 원전을 대체하는 미래 에너지원 중 태양에너지와 더불어 가장 비중이 높은 에너지라고 할 수 있다. 해상풍력발전 선진국인 유럽의 경우 특히 해상풍력이 적은 부지의 사용, 사람이나 환경에 대한 낮은 수준의 영향, 상대적으로 안정적이고 예측 가능한 발전 생성 등의 장점이 있어 장기적으

10) 신재생에너지법(신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법) 제2조에서는 신에너지와 재생에너지를 구분하고 있다. 동 법에 의하면 '신에너지'란 기존의 화석연료를 변환시켜 이용하거나 수소·산소 등의 화학 반응을 통하여 전기 또는 열을 이용하는 에너지로서 수소에너지, 연료전지, 석탄을 액화·가스화한 에너지 및 중질잔사유(重質殘渣油)를 가스화한 에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지를 말한다. 반면 '재생에너지'란 햇빛·물·지열(地熱)·강수(降水)·생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지로서 태양에너지, 풍력, 수력, 해양에너지, 지열에너지, 생물자원을 변환시켜 이용하는 바이오에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 폐기물에너지로서 대통령령으로 정하는 기준 및 범위에 해당하는 에너지, 그 밖에 석유·석탄·원자력 또는 천연가스가 아닌 에너지로서 대통령령으로 정하는 에너지를 말한다.

로 태양에너지보다도 중요한 역할을 할 것으로 전망하고 있다.[11]

첫째, 해상풍력은 안정적인 에너지 공급이 가능하다는 장점이 있다. 우리나라는 대표적인 에너지 수입국가라고 할 수 있다. EU 역시 대표적인 에너지의 상당부분을 해외에서 수입하고 있어 에너지원의 해외의존도를 낮추는 것이 중요한 에너지 정책결정의 우선순위에 올라 있다.[12] 해외 에너지원 의존도를 낮추는 목표에 기여할 수 있는 에너지로서 해상풍력은 유용하다.

둘째, 해상풍력은 산업파급효과가 큰 분야라고 할 수 있다. 특히 육상풍력의 2.5배 내지 3배 이상 노동집약적 산업이며, 다른 분야와 달리 풍력에너지산업은 고도의 숙련된 노동력을 확대할 수 있다. 유럽의 경우 2030년까지 육상 및 해상 포함 거의 5만 명의 추가적인 훈련된 노동력(Staff)이 필요한 것으로 추정되고 있다. 임금 측면에서도 해상풍력 설치 및 관리 운영인력은 평균 이상의 임금을 받고 있다. 고용효과가 매우 큰 산업분야라고 할 수 있다.[13]

셋째, 해상풍력은 환경 친화적(climate change mitigation) 에너지라고 할 수 있다. 해상풍력터빈은 가동 시 오염물질을 배출하지 않는다. 유럽위원회의 에너지로드맵 2050은 에너지 효율과 재생에너지를 전력분야 탈탄소화의 절대적 선택(no-regret option)이라고 간주하고 있다. 서구 선진국의 탈탄소화 전략을 수용한다면 해상풍력클러스터 조성은 해상풍력발전을 산업화하여 경제적 효과를 창출하는 좋은 경제모델이 될 수 있다.[14]

넷째, 해상풍력은 지역 환경에 미치는 충격(impact)의 수준이 약하

11) Raffaela Piria(2014), 전게 보고서, p. 10.
12) Raffaela Piria(2014), 전게 보고서, p. 10.
13) Raffaela Piria(2014), 전게 보고서, p. 10.
14) Raffaela Piria(2014), 전게 보고서, pp. 10~11.

다. 해상오일 및 가스와 달리 해상풍력은 매우 낮은 환경적 충격을 준다. 또한 유럽에서는 해상풍력이 지역의 해양생물다양성에 긍정적 효과를 주는 것으로 관찰되었다.[15)]

다섯째, 해상풍력발전시설은 토지사용 면적이 매우 작다.

여섯째, 일반적은 해상풍력 개발이 공공에 미치는 영향은 작다. 주된 우려사항은 터빈에 대한 가시적 영향에 집중되고 있다. 그렇지만 건설이 완료되면 수용성이 증가하고 주민들이 선호하는 에너지가 되고 있다. 특히 덴마크나 독일은 재생에너지에 대한 대중의 지지도가 높다. 이러한 이유로 해상풍력의 에너지원 점유비중도 점차적으로 증가하고 있다.

일곱째, 해상풍력은 항상 일정하고 예측 가능한 발전이 가능하다(More constant and predictable generation). 미래의 전력분야는 매우 다양한 수준의 발전(發電)에 직면하는데 이러한 도전은 관리 가능하지만 비용과 적용에 필요한 요구사항과 함께 발생한다. 해상풍력은 육상 및 태양광보다 일정하고 예측 가능한 발전이 가능하여 이러한 도전을 감소시키는 데 유용하다.

상술한 미래 에너지원으로서 해상풍력의 여러 가지 장점은 관련산업 집적 및 지원을 통한 국가 및 지역경제 활력증진, 신성장 동력산업으로서 중요한 역할을 할 수 있다. 따라서 해상풍력의 산업화를 위해서는 관련산업을 중심으로 한 적극적인 클러스터 조성이 필요하다고 할 수 있다.

15) Raffaela Piria(2014), 전게 보고서, p. 11.

제2절 해상풍력클러스터 조성정책

1. 재생에너지 3020 이행계획(안)의 수립

1) 수립배경

산업통상자원부가 2017년 12월 발표한 이행계획(안)은 기존 에너지정책의 패러다임 전환을 의미한다. 기존의 화력, 원자력 발전, 폐기물·바이오 중심의 에너지 공급체계를 태양광·풍력 등 친환경 청정에너지로 전환하겠다는 정책방향을 담고 있다. 전 세계적으로도 재생에너지를 주요한 발전에너지로 활용하고 있다. 독일, 영국, 프랑스, 일본, 미국 등의 재생에너지 발전량 비중은 우리나라의 7.0%(2016년 기준, 2010년 1.2%)보다 2배에서 4배까지 높다.

〈표 2-1〉 세계 주요국의 재생에너지 발전량 비중(2010년→2016년)

단위: %

구분	독일	영국	프랑스	일본	미국
2010년	16.7	6.8	13.9	10.5	10.1
2016년	29.3	24.7	17.3	15.9	14.9

자료 : 산업통상자원부, 재생에너지 3020 이행계획, 2017. 12

기후변화에 대응, 에너지 안보 확보, 미래 신성장동력으로서 재생에너지의 역할이 확대되고 있다. 정부의 정책전환은 이산화탄소 배출규제 등 국제 환경규제에 대응하고, 항구적으로 안전하고 지속가능한 에너지 공급이 가능한 체계를 구축하여야 한다는 정책방향이 근간이 되고 있다.

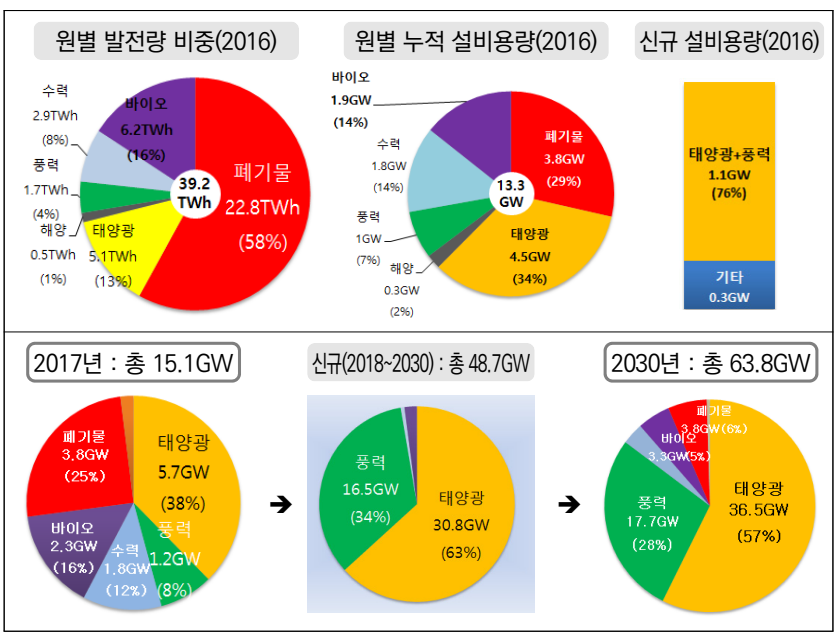
2) 주요 내용

(1) 보급목표

이행계획(안)은 재생에너지 설비용량을 현재의 13.3GW에서 2030년에는 63.8GW(누적)까지 보급하는 것으로 하고 있다. 이 경우 재생에너지 발전비중을 2016년 현재 7.0%에서 2030년에는 20%까지 상승하게 된다.

한편 총 재생에너지 설비용량의 95%는 태양광 및 풍력 등 청정에너지로 공급하는 것으로 계획하고 있다. 계획을 달성하면 총 설비용량의 57%(36.5GW)는 태양광이 차지하고 풍력은 28%(17.7GW)를 점유하게 된다. 이에 따라 해상풍력 설비용량은 풍력설비용량의 67.8%(12GW)를 점유하게 된다.

〈그림 2-1〉 재생에너지 3020 재생에너지 이행계획



자료 : 산업통상자원부, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017. 12

(2) 보급목표 이행방안

목표이행을 위해 ⅰ) 국민 참여 확대, ⅱ) 지자체 주도의 계획입지 도입, ⅲ) 대규모 프로젝트 추진, ⅳ) 재생에너지 확대를 위한 보급여건 개선, ⅴ) 환경을 고려한 재생에너지 확대 등의 방안을 수립하였다.

(3) 3020을 통한 에너지 신산업 육성방안

이행계획(안)은 재생에너지 보급 확대를 에너지 신산업 육성기회로 활용하여 국내 청정에너지 산업을 집중 육성하고 장기적으로 국가경제에 활력을 주는 산업기반을 조성하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위해 ⅰ) 재생에너지 산업경쟁력 강화, ⅱ) 분산전원기반 에너지 신산업 육성, ⅲ) IoE 대규모 프로젝트 추진, ⅳ) 스마트시티를 통한 신사업 실증 계획을 수립하고 있다.

(4) 소요재원 및 추진체계

계획의 이행에 필요한 재원은 2030년까지 신규 설비투자 92조 원(공공 51조 원, 민간 41조 원), 정부예산 18조 원 규모로 추계되었다. 국무조정실이 사업을 총괄하고 민·관 공동협의체를 구성·운영하여 주기적으로 이행상황을 점검·평가하도록 하고 있다.

3) 해상풍력 관련 이행계획 종합

이행계획(안)이 담고 있는 목표와 장래계획 중 풍력(해상+육상)[16] 관련 이행계획을 종합하면 〈표 2-2〉와 같다.

16) 육상풍력을 포함하는 이유는 해상풍력클러스터 구축에 필요한 기본수요에 육상풍력까지 포함되어야 한다는 전문가 의견을 반영하였기 때문임.

〈표 2-2〉 재생에너지 3020 이행계획 중 풍력 관련 계획 종합

분야	이행방안		비고
	전략	세부내용	
보급 목표	풍력발전 중심	1.2GW(0.04GW)→17.7GW(15GW)	( )는 해상풍력
보급 목표 이행 방안	지자체주도의 계획입지 도입	마을공모방식 도입, 개발이익 공유 등 주민 수용성 제고, 적정 입지지정	신재생에너지법 개정추진
	대규모 프로젝트 추진	계획입지제도 활용 대규모 프로젝트 추진	
	재생에너지 확대를 위한 보급여건 개선	토지적서평가상 보전적성등급 지역도 도시계획 입안 가능하도록 함	보전적성등급지역 내 풍력발전 허용 구체화
		풍력발전 운영기간과 산지 사용기간 일치	풍력시설의 산지 일시사용기간 산정 시 공사기간 제외
	환경을 고려한 재생에너지 확대	풍력 대형 블레이드 등에 대한 폐기지침 개발 등 재생에너지 폐기물 처리기반 구축	
에너지 신산업 육성 방안	재생에너지 산업경쟁력 강화	① R&D 로드맵 수립 (단기) 6~8MW급 초대형 해상풍력 시스템 개발 (장기) 부유식 해상풍력(5MW), 10MW(2.5MW×4) 이상 Multi-type 터빈 등 차세대 기술개발 추진 ② 실증단계 - 국내 기술수준, 관련 기자재 공급망 수준 고려, 단계적 실증단지 조성 ③ 확산단계 - 재생에너지 혁신성장 클러스터 조성(관련기업+대학+연구기관과 항만·산단 등 인프라 집적) * 배후항만 및 생산·조립단지, 해상풍력 전문인력 양성센터, R&D 실증센터 조성, 관련기업유치	

자료 : 산업통상자원부, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017. 12

2. 신재생에너지법 개정 추진

이행계획(안)의 실행을 위하여 계획입지제도 도입을 골자로 하는 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 개정안이 2017년 12월 27일 국회에 발의되었으나 아직도 여야 공방 속에 처리되지 못하고 국회에 계류되어 있다. 동 개정법률(안)의 주요 골자는 〈표 2-3〉과 같다.

〈표 2-3〉 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법 개정(안) 계류법안 주요 내용

구분	내용
개정 목적	• 신재생에너지 보급 확대를 위한 대규모 개발부지 확보방안으로 재생에너지 발전지구 지정 및 개발, 운영 등에 관한 사항 규정
주요 개정내용	• 산업통상자원부 장관이 지자체의 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급에 관한 계획의 수립·시행에 대한 지원을 할 수 있도록 함(안 제7조의2 신설)
	• 산업통상자원부 장관이 신·재생에너지 발전설비에 대한 이격 거리를 설정하지 않은 지방자치단체에 대해 우선하여 지원을 할 수 있도록 함(안 제26조의2 신설)
	• 재생에너지발전지구와 관련한 사항을 심의할 재생에너지발전지구 심의위원회를 산업통상자원부에 신설함(안 제28조의2 신설)
	• 재생에너지발전지구의 지정 절차를 규정하여 비계획적이고 무분별한 난개발을 방지하고 계통수용성 등을 확보하여 효과적으로 재생에너지 발전 사업을 추진하도록 함(안 제28조의3 신설)
	• 산업통상자원부 장관의 실시계획 승인을 받아 재생에너지발전지구 개발사업을 추진하도록 함(제28조의6 신설)
	• 산업통상자원부 장관이 제28조의6에 따라 실시계획을 승인할 경우 다른 법률에 따른 인·허가 등이 의제되도록 함(제28조의7 신설)
	• 재생에너지발전지구의 활발한 개발을 촉진하기 위하여 산업통상자원부 장관의 승인을 받아 재생에너지발전지구의 처분을 허용함(제28조의8 신설)
	• 산업통상자원부 장관은 재생에너지발전지구 지정 및 개발 관련 업무를 효율적으로 추진하기 위하여 필요한 경우 재생에너지발전지구 개발 전담기관을 지정할 수 있게 함(제28조의10 신설)

자료 : 대한민국국회 의안자료를 저자가 재정리

3. 재생에너지 정책협의회 운영

재생에너지 보급·확대를 위해 '재생에너지 정책협의회(이하 '정책협의회')'[17]를 구성·운영하고 있다. 2017년 8월 24일 제1차 회의를 개최하였으며, 2017년 12월 21일에는 제2차 회의를 개최하고 「재생에너지 3020 이행계획(안)」을 발표하였다.

정책협의회는 산업통상자원부, 행정안전부, 광역 지자체(서울시, 부산시, 인천시, 대전시, 광주시, 세종시, 대구시, 울산시) 및 도 지자체(경기도, 충청남·북도, 경상남·북도, 전라남·북도, 강원도), 제주특별자치도와 시민단체(에너지시민연대, 녹색연합, 전국시민발전협동조합연합회), 공공기관(한국에너지공단), 기타(에너지산업진흥원, 대학) 기관 등 각 분야를 대표하는 기관으로 구성되어 있다.[18]

4. 해상풍력 사업설명회 및 산업화전략 포럼 등 홍보

정부는 이행계획(안)의 구체적 실행 및 사업 확산을 위해 해상풍력 사업의 유치와 활성화, 해상풍력산업화를 도모하기 위한 설명회 및 포럼을 개최하였다.[19] 동 설명회 및 포럼에서는 지방자치단체 중심의 해상풍력 사업추진방향, 사업추진사례(탐라해상풍력사업, 서남해해상풍력사업), 지자체의 추진계획(군산말도, 영광안마도, 영덕군, 통영 욕지도, 울산 동해가스전 주변 200MW급) 등을 소개하였으며, 해외의 경우 덴마크, 영국, 대만의 해상풍력 단지를 해외자본이 투자하여 개발한 사례를 소개하였다. 이를 통하여 우리나라의 해상풍력발전사업

17) 재생에너지 발전비중 20% 이행계획 수립 및 추진을 위해 관계 부처, 지자체, 시민단체, 업계, 학계 등이 폭넓게 참여하는 회의체.
18) 산업통상자원부 보도자료, 2017. 8. 25.
19) 산업통상자원부 외, 해상풍력사업설명회 및 해상풍력 산업화전략 포럼, 2018. 6. 26.

추진 시 국내외 투자 가능성을 탐색할 수 있는 기회를 부여하였다.

5. 재생에너지 3020 이행계획(안)의 보완 및 지속 추진

산업통상자원부는 이행계획(안)과 관련하여 태양광 및 풍력확대에 따른 부작용[20] 우려에 대한 해소대책을 발표[21]하고 관련 대책을 추진하고 있다. 풍력발전과 관련하여 지속적으로 「신재생에너지법」을 개정하고 기술경쟁력 확보 및 산업생태계 강화를 위해 「재생에너지 산업경쟁력 강화방안」을 마련할 계획임을 발표하였다.[22]

제3절 해상풍력클러스터 조성 관련 거버넌스

거버넌스는 넓게는 문화, 관습, 제도, 법령, 활동주체 등을 포함하여 통칭한다. 협의로는 통치체제를 의미한다. 본 연구에서는 해상풍력클러스터 조성 관련 거버넌스를 관련 법령 및 제도, 이해관계자로 본다. 그리고 이들 각각에 대하여 주요 내용을 기술한다.

1. 관련 법령 및 제도

1) 관련 법령

해상풍력클러스터 조성 관련 법령으로는 「신에너지 및 재생에너지

20) 태양광개발 관련 산림훼손 등.
21) 산업통상자원부 보도자료, 2018. 5. 16.
22) 산업통상자원부 보도자료, 2018. 11. 28.

개발·이용·보급 촉진법(산자부)」, 「전기사업법」, 「에너지산업융복합단지의 지정 및 육성에 관한 특별법(산자부)」, 「해양산업클러스터의 지정 및 육성에 관한 특별법(해수부)', 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률(해수부)」, 「항만법(해」부)」 등이 있다.

이하에서는 해상풍력클러스터를 조성할 때 적용될 수 있는 법률을 중심으로 주요 내용을 기술한다.

(1) 신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법(약칭 '신재생에너지법') 및 전기사업법

가. 개요

「신재생에너지법」은 신에너지 및 재생에너지의 기술개발 및 이용·보급·촉진과 신에너지 및 재생에너지 산업의 활성화를 통하여 에너지원을 다양화하고, 에너지의 안정적인 공급, 에너지 구조의 환경친화적 전환 및 온실가스 배출감소를 추진함으로써 환경의 보전, 국가경제의 건전하고 지속적인 발전 및 국민복지의 증진에 이바지함을 목적으로 하고 있다.[23]

동 법에 의하면 풍력은 재생에너지로 분류된다.[24] 사업자는 해상풍력발전단지를 조성하고 풍력을 이용하여 전기를 생산하며 생산된 전기를 판매함으로써 투자비를 회수한다. 동 사업자는 「전기사업법」 제2조 제4호 및 동 법 제7조 제1항에 의하여 발전사업 허가를 받은 자로서 발전사업자의 지위를 얻게 된다. 따라서 해상풍력발전단지를 조성할 경우 당해 사업은 「신재생에너지법」과 「전기사업법」을 우선적으로 적용받는다.

23) 신재생에너지법 제1조(목적).
24) 제2조(정의) 제2호 나목.

나. 정부지원

정부는 「신재생에너지법」을 통하여 신재생에너지사업을 다양한 방법을 통하여 지원할 수 있다. 동 법 제20조(신·재생에너지 기술의 국제표준화 지원) 및 제21조(신·재생에너지 설비 및 그 부품의 공용화)에 의하여 해상풍력클러스터 조성에 기여할 수 있는 신·재생에너지 관련 기술의 국제표준화 기반구축 및 국제 활동을 지원할 수 있다. 또한 신·재생에너지 설비 및 그 부품의 호환성을 제고하기 위하여 그 설비 및 부품을 공용화 품목으로 지정하여 운영하거나 지원할 수 있다. 그 외에 국유재산·공유재산의 임대(제26조), 신·재생에너지 이용·보급 촉진을 위한 보급사업의 시행(제27조), 신·재생에너지 기술의 사업화(제28조), 재정지원조치 마련(제29조), 신·재생에너지 교육·홍보 및 전문인력 양성(제30조), 신·재생에너지 사업자의 공제조합 가입(제30조의2), 신·재생에너지의 이용 및 보급을 전문적이고 효율적으로 추진하기 위한 신·재생에너지 센터의 설치 및 관련 사업추진(제31조) 등 신·재생에너지 개발·이용·보급 촉진을 위한 정부 차원의 지원방안을 명시하고 있다.

(2) 에너지산업 융·복합단지의 지정 및 육성에 관한 특별법 (약칭 '에너지융복합단지법')

가. 목적

「에너지융복합단지법」은 에너지산업융·복합단지의 지정 및 육성을 통하여 에너지산업과 에너지 연관산업의 집적 및 융·복합을 촉진하고, 그와 관련한 연구개발 등을 지원하여 첨단기술을 창출함으로써 국가경쟁력의 강화와 지역경제 발전에 이바지함을 목적으로 하고 있다(제1조(목적)).

나. 정부지원

동 법에 의하면 필요할 경우 정부는 해상풍력산업을 「에너지법」 제2조에 따른 에너지산업으로 간주하고 관계부처 장관 및 시도지사와 협의하여 에너지산업 융·복합단지로 지정한 다음 해상풍력클러스터로 조성하고, 관련 연구개발 사업 등을 지원하여 첨단기술을 개발하게 도울 수 있다.

구체적으로 ⅰ) 에너지산업 융·복합단지 기반시설 지원(제12조), ⅱ) 에너지중점산업 지원 및 지원(제13조), ⅲ) 에너지특화기업 지정(제14조), ⅳ) 에너지특화기업에 대한 지자체의 세제지원(제15조), ⅴ) 국가 또는 지자체의 에너지특화기업의 연구개발 지원(제16조), ⅵ) 전문연구기관의 지정(제17조), ⅶ) 전문인력의 양성(제18조), ⅷ) 국제교류 등의 사업과 지원(제19조) 등을 통하여 해상풍력클러스터의 조성 및 활성화를 도모할 수 있다.

(3) 해양산업클러스터의 지정 및 육성에 관한 특별법(약칭 '해양산업클러스터법')

「해양산업클러스터법」은 기본적으로 유휴항만시설을 중심으로 해양산업과 해양연관산업의 집적 및 융·복합을 촉진하기 위하여 특정구역을 지정하고 기술개발 등을 지원하는 것을 목적으로 하고 있다(제1조). 해상풍력시설은 「해양수산발전기본법」 제3조 제3호 마목(해양시설물 및 해양공간을 건설·설치·조성하거나 이를 위한 시설·장비의 개발·운영과 관련된 산업)에서 규정하고 있는 해양산업이라고 할 수 있다. 만약 해상풍력클러스터 조성부지가 대규모로 필요하고, 필요부지가 유휴항만시설 내에 확보된다면 핵심 산업으로 지정하여 지원할 수 있을 것이다.

(4) 해양공간계획 및 관리에 관한 법률(약칭 '해양공간계획법')

「해양공간계획법」은 2018년 4월 17일 제정·공포되었으며 시행령 및 시행규칙을 마련 중이다. 동 법은 정부가 모든 해양공간의 쓰임새별로 해양용도구역을 지정하고 관리함으로써 해양공간의 지속가능한 개발·이용·보전을 도모하는 것을 목적으로 하고 있다. 해상풍력발전단지 개발 또는 해상풍력클러스터를 구축할 경우 어느 공간을 이용하든 해양공간계획법상 특정 용도구역으로 지정되어야 한다. 이 경우 해상풍력발전단지는 에너지개발구역으로 지정될 수 있으며 만약 기존 항만 및 배후단지에 해상풍력클러스터가 조성될 경우 항만·항행구역으로 용도가 지정될 필요가 있다. 이때 관련 계획의 적합성 등에 대하여 협의하고 해양수산발전위원회의 심의를 받아야 한다.

(5) 항만법

「항만법」은 신재생에너지 관련 시설 등 지원시설과 관련산업 등 클러스터 조성에 필요한 부지를 항만 내 건설할 수 있는 항만배후단지 개발계획에 관한 규정을 두고 있다. 해상풍력클러스터 조성은 1·2종 항만배후단지 개발을 통한 관련 시설 및 기업입주 또는 기 조성된 항만배후단지 내 관련기업 입주 등을 통하여 가능할 수 있다.

항만배후단지 개발 후 잔여매립지에 대한 매수청구 등을 인정하는 등 사업 활성화와 민간자본 유치를 위한 지원방안을 두고 있다(항만법 제46조의3).

(6) 종합

상술한 5개 법령은 해상풍력클러스터 조성을 위하여 발전사업(發電事業) 추진단계에서 적용되거나 클러스터 조성과 관련된 기업 및

관련 시설 집적과 기술개발을 위한 부지조성에 적용되는 법령이다. 이하에서는 상술한 내용을 토대로 해상풍력클러스터 조성과 관련된 검토 법령을 종합적으로 비교한다.

〈표 2-4〉 해상풍력클러스터 조성 관련 법령 및 주요 내용

관련법령	주요 관련 내용		연구연계성
신재생 에너지법	목적	• 신재생에너지 기술개발, 산업활성화 유도	해상풍력사업 추진 및 연관 산업 지원관련 근거법
	지원	• 신재생에너지기술 국제표준화 지원, 신재생에너지 설비 및 부품공용화, 국공유재산 임대, 신재생에너지 이용·보급 촉진 보급사업 추진, 신재생에너지 기술 사업화, 재정지원, 신재생에너지 관련 교육홍보 및 전문인력 양성, 신재생에너지센터 설립운영, 신재생에너지사업자 공제조합 가입 지원 등	
전기 사업법	목적	• 전기사업의 경쟁과 신기술 및 사업도입 촉진, 전기사업발전 도모	해상풍력사업추진 시 발전사업 등록 및 사업허가
	내용	• 전력산업 기반조성, 전기사업 추진절차 등 규정	
에너지 융·복합 단지법	목적	• 에너지산업융복합단지 지정 및 유성을 통하여 에너지산업과 에너지 연관 산업의 집적 및 융·복합 촉진, 관련 연구개발 지원	에너지융·복합단지로 지정하여 해상풍력클러스터 조성 및 지원·육성 가능
	지원	• 단지 기반시설 지원(연구개발시설, 기업의 경영·기술 분야 지원을 위한 기업지원시설, 기술인력의 교육·훈련시설, 그 밖에 필요한 지원, 에너지특화기업 지정, 에너지특화기업 관련 제품 등에 대한 우선구매, 전문연구기관 지정, 전문인력 양성 및 양성기관 지정·지원 등	
해양산업 클러스터법	목적	• 유휴항만시설을 중심으로 지정된 지역에 해양산업클러스터를 지정 및 운영하여 해양연관산업의 집적 및 융복합을 촉진하고 기술개발 등을 지원	해상풍력발전 및 클러스터 산업이 해양시설물 및 해양공간을 건설·설치·조성하거나 이를 위한 시설·장비의 개발·운영과 관련된 산업으로 인정될 경우(해양수산발전 기본법 제3조 제3호 마목) 적용
	지원	• 인·허가 의제, 토지수용 등	

관련법령	주요 관련 내용		연구연계성
항만법	목적	• 항만의 재정·개발·관리에 관한 법	항만배후단지에 신재생에너지 관련 시설 개발
	지원	• 잔여매립지 매수청구, 입주기업체 부지 내 조경 의무 면제 등	
해양공간 계획법	목적	• 해양공간의 지속가능한 이용·개발 및 보전에 관한 계획수립	해상풍력클러스터 구축 시 해양공간계획법에 의해 용도구역 심의
	내용	• 해양공간에 용도구역을 지정하여 해양의 지속가능한 이용·개발·보전체계 마련. 어업활동보호구역, 골재·광물자원개발구역, 에너지개발구역, 환경·생태관리구역, 연구·교육보전구역, 항만·항행구역, 군사활동구역, 안전관리구역 등	

주 : 국가법령정보센터 제공 각 법령을 저자가 재정리
자료 : 국가법령정보센터 각 법령

2) 관련 제도

(1) RPS 공급의무화 제도

가. 제도 도입 배경

RPS(Renewable Portfolio Standard) 공급의무화 제도는 일정규모(500MW) 이상의 발전설비(신재생에너지 설비는 제외)를 보유한 발전사업자(공급의무자)에게 총 발전량의 일정 비율 이상을 신재생에너지를 이용하여 공급하도록 의무화한 것을 말한다.

기존의 발전차액지원제도(FiT)[25]는 신재생에너지 보급 초기에 내수시장 확보와 기술개발을 촉진하는 성과를 거두었다. 그러나 전력산업기반기금 부담 증가, 발전사업자의 과다한 수익 발생, 발전사업자 간 경쟁 결여 등이 문제점으로 지적되면서 2011년 운영이 종료되고 이를

25) 발전차액지원제도(Feed-In Tariff), 신재생에너지 투자에 대한 경제성 확보를 위해 신재생에너지를 활용하여 생산된 전기의 판매가격이 정부가 정한 기준가격보다 낮은 경우 차액을 지원하는 제도임.

극복하기 위해 2012년에 RPS 공급의무화 제도가 도입되고 기존의 제도를 대체하게 되었다.

나. 운영절차

운영은 당해년도 1월에 공급의무자를 지정하고 공급의무량을 부과하며 차년도 3월에 이행실적을 확인하는 순서로 진행된다. 2018년 현재 총 공급의무자는 21개사에 달한다.[26)]

공급의무자는 신재생에너지 공급인증서(REC: Renewable Energy Certificate)를 확보하는 방법으로 의무를 이행한다. 공급인증서 확보는 직접 신재생에너지를 통하여 전력을 생산하거나 외부에서 공급인증서를 구매하는 방법이 있다. 공급인증서는 신재생에너지를 이용하여 에너지를 공급한 자(者)가 신재생에너지센터에서 공급사실을 증명하여 발급받는 인증서를 말한다. 모든 신재생에너지 발전사업자는 생산한 전력을 계통한계가격(SMP: System Marginal Price)으로 판매하고, 1MWh당 에너지원 및 설치유형별로 설정된 가중치[27)]에 따라 신재생에너지센터에서 공급인증서를 발급받는다. 신재생에너지 공급인증서 가중치가 높을수록 발전사업자의 수익률이 개선되는 효과가 있다. 따라서 해상풍력발전사업자의 경우 수익성 확보를 위해서 REC 가중치를 높여주기를 요구하고 있고 정부도 매년 정책여건을 보면서 REC 가중치를 조정하고 있다. 2018년도 REC 가중치는 육역에서 해역발전단지 지역까지의 전력계통 연계 거리에 따라 다르게 조정하였으며 〈표 2-5〉와 같다.

26) 한국수력원자력, 남동발전, 중부발전, 서부발전, 남부발전, 동서발전, 지역난방공사, 수자원공사, SK E&S, GS EPS, GS 파워, 포스코 에너지, 씨지앤율촌전력, 평택에너지서비스, 대륜발전, 에스파워, 포천파워, 동두천드림파워, 파주에너지서비스, GS동해전력, 포천 민자발전.

27) 물리적인 신재생에너지발전량 1단위당 REC 발급량, 가중치 1의 경우 신재생에너지발전량 1kWh당 1kWh의 REC를 발급하는 것을 의미함.

〈표 2-5〉 해상풍력 공급인증서 가중치

공급인증서 가중치	설치유형	세부기준
2.0	해상풍력	연계거리 5km 이하
2.5		연계거리 5km 초과 10km 이하
3.0		연계거리 10km 초과 15km 이하
3.5		연계거리 15km 초과

주 : 의무공급량 = 공급의무자의 총발전량(신재생에너지발전량 제외) X 의무비율
자료 : 신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 시행령

공급의무량 비율은 「신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 · 촉진법 시행령」 별표 3에 따라 〈표 2-6〉과 같이 확정되어 있다. 그리고 공급의무자에게 부과되는 공급의무량은 당해 연도 1월 말 1차 공고, 9월 재공고를 통해서 확정된다.

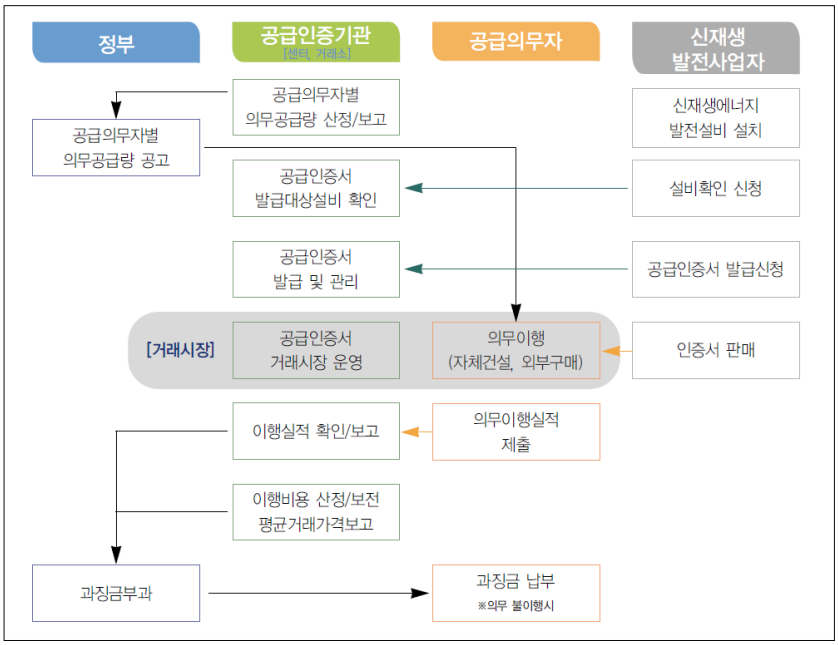
〈표 2-6〉 연도별 공급의무량 현황

해당연도	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년	'18년	'19년	'20년	'21년	'22년	'23년
비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
공급의무량 (천REC)	6,420	9,210	11,577	12,375	15,081	17,039	21,999	-	-	-	-	-

주 : 의무공급량 = 공급의무자의 총발전량(신재생에너지발전량 제외) X 의무비율
자료 : 신에너지 및 재생에너지 개발 · 이용 · 보급 촉진법 시행령 별표 3

부과된 의무는 당해년도 의무이행 실적과 미이행 실적을 평가하고 공급의무량의 20% 이내에서 3년의 이행연기가 허용된다. 그러나 공급인증서 평균거래가격의 150% 이내에서 불이행 사유나 불이행 횟수 등을 고려하여 과징금이 부과될 수도 있다.

〈그림 2-2〉 RPS 제도 추진 절차



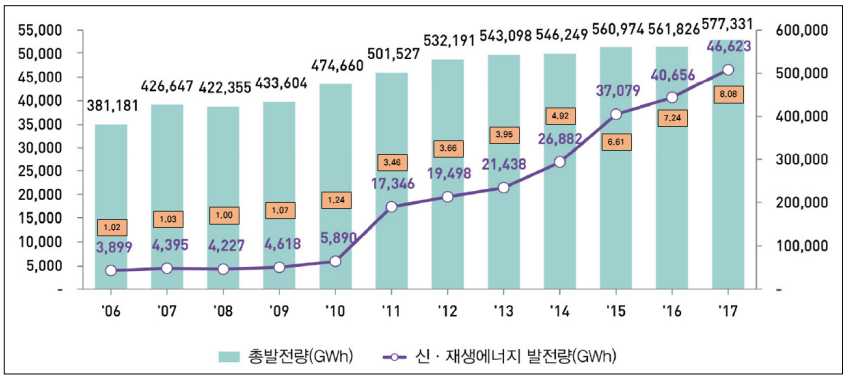
자료 : 산업통상자원부·에너지관리공단 신 · 재생에너지센터, 「신 · 재생에너지 공급의무화(RPS) 제도」, 2013. 5.

다. 제도 운영 경과

① 신재생에너지 보급 현황

2012년 RPS 시행 이후 신재생에너지 발전량은 2011년 17,346GWh에서 2017년 46,623GWh로 증가했다. 특히 총 발전량 대비 신재생에너지 비중은 2011년 3.46%에서 2017년 8.08%로 4.6% 증가했다.

〈그림 2-3〉 신 · 재생에너지 발전량과 비율



자료 : 산업통상자원부·에너지관리공단 신 · 재생에너지센터, 「신 · 재생에너지 공급의무화(RPS) 제도」, 2013. 5.

② RPS 의무이행 현황

2012년 RPS 시행 초기에는 목표 의무비율 대비 이행실적이 부진했으나 지속적으로 개선되고 있다. 2014년까지는 78.1%로 이행률의 80%를 넘지 못하였는데 2015년부터 90%를 상회했다. 이는 2015년부터 목표 의무비율을 0.5~1.0%씩 하향 조정하였기 때문이다. 이행량도 2012년도 4,154천REC에서 17,625천REC로 약 4.25배 증가하였다.

〈표 2-7〉 연도별 공급의무량 현황

구분	'12년	'13년	'14년	'15년	'16년	'17년
의무비율(%)	2.0	2.5	3.0	3.0 (초기 3.5)	3.5 (초기 4.0)	4.0 (초기 5.0)
의무량(천REC)	6,420	10,897	12,905	13,839	16,970	18,974
이행량(천REC)	4,154	7,325	10,078	12,474	15,355	17,625
이행률(%)	64.7	67.2	78.1	90.1	90.5	92.9

자료 : 박연수, 「신 · 재생에너지 공급의무화 제도(RPS)의 현황과 개선과제」, 국회입법조사처, 2018. 11

2. 이해관계자 및 역할

1) 이해관계자

해상풍력사업 및 클러스터 구축과 관련된 이해관계자는 ⅰ) 정부(국무조정실, 산업통상자원부, 국방부, 해수부, 환경부, 기획재정부[28], 행정안전부[29], 산림청[30]), ⅱ) 지방자치단체, ⅲ) 공공기관(한국에너지공단, 발전 6사[31]), ⅳ) 시민단체(에너지시민연대, 녹색연합 등), ⅴ) 기업(해상풍력시스템관련기업, 부품조달기업 등), ⅵ) 학계, ⅶ) 해상풍력산업 R&D 개발 연구기관(한국에너지기술평가원 등), ⅷ) 민간부문 연계기관(에너지산업진흥원 등), ⅸ) 민간투자자 등으로 구분될 수 있다.

2) 이해관계자 역할

정부 부문의 경우 국무조정실이 이행계획(안)의 실행과 관련된 업무를 총괄하도록 하고 있다. 산업통상자원부는 재생에너지산업 주무부처로서 각 부처의 담당업무 이행여부를 점검하고 관련 법령의 개정 및 제도개선을 담당한다. 해상풍력클러스터 조성은 해상풍력발전사업물량에 한정되어 있지 않다. 육상풍력발전시설 조달도 해상풍력클러스터에서 할 수 있기 때문이다. 이런 관점에서 보면 기획재정부, 국토교통부, 산림청 등은 육상풍력발전사업과 관련된 역할을 할 수 있다. 주로 육상풍력발전을 용이하게 하는 관련 법령 또는 지침의 개정이 이들 부처의 주요 역할이다. 그 외에 해상풍력발전단지를 구축하

28) 국가 재정 및 예산지원.
29) 지방자치단체 지원.
30) 육상풍력시설 설치 관련 산지사용기간 법령(산지관리법) 주관부서.
31) 발전사는 전력계통연계 주체이므로 해상풍력발전사업에 필수적으로 관련되는 주체이자 해상풍력발전사업의 직접투자자가 될 수 있음.

기 위해서는 해상에 대한 해양환경평가가 필요하며, 해상에 대규모 시설을 설치하므로 군함의 통항과 보안, 해양경찰 선박의 통항과 관련하여 중앙부서 간 협의사항이 발생하므로 이들 국방부 및 해양경찰청도 이해관계자가 된다. 해수부는 해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만시설(부두)의 건설 및 운영계획을 수립하고 배후단지 개발계획 수립을 담당하고 있다. 아울러 해상풍력사업을 활성화하기 위해서 필요한 공유수면 점·사용료 인하와 관련된 부처는 해양수산부이다.

해상풍력발전단지 구축 및 클러스터 조성에 지방자치단체의 주도적 역할이 요구된다. 정부가 추진 중인 계획입지제도가 도입되면 지방자치단체는 사업부지의 선정, 관련 계획의 수립, 기본 및 실시설계 등에 관한 업무를 추진하여야 한다. 또한 사업자를 모집하며 사업을 추진할 수 있도록 단위사업별로 조정하거나, 해상풍력 시스템 및 부품 관련 연구사업 등도 지원하여야 한다.[32)]

또 다른 이해관계자의 한 축은 공공기관이 될 수 있다. 관련 분야 연구소와 공단, 발전사 등이 해당될 수 있다. 발전사의 경우 한국전력이 전력계통연계망 구축을 독점적으로 수행하므로 이해관계자가 된다. 산하 각 지역별 발전사들은 전력계통연계뿐만 아니라 직접적으로 사업에 참여할 수 있는 이중적 지위를 갖는다. 민간분야의 경우 사업에 직접적으로 참여하는 주체가 되며, 관련산업 내 참여기업을 중심으로 이해를 반영하는 협회 등이 이해관계자가 된다.

3) 이해관계자 및 역할 종합

해상풍력클러스터 조성 관련 각 부문별 이해관계자 또는 참여자별 역할을 정리하면 〈표 2-8〉과 같다.

32) 연구개발 및 지원은 정부 차원에서 장기적으로 지원할 수 있는 계획을 수립할 수 있음.

〈표 2-8〉 해상풍력클러스터 조성 관련 이해관계자와 역할

이해관계자		안전사고 예방 및 관리 활동	비고
분야	기관 및 직제		
정부	국무조정실	• 「재생에너지 3020 이행계획」 추진 총괄관리 – 민·관 공동협의체 총괄 관리	총괄
	산업통상자원부	• 계획입지제도 도입으로 주민수용성 확대 – 신재생에너지법 개정 • 재생에너지 정책협의회 조직 및 운영	산업주무부처 (간사)
	환경부	• 사전환경영향평가 신속추진 – 환경영향평가법 시행령 개정	개발지역 환경영향평가
	기획재정부	• 국유재산임대료 인하를 통한 사업활성화 – 국유재산특례제한법 개정	육상풍력
	국토교통부	• 개발제한구역 등에 재생에너지 입지제한 완화	육상풍력
	행정안전부	• 지자체의 풍력발전사업 추진 지원	육·해상풍력
	국방부	• 해상 군용선박 통항 및 풍력시설 전파방해 관련 이해관계자	해상풍력
	해양수산부	• 공유수면법 시행령 개정 – 공유수면활용제고를 위한 점사용료 조정 • 항만시설의 운영 및 배후단지 개발	하천구역 항만기본계획, 배후단지종합계획
	해양경찰청	• 해경순찰함 등의 해상통항로 확보 관련	해상풍력
	산림청	• 풍력발전의 산지사용기간 합리화 – 산지관리법 시행규칙 개정	육상풍력
지방자치단체		• 계획입지제도 활용을 통한 해상풍력발전사업 주도	해상풍력
공공기관	에너지공단	• 해상풍력 관련 기술연구지원 및 관련제도 개선, 지원	
	발전사	• 전력계통연계 및 사업참여	한전 자회사
	에너지기술평가원	• 재생에너지관련 사업연구 및 사업평가 등	
학계		• 재생에너지 관련 기술 공동연구 등	
민간	풍력산업협회	• 풍력관련기업의견수렴, 동향 제시	
	풍력발전시스템사	• 풍력발전시스템 개발, 사업참여 등	
	부품제조기업	• 풍력발전 부품개발 및 판매	
	민간투자자	• 재원투자 및 사업추진	
	기타	• 민간 수요 및 요구사항 제시, 연구개발	환경단체, 연구소

주 : 자체 조사 ·분석 후 저자 정리.

제 3 장

해상풍력 관련산업 동향

제1절 세계 해상풍력 산업 동향[33)]

1. 해상풍력발전시장 규모

2016년 말 기준 전 세계 해상풍력설비용량은 14.4GW로 집계되었다. 이는 당해 연도 전 세계 총 풍력설비용량 487GW의 2.96%에 해당한다. 2017년 기준 우리나라의 총 풍력설비용량(1.2GW) 대비 해상풍력설비용량(0.03GW)은 2.5%에 달한다. 세계 해상풍력발전용량 중 영국(5.2GW), 독일(4.15GW), 중국(1.9GW), 덴마크(1.3GW), 네덜란드(1.1GW), 벨기에(0.7GW) 등 6개국의 해상풍력발전용량이 14.35GW에 달한다. 해상풍력발전용량은 전체 풍력발전용량의 증가와 분리하여 생각할 수 없다. 전 세계 풍력발전량은 2006년 74GW에서 2016년 487GW까지 연평균 20.7%씩 증가하였다. 대만, 일본

33) 한국에너지공단, 「2017 재생에너지 전 세계 현황보고서」, 2018. 11. pp. 114~135.

등이 해상풍력발전단지를 획기적으로 구축할 계획을 수립하고 있어 향후 전 세계 해상풍력발전용량이 크게 증가할 전망이다.

〈표 3-1〉 전 세계 해상풍력발전용량 규모(2016년)

구분	영국	독일	중국	덴마크	네덜란드	벨기에	기타	합계
용량(GW)	5.2	4.15	1.9	1.3	1.1	0.7	0.05	14.4
비중(%)	36.1	28.8	13.2	9.0	7.6	4.9	0.4	100.0

자료 : 한국에너지공단, 「2017 재생에너지 전 세계 현황보고서」, 2018. 11, pp. 118~119 재정리

2. 해상풍력발전 관련기업 동향 및 관련산업의 변화[34)]

1) 해상풍력 관련기업 동향

해상풍력시스템을 구성하는 부품 중 핵심은 터빈이라고 할 수 있다. 그런데 대부분의 터빈 제조기업은 중국, EU, 인도, 미국 등에서 활동하고 있으며, 이 분야는 몇몇 제조기업이 터빈 생산을 주도하고 있다. 2016년에는 Vestas(덴마크)가 중국의 Goldwind를 제치고 터빈 생산 분야 1위를 탈환했는데 이는 미국시장의 판매호조에 힘입은 바 크다. 그리고 GE(미국), Goldwind(중국), Gamesa(스페인), Enercon(독일) 기업이 그 뒤를 잇고 있다. Siemens(독일), Nordex Acciona(독일), United Power(중국), Envision(중국), Mingyang(중국) 등이 세계 10대 터빈 제조기업 집단을 형성하면서 75%의 시장점유율을 보이고 있다. 반면, 해상풍력시스템을 구성하는 수많은 크고 작은 부품의 공급은 여러 나라에서 유입된다. 최근에는 중·소 부품제조기업의 근거지가 유럽지역에서 북미, 동남아시아, 남미, 북아프리카 지역 등

34) 한국에너지공단, 전게서, pp. 121~123.

으로 이전하고 있다. 터빈 제조기업과 프로젝트 개발자가 세계 각지에서 사무실과 공장을 확장하고 있는데 미국에서는 최소 7개의 기업이 기존 공장을 확장하였다. 예를 들면, Siemens는 유럽의 해상풍력 발전 활성화를 위해서 영국에서 신규 공장을 개장하였으며 독일에서 터빈엔진 공장을 건설하고 있다. 모로코에서는 회전형 블레이드 제조공장을 건설하기 위한 협정을 체결하였다. Senvion(독일)은 일본과 인도에 자회사를 설립하였으며 Innogy(RWE: 독일)는 아일랜드에 해상풍력 포트폴리오를 건설하였다. Ørested(덴마크)[35]는 대만에 지사를 설립하고 대만의 해상풍력발전단지 사업 참여를 추진하고 있다.

〈표 3-2〉 전 세계 터빈 제조기업의 점유비중(2016년)

단위: %

구분	Vestas	GE wind	Goldwind	Gamesa	Enercon	Siemens	Nordex Accion	United Power	Envision	Mingyang	기타
국적	덴마크	미국	중국	스페인	독일	독일	독일	중국	중국	중국	-
비중	16	12	12	8	7	6	5	4	4	4	25

자료 : 한국에너지공단, 전게서, 2018. 11, p. 128

주요 터빈 제조기업 간 인수합병(M&A)도 활발한데, Nordex가 Acciona Windpower를 인수한 것은 그 한 사례에 불과하다. 2017년도에는 Siemens와 Gamesa의 인수합병이 확정되어 가동용량 부문의 세계 최대 규모 풍력에너지 회사가 되었다. GE는 세계 상위 터빈 제조업체에 블레이드를 공급하는 기업인 LM Wind Power(덴마크)를 인수하였으며, Nordex는 로터블레이드 개발자이자 제조업체인 SSP Technology를 인수하였다. Vestas는 Availon(독일)을 인수

35) Dong社가 Ørested로 흡수 합병되었음.

함으로써 서비스 분야까지 사업영역을 확장하는 기반을 마련하였다. Electricite de France(EDF)는 UPC Asia Wind Management를 인수하여 유럽 풍력사업자 최초로 중국시장에 진출하였다.

〈표 3-3〉 전 세계 주요 풍력제조기업의 인수합병 현황(2016년)

기업	인수합병 현황	비고
Nordex	Acciona Windpower, SSP Technology 인수합병	로터블레이드 제조(SSP Tec)
Siemens	상호 인수합병	가동용량분야 세계최대 기업에 오름
Gamesa		
GE	LM Wind Power(덴마크) 인수	블레이드 공급
Vestas	Availon(독일)	서비스 분야 진출
Electricite de France(EDF)	UPC Asia Wind Management	중국시장 진출

자료 : 한국에너지공단, 전게서, 2018. 11, p. 122 재정리

2) 해상풍력산업의 변화[36)]

해상풍력산업은 여러 측면에서 변화와 발전을 거듭하고 있다.

첫째, 풍력산업에서 하이브리드 설비에 대한 관심이 증가하면서 태양광 발전과의 결합이 두드러지고 있다. 2016년 말 기준 세계 상위 4대 터빈 제조기업인 GE, Gamesa, Goldwind, Mingyang이 태양에너지 사업에 진출하였다. 일부 기업은 지역적 통합 태양-풍력 하이브리드 프로젝트를 개발하고 있다.

둘째, 비풍력 발전회사들이 풍력발전 분야에 관심을 증가시키고 있다. 2016년 Shell(네덜란드), Statoil(노르웨이), Keystone(미국)이

36) 한국에너지공단, 전게서, pp. 122~126.

해상정유사업의 전문성을 발판으로 해상풍력사업을 접목했고, Dong Energy는 핵심사업인 석유와 가스 판매보다 해상풍력발전사업에 주력하기로 결정하였다. 러시아 국영 원자력 발전소인 Rosatom은 610MW 파이프라인을 연결하는 풍력에너지 시장에 진출하였다.

셋째, 풍력산업 분야의 디지털화가 진행되고 있다. GE는 2015년 디지털 생태계에 적용시키는 소프트웨어 장치를 도입하였으며, Vestas와 Envision등을 포함한 대형 제조기업은 고급 데이터분석 패키지를 출시하였다. Goldwind는 스마트 터빈 제어장치를 포함한 3MW급 플랫폼을 도입하였다.

넷째, 풍력의 대형화 추세가 진행되고 있다. 브라질의 풍력단지 평균 설비 이용률이 고도화된 기술의 신규 프로젝트가 추진되면서 2015년 38.8%에서 2016년도 40.9%로 증가하였다. 터빈용량 또한 대형화되고 있다. 해상풍력 분야의 경우 Enercon, GE, Nordex, Senvion 등의 기업이 신제품을 발표하였다. 터빈의 규모가 점차적으로 대형화하고 있는데 유럽의 경우 해상풍력으로 건설되는 신규 터빈 평균 용량은 2015년도 대비 15% 상승한 4.8MW이다. 이는 10년 전에 비해 62%가 상승한 것이다. 2016년 하반기 터빈 주문량은 7.7MW인데 Vestas, Siemens, GE, Adwen 모두 8MW급 터빈을 시장에 출시하였거나 상업화하였으며 최초 8MW급 해상풍력설치가 계통·연계되었다.

다섯째, 부유식 해상풍력시설의 개발이 추진되고 있다. 부유식 해상풍력시설 설치가 그 특성과 개발의 필요성에 따라 육지에서 더 멀고 깊은 바다에서 진행되고 있으며 프로젝트 규모도 커지고 있다. 하부구조물 생산기업은 사업비용을 줄이고 운송의 문제점을 해소하는데 기여하고 있다. 2016년 일본 후쿠시마 연안에 시범사업용 터빈을

추가하였는데 이는 2016년 말 현재까지 추진된 플로팅 프로젝트 중 최대 규모의 사업이었으며 프랑스가 실증발전소 개발사업에 입찰하였다. 2017년 초에는 플로팅 터빈(부유식 터빈)을 활용한 사업이 아일랜드, 일본, 스코틀랜드 등의 지역에서 발표되고 사업승인이 이루어졌다.

여섯째, 비용절감을 위한 기술혁신 노력이 진행 중이다. 고품질 자원, 설계, 블레이드 등의 운영유지를 위해서 해상풍력산업의 기술혁신이 필요하다. 운송 문제와 운송비 절감문제를 해결하고 현지 노동력 활용을 위해서 양방향 블레이드 가동, 중첩 타워 및 타워 건설을 위한 이동 가능 콘크리트 제조설비 혁신 등이 필요하다. Siemens는 부엉이 날갯짓을 본뜬 저소음 블레이드를 공개하였으며, Vestas는 운송비 등의 절감이 가능한 4개 Rotor 콘셉트 터빈을 테스트하였다.

일곱째, 해상풍력발전의 경제성이 점점 좋아지고 있다는 것이다. 이는 대형 터빈의 개발과 대규모 사업 추진에 따른 규모의 경제 실현, 개발자 간 경쟁, 운영비 절감 노하우 축적, 터빈의 기술적 개선, 설비설치 프로세스 정립, 계통연계, 유지보수 전략과 운송비용 절감이 가능한 기술개선, 금융시장의 해상풍력산업에 대한 인지적 위험을 줄이기 위한 자본비용의 절감 등이 이루어진 결과이다.

제2절 국내의 해상풍력산업 및 기술수준

1. 해상풍력발전시스템의 구조

해상풍력발전시스템은 크게 RNA(Rotor-Nacelle Assembly), 타워

(Tower), 하부구조(Substructure)로 구분될 수 있다. RNA는 블레이드(Blade), 허브(Hub)로 구성된 로터(Rotor)와 발전장치 등으로 구성된 나셀(Nacelle)로 구성되며 풍력터빈이라고 통칭되기도 한다.[37] 타워와 하부구조를 통합하여 지지구조(supporting structure)라 부른다. 하부구조는 발전기에서 발생한 하중을 기초(Foundation)로 전달하며 풍력발전기를 지지하는 역할을 한다. 하부구조의 형식은 매우 다양하나 전 세계적으로 모노파일(Mono-pile)이, 국내에서는 재킷(Jacket)이 많이 사용된다. 또한 해상풍력발전시스템이란 용어는 해상풍력발전기 및 타워를 통칭하는 경우에도 사용되지만 해상풍력발전기, 타워 및 하부구조를 통칭하여 사용되기도 한다.

해상풍력발전사업의 화주는 발전시스템을 생산하는 기업이라고 할 수 있다.

〈표 3-4〉 해상풍력발전시스템의 구성 및 제원

해상풍력 시스템의 구성				부품 제원(5MW급)	
RNA (Rotor-Nacelle Assembly) : 풍력터빈	발전장치	Nacelle		규모	6.5×6.5×17(H×W×L)
				무게(톤)	230
				용적톤	718
				생산업체	두산중공업 등 +부품기업
	ROTOR	Blade		규모	3.3×5.2×68(H×W×L)*
				무게(톤)	75
				용적톤	3,501
				주요 생산업체	KM
		Hub		규모	6.0×5.2×4(H×W×L)
				무게(톤)	60
				용적톤	125
				주요 생산업체	-

37) 해상풍력발전시설물에 대한 명칭은 사용하는 사람에 따라 약간씩 달리하여 혼란을 주기도 하는데, 특히 상부시설물을 명칭할 때 차이를 보이는 경우가 있다.

해상풍력 시스템의 구성			부품 제원(5MW급)	
지지구조	Tower		규모	5.8×5.8×100(H×W×L)
			무게(톤)	370
			용적톤	3,364
			주요 생산업체	동국 S&C 외
	Jacket (하부구조)		규모	16.0×16.0×30(H×W×L)
			무게(톤)	700
			용적톤	7,680
			주요 생산업체	대림 C&S 외

자료 : 군산지방해양항만청·에너지관리공단, 「군산항 7부두(75번 선석) 개발 타당성조사」, 2013. 4

2. 해상풍력발전시스템 구성부품

해상풍력발전시스템은 크고 작은 약 5천~8천 개의 부품으로 구성된 것으로 알려져 있다.[38]

〈표 3-5〉 해상풍력발전시스템 구성 주요 부품의 종류

구분	부품명(예시)		각 부품의 역할과 기능
1	blade	블레이드	바람을 기계적 회전운동으로 변환
2	nose cone	노즈콘	허브 보호, 공기저항 감소
3	hub	허브	블레이드와 주축을 연결
4	pitch system	피치시스템	블레이드와 각도를 조절
5	lock	잠금장치	수송, 유지보수 시 주축의 회전방지
6	main bearing	주축베어링	주축의 회전 및 지지 역할
7	main shaft	주축베어링	블레이드 토크를 증속기와 발전기로 전달
8	gear box	증속기	저속 블레이드 회전수를 고속 회전 변환
9	hydraulic unit	유압 공급장치	브레이크 등 유압 공급장치
10	disk brake	디스크 브레이크	최종 정지를 위한 기계 블레이크
11	coupling	커플링	증속기와 발전기를 연결하는 전달 장치

38) 연구자 및 현장전문가 인터뷰 결과.

구분	부품명(예시)		각 부품의 역할과 기능
12	yaw drive	요 드라이브	요 베어링을 회전시키는 드라이브 모터
13	yaw bearing	요 베어링	나셀을 회전시킴
14	generator	발전기	출력을 발생시키는 발전장치
15	cooling unit	냉각장치	증속기의 과열 방지장치
16	dehumidifier	제습 및 냉각장치	발전기용 냉각 및 제습장치
17	lubrication unit	윤활 장치	주축베어링용 윤활장치
18	damping unit	충격완화장치	증속기의 회전충격 흡수장치
19	oil filter unit	오일 필터 장치	증속기어의 오일 필터 장치
20	control unit	제어장치	풍력터빈의 제반작동을 제어
21	tower	타워	블레이드와 나셀의 하중을 지지하는 역할

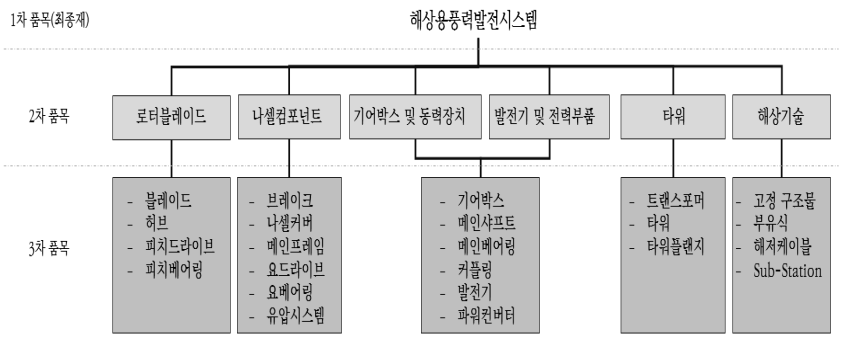
자료 : 군산지방해양항만청·에너지관리공단, 전게 보고서, 2013. 4

3. 해상풍력발전시스템 구성의 위계구조

해상풍력발전시스템은 해상풍력발전시스템을 구성하는 주요 구성부품(발전장치, 로터, 지지구조 등)인 1차 품목(최종재), 1차 품목 외의 핵심 부품인 로터 블레이드, 나셀컴포넌트 등 2차 품목, 2차 부품을 구성하는 3차 품목 등으로 계층화되어 있다. 2차 품목은 구체적으로 로터 블레이드, 나셀컴포넌트, 기어장치 및 동력장치, 타워, 해상기술로 구분된다. 그리고 2차 부품을 구성하는 세부 부품군인 3차 품목이 있다. 예를 들면 2차 품목군인 로터블레이드는 다시 블레이드, 허브, 피치드라이브, 피치베어링 등 3차 품목군으로 세분화된다. 나셀컴포넌트는 브레이커, 나셀커버, 메인프레임, 요 드라이브, 요 베어링, 유압시스템 등의 3차 품목군으로 세분화된다. 2차 품목군의 '기어박스 및 동력장치'와 '발전기 및 전력부품'은 기어박스, 메인샤프트, 메인베어링, 커플링, 발전기, 전력변환기(파워 컨버터) 등 3차 품

목군으로 세분화된다. 타워는 다시 트랜스포머, 타워, 타워플랜지 등 3차 품목군으로 세분될 수 있으며, 해양기술은 고정식 지지구조물, 부유식 지지구조, 해저케이블, 해상변전소 등으로 세분된다.

〈그림 3-1〉 해상용 풍력발전시스템 구조



자료 : 한국풍력산업협회 내부자료, 2015.

제3절 해상풍력 개발 현황 및 관련산업 경쟁력

1. 해상풍력 개발 현황[39]

2017년 말 기준 육상풍력을 포함한 국내 풍력 누적 설치용량은 90개소 1,139.91MW(573기)이며 전 세계 대비 약 0.2%에 해당한다. 이 중 육상풍력설치용량은 86개소, 560기, 1,101.91MW이며 해상풍력설치용량은 4개소 13기 38MW이다. 상업용 단지는 30MW급 1개소에 10기의 해상풍력발전기가 설치되어 운영되고 있으며, 실증단지 3개소에 3기의 해상풍력발전기가 설치되어 8MW급으로 운영되고 있다.

39) KWEIA, 2017 Annual Report on Wind Energy Industry in Korea, 2018, pp. 5~21.

한편 신규 설치규모로만 보면 2017년에 신규로 설치된 풍력용량은 114MW로서 전년도의 200MW보다 감소한 것이다. 하지만 대체적으로 2015년 이후 신규 설치용량이 이전보다 증가한 추세를 보이고 있다. 이후에도 풍력발전은 지속될 전망인데, 2018년부터 향후 5년간(2018~2022년) 산업통상자원부 전기위원회 전기사업허가기준 입지불가예상지역을 제외하고 신규로 설치될 풍력발전 용량은 총 1.4GW에 이를 계획이다.[40]

이 외에 울산광역시에서 2020년에서 2022년까지 1GW 규모의 부유식 해상풍력사업을 추진하고 있다.

〈표 3-6〉 연도별 풍력발전 신규 설치용량

구분		1998	1999	2001	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
용량(MW)	신규	1.2	2.1	1.9	31.1	84.1	80.2	47.9	224.4	200.8	114.5
	누적	1.2	3.3	6.8	400.9	484.9	563.6	611.5	833.5	1,031.2	1,039.9

자료 : KWEIA(2018), 전게서, p. 21.

한편 현재까지 추진된 해상풍력설치용량은 35MW로서 육상풍력설치용량에 비하여 미미하며 2016년에 최초로 상업용 해상풍력단지를 완공하여 상업운전에 돌입하였다. 이 해상풍력은 제주탐라해상풍력이며, 현재 서남해 해상풍력 1단계 사업이 건설 중이다. 이후 건설예정인 해상풍력의 규모는 499MW로서 새만금(99MW), 전남 신안(300MW), 전남(100MW) 등이 계획되어 있다.

40) 한국풍력산업협회 2018년 8월 기준 자체 집계자료.

〈표 3-7〉 국내 해상풍력 개발 현황(2016년 말 기준)

개발단계	개소	총용량	내용
운영 중	3	35MW	• 상업운전 1개소(30MW) - 제주탐라 30MW(3MW×10기, 국내 최초) • 실증단지 2개소(5MW) - 월정해상실증단지 2MW(1기), 3MW(1기)
건설 중	1	60MW	• 서남해 해상풍력 1단계(60MW) (2017. 5~11, 기초 7기, 터빈 3기 설치)
건설예정	3	499MW	• 해상풍력 유망 후보지 전국 18개소 3.3GW 규모 건설 예정·검토(개발업체 발표 기준) - 해상풍력발전사업 허가 기준 3개소, 499MW (새만금 99MW, 전남신안 300MW, 전남 100MW)
기타	• 제주 Carbon Free Island 2030:2030년까지 1.9GW규모의 해상풍력 보급 예정 - 한림(100MW), 제주동부(110MW), 대정(100MW) 해상풍력 건설예정		

자료 : 성진기(2017), 전게서, p. 5

2. 산업경쟁력

1) 1차 품목(최종재) 생산기업 및 기업 경쟁력

(1) 기업 현황

국내의 주요 해상풍력발전시스템 생산기업은 2015년에는 두산중공업, 삼성중공업, 유니슨, 현대중공업, 효성중공업, STX중공업 등 6개사가 있었다. 육상풍력발전시스템까지 포함할 경우 대우해양조선, 한진산업 등이 관련기업에 추가로 포함되었다. 그러나 삼성중공업(2015년), 현대중공업(2016년), 대우해양조선(2017년)이 차례대로 풍력사업에서 철수하였다. 풍력발전사업의 추진환경이 악화되고 조선·해양플랜트 시장도 축소되면서 각 기업의 경영상황이 어려워졌기 때문이다.

한편, 해외의 해상풍력발전시스템 기업은 MHI Vestas, Siemens-Gamesa, Vestas, Repower, Areva, Bard, Sinovel, Win-Wind 등이 있다.

(2) 국내기업의 경쟁력 수준 평가

한편 국내 해상풍력발전시스템 관련기업의 경쟁력 수준을 ① 제품 국산화율, ② 기술수준, ③ 가격수준, ④ 성장성(매출액 기준), ⑤ 중소기업 비중, ⑥ 필요 R&D 지원시항 등으로 나누어 평가할 수 있다. 해상풍력발전시스템 관련 국내기업의 경쟁력 평가는 다양한 관점에서 논의될 수 있으나 공식적이며 폭넓은 방법론을 동원하여 평가된 바 없다. 다만, 풍력산업협회에서 자체적인 설문조사 등을 통하여 개괄적 수준으로 평가한 바 있으나 대외적으로 공개된 바 없다.

이하에서는 풍력산업협회의 자체 평가결과를 소개함으로써 대략적인 해상풍력시스템 기업의 대외적 경쟁력을 가늠하고 이를 통하여 해상풍력클러스터 조성 시 포함되는 구성기업의 클러스터 참여 가능성, 기업의 발전 가능성 등을 참고할 수 있도록 한다.[41]

가. 제품 국산화율

2015년 기준 국내 해상풍력발전시스템 기업의 국산화율은 20% 수준으로 평가되었다. 국산화율이 매우 낮은 수준이라고 평가할 수 있다. 관련 주요 부품은 대부분 해외에서 수입하고 있어 부품국산화율을 높일 수 있도록 관련 기술개발이 시급하다고 할 수 있다.

41) 평가기준년도는 2015년임.

나. 기술수준

유럽이 세계 최고의 기술수준을 가지고 있다고 하고 그 수준을 100으로 할 경우 국내 기업의 해상풍력발전시스템 생산 관련 기술수준은 40 수준에 그치고 있다고 평가된다. 국산화율과 마찬가지로 비교적 낮은 기술수준에 그치고 있다고 볼 수 있다.

다. 가격수준

해상풍력발전시스템 최종재 1차 품목의 가격수준은 130(130%)인 것으로 분석되고 있다.[42] 이는 가격경쟁력이 세계 최고수준에 비해서 열위에 있다는 점을 의미한다. 기술개발을 통하여 가격수준의 경쟁력을 갖추어야 하는 필요성이 도출된다고 할 수 있다.

라. 성장성

해상풍력발전시스템의 매출액 성장세는 약 40%에 달하는 것으로 평가되었다.

마. 중소기업 비중

해상풍력발전시스템 자체가 고난도의 기술과 대규모 투자를 필요로 하는 특성이 있지만 그럼에도 불구하고 중소기업이 해상풍력발전시스템에 진출한 사례는 없는 것으로 파악되었다. 장기적으로는 해상풍력발전시스템 제조생산시장에 진입할 필요가 있다.

바. 필요 R&D 지원사항

해상풍력발전시스템 제조생산수출시장의 성장과 발전을 위해서는 국내외 기술인증 획득을 지원하고 실증지원 및 관련 인프라 구축이

42) 한국풍력산업협회 내부자료, 2015.

선행되어야 한다. 현재 우리나라 해상풍력발전시스템 시장의 확대와 해외진출을 위해서는 관련 부품의 개발 및 기술인증을 위한 정부나 관련기관의 지원 등이 필요하다. 한편 풍력터빈 제조산업 생태계는 터빈 개발 및 기술인증은 완료하였음에도 트랙레코드(실적)를 충분히 확보하지 못해 해외시장에 진출하지 못하는 애로사항이 있다.

〈표 3-8〉 1차 품목의 기업 현황 및 경쟁력

1차 품목(최종재)		해상풍력발전시스템
국산화율		20%
기술수준(세계최고-100)		40
가격수준(세계최고-100)		130
업체	국내[1]	두산중공업, 유니슨, 효성중공업, 한진산업
	세계	Siemens-Gamesa, Vestas, Repower, Aewva, Bard, Sinovel, Win-Wind
성장성(매출액 기준)		40%
중소기업 비중(생산액 기준)		0%
필요 R&D 지원		국내외 인증획득 지원, 실증지원 및 인프라 구축

주 : 1) 현대중공업 및 대우조선해양도 해상풍력발전사업을 하였으나 현재는 사업에서 철수한 상태임
자료 : 한국풍력산업협회 내부자료, 2018

2) 2차 품목 생산기업 및 기업 경쟁력

(1) 기업 현황

2015년 기준, 국내 해상풍력발전시스템 2차 품목의 경우 로터블레이드는 KM 등 7개, 나셀컴포넌트 부품은 글로비즈 등 2개 업체, 기어박스 및 동력장치 부품의 경우 두산 모트롤 등 4개 업체, 발전기 및 전력부품은 현대중공업 등 4개 업체, 타워는 동국S&C 등 5개 업체가 제조·생산하는 것으로 파악되고 있다.[43] 해상기술은 유신, 세일기술

공사가 풍력발전기 하부구조 설계를 한 바 있으며, 한국종합기술이 해상변전소 하부구조 설계를 수행한 실적이 있다. 정석해양건설, 현대스틸산업 등은 해상풍력 하부구조 및 해상변전소 하부구조를 제작·시공한 실적을 보유하고 있는 것으로 조사되었다.[44]

(2) 국내기업의 경쟁력 수준 평가

가. 제품 국산화율

2차 품목의 국산화율의 경우 대체적으로 해상풍력발전시스템(최종재)과 비교하여 높은 수준이라고 할 수 있으나 일부 부품의 경우 전량 해외생산에 의존하고 있는 것으로 평가되었다.

타워의 경우 전량 국내에서 제조·생산·조달하는 등 국산화율이 100%에 이르고 있는데 이는 국내의 중량화물 제조기술 등이 높아 충분히 국내생산으로 조달 가능하기 때문으로 판단된다. 또한 해양기술 분야의 국산화율이 100%로서 해상풍력발전시스템 중 2차 부품 분야 해양기술은 현재로서도 국내기술로 충분히 경쟁력을 보유하고 있다고 할 수 있다. 반면 발전기 및 전력부품의 국산화율은 50%, 나셀컴포넌트는 20%, 로터블레이드는 10%로 낮고 기어박스 및 동력장치는 100% 해외생산 및 조달에 의존하고 있는 것으로 평가되었다.[45]

나. 기술수준

최고 수준의 기술수준을 100으로 할 경우 타워, 로터블레이드, 나셀컴포넌트, 타워는 기술수준이 높다고 평가된다. 즉 로터블레이드

43) 2018년 현재, KM, 도하인더스트리, 휴리스 등은 영업실적 악화로 기업경영이 어려운 상태이며 현대중공업은 해상풍력발전사업에서 철수한 상태임.
44) 한국선급 전문가 인터뷰 내용.
45) 한국풍력산업협회 내부자료, 2015.

70, 나셀컴포넌트 90, 타워 100으로 평가된다. 다만 발전기 및 전력부품은 기술수준이 유럽 기술수준의 50에 불과한 것으로 평가되었다. 기어박스 및 동력장치는 부품을 해외제조생산에 의존하므로 기술이 없다고 할 수 있다. 한편 해양기술은 앞서 살펴보았듯이 100% 국산화율을 기록하고 있기 때문에 기술수준 또한 세계수준 대비 85 정도의 수준에 달하고 있는 것으로 평가된다.

다. 가격수준

로터블레이드나 타워의 경우 유럽 시장의 가격수준과 유사한 경쟁력을 갖는다고 할 수 있다. 나머지 나셀컴포넌트의 경우 가격경쟁력은 열위에 있는 것으로 평가된다.

라. 성장성

2차 부품의 매출액 기준 성장성은 로터블레이드의 경우 40%, 나셀컴포넌트의 경우 20%, 발전기 및 전력부품은 41%, 타워는 23%의 매출 성장세를 보이고 있는 것으로 평가되었다.

마. 중소기업 비중

2차 부품 제조생산기업 중 생산액 기준 중소기업 비중은 부품에 따라 다르지만 로터블레이드 부품은 모두 중소기업으로 평가되고 있다. 나셀컴포넌트는 50%를 중소기업이 차지하고 있고 발전기 및 전력부품은 3%만 중소기업이 차지하고 있는 것으로 평가되었다. 나머지 부품은 중소기업 비중이 전무한 것으로 평가되었다.

바. 필요 R&D 지원사항

2차 해상풍력발전 부품의 경쟁력 제고를 위해 필요한 R&D 지원

분야는 부품별로 약간씩 차이를 보인다. 로터블레이드 부품의 경우 핵심원천기술 지원 및 국내외 인증획득 지원이 필요한 것으로 나타났다. 나셀컴포넌트 부품의 경우 핵심원천기술 지원이 필요하고 부품 생산 효율화와 가격경쟁력을 위한 지원이 필요할 것으로 평가되었다.

〈표 3-9〉 2차 품목의 기업 현황 및 경쟁력

2차 품목		로터블레이드	나셀 컴포넌트	기어박스 및 동력장치	발전기 및 전력부품	타워	해양기술
국산화율		10%	20%	-	50%	100%	100%
기술수준 (세계최고-100)		70	90	-	50	100	85
가격수준 (세계최고-100)		100	50	-	93	100	120
업체	국내	KM, 한국화이바, DACC, 광동FRP, 도하인더스트리, 휴리스, STX중공업	글로비즈, 일진글로벌	두산모트롤, 효성, S&T중공업, 평산	현대중공업, 효성, 유니슨, STX중공업	동국S&C, 태웅, CS Wind, Win&P, 스페코	유신, 세일기술공사, 현대스틸산업, 정석해양건설
	해외	LM, SGL, ROTEC, SINOI, EUROS, TPI, Composites, Knight & Carver, Lianyungang, Zhongfu, Vestas, Gamesa, Enercon, Suzlon, SIEMENS, Acciona, Nordex	-	Winergy, Hansen, Bosch, Moventas, RENK, Jake, Wikov, Brevini, Dalian, Heavy Industry	ABB, Winergy, GE, Ingetram, Elin, The Switch, VEM, Shanghai Electric, XMEC	AMBAU, BLADT, Skykon, DS, SMULDERS, Titan, Hongbo	LIC, OWEC TOWER A/S, RAMBOLL, Keystone, Atkins, hochtief등
성장성 (매출액 기준)		40%	20%	-	41%	23%	-
중소기업비중 (생산액 기준)		100%	50%	-	3%	-	-
필요 R&D 지원		핵심원천기술 지원, 국내외 인증획득지원	핵심원천 기술지원, 고효율화·저가화	-	부품/소재 국산화, 실증지원 및 인프라 구축	-	-

자료 : 한국풍력산업협회 내부자료, (2015년) 및 전문가 확인을 통하여 수정 정리함

3) 3차 품목 기업 및 경쟁력

(1) 기업 현황

해상풍력발전시스템을 구성하는 3차 품목의 경우 1차적으로 2차 품목으로 분류된 부품을 구성하는 하위단위의 부품으로서 매우 많은 부품이 포함되어 있다. 그러한 부품은 해상풍력발전시스템에 고유한 부품이 아니며 타 산업의 부품-예를 들면 자동차부품 등 기타 기계 및 제조업 분야 부품-을 구성하기도 하므로 3차 품목의 기업을 별도로 분류하는 것은 큰 의미가 없다. 일반적으로 기계류 등을 생산하는 제조기업이 이들 기업에 해당할 수 있다.

(2) 국내기업의 경쟁력 수준 평가

가. 3차 품목의 구성

3차 품목은 블레이드, 허브, 피치드라이브, 피치 베어링, 브레이크, 나셀커버, 메일프레임, 요 베어링, 유압시스템, 기어박스, 메인샤프트, 메일베어링, 커플링, 발전기, 파워컨버터, 트랜스포머, 타워, 타워플랜지, 고정구조물, 부유식 구조물, 해저케이블, 서브스테이션 등으로 구성된다.

〈표 3-10〉 3차 품목(2차 품목의 하위단위)의 구성

2차 품목	로터블레이드				나셀컴포넌트						기어박스 및 동력장치 + 발전기 및 전력부품						타워			해상기술			
3차 품목	블레이드	허브	피치드라이브	피치베어링	브레이크	나셀커버	메인프레임	요드라이브	요베어링	유압시스템	기어박스	메인샤프트	메인베어링	커플링	발전기	파워컨버터	트랜스포머	타워	타워플랜지	고정구조물	부유식	해저케이블	Sub-Sta-tion

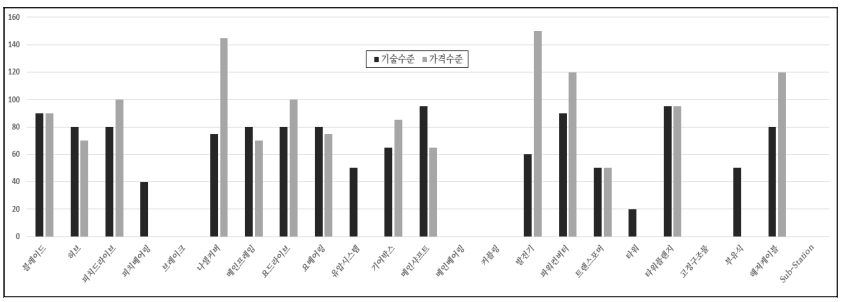
자료 : 한국풍력산업협회 내부자료(2015) 및 전문가 확인을 거쳐 작성함

나. 경쟁력 평가

3차 품목의 국산화율을 살펴보면, 블레이드, 파워컨버터, 트랜스포머, 타워 4개 품목은 100%에 달하고 있다. 반면, 허브, 브레이크, 메인프레임, 요드라이브, 메인샤프트, 메인베어링, 커플링, 타워플랜지, 해상변전소(Sub-station) 등의 품목은 기술 보유업체가 없어 해외에서 부품을 조달하고 있다. 고정식 지지구조물은 국내업체에서 공급되고 있으며 부유식 지지구조[46]는 국내에서 연구단계에 있으며 아직은 산업화되지 않았다.

3차 품목의 기술 및 가격 수준을 전반적으로 살펴보면, 기술의 경우 해외수준을 100으로 할 경우 평균 70, 가격수준은 평균 95.35로 분석되었다.[47]

〈그림 3-2〉 해상풍력발전시스템 3차 품목의 기술수준과 가격수준



자료 : 한국풍력산업협회 내부자료, 2015.

〈표 3-11〉 3차 품목(2차 품목의 하위단위)의 경쟁력

3차 품목	국산화율	기술수준	가격수준
블레이드	100	90	90
허브	-	80	70
피치드라이브	-	80	100

46) 부유식 지지구조는 아직 국내에서 연구단계임.
47) 한국풍력산업협회 내부자료(2015) 및 전문가 확인을 거쳐 정리함.

3차 품목	국산화율	기술수준	가격수준
피치베어링	30	40	-
브레이크	-	-	-
나셀커버	75	75	145
메인프레임	-	80	70
요드라이브	-	80	100
요베어링	30	80	75
유압시스템	20	50	-
기어박스	20	65	85
메인샤프트	-	95	65
메인베어링	-	-	-
커플링	-	-	-
발전기	40	60	150
파워컨버터	100	90	120
트랜스포머	10	50	50
타워	100	20	-
타워플랜지	-	95	95
고정구조물	100	85	120
부유식	-	50	-
해저케이블	10	80	120
SubStation	-	-	-

자료 : 한국풍력산업협회 내부자료(2015) 및 전문가 확인을 거쳐 작성함

(4) 종합

전체적으로 최종재인 해상풍력발전시스템의 경우 세계 최고인 유럽의 기술수준 및 가격수준에 비하여 열위에 있다. 하지만 세부 부품별로 보면 국내의 기술수준이나 가격수준에 있어 경쟁력이 있는 분야가 있다. 로터 블레이드, 나셀컴포넌트, 타워의 경우 기술수준이나 가격수준이 비교적 최고수준에 근접해 있다. 발전기 및 전력부품은 가격부문에 경쟁력이 있다. 따라서 경쟁력이 있는 분야는 지속적 기술개발 노력 및 지원을 통하여 기술력 향상과 원가절감을 유도할 필요가 있다.

3. 해상풍력발전부품 유통구조 및 주요 화주 분포

1) 유통구조

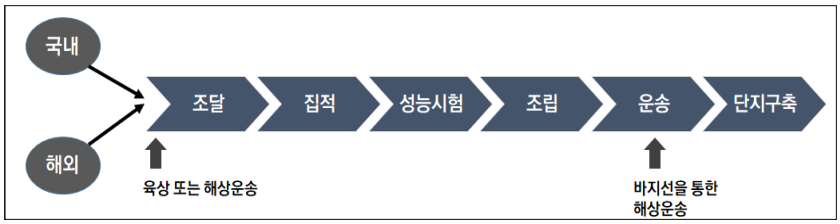
현재 해상풍력발전부품은 국내에서 조달하는 경우와 해외에서 조달하는 경우가 다르다. 해외에서 부품을 조달하는 경우 주요 부품제조생산기업의 현지 공장에 부품을 집적하고 성능시험을 거쳐 부품을 조립하고 바지선을 통하여 해상으로 부품을 운송하고 해상에서 부품을 조립하여 단지를 구축하는 방법으로 유통된다.

국내에서 조달하는 경우 국내 생산공장에서 제품을 제조·생산하고 성능시험 후 각각의 부품을 조립하고 다시 조립된 부품을 해상으로 운송하고, 발전단지 구축을 위해 주요 대형부품을 해상에서 재조립하여 단지를 구축하는 방법으로 부품이 유통된다.

현재 우리나라는 대규모의 해상풍력발전단지 구축을 지원하는 전용항만이 없다. 대부분은 주요 제조·생산기업이 자사부두를 통하여 타 화물과 함께 부두를 활용하고 부품을 바지선을 통하여 운송하거나 소규모 물양장 등을 통하여 운송하고 있을 뿐이다. 이는 국내 해상풍력발전 규모가 크지 않아 부품수요가 많지 않아 가능한 유통구조라고 할 수 있다.

즉, 전통적으로 선박건조나 중량물을 생산·조립하는 중공업 기업이 해상풍력발전시설물 제작을 병행하고, 자사부두(물량장)를 이용하여 해상풍력발전단지로 부품을 운송하고 있다. 부품의 조달은 국내 부품기업 또는 해외 부품기업으로부터 구입을 통하여 이루어진다.

〈그림 3-3〉 해상풍력발전시설 유통구조

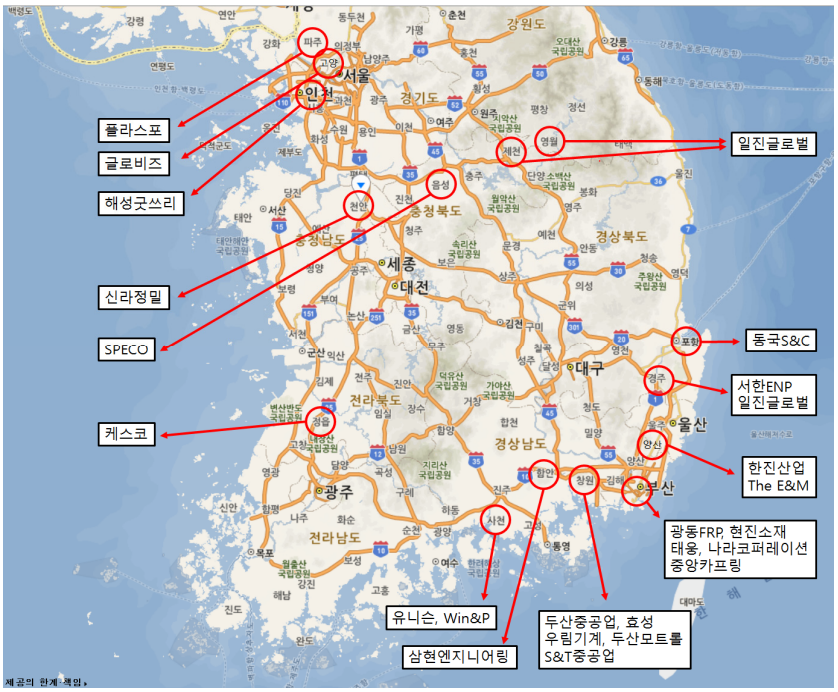


자료 : 저자 작성

2) 화주분포

해상풍력발전시스템 최종재를 제조·생산·조달하는 기업 및 2차 품목을 제조·생산·조달하는 기업은 풍력발전기, 블레이드, 타워, 베어링, 트랜스포머, 샤프트, 증속기, 허브, 변압기, 커플링, 발전기, 나셀 커버, 유압시스템, 고속브레이크, 플랜지, 케이블, 화자방지장치, 컨버터, 인버터, 오일쿨러, 공기압축기 등의 분야에 따라 약간씩 특화되어 있다. 주요 기업은 효성중공업(풍력발전기, 변압기, 증속기 생산), 두산중공업(풍력발전기 생산), 유니슨(풍력발전기, 발전기 생산), 현대일렉트릭(인버터, 증속기, 발전기 생산) 등 다양하다.

〈그림 3-4〉 해상풍력발전 관련 주요 부품 생산기업의 분포



자료 : 한국풍력산업협회 회원사 및 주요 파악기업을 중심으로 자체 작성

제 4 장

해외의 해상풍력클러스터 조성 사례

제1절 대만[48)]

1. 해상풍력클러스터 조성 정책

대만은 2025년까지 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지를 조성하는 국가해상풍력발전정책을 수립하고 사업을 추진하고 있다. 새로이 조성되는 해상풍력발전단지는 타이중 항만 전면 해상에 건설되며 총 36개의 풍력단지로 구성된다. 대만이 조성하는 발전단지 용량은 우리나라가 2030년까지 조성하기로 계획한 총 해상풍력발전용량 12GW의 45.9%에 해당한다.

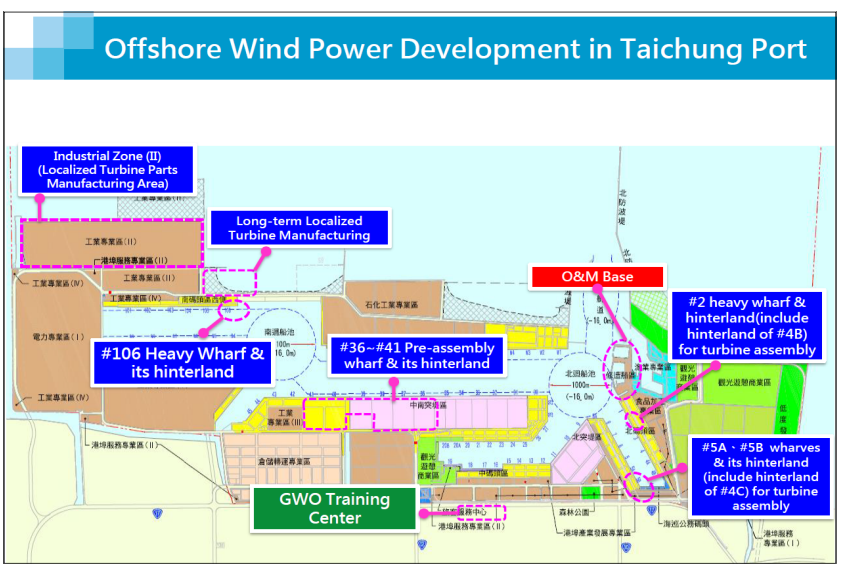
대만은 계획의 원활한 추진과 해상풍력발전단지 조성정책을 지원하기 위하여 타이중 항만을 개량하거나 신규 부지를 조성하여 새로

48) 이종필, 「대만 타이중 항만 해상풍력클러스터 조성 본격 추진」, 『KMI 월간동향』, 12월호, 2018. 12, pp. 68~70 자료를 원용하고, 추가 조사하여 작성함.

운 해상풍력단지 조성을 위한 장비 생산 및 조립이 가능하고, 중장기적으로 해상풍력발전단지를 지원하고 관리할 수 있는 운영기지를 조성할 계획이다.

타이중 항만에 조성하는 해상풍력발전단지 지원항만의 부지활용계획을 보면 항만 내 일부 부지를 ⅰ) 터빈 사전조립지역(Turbine Pre-assembly), ⅱ) 중·장기 터빈 현지화 제조지역(Localized Turbine Manufacturing Area), ⅲ) 세계풍력기구 훈련센터(GWO Training Center) 설치지역, ⅳ) 시설유지관리 지원지역(O&M Base)으로 지정하고 있다. 이러한 계획은 해상풍력발전시스템 구조물의 제조와 생산관리에 이르기까지 중장기적으로 해상풍력발전단지를 지원할 수 있는 기반을 마련하고 있다는 점을 시사하는 것이라고 할 수 있다.

〈그림 4-1〉 대만 타이중 항만의 해상풍력발전단지 지원 부두시설 활용계획



자료 : 대만국제항만공사(TIPC) 내부자료, 2018. 11. 4., 이종필, 「대만 타이중 항만 해상풍력클러스터 조성 본격 추진」, 『KMI 월간동향』, 12월호, 2018. 12. https://tc.twport.com.tw/en/cp.asp(검색일 : 2018. 11. 27)

2. 조성규모 및 세부계획

타이중 항만 해상에 조성하는 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지를 개발·이용·지원하기 위한 총 부지의 규모는 터빈시설의 사전조립부지 39.8ha(398천㎡), 터빈 제작지역 89.4ha(894천㎡)에 달하며, 수중 기초시설물 설치 및 수송을 위한 지원부지, 해상풍력시설 유지관리부지 및 교육훈련시설 등이 추가로 계획되어 있다. 터빈시설 사전조립부지는 기존의 2번 부두, 5번 부두 A, B선석, 36번 부두를 개량·활용하는 것으로 되어 있으며, 총 면적은 389천㎡에 이른다. 이들 부두는 2020년까지 순차적으로 조성된다.

〈표 4-1〉 대만 타이중 항만 해상풍력시설(터빈) 조립지역 개발계획

구분		인수합병 현황				비고
		연장	수심	하중설계	부지	
부두 시설	2번	120m	-11m	3~10톤/㎡	70천㎡	2018년 말
	5번 A, B	400m	-11m	50톤/㎡	128천㎡	5A(2019년 1/4분기) 5B(2020년 1/4분기)
	36번	340m	-12m	20~40톤/㎡	200천㎡	2020년 말
종합		860m	-11~12m	-	398천㎡	-

자료 : 대만국제항만공사(TIPC) 내부자료, 2018. 11. 4., 이종필, 「대만 타이중 항만 해상풍력클러스터 조성 본격 추진」, 『KMI 월간동향』, 12월호, 2018. 12.

동 계획에 따르면 해상풍력발전시스템의 주요 설비인 터빈을 항만에서 제작하여 조달하는 것으로 계획하고 있으며 이에 필요한 제작부지는 기존 선석을 활용하고 부족한 부지는 신규로 조성하여 산업지구로 지정·활용하게 되는데 총 부지규모는 89.4ha(894천㎡)에 이른다. 이 규모는 대략 우리나라의 표준적인 3만 톤급 1선석 부두(240m×300m)의 12.4개에 해당한다.

〈표 4-2〉 대만 타이중 항만 해상풍력시설(터빈) 제작지역 개발계획

선석	규모				준공
	연장	수심	하중설계	부지	
106번	425m	-16m	10~40톤/㎡	94천㎡	2018년 말(100m,중량물), 2020년(350m, 일반화물)
산업지구(Ⅱ)	2,800m×30m	-	-	800천㎡	

자료 : 대만국제항만공사(TIPC) 내부자료, 2018. 11. 4., 이종필,「대만 타이중 항만 해상풍력클러스터 조성 본격 추진」,『KMI 월간동향』, 12월호, 2018. 12.

터빈시설 조립 및 제작부지 총 규모는 129.2ha(1,292천㎡)이며 우리나라 3만 톤급 1선석(240m×300m)의 18개에 해당한다.

해상풍력시설은 생애주기(Life Cycle)가 20년 정도 되므로 지속적인 시설물 관리와 유지보수가 필요하다. 따라서 이러한 시설의 유지보수를 위해 유지보수 및 관리기지(O&M Base)를 조성하여 해상 및 육상풍력시설 관리, 해상수송서비스 등을 지원할 계획을 수립하였다. 동 기지 내에는 창고, 사무실 및 모니터링센터, 대기실, 주차시설, 드론, 선박기계공장을 건설할 계획이다. 또한 승무원을 이송할 수 있는 서비스도 시행하며, 조사선박, 고마력 예인선, 크레인 선박 등이 접안할 수 있는 시설이 조성된다.

지속적인 해상풍력시설의 유지보수 및 기술발전을 위해서는 관련 기술자에 대한 교육훈련도 필요하다. 대만은 2013년에 세계풍력기구 훈련센터를 대만에 유치하고 센터를 설치하였는데 동 센터가 가장 높은 수준의 자체 기술자를 양성하고 훈련시키는 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 현재 대만은 '국가풍력단지훈련센터(NWFTC)'를 영국에 2개 운영하고 있다. 이 훈련센터는 CWIND로 개칭할 예정이며 세계풍력기구의 인증을 받은 교육훈련과정을 전수하고 풍력발전전문가에게 맞춤형 교육을 시행할 예정이다.

3. 시사점

대만의 해상풍력발전단지 조성 및 해상풍력클러스터 조성 정책에서 아래와 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 대규모로 집적하여 해상풍력발전단지를 구축한다는 것이다. 대규모의 해상풍력발전단지를 한 지역에 건설할 경우 필요 부품을 제작·생산·조달할 수 있는 매우 큰 규모의 단일 풍력산업시장이 조성될 수 있고 비용 효율적 관점에서 볼 때 관련산업의 배후 집적이 가능하게 할 수 있다. 장기간 해상풍력 관련 고정수요가 발생하는 것이다.

둘째, 기존의 항만시설을 적절히 활용하면서 관련산업 활성화를 위하여 연계 부지를 조성한다는 점이다. 대만의 해상풍력발전단지 조성 및 지원정책을 보면 기존 항만시설 중 유휴시설의 기능을 전환하여 해상풍력시설을 조립하거나 부품을 보관할 수 있는 부두기능을 부여하거나 신규 부지를 조성하여 산업지역으로 지정함으로써 확실한 해상풍력발전단지 지원기능을 할 수 있는 토대로 만들고 관련기업을 유치하여 산업활성화를 유도하고 있다는 점을 알 수 있다.

셋째, 해상풍력클러스터에 육상풍력시설의 조달 및 시설관리까지 확보함으로써 항만시설의 활용성을 제고하고 있다는 점이다. 대만도 육상풍력은 민원발생 등 부지확보 및 조성에 어려움이 있기 때문에 항만시설을 활용하여 관련 부품의 제작 및 생산, 조달을 할 경우 원활한 풍력개발에 도움이 될 수 있다.

넷째, 다양한 해상수송서비스 등을 추가하여 해상풍력클러스터의 생명력과 지속성, 부가가치성을 도모하고 있다는 점이다.

제2절 일본

1. 일본의 해상풍력발전 관련 정책[49)]

일본은 해상풍력발전이용촉진 정책을 수립하고 사업을 추진하고 있다. 2013년 4월 '해양기본계획'에 해양재생에너지 이용 촉진방안을 포함시켰으며, 2014년에는 에너지 기본계획을 통한 해상풍력발전 도입 촉진방안을 수립하였다. 이후 재생에너지 추진 활성화를 위해 내각관방(内閣官房), 내각부, 총무성, 외무성, 문부과학성, 농림수산성, 경제산업성, 국토교통성, 환경성 등의 관계부처가 포함된 '재생에너지 등 관계 각료회의'를 설치했다.

2015년에는 경제산업성에서 장기 에너지수급계획을 수립하면서 재생에너지 발전원천을 고려하여 재생에너지 도입방향을 국민부담 경감으로 정하였다. 이에 따라 자연조건과 관계없이 안정적으로 운영할 수 있는 지열, 수력, 바이오매스 활용을 확대할 수 있는 최소한도의 발전소(Base load power plant)를 확보하고, 중장기적으로 원자력 의존도를 축소할 계획을 수립하였다. 또한 자연 조건에 따라 출력이 크게 변동하는 태양광과 풍력에 대해서는 비용절감 방안을 강구하고, 국민부담 경감을 위해 대규모 풍력단지를 활용하여 재생에너지를 확대할 예정이다. 이를 통해 2030년도에는 총 전력 중 재생에너지 비중을 22~24%로 확대하고, 그중 풍력에너지 발전비중을 1.7%까지 끌어올릴 계획이다. 풍력발전 설비용량의 경우 육상풍력은 918만kW(9.2GW), 해상풍력은 82만kW(0.8GW)이며, 발전전력의 경우 육

49) 일본의 해상풍력발전 관련 정책은 経済産業省·国土交通省, 「港湾における洋上風力発電施設の審査基準等の策定方針及びスケジュール」(2016. 9), 新エネルギー産業会議, 「風力発電システムの導入促進に関する提言」(2018. 3)을 참조하여 재작성함.

상풍력은 161억kW(18,100GW), 해상풍력은 22억kW(2,200GW)를 생산할 계획이다.

〈표 4-3〉 일본의 해상풍력발전 관련 정부 정책

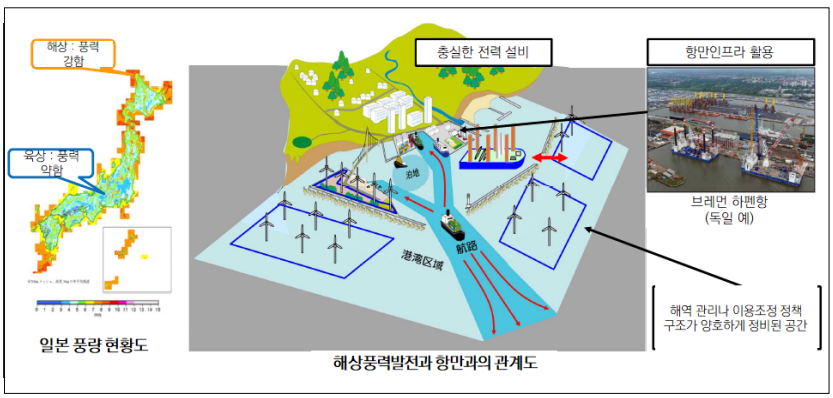
구 분	관련 내용
해양기본계획 (2013. 4 각의결정)	• 해양 재생에너지 이용 촉진 - 항만 구역에서 해상풍력발전에 대한 항만 관리운영과 모든 활동이 공생하도록 추진체계 구축을 통한 원활한 도입 추진
에너지 기본계획 (2014. 4 각의결정)	• 재생에너지 도입 촉진 - 육상풍력 설치 지역이 제한되어 중장기적으로 해상풍력발전 도입은 필수, 해상풍력발전에 대한 설치공법, 기후조건, 발전량 등 사업화를 위한 데이터 수집을 계속적으로 진행(2012년부터 진행)하고, 해외 실용화 사례 분석을 통한 해상풍력발전 도입 촉진
재생에너지 등 관계 각료회의 (2014. 4 설치)	• 재생에너지 기본계획에 입각하여 '재생에너지 등 관계 각료회의' 설치 - 관계부처 : 내각관방(內閣官房), 내각부, 총무성, 외무성, 문부과학성, 농림수산성, 경제산업성, 국토교통성, 환경성
장기 에너지 수급계획 (2015. 4 경제산업성 결정)	• 재생에너지 관련 주요 방안 - 각 전력원 특성을 고려 '도입 극대화'와 '국민부담 경감' 추구 - 자연조건과 관계없이 안정적 운영이 가능한 지열, 수력, 바이오매스 활용 확대, Base load power plant를 확보하고, 원전의존도 축소 강구 - 자연조건에 따른 출력이 변동하는 태양광, 풍력에 대해서는 비용절감 방안 강구, 국민부담 측면을 고려하여 대규모 풍력 활용 등을 통한 도입 극대화 강구 ※ 2030년도 발전전력 구성 : 재생에너지는 22~24%, 그중 풍력발전은 1.7%(설비용량 -육상풍력: 918만kW, 해상풍력 82만kW, 발전전력-육상풍력: 161억kW, 해상풍력: 22억kW)

자료 : 経済産業省·国土交通省, 港湾における洋上風力発電施設の審査基準等の策定方針及びスケジュール」, 2016. 9, p. 1.

일본의 경우 해상풍력이 육상풍력에 비하여 추진환경이 양호하며 설비이용률이 높기 때문에 다음과 같은 이유로 항만시설을 활용한 해상풍력발전의 필요성이 요구되고 있다. 첫째, 항만이 해상과 육지

경계에 입지하고 있다. 둘째, 항만 인근에 다양한 산업이 있어 전력 수요가 높다. 셋째, 항만을 이용한 해상풍력발전은 시설건설과 유지관리에 유리하다. 넷째, 기존의 항만시설 관리자가 있어서 관계자 간 협의와 공유수면점용 허가 등에 관한 절차가 잘 정비되어 있고 해역관리나 이용조정이 원활하다. 이런 이점으로 일본은 항만구역 내 해상풍력발전의 도입 확대를 위한 다양한 방안을 마련하고 있다.

〈그림 4-2〉 일본의 해상풍력발전과 항만과의 관계도



자료 : 新エネルギー産業技術総合開発機構,「風力発電導入ガイドブック(第9 版)」, 2008. 2, p. 88;
経済 産業省·国土交通省,
「港湾における洋上風力発電施設の審査基準等の策定方針及びスケジュール」, 2016. 9, p. 2

해상풍력발전에 항만시설 활용을 위해 국토교통성은 항만구역 내 해상풍력발전 및 관련 시설 도입을 활성화하고, 원활한 자금조달 및 실효성 있는 사업실시를 골자로 하여 항만법을 개정(2016년 항만법 제45호)하였다. 점용(占用) 공모 제도를 도입하여 해상풍력발전단지 사업자에게 공유수면을 장기간(최대 20년) 점·사용할 수 있도록 허가하고 적정 사용자 선정기준과 처리절차를 명확히 하도록 명문화하였다.

〈표 4-4〉 공모에 의한 점용 허가 내용 및 수속 절차

구 분	관련 내용
내용	• 공모에 의한 점용 허가 수속 창설 – 장기간 항만구역 내 수역 등을 점용하는 시설(해상풍력발전시설 등) 설치에 관한 수속 창설
수속 절차	① 항만관리자가 공모점용 방침 책정 → ② 사업자는 항만관리자에게 공모점용 계획 제출 → ③ 항만관리자는 최적의 계획을 제출한 사업자를 선정, 해당 계획을 인정(인정 유효기간은 20년 이내) → ④ 사업자는 인정 계획에 입각하여 점용 허가를 요청 → ⑤ 항만관리자는 점용 허가

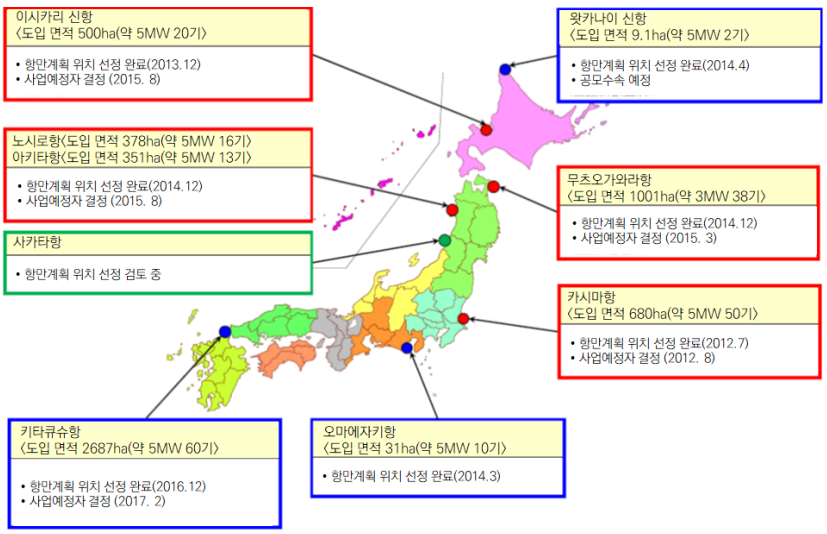
자료 : 経済産業省·国土交通省,
「港湾における洋上風力発電施設の審査基準等の策定方針及びスケジュール」, 2016. 9, p. 4

2. 주요 항만 해상풍력발전단지 추진계획[50)]

〈그림 4-3〉은 일본의 항만을 중심으로 한 해상풍력발전단지 개발계획을 나타낸 것이다. 8개 항만에 걸쳐 949MW 규모의 해상풍력발전단지를 구축하는 계획이다. 사카타 항만의 경우 현재 해상풍력발전단지 입지를 검토하고 있다.

50) 주요 해상풍력단지 계획은 経済産業研究所, 洋上風力産業拠点の形成による地域振興 · 雇用創出 (2016.2) pp.15-20, 국토교통성 항만국 해상풍력발전 도입 원활화 기술연구회, http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk4_000006.html, (검색일: 2019. 1. 10)을 참조하여 재작성함.

〈그림 4-3〉 일본의 주요 해상풍력단지 계획 지역



자료 : 국토교통성 항만국(검색일: 2019. 1. 10)

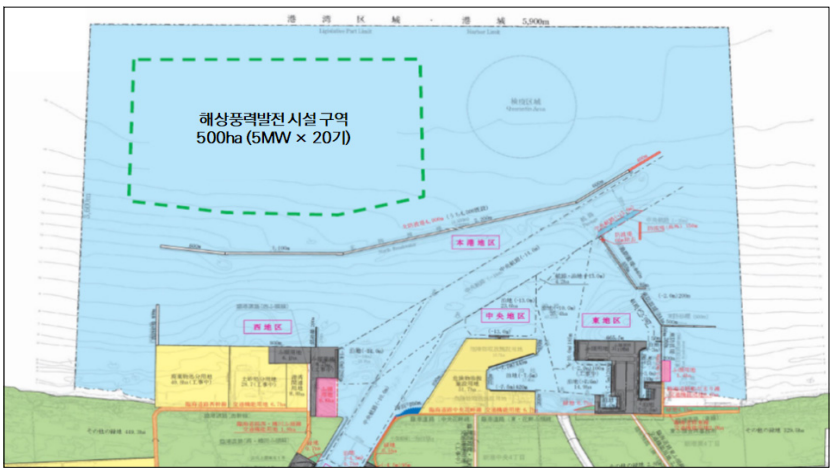
1) 이시카리 신항

이시카리만 신항 지역은 삿포로권의 산업물류 거점으로 삿포로 도심에서 15km 지점에 있다. 해상풍력 관련산업 기업을 위한 부지조성 규모는 약 3,000ha(3천만㎡)에 달하는 광대한 면적이며 입주대상 기업은 750개사에 이른다. 계획부지에 입주하는 기업은 해상풍력발전 설비에 기기·서비스 제공이 가능하다. 동 항만구역에는 현재 대규모의 LNG 화력발전소가 건설 중이어서 해상풍력과 더불어 전력 공급 거점 역할을 할 가능성이 높다.

한편 이시카리 신항 개발계획은 최초 계획 이후 몇 차례 계획이 변경되었다. 2013년 12월 이시카리 신항 항만계획 중 일부가 변경되었으며, 2014년 10월 해상 풍력발전사업 검토협의회가 설치되었다. 2015년 8월에는 이시카리 신항 해상풍력발전 시설의 설치·운영 사업

자 공모를 통해 발전사업자가 결정되었다. 사업자는 Green Power Investment가 100% 출자한 회사이며, 자회사는 ㈜Green Power Ishikari이다. 해상풍력단지 설치지역의 면적은 약 500ha(5백만㎡)이며, 발전능력은 100MW(5MW 20기)이다.

〈그림 4-4〉 이시카리 신항 해상풍력발전단지 예정 구역



자료 : 국토교통성 항만국(검색일: 2019. 1. 10)

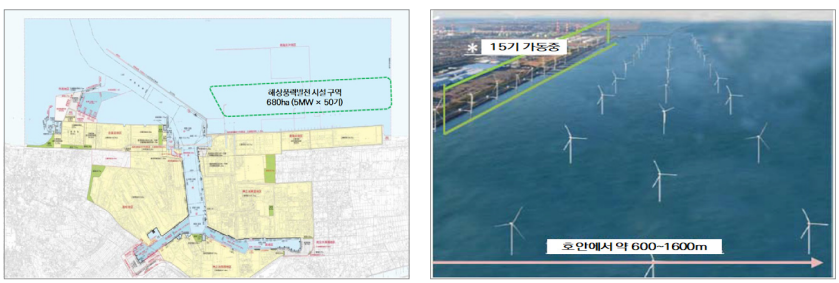
향후 해상풍력발전은 2020년 초 상업운전을 개시하고, 장기적으로 '해상풍력 허브'를 목표로 하고 있다. 이에 부품 공급, 해상공사, 유지보수 기술지도, 부품 수리·공급 기능을 담당할 예정이다.

2) 카시마항

카시마항의 해상풍력발전사업은 ㈜코마츠자키도시개발(小松崎都市開発)이 해상풍력사업을 위해 설립한 ㈜Wind Power Energy사가 수행하고 있다.

15기의 해상풍력발전기가 설치되어 있으며 동일본대지진 때 지진과 해일에도 불구하고 큰 피해 없이 운영되고 있다. 카시마항 항만구역 내 약 680ha의 해역을 개방하여 해상풍력발전단지 조성 사업자를 공모하여 2012년 8월 ㈜Wind Power Energy사와 ㈜마루베니(丸紅)사를 사업시행자로 결정하였다. 사업규모는 250MW(5MW×50기)이다.

〈그림 4-5〉 카시마항 해상풍력발전 예정 구역(좌) 및 개발구상도(우)



자료 : 국토교통성 항만국(검색일: 2019. 1. 10); 経済産業研究所,「洋上風力産業拠点の形成による地域振興・雇用創出」, 2016. 2, p. 16

3) 아키타항·노시로항

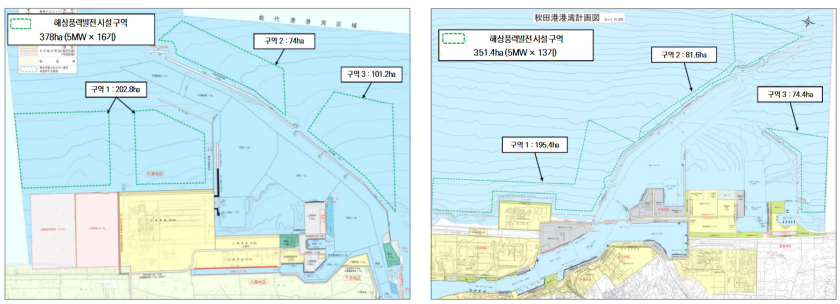
2013년도부터 아키타현은 아키타해역에 해상풍력발전단지 조성 프로젝트를 추진하고 있다. 동 사업은 아키타해역이 NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization)에서 수행한 해상풍력발전단지 조성 타당성조사 결과 해상풍력에 필요한 풍량을 발생하고, 연평균 40%의 설비가동이 가능하며 관련산업과 인력이 충분히 확보되어 있다고 판단되어 추진되었다.

타당성조사 결과에 따라 아키타현은 아키타항과 노시로항의 해상풍력발전단지 조성사업 시행자를 공모하고 마루베니를 최종사업자로 결정하였다. 동 해상풍력발전단지 조성사업 규모는 아키타항의

경우 351ha(351만㎡) 면적에 발전능력 65MW(5MW 13기)이며, 노시로항은 378ha(378만㎡) 면적에 발전능력 90MW(5MW 16기)로 예정되어 있다.

한편 아키타현(縣)은 해상풍력발전단지 조성으로 인하여 막대한 경제적 파급효과가 발생할 것으로 기대하고 있다. 우선 아키타은행과 후쿠도(北都)은행은 대형 융자 안건이 체결되어 경제상황이 어려운 아키타현의 경기부양에 도움이 될 것으로 보고 있다. 아울러 동 사업으로 인하여 고용창출효과도 크게 발생할 것으로 보고 있다. 아키타현의 조사에 의하면 계획상 해상풍력발전단지 조성을 위하여 해상풍력발전기 80기를 건설할 경우 지역경제파급효과는 약 7,920억 엔, 신규 고용창출은 약 5만 명에 이를 것으로 평가되었다. 그러나 현재 아키타현에 소재한 기업은 해상풍력발전기의 설계, 측량, 운반 사업을 위주로 활동하고 있는데 이들 분야는 파급효과가 적고 실질적으로 해상풍력발전기를 건설할 수 있는 기업은 없다. 이에 아키타현은 2015년 5월 현지 기업의 사업수주, 고용창출을 위해 '아키타 해상풍력발전 관련산업포럼'을 설치하여 해상풍력발전 시설 관련기업 유치 방안 등을 강구하고 있다.

〈그림 4-6〉 노시로항(좌), 아키타항(우) 해상풍력발전단지 건설예정 구역



자료 : 국토교통성 항만국(검색일: 2019. 1. 10)

4) 기타큐슈항

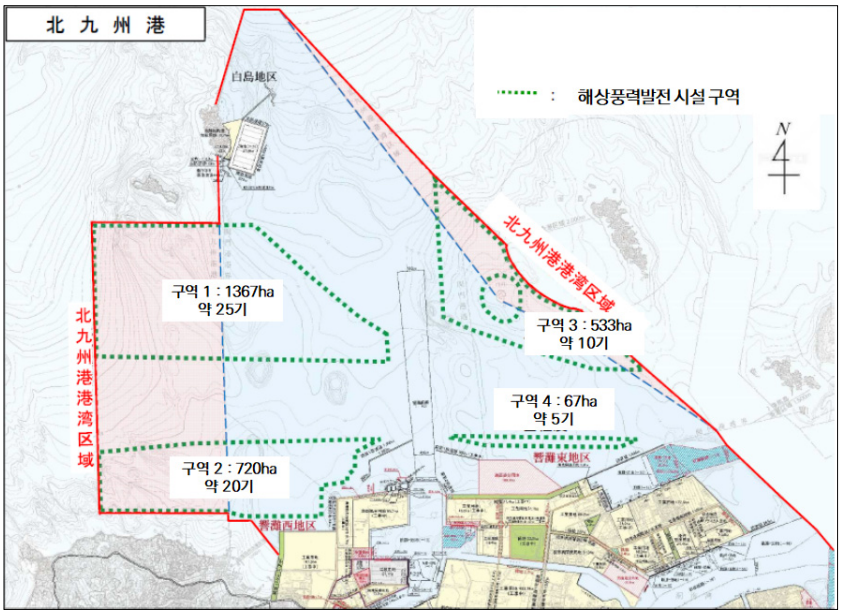
기타큐슈는 공업도시이며 산업폐기물 처리를 위해 히비키나다(響灘) 지구에 광대한 폐기장을 운영하고 있다. 그러나 최근 산업구조가 변화하고 산업폐기물이 감소하여 기존에 건설된 폐기장 중 사용하지 않는 부지가 증가하면서 유휴부지를 해상풍력발전단지로 이용하려는 움직임이 일어났다.

기타큐슈 시(市)는 히비키나다 구역의 해상풍력발전단지 도입을 통해 산업거점 형성이라는 목표를 수립하고 있다. 즉 시(市)의 산업거점 구축을 위한 수단으로 해상풍력발전단지 구축을 설정한 것이다. 지역경제파급효과 및 고용창출 측면에서 살펴보면 해상풍력발전단지 구축을 넘어 산업클러스터 구축을 모색하고 있다.

기타큐슈항의 해상풍력발전사업자는 2017년 2월 큐슈전력그룹의 ㈜큐덴미라이에너지(九電みらいエナジー)를 대표로 하는 5개사 연합체가 선정되었다.

기타큐슈항의 해상풍력발전단지 조성계획 면적은 약 2,700ha(27백만㎡)이며, 발전능력은 300MW(5MW 60기)로서 일본 최대 규모가 될 것으로 보고 있다. 총 공사비는 약 1,750억 엔으로 산정되었으며, 2022년 착공이 예정되어 있다.

〈그림 4-7〉 기타큐슈항 해상풍력발전단지 건설예정 구역



자료 : 국토교통성 항만국(검색일: 2019. 1. 10)

3. 해상풍력발전산업 거점화 방안(기타큐슈시 사례)[51]

기타큐슈시는 산업저변의 확대를 위하여 고용창출효과가 높은 풍력발전산업을 주력산업으로 설정하고, 관련 기능을 집적시킨 '풍력발전 관련산업 종합거점 구축'을 시정목표로 설정하고 목표달성을 위해 2010년도부터 'Green Energy Port Hibiki' 사업을 추진하고 있다. 'Green Energy Port Hibiki' 사업은 2,000ha(2천만㎡) 규모의 산업용지를 보유한 히비키 항만구역에 해상풍력발전 관련산업의 종합

51) 해상풍력발전 거점화 방안은 福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018. 7을 참조하여 재작성함.

거점 구축을 목표로 하고 있다.

사업은 총 3단계로 구분되며 단계적으로 진행되고 있다. 제1단계에서는 2013년 5월 히비키 지역에 '실증연구 구역'을 설정했고, 해상풍력발전의 실증연구 및 물류·유지관리 거점 구축을 위한 사업자 공모를 실시했다. 선정 결과 3개 그룹이 선정되어 각 사업자가 시설정비 등을 진행하고 있다. 그중 한 사업자는 해상에 설치하는 해상풍력발전기를 육상에 설치하여 실증연구를 수행하고, 해상풍력발전기를 육상에서 견학이 가능한 쇼룸(Showroom)을 구축할 계획이다.

〈그림 4-8〉 히비키 Wind Energy Research Park 개요(제1단계)

자료 : 福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018. 7, p. 4

제2단계에서는 해상풍력발전 수요를 확대하고, 산업거점화를 구축하기 위해 히비키 항만구역에 대규모의 해상풍력단지를 설치·운영하는 사업자 공모를 실시했다. 동 사업은 점용공모제도를 도입한 「항만

법」 개정 이후 최초로 적용된 사업이다. 동 사업의 추진으로 히비키 항만구역 내에 대규모 해상풍력발전단지가 구축되면 히비키 지역의 항만시설 및 산업단지의 활용성이 증가하면서 풍력발전 관련산업의 집적화가 촉진될 것을 평가된다.

최종 3단계에서는 본 프로젝트의 최종 목표인 종합거점을 구축하고 축적된 해상풍력발전 사업경험과 기술을 바탕으로 국내외 시장을 개척하는 것으로 되어 있다.

〈표 4-5〉 일본 'Green Energy Port Hibiki' 사업의 단계별 계획

단 계	주요 내용
제1단계	• 실증연구 시설/공급자(supplier) 유치 – 공모·선정 – 물류창고, 유지·관리 센터 설치 – 해상풍력발전기 육상 설치
제2단계	• 대규모 해상풍력단지 유치 – 항만법 개정, 항만구역 확대 – 사업자 공모(항만, 지역 공헌 등 고려) – 우선 사업자 선정 – 해상풍력발전기 설치 개시
제3단계	• 해상풍력 관련산업 종합거점 구축 – 국내외 해상풍력사업 시장 개척 – 기능 정비(① 적출(積出) 거점, ② 수출입 거점, ③ 산업 거점)

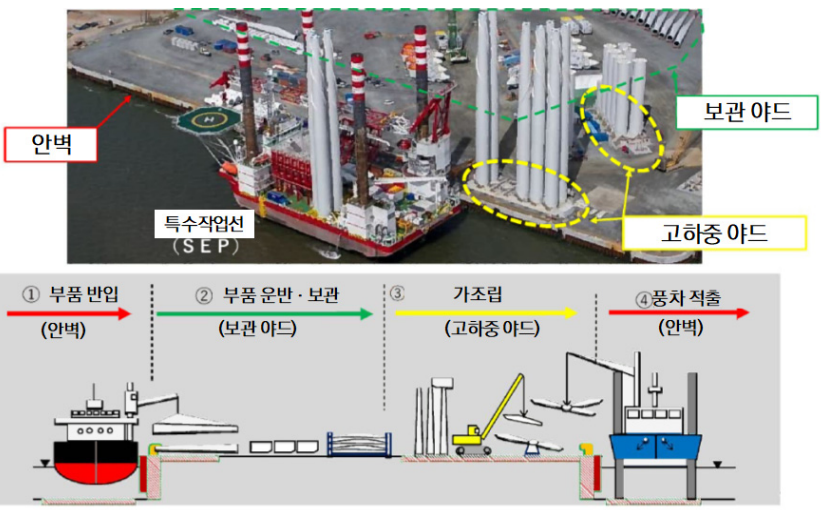
자료 : 福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018. 7, p. 3

종합거점 구축을 위해서는 다음의 세 가지 수준의 기능이 필요하다. 첫째, '해상풍력발전기의 적출(積出) 거점' 기능이다. 이는 해상풍력발전기 설치구역으로 관련 기기를 적출할 때 해상풍력발전기를 가(假)조립하여 완성체에 가까운 형태로 해상을 통하여 수송하기 위한 거점

을 의미한다. 즉 해상풍력발전기를 특수 작업선(SEP: Self Elevating Platform)에 싣고, 해상풍력발전단지 예정구역으로 수송한다.

둘째, '수출입 거점'으로서의 기능이다. 히비키 지역에서 제조한 해상풍력발전기를 다른 지역으로 수출하거나 해외에서 제조된 해상풍력발전기 부품을 수입하는 물류센터로서의 기능을 의미한다.

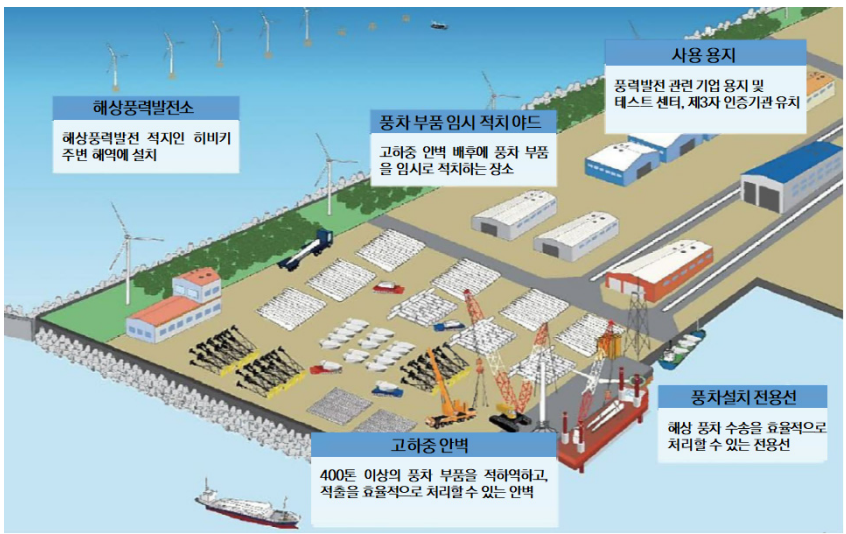
〈그림 4-9〉 항만의 적출기능 및 수출입 거점 개략도



자료 : 福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018. 7, p. 10

셋째, '산업거점' 기능이다. 항만시설 배후지에 제조기업, 공급기업, 유지·관리기업, 물류기업, 선사 등 관련산업이 집적되는 클러스터를 구축하는 것을 의미한다.

〈그림 4-10〉 히비키 항만의 해상풍력발전 및 클러스터 거점 구축도



자료 : 福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018. 7, p. 12

기타큐슈시는 이러한 기능정립을 통해 풍력발전과 관련하여 해외에서 부품을 수입하는 컨테이너터미널을 정비하고, 부품보관 창고를 제공하며, 부두 내에서 부품의 제조 및 공급이 이루어지도록 하며, 그 외 풍력발전기의 제조·조립·가공 등 연구업무를 지원할 계획이다. 또한 풍력발전기 입출항 부두건설을 통하여 해상풍력발전단지 지원시설을 확충하고, 물류망 구축 등을 지원하여 중장기적으로 관련산업을 항만에 집적함으로써 아시아 지역의 풍력발전 종합거점으로 발돋움할 계획을 수립하고 있다고 할 수 있다.

〈그림 4-11〉 히비키 지역 풍력발전 관련산업 종합거점 구상도

자료 : 響灘エネルギー産業拠点化推進期成会(검색일: 2019. 1. 15)

4. 일본의 해상풍력발전단지 구축의 경제적 효과

일본풍력발전협회는 산업연관분석을 이용하여 해상풍력발전에 따른 경제적 효과 및 고용창출효과를 산정하였다. 산정결과 2030년 10GW의 해상풍력발전단지를 구축할 경우 국내 직접투자액은 약 5.1억~5.7억 엔이 소요될 것으로 예상되고 이에 따른 경제적 파급효과는 약 13.4억~15.1억 엔으로 산정되었으며 고용창출효과는 약 8.5만~9.5만 명에 달할 것으로 분석되었다.

〈표 4-6〉 일본 해상풍력발전 구축의 경제적 효과 추정(2030년)

시나리오	세부 사항	단위	초기투자	유지·관리	합계
시나리오 1 (모든 장비 국산)	국내직접투자	10억 엔	4,808	936	5,743
	경제적 파급효과	10억 엔	12,766	2,302	15,069
	고용 창출	명	79,145	15,746	94,892
시나리오 2 (나셀(nacelle) 관련 부품 50% 해외조달)	국내직접투자	10억 엔	4,243	839	5,082
	경제적 파급효과	10억 엔	11,309	2,052	13,362
	고용 창출	명	70,964	14,303	85,266

주 : 1) 국내직접투자 : 2018~2030년에 도입될 풍력발전기에 필요한 초기 투자 및 유지·관리 비용 합계
2) 유지·관리 : 2018~2030년까지 누계도입량에 따른 각 연도 운전유지비용 합계
3) 철거비, 할인율은 적용하지 않음
4) 경제적 파급효과 및 고용창출 : 총무성 산업연관표를 바탕으로 산정
자료 : 日本風力発電協会, 「洋上風力発電の導入促進に向けて」, 2018. 3, p. 28

5. 시사점

1) 해상풍력발전단지 연계 해상풍력클러스터 조성으로 관련산업 활성화 및 지역경제 증진 도모

히비키나다의 'Green Energy Port Hibiki' 사업의 최종목적은 해상풍력발전단지를 조성하면서 관련산업을 항만 및 인근지역에 유치하여 관련산업의 집적 거점을 구축하고 이를 통하여 풍력산업 활성화라는 2차 효과를 도출하고 궁극적으로 지역경제 및 국가경제 증진에 기여하겠다는 것이다. 즉, 해상풍력발전단지 조성에 그치지 않고 풍력산업 등 관련산업 활성화를 위해 클러스터를 구축하는 전략을 채택하고 있다는 관련 정책의 핵심목표라고 할 수 있다.

2) 대규모 부지의 확보

일본은 해상풍력발전단지 조성 및 관련산업 집적을 위하여 대규모 부지를 확보하여 추진하고 있다. 대체적으로 2천만㎡ 이상의 부지를 확보하는 경우가 많다. 이는 해상풍력발전단지 조성과 연계하여 확실하게 관련산업을 활성화하고 지역경제에 기여할 수 있도록 체계를 갖추겠다는 정책적 지향점을 보여주고 있다고 판단된다.

3) 단계적·장기적·체계적인 해상풍력클러스터 구축 추진

일본의 해상풍력발전 거점화 방안에서는 1단계 실증연구 시설 및 공급자 유치, 2단계 대규모 해상풍력단지 유치, 3단계 해상풍력 관련 산업 종합거점 구축으로 단계별 개발계획을 책정하고, 개발계획을 실행하기 위한 구체적 사업방안을 마련하여 추진하고 있다. 이를 통해 개발사업자의 위험경감, 안정적이고 체계적인 개발을 도모하고 있다.

4) 해상풍력발전 산업활성화를 위한 점용공모제도 도입

국토교통성은 「항만법」 개정을 통해 해상풍력발전단지 개발을 활성화하고 사업자 유치를 원활히 하기 위하여 점용공모제도를 도입하였다. 점용공모제도의 최대 장점은 해상풍력발전사업에 참여하는 민간사업자가 최대 20년[52]까지 장기적으로 공유수면 및 항만시설을 점용·이용할 수 있다는 점이다. 이를 통하여 해상풍력발전사업의 위험을 줄이고 안정적인 사업추진을 촉진할 수 있다. 또한 정부가 사전조사·분석을 통해 항만 내 해상풍력발전 구역을 제시하기 때문에 민간사업자의 재원조달이 원활하고 장기적 관점에서 충분한 준비 및 건설기간을 확보할 수 있다.

52) 「재생에너지이용법」을 통해 최대 30년까지 확대하는 법 개정 추진 중.

제3절 독일[53)]

1. 개요

독일은 전 세계 해상풍력발전용량 2위(4.15GW)의 국가이다. 일찍이 지방자치단체를 중심으로 항만을 이용하여 해상풍력발전단지를 조성하고 발전사업을 추진하고 있다. 독일의 몇몇 지방자치단체가 어떠한 방법으로 항만을 중심으로 해상풍력발전단지를 구축하고 지역경제를 활성화시켰는지 알아보았다.

독일은 2025년까지 전체 전력수급의 30% 이상을 신재생에너지를 통해 보급한다는 계획을 가지고 있다. 나아가 2050년까지는 그 비중을 77~81%로 높이고 있다. 이를 통하여 2050년 기준 해상풍력발전 비중을 총 재생에너지의 24%로 확대하는 것을 계획하고 있다.

독일의 해상풍력발전단지 주변은 항만과 해상풍력 전진기지화를 지원하는 도시로 구분된다. 대표적 해상풍력도시는 Cuxhaven, Emden, Bremerhaven 등이 있다.

2. Cuxhaven 시 사례

Cuxhaven 시(市)는 북해에 근접한 도시로서 군항(軍港)이 있었으나 어장이 축소되고 해군기지가 철수하면서 시 재정이 악화되었다. 이에 주(州) 정부는 시 경제의 활성화를 위해서 시 관내 항만을 해상풍력 전진 기지항으로 선정하고 해상풍력발전 지원항만으로 개발하

53) 손충렬, 「세계풍력산업(시장, 기술, 정책 등) 동향 및 전남 풍력산업 육성전략」, 2017. 4. 6, 세미나 발표자료 요약.

였다. 항만의 원활한 개발과 이용을 위해 관련 인·허가를 신속히 진행하였으며 해상용 풍력발전기 대형화 추세를 고려하여 발전기 제작 공장의 입지 및 발전기 운송의 문제점을 파악하고 항만시설 확장을 통해 해상풍력발전단지 지원이 가능하도록 정책을 추진하였다. 이에 따라 해상풍력발전단지 조성사업에 Niedersachsen 주 항만청, Cuxhaven 시, 신재생에너지기업, 항만운송업체 등이 참여하였다.

2005년 6월부터 2008년 9월까지는 시 주도로 1단계 해상풍력전진기지화 사업을 추진하고 실증시험단지를 제공하였다. 또한 인증기관(DEWI-OCC)을 유치하고 대형발전기 실증단지를 설치하였다. 공장부지를 확장하여 대형구조물 제작 부품업체 공장을 설립하였다. 1차 해상풍력 제작 구조물 하역 및 운송용 항만시설을 건설하고 도로 및 철도하역시설 등 해상풍력구조물의 처리를 지원하는 기반시설을 조성하였다.

〈그림 4-12〉 독일 Cuxhaven 시 해상풍력발전사업의 항만 활용사례

〈 실증시험단지 및 공장부지 확장 〉

〈 해상풍력입지 항만시설 및 공장부지(공사 중) 〉

자료 : 손충렬(2017), 전게서

3. Emden 시 사례

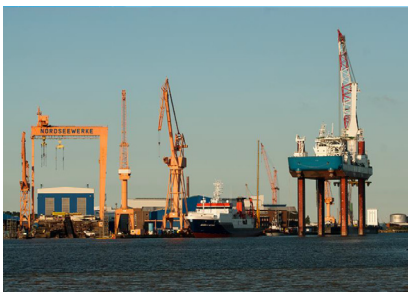
Emden 시(市)는 북부독일에서 세 번째로 큰 항만도시이며 항만 배후에는 Thyssen 조선소와 자동차 생산공장이 있다. 2011년 Niedersachsen 주(州)는 시 관내 Emden항을 해상풍력전진기지항만으로 지정하고 1.2GW 규모의 해상풍력발전단지를 조성하기로 하였다. 이를 위해 Emden항을 해상풍력발전기 제조기업인 Bard사(社) 및 타워제작사(社)의 해상풍력발전기 제품운송기지 항만으로 기능을 확장하였다.

기존 항만의 기능전환에 따라 입주기업의 성격도 변하고 있다. 철강구조물 생산기업인 SIAG는 Thyssen 그룹의 조선소를 인수하여 육상용 스틸타워 제조 및 메인프레임, 해상용 부품구조물, 변전용 해상구조물 등을 생산하는 공장으로 사용하고 있다. 아울러 타워 및 기초 제조사가 입주하여 발전기 제조사인 Enercon에 육상풍력발전기 타워를 조달하고 있다. Emden 시 차원에서도 Enercon에 해안성능실험 기지를 제공하는 등 해상풍력발전단지 조성사업의 활성화에 노력하고 있다. 해상풍력관련산업의 항만 내 유치로 관련 제조기업에서 근로자를 채용하면서 추가적인 고용창출이 발생하고 있으며, 해상풍력을 통한 전력공급, 주변 부품업체와의 협력 등이 이루어지는 등 경제적 파급효과를 거두고 있다.

〈그림 4-13〉 독일 Emden 시 해상풍력발전사업의 항만 활용사례

〈 Bard사 해상풍력발전기 제작공장 〉

〈 SIAG의 해상풍력 설치용 구조물 〉



자료 : 손충렬(2017), 전게서

4. Bremerhaven 시 사례

Bremerhaven 시(市)는 Bremen 주(州)에 있으며 조선업·수산업 등의 구조조정으로 인해 지역경제가 침체되면서 Bremerhaven항을 2040년까지 해상풍력 전진기지항만으로 전환하는 계획을 수립하고, 해상풍력 관련기업 및 연구소 등을 항만 및 배후지에 유치하면서 지역경제를 활성화시켰다.

Bremerhaven 시는 해상풍력 전진기지화 계획을 수립하고 원활한 추진을 위하여 풍력발전기 운송 및 설치 가능성을 검토하고 조성해역의 환경성을 검토하였다. 또한 Bremerhaven항을 해상풍력 전진기지항만으로 조성하면서 발생하는 지역경제효과 등을 검토하고 인구증감률 및 고용인력 투입방안을 마련하고 이를 토대로 단계적 개발계획을 수립하였다. 아울러 해상풍력 관련기업 및 연구기관 등과 관련 인프라 구축관계를 정립하였다. 이러한 노력을 한 결과 유휴항만시설을 해상풍력발전단지 조성 및 지원항만 기능으로 전환하고 4개 부두 중 3개 부두를 해상풍력 관련 제품 출하·제작·보관에 사용하면

서 인근에 400여 개에 달하는 관련기업과 연구소를 유치할 수 있었다. ARENA Multibrid, REpower Systems, Power Wind, Power Blades 등의 회사와 날개 테스트 실험실을 보유한 Fraunhofer 연구소, Bremerhaven 대학, FK-Wind 연구소, Blade 개발연구소 등이 대표적인 입주업체이다.

〈그림 4-14〉 독일 Bremenhaven 시 해상풍력발전사업의 항만 활용사례

〈 신설 항만부지 계획도 〉 〈 해상풍력발전기 하역시설 〉

자료 : 손충렬(2017), 전게서

5. 시사점

첫째, 독일의 지방자치단체는 주요 해상풍력발전기 제조 기업을 항만에 유치하여 관련부품 제조기업과 상생협력이 가능한 체계를 구축하고 지역경제 활성화에 기여할 수 있도록 하였다. 즉 관련산업 활성화를 위해서는 주요 부품 제조·생산기업을 우선 유치하고 하위부품 생산업체와 물류네트워크를 구축하여 지역경제에 필요한 부가가치를 창출할 수 있는 체계를 만드는 것이 중요하다는 시사점을 얻을 수 있다. 우리나라도 해상풍력클러스터를 조성할 때 사전에 참여기

업에 대한 수요 조사 및 부지규모와 지원사항 등을 파악할 필요가 있음을 시사하고 있다.

둘째, 기존 항만시설 중 유휴시설의 기능을 해상풍력클러스터 조성에 적합하게 전환하여 시설을 적극 활용하고 있다는 점이다. 이를 통하여 기존 항만시설의 활용도를 제고하고 해상풍력발전시설 지원부지 조성에 투입되는 비용을 절감하여 사업성을 제고하고 사업위험을 줄일 수 있는 기반을 만들어주고 있다는 점을 시사한다.

제 5 장

해상풍력클러스터 조성 조건 및 문제점

제1절 개요

5장에서는 해상풍력클러스터 조성을 위해 필요한 조건을 검토한다. 많은 연구는 해상풍력발전단지 조성을 중심으로 단지조성에 필요한 조건을 검토하고 적절한 입지선택을 제안하고 있다. 일부 연구의 경우 해상풍력발전단지 개발을 지원하기 위한 항만개발 시 필요한 조건 등을 제안하기도 한다. 그렇지만 정부의 이행계획(안)과 같이 해상풍력클러스터 조성에 필요한 조건을 종합적으로 묶어서 검토한 연구는 찾아보기 힘들다. 이는 우리나라의 해상풍력발전사업이 클러스터 조성을 기반으로 추진된 것이 아니라 필요한 수요가 발생할 때마다 관련기업에서 부품을 제조·생산하고 인근 부두, 물양장, 자기소유 부두에서 직접 대형바지를 통하여 해상에서 발전단지로 운송하는 방식을 유지하고 있었기 때문에 추가적 연구의 필요성이 높지 않은 영향도 있는 것으로 판단된다. 여기에서는 해상풍력발전단

지 조성에 필요한 일반적 조건과 지원항만을 건설할 경우 필요한 조건을 정리하고 클러스터 조성을 위해 필요한 조건을 해당 전문가와의 인터뷰 결과를 토대로 정리한다. 이를 통하여 해상풍력클러스터 조성에 필요한 요인을 제시한다. 해상풍력클러스터 조성에 필요한 요인은 해상풍력클러스터에 입주할 기업의 참여조건이 되기도 한다.

다음으로는 이러한 요인검토를 통하여 정부의 해상풍력클러스터 조성 정책의 문제점을 제시한다. 문제점은 앞서 본 연구에서 기술한 기존 연구결과와 현재까지의 정부정책 추진 현황 등을 고려하여 사안별로 정리하고 필요시 현황을 추가하여 기술한다.

조건제시 및 문제점 분석을 위하여 해상풍력 산업화 관련 기초 연구자료와 발표자료 등을 검토하였다. 현실적이고 실제적인 해상풍력클러스터 조성에 필요한 조건과 현 수준에서의 문제점과 한계 등을 현실성 있게 파악하기 위하여 관련 연구자, 관련산업계 종사자, 관련 산업협회 등의 전문가를 대상으로 심층 인터뷰를 수행하였다. 전문가와 실무자가 현실적인 현장에서 느끼는 문제점을 본 연구에 반영하고자 하였다. 또한 관련 전문가를 대상으로 복수의 인터뷰와 상호의견 점검을 통하여 해상풍력클러스터가 성공할 수 있는 기초수요와 조성 조건을 도출하였다.

제2절 해상풍력클러스터 조성 조건

1. 해상풍력발전단지 조성 조건

해상풍력발전단지 조성 요건은 연구의 목적과 대상에 따라 약간씩

다르지만 크게 해상에 관한 조건, 해풍에 관한 조건, 계통연계에 관한 조건, 민원에 관한 조건 등으로 구분 가능하다. 김지영 외(2009)의 연구는 해상풍력단지 선택기준으로서 풍황, 해황, 환경보호, 입지조건, 기타로 구분하고 있다. 풍황은 바람의 등급과 최대풍속을 포함하는 요인인데 풍력밀도와 평균풍속이 높을수록, 최대풍속이 높을수록 여건이 좋다고 할 수 있다. 해황은 파고 및 주기, 평균조차, 수심의 정도와 해저지질 및 지반상태, 지진력 등을 포함하는데 해상풍력발전에 유리한 요인은 수심이 적당하고 평균조차가 클 때이다. 환경보호 요인은 해상풍력발전단지가 환경보호지역에서 제외되어 있을 때가 유리한 요인이 된다. 입지적으로는 항만과 인접한 해상이 좋다. 이는 사업의 경제성과 연관이 있다. 기타 해상풍력발전단지 인근의 군사시설 유무, 어장 유무, 국립공원 유무 등을 포함하며 해상풍력발전단지 해역에 이해관계 요인이 적을수록 사업추진에 유리하다.

해상풍력발전단지 조성을 위해 국토해양부(2011)[54]가 정책적으로 검토한 연구를 보면 해상풍력발전단지 조성 조건으로서 풍황, 해황, 입지여건 외에 환경보호구역 유무, 중요시설 유무, 민원문제의 존재 유무, 지방자치단체의 추진의지 등을 추가로 검토한 바 있다.

기존 관련 연구에서 제시한 해상풍력발전단지 조성 요인을 종합하면 크게 자연환경, 정책환경, 지역환경 등으로 대분류할 수 있으며 세부적인 고려요인과 판단기준은 〈표 5-1〉과 같이 정리될 수 있다.

54) 현 해양수산부와 국토교통부의 통합부처.

〈표 5-1〉 해상풍력발전단지 조성 요인 종합

요인		세부내용	판단기준
자연환경	풍황	풍력자원	풍력밀도 및 풍속
		태풍 및 기상	최대풍속 및 태풍발생빈도
	해황	파랑	파고 및 주기
		조위차 및 조류속도	조위차 정도
		수심 및 지질	적절한 수심 확보
		지진	지진에 강한지 여부
	입지여건	항만과의 이격	이격거리
		변전소와의 이격	이격거리
정책환경	환경보호	환경보호지역, 조류이동경로 및 서식지 관련, 국립공원관련	환경영향평가 통과여부
	군사시설	해역 내 군사시설 유무, 통항로	국방분야 협의 가능성
지역환경	지자체 의지	사업추진 및 지원의지	지자체 민원해결, 지원 가능성
	어업권	어장	어업권 존재 또는 타협 가능성

주 : 저자 재정리

2. 해상풍력발전단지 지원항만 조성 조건

해상풍력발전단지 조성요건 검토보다 조금 더 확장된 검토연구가 지원항만 조성요건에 대한 연구라고 할 수 있다. 조성우 외(2013)는 지원항만 개발 및 운영에 필요한 조건으로서 해외사례를 검토하고 ⅰ) 해상풍력부품 생산기업의 지원항만 인근 입지, ⅱ) 기초구조물 제작사와 터빈 제작사의 항만배후지 입지, ⅲ) 대규모 지원항만 부지의 확보, ⅳ) 운송선박의 형태와 규모에 맞는 지원항만의 건설, ⅴ) 다양한 기능을 가진 지원항만의 건설을 제안하였다.[55]

55) 조성우·박명섭·한낙현, 「군산항의 해상풍력 지원항만으로서의 역할 및 전략에 관한 연구」, 『무역학회지』, 38(2), 2013. 4, pp. 128~129.

고현정(2012)은 해상풍력단지 전용항만 입지선정 요인으로서 집적요인, 지역요인, 경제요인, 입지요인으로 구분하여 중요도를 평가하였다.[56]

집적요인은 관련산업의 입주정도를 의미하며 지역요인은 지방자치단체의 정책을 포함하여 생활 가능한 인프라 구축정도 및 인력활용 가능성을 세부요인으로 포함시켰다. 경제요인으로는 기본적인 해상풍력발전단지 조성물동량, 부지구입비용 및 건설비용을 포함시켰다. 입지요인으로는 기타 연구에서 검토한 자연요건 및 배후교통 이용 편리성 등을 포함시켰다. 대체적으로 고현정(2012)의 연구는 해상풍력클러스터를 의미하지는 않고 있지만 해상풍력발전단지 조성과 지원항만의 활성화와 관련된 요인이 복합적으로 포함된 요인을 제시하고 있다. 그리고 각 요인의 중요도를 평가하였는데 대형 부품기업의 입주와 물동량을 제일 중요한 요인으로 제시하였다. 그런데 종합적으로는 집적요인, 입지요인, 경제요인의 순서로 중요하다고 평가하였다. 아울러 해상풍력 전용항만을 건설할 때 관련 산업체 기업의 의견을 충분히 반영할 필요가 있다고 하였다.

심기섭 외(2017)의 연구는 해상풍력발전단지 지원항만의 활용 관련 요인을 검토한 가장 최근의 연구라고 할 수 있다. 동 연구에서는 기존의 여러 연구결과를 토대로 항만구역 내 신재생에너지 도입 결정요소로 기술적 측면과 경제적 측면, 사회적 측면으로 구분하고 중요도를 평가하였는데 경제적 측면, 기술적 측면, 사회적 측면의 순서로 중요한 것으로 결과를 도출하였다.[57] 기술적 측면은 기술성숙도,

56) 컨소시엄 요인도 있으나 이는 특정사업을 대상으로 추가한 것이므로 본 연구에서는 지원항만 요인에서 제외하고 소개하지 아니하였다.

57) 비록 항만구역 신재생에너지 도입 결정요소를 분석이라는 주제로 연구하였지만 여기서 신재생에너지에 관한 검토내용은 풍력발전에 관한 부분이 상당량을 차지하고 있고 결정요소 분석을 위해 검토한 선행연구도 해상풍력 지원항만과 관련된 내용이므로 실질적으로는 해상풍력지원항만 결정요소

원천기술 확보여부, 기술개발에 따른 설비효율성 여부 등이 포함되었으며, 경제적 측면은 투자비용과 수익률, 시장 확장 가능성 등이 포함되었다. 사회적 측면은 정부정책과 지원, 민원여부 등이 포함되었다. 그런데 이러한 분류는 다른 연구보다는 결정요인이 더 포괄적이라는 점이다. 따라서 구체적인 정책수립 및 대안, 정책 추진방향을 제시하지 못하고 있다는 한계가 있다.

이상의 관련 연구결과를 토대로 해상풍력발전단지를 지원할 수 있는 항만의 개발 및 활용조건을 재정리하면 〈표 5-2〉와 같다.

〈표 5-2〉 해상풍력발전단지 지원항만 조성요인 종합

요인		세부내용	판단기준
입지요인	해상환경	수심	적정수심
		작업가능일수	최대 작업일수 확보여부
	인접성	풍력단지와 이격거리	해상풍력단지와 항만 간 거리
관련산업 성장성	산업집적	관련산업의 집적정도	항만인근 산업집적 정도
		관련산업 R&D 개발정도	R&D 프로그램 추진 및 인력양성 정도
	기술력	원천기술보유	독점적 기술보유 정도
		기술성숙도	부품개발 등 기술수준
경제성	물동량	해상풍력발전수요	발전수요량
	건설 및 운영비	건설 및 운영비	사업비용의 절감 정도
정책환경	정부정책	정책수립정도	중장기 관련정책 수립여부
		정부지원정도	직·간접 재정지원 방안 등
사회환경	민원	주민 반대정도	어업권, 인근주민 반대 정도

주 : 저자 재정리

에 대한 분석이라고 할 수 있다.

3. 해상풍력클러스터 조성 조건

1) 전제 및 접근 방법

해상풍력클러스터 조성 조건은 관련 연구전문가, 터빈 등 해상풍력제품 생산기업의 중견간부 및 실무자, 관련 산업협회 임원 및 실무자를 대상으로 필요한 조건 및 현황에 대한 인터뷰를 통하여 도출하였다. 대부분의 연구가 클러스터라고 명명하여 조성 조건을 다룬 사례가 없고 해외사례의 경우에도 클러스터라는 단어를 사용하고는 있지만 이행계획(안)과 같이 아예 대상과 범위를 지정하고 장기적 관점에서 정부차원에서 접근하여 조성 조건에 대하여 논의한 연구가 잘 발견되지 않고 있기 때문이다. 다만 연구 중간내용에 필요에 따라 관련산업의 집적이나 배후교통망의 건설, 관련 기술개발 및 연구의 필요성, 연구단지 구축 필요성 등에 대하여 언급하는 데 그치고 있다.

따라서 실제 관련 연구를 수행한 연구자의 자료와 제안, 중요 부품 제조·생산기업의 업무 담당경력이 있는 중견간부, 관련산업 동향을 점검하면서 산업에 대한 이해와 전문성, 풍부한 경험을 가진 전문가의 언급을 통하여 정리하는 것이 우리의 현실에 부합하고 정책의 구체적 추진에 도움이 될 것으로 판단하였다.

한편 클러스터 조성이라는 명제에 집중하기 위하여 조성 조건을 도출함에 있어 해상풍력발전단지 조성조건은 제외하였다. 해상풍력발전단지는 조성되는 것으로 전제하였다. 본 연구의 목적이 해상풍력클러스터를 조성하기 위하여 항만 및 배후단지를 어떻게 활용할 수 있는가를 제안하는 것이기 때문이다. 또한 이행계획(안)에서 계획하고 있는 연구개발(R&D) 관련 연구소, 기업, 학교 등의 집적과 관련된 사항은 심도 있게 검토하지 않았다. 관련산업의 집적과 해상풍력

발전사업 추진으로 기업활동의 중심이동이 선행되어야 연구개발 관련 구성체의 집적이 가능하다고 응답한 전문가들의 공통된 지적이 있었기 때문이다. 즉 연구개발 관련 구성체만 집적한다고 해서 클러스터가 조성되지는 않는다는 것이다. 아울러 정부가 해상풍력발전단지 개발을 촉진하기 위하여 도입을 추진하고 있는 계획입지제도가 법률기반을 갖출 것으로 보아 정부의 풍력단지 촉진제도 추진 등은 조성 조건으로 고려하지 않았다.

2) 해상풍력 클러스터 조성 조건

관계자 대상 집중 인터뷰를 통하여 도출된 대강의 조성 조건은 ⅰ) 대규모의 해상풍력발전수요 확보(지속적인 발전용량 증가필요), ⅱ) 집적개발(1개 해상풍력발전단지당 발전용량 최소 1GW 이상 5GW까지 단지조성 필요), ⅲ) 사업의 경제성 확보를 위한 비용절감방안 확보, ⅳ) 항만개발 및 클러스터 입주에 정부지원, ⅴ) 민원의 해결, ⅵ) 선박형태 및 규모를 고려한 항만개발, ⅶ) 부품업체의 사업다각화 지원(O&M 병행), ⅷ) 고정식 및 부유식 해상풍력발전에 대응할 수 있는 체제 구상(부두면적, 부수시설에 차이 발생) 등 여덟 가지로 정리되었다.

(1) 대규모의 지속적 해상풍력발전수요 확보

전문가들은 현행 풍력산업 유통구조상 무엇보다 대규모의 지속적인 해상풍력발전수요가 확보되어야 해상풍력클러스터 조성이 성공할 수 있다고 보았다. 총 해상풍력발전용량이 0.04GW 수준에서 1GW인 서남해 해상풍력발전단지를 장기간에 걸쳐 조성한다고 해도 현재의 관련기업에서 순차적으로 제품을 제조·생산하고 국내에서 확

보할 수 없는 제품은 외국에서 수입하여 조달이 가능하기 때문이다. 이 경우 현재의 생산부지를 확대하거나 현재의 생산부지를 폐쇄하고 별도의 항만 및 배후단지로 생산공장을 이전시키지 않는다고 한다. 일시적으로 현재의 생산용량 수준을 뛰어넘는 대규모 해상풍력발전단지를 여러 곳에 개발하고 1회의 풍력기기 교체주기를 넘는 10년 이상의 개발물량이 확보되어야 한다는 것이다. 전문가들은 이행계획(안)에 따르면 2030년까지 추가로 16.6GW의 풍력발전용량을 확보하는 것이므로 해상풍력클러스터 조성의 기본조건은 갖추고 있다고 평가하였다.

(2) 대규모 집적개발

클러스터 조성에 필수적인 대형 부품제조기업의 항만 및 배후단지 입주가 가능하기 위해서는 대규모로 풍력발전단지를 집적하여 개발하여야 한다고 한다. 최소 1곳에 1GW 이상 5GW 정도 개발하여야 대폭적인 제품생산수요가 발생하고 공장증설 및 추가부지확보의 필요성이 발생한다고 한다. 일시 개발규모에 대하여 인터뷰에 응한 전문가들마다 일부 차이가 있었지만 최소 및 최대 규모에 대하여는 의견의 일치를 보였다. 소규모로 전국에 걸쳐 순차적으로 개발할 경우 현재의 부지와 생산공장에서 충분히 관련 부품 등을 조달할 수 있기 때문에 클러스터화가 용이하지 않다고 하였다. 한편 대만의 경우 5.5GW를 타이중항 전면 해상에 개발하는 계획을 수립하고 있으므로 해상풍력 클러스터화가 가능한 조건을 가지고 있다고 할 수 있다. 유럽의 경우 해상풍력발전사업 선진국이 몰려 있지만 단일사업으로 5GW 이상 해상풍력발전사업을 추진하여 운영 중인 사례는 찾기 어렵다.

(3) 사업비용

해상풍력클러스터가 구축되기 위해서는 주요 부품제조사의 항만 및 배후단지에 입주하여 집적되어야 하고 해상풍력발전사업과 연계하여 수익을 창출하여야 제품제조·생산·판매, 사업추진과 순환관계를 형성하면서 클러스터가 지속될 수 있다. 이런 관점에서 해상풍력발전단지 개발 및 운영비용은 클러스터 구축에 주요한 결정요인이 될 수 있다.[58]

영국의 경우 해상풍력발전시스템의 주요 구성요소와 관리·운영비용, 기타 사업추진비용 등을 포함한 개발 및 운영비용의 구성요소별 비용구조를 보면 관리·운영비용이 가장 많은 비중을 차지하지만(39%) 구조물만 고려하면 풍력터빈시설이 26%로 실질적으로 가장 비용비중이 높다. 관리·운영비용의 비중이 높은 것은 설치시설물에 대하여 매년 투입되는 유지관리비용, 유지관리인원의 인건비 등이 포함되었기 때문으로 분석된다. 사업추진에 필요한 각종 프로젝트 추진비도 총비용의 2% 정도를 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 5-3〉 해상풍력발전단지 개발 및 운영비용 구조(영국 사례)

단위: %

분야		비중
상위수준	하위수준	
풍력터빈공급 (Wind turbine supply)	터빈조립(Turbine assembly)	1
	블레이드(blade)	7
	주물 및 단조(Castings and forgings)	2
	동력전달장치(DriveTRAIN)	8
	타워(Tower)	4
	터빈 기타(Turbine other)	4
소계		26

58) 해상풍력터빈 제조기업 사업 담당자 인터뷰 내용.

분야		비중
상위수준	하위수준	
발전연계설비 (Balance of plant)	해상수출케이블(subsea export cable)	2
	해상배치케이블(subsea array cable)	1
	하부시설(substations)	7
	기초시설(Foundations)	8
	기타(balance of plant other)	1
소계		19
구조물 설치 및 수수료 (Installation and commissioning)	피난부두(installation ports)	0.5
	터빈설치(Turbine installation)	2
	기초구조물 설치(Foundation installation)	4.5
	해상케이블 설치(subsea cable installation)	4
	기타 설치(installation other)	3
소계		14
운영, 관리 및 서비스 (Operation, maintenance and service)	운영·관리·기본서비스(Operation, maintenance and miner service)	20
	중요서비스(Major service)	7
	운영관리시스템 기타(OMS other)	12
소계		39
개발 및 사업관리 Development and p[roject management]	해상풍력설계(Wind farm design)	0.1
	조사(surveys)	0.3
	기타 프로젝트(Project other)	1.6
소계		2
합계		100

자료 : Roberts et al., *UK offshore wind supply chain:capabilities and opportunities*, 2014. 1, p. 14

한편 해상풍력발전단지 구축에 소요되는 사업비와 관련하여 건설비 차원에서 검토한 연구도 있다.[59] 성진기(2017)는 풍력터빈, 하부구조물, 해상케이블, 해상설치 등으로 사업비용을 구분하고 각각에

59) 성진기(2017), 전게서, pp. 49~50.

대하여 비중을 분석하였는데 풍력터빈 제작에 38%, 하부구조물 제작에 17%, 해상케이블 설치에 7%, 해상설치비용으로 21%를 차지할 것으로 보았다. 대체적으로 해상풍력 13GW 건설 기준 MW당 평균 건설비용이 3백만 유로가 소요될 것으로 보았다. 1유로당 1,276.85원으로 환산할 경우 MW당 건설비용은 38.3억 원으로 추정된다. 2030년까지 추가 건설되는 풍력발전용량이 13GW임을 고려하면 총 건설비용의 현재가치는 49.79조 원이 된다. 다만 해외의 경우 우리나라보다 건설비용이 약간 적어서 MW당 2.5백만 유로로 보았다.

(4) 항만개발 및 클러스터 입주에 정부지원

해상풍력클러스터를 위해서는 항만 및 배후단지 등 일정구역에 풍력산업 연관기업의 입주가 필요하다. 이때 관련 제조기업은 필요시 생산공장 신설, 운영건물 건설 등 제품생산과 생활에 필요한 기반시설이 필요하고 제품의 보관 및 야적 등을 위한 부지가 필요하다. 일반적인 경우 제조기업 등이 재원을 조달하여 직접 부지를 매입하고 시설을 축조해야 한다. 앞서 언급하였듯이 해상풍력클러스터는 해상풍력발전단지 조성과 연계되므로 클러스터의 성공적 조성을 위해 투입되는 비용은 해상풍력발전단지 조성비용과 관련기업의 입주활동 부지와 상부시설 등이 포함된다. 이는 대규모 투자비를 필요로 하게 되므로 적절한 수준의 정부지원이 필요하다. 정부는 1차적으로 공유수면 점·사용료 등에 관한 수수료 비용부담 저감을 추진 중이나 클러스터 부지에 입주하여 생활하는 비용도 지원이 필요하다. 특히 지원항만 등을 연계하여 개발할 경우 개발방법에 따라 풍력산업 관련기업의 실질적 부담을 경감할 수 있는 사업방법 추진과 임대료 부담경감이 가능하도록 하여야 한다.

(5) 민원의 해결

해상풍력 관련 전문가나 기업실무자 등은 사업 추진과정에서 발생하는 민원해결도 클러스터 조성에 중요한 요인이라고 보고 있다. 이 부분은 해상풍력발전단지 구축 시 발생하는 민원이 상당부분이 될 수 있다. 해상을 활용하므로 개발지구 내 어업권 유무, 군사시설 설치 여부 등은 우리나라의 수산 활동 여건 및 국내외적 군사 분야 국방관계를 고려할 때 우선순위에 두고 고려해야 할 요인이 되고 있다. 이러한 요인이 사전에 해결되지 않을 경우 해상풍력발전단지 구축과 연계한 클러스터 구축은 효율성이 떨어질 수밖에 없다.

(6) 해상풍력시설 설치선박용 부두시설 확보

대규모의 해상풍력발전단지와 클러스터가 조성될 경우 풍력부품의 해상수송방법 변화가 필수적이다. 현행처럼 대규모 바지선을 이용하여 수송하고 해상작업을 하는 것은 해상여건에 따라 작업휴무가 상당기일 발생할 수 있고 해상작업의 위험성이 높아져 전용선박을 통한 부품수송과 설치작업의 필요성이 높아지고 있다. 따라서 전용선박의 접안이 가능한 전용부두 건설이 필요하다.

(7) 부유식 해상풍력발전단지 조성 지원항만 개발 필요

부유식 해상풍력발전단지는 아직까지는 보편적인 해상풍력발전단지 구축방법이 아니다. 일부 유럽 국가에서 상용화하고 있으나 더 높은 수준의 기술개발이 필요한 상황이다. 하지만 부유식 해상풍력발전단지는 먼 외해에 해상풍력발전단지를 설치할 수 있는 장점이 있어 수심제약이 적고 연안에 해상풍력자원이 미약한 국가가 활용할 수 있는 유용한 방식이다. 최근 울산시는 1GW급 부유식 해상풍력발

전단지 구축을 시도하고 있어 우리나라도 부유식 해상풍력발전단지 구축에 맞는 항만시설의 확보가 필요하다.

부유식 해상풍력발전단지는 고정식 해상풍력발전단지 구축과 대비하여 부두면적, 부수적인 항만시설에 차이가 있다. 부유식 해상풍력시설을 지원할 수 있는 전용선박 건조가 가능한 도크식 시설이 필요하다. 기존의 일반화물처리 형태의 안벽시설만으로는 부유식 해상풍력발전시설을 운송 및 설치할 수 있는 선박의 활용이 어렵다.

(8) 해상풍력부품 제조기업의 사업다각화 지원(O&M 사업병행)

해상풍력부품 제조기업은 몇몇 대형부품을 제조·생산·조달할 수 있는 대기업을 제외하고는 중소규모의 기업이 대부분이다. 해상풍력클러스터는 관련산업의 대기업이 우선적으로 입주하여 산업생태계를 조성하고 2차, 3차 부품조달기업이 순차적으로 입주하여 기업군을 형성하고 관련 기술개발을 할 수 있는 연구단체, 연구기업, 학교시설 등의 입주가 이루어지는 것이 바람직하다. 하지만 중소형 규모의 기업은 기존의 생산시설 외에 새로운 부지에 창고 등의 임대가 아닌 시설입주와 별도의 운영건물을 확보하여 제2사업체를 운영하기가 어렵다. 따라서 2차, 3차 부품을 생산하면서 해상풍력발전단지의 유지관리사업을 병행할 수 있는 여건을 마련해줄 필요가 있다. 이를 통하여 해상풍력발전단지 유지관리 운영 노하우를 습득하고 제품생산 및 조달등과 연계하여 사업수익성을 제고할 수 있는 기반을 마련함으로써 풍력산업 생태계 내 대기업, 연구 관련 기구와의 선순환 상생활동관계를 유지할 수 있도록 할 필요가 있다.

3) 종합

상술한 전문가가 제시한 해상풍력클러스터 조성 조건은 수요요인, 경제성 요인, 정책요인 등으로 구분이 가능하며 여덟 가지 조성 조건을 세 가지로 대분류하여 각각의 세부내용과 판단기준을 제시하면 〈표 5-4〉와 같다.

〈표 5-4〉 해상풍력클러스터 조성 조건 종합

요인		세부내용	판단기준
수요요인	집적개발	특정 해역에 대규모 개발	최소 1GW 이상 5GW까지
	지속개발	장기개발수요 확보	10년 이상
경제성 요인	사업비용	해상풍력발전단지 조성 및 관리운영	해상풍력발전단지 조성비, 시설관리 운영비용
		항만개발	기반시설 및 상부시설사업비
	정부지원	공유수면 점·사용	해상풍력발전단지 해역이용
		항만 및 배후단지 입주	임대료 등 부지사용료 면제 등
정책요인	민원	해상풍력발전수요	발전수요량
	전용선박 수용	해상풍력발전 전용선박 이용	고정식 및 부유식 해상풍력발전 전용선박 이용 항만시설 구비, 대형선 접안 가능시설 축조
	산업지원	사업다각화 지원	중소기업 O&M 사업 참여

자료 : 전문가 인터뷰 내용을 저자가 정리

제3절 해상풍력클러스터 조성의 문제점

해상풍력클러스터 조성정책을 정책수립부터 집행, 집행 후 정책 환류 차원에서 볼 때 현재 단계는 정책수립 단계를 넘어 수립된 정책의 제도화 단계에 있다고 할 수 있다. 해상풍력클러스터조성의 문제

점을 정책 추진과정에서 나타나는 문제점과 클러스터 기반조성 관련 문제점으로 구분하여 검토하였다.

1. 정책추진 과정 측면

1) 계획입지제도 도입지연(주민 수용성 확보 어려움)

계획입지제도는 해상풍력발전단지 개발 활성화를 위해서 도입되어야 할 핵심제도이자 해상풍력클러스터 조성으로 진행되는 정책연계제도라고 할 수 있다. 정부는 「재생에너지 3020 이행계획」에서 계획입지제도를 활용하여 해상풍력클러스터를 조성하겠다는 계획을 세우고 계획입지제도 도입을 골자로 하는 「신재생에너지법 개정(안)」을 2017년 12월 국회에 상정하였다. 그러나 2019년 1월 현재까지 도입의 찬반 논란을 비롯하여 제반사정으로 인하여 법률 개정(안)이 통과되지 못하고 계류 중이다. 계획입지제도가 도입되지 못하면 해상풍력발전사업 추진 시 주민수용성을 확보하기 어렵고 해상풍력발전단지 개발사업의 이익공유 등 지역경제 기여방안의 법적 토대를 구축할 수 없게 된다. 또한 계획입지제도 도입이 지연되면 「재생에너지 3020 이행계획」의 기한 내 실현이 어렵고 관련 정책도 실패할 가능성이 높아진다. 정부는 2019년 하반기까지 개정 법률(안) 통과를 목표로 하고 있다.

2) 중앙정부의 정책관여 역할 한정

정부의 이행계획(안)은 지방자치단체가 중심이 되어 해상풍력발전단지를 조성하도록 하고 있다. 중앙정부의 역할은 계획입지제도의 도입과 추진상황 점검에 그치고 있다. 계획입지제도가 도입되면 이

에 따라 관계기관 협의, 해역개발 및 이용 관련 주민동의 등을 포함한 각종 절차를 거쳐 사업부지를 확정하고 사업시행자를 선정하는 등 지방자치단체가 상당부분을 이행하도록 하고 있다. 하지만 지방자치단체 주도의 사업개발 및 추진은 지역이기주의에 따라서 남발될 가능성이 있다. 적정한 중장기 계획하에 개발이 통제되면서 선택과 집중, 균형적 발전전략이 활용될 여지가 적다. 오히려 복잡한 민원사항의 해결을 지방자치단체에 이관함으로써 중앙정부 차원의 종합적 정책조율체계가 작동될 여지가 줄어 사업추진이 더디게 될 가능성이 높다. 특히 해상풍력발전단지 구축과 관련한 정책은 제주도를 제외하고는 현재 정부가 추진하고 있는 「서남해 2.5GW 해상풍력발전단지 구축사업」도 더디게 추진되고 있다.

2. 해상풍력클러스터 조성 기반 구축 측면

1) 해상풍력클러스터 조성 이행계획의 구체성 미흡

정부의 해상풍력클러스터의 조성계획은 개괄적 차원에서 클러스터 구성요소만을 제시하고 있고 구체적인 범위와 규모, 추진방법, 추진일정 등에 관한 내용이 없다. 다만 해상풍력발전단지 개발이 시범, 실증단계를 거쳐 확산단계에 도달하면 해상풍력클러스터를 조성하는 것으로 되어 있는데 대규모 해상풍력발전단지가 구축되면 자연적으로 해상풍력클러스터를 조성할 수 있을지 의문시된다. 정부계획대로 해상풍력발전단지 확산단계에서 해상풍력클러스터를 구축할 경우 실질적으로 현재의 주요 해상풍력발전부품 제조·생산기업이 입지한 지역을 중심으로 확산되는 형태로 관련산업이 조정될 수 있다. 이 경우 각 기업의 단기적 이익에 의하여 관련산업의 집적과 연구개발

및 관련 전문가 양성, 교육훈련 등을 포함한 종합적인 해상풍력클러스터 구축이 추진되기 어려울 수 있다.

2) 해상풍력클러스터 조성 관련 계획의 항만기본계획 미반영

해상풍력클러스터는 기본적으로 항만 및 배후단지를 활용하는 것을 전제로 하고 있다. 따라서 해상풍력클러스터를 조성할 경우 당연히 항만기본계획에 반영되어야 한다. 하지만 정부는 최근 제2차 신항만 기본계획을 수립하면서 지자체의 해상풍력발전단지 조성 지원 항만 활용요청을 기본계획에 반영하지 아니하였다.[60] 해상풍력발전단지 조성계획의 추진 불확실성과 구체적인 필요 수요나 조성부지의 규모 등에 관한 계획이 없었기 때문이다. 구체적인 검토가 어렵거나 부족한 사업은 기본계획에 반영하기 어렵다. 이는 정부 차원에서 선도적으로 해상풍력클러스터 조성과 관련한 정책연구가 없었기 때문이다. 이행계획(안)은 2018년 지자체 공동 연구용역을 통하여 클러스터 조성방안을 마련한다는 계획을 수립하였으나 본격적으로 추진되지 못하고 있다. 지방자치단체 주도의 공동연구는 연구용역 출연 부담금을 정하는 문제가 있고 계획반영과 관련하여 상호조정 과정에서 의견의 일치를 보기 어려운 측면이 있어 정부 주도로 계획을 수립하고 추진하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

3) 해상풍력클러스터 조성 수요 및 공급사슬 계획 수립 미흡

해상풍력클러스터 조성의 핵심은 관련기업의 입주와 해상풍력발전시설 부품과의 공급사슬 및 물류망 확보계획이 먼저 수립되어야 한다는 것이다. 전국에 산재한 해상풍력부품업체는 8천 개 이상이

60) 목포신항만 부지 활용계획을 전라남도에서 제출하였으나 반영되지 못함.

되므로 현실적으로 모든 기업이 하나의 부지에 클러스터로 참여하기는 어렵다. 부품업체도 수직적 계열화로 이루어져 있기도 하고 영세한 업체가 다수이기 때문에 항만구역 내 신규 생산부지를 확보하여 참여하기보다 공급사슬망을 통하여 부품을 생산·공급하는 것이 효율적인데 이러한 계획이 수립되어 있지 못하다. 이는 일본의 히비키 항만의 해상풍력클러스터 조성계획과 대비된다.

4) 중장기 종합계획 부재

이행계획(안)은 기후변화 대응 글로벌 신재생에너지 정책의 추진, 관련 국제규범의 확산, 유럽 선진국의 해상풍력발전정책의 확대 기조를 고려하여 중장기적 관점에서 국내 에너지 정책의 전환을 담은 정책이라고 할 수 있다. 아울러 이행계획(안)은 궁극적으로 신재생에너지 확대를 통해 관련산업을 육성하고 국가경제를 한 단계 도약시키는 중요한 정책적 함의를 내포하고 있다. 따라서 그 정책의 파급효과는 전 국가적이고 전 국민적일 수밖에 없다. 특히 풍력발전이 태양광발전과 더불어 미래 에너지원의 상당부분을 차지하는 것으로 되어 있어 본격적인 정책추진에 앞서 탄탄한 법적·제도적·정책적 뒷받침이 필요하다. 이를 위해 중장기 종합계획의 수립이 필요하지만 이에 관한 구체적인 종합계획이 없다.

제 6 장

항만·배후단지 활용 및 정책방향

제1절 개요

본 장에서는 해상풍력클러스터 구축을 위한 항만 및 배후단지의 규모를 산정하고 이를 토대로 항만 및 배후단지의 활용방안을 제시하였다. 아울러 항만 및 배후단지의 활용을 위한 정부의 정책방향도 제안하였다.

해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 수요는 기존 연구에서 제시한 사례, 해외의 해상풍력클러스터 조성계획을 참고하여 추정하였다. 총 규모를 추정하고 정부계획에 맞추어 개발할 경우 전국적으로 산재한 항만을 활용하기 위하여 항만별 기능배분을 통한 규모를 제시하였다.

항만 및 배후단지의 활용방안은 고정식 해상풍력발전단지를 조성할 때 외에 미래의 상용화 가능성을 고려하여 부유식 해상풍력발전단지를 조성할 때 필요한 항만 및 배후단지의 형태를 제시하였다. 고정식 해상풍

력발전단지에 비하여 부유식 해상풍력발전단지는 수심여건 제약이 적은 외해(外海)에 조성 가능하고, 민원발생 소지가 낮다는 장점이 있다.

마지막으로 항만 및 배후단지 활용과 더불어 정부가 중장기적으로 추진해야 할 정책방향을 담았다.

제2절 해상풍력클러스터 소요부지 면적 산정

1. 해상풍력클러스터의 구성

이행계획(안)의 해상풍력클러스터에는 ⅰ) 배후항만, ⅱ) 해상풍력 발전부품 제조·생산·조립에 필요한 부지(단지 조성), ⅲ) 해상풍력 관련 전문인력 양성기구, ⅳ) 해상풍력 기술개발을 위한 R&D·실증센터 등을 조성하고, ⅴ) 관련기업을 유치하는 것으로 하고 있다. 해상풍력클러스터는 대규모 해상풍력발전단지 건설과 연계하며 발전단지는 계획입지제도와 연계하여 중대형 해상풍력, 부유식 해상풍력 등 국내 개발기술의 실증 및 보급에 활용하는 것으로 하고 있다. 따라서 해상풍력클러스터를 조성할 경우 필요한 규모는 이러한 시설과 기업이 활동할 수 있는 정도가 되어야 한다.

대만은 해상에 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지를 건설하면서 타이중 항만 내에 터빈생산·조립단지, 부품국산화 단지(해상풍력시스템 기업 및 중소부품기업 입지), 교육센터, 유지관리(O&M) 시설부지 등을 포함시키고 있다. 이행계획(안)과의 차이는 유지관리(O&M) 시설 부지를 포함시켜 다양한 기능을 수행하고 이를 통해 클러스터의 지속적 발전과 활성화를 도모하고 있다는 점이다. 한편 대만은 특별히 배후단지

를 추가로 설치하여 해상풍력발전단지 건설을 지원하고 클러스터를 조성하는 것을 명시하고 있지 않은데, 이는 타이중 항만부지가 우리나라의 항만 및 배후단지를 포함할 정도로 규모가 매우 크기 때문이다.

일본은 해상풍력발전시설 부품 야적장소, 조립부지, 관련기업 용지 및 테스트센터, 인증기관 등을 조성하기 위해 히비키나다항에 클로스터 조성계획을 수립하고 있다.

〈표 6-1〉 해상풍력클러스터 구성

해상풍력클러스터 = Σ〔배후항만+부품생산 및 조립부지+관련기업(시스템+부품생산·제조기업)입주부지+교육센터+기술개발·시험장+관련연구기관 등〕

자료 : 저자 작성

2. 해상풍력클러스터 부지면적 검토

1) 개요

해상풍력클러스터 소요면적 산정을 위해서는 우선 해상풍력발전단지 건설규모를 산정해야 한다. 해상풍력클러스터에서 해상풍력발전단지 건설에 필요한 각종 부품 등의 제조·생산·가공·보관 등의 경제활동이 발생하기 때문이다. 한편 해상풍력클러스터에서 제조하는 풍력발전부품은 해상풍력발전시설뿐만 아니라 육상풍력발전시설도 대상이 된다. 육상풍력발전시설이 해상풍력발전시설과 별반 다르지 않기 때문이다. 항만배후에서 제조·생산된 각종 부품을 육상교통을 통하여 또는 해상교통을 통하여 해안가 인근의 육상풍력발전단지로 수송할 수 있기 때문이다.

이 외에 교육훈련시설, R&D 센터, O&M 시설 등은 별도의 부지확보가 필요한 요소이다.

2) 총 풍력발전시설

(1) 국내 풍력발전단지 현황

2018년 말 현재 국내의 풍력발전단지 시설용량은 총 1.2GW에 달한다. 이 중 해상풍력발전단지는 제주연안의 300MW에 불과하다. 이와 별도로 서남해에 2.5GW 해상풍력발전단지를 건설하기 위하여 시범단지를 조성하고 있다.

〈그림 6-1〉 국내 풍력발전단지 현황(20년 9월 기준)

자료 : EPJ(검색일: 2019. 1. 23)

(2) 해상풍력클러스터 중 제조기반 수요

가. 기본수요

해상풍력클러스터에 필요한 부지 중 제조기반 부지 산정 시 고려할 풍력발전시스템 수요는 정부계획상 해상풍력발전단지와 육상풍력발전단지 계획을 모두 포함하여야 한다. 이에 따르면 2030년까지 현재의 1.2GW(해상풍력 0.3GW)에 16.5GW(해상 12GW, 육상 4.5GW)를 추가하여 총 17.7GW가 된다.[61]

〈표 6-2〉 해상풍력클러스터 조성 물동량 수요

2030 해상풍력클러스터 발전수요(해상) = 0.3GW(현재)+12GW=12.3GW 2030 해상풍력클러스터 발전수요(해상+육상) = 1.2GW(현재)+16.5GW=17.7GW

자료 : 저자 작성

나. 대체·재생수요

대체·재생수요는 풍력발전시설의 생명주기를 고려한 발전시설 재구축 수요를 말한다. 해상풍력시설의 생명주기는 약 15~25년 사이라고 알려져 있다.[62]. 해상풍력발전단지는 단계적으로 구축되고 상용화된다. 해상풍력발전단지 구축 후 시설사용과 유지보수를 거치면서 기존 시설을 폐기하고 새 발전시설을 설치해야 하는 재생수요가 발생한다. 현재 국내에서 터빈 등 주요한 풍력발전부품을 제조·생산하는 기업은 4개가 있다. 이들 기업이 연간 160MW(40MW×4)의 해상풍력발전시스템을 구축한다고 할 때 정부계획인 16.5GW(해상+육상) 규모의 발전시스템을 구축하기 위해서는 103년이 소요된다. 반면 터빈 규모의 증대 경향을 반영하여 1기당 5MW의 터빈을 생산하여 풍력발전단지를 구축한다고 할 경우 연간 400MW의 발전시설을 조성

61) 관련 전문가 및 현장 실무자 의견.
62) 전문가에 따라 15~20년, 20~25년을 제시하고 있어 모든 의견을 포괄할 수 있는 15~25년으로 기술함.

한다면 41년이 소요된다.

한편 재생수요는 생명주기를 고려하여 미리 생산작업에 착수하여야 하므로 실제 해상풍력발전단지 조성은 기존 시설의 생명주기 종료 5년 전에는 시작되어야 한다.[63] 이러한 재생수요는 해상풍력발전을 지속하는 한 주기적으로 발생한다.

3) 해상풍력클러스터 부지규모 추정

(1) 사례

해상풍력클러스터 조성에 필요한 적정 부지규모와 관련하여 4만 5천~7만㎡ 규모의 해상풍력터빈 조립 및 보관 공간이 필요하다는 의견이 있다.[64] 그러나 동 연구는 해상풍력클러스터의 전제조건인 해상풍력발전단지 구축규모에 대한 언급이 없고 터빈조립 및 보관면적만 가정한 것으로서 2만 톤급 1선석 규모(210m×214m) 또는 3만 톤급 1선석 규모(240m×292m)에 불과하다.

대만 정부의 경우 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지 건설을 위하여 타이중 항만시설 중 유휴시설의 기능을 전환하고 새로이 공유수면을 매립하여 산업단지를 조성하는 계획을 수립하고 터빈 제작 및 조립시설, 관련기업 유치 등에 129.2ha(1,292천㎡)를 확보한다는 계획이다. 아울러 해상풍력 관련 시설 등의 유지관리를 위한 별도의 부두, 교육훈련센터 등을 위한 추가부지와 시설축조 계획을 수립하였다. 이때 명확히 규모가 제시되지 않은 유지관리부두 및 교육훈련센터 부지를 제외한 부지규모는 우리나라의 3만 톤급 선박 18척이 동시에 접안할 수 있는 면적(240m×300m×18)에 달하고 있다.

63) 풍력산업협회 전문가 인터뷰.
64) 고현정, 전게서, p. 34.

일본 히비키나다 항만의 경우 전체 항만부지 2,000ha(2천만㎡) 중 많은 면적을 활용하여 해상풍력클러스터를 구축하는 것을 목표로 하고 있다.

(2) 해상풍력클러스터 부지면적 추정

정부가 2030년까지 12GW 규모의 해상풍력발전단지를 추가로 건설하고 육상풍력발전시설 부품을 조달한다고 할 경우 총 발전시설량은 16.5GW가 되며 이는 대만 타이중 항만의 클러스터 계획부지의 3배가 된다. 이를 고려할 경우 필요한 부지면적은 약 390만㎡로 추정된다(1,292천㎡×3).

제3절 항만·배후단지 활용방안

1. 유휴부두시설 및 배후부지를 클러스터 조성에 활용

1) 유휴부두시설 및 여유부지 현황

(1) 유휴부두시설 규모

2017년말 기준 전국 25개 무역항의 부두시설확보율은 101.6%로 집계되었다.[65] 총 18,328천톤의 화물을 더 처리할 수 있는 시설이 있는 셈이다. 그런데 목포항의 경우 여건변화를 반영하여 여객시설을 시설소요에서 제외하고 자동차부두의 조정된 하역능력을 포함시키면 전국적으로 23,063천톤의 화물의 처리할 수 있는 시설여유가 생긴다. 약 4,735천톤을 더 처리할 수 있는 것이다. 시설확보율은

65) 해양수산부, 2018 항만업무편람. 2018.10. pp. 362~365.

102.9%가 된다. 대략 23개 규모의 선석이 전국적으로 유휴화 되어 있다고 할 수 있다.

(2) 유휴배후부지 규모

정부는 제3차항만배후단지 종합계획을 수립하고 2030년까지 전국적으로 8개항만 배후에 29,699천㎡의 부지를 조성할 계획이며 2019년 1월 현재 전국적으로 8개항만 배후에 10,745천㎡의 부지를 조성하였다. 이중 8,049천㎡는 임대 또는 분양하는 부지이며 실제 임대 또는 분양된 부지는 6,668천㎡이다. 임대부지의 임대율은 82.8%로서 1,381천㎡의 부지가 미 임대 또는 미 분양상태에 있다.[66] 광양항, 포항항 등의 임대율이 상대적으로 낮은 편이다.

(3) 종합

유휴 부두시설 부지규모를 정확히 산정하기는 어려우나 선석당 하역능력을 고려할 때 1선석당 75천㎡의 부지가 확보되었다고 가정하면[67] 23개 선석에 총 1,725천㎡의 부지를 더 사용할 수 있다. 이를 항만배후부지 유휴면적 1,381천㎡와 합하면 무역항 기준 유휴부두시설 및 배후부지 면적은 대략 3,106천㎡가 된다.

2) 해상풍력 클러스터 조성비용 추정

(1) 조성비용 산정 범위

해상풍력클러스터를 넓게 보면 해상풍력발전단지와 해상풍력발전단지 건설 및 운영을 위한 부품의 제조·생산·조달과 관련된 산업, 기

66) 해양수산부 내부자료 재분석 활용.
67) 250m×300m규모 가정.

업체, 관련기술개발 기관, 교육기관 등의 주체들이 특정지역에 집합적으로 입주하여 연계경제활동을 하는 산업클러스터지역으로 구성된다고 할 수 있다. 따라서 해상풍력클러스터 조성 사업비는 해상풍력발전단지 조성비용과 해상풍력발전단지를 지원하기 위하여 필요한 집적부지와 시설, 즉 배후 항만 및 부지조성비용이 포함된다.

(2) 해상풍력발전단지 조성비용

해상풍력발전단지 조성비용은 발전용량(MW)당 건설비용에 총 조성발전량을 곱하여 산정할 수 있다.

발전용량(MW)당 비용에는 건설이전에 사업추진을 위하여 투입된 비용과 건설비용의 합계로 구성된다. 대략 건설이전에 투입된 사업비용은 MW당 67백만원 정도 소요된다고 추정되고 있다.[68] 여기에는 환경평가, 기본설계, 단지조사와 모델링, 협상까지 이어지는 사업비가 포함된다.[69] 건설비는 발전용량(MW)당 44억8천만원 정도 소요되는 것으로 추정하고 있다.[70] 한편, 성진기(2017)는 발전용량(MW)당 38억7천1백만원으로 추정하고 있다.[71] 양 연구의 차이는 외국화폐단위의 차이에서 비롯되고 있는데 전자는 3백만파운드, 후자는 3백만유로로 추정하고 있다. 본 연구에서는 유로를 기준으로 추정된 금액을 준용한다.

이 경우 장래 추가 조성될 해상풍력발전단지 건설비용[72]은 46조 4,483억원으로 산정된다.

---

68) GL GARRAD, Offshore Wind Energy Supply Chain Opportunities, 2010. pp10~11.
69) GL GARRAD, 전게보고서, 2010. p10
70) GL GARRAD, 전게보고서, 2010. p10.
71) 성진기, 전게보고서, 2017.p49.
72) 건설 전 투입비용은 제외하였다.

(3) 클러스터 조성용 부두시설 및 배후부지 조성비용

이 경우 배후 클러스터를 부두시설 내에 입지하도록 할 것인지, 부두시설과 배후부지를 함께 조성할 것인지, 배후부지만으로 조성하여 클러스터를 구축할 것인지에 따라 사업비용에 차이가 있다. 단위면적당 부두시설과 배후부지 조성비용이 다르기 때문이다.

첫 번째, 클러스터를 모두 배후부지로 조성할 경우 조성비용은 390만㎡를 물가를 감안하여 단위면적당 비용을 조정하여 산정하면 약 1조540억원이 된다. 이는 해상풍력발전단지 조성비용과 합한 총 비용 대비 2.2%에 해당한다.

두 번째, 클러스터를 부두시설로만 한정하여 조성할 경우[73] 총 사업비용은 약 2조 5천19억원이 된다. 배후부지만으로 클러스터를 조성할 때 대비 2.37배 더 소요된다.

현실적인 것은 해상풍력발전시설의 부품수송, 관련 선박접안, 제품보관 등의 역할을 할 수 있는 부두야적장과 관련기업이 입주하여 활동할 수 있는 배후부지를 함께 조성하여 활용하는 것이다. 이 때 사업비용은 부두시설과 배후부지와의 면적비중에 따라 다르지만 최소 1조540억원에서 최대 2조5천19억원 사이에서 결정될 것이다.

3) 유휴시설 활용의 효과

지역적으로 유휴부두시설과 배후부지가 제각각이고 필요수요에 대응할 수 있는가를 차치하고 총량을 기준으로 평가할 경우, 현재의 유휴부지를 활용하여 해상풍력클러스터를 조성할 경우 이론적으로는 유휴시설 및 부지조성비용만큼 사업비 절감이 가능하다. 현재의

73) 대만의 타이충항이 유사한 사례다.

유후부두시설 규모, 임대하고 남은 잔여 배후부지 면적 등을 고려할 때 절감 가능한 사업비는 1조4,799억원이 된다. 현재의 유휴시설을 모두 활용할 경우 추가 소요부지 조성비용은 2,146억원~5,094억원에 불과하게 된다.

4) 소결

클러스터에 입주하여야 할 기관 중에서 관련산업계 대기업이 중요하다고 할 수 있다. 이들 대기업은 단순히 제품의 제조·생산만 관여하는데 머물지 않고 해상풍력발전단지 조성사업에도 참여하게 된다. 사업비 부담을 크게 느낀다. 클러스터 조성비용은 해상풍력발전단지 조성비용에 비하여 비중이 낮지만 총비용은 무시할 수 없다. 부두시설이나 배후부지 조성비용을 절약할 수 있도록 유휴시설을 최대한 활용한다면 풍력산업 생태계를 구성하는 주요 구성원의 클러스터 참여에 유리할 수 있다.

2. 거점형 해상풍력클러스터 조성 및 지원항만·배후단지 개발

1) 거점형 해상풍력클러스터 조성 필요성

정부계획대로 2030년까지 12GW 규모의 해상풍력발전단지를 조성하려면 터빈 및 타워부품 제조·생산 관련 현재 및 장래 기술수준을 고려할 때 최소 1,200기(10MW급)에서 4,000기(3MW급)의 해상풍력발전기를 설치해야 한다. 실질적으로는 2,400기(5MW급) 이상 설치가 필요할 것으로 판단된다. 김지영 외(2009)[74]에 따르면 우리나라 전 해역 중 최대 수심 50m 이내의 해역공간을 기준으로 사회·환경적

측면[75]을 고려할 때 최대 해상풍력시설 설치용량은 수심 50m까지 개발이 가능할 경우 최대 18.8GW, 수심 30m 고려 시 11GW, 수심 20m 이내의 경우 5.7GW 규모의 발전설비 설치가 가능한 것으로 분석되었다. 실질적으로 우리나라 전 해상에 해상풍력발전시설을 건설하여야 정부의 목표치를 달성할 수 있다는 결론에 이른다.

이러한 점을 고려할 때 지역에 따라 풍황, 수심 등 자연조건에 차이가 있지만 권역을 구분하여 거점형으로 해상풍력클러스터를 조성하는 방안을 고려할 필요가 있다. 권역별 해상풍력클러스터 조성은 또한 국토균형발전 및 유휴항만의 적절한 활용과 지역산업 활성화 등에 기여할 수 있는 기회를 부여할 수 있다.

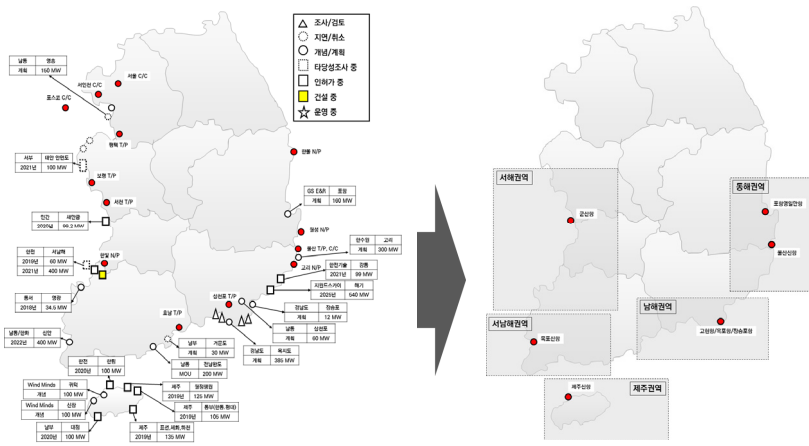
2) 대상 후보지

앞서 검토한 유사연구를 비롯하여 입지선정 연구 및 해상풍력발전단지 개발예정(안), 주요 풍력산업 관련 기업체의 입지 등을 고려하면 실질적으로 군산 등 전북 지역을 중심으로 한 서해권역, 목포항 등을 중심으로 한 서남해권역, 해상풍력발전시스템 주요 제조·생산기업의 생산부지와 공장이 밀집해 있는 부산을 포함한 남해권역, 우리나라 최초로 해상풍력발전단지 상용화가 이루어진 제주권역, 울산 및 포항을 중심으로 한 동해권역이 거점형 해상풍력클러스터 후보권역으로 고려될 수 있다.

74) 김지영 외, 「국내해역의 해상풍력 가능자원 평가 및 예비부지 선정」, 2009. 6, p. 44.
75) 연안이격거리 및 해상면적의 최대개발 가능비율 고려. 연안이격거리가 10㎞ 이내 시 4%, 10~30㎞ 구간에서 10%, 30~50㎞ 구간에서 10% 개발 가능함.

〈그림 6-2〉 거점형 해상풍력클러스터 조성

〈 개발예정 해상풍력발전단지 현황 〉 〈 거점형 해상풍력클러스터 구상 〉



1. (예) 군산항·새만금 신항을 중심으로 한 서해권역
2. (예) 목포신항을 중심으로 한 서남해 권역
3. (예) 제주신항을 중심으로 한 제주권역
4. (예) 고현항/옥포항/부산항을 중심으로 한 남해권역
5. (예) 울산신항/포항영일만항을 중심으로 한 동해권역

자료 : 저자 작성

3) 거점형 해상풍력클러스터 조성방향

거점형 해상풍력클러스터는 클러스터가 지원하는 해상풍력발전단지 설비용량에 따라 차등적으로 조성될 필요가 있다. 아울러 모든 해상풍력클러스터의 구성(입주기업의 종류, 입주기관의 범위)을 거점별로 특색화하여 개발함으로써 기능의 중복이나 관련기업 간 경쟁을 완화하고 효과적으로 산업을 증진할 수 있는 개발방향을 수립할 필요가 있다. 예를 들면 터빈 등 해상풍력발전 주요 부품을 생산하는 주요 대기업이 입주하는 제조기업 중심의 해상풍력클러스터를 조성할 수도 있다.

제주권역의 경우 제주도와 같이 상용화된 해상풍력발전단지를 구

축하고 있는 경우 이를 지원할 수 있는 지원 항만 및 시설을 지정하여 활용할 수 있다.

동해권역 중 울산의 경우 울산광역시가 1GW 규모의 부유식 해상풍력발전단지를 구축하고자 중점적으로 정책을 추진하고 있으므로 부유식 해상풍력발전시설을 제조할 수 있는 항만시설이 있는 울산항을 지원항만으로 지정하고 시설을 활용할 수 있도록 하는 방법을 고안할 수 있다. 포항의 경우 이미 국토해양부의 정책연구 수행 시 여러 가지 개발조건을 구비하면서 해상풍력발전단지 조성 후보지로 검토된 바 있어 향후 해상풍력발전단지를 구축하게 되면 포항영일만신항을 중심으로 지원부두를 지정하고 유관산업과 연계하는 중규모 해상풍력클러스터를 조성할 수 있을 것이다.

서남해권역의 경우 이미 2.5GW 규모의 해상풍력발전단지를 구축하는 시범사업이 추진되고 있고 현재는 주로 남해안권의 주요 부품 제조기업에서 제품을 제조·생산·운송하고 있으나 이행계획(안)을 목표 내 달성하기 위해서는 많은 신규 해상풍력발전단지 물량이 발생하므로 현재와 같은 해상풍력발전시설 물류유통시스템으로는 효과적으로 대응하기 어렵다. 따라서 목포항을 중심으로 형성된 중공업 산업과 연계하여 해상풍력발전단지를 지원할 수 있는 항만부지를 지정하고 클러스터를 조성하는 정책 추진이 필요하다.

서해권역의 경우 이미 새만금신항 개발계획[76]상 외해에 해상풍력발전단지를 구축하는 계획이 수립되어 있고, 군산지역에 관련 연구개발센터 등이 시범적으로 운용되고 있으므로 해상풍력발전시설 및 부품 제조기업의 입주와 연구개발센터, 유지관리시설 등이 종합적으로 구비된 완성형 해상풍력클러스터를 조성할 필요가 있다.

76) 제2차 신항만 기본계획.

남해권역의 경우 거제, 옥포를 중심으로 중공업 기업이 밀집해 있고 국내 해상 또는 육상풍력발전 부품의 유통거점으로서 기능하고 있는 점을 고려하여 부산을 중심으로 신규 해상풍력발전단지를 구축할 경우 지리적 인접성 등을 고려하여 인근지역의 해상풍력발전단지 구축을 지원할 수 있는 기능이 부여된 클러스터를 조성할 수 있다. 이 권역의 경우 현재의 생산공장 등을 중심으로 부지를 확장하기는 어려우므로 현재의 시설을 활용하되 부산신항 배후단지 등에 연구개발 기능을 추가하여 광역 해상풍력클러스터를 조성할 수 있을 것이다.

이상의 권역별 특화기능을 정리하면 〈표 6-3〉과 같다.

〈표 6-3〉 권역별 해상풍력클러스터 기능부여 및 활용 방향(예시)

구분		클러스터 구성	비고(역할/기능)
권역	대상지		
서해권역	새만금	해상풍력발전단지 구축	군산항 중심 완성형(종합) 해상풍력클러스터
	군산	〔제조기업+부품기업+연구개발기관+교육센터+유지관리시설〕	
서남해권역	목포	〔제조기업+연구개발+교육센터〕	제조기반 해상풍력클러스터
남해권역	거제·옥포 등	〔제조+유지관리〕	지역 제조기반 해상풍력클러스터
제주권역	제주	중소규모 부품제조기업 입주	소규모 부품제조 클러스터
동해권역	울산	〔부유식 도크 시설+유지관리시설〕	부유식 해상풍력클러스터
	포항	해상풍력발전단지 구축	지원항만 지정

주 : 저자 정리

3. 해상풍력발전시설 맞춤형 항만 및 배후단지 조성·활용

1) 필요성

해상풍력발전단지는 고정식과 부유식 방법으로 조성될 수 있다. 이행계획(안)에 따르면 2030년까지 총 해상풍력발전시설 계획은 12GW이며 해상풍력발전단지 구축에 중요한 수심 및 풍황 조건 등을 고려할 때 수심 50m 이내의 특정지역에만 해상풍력발전단지를 구축하기는 어렵다. 특히 우리나라는 수심과 풍황 조건, 변전소와의 거리를 동시에 만족시키면서 12GW 규모를 건설하는 해상지역은 거의 없다고 할 수 있다. 따라서 수심조건과 풍황조건을 극복하고 지역주민의 수용성을 확보하면서 해상풍력발전단지를 구축하기 위해서는 부유식 해상풍력발전단지 구축이 필요하다. 국내에서 부유식 해상풍력발전시설은 아직 상용화 단계에 이르고 있지 못하나 관련분야의 기술발전이 빠르고 유럽 일부 국가는 상용화 단계에 있으며 정부의 이행계획 달성시기를 고려할 때 부유식 해상풍력발전단지가 조성될 가능성이 높다고 할 수 있다. 제주도의 경우 외해에 바람이 많이 불어 해상풍력발전기 설치 운항일수 제한 및 해상작업이 난해한 조건을 극복하여야 할 필요가 있다. 이러한 점을 고려하여 고정식 해상풍력발전단지, 부유식 해상풍력발전단지, 제주권역의 해상풍력발전단지 조성 시 항만 및 배후단지 활용방안을 제시한다.

2) 고정식 해상풍력발전단지 조응(照應)형 항만 및 배후단지 활용

현재의 해상풍력발전단지 구축방법은 대부분 고정식 발전단지라고 할 수 있다. 즉 해수면 아래에 하부구조물을 박아 지지대를 구축하고 해수면 위에 해상풍력시설(터빈)을 설치하는 방법이다. 고정식

해상풍력발전단지 구축은 육지에서 멀리 떨어져 설치하기 어렵다. 설치비가 많이 들고 육상에 있는 전력회사와 계통연계에 많은 비용이 소모되기 때문이다. 또한 무거운 고정식 하부구조물을 외해로 수송할 때 전용선박이 필요하며, 특히 터빈 등 해상풍력발전기의 대형화 추세에 비추어 볼 때 지역적으로 수심이 비교적 양호한 서해권역 및 서남해권역을 주로 활용하는 게 유리하다.

3) 부유식 해상풍력발전단지 조응형 항만 및 배후단지 활용

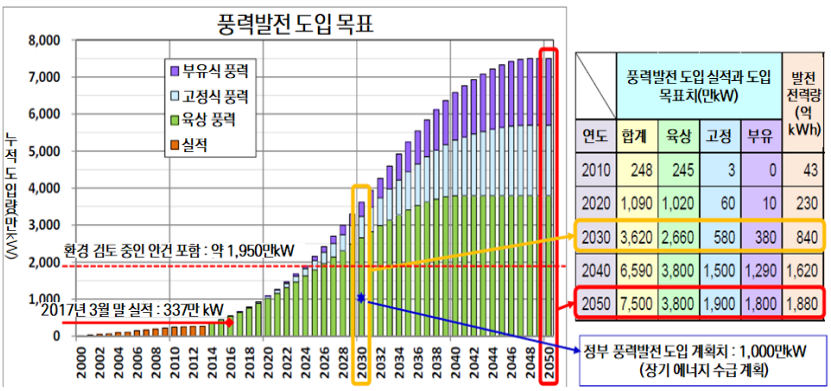
부유식 해상풍력시설은 고정식과 달리 멀리 떨어진 외해에 설치되는 특징이 있고 수심의 영향을 거의 받지 않는다는 특징이 있다. 한편으로는 부유식 해상풍력시설은 드라이 도크(Dry-Dock)에서 건조되어야 하므로 항만시설로서 도크 시설이 필수적이다. 1차적으로 울산을 비롯한 동해권역 및 남해권역은 드라이 도크가 기 구축된 항만이 있으므로 이들 항만을 우선적으로 활용할 필요가 있다. 부유식 해상풍력시설은 부품수송이 유리한 장점이 있으므로 항만구역 내 부품 수리 및 유지관리를 위한 별도의 부지를 추가로 확보하고 관련기업을 유치할 필요가 있다.

일본의 경우 후쿠시마 해역에서 부유식 해상풍력발전시스템 실증연구를 한 경험이 있다. 그리고 세계 최대 규모의 부유식 풍력발전기와 부유식 해상변전소를 설치하였다. 특히 일본의 경우 2030년에 9.6GW의 해상풍력발전설비를 구축할 계획이고, 이 중 39.6%인 3.8GW는 부유식 해상풍력발전설비로 계획하고 있다.[77] 우리나라도 향후 해상

77) 日本風力発電協会, 「洋上風力発電の導入促進に向けて」, 2018. 3, p. 22. 동 계획은 일본 국토교통성의 해상풍력발전용량과 차이가 있음, 일본 정부는 육상 및 해상 모두 합쳐 2030년 기준 10GW 설비구축을 목표로 하고 있으나 일본풍력발전협회는 36.2GW를 전망(이 중 육상풍력은 26.6GW)하고 있음.

지형 및 풍향 등을 고려하여 부유식 해상풍력발전설비용량을 정해야 하나 일정 부분은 필수적으로 부유식 해상풍력발전설비로 건설될 것으로 판단된다.

〈그림 6-3〉 일본 풍력발전 도입 목표(2030년, 2050년)



연도	풍력발전 도입 실적과 도입 목표치(만kW) 합계	육상	고정	부유	발전전력량(억kWh)
2010	248	245	3	0	43
2020	1,090	1,020	60	10	230
2030	3,620	2,660	580	380	840
2040	6,590	3,800	1,500	1,290	1,620
2050	7,500	3,800	1,900	1,800	1,880

자료 : 日本風力発電協会,「洋上風力発電の導入促進に向けて」, 2018. 3, p. 22

4) 제주권 해상풍력발전단지 조응형 항만 및 배후단지 활용

제주권역은 바람이 많이 부는 지역이므로 풍황이 좋다. 반면 해상설치작업은 불편하다. 해상풍력발전기 설치 운항일수도 연간 110일에 불과한 것으로 알려져 있다.[78] 이에 따라 전용설치선박을 동원하여 작업하는 데 소요되는 평균 작업일수는 1회 2~3일가량이며, 모노파일(직경 8m) 작업을 한고 있다. 모노파일 작업이 어려울 경우 재킷 작업을 하고 있다. 제주권역의 해상풍력발전단지 구축에는 해상작업이 쉽지 않으므로 유지보수인원을 수송하는 유지보수 전용선이 필요하며 전용선 접안부두의 확보도 필요하다.

78) 해상풍력발전사업 추진사업 실무담당자 면담.

4. 항만 및 배후단지 조성방법 다각화

1) 기존 항만 및 배후단지 활용

해상풍력클러스터 조성을 위해서는 무엇보다 물동량이 풍부하게 확보되어야 하며 해상풍력발전단지 구축은 최소 1GW 이상 집적되어 조성되어야 한다.[79]

해상풍력클러스터 조성을 위하여 항만 및 배후단지 시설을 신규로 건설하기보다 기존 항만의 부두시설 중 유휴부두시설을 사용하거나 기능을 전환하여 해상풍력발전단지 지원부두로 활용할 수 있다.

기존 항만을 활용할 경우 첫째, 해상풍력시설의 제작보관이 가능한 중량물 부두로 개량이 필요하다. 둘째, 대규모 보관가능 부지가 확보되어야 한다. 셋째, 해상풍력 수송전용선박의 접안 및 이송이 가능한 시설이 구축되어야 한다. 넷째, 내륙과 발전계통연계가 수월한 지역도 추가적인 조건이 될 수 있다.

또한 항만시설을 해상풍력발전단지 지원부두로 활용함으로써 신규 사업비를 절감할 수 있고 해상풍력클러스터 조성사업 참여기업의 수익성을 제고할 수 있다.

해상풍력발전용 터빈제품의 설치비용은 1MW당 약 3백만 유로(약 38억 원, 1유로=1,278.38원, 2019. 2. 27 기준) 정도로 추산되고 있다.[80] 다른 추계는 터빈을 해상에 설치하는 비용이 총 184만 달러 정도이며 대략 MW당 22억 원 정도 소요될 것으로 추산된다.[81] 한편

79) 전문가에 따라 최소 1GW에서 5GW까지 다양함.
80) 성진기, 전게서, p. 49.
81) 풍력산업협회 내부자료, 달러당 1,200 기준 추계. Navigant Consulting Inc. US Offshore Wind Manufacturing and Supply Development, 2013. 2. 22 인용.

해상풍력단지 건설 시 총 투자비중 중 터빈시설이 차지하는 비중은 33%이며, 하부구조물이 22%를 차지하는 것으로 분석된 사례가 있다.[82] 해상풍력클러스터 참여사업자는 해상풍력발전단지 건설과 함께 항만부지를 조성하여야 하는데 기존 항만 및 배후단지를 활용할 경우 항만부지 조성비를 절감하고 부두개량비를 최소화할 수 있다.

2) 신규 부두개발 및 배후단지 조성

신규로 부두와 배후단지를 건설하여 해상풍력클러스터를 구축할 수 있다. 그러나 이 경우 건설비용이 많이 소요되므로 정부는 여러 가지 방법으로 비용을 절감할 수 있는 방법을 강구할 필요가 있다.

첫째, 부두와 배후단지 일체를 재정으로 개발하여 시설부지 전체를 TOC로 운영하는 것이다. 이 방법은 사업시행자의 사업위험을 경감하는 확실한 방법이나 별도의 재정투자예산을 확보해야 하는 부담이 있다.

둘째, 부두시설은 재정으로 건설하고 배후단지는 1종으로 개발하여 관련기업에 분양하는 방법이 있다. 이 방법은 부두는 TOC로 운영하고 1종 배후단지 부지는 저렴한 임대료로 관련기업에 임대하는 것이다. 이 역시 사업시행자의 개발 부담을 경감하는 효과가 있다.

셋째, 부두시설과 배후단지 일체를 민간투자사업으로 추진하는 방법이 있다. 민간투자법상 민간투자사업이나 항만법상 비관리청항만공사로 추진할 수 있는데 어느 경우든 사업시행자가 비용과 수입을 견주어 사업수익성을 세밀히 검토하여야 하는 부담이 있다.

82) Navigant Consulting, Inc, 전게서, 2013.

5. 해상풍력발전산업 기술 기업 육성 및 지원

국내 풍력부품산업은 기존의 조선·해양·중공업·플랜트 및 각종 산업분야 제조능력을 기반으로 풍력설비 부품제조 산업으로 그 영역을 확장하고 있는데 특히 국내 단조부품 생산기업 CS Wind 및 동국 S&C(타워), 태웅(샤프트), 신라정밀(베어링) 등은 세계적인 경쟁력을 갖추고 해외시장에서 활약하고 있는 것으로 알려져 있다. 해상풍력 부품을 크게 풍력터빈, 하부구조물, 해상케이블, 해상설치 분야로 나누고 각각에 대한 기술수준을 보면, 풍력터빈 및 하부구조물, 해상설치 분야의 경우 우수, 해상케이블 분야는 최우수인 것으로 분석된다.[83] 관련산업에 대한 시장전망도 양호하기 때문에 해상케이블을 제외하고는 정부가 주도적으로 육성할 필요성이 제기되고 있다.

6. 해상풍력산업 내 중소형 기업의 클러스터 참여 유도

2017년 현재 조선·해양·중공업·플랜트 산업체는 전국적으로 약 900여 개로 파악된다. 대부분 경북·경남 지역에 집적되어 있다. 전라남북도 소재 업체는 전체의 약 11.2%(약 103개)로 파악되며 기존 조선 및 블록업체의 설계·생산기술과 유사한 해상풍력 하부구조물(Substructure)과 설치·유지보수 선박의 건조 및 운용이 새로운 해상풍력산업 분야의 성장동력이 될 수 있을 것으로 판단되고 있다. 해상풍력 공급사슬별 지역의 조선·해양업체의 해상풍력산업 참여 가능성을 정성적으로 검토한 결과 상당 분야에서 조선·해양업체의 해상풍력부품 조달 공급사슬 체계로 전환이 가능한 것으로 판단된다.[84]

83) 성진기, 전게서, p. 49.

한편, 풍력발전 중·소 부품업체의 경우 1GW 이상의 물량을 확보할 수 있는 해상풍력클러스터가 조성되면 현재 기업체의 약 30% 정도가 클러스터에 참여할 수 있을 것으로 전망된다.[85]

정부가 주요 부품을 생산하는 대기업과 2차 및 3차 부품을 생산하는 중소기업과의 해상풍력 공급사슬망을 구축하도록 지원하고 이들 기업의 수요를 조사하여 해상풍력클러스터 조성에 참여할 수 있도록 유도할 필요가 있다.

〈표 6-4〉 해상풍력 공급사슬별 조선 및 해양업체 참여 가능성

구분	타워	블레이드	기어박스	컨버터	트랜스포머	제너레이터
주요 특징	제관품	복합체	증속기	전력변환기	전력변환기	발전기
참여 가능성	○	△	○	△	○	○
구분	메인프레임	피치시스템	메인샤프트	로터허브	나셀하우징	브레이크 시스템
주요 특징	주물품	유압	단조품	주물품	복합체	브레이크
참여 가능성	○	○	○	○	△	△
구분	요시스템	로터베어링	스크류, 너트	케이블	하부구조	
주요 특징	감속기	단조품	기타	케이블	강구조	
참여 가능성	△	△	○	○	○	

자료 : 성진기, 전게서, p. 50
주 : 공정변경 없이 도면 제공 시 참여 가능(○), 공정변경 필요(△), 참여 불가능(×)

84) 성진기, 전게서, p. 50.
85) 풍력산업협회 전문가 인터뷰.

7. 해상풍력클러스터 내 폐기물 처리시설 및 관련산업 유치

장기적으로는 1차 조성된 해상풍력발전시설을 대체할 때 발생하는 대형블레이드 등 폐기물을 처리할 수 있는 처리장을 항만구역 내에 조성할 필요가 있다. 1기의 5MW급 풍력발전기 폐기 시 81톤의 폐기물이 발생하고 1GW 규모로 개발하고 폐기할 때 발생하는 폐기물의 총량은 16,200톤에 달한다. 이러한 폐기물을 효과적으로 처리하는 방안의 강구도 필요하다. 정부는 관련 지침을 개발할 예정이다.[86] 풍력발전기 폐기 시 발생하는 폐기물은 시멘트 석고물뿐만 아니라 철재류 등 다양할 수 있으므로 이들 폐기물을 재활용하거나 보수하여 재판매하는 등의 방법으로 항만구역 내에서 순환될 수 있는 체계를 구축할 필요가 있다. 장기적으로는 해상풍력시설의 제작 및 조립, 운송 등 물류 전반에서 발생하는 폐기물도 해상풍력클러스터 내에서 재활용될 수 있도록 검토할 필요가 있다.

제4절 정책방향

1. 항만기본계획에 해상풍력클러스터 지원항만 및 부지반영 필요

2019년부터 본격적으로 검토되는 「제4차 항만기본계획」에 해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 활용과 관련된 내용이 반영되어야 한다. 계획의 구체성이 없어 항만기본계획에 반영하기 어려운 측면이 있다고 할 수 있으나 이미 범정부 차원에서 정책으로

86) 산업통상자원부, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017. 12, 별첨자료, p. 7.

추진되고 있어 중장기적 관점에서 부두기능 조정이나 장래개발부지 확보 등의 방법으로 기본계획에 선도적으로 반영될 필요가 있다. 이는 정부정책의 구체적 뒷받침이라고 할 수 있으나 잠재적 시장참여자에게는 해상풍력클러스터가 조성될 수 있다는 신호(Signal)가 될 수 있기 때문이다. 또한 해상풍력클러스터가 성공하기 위해서는 에너지융복합단지로 지정되어 집중적이고 체계적으로 정부·지방자치단체·공공기관의 지원을 받아야 하는데 에너지융복합단지의 지정요건(에너지융복합단지법 제9조)에 '에너지산업융복합단지에 필요한 기반시설의 확보가 가능할 것'이 규정되어 있으므로 항만기본계획에 우선적으로 반영되어야 한다.

2. 해양산업클러스터 및 에너지산업융·복합단지 동시 지정 및 정부지원

「해양산업클러스터의 지정 및 육성 등에 관한 특별법」과 「에너지산업융복합단지의 지정 및 육성에 관한 특별법」을 활용하여 해상풍력클러스터 조성지역을 '해양산업클러스터'와 '에너지산업융복합단지'로 지정하여 적절한 지원이 가능한 구조로 만들어야 할 필요가 있다. 해상풍력산업은 「해양수산발전기본법」 제3조 제3호 마목, 「해양산업클러스터법」 제2조 제3호의 해양산업 및 해양연관산업, 「에너지융복합단지법」 제2조 제2호 및 제3호에 의한 에너지산업 및 에너지연관산업에 포함될 수 있다. 「해양산업클러스터법」과 「에너지산업융복합단지법」의 주무부서는 각각 해양수산부와 산업통상자원부로 다르다. 하지만 양 법에 따라서 해상풍력클러스터 조성부지를 해양산업클러스터와 에너지산업융복단지로 지정하면 필요한 정부지원을

받을 수 있는 기회를 극대화할 수 있다. 기존에 해양산업클러스터로 지정된 지역에 해상풍력클러스터를 조성할 경우 에너지산업융복합단지로 추가 지정하고, 해양산업클러스터로 지정되지 않은 지역의 경우 가능하면 해양산업클러스터와 에너지산업융복합단지로 지정한다. 해양수산부는 핵심산업 및 핵심산업관련기업 지정을 확대하며, 산업통상자원부는 에너지특화기업 지정 확대 등을 통하여 해상풍력클러스터 입주기업이 좀 더 많은 지원을 받을 수 있도록 하여야 한다. 이를 통하여 해상풍력클러스터의 지속가능한 개발 및 유지, 산업활성화를 유도하여야 한다.

〈표 6-5〉 해양산업클러스터 및 에너지산업융복합단지 지정 시 법령상 지원내용

법령	지원내용		비고
에너지 융·복합 단지법	기반시설지원 (법12조)	• 에너지산업관련 연구개발시설·기업의 경영기술분야 지원을 위한 기업지원시설·기술인력의 교육 및 훈련시설, 그 밖에 필요한 시설(영12조)	2018.6.13 시행(제정법)
	에너지중점산업 지정 및 지원 (법13조)	• 에너지중점산업 간 교류 및 사업화촉진에 필요한 지원, 연구개발투자 확대 경비 지원 등	
	세제지원(법15조)	• 에너지특화기업으로 지정될 경우 지방세 감면가능	
	연구개발지원 (법16조)	• 국가와 지자체가 에너지 관련 기술·서비스 등 연구개발비 등을 에너지특화기업에 지원	
	전문연구기관 지정 (법17조)	• 에너지산업 관련 연구기관·연구소를 전문 연구기관으로 지정하고 비용지원	
	전문인력 양성 (법18조)	• 에너지산업 관련 전문기술지식 인력 양성	
	국제교류사업 지원 (법19조)	• 국가 및 지자체가 에너지산업 관련 국제동향 파악 및 국제협력 진출 촉진 위해 관련 사업추진 및 지원 가능	

법령	지원내용		비고
해양산업 클러스터법	핵심산업 지원(법16조)	• 시범사업으로 추진하여 행정적·재정적·기술적 지원가능(규칙 4조)	구체적 규정 없음
	핵심산업 기술서비스 지원(법17조)	• 지정기술·서비스 등의 연구개발 및 사업화에 필요한 지원 가능	구체적 규정 없음
	항만시설 등의 설치 및 사용(법18조)	• 핵심산업 관련기업으로 지정 시 항만시설이나 연구개발시설, 제조·판매시설, 기타 시설 등의 이용 가능	
	세제지원(법19조)	• 조세특례제한법에 따라 가능	임의규정
	국공유재산 사용특례(법20조)	• 임대료 감면, 임대기간 50년 이내 가능, 영구시설물 축조 가능	
	기반시설 지원(제21조)	• 도로, 용수 등 기반시설 설치에 필요한 비용 전부 또는 일부 지원 가능	임의규정
	전문인력 양성(법22조)	• 정부가 핵심산업 관련 전문적 기술, 지식 또는 노하우, 인력의 양성 및 관리 등에 관한 시책 수립·추진	강제규정
	국제교류사업 및 지원(법23조)	• 핵심사업 관련 국제동향 파악 및 관련 사업시행, 필요한 지원 가능	

주 : 법제처 국가법령정보센터 제공 각 소관부처 법령을 저자가 재정리
자료 : 법제처, http://www.moleg.go.kr/(검색일: 2019. 1. 25.)

제 7 장

결론 및 정책제언

제1절 결론

본 연구를 통하여 다음의 결론을 도출하였다.

첫째, 해상풍력클러스터 조성과 해상풍력발전단지 개발을 병행하여 추진하여야 한다는 점이다. 정부는 해상풍력발전단지 개발을 용이하게 하도록 계획입지제도 도입을 추진하고 있으며 해상풍력클러스터 조성은 해상풍력발전단지 확산단계에 추진한다는 계획이다. 그러나 이 경우 기존 산업구조하에서 해상풍력발전단지가 개발되므로 해상풍력클러스터 조성을 위한 풍력산업 관련기업의 클러스터 입주가 불확실해질 수 있다.

둘째, 권역별 거점형 항만 및 배후단지 활용 또는 개발이 필요하다는 것이다. 이러한 정책방향은 현재의 정부계획을 가급적 일정에 맞게 달성하고, 우리나라 해상구역과 정부목표와의 부합성을 제고하기 위해 필요하다.

셋째, 해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 규모는 클러스터 조성을 통하여 달성하고자 하는 목표에 따라서 동일 규모의 발전단지 건설이라도 다양할 수 있다는 점이다. 대만의 경우 5.5GW 규모의 해상풍력발전단지 개발을 지원하기 위한 항만 및 배후단지 조성규모는 130만㎡이며 16.5GW 개발 시 390만㎡가 소요된다. 이를 5개 권역으로 균등배분하면 1권역당 40만㎡ 정도가 필요한 것으로 분석된다. 이는 3만 톤급 부두 6개 선석 규모에 해당한다.

한편, 일본 히비키 항만의 경우 전면 해상풍력 및 육상풍력 발전시설 지원규모는 정확히 제시되고 있지 않지만 2천만㎡가량의 면적을 해상풍력클러스터로 조성할 계획이다. 이는 대략 4.5㎞ 규모의 정방형 부지면적에 해당한다. 이 계획은 육상풍력시설의 생산·제작·조립까지 포함하는 것으로 판단된다.

넷째, 고정식 해상풍력발전단지와 부유식 해상풍력발전단지 구축에 맞는 해상풍력클러스터를 조성해야 한다는 점이다. 부유식 해상풍력발전단지의 상용화 사례는 많지 않으나 10년 이내에 상용화 가능성이 높고 시설설치의 편리성, 인근해역 개발에 따른 주민수용성 문제 등을 해결할 수 있는 대안으로 부상되고 있으므로 별도의 클러스터 조성방법을 구상하여야 하고 항만 및 배후단지 시설규모나 시설의 종류도 달리해야 한다.

다섯째, 항만 및 배후단지 활용방법도 기존 부두 및 배후단지 활용, 신규 개발 등으로 다양화할 필요가 있다는 점이다. 아울러 해상풍력클러스터 사업참여자의 수익성 확보를 위해서 재정투입 개발 및 TOC 운영, 1종 항만배후단지 개발 및 임대 등의 방법을 구상할 필요가 있다.

제2절 정책제언

1. 항만 및 배후단지 내 풍력(연관)산업 활성화 기본방향 정립 필요

해상풍력발전은 정부가 추진하고 있는 재생에너지 활용 확대를 통한 친환경 에너지 확대 및 지속가능한 에너지원 수급정책을 달성할 수 있는 중요한 수단이라고 할 수 있다. 국가 경제 관점에서는 대규모 해상풍력단지 건설을 통한 건설 및 투자 경기 활성화에 기여할 수 있다. 중장기적으로 해상풍력발전사업이 관련산업의 활성화, 선진화로 계승되어야 하며 이를 위해서는 클러스터 조성이 필요하다. 하지만 해상풍력 클러스터 조성에 필수적인 관련산업에 대한 심층 분석 및 포괄적인 육성방안이 아직 도출되지 않은 상태다. 본 연구에서는 관련산업 동향, 주요 기업 및 입지, 기술력 등 경쟁력에 대하여 개략적으로 분석하였다. 향후에는 이를 토대로 더욱 심층적인 연구가 필요하다.

해상풍력클러스터 조성을 위해서는 다음의 조건이 충족되어야 한다.[87]

첫째, 해상풍력발전단지 구축을 위한 적격지 선정이다. 가장 기본적인 요인으로 해역의 풍량, 수역환경 등 자연적 요인에 대한 철저한 조사가 필요하고, 충분한 전력 수요가 있는 지역을 선정해야 한다.

둘째, 거점항만의 구축이 필요하다. 관련 부품을 수출입할 수 있고 해상풍력발전기 등 중량화물의 적치 및 적·하역이 가능한 시설이 구

87) 전문가 인터뷰 및 해외사례 내용을 종합.

비되어야 한다. 아울러 해상풍력시설 전용운반선이 접안할 수 있는 선석의 개발 및 확보가 필요하다.

셋째, 부품 제조·공급, 풍력발전기 제조, 테스트 등이 가능한 연관 산업이 집적되고 육성되어야 한다. 관련산업 육성을 위해 우선 해상풍력 거점항만의 구축과 해상풍력발전 관련산업 집적 및 육성이 필요하다. 풍력발전기 관련 부품 제조·조달 기업(관련 부품은 2만 개 이상), 풍력발전기 조립·제조기업, 공사에 따른 조사·설치·철거 관련 기업, 전용운반선·작업선 조선 및 수리 업체 등을 클러스터 부지에 유치하여야 한다. 해상풍력발전시설 유지·관리 산업의 육성도 필요하다.

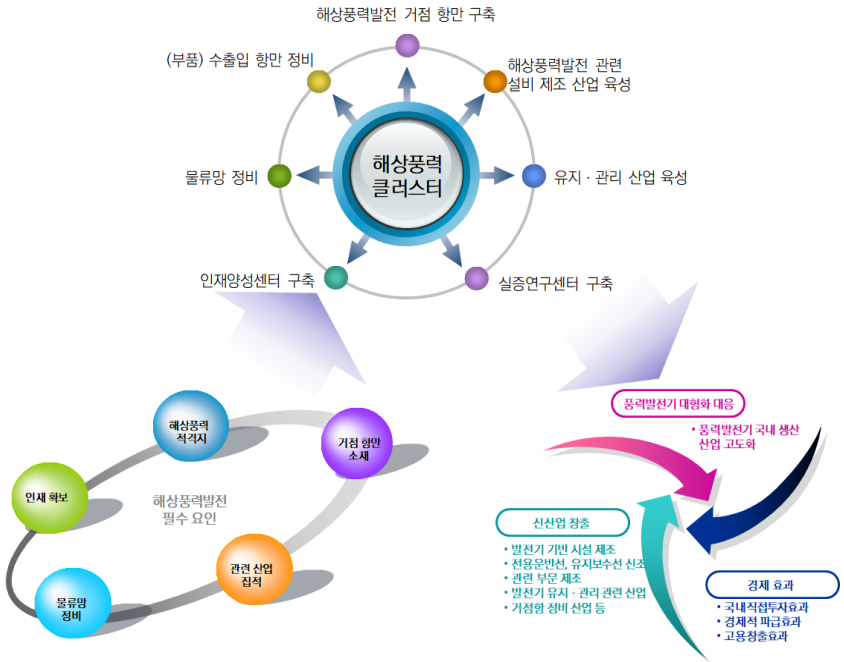
넷째, 실증연구센터가 구축되어야 한다. 해상풍력발전의 기술적 안정성, 사업성 등을 검증하고, 풍력발전기의 대형화에 대응한 R&D를 수행할 수 있는 연구센터가 확보되어야 한다.

다섯째, 해상풍력 제조, 조립, 검사, 점검, 유지·보수 등의 수행하는 인력의 전문성과 안전성을 강화하기 위한 인력관리시스템을 확보하는 것이 중요하다.

여섯째, 관련 화물이 수출입 항만에서 제조단지를 거쳐 거점 항만까지 유기적이고 적시에 공급되기 위한 도로, 철도, 항만(수로) 등 막힘없고 견고한 물류망이 구축되어야 한다.

마지막으로, 해상풍력발전과 관련된 전문인력이 충분히 확보되어야 한다. 이러한 점을 감안하여 항만관련산업으로서 항만 및 배후단지 입주 풍력산업 활성화 방안을 구상하여야 한다.

〈그림 7-1〉 해상풍력클러스터 조성을 위한 관련산업 육성방안



자료 : 전문가 인터뷰 및 해외사례 내용을 종합하여 저자 작성

2. 해상풍력클러스터 조성 항만개발 및 운영협의체 구성과 운영

해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 개발과 운영을 위한 관계기관 협의체를 구성하여 운영할 필요가 있다. 동 협의체는 현재 「재생에너지 3020 이행계획(안)」의 이행을 위해 국무조정실이 주도하여 시행하고 있는 협의체와는 별도로 운영되어야 한다. 동 협의체의 기본목적은 해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 개발·운영과 관련되기 때문이다. 동 협의체에는 해수부, 환경부, 국방부, 관련산업종사자, 연구기관 전문가 등이 참여하여야 한다.

동 협의체에서는 국무조정실 주도의 관계기관 협의체 진행상황을 바탕으로 해상풍력클러스터 조성에 필요한 항만 및 배후단지 개발방향을 구상하고 이를 위해 필요한 정책 사안을 도출하며 개괄적인 추진 로드맵을 정하여 해수부가 체계적으로 추진하여야 할 정책과제를 도출한다. 그리하여 필요할 경우 관련 정책연구를 시행하고, 손쉬운 대상부터 법·제도 개선을 추진한다.

3. 해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용 기본구상(안) 필요

상술한 해상풍력클러스터 내 풍력산업 육성방안을 포함한 항만 및 배후단지 활용 기본구상(안)을 마련하여야 한다. 이는 정부가 주도적으로 사전에 추진하여야 한다. 해양산업클러스터 정책 역시 정부가 주도적으로 기본구상(안)을 만들고 관련 법령을 제정하여 시행하여야 한다.

기본구상(안)에는 해상풍력산업 전반에 대한 검토, 주요 기업 규모와 공급사슬 관계, 사업성 분석 및 클러스터 조성방안(타당성), 개발방식, 정책 지원방안, 법제도 개선방안 등이 포함되어야 한다. 아울러 단계별 로드맵도 수립하여 선도적으로 해상풍력클러스터 기반조성에 대응하여야 한다.

4. 해상풍력발전산업 대상 공급사슬 분석연구 시급

해상풍력클러스터를 조성하기 위해서는 무엇보다 1차, 2차, 3차 제품을 제조·생산·조달·운송하는 기업의 항만 및 배후단지 내 유치가 시급하다. 그런데 우리나라에서는 아직까지 관련산업의 공급사슬에 대한 세밀한 분석이 매우 미흡하다. 외국의 경우 이러한 공급사슬 연구가 오랜 기간 이루어져 산업 간 연계방안 및 시너지 효과를 낼 수 있는 연구개발 공조방안, 교육훈련 프로그램의 개발 등이 활성화되어 있다는 점을 고려할 때 기업 간 공급사슬 관련 분석연구가 시급하며 정부의 관심이 중요한 시점이다.

참고문헌

〈국내 문헌〉

고현정, 「해상풍력 전용항만 입지선정 평가 항목에 관한 연구」, 『한국항만경제학회』, 제28집 제3호, 2012.

국토해양부, 「항만 해상풍력단지 도입을 위한 풍력자원조사 용역 보고서」, 국토해양부, 2011.

군산지방해양항만청 · 에너지관리공단, 「군산항 7부두(75번 선석) 개발 타당성조사」, 2013. 4.

김지영 · 강금석 · 오기용 · 이준신 · 유무성, 「국내해역의 해상풍력 가능자원 평가 및 예비부지 선정」, 한국전력공사, 2009. 6.

대만국제항만공사(TIPC) 내부자료, 2018. 11. 4.

박연수, 「신 · 재생에너지 공급의무화 제도(RPS)의 현황과 개선과제」, 국회입법조사처, 2018. 11.

(사)한국풍력산업협회, 「Wind Power 2018 가을호」, 2018.

산업통상자원부·한국에너지공단, 「2016 신·재생에너지 백서」, 2016. 10.

산업통상자원부 외, 해상풍력사업설명회 및 해상풍력 산업화전략 포럼, 2018. 6. 26.

산업통상자원부, 「재생에너지 3020 이행계획(안)」, 2017.12

산업통상자원부, 보도자료, 2017. 8. 25 및 2018. 5. 16. 2018. 11. 26.

산업통상자원부·에너지관리공단 신 · 재생에너지센터, 「신 · 재생에너지 공급의무화(RPS) 제도」, 2013. 5.

_____, 「2017년 신 · 재생에너지 보급통계」, 2018. 11.

성진기, 「2.5GW 해상풍력발전단지 시범단계(400MW)이행을 위한 검토보고서」, 한국에너지기술평가원, 2017. 12.

손충렬, 「세계풍력산업 동향 및 전남 풍력산업 육성전략」, (사)한국풍력산업협회, 2017. 4. 6.

심기섭 · 조지성 · 김영훈, 「친환경에너지 정책추진 강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안」, 한국해양수산개발원, 2017. 10.

이종필, 「대만 타이중 항만 해상풍력클러스터 조성 본격 추진」, 『KMI 월간동향』, 12월호, 2018. 12.

조성우·박명섭·한낙현, 「군산항의 해상풍력 지원항만으로서의 역할 및 전략에 관한 연구」, 『무역학회지』, 38(2), 2013. 4.

한국에너지공단, 「2017 재생에너지 전 세계 현황보고서」, 2018. 11.

한국풍력산업협회 내부자료, 2015년 및 2018년

해양수산부, 「2018 항만업무편람」, 2018. 10.

〈해외 문헌〉

GL GARRAD, Offshore Wind Energy Supply Chain Opportunities, 2010. pp10~11.

Roberts, Alun ·Mike Blanch·JessWeston·Bruce Valpy, *UK offshore wind supply chain : capabilities and opportunities*, 2014.1. p14

Raffaela Piria, "EU and Regional Policies for Offshore Wind : Creating Synergies", FOUNDATION OFFSHORE WIND ENERGY, 2014.11

TETRA TECH EC, INC, "Port and Infrastructure Analysis for Offshore Wind Energy Development", 2010. 2.

Navigant Consulting, Inc, US Offshore Wind Manufacturing and Supply Development, 2013. 2.22

KWEIA, 2017 Annual Report on Wind Energy Industry in Korea, 2018, pp. 5~21.

経済産業省·国土交通省, 「港湾における洋上風力発電施設の審査基準等の策定方針及びスケジュール」, 2016. 9.

経済産業研究所, 「洋上風力産業拠点の形成による地域振興 · 雇用創出」, 2016. 2.

日本風力発電協会, 「洋上風力発電の導入促進に向けて」, 2018. 3.

新エネルギー産業会議,「風力発電システムの導入促進に関する提言」, 2018. 3.

新エネルギー産業技術総合開発機構,「風力発電導入ガイドブック(第9版)」, 2008. 2.

福岡県北九州市港湾空港局エネルギー産業拠点化推進課, 風力発電関連産業の総合拠点化に向けて「グリーンエネルギーポートひびき」事業, 2018. 7.

국토교통성 항만국 해상풍력발전 도입 원활화 기술연구회,

http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk4_000006.html, (검색일: 2019. 1. 10)

福島沖での浮体式洋上風力発電システム実証研究事業総括委員会, 平成30年度福島沖での浮体式洋上風力発電システム実証研究事業総括委員会報告書, 2018.8. pp.1-10.

〈인터넷 자료〉

https://tc.twport.com.tw/en/cp.asp(검색일 : 2018. 11. 27)

国土交通省, http://www.mlit.go.jp/(검색일: 2019. 1. 10)

響灘エネルギー産業拠点化推進期成会, http://hibikinada-energy-kiseikai.com, (검색일: 2019. 1. 15)

EPJ, http://www.epj.co.kr/news/articleView.html?idxno=20598(검색일: 2019. 1. 23)

법제처, http://www.moleg.go.kr/(검색일: 2019. 1. 25.)

기본연구보고서 발간목록

2018년

01	해양환경영향평가제도의 실효성 확보를 위한 개선 연구	박수진
02	공유수면매립 정책의 개선과 전환에 관한 연구	윤성순
03	도서지역 해양관광 발전전략 연구 : 관광행태 분석을 통한 수요 대응을 중심으로	홍장원
04	양식장 해양쓰레기 자원순환 방안 연구	김경신
05	수산부문 전망모형「KMI-FOSiM」구축연구 - 양식산업 전망모형 구축을 중심으로 -	이헌동
06	수산업 주요 연관산업의 글로벌 경쟁력에 관한 연구	임경희
07	인구소멸 시대의 어촌사회 정책 연구	박상우
08	국내 가두리 양식장 어장환경개선 방안	마창모
09	어업여건 변화에 대응한 연근해 어업의 허가제도 개선 방안	엄선희
10	과학적 해양사고조사체계 도입 및 구축기반 연구	박한선
11	컨테이너 해상물동량 예측 모형 구축방안 연구	고병욱
12	해운기업의 경영성과에 미치는 영향분석 연구	황진회
13	건설용 모래 공급사슬관리(SCM) 방안 - 바다모래 가치 재산정을 중심으로 -	이언경
14	항만산업 종합통계 연구	하태영
15	항만 위험물 컨테이너 공급사슬 관리방안 연구	최나영환
16	국내 컨테이너항만의 비용 함수 추정 및 효율성 연구	최석우
17	신규 해사산업 진흥을 위한 법제도 개선방안	박한선
18	환동해권 물류 및 지역개발 기업진출 사례 분석 및 추진전략	이기열

2017년

01	미래 수산업·어촌 발전을 위한 정책방향 연구	김대영
02	연안침식 대응정책의 개선방안 연구	윤성순
03	해양준조세 산정체계 개선방안	장정인
04	해역의 효과적 관리를 위한 도서 활용 방안 연구	최지연
05	반려동물산업 성장에 따른 수산분야 펫푸드 산업 활성화 방안	장홍석

06	강마을 지역경제 활성화를 위한 전략	박상우
07	Post-2020 국제기후변화 규범체계에 대응한 해양정책 개선방안 연구	박수진
08	한국 수산식품 세계화 전략 수립 연구 -수산물 수출을 중심으로-	임경희
09	양식산업 재난 위기관리에 관한 연구	마창모
10	해운기업의 선박투자 행태 분석과 대응방안	김태일
11	IMO 지속발전 전략계획(SP) 대응방안 연구	박한선
12	컨테이너 해운산업 구조개선을 통한 경쟁력 제고 방안 연구	고병욱
13	동북아 전자상거래 해상운송 전환수요 분석	이기열
14	컨테이너 해운기업의 환적 패턴 분석과 항만의 대응방안	김은수
15	현장수요기반 IoT/빅데이터 항만하역 안전시스템 구축방안 연구	전형모
16	지진에 대비한 항만기능 유지의 필요성과 추진방안	김우선

수시연구보고서 발간목록

2018년

01	선화주 상생발전을 위한 해운산업투자 확대방안 연구	윤재웅
02	새로운 어선등록제 도입을 위한 제도 개선방안 연구	엄선희
03	낚시관리 실행력 제고 방안 연구	이정삼
04	해양생태도의 정책 활용도 제고방안 연구	박수진
05	국내 항만 대기오염물질 배출 저감조치의 운영실태 조사 및 개선방안연구	안용성
06	농축산물 등의 관세행정 제도개선을 통한 항만배후단지內 FTZ활성화 방안연구	조지성
07	최저임금상승이 항만연관산업에 미치는 영향 및 대응방안	이기열
08	수산업·어촌분야 공익적 가치 평가체계 수립 및 사회적 경제 도입방안 연구	류정곤

2017년

01	파나마운하 확장에 따른 해운물류환경변화와 정책대응 방안	박용안
02	해양문화정책 방향에 관한 연구	홍장원
03	4차 산업혁명과 해운산업 정책방향	황진회
04	제주도 항만거버넌스 개선방안 연구	김근섭

05	수산물 산지경매사 직무 및 시험체계 개발	장홍석
06	한·중·일 신선물류산업 활성화 방안	장홍석
07	연안항 지정기준 개선방안 연구	김근섭
08	지속가능한 갯벌어업을 위한 로드맵 마련 연구 - 갯벌어업 패류양식을 중심으로 -	마창모
09	해양수산 공공부문 인재육성 정책 방향	홍현표

현안연구보고서 발간목록

2018년

01	미얀마 국립수산대학 설립 추진 방안 연구	정명화
02	연안여객 해상교통의 대중교통체계 구축 방안 연구	김태일
03	해조류 국제양식규범확산에 따른 국내 김산업 수용태세 분석 -ASC인증을 중심으로-	이상철
04	청년일자리 창출을 위한 해양수산 인력양성 방안 연구 - 국제물류 청년인력을 중심으로 -	박광서
05	컨테이너 화물 해상운송계약 개선방안 연구	윤재웅
06	청년 물류인력 해외진출 정주 지원사업 구상 연구	김은수
07	자율운항선박 도입 관련 대응정책 방향 연구	박혜리
08	연안토지매입 동향과 도입 가능성 검토	윤성순
09	강릉선 KTX 개통에 따른 해양관광 수용태세 개선방안 연구	최일선
10	선박관리산업 육성을 통한 청년 일자리 창출 방안 연구	최영석
11	시민 참여형 연안·해양정보 생산·활용방안	정지호
12	부산항 배후지 부가가치활동 확대를 통한 일자리 창출 연구	하태영
13	해양바이오 산업화를 위한 국가연구개발사업 추진 방향 연구	한기원
14	근로시간 단축제도 시행에 따른 해양수산업 고용영향 분석	장정인
15	어린물고기 남획실태 및 보호정책 연구	이정삼
16	남북관계 개선에 따른 항만물류 부문의 협력사업 발굴	이기열
17	한국 제조기업의 SCM 역량 강화 방안에 관한 연구	신수용
18	제3자 물류산업 발전방향 연구– 대기업 물루자회사의 역할을 중심으로	고병욱
19	신남방정책 이행을 위한 한-베트남 수산식품·가공분야 개발협력 방안 연구	정명화

20	신 해양도시 조성 필요성 연구	최지연
21	지역 해양수산 혁신사업 발굴과 추진방향	최지연
22	학교급식의 수산물 이용 활성화 방안	문석란
23	주민주도의 에너지 자립형 어촌마을 모델 연구	박상우
24	페루 수산업 실태 및 수산 협력 방향	엄선희
25	경제총조사 마이크로데이터를 이용한 어촌지역 고용지표 통계생산	한광석
26	서해평화수역 조성을 위한 정책방향 연구	남정호

2017년

01	우리나라 해운금융의 한계 및 발전방향	전형진
02	한투발루 협력 증진을 위한 참다랑어 외해양식 투자의 타당성 분석	마창모
03	AMP 설치 수요조사 및 추진과제 연구	이언경
04	해외 진출 무역업체의 한국인 포워더 수요 추정 연구	신수용
05	선박교통관제(VTS) 운영효율화 방안 연구	박한선
06	부산 영도구·중구 도시재생사업 추진방안 -한진중공업·자갈치시장 사례 중심-	최나영환
07	수산시장의 소비자 신뢰 제고를 위한 정책 지원방안 연구	이헌동
08	산업정책적 관점에서의 주요국 해운정책 분석 및 정책방향 연구	고병욱
09	연안형 도시재생 기본구상 -부산 원도심 및 영도지역 사례 분석-	최지연
10	갯벌 복원 수요 확대에 따른 복원 표준모형 개발 방향	육근형
11	항만보안 관리체계 효율화 방안 연구	김찬호
12	전자상거래 기반 상업항 개발전략	최상희
13	항만 내 어항구 개발과 관리제도 개선방안에 관한 연구	한광석
14	해운 얼라이언스 개편과 부산항 신항 환적 운영 개선 방향 연구	김은수
15	PA관할 항만 항계 확장에 따른 어업피해보상비 분담기준 마련	김근섭
16	페루 수산시장 현황 및 진출방안	정명화
17	러·일 간 남쿠릴 열도 분쟁의 최근 동향	현대송
18	부산항 신항 혼합형 전용터미널(Hybrid liner terminal) 시스템 도입방안 연구	김근섭
19	해양경비 여건 분석과 역량 강화 방안	윤성순
20	바닷모래의 이용실태와 관리 개선방향	윤성순

21	우리나라 구조조정 정책사례 및 시사점 -한진해운을 중심으로-	황진회
22	한국 컨테이너선대 육성의 필요성	김태일
23	어촌지역 고용지표 통계생산을 위한 기초연구	한광석
24	우리나라 항만산업 고용통계 조사 연구	하태영
25	뉴질랜드·노르웨이의 양식 수산물 수출 전략	임경희
26	빅데이터 적용 해운항만산업 연구분석 우선순위 연구	최종희
27	해양수산 생명자원정책의 개선방향에 관한 연구	박수진
28	미·중 수산물 수출 비관세장벽 동향 및 대응 방안	임경희
29	도시-어촌 상생협력 인식도 조사	이상철
30	크루즈산업의 일자리 창출 규모와 정책과제	황진회
31	내항여객운송사업 운영체계 개선방안	김태일
32	우리나라의 배출규제해역(ECA) 도입 방안 연구	이기열
33	친환경에너지 정책 추진강화에 따른 항만의 신재생에너지 확대방안	심기섭
34	해양수산 일자리 창출분야 및 고용효과 분석	박광서
35	선박에 의한 대기오염물질 배출량 산정체계 개선 방안	안용성
36	해양휴양복지 활성화 정책방안 연구	홍장원
37	G20 해양쓰레기 실행계획의 국내 이행 방안	김경신
38	물류기업 해외진출 지원사업 평가 및 실효성 제고 방안	신수용
39	2018 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
40	도시청년 일자리 창출을 위한 도시형 어촌 개발 콘텐츠 발굴 연구	박상우
41	4차 산업혁명시대 항만물류산업 고도화 방안 연구	이언경
42	원양어선 승무 선원의 스트레스 분석에 관한 연구	이승우
43	일자리 창출을 위한 우리나라 항만 경제특구 발전 방향	박성준
44	해양주권 강화를 위한 무인도서 기초정보 개선 연구	정지호
45	세계경영을 위한 해외 터미널 및 물류시설 투자방안	박주동
46	연안 소규모 하·폐수 처리시설의 관리 문제점 및 개선방향	장원근
47	거대선사의 시장지배력 확대에 대한 국적선사의 대응 방향	전형진
48	해양법 관련 최근 판례 및 동향 분석 - 남중국해 분쟁 등 해양법 판례 중심 -	최지현
49	화주 관점의 항만배후단지 역할 제고 방향	김은수

일반연구보고서 발간목록

2018년

01	전라남도 작은 SOC사업 활성화 방안- 소규모 항·포구 개선사업 -	김근섭
02	2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석	최상희
03	러시아 ARCTIC LNG-2 사업 참여 방안 연구	김민수
04	물류기술 R&D 추진동향 분석 연구	강무홍
05	우리나라 기업의 일대일로 물류분야 협력방안 연구	김형근
06	북한 동해 해양관광 활성화 방안	윤인주
07	해양수산 분야 북극권 4차 산업기술 수요조사 및 분석연구	김민수
08	경상북도 논 생태양식 육성 방안	이상철
09	남북관계 변화에 따른 해운협력 기반 구축 방안	황진회
10	영토 권원 이론의 현대적 발전과 한계	김원희
11	동해표기 문제 연구 - 동해 지명의 국제적 인지도 확산 방안	현대송
12	우리나라 기업의 창장물류 활용방안 연구	김형근
13	태국의 수산물 소비 트렌드 분석 및 수출전략 연구	임경희
14	제주 해상풍력발전지구 제도 개선 연구	육근형
15	해양수산 분야「9 브릿지」구축 방안 연구	박성준
16	강원도 어촌 신활력 제고방안	박상우

해상풍력클러스터 조성을 위한 항만 및 배후단지 활용방안

인　　쇄 ▌2019년 4월 28일 인쇄

발　　행 ▌2019년 4월 30일 발행

발 행 인 ▌양 창 호

발 행 처 ▌한국해양수산개발원

49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

연 락 처 ▌051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등　　록 ▌1984년 8월 6일　　제313-1984-1호

조판·인쇄 ▌효민디앤피

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel : 394-0337

정가 6,000원