

전북 주력산업생태계 경쟁력 진단과 중장기 발전방향 : 재생에너지산업

Analysis of the ecosystem edge of Jeonbuk's key industries and
mid-to-long-term policy implications for sustainable growth in the region's
renewable energy industry

이지훈 양원탁 박세현 김선홍



전북 주력산업생태계 경쟁력 진단과 중장기 발전방향 : 재생에너지산업

Analysis of the ecosystem edge of Jeonbuk's key industries and
mid-to-long-term policy implications for sustainable growth in the region's
renewable energy industry

이지훈 양원탁 박세현 김선희

연구진 및 연구 세부 분담

연구책임	이지훈	연구위원	연구총괄, 제1장 ~ 6장
공동연구	양원탁	연구위원	제3장
	박세현	전문연구원	제2장, 4장
	김선홍	전문연구원	제2장

자문위원	정우식	한국태양광산업협회 상근부회장
	조 국	한국풍력산업협회 실장
	김영권	전북테크노파크 에너지산업육성단장
	최성환	한국지식산업연구원 연구위원

연구관리 코드 : 22GI08

이 보고서의 내용은 연구자의 의견으로서
전북연구원의 공식 입장과는 다를 수 있습니다.

1. 연구목적 및 방법

1) 연구 배경 및 목적

- 전라북도 주력산업의 정책방향을 수립하기 위해서는 지역 단위에서 주력산업별 특성을 세밀히 살펴보고, 산업별 성장경로, 클러스터 여건 등을 차별적으로 살펴보는 분석과 분석결과에 대한 개선사항 등에 대한 제시가 필요
- 본 연구는 전라북도 주력산업 중 에너지전환, 그린뉴딜, 새만금 재생에너지 등으로 많은 정책적 관심을 받고 있는 재생에너지산업에 대해 전북의 생태계 및 클러스터 여건, 그리고 향후 중장기적 육성방향 등을 제시하는 것을 연구의 목적으로 함

[표 1] 주요 연구 질문

구분	내용
연구 질문	재생에너지산업의 개념과 특성은 무엇인가? 국내 재생에너지 산업생태계가 형성되어 클러스터로 발전되어 가는 곳은 어디인가? 전북 재생에너지 산업의 혁신생태계는 어느 정도 형성되어있는가? 전북의 재생에너지 클러스터 및 산업혁신생태계는 어느 방향으로 발전되어 가야 하는가?

2) 연구 범위 및 방법

- 본 연구의 범위는 전라북도 주력산업 중 하나인 재생에너지 산업에 국한함
- 재생에너지도 다양한 세부분야가 존재하나 전라북도가 산업적으로 관심을 가지고 있는 태양광, 해상풍력을 중심으로 하며, 재생에너지를 지역의 제조업 육성이라는 산업적 관점에서 본 연구가 다루어짐
- 연구 방법은 전북 재생에너지 산업과 관련된 통계분석, 공간분석, 사례분석, 도내 기업, 전문가 인터뷰 및 자문 등을 종합적으로 이용함

2. 결론 및 정책제언

■ 결론

- 전북은 재생에너지 관련 다수의 기관이 존재하고, 지자체 차원에서 관련 제조업을 육성하고자 하는 의지가 강한 점, 수상태양광과 해상풍력의 인증 체계를 갖춘 점이 강점임
- 하지만 앵커 기업의 부재, 클러스터의 강도가 낮은 점, 연구기능 기관의 부족과 재생에너지 잠재 시장의 압도적 경쟁력 부족 등이 약점임
- 전북 재생에너지산업 경쟁력을 강화하기 위해서는 지역 내 특화된 재생에너지 발전단지 조성이 우선이고, 수상태양광, 해상풍력 등 타 지역이 선점하지 않은 특화된 분야에 대해 집중적 단지 조성이 필요
- 기술혁신 방향은 관련된 혁신기관이 부재한 가운데 기업의 수요를 기반으로 기술혁신을 추구해야 하며, 동시에 부재한 혁신기관을 채울 수 있는 방안에 대해서도 중장기적으로 검토가 필요하며, 기존 기관이 새로운 기술발전에 따라 기능을 확장, 재편할 수 있도록 유도하고, 타 지역 기관과의 연계협력도 도모 필요

■ 정책제언

- 본 연구는 시장, 제조, 혁신 등 3대 분야별 전북 태양광, 해상풍력 재생에너지산업의 경쟁력을 강화하기 위한 7대 대 과제를 제시하고, 대 과제별 중, 소형 과제를 제시함

[표 2] 정책제언

구분	정책과제(대과제)
시장	전북 내 정착 희망 기업 연계 대규모 해상풍력 발전단지 조기 조성 규모화된 수상 및 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성
제조	기업유치 거점 공간 조성 에너지특화기업 중심 기업지원 강화 재생에너지 연계 신규 확장형 제조 비즈니스 모델 창출
혁신	전북 재생에너지 혁신공간 규모 강화 및 재구조화 퀀텀 점프(Quantum Jump)형 연구개발 및 사업화 추진

차 례

CONTENTS

요 약	i
-----------	---

제1장 연구 개요

1. 연구 배경 및 목적	3
가. 연구의 배경	3
나. 연구목적	5
2. 연구 범위 및 방법	6
가. 연구 범위	6
나. 연구 방법	6

제2장 재생에너지산업의 개념과 특성

1. 재생에너지산업 개념과 특징	11
가. 재생에너지 개념	11
나. 재생에너지산업의 개념과 범위	12
다. 재생에너지산업의 경쟁력 특징	13
2. 재생에너지산업의 동향	16
가. 시장동향	16
나. 제조동향	20
다. 혁신동향	21
3. 재생에너지산업 산업집적지 사례	23
가. 충청북도 태양광산업 클러스터	23
나. 중국 장쑤성 태양광산업 클러스터	26
다. 영국 험버 해상풍력 산업클러스터	29
라. 대만 해상풍력 산업 육성 정책 사례	32

제3장 전북 재생에너지 산업의 공간적 집적 특성 분석

1. 공간적 집적 특성 분석 개요	37
가. 분석 개요	37
나. 분석 방법	38
2. 전국 재생에너지 산업 현황	40
가. 국내 재생에너지 산업 현황	40
나. 지역별 재생에너지 산업 현황	42
3. 국내 재생에너지 공간적 집적 특성	48
가. 군집 패턴 분석	48
4. 전북 재생에너지 산업 집적 특성 분석	52
가. 전북 재생에너지 산업집적 현황 분석	52
나. 타 지역 클러스터와의 비교	54

제4장 전북 재생에너지 산업생태계 분석

1. 분석의 필요성과 방법	65
가. 분석의 필요성	65
나. 분석의 구조 및 방법	66
2. 분석의 결과	68
가. 시장여건	68
나. 제조여건	75
다. 혁신여건	86
3. 소결	98

제5장 전북 재생에너지산업의 경쟁력 강화 방안

1. 기본방향 및 추진전략	103
가. 기본 방향 도출	103
나. 기본 방향	104
다. 추진전략	107
2. 시장경쟁력 강화 방안	110
가. 전북 내 정착 희망 기업 연계 대규모 해상풍력 발전단지 조기 조성	110
나. 규모화된 수상 및 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성	111
3. 제조경쟁력 강화 방안	112
가. 기업 유치 거점 공간 조성	112
나. 에너지특화기업 중심 기업지원 강화	115
다. 재생에너지 연계 신규 확장형 제조 비즈니스 모델 창출	118
4. 혁신경쟁력 강화 방안	121
가. 전북 재생에너지 혁신공간 규모강화와 재구조화	121
나. 퀀텀 점프(Quantum Jump)형 연구개발 및 사업화 추진	125

제6장 결론 및 정책제언

1. 연구의 결론	131
2. 정책제언	135

참고문헌	136
------------	-----

영문요약 (Summary)	139
----------------------	-----

표 차례

LIST OF TABLES

[표 1-1] 주요 연구 질문 및 차별성	5
[표 2-1] 신재생에너지산업 가치사슬 구성	12
[표 2-2] 부처합동 재생에너지산업 경쟁력 강화 추진과제	14
[표 2-3] 주요 대륙별 재생에너지(풍력/태양광) 전기 생산 비중(2020기준)	16
[표 2-4] 주요국의 재생에너지(풍력/태양광) 전기 생산 비중(2020년 기준)	17
[표 2-5] 국내 신재생에너지 생산량 현황	18
[표 2-6] '20년 기준 신재생에너지의 잠재량 연산량	19
[표 2-7] 신재생에너지 업종별 종사자 현황	20
[표 2-8] 신재생에너지 업종별 매출액 현황	20
[표 2-9] 주요 에너지원별 제조업 현황	21
[표 2-10] 최근 5년간 정부 신재생에너지 기술개발 투자 현황	22
[표 2-11] 태양광 밸류체인별 상위 업체 현황	26
[표 2-12] 대만 해상풍력 설치 목표	32
[표 3-1] 전북 재생에너지 산업의 공간적 집적 특성 분석	37
[표 3-2] 재생에너지 기업 식별을 위한 산업분류 및 사업 분야	38
[표 3-3] 국내 재생에너지 관련 제조업 공장 현황	41
[표 3-4] 국내 재생에너지 관련 제조업 공장 종업원 현황	41
[표 3-5] 국내 지역별 태양광 관련 제조업 공장 현황	42
[표 3-6] 국내 지역별 태양광 관련 제조업 공장 종업원 현황	43
[표 3-7] 국내 지역별 풍력 제조업 공장 현황	45
[표 3-8] 국내 지역별 풍력 제조업 공장 종업원 현황	46
[표 3-9] 태양광 관련 주요 집적지역의 특성 비교	55
[표 3-10] 태양광 산업 주요 집적지역의 업체 및 종업원 변화	55
[표 3-11] 태양광 집적지역의 주요 업체 현황	56
[표 3-12] 태양광 집적지역의 발전시장 현황	57
[표 3-13] 태양광 집적지역의 R&D 연구비 현황	57
[표 3-14] 풍력 관련 주요 집적지역의 특성 비교	58

표 차례

LIST OF TABLES

[표 3-15] 풍력 산업 주요 집적지역의 업체 및 종업원 변화	59
[표 3-16] 풍력 집적지역의 주요 업체 현황	60
[표 3-17] 풍력 집적지역의 발전시장 현황	61
[표 3-18] 풍력 집적지역의 R&D 연구비 현황	61
[표 4-1] 전북 재생에너지 산업생태계 분석 구조 및 방법	66
[표 4-2] 전라북도 발전사업 현황(22년 6월말 기준)	68
[표 4-3] (2021년 말 기준) 국내 태양광 현황(누적)	69
[표 4-4] 지역별 태양광 시장 잠재량	70
[표 4-5] (2021년 말 기준) 국내 풍력 현황(누적)	71
[표 4-6] 지역별 해상풍력 이론적, 기술적, 시장 잠재량	72
[표 4-7] 지역별 풍력 진척도	73
[표 4-8] 전북 재생에너지 발전단지 조성 관련 제도적 환경	74
[표 4-9] 전라북도 태양광 기업 생태계 현황	75
[표 4-10] 전라북도 풍력 기업 생태계 현황	76
[표 4-11] 에너지산업융복합단지 지원사업	80
[표 4-12] 전북 재생에너지 제조 관련 지원 조례	82
[표 4-13] 기업인터뷰 결과	83
[표 4-14] 태양광 기업의 주요 의견	84
[표 4-15] 해상풍력 기업의 주요 의견	85
[표 4-16] 전북 재생에너지 관련 대학 현황	86
[표 4-17] 전북 재생에너지 관련 혁신기관 현황	87
[표 4-18] 국내 태양광 및 해상풍력 전문 연구기관 현황	87
[표 4-19] 신재생에너지 관련 국가 R&D 연구비 현황	89
[표 4-20] 국가 R&D 3대 분야별 현황	90
[표 4-21] 전북 신재생에너지 혁신 관련 제도적 환경 (일부)	95
[표 4-22] 태양광 혁신기관의 주요 의견	96
[표 4-23] 해상풍력 혁신기관의 주요 의견	97

전라북도 주력산업생태계 경쟁력 진단과 중장기 발전방향 : 재생에너지산업

[표 5-1] 세부 업종별 경쟁력 비교	108
[표 5-2] 해상풍력 주요 부품별 핵심 기업 및 소재지	113
[표 5-3] 국내 태양광 모듈 기업 현황 및 생산용량	114
[표 5-4] 새만금 태양광 기업유치를 주요 지원사업	115
[표 5-5] 에너지특화기업 수출 지향 프로그램(안)	116
[표 5-6] 전북 보유 실증단지 연계 유지보수 인력양성(안)	117
[표 5-7] 전북 재생에너지 연계 그린수소 확보 방안	119
[표 5-8] 독일 하부구조물 지원센터	122
[표 5-9] 혁신기관 추가유치(안)	122
 [표 6-1] 분야별 정책과제	 133
[표 6-2] 산업별 정책과제	134

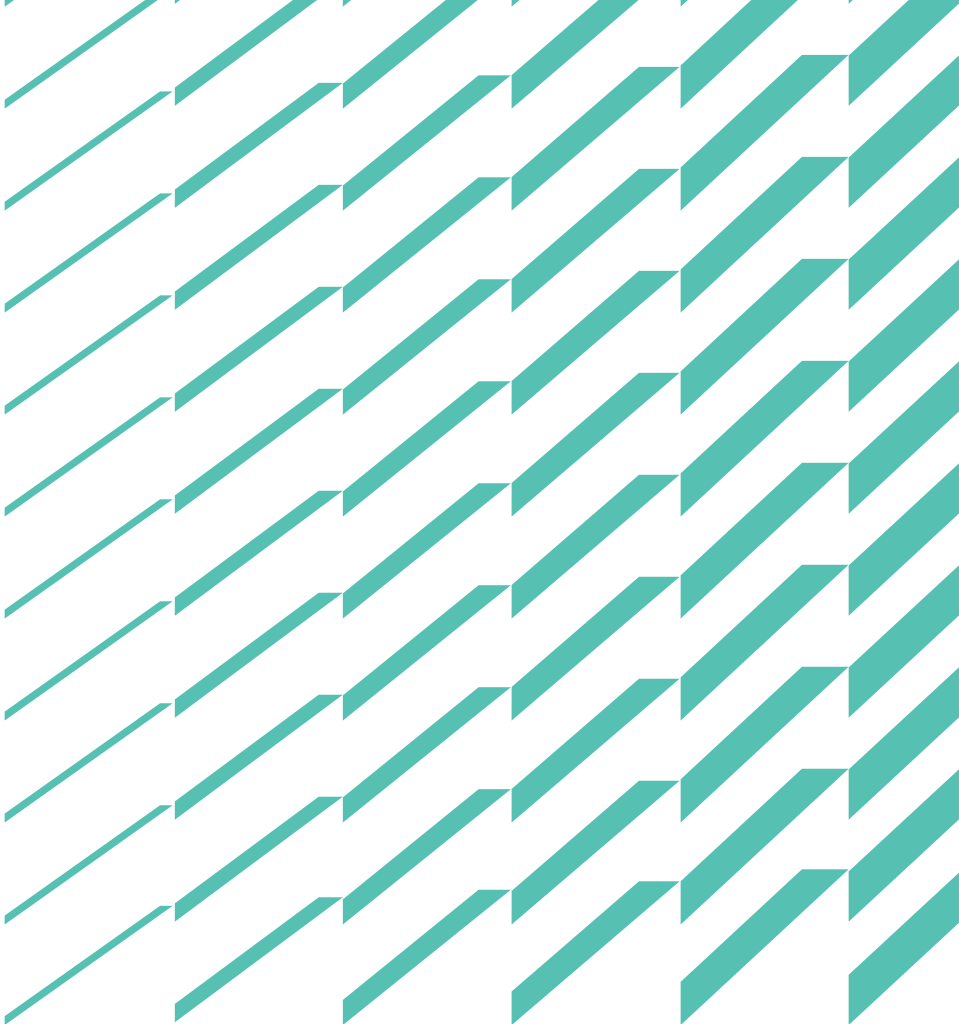
그림 차례

LIST OF FIGURES

[그림 1-1] 홀링(Holling) 생태계 모형에 따른 주력산업 경로	4
[그림 1-2] 연구의 흐름(안)	7
[그림 2-1] 신재생에너지산업 분류	11
[그림 2-2] 재생에너지산업의 국가 경쟁력 진단 모델	13
[그림 2-3] 재생에너지산업 경쟁력의 주요 특징	15
[그림 2-4] 2020년 기준 국가별 재생에너지 비중	17
[그림 2-5] 국내 신재생에너지 발전 비율	18
[그림 2-6] 신재생에너지 연구생태계 맵	22
[그림 2-7] 충북태양광산업 특구	23
[그림 2-8] 태양광 밸류체인 내 중국의 비중	26
[그림 2-9] 중국 장쑤성 내 주요 태양광 관련 기업 현황	27
[그림 2-10] TongWei의 염성시 공장 기공식	28
[그림 2-11] 주체별 헝 지역 투자 연대기	29
[그림 2-12] 영국 험버 해상풍력 클러스터 구성 및 역할	30
[그림 2-13] 해상풍력 발전 클러스터의 속성	31
[그림 2-14] 험버 해상풍력 발전단지	31
[그림 2-15] 대만 해상풍력산업 육성 과정	32
[그림 2-16] 대만 해상풍력 클러스터	33
[그림 2-17] 타이중 항만의 주요 해상풍력 기업	34
[그림 3-1] 국내 재생에너지 산업 변화 추이	41
[그림 3-2] 국내 태양광 산업 공장의 분포 현황	44
[그림 3-3] 국내 풍력 산업 공장의 분포 현황	47
[그림 3-4] 국내 태양광 산업의 공간적 집적 분석 결과(공장 수 기준)	48
[그림 3-5] 국내 태양광 산업의 공간적 집적 분석 결과(종사자 기준)	49
[그림 3-6] 국내 풍력 산업의 공간적 집적 분석 결과(공장 기준)	50
[그림 3-7] 국내 풍력 산업의 공간적 집적 분석 결과(종사자 기준)	51
[그림 3-8] 전라북도 태양광 산업의 집적 패턴 변화(2010~2021)	52

전라북도 주력산업생태계 경쟁력 진단과 중장기 발전방향 : 재생에너지산업

[그림 3-9] 전라북도 풍력 산업의 집적 패턴 변화(2010~2021)	53
[그림 4-1] 전북지역 태양광산업 제조기업 형성 과정	76
[그림 4-2] 전북지역 해상풍력산업 제조기업 형성 과정	77
[그림 4-3] 전북 태양광 업종 연결중심성 분석	78
[그림 4-4] 전북 태양광 업종 매개중심성 분석	78
[그림 4-5] 전북 해상풍력 업종 연결중심성 분석	79
[그림 4-6] 전북 해상풍력 업종 매개중심성 분석	79
[그림 4-7] 새만금 에너지산업융복합단지	80
[그림 4-8] 국내 재생에너지 관련 주요 혁신기관 현황	88
[그림 4-9] 태양광 및 풍력 연구비 집중도	90
[그림 4-10] 전북지역 신재생에너지 국가R&D 공동연구 현황	91
[그림 4-11] 전라북도 태양광 특허의 연결중심성	92
[그림 4-12] 전라북도 태양광 특허의 매개중심성	92
[그림 4-13] 전라북도 풍력 특허의 연결중심성	93
[그림 4-14] 전라북도 풍력 특허의 매개중심성	93
[그림 4-15] 부안 신재생에너지단지 조감도	94
[그림 5-1] 전북 재생에너지산업 경쟁력 강화 추진전략 도출	107
[그림 5-2] 서해 해상풍력 지원 거점	110
[그림 5-3] 전북 해상풍력 제조단지 조성 개념도	112
[그림 5-4] 전남 에너지밸리 기업지원 통합 플랫폼	115
[그림 5-5] 해상풍력 연계 그린수소 생산 시스템	119
[그림 5-6] Technip Energies의 해상풍력 연계 LOHC 방식의 그린수소 생산 개념 ...	120
[그림 5-7] 퀀텀 점프형 전략(안)	125
[그림 5-8] 해상풍력 터빈 기술 현황	127



제 1 장

연구 개요

1. 연구 배경 및 목적
2. 연구 범위 및 방법



제 1 장 연구 개요

1. 연구의 배경 및 목적

가. 연구의 배경

지방자치법은 지방자치단체의 사무 범위에 지역산업 육성계획을 수립하고 관련 산업의 발전방향을 제시하여 지원하는 것을 규정하고 있다.

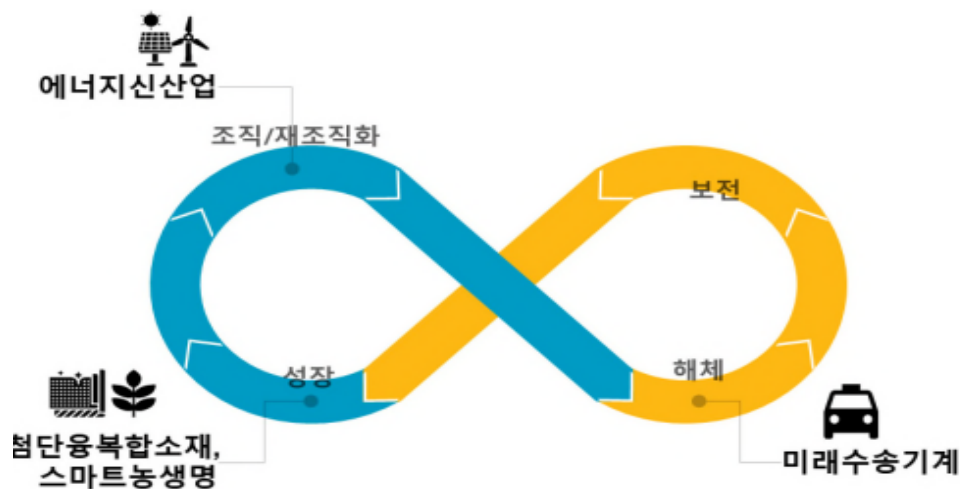
이에 따라 전북을 포함한 광역지자체는 지역산업진흥계획과 지역혁신성장계획 등을 수립하고 있으나, 계획수립이 연 단위로 이루어지고 계획의 범위도 5년 이내로 설정됨에 따라 중장기 관점에서 방향을 점검하고 수립하기에는 한계가 존재한다. 또한 지역산업을 하나의 틀 속에서 종합적으로 다루다보니 개별 산업이 지니고 있는 특성이 충분히 반영되지 못하는 한계도 존재한다.

최근 지역산업을 육성하기 위한 정책은 지역의 강점과 경쟁우위, 잠재력을 기반으로 지역의 이해 당사자들이 참여를 통해 우선순위를 결정하는 스마트 특성화 전략으로 진화하고 있다. EU에서는 유럽 각 지역의 발전을 위한 정책수단으로 스마트 특성화를 강조한 지 오래 되었으며, 우리나라 정부 및 국책연구기관에서도 스마트 특성화와 관련된 정책연구가 활발하게 진행되고 있다. 그러나 이와 같은 관심에도 불구하고 지역 단위에서 스마트 특성화를 제대로 작동하기에는 구조적인 한계가 있다. 대표적으로 정부 주도의 스마트 특성화 정책과 사업이 추진됨에 따라 지자체는 스마트 특성화 사업을 통해 국비 유치에만 관심을 가지고 있고, 스마트 특성화가 추구하는 본질에는 상대적으로 관심이 적은 것이 대표적인 한계점이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 이러한 한계점을 지자체 정책연구 차원에서 최대한 극복하고자 한다. 즉 지역산업의 정책의 방향을 단기사업 중심으로 전개하기 보다는 가능하면 중장기적 관점에서 다루어 보고자 하며, 다수의 산업을 종합적으로 다루기보다는 하나의 산업을 선택하여 전북의 강점과 경쟁우위, 잠재력 등을 분석하고 지역의 이해 당사자들의 의견을 수렴하여 전북이 중장기적으로 추진해야 할 스마트 특성화의 방향이 무엇인지를 탐색하고자 한다.

본 연구는 이지훈 외(2021)가 연구한 ‘전라북도 산업혁신생태계 실태조사 및 전략연구’의 후속 연구로도 볼 수 있다. 사전연구에서는 전라북도 4개 주력산업에 대해 전반적인 산업혁신생태계를 분석한 후 향후의 과제를 제시하였다. 제시된 결과 중 하나로 전북의 주력산업은 각각 이질적인 특성을 지니고 있어 개별 산업을 종합적으로 다루기보다는 산업의 특성에 맞춰 각 산업을 진단하고 향후의 진화경로를 설정해 나갈 필요성이 있다고 언급되었다.

전라북도는 지역 주력산업의 육성을 위해 다양한 노력을 하고 있다. 이러한 노력이 보다 효과적으로 작동하기 위해서는 국비 확보를 위한 단기적 시각뿐만 아니라 현 상태를 정확하게 진단하고, 이를 개선하기 위한 중장기적 시각이 결합되어야 한다.



자료 : 이지훈 외(2021)

[그림 1-1] 홀링(Holling) 생태계 모형에 따른 주력산업 경로

나. 연구목적

전라북도 주력산업의 정책방향을 수립하기 위해서는 지역 단위에서 주력산업별 특성을 세밀히 살펴보고, 산업별 성장경로, 클러스터 여건 등을 차별적으로 살펴보는 분석과 분석결과에 대한 개선사항 등의 제시가 필요하다.

이에 본 연구는 전라북도 주력산업 중 최근 에너지전환, 그린뉴딜, 새만금 재생에너지 클러스터 등으로 정부와 지자체 차원에서 가장 많은 관심을 받고 있는 재생에너지산업에 대해 전북의 생태계 및 클러스터 여건, 그리고 향후 중장기적 육성방향 등을 제시하는 것을 연구의 목적으로 한다. 재생에너지산업의 개념과 특성은 무엇인지를 살펴보고, 국내 및 도내에서 재생에너지산업이 어느 지역에 집적화 되어있는지를 살펴보고자 한다. 이후 전북 재생에너지산업의 생태계가 어느 정도로 형성되어 있으며, 향후 집적공간 및 생태계가 성장하기 위해서는 어느 방향으로, 어떤 과제 등이 추진되어야 하는지를 검토하고자 한다.

본 연구는 재생에너지산업의 단위 국비사업 유치를 위한 단기적 분석이 아니라 전북 재생에너지산업의 실태와 여건을 진단하고, 이해관계자의 의견을 수렴하여 향후의 정책방향을 제시하는 스마트 특성화 관점의 연구라는 점에서 차별성을 지닌다. 특히 기존의 산업연구는 다양한 기업의 의견을 종합적으로 수렴한다는 측면에서 설문조사로 이루어지고 있으나, 본 연구에서는 도내 재생에너지 기업의 심층인터뷰를 통해 전북의 산업생태계에 대한 의견을 보다 심층적으로 파악하고자 한다.

[표 1-1] 주요 연구 질문 및 차별성

구분	내용
연구 질문	재생에너지산업의 개념과 특성은 무엇인가? 국내 재생에너지 산업생태계가 형성되어 클러스터로 발전되어 가는 곳은 어디인가? 전북 재생에너지 산업의 혁신생태계는 어느 정도 형성되어있는가? 전북의 재생에너지 클러스터 및 산업혁신생태계는 어느 방향으로 발전해야 하는가?
차별성	재생에너지 산업에 대해 클러스터와 생태계 관점에서 접근 재생에너지 산업에 대해 단기적인 관점이 아니라 중장기적인 관점에서 육성방향 제시

2. 연구 범위 및 방법

가. 연구 범위

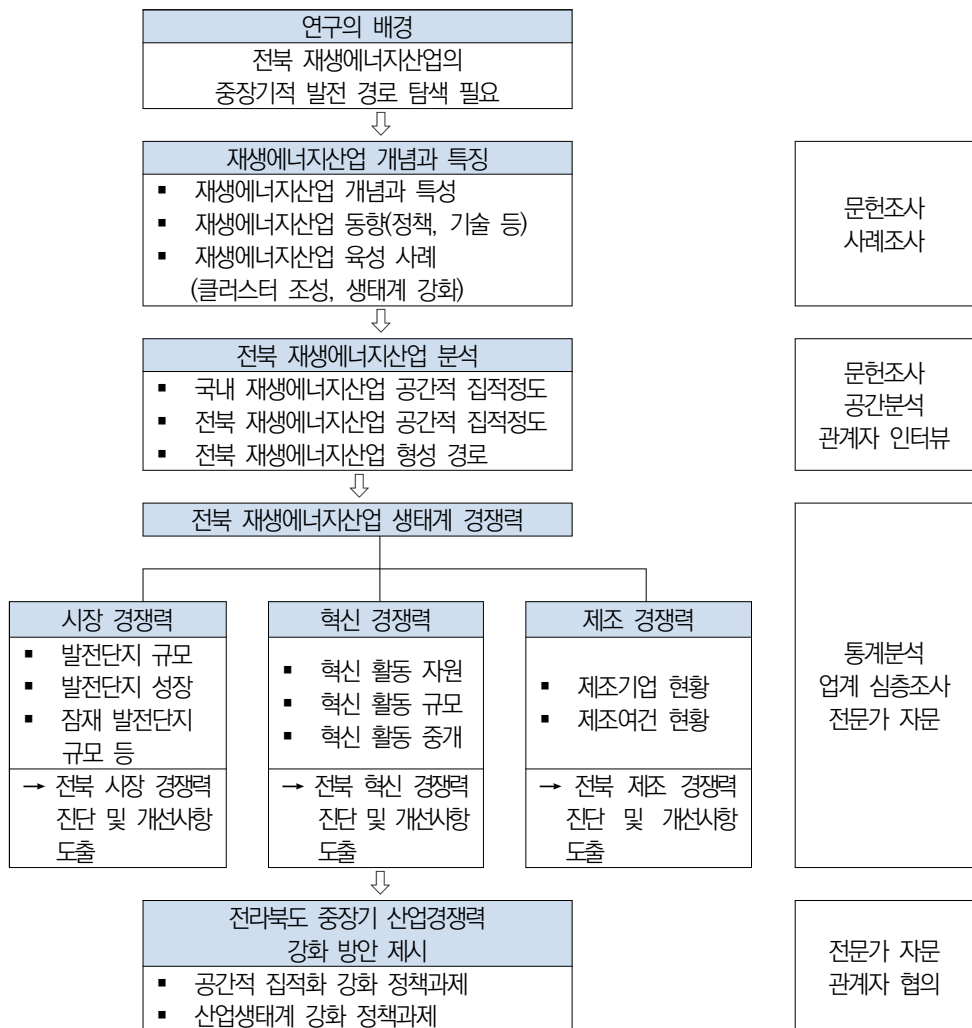
본 연구의 범위는 전라북도 주력산업 중 하나인 재생에너지 산업에 국한한다. 즉 신재생에너지 중 신에너지는 연구의 범위에서 제외했다. 예를 들어 수소는 신에너지에 포함되어 있다. 따라서 수소는 본 연구의 직접적 범위로는 다루지 않았다. 이는 수소 관련 전라북도·전북연구원이 ‘전라북도 수소산업 육성계획 이행계획 수립’을 최근에 진행했다는 점, 수소가 미래 신산업 임에도 불구하고 현 시점에서 주력산업으로는 볼 수 없다는 점 등을 고려했다. 다만 재생에너지와 연계하여 수소산업을 육성하기 위한 방향에 대해서는 본 연구 내 추진과제에서 다루고 있다.

구체적인 재생에너지 범위와 관련하여, 재생에너지산업은 다양한 세부분야가 존재하나 본 연구에서는 전라북도가 산업적으로 관심을 가지고 있는 태양광, 해상풍력을 중심으로 하며, 재생에너지를 지역의 제조업 육성이라는 산업적 관점에서 살펴보았다.

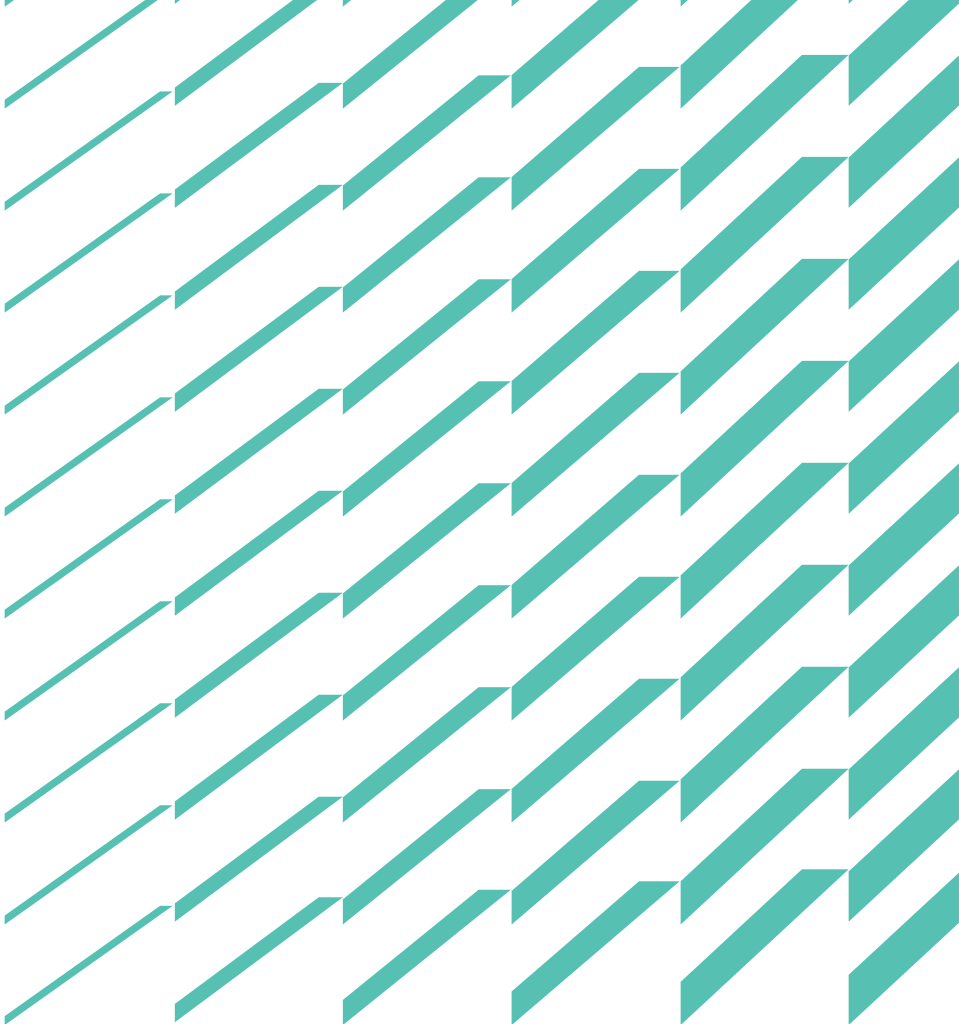
나. 연구 방법

본 연구는 크게 2가지의 연구 방법을 채택하고 있다. 첫째, 정보조사이다. 재생에너지산업 및 산업경쟁력, 생태계 및 클러스터 등과 관련된 선행연구 등을 분석하는 문헌조사와 전라북도 제조업 총람 및 공장등록현황, 과학기술정보통신부의 국가과학기술지식정보서비스(NTIS) 등을 통해 데이터를 확보하는 정보조사, 국내외 관련 사례 조사, 마지막으로 클러스터를 식별하기 위한 공간정보 분석 등으로 구성하였다. 이를 통해 재생에너지산업의 개념과 재생에너지산업의 특징, 산업특징과 연계된 산업육성 사례 등을 살펴보았다. 또한 국내 재생에너지산업 클러스터를 공간정보로 분석하기 위한 방법론을 설계하고 국내, 전북 도내로 공간을 좁혀서 식별했다. 아울러 산업혁신생태계 분석에서는 산, 학, 연 등에 대한 생태계 현황을 데이터 기반으로 분석했다.

둘째로는 스마트 특성화에서 중요하게 다루고 있는 이해관계자의 의견수렴이다. 이를 위해 ‘The entrepreneurial discovery process(EU, 2021)’에서 스마트 특성화 전략을 도출하기 위한 기업가적 발견과정의 가장 높은 수단인 인터뷰를 실시했다. 도내 재생에너지기업의 인터뷰, 도내외 관련 전문가의 인터뷰 또는 전문가 회의 등을 실시하였다. 이를 통해 전북 재생에너지산업의 클러스터와 산업혁신생태계 내에서의 정성적인 이슈를 도출하고 이를 개선하기 위한 방향, 그리고 우선순위 등을 모색하고자 한다.



[그림 1-2] 연구의 흐름(안)



제2장

재생에너지산업의 개념과 특성

1. 재생에너지산업 개념과 특징
2. 재생에너지산업의 동향
3. 재생에너지산업 산업집적지 사례



제 2 장 재생에너지산업의 개념과 특성

1. 재생에너지산업 개념과 특징

가. 재생에너지 개념

신재생에너지법에 따르면 재생에너지는 ‘햇빛, 물, 지열, 강수, 생물유기체 등을 포함하는 재생 가능한 에너지를 변환시켜 이용하는 에너지(신재생에너지법 제2조 2)’로 정의된다. 재생에너지와 달리 수소, 연료전지 등 신에너지는 ‘화석연료를 변화시켜 전기 또는 열을 이용하는 에너지 자원’으로 정의되며, 신에너지와 재생에너지를 통칭하여 신재생에너지로 불려진다.

관련법에 따르면 재생에너지는 ‘태양에너지, 풍력에너지, 수력에너지, 해양에너지, 지열에너지, 바이오에너지, 폐기물에너지, 그 밖에 화석연료 또는 천연가스가 아닌 에너지’로, 대통령령에 정하는 기준에 따라 재생에너지로 구성되고 있다. 즉 재생에너지는 자연에서 유래되어 재생 가능하며 친환경성, 비고갈성 등의 특징을 지니고 있다 (함태성, 2016).

		에너지원 범위	
산업활동 범위	제조업	신에너지	재생에너지
	건설업	○ 수소에너지 ○ 연료전지 ○ 석탄/잔사유 가스화 에너지 ○ 기타 신에너지	○ 태양에너지 ○ 수력 및 해양에너지 ○ 지열에너지 ○ 바이오에너지 ○ 폐기물에너지 ○ 기타 재생 에너지
	발전 및 공급업		
	관련 전문 서비스업		

자료 : 통계청(2022)

[그림 2-1] 신재생에너지산업 분류

나. 재생에너지산업의 개념과 범위

한국에너지공단의 「신재생에너지산업 특수분류」에 따르면, 재생에너지산업은 ‘재생에너지의 발전·공급업 및 제조업, 건설업, 전문 서비스업 등을 제공하는 산업’으로 정의된다. 태양광 및 풍력 등의 재생에너지를 발전하여 공급하는 발전 및 공급업을 중심으로 태양광 모듈이나 풍력 블레이드 및 터빈 등 관련 기자재를 생산하는 제조업, 발전기 구조물 설치 등 발전단지를 조성하는 건설업, 발전단지 설계 및 운영·유지 서비스를 제공하는 전문 서비스업 등이 대표적이다.

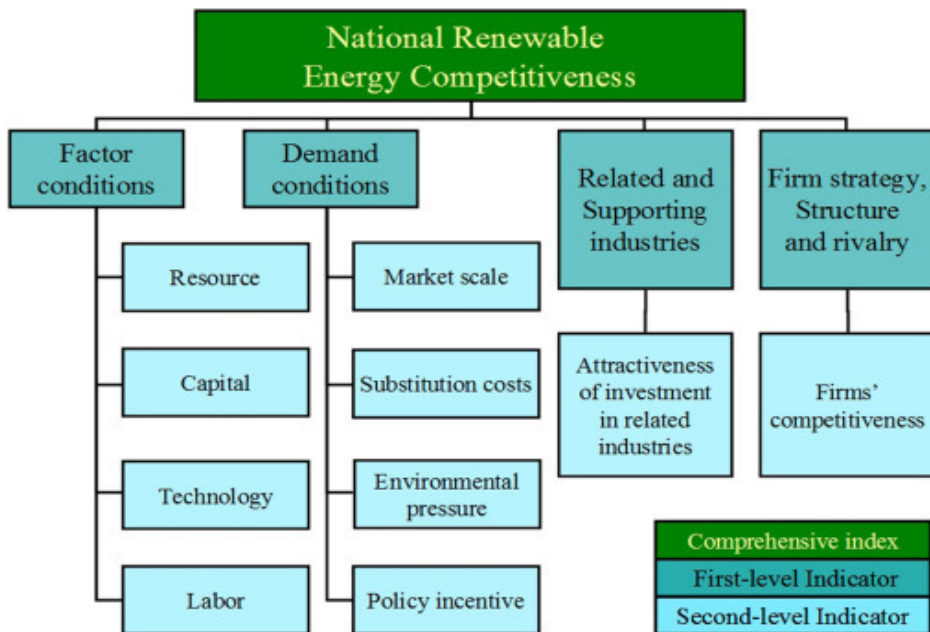
이슬기 외(2021)는 재생에너지산업을 가치사슬에 따라 연구개발, 제조, 유통, 건설, 발전, 기타 서비스 등으로 구분하여 살펴보았다. 연구개발은 태양광, 풍력 등 새로운 발전 및 시스템 등을 개발하며, 제조에서는 소재와 부품·장비로 세분화하였다. 태양광의 경우 폴리실리콘, 잉곳 등 소재가 이에 해당하며 풍력에서는 탄소섬유가 대표적인 소재에 해당한다. 부품장비로는 모듈과 발전장치, 블레이드 등이 있다. 재생에너지 유통 분야는 태양광 및 풍력발전기의 도매 시장을 의미하며, 건설은 발전소 건설을 의미한다. 발전분야는 재생에너지의 발전과 공급을 의미하며, 기타 서비스로는 시설관리, 단지개발 등이 대표적이다.

[표 2-1] 신재생에너지산업 가치사슬 구성

가치사슬		태양광산업	풍력산업
연구개발		태양광 기술연구개발	풍력 기술 연구개발
제조	소재	폴리실리콘, 잉곳, 태양광 필름 등	탄소섬유
		태양광 구조물 금속자재 가공 및 생산(알루미늄, 강판, 파이프 등)	풍력발전 금속자재 가공 및 생산(샤프트, 타워용 철판 등)
	부품장비	태양광용 전자부품	
		검사장비, 계측기 등	풍력계측기, 온도센서 등
		태양광발전기 생산	풍력발전기, 블레이드 등
	태양광집열판, 컨트롤러, 온수기	베어링, 샤프트, 블레이드 등	
유통		태양광발전장비 도매	풍력발전기 도매
건설		발전설비 건설	발전설비 건설
발전		태양광 발전업	풍력 발전업

자료 : 이슬기 외(2021)를 재구성

다. 재생에너지산업의 경쟁력 특징



자료 : Fang 외(2018)

[그림 2-2] 재생에너지산업의 국가 경쟁력 진단 모델

재생에너지산업에 대한 많은 관심에도 불구하고 이에 대한 특징을 명확하게 분석하여 제시하고 있는 선행연구는 없는 실정이다. 다만 재생에너지산업을 육성하고자 하는 계획 등에서 재생에너지산업만의 특징을 탐색해 볼 수 있다. 아울러 재생에너지 자체의 특징은 앞서 기술하였듯이 태양, 바람 등 재생 가능한 자원을 기반으로 하고, 지역적인 특징을 가지고 있다. 특히 태양광과 해상풍력의 특징은 자원을 효율적으로 획득하기 위해서는 고도의 기술과 자본의 투입이 요구된다는 점이다.

재생에너지산업의 경쟁력과 관련한 문헌을 살펴보면, Fang 외(2018)는 산업경쟁력 진단에서 널리 사용되는 포터의 다이아몬드 모델(Porter's Diamond Model)¹⁾을 차용하여 재생에너지산업의 경쟁력을 진단하였다. 포터의 모델에 따라 재생에너지산업의

1) 포터의 다이아몬드 모델은 요소조건(Factors conditions), 수요 조건(Demand conditions), 관련 및 지원 산업(Related and supporting industries), 기업전략, 구조 및 경쟁(Firm strategy, structure, and rivalry)로 구성되어 있다.

요소조건(Factors conditions)을 재생에너지 산업에서 생산이 이루어지는 요소들에 대한 것으로 정의하고 자본의 투입, 기술의 수준, 숙련된 노동자 등을 지표로 활용하였다. 수요 조건(Demand conditions)은 재생에너지 생산과 서비스에 대한 시장의 수요로 정의하고 시장의 규모, 정책적 인센티브와 환경적 압박 등을 지표로 활용하였고, 관련 및 지원산업(Related and supporting industries)에서는 재생에너지와 관련된 경쟁력이 높을수록 재생에너지 산업 경쟁력이 높아진다는 관점에서 각 국가별 투자환경 등이 지표로 사용되었다. 기업전략, 구조 및 경쟁(Firm strategy, structure, and rivalry)은 재생에너지산업에서 활동하고 있는 기업의 구조로, 세계 500대 재생에너지 기업 중 각 국가별 재생에너지 기업의 수 등을 지표로 활용하였다.

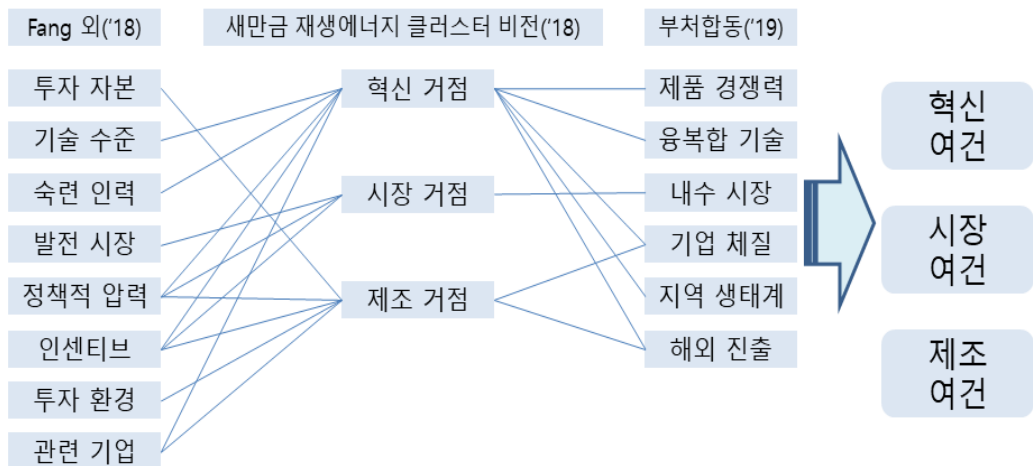
[표 2-2] 부처합동 재생에너지산업 경쟁력 강화 추진과제

① 제품 효율·품질 기반으로 시장 경쟁구도를 전환	① 제품 및 산업 전주기의 친환경화 추진 ② 제품의 고품질화 ③ 융·복합 신기술 제품 및 신서비스 시장 육성
② 시장·기술·기업체질 등 산업생태계 경쟁력 보강	① 내수시장의 안정적 확대 ② 기술 고도화 ③ 기업의 체질 개선 ④ 지역기반의 혁신생태계 조성
③ 해외진출 촉진	① 전략시장별 맞춤형 진출 지원 ② 단기 수출활력 제고

자료 : 관계부처 합동(2019)

국내 재생에너지산업 경쟁력 강화를 위해 정부는 2019년 ‘재생에너지산업 경쟁력 강화 방안(관계부처 합동, 2019)’을 발표하고, 재생에너지 신규 설치 규모의 확대가 필요하다는 것을 강조하였다. 또한 경쟁력 강화 정책수단으로 기술혁신을 통해 가격 및 기술 경쟁력을 확보하기 위한 신기술 제품 및 신서비스 시장 육성, 기업의 체질개선과 지자체별 대규모 프로젝트를 발굴하고 관련 기반시설을 구축하기 위한 기업의 설비투자 용자 및 펀드 지원, 스마트공장 구축 지원 등의 내용이 포함되어 있다. 정리하면 재생에너지산업의 경쟁력 확보를 위해 발전단지 시장의 규모가 중요하며, 세계적인 경쟁 속에서 산업우위를 확보하기 위한 기술혁신도 중요하다. 아울러 지역단위에서는 관련 기반시설을 갖춘 산업의 생태계 조성도 중요한 요소라 볼 수 있다.

앞서 살펴본 Fang 외(2018)와 부처합동(2019)의 재생에너지산업 경쟁력 요소를 결합하면 2018년 전라북도에서 선포한 ‘새만금 재생에너지 클러스터 비전 선포’와 연결할 수 있다. 당시 새만금 재생에너지 클러스터는 대규모 발전단지를 조속히 창출하는 시장거점, 관련 기업 유치로 일자리를 창출하는 제조거점, 재생에너지 연구개발과 실증 등으로 관련 경쟁력을 향상하는 혁신거점으로 나누어 발표가 이루어졌다.



[그림 2-3] 재생에너지산업 경쟁력의 주요 특징

Fang 외(2018), 부처합동(2019) 등에서 언급된 기술수준, 제품 경쟁력, 융복합 기술 등은 혁신거점과 연결할 수 있으며, 발전시장과 내수시장은 대규모 발전단지를 조속히 창출한다는 시장거점과 연결할 수 있다. 아울러 투자자본과 투자환경, 관련 기업과 지역생태계 등은 새만금 지역에 기업의 투자를 유치하기 위한 여건을 개선하고 관련 기업의 집적화를 유도한다는 점에서 제조거점과 내용적으로 동일하다고 볼 수 있다.

즉 정리하면 재생에너지산업의 경쟁력은 태양광, 풍력 등 발전단지의 조성으로 얼마나 시장을 창출할 수 있는지의 시장 여건과 발전단지 조성 시 단지 인근에서 관련 기자재를 생산하여 공급 할 수 있는 제조 여건, 마지막으로 가격우위 또는 제품우위를 확보하기 위한 기술개발과 실증 등의 혁신 여건으로 볼 수 있다.

2. 재생에너지산업의 동향

본 절에서는 앞서 제시된 재생에너지산업의 3가지 경쟁력 특징요소에 따라 국내외 재생에너지산업의 동향을 살펴보았다.

가. 시장동향

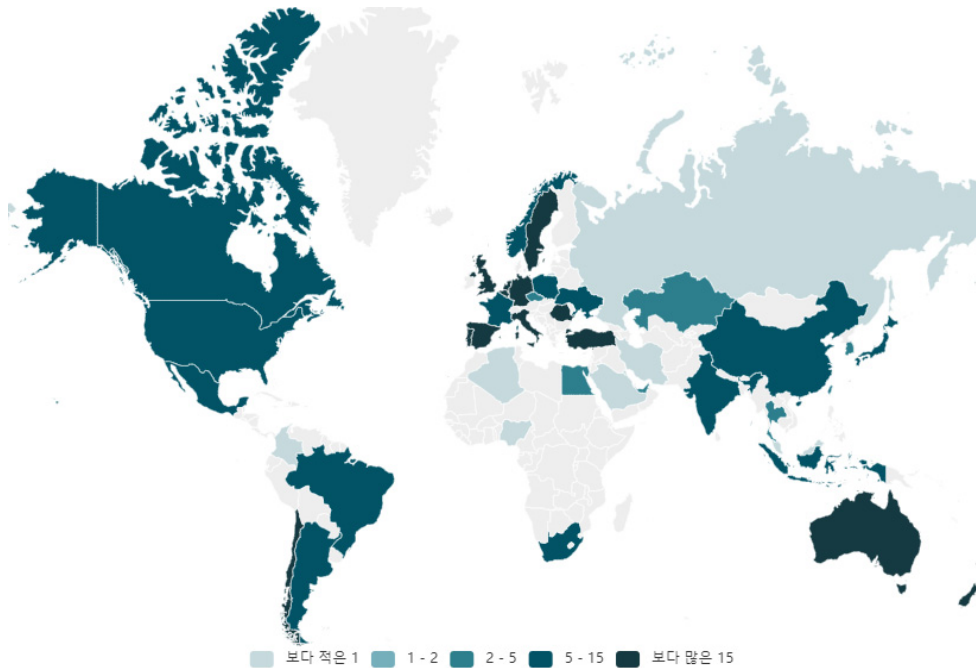
세계 에너지 시장 데이터를 제공하는 Enerdata(2022)에 따르면, 2020년 기준 전체 전기에너지 중 태양광과 풍력으로 생산된 전기의 비중은 풍력이 약 6%, 태양광이 3%, 나머지가 91%로 풍력과 태양광 중심의 재생에너지 발전 비중이 10%를 넘지 못하는 것으로 나타났다. 구체적으로 대륙 또는 국가별 재생에너지 발전 비중의 차이가 큰 것으로 나타났으며, 유럽의 경우 약 19%, 북아메리카는 10%, 아시아는 8% 등으로 상대적으로 재생에너지 발전 비중이 양호하나 중동은 1%, 아프리카는 4%에 불과한 것으로 나타났다.

[표 2-3] 주요 대륙별 재생에너지(풍력/태양광) 전기 생산 비중(2020기준)

구분	재생에너지 비중	구분	재생에너지 비중
유럽	19.1%	태평양	16.2%
북아메리카	10.6%	아프리카	4.4%
라틴아메리카	9.1%	중동	1.1%
아시아	8.4%	CIS	0.8%

자료 : Enerdata(2022)

국가별로는 독일의 재생에너지 발전 비중이 32%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 스페인(29%), 영국(28%), 포르투갈(26%), 뉴질랜드(24%) 등 주로 유럽 국가의 비중이 높은 것으로 확인되었다. 한국의 경우 5.2%로 일본 10.7%, 중국 9.6% 등에 비해 낮고 인도네시아(5.4%)와 비슷한 수준을 보였다.



자료 : Enerdata(2022)

[그림 2-4] 2020년 기준 국가별 재생에너지 비중

[표 2-4] 주요국의 재생에너지(풍력/태양광) 전기 생산 비중(2020년 기준)

구분(아시아 주요국)	재생에너지 비중	구분(세계 5위)	재생에너지 비중
한국	5.2%	독일	32.1%
일본	10.7%	스페인	29.1%
중국	9.6%	영국	28.3%
인도	8.2%	포르투갈	26.8%
인도네시아	5.2%	뉴질랜드	23.9%

자료 : Enerdata(2022)

한국의 경우 2030년까지 재생에너지 비중을 20%까지 달성한다는 ‘재생에너지 3020 이행계획(안)(2017)’ 정책을 수립하고, 태양광과 풍력 중심의 신규 재생에너지 확대 정책을 추진 중에 있다. 한국에너지공단(2021)의 ‘2020년 신재생에너지 보급통계’에 따르면 신재생에너지발전 비율은 2020년 7.43%로, 2018년 9.03%에 비해 감소된 것으로 보이나, 이는 비재생폐기물이 신재생에너지에서 제외되었기 때문이라는 점을 고려하면 신재생에너지의 비율은 점차 증가하는 추세를 보이고 있다고 할 수 있다.



자료 : 국가지표체계(2022)

[그림 2-5] 국내 신재생에너지 발전 비율

[표 2-5] 국내 신재생에너지 생산량 현황

구분	2019년		2020년	
	생산량(천톤)	비중	생산량(천톤)	비중
태양열	26.9	0.3%	26.4	0.2%
태양광	3,055.2	28.9%	4,156.0	33.6%
풍력	570.8	5.4%	671.1	5.4%
수력	594.5	5.6%	826.3	6.7%
해양	101.0	1.0%	97.4	0.8%
지열	224.7	2.1%	241.0	1.9%
수열	21.2	0.2%	21.3	0.2%
바이오	4,162.4	39.3%	3,899.2	31.5%
재생 폐기물	1,119.8	10.6%	1,166.0	9.4%
연료전지	487.2	4.6%	750.8	6.1%
IGCC	219.7	2.1%	506.4	4.1%

자료 : 한국에너지공단(2021)을 재구성

국내 신재생에너지를 원별로 보면 2020년 기준 태양광이 33.6%로 가장 큰 규모를 보이고 있으며, 다음으로 바이오 31.5%, 재생폐기물이 9.4%, 수력 6.7%, 풍력은 5.4% 등으로 나타났다. 이를 2019년도와 비교하면 태양광과 수력, 연료전지, IGCC 등은 증가하였고 바이오, 재생 폐기물 등은 감소하였다. 반면 풍력은 비중 측면에서 큰 변화가 나타나지 않아 여전히 국내 재생에너지 생산 측면에서는 태양광이 중심에 있는 것을 확인할 수 있다.

2020년 에너지원별 발전량 현황을 살펴보면 신재생에너지는 6.6%로 석탄 35.6%, 원자력 29.0%, 가스 26.4% 등에 비해 현격히 낮은 수치이나, 재생에너지 3020 이행계획이 발표된 2017년 5.6%에 비해 1% 가량이 증가되었다.

향후 국내 신재생에너지의 이론적, 기술적, 경제성 등을 고려한 잠재량에 대해 '2020 신재생에너지 백서(산업통상자원부·한국에너지공단)'에서는 태양광이 가장 크고, 다음으로 태양열, 해상풍력 등은 순으로 제시하였다.

[표 2-6] '20년 기준 신재생에너지의 잠재량 연산량

구분	세부	설비용량 (GW)			연간발전환산량 (TWh/년, *TWhth/년)			최종에너지 (10 ³ toe/년)			1차에너지 (10 ³ toe/년)		
		이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장
태양	광	102,455	2,409	369	137,347	3,117	495	11,811,842	268,062	42,570	28,980,217	657,687	104,445
	열*	102,455	4,778	141	137,347	6,181	187	11,811,842	531,566	16,082	28,980,217	1,304,191	39,457
풍력	육상	499	352	24	968	781	52	83,248	67,166	4,472	204,248	164,791	10,972
	해상	462	387	41	1,298	1,176	119	111,628	101,136	10,234	273,878	248,136	25,109
수력	-	28	12	3	246	41	9	21,156	3,526	774	51,906	8,651	1,899
지열	천부*	22,236	1,256	334	55,796	932	29	4,798,456	80,152	2,494	11,772,956	196,652	6,119
해양	심부	350	3	-	3,066	19	-	263,676	1,634	-	646,926	4,009	-
	조류	296	72	-	2,595	633	-	223,170	54,438	-	547,545	133,563	-
	조력	13	11	-	111	46	-	9,546	3,956	-	23,421	9,706	-
	파력	129	18	-	1,128	40	-	97,008	3,440	-	238,008	8,440	-
	해수 발전 온도차	64	1	-	557	4	-	47,902	344	-	117,527	844	-
	냉난방*	15	9	-	85	51	-	7,310	4,386	-	17,935	10,761	-
바이오	-	12	10	0	89	72	3	7,654	6,192	258	18,779	15,192	633
폐기물	-	6	4	4	45	32	32	3,870	2,752	2,752	9,495	6,752	6,752
합계		229,020	9,322	916	340,678	13,125	926	29,298,308	1,128,750	79,636	71,883,058	2,769,375	195,386

자료 : 산업통상자원부·한국에너지공단(2021a)

나. 제조동향

산업통상자원부·한국에너지공단(2021b)의 ‘2020년 신재생에너지 산업통계’에 따르면, 신재생에너지산업 전체의 사업체수는 2020년 기준 81,907개로 나타났다. 이 중 제조업 분야의 사업체수는 499개이며, 이는 건설업, 발전공급업, 서비스업 등을 포함한 신재생에너지산업 전체 사업체수의 약 0.6%에 불과한 것으로 나타났다. 반면 제조업 분야의 종사자수는 12,759명(10.8%)으로, 사업체수 비중에 비해 종사자수의 비중이 높은 것으로 나타났다. 아울러 신재생에너지산업 제조업의 매출액 규모는 약 10조 7,000억 원(42.2%)으로, 전체 산업 중 가장 높은 비중을 나타내었다. 본 연구에서 업종별 사업체수 대비 종사자수 현황에 대해 분석한 결과, 제조업이 25.5명으로 가장 높았고, 다음으로 건설업 8.1명, 서비스업 5.5명 순으로 나타났다. 발전 및 열 공급업은 1.0명으로 대다수의 사업체가 1인 사업체에 해당되었다. 또한 매출액 측면에서도 제조업은 사업체별 215억 원 정도의 매출을 기록한 반면, 건설업은 33억 원, 서비스업은 13억 원, 발전 및 열 공급업은 0.8억 원에 불과하였다.

이를 종합해 보면, 신재생에너지산업의 제조업 분야는 사업체수 대비 종사자수의 비중이 높기 때문에 고용 효과가 크고, 매출을 발생시켜 부가가치를 크게 창출하기 때문에 지역의 경우 효율적인 경제효과를 유발시키기 위해서는 제조업 중심의 산업 육성이 타당해 보인다.

[표 2-7] 신재생에너지 업종별 종사자 현황

구분	사업체(비중)	종사자(비중)	사업체별 평균 종사자(명)
제조업	499(0.6%)	12,759(10.8%)	25.5
건설업	2,169(2.6%)	17,617(14.9%)	8.1
발전 및 열 공급업	78,276(95.6%)	82,810(69.9%)	1.0
서비스업	963(1.2%)	5,322(4.5%)	5.5

자료 : 산업통상자원부·한국에너지공단(2021b)을 재구성

[표 2-8] 신재생에너지 업종별 매출액 현황

구분	사업체(비중)	매출액(비중)	사업체별 평균 매출액(억 원)
제조업	499(0.6%)	107,369(42.2%)	215
건설업	2,169(2.6%)	71,886(28.2%)	33
발전 및 열 공급업	78,276(95.6%)	62,696(24.6%)	0.8
서비스업	963(1.2%)	12,779(5%)	13.2

자료 : 산업통상자원부·한국에너지공단(2021b)을 재구성

신재생에너지 제조업 분야 내에서도 사업체 및 종사자의 약 50% 가량은 태양광에 집중되어 있는 것으로 확인되었다. 태양광 다음으로 사업체 기준으로는 연료 제조업, 열 생산 설비 제조업, 풍력발전설비 제조업 순이며, 종사자 기준에서는 태양광 다음으로 풍력발전, 연료전지발전 순으로 확인되었다. 전체 제조업에서 태양광의 사업체 비중은 43%이나 종사자 비중은 60%로 일자리 창출 효과가 상대적으로 높다고 볼 수 있으며, 풍력발전 제조업 역시 사업체 비중은 5%에 불과하나 종사자 비중은 12%로 사업체 수에 비해 종사자 비중이 2배 이상 높게 나타났다. 전체 재생에너지 제조업 사업체 평균 종사자 규모는 약 25명이나 태양광은 약 36명, 풍력은 62명으로 평균보다 높았으며, 풍력의 경우 평균 보다 2배 이상 높은 수치로 확인되어 풍력의 일자리 창출 효과가 다른 에너지원에 비해 높은 특징을 볼 수 있다.

[표 2-9] 주요 에너지원별 제조업 현황

구분	사업체 수(비중)	종사자 수(비중)	사업체별 평균 종사자 수
태양광 제조업	216개(43%)	7,761(60%)	약 36명
풍력 제조업	25개(5%)	1,555(12%)	약 62명
재생에너지산업 전체	499개	12,759	약 25명

자료 : 산업통상자원부·한국에너지공단(2021b)을 재구성

다. 혁신동향

재생에너지산업의 경쟁력을 제고하기 위한 혁신정책으로 정부는 ‘제4차 에너지기술개발계획 (2019-2028)’과 ‘제4차 신재생에너지 기본계획(2014-2030)’ 등의 중장기 계획을 수립하고 매년 관련 예산을 투입하고 있다.

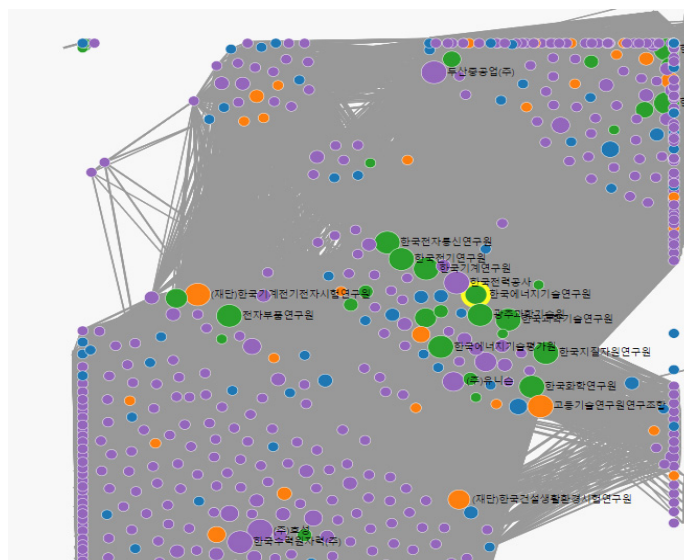
최근 5년간 정부가 발표한 ‘에너지기술개발 실행계획’을 분석한 결과, 에너지분야에 투입되는 기술개발 예산은 2018년 7,719억 원에서 2022년 1조 2,460억 원으로 약 61% 가량 증액되었다. 이 중 신재생에너지 분야로 투입되는 예산은 2018년 2,079억 원(26.9%)에서 2022년 3,935억 원(31.5%)으로 규모면에서 약 두 배 가까이 증가하였으며, 이를 분석하여 보면 정부가 신재생에너지 분야의 기술개발 투자에 대해 재정적으로 우선순위를 두고 있음을 알 수 있다.

[표 2-10] 최근 5년간 정부 신재생에너지 기술개발 투자 현황

구분	총 예산(억 원)	신재생에너지(억 원)	신재생에너지 비중(%)
2022	12,460	3,935	31.5
2021	11,328	3,686	32.5
2020	9,506	3,060	32.1
2019	7,710	2,286	29.6
2018	7,719	2,079	26.9

자료 : 산업통상자원부, '에너지기술개발 실행계획'(각 년도)을 재구성

이러한 신재생에너지 분야 기술개발 예산의 수행 주체를 확인하기 위해 과학기술표준분류가 개편된 2018년도부터 2020년까지의 데이터를 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 제공받아 연구생태계 맵에 나타내보았다. 분석한 결과, 국가 에너지분야 전문 출연연구기관인 한국에너지연구원이 전체 신재생에너지 분야 기술개발 예산의 약 9%를 수행하여 가장 핵심적 역할을 담당하고 있음을 알 수 있었고, 다음으로 한국전력공사, 한국지질자원연구원, 광주과학기술원 등의 주로 공공연구기관 및 대학으로 나타났다. 기업으로는 효성, 두산중공업, 유니스 등이 신재생에너지 분야 기술개발 예산의 주요 수행 주체인 것으로 나타났다.



자료 : 저자작성

[그림 2-6] 신재생에너지 연구생태계 맵

3. 재생에너지산업 산업집적지 사례

가. 충청북도 태양광산업 클러스터²⁾



자료 : 충청북도(2022)

[그림 2-7] 충북태양광산업 특구

재생에너지산업 산업집적지 사례를 살펴보면, 충청북도 태양광산업 특구가 「지역특화발전특구에 대한 규제특례법」에 근거하여 2011년 4월, 전국 유일 광역형 태양광산업특구로 지정되었다. 충청북도 태양광산업특구는 충북 도내 6개의 시·군을

2) 충청북도 태양광산업특구 홈페이지(<https://www.chungbuk.go.kr/solar/index.do>), 조달청 보도자료(2018.4.4.) 조달청장, 충북 태양광산업 판로 지원 ‘현장 소통’을 참고하여 재구성

아우르는 전국 유일의 태양광 특구로 4개의 특화산업단지와 9개의 지원센터가 하나의 클러스터로 구성되어 있다.

태양광 제조기업이 집적화되어 있는 단지를 살펴보면, 충주 기업도시 내의 산업용지, 증평 제2산업단지, 진척 혁신도시 내 산업용지, 음성원남산업단지 등이 있다. 이곳에는 한화큐셀, 현대에너지솔루션 등이 입주해 있으며 약 145개의 태양광 기업이 집적화되어 생산 활동을 영위해 나가는 것으로 알려져 있다(정한교, 2022).

충북은 2013년 전국 최초로 ‘충북 태양광산업 육성 조례’를 제정하여 태양광 클러스터 내 혁신여건을 조성하고 있다. 충북혁신도시 내에 태양광 부품소재 및 모듈 등의 시험분석을 지원하기 위한 태양광기술센터를 2014년 조성하였고, 태양광 폐모듈의 재활용에 대한 연구개발과 기업지원 장비 등을 구축한 태양광 연구지원센터도 설립하였다. 또한 태양광을 이용한 건축자재의 에너지효율 인증을 위한 한국건설생활환경시험연구원의 건물에너지기술센터(충북테크노파크), MW급 전력변환장치의 시험평가를 위한 대용량 ESS 및 전자시험평가센터(한국기계전기전자시험연구원) 등이 조성되어 있다. 충북은 이러한 기반여건을 토대로 2020년 충북 에너지산업융복합단지를 지정받았다.

특히 충북은 지역적으로 분산된 산·학·연·관의 네트워크 활성화를 위해 2012년부터 솔라밸리 실무협의회, 솔라밸리정책협의회 등을 구성하여 태양광 분야의 인적 및 기술적 네트워크를 운영하고 있다.

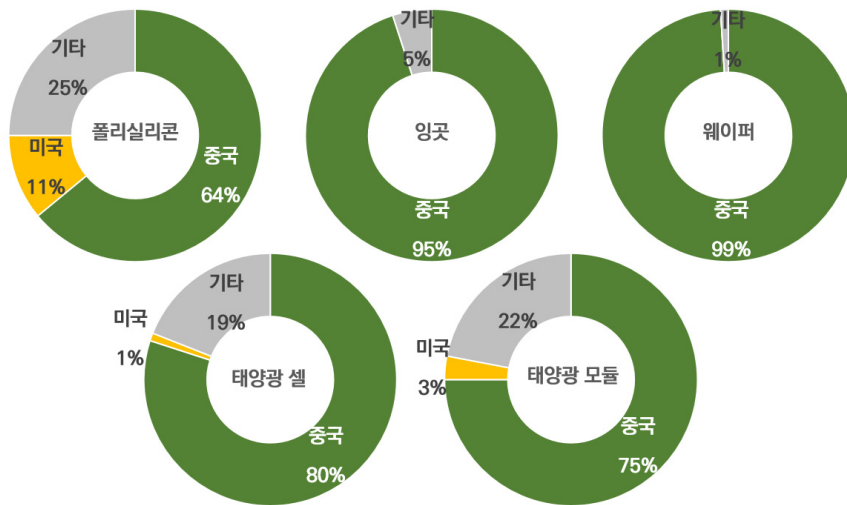
이재열 외(2020)는 충북에 태양광 선도기업이 입지하게 되는 과정에 대해 상세히 기술하고 있다. 연구에 따르면 충북의 태양광 산업 발전경로는 2007년 현재의 신성이엔지(전 신성솔라에너지)가 충북 증평에서 태양전지와 박막형 모듈을 생산하면서 출발하고, 같은 해 울산에서 생산을 하던 현대중공업의 태양광 모듈공장 이전이 충북 음성으로 확정되면서 충북의 태양광 산업이 발전하기 시작하였다. 2011년 이후 충북도 차원의 특구 지정과 조례 제정, 관련 기반시설 유치 등을 통해 혁신클러스터의 성장기에 진입하였다. 2015년 한화 큐셀코리아(한화큐셀)의 진천 유치가 확정되었고, 2021년에도 한화큐셀의 1조 5,000억 원 규모의 신규 투자, 2022년도에서는 신성이엔지가 200억 규모의 신규공장 투자 등이 발표되면서 국내 최고 수준의 태양광 집적단지로 거듭나고 있다.

이재열 외(2020)는 충북의 태양광 산업집적화가 가능했던 사유로, 중부고속도로의 개통과 확장, 수도권에 대한 규제 정책, 재생에너지에 대한 사회적 관심 증가와 국내기업의 태양광산업 진출 본격화, 그리고 관련 기반은 없었으나 충북도가 태양광을 지역 육성산업으로 지정하고 적극적으로 기업유치 활동을 벌였기 때문으로 평가하고 있다.

다만 이재열 외(2020)는 Sturgeon(2002)의 연구결과를 활용하면서 태양광산업은 전후방 산업과 연계성이 높지 않아 공간적 근접성이 필요하지 않는 업종이라며, 지역의 파급효과를 높이기 위해서는 지역 내에서 공급망을 기반으로 전후방 협력 관계를 강화하고, 선도적 모듈기업을 통해 지역의 네트워크를 활성화하는 정책이 필요하다는 의견도 제시하고 있다.

나. 중국 장쑤성 태양광산업 클러스터

세계 태양광 산업에서 중국이 차지하는 비중이 매우 크다. 박용대(2021)에 의하면, 세계 태양광 산업 중 중국이 차지하는 비중은 폴리실리콘이 64%, 잉곳은 95%, 웨이퍼는 97%, 셀은 80%, 모듈은 75%로 산업 밸류체인 전반에 걸쳐 크게 영향을 미치고 있다.



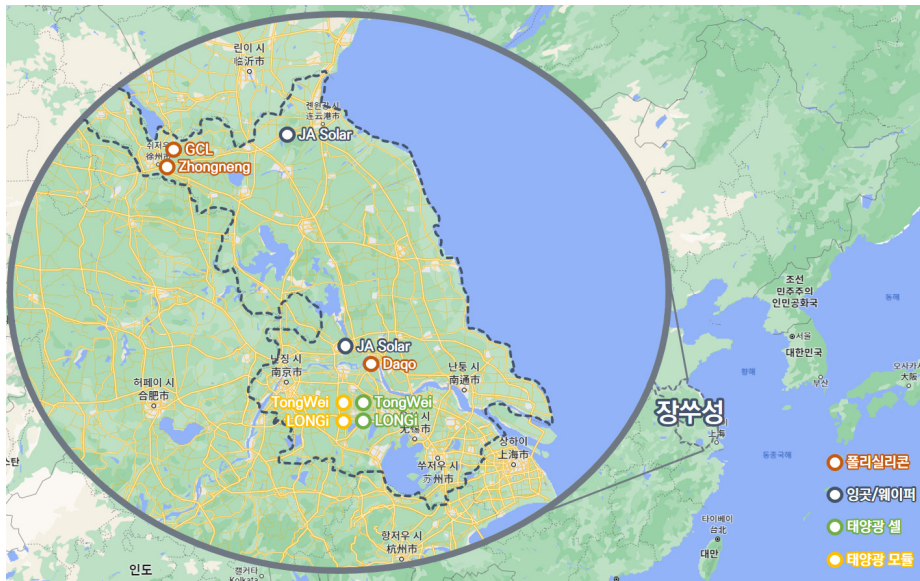
자료 : 박용대(2021)

[그림 2-8] 태양광 밸류체인 내 중국의 비중

[표 2-11] 태양광 밸류체인별 상위 업체 현황

폴리실리콘	잉곳/웨이퍼	태양광 셀	태양광 모듈	태양광 유리	태양광 인버터
Tongwei (중국)	LONGi (중국)	Tongwei (중국)	LONGi (중국)	Xinyi Solar (중국)	Sungrow (중국)
GCL-Poly (홍콩)	Zhonghuan Elec. (중국)	LONGi (중국)	Jinko Solar (중국)	Flat Glass (중국)	Huawei (중국)
Daqo New Energy (중국)	GCL-Poly (홍콩)	Aiko Solar (중국)	JA Solar (중국)	Caihong New Energy (중국)	SMA(독일)
Xinte (중국)	Jinko Solar (중국)	Jinko Solar (중국)	Trina Solar (중국)	CSG(중국)	Power Electronics(스페인)
East Hope (중국)	JA Solar (중국)	Canadian Solar (캐나다)	Canadian Solar (캐나다)	CNBM (중국)	Fimer (이탈리아)

자료 : 박용대(2021)를 재구성



자료 : 저자작성

[그림 2-9] 중국 장쑤성 내 주요 태양광 관련 기업 현황

이중 장쑤성(강소성)은 진탄시를 중심으로 중국의 대표적인 태양광 산업의 중심지로 알려져 있다. 노수연(2011)에 따르면 장쑤성은 중국 내에서도 유명한 태양광 업체가 운집해 있고, 상당 수준의 자주적인 R&D 역량을 갖춘 지역이라는 점이 중국 내 타 지역과 차별화된다.

장쑤성 태양광 산업의 밸류체인별 기업 현황을 살펴보면, 폴리실리콘 분야에서는 Jiangsu Zhongneng 폴리실리콘 기술개발회사, Jiangsu GCL 실리콘재료 기술개발회사, Jiangsu 강보 신소재 기술개발회사 등 3개 업체로 파악되고 있다. 특히 GCL-Poly는 2022년 장쑤성 내 두 지역에 각각 30,000톤, 60,000톤의 폴리실리콘을 생산할 수 있는 공장을 추가 중인 것으로 파악된다. 한편 최근 중국 내에서는 상대적 전기료가 저렴한 신장 지역이 폴리실리콘 생산 거점으로 부상하고 있기도 하다.

잉곳과 웨이퍼 분야에서 장쑤성은 LONGi, JA Solar 등의 기업이 활동 중인 것으로 확인된다. LONGi는 장쑤성 내 웨이퍼 절단 공장을 비롯한 5개소의 공장을 보유하고 있으며(LONGi, 2022) JA Solar도 장쑤성 내 6곳에 생산기지를 가지고 있는 것으로 나타났다(JA Solar, 2022).

태양광 셀과 모듈 분야에서 LONGi, TongWei가 활동 중인 것으로 파악된다. TongWei는 장쑤성의 난통시와 옌청시에 연간 25GW의 모듈을 생산하는 공장을 짓기로 하였다 (Shaw, 2022).



자료 : 소후(2023)

[그림 2-10] TongWei의 옌청시 공장 기공식

우청원(2017)에 따르면 중국은 태양광 분야의 글로벌 혁신역량이 가장 우수한 것으로 분석되었다. 특히 중국은 대학을 중심으로 혁신역량이 결집되는 특성을 보이는 가운데 베이징 대학(베이징), 화베이전력대학(베이징), 둥난대학(장쑤성 난징) 등이 그 중심에 있는 것으로 나타났다. 장쑤성 둥난대학은 환경에너지공학부(School of Energy and Environment)와 기계공학부 등이 있고 태양광 고효율 등에 대한 연구가 이루어지고 있다.

다. 영국 험버 해상풍력 산업클러스터3)

영국 험버(Humber)강 유역에 위치한 킹스턴 어폰 헐(Kingston upon Hull; 이하 헐)시(市)는 1970년대 수산업, 석탄 및 철강 수출입 등을 통해 영국의 대표적인 항만도시로 성장하였다. 그러나 수산업과 중공업의 쇠퇴 등으로 인해 지역경제가 침체에 빠지게 되었고, 지자체는 이를 극복하기 위해 지역이 가진 역량(항만물류, 제약, 도심, 재생에너지)을 키우고자 하였다(GPH, 2020). 2008년, 영국 중앙정부가 수립한 재생에너지 확대 목표에 따라 세계적인 풍력기업인 지멘스(현 지멘스가메사)가 영국 투자를 발표하게 되자, 헐 지자체는 공장을 유치하기 위해 헐 시의회, 헐 대학교, 이스트라이딩 오브 요크셔(East Riding of Yorkshire) 주의회가 참여하는 그린포트헐(Green Port Hull)을 설립하여 그린성장 펀드 공모, 인력양성, 기업지원 등을 실시하였다.



자료 : 저자작성

[그림 2-11] 주체별 헐 지역 투자 연대기

당초 지멘스가메사는 헐 지역에 나셀 공장을 설립하고자 하였으나, 2010년 영국의 총선 이후 불안정해진 재생에너지 시장 상황으로 인해 계획이 지연되었고, 2014년에 예정된 나셀 공장 대신 직접적인 고용 효과가 있는 블레이드 공장을 설립할 것을

3) 헐 시티의 투자정보 홈페이지(<https://investhull.co.uk>)와 이종호(2020.7.22., '황무지에서 해상풍력 허브로 다시 태어난 영국 헐') 등 참고하여 재구성

발표하였다. 2016년 공장 가동 이후, 지멘스가메사는 지역에 1,000명이 넘는 인력을 고용하였고, 공장 확대를 위해 2023년까지 1억 8,600만 파운드를 추가로 투자하여 200여명이 넘는 일자리를 창출해낼 계획이다(지멘스가메사, 2021).

이러한 지멘스가메사의 블레이드 공장 설립은 험버 지역의 해상풍력산업 클러스터를 더욱 견고하게 만들었다. 현재 험버의 해상풍력산업 클러스터는 영국 전역에 걸친 8개의 해상풍력 클러스터 중 가장 진보된 집중 클러스터이며, 향후 시장잠재력이 큰 클러스터이다(HOWC, 2020). <그림 2-12>에 나타난 것처럼, 헐 지역의 지멘스가메사에서 블레이드의 제조와 설치를 담당하고, Aura 혁신센터에서 R&D와 혁신, 헐 대학교, 인력양성원, HOTA 등에서 인력을 양성하고, 오스테드, RWE에서 단지개발 및 운영, 로터스360과 베스타스에서 단지의 운영유지보수를 담당하고 있다.

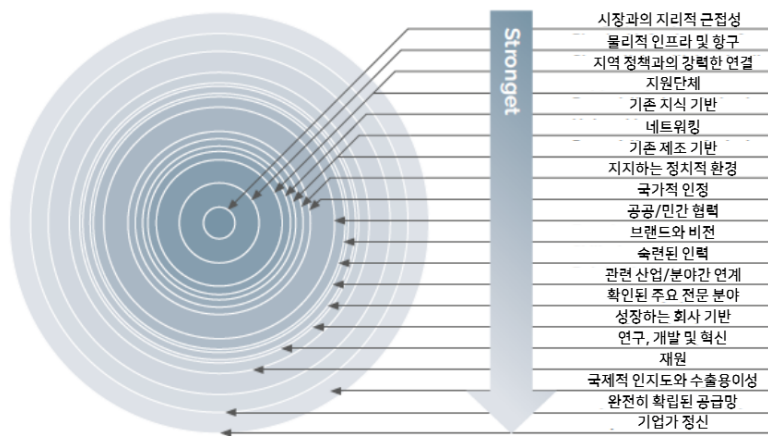


자료 : HOWC(2020)을 가공

[그림 2-12] 영국 험버 해상풍력 클러스터 구성 및 역할

험버 지역의 해상풍력산업 클러스터는 항구와 제조 기반, 풍력단지와의 근접성과 같은 기존 인프라를 기반으로 성장하였다(HOWC, 2020). 험버 클러스터를 지속적으로 유지하고 확장하기 위해, 이해관계자들은 <그림 2-13>과 같이 해상풍력 발전 클러스터의 속성을 파헤치는 작업을 진행 후 이에 따라 산업 기반을 구축해나가기 시작하였다. 먼저, 해상풍력 발전 클러스터를 형성에 가장 강하게 영향을 미치는 것은 시장과의 지리적

접근성이라는 점이 밝혀졌다. 해상풍력 발전 클러스터는 풍력발전단지 인근(혈 지방의 경우 혼시 해상풍력발전단지 등, <그림 2-14> 참고)에 형성되기 쉬우며, 다음으로 물리적 기반시설과 항구(혈 항만, 파트너사인 ABP에서 담당)가 있어야한다는 점이 밝혀졌다. 다음으로, 해상풍력 클러스터를 형성하기 위한 지역의 지원 정책과 강력한 연관이 있으며, 클러스터 내 협업을 촉진할 수 있는 공공 및 민간 부문의 지원기관(혈의 경우 그린포트 혈, 험버의 경우, Aura)이 있어야한다는 점이 논의되었다. 그 다음으로, 혈 대학교와 같은 기존 지식, 연구기반이 필요하고 기업간 네트워킹이 필요하며, 기존 제조기반도 중요하다는 점이 밝혀졌다.



자료 : HOWC(2020)을 가공

[그림 2-13] 해상풍력 발전 클러스터의 속성



자료 : HOWC(2020)을 가공

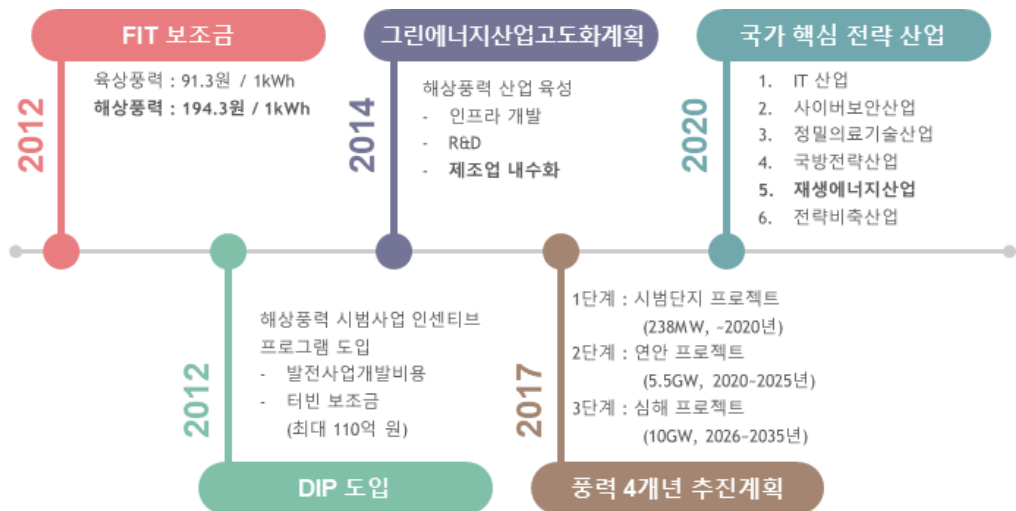
[그림 2-14] 험버 해상풍력 발전단지

라. 대만 해상풍력 산업 육성 정책 사례

2016년 대선에서 차이잉원(Tsai Ingwen) 총통이 승리한 후, 대만은 2025년까지 에너지 전환을 달성하겠다는 목표를 수립하였다(Huang, 2021). 특히, 에너지 전환에 있어 해상풍력의 가능성을 높게 보고, 2035년까지 3단계에 거쳐 총 15.7GW 규모의 해상풍력을 설치하겠다는 목표를 발표하였다(이지훈 외, 2020).

[표 2-12] 대만 해상풍력 설치 목표

- | |
|-----------------------------------|
| 1단계 : 시범단지 프로젝트 (238MW, ~2020년) |
| 2단계 : 연안 프로젝트 (5.5GW, 2020~2025년) |
| 3단계 : 심해 프로젝트 (10GW, 2026~2035년) |



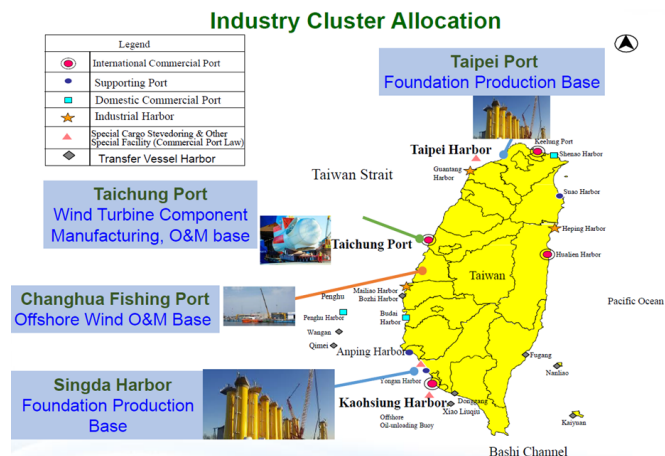
자료 : 저자작성

[그림 2-15] 대만 해상풍력산업 육성 과정

대만의 해상풍력 산업 육성 정책을 살펴보면, 먼저 2012년 해상풍력 시범단계에서 발전사업자에게 1kWh당 194.3원의 발전차액보조금(FIT; Feed in Tariff)을 보장⁴⁾하며 산업이 원활히 육성될 수 있도록 지원하였고, 이 후 해상풍력 시범사업 인센티브 프로그램(DIP; Offshore Demonstration Incentive Program)을 도입하여 발전사업

4) 현재 우리나라 FIT의 경우, '재생에너지 3020 이행계획'에 따라 1kWh당 최고 189원 지원(산업통상자원부, 2017)하는 반면, 2016년 이후 대만의 FIT는 1kWh당 최고 329.3원을 지원(Gao 외, 2021)함

개발 비용과 터빈 설치 보조금(최대 110억 원)을 지급하였다(대만에너지경제부, 2013). 2014년에는 ‘그린 에너지 산업 고도화 계획(Green Energy Industry Upgrading Plan)’을 발표하며 항만 등 인프라 개발과 해상풍력 R&D, 제조업 내수화 등을 꾀했다. 2017년, 앞서 언급한 바와 같이 차이잉원 총통 지휘 하에 ‘풍력 4개년 추진계획(4-year Wind Power Promotion Plan)’을 발표하였고, 15.7GW 규모의 해상풍력 계획을 추진하기 시작했다. 2020년에는 해상풍력 산업을 포함하는 재생에너지 산업을 국가의 핵심 전략 산업으로 지정하여 더욱 강력한 육성 정책을 예고하였다.



[그림 2-16] 대만 해상풍력 클러스터

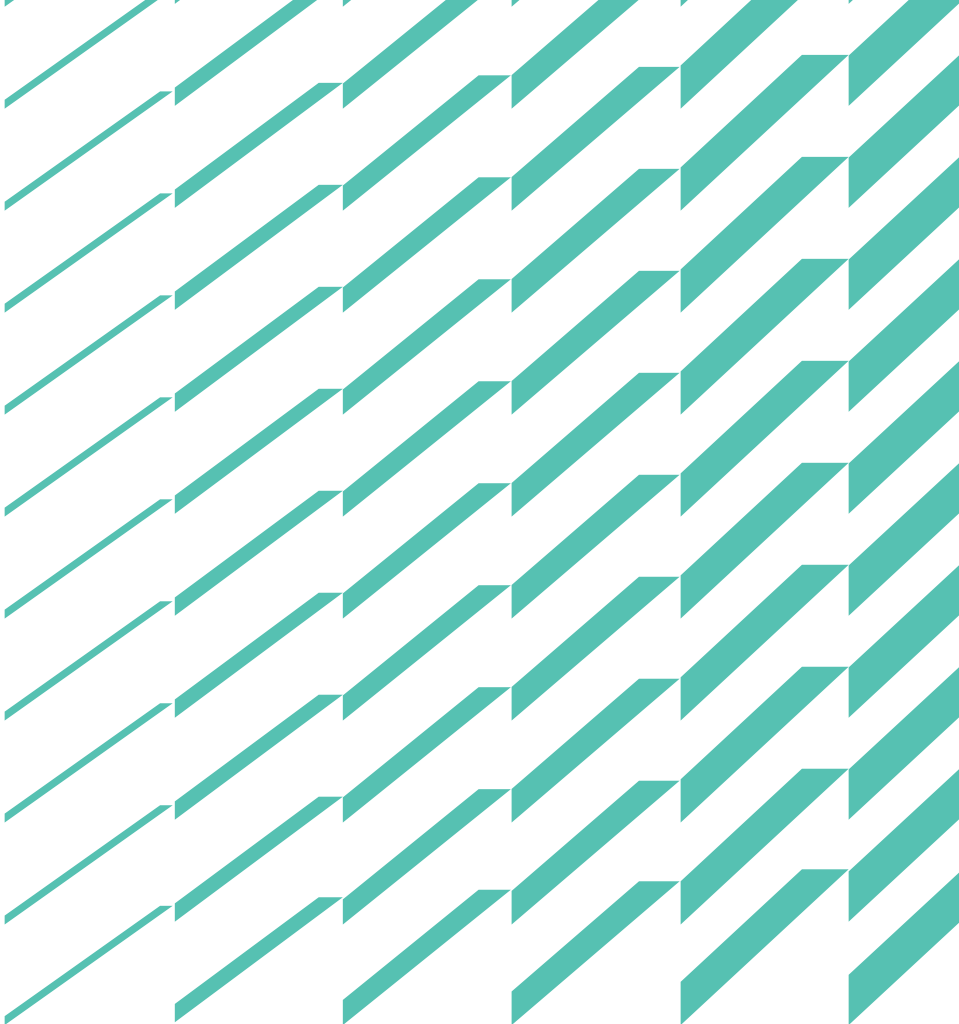
대만 정부의 강력한 산업육성 정책과 제도, 그리고 본격적인 해상풍력단지의 개발을 기반으로, 대만은 해상풍력 산업을 국가 핵심 전략 산업으로 육성하고 있으며, 이에 따라 대만 전역에 걸쳐 부품별로 특화된 클러스터를 형성하고 있다. <그림 2-17>에서 보듯이, 타이중 항만에는 터빈 부품사와 O&M사가 집적되어 있고, 타이페이 항만에는 하부구조물사가, 창화 항만과 싱다 항만에서는 각 O&M사와 하부구조물사가 집적되어 있다.

이 중 타이중 항만을 구체적으로 살펴보면, 대만 정부는 타이중 항만을 해상풍력 발전단지와의 근접성, 부지면적, 중량물 선적 가능성 등 여러 측면을 고려하여 해상풍력 산업 파크(OFW Industrial Park)로 지정하였으며, 이에 따라 대규모의 예산을 투입하여 항만 개발, 해상풍력 기업 유치 등을 실시하였다. 타이중 항만에 위치한 주요 기업을 살펴보면, 나셀 부분은 지멘스가메사(Siemens Gamesa)와 베스타스(Vestas), 블레이드 제조에는 자국 기업인 티엔리해풍, 타워 제조에는 CS윈드, 그리고 발전단지 사후 관리를 위해 O&M 센터를 설립한 오스테드(Ørsted)가 있다 (<그림 2-17> 참고).



자료 : 구글 맵을 가공하여 저자 작성

[그림 2-17] 타이중 항만의 주요 해상풍력 기업



제3장

전북 재생에너지 산업의 공간적 집적 특성 분석

1. 공간적 집적 특성 분석 개요
2. 전국 재생에너지 산업 현황
3. 국내 재생에너지 공간적 집적 특성
4. 전북 재생에너지 산업 집적 특성 분석



제 3 장 전북 재생에너지 산업의 공간적 집적 특성 분석

1. 공간적 집적 특성 분석 개요

가. 분석 개요

전라북도 재생에너지 산업생태계를 분석하기 위해서는 지역의 재생에너지 산업의 특성을 면밀하게 파악하는 것이 중요하다. 본 장에서는 공간적인 측면에 초점을 두고⁵⁾ 전라북도 재생에너지 산업의 집적 특성을 분석하고 다른 집적지와 비교·분석을 통해 전라북도 재생에너지 산업의 특성을 분석하는 것을 목적으로 한다.

본 장에서의 전북 재생에너지 산업의 공간적 집적 특성 분석은 다음과 같이 크게 3가지 단계로 이루어졌다. 첫째, 선행 작업으로 국내 재생에너지 관련 기업의 데이터를 구축하였다. 구체적으로 태양광과 풍력에 초점을 두고 관련 기업을 선별하기 위한 기준을 확립 후, 이를 바탕으로 재생에너지 기업체 DB를 구축하였다. 둘째, 전국 재생에너지 관련 기업 데이터를 활용하여 국내 재생에너지 산업의 주요 집적지역을 도출하였다. 셋째, 전라북도 재생에너지 산업집적지와 다른 지역 재생에너지 산업집적지의 특성을 비교하여 전라북도 재생에너지 산업의 특성을 분석하였다.

[표 3-1] 전북 재생에너지 산업의 공간적 집적 특성 분석

구분	내용	비고
재생에너지 기업 데이터 구축	• 재생에너지(태양광/풍력) 기업 선별 기준 확립 • 재생에너지(태양광/풍력) 기업체 DB 구축	제조업 초점
전국 재생에너지 산업의 집적 현황	• 전국 재생에너지 산업 주요 집적지역 도출 • 재생에너지 집적지별 산업 현황 분석	
전북 재생에너지 산업의 집적 특성	• 전북 재생에너지 산업집적지역의 특성 분석 • 전국 주요 재생에너지 산업집적지와의 비교 분석	

5) 산업클러스터 관점에서 산업지역의 경쟁력(혁신 창출)은 관련 주체들의 공간적인 집적과 이들 간의 연계에서 비롯되기 때문에, 본 장에서는 첫 번째 요소인 공간적인 집적에 초점을 두고 분석이 이루어지고, 기능적인 연계는 제4장에서 이루어짐

나. 분석 방법

1) 국내 재생에너지 기업체 데이터 구축

국내 재생에너지 기업체 데이터베이스 구축은 한국표준산업분류상의 업종(9개 제조업 중분류)과 대표 사업 분야(생산품)를 동시에 고려하였다. 이는 재생에너지 산업은 별도의 산업분류 체계가 확립되어 있지 않아 업종에 따라 분류하기 어렵고, 진입과 퇴출이 잦아 신재생에너지 산업통계 자료를 활용할 경우에 과소추정 가능성이 있기 때문이다.

본 연구에서는 업종 기준을 적용하여 1차로 재생에너지 기업을 선별한 뒤에 생산품 정보에 대한 텍스트(키워드)를 활용하여 연구자가 직접 추출하는 과정을 반복하여 재생에너지 기업을 선별하였다. 이는 대표적인 생산품이 재생에너지 산업에 해당하는 기업을 추출함과 동시에 텍스트의 정형화 과정에서 발생하는 노이즈를 줄이기 위함이다. 이때, 재생에너지 기업 데이터는 개별 공장 단위에서 업종, 종사자, 생산품, 주소 등의 정보를 포함하고 있는 전국공장등록현황을 활용했다.

[표 3-2] 재생에너지 기업 식별을 위한 산업분류 및 사업 분야

구분	한국표준산업분류 (중분류)	대표 사업 분야(생산품)	
		태양광	풍력
소재	20, 22, 23	폴리실리콘, 잉곳, 태양광 필름, 유리, 흑연	-
	24, 25	태태양광 구조물용 금속자재 (알루미늄, 강판, H빔, C형강, 파이프, 각관 등 절단 및 용접)	풍력발전 금속자재 가공 (풍력 플랜지, 샤프트, 타워용 철판, 파이프 CNC·MCT 가공)
부품· 장비	26	태양광용 전자부품 생산 (컨테이너 하우스 반도체, 판넬, 전지(솔라셀), 모듈)	
	27	검사장비, 방전진단장비, 계측기 등	풍력 계기, 온도센서, 테스트 장치 등
	28	태양광발전기 생산 (태양광발전 모듈, 발전 시스템, 발전장치)	풍력발전기, 블레이드 등
	29	태양열집열판, 판넬보일러 컨트롤러, 태양열 온수기 등	풍력 베어링, 샤프트, 블레이드 등

자료 : 이슬기·길은선(2021)

2) 국내 재생에너지 산업집적 현황 분석

구축된 재생에너지 관련 기업체 데이터를 활용하여 국내 재생에너지 산업의 공간적인 분포 현황을 분석하고, 에너지별(태양광/풍력)로 주요 집적지역을 추출하여 재생에너지 산업의 집적 현황을 분석하였다. 이때, 도출된 재생에너지 산업집적지는 전라북도 재생에너지 산업의 특성을 비교·분석하기 위한 기준이 된다.

국내 재생에너지 산업의 집적 특성을 분석하기 위해 국지적 자기상관분석과 열지도 분석을 활용하였다. 먼저, 전국 차원에서 재생에너지 산업의 잠재적인 클러스터 지역을 도출하기 위하여 국지적 자기상관분석(LISA: Local Indicators of Spatial Association)을 수행하였다. 해당 분석은 인접 지역과의 유사성 또는 차이점을 바탕으로 공간적으로 연관성이 있는 지역을 도출하는 핫스팟(Hot-Spot) 분석의 일종이다(이희연·노승철, 2012)⁶⁾. 공간적인 연관성은 HH(해당 지역과 주변이 동시에 높은 수치), HL(주변 지역은 낮지만 해당 지역은 높은 수치), LH(주변 지역은 높지만 해당 지역은 낮은 수치), LL(해당 지역과 주변이 동시에 낮은 수치) 등으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 HH 유형을 잠재적인 클러스터 지역으로 도출하였다.

3) 전북 재생에너지 산업집적 현황 분석

전라북도 재생에너지 산업집적 현황 분석은 도내 재생에너지 관련 사업체의 주소정보(점 단위)를 바탕으로 미시적 수준에서 재생에너지 산업의 군집 특성을 분석하고, 다른 지역의 재생에너지 산업집적지역과 특성을 비교·분석하는 것을 주요 내용으로 한다.

전북 차원에서 재생에너지 산업의 집적 특성을 분석하기 위해서는 커널 밀도(Kernel Density) 추정⁷⁾을 수행하였다. 커널 밀도 분석은 점 단위 수준에서 군집 패턴을

6) 국지적 자기상관지수의 산출식은 다음과 같다(Anselin, 1995).

$$I_i = \left[\frac{n^2}{N \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \right] \frac{(y_i - \bar{Y}) \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_j - \bar{Y})}{\sum_{j=1}^n (y_j - \bar{Y})^2}$$

(이때, N : 지역 수, Y_i : i 지역의 속성, Y_j : j 지역의 속성, $\bar{Y}$: 평균값, w_{ij} : 공간적 가중치)

분석하기 위해 활용하는 분석기법으로써, 일정한 분석 반경 내 포함하는 점 데이터의 밀도를 측정하여 공간적인 군집 특성을 분석하는 방법이다. 본 장에서 대역폭은 5km로 설정하였으며, 종사자 수를 가중치로 설정하였다.

2. 전국 재생에너지 산업 현황

가. 국내 재생에너지 산업 현황

1) 재생에너지 관련 공장 현황

2021년 기준, 국내 태양광 및 풍력산업에 해당하는 공장은 1,235개로 전체 제조업 공장의 0.60%를 차지했다. 태양광 산업에 해당하는 공장은 1,114개로 전체 공장의 0.55%를 차지했다. 풍력산업에 해당하는 공장은 105개로 전체 제조업 공장의 0.05%를 차지했으며, 태양광과 풍력산업에 동시에 해당하는 공장은 16개로 전체 공장의 0.01%를 차지했다.

최근 11년(2010~2021년) 동안 국내 태양광 및 풍력산업에 해당하는 공장은 467개에서 1,235개로 연평균 9.2%의 성장률을 나타냈으며, 이는 기타 공장의 증가율(0.9%)보다 빠르게 증가하는 경향을 보였다. 태양광 산업에 해당하는 공장은 2010년 350개에서 2021년 1,114개로 연평균 11.1%의 증가율을 나타냈지만, 풍력에 해당하는 공장은 104개에서 105개로 연평균 증가율은 0.1%로 낮은 특성을 보였다.

2021년 기준 국내 태양광 및 풍력산업에 해당하는 공장 종업원은 25,725명으로 전체 공장 종업원의 0.68%를 차지했다. 태양광 산업의 종사자는 16,781명으로 전체 제조업 공장 종업원의 0.44%를 차지했다. 풍력산업에 해당하는 공장의 종업원은 8,766명으로 제조업 공장 종업원의 0.23%를 차지했으며, 태양광 및 풍력산업에 동시에 해당하는 공장의 종업원은 178명을 나타냈다.

7) 커널 밀도 추정은 다음과 같이 이루어진다.

$$f(x, y) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x - x_i}{h}\right)$$

($f(x, y)$): (x, y)에 대한 확률밀도함수, n : 점 객체 수, h : 대역폭, K : 커널함수)

최근 11년(2010~2021년) 동안 국내 태양광·풍력산업 종사자는 22,328명에서 25,725명으로 연평균 1.3% 증가하였으며, 기타 산업(연평균 0.2%)보다 높으나, 공장 수의 증가(연평균 9.2%)보다는 낮아 업체의 규모는 작아지는 경향을 보였다. 태양광 산업의 종사자는 2010년 10,945명에서 2021년 16,781명으로 연평균 4.0% 증가하였으나, 풍력 산업의 경우에는 2010년 11,302명에서 2021년 8,766명으로 연평균 2.3% 감소하였다.

[표 3-3] 국내 재생에너지 관련 제조업 공장 현황

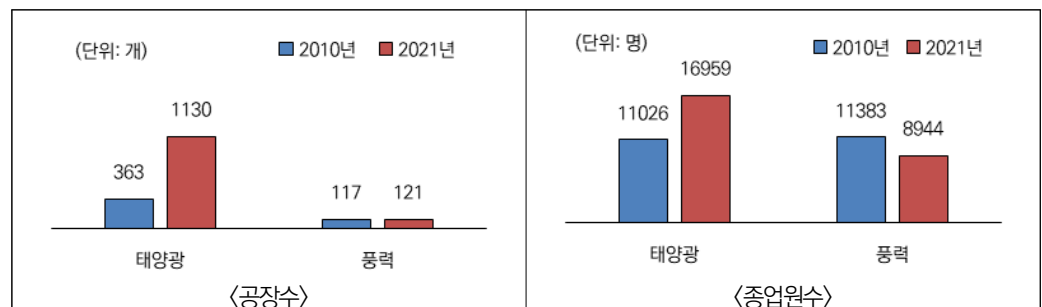
구분	2010년		2021년		연평균변화율 (‘10~’21)
	공장수(개)	비중	공장수(개)	비중	
재생에너지 산업	태양광	350 (0.19%)	1,114 (0.55%)	11.1%	11.1%
	풍력	104 (0.06%)	105 (0.05%)	0.1%	0.1%
	태양광/풍력	13 (0.01%)	16 (0.01%)	1.9%	1.9%
	소계	467 (0.25%)	1,235 (0.60%)	9.2%	9.2%
기타산업	기타 산업	184,836 (99.75%)	202,967 (99.40%)	0.9%	0.9%

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

[표 3-4] 국내 재생에너지 관련 제조업 공장 종업원 현황

구분	2010년		2021년		연평균변화율 (‘10~’21)
	종업원수(명)	비중	종업원수(명)	비중	
재생에너지 산업	태양광	10,945 (0.30%)	16,781 (0.44%)	4.0%	4.0%
	풍력	11,302 (0.30%)	8,766 (0.23%)	-2.3%	-2.3%
	태양광/풍력	81 (0.00%)	178 (0.00%)	7.4%	7.4%
	소계	22,328 (0.60%)	25,725 (0.68%)	1.3%	1.3%
기타산업	기타 산업	3,686,770 (99.40%)	3,779,612 (99.32%)	0.2%	0.2%

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)



자료: 공장등록현황(2021년 12월 기준), 태양광/풍력 중복업체는 각각 반영하였음

[그림 3-1] 국내 재생에너지 산업 변화 추이

나. 지역별 재생에너지 산업 현황

1) 태양광

태양광 산업에 해당하는 공장은 비수도권의 도 지역에 601개(53.2%), 수도권에 306개(27.1%), 비수도권의 특별·광역시에 223개(19.7%)가 위치하는 것으로 나타났다. 시도별로 살펴보면, 경기도가 226개(20.0%)로 가장 많았고, 전라남도 119개(10.5%), 전라북도 98개(8.7%)의 순서로 태양광에 해당하는 공장 수가 많은 것으로 나타났다.

최근 11년(2010~2021) 동안 태양광 관련 공장 수의 연평균증가율은 비수도권 도 지역(13.1%), 비수도권 특·광역시(10.4%), 수도권(7.9%)의 순서로 높았다. 시도별로는 전북(17.9%), 제주도(15.8%), 인천(15.3%)의 순서로 공장 수의 연평균증가율이 높았다.

[표 3-5] 국내 지역별 태양광 관련 제조업 공장 현황

구분		2010년		2021년		연평균변화율 (‘10~’21)
		공장수(개)	비중	공장수(개)	비중	
수도권	서울특별시	18	5.0%	32	2.8%	5.4%
	경기도	105	28.9%	226	20.0%	7.2%
	인천광역시	10	2.8%	48	4.2%	15.3%
	수도권 계	133	36.6%	306	27.1%	7.9%
특·광역시 (비수도권)	부산광역시	12	3.3%	42	3.7%	12.1%
	대구광역시	10	2.8%	32	2.8%	11.2%
	광주광역시	33	9.1%	91	8.1%	9.7%
	대전광역시	17	4.7%	34	3.0%	6.5%
	울산광역시	3	0.8%	13	1.2%	14.3%
	세종특별자치시	0	0.0%	11	1.0%	-
	특광역시 계	75	20.7%	223	19.7%	10.4%
도 지역 (비수도권)	강원도	14	3.9%	36	3.2%	9.0%
	충청북도	25	6.9%	97	8.6%	13.1%
	충청남도	28	7.7%	97	8.6%	12.0%
	전라북도	16	4.4%	98	8.7%	17.9%
	전라남도	26	7.2%	119	10.5%	14.8%
	경상북도	22	6.1%	73	6.5%	11.5%
	경상남도	22	6.1%	71	6.3%	11.2%
	제주특별자치도	2	0.6%	10	0.9%	15.8%
	도 지역계	155	42.7%	601	53.2%	13.1%
총합계		363	100.0%	1,130	100.0%	10.9%

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

태양광 산업 해당 공장의 종업원은 비수도권의 도 지역에 10,960명(64.6%), 수도권에 3,327명(19.6%), 비수도권의 특별·광역시에 2,672명(15.8%)의 순서로 많았다. 시도별로 살펴보면, 충청북도가 4,406명(26.0%)으로 가장 많고, 경기도 2,465명(14.5%), 경상북도 1,496명(8.8%)의 순서로 태양광 해당 공장의 종업원 수가 많았다.

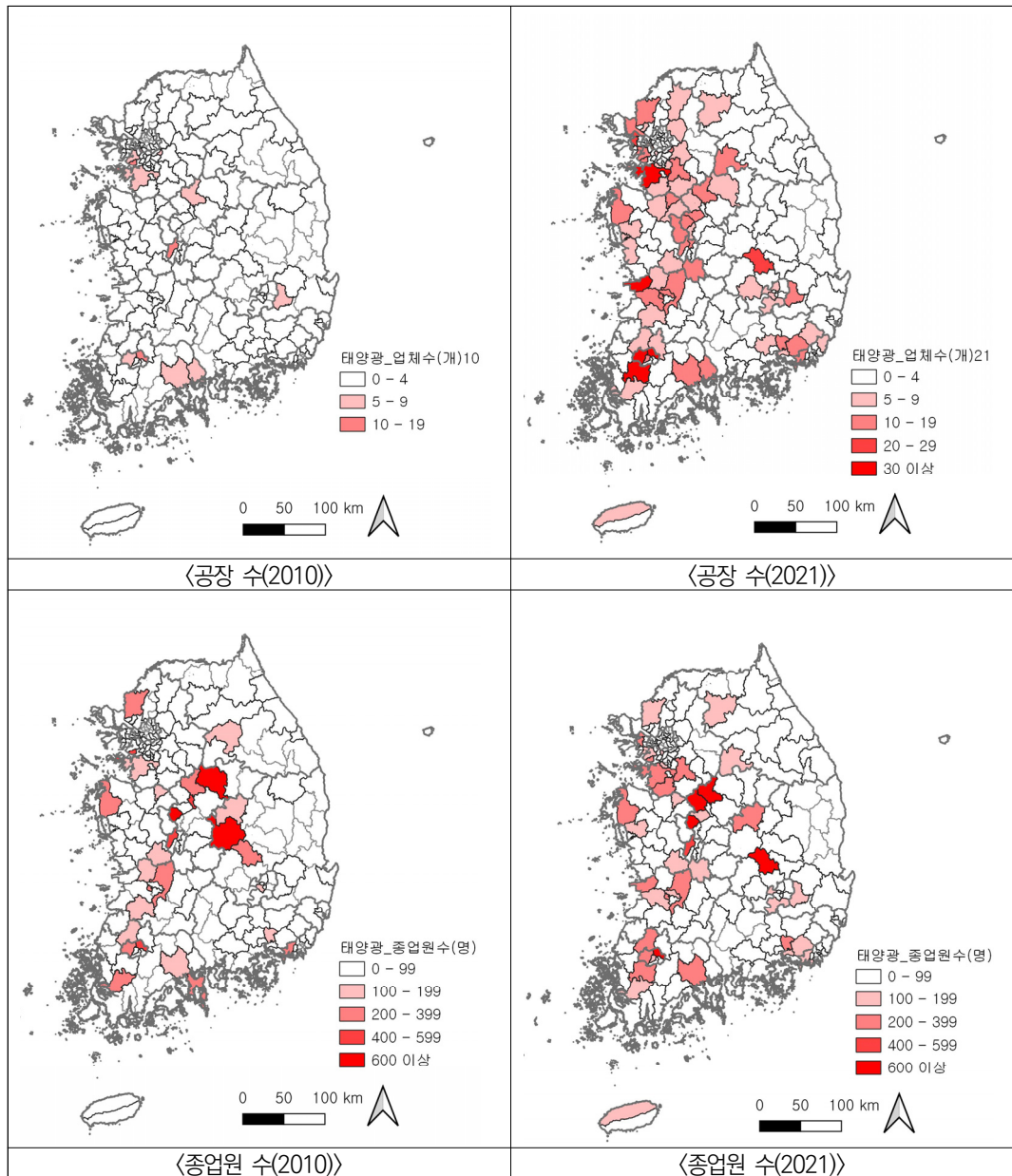
최근 11년(2010~2021) 동안 태양광 관련 종업원의 연평균증가율은 수도권(6.3%)이 가장 높고, 비수도권 특별·광역시(3.7%), 비수도권 도 지역(3.5%)의 순서로 높았다. 시도별로는 울산의 연평균증가율(25.0%)이 가장 높고, 제주(22.2%), 인천(14.4%)의 순서를 보이나 3개 지역 모두 2010년의 종업원 수 비중이 국내 2% 미만으로 적었다.

국내 태양광 산업의 분포를 살펴보면 경기도를 중심으로 충북, 충남, 전북, 전남 등 서부 지역을 중심으로 공장 및 종사자 비중이 높은 특성을 나타냈다.

[표 3-6] 국내 지역별 태양광 관련 제조업 공장 종업원 현황

구분		2010년		2021년		연평균변화율 (‘10~’21)
		종업원수(명)	비중	종업원수(명)	비중	
수도권	서울특별시	222	2.0%	249	1.5%	1.0%
	경기도	1,344	12.2%	2,465	14.5%	5.7%
	인천광역시	140	1.3%	613	3.6%	14.4%
	수도권계	1,706	15.5%	3,327	19.6%	6.3%
특·광역시 (비수도권)	부산광역시	394	3.6%	412	2.4%	0.4%
	대구광역시	176	1.6%	330	1.9%	5.9%
	광주광역시	724	6.6%	1,147	6.8%	4.3%
	대전광역시	486	4.4%	572	3.4%	1.5%
	울산광역시	11	0.1%	128	0.8%	25.0%
	세종특별자치시	0	0.0%	83	0.5%	-
	특광역시계	1,791	16.2%	2,672	15.8%	3.7%
	강원도	209	1.9%	439	2.6%	7.0%
도 지역 (비수도권)	충청북도	2,682	24.3%	4,406	26.0%	4.6%
	충청남도	863	7.8%	1,370	8.1%	4.3%
	전라북도	707	6.4%	1,032	6.1%	3.5%
	전라남도	1,081	9.8%	1,256	7.4%	1.4%
	경상북도	1,644	14.9%	1,496	8.8%	-0.9%
	경상남도	329	3.0%	834	4.9%	8.8%
	제주특별자치도	14	0.1%	127	0.7%	22.2%
	도지역계	7,529	68.3%	10,960	64.6%	3.5%
	총합계	11,026	100.0%	16,959	100.0%	4.0%

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)



자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

[그림 3-2] 국내 태양광 산업 공장의 분포 현황

2) 풍력 산업

국내 풍력 산업에 해당하는 공장은 비수도권의 도 지역에 63개(52.1%), 비수도권의 특별·광역시에 36개(29.8%), 수도권에 22개(18.2%)가 위치하며, 비수도권을 중심으로 분포하는 경향을 보였다. 시도별로 살펴보면, 부산광역시가 27개(22.3%)로 풍력 관련 공장이 가장 많고, 경상남도 23개(19.0%), 경기도 17개(14.0%)의 순서로 많았다.

최근 11년(2010~2021) 동안 풍력 관련 공장 수의 연평균변화율은 비수도권 특별·광역시(2.6%)가 유일하게 증가하였으며, 수도권(0.0%)은 유지, 비수도권 도 지역(-0.7%)은 감소 추이를 보였다. 시도별로 살펴보면, 서울(13.4%), 충남(8.7%), 전남(5.9%)의 순서로 증가율이 높았고, 전북(-6.1%), 인천(-6.1%), 대구(-4.5%)의 순서로 공장의 감소율이 높은 특성을 나타냈다.

[표 3-7] 국내 지역별 풍력 제조업 공장 현황

구분	2010년		2021년		연평균변화율 (‘10~’21)
	공장수(개)	비중	공장수(개)	비중	
수도권	서울특별시	1	0.9%	4	3.3%
	경기도	19	16.2%	17	14.0%
	인천광역시	2	1.7%	1	0.8%
	수도권 계	22	18.8%	22	18.2%
특·광역시 (비수도권)	부산광역시	18	15.4%	27	22.3%
	대구광역시	5	4.3%	3	2.5%
	광주광역시	3	2.6%	4	3.3%
	대전광역시	0	0.0%	1	0.8%
	울산광역시	1	0.9%	1	0.8%
	특광역시 계	27	23.1%	36	29.8%
도 지역 (비수도권)	강원도	3	2.6%	2	1.7%
	충청북도	1	0.9%	1	0.8%
	충청남도	2	1.7%	5	4.1%
	전라북도	14	12.0%	7	5.8%
	전라남도	8	6.8%	15	12.4%
	경상북도	15	12.8%	9	7.4%
	경상남도	25	21.4%	23	19.0%
	제주특별자치도	0	0.0%	1	0.8%
도지역 계		68	58.1%	63	52.1%
총합계		117	100.0%	121	100.0%
					0.3%

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

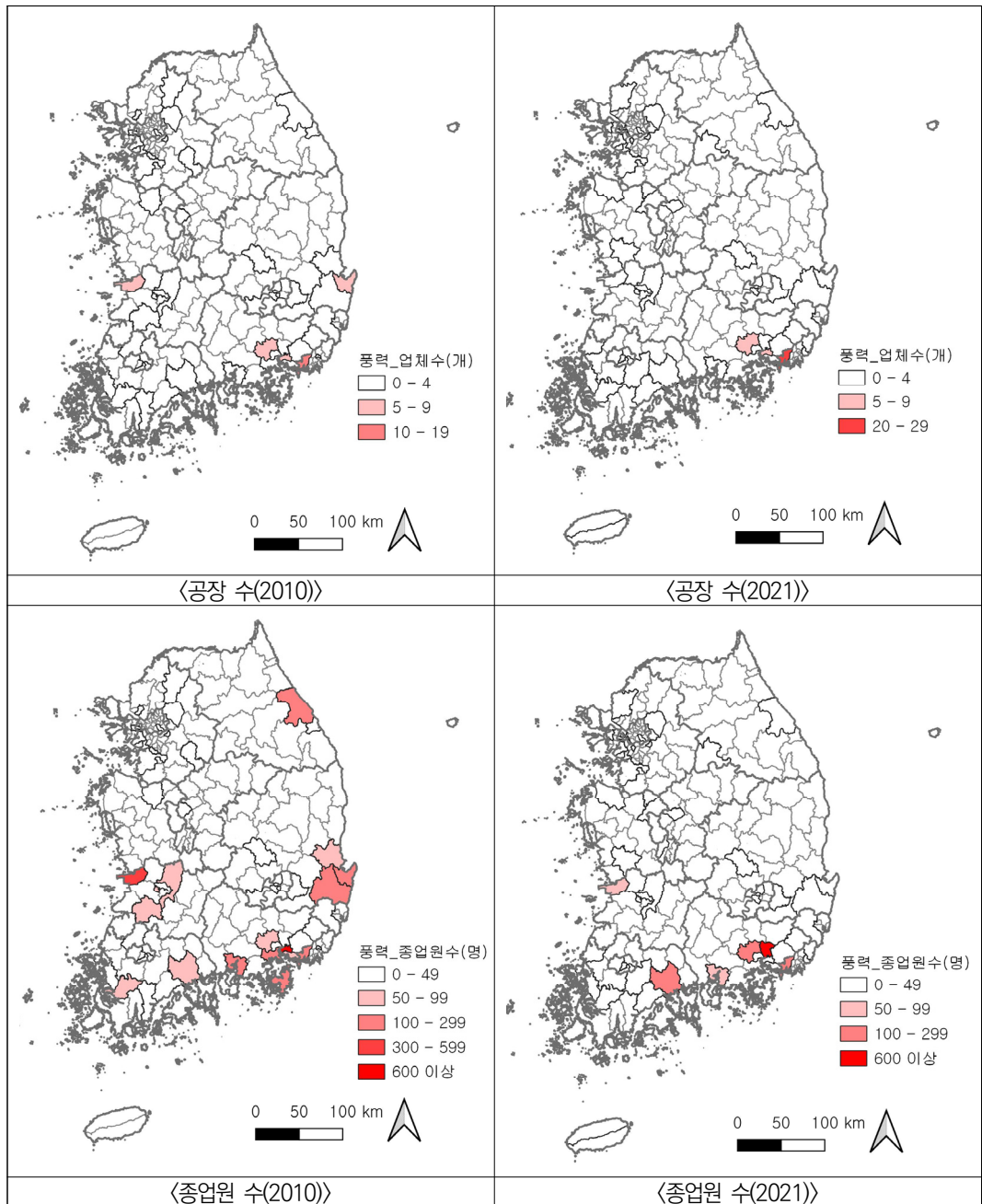
풍력 산업에 해당하는 공장의 종업원은 비수도권의 도 지역에 8,446명(94.4%)이 분포하여 대부분을 차지했고, 비수도권의 특별·광역시에는 343명(3.8%), 수도권은 155명(1.7%)으로 특별·광역시 및 수도권의 비중은 매우 작았다. 시도별로 살펴보면, 풍력 터빈 업체가 집적된 경상남도가 7,929명(88.7%)으로 대부분을 차지했고, 부산광역시 273명(3.1%), 전라남도 197명(2.2%)의 순서로 종업원 수가 많았다.

최근 11년(2010~2021) 동안 풍력 관련 종업원의 연평균증가율은 비수도권의 특별·광역시가 3.1%로 가장 높았으나, 비수도권 도 지역(-2.3%)과 수도권(-1.2%)은 감소 추이를 보였다. 시도별로 살펴보면, 서울(17.7%), 광주(8.8%), 울산(6.5%)의 순서로 풍력 산업 종사자의 연평균증가율이 높고, 대구(-15.6%), 경북(-13.0%), 강원(-11.6%)의 순서로 종사자의 감소율이 높은 특성을 나타냈다.

[표 3-8] 국내 지역별 풍력 제조업 공장 종업원 현황

구분		2010년		2021년		연평균변화율 ('10~'21)
		종업원수(명)	비중	종업원수(명)	비중	
수도권	서울특별시	4	0.0%	24	0.3%	17.7%
	경기도	131	1.2%	124	1.4%	-0.5%
	인천광역시	43	0.4%	7	0.1%	-15.2%
	수도권계	178	1.6%	155	1.7%	-1.2%
특·광역시 (비수도권)	부산광역시	157	1.4%	273	3.1%	5.2%
	대구광역시	65	0.6%	10	0.1%	-15.6%
	광주광역시	19	0.2%	48	0.5%	8.8%
	대전광역시	0	0.0%	2	0.0%	-
	울산광역시	5	0.0%	10	0.1%	6.5%
도 지역 (비수도권)	특광역시계	246	2.2%	343	3.8%	3.1%
	강원도	179	1.6%	46	0.5%	-11.6%
	충청북도	5	0.0%	5	0.1%	0.0%
	충청남도	0	0.0%	42	0.5%	-
	전라북도	471	4.1%	125	1.4%	-11.4%
	전라남도	218	1.9%	197	2.2%	-0.9%
	경상북도	460	4.0%	99	1.1%	-13.0%
	경상남도	9,626	84.6%	7,929	88.7%	-1.7%
	제주특별자치도	0	0.0%	3	0.0%	-
도 지역계		10,959	96.3%	8,446	94.4%	-2.3%
총합계		11,383	100.0%	8,944	100.0%	-2.2%

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)



자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

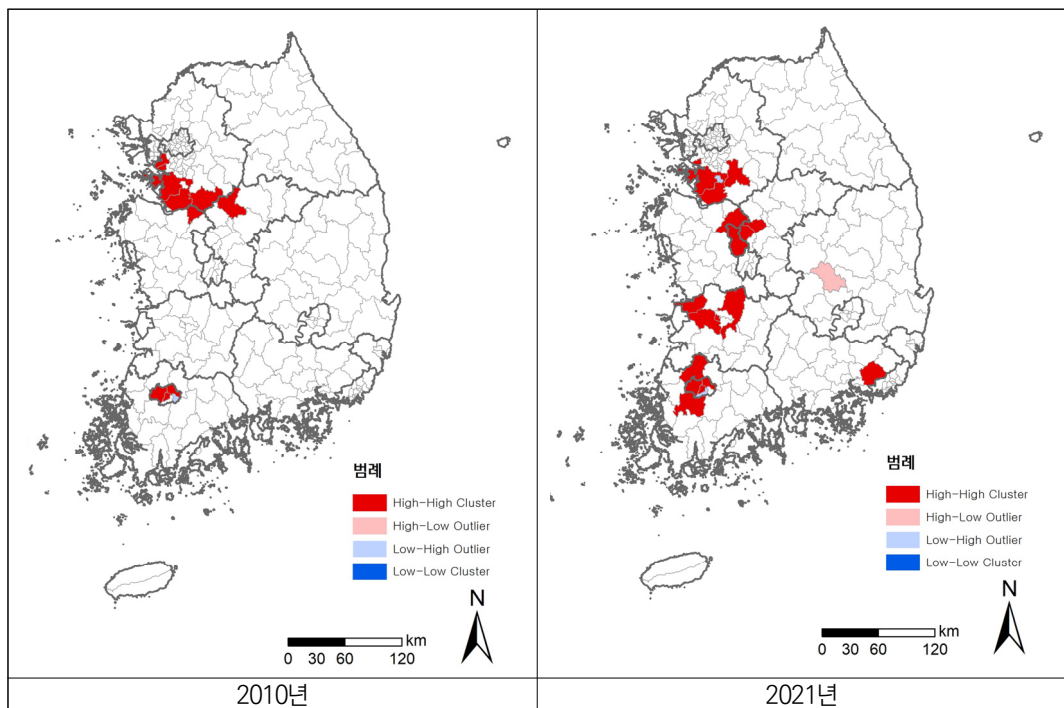
[그림 3-3] 국내 풍력 산업 공장의 분포 현황

3. 국내 재생에너지 공간적 집적 특성

가. 군집 패턴 분석

1) 태양광 산업

국내 태양광 산업의 국지적 모란지수(Local Moran's I)를 산출하여 잠재적인 클러스터를 도출하였다. 공장 수를 기준으로 살펴보면, 태양광 산업 공장 수가 많은 지역이 인접한 H-H 군집은 2010년 경기 남부 지역과 광주광역시 등 2개 지역으로 도출되었다. 하지만 2021년의 H-H 군집은 경기 남부(화성·평택·용인), 충청 북부(청주·세종·천안), 전북 북부(군산·완주·김제), 전남·광주(광산·북구·나주·장성), 경남 동부(김해) 등 5개 지역이 도출되어 태양광 산업의 군집 수가 증가하는 경향을 보였다.

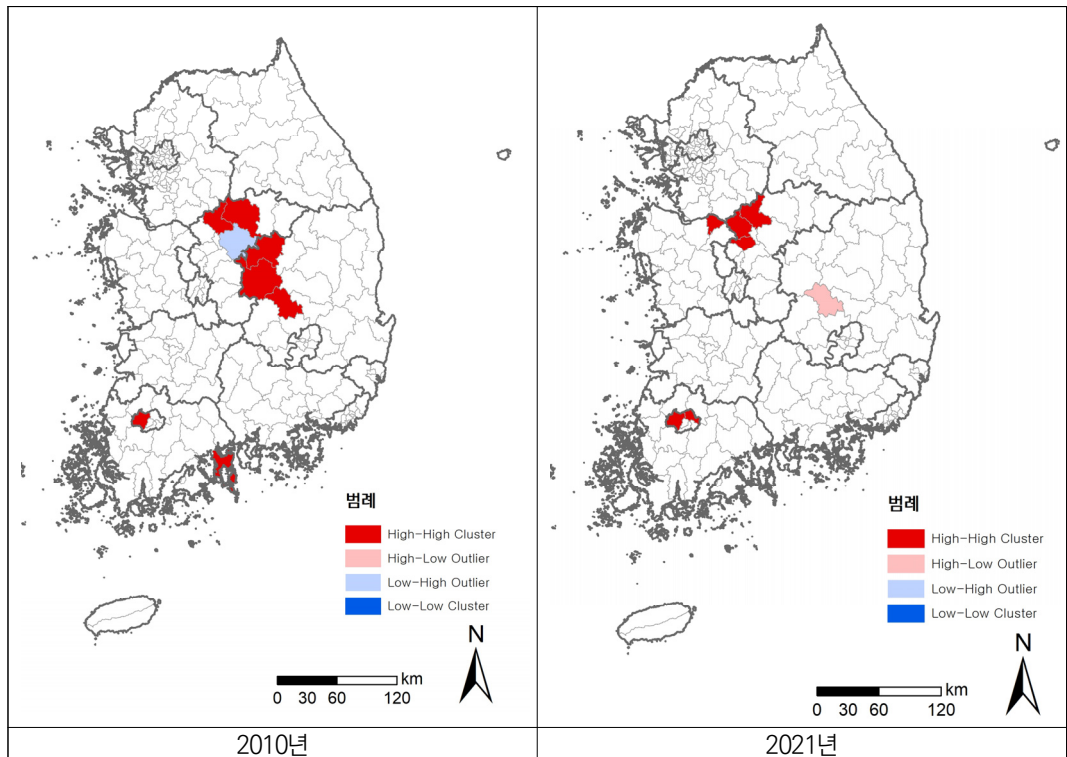


자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

[그림 3-4] 국내 태양광 산업의 공간적 집적 분석 결과(공장 수 기준)

종사자 수를 기준으로 살펴보면, 국내 태양광 산업이 집적된 잠재적 클러스터(H-H 클러스터)는 2010년에 충북·경북(음성·충주·구미·상주·문경)을 중심으로 광주(광산), 전남(여수) 등 3개 지역이 도출되었다. 하지만 2021년에는 충북(진천·음성·청주)과 광주(광산·북구) 등 2개 지역이 종사자 수 기준 태양광 산업의 잠재적 클러스터로 도출되었다.

공장과 종사자를 기준으로 도출된 잠재적 클러스터를 종합해보면, 국내 태양광 산업의 주요 클러스터는 충북 북부(진천·음성·청주)와 광주·전남(광산·북구)으로 볼 수 있다. 반면, 경기 남부, 전북 북부, 경남 동부의 경우 태양광 산업에 해당하는 공장의 집적은 이루어졌으나 산업의 규모화는 이루어지지 못한 상황으로 볼 수 있다.



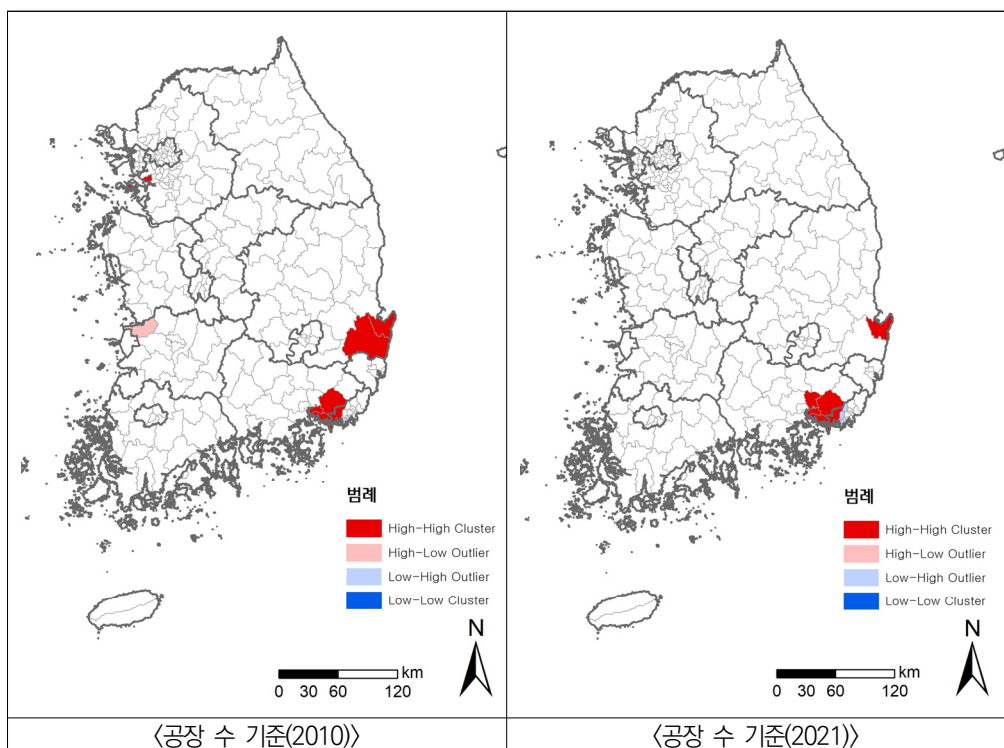
자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

[그림 3-5] 국내 태양광 산업의 공간적 집적 분석 결과(종사자 기준)

2) 풍력 산업

국내 풍력 산업의 잠재적 클러스터를 도출하였다. 공장 수를 기준으로 살펴보면, 2010년에는 경북(경주·포항)과 경남(창원·부산·김해), 경기(안산) 등 3개 지역이 공장 수가 많은 지역끼리 인접한 잠재적 클러스터(H-H)로 도출되었고, 전북(군산)은 해당 지역의 풍력 공장은 많으나 인접 지역에는 업체가 적은 H-L 클러스터로 도출되었다.

2021년의 경우, 풍력 관련 공장 수가 많은 잠재적 클러스터(H-H)는 경북과 경남 등 2개 지역으로 축소되었다. 경북 지역은 경주 지역이 제외되면서 클러스터의 공간적 범위가 축소되는 경향을 나타내며, 경남 지역은 창원을 중심으로 클러스터의 공간적 범위가 소폭 확대(창원 의창구 포함)되는 양상을 보였다. 반면, 전북의 경우 군산은 풍력 공장의 군집성에 대한 유의성은 없는 것으로 나타났다.

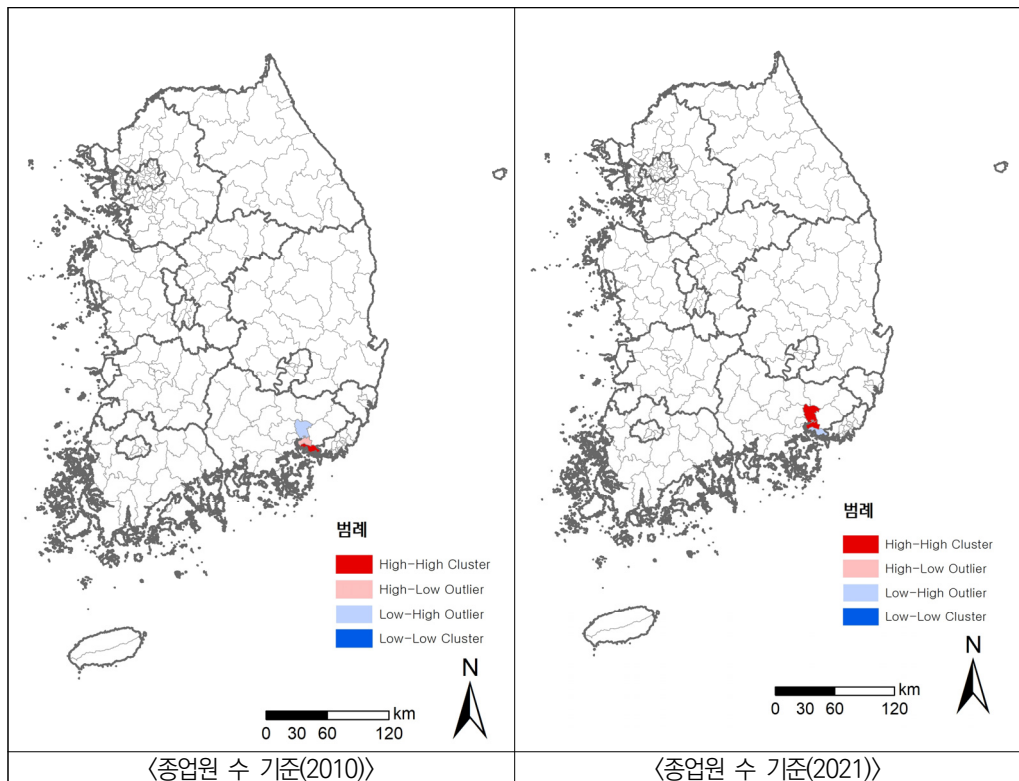


자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

[그림 3-6] 국내 풍력 산업의 공간적 집적 분석 결과(공장 기준)

종사자를 기준으로 살펴보면, 2010년에는 풍력 산업의 종사자 수가 많은 지역끼리 인접한 잠재적 클러스터(H-H)는 경남(창원 진해) 1개로 도출되었으며, 2021년에는 경남 지역의 군집 지역은 북쪽으로 소폭 이동함과 동시에 공간적 확대(창원 의창·성산)가 이루어진 것으로 나타났다.

공장과 종사자를 기준으로 도출된 잠재적 클러스터를 종합해보면, 국내 풍력 산업 클러스터는 경남 지역(창원)으로 볼 수 있으며, 해당 지역의 집적도는 더욱 증가하는 경향이 나타났다. 반면, 경북(포항), 전북(군산), 경기(안산)는 풍력 관련 업체는 일부 있으나 군집성이 약화되거나 규모가 감소하는 경향이 나타났다.



자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

[그림 3-7] 국내 풍력 산업의 공간적 집적 분석 결과(종사자 기준)

4. 전북 재생에너지 산업 집적 특성 분석

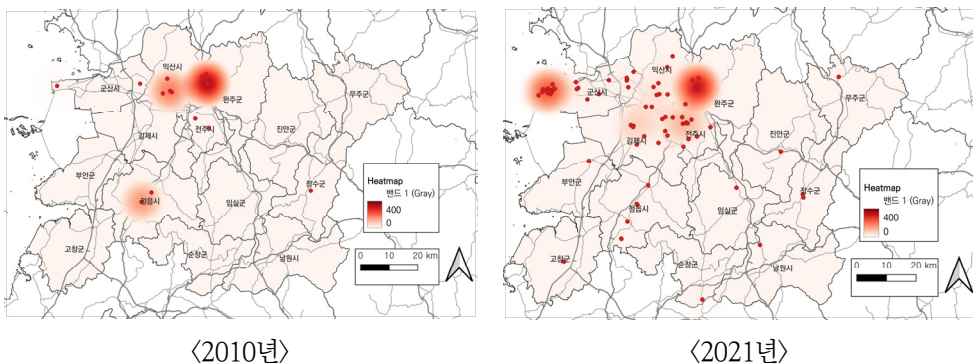
가. 전북 재생에너지 산업집적 현황 분석

1) 태양광 산업

전라북도 태양광 산업의 공간적 분포 특성을 파악하기 위하여 커널밀도를 추정하고, 열 지도(heat map)를 도출하였다. 2010년에는 전라북도의 태양광 산업은 태양광 모듈 제조업체인 (주)솔라파크코리아(구 솔라월드코리아)가 위치한 완주(봉동 일대)를 중심으로 웨이퍼를 생산하는 (주)넥솔론이 위치한 익산(팔봉동), 태양광 관련 부품을 생산하는 중소기업이 위치한 정읍을 중심으로 공간적인 군집이 나타났다.

2021년에는 넥솔론(익산) 파산에 따른 익산의 집적패턴이 크게 약화하는 경향을 보였다. 반면에 태양광 관련 중소 부품 생산공장이 전주와 김제를 중심으로 입지하면서 완주를 중심으로 전주와 김제로 이어지는 군집 패턴을 형성하는 것으로 나타났다. 또한 군산과 새만금을 중심으로 수상태양광 사업이 추진되고 실증기반이 마련되면서 군산에 태양광 구조물 등 관련 공장이 집적하면서 군산(소룡동 일대)에 새로운 군집이 형성되었다.

전라북도의 태양광 산업은 발전시장 증가와 함께 완주와 군산을 중심으로 공간적인 집적을 형성하고 있다. 하지만 주요 기업이 위치한 지역의 군집이 약화하는 경향을 보여, 이는 클러스터로 성장하는데 제약요인으로 작용할 가능성이 있다.



자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

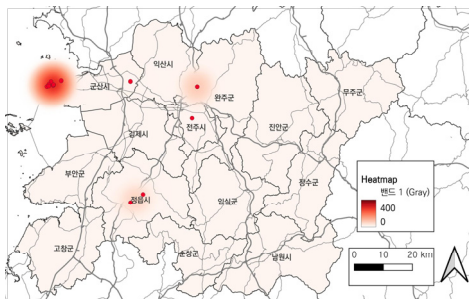
[그림 3-8] 전라북도 태양광 산업의 집적 패턴 변화(2010~2021)

2) 풍력 산업

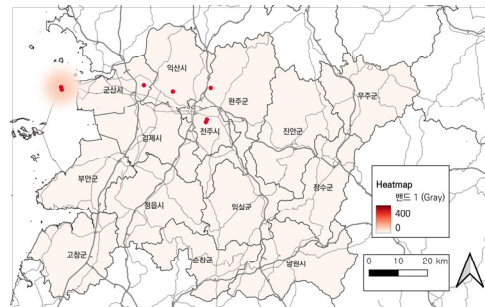
전라북도의 풍력 산업의 커널 밀도를 추정하고 이를 열 지도로 나타내었다. 2010년에는 군산(소룡동 일대)을 중심으로 풍력 산업의 군집패턴이 강하게 나타난다. 이는 군산국가산업단지에 입지한 현대중공업 풍력발전기 공장과 블레이드 제조업체인 케이엠 등 부품업체들이 군산에 입지하면서 풍력 산업의 군집을 형성했기 때문으로 볼 수 있다.

2021년에는 전라북도의 풍력 산업의 유일한 군집을 형성하던 군산의 집적이 약화하는 경향이 강하게 나타난다. 이는 풍력발전기 제조업체인 현대중공업의 풍력발전 사업 철수(2016)와 관련이 있으며, 현재 군산에는 블레이드 제조업체인 휴먼컴퍼지트와 소수의 풍력 부품을 생산하는 중소 제조업체로 구성되어 있다.

전라북도의 풍력 산업은 현대중공업 풍력발전기 공장과 블레이드 제조업체를 중심으로 군산에 군집을 형성하였으나, 핵심 주체에 해당하는 현대중공업의 풍력 사업 철수와 함께 발전단지 사업 역시 원활하게 추진되지 못하면서 군집이 약화하는 특성을 보였다. 현재에는 블레이드 제조업체인 휴먼컴퍼지트 외에는 풍력 관련 업체들이 부재한 상황으로 볼 수 있다.



〈2010년〉



〈2021년〉

자료 : 공장등록현황(2021년 12월 기준)을 활용하여 연구자가 작성하였음

[그림 3-9] 전라북도 풍력 산업의 집적 패턴 변화(2010~2021)

나. 타 지역 클러스터와의 비교

1) 태양광 산업

■ 업체 및 기관 현황

국내 태양광 산업이 집적된 주요 지역인 충북과 광주·전남, 전라북도의 특성을 비교·분석하였다. 충북의 태양광 산업은 진천과 음성을 중심으로 청주(청원·흥덕) 일대에 태양광 산업이 집적되어 있다. 해당 지역의 태양광 관련 업체는 60개이며, 종사자는 4,014명에 달한다. 나아가, 충북에서는 혁신도시를 중심으로 태양광 산업 R&D 클러스터 조성을 추진하면서 충북테크노파크(태양광기술센터, 태양광모듈연구센터), 한국건설생활환경시험연구원 건물에너지기술센터 등 연구·지원기관 및 실증 인프라를 구축하여 주체 간 협력과 혁신역량 강화를 도모하고 있다. 충북의 경우 태양광 산업 국내 거점으로서 산업 전반의 핵심기술과 에너지저장장치(ESS)를 중심으로 강점을 보이고 있다.

광주·전남의 태양광 산업은 광주 북구를 중심으로 광주광산 및 나주 일대에 산업이 집적되어 있다. 해당 지역의 태양광 관련 업체는 113개로 충북보다 53개 많지만, 종사자는 1,374명으로 충북 대비 2,640명 적다. 해당 지역은 태양광 관련 기업, 한국생산기술연구원 서남지역본부 태양전지 R&D 센터, 한국광기술원 등 연구·지원기관, GIST, 전남대 등 대학을 중심으로 태양광 산업의 네트워크 체계를 구축하고 있다. 지역의 전략산업인 AI, 광산업 등과 연계한 태양광 산업 육성에 강점을 보이고 있다.

전라북도의 경우에는 태양광 산업이 가장 많이 집적된 완주를 중심으로 군산과 김제에 산업이 집적되어 있다. 해당 지역의 태양광 관련 업체는 58개로 충북 대비 2개 적으며, 종사자는 765명으로 3개 지역 중에서 가장 규모가 작다. 전북테크노파크 에너지산업육성단, 전북대(신소재에너지 소재개발지원센터), 한국산업기술시험원(수상형 태양광종합평가센터) 등 대학·연구 및 지원기관들이 집적되어 있으며, 태양광 소재 산업, 수상 태양광을 중심으로 산업 육성을 추진하고 있다.

[표 3-9] 태양광 관련 주요 집적지역의 특성 비교

구분	충북	광주·전남	전북
중심도시	진천·음성	광주북구	완주
연계도시	청주청원, 청주흥덕	광주광산, 나주	군산, 김제
업체수	60개	113개	58개
종사자수	4,014명	1,374명	765명
기관	충북테크노파크 (태양광기술센터, 모듈연구센터 등), 한국건설생활환경시험연구원 (건물에너지기술센터), 충북대(그린에너지연구소) 등	한국생산기술연구원 (태양전지 R&D 기술지원센터), 한국광기술원, GIST, 전남대(에너지융복합 연구지원센터) 등	전북테크노파크(에너지산업육 성단), 전북대 (신소재에너지소재개발지원센터), 한국산업기술시험원 (수상형태양광종합평가센터) 등

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

2010년~2021년 사이 태양광 산업은 3개 지역 모두 업체와 종사자가 증가하였으나, 종사자 기준 충북의 성장이 가장 두드러지게 나타났다. 충북의 경우 태양광 업체는 2010년 18개에서 2021년 60개로 42개가 증가하였으나, 종사자는 1,054명에서 4,014명으로 2,960명이 증가하였다. 광주·전남의 경우 업체는 28개에서 113개로 가장 많이 증가하였으나, 종사자는 782명에서 1,374명으로 592명 증가하였다. 반면 전북은 태양광 관련 업체는 2010년 6개에서 2021년 58개로 52개 증가하였으며, 종사자는 364명에서 764명으로 401명 증가하여 3개 지역 중 가장 적은 상황이다.

[표 3-10] 태양광 산업 주요 집적지역의 업체 및 종업원 변화

구분		업체 수(공장)			종업원 수(명)		
		2010년	2021년	증감량	2010년	2021년	증감량
충북	진천	2	6	4	10	1,477	1,467
	음성	8	17	9	267	1,259	992
	청주흥덕	3	19	16	717	1,132	415
	청주청원	5	18	13	60	146	86
	합계	18	60	42	1,054	4,014	2,960
광주 전남	광주북구	18	35	17	449	657	208
	광주광산	1	34	33	98	363	265
	나주	9	44	35	235	354	119
	합계	28	113	85	782	1,374	592
전북	완주	4	16	12	340	336	-4
	군산	2	31	29	24	308	284
	김제	0	11	11	0	121	121
	합계	6	58	52	364	765	401

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

태양광 관련 주요 업체 현황을 살펴보면, 충북은 한화솔루션(진천·음성)을 중심으로 엘에스일렉트릭, 한솔테크닉스, 현대에너지솔루션 등 셀과 모듈을 생산하는 주요 기업들이 집적되어 있으며, 청호나이스, 테크윈, 켄 등 태양광 발전시스템을 제작하는 업체들과 함께 태양광 산업 생태계를 형성하고 있다.

광주·전남의 경우 태양광 산업을 선도하는 대기업은 부재하나, 탑인프라(트래커), 디지털테크(제어장치) 등 기술력을 요구하는 중소·중견 부품업체들이 다수 위치하고 있다. 전북의 경우에는 웨이퍼를 생산하는 솔라파크코리아와 셀 생산 중소·중견업체와 함께 수상태양광 등의 구조물을 생산하는 업체들이 다수 위치해있다.

[표 3-11] 태양광 집적지역의 주요 업체 현황

구분	업체명	시군	등록	종업원 수	원자재	생산품
충북	한화솔루션	진천	2016년	1,253명	웨이퍼	셀/모듈
	한화솔루션(음성2)	음성	2021년	719명	셀	모듈
	엘에스일렉트릭	청주흥덕	2003년	599명	셀	모듈
	한솔테크닉스	청주흥덕	2005년	240명	셀	모듈
	현대에너지솔루션	음성	1991년	192명	웨이퍼	셀/모듈
	청호나이스	진천	2005년	182명	모듈 등	발전시스템
	테크윈	청주흥덕	2005년	150명	모듈 등	발전시스템
	켄	음성	2016년	105명	모듈 등	발전시스템
광주 전남	에스제이이엔지	광주북구	2018년	110명	모듈 등	발전시스템
	탑인프라	광주북구	2012년	90명	고강도스틸 등	부품(트래커)
	에스디엔	광주북구	2009년	74명	잉곳 등	웨이퍼/셀/모듈
	디지털테크	광주북구	2008년	47명	다이오드 등	제어장치
	아이비티	광주북구	2003년	40명	저장장치	니켈 등
	에코전력	광주광산	2021년	32명	구조물/저장장치	
전북	솔라파크코리아	완주	2008년	233명	모듈	웨이퍼
	한국친환경에너지기술	군산	2021년	58명	모듈/발전장치	셀
	신성에너지	김제	2020년	49명	모듈	셀
	진영스틸	군산	2020년	25명	강판 등	구조물
	썬에코	김제	2013년	20명	강판 등	구조물
	세이브에너지	완주	1991년	17명	발전시설/가로등	철골 등

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

■ 시장 및 연구개발 현황

태양광 산업이 집적된 3개 지역의 발전량 및 잠재량을 비교하였다. 먼저, 태양광 발전량은 전북(50,584GWh/년)이 가장 많고, 충북(48,048GWh/년), 광주·전남(45,272GWh/년)의 순서를 보인다. 잠재량의 경우에도 전북(36.9GW)이 가장 많고, 충북(36.5GW), 광주·전남(31.2GW)의 순서를 나타낸다. 따라서 태양광 산업의 집적요인으로서 발전시장 규모는 3개 지역 중에서 전북이 가장 우수한 상황이다.

[표 3-12] 태양광 집적지역의 발전시장 현황

(단위: GWh/년, GW)

구분	충북	광주·전남	전북
발전량	48,048	45,272 (광주 4,798, 전남 40,474)	50,584
잠재량	36.5	31.2 (광주 3.4, 전남 27.8)	36.9

자료 : 산업통상자원부, 한국에너지공단(2021a)을 가공

태양광 산업이 집적된 3개 지역의 태양광 관련 R&D 연구비 현황을 살펴보면, 광주·전남이 276억 원으로 전국 10.1%를 차지하여 가장 많다. 반면에 충북의 태양광 R&D 연구비는 209억 원으로 전국 7.6%를 차지한다. 전북의 태양광 R&D는 168억 원으로 전국 6.1%를 차지하며, 3개 지역 중에서 가장 낮은 수준을 보인다.

[표 3-13] 태양광 집적지역의 R&D 연구비 현황

(단위: 억 원, %)

구분	충북	광주·전남	전북
R&D 연구비	209	276 (광주 189, 전남 87)	168
비중	7.6%	10.1% (광주 6.9%, 전남 3.2%)	6.1%

자료 : NTIS(2022)를 재구성

2) 풍력 산업

■ 업체 및 기관 현황

국내 풍력 산업이 집적된 주요 지역인 경남·부산과 경북, 전라북도의 특성을 비교·분석하였다. 경남·부산의 풍력 산업은 창원성산을 중심으로 창원의창, 부산강서 일대에 산업이 집적되어 있다. 해당 지역의 풍력 관련 업체는 33개이며, 종사자는 7,883명에 달하여 국내에서 가장 큰 풍력산업 규모를 지니고 있다. 해당 지역에는 풍력너셀테스트베드, 한국전기연구원(전력케이블연구센터), 부산대(풍력발전미래연구센터), 경상대(풍력에너지연구센터) 등 대학, 연구기관 및 실증시설이 위치하여 혁신역량 강화를 지원하고 있다.

경북의 풍력 산업은 포항남구를 중심으로 경주에 산업이 집적되어 있다. 해당 지역의 풍력 관련 업체는 7개, 종사자는 86명이며, 경북테크노파크(그린에너지지원센터), 한동대(부유식 해상풍력발전연구소) 등의 대학 및 지원기관이 위치하고 있다.

전라북도의 경우에는 풍력산업이 군산을 중심으로 위치해있으며, 업체 수는 3개, 종사자는 92명으로 경북과 마찬가지로 규모가 작다. 전라북도의 풍력 산업 규모는 작지만, 한국재료연구원(풍력핵심기술연구센터), 전북테크노파크(에너지산업육성단), 군산대(해상풍력연구원), 한국에너지공단(해상풍력산업지원센터) 등 대학, 연구 및 지원기관과 풍력 관련 다수의 실증 인프라를 갖추고 있다.

[표 3-14] 풍력 관련 주요 집적지역의 특성 비교

구분	경남·부산	경북	전북
중심도시	창원성산	포항남구	군산
연계도시	창원의창, 부산강서	경주	-
업체수	33개	7개	3개
종사자수	7,883명	86명	92명
주요기관	풍력너셀TB, 한국전기연구원 (전력케이블연구센터) 부산대(풍력발전미래연구센터) , 경상대(풍력에너지연구센터)	경북테크노파크 (그린에너지지원센터) 한동대 (부유식해상풍력발전연구소)	전북테크노파크, 군산대 (해상풍력연구원), 자료원(풍력핵심기술연구센터), 한국에너지공단(해상풍력 산업지원센터) 등

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

2010~2021년 사이 풍력 산업의 사업체는 경남·부산이 23개에서 33개로 10개 증가하였으나, 경북은 11개에서 7개로 4개 감소, 전북은 9개에서 3개로 6개 감소하여 경남·부산 외 2개 지역에서는 감소 추이를 보였다.

종사자의 경우에는 풍력산업이 집적된 3개 지역 모두 감소 추이가 나타났다. 풍력 산업 거점에 해당하는 경남·부산의 경우 풍력 종사자는 8,811명에서 7,883명으로 928명 감소하였으며, 중심지역에 해당하는 창원성산(-1,677명)의 감소와 연계지역인 창원의창(+663명) 및 부산강서(+86명)의 증가가 나타났다.

경북의 경우에는 풍력산업 종사자가 2010년 378명에서 2021년 86명으로 크게 감소하였으며, 중심지역에 해당하는 포항남구(-219명)의 감소가 크게 나타났다. 전북 역시 풍력 종사자는 2010년 305명에서 2021년 92명으로 213명이 감소하였다.

국내 풍력산업은 2010년 이후 감소 추이가 나타나며, 집적지 중에서는 경남·부산의 집중이 심화하지만, 해당 지역의 중심지역에 해당하는 창원성산의 종사자는 크게 감소하는 반면 연계지역인 창원의창과 부산강서는 증가하는 경향을 나타냈다.

[표 3-15] 풍력 산업 주요 집적지역의 업체 및 종업원 변화

구분		업체 수(공장)			종업원 수		
		2010년	2021년	증감량	2010년	2021년	증감량
경남 부산	창원성산	6	6	0	8,661	6,984	-1,677
	창원의창	0	2	2	0	663	663
	부산강서	17	25	8	150	236	86
	합계	23	33	10	8,811	7,883	-928
경북	포항남구	6	3	-3	264	45	-219
	경주	5	4	-1	114	41	-73
	합계	11	7	-4	378	86	-292
전북	군산합계	9	3	-6	305	92	-213

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

풍력 관련 주요 업체 현황을 살펴보면, 경남·부산은 국내 풍력산업을 선도하는 두산중공업, 효성중공업 등 시스템사 2개가 위치하며, 이를 중심으로 대한중기공업, 테라사이언스, 지에스에스 등 풍력 부품 및 소형 발전기 업체가 풍력산업 생태계를 구성하고 있다.

경북의 경우에는 네이처이앤티, 에스지테크, 성일메탈 등 풍력 관련 중소 부품업체가 위치해있어 클러스터로서의 산업 생태계는 미비한 상황이다. 전라북도는 대형 부품에 해당하는 블레이드 제조업체인 휴먼컴퍼지트와 에스에이치이앤티 등 중소 부품업체들이 위치해있으나, 경북과 마찬가지로 풍력 산업의 가치사슬을 포괄할 수 있는 산업 생태계는 형성되지 못한 상황이다.

[표 3-16] 풍력 집적지역의 주요 업체 현황

구분	업체명	시군	등록	종업원 수	원자재	생산품
경남 부산	두산중공업	창원성산	1991년	5,628명	철판 등	부품/발전시스템
	효성중공업(성산)	창원성산	1993년	1,285명	철판 등	발전시스템
	효성중공업(의창)	창원의창	1993년	660명	철판 등	발전시스템
	대한중기공업	부산강서	2009년	43명	메탈	풍력부품(플랜지)
	테라사이언스	창원성산	2015년	42명	알루미늄 등	풍력소형발전기
	지에스에스	부산강서	2014년	27명	강철 등	풍력부품(후렌지)
	제천	부산강서	2014년	19명		풍력부품가공
	한신기계	부산강서	2006년	13명	강철 등	풍력부품(후렌지)
	GS코어	부산강서	2011년	12명	단조품	풍력엔진부품
	태광유엔티	부산강서	2015년	9명	강괴	메인샤프트
경북	네이처이앤티	포항남구	2021년	30명	슬라브	풍력부품(후렌지)
	에스지테크	경주	2015년	15명	철강	발전시스템
	성일메탈	경주	2009년	12명	철강	타워부품
전북	휴먼컴퍼지트	군산	2020년	81명	탄소섬유 등	블레이드
	에스에이치이앤티	군산	2010년	5명	단조품	부품(샤프트)

자료 : 한국산업단지공단(각 년도, 12월 기준)

■ 시장 및 연구개발 현황

풍력 산업이 집적된 3개 지역의 발전량 및 잠재량을 비교하였다. 먼저, 풍력 설비용량은 경북(420.5MW)이 가장 크고, 전북(82.8MW), 경남·부산(49.25MW)의 순서를 보인다. 시장 잠재량의 경우에는 경남·부산(130,546MW)이 가장 많으며, 전북(54,761MW)과 경북(54,069MW)은 유사한 규모를 지닌다.

[표 3-17] 풍력 집적지역의 발전시장 현황

(단위: MW)

구분	경남·부산	경북	전북
설비용량	49.25 (경남 48.5, 부산 0.75)	420.5	82.8
시장 잠재량	130,546 (경남 99,774, 부산 30,772)	54,069	54,761

자료 : 산업통상자원부, 한국에너지공단(2021a)을 가공

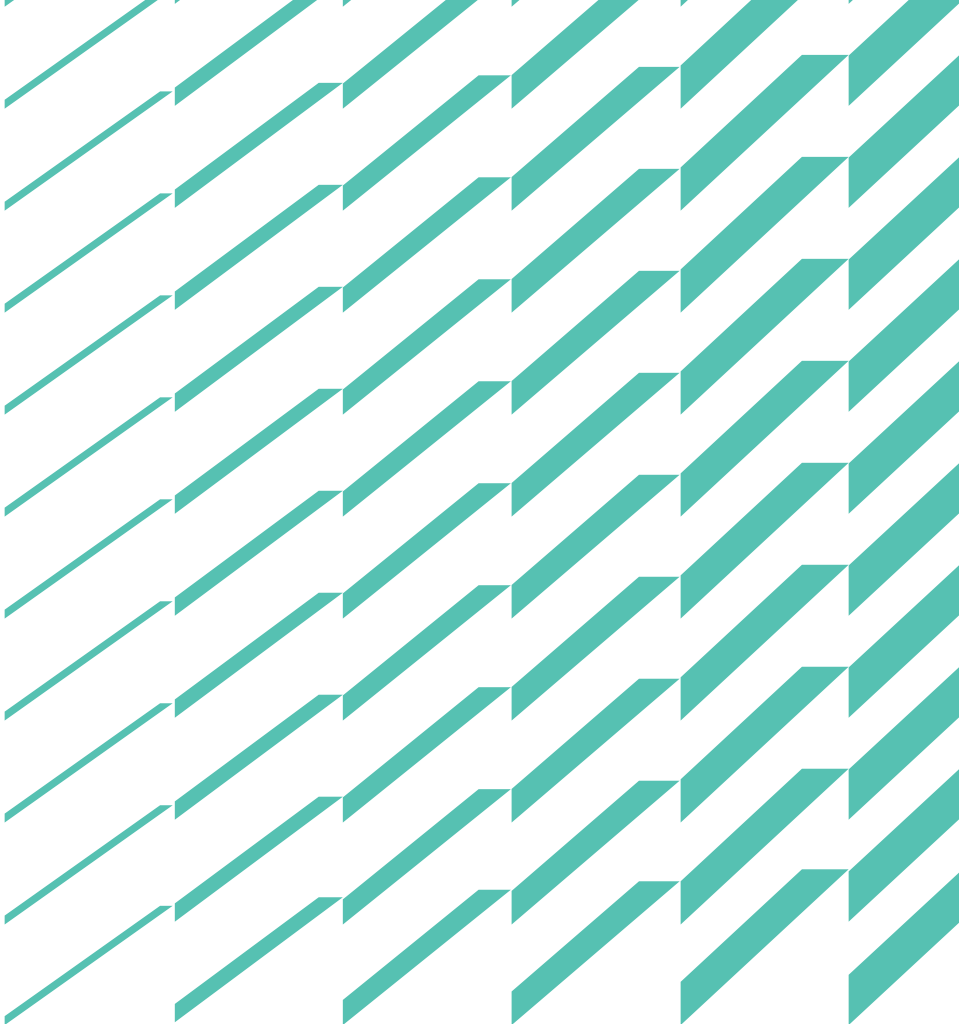
풍력 산업이 집적된 3개 지역의 풍력 관련 R&D 연구비 현황을 살펴보면, 경남·부산이 484억 원으로 전국 32.5%를 차지하여 가장 많다. 이어서 전북은 260억 원으로 전국 17.5%를 차지하며, 경북은 50억 원(전국 3.4%)으로 3개 지역 중에서 가장 작은 풍력 R&D 규모를 나타낸다.

[표 3-18] 풍력 집적지역의 R&D 연구비 현황

(단위: 억 원, %)

구분	경남·부산	경북	전북
R&D 연구비	484 (경남 464, 부산 20)	50	260
비중	32.5% (경남 31.2%, 부산 1.3%)	3.4%	17.5%

자료 : NTIS(2022)를 재구성



제4장

전북 재생에너지 산업생태계 분석

1. 분석의 필요성과 방법
2. 분석의 결과
3. 소결



제 4 장 전북 재생에너지 산업생태계 분석

1. 분석의 필요성과 방법

가. 분석의 필요성

전북은 2018년 ‘새만금 재생에너지 클러스터 비전 선포’를 기점으로, 재생에너지를 통한 산업 육성을 본격화하며 관련 프로젝트를 발굴·추진하고 있지만, 작동하고 있는 산업생태계에 대한 연구는 부족한 실정이다. 관련 선행연구으로는 이지훈 외(2021)의 전북의 4대 주력산업에 대한 생태계 비교연구가 있다. 이 연구는 전북의 재생에너지산업을 산업생태계가 형성되는 초기로 진단하고, 재생에너지 발전시장에 필요한 기자재납품과 납품과 연계된 컨소시엄의 참여 활동이 새로운 지식을 창출하는 하나의 요소로 작용하기 때문에 향후 생태계 활성화를 위해서는 산, 학, 연을 중개 및 지원할 수 있는 혁신 지원기관의 조성이 필요하다고 언급하였다. 그러나 이지훈 외(2021)의 연구는 4대 주력산업별 비교에 중점을 두었기 때문에 생태계를 보다 정교하게 살펴보기 못한 한계가 존재한다. 따라서 본 연구에서는 이를 보완하기 위해 전북 재생에너지산업을 중심으로 산업생태계에 대한 경쟁력 분석을 수행하였다.

앞 장에서는 전국 단위에서의 재생에너지산업이 집적된 지역과 전북 지역 내에서의 산업이 집적된 지역을 공간정보로 확인했다. 다만 관련 기관이 집적되어 있다 하더라도, 이를 혁신이 이루어지는 혁신클러스터로 보긴 어렵다. 산업집적지가 혁신클러스터로 작동하기 위해서는 집적지에 구성된 주체들이 상호작용을 통해 새로운 주체를 태생시키거나 유치하고, 집적지 내에서 경쟁이나 협력이 발생해야 하기 때문이다(이종호 외, 2016).

다시 말해 전북이라는 지역적 공간에서 재생에너지산업을 더욱 발전시키기 위해 혁신활동을 추진하고 있는 산·학·연 등의 집적지 구성주체가 누구인지를 살펴보고, 구성주체간 경쟁과 협력이 어떻게 작동되는지를 살펴본 후 이를 촉진하기 위한 하드웨어, 소프트웨어적 정책은 무엇인지를 살펴볼 필요가 있다.

나. 분석의 구조 및 방법

[표 4-1] 전북 재생에너지 산업생태계 분석 구조 및 방법

구조	생태계 행위자	생태계 활동	제도환경	방법
시장	발전사업자	발전단지 조성 발전단지 잠재량	발전단지 제도여건	기관 자료 등
제조	제조기업	협력, 경쟁 등	기업지원 인센티브 등 제조여건	기관 자료, 기업 인터뷰
혁신	대학, 연구기관 등	연구개발, 공동연구, 기업지원 등	혁신촉진 제도여건	기관 자료, 특허 자료, 기관 인터뷰

본 장에서는 이지훈 외(2021)의 연구에서 사용된 산업혁신생태계 분석 구조 및 방법을 재생에너지산업에 맞춰 사용했다. 선행연구에서는 산업혁신생태계의 분석을 위해 생태계를 구성하는 행위자와 이들의 상호 경쟁·협력 등의 활동, 그리고 생태계를 둘러싸고 있는 제도로 나눠 문헌을 검토하고 전문가 자문 등을 실시하였다. 이를 본 장에서는 앞선 제2장에서 제시한 재생에너지산업의 경쟁력을 구성하는 3가지 요소인 시장, 제조, 혁신의 매트릭스 구조로 나누어 각 생태계를 분석했다.

시장여건에서는 전라북도 재생에너지산업의 시장 규모, 전망, 시장 형성을 위한 제도여건 등을 살펴보았다. 재생에너지산업에서의 시장은 발전단지로 측정 가능하다. 따라서 발전단지를 조성하는 발전사업자를 생태계 행위자로 간주하고 도내 태양광, 풍력 등의 발전단지의 규모와 현황을 파악하였다. 또한 향후 시장의 확대와 관련하여 도내 설비용량의 잠재량을 살펴보았으며, 다음으로 시장창출을 위한 전라북도의 제도여건에 대한 분석을 실시하였다.

제조여건에서는 재생에너지산업의 가치사슬에 따라 도내 제조기업의 현황을 파악하였다. 이는 보편적으로 많이 사용하는 전국사업체조사를 통한 현황 분석 방법과는 차별을 둔다. 이슬기 외(2021)에서는 한국표준산업분류체계(KSIC)를 따르는 전국사업체조사를 활용하여 재생에너지산업의 현황을 파악할 경우, 산업과 무관한 다수의 기업이 포함되어 과대 추정의 문제가 발생한다고 하였다. 따라서 이를 방지하기 위해 본 연구에서는 재생에너지 관련 특허 출원 기업, 전라북도 제조업 총량을 기초로 각 산업의 기업 현황을 도출 하였다.⁸⁾ 이 후, 구축된 기업의 현황을 기초로 도내 재생에너지 기업을 직접 방문하여

인터뷰를 실시하였다. 제조활동에 있어 협력이나 경쟁, 그리고 제조활동을 촉진하는 기업 인센티브 등의 전반적인 환경에 대해 심층적으로 살펴보고, 전북 재생에너지산업의 제조여건을 한층 강화하기 위한 과제를 도출 하였다.

마지막 혁신여건에서는 도내 대학, 연구기관 등을 파악하고, 이들의 협력 현황과 혁신을 촉진하기 위한 제도 여건을 살펴보았다. 또한 전문가의 자문 등을 통해 전북의 혁신여건 현황과 과제를 도출 하였다.

8) 실제 지자체에서 수립하고 있는 지역성장종합계획 등에서 전통적 한국표준산업분류체계를 사용하여 현황을 분석으로써 재생에너지산업과 무관한 다수의 기업이 포함되어 산업 내 기업의 현황을 제대로 파악하지 못하는 문제가 있다.

2. 분석의 결과

가. 시장여건

1) 전라북도 전기발전사업 허가 현황

전라북도내 전기발전사업 허가 현황을 살펴보면, 태양광 37,064개소(5.5GW), 풍력 8개소(74.5MW)가 전기사업을 영위하기 위해 허가를 마친 것으로 나타났다. 이 중 태양광을 기준으로 규모를 살펴보면, 전라북도를 제외하고 시군별로 정읍시가 4,348개소로 가장 많았으며, 용량을 기준으로 김제시가 424MW로 가장 많았다. 태양광은 평균 151kW 규모로 조성되었으며 전라북도로부터 발전사업을 허가 받은 경우 평균 324kW 규모, 시군 단위에서 조성된 경우에는 평균 100kW 정도로 차이가 있었다. 풍력의 경우 단지 당 평균 용량이 9,318kW로, 태양광의 단지 당 평균 용량인 151kW에 비해 약 60배 정도 큰 것으로 나타났다.

[표 4-2] 전라북도 발전사업 현황(22년 6월말 기준)

지역	합계		태양광				풍력	
	개소	용량(kW)	개소	비중(%)	용량(kW)	비중(%)	개소	용량(kW)
합 계	37,072	5,673,757	37,064	100.0	5,599,209	100.0	8	74,548
전라북도	8,364	2,786,661	8,356	22.5	2,712,113	48.4	8	74,548
전주시	504	31,186	504	1.4	31,186	0.6	-	-
군산시	1,609	177,213	1,609	4.3	177,213	3.2	-	-
익산시	4,161	407,176	4,161	11.2	407,176	7.3	-	-
정읍시	4,348	419,970	4,348	11.7	419,970	7.5	-	-
남원시	2,999	302,082	2,999	8.1	302,082	5.4	-	-
김제시	4,246	424,340	4,246	11.5	424,340	7.6	-	-
완주군	1,462	156,328	1,462	3.9	156,328	2.8	-	-
진안군	1,443	142,305	1,443	3.9	142,305	2.5	-	-
무주군	467	46,429	467	1.3	46,429	0.8	-	-
장수군	1,450	143,792	1,450	3.9	143,792	2.6	-	-
임실군	1,915	190,602	1,915	5.2	190,602	3.4	-	-
순창군	520	57,250	520	1.4	57,250	1.0	-	-
고창군	1,799	202,365	1,799	4.9	202,365	3.6	-	-
부안군	1,785	186,058	1,785	4.8	186,058	3.3	-	-

자료 : 전라북도 제공자료

2) 태양광 설비현황 및 잠재량⁹⁾

우리나라 태양광 시장은 정부의 에너지전환 정책 등에 따라 크게 성장해왔다. 2021년 말 기준 우리나라 태양광 현황을 살펴보면, 전북의 경우 발전소 설치 비중이 전국에서 가장 높은 것(24,150개, 전국대비 23.2%)으로 나타났으나, 설비용량의 경우 전남 다음으로 높은 것(3,690MW, 전국대비 19.1%)으로 나타났다. 즉 전북은 태양광 발전소의 수가 많지만 발전소별 설비용량이 상대적으로 적은 것으로 나타났다. 태양광 발전소 대비 설비용량이 큰 지자체로는 제주, 전남, 울산, 부산 등이 있다. 전북의 경우 발전소 대비 설비용량이 0.15MW로 전국 지자체 가운데 12번째로 높게 나타났으며, 이는 전국 평균인 0.19MW보다 낮은 수치이다.

[표 4-3] (2021년 말 기준) 국내 태양광 현황(누적)

(단위 : 개, %)

지역	발전소 설치현황		설비용량 현황		평균 용량
	개수	비중	MW	비중	MW
서울	505	0.5	46	0.2	0.09
부산	527	0.5	152	0.8	0.29
대구	748	0.7	115	0.6	0.15
인천	642	0.6	98	0.5	0.15
광주	1,335	1.3	231	1.2	0.17
대전	433	0.4	41	0.2	0.09
울산	368	0.4	77	0.4	0.21
세종	344	0.3	58	0.3	0.17
경기	8,226	7.9	1,191	6.2	0.14
강원	6,963	6.7	1,490	7.7	0.21
충북	7,702	7.4	1,093	5.7	0.14
충남	14,146	13.6	2,453	12.7	0.17
전북	24,150	23.2	3,690	19.1	0.15
전남	15,771	15.1	4,123	21.4	0.26
경북	13,820	13.3	2,588	13.4	0.19
경남	6,929	6.7	1,332	6.9	0.19
제주	1,534	1.5	516	2.7	0.34
합계	104,143	100	19,294	100	0.19

자료 : 한국에너지공단(2022)

9) 태양광 발전설비는 토지형(지상형)과 건물 지붕형으로 구분(산업통상자원부 외, 2021b)

‘2020 신재생에너지 백서’에서 추정된 지역별 태양광시장 잠재량을 살펴보면, 우리나라는 총 369GW의 설비용량 잠재량이 있으며, 설비용량에 따른 발전 잠재량은 연간 495TWh로 나타났다. 전북의 경우 36.9GW의 설비 잠재량을 지니고 있다. 이는 경북과 충남 다음인 전국 3위 수준으로 향후 태양광 설치의 확대 여지는 높은 편이라 볼 수 있다.

여기에 더불어 최근 전라북도가 중점 육성하고 있는 수상태양광의 잠재량도 존재한다. 2021년 정부는 합천댐 수상태양광 발전개시 기념식에서 국내 수상태양광의 잠재량을 9.4GW 정도라고 밝혔다. 2021년 한국태양광협회(KOPIA)가 발표한 ‘태양광 지목별 입지확보 계획안’에 따르면, 연안 수상태양광은 50GW, 해상태양광은 22GW 등으로 국내 태양광 발전설비 잠재량의 13.6% 가량을 차지 할 것으로 나타났다.

[표 4-4] 지역별 태양광 시장 잠재량

지역	발전량		설비용량 잠재량	
	GWh/년	순위	GW	순위
서울	44	17	0	17
부산	1,211	15	0.9	15
대구	3,086	12	2.3	12
인천	4,099	11	3.1	11
광주	4,798	10	3.4	10
대전	871	16	0.6	16
울산	2,995	13	2.2	13
세종	2,575	14	1.9	14
경기	36,205	7	28.4	6
강원	36,101	8	27.8	7
충북	48,048	5	36.5	4
충남	80,904	2	60.6	2
전북	50,584	3	36.9	3
전남	40,474	6	27.8	7
경북	109,111	1	81	1
경남	49,166	4	35.5	5
제주	24,235	9	20	9
합계	494,506	-	369	-

자료 : 산업통상자원부, 한국에너지공단(2021a)을 가공

3) 풍력 설비용량 및 잠재량

한국풍력산업협회에서 제공하는 국내 풍력 현황 통계자료를 살펴보면, 풍력발전소의 경우 강원(29개, 25.4%), 제주(27개, 23.7%)에 가장 많은 발전소가 있는 것으로 나타났다. 전북의 경우는 7개로, 전국대비 6.1%에 해당하는 것으로 나타났다. 설비용량을 살펴보면, 전국에 1.7GW 규모의 풍력발전기가 설비된 것으로 나타났으며, 이 중 전북의 경우 82.8MW, 전국대비 4.8% 규모의 풍력발전기가 설비된 것으로 나타났다. 특히 전북에 조성된 풍력발전단지(해상풍력(서남해실증단지(60MW), 군산실증(3MW))의 비중이 높은 것(전북 전체 풍력 설비용량 대비 76%)으로 나타났다. 또한 현재 서남해 시범단지(400MW)와 확산단지(2GW)의 개발이 추진되고 있는 바, 향후 전라북도의 풍력은 해상에 집중될 것으로 전망된다.

[표 4-5] (2021년 말 기준) 국내 풍력 현황(누적)

(단위 : 개, %)

지역	발전소 설치현황		설비용량 현황	
	개수	비중	MW	비중
서울	-	-	-	-
부산	1	0.9	0.75	0
대구	-	-	-	-
인천	2	1.8	46	2.7
광주	-	-	-	-
대전	-	-	-	-
울산	1	0.9	1.65	0.1
세종	-	-	-	-
경기	3	2.6	8.25	0.5
강원	29	25.4	457.4	26.7
충북	-	-	-	-
충남	1	0.9	2	0.1
전북	7	6.1	82.8	4.8
전남	22	19.3	347.125	20.3
경북	15	13.2	420.5	24.5
경남	6	5.3	48.5	2.8
제주	27	23.7	298.79	17.4
합계	114	100	1,713.765	100

주 : 철거 용량 미산정

자료 : 한국풍력산업협회(2022)

‘2020 신재생에너지 백서’에서 추정한 지역별 해상풍력의 이론적, 기술적, 시장 잠재량을 살펴보면, 우리나라는 이론적으로 427GW, 기술적으로 386.5GW, 시장은 40.7GW의 설비 잠재량이 있으며, 설비용량에 따른 발전 잠재량은 이론·기술적으로 연간 1,175TWh, 시장으로 119TWh로 나타났다. 전북의 경우 이론·기술적으로 약 20GW, 시장은 3.4GW의 설비 잠재량을 지니고 있으며, 이는 전국 5위 수준인 것으로 나타났다.

국내 풍력의 시장 잠재량은 경남을 제외하고는 인천, 충남, 전북, 전남 등 서해안을 중심으로 형성되어 있어 향후 서해안 해상풍력 발전단지 조성 및 관련산업의 허브 거점 선점을 위한 경쟁이 치열할 것으로 전망된다.

[표 4-6] 지역별 해상풍력 이론적, 기술적, 시장 잠재량

지역	발전량 (GWh)			설비용량 (GW)		
	이론적	기술적	시장	이론적	기술적	시장
서울						
부산	30,772	30,772	4,386	10.2	10.2	1.5
대구						
인천·경기	191,081	191,081	15,586	70.2	69.1	6.2
광주						
대전						
울산	14,627	14,627	1,896	4.8	4.8	0.7
세종						
강원	22,707	22,707	1,720	22.8	10.1	0.7
충북						
충남	115,161	115,161	19,314	41.4	41.3	6.7
전북	54,761	54,761	8,672	20.4	20.1	3.4
전남	399,485	399,485	37,924	125.6	125	12
경북	54,069	54,069	3,844	44.5	18.7	1.5
경남	99,774	99,774	21,230	32.3	32.3	6.6
제주	193,349	193,349	4,567	54.9	54.9	1.4
합계	1,175,786	1,175,786	119,139	427.1	386.5	40.7

자료 : 산업통상자원부, 한국에너지공단(2021a)을 가공

국내 지자체별 풍력단지 조성의 진척도를 각 지자체의 시장 잠재량 대비 현재까지 설치된 설비용량으로 계산하여 살펴보았다. 강원도의 경우 시장 잠재량 700MW 대비 457.4MW를 이미 설비하여 65%의 진척도를 보였고, 제주, 경북의 경우도 20%를 넘는 진척도를 보였다. 반면 전북의 진척도는 시장 잠재량 대비 2.4%에 불과하였고, 전남 역시 2.9%, 충남과 인천·경기는 0% 수준을 보였다. 따라서 향후 국내 풍력 발전단지는 진척도가 낮은 서해 연안을 중심으로 이루어질 가능성이 높을 것으로 전망된다.

[표 4-7] 지역별 풍력 진척도

지역	설비용량(MW)	시장 잠재량(MW)	진척도 (설비용량/시장잠재량)
부산	0.75	1,500	0.1%
인천·경기	46	6,200	0.7%
울산	1.65	700	0.2%
강원	457.4	700	65.3%
충남	2	6,700	0.0%
전북	82.8	3,400	2.4%
전남	347.125	12,000	2.9%
경북	420.5	1,500	28.0%
경남	48.5	6,600	0.7%
제주	298.79	1,400	21.3%

4) 재생에너지 발전단지 조성 제도환경

전라북도의 경우 재생에너지 발전단지 조성을 위한 지원기관으로 새만금개발공사, 전주에너지센터, 군산시민발전주식회사 등이 운영되고 있다. 특히 새만금개발공사와 군산시민발전주식회사의 경우 새만금 권역의 대규모 태양광, 풍력의 발전자원 발굴·조성 등의 업무를 추진하고 있다. 반면 전주에너지센터의 경우 소규모 시민햇빛발전소 확대를 위한 지원사업을 추진 중이며 현재 5개의 시민햇빛발전소를 운영 중이다.

또한 정부는 대규모 발전단지 조성을 위해 2020년 ‘신재생에너지 집적화단지 조성 및 지원 등에 관한 지침’을 제정하였다. 이에 따라 전라북도는 2021년 서남권 해상풍력 발전단지를 국내 최초의 신재생에너지 집적화단지로 지정받아 정부로부터 0.1의 REC 가중치를 지원받으며, 발생하는 수익은 지역사회에 환원할 수 있도록 하였다.

그 외 발전단지 조성과 관련한 전라북도 내 조례는 군산시민발전주식회사의 주요 사업 내용(‘육상·수상 태양광 발전사업’, ‘해상풍력 발전사업’ 등)을 규정하는 ‘군산시 시민발전 주식회사 설립 및 운영 조례’가 있고, 전주에너지센터의 수행 업무(‘신재생에너지의 이용·보급사업 지원 및 관리’)를 규정하는 ‘전주시 에너지 기본 조례’가 있다. 또한 에너지 자립마을의 조성을 지원하는 ‘완주군 로컬에너지 자립기반구축 지원 조례’가 있고, 소규모 발전소를 지원하는 ‘친환경주택 조성 지원 조례’, ‘녹색건축물 조성 지원 조례’, ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본 조례’, ‘단독주택 청정에너지 공급사업 보조금 지원에 관한 조례’가 있다.

[표 4-8] 전북 재생에너지 발전단지 조성 관련 제도적 환경

시군	조례명	주요 내용
군산	군산시 시민발전 주식회사 설립 및 운영 조례	- 주요 사업 내용 규정 - 새만금 육상/수상 태양광 발전사업 - 공공 유탄수지 활용 발전사업 - 해상풍력 발전사업 등
전주	전주시 에너지 기본 조례	- 주요 수행 업무 규정 - 신재생에너지의 이용·보급사업 지원 및 관리
완주	완주군 로컬에너지 자립기반 구축 지원 조례	저탄소 녹색마을의 에너지 자립기반 구축 비용 지원
고창	친환경주택 조성 지원 조례	재생에너지 활용 주택시범사업 사업비, 인증비, 표준설계도서 및 부속서류 지원 등
전라북도, 정읍	녹색건축물 조성 지원 조례	
전라북도, 전주, 완주	기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본조례	다중이용시설물 신재생에너지시설 보급
전주	단독주택 청정에너지 공급사업 보조금 지원에 관한 조례	신재생에너지를 이용하는 시설비 일부 지원

자료 : 자치법규정보시스템(elis.go.kr)을 가공

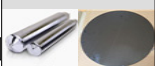
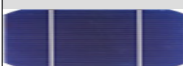
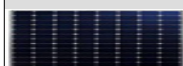
나. 제조여건

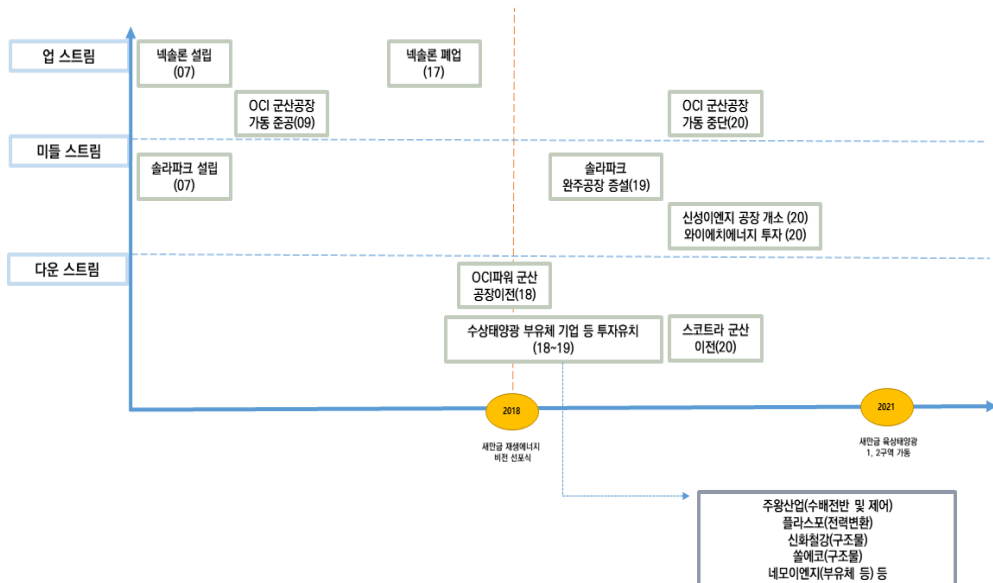
1) 전라북도 제조기업 현황

전라북도에서 영업활동을 하고 있는 태양광, 풍력 제조기업의 현황을 파악하기 위해 전라북도 내부 제공자료, 특히 출원 기업, 전라북도 제조업 총람 등을 종합적으로 살펴보았다. 또한 특허 분석에서 추출된 기업의 폐업 여부, 관련 업종, 전라북도 내 소재지 등을 확인하였고, 태양광의 경우 단순 발전기 설치 및 시공 업체는 제외하였다. 이를 통해 추출된 기업은 태양광 13개 업체, 풍력 9개 업체 등 총 22개 업체를 분석의 대상으로 삼았다.

태양광의 경우 원자재, 가공 분야의 업스트림에 속하는 기업은 현재 없는 것으로 확인되었다. 업스트림 업체의 경우 넥솔론(17년 파산), OCI(20년 중단) 등이 있었다. 미들스트림의 경우 신성이엔지, 솔라파크코리아, 와이에이치에너지 등 주요 중소기업이 전북에 소재하고 있으나, 일부 기업은 생산 활동이 중단된 것으로 확인된다. 반면 다운스트림 분야인 시스템 구조물이나 인버터 등을 생산하는 기업은 다수 존재하며, 영업활동도 하고 있는 것으로 나타났다. 특히 새만금 육상 및 수상태양광 발전단지 조성사업이 추진됨에 따라 태양광 부유체 업체 등이 증가한 것으로 보인다.

[표 4-9] 전라북도 태양광 기업 생태계 현황

업스트림		미들스트림		다운스트림
원재료/소재	가공	단위부품	모듈부품	시스템/구조물
				
폴리실리콘	잉곳/웨이퍼	셀/전지	모듈	시스템, 설치 유지보수
-	-	신성이엔지	솔라파크코리아 (생산중단), 신성이엔지, 와이에이치 에너지(예정)	대경산전, 스쿠틀라, DNI코퍼레이션, OCI파워 등

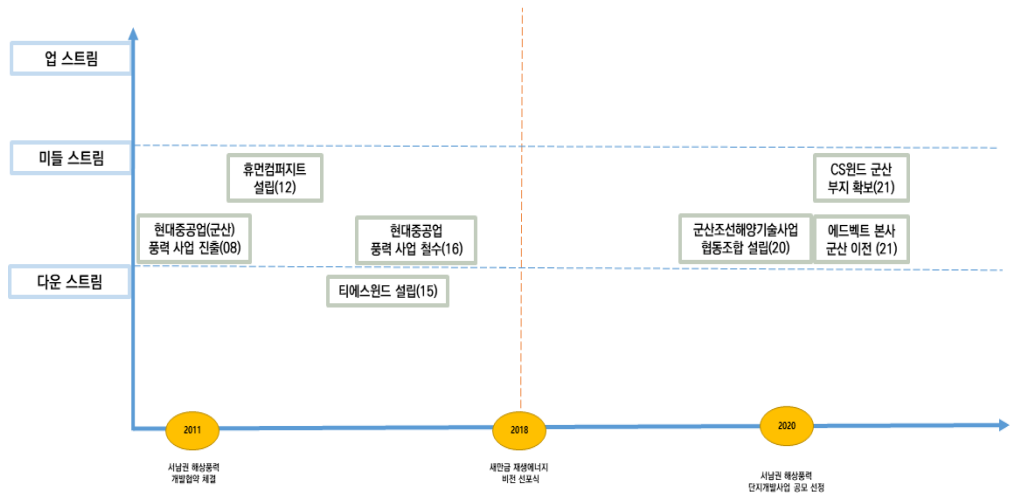


[그림 4-1] 전북지역 태양광산업 제조기업 형성 과정

풍력의 경우 자원평가, 단지설계 등 업스트림 분야에서의 기업은 없으며, 미들스트림의 하부구조물, 타워/블레이드/너셀 등 분야에서는 몇몇 기업이 소재하여, 영업활동 중이거나 추진하고 있는 것으로 확인되었다. 특히, 군산에 국내 유일의 블레이드를 생산하는 휴먼컴퍼지트가 소재하고 있으며, 세계 타워시장 1위 업체인 CS윈드도 군산 2국가산업단지 내 부지를 확보하여 공장을 설립 중이다. 하부구조물에서는 삼일 C&S가 관련 역량을 보유한 것으로 알려져 있고, 국내 최초로 석션버켓 방식의 해상풍력 지지구조물을 설계·제작한 (주)에드벡트도 2021년 본사를 군산으로 이전하였다. 다운스트림의 경우 명일책임해양, 티에스윈드 등이 전북지역에서 활동 하고 있다.

[표 4-10] 전라북도 풍력 기업 생태계 현황

업스트림		미들스트림		다운스트림
자원평가	단지설계	하부구조물	타워/블레이드/너셀 등	운송/설치/유지보수
-	-	삼일C&S 에드벡트	휴먼컴퍼지트 (블레이드), CS윈드(타워)	명일책임해양, 티에스윈드 등



[그림 4-2] 전북지역 해상풍력산업 제조기업 형성 과정

2) 전라북도 제조기업 업종 네트워크 분석

추출된 기업을 대상으로 NICE 기업정보에서 제공하는 연관기업별 업종을 수집한 후 업종에 대한 네트워크 분석을 실시해 보았다.

태양광에서 연결중심성이 높은 업종은 ‘전동기 발전 및 전기변환장치 제조업’, ‘일반전기 공사업’으로 태양광 산업구조 내 다운스트림에 해당되는 구조물, 전기변환 등이 전라북도 중심 네트워크를 보였다.

해상풍력에서도 ‘전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업’, ‘금속 조립구조재 제조업’, ‘통신공사업’ 등 설치 분야에서의 네트워크가 높았다.

이를 통해 도내 재생에너지산업에서 가장 영향력이 있는 업종으로는 생산된 재생에너지를 전력으로 전환하거나 전력계통 등을 담당하는 ‘전기변환장치 제조업’ 임을 알 수 있다. 반면 주요 부품을 생산하는 미들스트림 내에서의 네트워크는 강도가 크지 않음도 알 수 있었다.

3) 전라북도 재생에너지 제조 제도환경

전라북도는 재생에너지 제조기업의 유치 및 기업지원을 위해 수상태양광과 해상풍력에 특화된 새만금 에너지산업융복합단지를 운영 중이다. 새만금 에너지산업 융복합단지의 총 면적은 23.9㎢로, 군산2국가산업단지, 새만금 산업단지(1, 2, 5, 6공구), 부안 신재생에너지산업단지를 포함한다. 에너지산업융복합단지는 수상태양광, 해상풍력 산업과 관련 연관산업의 집적과 융복합을 촉진하기 위해 지정된 곳으로, 특별법에 의해 세제지원, 연구개발 지원 등 기업의 제조 활동에 필요한 사항을 지원 받을 수 있다.



자료 : 전북테크노파크(2019)

[그림 4-7] 새만금 에너지산업융복합단지

[표 4-11] 에너지산업융복합단지 지원사업

사업	주요내용
에너지산업융복합단지 활성화 지원사업	시제품 제작, 마케팅, 기술개발 및 실증

또한 도내 재생에너지 제조기업의 육성을 위해 발전단지 조성 시 지역업체의 참여를 직간접적으로 우대하고 있다. 대표적으로 ‘새만금사업 지역기업 우대기준’은 공사용 자재나 지역건설기계를 우선사용 할 것을 권고하고 있고, 새만금 육상태양광 1구역 발전사업(90MW)의 사업자 선정 과정에서도 전라북도 기자재 납품 비율이 50% 이상 되도록 권장함으로써 도내 지역 업체의 제조 여건을 마련하기도 하였다.

재생에너지 제조 관련 지원 조례를 구체적으로 살펴보면, 산업육성과 관련하여 전라북도에서는 ‘지역산업 육성·지원을 위한 조례’에서 에너지신산업을 지역산업으로 명시하여 육성사업을 추진 중이고, 군산시에서는 ‘강소기업 육성 및 지원 조례(2019.07)’를 제정하여 재생에너지 기업의 자금, 기술개발, 마케팅, 인력에 이르기까지 전방위에 걸쳐 지원을 하고 있다. 또한 기업의 판로지원과 관련하여 전라북도 내에서는 ‘친환경주택 조성 지원 조례’, ‘녹색건축물 조성 지원 조례’, ‘로컬에너지 자립기반구축 지원 조례’, ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본조례’ 등이 제정되어 기업에서 생산된 제품이 시장에서 원활히 판매될 수 있도록 하고 있다. 기금 지원과 관련하여 전주시에서는 ‘에너지사업기금 설치 및 운용 조례(2022.06)’가 제정되어 재생에너지 개발, 이용, 보급에 기금을 사용할 수 있도록 하였고, 전라북도에서도 ‘특정시설분 지역자원시설세 특별회계 설치 조례(2022.10)’를 제정하여 일반회계에서 특별회계로의 전입을 가능하게 하고, 전입된 세입을 재생에너지의 개발, 보급, 지원사업에 사용할 수 있도록 하였다. ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본조례’에서는 재생에너지 기술 및 산업에 보조금을 지원하고, 세제금의 감면해주는 등의 지원내용을 담고 있고, 정책 개발 지원과 관련하여서는 ‘에너지 기본 조례’, 또는 ‘저탄소 녹색성장 기본 조례’, ‘로컬에너지 자립기반구축 지원 조례’ 등이 있다. 재생에너지를 활용하는 관련산업 지원 부분으로는 ‘수소산업 육성 및 지원에 관한 조례’가 있어, 재생에너지를 활용한 수소생산시설의 구축과 운영사업을 추진할 수 있도록 하고 있다.

[표 4-12] 전북 재생에너지 제조 관련 지원 조례

구분	조례명	제정 시군	지원내용
산업 육성	지역산업 육성·지원을 위한 조례	전라북도	• 에너지신산업을 지역산업으로 명시하여 육성사업 추진 등
	강소기업 육성 및 지원 조례	군산	• 재생에너지 기업의 자금, 기술개발, 마케팅, 인력 지원 등
판로 지원	친환경주택 조성 지원 조례	고창	• 재생에너지 활용 주택시범사업 사업비, 인증비, 표준설계도서 및 부속서류 지원 등
	녹색건축물 조성 지원 조례	전라북도, 정읍	
	로컬에너지 자립기반구축 지원 조례	완주	• 저탄소 녹색마을의 에너지 자립기반 구축 비용 지원
	기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본조례	전라북도, 전주, 완주	• 다중이용시설물 신재생에너지시설 보급
	단독주택 청정에너지 공급사업 보조금 지원에 관한 조례	전주	• 신재생에너지를 이용하는 시설비 일부 지원
기금 지원	에너지사업기금 설치 및 운용 조례	전주	• 기금을 조성하여 재생에너지 개발, 이용, 보급에 사용
	특정자원분 특정시설분 지역자원시설세 특별회계 설치 조례	전라북도	• 특별회계를 설치하여 재생에너지 개발·보급·지원 사업에 사용
기술 개발 지원	기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본조례	전라북도, 전주, 완주	• 신재생에너지기술 및 산업에 보조금 지원, 세제감면 등
정책 개발 지원	에너지 기본 조례	전라북도, 전주, 군산, 익산, 남원, 김제, 장수, 고창	• 신재생에너지의 보급을 위한 지원방안 마련
	저탄소 녹색성장 기본 조례	군산, 정읍, 남원, 김제, 완주, 진안, 무주, 장수, 임실, 순창, 고창, 부안	• 녹색성장 추진계획 마련 및 녹색경제·녹색산업에 대한 지원·특례
	로컬에너지 자립기반구축 지원 조례	완주	• 신재생에너지 보급 확대를 포함하는 로컬에너지 기본계획 수립
관련 산업 지원	수소산업 육성 및 지원에 관한 조례	전라북도, 전주, 완주, 부안	• 신재생에너지를 활용한 수소생산시설 구축 및 운영사업 추진 및 예산 지원, 보조

주 : 각 시군구의 공통적인 '에너지 기본 조례'를 제외함

자료 : 자치법규정보시스템(edis.go.kr)을 가공

4) 전라북도 재생에너지 기업 인터뷰 결과

전라북도 재생에너지산업의 진단과 향후 정책 방안 도출하기 위해 도내 기업과, 기업을 대표하는 산업협회 관계자들을 대상으로 인터뷰를 실시하였다. 심층 인터뷰를 실시한 기업과 협회는 아래 표와 같으며, 인터뷰는 기업의 대표, 연구소장, 협회 간부 등으로 구성되었다.

또한 해상풍력 관련 도내 기업이 부족함에 따라 전북지역에 관심을 가지고 있는 기업을 대상으로 2022년도에 실시한 해상풍력 기업 인터뷰¹⁰⁾의 결과도 함께 사용하였다.

[표 4-13] 기업인터뷰 결과

기업명	설립일자	주요제품	소재지
A기업	2012	블레이드	군산
B기업	2016	태양광 구조물	군산
C기업	1998	BIPV	익산
D협회	-	태양광	서울
E협회	-	풍력	서울
6개 해상풍력 기업	-	터빈, 하부구조물 등	전북 내외 (2022년도 유사 연구 인터뷰 결과 활용)

10) 이지훈 외(2022)는 서남권 해상풍력 지역기업 참여방안 모색을 위한 연구를 실시하면서 도내의 6개 기업을 대상으로 인터뷰를 실시했다. 또한 2022년 전라북도 신재생에너지 박람회에 참여한 태양광 기업을 대상으로도 의견을 수렴하였다.

[표 4-14] 태양광 기업의 주요 의견

구분	주요 내용
한국 및 전북의 경쟁력	“우리나라 태양광 산업은 미들스트림과 다운스트림이 대부분이며, 대기업이 아닌 경우 미들스트림에서는 수익이 발생되지 않아 다운스트림 중심에서 사업이 이루어짐” “국제 상황에 따라 원재료의 원가가 상승하였지만 이에 비해 제조업의 단가가 상승하지 못해 기업 영위의 어려움 발생, 새만금 태양광 발전단지의 경우도 코로나 등으로 인해 원가가 크게 상승하여 납품한 기업이 어려움을 겪고 있음” “현실적으로 업스트림의 산업 육성이 어려운 단계이며, 미들스트림도 정부나 지자체 지원으로 산업 유지가 필요한 부분임. 최근 미국 관세로 인해 한국이 새로운 기회를 맞고 있음. 이를 계기로 가격 차이를 좁힐 수 있도록 정부, 지자체 지원이 필요함” “도내는 KTL, 전북대 소재개발지원센터 등이 있어 기술지원이 이루어지고 있음”
향후 정책 방향	“수출 중심의 태양광 산업 정책이 필요, 특히 미국이나 중국의 시장장악력이 비교적 적은 국가를 대상으로 신흥 시장 개척이 필요, 이러한 신흥 시장을 중심으로 국가 및 도내 미들스트림 육성이 필요” “현재 국내 모듈 기업의 규모는 대기업뿐만 아니라 중견기업까지 대략 10GW 정도로 파악되고 있음, 대기업의 물량으로는 5GW 정도로 중견기업의 몫이 여전히 유효함에 따라 진화하고 있는 셀 기술에 대응하기 위한 설비교체 수요와 연계하여 전북은 중견기업 중심의 산업 생태계 조성이 필요” “현실적으로 다운스트림에 대해 정책적 설정이 이루어지더라도 기술이 필요한 인버터, 다양한 환경에 맞춰 기술지원이 필요한 부유체 등을 중심으로 해야 함” “최근의 무역 환경을 이용하여 태양광을 국가전략산업으로 지정하고, 전기료 및 원부자재 등을 지원하여 가격 경쟁력이 확보될 수 있도록 지원하고, 이를 위해 새만금 등에 하나의 특구를 지정하고 차등요금제 도입 등을 검토하여 수출 중심으로 태양광 산업을 육성하는 것이 필요” “장기적으로는 수상 태양광에서 해상 태양광 중심으로 전북의 태양광 산업 생태계를 조성해야 함, 해상 태양광의 경우 구조물 부식, 저렴한 소재 등 다양한 기술적 요인이 있음으로 새로운 기술적 돌파구로 산업이 형성될 수 있을 것으로 기대됨” “충주에 폐모듈을 처리하기 위한 센터가 존재하고 있으나 향후 전라북도의 폐모듈 물량도 상당부분 존재함으로, 전라북도 차원에서 별도의 폐모듈 처리 시설이 필요”

[표 4-15] 해상풍력 기업의 주요 의견

구분	주요 내용
한국 및 전북의 경쟁력	“기술력을 갖춘 국내 해상풍력 터빈기업이 수주를 못하고 있고, 국외 기업은 국내를 본격적으로 현지 생산 기지화하고 있어 국내 산업이 매우 어려운 상황에 직면해 있고, 국내 산업 생태계는 정부나 지자체 차원에서 조성하기보다는 사실상 글로벌 발전단지 사업자가 생태계를 결정하는 형국임” “대만의 경우 글로벌 기업의 참여와 해상풍력 지역산업이 함께 추진되었으나 대만 내 제조업이 형성되지 못해 이를 실질적으로 이행 할 수 있는 수단이 없는 문제에 직면해 있음, 따라서 정책과 실행의 조화가 필요함” “풍력의 경우 미들스트림에서는 타워, 하부구조물은 인건비, 즉 비용이 저렴해야 하며, 기술적인 면에서는 터빈과 블레이드에 접근 가능한 부분이 있을 수 있음, 전북의 기술 중심의 미들스트림 부분을 중점 육성해 나갈 필요가 있음” “또한 유지보수 또는 운송 및 설치에 있어서는 기술이 중요함, 향후 추가적인 설치 공법을 고민하면서 관련 분야의 경쟁력 확보가 필요함” “해외 기업의 경우 기술유출의 우려로 인해 별도의 공장을 설립하는 것을 선호하지 않고, 실제로 현지에 설립된 공장도 단순 부품을 조립하는 형태로 운영되는 경우가 많은 실정”
향후 정책 방향	“공공주도의 발전사업이 지속되어야 하나 일부 변형이 필요함, 민간의 주도성을 일부 강화하면서 지역의 상생 도모를 유도하는 것이 바람직하고, 소규모 발전단지를 조성하기보다는 규모를 대형화하여 추진해야함” “풍력의 초대형화가 국내 산업 육성에 중요한 이슈로 부상할 가능성이 높을 것으로 보임, 이에 전북이 주도하면서 초대형의 경우 운반에 문제가 발생 할 수 있다는 점에서 분리형으로 생산하는 기술력 확보가 필요함” “타워도 강도는 유지하면서 사이즈를 줄이는 하이브리드형 기술개발이 요구됨, 기자재 만큼 큰 비용을 차지하고 일자리를 만들어 낼 수 있는 부분은 유지보수임. 국내 사업자가 이를 자체적으로 수행하고 있는데 유지보수를 위한 여유 부품을 보관하고 조립하는 유지보수센터, 또는 드론과 연계하여 상시모니터링을 할 수 있는 드론센터(발전기 상시 모니터링 드론, 응급처치, 유지보수 전용선 등) 등의 구축이 필요함, 드론의 경우 드론 쇼 등과 연계하여 지역 관광 상품화도 가능 할 듯” “초대형 풍력단지 개발, 테스트베드 추가 지정, 나셀과 같은 부품을 위한 새로운 개발 및 시험기관 지정 등이 필요하며, 무엇보다 야적장, 조립공장 등을 구성하는 배후항만(예를 들면, 덴마크의 에스비에르 항만 등)이 매우 중요함” “해상풍력 관련 산업육성의 생태계를 만들기 위해서는 해상풍력추진단과 같은 거버넌스도 필요하고, 대학에서는 실무 인력 중심의 인력양성을 위해 시공 중심의 엔지니어링센터 등의 구축도 검토가 필요함”

다. 혁신여건

1) 전라북도 혁신기관 현황

전북 재생에너지산업의 혁신활동 주체 중 대학을 살펴보면, 도내 재생에너지산업 분야의 인력양성, 연구개발, 기업지원 등이 가능한 대학은 4년제 대학으로 전북대, 군산대, 원광대, 전주대, 우석대 등 5개 대학이 있고, 전문대학으로는 전주비전대(신재생에너지과-전기계열), 군장대(신재생에너지화공계열) 등이 있다. 4년제 대학에서는 전기공학, 화학공학, 기계공학 등의 재생에너지 관련 인력을 양성하고 있고, 특히 지역에너지클러스터로 전북대(해상풍력), 군산대(수상태양광, 해상풍력), 전주대(전력변환)가 도내 기업과 협력하여 공동으로 인력을 양성하고 있다. 또한 각 대학에서는 관련 기술개발과 인력양성, 기업지원 등을 위해 신재생에너지소재개발지원센터, 해상풍력 연구소 등의 조직을 설립하여 운영 중이다.

[표 4-16] 전북 재생에너지 관련 대학 현황

구분		관련 학과	연구기관 및 인력양성 프로그램
4년제	전북대	전기공학과 화학공학부 자원에너지공학부	신재생에너지소재개발지원센터(태양광), 태양광-AI 융합대학원, 새만금 신재생에너지 전문인력양성센터, 지역에너지클러스터 인재양성(해상풍력)
	군산대	전기공학과 화학공학과 기계융합시스템공학부(풍력)	해상풍력연구소, 지역에너지클러스터 인재양성 (수상태양광/해상풍력)
	원광대	전기공학과 화학융합공학과	
	전주대	전기전자공학과	지역에너지클러스터 인재양성(전력변환기술)
	우석대	전기전자공학전공(전주) 에너지전기공학과(진천)	
전문대	전주비전대	신재생에너지과(전기계열)	
	군장대	신재생에너지화공계열	

자료 : 각 대학 홈페이지 등

다음으로 도내 재생에너지산업의 혁신활동 주체 중 연구기관을 살펴보면, 연구개발, 연구지원 및 기업지원 등이 가능한 곳으로 한국재료연구원 풍력핵심기술연구센터, 한국산업기술시험원 수상형 태양광 종합평가센터가 있다. 그러나 태양광 관련 원천기술 및 고도화 기술 등을 전문적으로 연구개발하는 태양광 연구단(한국에너지기술연구원)의 경우에는 대전에 위치해있고, 풍력발전기 설계, 제어, 유지보수 등의 연구개발을 담당하는 풍력연구팀(한국에너지기술연구원)은 제주에 조직을 갖추어 운영 중이다.

기타 한국에너지공단의 해상풍력산업지원센터, 전북테크노파크 새만금 에너지산업 융복합단지 종합지원센터, 전북테크노파크 에너지산업육성단은 해상풍력 단지조성 지원, 대규모 기반구축 사업 기획 및 구축, 입주기관 및 기업간 네트워크 지원 등 비R&D적 성격을 지닌 곳이다.

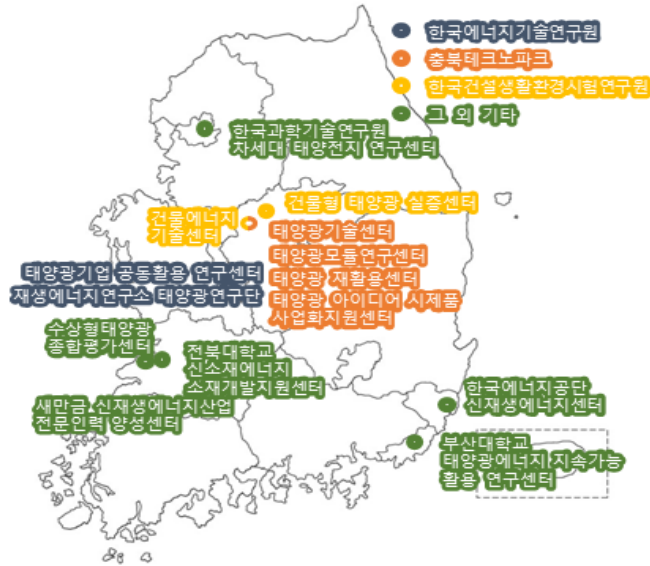
[표 4-17] 전북 재생에너지 관련 혁신기관 현황

구 분	기 관 명	주요내용
연구지원	한국재료연구원 풍력핵심기술연구센터('11)	해상풍력 블레이드 및 기어박스 성능평가
	한국산업기술시험원(KTL) 수상형 태양광 종합평가센터('21)	수상형 태양광 구성제품 시험평가, 수상형 태양광 규격조사 및 분석
기업지원	한국에너지공단 해상풍력산업지원센터('24 예정)	해상풍력 단지 조성 지원, 해상풍력 전문인력(유지관리 등) 양성 등
	전북테크노파크 새만금 에너지산업융복합단지 종합지원센터('23 예정)	융복합단지 발전전략 수립 기업·기관 유치 및 연구장비 관리 입주기관·기업 네트워크 지원 등
	전북테크노파크 에너지산업육성단	신재생에너지 기반구축 사업 기획, 구축 신재생에너지 박람회 개최 신재생에너지 테마파크 관리 등

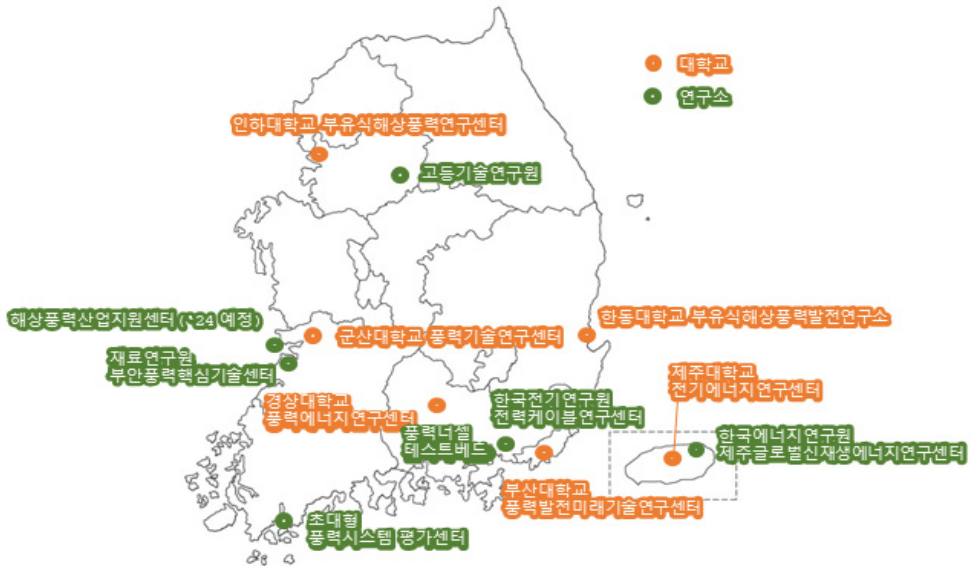
[표 4-18] 국내 태양광 및 해상풍력 전문 연구기관 현황

구분	주요 연구기관
풍력	한국에너지연구원 풍력연구팀(제주) 한국전기연구원 전력케이블연구센터(경남)
태양광	한국에너지연구원 태양광 연구단(대전) 한국과학기술연구원 차세대태양전지연구센터(서울)

〈태양광 관련 국내 주요 혁신기관 현황〉



〈풍력 관련 국내 주요 혁신기관 현황〉



[그림 4-8] 국내 재생에너지 관련 주요 혁신기관 현황

2) 전라북도 혁신활동 현황

재생에너지산업의 생태계 내 혁신활동과 관련된 지표로 가장 빈번하게 사용되는 연구개발비 현황을 살펴보았다. NTIS에서 수집 가능한 2018~2020년간 전북 내 재생에너지 관련 연구개발비는 564억 원으로 전국에서 차지하는 비중이 약 5.7%이며 이는 전국 17개 광역자치체 중에서 6번째로 높아 상대적으로 혁신 활동의 정도가 높다고 볼 수 있다.

[표 4-19] 신재생에너지 관련 국가 R&D 연구비 현황

지역	2018년	2019년	2020년	총 합계	구성비
서울특별시	335	505	705	1,546	15.6%
부산광역시	88	131	119	338	3.4%
대구광역시	37	56	63	157	1.6%
인천광역시	51	62	44	158	1.6%
광주광역시	155	192	257	603	6.1%
대전광역시	520	656	903	2,079	21.0%
울산광역시	179	158	146	482	4.9%
세종특별자치시	4	2	2	8	0.1%
경기도	323	539	676	1,538	15.6%
강원도	22	20	19	60	0.6%
충청북도	50	115	159	324	3.3%
충청남도	50	89	127	266	2.7%
전라북도	97	197	270	564	5.7%
전라남도	27	76	185	288	2.9%
경상북도	77	86	96	259	2.6%
경상남도	148	279	411	838	8.5%
제주특별자치도	31	32	89	151	1.5%
기타	18	24	162	204	2.1%
해외	-	-	15	15	0.2%
소계	2,211	3,220	4,447	9,879	100%

자료 : NTIS(2022)를 재구성

지난 3년간 국가 R&D 연구비가 가장 많이 투입된 분야로는 태양광(1위, 2,756억 원), 연료전지(2위, 1,622억 원), 풍력(3위, 1,486억 원)이며, 광역자치체별로 살펴보면 전북은 태양광이 전국 R&D 대비 6.1%(6위), 풍력은 17.5¹¹⁾%로 경남(31.2%) 다음으로 가장 많은 국가 연구비가 투입된 지역으로 나타났다. 반면 연료전지는 2.6%에 불과했다.

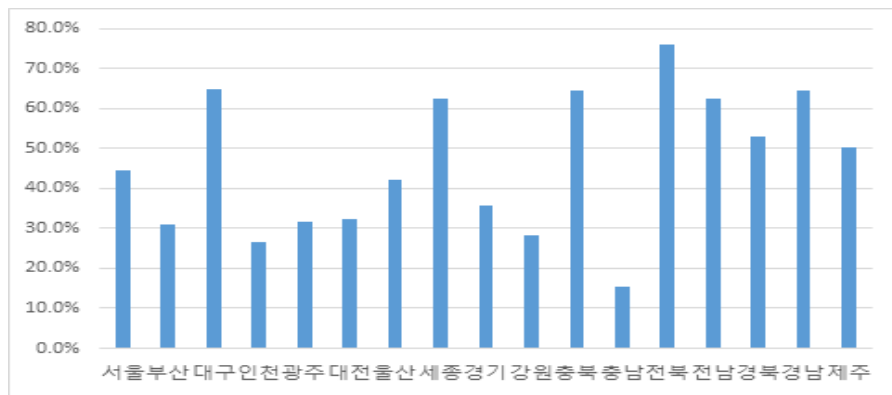
11) 전북권 100MW 해상풍력 실증단지 설계, 대형 해상풍력터빈 해상 실증 등 군산대, 전북대테크노파크 등

[표 4-20] 국가 R&D 3대 분야별 현황

(단위 : 억 원, %)

구분	태양광		연료전지		풍력	
	연구비	비중	연구비	비중	연구비	비중
서울특별시	531	19.3	254	15.7	156	10.5
부산광역시	85	3.1	15	0.9	20	1.3
대구광역시	100	3.6	26	1.6	2	0.1
인천광역시	42	1.5	64	3.9	0	0.0
광주광역시	189	6.9	45	2.8	2	0.1
대전광역시	515	18.7	391	24.1	156	10.5
울산광역시	105	3.8	70	4.3	98	6.6
세종특별자치시	5	0.2	0	0.0	0	0.0
경기도	453	16.4	288	17.8	97	6.5
강원도	12	0.4	5	0.3	5	0.3
충청북도	209	7.6	15	0.9	0	0.0
충청남도	29	1.1	128	7.9	12	0.8
전라북도	168	6.1	42	2.6	260	17.5
전라남도	87	3.2	9	0.6	93	6.3
경상북도	87	3.2	48	3.0	50	3.4
경상남도	77	2.8	106	6.5	464	31.2
제주특별자치도	36	1.3	0	0.0	40	2.7
기타	22	0.8	115	7.1	19	1.3
해외	4	0.1	0	0.0	11	0.7
소계	2,756	100.0	1,622	100.0	1486	100.0

자료 : NTIS(2022)를 재구성

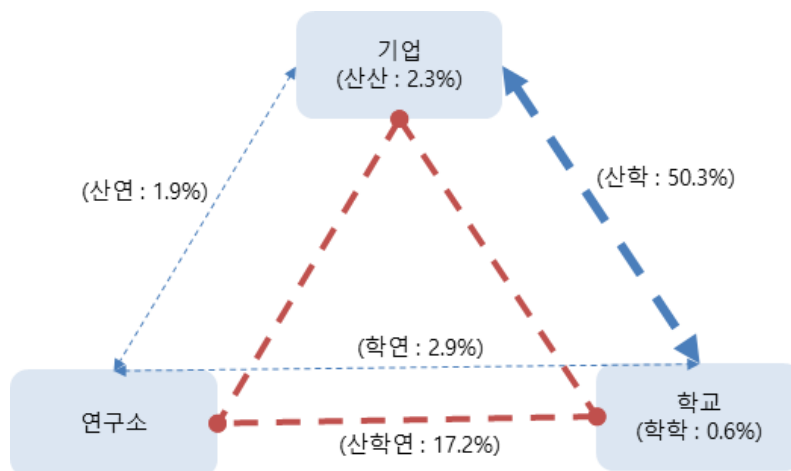


자료 : NTIS(2022)를 재구성

[그림 4-9] 태양광 및 풍력 연구비 집중도

특히 전북은 태양광과 풍력 2개 산업에 대한 국가 R&D 사업 집행 비중이 76%로 전국 평균인 43%를 훨씬 상회하고, 광역지자체 가운데 1위에 해당되어 태양광과 풍력 중심의 혁신활동 집중도가 매우 높은 것을 확인 할 수 있었다. 전북 다음으로 태양광과 풍력에 대한 국가 R&D 사업 집행 비중이 높은 지역은 대구(65%), 경남(64.6%), 충북(64.5%), 전남(62.5%) 순이었다.

공동연구로 진행된 국가 R&D 사업비 현황을 살펴본 결과 기업과 학교로 이루어진 산학의 비중이 전체 사업비 중 50% 가량으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 협력 없이 단독으로 이루어지는 과제의 비중이 21.8%, 기업과 연구소, 학교가 모두 참여하는 산학연 과제의 비중이 17.2% 순으로 나타났다. 기업과 연구소, 학교와 연구소간의 공동연구는 각각 1.9%, 2.9% 등으로 비중이 낮았다.



자료 : NTIS(2022)를 재구성

[그림 4-10] 전북지역 신재생에너지 국가R&D 공동연구 현황

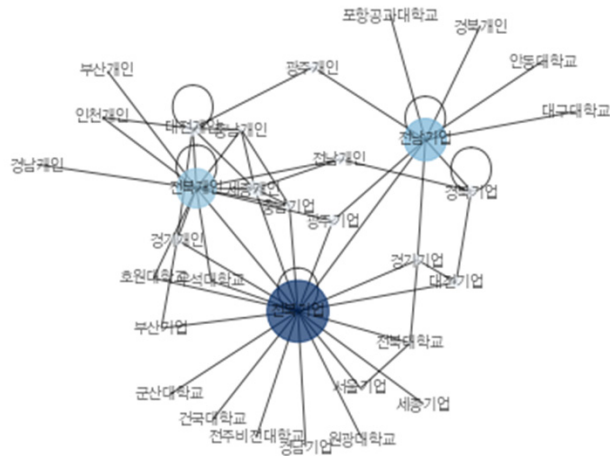
3) 전라북도 재생에너지 특허 네트워크 현황

본 연구에서는 KISTEP에서 발간한 ‘R&D-산업생태계 분석을 통한 재생에너지 투자전략 수립’(김기봉 외, 2018)에서 실시한 분석 방법론을 참고하여 공동출원인을 통한 전북의 재생에너지 특허 네트워크를 분석해 보았다.

먼저 태양광 특허를 공동출원한 기관의 연결중심성과 매개중심성을 살펴본 결과, 전북지역은 전북기업, 전남기업, 전북개인 등이 네트워크의 주요 구심점으로 역할을 하고 있는 것으로 확인되었다.

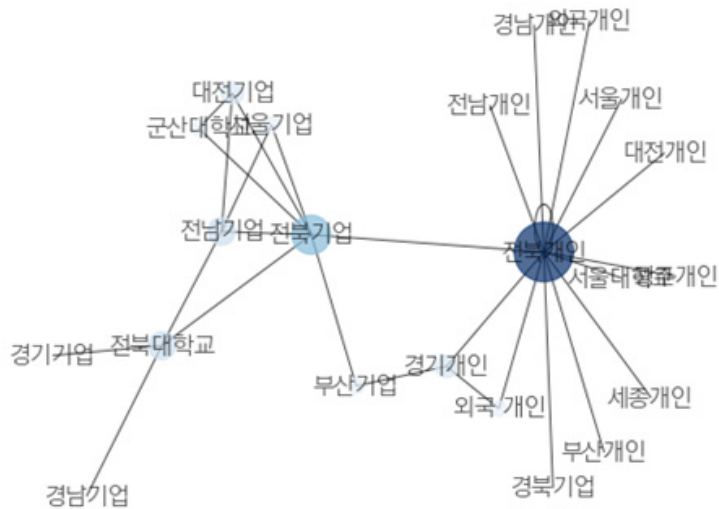


[그림 4-11] 전라북도 태양광 특허의 연결중심성

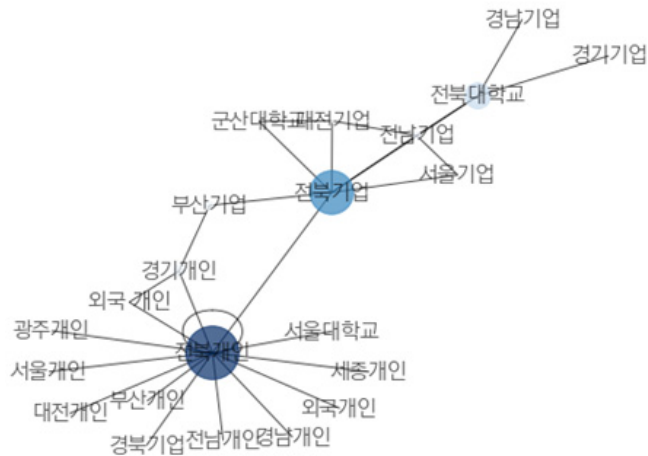


[그림 4-12] 전라북도 태양광 특허의 매개중심성

다음으로 풍력 특허를 공동출원한 기관의 연결중심성과 매개중심성을 살펴본 결과, 전북개인, 전북기업이 네트워크의 주요 구심점인 것으로 확인되었다. 또한 전북기업은 전북대, 군산대, 타 지역 기업과의 네트워크 구조를 가지고 있었으며, 전북의 개인은 타 지역의 개인과 네트워크를 연결·매개해주는데 역할을 하고 있었다.



[그림 4-13] 전라북도 풍력 특허의 연결중심성



[그림 4-14] 전라북도 풍력 특허의 매개중심성

4) 전라북도 재생에너지 혁신 제도여건

전라북도는 ‘전라북도 부안 신재생에너지단지 분양 및 운영 조례’에 근거하여 부안 신재생에너지단지를 운영 중이다. 부안 신재생에너지단지는 실증연구단지, 산업연구단지, 테마체험관 등으로 구성되어 있으며, 실증연구단지에는 전북테크노파크, 한국재료연구원(풍력시험동), 한국에너지기술연구원, 전북대 소재개발지원센터 등 도내 재생에너지 혁신기관이 집적되어 있다. 단지의 운영관리는 혁신기관의 집적화로 네트워크를 촉진할 수 있도록 전북테크노파크에서 담당하고 있고, 전북테크노파크는 신재생에너지 단지운영팀을 별도로 두어 단지 홍보, 입주기관 지원, 입주 혁신기관의 연계협력, 신규사업 발굴 및 기획 등의 업무를 담당한다.



자료 : 신재생에너지테마파크(2022)

[그림 4-15] 부안 신재생에너지단지 조감도

또한 전북테크노파크 주관으로 전북과학기술위원회가 운영되고 있다. 전북과학기술위원회는 혁신기관이 공동으로 혁신 활동을 기획, 협력하기 위해 신재생에너지와 관련된 분야를 운영하여 도내 산학연의 연구개발 과제를 기획·지원하고 있다.

더불어 전라북도는 재생에너지 산업의 혁신을 촉진하기 위해 매년 신재생에너지 박람회를 개최하고 있다. 신재생에너지박람회는 국내외 전문가, 기업 등을 초청하여

최신의 기술·지식을 상호 공유·교류하며 산업 육성을 위한 네트워크의 장으로 운영되고 있다. 가장 최근에 열린 2022년 전라북도 신재생에너지 박람회의 경우, 태양광, 풍력, 수소 및 연료전지, 그린수소, 에너지정책 등 5개 분야별 전문가를 초청하여 주제 발표 및 토론을 진행하였고, 신재생에너지 관련 기관과 기업의 홍보 및 전시를 위한 전시홍보관도 운영 했다.

전라북도의 재생에너지 혁신과 관련한 제도적 환경을 살펴보면, 각 시군에서 공통적으로 제정한 ‘에너지 기본 조례’에서는 지자체가 민관협력을 위해 노력을 기울일 것을 기본방향으로 하고 있고, ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본 조례’와 ‘기후변화 대응 조례’, ‘저탄소 녹색성장 기본 조례’에서는 외국지자체, 정부기관, 타지자체, 기업, 경제, 시민단체와 협력해야 할 것을 원칙으로 하고 있다. 군산시의 ‘강소기업 육성 및 지원 조례’는 산학연관 협력 촉진 계획을 수립·시행 하도록 하고 있고, 익산에서는 ‘기업투자유치 촉진에 관한 조례’를 제정하여 중소기업육성을 위해 전시회, 박람회 등 참가비 지원 및 산학연 협력사업 등의 시책을 추진하고 지원할 것을 규정하고 있다.

[표 4-21] 전북 신재생에너지 혁신 관련 제도적 환경 (일부)

시군	조례명	자원내용
전라북도	에너지 기본 조례	• 민관협력체계의 강화 등을 위한 노력
전라북도, 전주	기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본 조례	• 탄소중립사회 이행과 녹색성장, 기후변화 대응을 위해 외국지자체, 정부기관, 타지자체, 기업, 경제, 시민단체의 협력 원칙
순창	기후변화 대응 조례	
정읍, 남원, 김제, 완주, 진안, 무주, 장수, 임실, 순창, 고창, 부안	저탄소 녹색성장 기본 조례	
군산	강소기업 육성 및 지원 조례	• 산학연관 협력 촉진계획 수립·시행 - 지역혁신역량 강화를 위한 기업지원 상호 협력 사업 등 사업 추진 내용 포함
익산	기업투자유치 촉진에 관한 조례	• 중소기업육성을 위해 전시회, 박람회 등 참가비 지원 및 산학연 협력사업 등 시책 추진 및 지원 규정

주 : 각 시군의 공통적인 ‘에너지 기본 조례’와 ‘녹색성장 기본조례’, ‘기후변화 대응조례’를 제외함

자료 : 자치법규정보시스템(elis.go.kr)을 가공

5) 전라북도 재생에너지 혁신기관 인터뷰 결과¹²⁾

[표 4-22] 태양광 혁신기관의 주요 의견

구분	주요 내용
한국 및 전북의 경쟁력	“중국이 가격, 기술, 생산 규모 등 모든 면에서 앞서기 시작하면서 국내 태양광 산업의 강점을 찾기가 어려운 상태이나, 시스템 부분에 있어서는 에너지의 저장과 송전이 포함되어 있어 국내 기업이 주도 할 수밖에 없음. 국내 기업과 산업의 경쟁력이 없는 상태에서 전북의 경쟁력을 별도로 분석 할 수 없음” “국내의 경우 토지 환경을 고려하면 태양광 발전단지 조성에 한계가 많은 상태임, 중국, 미국, 호주 등과 같이 대규모 사막이 없는 상태이며 농지, 산지 등의 태양광 확대에 어려움이 있어 호수, 바다 등과 같은 새로운 영역 창출이 필요함” “국내 태양광 발전 시스템이 어떻게 운영, 관리되고 있는지 알 수 없는 상태임, 실태 파악이 되지 않아 시스템 자원의 방향 설정이 어려움, 태양광은 유지보수만 잘하면 효율이 10% 이상 향상됨에도 이에 대한 관심이 부족한 실정”
향후 정책 방향	“수상 태양광의 경우 육상태양광과 달리 관련된 표준, 제도가 미비한 상태이나, 이점이 국가, 전라북도가 새롭게 육성 할 수 있는 부분임. 이를 기회로 삼아야 함” “모듈과 같이 중국이 지배적인 시장 보다는 지자체가 할 수 있는 부분을 찾아서 육성해야 함, 시스템이 그런 측면에서 적합하다고 보임, 전북지역에는 작은 시스템 기업이 존재하나 이에 대한 지원이 부족한 상태로 시스템 중심의 인력양성 등 필요” “현재 부처, 지자체의 인력양성은 석박사급의 고급인력이나 현장에서 필요한 전문인력은 유지관리 등 실무인력으로 인력양성의 방향 전환도 요구됨” “시스템, 유지보수 등에 특화 발전시켜 나가고 태양광 운영 관리 현황을 전체적으로 파악하고, 관리할 수 있는 환경을 조성하여 이를 유지보수 산업과 연계할 필요가 있음, 가령 시도 단위의 통합모니터링 체계를 확립하고 유지관리, 유지보수 등 인력양성 체계와 연결시킬 필요가 있음” “전라북도는 혁신환경 속 기술개발을 주도적으로 할 수 없는 환경임, 따라서 기술개발보다는 설치, 시공 등 실질적 일자리를 창출할 수 있는 영역을 중심으로 정책 지원이 전환될 필요가 있음” “향후 태양광 폐모듈, 재생모듈 시장은 긍정적이며, 태양광 연관산업으로 확장 가능한 부분은 ESS, 그린수소 등으로 볼 수 있음”

12) 혁신기관 인터뷰는 도내 재생에너지 유관기관(전북TP, 전북대, 군산대, KTL 등)을 대상으로 전문가 대상으로 실시하였다.

[표 4-23] 해상풍력 혁신기관의 주요 의견

구분	주요 내용
한국 및 전북의 경쟁력	“국내 해상풍력 발전단지 조성이 지연되면서 국내기업과 국외기업의 기술격차가 크게 벌어지고 있으며 향후 초대형 풍력 시장이 형성됨에 따라 국외기업의 독점이 전망됨. 실제 국내 풍력발전단지의 경우 국외기업의 참여가 최근 더욱 활발해지고 있는 추세를 보이고 있음, 국내 기업의 경우 가격 경쟁력 조차 확보되지 못한 상태임” “전북의 경우 블레이드, 타워 등에서 희망을 가질 수 있으나 그러기 위해서는 전북 권역의 해상풍력 발전단지의 조성이 핵심으로 볼 수 있음”
향후 정책 방향	“현재 상태에서 국내 기업, 산업 성장에 어려움이 존재함에 따라 차세대 해상풍력 기술개발을 통한 새로운 시장에서의 선점이 필요함. 초대형 터빈, 블레이드 제작 등 국외 기업의 기술력, 가격 경쟁력을 뛰어 넘을 수 있어야 함” “산업 생태계 조성을 위해서는 사업자 중심의 인력양성을 대학이 해주어야 함, 정주형 인력양성이 필요함에 따라 초대형, 차세대 해상풍력 연구개발과 함께 지역의 인력을 양성할 수 있는 지역혁신선도연구센터(RLRC) 등의 사업 추진 검토가 필요” “중장기 전라북도가 추진할 수 있는 분야로는 페블레이드에 대한 사업이 검토 가능함, 블레이드를 재활용하기 보다는 블레이드의 탄소섬유 등 소재의 재사용이 필요함. 블레이드 특성상 크기가 크고 폐기물 처리장소의 이동 및 처리가 쉽지 않아 하역장소에서 절단, 분해, 포장까지 한 번에 이루어져야 함, 이에 대한 기술력을 확보하고 공간 조성도 필요” “해상풍력 발전단지에서 선박을 이용한 그린수소의 생산에 대한 논의가 해외 국가들 사이에서 보다 활발히 이루어지고 있음, 전북 그린수소도 해상풍력 발전단지 내 선박을 이용하여 수소를 생산해서 연료전지 등으로 재활용 하는 사업도 좋을 듯함”

3. 소결

본 장에서는 전라북도 재생에너지산업의 생태계를 시장, 제조, 혁신이라는 3가지 측면에서 살펴보았다.

먼저 재생에너지 시장 측면에서 개별 발전단지의 규모는 이미 잘 알려진 것과 같이 태양광 보다는 풍력이 약 60배 정도 컸으나, 현재까지 창출된 시장의 규모는 태양광이 풍력에 비해 약 36배 정도가 높았다. 즉 하나의 발전단지 조성으로 확보할 수 있는 재생에너지 용량은 풍력이 크나, 태양광의 발전단지 조성이 현재까지는 훨씬 수월하다는 것을 알 수 있다.

전북은 전국에서 가장 많은 수의 태양광 발전소를 보유하고 있으나 개별 발전소의 규모는 작은 편이었다. 발전소 설치현황은 전국 1위, 전체 설비용량은 전국 2위이나 발전소별 평균 용량은 12위에 해당되었다. 그럼에도 향후 설비 잠재량은 전국 3위에 해당되고 있어 태양광 산업의 시장 창출 가능성이 지속적으로 높게 유지되고 있다고 볼 수 있다. 따라서 전북의 설비 잠재량을 전북의 재생에너지산업 발전의 자원으로 활용할 수 있도록 대규모의 발전단지 조성과 소규모의 분산전원 설치 등 조화로운 정책이 필요하다고 볼 수 있다.

전북의 풍력은 발전소 설치현황과 전체 설비용량 모두 전국 5위에 해당되며, 향후 잠재량 역시 전국 5위에 해당되었다. 특히 시장 잠재량 대비 현재까지 조성된 설비용량의 비중이 2.4%에 불과하여 향후 풍력의 시장 창출 가능성이 높다고 볼 수 있다. 다만 국내 서해 연안을 중심으로 풍력의 잠재량과 잠재량 대비 낮은 현재의 설비용량 등을 고려한다면 향후 서해안 해상풍력의 발전단지 조성 and 관련산업의 허브 거점 선점을 위한 경쟁이 보다 치열해질 것으로 전망된다. 따라서 전북은 속도감 있는 발전단지의 조성을 통해 서해안 해상풍력의 산업거점으로서의 지위를 선점할 필요가 있다.

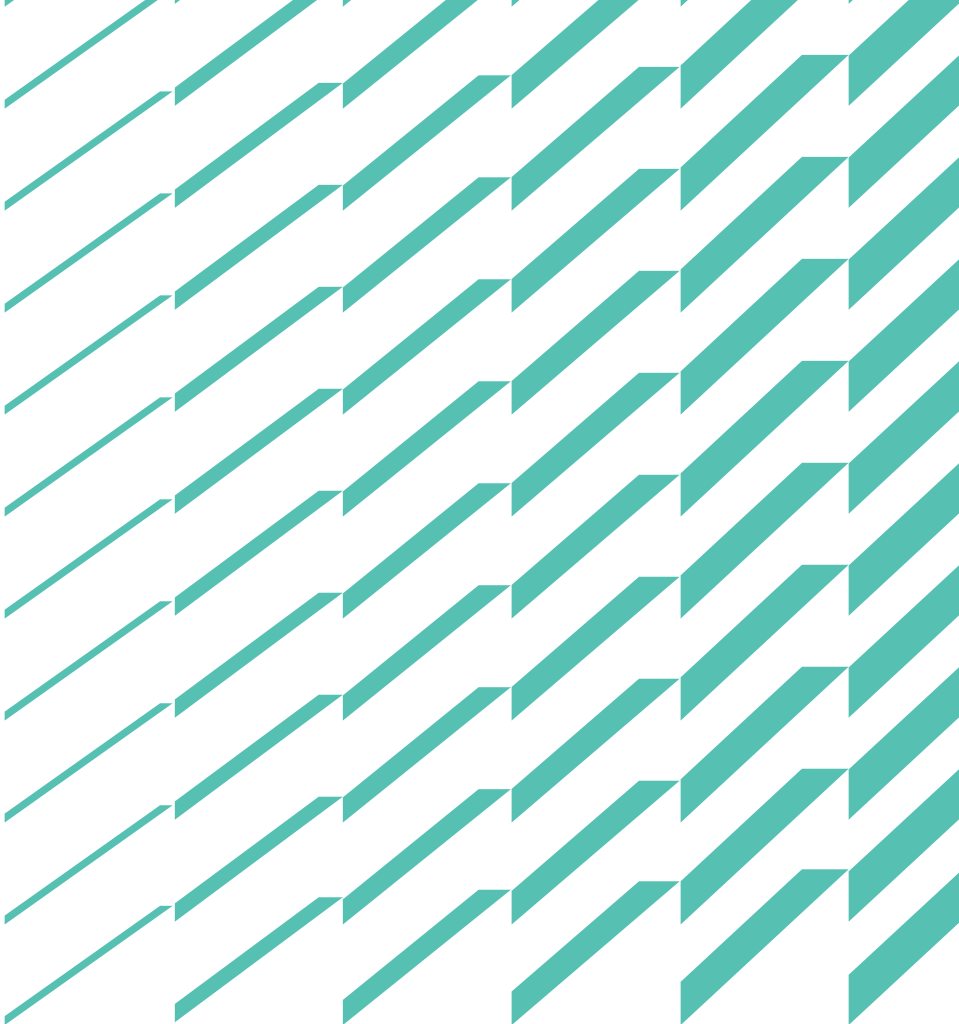
다음으로 전라북도 재생에너지 산업의 제조 측면에서 살펴보면, 전북은 재생에너지의 제조 생태계를 전방위적으로 갖추지 못한 상태이며 미들스트림과 다운스트림 중심으로 태양광과 해상풍력 제조기업이 형성되어 있음을 확인할 수 있었다. 또한 제조 생태계 내 핵심적 역할을 담당할 수 있는 대기업이 부재한 가운데 중견·중소기업이 주된 활동을 하고 있는 것으로 확인되었다. 태양광과 해상풍력의 국내외 기업 활동 환경, 전북의 여건 등을 종합하면 경쟁력 확보가 어려운 업스트림으로 접근하기 보다는 미들스트림과 특히

다운스트림에 대한 관심이 필요해 보인다. 다운스트림은 부가가치가 높은 분야라고는 볼 수 없으나, 실질적인 일자리가 창출되고 태양광과 해상풍력 발전단지와 연계된 유지보수 등으로 지속가능성이 높은 분야라는 점에서 새로운 정책적 접근도 필요해 보인다. 실제로 국내 태양광과 해상풍력의 업종 네트워크 분석에서도 전기변환장치, 전동기 등 다운스트림에서의 연결이 보인다는 점에서 이 부분에 대한 관심이 필요한 것으로 나타났다.

아울러 전라북도가 추진하는 대기업 유치와 연계하여 태양광, 해상풍력 등의 대기업 유치도 이루어질 필요가 있다. 태양광의 경우는 수출 주도적 생태계로 인해 국내 태양광 발전단지와의 접근성이 중요하지 않은 특징을 가지고 있고, 현재 충북에 대기업 집적화가 이루어지고 있다. 반면 해상풍력의 경우 주요 부품의 운송비용과 조립제작 등이 중요한 이슈로, 대규모 해상풍력 발전단지 인근에 기업이 위치한다는 점과 향후 인천, 경기, 충남, 전남, 전북 등 서해안 지역 1곳 정도가 대기업 유치 가능성이 높다는 점에서 해상풍력 중심의 대기업 유치가 필요하다고 볼 수 있다.

또한 전라북도가 신재생에너지 제조 거점으로 지정하여 육성하고 있는 새만금 에너지산업융복합단지의 활성화도 요구된다. 에너지산업융복합단지 지정 후, 현재 지원센터를 조성하고 있기 때문에 기업의 집적화와 네트워크 등 본격적인 지원 활동이 이루어지지 않고 있다. 따라서 에너지산업융복합단지 지원센터가 운영되는 시점을 기점으로 단지 활성화에 나설 필요가 있다. 단지 내 기업 및 연관기업을 중심으로 필요사항에 대한 의견을 수렴하고, 재생에너지 기업의 연구개발과 매출액을 증대 시킬 방안을 마련해야 한다. 이를 통해 전라북도 에너지 특화기업의 숫자를 늘려 나갈 필요가 있다.

마지막 혁신 분야에서는 전라북도가 조성한 부안 신재생에너지단지에 혁신기관이 일부 존재함에도 불구하고 이들 기관의 규모, 활동 등의 측면에서 한계가 있었다. 도내에서 활동하는 기관은 주로 시험평가를 중심으로 운영되고 있어 기업에 실질적 지원이 된다는 점에서는 긍정적으로 볼 수 있지만, 새로운 기술을 개발하는 행위, 기업 연구개발 지원 등은 부족한 실정이었다. 실제 국가R&D 연구비 네트워크 분석, 특히 네트워크 분석에서 도내 혁신기관의 역할이 모두 뚜렷하게 나타나지 않는 공통점이 확인되었다. 이런 점을 고려한다면 도내 재생에너지 혁신활동을 장려하기 위한 핵심 연구기관의 유치를 검토하거나, 타 지자체 연구기관과 도내 기업의 네트워크를 촉진하는 것도 필요해 보인다.



제5장

전북 재생에너지산업의 경쟁력 강화 방안

1. 기본방향 및 추진전략
2. 시장경쟁력 강화 방안
3. 제조경쟁력 강화 방안
4. 혁신경쟁력 강화 방안



제 5 장 전북 재생에너지산업의 경쟁력 강화 방안

1. 기본방향 및 추진전략

가. 기본 방향 도출

전북 재생에너지 산업의 경쟁력을 강화하기 위한 기본방향을 도출하기 위해 앞선 분석 결과를 토대로 강점, 약점, 기회, 위기요소를 분석해 보면 다음과 같다.

1) 강점

먼저 강점으로는 전북 차원에서 재생에너지 산업을 육성하고자 하는 정책적 의지가 있고, 정책적 의지를 바탕으로 다수의 공공 혁신기관을 부안, 군산지역에 유치했다는 점이다. 특히 국내외적으로 새로운 시장 진입기에 있는 수상태양광 인증 분야를 선점하였고, 국내 해상풍력 발전단지 조성이 초기임에도 불구하고 실증단지 조성 경험을 가지고 있다는 점, 그리고 이를 토대로 해상풍력 발전단지의 발굴, 조성을 위한 절차가 진행되고 있다는 점이다. 또한 타 지자체와 달리 군산 지역에 태양광, 해상풍력 등을 동시에 육성 할 수 있다는 공간적 이점도 존재한다.

2) 약점

약점으로는 뚜렷한 앵커기업이 부재하다는 점과 몇몇 기업이 존재하여 클러스터링이 형성되고 있으나 타 지역에 비해 클러스터 강도가 낮다는 점이다. 또한 재생 에너지 관련 공공 혁신기관이 존재하나 연구 기능보다는 인증 중심으로, 혁신기관의 규모가 작고 인증을 통해 기업유치로 이어지지 못한다는 점이 약점으로 분석되었고, 연구기능의 부재로 인해 새로운 기획, 산학연 연구과제의 빈도가 약하다는 점이 나타났다. 더불어 군산지역에 태양광, 해상풍력 등이 집적화된 이점이 있음에도, 그 응집력이 크지 않아 국내 재생에너지 시장을 선도할 수 있는 시장 파급력이 매우 크다고는 볼 수 없었다.

3) 기회

기회적 요인으로는 기후위기로 인해 탄소중립 정책이 강화됨에 따라 재생에너지 시장이 향후 높은 잠재력을 보유하고 있다는 점이다. 아울러 마-중 무역전쟁이 진행되고 있어 태양광, 해상풍력 등 국내 기업의 선호도가 올라갈 여지가 있다는 점이다. 따라서 이러한 기회를 충분히 활용하기 위해서는 국내 시장에 국한하기 보다는 수출을 지향해야 할 것으로 보인다.

4) 위기

위기는 국내 1곳 정도에 형성될 해상풍력, 태양광 집적지 조성을 위해 인천, 경남, 전남 등 지자체간 경쟁이 매우 치열하게 전개되고 있다는 점이다. 특히 해상풍력의 경우 서해안 1개 정도의 배후항만이 조성될 것으로 예상되며, 관련 지자체별 기업 유치 전략이 동일하다는 점에서 배후항만을 선점하는 것이 주요한 전략으로 도출될 수 있다.

아울러 해상풍력의 경우도 발전단지 조성을 위한 절차가 진행됨에 따라 해외기업이 국내 진입을 노리고 있다는 점에서 국내 기업의 신규공장 증설 등의 기회가 사라질 위기에 직면해 있다. 만약 국내 시장이 해외기업에 잠식될 경우, 대규모 공급망을 가진 해외기업이 국내 공장을 소규모로 운영할 수 있기 때문에 국내 제조업 육성에 큰 파급효과는 없을지도 모른다.

나. 기본 방향

지속가능한 재생에너지 산업 클러스터 (새만금 재생에너지 클러스터 2.0)		
	AS-IS	TO-BE
특화 발전	새만금 개발과 전주기적 산업생태계 조화	수상·해상태양광과 해상풍력 중심 국내 산업거점 조성
기술 전략	국내 1위 전략화 (글로벌 기술 catch-up)	글로벌 1위 전략화 (퀀텀점프형)
정책 수립	재생에너지 통합적 수립	태양광, 해상풍력 차별적 수립
기반 활용	신규 기반구축 중심	기 구축 기반의 지역협력으로 지역기업 경쟁력 제고

1) 독자적 산업생태계 형성의 한계 극복을 위한 특화발전

재생에너지산업은 세계 경제 및 관련 산업, 그리고 국내 산업환경 등의 영향을 받고 있다는 점에서 전북이 독자적으로 산업생태계를 형성하기에는 한계가 있다. 이를 극복하기 위해서는 전북만이 잘할 수 있는 분야에 특화 발전을 해나가고, 글로벌 외교와 경제동향 및 국내외 기술개발 추세 등 외생적 요인을 적극적으로 활용할 수 있는 정책이 필요하다.

따라서 전북의 태양광은 국내 및 도내 시장 창출 가능성과 혁신 여건을 갖춘 수상·해상태양광을 중심으로 정책을 강화하면서, 태양광 내에서는 전 주기적 접근보다는 단기적으로 모듈과 시스템 등을 중심으로 정책을 집중할 필요가 있다. 아울러 기업은 중견·중소기업을 대상으로 삼을 필요가 있다.

해상풍력의 경우 국내 서해안 제조거점을 선점할 필요가 있다. 특히 서해안의 해상풍력 발전단지 조성을 통한 제조거점화에 지자체간 경쟁이 치열해질 전망이다. 따라서 전북은 가장 앞서 있는 서남해 해상풍력 발전단지의 조성을 빠르게 진행함으로써 국내 제조기업의 거점을 선점해야 한다. 미들스트림, 다운스트림에 초점을 두면서 해상풍력산업 육성에 대규모의 투자, 앞선 기술력이 요구된다는 점에서 관련 역량과 자원을 보유한 국내 대기업을 유치 대상으로 삼을 필요가 있다. 또는 국외 기업을 유치 대상으로 삼는 방안도 있을 수 있으나 이럴 경우 단순 조립 거점이 아니라 국외 기업의 제품을 전북에서 생산, 조립하는 것이 전제되어야 한다.

2) 기술경쟁력과 업종연계를 통한 수출중심 재생에너지 산업의 지속 가능성 확장

전라북도 재생에너지 산업의 지속 가능성 확보를 위해 언제든지 추월이 가능한 가격 경쟁력 보다는 추월이 쉽지 않은 기술 경쟁력 중심의 산업 우위 확보가 필요하다. 이를 위해서는 새로운 제품에 대한 개발 그리고 새로운 비즈니스 모델에 대한 개발이 지속적 이루어져야 한다. 현재의 비즈니스 모델에 지나치게 기대하지 말고 새로운 미래로 가기 위한 다음의 목표가 무엇인지에 대한 질문을 계속 던지면서, 새로운 방향에 대한 전략을 수시로 점검, 보완, 수정이 필요하다. 이러한 새로운 시도에 있어서 재생에너지 기업에 국한하기 보다는 도내의 다른 업종에 있는 기업과 협력하여 타 업종에서의 장점을 활용할 필요가 있고, 내수시장보다는 수출 중심의 경쟁력 제고가 필요하다. 무엇보다 이를 위해서는 새로운 시도를 끊임없이 고민하고 협의하며, 혁신을 일궈내는 정책 플랫폼이 요구된다.

3) 재생에너지 세부 업종의 차별적 정책 접근

태양광과 해상풍력은 자연으로부터 에너지를 얻는 재생에너지라는 공통점을 지니고 있으나, 산업 육성을 위한 경쟁력 확보에는 서로 다른 접근이 필요하다. 태양광의 경우 폴리실리콘, 잉곳 등의 업스트림 분야는 세계 시장에서 저렴한 생산 비용이 핵심 경쟁력으로 작동하고 있고, 미들스트림에서는 고효율 및 고출력과 같은 기술이 핵심 경쟁력으로 작동되고 있다. 전체 가치사슬에서 차지하는 비용의 비중이 높은 다운스트림은 수출입이 아니라 단지가 조성된 지역에만 국한된다. 또한 태양광의 제조 생산물의 경우 상대적으로 무게가 많이 나가지 않아 발전단지 인근에 제조 공장을 유치할 동인이 부족하다. 즉 글로벌 대규모 제조거점을 구축한 경우 이를 분산 배치할 이유가 적어 대기업이 새로운 공장의 위치를 모색하기보다 기존 공장의 확장이 주로 이루어지고 있다.

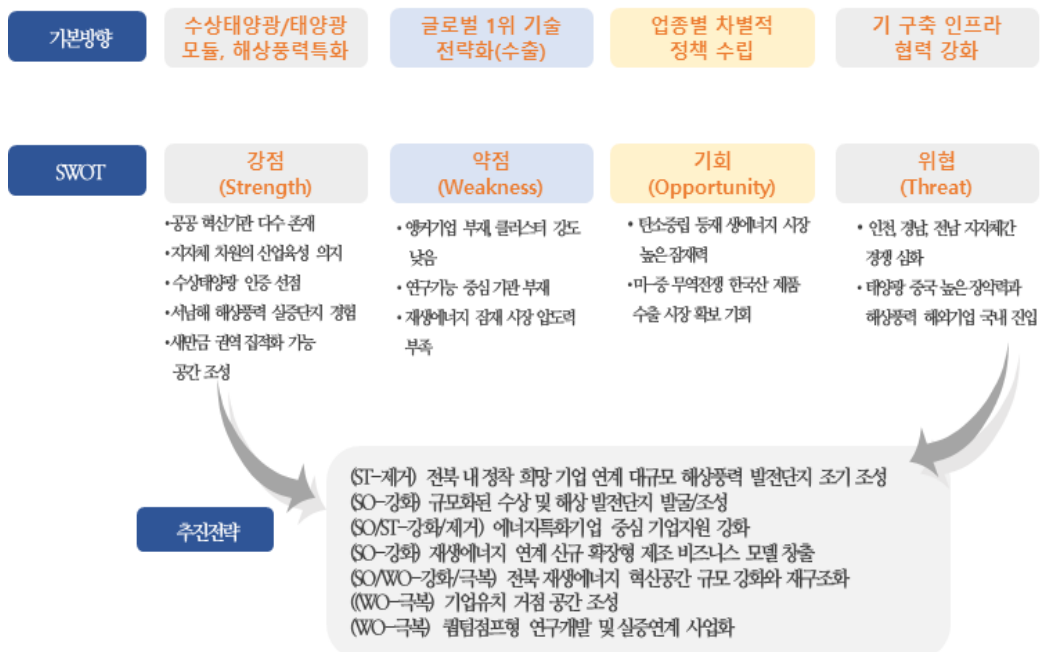
해상풍력의 경우 업스트림에서는 단지설계 능력, 즉 기술경쟁력을 갖추고 있어야 하며, 미들스트림에서 터빈과 블레이드 등은 기술경쟁력을, 타워나 하부구조물은 인건비 등의 영향을 받는 가격경쟁력이 중요하다. 다운스트림의 경우 운송 및 설치에서는 기술경쟁력이 요구되고, 유지보수에서는 가격경쟁력이 요구된다. 또한 태양광과 달리 해상풍력은 운송에서 많은 비용이 발생하고 어려움이 존재한다. 따라서 해상풍력 관련 기업의 경우 해상풍력 발전단지 인근에 공장을 신규 설치하고, 해상풍력 기자재의 조립, 운송이 수월한 곳을 선호한다.

향후 전북이 특히 중점을 두어야 하는 업종은 태양광 중 수상태양광 중심의 시스템 분야로 판단되며, 풍력은 미들스트림 분야의 터빈과 블레이드, 타워, 하부구조물, 그리고 유지보수 등으로 볼 수 있다. 다시 말해 재생에너지라는 동일한 목적을 가지고 있으나 그 세부 단위로 들어가면 추구하는 방향이 다를 수 있다는 점에서 정책의 차별적 접근이 요구된다 할 수 있다.

4) 구축된 지원기관의 유기적 연계 협력으로 기업 경쟁력 강화와 기업 유치

전북 재생에너지산업의 주요 특징은 정부와 지자체 정책을 통해 구축된 혁신기관이 생태계에서 주된 역할을 하고 있다는 점이다. 특히 2018년 새만금 재생에너지 클러스터 비전 선포 이후 전북의 재생에너지 산업 내 혁신기관의 유치는 비약적인 성과를 보였으며, 현재 유치한 기관이 건립되고 있거나 이미 건립되어 일부 인력이 운영되고 있다. 하지만 아직까지는 이들 기관이 지역에 완전히 정착되어 지역에서 유의미한 파급효과를 내고 있다고 보기 힘들다. 따라서 이들 기관이 실질적으로 효과를 낼 수 있도록 정책을 유도해야 한다. 전북의 산업 발전과 기업의 경쟁력 강화를 위해 유의미한 활동을 장려하고, 이들 기관을 연계하여 기업의 유치를 보다 활발하게 전개할 필요가 있다. 이를 위해서는 전북에 새롭게 유치된 기관이 전북산업, 전북기업 발전에 도움이 될 수 있도록 역할을 부여하고 네트워킹을 강화하는 등의 새로운 정책적 접근이 필요하다.

다. 추진전략



[그림 5-1] 전북 재생에너지산업 경쟁력 강화 추진전략 도출

상기에서 제시한 새만금 재생에너지 클러스터 2.0을 위한 기본방향, 그리고 SWOT에서 도출된 강점, 약점, 기회, 위기요소를 강화, 제거, 극복 등을 위한 전략방향성 등을 종합하여 총 7가지의 추진전략을 도출하였다.

도출된 추진전략은 시장경쟁력 강화를 위한 2가지, 제조경쟁력 강화를 위한 3가지, 혁신경쟁력 강화를 위한 2가지로 각각 나누어 볼 수 있다. 따라서 도출된 추진전략을 시장, 제조, 혁신으로 나누어서 기술하면 아래와 같다.

1) (시장) 제조거점 조성을 고려한 특화된 재생에너지 발전단지 조성

전북 재생에너지산업의 경쟁력을 강화하기 위해서는 지역 내에 특화된 재생에너지 발전단지를 우선적으로 조성해야 한다. 수상태양광, 해상풍력 등 국내 타 지역이 선점하고 있지 않은 분야에 대해 발전단지 조성을 통해 지역 내 제조기업이 활동, 유입 될 수 있는 여건 조성이 필요하다.

2) (제조) 세부 업종 특성을 고려한 맞춤형 수출 지향적 제조거점 조성

수상태양광, 해상풍력 등 분야별 제조거점 조성이 필요하다. 수상태양광의 경우 전라북도만이 새로운 영역을 개척하고 추진하고 있다는 점, 그리고 대기업 보다는 중견·중소기업이 중심이라는 점에서 특화단지 조성 등 맞춤형 제조거점이 조성되어야 한다. 해상풍력의 경우 국내 서해안 전체를 지원할 수 있는 제조 환경의 조성과 이를 통해 대기업, 중견기업 등이 기업 활동을 할 수 있는 제조거점 조성이 요구된다.

[표 5-1] 세부 업종별 경쟁력 비교

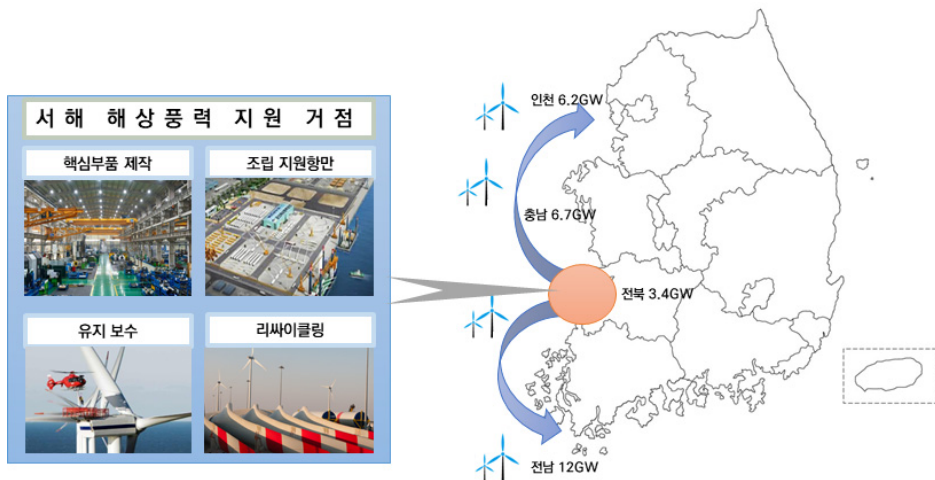
구분	기술경쟁력	가격경쟁력
업스트림	해상풍력(자원조사, 설계)	태양광(값싼 전기료)
미들스트림	태양광(고효율/고출력) 해상풍력(너셀, 하부구조물 등)	태양광(값싼 원부자재) 해상풍력(타워 - 인건비 등)
다운스트림	해상풍력(운송, 설치)	태양광(값싼 설치비용, 유지보수) 해상풍력(유지보수)

3) (혁신) 기업 중심 혁신네트워크 강화와 퀀텀점프형 기술혁신 생태계 강화

전북의 기술혁신 방향은 관련된 혁신기관이 부재한 가운데 기업의 수요를 기반으로 기술혁신을 추구해야 한다. 동시에 부재한 혁신기관을 채울 수 있는 방안에 대해서도 중장기적으로 검토가 필요하다. 수상태양광, 해상풍력의 경우 기술경쟁력이 요구되는 부분이 각각 존재한다. 따라서 도내 기업의 수요가 있는 분야에 맞춰 혁신지원이 가능한 거점 기관을 설립 및 유치하거나, 기존 기관이 새로운 기술발전에 따라 기능을 확장, 재편할 수 있도록 유도하며, 타 지역 기관과의 연계협력도 도모할 필요가 있다.

2. 시장경쟁력 강화 방안

가. 전북 내 정착 희망 기업 연계 대규모 해상풍력 발전단지 조기 조성



[그림 5-2] 서해 해상풍력 지원 거점

국내 해상풍력 시장 잠재량을 보면 향후 경기·인천, 충남, 전북, 전남 등 서해안을 중심으로 시장이 형성될 전망으로, 서해안 해상풍력 발전단지 조성과 관련산업의 허브 거점을 위한 선점 경쟁이 치열할 전망이다.

정부 분석에 따르면 서해안 잠재 해상풍력 잠재량 중 전북이 차지하는 비중이 절대적이라고 볼 수 없다. 전북의 강점으로는 서해안 해상풍력 잠재 시장 중 가장 앞서서 주민 수용성 확보를 위한 노력이 이루어졌고, 여러 어려움에도 불구하고 발전단지 조성을 위한 준비가 선행 되어있다는 점이다. 따라서 전북은 이를 적극 활용해서 전북의 해상풍력, 나아가 신재생에너지산업의 경쟁력을 강화해야 한다. 즉, 향후 3.4GW 규모의 잠재 설비용량을 최대한 조기에 조성하여 서해안의 해상풍력 생산, 조립, 운송 등의 거점을 전북에 형성하고, 인천, 충남, 전남 등의 해상풍력 발전단지 조성을 지원하는 서해안 거점으로 만들어 내야 한다. 아울러 3.4GW 규모의 시장 잠재량을 증가 시켜 나갈 필요가 있다. 이를 위해서는 부유식 해상풍력 등 지속적으로 발전단지 후보를 탐색하고, 계통연계 등 기술, 수용성 난제 해결을 위한 기술 기반의 경제성을 확보해 나가야 한다.

나. 규모화된 수상 및 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성

태양광의 경우 대기업이 수출 주도적으로 모듈을 생산하고 있다. 반면 전북에서 활동하는 기업은 국내 시장, 주문 생산 등을 중심으로 활동하고 있다. 따라서 국내 태양광 발전단지의 난립이라는 이슈 속에서 발전단지 관점에서는 입지 다변화로 산업육성을 위한 새로운 시장 창출이 필요하다. 특히 전북은 수상태양광 인증 체계를 갖추고 있음에 따라 이를 특화 발전시켜 나가야 하며, 이를 위해 발전단지 조성도 함께 이루어져야 한다.

1) 수상태양광 발전단지 발굴·조성 및 수용성 확보 체험관 조성

전북은 수상태양광 관련 수상태양광 평가센터, 수상태양광 발전단지, 수상태양광 관련 기업 등 수상태양광 관련 경쟁력을 갖추고 있다. 따라서 도내에 수상태양광 발전단지를 조성함으로써 도내 기업의 시장을 창출해야 나가야 한다. 특히 수상태양광 단지별 규모를 키우고, 도내 전역의 저수지, 호수 등의 활용이 필요하다. 이를 위해 도내 수상태양광 발전단지 적합 후보지 발굴 조사 등이 선행될 필요가 있다. 아울러 수상태양광에 대한 우려가 존재함에 따라 새만금 등 적합후보지 내 수상태양광에 대한 안전성, 효과 등을 알릴 수 있는 체험관 조성도 추진과제로 생각해볼 수 있다.

2) 국내 최초 상업용 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성

해상 태양광의 경우 아직까지 실증 연구 수준에 머물고 있다. 현재 새만금 방조제의 내해, 부산과 거제 앞바다에 국책사업으로 해상태양광 실증사업이 추진되고 있고, 특히 전북 소재 기업인 스코트라가 주관하고 있다. 해상 태양광의 경우 염분, 조류 등으로 인해 수상 태양광에 비해 설치와 운영의 어려움이 더 크나, 성공 시 태양광 발전시장을 크게 확장시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서 국책연구로 실시되는 해상 태양광의 연구결과물 등을 토대로 수상태양광 기업, 기관의 시장 확장을 유도 할 수 있는 상업 목적의 해상 태양광 발전단지를 국내 최초로 발굴·조성해 볼 필요가 있다. 이를 통해 도내 수상태양광 기업의 지속적 성장, 해상 태양광 관련 신규 기업의 창업과 유치 등도 기대해 볼 수 있을 것이다.

3. 제조경쟁력 강화 방안

가. 기업 유치 거점 공간 조성

재생에너지 산업의 제조 경쟁력 핵심주체는 기업이다. 따라서 경쟁력 있는 기업이 지역에서 활동하는 것, 그리고 지역 내 기업에서의 협력이 필요하다. 도내 기업의 현황과 집적된 공간을 분석한 결과 수상태양광, 해상풍력 모두 핵심기업과 핵심기업의 수, 그리고 명확한 집적공간이 부족하다는 점을 확인할 수 있었다. 따라서 핵심기업의 유치, 성장, 협력을 위해 새만금 에너지융합단지를 중심으로 기업을 유치하고, 성장시켜 국내 거점 공간으로 육성시켜 나가야한다.

1) 발전단지 연계 해상풍력 중심 대기업 유치

해상풍력 기업은 대형 기자재의 운송과 물류, 그리고 국가 및 지역의 수용성 제고 등 다양한 이유로 발전단지 인근에 제조시설을 운영하는 장소의존성을 지니고 있다. 전북은 해상풍력 발전단지 조성 and 대기업 유치를 위해 해상풍력 배후항만 등을 추진하고 있다. 이를 확대 발전시켜 해상풍력 시스템 내 다양한 부품을 제조, 조립 할 수 있는 시스템 중심 제조단지 조성의 확장적 개념 설계도 요구된다. 대만의 타이중 항만의 경우 블레이드, 나셀, 타워 등의 제조 및 물류창고 등이 형성되어 있어 이와 같은 해외사례를 벤치마킹하여 전북에 서해안 거점 제조단지의 조성이 필요하다. 가령 나셀 생산과 관련하여 두산에너빌리티, 유니슨 등 핵심기업을 유치하고, 전북 군산에 추진되고 있는 CS원드 공장 설립과 연계하여 CS 베어링(풍력베어링) 유치, 핵심기업 연계 중견기업(예 :우림피티에스-발전터빈 증속기, 서암기계공업-풍력발전기 기어 등) 유치 등을 위한 환경 조성이 필요하며, 단기적으로 이들 기업을 대상으로 환경 조성 수요조사 등도 필요하다.



[그림 5-3] 전북 해상풍력 제조단지 조성 개념도

[표 5-2] 해상풍력 주요 부품별 핵심 기업 및 소재지

부품			기업명	소재지(본사)	풍력 관련 추가 제조 부품
1차 품목	시스템		효성중공업	서울	증속기, 발전기, PCS, 타워
			두산에너지리티	경남	제어시스템
2차 품목	로터어셈블리, 너셀어셈블리	유니슨	경남	발전기, 제어시스템	
		한진산업	경남	-	
	지지구조물	씨에스윈드	서울	타워	
		원애피	서울	타워	
		삼일C&S	서울	타워	
		현대스틸산업	서울	해상하부구조물	
		현대중공업	울산	부유체	
		삼성중공업	경기	부유체	
		마스텍중공업	부산	부유체	
3차 품목	블레이드		휴먼컴퍼지트	전북	-
	피치시스템	베어링	CS베어링	경남	
			신라정밀	충남	
		감속기	SNT중공업	경남	
	증속기		우림피티에스	경남	
	발전기		현대일렉트릭	서울	
	PCS		현대플라스포	경기	
	기타부품	커플링	중앙카프링	부산	
		브레이크	상신브레이크	대구	
	타워		동국S&C	포항	
	해상하부구조물	삼강엠앤티	경남		
		세아제강	서울		
	부유체		대우조선해양	경남	

자료 : 산업통상자원부 & 한국에너지기술평가원 (2020) 을 가공

2) 차등요금제를 활용한 태양광 중견기업 중심 국가 수출제조거점 조성

수상태양광 분야는 일부 미들스트림과 다운스트림에 국내 기업이 생존하고 있는 가운데, 이미 국내 타 지역에 위치한 국내 대기업 모듈공장 보다는 소규모 모듈을 생산하는 중견·중소기업의 집적화를 유도할 필요가 있다. 대규모 공장, 설비 투자 여력이 없는 중견·중소기업이 태양광 모듈의 패러다임 변화에 따라 신규 설비 투자가 필요한 수요시점에 맞춰 전북 내 특정 지역에 설비 투자를 지원함으로써 중견·중소기업의 집적화를 유도하는 방식이다. 또는 국내 태양광 중견기업이 중국에 비해 약점을 보완해주는 방식으로 지원하는 것이다. 중국 기업에 비해 국내 기업은 원가 경쟁력에서

매우 취약한 형국이다. 특히 중국 기업은 지역별 차등적으로 책정하고 있는 전력요금을 기반으로 저렴한 전기료로 원부자재를 생산하고 이를 토대로 모듈을 생산함으로써 가격 경쟁력을 확보하고 있다. 따라서 재생에너지 전력 공급이 가능한 새만금 지역에 국내 차등요금제를 시범적으로 적용하고, 차등요금제와 함께 태양광 중견기업의 수출제조 거점을 조성하여 현재 중국 중심의 세계 태양광 시장의 일정 부분을 한국으로 옮겨오게 하여 국가적 미래 먹거리를 만들어 내는 것이다. 가령 중소기업 중심의 특장차 산업의 육성을 위해 김제에 특장차 집적화 전문단지가 조성되어 있음을 참고하여 태양광 모듈기업에 대한 집적화 전문단지 조성을 중장기적으로 검토해 볼 필요가 있다. 이와 같은 집적화 전문단지 내에 국내 흩어져 모듈을 생산하고 있는 모듈기업을 유치하고, 동시에 시스템, 설치 및 유지보수 등 업체의 동반 입주를 유도하여 작지만 의미 있게 전북의 태양광 제조 경쟁력 향상을 노려볼 수 있다.

[표 5-3] 국내 태양광 모듈 기업 현황 및 생산용량

지역	위치	회사명	모듈(MW) 생산용량(22.05)
경기	안양	썸라테크	30
인천	인천	썸라리버	0.5
광주	광주	SDN	100
대전	대전	에스에너지	578
충북	음성	현대에너지솔루션	1,400
	음성	한화솔루션	1600
	진천	한화솔루션	2900
	증평	신성이엔지	0
	청주	한솔테크닉스	600
충남	아산	JSPV	500
	아산	솔라플렉스	5
전북	완주	솔라파크코리아	800
	김제	신성이엔지	700
	군산	한국친환경에너지기술	0
전남	장성	탐선	150
	강진	SDPV	50

자료 : 한국태양광산업협회 제공자료(2022.11. 인터뷰)

[표 5-4] 새만금 태양광 기업유치를 주요 지원사업

혁신지원	세제지원(신규)	전력지원(신규)	수출지원(신규)
새만금 에너지융합단지	새만금 국제투자진흥 지구(조세특례)	새만금 RE100 차등요금제	국가태양광 수출단지

나. 에너지특화기업 중심 기업지원 강화

1) 전북 에너지특화기업 육성을 통합 플랫폼 구축

전북 재생에너지 산업 육성을 위해서 재생에너지 분야에서 주된 연구개발 활동과 매출을 발생시키는 에너지특화기업을 지속 발굴, 육성해야 한다. 도내 재생에너지 기업이 영세하고 연구개발 등 혁신역량을 충분히 갖추고 있지 않음에 따라 도내 중소기업 지원과 별도인 지원 프로그램의 도입이 필요하다. 전남의 경우 에너지밸리 기업지원 통합 플랫폼을 구축하여 유관기관과의 협력, 기업 성장단계별 맞춤 지원, 기업간 정보교육 지원 등을 실시하고 있다. 전북도 새만금 등을 중심으로 재생에너지 기업의 정보를 공유하며 교류를 활성화하고, 정부 및 전라북도의 각종 지원제도를 공유할 필요가 있다. 따라서 부안 신재생에너지 테마파크 홈페이지를 개편하여 기업지원 통합 플랫폼을 구축하고, 전라북도 태양광과 해상풍력 기업을 전담 지원할 조직을 구축할 필요가 있다. 이를 통해 베스타스가 믹서, 주방저울 같은 가전제품에서 오늘날의 해상풍력 터빈업체로 성장한 사례와 같이 전북의 기업이 재생에너지 제품, 서비스로 업종 전환할 수 있는 기회를 지속적으로 만들어 줘야 한다.



- 사업정보 공유
- 기업지원제도 공유
- 산학협력 정보 공유
- 인프라(시험, 실증, 설비, 데이터 등) 공유
- 기업정보 공유(투자분야 등)
- 기업고충처리 접수 등

[그림 5-4] 전남 에너지밸리 기업지원 통합 플랫폼

2) 에너지특화기업의 수출 지향적 프로그램 도입

해상풍력, 태양광 등 재생에너지산업은 국내 시장에 국한하기 보다는 수출을 지향해야 한다. 태양광의 경우 앞서 언급한 차등요금제 등을 활용하여 국가 수출제조거점을 우선 조성하고, 폐태양광 수출단지도 동시에 구축하여 수출 중심의 기반을 우선 확보 후 한국 제품을 선호하는 국가 등을 대상으로 판로개척을 지원할 필요가 있다. 특히 아메리카지역에 우호적 국가의 경우 중국 제품에 대한 관세로 가격 방어가 가능할 수 있음에 따라 이들 지역을 집중 발굴하여 지역 제품의 수출을 지원할 필요가 있다. 반면 해상풍력의 경우 현 단계에서 수출을 바로 진행하기에 다소 어려움이 있을 것으로 보인다. 따라서 전북지역에 해상풍력 발전단지 조성을 통해 납품 실적을 쌓고, 조성된 배후항만을 통해 동아시아 지역의 하부구조물, 터빈너셀, 블레이드 등을 수출할 수 있도록 관련 기반을 선행적으로 조성해야 한다.

추가적으로 전라북도라는 지자체 입장에서 지역 기업의 수출을 확장할 수 있도록 시장 잠재력이 큰 개발도상국을 대상으로 재생에너지 ODA(국제개발협력) 사업을 기획, 추진하는 것도 중장기적으로 검토해 볼 필요가 있다. 아울러 향후 재생에너지 모니터링 분야 등 ICT 첨단기술과 연계된 분야에 대해 해외에서의 관심이 증대될 수 있음에 따라 도내 에너지특화기업에 ICT 융합을 촉진시켜 수출역량을 확보하는 사업도 구상해 볼 수 있다.

[표 5-5] 에너지특화기업 수출 지향 프로그램(안)

수출 기반 조성		수출 지원 프로그램(예)
(풍력) 배후항만 (태양광) 국가태양광수출제조거점, 폐태양광수출단지	+	재생에너지 ODA 사업, ICT 재생에너지 수출모델 발굴 지원

3) 실증단지 연계 유지보수 전문인력 양성 지원

태양광, 해상풍력은 점차적으로 유지보수에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 하지만 이에 대한 전문인력이 부족하며, 수요 대비 그 규모가 크지 않아 대학에서 전문적으로 인력을 양성하기에 어려움이 있다. 또한 유지보수 교육의 핵심은 현장 경험이지만 상업적 운영되는 발전단지 내 교육생의 접근이 허락되기도 어렵다. 따라서 전북은 해상풍력, 수상태양광 실증단지 내 제품 인증만의 역할에 그치지 말고, 이들

실증단지와 연계하여 전문인력양성 프로그램을 실제로 운영할 필요가 있다. 특히 이들 프로그램 운영에 있어 경험을 가진 강사의 수급이 중요함에 따라 실증단지를 운영하는 혁신기관과의 연계를 통해 프로그램을 기획하는 것이 필요하다.

[표 5-6] 전북 보유 실증단지 연계 유지보수 인력양성(안)

전북 실증단지		유지보수 교육프로그램
(풍력) 서남해 해상풍력 (태양광) 새만금 수상태양광	+	해상풍력 유지보수 인력양성 수상태양광 유지보수 인력양성

4) 기업유치를 위한 지자체 차원의 획기적 지원

태양광, 해상풍력 기업을 유치하기 위해서는 우선 지자체 차원에서 획기적인 지원 프로그램의 도입도 필요하다. 해상풍력의 경우 전북지역 내 기자재를 우선 구매하는 기업에 대해 발전단지 조성 시 참여 우선권 등을 부여하는 방안도 있을 수 있다. 또한 태양광기업에 대해서는 새만금 등 대규모 태양광 풍력단지와 연계하여 발전단지 조성 및 모듈기업 유치 등을 연계할 필요가 있다. 즉 투자유치형 태양광 풍력단지 조성 등을 태양광 핵심기업을 대상으로 실시하는 것도 검토할 만하다. 아울러 통상적인 법인세 인하뿐만 아니라 기획발전특구 등에서 논의되고 있는 상속세와 연계된 투자 인센티브를 전북이 선도할 필요가 있다. 가령 전북지역에 본사, 공장을 설립하는 경우 상속세, 증여세 등의 일부를 공제하는 방식이 있을 수 있다.

다. 재생에너지 연계 신규 확장형 제조 비즈니스 모델 창출

1) 재생에너지 재사용·재활용 프로젝트 및 관련 제조부품 육성

장기적으로 수상태양광, 해상풍력 모두 재사용, 재활용에 대한 이슈가 부각될 수밖에 없다. 태양광의 경우 폐패널이 증가하면서 폐모듈의 재활용과 재사용에 대한 관심이 증대되었고, 이미 충북 진천에 태양광재활용센터가 준공되었다. 풍력에서도 육상 풍력을 중심으로 리파워링에 대한 이슈가 발생되면서 경북 영덕군은 리파워링 중심의 에너지산업융합단지로 지정되었다. 전북의 경우 수상태양광, 해상풍력 등이 현재 추진됨에 따라 20년 이내 이들에 대한 재사용, 재활용에 대한 이슈가 부각될 전망이다. 따라서 중장기적으로는 이에 대한 준비가 필요하다.

수상태양광의 경우 육상태양광과 다른 부유체, 구조물 등에 대한 재사용, 재활용에 대한 검토, 그리고 새만금 내에서 발생하는 수상태양광의 모듈 재사용, 재활용에 대해 정책적 검토가 필요하다. 현재 폐패널의 경우 동남아 등으로 수출되는 경우도 많음에 따라 향후 수상태양광에 대한 수출을 지원하기 위해 수집, 수출 등의 폐태양광 수출단지도 새로운 정책으로 도입해 볼 필요가 있다. 폐태양광의 매매를 전담하는 상사의 입주와 경매 활동을 지원하는 비즈니스센터, 경매전시장, 폐태양광 야적장과 정부단지 등의 구성이 필요하다. 새만금의 경우 중고차의 수출 및 매매를 통합하는 자동차 수출복합센터가 추진되고 있음에 따라 이와 연계하는 것도 가능할 것이다.

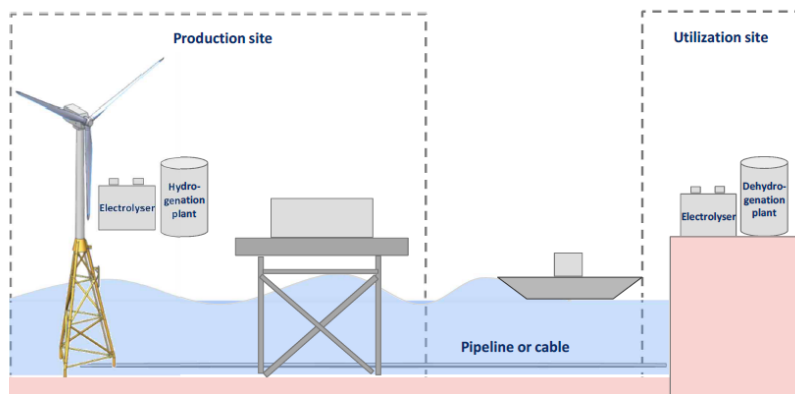
해상풍력의 경우 수명이 도래하는 풍력단지를 리파워링단지로 지정하고, 국내 서해안을 해상풍력 리파워링 시장의 거점으로 조성하는 것도 필요하다. 리파워링에 있어 필요한 전문인력도 양성하고, 전문 지원센터의 조성도 검토가 필요하다. 기존에 리파워링을 실시한 사례를 살펴보면, 덴마크의 경우 2000년~2003년, 2008년~2011년, 그리고 2013년~2016년의 3차에 걸쳐 저용량의 노후 터빈을 대용량으로 교체하는 '터빈 리파워링 제도(Turbine Repowering Scheme)'를 실시한 바 있다(정혁, 2020).

2) 해양 연계 태양광·풍력 그린수소 생산 및 핵심부품 제조 프로젝트

[표 5-7] 전북 재생에너지 연계 그린수소 확보 방안

단기	중장기
새만금 육상/수상 태양광 중심 (그린수소 기술 경쟁력 확보)	해상풍력 중심 (대규모 그린수소 생산)

전북지역 내 해상 태양광, 그리고 해상풍력 발전단지가 조성될 경우 장기적으로 해상에서 직접 그린수소를 생산하는 프로젝트의 추진이 필요하다. 해상풍력 발전단지 내에서 직접 그린수소를 생산하는 프로젝트는 제주시 해상풍력발전에서 추진되고 있다. 전북도 이를 추진하여 재생에너지 기업이 그린수소로 진출·진입 할 수 있는 기회를 만들 필요가 있다. 또한 생산된 그린수소를 운송하는 새로운 비즈니스도 지역 내에서 창출할 필요가 있다.



자료 : Yoo(2022)

[그림 5-5] 해상풍력 연계 그린수소 생산 시스템

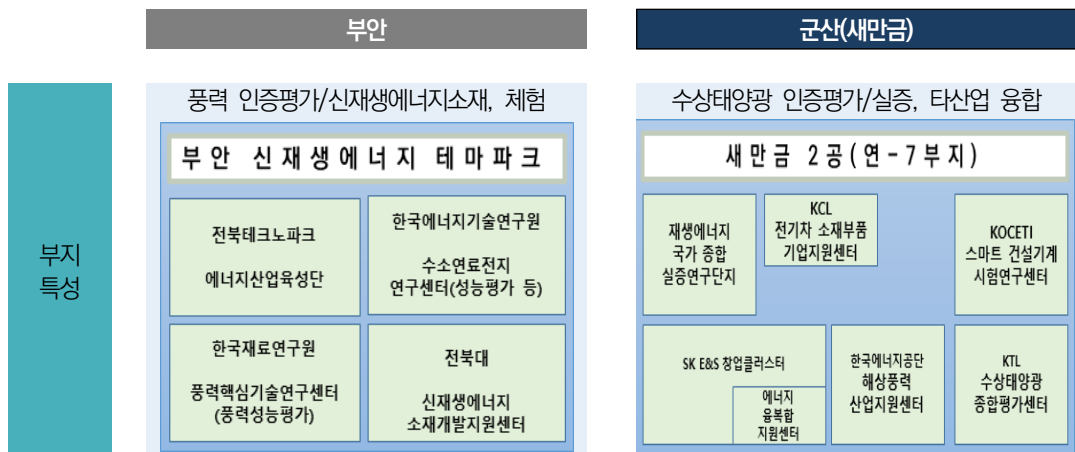
특히 해상풍력 발전단지 조성에 있어 계통 연계가 상당한 문제가 되고 있다. 경제성과 지역수용성 측면에서 계통연계가 이슈가 되고 있다는 점에서 계통연계 없이 풍력에서 생산된 전력을 수소로 전환하여 운송해 오는 것이 해상풍력 발전단지의 조성과 경제성 확보에 새로운 방안이 될 수 있다. 최근에는 대용량의 수소를 효율적으로 운송할 수 있게 하는 LOHC(액화유기수소수송체)와 같은 기술이 새롭게 부각되고 있다. 만약 LOHC와 같은 기술을 전북 해상풍력과 연계할 경우 별도의 계통연계나, 수소 파이프라인의 설치 등이 필요 없기 때문에 해상풍력과 그린수소 모두 경제성을 제고할 수 있을 것이다.



[그림 5-6] Technip Energies의 해상풍력 연계 LOHC 방식의 그린수소 생산 개념

4. 혁신경쟁력 강화 방안

가. 전북 재생에너지 혁신공간 규모강화와 재구조화



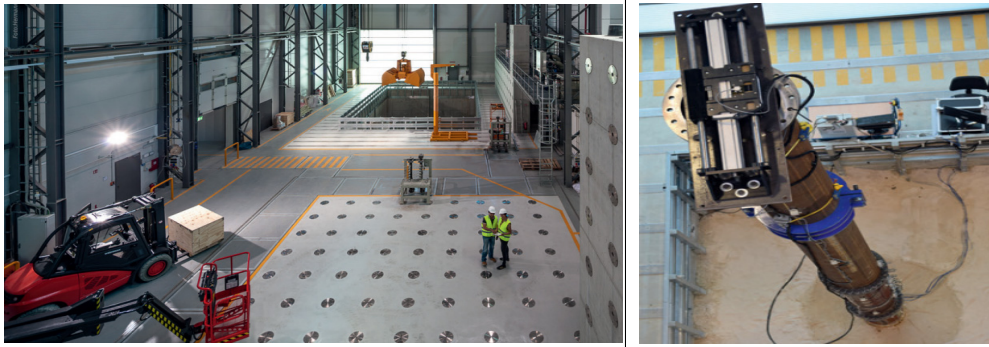
1) 부안과 군산의 입지 여건을 고려한 혁신기관 추가 유치

부안 신재생에너지단지는 이미 연구기관이 집적되어 있고 비교적 큰 공간 확보가 유리한 곳이다. 따라서 재생에너지 분야에 있어 거대 연구시설의 집적화에 유리한 경쟁력을 보유한 곳이다. 풍력의 경우 대규모 터빈, 블레이드, 하부구조물 등으로 진화되고 있다는 점에서 확장된 공간이 필요하다. 정리하면 부안 신재생에너지단지는 초대형 해상풍력의 연구개발과 테스트 등에 특화된 공간으로 기능을 강화시켜 나갈 필요가 있다. 전북의 경우 중장기적으로 15MW 이상의 초대형 해상풍력, 부유식 해상풍력, 해상풍력과 수소생산을 연계하기 위한 LOHC(액상유기물수소운반체) 등 해상풍력만으로도 특화발전 시킬 수 있는 혁신공간 조성의 수요가 있다.

해상풍력에서는 블레이드 크기가 증가됨에 따라 현재 부안에 구축된 시설로는 한계가 있어 새롭게 블레이드 성능평가를 지원하기 위한 초대형 블레이드 성능평가센터, 그리고 해상풍력 지원항만 및 도내 기업과 연계하기 위해 하부구조물과 타워 등 하부구조물 성능평가센터 등을 새롭게 기획하여 유치해 볼 수 있다. 아울러 창원, 영광 등에 조성된 풍력터셀테스트베드, 초대형 풍력시스템 평가센터 등도 전북 수요, 특징 등에 맞춰 구축하는 것을 검토해 볼 필요가 있다.

[표 5-8] 독일 하부구조물 지원센터

소재	독일 하노버
소속	프라운호퍼 연구소
기능	1:10 이상 규모로 해상풍력 타워, 기초 등 하부구조물 테스트 (구조상태 모니터링, 토양 역학, 콘크리트 실험, 섬유 합성 실험 등)



자료 : 프라운호퍼 연구소(2017)

[표 5-9] 혁신기관 추가유치(안)

풍력	초대형 블레이드 성능평가센터 하부구조물 지원센터 초대형 풍력시스템 평가센터(영광) 풍력너셀 테스트베드(창원)
태양광	전기적 구성제품 인증센터 수상태양광 부유체 인증센터 태양광 통합모니터링센터 수상·해상태양광기업 공동활용 연구센터

태양광의 경우 중견·중소기업 중심의 수상·해상 태양광 기업을 지원하기 위해 수상·해상태양광기업 공동활용 연구센터를 유치하여 소재부품장비 및 제품 양산 환경과 제품을 테스트 해볼 수 있고, 인버터, 수상·해상용 전기 설비 등에 특화하여 수상·해상 태양광의 전기적 구성제품의 제품 개발과 인증을 지원하기 위한 수상·해상 태양광 전기 구성품 지원센터, 그리고 현재 인증체계가 마련되어 있는 않는 수상태양광 부유체 관련 인증센터, 태양광의 효율성을 관리하기 위한 통합모니터링센터 등을 유치하는 것을 검토해볼 수 있다.

2) 혁신기관의 지역 정착화와 운영규모 확대

유치된 기관의 지역 내 파급효과를 높이기 위해서는 소규모 지원인력 배치, 비상설적인 운영에서 벗어나 규모화되어 상설된 운영조직이 요구된다.

가령 정부는 한국재료연구원 풍력핵심기술연구센터를 국내 유일의 해상풍력 지원기관으로 발전할 수 있도록 별도의 부설기관으로 두거나, 또는 창원에 상주하고 있는 해상풍력 전문인력을 부안으로 전원 배치·확대시키면서 그 역할과 기능을 명확히 부여할 필요가 있다. 아울러 수상태양광 인증센터의 기능을 부유체 등으로 확대시켜 한국산업기술시험원의 규모 확대, 국가 재생에너지 종합실증단지 운영의 규모화와 이를 운영하기 위한 한국에너지기술평가원 전담조직과 인력의 전북 배치 등이 추후 필요하다.

동시에 혁신기관이 지역에서 정착할 수 있도록 지역 내 지원시설의 확충도 요구된다. 특히 새만금 지역의 경우 단지 내 연구기관이 집적하였으나 조성 초기단계에서 기관별 개별적으로 관리·운영되어, 단지를 통합적으로 관리하지 못하고 있다. 중장기적으로 새만금 연구단지를 통합 운영 관리하기 위해 전담조직을 신설, 지원하고, 연구단지 내 정주여건 개선을 위한 전담조직을 중심으로 기관의 수요를 파악, 개선시켜 나갈 필요가 있다.

3) 혁신 연구단지 연계 재생에너지 산업관광 운영

도내 조성된 혁신 연구단지는 재생에너지의 중요성을 알리는 교육, 체험의 장으로 활용할 수 있다. 수상태양광의 경우 합천 수상태양광 발전단지와 같이 심미적 디자인과 연계하고, 수상태양광과 해상풍력이 생태환경과 공존할 수 있다는 점도 관광 상품으로 개발해볼 수 있다. 가령 수질이 확보된 공간과 연계하거나 디지털 기술을 연계하여 수상태양광 구조물, 또는 풍력단지 구조물 내 수산자원을 관찰할 수 있는 체험형 관광 상품을 개발할 수 있을 것이다. 여기에 더 나아가 재생에너지 ODA(국제개발협력) 사업과 연계하여 재생에너지 ODA 연수원 등을 추가로 구축하는 것도 중장기적으로 검토해 볼 수 있을 것이다.

부안 신재생에너지단지 내 테마 체험의 범위도 실내 중심에서 실외로 확장될 필요가 있다. 가령 풍력발전기 날개를 단순히 보여주기 보다는 어린이 중심의 체험 놀이터 실외 공간을 만들어 볼 필요도 있다. 네덜란드에서는 풍력 기지재를 놀이터에 활용하여

풍력을 놀이로 체험하게 하는 사례가 있다. 또한 최근에는 태양광 모듈을 활용하여 다양한 편의시설로 활용하는 사례도 있다. 부안 신재생에너지단지 내에서도 이와 같은 실외 놀이터를 조성하거나, 태양광을 활용한 야외 조형물을 조성하여 실내 관람뿐만 아니라 실외에서 즐길 수 있는 공간을 제공함으로써 부안 신재생에너지단지의 체험 기능이 강화될 수 있을 것이다.

이 같은 재생에너지 관광자원에 혁신기관 투어, 혁신기관 종사자의 교육 프로그램 등을 연계함으로써 혁신 연구단지를 체험, 교육의 장으로 운영해볼 수 있을 것이다.



〈거제 풍력전망대 추진 사례〉



〈합천 수상태양광 심미적 효과 사례〉



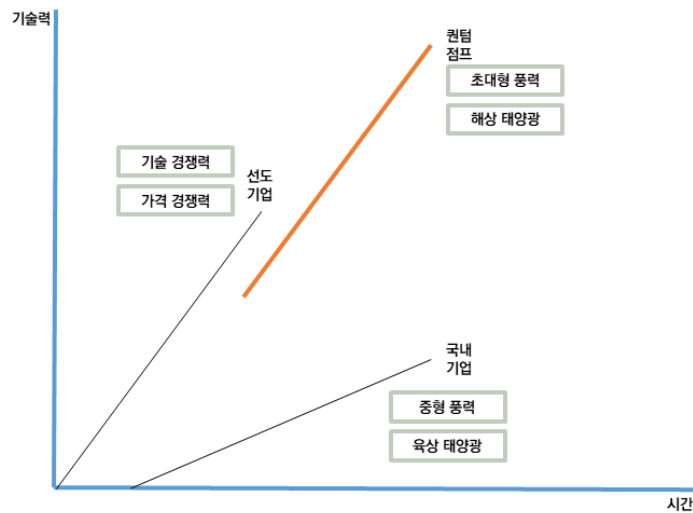
〈네덜란드 풍력발전기 놀이터 사례〉



〈태양광 조형물 사례〉

나. 쿼텀 점프(Quantum Jump)형 연구개발 및 사업화 추진

전라북도가 치열해지고 있는 재생에너지산업에서 경쟁력을 확보하기 위해서는 국내 여건을 고려 시 가격경쟁력으로는 지속하기 어렵다. 따라서 기술 중심의 경쟁력 확보가 필요하며, 기술 선진국을 따라가는 추격 보다는 선진국 기술을 뛰어넘는 쿼텀 점프(Quantum Jump)형 연구개발 및 사업화가 필요하다. 전북의 경우 연구개발 인프라가 우수하게 확보되었다고 볼 수 없음에 따라, 도외 국가출연(연), 연구중심대학 등이 추진하는 연구개발에 전라북도가 실증, 사업화 등에 참여하는 방식이 보다 적합해 보인다.



[그림 5-7] 쿼텀 점프형 전략(안)

1) 수상·해상 중심 태양광 입지 다변화 관련 전북특화 연구개발 및 사업화

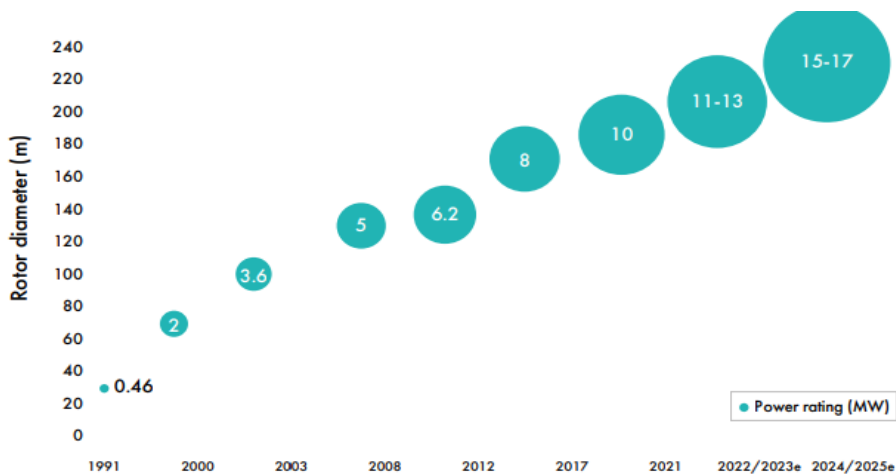
국내 태양광 산업은 대기업이 주도하는 수출주도형 모델과 함께 중견·중소기업이 참여 가능한 입지 다변화 맞춤형 산업화 육성이 가능하다. 특히 국내 지형적 환경을 고려하여 대규모 태양광 보급이 가능한 유휴 부지를 활용할 수 있고, 대표적으로 수상, 해상, 영농형 등이 있을 수 있다. 전북은 특히 수상, 해상, 영농형에 지역적 특색을 갖추고 있다는 점도 이에 특화된 연구개발 및 사업화의 적지라고 할 수 있다. 반면 건물형, 도시형은 전북 특색과는 거리가 있다. 따라서 수상·해상에서의 열악한 환경 속에서

시스템의 내구성, 경제성을 확보할 수 있는 기술개발 등을 지속적으로 발굴하여 추진하고, 이를 전북이 기 확보한 수상태양광 종합평가센터에서 인증, 평가하여 기업의 사업화를 촉진시킬 필요가 있다. 특히 해상태양광의 경우 설치에 어려움이 있으나 향후 제품이 개발될 경우 상당한 규모의 단지 개발과 새로운 시장 창출이 가능하며, 도내 수상태양광 관련 기관, 기업의 새로운 시장 확장으로도 이어질 수 있다는 점에서 전북이 미래 기술과 시장을 선점해 볼 수 있는 영역이다. 이에 대해 제4차 에너지기술개발계획 이노베이션로드맵(산업통상자원부, 한국에너지기술평가원, 2020)과 본 연구에서 실시한 이해관계자의 인터뷰에 따르면, 고효율의 모듈을 이용하여 가격 경쟁력을 갖춘 해상 태양광 시스템의 개발과 시스템 내구성이 있는 부력시스템 개발, 이에 대한 인증평가 체계 확립 등이 향후 관심을 가질 필요가 있는 분야로 도출되었다.

2) 초대형(15MW 이상) 해상풍력 터빈 연구개발 및 실증부지 연계 실증화

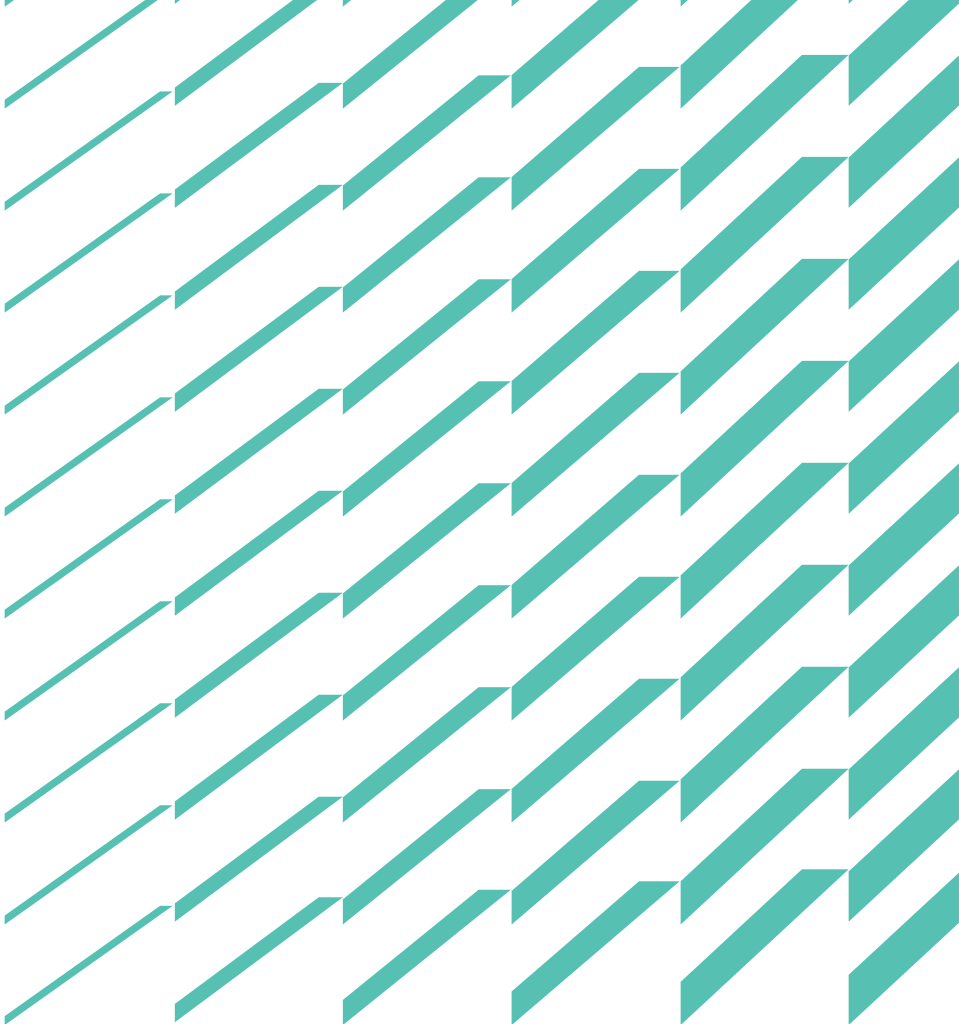
국내에는 글로벌 기업이 보유한 해상풍력 기자재가 설치될 것으로 예상된다. 특히 이들 기업에서 14~16MW급의 풍력 터빈 개발이 추진될 것으로 예상됨에 따라 전라북도가 글로벌 기업의 단순 조립공장이 되지 않기 위해서는 이들 기업과 동일하거나 뛰어넘는 수준의 터빈 개발이 필요하다. 따라서 현재 국내에서 추진되는 8MW 터빈 개발을 뛰어 넘어 최소 15MW 이상의 터빈 개발을 전라북도가 관련 기관과 함께 추진하면서, 전북 서남권 해상풍력 발전단지 등에 개발된 시제품을 실증하고, 이를 전북 해상풍력 발전단지 내 설치까지 이어질 수 있도록 함으로써 국내, 특히 전라북도 소재 기업의 경쟁력을 지원하는 방안이 될 수 있다. 제4차 에너지기술개발계획 이노베이션 로드맵(산업통상자원부, 한국에너지기술평가원, 2020)에서는 대형 터빈 개발이 12MW 이상으로 국한되어 있는데 이를 전라북도 등이 중앙정부와 관계기관에 15MW 급으로 높여 제안하는 것도 필요하다. 초대형 해상풍력의 경우 이동의 편의성, 하중 문제 등을 해결해야하기 때문에 블레이드, 구조물 등에 있어 전반적인 기술변화가 요구된다. 따라서 초대형 해상풍력 터빈 개발은 이미 소재하고 있는 도내 블레이드, 타워 및 하부구조물 등 관련 기업의 참여를 이끌어 낼 수 있고, 도내 기업의 경쟁력 확보에도 도움이 될 것으로 기대된다.

참고로 주요 기업별 해상풍력 대형 터빈 개발 동향을 살펴보면, 베스타스가 2021년까지 15MW 규모의 해상풍력터빈을 상업화 완료할 예정이고, 지멘스는 14MW 규모의 해상풍력터빈을 설치 완료하여 시험 가동 중이다. 광저우의 밍양 기업은 이미 세계 최대 터빈 (16MW)을 개발 완료하여 상업적으로 이용가능하고, 부유식의 경우도 11MW 규모의 터빈을 개발 완료하여 2023년 스페인 북해에 설치 예정이다. 또한 Global Offshore Wind Report 2022(2022)에 따르면, 2025년에는 1기당 평균 12MW가 넘는 대형 터빈이 설치될 것으로 예상된다. 따라서 대형 해상풍력 터빈 개발은 필수이며, 터빈의 길이가 커짐에 따라 적절한 규모, 풍향, 그리고 비행항로 및 어업활동 등에 방해되지 않는 실증 부지를 도내에 확보하여 기업에 제공하는 것이 필요하다.



자료 : GWEC(2022)

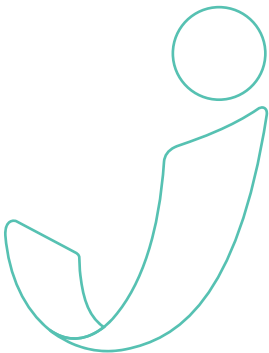
[그림 5-8] 해상풍력 터빈 기술 현황



제6장

결론 및 정책제언

1. 연구의 결론
2. 정책제언



제 6 장 결론 및 정책제언

1. 연구의 결론

본 연구는 전라북도 주력산업 중 재생에너지산업을 중심으로 전북의 생태계 및 클러스터 여건, 그리고 향후 중장기적 육성방향 등을 제시하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

본 연구의 분석 결과에 따르면 태양광산업은 경기 남부(화성·평택·용인), 충청 북부(청주·세종·천안), 전북 북부(군산·완주·김제), 전남·광주(광산·북구·나주·장성), 경남 동부(김해) 등 5개 지역에 공간적 군집 패턴을 보였으며 태양광 산업의 군집 수가 증가하는 경향을 보였다. 하지만 태양광의 경우 사업체 수 대비 종사자 규모가 작아 대기업 유치 또는 중소·중견기업에 특화된 산업 발전이 중요한 과제로 도출되었다. 반면 풍력은 전북에는 관련 시장이 형성되지 못해 풍력 공장의 군집성에 대한 유의성은 없는 것으로 나타나 기업유치가 중요한 과제로 도출되었다.

생태계 분석에서는 전북 시장의 경우 태양광 잠재량은 전국 3위이나, 발전소 설치현황 대비 설비용량이 작은 편으로 대규모의 발전단지 조성과 소규모의 분산전원 설치 등 조화로운 정책이 필요함을 알 수 있었다. 한편 풍력은 잠재량과 잠재량 대비 낮은 현재의 설비용량 등을 고려한다면 향후 서해안 해상풍력의 발전단지 조성과 관련산업의 허브 거점 선점을 위한 경쟁이 보다 치열해질 것으로 전망된다. 제조 측면에서는 살펴보면, 전북은 전 방위적 생태계를 갖추지 못한 상태이며 미들스트림과 다운스트림을 중심으로 태양광과 해상풍력 제조기업이 형성되어 있고, 향후 이 분야를 중심으로 특화 발전시켜 나갈 필요성이 있는 것으로 확인되었다. 마지막 혁신분야에서는 기업지원에 대한 기반은 잘 갖춰져 있으나 이를 지원하기 위한 연구기능이 부재한 것을 관련된 데이터로 확인할 수 있었다. 따라서 도내 연구기능 효과를 높일 수 있는 여건 조성 등이 향후 과제로 도출되었다.

이를 종합하여 본 연구에서는 국내외 여건을 고려한다면 독자적 산업생태계 형성의 어려움을 극복하기 위해 글로벌 외교와 경제동향 및 국내외 기술개발 추세 등 외생적 요인을 적극적으로 활용할 필요성, 국내 내수보다는 수출 중심으로 산업정책 강화의 필요성,

기존 재생에너지산업 보다는 태양광, 해상풍력 등 세분화된 정책수립의 필요성, 기업지원의 지원기관 기반구축보다 기존 기관을 연계하여 효율성을 높일 수 있는 정책으로 정책 전환의 필요성 등을 강조하였다. 즉 중장기 정책이 지속가능한 재생에너지 산업 클러스터라는 새로운 비전의 방향으로 전환되어야 한다는 것이다.

이를 실현하기 위해 본 연구는 시장, 제조, 혁신의 3대 분야별 전북 태양광, 해상풍력 재생에너지산업의 경쟁력을 강화하기 위해 7대 대과제를 제시하였다. 또한 정책당국에서 실행력을 높이기 위해 이를 보다 구체적으로 제시한 중과제와 소과제 단위에서 중장기 과제를 기술하였다. 제시된 과제들이 본 장에서 제시한 전라북도 재생에너지산업의 As-is를 To-be로 변화시킬 수 있는 촉매제가 되기를 기대한다.

제시된 과제가 실행되기 위해서는 추후 세부 분야별 타당성을 검토해보고, 시의 적절한 시점에 세부적으로 기획 후 국책사업 등으로 국비를 확보할 필요가 있다. 이는 전북테크노파크 과학기술연구회, 전북연구원 국책사업발굴포럼 또는 후속 연구과제 등에서 진행되어야 한다.

본 연구는 기획과제로서, 전북 재생에너지산업의 단기 과제가 아니라 중장기 관점에서의 과제 발굴에 중점을 두고 있다는 점에서 발굴된 과제의 우선순위를 매기거나 별도의 로드맵은 제시하지 않고자 한다.

[표 6-1] 분야별 정책과제

분야	대과제	중과제	소과제
시장	전북 내 정착 희망 기업 연계 대규모 해상풍력 발전단지 조기 조성	서해안 해상풍력 지원 거점 선정, 부유식 등 추가 발전단지 발굴	
	규모화된 수상 및 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성	수상 태양광 발전단지 발굴·조성 및 수용성 확보 체험관 조성	
		국내 최초 상업용 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성	
제조	기업 유치 거점 공간 조성	발전단지 연계 해상풍력 중심 대기업 유치	서해안 해상풍력 제조 거점 선정, 해상풍력 제조 환경 선호조사
		차등요금제를 활용한 태양광 중견기업 중심 국가 수출제조거점 조성	새만금 국제투자진흥지구(조세), 새만금 RE100 차등요금제, 국가 태양광 수출단지
	에너지특화기업 중심 기업지원 강화	전북 에너지특화기업 육성을 통한 플랫폼 구축	
		에너지특화기업의 수출 지향적 프로그램 도입	재생에너지 ODA 사업, ICT 재생에너지 수출모델 발굴 지원
		실증단지 연계 유지보수 전문인력 양성 지원	해상풍력 유지보수 인력양성, 수상태양광 유지보수 인력양성
		기업유치를 위한 지자체 차원의 획기적 지원	발전단지 조성 참여 우선권, 상속세 및 증여세 공제 등
	재생에너지 연계 신규 확장형 제조 비즈니스 모델 창출	재생에너지 재사용·재활용 프로젝트 및 관련 제조부품 육성	폐태양광 수출단지, 풍력단지 리파워링단지
혁신	전북 재생에너지 혁신공간 규모강화와 재구조화	부안과 군산의 입지 여건을 고려한 혁신기관 추가 유치	초대형 블레이드 성능평가센터 하부구조물 지원센터 전기적 구성제품 인증센터 수상태양광 부유체 인증센터 태양광 통합모니터링센터 수상·해상태양광공동 활용연구센터
		혁신기관의 지역 정착화와 운영규모 확대	한국재료연구원, 한국산업기술시험원, 한국에너지기술평가원 등 기능 및 규모 확대
		혁신 연구단지 연계 재생에너지 산업관광 운영	태양광 심미적 디자인 연계 상품화(예 : 재생에너지 ODA 연수원 등), 풍력단지 구조물 수산자원 관광 상품화, 부안 실외 체험/교육 인프라 확장
	퀀텀 점프(Quantum Jump)형 연구개발 및 사업화 추진	수상·해상 중심 태양광 입지 다변화 관련 전북특화 연구개발 및 사업화	수상태양광 부력시스템 인증평가 해양태양광 시스템
		초대형(15MW 이상) 해상풍력 터빈 연구개발 및 실증부지 연계 실증화	

[표 6-2] 산업별 정책과제

분야	대과제	태양광	해상풍력
시장	전북 내 정착 희망 기업 연계 대규모 해상풍력 발전단지 조기 조성	-	서해안 해상풍력 지원 거점 선점, 부유식 등 추가 발전단지 발굴
	규모화된 수상 및 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성	수상 태양광 발전단지 발굴·조성 및 수용성 확보 체험관 조성, 국내 최초 상업용 해상 태양광 발전단지 발굴 및 조성	-
제조	기업 유치 거점 공간 조성	차등요금제를 활용한 태양광 중견기업 중심 국가 수출제조거점 조성, 새만금 RE100 차등요금제, 국가 태양광 수출단지	발전단지 연계 해상풍력 중심 대기업 유치
	에너지특화기업 중심 기업지원 강화	수상태양광 유지보수 인력양성	해상풍력 유지보수 인력양성
	재생에너지 연계 신규 확장형 제조 비즈니스 모델 창출	폐태양광 수출단지	풍력단지 리파워링단지, 해상풍력 연계 그린수소
혁신	전북 재생에너지 혁신공간 규모강화와 재구조화	전기적 구성제품 인증센터 수상태양광 부유체 인증센터 태양광 통합모니터링센터 수상·해상태양광공동 활용연구센터, 풍력단지 구조물 수산자원 관광 상품화	초대형 블레이드 성능평가센터, 하부구조물 지원센터, 태양광 심미적 디자인 연계 상품화,
	퀀텀 점프(Quantum Jump)형 연구개발 및 사업화 추진	수상태양광 부력시스템 인증평가 해양태양광 시스템	초대형(15MW 이상) 해상풍력 터빈 연구개발 및 실증부지 연계 실증화

2. 정책제언

본 연구는 전북 재생에너지산업의 현황을 진단하고 중장기적으로 나아갈 방향을 도내외 기업과 관련 전문가를 중심으로 논의 할 수 있도록 기반을 마련했다고 볼 수 있다. 본 연구에서 나온 과제는 관점과 시기에 따라 달라질 수 있다. 따라서 향후 전북연구원 정책연구 단위에서 태양광, 해상풍력산업 분야의 세부주제에 대해서는 심층적으로 다루어 나가야 할 것이다.

가령 해상풍력 경우 배후항만과 유지보수 등이 중요한 이슈임에 따라 세계 각국의 배후항만이 어느 정도 풍력단지 규모를 갖추고 있고, 어느 정도 거리를 두고 배치가 되어 있는지 등에 대해 살펴볼 필요가 있다. 아울러 전북지역을 거점으로 유지보수를 위한 기반시설과 지원사항 등에서도 보다 심층적으로 다루어져야 할 것이다. 태양광에서도 차등요금제, 국제 분쟁 속 국가 태양광 수출단지 등도 각 주제에 따라 시의 적절하게 정책연구를 통해 검토가 필요하다.

본 연구의 한계로는 생태계 현황을 파악하기 위해서는 대규모 설문조사, 동태적 데이터 확보가 필요했지만 재생에너지산업은 관련 기업이 많지 않아 본 연구에서는 인터뷰로 대체하였다는 점이다. 이러한 국가적, 지역적 동태적 데이터의 부족은 향후 정부차원, 지자체 차원에서 개선이 필요하다고 할 수 있다.

참 고 문 헌

REFERENCE

- 관계부처 합동. (2019). 재생에너지산업 경쟁력 강화 방안.
- 국가지표체계. (2022). 신재생에너지발전비율. <https://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4293>
- 노수연. (2011). 장쑤성 태양광산업의 발전과 시사점. 대외경제정책연구원.
- 대만에너지경제부. (2013). Policy and Promotion of Offshore Wind Power in Taiwan
- 박용대. (2021). 글로벌 태양광(비중확대) 태양은 여전히 뜨겁다.
<https://securities.miraeasset.com/bbs/download/2088641.pdf?attachmentId=2088641>
- 산업통상자원부. (2014). 제4차 신재생에너지 기본계획.
- 산업통상자원부. (2017). 재생에너지 3020 이행계획(안).
- 산업통상자원부. (2019). 제4차 에너지기술개발계획(19~`28)(안)
- 산업통상자원부·한국에너지공단. (2021a). 2020 신재생에너지백서.
- 산업통상자원부·한국에너지공단. (2021b). 2020 신재생에너지 산업통계.
- 산업통상자원부·한국에너지기술평가원. (2020). 제4차 에너지기술개발계획 이노베이션로드맵: 풍력
- 소후. (2023). 刚刚, 通威25GW组件项目开工! (TongWei의 25GW 모듈 프로젝트가 시작됨!).
https://www.sohu.com/a/624923358_448994
- 신재생에너지테마파크. (2022). 신재생에너지테마파크는.
http://nrev.or.kr/subIndex.php?con_id=about01
- 우청원. (2017). 태양광 분야 글로벌 혁신성과 동향. 과학기술정책연구원.
- 이슬기 & 길은선. (2021). 빅데이터 분석을 이용한 신재생에너지산업의 규모 추정. 산업연구원.
- 이재열 & 장근용. (2020). 지역산업 경로창출의 장소의존성: 태양광산업 선도기업의 충청북도
솔라밸리 입지 과정을 중심으로. 한국지리학회지 9권(1호). pp. 157-175.
- 이종호. (2020.07.22.). 황무지에서 해상풍력 허브로 다시 태어난 영국 혈. 울산저널.
<https://m.usjournal.kr/news/newsview.php?ncode=1065576467431871>
- 이종호 & 이철우. (2016). 스마트전문화 전략 및 트리플헬릭스 혁신체계와 클러스터 정책의
연계를 통한 대안적 지역산업정책의 모색. 한국경제지리학회, 19(4), pp. 799-811.

- 이지훈, 양원탁 & 박세현. (2021). 전라북도 산업혁신생태계 실태조사 및 전략연구, 전북연구원.
<http://repository.jthink.kr/handle/2016.oak/694>
- 이희연 & 노승철. (2012). 고급통계분석론: 이론과 실습. 법문사.
- 지멘스가메사. (2021). Powering ahead in the UK: Siemens Gamesa to double offshore blade facility.
<https://www.siemensgamesa.com/newsroom/2021/08/210809-siemens-gamesa-double-blade-facility-offshore-hull-uk>
- 자치법규정보시스템. (2022). elis.go.kr
- 전북테크노파크. (2019). 전라북도 에너지산업융복합단지 조성계획 수립
- 정한교. (2022.03.11). 10년 농사 결실 맺는 충북, 태양빛으로 지역발전 도모. 인터스트리뉴스.
<https://www.industrynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=45400>
- 조달청. (2018). 충북 태양광산업 판로 지원 ‘현장 소통’.
- 충청북도. (2022). 태양광산업특구 소개. <https://www.chungbuk.go.kr/solar/contents.do?key=1664>
- 통계청. (2022). 신재생에너지 산업분류. https://kssc.kostat.go.kr:8443/ksscNew_web/index.jsp#
- 프라운호퍼 연구소. (2017). Test center for support structures: Optimization of Design and Construction Methods.
https://www.iwes.fraunhofer.de/content/dam/windenergie/de/documents/IWES_TTH-Brosch%C3%BCre_web.pdf
- 한국에너지공단. (2021). 2020년 신재생에너지 보급통계.
- 한국에너지공단. (2022). 2021년 신재생에너지 보급통계.
- 한국풍력산업협회. (2022). 설치현황.
http://www.kweia.or.kr/bbs/board.php?bo_table=sub03_03
- 함태성. (2016). 재생에너지 산업의 전망과 법적 과제. 법제연구. 51호. pp. 283-320.
- 헬시티투자정보. (2022). Welcome to Hull. <https://investhull.co.uk>
- Anselin, L. (1995). Local Indicators of Spatial Association. *Geographical Analysis*, 27(2). 93-184.
- Chen, F. (2020). Offshore Wind Supply Chain Overview.
<https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/10/FuChing-Chen-MIRDC.pdf>
- EU. (2021). The entrepreneurial discovery process. <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/edp>

- Enerdata. (2022). 세계 에너지 및 기후 통계.
<https://yearbook.enerdata.co.kr/renewables/wind-solar-share-electricity-production.html>
- Fang, K., Zhou, Y., Wang, S., Ye, R., & Guo, S. (2018). Assessing national renewable energy competitiveness of the G20: A revised Porter's Diamond Model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 719-731.
- Gao, A., Huang, C., Lin, J., Su, W. (2021). Review of recent offshore wind power strategy in Taiwan: Onshore wind power comparison, *Energy Strategy Reviews*, 38.
- GPH. (2020). <https://greenporthull.co.uk/about>
- GWEC. (2022). Global Offshore Wind Report 2022.
- HOWC. (2020). The Humber Offshore Wind Cluster.
<https://www.humberoffshorewindcluster.co.uk/>
- Huang, H. (2021). Localization of Taiwan Offshore Wind Industry and Onward: Critiques and Recommendations for Its Policy Design Through the Lens of WTO Law, *Asian Journal of WTO & International Health Law and Policy*, 16(1), 59-98.
- JA Solar. (2022). 2021 年年度报告 (2021년 연례보고서).
<http://static.cninfo.com.cn/finalpage/2022-04-30/1213254843.PDF>
- LONGi. (2022). 론지 소개. <https://www.longi.com/kr/global-distribution/>
- NTIS. (2022). 과학기술통계. <https://www.ntis.go.kr/rndsts/statsDivIdctVO.do>
- Shaw, V. (2022, December 13). Chinese PV Industry Brief: Tongwei, JA Solar reveals capacity expansion plans *PV Magazine*.
<https://www.pv-magazine.com/2022/12/13/chinese-pv-industry-brief-tongwei-ja-solar-reveals-capacity-expansion-plans/>

SUMMARY

Analysis of the ecosystem edge of Jeonbuk's key industries and mid-to-long-term policy implications for sustainable growth in the region's renewable energy industry

Ji-Hoon Lee · Wontak Yang · Sae Hyun Park · Seonhong Kim

1. Study Objectives and Methods

■ Research backgrounds and objectives

- Formulating effective policies to promote Jeonbuk's key industries entails 1) thorough examinations of each key industry's regional features, 2) comparative analyses of industrial growth paths and cluster-related conditions, and 3) investigations into areas for improvement based on analytical findings.
- Among the region's multiple key industries, we focus on the renewable energy industry that attracts policymakers' attention with its promising vision of energy conversion, the Green New Deal, and Saemangeum Development Project. Centered on this analytical approach, this study aims to diagnose the ecosystem and cluster conditions of Jeonbuk's renewable energy industry and propose mid-to-long-term policy recommendations to encourage the industry's sustainable growth.

■ Research scope and methods

- This study's research scope is limited to the renewable energy industry,

one of Jeonbuk's key industries.

- Of various renewable energy sub-sectors, this study confines its analysis to solar and offshore wind energies to which Jeonbuk is dedicated and approaches these renewable energies from an industrial perspective to promote the region's manufacturing sector.
- For the analysis, this study leverages a wide array of qualitative and quantitative methods such as statistical analysis, spatial analysis, case studies, company visits, and interviews with and advice from the region's experts.

2. Conclusion and Policy Suggestion

■ Conclusion

- Jeonbuk has secured a range of competitive edges: 1) it is home to many companies that specialize in renewable energy, 2) it is committed to promoting related manufacturing sectors, and 3) it offers certification systems for floating photovoltaics and offshore wind power.
- However, Jeonbuk leaves something to be desired in terms of 1) the absence of anchor companies, 2) immature industrial clusters, 3) the lack of research institutions, and 4) a dearth of absolute competitiveness in potential renewable energy markets.
- To enhance its industrial competitiveness with regard to the renewable energy industry, Jeonbuk must set policy priorities for creating renewable energy development complexes tailored to the region while channeling its resources into specialized clusters for floating photovoltaics and offshore wind power ahead of other regions.

- In the absence of innovative institutes, technological innovations should be pursued based on corporate demand. In this respect, Jeonbuk needs to devise mid-to-long-term plans to effectively navigate the critical issue of fostering a culture of innovation in the region. Moreover, it is advisable to help regional institutes reorganize or expand their functions to keep pace with new technological developments while closely collaborating with relevant institutes in other regions.

■ Policy recommendations

- Targeting three areas of market, manufacturing, and innovation, this study presents seven major tasks designed to reinforce the competitiveness of Jeonbuk's renewable energy industry for solar and offshore wind energies. We break these down further into small, manageable sub-tasks to facilitate the process.

Key Words Renewable energy industry, Jeonbuk's key industries, competitiveness

기획연구 2023-01

전라북도 주력산업생태계 경쟁력 진단과 중장기 발전방향
: 재생에너지산업

발행인 | 권혁남

발행일 | 2023년 2월 28일

발행처 | 전북연구원

55068 전북 전주시 완산구 콩쥐팍쥐로 1696

전화: (063)280-7100 팩스: (063)286-9206

ISBN 978-89-6612-469-5 95320 (PDF)

본 출판물의 판권은 전북연구원에 속합니다.

 **전북연구원**

55068 전라북도 전주시 완산구 콩쥐팍쥐로 1696

Tel 063. 280. 7100

Fax 063. 286. 9206

www.jthink.kr

