

E&S Report

D
e
c
e
m
b
e
r
.
2
0
2
5

해상풍력 공급망 산업의 인력양성과 역량 강화를 위한 제안

A Strategic Workforce Proposal
to Unleash South Korea's
Offshore Wind Potential

해상풍력 공급망 산업의 인력양성과 역량 강화를 위한 제안

발간월	2025년 12월
에너지와공간	
집필진	김윤성 대표, 강영숙 연구원
	서울대학교 환경대학원
	김보경 연구원

SUMMARY

해상풍력공급망 산업은 제조, 운송, 설치, 운영, 해체를 아우르는 전주기적 특징이 있으며, 해상풍력 공급망은 해상풍력 보급을 확대하고 산업 성장의 기반이 될 수 있으나 최근 공급망 병목 현상과 숙련 인력 부족으로 해상풍력 보급 확산을 저해하고 있다. 한국은 2026년 3월 『해상풍력 보급 촉진 및 산업 육성에 관한 특별법』 시행을 계기로 해상풍력 산업의 성장을 이끌고 보급을 가속화하기 위해 체계적인 인력양성 제도의 수립이 시급한 실정이다. 따라서 이 보고서는 해상풍력의 보급 확대와 공급망 산업의 성장을 뒷받침하기 위해 한국의 제도적·산업적 맥락에 적절한 인력양성과 역량강화 방향을 도출하는 것을 목표로 한다.

이 연구는 해상풍력 공급망 중 제조, 운송, 설치, 운영 단계를 중심으로 해상풍력의 선진시장인 영국과 덴마크, 신흥시장인 대만과 일본의 해상풍력 공급망 인력 및 전환 사례를 비교·분석했다. 분석한 결과, 영국은 해상 재생에너지 캐터펄트를 통해 통합 전담 조직을 구성하고, 청정일자리 계획을 통해 설치 및 운영단계 중심으로 직무를 세분화하며 풍력터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램과 에너지 기술여권을 통해 직무전환 지원 제도 및 교육을 구축했다. 덴마크는 덴마크 공과대학교를 통해 풍력 핵심 기술 인력을 양성하고 덴마크 해상풍력 아카데미를 통한 유지보수 인력 양성과 해상아카데미를 통한 지역기반 정의로운 전환경로를 구축했다. 대만은 대만국제풍력훈련센터, 해양기술혁신센터를 통해 국제교육표준을 도입하고, 창화 1&2a 프로젝트를 통해 해외기업과의 파트너십 기반 설치 및 운영인력을 양성했다. 일본은 인재육성추진협의회, 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄으로 산학연 협력 거버넌스를 구축하고 바람과 바다학교 아키타, 도호쿠 전력 재생에너지 훈련센터를 통해 지역 기반 설치 및 운영인력을 양성했다. 국내 사례에서는 인력 동향 조사와 산업인력 확보 전략, 이행방식이 부족하고 교육체계 및 우선순위에 대한 정책적 공백이 있으며, 전환 규모, 자격 인증, 자원 조성 등의 정책적 과제가 있음을 확인했다.

마지막으로 분석 내용을 바탕으로 한국 해상풍력 공급망 인력양성 및 역량강화를 위해 1) 원천기술 확보 R&D 인력 육성 2) 현장 유지보수 안전인력 육성 3) 발전부문 직무 전환 인력 양성 4) 산업생태계 거점 점담 기관 육성을 제안하였다.

CONTENTS

I	서론	7
	1. 연구 배경과 목적	8
	2. 연구 방법과 범위	9
II	교육훈련을 통한 해외 해상풍력 인력양성 및 전환사례	10
	1. 선진시장 해상풍력 인력양성 및 전환사례	11
	2. 신흥시장 해상풍력 인력양성 및 전환사례	21
	3. 요약 및 시사점	31
III	교육훈련을 통한 국내 해상풍력 인력양성 현황	34
	1. 국내 해상풍력 인력양성 및 전환정책	35
	2. 국내 해상풍력 인력양성 및 전환교육 현황	39
	3. 요약 및 시사점	46
IV	결론 및 정책적 제언	47
	1. 결론	48
	2. 정책적 제언	49

TABLE&GRAPH

표 목차

[표 2-1] 해상 재생에너지 캐터펄트의 인력양성 관련 주요 활동	12
[표 2-2] 풍력 터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램 내용	14
[표 2-3] 도거뱅크 인력양성 지원 관련 내용	15
[표 2-4] 덴마크공과대학교의 풍력관련 교육과정	17
[표 2-5] 덴마크 해상풍력 아카데미 교육 프로그램 내용	18
[표 2-6] 세계풍력기구 교육과정	19
[표 2-7] 대만국제풍력훈련센터 교육 내용	22
[표 2-8] 해양기술혁신센터 교육 내용	24
[표 2-9] 창화 1&2a 프로젝트의 지역상생 활동 내용	26
[표 2-10] 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄 세부 내용	28
[표 2-11] 바람과 바다 학교 아키타 교육 내용	29
[표 2-12] 도호쿠 전력 재생에너지 훈련센터 교육 내용	30
[표 2-13] 국가별 해상풍력 산업 및 인력양성 특징	33
[표 3-1] 해상풍력법 제35조	35
[표 3-2] 정부 풍력 분야 주요 정책 요약	36
[표 3-3] 취업선원 연령별 현황	37
[표 3-4] 에너지 인력양성 중장기 전략 주요 내용	38
[표 3-5] 에너지 인력양성 중장기 로드맵 풍력 부문 주요 내용	38
[표 3-6] 군산대의 풍력관련 교육과정 및 연구센터	39
[표 3-7] 한국해양수산연수원 국제인증교육과정 내용	41
[표 3-8] 해상풍력 산업지원센터 유지보수 전문인력 교육개발 계획	42
[표 3-9] 국내 해상풍력 교육훈련기관 목록	45

그림 목차

[그림 2-1] 세계풍력기구 기본기술교육 해상생존훈련	14
[그림 2-2] 풍력 터빈 직무전환 기술 전기교육	14
[그림 2-3] Scholarship 프로그램	15
[그림 2-4] 풍력 터빈 유지관리 교육	18
[그림 2-5] 고급 부품 이론 교육	18
[그림 2-6] 고소작업용 타워	22
[그림 2-7] 수영장 입수플랫폼	22
[그림 2-8] 블레이드 수리·보수 교육	24
[그림 2-9] 지멘스 가메사 기기 맞춤 교육	24
[그림 2-10] CTV 조작 시뮬레이터	29
[그림 2-11] 수영장 훈련 시설	29
[그림 2-12] 풍력발전시설 장비 안전장치 작동 상태 점검 교육 장비	30
[그림 2-13] 기어박스 구조 교육 장비	30
[그림 3-1] 해상생존 및 고소작업훈련장	41
[그림 3-2] 비상탈출용 Chute	41
[그림 3-3] 자유낙하식 구명정	43
[그림 3-4] 교류차단기 시뮬레이터	43
[그림 3-5] 안전교육 장비 구축 계획	43
[그림 3-6] 훈련동 조감도	44
[그림 3-7] 국내 해상풍력 교육·훈련기관 위치	45
[그림 4-1] 해상풍력산업 인력 양성을 위한 정책적 제언 구조도	50

I. 서론

I. 서론

1. 연구 배경과 목적

1) 연구 배경

- ◎ 해상풍력 공급망은 해상풍력 보급 확대와 산업 성장을 동시에 이룰 수 있는 수단이나 최근 공급망 병목현상으로 해상풍력 보급 저해
 - 해상풍력 공급망 산업은 개발부터 제조, 운송, 설치, 운영 및 유지보수, 해체에 이르기까지 해상풍력 전주기를 포괄하는 산업을 의미
 - 국내에서는 핵심 부품 공급 차질 및 비용 상승, 국내 핵심부품 제조 기술 부족, 선박 및 인프라 부족, 정책적 불확실성 등 제약 요인 존재
 - 제약 요인 대다수는 숙련 인력과 현장 경험 부족으로 인해 발생하여 공급망 인력 양성과 역량 강화가 병목 해소의 핵심 과제로 부상
- ◎ 해상풍력 인력 양성은 제11차 전력수급기본계획에 따라 이루어지는 해상풍력 확대와 석탄화력발전소 폐쇄를 정의로운 전환과 연계할 수 있는 주요한 수단
 - 동 계획에서는 2038년까지 발전량의 29.8%를 재생에너지로 확대하는 것을 목표로 하므로 해상풍력 부문의 인력 수요 증가 전망
 - 반면에 2038년까지 석탄화력발전소 37기가 단계적으로 폐쇄되므로 석탄화력발전소 인력의 재교육 및 재배치 필요성 확대
 - 해상풍력 인력 양성은 에너지전환 과정에서 나타나는 석탄화력 노동자들의 고용 및 소득 감소를 대비하고 해상풍력 부문의 인력 수요를 충족할 수 있는 정의로운 전환 이행수단으로 기능 가능
- ◎ 2026년 3월 발효될 예정인 『해상풍력 보급 촉진 및 산업 육성에 관한 특별법』(이하, 해상풍력법)은 해상풍력 공급망 인력 양성 정책을 제도화할 수 있는 전환점이 될 것으로 평가
 - 해상풍력법 도입 전 민간 중심으로 이뤄진 개발과정에서 나타난 난개발, 복잡한 인허가 절차, 낮은 주민 수용성, 인프라 부족 등은 국내의 해상풍력 보급 확대를 저해했던 문제들로 지목
 - 해상풍력법 시행으로 해상풍력 보급 자연 요인들이 해소되면, 공급망 산업의 성장이 촉진될 수 있을 것으로 전망
 - 따라서 산업 성장을 뒷받침할 인력을 안정적으로 수급하고 역량을 강화하기 위한 체계적인 인력양성 제도 수립의 필요성 증대
 - 이 연구는 제도적 환경의 변화를 고려하여 해상풍력 공급망 산업의 인력양성과 역량강화를 위한 정책적 방향을 제안하고자 함

2) 연구 목적

- ◎ 이 연구는 해상풍력 공급망의 주요 단계를 기반으로 우리나라의 맥락에 부합하는 인력양성 및 역량강화 방향을 제안하고자 함
 - 해상풍력 산업 성장의 제도적 기반이 마련된 현 시점에서 우리나라의 해상풍력 공급망 산업의 지속적인 성장과 정의로운 전환을 이루기 위해서는 체계적인 인력 양성 전략이 필수적
 - 해상풍력 공급망을 구성하는 주요 단계 중 제조, 운송, 설치, 운영 부문에 집중하여 해상풍력 산업의 고도화, 전문화를 이루고 있는 선진국가와 한국과 해상풍력 산업 발전단계가 유사한 신흥국가 사례를 분석하고자 함
- ◎ 해상풍력 산업을 이끌어 온 선진시장인 덴마크와 영국의 사례를 살펴봄으로써 해상풍력 제조, 설치, 운영부문의 인력양성 방식과 특성을 분석하고자 함
 - 해상풍력 산업과 기술의 발전·변화에 따라 해상풍력 산업 인력을 체계적으로 양성하고 정의로운 전환을 촉진해 온 경로와 정책적 수단을 고찰
- ◎ 해상풍력 산업의 유력한 신흥주자로서 우리나라와 산업 성장 단계가 유사한 대만과 일본의 제조, 설치, 운영 부문의 사례를 고찰하고자 함
 - 한국과 유사한 산업적·지리적 조건을 가진 인접국들의 해상풍력 인력양성 정책과 성공 사례를 중심으로 시사점 도출
- ◎ 마지막으로 한국의 해상풍력 공급망 인력양성 정책 현황과 교육훈련기관 현황을 분석하고자 함
 - 해외사례와의 비교 분석을 통해 우리나라의 제도적·산업적 여건에서 활용 가능한 인력양성 정책 방향과 시사점 도출

2. 연구 방법과 범위

1) 연구방법

- ① 문헌연구: 주요국 및 국내 해상풍력 인력양성 정책 분석
- ② 정책제안: 국내 해상풍력 산업인력 양성을 위한 정책 제안

2) 연구범위

- ① 공간적 범위
 - ◎ 국내외: 해상풍력 유관산업 사례 및 정책 조사
- ② 내용적 범위
 - ◎ 해상풍력 인력양성 현황 분석 및 정책적 제안
 - 해외 해상풍력 인력양성 정책 및 사례 조사
 - 국내 해상풍력 인력양성 정책, 사례, 현황 조사
 - ◎ 국내 인력양성 정책 제안

II. 교육훈련을 통한 해외 해상풍력 인력양성 및 전환사례

II. 교육훈련을 통한 해외 해상풍력 인력양성 및 전환사례

1. 선진시장 해상풍력 인력양성 및 전환 사례

1) 영국

(1) 해상풍력 정책 기조 및 현황

- ◎ 영국은 세계 2위의 해상풍력 시장을 보유한 국가로 야심찬 해상풍력 보급 목표 달성을 위한 인력 양성·일자리 정책 적극 추진중
 - '24년 12월 에너지안보·넷제로부(Department for Energy Security and Net Zero, DESNZ)는 청정에너지 발전량 비중을 2030년까지 95%로 확대하는 '청정전력 2030 실행계획(Clean Power 2030 Action Plan)'을 발표했으며, 해상풍력 설치 용량은 2030년까지 43~50GW로 대폭 늘릴 계획(DESNZ, 2025a)
- ◎ 영국은 '25년 10월 '청정에너지 일자리 계획(Clean Energy Jobs Plan)'을 통해 해상풍력 분야를 비롯한 청정에너지 분야의 인력 고용 규모를 2030년까지 2배(86만 명)로 확대하겠다고 밝힘
 - 이를 위해 예측된 인력 수요와 31개의 우선 직종을 중심으로 숙련된 인력 공급망을 구축하고, 석유가스 산업과 같은 분야의 정의로운 전환을 지원하기 위한 교육을 제공하며, 기존의 석유 및 가스 산업지역을 우선으로 지역 활성화를 촉진할 계획 (DESNZ, 2025b)
 - 인력 양성 및 일자리 창출 노력은 해저 임대 절차에서도 간접적으로 나타남. 예를 들어, 해상풍력 제5차 임대라운드(Leasing Round 5)에서 입찰요청서 1단계에서 사회적 가치 평가 기준으로 신규 근로자 고용 중 일정 비율의 견습직 고용 보장 항목 포함(The Crown Estate, 2023)
 - 이와 같은 다방면의 노력은 해상풍력 산업 종사자의 증가로 결실을 맺고 있음. 공급망 산업의 협의체인 영국 해상풍력산업협의회(Offshore Wind Industry Council)·영국 재생에너지산업협회(2025) 보고서에 따르면, 2023년 대비 23.7% 증가한 약 39,898명이 해상풍력 산업에 종사(OWIC·RenewableUK, 2025)

(2) 해상풍력 인력양성 및 전환 사례

- ◎ 영국의 해상풍력 인력양성 및 전환 사례의 주요 특징은 강력한 해상풍력 전담조직 구축, 체계적인 정의로운 전환 이행, 해상풍력 산업인력 양성풀 조성으로 나타남

■ 해상풍력 전담조직 구축

- ◎ 해상 재생에너지(Offshore Renewable Energy, ORE) 캐터펄트(Catapult)는 해상풍력 분야의 인력양성, 기술혁신, 기업 지원 등을 전담하고 있는 핵심 전담조직
 - 2013년 영국정부가 설립한 연구센터로 해상 재생 에너지 분야 기업들의 창업과 성장을 지원하여 영국의 탄소중립 달성 기여 목표(ORE Catapult, n.d.)
 - 해상 재생에너지 캐터펄트는 아래의 표와 같이 해상풍력 인력 양성을 위해 해상풍력 인력 예측 및 교육 개발·진행, 산학협력 연계 등을 통한 기술개발 및 상용화 지원, 해상풍력 중소기업 육성 프로그램, STEM(과학, 기술, 공학, 수학) 교육 지원 등을 추진
 - 해상풍력 산업은 급격한 성장으로 인해 기술 혁신과 직무 세분화가 나타나고 있으므로 산업계의 수요에 충족하는 기술 개발과 인력 수요를 선제적으로 예측하고 조정하여 충족할 수 있는 체계 필요
 - 해상 재생에너지 캐터펄트는 인력 양성, 인력 기술 수요 분석, 산학 협력을 총괄하는 역할을 담당하고 있으므로 산업계의 수요에 부합하는 일관성 있는 인력 정책 수립 및 추진 가능

[표 2-1] 해상 재생에너지 캐터펄트의 인력양성 관련 주요 활동

구분	세부내용
해상풍력 인력 예측	<ul style="list-style-type: none"> • 해상풍력 인력 예측 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 2024년 해상풍력 유지보수 로봇 및 자율시스템, 부유식 해상풍력 케이블 시스템 공급망에 대한 연구를 수행 - 각 분야의 필요 인력 전망, 당면한 과제, 필요한 미래 역량 분석 후 기술수요를 충족하기 위해 필요한 필수 기술을 제시하고, 이를 해결하기 위한 정책적 제안을 도출 • 연구 결과와 전문 교육프로그램 연계 <ul style="list-style-type: none"> - 해상 재생에너지 Catapult는 교육 및 훈련 프로그램을 산업계의 수요에 부합하게 조정함으로써 연구에서 도출된 결과를 해결방안으로 연결 - 예를 들어 부유식 해상풍력 케이블에 대한 연구 이후 뉴캐슬 대학과 협력하여 관련 학위 중 견습 과정이 개설되고, 고전압 케이블 역량 표준 개발 및 교육 제공을 위한 협력을 진행하며, 고압 전기 엔지니어링 전문가 교육 과정 개발
산학협력	<ul style="list-style-type: none"> • 산학협력 <ul style="list-style-type: none"> - 기술개발: 영국의 대학들이 기존보다 더 확대된 규모의 기초연구용 시험 및 시연 시설을 이용하고 기술 개발이 가능하도록 지원 - 전문적 지식: 해상 재생에너지 Catapult 연구 엔지니어 및 기술 전문가팀을 통해 연구가 상업적 수요와 연결될 수 있도록 연계 - 협력·지식교환: 정부 자금 지원을 받기 위한 프로젝트의 협력기관으로서 학계 및 산업계 파트너와 협력하고, 학계와 산업계 이해관계자의 긴밀한 협력을 위해 대학 간 파견을 지원 - 상용화: 중소기업 전담팀을 통해 해상 재생에너지 분야의 신기술 개발 및 비즈니스 확대를 위한 컨설팅 제공 • 연구허브(research hub) 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> - 해상 재생에너지 Catapult의 지식과 영국 학계의 지식을 통합하기 위해 진행되는 프로그램으로 학술연구, 기술혁신, 기술 실증 및 시험 진행 - 구체적으로 풍력 블레이드 연구 허브, 전기 인프라 연구 허브, 파워트레인 연구 허브로 구성

자료: Innovate UK Business Connect(2025); ORE Catapult(n.d.). Academia; ORE Catapult(n.d.). Research Hubs

■ 체계적인 정의로운 전환 제도

- ◎ 영국 정부는 해상풍력 일자리를 통해 정의로운 전환을 촉진하기 위해 에너지 기술 여권 개발, 풍력 터빈

유지보수 기술인력 직무전환 프로그램(Wind Turbine Maintenance Technician Cross-skill Programme)', 청정에너지 핵심 성장 지역 지정 등의 체계적인 정의로운 제도를 설계·추진하고 있음

- 특히 에너지 기술 여권(Energy Skills Passport)은 석유 및 가스 산업 종사자들이 청정 일자리에서 기회를 찾을 수 있도록 개발된 대표적인 정의로운 전환 지원 정책임(DESNZ, 2025c; Lottie Limb, 2025; OEUK, 2024)
- 에너지 기술 여권은 영국과 스코틀랜드 정부의 지원 하에 세계풍력기구(Global Wind Organization), 해상석유산업훈련기구(Offshore Petroleum Industry Training Organization)와 같이 재생에너지·석유산업 분야의 대표적인 국제교육훈련 및 인증기관을 비롯하여 석유 및 가스·해상풍력 부문 협회, 기업, 정부, 노동조합, 무역 및 기술 기관이 개발에 참여하여 공신력을 높였음
- 에너지 기술 여권은 석유 및 가스산업 종사자들이 해상풍력 산업 일자리로 전환 경로를 원활하게 모색할 수 있도록 산업 간 기술 자격의 표준을 연계하고, 안전 기준, 석유·가스산업 직무에 대한 해상풍력 경력 진입 경로를 제공함

◎ 영국 엔지니어링·건설산업교육훈련위원회(Engineering Construction Industry Training Board, EICTB)가 운영한 '풍력 터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램'은 핵심 산업인력 확보와 정의로운 전환을 효율적으로 동시에 다룬 대표 사례

- 교육부 산하에 설립된 영국 엔지니어링·건설산업교육훈련위원회는 석유 및 가스 인력의 재생에너지 산업 전환을 지원하기 위해 해상 재생에너지 캐터펄트, 세계풍력기구와 협력하여 연계 역량 풍력터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램을 개발
- 프로그램은 영국 산업안전보건청(Health & Safety Executive)의 인정을 받아 산업 간 공통 기술에 대한 기본 기술 역량을 인증하는 '기술 연계(Connected Competence) 모델'을 기반으로 개발됨. 표준화된 교육과정과 인증을 통해 동일업종 내 다른 직무나 다른 업종으로 이직해도 역량 성과를 인정받을 수 있고, 자격증 발급 소요시간 단축, 교육과정의 중복 방지, 숙련 인력 확보를 지원하는 체계적, 효율적인 전환 프로그램
- 교육 대상은 주 직무 분야에 자격을 갖추고 기술 연계 시험을 통과한 기존의 계측제어(instrument & controls), 기계(mechanical) 및 전기(electrical) 기술자이며, 교육을 통해 풍력 터빈 유지보수 기술자로 전환할 수 있도록 지원하며, 구체적인 교육 과정은 아래의 표와 같음
- 시범 프로그램은 2025년에 그랜지머스(Grangemouth) 지역 및 애버딘 지역(Aberdeen)에서 6주간 진행

[표 2-2] 풍력 터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 기술 인력별 직무 전환 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 본인이 보유하고 있지 않은 기술에 대한 전환 경로에 대해 교육 실시 (예: 계측 및 제어 기술자는 전기 전환 경로 및 기계 전환 경로에 대한 교육 이수) • 공통 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 풍력터빈 안전 규칙 - 세계풍력기구: 기본안전교육, 기본기술교육(Gap training), 슬링작업 신호수 교육 - E-러닝: 바람 인식(Wind Awareness), SCADA(전기설비원격감시제어시스템), 고전압배전반(HV Switchgear), 컨디션 모니터링 - 해상 재생에너지 캐터펄트: 레븐머스(Levenmouth) 풍력 터빈 현장 방문 • 교육 결과 <ul style="list-style-type: none"> - 풍력터빈 유지보수 기술자로 직무전환 훈련을 이수한 각 분야의 기술자로서 세계풍력기구 WINDA 시스템에 기록 - 그랜지머스에서 8명, 애버딘에서 7명 교육 이수 완료
교육 활동	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 2-1] 세계풍력기구 기본기술교육 해상생존훈련</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 2-2] 풍력 터빈 직무전환 기술 전기교육</p> </div> </div>

자료: ECITB(n.d.); ECITB(2025); OGV(2025)


■ 지속가능한 해상풍력 산업인력풀 조성

- ◎ 영국에서는 지속가능한 해상풍력 산업인력풀을 양성하기 위해 정부 및 민간 차원에서 다양한 정책 추진
- 앞서 논의된 ‘청정에너지 일자리 계획’은 정부 차원에서 야심차게 추진되는 인력양성 정책. 지속가능한 인력 생태계를 조성하기 위해 ‘숙련된 인력 공급망 구축’을 핵심 전략으로 수립(DESNZ, 2025b)
 - 동 전략은 고등교육과 직업 훈련을 제공할 수 있는 엔지니어링, 건설 분야의 기술 우수 대학(Technical Excellence Colleges)을 신설·육성할 계획. 또한 매년 16~19세 청소년 130만 명을 교육하여 31개의 우선 순위 직종으로 진출할 수 있는 직업 경로를 설계하여 제공할 예정
 - 이처럼 향후 발생할 것으로 예측되는 청정에너지 부문의 숙련 인력 부족 문제에 대응하고자 청년층 대상의 직업 훈련을 제공함으로써 정부 차원에서 교육기관과 협력하여 지속가능한 숙련인력 풀을 조성하기 위한 적극적인

정책 추진

- ◎ 도거뱅크(Dogger Bank) 프로젝트의 인력양성 사례는 지역 기반의 지속가능한 산업인력 공급망을 구축하기 위해 민간 차원에서 장기적인 관점으로 채택할 수 있는 접근 방식 제시
- 도거뱅크 프로젝트는 2027년 완공 예정인 발전용량 3.6GW 규모의 세계 최대 프로젝트로 에퀴노르, SSE Renewables, Vårgrønn로 구성된 합작법인이 개발·건설중(SSE Renewables, n.d.)
 - 이 사례에서는 지역상생 차원에서 국가의 교육 및 산업 정책과 각 지역의 수요를 종합적으로 고려하여 STEM(과학, 기술, 공학, 수학) 분야 교육을 지원함. 특히 상대적으로 낮은 STEM 고용률과 낮은 자격증 보유 비율, STEM 분야 내 고용성별 격차를 고려하여 대상 지역을 선정하여 초등학교를 위한 STEM 교육 및 진로 탐색을 지원함
 - 이어서 장학금 프로그램은 프로젝트 지역과의 인접성, STEM 기반 과정 이수자를 대상으로 진행
 - 이러한 접근은 초등학교 시기부터 노동시장 진입 시기까지를 포괄하는 연속적인 인력양성 방식 제시. 해상풍력 발전시설이 20년 이상 운영되는 특성을 고려하면, 이는 프로젝트 운영에 필요한 산업인력을 안정적으로 공급할 수 있는 방안이자 해상풍력 사업을 통해 지역 활성화와 산업 기반 조성에 기여할 수 있는 상생전략
 - 2025년 기준, 지역사회 지원을 위해 건설 기간 동안 100만 파운드를 지원했으며, 운영 기간 동안 2,500만 파운드를 추가 지원할 예정임. 구체적인 사례는 아래의 표와 같음(Dogger Bank Wind Farm, n.d.)

[표 2-3] 도거뱅크 인력양성 지원 관련 내용

구분	세부내용
장학 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 2023년 12월 기준 학생 62명 지원 • 장학금 지원 대상은 프로젝트 지역과의 인접성, STEM 기반 과정 이수, 영국 국민/대상지역 난민 자격을 기준으로 선정 • 1인당 5,000파운드 지원과 함께 단기/여름 인턴십 기회 제공
STEM 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 지역 내 초등학교의 STEM 교육 담당교사 선정 및 교육연수 진행(6-8주) • STEM 교육 담당 교사의 교직원 대상 STEM 지식 및 기술 개발 프로그램 실시 • 초등학교 대상 STEM 관련 진로 및 직업 탐색 교육 및 진로상담 실시 • 바람의 힘을 활용한 발명품 개발, 재생에너지 생산 원리 등을 배우고 실습하는 '꼬마 발명가(little Inventors)' 프로그램 진행 • 리더십 아카데미, 진로 탐색 주간 등 진로탐색 및 경력개발 관련 행사 진행
활동 모습	 <p>[그림 2-3] Scholarship 프로그램</p>

자료: ekosgen (2023)

2) 덴마크

(1) 해상풍력 정책 기조 및 현황

- ◎ 덴마크는 세계 최초의 해상풍력 발전단지가 건설되고, 풍력 발전 비중이 전 세계에서 가장 높은(57.9%, 2024년 기준) 풍력산업의 선두주자(Our World in Data, 2025)
 - 2024년 기준 2.8GW 규모의 해상풍력 발전단지가 운영되고 있으며(Statista, 2025), 베스타스(Vestas)와 같은 유수의 풍력 핵심 부품 제조사가 소재한 해상풍력 산업의 기술력과 경험이 축적된 국가
 - 덴마크 '국가에너지·기후계획(National Energy and Climate Plan)'에 따르면 2030년까지 누적 4GW 규모의 해상풍력 발전시설을 설치할 계획(European Parliament, 2024)
- ◎ 덴마크의 해상풍력 산업 인력 양성은 타 산업의 역량을 흡수하는 초기 단계를 거쳐 점진적 전문화와 산업계의 요구가 반영된 교육 시스템이 체계적으로 구축되는 단계로 발전
 - 해상풍력 사업이 부상하던 2000년대 초는 타산업 인력을 통해 역량 및 기술이 유입된 시기(Rambøll and Danish Energy Agency, 2023). 특히 석유 및 가스 산업에서 축적된 대규모 인프라 프로젝트 기획 및 계획, 해상 프로젝트 설계 및 건설, 승인 과정에서 필요한 요구 및 고려 사항 등에 대한 지식은 해당 인력이 유입되면서 해상풍력 분야에서 활용됨
 - 다음 단계로 산업이 성숙함에 따라 해상풍력의 역량과 기술의 전문화가 진행. 2000년대 초에는 한 명의 기술자가 다양한 작업을 처리했으나, 산업이 성숙해지면서 직무가 세분화되었으며, '실행을 통한 학습'(learning-by-doing) 접근법을 통해 실현. 이는 석유 및 가스 공급업체였던 Semco가 풍력 전문 부서를 신설하고 글로벌 해상풍력 변전소 및 트랜지션 부품 업체로 성장했던 과정에서 확인됨(Thomas Sylvest, 2020)
 - 2010년대에는 기업과 교육 기관 간 협력을 통해 전문화된 해상풍력 인력이 양성(Rambøll and Danish Energy Agency, 2023). 해상풍력 산업계에서는 해상풍력 인력에 요구되는 필수 요건에 대한 이해도가 높은 상황이었기 때문에 전문 훈련 및 고등교육을 진행하는 교육기관에서는 현장의 필요에 부합하는 내용으로 교육 진행. 일부 대기업 역시 해상풍력 산업에서 축적한 노하우를 바탕으로 인력 개발을 위한 기술 향상 교육 운영

(2) 해상풍력 인력양성 및 전환 사례

- ◎ 덴마크의 인력양성 및 전환 사례는 기술혁신을 주도하는 고등교육기관·연구기관 육성, 산업계 수요에 부합하는 실무형 교육훈련기관 운영, 지역 기반의 협력적 정의로운 전환 추진으로 요약됨

■ 기술혁신을 주도하는 고등교육기관·연구기관 육성

- ◎ 풍력산업의 기술 혁신은 정부의 정책적 지원과 함께 덴마크 풍력산업 성장의 주요 동인(Technology Executive Committee, 2023)
 - 특히 덴마크공과대학교(Technical University of Denmark, DTU), 리소국립연구소(Risø National Laboratory for Sustainable Energy), 올보르그대학교(Aalborg University)는 풍력 에너지 연구를 세계적으로 주도할 뿐 아니라 폴리테크닉 직업 훈련을 제공하여 풍력 유관 분야의 전문가 배출(Wieczorek et al., 2015).
- ◎ 덴마크공과대학교는 풍력에너지 전문 인재를 양성하는 대표적인 교육기관으로 경력 및 교육 형태에 따라

선택할 수 있는 풍력 관련 학부 및 학위과정이 운영중

- 학위과정은 전일제 학생을 위한 오프라인 과정과 재직자를 위한 온라인 과정이 개설되어 대상자의 수요와 상황에 맞추어 유연한 방식으로 운영. 구체적인 교육과정은 아래의 표와 같음

[표 2-4] 덴마크공과대학교의 풍력관련 교육과정

구분	세부내용
풍력 관련 학부과정	<ul style="list-style-type: none"> • 지속가능한 에너지시스템 설계(BSc in Design of Sustainable Energy Systems) <ul style="list-style-type: none"> - 학점: 180점 - 기간: 3년 - 주제: 과학 및 공학 기초, 풍력, 태양광, ESS, 전기차 등 - 커리큘럼: 폴리테크닉 기초, 분야별 과목, 프로젝트 및 선택 과목
풍력 관련 학위과정	<ul style="list-style-type: none"> • 풍력에너지 석사과정(MSc in Wind Energy) <ul style="list-style-type: none"> - 학점: 120학점 - 기간: 2년 - 주요 학과: 기계공학, 전기공학 - 커리큘럼: 폴리테크닉 기초 과정, 프로그램 코스, 석사 학위논문
풍력 관련 온라인 학위 과정	<ul style="list-style-type: none"> • 에너지 석사(Master of Wind Energy) <ul style="list-style-type: none"> - 학점: 60학점 - 기간: 2년(6년까지 연장 가능) - 입학자격: 이과/공과 학사 학위, 최소 2년 이상 관련 업무 경험¹⁾ - 수업구성: 웨비나(선택), 토론 포럼, 과제 및 퀴즈 - 강좌: 풍력 터빈 기술, 풍력에너지 측정 기술, 풍력 발전의 그리드 연결 및 통합 등



자료: DTU, (n.d.)

■ 실무형 교육훈련기관 운영

- ◎ 덴마크에서는 산업현장의 수요에 부합하는 직업훈련 교육과정을 통해 실무형 인재를 양성함으로써 교육현장과 산업 현장 간의 간극 최소화
 - 덴마크 해상풍력 아카데미(Danish Wind Power Academy, dwpa)는 2004년 설립된 덴마크의 대표적인 실무형 교육기관으로 풍력 터빈 기술자, 운영자, 관리자 대상의 교육 제공(dwpa, 2025)
 - 덴마크 해상풍력 아카데미에는 역량개발과정(Competency Pathway)에 따라 개발된 ▲부품 수준 ▲터빈 수준 ▲고급 수준 ▲전문가 수준의 프로그램 중 훈련생의 수준에 부합하는 프로그램 이수 가능
 - 교육은 고객의 역량과 수요를 섬세하게 고려하여 맞춤형으로 제공됨. 역량평가 테스트를 통해 전기, 기계, 유압, 제어 4개 분야에 대한 지식을 평가하고 시험 결과에 부합하는 교육과정을 추천하며, 고객의 프로젝트 운영 데이터를 교육 내용에 통합하는 등 고객 수요 맞춤형 교육 제공
 - 실무에서 바로 적용할 수 있는 지식을 전달하기 위해 현장에서 가장 많이 사용되는 주기에 대한 맞춤형 교육 제공. 구체적으로 베스타스, 지멘스 가메사(Siemens Gamesa)를 포함한 9개의 세계적인 터빈 제조사 기기 대상의 교육 프로그램 운영. 또한 덴마크뿐 아니라 미국, 이탈리아, 터키, 영국 및 아일랜드에 소재한 운영 허브를 통해 세계적으로 교육 운영. 구체적인 교육 프로그램은 아래의 표와 같음

1) 온라인 학위 과정은 유관 업계경력이 있는 재직자를 대상으로 진행되는 과정으로 실무와 관련된 지식을 얻을 수 있는 파트타임 교육. 이에 반해 MSc 과정은 풀타임으로 진행되는 교육으로 관련 업무 경험이 입학 자격으로 요구되지 않음

[표 2-5] 덴마크 해상풍력 아카데미 교육 프로그램 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 부품 수준 <ul style="list-style-type: none"> - 고급 부품 이론: 풍력 터빈 내에서 사용되는 기술, 부품, 시스템에 대한 교육 진행(5일) - 기술 스프린트: 전기, 유압, 기계, 제어, 기어박스 주제에 대한 단기 교육(1~2일) • 터빈 수준 <ul style="list-style-type: none"> - 고급 플랫폼 이론: 실제 사례 및 요청에 맞춰 특정 터빈 시스템 및 하위 시스템 교육(5일) • 고급 수준 <ul style="list-style-type: none"> - 유지보수: OEM 문서 기반 정기 유지보수 활동에 필요한 역량을 개발하는 실습 중심 교육(2일) - 문제해결: 다양한 시나리오별 근본 원인 확인 및 문제해결 방식, 기술, 사전 분석에 대한 교육(3일) - 품질검사: 품질검사의 중요성 이해 및 적절한 품질 수준 도달하기 위한 활동을 평가하는 교육 • 전문가 수준 <ul style="list-style-type: none"> - 기술 지원: 풍력발전소 소유주 및 운영자가 직면한 문제 해결을 위한 현장 및 원격 지원 교육 - 원격 운영: 원격 운영 및 제어, 터빈 시스템 운영에 대한 심화 교육
교육 활동	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 2-4] 풍력 터빈 유지관리 교육</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 2-5] 고급 부품 이론 교육</p> </div> </div>

자료: dwpa(n.d.)

■ 지역 기반의 협력적 정의로운 전환 추진

- ◎ 에스비에르(Esbjerg) 항의 ‘해상 아카데미(Offshore Academy)’ 사례는 지역의 항만 당국, 교육훈련 기관, 연합 노동조합(United Federation of Workers)의 파트너십을 통해 체계적인 정의로운 전환을 추진한 대표적 사례
 - 에스비에르 항은 200개 이상의 기업이 소재하여 덴마크 내 석유 및 가스 부문의 고용의 50% 가량을 담당하고 있었으나 2020년 「기후법(Climate Act)」의 시행으로 에너지 전환으로 인해 급격하게 변화(Sperling et al., 2021)
 - 이에 따라 급격한 산업구조 변화의 충격을 완화하고 노동인력의 청정일자리 전환을 뒷받침하기 위해 지자체 항만 당국, 지역 교육훈련 기관, 연합 노동조합은 해상 아카데미 프로그램을 개발하여 운영. 이는 기존 기술을 보유한 지역 내 석유 및 가스 노동자들이 해상풍력 산업의 실무 기술 개발을 지원하기 위한 조치(Jackson et al., 2025)
- ◎ 해상 아카데미의 활발한 운영을 뒷받침한 배경에는 지역기반 전환 전략, 노사정(정부, 산업계, 노조) 협력 전통, 사회적 안전망 존재
 - 먼저, 지역 교육 및 연구 기관과의 협력을 통해 명확한 고용 경로를 구축함으로써 노동자들이 다른 지역으로 이주하지 않고도 기존 기술에 기반한 전환 교육훈련에 참여함으로써 양질의 삶 유지 지원(Tänzler et al.,

2024)

- 또한, 그간 쌓아온 정부, 산업계, 관련 협회 간 긴밀한 협력 관계를 바탕으로 이해관계자들이 협력하여 정의로운 전환을 원활하게 추진(Kierman, 2019)
- 마지막으로 유연안전성(flexicurity) 모델에 기반한 덴마크의 강력한 사회 안전망은 일자리를 잃은 노동자에게 최대 2년의 실업 보험을 제공. 이에 따라, 연합 노동조합을 통해 항만 노동자들은 해상 아카데미에서 최대 6주 동안 유급 훈련을 받을 수 있어 사회적인 비용을 최소화하고 정의로운 전환 추진(3F, n.d.; Bygge-, Jord- Og Miljøarbejdernes Fagforening, 2022)
- ◎ 해상 아카데미는 향후 지속 성장할 것으로 예측되는 풍력산업 부문의 현장직, 사무직 인력 수요를 충족하기 위한 인력을 배출하는 것을 목표로 운영(Sperling et al., 2021)
- 2050년까지 덴마크 재생에너지 부문의 수요를 100% 충족하기 위해 연간 50,000개의 일자리가 추가로 창출될 것으로 예측되며, 이는 에너지전환 과정에서 석유 및 가스 부문에서 감소한 일자리 규모를 상회하는 수치(Mathiesen et al., 2015; Jackson et al., 2025)
- 해상 아카데미는 타산업의 숙련 노동자에 대한 교육훈련을 통해 이 과정에서 필요한 인력을 공급할 수 있을 것으로 전망

[참고] 세계풍력기구(Global Wind Organization)

- 세계풍력기구는 전 세계의 대표적인 풍력발전 제조·소유·운영 기업들이 안전한 업무환경 조성을 위해 2009년 함께 설립한 비영리 기관(GWO, n.d.)
- 기관 설립에 참여한 13개 기업 중 덴마크 기업인 베스타스, 오스테드(Ørsted, 구 Dong Energy)가 세계풍력기구의 설립 및 본사의 코펜하겐 유치에 영향(State of Green, 2013)
- 유수의 세계풍력기구 회원사가 산업 현장의 위험을 고려하여 합의한 학습 목표를 바탕으로 건설, 설치, O&M 분야의 산업인력 교육을 위한 국제 교육과정 표준(training standards)을 수립
- 2012년 기본안전교육(Basic Safety Training) 표준을 처음 개발한 이후 기본기술교육(Basic Technical Training)를 비롯한 안전 및 기술 교육 요건을 다루는 다양한 교육표준을 개발 및 갱신
- 세계풍력기구 교육 훈련을 이수한 후, 훈련생의 기록은 세계풍력기구의 교육 데이터베이스인 WINDA에 기록되며 세계풍력기구 회원사가 관련 내용을 열람 가능
- 현재 16개의 교육표준을 개발하였으며, 유효한 자격기록을 보유한 훈련생은 55개국에서 631개의 자격을 갖춘 교육훈련기관이 GWO 인증 교육을 제공하고 있음(2025년 7월 기준)(GWO, 2025).

[표 2-6] 세계풍력기구 교육과정

구분	세부내용
교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 기본 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 기본안전교육, 기본기술교육 • 세부 분야/고급 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 고급구조교육(Advanced Rescue Training), 블레이드 수리 교육(Blade Repair Training), 위험에너지제어(Control of Hazardous Energies), 크레인 및 호이스트(Crane and Hoist), 고급응급구조교육(Enhanced First Aid Training), 고압(High Voltage), 서비스리프트교육(Service Lift Training), 슬링 작업 및 신호수 교육(Slinger Signaler), 단기근로자 기초안전교육(Wind Limited Access)
세계풍력기구 교육기관 인증	<ul style="list-style-type: none"> • 국내 세계풍력기구 교육기관 인증 현황 <ul style="list-style-type: none"> - 한국에는 선박해양플랜트연구소, 한국해양수산연수원을 비롯한 6개의 교육훈련기관이 인증받음 • 세계풍력기구 교육기관 인증 기준

구분	세부내용
	<ul style="list-style-type: none"> - 물리적 자원: 세계풍력기구 교육 표준에 따라 제공할 수 있는 시설이 갖춰져 있어야 함 - 경영 시스템: 세계풍력기구 요건을 준수한 양질의 교육, 교육 안전성, 평가를 보장하기 위해 공식적으로 문서화된 시스템 필요 - 인적 자원: 기관 소속 강사들은 국가의 법적 기준을 충족하고 세계풍력기구의 필수자격심사를 받아야 함 - 교육 및 평가: 교육 및 평가가 체계적이고 적절하게 이루어졌음을 입증해야 함 • 세계풍력기구 교육기관 인증 절차 <ul style="list-style-type: none"> - WINDA 데이터 베이스 등록 → 심사 → 인증서 수령 및 연회비 납부 후 세계풍력기구 교육기관 리스트 공개등록 - 교육기관 인증은 2년간 유효함 • 시설 요건 <ul style="list-style-type: none"> - 세계풍력기구 인증 교육을 제공하기 위한 시설 요건이 특별히 규정되지는 않았음. 이론 교육 시설은 각 과정 참가자가 모두 교육에 원활하게 참여할 수 있도록 마련되어야 하고, 실습 교육 시설은 현행 국가 법률 및 제조업체의 권장 사항에 따라 유지·관리되어야 함

자료: GWO(2024)

2. 신항시장 해상풍력 인력양성 및 전환사례

1) 대만

(1) 해상풍력 정책 기초 및 현황

- ◎ 대만은 2016년 첫 상업운전 가동 후 해상풍력 발전용량 아시아 2위, 세계 7위로 성장한 국가로 해상풍력 산업 후발주자 중 성장세 주도(김규남, 2025)
 - 2050 탄소중립 로드맵에 따르면 2025년까지 에너지 믹스에서 재생에너지의 비중을 20%까지 높이고 재생에너지 중 해상풍력의 비중을 20%까지 확대하는 것이 목표(CCA MOE, n.d.)
 - 해상풍력은 태양광발전과 함께 12개 핵심 전략 중 하나로 해상풍력의 설비용량은 2030년까지 13.1GW, 2050년까지 40~55GW로 확대하는 것을 목표로 제시
- ◎ 대만 정부는 2050 탄소중립 목표 달성을 위한 12대 핵심 전략 중 하나로 풍력 및 태양광 부문을 선정하고, 이를 위해 인재 양성을 주요 과제 중 하나로 선정하여 추진(Bureau of Energy, n.d.)
 - 단기 과제로는 현재의 인력 수요를 충족하기 위해 해상풍력발전단지 엔지니어 수요 충족을 위한 세계풍력기구 기초 및 고급 교육 실시, 풍력터빈 O&M 및 해양엔지니어링 기술전문가 교육을 제시
 - 장기 과제로는 향후 성장 잠재력이 큰 산업으로 평가되는 부유식 해상풍력 발전단지의 O&M 기술전문가 양성으로 설정

(2) 해상풍력 인력양성 및 전환 사례

- ◎ 대만의 해상풍력 인력양성 및 전환 사례의 특징은 해상풍력산업 중심지 기반 인력양성, 신속한 국제교육표준 도입, 해외 기업과의 적극적인 협력으로 요약됨



■ 해상풍력산업 중심지 기반 인력양성

- ◎ 대만국제풍력훈련센터(Taiwan International Windpower Training Corporation Ltd., TIWTC)는 대만 해상풍력 발전의 허브인 타이중 지역에 대만 최초로 설립된 세계풍력기구 인증 교육기관
 - 타이중 항은 해상풍력 발전소 개발 해역과 인접하고 해상풍력 산업의 주요 항만으로 지정된 만큼 해상풍력 인력 수요가 높은 타이중 지역에서 풍력 발전 인재를 양성하고 풍력 발전 기술의 현지화를 목표로 설정
 - 그 결과 지금까지 누적 9,000개의 자격증 발급되고, 3,000명의 훈련생들이 교육을 이수하였으며 세계풍력기구에서 우수 교육센터로 선정(25.01 기준)(TIWTC, n.d., 천중현, 2025)²⁾
 - 구체적인 교육 내용과 시설 정보는 다음의 표와 같음

2) TIWTC의 대만 명칭은 臺灣風能訓練股份有限公司(대만풍능훈련주분유한공사)이나 한국의 공사(公社)와는 구분된 개념으로 민관합작투자회사로 분류됨

3) DP운항사란 해양플랜트 및 해양지원선박에 설치된 동적위치제어시스템(DP, Dynamic Positioning System)을 운용하는 역할을

[표 2-7] 대만국제풍력훈련센터 교육 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 세계풍력기구 교육과정 <ul style="list-style-type: none"> - 세계풍력기구가 규정한 안전 교육 및 비상 절차에 대한 공통 국제 표준을 도입하여 해상풍력 관련 교육을 제공함 - 초급 수준의 교육으로 기본안전교육과 기본 기술 교육이 제공되며, 그 밖에 고급구조교육, 고급응급구조교육, 위험에너지제어, 슬링 작업 및 신호수 교육 등의 작업 안전 관련 고급 교육과 세계풍력기구 강사 인준 교육(Instructor Qualification Training)이 제공됨 • 영국항해협회 동적위치제어 <ul style="list-style-type: none"> - 영국항해협회 동적위치제어 운항사³⁾ 자격취득을 위한 동적위치제어 기초 및 고급 교육을 운영중 - 초급 교육부터 DP 시스템 사용 실무 시뮬레이션에 초점을 둔 고급교육, 응급 시 선박 조작(Emergency Shiphandling), 선박 관리(Vessel Maintainer) 등의 교육 제공 • 기타 교육과정: 맞춤형 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 풍력산업과 관련된 안전 인식 교육, 탈출 교육, 개인보호장구(Personal Protection Equipment) 검사, 해상 생존 등 논의 하에 다양한 맞춤형 교육 구성 및 운영 가능
시설	<ul style="list-style-type: none"> • 대만국제풍력훈련센터는 6,000m²의 규모이며, 아시아 최고 높이인 21m 높이의 고소작업용 훈련 타워, 수영장(수심 3~6m), 입수 플랫폼(4m 높이) 등의 시설 보유중임 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <p>[그림 2-6] 고소작업용 타워</p> <p>[그림 2-7] 수영장 입수플랫폼</p> </div>

자료: TIWTC 홈페이지

■ 신속한 국제교육표준 도입

- ◎ 해상풍력산업의 신흥 주자로서 핵심 인력을 빠르게 양성하기 위해 대만에서 채택한 전략은 국제적으로 통용되는 교육훈련표준을 신속하게 도입한 것
- 그 중 해양기술혁신센터(Maritime Technology Innovation Center, MTIC)는 APAC 지역에서 우수 인력양성 사례로 주목받는 교육기관(김윤성 외, 2025).
 - 해양기술혁신센터는 2017년 경제부(MOEA)의 풍력발전 4개년 계획에 따라 해상풍력 산업 인재 양성과 해상풍력 및 해양기술의 기초 생산 시스템 구축을 위해 설립되어 경제부 에너지국과 금속산업연구개발센터가 전반적인 운영을 담당(MTIC, n.d.)

함. 동적위치제어시스템은 국내외의 첨단 해양연구선, 크루즈선, 특수선박에 탑재되어 있으며, 자율운항선박에도 반드시 필요한 핵심장비임 (송현수, 2018)

- 국제 인증 표준 교육인 세계풍력기구 교육과 대만에서 유일하게 해상석유산업교육기구(Offshore Petroleum Industry Training Organization, OPITO)이 제공되며, 최대 28개 모듈의 교육 프로그램 제공 가능(MIRDC, n.d.). 세부 교육 내용은 아래의 표와 같음
 - 그 외 SGRE, 오스테드, Vestech Taiwan, Taiwan Marine Heavy Industry 등의 기업들과 교육훈련 제공 MOU를 체결하여 산업계의 수요에 부합하는 실무형 인재를 양성하기 위한 협력이 이루어질 것을 시사(Metal Industry Intelligence, 2022)
 - 상위 10대 풍력터빈 제조사·공급사는 세계풍력기구 기본 교육과정 이수를 의무로 함. 따라서 이와 같은 국제 표준 교육의 도입은 국내외 기업의 현장에 빠르게 적응할 수 있는 인재를 양성할 수 있다는 이점이 있음. 특히 대만의 해상풍력발전단지에서는 해외 유력 터빈사의 터빈이 주로 사용되므로 대만 해상풍력 산업 성장을 위해서도 유리한 접근법으로 평가
- ◎ 해양기술혁신센터가 고용개발청과 협력하여 진행된 인재양성프로그램의 성과는 센터에서 제공되는 교육이 양질의 산업인력 양성에 기여할 수 있음을 시사(김윤성 외, 2025)
- 해당 프로그램은 대만 청년을 대상으로 4주간 무료로 운영되었으며, 운영 결과 수료생의 62%가 해상풍력 관련 산업에 채용되었고, 평균 급여가 육상 직종에 비해 40% 가량 높게 나타남
 - 이는 국제 교육 표준이 적용된 교육이 정부의 지원을 통해 제공되었을 때 인력의 질적 성장에 긍정적으로 기여할 수 있음을 제시

[표 2-8] 해양기술혁신센터 교육 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 세계풍력기구 교육과정 <ul style="list-style-type: none"> - 상위 10대 풍력 터빈 제조업체 및 공급업체는 직원들이 세계풍력기구 기본 교육 과정 이수를 의무로 규정 - 기본안전교육, 기본기술교육, 블레이드 수리 등 15개의 교육 제공 • 해상석유산업기구 교육과정 <ul style="list-style-type: none"> - 해상석유산업기구는 30여년 경험을 바탕으로 국제적으로 인정받는 안전 및 훈련 표준 기관이며, 석유 및 가스 산업의 해양 작업에서 발생하는 위험 완화를 목표로 설정 - 기본 해상 안전 교육 및 비상 훈련(BOSIET), 추가 해상 비상훈련(FOET), 헬리콥터 수중 탈출 훈련(HUET) 등의 교육 제공 • DNV GL 해양 운항 <ul style="list-style-type: none"> - 해상 운항 사고를 예방하기 위해 제정된 국제 표준으로 표준 및 해상 보증 조사(Marine Warranty Survey, MWS)에 대한 이해도가 높아지고 산업 발전에 기여할 수 있도록 교육이 개설됨 - 1단계인 '해양 운항 일반 소개' 과정에서는 로드아웃(load-out), 해상 운송, 설치, 해상 고정(sea-fastening), 중량물 인양(heavy lifts) 등의 교육이 진행되며, 2단계 '고급 과정'에서는 타워 및 블레이드 로드아웃, 기초구조물 도로 운송, 케이블 해상 운송, 변전소 설치에 대한 교육이 이루어짐 - 그 밖에도 해상풍력 전문가 교육훈련 과정으로 동적위치(dynamic position)제어과정, 맞춤형 과정 제공
교육 활동	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>葉片修復</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>SGRE客製化</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> [그림 2-8] 블레이드 수리·보수 교육 [그림 2-9] 지멘스 가메사 기기 맞춤 교육 </div>

자료: MTIC(n.d.)

■ 해외 기업과의 적극적인 협력

- ◎ 대만의 해상풍력 시장이 비교적 단시간 내 빠른 속도로 성장할 수 있었던 요인은 민간 기업과의 협력을 적극적으로 활용했다는 점에 있으며, 이는 인력양성 방식에서도 동일하게 확인 가능
 - 대만에서 최초로 설립된 GWO 인증 교육기관인 대만국제풍력훈련센터는 영국계 해상풍력 기업 CWind Taiwan이 산업인력 양성의 필요를 인지하면서 대만 공기업들을 비롯한 다양한 기업의 합작투자자로 설립되어 다수의 해상풍력 산업 핵심인력을 양성(Timothy Ferry, 2020)
 - 또한 대만정부는 과거 해상풍력 경매 평가지표 중 1차 자격평가(qualification review)의 평가지표로 국산현지화비율(Local Contents Requirements)을 포함하여 해상풍력 사업 개발사가 현지 인력 양성 및 공급망 육성에 기여하는 구조 설계(이승문, 2022; Orsted, 2024)
 - 이와 같은 방식은 해상풍력 산업초기에 정부의 단일한 노력으로 해상풍력 산업 인력을 양성하는 것이 아니라 기업과 적극적인 협력을 할 수 있는 기회를 창출하고, 제도를 구축함으로써 해상풍력 사업 경험으로 기업들이 축적한 인력 양성 교육 노하우와 자본을 십분 활용할 수 있음을 시사
- ◎ 특히 창화1&2a 프로젝트의 인재양성 프로그램은 경험이 풍부한 민간 기업이 현지의 산업인력양성에 효과적으로 기여할 수 있음을 보여주는 사례임(Orsted, 2024)
 - 창화 1&2a 프로젝트는 당시 대만정부의 국산화비율 규정 이행에 기여하는 현지 공급망 육성 및 활성화를 위해 지역상생 활동의 일환으로 다방면의 인재양성 프로그램 진행
 - 이를 위해 현지 공급업체의 기술역량 강화와 인재 양성을 위해 6,000만 대만달러(한화 약 28억원)를⁴⁾ 산업개발기금으로 금속산업연구개발센터(MIRDC)에 기탁(Orsted, 2024). 그 결과 고급 용접기술자 교육, 세계풍력기구 기본안전훈련 포함 200명의 인력과 33개 기업을 지원
 - 또한 청년의 해상풍력 산업 진입을 돕기 위해 다예대학교와 협력하여 견습프로그램을 진행. 공학, 전기, 기계, 유압 기초에 대한 이론 교육을 진행한 뒤 창화 1&2a 프로젝트 현장에서 전문가를 통해 현장 실습을 경험할 수 있도록 함으로써 해외 유력 기업의 프로젝트 현장에서 실무를 익힐 수 있는 기회 제공
 - 그 밖에도 창화 1&2a 프로젝트가 진행되는 지역사회에서 사회경제적 가치를 창출하는 다양한 활동이 아래의 표와 같이 진행됨
 - 세계무역기구(WTO)의 개입으로 국산화비율 규정이 폐지된 상황이지만, 창화1&2a 프로젝트의 인력양성 사례는 해상풍력 프로젝트 입찰 절차를 통해 인재양성 및 기술개발을 촉진할 수 있는 다양한 방식을 고려할 수 있음을 제시

4) 1대만달러(TWD)=46.74원 (2025년 7월 28일, 하나은행 고시환율 기준)

[표 2-9] 창화 1&2a 프로젝트의 지역상생 활동 내용

구분	세부내용
B등급 선원 훈련 및 자격증 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> • 2023년 창화 및 타이중 지역의 어민과 청년 18명에게 B등급 선원 훈련 및 자격증 프로그램 참여비 전액 지원 - 항해술, 보조업무 등 법적 요건에 따른 392시간 과정을 이수 - 보안 책임 및 보안 인식에 대한 증명서와 B등급 선원 자격증 취득
그린에너지 교육 과정 이니셔티브	<ul style="list-style-type: none"> • 2022년 국립창화교육대학교와 협력하여 30개 이상의 초등학교 교사 대상 그린에너지 교육 실시 - 교사들을 통해 750명 이상의 초등학생들에게 그린에너지 관련 지식 공유
에너지저장 및 풍력 분야 산학협력	<ul style="list-style-type: none"> • NCUE 및 6개 학술연구 파트너와 함께 에너지 저장 및 풍력 측정 분야의 산학협력 진행 - NCUE 캠퍼스에 MW급 에너지저장시스템을 설치하여 에너지 효율성 및 스마트그리드 연구 최적화 지원 - 6개 학술 연구 파트너(국립대만대학교, 국립중앙대학교, 중국문화대학교, 산업기술연구소, DTU, 스마트윈드테크놀로지)를 대상으로 풍력 및 기상 관측 데이터를 제공하는 이중 도플러 레이더 시스템 준공

자료: Orsted (2024). Green energy for Taiwan: Powered by people

2) 일본

(1) 해상풍력 정책 기초 및 현황

- ◎ 일본 정부는 한국보다 한발 앞서 해상풍력 산업 육성을 위한 법제적 기반을 마련한 국가로, 해상풍력 산업시장에서는 신흥국에 해당하나 산업 발전 측면에서는 한국과 가장 유사한 위치 차지
 - 2018년 「해양 재생에너지 발전설비의 정비에 관한 해역의 이용 촉진에 관한 법률」(이하, 재생에너지 해역이용법) 제정을 통해 해상풍력 촉진을 위한 법적 기반을 수립한 후(e-GOV, 2018), ‘해상풍력산업비전(1차)’와 ‘제6차 에너지기본계획’을 통해 2050년까지 탄소중립을 달성하기 위한 해상풍력 발전 확대 정책을 마련
 - 2024년 12월 기준 해상풍력 설비는 약 0.3GW 규모에 머물러 있었으나, ‘1차 해상풍력산업비전’(2020)에서는 2030년까지 10GW, 2040년까지 30~45GW로 확대하는 보급 목표를 설정(Masaru Akiyoshi, 2025: Public-Private Council on Enhancement of Industrial Competitiveness for Offshore Wind Power Generation, 2020)
- ◎ 일본은 해상풍력 인력 양성을 위한 정부의 적극적인 지원을 통해 해상풍력 교육 커리큘럼을 개발하고 교육시설을 구축
 - 2050 탄소중립에 따른 녹색성장전략(2020)에 따라 2022년부터 ‘해상풍력발전 인재육성산업’에 따라 인재육성 커리큘럼 개발 및 교육훈련시설 정비 지원
 - 구체적으로 ▲사업 개발(비즈니스·재무·금융·법무) ▲엔지니어(설계·기반 기술·데이터 분석) ▲전문 작업인력(건설·유지보수) 분야의 교육훈련을 운영하는 민간사업자, 교육기관, 공적 연구기관 등을 대상으로 보조금 지원(ANRE, 2025)

(2) 해상풍력 인력양성 및 전환 사례

- ◎ 일본의 해상풍력 인력양성 및 전환 사례는 산학협력을 통한 인재양성, 지역 기반 인력양성, 전력회사 자원

■ 산학협력을 통한 인재양성

- ◎ 일본은 산업계와 대학교·전문학교가 구축한 인재육성추진협의회, 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄과 같은 협력 체계를 바탕으로 해상풍력 산업에서 요구되는 미래 인재를 양성(김윤성 외, 2025)
 - 2024년 설립된 해상풍력 인재육성추진협의회(Education Council for Offshore Wind, ECOWIND)는 해상풍력 시장이 성장함에 따라 해상풍력 산업 인재 육성 및 확보가 필요하나 교육·연구기관에서 산업에 대한 인식이 충분하지 않고, 산업 특성상 다양한 분야의 기술과 지식을 갖춘 인재양성이 필요하다는 문제 인식에서 출발
 - 이에 해상풍력 인력 양성을 위한 산업계, 교육 및 연구기관의 협력을 촉진하기 위해 미쓰비시상사 해상풍력 주식회사, 도쿄전력 리뉴어블파워 주식회사를 비롯한 9개 기업과 해양산업연구·진흥협회(Promotion and Research Institute for Ocean Economics)가 함께 설립(METI, 2024)
 - 협의회는 전국의 고등전문학교 학생 5만 명과 대학 학생을 대상으로 산업 인재 육성에 대한 니즈를 공유하고, 인재 육성에 관련된 정보, 자료 등을 제공하며, 해상풍력 업계에 대한 이해도 제고 활동 운영(KOSEN, 2024)
- ◎ 나가사키 대학을 필두로 한 ‘산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄’(Industry-Academia Consortium for Higher Education Program on Offshore Wind, IACOW) 역시 실무 지식과 대학교육 및 연구를 융합하여 산업 인력양성을 하고 있는 대표적인 사례
 - 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄은 자원에너지청의 ‘해상풍력 인재양성사업’의 지원을 받아 2022년부터 해상풍력 전문지식과 현장 경험을 갖춘 인재 양성을 위한 시스템 및 커리큘럼 개발 사업을 운영(「洋上風力発電人材育成事業費補助金」事務局, n.d; pwc, 2022)
 - 컨소시엄의 목적은 해상풍력 발전 사업 프로젝트를 주도할 수 있는 차세대 인재 양성을 위해 대학생 및 대학원생을 대상 커리큘럼의 개발 및 교육 운영
 - 컨소시엄에서는 국가 주도의 해상풍력 발전단지 개발 계획이 있는 지역의 지방 대학들 및 산업계가 나가사키 대학을 중심으로 협력중이며, 2025년 사업에는 7개 대학과 10개 발전사업자가 참여할 예정(Nagasaki University, 2024)
 - 해상풍력 인재육성 추진 협의회와 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄 사례는 국가 주도하에 산업계와 학계를 연결하여 실무형 산업 인재와 전문 인재를 양성하는 체계를 구축하는 방식 제시
 - 이와 같은 통합적 접근은 산업계 니즈에 부합하는 커리큘럼에 기반한 교육 추진을 통해 산업현장과 교육현장과의 간극을 줄이고, 기존 교육 체계를 활용함으로써 신생 산업 인력을 양성하는 데 소요되는 자원과 시간을 효율적으로 사용할 수 있다는 장점이 있음. 또한 교육·연구 과정 중 산업에 대한 인식이 향상됨으로써 졸업생의 취업률 향상과 산업의 필수 인력 확보에 긍정적으로 작용 가능

[표 2-10] 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄 세부 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 실무 지식과 대학 교육·연구 융합 <ul style="list-style-type: none"> - IACOW는 현장실무 경험과 학술 연구 연계 촉진을 통해 실무 지식과 대학 교육 및 연구를 융합하고자 하며 구체적으로 ▲단기 인턴의 고도화 ▲장기 인턴 추진 ▲산업계의 필요와 학계의 잠재력 매칭 ▲경력자 참여 촉진을 통해 이를 이루고자 함 • 산학연계형 공동 커리큘럼 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 5개 대학, 외부기관, 발전사업자와 협력하여 운영될 교육 커리큘럼을 구성하였으며, 2024년 이후 추진을 목표로 하고 있음 - 구체적으로 5개 대학(나가사키대학교, 아키타대학교, 기타큐슈시립대학교, 지바대학교, 아키타현립대학교)에서는 풍력발전기술, 어업공존·이해관계자 관리, 발전소 운영 및 유지보수, 비즈니스 혁신에 대한 강좌가 계획되어 있음 - 대학 및 외부기관 협력 강좌로는 프로젝트 관리, 금융·보험·법무, 에너지 정책 및 제도에 대해 대학과 NOA, 엔지니어링 협회 등의 외부 기관과의 협력을 통해 제공될 예정임 - 또한 발전사업자와의 협력을 통해 현지 방문, 인턴, 공동 연구를 추진할 계획임

자료: IACOW, Projects

■ 지역 기반 인재양성

- ◎ 일본의 인력양성의 특징은 산업인력 수요가 높은 해상풍력 산업 중심지를 기반으로 교육기관을 설립하여 프로젝트 지역 기반 현지 인력 활용 구조를 설계한 점
- ‘바람과 바다학교 아키타(Akita School of Wind and Sea)’는 일본에서 대규모 풍력발전 건설이 본격적으로 이뤄지고 있는 지역 중 하나인 아키타현에 소재한 교육훈련기관
 - 2024년 4월 대형 선사 NYK와 일본해양산업(Nippon Marine Enterprises), 지방정부, 교육기관이 협력하여 해상풍력 발전소 운영인력 및 선원 양성을 위해 설립(NYK Line, 2024a)
 - 해당 교육기관 역시 해상풍력 중심지로서의 이점을 십분 활용하고자 해상풍력산업 인력 양성뿐 아니라 산업, 정부, 학계와 협력하여 차세대 교육에 기여하는 지역개발의 중심지가 되는 것을 지향
 - 연간 약 1,000명의 훈련생 배출을 목표로 하고 있으며, 세계풍력기구의 기본 안전 교육, 선원 기본안전 교육(Basic Safety Training for Seafarers), CTV(Crew Transport Vessels) 운항 훈련 제공. 구체적인 교육과정은 아래의 표와 같음

[표 2-11] 바람과 바다 학교 아키타 교육 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 세계풍력기구 기본안전교육 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 세계풍력기구의 표준에 따라 개설된 과정으로 응급처치(First Aid, FA), 인력 운반(Manual Handling, MH), 화재 인지(Fire Awareness, FAW), 고소 작업(Working at Heights, WAH), 해상 생존(Sea Survival, SS) 모듈로 구성 - 아키타 바람과 바다 훈련센터에서는 대형 수영장에서 해상 생존(SS) 모듈만 교육하며, 나머지 4개 모듈에 대한 교육은 제휴 교육기관인 풍력훈련센터 아키타학원(Akita Juku - Tohoku Electric Power RENES Training Center)에서 제공 - 신규 과정은 4.5일, 갱신 과정은 3일이 소요되며 2년에 한 번 갱신 필요 • 선원 기본 안전 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 선원 기본 안전교육은 STCW 협약⁵⁾에서 요구되는 선원 기본훈련이며, 선원이 물에 빠지거나 위급 상황에 처했을 때의 생존 훈련과 선박에서 화재 발생 시의 대처훈련으로 구성 - 교육과정은 신규과정과 갱신과정으로 나뉘며 신규 과정은 개인안전 및 사회적 책임, 기본 응급처치 모듈로 구성되며, 갱신과정은 개별생존기술과 방화 및 소화 모듈로 구성 - 교육기간은 신규과정은 4일, 갱신 과정은 2일 소요되며 5년에 한 번 갱신이 필요 • 시뮬레이터 기반 CTV 운항 훈련 <ul style="list-style-type: none"> - 최신 선박 운항 시뮬레이터를 이용하여 CTV 운항 훈련이 5일간 제공되며, 해당 시뮬레이터는 선체를 풍력 터빈에 밀착시키는 것과 같은 CTV의 움직임을 현실감 있게 재현이 가능하여 효과적인 교육 가능
시설	<ul style="list-style-type: none"> • 시설은 소방훈련시설, 수영장 훈련 시설, CTV 운항 시뮬레이터 등으로 구성 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>[그림 2-10] 그림 31 CTV 조작 시뮬레이터 [그림 2-11] 수영장 훈련 시설</p> <p>자료: NYKLINE 보도자료(Opening Ceremony Held for Akita School of Wind and Sea)(24.06.17)</p>

자료: NYK Line(2024b); 風と海の校 あきた 홈페이지

■ 전력회사 자원 기반 인재양성

- ◎ 도호쿠 전력 재생에너지 훈련센터(Akita Juku - Tohoku Electric Power RENES Training Center)는 기존 전력회사 인프라를 활용해 해상풍력 유지보수 인력을 양성하는 방식
 - 도호쿠 전력(Tohoku Electric Power)은 화력, 수력, 원자력 발전이 중심인 전력회사로 최근 재생에너지 발전 비율 확대 추세(Tohoku Electric Power, 2025)

5) STCW는 선원의 훈련·자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약(International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers)을 뜻하며, 국제해사기구(IMO)가 제정하고 우리나라도 비준한 바 있음

- 도호쿠 전력의 자회사인 도호쿠 전력 재생에너지 서비스 주식회사는 풍력 발전설비 유지보수 기술자 육성을 위해 2022년 설립되어 도호쿠 전력 노시로 및 아키타 화력 발전소 부지에서 교육 운영
- 풍력발전 설비의 점검·수리를 위한 유지보수 교육은 노시로에 소재한 ‘풍력훈련센터 노시로학원’에서, 세계풍력기구 표준에 따른 교육은 아키타에 소재한 ‘풍력훈련센터 아키타학원’에서 제공. 구체적인 교육 내용은 아래의 표에 기술됨
- 일본에서도 새롭게 관찰되는 이와 같은 교육 방식은 화석에너지 발전에 특화된 발전회사들이 에너지전환 과정에서 해상풍력으로 사업분야를 확장·변경할 때 기존의 자산과 인프라를 활용해 신사업에 필요한 신규 인력을 양성하거나 타분야 숙련 기술자의 재교육을 할 수 있음을 보여주는 모델. 이와 같은 모델이 적용될 때 산업 핵심 인력 확보와 사회적 비용이 최소화되는 정의로운 전환으로 이어질 수 있을 것

[표 2-12] 도호쿠 전력 재생에너지 훈련센터 교육 내용

구분	세부내용
세부 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> • 풍력훈련센터 노시로학원 <ul style="list-style-type: none"> - 풍력훈련센터 노시로학원은 풍력발전설비 유지보수 종사자의 현장기술 교육을 위해 2023년 8월 개소하였으며, 자사 및 협력사의 풍력발전설비 유지보수 종사자 훈련, 외부 인력 대상 풍력발전설비 유지보수 기초 훈련, 전기취급 특별 훈련, 학생대상 체험 훈련 제공 - 학생 대상 체험훈련에서는 실제 풍력 발전 설비를 활용하는 실기교육이 동반된 풍력발전 설비 유지보수 실무 개요, 공구 취급방법에 대한 교육 제공 - 전기취급 특별훈련은 이론 7시간, 실습 1시간으로 구성되며 ‘저압 충전 전로의 부설이나 수리’ 업무나 ‘배전반실, 변전실 등에 설치된 저압 전로 중 충전부가 노출된 개폐기 조작 업무’에 종사자를 대상으로 진행 • 풍력훈련센터 아키타학원 <ul style="list-style-type: none"> - 세계풍력기구 훈련 제공 기관인 ‘풍력훈련센터 아키타학원’은 2023년 2월부터 훈련이 제공되었으며, 기본안전교육(기본안전교육) 중 4개 모듈과 육상풍력 발전시설 제한 접근 훈련(Onshore Limited Access)이 제공 - 그 중 기본안전교육(기본안전교육)에서는 해상 생존 모듈을 제외한 응급처치, 인력 운반, 화재 인지, 고소 작업 모듈에 대한 교육이 제공되며 신규과정은 3.5일, 갱신과정은 2일 동안 진행
시설	<ul style="list-style-type: none"> • 훈련센터에는 각 훈련에 필요한 고소작업 교육 시설, 화재 예방 교육 시설, 발전시설 장비 안전장치 등 마련 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <p>[그림 2-12] 풍력발전시설 장비 안전장치 작동 상태 점검 교육 장비</p> <p>[그림 2-13] 기어박스 구조 교육 장비</p> </div>

자료: Tohoku Electric Power Renewable Energy Service 웹페이지

3. 요약 및 시사점

- ◎ 세계 2위 규모의 해상풍력 시장인 **영국**은 장기간 축적된 산업경험을 바탕으로 인력양성을 위한 조직과 제도를 구축하여 해상풍력 인력을 양성
 - 구체적으로 강력한 해상풍력 전담조직 구축, 체계적인 정의로운 전환 이행, 해상풍력 산업인력 양성플 조성을 통해 신규인재를 양성하고 산업인력 전환을 촉진
 - 먼저, 해상 재생에너지 캐터펄트라는 전담조직을 중심으로 해상풍력 인력 양성, 기술 혁신, 기업 육성을 통합적으로 지원. 더욱이 인력양성과 관련하여 인력 기술 수요 분석과 산학협력을 통해 함께 담당함으로써 산업계의 수요에 충족하는 인력 양성 체계를 구축하여 운영
 - 또한 정부와 산업계, 교육기관이 협력하여 체계적인 정의로운 전환 제도를 구축함으로써 석유·가스 부문의 인력이 해상풍력 산업으로 이동할 수 있는 경로를 마련. 구체적으로 에너지 기술 여권, 기술 연계 모델을 통해 산업 간 공통 기술과 자격의 상호 인증이 가능하도록 설계하였으며, 기존 숙련 기술자들이 필수적인 재교육만 이수한 뒤 다른 업종으로 이직할 수 있는 경로를 구축
 - 마지막으로 청정에너지 일자리 계획과 도거뱅크 프로젝트를 통해 차세대 인재 양성을 통해 지속가능한 해상풍력 산업인력플 조성 노력 확인 가능. 두 사례 모두 채용 가능 연령대에 국한되지 않고 미래세대를 대상으로 유관 분야의 교육이 제공될 수 있도록 함으로써 장기적 관점에서 해상풍력 산업의 인력 기반을 확장할 수 있는 시도라는 점에서 의미있음
 - 이와 같은 영국의 사례는 전담조직을 중심으로 인력 양성, 기술 혁신, 산업 성장이 선순환되는 구조를 구축하고, 산업현장에서 인정되는 기술 표준과 교육을 연계하여 정의로운 전환을 촉진할 수 있음을 시사. 아울러 산업의 수요에 부합하는 직종에 대한 교육을 저연령부터 실시할 수 있는 체계를 수립함으로써 지속가능한 인력 공급망 조성이 가능함을 제시
- ◎ **덴마크**는 세계 최초의 해상풍력 단지가 건설된 곳이자 유력한 풍력 기업이 소재한 해상풍력 산업의 선진 국가로, 선도적인 기술 역량과 제도, 파트너십을 통해 인력 양성
 - 세부적으로 기술혁신을 주도하는 교육·연구기관 수립, 실무형 교육훈련기관 운영, 지역기반 정의로운 전환 제도 추진을 통해 해상풍력 인력을 양성
 - 우선, 세계적인 수준의 풍력에너지 연구를 주도하는 전문 인재를 양성하는 교육기관·연구소를 육성. 또한 경력 및 교육 형태에 따라 교육 과정을 선택할 수 있도록 하여 재직자 전문성의 지속 향상을 지원하는 교육 과정 역시 마련
 - 아울러 역량, 수요, 역할에 따라 세분화되고 기기 제조사별로 구축된 실무형 교육 제공. 교육은 풍력 터빈 기술자, 운영자, 관리자 대상 교육으로 구체화되며, 역량 평가 결과에 따라 맞춤형으로 교육 진행. 주기기에 대한 교육은 현장에서 가장 많이 사용되는 기기별로 제공되어 수요에 부합하는 실무 지식 습득 가능
 - 더불어 에너지전환 과정에서의 충격을 최소화하고자 지역 기반으로 노사정 협력과 사회적 안전망을 활용하여 정의로운 전환을 촉진. 긴밀한 노사정 협력을 통해 설립된 해상풍력 아카데미는 지역 교육·연구기관과 명확한 고용경로를 구축하여 훈련생들이 거주지에서 기존 기술에 기반하여 교육을 이수한 후 이직할 수 있도록 지원. 이 과정에서 교육과 생계는 유연안전성 모델에 기반한 사회안전망으로 뒷받침됨
 - 덴마크의 사례는 높은 기술 역량을 바탕으로 산업 발전을 주도하는 전문 인재 양성과 재직자의 전문성 고도화를 지원하는 교육과정·교육 기관 설립은 기술 혁신과 산업 성장이 지속될 수 있는 동력이 될 수 있음을 시사.

또한 산업계의 수요와 훈련생의 역할, 역량을 고려하여 제조사별로 세분화된 교육을 제공함으로써 산업 현장과 교육 내용 간의 미스매치를 최소화할 수 있음을 제시. 그리고 핵심 이해당사자들의 협력과 사회안전망을 통해 지역 기반의 청정일자리 전환을 지원한다면 사회적 비용이 최소화되고 고숙련 핵심 인력의 확보가 용이해질 것으로 전망

◎ **대만**은 발전용량 기준 아시아 2위의 신형 시장으로 시장 초기 단계에서 선도시장의 역량을 흡수하여 빠르게 인력을 양성하기 위해 다방면의 정책적 노력 전개

- 특히 해상풍력 중심지 기반 인력양성, 신속한 국제표준 도입, 해외 기업과의 적극적인 협력이 두드러진 특징으로 확인됨
- 먼저 대만의 해상풍력 발전의 허브인 타이중 지역에 최초의 인력양성 기관인 대만국제풍력훈련센터 설립. 발전소 개발 해역과의 인접성, 해상풍력 주요 항만으로서의 잠재력을 고려하여 국제인증을 거친 교육센터를 대만 최초로 운영한 결과 우수한 교육 수준을 인정받음
- 또한 인력양성을 위해 국제적으로 통용되는 교육훈련표준을 신속하게 도입. 특히 해양기술혁신센터는 세계풍력기구교육과 해상석유산업교육기구의 교육을 도입했는데, 국내외 기업의 현장에 빠르게 적용할 수 있는 실무 인재 양성에 기여. 실제로 4주간 교육을 이수한 청년 훈련생들이 보여준 높은 급여수준과 채용률은 이같은 접근이 인력의 질적 성장에도 긍정적으로 기여할 수 있음을 시사
- 마지막으로 대만정부는 해외 기업이 산업인력 양성에 적극적으로 참여할 수 있도록 하는 제도 도입. 창화1&2a 프로젝트에서 확인되었듯, 입찰 기준을 충족하기 위해 나타난 지역상생 활동은 장기간 축적된 기업의 기술과 노하우가 현지 인력들에게 전수되고 산업인력과 전문 연구 인력이 함께 양성되는 계기가 됨. 이는 기업 입장에서조차 장기간 지속되는 프로젝트 운영 기간 중 안정적인 현지 인력풀을 확보할 수 있음을 의미함. 결과적으로 기업과의 협력을 통해 지역사회와 기업이 상호 간에 이익을 공유할 수 있는 인력 양성 구조가 만들어졌음을 시사
- 이와 같이 대만의 사례는 인력 수요가 높아 자원을 집중할 지역을 선별하고, 즉시 적용 가능한 교육 표준 및 파트너의 산업 경험을 적극 활용하는 '선택과 집중' 전략을 채택함으로써 자원과 시간을 효율적으로 배정하고 산업 성장을 뒷받침할 인력을 양성할 수 있는 실용적인 접근법을 보여줌. 이는 해상풍력 산업의 신흥국이 제한된 시간과 자원 속에서도 산업의 성장을 견인해나갈 인력을 효과적으로 양성할 수 있음을 시사

◎ **일본**은 해상풍력 산업 육성을 위한 법제화가 한국에 앞서 추진되었으나, 산업 발전 정도는 한국과 유사한 수준이므로 보다 현실적인 참고 모델로 활용 가능

- 일본의 사례에서는 산학협력을 통한 인재양성, 지역 기반 인재 양성, 전력 인프라가 활용된 인재양성에 주목
- 먼저, 산업계와 대학교, 전문학교가 연계되어 인재양성 체계를 마련함. 해상풍력 인재양성추진협의회는 9개 기업과 일본 전역의 고등전문학교 및 대학을 대상으로 인력 육성에 대한 정보와 자료를 제공함과 동시에 업계에 대한 이해도 제고. 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄에서는 대학과 발전사업자가 참여하여 커리큘럼을 개발하여 인력양성 교육을 운영하기 위한 활동 추진
- 다음으로 산업인력 수요가 높은 해상풍력 산업 중심지를 기반으로 교육기관을 설립·운영. 바람과 바다학교 아키타는 대규모 풍력발전 건설이 이뤄지는 아키타현에 설립되어 발전소 운영 인력과 선원 양성. 해상풍력 중심지에 설립된 만큼 프로젝트 지역에서 산업 인력 확보가 가능하도록 기반 구축
- 마지막으로 타발전원 중심으로 전력을 생산해 온 전력회사의 자원을 활용하여 해상풍력 발전소 유지보수 인력을 양성한 사례 존재. 도호쿠 전력 재생에너지 훈련센터는 화력, 수력 등 기존 발전원에 주력했던 도호쿠 전력이 자회사를 설립하여 해상풍력 발전설비 유지보수 기술자 육성을 한 사례. 이는 에너지 전환 과정에서 해상풍력 발전으로 사업분야를 확장하거나 전환할 때 기존의 물적·지적 자원을 활용하여 산업인력을 양성하거나 산업전환

과정을 뒷받침할 수 있음을 시사

- 일본 사례는 산업계와 교육계를 연계하는 통합적 접근을 통해 해상풍력 신항국이 산업계의 수요에 부합하는 신생인력을 효율적, 효과적으로 양성할 수 있음을 시사. 또한 지역기반의 산업 인력 양성과 타발전원에 주력했던 기존 전력회사의 해상풍력 인재양성을 통해 해상풍력 공급망의 현지화에 기여하고 지역경제를 활성화하며 산업전환을 추진할 수 있음을 시사

[표 2-13] 국가별 해상풍력 산업 및 인력양성 특징

구분	영국	덴마크	대만	일본
해상풍력 산업 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 해상풍력 세계 2위 시장 	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 최초로 해상풍력 발전단지가 설립된 풍력산업 선두주자 	<ul style="list-style-type: none"> • 해상풍력 아시아 2위 시장으로 신항시장 중 선두주자 	<ul style="list-style-type: none"> • 해상풍력 촉진 법령 선제적 제정, 해상풍력 산업 발전 수준은 한국과 유사
인력양성 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 강력한 해상풍력 전담 조직 • 체계적인 정의로운 전환 • 지속가능한 해상풍력 산업인력 공급망 	<ul style="list-style-type: none"> • 기술혁신을 주도하는 교육기관 • 실무형 교육훈련기관 • 지역기반의 협력적 정의로운 전환 	<ul style="list-style-type: none"> • 해상풍력 중심지 기반 인력양성 • 신속한 국제교육표준 도입 • 해외기업과의 적극적인 협력 	<ul style="list-style-type: none"> • 산학협력을 통한 인재양성 • 지역 기반 인력양성 • 전력회사 자원 기반 인재양성
인력양성 사례	<ul style="list-style-type: none"> • 해상 재생에너지 캐터펄트 • 에너지 기술 여권 • 풍력터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램 • 청정에너지 일자리 계획(숙련된 인력 공급망 구축) • 도거뱅크 프로젝트 인력양성 사례 	<ul style="list-style-type: none"> • 덴마크공과대학교 • 덴마크 해상풍력 아카데미 • 해상 아카데미 (에스비에르 항) 	<ul style="list-style-type: none"> • 대만국제풍력훈련 센터(TIWTC) • 해양기술혁신센터(MTIC) • 오스테드창화 1&2 프로젝트 	<ul style="list-style-type: none"> • 해상풍력 인재육성추진협의 회 • 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄 • 바람과바다학교 아키타 • 도호쿠 전력 재생에너지 훈련센터

III. 교육훈련을 통한 국내 해상풍력 인력육성 현황

III. 교육훈련을 통한 국내 해상풍력 인력육성 현황

1. 국내 해상풍력 인력양성 및 전환정책

1) 제도·정책 현황

■ 기본법과 하위법령

- ◎ 한국 정부는 「해상풍력법」 제정을 통해 해상풍력 전문인력 양성에 관한 법령(제35조)을 아래의 표와 같이 제정하였으나 큰 틀 중심의 논의에 그친 상황
 - '25년 12월 9일 발표된 시행령 제정령안 입법예고에서는 제40조(전문인력 양성 등)와 제42조(전문연구기관의 지정 등)에서 전문인력 양성 분야, 교육훈련 내용, 전문인력 양성 및 교육훈련 위탁 조건과 전문연구기관의 지정요건 등 규정
 - 그러나 여전히 전문인력 양성 분야와 교육 내용, 교육기관 및 연구기관 위탁 조건 등에 대한 일반론적인 논의에 국한되어 이를 추진하기 위한 이행 수단에 대한 논의는 부족한 실정

[표 3-1] 해상풍력법 제35조

제35조(전문인력의 양성 등)

- ① 산업통상자원부장관은 해상풍력산업 관련 전문인력의 양성과 기술의 향상에 필요한 정책을 수립하고 추진할 수 있다.
- ② 산업통상자원부장관은 해상풍력산업 관련 전문인력에 대한 교육훈련을 실시할 수 있다.
- ③ 제1항 및 제2항에 따른 전문인력의 양성 및 교육훈련에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

- ◎ 해상풍력 부문을 포함한 기후변화대응 기술혁신 및 연구개발을 위한 유관 법령을 법제화하고 관련 정책 수립하기 위한 정책적 노력과 시도 지속(녹색기술센터, 2022)
 - 2050 탄소중립 선언('20) 이후 탄소중립·녹색성장 기본법('22 시행) 제정 등 탄소중립 달성을 위한 법적 기반 마련
 - 탄소중립 기술혁신 추진전략 및 탄소중립 연구개발 투자전략('21.3) 수립, 기후변화대응 기술개발 촉진법('21.10 시행) 제정
- ◎ 해상풍력 산업 인력 양성을 위한 제도적 기반이 마련된 만큼 장기적으로 해상풍력 산업 발전을 주도해 나갈 전문인력 양성 정책의 방향성 설정 필요
- ◎ 이에 국내의 제도적 기반과 교육훈련 현황을 분석하고, 주요 해외 사례와 비교분석함으로써 해상풍력 산업인력 양성의 정책적 방향성을 제시하고자 함

■ 해상풍력 분야 주요 정책

- ◎ 제11차 전력수급기본계획(2025)에 따르면, 풍력 발전량 비중을 2030년까지 18.3%, 36년 35.5%로 확대할 계획(산업통상자원부, 2025)
 - 동 계획에서는 건강한 해상풍력 산업생태계 조성을 위해 정부 주도로 계획적인 해상풍력 보급을 추진하고 해상풍력 생태계 전반을 아우르는 공급망 경쟁력 강화를 목표로 설정
 - 이재명 정부 정책 방향을 제시한 국정기획위원회(2025), 대한민국 정부(2025)에 따르면, 서남해·제주 지역을 중심으로 해상풍력 산업이 육성되고, 해상풍력 관련 산업 인프라가 마련될 것으로 전망

[표 3-2] 정부 풍력 분야 주요 정책 요약

정책	관련 내용
제3차 에너지기본계획 ('19.06)	<ul style="list-style-type: none"> • [중점과제 4] 에너지산업의 글로벌 경쟁력 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 2022년까지 핵심부품 국산화 - 10MW급 이상 초대형 및 부유식 터빈 등 차세대 기술 개발 - 산업 기반이 있거나 대규모 사업이 예정된 권역에 연구·기반시설 등 인프라 보강을 통해 재생에너지 혁신 거점 조성 * 전북권(새만금 태양광·풍력), 동해권(부유식 해상풍력), 경남권(풍력 제조기반)
제11차 전력수급기본계획 ('25.02)	<ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 발전 설비용량 2030년 78GW, 발전량 비중 37.8%로 확대 • 풍력발전 설비용량 2030년 18.3GW, 2038년 40.7GW로 확대
대한민국 진짜성장을 위한 전략 ('25.06)	<ul style="list-style-type: none"> • 전남·서남해·제주를 중심으로 해상풍력을 개발하여 친환경 재생에너지 공급 확대 • 풍력의 국가전략기술 지정 및 공급망 생태계 구축 • 한반도 에너지고속도로 건설 및 U형 재생에너지 벨트 조성
이재명정부 123대 국정과제 ('25.09)	<ul style="list-style-type: none"> • [과제 39] 재생에너지 중심 에너지 대전환 <ul style="list-style-type: none"> - 계획입지 발굴, 인허가 의제 처리 등을 통한 서남해·제주 해상풍력 단지 구축 - 해상풍력 터빈·부품·기자재 기술개발, 설치선 건조 및 전용항만 설치

자료: 국정기획위원회(2025); 대한민국정부(2025); 산업통상자원부 (2019); 산업통상자원부 (2025)

■ 해상풍력 분야 인력양성 정책

- ◎ 산업통상자원부(2023)는 에너지 혁신을 선도하는 에너지 전문인력 양성의 비전을 달성하기 위해 '에너지 인력양성 중장기 전략' 발표(산업통상자원부, 2023)
 - 동 전략은 2030년까지 에너지산업 발전을 선도할 에너지산업 전문인력 2만 명 육성을 위한 것으로 아래의 표와 같이 3대 하위 전략으로 구성
 - 같은 해 '에너지 인력양성 중장기 전략'을 바탕으로 풍력 및 태양광 부문을 비롯한 14개 부문에 대한 '에너지 인력양성 로드맵' 발표(권준범, 2023)
 - 풍력분야는 '대규모 풍력단지 최적화를 통한 신시장 창출'을 목표로 하며, 아래의 표에 기술된 바와 같이 구체적으로 3가지 기술테마를 기반으로 산업인력 및 연구개발인력을 대상으로 연도별 인력양성 과제를 도출
- ◎ 해상풍력 산업종사 인력의 수요와 공급을 정기적으로 확인할 수 있는 정례적 조사 미흡
 - 산업기술정책 효율성 제고와 기업경쟁력 향상을 위해 정기적으로 실시되는 산업기술인력 실태조사(2024)도 12대 주력산업을 포함한 제조업 기반 서비스업에 국한
 - 해상풍력을 포함한 재생에너지 분야는 향후 산업잠재력이 대대함에도 불구하고 조사대상 산업에 포함되지

- 않아 해상풍력 분야에서 데이터에 기반한 인력 수요·공급 현황을 총망라하여 분석하는 데 제약 존재
- ◎ 한국선원통계를 통해 해상풍력 산업인력의 수요와 공급을 단편적으로 진단한 결과, 향후 인력이 부족할 것으로 전망
- 해상풍력 산업은 해상풍력 발전시설의 건설, 운영, 유지보수에 선박의 운영이 필수적이므로 이를 위한 선원의 공급이 중요
 - 선원 취업 현황에 따르면, 한국인 선원은 아래 표와 같이 52,172명(2000년)에서 28,731명(2024년)으로 지속적으로 감소하는 추세이며, (한국선원복지고용센터, 2024; 해양수산부, 2024)
 - 더욱이 50세 이상 선원이 64%, 60세 이상이 44%를 차지하며 고령화되는 추세를 보여 특히 향후 상급직 고령자 퇴직 시 이를 대체할 인력이 부족할 것으로 예측되는 상황(해양수산부, 2024)
 - 그러나 「선박법」 제6조에 따른 카보타지(Cabotage) 제도의 적용으로 국내연안에서 운항하는 내항선은 대한민국 국적선만 허용. 선원법에 따라 내항선의 외국인 해기사 승선이 제한되어 향후 인력 확보에 어려움을 겪을 것으로 전망

[표 3-3] 취업선원 연령별 현황

(2024.12.31. 기준, 단위: 명)

연령별 (세)							
계	25세 미만	25~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70세 이상
28,731	1,040	2,976	2,991	3,241	5,979	9,294	3,210

자료: 한국선원복지고용센터(2024); 해양수산부 (2024)

- ◎ 현 정부에 들어 발표된 해상풍력 정책에서도 산업 성장을 뒷받침할 구체적인 전략이 아직 제시되지 않은 상황
- 다만, 해상풍력 인프라 확충 및 보급 계획(2025)에서 민·관 거버넌스 구축 방안으로 2026년에 ‘해풍 전문인력 양성방안’ 수립·발표가 예고됨에 따라 향후 해상풍력 인재양성 정책 방안이 제시될 것으로 전망
- ◎ 따라서 현시점에는 해상풍력 산업 신흥국인 한국의 산업·교육 구조의 맥락에서 전문인력을 지속적, 체계적으로 육성하고 산업경쟁력을 제고하기 위한 논의 수준의 한계 존재
- 특히 인력 양성 규모, 주력 분야 및 지역, 인력양성 체계, 교육훈련표준, 자원 확보 방안에 대한 정책적 논의와 이행방안에 대한 구체적인 논의 부족
 - 무엇보다 이러한 정책 설계에 바탕이 될 산업 및 교육현장의 해상풍력 인력 수요 및 공급 현황을 파악하기 위한 기초연구의 필요성에 대한 인식이나 계획이 마련되지 않은 실정

[표 3-4] 에너지 인력양성 중장기 전략 주요 내용

3대 전략	주요 내용
기업수요 맞춤형 기술인력 양성	<ul style="list-style-type: none"> • 14개 유망 분야별 기술개발 및 인력양성 로드맵 마련 • 현장 수요를 반영한 에너지 인력양성 사업 확대 • 에너지산업 일자리 정보 제공 플랫폼 구축
지역 에너지산업 연계 지역인재 양성	<ul style="list-style-type: none"> • 지역별 에너지산업 인력수급 맵 마련 • 지역기관 간 협력을 통한 지역인재 공급체계 구축 • 지역 에너지산업 인력양성 협의체 구성·운영
글로벌 경쟁력 갖춘 핵심인력 육성	<ul style="list-style-type: none"> • 해외시장 타겟형 수출인재 양성 • 해외시장 진출형 인재 유입 • 현지 네트워크 및 DB 구축

자료: 산업통상자원부(2023)

[표 3-5] 에너지 인력양성 중장기 로드맵 풍력 부문 주요 내용

기술 테마	연도별 인력양성 과제명	인력양성 유형
해상풍력 발전단지 최적화 기술인력	(2024) 해상풍력단지 유지보수 및 최적 운영 기술인력 양성	산업인력
	(2025) 해상풍력단지 전력계통 및 해상변전소 설계 기술인력 양성	연구개발인력
	(2027) 부유식 해상 풍력 발전 단지 운용 기술인력 양성	산업인력
	(2029) GW급 대규모 해상풍력 발전단지 구축 기술인력 양성	산업인력
풍력 발전단지 운영 맞춤형 기술인력	(2026) 해양 융복합 플랜트 설계·운영 및 환경 모니터링 기술인력 양성	연구개발인력
초대형 풍력 발전시스템 첨단 기술인력	(2028) 초대형 풍력발전시스템 첨단 설계기술인력 양성	연구개발인력
	(2030) 해상풍력발전시스템 통합설계 및 성능평가 기술인력 양성	연구개발인력

자료: 산업통상자원부(2023)

■ 정의로운 전환 관련 주요 제도·정책

- ◎ 정의로운 전환을 전반적으로 다루기 위해 「기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법」(이하, 탄소중립기본법) 제정
 - 「탄소중립기본법」과 시행령은 기후위기 사회안전망 마련, 정의로운전환 특구 지정, 산업전환 지원, 정의로운전환 지원센터 설립·운영 등에 대한 내용을 규정
- ◎ 제11차 전력수급기본계획(2025)에서 노후 석탄화력발전소의 단계적 폐쇄가 예고되어 석탄산업 고용이 축소될 것으로 전망
 - 이에 더해 현 정부는 2040년에 석탄화력발전소 전면 폐쇄를 목표로 하고 있어 발전 5사(한국남동·남부·동서·서부 중부발전)의 조직 통폐합 방안 검토중(신보훈, 2025)
 - 이에 반해 재생에너지 부문은 향후 탄소중립 달성 및 산업경쟁력 강화를 위해 지속적으로 확대될 것으로 전망. 특히 해상풍력 산업은 대규모 설비를 기반으로 장기간에 걸쳐 프로젝트 운영이 가능한 분야임. 따라서 발전설비 운영 및 정비 경험이 있는 석탄화력발전 부문의 노동자들이 해상풍력 산업을 위시한 재생에너지 산업 부문으로 전환될 수 있는 잠재력이 큼
- ◎ 그러나 현행 제도에서는 정의로운 전환을 견인해 나갈 구체적인 정책 방안 및 이행수단이 마련되지 않은

실정

- 현재로선 정의로운 전환의 규모, 전환 교육 및 생계 지원 자원 조성, 두 산업간 기술 표준 및 자격 인증, 정의로운 전환 특구 지정, 전환 교육 주체 등에 대한 구체적인 정책방향 미제시
- 이에 따라 에너지전환 과정에서 고용 영향을 최소화하고 산업경쟁력을 강화하기 위해 사회적 논의와 정책 수립이 본격적으로 이루어져야 할 시점

2. 국내 해상풍력 인력양성 및 전환교육 현황

◎ 국내의 해상풍력 인력육성 현황은 고등교육 기관, 신입/재직자 훈련기관, 전문 교육기관으로 구분 가능

■ 고등교육 기관

- ◎ 군산대는 2010년 풍력연계전공이 신설된 이래 학위 과정 및 연구센터 설립을 통해 풍력 전문인력 양성
- 대표적인 풍력 관련 학위과정은 풍력에너지학과가 있으며, 산업통상자원부의 '에너지인력양성사업'의 지원을 받아 설립된 초대용량 풍력발전시스템 혁신연구센터를 통해 연구인력 양성 및 산·학·연 협력

[표 3-6] 군산대의 풍력관련 교육과정 및 연구센터

구분	세부내용
풍력 관련 학위과정	<ul style="list-style-type: none"> • 학위 과정: 풍력에너지학과 - 학점: (석사과정) 24학점 / (박사과정) 36학점 - 기간: 4년 - 언어: 한국어 - 커리큘럼: 기초교과목과 심화교과목으로 구분 - 기초교과목: 풍력에너지개론, 풍력에너지특론, 신재생에너지개론, 에너지산업특론 - 심화교과목(세부전공): 5개 세부전공(발전기, 복합재료, 지지구조, 인공지능, 경제성 및 물류)에 따른 교과목
풍력 관련 연구센터	<ul style="list-style-type: none"> • 초대용량 풍력발전시스템 혁신연구센터 - 원천기술개발 및 석박사급 인력양성과 산학연 구성을 통해 초대용량 풍력발전시스템 기술분야의 인재양성 및 기술 개발을 위해 2022년 4월 산업통상자원부 에너지인력양성사업의 지원으로 설립 - 핵심분야: 기계시스템, 블레이드, 전기시스템, 제어·O&M, 하부구조물 - 교과프로그램: 풍력터빈구조, 전기시스템, 제어시스템의 3가지 트랙으로 구성 - 비교과프로그램: R&D 프로그램, GH-Bladed 교육, 산업체전문가 강의 등으로 구성 - 사업참여기업: LS전선, 일진글로벌 등의 참여기업, 두산에너지빌리티, 포스코 등의 수요기업, 한국기계연구원, 한국에너지기술연구원 등의 자문기관과 협력



자료: 군산대학교 (n.d.); 군산대학교. 풍력에너지학과 (n.d.); 군산대학교 (2024)

■ 신입/재직자 훈련기관

- ◎ 한국해양수산연수원은 해양수산종사자 대상 교육 훈련 서비스를 통해 해양 안전문화 조성 및 해양 수산분야의 발전을 도모하기 위해 「한국해양수산연수원법」에 의해 1998년에 설립된 공공기관(한국해양수산연수원, n.d.)

- 해양산업과 관련된 국가자격시험 시행기관이자 광범위한 유관 교육훈련을 제공하고 있으며, 해상풍력과 직접적으로 관련된 국제인증교육과정도 함께 제공(한국해양수산연수원, 2025)
- 구체적으로 안전교육(법정), 직무교육(법정), 자격취득교육(법정), 수탁교육, 국제인증교육, 국가인적자원개발 컨소시엄, 기타 수탁교육, 오션폴리텍 해기사 양성교육 분야의 교육과정 운영
- 특히 해상풍력, 해양플랜트, 특수선 등 해양특수분야 종사자들이 업계에서 요구되는 국제인증 자격요건을 획득할 수 있도록 5개 분야, 20개 이상의 국제인증교육과정을 제공할 수 있으며 요청에 따라 강좌 개설

[표 3-7] 한국해양수산연수원 국제인증교육과정 내용

구분	세부내용
해상풍력 관련 교육내용	<ul style="list-style-type: none"> • OPITO 인증 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 교육과정: 해양구조물 종사자 안전교육, 해상이동안전교육 포함 17개 교육 진행 - 대상: 해양 석유 가스플랜트 근무 (예정) 근로자. 교육 내용에 따라 대상 세분화 - 기간: 2시간~3일 - 참여자격 요건: 기본 교육은 요건이 없으나 OPITO T-BOSINET 교육 등 선이수나 동등한 교육 수료증 보유자만 참여 가능한 교육도 있음 • 세계풍력기구 인증 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 교육과정: 응급처치 안전교육, 인력운반 안전교육, 기초소화교육, 고소작업 안전교육, 해상생존 안전교육, 상급구조 통합교육, 육상 단기근로자 기초안전교육, 해상 단기근로자 기초안전교육 • NI 인증 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 교육과정: DP기본과정, DP심화과정, DP 재교육 및 갱신과정 - 참여자격: 기본과정은 해기사 면허가 요구되며, 이후 교육은 추가 요건이 요구됨 - 기간: 3~5일 - 대상: DP 시스템이 장착된 해양플랜트/선박에 DPO 자격으로 승선 하고자 하는 사람 • 리프팅장비 기술자협회(Lifting Equipment Engineers Association, LEEA) 인증 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 교육과정: LEEA 줄걸이작업 기초역량향상교육 - 참여자격: 없음 - 기간: 2일 - 대상: 중량물 인양작업에 참여하며 국제적으로 통용되는 교육 증서의 취득을 희망하는 작업자 • 영국 산업안전보건협회(Institution of Occupational Safety and Health, IOSH) 인증 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 교육과정: 안전보건협회 작업안전교육 - 참여자격: 없음 - 기간: 1일 - 대상: 안전보건에 대한 기초 지식이 필요한 모든 근로자
교육 장비 및 시설	<ul style="list-style-type: none"> • 한국해양수산연수원은 영도본원, 용당캠퍼스, 목포분원, 인천분원이 운영되며, 국제인증교육은 용당캠퍼스에서 담당 - 항해 통신 수산 교육 훈련 장비: 선박 모의 조종 시뮬레이터, 레이더 어선조업 시뮬레이터, 연안선 시뮬레이터 등 - 기관 관련 교육 훈련 장비: 선박 기관 시뮬레이터, 고전압배전반실, 선박평형수 관리장비 실습실, 전기전자 실습실, 자동제어 실습실 등 - 안전·여객선교육 실습장비: 중력 하강형 밀폐형 구명정, 자유 낙하형 밀폐형 구명정, 해상탈출설비, 선박경사훈련장비, 헬리콥터 수중 탈출훈련 시뮬레이터, 여객유도 및 대피훈련장비 등 - 실습선: 한나래호(6,280톤) 외 3척 • 주요시설물 <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 3-1] 비상탈출용 Chute</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>[그림 3-2] 교류차단기 시뮬레이터</p> </div> </div>

자료: 한국해양수산연수원(2025)

■ 해상풍력 전문 교육훈련기관

- ◎ 해상풍력 산업지원센터는 앞서 살펴본 타 분야에 대한 교육이 병행되는 사례와 달리 해상풍력 전문 교육을 위해 신설되고 있는 교육기관
- 해상풍력 산업지원센터는 해상풍력 유지보수 전문인력 양성, 단지조성 지원 및 수용성 확보 기반구축 등을 종합적으로 수행하기 위해 구축되고 있음(한국에너지공단, n.d.)
 - 산업통상자원부가 사업계획 및 예산 총괄을 하고, 에너지공단은 주관기관 자격으로, 대한전기협회는 참여기관으로 센터 구축 사업 참여. 연면적 6,979m²의 센터를 구축하기 위해 새만금 산업연구용지에 공사가 진행중(군산시, n.d.)
 - 구체적인 교육과정 및 시설개발 계획은 아래의 표와 같음(김태기, 2022). 센터 설립을 통해 해상풍력 산업 경쟁력 강화 및 지역경제 활성화 기대

[표 3-8] 해상풍력 산업지원센터 유지보수 전문인력 교육개발 계획

구분	세부내용
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 안전교육 <ul style="list-style-type: none"> - 목표: 안전 작업 역량 습득, 비상시 대처방법 습득, 작업자 안전 확보 - 교육과정: 세계풍력기구 기본안전교육, 세계풍력기구 응급처치심화교육, 세계풍력기구 고급안전교육 • 기술교육 <ul style="list-style-type: none"> - 목표: 예방보전 역량 습득, 고장수리 기술 습득, 풍력발전기 운영효율 향상 - 교육과정: 세계풍력기구 기본기술교육, 블레이드 수리교육, 현장실무 교육 - 블레이드 수리교육: 블레이드 안전영역, 위험평가, 블레이드 화학 안전 및 복합재, 재료구조, 위상 테스트 방법, 스킨, 리딩 에지, 트레일링 에지, 본딩라인, 샌드위치 패널 수리 등 - 현장 실무교육: 가상현실 기반 원격 실무교육, 증강현실 기반 현장 실무교육, 해상풍력 유지관리 및 구조안전 훈련, 무인 운항 기반 현장 실무교육 • 고급교육 <ul style="list-style-type: none"> - 목표: 예지보전 역량 습득, OPEX 관리방안 습득, 풍력발전 운영효율 극대화 - 교육과정: OPEX 시뮬레이션 교육, 출력량 예측기술, 풍력발전기/단지설계, 풍력발전기 고급진단 - OPEX 시뮬레이션: 해양 환경자료 조사 및 분석, 풍력터빈 성능곡선 및 주요 부품 신뢰성 분석, 풍력발전단지 원가 분석, 유지보수 인건비 분석 - 출력량 예측기술: Lidar 측정 특성 이해, 풍속데이터 필터링 및 처리방법, 풍력단지 출력량 단기에보 기술, MATLAB 프로그래밍 - 풍력발전기/단지 설계: 프로그램 기반 발전기 및 단지모델링, 풍력발전기 구성요소 설계 및 제어 알고리즘 개발 등 - 풍력발전기 고급진단: 상태 및 성능 모니터링, 구성요소 신뢰성 분석 및 잔여수명 평가방법 등 • 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 매년 1,500여 명의 유지보수 인력을 대상으로 안전교육, 기술교육, 고급교육, 재교육을 통해 풍력 유지보수 안전기반 마련 및 풍력산업 확대 기여 • 향후 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 유지보수 교육 이수 의무화 - 세계풍력기구 인증기관 이수자에 한해 WINDA 서버 등록 및 국제자격지원 - 국내현장의 특수성을 감안한 국내 자격 체계 구축 및 지속 관리

구분

세부내용

안전교육				구분	교육내용	구축장비
응급처치 의료장비				중요 교육시설	고소 작업 플랫폼	
해부학 데미		응급처치 가방			헬리콥터 주박 시 발출 용한 시뮬레이터	
가도 모형		응급처치 시나리오 구성세트			제방위험 단행구조/관리관리 및 위험물 운반 수조시스템 구축	
심폐소생술 데미-성인		연습용 제세균기			고급구조용 헬기 및 불제어도 내부 시뮬레이터	
응급처치 장비		담요 등			고급구조용 낙상 시뮬레이터	
화재 훈련동 및 안전장비						
화재 소화설비		Smoke chamber				
휴대용 이산화탄소 물 소화기		개인 보호 장비				
소방포		개인 탈출 마스크				

[그림 3-3] 안전교육 장비 구축 계획

고급교육		구축장비
해상풍력단지 출력량 단기예보		OPRE 시뮬레이터
풍력발전기/단지 모델링, 수지 해석용 상용 프로그램		OPRE 시뮬레이터
해상풍력 구조물 검사 시스템		3D 모델 조립 수조 시스템(물리모델교육용)
머신러닝 및 자율 비행체 기반 불레이드 내부손상 탐지		Foundation Test Pit
상태, 성능 모니터링 위한 CMS & SCADA 시스템		Foundation Test Pit
해상풍력블레이드 파손진단에 따른 전이수행 실험		

교육과정별
장비 구축
계획

[그림 3-4] 고급교육 장비구축 계획

기술교육				구분	교육내용	구축장비
나셀 시뮬레이터 장비				중요 교육시설	고소 작업 플랫폼	
터빈포터(나셀) : 3MW 기준		터빈 서비스 포트 모듈			헬리콥터 주박 시 발출 용한 시뮬레이터	
케이블 (파워/신호/접지포함)		터빈 운송, 증속기/발전기 설치지그 등			제방위험 단행구조/관리관리 및 위험물 운반 수조시스템 구축	
유압/냉각 시스템 시뮬레이터 장비					고급구조용 헬기 및 불제어도 내부 시뮬레이터	
유압 유닛		컨트롤러 케이블			고급구조용 낙상 시뮬레이터	
유압 실린더		설치지그				

[그림 3-5] 기술교육 장비구축 계획

구분

세부내용

해상풍력
산업지원
센터
훈련동
시설공간

[그림 3-6] 훈련동 조감도

시설	면적(m ²)
훈련용 수조 및 3차원 조파수조	1,400
Foundation Test Pit	100
기본 안전교육장	509
고급구조 안전교육장	321
응급처치 심화교육장	321
블레이드 수리교육 훈련장	1,200
풀 너셀 시뮬레이터	650
PLC/파워 컨버터 시뮬레이터	140
유압/냉각 시스템 시뮬레이터	108
Yaw/Pitch 시스템 시뮬레이터	350
AR/VR 교육장	147

[그림 3-6] 훈련동 조감도

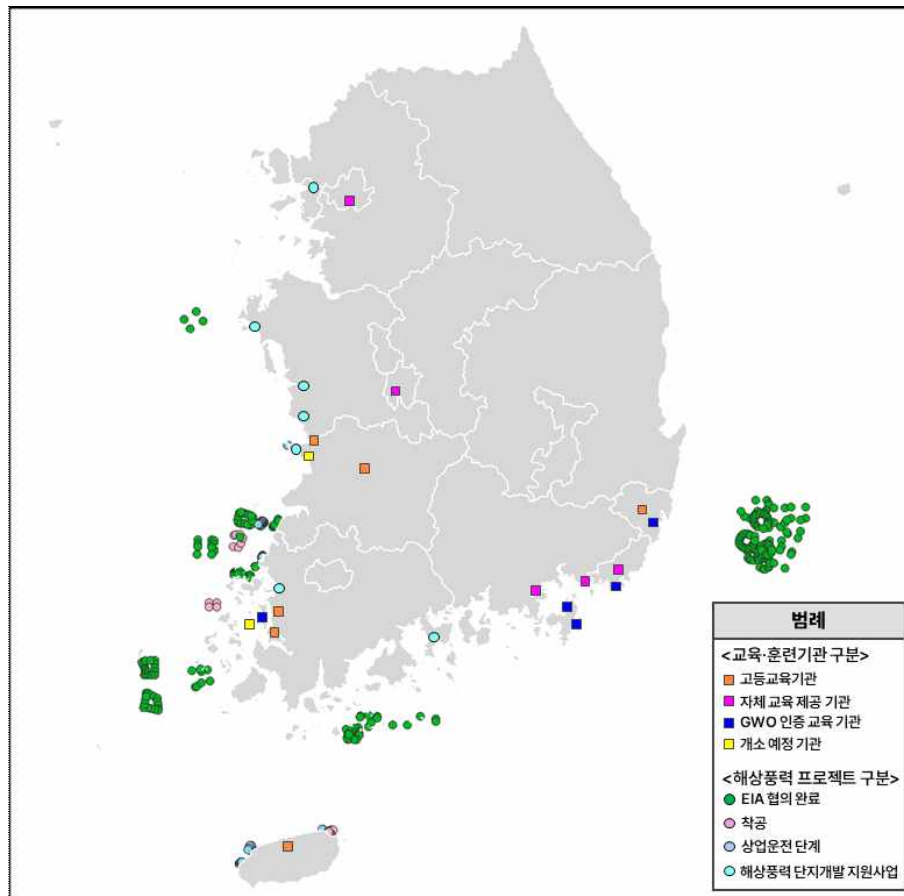
자료: :김태기 (2022)

■ 국내 해상풍력 교육훈련 및 전환 기관 요약

- ◎ 아래의 표와 그림은 국내에서 해상풍력 교육훈련을 제공하는 주요 기관을 제시하며, 소재지, 교육 내용, 정의로운 전환과 관련된 특성이 주요하게 확인 가능
- 교육훈련기관은 대부분 해상풍력 발전단지가 구축되었거나 예정된 해역 인근지를 중심으로 소재하고 있어 지역기반의 산업인력 양성을 촉진하기에 유리한 위치에 설립되었음을 관찰 가능
 - 그러나 향후 수요가 급증할 것으로 예상되는 해상풍력 유지보수 인력교육에 특화된 기관이 다소 한정적. 해상풍력 산업계에서 국제적으로 통용되는 세계풍력기구 인증 교육훈련기관은 전국 5개소에 불과. 또한 아동·청소년 층을 대상으로 장기적 관점에서 산업성장을 뒷받침할 지속가능한 해상풍력 인력 양성 생태계 마련 시급
 - 또한 정의로운 전환을 촉진하기 위해 개설되거나 운영되고 있는 교육훈련 기관이 부족한 실정. 「탄소중립기본법」 시행령 제53조에 따르면 지자체는 정의로운전환 특구로 지정된 지역에, 중앙기관은 한국산업기술진흥원과 한국고용정보원에 센터 설립 가능. 그러나 정의로운전환 특구 지정 지역으로 지자체에는 센터설립이 불가능했고, 중앙기관은 예산이 배정되지 않거나 특구 기준 마련을 위한 연구 용역 추진에 한정되었던 실정(김민호, 2025).

[표 3-9] 국내 해상풍력 교육훈련기관 목록

지역	교육훈련기관명	구분	지역 구분	교육훈련기관 명	구분
서울·경기도	한국신재생에너지협회 인적자원개발센터	고등교육기관	경상남도	Safety&Access Korea	신입/재직자 훈련기관
대전	한국발전인재개발원	신입/재직자 훈련기관		선박해양플랜트연구소 해양플랜트산업 지원센터	신입/재직자 훈련기관
전라남도	목포해양대학교	고등교육기관	부산	SK오션플랜트 기술교육원	신입/재직자 훈련기관
	목포대학교	고등교육기관		한국해양수산연수원 용당캠퍼스	신입/재직자 훈련기관
	티유브이슈드 신안훈련센터	신입/재직자 훈련기관		KR 아카데미/교육훈련 센터	신입/재직자 훈련기관
	신안 해상풍력 산업 교육센터(개소 예정)	신입/재직자 훈련기관		부산대학교 산업전환 공동훈련센터	신입/재직자 훈련기관
전라북도	군산대학교	고등교육기관	울산	Applus+ 울산 사무소	신입/재직자 훈련기관
	전북대학교	고등교육기관		울산대학교	고등교육기관
	해상풍력 산업지원센터 (개소 예정)	신입/재직자 훈련기관			
제주도	제주대학교	고등교육기관			



[그림 3-7] 국내 해상풍력 교육·훈련기관 위치

3. 요약 및 시사점

- ◎ 해상풍력 인력양성은 「해상풍력법」과 유관 정책을 기반으로 정책 방향 수립
 - 올해 「해상풍력법」이 제정되고 '26년 시행을 앞두고 있으나 '해상풍력 보급 촉진 및 산업 육성에 관한 특별법 시행령 제정령안 입법예고'(2025)에 따르면 전문인력 양성과 관련된 분야, 범주, 조건에 대한 기본적인 논의에 한정
 - 또한 '에너지 인력양성 중장기 전략' 및 '에너지 인력양성 로드맵', 산업기술인력 실태조사와 같은 주요 정책에서도 해상풍력 산업 신흥국인 한국의 산업·교육 체계의 맥락에서 현상황을 객관적으로 진단하고 체계적으로 핵심인력 양성을 신속하게 추진할 정책 방안 부족
 - 향후 해상풍력 발전단지 건설 및 운영에 필요한 선원의 수급 현황에 따르면 인력 감소 및 고령화에 따라 대체 인력이 부족할 것으로 전망
 - 이에 따라 인력 수요 및 공급을 데이터에 기반하여 진단하고 전망할 수 있는 기초연구와 이에 수반되는 핵심 산업인력 확보 전략, 이행방식에 대한 정책적 논의가 요구되는 시점
- ◎ 한편 정의로운 전환은 「탄소중립기본법」과 시행령을 기반으로 정책방향이 수립되었으나 해상풍력 인력 양성 정책과 마찬가지로 보다 세부적인 정책 방안 수립 필요
 - 더욱이 현정부에서 2040년까지 석탄화력발전소의 전면 폐쇄와 발전 5사의 조직 통폐합 방안이 논의되고 있는 반면, 해상풍력을 비롯한 재생에너지 산업 부문으로의 전환은 잠재력 존재
 - 따라서 정의로운 전환의 규모, 전환 자원 조성, 산업간 기술표준 및 자격 인증, 특구 지정, 전환 교육 주체에 대한 정책이 구체적으로 수립될 필요
- ◎ 국내 해상풍력 인력 교육훈련 기관은 해상풍력 중심지에 설립되었으나 교육 체계·우선순위와 정의로운 전환 지원기관 측면에서 보완과제 존재
 - 대부분의 해상풍력 교육훈련기관은 기존의 해상풍력단지나 해상풍력단지 예정지 인근 지역에 설립되어 사업지역에서 산업인력 수급이 용이하게 나타날 수 있는 여건 형성
 - 그러나 장기간 발전단지가 운영되는 해상풍력 산업 특성상 향후 수요가 대폭 확대될 것으로 예상되는 해상풍력 인력교육에 특화된 기관이 한정적. 또한 단기 신입/재직자 교육에 집중되어 장기적으로 산업인재 양성을 뒷받침할 체계적인 해상풍력 인력 양성 교육과정 개발과 도입 검토 필요
 - 또한 정의로운 전환을 촉진하기 위해 활발하게 운영되고 있는 전담 교육훈련 기관이 턱없이 부족하며, 정의로운전환 특구 지정 지연, 예산 부족 등이 주요한 원인으로 지목됨. 따라서 정의로운전환 규모, 전환 자원 확보, 기술 표준 및 자격 인증, 전환 특구 지정, 교육 기관 등에 대해 핵심 이해관계자와의 논의를 시작하여 정책 구체화 및 이행 수단 마련 시급

IV. 결론 및 정책적 제언

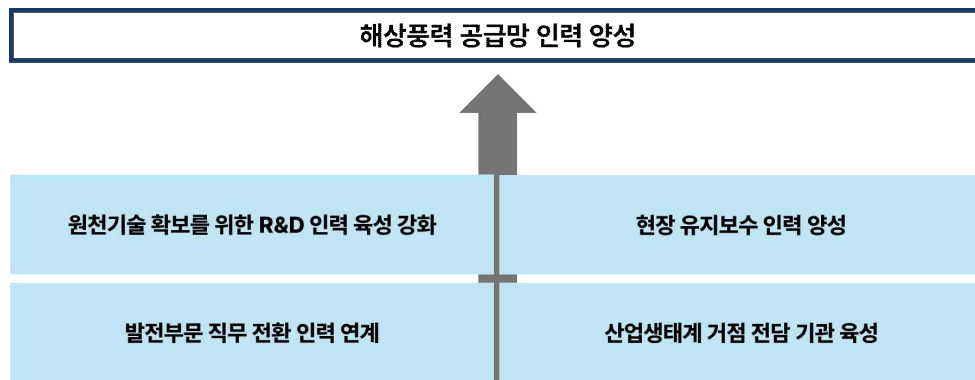
IV. 결론 및 정책적 제언

1. 결론

- ◎ 이 연구는 주요국의 해상풍력 인력양성 정책과 사례를 비교·분석하여 한국의 맥락에 적합한 인력양성 전략을 제안하기 위해 수행됨
 - 구체적으로 해상풍력 공급망 중 제조, 운송, 설치, 운영 부문을 중심으로 해외의 해상풍력 주요 선진시장과 신흥시장의 사례를 살펴보고 국내 해상풍력 인력육성 및 전환 현황을 진단
- ◎ 해외 사례에서는 해상풍력 산업을 선도하고 있는 영국·덴마크 사례와 후발주자로서 아시아 시장을 이끌고 있는 대만·일본 사례 분석
- ◎ 해상풍력 산업이 성숙한 **영국·덴마크** 사례를 통해 제조, 설치, 운영 부문의 인력양성 및 직무 전환을 분석
 - **영국**은 해상 재생에너지 캐터펄트, 풍력 터빈 유지보수 기술인력 직무전환 프로그램, 에너지기술여권, 도거뱅크 지역상생, 청정일자리 계획 사례를 통해 설치 및 운영 단계 중심의 직무 세분화, 현장 연계 교육, 직무 전환 지원 제도, 통합 전담 조직 구성
 - **덴마크**는 덴마크 공과대학교, 덴마크 해상풍력 아카데미, 에스비에르항 해상 아카데미를 통해 터빈·BOS 제조를 포함한 풍력 핵심 기술 인력과 유지보수를 수반한 운영인력을 양성하고 지역기반 정의로운 전환 경로 구축
- ◎ 한국과 산업 성장 단계가 유사한 **대만과 일본** 사례를 통해 해상풍력 산업 초기 및 확장 단계의 인력양성전략 분석
 - **대만**은 대만국제풍력훈련센터, 해양기술혁신센터, 창화 1&2a 프로젝트를 통해 세계풍력기구, 영국항해협회 등 국제교육표준 도입과 오스테드, CWind 등 해외기업과의 파트너십 활용을 통한 설치 및 운영 인력 양성
 - **일본**은 인재육성추진협의회, 산학연계 해상풍력 인재양성 컨소시엄, 바람과 바다학교 아키타, 도호쿠전력 재생에너지 훈련센터를 통해 산학연 협력 거버넌스 구축과 지역 기반 설치 및 운영인력 양성
- ◎ **국내** 사례에서는 해상풍력 인재 양성 및 정의로운 전환 관련 제도·정책 현황과 주요 교육기관 현황 분석을 통해 한계 및 개선과제 도출
 - 「해상풍력법」을 통해 전문인력 양성 분야, 범주, 조건에 대한 기본적인 논의는 이루어졌으나 객관적으로 인력 수요와 공급을 진단·전망할 수 있는 조사와 산업인력 확보 전략, 이행방식 부족
 - **국내 해상풍력 인력교육기관**은 해상풍력 중심지를 위주로 설립되고 있으나 교육 체계·우선순위에 대한 정책적 공백 확인
 - **정의로운 전환 정책 및 기관분석**을 통해 전환 규모, 자원 조성, 산업간 기술표준 및 자격 인증, 특구 지정, 전환교육 주체 등에 대한 구체화 과제 도출

2. 정책적 제언

- ◎ 한국은 해상풍력 산업 초기 성장단계에 진입한 신흥국으로서 「해상풍력법」 시행을 앞두고 보급 가속화를 뒷받침할 공급망 인력 확보 시급. 이에 따라 원천기술 확보 R&D 인력 양성, 현장 유지보수 안전인력 육성, 발전부문 직무 전환 인력 양성이 필요하고 산업생태계 거점 역할을 할 전담 기관 육성이 요구됨
- ◎ **첫째, 터빈·BOS 등 부문의 원천기술 확보를 위한 R&D 인력 육성을 강화해야 함**
 - 해상풍력 공급망의 경쟁력을 강화하고 공급망 병목현상의 영향을 완화하기 위해 산업의 수요에 부합하는 풍력 핵심 기술 분야의 인력 양성이 요구됨
 - 고등교육기관과 연구기관을 중심으로 제조 부문의 전문기술인력을 양성하고 산업 현장과 연계하여 연구 개발 경험이 축적되는 구조를 구축해야 함
- ◎ **둘째, 장기로 운영되는 해상풍력단지에 보급될 수 있는 현장 유지보수 안전 인력을 지속 양성해야 함**
 - 20년 이상 운영되는 해상풍력 산업의 특성을 고려하여 운영 및 유지보수를 할 수 있는 인력이 지속적으로 양성되어야 함
 - 세계풍력기구와 같은 국제교육훈련표준을 준수하는 인력을 양성하되 국가 차원에서 교육내용, 시설, 자격증을 관리하여 양질의 인력이 양성될 수 있게 해야 함
 - 국가적 차원에서 해상풍력발전시설 및 산업 확대가 예정된 전남, 서남해권, 동해권, 경남권과 같은 해상풍력 거점지역 중심으로 교육훈련기관을 설립하여 지속가능한 산업인력 육성과 지역 활성화를 동시에 달성할 수 있어야 함
- ◎ **셋째, 석탄화력산업과 해상풍력 산업을 연계하여 정의로운 전환으로 운영 부문의 인력을 양성해야 함**
 - 두 산업간 공통 기술과 역량을 연계하고 자격과 경력을 인정받을 수 있는 인증 제도를 수립하고, 재교육 이수 후에 타산업으로의 이직으로 이어지는 전환 경로를 구축해야 함
 - 기술숙련인력이 타지역으로 유출되지 않고 해상풍력 산업 발전을 위한 인적 자산으로 확보될 수 있도록 일정 기간 생계와 재교육을 지원하는 기준과 재원이 마련되어야 함
 - 전환과정이 원활하게 추진될 수 있도록 전환지원센터 설립 및 교육훈련시설 지정을 위해 석탄화력발전소가 소재한 지역을 중심으로 특구가 지정되어야 함
- ◎ **넷째, 인력양성과 기술개발, 산업 연계가 통합될 수 있는 산업생태계 거점 역할을 할 수 있는 기관을 육성해야 함**
 - 해상풍력의 발전을 위해 기술 시험, 실증 연구를 바탕으로 인력교육훈련, 기술혁신, 기업 육성 등을 조정 및 촉진할 수 있는 전담 기관 필요
 - 전담 기관을 통해 객관적인 현황 파악 및 전망을 위해 직무 및 기술별 인력 공급 및 수급 동향 조사를 정례적으로 실시하고 이를 인력양성 정책에 반영하여 현실과 정책의 간극을 좁혀나갈 수 있는 제도를 마련해야 함



[그림 4-1] 해상풍력산업 인력 양성을 위한 정책적 제언 구조도

참고문헌

1. 논문 및 보고서

- 국정기획위원회 (2025). 대한민국 진짜성장을 위한 전략
- 국정기획위원회 (2025). 대한민국 진짜성장을 위한 전략: 새정부 성장정책 해설서
- 관계부처 합동(2025). 해상풍력 인프라 확충 및 보급 계획
- 김윤성 외 (2025) 2025 APAC 해상풍력 트렌드. 에너지와공간
- 김태기 (2022). 해상풍력 O&M 전문인력 양성 교육기관 해상풍력 산업지원센터 구축. 2022년도 대한전기학회 산업전기응용부회 추계학술대회 논문집
- 녹색기술센터 (2022). 주요선진국의 기후기술 인력양성정책. GTC Brief
- 대한민국정부 (2025). 이재명정부 123대 국정과제: 국민이 주인인 나라 함께 행복한 대한민국
- 산업통상자원부·한국산업기술진흥원 (2024). 2024년 산업기술인력 수급실태조사 보고서
- 산업통상자원부 (2019). 제3차 에너지기본계획
- 산업통상자원부 (2023). 에너지인력양성 중장기 전략 및 로드맵
- 산업통상자원부 (2025). 제11차 전력수급기본계획
- 이승문 (2022). 풍력보급 활성화를 위한 해외 경매사례 연구. 에너지경제연구원
- 천중현 (2025). Solidarity and Progress for Offshore Wind Industry Development in Taiwan(발표 자료). MOEA
- 한국선원복지고용센터 (2024). 2024년 한국선원통계.
https://www.koswec.or.kr/koswec/information/sailorshipstatistics/detailSailorShipStaticsPage.do?prg=statistic&seqIdx=SSS_0000000237
- 해양수산부 (2024). 제2차 선원정책 기본계획(2024-2028)
- CCA MOE (n.d.).
East Wind Offshore Wind Cluster. Careers Resources.
<https://ewoc.co.uk/career-resources/>
- ECITB(2025). Cross-skill pilot exemplifies just-transition in action.
<https://www.ecitb.org.uk/news/cross-skill-pilot-exemplifies-just-transition-in-action/>
- EICTB (n.d.) Wind Turbine Maintenance Technician Cross-Skill Programme.
<https://connectedcompetence.co.uk/wp-content/uploads/2022/12/WTMT-Cross-Skill-Pilot-Course-Overview-2025-1.pdf>
- ekosgen (2023). Evaluation of the Dogger Bank Wind Farm Community Fund
- GWEC (2025). Global Offshore Wind Report

Innovate UK Business Connect(2025) .Offshore renewable energy catapult drives action through workforce foresighting.

<https://iuk-business-connect.org.uk/casestudy/offshore-renewable-energy-catapult-drives-action-through-workforce-foresighting/>

Kiernan, S. (2019). A just transition for oil and gas regions? A comparative analysis of just transition policies in Denmark, New Zealand and Scotland [Master's thesis, University of Victoria].

<https://dspace.library.uvic.ca/server/api/core/bitstreams/c560357a-b1d5-473f-a67c-22860c23e778/content>

Metal Industry Intelligence (2022). The Supply Chain Study of Offshore Wind. <https://www.bcctaipei.com/sites/default/files/2022-03/Taiwan%20Offshore%20Wind%20Supply%20Chain%20Report%200322.pdf>

ORE Catapult(n.d.). Academia. <https://ore.catapult.org.uk/we-work-with/academia>

ORE Catapult(n.d.). Research Hub. <https://ore.catapult.org.uk/we-work-with/research-hubs>

Orsted (2024). Green energy for Taiwan: Powered by people. <https://cdn.orsted.com/-/media/www/docs/corp/tw/en-chw-1-and-2a-case-study.pdf?rev=113dc83933fd4bd58a5bd033c3b57a57&hash=85B0FE652ED7A086F1248DE133332D79>

OWIC&RenewableUK (2025). Wind Industry Skills Intelligence Report. <https://www.renewableuk.com/media/jvsdey0k/ruk-owic-offshore-wind-skills-report-2025.pdf>

Public-Private Council on Enhancement of Industrial Competitiveness for Offshore Wind Power Generation (2020). Vision for Offshore Wind Power Industry(1st). https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/yojo_furyoku/dl/vision/vision_first_en.pdf

Sperling, K et al., (2021). Denmark without oil and gas production: Opportunities and challenges. Aalborg University. <https://oilandgastransitions.org/wp-content/uploads/2021/11/Denmark-Oil-and-Gas-Report.pdf>

Statista (2025). Cumulative offshore wind energy capacity installed in Denmark from 2013 to 2024. <https://www.statista.com/statistics/1398843/offshore-wind-energy-capacity-denmark/?srsltid=AfmBOopKgLG7QZgRpUqkWhEyY92E04LZAC-YVWpA3uDUP4dY6M0A2gB->

Thomas Sylvest (2020). Socio-economic impact study of offshore wind. QBIS. <https://danishshipping.dk/media/gbdme2zt/technical-report-socioeconomic-impacts-off-offshore-wind-01072020-3.pdf>

Rambøll and Danish Energy Agency (2023). Job creation in a new industry – learnings from Denmark’s offshore wind journey

Tänzler, D., Bernstein, T., & Hilliges, M. (2024). JET-P Study: Compilation of the EU’s experience on just energy transition and recommendations for Indonesia. European Union Climate Dialogues.

<https://www.jetknowledge.org/wp-content/uploads/2024/04/JETP-Study-Compilation-EU-Just-EnergyTransition-Recommendation-for-Indonesia.pdf>

Technology Executive Committee (2023). Wind Energy in Denmark: Good practices and lessons learned on the setup and implementation of National Systems of Innovation. UNFCCC.

Wieczorek et al., (2015). Broadening the national focus in technological innovation system analysis: The case of offshore wind. Environmental Innovation and Societal Transitions 14 (2015), pp.128–148.

2. 웹사이트

기후에너지환경부 (2025). 해상풍력 보급 촉진 및 산업 육성에 관한 특별법 시행령 제정령안 입법예고. 법제처 국민참여입법센터. <https://opinion.lawmaking.go.kr/gcom/ogLmPp/84684>

군산대학교 (n.d.). 초대용량풍력발전시스템혁신연구센터. <https://windenergy.kunsan.ac.kr/>

군산대학교 (n.d.). 풍력에너지학과. <https://windenergy.kunsan.ac.kr/>

군산대학교 (2024). 2024학년도 2학기 대학원(일반, 특수) 수강신청 안내. https://www.kunsan.ac.kr/gradu_kunsan/board/view.kunsan?boardId=BBS_0000059&menuCd=DOM_000005306001000000&paging=ok&startPage=1&searchType=DATA_TITLE&keyword=%EC%88%98%EA%B0%95%EC%8B%A0%EC%B2%AD&dataSid=1343426

군산시 (n.d.). 정책실명제 중점관리 대상사업 사업내역서. <http://www.gunsan.go.kr:9090/viewer/skin/doc.html?fn=174886090517887.hwp&rs=/viewer/result/202507/>

권준범 (2023). 시동 건 에너지 인력양성... ‘사람이 미래다’. <https://www.energy-news.co.kr/news/articleView.html?idxno=89874>

김규남 (2025). 원전 없인 반도체·AI 못 한다고? TSMC의 대만은 ‘해상풍력’ 키웠다. 한겨레. <https://www.hani.co.kr/arti/society/environment/1181970.html>

김민호 (2025). 지지부진 ‘정의로운전환 특구’, 이재명 정부서 탄력 받을까. 비즈한국. <https://www.bizhankook.com/bk/article/30060>

송현수. (2018). 해양수산연수원, DP운항사 교육과정 동북아 최초 NI단독 운영 자격 취득. 부산일보.

신보훈 (2025). 재생e 시대, 발전사업자 더 늘어난다. 대한경제.
https://www.dnews.co.kr/uhtml/view.jsp?idxno=202512021742227420134&utm_source=chatgpt.com

한국해양수산연수원. 연수원 소개 (n.d.).
<https://www.seaman.or.kr/portal/contents.do?mld=0501010000>

Kotra 해외시장뉴스 (2024). '일본, 해상풍력발전을 통한 재생에너지 발전 확대'.
<https://dream.kotra.or.kr/dream/kotra/actionKotraShortUrl/mLu0LXnzixqE.do>

Bureau of Energy (n.d.). 12 Key Strategies for Taiwan's 2050 Net-Zero Transition (Draft).
Key Strategy 1 – Wind/Solar PV. (n.d.)
<https://ws.ndc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzExL3JlbGZpbGUvMC8xNTA0Ni84MjNIYjgxMi1mN2Q1LTRiODAtYTl4ZC1lZjhMzdhdZDE3NjAucGRm&n=MDFv2luZCBTb2xhcjBOVjAoZlJhZnOpLnBkZg%3d%3d&icon=.pdf>

CCA	MOE	(n.d.).	Net	Zero	Roadmap.
https://www.cca.gov.tw/en/climatetalks/net-zero-roadmap/1891.html					

DESNZ (2025b). Clean energy jobs plan.
<https://www.gov.uk/government/publications/clean-energy-jobs-plan/clean-energy-jobs-plan-html#delivering-the-pipeline-of-skilled-workers>

54

[ds-of-clean-power-jobs](#)

Dogger Bank Wind Farm (n.d.). Dogger Bank in the community.
<https://doggerbank.com/about/community/>

DTU. (n.d.) Bachelor of Science (BSc) in Design of Sustainable Energy Systems.
<https://www.dtu.dk/english/education/undergraduate/undergraduate-programmes-in-danish/bsc-eng-programmes/design-of-sustainable-energy-systems>

DTU. (n.d.) Curriculum for Wind Energy.
<https://www.dtu.dk/english/education/graduate/msc-programmes/wind-energy/curriculum>

DTU. (n.d.) Master of Wind Energy – Online Programme.
<https://lifelonglearning.dtu.dk/en/wind-energy/master-en/master-en-master-of-wind-energy-online-programme/>

dwpa (2025). Training Catalogue.
<https://danishwpa.com/wp-content/uploads/2025/05/dwpa-Training-Catalogue-2025.pdf>

dwpa (n.d.). Wind Turbine Training. <https://danishwpa.com/wind-turbine-training/>

e-GOV 법령검색 (2018).
해양再生可能エネルギー発電設備の整備に係る海域の利用の促進に関する法律[해양 재생에너지 발전설비의 정비에 관한 해역의 이용 촉진에 관한 법률].
<https://laws.e-gov.go.jp/law/430AC0000000089/>

European Parliament(2024). Denmark's climate action strategy.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/767173/EPRS_BRI\(2024\)767173_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/767173/EPRS_BRI(2024)767173_EN.pdf)

GWO (2024). What are the requirements for a GWO facility?.
<https://globalwindsafety.zendesk.com/hc/en-us/articles/360047605031-What-are-the-requirements-for-a-GWO-facility>

GWO (2025). Training Providers.
<https://www.globalwindsafety.org/trainingproviders/findtrainingprovider>

GWO (2025.05.02.). Basic Safety Training Standard(V19).
https://cdn.prod.website-files.com/5ce6247122f44f06d8edebbb/681339d7101d061dc6071d06_02052025_BST_V19.pdf

GWO (n.d.). Our Story. <https://www.globalwindsafety.org/about/company>

IACOW (n.d.), Projects. https://iacow-education.jp/projects/#section_001

KOSEN (2024). 国立高等専門学校は「洋上風力発電に関する人材育成の枠組」と連携し人材育成に取り組めます [국립고등전문학교는 「해상풍력발전 관련 인재육성의

틀」과 연계하여 인재육성에 나섭니다].

<https://aistudio.google.com/prompts/1euETSSnnP0FFaMBA-XfOQYNV2DdP1Kph>

Lottie Limb (2025). 'Skills passport': How the UK is helping oil and gas workers switch to green energy careers. euronews

<https://www.euronews.com/green/2025/01/28/skills-passport-uk-government-green-energy-jobs>

Masaru Akiyoshi (2025). Offshore Wind Power in Japan (발표자료). Japan Wind Power Association

Mathiesen et al (2015). IDA's energy vision 2050: A smart energy system strategy for 100% renewable Denmark. Department of Development and Planning, Aalborg University. <https://vbn.aau.dk/en/publications/idas-energy-vision-2050-a-smart-energy-systemstrategy-for-100-re>

METI (2024). 「洋上風力人材育成推進協議会 (ECOWIND)」の立ち上げについて[해상풍력 인재육성추진협의회(ECOWIND) 발족에 대하여]. <https://www.meti.go.jp/press/2024/06/20240621003/20240621003-1.pdf>

MTIC. (n.d.) MTIC Introduction. <https://www.mtic.org.tw/EN/Home/Article/fae783a2-c64a-45f3-b74e-52f45de40191>

MIRDC, (n.d.) MTIC obtained OPITO certification and became the first training center in Taiwan to provide multi-standard training courses. <https://www.mirdc.org.tw/english/NewsView.aspx?Cond=4655>

MTIC, (n.d.) DNV Marine Operation. <https://www.mtic.org.tw/EN/EduClass?ModuleID=GE3>

MTIC, (n.d.) GWO Course. <https://www.mtic.org.tw/EN/EduClass?ModuleID=GE1>

MTIC, (n.d.) OPITO Course. <https://www.mtic.org.tw/EN/EduClass?ModuleID=GE5>

Nagasaki University (2024). 洋上風力発電事業を主導する人材の育成のための「しくみとカリキュラム」を策定へ[해상풍력발전 사업을 주도할 인재 육성을 위한 「체계와 커리큘럼」 수립에 착수]. https://www.nagasaki-u.ac.jp/ja/guidance/kouhou/press/pdf/674file1_20241204143655.pdf

NYK LINE (2024a). Opening Ceremony Held for Akita School of Wind and Sea. https://www.nyk.com/english/news/2024/20240528_02.htm

NYK LINE (2024b). NYK to Open Akita School of Wind and Sea Training Center. https://www.nyk.com/english/news/2024/20240105_02.html

Our World in Data(2025). Share of Electricity production from wind. <https://ourworldindata.org/explorers/energy?tab=line&country=DNK~LTU~LUX~URY~IRL>

[&hideControls=false&Total+or+Breakdown=Select+a+source&Energy+or+Electricity=Electricity+only&Metric=Share+of+total&Select+a+source=Wind](#)

OEUK (2024). Roadmap for energy skills transition secures backing from wind, oil and gas sectors.

<https://oeuk.org.uk/roadmap-for-energy-skills-transition-secures-backing-from-wind-oil-and-gas-sectors/>

OGV (2025). Oil and gas to wind cross-skill pilot success in Grangemouth and Aberdeen.

<https://ogv.energy/news-item/oil-and-gas-to-wind-cross-skill-pilot-success-in-grangemouth-and-aberdeen/>

pwc (2022). 経済産業省資源エネルギー庁 令和4年度「洋上風力発電人材育成事業費補助金」における補助事業者の公募結果の公表について[경제산업성 자원에너지청, 2022년도 '해상풍력발전 인재육성 사업비 보조금' 공모 결과 발표].

<https://www.pwc.com/jp/ja/news-room/offshore-wind-turbine-public-offer2209.html>

Sperling, K., Madsen, P. T., Gorroño-Albizu, L., & Vad Mathiesen, B. (2021). Denmark without oil and gas production: Opportunities and challenges. Aalborg University.

<https://oilandgastransitions.org/wp-content/uploads/2021/11/Denmark-Oil-and-Gas-Report.pdf>

State of Green (2013). Global Wind Organisation Chooses Denmark as Home Base.

<https://stateofgreen.com/en/news/global-wind-organisation-chooses-denmark-as-home-base/>

SSE Renewables (n.d.). Dogger Bank Wind Farm.

https://www.sserenewables.com/offshore-wind/projects/dogger-bank/?utm_source=chatgpt.com

TCE (2023). Information Memorandum: Celtic Sea Floating Offshore Wind Leasing Round 5

Timothy Ferry (2020). Cultivating Talent for the Offshore Wind Era.

<https://topics.amcham.com.tw/2020/10/cultivating-talent-offshore-wind-era/>

TIWTC. https://www.tiwtc.com/index_en.php

Tohoku Electric Power Renewable Energy Service. Tohoku Electric Power Renewable Energy Service 웹사이트. (n.d.) https://www.tohoku-res.co.jp/index_en.html

Tohoku Electric Power (2025). Overview.

https://www.tohoku-epco.co.jp/english_f/about/overview/

3F. (n.d.). Collective agreements.

<https://www.3f.dk/english/wages-and-sectors/collective-agreements>

ENERGY & SPACE

Research Institution for Renewable Energy