S&T Market Report I vol.59 I 2018. 5 I

풍력발전 기술동향



과학기술일자리진흥원

목 차

1. 서 론 ····· 01

2. 주요 내용 ····· 03

가. 국내 · 외 재생에너지 정책 및 시장 현황 ····· 03

나. 국내 · 외 풍력발전 기술개발 현황 및 동향····· 04

다. 국내 · 외 풍력발전 시장 현황 ····· 10

라. 국내 · 외 풍력발전 산업 현황 ····· 12

3. 결 론 ····· 15

풍력발전 기술동향

1. 서론

□ 목적

○ 본 보고서는 풍력발전 분야의 국내 · 외 기술동향에 대한 기본 정보를 제공하는데 목적이 있음

□ 기술 개요

○ **(정의)** 풍력발전이란 공기의 운동에너지를 기계적 에너지로 변환시키고 이로부터 전기를 얻는 기술을 말함

○ **(원리)** 공기역학에 의해 날개처럼 생긴 로터(Rotor)가 돌아가면서 발생하는 기계적 운동에너지를 발전기를 통해 전기에너지로 변환함

- 원리는 간단하지만 주요 부품의 설계와 제작 및 시스템 제어 등은 상당한 기술력을 요구함

○ 풍력발전은 청정에너지원인 바람을 이용하여 전기를 생산하기 때문에 신재생에너지 기술이며, 또한 온실가스의 배출이 없어 대표적인 기후변화 대응기술이기도 함

- 풍력발전은 무공해, 무한정의 바람을 이용하므로 환경에 미치는 영향이 적고, 국토의 효율적 이용이 가능함. 또한, 대규모 발전단지의 경우에는 발전단가도 기존의 발전방식과 경쟁 가능한 수준임
- 반면, 풍력으로 발전하려면 평균 초속 4m 이상의 바람이 필요하므로 경제성을 확보할 수 있는 입지가 매우 제한적임

〈표1〉 풍력발전의 장단점

장 점	단 점
• 연료비가 거의 없고, 대부분 무인 원격 운전되므로 유지보수 비용이 작음 • 바람의 운동에너지 이용으로 화석연료와 대등한 가격경쟁력을 확보할 수 있는 대체 에너지는 풍력이 유일함 • 초기 투자비가 높으나 건설 및 설치 기간이 짧음 • 설치 높이가 높아 지상 토지를 농사 목축 등과 같은 용도로 활용 가능함 • 일부지역의 경우 관광자원화 가능함	• 풍력 가능한 바람은 평균 초속 4m이상이 필요하므로 경제성을 확보할 수 있는 입지가 제한적임 • 방해물 등의 자연환경 변화에 매우 민감할 수 있어 개발이 진행 중인 지역에는 신중한 검토가 필요함 • 입지에 따라 다르나, 설비 이용률이 타 발전원에 비해 낮음 • 소음이 발생하므로 인가와의 적정 거리가 필요함

○ 풍력발전 분야의 가장 선두그룹인 유럽에서는 활발한 기술개발과 보급이 이뤄지고 있으며, 후발국인 중국은 거대한 국내 보급시장을 바탕으로 추격형 기술개발이 이뤄지고 있음

□ 기술 배경 및 필요성

○ (기후변화) 지구온난화에 의한 이상 기후 현상으로 범지구적 기후변화 대응 노력이 필요하다고 인식됨

- 제21차 유엔기후변화협약 당사국 총회(COP21)에 197개국이 참여하여 최종적으로“파리협정(Paris Agreement)”이 채택됨
- 장기목표로 산업화 이전 대비 지구 평균기온 상승을 “2℃보다 낮은 수준으로 유지”키로 하고, “1.5℃ 이하로 제한하기 위한 노력을 추구”함
- 파리협정을 통한 신기후체제의 출범에 따라, 한국은 2030년 온실가스 배출전망치(BAU, Business As Usual) 8.5억 톤 대비 37% 감축을 목표로 함
- 대한민국 정부는 2010년 “저탄소 녹색성장 기본법”을 제정하여 온실가스 감축 및 신재생에너지 보급을 계획을 수립 · 시행하기로 정함

○ (신재생에너지) 정부는 2014년 “4차 신재생에너지 기본계획”을 마련하고 2035년까지 1차 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급하기로 정함

- 풍력과 태양광을 핵심 에너지원으로 육성하기로 하였으며, 풍력의 경우 2035년에 1차 에너지의 18%를 풍력발전을 통해 공급하는 것을 목표로 정함

○ 풍력발전은 기후변화 · 에너지 안보 문제 해결 및 경제적 가치 창출을 할 수 있는 중요 기술 분야이며, 이에 따라 관련 기술 분야에 대한 이해를 도출 할 수 있는 기회 마련이 필요함

□ 보고서의 범위

○ 국내 · 외 재생에너지 정책 및 시장 현황

○ 국내 · 외 풍력발전 기술개발 현황 및 동향

○ 국내 · 외 풍력발전 시장 현황

○ 국내 · 외 풍력발전 산업 현황

2. 주요 내용

가. 국내·외 재생에너지 정책 및 시장 현황

□ 국내·외 정책 현황

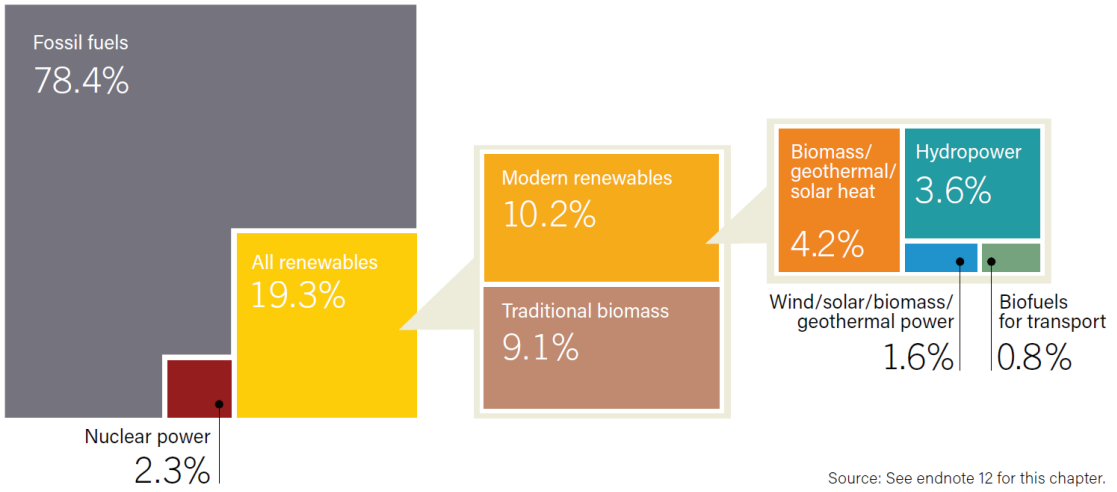
○ 2016년 말 기준 176개국에서 정부차원의 신재생 에너지 목표를 세우고 지원정책을 시행하고 있음

- 유럽은 2030년까지 1990년 온실가스 배출 대비 40% 감소를 위해 전체 에너지 소비의 신재생에너지 비율과 에너지 효율성을 개선하는 새로운 2030 프레임을 제언함
- 미국, 캐나다, 멕시코는 2025년까지 비탄소 자원에 의해 지역 전력의 50%를 생산하도록 합의함
- 중국은 2020년까지 신재생에너지 용량을 전체 전력의 27%로 설정함
- 대한민국 정부는 2035년까지 전체 전력량 중 13.4%를 신재생에너지로 공급하는 것을 목표로 설정함

□ 국내·외 시장 현황

○ 2015년 세계 최종 에너지 소비의 19.3%를 신재생에너지가 점유하고 있는 것으로 나타남

〈그림1〉 2015년 세계 신재생에너지 점유율



Source: See endnote 12 for this chapter.

출처 : Renewables 2017 Global Status Report

○ 신재생에너지 시장에서 에너지원별로 2012년부터 2016년까지 -24~32%의 연평균 성장률을 보임

○ 대한민국 정부는 2030년까지 신재생에너지 관련 기술개발에 11조 5,200억원, 보급투자에 99조 8,867억원 등 총 111조 이상을 소요할 것으로 전망함

○ 재생에너지 시장이 성숙기에 접어들면서 새롭고 다양한 도전과 기회에 직면에 있음

- 전력사의 경쟁 심화, 화석연료 보조금 지원 지속, 개도국 중심으로 시장과 산업 투자의 확장 등 여러 이슈 등장

〈표2〉 2015년 세계 신재생에너지 투자(상위 5개국)

	1	2	3	4	5
Investment in renewable power and fuels (not including hydro > 50 MW)	**China**	United States	United Kingdom	Japan	Germany
Investment in renewable power and fuels per unit GDP[1]	**Bolivia**	Senegal	Jordan	Honduras	Iceland
Geothermal power capacity	**Indonesia**	Turkey	Kenya	Mexico	Japan
Hydropower capacity	**China**	Brazil	Ecuador	Ethopia	Vietnam
Solar PV capacity	**China**	United States	Japan	India	United Kingdom
Concentrating solar thermal power (CSP) capacity[2]	**South Africa**	China	–	–	–
Wind power capacity	**China**	United States	Germany	India	Brazil
Solar water heating capacity	**China**	Turkey	Brazil	India	United States
Biodiesel production	**United States**	Brazil	Argentina/Germany/Indonesia		
Fuel ethanol production	**United States**	Brazil	China	Canada	Thailand

출처 : Renewables 2017 Global Status Report

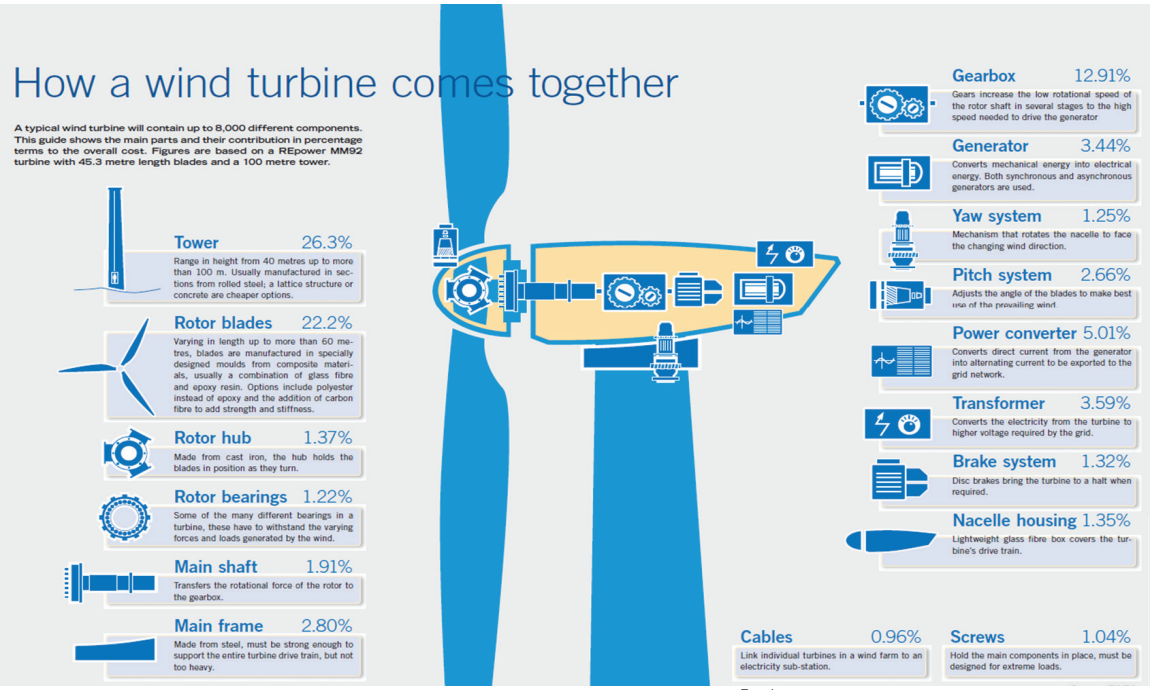
나. 국내·외 풍력발전 기술개발 현황 및 동향

□ 풍력발전 시스템 구성

○ 풍력발전 시스템은 기계, 전기 및 제어시스템으로 구성되어 있음

- (기계 및 전기 시스템) 회전날개(Blade), 회전축(Shaft), 발전기(Generator), 제동장치(Brake), 증속기(Gear box), 요잉시스템(Yawing system), 타워시스템(Tower system) 등을 포함
- (제어시스템) 회전속도 및 출력 제어시스템, 운전 상황 및 운전 모드 제어시스템, 계통연계 제어시스템, 운전 및 모니터링시스템 등을 포함

〈그림2〉 풍력발전 시스템 구성



출처 : European Wind Energy Association

□ 풍력발전 분류

○ 풍력발전기의 회전축 방향, 드라이브트레인 구성방식, 운전방식, 출력 제어방식 및 발전기 종류 등으로 분류될 수 있음

○ 보편적인 분류방식은 회전축 방향에 따른 분류이며, 수평형과 수직형으로 분류될 수 있음

- (수평형) 바람에너지를 최대한 받기 위한 바람추적 장치가 필요하며, 시스템 구성이 다소 복합하나 에너지 변환 효율이 높아 현재 가장 안정적인 고효율 풍력발전 방식임
- (수직형) 바람의 방향에 따른 효율 차이가 작아 사막이나 평원에 많이 설치하여 이용하나, 소재가 비싸고 수평축에 비해 효율이 떨어지는 단점이 있음

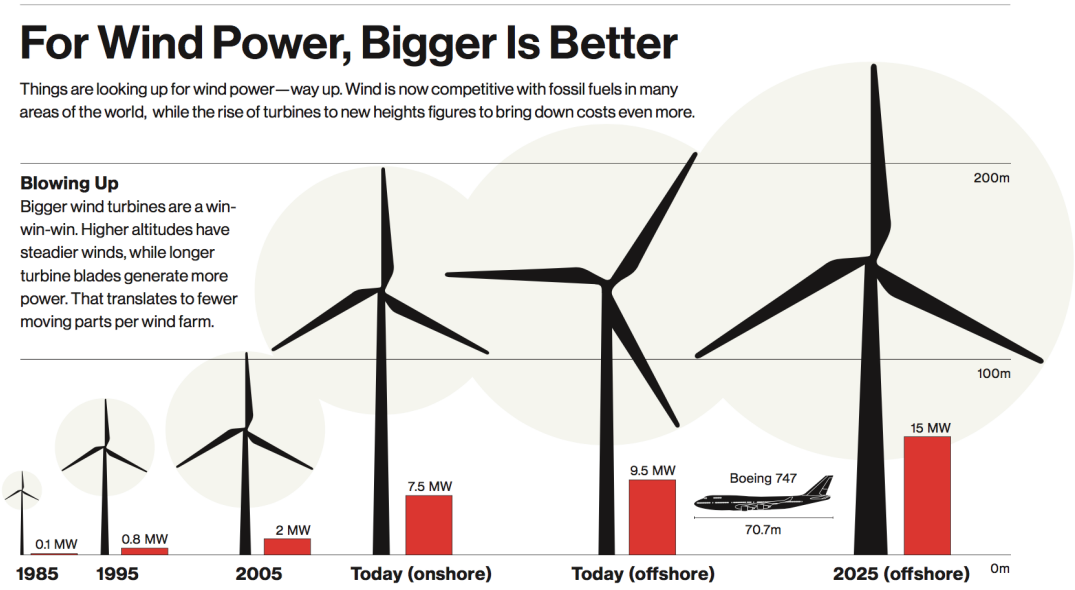
□ 국외 기술개발 현황 및 동향

○ 유럽과 미국에서는 균등화 발전단가*(LCOE, Levelized Cost of Energy)의 저감을 위한 다양한 기술개발을 진행하고 있음

* 균등화 발전단가는 풍력발전단지의 최초 기획단계에서부터 운전수명 종료 후 철거에 이르기까지 투입되는 모든 비용을 발전단지 생애주기 동안 생산한 전력량으로 나눈 값임

○ 균등화 발전단가 저감을 위해서 시스템의 대형화와 해상풍력발전 기술개발에 집중하고 있음

〈그림3〉 풍력발전 시스템의 대형화



출처 : MIT Technology Review

- 풍력-태양광, 풍력-조력, 풍력-조류 복합발전 시스템 등을 개발하여 에너지 발전효율을 향상에 노력하고 있음
- 압축공기 저장, 수전해 수소생산시스템을 풍력발전 시스템과 융합하여, 경제적 효용성과 생산단가 절감을 목표로 연구개발이 진행되고 있음
- 기존 건축물에 풍력터빈을 설치하는 소극적 개념의 건축물 융복합형 풍력발전(BMWT, Building Mounted Wind Turbine)에서 발전하여 건물의 외형을 변형시켜 풍력발전에 유리한 풍환경을 제공하는 BIWT(Building Integrated Wind Turbine) 또는 BAWT(Building Augmented Wind Turbine)으로 발전하고 있음

* 바레인 국제무역센터는 해풍이 불어올 경우 바람이 건물 사이 중앙부로 수렴되어 풍속도가 증가하는 효과가 나타나도록 형상설계가 되어 있으며, 상기 위치에 설치되어 있는 풍력발전 시스템으로 건물의 연간 전력 사용량의 13%를 자급할 수 있음

〈그림4〉 바레인 국제무역센터 전경 및 건물배치에 의한 풍속의 향상 효과



출처 : 녹색기술동향보고서

□ 국내 기술개발 현황 및 동향

○ 풍력발전의 기술개발은 “대체에너지개발촉진법”에 따라 수행되기 시작하였고, 지속적으로 지원규모가 확대되어 2012년 500억원에 근접하는 정도의 연구비를 지원하고 있음

- 기술개발은 대형화, 해상풍력단지 확대를 위한 해상풍력 시스템 · 단지구축과 관련된 기술개발에 집중 지원하여 왔음

○ 국내 풍력발전 기술수준은 최고 기술보유국인 유럽 대비 83% 수준에 있고, 수출의존도가 높은 특수성을 고려할 때 수출시장에서 경쟁 가능한 기술력 확보가 필요한 상황임

〈표3〉 풍력발전 기술수준 비교

한국		미국		일본		유럽		중국	
상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차	상대 수준	기술 격차
83.3%	1.4년	94.7%	0.44	94.0%	0.5	100%	0년	80.3%	1.65

출처 : 2016 신재생에너지 백서

○ 기술개발의 장기 시험평가 등의 성숙기를 거치지 못하고 시제품 단계에 머문 측면이 강해, 시스템 최적화 기술이 미흡하고 해외 의존도가 높은 실정임

〈표4〉 풍력발전 시스템 기술수준 비교

구분	상대수준 (최고수준: 100%)					기술격차 (최고수준 : 0년)				
풍력발전시스템	한국	미국	일본	유럽	중국	한국	미국	일본	유럽	중국
	83.8	95.3	95.6	100.0	80.1	1.36	0.39	0.37	0.00	1.67
풍력단지	한국	미국	일본	유럽	중국	한국	미국	일본	유럽	중국
	72.5	88.3	83.5	100.0	73.5	2.31	0.98	1.38	0.00	2.22
운영, 계통연계	한국	미국	일본	유럽	중국	한국	미국	일본	유럽	중국
	88.0	96.7	95.9	100.0	88.0	1.01	0.28	0.34	0.00	1.01

출처 : 2016 신재생에너지 백서

○ 풍력발전 시스템 기술로써 5MW급 대형 해상풍력발전에 대한 시스템 개발에 착수하여, 2010년 말부터 실증연구를 진행하고 있음

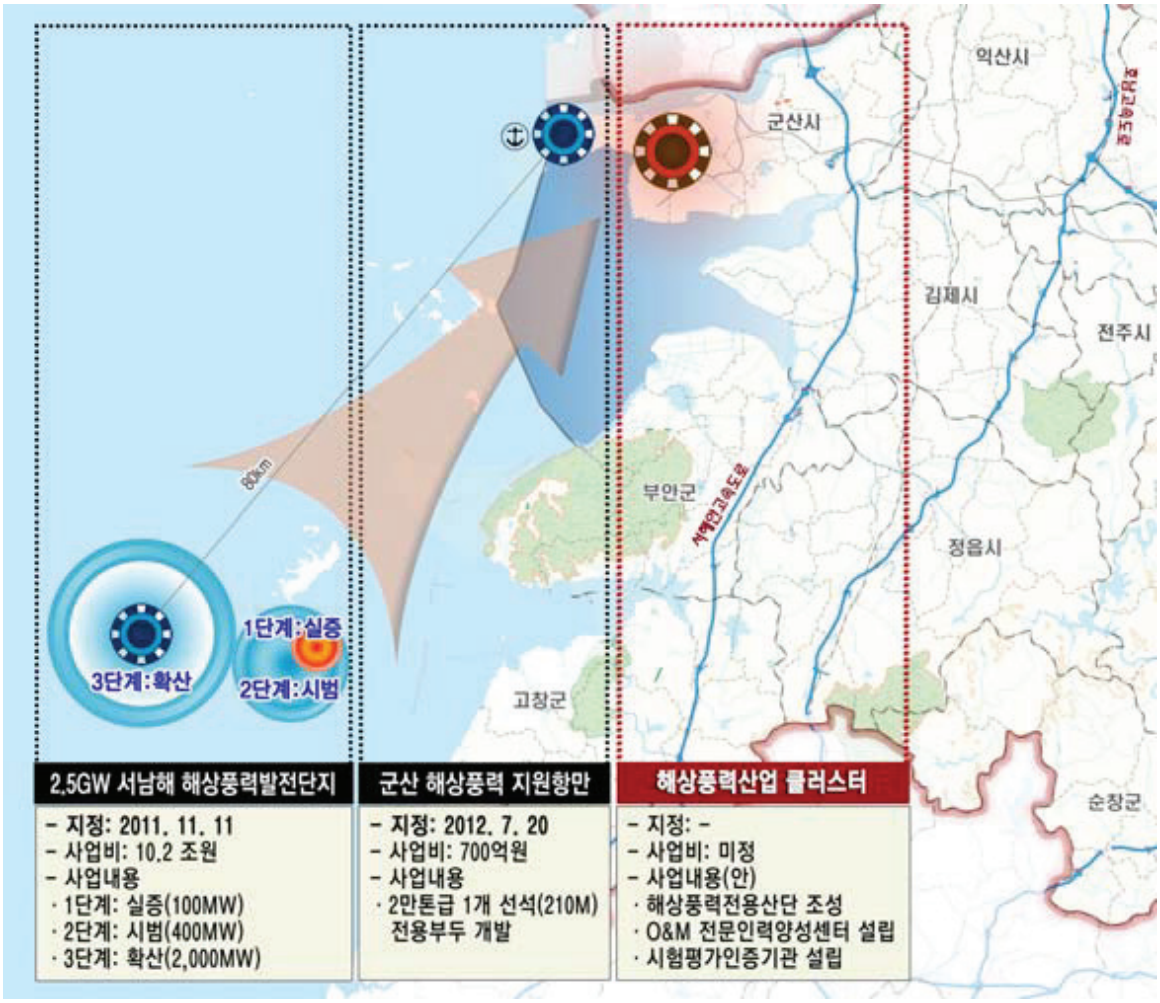
○ 3MW 풍력발전 시스템을 국산화 개발 후, 해상에 실증연구를 통한 보급 신뢰성을 확보하였고, 저풍속에서 운용 가능한 시스템 및 블레이드 등 요소기술 개발 중임

○ 풍력 발전용 핵심 부품 기술로써, 100m 이상 하이브리드타워, 저하중 대형블레이드, 5~7MW급 YAW, Pitch시스템 개발 등 핵심기술 개발 중임

○ 단지개발 및 운영, 연계 기술 개발을 위해서 서남해* 등에 풍력단지를 구축하고 기술개발 집중 지원 중에 있음

* 서남해 2.5GW 프로젝트는 당초(2011년) 계획안을 변경하여 2019년까지 60MW 급 풍력단지를 구축하는 1단계 실증사업을 진행하기로 함

〈그림5〉 서남해 해상풍력발전단지



출처 : 이슈브리핑(전북연구원)

다. 국내·외 풍력발전 시장 현황

□ 국외 시장 현황

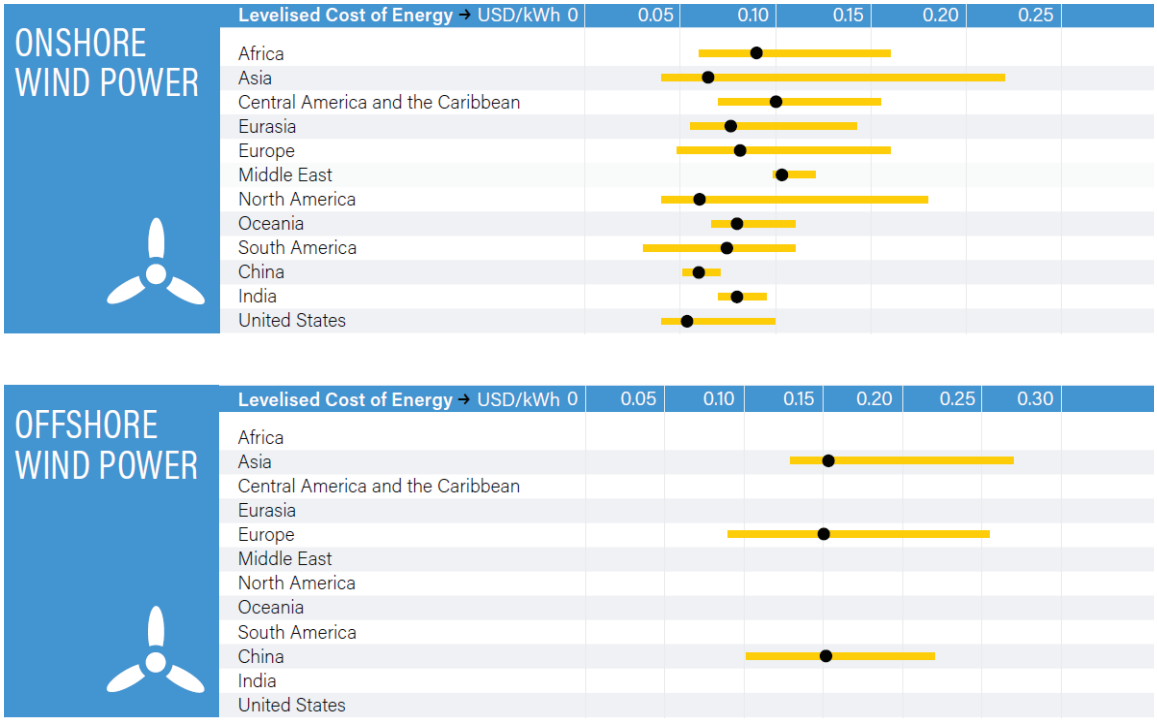
○ 2014년에서 2015년까지 풍력발전 시장은 22%의 성장률을 기록하며 총 발전량 60GW를 돌파하고, 지속적인 성장세가 전망됨

- 특히, 중국이 30.8GW에 달하는 풍력발전기를 세워 풍력발전 시장의 성장을 주도하였음
- 경기둔화에도 불구하고 유럽과 미국도 큰 폭으로 성장하였으며, 캐나다, 브라질, 멕시코를 비롯한 다른 시장도 꾸준히 성장하였음

○ 최근 풍력발전 설비의 가격이 낮아져 재생에너지 시장 확대에 따라 경쟁력이 증가하였으며, 금융구조를 통한 자금조달이 용이해졌음

- 캐나다에서는 $0.03/KWh, 맥시코에서는 $0.02/KWh 까지 가격하락이 있었으며, 풍력시장에서 가격하락에 대한 압박이 증가하는 추세임

〈그림6〉 지역별 풍력발전 비용



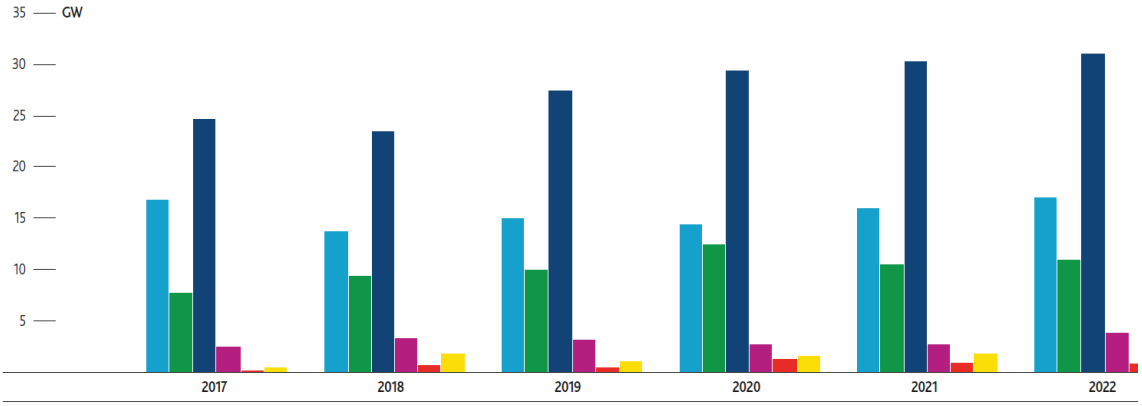
출처 : Renewables 2017 Global Status Report

○ (중국) 2018년 풍력발전에 대한 발전차액지원(FIT, Feed-in-Tariff) 인하에도 불구하고 중국의 풍력설비는 2020년 누적용량을 250GW를 넘을 것으로 전망됨

○ (유럽) 정책 불확실성이 증가하고 있지만, 2020년까지는 견조한 흐름을 유지할 것으로 전망되며, 독일은 지난해보다 2GW이상 해상풍력설비가 증가되었으나 가까운 미래에 유사한 수준의 설비 증설은 없을 것으로 예상됨

- (미국) 연방정부 차원에서 생산세액공제(PTC, Production Tax Credit) 연장 법안이 나오면서 정책 안정성이 확보되었으며, 이제까지와는 다른 양상을 보일 것으로 기대됨
- (캐나다) 캐나다는 세계에서 7번째로 큰 시장으로 견고한 성장을 보일 것으로 전망되며, 전반적으로 북미 시장은 향후 5년간 약 60GW가 추가 증설될 것으로 예상됨
- (아르헨티나) 새로운 정부 출현에 따라 전력부분을 정리하고 국제 기후논쟁에서 선두주자로 자리매김할 가능성이 커졌음. 2020년까지 30GW 이상의 새로운 풍력발전 건설이 가능할 것으로 전망됨

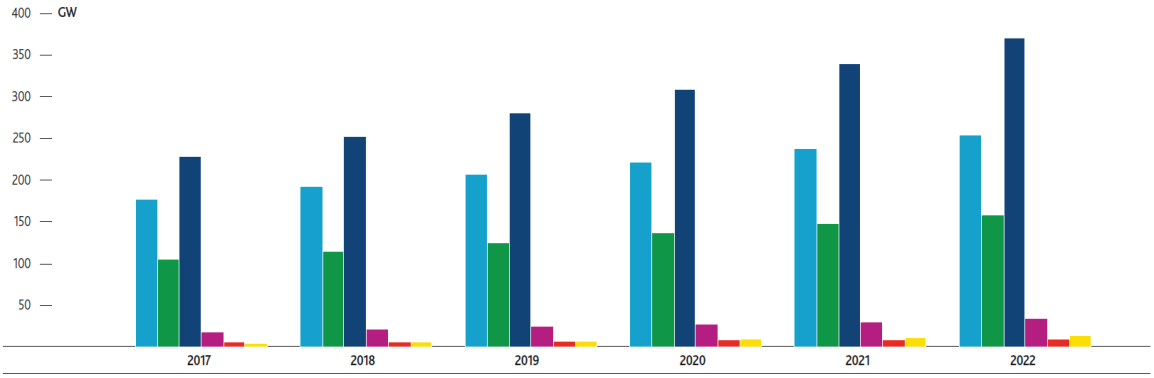
〈그림7〉 지역별 연간 풍력발전 시장 성장



	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Europe	16.8	13.8	15.0	14.5	16.0	17.0
North America	7.8	9.5	10.0	12.5	10.6	11.0
Asia	24.4	23.5	27.5	29.4	30.3	31.1
Latin America	2.6	3.4	3.3	2.9	2.8	3.9
Pacific	0.3	0.8	0.6	1.4	1.0	0.9

출처 : GWEC Global Wind Report 2018

〈그림8〉 지역별 누적 풍력발전 시장



	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Europe	177.5	191.3	206.3	220.8	236.8	253.8
North America	105.3	114.8	124.8	137.3	147.9	158.9
Asia	228.7	252.1	279.6	309.0	339.3	370.4
Latin America	17.9	21.3	24.6	27.4	30.2	34.1
Pacific	5.2	6.0	6.6	8.0	9.0	9.9
Middle East & Africa	4.5	6.4	7.5	9.2	11.1	13.7

Source: GWEC

출처 : GWEC Global Wind Report 2018

□ 국내 시장 현황

○ 2016년 국내 풍력발전 누적 설비용량 1GW를 달성하였고, 풍력산업 전반이 성장 추세이며, 이에 따라 최근 정부는 제4차 신재생에너지 기본계획 당시 목표 달성시기를 10년 앞당기기도 함

○ 해상 풍력발전은 전력품질이 우수할 뿐만 아니라 부지 확보가 용이하고 자연훼손 및 소음 문제에 유리하기 때문에 향후 관련 시장이 급격히 성장할 것으로 전망됨

○ 미국, 유럽, 중국 등은 정부 지원으로 해외 시장에 진출하는 반면, 국내 기업은 해외 진출에 필요한 지원이 부족하여 이에 대한 정책적 개선이 요구되고 있음

라. 국내·외 풍력발전 산업 현황

□ 국외 산업 현황

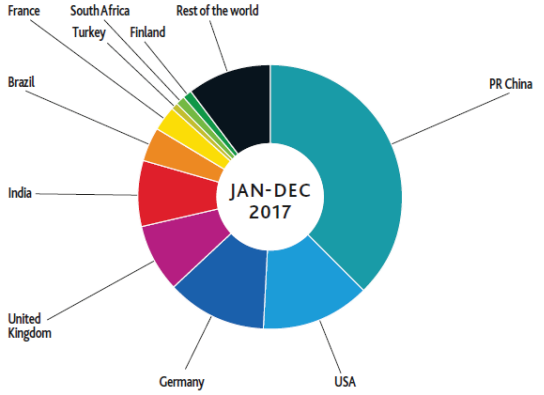
○ 2017년 전세계 신규 풍력발전 설비는 52,573MW, 누적 설비용량은 539,581MW를 달성함

- 중국의 신규 설비 감소를 유럽과 인도가 보완하여 2016년 신규 설비와 비슷한 수준을 유지함

○ 2017년 해상풍력 신규 설비는 4,331MW로 2016년 신규설비 대비 87% 증가하여 역대 최고치를 달성함

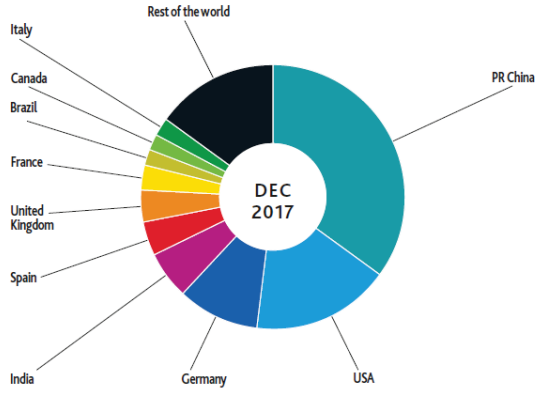
- 영국, 독일, 중국의 신규 설비의 94%를 차지하고 있어 해상풍력 보급에 독보적임

〈그림9〉 신규 발전설비 및 누적 발전설비 현황(상위 10개국)



Country	MW	% Share
PR China	19,660	37
USA	7,017	13
Germany	6,581	12
United Kingdom	4,270	8
India	4,148	8
Brazil	2,022	4
France	1,694	3
Turkey	766	1
South Africa	618	1
Finland	535	1
Rest of the world	5,182	10
Total TOP 10	47,310	90
World Total	52,492	100

Source: GWEC



Country	MW	% Share
PR China	188,392	35
USA	89,077	17
Germany	56,132	10
India	32,848	6
Spain	23,170	4
United Kingdom	18,872	4
France	13,759	3
Brazil	12,763	2
Canada	12,239	2
Italy	9,479	2
Rest of the world	82,391	15
Total TO P10	456,732	85
World Total	539,123	100

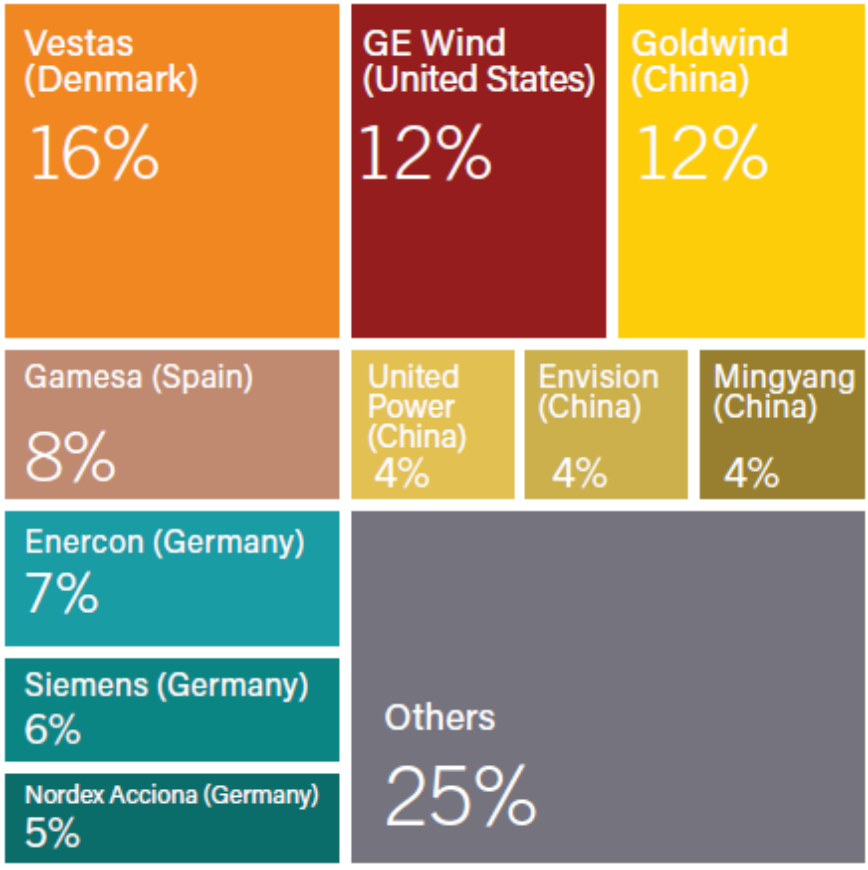
Source: GWEC

출처 : GWEC Global Wind Report 2018

○ 10대 주요 풍력발전 공급업체가 세계시장의 75% 이상을 점유하고 있음

- Vestas(덴마크), Enercon(독일), Gamesa(스페인) 등 유럽 업체들은 부품부터 단지 개발까지 가치사슬 전반에 걸친 높은 기술력을 보유한 선발 업체임
- 특히 Vestas는 70여개 국가에 45,000기 이상의 풍력발전기를 공급한 실적을 보유하고 있음
- 중국의 Goldwind와 Sinovel 등은 유럽의 기술을 도입하여 2002년부터 풍력발전기 생산을 시작했으며, 풍부한 내수시장을 바탕으로 중국의 Goldwind, Sinovel, United Power 및 Ming Yang Wind Power 등이 글로벌 업체로 성장함
- 한편 GE Wind(미국)와 Siemens(독일) 등은 인수합병을 통해 시장에 진입하고 있는 상황임

〈그림10〉 풍력발전 주요기업 현황



출처 : Renewables 2017 Global Status Report

○ 세계 주요 기업들은 경쟁력 있는 분야는 집중개발하고 다른 분야는 자회사 또는 외부로 아웃소싱하는 비즈니스 전략을 취하고 있음

- 내부 제조역량을 확보하는 목적으로 핵심부품인 로터, 블레이드, 발전 장치에 대해서는 수직계열화를 강화하고 있으나, 나머지 타워 및 단조부품에 대해서는 아웃소싱을 확대하고 있음

□ 국내 산업 현황

- ㅇ 유니슨, 두산중공업은 풍력발전 터빈을 제작하고 있으며, 그 외 관련 기업으로는 태웅, 현진소재, 동국S&C, 씨에스윈드 등이 있음
- ㅇ 유니슨은 대형 풍력발전단지(영덕, 강원) 개발 사업을 진행하였고, 단지 시공 Track Record를 보유하고 있음. 2019년부터 해상프로젝트 진행할 예정임
- ㅇ 두산중공업은 국내 기업 가운데 유일하게 해상 풍력발전 사업실적을 기록하고 있으며, 최초로 상업용 해상 풍력단지인 탐라해상풍력발전소를 설치하였음
- ㅇ 동국S&C와 씨에스윈드는 주요 이용국 현지에 생산공장을 운영하며 타워제작 부분 세계 시장 1위를 점유하고 있지만, 대다수 관련 업체는 수출 활로를 찾지 못하고 있음
- ㅇ 국내 협소한 시장규모와 더딘 시장 성장으로 일부 대기업은 풍력산업을 사실상 중단하였으며 수출실적이 전무하여 국제규모의 경쟁 입찰에 참여하지 못하는 등의 어려움에 직면해 있음
- ㅇ 국내 설치한 풍력발전 설비의 절반 이상이 외국산이며, 외국산 비중이 점차 증가하는 추세임. 이는 국내 풍력 관련 기업이 극히 적기 때문임

3. 결론

□ 종합 및 시사점

- ㅇ 풍력발전이란 공기의 운동에너지를 기계적 에너지로 변환시키고 이로부터 전기를 얻는 기술을 말함
- ㅇ 기후변화 대응이 가능한 청정 에너지원으로써 관련 기술개발이 활발하며 꾸준한 시장성장이 이루어지고 있음
- ㅇ 연도별 신규 풍력발전 설비는 2015년 최고치 이후 감소 추세이나, 풍력 설치가 시장기반 시스템으로 전환되는 건전한 경쟁과정에 있음
- ㅇ 다수의 국가에서 경매제도를 통해 기록적인 가격하락을 이룬 만큼 풍력은 가장 저렴한 재생에너지원으로서 영향력을 지속적으로 발휘하고 있음
  - 태양광 · 풍력 하이브리드 등의 융복합, 전력 계통 기술발전, ESS 단가하락 등에 맞물려 완전한 가격 경쟁력을 갖춰갈 것으로 전망됨
- ㅇ 육상 풍력발전은 각종 민원문제 및 인허가 지연 등의 문제로 풍력단지 확장이 어려움. 이에 따라 국 · 내외 기업들의 해상풍력발전 기술개발에 대한 관심이 높아지고 있음
  - 풍력발전단지 건설에 따라 발생하는 집단 간 의견차를 해소하기 위한 정부 · 이해관계자들의 협력이 필요함
- ㅇ 최근 중국의 풍력발전 시장이 큰 폭으로 성장하면서 세계 풍력시장의 흐름을 주도하고 있음. 기존의 유럽과 미국의 풍력발전 선진국 이외에도 다양한 나라에서 풍력시장이 확대되는 추세임
- ㅇ 국내는 불리한 자연환경 등으로 단순히 설비용량의 규모를 높이는 것만으로 경쟁력 확보가 어려우며, 풍력데이터 및 분석기술등의 기술개발이 요구되고 있음
- ㅇ 국내 기업과 정부는 해상 풍력발전 연구개발 기반을 구축하여 현재 개발 중인 해상용 풍력발전기의 조기 상용화 및 수출을 이뤄 내야하며 또한, 해상용 풍력발전기 전략부품 중심의 연구개발 및 시험 · 평가, 국제인증 기원 기반 구축이 필요함
  - 풍력발전 분야의 수출을 위해 필요한 Track Recode(운영 실적)을 확보할 수 있는 사업의 추진이 필요함

□ 참고문헌

- 2016 신재생에너지 백서, 산업통산자원부 등, 2016
- 2017년 국내외 에너지시장 전망, 포스코경영연구원, 2017
- 2017년 전세계 풍력발전 동향, 한국에너지공단, 2018
- EU 풍력발전 산업의 현황과 중장기 성장 전망, 에너지경제연구원, 2017
- For Wind Power, Bigger Is Better, MIT Technology Review, 2017
- Global Trends in Renewable Energy Investment 2017, BNEF, 2017
- Global Wind Report, GWEC, 2018
- IEA, 2017년 재생에너지 시장 전망 보고서, 외교부 등, 2017
- Renewable Power Generation Costs in 2017, IRENA, 2018
- Renewables 2017 Global Status Report, REN21, 2017
- 강력한 바람이 온다, NH투자증권, 2016
- 국내 풍력 발전 시장 주인공, NH 투자증권, 2017
- 세계 1위 풍력발전기 업체 베스타스사, 해상풍력발전사업에 박차, KOTRA, 2014
- 신재생에너지산업동향 브리프 17-3호, 산업통상자원부 등, 2017
- 아시아 풍력시장, 2020년까지 177GW 건설 전망, 이투뉴스, 2016
- 전라북도 해상풍력산업 육성 기반 조속히 마련해야, 전북연구원, 2013
- 중소 · 중견기업 기술로드맵 2017-2019(에너지공급), 중소기업청 등, 2016
- 최근 국내 풍력산업 변화와 시사점, KDB산업은행, 2017
- 풍력 융복합 발전 기술 동향, 코네틱리포트, 2016
- 풍력 융복합발전 기술동향, 녹색기술센터, 2013
- 풍력산업의 최근 동향과 향후 전망, 모션컨트롤, 2012
- 해상풍력개발 현황과 미래, 한국에너지기술평가원, 2017
- 해상 풍력의 부상, NH투자증권, 2018

본 보고서는 풍력발전 관련 기술 및 시장 정보를 제공하는데 목적이 있습니다. 본 내용은 작성자의 개인적인 의견이며, 과학기술일자리진흥원의 공식적인 견해가 아님을 알려드립니다. 본 책자의 내용에 대한 무단 전재 및 복제를 금하며, 내용을 인용할 시에는 반드시 출처를 표기해야 합니다.

과학기술일자리진흥원

(06752) 서울특별시 서초구 바우뫼로27길 2(양재동 60) 1층
과학기술일자리진흥원 유망기술발굴팀
작성자 : 하수진 연구원, 최선희 팀장
전화 : 02-736-9047 팩스 : 02-736-9799