

연구노트

풍력발전기술의 현황과 전망

장문석 · 방형준

한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터
(2009년 4월 28일 접수; 2009년 6월 6일 수정; 2009년 8월 7일 채택)

The Current Status and the Prospects of Wind Energy

Moon-Seok Jang and Hyung-Joon Bang

Wind Energy Center, Korea Institute of Energy Research, Daejeon 305-343, Korea
(Manuscript received 28 April, 2009; revised 6 June, 2009; accepted 7 August, 2009)

Abstract

Recently, wind power generation is an emerging industry expanding its market rapidly thanks to the increasing need to solve the scarcity of fossil fuels and the risk of potential global warming. Wind power generation has shown to be an effective response plan to global warming, showing the most price competitiveness among the renewable energy sources by its higher efficiency. Therefore wind energy has attracted considerable attention as the industrial growth drive for the next generation. Considering Korea's high dependence of overseas energy resources, the importance of wind power is growing as the most effective alternative energy source to ensure energy security as well as becoming a key strategic industry for exports. In this study, the social and economic effects of the wind power industry is discussed and the current status and the future prospects of the wind energy market is also examined.

Key Words : Wind energy, Wind power generation, Wind turbine

1. 서 론

풍력발전 산업은 풍력발전기 설계, 제작과 풍력 자원 개발 및 단지 조성기술 등이 맞물려 있는 산업으로 시스템 제작에 관련된 중공업 기반 산업과 발전기 설치 및 발전단지 시공에 관련된 건설토목분야 등 광범위한 기술이 융합된 신산업이다. 최근에는 전 세계에 걸친 에너지 자원 부족 및 환경문제 등의 사회적 욕구의 증대에 따른 풍력발전보급 확산 등에 힘입어 범세계적으로 기술 개발 및 시장 확대 추세에 있다.

유엔의 기후변화협약 (UNFCC: United Nations Framework Convention on Climate Change)에서는 향후 지구 온난화를 방지하기 위해 대기 중의 이산화탄소 농도를 450~550 ppm으로 유지하려는 이산화탄소 안정화 정책을 추진하고 있다¹⁾. 신·재생에너지 원 중 가장 높은 경제성을 가지고 있는 풍력발전의 경우 차세대 산업성장 동력으로써의 경제적 중요성 뿐만 아니라 환경규제 대응 및 에너지 안보강화 측면의 전략적 중요성으로 인해 최근 관심이 부각되고 있다. 기후변화 협약(Kyoto protocol)에 의거, 우리나라는 2차 공약기간 중(2013~2017) 온실가스 감축의무 부담이 가시화될 전망이다. 현재 온실가스 배출량 세계 10위권인 우리나라가 감축의무 부담 시에는 국내 산업 및 경제에 미치는 영향이 클 것으

Corresponding Author : Moon-Seok Jang, Wind Energy Center,
Korea Institute of Energy Research, Daejeon 305-343, Korea
Phone: +82-42-860-3212
E-mail: msjang@kier.re.kr

로 예상된다.

풍력발전산업의 시장규모는 2009년 약 77조원 에서 2013년에는 144조원 규모로 성장할 것으로 예측되며²⁾, 세계적으로 연평균 25~30% 급신장하여 IT, BT, NT 산업 등과 함께 21세기 신에너지 산업으로 급부상하고 있다. 따라서 에너지자원의 해외 의존도가 높은 국내 상황을 고려할 때, 에너지 수급 불안정에 대비 에너지 안보를 확보할 수 있는 대체 에너지원으로써 뿐만 아니라, 지속가능한 에너지기반 및 수출기반산업으로써의 풍력발전기술 개발의 중요성이 더해지고 있다. 본고에서는 풍력발전 산업의 특징 및 사회 경제적 효과를 짚어보고, 국내외 풍력발전 기술의 현황 및 전망에 대해 분석해 보도록 하겠다.

2. 풍력발전의 특징

풍력발전기 기술은 현재 10여개 정도의 선진 제작사의 시장 지배 구조 하에서 성장기에 진입하고 있는 기술로 유럽 및 미국 등 10여 개국에 세계 누적 시설 용량의 약 85% 정도를 차지하고 있다. 초창기 유럽의 풍력기술은 조선 산업을 중심으로 한 중공업 기반을 통해 발전하였으며, 최근에는 풍력발전 단지의 대단위화 및 풍력발전기의 대형화를 위해 해상토목 기술이 접목된 해상풍력발전기술의 보급이 가속화되고 있다.

풍력발전의 보급 확대를 이끄는 주요인으로는 청정에너지원 중 가장 높은 가격경쟁력과 환경개선효과를 꼽을 수 있다. 풍력발전의 발전비용은 서유럽 등 최상의 풍황조건을 가진 지역을 기준으로 할 때 1980년대 1 kWh 당 160원 가깝던 것이 풍력발전시스템의 대형화에 따른 경제성 확보로 80원/kWh 이하 수준으로 감소하였다³⁾. 현재 우리나라의 경우 1 kWh의 발전을 위한 풍력발전 단가는 90~120원 정도이며 폐기물 처리비용 등의 외부 환경비용을 감안할 경우 가스나 석탄 등을 이용한 화력발전과 비교할 수 있는 높은 가격 경쟁력을 보유하고 있다. 이산화탄소 배출량을 고려한 실질단가를 보면 풍력의 경제성은 더욱 빛을 발한다. 유럽연합(EU)에 따르면 이산화탄소 배출을 고려한 화력발전 단가는 MWh 당 60유로이상이므로 해안에서의 풍력발전 단가보다 10%이상 높은 것으로 나타났다⁴⁾. 같은 방식

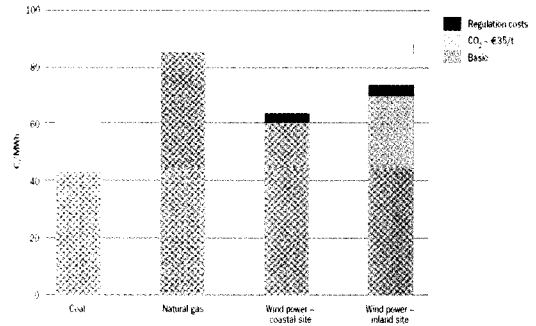


Fig. 1. Comparison of power generation unit cost of fossil fuel versus wind energy (Source: RISOE DTU, EWEC 2009).

으로 조사한 태양광발전 단가는 MWh 당 265유로에 이른다⁵⁾.

풍력발전의 공해물질 저감효과의 경우 1 MW급 풍력발전기 1대가 1년간 운전하여 2 GWh의 전력을 생산한다면 약 600톤~1,000톤의 석탄을 대체하게 되어 연간 1700 톤의 이산화탄소(CO₂) 뿐만 아니라 아황산가스(SO₂)는 연간 약 2.6톤, 질소산화물(NO_x)은 1.3톤, 부유분진은 연간 약 0.07톤 정도 공해물질 배출이 억제되는 부가적인 효과가 있다⁶⁾.

3. 국내풍력발전기술의 현황

국가 기술지도에 따르면 현재는 풍력발전 시스템 개발의 기술자립 및 산업화 구축의 단계로 풍력발전기를 구성하는 주요 설계 및 해석 기술을 확보하여 기반기술의 경쟁력을 높이기 위한 시기이다.

국내 풍력산업계의 기술력이나 기술인력, 경험과 축적된 자료 등에서 유럽의 선진업체에 비해 뒤진 것은 사실이나, 정부의 보급정책 및 기술개발지원 정책과 더불어 최근 대기업을 중심으로 풍력설비에 대한 국산화 연구사업(750 kW~5 MW급)이 활발히 진행되고 있다.

2007년 이전까지의 국내 풍력발전 관련 기술개발은 1996년까지를 제 1단계, 1997~2001년을 2단계, 2002~현재를 3단계로 나누어 설명할 수 있다. 1 단계에 해당하는 기술개발 기간에서는 주로 풍력발전의 국내 도입 가능성을 확인한 단계로 이 기간인 1970년대 및 80년대에는 주로 2~5 kW급 소형 풍력발전기를 도입 또는 국산화하여 시스템 개발을 위

한 기초기술 축적 및 국내 풍황 조건에서의 적용가능성을 검토하는 시기였다⁶⁾.

풍력발전 분야의 본격적인 기술개발 투자는 1987년 12월에 제정된 「대체에너지 기술개발 촉진법」을 근거로 1988에 대체에너지 기술개발 기본계획이 수립되면서 시작되었다. 「대체에너지 기술개발 촉진



(1) Hanjin Industry, 1.5MW



(2) Unison, 750kW

Fig. 2. Domestic Wind Turbines.

법」에 근거한 정부의 지원으로 1990년도에 KIST에 의한 계통연계형 20 kW 소형 풍력발전기 국산화 시험운전이 있었으며, 1994년에 제주 월령에 180 kW 규모의 신재생에너지 시범단지를 조성하여 풍력발전시스템의 운영기술 축적, 성능측정 및 신뢰성 분석에 대한 기초기술을 향상시키는 계기로 활용하였다.

2002년 이후에는 중대형 풍력 발전기의 국산화 개발 및 실용화 보급을 전제로 한 풍력발전기 기술개발이 본격적으로 시작되었다. 2002년부터 (주)효성은 750 kW급 기어형 풍력발전시스템을, 유니슨은 750 kW급 직접구동형 풍력발전시스템의 개발을 시작하였다. 현재 유니슨은 750 kW급 풍력발전기의 국제인증 이후 상용화를 완료하였으며, (주)효성의 750kW 발전기는 개발 완료 후 최근 실증을 마쳐 국제인증을 취득하였다. (주)한진산업의 1.5 MW 기어형 풍력발전기는 2006년도에 개발 및 실증을 완료하고 국제인증을 취득하여 상용화 되었으며, (주)효성 및 유니슨에서 2004년부터 추진한 2 MW급 풍력발전 시스템은 2007년 개발을 완료하고 성능평가 및 실증을 진행 중에 있다.

2006년 이후에는 풍력발전시스템의 대용량화에 따른 해상 풍력발전 기술 개발 추이에 따라 해상 풍력발전기술의 연구개발이 본격적으로 시작되었다. 두산중공업에서 개발하고 있는 3 MW급 해상풍력발전시스템은 2009년 개발 완료를 앞두고 있으며 실증을 거쳐 2010년 이후 상용화 예정이다. 해상풍력발전의 관련비용을 분석하면 풍력발전기의 도입 비용이 전체의 51%정도밖에 차지하지 않는데 반해 발전단지의 설계/시공등 발전기 외적인 부분에 49%의 비용이 필요하다고 알려져 있다⁷⁾. 따라서 고 부가가치 해상 풍력발전 플랜트의 설계 및 시공기술, 운영기술의 확보 및 해상풍력발전의 국내적용 타당성 연구를 위해 해상풍력발전 실증연구단지 조성 국책과제가 한국에너지기술연구원을 중심으로 2006년부터 현재까지 진행되고 있다. 또한 2008년부터 국내에서도 5 MW급 초대형풍력발전기 개발이 (주)효성을 주관기관으로 산, 학, 연이 컨소시엄을 이루어 2012년 목표로 개발에 착수하였다.

4. 해외기술개발의 현황

세계의 기술개발현황을 살펴보면 유럽의 경우

2020년까지 신재생에너지 보급목표를 전체에너지 대비 20%, 전력대비 35%로 이중 전력목표의 1/3에 해당하는 12%를 풍력으로 대치한다는 계획하에⁹⁾ 여러 가지 연구 프로젝트들이 수행되고 있으며 (R&D Projects: Framework, ReliaWind, UpWind, RAVE; IEA Wind Tasks: Task 11, Task 20, Task 21, Task 23, Task 25) 미국의 경우는 에너지부(DOE; Department of Energy)를 중심으로 2030년까지 전력의 20%를 풍력으로 담당한다는 20% Wind Scenario를 부시행정부가 공표한 바가 있으며^{9,10)} 이를 달성하기 위하여 NREL을 중심으로 Wind Energy Technologies Program을 운영 중에 있다¹¹⁾.

해의 기술개발 추세로는 풍력발전의 규모의 경제성 향상을 위한 풍력발전기의 대형화, 대단지화와 해상풍력 발전의 확대가 크게 나날 수 있다. 1990년대 초 평균적인 풍력발전설비의 정격출력은 100~200 kW, 블레이드 직경은 20~30 m 정도였으나, 2008년 시점에서는 신설되는 설비의 평균출력은 1,500~2,500 kW의 풍력발전기가 80% 이상을 차지하고 있으며 2009년 현재 전 세계적으로 풍력발전기 시장에서 보급의 주축을 이루고 있는 기종은 2~3 MW급의 대형 기종이다.

하지만 해상풍력발전의 경우 2.5~3 MW급을 중심으로 보급이 이루어지고 있지만 최근에는 Repower, Enercon 등과 같은 5~6 MW급의 초대형 풍력발전기의 보급도 가시화되기 시작했다. 일반적으로 풍력발전기의 기본 모델이 만들어지면 기본모델의 로터블레이드 길이연장 등의 설계변경을 통해 20~30% 정도의 발전용량 scale-up이 가능하다. 따라서 현재 세계 최대용량의 독일 Enercon사 E126 6 MW 풍력발전기의 경우 향후 7~8 MW급 까지 용량 확장이 가능할 것으로 판단된다. 미국의 Clipper Windpower사는 직경 150 m의 7.5 MW급 풍력발전기 개발계획을 갖고 있으며, 향후 2단계 개발계획으로 10 MW까지 scale-up할 것을 언급한바 있다¹²⁾.

전세계 풍력발전 시스템 제작사들이 목표로 삼고 있는 가장 우선적인 개발목표는 에너지 생산단가(Cost of Energy)의 저감이다. 풍력발전기의 주 수요계층인 발전사업자들이 가장 관심을 갖는 항목이 바로 경제성이기 때문이다. 풍력발전기의 대형화 추세는 발전단가 저감을 위한 노력의 일환이며 최

근 해상풍력발전단지의 확대와 더불어 가속화되고 있는 추세이다.

5. 국내의 풍력발전의 보급 및 시장전망

대통령을 위원장으로 하는 국가에너지위원회는 지난 2008년 8월27일 20년 단위 장기 에너지전략으로서 “제1차 국가에너지기본계획(2008~2030)”을 확정하였다¹³⁾. 이 계획에서는 국가의 성장비전인 “저탄소 녹색성장”을 에너지부문에서 뒷받침하고 “석유 이후의 시대”에 대한 전략적 대응을 위한 장기에너지정책을 제시하였다. 이러한 계획의 실행전략으로서 석유를 포함한 화석에너지는 현재 83%에서 2030년 61%로 축소하는 한편 풍력을 포함한 신재생에너지의 비중은 2007년 현재 2.4%에서 2030년 11%(Fig. 3)¹³⁾로 현재 대비 4.6배로 확대하여 에너지공급의 탈 화석연료화를 계획하고 있다.

또한 이 계획에 포함된 에너지원별 기술개발 전략을 살펴보면 크게 수출주도형(현재시장존재+기술역량우위), 시장창출형(산업성장초기+기술역량우위), R&D집중형(미래거대시장+기술역량부족)으로 분류하고 있으며(Fig. 4)¹³⁾ 특히 신재생에너지 중 풍력발전은 빠른 시일 내에 경제성이 확보될 수 있는 에너지원으로 분류되어 태양광, 수소연료전지와 함께 전략적 연구개발을 강화하고 정부지원을 지속하여 차세대 수출 성장동력으로 발전시킨다는 계획을 가지고 있다. 풍력의 경우 2008년 106,000 TOE에

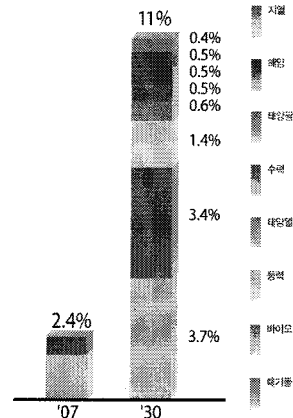
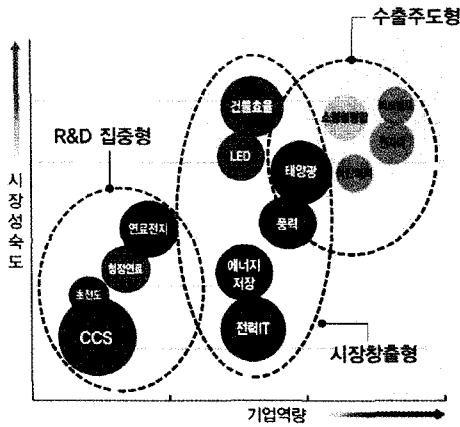


Fig. 3. Dissemination Targets by Renewable Energy (Sources :국가에너지기본계획, 지식경제부)



* 크기 : 연관산업에 미치는 효과

Fig. 4. Category of Development Strategy by Energy Source Characteristics. (Sources: 국가에너지기본계획, 지식경제부)

서 2030년 4,155,000 TOE로 보급 목표치가 연평균 18.1%씩 증가하는 것을 목표로 하고 있다(Table 1)¹³⁾. 이러한 풍력발전 보급목표치를 용량기준으로 환산할 경우 2008년 200 MW에서 2030년 7,300 MW로 36배 이상 보급이 확대되는 것을 의미하는 것으로 기존의 국가에너지기본계획에서 신재생에너지

Table 1. Dissemination Forecasts by Energy Sources (unit: thousand TOE, %)

	2008	2010	2015	2020	2030	Growth ratio
Solar heat	33 (0.5)	40 (0.5)	63 (0.5)	342 (2.0)	1,882 (5.7)	20.2
Photo voltaic	59 (0.9)	138 (1.8)	313 (2.7)	552 (3.2)	1,364 (4.1)	15.3
Wind	106 (1.7)	220 (2.9)	1,084 (9.2)	2,035 (11.6)	4,155 (12.6)	18.1
Bio-mass	518 (8.1)	987 (13.0)	2,210 (18.8)	4,211 (24.0)	10,357 (31.4)	14.6
Hydro	946 (14.9)	972 (12.8)	1,071 (9.1)	1,165 (6.6)	1,447 (4.4)	1.9
Geo-thermal	9 (0.1)	43 (0.6)	280 (2.4)	544 (3.1)	1,261 (3.8)	25.5
Ocean	0 (0.0)	70 (0.9)	393 (3.3)	907 (5.2)	1,540 (4.7)	49.6
Waste	4,688 (73.7)	5,097 (67.4)	6,316 (53.8)	7,764 (44.3)	11,021 (33.4)	4.0
Sum	6,360	7,566	11,731	17,520	33,027	7.8
Ratio	2.58%	2.98%	4.33%	6.08%	11.0%	

* () : ratio of occupancy, %

보급목표 5%(풍력분야 2012년까지 2,237 MW)에 비한다면 야심찬 목표라고 아니할 수 없다.

국내에서는 최초로 건설된 상업용 풍력발전 단지는 국가지방보급사업의 일환으로 2003년 제주 행원리에 설치되어 운영되고 있는 9.8 MW급의 풍력발전단지가 처음이다. 이후 개발된 영덕 풍력발전단지(39.6 MW)와 대관령 풍력발전단지(98 MW)의 두 개 단지는 최초의 민간자본에 의하여 조성된 국내에서 가장 큰 규모에 해당하는 풍력단지이며 현재 국내 풍력에너지 보급량의 70% 이상을 차지하고 있으며 지속적으로 단지개발이 활발히 추진되고 있는 중이다. 하지만 국내 풍력발전 단지 사업은 아직 초기 시장 진입 단계이며, 현재까지 개발된 풍력발전 단지를 Fig. 5에 나타냈으며 주요 풍력발전 단지는 2002년 이후 개발된 단지가 대부분으로 향후 예정된 개발 계획까지 포함한다면 약 1,400 MW에 이르는 풍력발전 단지가 건립될 예정이다.

풍력개발 국가전략 수립 및 보급 활성화를 지원하기 위한 핵심자료로서 국가바람지도가 구축되었다. 국가바람지도는 수치기상모의를 통하여 수평방향 1 km, 수직방향 10 m의 공간해상도와 1시간 간격, 5년간(2003-2007년)의 시간해상도로 작성되었으며 한국에너지기술연구원에서 수행해온 전국 100

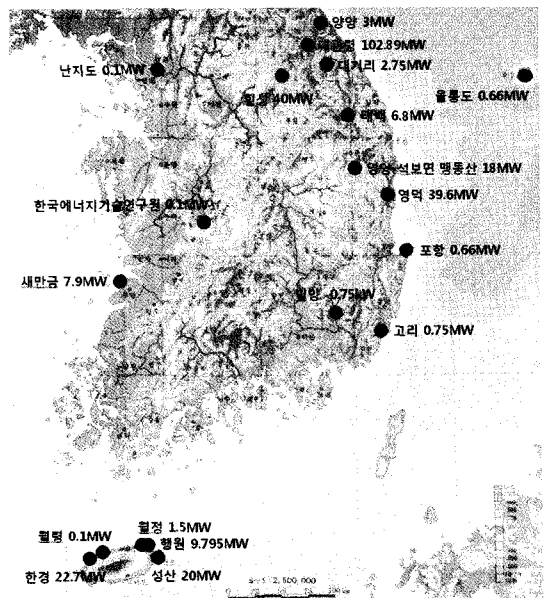


Fig. 5. Installed Wind Turbines in South Korea.

여 지점에서의 풍력자원조사 측정자료를 이용하여 검증되었다. 국가바람지도는 다양한 활용시스템과 연계되어 정책, 산업, 연구분야에 폭넓게 활용될 수 있도록 지속적으로 개발될 필요가 있다. 참고로 국가바람지도 활용시스템 중 영상기반의 자료는 한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터의 풍력자원데이터베이스(www.kier-wind.org)를 통하여 웹서비스 되고 있다(Fig. 6)¹⁴⁾.

풍력발전 보급 관련하여 국내 도입 기종의 발전용량의 경우 90년대 말에서 2002년까지는 600 kW, 660 kW, 750 kW, 850 kW 등 1 MW 이하의 중소형급 풍력터빈 위주로 보급이 되었으나, 2003년 이후부터는 1.5~2 MW 용량을 중심으로 풍력발전설비가 보급되었다. 최근에는 2008년에 남부 발전이 제주환경풍력발전단지에서 3 MW급의 대형 풍력발전기를 5기를 도입하여 풍력발전시스템의 대용량화를 주도하고 있다. 이는 국내의 경우에도 새롭게 보급되는 풍력발전기는 육상용은 2~3 MW급, 해상용은 3~5 MW급으로 주력 기종이 바뀌고 있는 선진국의 용량 변화의 추이와 흐름을 같이하고 있다는 것을

의미한다.

2000년대 중반까지 해외 풍력시장은 미국, 독일, 스페인 등 유럽을 중심으로 소수 국가에 집중되어 있었으나 최근 들어 중국, 인도 등 아시아 신흥시장의 시장확대가 두드러지고 있다. 전 세계 풍력발전 누적 보급량은 2008년 말 122 GW에 근접하고 있으며 그 증가폭은 지속적으로 급격히 증가하는 추세에 있다. 대륙별 풍력발전 설비 보급량은 유럽이 65.971 MW로 가장 많고 미주대륙 및 아시아 순으로 보급량이 많다. 주요 풍력발전 보급 국가로는 미국, 독일, 스페인, 인도, 덴마크, 중국 등이 있으며 미국의 경우 누적 보급량이 25,237 MW로 전 세계 국가 중 가장 높은 풍력발전 보급률을 보이고 있다.

대륙별 풍력발전용량을 비교해 보면 현재 54%가 유럽에 편중되어 있으며, 아메리카 대륙이 24%를 차지하고 또한 아시아 시장의 대폭적인 성장으로 18%를 차지하였고 있다. 최근에는 중국 및 인도를 중심으로 아시아 시장에서의 풍력발전 보급이 폭발적으로 증가하고 있으며, 미국을 중심으로 한 북미지역의 풍력발전 보급도 가파르게 확대될 것으로 예상하고 있다. 전 세계 보급 기준으로 볼 때, 1999년 말의 풍력발전설비의 경우 약 67,000 unit, 총 발전용량이 40 GW였던 것을 생각하면 그 동안 설비수에서 약 2배, 발전용량에서 약 3배 이상 급격한 풍력발전의 보급의 확대가 있었다. 2003년부터 2008년까지 풍력시장의 규모는 연평균 약 25%의 성장률로 확대되고 있으며 2008년에는 전세계적인 경제불황에도 불구하고 전년대비 30%의 풍력발전 보급량 증가가 이루어졌다. 이러한 수치를 감안하여

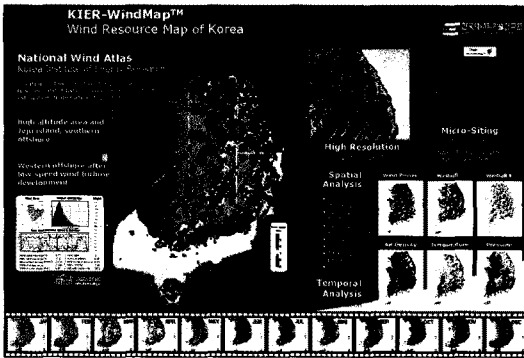


Fig. 6. National Wind Map of South Korea (Source: www.kier-wind.org).

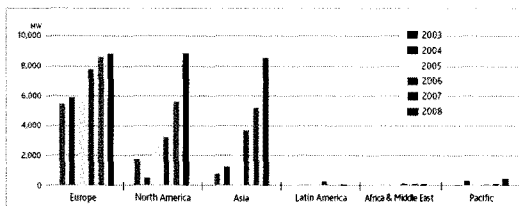


Fig. 7. Annual installed Capacity by region 2003-2008 (Source: GWEC report).

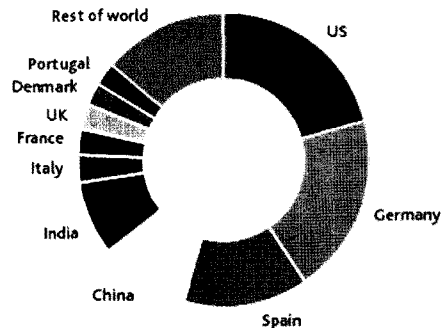


Fig. 8. Top 10 installed capacity 2008 (Source: GWEC report).

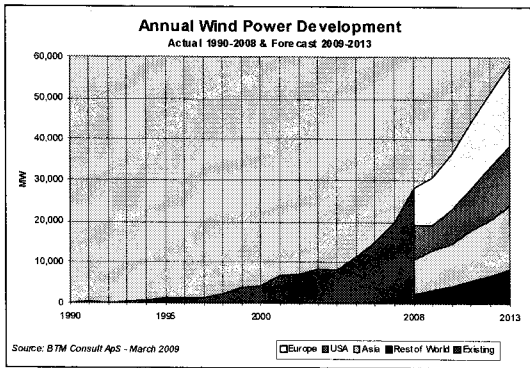


Fig. 9. Annual Wind Power Development Forecast (Source: BTM Consult Aps, 2009).

세계 풍력발전 시장 전망을 보면 2013년 까지 약 221 GW의 풍력발전기가 추가로 설치되어 340 GW의 풍력발전 누적보급이 이루어질 것으로 예상할 수 있다. 특히 이러한 세계시장 확대에서 국가별 비중으로 볼 때 미국과 중국의 영향은 더욱 커질 것으로 예상된다. 미국의 경우 향후 5년 동안 약 52 GW의 신규 풍력발전용량의 보급이 이루어질 것으로 예상되어 향후 5년 동안 전세계 시장의 24%를 차지할 것으로 보이며, 중국은 19%를 차지하여 유럽에 편중되었던 신 재생에너지 시장이 미주 및 아시아로 이동될 것으로 예상할 수 있다.

풍력발전설비에서 해상풍력발전은 2008년 말 1.4 GW의 누적 용량이 보급되었으며 전체 발전설비대비 1.1%의 비중을 차지하고 있다. 하지만 해상풍력발전 보급은 2009년 810 MW, 2010년 1,600 MW 등 매년 100%이상의 성장률로 보급이 확대될 것으로 예상되어 2013년에는 누적보급량이 11.7 GW로 증가하여 전체 풍력발전설비의 5% 이상이 해상풍력발전으로 대체될 것으로 예상된다²⁾.

6. 경쟁력 확보 방안

국내 풍력발전 기술수준을 단계별로 평가해 본다면 현재는 해외기술도입을 통해 풍력발전기술을 상용화하는 실용화단계에 속한다. 현재 세계시장의 주류라 할 수 있는 2~3 MW 급 국산풍력발전기는 아직 상용화 이전 단계이며, 이미 상용화에 성공한 유니슨의 750 KW와 한진산업의 1.5 MW 풍력발전

기는 전세계적인 풍력발전 확대 추세에도 불구하고 보급실적이 거의 없어 제품의 신뢰성에 대한 문제로 국내 및 해외시장 점유율이 매우 낮은 것이 현실이나 국가주도로 국산화 풍력발전기 보급을 추진하고 있어 전망이 밝다고 할 수 있다.

국산 풍력발전설비가 세계시장에서 경쟁력을 갖기 위해서 가장 필요한 첫번째 환경은 국산품의 초기시장 정착을 위한 내수시장 확대이며, 국산 풍력발전 설비의 보급 및 운영을 통한 신뢰성 검증이다. 현재 세계 최고의 기술력과 수출경쟁력을 가지고 덴마크와 독일의 풍력발전설비 제작사의 경우 모두 오랜 시간 동안 자국 내의 축적된 발전설비의 운영 신뢰성을 기반으로 세계시장을 석권했다는 공통점을 가지고 있다. 한국과 비슷한 시기에 풍력발전 기술 개발을 시작한 중국의 경우 자국 내 풍력발전 단지의 국산품 우선보급 정책의 결과로 자국 시장의 약 74%를 중국산 제품이 점유하고 있으며, 이는 2% 이하의 국산 풍력발전기 보급 실적을 가지고 있는 국내현실과는 대조적이다. 이러한 자국 내 보급 실적을 기반으로 중국은 SINOVEL사와 GOLDWIND사를 세계 10대 풍력발전기 제작사로 발전시켰으며 덴마크, 미국, 독일 스페인 다음으로 큰 풍력발전설비제작 국가가 되었다. 따라서 이제 막 MW 급 풍력설비를 상용화한 국내 풍력발전설비 제작사의 경우 충분한 국내시장 보급 및 단지운용을 통한 사전 신뢰성 검증 단계를 거쳐야지만 세계시장에서도 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

국산 풍력발전기가 세계시장에서 경쟁력을 갖기 위해 필요한 두 번째 요소는 풍력발전 설비의 설계원천기술 확보이다. 풍력발전설비의 핵심 요소부품 중 제어시스템 및 베어링 등을 제외한 블레이드, 발전기, 증속기, 타워 등은 국내 풍력발전설비 제작사에서 대부분 제작이 가능하며 국산화율이 선진국 대비 80%에 가까운 것으로 평가되고 있다. 하지만 핵심 요소부품의 설계기술은 대부분 유럽의 설계컨설팅을 통해 도입되고 있는 것이 현실이며 시스템 설계 또한 해외기술에 의존하고 있다. 이렇게 설계기술을 해외에 의존하는 부분이 발생하면 용량 확장 등 풍력발전기의 설계변경이 필요한 단계마다 시장상황에 따른 빠른 대응이 어려우며, 설계도입에 따른 로열티 증가로 가격 경쟁력 또한 저하된다는

단점이 있다. 현재 개발되고 있는 풍력발전기의 용량을 기준 본다면 6 MW 발전기를 상용화한 유럽이나 5 MW 발전기를 개발하고 있는 국내기술과는 외형적으로 기술격차가 많이 줄어든 것처럼 생각할 수 있다. 하지만 미처 원천기술 확보가 미흡한 상태인 국내의 실정으로 본다면 주요 기술을 외국에 의존하는 형태의 풍력발전기 개발이 이루어지는 반면 풍력발전시스템의 설계 원천기술을 보유한 유럽은 유럽연합 공동의 노력으로 8~13 MW 급의 초대형 풍력발전 설비의 개발기반이 될 수 있는 원천기술을 개발하여 공유하며 끊임없이 차세대 풍력발전 설비개발을 위한 기술경쟁력 확보에 노력하고 있다. 따라서 풍력발전기의 상용화가 진행되고 있는 현 시점에서 독자적인 설계원천기술을 확보하여 발전시키지 못한다면 향후 8 MW 이상의 초대형 풍력발전기 시장에서의 기술종속화 및 기술격차 확대는 가속될 것임이 확실하다.

7. 결 언

본 고에서는 국가 풍력발전의 성장을 위하여 우리가 현재 처한 위치와 사회 경제적 효과, 풍력발전의 기술 현황 및 전망에 대하여 살펴보았다.

국산 풍력발전설비가 세계시장에서 경쟁력을 갖기 위해서 가장 필요한 첫번째 환경은 국산품의 초기시장 정착을 위한 내수시장 확대이며, 국산 풍력발전 설비의 보급 및 운용을 통한 신뢰성 검증이다. 그리고 두 번째 요소는 풍력발전 설비의 설계원천 기술 확보이다. 이를 위하여 향후 풍력발전 관련 선진 기술보유국으로 국내 기술을 확대 발전시키기 위해서는 산업계를 비롯한 학계 및 연구기관의 기술개발 노력이 필수적이다. 또한 유럽연합이 풍력발전기술 개발에 공동대응하고, 미국과 중국이 자국 내 대형 내수시장을 기반으로 기술개발에 속도를 내는 지금은 풍력발전기술개발의 국가의 정책적 지원과 함께 사회 저변에 있어서 신·재생 에너지원

으로써의 풍력발전기술에 대한 관심 증대가 필수적이다.

우리나라는 조선과 중공업 그리고 토목분야에 대한 세계적인 경쟁력을 지니고 있다. 과거 기술 불모지에서 자동차와 조선산업을 오늘날 세계일류 수준으로 발전시켰던 경험을 되살려 21세기 녹색성장의 주역으로 국산 풍력발전기술이 세계시장을 주도할 미래를 기대한다.

참 고 문 헌

- 1) O'Neill B. C., Oppenheimer M., 2002, *Dangerous Climate Impacts And the Kyoto Protocol*, Science, 296.
- 2) *World Market Updates*, 2009, BTM Consult Aps.
- 3) Morthorst P. E. et. al., 2003, *Wind Energy - The Facts : Costs & Prices*, European Wind Energy Association, 96-110.
- 4) Krohn S., Morthorst P. E., Awerbush S., 2009, *Wind Energy - The Facts : The Economics of Wind Energy*, European Wind Energy Association, 12-15.
- 5) 조용권, 2007, 풍력발전의 부상과 시사점, 삼성경제연구소 SERI 경제포커스 vol. 155, 2-3.
- 6) 경남호, 방형준, 2007, 신재생에너지개발사업 풍력 기술기획연구보고서, 한국풍력기술개발사업단, 5-18.
- 7) Gardner P. et. al., 2009, *Wind Energy - The Facts : Technology*, European Wind Energy Association, 107-124.
- 8) Commission of the European Communities, 2007, *Renewable Energy Road Map : Renewable Energies in the 21st Century*, 1-20.
- 9) U.S. Department of Energy, 2008, *20% Wind Energy by 2030*, 7-12.
- 10) U.S. Department of Energy, 2008, *Wind Energy Multiyear Program Plan for 2007-2012*, 38-40.
- 11) <http://www.nrel.gov/wind/projects.html>
- 12) Deutsches Windenergie Institut, 2008, *Wind Energy Study 2008*.
- 13) 국무총리실, 2008, 제1차 국가에너지기본계획 2008-2030, 59-102.
- 14) <http://www.kier-wind.org>