

풍력발전산업의 경제성 및 정책적 과제

정재호
서남대학교

The Competitiveness and Politic Implications in Wind Energy Industry

Jae-Ho Jung
Seonam university

Our fossil fuels will be exhausted and replaced with renewable energies over the next few decades. And rapidly increasing consumption of primary energy makes every country recognize the potential significance of climate change and necessity of greenhouse gas reduction. A critical part of the solution is to ratify the Kyoto Protocol and the UNFCC, and to develop and utilize the wind energy. One of the renewable energies, wind energy is increasingly competitive in liberalised energy markets and shows annual growth rate of 20~30% in past five years. Thus, the purpose of this paper is to describe the necessity and characteristics of wind energy industries, to compare the international development policies of wind energy industries, and to suggest and discuss the alternative development policies of wind energies in Korea.

Key Words : wind energy, UNFCC(United Nations Framework Convention of Climate Change), Kyoto Protocol, renewable energy policy,

ABSTRACT

현재 사용되고 있는 대부분의 1차 에너지원은 향후 60년 이내에 고갈될 것이며 인류의 과도한 화석 에너지의 사용은 지구 온난화 및 환경보호에 대한 관심을 고취시키는 결과를 초래하였다. 이와 같은 에너지와 환경의 문제를 해결하기 위한 노력으로 많은 국가에서 교토의정서 및 기후변화협약 등을 비준하는 한편 재생에너지 개발을 촉진하게 되었다. 재생에너지산업 중 풍력발전산업은 여타 재생에너지보다 경제성을 확보하고 있으며 지난 5년간 매년 30~40%의 높은 성장률을 보이고 있다. 따라서 본 연구에서는 첫째 풍력발전산업의 필요성 및 특성에 대하여 살펴보고 둘째, 풍력발전산업의 국내·외 현황과 각국의 풍력발전산업 개발·육성정책 등을 비교·검토한 후 마지막으로 기존 화석에너지와 대등한 경쟁력을 확립해 나가고 있는 풍력발전산업이 국내에서도 타당한 경제성을 갖춰 나갈 수 있는 기반이 조속히 구축될 수 있도록 하기위해 현재 우리나라 풍력발전정책의 문제점을 지적하고 그 개선방향을 제시하고자 한다.

핵심주제어 : 풍력발전, 기후변화협약(UNFCC), 교토의정서, 재생에너지

1. 서론

에너지와 환경은 현재 인류에게 두 가지 명제이다. 그동안 화석에너지는 인류에게 급속한 발전을 이룩하게 하는 원동력으로서 새로운 문명을 부여하였지만, 그로 인한 환경파괴는 인류문명의 존망을 위협하게 되는 결과를 초래하였다. 산업화와 병행하여 축적되어 왔던 환경파괴 현상은 대형 환경사고와 시민의 환경 위기의식 등을 통하여 사회적인 중요 관심사로 급부상되었고, 환경보전을 위한 제도적인 장치와 함께 국가 간의 약속을 의무화시키는 협약을 모색하기에 이르렀다. 이에 선진국들을 중심으로 교토의정서(Kyoto Protocol), UN기후변화협약(UNFCC; United Nations Framework Convention on Climate Change) 등과 같은 환경오염을 줄이기 위한 제도장치를 마련하였고 이는 차후로 더욱 강화될 것이 예상된다.

우리나라도 1998년 9월 교토의정서에 서명하여 2018년도부터는 협약을 이행하여야 하는 상황에 처해 있으나 산업구조상 기후변화협약에 매우 취약한 상태이다. 우리나라는 1985년 이후 약 10여 년간 이산화탄소(CO₂) 배출증가율이 연평균 8.7%로 세계 1위를 기록함으로써 OECD 평균인 0.8%에 비해 10배

나 높은 상황에 처해있다.(김현진, 2003) 또한 에너지의 높은 해외의존도, 에너지를 다량 소비하는 형태의 산업구조(철강, 석유화학, 시멘트산업 등) 및 선진국에 비하여 빈약한 재생에너지 개발 기술 등을 문제점으로 안고 있다.¹⁾

II. 풍력발전산업의 현황

2.1 재생에너지산업의 필요성²⁾

우리나라의 경우 1차 에너지 사용량은 연평균 약 1%씩 증가하고 있으며 에너지원별 소비실적은 석유, 석탄, 원자력, LNG 등의 순으로 나타났다. 또한 전체 에너지의 약 97% 정도를 수입에 의존하고

<표 1> 국내 1차 에너지원별 소비실적 및 수입의존도 (단위:천TOE)

년도	합계	에너지원							수입 의존도(%)
		석탄	석유	L.N.G	수력	원자력	기타		
1994	137,235	26,680	86,342	7,618	1,025	14,663	906	96.4	
1995	150,437	28,092	93,954	9,213	1,369	16,757	1,051	96.8	
1996	165,209	32,199	99,898	12,170	1,300	18,481	1,161	97.3	
1997	180,639	34,799	109,080	14,792	1,351	19,272	1,344	97.6	
1998	165,932	36,039	90,583	13,838	1,525	22,422	1,526	97.1	
1999	181,365	38,156	97,270	16,850	1,517	25,766	1,806	97.2	
2000	192,888	42,911	100,280	18,924	1,402	27,241	2,130	97.2	
2001	198,410	45,711	100,385	20,787	1,038	28,033	2,456	97.3	
2002	208,636	49,095	102,415	23,099	1,327	29,776	2,925	97.1	

출처 : <http://www.kemco.or.kr/statisticsDB/search/>

있으며(<표 1> 참조) 이는 우리나라 전체 수입액의 21%인 321억 달러에 달하는 액수이다. 1990년도부터 1996년도의 이산화탄소 배출량 증가율이 75%로서 세계 1위를 기록하고 또 에너지 소비증가율은 선진국의 4~5배에 달하는 등 대체로 낮은 에너지 효율과 높은 석유 및 석탄의존도를 갖고 있는 상태이다.

2.2 풍력발전산업의 특성³⁾

풍력산업¹⁾ 중에서 가장 대표적으로 널리 사용되고 있는 풍력발전산업은 바람이 가진 운동에너지로부터 전기적(또는 기계적)에너지로 발생된 전력을 전력계통이나 수용가에 공급하는 풍력발전시스템의 설계, 제작, 설치 및 운영 등을 포함하는 산업을 통칭한다.

이 풍력발전산업의 특징을 살펴보면 첫째, 풍력발전산업은 발전에 무한정, 무비용의 청정에너지원을 사용하기 고갈의 위험, 수요와 공급의 수급불균형으로 인한 인플레이션 위협에서 자유로우며 또한, 인류에게 공해 유발요소인 이산화탄소의 방출이 없는 발

1) 풍력산업은 풍력발전단지의 조성에 의한 발전사업의 운영과 발전단지의 건설업 및 이에 소요되는 발전설비의 제조업부문 그리고 관련 지원사업 부문으로 구성됨

전산업이다. 한 연구결과에 따르면 세계의 풍력자원 총량은 53,000 TWh/년²⁾ 정도로 예측되고 있고 2020년 정도에 가서야 전세계의 전력에너지 소비량이 25,818 TWh/년에 이를 것으로 예측되고 있어 전세계의 풍력자원량은 전력소비량의 2배 정도에 이르는

<표 2> 전세계의 풍력자원 분포량

지역	서유럽	동유럽/러시아	북미	호주	아프리카	남미	아시아	총계
자원량 (TWh)	4,800	10,600	14,000	3,000	10,600	5,400	4,600	53,000

자료원 : European Wind Energy Association and Greenpeace(2004), *Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the Worlds Electricity from Wind Power by 2020.*

것으로 나타났다.<표 2> 참조)

둘째, 화석연료 고갈에 대한 대안으로서 풍력발전의 에너지원은 그 공급원에 있어 안정성을 갖고 있으며 풍력발전기의 대용량화가 가능하게 되어 현대 산업 시스템에 맞는 발전시스템으로서 경제성을 지닌다.

<표 3> 재생에너지원별 비교

구분	태양력 발전	연료전지	풍력발전
기술수준	상용화	기술개발	상용화
건설단가	6,150 cent/KW	3,870 cent/KW	1,290 \$/KW
발전원가 (이용율)	65.4 cent/KW(12%)	19.9 cent/KW(35%)	6.9 cent/KW(28%)
장단점	보급 확대단계 셀 저가화 필요	요소기술 개발필요 운전경험 부족	기술성 및 경제성 가장 유리

주) 건설단가는 ETRI TAG(1997. 11),

발전원가는 수급계획 입력자료 등을 인용하여 산정

특히 다른 재생에너지와 비교(<표 3> 참조)하여 보면 풍력발전에서 발전된 전력원가는 태양력이나 연료전지보다 훨씬 저렴하고 건설단가 역시 낮은 것으로 나타났으며 최근에는 원자력이나 화력 등에도 대등한 상태로까지 발전하는 등 경쟁력이 높아지고 있다. 셋째, 지구의 환경보호, 지구온난화 방지, 온실가스 감축의무의 글로벌 억제력은 이제 자국의 산업환경 및 국제적 산업환경에서 간과할 수 없는 요소로 자리 잡고 있고 이에 기반을 둔 풍력발전산업은 차후 에너지 수급의 안정성으로 화석연료의 대체효과와 왜곡된 에너지시장의 개선효과, 도시, 산간, 오지의 전력공급 또한, 새로운 연관산업의 유발로 그 어떤 에너지시스템보다 경제적 시스템임이 확실하다. 넷째, 설치 및 운용에 있어서도 다른 발전시스템보다 토지적합성이 높고 1차적 위험뿐만이 아니라 2차적

2) 1 TWh/년(terawatt hour/year) = 10¹²Wh/년

위협에서도 자유롭다. 따라서 풍력발전기 설치는 농업과 공업활동에 비제한성을 갖고 공해요소 및 위험 유발요소가 없으며 국토가 비좁은 우리의 현실에서 제방이나 산간오지 등을 개발할 수 있다는 특성으로 국토이용 효율을 높일 수 있는 장점을 갖고 있다. 다섯째, 풍력발전시스템의 경우에도 자체의 생산을 위해 투입된 에너지를 지역적 풍속특성에 따라 다소간의 차이가 나기는 하지만 통상 1~3년이면 투입된 에너지를 회수할 수 있을 정도로 에너지 투입효용성이 좋은 기술이라 할 수 있다. 또한 기타 기술이 시설투자비 보다는 상대적으로 연료나 운영상 투자비가 높지만 풍력기술 분야는 기계화 및 자동화보다는 고용 증대효과가 큰 제조, 설치 및 운전관리에 인력투자가 많아야 하므로 단위 에너지당 천연가스에 비해 약 66%, 석탄산업에 비해서는 약 27%정도의 고용증대 효과를 누릴 수 있음도 주목해야 할 사항이다.(에너지관리공단, 2003)

2.3 풍력발전산업의 현황^[4]

2.3.1 선진국의 경우

<표 3>에서 언급한 바와 같이 전세계적의 풍력 자원은 2020년 총 전력수요의 2배가량으로 조사될 만큼 풍부하고 무한하다. 최근 꾸준한 풍력기술의 발전으로 세계 풍력발전산업의 성장률은 지난 5년

<표 4> 세계 풍력발전산업 성장률 (1997~2002년)

연도	생산전력 (Megawatt)	증가율(%)	누적 발전량(MW)
1997	1,568	21%	7,636
1998	2,597	66%	10,153
1999	3,922	51%	13,932
2000	4,495	15%	18,449
2001	6,824	52%	24,927
2002	7,227	6%	32,037

지난 5년간 평균 성장률 35.7%

자료원 : EWEA & Greenpeace(2003, May), *Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World's Electricity from Wind Power by 2020*, 10.
<http://www.ewea.org/03publications/WindForce12.htm>

간 평균 35.7%로 나타나며(<표 4> 참조) 2013년 누적 발전량이 약 194,000 MW로 세계 전력소비량의 약 2%를 차지할 것으로 예상된다.

(BTM Consult ApS, 2004)

이처럼 풍력기술 및 시장의 규모가 커짐에 따라 풍력설비의 저가화 및 비용 저감에도 큰 발전이 있어 2002년 현재 평균 설비비가 765 US\$/kW에서 2012년에는 529 US\$/kW로 31%정도로 획기적으로 하락할 전망이며 아울러 발전단가는 2010년 평균 풍속이 7.5m/s를 기준으로 할 때 3.61 cent/kWh³⁾에서 2.5

cent/kWh로서 약 40%정도 저감될 수 있을 것으로 예측되고 있다. 이밖에도 선진 외국에서의 풍력산업의 보급형태가 대규모 단지화되고 있으며 해양 풍력 자원을 이용하는 풍력산업의 발전도 비약적으로 이루어지고 있는 상황으로서 선진국에서는 해양풍력(offshore)시장에 대비하여 3,000kW~5,000kW급의 대형 풍력발전 설비도 개발을 진행 중에 있다.(EWEA & Greenpeace, 2003) ^[5]

2.3.2 한국의 경우

우리나라는 1970년대 oil shock 이후 풍력발전 연구를 시작하였으며 1975년 처음 설치하였으나 1990년대 이전까지 뚜렷한 성과를 올리지 못하였다.

<표 5> 우리나라 풍력발전 설비 가동현황

구분	~100kW	101~300kW	301~600kW	600kW	계
가동시설수	29	2	3	6	40
총시설용량(kW)	211.8	375	1,750	4,230	6,566.8
발전량(MW)	251.5	474	2,904	8,962	12,591.8

자료원 : 산업자원부(2002), 대체에너지보급관련자료집.

그러나 <표 5>에서 보는 바와 같이 우리나라의 풍력발전시스템 총 시설용량은 약 6.6 MW밖에 되지 않으며 선진국의 풍력발전시스템의 대용량화 추세와는 달리 소형 풍력발전시스템이 주류를 이루고 대용량의 풍력발전시스템은 외국에서 수입하는 등 선진국과 비교하면 아직 취약한 상태임을 알 수 있다.

III. 국내 풍력발전산업 육성정책의 문제점 및 개선방안

3.1 선진국의 풍력발전산업 육성정책^[7]

유럽풍력협회와 Greenpeace는 공동으로 2020년 세계 풍력보급량을 10%에서 12%로 목표를 상향 조정하고 특히 유럽의 경우 신규 해양풍력시장을 감안할 경우 2020년 최소한 총 전력수요량의 20%를 풍력발전이 분담할 수 있을 것으로 예상하였다.(EWEA & Greenpeace, 2003) 그러나 세계 풍력발전 누적 보급용량(시장규모)은 유럽풍력협회의 예측을 크게 초과하면서 확대되었던 것을 감안할 때 유럽의 풍력목표는 쉽게 달성될 것으로 보인다.

미국은 풍력발전시스템에 대한 적극적인 지원을 제시하는 주 정부에 의해 풍력발전산업이 성장하고 있는 추세이다. 특히 Texas주에는 재생에너지 포트폴리오 표준(Renewables Portfolio Standard: RPS)⁴⁾

3) kilowatt-hour(s)

4) 에너지원의 구성비율을 포트폴리오하는데 있어 재생에너지

을 채택하여 1999년 매우 큰 성공을 거두었다. New York 주에는 2012년까지 재생에너지 비율을 25%로 목표하고 풍력발전시스템을 소유하고 있는 농부나 단체에게 연간 100만 달러의 소득과 세금 혜택 및 직업알선을 부여한다고 하였다.⁵⁾ 또한 North dakota주가 독일 풍력자원의 5배를 갖고 있을 만큼 미국 전체가 높은 성장잠재력을 갖고 있는 반면에 연방정부의 풍력발전시스템에 대한 안정적인 지원정책이 미흡하다는 점이 있다.

(Ministry of Non-Conventional Energy Sources)'

<표 6> 주요 국가의 풍력발전 보급촉진정책

국가	풍력발전 보급 목표 및 주요 정책 내용
Wind Force 12	◆ 2020년까지 전체 전력수요의 12%
EU	◆ 2010년까지 60,000 MW, 2020년까지 150,000 MW
덴마크	◆ 2003년까지 재생에너지 20% 달성, 2030년까지 5,500 MW ◆ 설치비 지원 및 판매단가 보장 : 생산비 보조(0.7DKK/kWh) 및 환급금(0.1DKK/kWh)
독일	◆ 2010년 8% 달성, 2025년 25% 목표 ◆ 설치비 지원 및 판매단가 보장 : 국가 및 지역의 설치비의 65~90% 보조, 풍력발전 전량 매입 (11cents/kWh)
미국	◆ 2020년까지 전체전력수요의 총 5% 목표 ◆ 설치비 지원 및 판매단가 보장 : 대규모 풍력단지 조성사업비 지원 ◆ 정부조직 : 에너지국(Department of Energy) 설치로 풍력 및 태양광발전 상업화 지원
캐나다	◆ 2010년 총 전력수요량의 5% 목표, 풍력발전용량 10,000MW 목표
일본	◆ 2003년 초 기준 415MW로서 2010년 3,000 MW 목표 ◆ 설치비 지원 및 판매단가 보장 : 설치비 50% 지원 및 15년 고정가 보장
인도	◆ 2003년 초 1,702MW로서 향후 10년 이내 6,000MW 목표 ◆ 설치비 지원 : 설치 후 5년간 면세 및 설치자본 및 이자비용 보조금 지원
중국	◆ 2003년 초 기준 468MW

자료원 : European Wind Energy Association/Greenpeace(2003, May), Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World's Electricity from Wind Power by 2020.

3.2 국내 풍력산업 육성정책 현황¹⁸⁾

우리나라는 2012년 발전시설용량의 3%인 2,270 MW를 풍력발전으로 보급하는 목표를 설정하였다. 이를 위해 우선 풍력발전설비의 국산화를 도모하고 있다. 현재 풍력발전설비의 수입가가 상대적으로 고

의 비율을 증가시킨다는 내용

5) 현재 재생에너지 포트폴리오 표준(Renewables Portfolio Standard: RPS)를 채택한 주가 2003년 2월 현재 11개 임.

가인 관계로 수입·설치가 어렵고 또 수입·설치하더라도 국내 관련산업의 동반 성장을 달성하지 못한다는 측면에서 풍력발전설비의 국산화를 우선과제로 삼고 있는 것이다. 풍력발전설비의 국산화 과정은 2012년까지 총 3단계로 계획하고 있는데 제1단계(~ 2005년 : 기술자립 및 산업화 구축)에는 중형급 750kW 개발·상용화하고 풍력발전 시범단지를 조성한다. 제2단계(2006년~2008년 : 기술 고도화)에는 대형급 1.5MW 개발·상용화하고 풍력발전 단지를 보급·확대하며 제3단계(2009년~2012년 : 고부가가치 산업화)에서는 초대형 3MW 개발·상용화하고 풍력발전 보급 활성화하는 단계이다(<표 7>).

<표 7> 우리나라의 풍력발전 보급촉진정책

목표	주요 정책 내용
목표	◆ 2012년까지 발전시설용량의 3%수준(2,270 MW) 보급
설치비 지원	◆ 설치비 국고보조(지방자치단체) ◆ 풍력발전사업자 세제 혜택
판매단가	◆ 107.66원/kWh
관련법규 개정	◆ 전기사업법 개정(2002. 5) - 대체에너지 발전전력 우선구매 및 발전 차액 보전제도 시행 - 대체에너지원별로 기준가격을 고시하고 기준가격과 전력 시장거래가격의 차액은 전력산업기반기금에서 지원 기준가격(원/kw) : 태양광(716원), 풍력(107.66원), 소수력(73.69원) ◆ 대체에너지 개발 및 이용보급촉진법 개정(2002년 3월) - 대체에너지 설비 인증제도 및 공공기관의 대체에너지 이용 의무화 반영
관련기관 설립	◆ 에너지관리공단 부설기관으로 [대체에너지개발보급센터] 설립
기타	◆ 대체에너지 기자재 수입 시 관세 감면(8% => 2.8%) 풍력, 태양열, 태양광 및 연료전지 등 4개 분야 23개 품목 대상 확대

3.3 국내 풍력산업정책의 개선방향¹⁹⁾

세계적으로 지난 10여 년간 급속하게 성장하고 또 향후 성장잠재력이 무한한 풍력발전산업에서 우리나라가 풍력선진국 수준으로 육성·발전하기 위한 방안을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 국가적 전략적 에너지 정책 관점에서 풍력발전산업의 육성이 필요하다.

둘째, 풍력발전산업의 육성을 위한 보급목표의 설정 및 시장 조성이 필요하다.

셋째, 풍력발전 보급목표 달성을 위한 소요 재원 및 기술 확보방안이 모색되어야 한다.

넷째, 유럽연합에서 실현된 각종 정책을 벤치마킹하여 적극적인 보급정책을 추진하여야 할 것이다.

다섯째, 중앙정부와 지방정부의 전력수급 및 풍력 보급정책을 추진하여야 한다.

IV. 결 론

국내 상황에 적합한 풍력발전산업을 육성·발전시키기 위해 무엇보다도 국가차원의 정책적 의지가 필요하다. 덴마크, 독일 및 스페인 등과 같은 유럽의 풍력보급성공사례에서 보는 바와 같이 확고한 국가 장기 보급목표의 설정이 새로운 풍력산업의 창출 육성에 중요한 요소로 작용하고 있다. 또한 자본유치를 전제로 한 장기 풍력시장 조성 마스터플랜의 기획이 필요하다. 정책적이고 계획적인 풍력시장의 조성은 국내의 자본 유치 및 투자를 위한 투명한 여건 조성에 기여하고 있으며 풍력 발전시스템의 수명주기를 고려한 풍력보급정책은 풍력산업의 지속적인 성장에 필요한 풍력시장 확대 조성으로 이어질 것이다. 현재 풍력발전은 시장 경쟁력을 확보하고 있고 국내 가용 풍력자원은 전력생산 대체 발전원으로서 중요한 역할을 담당할 수 있다. 따라서 풍력선진국의 전력생산 연료원의 포트폴리오 추이와 향후 세계 에너지시장 점유를 감안하여 발전원의 다원화와 적정 구성비를 고려한 국가전력수급계획의 정립이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 1998 Submission of the ROK Under the United Nations Framework Convention on Climate Change(1998), *National Communication of the Republic of Korea*.
- [2] American Wind Energy Association(2004), *Wind Power Outlook 2004*, <http://www.awea.org/pubs/documents/Outlook2004.pdf>
- [3] BTM Consult AsP(2004), *International Wind Energy Development World Market Update 2003*.
<http://www.btm.dk>
- [4] European Wind Energy Association/Greenpeace(2003 May), *Wind Force 12: A Blueprint to Achieve 12% of the World's Electricity from Wind Power by 2020*, <http://www.ewea.org/03publications/WindForce12.htm>
- [5] IEA(2002, May), *Wind Energy Annual Report 2001*.
- [6] 김성주(2003), 풍황 조사 및 분석 방법의 고찰과 풍력발전시스템의 경제성 분석, 전력전자학술대회
- [7] 김은일(2003), 신풍력산업 육성책, 2003 한국풍력기술 및 정책 workshop.
- [8] 김현진(2003), 신 에너지 위기요인과 동북아 에너지 협력, 삼성경제연구소 Issue Paper.
- [9] 김현진·민승규(2001), 기후변화협약의 도전과 한국의 대응, 삼성경제연구소.
- [10] 산업자원부(2002), 대체에너지보급관련자료집.
- [11] 에너지관리공단(2003, 4), 풍력이용기술, 에너지관리제323호,
- [12] 오시덕(2003), 세계 풍력발전 현황 및 정책 대안 2003 한국풍력기술 및 정책 workshop.
- [13] 이인영(2003), 대체에너지 개발보급과 풍력발전 정책 2003 한국풍력기술 및 정책 workshop.