

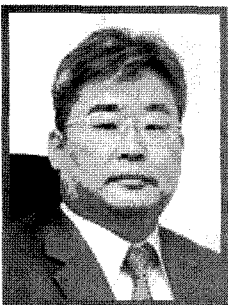
풍력 발전의 기술현황 및 전망

1. 서론

현대사회는 20세기 산업화 중심의 사회를 지나 21세기 환경 중심의 사회로 변화해 가고 있다. 이에 따라 환경 문제는 급세기 전세계적으로 가장 주목 받는 이슈 가운데 하나이다. 우리나라도 이미 '93.12월 기후변화협약에 가입하였으며, '02.11월 교토의정서를 비준하였다. 따라서 2차 공약기간 중(2013~2017) 온실 가스 감축 의무 부담이 가시화 될 전망이며, 2002년말 현재 온실가스 배출량이 세계9위의 국가로서 감축 의무 부담시 산업경제 활동에 큰 영향을

줄 것으로 예상된다. 이런 이유로 기존의 화석연료와 원자력에 의존하는 에너지 공급 체계에서 벗어나 친환경형 신·재생에너지의 개발 및 보급이 시급한 실정이라 하겠다. 신·재생에너지원 중 풍력에너지는 현재 연구가 시도되고 있는 에너지원 중에서도 매우 큰 잠재력을 가진 것으로 판단되고 있다(그림 1). 신·재생에너지원별 잠재 용량에서 2002년 전세계 에너지 소비량의 약 257배의 잠재력을 가지고 있으며, 현재까지 개발된 기술 중 가장 성숙도 및 경제성이 뛰어난 에너지라 할 수 있다.

이러한 풍력 에너지의 이용은 7세기경 페르시아에서 탄생된 것으로 보이며, 그 후 13세기 말경에 풍차라는 이름으로 북유럽 평원에 보편화 되어졌다. 한편 전력 공급원으로써의 풍력에너지 이용은 1891년 덴마크에서 시작되었으며, 세계 기후 변화 협약과 같은 국제 환경의 변화와 유가상승 그리고 풍력이 가지는 경제성 및 기술의 성숙도로 인해 에너지 산업에서 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야가 되었다. 최근 10년간 설치용량이 10배 이상 증가하여 이미 전세계적으로 약 39,295MW(2003년말 누계기준)의 풍력발전 시스템이 설치 운영되고 있으며, 발전단가는 대형화 및 단지화와 함께 지속적으로 낮아지고 있는 추세이다. 1980년대 중반에 95kW급 풍력발전기의 보급당시 8.8c€/kWh로부터 MW급 풍력발전기가 보급되고 있는 최근에는 4.1c€/kWh로 약 20년간 50%가 넘게 감소하게 되었다. 이로 인해 다른 신·재생 에너지와 비교하여 가



이수갑
서울대학교 교수
산업자원부 풍력 사업단 단장

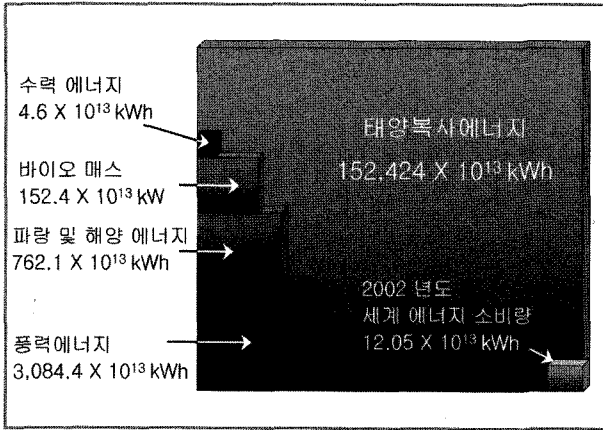


그림 1. 전세계 신·재생에너지원별 잠재 용량
 출처 : Bundesverband WindEnergy e. V. 2003

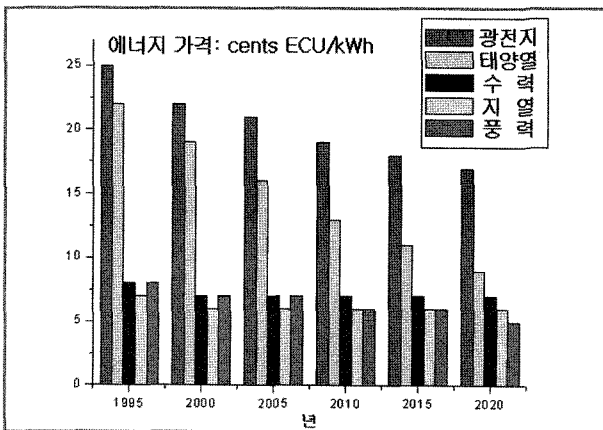


그림 2. 에너지원별 발전단가 추이

출처: The European Renewable Energy Study (TERES II), mid-range estimates

장 낮은 발전 단가를 가지며 최근에는 기존의 발전 전원의과의 경쟁을 하여도 무방할 정도의 경쟁력을 확보할 가능성을 보여 주고 있다(그림 2.).

이러한 이유로 인해 이미 여러 선진국에서는 풍력 에너지의 개발/보급이 실용화, 활성화 단계에 있으며, 실제로 유럽의 경우, 전체 전력수요의 2%를 풍력 발전이 담당하고 있는 실정이다. 그러나 국내의 경우, 1975년 2kW급 소형 풍력발전기 개발을 효시로 1988년 대체에너지 기본 계획을 수립한 후 풍력에너지의 개발, 보급을 수행해왔으나, 2003년 현재 국내 총 발전 설비용량의 0.3%에 불과하여 선진국에 비해 매우 미비한 실정이다. 따라서 국제 사회의 요구 및 흐름에 맞추기 위해 산업자원부에서는 최근 신·재생에너지 기술발전의 로드맵을 담은

‘제2차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획’을 확정하였으며, 풍력/태양광/연료전지 등 3대 분야의 전담기관인 사업단을 구성하게 되었다. 이에 창설된 사업단에서는 기술개발, 실용화 기반 조성, 보급 활성화에 이르는 모든 분야를 총괄하는 업무를 담당하게 된다. 본 고에서는 풍력 발전에 관한 국내외 기술개발 및 보급 현황과 전망에 대해 살펴보고 이를 통해 국내 풍력 발전의 기술 개발과 보급 전략에 대해 논의해 보고자 한다.

2. 기술 및 보급 현황

2.1 국외 현황

2.1.1 기술개발분야

현재 유럽 풍력 선진국의 풍력발전시스템 기술은 이미 상당히 발전한 단계에 이르고 있다. 각 대륙별 풍향 데이터는 물론 풍력발전단지 설치 예정지에 대한 상세 풍향 예측 및 시스템 개발에서도 성숙된 기술수준을 가진 상태이다. 이미 1980년대에 로터 직경이 15m인 풍력발전시스템으로부터 시작하여, 최근에는 100m가 넘는 풍력발전 시스템을 개발완료 하였으며, 실증단계에 있다(그림 3). 한편 블레이드, 발전기, 기어박스 등을 비롯한 모든 요소부품에 관한 기술력을 확보하여, 20년 정도의 운전수명을 가진 풍력발전기를 상용화하여 시장에 공급하고 있다. 그 외에도 제어시스템이나 발전단지 운영 기술에서도 완성 단계에 이르러서 각각의 지역적, 풍향적 제반조건 및 시장 상황에 따라 요소기술을 선택하여 조합하는 방식으로 풍력발전 시스템을 보급하기에 이르렀다. 또한, 미국의 경우 80년대 풍력시장을 주도하다가 잠시 주춤 하였지만, 90년대 초반부터 DOE의 지원으로 다시 풍력발전에 대한 관심이 증가하였으며, NASA의 블레이드 개발 지원 등으로 급속도로 유럽의 기술을 따라잡아 가는 중이다. 일본의 경우 유럽 제조사의 풍력발전 시스템이 태풍과 같은 일본의 기후적 특징에 문제점을 노출하면서 이에 대한 방안으로 미쓰비시사에서 free-yaw 시스템과 같은 기술을 독자적으로 개발 및 연구하고 있는 단계이다.

풍력발전단지 건설 기술의 경우 유럽에서는 이미 육상용 풍력발전이 포화단계에 이른 상태로서 해상용 풍력발전 단지로

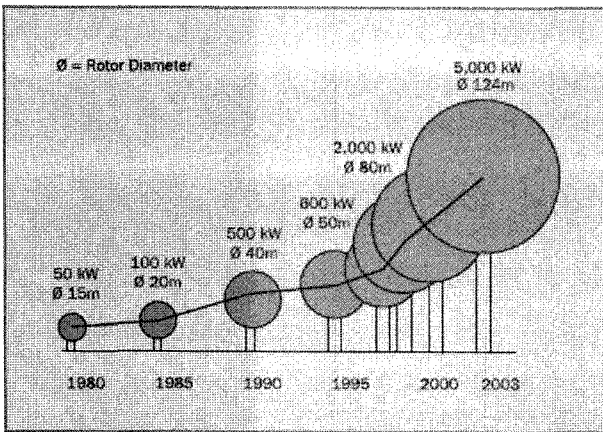


그림 3. 상용 풍력발전 시스템의 크기 변화

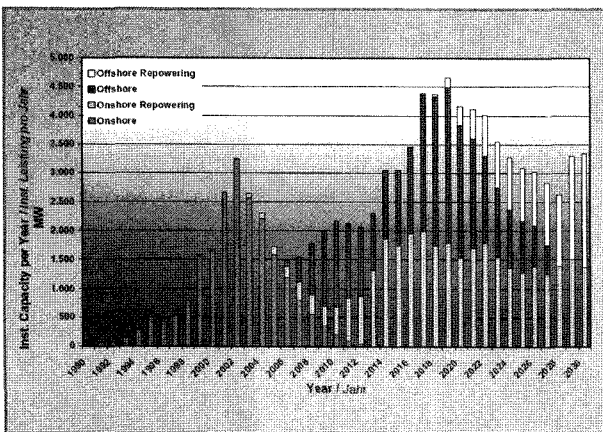


그림 4. 독일의 풍력발전 단지 건설 현황 및 향후 전망

시선을 돌리고 있으며, 특히 해상구조물 기초공사에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 독일의 경우 중장기적인 관점에서 해상풍력발전에 대한 비율은 점차 높아지는 반면 육상용 풍력발전은 노후 시스템이나 소형 시스템을 대형으로 교체하는 계획을 세우고 있다(그림 4). 해상풍력의 경우 아직까지는 계통연계 및 해상 구조물의 기초토목 공사 등에 의한 비용과 기술적 문제로 인해 제한된 지역에서 국한되고 있지만, 유럽

국가들의 컨소시엄 등을 통해 Horn Rev(그림 5.), Nysted, North Hoyle, Arklow Bank, Scorby Sands의 5개 지역에서 이미 해상풍력발전단지가 건설된 상태이다. 이를 통해 미래의 수요를 대비하여, 실증 및 경험을 쌓아가고 있다.

해상풍력의 경우 현재까지는 육상풍력의 경우(1백만유로/MW)보다 약 2배 정도(1천7백만~1천9백만유로/MW)의 건설비가 소요되고, 풍력발전기 1대의 연간 O&M비용이 약 10만유로로 높은 편이지만, 풍향이 좋은 곳에 위치한 육상용 풍력발전기에 비해 약 40%나 높은 전력생산을 할 수 있기에 끊임없는 시도가 이루어지고 있다. 또한, 지속적인 연구를 통해 향후 5년내 5%(출처 : The UK Government's Innovation Review), 20년내에 40%(출처 : ISET, German)정도의 비용 감소를 예상하고 있다.

2.1.2 보급분야

세계 풍력발전시설 보급현황은 2003년 현재 전세계적으로 39,295MW가 설치되어 전력수요의 2.4%를 차지하고 있으며 대륙별로는 유럽이 28,706MW로 73%, 미국이 2,291MW로 17%로 그 뒤를 잇고 있다. 국가별로는 2003년말 기준으로 독일이 14,612MW로 가장 많은 시장을 점유하고 있으며, 미국과 스페인이 약 6,300MW로 그 뒤를 따르고 있다(그림 6.). 특히 독일 북부의 Schleswig-Holstein 지역의 경우에는 1,800MW가 설치되어 그 지역 총 전력 수요의 30%정도를 감당할만한 수준에 이르고 있다. 제작사별로는 2003년도 시장점유율을 볼 때, 덴마크의 VESTAS(NEG-Micon), BONUS 2사가 38.5%, 독일의 ENERCON, Nordex, REpower 3사가 21.0%, 미국의 GE사가 18%, 스페인의 Gamesa, Made2사가 14.4%를 점유하고 있다(그림 7.).

또한 표 1 및 그림 8에서 볼 수 있듯이 최근 시설비 감소 등으로 인해 발전단가가 낮아지면서 가스발전설비와 경쟁 수준

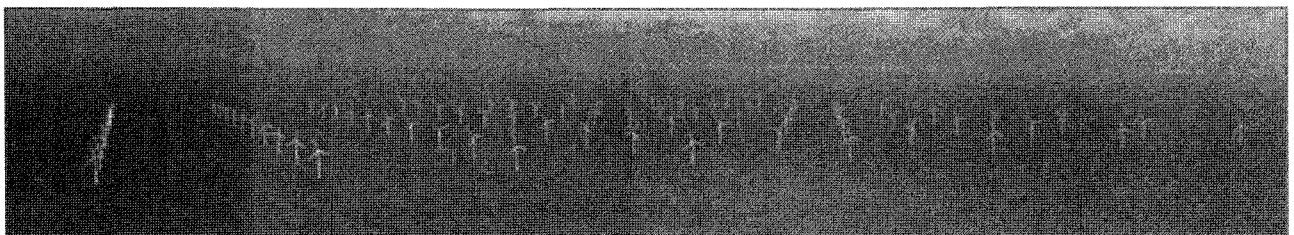


그림 5. Horn Rev 해상 풍력발전단지 전경

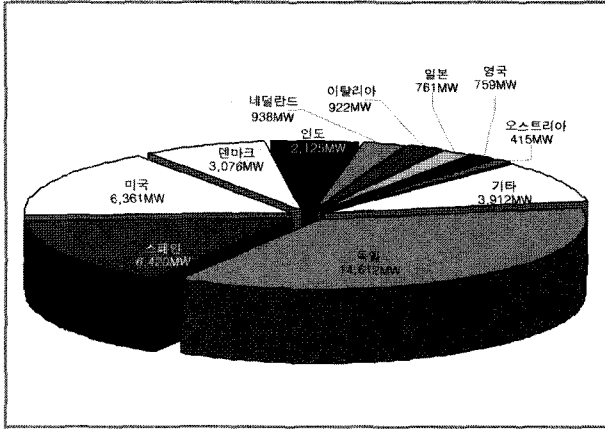


그림 6. 국가별 시장 점유율 (2003년 말 누적총계)

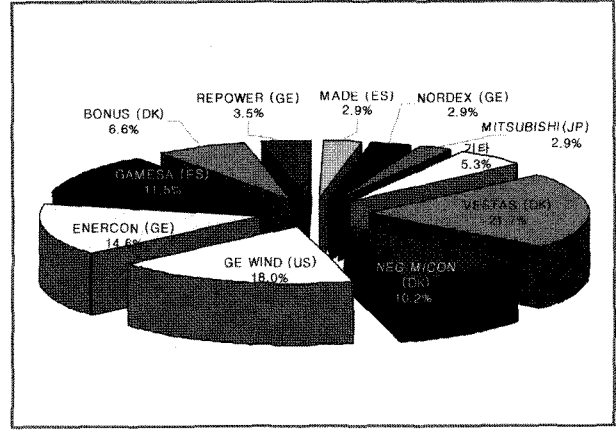


그림 7. 제조사별 시장 점유율 (2003년 말 기준)

표 1. 최근 6년간 풍력발전 시장 성장

년도	년간 설치량 (MW)	누적 설치량 (MW)	증가율 (%)
1998	2,517	9,920	34.0
1999	3,441	13,361	34.7
2000	3,763	17,124	28.2
2001	6,500	23,624	38.0
2002	7,271	30,895	30.8
2003	8,400	39,295	27.2

※ 최근 6년간의 평균 시장 성장률 32.1%

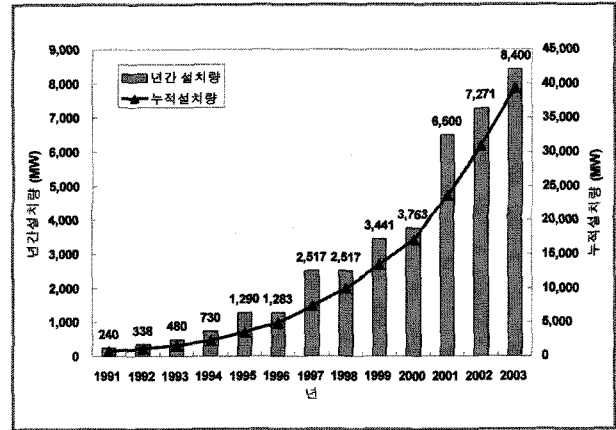


그림 8. 전세계 풍력발전 시장 성장 추이

으로 최근 6년간 평균 32.1%의 증가율을 보이며 세계 풍력발전 보급이 약 4배 정도 [9.92GW(98) → 39.30GW(03)] 증가 되었으며, 2003년 한해동안 27.2%의 증가율을 보이고 있다. 아시아의 경우에도 이미 인도가 이미 2,125MW(세계 시장의 5.3%, 2003년말 기준)의 시장을 창출 하였으며, 중국과 일본 이 각각 568MW(세계 시장의 1.4%, 2003년말 기준, 출처 : WIND TECHNOLOGY DEVELOPMENT IN CHINA, 2004. 8), 761MW(세계 시장의 1.9%, 2003년말 기준, 출처 : Wind Direction, 2004. 4)의 시장을 창출 하였고, 중국의 경우 엄청난 잠재력으로 인해 세계 풍력 시장에서 주목받고 있다.

2.2 국내현황

2.2.1 기술개발분야

우리나라에서는 1970년대부터 시제품이 제작되어 시운전되고 있으나 주변 여건의 미성숙으로 인해 지속적인 기술개발 없이 외국사의 시스템을 모방 제작하거나, 시스템의 운전 실험을

통한 특성 연구에 머물러 있는 실정이었다. 이에 1987년 12월에 제정된 「대체에너지 기술개발 촉진법」을 근거로 하여 1988년에 대체에너지 기술개발 기본계획이 수립됨으로써 일반기술로서 분류되어 연구개발이 되기 시작하였다. 그에 따른 풍력발전 기술개발 투자실적(88~2002)으로 기술개발투자비 230억원(정부 139억원)이 지원되었다. '90년대에 접어들어서는 외국의 풍력발전 기술 개발 추세에 따라 보다 대형화되고 경제성 있는 계통 연계용 풍력발전 시스템이 연구 개발되거나 도입·설치되기 시작하였다.

지난 10여년간의 노력으로 국내의 풍력발전시스템의 도입 여건 조성에는 상당한 역할을 했다고 할 수 있으나 거의 대부분의 풍력발전 시스템을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 이는 기존에 기술력을 지니고 있던 발전기, 타워 등의 요소부품들은 어느정도의 기술력을 확보하였지만, 아직 블레이드나 제어시

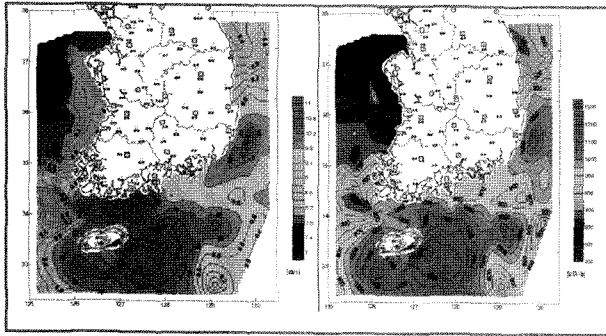


그림 9. 한반도 주변 해상의 풍황지도
출처 : 예기연 자료

시스템에 관한 연구는 미비한 실정으로 국내 고유모델의 개발에 한계를 가지고 있기 때문이다. 또한, 국내 기술 인프라의 부족으로 인해 기술개발 보다는 외국 선진 기업 제품의 단순한 도입에 의한 시스템의 실증 운전이 역점을 두고 진행한 결과이기도 하다. 이러한 문제점을 개선하기 위해 최근 들어서는 중대형급(0.75~3MW)의 시스템 국산화 개발의 필요성이 제기되었으며, 국내 고유모델 개발에 착수하게 되었다. 이러한 결과들로 (주)효성에서 750kW급 기어드 타입 수평축 풍력발전기를, (주)유니슨에서는 독일의 엔지니어링 회사인 Aerodyn과 기술 제휴를 통해 750kW 기어리스타입 풍력발전기를 개발하여 대관령 풍력발전 실증단지에서 성능검증을 앞두고 있다. (주)코원텍에서는 30kW급 Dual-rotor 풍력발전기를 개발하여 시범 운용 중에 있으며, 현재 1MW급 발전기를 연구/개발하고 있는 실정이다. 대형급 풍력발전시스템의 경우 (주)효성과 (주)유니슨에서 2MW급 풍력발전 시스템개발을 추진중에 있으며, 서울대에서는 3MW급 해상풍력발전용 시스템의 개념설계를 진행 중에 있다. 그 외에도 (주)준마엔지니어링에서는 독립형 소형 풍력발전시스템의 상용화 및 수출을 목표로 하여 10kW급 국내 고유모델을 개발하고 있다.

이 외에도 국내 풍력에너지 산업의 기반조성을 위해 에너지 기술연구원에서 기존의 한반도 주변 풍황지도(그림 9.)를 이용하여 육/해상 풍력실증연구단지 조성에 관한 연구를 하고 있으며, 한국표준과학연구원 등에서는 국내 개발 기술의 국제적 인증을 위한 준비작업을 수행 중에 있다. 또한, 대한전기협회에서는 국내 풍력발전 표준화 사업을 위한 연구를 하고 있는 상태이다.

2.2.2 보급분야

국내 보급 현황의 경우 2003년 현재 정부 주도의 보급사업으로서 제주도, 전남 무안, 울릉도 등에 65기 28,595MW의 풍력발전 설비가 설치되어 운영 중에 있다. 이는 풍력발전으로 61.0TWh/년 정도의 청정 전력을 생산하여 13,100TOE/년의 에너지를 수입 대체하는 효과를 얻을 수 있는 양이다. 현재 국내에서 가동 중인 풍력발전 시스템(그림 10.)은 전국 시설용량 별로는 600kW급 이상이 27기에 불과하지만 발전량은 85%를 점유하고 있다(표 2).

특히 제주 행원 지역의 풍력발전 단지는 정부의 지역에너지 사업으로 조성된 국내 최초의 상업용 풍력발전 단지이다. 이는 제주 전체 전력수요의 10%를 풍력발전으로 대체하려는 제주도 풍력발전 실용화사업(국고 보조 : 73억원)의 일환으로 추진된 사업으로 1997년도부터 단계별 건설을 통해, 2003년 현재 9,795kW(15기)의 규모(전국 풍력발전시설용량의 38%)로 운전 중에 있다. 게다가 평균 발전원가가 90원/kWh 수준으로서 제주도내 한전 발전소의 평균 발전원가(약 130원/kWh)에 비해 저렴한 상태에서 자체적으로도 충분한 경쟁력을 지니고 있다. 행원 풍력단지에서의 연간 전력생산량은 12GWh/년으로 예상하고 있으며, 한전에 대한 매전으로 연간 6~7억원 정도의 매전 수입이 예상되고 있어, 충분한 사업성을 갖추고 있다고 할 수 있다. 이밖에도, 남부발전에서 운용중인 제주 한경 풍력발전 시스템은 제주지역 전력연계의 문제로 인해 발전량을 제한 시키면서도 지난 2월부터 11월까지 약 9.5GWh의 전력을 생산하였다.

이처럼 풍력기술의 사업화는 아직까지 초기단계이지만, 제주도의 성공적인 풍력기술 사업화 성과에 대한 사례를 타 지방 자치단체에서도 주목하고 있어 정부주도 지원사업 및 민자유치를 통한 풍력기술의 사업화는 획기적인 증가가 있을 것으로 예상되고 있다. 그 실례로 04년도 현재 계획되고 있는 민자유치 풍력발전 단지는 제주도(행원, 성산), 강원도(대관령 지구, 태백), 전라북도(새만금), 경북(영덕) 및 인천(서해안지역) 등이 있다(그림 11). 특히 경북 영덕지역의 경우 (주)유니슨의 주도로 단지 건설이 마무리 단계에 있으며, 강원도 태백의 경우 GE Wind(USA)와 협약이 완료된 상태이다. 그 외에도 상당수의 지방자치단체 및 산업체가 사업화에 본격적인 참여를 희망하고 있는 상황이다.

표 2. 풍력발전 규모별 설치·가동 현황(*익년기준, 시설증 포함; ** 가동율 25%가정)

구분	~100kW	101~300kW	301~600kW	600kW 이상	합계
가동시설수	29	2	3	31	65
시설용량 (kW)	212	375	1,750	26,258	28,595
발전량 (MWh)	252	474	2,904	57,505**	61,135

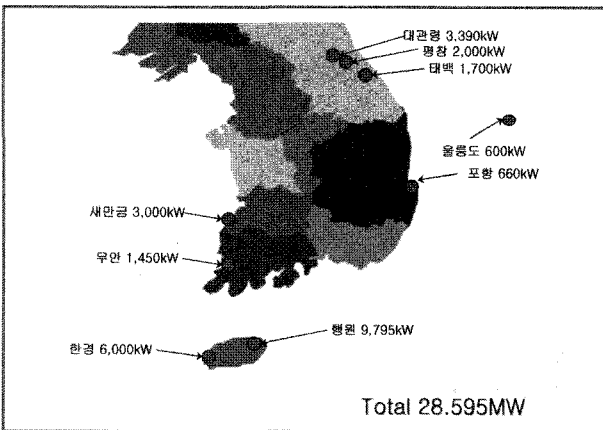


그림 10. 국내 주요지역 풍력에너지 보급현황

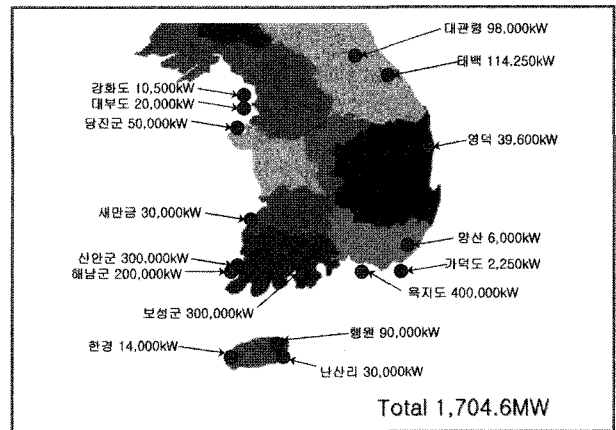


그림 11. 추가 설치 예정지역 및 설치 용량

3. 풍력에너지 정책 현황

최근 신·재생에너지에 대한 관심의 증가와 더불어 급격한 시장 증대를 보일 수 있는 것은 기술적, 경제적인 측면 외에도 각 국가들의 정책 또한 매우 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 제도적, 정치·문화적 요인은 풍력에너지 개발의 지속적인 발전과 보급 확대를 위해 풍황이나 기후와 같은 물리적 요인보다 크게 작용하는 경향을 띤다. 이는 유럽의 비슷한 자원을 가진 국가들 간에도 제도적인 요인에 따라 신·재생에너지 사업에서의 성패가 좌우되는데서 나타나게 된다. 풍력발전의 경우 독일이나 스페인의 경우(FIT)와 같이 대표적으로 성공한 국가가 있는 반면, 영국이나 프랑스(RPS, TGC)의 경우는 실패한 예로 분류되는데, 이는 정책이나 제도적 차이에서 기인하는 것이다. 즉 이러한 정책적 차이가 아직 기존의 에너지원과의 가격 경쟁에서 뒤지는 신·재생에너지원의 시장 경쟁력을 갖도록 해주는 역할을 하게 되는 것이다. 중장기적인 관점에서 볼때 정책적 지원은 신·재생에너지원의 외부 비용에 대한 부담을 덜어주어 안정적으로 기술개발 및 보급을 이루어지게 하며, 정책적 지원이 지속되는 기간동안 지속적인 연구를 통해 기존 시스템과의

표 3. FIT와 RPS의 장단점 비교

비교 항목	고정가격제	고정지
	FIT(독일형)	RPS(영국형)
▶ 단기적으로 확실하게 보급할 것인가?	○	
▶ 새로운 기술개발을 촉진할 것인가?	○	
▶ 투자, 특히 개인과 지역주민의 투자가 가능할 것인가?	○	
▶ 주민참여를 확보할 수 있을 것인가?	○	
▶ 전체적인 비용이 적은 것은 어느 쪽인가?		○

가격 경쟁력을 가질 정도로 발전할 수 있도록 해준다.

대표적인 신·재생에너지 지원 정책의 경우 크게 가격을 고정하는 정책과 양을 고정하는 정책의 두 가지로 분류된다(표 3). 고정 가격 정책의 경우 FIT(Feed-In Tariff)로 대표되며, 발전자가 고정된 전력 가격을 받는 것을 의미한다. 현재까지 알려진 바로는 이 정책이 가장 효율적이고 매력적인 정책으로 평가 받고 있으며, 독일과 스페인, 덴마크 등의 성공으로 인해 더욱더 주목받고 있는 정책이라 할 수 있다. 반면, 에너지량을 고정하는 제도로서 RPS(Renewable Portfolio Standard)와 TGC(Tradable Green Certificates)제도가 있다. RPS의 경우 의무 할당량을 지정하여 그 비율만큼 발전은 하거나 혹은 신·

표 4. 계통연계에 관한 우대제도와 성공사례

계통에 관한 조치		독 일	영 국	일 본
초기 설치시	우선접속의 유무	법정(法定)에 의해 우선접속의무	법정(法定)에 의해 접속의무	전력회사와의 연계협의를 실시할 차례
	초기접속부담	발전사업자	발전사업자(D접속요금)	발전자 부담(원인자 부담)
	계통의 증강비용	계통운용자(전기요금으로 전가)	발전사업자(D접속요금)	발전자 부담(원인자 부담)
운전시 주파수 변동		불규형 결제 면제	당초 : 불규형면제의 적용 (기타전원과 동등) 나중에 수정대응	미검토, 단 훗카이도 전력은 독자사산에 근거한 도입계약
기 타		성공사례	실패사례	실패사례

재생에너지를 구입하도록 하는 제도이며, TGC는 이때의 전력을 기존 전력계통과 연계하지 않은 채 직접 거래하는 제도를 의미한다. 하지만 이러한 제도는 아직까지는 초기 연구 단계에 머무르고 있는 실정이다. 한편, 미국에서는 RPS와 더불어 세 금 우대 혜택을 주는 등의 정책도 실시하고 있으며, 일본역시 RPS제도를 도입하였지만 별다른 성과를 나타내지는 못하고 있는 실정이다.

이러한 가격정책 외에도 계통연계 사업자에 대한 우대제도 또한 중요한 정책 중 하나이다. 그 대표적인 예로서 독일의 경우 자연에너지 사업자에 대한 우대제도가 있어 발전사업자의 부담이 감소하여 더욱 적극적인 투자를 유도해 낼 수 있었으나 (표 4), 영국과 일본의 경우 상대적으로 엄격한 규제를 가지고 있어 발전 사업자나 발전자가 가지는 위험 부담이 커지게 되어 보급확대를 저해하는 요인으로 작용하였다.

우리나라의 경우 2002년 4월부터 고정가격제와 유사한 형태인 발전차액 보전제도를 시행하고 있으며, 풍력발전의 경우 107.66원/kWh의 가격으로 전력을 구입하고 있다. 또한, 신·재생에너지 생산 및 이용촉진을 위해 세계 및 금융지원제도를 실시하고 있다. 이는 조세특례제한법에 의한 관세를 감면(세율 8%→2.8%로 연차별로 적용)해 주는 제도이며, 시설투자금에 대한 융자금 대출 기간을 개선하여 신·재생에너지 산업을 지원하는 제도이다. 그 외에도 신·재생에너지 발전의무비율할당제(RPS)와 녹색가격제도(Green Pricing)뿐만 아니라 특별법 도입을 검토하고 있다. 우리나라의 경우 풍력을 비롯한 신·재생에너지 분야에서 선진국에 비해 늦게 출발하는 단계이기 때문에 선진국들의 선례를 잘 분석하여 국내 실정에 맞는 제도의 도입과 실천이 매우 중요하다고 할 수 있겠다.

4. 풍력에너지 향후 전망

앞서 살펴 보았듯이 최근 10년간 전세계 풍력시장이 급속도로 발전됨에 따라 EWEA에서는 유럽 대륙내에서의 풍력발전 보급 목표량을 상향조정하여 발표하였다. 그 내용으로는 당초 계획을 상향조정하여 '10년까지 22.6GW에서 75GW로, '20년까지는 45.2GW에서 180GW(해상풍력 70GW)로 목표치를 수정하였다. 이 보급정책에 따르면 에너지 공급원으로서의 풍력 발전 비율을 '10년도에 5.5%, '20년에는 12%까지 끌어 올리는 것(EU-25)을 목표로 하고 있다. 이는 최근 해상풍력에 관한 관심과 기술력이 급성장하면서 발전단지의 대형화가 이루어졌으며, 유럽내의 컨소시엄의 구성 등으로 국가들간의 공동연구를 통해 더욱 안정된 연구가 가능하게 되었기 때문이다. 뿐만 아니라 해상풍력의 도입으로 인해 풍력발전시스템 자체도 더욱더 대형화되게 되었으며, 육상풍력단지에서의 소음이나 환경문제 등과 같은 제약이 줄어들어 시스템 자체의 효율을 높이는 데 집중하게 되면서(TSR을 더욱 높일 수 있으므로) 발전단가를 더욱더 낮출 수 있는 가능성이 커졌기 때문이다. 이렇듯 유럽 시장은 급속도로 팽창하고 있으며, 다른 세계 여러 나라들의 경우에도 기후변화 협약(교토 의정서) 등의 국제 협약은 물론이거니와 석유 공급능력의 한계 등으로 더욱더 급속한 속도로 발전할 것으로 보인다(표 5). 또한, 한때 최고의 에너지원으로 각광받았으며, 우리나라 전력의 대부분을 담당하고 있는 원자력의 경우에서 나타나는 NIMBY현상 등이 점차 확대되면서 신·재생에너지의 비중은 더욱더 커질 것으로 전망된다.

이러한 국제 사회의 흐름에 발맞추고자 우리 정부에서도 최근 신·재생에너지 기술발전의 로드맵(그림 12.)을 담은 '제2차 신·재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획'을 확정하

표 6. 세계 풍력발전 기술 및 시장 전망

출처: Wind Direction June 2003 & Wind force 12 (EWEA) 등 다수자료

구분	풍력발전 World Vision		
	전세계 2002년 Data	2010년전망	2020년전망
- 풍력발전량(Twh/년)	64.8	512	3,093
• 전력수요의 풍력발전비율(%)	0.4%	2.56%	11.98%
- 연간풍력발전설치용량(GW)	7.2	32	44.8
- 누적풍력발전시설용량(GW)	233	150	1,261
• 시장성장률(%)	32.1%(최근6년간)	20%	10%
- 풍력발전시설비(\$/kW)	765	555	447
- 발전단가 7m/s기준(¢/kwh)	3.50	2.62	2.11
- 평균설비 이용률(%)	25%	25%	28%
- 연간시장규모(억\$)	63	115	249
- 누적시장규모(억\$)	1,338	671	6,286
- 연간 CO ₂ 저감량(백만톤/년)	42.3	73.8	307
- 누적 CO ₂ 저감량(백만톤)	1,345	1,856	11,786

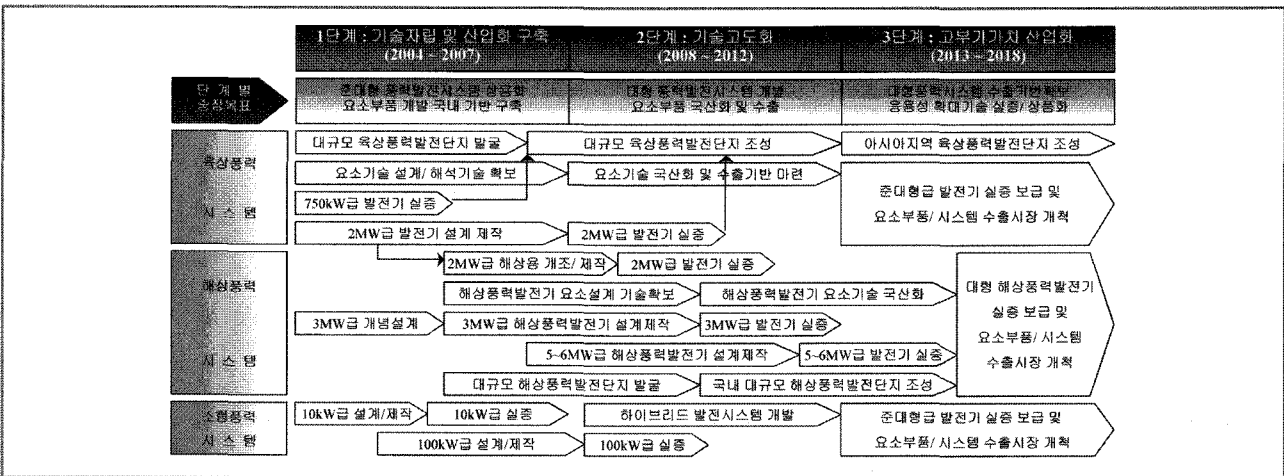


그림 12. 시스템 분야 기술개발 로드맵

였다.

여기에는 핵심기술개발 집중지원을 통한 기술개발 강화, 기술개발 및 보급의 연계성 강화를 통한 실용화 기반 조성, 경제성 확보 및 시장 기반 조성을 통한 보급 활성화를 통해 2011년에는 국내 기술력을 선진국의 80%수준으로 끌어올리는 동시에 전체 발전량의 1.4%를 풍력으로 대체하며, 2020년에는 전체 발전량의 9.4% 보급을 목표로 하고 있다. 이러한 목표 달성을 위해 크게 3단계의 기술개발 전략을 수립하였으며, 작성된 로드맵을 기초로 하여 각 부분별로 지속적인 투자가 이루어질 예정이다. 풍력발전의 경우 꾸준한 예산투입(그림 13)을 통해

기술자립과 보급촉진(그림 14)을 목표로 하고 있다.

풍력사업단에서는 정부의 신·재생에너지 목표실현을 위해 기술개발 및 산업화 기반조성, 보급확대를 모두 포함하는 중추적인 역할을 수행하고자 한다. 풍력발전의 기술개발의 경우 풍력발전 시스템 자체 기술은 물론 풍황자원 조사 및 실증, 발전단지 건설 등 풍력에너지 기반조성을 위한 연구도 함께 추진될 예정이다. 풍력발전 시스템의 경우 선진국과의 지속적인 기술 교류를 통해 요소부품 및 운용/제어 기술을 습득하여 빠른 시일내에 국산화에 성공함을 목표로 하고 있다. 기반조성 분야에 있어서는 풍력발전단지 건설 예상지에 대한 국지적 상세 풍황

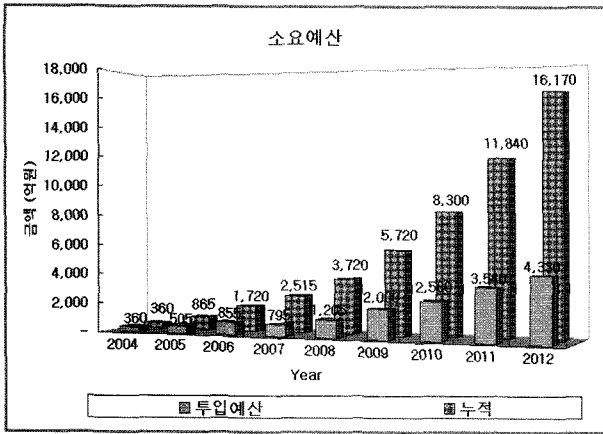


그림 13. 풍력부문 예산투입 계획

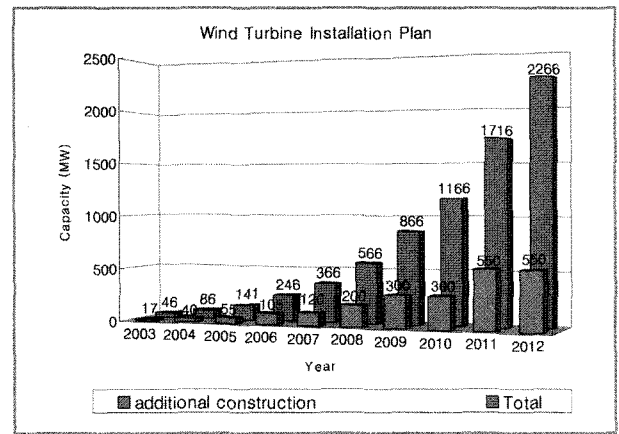


그림 14. 향후 풍력에너지 설치계획

예측 및 단지 설계, 경제성, 계통연계 등에 관한 연구를 수행하게 된다. 이를 통해 풍력발전단지의 설계/조성 및 산업화 기반 확대에 기여할 것이다. 보급기반 마련을 위한 중점 추진사항으로는 풍력발전 사업에 대한 One-stop 행정서비스를 구축을 위한 제도의 수정을 시도할 것이다. 이를 통해 기존의 수많은 인허가 문제를 간소화 하여 일반 사업자의 풍력발전 사업을 활성화 시키고, 사업화에 대한 부담감을 줄일 수 있을 것이다. 또한, 정책연구를 통해 국내 여건에 맞는 제도 및 목표치를 설정하고 선진국의 경험을 국내 여건에 맞게 적절한 수정 보완을 한다면, 국내 풍력시장은 물론 신·재생에너지 시장의 활성화에 큰 역할을 할 수 있을 것으로 보인다.

5. 결론

현재 국내의 정세는 물론 에너지 자립화를 위해 풍력을 비롯한 신·재생에너지원에 대한 관심은 날로 높아지고 있다. 특히 풍력발전분야는 전세계적으로 가장 성숙된 신·재생에너지원으로서 기술적, 경제적 측면에서 가장 현실적인 기술로 꼽히고

있다. 그러나 아직까지 우리나라는 신·재생에너지 연구 개발 및 보급의 역사가 짧아 기술 수준이 미흡한 단계에 있는 것이 사실이다. 이러한 현실을 극복하기 위해 우리는 풍력뿐만 아니라 신·재생에너지 전반에 관한 마스터 플랜을 조속히 수립할 필요가 있다. 그 구체적 내용에는 요소부품 및 시스템개발 뿐 아니라, 기반기술의 조기확보, 인력양성, 국제협력을 통한 공동개발, 성능평가, 실증, 표준화 및 보급에 이르기까지 전 과정을 포함되어야 한다. 또한 각계각층의 풍력전문가들은 적극적인 참여와 협조를 통해 각 단위사업을 수행하는 과정에서의 효율성과 합리성을 제고하고, 기술개발의 리더쉽을 확보하여 과업을 완성시킬 수 있도록 부단히 노력해야 한다. 이에 정부 및 풍력사업단에서는 국산화 풍력발전기의 생산 및 수출을 위해 체계적인 중장기 계획을 마련하였으며, 목표달성을 위한 효율적인 관리를 지향하고 있다. 정부부처에서는 체계적인 정책과 지원책을 마련하고, 실현가능한 목표치를 제시하여 꾸준하고 지속적인 노력을 하여야 하며, 사업단에서는 국내 고유기술 개발 및 보급 촉진을 위한 효율적이고도 신뢰성 있는 연구관리를 계속해 나가야 한다. 이러한 노력들을 통해 신·재생에너지 선진국으로의 길을 차근차근 열어나가게 될 것이다