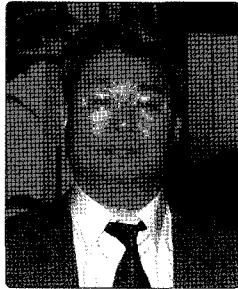


# WSSD 후속조치에 따른 신·재생에너지 기술개발전략

## - 풍력 발전의 개발 및 보급 -



이 수 갑  
서울대학교/교수

### 1. 서론

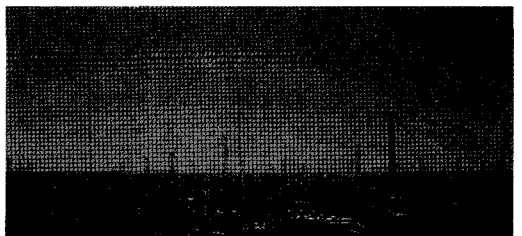
풍력 발전 시스템이란 다양한 형태의 풍차를 이용하여 바람이 가지는 운동 에너지를 기계적 에너지로 변환하고, 이 기계적 에너지로 발전기를 구동하여 전력을 얻어내는 시스템을 말한다. 이러한 풍력발전 시스템은 무한정의 청정에너지인 바람을 동력원으로 하므로 기존의 화석연료나 우라늄 등을 이용한 발전방식과 달리 발열에 의한 열공해나 대기오염 그리고 방사능 누출 등과 같은 문제가 없는 무공해 발전방식이다.

우리나라는 이미 '93.12월 기후변화협약에 가입하였으며, '02.11월 교토의정서를 비준하였다. 따라서 2차 공약기간중(2013~2017) 온실 가스 감축 의무 부담이 가시화 될 전망이며 2002년말 현재 온실가스 배출량이 세계10위로 감축 의무 부담시 산업경제 활동에 큰 영향을 줄 것으로 예상된다. 이런 이유로 기존의 화석연료와 원자력에 의존하는 에너지 공급 체계에서 벗어나 친환경 청정

에너지의 개발 및 보급이 시급한 실정이라 하겠다.

이러한 신·재생 에너지 가운데 전력 공급원으로써 가장 기술적 성숙도가 높으며 현실적인 경제성을 가지고 있는 에너지원 가운데 하나가 바로 풍력 발전이다. 전력 공급원으로써의 풍력 에너지의 이용은 1세기 이상 전인 1891년 덴마크에서 시작되었으며, 세계기후변화협약과 같은 국제 환경의 변화와 유가상승 그리고 풍력이 가지는 경제성 및 기술의 성숙도로 인해 에너지 산업에서 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야이며, 최근 10년간 설치용량이 10배 이상 증가하여 이미 전 세계적으로 약 32,154MW(2002년말 누계기준)의 풍력 발전 시스템이 설치 운전되고 있다. 또한 풍력발전 시스템의 발전단가는 대형화 및 단지화와 함께 지속적으로 낮아지고 있어 '80년대에는 50센트/kWh 내외, '90년대 10센트/kWh 내외에서 2002년에는 3.5센트/kWh 내외로 빠른 속도로 낮아지고 있다.

또한 그림 2,3에서 볼 수 있는 것과 같이 다른 신,재생 에너지와 비교하여 가장 낮은 발전 단가를 가지며 최근에는 기존의 발전 전원과의 경쟁을 하여도 무방할 정도의 경쟁력을 확보할 가능성을 보여주고 있다.



(그림 1) 덴마크 Horns Rev 풍력 발전 단지 전경

이러한 장점과 필요에 의해 산업자원부에서는 풍력 에너지에 대해 2004년도에는 38,300 TOE의 공급량과 153.3GWh의 발전량을 전망하고 있으며 2012년에는 신재생 에너지의 전기 에너지 공급 가운데 가장 큰 1,660,000TOE의 공급량과 6,639.1GWh의 발전량을 전망하고 있다.(그림 4,5)

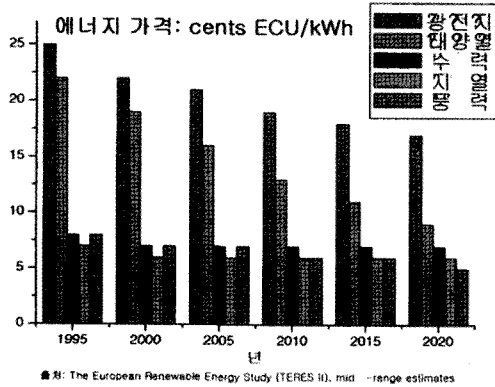
이것은 대수력을 제외한 신재생 에너지의 전기 에너지 공급 가운데 각각 36.1%와 25.7%를 차지하며 총 공급량의 9.3%를 차지하는 양이다.(2012년 전망)

본 고에서는 이러한 풍력 발전 시스템의 국내외 개발 보급 현황과 전망에 대해 살펴보고 이를 통해 국내 풍력 발전의 기술 개발과 보급 전략에 대해 논의해 보고자 한다.

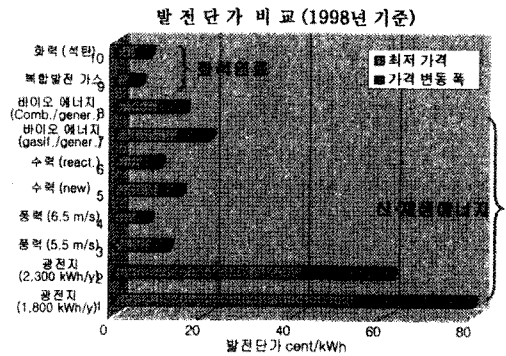
## 2. 국외 현황

풍력발전은 에너지 산업 중에서 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야로써 최근 6년간 5.5배 이상으로 증가하였다. 이미 선진국에서는 풍력발전산업 육성과 보급확대를 위하여 정부차원에서 지원을 하고 있으며, 풍력발전 선도국가에서는 도입의무화, 투자에 대한 안정된 수익보장 및 전력시장의 장애 요인 제거 등 정책적인 지원으로 보급확대에 많은 노력을 가하고 있다.

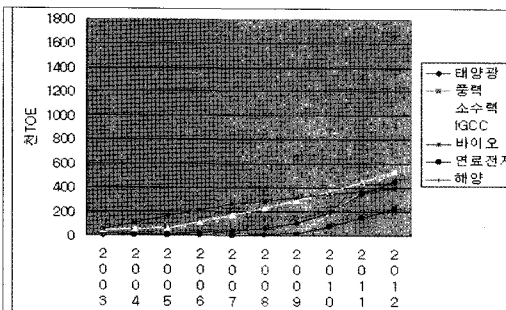
세계 풍력발전시설 보급현황은 2002년 현재 범세계적으로 32,154MW가 설치되어 전세계 전력수요의 0.40%를 차지하고 있으며 독일, 스페인, 미국, 덴마크, 인도 5개국의 보급량이 전세계의 82%인 26,009MW를 점유하고 있으며, 대륙별로는 유



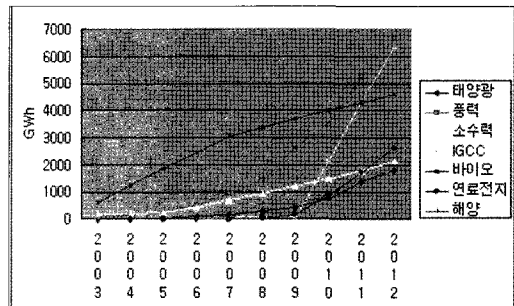
(그림 2) 에너지원별 발전단가 추이



(그림 3) 에너지원 별 발전단가 비교



(그림 4) 전기에너지 공급량 전망



(그림 5) 전기에너지 발전량 전망

## 특별기고

량이 23,8056MW로 72%를 차지하고 있다.

또한 시설비 감소 등으로 발전단가가 3¢/kwh로 낮아져 가스발전설비와 경쟁 수준으로 최근 6년간 35%신장 추세에 놓여있다. 국가별/제작사별 2002년도 시장점유율을 보면 덴마크의 VESTAS, NEG-Micon, BONUS 3사가 43.5%, 독일의 ENERCON, Nordex, REpower 3사가 29.2%, 그리고 스페인의 Gamesa, Made, Ecotecnia 3사가 16.9%를 점유함으로써 3개국이 전체의 86%를 차지하고 있다.

또한 <표 1>에서 볼 수 있듯이 최근 6년간

(‘96~’02)의 풍력발전 시장성장이 연평균 35.1%로 급신장 한 것으로 세계 풍력발전 보급이 5.36(6.1GW(’96) → 32.2GW(’02))배 증가되었음을 알 수 있다. 이러한 상황을 반영하듯 EWEA에서는 유럽 대륙내에서의 풍력발전 보급 목표량을 상향조정하여 발표하였다. 그 내용으로는 원래 ‘10년까지 22.6GW에서 75GW로, ’20까지는 45.2GW에서 180GW까지 목표를 상향조정하기에 이르렀다. 이 보급정책에 따르면 ‘20년에 180GW(offshore 70GW)를 달성함으로써 ’00년도에 1%에 이르던 풍력발전비율을 ‘20년

<표 1> 최근 6년간 풍력발전 세계시장 추이

년도	설치용량(MW)	증가율(%)	누적설치 용량(MW)	증가율(%)	비 고
1996	1,292	-	6,070	-	
1997	1,568	21%	7,636	26%	
1998	2,597	66%	10,153	33%	
1999	3,922	51%	13,932	37%	
2000	4,495	15%	18,449	33%	
2001	6,824	52%	24,927	35%	
2002	7,227(8,500 예상)	6%	32,154	30%	평균단위설비용량 1MW 돌파

※최근 6년간의 평균 시장 성장률 35.1%

<표 2> 세계 풍력발전 기술 및 시장 전망

〈풍력발전 World Vision〉			
구 분	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	44.8	150
- 누적풍력발전설치용량(GW)	32	233	1,261
· 시장성장율(%)	35.1% (최근6년간)	20%	10%
- 풍력발전설비(\$/kW)	765	555	447
- 발전단가 7m/s기준(¢/kwh)	3.50	2.62	2.11
- 평균설비 이용율(%)	25%	25%	28%
- 연간시장규모(억\$/년)	63	249	671
- 누적시장규모(억\$)	115	1,338	6,286
- 연간 CO <sub>2</sub> 저감량(백만톤/년)	42.3	307	1,856
- 누적 CO <sub>2</sub> 저감량(백만톤)	73.8	1,345	11,786

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

에는 13%까지 달성함을 목표로 하고 있다.

이렇듯 유럽 시장은 급속도로 팽창하고 있으며, 다른 세계 여러나라들의 경우에도 기후변화 협약(교토 의정서) 등의 국제 협약은 물론이거니와 석유 공급능력의 한계 등으로 더욱더 급속한 속도로 발전할 것으로 보인다. 이에 대한 분석은 다음의 <표 2>에 잘 나와 있다.

### 3. 국내 현황

#### (1) 기술 개발 현황

우리나라에서는 1970년대부터 대체에너지원의 개발의 일환으로 풍력발전의 개발에 대한 노력을 기울여 시작품이 제작되어 시운전되고 있으나 주변 여건의 미성숙으로 지속적인 기술개발을 통한 기술의 축적이 없이 단지 외국사의 시스템을 모방 제작하거나, 시스템의 운전 실험을 통한 특성 연구에 머물러 있는 실정인어서 독자 개발이나 실용화와 관련한 가시적인 성과를 거두지는 못하고 있던 중, 국내의 풍력발전 분야의 기술개발 투자는 1987년 12월에 제정된 「대체에너지 기술개발 촉진법」을 근거로 1988에 대체에너지 기술개발 기본계획이 수립됨으로써 일반기술로서 분류되어 연구개발이 되기 시작하였다.

그에 따른 풍력발전기술개발 투자실적('88~2002)으로 기술개발투자비 195억원(정부 110억원, 민간 85억원)이 지원되었다. '90년대에 접어들어서는 외국의 풍력발전 기술 개발 추세에 따라 보다 대형화되고 경제성 있는 계통 연계용 풍력발전 시스템이 연구 개발되거나 도입·설치되기 시작하였다.

지난 10여년간 중형급 풍력발전시스템의 개발에 관심을 가지고 국산화 및 실증운전을 병행하여 국내의 풍력발전시스템의 도입 여건 조성에는 상당한 역할을 했다고 할 수 있으나 경제성 있는 시스템의 개발과는 거리가 있었던 게 사실이다.

이는 국내 기술 인프라의 부족으로 기술개발 본래의 목적 또는 취지에서 벗어나 선진사 제품의 단순한 도입에 의한 시스템의 실증 운전에만 역점을 두고 진행한 결과이기도 하거니와 기반기술이 확보되지 않은 상태에서 무리하게 진행하다 보니, 여러 가지 시행착오를 겪어왔다.

최근 들어서 준대형급(0.75~1.5MW)의 시스템 국산화 개발의 필요성이 제기되어 착수하게 되었으며, 이러한 결과들로 (주)효성은 서울대, (주)에드콤텍, KIMM 등과 함께 750kW급 기어드 타입 수평축 풍력발전기 자체 설계 및 제반기술의 연구/개발을 진행중이며, (주)유니슨에서는 (주)한국파이버, 보국전기(주), 포항공대, 포항산업과학원, 전북대와 함께 독일의 엔지니어링 회사인 Aerodyn과 제휴하여, 기술도입 통한 750kW 기어리스타입 풍력발전기를 개발하고 있다.

또한 (주)코윈텍에서는 전북대와 공동연구를 통하여 30kW급 Dual-rotor 풍력발전기를 개발하여 시범운용 중에 있으며, 현재 1MW급 발전기를 연구/개발하고 있는 실정이다.

따라서 풍력발전시스템의 설치 경험과 단위 구성기기, 중형발전기 시스템 개발 경험을 살리고 이러한 과거의 실적의 연장선상에서 비교적 빠른 시일 내에 풍력발전시스템의 독자 설계/제작 및 풍력단지 전체에 대한 설계/설치 기술을 확보하는 것이 요구된다고 할 수 있다.

그러나 풍력발전시스템 전체를 설계하고 제작하는 부분은 아직까지 기술적인 축적이 일천하여, MW급의 국산 상용 풍력발전시스템의 독자적 생산 및 수출에 이르기까지는 험난한 길이 예상된다.

이러한 이유로 각 단위사업을 수행하는 과정에서 효율성과 합리성 제고하고, 기술개발의 리더십을 얻고자 하는 과정에서 일어날 수밖에 없는 시행착오 및 학습비용을 줄이려는 노력이 필요하며, 산업자원부에서는 국가적 사업단을 구성하였다. 또한



## 특별기고

사업단은 풍력발전기 자체의 개발뿐 아니라, 기반 기술의 조기확보, 인력양성, 국제협력을 통한 공동 개발, 성능평가, 실증, 표준화 및 보급에 이르기까지 전 과정을 염두에 둔 마스터 플랜을 수행해야 하는 필요성이 절실하다.

### (2) 보급 현황

2003년 현재 정부 주도의 보급사업으로서 제주도, 전남 무안, 울릉도 등에 61기 22.1MW 정도의 풍력발전 설비가 설치되어 운영 중에 있으며 이는 풍력발전으로 47.0 TWh/년 정도의 청정 전력을 생산하여 10,500 TOE/년의 에너지를 수입 대체하는 효과를 얻을 수 있는 양이다.

〈표 3,4〉는 현재 국내에서 가동 중인 풍력발전 시스템의 현황을 정리한 것이다. 전국 시설용량별로는 600kW급 이상이 27기에 불과하지만 발전량은 85%를 점유하고 있다.

특히 정부의 지역에너지 사업으로 조성된 제주 행원 지역의 풍력발전 단지는 국내 최초의 상업용 풍력발전 단지로 제주 전체 전력수요의 10%를 풍력발전으로 대체하려는 제주도 풍력발전 실용화사업(국고 보조: 73억원)의 일환으로 건설 추진중인 사업으로 1997년도부터 단계별로 건설 중에 있으며, 2003년 현재 9,795 kW(15기)의 규모로서 운전 중에 있고, 전국 풍력발전시설용량의 50%를 차지하고 있다.

현재 풍력발전기술 분야에서의 사업화는 그동안의 연구개발의 체계적인 지원의 부족으로 풍력발전 시스템 관련 기술 자체가 완전히 국산화되어 있지 못하고, 국내 시장이 활성화되어 있지 못한 관계로 주로 정부주도의 사업전개로 진행되고 있다.

국내 풍력발전기술의 사업화와 관계해서는 정부 차원에서 실증연구를 마친 기술을 대상으로 대체 에너지기술과 관련 제품의 초기 시장 창출 및 시장

<표 3> 풍력발전 규모별 설치·가동 현황 (\*공단자료, 시설중 포함; \*\* 가동율 25%가정)

(2003년 현재)

구 분	~ 100kW	101 ~ 300kW	301 ~ 600kW	600kW 이상	합 계
가동시설수	29	2	3	27	61
시설용량 (kW)	212	375	1,750	19,785	22,122
발전량 (MWh)	252	474	2,904	43,330**	46,960

<표 4> 주요지역의 풍력발전 설치현황 (지역에너지사업)

(2003년 현재, 공사중 포함)

지 역 별	규모별 보급현황	총시설용량
제주도(행원)	600kW × 27기(Vestas), 660kW × 7기(Vestas), 225kW × 17기(Vestas), 750kW × 5기(NEG-Micon)	9,795 kW
전남 무안	150kW × 1기, 550kW × 1기 (Zond) 750kW × 1기 (Lagerway)	1,450 kW (계통연계미비)
전북 (새만금)	750kW × 2기(NEG-Micon) 750kW × 2기(NEG-Micon, 공사중)	3,000 kW
경북 (울릉도)	600kW × 1기(Vestas)	600 kW
경북 (포항)	660kW × 1기(Vestas)	660 kW
강원도 (대관령)	660kW × 3기(Vestas), 660kW × 1기(Vestas,공사중)	2,640 kW
강원도 (태백)	850kW × 2기(Vestas,공사중)	1,700 kW
합계		19,785 kW

기반 조성과 관련 산업체의 대체에너지기술개발에의 참여유도와 보급 활성화의 기반 구축을 목적으로 하는 대체에너지 시범보급사업과 중앙정부 위주의 에너지절약 정책에서 탈피, 지방화시대에 대비한 지방자치단체의 창의적이고, 자발적인 에너지시책을 수립하고 에너지정책 추진기반의 확충과 저변확대를 통해 국가에너지 정책목표를 효과적으로 달성하며 지방자치화와 연계한 지방자치단체의 역할 증대 및 자립기반 구축을 지원하는 목적으로 하는 지역에너지사업을 중심으로 추진 중에 있다.

제주 행원 풍력발전단지의 경우에는 평균 발전원가가 90원/kWh 수준으로서 제주도내 한전 발전소의 평균 발전원가 약 130원/kWh에 비해 저렴한 상태로서 자체적으로도 충분한 경쟁력을 지니고 있어서, 풍력에 의한 연간 전력생산량을 12GWh/년으로 예상하고 있으며, 한전에 대한 매전으로 연간 6·7억 원 정도의 매전수입이 예상되고 있어, 제주도의 입장에서 충분한 사업성을 갖추고 있다고 할 수 있다.

이밖에도, 경북 울릉도 풍력발전시스템의 연간 생산전력량은 770MWh/년으로 예상되며 한전에 대한 매전으로 연간 5~6천만원 정도의 매전수입

이 예상되고 있다. 그러나 풍력기술의 사업화는 아직 초기단계로서 제주도의 성공적인 풍력기술 사업화 성과에 대한 사례를 타 지방자치단체에서도 관심있게 주목하고 있어 정부주도 지원사업 및 민자유치를 통한 풍력기술의 사업화는 획기적으로 증가될 것으로 예상되고 있다.

이의 대표적인 예로는 제주도(행원, 한경), 강원도(대관령 지구, 태백), 전라북도(새만금), 경북(영덕) 및 인천(서해안지역)등의 지방자치단체 및 산업체가 사업화에 본격적인 참여를 희망하고 있는 상황이다. <표 5>은 03년도 현재 계획되고 있는 민자유치 풍력발전 단지의 현황을 나타내고 있다.

아직 경제적인 측면의 경쟁력을 갖지 못한 신·재생에너지 기술의 사업화는 현 여건상 다소 어려운 점이 있으며, 정부주도의 사업화 사업의 경우에도 대체에너지 시범보급사업은 풍력기술개발의 연장선상인 시범사업성격으로서 사업성의 평가가 곤란하여 실증운전 단계에 머무르고 있으나, 경제적인 사업화보다는 기술개발의 성과에 대한 실증 및 검증의 경제적 가치로서 평가되어야 할 것이다.

**<표 5> 민자 풍력발전단지 조성 추진현황**

구 분	강원도 (대관령)	경상북도 (영덕)	경상남도 (양산)	제주도 (한경)	전라남도(신안)
위 치	강원도 평창군 약 1,000만평	경북 영덕군 창포리	경남 양산시 원동면	북제주군 한경면 해안일대	신안군 입지면 대광해수욕장 일원
시설 규모	총 98,000kW (2,000kW, 49기)	총 40,000kW (750kW, 20기 1.5MW, 17기)	총 6,000kW급 (1.5MW, 4기)	총 6,000kW급 (1.5MW, 4기)	총 300,000kW (1,500kW, 200기)
예상 발전량	214,620MWh/년	87,600MWh/년	13,140MWh/년	13,140MWh/년	657,000MWh/년
완료 예정	'05. 11	'04. 7	'04. 11	'04. 4	'06. 5
사업 주관	강원풍력발전 (유니슨, 강원도, 독일 Lahmeyer)	영덕풍력발전 (영덕군, 유니슨)	코에지	한국남부발전	한국대체발전 (신안군, 독일 지멘스, 뉴맷시아)
투자 규모	1,345억원 (국내 598 국외 747)	564억원 (국내 314 국외 250)	약 130억원 (국내 100%)	약 150억원 (국내 100%)	5,200억원 (국외 100%)
추진 현황	발전사업허가 ( '02.6)	발전사업허가 ( '03.3)	발전사업허가 ( '03.2)	발전사업허가 ( '03.4)	자원조사중 ( ~'03.7)

### 4. 개발 및 보급 전략

#### (1) 기본 방향 및 목표

앞에서 살펴본 바와 같이 국내에서의 풍력 기술 개발은 상대적으로 그 역사가 짧은 관계로, 개발 기술이나 기술에 대한 성능평가 또한 국제적 수준에는 미치지 못하고 있는 것이 사실이다.

이러한 제약요인을 해소하기 위한 하나의 방편으로 풍력발전 경험이 풍부한 선진 해외 제작사와 기술협력방안을 생각할 수 있으나, 몇 가지의 문제점이 부각되고 있다. 먼저, 세계적으로 풍력 발전은 현재 개발 중인 많은 대체 에너지 중에서 가장 상용화에 근접했다는 평가를 받고 있으나, 상대적으로 급격한 시장 및 기술의 성장으로 인하여 시스템의 신뢰성을 포함한 기술 성숙도에 대한 의문이 여전히 존재하고 있는 상태이다.

이러한 풍력발전은 일반적으로 급격히 성장하는 기술의 특성과 유사하게, 기술에 대한 폐쇄성이 강하며, 그 예로 최근 상당부분의 시스템 제작사가 구성기와 관련한 제반 기술을 아웃소싱(Outsourcing) 방식에서 인 하우스(In-house) 방식으로 변경하는 경우에서 찾아볼 수가 있다.

또한, 시스템 회사는 소규모에서 출발하여 최근 풍력발전의 성장과 더불어 최근 10년간 급격히 성장한 회사가 대부분이고, 구성기 회사의 경우 역사가 긴 대규모 회사가 주류를 이루고 있어, 여러 관련 기술의 일괄적인 협력에 어려움이 있는 것으로 보여진다.

이러한 상황에서 유럽지역의 기관들뿐만 아니라 구성된 MEASNET과 같은 국제협력기구의 가입은 공식적으로는 개방되어 있고, 좋은 대안이 될 수 있으나, 이는 사실상 최고수준의 성능시험 기술의 관리와 품질 유지의 명목이며, 단기적인 기술교류를 통한 협력기구의 가입에는 어려움이 따를 것으로 사료된다.

그러나 적극적인 기술교류를 통한 선진기술의 습득이 절실하므로 다음과 같은 점을 심분 고려한다면

국제간 기술협력이 불가능 한 것은 아니다. 일단 현재까지 기술을 주도하던 몇몇 유럽의 국가들, 특히 덴마크 시장의 포화와 함께 풍력 관련 분야에 종사하던 회사 또는 기술자가 유럽외의 시장진출에 적극적인 관심을 보이고 있으며, 기술을 주도하는 몇몇 유럽국가들을 제외한, 관련 기술 인프라가 잘 갖추어진 국가간, 기관간의 전략적 기술 협력 가능성이 높다.

또한, 최근 시스템 제작사의 구성기기에 대한 인 하우스(In-house) 조달 비율을 높이면서 전문 구성기기(특히 블레이드) 제작사의 유럽의 지역 진출, 신규 시스템 제작사와의 전략적 협력을 희망하고 있다.

앞서 언급하였듯이 풍력발전기 기술이 소규모 시스템 제작사, 대규모 구성기기 제작사간의 협력에 의하여 개발되면서 시스템 해석, 평가 등 관련 분야의 최고 기술을 시스템 제작사 또는 구성기기 제작사와 독립된 별도의 기관에서 보유하고 있다는 것도 중요한 사실이다.

다음으로, 풍력발전의 기술 특성상 풍력발전기가 크기 및 중량이 큰 구조물로 구성되어 물류비가 설비비에 큰 영향을 미치므로 수요지역에서의 생산이 유리하며, 국내 시장이 일정 규모 이상으로 확대되는 경우 전략적으로 접근하면 현지 생산 등을 통한 기술이전이 용이할 수 있다는 가능성을 가지고 있다.

그리고 미국의 NWTC와 유럽 지역의 MEASNET간의 보이지 않는 경쟁상태에서 우리에게 유리한 성능시험 기술을 위한 국제기술 교류의 방향 추진이 가능할 것으로 보여지고 있는 등의 여러 요소들을 잘 고려해야 할 것이다.

이러한 점을 고려한다면 우리나라 풍력 발전의 기술 개발 및 보급 전략의 기본 목표는 풍력발전 기술의 산업화 기반 구축을 위한 집중기술개발이라 할 수 있다. 이를 위해 가장 먼저 핵심 기술 개발에 집중적으로 지원함으로써 풍력 기술 개발을 강화할 필요가 있다.

중대형급 풍력발전 시스템 개발, (초)대형급 및

해양 풍력발전 시스템 개발의 개발 및 국가적 컨소시엄(사업단) 구성을 통한 기술 개발 효율성 제고 및 산업화 인프라 구축을 집중 지원해야 할 것이다.

이를 통해 축적된 기술을 바탕으로 풍력 발전의 실용화 기반을 조성하며 설비인증제도의 도입 및 성능평가기관을 지정하고, 실증연구단지 및 Green Village 조성을 연계하는 방안 등을 통해 기술 개발 및 보급의 연계성을 강화하고자 한다.

이렇게 풍력 발전 기술이 개발되고, 실용화 기반이 조성된 후에는 풍력발전기술의 경제성을 확보하여, 그 시장 기반을 조성하는 것이 풍력 발전 기술의 개발과 함께 풍력 자원 개발의 성공을 위한 핵심적인 관건이므로 풍력 기술의 보급을 활성화에 주력하여야 한다.

이를 위해서는 풍력자원 DB를 구축하고 이를 바탕으로 연계기술을 확립하고 풍력 발전 시범 단지를 조성하여야 한다. 그리고 대체에너지 발전 차액 보전 및 보조금 지원, RPS제도, 세제 등의 제도적 지원을 확대를 통해 풍력 발전 기술의 보급을 활성화하여야 한다.

마지막으로 아직은 국제적인 수준에 미치지 못하고 있는 개발 기술 및 성능평가의 제약 요인을 해소하고 수립한 목표를 성공적으로 수행하기 위한 하나의 방편으로 풍력 발전 경험이 풍부한 선진 해외 제작사들과의 국제적인 기술 교류 및 국제 협력 강화가 뒷받침 되어야 할 것이다.

WWEA나 EWEA등의 각종 풍력 발전 관련 위원회에 적극적으로 참여하고, 향후 WEAA의 창설을 위해, 동북아 3국 한국, 일본, 중국의 국제공동 연구를 추진하고자 한다. 또한 IEA 기술협력 및 MEASNET 참여와 같은 방법으로 국제 협력을 통해 풍력 발전 기술 및 시장의 시너지 효과를 극대화시켜야 할 것이다.

이러한 기본 목표를 달성하기 위한 풍력발전기의 보급/ 확대 방안은 풍력발전기 제반 기술의 국산화

및 대형화 개발로 대량 보급체계를 확립하는데 있다.

이를 위해 우선 국내 광역 풍력 자원지도(해양풍력자원 포함) 작성이 필요하며, 이를 통해 발전단지 대상지를 선택하고 풍력발전기의 대형화로 효율을 극대화시키며, 기술의 국산화로 저가화 개발을 실시하여 풍력발전시설단가를 10년내로 500~600\$/kW 수준으로 낮추는데 초점을 둔다.

또한 대량 보급 체계 확립을 위하여 기간 산업체 / 전력판매사업자들의 적극적 참여를 유도해야 한다. (예: 미 텍사스 주) 이를 위해 지역별 시범 풍력 단지를 조성하여 보급 확산의 시발점으로 삼고, 16개 지자체에서 지역에너지 사업으로 시범 풍력 단지를 조성하여 신뢰성을 확보한다면 풍력발전 보급에 있어서 커다란 힘이 될 수 있으며, 민간사업자의 풍력단지 설치 유도를 위해 정부에서 민간사업자에게 이익을 보장하여 주는 방안이 있다.

또한, 보급확산 체제 확립을 위해 단기적으로는 효과가 높은 보조금 및 발전차액 보전 제도 활용으로 보급기반을 조성하고, 중·장기적으로는 RPS, Green Pricing, 조세정책 등을 통해 보급 확산노력을 기울여야 한다.

### (2) 향후 15년간의 기술개발 추진전략

이와 같은 풍력 발전의 개발 및 보급을 달성하기 위해 향후 15년간 3단계로 목표를 나누어 수행하고자 한다. 1단계(~'07)는 기술 자립 및 산업화구축을 그 목표로 하는 단계이다. 2단계('08~'12)는 기술 고도화의 단계로 장기적으로 볼 때 외국 제품과 경쟁 가능한 1.5~3.0MW급의 대형 발전기의 개발을 목표로 삼는다. 마지막으로 3단계('13~'18)는 고부가 가치 산업화를 완성하는 단계라 할 수 있다. 각 단계에서 목표하는 세부 내용을 살펴보면 다음과 같다.

#### (가) 준대형(750kW~1.5MW) 풍력발전시스템 개발 및 상용화 (~'07)

이 부분에서는 단기간에 실용화하여 보급 가능한





## 특별기고

국산제품 개발에 집중 투자를 개발 목표로 한다. 이를 통해 준대형급 풍력발전기 시스템의 개발, 실증 및 상용화로 국산기술의 안정화와 분산형 전원으로서 기능 분배로 국가전력망 효율성을 제고할 수 있다.

우선 설계기술에서는 제조업체, 대학, 연구소 등에서 시스템 각각의 부분 설계기술 및 조합 기술을 개발하고 계통 연계 기기의 가능성 및 효율성 등을 판단하고 그에 맞도록 설계를 한다.

그리고 제조업체에서는 풍력 발전기 각각의 요소별로의 제작기술이나 시스템 운전제어장치 및 계통 연계기기의 제작 및 해외 인증 작업을 거친다. 그 후 다시 실제 시제품에 대한 운전성능, 즉 실증과정을 거침으로써 시스템 주요부품별 성능 분석 및 조합성능 향상기술을 개발하고 더욱 개선하거나 수정할 부분을 발견하고 더 나은 시스템으로 발전해 나가는 피드백 과정을 거친다.

### (나) 대형(1.5~3.0MW급) 풍력발전시스템 및 부품개발 및 상용화(~'12)

이 시점에서는 장기적으로 볼 때 외국 제품과 경쟁 가능한 1.5~3.0MW급의 대형 발전기의 개발을 목표로 삼아서 국산 기술의 고급화와 고효율과, 수출 산업으로서의 가능성을 타진하게 된다. 이때는 관련 기술 기반이 구축되어 있으나 제품화 기술이 미흡한 동북아 국가(일본, 한국, 중국)간의 전략적 기술개발 협력 가능성도 타진해 볼 수 있다.

이 역시 마찬가지로 산·학·연이 서로 협동하여 기술을 개발하고 제작하며 실증 및 수정작업을 거치게 된다. 이때는 이미 준대형급 풍력 발전기의 제반 기술을 보유한 상태이므로 준대형급 발전기 개발의 시기보다는 시행착오 과정을 줄일 수 있으리라 판단된다.

또한, 3MW급 이상의 초대형 풍력 발전기를 개발할 수 있는 기반기술을 '12년까지 조성하며, 초대형급의 육상용 또는 해상용 풍력발전기를 동북아 국가(일본, 한국, 중국)간의 전략적 협력을

통하여 개발하는 방안을 추진한다.

### (다) 초대형(3MW급 이상) 및 해양 풍력발전 시스템 개발(~'18)

내륙의 공간적 제약에서 벗어나 풍력자원이 우수한 해양풍력발전(off-shore wind power) 자원조사 및 해양발전시스템 개발을 주목적으로 한다. 해양 풍력 발전이란 해안에서 떨어진 수m~20여m 깊이의 바다위에 대형이나 초대형급의 풍력 발전기를 설치하여 운영하는 것으로써 덴마크, 스웨덴 등 유럽에서는 90년대부터 시작하여 2002년말 현재 총 182기가 설치되어 279MW의 설치용량을 가지고 있는 실정이다.

국내에서는 서해안 및 서남해안이 유망 후보지역으로 꼽히고 있다. 이를 위해 국내 해양풍력 자원조사(실측) 및 해양 풍력발전 기술에 대한 연구가 필요하다.

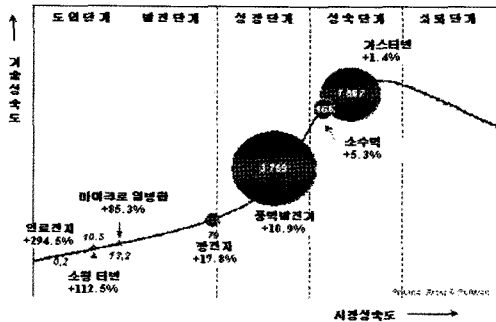
### (라) 타 신·재생에너지 분산전원과의 연계 기술 개발 (~'18)

분산전원으로서 연료전지, 마이크로 터빈, 스테링엔진을 포함한 마이크로 열병합 발전은 기술성 속도는 낮고 시장은 진입 단계에 있고, 태양광은 기술 성숙도는 연료전지, 마이크로 터빈 및 스테링엔진보다는 높으나 시장은 보급단계, 풍력은 기술성속도는 태양광보다 높고 시장은 성장단계, 가스엔진 및 가스터빈을 포함한 기존의 분산발전기술과 소수력 발전은 기술성속도도 높고, 시장은 성숙 단계에 있다.

따라서 기술개발 자원이 극히 제한적인 우리나라의 경우 분산발전 기술의 기술적 성숙도, 시장 상황 등에 따라서 기술개발의 전략적인 접근이 필요할 것으로 판단된다.

ABB, GE 등은 열병합 발전을 포함한 분산발전과 IT 기술, 상용 계통과의 연계되는 디지털 전력 회사와 같은 미래 전력공급 기술이 2015년경에 현실화 될 것으로 전망하고 있는 실정이므로,

우리나라도 이제 분산전원기술에 대한 기초연구와 함께 핵심기술 개발에 동참해야 한다.



(그림 6) 유럽의 분산발전 현황과 전망

## 5. 결론

국제 기후 협약과 같은 세계적인 움직임은 무공해의 신·재생 에너지의 도입을 불가피하게 만들고 있다. 이러한 국제 사회의 흐름에 발맞추고자

우리 정부에서도 <표 6>과 같이 앞으로 2011년에 총 에너지 대비 신·재생에너지 비중 5%달성을 위한 신·재생 에너지 보급 목표를 설정하였다.

그러나 아직까지 우리나라에서의 신·재생 에너지 연구 개발 및 보급의 역사가 짧고 그 기술 수준이 아직은 미흡한 관계로 많은 어려움이 따를 것으로 예상된다. 이러한 이유로 위의 목표달성을 위한 국가적 사업단을 구성한 이때에, 풍력에너지를 위한 부품 및 시스템개발뿐 아니라, 기반기술의 조 기획보, 인력양성, 국제협력을 통한 공동개발, 성능평가, 실증, 표준화 및 보급에 이르기까지 전 과정을 염두에 둔 마스터 플랜을 조속히 수립하여야 한다. 또한 사업단에 속한 풍력전문가를 포함한 각 계각층의 적극적 지원과 협조 속에 각 단위사업을 수행하는 과정에서 효율성과 합리성을 제고하고, 기술개발의 리더십을 확보하여 과업을 완수키 위한 부단한 노력이 필요할 시점이라 하겠다.

<표 6> 신·재생 에너지 공급 목표

(단위 : 천 TOE)

분 야	2003년		2006년		2011년	
	공급량	비중(%)	공급량	비중(%)	공급량	비중(%)
태양열	41.4	0.93	101.5	1.45	318.1	2.39
바이오	197.0	4.43	495.0	7.07	1,050.0	7.87
폐기물	3,080.0	69.20	5,050.0	72.13	7,540.0	56.54
태양광	2.7	0.06	21.9	0.31	341.2	2.56
풍력	13.1	0.29	125.9	1.80	1,311.4	9.83
소수력	50.0	1.12	111.0	1.59	446.0	3.34
연료전지	-	-	0.4	0.01	147.1	1.10
지열	0.8	0.02	12.1	0.17	160.8	1.21
해양	-	-	0.7	0.01	431.5	3.24
수소	-	-	-	-	1.3	0.01
석탄이용	-	-	-	-	374.6	2.81
소계	3,385	76.05	5,919	84.54	12,122	90.90
수력	1,066	23.95	1,082	15.45	1,213	9.10
합계	4,451	100	7,001	100	13,335	100
총에너지 소비	215,825		237,589		269,323	
총 에너지 대비 신·재생에너지 비중(%)	2.06		3.0		5.0	

\* 2003년 이후에는 신·재생에너지에 대수력을 포함