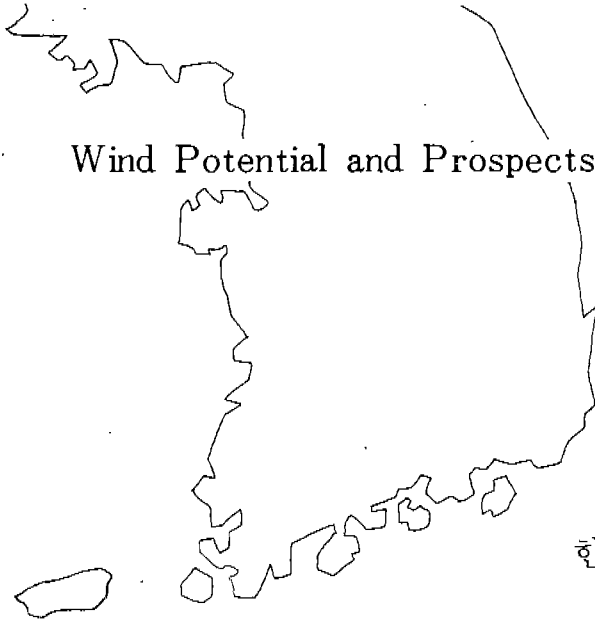


# 풍력발전소 부존자원과 건설전망

Wind Potential and Prospects for Wind Power Plant



공학박사 이 춘 식

한국과학기술연구원 연구기획부장

## 1. 서 론

세계 각국은 산업혁명 이후 공업화에 따라 많은 양의 에너지를 필요로 하게 되었으며 많은 에너지를 얻을 수 있는 화석 에너지 특히 석유에 의존하게 되었다. 우리나라의 경우에도 경제 개발이 본격적으로 시작된 1960년대초부터 공업화로 인하여 에너지의 소비는 날로 증가하게 되었으며 따라서 값싸고 사용이 편리한 석유에의 의존도를 높이게 되었다.

이로 인하여 1970년대의 두차베 에너지 위기는 선진공업국이나 우리나라와 같은 개발도상국에 격심한 타격을 주게 되었으며 그 결과 각국은 원유수입의 절감과 대체 에너지 개발에 필사적인 노력을 기울이기 시작하였다. 지구상에 부존하는 화석 에너지원은 한계가 있고, 특히 공급상의 불안 요인을 항시 안고 있는 우리의 경우, 보다 안정적이고 경제적이며 자주적인 에너지 공급을 위한 대체 에너지 개발 노력이 절실한 실정이다.

국내 풍력 에너지의 공학적으로 이용 가능한 Potential은 연간 약  $1 \times 10^9 \text{kWh/m}^2$ 로서 대체 에너지로서 이용 가치가 매우 높다. 그러나 아직 기술적인 문제로 인하여 시스템의 신뢰도가 입증되지 못하고 있는 실정이다.

이것은 그동안 국제 에너지 상황에 따른 타에너지원(특히 석유)과의 가격경쟁이 유동적이어서 관련 기술개발의 필요성과 시급성이 수시 변동됨에 따라 과거의 개발성과의 활용 및 장기계획상의 기술개발계획과 연계성 유지가 곤란하여 단편적이고 일시적인 연구에 그치는 경향이 다반사였기 때문이다. 그러나 근래의 유가 안정으로 에너지 부문에서의 축적된 개발투자 여력을 활용할 수 있는 기회로 판단한 정부는 1987년 12월 “대체 에너지 개발촉진법”을 제정하여 1988년부터 2001년까지 대체에너지 개발을 위한 장기계획을 수립하였다. 그중에 풍력발전 시스템 관련 기술을 확립하여 2001년까지 100kW 급 이상의 풍력발전 기술을 확보하는 것이 포함되어 있다.

## 2. 풍력 에너지

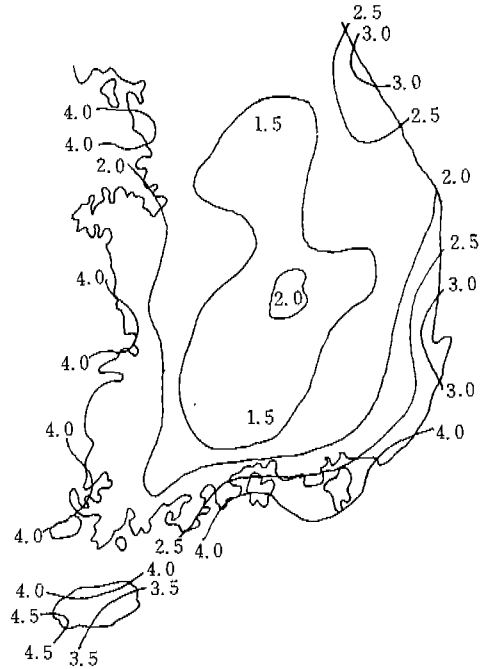
바람은 주로 태양에 의한 지구표면의 불균일한 가열에 의해서 발생한다. 낮동안에 바다나 호수 주변의 공기는 물의 증발 또는 물자체에 흡수되는 태양 에너지로 인하여 육지보다 온도가 낮으며 반면에 육지 주변의 공기는 가열되어 가벼워지게 되어 상승하게 된다. 이때 바다나 호수 주변의 차고 무거운 공기가 육지로 이동하면서 바람이 발생하게 된다. 반면에 밤에는 육지의 냉각속도가 바다나 호수보다 빠르기 때문에 육지 주변의 공기가 바다나 호수 주변의 공기보다 온도가 낮고 무겁게 되어 낮과는 반대로 육지의 공기가 바다나 호수로 이동하게 된다.

또한 태양에 의한 산과 계곡의 가열속도의 차이와 밤의 냉각속도의 차이는 지역적인 바람을 생성한다.

이와 마찬가지로 지구전체로 보면 적도와 극지방의 온도차이는 극지방으로부터 적도 쪽으로의 찬 공기의 유동을 일으킨다. 이와 함께 지구의 자전은 이러한 공기의 유동에 영향을 주어 북반구의 경우 저기압 지역에서는 반시계방향의 회전유동을 일으킨다.

이와 같이 태양 에너지로부터 변환되는 풍력 에너지의 양은 약  $3.6 \times 10^{15}$  Watts로 추정된다. 이것은 연간 약 1,500,000quads에 해당하는 것이다. 1quad는 약 500,000량의 석탄화차에 해당하는 것이다. 그러나 지표면과의 마찰, 풍차의 효율 등을 고려하면 풍차를 사용하여 활용할 수 있는 풍력 에너지는 약 4,000quads로 추정된다.

그림 1은 우리나라의 연평균 풍속 분포이다. 이것은 지상에서 10m 높이에서의 값이다. 서남해안의 경우 연평균 풍속은 약 4m/s이며 풍력 에너지 밀도는  $80 \sim 190 \text{ W/m}^2$ 으로서, 풍력 이용 가능성이 높은 것으로 평가되고 있으며 남한의 경우 이용 가능한 공학적 Potential은 연간 약  $1 \times 10^9 \text{ kWh/m}^2$ 으로 추정된다.



〈그림 1〉 우리나라의 연평균 풍속 분포  
(단위 : m/초)

## 3. 풍력발전

### 3.1 풍력발전의 이용

풍력발전기를 이용하는 방법을 크게 두가지로 나누면 독립된 전원으로 단독으로 사용하는 경우와 기존 계통선과 연계하여 이용하는 경우로 나눌 수 있다.

풍력 에너지는 간헐적 특성으로 인하여 전력 수요에 맞추어 전력을 생산할 수 없다. 그러므로 단독 시스템의 경우에는 전기를 저장하기 위한 저장 시스템으로서 축전지와 교류 송전을 필요로 할 경우 인버터를 사용하여야 한다. 이러한 경우 풍력발전소 건설에는 풍력발전기 뿐만 아니라 정류기, 축전지, 인버터 등의 부대설비로 인한 비용이 크게 된다. 이러한 시스템은 계통선의 이용이 불가능한 격리된 지역의 전원으로 많이 사용된다.

대형 풍력발전기의 경우 상업용 전력으로 계통선에 풍력발전으로 전력을 공급하는 방식이 많이 사용되고 있다. 이러한 경우 수요자는 풍력의 간헐성과 관계없이 전력을 공급받을 수 있고 기존 발전소는 연료를 절약할 수 있게 된다.

즉, 정류기, 축전지, 인버터 등의 부대설비가 필요 없게 된다. 다만 이러한 경우 기존 계통선과 풍력발전의 출력을 연계하는 기술이 필요하게 된다. 특히 이러한 방식의 풍력발전소 운영은 대규모 집단화로서 건설, 관리, 유지 등에 있점이 있게 되어 경제성 면에서 기존 계통선과의 경쟁력을 확보할 수 있어서 최근 세계적인 경향으로서 그 보급이 확산되고 있다.

### 3.2 국내의 풍력발전 개발 현황

국내에서의 연구개발은 에너지 위기 이후로 부터 시작된다. 한국과학기술원의 이정오 박사는 국내 최초로 1974년에 2kW급의 풍력발전기를 자체 설계·제작하여 설치, 실험하였다. 그후 한국과학기술연구소는 국산 2kW급 풍력발전기를 설계·제작하여 제주도에 설치하였으며 그후 호주

로부터 2kW급 풍력발전기 2기를 도입, 설치하여 국산과 성능 비교를 실시하였다.

그후 한국과학기술원 기계공학연구부는 5kW급 풍력발전 시스템의 국산화를 시도하여 1982년 제주도에 제작, 설치하여 현재까지 운전 중에 있다. 이외에 한국과학기술원은 풍력발전 시스템과 태양열 발전의 복합 운영을 시도하였으며, 1982년부터는 서독과 함께 14kW급 풍력발전 시스템을 이용하여 태양광발전 시스템과의 복합 운영에 관한 연구를 수행하였다. 최근에는 계통선 연계가 가능한 20kW급 풍력발전 시스템 개발을 위한 연구가 진행 중이다. 표 1은 그동안 KIST에서 수행한 풍력발전 관련 연구사업들이다.

### 4. 풍력발전소 건설 전망

앞에서의 설명과 같이 풍력발전 시스템의 이용은 대체 에너지로서 경제성이 있는 것으로 판단되나 기술적인 문제로 아직 실용화가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 이의 극복을 위하여

〈표 1〉 KAIST 개발 풍차 현황

설치장소	용량	제작자	설치연도	비고
1. 경기도 화성군 어도	1 × 2kW	한국과학원	1975	철수
	1 × 3.5kW	한국과학원	1977	철수
2. 제주도 북군 금악	2 × 2kW	한국과학기술연구소	1976	철수
3. 제주도 상천리	2 × 2kW	한국과학기술연구소	1976	철수
	1 × 2kW	호주 Dunlite	1977	철수
4. 전라북도 옥구군 죽도	1 × 5kW	스위스 Elektro GmbH	1979	철수
5. 전라북도 옥구군 개야도	1 × 11kW	서독 M. A. N	1980	철수(1984년 제주도 월령으로 이전)
	1 × 5kW	스위스 Elektro GmbH	1982	철수
6. 제주도 북군 신촌	1 × 5kW	한국과학기술원	1982	철수(1987년 제주도 월령으로 이전)
	1 × 5kW	한국과학기술원	1982	철수(1987년 제주도 월령으로 이전)
7. 제주도 북군 월령	1 × 14kW	서독 M. A. N	1984	정상운전
	1 × 11kW	서독 M. A. N	1984	정상운전
	1 × 5kW	한국과학기술원	1987	정상운전

〈표 2〉 대체 에너지 기술개발 기본계획중 풍력분야

제 1 단계 ('88~'91)	제 2 단계 ('92~'96)	제 3 단계 ('97~2001)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍력자원조사, 분석</li> <li>• 소형 (20kW급 이하) 풍력발전 시스템</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍력발전 시스템 소요부품의 국산화 기술 확립</li> <li>• 풍력발전의 변환 및 저장기술 개발</li> <li>• 중형 (50kW~100kW급) 풍력발전 시스템의 실용화 기술확립</li> <li>• 풍력발전 시스템의 신뢰성 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대형 (100kW 이상) 풍력발전 시스템의 실용화 기술 확립</li> </ul>

〈표 3〉 대체 에너지 개발사업중 풍력관련 지원대상 연구개발 과제

기술과제명	세부연구과제내역
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍력자원 조사 및 분석</li> <li>• 소형 (20kW급 이하) 풍력발전 시스템 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내 풍력자원의 특성조사분석</li> <li>• 요소설계기술 확립, 신뢰성 있는 보급형 소형 풍력발전 시스템 설계 표준화, 시스템의 경량 고급화를 위한 개량연구, 디젤 및 태양광 시스템과의 복합발전 기술 등</li> </ul>

정부가 추진하고 있는 대체 에너지 개발의 장기 계획에 따라 풍력발전 관련기술은 2001년까지 100kW급 이상의 풍력발전 관련기술을 확보하게 될 것이다. 참고로 표 2와 표 3은 정부가 추진하고 있는 대체 에너지 개발계획중에 풍력발전 관련 기술분야에 대한 내용이다.

그러나 풍력발전소의 경우에는 상업화에 성공하기 위해서는 기존계통선과 경쟁이 불가피하게 되어 발전 시스템의 건설과 유지 관리에 필요한 비용 등의 경제성 문제가 남게된다. 그러나 최근의 경향과 같이 대규모 집단화된 풍력발전 단지로부터의 전력을 기존 계통선에 연계하는 경우 부대설비를 생략할 수 있기 때문에 시스템의 가격을 낮출 수 있고 집단화됨으로써 유지·관리의 비용을 줄일 수 있어서 경제성면에서 개선될 것이다.

또한 많은 도서 지방의 경우에도 현재 사용하고 있는 디젤 발전기와 병행하여 풍력 발전기를 운전한다면 독립된 풍력발전 시스템보다 신뢰도가 향상되며, 육지에서보다 비싼 연료를 절약할 수 있기 때문에 경제성 면에서도 기존 계통선에 뒤지지 않을 것이다. 그러나 이러한 계통선 연계 운전은 아직 우리나라에서는 실적이 없으며 좀 더 연구가 진행되어야 할 것이다.

그동안 국내에서 수행되었던 연구결과와 현재 진행중인 연구들의 진행상태를 볼 때 기술적인 면에서 대체 에너지 개발을 위한 장기계획이 끝나기 이전에 이와 같은 방식의 풍력발전소 건설과 운영은 충분한 가능성을 가지고 있는 것으로 평가된다. 다만 앞의 설명과 마찬가지로 경제성면에서의 개선에 따라 상업화가 가능하게 될 것이다.