

## 국가바람지도에 의한 풍력자원 잠재량 산출방법

\*김 현구<sup>1)</sup>, 장 문석<sup>1)</sup>, 김 은일<sup>1)</sup>, 이 화운<sup>2)</sup>, 이 순환<sup>2)</sup>, 김 동혁<sup>2)</sup>

### Estimation Method of Wind Resource Potential Using a National Wind Map

\*Hyun-Goo Kim, M.S. Jang, E.I. Kim, H.W. Lee, S.H. Lee, D.H. Kim

**Key words** : Wind resource potential(풍력자원 잠재량), National wind map(국가바람지도)

**Abstract** : This paper presents an estimation method of national wind resource potential using a national and GIS(Geographical Information System). The wind resource potential is classified into theoretical, geographical and technical potentials and each category narrows down the previous definition by excluding impossible area to be developed as a wind farm using GIS datasets for onshore and offshore. As a basic unit of wind energy potential at a certain area, API(Average Power Intercepted) is calculated from WPD(Wind Power Density) given by a national wind map which is established by numerical wind simulation, so that a logical and relatively accurate potential estimation is possible comparing with other methods based on a field measurement interpolation which is inevitable to avoid critical assumptions.

#### 1. 서 론

풍력을 포함한 재생에너지 기술개발·실증·보급(renewable R&DDD)은 정부의 지원정책에 의해 선도되기 마련이며, 이때 우선적으로 명확한 보급목표가 제시되는 것이 중요하다. 이를 위해서는 풍력자원 잠재량을 산정하여 기술적으로 개발 가능한 보급목표를 파악한 후 주어진 시간적, 산업적, 정책적 제약조건 하에서 실질적으로 보급 가능한 정량목표를 도출하여야 할 것이다.

정부에서는 2011년까지 국내 전력수요의 5%를 재생에너지로 공급하겠다는 목표를 발표하였으나 이는 재생에너지 원별 잠재량 산정결과로부터 도출된 목표이기보다는 다른 나라의 목표와 국제적인 온실가스 배출량 저감 등의 국제정세를 고려하여 선정된 수치에 가깝다. 따라서 현재 설정된 보급목표가 과연 기술적으로 달성 가능한 현실적인 목표인가에 대한 의문이 제기되고 있는 상황이다.

이러한 배경 하에 본 연구에서는 정책수립을 위한 핵심자료로서의 풍력자원 잠재량을 시급하게 제공하기 위하여 현재 작성이 진행 중인 국가바람지도의 중간결과물과 지리정보자료를 이용하여 예비적으로 남한의 육·해상 풍력자원 잠재량을 산정하였다. 이 과정에서 잠재량 산정의 핵심요인을 파악하고 불확도(uncertainty) 요인을 최소화 함으로써 궁극적으로는 신뢰도 높은 풍력자원 잠재량 산정체계가 구축될 것으로 기대된다.

#### 2. 풍력자원 잠재량

기존의 남한 풍력자원 잠재량 산정사례를 검토한 바에 의하면, 체계적인 잠재량 산정연구가 없었으며 몇몇 사례도 주관적인 잠재량 정의(definition)와 부정확한 풍력자원 예측방식에 의해 산정수치를 신뢰하기 힘들다. 따라서 우선적으로 과학적이고 합리적일뿐 아니라 학술적으로 유관분야에서 통용이 되는 잠재량 정의가 필요하다.

본 연구에서는 van Wijk & Coelingh(1993), World Energy Council(1994) 등을 거쳐 Hoogwijk et al.(2004)에 와서 정립된 재생에너지 잠재량의 포괄적 정의를 채택하되 원단위 통일, 육·해상 풍력자원 구분 등 일부를 수정하였다.

본 연구에서 수정·채택한 풍력자원 잠재량의 단계별 정의는 다음과 같다. 참고로 하위 정의는 상위 단계에서 정의된 제약조건을 그대로 승계하며 상세화되는 구조이다.

(1) 이론적 잠재량(theoretical potential)  
이론적 잠재량은 영도 및 영해에 존재하는 전체 풍력자원량으로 정의된다.

1) 한국에너지기술연구원 풍력발전연구단  
E-mail : hyungoo@kier.re.kr  
Tel : (042) 860-3376 Fax : (042) 860-3543  
2) 부산대학교 대기과학과

(2) 지리적 잠재량(geographical potential)  
 지리적인 제약조건을 고려하여 풍력발전기가 설치될 수 있는 면적에서의 풍력자원량으로 정의되며, 육상의 지리적인 제약조건은 도시(urban), 수계(water body), 도로, 국립공원, 급경사지 등이다. 환경부의 토지피복도(land cover), 수치고도모형(DEM; Digital Elevation Model) 과 선도소프트의 전국도로망 주제도를 분석하였으며, 지리정보체계(GIS; Geographical Information System) 하에서 개발 불가능지역을 제외하되 완충영역(buffer)을 고려하였다.

해상의 경우에는 수심, 이안거리, 해상국립공원 등의 제약조건을 고려하였다. 수심은 30m 이하인 경우만 가능하다고 판정하였고, 해안으로부터의 이안거리는 5km 이내에는 경관, 양식장, 선박통행 등의 문제로 개발 불가능으로 제외하였으며 25km 이상인 경우에는 전력선 연계비용 상승을 고려하여 제외하였다. 해상의 범위는 좁은 의미에서 영해만을 고려하였으나 해외사례를 보면 배타적 경제수역(EEZ)에서의 개발도 가능하며 심해상(deep water) 풍력발전의 가능성이 증대되고 있어 향후 해상 잠재량은 대폭 상향조정되리라 예상된다.

(3) 기술적 잠재량(technical potential)  
 풍력개발 경제성 확보 가능한 바람등급을 갖는 면적에 현재의 풍력발전기 기술수준과 손실요인 등을 적용한 풍력자원량으로 정의된다. 육상 국산 풍력발전기 보급기종을 2MW, 해상 국산풍력발전기 보급기종을 3MW로 설정하였다. 일반적으로 풍력발전 경제성이 인정되는 바람등급(wind class)이 4 이상인 지역에서만 개발이 가능하다는 제약조건을 부과하였다. 손실계수는 가동효율 및 후류손실(wake loss)에 의한 배열효율(array efficiency)을 고려하였으며 육해상 동일하게 0.8을 적용하였다. 향후 저풍속형 풍력발전기가 개발되어 바람등급 3 부터도 경제성 확보가 가능해지면 그에 따라 육상 풍력자원 역시 대폭 증가할 것이다.

(4) 국가바람지도의 이용  
 풍력자원 잠재량 산정 시 가장 중요한 핵심자료는 풍력자원의 공간정보이다. 본 연구에서는 수치바람모의를 통하여 구축하고 있는 국가바람지도(김현구 등, 2007)의 중간 결과물인 중해상도(medium-resolution) 바람지도를 활용하였다. 중해상도(공간해상도 3km x 3km) 바람지도는 최종적으로 구축 완료될 고해상도(공간해상도 1km x 1km) 바람지도의 이전 단계이나 지면기상관측자료와의 기상학적인 검증과정(이순환 등, 2007)을 통해 신뢰도를 확인하였다.

기존의 풍력자원 잠재량 산정에 대한 문헌조사에 의하면, 대다수의 경우가 바람지도 없이 지면기상자료 만으로 국토 전 영역의 풍력자원 공간분포를 추산하고 있다. 따라서 수많은 가정이 도입되었을 뿐 아니라 계산과정이 복잡하여 산출결과와의 오차가 클 수밖에 없었다. 반면에 본 연구에서는 수치바람모의로 작성하고 기상통계학적으로 검증한 바람지도를 사용하였기 때문에 잠재량 산출이 상대적으로 간편할 뿐 아니라, 더 중요한 것은 과학적인 측면에서 무리한 가정이 도입되지 않아서 논리적이므로 그 정확도 역시 높다고 사료된다. Figure 1은 중해상도 바람지도를 구글어

스(Google Earth™)에서 활용할 수 있도록 가공한 KIER-WindMap™ 표출예이다.

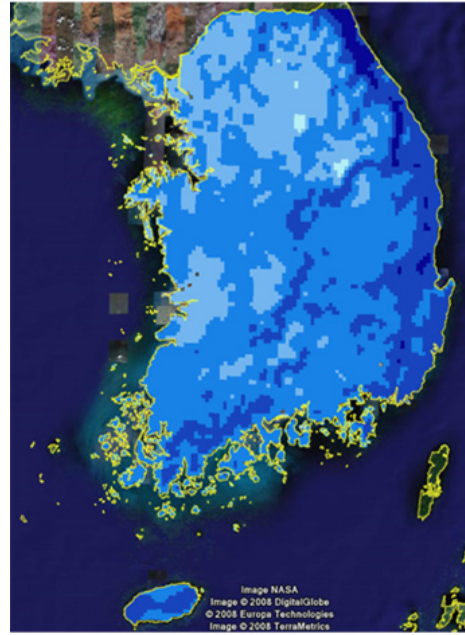


Figure 1. National wind map of South Korea

### 3. 결론

본 연구를 통하여 남한 육해상 풍력자원 잠재량 산정을 위한 국가바람지도 및 지리정보체계 기반의 산정체계를 구축하였다. 다음 단계로는 현재 개발 진행 중인 국산 풍력발전기 전 기종에 대한 규격 및 성능곡선) 등 상세자료를 추가하고, 다양한 국산풍력발전기의 보급시나리오를 적용한 잠재량을 산정함으로써 우리나라의 풍력자원 보급전략 수립에 필요한 핵심적인 기초자료를 제시하고자 한다.

### 후 기

본 연구는 지식경제부 신재생에너지 기술개발 사업인 「한반도 해역 고해상도 풍력자원지도 및 단지개발 적합성 평가시스템 개발」의 일환으로 수행되었습니다.

### References

- [1] Hoogwijk, M. et al., Assessment of the Global and Regional Geographical, Technical and Economic Potential of Onshore Wind Energy, Energy Economics, Vol. 26, 2004.
- [2] 김현구, 장문석, 경남호, 이화운, 김동혁, 최현정, 수치바람모의에 의한 저해상도 국가바람지도의 구축, 한국태양에너지학회 논문집, 26권 4호, 2006.
- [3] 이순환, 이화운, 김동혁, 김현구, 한반도 풍력자원 평가를 위한 초기 공간해상도와 위성자료 동화의 관계 분석, 한국대기환경학회지, 23권 6호, 2007.