

지형에 따른 예상풍력발전단지에 관한 고찰

문채주, 정권성, 정의헌, 박귀열

*목포대학교 전기공학과(cjmoon@mokpo.ac.kr)
**목포대학교 신재생에너지기술연구센터(simgong@ieee.org),
***목포대학교 제어시스템공학과(yhchang@mokpo.ac.kr).

Validity of Wind Generation in Consideration of Topographical Characteristics of Korea

Moon Chae Joo*, Cheang Eui Heang**, Jung Kwen-Sung**, Park Gui Yeol****

*목포대학교 전기공학과(cjmoon@mokpo.ac.kr),
**목포대학교 대학원 전기공학과(swat9310@paran.com),
***목포대학교 대학원 전기공학과(muan97@hanmail.net),
****목포대학교 대학원 전기공학과(wowsuper@nate.com).

Abstract

This paper discussed the validity of wind force power generation in consideration of the topographical characteristics of Korea. In order to estimate the exact generation of wind power plants, we analyzed and compared wind resources in mountain areas and plain areas by introducing not only wind velocity, the most important variable, but also wind distribution and wind standard deviation that can reflect the influence of landform sufficiently. According to the results of this study, generation was higher at wind power plants installed in southwestern coastal areas where wind velocity was low than at those installed in mountain areas in Gangwondo where wind velocity was high. This suggests that the shape parameter of wind distribution is low due to the characteristics of mountain areas, and the standard deviation of wind velocity is large due to the effect of mountain winds, and therefore, actual generation is low in mountain areas although wind velocity is high.

Keywords : 풍력발전단지(wind generation farm), 에너지밀도(energy density), 풍속확률밀도(wind probability density), 웨이블분포(Weibull distribution), 난류강도(turbulence intensity), 바람장미(wind rose)

1. 서 론

현재까지 다양한 신재생에너지원 중 풍력 발전은 공기 유동이 가지고 있는 운동에너지의 공기역학적 특성을 이용하여 전기에너지

를 얻는 것이다. 현재 국내 풍력발전기술은 제주지역과 강원산간 지역에 건설된 100MW 급을 보면 그 성장 정도를 알 수 있다.

풍력발전기술 중에서 바람자원의 계측과 분석을 포함한 정밀한 평가기술은 풍력발전

단지의 성패를 좌우할 수 있는 하나의 요소이다. 풍력발전기의 설치 지역에서 기본적으로 고려해야 할 것은 설치지역의 풍속, 풍향 조건 그리고 돌풍이나 난류발생 등을 우선 고려해야 한다.

풍력발전에서 가장 중요한 변수는 풍속이다. 바람의 운동에너지는 풍속의 3승에 비례하여 전기에너지로 변환되기 때문이다. 이를 바탕으로 우리나라에서 바람이 거센 지역인 제주지역과 강원, 경북 산간지역에 주로 대용량 풍력발전단지가 건설되었다. 또한 향후 이들 지역을 중심으로 다수의 풍력발전단지 건설이 예정되어 있다. 그러나 우리나라와 같은 산악지형에서 풍력발전은 풍속뿐만 아니라 지형의 영향을 반영할 수 있는 분석이 병행되어야 적절한 발전량을 산정할 수 있으므로 산악지역에 대한 신규 풍력발전단지 건설은 신중히 고려해야 한다.

이 논문에서는 우리나라 지형특성을 고려하여 풍력발전단지의 타당성을 평가하였다.

2. 국내 바람자원

이 논문에서는 강원지역과 서남해안 지역에서 계측한 바람자원 데이터를 기초로 예상풍력발전량을 계산하고 국내 지형과 바람자원의 특성을 분석하여 풍력발전의 타당성을 평가하였다.

2.1 조사 지역

발전량 예측을 위해 계측기 타워를 설치한 지역은 3개 지역으로 다음 표와 같다.

	지역 A 대사리	지역 B 염산	지역 C 고성
지역구분	서남해안	서남해안	산악지대
지역특징	주변 10 Km 이내의 고도가 200m이하인 평지	주변 10 Km 내외에 100m 고도의 산이 존재	주변에 600m에서 1300m 고지의 산
1Km 이내 경사도	0°	5°	30°

표 1. 원 자료의 변환 및 처리



그림 1 지역A 위성사진

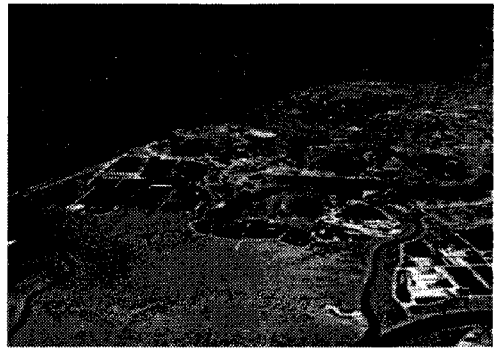


그림 2 지역B 위성사진



그림 3 지역C 위성사진

2.2 지역별 풍속과 풍향

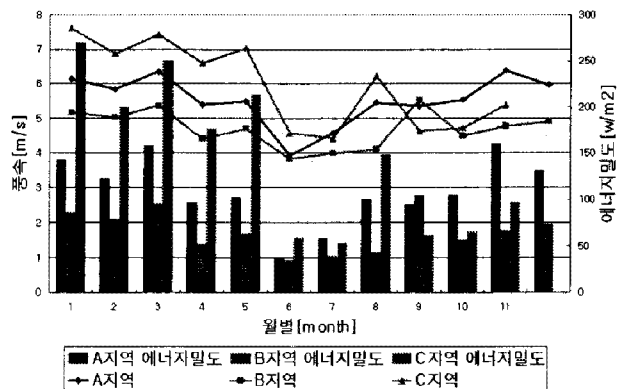
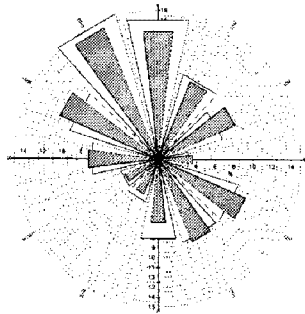


그림 4 월별풍속과 에너지 밀도

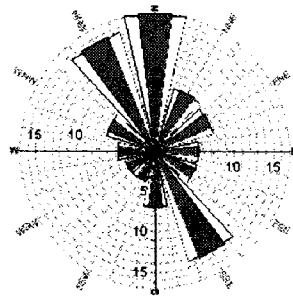
그림 4에는 지역 A,B,C에서 측정된 평균풍속과 월별에너지 밀도¹⁾를 나타내고 있다. 대체적으로 C지역의 에너지 밀도와 평균풍

B지역은 풍속에 영향을 미칠만한 지형적 요소가 적으므로 우리나라 주풍이 그대로 계측되는 것으로 판단된다. 이와 반면에 C지역은

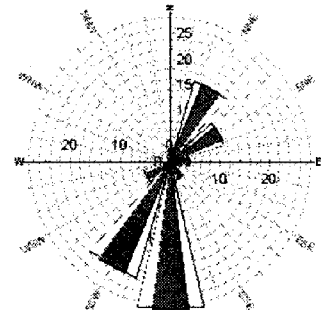
A 조사지역의 풍향빈도



(a) A지역

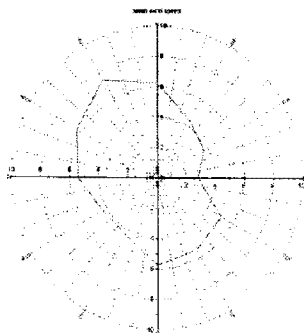


(b) B지역

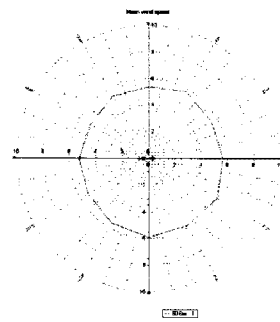


(c) C지역

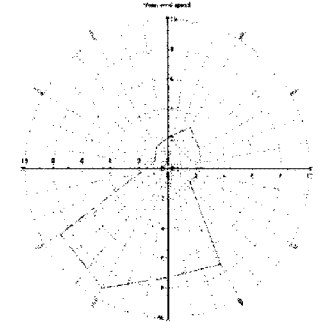
B 조사지역의 바람장미



(a) A지역



(b) B지역



(c) C지역

그림 5 풍향빈도 및 바람장미

속이 높게 나오는 것으로 보아 지역C의 발전량이 다른 지역에 비해서 매우 클 것으로 예상된다.

그림 5에서 나타난 풍속빈도 그래프는 각 방향에서 부는 풍속과 바람의 빈도를 나타낸 것이며 바람장미(wind rose)는 각 방위별 평균풍속을 나타낸 것이다.

그림에 나타난 풍속빈도에서 지역 A와 지역 B의 주풍은 북서풍과 남동풍이고 C 지역의 주풍은 남서풍임을 알 수 있다. A지역과

북쪽과 서쪽의 높은 고도의 산으로 둘러싸인 주변지형의 영향으로 인하여 우리나라 주풍과 다른 풍향에너지가 분포하고 있다.

또한 C 지역의 풍속의 크기가 가장 큰 값을 가지고 있다.

바람장미에서 지역 A와 지역 B의 풍향은 전 방위에서 고르게 형성된 반면 C 지역은 특정 방위에서만 풍향이 형성됨으로써 산악 지형의 특성을 반영하고 있음을 알 수 있다.

1) 에너지밀도는 풍력발전기에서 변환되는 에너지의 양으로 정의된다. 바람자원이 가지고 있는 에너지밀도는 식 (3)으로 계산할 수 있다.

식 (3)에서 ρ , A는 각각 공기밀도와 블레이드넓이를 의미하며 V_s 는 평균풍속을 의미한다.

$$P = \frac{1}{2} \rho A V_s^3$$

3. 발전량 분석

풍력발전기의 발전량은 발전기의 성능곡선과 Weibull 함수의 곱에 비례한다. 이 연구에

서 발전량은 식 5를 이용하여 계산하였다.7)

$$P_w = \sum [P(V) \times f(V) \times 8,760] \quad (1)$$

이 연구에서 발전량은 식(1)를 이용하여 계산하였다.

표 2에서 모든 발전기 용량에서 발전시간이 가장 긴 지역 A의 연간 발전량이 가장 크게 계산되었다.

용량 지역	1.5MW [MWh/y]	1.8MW [MWh/y]	2MW [MWh/y]
A	3,552.32	4,636.21	4,799.86
B	3,405.27	4,439.96	4,595.46
C	3,402.22	4,423.76	4,611.58

표 2. 예상되는 발전량

4. 결론

- (1) 지면경사도가 클수록 풍력발전단지의 발전량은 감소한다.
- (2) 평균풍속이 높은 지역이 지형에 따라 난류강도 및 풍속편차에 의하여 평균풍속이 더 낮은 지역의 발전량 보다 적을 수도 있다.

참 고 문 헌

1. 한국에너지기술연구원, 풍력발전단지 건설 타당성 조사연구, 2007.11.
2. 목포대학교 신재생에너지기술연구센터, 전남지역 육해상 풍력자원 조사 및 건설 타당성 분석 2008. 04
3. 목포대학교 신재생에너지기술연구센터, 서남해안의 대규모 풍력단지 설계, 2008. 07
4. 한국에너지기술연구원, 풍력발전단지 건설 타당성 조사, 2006. 07
5. 한국에너지기술연구원, 진도군 풍력발전단지 건설 타당성 조사 연구, 2004.09
6. 변효인, 류지윤, 김두훈, 풍력자원해석 및 에너지예측을 통한 풍력발전단지 설계 연구, 신재생에너지 학회지, Vol. 1, No. 2,

2005.

7. 고경남 외, 풍력공학입문, 문운당, 2006.
8. 박광현 외, 덴마크·독일 모델의 풍력발전기술, 겸지사, 2007.
9. E. A. DeMeo, W. Grant, M. R. Milligan, M. J. Schuerger, Wind plant integration, IEEE Power and Energy Magazine, Vol. 3, No. 6, pp. 38-46, 2005.
10. E. A. DeMeo, G. A. Jordan, C. Kalich, J. King, M. R. Milligan, C. Murley, B. Oakleaf, M.J. Schuerger, Accommodating Wind's Natural Behavior, IEEE Power and Energy Magazine, Vol 5, No. 6, pp. 59-67, 2007.
11. B. Ernst, B. Oakleaf, M. L. Ahlstrom, M. Lange, C. Moehrlen, B. Lange, U. Focken, K. Rohrig, Predicting the Wind, IEEE Power and Energy Magazine, Vol 5, No. 6, pp. 78-89, 2007.