

풍향 및 계통여건을 고려한 강원지역 풍력실증단지 적정입지 분석

이정은*, 정종찬*, 기우봉*, 김현한**, 이규삼***, 김광호*, 장길수\$, 강상희\$\$
 *강원대학교, **한국수자원공사, ***원주기능대학, \$고려대학교, \$\$영지대학교

Feasibility Study for the Construction of Wind Farm

Jung-Eun Lee, Jong-Chan Cheong, Woo-Bong Kee, Hyun-Han Kim, Lee Kue-Sam, Kwang-Ho Kim, Gilsoo Jang, Sang-Hee Kang

Abstract - 국내의 풍력자원과 계통자원을 함께 고려해 강원도 풍력발전단지의 최적입지 타당성을 검증. 국내의 풍향 자료를 조사하고 우수한 지역 5곳을 선정한 후, WASP 프로그램을 이용해 최대 에너지 생산 가능한 지역에 풍력발전기의 배치를 결정하였다.

1. 서 론

현대사회는 인구 증가와 산업, 경제의 확대로 에너지 수요가 급격하게 증가하고 있으며, 현재 사용되고 있는 화석에너지원 즉, 석탄·석유 및 천연가스등은 그 부존자원이 지역적으로 편중되어 있을 뿐만 아니라 부존자원 자체도 언젠가는 고갈되는 제한성을 갖고 있다. 이에 따라 신·재생에너지원에 대한 기술개발 및 보급이 이미 시행되고 있으며, 그 중 풍력발전은 에너지산업에서 세계적으로 가장 빠르게 성장하는 분야다. 풍력발전은 무공해 천연 에너지원으로서 환경오염에 미치는 영향이 거의 없고, 높은 국토이용 효율도 지니고 있으며, 여러 가지의 대체에너지원 중에서도 그 가치가 절대적으로 커지게 될 환경영향에 대한 부담이 적은 에너지원으로서 각광을 받고 있다.

본 연구에서는 국내의 풍력자원과 계통자원을 함께 고려해 강원도 풍력발전단지의 최적입지 타당성을 검증하였다. 국내의 풍향 자료를 조사하고 우수한 지역 5곳을 선정한 후, WASP 프로그램을 이용해 최대 에너지 생산 가능한 지역 3곳에 풍력발전기의 배치를 결정하였다.

2. 본 론

2.1 우리나라의 풍향 분석

풍력단지에 대한 풍력자원의 중요성은 잘 알려진 사실대로 풍력시스템 또는 풍력단지의 경제성에 있어 절대적인 영향을 미치는 것으로 조사된 바 있다. 이론적으로는 풍속의 측정에서 10% 오차가 있다면 풍력에너지에서는 약 33%의 오차가 생기게 되며, 실제의 풍력발전기의 발전 출력량 면에서도 약 20% 정도의 차이가 생기게 되므로, 정확한 풍속자원의 측정과 우수한 후보지의 선택은 거의 절대적으로 이루어져야 할 사항이다.

기상청의 자료는 실제 풍력단지의 개발에 직접적으로 이용하기에는 무리가 있으나, 일반적인 풍속특성을 파악하는 데는 충분히 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 다음의 [표 1]은 강원도 내 에너지기술연구원에서 측정한 풍력자원측정결과를 바탕으로 측정 위치 및 개황에 대해 정리 하였다.

다음 데이터는 대부분 1998년~2002년까지 풍속, 풍향, 일사량, 외부온도, 대기압, 습도와 각각의 표준편차를 포함하고 있다. 약 66개의 우리나라의 풍력자원결과를 데이터로 정리해 최고 풍속 5곳을 선정했다.

<표 1> 강원도 내 기상청 관측지점 개황

관측 소명	위치	위도	경도	고도 (m)	높이 (m)
고성	고성군 인흥리 산62-3	38°13'20"	128°31'55"	120	30
삼양1	평창군 횡계리 산1-122(매봉정상)	37°45'45"	127°42'40"	1,173	30
삼양2	평창군 횡계리 산1-136(전망대)	37°45'45"	127°42'40"	1,142	30
횡계터널	평창군 도암면 청계리	37°41'	128°43'	800	30
흘리	고성군 간성읍 흘리 마상봉정상	38°16'	128°24'	1,052	15
정동진	강릉시 강동면 정동진리 50-33	37°40'50"	139°02'35"	15	30
횡성	둔내면 삼교리 산1-1(태기산)	37°61'	128°28'	1,261	30
영월	영월군 영월읍 산59	37°12'02"	128°29'15"	808	20
태백1	태백시 창죽동 산1-118(매봉산)	37°13'01"	128°57'41"	1,276	30
태백2	태백시 황지동 산173-3(피재)	37°12'43"	128°59'25"	892	30
태백3	태백시 화원동 산 47-1	37°12'29"	128°54'58"	1,344	30
태백4	태백시 태백산 혈동 산57	37°08'20"	128°55'13"	1,400	30
삼척	삼척시 원덕읍 길남2리 해신당공원	37°15'50"	129°19'50"	25	30

2.1.1 최적의 풍향 분포 지역의 선정

<표 2> 최고 풍속 지역 (5곳)

지역	풍속 [m/s]
매봉산	7.762431869
삼양2	7.609172065
태백1 - 함백산	7.310408004
태백3 - 싸리재	7.311481981
흘리	6.814202128

2.2 선정지역의 송전계통 분포 분석

본 절에서는 후보지의 풍향 측정위치와 지역 내의 154kV 변전소와의 거리를 예상하여 선로건설 비용을 예측해 보았다. 변전소는 태백변전소, 도계변전소, 경동변전소, 고한변전소가 선정된 지역에 위치한다. 각각의 위치와 변전소 간의 거리를 해보았다.

<표 3> 각 변전소와 선정지역 간의 거리

	싸리재 (m)	매봉산 (m)	함백산 (m)
태백변전소	12220.02	10866.75	4842.76
도계변전소	-	10916.54	-
고한변전소	8665.82	-	4.35.81

풍력발전단지과 변전소와의 연계 시 선로건설비용을 예측하기 위해 선정지역과 변전소 간의 거리를 분석해보았다. 각각의 거리를 비교하여 풍력발전단지를 건설 시에 어느 변전소와 연계가 경제적인지를 판단할 수 있다.

2.3 대단위 풍력발전단지 최적입지 분석

2.3.1 WAsP 소프트웨어 개요

WAsP은 덴마크 RISØ연구소에서 개발한 소프트웨어로써 풍력 자원 예측을 위한 통계적 기법을 사용한다. 지형분석 프로그램을 통해, 분석지점에서의 유동장을 얻는다. 또한 원형 격자를 사용하여 풍속과 풍향 측정데이터는 원주방향의 섹터에 저장된다.

2.3.2 지역별 풍력에너지 비교

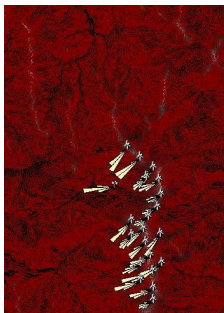
같은 풍력발전기 20대를 총 9구역에 설치한 결과는 위에서와 같이 나타났다. 각각의 지역에서 최고 높은 에너지량을 보이는 세 곳을 정리하였다.

<표 4> 지역별 풍력에너지 비교

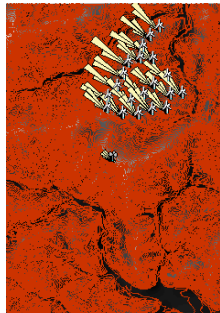
	발전기수 (대)	Gross AEP(GWh)	Net AEP(GWh)	Wake loss(%)
함백산	20	155.900	152.861	1.95
싸리재	20	154.037	148.114	3.84
매봉산	20	139.353	133.626	4.11

* AEP : Annual Energy Power

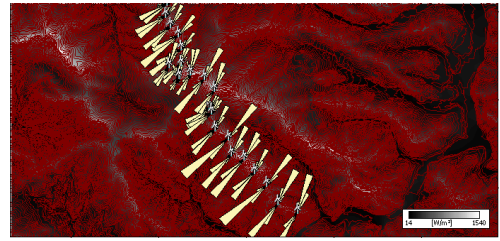
다음은 지도에 나타난 발전기의 풍향과 풍속밀도를 각각 나타내었다. 지도에 배경에 나타난 색은 Power Density를 나타내고 검은색에서 흰색으로 갈수록 높은 Power Density를 나타낸다. 발전기에 나타난 원형 격자들은 발전기에 미치는 Power Density로 바람의 방향과 크기를 나타낸다.



<그림 2>싸리재 power dinsity



<그림 3>매봉산 power dinsity



<그림 4>함백산 power dinsity

2.4 대단위 풍력발전단지 최적입지에 대한 경제성 분석

2.4.1 선정지역별 경제성 평가

대체에너지이용 발전전력 전원별 기준가격은 기준가격의 산정 기본원칙은 풍력 및 태양광 등 첨단 분야는 정책적으로 기술개발을 적극 유도하고 민간투자를 촉진하기 위해, 적절한 이윤을 확보할 수 있도록 기준가격 수준을 결정해야한다. 풍력발전기의 경우 전원별 기준가격은

$$\text{기준가격} = \text{SMP} + \text{CP} = 107.66 \text{ [원/kWh]}$$

- * SMP : System Marginal Price (계통한계가격)
- * CP : Capacity Price (일반발전기 용량가격)

발전단가를 계산할 경우는 그 과정에 설치장소의 풍향에 따른 설비이용률과 건설비를 어디까지 계산에 넣을 것인가와 보조금, 유지관리비용, 설비회수, 금리의 상승 등 여러 가지 요인을 포함하고 있으므로 다음과 같이 가정해서 나타낸다. 따라서 위 연구한 지역의 선정된 3곳의 발전가격은 다음과 같다. (설비 규모는 2[MW] × 20기, 설비 이용률은 25%, 건설비는 약 653억원으로 동일하게 계산하였다.)

매봉산의 발전가격

평균 풍속	7.76 [m/s]
연간 생산량	34,838 [kWh]

함백산의 발전비교

평균 풍속	7.31 [m/s]
연간 생산량	38,215 [kWh]

싸리재의 발전가격

평균 풍속	7.31 [m/s]
연간 생산량	38,509 [kWh]

3. 결 론

새로운 에너지와 미 이용 에너지는 전반적으로 기존의 에너지(석유, 석탄, 원자력 등) 보다 에너지 밀도가 낮고 안정도에 비해 가격이 비싼 것이 일반적이지만 사업화가 진전됨에 따라 비용도 감소하는 경향이 있다.

이에 본 논문에서는 강원도 풍속결과 13곳을 분석해서 최고 풍속 3곳을 선정해 WAsP소프트웨어를 통해 Power Density를 알아보았다.

이와 같이 풍속이 큰 지역의 풍력발전단지의 발전가격을 예상해보고, 단지조성의 타당성을 분석하는 틀을 마련함으로써 효율적으로 풍력발전단지의 타당성과 경제성을 예측할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] 에너지기술연구원, “강원도내 풍력발전 유망지역 건설 타당성 조사,” 중간보고서, 4, 2001.
 [2] 강원대학교 풍력실증연구 사업단, “제1회 풍력 실증연구 Workshop,” 6, 2002.
 [3] 유광택((주)STX), “풍력에너지 국제적인 성장추세 및 전망,” 한국풍력기술연구회 Workshop, 6, 2003.
 [4] 윤정은, 강남호, 2003, “복잡지형에서의 WAsP 예측성 향상 연구,” 한국풍력기술연구회 Workshop, 6, 2003.