

Tethered Sonde와 Sodar 관측으로 분석한 광양만 지역의 풍환경 특성

*이 화운¹⁾, 박 순영²⁾, 임 현호³⁾, 김 동혁⁴⁾, 김 민정⁵⁾

The Properties of Wind Analyzed by Observation of Tethered Sonde and Sodar in Gwangyang Coastal Area

*Hwa-Woon Lee, Soon-Young Park, Heon-Ho Lim, Dong-Hyuk Kim, Min-Jung Kim

Key words : wind power(풍력), tethered sonde(테더존데), sodar(음파기상탐지기)

Abstract : When we urgently need to develop and supply an alternative energy, wind power is growing with much interest because it has relative low cost of power and area of tower. To estimate the wind power resource, it is necessary to make a wind resource map first. On the study of wind resource map in the Korean peninsula, Southern coast was needed to investigate the possibility of developing wind power complex because of good wind resources.

In this study, we made a vertical observation to analyze the properties of wind in coastal area. From tethered sonde observation, we knew that synoptic effect had an influence higher in second day than first day. This means local wind circulation is generated on first day but not second day. The local wind made vertical wind shear strong in first day. Also, there was large difference of wind speed between layers at night time by analysis of SODAR observation.

subscrip

AWS : Autimatec Weather Station

SODAR : SONIC Detection And Ranging

1. 서 론

온실가스 감축을 의무화한 교토의정서가 2005년 2월 공식 발효 되어 대체에너지에 대한 개발과 사용이 시급한 실정이다. 그 중 풍력 에너지는 기존 및 화석에너지보다 발전단가가 낮으며 다른 대체 에너지보다 발전소요면적 또한 작기 때문에 최근 풍력발전이 화석연료에 대한 대체에너지로 부각되며 고성장세를 지속하고 있다.⁽¹⁾ 해상 풍력 에너지는 초기 설비비용은 많이 들지만 풍력발전기의 규모를 늘려서 발전단가를 낮추기에 유리하고 최적 입지선정에 따른 효율적인 발전, 소음 문제의 해소 등의 측면에서 육상 풍력발전보다 유리하다.

국내 풍력발전 산업은 초기 단계로 국내의 풍력 자원조사에 대한 정확한 정보부터 필요한 실정이다. 그리고 풍력발전 후보지의 발굴을 위해 우선 필요한 것은 바람지도의 작성이다. 한반도 중관 바람지도에 관한 연구에서⁽²⁾ 풍력자원이 월등한 영역은 제주도를 포함한 남해상이며 남해안

부근도 높은 에너지밀도를 보이고 있어 대규모 해상 단지의 개발 가능성을 검토할 필요가 있음은 밝힌바 있다. 또한 한반도 풍력자원 평가를 위한 수치바람 모의에 관한 연구에 있어서 초기 공간해상도와 위성자료 등의 동화가 중요함을 밝힌바 있다.⁽³⁾

그러나 남해안지역은 해안선이 복잡하고 인근 내륙으로는 산악 지형이 발달 되어있다. 이런 지형학적 복잡성으로 인해 산곡풍, 해륙풍등의 복

-
- 1) 부산대학교 대기환경과학과
E-mail : hwlee@pusan.ac.kr
Tel : (051)583-2651 Fax : (051)515-1689
 - 2) 부산대학교 대기환경과학과
E-mail : soon@pusan.ac.kr
Tel : (051)583-2651 Fax : (051)515-1689
 - 3) 부산대학교 대기환경과학과
E-mail : elo0006@pusan.ac.kr
Tel : (051)583-2651 Fax : (051)515-1689
 - 4) 부산대학교 대기환경과학과
E-mail : heakee@pusan.ac.kr
Tel : (051)583-2651 Fax : (051)515-1689
 - 5) 부산대학교 대기환경과학과
E-mail : kmjlove@pusan.ac.kr
Tel : (051)583-2651 Fax : (051)515-1689

잡한 국지풍계가 발생하므로 우선 풍력단지 후보지에 대한 정확한 풍환경 특성을 이해 할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 2007년 6월 4일과 5일 실시한 광양만 지역의 연직 기상요소를 관측하였고 이를 통해 연안지역 풍환경 특성을 입체적으로 이해 하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 대상지역과 AWS 위치

3

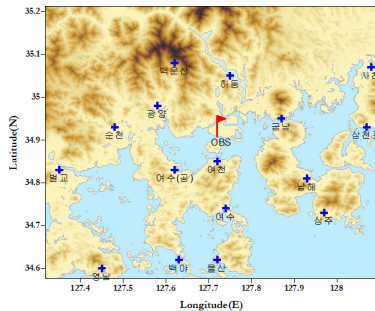


Fig. 1 Topography and location of AWS

2.2 관측기기

연직 기상 관측에 사용한 장비는 핀란드 Vaisala사의 Tethered Sonde System과 독일 Scintec사의 Sodar 기기로 명칭은 MFAS이다. 다음은 각 장비의 관측 방법이다.

2.2.1 Tethered Sonde System

지상에 위치한 winch에 기구를 매달아 그 줄에 관측 센서를 연결하여 일정속도로 상승으로 올리면서 관측을 하는 방식이다. 본 관측에서는 연직 고도 500m까지의 풍속, 풍향, 기압, 기온, 습도의 기상요소를 측정하였다. 자료는 거의 매초마다 저장되어 6월 4일 오전 9시부터 관측을 실시하여 3시간 간격으로 기구를 올렸다 내렸다를 반복하여 자료를 구축하였다.

2.2.2 SODAR

SODAR는 음파를 이용하여 저층의 풍향 풍속을 측정하는 원격 조정 장비이다. 설치된 안테나에서 수직, 남북, 동서방향으로 음파를 발생시켜 산란 반사된 에코를 수신하고 진동수 변화와 반사 에코 강도 자료를 얻는다. 각방향의 에코자료를 벡터 합성하여 실제 바람크기 및 방향을 구하는 원리로 관측 항목에는 동서풍속(u), 남북풍속(v), 연직풍속(w) 그리고 수평 풍향 풍속이 있다. 관측 높이는 500m로 설정하였고 10m 간격으로 연직 바람자료를 얻을 수 있다. 관측 시간은 Tethered Sonde와 같이 하였으나 매 20분마다 관측이 되어 시간 해상도는 더 뛰어나다.

3. 관측 결과

3.1 AWS 관측 결과

Fig.2는 6월 4일과 5일 주간의 지상 AWS 관측 결과이다. 이날은 새벽부터 약한 풍속으로 발달된 육풍이 불어 나오다가 일사가 시작되면서 해풍이 발달하고 다시 풍향이 순전하는 변화를 나타내었다. 15시에는 2~4m/s의 해풍에 의해 남풍계열의 바람이 내륙 까지 나타나고 있다. 그러나 다음날인 6월 5일은 해가 뜨기 전부터 서풍 및 남서풍이 강한 풍속으로 불기 시작해 4m/s이상의 풍속이 저녁까지 계속 되었다.

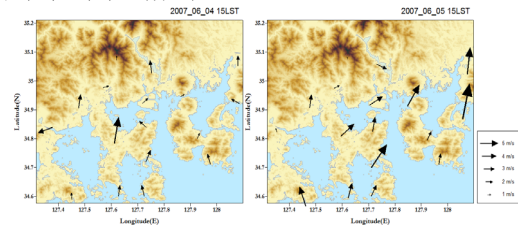


Fig. 2 Wind vector of AWS site at 15LST on 4 and 5 June

이러한 두 날의 다른 풍환경 특성은 종관적인 기상에 의한 것으로 전날은 종관장이 약하여 해륙풍 순환이 발생하였으나 다음날은 종관장이 강하여 하루 종일 종관풍이 불었기 때문이다.

3.2 Tethered Sonde 결과

Fig.3은 6월 4일의 풍향, 풍속, 온도, 혼합비 관측 결과이다. 해풍발생으로 전체 고도에서 남풍계열이 불고 있다. 자세히 보면 200m이하에서는 4m/s의 남풍이 불고 그 위로는 약간 남서풍으로 풍향이 변하며 풍속 또한 2.5m/s로 줄어들고 있다.온위와 비습의 결과를 볼 때 연직혼합이 활발히 이루어져 지표근처는 매우 불안정함을 보여 준다.

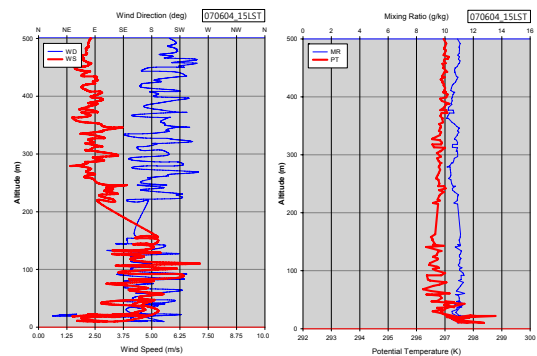


Fig. 3 The wind, potential temperature and mixing ratio profile at 15LST in 4 June

Fig.4은 6월 5일의 결과로 앞의 결과와는 다르게 전 층에서 남서풍의 바람이 불고 있으며 풍속 또한 6m/s이상의 높은 풍속을 나타내며 로그함수 형태의 풍속분포를 나타냄을 알 수 있다. 이날도 마찬가지로 활발한 대류현상으로 혼합층이 발달하였으며 열적난류에 의한 강한 불안정이 나타났다.

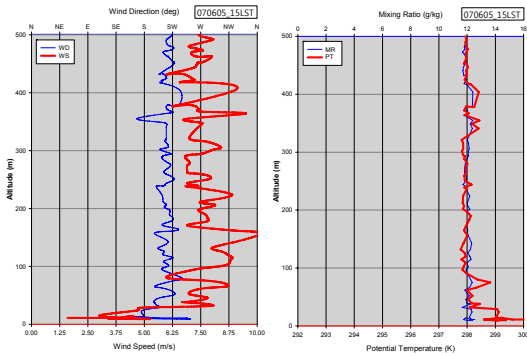


Fig. 4 The wind, potential temperature and mixing ratio profile at 15LST in 5 June

이 두 날의 낮 동안의 풍향 및 풍속의 연직 분포가 상이한 것은 앞서 말한 것과 같이 중관장의 영향이 상이했기 때문인데 6월 4일 중관장이 약하여 해풍이 발달함에 따라 열적인 난류뿐 아니라 기계적 난류가 발생하여 6월 5일보다 난류가 탁월할 것으로 분석된다. 또한 이런 중관적인 기상상태와 국지순환으로 인한 해륙풍의 발달은 층간의 연직 쉬어에 영향을 미치게 된다. 특히 일정한 중관풍이 부는 날 보다는 그것의 영향이 약하여 해륙풍순환이 발달하게 될 때 연직 쉬어가 크게 발생하는 것을 알 수 있다.

3.3 SODAR 결과

Fig.5는 SODAR결과를 이용하여 층별 풍속의 시계열을 나타낸 것이다. 6월 4일의 풍속이 6월 5일보다 큰 것은 Tethered Sonde의 결과와 일치하고 있고 주간보다 야간에 상하층 간에 풍속차가 나타나면서 바람의 쉬어가 크게 발생함을 볼 수 있다. 이것은 주간에는 혼합층의 발달로 운동량이 비슷 하지만 야간에는 대기가 안정해지면서 하층은 풍속이 약하고 상층은 강해지기 때문이다.

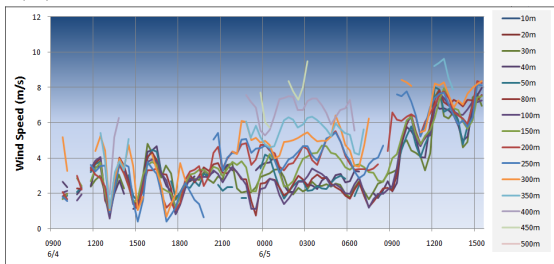


Fig. 5 Time variation of wind speed classified by layers

4. 결론

사전연구에 의해 남해안 지역은 풍력자원이 풍부한 것으로 밝혀졌으나 연안지역의 국지순환인 해륙풍과 인접한 산악 지형에 의한 산곡풍등으로 인해 풍력자원의 일정한 공급에 있어서 문제점이 생길 수 있다. 이에 따라 광양만 지역에서 실시한 Tethered Sonde와 SODAR의 연직 기상

관측을 통해 연안지역의 풍환경 특성을 살펴보았다. 비록 관측 날짜가 특정 날에 그친 점은 있으나 그 두 날은 광양만 지역의 국지풍계를 대변할 수 있는 사례일 것이기 때문에 다음과 같이 결론을 내릴 수 있다.

- 중관적인 영향이 약한 날은 해륙풍과 산곡풍에 의한 순환이 발생하여 일중 풍향 변화가 뚜렷하다. 이런 현상은 연직적인 풍향과 풍속에 있어서 큰 변화를 가져오고 연직 쉬어를 가중시키게 된다.
- 반면 중관적 영향이 강하여 일중 일정한 풍향이 유지되고 연직으로도 풍향과 풍속의 변화가 그리 크지 않은 날은 일반적인 로그함수 형태의 풍속분포를 보인다. 이것은 안정적인 풍력발전기의 운영을 할 수 있음을 의미한다.
- 또한 주간과 야간으로 살펴 볼 때 주간은 혼합층의 발달로 풍속차가 크지 않지만 야간은 안정층으로 인해 상하층간의 풍속차가 커진다.

References

- [1] 삼성경제연구소, 2007, SERI 경제 포커스, 제 155호
- [2] 김현구, 2005, "한반도 바람지도 구축에 관한 연구", 신재생에너지학회, 제 1권, 1호, pp44-53
- [3] 이순환, 2007, "한반도 풍력자원 평가를 위한 초기 공간해상도와 위성자료 동화의 관계분석", 한국대기환경학회지, 제 23권, 제6호, pp653-665