

서해안 새만금 주변의 풍력자원 조사에 관한 연구

김명준*

* 군산대학교 해양과학대학 동력기계시스템공학전공

A Study on the Investigation of Wind Power Resource over Saemangeum in the West Coast of Korea

Myoung-Jun Kim*

* Division of Power Mechanical Engineering System, Kunsan National University, Kunsan, 573-791, Korea

요 약 : 화석연료 사용으로 인한 환경오염 및 에너지원가 상승이 큰 문제로 대두되고 있는 현재의 상황을 타개하기 위한 하나의 방안으로 신재생에너지에 대한 관심이 고조되고 있다. 특히 서해안에 위치하고 있는 새만금 지역은 광활한 면적과 서북서풍이라는 큰 장점을 가지고 있어 풍력발전의 적지로 예상된다. 본 연구는 이러한 예상을 뒷받침해 줄 수 있는 풍력자원을 조사한 것으로 군산지역의 평균풍속은 4 m/s 정도이며, 도서지방을 연계하는 해상풍력발전 단지의 최적지로 손색이 없음을 밝혔다. 또한, 풍력자원의 출현밀도를 판별하는 Weibull의 분포함수를 이용하여 계산하고, 형상계수를 매개변수로 하여 풍속밀도계산을 한 결과, 군산지방의 풍속출현을 예상할 수 있었다.

핵심용어 : 새만금, 풍력발전, 신재생에너지, 풍력자원, 누계출현율

Abstract : In recent years, the crisis of energy is growing seriously and also the contamination of ecology has been reverberated as international problem. The social concern about energy crisis has been growing for the last several years and also the interest in new and renewable energy has been increased. The probability of wind power resource over Saemangeum is reviewed with the data of Gusan weather station. Through this study, it is cleared that the Saemangeum area has fluent wind power source to design the wind farm in Korea. According to calculation results, it is possible to predict the wind velocity density around the Saemangeum area using the shape factor as a parameter.

Key Words: Saemangeum, Wind power generation, New and renewable energy, Wind power resource, Cumulative probability

1. 서 론

최근에 화석연료 소비의 급증에 따른 지구온난화 문제를 비롯한 수많은 기상이변이 발생하고 있고, 국제 유가 폭등으로 인한 에너지 수급에 대한 불균형이 발생하여 국가적인 차원의 에너지 대책이 필요한 시기라고 말할 수 있다. 특히 우리나라와 같이 에너지의 해외 의존도가 높은 나라의 경우 에너지원가에 매우 민감하게 반응한다(이, 2001).

지식경제부는 이러한 문제점을 해결하기 위한 일환으로 신재생에너지 발전비 확대를 위해, 2012년까지 현재 시행되고 있는 신재생에너지 사업을 확대하는 RPS(Renewable Portfolio Standard)사업을 추진할 계획을 가지고 있다. 따라서 현재 우리나라도 신재생에너지에 대한 연구 및 개발에 박차를 가하고 있다(변 등, 2006; 오, 2005).

이미 선진국인 미국, 일본 및 유럽 등지에서는 친환경적인 에너지 사용을 국가적인 차원에서 장려하고 있으며, 덴마크나

네덜란드와 같은 나라에서는 대규모의 윈드팜(Wind Farm)을 계획하고 있다(牛山, 2005a).

가까운 일본의 경우도 NEDO(New Energy and Industrial Technology Development Organization; 신에너지·산업기술총합개발기구) 보고서에 의하면 해상풍이 5 m/s 이상이 되는 지역을 풍력발전 적합지로 선정하고 있으며, 개발에 박차를 가하고 있다(NEDO, 1998).

본 연구는 서해안에 위치한 새만금 지역의 풍력자원을 조사하여 풍력발전의 타당성 검토를 목적으로 군산기상대의 데이터를 위주로 풍력발전에 대한 가능성을 조사한 것이다.

2. 풍력자원 분석

2.1 새만금 주변의 풍력발전 현황

정부는 향후 신재생에너지와 관련해 2012년까지 글로벌 신재생에너지 기업을 육성하겠다는 목표를 설정하고, 현재 0.8% 정도를 점하고 있는 신재생에너지 분야 점유율을 2012년까지 5%대로 높인다는 구체적인 추진계획을 발표하였다.

* 대표저자 : 정희원, mjkim@kunsna.ac.kr, 063-469-1849

전라북도 또한 신재생에너지를 도의 성장 동력산업으로 추진하고 있으며, 새만금에 1,500ha(450만평) 규모의 신재생에너지 시범단지를 조성하고, 부안에 신재생에너지 파크 설치를 추진하고 있다. 주된 에너지 생산은 태양광 및 풍력, 그리고 수소 기기가 되며 부품 및 소재분야를 특화분야로 집중 육성하고 있다.

특히 전라북도는 풍력발전에 대한 관심이 높아서 이미 12개 업체가 새만금내 산업단지에 입주하고 있으며, 풍력에너지를 포함한 신재생에너지 생산량은 전국에서 4위를 차지하고 있을 정도이다.

새만금의 핵심적인 위치에 있는 군산의 경우는 비응도 주변에 850kW급 풍력발전기 4기를 2007년 11월에 추가로 완공하고 (Photo 1) 본격적인 가동에 들어가 5억 9,500만원의 판매고를 올렸다. 이처럼 군산의 비응항에 서해안에서 최초로 풍력발전기를 건립하여 사업화에 성공할 수 있었던 것은 연간 평균풍속이 5.6 m/s(비응항 기준)에 달하는 자연조건을 갖추었기 때문으로 판단된다.



Photo 1. 850kW class wind generator at Bieungdo of Gunsan.

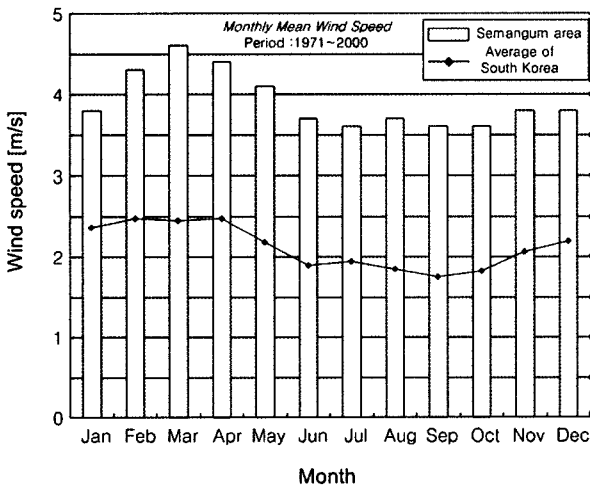


Fig. 1. Monthly mean wind speed.

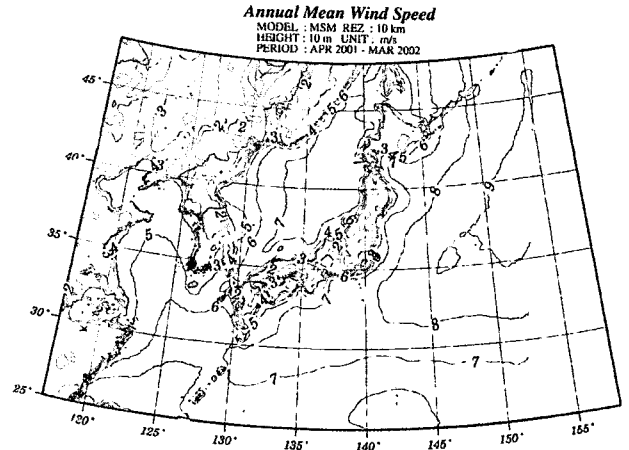


Fig. 2. Annual mean wind speed on JMA data with 10km resolution(大澤, 2003).

2.2 풍속분석

Fig. 1에는 1971년에서 2000년까지의 국내 풍속의 월평균값(선형데이터값 참조)을 나타내고 있으며, 군산지역의 데이터(막대그래프)는 전북지역 내 관측소(군산시 내흥동 외 18개소)의 연간 평균풍속을 나타내고 있다. 국내의 월평균 풍속은 1.7m/s ~2.5m/s 인데 반하여 새만금 지역의 월 평균 풍속은 3.6m/s ~4.6m/s로 나타났다. 군산의 경우 특별한 지형적인 악영향을 받지 않고, 해안에 접해있기 때문에 풍력발전에 매우 적합한 지역 중 하나라고 할 수 있다.

연평균 풍속을 나타낸 일본 기상대 사진(Fig. 2)으로부터 우리나라의 서해안 지역의 풍속은 3~5m/s로 동해 먼 해상을 제외하고 매우 높게 나타나고 있음을 알 수 있다.

이와 같은 국내의 기상청자료를 토대로 살펴보면 서해안의 새만금 지역은 풍력발전에 대한 매우 높은 가능성을 가지고 있

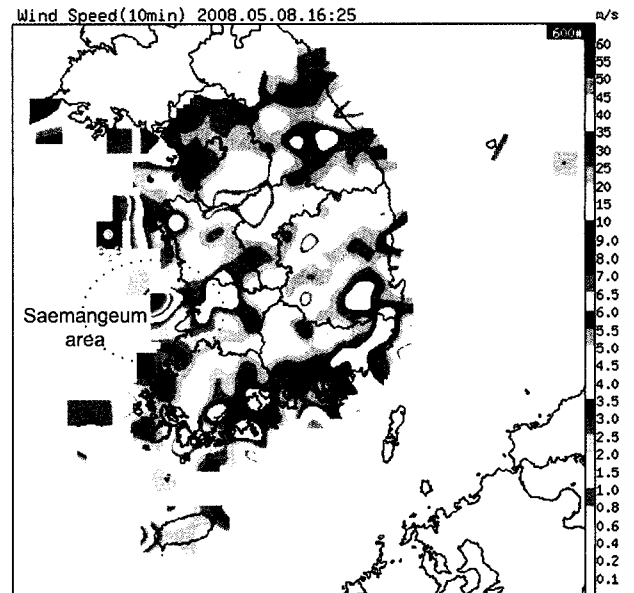


Fig. 3. Contour of instant wind speed of Korea.

다고 말할 수 있다.

Fig. 3은 특정한 시간(2008년 5월8일 16시25분)에 군산기상대에서 측정된 국내 순간풍속에 대한 윤곽선그래프를 나타내고 있다. 새만금지역(Fig. 4내 점선영역)의 순간풍속은 다른 지역의 풍속(평균 2.5 m/s)과 비교해 약 3배 정도인 7.8 m/s에 달하고 있다. 이러한 데이터는 상기의 연간 풍속데이터의 결과에 영향을 미치는 것으로 서해안지방이 풍력발전에 적합한 지역임을 뒷받침해주고 있다.

특히 군산 외곽에 있는 도서지방의 풍속을 살펴보면 Fig. 4에 나타낸 바와 같이, 평균풍속이 대략 5.6 m/s로 매우 풍족한 풍력자원을 가지고 있음을 알 수 있다. 더욱이 이러한 도서지방은 지형이 매우 단단한 바위들로 이루어져 있어 풍력발전기를 설치하는 데 지형적으로도 유리한 것으로 판단된다.

또한 덴마크 남서쪽에 위치한 항구도시 에스비에르 앞바다에 설치된 호른스 레우 해상풍력발전단지와 같은 해상풍력발전 단지를 설치할 경우에도 서해안은 수심이 얕아(평균수심,44m) 다른 해안(동해안;150m, 남해안;80m)보다 각종 부대비용의 절감을 유도할 수 있어 해상풍력에도 적합할 것으로 사료되며, Fig. 4의 타원형상으로 나타낸 부분에 해상풍력단지를 설치할 경우 서북서풍의 영향을 충분히 받아 수 있어 풍력자원을 유용하게 활용할 수 있을 것으로 예상된다.

한국중부발전(주)은 서해안의 신재생에너지에 대한 가능성에 착안하여 개발에 박차를 가하고 있으며, 상술한 해상풍력을 포함하여 총체적인 군장 신재생에너지 복합발전단지 건설사업에 참여하고 있다. 그 규모는 목질계(100MW), 태양광(15MW), 연료전지(20MW), 풍력(16MW)에 다다른 국내 최대의 신재생에너지 단지를 조성할 계획을 가지고 2008년 4월에 착공하였다. 또한 단위면적당 전력에너지 발생 효율을 생각한다면 당연히 풍력발전이 유용할 것으로 판단하고 있다(한국중부발전, 2008).

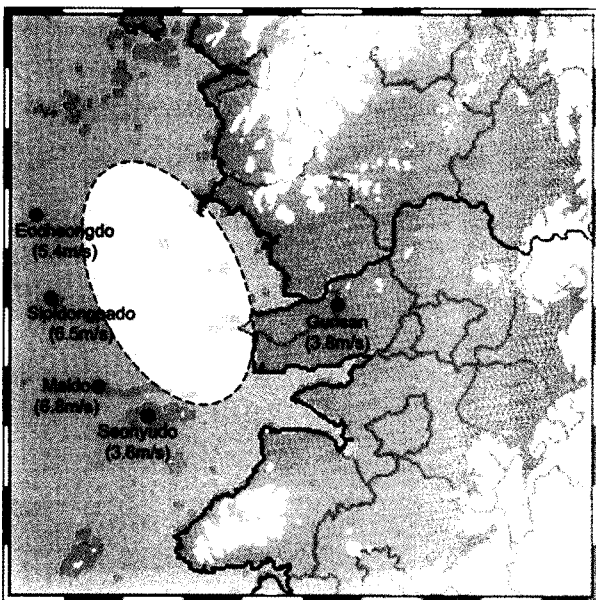


Fig. 4. Annual mean wind speed around Saemangeum area.

하지만 최근에 들어 해양사고가 빈번하게 발생하고 있어 해상풍력단지가 항해에 큰 영향을 초래할 우려는 있으나, 신재생에너지 이용측면에 좀 더 큰 비중을 둔다면 이러한 우려를 극복할 수 있을 것이다. 다행히 군산항은 조수간만의 차가 크고 수심이 다른 해안에 비해 상대적으로 얕아 대형선박의 접안은 거의 없고 주변의 평택항으로 대다수의 선박이 출입항하기 때문에 해상풍력단지 조성에 따른 해난사고의 우려도가 다른 지역보다는 매우 낮을 것으로 판단된다.

전술한 바와 같이 군산을 중심으로 한 새만금지역의 풍력자원은 매우 양호하며 지형적인 특성상 도서지방을 연결하는 해상풍력단지를 조성함에 있어 매우 적합할 것으로 예상된다. 그리고 선유도를 비롯한 천혜의 자연경관과 함께 해상풍력단지 역시 21세기형 관광자원으로 자리매김할 것으로 예상할 수 있다.

2.3 풍향분석

Fig. 5은 새만금지역 및 군산의 연간 풍향빈도를 정리한 그래프로써 서북서풍을 최다로 받고 있는 것으로부터 풍력발전기의 설치방향을 결정할 수 있다. 하지만, 이 풍향은 연간 풍향빈도를 나타낸 것으로 계절(월별)에 따라서는 풍향이 대동소이한 편차를 보이고 있다. 이러한 편차를 좀 더 자세히 살펴본 것이 Fig. 6이다.

Fig. 6으로부터 월별에 따른 풍향의 편차가 존재하고 있음을 알 수 있다. 하지만 전 풍향의 93% 정도가 서북서풍을 나타내고 있는 결과로부터 새만금지역의 풍력발전기 설치 방향은 서북서풍을 받는 곳에 설치해야 한다는 것을 알 수 있다.

기상청에 나타나 있는 계절에 따른 풍향벡터도(Fig. 7)는 이러한 풍향을 확연히 구분하여 보여주고 있으며, 역시 상기의 Fig. 5 및 Fig. 6에서 기술한 내용과 동일한 결과를 나타내고 있으며, 7월달(Fig. 7(c) 그래프)의 풍향만 다른 계절의 풍향과

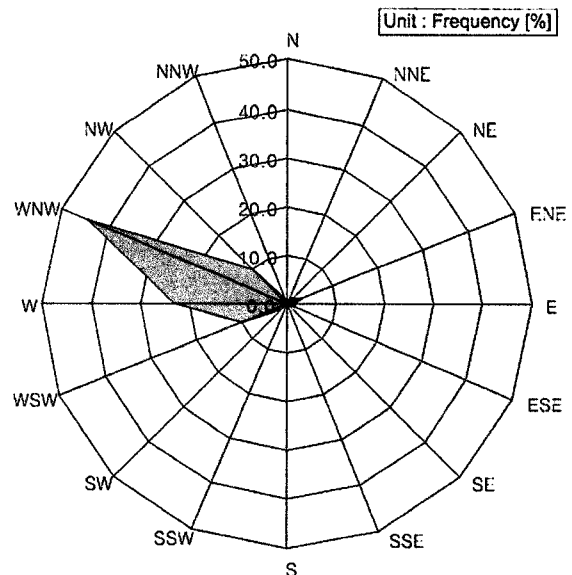


Fig. 5. Wind rose over Gungdo.

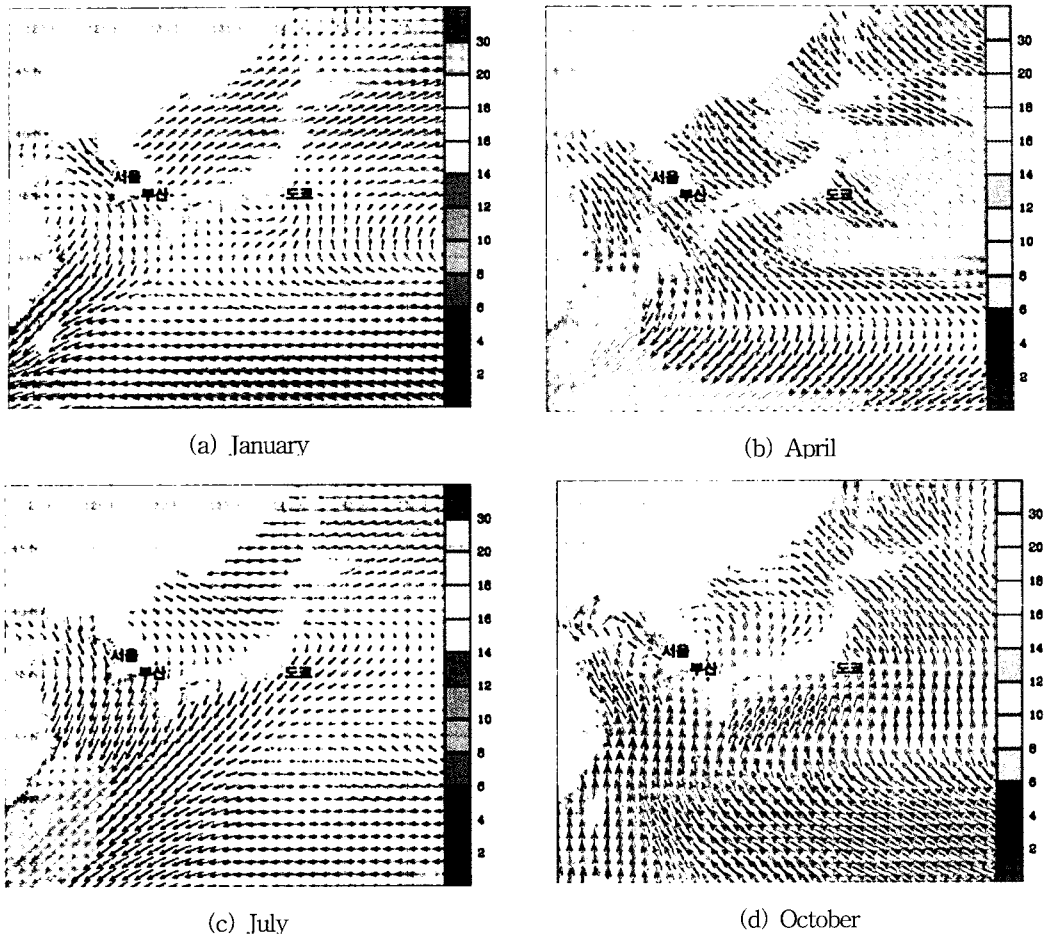


Fig. 7. Wind vector according to seasonal data.

반대방향으로 불어오고 있음을 알 수 있다. 이러한 원인으로서는 해수온도 상승 및 태풍의 영향 등으로 판단된다. 하지만 1년 중 거의 모든 풍향은 서북서풍의 영향을 받고 있다.

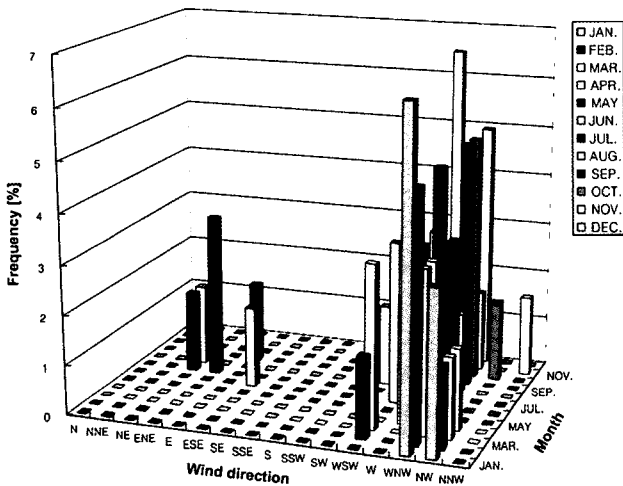


Fig. 6. Monthly variation of wind direction over Gunsan.

2.4 풍력자원분석과 Weibull분포

자연풍을 동력원으로 사용하는 풍력발전시스템을 개발하기 위해서는 어느 불특정한 기간 동안에 어느 정도의 풍속을 가진 바람이 불어오는가에 대한 분석을 실시해야 할 필요가 있다. 이것을 풍속의 출현밀도라고 한다. 풍속의 출현밀도를 정리한 여러 종류의 함수 중 가장 널리 사용되는 함수식으로 Weibull분포함수가 있다(Weibull, 1961).

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c}\right)^k} \quad (1)$$

여기서, $f(v)$: 풍속출현율,

c : 척도계수(Scale parameter),

k : 형상계수(Shape parameter) 이다.

척도계수는 Weibull분포함수의 누적출현율이 63.4%에 달하는 지점의 속도값과 동일하며(Fig. 8), 군산지방의 형상계수는 측정 지점에 따라 다른 값이 나오기 때문에 대략적인 값인 1~2 값을 입력하여 출현 가능한 풍속을 계산하였다(Fig. 9). 이러한 형상계수의 선정은 일본의 경우가 0.8~2.2 정도이기 때문에 적절한 값으로 판단된다.

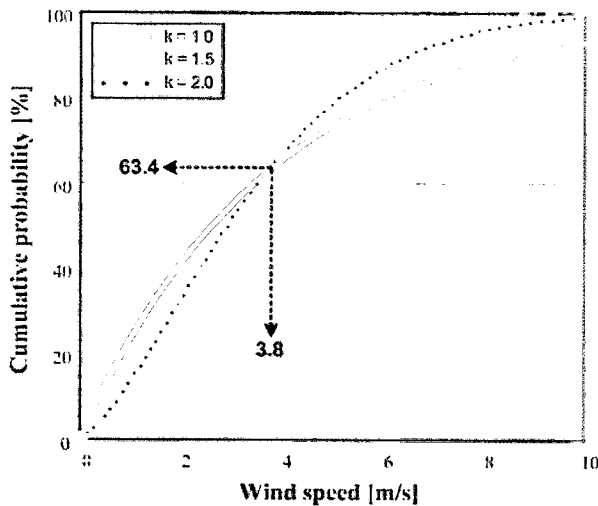


Fig. 8. Cumulative probability of wind speed in Gunsan.

그리고 형상계수는 연평균풍속이 증가할수록 그 값이 증가하는 경향을 가지고 있다. 일반적으로 풍속이 5 m/s 이상인 경우 $k=1.5\sim 2.2$ 정도가 된다(牛山, 2005b).

Fig. 8에 나타나 있는 군산지방의 풍속 누계출현율을 살펴보면, 형상계수값인 k 값이 증가할수록 낮은 풍속범위(0~2m/s)의 풍력밀도가 감소하고 있음을 알 수 있다. 특히 새만금지역은 주위의 영향을 거의 받지 않으며 광활한 면적을 가지고 있어, 일반적으로 형상계수는 1로 간주할 수 있으며 풍속이 약 4 m/s 정도이므로, 가장 적절한 형상계수는 1.5정도라고 할 수 있다. 즉 Fig. 8의 일점쇄선에 나타난 $k=1.5$ 의 경우가 가장 이상적으로 저풍속영역의 밀도가 낮게 나오고 있다.

전술한 2.2절의 풍속분석에서 기술한 바와 같이 군산의 경우 ($k=1.5$ 의 일점쇄선데이터) 약 3 m/s 의 영역에서 최대 풍속출현밀도가 존재함을 알 수 있다.

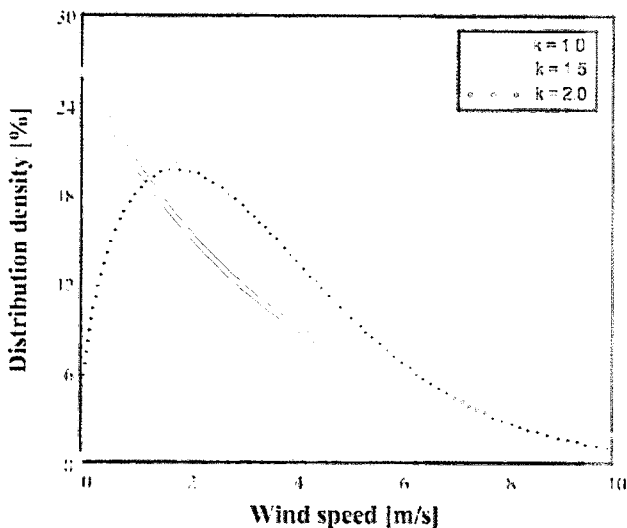


Fig. 9. Distribution density of wind speed in Gunsan.

3. 결론

본 논문은 새만금 지역에 해당하는 군산지방을 중심으로 도서지방 및 해상풍력의 가능성을 분석하기 위해 서해안의 풍력자원을 분석한 논문으로, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 새만금지역의 풍속은 매우 적은 계절적 편차를 가지고 있으며, 국내 평균풍속의 2배에 달하는 연간 약 4 m/s 의 풍속이 존재함을 알았다. 특히 새만금 주변의 도서지방은 평균풍속 5.6 m/s 정도의 매우 양호한 풍력자원을 가지고 있다는 것을 알았다.

2) 새만금지역은 연중 93% 정도의 서북서풍이 특별한 지형적인 악영향을 받지 않고 내륙으로 불어움을 알았다. 이로써 풍력발전기의 설치방향을 결정할 수 있는 기초데이터를 제시하였다.

3) 풍력자원의 출현밀도를 판별하는 Weibull의 분포함수를 이용하여 계산한 결과, 군산지방의 형상계수를 1.5로 가정한 경우, 저풍속 출현누계율이 가장 낮게 나타났다. 그리고 형상계수를 매개변수로 계산한 풍속밀도계산으로부터 군산지방의 풍속출현을 예상할 수 있게 되었다.

후기

이 논문은 2008년 군산대학교 수산과학연구소 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] 변효인, 조주선, 류지윤, 김두훈(2006), 풍력발전단지조성 및 운영사례연구, Proceeding of KSNRE autumn annual conference, pp. 292-295.
- [2] 오시덕(2005), 국내의 풍력발전기술개발 및 시장현황, Journal of KFMA, Vol.8, No.3, pp. 65-72.
- [3] 이태규(2001), 우리나라 대체에너지 개발의 현황과 전망, NICE, Vol.19, No.19, p. 145.
- [4] 한국중부발전(2008), 새만금, 경제자유지역, 국가공단을 향한 워크샵(에너지의 효율적 생산과 환경규제의 대응), pp. 55-92.
- [5] 牛山 泉(2005a), わが國の風力發電の將來展望と課題, 第3回風力エネルギー利用総合セミナーテキスト, pp. 1-5.
- [6] 牛山 泉(2005b), 風力エネルギーの基礎, Ohmsha, p. 52.
- [7] 大澤輝夫(2003), 伊勢湾における洋上風力發電の可能性に関する検討, Proceedings of JSES/JWEA Conference, pp. 99-102.
- [8] NEDO(1998), 日本における洋上風力發電の導入可能性調査, 平成10年度調査報告書, NEDO-NP-9801, p. 119.

[9] Weibull Waloddi(1961), Fatigue Testing and Analysis of Results, Pergamon Press, pp. 3-6.

원고접수일 : 2008년 06월 09일

원고수정일 : 1차 : 2008년 08월 06일

2차 : 2008년 09월 17일

게재확정일 : 2008년 09월 23일