

국지규모 풍력에너지 평가를 위한 기상 관측 자료의 영향 반경 특성

Characteristics of Efficient Radius of Meteorological Observation Data to Estimate Regional Wind Energy

이 순 환* · 김 민 정 · 이 화 운¹⁾

부산대학교 BK21 연안환경시스템 사업단, ¹⁾부산대학교 지구환경시스템학부
(2007년 6월 18일 접수, 2007년 8월 27일 채택)

Soon-Hwan Lee*, Min-Jung Kim¹⁾ and Hwa-Woon Lee¹⁾

BK21 Coastal Environment System School, Pusan National University,

¹⁾Department of Earth Environment System, Pusan National University

(Received 18 June 2007, accepted 27 August 2007)

Abstract

Representative impacts and effectiveness of surface meteorological observation data assimilation were examined in order to use wind resources estimation around southern coastal area of the Korean Peninsula. The data used in study are observational wind and temperature data at 5 and 41 sites of Regional Meteorological Offices and Automatical Weather Systems, respectively.

Observation wind speed data tends to show small effective radius with limited area. Especially assimilation impacts of data observed at peninsula type sites like Yeosu play only around the inside of the peninsula. This limited effective radius for wind speed is caused by the strong correlation between topography and wind speed. And the efficient radius for surface air temperature is larger than that of wind. Data assimilation for observational air temperature is useful to increase the accuracy of wind energy estimation. However assimilation of wind data requires special care in its application due to high sensitivity of topographical complexity.

Key words : Effective radius, Wind energy, Data assimilation, Gwangyang region

1. 서 론

산업자원부는 1997년 12월 “대체에너지 개발 및 이용, 촉진법”을 개정하고 2000년 4월에 ‘대체에너지

개발 계획’을 수립하여 신·재생에너지 개발과 이용 보급에 힘을 기울이고 있다. 그리고 이러한 신·재생 에너지 중 풍력에너지는 상대적으로 높은 기술 성숙도와 낮은 발전 단가로 인하여 급격히 발달하고 있다(김현구와 최재우, 2002). 이러한 풍력에너지의 효율적인 사용을 위하여 가장 필요한 것은 잠재적인 풍력자원의 정확한 평가이다. 자연계 내의 풍력에너지

*Corresponding author.
Tel : +82-(0)51-583-2651, E-mail : withshlee@pusan.ac.kr

지는 지구 시스템 내의 부동가열에 의한 중관 기후학적인 바람장뿐 아니라 국지적인 지형과 기타 중규모 기상학적인 강제력에도 영향을 받는다. 따라서 국지적인 잠재풍력자원을 정량적으로 정확히 추정하는 것은 매우 어렵다(이화운 등, 2005).

풍력자원 조사는 풍력에너지 개발의 전제 조건이기 때문에, 풍력 단지 개발을 위해서는 전 지점 관측에 의한 풍력자원 선행조사를 통하여 잠재 풍력에너지의 정량적인 평가가 요구된다. 그러나 풍력 단지에 상 전 지역의 풍력 관측을 실시하는 것은 불가능하며 대표성을 가지는 몇 개 지역을 한정하여 풍력자원 잠재성을 조사하는 것이 일반적이다. 이러한 대표성을 가지는 지역의 장기적인 풍속을 관측하여 잠재 풍력에너지를 평가한다. 그러므로 한정된 관측 자료의 통계적인 예측을 통하여 풍력에너지를 예측하기도 한다(Bechrakis and Sparis, 2004; Salmon and Walmsley, 1999).

우리나라의 풍력자원 평가는 기상학적인 관측을 바탕으로 많은 연구가 이루어져 왔다. 김현구 등(2005)은 풍력자원평가를 위하여 한반도 540여 관측 지점의 5년간의 관측자료를 통하여 광역적인 풍력자원지도를 생성하여 한반도의 잠재 풍력에너지의 계절변화를 평가하였다. 그리고 김현구 등(2003)은 전산유체역학을 이용하여 경상북도 포항 지역의 국지적인 바람환경을 분석하여 중관풍과 해륙풍의 중첩에 의한 잠재적인 고풍속대를 추정하였다. 그리고 이화운 등(2004)은 한반도 남해안의 광양만을 중심으로 한 대기오염 유동장을 평가하기 위하여 바람장 평가에서 광양지역의 바람장의 복잡성이 주요한 원인이 됨을 보였다.

풍력자원의 평가는 바람장의 정확한 예측이 필수적으로 이루어져야 한다. 바람장의 예측정확도를 높이기 위하여 일반적으로 수치 대기유동장 모형을 이용하여 국지적인 바람장을 추정한다(이순환과 박광순, 2006; 이순환 등, 2006; 류찬수 등, 2004). 이러한 수치 바람장 예측 정확도를 높이기 위하여 관측 자료동화를 많이 이용한다. 관측 자료동화는 수치바람장의 오차를 줄이며, 예측정확도를 높이는 중요한 요인으로 Lee *et al.* (2007b)은 한반도 풍력에너지 평가를 위하여 인공위성자료를 통하여 생산된 해상풍 자료동화가 한반도 중규모 바람장의 예측정확도를 향상시키며, 나아가 잠재 풍력자원평가에 기여함을 보였다.

Lee *et al.* (2007a)은 한반도 부산지역을 대상으로 자동기상 관측 장비로 측정된 기온과 바람벡터자료를 이용하여 해륙풍과 산곡풍의 예측정확도를 평가하였다. 바람장 예측 정확도 평가에서 온도에 대한 자료동화효과는 매우 높게 나타났으나 바람벡터에 의한 자료동화는 상대적으로 낮게 나타난다고 보고하였다. 이러한 자료동화능력의 차이는 대기 오염장에도 영향을 미치며, 정확한 바람장 예보를 위하여서는 신뢰도가 높은 바람장 자료를 자료동화에 이용하는 것이 중요하다고 제안하였다. 이와 같이 바람장 자료의 신뢰성이 정확한 국지풍계예보에 중요한 요소가 된다.

이화운 등(2005)은 지상관측자료의 동화방법에 따라 바람장과 오염장 예측이 달라질 수 있음을 보였다. 지역적인 자료동화의 차이를 알아보기 위하여 자료동화를 실시하지 않은 경우와, 해안선 부근 자료, 해안선에 가까운 자료, 해안선에 먼 거리에 위치한 자료의 동화를 통한 06시 바람장과 대기 오염장을 분석하였다. 자료동화에 이용되는 관측 자료에 따라 국지바람장의 예측정도가 달라졌고, 이들 자료동화 정도의 차이는 대기오염분포에서도 잘 나타났다. 동일한 대기의 초기장을 사용하여도 관측자료 동화의 차이에 의하여 발생하는 기상장의 변화가 직접적으로 대기오염물질의 분포 변화에 영향을 미친다. 이러한 결과는 기상수치 자료동화에 사용되는 관측 자료의 대표성이 중요하며, 이러한 자료들에 의하여 바람장의 예측정확도도 달라질 수 있음을 의미한다.

그러므로 대표성을 가진 바람자료를 확보하기 위하여 바람장 자료를 비롯한 기상자료의 대표 반영, 즉 영향 반경에 대한 분석이 선행되어야 한다. 이러한 영향 반경은 중관적인 기상장, 지형, 인공구조물 등 여러 가지 요소에 의하여 좌우된다. 본 연구는 전라남도 광양지역의 지역적인 기상관측 자료를 이용하여 이 지역의 기상특성을 분석하고, 이 지역에 나타난 관측 기상자료 영향 반경 특성을 평가하여 잠재 풍력자원평가에 있어 기상 관측 자료의 효율적인 이용가능성에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 광양지역의 기상 특성

2.1 지형 특성 및 관측 자료

연구대상인 광양지역은 전라남도 동부 연안지역에

위치한 인구 80만의 대표적인 산업단지이며, 광양제철소를 비롯한 에너지 소비가 많은 공업시설이 다수 입주하고 있다. 그러므로 풍력에너지 등 신·재생에너지의 이용을 통한 에너지 효율을 극대화할 필요가 있으며, 대기 환경 보존의 측면에서도 정확한 바람장의 평가가 요구되는 지역이기도 하다.

그림 1은 대상지역의 지형과 관측지점을 나타낸 것이다. 지형적으로 광양만권은 해발 200 m 초과지역이 전체 48%인 235 km² 정도로 지리산과 백운산을 끼고 있는 산악지역이다. 광양 후방으로 지리산, 백운산, 불암산 등이 있어서 남쪽으로 급경사를 이루고

있기 때문에 국지 순환 형성에 있어서 강한 지형강제력이 작용한다. 그리고 광양의 전면으로 해안선이 위치한 전형적인 배산임수형의 지형을 이룬다. 이러한 산악과 복잡한 해안선으로 인하여 중관적인 순환장뿐 아니라 지형강제력과 열적인 불균등가열에 의한 중규모 순환장이 매우 복합적으로 표출되기 때문에 기상장 수치 모델링에 있어서 어려움이 있다.

그림은 또한 본 연구에서 이용한 기상자료의 관측소 위치를 나타내고 있다. 본 연구는 여수, 순천, 고흥, 진주, 남해 등 5개의 기상대급 관측소의 관측자료와 기상청에서 운용 관리하는 41개소 자동 기상관측

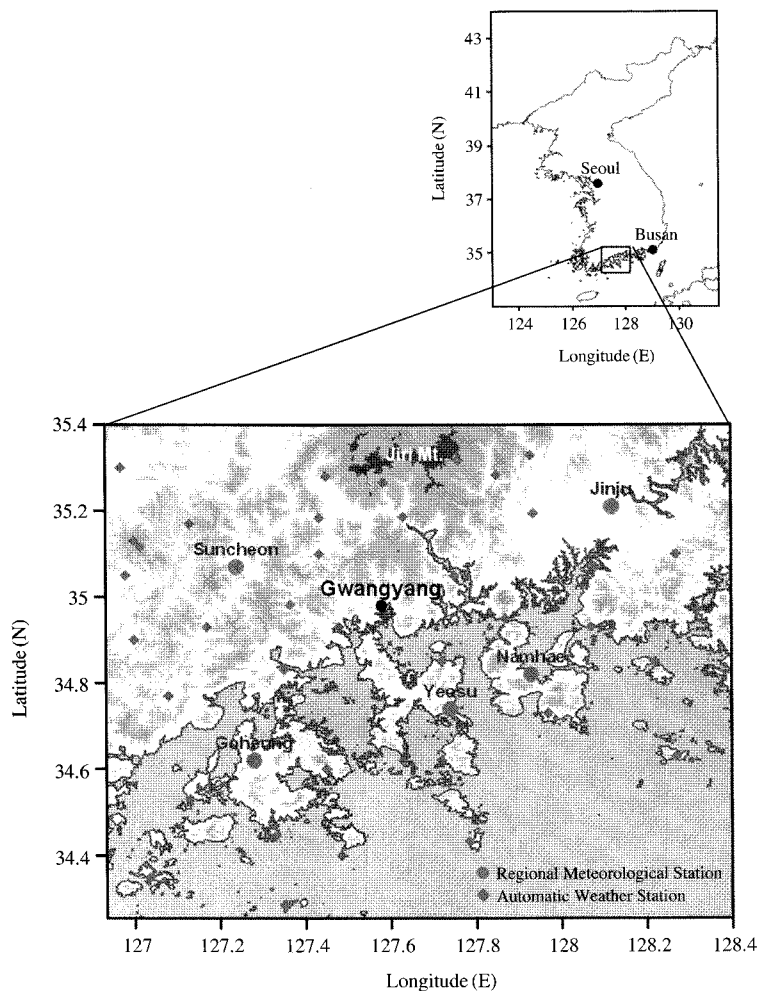


Fig. 1. Topography and location of Regional Meteorological Station (RMS) and Automatic Weather System (AWS). Closed circles and rectangular indicates the RMS and Aws, respectively.

장비의 자료를 이용하였다(그림 1). 5개의 기상대에서는 풍향, 풍속, 온도, 복사, 운량, 일조 등 전반적인 기상자료의 측정이 이루어지며, 무인 자동 기상관측 장비에서는 풍향, 풍속, 온도, 습도, 기압 등 5개의 주요 요소의 관측이 이루어진다. 본 연구에서는 잠재 풍력에너지 평가에 주안점을 두기 때문에 바람벡터 자료와 온도자료를 주로 이용하여 분석하였다. 연구 대상 기간은 2005년 1월과 8월의 자료를 분석하였으며, 관측시간 간격은 각각 10분 평균자료를 이용하였다.

2.2 통계 분석 방법

자료동화에서 관측자료의 영향 반경이란 관측자료가 대표성을 가질 수 있는 거리를 의미한다. 관측자료를 수치예측모형에 자료동화를 할 경우 이들 자료의 영향 반경을 정해주고 자료동화를 실시하여야 한다. 일반적으로 미국 등 넓은 평지가 위치하는 나라에서의 기상자료동화는 넓은 영향 반경을 취해도 예측정확도에 문제발생 소지가 적지만 우리나라와 같이 산이 많고 해안선이 복잡한 지형의 경우 영향 반경이 작아진다. 이러한 영향 반경을 고려한 자료동화에는 Cressman 방법, Ellipse 방법, 그리고 Banana 방법이 있다(Kalnay, 2003; Grell *et al.*, 1994; Cressman, 1959). 그림 2는 각각의 자료동화 방법을 설명하는 모식도이다.

먼저 Cressman 방법은 영향 반경을 원으로 가정하고 초기 추정치와 관측치의 차이를 이용하여 자료동화를 실시한다. 각 격자점에서 초기장과 관측값의 차이가 계산되어지면 일정한 반경을 가지는 격자값으로부터 관측값과의 거리의 차이에 따른 가중치를 두어 각 격자값에 동화시켜 관측값을 개선시킬 수 있다. 가중치(W_i)는 아래식에 의해서 결정된다.

$$W_i = \frac{R^2 - d_i^2}{R^2 + d_i^2} \quad \text{if } d_i < R$$

$$= 0 \quad \text{if } d_i \geq R \quad (1)$$

여기서 R , d_i 는 각각 영향 반경과 수치모형의 격자와 관측지의 거리를 의미한다. 그러므로 관측자료가 영향 반경 내에 존재하여야만 동화효과를 나타낸다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 격자값 P 는 관측값 O_2 , O_3 에 의해 영향을 받지만 O_3 의 영향 반경 밖에 위치함

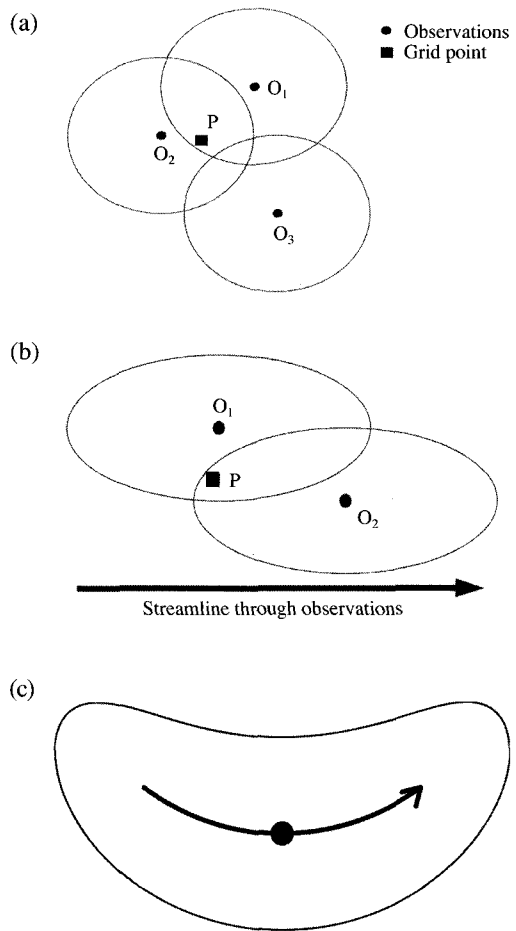


Fig. 2. Diagrams of data assimilation systems for (a) Cressman scheme, (b) Ellipse scheme, and (c) Banana scheme. Closed circles and rectangular indicate observation and modeled-estimated points, respectively.

으로 O_3 의 영향을 받지 않는다. 영향 반경 R 의 값은 초기장에 의해 달라진다. R 의 값이 너무 큰 경우에 분석장이 너무 평준화되고, R 의 값이 너무 작은 경우에 바람직하지 않은 정보가 발생한다. 이 방법은 자료동화의 기본 개념으로 적용된다. 따라서 영향 반경(R)을 정확히 분석하여야만 수치예측 정확도를 높일 수 있다. 이러한 Cressman 방법에 풍향에 대한 영향을 고려한 것이 Ellipse 방법과 Banana 방법이다.

Ellipse 방법의 경우 관측치의 바람강도에 영향을 받는다고 가정하고 영향 반경을 타원으로 가정하고

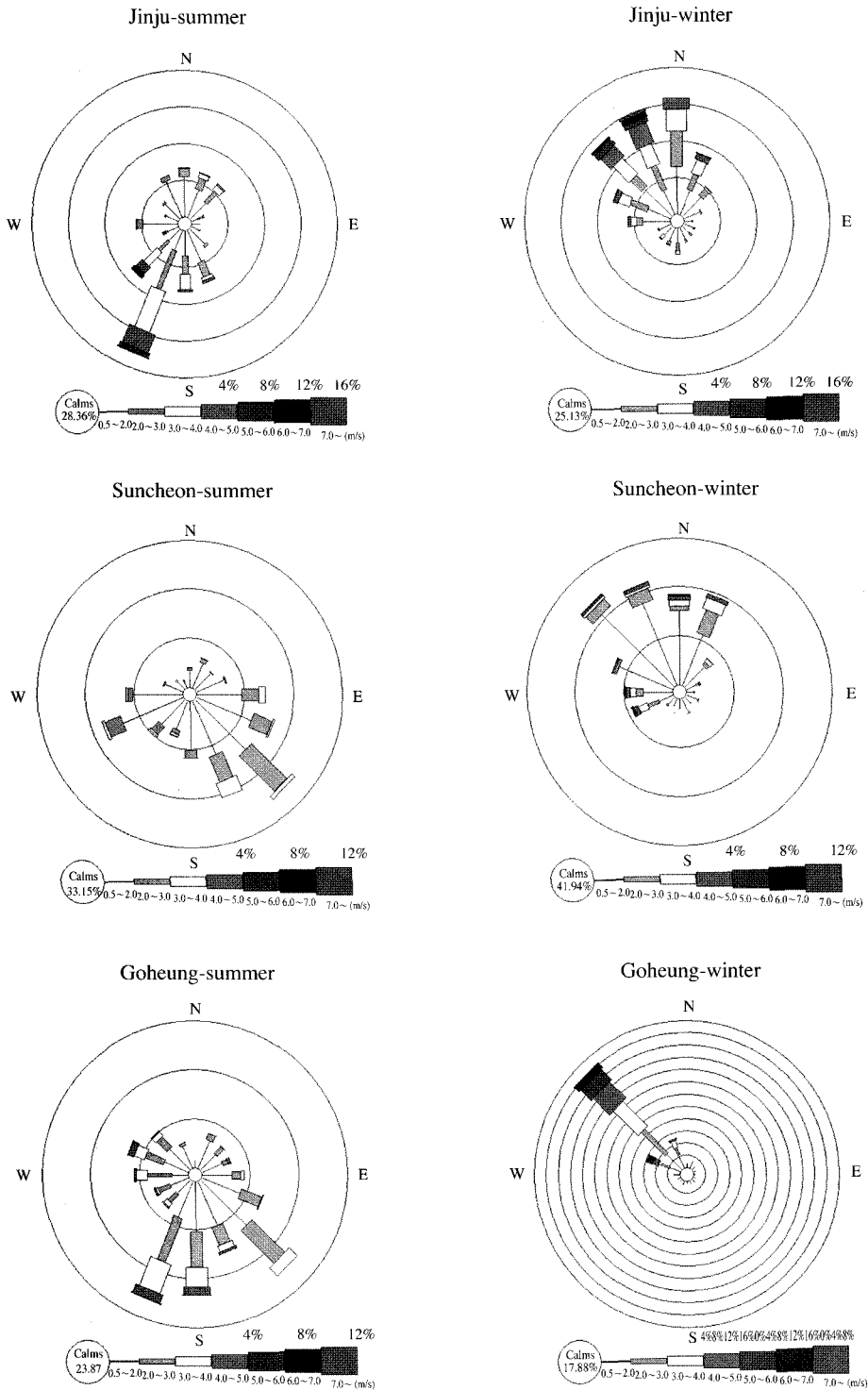


Fig. 3. Observational wind roses of Jinju, Suncheon, Goheung, Namhae, Yeosu at August and January 2005.

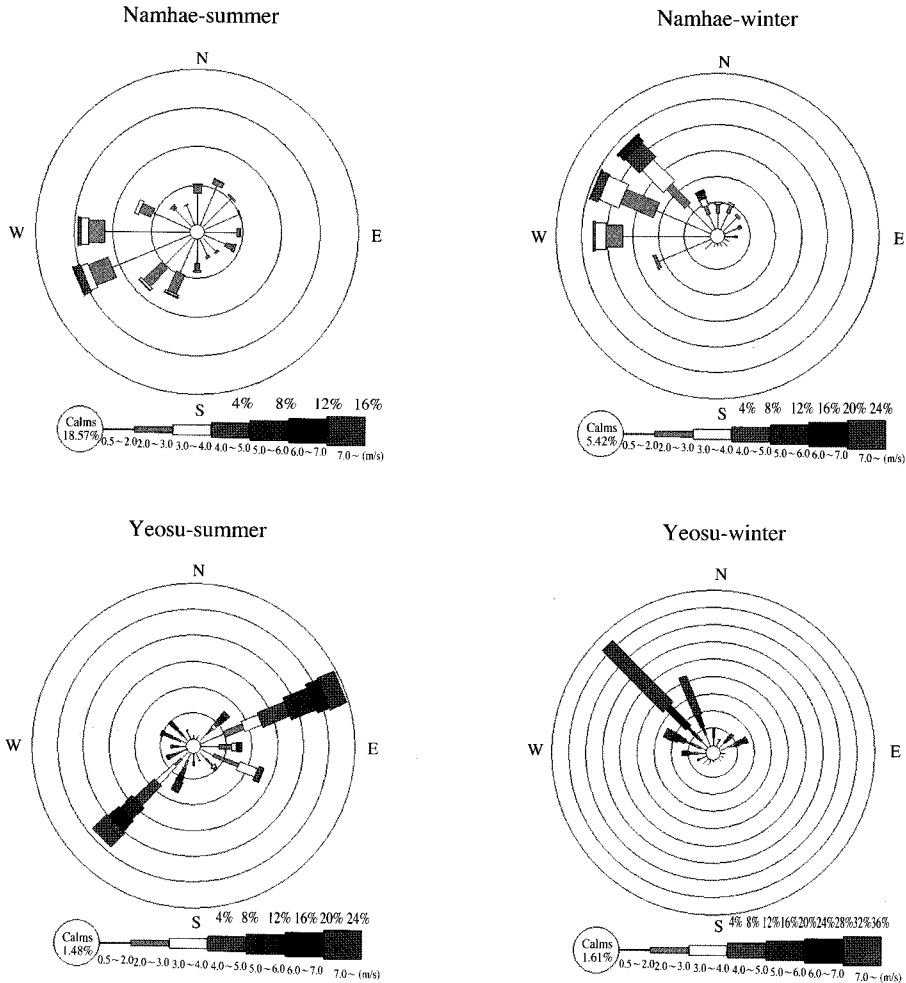


Fig. 3. Continued.

반경을 설정하는 방법이다. 그러므로 영향 반경의 종축과 횡축이 바람강도와 방향에 따라 달라지며 바람장의 풍향으로 길게 늘어트린 형태가 된다. 마지막 세 번째로 Banana 방법은 말 그대로 풍향이 직선이 아니고 전단응력을 가진 형태의 풍향일 경우 사용된다. 이 경우 영향 반경은 매우 복잡한 형태를 가진다. 바람과 상대습도의 자료동화에 주로 사용된다. 관측치의 대표범위가 풍향방향으로 길게 늘어날 뿐 아니라 유선을 따라 곡선의 형태를 유지한다.

이러한 각각의 기상요소에 작용하는 영향 반경의 변동을 살펴보기 위하여 5개 기상대급 관측 자료를

중심으로 각각의 관측 자료의 교차 상관관계를 구하였다. 교차 상관관계는 아래와 같이 설정하였다.

$$R = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2)$$

여기서 x_i 와 y_i 는 두 지점의 개별 관측치, \bar{x} , \bar{y} 는 각각 관측치의 평균치, σ_x , σ_y 는 각각의 표준 편차를 의미한다. 이들 관측치의 각 지점의 상호 상관을 구하면, 각 기상요소별 관측치의 영향 반경을 구체적으로 설명할 수 있다.

3. 기상 자료 영향 반경 분석

3.1 바람장 분석

광양지역의 바람에너지 평가를 위한 관측치의 대표성을 파악하기 위하여 먼저 이 지역의 장기적이며 계절적인 바람장의 분포를 분석하여야 한다. 그림 3은 1월과 8월의 5개 기상대(그림 1)에서 관측한 바람벡터를 바람장미로 표현한 것이다. 바람장미분석에 사용된 기상대 자료는 기상청이 직접 관리하고 있으므로 자료의 신뢰성은 매우 높다고 할 수 있다. 바람장미를 보면, 전 지역에서 겨울철의 풍속이 여름보다 강하게 나타난다. 이것은 종관적인 바람장과 일치하고 있다. 특히 여수와 고흥의 강풍속은 매우 특징적이다. 이러한 두지역의 강풍은 지리산과 고흥반도의 지형적인 영향으로 추정된다. 겨울철의 풍속의 차이에도 불구하고 풍향은 전 지역에서 북서풍으로 동일하게 나타난다.

그러나 여름철의 경우 지역적인 풍속의 차이는 줄어들지만 대신 풍향의 차이가 커진다. 대부분의 지역에서 주로 남풍이 강하게 나타나지만, 동풍과 서풍 등 다양한 풍향을 보인다. 특히 여수의 경우 남해와 가까운 거리에 위치하지만 풍향은 정반대로 나타난다. 남해에서는 서풍이 강하게 나타나고, 여수의 경우 서풍뿐 아니라 동풍 역시 높은 빈도로 나타난다. 이러한 여름철 풍향의 지역적인 변동은 종관적인 요인과 지형강제력이 반영된 중규모적인 요인의 결합으로 나타난 것이다. 여름철 종관적인 주풍향인 남서풍이 광양지역에 유입될 때 남해상을 통과한다. 남해상으로 유입된 공기는 광양지역의 복잡한 도서와 해안선에 의하여 국지적인 풍계가 종관풍인 남서풍이 아니고 서풍 또는 동풍으로 변한다. 특히 여수는 반도의 형태로 양쪽에 작은 반도가 감싸고 있는 지형적인 요인에 의하여 동풍과 남서풍의 극단적인 풍향이 나타난 것이다. 그러므로 광양지역의 경우 복잡한 해안선은 중규모 바람장의 풍향을 결정하는 요인으로 작용할 수 있다. 특히 여름철의 경우 이들 도서와 복잡한 해안선에 의한 중규모적인 지형강제력은 풍향을 결정하는 주요한 요소가 된다.

3.2 기상자료 영향 반경 분석

그림 4는 여름과 겨울철 5개의 기상대 관측 자료

를 중심으로 41개 AWS를 포함한 풍속에 대한 상관도를 나타낸 것이다. 먼저 내륙에 위치하는 순천과 진주를 보면 약하게나마 주풍향 방향의 상관성이 나타난다. 그림 3에서 살펴본 바와 같이 진주는 여름철에 남서풍, 겨울철에는 북서풍이 주풍향이 된다. 반면 순천의 경우 겨울철에는 진주와 마찬가지로 북서풍이 주풍향이지만, 여름철에는 남동풍이 주풍향이 된다. 그러므로 그림 4에서 보는 바와 같이 여름철 순천과 높은 상관성을 가지는 영역이 북서방향으로 나타난다. 반면, 진주의 경우 남동풍이 주풍향이 되어 높은 상관 영역이 남서-북동방향으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 그러나 겨울의 경우 진주는 북서풍이 주풍향이 됨에 따라 북서-남동으로 높은 상관 영역이 나타나지만, 순천의 경우 매우 복잡한 양상을 나타낸다. 이는 순천의 풍상측에 해당하는 위치에 백운산 등 복잡한 산악이 존재하기 때문으로 판단된다.

상대적으로 해양에 가까운 반도형태를 가지는 고흥, 여수, 남해를 중심으로 한 상관도를 살펴보면, 먼저 진주, 순천과 비교하여 높은 상관영역이 작은 것을 알 수 있다. 특히 여수의 경우 0.5 이상의 상관 영역은 매우 작게 나타나 독립적인 바람풍계를 가진다고 할 수 있다. 남해와 고흥의 높은 상관도 면적 역시 여수보다는 크지만 내륙에 위치하는 진주, 순천보다는 작다. 그러므로 복잡한 남해안 반도 지역의 바람장은 주변지역과의 상관도가 매우 떨어지고, 독립적으로 나타나는 특성을 가진다.

표 1은 5개 기상대 자료의 상호 상관도를 표로 나타낸 것이다. 전체적으로 상관도가 0.5 이하로 각각의 풍속 상관은 매우 낮게 나타난다. 특히 여수지역과 다른 지역의 상관도를 보면 여름철에 약간 증가하나 여름철 남해와의 상관을 제외하면 0.3 이하로 매우 낮은 상관을 보인다. 이는 여수지역 바람장과 다른 지역과 관련성이 매우 떨어진다는 것을 의미한다. 그러므로 여수지역의 바람장을 대표치로 설정할 경우, 그림 4에서 본 바와 같이 영향 반경을 작게 설정하여야 하며, 자료동화의 가중치를 작게 주어야 한다.

그림 5는 여름과 겨울철 5개의 기상대 관측자료를 중심으로 41개 AWS를 포함한 온도에 대한 상관도를 나타낸 것이다. 온도의 상관도는 평균 0.75 이상으로 바람에 비하여 상호 상관도가 매우 높게 나타난다. 이것은 바람에 비하여 온도성분이 지형에 대한

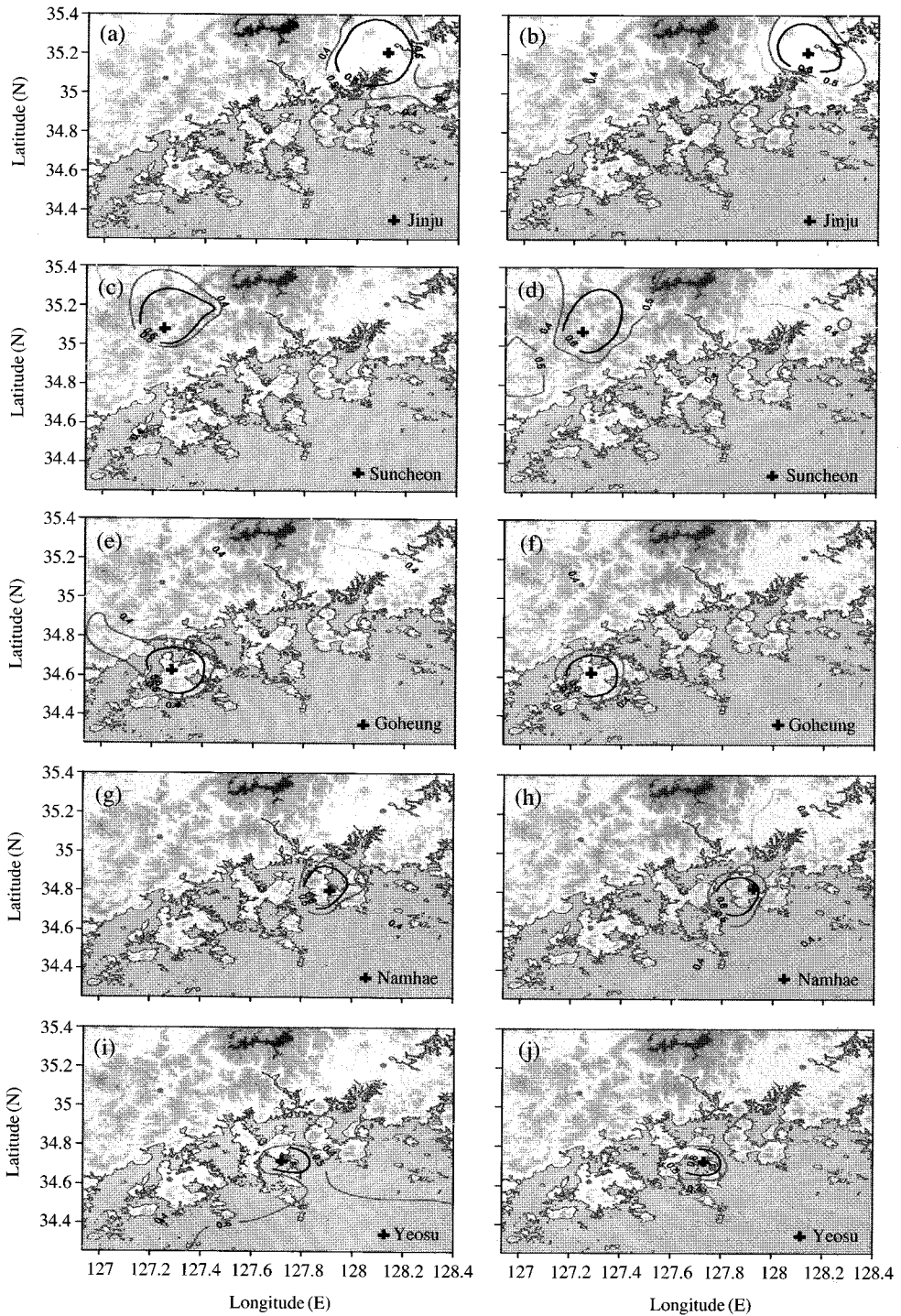


Fig. 4. Distribution of wind speed correlation at Jinju (a, b), Suncheon (c, d), Goheung (e, f), Namhae (g, h), and Yeosu (i, j). Cross indicates the location of reference station. Left and right panels are correlation values for summer and winter seasons, respectively.

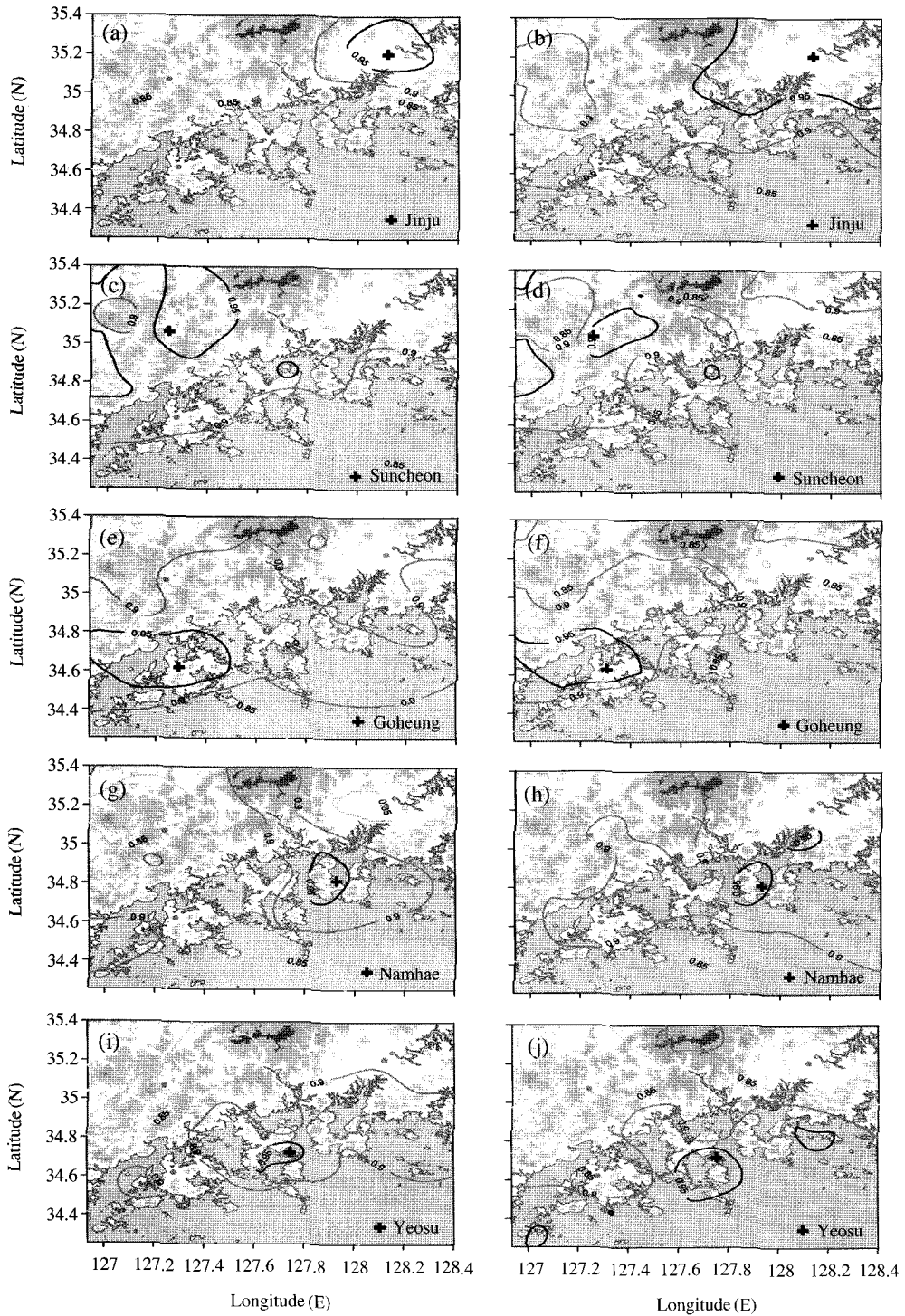


Fig. 5. Same as Fig. 4 except for surface air temperature.

Table 1. Reference target wind speed correlation matrix for each regional meteorological station at winter and summer seasons.

	Winter					Summer				
	Yeosu	Jinju	Suncheon	Goheung	Namhae	Yeosu	Jinju	Suncheon	Goheung	Namhae
Yeosu	1.0000	0.2992	0.2571	0.2317	0.1582	1.0000	0.2637	0.0877	0.2902	0.4385
Jinju		1.0000	0.4289	0.3795	0.3562		1.0000	0.2592	0.1769	0.4277
Suncheon			1.0000	0.4006	0.2784			1.0000	0.4431	0.2527
Goheung				1.0000	0.2782				1.0000	0.3289
Namhae					1.0000					1.0000

Table 2. Same as Table 1 except for surface temperature.

	Winter					Summer				
	Yeosu	Jinju	Suncheon	Goheung	Namhae	Yeosu	Jinju	Suncheon	Goheung	Namhae
Yeosu	1.0000	0.7590	0.7881	0.8287	0.9132	1.0000	0.8936	0.8632	0.8797	0.9233
Jinju		1.0000	0.8976	0.8797	0.8366		1.0000	0.9249	0.8951	0.9337
Suncheon			1.0000	0.9213	0.8622			1.0000	0.9273	0.9116
Goheung				1.0000	0.8893				1.0000	0.9035
Namhae					1.0000					1.0000

영향을 덜 받는 것을 의미하며, 이는 Lee et al. (2007a)의 부산지역의 결과와 일치한다.

높은 상관 분포형태를 살펴보면, 온도 상관의 경우 그림 4의 바람 상관분포도와 매우 다른 형태를 나타낸다. 바람의 경우 매우 독립적으로 작용하며 작은 영향 반경을 나타내는 데 비하여, 온도의 상관도는 겨울철 진주 상관 분포를 제외하고 매우 넓게 그리고 해안선에 평형하게 분포하는 경향을 나타낸다. 겨울철 진주의 경우 풍상측 바로 정면에 지리산이 존재하고, 다른 지역에 비하여 상대적으로 내륙에 위치하기 때문에 독립적인 온도 상관분포를 나타낸다고 할 수 있다.

표 2는 온도에 대한 5개 지역의 상호 상관도를 나타낸 표이다. 상관값이 최소 0.76 이상으로 매우 높은 상관을 나타낸다. 그리고 전체적인 상관도가 겨울철 보다는 여름철에 높게 나타난다. 특히 내륙에 위치하는 진주와 순천에 대한 다른 지역의 상관도 보다는 지형상 반도 지역에 위치하는 고흥, 여수, 남해의 상관도가 높게 나타난다. 이것은 온도의 경우 산악 등 지형의 영향보다는 바다에 얼마나 가까이 위치하는가가 주요한 요인으로 작용하는 것을 의미한다. 그러므로 온도의 경우 영향 반경을 설정할 때 바람장의 영향 반경보다 크게 설정할 수 있으며, 그에 대한 자료동화효과 역시 바람장 자료동화보다는 크

다고 볼 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 한반도 남해안에 위치한 대규모 공업지역인 광양지역의 잠재 풍력에너지 평가를 위하여 기상 관측 자료의 영향정도를 분석하였다. 분석에 사용된 자료는 2005년 1월과 8월에 관측한 광양지역 5개 기상대와 41개 AWS 관측 자료를 이용하였다. 관측지점별로 정규 관측 자료와의 상관계수를 수치모형상의 최적의 가중치 설정함에 있어서 광양지역의 기상관측자료가 가지는 특징을 살펴보았다. 본 연구는 풍력자원 평가의 기초자료로 제공하기 위한 것이기 때문에 풍속을 중심으로 분석을 실시하였다. 그리고 지상관측자료 중 신뢰성이 높고 주요한 자료인 온도에 대한 지역별 상관 특성도 함께 나타내었다.

광양지역 바람은 겨울철에 지역에 상관없이 북서풍이 강하게 나타나고 있으나 여름철의 경우 다양한 방향의 바람이 불어온다. 특히 여수의 경우 동풍과 서풍의 양극단의 바람이 주로 분다. 이것은 여수가 반도형태의 지형으로 양단에 고흥과 남해의 위치에 의한 것이다. 관측 기상요소의 영향 반경을 상관분석을 통하여 알아보았다. 바람의 영향 반경은 매우 독

립적으로 나타나며 크기도 작게 나타났다. 그리고 상대적으로 내륙에 위치한 순천, 진주보다 복잡한 해안선의 반도에 위치한 여수, 고흥, 남해의 영향 반경은 그 지역을 벗어나지 못하고 원형으로 매우 작게 나타난다.

반면 온도의 경우, 원형의 영향 반경이 나타나지 않고 해안선에 평행하게 높은 상관성이 나타난다. 해안에서의 거리가 온도의 상관을 좌우하는 요소이다. 그리고 전체적인 각 지역의 상관도가 풍속에 비하여 매우 높게 나타난다. 온도상관은 내륙에 위치하는 진주, 순천보다 고흥, 여수, 남해의 반도지형에서 매우 높게 나타난다. 이것은 내륙에 위치하는 산악지형과 해양의 영향 때문으로 사료된다.

바람장 자료를 자료동화에 이용할 경우, 영향 반경의 크기를 작게 설정하여야 하며, 특히 여수 등 반도지형일 경우 반도지역의 폭보다 작게 원형 반경을 설정하여야 한다. 그러나 온도의 경우 원형 반경 설정의 제한이 적어 큰 원형 반경의 설정이 가능하며, 온도 상관도는 지형의 영향을 덜 받기 때문에 관측지의 제약이 덜하다. 그러므로 광양지역의 잠재 바람에너지 예측을 위하여 사용하는 기상관측자료는 최소한 각 지역의 대표성을 가진 3개 이상의 바람장 자료를 이용하여야 하며, 온도장의 경우 그보다 작지만 대표성을 가질 수 있는 자료를 선별하여 사용하여야만 정확도 높은 바람에너지를 평가할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 신재생에너지 기술 개발사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

김현구, 이화운, 정우식 (2005) 한반도 바람지도 구축에 관한 연구: I. 원격탐사자료를 이용한 해상풍력 자원 평가, 한국대기환경학회지, 21(1), 63-72.
 김현구, 최재우 (2002) 풍력에너지 이용 및 개발현황, RIST 연구논문, 16(4), 479-485.
 김현구, 최재우, 손정봉, 정우식, 이화운 (2003) 풍력발전 단지

조성을 위한 바람환경 분석, 한국대기환경학회지, 19(6), 745-756.
 류찬수, 신유미, 이순환 (2004) 해안지형 복잡성이 중규모 순환장에 미치는 영향에 관한 수치실험, 한국기상학회지, 40(1), 71-86.
 이순환, 박광순 (2006) 해수면 온도변화에 따른 제주도 후면 흐름구조 변화에 관한 수치연구, 한국지구과학회지, 27(1), 61-72.
 이순환, 박근영, 류찬수 (2006) 레이다 자료동화에 따른 기상장 모의 민감도에 관한 수치연구, 한국환경학회지, 15(1), 9-19.
 이화운, 원혜영, 최현정 (2004) 복잡한 해안지역에서의 기상관측 자료를 이용한 대기 유동장 수치모의, 한국대기환경학회지, 20(5), 633-645.
 이화운, 원혜영, 최현정, 김현구 (2005) 광양만권에서의 자료동화된 대기유동장이 대기오염 물질의 확산장에 미치는 영향에 관한 수치모의, 한국대기환경학회지, 21(2), 169-178.
 Bechrakis, D.A. and P.D. Sparis (2004) Correlation of winds speed between neighboring measuring stations, IEEE Transactions on Energy Conversion, 19(2), 400-406.
 Cressman, G. (1959) An operational objective analysis system, Monthly Weather Review, 87, 367-374.
 Grell, G.A., J. Dudhia, and D.R. Stauffer (1994) A description of the fifth-Generation Penn State/NCAR meso-scale model (MM5). NCAR Technical Note, NCAR/TN-398+ST, 117pp.
 Kalnay, E. (2003) Atmospheric modeling, data assimilation and predictability, Cambridge University Press, Cambridge. UK. p.136-204.
 Lee, S.-H., D.-H. Kim, and H.-W. Lee (2007b) Satellite-based assessment of the impact of sea-surface winds on regional atmospheric circulations over the Korean Peninsula, International Journal of Remote Sensing, (now print)
 Lee, S.-H., Y.-K. Kim, H.-S. Kim, and H.-W. Lee (2007a) Influence of dense surface meteorological data assimilation on the prediction accuracy of ozone pollution in the southeastern coastal area of the Korean Peninsula, Atmospheric Environment, 41 (21), 4451-4465.
 Salmon, J.R. and J.L. Walmsley (1999) A two-site correlation model for wind speed, direction and energy estimates, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 79, 233-268.