

## SAR영상에 의한 복잡해안지역 해상풍 분석

황 효정<sup>1)</sup>, \*김 현구<sup>2)</sup>

### Analysis of Sea Surface Wind over the Complex Coastal Area Using SAR images

Hyojung Hwang, \*Hyun-Goo Kim

**Abstract** : This paper is foundation paper about national wind map verification using remote sensing, based on analysis of comparison between numerical simulation and remote sensing on complex coastal area of regional coast. As a result analysis using NCAR/NCEP, wind direction of numerical simulation and remote sensing is same. but, wind direction of some case is showed different. Such as this result, if it would be used without verification of analyzed data, present ability of occurring lots of error, and it will be verified based on using survey data or atmospheric data.

**Key words** : Offshore Wind (해상풍), Complex Coastal Area (복잡해안지역)

#### 1. 서론

현재 풍력산업은 육상에서 해상으로 그 관심이 옮겨가고 있다. 해상은 육상에 비해서 장애요인이 적기 때문에 바람이 더 우수한 장점이 있으며, 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있으므로 해상에서의 풍력발전이 더욱 유용할 것이라 예상된다. 이에 따라 해상의 풍력단지 설계가 요구되는데 현재 해상 풍력자원의 관측자료는 매우 제한적이기 때문에 단지 설계의 신뢰도가 낮으며, 이에 따른 사업의 위험도도 높다. 이를 극복하고자 풍력기술이 앞서있는 유럽에서는 전 해역 해상조건의 파악이 용이한 원격탐사를 이용하여 해상풍력자원평가를 위한 기술개발 연구를 진행하고 있다.

국내에서의 원격탐사를 이용하여 해상풍력자원을 평가한 연구는 SAR 영상에서 해상정보를 추출하는 기법에 대한 연구<sup>1)</sup>, SAR 영상에서 산출된 해상풍과 실측 값 간의 비교 연구<sup>2)</sup> 등의 원격탐사의 분석기법 연구 또는 원격탐사의 결과를 실측값과 비교하는 연구들이 주를 이루었다. 그러나 산업현장에서는 원격탐사 자체를 사용하기도 하지만, 원격탐사와 기존에 사용하던 모델과의 적절한 조화를 통해 활용성을 높이고자 한다.

이러한 맥락에서 본 논문은 김현구(2009) 등의 위성영상과 해상풍 수치바람모의의 풍속, 풍향의 공간 분포를 비교분석한 결과 전체적인 공간분포 패턴을 유사하지만 연안에서 수치바람모의가 위성영상과 확연한 차이를 보인다는 연구<sup>3)</sup>를 배경으로 하여 연안 부근의 복잡해안지역을 중심으로 중규모 수치기상모델 중 신뢰성을 인정받고 있는 MM5 (Mesoscale Model version 5)로 수행된 한반도 해역 수치바람모의 결과와 SAR 위성

영상에서 추출된 해상풍을 비교 분석 함으로써 원격탐사를 이용한 국가바람지도 검증에 대한 기본 연구를 수행하였다.

#### 2. 자료 및 방법

##### 2.1 원격탐사

위성영상은 능동센서이며 마이크로파를 사용하는 SAR(Synthetic Aperture Radar: 합성개구레이더) 영상으로 전천후로 사용이 가능하고 야간에도 촬영이 가능한 장점이 있다.

SAR 영상으로는 ENVISAT 이미지 모드를 사용하였으며 해상풍 추출은 프랑스 CLS Boost Technologies의 SARtool Wind 소프트웨어를 이용하여 분석하였다. SARtool Wind는 SAR 영상의 후방산란으로 인한 영상의 밝기와 풍향 정보를 사용하여 고해상도의 해상 풍속분포를 추출한다. 추가적으로 입력하여야 하는 풍향 정보는 재해석 기상자료를 활용하거나 인근의 육지 기상자료 또는 영상자료의 직관적인 판독을 통하여 풍향정보를 입력할 수 있다. 풍속 계산은 산란모델(scattering model) 중 CMOD-IFR2 모델을 적용하였다.

##### 2.2 수치모의모델

국가바람지도를 작성한 수치모델은 3차원 중규모 기상모델인 MM5(The Fifth-Generation

1) 한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터  
E-mail : hjhwang@kier.re.kr  
Tel : (042)860-3099 Fax : (042)860-3543

2) 한국에너지기술연구원 풍력발전연구센터  
E-mail : hyungoo@kier.re.kr

Mesoscale Model)로 미국기상센터(National Center for Atmospheric Research)와 펜실베이니아 주립대학이 공동 개발한 후 지속적으로 개선되어온 모델이다. 현재 이 모델은 세계 각국의 여러 대학과 연구소에서 사용되고 있으며, 한국 기상청에서 현업모형으로 사용하고 있는 모형으로 많은 선행연구에 의하여 안정성과 신뢰성을 확보하였다.

### 3. 결과 및 고찰

연구 대상지역은 리아스식 해안으로서 복잡한 지형을 잘 나타내고 있으며 주변에 섬으로 인하여 바람의 영향으로 발생하는 후류영향을 확인 할 수 있을 것이라 판단되는 제주도과 진도 사이의 남서 해안에 위치한 보길도 부근 해역으로 선정하였다. 위성영상은 후류가 잘 나타나고, 바람의 방향이 선명하게 보이는 영상으로 선택하여 분석하였다.

대표적으로 2005/06/29의 영상을 살펴보면 바람의 흐름도 잘 나타나있으며, 섬에 의한 바람이 혼적도 잘 나타나있다. 영상에서 보이는 바람의 방향은 남서풍이며, 이 영상을 NCAR/NCEP의 재해석 자료로 분석을 하였더니 같은 결과를 보였다. 또한 수치모의된 바람지도와 같은 풍향을 나타내고 있어 직관적 바람 추출, 재해석 자료 분석, 수치모의 등의 3가지의 방법으로 추출된 해상풍이 동일한 바람 방향을 나타내고 있는 것을 확인 할 수 있다.

그러나 비교한 영상 중에서 Fig. 1과 같이 3가지 방법으로 추출된 풍향이 같은 방향을 나타내는 사례가 적게 나타나 수치모의와 원격탐사의 풍향 계산시 동일한 자료를 사용하였기 때문에 풍향은 모두 동일하게 나올 것이라는 예상을 빚나가는 결과를 보여 주었다.

또한 풍속 분포에서 영상의 결과는 저풍속, 수치모의의 결과는 고풍속으로 차이를 보이는데, 이것은 영상의 검은 부분이 저풍속대로 인식되어 나타나는 현상이다. 영상에서는 매끈한 부분은 후방산란이 커서 영상에서 검은 색으로 표현되고, 분석시 이것이 저풍속으로 인식이 된다. 영상에서는 미생물에 의해 연안 부근이 검은색으로 표현되곤 하는데, 기상 조건의 영향을 받았을 것이라는 것 또한 배제 할 수는 없으므로 실측자료 또는 기상자료와의 확인을 통해서 보정하여야 한다.

풍향이 다르게 나타나는 날 중 2006/03/16의 영상을 살펴보면 영상이 밝고 바람의 흔적들이 잘 나타나있으며, 섬 뒤쪽으로 후류효과도 확실하게 보인다. 영상에서는 바람이 동풍이지만, NCAR/NCEP의 재해석 자료를 이용한 분석에서는 남동풍을 나타내고 있다. 반면 수치모의의 결과에서는 영상 자체에서 보여주는 것과 동일한 동풍을 나타내고 있어 NCAR/NCEP이 계산한 결과만이 다른 결과를 보여주고 있다.

이러한 결과는 수치모의와 위성영상을 상호 검증자료로 사용하거나 검토하지 않고 분석된 값을 그대로 사용하였을 경우 큰 오차를 가져올 수 있다는 것을 잘 나타내고 있다. NCAR/NCEP과 수치모의의 결과가 다르게 나온 경우 어떠한 값이 정확하게 계산되어져 나온 값인지는 실측

자료 또는 기상자료 등의 기타 자료를 추가로 검증하여야 할 것이다.

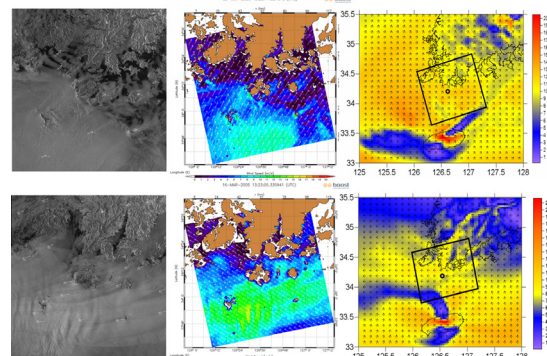


Fig. 1 Comparison of offshore wind

### 4. 결론

본 연구는 한반도 해상풍력자원평가 중 바람 지도와의 검증방법론을 수립하기위해 복잡해안 지역인 보길도 인근 해역을 중심으로 MM5 수치기상모델에 의한 수치바람모의와 SAR위성영상으로부터 추출한 해상풍을 비교 분석하였다. 그 결과, 같은 재해석자료를 사용했음에도 불구하고 수치모의의 바람지도와 위성영상의 결과가 확연히 다른 사례들을 확인 할 수 있었다. 이 문제를 해결하기 위해서는 실측자료와의 비교 및 검증이 필요하며, 향후 이러한 문제점을 개선할 수 있는 방법론이 고안되어야 할 것이다.

### References

- [1] 강문경, 박용욱, 이훈열, 이문진, 2007, "SAR를 이용한 해풍, 파랑, 해류 추출 기법 연구", 한국항해항만학회지, Vol. 31, No. 1, pp. 35-42.
- [2] 윤홍주, 박광순, 김상익, 2006, "SAR자료를 이용한 해상풍 산출 및 현장 자료간의 비교, 검증", 한국해양정보통신학회논문지, Vol. 10, No. 4, pp. 706-706.
- [3] 김현구, 황효정, 이화운, 김동혁, 김덕진, 2009, "위성영상 해상풍 추출에 의한 수치바람모의 검증", 한국환경과학회지, Vol. 18, No. 8, pp. 847-855.