

남한지역 풍력자원 평가를 위한 바람권역 분류

정우식*, 김현구**, 이화운***, 박종길****, 이순환*****, 최현정,*****김동혁*****

*인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터 (wsjung1@inje.ac.kr)

**한국에너지기술연구원 풍력발전연구단 (hyungoo@kier.re.kr)

***부산대학교 지구환경시스템학부 (hwlee@pusan.ac.kr)

****인제대학교 대기환경정보공학과/대기환경정보연구센터 (envpjk@inje.ac.kr)

***** 부산대학교 BK21 연안환경시스템사업단 (shlee@pusan.ac.kr)

*****부산대학교 지구환경시스템학부 (coastalian@pusan.ac.kr)

*****부산대학교 지구환경시스템학부 (heakee@pusan.ac.kr)

Classification of Wind Sector for Assessment of Wind Resource in South Korea

Woo-Sik Jung*, Hyun-Goo Kim**, Hwa Woon Lee***, Jong-Kil Park****,
Soon-Hwan Lee*****, Hyun-Jung Choi***** and Dong-Hyuk Kim*****

*Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment
Information Research Center, Inje University (wsjung1@inje.ac.kr)

**Korea Institute of Energy Research (hyungoo@kier.re.kr)

***Division of Earth Environmental System, Pusan National University (hwlee@pusan.ac.kr)

****Department of Atmospheric Environment Information Engineering/Atmospheric Environment
Information Research Center, Inje University (envpjk@inje.ac.kr)

*****BK21 Coastal Environment System Research, Pusan National University (shlee@pusan.ac.kr)

*****Division of Earth Environmental System, Pusan National University (coastalian@pusan.ac.kr)

*****Division of Earth Environmental System, Pusan National University (heakee@pusan.ac.kr)

Abstract

We classified wind sectors according to the wind features in South Korea. In order to get the information of wind speed and wind direction, we used and improved on the atmospheric numerical model. We made use of detailed topographical data such as terrain height data of an interval of 3 seconds and landuse data produced at ministry of environment, Republic of Korea. The result of simulated wind field was improved. We carried out the cluster analysis to classify the wind sectors using the K-means clustering. South Korea was classified as 10 wind sectors which have a clear wind features.

Keywords : 바람권역(Wind sector), 풍력자원 (Wind resource)

1. 서 론

우리나라는 좁은 공간적 영역 내에서도 지형적으로 복잡다양한 경사와 굴곡을 나타내고 있으므로 공간적으로 바람의 일률성이 현저히 낮게 나타나는 특성이 있다. 이로 인해 풍력자원 개발을 위한 바람특성의 평가, 단지개발에 있어 일정 규모 이상의 영역을 포괄하거나 대표하는 바람정보 생산 등이 고도로 어려운 것이 사실이다. 따라서 평탄형 지형구조를 가지는 일부 외국의 경우와 달리 풍계의 변화가 일률적이지 않으므로 풍력단지개발에 있어 유사 풍향정보를 나타내는 영역의 구분과 이에 대한 정보의 활용이 필요한 것이다. 국내에서도 이전에 우리나라의 지상풍을 유형별로 분류한 연구¹⁾가 있었으나, 이 연구에서는 전국에 설치된 기상관측소 중에서 54개 지점에서의 기상정보만을 활용하였고, 더욱이 공간적인 바람권역의 구분이 아니라 바람의 유형을 분류한 연구였기에 풍력자원개발의 활용적 측면에서 공간적 해상도가 너무 낮으며 유사풍계에 대한 정보를 제공하고 있지 않다는 문제점이 있다.

따라서 본 연구에서는 풍계의 복잡성과 다양성이 복합적으로 나타나는 남한 지역 전역을 대상으로 유사 바람특성을 나타내는 풍계(바람)권역의 분류를 수행하여 구분된 권역별 상세 바람특성 분석과 함께 공간적 범위 정보를 제공하고자 한다.

2. 기상장 수치모의

육지에서의 풍력에너지에 대한 예측 및 진단과정은 다른 어떠한 과정보다 정확하고 객관적으로 수행되어야 한다. 이는 풍력발전기의 허브(Hub)가 회전하는 고도에서 풍속의 작은 오차가 결국은 풍력에너지의 큰 오차로 직결되기 때문에 실제 회전축 고도에서의 풍속의 예측 및 진단이 중요하다는 것을 의미하는 것이다. 하지만 우리나라의 경우에는

좁은 영역에서 국지적 대기순환계의 발생과 변화로 인해 짧은 시간, 좁은 공간에서의 정확한 분석과 판단이 어렵다. 그리고 육상에 설치되어 있는 대부분의 정규기상관측지점과 자동기상관측지점(AWS)에서는 지형고도 10m에서의 바람정보를 도출하므로 일반적인 풍력발전기가 회전하는 70~100m에서의 바람정보를 분석할 수 없어 정확한 풍력에너지정보를 파악하기 어려운 점이 있다. 그러므로 시·공간적으로 충분한 해상도의 기상정보를 도출하여 우리나라 남한 지역의 육상 풍력자원 평가를 위해서는 기상수치모의 시스템의 구축과 이를 활용한 우리나라 전역에서의 균일한 간격의 격자화된 기상정보의 도출이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 미국 NCAR에서 개발된 MM5^{2,4)}를 이용하여 기상장 수치모의를 수행하였다.

2.1 지형고도 경계자료

본 연구의 기상수치모의에 기본 자료로 사용되는 지형고도자료는 격자구조의 분석시스템 특성상 실제 지형과 왜곡이 생기게 된다. 이를 극복하기 위하여 환경부 지리 정보시스템의 지형고도 자료(Ministry of Environment, Digital Elevation Model)에서 제공하는 해상도 3초(90m)의 지형 고도자료를 기존의 기상장 모델에 포함된 지형 고도자료보다 약 10배로 고해상도화 하여 모델 내에서 새로운 지형 고도자료로서 안정적으로 수행될 수 있도록 구현하였다. 이러한 초고해상도 지형자료는 육지내륙의 정확한 지형정보와 해안선 정보를 도출할 수 있다. 일반적으로 사용하는 미국 지질조사원 고도자료는 1.1km의 공간분해능을 가지고 있는데 수치모형상의 연안지역 고도가 과대평가되는 경향을 가진다. 본 연구에서는 육지내의 고도자료의 정확도가 무엇보다 중요하다.

30m간격의 지형입력자료를 고해상도 분석

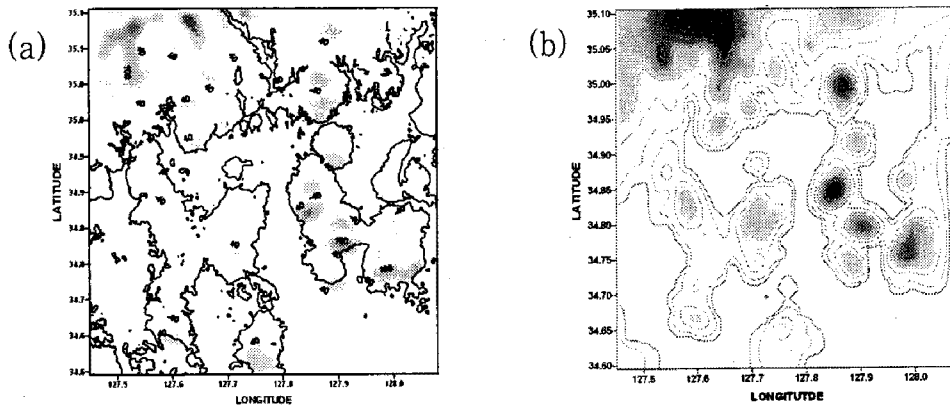


Fig. 1. Schematic expression of topographical resolution ($\Delta x = 90\text{m(a)}, 1100\text{m(b)}$)

시스템에 입력시키려면 지형 및 해안선의 상세내외삽이 필요하다. 우리나라의 실제지형은 복잡다양하므로 지형자료를 생산할 때에는 격자 주위 4개 지점의 고도를 읽어 선형적으로 내삽하는 형태를 취하여야 하며 수치계산의 안정성을 고려하기 위해 smoother algorithm을 반영하고, 도메인 경계지역의 지형고도는 더 큰 도메인의 고도와 일치시켜야 한다.

2.2 지표면 토지이용자료

지표면 토지이용도는 지표면 성질에 따른 대기의 영향을 평가하는 중요한 요소가 된다. 토지피복지도는 지표면 상태를 가감 없이 나타내기 때문에 다른 어떤 자료보다도 상세한 표면정보를 나타내는 장점이 있다.

위성이미지 (Landsat TM)를 이용하면 토지이용의 형태 중 도시역과 비 도시지역에

다른 토지이용의 형태를 분류할 수 있다.

현재 환경부에서는 Landsat TM 위성영상과 SPOT 위성영상을 합성하여 한반도 위성영상지도를 제작하여, 시가지/건조지역, 농업지역, 산림지역, 초지, 습지, 나지, 수역의 7개 분류항목으로 구성된 지상해상도 30 m급(기존의 USGS land-use 해상도에 비해 30배 고해상도화)의 대분류 토지피복지도(축척 1:50,000)를 제작하였으며, 본 연구에서는 안정적으로 모델 내에 적용하여 지표면의 해상도에 따른 기상장과 대기질의 변화를 수치모델의 하고자 한다.

3. 바람권역 분류

본 연구에서는 수치기상모델을 통해 도출된 풍향/풍속을 이용하여 유사한 바람특성

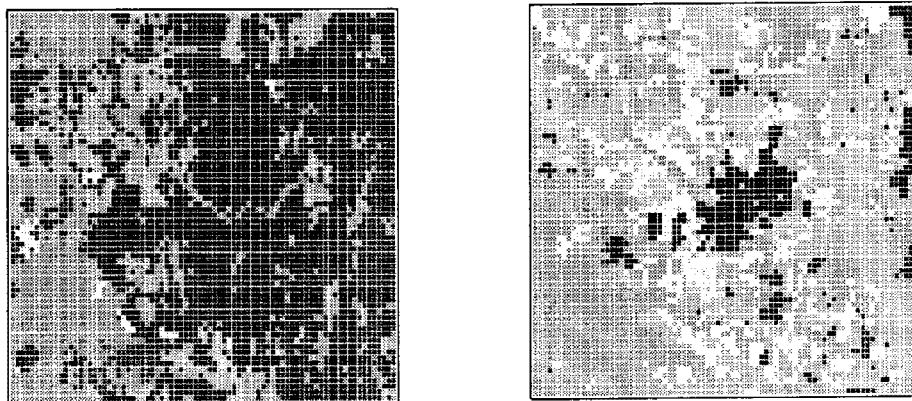


Fig. 2. Expression on surface landuse (left : KME-LU, right : USGS-LU)

분석을 수행하였다. 일반적으로 풍향은 $0^{\circ}\sim 360^{\circ}$ 의 범위 내에서 반복적인 값을 나타내며 0° 와 360° 는 동일한 바람을 나타낸다. 따라서 풍향값에 대해 일반적인 산술평균을 취하게 되면 전혀 의도하지 않는 오류결과를 도출하게 되므로 유사풍계를 나타내는 바람 권역 구분 목적의 군집분석에서는 풍향/풍속을 그대로 활용하지 않고 두 기상요소를 활용하여 바람의 동서성분(u)과 남북성분(v)로 분류하여 연구에 활용한다.

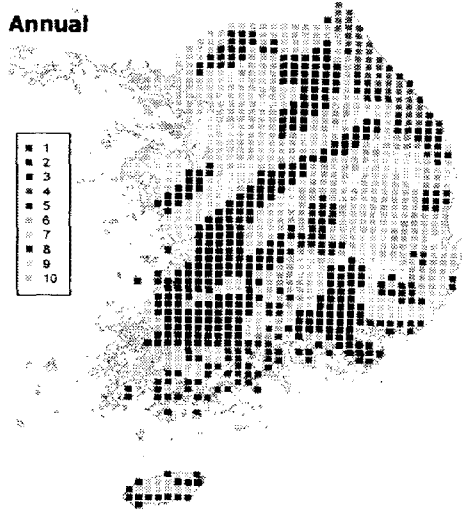


Fig. 3. Result on classification of wind sectors in South Korea.

본 연구에서 활용한 K-평균 군집분석은 계층적 군집분석과는 달리 개체가 어느 한 군집에만 속하도록 하는 상호배반적 군집방법이다. 이 방법은 군집의 수를 미리 정하고, 유클리드 거리를 계산하여 그 거리 측도에 따른 유사성에 따라 각 개체가 어느 군집에 속하는지를 분석하는 방법으로서 대량의 데이터의 군집분석에 유용하게 이용되는 가장 보편적 통계 분류분석 방법이다. 동시에 해석상에 유의함과 용이성도 많은 연구에서 알려진 바 있다.⁵⁾

4. 결 론

우리나라의 지형적/지리적 특성을 고려한

상세 기상장 수치모의를 수행하는데 있어 지형자료 및 지표특성자료의 정밀화를 통해 기존의 기상장 수치모의 결과보다 더욱 향상된 기상정보 도출이 가능하였다. 이를 바탕으로 격자화된 자료를 활용하여 바람권역 분류를 위한 군집분석을 수행한 결과, 우리나라는 기본적으로 바람특성이 상이한 10개의 권역으로 분류되는 기초결과가 도출되었다. 각각의 권역에서 도출되는 주풍향이 연간 수치모의 결과에서 나타나는 풍계분포에서의 주풍향과 상당히 일치하는 특성을 보여 군집분석에 의한 각각의 권역분류가 타당성이 있음을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 신재생에너지 기술개발사업에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 이중희, 한국의 지상풍 유형과 특성, 경북대학교 대학원 박사학위논문, 1996.
2. NCAR, PSU/NCAR Mesoscale Modeling System, Tutorial class notes and user's guide, 2003.
3. Grell, G. A., J. Dudhia, and D. R. Stauffer, A description of the fifth-generation Penn State/ NCAR mesoscale model(MM5), NCAR technical Note TN-398+STR, NCAR, Boulder, CO., 1994.
4. Reisner, R. A. and M. Uliasz, Use of meteorology models as input to regional and mesoscale air quality models- limitations and strenghts, Atmospheric Environment, 32, 1455-1466, 1998.
5. 정우식, 이화운, 임현호, 바람권역 구분을 통한 부산지역 국지바람 분석 - Part III : 국지 대기유동장 수치모델을 이용한 상세 바람정보, 한국환경과학회지, 16, 1, 103-119, 2007.