

해상교통을 위한 국지정밀 해상풍 예측

¹박광순 · ¹전기천 · ¹권재일 · ²허기영

¹한국해양연구원 기후연안재해연구부

²부산대학교 대기환경과학과

Local Fine Grid Sea Wind Prediction for Maritime Traffic

¹Kwang-Soon Park · ¹Ki-Cheon Jun · ¹Jae-Il Kwon · ²Ki-Young Heo

¹Climate Change and Coastal Disaster Research Department, KORDI

Ansan P.O.Box 29, Seoul 425-600, Republic of Korea

²Division of Earth Environmental System, Pusan National University,

Busan 609-735, Republic of Korea

요약 : 지구온난화에 따른 해수면 상승과 태풍 강도의 증가는 연안역에 밀집한 주거 및 산업공간을 위협하는 요소로 최근 그 연구가 활발하게 진행되어 오고 있다. 본 연구에서는 안전한 해상교통 및 폭풍해일과 파랑예측을 위해서 반드시 필요한 해상풍에 대한 연구이다. 해상풍은 연안역에서의 자연재해를 유발하는 여러 요소 중에서 중요한 연구과제이나, 현재 기상수치모델에 의한 해상풍 및 해면기압은 시·공간적으로 불충분하다. 따라서, 중규모 기상 모형인 Weather Research and Forecasting (WRF)을 사용하여 우리나라 주변해역을 모두 포함하며, 약 9km 격자로 매일 두 번씩 72시간을 예보하는 해상풍을 산출하는 시스템을 구축하였다. 이어도 해양과학기지와 황해중 부부이에서 실측한 해상풍과 검증한 결과 상당히 유의할 만한 결과를 얻었으며, 자료동화를 이용하여 향후에는 보다 정확한 해상풍을 산출할 계획이다.

핵심용어 : 해상풍, 해상교통, WRF, 태풍, 정밀격자

ABSTRACT : Sea level rise and increase of the typhoon/hurricane intensity due to global warming have threaten coastal areas for residential and industrial and have been widely studied. In this study we showed our recent efforts on sea wind which is one of critical factors for safe maritime traffic and prediction for storm surges and waves. Currently, most of numerical weather models in korea do not have sufficient spatial and temporal resolutions, therefore we set up a fine grid (about 9km) sea wind prediction system that predicts every 12 hours for three day using Weather Research and Forecasting (WRF). This system covers adjacent seas around korean peninsula. Comparisons of two observed data, Jeodo Ocean Research station (IORS) and Yellow Sea Buoy (YSB), showed reasonable agreements and by data assimilation we will improve better accurate sea winds in near future.

KEY WORDS : sea wind, maritime traffic, WRF, typhoon, fine grid

1. 서론

해안과 연안에서의 활발한 산업 활동과 여가생활을 위한 다양한 활동은 국가 경제발전과 함께 나날이 증가하고 있는 추세이며, 공간 및 주거시설의 개발로 인한 연안역의 이용과 활용 또한 그 중요성이 더욱 커지고 있는 실정이다. 이에 따른 연안역에서의 자연재해 피해 규모 또한 지구온난화에 따른 해수면 상

승과 태풍의 강도 증가 등에 의해 더욱 대형화되고 있으며 (2003년 태풍 매미, 2005년 허리케인 카트리나 등), 그 피해를 최소화 하기위한 과학적이고 체계적인 연안재해 예측 및 관리 기술의 개발과 실용화는 연안 국가들이 경주하고 있는 이슈중의 하나이다. 연안재해를 유발하는 여러 요소 중에서 가장 어려운 부분의 하나로는 정밀한 해상풍의 예측을 꼽을 수 있다. 우리나라의 경우는 조석, 해일, 파랑 등의 예측모델들은 비교적 잘 수립되어 있으나 이들과 기상입력 자료가 연계하여 통합, 적용하는 기술은 상대적으로 취약한 실정이다.

† 표신격자 : kcjun@kordi.re.kr 031)400-6347

현재 기상수치모델에 의한 해상풍 및 해면기압은 시·공간적으로 불충분하여, 중규모 기상 모형을 이용한 해상풍 모형 입력 자료 시스템을 구축하여 폭풍해일 예측모형 및 해상교통을 위한 정밀격자의 해상풍을 산출하고자 하였으며 그 초기연구결과를 제시하였다.

2. 해상풍 모델

본 연구에 사용된 수치모형은 UCAR/NCAR (University Corporation for Atmospheric Research/National Center for Atmospheric Research)에서 개발된 Weather Research and Forecasting (WRF) 3.0 모형이다. 이 기상수치모델은 완전 압축성 비정수계 모형으로 수평격자는 Arakawa-E 격자 체계와 연직격자로는 Eulerian 질량 좌표계를 각각 사용한다. 그리고, 3차 Runge-Kutta split-explicit 시간 적분을 사용하며, 이류에 대한 유한 차분법은 6차 중심 차분법을 도입한다. 플릭스 형태의 진단 방정식을 사용하여 질량, 운동량, 엔트로피, 스칼라량을 보존한다.

그림 1은 WRF 버전 3 모형 시스템의 구성도로 이 시스템은 세계의 주요 구성요소로 이루어져 있다. 첫 번째는 WPS (WRF Preprocessing System)로써 WRF를 실행하기 위한 초기 자료를 만들어주는 전처리 과정이며, 두 번째는 WRF에서 실제 계산이 이루어지는 실행 과정, 세 번째는 WPP (WRF Postprocessor)로써 NetCDF 포맷으로 생산되는 결과물을 처리하는 후처리 과정이다 (허기영, 2009).

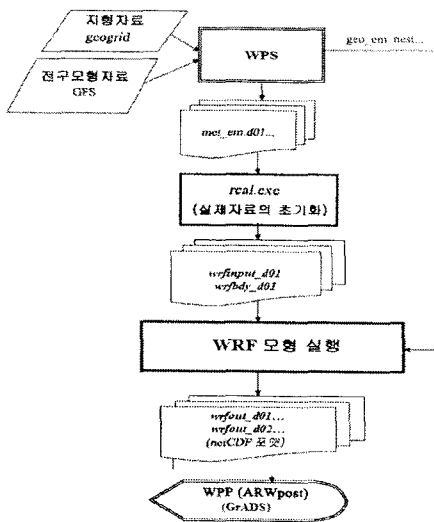


Fig. 1 The Flowchart for the Weather Research and Forecasting modeling system version 3 (after Heo, 2009).

2. 1. 모델 수립

해양모델의 입력 자료를 위한 정밀 해상풍을 산출하기 위하

여 우리나라 주변해역에 대하여 9km의 간격으로 WRF모델의 격자를 설정하였다. 즉, 수평적으로는 위도 18 ~ 51도, 경도 112 ~ 148도의 영역을 포함하고, Lambert conformal법으로 투영된 지도상에서 위도 35도, 경도 130도를 중심으로 9km의 등간격으로 격자수 299×409개의 격자망을 구성하였다. 수직적으로는 지표면에서 10hPa까지 시그마 수직좌표계에서 27개 층을 사용하였다. 모델의 초기조건 및 경계조건은 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)의 NCEP(National Centers for Environmental Prediction)에서 전구예보모델로 산출된 72시간 예보결과를 사용하였다. NCEP의 전구예보모델결과에서 전지구에 대해 1도 간격의 수평해상도로 6시간 간격의 72시간예보결과를 12시간 마다 수집하여, WRF모델의 9km 간격의 격자로 내삽하여 초기조건과 경계조건으로 사용하였다. WRF모델은 8개 노드의 64개 코어를 갖는 리눅스 클러스터 시스템에서 실행되며, NCEP의 예보자료를 수집하여 WRF모델을 수행하고 그 결과를 웹사이트에 표출하는 등의 모든 과정을 매일 2번씩 자동으로 수행하는 국지정밀 해상풍 예측시스템을 구축하였다. 그림 2는 기압과 해상풍의 초기장과 72시간 예보결과를 예로 나타낸 것이다.

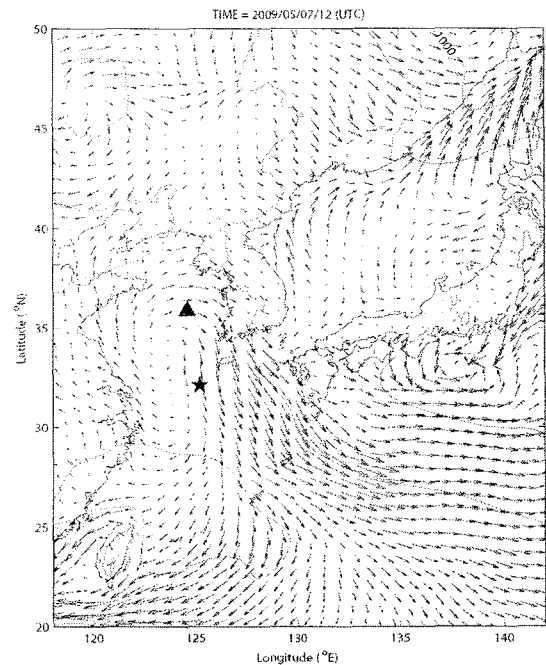


Fig. 2 An example of the predicted sea wind and sea surface pressure in the model domain. Two observed sites are marked triangle(Yellow Sea Buoy) and star (Jeodo Ocean Research Station).

2. 2. 모델 검증

매일 두 차례 (00시와 12시, UST) 72시간 동안 산출된 해상

풍의 검증에 위하여 황해중부부이와 이어도 해양과학기지 (그림 2)의 관측 자료와 비교 검증을 실시하였다(그림 3과 4). 이 두 지점의 자료는 연안역과 달리 주변의 지형에 대한 영향이 없는 해상풍 (정진용 등, 2008)을 잘 나타내므로 우선 비교검증을 실시하였다. 비교검증에 사용된 바람자료의 기간은 2009년 2월 23일부터 4월 30일 까지 이나, 이상 값으로 추정되는 자료와 결측 자료는 제외하였다.

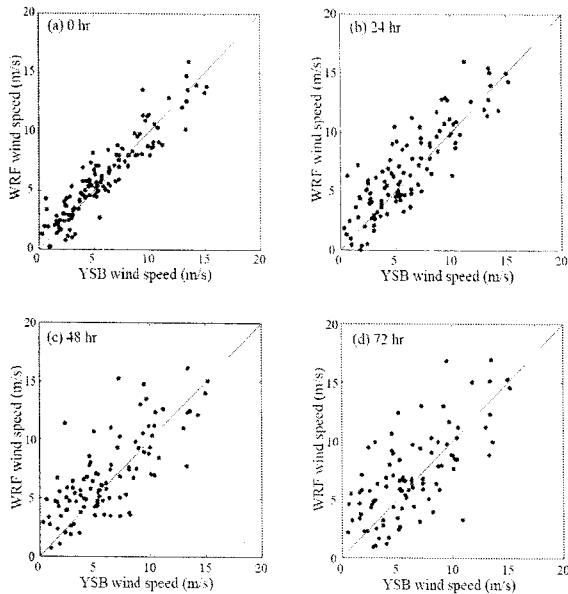


Fig. 3 Wind speed scatter plots at Yellow Sea Buoy (YSB) after (a) 0 hr, (b) 24 hours, (c) 48 hours, and (d) 72 hours.

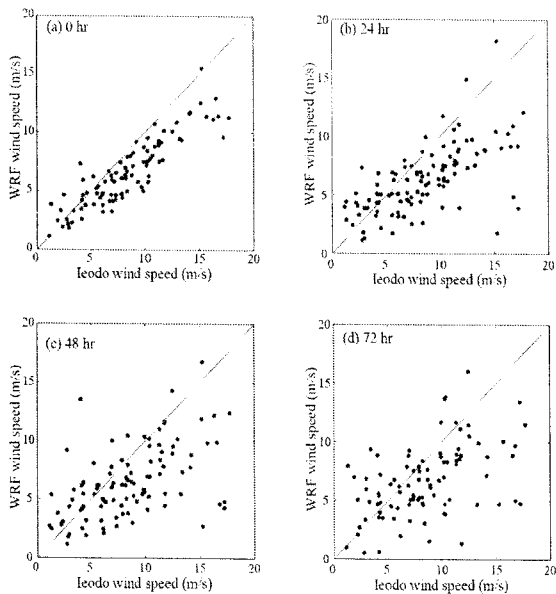


Fig. 4 Wind speed scatter plots at Ieodo Ocean Research Station (IORS) after (a) 0 hr, (b) 24 hours, (c) 48 hours, and (d) 72 hours.

황해중부부이에서는 예측초기에는 관측치와 비교적 잘 일치하는 예측된 바람을 계산하였으며, 예보 시간이 경과함에 따라 점차 오차가 커짐을 보여 주고 있다(그림 3). 이어도 해양과학기지에서는 관측초기부터 예측된 바람의 크기가 작게 계산되었으며, 예보 시간에 따라 오차는 점차 커지는 산포도를 나타내었다 (그림 4).

3. 결론 및 향후연구

본 연구에서 수립한 9 km 간격의 정밀격자 해상풍 산출 시스템은 외해에서 관측된 이어도 해양과학기지과 황해중부부이의 비교에서 신뢰할 만한 결과를 보여 주었다. 예측초기에는 관측값과 유사한 해상풍을 산출하였으나, 시간이 경과함에 따라 오차가 점점 커지는 경향을 보였으며, 황해중부부이가 이어도 해양과학기지보다 더 좋은 결과를 보여주었다. 본 연구는 정밀해상풍 산정을 위한 초기 연구로서 앞으로 보다 상세한 통계자료 분석, 연안역의 해상풍 자료와의 비교검증이 필요하다. 향후에는 자료동화를 통해 보다 정확한 해상풍 산출과 주요 항만을 중심으로 한 보다 정밀한 격자의 (<2km) 해상풍을 산출할 계획이다.

후 기

본 연구는 한국해양연구원 “연안 국지 해일 정밀예보 지원체계 현실화 기술 (PE98322)”의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 정진용, 심재설, 이동규, 민인기, 권재일 (2008), 한반도 연안에서의 12.5km 해상도 QuikSCAT 해상풍 검증
- [2] 허기영(2009), 중규모 기상 모형의 자동화 시스템 사용 매뉴얼