

3C4) LAPS 자료동화 기법을 이용한 상세바람장 모의 Particular Wind Field simulation use of LAPS Data Assimilation

문보영 · 이한세 · 오재호 · 김영태¹⁾ · 박홍목²⁾
부경대학교 대기과학과 · ¹⁾강릉대학교 컴퓨터공학과 · ²⁾서강대학교 환경공학과

1. 서 론

우리 나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있고 전국토의 70%정도가 산지로 되어 있으며 북쪽과 동쪽이 높고 서쪽과 남쪽으로 갈수록 기울어지는 '경동지괴'의 지형적 특성을 가지고 있다. 그리고 여러 가지 이유에서 대규모의 공단이나 대도시들이 연안지역과 내륙 저지대에 많이 형성되어 있다. 따라서 연안지역은 국지 순환인 해륙풍의 영향이 잘 나타나고, 지형의 경사가 복잡한 지역의 경우는 산곡풍에 의한 영향을 많이 받게 된다. 이러한 주요 공업지역의 지리적 위치로 인해 해륙풍 · 산곡풍과 같은 국지순환은 단순한 기상현상이 아닌 대기오염의 수송과 관련되어 그 중요성이 더욱 부각되게 되었다(이화운, 2000). 따라서 순간순간 바뀌는 바람장을 정확히 예측하기 위해서는 복잡한 지형 효과를 반영할 수 있는 삼차원 대기 확산 모델이 필수적으로 요구된다. 고해상도 3차원 상세 기상장을 초기장으로 제공하는 대기 확산 모델을 구성하기 위해서는 최적화된 실시간 예측 시스템 구성과 함께 신뢰도 높은 재현이 가능한 수치모델이 필수적으로 요구된다. 특히 전국을 대상으로 10 km 격자 간격 이하의 상세한 기상정보 생산을 위해서는 막대한 계산량으로 인해 빠른 연산 속도를 가진 계산용 슈퍼컴퓨터가 요구되나, 슈퍼컴퓨터 운영에 대한 물질적 제약이 따른다. 이러한 제약을 극복하기 위해서는 비교적 저렴한 HPC (High Performance Computing(or cluster)라고 한다; 김영태, 1999)와 대기 환경 수치 모델의 병렬화가 필수적으로 수반되어야 한다. 또한, 상세한 기상장(1km×1km) 예측 자료를 생산하기 위해서는 지역적 특성을 파악할 수 있게 공간적으로 충분한 관측소의 설치와 이를 통한 자료의 수집이 필수적이지만 이것은 여러 많은 요인에 의해 지극히 제한적일 수밖에 없다. 따라서, 본 연구는 이러한 한계점을 극복하기 위해서 종관 기상 관측자료(지상, 고층) 및 위성(궤도 온도, 알베도, 구름이동벡터), 레이더(반사도)와 같은 비종관 관측자료의 이용 가능성과 활용방법에 대해 연구하였고(김용상, 2002), 3차원 실시간 기상장 분석 모델인 LAPS(Local Analysis and Prediction System)를 활용하여 대기 환경 예측에 활용할 수 있는 정밀한 초기기상자료를 수치모델(MM5)에 제공함으로써 1km 격자 간격의 상세한 기상정보의 생산을 목적으로 하고 있다.

2. 자료 선정 및 연구 방법

신속하고 안정한 병렬화가 이루어진 중규모 기상 모델(MM5)을 이용하여 광양만의 상세 바람장을 모의 하였다. 광양만은 지리산의 영향과 동시에 해안과 인접한 곳에 위치한 지리적 특성으로 인해 지형에 따른 바람변화가 클 것으로 예상되는 지역으로 광양제철소의 입지와 더불어 인근 공단지대와 같은 대기 환경 오염물 배출원이 상당수 밀집되어 대기오염물 측정 및 모의가 용의 할 것으로 사료되는 지역이다. 따라서 광양만을 대상으로 LAPS를 이용해 종관 기상관측자료 외에도 비종관 기상관측자료를 활용하여 상세 바람장 모의 실험을 수행하였고, LAPS에서 생성된 정밀한 초기기상자료를 수치모델(MM5)의 초기 값으로 제공하였다. 모델 내에선 4단계의 등지격자(27 km → 9 km → 3 km → 1 km)를 통해 고해상도의 상세 기상장을 32 CPUs의 초고속 HPC 클러스터를 이용하여 2003년 3월 24일 12 UTC부터 2003년 3월 25일 12 UTC 까지 24시간의 바람장을 예측하였다. 그림 1은 상세 바람장 생산을 위한 중규모 모델의 단단계 등지격자 체계를 나타내고, 수치 실험에서 사용된 물리 과정은 표 1에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

실험 결과 민감도 실험에서 나타난 바람장은 관측치에 나타난 단조로운 북서풍 일변도의 풍계가 아니

Table 1. Summary of MM5 used in this study

Domain	Domain1	Domain2	Domain3	Domain4
Resolution	27 km	9 km	3 km	1 km
No. grid	120x100	82x82	82x82	82x82
Vertical layer	23 layers (model top : 100 Pa)			
Cumulus	K. F.	Off		
Explicit moisture	Mixed-Phase(Reisner)			
PBL	MRF(Medium Range Forecast)			
Shallow convection	On	Off		
Topo data	USGS(Global 10 min., 2min., 30 sec.)			
Initial data	KMA/GDAPS	one-way nesting		
Lateral boundary	KMA/GDAPS	one-way nesting		
Prediction length	24 hours			

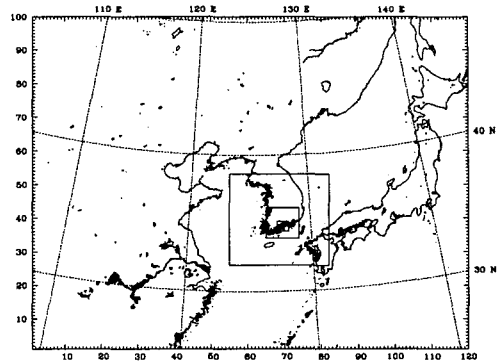


Fig. 1. Domain configuration for the MM5 simulation

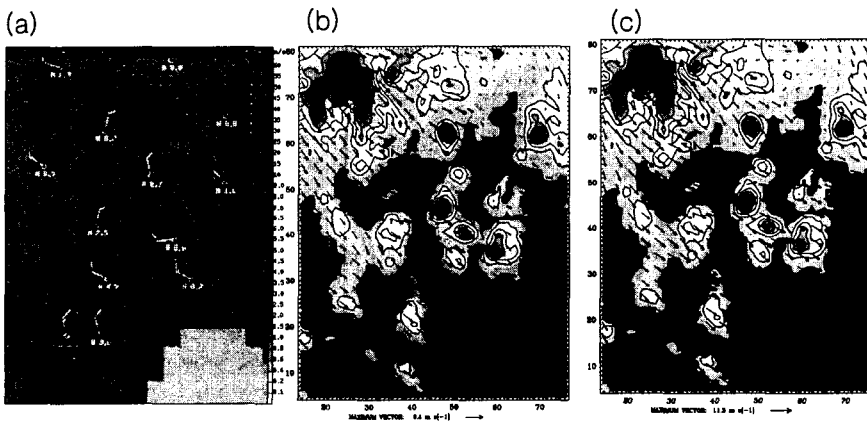


Fig. 2. Surface wind field of 1km domain (a) observation, (b) without LAPS, (c) with LAPS on 00UTC 25 March 2002.

라 지형적 요소가 반영된 복잡한 형태를 띄고 있다(그림 2). 특히 이러한 특징은 단순히 전구 예측자료를 사용한 경우보다 자료동화기법을 적용한 경우에 더 뚜렷하게 나타나고 있다. 광양만 인근 섬의 위치나 산의 풍상측과 풍하측과 같이 국지적인 지형의 차이가 있는 곳에서의 바람은 각 경우마다 수렴하는 형태나 발산하는 형태가 달리 나타나고 있으며, 이러한 지역적 특성은 자료동화를 통한 실험의 경우에 선명하게 나타난다. 결과적으로 자료동화를 통한 전체적인 기상장 및 바람장의 신뢰도가 향상됨을 알 수 있었다.

참고 문헌

- 김영태, 이용희, 최준태, 오재호, 2002: 초고속 네트워크를 이용한 PC 클러스터의 구현과 성능 평가, *정보과학회논문지: 시스템 및 이론*, 제29권 2호, 57-64.
- 김용상, 오재호, 차주완, 서애숙, 1999: 국지규모 기상 분석 시스템(LAPS)의 한반도 적용 및 시험. *기상연구논문집*, 52-62
- 이화운, 김유근, 정우식 2000: 복잡한 연안지역에서 해풍시작시 지형의 영향에 대한 수치모의, *한국기상학회지*, 36(5), 561-572.