

레이더 관측자료를 이용한 호남지방의 국지강수변화에 관한 수치모의

박근영^{*1}, 이순환², 류찬수¹

¹조선대학교 대학원 대기과학과

²조선대학교 아시아 몬순·기후환경연구센터

ABSTRACT

The weather hazard by worldwide global warming rapidly increases year by year, and the damage becomes also enormous. especially, the damage by the random local severe rain in Korea is conspicuous.

The forecast is difficult, because the random local severe rain arises by the complicated mechanism. However, local weather field in the Honam district where the weather hazard arises well is accurately grasped, and the systems that predict the local severe rain early are necessary.

The purpose of this research is development of radar data assimilation observed at Jindo S-band radar. The accurate observational data assimilation system is required for meteorological numerical prediction of the region scale. Diagnostic analysis system LAPS(Local Analysis and Prediction System) developed by US FSL(Forecast Systems Laboratory) is adopted assimilation system of the Honam district forecasting system.

요약

호남지방의 집중호우 예측 가능성을 향상시키기 위하여 레이더 자료동화를 이용한 예측가능성 제고, 광주지방의 고층자료를 분석하여 집중호우 발생시의 종관장을 해석하였다. 자료동화 자료로는 진도 S-band 레이더 원시자료를 이용한 고도별 수평 바람장을 산출하여 사용하였다. 또한, PC-cluster를 platform으로 사용하는 호남지방의 고해상도 기상예측시스템을 이용하여, 레이더 수평 바람장 자료의 동화가 집중호우 및 중규모 순환장 예측정확도에 미치는 영향을 살펴보았다.

주요어 : PC-cluster, 집중호우, 자료동화

1. 서론

레이더 등 기상관측 장비의 현대화를 통한 관측기술의 발달과 더불어 수치예보의 중요성이 높아지면서 수치모델의 기술적인 진보도 이루어 졌다. 그러나 수치예보의 물리적인 한계성과 전산시스템의 한계로 인하여 아직도 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점은 중규모 이하의 고밀도 기상예보상황에서 매우 뚜렷하게 나타난다. 이러한 문제점을 극복하는 하나의 방안으로 비종관 관측자료와 수치예보를 상호 동화시켜 중규모 기상예보의 정확성을 높이는 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 최근 수년간 rawinsonde와 pibal의 비종관 자료동화기술 연구도 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 단시간 내에 광역적으로 자료를 획득할 수 있는 레이더와 위성자료의 동화기술은 아직 미흡한 실정이다. 특히 레이더 자료는 연속적인 관측으로 인하여 어느 정도 예보자료로 이용 할 수 있으나, 영상에 의존하고, 이동중의 변질에 대한 예보치를 생산할 수가 없는 단점으로 인하여 초단시간의 정성적인 예보만 가능하고 정량적인 예보는 어려운 실정이다.

본 연구에서는 PC-cluster를 platform으로 사용하는 호남지방 고해상도 기상예측시스템을 활용하여, 하계 남서풍의 유입구에 위치하여 집중호우가 자주 발생하는 호남지방의 진도기상레이더(S-band) 자료를 이용하여, 기상수치모형의 자료동화에 이용되는 수평 및 연직풍속자료를 생산하였다. 또한, 분석된 바람장의 특성과 호남지역에서 발생하는 하층제트와 집중호우의 관계를 레이더 자료를 이용하여 비교하였다.

2. 수치모형

본 연구에서 사용된 수치모형 MM5(Meso-scale Model for 5th Generation)는 펜실베니아 주립대학의 Anthes에 의하여 개발된 중규모 수치 모형을 기초로 제작되었으며, 미국 대기연구소(National Center of Atmospheric Research : NCAR)에서 개선과정을 거친 3차원 대기역학 모형으로, 세계적으로 연구 및 현업에 가장 많이 이용되는 수치모형의 하나이고, 현재 기상청에서는 30 km 해상도의 기상예보용으로 현업에 사용 중인 수치모형이다.

본 모형의 특징은 다중 nesting 능력, 비정역학, 4차원 동화시스템, 즉 다양한 외부자료 이용, 여러 가지 계산기에의 적용성, 다양한 물리 과정 옵션 등을 들 수 있다.

3. 레이더 자료동화

기상관측장비의 현대화를 통한 관측기술의 발달에도 불구하고 중규모 이하의 기상예보에는 아직도 많은 문제점을 나타내고 있고, 단시간 악기상 예보는 아직 미흡하다. 이러

한 문제점을 보완하고 기상예보능력 향상을 위해서는 다양한 기상 측기로부터의 기상관측 자료를 종합 분석 처리하여 수치예보에 활용하는 자료동화 기술의 개발이 필수적이다.

본 연구에서는 NOAA의 FSL에서 개발한 국지규모 기상 분석 및 동화 시스템인 LAPS를 바탕으로 한국의 대기 및 지표상태에 적용한 KLAPS를 적용하였다. 이 LAPS 시스템의 레이더 자료동화 모듈을 개량하여 한반도 남서해안에 적용하였다.

모형의 격자수는 82×82 , 연직 방향으로 23층이다. 수평 간격은 5 km의 등 간격이며, 연직 좌표의 간격은 지표면의 급격한 난류 및 열 수송을 표현하기 위하여 지표면 부근이 조밀하고 상층으로 올라 갈수록 간격이 증가하는 부등 격자를 사용하였다. 기상청 RDAPS에 해당하는 티벳고원을 중심으로 한 동남아시아지역($171 \times 191 \times 23, 30$ km)을 제 1영역으로 하고, 제 2영역은 한반도 남부지방($98 \times 98 \times 23, 15$ km), 제 3영역은 고해상도의 지리산을 중심으로, 흑산도가 포함된 호남지방 약기상 예보 대상지역($82 \times 82 \times 23, 5$ km)이 본 실험의 영역이다.

적분기간은 2003년 7월 21일 12LST부터 7월 23일 12LST까지이며, 적분시간은 5 km에 30 sec이다.

4. 결과 및 분석

레이더자료에 의해 생성된 수평 바람장을 고해상도 호남지방 기상예측시스템의 동화자료로 적용할 경우 수치대기 중규모 기상장의 변화를 살펴보았다. Fig. 1~2는 레이더 자료동화를 하지 않은 경우의 21일부터 12시간 간격의 지상 바람장을 나타낸 것이다.

호남지방은 복잡한 해안선에 의하여 내륙의 바람장은 복합적으로 나타난다(류찬수 · 이순환, 2002). 내륙의 중규모 흐름은 지형의 영향을 크게 받고 있다. 그림에서 역시 내륙의 경우 지형에 따라서 바람장의 흐름이 달라진다. 먼저 제주도 후면의 칼만와도에 의한 소용돌이 흐름은 매우 깨끗하게 재현되었다. 그리고 시간이 지나면서 칼만와도는 제주도 후면 좌우측에서 번갈아 형성되고 있다. 이것은 이론적인 현상과 잘 일치하고 있다.

전체적인 해상의 바람장은 시간에 따른 변화가 적게 나타난다. 이것은 해안에 의한 중규모 기상장의 변화요인이 적은 것으로 해석할 수 있다. 그러나 해안선에 유입되면서 많은 차이점이 나타난다. 즉 주간과 야간의 해륙풍의 영향과 산곡풍의 영향이 복합적으로 나타난다. 그리고 제주도에서 발생한 후류가 여수 등 남해안지역의 유입 바람장에 영향을 받는 것처럼 나타난다. 이것은 좀더 정밀한 관측과 수치 연구가 필요하기 때문에

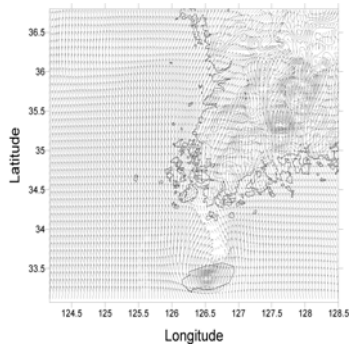


Fig. 1. Simulated surface wind field without radar assimilation data at 00LST 22 July 2003.

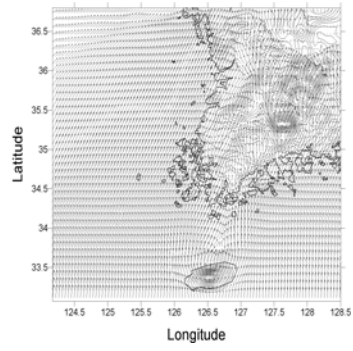


Fig. 2. Same as Fig. 1 except for 12LST 22 July 2003.

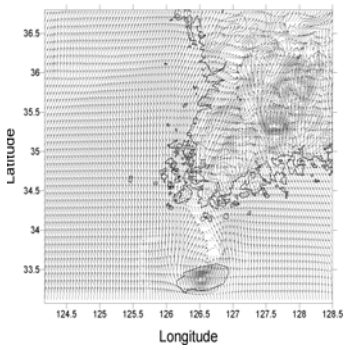


Fig. 3. Simulated surface wind field with radar assimilation data at 00LST 22 July 2003.

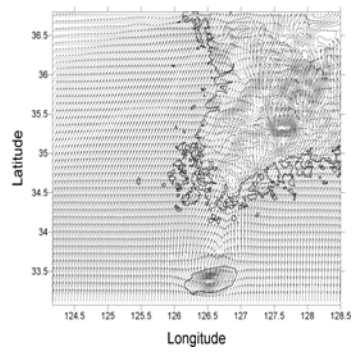


Fig. 4. Same as Fig. 3 except for 12LST 22 July 2003.

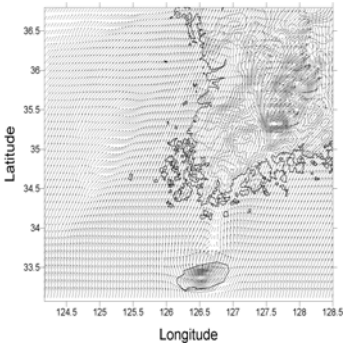


Fig. 5. Same as Fig. 1 except for 00LST 23 July 2003.

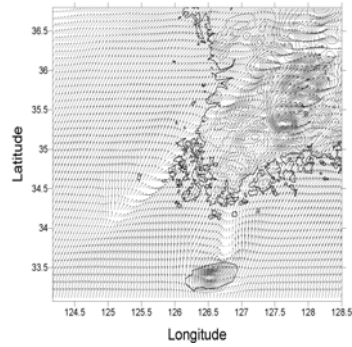


Fig. 6. Same as Fig. 1 except for 12LST 23 July 2003.

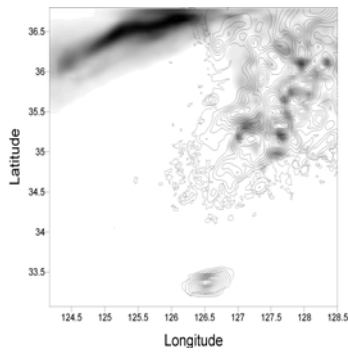


Fig. 7. Simulated surface precipitation without radar assimilation data at 00LST 22 July 2003.

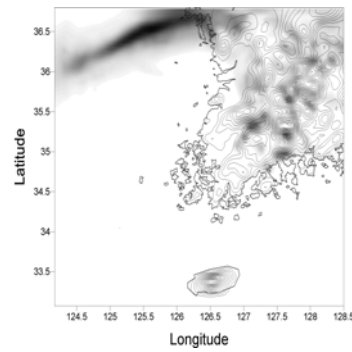


Fig. 8. Same as Fig. 7 except for with radar data assimilation at 00LST 22 July 2003.

본 연구에서는 구체적인 영향의 평가는 실시하지 않았다.

Fig. 3~6은 레이더 자료를 동화시켰을 때 바람장의 시간변화를 나타낸 것이다. 전체적인 바람장의 형태는 동화를 실시하지 않은 경우의 바람과 비슷하게 나타난다. 그러나 제주도 후면의 바람의 형태의 차이 나타난다. 이것은 자료동화를 통하여 풍속이 강하게 나타나고 있기 때문이다. 그리고 수렴대 부근인 전북지방의 풍속이 강하게 나타나고 있다. 호남지방의 17개 관측소에서 관측된 지상의 풍향 및 풍속자료에서 풍향을 보면 전체적으로 남-남서풍계열의 바람이 불었고, 강수가 있는 7월 23일 00시부터 12시까지는 4~9 m/s의 강한 바람이 불었고, 특히 해안가에 있는 해남과 여수, 그리고 흑산도에서 강한 풍속이 나타났으며, 강수가 끝난 7월 24일에는 풍속이 현저하게 감소되었다. 자료동화에 의한 바람은 해안지방에서 강하게 나타나는데 이것은 관측에 의한 풍속과 비슷하게 나타나는 경향이 있다.

Fig. 7과 Fig. 8은 각각 레이더 자료동화를 통한 저기압통과시의 강수분포를 나타낸 것이다.

전체적인 강수량은 약간 증가하는 경향을 나타내고 있다. 또한, 전라북도 지역의 강수량이 잘 재현되었다. Table 5에 나타난 전라북도 지역에서 관측된 강수량 중 500 mm 이상 관측된 지역의 강수량과 비교하여 보면 전라북도 지역의 강수량 표현이 아주 잘 나타난 것을 볼 수 있다. 특히 강수대 부근의 강수량이 증대되고 있다. 그러나 강수대 중심의 강수강도는 반대로 감소한다. 즉 강수대 중심에서 강수량은 줄어드나 강수범위

가 넓어진다. 이것은 850 hPa의 바람장의 변화에 기인하는 것이다. 이러한 바람의 변화는 수증기 수렴에 영향을 미치며, 수증기량 수렴의 변화는 강수강도에 영향을 미친다.

본 연구에서는 500 hPa의 바람장의 동화도 사용하였으나, 강수량 및 바람장의 변화를 발견할 수 없었다. 이것은 강수량의 예측에 있어서 상층바람장보다 하층바람장이 더욱 크게 영향을 미친다는 것을 의미하며, 다른 말로 하층제트의 분포 및 특징이 사전에 레이다나 고층관측 자료에 의하여 예측되고 분석된다면 강수량의 예측 정확도가 향상된다는 것을 의미한다.

4. 결 론

광주지방의 고층자료를 분석한 결과 하층의 강한 바람과 호남지방의 강수량은 매우 밀접한 관계가 있다. 특히 850 hPa 부근의 순환장이 매우 중요하게 작용하고 있다. 레이다 자료 분석을 통하여 해안부근의 바람이 강하게 나타나고 있으며, 특히 전선 수렴대 부근의 풍속이 강하게 나타나며, 레이다에서 해석된 바람장과 초기 수치모형에서 제공되는 바람장의 합성초기치는 자료동화를 통해 해안 부근과 수렴대 부근에서 강하게 나타나고, 강수량의 형태 분석에서 레이다 자료를 통한 자료동화는 강수범위를 넓게 하는 경향이 있으나 최대 강수량은 감소하는 방향으로 작용한다.

500 hPa 과 850 hPa의 두 층의 바람장 예측의 기여율 면에서 보면 상층의 바람장보다 하층의 바람장의 기여율이 높게 나타난다. 따라서 하층제트 등 500 hPa 하부에서 형성되는 기류장 분석이 매우 중요하다.

사사 : 본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 국지기상예측기술개발 과제에서 수행된 것입니다

참고문헌

류찬수 · 이순환, 2002, 중규모 대기 해양 결합 시스템을 이용한 동해안 지형성 바람과 해상 표층류 흐름에 관한 수치시뮬레이션. 한국지구과학회초록집2002(가을), 42-43
Birkenheuer, D. L., 1992, "The LAPS specific humidity analysis. NOAA Tech". Memo. ERL-FSL-1, NOAA Forecast Systems Laboratory, Boulder Co., pp.39