

QPM(Quantitative Precipitation Model)을 이용한 단기 강수량 예측

○김옥연, 이한세, 김태국, 오재호

1. 서 론

최근 한반도 각 지역에서는 특히 여름철의 기록적인 폭우, 초대형 태풍 등과 같은 갖가지 기상이변에 시달리고 있다. 그러나 자연재해에 상응할 정도의 피해를 초래하는 이러한 기상현상들에 대해 적당한 정보를 제공하는 것이 쉽지 않기 때문에, 극심한 기상현상들에 대한 초기 경보나 정보를 제공할 수 있는 적절한 방법을 찾기 위한 노력들이 행해지고 있다. 이에 대해 정량적 강수예보(QPFs)나 정량적 확률강수예보(PQPFs)는 엄청난 폭우 등에 대비하여 경고체제를 갖추기 위한 가장 유용한 방법중의 하나이다(Bright, 2002).

극심한 기상현상들은 짧은 시간 내에 빠르게 발생하거나 매우 국지적으로 발생하는 경향이 있기 때문에 정량적 강수예보나 정량적 확률강수예보는 정시에 이루어져야 하며 어느 정도 이전 시간에 발표된 예측치로는 정확한 정보를 제공할 수 없으므로 국지적, 지역적인 상세정보를 재빨리 제공하기 위한 방법을 개발할 필요가 있다. 그러나 이를 위해 미세격자 규모의 비정역학모델을 사용할 경우 계산량이 매우 많아지기 때문에 장시간의 모델 적분 시간뿐만 아니라, 상당한 컴퓨터 자원을 필요로 하며, 실제 예보를 하는데 있어 소요되는 시간적 제약이 많아진다. 그러므로 미세격자규모의 강수량에 관한 필요한 정보를 제공하기 위한 대안책으로 엄청난 계산량을 요구하는 미세격자규모의 역학적·물리적 과정들을 포함한 비정역학 모델보다는 강수량 진단모델을 이용한다(Misumi, 2001). 즉 강수량 진단모델을 사용할 경우 상세지형을 잘 표현하므로 상세지역의 강수량 산출에 있어 유용할 뿐 아니라, 계산효율성을 개선할 수 있으며, 매우 작은 규모의 지형적인 효과를 충분히 반영함으로써 강수량의 지형에 따른 분포를 파악하는데 있어 매우 용이하다.

따라서, 본 연구에서는 몇 차례의 강수가 있었던 경우를 선정하여 강수량 진단모델이 관측된 강수량의 값을 어느 정도 잘 표현하는지 등에 대한 모의능력을 실험·평가하고 강수량 진단모델에 초기값으로 제공되는 중규모 모형 예측값의 가장 적절한 해상도는 어느 정도인지 등에 대해 알아보고자 한다. 또한 미세격자규모의 강수량에 관한 정보를 제공하기 위해 소요되는 적분시간을 중규모 모형에서 소요된 적분시간과 비교함으로써 강수를 모의하는데 있어 계산효율성등도 함께 실험해보고자 한다.

2. 본 론

본 연구에서 사용한 중규모 예측모형은 Pennsylvania State University/National Center for Atmospheric Research(PSU/NCAR)의 중규모 예측그룹에서 개발된 MM5이며, 이 중규모 예측모형에서 계산된 수평바람장, 기압, 온도, 상대습도 및 지표에서의 강수 강도등을 초기입력값으로 하고 이에 중규모 예측모형에서는 표현되지 않는 소규모 지형효과를 더하여 강수를 모의하는 QPM을 사용하였다. 특히 지형 및 지표 특성자료는 미국 국립 지리 조사원에서 제작한 전지구 5분간격의 지형 및 지표 특성자료를 27km와 9km에서 사용하였으며, 중규모 모형 및 QPM의 3km영역에서는 더욱 자세한 지형효과를 반영하기 위하여 2분간격의 자료를 중규모 모형에 맞게 내삽하여 사용한다. 모형의 검증에 위해 사용된 관측 자료는 76개의 지상기상 관측소의 강수량 자료와, 500여개 지점의 자동기상 관측 기기(AWS)의 강수량 자료를 사용하였다.

중규모 예측 모형에서는 전구 모델의 6시간 예보자료를 모형의 격자에 맞게 내삽하고 두 번에 걸친 다운스케일링을 통하여 한반도를 포함하는 27km, 9km, 3km 영역에서의 강수를 모의하고, QPM의 강수모의 능력과 비교하기 위하여 27km 영역의 적분결과를 다시 QPM 3km 영역의 초기값으로 하는 실험과 9km 영역의 적분결과를 다시 QPM 3km 영역의 초기값으로 하는 실험을 병행하였다. 해상도가 높아질수록, 즉 3km 영역의 지형에서 산맥등의 산악지형과 해안선이 비교적 현실적으로 나타남을 알 수 있으며, 수평해상도에 따른 지형의 차이가 뚜렷하게 나타난다.

3. 비교고찰

중규모 모형 및 QPM의 모의 결과를 검증하기 위해 관측소 및 AWS 데이터를 모형 각각의 해상도에 맞게 내삽하여 비교하였으며, 내삽법으로는 Barnes(1964) 객관분석법을 이용하였다. Barnes 객관분석법은 격자점 주변의 관측지점의 값에 거리에 따른 가중치를 주어 불규칙하게 분포하는 관측지점의 값들로부터 일정한 격자점의 값을 계산하는 방법이다. 본 연구에서는 QPM의 강수모의 정도를 평가하기 위하여 세 경우의 호우사태(HR)와 비교적 적은양의 강수(RA)가 있었던 두 경우를 선택하여 각 48시간 동안의 적분기간을 두어 사례별로 연구를 수행하였다.

2002년 7월 4일부터 6일까지의 HR1의 경우 태풍 라마순(RAMASUN)이 충남 태안반도 부근에 상륙한 후 한반도를 관통하여 동해 상으로 빠져나갔다. 태풍 라마순은 중심기압이 965hPa, 중심부근 최대풍속이 36m/s이고 반경 약 170km 이내 풍속이 25m/s, 반경 830km 이내 풍속이 15m/s인 초대형 태풍이었다. 그리고 이 태풍의 영향으로 4일부터 시작된 비는 6일까지 산청에 294.5mm를 비롯하여, 제주에 231.0mm, 속초에 178.5mm등 강풍을 동반한 많은 비를 내렸다(동아일보, 2002년 7월 6일자).

HR2는 저기압에 의해 발생된 호우로서 강원도 원주 지방에 시간당 57.5mm가 내리는 등 짧은 시간에 강한 바람과 천둥, 번개를 동반한 많은 비가 쏟아지는 게릴라성 집중호우로 곳곳의 가옥 및 도로침수등을 비롯해 많은 인명과 재산피해를 내었다. HR3은 HR2 이후에 2일 정도의 소강상태를 보인 후 다시 한반도를 강타하였다. 지속적으로 한반도를 통과하는 저기압 대로부터 남서방향에서 북동방향으로 이어진 비구름대가 존재하였으며 특히 발달한 저기압에 의해 호우가 동반되었다(전병호, 2002).

4. 결 론

중규모 모형의 27km 결과가 국지적인 강수량 패턴을 나타내지 못하는 반면 9km, 3km에서는 국지적인 강수량의 패턴까지도 잘 묘사 하였으며 27km, 9km 결과를 초기값으로 하는 QPM의 모의 결과에서도 전체적인 패턴은 관측치와 유사함을 알 수 있다. 관측 강수량과 비교해 볼 때, QPM의 모의결과는 전체적으로 모델의 초기값으로 주어지는 중규모 예측모형의 적분결과를 따르는 경향이 강했으며, 지형에 따른 국지적인 강수량을 잘 모의하였다. 그리고 중규모 예측 모형의 27km의 모의 결과를 초기입력장으로 한 QPM에서의 결과보다는 9km의 모의 결과를 초기입력장으로 한 경우 중규모 모형의 3km 모의결과에 더욱 근접하였고 그 차이도 작게 나타났으며, 한반도 육지 총면적에서의 시간에 따른 강수량 최대 값도 비슷하게 나타났다.

본 실험에서는 총 실험과정을 5단계로 나누었다. 즉 중규모 모형의 초기장과 경계치를 만들기 위한 전처리과정과 중규모 모형의 적분과정, 그리고 중규모 모형의 적분결과를 이용하여 QPM의 초기장과 경계치를 만드는 과정과 함께 QPM을 이용한 적분과정, 마지막으로 그림으로 표출하는 과정까지로 세분하여 각 과정에 대한 계산시간을 조사하였다. 중규모 모형의 적분시에 총 16 CPUs를 사용하였으며, 이외에는 1 CPU를 사용하여 계산하였다. 중규모 모형의 경우 총체적인 역학적·물리적 과정들을 모두 포함하므로 QPM의 격자간격과 동일한 3km까지 두 번의 다운스케일링을 거치는데 7시간 30분~40분 정도의 계산 시간이 소요된 반면, 중규모 모형의 9km 적분결과를 초기값으로 한 QPM 모의에서는 한 번의 다운스케일링을 거쳐 9km까지 적분하는데 소요된 시간인 1시간 20분~30분을 포함하여 총 2시간 40분으로 약 1/2.8 정도의 시간을 절약하면서도 비슷한 결과를 내어 계산효율성이 상당히 높은 것으로 나타났다.

5. 참고문헌

- Barnes, S. L., 1964: A technique for maximizing details in numerical weather map analysis. *J. Appl. Meteor.*, 3, 396-409.
- Bright, D. R. and S. L. Mullen, 2002: Short-Range Ensemble Forecasts of Precipitation during the Southwest Monsoon. *Wea. Forecasting*, 17, 1080-1100.
- Misumi, R., V. A. Bell and R. J. Moore, 2001: River flow forecasting using a rainfall disaggregation model incorporating small-scale topographic effects. *Meteorol. Appl.*, 8, 297-305.
- 전병호, 심명필, 2002: 2002년 호우피해의 종합보고서. 한국수자원학회, pp. 20.

사 사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 1-3-1)에 의해 수행되었습니다.