

지면피복의 변화가 집중호우의 모의수준에 미치는 영향

제창언, 서명석, 곽종흠, 강전호
(공주대학교 대기과학과, sms416@kongju.ac.kr)

1. 서론

수치모델은 대기의 초기 및 경계조건을 이용하여 미래의 기상상태를 정량적으로 모의해주는 중요한 연구 및 예보도구이다. 하지만 현재 우리가 보유하고 있는 관측시스템, 물리과정에 대한 이해부족 및 미분방정식을 차분 방정식화 하는 과정 등에서의 여러 오차들이 비선형적으로 작용하여 사례 및 지역에 따라 모의결과에 적지 않은 오차가 발생하고 있다. 이러한 오차를 줄이기 위하여 초기 및 경계조건 개선을 위한 자료동화 기술개발과 모델의 비선형성을 극복하기 위한 앙상블 예측기술이 연구 개발되고 있다. 하지만 상대적으로 강제력이 약한 것으로 알려진 관계로 지면-대기 상호작용의 영향에 대한 연구는 미흡하다. 최근 일부 연구에 의하면 지면-대기 상호작용이 대기조건에 따라서 집중호우를 일으키는 대류발생의 방아쇠 역할을 하는 것으로 알려지고 있으므로 지면-대기 물리과정의 개선은 강수시작시간 등 정량적 모의수준 향상에 기여할 수 있을 것이다. 지면-대기 물리과정의 중요성은 기후 및 지역기후 모델을 이용한 다양한 민감도 연구에서 확인된 바 있다(Suh and Lee, 2004).

본 연구에서는 지면피복의 변화가 우리나라 집중호우 모의에 미치는 영향에 대해서 분석하였다. 이를 위하여 현재 연구 및 예보분야에서 많이 활용되고 있는 중규모 수치모델(MM5)을 이용하였다. 지면-물리과정과 강수유형과의 관계를 알아보기 위하여 강수 일수 및 양 측면에서 이상기후 형태를 보였던 2003년 7월과 8월에 발생했던 7개의 집중호우를 사례로 선정하였다.

2. 자료 및 연구방법

집중호우를 모의에 사용된 모델의 해상도 및 물리과정은 Table 1에 요약되었다(Grell et al., 1995; Lee and Park, 2002). 모의 영역은 Fig. 1과 같이 3단계(격자점 크기: 54-18-6km)로 구성하였으며 적분을 용이하게 하기 위하여 일방등지로 계산하였다. 지면피복의 변화가 집중호우 모의에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다른 조건은 모두 동일하게 하고 지면물리 과정만을 다르게 이용하였다. 표준실험(CTRL_EXP)에서는 지면-대기 상호작용을 비교적 현실적으로 모수화하는 NOAH land surface model(LSM)을 이용하였고 비교실

험(LSVE_EXP)에서는 지면과정을 아주 간단하게 처리하는 5-layer soil model(FLSM)을 이용하였다. 모델의 측면경계조건으로는 최근 재분석되어 제공되고 있는 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 의 NCEP/NCAR 자료를 이용하였으며 토양수분 자료는 기후자료를 이용하였다. 강수 및 기온에 대한 모델의 검증에는 기상청에서 제공한 400여소의 지상관측자료(AWS)를 이용하였다.

3. 모의결과

Figs. 2와 3은 8개 사례 중 비교적 지면피복의 영향이 크게 나타난 2개 사례에 대해서 AWS 관측 강수량, AWS - CTRL 그리고 CTRL - LSVE를 나타낸 것이다. 두 사례에서 보인 바와 같이 MM5는 강수영역에 대해서는 양호하게 모의하고 있으나 국지적으로 집중호우가 내린 지역에 대해서는 과소하게 모의하고 강수량이 적거나 없는 지역에 대해서는 과다하게 모의하고 있다. 지면피복을 바꾼 실험에서도 국지성 집중호우를 과소하게 모의한 문제는 크게 개선되지 않았으나 무강수 지역이나 강수가 적은 지역에서는 일부 개선이 나타나고 있다. 다른 사례에서도 지면피복의 변화가 강수량에 대한 모의 수준을 뚜렷하게 개선시키지는 못하고 있다. 또한 사례 5의 경우에는 지면피복 변화의 영향이 거의 나타나지 않고 있다. 이처럼 강수량 모의에 대한 지면피복 변화의 영향이 사례에 따라 다르지만 대부분 사례에서 강수량 및 강수위치에 영향을 미치고 있으므로 그동안 상대적으로 무시되었던 지면피복에 대해서도 연구할 필요가 있음을 제시한다.

Fig. 4는 면적평균 시간 강수량에 대한 두 실험의 정량적 모의수준을 사례 3과 5에 대해 나타낸 것이다. (a)와 (b)는 강수의 시간변동에 대한 모의 수준을 보인 것이고, (c)와 (d)는 두 실험의 TS를 보인 것이다. 지면피복의 변화의 영향은 공간분포와 시간변동에 동시에 미치고 있음이 Figs. 2, 3과 4에서 확인되고 있다. 사례 3의 경우에는 공간분포에서는 차이가 크게 나타났으나 시간변동에서는 거의 차이가 나타나지 않고 있으나 사례 5의 경우에는 공간분포에서는 거의 차이가 없었으나 강수의 시간변동에서는 큰 차이를 보이고 있다. 따라서 지면피복은 강수량의 공간분포는 물론이고 강수의 시작과 종료에도 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있다. 즉, 지면피복의 변화는 강수 시작 시간을 CTRL 보다 빠르게 하거나(사례: 5) 또는 반대로 강수 시작 시간을 지연시키기도 한다(사례: 7).

지면피복의 변화가 모의 강수특성(강수량, 강도, 위치 및 시간변동)에 미치는 영향은 지금까지 알려진 바와 같이 다른 물리과정들에 비해서는 상대적으로 미약한 것으로 나타나고 있다. 하지만 사례에 따라서는 강수량, 위치 및 강수시작 및 종료시간의 변동에도

적지 않은 영향을 미치고 있다. 이러한 결과는 지면-대기 상호작용이 대기조건에 따라서 집중호우를 일으키는 대류발생의 방아쇠 역할을 한다는 최근 연구결과와도 일치한다. 따라서 강수 특성에 대한 정량적 모의 수준을 향상시키기 위해서는 지면피복과 함께 지면-대기 물리과정의 개선 연구가 필요하다.

감사의 글 : 본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 “충청지방 악기상 예측시스템 개발 II” 과제에서 수행된 것입니다

참고 문헌

- Grell, G. A., J. Dudhia, and D. R. Stauffer, 1995, A description of the fifth-generation PSU/NCAR mesoscale model(MM5),NCAR/TN-398+STR, 122p.
- Lee, D.-K., and J.-G., Park, 2002, A comparison study of moist physics schemes in simulation of east Asia heavy rainfall, Journal of th Korean Meteorological Society, 38(6), 581-592.
- Suh, M.-S., and D.-K., Lee, Impacts of land use/cover changes on surface climate over east Asia for extreme climate cases using RegCM2. Journal of Geophysical Research, 2004, 109, D02108

Table 1. Summary of model configurations used in this simulation.

	Domain 1	Domain 2	Domain 3
Horizontal Dimensions	100*100	100*100	100*100
Vertical Layers / Model Top	34 (half 33) sigma layers / 50 hPa		
Horizontal Grid Distance	54 km	18 km	6 km
Time Integration	24 hr ($\Delta t=150\text{sec}$)	24 hr ($\Delta t=50\text{sec}$)	24 hr ($\Delta t=15\text{sec}$)
Lateral Boundary Condition	Time and inflow / outflow dependent relaxation		
Vertical Boundary Condition	Radiation		
Explicit Moisture	Graupel (gsfc)		
Cumulus Parameterization	Grell		
Planetary Boundary Layer	MRF		
Land Process Schemes	Noah land-surface scheme		
Lateral Boundary Condition	NCEP/NCAR Reanalysis 6hour, $1^{\circ}\times 1^{\circ}$		

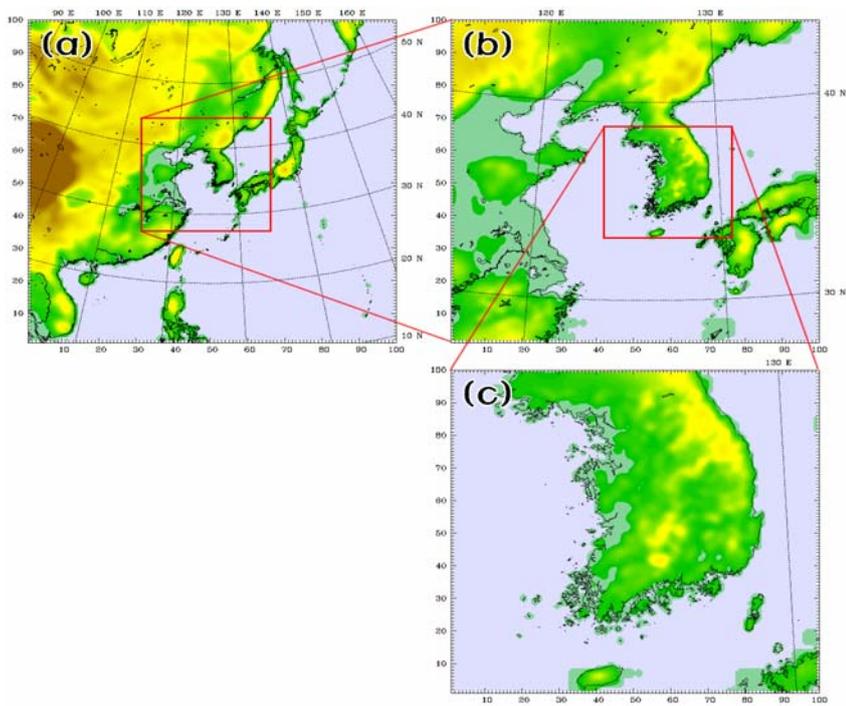


Fig. 1. Nested model domains with 54 km grid (a), 18 km grid (b) and 6 km (c). Terrain heights are included.

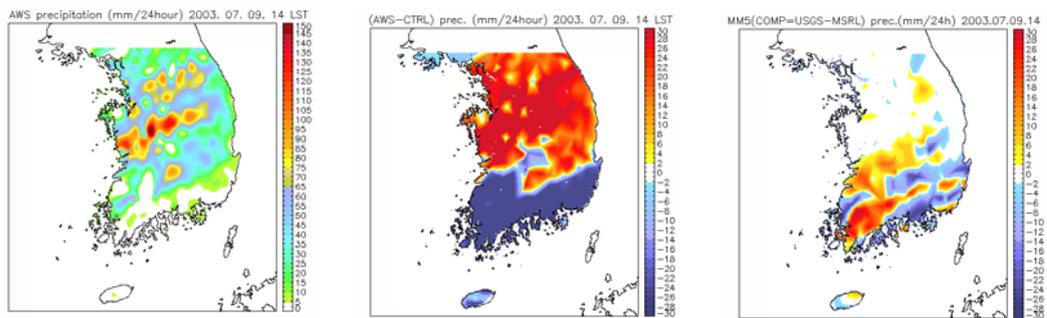


Fig. 2. Distribution of observed(left), differences between AWS and CTRL(center), and differences between CTRL and MSRL(right) of accumulated precipitation valid at 14 LST 3 July 2003.

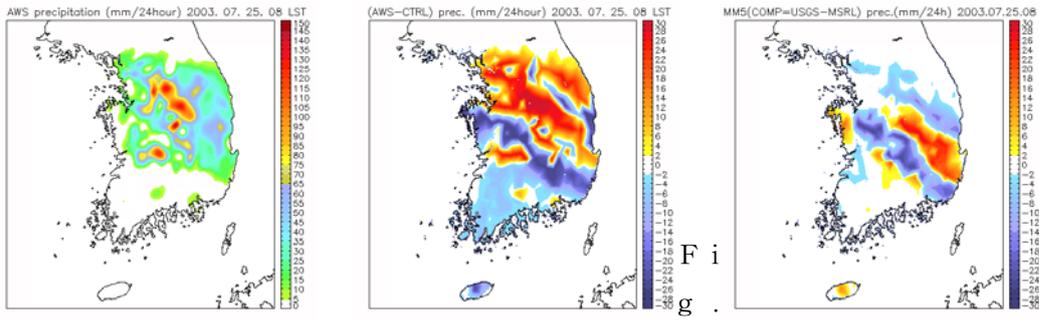


Fig. 3. Same as in Fig. 2 except for the valid time, 08 LST 25 July.

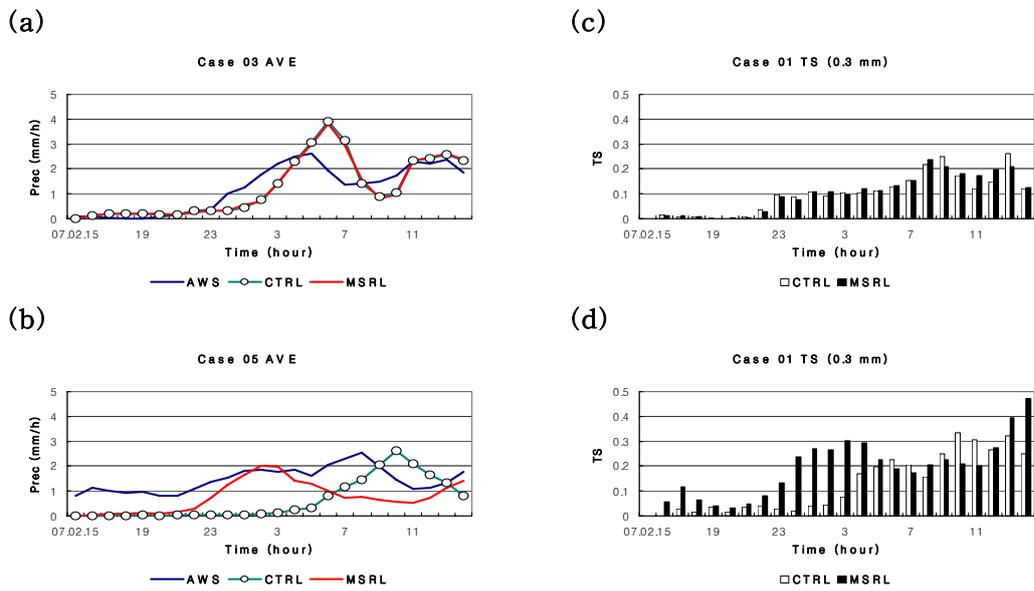


Fig. 4. Temporal variation of model results for the area averaged precipitation. (a) and (b) show an observed, CTRL and LCVE simulated hourly precipitation, (c) and (d) show the TS for the CTRL and LCVE experiments.