

MM5를 이용한 한반도 집중호우 모의에서 지면피복이 미치는 영향

강전호*, 서명석, 라득균
공주대학교 대기과학과

1. 서론

우리나라는 지리적으로 중위도 대륙 동안에 위치하여 동아시아 몬순 중 특히 경년/계절 안 변동이 큰 여름몬순의 영향을 받아 연 강수량의 50%가 여름에 집중되며 강수량의 변동이 심하다(허창희 외, 1988). 또한 최근 한반도에서는 태풍, 중규모악기상 등에 의한 집중호우가 증가하여 많은 인명과 재산 피해가 증가하고 있다(차은정 외, 2000). 따라서 정량적 강수예보의 필요성 증대와 함께 중요한 예보 및 연구 도구로써 수치모델을 활용하고 있다. 그러나 관측시스템, 물리과정에 대한 이해수준, 계산상의 필연적 오차 등에 의해 수치모델의 예보수준은 한계에 달해 있다. 자료동화, 앙상블 기법 등 모의수준 개선을 위한 많은 노력과 연구가 진행 중이지만, 지면-대기 상호작용의 영향에 대한 연구는 미흡하다. 지면-대기 상호작용의 강제력이 상대적으로 약한 것으로 알려진 반면, 대기조건에 따라서는 집중호우를 일으키는 대류발생의 방아쇠 역할을 하는 것으로 알려졌다. 서명석 외(2004)의 기후 및 지역기후 모델을 이용한 다양한 민감도 연구에서도 확인된 바와 같이 수치모의에서 지면-대기 물리과정의 개선은 강수에 대한 정량적 모의수준 향상에 기여할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 중규모 수치예보 모델(MM5)을 이용하여 USGS 지면피복을 적용한 기준 실험과 한반도에 대해 새로 분류한 KLCV 지면피복을 적용한 민감도 실험을 수행하였다. 다양한 원인에 의해 발생한 2003년과 2004년 여름(6, 7, 8월)의 7개 집중호우를 사례로 선정하였다.

2. 자료 및 연구방법

집중호우 모의를 위해 사용한 모델은 PSU/NCAR 중규모 수치예보 모델(MM5)이며 모델의 해상도 및 물리과정은 Table 1에 요약한바와 같다(Grell et al., 1995). 모의 영역은 Fig. 1과 같이 3단계 일방 동지격자 체계로 구성하였으며 수평 거자거리는 각각 45km, 15km, 5km이다. 수평격자 계수는 121 X 121로 동일하며, 모델의 연직 층수는 34층, 최고 높이는 50hPa로 정하였다. 초기 및 경계조건으로 NCEP/NCAR FNL자료를 이용하였다. FNL 자료는 MM5와 WRF에 적합하도록 작성된 재분석 자료로써 00시부터 6시간 간격으로 제공되며 해상도는 1° X 1°이다. 온도 및 지위고도 등 21개 변수들과, 1000hPa에서 10hPa

까지 26개 연직 층으로 구성되어 있다. NCAR 자료지원부(Data Support Section: DSS) 홈페이지에서 사용자 등록 후 무료로 내려받을 수 있다. Table 2는 실험설계 내용을 요약한 것으로 USGS 지면피복을 적용한 표준실험(control experiment: Ctrl_Exp.)과 새로 분류한 공주대학교 지면피복 분류 자료(KLCV V1.0)를 적용한 민감도 실험(modified land cover for KLCV:MLCK_Exp.)으로 설계하였다. 본 연구에서 선택된 사례는 2003년과 2004년 여름(6, 7, 8월)의 집중호우 사례 중 발생 유형에 따라 선택된 사례로써 Table 3에 요약한바와 같다. 모델의 집중호우 모의수준 분석 및 검증을 위하여 남한 406개 지점의 기상청 AWS 관측 강수량 자료를 이용하였다.

3. 모의결과

Fig. 2는 표준실험과 민감도 실험에서 USGS 지면피복과 KLCV 지면피복을 각각 적용한 모습이다. USGS 지면피복은 한반도 대부분을 사바나(Savanna)로 분류하고 있다. Loveland(1997)는 사바나를 잡풀이나 하층 식생과 함께 10%-30%의 식생비율을 차지하는 피복 형태로 정의 하였다. 반면 KLCV 지면피복에서는 도시와(urban and built-up land) 농경지(irrigated/dry cropland), 혼합림(mixed forest) 및 낙엽 활엽수림(deciduous broadleaf forest)등 다양한 유형으로 분류하고 있다. USGS에서 사바나로 분류되었던 영역은 KLCV에서 대부분 혼합림과 낙엽수림으로 대체되었으며 남부지방을 따라 상록수림이 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 지면피복의 변화에 따라 알베도(albedo)는 낮아지고 거칠기 길이(roughness length)는 커졌다. 따라서 기온의 일변동 특성과 함께 비교적 맑은 낮 시간동안 기온이 약 0.4K 상승하는 것으로 나타났다. Fig. 3에 2003년 7월 24일의 시간당 강수량, 강우영역, 온도 및 풍속의 시간변화 결과를 나타내었다. 그러나 지면피복 변화의 영향이 크게 나타나는 낮 시간에 강수가 있는 경우 온도는 변화 없거나 낮아지는 결과를 보였다. 구름 및 강수과정에 의해 태양복사가 차단되면서 지면피복 변화에 따른 온도변화의 효과를 잠식한 것으로 해석된다. Fig. 4은 표준실험과 민감도 실험에서 모의된 결과로써 각각 2003년 7월 24일과 6월 26일 사례의 AWS 관측 강수량, 표준 실험의 모의 강수량 및 민감도 실험과 표준실험의 차를 나타낸 것이다. 수치모델을 이용한 한반도 집중호우 모의에서 지면피복 변화의 영향은 알베도, 거칠기 길이, 기온, 풍속 등에서 비교적 잘 나타났으며, 강수량, 강우 시작 및 지속시간, 강우영역 등 강우현상에 대한 효과는 크지 않은 것으로 나타났으며 Table 4에 각 실험의 모의수준 분석 결과를 요약 하였다.

감사의 글

본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 “충청지방 악기상 예측시스템 개발 III”과제에서 수행된 것입니다.

참고문헌

- 차은정, 최영진, 오재호, 2000: 한반도 여름철 집중호우의 시간·공간 변동특성 연구, 한국 기상학회 2000년도 봄 초청강연 및 학술발표회, 19-21.
- 허창희, 강인식, 1988: 한국 지역 강수의 변동에 관한 연구, 한국 기상학회지, 24, 38-48.
- Grell, G. A., J. Dudhia and D. R. Stauffer, 1994: A Description of the Fifth-Generation Pen State/NCAR Mesoscale Model(MM5), NCAR Technical note NCAR/TN-398+STR, 122p.
- Loveland, T. R. and A. S. Belward, 1997: The International Geosphere Biosphere Programme Data and Information System Global Land Cover Data Set (DISCover), Acta Astronautica., Vol. 41, No. 4-10, 681-689.
- Myoung-Seok Suh and Dong-Kyu Lee, 2004: Impacts of land use/cover changes on surface climate over east Asia for extreme climate cases using RegCM2, Journal of Geophysical Research, 109, D02108.

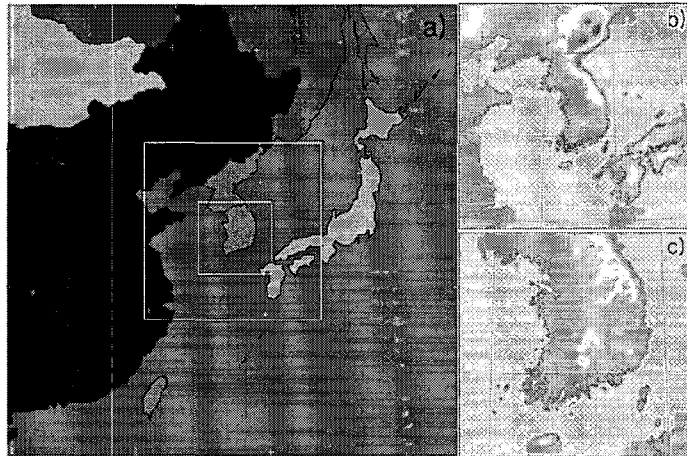


Fig. 1. 3-step nested model domain with topography.

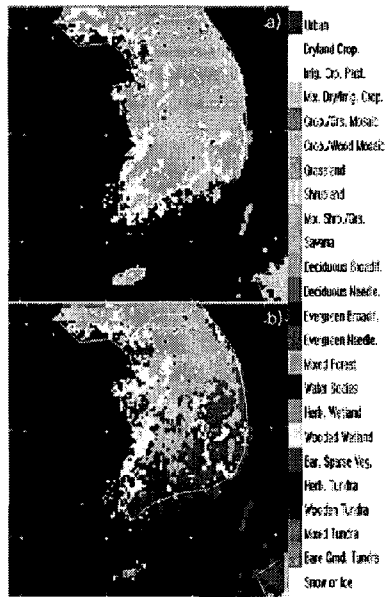


Fig. 2. Land cover maps over Korean peninsula (Upper : USGS; Lower: KNU).

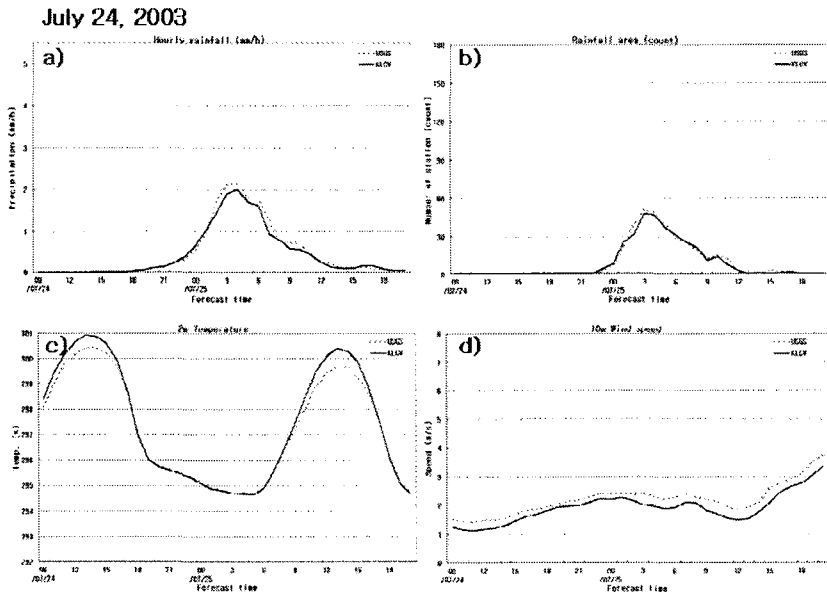


Fig. 3. Temporal evolution of area averaged rainfall(a), rainfall area(b), 2-meter temperature(c) and 10-meter wind speed(d) for July 24, 2003.

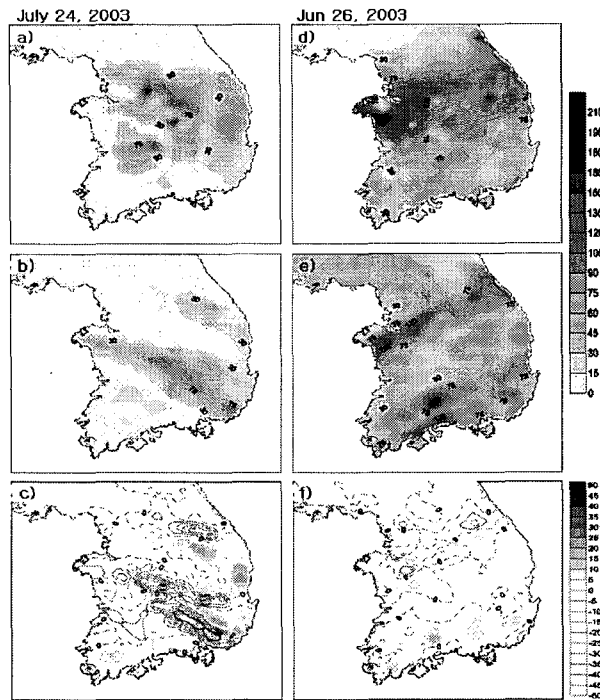


Fig. 4. Spatial distribution of observed by AWS(a, d), simulated rainfalls by the control(b, e) and their differences(c, f) from MLCK experiment for the July 24, 2003(left) and Jun 26, 2003(right).

Table 1. Schemes and resolutions of model.

	Domain1	Domain2	Domain3
Horizontal Dimensions	121•121	121•121	121•121
Vertical Layers / Model Top	34 (half 33) sigma layers / 50 hPa		
Horizontal Grid Distance	45 km	15 km	5 km
Time Integration	36 hr ($\Delta t=130\text{sec}$)	36 hr ($\Delta t=40\text{sec}$)	36 hr ($\Delta t=15\text{sec}$)
Lateral Boundary Condition	Time and inflow / outflow dependent relaxation		
Vertical Boundary Condition	Radiation		
Explicit Moisture	Graupel (gsfc)		
Cumulus parameter	Grell		
PBL	MRF		
Land -Atmosphere Scheme	Noah LSM		
Lateral B.C.	NCEP/NCAR, 1x1, 6H		

Table 2. Summary of designed experiments.

Experiments	Land Surface Schemes	Land Cover Map	Cumulus Parameter
Ctrl	NOAH_Land Surface Model	USGS LC Map	Grell
MLCK		KLCV LC Map	

MLCK : Modified Land Cover for KLCV

Table 3. Experiment case for Ctrl and MLCK.

Case	Start (LST)	Description
1	26 JUN. 2003, 15H	Frontal Cyclone
2	08 JUL. 2003, 15H	Changma front
3	24 JUL. 2003, 09H	Instability + Stationary front
4	19 AUG. 2003, 09H	Cyclone
5	26 AUG. 2003, 15H	Cyclone
6	18 JUN. 2004, 15H	Cyclonic wave in frontal surface
7	15 JUL. 2004, 21H	Changma front

Table 4. Threat score and bias frequency according to the experiment and precipitation intensity.

CASE	1mm				10mm			
	TS		BF		TS		BF	
	Ctrl	MLCK	Ctrl	MLCK	Ctrl	MLCK	Ctrl	MLCK
1	0.450	0.455	0.786	0.888	0.136	0.136	1.655	1.715
2	0.107	0.112	0.824	0.816	0.051	0.055	1.476	1.506
3	0.206	0.205	2.385	1.958	0.106	0.100	1.745	1.185
4	0.242	0.245	1.113	1.093	0.063	0.073	3.363	3.476
5	0.281	0.280	0.808	0.799	0.053	0.062	1.555	1.620
6	0.328	0.337	0.549	0.550	0.073	0.074	0.429	0.038
7	0.252	0.246	1.748	1.754	0.087	0.077	2.535	2.566
Ave.	0.267	0.269	1.173	1.123	0.081	0.082	1.823	1.779

TS : Threat Score

BF : Bias Frequency