

대류보조변수화도식들에 따르는 지역기후 모형의 예보정확도평가

리성남, 조금룡

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《자연기후조건이 농업생산에 영향을 미치는 정도는 지역에 따라 서로 다르다. 더우기 산이 많은 우리 나라에서는 지방들사이의 자연기후적차이가 심하기때문에 그것을 무시할수 없다.》(《김정일전집》 제7권 414페이지)

지역기후모형들은 해당 지역의 계절규모의 기후상태를 모의하고 앞으로의 기후변화를 예측하는데 널리 리용되고있다.[1, 2]

논문에서는 세계적으로 널리 리용되고있는 지역기후모형(RegCM 4.7: Regional Climate Model)의 대류보조변수화도식들에 따르는 예보정확도를 평가한 정형에 대하여 서술하였다.

1. 실험방안과 리용된 자료

RegCM 4.7은 국제리론물리중심(ICTP)에서 개발한 기후모형이다.

RegCM 4.7의 초기 및 경계자료로 매일 4차(6h간격) NCEP-NCAR전지구재분석자료를 리용하여 2007년-2009년 여름철(6월-8월)기간의 기후상태모의를 진행하였다. 바다표면 온도자료는 NOAA의 최량보간바다표면온도(OISST)를 리용하였고 지역기후모형의 순응기간은 1개월로 정하였다. 모형의 주요파라미터들은 표 1과 같다.

표 1. 모형의 주요파라미터

파라미터	설명
예보구역중심	N 39° E 126°
마디점수/개	80×100
분해능/km	50
모형대기윗한계/hPa	50
동력학적핵심부	정력학모형
적분시간걸음/s	120
측면경계도식	지수완화경계도식
경계층도식	Holtzlag
바다흐름도식	Zeng
복사수송도식	CCSM3
습기도식	SUBEX
적운대류도식	Grell, Emanuel, Tiedtke, Kain-Frinch
육지과정도식	BATS

평가지표로는 월강수량과 월평균지표면온도를, 검증자료로는 해당 기간의 GPCC(전지구강수량기후중심)자료와 연구지역(그림 1) 181개 관측지점들의 지표면온도관측자료를 리용하였다.

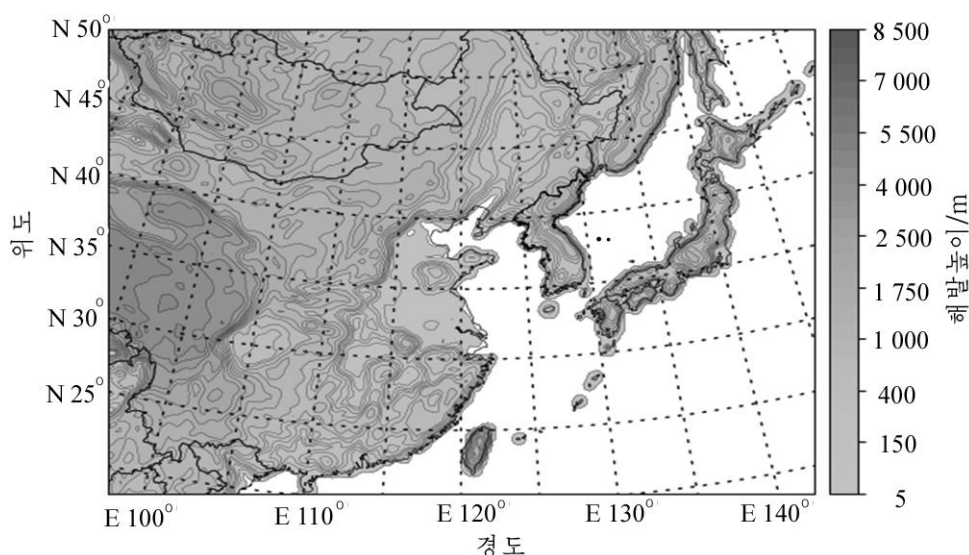


그림 1. 연구지역

2. 연구결과와 분석

적운대류도식들에 따르는 RegCM 4.7의 정확도를 평가하기 위하여 월강수량과 월평균지표면온도에 대한 기후모의결과를 분석하였다.

여름철에 강수의 대부분이 대류운들에 의해 생기기때문에 지역기후모형으로 모의된 강수량과 대류보조변수화도식들사이의 매우 밀접한 관계가 있다.

이로부터 4개의 대류보조변수화도식들에 따르는 RegCM 4.7의 정확도를 2007년—2009년기간 6월—8월까지 모의한 월강수량들과 GPCC자료사이의 상관계수와 표준편차값을 계산하여 평가하였다.(표 2—4)

표 2. 2007년 월강수량과 GPCC자료와의 상관계수와 표준편차값(mm/d)

적운대류도식	6월		7월		8월	
	상관계수	표준편차	상관계수	표준편차	상관계수	표준편차
Grell	0.37	2.35	0.34	3.33	0.17	5.11
Emanuel	0.43	2.06	0.33	2.46	0.14	4.46
Tiedtke	0.39	2.49	0.22	2.61	0.18	5.52
Kain—Frinch	0.41	2.25	0.34	2.22	0.21	4.66

표 3. 2008년 월강수량과 GPCC자료와의 상관계수와 표준편차값(mm/d)

적운대류도식	6월		7월		8월	
	상관계수	표준편차	상관계수	표준편차	상관계수	표준편차
Grell	0.34	2.76	0.27	4.43	0.3	3.94
Emanuel	0.27	3.6	0.41	3.5	0.26	2.88
Tiedtke	0.18	2.36	0.42	3.7	0.45	2.65
Kain—Frinch	0.24	2.49	0.34	3.45	0.23	3.05

표 4. 2009년 월강수량과 GPCC자료와의 상관결수와 표준편차값(mm/d)

적운대류도식	6월		7월		8월	
	상관결수	표준편차	상관결수	표준편차	상관결수	표준편차
Grell	0.5	3.52	0.27	3.23	0.09	3.87
Emanuel	0.6	1.7	0.43	2.89	0.25	3.4
Tiedtke	0.53	2.44	0.3	3.46	0.15	3.3
Kain-Frinch	0.52	1.94	0.45	2.69	0.28	3.25

표 2-4에서 보는바와 같이 RegCM 4.7로 모의한 월강수량들은 적운대류도식들마다 월별로, 년별로 정확도가 서로 차이난다.

6월강수량의 상관결수값은 다른 달보다 상대적으로 크다. 그것은 우리 나라에서 6월에 비가 얼마 내리지 않는것과 관련된다고 볼수 있다.

또한 Emanuel과 Kain-Frinch에 의한 월강수량의 상관결수값은 비교적 크고 표준편차값은 작다. 특히 2007년 Emanuel에 의한 월강수량은 6월에 상관결수값이 0.43으로서 제일 크며 표준편차값은 2.06으로서 다른 적운대류도식들에 비하여 상대적으로 작다. 또한 2009년 6월 Emanuel에 의한 월강수량의 상관결수값은 0.6으로서 모의기간에 제일 크고 표준편차값은 1.7로서 제일 작았다. 이로부터 우리 나라의 여름철의 월강수량모의에서 Emanuel의 정확도가 가장 높다는것을 알수 있다.

월평균지표면온도에 대한 적운대류도식들의 정확도를 181개 관측지점들의 관측값들과 표준편차값을 계산하여 평가하였다.

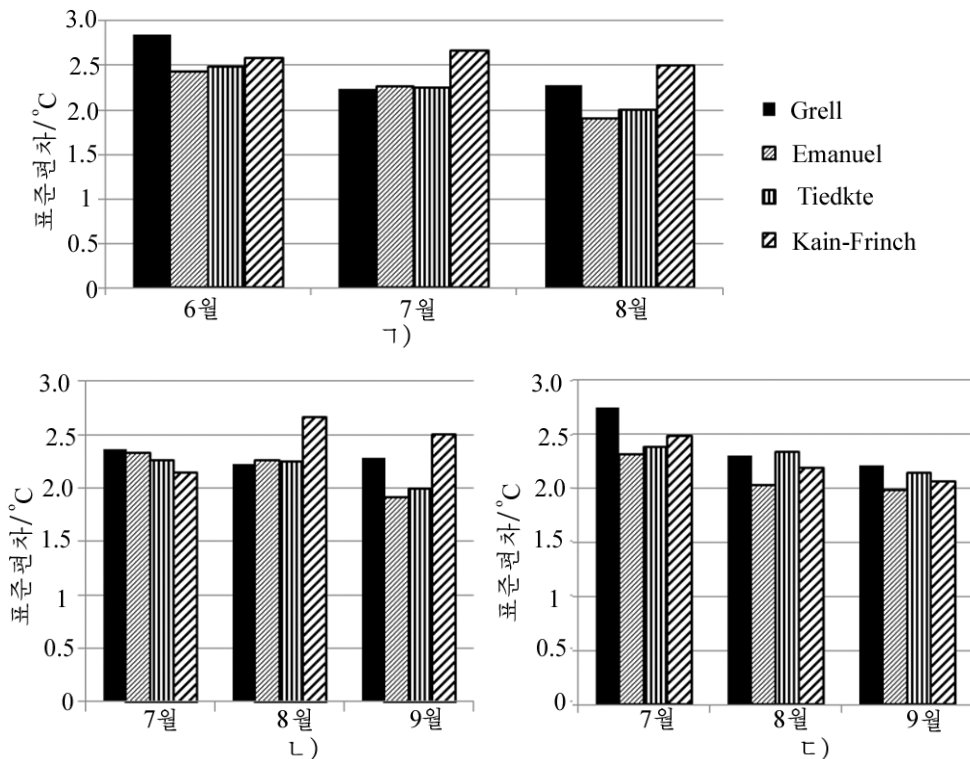


그림 2. 적운대류도식들에 따르는 월평균지표면온도와 관측값들사이의 표준편차
가) 2007년, 나) 2008년, 다) 2009년

그림 2에서는 2007년—2009년간 6월—8월까지 모의된 적운대류도식들에 따르는 월 평균지표면온도와 관측값들사이의 표준편차를 보여주고있다. 그림 2에서 보는바와 같이 모의된 월평균지표면온도들과 관측값들사이의 표준편차값은 3°C 미만으로서 정확도가 일정하게 보장되었다. 2007년—2009년간 여름철에 Emanuel이 그중 표준편차값이 제일 작다.

맺 는 말

지역기후모형은 일정한 수준의 예보성적으로 우리 나라에서의 정량적인 기후예보에 적용할수 있으며 이때 적운대류도식들에 따라 그 정확성이 달라지고 특히 여름철의 월별기후모의에서 Emanuel이 그중 우월하다는것을 알수 있다.

참 고 문 헌

- [1] G. Filippo; Regional Climatic Model RegCM User's Guide Version 4.2, 1~57, 2011.
- [2] L. K. Alfred; Using WRF—Model, Natural Science, 6, 691, 2014.

주체110(2021)년 4월 5일 원고접수

Assessment of Quality of Climate Prediction Using the Regional Climate Model with the Different Convective Parameterization Schemes

Ri Song Nam, Jo Kum Ryong

The regional climate model is applicable to quantitative climate forecasting in the northern half of Korea with a certain level of forecasting results, and it can be seen that the accuracy varies according to the cumulative convection schemes and Emanuel scheme is superior, especially in summer monthly climate simulations.

Keywords: Regional Climate Model, convective parameterization scheme