

공용대기모형과 지역기후모형의 결합에 의한 월평균기온예보

박기송, 박미향

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《나라의 과학기술을 세계적수준에 올려세우자면 발전된 과학기술을 받아들이는것과 함께 새로운 과학기술분야를 개척하고 그 성과를 인민경제에 적극 받아들여야 합니다.》
(《김정일선집》 증보판 제11권 138~139페이지)

중위도의 철바람지대에 위치하고있는 우리 나라는 계절적으로나 지역적으로 기후의 차이가 심하다.

최근년간 한해사이에도 가물과 장마, 고온을 비롯한 농사에 불리한 기상현상들이 자주 나타나 농업생산에 막대한 손실을 주고있다.

그러므로 주체농법의 요구를 철저히 관철하여 농사를 과학기술적으로 짓기 위하여서는 단기, 중기뿐만아니라 장기기상예보의 과학성과 신속성을 보장하기 위한 과학연구사업을 심화시켜야 한다.

현재 지구기후계의 중요한 물리적과정들을 모형화한 전지구대기순환모형(GCMs)에 의한 전지구적규모에서의 월, 연간 기온 및 강수량예보결과[1, 2]들이 발표되고있다. 그러나 GCMs의 출력결과가 대단히 거칠기때문에 기후변화와 기후예보의 정량화연구에 직접 응용하기 어렵다.

이로부터 GCMs가 출력한 저분해마디점변량들을 통계적으로나 동력학적으로 변환하여 지역적인 규모에서 장기적인 기상기후상태를 얻어내는 여러가지 규모축소방법들이 연구되고있다.

본문에서는 공용대기모형(CAM)과 지역기후모형(RegCM)을 결합한 동력학적기후예보의 적용성평가에 대하여 고찰하였다.

1. 공용대기모형과 지역기후모형의 결합방식 및 실험방안

① 공용대기모형과 지역기후모형의 결합방식

그림 1에서는 CAM과 RegCM의 결합관계(CAM-RegCM)를 보여주고있다.

먼저 CAM에 의하여 대기초기마당과 접지면경계마당을 얻은 다음 안삼불성원을 정하고 계산을 진행한다.

다음 CAM의 매 안삼불결과를 리용하여 RegCM의 배경마당을 작성한다.

지형자료를 RegCM에 입력하고 다시 계산을 진행한다. RegCM의 안삼불계산결과들을 평균하여 최종예보결과를 얻는다.

총체적으로 보면 CAM-RegCM결합방식은 CAM과 RegCM에 의한 방향삽입이다. 즉 전지구대기순환모형의 예보결과를 배경마당으로 작성하고 지역기후모형을 실행한다.

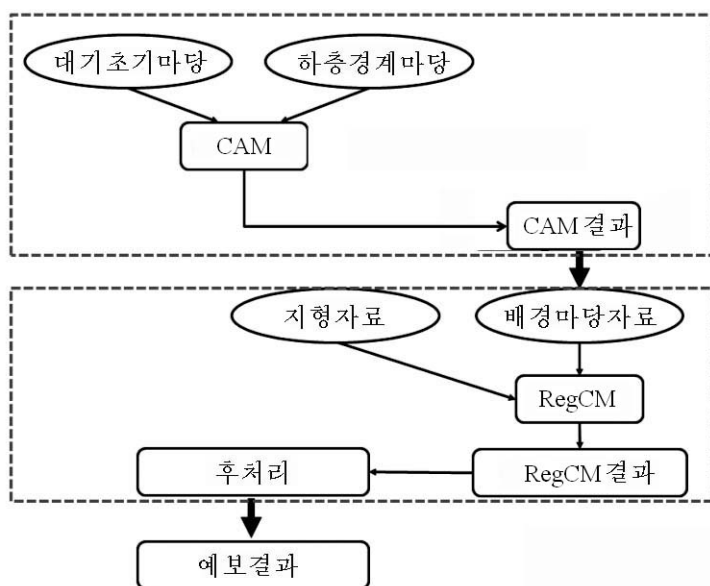


그림 1. CAM-RegCM모형결합관계

② 결합모형에 의한 실험방안

실험에서는 2019년 5월평균기온예보를 연구대상으로 하였다.

CAM에서 선택한 력학모형은 T85의 오일레르동력학적도식이다.

먼저 CAM에 요구되는 대기초기마당과 하층경계마당을 준비한다. 지표면온도, 지표면 습도, 눈두께 등의 많은 관측자료가 결핍되어있기때문에 이것들은 CAM자체의 기후마당으로 대신한다. 대기초기마당자료로는 현재 기상예보현업공정에서 만들어지는 자료를 리용하였다.

4월 27일 21시 전지구대기마당을 초기자료로 하여 40일간의 계산을 진행하여 하루 4차(03, 09, 15, 21시)의 CAM모의결과를 얻는다.

CAM의 결과를 리용하여 RegCM의 측면경계마당을 작성하고 RegCM에 대한 적분계산을 진행한다.

RegCM에서 먼저 모형의 기본적인 정보에 대한 파라메터를 설정하고 지역의 지형자료와 배경마당을 얻는다.

이상의 전처리단계를 거쳐 필요한 자료를 RegCM에 입력하여 계산을 진행한다.

우와 같은 날자부터 계산을 시작하여 6월 1일 21시까지 진행한다. 그중 5월 1일전까지의 계산결과들은 모형안정화단계로 보고 평가에서는 리용하지 않는다. 얻어진 결과로 5월평균기온에 대한 평가를 진행하였다.

RegCM의 수평분해능은 30km, 지역중심은 (E 124°, N 37°), 수평마디점수는 126×94개, 수직방향으로 18개 층, 모형정점기압은 50hPa, 적분시간걸음은 150s로 취하였다. 그림 2는 모형의 예보구역과 지형등고선을 보여주고있다. 모형에서는 지수완화경계층도식을 리용하였는데 경계층의 완충구역은 12개이다.

행성경계층도식은 비국지경계층도식, 적운대류보조변수화도식은 Grell도식, 해양흐름보조변수화는 Zeng도식, 지표면보조변수화는 BATS도식, 복사보조변수화는 NCAR CCM3도식을 리용하였다.

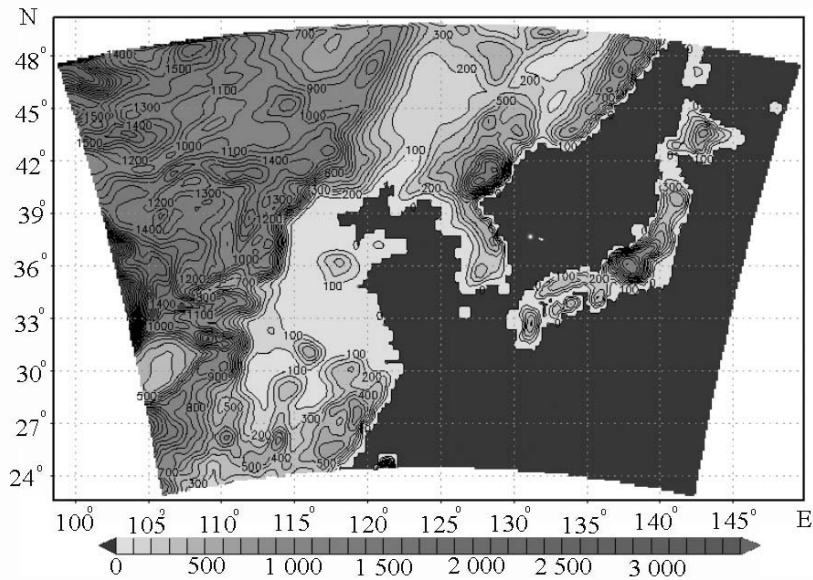


그림 2. 모형의 예보구역과 지형등고선

2. 결과분석

2019년 5월 우리 나라의 대표적인 39개 지점에 대한 일평균기온관측자료에 기초하여 5월 평균기온과 상순(5월 1일 - 5월 10일), 중순(5월 11일 - 5월 20일), 하순(5월 21일 - 5월 31일) 평균기온에 대한 결합모형의 예보정확도를 평가하였다. 그림 3에는 5월 평균기온에 대한 관측값과 예보값의 공간분포도가 제시되어있다.

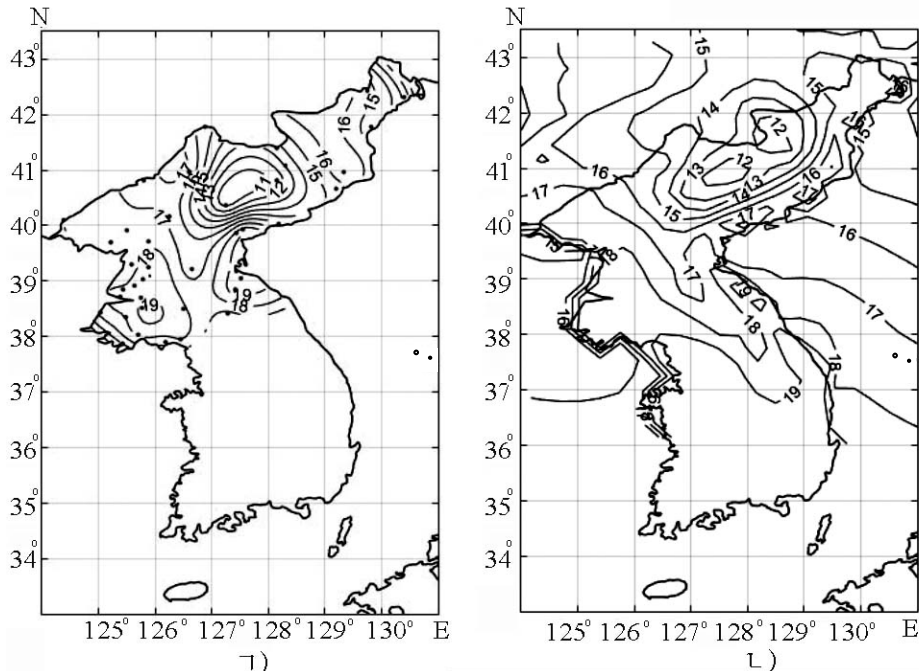


그림 3. 2019년 5월 평균기온분포도

ㄱ) 관측값, ㄴ) 예보값

그림 3을 보면 월평균기온의 예보값분포가 관측값분포와 거의 일치하다는것을 알수 있다. 특히 서해안지역과 강원도지방을 포함한 동해안중부지방에서 기온이 높은 상황을 비교적 잘 반영하고있다.

또한 량강도지방을 제외한 북부내륙지방에서도 예보된 평균기온이 실태분포에 잘 부합된다. 오차가 큰 지역을 보면 량강도지방이다.(표)

표에는 39개 지점에 대한 월평균기온과 순별 평균기온의 관측값과 예보값의 오차가 제시되어있다. 매 예보요소에 대한 오차가 가장 큰 지점들을 보면 강계, 라선, 장진, 함주지방들로서 2°C이상이다.

전반적지역에서 볼 때 서해안지방에서는 대체로 오차는 크지 않으나 부의 오차가 우세를 차지하며 이것은 예보값이 관측값에 비해 크게 예보된다는것을 보여준다.

표. 지점별 평균기온예보오차(관측값-예보값)

No.	지점	월평균	상순	중순	하순	No.	지점	월평균	상순	중순	하순
1	평양	0.4	0.4	0.2	0.6	21	증강	1	1.7	1.1	0.2
2	강남	-0.2	-0.2	-0.4	0	22	초산	0.6	1.3	0.8	-0.2
3	신의주	-0.6	-1.5	-0.2	-0.2	23	회천	0.8	1	1.3	0.1
4	태천	-0.5	-1.2	0.1	-0.3	24	혜산	1.6	2.4	1.7	0.9
5	정주	-0.3	-1.1	0.1	-0.1	25	갑산	0.6	1.3	0.4	0
6	평성	0.7	0.6	0.6	0.7	26	김형권군	-1.3	-0.1	-2.4	-1.5
7	개천	0.2	-0.3	0.5	0.3	27	청진	-1.8	-0.7	-3.8	-1.1
8	평원	-0.8	-0.9	-1	-0.5	28	라선	-2.9	-2.5	-4.2	-2.1
9	양덕	-0.5	-0.6	-0.3	-0.5	29	길주	0.7	1.6	-0.9	1.3
10	남포	-0.1	-0.2	-0.4	0.3	30	김책	-1	0.4	-3.2	-0.3
11	룡강	-0.5	-0.4	-0.9	-0.1	31	회령	0.1	0.7	-0.5	0.1
12	사리원	0.6	0.8	0.5	0.6	32	함흥	1.4	2.7	0.3	1.3
13	황주	0	-0.2	-0.1	0.2	33	장진	-2.5	-1.8	-3.1	-2.4
14	신계	-0.1	0	0.8	-0.9	34	함주	2.1	3.2	0.6	2.5
15	개성	-1.1	-1.2	-0.1	-1.8	35	신포	-0.3	0.9	-1.4	-0.5
16	해주	0.1	0.1	0.8	-0.5	36	원산	1	1.4	-1.6	2.9
17	파일	-0.8	-0.9	-1.1	-0.4	37	안변	1	1.1	-1	2.6
18	신천	-0.6	-0.8	-0.6	-0.5	38	고산	1.8	2.4	0.4	2.6
19	연안	-1.4	-1.5	-0.6	-2.1	39	평강	-0.5	0	0.2	-1.5
20	강계	2.1	2.5	2	1.8	표준오차		1.1	1.3	1.4	1.2

자강도와 량강도, 강원도를 포함한 동해안중부지역에서는 정의 오차가 우세하며 이로부터 예보값이 관측값에 비해 작아졌다는것을 알수 있다.

월평균기온의 표준오차는 1.1°C이며 순별 표준오차를 보면 중순평균기온의 오차가 가장 크고 하순에 가장 작다는것을 알수 있다.

맺 는 말

공용대기모형과 지역기후모형을 결합하면 지역적인 규모에서의 기후예보를 정량화할 수 있으며 동력학적기후예보를 진행할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] S. Solomon et al.; Climate Change, Cambridge Univ., 35~50, 2007.
[2] 邓伟涛; 利用CAM_RegCM嵌套模式预测我国夏季降水异常, 南京信息工程大学, 1~28, 2008.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

Prediction of Monthly Average Temperature by Coupling CAM and RegCM

Pak Ki Song, Pak Mi Hyang

In this paper we suggested the methodology for dynamical prediction of climate over the local region with coupling CAM(Community Atmosphere Model) and RegCM(Regional Climate Model) and then demonstrated the validity quantitative prediction for regional climate.

Keywords: regional climate model, prediction of climate