

IPCC SRES A1B, B1, A2 시나리오에 따른 동아시아 하계 강수변화 전망

차유미*, 이효신, 권원태, 백희정
기상연구소 기후연구실

1. 서론

산업혁명 이후 온실가스의 급격한 농도 증가로 지구평균 기온은 관측 이래 전례없는 상승을 보이고 있으며, 이로 인한 이상기후 징후는 세계 곳곳에서 광범위하게 발견되고 있다. 인위적 강제 요인이 자연적 요인에 비해 기후시스템에 미치는 효과가 큰 점을 감안하면 미래의 인간 활동 증가는 더욱 심각한 기후변화를 초래할 수 있다. 이에 IPCC는 세계인구 변화, 산업·기술 발달에 따른 다양한 온실가스 배출 시나리오를 개발하여 미래 기후변화를 예측하고 대비하기 위한 세계적인 참여를 독려하고 있다. 현재 기상연구소는 IPCC 4차 보고서에 A1B, B1, A2 시나리오에 따른 장기간 기후전망 자료를 산출하여 기여하고 있다.

현재까지의 여러 연구에 따르면, 미래기후는 온난습윤할 것으로 전망된다(IPCC, 2001). 그 중 우리나라가 속한 동아시아는 전 세계적인 변화추세보다도 훨씬 강도가 크며 강수의 변화경향은 2-3배에 달할 것으로 나타난다(Lee et al., 2005, Min et al., 2005). 특히 동아시아는 몬순의 영향을 크게 받아 강수 및 기온 등의 계절편차가 큰 곳으로 강수가 집중되어 내리는 여름에 많은 기상재해가 발생한다. 따라서 미래에는 동아시아 여름몬순의 강화에 의해 집중호우와 같은 극심한 강수 현상이 더욱 빈번해 질 것으로 예상된다.

이에 따라 본 연구에서는 SRES A1B, B1, A2 시나리오에 따른 동아시아 하계 강수변화를 전망하기 위해 각 강수 타입별 분석을 통하여 주요 요인을 찾고 이와 연관된 메커니즘을 알아보고자 한다.

2. 실험방법

모의실험에 사용된 접합모형인 ECHO-G/S는 독일 막스플랑크 기상연구소에서 개발한 ECHO-G에 에어러솔의 수송, 침적, 화학적인 성질 등을 고려하는 황순환 모델을 포함한 최신 버전으로, 대기모형인 ECHAM4(T30 L19)와 해양-해빙모형인 HOPE-G(T42 L20)로 구성되어 있다. 대기와 해양간의 결합은 소프트웨어 OASIS에 의해 수행되고 자료전달은 하루 간격으로 대기로부터 10개의 Flux와 해양으로부터 4개의 해수면 변수가 상호 교환된다.

모의실험은 1860년부터 2000년까지의 관측된 모든 강제력에 따른 20C3M과 2001년부터

2100년까지 전망을 위한 370 ppm 안정화, A1B, B1, A2 시나리오 실험으로 구성된다 (Table 1). 370 ppm 안정화 실험은 2000년의 강제력을 2100년까지 고정한 것이다.

Table 1. Total experiment plan for climate projection

1860-2000	2000-2100	시나리오	2100년의 CO ₂ 농도
20C3M (관측된 모든 강제력)	370ppm 안정화	2000년 고정	370 ppm
	A1B 시나리오	균형적 발전	720 ppm
	B1 시나리오	환경 지향적	550 ppm
	A2 시나리오	발전 지향적	820 ppm

3. 결과

ECHO-G/S가 모의하는 21세기 강수는 전반적으로 증가하고 특히 동아시아 평균 강수의 증가 추세가 컸다. 강수 타입별 경향을 알아보기 위해서 Fig.1과 같이 대규모 강수와 대류성 강수에 대해서 각각 동아시아 지역(100~145°E, 20~50°N)의 1860년부터 2100년까지의 20C3M, A1B, B1, A2 시나리오에 따른 아노말리 시계열을 비교하였다(1961~1990, 30년 기후값). 대규모 강수는 다소 감소하는 경향을 보인다. 그러나 그 크기가 20세기의 변동에서 보이는 모델의 내부변동성 범위 내에 있어 신뢰할 수 없다. 반면, 대류성 강수는 내부변동성 범위를 능가하는 뚜렷한 증가를 보여 미래 동아시아 하계 강수의 증가를 일으키는 주요 요인으로 분석되었다.

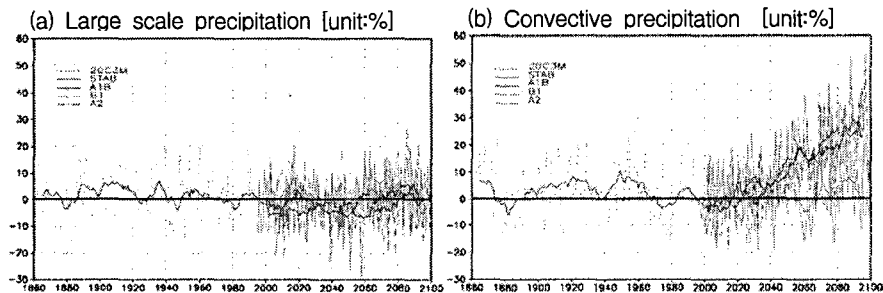


Fig. 1. Time series of surface temperature anomalies from 1860 to 2100

Fig. 2는 A1B 시나리오에 따른 미래 20년(2079~2098)과 현재 20년(1979~1998)간의 차이이다. 총 강수량에 대한 대류성 강수의 비(Fig. 2(a))는 열대지역과 북반구 고위도에서 상반되는 패턴을 보인다. 즉 열대지역에서는 대규모 강수가 증가하고 북반구 고위도에서는 대류성 강수가 증가한다. 주목할 것은 대류성 강수의 증가가 두드러지는 지역과 큰 기온 상승이 나타나는 지역이 동일하다는 점이다(Fig. 2.(b)). 내륙지역의 상대적으로 강한 지면 가열은 육지-해양간 열적대비(land-sea contrast)를 증가시켜 동아시아 여름몬순의 강화를 유발한다. 동시에 기온상승에 따른 대기 중 수증기 함량의 증가와 연직적인 기온감소를

의 변화는 더욱 대기를 불안정하게 할 것이다. 또한 동아시아 내륙에서 발달한 저기압성 흐름은 열대서태평양의 남중국해와 필리핀해로부터 더 많은 수증기를 하층 수렴지역 (Fig. 2(c)의 '-L'은 수렴 중심지역, 'H'는 발산 중심지역을 의미)으로 유입시킬 것이다. 결과적으로 미래 여름철 동아시아 지역은 지면 가열, 수증기 유입, 하층 수렴 등의 대기환경을 갖추면서 대류성 강수의 증가를 초래할 것으로 전망된다.

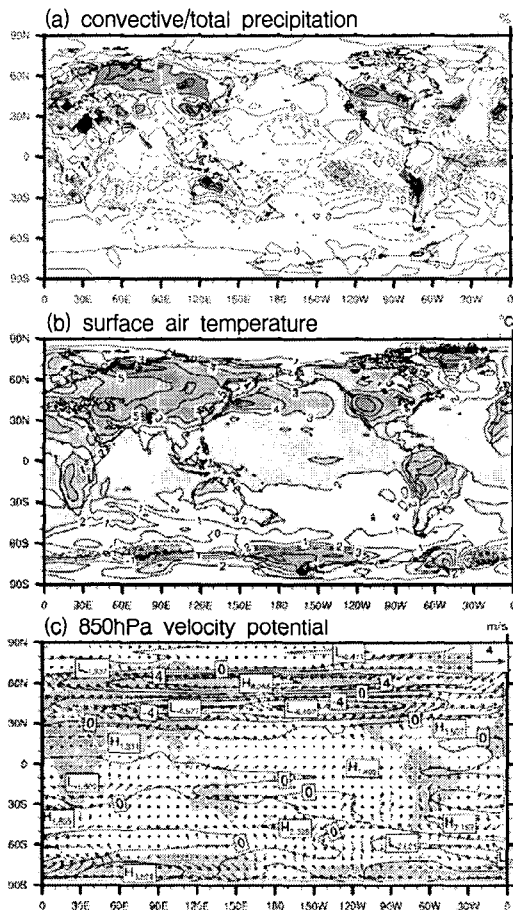


Fig. 2. Difference map of convective/total precipitation (a), surface air temperature (b) and 850hPa velocity potential (c) in the 2079~2098 relative to 1979~1998 from A1B scenario experiments

감사의 글

이 연구는 기상연구소 주요 사업 “기후 변화협약대응 지역기후 시나리오 활용기술개발”의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

- IPCC, 2001: Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Houghton, J. T., Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell and C. A. Johnson(Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, pp 881.
- Lee, E.-J., W.-T. Kwon, and H.-J. Back, 2005: Summer Precipitation Changes in Northeast Asia from the AOGCM global warming experiments. J. Meteor. Soc. Japan, (submitted).
- Min, S.-K., S. Legutke, A. Hense, U. Cubash, W.-T. Kwon, J.-H. Oh, and U. Schlese, 2006: East Asian Climate Change in the 21st Century as Simulated by the Coupled Climate Model ECHO-G under IPCC SRES Scenarios. J. Meteor. Soc. Japan, (in press).