

하층제트와 지리산집중호우의 상호 관련성에 관한 수치연구
Numerical studies on the relation between low-level jet and heavy rain fall

이순환* · 류찬수

(조선대학교 부설 아시아몬순·기후환경연구센터)

Soon-Hwan Lee · Chan-Su Ryu

Center for Asia Monsoon & Climate Environment Research

1. 서론

한반도 남서지방은 태풍과 저기압등 종관계 강수현상과 산악에 의한 지형성 강수현상이 빈번하게 발생하는 지역이다. 특히 위의 2가지 강수현상이 결합된 강한 강수가 지리산을 중심으로 자주 발생하며, 이러한 지형성 집중호우에 의해 많은 인명 및 재산피해를 입고 있다. 1998년에 발생한 지리산 집중호우 역시 2가지 강수계가 결합된 것이다. 이때 광주의 고층관측을 통해서 한반도에 강한 하층제트가 관측되었다. 하층제트는 하계 700-850hpa 고도에서 발생하는 12.5m/s 이상의 강한 바람을 의미한다. 하층제트는 강한 수평발산을 통하여 지표면에서 강한 수렴을 유발하며, 이에 따라서 작은 공간규모의 강수세포형성에 중요한 역할을 한다. 그러므로 하층제트와 집중호우는 깊은 관련성을 가지고 있는 것으로 보고 있다. 그러나 이러한 하층제트의 호우와 관련성연구는 대부분 사례연구를 통하여 이루어져 왔다. Park *et.al.*(1989)은 종관적인 분석을 통하여 집중호우와 하층제트의 관련성을 설명하면서, 하층제트의 존재의 중요성을 보였으며, Lee and Hong(1991)은 수치실험을 통해 하층제트와 집중호우의 관계를 설명하였다. 본 연구에서는 지리산지역의 집중호우와 관련한 다양한 하층제트를 산정하고, 이들이 집중호우에 미치는 영향을 분석하였다. 그리고 하계 남서쪽의 유입기류의 수분량에 따른 집중호우의 민감성을 보고, 호남지방의 하계 집중호우 예측가능성을 진단해보고자 한다.

2. 사례일 선정 및 종관장

본연구의 집중호우 사례일은 1998년 7월31일에서 8월1일로 정하였다. 이때 남서기류의 유입과 강력한 하층제트에 의하여 지리산지역에 집중적인 강수현상이 나타났다. 그리고 이러한 중규모 강수세포는 레이더 영상으로도 잘 나타나고 있다. 이때 전남 내륙 및 경남서부지역의 경우, 최고 300mm의 강수가 관측되었고 경남 동부의 경우는 최대 100mm의 강수가 나타났다.

3. 수치모형 및 실험설계

본연구에 사용한 수치모형은 MM5로서 현재 호남지방 초정밀예측모형으로 사용하고 있다. 먼저 성긴 등지격자는 $x=y=10\text{km}$ 의 격자 간격으로 각각 73개를 사용하였다. 연직격자수는 하단 경계와 상단경계를 제외한 33개이다. 적분 시간 간격은 10초로 두었으며, 한 점 sounding 자료를 사용하여 연직 방향으로 내삽하였고, 모델의 수평 영역에 대해서도 열역학 변수와 운동량 변수가 수평으로 등질하게 입력되었다. 적분의 초기 시간은 1998년7월 31일 06UTC로 하였으며 초기 지표면의 온위는 288K이다.

측면 경계 조건으로 Klemp-Lilly and Durran(1983)의 복사경계조건을 사용하여 내부 중력파가 모델 영역 밖으로 자유롭게 빠져나가 대기 현상들의 이류가 원활토록 하였고, 상단 경계에는 두꺼운

벽을 두고, 중력파가 모델 내부로 반사하는 것을 효과적으로 막기 위하여 12km 고도에 Rayleigh 감쇄층을 두었다.

미세 격자 구성은, 수평 격자는 $x=y=3\text{km}$ 의 격자 간격이고, 동서, 남북, 연직 방향 격자수는 정간격 체계 경우와 동일하고, 연직 격자 간격도 높이에 따라 확장되도록 하였다. 미세 격자의 모형 중심은 35.50. N, 128.20. E 이다.

남부지방의 집중호우에 관련된 하층제트와 남서유입류의 수증기분포에 따른 영향을 정량적으로 분석하기 위하여 3가지 실험을 실시하였다.

먼저 하층제트의 위치가 집중호우에 미치는 영향을 보기 위하여 하층제트의 위치를 각각 700hPa와 850hPa로 두고 강수량의 차이를 비교하였다(EXP1). 그리고 남서기류에 의해서 유입되는 수증기량의 민감도를 보기 위한 실험으로, 광주지방기상청 고층관측자료를 그대로 초기 입력 자료로 사용한 것과 하층(고도2km)에서 수증기플럭스를 일정하게 유지하고, 상층에서는 수증기플럭스를 낮추는 2단계의 수증기플럭스구조를 가진 초기조건을 사용한 상태에서 계산된 강수량을 비교한 실험이다(EXP2). 마지막으로 수치실험에서 사용되는 산악의 경우, 일반적으로 공간적인 격자법에 의하여 대부분 지형을 과소평가한다. 이러한 과소평가정도는 격자간격이 커지면 커질수록 더 커진다. 그러므로 본연구에서 지리산의 높이가 1900m인데 반해, 모델상에서는 1500m정도의 높이로 표현하고 있다. 그러므로 실제 지형의 높이효과를 표현하기 위하여 인위적으로 지형의 높이를 높인 경우에 지형이 강수량에 미치는 영향을 보았다(EXP3).

4. 결과 및 분석

집중호우와 관련시켜 하층제트와 남서기류의 수분량 플럭스의 집중호우에 관한 역할을 수치실험을 통해 정량적으로 진단해 보았다. 결과 아래와 같은 결론을 도출하였다. 1) 집중호우와 관련하여 하층제트의 존재는 매우 중요한 요소이다. 2) 하층제트의 위치변화는 집중호우의 강도에는 크게 영향을 미치지 않는 경향이 있다. 3) 하층제트의 위치보다는 산악지형으로 유입되는 기류의 수분량플럭스가 강수구역의 결정에 크게 영향을 미친다. 4) 수치모형상에 나타나는 지형의 과소평가를 보정한 경우, 강수구역이 확대되고, 산악지역과 관계없는 지역에서도 강수가 나타난다.

이상의 결과를 통해서 호남지방의 집중호우 예측의 경우 유입되는 남서기류의 분포가 중요한 요인이며, 집중호우의 예측을 위해서는 산악지역으로 들어오는 기류의 수분분포를 정확히 예측하는 것이 중요하다고 볼 수 있다.

주요어 : 집중호우, 하층제트, 수치모형, 산악기상

사사 : 본 연구는 기상청에서 시행하는 기상지진기술개발사업의 하나인 “국지기상예측기술개발” 과제에서 수행된 것입니다

참고문헌

- 서경환, 이동규, 1996, 한반도 중부지방의 지형성 강수분석과 수치시물레이션연구. *한국기상학회지*, 32. 511-533
- Lee,D.K. and S.Y.Hong, 1989, Numerical experiments of heavy rainfall event occurred over Korea during 1-3 September 1984, *J.Korean Meteor.Soc.*,25. 233-260.
- Park S.-W., H-J.Ahn, and Y.S.Chun, 1989, Evolution of synoptic scale features associated with a long-lived convection system. *J.Korean Meteor.Soc.*,25, 168-191