

한반도 남서지역 여름철 강수량의 시·공간 특성*

이영섭 · 김혜중 · 염준근¹ · 조천호 · 정효상²

요약

최근 빈번한 여름철 집중호우로 인하여 인명과 재산에 큰 피해를 보고 있다. 이러한 여름철 집중호우에 대한 시, 공간적 변동 특성 분석의 필요성이 증가되고 있다. 이에 최근에 빈번히 집중호우가 발생하는 한반도 남서 지역에 18개 관측 지점에 대해 1981년부터 2000년까지 시간별, 연도별 집중호우의 빈도수를 조사하였다. 분석결과, 최근에 집중 호우의 빈도는 증가하였으며 1일 집중호우 빈도는 해안지방이 많았으며, 시간당 집중호우 빈도는 해안지역 뿐만 아니라 산악 또는 내륙 지역에서도 증가하였다. 또한 시간별 집중호우는 해안지역의 경우에는 새벽에 많았으나 산악 또는 내륙 지역은 오후에 빈도수가 많았다. 월별 집중호우는 8월, 7월, 9월, 6월 순으로 많았다. 8월이 가장 많은 이유는 장마 종료 후 태풍의 영향이 컸음을 알 수 있다. 이러한 분석 결과를 기초로 하여 향후 한반도 남서 지역 집중 호우 발생에 대한 시·공간적 변동의 기후학적 특성에 대한 이해력 향상에 도움이 될 것이다.

1. 서론

한반도 남서 지역은 태풍의 주 진로 상에 위치하고 있으며 장마 기간 동안 서해상에서 발달하는 중규모의 구름 무리(Mesoscale Cloud Clusters, MCC)의 영향으로 집중호우가 빈번히 발생하는 곳이다. 이러한 집중호우의 발생 메커니즘을 이해하기 위해서 집중호우 시스템에 대한 집중관측이 요구된다. 따라서 기상연구소 주요사업 “한반도 악기상 집중 관측 사업(KEOP)”의 일환으로 한반도 남서지역에 위치한 해남 기상 관측소에 국가 악기상 집중 관측 센터를 구축, 운영 중에 있다.

악기상 집중관측 센터에서 생산된 자료를 통해 악기상 현상의 구조 규명과 함께 한반도 남서지역 집중호우의 시·공간적 변동 특성 연구는 이들 지역의 집중호우 발생 원인을 밝히는데 매우 중요한 기초 연구가 된다. 한반도에서 발생하는 여름철 집중호우에 관한 국내 연구로는 김백조 등(2003)이 한반도 악기상 집중 관측에서 생산된 여름철 집중 관측기간 동안의 자료를 활용하여 한반도 집중 호우에 미치는 요인에 관하여 연구하였다.

본 연구에서는 한반도 남서지역의 집중호우 발생의 시공간적 특성을 통계적 및 기후학적 분석을 통하여 이들 지역의 집중호우 발생에 대한 이해력을 향상시키고자 하는 것이 연구의 목적이다.

*본 연구는 기상연구소 주요사업 ‘한반도 악기상 집중 관측(KEOP) 사업’의 일환으로 수행되었습니다.

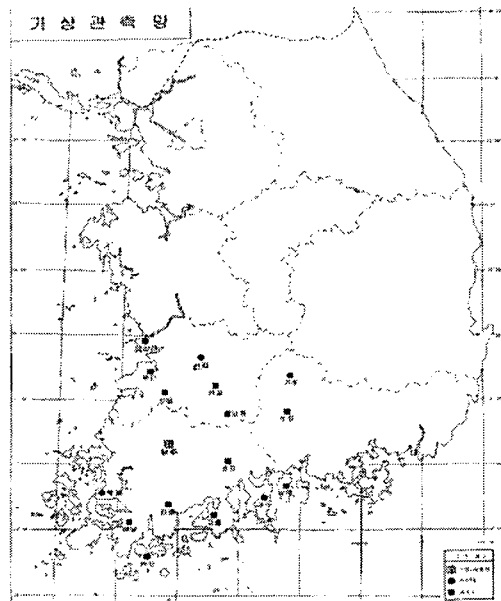
¹100-715 서울시 중구 필동 동국대학교 통계학과.

²156-720 서울시 동작구 신대방동 기상연구소.

집중호우의 메커니즘에 관한 연구는 윤원태 등(2001)이 1998년의 집중호우를 복상하는 주기파와 남진하는 주기파의 만남이 한반도 여름철 기후 및 집중 호우의 중요한 요인 중의 하나임을 밝혔고, 한반도에 국한된 것이 아니라 일반적인 여름철 집중 호우 현상에 관해서는 Chen등(1995)이 상층과 하층 경합성 요소의 결합이 있을 때 온난하고 습기가 있는 곳을 따라 발달한다고 하였다. 한편 Konrad(2001)는 1950년부터 1996년의 미국 동부 지역의 집중호우를 공간 규모별로 분석하여 기후학적 특성을 설명하였다. 그러나 국내에서는 아직까지 여름철 집중호우의 특성에 관한 연구가 상당히 부족한 실정이다.

2. 자료 및 분석 방법

기상청 현업에서 사용하는 집중호우 특보 기준은 일반적으로 1시간 강우량이 30mm이상이거나 1일 80mm이상을 말한다. 이와 같은 기준을 근거로 기상청에서 생산된 한반도 남서지역(125.8~128E, 33.8~36N)에 위치한 18개의 관측소에서 1981년부터 2000년까지 20년 동안의 여름철(6,7,8월) 강수량 자료를 이용하였다. 시간별, 월별, 년별 강수량 자료를 사용하여 집중호우 발생 빈도에 대한 통계분석을 실시하였다. <그림 1>은 본 연구에 사용한 관측지점을 나타낸 것이다.



<그림 1> 관측 지점

1981년부터 2000년까지 20년 동안의 한반도 남서지역 집중호우 발생 빈도수를 조사하였다. 집중호우의 정의가 일별과 시간별로 다르기 때문에 일별 정의(80mm이상)와 시간별 정의(30mm이상)로 구분하여 집중호우 발생 빈도를 분석정하였다. 각 지점별/연도별로 빈도수를 조사한 후 빈도의 경향(trend)을 시계열 기법이나 단순회귀분석 기법 등 여러 가지 통계적 기법을 이용하여 분석하였다.

한편 연도별 빈도수 분석에 이어 각 지역별, 월별, 시간별로 빈도수를 조사하여 각 특성을 조사하였다. 마찬가지로 1991년부터 2000년까지의 최근 10년 간의 자료를 같은 방법으로 비교 분석하여 최근에는 어떠한 변화 또는 특성이 있는가를 알아보았다.

3. 분석 결과

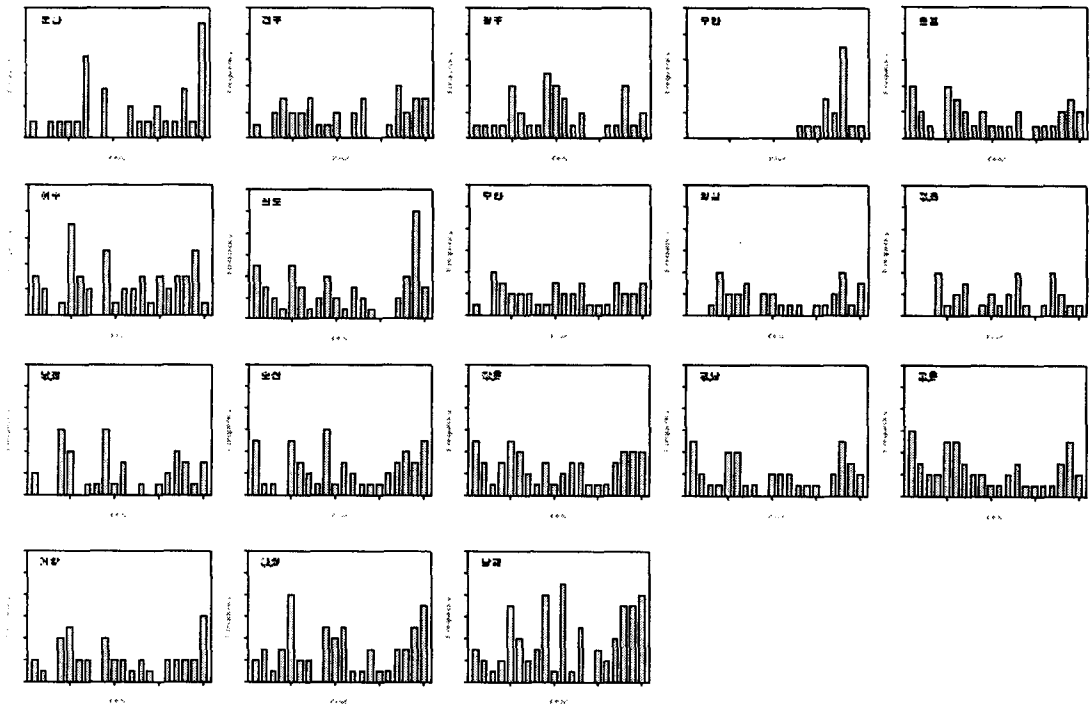
3.1 1981년부터 2000년(20년)자료

3.1.1 연별/지점별 빈도수 변동

① 1일 80mm이상의 강수량에 대한 빈도수 분석

최근 20년 간의 자료를 각 관측 지점별로 1일 집중 호우의 빈도수를 <그림 3.1>과 같이 분포로 나타내어 보았다. 대체적으로 최근에 집중호우가 빈번함을 알 수 있었다. 지역별 분석을 위하여 각 지점별로 선형 회귀식을 구하여 회귀 계수(기울기)를 조사하였다. 이 값의 크기에 따라 양수(+)이면 집중호우 빈도수가 최근에 들어 증가한다는 것을 의미하며 음수(-)이면 그 반대 현상을 나타낸다. 이들 값들에 대해 공간적 분포의 이해를 높이고자 공간분포를 나타내어 보았다.

<그림 3.2 (a)>의 그림에 의하면 해안 지방을 중심으로 집중호우 빈도수가 증가함을 알 수 있다.

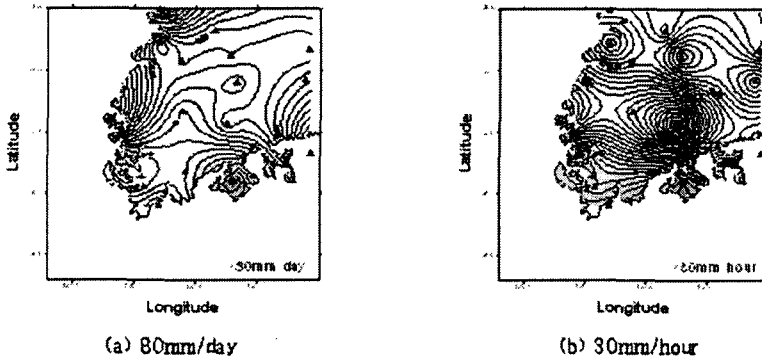


<그림3.1> 1981~2000 20년간 80mm/day 연별, 지점별 빈도수

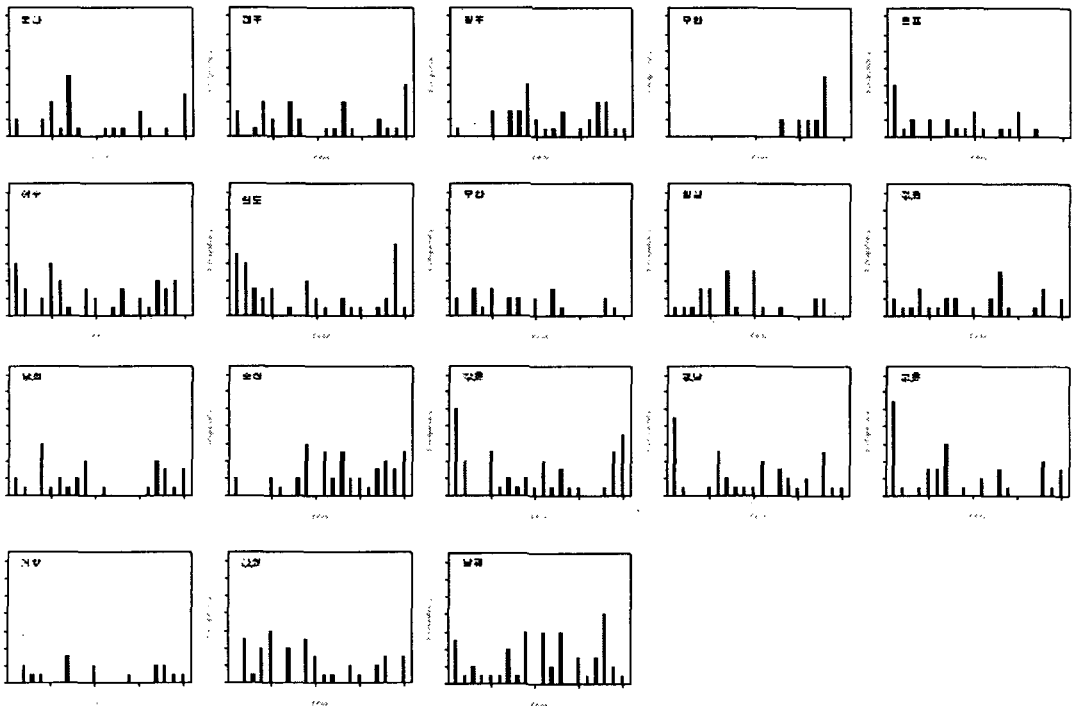
특히 서해안 지방에 최근에 들어 1일 80mm 이상의 집중 호우가 많이 발생하며 내부 산악 지방에는 집중호우의 빈도수에 큰 변화가 없음을 알 수 있다.

② 시간당 30mm 이상의 강수량에 대한 빈도수 분석

앞에서와 마찬가지로 각 관측 지점별로 집중호우의 빈도수를 <그림 3.3>와 같이 나타내어 보았다. 또한 회귀 계수를 이용한 추세를 반영하는 공간, 지역별로 나타낸 결과가 <그림 3.2(b)>에 나타나 있다. 이 그림에 의하면 앞의 ㉠과 달리 해안 지방뿐만 아니라 내륙 산악 지형에서도 빈도수가



<그림 3.2> 1981~2000 집중호우 추세

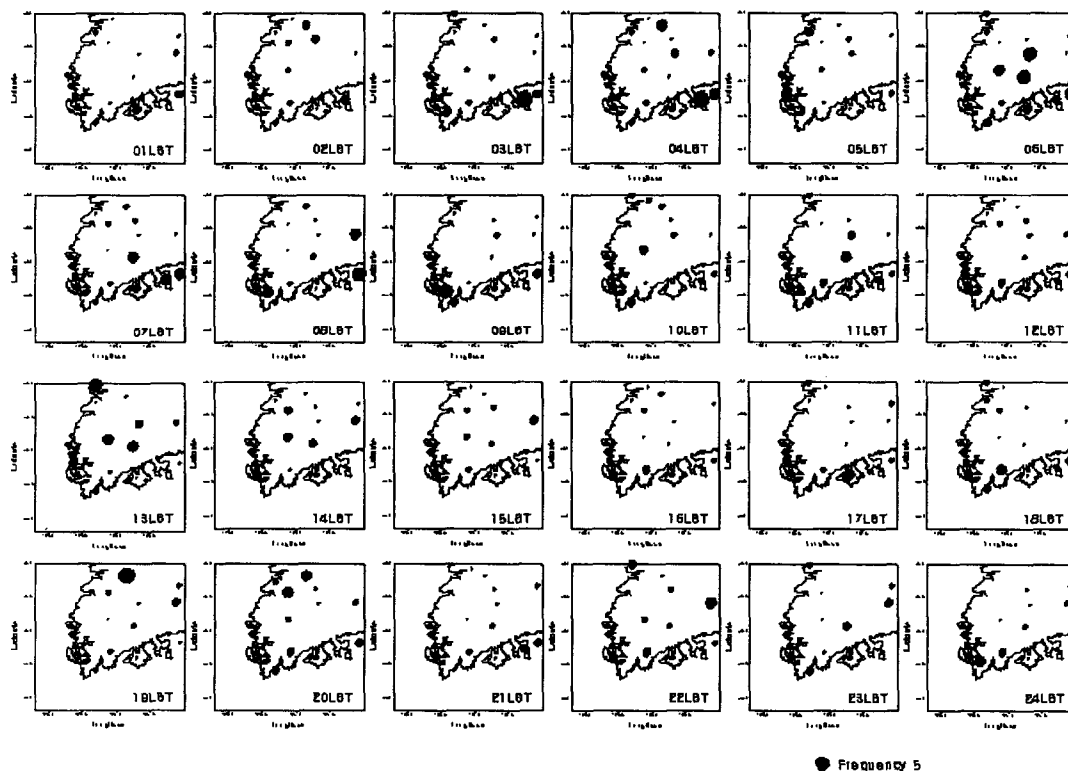


<그림 3.3> 1981~2000 20년간 30mm/hour 연별, 지점별 빈도수

증가함을 알 수 있다. 집중 호우를 시간당 30mm이상으로 정의하였을 경우에는 산악 지방에서도 빈번하게 발생하고 있음을 의미한다.

3.1.2 시간별 빈도수 변동

어느 시간대에 비가 많이 오는 가에 대한 연구로써 모든 관측소에서 각 시간별(0시-24시) 집중호우의 빈도수를 공간상으로 표시하였다. <그림 3.4>에 나타난 바와 같이 각 도수를 원의 크기에 따라 표시하여 시간대별로 빈도수의 경향을 볼 수 있도록 하였다. 이 그림에 의하면 대체적으로 새벽에 집중호우가 빈번히 발생하며 특히 해안의 경우에 뚜렷히 나타난다. 반면 산악 지방이나 내륙지방에서는 오후의 복사가열에 의한 대류운의 발달에 기인하여 오후에 빈도수가 다소 많았다.

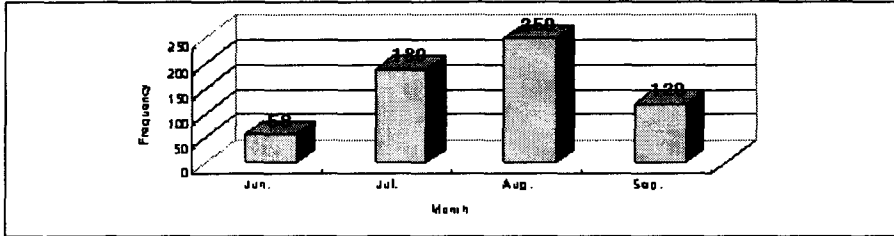


<그림 3.4> 1981~2000 집중호우 시간별 발생 빈도

3.1.3 월별(6,7,8,9월) 빈도수 변동

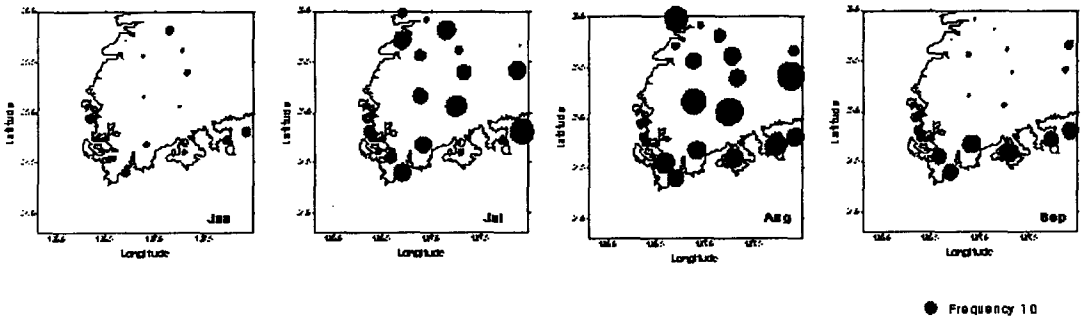
집중호우는 대부분 여름철에 주로 나타나므로 1년중 여름철인 6월부터 9월까지의 집중호우의 월별 빈도수를 조사하여 그 발생원인을 조사하였다. 집중호우의 빈도수는 <그림 3.5>에서 8월에 가장 많았고 다음으로는 7월, 9월, 6월 순으로 빈도수가 많음을 알 수 있다. 일반적으로 6월 말에서 7월 말 사이의 장마기간으로 장마전선에 동반된 중규모 구름무리의 영향으로, 8월과 9월에는

태풍에의 영향으로 볼 수 있다. <그림 3.5>에서 8월에 가장 많은 빈도수를 나타내는 것은 최근 들어 장마 종료 후 집중호우가 빈번함을 알 수 있다.



<그림 3.5> 1981~2000 집중호우 월별 발생 빈도

또한 9월도 집중호우가 잦은 것은 태풍의 영향 이외에 북서태평양 고기압의 연변의 대기불안정성도 크게 기여한다고 생각되며 이에 관한 더 많은 연구가 필요하다. 관측 지점별로는 <그림 3.6>에서 알 수 있듯이 8월에는 거의 모든 지역에서 빈번하며 9월에는 주로 남해안 지역에 많이 발생함을 알 수 있으며 이 지역은 태풍의 피해를 많이 보는 곳이기도 하다.



<그림 3.6> 1981~2000 집중호우 월별 발생 빈도

4. 결론

최근 지구 온난화와 더불어 집중호우의 빈도수가 점차 증가 추세에 있다. 시간별, 일별 집중호우의 정의에 따른 연도별 분석에서는 일별 집중호우는 해안 지방에 빈번하며 시간별 집중 호우는 해안 지방뿐만 아니라 산악, 내륙 지방에서도 빈도수가 증가하고 있다. 전체적으로 일별 집중호우는 빈도수가 많았으며 강우량도 많았다. 반면 시간별 집중호우 발생 빈도수는 산악 지역에서 많고 남서 해안 지방은 작았다. 따라서 산악, 내륙 지역은 순간적인 집중호우가 많으며 이것은 산악 지형적인 영향으로 사료된다.

일별 집중호우는 해안 지방의 경우에는 새벽에 집중호우가 많으며 산악, 내륙 지방은 오후에 집중호우의 빈도수가 많음을 알 수 있었다. 일반적으로 집중호우는 새벽에 많이 발생하지만 점차 그 세력이 내륙으로 이동하면서 오후에는 산악이나 내륙지방에 집중호우를 내리고 있음을 보여준다.

월별 분석에서는 8월에 집중호우가 많다. 이것은 장마가 끝나고 나서 태풍 또는 대기불안정성의 영향으로 인하여 집중호우가 빈번함을 알 수 있다. 따라서 최근에는 장마 기간뿐만 아니라 그 이후에도 비가 오는 횟수가 잦음을 알 수 있다. 이러한 집중 호우의 일별, 월별, 연도별, 지역별로 발생 빈도수를 조사함으로써 장마, 태풍, 전선 등의 영향을 알아 볼 수 있으며 집중 호우 발생을 시공간 별로 특성을 이해함으로써 집중호우 원인을 조사하는데 많은 도움이 될 것이다.

5. 향후 과제

이와 같은 기초적인 분석을 바탕으로 남서 지역의 세 곳을 중심으로 집중호우의 공간 규모별 통계적 특성 및 기후학적 분석을 추가하고 한다. 특히 관측 지점이 시공간적으로 조밀한(10분 간격, 83개 지점) 자동 기상 관측 장비(AWS)자료를 이용하여 한반도 남서 지역에 대한 강수 특성 연구를 향후 과제로 남겨 둔다.

참고문헌

- [1] 김백조, 김정훈, 백선균, 송희영, 조천호, 정효상 (2003). 악기상 분석에 있어서 집중관측자료 생산의 필요성 평가. *Proceeding of Korea Data Analysis Society*, May 30-31, 2003, 47-51.
- [2] 윤원태, 박정규, 이재원, 민승기 (2001). 1998년 여름철 집중호우 특성 분석. *한국기상학회지*, 37(2), 181-194
- [3] Chen, Y., .and Jun Li (1995). Large-Scale Conditions Favorable for the Development of Heavy Rainfall during TAMEX IOP 3. *Mon. Wea. Rev.*, 123, 2978-3003
- [4] Konrad, Charles E. (2001). The Most Extreme Precipitation Events over the Eastern United States from 1950 to 1996 : Considerations of Scale, *Journal of Hydrometeorology*, June 2001, 309-325