

우리나라 여름철 강수량의 기후적 분포 특성

Climatological Features of Summer Precipitation in Korea

조 하 만 * · 최 영 진 ** · 권 효 정 ***
Cho, Ha-Man · Choi, Young-Jean · Kwon, Hyo-Jong

Abstract

Some climatological features of summer precipitation in Korea were studied using the precipitation data of 15 stations of Korea Meteorological Administration where more than 30 years data since 1961 are available. The study included statistical analysis of precipitation by climatological normal values, and comparison of inter-annual variation of annual precipitation, summer precipitation and precipitation during the Changma. The relationships between them were also analyzed. It was revealed that, in Korea, more than half of annual precipitation was concentrated in summer season (June to August), and it was usually influenced by the Changma. The ratio of summer and Changma precipitation to the annual precipitation showed that effect of Changma was bigger in the central inland area, while comparatively smaller in the east coastal area and Cheju Island due to topographical effects. It was also shown that the fluctuation of the annual precipitation was less variable than those of summer and Changma precipitations. Thus, it was suggested that understanding the variation features of summer precipitation associated with monsoon activities was very important to figure out the change of annual precipitation for the national water resources planning.

요 지

1961년 이전에 관측이 시작되어 30년 이상의 관측자료가 있는 기상청의 15개 관측소의 강수량 자료를 이용하여 우리나라의 여름철 강수량 분포 특성을 조사하였다. 특히 이 연구에서는 우리나라 강수량 기후 평년값을 이용하여 기후적 특성을 조사하였으며, 지역별로 연 강수량, 여름철 강수량, 장마기간중 강수량의 연도별 변동을 비교 분석하고 그 상관을 조사하였다. 대체로 우리나라의 경우 연 강수량의 반 이상이 6, 7, 8월의 여름철에 집중되어 있고, 또 이 여름철 강수량은 장마에 크게 영향을 받는다. 또 지역별로 여름철 강수량 및 장마가 연 강수량에 미치는 기여도를 조사한 결과 서울을 비롯한 중서부 내륙지방이 장마의 영향을 가장 많이 받으며 동해안 중북부 지역과 제주도 지역은 상대적으로 장마의 영향이 적고, 국지적인 지형적 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 또한 우리나라의 경우 강수량의 연도별 변동이 심한 것으로 나타났으며, 특히 연 강수량보다 여름철 강수량과 장마기간중 강수량의 변화가 더 심한 것으로 나타났다. 따라서 국가 수자원 문제와 관련하여 연 강수량의 변동을 파악하기 위해서는 여름철 강수량의 변동에 대한 이해가 중요하며 아울러 장마의 특성 즉 몬순에 대한 파악이 함께 이루어져야 한다.

keywords : Changma, correlation, precipitation, statistical analysis

- * 기상연구소 응용기상연구실장
- ** 기상청 수치예보과 기상연구관
- *** 연세대학교 천문대기과학과 연구원

1. 서 론

우리나라는 옛부터 물이 풍부한 나라로 인식되어져 왔다. 그러나 최근 우리나라 산업 경제의 급격한 성장과 국민생활의 향상으로 국민의 물 수요가 급격히 증가함에 따라 우리나라도 이제 물이 부족한 나라가 되고 있다. 특히 1994년의 가뭄 여파가 아직도 계속되면서 최근 물 부족 문제는 우리나라에서 가장 주요 현안 과제가 되고 있다. 우리나라는 1년 강수량이 1274 mm로서 세계의 평균 강수량 약 1000 mm 보다 다소 많으며 연 강수량으로 볼 때는 적은 편이 아니다. 그러나 우리나라는 연 강수량의 대부분이 여름철에 집중되어 있는데 이는 장마전선 즉 몬순의 영향 때문이다. 따라서 여름철 강수량의 많고 적음이 연 강수량을 좌우하고 또 우리나라의 수자원량에 직접적인 영향을 미치므로, 여름철 강수량의 분포 특성을 파악하는 것이 매우 중요하다. 지금까지 우리나라에서 여름철 강수량 변화와 관련된 연구로서 장마기의 강우적 특성과 대기순환에 대한 연구가 있고, 호우의 통계적 분석 및 면적강수량 산정에 대한 연구가 있다(김광명, 1979; 이병설과 김성삼, 1983; 전종갑, 1979; 기상연구소, 1985; 한국건설기

술연구원, 1991). 그러나 이들 연구는 강수 패턴의 메카니즘 규명에 목적이 있고 또 일부 통계적 분석이 있으나, 사용된 강수량 자료의 기간이 짧으며, 특히 당시의 강수 패턴이 현재와는 차이가 있을 것으로 생각된다. 또 최근 가뭄 연구 목적에서 우리나라의 월 강수량 빈도 분포에 대한 연구가 이루어지고 있으나(윤용남과 박무중, 1997), 우리나라의 전반적인 강수의 기후적 특성을 다루지는 않고 있다. 이 연구에서는 우리나라 기상청 기상대급과 관측소급의 68개 관측소에서 1961년 이후 관측된 강수량 자료를 이용하여, 우리나라의 월별 강수 패턴과 여름철 강수 분포 특성을 조사하고자 하며, 특히 장마와 관련된 강수의 통계적 특성에 대해 논하고자 한다. 이 연구를 통해 우리나라 여름철 강수 패턴의 전반적인 기후적 특성을 정리할 수 있을 것으로 생각되며, 그 결과들은 앞으로 우리나라의 수자원 관리 정책에 기초 자료가 될 것으로 생각된다.

2. 자료 및 방법

현재 우리나라 기상청의 정규 관측소는 68개소이며 표 1과 같다(기상청, 1991a). 표 1에서와 같이 각 관측소별로 관측 시작연도가 다르다. 현재 WMO(세계기

표 1. 우리나라 기상청의 관측소 일람과 강수 관측 현황

관측소	해발고도 (m)	관측시작 연도	관측소	해발고도 (m)	관측시작 연도	관측소	해발고도 (m)	관측시작 연도
부 산	69.2	1904	진 주	21.5	1969	남 원	115.0	1973
목 포	53.4	1904	대관령	842.0	1972	함 평	9.0	1973
인 천	68.9	1904	울 진	49.5	1972	승 주	74.0	1973
대 구	57.8	1907	원 주	149.8	1973	장 흥	40.0	1973
서 울	85.5	1907	완 도	14.7	1973	해 남	37.5	1973
강 릉	26.9	1911	강 화	46.4	1973	고 흥	32.4	1973
진 주	51.2	1919	양 평	45.0	1973	성산포	10.7	1973
제 주	22.0	1923	이 천	75.0	1973	대 정	20.0	1973
울 산	31.5	1931	인 제	199.7	1973	칠 곡	54.6	1973
추풍령	245.9	1936	홍 천	141.0	1973	영 주	170.0	1973
울릉도	221.1	1938	삼 척	3.9	1973	점 촌	172.1	1973
광 주	70.9	1939	계 천	220.0	1973	영 덕	55.0	1973
여 수	67.0	1942	충 주	50.0	1973	의 성	73.0	1973
포 향	5.6	1943	보 은	170.0	1973	선 산	40.0	1973
서귀포	51.9	1961	운 양	24.5	1973	영 천	91.3	1973
수 원	36.9	1964	유 성	70.0	1973	거 창	224.9	1973
춘 천	74.0	1966	대 천	33.0	1973	합 천	30.9	1973
청 주	59.0	1967	부 여	16.0	1973	밀 양	12.5	1973
속 초	17.6	1968	금 산	170.7	1973	산 청	141.8	1973
서 산	19.2	1968	이 리	8.0	1973	함 안	9.2	1973
군 산	26.3	1968	부 안	7.0	1973	거 제	12.0	1973
충 무	32.2	1968	임 실	244.0	1973	남 해	15.0	1973
대 전	77.1	1969	정 주	40.5	1973			

상기)가 국제적으로 사용하고 있는 30년 기후 평균 산출기간인 1961~1990년 사이의 관측자료를 갖고 있는 관측소, 즉 1961년 이전에 관측이 시작된 관측소는 15개소이며, 그 이후부터 1972년 사이에 관측이 시작된 관측소는 13개소, 그리고 1973년부터 동시에 관측이 시작된 관측소가 40개소 있다. 이 연구에서는 이 15개 관측소에서 관측된 강수량 자료를 이용하여, 6, 7, 8월 3개월간의 여름철 강수량과 장마기간중의 강수량 분포 특성을 분석하였다. 또 장마의 시종과 기간에 대해서는 기상청(1995)의 자료를 이용하였다.

3. 우리나라 강수량의 장기간 변화

30년 이상의 관측자료가 있는 15개 관측소의 자료를 이용하여 1910년대초, 강수량 관측이 시작된 이래 1995년까지 약 90여년 동안의 기간에 대해 우리나라의 연 강수량과 여름철 강수량의 연도별 변화를 조사하였으며 그림 1과 같다. 그림에서 보면 연도에 따라 강수량의 변동이 크게 나타나고 있으며, 연 강수량보다 여름철 강수량의 변동이 더 크게 나타나고 있다. 또 1차 회귀선으로 강수량의 변동 경향을 보았을 때 연도별 강수량은 지난 세기동안 다소 증가하는 경향을 보였으나

여름철 강수량은 증가 또는 감소 경향을 뚜렷이 볼 수 없었다.

4. 우리나라 여름철 강수량의 기후 평년값 분포

4.1 주요 도시별 연 강수량과 면적 강수량

표 2에 15개 관측소의 연 강수량 기후 평년값과 이 15개 관측소에 대해 Thiessen 법으로 구한 면적비 및 면적강수량을 나타내었다. 표에서와 같이 우리나라의 강수량은 지역에 따라 비교적 큰 차이를 보이고 있다. 연 강수량은 서귀포와 제주에서 가장 많고 포항, 대구 등 경북 내륙 지방은 가장 적으며, 서울은 1370.4 mm로 다소 많은 편이다. 대체로 이 15개 지점의 강수량 값을 산술평균하면 1302.5 mm가 된다. 한편 각 관측소별 면적비를 보면 관측소마다 매우 큰 차이가 있다. 이는 30년 기후 평년값을 갖고 있는 15개 관측소의 분포가 고르지 않음을 나타낸다. 특히 연 강수량이 많은 제주, 서귀포의 경우 면적비가 각각 0.8%에 불과하며, 서울, 강릉은 15% 이상으로 매우 큰 값이다. 따라서, 우리나라의 수자원 산정 목적을 위해서는 우리나라의 연 강수량 값으로 산술평균법에 의한 강수량보다 면적

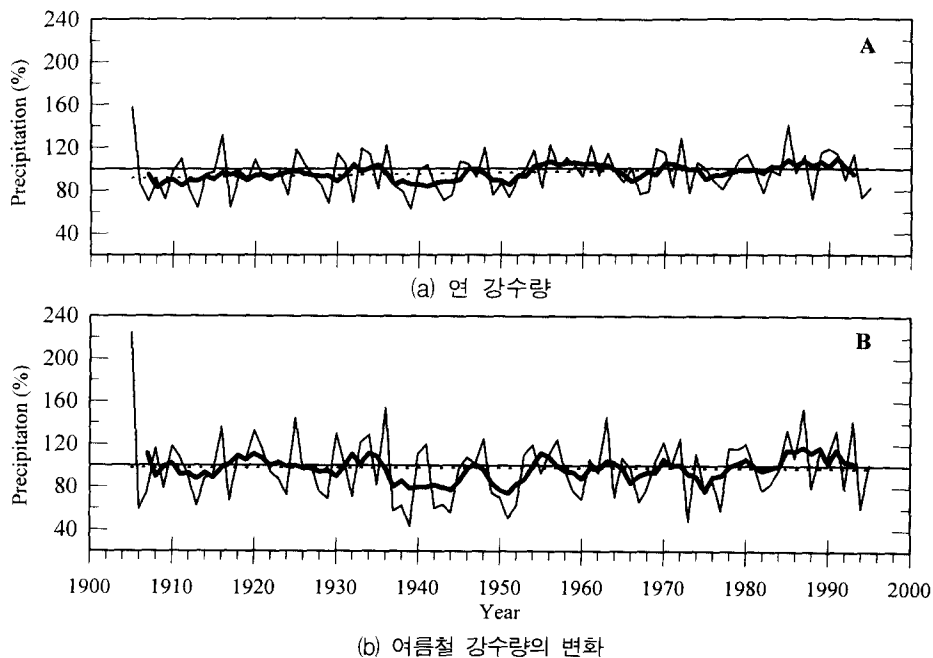


그림 1. 1905년부터 1995년까지 기후 평년값(1961-1990)에 대한 편차(%)로 나타낸 우리나라 연 강수량과 여름철 강수량의 변화 (그림에서 점선은 1차 회귀선)

표 2. 주요 도시의 연 강수량 기후 평년 값과 우리나라의 면적강수량

관측소	연 강수량 (mm)	면적비 (%)	면적비 강수량(mm)
서울	1370.4	15.5	212.4
강릉	1375.2	16.1	221.4
인천	1170.0	7.3	85.5
울릉도	1228.1	0.001	1.2
추풍령	1149.6	13.9	159.6
포항	1090.8	5.9	65.2
대구	1030.8	7.0	72.2
전주	1296.0	10.7	138.7
울산	1272.0	2.0	25.4
광주	1357.2	6.4	86.9
부산	1472.4	3.6	53.0
목포	1111.2	4.0	44.5
여수	1413.6	5.8	82.0
제주	1423.6	0.8	11.4
서귀포	1771.4	0.8	14.2
	1302.5	99.8	1273.6

비가 고려된 면적 강수량을 이용해야 한다. 정확한 면적 강수량의 산정을 위해서는 가능한 많은 관측소의 자료를 이용하는 것이 바람직 하지만, 이 연구에서는 자료 기간의 상이에 따른 통계적 오류를 없애고 또 전세계적으로 비교할 수 있는 값을 얻기 위해, 30년의 기후 평년값을 갖고 있는 15개 관측소의 자료만을 이용하여 면적 강수량을 구하였으며, 이 값은 표 2에서와 같이 1274 mm이다. 이 값은 이창훈과 김승(1995)이 구한 값과 같으며 현재 우리나라의 수자원 개발 정책에 연 강수량 값으로 이미 활용되고 있는 값이다(김영환, 1995). 앞으로 2000년대에는 1971~2000년의 기후 평년값이 사용되게 되고 이 기간의 자료를 갖고 있는 관측소의 수가 증가하게 될 것이므로 우리나라의 연 강수량은 다시 산정되어야 할 것이다.

4.2 우리나라의 월별 강수량 분포 특성

그림 2는 기상청의 68개 관측소 자료를 이용하여 구한 우리나라의 월별 강수량의 기후 평년값을 보인 것이다. 그림에서와 같이 우리나라의 경우 7월의 강수량이 연강수량의 20.6%를 차지하여 가장 많고 그다음 8월, 6월, 9월 순이며 가장 강수량이 적은 달은 12월, 1월, 2월이다. 따라서 우리나라의 경우 6, 7, 8월의 여름철 강수량이 연 강수량의 약 52%로서 반 이상을 차지하

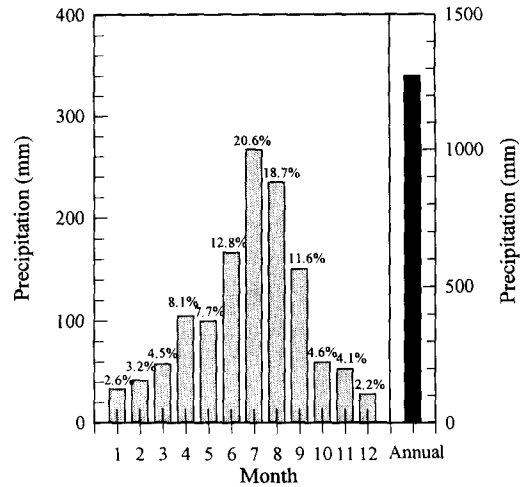


그림 2. 우리나라 월 강수량의 기후 평년값

며, 12월, 1월, 2월의 겨울철 강수량은 연 강수량의 약 8%로서 연 강수량에 미치는 영향이 매우 작음을 알 수 있다. 이것은 우리나라가 대륙의 동안에 위치하면서 아시아 몬순의 영향을 뚜렷이 받고 있음을 나타내 준다.

4.3 우리나라의 지역별 강수량 분포

우리나라의 연 강수량에 대한 비를 나타낸 것이다. 우리나라는 국토는 좁지만 복잡한 지형으로 인하여 지역에 따른 강수량의 차이가 비교적 크다. 그림 3은 연 강수량(a), 여름철 강수량(b), 연 강수량에 대한 여름철 강수량의 비(c)를 나타낸 것이다. 그림에서 보면 연 강수량은 남해안과 동해 북부 해안 지방이 1400 mm 이상으로 가장 많고 경북 내륙 지방은 1100 mm 이내로서 가장 적다. 그러나 이에 비해 여름철 강수량의 분포는 다소 달라서 경기도 지방의 700 mm 이상을 위시로 해서 서부 내륙 지방과 제주도에서 많게 나타나고 있다. 또한 연 강수량에 대한 여름철 강수량의 비를 보면 역시 경기도 지방을 위시한 중서부 내륙 지방이 크고 동해안 지방과 제주 지방은 적다. 따라서 우리나라의 경우 중서부 지방은 주로 몬순의 영향을 많이 받아 여름철 강수량이 연 강수량의 다소에 크게 영향을 미치며 동해안과 제주 지방은 그 밖의 요인, 즉 국지적인 지형적 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다.

한편 다음 표4는 주요 관측소에 대한 6, 7, 8월 강수량의 연 강수량에 대한 비를 나타낸 것이다 대체로 서울, 대전, 대구 등지에서는 7월의 강수량

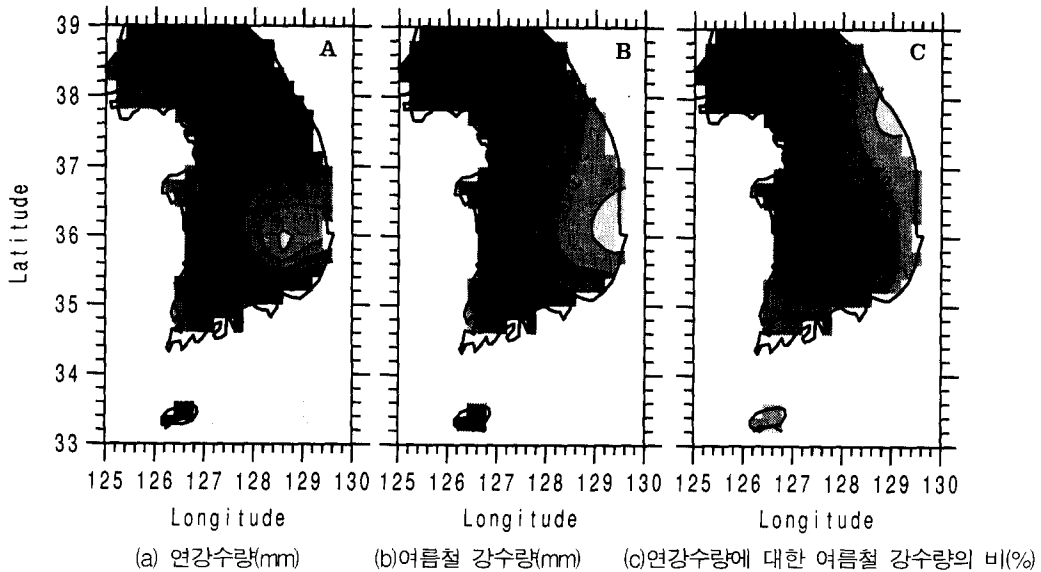


그림 3. 우리나라 강수량의 지역분포

표 4. 주요 관측소별 연 강수량에 대한 여름철 강수량의 비(%) (1961-1990); 전국은 68개 관측소의 평균값

관측소	6월	7월	8월	계
서울	9.8	26.9	21.5	58.2
강릉	8.1	15.8	19.0	42.9
대전	11.3	23.3	20.4	55.0
대구	12.5	22.7	18.7	53.9
광주	13.5	20.9	17.4	51.8
목포	14.7	18.9	14.0	47.6
부산	15.2	17.4	13.8	46.4
제주	12.9	16.2	16.9	46.0
전국	12.8	20.6	18.7	52.1

비가 크게 나타나고 있고, 목포, 부산, 제주 등 남부 지방은 6, 7월의 강수량 비가 크게 차이가 없다. 이는 역시 남부 지방에서는 장마의 영향을 일찍 받고, 중부 지방에서는 다소 늦어 7월의 강수량이 더 많게 나타남을 보여준다. 한편 강릉과 제주 지방은 6, 7월의 강수량 비가 다른 지역에 비해 적은데 이는 지형적 영향에 의한 강수가 많기 때문이다.

4.4 연 강수량과 여름철 강수량의 연도별 변동과 상관

1961년부터 1995년까지 우리나라 주요 8개 도에

대하여 연 강수량과 여름철 강수량의 연도별 변동을 조사하였으며 그림 4, 5와 같다. 그림에서 보면 대체로 연도별로 강수량의 변동이 매우 심하며 또 매우 불규칙하게 나타나고 있다. 또 표준편차가 평균값에서 차지하는 비율을 보면 연 강수량보다 여름철 강수량이 더 커서, 여름철 강수량의 변화가 연 강수량보다 훨씬 더 큰을 알 수 있다. 이것은 여름철 강수량의 다소를 지배하는 기후시스템, 즉 몬순의 활동에 따라 여름철 강수량이 크게 좌우되고 있음을 암시해 준다. 또 지역에 따라 보면 부산, 제주, 목포 등 남부지방에서 강수량의 연도별 변동이 더 심하며, 강릉, 대전, 대구 등지에서는 덜 심하게 나타나고 있다. 한편 그림 6은 연 강수량과 여름철 강수량의 상관관계를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 대체로 연 강수량과 여름철 강수량의 상관관계가 매우 높게 나타나고 있어서 우리나라의 경우 연 강수량은 여름철 강수량에 크게 의존하고 있음을 알 수 있다. 그러나 강릉 지방의 경우 상관관계가 비교적 낮은데, 이것은 동해 중북부 해안 지방의 경우 조직적인 기압계의 패턴보다 국지적인 지형적 조건에 의한 강수가 더욱 빈번하기 때문으로 생각된다.

5. 우리나라 장마기간중 강수량 분포

5.1 장마에 대한 기후 평년값

표 5는 우리나라의 장마기간, 장마시종일 및 강수량

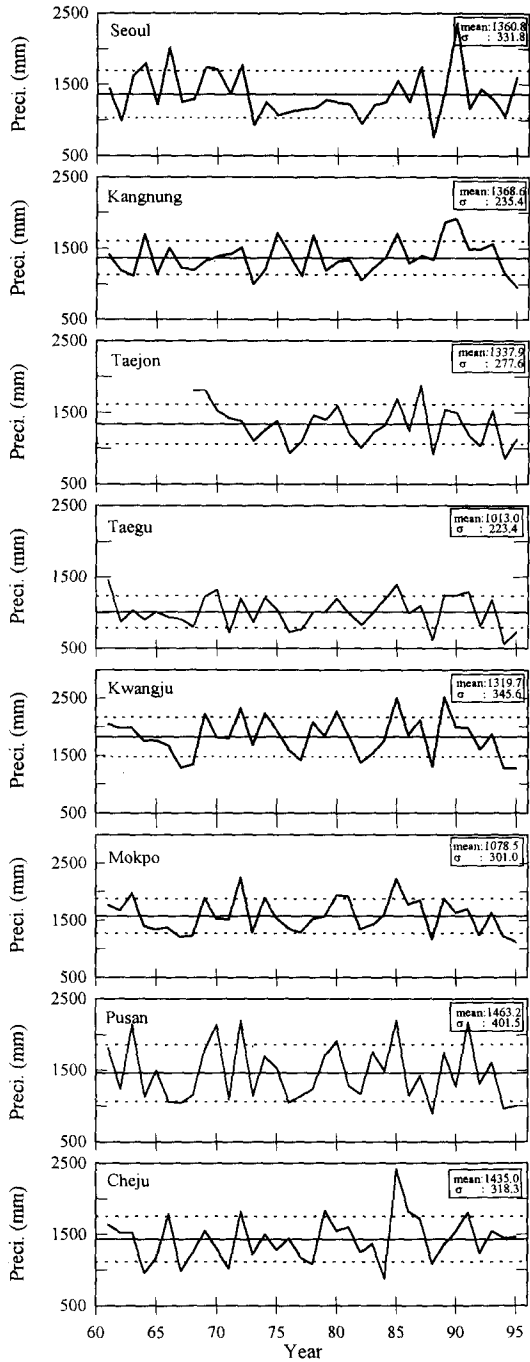


그림 4. 우리나라에서 연 강수량의 연도별 변동 (1961-1995 ; 그림에서 가운데 실선은 평균 값이며, 점선은 표준편차임)

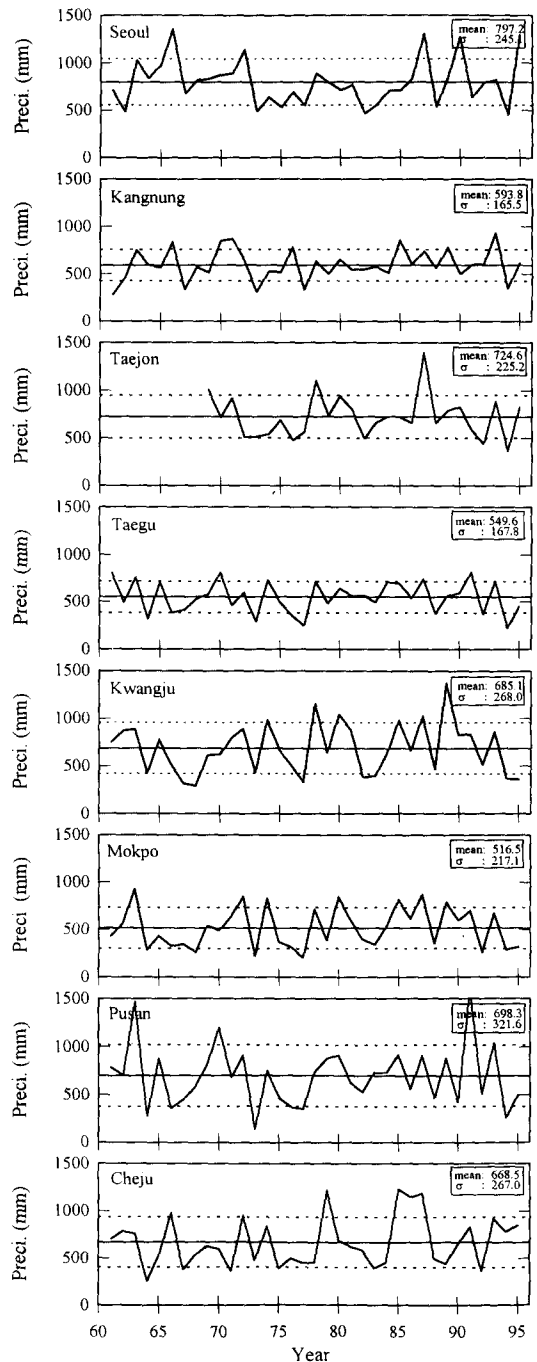


그림 5. 우리나라에서 여름철 강수량의 연도별 변동 (1961-1995 ; 그림에서 가운데 실선은 평균 값이며, 점선은 표준편차임)

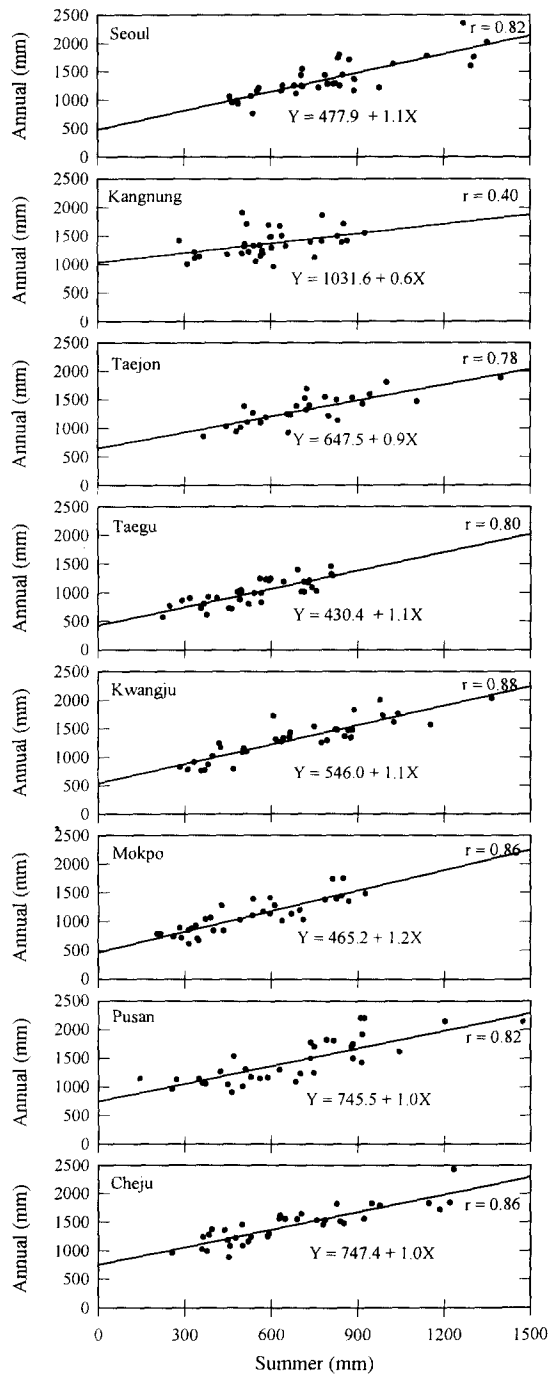


그림 6. 우리나라 주요 8개 도시에서 연 강수량과 여름철 강수량의 상관 (1961-1995)

표 5. 우리나라에서 장마시종일, 기간, 강수량에 대한 기후 평년값(1961-1990)

관측소	시종일	기간 (일)	강수량 (mm)	A/B [*] (%)
(중부지방)				
서울	6.25-7.24	30	433.8	32
강릉	6.24-7.23	30	260.9	19
대전	6.24-7.23	30	368.4	27
울릉도	6.24-7.22	29	164.0	13
(남부지방)				
전주	6.23-7.23	31	355.3	27
광주	6.22-7.22	31	379.2	28
대구	6.23-7.22	30	293.8	29
부산	6.23-7.22	30	379.3	26
여수	6.23-7.22	30	368.8	26
(제주도)				
제주	6.22-7.21	30	329.4	23
서귀포	6.21-7.21	31	434.8	25

* A : 장마기간중 강수량, B : 연 강수량

을 중부지방, 남부지방과 제주도로 나누어 나타낸 것이다. 표에서와 같이 우리나라의 경우 장마는 제주지방이 6월 21~22일에 시작해서 7월 21일 경에 끝나며 남부와 중부지방은 그로부터 2~3일 정도 늦게 시작하고 늦게 끝나는 것으로 나타나고 있다. 대체로 장마기간은 30~31일 정도로 전국적으로 비슷하지만 강수량은 차이가 비교적 크며, 장마기간중 강수량이 강릉이나 울릉도에서는 매우 적은 반면 서귀포와 서울에서는 매우 많게 나타나고 있다. 연 강수량에 대한 비로 보았을 때에는 서울이 32%로 단연 높아서 서울이 장마의 영향을 가장 많이 받는 것으로 나타나고 있다.

5.2 장마기간중 강수량의 연도별 변동

우리나라 주요 8개 도시에 대해 장마기간중 강수량의 연도별 변동을 조사하였으며 그림 7과 같다. 그림에서 보는대로 장마기간중 강수량의 연도별 변동이 매우 심하며 지역에 따른 차이도 크다. 또 평균값에 대한 표준편차의 비를 보면 대체로 50% 이상으로서 여름철 강수량의 경우보다 훨씬 크다. 따라서 우리나라의 장마기간중 강수량이 어떤 일정한 값을 유지하지 않으며 연도에 따라 매우 불규칙하

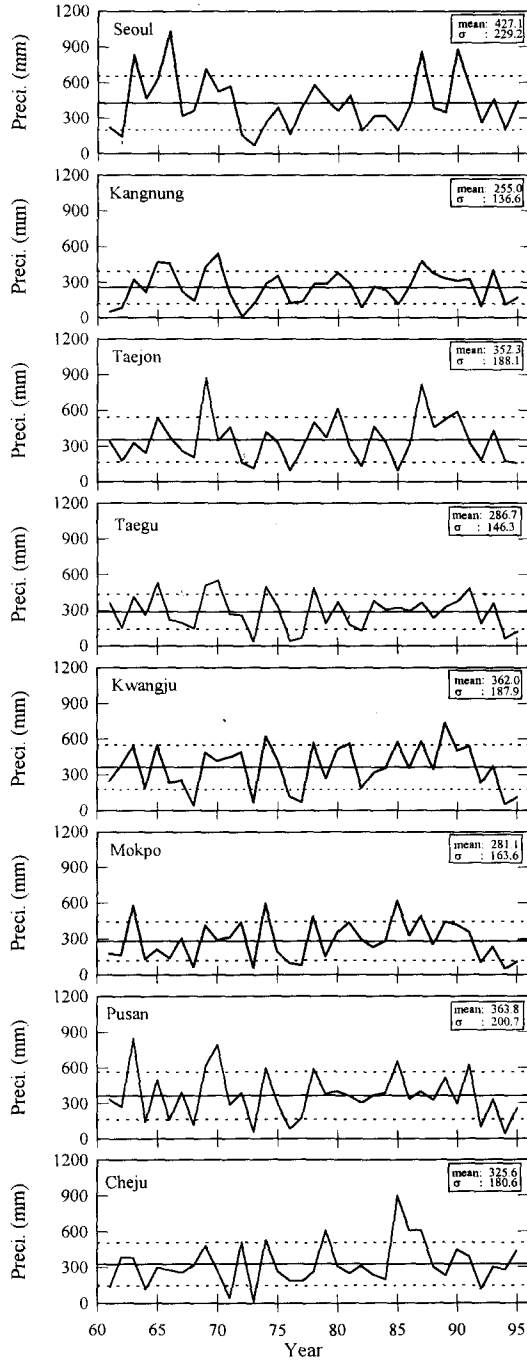


그림 7. 우리나라에서 장마기간중 강수량의 연도별 변동 (1961-1995; 그림에서 가운데 실선은 평균값이며, 점선은 표준편차임)

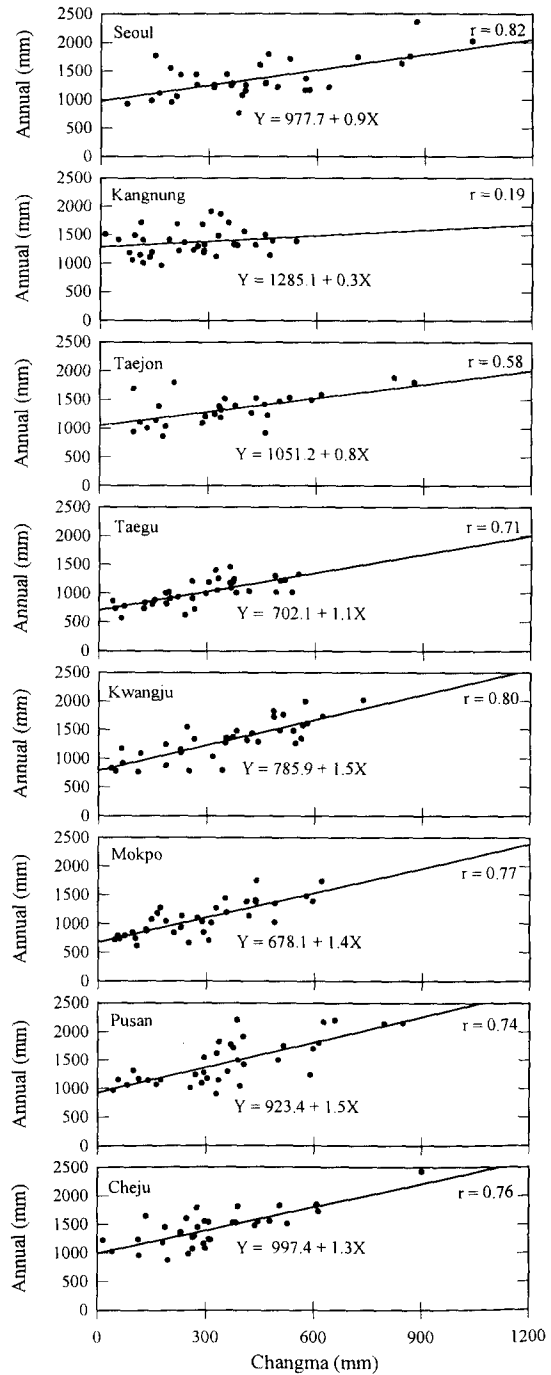


그림 8. 우리나라에서 장마기간중 강수량과 연 강수량과의 상관(1961-1995)

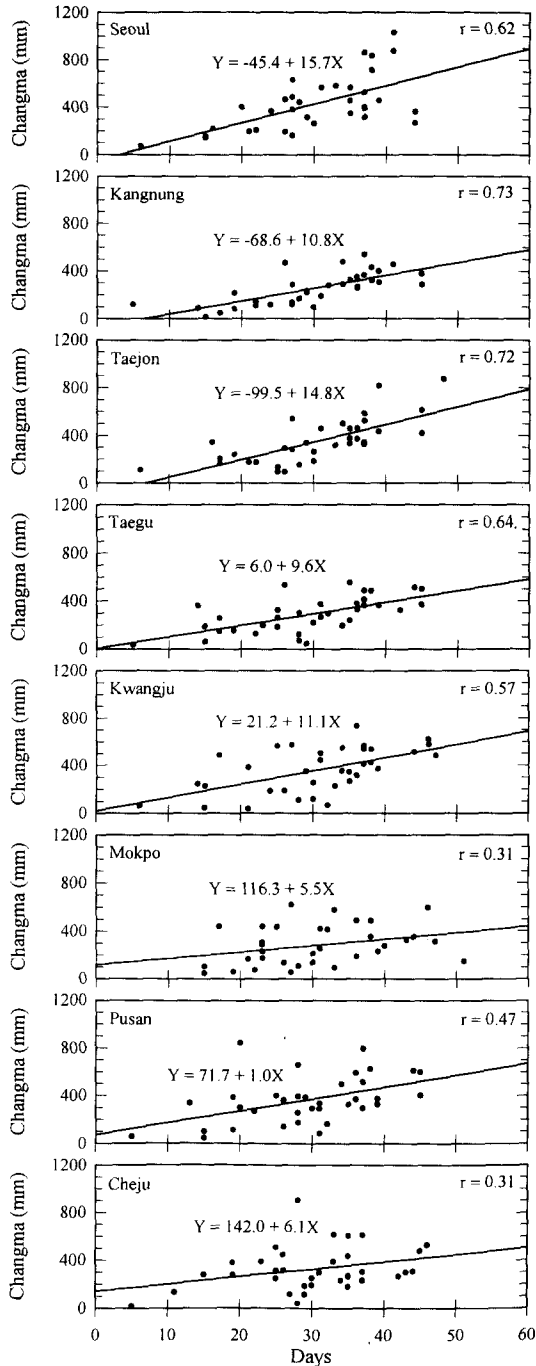


그림 9. 우리나라에서 장마기간중 강수량과 장마기간과의 상관(1961-1995)

게 변동하고 있음을 볼 수 있으며, 이는 장마기간이 도래한다 하더라도 아시아 몬순의 활동에 따라 장마의 활성여부가 좌우되고 있음을 보여준다.

5.3 장마기간중 강수량과 연 강수량, 장마기간과의 상관

그림 8은 우리나라의 장마기간중 강수량과 연 강수량과의 상관관을 보인 것이다. 그림에서 보는 대로 강릉을 제외한 나머지 지역에서 모두 대체로 높은 상관관을 보이고 있다. 따라서 우리나라의 경우 연 강수량의 많고 적음은 여름철 강수량에 좌우되며, 특히 장마기간중 강수량에 크게 의존하고 있음을 알 수 있다. 역시 서울 지방의 경우 상관도가 가장 높으며, 강릉의 경우는 상관도가 0.19에 불과하여 이 지역은 연 강수량이 장마기간중의 강수량과 큰 상관성이 없음을 알 수 있다.

또 그림 9는 장마기간중 강수량과 장마기간과의 상관관을 보인 것이다. 그림에서와 같이 대체로 상관도가 그림 8의 경우에 비해 낮게 나타나고 있으며, 특히 목포, 부산, 제주 등 남부지방에서 낮다. 대체로 그림에서와 같이 서울, 강릉, 대전을 위시한 중부지방에서는 장마기간중의 강수량이 장마기간의 길고 짧음에 좌우되는 것으로 나타나고 있다. 그러나, 목포, 부산, 제주 등 남부지방에서는 장마 기간이 약 20일에서 평균 기간인 30일만 되면 강수량의 많고 적음이 장마기간과 큰 상관관을 보이지 않으며, 이 보다는 강수량이 장마기간중 통과하는 강우대의 활성도에 좌우되는 것으로 추정되었다.

6. 결 론

우리나라에서 과거 90여년 동안 강수량의 장기간에 걸친 변화를 조사한 결과 연 강수량은 다소 증가하는 경향이 있었으나 여름철 강수량은 큰 변동이 없었다. 우리나라의 6, 7, 8월 강수량은 연 강수량의 약 52%로서 연 강수량의 절반 이상을 차지하며, 12, 1, 2월의 겨울철 강수량은 연 강수량의 8%에 불과하다. 연 강수량에 대한 여름철 강수량의 비를 지역별로 본 결과 경기도를 위시한 중서부 내륙지방이 크고, 지형적 조건에 의한 강수 현상이 많은 동해안과 제주 지방은 작게 나타났다. 1961년 이후 강수량의 연도별 변동 조사에서 우리나라의 경우 연도에 따라 강수량의 변동이 심한 편이며, 연 강수량보다 여름철 강수량이, 또한 여름철 강수량보다 장마기간중 강수량의 변동이 더욱 심한 것으로 나타났다. 한편 연 강수량과 여름철 강수량, 장마기간중 강수량 사이의 상관관을 조사한 결과 지형적 영향을

많이 받는 강릉 지방을 제외한 그 밖의 대부분 지역에서 높은 상관을 보였다. 그러나 장마기간과 장마기간중 강수량 사이의 상관은 비교적 낮게 나타났으며, 특히 남부지방에서는 더욱 낮게 나타남으로써 남부지방의 경우는 장마기간중 강수량의 많고, 적음이 장마기간의 길고 짧음과 항상 높은 상관이 있지는 않는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

기상연구소 (1985). "면적 강수량 산정을 위한 강수량 측계에 관한 연구." 연구보고서, MFR 85-4, 기상연구소.
 기상청 (1991a). 한국 기후표, 제I권.
 기상청 (1991b). 한국 기후표, 제II권.
 기상청 (1995). 장마백서.
 김광명 (1979). "우리나라 장마기의 강우 특징 조사."

한국기상학회지, 제15권, 제2호, pp. 55-70.
 김영환 (1995). "가뭄대비 장단기 대책." 한국수자원학회지, 제28권, 제2호, pp. 23-28.
 윤용남, 박무중 (1997). "L-Moment 법을 이용한 월 강수량 자료의 지역 가뭄 빈도 해석." 한국수자원학회지, 제30권, 제1호, pp. 55-62.
 이병설, 김성삼 (1983). "장마계의 종관적 특성." 한국기상학회지, 제19권, 제1호, pp. 1-11.
 이창훈, 김 승 (1995). "회귀분석에 의한 한국의 연·월평균 강수량의 추정." 대한토목학회지, 제15권, 제5호, pp. 1255-1266.
 전종갑 (1979). "우리나라 호우의 통계적 분석." 기상연구소 연구논문집, 제1권, 제1호, pp. 51-56.
 한국건설기술연구원 (1991). "면적우량과 강우 공간 변화의 해석." 연구보고서, 건기연 91-WR-113.
 <최종본 도착일 : 1997년 6월 2일>