

기후변화에 따른 우리나라 강수 극치사상의 변동특성 분석

Variability Analysis of Extreme Precipitation Events in Korea affected by Climate Change

김광섭*, 김종필**
Gwangseob Kim, Jong Pil Kim

요 지

최근 기후변화로 인한 우리나라 호우일수(80mm이상/일)의 증가, 강우강도의 증가에 따른 개별 홍수에 의한 재해규모가 증가하고 있는 현실에서 전통적인 빈도해석기법을 이용한 설계 강우량 산정과 적용에는 한계가 있다. 그러나 우리나라에서는 아직도 비정상성을 고려한 빈도해석기법이 표준화되어 있지 않고 있으며, 전통적인 빈도해석기법에 의존하여 실무에 활용되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 기후변화에 따른 우리나라 강수 극치사상의 변동특성을 분석하고자 하였다. 연구 대상지역으로 기상청에서 운영하는 기상관측소 중에서 90년 이상의 장기 강수자료가 구축되어 있는 서울, 부산, 인천, 대구, 강릉, 목포 등 여섯 곳을 선정하였다. 선정된 6개 기상관측소의 강수자료를 이용하여, 비모수적 선형추세분석기법인 Mann-Kendall 검정을 수행하였다. 본 연구를 통하여 얻어진 결과는 우리나라의 전통적인 설계 강우량 산정기법 개선에 대한 필요성 인식과 설계 강우량 산정에 대한 새로운 접근방향 제시와 이에 따른 제도적 개선 요구에 대한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 기후변화, 강수 극치사상, 비정상성, 빈도해석

1. 서 론

기후변화로 인한 우리나라 호우일수(80mm이상/일)의 증가, 강우강도의 증가에 따른 개별 홍수에 의한 재해규모가 증가하고 있는 현실에서 전통적인 빈도해석기법을 이용한 설계 강우량 산정과 적용에는 한계가 있다. 또한 최근 30년 사이 강수량 자료의 변동특성의 전형적인 정상성 가정에 대한 의문이 야기되고 있는 시점에서 우리나라는 아직도 비정상성을 고려한 빈도해석기법이 표준화되어 있지 않고 있으며, 전통적인 빈도해석기법에 의존하여 실무에 활용되고 있는 실정이다. 현재 외국 여러 나라들도 기후변화 영향을 고려한 수자원 계획의 필요성을 공감하고 일관성이 있는 접근법 구축에 노력하고 있다. 이러한 상황에서 기존의 정상성 가정에 따른 빈도해석과 같이 동일 자료에 대한 동일 결과를 제공하는 재현성 있는 접근법 확립이 필요하며 이러한 변화에 대한 고려의 일환으로 앞으로 수십 년에서 백년정도의 변화에 대한 고려방안 구축이 절실하다. 따라서 본 연구에서는 앞서 언급한 노력의 일환으로 기후변화에 따른 우리나라 강수 극치사상의 변동특성을 분석하고자 하였다.

2. 연구대상지역

현재 기상청에서는 1904년 이후로 현대식 관측설비를 갖춘 76개 기상관측소를 운영하고 있다. 본 연구에

* 정회원 · 경북대학교 건축토목공학부 교수 · E-mail : kimgs@knu.ac.kr

** 경북대학교 건축토목공학부 박사과정 · E-mail : jkim@knu.ac.kr

서는 기상관측망 중에서 보유연수가 90년 이상인 장기 강수량자료가 구축되어 있는 서울, 부산, 인천, 대구, 강릉, 목포 등 여섯 곳의 기상관측소를 선정하였다. Table 1은 본 연구에서 선정된 기상관측소의 위치정보와 관측시작시점을 나타낸 것이다.

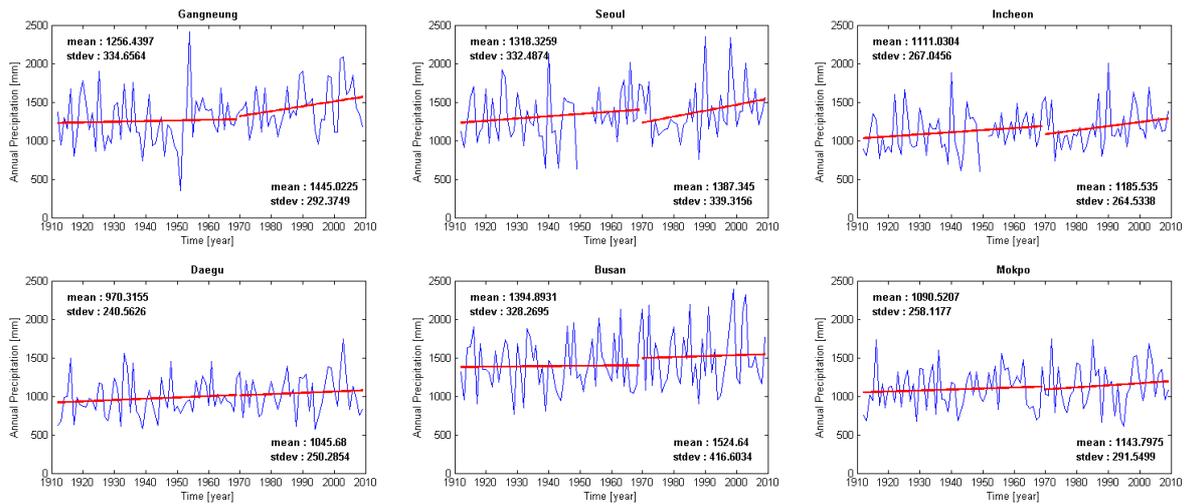


그림 1. 과거(1912-1969)와 최근(1970-2009) 연강수량 합계의 추세분석.

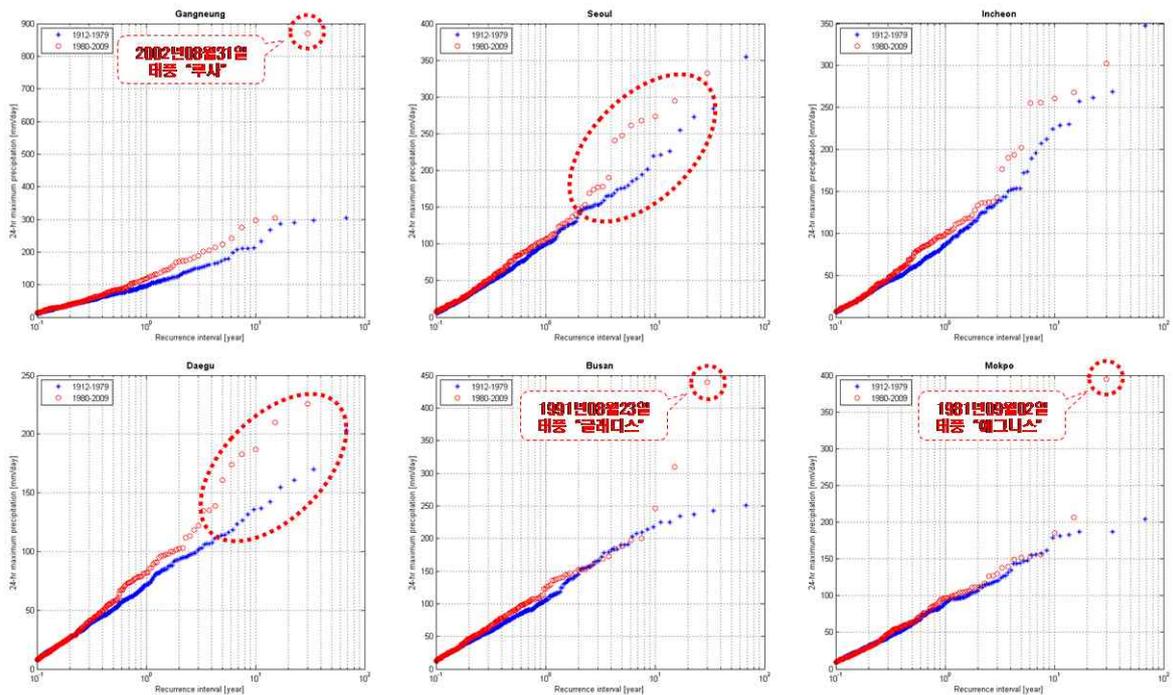


그림 2. 과거(1912-1979)와 최근 30년(1980-2009) 일최다강수량의 재현빈도 비교.

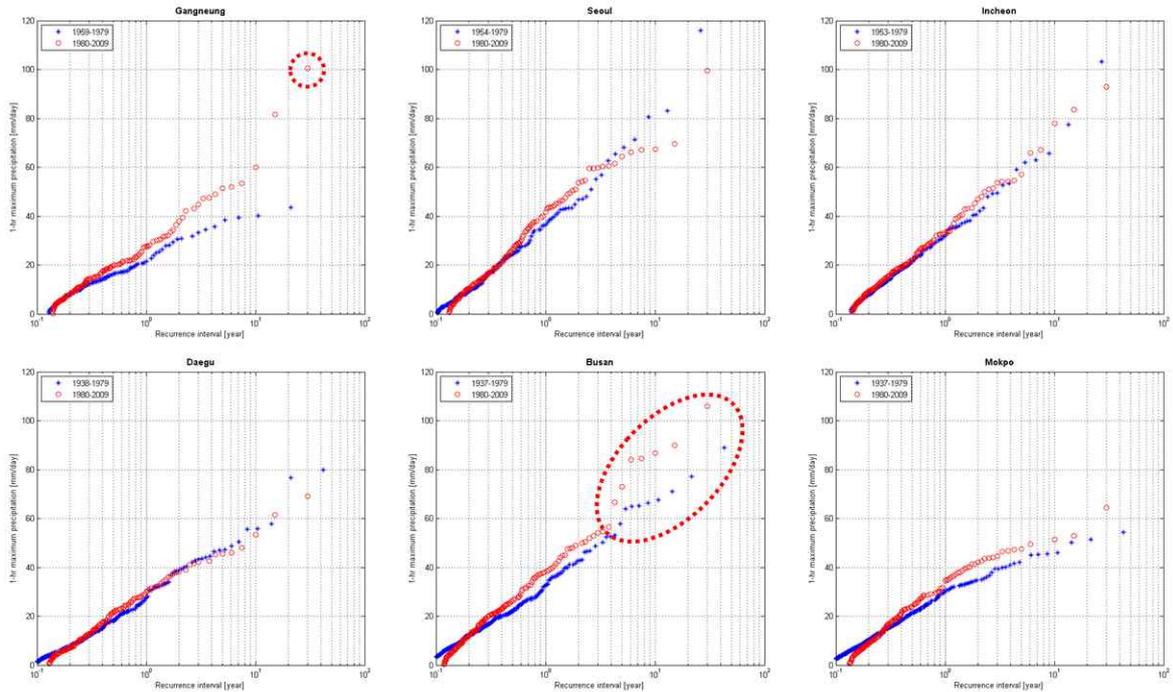


그림 3. 과거(1912-1979)와 최근 30년(1980-2009) 시간최다강수량의 재현빈도 비교.

표 1. 기상청 기상관측소 (관측자료 보유연수 90년 이상).

코드	관측소명	위도	경도	표고(m)	TM좌표(X)	TM좌표(Y)	해당유역
105	강릉	37°45'	128°53'	26.1 m	365707.7987	473919.5330	한강
108	서울	37°34'	126°57'	85.5 m	195327.8762	451913.4686	한강
112	인천	37°29'	126°37'	54.6 m	165847.3705	442726.8284	한강
143	대구	35°53'	128°37'	57.3 m	345709.7892	266323.8995	낙동강
159	부산	35°06'	129°02'	69.2 m	385117.7548	180109.8191	낙동강
165	목포	34°49'	126°23'	37.9 m	143319.2686	146972.3708	영산강

3. Mann-Kendall 검정

Mann-Kendall 검정(이하 M-K 검정)은 처음에 Mann(1945)이 제시하였으며, 원래 계절성이 있는 자료에는 적용하지 못했지만, 이후에 계절성을 가지는 자료에 대해서도 적용 가능하도록 개선되었다(Hirsch and Slack, 1984). M-K 검정은 다른 통계학적 검정들이 표본크기, 분산, 왜도와 같은 표본자료특성에 영향을 받는데 반해 표본자료의 특성에 민감하지 않고 간단하면서도 결측치나 감지한계를 벗어나는 자료에 대해서도 적용이 가능한 방법이다. 계절성을 가진 자료에 대한 M-K 검정은 다음과 같이 계절적 영향성을 제거하기 위하여 매월에 대해서 대응하는 하위 자료로 분리하여 계산하여야 한다.

$$T_j = \sum_{k < l} \text{sign}(Z_{lj} - Z_{kj}), \quad j = 1, 2, \dots, 12$$

여기서, T_j 는 j 월에 대한 M-K 통계치이며, 이것은 다시 전체 년에 대해서 합산함으로써 다음과 같이 전체 M-K 통계치 S 를 얻는다.

$$S = \sum_{j=1}^{12} T_j$$

표 2. 주요 3개 기상관측소 강수량자료의 Mann-Kendall 검정통계치 (1912-2009).

Site Name	month	Mean	Std.Dev.	MK-Stat	p-value	90%	95%
Seoul	JAN	219.34	208.20	-0.3868	0.6989	N	N
	FEB	231.59	227.22	0.5157	0.6061	N	N
	MAR	443.74	384.25	1.3229	0.1859	N	N
	APR	763.79	577.36	-0.2087	0.8347	N	N
	MAY	909.67	546.12	0.8594	0.3901	N	N
	JUN	1382.31	1094.45	-0.1074	0.9144	N	N
	JUL	3696.88	2162.01	0.9270	0.3540	N	N
	AUG	2793.35	2015.59	1.4088	0.1589	N	N
	SEP	1405.48	1110.27	0.6630	0.5073	N	N
	OCT	466.12	368.70	0.3837	0.7012	N	N
	NOV	433.07	300.34	0.4359	0.6629	N	N
	DEC	247.46	190.26	-1.1388	0.2548	N	N
Daegu	JAN	192.61	188.04	-0.0246	0.9804	N	N
	FEB	268.23	209.30	-0.1719	0.8635	N	N
	MAR	441.98	298.62	1.3045	0.1921	N	N
	APR	697.23	369.21	-0.6814	0.4956	N	N
	MAY	764.42	416.70	0.4665	0.6408	N	N
	JUN	1343.54	886.33	1.2676	0.2049	N	N
	JUL	2142.94	1277.44	0.9116	0.3620	N	N
	AUG	1841.07	1118.77	2.5353	0.0112	U	U
	SEP	1392.52	935.03	-0.6353	0.5252	N	N
	OCT	410.48	365.64	-0.7152	0.4745	N	N
	NOV	320.20	255.21	0.0798	0.9364	N	N
	DEC	195.53	192.40	-0.9270	0.3539	N	N
Busan	JAN	314.19	311.47	1.0068	0.3140	N	N
	FEB	446.56	360.90	1.3291	0.1838	N	N
	MAR	793.61	496.79	1.4702	0.1415	N	N
	APR	1353.93	690.20	-0.5249	0.5997	N	N
	MAY	1470.89	887.76	1.7802	0.0750	U	N
	JUN	2077.34	1427.63	0.6047	0.5454	N	N
	JUL	2750.89	1694.44	1.0282	0.3038	N	N
	AUG	2055.88	1485.85	1.7955	0.0726	U	N
	SEP	1756.49	1194.04	-0.8441	0.3986	N	N
	OCT	658.53	547.45	-1.2922	0.1963	N	N
	NOV	503.16	433.06	0.0430	0.9657	N	N
	DEC	297.04	281.34	-0.9976	0.3185	N	N

4. 결 론

본 연구에서는 기후변화에 따른 우리나라 강수 극치사상의 변동특성을 분석하고자 90년 이상의 장기자료

를 보유하고 있는 6개 기상관측소의 강수량 자료를 선정하고 과거와 최근 강수의 변동특성을 비교하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 과거(1912-1969) 월강수량합계와 최근(1970-2009) 월강수량합계를 비교한 결과(그림1), 강릉, 서울, 인천 지역에서는 최근 평균과 추세가 증가하고 있는 것을 확인할 수 있었고, 부산의 경우 평균은 증가하나 추세는 비슷한 것으로 나타났다. 또한, 대구와 목포에서는 뚜렷한 차이를 찾을 수 없었다.
2. 일강수량합계와 시간최다강수량의 재현기간 분석결과(그림 2, 3), 일강수량합계는 강릉, 부산, 목포에서 최근 동일 재현기간에 대한 강수량이 큰 것으로 나타났지만 이는 최근 발생한 태풍의 영향으로 나온 결과이며, 서울과 대구의 경우는 최근 호우의 재현기간이 짧아지는 것으로 나타났다. 또, 시간최다강수량은 강릉과 부산에서 재현빈도가 커지는 것으로 나타났다.
3. 비모수적 M-K 검정결과(표 2), 서울지역에서는 신뢰수준 90%, 95%에서 선형추세가 없는 것으로 나타났으며, 대구는 신뢰수준 90%, 95%에서 8월에, 부산은 5월과 8월에 신뢰수준 90%의 선형적인 상향추세가 있는 것으로 나타났다.
4. 6개 기상관측소의 98년 치 강수량 관측 자료를 분석한 결과, 강수 극치사상의 변동성은 지역적으로 다양하게 나타나며, 분석기간에 대하여 그 차이가 크게 나타난다. 따라서 강수량 자료에 대한 비정상성 분석을 위해서는 강수 극치사상에 대한 뚜렷한 기준 마련과 지속적인 연구가 수반되어야 할 것으로 판단다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부 한국건설교통기술평가원의 2009 건설기술혁신사업인 ‘기후변화에 의한 수문 영향분석과 전망’과제에 의해 지원되었습니다.

참 고 문 헌

1. Hirsch, R.M. and Slack, J.R.(1984). A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research*, vol. 20, pp. 727-732.
2. Mann, H.B.(1945). Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, vol. 13, pp. 245-259.