

일강우자료를 이용한 서울지점의 강우 사상 특성 분석

Characteristic Analysis of Rainfall Events Station using Daily Rainfall Data at Seoul

오 태 석*, 문 영 일**, 권 현 한***, 전 시 영****

Tae-Suk Oh, Young-Il Moon, Hyun-Han Kwon, Si-Young Chun

요 지

본 연구에서는 기상청에서 관측하고 있는 서울지점을 대상으로 일강우자료를 활용하여 강우사상의 변화 특성에 대한 변동성과 경향성 분석을 수행하였다. 분석대상자료는 서울지점에서 관측된 일강우자료를 1958년부터 2007년까지 50년간 자료를 이용하였다. 일강우자료를 이용하여 연강우량, 계절별강우량 및 월별강우량을 추출하였다. 또한, 각 연, 계절 및 월별로 일강우량이 지속기간별로 1, 2, 3, 4, 5, 7일 최대강우량과 일강우량이 발생한 강우깊이가 분석대상기간에 따라 0, 10, 30, 50, 70, 80, 90, 95, 99% 이상 발생한 강우일수에 대한 분석을 수행하였다. 분석 결과에서 평균과 표준편차의 변동성은 일부 자료에서 확인되고 있으며 경향성은 거의 없는 것으로 나타났다. 그러므로 강우사상의 특성의 평균과 표준편차가 변화하고 있으므로 이에 대한 심도 있는 연구가 필요하다.

핵심용어 : 강우특성, 강우량, 변동성분석, 경향성분석

1. 서 론

최근의 전세계적인 기후변화와 기상이변으로 인하여 우리나라의 수문환경이 변화하고 있음은 자명한 일이다. 기후변화로 인한 수문환경의 변화 중에서 가장 큰 영향을 받는 인자 중의 하나는 바로 강우이다. 강우사상은 여러 수문기상인자들과 복잡한 연관을 가지며 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 기후변화와 같은 수문환경의 변화는 강우사상의 발생특성을 변화시킬 수 있는 가능성을 충분히 내포하고 있다. 이 같은 강우특성의 변화는 홍수나 가뭄과 같은 자연재해의 유발원인이 되므로 우리나라의 강우특성변화에 대한 분석을 수행할 필요성이 있다.

강우특성변화에 대하여 김보경 등(2008)은 강우와 온도자료의 극한지수를 설정하고 선형회귀 및 Kendall-Tau 방법을 적용하여 경향성 분석을 수행하였다. 분석결과에서 여름철 강우 발생률과 집중호우 한계 기준이 더 크게 증가하고, 겨울철의 온도상승이 큰 것으로 나타났다. 서규우(2003)는 여름철에 장마로 인해 발생하는 강우량과 장마 이후에 발생하는 강우량을 비교하여, 장마 이후에도 우리나라에 많은 강우가 발생하는 것으로 나타났다. 오제승 등(2006)은 수문 및 기후 시계열 자료를 대상으로 평균에 대한 변동성 및 경향성 분석을 수행하여 몇몇 수문자료에서 변동 및 경향성이 있는 것으로 밝혔다.

* 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 수자원연구실 · E-mail : taesuk79@gmail.com

** 정회원-서울시립대학교 공과대학 토목공학과 교수 · E-mail : ymoon@uos.ac.kr

*** 정회원-한국건설기술연구원 선임연구원 · E-mail : hkwon@kict.re.kr

**** 정회원-원광대학교 도시건축토목공학부 교수 · E-mail : chunsy@wonkwang.ac.kr

따라서 본 연구에서는 서울지점에서 관측된 일강수량 자료를 활용하여 연, 계절 및 월별로 강우사상에 대한 변동성과 경향성 분석을 여러 통계적 기법을 통해 수행하였다.

2. 분석대상 자료

서울지점에서 관측된 일강수량 자료를 이용하여 연, 계절, 월별 강우량 자료와 연, 계절 및 월별로 발생한 지속시간 1, 2, 3, 4, 5, 7일 최대강우량을 추출하였다. 또한 분석대상기간별로 강우발생일과 강우일의 강우크기가 10, 30, 50, 70, 80, 90, 95, 99%보다 큰 강우일수를 추출하여 분석에 적용하였다. 분석대상자료의 기간은 1958년부터 2007년까지 최근 50년간에 관측된 일강우자료를 활용하였다. 다음의 표는 자료추출을 위하여 연, 계절 및 월별 강우일수 등을 나타낸 표이며, 계절 강우량은 봄은 3~5월, 여름은 6~8월, 가을은 9~11월, 겨울은 12~익년 2월이다. 따라서 겨울강우량의 분석은 2006년까지 이용하였다. 표에서 제시된 10~99%는 강우발생일에 강우량의 크기가 강우일수 중에서 차지하는 비율을 의미하며, 제시된 강우량은 비율에 해당하는 강우량의 크기이다. 따라서 이보다 큰 일강우량이 발생한 날의 수를 분석에 적용하였다.

표 1. 연, 계절 및 월별 강우량의 추출기준 자료

구분	연강우량	계절별 강우량				월별강우량		
		봄	여름	가을	겨울	1	2	3
①전체일수	18262	4600	4600	4550	4422	1550	1412	1550
②강우일수	5476	1189	2036	1255	969	340	297	353
③총강우량	69811.2	11635.9	41716.8	13068.3	3314.6	1056.2	1237.5	2363.4
③/①	3.8	2.5	9.1	2.9	0.7	0.7	0.9	1.5
③/②	12.7	9.8	20.5	10.4	3.4	3.1	4.2	6.7
10%	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.3
30%	1.2	1.1	2.0	1.3	0.5	0.5	0.5	0.8
50%	3.7	3.5	7.7	3.5	1.4	1.3	1.6	2.4
70%	10.4	9.5	20.5	8.6	3.5	3.0	4.3	6.3
80%	17.9	16.3	33.7	13.4	5.1	4.3	5.9	10.5
90%	35.7	27.5	56.3	27.0	9.1	9.0	11.3	18.5
95%	55.6	38.8	83.2	46.5	14.5	12.8	20.4	30.8
99%	116.6	84.5	163.5	103.1	23.7	23.1	45.1	56.3
②/①%	30.0	25.8	44.3	27.6	21.9	21.9	21.0	22.8
월별 강우량								
4	5	6	7	8	9	10	11	12
1500	1550	1500	1550	1550	1500	1550	1500	1550
415	421	518	812	706	474	323	458	359
4320.5	4952.0	6654.7	18777.1	16285.0	7978.4	2544.3	2545.6	1096.3
2.9	3.2	4.4	12.1	10.5	5.3	1.6	1.7	0.7
10.4	11.8	12.8	23.1	23.1	16.8	7.9	5.6	3.1
0.3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.3	0.2
1.3	1.5	1.3	2.3	2.8	1.6	1.2	1.1	0.6
3.9	4.4	4.8	10.3	8.9	5.7	3.5	2.8	1.4
11.5	12.3	11.5	24.6	24.1	15.5	7.6	5.9	3.3
19.1	19.0	19.7	39.0	36.8	25.5	12.0	9.0	4.7
29.9	33.2	37.3	59.8	68.0	46.6	20.5	13.3	8.8
37.9	47.4	54.2	88.2	88.5	70.3	30.4	20.9	13.4
84.5	93.0	98.6	174.0	177.0	131.6	64.2	48.8	19.8
27.7	27.2	34.5	52.4	45.5	31.6	20.8	30.5	23.2

3. 분석 결과

다음 그림은 서울지점에서 강우사상을 위에서 제시한 방법대로 추출한 결과를 나타낸 것이다. 단, 자료의 기간은 구분하여 강우사상의 경년변화를 도시하였다. 그림 1은 연도별 강우사상의 관측기간을 구분하여 추출된 결과를 도시한 결과이다.

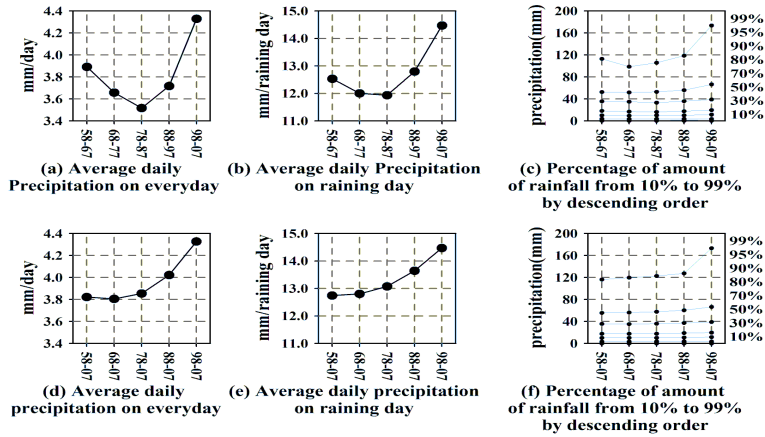


그림 1. 강우사상의 경년 변화 분석

그림 1에서 서울지점의 평균강우량은 증가하고 있으며 강우의 크기도 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 서울지점의 연, 계절 및 월별 강우사상이 갖는 특성을 여러 통계적 방법을 통해 분석하였다. 분석방법은 평균에 대한 변동성을 검정하는 기법으로 Mann-Whitney U 검정(Mann과 Whitney, 1947), Sign 검정(Hollander와 Wolfe, 1973), T 검정, Modified T 검정(Kite, 1977)을 이용하였다. 분산의 변동성 검정을 위해 F 검정과 Modified F 검정(Haan, 2002)을 이용하였고, 자료의 경향성 검정을 위해서 Hotelling-Pabst 검정(Conover, 1971), Mann-Kendall 검정(Haan, 2002), Sen 검정(Haan, 2002)을 수행하였다. 따라서 평균에 대한 변동성 분석은 4가지 기법을 이용하였으며, 표준편차에 대한 변동성 분석은 2가지 기법을 적용하고 경향성 분석은 4가지 방법을 이용하였다. 또한 유의수준은 모든 방법에서 5%로 적용하였다. 표 2는 서울지점의 연강우사상을 분석한 결과로 평균에 대한 변동성 분석결과를 Mann-Whitney U 검정을 수행한 것이다. M-W분석 결과에서 지속시간 2, 3, 4, 5, 7일 최대강우량과 0, 10, 30, 50, 80, 99% 이상 강우일수는 변동성이 존재하며 지속시간별 최대강우량은 증가하고 강우일수는 99% 이상을 제외하고 감소하는 것으로 나타났다. 표 3은 평균과 표준편차 및 경향성에 대해서 4, 2, 4가지 기법을 통해 분석한 결과를 유의수준 내에서 통계량이 기각역보다 크게 계산된 기법의 개수를 정리한 결과이다.

표 2. 연강우사상의 Mann-Whitney U 검정 결과

구분	Ann ual	1-da y	2-da y	3-da y	4-da y	5-da y	7-da y	Rain day	over 0.1	over 0.3	over 0.5	over 0.7	over 0.8	over 0.9	over 0.95	over 0.99
변동점	37	37	37	37	37	37	37	16	19	36	13	13	15	27	31	37
변동전평균	13497	143.2	174.5	197.1	209.1	230.4	269.3	114.5	102.4	78.4	59.2	34.5	23.9	10.3	5.0	0.9
변동후평균	15286	179.4	245.9	283.6	325.0	377.5	423.4	107.2	96.8	73.7	53.6	32.3	21.1	11.7	6.3	1.7
통계량	1.65	1.58	2.20	2.13	2.36	2.69	2.64	2.37	2.05	2.34	2.50	1.23	2.26	1.35	1.74	2.04
기각역	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
유의수준	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

표 3. 분석대상 자료별 유의성 있는 검정 결과

구분	연강우량	일최대강우량							강우일수(%)								
		1	2	3	4	5	7	0	10	30	50	70	80	90	95	99	
연강우량	평균	0	0	3	3	3	3	3	3	1	1	3	0	1	0	0	3
	표준편차	1	2	2	2	2	2	2	0	0	2	1	0	0	0	0	2
	경향성	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
여름강우량	평균	4	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	2	0	2	3
	표준편차	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2	0	1	0	1	2	2
	경향성	0	0	1	1	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7월강우량	평균	0	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	표준편차	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	0	0
	경향성	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. 결론

서울지점에서 관측된 일강수량 자료를 활용하여 연, 계절 및 월별로 강우사상의 특성을 분석하였다. 분석대상 자료는 각 연, 계절 및 월별로 일강우량이 지속기간별로 1, 2, 3, 4, 5, 7일 최대강우량과 일강우량이 발생한 강우깊이가 분석대상기간에 따라 0, 10, 30, 50, 70, 80, 90, 95, 99% 이상 발생한 강우일수이다. 서울지점의 강우량과 일강우깊이는 과거에 비해 최근에 증가하고 있음을 도시분석 결과에서 나타났다. 또한, 평균과 표준편차의 변동성 분석에서 여러 시계열 자료가 변동성이 존재하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 경향성에 대한 뚜렷한 증거를 보여주는 결과는 도출되지 아니하였다. 따라서 이 같이 관측한 강우사상의 평균과 표준편차가 변화하고 있으므로 이에 대한 보다 심도 있는 연구가 필요하다.

감 사 의 글

본 연구의 일부는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

참 고 문 헌

1. 김보경, 김병식, 김형수, 2008, 극한지수를 이용한 극한 기상사상의 변화 분석, 대한토목학회 논문집, 제28권, 제1B호, 대한토목학회.
2. 서규우, 2003, 2003년 여름 강우패턴과 기상변화, 한국수자원학회지, 제36권, 제5호, 한국수자원학회.
3. 오제승, 김형수, 서병하, 2006, 수문 및 기후 자료에 대한 선형 경향성 및 평균이동 분석, 대한토목학회 논문집, 제26권, 제4B호, 대한토목학회, pp. 355-362.
4. Conover, W.J. (1971). Practical nonparametric statistics. John Wiley and Sons, New York., pp. 462.
5. Hann, C.T. (2002). Statistical Methods in HYDROLOGY. Iowa State Press, Iowa.
6. Hollander, Myles, and Douglas, Wolfe. (1973). Nonparametric Statistical Methods. John Wiley & Sons, New York, USA.
7. Mann, H.B. and Whitney, D.R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. Ann. Math. Statist., Vol. 18, pp. 50-60.
8. Kite, G.W. (1977). Frequency and Risk Analysis in Hydrology. Water Resources Publication, Fort Collins, Colorado, USA.