

# 우리나라 년강우량 자료의 시계열 특성분석

○김병식\*, 강경석\*\*, 서병하\*\*\*

## 1. 서론

수문자료는 수문과정을 이해하고 그 특성을 파악하여 장래 예견되는 자연재해로부터 인간의 생명과 재산을 보호하는데 있어서 매우 중요하다. 특히, 수자원 계획 수립 및 대규모 수공구조물 설계시 수문학적 설계기준이 되는 강우량 및 유출량과 같은 실제 수문량을 정확하게 산정하기 위해서는 분석하고자 하는 수문자료가 분석 목적을 위해 적합한지를 파악할 필요가 있다. 또한, 국내의 수문자료 관측을 위한 관측소가 대부분 근래에 설치되어 자료의 기록기간이 짧고 수문자료의 질적인 면에서의 신뢰성이 의심되는 경우가 많은 실정이므로 수문시계열 자료의 특성을 파악하는 것이 더욱 더 중요하다고 할 수 있다.

수자원계획 수립시 수문 시계열 자료들이 확률적 해석 방법인 빈도분석 또는 모델링을 위해 사용되기 위해서는 정상성과 독립성을 반드시 지니고 있어야 한다. 그러나, 국내의 경우 수문 시계열 자료가 정상성이나 독립성을 지니고 있다고 가정하고 수문분석을 실시하는 경우가 많았기 때문에 그 결과로 인해 수문분석들이 왜곡된 결과를 초래 했을 가능성을 배제 할 수 없다. 그러므로, 수문자료를 확률적인 분석이나 추계학적 분석에 사용하기 위해서는 수문자료의 시계열 특성을 반드시 사전에 분석할 필요가 있다.

본 연구에서는 수문시계열 자료의 특성을 분석할 수 있는 방법을 검토하고, 이를 이용하여 여러 가지 수문자료 중 강우량을 관측하고 있는 전국 38개 기상관측소의 년강우량자료에 대해 적용하여 년강우량 자료의 시계열 특성을 분석 하고자 한다.

## 2. 수문시계열의 성분

수문관측에서 얻어진 관측자료들을 발생시간순으로 나열하면 수문시계열(hydrologic time series)을 이루게 된다. 이러한 수문시계열의 특성은 경향성(trend), 주기성(periodic)을 지니고 있으며 이러한 속성들을 성분(Component)이라고 지칭한다. 또한 시계열은 크게 확정론적 성분과 추계학적 성분으로 나눌 수 있으며 시계열의 구성은 다음과 같다.

$$X_t = T_t + P_t + \epsilon_t$$

기서,  $X_t$ : 시계열 자료

$T_t$ : 경향 성분

$P_t$ : 주기 성분

$\epsilon_t$ : 추계학적 성분

---

\* 인하대학교 대학원 토목공학과 석사과정

\*\* 인하대학교 대학원 토목공학과 박사과정

\*\*\* 인하대학교 공과대학 토목공학과 교수

일반적으로 수문시계열은 자료의 확률분포가 시간에 따라 변하지 않는 즉, 시계열의 경향성분이나 주기성분이 없는 경우로서 수문시계열의 평균(mean), 분산(variance)과 같은 통계적 변수가 시간의 변화에도 불구하고 어떤 범위내에서 일정하다는 것을 의미하는 정상시계열(stationary time series)과 시간에 따라 변하는 비정상시계열(nonstationary time series)로 구분되어진다.

### 3. 시계열 특성 분석

#### 3.1 시계열의 경향성 분석

수문자료의 경향성은 크게 자연적인 현상과 인간에 의한 원인으로 발생하게 되게 된다. 시계열의 경향성은 시계열 자료를 도시함으로써 쉽게 파악할 수 있지만 명확한 경향이 나타나지 않는 경우에는 통계적인 방법을 이용하여 경향을 분석 해야 한다. 경향성을 분석할 수 있는 방법으로는 T test, Hotelling-pabst test 등 여러가지가 있으나 본 연구에서는 수문시계열 자료의 경향성 분석의 방법으로 Spearman rank-correlation method를 이용 하였으며 그 식은 다음과 같다.

$$R_{sp} = 1 - \frac{6 * \sum_{i=1}^n (D_i * D_i)}{n * (n * n - 1)} \quad (1)$$

$$t_t = R_{sp} \left[ \frac{n-2}{1-R_{sp} * R_{sp}} \right]^{0.5} \quad (2)$$

여기서,  $n$ : 자료의 수

$D_i = Kx_i - Ky_i$ , 차 (difference)

$i$ : 시간 순서

$Kx_i$ : 크기에 따른 자료의 순서

$Ky_i$ :  $Kx_i$ 의 원자료에 대한 시간 순서

$x$ : 자료의 시간 순서

#### 3.2 시계열의 정상성 분석

수문시계열자료의 정상성은 시계열의 평균(mean), 분산(variance)과 같은 통계적 변수가 시간의 변화에 따라 안정성이 있는지를 검사해 봄으로써 알 수 있다. 일반적으로 시계열 자료의 정상성을 분석하는 방법에는 Mann-Whitney test, sign test, Abbe test, simple T test 와 simple F test 등이 있으나, 본 연구에서는 일반적으로 널리 알려져 있고 분석 방법이 비교적 간단하고 쉬운 simple T test 와 simple F test를 사용하여 정상성을 검사 하였다.

### 3.3. 수문학적 지속성 검사

수문학적 지속성이란 수문시계열을 형성하는 개개 수문량이 무작위하게 독립적으로 발생하는 것이 아니라 비슷한 크기가 지속되려는 사실을 의미하는 것으로 빈도분석이나 추계학적 모의 발생시 매우 중요한 성분(Component)이다. 만일 주어진 시계열자료가 지속성을 지니고 있다면 빈도분석에 사용할 수 없으며 또한, 추계학적 모의기법의 선택시 무자기적 방법이 아닌 AR, MA, ARMA-model 등과 같은 모의방법을 사용해야 한다. 따라서 본 연구에서는 수문시계열의 수문학적 지속성을 판단하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다.

- Approximate significance test for serial correlation

$$-\frac{1}{N} - 1.96 \frac{1}{\sqrt{N}} < r_k < -\frac{1}{N} + 1.96 \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

- Exact test for  $r_1$

$$-\frac{1}{(N-1)} - 1.96 \frac{(N-2)}{(N-1)^{3/2}} < r_1 < -\frac{1}{(N-1)} + 1.96 \frac{(N-2)}{(N-1)^{3/2}} \quad (4)$$

## 4. 년강우량 자료의 시계열 특성 분석

수자원 계획 또는 수문분석에 사용되는 가정 중의 하나는 강수현상이 정상성(stationarity)을 가진다고 보는 것이다. 그런데, 세계기상기구와 국제연합 환경프로그램(United Nations Environmental Programme, UNEP)이 구성한 국제 기후변화 평가단(Inter-governmental Panel on Climate Change, IPCC)은 지구의 온실효과가 기온을 상승시키고 기온의 상승은 지역에 따라 강수량을 증가 또는 감소시킨다고 보고하였다.

국내의 경우 수자원의 계획과 수문분석은 하천의 유출량자료가 부족하기 때문에 대부분 강우 자료에 의존하고 있는 실정이므로, 강수 특성의 변동은 수자원 계획 및 수문분석의 결과와 해석에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 우리나라 년강우량 시계열의 변동 성향을 파악하기 위하여 전국 38개 기상관측소를 대상으로 시계열의 특성을 분석(screening)하였으며 그 결과는 다음과 같다.

#### 4.1 관측소별 년강우량의 통계치 분석

Station No.	기상관측소명	평균	표준편차	coeff-var	Hurst-coeff	Station No.	기상관측소명	평균	표준편차	coeff-var	Hurst-coeff
100	대관령	1651.25	401.48	0.24	0.8	255	함평	1355.78	339.10	0.25	0.56
135	주봉령	1143.12	247.62	0.22	0.6	256	송주	1483.35	382.24	0.26	0.46
189	서귀포	1866.59	450.62	0.24	0.60	260	장흥	1465.15	394.08	0.27	0.52
201	강화	1291.07	297.51	0.23	0.65	261	해남	1311.97	397.64	0.30	0.58
202	양평	1303.50	299.74	0.23	0.65	262	고흥	1467.02	388.16	0.26	0.68
203	이천	1325.70	307.50	0.23	0.64	265	성산포	1838.84	440.18	0.24	0.59
211	인제	1082.13	267.08	0.25	0.47	267	대정	1246.27	309.97	0.25	0.67
214	삼척	1231.85	246.83	0.20	0.66	272	영주	1180.81	227.81	0.19	0.52
221	제천	1298.42	292.69	0.23	0.72	273	문경	1126.46	204.48	0.18	0.67
223	충주	1178.43	251.26	0.21	0.63	277	영덕	1018.53	207.88	0.20	0.56
226	보은	1222.55	314.58	0.26	0.75	278	의성	968.09	190.29	0.20	0.56
235	보령	1182.31	285.55	0.24	0.62	279	선산	988.91	209.30	0.21	0.61
236	부여	1312.63	305.14	0.23	0.71	281	영천	1012.72	222.30	0.22	0.55
238	금산	1226.65	257.98	0.21	0.64	284	거창	1238.19	338.49	0.27	0.56
240	이리	1282.83	259.39	0.20	0.64	285	합천	1267.62	277.89	0.22	0.68
243	부안	1212.67	227.85	0.23	0.69	288	밀양	1226.08	320.43	0.26	0.45
244	임실	1304.48	322.79	0.25	0.66	289	산청	1512.73	412.29	0.27	0.57
245	정읍	1268.56	284.34	0.22	0.56	294	거제	1711.35	446.15	0.26	0.55
247	남원	1285.56	350.18	0.27	0.60	295	남해	1726.26	408.75	0.24	0.61

#### 4.2 관측소별 년강우량의 경향성 분석

Station No.	기상관측소명	$t_1$ (계산치)	$t_{2.5\%}$	$t_{97.5\%}$	비고	Station No.	기상관측소명	$t_1$ (계산치)	$t_{2.5\%}$	$t_{97.5\%}$	비고
100	대관령	3.016	-2.06	2.06	★	255	함평	-0.500	-2.06	2.06	×
135	주봉령	0.088	-2.00	2.00	×	256	송주	-1.267	-2.06	2.06	×
189	서귀포	1.222	-2.06	2.06	×	260	장흥	-1.258	-2.06	2.06	×
201	강화	-0.476	-2.06	2.06	×	261	해남	-1.629	-2.06	2.06	×
202	양평	1.218	-2.06	2.06	×	262	고흥	-1.790	-2.06	2.06	×
203	이천	0.646	-2.06	2.06	×	265	성산포	-0.311	-2.06	2.06	×
211	인제	0.220	-2.06	2.06	×	267	대정	-0.516	-2.06	2.06	×
214	삼척	0.476	-2.06	2.06	×	272	영주	0.492	-2.06	2.06	×
221	제천	1.735	-2.06	2.06	×	273	문경	0.114	-2.06	2.06	×
223	충주	1.045	-2.06	2.06	×	277	영덕	-0.781	-2.06	2.06	×
226	보은	-0.105	-2.06	2.06	×	278	의성	-0.663	-2.06	2.06	×
235	보령	1.094	-2.06	2.06	×	279	선산	-1.124	-2.06	2.06	×
236	부여	0.563	-2.06	2.06	×	281	영천	0.262	-2.06	2.06	×
238	금산	-0.553	-2.06	2.06	×	284	거창	-0.837	-2.06	2.06	×
240	이리	0.507	-2.06	2.06	×	285	합천	0.469	-2.06	2.06	×
243	부안	-1.855	-2.06	2.06	×	288	밀양	-1.001	-2.06	2.06	×
244	임실	-0.455	-2.06	2.06	×	289	산청	0.907	-2.06	2.06	×
245	정읍	-1.608	-2.06	2.06	×	294	거제	-1.137	-2.06	2.06	×
247	남원	-1.195	-2.06	2.06	×	295	남해	-0.114	-2.06	2.06	×

★: 경향성분이 있음을 나타냄

×: 경향성분이 없음을 나타냄

### 4.3 관측소별 년강우량의 정상성 분석

Station No	기상관측소명	T-test		F-test			Station No	기상관측소명	T-test		F-test		
		$t_t$ (계산치)	$t_{2.5\%, 97.5\%}$	$F_t$	$F_{2.5\%, 97.5\%}$	$F_t$			$F_{2.5\%, 97.5\%}$	$t_t$ (계산치)	$t_{2.5\%, 97.5\%}$	$F_t$	$F_{2.5\%, 97.5\%}$
100	대관령	-3.856	±2.06	0.293	0.305	3.28	255	함 평	-0.027	±2.06	1.152	0.305	3.28
135	추풍령	0.059	±2.00	1.428	0.600	1.67	256	승 주	0.192	±2.06	0.857	0.305	3.28
189	서귀포	-0.398	±2.06	4.009	0.305	3.28	260	장 흥	0.363	±2.06	0.672	0.305	3.28
201	강 화	-0.897	±2.06	0.198	0.305	3.28	261	해 남	0.533	±2.06	1.150	0.305	3.28
202	양 평	-0.938	±2.06	0.381	0.305	3.28	262	고 흥	0.937	±2.06	0.555	0.305	3.28
203	이 천	-1.210	±2.06	0.418	0.305	3.28	265	성산포	-0.797	±2.06	0.483	0.305	3.28
211	인 제	-0.439	±2.06	0.544	0.305	3.28	267	대 정	-0.105	±2.06	0.326	0.305	3.28
214	삼 척	-0.889	±2.06	0.890	0.305	3.28	272	영 주	-0.809	±2.06	1.252	0.305	3.28
221	체 천	-2.214	±2.06	1.126	0.305	3.28	273	문 경	-0.029	±2.06	0.595	0.305	3.28
223	충 주	2-0.1461	±2.06	0.460	0.305	3.28	277	영 덕	0.491	±2.06	0.283	0.305	3.28
226	보 은	-0.729	±2.06	0.432	0.305	3.28	278	의 성	-0.073	±2.06	0.721	0.305	3.28
235	보 령	-1.654	±2.06	1.211	0.305	3.28	279	선 산	-0.963	±2.06	0.431	0.305	3.28
236	부 여	-1.581	±2.06	0.326	0.305	3.28	281	영 천	-0.506	±2.06	0.705	0.305	3.28
238	금 산	-0.578	±2.06	0.345	0.305	3.28	284	거 창	-0.325	±2.06	0.419	0.305	3.28
240	이 리	-1.318	±2.06	1.430	0.305	3.28	285	함 천	-0.128	±2.06	0.828	0.305	3.28
243	부 안	0.791	±2.06	0.881	0.305	3.28	288	밀 양	0.423	±2.06	0.712	0.305	3.28
244	임 실	-0.473	±2.06	0.275	0.305	3.28	289	산 청	-1.392	±2.06	0.359	0.305	3.28
245	정 읍	0.389	±2.06	0.714	0.305	3.28	294	거 제	-0.005	±2.06	0.495	0.305	3.28
247	남 원	0.058	±2.06	0.444	0.305	3.28	295	남 해	-0.510	±2.06	0.418	0.305	3.28

### 4.4 관측소별 년강우량의 수문학적 지속성 분석

지점번호 Station No	기상관측소명	비 고	지점번호 Station No	기상관측소명	비 고
100	대관령	★	255	함 평	×
135	추풍령	×	256	승 주	×
189	서귀포	×	260	장 흥	×
201	강 화	×	261	해 남	×
202	양 평	×	262	고 흥	×
203	이 천	×	265	성산포	×
211	인 제	×	267	대 정	×
214	삼 척	×	272	영 주	×
221	체 천	×	273	문 경	×
223	충 주	×	277	영 덕	×
226	보 은	×	278	의 성	×
235	보 령	×	279	선 산	×
236	부 여	×	281	영 천	×
238	금 산	×	284	거 창	×
240	이 리	×	285	함 천	×
243	부 안	×	288	밀 양	×
244	임 실	×	289	산 청	×
245	정 읍	×	294	거 제	×
247	남 원	×	295	남 해	×

## 5. 결론

강수계열의 정확한 해석을 위해서는 강수의 장기 변동성향의 파악할 필요가 있다. 실제로 국제 기후 변동 평가단은 강수 변동을 기정 사실로 받아들였으며, 우리나라의 강수현상도 정상성을 잃고 증가 또는 감소하는 과정에 있을 수도 있기 때문에 합리적인 수자원 계획 및 수문 분석을 위하여 우리나라 강수 현상의 변동 상황을 분석해 볼 필요가 있다.

본 연구에서 중앙 기상청 산하 38개의 기상 관측소의 년강우량 자료를 시계열 분석한 결과 대관령, 강화, 제천, 임진, 영덕지점의 년강우량 자료에서 비정상성을 나타내었다. 특히, 대관령지점의 년 강우량 자료는 경향성과 지속성을 함께 나타내었다. 대관령 지점의 년강우량 자료를 확인해 본 결과, 1988년부터 1993년까지의 년 강우량 자료가 예년의 년 강우량에 비해 2,000mm가 넘는 매우 큰 값을 기록 하였으며, 이 기간의 영향으로 본 연구에서와 같은 결과를 나타낸 것으로 추정된다.

본 연구는 수문 시계열 특성 분석을 년강우량 자료에 대해서만 실시하였으나, 유량자료나 수위자료에도 적용이 가능하다. 그러므로, 정확한 수문분석을 위해서는 본 연구에서와 같은 수문자료의 시계열 분석(screening)을 모든 수문시계열 자료를 대상으로 실시할 필요가 있다고 생각된다.

## 6. 참고 문헌

- E.R.Dahmen, M.J. Hall. (1990). Screening of Hydrological Data  
Salas. (1992). Risk Analysis of Water Rsrcs (VOL II )  
William W. S. Wei.(1990). Time series Analysis  
Charles T. Haan. (1979). Statistical Methods in Hydrology  
Rafael L. Bras. (1985). Random Functions and Hydrology  
Box and Jenkins. (1976). Times Series Analysis: forecasting and control  
C. Chatfield. (1980). The Analysis of Times Series: An Introduction