Log-Pearson Type III 분포형에 의한 강우의 점빈도 및 지역빈도 비교분석

Comparative Analysis of regional and at-site frequency for the design rainfall by Log-Pearson Type III Distribution

류경식* · 이순혁(충북대) · 맹승진(수자원연구원) · 송기헌 · 김기창(충북대)
Ryoo, Kyong-Sik* · Lee, Soon-Hyuk · Maeng, Sung-Jin · Song, Ki-Hurn · Kim, Gi-Chang

Abstract

This study was conducted to compare the design rainfall derived by the at-site and regional frequency analysis based on the regionalization of the precipitation. The regional and at-site design rainfalls were calculated by Log-Pearson type III distribution using Indirect Methods of Moments(WRC).

The regional and at-site analysis for the design rainfall were tested by Monte Carlo simulation. Relative root-mean-square error(RRMSE), Relative bias(RBIAS) and Relative reduction(RR) in RRMSE were computed and compared between design rainfalls resulted from observed and simulated data using the regional and at-site analysis. It was shown that the regional analysis procedure can substantially reduce the RRMSE, RBIAS in comparison with those of at-site analysis. Consequently, optimal design rainfalls following the regions and consecutive durations were derived by the regional frequency analysis.

Ⅰ. 서론

현재 농업용수를 비롯한 각종 산업용수의 개발을 위한 댐 및 저수지의 물넘이 단면결정, 하천제방 및 개·보수사업, 배수시설의 용량 결정 등에는 우선적으로 설계강우량이나 설계홍수량이 필수적으로 제시되어야 한다. 즉, 수리구조물의 설계, 운영, 관리 및 개·보수 측면에서 신빙성 있는 빈도별 수문량의 제시가 매우 중요하다는 것이다.

그러나, 우리나라는 대부분의 수리구조물을 설치하고자 하는 곳과 설치되어진 지점에 대한 관측치가 있어 설계수문량을 추정한 것이 아니라 대부분의 지역이 해당 설계지점의 관측치가 없는 관계로 인근에 위치한 관측지점의 설계수문량을 그대로 사용하기 때문에 설계수문량의 신빙성이 낮을 수 밖에 없는 것이 사실이다. 그리고, 설계지점의 과거 수문관측자료를 사용하여 설계를 했을지라도 관측지점의 수문자료 확보기간이 짧아 표본오차가 큰 관계로 이것 역시 설계제원으로 사용하기에는 부적절한 것이다.

따라서, Log-Pearson Type III분포형에 의한 점빈도 및 지역빈도분석을 통한 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량을 유도하고 이를 비교 분석하여 적정한 빈도분석 방법을 제시함으로서, 미관측 지점에 댐이나 하천제방과 같은 각종 수리구조물의 건설시 설계지표로써 이용될 수 있도록 하고자 한다.

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)

Ⅱ. 기본자료와 적용범위

본 연구에서는 지역화 빈도분석을 위해 도서지방인 제주도와 울릉도를 제외한 내륙지방만을 분석 대상지역으로 선정하였으며, 내륙지방의 관측지역 중에서 자기강우관측자료의 신빙도가 높은 기상청산하 65개 기상관측소의 강우 자료만을 이용하였고, 적용분포형과 매개변수 유도방법으로 Log-Pearson Type Ⅲ분포형과 간접모멘트법을 적용하여 지역화 분석을 실시 하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 지역화 구분

우리나라 전역에 걸쳐 비교적 장기간 관측되고 관측 정밀도가 높은 강우관측지점을 선정하여 지속기간별 연최대치 계열을 구성하였고 대상 강우관측지점의 지형적, 기후적 특성을 변수화하여 지형적 및 기후학적으로 동성인 5개의 강우지역으로 구분하였다.

지역화구분은 2001년에 연구된 바 있는 결과를 토대로 지역빈도분석을 실시했다. (Lee et al, 2001)

2. 점빈도 및 지역빈도분석

적용 분포형으로 Log-Pearson Type Ⅲ분포형을 적용하였으며, 매개변수 추정방법으로는 WRC에서 추천하는 간접모멘트법을 이용하여 지속기간별, 지점별 및 지역별로 매개변수를 각각 산정하였고 이를 통해 실측치의 설계강우량을 유도하였다.

또한, 설계강우량의 적정성 여부를 판단하기 위한 목적으로, 본 분석에서는 Monte Carlo 기법에 의해 강우관측지점별로 표본크기를 20, 40, 60, 및 100으로 구분하여 각각 1,000회 모의시험을 실시하였고 이를 통해 모의발생치에 대한 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량을 산정하였다.

3. 실측치 및 모의발생치에 의한 설계강우량의 비교

본 분석에서는 실측치와 모의발생치에 의해 추정된 각각의 빈도별 설계강우량을 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차분석을 실시하여 점빈도분석과 지역빈도분석에 의한 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량간의 적정성 여부에 관한 비교분석을 수행했다.

비교분석 결과에 대해 종합하여 보면, 점빈도분석과 지역빈도분석은 공히 재현기간이 커짐에 따라서 상대평균제곱근 오차가 커지고, 모의발생치의 표본크기가 증가함에 따라서 상대평균제곱근 오차가 커지고, 모의발생치의 표본크기가 증가함에 따라서 상대평균제곱근 오차는 감소됨을 볼 수 있다. 또한, 점빈도분석에 의한 RRMSE와 지역빈도분석에 의한 RRMSE를 비교해 본 결과, 재현기간이 짧은 경우에 점빈도분석이 지역빈도분석보다 오차가 작게 나타나는 경우가 일부 지역에서 발생할 뿐 거의 대부분의 지역과 재현기간에서는 점빈도분석에 의한 오차보다 지역빈도분석에 의한 오차가 상대적으로 작고 재현기간이 커짐에 따라서 이런 현상은 더욱 뚜렷하게 나타남을 알 수 있다.

이는 Log-Pearson Type Ⅲ분포형에 간접모멘트법을 적용하여 우리나라 전역에 대해 지점 및 지역별 분석을 실시하는 경우, 점빈도분석보다는 지역빈도분석이 더 타당함을 보여주는 것이다.

4. 지역별 지속기간별 설계강우량의 추정

전술한 바와 같이 우리나라의 지역별 지속기간에 따른 빈도별 적정한 설계강우량 추정

은 점빈도분석보다는 지역빈도분석에 의한 것이 보다 신빙성이 높게 나타났으므로 지역빈도분석에 의해 지속기간별 및 빈도별 설계강우량을 Table. 1과 같이 산정되었다.

Table. 1 Regional quantiles for the different return periods, consecutive durations and regions in Log-Pearson Type Ⅲ distribution

Return period	Regional	Consecutive duration (hr)						
		1	3	6	12	24	36	72
10	Ⅰ	52.5	90.5	134.4	190.8	246.6	280.2	307.3
	Ⅱ	48.6	88.5	128.0	179.4	235.6	278.8	306.0
	Ⅲ	53.7	96.5	130.5	169.6	211.4	235.5	256.9
	Ⅳ	41.5	71.1	99.0	138.9	176.7	191.7	200.3
	Ⅴ	53.7	103.5	148.1	195.2	250.5	283.6	301.1
50	Ⅰ	68.6	122.1	184.0	265.0	349.6	408.6	453.8
	Ⅱ	66.4	120.6	175.4	254.0	342.2	412.9	453.3
	Ⅲ	71.9	127.2	172.8	226.2	291.4	330.2	362.9
	Ⅳ	53.8	92.2	129.1	188.0	237.3	254.8	261.7
	Ⅴ	70.1	138.5	199.6	264.7	354.0	402.7	425.3
100	Ⅰ	75.6	136.8	207.0	298.7	396.6	468.9	522.7
	Ⅱ	74.5	135.2	197.5	289.7	393.3	477.9	523.5
	Ⅲ	79.9	140.2	190.7	250.5	327.4	373.8	411.9
	Ⅳ	58.9	101.4	142.1	209.9	263.8	282.0	287.5
	Ⅴ	77.1	153.6	221.8	295.2	401.3	456.8	481.0
200	Ⅰ	82.7	152.5	231.5	334.0	445.9	532.8	595.7
	Ⅱ	83.1	150.5	220.8	328.2	448.1	548.2	598.5
	Ⅲ	88.1	153.1	208.8	275.0	364.7	419.6	463.4
	Ⅳ	64.1	110.7	155.3	232.6	291.0	309.6	313.4
	Ⅴ	84.3	168.9	244.2	326.5	450.8	513.1	538.6

또한, Fig. 1은 각각 24시간과 72시간 지속강우량에 대한 지역별 설계강우량을 도시한 것이다.

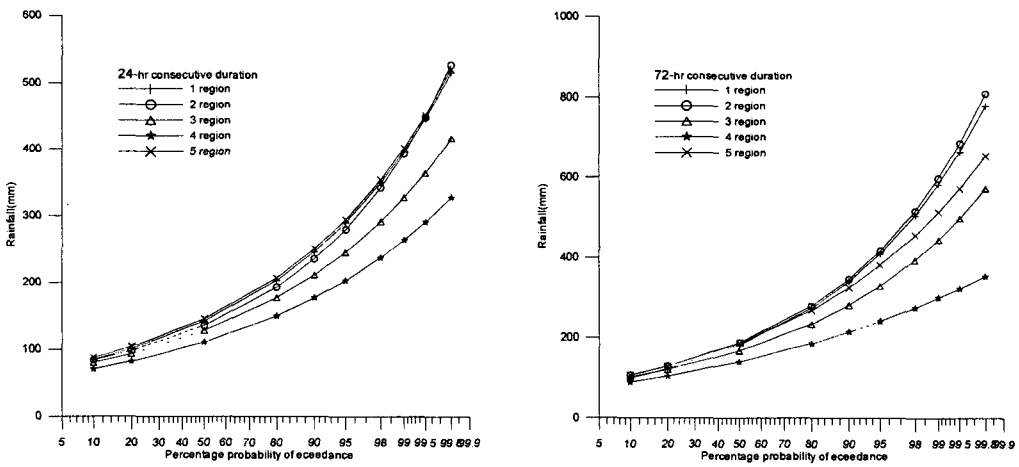

Fig. 1 Comparison of the regional quantiles for the consecutive durations of 24 and 72

상기한 결과를 종합해보면, Log-Pearson Type Ⅲ분포형에 간접모멘트법을 적용하였을 때, 지역빈도분석이 점빈도분석보다 더 타당함을 보여주었으며, 지역화에 따른 빈도별 설계강우량의 분포는 Ⅱ지역인 강원 남서부지방과 충북 북부지방이 타지역에 비해 높은 빈도별 설계강우량을 보여주었고, Ⅳ지역인 경북지방과 강원 동부지방이 가장 낮은 빈도별 설계강우량을 나타내고 있다.

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 Gamma Family군중, 전국대상으로 점빈도분석시에 가장 적합한 분포형으로 선정된 Log-Pearson Type Ⅲ분포형을 이용하여 점빈도의 결과와 지역빈도의 결과를 비교분석함으로써 적정빈도분석방법을 제시하고 이에 의한 지역별 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량을 유도하고자 하였다. 이에 따른 결과들을 요약하면 다음과 같다.

1. 시우량 자료를 이용하여 시계열분석을 실시하였으며, 또한 자료의 이용타당성 유무를 검정하기 위해 Wald-Wolfowitz Test, Mann-Whitney Test 및 Grubbs-Beck Test를 실시하였다.
2. Log-Pearson Type Ⅲ분포형에 간접모멘트법을 적용하여 지속기간별, 지점별 및 지역별 매개변수를 각각 산정하였으며 이에 따른 설계강우량을 유도하였다.
3. 설계강우량의 적정성 여부를 판단하기 위해, 1000회의 Monte Carlo 모의시험을 표본크기 20, 40, 60 및 100으로 하여 실시하였다.
4. 실측치와 모의발생치에 의한 설계강우량을 이용하여 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차를 각각 점빈도분석과 지역빈도분석에 따라 실시하여 오차분석하였다. 그 결과, 지역빈도분석에 의한 오차분석의 결과가 점빈도분석에 의한 오차결과보다 상대적인 감소율이 대체로 크게 나타남으로서 지역빈도분석에 의한 빈도별 설계강우량이 점빈도분석에 의한 것 보다 신빙성이 높음을 보여주고 있다.
5. 신빙도가 높게 판정된 지역빈도분석에 의해 지역별 지속기간별 적정 설계강우량을 유도하였다.
6. 지역빈도에 의해 유도된 설계강우량의 크기를 지역별로 분석한 결과, Ⅱ지역인 강원 남서부지방과 충북 북부지방이 가장 높은 빈도별 설계강우량을 나타냈고, Ⅳ지역인 경북일원과 강원 동부지방이 가장 낮은 빈도별 설계강우량을 보여주었다.

참고문헌

1. 이순혁 외, 2001, 고차확률가중모멘트법에 의한 지역화빈도분석과 GIS기법에 의한 설계강우량 추정(Ⅰ) -동질성의 지역구분 방법을 중심으로-, 한국농공학회지, 43(4): 57-68.
2. Hosking, J. R. M., 1990, L-Moments : Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics, *J. R. Stat. Soc., Ser.* B, 52(2): 105-124.
3. Hosking, J. R. M. and J. R. Wallis, 1993, Some Statistics useful in Regional Frequency Analysis, *Water Resources Research*, 29(2): 271-281.
4. Hosking, J. R. M. and J. R. Wallis, 1996, *Regional Frequency Analysis of floods in Central Appalachia*, IBM Research Division T.Y. Watson Research Center Yorktown Heights, NY 10598.

2003년도 한국농공학회 학술발표회 논문집 (2003년 11월 1일)