

지역화빈도분석에 의한 설계강우량 추정

- L-모멘트법을 중심으로 -

Estimation of Design Rainfall by the Regional Frequency Analysis

- On the method of L-moments -

이 순 혁 · 박 종 화 · 류 경 식* · 지 호 근 · 진 택 기 · 신 용 희(충북대)
Lee, Soon Hyuk · Park, Jong Hwa · Ryoo, Kyong Sik · Jee, Ho Keun ·
Jeon, Taek Ki · Shin, Yong Hee

Abstract

This study was conducted to derive the regional design rainfall by the regional frequency analysis based on the regionalization of the precipitation.

Using the L-moment ratios and Kolmogorov-Smirnov test, the underlying regional probability distribution was identified to be the Generalized extreme value distribution among applied distributions. regional and at-site parameters of the Generalized extreme value distribution were estimated by the method of L-moment.

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 with those resulting from at-site Monte Carlo simulation. All show that the regional analysis procedure can substantially reduce the RRMSE, RBIAS and RR in RRMSE in the prediction of design rainfall. Consequently, optimal design rainfalls following the regions and consecutive durations were derived by the regional frequency analysis.

I. 서 론

농업용수를 비롯한 각종 산업용수의 개발을 위하여 댐 또는 농업용 저수지를 설계할 경우의 물넘이 단면결정, 하천의 개·보수사업, 배수시설물의 용량을 결정하고자 할 경우에는 우선적으로 정확한 설계홍수량이 제시되어야 한다. 그러나, 우리나라는 불행하게도 아직까지 홍수유출기록년수가 짧고, 있더라도 관측의 신빙성이 결여 되어있는 곳이 많은 실정이다. 그리고, 설계홍수량 산정을 위한 적절한 확률분포형의 선정과 확률분포형의 매개변수 추정기법에 대한 연구가 부족하여 종종 신빙성이 떨어지는 설계홍수량을 산정하게 되고 이를 설계에 반영하는 경우가 있다.

따라서, 본 연구에서는 지역화된 지속기간별 극치강우량의 적정확률분포형의 선정과 함께 확률분포형의 매개변수 유도를 위한 확률가중모멘트의 선형조합인 L-모멘트법에 의해 점빈도 및

지역빈도분석을 수행하여 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량을 추정하고 이들을 비교 분석함으로써 적절한 빈도분석 방법과 지속기간별 설계강우량 추정방법을 제시하고자 한다.

II. 경우자료

본 연구에서는 자기강우관측자료의 신빙도가 높은 기상청산하 65개 기상대 및 기상관측소의 연최대치계열의 경우자료를 수집하여 이 지점들에 대한 지속시간 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 및 72시간인 시계열자료로 구성하고 이를 이용하여 지점 및 지역화 분석을 시도하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 적정 확률분포형의 선정

본 연구에서는 강우관측지점별 지속기간별 연최대강우량의 적정 확률분포형을 선정하기 위하여 도식적 방법인 L-모멘트비도와 비매개변수적 방법인 Kolmogorov-Smirnov 검정 방법을 적용한 결과, 본 연구에 사용된 6개 확률분포형(Gumbel, Generalized extreme-value, Generalized logistic, Generalized pareto, Generalized normal 및 Pearson type III)중 GEV분포형이 연최대강우량 계열의 적정확률분포형으로 판정되었다.

2. 적정 확률분포형의 매개변수 추정

적정 확률분포형으로 선정된 GEV분포형의 매개변수인 척도매개변수 α , 위치매개변수 ξ 및 형상매개변수 k 를 지속기간별, 지점별 및 지역별로 L-모멘트법에 의하여 산정하였다.

3. 적정 확률분포형에 의한 실측치의 점빈도 및 지역빈도분석

L-모멘트법에 의해 추정된 GEV 분포형의 매개변수를 이용하여 강우관측지점들에 대한 점빈도분석과 지역빈도분석을 실시하고 각각에 대한 지속기간별 및 빈도별 설계강우량을 유도하였다.

가. 점빈도분석

65개 강우관측지점에 대한 GEV 분포형의 매개변수를 이용하여 점빈도분석을 수행하므로써 지속기간별 빈도별 설계강우량을 산정하였다.

나. 지역빈도분석

본 분석에서는 GEV분포형의 매개변수를 이용하여 동질성으로 지역화된 지역내 강우관측지점들에 대한 지역빈도분석을 수행한 결과 지속기간별 빈도별 설계강우량이 유도되었다.

4. 모의발생치의 점빈도 및 지역 빈도분석

실측치의 통계특성을 가진 수문자료를 모의발생하는 것은 모의기법에 의해 유도된 모의발생치들의 점빈도분석과 지역빈도분석에 의해 유도된 빈도별 설계강우량이 과연 실측치에 의해 유도된 빈도별 설계강우량을 얼마나 재현하는가하는 정도를 평가함으로써 장차 발생할 수 있는 설계강우량의 신빙성 여부를 판단하기 위한 것이다.

본 분석에서는 Monte Carlo 기법에 의해 강우관측지점별로 표본 크기(sample size)를 20, 40, 60 및 100으로 구분하고 각각의 경우에 대하여 1,000회 모의발생하여 그 결과치를 얻었으며, 이들 모의발생치를 이용하여 점빈도 및 지역빈도분석을 수행함으로써 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량을 산정하였다.

5. 실측치 및 모의발생치에 대한 점빈도 및 지역빈도 분석 결과 비교

가. 설계강우량의 비교

강우관측지점들의 실측 지속기간별 연최대강우량과 모의발생된 지속기간별 연최대강우량을 각각 점빈도분석과 지역빈도분석을 실시하여 빈도별 설계강우량을 추정하였다.

본 연구에서는 지속기간별로 그리고 표본의 크기를 20, 40, 60 및 100개로 하여 모의발생된 빈도별 설계강우량과 실측치에 의한 빈도별 설계강우량에 대하여 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차분석을 실시하므로써 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량 추정방법의 적정성 여부를 판단하였다.

따라서, 강우관측지점별로 실측된 연최대강우량과 모의발생된 연최대강우량의 점빈도분석과 지역빈도분석에 의해 추정된 각각의 지속기간에 따른 표본크기별 빈도별 설계강우량의 비교분석을 위해 상대평균제곱근오차와 상대편의를 표본 예로 지역화된 V지역의 고흥지점에 관한 지속기간 24시간인 경우를 도시한 결과는 Fig. 1과 같다.

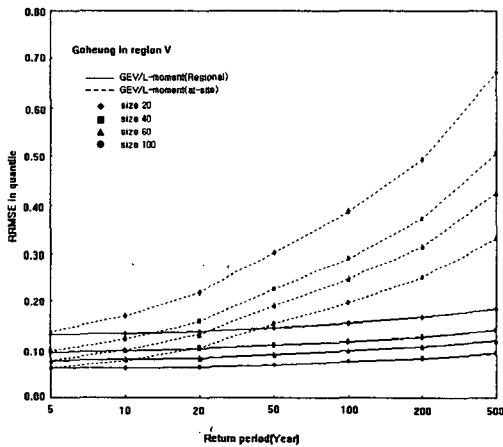


Fig.1. Comparison of regional and at-site procedures for 24-hr consecutive duration in region V

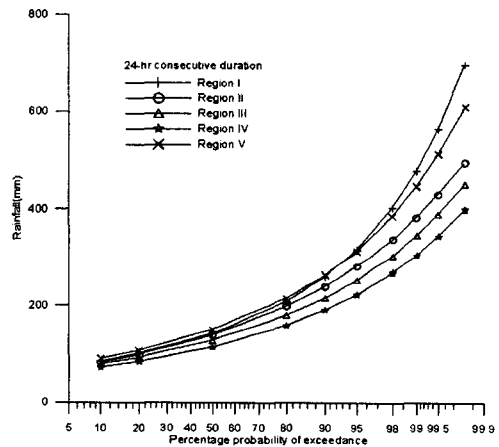


Fig.2. Comparison of the regional quantiles for the consecutive durations of 24 hr of 5 regions

이상의 결과에서 점빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차와 상대편의 및 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차는 각 지역별로 재현기간이 커짐에 따라 증가한 반면 모의발생의 표본크기가 증가함에 따라 감소되는 양상을 나타내었다. 그리고, 지역빈도분석에 의한 상대편의는 각 지역별로 재현기간이 크고 모의발생의 표본크기가 증가함에 따라 감소하였다. 또한, 동일한 지역, 동일한 표본자료 및 동일한 재현기간에서 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 점빈도분석에 의한 것보다 대부분 작게 산정되었으며 이러한 결과는 표본 예인 Fig.1에서도 역시 확인되었듯이 표본의 크기가 크고 빈도가 커질수록 작게되는 경향을 나타내었다.

또한, 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 점빈도분석에 의한 것에 비해 상대적으로 감소한 비율을 나타낸 상대감소율의 결과를 보면 빈도가 커짐에 따라 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 점빈도분석에 의한 것보다 상대 감소율이 증가함을 나타내었다. 이러한 결과는 빈도가 커질수록 더욱 증가됨을 보여주고 있으며 이는 지역빈도분석에 의한 지역별 지속기간별 설계강우량이 점빈도분석에 의한 것보다 신빙도가 높음을 나타낸다.

이와 같은 상기의 결과는 타 지속기간에서도 역시 동일한 양상을 보여주었다.

따라서, 이상의 결과를 종합해 볼 때 지역빈도분석에 의해 유도된 빈도별 설계강우량이 점 빈도분석에 의한 빈도별 설계강우량 보다 신빙도가 높음을 보여 주었다.

Table 1. Regional quantiles for the different return periods, consecutive durations and regions in GEV distribution

Return period	Consecutive duration (hr)	Region I	Region II	Region III	Region IV	Region V
		RQ (mm)	RQ (mm)	RQ (mm)	RQ (mm)	RQ (mm)
10	1	54.9	50.2	53.3	41.8	56.0
	3	94.1	87.6	96.4	75.4	106.7
	6	138.3	130.9	130.8	103.5	150.5
	12	191.0	183.9	172.1	142.9	201.1
	24	253.9	229.5	212.8	183.0	252.7
	36	287.5	268.0	236.2	198.5	291.7
	48	313.8	284.4	254.9	208.6	300.8
50	1	74.0	68.2	70.3	55.1	76.8
	3	131.6	114.2	132.5	104.7	145.8
	6	196.8	174.2	183.6	146.6	208.7
	12	276.8	251.2	243.9	202.6	282.5
	24	394.6	323.9	300.3	258.2	371.7
	36	455.2	382.9	340.6	281.4	434.9
	48	491.8	407.1	367.0	298.1	444.9
100	1	82.6	76.5	77.5	60.9	86.5
	3	149.5	125.2	148.9	118.7	163.1
	6	225.3	192.5	208.6	167.7	234.9
	12	318.9	280.7	277.9	231.3	320.1
	24	468.5	367.2	341.1	293.6	430.1
	36	545.2	435.9	391.0	320.7	505.8
	48	585.4	463.4	420.7	341.2	515.0
200	1	91.5	85.1	84.7	66.7	96.7
	3	168.7	136.0	165.9	133.8	180.8
	6	256.3	210.9	235.2	190.8	262.0
	12	364.8	310.7	314.1	262.0	359.5
	24	552.5	412.3	384.3	331.1	493.7
	36	648.9	491.7	445.2	362.4	583.7
	48	691.8	522.3	478.5	387.4	591.1
	72	762.3	580.4	509.7	407.2	607.1

나. 지역별 지속기간별 적정 설계강우량의 추정

전술한 바와 같이 우리나라의 지역별 지속기간에 따른 빈도별 적정한 설계강우량의 추정은 점빈도분석보다는 지역빈도분석에 의한 것이 보다 신빙성이 높게 나타났으므로 지역빈도분석에 의해 지속기간별 및 빈도별 설계강우량을 산정하였으며, 산정 결과를 종합하면 Table 1과 같고 표본 예로 지속시간이 24시간인 지역별 설계강우량을 정규확률지상에 도시한 결과는 Fig. 2와 같다.

이상의 Table 1 및 Fig 2에서의 결과를 종합해보면 지역별로 지속기간 및 재현기간이 커질수록 전반적으로 설계강우량의 크기가 커짐을 나타내었으며 또한, 지역화된 5개 지역에서 강원, 경기 및 서울지방은 타지역에 비해 제일 높은 빈도별 설계강우량을 보여주고 있는 반면 경

북일원과 강원 일부지방은 타 지역에 비해 가장 낮은 빈도별 설계강우량을 나타내고 있다.

IV 결론

본 연구에서는 대상 강우관측지점의 지형적, 기후적 특성을 변수화하여 지형적 및 기후적으로 동성인 권역으로 나누는 지역화에 이어서 지역별 지속기간별 강우량에 적합한 확률분포형을 선정한 다음 확률가중모멘트의 선형조합인 L-모멘트법에 의해 점빈도 및 지역빈도 분석을 시도한 결과 지역빈도분석에 의한 빈도별 설계강우량이 점빈도분석에 의한 결과보다 신빙도가 높음을 나타냈으며 이의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 강우관측지점에 대한 지속기간별 연최대강우량의 적정 확률분포형을 선정하기 위해 Gumbel, GEV, Generalized logistic, Generalized pareto, Generalized normal 및 Pearson type III 의 6개 분포형을 대상으로 L-모멘트비도 및 Kolmogorov- Smirnov 검정 결과 최종적으로 GEV 분포형이 적정 확률 분포형으로 판정되었다.

2. 지역 및 지점별 강우지속기간에 따른 연최대강우량에 적합한 확률분포형인 GEV 분포형의 매개변수를 L-모멘트법에 의해 산정하였다.

3. 적정 확률분포형과 실측치에 의한 점빈도 및 지역빈도분석에 의해 빈도별 설계강우량을 유도하였다.

4. 5개의 동질성 권역으로 분류된 지속기간별 강우량을 Monte Carlo 기법에 의해 강우관측지점별로 표본 크기(sample size)를 20, 40, 60 및 100으로 하고 각각 1,000회 모의발생 하였다.

5. 실측치와 Monte Carlo 기법에 의한 모의발생치의 점빈도 및 지역빈도분석에 의한 각각의 빈도별 설계강우량을 유도하고 이들간의 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차분석을 실시한 결과 및 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 점빈도분석에 의한 것 보다 상대적인 감소율(Relative Reduction)이 크게 나타남으로서 지역빈도분석에 의한 빈도별 설계강우량이 점빈도분석에 의한 것 보다 신빙성이 높음을 보여 주고 있다.

6. 신빙도가 높게 판정된 지역빈도분석에 의해서 지역별 지속기간별 적정 설계강우량을 유도하였다.

7. 지역별로 유도된 설계강우량의 크기는 지역화된 5개 지역중에서 I 지역인 강원, 경기 및 서울지방은 타지역에 비해 제일 높은 빈도별 설계강우량을 나타낸 반면 IV지역인 경북일원과 강원 일부지방은 타 지역에 비해 가장 낮은 빈도별 설계강우량을 보여주었다.

참고문헌

1. 이순혁, 박명근, 맹승진, 정연수, 류경식, 1998, L-모멘트 및 LH-모멘트 기법에 의한 적정 설계홍수량의 유도(I), 한국농공학회지, Vol. 40, No. 4, pp. 64 ~ 76.
2. Hosking, J. R. M. and J. R. Wallis, 1993, Some Statistics useful in Regional Frequency Analysis, Water Resources Research, Vol. 29, No. 2, pp. 271 ~ 281.
3. Hosking, J. R. M. and J. R. 1997, Wallis, Regional Frequency Analysis, Cambridge University Press.