

Gamma Family군의 분포형에 의한 강우의 빈도분석

Comparative Analysis on the Design Rainfall derived by
Gamma Family Distributions

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

Abstract

This study was conducted to choose optimal distribution and to estimate properly parameters for the derivation of design rainfall in Gamma Family.

Design rainfall derived by Gamma Family Distributions were compared by the Relative Mean Errors(RME) and Relative Absolute Errors(RAE) for the consecutive durations of 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 and 72hr and 65 regions all over the regions except Cheju and Wulreung islands in Korea.

Consequently, Design rainfall derived by Indirect Method of Moments in the Log-Pearson Type 3 distribution are seemed to be more reasonable than those of other distributions in Gamma Family.

I. 서론

현재 우리나라에서는 강우량과 홍수량에 대한 최적빈도분석에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 이는 최적빈도분석의 중요성을 내포하고 있는 것으로 최적빈도를 통해 수공구조물의 설계시 과다책정이나 과소책정에 따른 경제적 부담과 구조물의 파괴 위험에서 벗어나도록 하기 위해서라고 볼 수 있다. 그럼에도 불구하고 많은 연구와 발표를 통해 우리나라를 대표할 수 있는 분포형이 무엇이며, 또한 적정 매개변수 유도방법은 어떤 것인지를 확연히 말할 수 없는 아이러니가 있다.

따라서, 본 연구에서는 Gamma Family군에 속하는 모든 분포형과 각각의 매개변수 유도방법에 따라 강우의 빈도비교분석을 실시함으로써 Gamma Family군중 우리나라를 대표할 수 있는 적절한 분포형, 매개변수 유도방법 및 적정설계강우량을 제시하고자 한다.

II. 기본자료와 적용범위

본 연구에서는 기상청산하 65개 기상관측소의 강우자료를 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 및 72시간에 대한 시계열을 구성하여 이용하였고, 또한 적용분포형과 매개변수 유도방법으로는 Gamma, Generalized Gamma, Pearson type III 및 Log-Pearson type III 분포형과 모멘트법, 간접모멘트법, 최우법, sundry 평균법 및 혼합모멘트법을 적용하여 빈도별 비교분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수문자료의 기본특성과 기본통계치 분석

내륙지역에 위치한 기상청산하 65개 기상관측소의 시강우량 자료를 이용하며, 이에 대한 기본특성으로는 기록년수, 연평균강우량, 강우기의 평균강우량을 조사하였고, 기본통계치 분석은 일강우량의 평균과 표준편차에 대해 실시하였다.

그 결과, 기록년수, 연평균강우량과 강우기의 평균강우량은 각각 11~41년, 762.7~1634.1mm, 482.6~971.2mm의 범위를 가졌고, 일강우량의 평균과 표준편차는 각각 92.66~181.12mm, 21.34~95.46의 범위로 나타났다.

2. 수문자료의 독립성 및 동질성 검정

65개 강우관측소의 1, 3, 6, 12, 24, 36, 48 및 72지속시간에 해당하는 강우량자료에 대해 독립성 및 동질성 검정을 각각 Wald-Wolfowitz Test와 Mann-Whitney Test에 의해 모두 실시하였다.

그 결과, 모든 지점과 지속시간에 따른 강우량자료의 독립성과 동질성이 있는 것으로 확인됐다.

3. 수문자료의 Outlier검정

일련의 수문자료중에서 일반적인 균형분포의 상태에서 너무 크거나 작은 Data로 인해, 부적절한 통계학적 매개변수 유도가 이루어져 설계수문량에 불확실성을 초래하는 경우가 있는데 이러한 Data의 유무를 판단하기 위해 Grubbs-Beck Test를 실시하였다.

그 결과, High-Outlier(XH)와 Low-Outlier(XL)의 범위내에 해당지속시간의 자료들이 모두 분포되어 있어 본 연구의 자료로 이용하는데 문제가 없음을 확인했다.

Table. 1 Parameters following the 12-hr consecutive duration of the Gamma Family distribution in Chupungryeong stations

	Distribution & Parameter Estimations	Abbreviation	Parameter		
			α	λ	m
1	Gamma, Method of Moments	Ga_MM	0.1015	9.8036	
2	Gamma, Maximum Likelihood	Ga_ML	0.1126	10.8790	
3	Generalized Gamma, SAM	Ge_SAM	12.8419	-0.9453	7.59E-04
4	Pearson 3, Method of Moments CS1	P_CS1	0.1075	2.7035	26.6089
5	Pearson 3, Method of Moments CS2	P_CS2	0.0878	1.8055	31.2075
6	Pearson 3, Method of Moments CS3	P_CS3	0.0899	1.8928	30.7163
7	Log-Pearson 3, Direct Method of Moments (BOB)	LP_DMM	78.1820	88.6099	0.5636
8	Log-Pearson 3, Indirect Method of Moments (WRC)	LP_IMM	38.8903	21.6784	1.1400
9	Log-Pearson 3, Method of Mixed Moments MM1	LP_MM1	51.4275	37.1159	0.9757

4. 지속기간별 매개변수 추정방법에 따른 매개변수 추정

각각의 매개변수는 지점별, 지속기간별, 분포형별 그리고 매개변수 추정방법별로 추정되어졌다. Table. 1은 표본 예로 추풍령지점에 대한 12시간지속에 해당하는 매개변수 추정결과를 나타내고 있으면 다른 지점들과 다른 지속기간에 대해서도 모두 추정하였다.

5. 적용분포형과 매개변수 추정방법에 따른 지속기간별 설계강우량 유도

본 분석에서는 강우관측지점들의 각각에 대한 지점빈도분석을 위해 Gamma Family 분포형들과 각 분포형에 따르는 매개변수 추정방법에 의해 얻어진 매개변수를 이용하여 65개 강우관측지점에 대한 지속기간별 재현기간별 설계강우량을 유도하였다.

6. 오차검정방법에 의한 유도된 설계강우량의 비교분석

Gamma Family 분포형들중 적정한 분포형과 매개변수추정기법을 판정하기 위해서 오차 검정방법으로 상대평균오차(RME)와 제곱평균제곱근오차(RMSE)를 이용하여 각각의 분포형에 의해 유도된 설계강우량을 비교분석하였다.

Table. 2는 65개 기상관측소중 표본 예로 추풍령 지점에 대해 Hazen 플로팅포지션법을 적용하여 지속기간별 RME와 RMSE를 실시한 결과이다.

Table. 2 Relative Mean Errors and Root Mean Square Errors calculated by different distributions and parameters using Hazen plotting position formulas at Chupungryeong site.

	Distribution & Parameter Estimations	Durations							
		1	3	6	12	24	36	48	72
R M E	Ga_MM	0.0357	0.0362	0.0567	0.0517	0.0410	0.0408	0.0365	0.0349
	Ga_ML	0.0330	0.0350	0.0561	0.0510	0.0407	0.0386	0.0320	0.0305
	Ge_SAM	0.1211	0.0069	0.0068	0.0074	0.0087	0.0090	0.0151	0.1386
	P_CS1	0.0102	0.0070	0.0078	0.0092	0.0100	0.0113	0.0100	0.0081
	P_CS2	0.0095	0.0073	0.0065	0.0072	0.0075	0.0092	0.0079	0.0070
	P_CS3	0.0097	0.0072	0.0069	0.0077	0.0079	0.0097	0.0085	0.0073
	LP_DMM	0.0083	0.0073	0.0071	0.0088	0.0105	0.0102	0.0084	0.0063
	LP_IMM	0.0080	0.0067	0.0067	0.0073	0.0083	0.0086	0.0074	0.0063
	LP_MM1	0.0078	0.0068	0.0154	0.0080	0.0092	0.0192	0.0194	0.0059
R M S E	Ga_MM	7.981	13.448	29.966	36.596	36.371	43.886	43.113	44.378
	Ga_ML	7.345	12.908	29.093	34.825	33.724	39.284	36.643	38.821
	Ge_SAM	16.564	2.815	3.372	5.722	8.508	10.347	16.580	100.443
	P_CS1	1.486	2.582	2.841	4.744	6.456	8.041	7.943	7.239
	P_CS2	1.457	2.560	2.657	4.406	5.819	7.605	7.570	7.039
	P_CS3	1.466	2.602	2.692	4.465	5.906	7.692	7.640	7.077
	LP_DMM	1.340	2.616	2.819	4.754	7.508	8.274	7.941	6.819
	LP_IMM	1.707	2.445	2.950	5.321	6.958	9.058	9.012	8.320
	LP_MM1	1.437	2.510	7.555	4.860	6.593	19.329	20.667	7.201

Table. 2를 보면, 동일 지점내에서도 지속기간의 변화에 따라 적정분포형이 달리 나타나 는 것을 볼 수 있는데, 이는 특정 지점내에서 특정지속기간에 적합한 방법이 동일 지점내 의 다른 지속기간에도 적합한 방법으로 추천될 수 있지 못하다는 것을 뜻하며, 이러한 현 상은 표본예의 지점뿐 아니라 65개 모든 지점에서 나타나고 있다.

따라서, 본 연구에서는 보다 적절한 분석방법을 선별하기 위해서 통계학적 분석을 적용 하였다. 그 결과, 비록 동일지점내에서 지속기간에 따른 적정방법이 다르고 동일 지속기간 동안에 각 지점별로 적정방법이 다르게 나타났지만, 통계학적 분석을 통한 결과로는 전국 대상 65개 지점에 대해 LP_IMM 방법이 지속기간별로 적정분포로 선정될 확률이 27.7~ 40.8%로 가장 좋게 나타났고 P_CS2방법은 13.1~23.1%, Ge_SAM방법은 10.8~17.7%로 각 각 나타났다.

IV. 결과 및 고찰

본 연구는 우리나라의 강우자료를 기반으로 최적빈도분석을 실시함에 있어서 Gamma Family군 중 어떤 분포형과 매개변수 추정방법이 우리나라 전역을 가장 잘 대표할 수 있 는지 알아보기 위해서 실시하게 되었다.

그 결과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

1. 본 연구에는 기상청산하 65개 기상관측소의 시우량 자료를 이용하여 시계열 분석을 실시하였다.
2. 시계열 자료를 각각 독립성, 동질성 및 Outlier 검정을 실시하여 자료의 이용타당성을 조사한 결과, 모두 인정되었다.
3. 시계열 자료를 이용하여 강우지속시간별, 분포형별, 매개변수 추정방법별로 각각 매 개변수를 추정하였고, 또한 해당별 설계강우량을 모두 유도하였다.
4. 유도된 설계강우량을 상대평균오차(RME)와 제곱평균제곱근오차(RMSE)을 이용하여 4 가지 플로팅포지션에 따라 비교하였다. 이때, 동일지점내에서 지속기간에 따른 적정방 법이 다르고 동일 지속기간동안에 각 지점별로 적정방법이 다르게 나타나는 결과들로 인해서 통계학적 분석을 실시하여 각 지속기간별로 적정방법으로 선정될 확률을 조사 하였고 이를 비교 분석하였다.
5. 최종결과로써, 강우량 자료에 대해 우리나라 전역을 대표할 수 있는 분포형과 매개변 수 추정방법은 Gamma Family군 중에서는 Log-Pearson Type 3분포형에 WRC에서 권장하는 간접모멘트법을 이용하는 것이 9가지의 분석방법중에서 가장 적절한 방법으 로 나타났다.

참고문헌

1. Bobee, B., F. Ashkar, 1991, The gamma family and derived distributions applied in hydrology, Water Resources Publications.
2. Lienhard, J.H., P.L. Meyer, 1967. A physical basis for the generalized gamma distribution, Quarterly of Applied Mathematics, 25: 330-334
3. Singh, V.P., K. Singh, 1989. Parameter Estimation for Log- Pearson Type 3 Distribution by POME, Journal of Hydraulic Engineering 114(1): 112-123.