

## Gamma 및 비Gamma군 분포모형에 의한 강우의 지점 및 지역빈도 비교분석 (II)

### Comparative Analysis of Regional and At-site Analysis for the Design Rainfall by Gamma and Non-Gamma Family (II)

이 순 혁\* · 류 경 식\*

Lee, Soon Hyuk · Ryoo, Kyong Sik

#### Abstract

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

The optimal regionalization of the precipitation data were classified by the above mentioned regionalization for all over the regions except Jeju and Ulleung islands in Korea. Design rainfalls following the consecutive duration were derived by the regional analysis using the observed and simulated data resulted from Monte Carlo techniques. Relative root mean square error (RRMSE), relative bias (RBIAS) and relative reduction (RR) in RRMSE for the design rainfall were computed and compared between the regional and at-site frequency analysis. It has shown that the regional frequency analysis procedure can substantially more reduce the RRMSE, RBIAS and RR in RRMSE than those of at-site analysis in the prediction of design rainfall.

Consequently, optimal design rainfalls following the classified regions and consecutive durations were derived by the regional frequency analysis using Generalized extreme value distribution which was identified to be more optimal one than the other applied distributions. Diagrams for the design rainfall derived by the regional frequency analysis using L-moments were drawn according to the regions and consecutive durations by GIS techniques.

*Keywords* : L-moment, LH-moment, Monte Carlo simulation, Regional frequency analysis, Design rainfall, GIS techniques

#### I. 서 론

본 연구의 제 I보에서는 Gamma 및 비 Gamma 군의 분포모형에 대한 지점빈도분석을 통한 적정설계 강우량 추정에 관한 연구의 수행으로서 65개 강우 관측소의 자료를 8개의 시계열로 구성, Gamma 및

\* 충북대학교 농과대학 지역건설공학과  
\* Corresponding author. Tel.: +82-43-261-2576  
Fax: +82-43-271-5922  
E-mail address: aelsh@cbucc.chungbuk.ac.kr

비 Gamma군의 분포형에 대해 각각 적정분포형 선정, 강우관측치의 지점빈도분석에 의한 설계강우량 유도, Monte Carlo 기법에 의해 모의발생된 강우량의 지점빈도분석에 의한 설계강우량 유도, 실측치 및 모의발생치의 지점빈도분석에 의한 설계강우량의 비교분석에 의한 적정설계강우량의 유도를 수행하였다.

본 연구의 제 II보에서는 제 I보의 연구에 이어 지역빈도분석을 실시하고자 하며, 국외에서 수행된 지역빈도분석의 연구로서 Abdulaziz(1986)는 사우디 아라비아의 남서부 13개 유량관측소를 대상으로 지역홍수빈도분석을 실시한 결과, 13개 유량관측소 중 7개 지점은 Wadi Brishah 유역에 위치하고 6개 지점은 Tihamah-South 지역에 위치함으로써 2개의 지역으로 분리하였다. Salvo(1986)는 필리핀의 12개 지역 중 Visayas와 Mindanao 지역에 대한 지역홍수빈도분석을 실시하여 각 지역에 대한 연평균유출량과 유역면적간의 회귀식을 개발하여 제시하였다. Pilon과 Adamoski(1992)는 L-모멘트법을 이용하여 지역홍수빈도분석을 수행한 결과 캐나다 Nova Scotia 지방의 홍수자료는 GEV 분포형에 적합하며 L-모멘트법을 이용한 GEV분포형에 의한 지역홍수빈도 분석결과가 동일 지점 GEV 분포형의 지점빈도분석 결과 보다 신빙성이 높은 것으로 발표하였다. 이상의 연구결과를 종합해 보면, 지역빈도분석은 대부분 홍수자료를 이용하고 GEV 분포형에 L-모멘트법을 사용하고 있는 것이 주를 이루고 있음을 알 수 있다. 그러나, 우리나라는 서방 선진국의 사례와 같이 풍부한 홍수자료를 보유하고 있지 못해 홍수빈도분석을 실시하기 어려운 실정이다. 이러한 현실상의 문제점으로 인해 본 연구에서는 홍수자료를 이용한 빈도분석을 실시하지 못하고 상대적으로 자료의 신빙성이 높은 강우자료에 대한 지역빈도분석을 국내외적으로 많이 적용된 GEV 분포형과 L-모멘트법 뿐만 아니라 다양한 분포와 매개변수 유도방법을 대상으로 적용하여 분석하였다.

본 연구의 지역빈도분석에는 Gamma 및 비 Gamma군의 분포형들을 적용하며 매개변수 유도방법으로는 최근 Wang(1997)에 의해 발표된 LH-모멘트법과 Hosking(1990)에 의해 발표된 L-모멘트법을 적용하여 더욱 다양한 분석을 실시하고자 하였다. 이들 분포형의 매개변수 유도방법들 중에서 LH-모멘트법은 세계적으로 지역빈도분석에 적용한 사례가 빈약한 실정이므로 LH-모멘트법을 지역빈도분석에 적용하여 타 매개변수 유도방법에 의한 결과와 비교 분석하는 것이 필요하였다.

따라서, 본 연구의 제 II보에서는 Gamma 및 비 Gamma군의 분포형에 대해 L 및 LH-모멘트법 외 간접모멘트, 최우법 등의 매개변수유도방법을 적용하여 지역빈도분석을 실시하고 적정설계강우량을 추정하며 제 I보의 결과인 지점빈도분석의 적정설계강우량과 비교분석을 실시하였다. 또한, 이를 GIS 기법을 이용하여 전국을 망라한 지속기간별, 빈도별 설계강우량도를 작성하여 홍수통제소, 지방자치단체, 소방방재청 및 한국수자원공사와 같은 방재기능과 물관리기능을 담당한 기관에서 활동할 수 있도록 하였다.

## II. 수문자료와 분석방법

### 1. 수문자료

본 연구에서는 강우관측자료의 신빙도가 높은 기상청산하 65개 기상대 및 기상관측소의 강우자료를 선정하였으며, 강우자료의 기본통계치는 제 I보와 같다.

### 2. 분석방법

가. 지역빈도분석을 위해 기상학적 및 지형학적으로 동성인 권역의 지역화 구분을 실시한다. 지역화 구분방법으로는 K-means clustering 방법과 연평균강우량법을 실시한다.

나. 적용 분포형은 제 I보에서 오차분석법, K-S 검정, L 및 LH-모멘트비도에 의해 적정 분포형으로 선정된 LP3와 GEV 분포형을 사용한다.

다. LP3와 GEV 분포형에 의한 실측치의 지역빈도분석을 통해 지역별 및 빈도별 설계강우량을 유도한다.

라. Monte Carlo 기법에 의해 모의발생된 지속기간별 연최대강우량에 대한 지역빈도분석을 실시하여 빈도별 설계강우량을 유도한다.

마. 실측치 및 모의발생치의 지점 및 지역빈도분석에 의한 설계강우량의 비교분석을 상대평균제곱근오차 및 상대편의에 의해 수행하여 적정빈도분석 방법을 제시한다.

바. 적정빈도분석에 따른 적정 매개변수유도방법을 선정하기 위해, 상대효율성을 수행한다.

사. 최종적으로 적정 분포형, 매개변수 유도방법 및 빈도분석법에 따른 지역, 지속기간 및 재현기간별 설계강우량을 제시한다.

아. 유도된 적정설계강우량을 Arc View를 사용하여 전국에 걸친 지역, 지속기간 및 재현기간별 설계강우량도를 작성한다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 강우의 지역화 분석

강우관측지점의 지역화를 위해 Cluster 분석에 의한 방법과 강우관측지점별 연평균강우량을 변수로 하여 강우관측지점들을 기상학적으로 동질한 수개의 지역으로 구분하는 방법을 사용하고 이들 방법의 합리적인 동질성의 지역화를 위해 시행착오법과  $\chi^2$ 분포의 통계량을 이용하여 보완함으로써 최종적으로 유도된 지형적 및 기후학적 동성인 5개의 지역으로 분류되었다(Lee, 2001). 상기한 방법에 의한 지역화 최종결과를 도시하면 Fig. 1과 같다.

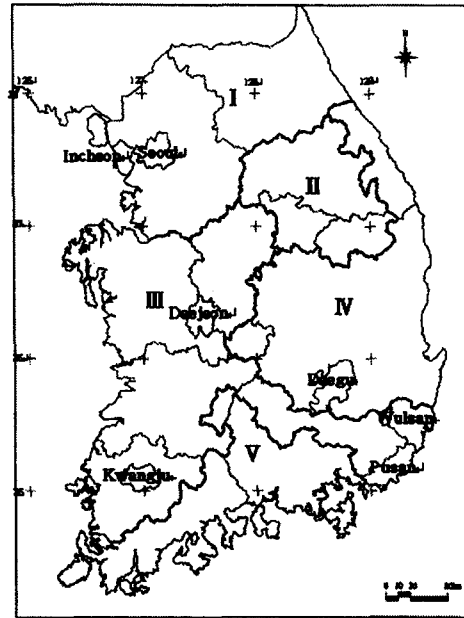


Fig. 1 Five regions classified by cluster and mean annual precipitation methods

#### 2. 적정 확률분포형에 의한 실측치의 지역빈도 분석

본 분석에서는 동질성으로 구분된 지역내 강우관측지점들에 대한 지역빈도분석을 위해서, 제 I보에서 적정분포형으로 선정된 LP3 및 GEV 분포형을 이용하여 동질성으로 지역화된 5개 지역에 대한 지속기간 및 빈도별 설계강우량을 각 분포형의 확률밀도함수와 역함수에 의해 유도하였다.

구해진 결과중 표본 예로, 24시간 지속기간의 빈도별 설계강우량을 분포형 및 매개변수별로 유도한 결과는 Table 1과 같다.

#### 3. Monte Carlo 모의발생에 의한 지역빈도분석

강우관측지점들의 지속기간별 연최대강우량의 Gamma 및 비 Gamma군 분포형의 지역빈도분석을 위한 Monte Carlo 모의발생기법은 Fig. 2에 도시

Table 1 Design rainfall following the return period for 24-h consecutive duration of LP3 and GEV distribution by regional frequency analysis using different methods for parameters (Unit : mm)

Distribution & Parameter estimation	Region	Station	Return period						
			5	10	20	50	100	200	500
LP3 & IMM	I	Seoul	203.2	246.6	290.1	349.6	396.6	445.9	514.7
	II	Wonju	193.0	235.6	279.8	342.2	393.3	448.1	527.2
	III	Cheongju	177.1	211.4	245.5	291.4	327.4	364.7	416.4
	IV	Daegu	150.0	176.7	202.8	237.3	263.8	291.0	328.0
	V	Namhae	207.0	250.5	294.3	354.0	401.3	450.8	520.0
GEV & L-moments	I	Seoul	203.1	253.9	309.9	394.6	468.5	552.5	681.5
	II	Wonju	189.9	229.5	269.4	323.9	367.2	412.3	475.2
	III	Cheongju	176.8	212.8	249.4	300.3	341.1	384.3	445.2
	IV	Daegu	152.4	183.0	214.4	258.2	293.6	331.1	384.3
	V	Namhae	206.5	252.7	301.5	371.7	430.1	493.7	586.7
GEV & L1-moments	I	Seoul	204.3	254.9	309.8	391.2	461.0	538.9	656.5
	II	Wonju	191.0	229.2	266.5	315.8	353.5	391.7	443.0
	III	Cheongju	175.6	211.5	248.5	300.6	343.0	388.3	453.2
	IV	Daegu	151.5	182.0	213.6	258.2	294.6	333.6	389.6
	V	Namhae	204.7	251.0	300.5	373.0	434.5	502.4	603.6
GEV & L2-moments	I	Seoul	205.6	256.6	310.7	389.6	455.8	528.6	636.2
	II	Wonju	190.3	228.5	266.3	317.0	356.3	396.6	451.6
	III	Cheongju	175.2	211.0	248.2	301.2	344.7	391.6	459.4
	IV	Daegu	151.6	182.1	213.6	258.1	294.2	332.8	388.2
	V	Namhae	206.0	252.4	301.3	371.5	429.7	493.1	585.7
GEV & L3-moments	I	Seoul	206.5	257.8	311.7	388.9	452.7	522.0	622.8
	II	Wonju	189.1	226.8	265.3	318.3	360.8	405.4	468.3
	III	Cheongju	174.9	210.5	247.9	301.5	345.8	393.9	464.0
	IV	Daegu	151.6	182.1	213.7	258.0	294.1	332.7	387.9
	V	Namhae	207.1	254.1	302.5	370.4	425.6	484.4	568.4
GEV & L4-moments	I	Seoul	207.0	258.9	312.7	388.6	450.7	517.3	613.0
	II	Wonju	187.9	224.6	263.3	318.9	365.1	415.4	488.9
	III	Cheongju	174.7	210.2	247.6	301.5	346.4	395.3	466.9
	IV	Daegu	151.5	181.9	213.5	258.1	294.5	333.6	389.7
	V	Namhae	207.9	255.4	303.6	370.0	422.9	478.4	556.3

된 절차에 의해 수행한다.

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

#### 4. LP3 분포형과 GEV 분포형의 지점 및 지역빈도 비교분석

##### 가. 분포형별 지점 및 지역빈도 비교분석

강우관측지점들의 지속기간별 연최대강우량과 모의발생기법에 따라 모의발생된 강우관측지점들의 지속기간별 연최대강우량을 각각 지점빈도분석과 지역빈도분석에 적용하여 각각의 빈도별 설계강우량을 추정하였으며 실측치와 모의발생치에 의해 추

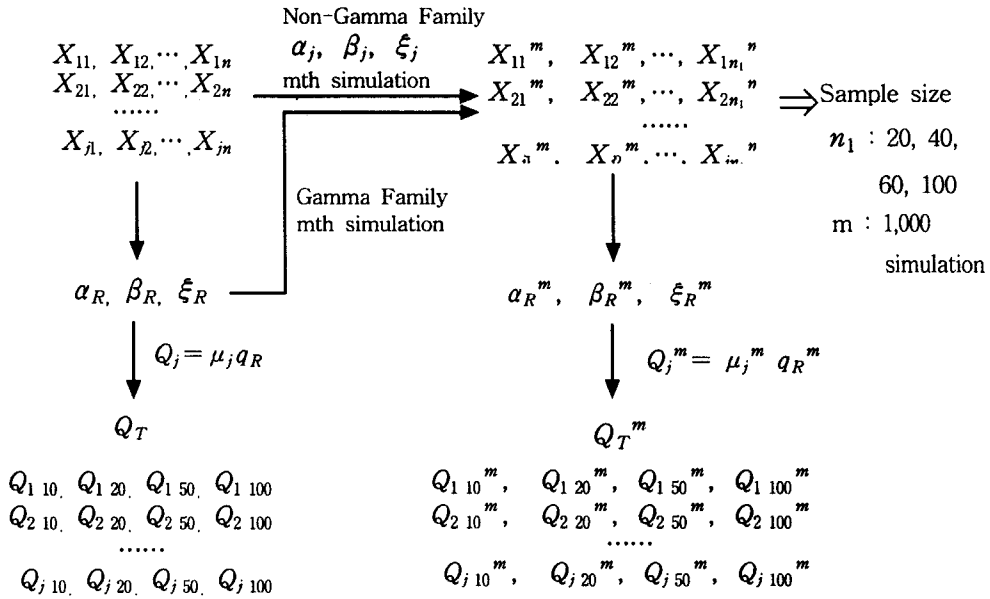


Fig. 2 Regional frequency analysis procedure by Gamma and Non-Gamma Family using Monte Carlo simulation

정된 빈도별 설계강우량을 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차분석을 실시하여 지점빈도분석과 지역빈도분석에 의한 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량간의 적정성 여부를 비교분석하고자 한다.

따라서, 제 I보에서는 LP3 분포형과 GEV 분포형에 대해 강우관측지점, 지속기간 및 표본의 크기별로 실측치의 빈도별 설계강우량에 대한 모의발생된 빈도별 설계강우량간의 상대평균제곱근오차 및 상대편의를 구하였으며, 이들 결과에 대한 비교 분석을 위해 지속기간, 빈도 및 표본의 크기별로 지점빈도분석에 의해 해당되는 상대평균제곱근오차와 상대편의의 평균값을 산정하였다.

그리고, 본 분석에서는 제 I보의 지점빈도분석의 결과와 비교분석을 위해 지역빈도분석을 제 I보의 상기한 분석방법과 동일하게 시행하였다. 즉, 강우 관측지점별로 실측된 연최대강우량과 모의발생된 연최대강우량의 지점빈도분석과 지역빈도분석에 의해 추정된 각각의 지속기간에 따른 표본크기 및 빈도별 설계강우량의 상대평균제곱근오차를 산정하였고 표본 예로, III지역에서 강우지속기간 12시간인

경우의 상대평균제곱근오차를 도시한 결과는 Fig. 3~8과 같다.

이상의 결과를 보면, Fig. 3~8에서 보는바와 같이 GEV 분포형에 L 및 LH-모멘트법을, LP3 분포형에 간접모멘트법을 각각 적용한 결과 동일한 지역, 동일 수의 표본자료 및 동일한 재현기간에서

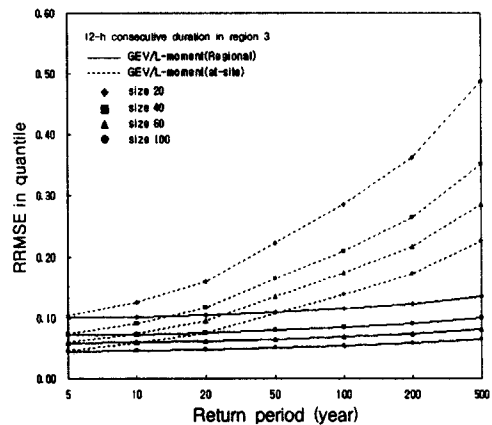


Fig. 3 Comparison of regional and at-site procedures for 12-h consecutive duration of GEV distribution using L-Moments at region III

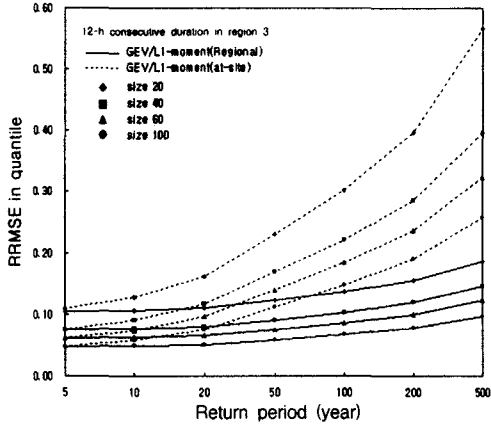


Fig. 4 Comparison of regional and at-site procedures for 12-h consecutive duration of GEV distribution using L1-Moments at region III

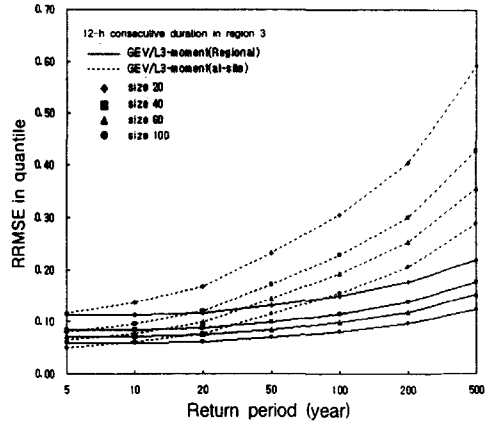


Fig. 6 Comparison of regional and at-site procedures for 12-h consecutive duration of GEV distribution using L3-Moments at region III

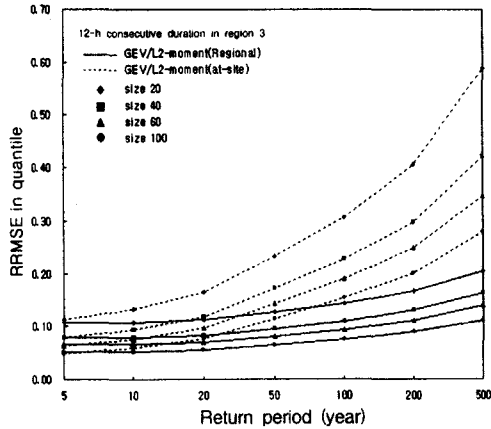


Fig. 5 Comparison of regional and at-site procedures for 12-h consecutive duration of GEV distribution using L2-Moments at region III

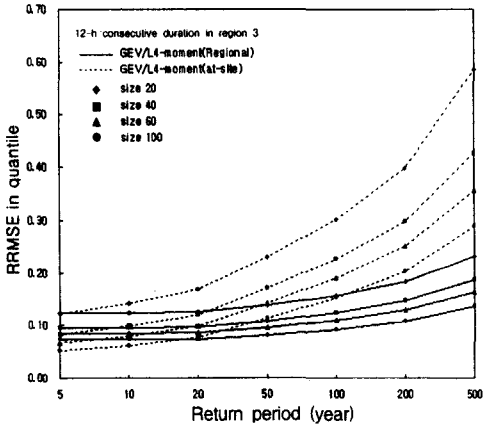


Fig. 7 Comparison of regional and at-site procedures for 12-h consecutive duration of GEV distribution using L4-Moments at region III

지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 지점빈도분석에 의한 것보다 대부분 작게 산정되었으며 이러한 결과는 표본의 크기가 크고 빈도가 커질수록 더욱 작게 되는 경향을 나타내었다.

또한, 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 지점빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차에 비해 상대적으로 감소한 비율을 나타낸 상대감소율의 결과를 구하였고 표본 예로, 'I'~'V'지역까지의 강

우지속기간 12시간이고 L-모멘트를 이용한 GEV 분포형에 대한 상대감소율을 나타낸 결과는 Table 2와 같다. Table 2의 결과는 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 지점빈도분석에 의한 것보다 상대감소율이 증가함을 나타내는 것으로 이는 지역빈도분석에 의한 지역 및 지속기간별 설계강우량이 지점빈도분석에 의한 것보다 신빙도가 높음을 나타낸다. 이와 같은 결과는 타 지속기간 및 타 모멘트

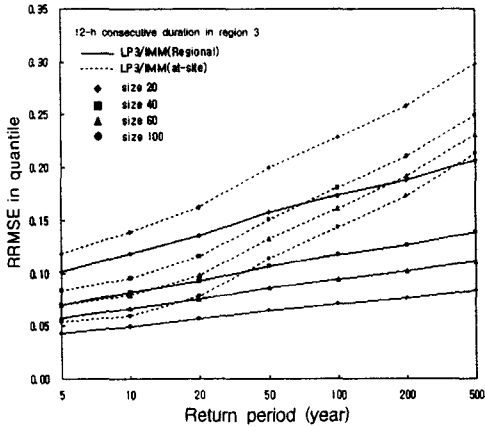


Fig. 8 Comparison of regional and at-site procedures for 12-h consecutive duration of LP3 distribution using IMM at region III

차수에서도 동일한 양상을 나타내었으며 또한 재현 기간이 커짐에 따라 상대감소율이 증가함을 보여주고 있다.

따라서, 이상의 결과를 종합해 볼 때, GEV 분포형과 LP3 분포형을 이용한 지역빈도분석에 의해 유도된 빈도별 설계강우량이 지점빈도분석에 의한 빈도별 설계강우량 보다 신빙도가 높음을 보여 주고 있다.

나. 지역빈도분석의 적정분포형 및 매개변수 유도 방법 선정

GEV 분포형과 LP3 분포형에 대한 지역빈도분석의 빈도별 설계강우량이 동일 분포형들에 대한 지점빈도분석의 빈도별 설계강우량 보다 신빙도가 높음이 입증되었다.

따라서, 본 분석에서는 지역빈도분석시 적절한 분포형과 매개변수 유도방법을 제시하기 위해 상대적 효율성을 지역, 지속기간, 표본크기 및 빈도별로 구하였고 표본 예로 'III' 지역에 대한 24시간 지속 기간 및 표본크기별로 도시한 결과는 Fig. 9와 같다.

Table 2 Relative reduction(%) in RRMSE by regional and at-site frequency analysis for 12-h consecutive duration of GEV distribution using L-Moments

Simulated sample size	Region	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>	Q <sub>200</sub>	Q <sub>500</sub>
20	I	3.36	18.89	33.10	46.80	53.92	59.30	64.91
	II	6.79	16.65	27.79	40.01	46.90	52.24	57.85
	III	4.28	19.50	34.59	50.03	58.24	64.35	70.35
	IV	4.90	19.53	33.55	47.40	54.71	60.24	65.90
	V	7.25	20.11	33.44	47.41	55.06	60.90	66.85
40	I	3.57	19.14	33.44	46.56	52.97	57.58	62.18
	II	6.78	16.51	27.74	39.49	45.66	50.19	54.68
	III	3.91	19.76	35.22	50.34	58.04	63.54	68.74
	IV	4.30	19.06	33.32	46.98	53.79	58.69	63.43
	V	6.90	19.96	33.56	47.31	54.42	59.58	64.59
60	I	4.69	20.31	34.50	47.08	53.04	57.18	61.17
	II	7.09	17.17	28.62	40.26	46.24	50.51	54.68
	III	3.95	19.77	35.29	50.33	57.86	63.17	68.06
	IV	5.49	19.96	34.11	47.49	54.03	58.64	62.97
	V	8.09	21.04	34.34	47.47	54.12	58.87	63.42
100	I	5.04	20.70	34.89	47.26	52.86	56.61	60.06
	II	7.59	17.99	29.54	41.26	47.14	51.21	54.96
	III	4.75	20.55	35.92	50.60	57.85	62.89	67.43
	IV	5.14	19.97	34.42	47.85	54.24	58.57	62.41
	V	7.95	20.94	34.29	47.27	53.74	58.27	62.47

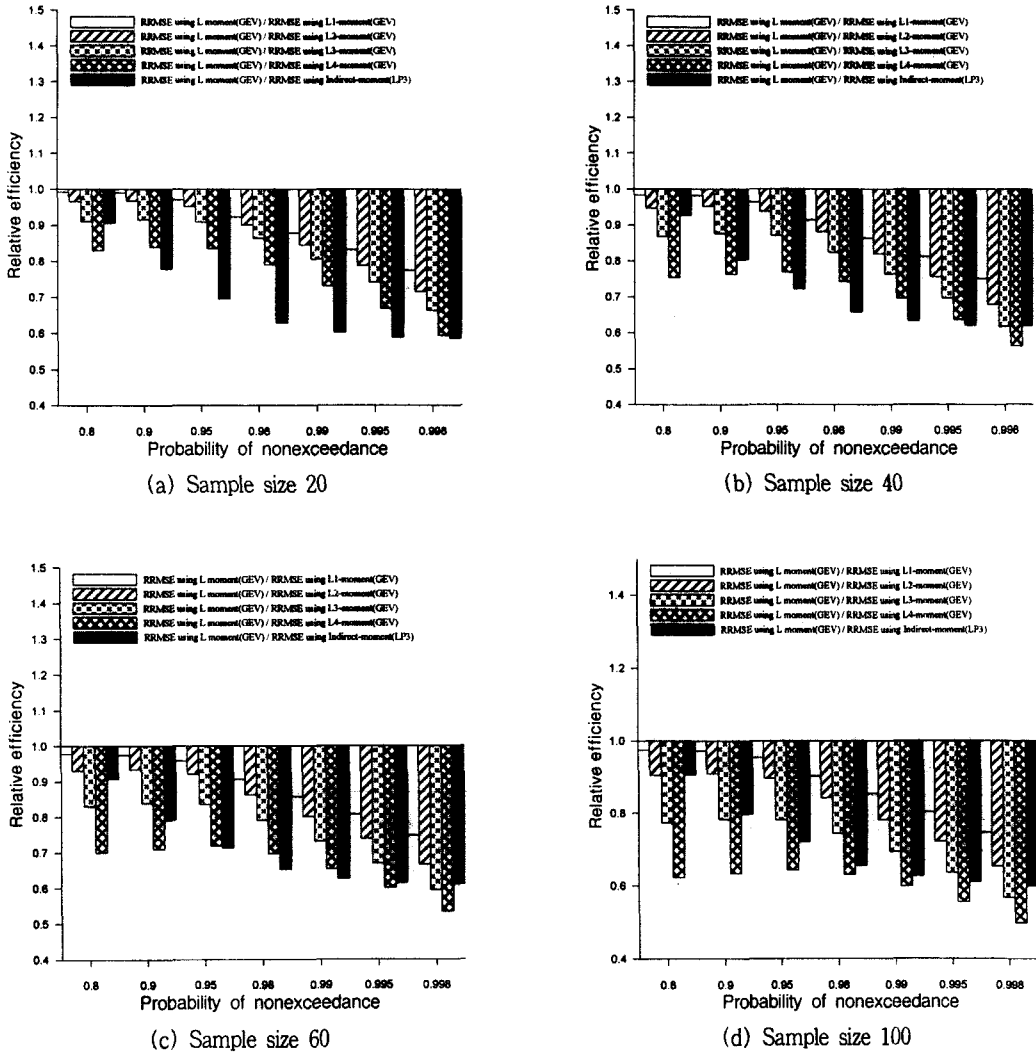


Fig. 9 Comparison of relative efficiency for 24-h consecutive duration in region III

Fig. 9의 결과를 보면, 상대효율성의 값은 전 표본크기에서 1 보다 작은 값을 나타내고 있다. 이와 같은 상대적 효율성의 변화를 보면 L1-모멘트법의 값보다는 L2-모멘트법의 값이, L2-모멘트법의 값보다는 L3-모멘트법의 값이, L3-모멘트법의 값보다는 L4-모멘트법의 값이 점차적으로 작아지는 경향을 나타내었고 GEV의 LH-모멘트법과 LP3의 간접모멘트법의 경우에서 공히 재현기간의 증가에 따라 상대적 효율성은 작아지는 경향을 나타내었다.

이는, 곧 GEV 분포형에 L-모멘트법을 적용하여 지역빈도분석을 수행하는 것이 GEV 분포형에 LH-모멘트법과 LP3 분포형에 간접모멘트법을 적용하여 지역빈도분석을 각각 수행하는 것보다 효율성이 높게 나타남을 보여주고 있다. 이와 같은 결과는 타 지역에 대해서 구한 상대적 효율성에서도 동일한 양상을 나타내었다.



### 5. 지역빈도분석에 의한 지속기간별 설계강우량의 유도

상기의 연구는 우리나라의 지속기간에 따른 빈도별 적정한 설계강우량의 유도를 위해서 Gamma 및 비 Gamma군에 속하는 다양한 분포형들과 L 및 LH-모멘트법을 위시한 다양한 매개변수 유도방법을 적용하여 지점 및 지역빈도분석을 실시하고 비교분석하였다. 그러나, 다양한 적용방법의 시도에도

불구하고 기왕에 Lee *et al.*(2001b)에 의해 연구되었던 GEV 분포형과 L-모멘트법을 사용한 지역빈도분석이 본 연구의 다양한 분포형과 매개변수 유도방법들 중에서 가장 신빙성이 높은 것으로 입증되었다. 따라서, 적정 설계강우량 유도 결과는 기왕의 연구결과와 동일한 결과로 나타나게 되었다 (Lee *et al.*, 2001b). 표본 예로 12 및 24시간에 대한 결과는 Fig. 10과 같다.

### 6. GIS 기법에 의한 지속기간 및 빈도별 설계강우량도 작성

본 연구에서는 사용자 편의를 도모하기 위해서 GIS 기법을 이용한 강우자료의 공간적인 분포 양상을 제시함으로써 장차 해당 지역에서의 수공구조물 설계시 필요한 설계강우량을 제공하고자 한다.

지역빈도분석에 의해 추정된 강우관측지점별, 지속기간별 및 재현기간별 설계강우량과 같이 점자료로 획득되는 수자원관련 자료들의 공간 분포를 위해 많이 사용되고 있는 알고리즘으로는 Thiessen 망에 의한 방법, 역거리가중법(IDW; Inverse Distance Weighting), Spline 방법, Isohytal 방법, 추이분석(Trend Surface Analysis) 및 Kriging 기법 등이 있다.

본 연구에서는 전통적으로 널리 사용되고 있는 역거리가중법에 의해 지역 및 지속기간별 설계강우량의 공간 분포를 시도하였다. 또한 이들의 공간 분포는 Arc View를 이용하여 도시하였다.

이상의 알고리즘에 의해 지역, 지속기간 및 빈도별 설계강우량의 공간 분포를 도시하였다. 표본 예로서 지역별로 지속기간 24시간에 대한 200년 빈도 설계강우량의 공간 분포를 도시한 결과는 Fig. 11과 같다.

따라서, 미계측 지점에 대한 수공구조물 설계시에는 해당지역에서 필요한 빈도별, 지속기간별 설계강우량을 용이하게 구할 수 있도록 하였다.

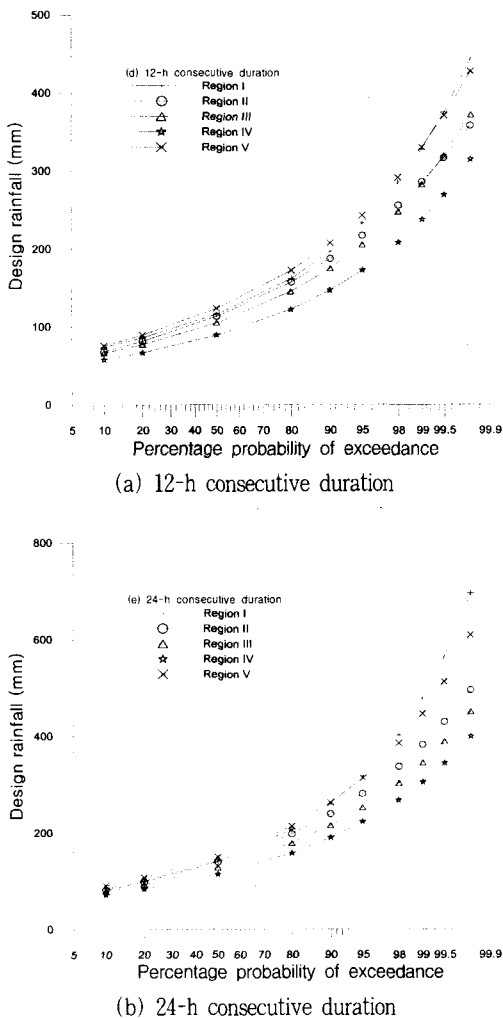


Fig. 10 Comparison of the region quantiles following consecutive duration and region of GEV distribution

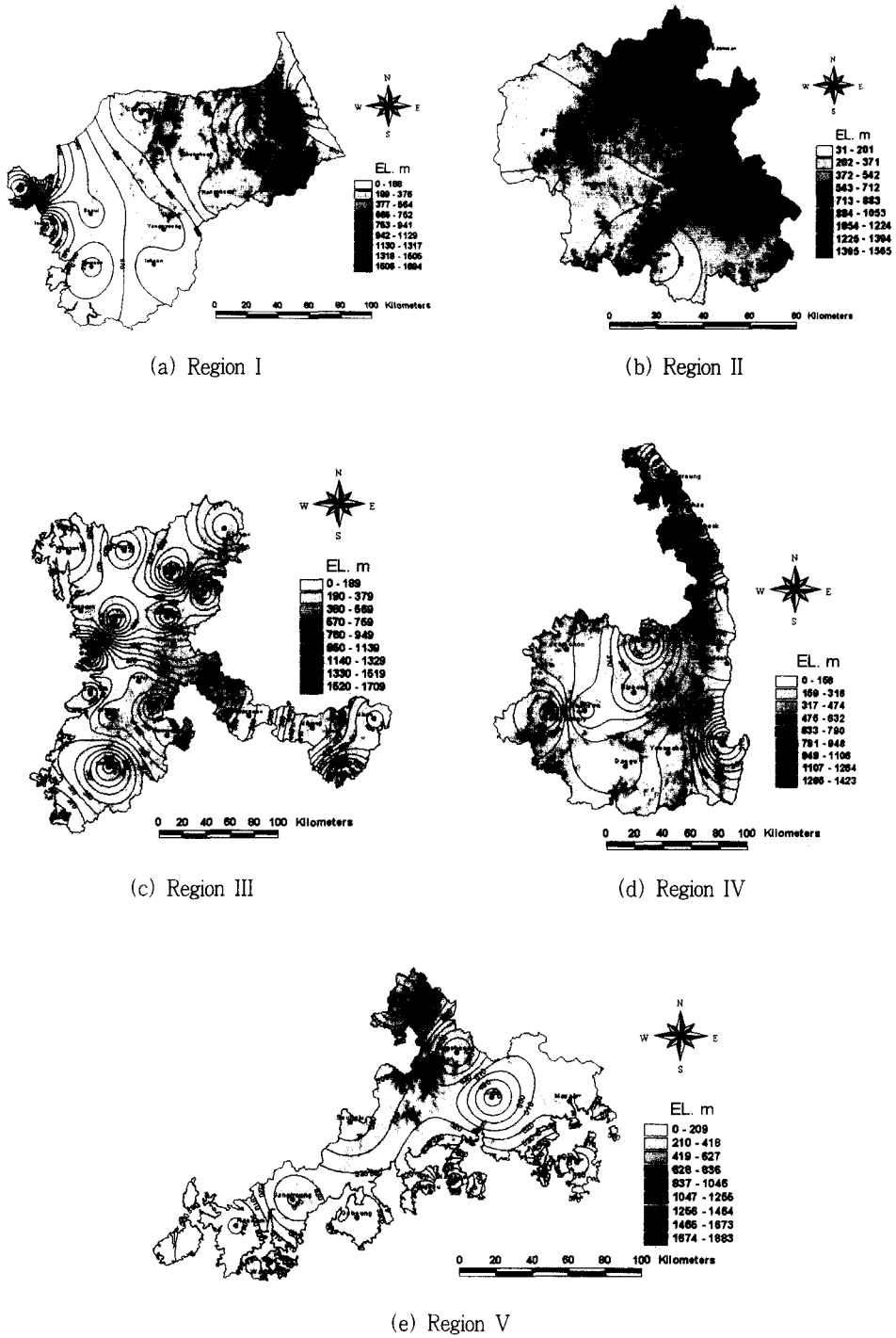


Fig. 11 Design rainfall maps according to 200-yr return period of 24-h consecutive duration for 5 regions

## V. 결 론

본 연구에서는 제 I보의 지점빈도 분석시 Gamma 및 비 Gamma군에 대해 적정한 분포형 및 매개변수 유도방법으로 선정된 LP3 및 GEV 분포형과 간접모멘트법, L 및 LH-모멘트법을 이용하여 지역빈도 분석을 시도하였고, 제 I보의 지점빈도분석에 의한 설계강우량과 제 II보에서 시도한 지역빈도분석에 의한 설계강우량을 비교 분석함으로써 최종적으로 적정한 빈도분석법을 제시하며 또한, 적정 빈도분석 방법에 따른 적정 분포형 및 매개변수 유도방법을 제시하고자 한다.

따라서 적정한 방법으로 판정된 빈도분석법과 분포형 및 매개변수 유도방법에 의해 지속기간에 따른 빈도별 설계강우량을 유도하고 지역, 지속기간 및 빈도별 설계강우량을 작성하였으며 이의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 실측치와 모의발생치의 지점빈도 및 지역빈도 분석에 의한 각각의 빈도별 설계강우량을 유도하고 이들간의 상대평균계급근오차, 상대편의 및 상대감소율에 의한 오차분석을 실시한 결과, 적용된 모든 분포형과 매개변수유도방법에서 공히 지역빈도 분석에 의해 유도된 빈도별 설계강우량이 지점빈도 분석에 의한 빈도별 설계강우량보다 신빙도가 높음을 나타내었다.

2. LP3 분포형에 대한 간접모멘트법과 GEV 분포형에 대한 L 및 LH-모멘트법에 따른 지역빈도 분석의 결과를 상대효율성에 의해 비교한 바, GEV 분포형에 L-모멘트법을 적용하여 지역빈도분석을 실시하는 것이 타 방법에 의한 지역빈도분석보다 신빙도가 높게 판정되었다.

3. GEV 분포형에 L-모멘트법을 적용하여 지역별로 유도된 설계강우량의 크기는 지역화된 5개 지역에서 공히 'I' 지역인 강원, 경기 및 서울지방이 타지역에 비해 제일 높은 빈도별 설계강우량을 나타낸 반면 'IV' 지역인 경북일원과 강원 일부지방이 타 지역에 비해 가장 낮은 빈도별 설계강우량을

보여주었다.

4. L-모멘트법과 지역빈도분석에 의해 추정된 지역, 지속기간 및 빈도별 강우량의 공간분포인 설계강우량도를 보간기법인 역거리 가중법과 Arc View에 의해 작성하였다.

이 논문은 2004년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## References

1. Abdulaziz S. A. and A. A. Quraishi, 1986. Regional Flood Frequency for Some Selected Basins in Saudi Arabia *Proc. of the Int. Symposium on Flood Frequency and Risk Analysis in Hydrologic Frequency Modelling* edited by Singh, V.P.,: 27~49.
2. Ferro, V. and P. Porto, 1999. Regional Analysis of Rainfall-Depth-Duration Equation for South Italy *Journal of Hydrologic Engineering* 4(4): 326~336.
3. Hosking, J. R. M., 1990. L-Moments : Analysis and Estimation of Distributions using Linear Combinations of Order Statistics *J. of R. Stat. Soc., Ser. B* 52(2): 105~124.
4. Hosking, J. R. M. and J. R. Wallis, 1997. Regional Frequency Analysis *Cambridge University Press*.
5. Kumar, R., R. D. Singh and S. M. Seth, 1999. Regional Flood Formulas for Seven Subzones of Zone 3 of India *Journal of Hydrologic Engineering* 4(3): 240~244.
6. Lee, S. H., J. H. Park, K. S. Ryoo, H. K. Jee, T. K. Jeon and Y. H. Shin, 2001. Estimation of Design Rainfall by the Regional Frequency Analysis using Higher Probability Weighted Moments and GIS Techniques(I) *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 43(4): 57~68 (in Korean)

7. Lee, S. H., J. H. Park, K. S. Ryoo, H. K. Jee, T. K. Jeon and Y. H. Shin, 2001b. Estimation of Design Rainfall by the Regional Frequency Analysis using Higher Probability Weighted Moments and GIS Techniques(II) *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* 43(5): 70~82 (in Korean)
8. Naghavi, B. and F. X. Yu, 1995. Regional Frequency Analysis of Extreme Precipitation in Louisiana *Journal of Hydraulic Engineering* 121(11): 819~827.
9. Pilon, P. J. and K. Adamowski, 1992. The Value of Regional Information to Flood Frequency Analysis using the Method of L-Moments *Can. Journal of Civil. Engineering* 19: 137~147.
10. Salvo, E. S., 1986. Application of Regional Flood Frequency Analysis to Philippine Rivers *Proc. of the Int. Symposium on Flood Frequency and Risk Analysis in Hydrologic Frequency Modelling edited by Singh, V.P.*: 51~66.
11. Schaefer, M. G., 1990. Regional Analysis of Precipitation Annual Maxima in Washington State *Water Resources Research* 26(1): 119~131.
12. Wang, Q. J., 1997. LH Moments for Statistical Analysis of Extreme Events *Water Resources Research* 33(12): 2841~2848.