

L-모멘트법에 의한 가뭄우량의 지역빈도분석

Regional Frequency Analysis of Drought Rainfall using L -Moments

이 순혁 · 윤 성 수 · 맹 승 진* · 류 경 식 · 주 호 길 (충북대학교)
Lee, Soon-Hyuk · Yoon, Seong-Soo · Maeng, Sung-Jin · Ryoo, Kyong-Sik · Joo, Ho-Kil

Abstract

This study was mainly conducted to derive the design drought rainfall by the consecutive duration using probability weighted moments with rainfall in the regional drought frequency analysis. Selecting the drought rainfall series by the consecutive durations of drought observed for the long period all over the regions in Korea, optimal regionalization of the drought rainfall was classified by the climatologically and geographically homogeneous regions. Using the L-moment ratio and Kolmogorov-Smirnov test, reasonable frequency distribution for the drought rainfall was selected by the regions and consecutive periods of drought. Design drought rainfalls by the regions and consecutive durations were derived and compared by at-site and regional drought frequency analysis using the method of L-moments.

I. 서 론

본 연구에서는 1995년 이후 최근의 우리나라 강우관측지점에 대한 강우자료를 포함하여 수문관측지점별 월강우량을 사용하여 가뭄지속기간별 월갈수우량 시계열을 작성하고 지역별, 가뭄지속기간별 빈도별 가뭄우량을 유도함으로써 가뭄시 용수공급의 원활을 위한 각종 댐의 가뭄대책 방안 수립과 운영지침이 될 수 있는 기반을 마련코자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 강우의 장·단기 강우특성과 지리·지형학적 특성을 고려한 강우의 동질성의 지역화를 시도하고, 지역화된 지속기간별 가뭄우량의 적정확률분포형의 선정과 함께 확률분포형의 매개변수 유도를 위한 확률가중모멘트의 선형조합인 L-모멘트법에 의해 지점빈도 및 지역빈도분석을 수행하여 지속기간에 따른 빈도별 가뭄우량을 추정하고 이들을 비교 분석함으로써 적절한 빈도분석 방법과 지속기간별 가뭄우량 추정방법을 제시하고자 한다.

II. 강우자료 및 구성

우리나라의 강우자료에 대한 지역화 분석을 시도하기 위해 강우관측자료의 신빙도가

높은 기상청산하 57개 기상대 및 기상관측소의 강우자료를 선정하여 수집하였다. 본 분석에서는 우리나라의 도서지방인 제주도와 울릉도를 제외한 내륙지방만을 분석 대상지역으로 설정하였다. 수집한 강우자료를 사용하여 가뭄분석을 실시할 경우에는 총우량계열의 분석에서와 달리 지속기간이 대단히 중요하므로 관측소별 가뭄지속기간별 부분기간치계열을 작성하여야 한다.

III. 결과 및 고찰

1. 강우관측 지점의 지역화

강우관측지점의 지역화 분석을 위해 57개 강우관측지점에서 연최소월강우량의 최소치, 평균, 표준편차, 왜곡도, 첨예도와 같은 월강우특성과 연평균 강우량, 평수기 및 갈수기 평균강우량(10월~익년 5월)과 같은 장기강우특성, 그리고 지리적 위치인 위도, 경도 및 표고와 같은 지리·지형적 특성을 변수화하여 분석하였다. 또한, 본 분석에 사용된 평수기 및 갈수기 평균강우량은 일반적으로 수문년의 개념으로 보아 10월부터 익년 5월까지의 평균강우량을 사용하였다.

Cluster 분석은 변수의 수, 단위 및 알고리즘에 따라서 상이한 결과를 나타낸다. 이러한 문제점은 일반적으로 널리 사용되는 범용 소프트웨어를 사용함으로써 극복할 수 있는데, 본 분석에서는 미국 SPSS사의 SYSTAT 8.0의 모듈을 사용하였고 변수들의 단위는 SYSTAT 8.0의 모듈에 포함된 단위 변환(transformation) 기능을 사용하여 분석하였다.

그리고, 강우관측지점들이 동질성의 지역으로 분리되는 개수를 4에서부터 9까지 변화해 가면서 분석하였다. 그 결과 강우관측지점들이 동질성인 지역으로 구분되는 개수를 5개 지역으로 구분함이 적절한 것으로 나타났다. 그런데 이 방법은 지형적 특성을 고려했음에도 불구하고 'II' 지역에서 지형적으로 다른 경상남도에 위치한 울산 강우관측지점과 충청북도에 위치한 추풍령이 강원도의 동해안에 위치한 속초, 대관령, 강릉 및 울진 강우관측지점들과 함께 동질성의 지역으로 합류되었다. 따라서, K-means clustering 방법에 의한 지역화에서 결과된 문제점 해결을 위한 합리적인 동질성의 지역화를 위해 χ^2 분포의 통계량을 사용하였다. 지형적 및 기상학적 특성으로 보아 동질성인 강우관측지점들의 지역화를 위해 K-means clustering 방법에 의한 지역화 분석 결과를 보건데 우선적으로, 지형적으로 멀리 위치하고 있는 강우관측지점이 타지역의 동질성인 지점으로 분류되는 모순점을 보완함이 중요하다는 결론과 함께 지형적으로 동질성의 지역으로 분류될 수 있도록 χ^2 분포의 통계량과 시행착오법을 사용하여 분석한 결과 최종적으로 5개 지역으로 분류되었으며 이의 결과를 도시하면 Fig. 1과 같다.

2. 적정 확률분포형의 선정 및 매개변수 추정

강우관측지점들의 지역별 지속기간별 가뭄우량의 적정 확률분포형을 선정하기 위해 도식적 방법인 L-모멘트비도와 비매개변수적 방법인 K-S 검정을 수행하였다. L-모멘트비도에 의한 검정에서는 적용된 4개 확률분포형 중 GEV 분포형이 타 확률분포형에 비해 적절한 것으로 검정되었고 K-S 검정에서는 적용된 4개 확률분포형이 모두 적절한 것으로 검정

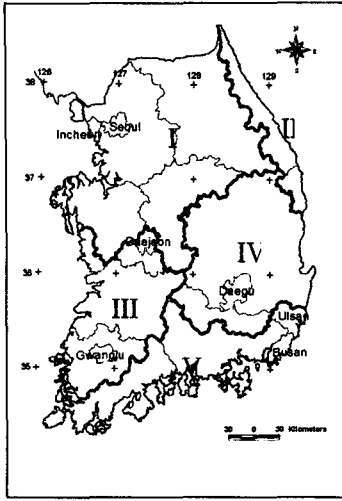


Fig. 1 5 regions classified by cluster analysis

되었다. 이와 같은 사실에 비추어 양 방법에서 유일하게 적정 확률분포형으로 판정된 GEV 분포형을 최종적으로 선정하였다. 적정 확률분포형으로 선정된 GEV 분포형의 매개변수인 척도매개변수 α , 위치매개변수 ξ 및 형상매개변수 k 를 지속기간별, 지점별 및 지역별로 L-모멘트법에 의하여 산정하였다.

3. 실측치의 지점빈도 및 지역빈도 분석

L-모멘트법에 의해 추정된 GEV 분포형의 매개변수를 이용하여 강우관측지점들에 대한 지점빈도분석과 지역빈도분석에 의한 각각의 빈도별 가뭄우량을 유도하였다.

4. 모의발생치의 지점빈도 및 지역빈도 분석

Monte Carlo 기법에 의해 강우관측지점별로 표본 크기를 20, 40, 60 및 100으로 구분하고 각각의 경우에 대하여 1,000회 모의발생 결과치를 얻었으며, 이들 모의발생치를

이용하여 지점빈도 및 지역빈도분석을 수행함으로써 지속기간에 따른 빈도별 가뭄우량을 산정하였다

5. 실측치 및 모의발생치에 의한 지점빈도 및 지역빈도 비교 분석

지점빈도분석과 지역빈도분석 절차에 의해 각각의 강우관측지점별, 지역별, 지속기간별 및 표본의 크기별로 실측치의 빈도별 가뭄우량에 대한 모의발생된 빈도별 가뭄우량간의 상대평균제곱근오차 및 상대편의를 구하였으며, 이들 결과에 대한 전반적인 비교 분석을 원활히 하기 위해 지역별, 지속기간별, 빈도별 및 표본의 크기별로 지점빈도분석과 지역빈도분석에 의해 해당되는 상대평균제곱근오차와 상대편의의 평균값을 산정하였다.

강우관측지점별로 실측된 연최소강우량과 모의발생된 연최소강우량의 지점빈도분석과 지역빈도분석에 의해 추정된 각각의 지속기간에 따른 표본크기별 빈도별 가뭄우량별로 상대평균제곱근오차와 상대편의간의 관계를 표본 예로 'III' 지역에 속하는 군산 강우관측지점의 12개월 지속기간별로 도시한 결과는 Fig. 2와 같다.

분석한 결과, 지점빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차와 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차는 각 지역별로 재현기간이 커짐에 따라 증가한 반면 모의발생의 표본크기가 증가함에 따라 감소되는 양상을 나타내었다. 그리고, 지점빈도분석에 의한 상대편의와 지역빈도분석에 의한 상대편의는 각 지역별로 재현기간이 클수록 상대편의의 절대값이 증가하고 모의발생의 표본크기가 증가함에 따라 감소함을 나타내었다. 또한, 동일한 지역, 동일한 표본자료 및 동일한 재현기간에서 지역빈도분석에 의한 상대평균제곱근오차가 지점빈도분석에 의한 것보다 대부분 작게 산정되었으며 이러한 결과는 표본의 크기가 크고 빈도가 커질수록 작게 산정되는 경향을 나타내었다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 지역빈도

분석에 의해 유도된 빈도별 가뭄우량이 지점빈도분석에 의한 빈도별 가뭄우량 보다 신빙도가 높음을 보여 주었다. 따라서, 지역빈도분석에 의한 지역별 지속기간별 및 빈도별 가뭄우량을 산정하였으며 표본 예로 지속기간 12개월에 따른 지역별 가뭄우량을 정규확률지수에 도시한 결과는 Fig. 3과 같다. Fig. 3의 결과를 보면 지역별로 지속기간이 커지고 재현기간이 작을수록 전반적으로 가뭄우량의 크기가 커짐을 나타내었으며 또한, 지역화된 5개 지역에서 일반적으로 'II' 지역인 동해 북부 지방과 'V' 지역인 경남 및 전남 남해안 지방이 타지역에 비해 높은 빈도별 가뭄우량을 보여주고 있는 반면 'IV' 지역인 경남 북부일원과 경북 지방은 타 지역에 비해 낮은 빈도별 가뭄우량을 나타내고 있다. 이와 같은 결과는 타 지속기간에서도 역시 동일한 양상을 보여주었다.

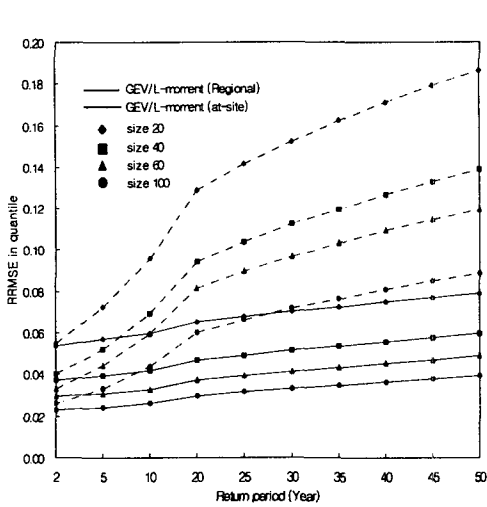


Fig. 2 Comparison of regional and at-site procedures for 12 months consecutive duration at Gunsan in region III

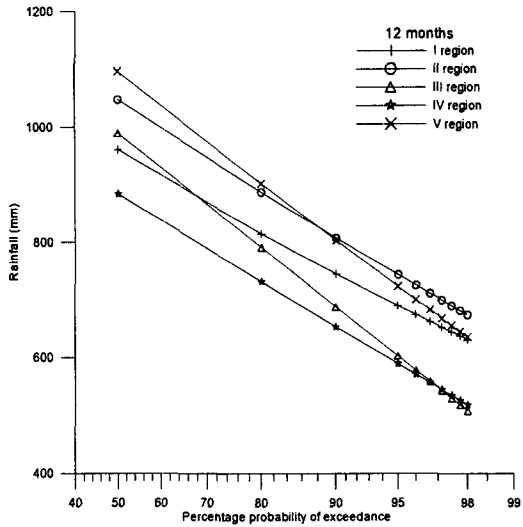


Fig. 3 Comparison of the region quantiles following consecutive duration and region of GEV distribution

IV. 결론

우리나라 전역에 걸쳐 비교적 장기간 관측되고 관측 정밀도가 높은 57개의 강우관측 지점을 선정하여 1, 2, 4, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36개월 지속기간별 연최소치 계열을 구성하고 대상 강우관측지점의 지형적, 기후적 특성을 변수화하여 지형적 및 기후학적으로 동성인 권역으로 나누는 지역화를 K-means 클러스터에 의해 시도한 결과 5개 지역으로 구분되었다. 지역별 지속기간별 가뭄우량에 적합한 확률분포형을 L-모멘트비도 및 K-S 검정에 의해 선정한 결과 GEV 분포가 선정되었다. 실측치와 모의발생치의 지점빈도 및 지역빈도분석에 의한 각각의 빈도별 가뭄우량을 유도하고 이들간의 상대평균제곱근오차와 상대편의에 의한 오차분석을 실시한 결과 지역빈도분석에 의해 유도된 빈도별 가뭄우량이 지점빈도분석에 의한 빈도별 가뭄우량 보다 신빙도가 높음을 나타내었다.