

LH-모멘트의 차수에 따른 설계홍수량 추정

Estimation of Design Flood by the Determination of Best Fitting Order for LH-Moments

* 맹승진 (한국수자원공사) · 이순혁 (충북대)
* Maeng, Sung-jin · Lee, Soon-Hyuk

Abstract

This study was conducted to estimate the design flood by the determination of best fitting order for LH-moments of the annual maximum series at fifteen watersheds. Parameters of GEV distribution and flood flows of return period n years were derived by the methods of L, L1, L2, L3 and L4-moments. Frequency analysis of flood flow data generated by Monte Carlo simulation was performed by the methods of L, L1, L2, L3 and L4-moments using GEV distribution. Relative Root Mean Square Error (RRMSE), Relative Bias (RBIAS) and Relative Efficiency (RE) using methods of L, L1, L2, L3 and L4-moments for GEV distribution were computed and compared with those resulting from Monte Carlo simulation. At almost all of the watersheds, the more the order of LH-moments and the return periods increased, the more RE became, while the less RRMSE and RBIAS became. Consequently, design floods for the applied watersheds were derived by the methods of L3 and L4-moments among LH-moments in view of high confidence efficiency.

I. 서론

본 연구에서는 'LH-모멘트에 의한 극치홍수량의 빈도분석을 위한 적정 분포형 유도'에서 선정된 15개 지점과 선정된 홍수량 자료에 대한 적정분포형으로 GEV 분포가 선정되었다. 본 연구는 이상의 연구 결과에 이어서 실측치와 모의발생된 자료를 대상으로 LH-모멘트의 차수 변화에 따른 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의한 적정분포형의 매개변수와 설계홍수량을 유도하고 LH-모멘트의 차수 변화와 매개변수 유도방법별에 따른 설계홍수량의 신뢰도를 판정하여 최적 설계홍수량을 유도 할 수 있는 LH-모멘트의 적정 차수를 제시하고자 한다.

II. 결과 및 고찰

1. 적정 확률분포형인 GEV 분포형의 매개변수 추정

본 분석에서는 적정 확률분포형으로 선정된 GEV 분포형에 대한 대상유역별 연최대홍수량의 설계홍수량을 유도하기 위해 GEV 분포형의 매개변수를 LH-모멘트의 차수변화에 따른 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 각각 추정한다.

적정 확률분포형으로 선정된 GEV분포형의 매개변수인 척도매개변수, α 위치매개변수,

ξ 및 형상매개변수, k 를 대상유역별로 LH-모멘트의 차수 변화에 의한 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 구하였다.

2. 적정 확률분포형에 의한 실측치의 빈도분석

LH-모멘트의 차수변화에 따라 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 추정된 GEV 분포형의 매개변수를 이용하여 대상유역별로 설계홍수량을 유도하였다.

3. 모의발생치에 의한 빈도분석

본 분석에서는 전술한 실측치의 빈도분석에 의한 빈도별 설계홍수량 유도에 이어 모의발생치에 의한 빈도분석을 수행하였다. 실측치의 통계특성을 가진 수문자료계열의 모의발생을 시도함은 대상유역에서 모의기법에 의해 유도된 모의발생치들의 빈도별 설계홍수량이 실측치에 의해 유도된 빈도별 설계홍수량을 재현하는 정도를 분석함으로써 장차 발생할 수 있는 연최대홍수량에 의한 설계홍수량의 안정성에 대한 신빙성 여부를 판단하기 위함이다.

본 분석에서는 Monte Carlo 기법에 의해 대상유역들의 매개변수 유도방법별, 표본크기별 연최대홍수량을 1,000회 모의발생 하였고 이들 모의발생치를 이용하여 LH-모멘트의 차수변화에 따른 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 빈도별 설계홍수량을 산정하였다.

4. 실측치와 모의발생치의 빈도 비교 분석을 통한 LH-모멘트의 적정 차수 선정

대상유역의 연최대홍수량과 모의발생된 대상유역의 연최대홍수량을 각각 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법을 적용함으로써 각각의 빈도별 설계홍수량이 추정되었다.

본 분석에서는 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법별로 실측치와 모의발생치에 의해 추정된 각각의 빈도별 설계홍수량간의 누가오차를 나타내는 상대평균제곱근오차와 모의발생치에 의해 추정된 빈도별 설계홍수량이 실측치에 의해 추정된 설계홍수량보다 크거나 작은 값을 갖는지를 나타내는 누가오차인 상대편의에 의한 분석을 실시함으로써 매개변수 유도방법에 따른 빈도별 설계홍수량간의 적정성 여부에 관한 비교 분석을 수행하고자 한다.

상대평균제곱근오차와 상대편의의 일반식은 각각 다음의 식 (1) 및 식 (2)와 같다.

$$RRMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \left\{ \frac{Q_j^m - Q_j}{Q_j} \right\}^2} \quad (1)$$

$$RBIAS = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \left\{ \frac{Q_j^m - Q_j}{Q_j} \right\} \quad (2)$$

여기서, Q_j 와 Q_j^m 은 각각 실측치에 의한 빈도별 설계홍수량과 모의발생된 자료에 의한 빈도별 설계홍수량이다.

따라서, 본 분석에서는 대상유역에 대해 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법과 표본의 크기별로 실측치의 빈도별 설계홍수량에 대한 모의발생된 빈도별 설계홍수량간의 상대평균제곱근오차 및 상대편의를 구하였다.

또한, 대상유역별로 실측된 연최대홍수량과 모의발생된 연최대홍수량을 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 추정된 표본크기별 빈도별로 상대평균제곱근오차의 관계를 도시하였다.

그리고, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 계산된 상대평균제곱근오차가 L-모멘트법에 의한 상대평균제곱근오차에 비해 상대적 효율성이 존재하는지를 나타내는 식 (3)의 상대적 효율성(relative efficiency, RE), ϕ 을 산정함으로써 LH-모멘트의 차수 변화에 의한 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법의 신뢰도를 판정하고자 한다.

따라서, 상대적 효율성 산정을 위한 식은 다음과 같다.

$$\phi = \frac{\text{RRMSE in estimate using L-moment}}{\text{RRMSE in estimate using Li-moment}} \quad (i=1, 2, 3, 4) \quad (3)$$

L-모멘트법에 대한 L1, L2, L3 및 L4-모멘트법의 상대적 효율성을 대상유역별, 표본크기별 및 빈도별로 구하였다.

표본 예로 압록 유역에 대하여 표본크기 20과 100을 도시한 결과는 Fig. 1과 같다.

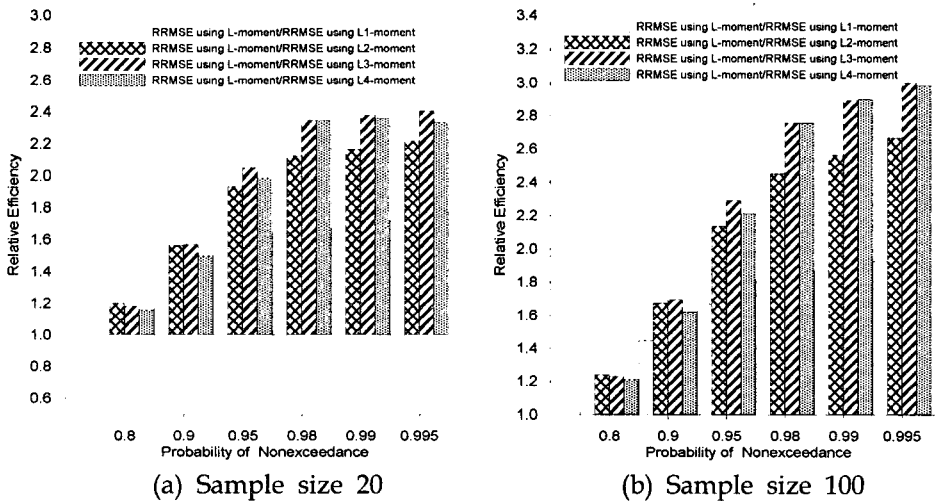


Fig. 1. Comparison of relative efficiency estimated by GEV distribution using method of LH-moment at Abrog watershed of Seomjin river in Korea.

이상의 결과를 보면 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의한 상대평균제곱근오차는 대상유역별로 재현기간이 커짐에 따라 증가한 반면 모의발생의 표본크기가 증가함에 따라 감소되는 양상을 나타내었다. 또한, 동일한 유역, 동일한 표본자료 및 동일한 재현기간에서 LH-모멘트법의 차수가 증가할수록, 즉 L-모멘트법 보다는 L1-모멘트법이, L1-모멘트법 보다는 L2-모멘트법이, L3-모멘트법 보다는 L4-모멘트법에 의한 상대평균제곱근오차가 일반적으로 다소 감소하였으며, 이러한 결과는 표본의 크기가 크고 재현기간이 커질수록 감소되는 경향을 나타내었다.

이와 더불어, LH-모멘트법의 차수가 커질수록 상대편의가 일반적으로 작게 나타났다.

이러한 결과는 또한 표본의 크기에서도 크기가 커지면 커질수록 작게되는 경향을 역시 나타내었다.

L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의한 상대평균제곱근오차에 대한 L-모멘트법에 의한 상대평균제곱근오차의 비인 상대적 효율성을 나타내는 Fig. 1의 결과를 보면 대체적으로 L과 L3-모멘트 및 L과 L4-모멘트법의 상대적 효율성이 L과 L1 및 L과 L2-모멘트법의 상대적 효율성보다 증가하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 재현기간이 커질수록 더욱 증가되었다. 이와 같은 상기의 결과는 타 대상유역에서도 대체적으로 동일한 양상을 나타내었다.

또한, 이상의 결과에 대한 검증은 위해 전 절에서 유도된 대상유역의 빈도별 설계홍수량을 Gringorten 플로팅 포지션법에 의해 Gumbel 확률지상에 도시하였으며, 표본 예로 압록 유역에 대하여 도시한 결과는 Fig. 2와 같다.

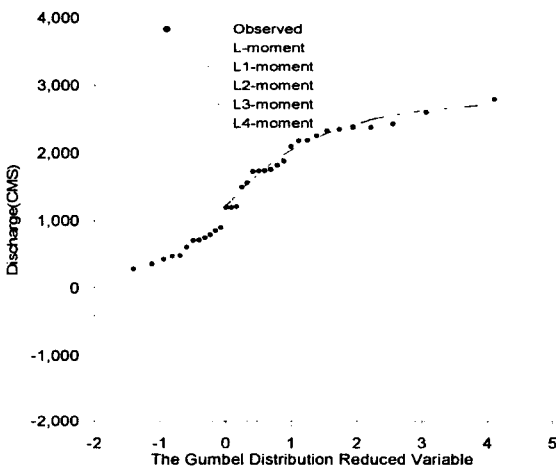


Fig. 2. Comparison of design floods estimated using method of LH-moment with Gringorten plotting position at Abrog watershed of Seomjin river in Korea.

이상의 결과를 종합해 보면, 대상유역 전 반에 걸쳐 LH-모멘트법에 의해 유도된 빈도별 설계홍수량은 LH-모멘트의 차수가 증가할수록 변동폭이 감소하면서 실측치에 접근하는 결과를 나타내었다. 따라서, 빈도별 설계 홍수량은 LH-모멘트의 차수가 3과 4인 L3 및 L4-모멘트법에 의해 유도된 빈도별 설계홍수량이 전반적으로 적절한 것으로 판정되었다.

III. 결론

1. 대상유역별로 LH-모멘트의 차수변화에 의한 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 GEV 분포형의 매개변수와 빈도별 설계홍수량을 산정하였다.
2. Monte Carlo 기법에 의해 모의발생된 연최대홍수량에 대한 빈도분석을 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법별로 실시하여 빈도별 설계홍수량을 유도하였다.
3. LH-모멘트의 차수 변화에 따른 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 유도된 실측치 및 모의발생치의 빈도분석에 의한 설계홍수량의 비교분석을 상대평균제곱근오차, 상대편의에 의해 수행한 결과 LH-모멘트의 차수가 증가하고 재현기간이 커질수록 전반적으로 감소양상을 나타내었고 상대적 효율성은 전반적으로 증가되었다.
4. LH-모멘트의 차수 변화에 따른 L, L1, L2, L3 및 L4-모멘트법에 의해 유도된 빈도별 설계홍수량의 절대상대감소율을 분석한 결과, LH-모멘트의 차수가 증가할수록 빈도별 절대상대감소율이 감소하는 결과를 나타내었다.
5. 이상의 결과를 종합해 보건데, LH-모멘트의 차수가 커질수록 빈도별 설계홍수량의 신빙성이 다소 증가함을 나타냈으며, 특히 LH-모멘트의 차수 0, 1, 2, 3 및 4 가운데 차수 3과 4인 L3 및 L4-모멘트법에 의해 유도된 설계홍수량이 일반적으로 적절한 것으로 판정되었다.