Crisisonomy Vol.12 No.3, 201-208
ISSN 2466-1198 (Print) ISSN 2466-1201 (Online) http://dx.doi.org/10.14251/crisisonomy.2016.12.3.201
© 2016 Crisis and Emergency Management : Theory and Praxis. All rights reserved.

Crisisonomy

An Analysis of Long-Term Low Rainfall at Cheongju-Musim River Catchment in Korea

Myung Gyu Hwang[1#], Hyung Joon Chang[1], Kook Hee Cho[2], Hyo Sang Lee[1+]

[1] Department of Civil Engineering, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Korea
[2] Kun-Yang architects and engineers, 111 Gyoseo-ro, Cheongwon-gu, Cheongju, Korea

Abstract

Despite a number of hydrological studies on floods, the studies on droughts have been relatively inactive. In 2015, droughts caused by water outage in Korea increased public attention to drought management across the country. In this study, the amount of rainfall is estimated based on duration and frequency of each probability distribution, applying the L-moments method to the long-term hydrologic data from Cheongju-Musim river catchment in Korea. The five probability distributions (Generalized Extreme Value (GEV), Generalized Pareto, Kappa, Pearson Type 3, and Wakeby) are used to obtain the ranges of frequency-based probabilistic estimates of low rainfall. This study could reduce the prediction errors for drought frequency using the suggested ranges of probabilistic estimates of low rainfall. It will be used as basic data for hydrological management at Cheongju-Musim river Catchment, Korea.

Key words: drought frequency analysis, probability low rainfall, L-moments method, probability weighted moment

Ⅰ. 서 론

최근 급증하는 이상 기후로 인한 자연재해 피해가 인적, 물적으로 증가하고 있어, 이에 대한 관심이 증대되고 있다. 특히 우리나라의 경우 여름철의 집중된 강수(6월~9월 기간)로 홍수 피해가 많이 발생하여, 홍수기 수자원 관련 연구 등은 활발히 이루어지고 있다. 그러나 가뭄 및 갈수기에 대한 연구는 상대적으로 미흡한 실정이고, 특히 지난 2015년 전국적인 가뭄으로 인하여 우리나라의 가뭄 관리 연구 필요성이 크게 부각되고 있다.

가뭄 관련 주요 연구는 관측 강우 및 유량 자료의 분석을 통한 연구가 전형적이다. 대표적인 연구로는 Kwon, *et. al.*(2010)과 Kim, *et. al.*(1998)이 있다. Kwon, *et. al.*(2010)은 실측유량을 이용하여 중랑천의 갈수량을 산정 및 비교하여 중랑천의 연중 유량이 큰 변동이 없음을 확인하였으며, Kim, *et. al.*(1998)은 낙동강 유역의 관측 수문 자료를 이용하여 갈수량 특성을 조사하였으며, 분석을 통하여 미계측 또는 결측 유역에 이용할 수 있는 비유량 추정식을 작성하였다. Kwak, *et. al.*(2012)은 copula 이론을 활용하여 한강 상류의 평창 유역과

The 1st author: Myung Gyu Hwang, Tel. +82-43-272-0312, Fax. +82-43-275-2377, e-mail. myunggyu0305@chungbuk.ac.kr
+ Corresponding author: Hyo Sang Lee, Tel. +82-43-261-2379, Fax. +82-43-275-2377, e-mail. hyosanglee@chungbuk.ac.kr

www.kci.go.kr

남한강 상류 유역의 가뭄 확률 분포를 제시하여 가뭄의 재현기간 산정 및 분석을 실시하였다. 갈수 빈도 해석에 있어서 Yoo, *et. al.*(2010)은 단기 관측 수문 자료를 활용한 갈수 분석은 적용성이 부족하다고 하였으며, Park, *et. al.*(2012)은 관측 자료를 바탕으로 가뭄 위험도 지도 작성을 연구하였다.

자료의 분석뿐만 아니라 축적된 수문 자료를 활용하여 갈수 빈도 해석에 대한 연구도 진행되고 있다. Greenwood, *et. al.*(1979)은 빈도 해석에 필요한 매개변수 추정에 확률가중모멘트법의 활용을 제시하였으며, Hosking(1986; 1991)은 확률가중모멘트법 중 선형조합인 L-모멘트법이 보다 정확한 매개 변수 산정을 가능하게 한다고 하였다. 이를 바탕으로 Lee, *et. al.*(1998)은 플로팅 포지션법을 달리 적용한 모멘트법 및 L-모멘트법의 설계홍수량을 비교 분석한 결과, L-모멘트법과 Weibull 플로팅 포지션법에 의한 설계홍수량이 모멘트법과 타 플로팅 포지션법에 의한 결과 값보다 적정함을 밝혔으며, Lee, *et. al.*(2000)은 Weibull-3 및 Wakeby 확률 분포형을 대표로 L-모멘트법에 따른 Weibull, Hazen, Cunnane 및 Gringorten 플로팅 포지션법을 차례로 적용하여 산정된 설계 갈수량을 비교, 분석한 결과, Wakeby 확률 분포형의 Weibull 플로팅 포지션법에 의한 설계 갈수량이 타 방법 대비 적정한 것으로 분석하였다. Lee & Park(2003)은 기초 연구를 토대로 낙동강 회천유역의 갈수 빈도 해석을 실시하였으며, 적합성 척도를 적용하여 Generalized Logistics 확률 분포형을 최적 분포형으로 선정하였다. 이때, 지속기간 6개월의 30년 빈도 및 50년 빈도 갈수 강수량은 각각 41.47mm, 23.90mm이며, 지속기간 9개월의 경우 각각 168.90mm, 136.74mm로 나타났다.

본 연구에서는 청주 무심천 유역의 일 단위 강우(청주 기상관측소, 보은 기상관측소) 자료를 활용하며, L-모멘트법을 적용한 확률 분포형을 활용하여 갈수 빈도 해석을 실시한다. 이를 통하여 2014-2015년의 수문상황을 갈수 강수 및 유량 빈도로 평가하고, 향후 청주 유역 수자원관리의 기초 자료로 활용하고자 한다.

II. 연구 유역 및 분석 방법

1. 무심천 유역

무심천 유역은 한반도 중부 지방에 위치하고 있으며, 대상유역의 연평균 기온 및 강수량은 한반도의 남쪽 전체의 연평균과 대체로 일치하고 있다. 연구 유역은 내륙에 위치하여 한서의 차가 심한 전형적인 내륙 기후를 보이고 있다. 무심천은 금강의 제 2 지류의 지방하천으로써 청주시 낭성면 추정리에서 발원해 미호천으로 유입된다. 구청원군 지역의 농촌 유역과 구 청주시 지역의 도시화된 유역을 포함하고 있는 전형적인 농촌-도시 혼합형 유역이다. 전체 유역면적은 $168km^2$, 유로연장 20.78km, 유역의 평균 표고 EL. 189.81m, 유역의 평균경사 16.56°이다.(Chungcheongbuk-do Chengwon, 2010) 다음 Figure 1. 은 청주 무심천의 유역도이다.

무심천 유역의 최근 35개년(1981년~2015년)을 분석한 결과, 연평균 강수량은 1254mm이고, 습윤기(6~9월) 평균 강수량은 854mm, 건조기(10월~5월) 평균 강수량은 399mm로 연평균 강수량 대비 각각 68.1%, 31.9%이다.

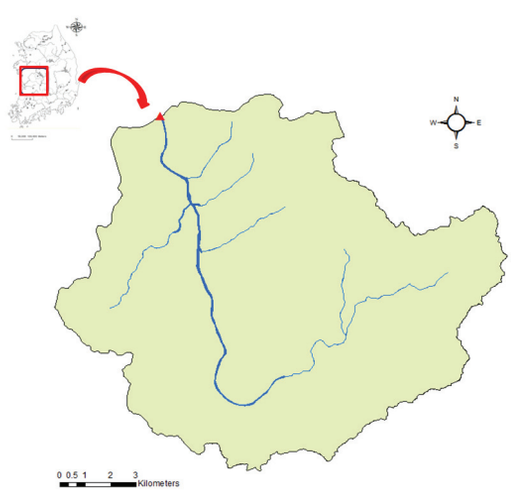


Figure 1. Cheongju-Musim river study catchment

2. 무심천 유역의 수문 자료

갈수 빈도 해석을 위한 수문자료는 기상청의 일 단위 강수량을 활용하였다. 청주 무심천 유역의 평균 강수량

www.kci.go.kr

을 Thiessen법에 의하여 청주 및 보은 관측소(자기관측계, 기상청)의 1981~2015년 일 강우자료를 활용하여 산정하였으며, 연간 지속기간(6개월, 12개월)별 갈수 강수량은 수문년도(Water Year, 당해 연도 10.1~다음 연도 9.30)를 적용하여 산정하였다. 다음 Figure 2. 는 무심천 유역의 관측 강수량을 추세선과 함께 그래프로 도시하였으며, 지속기간별 갈수 강수량이 점차 감소하는 모습을 볼 수 있다. 또한 2014~2015년 구간의 지속기간 6개월 갈수 강수량은 평년보다 높은 값을 보이는 반면, 지속기간 12개월의 경우 지난 34년 중 최솟값을 보이고 있다.

3. L-모멘트법에 의한 확률 분포형 선정 및 적용

빈도 분석을 위한 확률밀도함수의 매개변수 산정 방법으로는 모멘트법 (Method of moments), 최우법 (Method of maximum likelihood) 및 확률 가중모멘트 (Probability Weighted Moment, PWM)의 선형조합을 통한 L-모멘트법 등이 일반적으로 적용되고 있다 (Lee, *et. al.*, 1998). 이러한 방법들 중 Hosking(1991)이 제시한 L-모멘트법은 정확성이 높은 매개변수 산정을 가능하여 최든 들어 폭넓게 사용되고 있다.

L-모멘트법에 대한 간략한 설명은 다음과 같다. L-모멘트법의 1차 추정 값은 일반 모멘트법과 같이 평균값을 의미하며, 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$l_1 = E[X] = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i \tag{1}$$

여기서, X는 관측 값이고, $E[X]$는 기대치이다.

2차 추정 값은 관측 값을 오름차순으로 정렬시킨 후, 임의로 선정된 2개의 관측 값의 차이에 대한 기대치를 2로 나누어 준 값이다.

$$l_2 = \frac{1}{2}E[X_{(1:2)} - X_{(2:2)}] \tag{2}$$

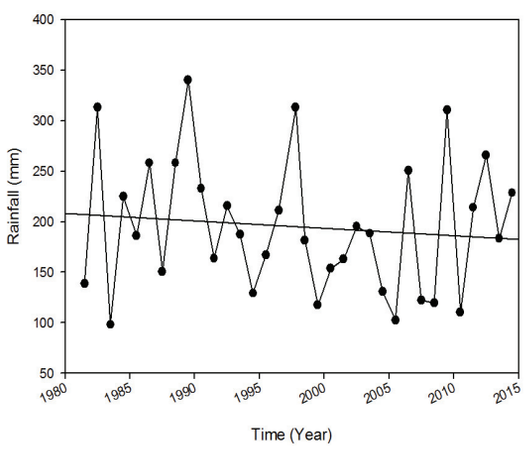
여기서, $X_{(i,n)}$은 오름차순으로 정렬시킨 관측 값에서 임의의 n개 관측 값 중 i번째로 큰 관측 값이다.

3차 및 4차 추정 값은 오름차순으로 정렬시킨 관측값을 활용하여 다음 식 (3) 및 (4)와 같이 산정한다.

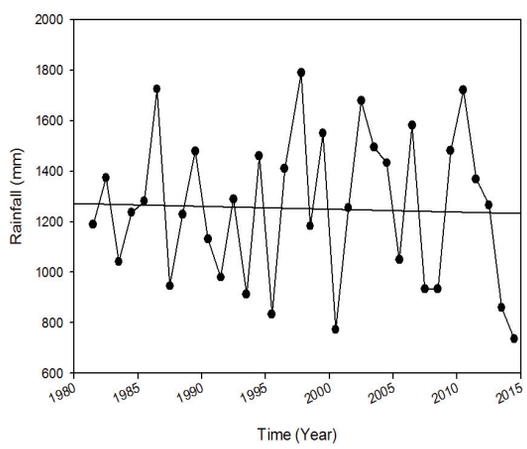
$$l_3 = \frac{1}{3}E[X_{(1:3)} - 2X_{(2:3)} + X_{(3:3)}] \tag{3}$$

$$l_4 = \frac{1}{4}E[X_{(1:4)} - 3X_{(2:4)} - 3X_{(3:4)} + X_{(4:4)}] \tag{4}$$

일반 모멘트의 통계 특성 값으로 변동계수, 왜곡계수 및 첨도계수가 있으며, L-모멘트 또한 이와 같은 통계 특성 값을 가지고 있으며, 다음 식 (5), (6) 및 (7)과 같다.(Yoon, 2007)



(a) Yearly low rainfall in 6 months duration



(b) Yearly low rainfall in 12 months duration

Figure 2. Yearly observed low rainfall in durations at Cheongju-Musim river catchment

www.kci.go.kr

$$t_2 = \frac{l_2}{l_1} \quad \text{(L-변동 계수)} \tag{5}$$

$$t_3 = \frac{l_3}{l_2} \quad \text{(L-왜곡 계수)} \tag{6}$$

$$t_4 = \frac{l_4}{l_3} \quad \text{(L-첨도 계수)} \tag{7}$$

L-모멘트법에 대한 추가적인 기술은 Hosking(1986; 1996) 및 Lee & Park(2003)등을 참조한다.

본 연구에서는 L-모멘트법을 적용한 GEV, Generalized Logistic, Generalized Normal, Generalized Pareto, Gumbel, Kappa, Normal, Pearson Type 3, Wakeby, Log Pearson Type 3 등의 확률 분포형을 활용하여 갈수 빈도 해석을 실시하였다.

Ⅲ. 청주 무심천 유역의 빈도별 확률 갈수 강수량 분석 결과

본 연구에서는 관측 강수량과 확률 분포형 (GEV, Generalized Logistic, Generalized Normal, Generalized Pareto, Gumbel, Kappa, Normal, Pearson Type 3, Wakeby, Log Pearson Type 3)을 활용하여, 지속기간 및 빈도별 확률 갈수 강수량을 산정하였다. 그러나 산정된 확률 갈수 강수량은 분포형별로 차이가 크게 나지 않으며, 특히 지속기간이 짧고 낮은 빈도일수록 결과의 편차가 크게 나지 않았다. 이에 본 연구에서는 최적의 확률분포형의 선정 대신, 지속기간별 관측 강수량과 확률 분포형들에 의해 유도된 확률 갈수 강수량사이의 상대 평균 오차 (RME) 및 상대 절대 오차 (RAE)를 식 (8) 및 식 (9)에 의해 산정하고(Maeng, *et. al.*, 2009), RME 및 RAE를 분석하여 상대적으로 우수한 5개의 확률 분포형들을 선정하였다. 본 연구에서는 Weibull 플로팅 포지션법을 적용하며, 자세한 설명은 Maeng, *et. al.*(2009)을 참조한다.

$$RME = \frac{1}{N}[\sum_{i=1}^{N}(\frac{Q_0 - Q_c}{Q_0})]^{0.5} \tag{8}$$

$$RAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|\frac{Q_0 - Q_c}{Q_0}\right| \tag{9}$$

Table 1. 은 지속기간별(6개월, 12개월) 각 확률 분표형의 상대 평균 오차 및 상대 절대 오차를 나타냈으며, 각 오차들은 작은 값을 나타낼수록 우수함을 의미한다. 지속기간 6개월 및 12개월의 확률 분포형별 오차는 각각 0.53~1.1 (RME) 및 2.4~5.5 (RAE)와 0.47~1.57 (RME) 및 2.1~6.71 (RAE)의 분포를 나타내고 있다. 또한 지속기간별(6개월, 12개월)로 각각 Kappa 분포와 Wakeby 분포형이 가장 작은 오차를 보였으며, Normal 및 Log Pearson Type 3 분포형이 가장 큰 오차를 보였다. 정량적인 평가를 위하여 지속기간별로 11개 확률 분포형에 점수를 부여하였으며, 점수는 가장 작은 오차를 나타내는 확률 분포형에 11점을,

Table 1. RME and RAE of probability distributions in durations

Druation	6 months			12 months			Total Points
Name	RME	RAE	Points	RME	RAE	Points	
Gamma	0.68	2.84	7	0.58	2.90	4	11
GEV	0.69	2.93	5	0.51	2.32	8	13*
Generalized Logistic	0.95	4.11	3	0.72	3.15	3	6
Generalized Normal	0.68	2.89	6	0.55	2.43	6	12
Generalized Pareto	0.53	2.48	9	0.45	2.15	10	19*
Gumbel	0.71	3.35	4	0.88	4.46	2	6
Kappa	0.55	2.43	11	0.48	2.21	9	20*
Normal	1.37	5.46	1	0.58	2.43	5	6
Pearson Type 3	0.64	2.71	8	0.55	2.42	7	15*
Wakeby	0.53	2.47	10	0.44	2.11	11	21*
Log Pearson Type 3	1.11	4.35	2	1.57	6.71	1	3

www.kci.go.kr

가장 큰 오차를 나타내는 확률 분포형에 1점을 부여하였다. 이를 바탕으로 총점을 구하고, 상대적으로 우수한 상위 5개 분포형을 선정하였다.

Table 1. 의 총점을 통하여 상위 5개의 확률 분포형으로 GEV, Generalized Pareto, Kappa, Pearson Type 3 및 Wakeby를 선정하였으며, 각각의 확률 분포형의 지속기간 및 빈도별 확률 갈수 강수량은 Table 2. 에 제시하였다. 또한 본 연구에서는 이를 모두 활용하여 확률 갈수 강수량의 구간을 Figure 3. 에 제시하였다. 예를 들어, 지속기간 6개월 및 12개월의 100년 빈도 확률 갈수 강수량 구간은 각각 71mm~99mm 및 553mm~747mm으로 제시되며, 이러한 확률 갈수 강수량 구간을 활용한 예측은 하나의 확률 분포형을 선택할 시 발생되는 갈수 빈도 예측의 실패 위험을 저감할 수 있다.

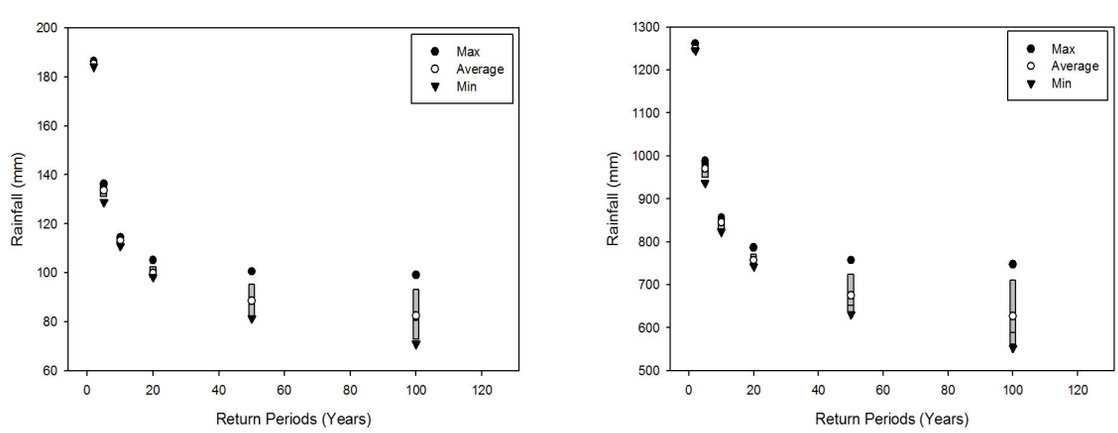
실제 청주 무심천의 2014~2015년 기간의 관측 갈수 강수량은 지속기간별로 6개월-229mm 및 12개월-736mm를 기록하였으며, 이를 Figure 3. 과 비교하였다. 그 결과 지속기간 6개월 갈수 강수량은 2년 빈도보다 큰 값을 보이지만, 지속기간 12개월 갈수 강수량은 50년 빈도 및 100년 빈도에 위치함을 알 수 있다. 위 기간의 홍수기(2015. 6~2015. 9)강수가 약 304mm로 평년의 같은 기간 강수 평균인 약 871mm에 대비하여 35% 수준으로 매우 작은 수치를 보이는 반면, 평수기(2014. 10~2015. 5)강수는 약 432mm로 평년 평균 약 399mm보다 많은 강수를 기록하였다. 이는 홍수기 강수 사상이 갈수 빈도 해석에 영향을 미친다는 점을 의미하며, 짧은 지속기간보다 홍수기를 포함한 12개월 이상의 긴 지속기간을 활용할 경우, 상대적으로 정확한 빈도 해석이 가능할 것으로 보인다.

Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 충북 청주 무심천 유역의 1981년~2015년 기간의 관측 수문 자료를 바탕으로 갈수 빈도 해석을 실시하였고 다음과 같은 결론을 도출하였다.

Table 2. Probability low rainfall of probability distributions in durations and return periods (mm)

Duration	6 months						12 months					
Return Period (Years)	2	5	10	20	50	100	2	5	10	20	50	100
GEV	186	136	115	98	81	71	1246	984	855	753	642	570
Generalized Pareto	184	129	113	105	101	99	1246	938	837	787	757	747
Gumbel	185	134	114	100	87	80	1246	980	852	754	652	589
Pearson Type 3	186	135	114	99	83	75	1247	988	857	749	631	553
Wakeby	186	133	111	98	90	87	1261	963	823	743	691	673



(a) Probability low rainfall in 6 months duration (b) Probability low rainfall in 12 months duration

Figure 3. The ranges of probability low rainfall using selected probability distributions

www.kci.go.kr

– 최적의 확률분포형의 선정을 통한 갈수 빈도 해석의 결과를 제시하는 대신, RME 및 RAE를 비교하여 상대적으로 우수한 확률 분포형을 선정하였다. 선정된 5개의 우수 확률 분포형 (GEV, Generalized Pareto, Kappa, Pearson Type 3, Wakeby)의 결과를 바탕으로 지속기간 및 빈도별 확률 갈수 강수량의 구간을 제시하였으며, 이를 통하여 갈수 빈도 예측의 실패 위험을 저감할 수 있다.

– 청주 무심천의 2014~2015년 기간의 지속기간 12개월 관측 갈수 강수량(약 736mm)은 50년 빈도 및 100년 빈도에 속하며, 이는 위 기간이 상당한 가뭄 강수에 해당한다는 것으로 판단할 수 있다.

– 여름철 발생하는 태풍, 장마 및 집중호우 등의 홍수기(6월~9월) 강우 사상이 갈수 빈도 해석에 영향을 크게 미친다는 것을 확인하였으며, 갈수 빈도 해석 시, 홍수기를 포함한 지속기간 12개월 이상을 적용할 필요성이 있음을 확인하였다.

본 연구 결과는 향후 청주 무심천 유역의 수자원관리와 가뭄 위기관리 연구에 활용 될 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(11기술혁신C06)에 의해 수행되었습니다.

References

Ahn, Tae Jin, Woon Shik Yo and Kwang Kun Chung. 1998. Frequency Analysis of Low Flows at Yongdam Stage Station. *Journal of Korean National Committee on Irrigation and Drainage.* 5(1): 20-31.

Greenwood, J. A., J. M. Landwehr, N. C. Matalas and J. R. Wallis. 1979. Probability Weighted Moment : Definition and Relation to Parameters of Several Distributions Expressed in Inverse Form. *Water Resources Research.* 15(5): 1049-1064.

Hosking, J. R. M. 1986. *The Theory of Probability Weighted Moment.* 3-16. RC12210. IBM Research Center : Yorktown Heights.

Hosking, J. R. M. 1991. *Fortran Routines for use with the method of L-moments Version 2.* Research Report RC17079, IBM T. J. Watson Research Center, Yorktown Heights, New York.

Hosking, J. R. M. 1996. *Fortran Routines for Use with the Method of L-moments.* 1-43. RC2025. IBM Research Center: Yorktown Height.

Kim, Kyu Ho, Sun Mi Kim and Kwang Seok Yoon. 1998. An Investigation and Estimation of the Low-flow Characteristics for Nakdong River Basin. Journal of Korean Society of Civil Engineering. 1998(3): 247-250.

Kwak, Jae Won, Duck Gil Kim, Jong Soo Lee and Hung Soo Kim. 2012. Hydrological Drought Analysis using Copula Theory. *Journal of Korean Society of Civil Engineering B.* 32(3): 161-168.

Kwon, Phil Sang, Jong Kyu Shin, Yong Chul Cho, Kyung Wan Choi, Woo Seok Jung, Hyoung Jin Lee, Soo Young Park and Duk Hee Ryoo. 2010. Low Flow Estimate by Survey Discharge in the Jung-Nang Stream. *Korean Society of Water Quality Fall Conference.* 2010: 351-352.

Lee, Soon Hyuk, Sung Jin Maeng, Kyong Sik Ryoo and Ho Keun Jee. 2000. Comparative Analysis of Design Low Flow by L-moment in the Weibull-3 and Wakeby distributions. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers.* 42(3): 45-55.

Lee, Soon Hyuk., Myeong Keun Park, Sung Jin Maeng, Youn Su Jong, Dong Joo Kim and Kyong Sik Ryoo. 1998, Derivation of Optimal Design Flood by L-Moments and LH-Moments(Ⅰ): On the method of L-Moments. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers.* 40(4): 45-57.

Lee, Soon Hyuk, Seong Soo Yoon, Sung Jin Maeng, Kyong Sik Ryoo and Ho Kil Joo. 2003. Estimation of Drought Rainfall by Regional Frequency Analysis using L and LH-Moments (Ⅰ): On the Method of L-Moments. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers.* 45(5): 97-109.

Lee, Yeung Min and Seung Cheol Park. 2003. Frequency Analysis of Hydrologic Droughts with Regional Method. *Journal of the Korea Construction and Environment Association.* 2(1):

www.kci.go.kr

79-90.

Maeng, Seung Jin, Ju Ha Hwang and Qiang Shi. 2009. Estimation of Reservoir Inflow Using Frequency Analysis. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers*. 51(3): 53-62.

Chungcheongbuk-do Chengwon. 2010. Musim River Basic Plan and Facilities Management Document.

Park, Jong Yong, Ji Young Yoo, Min Woo Lee and Tae Woong Kim. 2012. Assessment of Drought Risk in Korea: Focused on Data-based Drought Risk Map. *Journal of Korean Society of Civil Engineering B*. 32(4): 203-211.

Shi, P., D. Yang, X. Chen, S. Qu, Z. Zhang and J. Ma. 2010. Regional Frequency Analysis of Low Flow Based on L Moments: Case Study in Karst Area, Southwest China. *Journal of Hydrologic Engineering*. 15(5): 370-377.

http://www.kma.go.kr accessed on February 2016.

Xu, K., D. Yang, X. Xu and H. Lei. 2015. Copula Based Drought Frequency Analysis Considering the Spatio-temporal Variability in Southwest China. *Journal of Hydrology*. 527: 630-640.

Yoo, Ji Young, Tae Woong Kim and Sang Dan Kim. 2010. Drought Frequency Analysis Using Cluster Analysis and Bivariate Probability Distribution. *Journal of Korean Society of Civil Engineering B*. 30(6): 599-606.

Yoon, Yong Nam. 2007. *Hydrology*. Cheongmoongak, Seoul, Korea.

Korean References Translated from the English

곽재원, 김덕길, 이종소, 김형수. Copula 이론을 이용한 수문학적 가뭄 분석. 대한토목학회논문집 B. 32(3): 161-168.

권필상, 신종규, 조용철, 최경완, 정우석, 이형진, 박수영, 류덕희. 2010. 실측유량을 이용한 중랑천 . 갈수량 산정. 한국물환경학회 공동 추계학술발표회논문집 351-352.

김규호, 김선미, 윤광석. 1998. 낙동강 유역 갈수량 특성 조사 및 산정. 대한토목학회 학술발표회 논문집. 1998(3): 247-250.

맹승진, 황주하, 시강. 빈도분석에 의한 저수지 유입량 산정. 한국농공학회논문집. 51(3): 53-62.

박종용, 유지영, 이민우, 김태웅. 2012. 우리나라 가뭄 위험도 평가 : 자료기반 가뭄 위험도 지도 작성을 중심으로. 대한토목학회논문집 B. 32(4): 203-211.

안태진, 여운식, 정광근. 1998. 빈도해석에 의한 용담 수위관측소 지점의 갈수량 분석. 환국관개배수논문집. 5(1): 20-31.

유지영, 김태웅, 김상단. 2010. 군집분석과 이변량 확률분포를 이용한 가뭄빈도해석. 대한토목학회논문집 B. 30(6): 599-606.

윤용남. 2007. 수문학. 서울: 청문각.

이순혁, 맹승진, 류경식, 지호근. 2000. Weibull-3 및 Wakeby 분포모형의 L-모멘트법에 의한 설계갈수량 비교분석. 한국농공학회지. 42(3): 45-55.

이순혁, 박명근, 맹승진, 정연수, 김동주, 류경식. 1998. L-모멘트 및 LH-모멘트 기법에 의한 적정 설계홍수량의 유도 (I): L-모멘트법을 중심으로. 한국농공학회지. 40(4): 45-57.

이순혁, 윤성수, 맹승진, 류경식, 주호길. 2003. L 및 LH-모멘트법과 지역빈도분석에 의한 가뭄우량의 추정(I): L-모멘트법을 중심으로. 한국농공학회지. 45(5): 97-109.

이영민, 박승철. 지역빈도해석 기법에 의한 수문학적 갈수 빈도해석. 2003. 건설환경연구. 2(1): 79-90.

충청북도 청원군. 2010. 무심천 하천기본계획 및 하천시설관리 대장작성.

Received: Feb. 15, 2016 / Revised: Mar. 24, 2016 / Accepted: Mar. 29, 2016

www.kci.go.kr

청주 무심천의 장기 갈수 강수량 분석

국문초록 최근 급증하는 자연재해로 인하여 인적, 물적 피해가 증가하고 있으며, 이에 대한 사회적 관심이 증대되고 있다. 과거 많은 피해가 발생한 홍수 등에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있는 반면에 가뭄 및 갈수기에 대한 연구는 상대적으로 미흡하다. 2015년에 발생한 한반도 가뭄은 전국적으로 단수사태 등을 야기 하였으며, 이로 인하여 가뭄 관리 연구 필요성이 크게 부각되고 있다. 본 연구에서는 청주 무심천 유역의 장기 관측 수문 자료와 L-모멘트법 기반의 갈수 빈도 해석 프로그램을 활용하여 각 확률 분포형의 지속기간 및 빈도별 확률 갈수 강수량을 산정하였다. 산정 결과를 바탕으로 최적의 분포형을 선정하는 대신, 상대적으로 우수한 5개의 확률 분포형(GEV, Generalized Pareto, Kappa, Pearson Type 3, Wakeby)을 선정하였으며, 그 결과 값을 활용하여 빈도별 확률 갈수 강수량의 구간을 제시한다. 이를 통하여 청주 무심천 유역의 2014.10.1.~2015.9.30. 기간 강수량을 50년 빈도의 가뭄으로 분석하였다. 본 연구에서는 확률 갈수 강수량 구간 제시하였으며. 이를 통하여 갈수 빈도 해석의 오차를 저감하는 한편, 향후 가뭄 위기관리 연구의 토대로 활용될 것으로 기대한다.

주제어 : 갈수 빈도 해석, 확률 갈수 강수량, L-모멘트법, 확률 분포형

Profiles **Myung Gyu Hwang** : He received B.A. from Chungbuk National University, Korea in 2016. He is studying on design flood estimation and so on(myunggyu0305@chungbuk.ac.kr).

Hyung Joon Chang : He received B.A., M.A. frrom Chungbuk National University, Korea in 2014. He is studying on the application of rainfall runoff models and design flood estimation on Ph.D course at Department of Civil Engineering, Chungbuk National Univ., Cheongju, Korea(param79@chungbuk.ac.kr).

Kook Hee Cho : He received B.A., M.A. frrom Chungbuk National University, Korea in 2001. He is on Ph.D course at Department of Civil Engineering, Chungbuk National Univ., Cheongju, Korea and working at Kun-Yang architects and engineers, Cheongju, Korea(cooky051@nate.com).

Hyo Sang Lee : Associate Professor, Department of Civil Engineering, Chungbuk National Univ., Cheongju, Korea. He received Ph.D degree from Imperial College, London, The UK in 2006. The main study field is application of rainfall-runoff models at gauged and ungauged catchments. Also, he writes "Application of Rainfall Runoff Model with Rainfall Uncertainty(2009)", "Assessment of Conceptual Rainfall Runoff Models for Regionalisation at Miho Catchment(2012)" and so on(hyodan-glee@chungbuk.ac.kr).

www.kci.go.kr