

조선왕조실록의 호우기록을 이용한 확률강우량의 변동성

Probable rainfall variability using the Annals of Chosun Dynasty

박민규*, 유철상**, 김현준***
Minkyu Park, Chulsang Yoo, Hyunjun Kim

요 지

본 연구에서는 조선왕조실록의 호우기록을 이용하여 강우량 기록기간을 확장하는 효과를 얻어 이를 반영했을 때의 확률강우량의 변화를 검토하였다. 우리나라의 조선왕조실록은 약 500여년에 걸친 조선왕조의 주요한 사건들을 다루고 있으며 큰 피해를 입힌 홍수나 가뭄피해 및 현상을 잘 기록하고 있다. 특히 조선시대의 경우 조선초기부터 강우량의 과학적 측정에 대한 관심으로 측우기를 개발하여 전국적인 우량 관측망을 갖춘 바 있으며 현재는 영조 말년에 해당하는 1777년 이후의 측우기 기록이 남아있다. 따라서 조선왕조실록의 큰 호우사상이 발생하였을 때의 기록을 당시의 대처, 기록방법 등의 검토와 함께 측우기 기록과 비교하여 조선왕조 전체에 걸친 주요호우사상을 판별할 수 있었다. 이때, Stedinger가 제시한 censored data를 이용한 빈도해석 방법을 적용할 경우 조선왕조실록을 검토하여 얻은 주요 호우사상의 개략적인 규모 및 회수를 이용하여 확률강우량을 산정할 수 있었다. 이 방법은 일정기간동안 특정 크기 이상의 호우사상의 크기를 안다면 연속적인 연최대강우량계열이 있는 것과 거의 동일한 수준으로 확률강우량을 산정하는 방법이다. 현대 강우빈도해석의 가장 큰 문제는 자료의 관측기간의 부족으로 인해 고빈도에 대한 신뢰도가 떨어지는 문제이다. 이에 대한 대안으로 조선왕조실록과 측우기 자료를 이용하여 장기간의 강우자료를 확보한 효과를 반영할 때 확률강우량은 현재보다 상당히 증가할 수 있는 것으로 검토되었다.

핵심용어: 조선왕조실록, 확률강우량, 자료확충, Censored data

1. 서 론

본 연구에서는 조선왕조실록의 호우기록을 검토하여 그 크기를 측우기 기록과 비교하여 판별하여 역사기록자료로 부터 강우량 기록기간을 확장하는 효과를 얻었다. 그리고 이를 반영했을 때의 확률강우량의 변화를 검토하였다.

2. 조선왕조실록의 호우기록

조선왕조시대의 경우 치수를 원활히 하지 못했을 때 발생하는 홍수(조선왕조실록에서는 대수로 기록)와 같은 자연재해는 백성의 직접적인 피해 및 구휼정책 등이 관심있는 내용으로 실록에 기록되어 있다. 여기에서는 실록에 나타난 홍수 기사는 구체적으로 어느 정도의 피해상황을 초래하였으며, 왕조정부는 이에 대해서 어떻게 대처하였을까를 위주로 기술하기로 한다. 우선 측우기

* 정회원 · 고려대학교 건축·사회환경시스템 공학과 박사수료 · E-mail : mkhojin@korea.ac.kr
** 정회원 · 고려대학교 건축·사회환경시스템 공학과 정교수 · E-mail : envchul@korea.ac.kr
*** 정회원 · 건설기술연구원 책임연구원 · E-mail : hjkim@kict.re.kr

측정치 기록이 남아있는 1777년부터 1914년까지의 비 피해 기사를 검토해보면, 1)홍수의 표기법, 2)피해 규모, 3)정부의 대처방식에서 조금씩 차이를 드러내고 있다. 이를 표로 정리하면 다음과 같다. 표에 나타난 바와 같이, 실록에 나타난 수해 관련 기사에서 ‘홍수’라는 표기는 사실상 보이지 않는다. 다만, 단일 수해기사로서 가장 강도가 큰 강우표기는 ‘폭우(명사)’ 혹은 ‘폭주(동사)’로 나타났다. 상상에 해당하는 비 피해 기사는 단발성 강우이면서도 강우량이 커서 인명 및 가옥피해를 수반하는 경우에 해당한다. 상중에 해당하는 기사는 단발성 강우이면서 가옥이 유실, 표몰되는 기사로 한정하였다. 상하의 경우, 실제 피해사례가 상상, 상중에 버금가더라도 장기간의 강우로 인한 비 피해 사례이므로 상하로 규정하였다. 실제 上下에 해당하는 ‘요수’, ‘창일’은 장마 기간에 주로 나타나는 표기방식이었다. 때문에 장마로 인한 비피해에 대처하는 방식은 기청제가 추가된다. 이와 더불어 수재라는 표현은 비 피해 후 지방에서 중앙에 보고하는 장계 형식에서 주로 보이는 표현으로, 지역민의 위무와 구휼을 목적으로 중앙에 보고하는 기사이니만큼 피해사례역시 상급에 해당하는 기사와 대부분 일치하여 나타난다. 중에 해당하는 기사는 비피해 기사 중 가장 빈도수가 높은 대수, 대우 표현 중에서 상중과 달리 민가 피해만 나타나는 기사로 한정하였다. 상급의 기사에서와 동일하게 중에 해당하는 비피해 기사에서 왕조정부는 지방에 홀전을 지급하고 있으며, 고종대에는 특히 중급 이상의 비피해 사례에 대해 왕의 사고인 내탕고에서 구제금을 지급하고 있다.

표 1. 조선왕조실록의 호우 및 홍수기록의 작성원칙

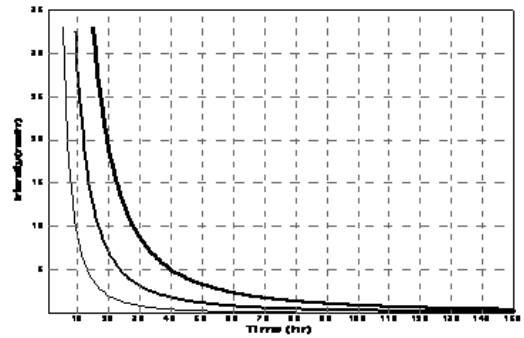
강도		표기법		피해규모	정부의 대처방식	비고
상 (上)	상상 (上上)	폭우(暴雨) 폭주(暴注) 악수(惡水) 협우(挾雨)	수재 (水災)	표(압)사인(漂(壓)死人) 엄(압)사인(淹(壓)死人) 지진(地震) 퇴압(頽壓) 표몰(漂沒) 표실(漂失)	위유사(慰諭使) 파견, 환곡(還穀) 탕감, 홀전(恤典) 지급 (별홀전, 別恤典)	※ 장마의 성격이 강함
	상중 (上中)	대수(大水) 대우(大雨) 전우(電雨) 거침(巨浸)				
	상하 (上下)	요수(潦水) 요우(潦雨) 창일(漲溢)			기청제(祈禱祭) 시행 내탕전(內帑錢) 지급 (고종대)	
중 (中)	중상 (中上)	대수(大水) 대우(大雨) 거침(巨浸)		표몰(漂沒) 표익(漂溺) 퇴압(頽壓)	홀전(恤典) 지급, 조세 탕감 요청, 의례 정지 내탕전(內帑錢) 지급 (고종대)	
	중중 (中中)					
	중하 (中下)	대수(大水)		기사 없음		
하(下)		대우(大雨) 희우(嘉雨)		기사 없음	※ 가뭄이 지속되다가 비가 내리는 경우가 다수임.	

주1) 조선시대 호우분류 : 폭우>대우>취우>쇄우>하우>소우>세우>미우
(8단계-관상감원)

주2) 조선시대 홍수에 대한 표기 : 홍수라는 표기보다는 폭수, 악수, 대수, 거침 등 사용
- 측우기 기록과의 비교를 통한 호우특성 추출

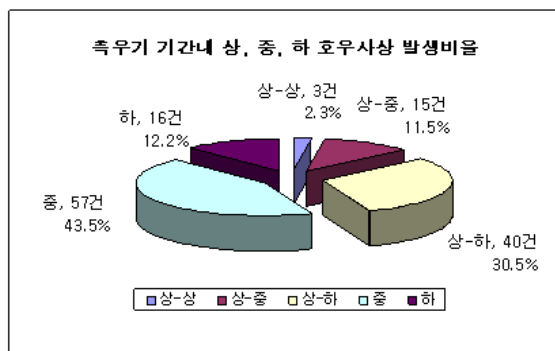
구분	호우사상의 특성인자		
	호우평균강우강도 (mm/hr)	강우지속기간 (hr)	총강우량 (mm)
상상	11.7	24	281.3
상중	4.8	24	115.2
상하	2.0	24	48.0

a) 호우사상 평가

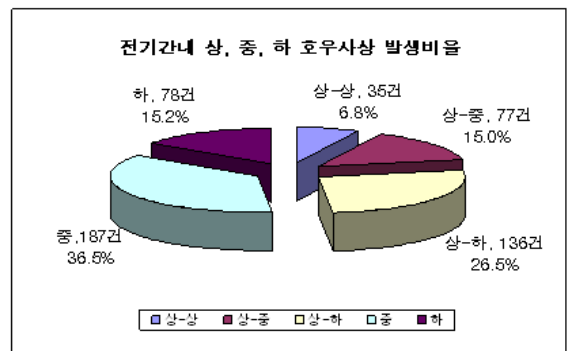


b) 호우사상 비교

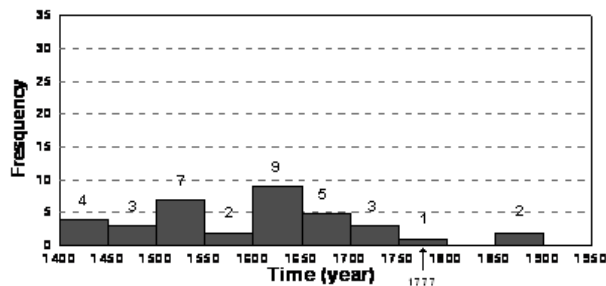
그림 1. 조선왕조실록과 측우기기록의 비교에 의한 대표호우사상 복원



a) 측우기 기록 병행시 호우기록 평가



b) 조선왕조 전기기간의 호우기록 평가



< 조선왕조 전기기간 "상상"의 호우기록 복원 >

c) 조선왕조 전기기간 "상상"의 호우기록 복원

그림 2. 조선왕조실록 주요호우사상의 기간별 발생특성

그림 1은 조선왕조실록과 측우기기록의 비교에 따라 특정 크기를 가지는 호우사상을 판정한 것이다. 이와 함께 표 1을 이용해 조선왕조 전체기간동안 “상상”의 규모로 판단할 수 있는 호우수를 검토한 결과 총 35건으로 추정되었다.

3. 비정기적인 역사자료를 이용한 빈도해석

본 연구에서는 측우기관측자료의 유용성을 검토하고 이후에 조선왕조실록자료와 같은 정성적 자료의 적용방향을 알아보고자 하였다. 이를 위해 역사적자료를 이용하는 대표적인 빈도해석방법에 측우기관측자료를 적용하여 그 유용성을 알아보았다. 역사적자료를 이용하는 대표적인 빈도해석방법으로 모멘트조정법, censored data MLE, binomial censored data MLE를 고려하고자 하였

으며 그 결과를 통해 조선왕조실록 자료의 적용 가능성을 알아보았다.

역사적관측자료는 그 특성상 정성적인 자료로 존재하는 경우가 많이 있다(Stedinger and Cohn, 1986). 이러한 경우에는 그 정확한 값을 알 수 없으므로 앞에서 설명한 방법을 그대로 적용하는 것은 어렵다. 따라서 역사적관측자료의 기간(h) 중 특정한 임계치 $X_0 = \ln(P_0)$ 를 초과한 횟수(k)만을 이용하여 분석을 수행해야 한다. 이러한 자료를 binomial censored data라 한다(Stedinger and Cohn, 1986). Binomial censored data MLE에 대한 우도함수는 censored data MLE의 우도함수(식 (1))에서 역사적관측자료의 값을 생략한 형태로 나타난다.

$$L(\mu, \sigma) = \prod_{i=1}^s f_x(x_i) \left\{ \binom{h}{k} F_x(X_0)^{(h-k)} [1 - F_x(X_0)]^k \right\} \quad (1)$$

식 (1)의 양변에 대수를 취하면 대수우도함수를 얻을 수 있다.

$$L(\mu, \sigma) = \sum_{i=1}^s \ln[f(X_i|\mu, \sigma)] + \ln \binom{h}{k} + (h-k) \ln[F(X_0|\mu, \sigma)] + k \ln[1 - F(X_0|\mu, \sigma)] \quad (2)$$

수치해법을 통해 식 (2)를 최대화 하는 μ, σ 를 얻을 수 있다.

표 2는 앞서 얻어진 조선왕조실록의 호우사상의 복원을 고려한 빈도해석을 실시한 결과이다. 현대자료만을 이용한 분석결과에 비해 1일 확률강우량의 크기가 저빈도인 5년 빈도에서는 약 16.5% 증가하고, 고빈도인 100년 빈도에서는 약 31.4% 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 자료확충에 따라 동일 재현기간에서의 확률강우량이 점점 증가하는 것으로 검토되었으며, 확률강우량의 증가폭은 고빈도에서 더욱 커지는 것을 볼 수 있다. 이를 그래프로 표시하면 그림 3과 같다.

표 2. 조선왕조실록의 호우사상의 복원을 고려한 확률강우량 변화

자료기간 (~년도)	중자료년수 (년)	복원호우수 (“상상” 규모)	이변량대수분포 매개변수		1일확률강우량(mm)	
			평균	표준편차	5년	100년
근현대자료	96		4.8592	0.4292	183.3	385.2
~1777	131		4.8995	0.4540	194.8	427.2
~1700	208	3	4.8945	0.4500	193.2	420.7
~1650	258	8	4.9055	0.4590	196.7	435.3
~1600	308	17	4.9275	0.4780	204.3	467.0
~1550	358	19	4.9235	0.4740	202.8	460.4
~1500	408	26	4.9545	0.4990	213.5	506.2
~1450	458	29	4.9515	0.4960	212.3	500.8
~1400	516	33	4.9485	0.4950	211.5	498.1

주1) “상상” 규모는 일강수량 281.3mm이상의 규모

주2) 1777년까지는 측우기 관측기록을 활용

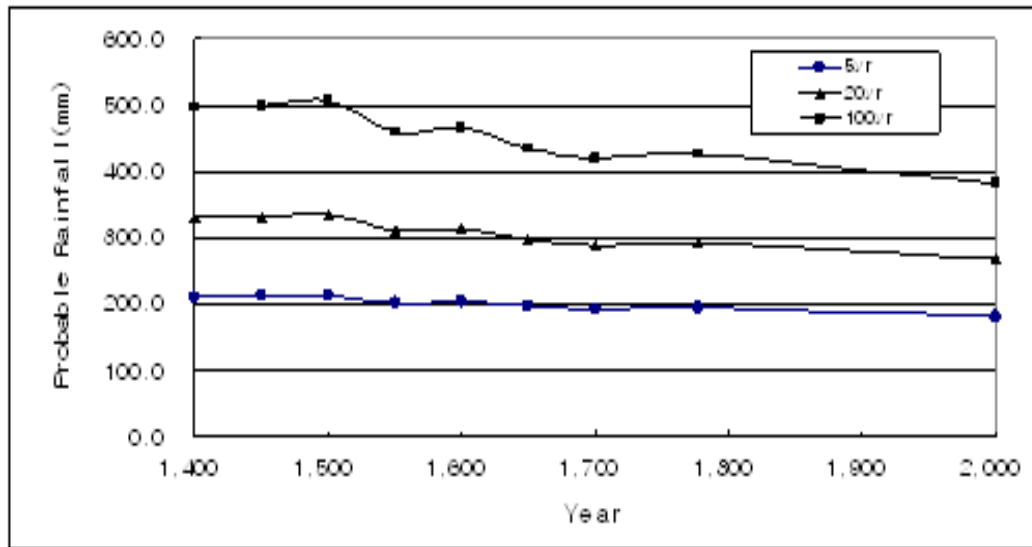


그림 3. 자료확충에 따른 확률강우량의 변화

4. 결론

본 연구에서는 조선왕조실록의 호우기록을 이용하여 강우량 기록기간을 확장하는 효과를 얻어 이를 반영했을 때의 확률강우량의 변화를 검토하였다. 우리나라의 조선왕조실록은 약 500여년에 걸친 조선왕조의 주요한 사건들을 다루고 있으며 큰 피해를 입힌 홍수나 가뭄피해 및 현상을 잘 기록하고 있다. 조선왕조실록의 큰 호우사상이 발생하였을 때의 기록을 당시의 대처, 기록방법 등의 검토와 함께 측우기 기록과 비교하여 조선왕조 전체에 걸친 주요호우사상을 판별할 수 있었다. 이때, Stedinger가 제시한 censored data를 이용한 빈도해석 방법을 적용할 경우 조선왕조실록을 검토하여 얻은 주요 호우사상의 개략적인 규모 및 회수를 이용하여 확률강우량을 산정할 수 있었다. 이 방법은 일정기간동안 특정 크기 이상의 호우사상의 크기를 안다면 연속적인 연최대강우량 계열이 있는 것과 거의 동일한 수준으로 확률강우량을 산정하는 방법이다. 현대 강우빈도해석의 가장 큰 문제는 자료의 관측기간의 부족으로 인해 고빈도에 대한 신뢰도가 떨어지는 문제이다. 이에 대한 대안으로 조선왕조실록과 측우기 자료를 이용하여 장기간의 강우자료를 확보한 효과를 반영할 때 확률강우량은 현재보다 상당히 증가할 수 있는 것으로 검토되었다.

참 고 문 헌

1. 조선왕조실록 홈페이지, sillok.history.go.kr
2. Stedinger, J. R. and Cohn, T. A. "Flood Frequency Analysis with Historical and Paleoflood Information". *Water Resour. Res.*, Vol. 22, No. 5, 1986.