

조선왕조실록 및 측우기 기록에 나타난 주요호우사상의 평가:

1. 정성적 평가

Evaluation of Major Storm Events Both Measured by Chukwooki and Recorded in Annals of Chosun Dynasty: 1. Qualitative Approach

유철상* / 김대하** / 김현준***

Yoo, Chulsang / Kim, Daeha / Kim, Hyeon Jun

Abstract

This study characterized and qualitatively analyzed the storm events recorded in the Annals of Chosun Dynasty. First of all, the storm events are retrieved using the key words like Keun-Bi (big rain), Keun-Mul (high water), Hong-Soo (flood), and Pok-Woo (torrential rain). The storm events cited as Keun-Bi do not include any in detail explanation about the storm and damages, but the storm events cited as Keun-Mul, Hong-Soo, and Pok-Woo generally include in detail information. That is, the Keun-Bi was named simply based on the amount of rainfall, but the other three were named considering the runoff with significant damages. Evaluation of effective rainfall derived by the simple SCS method showed that most storm events named Keun-Bi had small antecedent five day rainfall amount to be categorized into AMC-1, but the others mostly into AMC-III. As result, the effective rainfall of Keun-Mul, Hong-Soo, and Pok-Woo were estimated much higher than those of Keun-Bi. Most storm events with lengthy explanation belong to the events with lots of damages, which also includes Keun-Mul, Hong-Soo, and Pok-Woo.

keywords : Annals of Chosun Dynasty, rainfall event, effective rainfall

요 지

본 연구에서는 조선왕조실록의 문헌 기록 호우사상의 특성을 파악하고 정성적으로 평가하였다. 먼저, 조선왕조실록의 문헌기록에 대한 사상은 '큰비', '큰물', '홍수', '폭우'의 네 가지 키워드를 이용하여 추출하였다. '큰비'가 포함된 사상의 경우, 피해상황이나 규모 등이 자세하게 기록되지 않은 경우가 많았지만 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우, 그 피해 정도나 규모가 상세하게 기록되어 있었다. 즉, '큰비'의 경우는 비의 절대량만으로 판단하여 기록된 것이고 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우는 비의 절대량보다는 유출에 의해 피해가 비교적 컸던 경우 기록된 것으로 판단된다. 간단한 유효우량 산정방법인 SCS방법을 적용하여 유효우량을 살펴본 결과에서는 대체로 '큰비'의 경우는 선행 5일 강수량의 크기가 작아 AMC-I 조건인 경우가 많았고 반대로 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우는 선행 5일 강수량이 상당히 커 AMC-III 조건이 대부분 이었다. 이에 따라 강수량 대비 유효우량은 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우가 '큰비'에 비해 훨씬

* 고려대학교 사회환경시스템공학과 교수

Pfor., Dept. of Civil & Environmental System Engrg., Korea Univ., Seoul 136-713, Korea
(e-mail: envchul@korea.ac.kr)

** 고려대학교 사회환경시스템공학과 공학석사

Master, Dept. of Civil & Environmental System Engrg., Korea Univ., Seoul 136-713, Korea

*** 한국건설기술연구원 수자원연구부 수석연구원

Research Fellow, Dept. of Water Resources Research, Korea institute of Construction Technology

센 크게 나타났음을 확인할 수 있었다. 따라서 피해기록이 자세하게 기록되어 있는 경우는 유출로 인한 피해가 큰 경우라 할 수 있으며 ‘큰물’, ‘홍수’, ‘폭우’ 문구가 포함된 기록들이 이에 해당한다고 할 수 있다.

핵심용어 : 조선왕조실록, 강우사상, 유효우량

1. 서론

장기간에 걸쳐 관측된 양질의 수문자료는 다양한 수문해석, 수공설계, 아울러 기후변화 등의 평가에 있어 매우 중요하다(Brázdil and Kundzewicz, 2006; Benito, 2003; Bielec, 2001; Brunetti et al., 2004; Serrano et al., 1999; Yoo, 2006; Xu et al. 2003). 그러나 소위 근대관측의 역사는 대략 200여년 남짓이고 우리나라의 경우에는 100년 정도가 최대의 기록이다. 그러나 대부분의 수문관측은 수십년 정도의 역사에 불과한 것이 현실이다. 따라서 수백년 또는 가능최대강수량/가능최대홍수량(PMP/PMF) 정도의 재현기간을 고려해야 하는 경우 관측기록에 근거한 추정치는 매우 큰 불확실성을 가질 수밖에 없다.

이런 기록의 한계를 극복할 수 있는 방안으로 연구되고 있는 것이 역사기록의 고려이다(Brázdil and Kundzewicz, 2006). 역사기록이라 함은 홍수흔적이나 나이테와 같은 자연적인 것에서부터(Benito et al., 2003; Brázdil et al., 2006; Kaniecki, 1993; Fritts, 1976; Stockton and Jacoby, 1976; Stockton and Boggess, 1979; Cook and Kairiukstis, 1990; Michaelson et al., 1990; Stockton et al., 1991; Loaiciga et al., 1993), 고대의 관측기기에 의해 기록된 자료(전종갑과 문병권, 1997; Barriendos and Rodrigo, 2006) 및 문헌상에 나타난 설명자료(Barriendos and Rodrigo, 2006; 김현준, 1999; 2000a; 2000b; de Kraker, 2006; Thomdycraft et al., 2006) 등을 모두 포함한다. 특히, 문헌자료의 경우에는 단순히 호우사상 자체 및 관련된 피해상황을 묘사한 것에서부터(김현준, 1999; 2000a; 2000b; Benito, 2003; Barriendos and Rodrigo, 2006), 주요 시설물의 파괴 및 복원기록, 홍수나 가뭄에 따른 제례의식의 거행을 설명한 기록, 농작물의 피해상황 및 추수실적을 기록한 경우(김현준, 1999; 2000a; 2000b) 등 매우 다양하다. 우리나라는 고대의 관측기기간 측우기 기록도 130여년 정도 보유하고 있으며, 아울러 조선시대의 다양한 문헌에서 홍수 및 가뭄 등의 기록을 다수 발견할 수 있어 좋은 문헌기록도 가지고 있다. 이러한 기록은 적절히 검증하여 사용할 수 있다면 근대관측기록의 한계를 극복할 수 있는 좋은 계기가 될 수 있을 것이다.

역사기록의 이용은 주로 근대기록 해석결과의 신뢰성 증진에 초점이 맞추어져 있다(Brázdil and Kundzewicz, 2006). 일반적으로 역사기록은 시간축상에서 규칙적으로 관측된 것이 아니므로 근대기록의 해석과 같은 방법론의 적용은 어렵다(Brázdil et al., 2006). 아울러, 침투치에 대한 정보라기보다는 호우사상 자체에 대한 정보인 경우가 일반적이므로 일정지속기간에 대해 정리된 자료를 분석하는 형태의 방법론 적용도 어렵다. 따라서 현재 일반적으로 통용되고 있는 방법론과는 다른 개념의 분석방법이 요구된다(Reis and Stedinger, 2005; Stedinger and Cohn, 1986; Jin and Stedinger, 1989; Pilon and Adamowski, 1993; Stevens, 1994; Frances et al., 1994). 아울러 역사자료의 이용에 앞서 필수적으로 거쳐야 하는 과정이 역사자료를 근대관측자료의 형태로 변환하는 과정 및 이의 검증 및 보정과정이다. 이 과정의 신뢰도가 확보되어야만 복원된 자료의 적극적인 이용이 가능해 진다.

이와 관련된 연구는 최근 국제적으로 매우 활발하다. 물론 대부분의 연구가 역사자료의 복원 및 이를 이용하여 해석의 정도를 높이는 것이 치중되어 있다. 예를 들어 Brito-Castillo et al. (2003)은 겨울철 하천유량 시계열자료를 나이테자료를 이용해 복원하여 근대기록과 유사함을 보였고, Burger et al.(2006)은 독일 Neckar river의 극한 홍수를 복원하였다. 아울러 Vallet-Coulomb et al.(2006)은 Madagascar의 Ihotry 호수의 수위 및 염분 자료를 복원하였고 Briffa et al.(1986, 1987), Luterbacher et al.(2002) 등은 해수면 대기압 자료를 복원한 바 있다. 방법론과 관련하여 살펴보면 수문학 분야에서는 나이테를 이용한 연구가 대표적이며(Fritts, 1976), 이후 Stockton and Jacoby(1976), Stockton and Boggess(1979), Cook and Kairiukstis (1990), Michaelson et al.(1990), Stockton et al.(1991), Loaiciga et al.(1993) 등의 연구가 뒤를 잇고 있다. 아울러 대기과학분야에서 적용했던 방법론의 경우, 통계학적 방법을 이용하는 경우(Briffa et al., 1986; 1987; Cook et al., 1994), 주관적 판단에 의한 경우법(Wanner et al., 1995; Jacobeit et al., 1999) 등 다양하다. 그러나 국내의 연구는 매우 제한적이어서 측우기의 복원과 관련하여 전종갑과 문병권 (1997) 등의 연구, 이 자료를

이용한 연구로서 김승과 신현민(1993), Lim and Jung (1992), 정현숙과 임규호(1994), 정현숙(1999), 정현숙 등(1999), 유철상 등(2000), 유철상(2000) 등의 연구를 살펴볼 수 있다. 최근에는 조선왕조실록자료의 복원과 관련하여 김현준(1999; 2000a; 2000b)의 연구 등을 살펴볼 수 있는 정도이다. 이와 같은 국내외의 연구활동을 비교하면 우리나라는 매우 중요한 역사기록을 가지고 있음에도 불구하고 관련연구는 이제 시작단계인 것으로 평가할 수 있다.

본 연구는 궁극적으로 조선왕조실록의 문헌기록을 근대 관측기록으로 변환하여 정량화하는 것을 목표로 한다. 그러나 그에 앞서 어떻게 변환해야 하는지에 대한 방법론이 먼저 개발되어야 한다. 이러한 방법론의 개발은 근대기록과 문헌기록이 공존하는 경우에 특히 유리한 측면이 있다. 본 연구에서 다루고자 하는 것도 이 경우로서 1776년 이후의 측우기 기록과 이 기간 동안의 문헌기록을 비교 평가하여 문헌기록의 기준, 호우 특성 및 향후 근대기록 형태로 변환하는 경우에 필요한 사항 등을 파악해 보고자 한다.

2. 측우기 강우 자료와 문헌에 나타난 강우 기록

2.1 측우기 강우 자료

본 연구에서는 조선시대 측우기 자료 중 현재 가용한 1776년 이후의 일 강수량 자료를 이용하였다. 측우기 강우자료는 강설 및 총 강우깊이 2 mm 이하의 강우사상을 제외한 모든 강우사상의 기록이다. 측우기 자료와 관련한 연구는 김승과 신현민(1993), Lim and Jung(1992), 정현숙과 임규호(1994), 정현숙(1999), 정현숙 등(1999), 유철상(2000), 유철상과 김보운(2000), 유철상 등(2002), 유철상과 류소라(2003), Jung et

al.(2001), Yoo(2006) 등에서 찾아볼 수 있다. 이들의 연구는 과거 조선시대의 강우특성을 파악함은 물론 근대 자료를 포함한 장기간의 강수 변동 특성을 파악하기 위한 것으로 요약된다. 그러나 최근까지도 측우기자료에 대한 신뢰성에는 많은 의문이 제기되고 있는 상태였고, 특히 1900년을 전후로한 장기간의 건조기에 대해서는 그 사실에 대한 큰 논란이 있었던 것이 사실이다. 그러나 정현숙(1999) 및 정현숙 등(1999)의 연구에서는 측우기를 이용한 조선시대 강우관측 자료와 근대관측 자료를 정량적으로 비교, 분석하여 조선시대 측우기에 의한 강우관측이 상당한 신뢰도를 가지고 있음을 보여 주고 있으며, 아울러 1900년을 전후로 약 25년간 지속된 건조기가 동아시아 전반에 걸쳐 실제 있었던 현상임을 보여주고 있다.

이러한 일련의 연구결과를 통해서 100년이 채 안되는 근대 강우기록이 조선시대를 포함한 200년이 넘는 기록으로 확장되었으며 특히 서울지점의 경우는 대략 1776년 이후부터 근대관측이 시작되기 전인 1907년까지의 100년이 넘는 기록을 보유하고 있는데 이 정도 길이의 자료는 1908년 이후의 근대 관측자료와 더불어 강우의 장기 변동특성을 파악하는데 아주 중요하게 사용될 수 있으리라 판단된다(Fig. 1).

정현숙(1999)이 이미 밝힌 바와 같이 근대 강우관측 기록과 조선시대의 측우기 기록은 그 평균이 크게 다르다. 그러나 전체시계열에서 비정상적으로 나타나는 건조기를 제외하면 이 차이는 크게 줄어드는데 이 경우에 있어서의 차이는 주로 측우기를 이용한 조선시대의 강수관측특성을 반영하는 결과로서 겨울철의 강설로 인한 강수량의 증가분(평균 40 mm/년 정도)과 약 2 mm이하의 강수량이 관측에서 제외되는 결과(연평균 35-40 mm 정도)로 볼 수 있다. 근대 관측자료에 근거하여 이러한 양을 파악해 보면 이는 약 75-80 mm정도가 되고

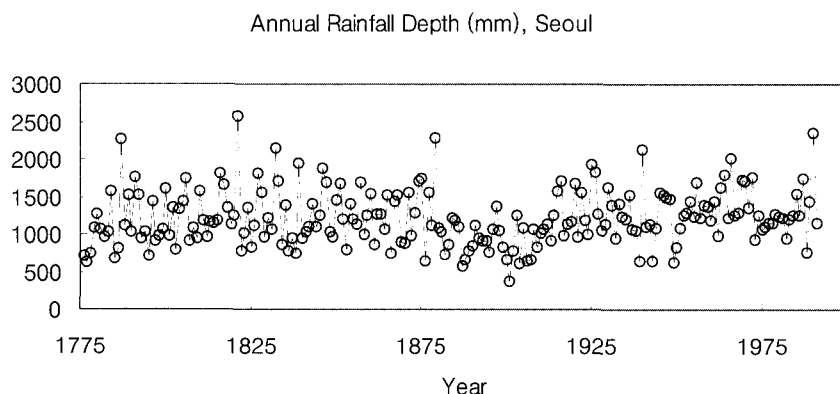


Fig. 1. Variation of Annual Rainfall in Seoul

Table 1. Basic Statistics of Annual Rainfall for All the Period, before and after the Long Dry Period, and the Dry Period Around 1900

	Mean	Std. Dev.	Lag-1 Correlation	Lag-2 Correlation
All (1777-1991)	1219.3	370.5	0.073	0.038
Before Dry Period (1777-1879)	1246.6	386.8	-0.099	-0.109
After Dry Period (1911-1991)	1304.9	330.4	-0.029	-0.058
Dry Period (1890-1910)	899.9	234.6	0.172	-0.182

이는 대략 측우기 관측기록과 근대 관측기록사이의 차이로 나타난다. 또한 두 경우에 있어서 표준편차를 비교해 보면 오히려 건조기 전반부의 경우가 더 크게 나타나고 있는데 이는 조선시대에 오히려 연강수량의 변동이 근대의 경우보다 더 컸음을 나타내는 결과이기도 하다. Table 1은 1900년 전후로 20여년(1890-1910)간 기록되었던 장기 건조기를 전후로 측우기 기록과 근대 관측기록의 통계특성을 간단히 비교한 것이다.

2.2 역사 문헌에 나타난 강우기록

조선왕조실록에 나타난 주요 호우 및 홍수기록은 시대적으로 보면 명종에서 현종까지 132년간의 기록이 조선시대 전체 기간의 절반을 넘는다. 따라서 이 시기는 다른 기간에 비해 특별히 홍수가 자주 발생한 기간이라 할 수 있다. 또한 이 시기의 홍수피해는 전국규모로 발생하기도 했는데 1990년대에 경기북부지역에서 연이어 발생한 홍수처럼 수년에 걸쳐 연속적으로 발생하기도

하였다(김현준, 1999). Fig. 2는 조선왕조실록에 수록된 각 왕조별 재위기간 동안 기록된 호우 및 홍수기록을 고려하여 이를 연평균 발생회수로 도시한 것이다. 조선왕조실록에 기록된 총 사상의 수는 511건이며 명종에서 현종까지의 기록은 261건이다.

김현준(1999)에 의하면 조선왕조실록의 강우 및 홍수 기록은 크게 세 가지 키워드 정도로 파악할 수 있다. 이는 '큰비(大雨)', '큰물(大水)', '홍수(洪水)'이며, 본 연구에서는 추가로 '폭우(暴雨)'의 키워드가 포함된 사상 한 개를 더 추출하였다. 그러나 이러한 용어의 사용기준 등은 아직 모호한 상태이다. 강우와 관련하여 '큰비'나 '폭우'의 경우에는 특히 강우강도에서 큰 차이를 보일 것으로 판단된다. 그러나 '큰물' 또는 '홍수'는 사전적으로도 혼용되어 쓰이는 표현으로 정성적 또한 정량적으로도 구분하기 어려울 것으로 보인다. 만일 이러한 용어들의 사용기준 등이 밝혀지거나 또는 정립될 수 있다면, 특히 측우기 기록이 존재하지 않는 1776년 이전의,

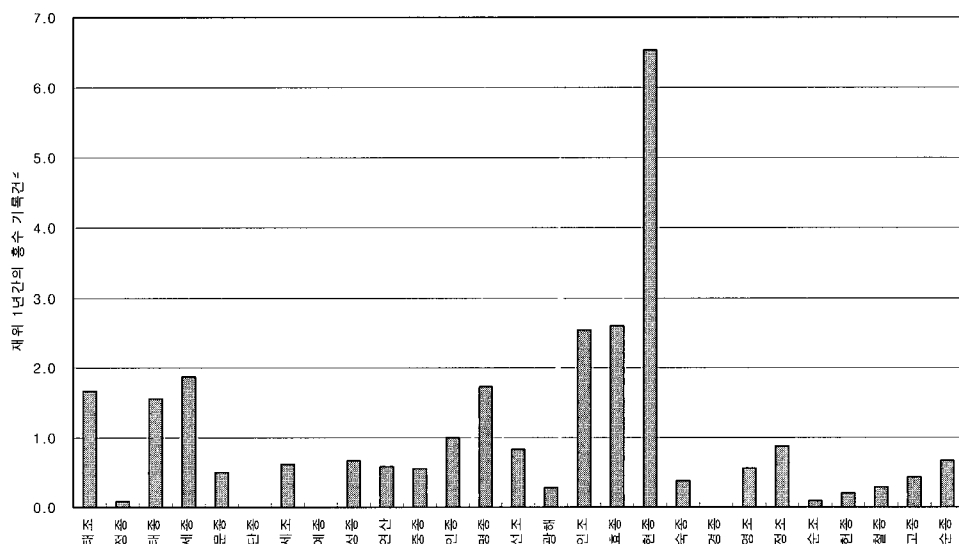


Fig. 2. Annual Mean Number of Rainfall Events Recorded in the Annals of Chosun Dynasty (김현준, 1999)

조선왕조실록에 기록된 호우사상을 복원하는데 큰 도움이 될 수 있을 것이다. 본 연구에서 검토하는 강우사상은 모두 1776년 이후의 것들로서 측우기 자료가 공존하는 시대(정조 이후)의 기록에 해당한다.

‘큰비’, ‘큰물’, ‘홍수’, ‘폭우’의 네 가지 키워드로 조선왕조실록을 검색할 경우 정조 이후에 서울지점에 발생한 사상은 큰비 9개, 큰물 3개, 홍수 2개, 폭우 1개로 나타난다. ‘큰비’의 경우 정확한 발생 지점에 대한 내용이 없는 경우가 많았으며 그 경우는 도성을 중심으로 한 기록으로 판단하여 서울지점으로 가정하였다. ‘큰물’, ‘홍수’, ‘폭우’의 경우는 정확한 지역 및 피해상황까지 기록이 되어 있으나 지역에 관한 내용이 포함되지 않은 경우는 서울지점으로 판단하였다.

3. 측우기 강우자료를 이용한 주요 기록 호우사상의 분석

1776년 이후에 관측된 측우기의 강우량자료와 조선왕조실록의 일치성은 김현준(1999)의 연구에서 살펴볼 수 있다. 따라서 1776년 이전 200여년의 실록에 나타난 호우기록도 어느 정도의 정확도를 가지고 강우기록으로의 전환이 가능성이 있다. 궁극적으로 이렇게 확보된 자료는 총 500년 정도의 길이를 가지게 되고 이를 적절한 방법으로 분석, 평가하여 강우의 특성 자체 및 장기변동 특성을 정량화하는데 이용될 수 있다. 강우의 특성 자체는 확률강우량 또는 PMP(Probable Maximum Precipitation)의 추정 및 신뢰도에 이용될 수 있고 장기변동특성은 기후변화의 영향, 엘니뇨 혹은 라니냐의 영향, 기타 도시화의 영향정도를 정량적으로 파악하는데 기여할 수 있다.

그러나 1776년 이후 ‘큰비’, ‘큰물’, ‘홍수’, ‘폭우’ 등의 기록은 ‘큰비’ 9개, ‘큰물’ 3개, ‘홍수’ 2개, ‘폭우’ 1개에 불과하다. 조선 초에 비해 상대적으로 빈약한 수를 보이고 있는데, 그 이유가 큰 호우사상이 없어서인지 아니면 다른 이유인지는 정확히 확인할 수 없다. 단지 상대적으로 측우기 자료와의 비교에 고려될 수 있는 호우사상의 수가 작아 그 이전 자료의 정량화 및 분석에 불확실성이 크게 개입될 여지가 있는 것은 사실이다.

3.1 기록에 언급된 호우사상의 특성

3.1.1 ‘큰비’로 언급된 호우사상

1776년 이후 총 9개의 사상이 ‘큰비’라는 용어로 언급되어 있다. 이들 중 상대적으로 자세한 언급은 정조 12년 음력 8월(양력 1781년 9월 22일)의 호우사상이다. 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

큰비가 내렸다. 하교하기를, “때 아닌 비가 밤새도록 그치지 않고 내리니, 곡식이 반드시 손상을 받았을 것이다. 각 고을의 우량(雨量)의 다과(多寡)를 곳에 따라 즉시 장계(狀啓)하게 하고, 비가 내린 뒤의 농형(農形)은 읍재(邑宰)가 또한 모름지기 일일이 몸소 살펴보고 나서 치보(馳報)하게 하라는 뜻으로써 경기 감사에게 하유(下諭)하라. 근래 제도(諸道)의 농형(農形)과 우택(雨澤)에 대한 장계가 모두 드문 것을 면치 못하고 있으니, 정원에서 제도(諸道)에 신칙시키라. 그리고 목하(目下)의 가사(稼事)에 대해 방백(方伯)이 순로(巡路)중에 있더라도 본 데에 따라 치문(馳聞)하게 하라.” 하였다.

또 다른 기록의 예는 순조 5년 음력 3월(양력 1803년 9월 6일)의 호우사상으로 다음과 같은 내용의 기록을 살펴볼 수 있다.

큰비가 밤을 지새워 새벽까지 내렸다. 약원에서 북원(北苑)에 나아가 행례(行禮)하기를 청하니, 그대로 따랐다. 이어서 중국 사람의 자손과 충성스럽고 선량한 사람의 자손을 소견하였다.

위와 같이 언급된 사상을 측우기 기록과 비교한 결과는 Fig. 3과 같다. 정조시대의 호우사상(Fig. 3(a))의 경우 최대강우강도는 72.0 mm/day, 총강우량은 106.02 mm이며, 지속기간은 2일인 것으로 확인되었다. 아울러 순조시대에 언급된 강우사상(Fig. 3(i))의 경우는 최대강우강도가 43.0 mm/day이고, 총강우량이 78.02 mm이나, 지속기간은 4일로 길게 나타났다. 이와 같은 방법으로 ‘큰비’의 내용을 담고 있는 사상들을 정리하면 Table 2와 같다.

Table 2. Basic Characteristics of 'heavy rain' Recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776

event	maximum (mm/day)	total (mm)	duration
a	72.00	106.02	2
b	187.98	227.95	2
c	72.00	134.00	2
d	107.50	232.00	3
e	62.08	80.06	3
f	28.00	59.99	5
g	67.50	158.00	3
h	47.96	85.95	3
i	43.00	78.02	4
mean	76.45	129.11	3
stdev	47.44	64.62	1

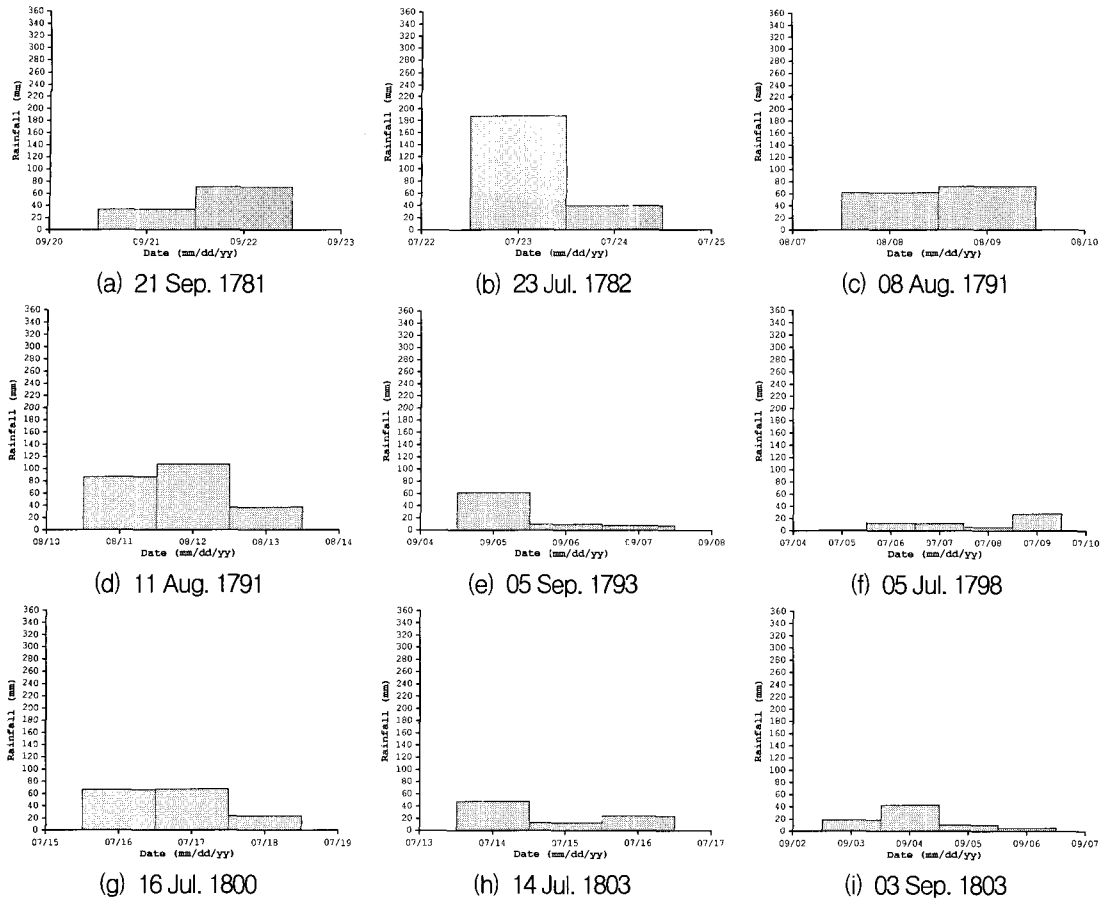


Fig. 3. Rainfall Hyetograph of 'heavy rain' Recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776

3.1.2 '큰물', '홍수' 및 '폭우'로 언급된 호우사상

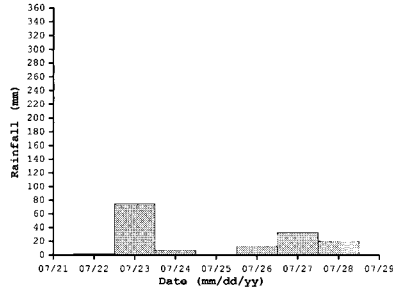
1776년 이후 총 3개의 사상이 '큰물'라는 용어로 언급되어 있다. 그러나 이중 2개 사상은 1일 간격으로 발생하여 독립된 호우사상으로 판단하기에는 애매한 부분이 있다. 이들 중 상대적으로 자세한 설명은 정조 27년 음력 6월(양력 1789년 7월 29일)의 호우사상에서 살펴볼 수 있다.

한성부가 민가(民家)가 무너진 것으로 아뢰니, 전교하기를 “왕정(王政)은 가까운 데서부터 먼 데로 미쳐가는 것이다. 금년의 큰물은 근년 중에 가장 많은 것이었으니, 모든 도에 만약 물에 떠내려간 민호(民戶)가 있거든 각각 지방관으로 하여금 방방곡곡을 자세히 살펴서 원래 홀전(恤典)에 든 자들부터 회감(會減)한 뒤에 장계로 보고하게 하고, 이 밖에 홀전에는 들지 않았지만 가난해서 몸을 가릴 곳이 없는 무리들은 감사로 하여금 뽑아내어 상례(常例)에 얹매이지 말고 돌보고 구휼하여 기필코 고향에 정착하게 하라.” 하였다.

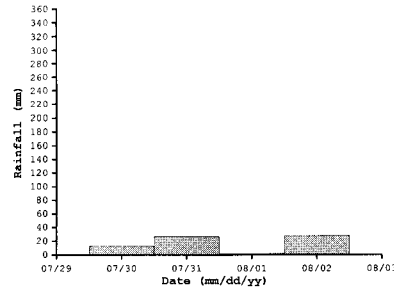
이 호우사상의 경우에는 1일을 간격으로 두 개의 호우사상이 발생한 것이므로 특히 피해가 컸을 것으로 추정된다. 두 호우사상 사이의 간격이 하루이어서 각각을 독립호우사상으로 판단할 수 있기는 하나(김남원, 1998), 강우가 아닌 유출의 차원에서 보면 2002년 태풍 루사(김남원과 원유승, 2004)의 경우처럼 동일 호우사상으로 판단할 수도 있을 것이다. Fig. 4에 나타난 것과 같이 각 호우사상은 최대강우강도 74.97 mm/day, 33 mm/day, 총강우량 83.97 mm, 66.04 mm, 지속시간 3일, 3일을 각각 기록하고 있다.

1776년 이후 총 2개의 사상이 '홍수'라는 용어로 언급되어 있다. 그러나 이 두 사상의 경우도 앞의 Fig. 4의 예에서와 같이 1일을 간격으로 두 개의 호우사상이 연이어 발생한 경우에 해당한다. 철종 8년 음력 7월(양력 1857년 9월 10일)에 발생한 이 호우사상은 다음과 같이 설명되어 있다.

하교하기를, “하찮은 이 한 몸이 만백성 위에 의탁하여 있으므로 한번 비가 오고 한번 날이 개는 데에 따라 항상 마음이 놓이지 않았었다. 지금 이 3



a. 1789/07/22



b. 1989/07/31

Fig. 4. Rainfall Hyetograph of 'high water' Recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776

일 동안 계속되는 비가 강물을 기울여 들어붓는 형세와 같으니, 사야(四野)의 익어가는 곡식들이 탈이 없을 수 있겠는가? 생각이 여기에 미치니, 그칠 바를 알지 못하겠다. 지난번 무너진 집들에 대해서는 이미 뜻을 보였으나, 지금 홍수(洪水)가 창일하는 것을 보니 지난번 들고 보던 바와는 비교가 안 된다. 그곳에 보낸 선전관(宣傳官)과 오부(五部)의 관원은 철저히 조사해 들여 해청(該廳)으로 하여금 너털하게 홀전(恤典)을 베풀도록 하라.” 하였다.

Fig. 5에서 살펴볼 수 있는 것처럼 이 호우사상을 구성하는 각 호우사상의 최대강우는 각각 73.44 mm/day, 89.68 mm/day, 총강우량은 각각 136.04 mm, 148.2 mm, 지속시간은 각각 3일, 3일이다

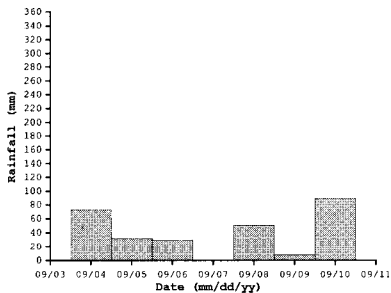


Fig. 5. Rainfall Hyetograph of 'flood' Recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776 (1857/09/04)

마지막으로 '폭우'에 대한 기록은 순조 32년 음력 6월 (양력 1832년 7월 21일)에 살펴볼 수 있다. 즉,

총용사(摠戎使) 유상량(柳相亮)이 '금월 22일 밤에 폭우가 내려 본성(本城)의 행궁(行宮) 후록(後麓)과 산골짜기에 곳곳마다 사태가 나서 행궁과 공해(公廡)·승사(僧寺)·누관(樓觀)이 무너지고 떠내려

간 이외에도 민가의 유실이 45호, 인명의 엄사(淹死)가 30명이라고 아뢰니, 하교하기를, “허다한 인명이 엄사한 것만도 극히 놀랍고 비참한 일인데, 민호(民戶)가 유실된 것은 매우 가공한 일이다. 별도로 선전관을 보내서 적간(摘奸)해 오게 하되 각 별히 신척하여 성화같이 건져내게 하며, 매장하는 차비를 각도(各道)의 별홀전(別恤典)의 예대로 총용청에서 제급(題級)하고, 퇴압(頽壓)한 민호는 각 별히 도와주어 즉시 집을 엮어 들어앉게 한 뒤에 장문(狀聞)하여 회감(會減)하며, 엄사인(淹死人)으로 신포(身布)와 환상곡(還上穀)의 미납이 있는 자는 역시 탕감하라고 한결같이 분부하라.” 하였다.

이 호우사상의 경우는 두 개의 사상으로 나눌 수 있고 첫 번째의 경우 최대강우강도 348.42 mm/day, 총강우 516.00 mm, 지속시간은 5일, 두 번째의 경우는 최대강우강도 160.42 mm/day, 총강우 643.76 mm, 지속시간 9일로 근래에도 보기 드문 정도의 큰 호우사상이다. 두 사상을 하나로 판단했을 경우 최대강우강도 348.42 mm/day, 총강우 1159.76 mm, 지속시간 15일로 굉장히 길고 큰 호우사상이었음을 알 수 있다(Fig. 6). 따라서 그 피해에 대한 내용과 조정의 조치사항에 대한 내용이 상세하게 기록되어 있음을 확인할 수 있다.

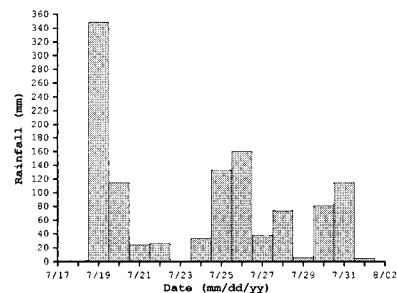


Fig. 6. Rainfall Hyetograph of 'torrential rain' Recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776 (1832/07/19)

‘큰물’, ‘홍수’ 및 ‘폭우’ 문구가 포함된 사상을 종합하여 나타낸 통계특성은 다음 Table 3과 같다. 특히 하나의 호우사상만이 기록된 것이기는 하지만 ‘폭우’로 언급된 호우사상의 경우가 가장 큰 강우사상으로 나타났고, ‘홍수’로 언급된 호우사상도 ‘큰물’에 비해서는 큰 호우사상임을 확인할 수 있다. 그러나 ‘큰물’로 언급된 호우사상의 경우는 앞의 ‘큰비’로 언급된 호우사상과 확연한 차이를 파악할 수는 없었다.

추가로 ‘큰비’와 ‘큰물’, ‘홍수’ 및 ‘폭우’의 차이는 그 지속기간에서 살펴볼 수 있다. ‘큰비’의 경우는 2일 지속되는 호우사상이 상당수 포함되나 ‘큰물’, ‘홍수’ 및 ‘폭우’의 경우는 최소 4일 이상(호우사상을 분리하여 고려하면 3일 이상)의 지속기간을 갖고 있다. 이는 물론 1일 간격으로 연속되어 나타나는 호우사상을 하나의 호우사상으로 가정하는 경우에 해당하는 결론이다. 기본적으로 독립호우사상을 어떻게 판단할 것이냐의 문제가

먼저 해결되어야 하기는 하지만 강우가 아닌 유출의 측면에서 보면 홍수량에 직접 영향을 주는 호우사상이니 만큼 연결지어 판단할 수도 있을 것이다.

3.2 기록 호우사상에 대한 유효우량 평가

각 호우사상에 대해 간단한 SCS 방법을 적용하여 유효우량을 판단해 보았다. 선행 5일 강수량도 측우기 기록을 사용하였다. 조선시대 서울지점의 경우 많은 지역이 농가일 것으로 판단하고 토양조건을 퇴적토 및 적황색토로 가정하여 Type II를 적용하였다. 즉, 농가지역 Type II의 경우 AMC-II 조건의 Curve Number는 74가 된다(윤용남, 2006). 아울러 AMC-I 및 AMC-III 조건의 CN 값은 각각 54.45, 86.75이다.

‘큰비’, ‘큰물’, ‘홍수’ 및 ‘폭우’로 언급된 호우사상의 유효우량을 SCS 방법으로 계산한 결과는 Table 4와 같다. 이때 ‘큰물’, ‘홍수’, ‘폭우’로 언급된 호우사상 중 1일

Table 3. Basic Characteristics of ‘high water’, ‘flood’, and ‘torrential rain’ recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776

event	maximum (mm/day)	total (mm)	duration
high water 1 (1)	74.97	83.97	3
high water 1 (2)	33.00	66.04	3
high water 2	28.02	70.02	4
flood 1 (1)	73.44	136.04	3
flood 1 (2)	89.68	148.20	3
torrential rain (1)	348.42	516.50	5
torrential rain (2)	160.42	643.76	9
mean	115.42	237.79	4.28
stdv	111.66	238.80	2.21

Table 4. Estimation of Effective Rainfall for the Rainfall Events Recorded in the Annals of Chosun Dynasty since 1776

event	maximum (mm/day)	total (mm)	duration (day)	AMC	effective rainfall (mm)
heavy rain 1	72.00	106.02	2	I	14.62
heavy rain 2	187.98	227.95	2	I	147.46
heavy rain 3	72.00	134.00	2	I	27.54
heavy rain 4	107.50	232.00	3	III	191.17
heavy rain 5	62.08	80.06	3	I	5.64
heavy rain 6	28.00	59.99	5	I	1.33
heavy rain 7	67.50	158.00	3	I	40.68
heavy rain 8	47.96	85.95	3	I	29.48
heavy rain 9	43.00	78.02	4	I	5.09
high water 1 (1)	74.97	83.97	3	I	6.77
high water 1 (2)	33.00	66.04	3	III	34.99
high water 2	28.02	70.02	4	III	38.36
flood 1 (1)	73.44	136.04	3	I	25.59
flood 1 (2)	89.68	148.20	3	III	110.04
torrential rain (1)	348.42	516.50	5	III	472.20
torrential rain (2)	160.42	643.76	9	III	599.44
mean	93.50	176.66	3.56	-	109.40
st. dev.	81.16	167.75	1.71	-	176.67

을 간격으로 두 호우사상이 연결되어 있는 경우는 각각을 독립적으로 아울러 연속적으로 해석하여 비교가 될 수 있도록 하였다.

Table 4에 의하면 '큰비'로 기록된 사상의 경우 대부분이 AMC-I 조건이었으며 이에 따라 유출에 기여하는 유효우량이 상당히 적게 산출되었고 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우는 AMC-III 조건인 경우가 많아서 유효우량이 상당히 크게 나타났음을 알 수 있다. 따라서 '큰물', '홍수', '폭우'로 기록된 사상은 강우뿐만 아니라 유출량이 상당히 크고 피해가 컸던 기록으로 판단되며 이에 비해 '큰비'로 기록된 사상은 대체로 유출에 기여하는 정도가 상대적으로 작아서 피해상황이 자세하게 기록되지 않았던 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 조선왕조실록의 문헌 기록 호우사상의 특성을 파악하고 정성적으로 평가하였다. 먼저, 조선왕조실록의 문헌기록에 대한 사상은 '큰비', '큰물', '홍수', '폭우'의 네 가지 키워드를 이용하여 추출하였다. '큰비'가 포함된 사상의 경우, 피해상황이나 규모 등이 자세하게 기록되지 않은 경우가 많았지만 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우, 그 피해 정도나 규모가 상세하게 기록되어 있었다. 따라서 '큰비'의 경우는 비의 절대량만으로 판단하여 기록된 것이고 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우는 비의 절대량보다는 유출에 의해 피해가 비교적 컸던 경우 기록된 것으로 판단된다.

아울러 이러한 특성을 보다 자세히 살펴보기 위해 간단한 유효우량 산정방법인 SCS 방법으로 각 사상의 유효우량을 살펴보았다. '큰비'의 경우는 선행 5일 강수량의 크기가 작아 AMC-I 조건인 경우가 많았고 이에 비해 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우는 선행 5일 강수량이 상당히 커 AMC-III 조건이 대부분 이었다. 이에 따라 강수량 대비 유효우량은 '큰물', '홍수', '폭우'의 경우가 '큰비'에 비해 훨씬 크게 나타났다. 따라서 피해기록이 자세하게 기록되어 있는 경우는 유출로 인한 피해가 큰 경우라 할 수 있으며 '큰물', '홍수', '폭우' 문구가 포함된 기록들이 이에 해당한다고 할 수 있다.

본 연구는 궁극적으로 조선왕조실록의 문헌기록을 근대 관측기록으로 변환하여 정량화하는 것을 목표로 한다. 따라서 본 연구에서 수행한 문헌기록의 특성파악 결과는 구형필스모형과 같은 적절한 모형을 이용하여 정량적으로 평가할 계획이다.

감사의글

본 연구는 건설교통부 한국건설교통기술평가원의 이

상기후대비시설기준강화 연구단에 의해 수행되는 2005 건설기술기반구축사업(05-기반구축-D03-01)에 의해 지원되었습니다.

참 고 문 헌

- 김남원 (1998). **강우의 시·공간분포특성: 점 강우모형 매개변수 추정**, 연구보고서, 한국건설기술연구원.
- 김남원, 원유승 (2004). "최근의 기상변동과 PMP의 변화." **2004년 학술발표회 논문집**, 한국수자원학회, pp. 1203-1207.
- 김승, 신현민 (1993). "서울지점 강수의 장기간 변동성향에 대한 통계학적 검증." **제34회 수공학연구발표회 논문집**, 한국수문학회, pp. 264-272.
- 김현준 (1999). **조선시대 홍수기록조사**, 한국건설기술연구원.
- 김현준 (2000a). "조선왕조실록에 수록된 홍수기록 조사." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제33권, 제S1호, pp. 365-370.
- 김현준 (2000b). "조선왕조실록의 가뭄 기록." **2000년 학술발표회 논문집**, 한국수자원학회, pp. 1-29.
- 유철상 (2000). "서울지점 연강수량 자료에 나타난 장기 건조기의 재현 가능성에 관한 고찰." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제33권, 제5호, pp. 519-526.
- 유철상, 김보윤 (2000). "서울지점 연강수량 자료에 나타난 다우해 및 과우해의 재현 특성에 관한 연구." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제33권, 제3호, pp. 307-314.
- 유철상, 김보윤, 노재경 (2000). "서울지점 연강수량 자료에 나타난 다우해 및 과우해의 재현 특성에 관한 연구." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제33권, 제3호, pp. 307-314.
- 유철상, 류소라, 김정환 (2002). "서울지점 월강수량자료에 나타난 가뭄의 장기 재현특성." **대한토목학회 논문집**, 대한토목학회, 제22권, 제3-B호, pp. 281-289.
- 유철상, 류소라 (2003). "서울지점 가뭄의 재현 및 지속 특성 분석." **한국수자원학회논문집**, 한국수자원학회, 제36권, 제4호, pp. 561-573.
- 윤용남 (2006). **공업수문학**, 청문각.
- 전종갑, 문병권 (1997). "측우기 강수량 자료의 복원과 분석." **한국기상학회지**, 한국기상학회, 제33권, 제4호, pp. 691-707.
- 정현숙 (1999). 서울지역 강수량의 시계열에 나타난 시

- 간 변동성의 해석, 박사학위논문, 서울대학교.
- 정현숙, 임규호 (1994). "서울지역 월강수량과 강수일의 관계." *한국기상학회지*, 한국기상학회, 제28권, 제2호, pp. 125-132.
- 정현숙, 임규호, 오재호(1999). "측우기 관측강우량 자료에 근거한 한반도 건조기에 관한 연구." *1999년도 학술발표회 논문집*, 한국수자원학회, pp. 147-152.
- Barriendos, M. and Rodrigo, F.S. (2006). "Study of historical flood events of Spanish rivers using documentary data." *Hydrological Sciences Journal*, IAHS, Vol. 51, No. 55, pp. 765-783.
- Benito, G. (2003). "Paleoflood hydrology in Europe." *Palaeofloods, Historical Data and Climatic Variability: Applications in Flood Risk Assessment. International workshop*, Madrid, Spain.
- Benito, G., Diéz-Herero, A., and Fernández de Villalta, M. (2003). "Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (central Spain) over the last millennium." *Climatic Change*, Vol. 58, No. 1, pp. 171-192.
- Bielec, Z. (2001). "Long-term variability of thunderstorms and thunderstorm precipitation occurrence in Cracow, Poland, in the period 1896-1995." *Atmospheric Research*, Vol. 56, pp. 161-170.
- Brázdil, R. and Kundzewicz, Z. (2006). "Historical hydrology-Editorial." *Hydrological Sciences Journal*, IAHS, Vol. 51, No. 5, pp. 733-738.
- Brázdil, R., Kotyza, O., and Dobrovolný, P. (2006). "July 1432 and August 2002 - two millennial floods in Bohemia?" *Hydrological Sciences Journal*, IAHS, Vol. 51, No. 5, pp. 848-863.
- Briffa, K.R., Jones, P.D., Wigley, T.M.L., Pilcher, J.R., and Baillie, M.G.L. (1986). "Climate reconstruction from tree rings: Part 2, Spatial reconstruction of summer mean sea-level pressure patterns over Great Britain." *Journal of Climatology*, Vol. 6, pp. 1 - 15.
- Briffa, K.R., Wigley, T.M.L., Jones, P.D., Pilcher, J.R., and Hughes, M.K. (1987). "Patterns of tree-growth and related pressure variability in Europe." *Dendrochronologia*, Vol. 5, pp. 35-59.
- Brito-Castillo, L., Diaz-Castro, S., Salinas-Zavala, C.A., and Douglas, A.V. (2003). "Reconstruction of long-term winter streamflow in the gulf of California continental watershed." *Journal of Hydrology*, Vol. 278, pp. 39-50.
- Brunetti, M., Buffoni, L., Mangianti, F., Maugeri, M., and Nanni, T. (2004). "Temperature, precipitation, and extreme events during the last century in Italy." *Global and Planetary Change*, Vol. 40, pp. 141-149.
- Burger, K., Dostal, P., Seidel, J., Imbery, F., Barriendos, M., Mayer, H. and Glaser, R. (2006). "Hydrometeorological reconstruction of the 1824 flood event in the Neckar river basin (southwest Germany)." *Hydrological Sciences Journal*, IAHS, Vol. 51, No. 5, pp. 864-877.
- Cook, E.R. and Kairiukstis, L.A. (1990). *Methods of Dendrochronology*. Kluwer Academic, Boston, MA.
- Cook, E.R., Briffa, K.R., and Jones, P.D. (1994). "Spatial regression methods in dendroclimatology - a review and comparison of two techniques." *International Journal of Climatology*, Vol. 14, pp. 379-402.
- de Kraker, A. M. J. (2006). "Flood events in the southwestern Netherlands and coastal Belgium, 1400-1953." *Hydrological Sciences Journal*, IAHS, Vol. 51, No. 5, pp. 913-929.
- Frances, F., Salas, J.D., Boes, D.C. (1994). "Flood frequency analysis with systematic and historical of paleoflood data based on the two-parameter general extreme value models." *Water Resources Research*, AGU, Vol. 29, No. 6, pp. 1653-1664.
- Fritts, H.C. (1976). *Tree Rings and Climate*. Academic, San Diego, CA.
- Jacobbeit, J., Wanner, H., Koslowski, G., and Gudd, M. (1999). "European surface pressure patterns for months with outstanding climatic anomalies during the sixteenth century." *Climatic Change*. Vol. 43, pp. 201-221.
- Jin, M. and Stedinger, J.R. (1989). "Flood frequency analysis with regional and historical information." *Water Resources Research*, AGU, Vol. 25, No. 5, pp. 925-936.
- Jung, H.S., Lim, G.H., and Oh, J.H. (2001). "Interpretation of the transient variations in the time series of precipitation amounts in Seoul, Korea: Part 1. diurnal variation." *Journal of*

- Climate*, Vol. 14, No. 13, pp. 2989-3004.
- Kaniecki, A. (1993). *Poznań Dzieje miasta wodą pisane*. Aquarius, Poznań, Poland.
- Lim, G.-H. and Jung, H.-S. (1992). "Interannual variation of the annual precipitations at Seoul 1771-1990." *Journal Korean Meteorological Society*, KMS, Vol. 28, pp. 487-505.
- Loaiciga, H.A., Haston, L. and Michaelson, J. (1993). "Dendrohydrology and long-term hydrologic phenomena." *Review of Geophysics*, Vol. 31, No. 2, pp. 151-171.
- Luterbacher, J., Xoplaki, E., Dietrich, D., Rickli, R., Jacobeit, J., Beck, C., Gyalistras, D., Schmutz, C., and Wanner, H. (2002). "Reconstruction of sea level pressure fields over the Eastern North Atlantic and Europe back to 1500." *Climate Dynamics*, Vol. 18, pp. 545-561.
- Michaelson, J., Loaiciga, H.A., Jaston, L., and Garver, S. (1990). *Estimating drought probabilities in California using tree rings*. Completion Report to California Department of Water Resources, Department of Geography, University of California, Santa Barbara.
- Pilon, P.J. and Adamowski, K. (1993). "Asymptotic variance of flood quantile in log Pearson type III distribution with historical information." *Journal of Hydrology*, Vol. 143, pp. 481-503.
- Reis, D.S. and Stedinger, J.R. (2005). "Bayesian MCMC flood frequency analysis with historical information." *Journal of Hydrology*, Vol. 313, pp. 97-116.
- Serrano, A., Mateos, V.L., and Garcia, J.A. (1999). "Trend analysis of monthly precipitation over the Iberian peninsula for the period 1921-1995." *Physics and Chemistry of the Earth*, Vol. 24, Issues. 1-2, pp. 85-90.
- Stedinger, J.R. and Cohn, T.A. (1986). "Flood frequency analysis with historical and paleoflood information." *Water Resources Research*, AGU, Vol. 22, No. 5, pp. 785-793.
- Stevens, E.W. (1994). "Multilevel model for gage and paleoflood data." *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, Vol. 120, No. 4, pp. 444-457.
- Stockton, C.W. and Boggess, W.R. (1979). "Augmentation of hydrologic records using tree rings." *The Engineering Foundation Conf., Improved Hydrologic Forecasting - Why and How*, Pacific Grove, CA, 25-30 March. ASCE, pp. 239-265.
- Stockton, C.W. and Jacoby, G.C. (1976). *Long-term surface-water supply and streamflow trends in the Upper Colorado River Basin based on tree-ring analyses*. Lake Powell Research Project Bulletin No. 18, National Science Foundation.
- Stockton, C.W., Meko, D. and Boggess, W.R. (1991). *Drought history and reconstruction from tree rings*. Severe Sustained Drought in the Southwestern United States, Phase 1 Report to the US Department of state, Man and Biosphere Program, Ch. 1.
- Thornycraft, V.R., Barriendos, M., Benito, G., Rico, M., and Casas, A. (2006). "The catastrophic floods of AD 1617 in Catalonia (northeastern Spain) and their climatic context." *Hydrological Sciences Journal*, IAHS, Vol. 51, No. 5, pp. 899-912.
- Vallet-Coulomb, C., Gasse, F., Robison, L., Ferry, L., van Campo, E., and Chalieu, F. (2006). "Hydrological modeling of tropical closed lake Ihotry (SW Madagascar): Sensitivity analysis and implications for paleohydrological reconstructions over the past 4000 years." *Journal of Hydrology*, Vol. 331, pp. 257-271.
- Wanner, H., Pfister, C., Brazdil, R., Frich, P., Frydendahl, K., Jonsson, T., Kington, J., Rosenørn, S., and Wishman, E. (1995). "Wintertime European circulation patterns during the Late Maunder Minimum cooling period (1675 - 1704)." *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 51, pp. 167-175.
- Xu, Z.X., Takeuchi, K., and Ishidaira, H. (2003). "Monotonic trend and step changes in Japanese precipitation." *Journal of Hydrology*, Vol. 279, pp. 144-150.
- Yoo, C. (2006). "Long-term analysis of wet and dry years in Seoul, Korea." *Journal of Hydrology*, Vol. 318(1-4), pp. 24-36.

(논문번호:07-19/접수:2007.03.09/심사완료:2007.07.11)