산지하천 수문분석 및 하상특성

Hydrological analyses and Bottom Substrate Characteristics of Mountain River Bed

최흥식*, 김상호, 윤문상*****

Heung Sik Choi, Sang Ho Kim, Moon Sang Youn

요 지

강원지역은 산지가 89%를 차지하고 있어 도로의 대부분이 하천을 끼고 발달되어 있어서 집중호우 시 하천 만곡 수충부에서 급격한 홍수위 상승과 하상세굴이 발생되고 산지의 수로나 계곡 등에서 토석류가 발생되기 때문에 극심한 도로피해가 빈발하고 있다. 산지하천은 지형 및 지질적인 요인으로 경사가 급한 만곡 수충부가 많이 발달되어 있기 때문에 홍수시 유속이 매우 빠르고 만곡 수충부에서 수위상승과 횡방향 수위변동이 심하다. 따라서 산지유역의 하천과 도로의 방재설계를 위해 평창 속사천 시험유역의 운영을 통하여 신뢰성 있는 고품질의 산간유역 수문자료를 지속적으로 확보하고자 한다. 강우-유출구조 규명을 위한 강우관측소와 수위관측소 등의 계측시스템을 설치와 실시간 수문관측 자료의 전송 및 정기적인 현장 방문으로 수집된 수리수문자료에 대해 DB를 구축을 실시하였다. 또한 홍수시 하천으로 유입되는 토석류의 조도계수 산정을 통해 하천유역내의 수리 구조물의 설계 및 유지관리, 하천개수 및 하도의 안정 등을 평가할 수 있을 것이다. 하천계획에 필요한 유사량을 측정하여 유역의 수문.수리특성에 대한 보다 정확한 규명과 관측된 자료를 이용한 장/단기 수문순환 및 수리모형의 개발을 위한 검정 및 검증자료의 제공할 것으로 기대된다.

핵심용어 : 산지하천, 시험유역, 토석류, 수충부

1. 서론

본 연구는 한강의 제1지류인 평창강의 상류 속사천에 위치한 시험유역으로 평창강 상류 산지하천 시험유역으로 대표성이 있다. 시험유역의 운영을 통하여 신뢰성 있는 고품질의 산간유역 수리 및 수문자료를 지속적으로 확보하는 것이다. 아울러 하천에서 토석류 발생에 따른 퇴적과 침식의 거동과 산지하천의 큰 특징인 수충부 구간의 흐름의 특성의 이해와 이의 해석을 위한 각종 모형의 개발에 따른 경계조건의 제공과 수치모형의 검정과 검증을 위한 자료의 구축에 있다.

2. 시험유역 현황

2.1 유역현황

본 시험유역은 한강의 제1지류인 평창강 상류에 위치하고 있는 지방2급 하천인 속사천 유역으로서 속사천이 유하하다가 도사천이 합류되며, 수지형의 유역으로 구성되어 있으며, 본 유역에 대한 유역면적은 유역의 출구인 의풍포교 하류 기준으로 120 km^2이고 유로 연장은 28.7 km로 대상유역의 지형은 대체로 만장년기

* 정회원 상지대학교 건설시스템 공학과 교수 공학박사 E-mail : hsikchoi@sangji.ac.kr

** 정회원 상지대학교 건설시스템공학과 부교수 공학박사 E-mail : kimsh@sangji.ac.kr

*** 정회원 상지대학교 토목공학과 석사과정 E-mail : yms8403@sangji.ac.kr

지형으로 주로 산지로 형성되어 있다.

하천유로는 하류일부구간을 제외하고는 경사가 다소 급하며 유역의 형태는 수지상으로 그 폭이 동서로 약 9 ㎞, 남북으로 약 21 ㎞ 정도이다. 수원은 강원도 평창군 용평면에 위치하는 계방산(EL.1577.4 m)에서 발원하여 남동쪽 방향으로 회류하면서 속사천을 형성한다.

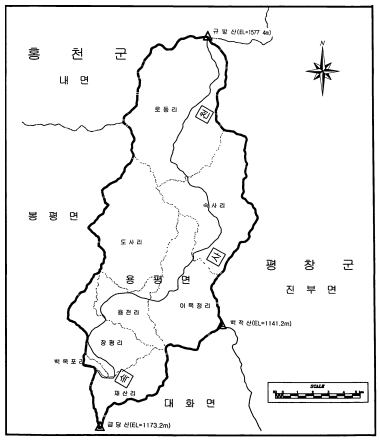

그림 1 속사천 시험유역도

그림 2 유역내 위치한 강우 및 수위관측소

2.2 수문관측기기 현황

시험유역 내에는 2010년 5월 현재 우량관측소 3개소, 수위관측소 3개소가 설치되어 운영되고 있다. 그 중 의풍포교 수위관측소와 장평 우량관측소는 2008년 11월에 신설되어 관측이 이루어지고 있다. 이들 신설관측소들은 10분 간격으로 운영되고 있다.

표 1 시험유역내 우량관측소 현황

지점명	기록방식	관측간격	최소측정	전 송
계 방	전도형	10분	1 mm	T/M
용 전	우설량계	10분	1 mm	T/M
장 평	전도형	10분	0.5 mm	PCS실시간

표 2 시험유역내 수위관측소 현황

지점명	관측방법	관측간격	최소측정	전 송
이목정	부자식	10분	1 mm	TM
장평교	부자식	10분	1 mm	TM
의풍포교	부자식	10분	1 mm	PCS다운로드

3. 수문관측자료

3.1 우량 및 수위관측

2009년도에 관측된 우량 및 누가우량을 도시한 것은 그림 3과 같다. 2009년 강우량은 계방 우량관측소는 대략 1,539 mm, 용전 우량관측소는 1,170 mm, 장평 우량관측소는 1,373 mm로 나타내고 있다.

그림 4는 이목정교, 장평교 및 의풍포교의 2009년 수위를 나타낸 것이고, 의풍포교의 경우 2008년 11월에 계측을 시작하였다.

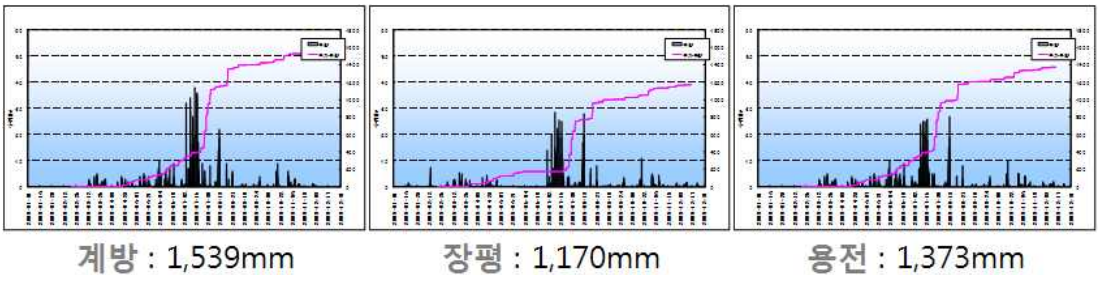

그림 3 속사천 시험유역 강우 및 수위관측자료

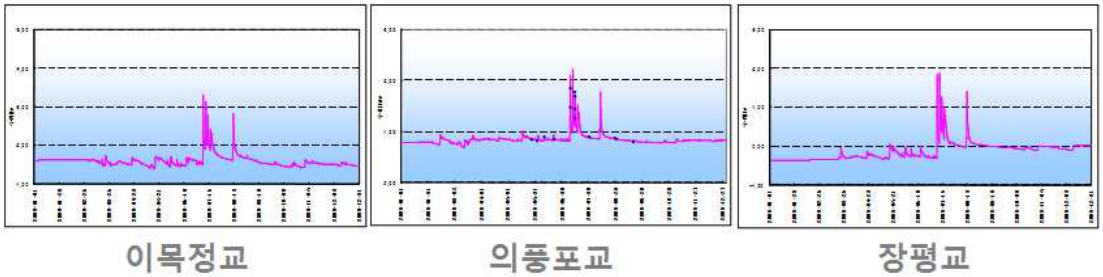

그림 4 속사천 시험유역 강우 및 수위관측자료

3.2 유량측정

유량측정은 주기적으로 의풍포교에서 실시하여 유량측정 데이터를 얻을 수 있었다. 갈수기 프로펠러 및 프라이스 유속계를 사용하여 도보법으로 측정하였으며, 홍수기에는 교량에서 프로펠러 및 프라이스로 추를 달아 측정하는 교량법으로 2009년에 총 13회를 실시하였다.

4. 수문자료의 분석

4.1 수위-유량관계 곡선식 및 유출특성

앞서 유량측정에 소개된 자료를 바탕으로 홍수시, 평수시, 저수시 및 갈수시에 관측한 유량측정 결과를 토대로 관측지점에 대한 수위-유량관계곡선을 작성하였다. 그림 6에서 보는 바와 같이 2008년에 발생한 수위변화와 유량측정 자료로 고수위와 저수위를 나타내었고, 표 3에서 개발된 수위-유량관계곡선식을 나타내었다.

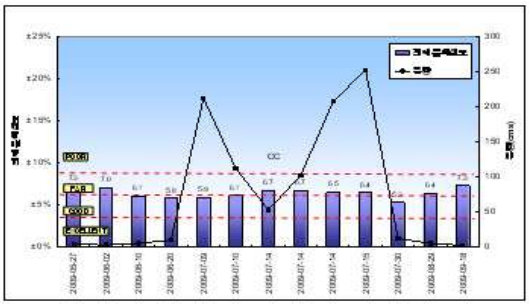

그림 5 불확실도

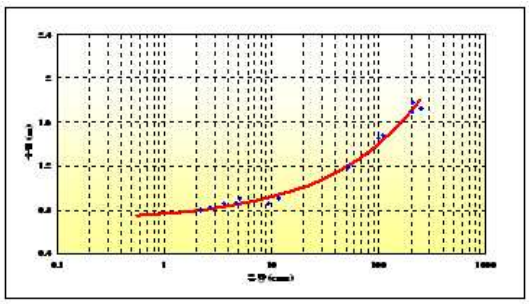

그림 6 수위-유량곡선

표 3 수위관측소의 수위-유량 관계곡선식

지 점	수 위 식	적용범위	비 고
의풍포교	$Q=201.26(H+0.7)^{1.9686}$	0.8 < H <1.775	2009년 4월 ~10월

4.2 하상 입경의 변화

이목정교를 기준으로 하여 상류 4 km구간을 약 50개 구간으로 나누어 하상재료의 특성을 파악하고자 하였다. 단면별로 대표할 수 있는 평균 입경을 조사한 것으로 일정한 패턴을 가지지 않는다.

표 4 단면별 평균입경 (단위 : cm)

단면 번호	평균 입경	단면 번호	평균 입경	단면 번호	평균 입경	단면 번호	평균 입경	단면 번호	평균 입경
1	5.24	11	6.14	21	8.33	32	5.70	42	16.23
2	5.61	12	7.52	22	10.03	33	5.37	43	12.96
3	6.60	13	5.23	23	6.48	34	6.58	44	13.25
4	4.67	14	10.00	24	10.84	35	4.77	51	8.10
5	10.84	15	11.72	25	7.26	36	7.28	52	5.82
6	5.29	16	20.22	27	5.83	37	5.47	53	11.26
7	4.08	17	4.25	28	6.42	38	4.58	56	7.69
8	5.46	18	3.49	29	6.29	39	11.51	57	7.67
9	4.59	19	7.54	30	6.23	40	10.21	58	7.97
10	4.84	20	4.44	31	5.36	41	11.55	59	7.74

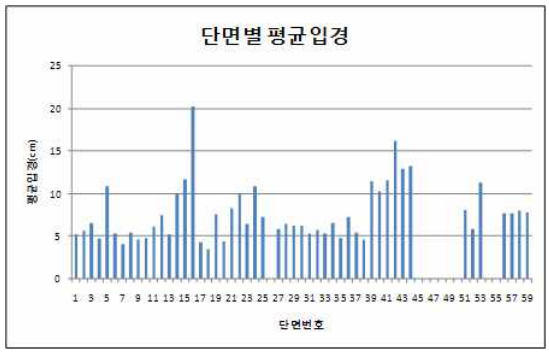

그림 7 단면별 평균입경

속사천이 속해 있는 평창강은 IHP사업의 일환으로 부유사 및 유량 장기 변동을 조사된 내용 있고, 그림 8은 평창강에 있는 방림수위표지점의 부유사량과 유량을 연도별로 분석·정리 되어진 그림이다.

소류사 및 부유사 측정을 2009년 9월 이후로 측정되어 지고 있으며, 주기인 측정을 통하여 강우에 대한 토석류의 유입에 따른 영향을 분석 중이다.

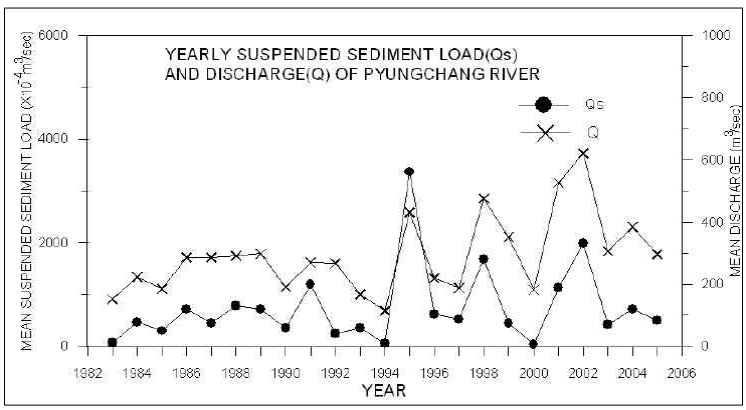

그림 8 평창강 연평균 부유사 및 유량 장기 변동

5. 결론

본 연구는 산악지역에 대한 지속적이고 고품질의 수문자료를 수집하여 이를 공개함으로써 자료에 대한 정확성과 활용성을 높이는 것이 본 시험유역의 운영목적이다. 이에 대한 시험유역의 운영결과로서 시험유역에 대한 합리적인 수문관측 시설의 배치로서 유역 내에 존재하는 국토해양부에서 관리하는 계방과 용전 우량관측소 외에 장평 우량관측소를 설치하였다. 수위관측소로서 기존의 이목정 및 장평 수위관측소 외에 부자

식으로 관측되는 의풍포교 수위관측소를 신설하였다. 이와 같이 기존의 수문관측 시설에 대한 추가배치를 통해 관측의 정확도가 향상되도록 배치하였으며, 계측시설에 대한 적절한 유지관리 및 운영으로 강우 및 수위-유량 관측을 지속적으로 확보할 수 있는 기반과 수문기초자료에 필요한 강우 및 수위자료 및 하천횡단면측량자료를 구축하였다.

구축된 계측시스템에 대한 주기적인 유지관리 및 현장방문을 하여 수위데이터를 다운로드하였으며, 아울러 강우자료의 실시간 전송은 실시하였다. 수문성분의 이해를 위해 수집된 자료를 축적하여 시험유역의 특성분석, 수문/수리특성 분석과 강우-유출모형의 개발에 사용될 것이다.

또한, 의풍포교에서 소류사 및 부유사 측정을 2009년 9월 이후로 측정되어 지고 있으며, 주기인 측정을 통하여 강우에 대한 토석류의 유입에 따른 침식과 퇴적, 수충부 구간의 수리특성의 해석을 위한 각종 모형의 개발을 위한 경계조건의 제공과 모형의 검정과 검증자료의 기반을 구축하였다. 이를 위해서 강우 및 수위의 지속적 관측, 유량관측을 통한 수위-유량곡선식의 개발과 이의 정확도를 위한 불확실도 분석, 강우-유출구조의 이해를 위한 유출특성 분석, 수충부 구간에서의 수리특성 변화, 하도내 하상구성물질(substrate)의 특성을 분석하였다. 본 시험유역과 같은 산악지역에 대해서는 지속적인 고품질의 수문자료 수집이 선행되어야 하며, 이를 통한 강우-유출구조의 정확한 이해는 유역 및 하도추적모형의 매개변수 추정에 사용되고, 수문/수리모형 개발의 검정 및 검증자료로 활용 및 지역혁신사업 중 물의 순환분석에 관한 연구 분야의 기초자료로 활용될 것이다. 이와 같이 축적된 수문자료의 공개를 통해 국내 대학 및 연구기관에서 수문순환의 규명과 수문성분 해석에 개발된 모델의 적용성을 평가 할 수 있는 시험유역(test bed) 운영으로 활용 될 것이다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부 지역기술혁신사업의 연구비 지원(과제번호#'08지역기술혁신 B01-01)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 강원도 (2001), 속사천하천정비기본계획보고서
2. 한강홍수통제소 (2008), 한국수문조사연보 2008 수위편, 우량편
3. 강원도 (2008), 평창강 하천기본계획보고서
4. 강원도 (2008), 도사천 하천기본계획보고서