

미래 홍수예경보를 위한 정보화



조 효 섭 ▶▶▶

국토해양부 한강홍수통제소
하천정보센터 하천정보실장
시설 연구관
chohs9882@korea.kr

- 지역단위 홍수예보시스템
- 격자기반의 홍수예보시스템
- 초음파를 이용한 자동유량측정시스템
- 특별지정수위 알림서비스 등

이러한 시스템들은 첨단 IT기술과 융합된 홍수예보체계의 구축을 위한 것으로서 미래 홍수예보를 위한 정보화의 기반 기술들이라고 할 수 있겠다. 따라서 본고에서 그간 홍수통제소에서 개발하여 운영하고 있는 사례들을 정리하여 소개하고 향후 미래 홍수예보에 필요한 정보화에 대하여 간략하게 언급하고자 한다.

1. 들어가며

홍수예보는 기본적으로 초단기 강수예측자료를 이용하여 하천의 홍수위 상승 및 하강을 예측하는 기술이 필수적이다. 그간에 홍수예보는 주요 대하천 위주의 지점예보를 시행하여왔다. 그러나 최근의 국지성 강우와 이상 기후로 인한 돌발적인 폭우와 집중호우 등으로 인하여 기존의 대하천의 지점예보 수준에서 중소규모 도시하천의 공간단위의 홍수예보를 요구하는 추세로 그 패러다임이 변화하고 있다.

따라서 기존의 홍수예보를 근간으로 공간단위 홍수예보와 연계될 수 있는 방안이 필요한 실정이다. 현재 홍수통제소는 홍수예보체계를 하천의 지점단위 예보에서 공간단위 예보로 전환하는 과도기적인 단계라고 할 수 있다.

홍수통제소는 공간적 단위의 홍수예보를 위해서 필요한 기본적인 기반기술들을 확보하기 위하여 다음과 같은 시스템을 개발하여 운영하고 있다.

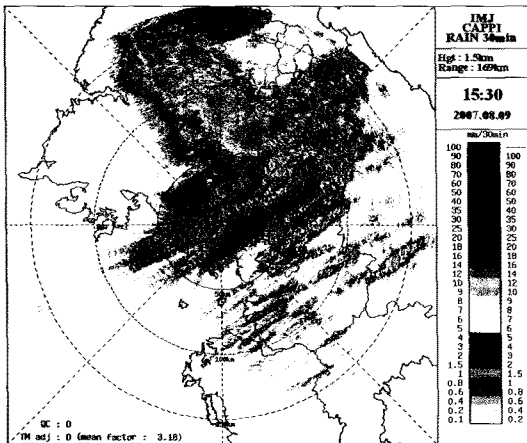
- 강우레이더를 이용한 홍수예보 시스템(미계측구역의 적용)

2. 홍수예보를 위한 기술소개

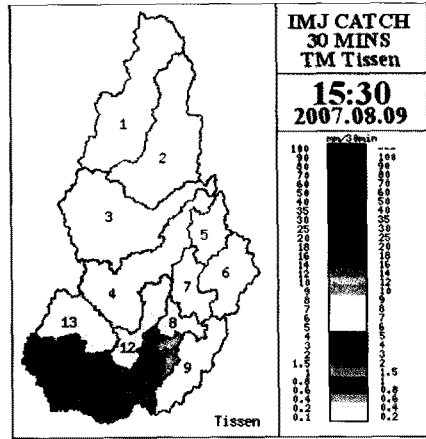
2.1 미계측 구역(임진강구역)의 홍수예보의 적용

한강구역의 제 1차 지류인 임진강구역은 2/3가 북한지역에 위치하여 강우량자료를 확보하기 어렵기 때문에 홍수예보가 어려운 상황이다. 따라서 임진강구역 중 지상강우량을 확보가능한 지역과 확보하지 못하는 지역에 대하여 강우레이더를 이용하여 홍수예보에 활용하고 있다.

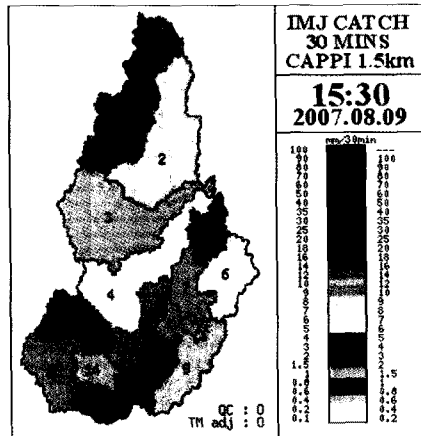
강우레이더자료는 감쇄나 지형차폐 등으로 인한 값을 1차적으로 보정하고 확보 가능한 지상강우자료를 활용하여 레이더 강우강도를 실시간으로 미계측구역까지 강우레이더자료를 이용하여 강수량을 추정



(a) 레이더영상



(b) Thiessen 면적강우



(c) 소유역 면적강우

그림 1. 보정된 레이더영상자료를 이용한 면적강우비교(2007년 8월 9일 15:30)

하여 홍수예보에 활용하고 있다.

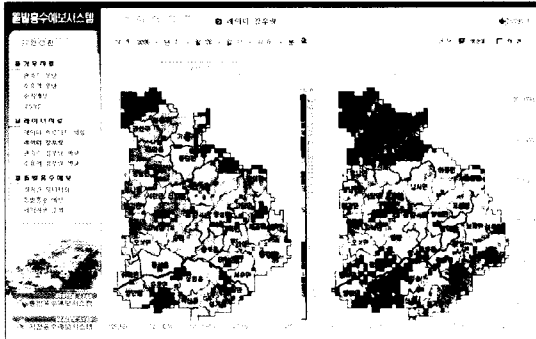
2.2 지점예보에서 공간단위 홍수예보 적용

최근 도시화 및 국지적인 집중호우의 증가로 좁은 지역에 홍수피해가 빈발하고 있으며, 이러한 지역에 강우레이더에서 생산되는 격자형 강우량을 활용한 공간단위 홍수예보 시스템 구축하여 운영하고 있다.

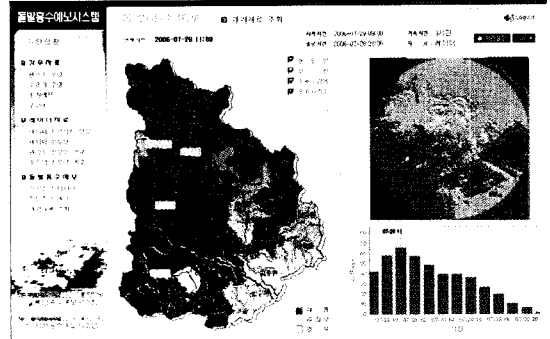
홍수예보지역의 확대검토 및 시스템의 확장을 위한 오프라인 시스템의 구축과 함께 증규모하천인 안

성천과 도시하천인 안양천, 중랑천을 대상으로 웹기반의 상시 모니터링 시스템을 구축하여 시범운영 중에 있으며, 그 실효성을 검증하고 시스템의 안정화를 통하여 향후 공간단위 홍수예보를 위한 기반기술을 확보할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

강우레이더 자료를 30분 강우량으로 변환하고 이를 지상강우량을 이용하여 보정하고, 생성된 격자강우량을 홍수기준과 비교하여 공간단위로 홍수예보의 위험도를 확인할 수 있도록 구성되어 있다.

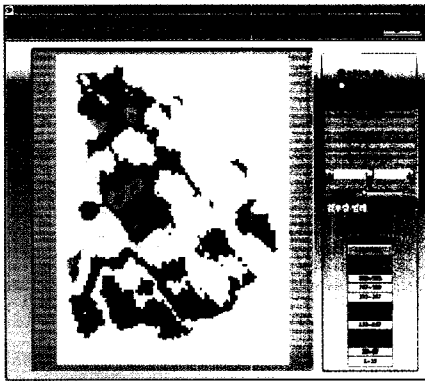


(a) 격자형 강우량의 생성 및 보정

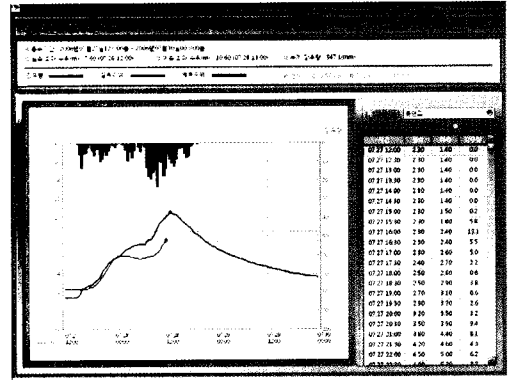


(b) 공간단위 홍수위험도

그림 2. 시스템적용사례(2006년 7월 28일 홍수사상)



(a) 강우레이더 격자강우량



(b) 격자강우에 의한 계산결과

그림 3. 적용사례(2006년 7월 28일 홍수사상)

2.3 격자기반의 분포형 강우-유출모형의 구축

홍수예측을 위한 유출모형은 기존의 집중형 유출모형과 병행하여 운영이 가능한 격자기반의 분포형 유출모형을 개발하였다.

분포형 강우-유출모형은 강우레이더의 격자 강우량을 입력자료로 활용하여 안성천유역에 대하여 시범 운영 중에 있으며, 적용 결과 기존의 집중형 모형에 비하여 다소 정확도는 낮으나 유역의 매개변수 등에 대한 안정화가 이뤄지면 공간단위의 홍수예보에 적용 가능할 것으로 판단된다.

2.4 통계학적 기법을 이용한 소유역하천의 홍수예보체계구축

한강유역의 주요 도시하천인 중랑천, 탄천, 왕숙천, 안양천은 유역면적이 300 km² 내외이고, 주요 예보지점은 유역면적이 200 km² 내외로 도달시간이 매우 짧아 기존의 수문학적 홍수예측 모형만으로 홍수예보 업무를 수행하는데 선행시간을 충분히 확보할 수 없다. 따라서 이를 극복하기위한 방법으로 간단한 입력 자료만으로도 홍수예측을 수행할 수 있는 통계학적 기법과 다음과 같은 특징을 가지는 자동예측기능을 개발하여 활용하고 있다.

- 관측소로부터 새로운 자료가 업데이트 되면 자동으로 예측이 실행
- 예보지점의 예측최대 수위가 주의보(또는 경보수위)를 초과한 경우에는 예측 최대수위가 발생

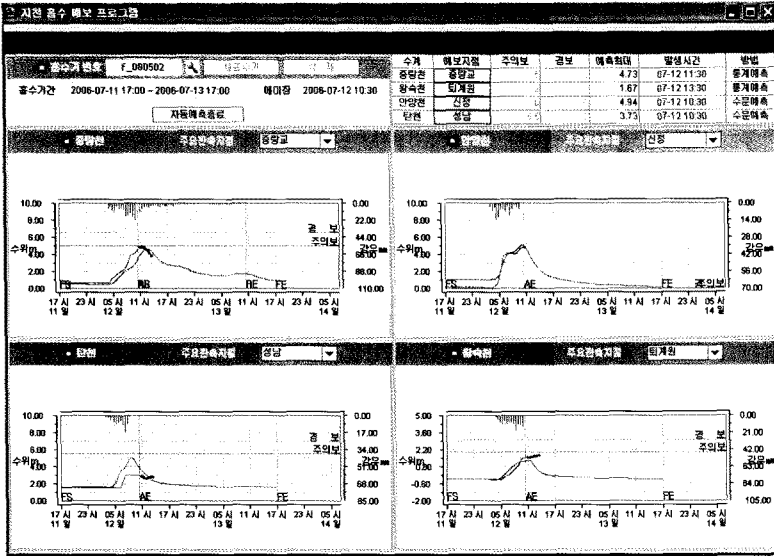


그림 4. 한강유역 지천홍수 예보 프로그램 자동 예측 수행 화면

된 시간과 예측된 방법이 표출

- 화면 중앙에 팝업과 동시에 주기적으로 알람이 울림

2.5 자동유량측정시설의 구축 및 운영

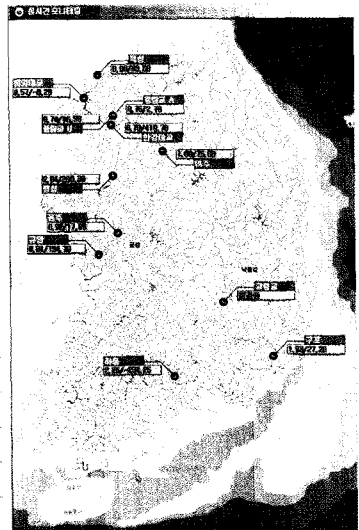
앞에서 언급한 모형들과 함께 반드시 필요한 것이 하천에서의 수위-유량에 관한 수문기초자료가 필수적이다. 이러한 측면에서 자동유량측정시설은 효율적인 수자원관리 및 홍수예보를 위한 가장 기초적인 수문자료인 유량자료를 연속적으로 확보하기 위해 운영되는 실시간-무인 측정시설로서 향후 그 설치 지점들을 기존의 유량측정방법과 병행하여 확대하여 갈 예정이다.

특히 자동유량측정시설은 기존의 측정방법으로는 정

확하게 측정하기 어려웠던 배수영향이나 조위영향을 받는 지점의 유량을 정확히 측정할 수 있기 때문에 기존의 유량측정방법을 개선할 수 있다. 2008년 말 기준 4대강 홍수통제소에 자동유량측정시설은 총 11개 지점에 설치되어 있으며 표 1과 같다.

표 1. 자동유량측정시설 설치지점 현황

권역	하천명	대상지점	적용방식	특이사항
한 강	한 강	한강대교	ADVM 회전식 2대	조위영향, 홍수예보지점
		여 주	UVM 16회선	홍수예보지점
		중랑교	ADVM 회전식 1대, UVM 8회선	도시형하천, 홍수예보지점
	임진강	적 성	UVM 3회선	홍수예보지점
		통일대교	ADVM 회전식 2대	조위영향
안성천	팽성대교	ADVM 회전식 2대	아산만 배수영향, 안성천-진위천 합류	
낙동강	낙동강	고령교	ADVM 회전식 1대	원격조정 이동식 센서
		구 포	ADVM 회전식 2대	조위영향, 홍수예보지점
금 강	금 강	규 압	ADVM 회전식 2대	홍수예보지점, 금강하구언 배수영향
		공 주	UVM 3회선	홍수예보지점
섬진강	섬진강	하 동	UVM 3회선	조위영향, 홍수예보지점



2.6 특별지정수위 알림서비스 운영

홍수통제소는 2007년부터 홍수예보와 함께 첨단 IT기술을 이용한 수요자 중심의 홍수정보를 제공하기 위하여 특별지정수위 알림서비스를 도입하였다.

특별지정수위 알림서비스는 기존의 37개의 홍수예보지점 이외에 지자체 공무원 및 홍수방재업무를 담당하는 관련 기관에 홍수방재 업무를 지원하기 위하여 해당 기관과 홍수통제소간의 협의를 통해 지정한 특별지정수위를 초과하는 경우 지자체 관련 담당자에게 휴대폰 문자메시지를 전송하는 서비스로 여름철 재난안전 대책기간(5월 15일 ~ 10월 15일) 동안 운영하고 있다.

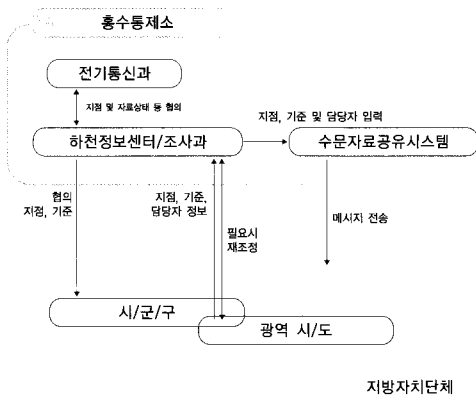
특별지정수위 운영은 2007년 6개하천 9개지점을 대상으로 운영하였으며, 2008년에는 4개 홍수통제소로 확대하여 31개 하천의 36개 지점을 추가 선정하여 운영하였고, 2009년에는 전국 13개 하천의 15개 지점을 추가하여 총 44개 하천의 51개 지점을 대상으로 확대 운영 예정이다. 본 서비스를 통해 지자체 수방담당자들은 침수예상 지역의 시설물 관리, 펌프장 가동 준비 등의 적절한 조치를 취해 홍수피해에 대비 가능할 것이다.

3. 미래 홍수예보를 위한 정보화의 요건들

앞에서 언급한 모형들을 이용한 기술적인 홍수정보의 생성과 전파 및 전달과 함께 반드시 필요한 것들은 전문화된 기술자의 배양과 제도적인 뒷받침이 필수적인 것이다. 이러한 미래 홍수예보를 강화하기 위하여 필요한 요건들에 대하여 간단하게 3가지정도만을 이야기하고자 한다.

첫째는 홍수정보를 이용한 지자체 수방활동 지원체계를 강화할 필요가 있다.

홍수예보는 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 초병역할을 해야 한다. 홍수예보는 전문기술을 확보한 전문가가 반드시 필요하나, 지자체에서는 이러한 전문인력을 모두 확보할 수 없다. 따라서 지자체의 수방활동 지원체계를 강화하기 위해서 홍수통제소는 홍수예보를 시행하고 이를 지자체에서 활용할 수 있는 표준 홍수정보생성 가이드라인 작성하여 배포하고, 지자체에서는 홍수통제소에서 제공하는 홍수예보를 기반으로 지자체에서 활용할 수 있는 홍수정보를 생성하여 수방활동을 할 수 있도록 하는 것이 향후에 필요할 것이다. 따라서 이러한 홍수정보를 생성하는 표준시스템을 홍수통제소가 구축하여 배포하고 지자



(a) 기관협의 절차



(b) 제공정보

그림 5. 특별지정수위 알림서비스 운영을 위한 기관협의 절차 및 제공정보

체 담당공무원이 이를 활용하여 수방활동을 할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

둘째는 홍수예측 방식의 다양화가 필요하다.

앞서 언급하였듯이 이상기후 등으로 인한 집중호우, 돌발호우 등이 빈번해 질 것이다. 따라서 기존의 지점예보에서 공간단위의 홍수예보의 도입은 필연적인 사항이 되고 있다. 이러한 공간단위예보를 시행하기 위한 기술을 확보하기 위해서는 초단기 강우예측기술을 통한 중소도시하천의 홍수예보의 확대와 장기 강우예측기술 기반과의 연계를 통하여 연속유출모형에 근거한 자동 홍수예보모형의 개발도 필요한 실정이다.

셋째는 다양한 홍수정보의 제공이다.

기존의 VHF와 함께 통신 위성을 통한 정보의 수집과 전달의 개선과 함께 IKONS, SAR 등의 위성을 이용한 거시적인 홍수정보(침수분석정보)를 생성하는

것도 필요할 것이다. 이렇게 생성된 홍수정보는 휴대폰, 인터넷, 등 실시간 홍수예측정보를 전달할 수 있도록 하는 체계와 홍수예보의 후처리 기능으로써 가상 홍수범람영역분석 등의 기능을 강화할 필요가 있다.

이외에도 홍수예보기술과 관련한 IT기술을 발굴하여 기존 홍수예보기술에 접목하여 기술발전을 시켜야 하며 미래홍수예보를 위하여 이러한 작업은 두 가지로 구분되어 시행되어야 한다. 그 하나는 기술을 발전 위한 연구개발과 이를 실무에 적용하는 기술개발로 구분하여 시행되어야 한다. 홍수예보는 실패하며 국민의 생명과 재산을 모두 잃어버릴 수 있다는 것을 간과해서는 안된다. 따라서 연구개발과 실무적용의 기술개발은 그 경계가 명확하게 선이 그어져야 한다. 그렇다고 홍수예보에 대한 연구개발이 단순히 연구개발로 끝나서도 안된다. 이것이 실무에 적용될 수 있도록 연구개발의 전문인력과 홍수예보를 실행하는 전문인력간의 지속적인 협력과 교류가 필요한 것이다. 🍀