

홍수예보 현황



김양수 >>
건설교통부 한강홍수통제소 하천정보센터장
kimys2@moct.go.kr

1. 서언

홍수예보는 홍수의 규모와 발생시간을 예측하여 사전에 알려 줌으로써 홍수피해를 최소화하기 위한 비구조적 대책의 하나로 과거부터 대하천을 중심으로 시행되고 있다. 홍수예보는 기본이 되는 자료 관측, 전송, 모형에 의한 분석 등 3단계로 크게 구분되는데 관련되는 기술만 해도 수문, 기상, 전송, 전산 등 다양하다.

일반적으로 홍수예보는 기상자료를 시작으로 홍수 유출수문곡선을 예측하기까지 장비와 분석 소프트웨어가 통합된 하나의 시스템으로 이루어지는데 이것을 홍수예보시스템이라 한다.

홍수예보시스템은 관련기술의 발달과 함께 진화하였는데, 방법론적으로 기상법, 수위법, 강우-유출법 등으로 나뉘어 진다.

과거 수문자료가 빈곤하고 자료의 실시간 전송이 안 되었을 때에는 강우량이나 상류의 수위로부터 대상지점의 수위를 예측하는 기상법이나 수위법등이 주로 사용되었다. 물론 수위법은 실측자료와 기술자의 경험에 의존하여 비교·검토하는 수단으로 지금도 많이 쓰이고 있다.

강우-유출법에서는 지표면에 떨어지는 강우를 관측하여 실시간으로 자료를 사무소로 전송하면 해당

사무소에서는 유출량을 계산하여 수위로 환산한 후 대상지점의 수위 기준의 예보를 발령하게 되는 것이다. 이러한 일련의 과정이 첨단장비와 기술이 시스템적으로 결합한 하나의 통합시스템으로 이루어지는 것이다.

홍수예보시스템은 일반적인 대하천의 홍수예보와 유역면적 1,100 km² 이하로 주의보 없이 바로 경보발령을 하는 중소하천 홍수예보시스템, 그리고 집중호우 예상시 사이렌으로 경보를 발령하는 산악지역 자동우량경보시스템이 현재 운영되고 있다. 또한 아직 현업에서 직접 운영되고 있지는 않지만 현재 연구 및 시범운영중인 돌발홍수예보시스템이 있다.

본 고에서는 우리나라 홍수예보시스템 현황에 대하여 간략히 살펴보고자 한다.

2. 우리나라 홍수예보시스템 현황

2.1 홍수예보시스템 역사(略史)

1974년 7월에 한강홍수통제소가 개소되었다. 개소 당시 홍수유출을 계산하기 위한 T/M(telemeter) 수문관측 시설은 우량관측소 38개소, 수위관측소 17개소(5개 댐 포함)였으며, 이후 꾸준히 관측소가 증설되어 2004년 현재 건설교통부와 한국수자원공사의 T/M 관측소 현황은 우량관측소 171개소, 수위관측소 87개소가 운영중이다.

안성천은 1995년에 홍수예경보시설이 준공되어 운영 중이고, 2005년 중랑천, 안양천, 탄천, 왕숙천 등 주요 지천의 홍수예경보 시스템을 보완하여 시험 운영중이다.

낙동강 유역은 1982년 한강 이외 주요 하천에 대하여 홍수예보 시설 설치를 검토하라는 대통령의 지시에 의해 1987년 홍수통제소가 개소되었다. 개소 당시 우량관측소 54개소, 수위관측소 42개소의 관측시설을 설치하였고, 꾸준히 증설하여 2004년 현재 T/M 우량관측소는 148개소, 수위관측소 84개소의 자료가 홍수예보 업무에 이용되고 있다. 낙동강 홍수예경보시스템 역시 지속적인 개선과 보완이 이루어졌으며 1998년 영산강, 1999년 태화강에 홍수예경보시스템이 구축되어 운영되고 있다.

1990년도에 금강과 (구)섬진강 홍수통제소, 1991년도에는 영산강 홍수통제소가 개소되었다. 금강홍수통제소는 개소당시 한국수자원공사의 관측소를 포함하여 우량관측소 35개소, 수위관측소 24개소, (구)섬진강 홍수통제소는 우량관측소 21개소, 수위관측소 19개소, 영산강 홍수통제소는 우량관측소 14개소, 수위관측소 19개소로 운영되었다. 2005년 영산강홍수통제소와 (구)섬진강홍수통제소를 통합하여 영산강홍수통제소로 개편하였고, 한강홍수통제소내에 하천정보센터가 신설되었다. 2004년 현재 금강홍수통제소의 T/M 우량관측소는 70개소, 수위관측소는 59개소, 영산강홍수통제소 산하 우량관측소는 78개소, 수위관측소는 73개소가 운영되고 있다. 1998년 삼교천,

1999년 만경강, 동진강, 탐진강, 2001년 갑천, 2002년 금호강 등에 홍수예경보시스템이 구축되었다.

2.2 홍수예보시스템의 개선 상황

홍수예보 시스템은 1974년 홍수예경보 시설이 가동된 이후 꾸준한 개선과 보완이 이루어졌다. 시스템 구축 초기 유출해석 모형은 저류함수법 하나였으나 지금은 유역유출모형으로 저류함수법, 단위도법(Nash, 中安), 하도 추적모형으로는 저류함수법외에 DWOPER 모형, Muskingum, Kinematic Wave 법 등 다양하게 적용가능하다. 현재 대하천 하류 Backwater의 영향이 미치는 곳은 대부분 수리학적 홍수추적모형을 이용하여 예보업무를 수행하고 있다. 시스템의 구조도 과거에는 단일프로그램에 의한 Rigid 형태였으나 1998년 모듈시스템으로 전환하여 다양한 모형을 쉽게 적용할 수 있도록 하였으며 GUI 환경도 GIS기술의 발달과 함께 많은 개선이 있었다. 2000년도 들어 4대강 홍수통제소에서 공동으로 활용할 수 있는 통합홍수예경시스템이 개발되었다.

가. 통합홍수예보시스템

통합홍수예보시스템의 목적은 비록 시스템의 골격은 비슷하지만 기존 4대강에서 각 자의 특성에 맞게 수정되어 운영되고 있는 홍수예보시스템을 하나의 형태로 통일하고 DB를 공동으로 활용하여 4대강홍수통제소 어디에서든지 4대강 주요 하천의 홍수예보를 실시할 수 있도록 한 것이다. 또한 시스템의 개선 측면에서도 개별 홍수통제소에서 개선작업을 추진하는 것보다는 공통적인 시스템을 개발하고 종합적으로 개선작업을 추진하는 것이 효율적이라고 판단되었기 때문이다. 원래 통합홍수예보시스템은 기존 어느 홍수통제소에서 재해로 인해 시스템의 작동이 불가능한 경우 동일 DB를 활용하여 주변 홍수통제소에서 홍수예보를 할 수 있도록 한 것인데, 지속적인 시스템 개선을 통한 미래 지향적인 홍수예보시스템을 구축하기 위해서도 효율적인 시스템이라고 판단된다.

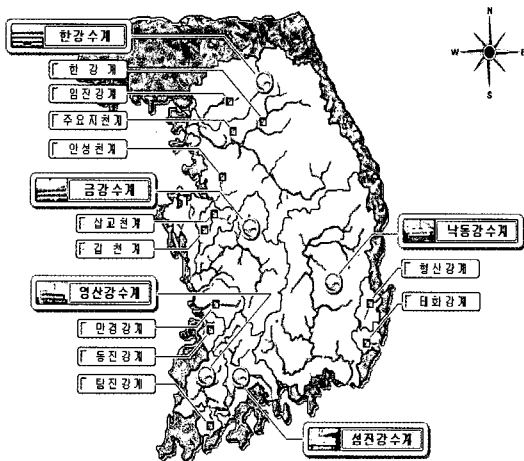


그림 1. 홍수예보시스템 구축 현황

나. 임진강 홍수예보시스템

임진강은 규모나 하류 주민 및 산업시설을 보았을 때 우리나라 홍수예보측면에서 매우 중요하다. 임진강은 유역의 2/3 정도가 북한쪽에 위치하여 홍수예보에 필요한 하천자료를 얻을 수 없으며, 레이더 강우 자료를 이용하여 현재 홍수예보를 실시하고 있다. 임진강 홍수예보를 주목적으로 설치한 강화도 강우관측 레이더는 유역내 북한지역의 강우를 관측하여 홍수예보의 입력자료로 제공한다. 그러나 레이다 강우 관측에서 중요한 지상우량자료를 이용한 관측정확도 보정이 현실적으로 어려워 정확도 향상에는 한계가 있는 실정이다.

과거 한국수자원공사에서 설치한 초기 시스템에서는 수리학적 모형으로 LOOPNET모형을 사용하였으나 현재는 DWOPER로 모형을 바꾸고 GUI 환경도 통합홍수예보시스템과 동일하게 수정하였다. 현재 임진강레이더 최적화 사업이 수행중에 있으며, 기존의 관측자료를 이용하여 실시간 Z-R관계식 보정을 추진하고 있다.

다. 지천홍수예보시스템

최근 홍수피해 양상을 보면 국지성 집중호우에 의한 중소규모 하천의 피해가 빈발하고 있는 바, 이에 대한 대책의 일환으로 지천홍수 예보 시스템을 구축하였다. 지천의 규모를 보면 유역면적이 들쪽 날쪽하여 홍수도달 시간을 일률적으로 설명하기는 어렵지만 유역면적이 약 200 km² 정도 되는 것도 있어 기존의 강우 유출법으로 예보선행시간을 확보하기가 쉽지 않아 유역내 강우량과 상류 유출량(수위)을 독립변수로 하는 통계학적 모형을 강우-유출법과 함께 구축하였다.

지천홍수예보시스템은 기본적으로 중소하천홍수예보시스템에 제도적 근거를 두고 운영되고 있으며, 현재 왕숙천, 탄천, 안양천, 중랑천 등에 구축되어 있다.

라. 돌발홍수예보시스템

돌발홍수예보시스템은 강우-유출관계를 분석하여 제방범람을 유발하는 강우량을 설정하고 이러한 강우가 예상될 경우 경보를 발령하는 시스템으로 좁은 지역에 발생하는 단시간 집중호우에 의한 피해를 예방

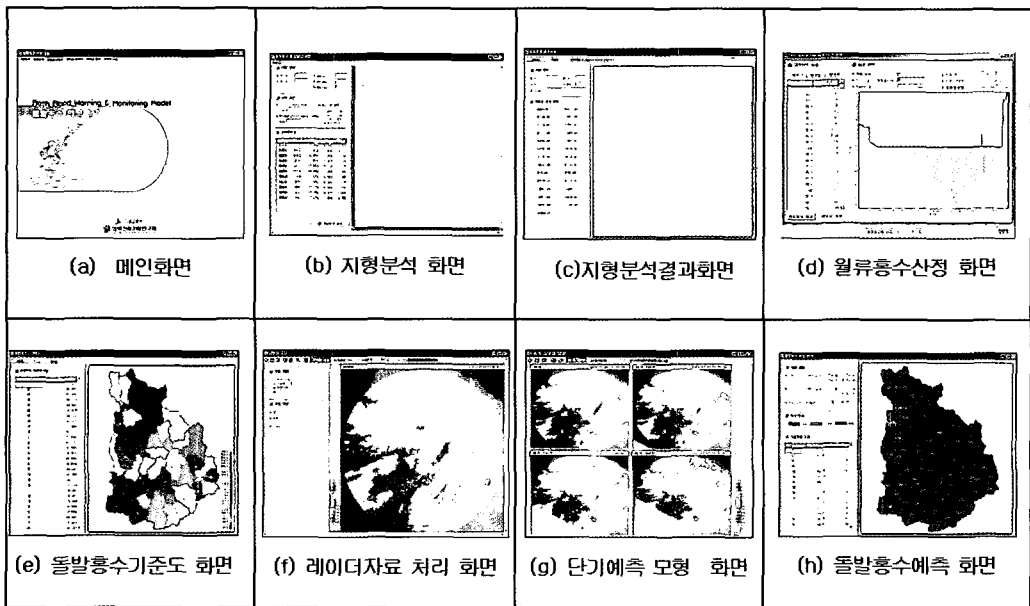


그림 2. 돌발홍수예보시스템 화면 구성

하기 위한 것이다. 최근 국지성 집중호우에 의한 피해가 빈발하면서 이에 대한 대책으로 많은 관심이 집중되고 있는 부분이다.

돌발홍수예보시스템의 체계적인 구축을 위해서는 먼저 우리나라에 맞는 돌발홍수의 정의부터 정립하여야 한다. 한강홍수통제소에서 추진하고 있는 레이더를 이용한 돌발홍수예보시스템은 최근 피해가 빈발하는 도시지역 중소하천을 대상으로 하는 것이다. 주지하는 바와 같이 우리나라 하천은 대부분 개수가 되었으며 개수하천은 계획홍수위 이하에서는 하천의 범람이 되지 않는 것이다. 이 경우 돌발홍수의 기준을 제방 만수위로 할 것인지 아니면 하천별 계획홍수위로 할 것인지에 대한 검토는 돌발홍수예보시스템의 구축 목적에 따라 결정될 수 있을 것이다. 돌발홍수예보시스템은 현재 안성천에 시범 구축되어 운영되고 있다.

3. 홍수예보시스템의 향후 개선 방안

최근 홍수재해는 대형화, 다양화라는 새로운 유형으로 변화되고 있기 때문에, 국가홍수예보체계도 21세기가 요구하는 체계로 변화되어야 하며, 이를 위해서는 우선적으로 국가차원의 체계적인 홍수예보 기술개발이 추진되어야 한다. 한반도 주변의 기상현상의 변화로 국지성 집중호우로 인한 피해가 '90년대 말부터 매년 반복적으로 발생하고 있는 실정이고, 집중호우에 의한 국지적 피해는 내수침수에 의한 선진국형 재해유형으로 변화되고 있으며, 이에 취약한 주요 지천 등의 피해는 급증할 것으로 예상된다. 따라서 기존의 30분 단위 예보를 10분단위로 전환하여 단시간 홍수예보에 대응하도록 하여야 할 것이다. 그리고 예보지점에 한해 수위형태로 제공되는 예보결과를 면적형태로 바꾸어 나가고자 한다. 주요지점별 홍수량이 예측되면 이 홍수에 의한 침수범위를 하천을 따라 일반시민들에게 제공해 주고자 한다. 이를 위해서는 기상작성된 홍수지도와 연계하여 예보체계를 개선해 나가야 할 것이다.

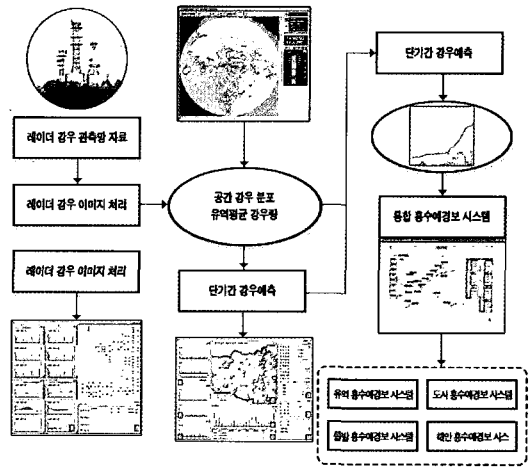


그림 3. 통합홍수예보시스템 모식도

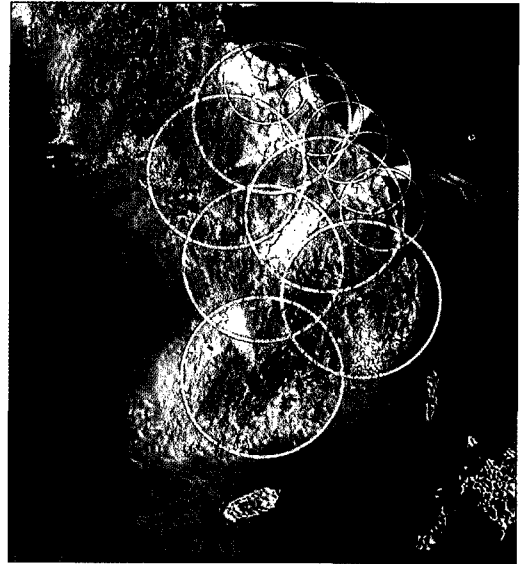


그림 4. 전국강우레이더 구축망

최근 들어 국지성 집중호우에 의한 피해가 증대되어 도시홍수 대응기술 등이 연구되어지고 있지만 실제 적용측면에서는 상당히 미흡한 수준이다. 따라서 우리나라 실정에 맞는 홍수유출 모형의 개발, 도시침수 및 홍수범람모형의 개발, 레이더영상을 활용한 국지적인 호우예측기술과 돌발홍수 예보기술 확보에 주력할 계획이다.

건설교통부에서는 전국에 강우관측 전용레이더망

을 구축할 계획이다. 강우관측전용레이더는 저고도의 강우를 연속적으로 탐지하여 정확한 면적강우량을 관측하기 위한 것으로 일본의 경우 전국적으로 네트워크를 구성하여 홍수관리 등에 활용하고 있다. 현재 낙동강 비슬산 레이더 설치를 위한 토목공사를 시행중에 있으며 연차적으로 전국에 대형 6기, 소형 5기를 설치할 계획이다. 강우레이다망 구축과 함께 유출모형도 분포형으로 바꾸어 자동으로 입력되는 자료를 이용하여 연속적으로 유출을 모의하는 연속모의 시스템으로 전환하고자 한다. 홍수기와 갈수기의 원활한

연계를 통하여 선진물관리의 토대를 마련하고자 하는 것이다.

2005년도에 SOC정보화 사업으로 선정된 차세대 통합홍수관리정보시스템 구축은 기존의 홍수예보시스템을 근간으로 GIS, 강우레이더를 활용한 미래지향적 시스템 구축을 목표로 하며, IT 기술을 활용하여 홍수정보를 알기 쉬운 형태로 다양하고 신속하게 일반인들에게 제공하는 것을 목표로 하고 있다. GIS를 기반으로 하는 우리나라 홍수예보시스템의 2기 개선작업이 시작되는 것이다. ●

