

건설교통부 낙동강홍수통제소

신 성 철*

1. 업무현황

낙동강홍수통제소는 건설교통부 직속 산하기관으로서 1987.3.28 개소하여 우리나라 5대 강중의 하나인 낙동강유역의 홍수상황을 사전에 예측하여 경보를 발령하므로써 지역주민을 신속히 홍수로부터 대비토록하여 국민의 인명과 재산을 보호하기 위한 홍수예경보 업무를 담당하고 있다.

홍수기(6~10월)에는 홍수대비체제로 전환하여 기상변화와 유역내 수문상황을 수시로 파악하고 추적하여 홍수발생이 예측될 경우에는 24시간 비상근무를 실시하여 홍수예경보 업무를 수행하고 있으며, 평시에는 각 관측소에서 관측되는 수문자료를 축적 분석 정리하여 유역내 기초수문자료를 제공하고, 홍수예경보의 정확도를 높이기 위한 홍수예경보 프로그램개선 및 유량측정 등을 실시하여 보다 신뢰성있는 자료취득을 위하여 노력하고 있다.

본 장에서는 홍수통제소의 홍수예경보 시스템의 현황과 예경보시 설에 대하여 개괄적으로 소개하고자 한다

2. 유역현황

낙동강 유역은 우리나라의 동남부(동경 127° 29' ~ 129° 18', 북위 35° 03' ~ 37° 13')에 위치하여 북쪽으로 한강 유역, 서쪽으로는 금강 및 섬진

강 유역과 접하고 동쪽으로는 동해안 유역과 분수령을 형성하고 있는 우리나라 제2의 하천유역으로서 유역면적은 23,817km², 유로연장 521.5km이며, 우리나라면적의 24.1%를 차지하고 있으며, 2개광역시(부산, 대구)와 5개도(경남·북, 전남·북, 강원)의 지역으로 형성되어 있고, 825개 하천의 7,460Km(직할하천 10개소 829Km, 지방하천 10개소 191Km, 준용하천 805개소 6,440Km)과 하천의 상류지점에 4개의 다목적댐(안동, 임하, 합천, 남강)과 2개의 용수댐(영천댐, 운문댐)이 건설되어 있으며, 하구에는 하구둑이 위치하고 있다.

낙동강 본류는 동쪽 태백산맥과 서북쪽의 속리산, 덕유산, 지리산으로 이어지는 소백산맥으로 둘러싸인 낙동강 유역의 거의 중심부를 통과하고 있으며, 유로는 산악으로 인하여 최단거리로 유하하지 못하고 흐름의 방향을 4차례나 급변하면서 우회한다.

낙동강은 강원도 태백산(표고 1,549m)에서 발원하여 남쪽으로 흘러 안동댐에 유입한 후 안동댐 지점에서 유로가 서쪽으로 방향을 1차로 바꾼 후 반변천과 합류하여 서쪽으로 흐르면서 미천과 합류하고 경상북도 예천군 풍양면 지점에서 내성천과 합류한 후 2차로 흐름의 방향을 바꾸어 남하하면서 영강, 병성천, 위천, 감천, 백천, 금호강, 회천, 황강과 차례로 합류하고 경상남도 의령군 지정면 지점에서 남강과 합류한다.

남강합류후 3번째 흐름의 방향을 바꾸어 동쪽으로 흐르다가 경상남도 밀양시 삼랑진읍 지점에서

* 건설교통부 시설서기관

밀양강과 합류한 후 4번째 흐름의 방향이 남쪽으로 바뀌면서 양산천과 합류하고 부산시 사하구 하단동 지점에서 남해안에 유입된다.

3. 낙동강홍수 예경보 시스템의 현황

3.1 낙동강홍수예경보 시스템 개황

낙동강홍수 예경보 시스템은 유역내에 설치된 무인 방식의 수위 및 우량 관측소로부터 T/M(Telemeter)에 의해 입수된 자료를 통제소에 설치된 전산기에 의해 분석처리하여 예보지점에 대한 매시간별 수위 및 유량을 예측하고 있다.

사용하고 있는 전산기는 Tandam-16으로 Data의 수정, 정리 및 유출 계산을 동시에 처리토록 하는 온라인 시스템(On-Line-System)으로 각 수위 관측소, 우량관측소 자료를 받아 컴퓨터 시스템에 맞도록 조정하여 홍수예보를 수행하도록 구성되어 있다.

홍수예측 프로그램은 홍수류의 운동방정식에 유역이나 하도에서의 유출량과 저류량의 관계를 표시하는 저류함수를 대입하여 홍수류의 운동방정식을 풀므로써 홍수 유출량을 계산하는 방법으로 KIM-URA에 의해 제안된 저류함수법이 채택되어 있다.

이 방법은 1974년 한강 홍수통제소에 도입된 이후, 현재까지 5대강 유역의 홍수예측을 위한 기본 Algorithm으로 사용되고 있다.

3.2 예경보시스템의 구성요소

예경보 시스템의 구성요소는 크게 수문자료의 수집 및 입력부문, 유출계산, 하도추적, 홍수조절댐의 운영, 홍수예보 출력 등으로 구분할 수 있다.

각 부문들은 계산 결과에 상호 민감한 영향을 주기 때문에 홍수예보의 정도를 높이기 위하여는 각 구성요소들에 대하여 그 동안의 운영 경험과 새로이 관측된 자료를 이용하여 검증과 보완을 실시하여 예보의 신뢰도를 높이고 있다.

3.2.1 수문관측

홍수예경보 시스템의 기본 수문자료는 우량, 수

위, 댐의 방류자료 등이다.

각 유역에는 무인 방식의 T/M 관측소가 설치되어 수위, 우량 자료가 중계소를 통하여 매시간 낙동강홍수통제소의 전산실로 입력된다. 이러한 On-Line System은 Digital Data를 VHF 또는 Micro-Wave방식으로 보내며 이를 수신하여 Computer System의 Digital신호로 변환하여 홍수예경보 Program의 수행에 사용된다.

낙동강 유역내 T/M 우량 관측소는 98개소로 세계기상기구(World Meteorological Organization)에서 추천한 산악지형에서의 관측소 1개 당 지배면적 100~250km²에 비교하여 현재는 243km² 당 1개소로 하한치에 해당되나 앞으로 19개소를 증설하여 200km²당 1개소로 분포 밀도를 개선하여 정밀도를 높일 계획으로 있다.

수위관측소는 소유역 출구 지점과 예측 홍수량과 실측 홍수량을 비교, 검증할 수 있는 중요 지류나 본류상에 설치 되어 있으며, 수위는 수위-유량 관계 곡선식에 의해 유량으로 환산되기 때문에 정확한 유량측정을 매년 실시하여 관측 지점의 하상 변동에 따른 수위-유량 관계 곡선을 주기적으로 수정 하고 있다.

홍수예경보 및 수문자료 취득을 위한 시설현황은 다음과 같다.

시설현황

계	홍수예경보시설(T/M)			수문관측시설(위반)			경보 소	수질	비 고
	소계	우량	수위	소계	우량	수위			
278 (87)	164 (74)	98 (40)	66 (34)	91	59	32	18 (13)	5	()내는 수자원 공사의 시설임

3.2.2 자료의 처리과정

매시간 관측되는 수문자료는 오도산, 팔공산, 일월산, 문명산, 감악산 중계소를 통하여 무전실로 수집되고 전산기에 자동 입력된다.

전산기에서는 입력된 수문자료를 재배치하여 건설교통부, 중앙재해대책본부상황실, 유관지방재해대책본부등에 설치되어 있는 G.D.P(Graphic Display Panel)에 전송하며 입력된 자료는 Historic File에 저장된다.

결측자료의 처리는 우량의 경우 R.D.S(Reciprocal Distans Squared)방법으로 실시하고 있으며,

수위의 경우 3시간전 수위를 이용하여 유선형 외삽법으로 보완될 수 있도록 되어 있으며, 댐수위는 실측치로 전환될 수 있도록 Program되어 있다.

3.2.3 유출계산 및 하도추적

1) 유역 및 하도의 분할

낙동강의 유역면적이 대단히 크므로 저류함수법에 의한 유출계산을 실시하기 위하여 적절한 크기의 소유역과 하도구간을 상류로부터 43개 소유역과 32개 하도로 구분 분할 되어 있다.

2) 유출계산의 모형

유역의 어떤지점에 대한 홍수예경보는 그 지점에 대한 유출량을 예측할 수 있어야 가능하며 이 예보는 일반적으로 유출계산 모형에 의한다. 전술한 바와 같이 낙동강 홍수예경보 시스템에서는 저류함수법을 유출계산 모형으로 사용하고 있다. 저류함수법의 장점은 다음과 같은 것으로 알려져 있다.

- 모형 변수는 기왕의 강우 및 유출 자료로부터 쉽게 결정할 수 있다.
- 홍수유출의 일반적인 특성인 비선형성이 고려된다.
- 유출계산 방법이 간단하며 복잡한 대유역을 여러개의 소유역 및 하도로 구분하여 축차적으로 하류방향으로 유출계산을 시행하므로서 필요한 지점의 홍수량 계산이 가능하다.

3) 유출계산의 모형 검증

낙동강 유역에 적용되고 있는 저류함수법은 유역 및 하도 추적을 위한 모형변수의 결정이 필요하다. 저류함수 모형에 필요한 변수는 크게 유역과 하도 부분으로 나누어지며, 이들 변수는 주요 호우의 강우 및 유출자료를 이용해 산정된다.

유역부분은 유출량 예측에 필요한 저류함수 모형의 상수와 강우의 1차 유출률, 포화 유출률, 포화우량을 유역별로 결정한다.

상수의 결정방법은 과거에 발생한 홍수자료로부터 구하며 총우량중에서 유출우량 추정은 전유역면적을 침투역과 유출역으로 구분하여 포화우량을 초과하기 전까지는 침투역과 유출역으로 유출우량을 계산하며, 포화우량을 초과한 후에는 침투역에서도 총우량에서 포화우량을 제외한 우량에 의한

유출이 발생한다고 가정하여 유효우량을 결정한다.

하도를 통한 홍수추적을 위해서는 하도추적 상수인 저류상수와 지체시간의 결정이 필요하다. 이중 지체시간은 물리적으로는 하도구간을 통과하는 홍수파의 전이시간으로서 하도구간으로 유입 홍수수문곡선의 중심과 하도구간을 떠나는 유출 홍수수문곡선의 중심간의 시간으로 결정한다.

3.2.4 홍수조절댐의 운영

유역내 홍수조절을 위한 다목적댐은 4개소로 본류 상류의 안동댐, 낙동강 제1지류인 반변천 상류의 임하댐, 황강상류의 합천댐, 남강상류의 남강댐이 건설되어 있으며, 하류에는 갈수기 해수의 역류를 방지하고 용수확보를 위한 하구둑이 있다.

각 댐의 수문자료는 매시간 통제소 전산기에 입력되고 있어 홍수시에는 총저수량, 홍수조절 용량(공용량)을 파악 분석하고 있으며, 예상강우에 의한 방류량 결정은 댐관리부서인 한국수자원공사가 계산한 예상 방류량과 방류개시 시간에 대하여 통제소 전산기로 유출계산을 실시하여 방류량의 적정여부와 하류지역의 수위상승을 예측하여 결과에 따라 댐 수문조작 실시여부를 승인하고 있다.

하구둑은 남강하류 지점 직하에 위치한 진동수위 관측소의 유량이 일정량(1,200CMS)이상일 경우에는 전수문을 개방하도록 되어 있다.

남강댐의 경우 상시만수위와 제한수위 사이가 홍수조절용량이며 유입량이 3,000CMS에 달할 때까지는 유입량과 유출량을 감안하여 방류하고, 유입량이 3,000CMS 이상이 되었다가 감소될 때까지는 저수지 운영 방법을 이용하여 방류한다. 남강 본류의 최대 방류량은 2,000CMS로 한다.

안동댐은 상시만수위와 계획홍수위 사이가 홍수조절용량이며, 유입량이 300CMS~4,500CMS 일 때에는 일정률 방식으로 방류하고, 유입량이 4,500CMS를 초과하면 여수로 수문을 완전 개방하도록 되어 있다.

합천댐은 상시만수위와 계획홍수위 사이가 홍수조절용량이며, 홍수시 여수로 수문조작은 저수지내 수위상대에 따라 운영이 가능토록 되어 있다.

임하댐은 상시만수위와 계획홍수위 사이가 홍수조절용량으로 홍수가 오더라도 상시만수위가 될 때

까지는 방류를 하지 않다가 저수위가 상시만수위 이상으로 상승하면 일정률방식으로 여수로를 통하여 방류토록 규정되어 있다.

각 댐의 홍수조절용량(공용량)은 다음과 같다

댐 명	계획홍수위	총 저 수 량	제한수위	계획공용량
계		2,769백만톤		313백만톤
안동댐	161.7M	1,248	160.0M	110
임하댐	164.7	595	161.7	80
합천댐	179.0	790	176.0	80
남강댐	39.5	136	35.5	43

3.2.5 홍수예측 출력

홍수예측의 출력은 주 Computer의 처리속도와 함께 결과를 나타내 주는 중요부분이다.

현재 낙동강홍수통제소에서 운영중인 System의 정보제공 체계는 On-Line System으로 설계되어 있으며 On-Line CRT를 통한 출력은 DATA 특성별 분류에 의하여 운용되며, 이 체계는 홍수기의 신속한 정보제공을 목적으로 한다. 그 내용은 다음과 같다.

- 1) 우량 DATA 출력
 - 관측소 및 시우량, 누가우량
 - 관측소별 실측자료
 - 소유역 및 대유역별 우량 현황
 - 관측소별 시우량 및 누가우량에 대한 시간별 변화
- 2) 수위 DATA 출력
 - 관측소별 수위
 - 관측소별 실측자료
 - 본류 및 지류별 수위 현황
 - 관측소별 수위에 대한 시간별 변화
- 3) 주요지점 자료 출력
 - 주요지점별 수위, 유량에 대한 현황 및 예측
 - 본류 및 지류별 수위, 유량에 대한 현황 및 예측
 - 주요지점의 수위, 유량에 대한 시간별 변화 및 예측
- 4) 댐 관련 자료 출력
 - 낙동강 유역의 댐 관련 자료 총괄
 - 각 댐별 현황

- 각 댐별 자료에 대한 시간별 변화 예측

3.2.6 홍수예경보 운영 체계

홍수예경보의 목적은 강우로 인하여 발생하는 홍수의 규모와 시간을 가능한 정확하고 신속하게 예측하여 댐 수문조작에 의한 홍수조절을 가능하게 하고 홍수에 대비할 수 있도록 유관기관 또는 지역 주민에게 사전에 홍수에 관한 정보, 즉 예측되는 수위와 시간을 제공함으로써 홍수로부터 피해를 최소화 하자는 것이다.

이러한 목적을 위하여 홍수예경보 System은 정확하고 신속한 관측 Data를 수집하는 통신시설 및 수집된 Data를 이용하여 최단시간에 예측 결과를 얻을 수 있는 전산기와 이 결과를 판단하는 경험있는 인력을 필요로 하는 업무다.

홍수예보의 전달은 홍수통제상황실, 건설교통부, 중앙재해대책본부, 각시도재해대책본부, 유관 언론기관 등에 통보하고 정보소에 경보를 발령하므로써 각종 시설물의 조작, 주민 대피 등의 조치를 실시할 수 있도록 하고 있다.

1) 홍수예경보 발령기준

홍수예경보는 홍수주의보, 홍수경보, 해제로 구분하여 실시하고 있다.

가) 홍수주의보

홍수주의보는 기준지점의 수위가 지정홍수위를 넘어 계속 상승하여 경계홍수위에 가까워 질 것이 예상되는 경우와 지정홍수위에 도달하지 아니한 경우라 하더라도 강우 등의 상황에 비추어 경계홍수위에 가까워 질 것이 예상되는 경우에 발령

나) 홍수경보

홍수경보는 기준지점의 수위가 경계홍수위를 넘어 계속 상승하여 위험홍수위에 가까워 질 것이 예상되는 경우와 경계홍수위에 도달하지 아니한 경우라 하더라도 강우 등의 상황에 비추어 위험홍수위에 가까워 질 것이 예상되는 경우에 발령

다) 해 제

해제는 기준지점의 수위가 지정홍수위 이하로 내려가 홍수피해의 우려가 없다고 인정되는 경우에 홍수주의보를 해제하며, 홍수경보는 기준지점의 수위가 지정홍수위에 가까워져서 홍수경보를 계속유지할 필요가 없다고 인정되는 경우 홍수경보를 홍

수주의보로 바꾸어 발령한 후 해제

2) 주요 수위관측소 홍수위기준

낙동강은 6개지점에서 홍수예경보를 실시하고 있으며 그 기준은 다음과 같다.

관측소명	위 치	기 준 수 위 (m)			비고
		지정	경계	위험	
구 포	부산, 북구, 구포	3.0	4.0	5.0	
삼 랑 진	경남, 밀양, 삼랑진	4.5	7.0	9.0	
진 동	경남, 함안, 칠서	6.0	8.5	10.5	
현 풍	대구, 달성, 현풍	7.5	11.0	13.0	
왜 관	경북, 칠곡, 왜관	5.0	7.0	9.0	
낙 동	경북, 상주, 낙동	5.5	7.5	9.0	

4. 맺음말

낙동강홍수통제소에서는 보다 정확하고 신속한 홍수예경보를 위하여 유역내의 댐의 건설, 지속적

인 하천개 보수, 유역의 도시화, 산림 농경지의 개발사업등으로 인한 지형의 변화와 기상이변으로 홍수 발생형태도 바뀌어지기 때문에 이를 감안하고 홍수유출계산의 정확도 제고를 위한 저류모형 상수를 조정하는 한편 매년 유량측정을 실시하여 수위-유량 곡선식 수정 및 개발, 낙동강하구둑이 홍수예경보시스템에 미치는 영향검토, 낙동강수계 홍수예경보시스템의 차세대모형개발 등 홍수예경보 프로그램을 개선하므로써 실제 홍수형태에 가깝게 홍수를예측 할 수 있도록 계속 노력하고 있다.

앞으로는 부족되는 수자원의 효율적인 이용을 위하여 지하수, 하천 및 저수지 수질과 수량을 예측할 수 있는 저수관리도 병행 실시하여 홍수로부터 국민의 인명과 재산을 보호하고 수자원을 경제적으로 이용할 수 있는 종합적인 물관리 SYSTEM 개발로 발전되도록 추진할 계획으로 있다. ☞