

자동우량경보시설 경보발령기준 정량화



정 인 주
(주)한국방재정보연구원 / 원장
jjj0468@daum.net

1. 서언

산간계곡에 설치되어 운영하고 있는 예경보시스템의 운영을 위하여 지역별 경보발령기준을 정하여 운영하고 있다. 경보발령기준은 경험식을 이용하여 한계경계수위 및 한계유출량을 산정한 후 지속시간별 강우분포(HUFF분포)를 이용하여 경보발령기준 우량을 산정하고 있다. 그러나 강우의 패턴에 따라 지역별로 강우량의 분포와 시간은 유출량에 직접적인 영향을 미치고 있다. 즉 강우량에 의한 경보발령기준은 여러 수문학적 요소를 포함하기에는 역부족이다. 따라서 본 고에서는 현재 운영중인 예경보시스템의 메카니즘을 분석한 후 수리수문학적 매개변수의 영향을 비교분석하여 자동우량경보시설 경보발령기준우량을 결정하는 신뢰도를 향상시켜 소음에 대한 피해를 줄이고 인명피해를 예방하는데 도움을 주고자 한다. 또한 경보발령기준우량을 산정하기 위한 정량적인 방법을 제시함으로써 지역특성에 맞는

경보발령기준우량을 결정하는데 수문학적 매개변수를 제시하고자 한다.

2. 대상지역

대상지역은 경남 창녕군 창녕읍 옥천리 일원에 위치하고 있으며 대상유역의 경우에는 지방하천인 계성천유역의 상류부에 위치하고 있으며 대상유역에는 2개의 우량관측소가 설치되어 있고 경보국은 7개소가 설치되어 있다. 따라서 본 고에서는 대상유역내에 설치되어 있는 강우자료를 분석하여 예경보시스템 운영에 연계하였다.

2.1 국지성 집중호우의 영향 분석

최근 국지성 집중호우의 영향은 전세계적으로 영향을 미치고 있지만 특히 국토가 산지로 형성되어 있는 우리나라에는 그 영향으로 피해빈도가 급증하고 있는 실정이다. 우리나라는 대부분 국토가 산지이기 때문에 하천

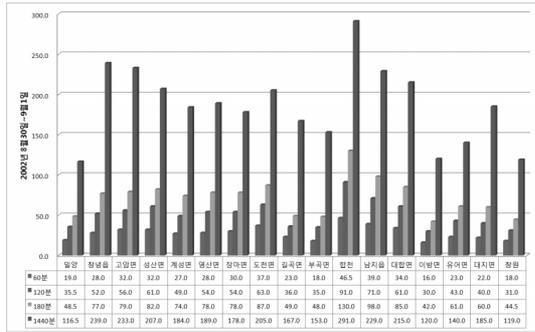


그림 1. 2002년 태풍 “루사”

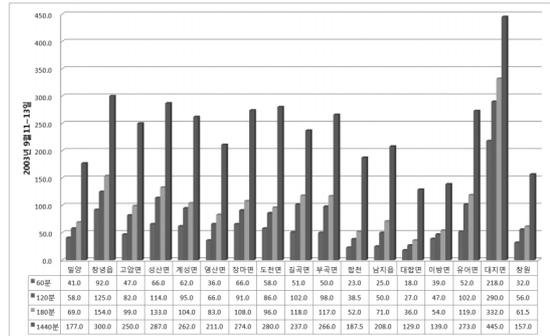


그림 2. 2003년 태풍 “매미”

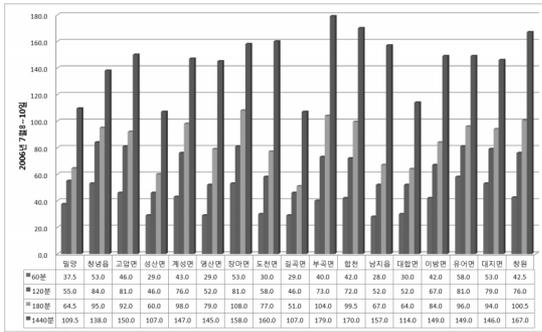


그림 3. 2006년 태풍 “에위니아”

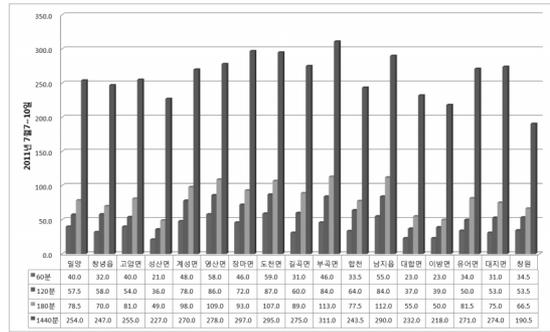


그림 4. 2011년 집중호우

유역도 대부분 산지가 차지하는 비율이 크다.

최근 발생하는 집중호우의 영향을 검토하기 위하여 기상청에서 관리하는 기상관측소의 강우량과 각 읍면동에 설치되어 있는 강우량의 자료를 분석하였다. 분석결과 기상청의 강우량보다 국지적으로 큰 강우량이 발생하는 것으로 분석되었다. 따라서 집중호우의 관리는 기상청의 강우량을 기준으로 하되 각 읍면동의 강우사상을 검토하여 기본계획 및 홍수예경보시스템 운영에 반영되어야 할 것으로 판단된다.

2.2 한계유출량을 위한 단위도 산정

대상지역은 지방하천인 계성천 상류부에 위치하고 있

으며 3개의 소유역을 구분하여 단위도를 산정하였으며 유역현황은 다음 표 1과 같다.

단위도 산정은 Clark 유역추적법에 의하여 OCY-1, OCY-2, OCY-3지점에 대하여 산정하였다. 산정결과

표 1. 홍수량 산정지점

하천명	지 점 명	유역면적 (km ²)	유로연장 (km)	도달시간 (Tc, min)
계성천	OCY-1 산성교 주차장	4.23	3.24	15.43
	OCY-2 노단이교 상류부	6.97	4.86	23.14
	OCY-3 옥천저수지 상류부	17.49	6.86	32.67

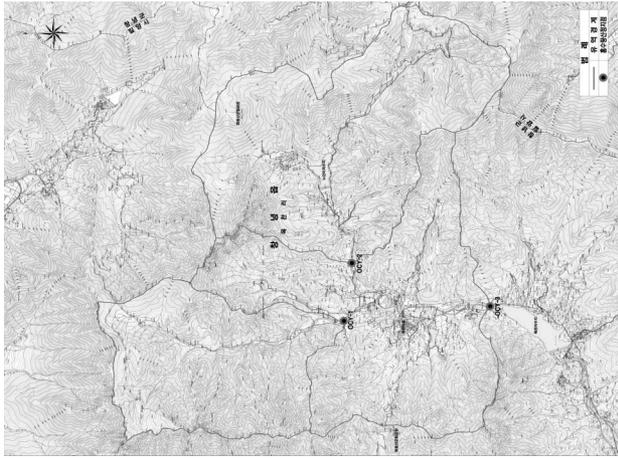


그림 5. 대상유역도

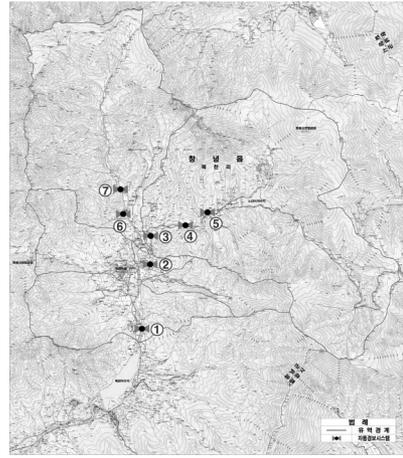


그림 6. 경보국 위치도

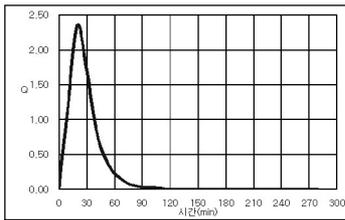


그림 7. OCY-1지점 단위도

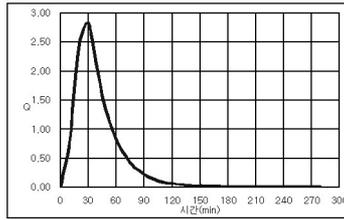


그림 8. OCY-2지점 단위도

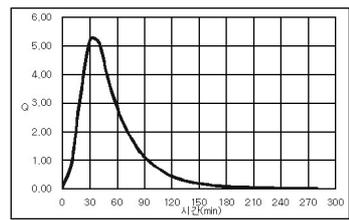


그림 9. OCY-3지점 단위도

그림 7~9와 같이 산정되었으며, 단위도에 의하여 실적 강우량을 분석하였다.

2.3 수위유량관계곡선 산정

위험수심을 결정하기 위해서는 어느 정도의 하천수심에서 사람이 안전한가에 따른다. 미 지질조사국(USGS)에서는 “Rule of thumb”을 이용하여 어느 정도의 하천수심에서 사람이 안전한가에 대한 연구를 실시하였다. 최초의 경보(안내방송)를 발령하는 기준수심은 일반 성인의 무릎, 허벅지, 허리 정도에 해당되는 0.5, 0.7, 1.0m로 하며, 일반적인 계곡에서의 행동제한 조건을 고

려한 것으로서 현재의 상황에서는 타당성이 있다고 연구된바 있다. 그러나 위와 같은 위험수심을 결정하기 위해서 한계유출량을 산정하고 있다. 한계 유량은 유역하도경사, 최대하폭, 최대수심, 조도계수의 인자로 산정되고 있다. 이와 같은 식은 각 대상지구에 현황자료를 획득할 수 없기 때문에 연속방정식에 의해 개략적으로 산정할 수 밖에 없다. 경보발령 기준을 결정하기 위해서는 대상 유역에 대한 강우-유출 모형을 수행하고 HEC-RAS를 이용하여 홍수위를 산정한 후 수위-유량 관계곡선을 작성해야 한다. 수위-유량 관계곡선에서 홍수위가 0.5, 0.7, 1.0m일 때 홍수량을 산정하고, 이 홍수량

표 2. 홍수량 산정지점

지점명	구분	하상고 (EL.m)	경계수심(m)		
			0.5	0.7	1.0
OCY-1	표고 EL.(m)	223.5	224.0	224.2	224.5
	한계유량(m ³ /s)	-	30.06	42.09	62.48
OCY-2	표고 EL.(m)	195.2	195.7	195.9	196.2
	한계유량(m ³ /s)	-	18.26	27.02	48.24
OCY-3	표고 EL.(m)	133.3	133.8	134.0	134.3
	한계유량(m ³ /s)	-	42.46	59.45	95.95

에 해당되는 강우량을 산정하여 경보발령 기준을 결정해야 한다. 홍수위에 따른 홍수량 분석은 H-Q곡선에 의하여 한계유량을 산정할 수 있으며 수심(0.5, 0.7, 1.0m)에 따른 한계유량을 산정하였다. 본 대상구역에서는 이와 같은 불안정한 요소를 해소하기 위하여 하천측량을 실시하여 현황자료를 득하였으며, Hec-Ras 프로그래프에 의하여 수리분석을 실시한 후 H-Q곡선을 산정하였다.

3. 경보발령기준 및 운영의 문제점

경보발령기준 및 운영의 문제점을 분석하기 위하여 산간계곡의 실적강우량을 이용하였다. 현재 예정보시스템의 운영의 누적강우량을 기준으로 운영하고 있다. 운영된 실적강우량을 분석하여 그 문제점을 분석하여 대안을 제시하였다. 특히 산간계곡에는 호우발생이 많은 여름철에 계곡으로 피서객들이 많이 방문하게 된다. 즉 예정보의 운영이 인명피해에 직접적인 영향이 있다. 따라서 좀더 고차원화된 운영방안을 제시할 필요가 있다. 고차원화된 운영방안을 도출하기 위해서는 누적강우량 뿐만 아니라 해당지역의 수리·수문학적 영향을 고려하여야만 한다. 인명피해와 직접적인 영향이 크므로 기

존의 경험식에 의한 예정보시스템의 운영은 현실성이 낮으므로 수리·수문학적 분석을 토대로 운영해야 하며 최근에는 그 필요성이 매우 높아지고 있다.

3.1 경보발령 메카니즘의 문제점

실적강우량과 단위도에 의한 유량을 산정한 결과 그림 10과 같다. 강우에 의한 누계우량은 20분 동안의 우량의 합이며, 누계우량의 경우 강우에 의한 유출량을 나타낸 값이다. 단위유량은 누계우량(20분 단위)에 대한 유출량 산정결과이며 누계우량의 양상과 단위유량의 양상은 거의 비슷한 양상을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 연속강우에 의한 누계유량 산정에서는 경보발령이 발생하고 40분부터 내린 강우는 유량의 증가에 큰 영향이 없는 것으로 나타났다. 그러나 단위 20분 동안의 누계우량의 경우 발령이 해제된 후 또 다시 발령이 있을

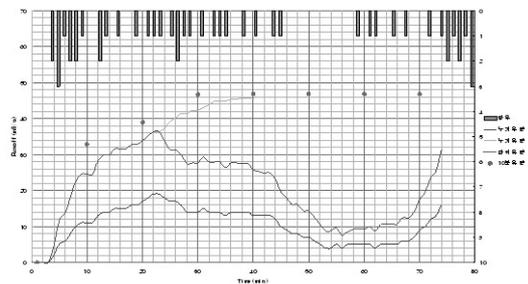


그림 10. 실적강우에 의한 유출량

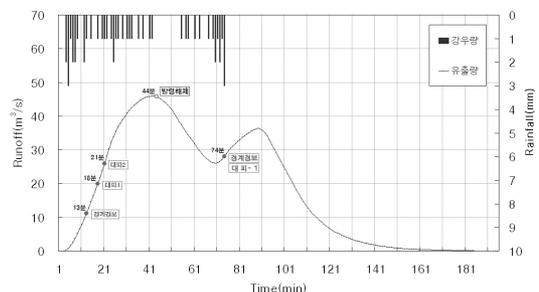


그림 11. 실적강우에 의한 경보발령 현황

경우에는 기준에 발령한 유량보다 컸을 경우에 경계 발령이 발생하는 것으로 검토되었다. 그 이유는 기존의 강우에 의한 유출이 발생하고 있었기 때문이다.

3.2 강우-유출모의와 경보발령의 연계

실적강우에 의한 사례를 분석한 결과 경보발령 메카니즘은 단점을 파악할 수 있었다. 이에따라 경보발령은 강우-유출모의와 연계되어야 하는 것이 좀 더 명확해졌다. 강우-유출모의가 수행되기 위해서는 시스템이 커져야 되는 단점이 있기 때문에 해당지점에 대하여 실측을 통하여 수문학적 매개변수를 찾아 신뢰도를 확보한 다음 단위도를 이용하여 자체경보시스템을 구축하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

4. 종합결과 및 결론

본 고에서는 경보 발령을 위하여 돌발홍수를 발생시킬 수 있는 유출고를 강우-유출관계를 Clark단위도를 이용하여 산정하였다. 인명피해를 발생시킬 수 있는 수심 0.5m, 0.7m, 1.0m 이상의 수심을 위험수위로 설정하였다. 또한, 지속시간별-강우량별 홍수량 조건표를 작성하고, 이를 이용하여 경보발령기준강우량을 제안하였다.

4.1 재난예경보시스템의 효율적인 관리 방안

첫째, 경계경보, 대피경보1, 대피경보2는 각 대상지점마다 다르게 설정해야 하고, 지속시간에 따른 누가 강우량을 이용하여 예경보를 발령해야 한다. 둘째, 현재 시각의 강우가 이전 시각의 강우에 비해 증가추세에 있는 경우만 발령해야 하며, 초기손실우량은 강우발생시점을 기준으로 하여 다르게 적용해야 한다. 셋째, 자체자동우

량경보 메카니즘을 개선하기 위해서는 Micom을 이용하여 운영하는 방안이 있으나, 각 지점별 실측을 통한 수문학적 매개변수를 찾은 후 단위도를 산정하여 Micom에 프로그래밍하여 효율적인 운영을 할 수 있다. 넷째, 예경보시설의 효율적인 운영 및 관리를 위해서 발령기준을 설정하여 운영하고 있으나, 강우의 패턴 및 유출의 특성을 반영하기 위해서는 수문학적 해석이 매우 복잡하므로 예경보시스템 운영 및 관리시스템이 구축되어야 한다. 따라서, 각각의 지역특성에 맞는 신뢰도 높은 예경보시설을 운영하기 위해서는 각 지역마다 강우-유출모의, 홍수위 검토, 강우-수위관계 등을 결정하여 통합운영관리시스템을 구축할 필요가 있다.

4.2 경보발령 기준 제안

경보발령 기준은 해당 유역에 대한 강우-유출 모의와 실시간 연계되어 기준 한계유량에 해당되는 강우가 발생했을 경우를 기준으로 해야 하며, 특히 누가우량을 산정하되 현재 시각의 강우가 이전 시각의 강우보다 증가추세에 있는 경우에만 단계별 경보발령을 해야 한다. 그러나 초기침투우량, 저류량, 유출곡선지수에 의해 발령 기준값이나 시점이 달라지므로 누가우량으로만 경보발령기준을 수립하는 것은 타당성이 부족한 것으로 검토되었다.

참 고 문 헌

1. 안재찬, 이종설, 최우정, 이병주(2008), 자동우량경보시설 경보발령기준 검토 연구, 한국방재협회논문집, 제8권4호, pp.101~109.
2. 이승렬(2005), GIS를 이용한 돌발홍수기준 우량 산정에 관한 연구, 인제대학교, 공학석사학위논문
3. 윤종주(2010), 자연재난관리를 위한 통합형 조기경보모델, 숭실대학교, 공학석사학위논문

4. 김기준(2006), GIS와 GIUH를 이용한 산악지형의 돌발홍수 유출에 대한 해석, 전남대학교, 공학석사학위논문
5. 추태호(2004), 자동우량경보시설 운영방안 제안에 관한 연구, (주)한성전자산업개발
6. 행정자치부 & 국립방재연구소, (1998), 지리산 일원 호우피해 조사 및 분석, pp.89-95.
7. Bras, R.L. (1990). HYDROLOGY An introduction to Hydrologic science. Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts.
8. Gustavo Devoto, Ignacio Rodriguez-Iturbe, and Iuan B. Valdes (1979). "Discharge Response Analysis and Hydrologic Similarity: The INterrelation Between the Geomorphologic IUH and the Storm Characteristics", Water Resources Research, vol.15, pp.1435-1444.

기획: 맹승진 maeng@chungbuk.ac.kr