

지석천유역 침수실적 조사 및 침수예상지도 작성
Inundation Results Survey and Flood Hazardmap Mapping
of the Jisuk Stream Basin

박성천*, 노경범**, 이용희***, 양동현***

Sung-Chun Park, Kyong-Bum Roh, Yong-Hee Lee, Dong-Hyun Yang

요 지

최근에는 전 지구적으로 이상기후 현상이 빈번히 발생하고 있으며 이로 인해 과거와는 달리 예측하기 어려운 집중호우와 돌발강우에 따른 피해가 증가하고 있는 추세이다. 이러한 이상 강우현상에 의해 하천 및 주변의 내·외수의 수위 상승을 야기하며, 이로인해 제내지의 침수 위험성이 그 어느 때보다 높은 실정이다. 특히, 내수침수의 경우는 외수에 따른 범람보다는 내수배제 불량에 따른 침수 빈도와 범위가 증가되고 있는 상황이며, 이에 대한 대비가 절실히 요구되고 있다.

주기적으로 반복되는 내수침수에 의한 국민의 재산과 인명피해를 최소화하기 위해서는 침수피해 위험도가 높은 지역을 파악 관리하여야 하며, 지역의 주민에게도 지역의 특성을 주지시켜야 한다. 이와 함께 침수 발생시 피해 최소화를 위한 피난 경로와 피난 장소 등을 상세히 제공하여 신속한 재난 대처와 함께 인명과 재산의 피해를 최소화하여야 한다. 침수예상지도는 태풍이나 집중호우에 의한 침수 발생시 제방의 월류 및 붕괴, 내수배제 불량 등으로 인한 예상 침수지역을 강우빈도별로 나타내고, 침수면적과 깊이를 표현한 지도로서 방재형 국토관리의 정책결정과 침수 피해에 대한 대민 홍보의 수단으로 활용되고 있다. 국내에서도 홍수에 의한 피해가 나날이 커지고 국토의 개발에 따른 자연 재해가 많아짐에 따라 홍수에 의한 피해를 최소화하기 위한 노력의 일환으로 침수예상지도의 제작 및 관리 시스템의 필요성이 증대되고 있다.

본 연구에서는 지석천 유역의 태풍 및 집중호우에 의한 과거 침수실적을 조사하여 침수실적도를 작성하였으며, 내·배수 불량에 따른 홍수빈도, 강우빈도별 침수예상도를 작성하였다. 이를 위해 현재 보편적으로 이용되고 있는 1차원 수리·수문 모델인 미 공병단의 HEC-HMS, HEC-RAS 모델과 내·배수 영향 검토를 위해 한국농어촌공사에서 개발된 GATE 프로그램을 이용하였다. 이렇게 계산된 연구 대상지역의 침수심과 침수면적을 GIS를 이용하여 침수예상도를 작성하였다.

핵심용어 : 침수실적도, 침수예상도

* 정회원 · 동신대학교 토목공학과 교수 · E-mail : psc@dsu.ac.kr
** 정회원 · 전남발전연구원 환경해양연구팀 연구원 · E-mail : kbyj3711@naver.com
*** 정회원 · 동신대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : md49@nate.com
**** 정회원 · 동신대학교 토목공학과 박사과정 · E-mail : miziri@nate.com

1. 서론

최근에는 전지역적으로 이상기후 현상이 빈번히 발생하고 있으며 이로 인해 과거와는 달리 예측하기 어려운 집중호우와 돌발강우에 따른 피해가 증가하고 있는 추세이다. 침수피해 유형을 살펴보면 우리나라의 경우 최근 1일 100mm 이상 집중호우의 발생빈도가 20년전 보다 1.5배 증가되었고, 특히 2002년 8월 31일 태풍 “루사”의 영향으로 강릉지역 1일 강우량이 870.5mm가 발생함으로써 우리나라 연평균 강우량의 약 70%의 강우량이 발생하였다. 본 연구에서는 지식천 유역의 태풍 및 집중호우에 의한 과거 침수실적을 조사하여 침수실적도를 작성하였으며, 내·배수 불량에 따른 홍수빈도, 강우빈도별 침수예상도를 작성하였다. 이를 위해 현재 보편적으로 이용되고 있는 1차원 수리·수문 모델인 미 공병단의 HEC-HMS, HE-RAS 모델과 내·배수 영향 검토를 위해 한국농어촌공사에서 개발된 GATE 프로그램을 이용하였다. 이렇게 계산된 연구 대상지역의 침수심과 침수면적을 GIS를 이용하여 침수예상도를 작성하였다.

2. 이론적 배경

2.1 HEC-HMS(SCS법) 모형

홍수위 계산은 부등류해석과 부정류해석으로 구분되며, 부등류해석에 의한 배수위 계산은 지금까지는 미국육군공병단(USACE)에서 개발한 HEC-2 모형이 주로 사용되어 왔으나, 정확한 배수위 계산을 위하여 이 모형을 Windows용 Version으로 갱신하면서 분석기법을 대폭 개선한 HEC-RAS(River Analysis System) 모형을 채택하여 사용하였다.

유역에 있어 유출량은 강우와 토양의 저류량에 영향을 가장 많이 받는다. 호우가 시작될 때 발생하는 강우의 손실인 초기손실은 유출에 거의 영향을 주지 못하며, 실제 토양의 저류량은 강우와 유출의 체적에 따라 다르게 나타난다. SCS법에서는 <식 2.1>과 같은 강우와 유출의 관계를 나타내고 있다.

$$F = \frac{Q}{P - I_a} \dots\dots\dots <식 2.1>$$

여기서 F는 실제 저류량, S는 잠재 최대 보유수량, Q는 유출량, P는 강우량, I_a 는 초기손실량이다.

2.2 HEC-RAS

홍수위 계산은 부등류해석과 부정류해석으로 구분되며, 부등류해석에 의한 배수위 계산은 지금까지는 미국육군공병단(USACE)에서 개발한 HEC-2 모형이 주로 사용되어 왔으나, 정확한 배수위 계산을 위하여 이 모형을 Windows용 Version으로 갱신하면서 분석기법을 대폭 개선한 HEC-RAS(River Analysis System) 모형을 채택하여 사용하고 있는 실정이므로 금회에도 HEC-RAS 모형을 사용하였다.

분할의 기초로 입력단면의 측점(x-좌표)을 사용하여 홍수터부분의 흐름을 분할이다. 각각의 분할 단면에서의 통수능은 <식 2.2>을 이용하여 계산된다.

$$k = \frac{1}{n} * A * R^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots <식 2.2>$$

여기서, k 개별 분할 영역의 통수능, n 개별 분할 영역의 Manning의 계수, A 개별 분할 영역의 유수단면적, R 개별 분할 영역의 동수반경이다.

3. 대상유역 현황

연구 대상지역으로 선정된 지식천 유역은 영산강의 제1지류로 화순군 계상산에서 발원하여 나주시 금천면 신가리에서 영산강 중류부에서 본류와 합류하며, 유역면적은 662.4 m 이며, 유로연장은 53.0km로 동·서간으로 최대장은 32.0km, 남·서로 최대장은 31.8km이다. <그림 1.>은 산포 및 덕례 대상지역 과거 피해 침수조사결과, 대상지역은 저지대로서 태풍 및 집중호우 발생시 영산강 및 지식천 수위 상승으로 자연배제가 불량한 지역이다. 연구 대상지역 침수실적 조사 현황은 <표 1.>과 같이 정리·수록하였다.

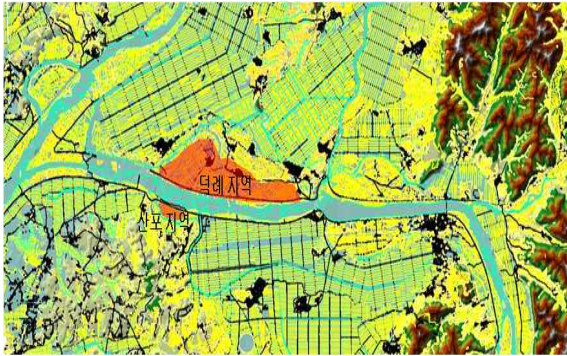


그림 1. 침수 피해 위치도

구분	행정지역	유역면적 (km ²)	침수면적 (km ²)
산포지역	산포면 덕례리	0.56	0.47
덕례지역	산포면 내기리	1.70	0.78
계		2.29	1.25

표 1.대상지역 침수현황

4. 입력자료

4.1 지형자료

수집된 지형자료를 활용 및 GIS 적용을 위하여 1:1000의 수치등고선도와 1:25000의 수치토양도, 그리고 토지피복 상태를 나타내는 1:50000의 LandSat TM 영상자료를 기본도로 이용하여 대상유역의 지형학적인 자료와 수문학적인 자료를 산정하였다. 또한 지형적 특성 분석 결과를 이용하여 강우로 인한 유출과정에 직접적인 영향을 미치는 토양특성에 따른 CN값(Curve Number)은 농촌진흥청의 1/25000 수치 정밀토양도와 토지피복도를 이용하여 소유역별로 CN값을 산정하였고, 대상구간의 토지이용별 면적을 산정하였다.

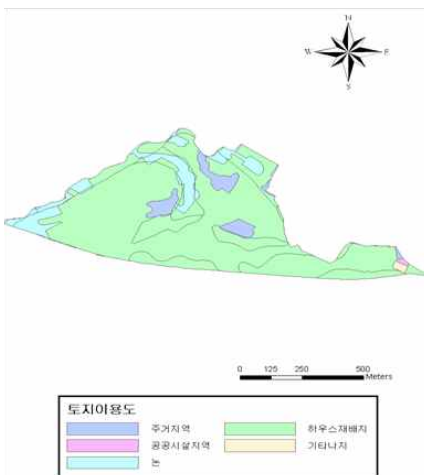


그림 2. 덕례구간 지피복도

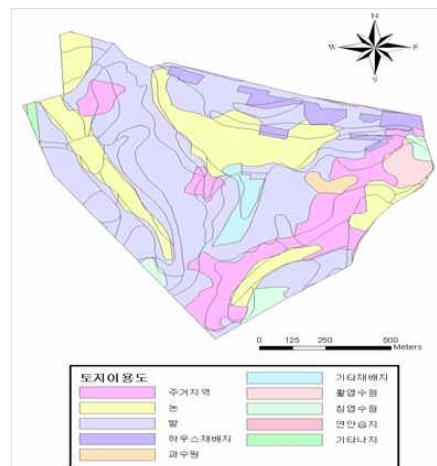


그림 3. 산포구간 토지피복도

4.2 강우량자료

기상청으로부터 47개년(1961~2008)의 시우량 자료를 수집하였으며, 이로부터 연도별, 지속시간 별 최대 강우량을 조사하였다. 대상 강우지속시간으로는 10분, 1시간, 2시간, 3시간, 6시간, 9시간, 12시간, 18시간, 24시간, 48시간에 대해 강우지속시간별 연 최대 강우량을 추출한 후 고정시간 자료를 고정시간-임의시간 환산계수로 적용하여 임의시간으로 변환하여 확률 강우량을 산정하였다.

5. 결과

5.1 홍수량 산정결과

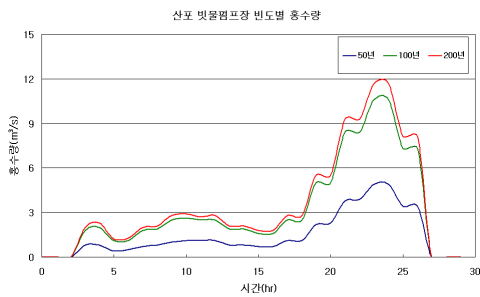


그림 4. 산포 빗물펌프장 빈도별 홍수량

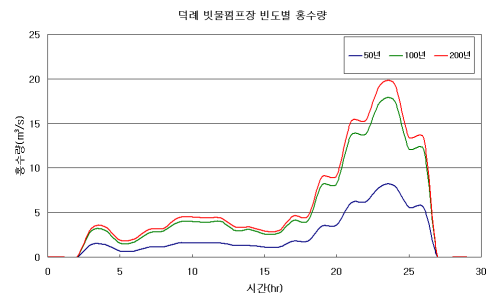


그림 5. 덕레 빗물펌프장 빈도별 홍수량

5.2 홍수위 산정결과

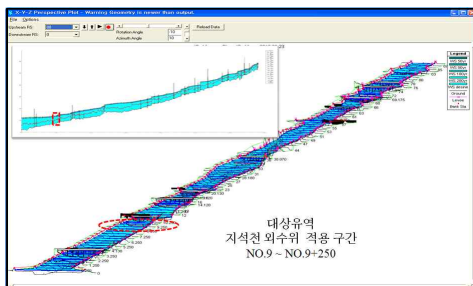


그림 6. 대상구간 지석천 종단 위치도

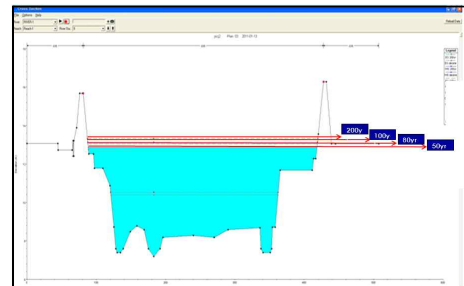


그림 7. 대상구간 지석천 빈도별 홍수위

5.3 침수예상도 작성 결과

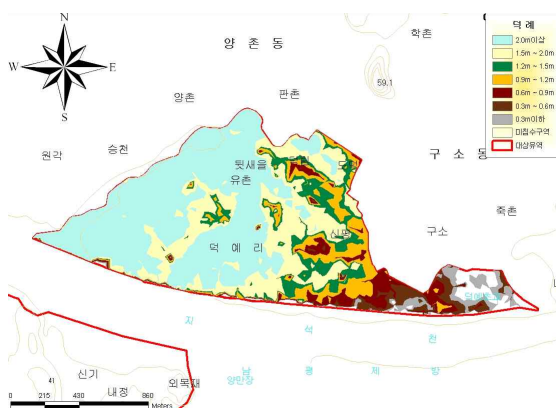


그림 8. 덕레 침수예상도

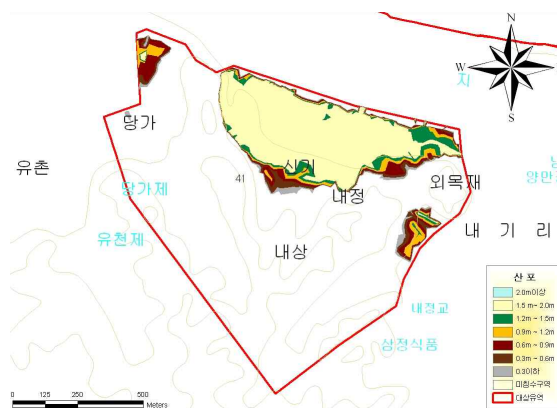


그림 9. 산포 침수예상도

대상지역(산포,덕례지역)의 침수예상도를 활용하여 향후 침수위험 지역에 대한 지반고 승고 및 우수관망 증설, 등의 침수피해 저감대책 연구가 추가적으로 필요할 것으로 판단되며, 침수위험 지역의 실제 발생한 침수실적 자료를 통하여 대상지역의 정밀한 침수피해 원인 분석 및 특이사항과 같은 자료의 축적을 통해 여러 유형의 강우사상을 바탕으로 제내지, 제외지의 조건에 따른 다양한 침수발생 시나리오 작성을 통한 보다 정밀한 침수예상도를 제작하여 그 실용성을 증대해야 할 것이다.

6. 결론

집중호우 및 태풍에 의한 하천유역의 내수침수는 인적, 물적 피해를 발생시키며, 특히 영산강 유역과 같이 대부분 지역이 농경지를 관류하는 하천 주변에서의 침수는 생육기의 농작물에 심대한 피해를 입히고 있다. 빈번하게 발생하는 내수침수 피해로부터 하천유역에 거주하는 주민의 생명을 보호하고 경제적 피해를 최소화하기 위해서는 침수피해가 발생할 가능성이 있는 곳에 대한 대책으로 침수예상도 등을 구축하여 대비하여야 할 것이다. 본 연구에서는 내수침수로 인한 인적·물적 피해를 조금이나마 경감시키기 위해 과거 침수실적 조사와 장래 발생할지 모를 제내지 침수에 대한 침수예상도를 작성 하였다.

참고 문헌

1. 국립방재연구소(2000),“홍수재해지도 작성제도화 및 침수예상지역 추정방법 개발(I)”
2. 국토해양부(2008), “홍수위험지도 기본계획보완 보고서”
3. 국토해양부(2008), “홍수위험지도 제작에 관한 지침”
4. 나주시(2005), “2004 제15호 태풍‘메기’ 수해백서”
5. 노경범, 김종일(2010), “홍수위험지도 제작 및 활용방안”, 전남발전연구원
7. 소방방재청(2006), “재해지도 작성 기준 등에 관한 지침”
8. 소방방재청(2008), “재해연보”
9. 한국수자원공사(2002), “2002 전국홍수조사 보고서”
10. 한국수자원학회 제20회워크샵, “HEC-RAS와 HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람도 작성”
11. 황태하 등(2004), “HEC-GeoRAS & HEC-RAS를 이용한 홍수범람 연구”, 한국수자원학회 학술발표회, pp.855~861
12. 김기석 등(2006), “HEC-GeoRAS를 이용한 홍수범람 지역 결정”, 한국수자원학회 학술발표회, pp.1131~1134
13. 일본국토교통성(2005), “中小河川浸水想定区域図作成の手引き”
14. 일본국토교통성(2006),“洪水ハザードマップ作成のための「浸水想定区域図データ」利用ガイド”
15. US Army Corps of Engineers(2005), “HEC-GeoRAS GIS Tools for support of HEC-RAS using ArcGIS User’s Manual”
16. 하천관리지리정보시스템(<http://www.river.go.kr/>)
17. 밀양시 홍수재해지도 웹페이지
(http://www.miryang.go.kr/disaster_map/main.htm)
18. 국가수자원관리종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr/>)
19. 기상청(<http://www.kma.go.kr/index.jsp>)
20. 미국연방재난관리국(<http://msc.fema.gov/>)
21. 일본국토교통성(<http://www.mlit.go.jp/river/bousai/index.html>)