

도시홍수 위험성 평가 및 통합관리방안 개발

방재연구

양 동 민 / 노아솔루션 기술연구소 소장
 장 대 원 / 노아솔루션 기술연구소 책임연구원
 김 보 경 / 노아솔루션 기술연구소 선임연구원

1. 시작하는 말

과거에 홍수는 일반적으로 하천홍수를 의미하였다. 도심을 흐르는 소하천, 지방하천, 국가하천의 월류 및 제방 파체에 의한 피해가 주요한 홍수피해였기 때문이다. 그러나 2000년대 이후부터 하천홍수와 도시홍수가 구분되기 시작하였고 좁은 개념에서 도시홍수는 내배수 불량에 의한 침수피해의 의미로 해석되고 있다. 도시홍수와 일반 하천홍수는 피해를 유발하는 인자부터 프로세스까지 상이한 부분이 많다. 본 연구는 이러한 관점에서 과거 선형계획인 하천 제방에 대한 사업, 점의 계획인 펌프장 설치, 그리고 도심지 피해구간에 대한 국부 관개량사업의 한계를 인정하고 변화하는 외부조건이 발생하였을 때 가장 큰 피해가 발생할 수 있는 지역을 관리하여 이러한 지역에 우선순위의 면단위 도시홍수관리대책을 수립할 수 있도록 지역을 평가하는 방안을 제시하고자 하였다. 이는 과거의 위해성 분석(hazard)에 기반한 시설 대책의 한계를 인정하고 도시홍수를 유발하는 외력에 대한 지역의 홍수취약성(vulnerability), 홍수노출성(exposure) 등을 고려하는 최근 연구 추세를 반영한 것이다.

2. 연구 개요

2.1 연구목적

본 연구는 도시의 홍수위험관리측면에서 도시홍수의 위험도를 평가할 수 있는 적정항목을 선정하여 평가지수를 개발하고 도시홍수위험관리를 위한 GIS 기반의 시스템 구축방안을 제시하는데 그 목적이 있다. 이와 더불어 위험관리지수를 활용할 수 있는 DB 구축 표준안과 정부 공식자료로 구축해야 할 추가 DB를 제안하고자 한다.

2.2 연구내용

본 연구에서 추진하는 연구내용은 (1) 도시홍수 위험평가를 위한 국내외 사례조사, (2) 도시홍수 위험관리방안, (3) 기후변화에 따른 도시홍수의 영향성 조사 및 연구, (4) 기후변화를 고려한 도시홍수 위험관리지수 산정, (5) 도시홍수통합위험관리 시스템 구축방안 제시의 5개로 구성된다. 표 1에는 연구내용과 그에 따른 세부내용을 정리하여 나타내었다.

자연재해저감기술개발

표 1. 연구과제의 구성과 내용

연구내용	세부내용
도시홍수 위험평가를 위한 국내외 사례조사	<ul style="list-style-type: none"> • 국내외 도시홍수위험평가 기법 및 시스템 구축 사례 조사 • 과거와 최근 연구사례를 기반으로 도시홍수에 대한 시사점 도출
도시홍수 위험관리방안	<ul style="list-style-type: none"> • 도시홍수위험관리방안 및 평가 방법 제시 • 기존 국내사례와의 비교 및 차별성 제시
기후변화에 따른 도시홍수의 영향성 조사 및 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 시(hourly) 강우와 일(daily)강우 자료를 이용한 강우분석 • 도시홍수 유발과 피해가중에 직접적 영향을 미치는 강우의 영향성 분석
기후변화를 고려한 도시홍수 위험관리지수 산정	<ul style="list-style-type: none"> • 도시홍수의 위험관리정도를 나타내는 지표 선정 및 추가 DB 요소 제시 • GIS Tool을 이용한 자료 구축 및 결과 산정 • 도시홍수위험저감방안 제시
도시홍수통합위험 관리시스템 구축방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 도시홍수위험관리를 위한 평가 시스템 구축(안) • 위험관리지수를 활용하기 위한 DB 구축 표준안 및 정부 공식자료로 구축해야 할 추가 DB 제안

3. 연구 추진내용

3.1 도시홍수 위험평가를 위한 국내외 사례 조사

국내외 도시홍수평가기법을 조사한 결과, 국내 평가방법은 대부분 국외에서 개발된 도시해석모형을 이용하여 침수발생 예상지역을 모의하고 이 결과에 따른 침수면적을 평가하거나 다차원법을 이용한 일부 평가가 도시홍수평가기법으로 제시되어 오고 있다. 그러나 국외에서는 침수위험에 대하여 침수지역에 대한 취약성, 노출성 등 피해가중여부를 고려할 수 있는 요소를 추가하여 평가하고 있는 것으로 조사되었으며, 본 연구에서는 국내외 과거와 최근 연구사례를 기반으로 도시홍수에 대한 시사점을 도출하였다.

3.2 도시홍수 위험관리 방안

도시홍수 위험관리 방안에서는 홍수위험관리를 정의하고 국내외 사례조사를 바탕으로 기본방향을 설정하여 평가방안을 제시하였다. 도시홍수위험관리는 실제 홍수위험관리를 도시지역에 국한하여

적용하는 것으로, 본 연구에서는 기존 홍수위험관리기법을 참고하여 지표 및 지수 산정 방안 등을 검토하여 도시홍수위험관리기법으로 제시하였다. 그리고 기존 홍수위험관리기법과 본 연구에서 제시한 도시홍수위험관리기법을 비교, 정리하여 목적과 기법에 대한 차별성을 제시하였다.

3.3 기후변화에 따른 도시홍수의 영향성 조사 및 연구

기후변화로 인한 도시홍수의 영향성을 분석하기 위하여 기후변화시나리오, 일강우량과 시강우량을 이용하여 장·단기적 관점에서의 강우량의 변화를 분석하였다. 그 결과, 강우패턴의 변화가 도시홍수에 영향을 미치며 도시홍수로 인한 피해이력과 비교하였을 때, 도시 내수배제 시설의 기준인 1시간 강우보다 2시간, 3시간 지속시간의 강우가 도시침수 피해를 더욱 가중시키는 것으로 분석되었다.

3.4 기후변화를 고려한 도시홍수위험관리 지수 산정

본 연구에서는 도시홍수위험관리지수를 산정하

기 위하여 지표를 선정하고 표준화, 가중치와 DB 구축을 수행하였다. 최종 도시홍수위험관리지수 산정을 위해서 서울특별시, 부산광역시, 대전광역시에 적용한 후, 실제 사업지구 개념(Zone)에서 접근하기 위해 배수분구단위 또는 읍면동 단위로 평가를 하였다. 단, 본 고에서는 지면관계상 서울 구로구에 대한 결과만 제시하였다.

표 2는 배수분구(또는 읍면동) 단위에서의 도시

홍수위험관리지수 산정을 위한 대표인자 선정결과를 나타낸 것이다.

표 2의 선정된 항목에 따라 평가한 결과, 서울 구로구에서는 오류1배수분구와 오류2배수분구 지역 즉, 오류천 복개하천이 지나는 구간에서 전체적인 도시홍수 위험성이 높게 나타났으며(그림 1)서울 구로구의 주요 침수지도(그림 2)와 비교하였을 때, 본 연구에서 제시한 도시홍수위험관리지수 산

표2. 도시홍수위험관리지수 산정을 위한 대표인자 선정

구분	원인	대표인자	목적 관련성	계량 가능성	수집 용이성	피해 조사	선정 여부	자료유무
수문-기상학적 요인	집중 호우	설계빈도 초과강우	○	○	○	◎	●	설계빈도
		30mm/hr 이상 강우	○	○	○		×	초과강우로
		80mm/3hr이상 강우	○	○	○		×	대체
		150mm/day 이상 강우	-	○	○		×	부적합
		10분 강우량	△	△	△		×	수집 어려움
수문-지형학적 요인	저지대	평균경사	△	-	○		×	정의혼돈가능
		하천밀도	△	○	○		×	수집 어려움
		계획홍수위)지반고	○	○	○		●	
	집수지역	분지형지형(사면현황)	○	○	○		●	
		근접성	하천과 거주지간 거리	-	△	△		×
위험지도	도시침수위험도	○	○	-		●		
구조적 요인	배수 시설	분구내 빗물펌프장 유무	○	○	○		●	
		분구내 빗물펌프장 개수	○	○	△		×	
		배수펌프 분당 토출량	○	○	△		●	
		펌프장 담당 구역면적	○	○	△		●	
		관 평균구배	○	-	△	◎	×	수집 어려움
		(도달시간지체)						
	설계 미흡	하수관거 관경부족	○	-	-	◎	×	수집 어려움
		(통수단면부족)						
		저류 및 침투시설 미비	○	-	-	◎	×	수집 어려움
	관로 막힘 또는 관배수 불량	관로 막힘 또는 관배수 불량	○	○	-	◎	◎	수집 어려움
시설적 요인	지하가옥	○	○	-		×	수집 어려움	
	지하차도	○	○	-		×	수집 어려움	
비구조적 요인	배수 시설의 운영	펌프장 분구내 침수	○	○	△		●	
		강우집중시기 운영 정확성	○	-	-	◎	×	수집 어려움
		자동연계 및 운영 여부	○	-	-	◎	×	수집 어려움
	관리 조직 및 재원	내배수 예경보 시스템 여부	○	○	-		×	수집 어려움
		무계획적 설치	○	-	-	◎	×	수집 어려움

주) ○ 양호, △ 보통, - 어려움, × 미흡, ◎ 피해원인 조사결과, ● 선정

자연재해저감기술개발

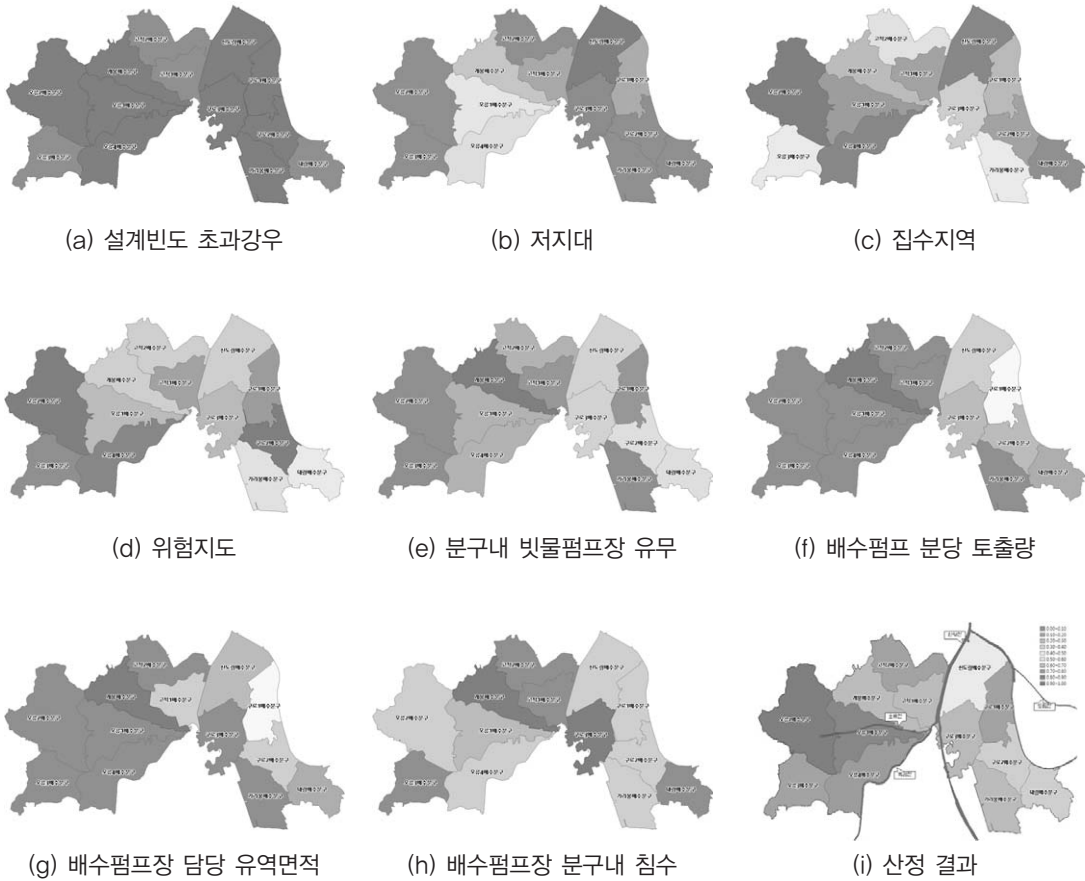


그림 1. 서울 구로구의 위험관리지수 산정 결과

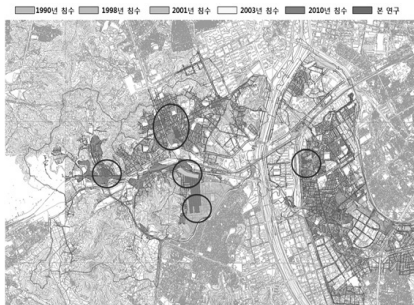


그림 2. 서울 구로구의 주요 침수지도

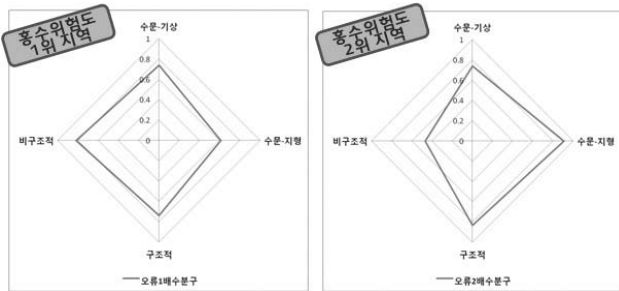


그림 3. 지수평가 결과를 이용한 취약도 그래프

정 결과가 실재를 잘 반영하는 것으로 확인되었다.

서울 구로구의 13개 배수분구별 취약도를 분석한 결과, 오류 1, 2배수분구는 구조적대책(내수부분)에 집중하는 것이 타당한 것으로 나타났다(그림 3). 이들 배수분구는 현재, 하수관거 개량 실시설계 중 또는 내년에 실시설계 계획이 수립된 상태로, 본 연구에서 분석한 위험관리지수의 결과가 적합한 것으로 볼 수 있다.

3.5 도시홍수통합위험관리시스템 구축방안 제시

도시홍수위험관리지수 산정 및 평가과정을 통해 GIS DB를 기반으로 도시홍수위험관리지수를 평가하는데 유의한 자료이나 국가 차원에서 구축하지 않는 DB 항목 등 평가자료 구축에 있어서 필요한 자료를 제시하고 전국적인 시스템 구축을 위한 시스템 구축방안을 제시하였다.

4. 맺는 말

본 연구에서는 도시홍수위험관리 측면에서 위험관리를 위하여 필요한 지표 선정 및 지표 항목 평가방안 등을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 도시홍수위험관리지수를 대상지역에 적용한 결과, 서울 구로구의 오류1배수분구와 오류2배수분구, 부산 해운대구의 송정동, 청송군의 진보면이 도시홍수 위험성이 가장 큰 것으로 분석되었고 이들 지역은 최근 집중호우로 인

하여 실제 도시홍수 피해사례가 발생한 지역들과 대체적으로 일치하여 지역이 갖고 있는 종합적인 홍수위험도가 적정히 반영된 것으로 나타났다. 물론, 분석대상지역이 3개 지자체에 국한되어서 실제 모든 도시유형의 홍수위험관리에 필요한 항목을 모두 반영했다고 볼 수는 없다. 그러나 연구를 통해 예상했던 결과를 기반으로 복합적인 도시형태 및 도농 통합도시 등에 대한 연구를 수행하고, 그 결과를 기반으로 전국적인 평가 시스템을 구축한다면 도시홍수 대비를 위한 사업 우선순위 선정에 보다 과학적인 근거를 마련하는데 활용될 수 있을 것이다. 또한, (반)지하주택이나 지하공간의 침수피해현황이나 주요 간선 관거의 구배 등의 반영이 필요하나 자료 미비로 적용이 불가능한 경우가 있으므로 이러한 자료를 표준화하여 DB로 구축하도록 추진된다면 보다 정확한 분석이 수행될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구는 기존의 하천위험관리방안을 도시에 적용하기 위해서 도시 적용에 필요한 지표 선정 및 지표 항목 평가방안 등을 제시한 것으로, 분석 해상도 선정에 따른 지표 선정의 제약이 있었으나 읍면동 또는 그보다 작은 배수분구 단위에서의 평가결과가 적합한 것으로 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술사업단의 「도시홍수 위험성 평가 및 통합관리방안 개발」의 지원에 의해 수행되었습니다.