

서울시 지역안전도 평가기법 개발

- 홍수재해를 중심으로 -

1. 들어가는 말
2. 서울시 홍수피해 현황 및 특성
3. 서울시 지역안전도 평가모형
4. 지역안전도 평가모형 활용방안
5. 정책제언

1. 들어가는 말

- 대규모 재난발생 위험성에 따른 대책 필요
 - 서울시에서는 인구와 건축물을 포함한 각종 시설물 등이 밀집되어 있기 때문에 대규모 재난이 발생하는 경우 피해의 정도가 과거에는 상상할 수 없을 정도의 큰 규모로 나타날 수 있음. 따라서 재난에 대한 사후처리뿐 아니라 위험지역을 사전에 파악하고 위험을 저감하기 위한 대책 수립이 필요함.
- 지역안전도 평가 도입의 필요성
 - 지역안전도 평가는 재난에 대한 체계적인 안전관리와 위험요인에 대한 대책을 마련하기 위해서 각 지역이 가지고 있는 재난의 발생가능성과 재난으로 인한 피해의 가능성을 평가하는 것임. 따라서 지역안전도 평가는 재난에 취약한 지역 파악, 재난발생시 대응 및 피난 계획 수립, 안전을 고려한 방재도시 구축 등 재난관리 행정을 체계적으로 수행하는데 필수적인 요소가 됨.
- 서울시 특성을 고려한 지역안전도 평가모형 개발
 - 현재까지 지역안전도에 대한 연구가 많이 진행되어 왔으나, 나라별, 도시별 특성이 다를 수 있기 때문에 표준화된 평가기법 및 지표가 개발·활용되지 못한 점이 있음. 따라서 도시화가 집중되어 있는 서울시 특성을 고려한 지역안전도 모형을 자체 개발할 필요가 있음.

2. 서울시 홍수피해 현황 및 특성

○ 서울시 홍수피해 현황

- 최근 돌발성 집중호우 및 내수배제 불량으로 인하여 하천주변과 저지대를 중심으로 홍수 피해가 빈번히 발생하고 있음. <표 1>은 1980년부터 2003년까지 24년간 서울시의 분야별 홍수피해 현황을 나타내고 있음. 이 기간 동안 서울지역의 홍수피해를 피해액 규모로 보면 1998년 514억원, 2001년 219억원, 1984년 203억원 순으로 피해가 컸으며, 사망자수는 1984년 41명, 2001년 40명, 1987년 39명 순으로 많았음. 건물피해 규모는 2001년 94,375동, 1998년 40,386동, 1984년 34,964동 순으로 높았음.

<표 1> 서울지역의 홍수 피해(1980~2004년)

(단위 : 백만원)

구분	피해 총액	이재민	인명 피해	사망	부상	실종	건물피해 동수	건물 피해액	선박 피해액	농경지 피해액	농작물 피해액	공공시설 피해액	기타 피해액
1980	24		2		2		4	2				15	7
1981	188	328	8	2	1	5	111	4			153	3	28
1982	15	49	3	1		2	131	3				9	3
1983	188	99	11	5	6		123	7		2	3	163	13
1984	20,274	289,804	95	41	52	2	34,964	3,084		184		9,249	7,757
1985	173	73	14	3	11		282	20			2	92	59
1986	287		6	3	3		14	7				252	28
1987	19,003	34,926	109	39	68	2	311	376		38	3,408	4,724	10,456
1988	16	30	2		2		6	15					1
1989	20						3	1				5	14
1990	10,765	93,133	71	31	27	13	17,981	1,304	743	22	51	8,179	465
1991	261	17	19		16	3	275	34			0	136	91
1992	40	7	1	1			97	1			0	35	4
1993	8		2	2			96				0	5	3
1994											0		0
1995	4,312		5	3	1	1	17	14			0	4,026	272
1996	37		7	2	5		2,213	31			0	4	2
1997	461	161					241	149			0	32	281
1998	51,396	2,287	61	24	37		40,386	900		53		27,028	23,415
1999	10,509	1,823	3		3		716	311		0		9,570	629
2000	878		5		5		200	82				671	125
2001	21,925	338	144	40	104		94,375	2,929		14		18,735	
2002	7,513	116					8,799	622				6,479	412
2003	1,814		1	1			5,439	65				1,378	371
2004	40	10	1	1			92	40					

주 : 1. 피해액은 당해연도 가격기준임.

2. 1989년 이후는 농작물 피해액이 포함 안됨.

자료 : 2001년 이전 자료는 「2001 수해백서」에서, 2002년, 2003년 자료는 「2004 재난사례집」에서 구함.

- 최근 10년간 구청별 우심피해 발생회수로는 중랑구, 성북구, 노원구, 서초구가 2회로 많았으며, 평균 피해액은 관악구, 중랑구, 강북구 순으로 높았고, 총 피해액은 관악구, 노원구, 도봉구 순으로 컸음.

○ 서울시 홍수피해 주요원인

- 서울시 홍수피해 주요 원인을 <표 2>와 같이 자연적 요인, 사회적 요인, 시설적 요인으로 나누어 구분함.

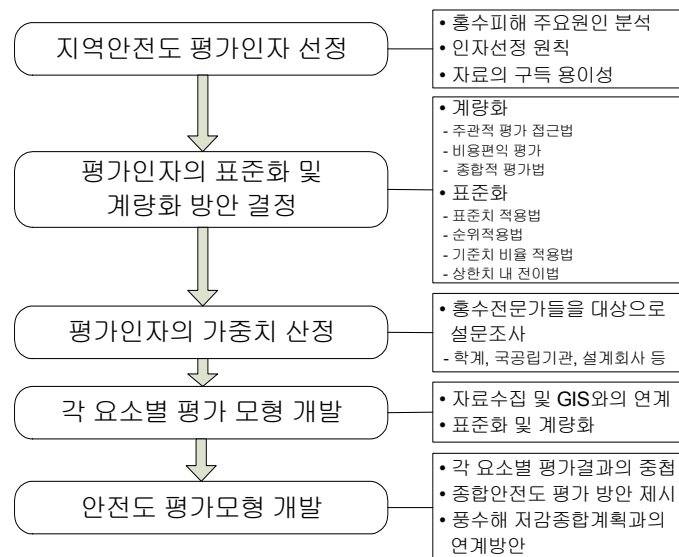
<표 2> 서울시 홍수피해에 영향을 주는 주요 원인

구 분	세 부 내 용
자연적 요인	<input type="checkbox"/> 설계빈도 이상의 호우 - 설계빈도 이상의 국지성 집중호우로 인한 피해발생 <input type="checkbox"/> 고지배수의 저지대 집중 유입 <input type="checkbox"/> 개발로 인한 불투수율의 증가로 인한 홍수량 증대 <input type="checkbox"/> 지역의 평균경사의 변화
사회적 요인	<input type="checkbox"/> 하천변 저지대에 인구 집중 <input type="checkbox"/> 산업화로 인한 자산집중 및 증가로 홍수피해액 증가
시설적 요인	<input type="checkbox"/> 노면 우수배제 시설 불량 - 빗물받이가 쓰레기로 차단됨 - 도로상의 우수 집수시설 부족 - 시설물 신설로 인한 우수유입부의 장애 <input type="checkbox"/> 빗물펌프장 - 빗물펌프장 펌프용량 및 유수지 용량부족 <input type="checkbox"/> 외수위 상승으로 인한 내수배제 불량 <input type="checkbox"/> 하수관거에 의한 침수 - 하수관 선형불량으로 인한 유수흐름장애 - 하수암거내 이송잡물로 배수불량(하수암거내 차량 전복 등) - 하천에 설계빈도 이상의 호우에 의한 외수위 상승으로 내수배제 불량 - 복개 하수암거(저지수로) 용량 초과 - 하수관거 용량초과 및 접합부 불량 - 토구가 하천과 직각으로 연결 방류되고 있어 흐름이 정체 <input type="checkbox"/> 산사태 및 토사유출 - 토사유출(골프장 공사중지 등) - 계곡수 유입부의 산사태로 인한 하수관거 입구부 폐쇄로 우수의 도로 유출 - 토사퇴적으로 인한 유수장애 <input type="checkbox"/> 하천 범람에 의한 침수 <input type="checkbox"/> 하수관거역류(역류방지장치 미설치)

3. 서울시 지역안전도 평가모형

○ 홍수에 대한 서울시 지역안전도 평가모형 개발 순서

- 홍수에 대한 지역안전도 평가모형 개발 순서는 (그림 1)과 같음. 우선, 홍수피해의 주요 원인을 분석하고, 인자 선정 원칙과 자료의 구득 용이성을 고려하여 지역안전도 평가 요인 및 인자를 선정함. 두 번째 단계에서는 홍수피해 주요 인자에 대한 자료 계량화 및 표준화 방안을 개발함. 세 번째 단계에서는 홍수 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하여 홍수피해 안전도 평가에 있어서 인자들의 각각의 비중을 조사함. 네 번째 단계에서는 GIS Tool을 이용하여 각 요소별로 평가 방안을 마련함. 마지막으로 평가된 각각의 요소들을 종합한 지역안전도 평가방안을 마련함.



[그림 1] 지역안전도 평가 모형 개발 순서

○ 지역안전도 평가 인자 선정 및 가중치 산정

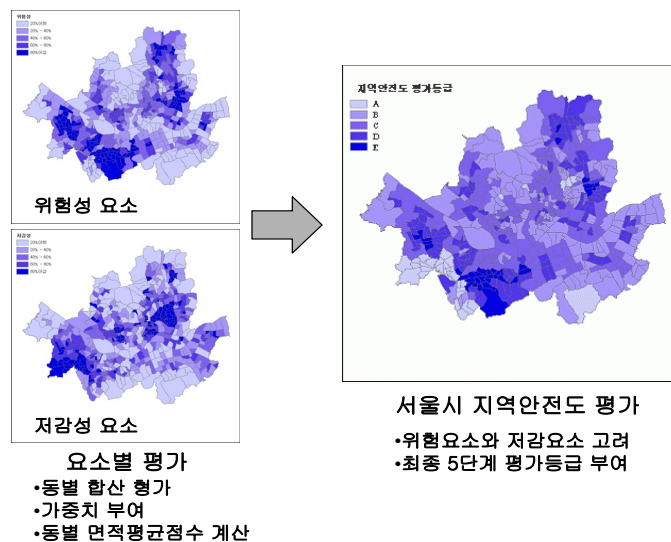
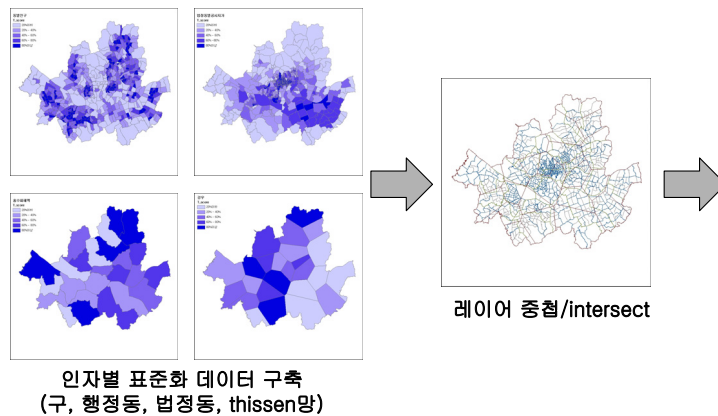
- 지역안전도 평가를 위한 요인별 인자는 홍수피해 원인 조사자료를 토대로 인자선정 원칙과 자료의 구득용이성을 검토하여 선정하였음.
- 평가인자의 가중치 산정: 학계, 연구소, 기업체, 국가기관의 하천 및 방재 분야, 도시계획 분야, 기상 분야 등의 전문가에게 설문조사를 실시하여 산정함.

<표 3> 지역안전도 평가 인자선정 및 인자별 가중치

위험성(0.56)								저감성(0.44)			
자연적요인 (0.27)			과거피해요인 (0.14)		사회적요인 (0.15)			시설적 요인 (0.30)			행정적요인 (0.14)
강우량	불투수 비율	저지대	침수 면적	홍수 피해액	인구 밀도	자산 밀도	SOC 밀집	외수 방어	내수 방어	홍수 조절	저감능력 점수
0.12	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.10	0.10	0.10	0.14

○ 서울시 지역안전도 평가 결과

- 인자별 평가결과의 가중 합을 통한 중첩으로 위험성과 저감성 요소별 평가를 수행하였고, 공간단위는 동단위로 시범적용하였음.
- 평가된 동별 위험성과 저감성 요소를 통합하여 5단계 등급으로 나눈 지역안전도 평가모형을 개발하였음.



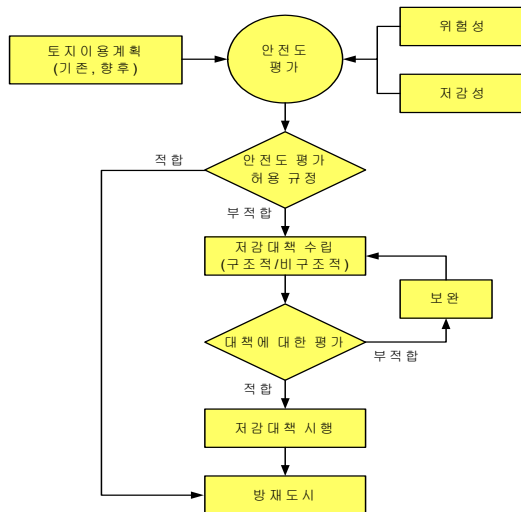
[그림 2] 지역안전도 평가 과정

- 최종 평가결과의 등급화: 서울시 지역안전도 평가결과를 가장 정확히 반영할 수 있는 등급 분류법을 선정하기 위하여 각 분류법의 오차지수를 산정하여 비교함. 오차지수 산정결과 오차지수가 1에 가장 가까운 자연분류법(jenks최적화방법)으로 분류한 것이 가장 적합하게 나타났음.

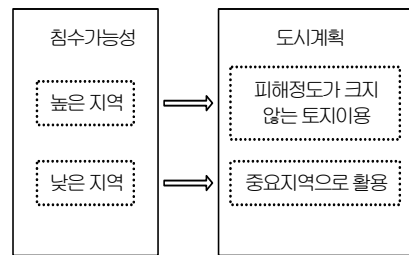
4. 지역안전도 평가모형 활용방안

○ 지역안전도 평가와 도시계획

- 지역안전도 평가결과는 재해위험지역을 사전에 파악할 수 있게 하고, 주요시설의 배치, 건물 최소 지반고 지정 및 성토고 지정, 배수시설 정비, 토지이용 규제, 비상대피 계획 수립 등과 같은 도시 방재계획 수립의 기초자료를 제공하여 계획 단계부터 방재 개념을 도입한 안전한 도시 건설계획 수립을 가능케 할 수 있음.



[그림 3] 도시계획 수립시 지역안전도 평가 적용

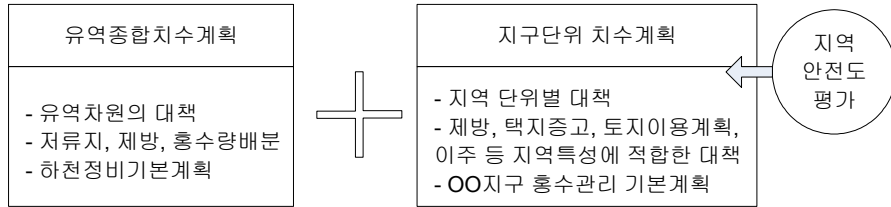


[그림 4] 지역안전도평가에 의한 공간계획

○ 지구단위 치수대책 수립과 지역안전도 평가

- 지구단위 치수계획은 지역의 중요도와 관계없이 하천 및 우수배제시설에 대해서 일률적으로 지정되어 있는 수방기준 대신 지구단위별 수방기준을 마련하여 치수대책을 수립하는 신개념의 수방대책임.

- 기존 유역종합치수계획을 보완한 지구단위별 치수계획 수립시 지역안전도 평가를 통해 위험지역을 파악하고 지구별 중요도를 결정하여 지구단위 수방기준 및 피해 가능 지역별 대책을 수립할 수 있음.



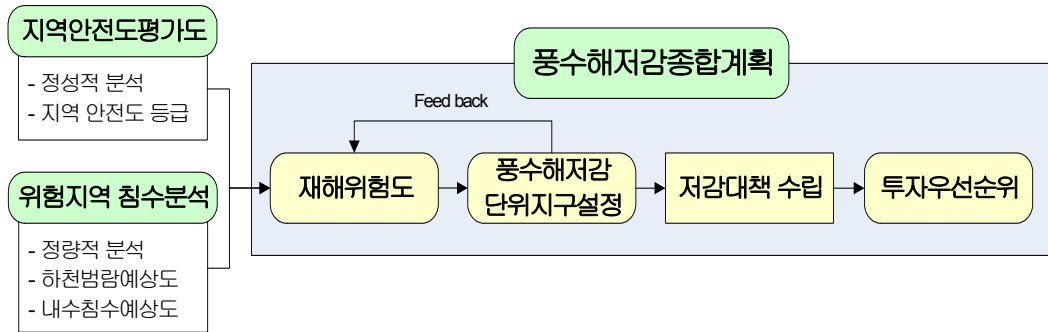
[그림 5] 지구단위별 치수계획의 도입 시 지역안전도 평가의 적용
(한국건설기술연구원, 2006)

○ 풍수해 보험과 지역안전도 평가

- 풍수해 보험은 홍수피해자들에 대한 경제적 손실 보상, 구조물적 홍수방어대책의 잔존위험 보충, 홍수위험에 대한 인식 확대 및 홍수위험지역 관리의 체계화, 경제활동의 피해 최소화로 인한 국가경제의 효율성 제고, 재해손실의 시간적, 공간적 분산 등의 효과가 있으므로 현재 정부는 풍수해보험법(제정 2006. 3. 3, 법률 제7859호)을 제정하여 시범사업을 시행 중임.
- 지역별 안전도 평가는 풍수해 보험의 요율 결정과 풍수해보험법에 의하여 각 지자체에서 제출해야 할 침수흔적도 등 과거의 풍수해 발생 이력 및 향후 발생 위험 등을 고려해 풍수해 위험정도를 지역별로 표시하는 「풍수해보험관리지도」 제작의 기초 자료로 활용될 수 있음.

○ 풍수해 저감 종합계획과 지역안전도 평가

- 지역 안전도 등급에 따라 재해위험지구 정비사업, 하천정비사업, 하수도 개선사업, 펌프장 개선사업 등 치수방재사업에 대한 우선순위를 결정할 수 있음. 또한, 지역안전도 평가는 풍수해 저감 종합계획 수립 시 풍수해 유형별 재해위험도 분석의 정성적 평가에 대한 기본 자료로 활용성이 높음.
- 지역별로 홍수피해 위험성을 분석하고 피해저감능력을 대비시켜 안전도 등급을 부여함으로써 지역 방재역량을 제고하고, 평가결과 나타난 문제점을 각종 방재정책에 개선 반영하는 상호보완체계를 구축할 수 있음. 이외에 방재에 대한 지역별 선의의 경쟁을 유도함으로써 재난저감 책임행정을 강화할 수 있음.



[그림 6] 지역안전도평가와 풍수해저감종합계획과의 관계

5. 정책제언

○ 풍수해 저감 종합계획 수립

- 풍수해를 예방하기 위한 체계적이고 효율적인 풍수해 저감계획을 수립하여 시민의 생명과 재산피해를 최소화하여야 함. 풍수해에 대한 위험성을 공표하여 시민에게 주지시키며, 과거 침수실적도와 내수침수분석 및 하천범람분석, 이와 연계된 침수예상분석 등을 통해 침수예상지도를 작성하고 홍수피해가능지역에 대한 정확한 분석을 토대로 토지이용을 차별화해야 함.

○ 구조적 대책 다양화 및 수방기준 재검토

- 서울시 침수피해 및 원인을 분석하고, 수방 시설물 설계기준과의 관련성 검토가 필요함. 수방 시설물에 대한 국내·외 설계기준을 검토하여, 국지성 집중호우에 대응할 수 있는 수방 시설물의 설계기준에 대한 개편방향을 마련해야 함.
- 기존 치수대책은 주로 하천제방 및 배수시설, 펌프장에 대해 수행되어 왔으나 최근 발생하는 도시홍수, 돌발홍수 등에 의한 피해를 저감하기 위해서는 치수대책의 다양화가 필요함. 구조물적 다양화를 위해서는 우수 침투저해행위 규제, 저류지 등 홍수조절시설 설치, 투수성 포장 설치, 지하공간 침수피해 방지시설 설치, 택지 증고 등의 대책이 필요함.
- 기존의 국가하천, 지방하천 등 하천중심의 수방기준에서 벗어나 제내지의 특성에 따른 중요도에 따라 보호수준을 차별화하는 것이 필요함. 이를 위해서는 치수단위구역 또는 제내지의 중요도 특성을 정량화할 수 있는 치수경제성 분석 등을 활용하여 치수사업 투자비용의 효과를 분석하는 것이 필요함.

○ 비구조적인 홍수대책 활성화

- 홍수예보 능력의 향상을 위한 관측 장비, 화상감시시스템 등의 설치를 확대할 필요가 있음. 이상홍수시 침수지도 및 대피경로를 제시하는 홍수위험지도를 제작·배포하여 도시계획에 활용할 필요가 있음. 이를 위해서는 침수흔적도, 침수예상도, 홍수대피지도 작성을 위한 기준마련이 필요함. 또한, 주민의 안전한 대피를 위한 대피기준 개발, 대피소의 지정·관리, 정보전달체계 등 주민대피체계를 검토할 필요가 있음.
- 풍수해보험법의 도입으로 서울시와 각 구청은 과거의 풍수해 발생 이력 및 향후 발생 위험 등을 고려하여 풍수해 위험정도를 지역별로 표시하는 지도인 「풍수해보험관리지도」를 작성해야 함(풍수해보험법 제25조). 풍수해 위험지점에 대한 체계적 관리 및 풍수해 저감사업 수행을 위해서는 풍수해보험관리지도의 원활한 활용이 필요함. 각 구청별로 풍수해보험관리지도의 작성을 위해서는 풍수해보험관리지도 작성 지침이 마련되어야 하므로 이에 대한 기초연구가 필요함.

○ 시민 참여형 홍수방어 정책 마련

- 적극적인 치수대책의 수립과 더불어 필요한 것이 홍수에 대한 사회적 인식의 전환임. 배수 시설, 제방 등 방어 시설물이 있는 경우에도 홍수가 계획규모를 넘어서는 경우 피해가 발생할 수 있다는 것과 모든 홍수를 완벽하게 방어할 수 없다는 사실에 대한 홍보가 필요함.
- 이를 바탕으로 홍수 담당 실무자 주도의 홍수방어에서 시민참여형 홍수방어로의 정책 전환이 필요함. 홍수피해 지원 체계의 개선도 필요한데, 지원 일변도에서 적절한 분담체계의 전환이 필요함. 홍수에 대한 비구조물적 대책으로 풍수해 보험의 활성화가 필요함.

이창희 | 서울시정개발연구원 부연구위원
02-2149-1295
changhee@sdi.re.kr

이석민 | 서울시정개발연구원 연구위원
02-2149-1302
lsm@sdi.re.kr