

# 통계적 기법을 이용한 도시홍수 위험 지표 선정



**양 동 민**  
 노아솔루션 기술연구소 소장  
 ydm@noaa.co.kr



**김 보 경**  
 노아솔루션 기술연구소 선임연구원  
 winnerbk@noaa.co.kr



**장 대 원**  
 노아솔루션 기술연구소 책임연구원  
 hydrojdw@noaa.co.kr

발전과 그 발전에 따른 주변의 취락이나 지역의 변화과정을 의미하고 일반적으로 인구증가, 토지이용 변화에 따른 불투수면 증가, 경제활동의 변화와 인프라시설 증가 등으로 설명하는데 이러한 것들이 자연유역과는 달리 인명과 재산 피해에 대한 잠재적 위험성이 크기 때문이다.

장대원(2010)은 과거 우리나라 강우량과 피해액을 분석하여 강우와 같은 외적조건의 변화보다 도시화, 산업화, 집중화와 같은 사회적 변화가 피해 규모에 미치는 영향이 더 크다고 하였으며 이로부터 강우라는 외력 외에 지역적·지형학적 특성과 도시화에 대한 요인을 고려할 필요가 있음을 알 수 있다. 이에 대하여 일반적으로는 강우의 변화와 불투수율 증가에 따른 유출량의 증가와 도달시간의 감소라는 수문학적인 특성에 대해서만 분석되고 있다. 이러한 접근은 위험성(Hazard) 분석에 근간을 둔 것으로 하천범람에 영향을 주는 홍수량 분석을 강조하며 현재까지 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 이러한 위험성 측면에서의 분석은 유사한 강우가 발생하였을 때, 지역에 따른 피해발생 여부나 그 규모에 차이를 설명하는데 한계가 있다. 따라서 실제 도시화의 어떠한 요소들이 피해를 가중시키고 영향을 미치는가에 대한 연구가 필요하다고 볼 수 있다.

국외에서는 위험관리(risk management) 측면에서 위험성(hazard), 취약성(vulnerability)과 노

## 1. 서론

2009년 7월 부산지역 일대와 2010년 9월 서울시에 발생한 집중호우는 도시지역에 발생한 국지적, 단기적, 돌발적인 특성을 보이는 최근 강우변화 양상과 패턴의 예를 보여주고 있다. 도시지역은 강우에 의한 유출의 부담을 하천이 아닌 도시 배수관망이 부담하기 때문에 강우패턴의 변화에 따른 피해규모가 커지는 실정으로 도시홍수에 대한 관심이 높아지고 있다. 도시화(urbanization)란, 도시의

출성(exposure) 개념을 반영하고 있다. Kron(2002)은 자연재해 중 홍수와 관련된 홍수사상 또는 홍수사상이 발생할 확률을 나타내는 위험성, 홍수지역의 경제적 자산이나 인명의 노출성과 홍수방어능력의 부족을 의미하는 취약성의 곱으로 홍수 위험도를 표현할 수 있다고 하였고 UN ISDR(2002) 보고서에서는 위험(Risk)을 평가하기 위해서는 위험성과 취약성을 그 지역의 방재역량과 연계하여 평가해야 한다고 제시하고 있다. 이러한 국제적인 연구방향은 복잡한 도시홍수 측면을 접근하는데 있어서 기존 하천범람이나 내수분석과 같은 위험성 분석만으로는 한계가 있음을 보여준다.

본고에서는 서울, 대전과 부산지역을 시범지역으로 하여 도시홍수의 발생 및 피해와 관련이 있고 피해를 가중시키는 직·간접적인 지표들을 선정함으로써 도시화에 따른 도시홍수 위험요인을 도출하기 위한 방법론을 제시하고 일부 결과를 정리하였다. 단, 본고에서는 지면관계상 방법론과 서울지역에 대한 결과만을 제시하였다.

## 2. 도시지역의 강우 변화 분석 및 재해발생빈도와의 관계

### 2.1 기간별 강우량 변화 분석

도시홍수는 도시의 건물, 도로, 주차장 등 불투수 지역이 증가하여 침투홍수량이 증가하고 도달시간이 단축되는 특성을 갖고 있다. 이는 도시내수배

제 불량으로 인한 주택지, 상가나 공장 등의 침수피해의 주요 원인이 되기 때문에 1일 강우량보다는 내배수시설에 직접적으로 반영되는 짧은 지속시간에 강우가 집중되는 현상에 관심을 가질 필요가 있다. 이에 따라 본고에서는 2000년 이전과 이후를 구분하고 확률가중모멘트법과 Gumbel분포형을 채택하여 지속시간별(1시간, 2시간, 3시간, 6시간과 12시간) IDF 곡선 변화를 분석하였다.

서울관측소의 2000년 이전과 이후의 강우강도 변화를 분석한 결과, 지속시간 1시간에 대하여는 2000년 이전과 이후에 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 지속시간 2시간 이후 지속시간이 길어짐에 따라 2000년 이후 강우강도가 커지는 것으로 분석되었고 특히, 지속시간 3시간에 대한 변동 폭이 가장 크게 나타났다

### 2.2 강우량과 재해발생빈도의 관계

재해연보로부터 연도별, 시군구별 재해발생빈도를 수집, 정리하여 장·단기적 관점에서 강우자료의 상관성을 분석하였다. 여기서, 장기적 관점은 일 단위(daily)강우자료를 이용한 분석, 단기적 관점은 시 단위(hourly)강우자료를 이용한 분석을 의미한다.

분석기간은 1994년부터 2009년까지 총 16년이며 재해연보에서 제시하고 있는 11개 재해유형(태풍, 호우, 호우태풍, 대설, 한파, 폭풍설, 강풍, 폭풍우, 해수범람, 호우폭풍, 폭풍) 중 홍수와 관련이 높은 태풍과 호우의 발생빈도를 정리하였다. 장기적

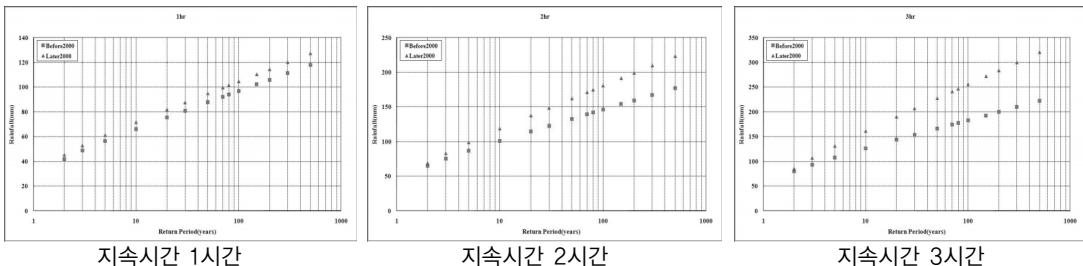


그림 1. 서울의 2000년 이전과 이후의 시강우량 변화 분석

관점에서는 일 최대값과 100mm/day이상 발생빈도, 단기적 관점에서의 강우자료는 지속시간별(1시간, 2시간, 3시간, 6시간과 12시간) 최대값을 이용하였다. 상관성을 분석한 결과, 표 1에 나타난 것과 같이 서울은 호우의 재해발생빈도와 단기적 관점에서 각 지속시간별 최대값과의 상관성이 0.8이상으로 매우 높게 나타났으며 대체적으로 단기적 관점에서의 강우가 재해발생빈도와 높은 상관을 갖는 것으로 확인되었으며, 지리적 위치와 지역적 특성에 따라 상관성에 차이를 보이는 것으로 나타났다.

### 3. 도시홍수 위험 지표 선정 방법

본고에서는 도시홍수 위험요인을 선정하기 위하여 분석단위를 크게 시도와 시군구 단위로 구분하였다. 시도 단위에서는 먼저, 시도별 자료 구축여부를 고려하여 수집하고 공통요인분석을 통해서 도시홍수를 유발하는 인자와 영향을 받는 인자, 영향을 주는 인자 등을 개략적 관점에서 분석을 실시하게 된다. 시군구 단위에서는 이러한 결과를 바탕으로 시군구(1개구 선정)의 재해연보, 재해대장, 관망과 피해조사보고서 등을 기반으로 세밀한 영향인자와 지표를 추출하게 된다.

#### 3.1 시도 단위에서의 위험 지표 선정을 위한 요인분석

도시홍수의 위험요인에 대한 지표를 선정하기 위하여 도시홍수에 직·간접적으로 영향을 미칠 것으로 판단되는 자료(이하 변수)를 수집하고 SPSS 통계분석 프로그램을 이용하여 요인분석을 실시하였다.

##### 3.1.1 자료 수집

표 1은 시범지역을 대상으로 지자체별 통계연보와 재해연보, 보건복지부 통계연보 등에서 수집하

였다. 강우자료는 양적인 측면과 장·단기적 관점으로 구분하고 총 강우량의 변화정도를 확인할 수 있도록 연강우량을 정리하였다. 장기적 관점에서는 일 단위(daily) 강우자료를 이용하여 기상청 산하 66개 관측소를 대상으로 150mm/day이상 발생횟수와 STARDEX(2005)에서 제시한 극한지수 개념을 적용하였다. 단기적 관점에서는 50mm/hr이상 발생횟수를 고려하여 짧은 시간에 집중되는 강우를 고려하였다. 강우를 포함하여 자료를 정리한 항목은 총 24개이며 자료별 특성에 따라 지형, 강우, 인문사회, 재해, 재해취약조건, 시설물, 경제, 대피의 8개로 구분하였다. 이들 자료는 대부분 동일한 기간에 대하여 시계열 자료로 정리되어 있으나 경사도, 재해위험지구, 거주층별가구와 배수펌프장은 단일 값으로 정리되어 있다. 여기서, 경사도는 DEM으로부터 추출하는 값으로 한 개의 값을 갖게 되고 거주층별가구는 2005년 시행한 인구총주택조사에서 수집된 내용으로 본 연구에서는 반지하주택에 대한 자료를 이용하고자 하였으나 전후 자료는 제공되지 않는 것으로 파악되었다. 현재, 이들 자료는 모두 단일 값으로 구성되어 패널데이터와의 분석에 어려움이 있기 때문에 지역별로 세밀한 자료를 반영하는 시군구 단위 분석시 이용하도록 하였다. 한편, 지형에 해당하는 토지이용변화율 자료는 지자체별 통계연보에서 구분하는 16개 항목 중에서 도시와 관련된 대지, 공장용지와 도로 3개 항목을 선정하였다.

##### 3.1.2 요인분석

요인분석(Factor analysis)은 많은 측정변수를 공통적인 요인으로 묶어 자료의 복잡성을 줄이고 자료(변수)들이 동일한 구성개념을 포함하고 있는지를 파악하는 방법으로, 실제 결과를 초래하게 되는 요인을 찾아냄으로써 목표로 하는 명제를 설명하는 다변량 통계 분석방법이다. 여기서, 요인은 서로 상관관계수가 높은 자료(변수)들끼리 모아 작은 수의 변수집단으로 구분하는 것으로 설명한다.

이 분석을 통해 입력 변수들의 특성을 파악함으로써 상관성 여부를 판단할 수 있고 여러 개의 변수들에 내재된 정보를 이용하여 보다 적은 수의 요인으로 압축이나 요약하여 변수를 축소하거나 불필요한 변수를 제거할 수 있다. 또한, 같은 개념을 측정하려고 하는 변수들이 동일한 요인으로 묶이는지 확인하는 경우나 요인으로 묶여지지 않는 변수 중 중요도가 낮은 변수를 제거하는데 활용할 수 있다. 단, 분석을 위한 자료의 수는 최소 50개 이상의 자료를 확보하여야 하며 이 때, 변수의 수보다 관측치의 수가 최소 5배 이상이 되도록 구성하여 과다적합(overfitting)이 발생하지 않도록 하여야 한다. 또한, 변수들간의 상관관계가 ±0.3이하로 매우 낮은 경우, 요인분석에 부적합하므로 분석을 수행하기 이전에 상관관계를 분석하는 과정이 필요하다.

요인분석에 대한 보다 자세한 내용은 성태제(2007)를 참고할 수 있다.

### 3.1.3 요인분석 적용 및 결과

자료의 복잡성을 줄이고 측정된 변수들이 동일한 구성 개념을 측정하기 위하여 통계프로그램인 SPSS를 이용하여 단일 값(경사도, 재해위험지구, 거주층별가구와 배수펌프장의 4개 항목)을 제외한 자료간 요인분석을 실시하였다. 요인분석 모형은 주성분분석을 결정하여 불필요한 항목 삭제 등 자료를 축소하고 측정변수들의 분산을 최대한 설명하도록 하였다. 요인수 결정시에는 고유값(Eigen Value)이 1이상이 되는 요인의 수만큼 추출하도록 하고 요인회전방식은 직각요인회전의 Varimax를 선택하였다. 직각요인회전은 요인간 독립성을 유지

표 1. 도시홍수 위험요인 도출을 위한 분석자료

구 분		단 위	자료출처	비 고	
지 형	토지이용변화율	m <sup>2</sup>	통계연보		
	경사도*	degree	DEM 작업		
강 우	연강우량	mm	기상청	서울, 부산과 대전 각 시군구의 자료 동일	
	극한강우(50mm/dhr)이상 발생 횟수	횟수			
	일강우(150mm/day)이상 발생 횟수	횟수			
	STARDEX 분석결과(6개 지수)	무차원			
인문사회	인구	명	통계연보		
	행정구역 면적	km <sup>2</sup>	통계연보		
	인구밀도	명/km <sup>2</sup>	통계연보		
재 해	피해액	천원	재해연보	목적함수	
	재해빈도(시군구 · 년도별)	횟수	통계연보		
	이재민	명	재해연보		
	도시 침수면적	ha	재해연보		
	재해위험지구*	개소	소방방재청	2008년 기준	
재해취약조건	사람	65세 이상	명	통계연보	
		0~4세	명	통계연보	
		국민기초생활보장수급자	명	보건복지부	2007~2009년
	여건	거주층별 가구*	가구	통계청	인구주택총조사
총주택수(비거주 구분)		가구	통계연보	(2005년)	
시설물	배수펌프장* 분당 토출량	m <sup>3</sup>	소방방재청	2008년 기준	
	도로연장	m	통계연보		
경 제	재정자립도	%	통계연보		
	지가변동률	%	한국주택토지공사		
대 피	초등학교, 의료기관(종합병원, 병원, 보건소)	개소	통계연보		

\*단일값

표 2. 요인분석 결과

요 인		지 표	1	2	3	4
유발인자	Factor1(강우)	강우강도	0.954	0.098	0.014	-0.009
		지속기간 5일 최대강수량	0.870	0.179	0.116	-0.064
		집중호우한계점	0.829	0.022	-0.098	-0.029
가중인자	Factor2(인문·사회)	지가변동률	-0.29	0.061	-0.070	-0.152
		토지이용변화율	0.024	0.945	-0.058	0.040
		인구밀도	0.066	0.884	-0.046	0.023
	Factor3(경제)	도로연장	0.056	0.028	0.828	-0.087
		인구	-0.04	-0.314	0.588	0.222
		재정자립도	0.122	0.428	0.474	-0.126
피해인자	Factor4(피해)	침수면적	0.039	0.049	-0.028	0.956
고유값			2.468	2.006	1.289	1.016
설명분산			24,683	20,058	12,892	10,163
누적분산			24,683	44,741	57,633	67,796
문항수			3	3	3	1

하고 사각요인회전과 달리 “0”의 상관관계를 가정하지 않아 보다 실제적(realistic) 결과를 보여주며, Varimax방식은 요인행렬을 열(column)로 정리함으로써 요인구조를 단순화 또는 명확화하고 해석이 가장 용이한 방법으로 많이 사용되고 있기 때문이다(성태제, 2007).

일련의 과정에 따라 요인분석을 실시한 결과, 표 2와 같이 강우, 인문·사회, 경제, 피해의 4개 요인으로 추출되었다. 이들은 전체 분산의 67.796%가 설명되고 있으며 각 변수와 요인간의 상관관계값을 의미하는 요인부하량(factor loading)이 대체적으로 0.3이상의 값을 갖는 것으로 나타났다. 첫 번째 요인은 강우, 두 번째 요인은 인문·사회, 세 번째 요인은 경제, 네 번째 요인은 피해로 분류할 수 있으며 본 고에서는 강우는 유발인자로, 인문·사회와 경제는 가중인자로 피해는 피해인자로 구성하였다. 여기서, 유발인자는 피해액 즉, 피해를 유발하는 것으로 강우항목이 포함되었고 가중인자는 피해 발생시 피해의 크기나 정도를 증감할 수 있는 요인으로 인문·사회와 경제 항목으로 구성되었다. 피해인자는 재해발생시 피해 정도를 나타내는 것으로 침수면적을 설정하였다. 따라서 도시홍수의 제일 요인으로는 강우량의 변동, 그 다음으로는 토지이용변화율과 인구밀도 그리고 도로연장과 같은 도시

화 집중화를 들 수 있고 마지막으로 피해면적이 요인이 될 수 있음을 확인하였다.

### 3.2 시군구 단위에서의 위험 지표 선정

앞서 분석결과를 바탕으로 선정한 1개 시군구에 대하여 재해연보, 재해대장과 피해조사 보고서 등을 수집하여 실질적 도시의 특성을 반영할 수 있는 인자를 선정하고자 하였다. 이를 위하여 인구분포 현황에 따라 도시를 구분하고 과거 침수사례와 피해규모, 침수발생시 내수배제 시설의 영향과 주거지 밀집 정도 등을 고려하였다.

일반적으로 인구가 많은 도시지역은 기반시설의 확충으로 침수발생시 간접피해와 인명피해에 대한 잠재성이 높고 인구가 적은 경우에는 상대적으로 하천이나 소화천 등 시설물에 대한 피해가 높은 것으로 볼 수 있다. 즉, 지역별 특성에 따라 유사한 강우가 발생하더라도 경험 유무에 따른 대응방안 등 피해규모와 크기, 영향력 등에 차이가 있으므로 일정한 기준에 따라 도시유형을 분류할 필요가 있다. 도시학에서는 인구규모에 따라 다음과 같이 대도시, 중도시와 소도시로 구분하고 있으며 본고에서는 이 기준에 따라 도시를 대도시, 중도시와 소도시로 구분하였다. 대도시는 도시의 계층구조면에서

표 3. 도시홍수 위험의 주요원인과 대표인자

구분	주요원인	대표적 인자
수문-기상학적 요인	- 국지성(돌발성) 집중호우	· 시단위(hourly) 또는 분단위(minutely) 강우자료 · 설계빈도를 초과하는 강우 · 30mm/hr 이상 강우 등 조건에 따른 기준
수문-지형학적 요인	- 저지대 침수	· 평균경사, 하천밀도 · 계획홍수위보다 지반고가 낮은 지역 · 지형적 특성상 분지형 지형 · 하천 근접성
	- 과거 침수실적	· 과거 침수발생횟수
구조적 요인	- 배수시설	· 배수펌프 분당 토출량, 배수펌프장 개수, 펌프장 담당 유역면적, 관 평균구배 등
	- 시설물 설계 미흡	· 하수관거와 관경부족 또는 관로 막힘 · 획일적 설계로 인한 도달시간 지체 · 저류 및 침투시설 미비 · 관로 막힘 및 관배수 불량
	- 시설적 요인	· 반지하 주택 등 지하가옥
비구조적 요인	- 배수시설의 운영	· 펌프장 지역내 침수 · 강우집중시기 운영의 정확성 · 자동연계 및 운영 여부
	- 관리조직 및 재원의 미흡	· 내배수 예경보 시스템 여부 · 배수시설의 무계획적 설치

거대도시와 중도시의 중간에 있는 도시로 대체로 인구 50만 이상에서 200만에 이르는 도시로 설명하며 중도시는 인구 5만에서부터 크게는 50만까지 평균 25~30만으로, 소도시는 인구 5만 이하로 농촌 중심지역이면서 도시적 성격을 갖는 곳으로 분류하고 있다. 이러한 도시 분류에 기반한 시군구 단위의 지표선정은 검토 중에 있으며, 시범지역에 적용한 후 결과를 검토하여 지표 선정의 적정성과 타당성을 확인할 예정이다.

표 3에는 지역적인 관점에서 도시홍수를 직·간접적으로 유발하는 원인과 이에 대한 대표인자를 정리하였으며 이들 인자에 대하여 정기적 측정성, 계량 가능성, 목적 관련성, 대상 영향성과 인자 중복성 등 인자선정 원칙과 자료수집의 용이성을 검토하고 있다.

여기서, 자료수집이나 정량화에 무리가 있거나 지점별 단일값인 경우에는 선정에서 제외할 예정이다. 또한, 구조적 요인의 하천시설물 설계 미흡에 대한 항목과 비구조적 요인에 포함되는 배수시설의 운영, 관리조직 및 재원에 대한 인자들은 대부분 강

우집중시 또는 침수피해가 예상(우려)되거나 발생된 직후 별도의 현장답사 등을 통해 수집이 가능하기 때문에 정기 측정성과 수집 용이성에 어려움이 있고 이를 정량적으로 표출하기에는 무리가 있을 것으로 판단되어 지표 선정 여부를 검토하고 있다.

#### 4. 결과 및 고찰

본고에서는 도시홍수에 직·간접적으로 영향을 미치는 위험 지표를 선정하였다. 이를 위하여 분석 단위를 크게 시도 단위와 시군구 단위로 구분하여 시도 단위(광역적 관점)에서는 시도별 자료구축 여부를 파악하고 공통요인을 분석하여 도시홍수를 유발하는 인자와 영향을 받는 인자, 영향을 주는 인자를 검토하였다. 시군구 단위(지역적 관점)에서는 재해연보, 피해조사보고서 등을 바탕으로 관망, 펌프장, 하천변 저지대 지역 등 지역적인 자료들을 이용하여 보다 세밀한 분석을 진행하게 된다. 본고의 내용은 자연재해저감기술개발사업단의 도시홍수 위

험성 평가 및 통합관리방안 개발 연구 내용의 일부로 현재 연구가 진행 중에 있으며 현재까지의 연구 결과를 간략히 정리하면 다음과 같다.

- ① 시 단위(hourly) 자료를 이용하여 도시지역에서의 강우변화를 분석한 결과, 서울에서는 지속시간 1시간에 대하여는 2000년 이전과 이후에 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 지속시간 3시간에 대한 변동폭이 가장 크게 나타났다. 또한, 강우량과 재해발생빈도의 관계를 분석한 결과에서는 3시간 이내의 단기적 관점에서의 호우가 재해발생빈도와 높은 상관성을 갖는 것으로 나타났다.
- ② 시범지역인 서울, 대전과 부산의 통계연보와 재해연보 등의 자료를 정리하여 홍수피해와 관련된 자료들을 수집하였다. 그리고 자료에 대한 축소와 특성을 분석하기 위하여 통계프로그램인 SPSS를 이용하여 요인분석을 실시하였다. 그 결과, 24개 자료에서 불필요한 항목을 제외한 10개 항목으로 축소되었으며 총 4개 요인이 추출되었다.
- ③ 요인분석에서 추출된 4개 요인은 전체 분산의 67.796%가 설명되고 변수와 요인의 특성에 따라 첫 번째 요인은 강우, 두 번째 요인은 인문·사회, 세 번째 요인은 경제, 네 번째 요인은 피해로 분류된다. 이들 요인은 특성에 따라 유발인자, 가중인자와 피해인자로 구분할

수 있다. 유발인자에는 외력으로 작용하는 강우가, 가중인자에는 불투수 면적과 인구밀도, 지역별 경제성을 반영할 수 있는 인문·사회와 경제가 포함되어 일반적으로 설명하는 도시화의 특성으로 구분되었다. 마지막 피해인자에는 침수면적이 포함되어 요인별 특성에 따라 도시홍수 위험요인에 대한 원인, 가중, 결과로 구성됨을 확인할 수 있었다.

도시홍수는 단순히 위험성으로 표현되는 내·외수 침수 외에도 관망, 펌프장, 인구밀도와 토지이용 변화 등 인문-사회적 요소들을 고려하여 평가를 수행함으로써 도시에서 발생할 수 있는 종합적인 재해에 대한 취약성 평가 결과를 제시할 필요가 있다. 또한, 내배수 시설 용량 등을 연계하여 도시홍수 위험을 객관적으로 평가하고 잠재적 위험에 대한 결과 표출과 관리가 가능한 시스템 구축방안을 제시할 예정이며 유관기관의 자료 현황을 조사하여 활용할 수 있는 방안을 검토할 예정이다.

### 감사의 글

본 연구는 소방방재청 자연재해저감기술사업단의 「도시홍수 위험성 평가 및 통합관리방안 개발」 용역을 수행하면서 얻은 성과입니다. ☺

## 참고문헌

1. 성태제(2007) SPSS/AMOS를 이용한 알기쉬운 통계분석. 학지사.
2. 장대원(2010) 홍수방어대안 선정을 위한 위험관리지수의 개발 및 적용. 인하대학교 대학원. 공학박사학위논문.
3. 한국주택토지공사 <http://www.lh.or.kr>
4. 1994-2008 재해연보. 1994-2008. 소방방재청 중앙재난안전대책본부.
5. 1994-2008 통계연보. 1994-2008. 서울특별시
6. 2007-2009 국민기초생활보장 수급자 현황. 2007-2009. 보건복지부.
7. Kron, W. (2002) Flood risk=hazard×exposure×vulnerability, Flood Defence, Science Press, New York, pp. 82-97
8. STARDEX(2005), Statistical and Regional dynamical Downscaling of Extremes for European regions (EVK2-CT-2001-00115), 5th Framework European programme project (2002?2005)
9. United Nations, International Strategy for Disaster Reduction (ISDR). (2002). Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives, Geneva, UN ISDR