

**도시의 자연배수능력 평가를 위한
유역 내 환경특성과 침수피해면적의 관계**
**Relationship between Inundated Areas and Environmental Characteristics in
Watershed for Natural Drainage Capacity Assessment in Urban Area**

정경진* · 김민정** · 김옥수***

Chung, Kyung Jin · Kim, Min Jung · Kim, Ok Soo

Abstract

The purpose of this study was to establish the basic information for natural drainage capacity assessment in urban area. We sorted midium watershed of Han river and Nak-dong river, and selected 30 rainfall events during 1995 to 2000 according to high level of damage. The inundated area showed high watershed slope about 25% and it indicated the greatest damage around the watershed located in 200-300m of altitude. Besides, the great damage by inundation was occurred in the mountainous agriculture region, where the forest scale was high and the urbanization was being progressed gradually. However, inundated area was small in case of grassland, water zone such as riparian area, bare ground and wetland. Moreover, the inundated area was different according to river shape and characteristics of river distribution such as the density of the stream order, conservation constant of the river system, and the number of undulations in the watershed. Therefore, it showed that land use, river shape and distribution characteristics of stream influence on inundation.

key words : Natural drainage capacity, Inundated area, River system, Land use, River shape

1. 서 론

우리나라는 해마다 집중호우로 인해 수많은 인명과 재산피해가 반복되고 있다. 최근 관측되는 이상기후는 태풍, 집중호우 등 자연현상의 예측을 더욱 어렵게 만들고 있으며, 도시의 자연배수능력 저하로 인해 국지성 호우에도 대규모 침수피해가 발생하는 등 유역 내 다양한 형태의 수해가 끊임없이 발생하고 있다. 그러나 홍수발생 이후의 관심은 대부분 설계빈도를 넘어서는 기록적인 강우량과 피해규모 및 복구비 집행에 집중되고 있으며, 지형, 토지이용, 하천형상 등 유역이 본래 지니고 있는 고유의 환경적 특성과 자연재해와의 관련성 분석을 통한 근본적인 원인의 규명은 소홀히 다루어지는 경향이 있다.

유역은 다양한 환경요인들이 유기적으로 연결되어 있는 하나의 거대한 생명체로서, 유역을 구성하는 환경인자들은 자연적, 인공적 원인에 의해 점진적으로 변화할 수밖에 없는 가변적 특성을 지니고 있다. 이러한 이유로 유역 내 방재계획의 수립 시 피해 지역만을 복구하기 위한 계획은 결국 또 다른 지역의 피해를 유발시킬 수 있다는 지적은(박창근, 2003) 유역환경변화가 주변 유역에 미치는 영향과 자연재난의 발생 및 피해에 미치는 영향을 통합적으로 관찰할 필요가 있다는 점을 의미한다. 특히 도시지역 인근의 개발행위는 개발전후의 급격한 유출증가 외에도 인구와 자산이 밀집하고 있기 때문에 산지유역의 개발에 의한 피해보다 그 정도는 훨씬 심각하다고 볼 수 있으며 (이종설 등, 2000), 따라서 유역환경을 변화시키는 각종 개발사업이 재난으로부터 유역의 안전성을 심각하게 위협한다는 측면에서 유역환경특성과 도시의 배수능력저하에 의한 자연재난발생의 상관관계를 면밀히 검토할 필요가 있다.

* 정희원 · 한림에코텍(주)부설 환경토목연구소 · 연구소장 · E-mail: ckj007@hanmail.net

** 비희원 · 한림에코텍(주)부설 환경토목연구소 선임연구원

*** 비희원 · 한림에코텍(주)부설 환경토목연구소 선임연구원

유역이 지니고 있는 고유의 자연환경적 특성과 인위적 개발사업과 같은 지속적인 외부환경의 간섭이 결국 도시의 자연배수능력을 결정하는 중요한 요인으로 작용할 수 있으며, 따라서 유역환경변화에 대한 지속적인 모니터링과 유역환경을 구성하는 인자들의 상관분석을 통한 정보구축이 도시의 자연배수 능력 향상에 도움을 줄 수 있을 것이다. 본 연구는 도시의 자연배수능력을 평가하기 위한 전단계로, 각 유역별 집중호우로 인한 침수피해 정보와 유역의 환경특성과의 관계를 고찰함으로써 유역의 환경적 특성이 침수피해에 미치는 영향을 판단하고 도시의 자연배수능력을 평가할 수 있는 기초 자료의 구축을 목적으로 진행하였다.

2. 연구방법

수자원공사 수자원관리종합정보시스템의 분류에 의해 1995년부터 2000년 까지 한강과 낙동강의 증유역 가운데, 관측된 30개 강우사상을 대상으로 수집된 침수피해 정보와 유역환경특성정보를 이용하여 유역 내 환경요소가 침수피해면적에 미치는 영향, 그리고 환경요소간의 상관관계를 분석하였다. 실험 유역군은 침수피해의 규모에 따라 A, B, C, D, E유역, 총 5개로 분류하였다. A유역은 5년간 평균 2651.81 ha의 침수피해가 발생한 유역이며, B유역은 395.43 ha, C유역은 54.97 ha, D유역은 16.14 ha, 그리고 E유역은 0.23 ha의 침수가 발생한 바 있는 유역이다. 선정된 5개 유역군에 대하여 침수피해당시의 유역평균표고, 유역평균경사, 시가화지역면적, 산림지역면적, 초지지역면적 등 총 25개 항목의 유역환경특성을 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

침수피해결과에 따라 분류된 5개 유역군을 비교해 본 결과 다음과 같은 유역환경특성이 조사되었다. 조사결과, 침수피해가 가장 크게 발생한 A유역은 유역평균경사 31.88 %, 평균표고가 약 265 m 수준의 지형적 특성을 보이고 있으며, 시가화지역보다 논과 산림면적의 비율이 우세한 것으로 나타나 경사가 급한 중상류역 산지형농촌하천의 특성을 지닌 유역에서 침수피해가 크게 발생한 것으로 조사되었다. B유역은 유역평균경사 26.24 %, 평균표고가 약 166 m의 지형적 특성을 보이고 있으며, A유역에 비해 시가화지역 면적이 다소 증가하였으나 유역 내 토지이용의 대부분이 산림과 논으로 이루어져 A유역과 유사한 산지형농촌하천의 특성을 지니고 있는 것으로 나타났다. C유역과 D유역은 유역평균경사 약 16-19 %, 유역평균표고가 약 145-165 m의 지형적 특성을 보이고 있어 B유역과 유사한 표고에 입지하고 있으나, 산림면적이 감소하고 시가화면적과 인구가 크게 증가하는 특성을 나타냈다. 또한 A, B유역에 비해 유역평균경사가 현저하게 감소하였으며 초지, 습지, 나지, 수역 등 평지면적비율이 크게 증가하는 특성을 나타냈다.

E유역은 상대적으로 침수피해면적이 가장 작게 조사된 유역으로 유역평균표고가 429.56 m로 다른 유역에 비해 월등히 높고 산림면적비율이 85.42 %로 춘천댐, 의암댐, 소양강댐 등에 의해 관리되는 고지대, 산지하천의 특성을 나타내고 있다.

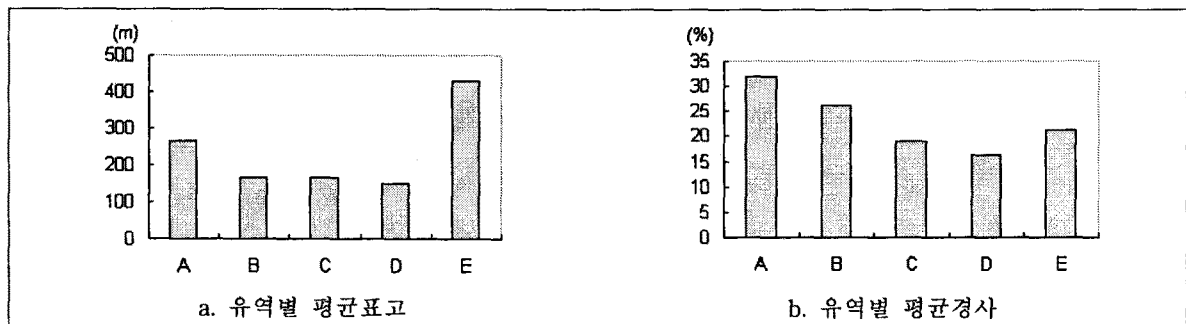


그림 1. 침수피해면적이 상이한 5개 유역군에서 유역평균표고, 유역평균경사의 비교

유역평균경사는 댐에 의해 관리되는 E유역을 제외한 A, B, C, D유역은 경사가 감소함에 따라 침수피해면적도 비례적으로 감소하는 것으로 나타나 집중호우로 인한 침수피해는 유역의 경사에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다 (그림 1b).

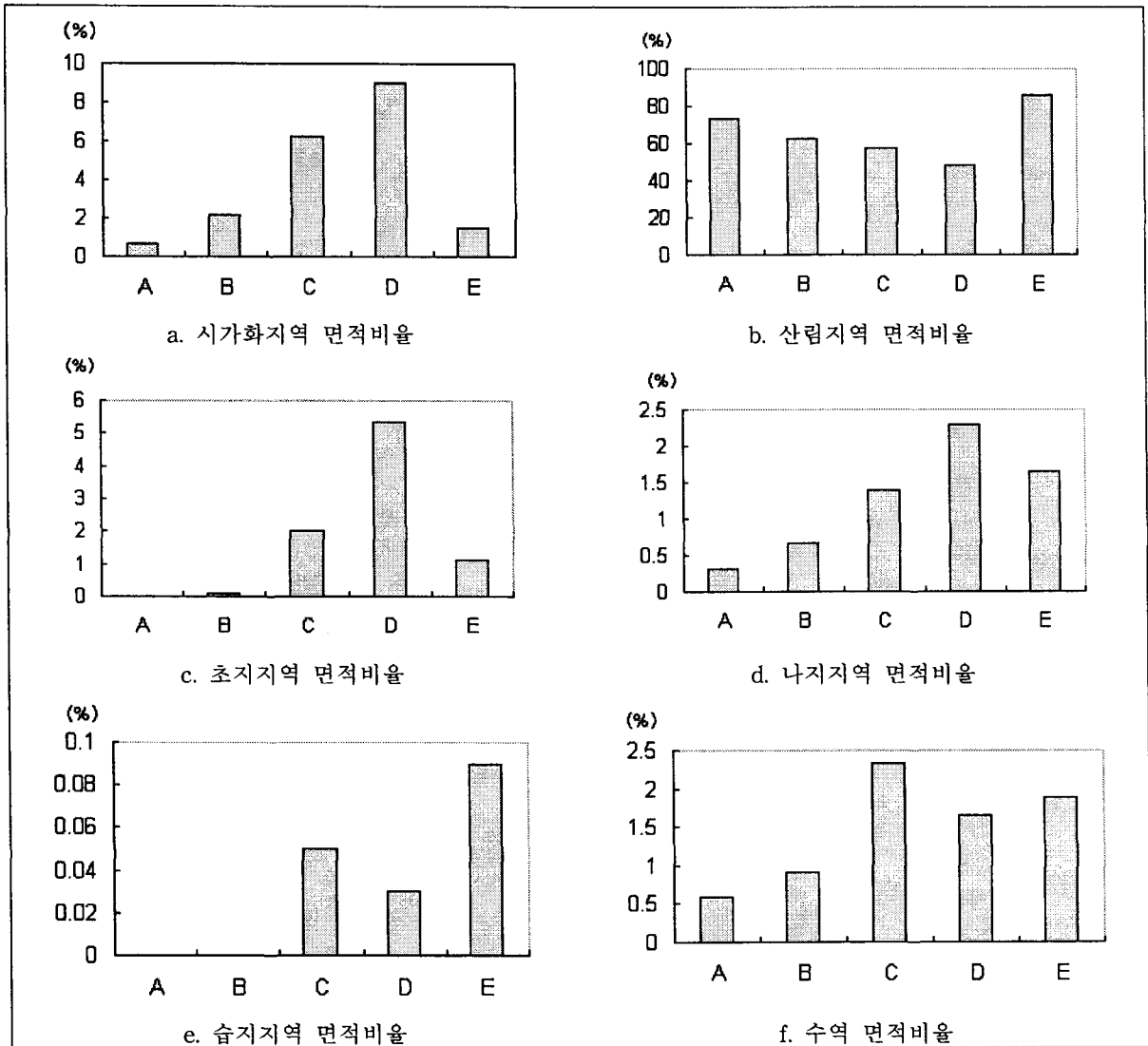


그림 2. 침수피해면적이 상이한 5개 유역군에서 토지이용의 비교

유역토지이용 가운데 시가화면적의 비율과 침수피해면적을 비교해 본 결과 시가화 면적이 상대적으로 크게 나타난 C, D유역에서 침수피해면적은 작게 나타났으며, 시가화 면적이 적은 A, B유역에서 침수피해가 크게 발생한 것으로 나타났다 (그림 2a). 그러나 반면에 시가화면적은 적지만 댐에 의해 보호를 받고 유출속도가 빠른 E 유역에서는 침수피해가 거의 발생하지 않은 것으로 미루어 내배수시설의 정비율이 높고 관리상태가 양호한 하류의 도시지역에서는 침수피해가 적게 나타났으며 시가화면적이 적고 정비율도 저조한 산지형 농촌지역에서 침수피해가 크게 발생한 것으로 나타났다.

산림은 일반적으로 강우유출을 제어, 저감하는 수문함양 기능을 지니고 있는 것으로 알려져 있으나 그림 2b와 같이 산림지역면적비율이 큰 A, B유역에서도 침수피해가 빈번히 발생하는 것으로 나타나, 한국산지지형의 특성상 경사가 급한 중, 상류 유역의 경우 집중호우시 수림에 의한 강우유출저감효과가 미흡한 것으로 판단된다.

유역 내 초지, 나지, 습지, 수역의 면적비율은 대부분 침수피해면적과 반비례한 결과를 나타냈다 (그림 2c, d, e, f). 침수피해가 크게 발생한 A, B유역에 비해 침수피해가 적게 발생한 C, D, E유역에서 유역 내 초지, 나지, 습지, 수역면적비율이 현저히 높게 나타났다. 따라서 초지, 나지, 습지, 수역의 면적이 유역 내 강우유출속도와 양을 제어할 수 있는 환경인자로서, 침수피해면적에 영향을 주고 있는 것으로 판단된다.

수계밀도는 유역면적에 대한 유역 내 하천총길이의 비로 정의되며 단위면적당 하천길이를 의미한다. 수계밀도는 증가할수록 침수피해가 크게 나타났으며, 감소할수록 침수피해도 줄어드는 것으로 나타났다 (그림 3a). 수

계유지상수는 수계밀도의 역수로, 침수피해가 크게 발생한 A, B유역이 C, D, E유역에 비해 다소 낮게 나타났다 (그림 3b). 기복수는 유역기복과 수계밀도의 곱으로 정의되는데, 침수피해면적이 감소함에 따라 비례적으로 감소하여 기복수가 큰 유역에서 침수피해 가능성이 높은 것으로 판단된다 (그림 3c).

또한 형상계수의 경우, 침수피해가 가장 크게 발생한 A유역에서 가장 낮게 나타났으며 B, C, D, E유역으로 갈수록 점진적으로 증가하는 것으로 나타나 형상계수가 낮은 유역에서 침수피해의 위험이 큰 것으로 판단된다 (그림 3d).

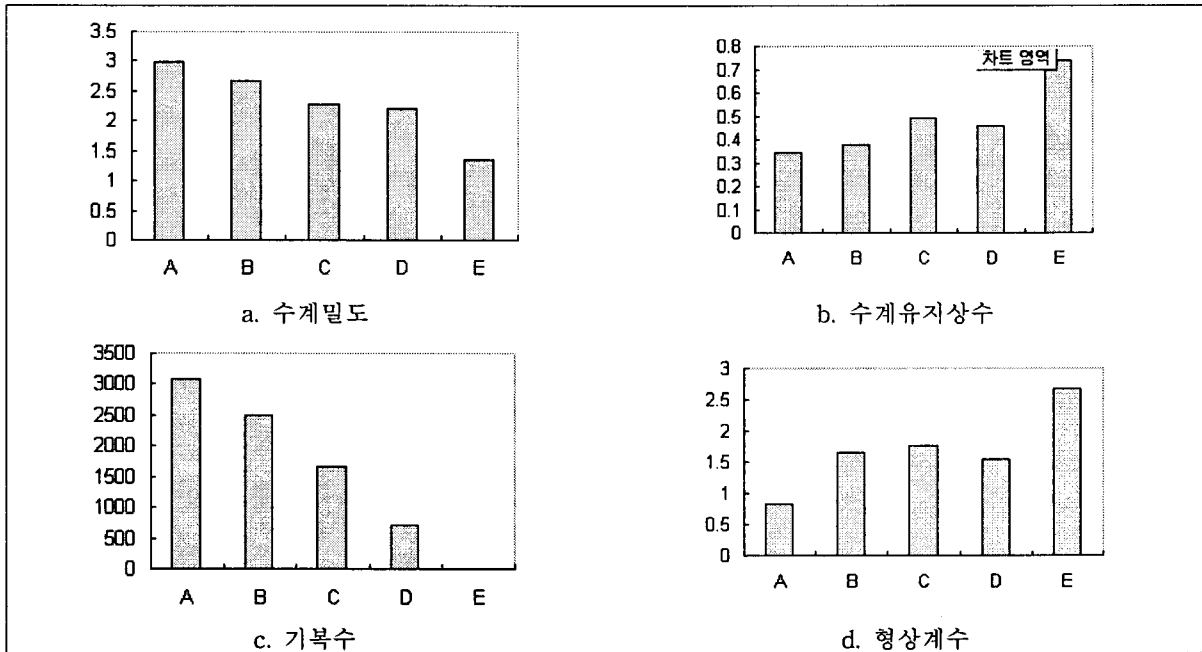


그림 3. 침수피해면적이 상이한 5개 유역군에서 수문환경의 비교

4. 결 론

본 연구는 집중호우로 인해 발생하는 유역 내 침수피해의 사례와 유역을 구성하는 환경인자와의 관계를 분석함으로써 유역환경특성이 침수피해에 미치는 영향을 판단하고, 도시의 자연배수능력을 평가할 수 있는 기초 자료의 구축을 목적으로 진행하였다. 연구결과, 침수피해면적은 유역경사가 25 % 이상이고, 표고 200-300 m 에 위치한 중상류역에서 크게 나타났다. 산림면적비율이 크고 시가화가 점진적으로 진행되는 산지형 농촌유역에서 침수피해가 크게 발생하였으며 초지와 나지, 습지와 수역면적의 비율이 높은 유역에서 침수피해면적이 적게 나타났다. 또한 수계밀도, 수계빈도, 수계유지상수, 기복수 등 유역 내 하천형상과 분포특성에 따라 유역별 피해면적이 상이하게 나타나 유역 내 토지이용과 하천형상 및 분포특성이 침수피해에 영향을 주는 것으로 나타났다. 결과적으로 침수피해면적은 유사한 강우량의 조건에서도 유역환경에 따라 상이하게 나타났으며, 유역을 구성하는 자연환경인자의 특성이 침수피해규모에 영향을 주는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박창근 (2003). 2003 "태풍매미홍수, 강원 중, 북부 및 내륙" 한국수자원학회지.
2. 이종설, 심재현, 김종수 (2000). "개발사업에 따른 수해가중요인의 정량분석" 한국수자원학회지.
3. 이종태 (2003). "태풍매미로 인한 재해와 극복방향" 한국수자원학회지.
4. 정경진, Chen, Huaiqun, Kim, Albert S. (2005). "인공성경망을 이용한 유역 내 침수피해 예측모형의 개발" 한국방재학회논문집.
5. 수자원관리종합정보시스템 (<http://www.wamis.go.kr>)