

도시녹지 유형별 홍수저감 효과 분석을 통한 녹지의 유출계수 재고

김효민* · 이동근**

*서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학 전공 · **서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부

I. 서론

회복탄력성(Resilience)이 높은 도시공간은 기후변화나 재해에 대한 영향을 적게 받고 문제가 발생했을 때에도 복구속도가 빠르다. 이 같은 도시재생의 중요한 전략으로 도시녹지의 중요성이 크게 강조되고 있다. 도시녹지는 유출을 감소시키고 도시수문에 대한 도시화의 부정적인 효과를 저감시키기 위한 조치로서 널리 이용되고 있다. 녹지는 토지이용 특성에 따라 다양한 유형으로 분류될 수 있는데, 지역특성에 따라 녹지 유형별 홍수조절 효과가 달라질 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 서울시의 홍수발생지역의 유형(특성)을 구분하고, 각 지역 유형별로 홍수발생에 기여하는 물리적 변수는 무엇인지, 그리고 어떤 녹지유형이 홍수조절에 높은 기여를 하는지 통계적으로 분석하였다. 또한 이 결과를 토대로 국내의 녹지 유출계수에 대해 재고하였다.

II. 연구의 방법

첫째, 홍수발생지역 유형을 구분하기 위해 홍수발생에 유의한 변수를 토대로 군집분석을 실시하여 홍수발생 유형을 구분하였으며, 판별분석을 통해 구분결과를 검증하고 재분류 하였다.

둘째, 각 지역 유형별로 로지스틱 회귀분석을 통해 녹지유형 변수를 포함한 홍수발생예측 식을 도출하고, ROC 분석을 통해 모델의 정확성을 검증하였다. 최종적으로 도출된 회귀식에서 녹지 변수들 간에 어떤 변수가 홍수발생에 기여도가 높은지 알아보기 위해 각 변수의 비표준화 계수를 표준화하여 홍수발생에 영향을 미치는 상대적 기여도를 살펴보았다.

셋째, 녹지유형별 홍수조절에 대한 기여도분석 결과를 토대로 국내 하천설계기준 및 하수도정비기본계획의 유출계수의 타당성에 대해 재고하였다.

본 연구에서의 녹지 유형은 CN 값 및 분포 위치에 근거하여 조경식재지, 초지, 습지, 논, 밭, 과수원, 산림, 7가지 유형으로 나누었으며, 지점으로부터 100m 반경 내에 7개 녹지유형이 일

마나 분포하는 지에 대해 자료를 구축하여 분석을 실시했다. 통계적 분석은 SPSS 21.0을 통해 이루어졌다.

III. 결과 및 고찰

1. 홍수발생 지역 유형구분

서울시의 홍수발생지역의 유형은 4개로 구분되었다. 유형1은 배수분구 내에 홍수저감시설이 있는데 홍수가 발생한 지역으로 한강 및 주요 하천 주변에 위치하고 산과 인접한 도시 일부에서 나타난다. 기존에 홍수로 위협했던 지역이므로 경사가 서울시 전체 평균보다 완만하고 TWI는 두 번째로 높은 지역이며, 주거·상업혼합지 비율이 가장 높게 차지하고 있다.

유형2는 경사가 매우 급하며, TWI는 낮으며, 배수는 가장 양호한 지역이다. 다른 유형에 비해 녹지 비율도 높은 곳으로 경사가 급한 산지와 인접한 부분임을 알 수 있으며, 물이 정체되지 않고 흘러내리거나 침투되어 홍수가 잘 나지 않는 지역 특성을 가진 지역이다.

유형3은 경사가 매우 완만하고 TWI도 가장 높은 지역이며, 배수등급도 4개의 유형중 가장 불량한 지역으로, 유형2의 특성과는 반대로 물이 잘 정체되어 고일 수 있는 특성을 가진다. 단독주택지와 주거상업혼합지의 비율이 높고 도로의 50% 이상이 위치한다.

유형4는 유형2와 유형3의 중간적인 특성을 가진 지역이고, 경사가 보통이고 TWI는 낮은 편이다. 시간최대 강우량의 가장 큰 피해가 발생하는 지역이다.

2. 지역유형별 녹지 유형에 따른 홍수발생확률 분석

홍수유형 1에서는 녹지유형 중 조경수목식재지와 초지, 산림지가 홍수발생에 영향을 미치는 유의한 변수로 선정되었으며, 초지(69%)가 홍수조절에 가장 높은 기여도를 보였으며, 그 다음으로 산림(19%), 조경수목식재지(12%) 순으로 나타났다.

홍수유형 2에서는 녹지 유형 중 산림의 면적만 유의한 변수로 포함되었으며, 유형2 지역에서는 산림 면적이 많이 포함될수록 홍수발생확률이 감소함을 알 수 있다. 산림 이외의 녹지 유형은 유형2지역에서는 홍수발생여부에 영향을 주는 변수가 아님을 알 수 있다.

홍수유형 3에서는 녹지유형 중 조경수목식재지, 논, 밭, 산림지 면적이 늘어날수록 홍수발생확률을 감소시키는 것으로 분석되었다. 논(50%)이 홍수조절에 가장 큰 기여를 하고 있으며, 그 다음으로는 밭(23%), 조경식재지(16%), 산림(11%) 순으로 나타났다. 서울의 경작지는 대부분 산지와 인접한 완만한 공간에 위치하므로 경작지의 물을 가둘 수 있는 능력을 통해 자연 저류조와 같은 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

홍수유형 4에서는 녹지유형 중 조경수목식재지, 밭, 산림이 홍수발생에 기여하는 변수로 선정되었으며, 산림(68%)이 홍수조절에 가장 큰 기여를 하고 있으며, 그 다음으로는 조경수목식재지(17%), 밭(15%) 순으로 나타났다. 유형2와는 다르게 경사가 급하지 않은 야산이 많이 포함되어 있어 강우시 빗물을 침투시키기에 용이하며, 야산과 인접한 밭 또한 홍수저감에 영향을 미치고 있다. 또한 대학교 및 초등학교가 유형4지역에 많이 포함되어 있어 조경수목식재지가 홍수조절에 영향력 있게 작용했음을 알 수 있다.

3. 도시녹지의 유출계수 재고

본 연구결과에 따르면, 토지피복이 녹지이거나 주변에 녹지가 많이 분포할 경우 홍수발생확률이 낮다. 이는 녹지의 빗물 침투 및 저류로 인해 홍수발생이 저감되었다는 이유도 있지만, 관거설계시 녹지의 홍수저감효과를 과소평가하여 녹지의 유출계수를 크게 산정한 이유도 있다. 큰 유출계수로 인해 홍수량이 과다 산정되어 큰 관거가 설치됨으로써, 홍수발생이 적어진 것이다.

산지의 국내의 하천설계 기준은 연도에 따라 다른 기준으로 실무자에게 큰 혼돈을 줬음을 알 수 있었다. 또한 계속 변화했던 유출계수를 이용하여 관거설계를 하게 됨으로써 도시 내 산지가 위치한 유역의 홍수량을 정확히 파악하지 못하였다. 산지의 유출계수를 높이 산정하게 되면 관거용량을 실제 홍수량보다 초과 설계하여 그 유역에는 홍수발생이 일어나지 않지만 과투자의 우려가 생긴다.

산지는 시간당강우량이 크게 되면 인접지역의 홍수발생의 원인으로 작용하기도 하지만, 서울시 전체로 봤을 때는 산지가 홍수발생을 저감시킨다는 것을 알 수 있다. 특히 유형2, 유형4

지역은 모두 산지면적이 홍수발생에 유의한 변수로 선택되었고, 산지면적이 커질수록 홍수발생확률이 줄어들음을 알 수 있었다. 유형2는 홍수에 가장 큰 영향을 미치는 변수는 경사였지만 그 다음으로 산림면적과 시간최대강우량이 비슷한 비율로 홍수발생에 기여하고 있음을 알 수 있었다. 유형4는 시간최대강우량이 가장 큰 영향을 미치는 변수였으며, 그 다음으로 산지면적이 기여하고 있었다. 이처럼 산지는 경사로 인해 빗물이 침투되는 비율은 완만한 지역보다는 적을지 모르나, 충분한 침투로 유출량을 저감시키고 있어, 도시화된 지역의 유출계수와 비슷한 0.5-0.7의 값은 과대산정 되었다고 판단할 수 있다.

경작지 또한 각 기준별로 유출계수 값이 상이하다. 서울시 하수도정비기본계획 변경(2009) 자료에 의하면 논은 0.7-0.8의 유출계수 값을 제시하고 있으나, 하수도시설기준(2011)에 의하면 0.1-0.25의 값을 갖는다. 본 연구결과에 의하면 논은 유형3 지역에서 홍수발생확률을 낮추는데 가장 크게 기여하는 녹지 유형으로 나타났다. 유형3지역의 논 주변에서는 홍수발생확률이 낮다는 의미이다. 논은 점토질의 흙으로 되어있어 침투는 적게 되지만, 물을 가둘 수 있는 능력이 있어 유출을 막을 수 있다. 하지만 서울시 하수도정비기본계획변경(2009)에 따르면 논은 상당한 유출을 발생시키는 0.7이상의 값을 제시하고 있다. 논이 밭보다 침투능력이 적다는 경향은 일치하지만, 절대적인 값이 너무 크게 산정되어 있음을 알 수 있다.

감사의글

본 연구는 2015년도 환경부 차세대 에코이노베이션 기술 개발사업(과제번호 : 416-111-014)의 지원으로 수행되었습니다.