

# 도시 기후탄력성 평가를 위한 미시규모 내수침수 해석<sup>†,††</sup>

백승현\*, 윤혜령\*, 김재경\*\*, 강준석\*\*\*

\*서울대학교 농업생명과학대학 생태·조경 지역시스템공학부 석사과정, \*\*서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학 박사과정,

\*\*\*서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 부교수

## 1. 서론

기후탄력성은 기후변화로 인한 이상기후 현상 등의 리스크가 발생했을 때, 이에 효과적으로 대응할 수 있는 도시시스템의 역량을 의미한다(Tyler & Moench, 2012). 현재 우리나라는 인구의 90% 이상이 도시지역에 거주하고 있으며 지속적인 도시의 확장과 난개발이 기후변화 영향에 대한 도시의 기후탄력성을 저하시키고 있다. 그에 따라 기후변화에 적응하는데 한계가 생겨 폭염, 집중호우 등의 이상기후 현상에 의한 손실과 피해가 예상되고 있다. 기후변화에 효과적으로 대응하기 위해서는 도시의 분야별 기능에 기초하여 도시 전체의 기후탄력성 평가가 필요하다. 이를 위해서는 미래의 기후변화와 분야별 인프라의 변화에 따른 기후탄력성 변동 폭을 예측할 수 있는 평가 기술이 선행되어야 한다.

이상기후 유형 중 집중호우는 짧은 시간 안에 가장 큰 피해를 줄 수 있는 유형이다(김정곤 등, 2014). 기후변화로 인해 집중호우의 빈도와 규모가 증가하고 있고 급격한 도시화로 도시유역의 불투수층 역시 증가하고 있다. 이에 따라 인구 및 인프라가 밀집된 도시유역은 침수 발생 시 비도시지역에 비해 막대한 피해가 발생할 것으로 예측되며 2022년 8월 8일의 수도권 폭우 현상은 이를 반증하고 있다.

과거의 홍수사상은 외수의 범람에 의한 피해 특성을 보였다. 하지만 최근 국내 도시침수 피해 특성을 살펴보았을 때, 하수관거 용량 부족, 저영향개발(low impact development) 시설 부족, 배수능력 부족 등 도시의 자체적인 침수 적응 역량이 감소함에 따라 내수가 배제되지 못해서 침수되는 양상으로 변화하고 있다. 불확실한 강우 메커니즘에 의한 침수에 대응하기 위해서는 다양한 강우사상에 대해 지하 및 지상의 요소들을 통합적으로 고려할 수 있는 침수해석이 필요하다.

국내 내수침수 해석에는 일반적으로 SWMM 모형을 사용하고 있다. 지표면 유출 해석과 관련하여 투수성 포장, 침투 트렌치 등의 저영향개발 시설 해석에는 유용하지만, 관내 퇴적 모의 등 상세한 관망해석이 어렵고 표면류와 지하 배수체계의 상호작용을 고려하지 못하는 한계가 있었다. 따라서 본 연구에서는 기존 해석 방법을 보완하고 지하 관거 및 지상의 저영향개발 시설을 포함한 통합 침수해석을 진행하여 집중호우에 대한 도시의 기후탄력성 변화를 살펴보는 것을 목표로 하였다.

## 2. 본론

본 연구의 대상지역은 수원시 장안구에 위치한 이목지구 도시개발구역이다. 기상청(2017)에 따르면, 수원의 경우 연평균 강수량이 2040년에 현재에 비해 2배 이상 증가하는 것으로 분석되었으며, 특히 산림비율이 높은 장안구의 강수량 증가에 대한 대책 마련이 필요하다. 수원시 장안구 내 종전부동산 도시개발사업의 일환으로 개발 중인 이목지구는 관련법에 따라 LID 기술요소의 적용이 요구되고 있어 연구의 효용성이 높을 것으로 판단하였다.

유출해석 모형의 경우 기존에 사용되었던 해석모형의 단점을 보완할 수 있는 InfoWorks ICM을 사용하였다. 도시유역의 지하 및 지상 요소들에 대해 도시 환경 내의 흐름에 대한 1차원 시뮬레이션 및 2차원 mesh 기반의 지표 침수 시뮬레이션을 진행하였다. 해석 모형에 적용된 수원시의 강우데이터는 온실가스 감축 정책이 어느 정도 실현되는 RCP 6.0 시나리오(2100년 기준 CO<sub>2</sub> 농도 670ppm)를 기반으로 산정하였다. 적용되는 LID 시설의 경우 도시개발사업이 진행 중임에 따라 나무여과상자와 투수포장을 선정하였다. 나무여과상자의 경우 해석모델에서 유사한 형태를 가진 bio-retention cell로 대체하였고, 두 시설의 세부 기준은 환경부(2016)의 '저영향개발 기법 설계 가이드라인'을 참고하였다.

## 3. 결론

도시의 집중호우에 대한 기후탄력성을 평가하기에 앞서 미시규모에서 기후변화 시나리오 중 RCP를 이용하여 미래 기후변화에 따른 내수침수 해석을 진행하였다. 기존 관망자료를 기반으로 유출 분석을 했을 때, 집중호우 발생 시 보다 정확한 침수원인의 도출이 가능하였으며 해당 지역에 LID 시설을 도입했을 때 우수유출량이 소폭 감소하는 것으로 나타났다.

본 연구는 지상 및 지하의 요소들에 대해 통합 침수해석을 진행하였지만, 대상지역이 개발구역임에 따라 토지이용계획을 참고하여 모델링을 하였고 실제 관측자료와 모델의 검증이 이루어지지 못했다는 한계점을 가진다. 본 연구에서 제시한 내용은, 도시개발구역 조성 이후의 지형정보와 배수시스템 전반에 대한 관측자료를 통해 보다 정교한 유출해석 결과를 도출할 수 있을 것이라 판단된다.

<sup>†</sup>본 성과는 환경부의 재원을 지원받아 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술개발사업"의 연구개발을 통해 창출되었습니다(2022003570004).

<sup>††</sup>본 연구는 환경부 지식기반 환경서비스 전문인력 양성사업으로 지원을 받아 수행한 과제입니다.

## 참고문헌

1. 기상청(2017) 신기후체제 대비 경기도 수원시 기후변화 상세 분석보고서.
2. 김정곤(2012) 기후변화 적응도시 모델개발을 위한 계획기법 및 사례 분석. 한국생태환경건축학회 논문집 12(4): 13-19.
3. 수원시(2020) 수원시 고시 제2020-149호, 종전부동산 이목지구 도시개발사업 도시개발구역 지정.
4. 환경부(2016) 저영향개발기법 설계 가이드라인.
5. Tyler, S. and M. Moench(2012) A framework for urban climate resilience, Climate and Development 4(4): 311-326.