

그린인프라스트럭처의 적용을 통한 수원시 장안구의 물순환 시스템 개선 평가[†]

김재경* · 황순호** · 이지훈*** · 강준석****

*서울대학교 대학원 협동과정 조경학 박사과정 · **서울대학교 농업생명과학연구원 연구부교수 ·

서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 학사과정 · *서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 부교수

I. 서론

산업화와 도시화로 인한 투수층의 감소는 물순환시스템 능력을 저하시키고, 하천유량의 감소로 인한 건천화 등 현대사회에서 겪고 있는 재난재해의 원인으로 작용하고 있다. 최근에는 기후변화로 인해 강수량 및 강우사상 역시 변하고 있어, 도시홍수 등 대규모 자연 재해재난을 야기한다(Kim and Kang., 2021).

이러한, 물순환시스템의 훼손은 기존의 치수 계획을 해결 수단으로 사용하였는데, 이는 홍수량을 신속하게 하류로 이동시키는데 초점이 맞춰져 있다. 이는 강우가 침투 혹은 침투되는 양이 적고 짧은 시간에 하천으로 유출되어 재해를 일으키거나, 함께 유출된 비점오염원이 하천을 오염시키고 있다. 특히 서울특별시나 부산광역시 등 불투수성 포장면적의 비율이 많은 지역이 큰 피해가 예상되고 있다.

최근에는 홍수량의 배출 중심의 방재 대책 이외에 강우 시점부터 빗물의 물순환 체계를 개선할 수 있는 패러다임의 변화가 일어나고 있다. 조경 및 토목학적 관점에서 이를 대표할 수 있는 기술로는 그린인프라시설(green infrastructure) 혹은 저영향개발(low impact development)이 주목을 받고 있다(Choi *et al.*, 2021).

그린인프라시설은 개발과 강우 관리에 대한 개념으로서, 우수가 지면에 도달하는 시점부터 관리를 하는 방법이며 지역 전체에 물순환 가능성을 향상시킨다. 그린인프라스트럭처의 대표적 사례로는 생태수로, 투수성 포장, 생태저류조 등이 있으며 침투기능과 저류기능을 향상시키는 역할을 수행한다.

본 연구의 대상지인 수원시는 2013년부터 세계 최초로 레인시티 조성에 기여를 하고 있으며, 저비용 고효율 에너지를 이용한 관리기술 도입을 목표로 하고 있다. 레인시티는 기후위기시대의 도시경형 대안으로 평가하고 있으며, 지자체 단위에서도 선진과정을 거쳐 시설 설치비에 대한 인센티브 지원 등 적극적인 사업을 추진 중에 있다.

특히 수원시 장안구의 경우, 장안구청과 더불어 지역 전역에 물순환 구조 개선을 위한 그린인프라시설을 설치하였다. 본 연구에서는 장안구에서 실제로 시공된 사례를 참고하여, 시나리오별 그린인프라시설을 도입하였을 때 유출저감 효과를 평가한다.

II. 본론

1. 연구방법

본 연구는 수원시의 하수관거망 및 지형도 모델링을 위하여 수원시로부터 제공받은 공간자료를 활용한 SWMM 모델을 구축하였다. 본 연구에서는 수원시 장안구 지역의 하수관거 Node를 R-SWMM으로 구성하고, SWMM을 활용하여 하수관거 Conduits를 연결하였다. 강우량에 따른 우수유출지점과 유출량을 파악하였으며, 도심지 특성을 고려해 그린인프라시설을 시나리오별로 적용하여 우수유출량을 분석하였다.

강수자료는 수원시 관측소의 지속시간 3시간, 재현기간 20년과 30년의 강수량인 135.7 mm, 146.2 mm를 사용하였으며, 강우가 내리는 분포를 파악하기 위하여 Huff의 무차원 누가곡선 3분위 식을 사용하였으며, 이는 Figure 1과 같다. Huff의 무차원 누가곡선식은 환경부와 국토교통부뿐만 아니라, 홍수량 산정지침에서 규정하고 있는 국가 표준의 강수분포 분석 방법론이다.

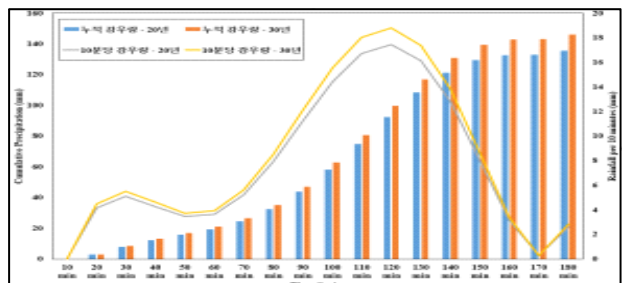


Figure 1. 재현기간에 따른 수원시 확률강우 분포도

[†]: 본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 생태계 건강성 증진사업(2020002770002)의 지원과 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2017H1D8A1030270).

그린인프라시설은 장안구에서 설치되는 비율을 참고하여 총 4가지의 시설을 선정하였으며, 각각의 시설이 설치되었을 때 저감할 수 있는 유출량과 이를 복합적으로 설치하였을 때 분석할 수 있는 유출량에 대해서 종합적으로 평가하였다. 사용된 그린인프라스트럭처의 시나리오는 Table 1과 같다.

Table 1. 각 시나리오별 적용된 LID시설

| Scenario no. | LID application method | Apply position |
|--------------|---|---------------------|
| 1 | Green roof | Buildings |
| 2 | Grass block | Parking lots, roads |
| 3 | Infiltration trench | Parking lots, roads |
| 4 | Street planter | Sidewalks, roads |
| 5 | Simultaneous application of scenario 1, 2, 3, and 4 | - |

대상지인 수원시 장안구의 크기 33.17 km²가 모델링되었으며, 도시의 경사도와 물의 흐름, 유역 등을 반영하여 소유역을 구분하였다. 소유역을 구분한 SWMM 모델은 Figure 2와 같다.

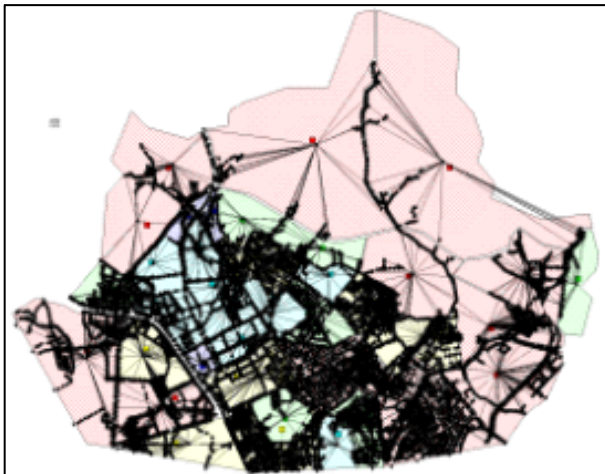


Figure 2. 수원시 장안구 지역의 SWMM 모델

2. 연구결과

5가지의 시나리오 중에서 가장 우수유출 저감을 많이 할 수 있었던 경우는, 모든 LID 시설이 적용된 시나리오 5의 경우였다. 하지만 동일 면적으로 LID 시설을 적용하였을 경우에는 Grass Block이 가장 효율적인 안으로 나타났으며, 주차장 및 보도에 설치가 가능하여 그 적용가능성도 높은 것으로 판단되었다.

또한 단일 시나리오를 사용할 경우에는 각 기술들이 도시 내에서 적용 가능한 입지선정 분석이 선행되어야 할 것으로 판단된다. 도시가 가지고 있는 수문학적 특성 및 하구역역의 위치 또한 물순환 체계 회복에 큰 변수로 작용할 것으로 판단된다.

III. 결론

본 연구는 SWMM 모델을 활용하여 수원시 장안구를 대상으로 한 그린인프라기술의 유출저감 효과를 분석하였다. 가장 효율적인 시나리오는 모든 경우의 LID를 사용한 Scenario 5로 나타났으며, 단일 기술의 경우 Scenario 2 - 잔디블록이 가장 효율적인 안으로 판단되었다.

기존의 관망 중심의 물순환 체계에서 벗어나 그린인프라스트럭처의 결합을 통한 상호작용을 살펴봤다는데 그 의미가 있다. 하지만, 본 연구는 제한된 형태의 시나리오를 통해서 시뮬레이션이 수행되었으며, 추후에는 그린인프라스트럭처의 적정 설치 위치 및 비용 등을 고려하여 연구를 수행하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Kim, J. and J. Kang(2021) Analysis of flood damage in the Seoul metropolitan government using climate change scenarios and mitigation technologies, Sustainability 13,1: 105.
2. Choi, Y., J. Kang and J. Kim(2021) Urban flood adaptation planning for local governments: Hydrology analysis and optimization, International Journal of Disaster Risk Reduction 59: 102213.