

녹화시스템 구성요소 측면의 수문학적 최적모델 도출을 위한 전산모의연구

김태한 * · 이지원 **

*상명대학교 환경조경학과 · **상명대학교 대학원 환경자원학과

I. 서론

최근 기후변화로 인해 국내 대도시는 도시열섬 및 기근현상, 집중강우로 인한 도심홍수가 빈번히 발생하고 있다. 서울시의 경우 2011년 집중폭우로 인하여 우면산 붕괴가 발생하였으며, 이는 불투수면의 증가, 저지대 문제, 하천유량 감소 및 건천화 등 다양한 도심 생태계 변화에 기인한 것으로 해석할 수 있다.

이처럼 생활편의를 위해 고도화된 도시개발이 지속적으로 진행됨에 따라 발생하는 불투수면 증가는 기존 배수관망 설계 용량의 한계와 연계되어 기후변화재해를 촉진하고 있다. 현재 도심 불투수면 증가에 대한 환경적 개선방향으로 저영향개발(LID)기술이 활발히 논의되고 있다. 특히, 건물과 연계 가능한 대표적 LID 기술인 옥상녹화는 가변적인 강우사상에 따른 침투유출량 증가를 조절하여 배수관망 부하를 감소시켜 도심홍수 예방효과를 기대할 수 있다. 수문학적 관점의 옥상녹화 적용 확대를 위해 구성요소에 따른 성능정량화가 요구되나, 요소 간 상호 역학관계가 관련연구를 통해 규명되어 있지 않은 상황이다.

따라서, 본 연구는 대표적인 상습침수지역에 옥상녹화 적용 시 기대되는 홍수예방효과를 시스템의 주요물질을 유추하는 논리적 방법에 기초한 전산모의에 의해 규명하고자 한다.

II. 연구내용 및 방법

1. 대상지 개요

본 연구의 대상지는 서울시 강남구 대치동에 위치하고 있는 일반주거지역인 아파트지구 단지로 면적은 38,741m²이고 총 건축면적은 5,218m² 건폐율 50%, 용적율은 149%로 서울시의 수해취약 중점관리 인근 지역이다.

2. 대상지 소유역 모델링

본 연구의 대상지인 아파트단지 총 11개 동으로 구성되어 있어 이를 개별 소유역(Sub Catchment)으로 구획하여 SWMM

5.1에 의한 단일사상모의를 진행하였다. 대상건물의 유역면적은 총 11개 소유역의 통합면적으로 설정하였고, 대상지의 유입되는 우수는 S04 우측 도로하부의 하수관거로 유출되도록 구획되었다. 자세한 소유역 현황은 다음과 같다. (Figure 01)

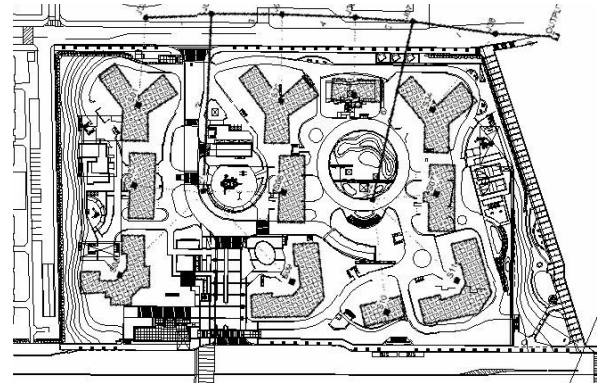


Figure 01. SWMM Study Area Map for Analysis Area

3. 기후데이터 선정

대상지의 옥상녹화 적용에 따른 현실적인 우수유출 저감효과를 모의하기 위해 서울시 기상청 강우자료를 사용하였다. 신뢰성 확보를 위해 과거 30년간 최대 강우가 발생했던 2011년 7월 27일 전후 3일간을 설정하였다. 26일부터 28일간 총 587.5mm의 강우가 발생하였고, 시간당 최대 57.5mm를 기록하여 10시간동안 총 238mm가 집중되었다. 이 기간을 단일강우사상으로 설정하여 모의를 진행하였다. (Figure 02)

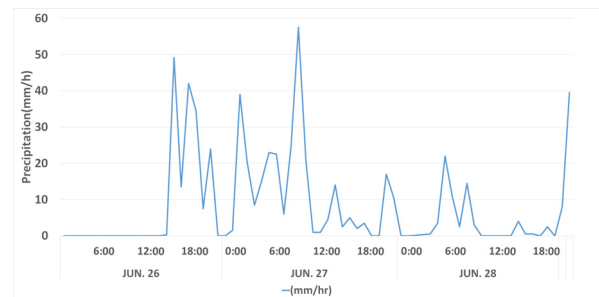


Figure 02. Rainfall Data for Seoul, July, 26~28, 2011

4. 녹화시스템 설정

본 연구는 녹화시스템 설정을 위해 시스템 구성요소의 물성을 정량화하여 EPA SWMM 5.1에서 제공하는 LID Controls 모형으로 전산모의를 수행했다. 특히, 모의에 적용되는 시스템의 토양에 대한 물성 도출을 위해 Saxton Method를 사용하여 포장용수량(Field Capacity), 생장저해수분점(Wilting Point), 포화수리전도도(Saturated Hydraulic Conductivity)를 유추하였다.

$$\theta_{FC} = \theta_{FCt} + [1.283(\theta_{FCt})^2 - 0.374(\theta_{FCt}) - 0.015]$$

$$\theta_{WP} = \theta_{WPt} + (0.14 \times \theta_{WPt} - 0.02)$$

$$K_S = 1930(\theta_s - \theta_{FC})$$

III. 결론

3일간 단일사상 전산모의 결과 담심150mm의 경우 침투유출량 저감은 이루어지지 않았으나, 26일 18시에서 27일 03시가지의 초기유출량 저감효과를 기록했다. 담심250mm도 침투유출량 저감은 없었으나, 150mm에 비해 7시간 동안의 유출량이 감소되었다. 담심350mm는 89ltr/s의 침투유출량을 5ltr/s, 94%로 감소시켜, 강우 중 발생하는 총 우수유출량을 큰폭으로 저감하였다.

본 연구는 옥상녹화시스템의 주요구성요소를 정량화하고 중요 우수유출저감 효과지표인 담심에 따른 침투유출량 저감효과를 도출하여 이와 관련한 기초이론을 제공하고자 한다.

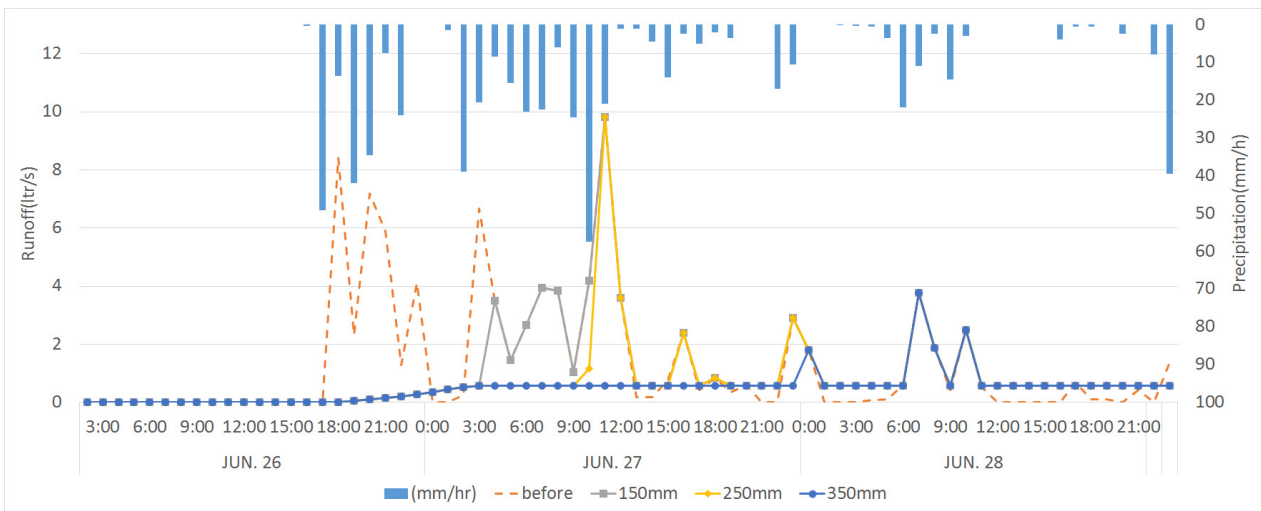


Figure 03. Comparison of Stormwater Runoff for Evaluating Ponding Depth Model: 150, 250, 350mm, July. 26~28, 2011

여기서 FC 는 포장용수량, WP 는 생장저해수분점, K_S 는 포화수리전도도를 의미한다. 이를 기반으로 시스템에 사용된 식생기반재의 토성을 규명하고 담심, 토심의 변수에 따른 침투유출량 변화를 모의하였다.

사사

본 연구는 2015년 중소기업청 융복합기술개발사업 지원으로 수행되었음.

5. 전산모의 방법

전산모의는 EPA SWMM 5.1의 LID Controls 모형 중에서 우수의 침투, 여과, 유출 메커니즘이 가장 잘 표현된 생태저류지(Bio-Retention Cell)를 선정하여, 표면(Surface), 토양(Soil), 저류(Storage), 배수층(Underdrain)의 물성치를 설정하였다. 관리조방형 기준인 200mm으로 토심을 고정하고, 토성은 상기 과정으로 유추된 결과와 SWMM에서 제시하는 양토(Loam)를 비교하였다. 여기에, 중요 우수유출저감 효과지표인 담심을 150mm, 250mm, 350mm로 구분하여 우수유출저감효과에 미치는 영향을 도출하였다.

참고문헌

Bae, Chae Young · Park, Chan · Kil, Sung Ho · Choi, li Ki and Lee, Dong Kun. 2012. Analysis of Urban Runoff with LID Application. Korea Planners Association, 47(6), P 39~47

Huber, W. C. and Dickinson, R. E. 1988. Stormwater management model, ver. 4, part a: user's manual, EPA-600/3 -88/001a, U. S. EPA.

Rob James, Modeling LIDs using PCSWMM and EPA SWMM 5, CHI K. E. Saxton and W. J. Rawls, 2006. Published online August 3, Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions.

Initial deficit: SWMM 4 manual, p. 112.

Byeon, Jae Gyeong · Ji, Dong Hun · Lee, Seung Woo · Jeong, Jin Hyeon. 2010. Soil management technologies for specific items cultivation, Korea Forest Research Institute Research new book no.39 P13