

SWMM 모형을 이용한 춘천 거두 1지구의 LID 개념 적용으로 인한 유출 감소 특성 분석

Analysis of Runoff Reduction with LID Adaptation Using the SWMM

박준호 · 유용구 · 김종건 · 박영곤* · 윤희택* · 임경재[†]

Junho Park · Yonggu Yoo · Jonggun Kim · Youngkon Park · Heetaek Yoon* · Kyoung Jae Lim[†]*

강원대학교 · *한국철도기술연구원

1. 서론

최근 도시화에 따른 토지이용 패턴의 변화로 인한 불 투수 지형의 증가로 홍수 피해, 도시 비점오염, 지하수 고갈과 그에 따른 지반 침하현상, 하천의 건천화 등 여러 문제들이 야기되고 있다. 우리나라도 도시화에 따른 문제점들에 대하여 도시화시 녹지 환경정책을 펼치고 있으나 이는 근본적인 대안책으로 보기에는 많은 무리가 따른다(한국토지공사, 2005). 이러한 점에 착안하여 본 연구에서는 LID(Low Impact Development)란 새로운 개념을 도입하였다. LID란 기존의 BMP(Best Management Practices) 처럼 유출이나 비점오염 발생 후 이를 저감시키는 기법이 아닌 유출이나 비점오염 발생 전 처리 방식에 초점을 맞춘 기법으로 유역 내의 투수 면적 비율을 최대한 확보함으로써 토양의 수문학적 특성을 유지·보전시켜 유역의 도시화 과정 이후 유역의 침투율 면적의 증가를 가져와 침투유량 뿐만 아니라 홍수 도달시간 더 나아가 직접 유출량까지도 도시 개발 이전 상태의 수문학적 특성과 같도록 하는 보다 더 자연 친화적인 도시 설계 디자인을 말한다. LID IMPs (Integrated Management Practices)로는 투수성 아스팔트나 생물학적저류지, 인공습지, Green roofs 등이 있다(Department of Environmental Resources, 1999). 따라서 본 연구에서는 춘천 거두 1 지구를 대상지역으로 선정하여 도시유역 하수관거 유량과 수질의 모의로 가장 널리 많이 이용되고 있는 SWMM 모형을 이용하여 연구 대상지역의 도시화 이전, 도시화 이후, LID IMPs 적용 시 토지이용 패턴의 변화에 대한 유출 특성 및 오염 발생 정도에 대해 가상 모의 분석을 실시하여 도시 계획 시 LID Concept의 적용에 대한 유용성을 알고하고자 함에 있다.

2. 연구방법

본 연구에서는 최근에 택지조성이 완공된 지역으로 우리나라택지조성 사업의 전형적인 모습을 보여 주고 있는 춘천시 거두 1지구를 연구 대상지역으로 선정하였다. 연구 대상지역의 도시화로 인한 토지이용패턴의 변화를 보면 도시화 이전에는 농경지가 87.2%로 면적의 대부분을 차지하고 있는 반면에 도시화 개발 이후에는 주거지 7.9%, 상가 21.5%, 포장되어진 도로 48.3% 등으로 도시화에 의해 논이었던 대부분의 면적이 건물이나 도로 등으로 변화된 것을 알 수 있다. 또한 본 연구에서는 연구 대상지역에 대한 수문 분석 모의를 위해 SWMM 모형을 이용하였다. SWMM 모형의 유출수문곡선과 관련된 매개변수로는 물리적, 수문학적, 수질관련 매개변수로 구분할 수 있는데 우선 연구대상지역의 도시화 이전과 이후의 수치지형도와 하수도 정비 기본 계획서 및 1:500 하수도면(춘천시, 2002)을 이용하여 SWMM 모형에 배수 구역 및 분류식 하수 관거 DB를 구축하였다. 또한 수치지형도를 이용하여 생성한 수치표고 모형(DEM)에서 배수 구역의 경사를 추출하였고, 마지막으로 세부자료 등을 추출하여 물리적 매개변수

의 입력 자료로 이용하였다. 그리고 배수 구역의 유출 특성을 나타내는 수문학적 매개변수들은 국가수자원관리종합정보(<http://wamis.go.kr/>)에서 제공하는 토양도와 문헌들을 참고로 배수 구역의 토지이용패턴에 따라 CN값을 산정하였고, LID 적용에 대한 CN값들은 LID Concept의 IMPs 중 도로나 주차장의 투수성 포장, 건물 옥상의 Green roofs 등 우리나라의 좁은 국토를 고려하여 실제 바로 적용 되어질 수 있는 IMPs들에 대해 LID 관련 미국 환경부 홈페이지 및 여러 문헌들을 참고하여 CN값을 산정한 후 SWMM 모형의 침투방정식 매개변수의 입력 자료로 사용하였다. 그 외 매개변수들은 SWMM 모형 내 구축되어있는 매개변수들을 적용하였다. 본 연구에서는 연구대상 지역에서의 도시화 이전, 도시화 이후, LID Concept의 적용에 따른 유출 특성 및 오염 발생 정도에 대해 수문·수질 모의 분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구의 결과로 연구 대상지역인 춘천 거두 1지구에 LID IMPs를 적용함으로써 투수 면적의 비율이 기존의 방식에 의한 도시개발에 비하여 약 49.8% 정도 증가한 66.9%로 나타났다. 이는 도시화 개발 이전의 투수면적 90.4%에 비해 23.5% 감소한 수치이지만, 도시화 이후 17.1%의 투수면적에 비해서는 49.8% 증가한 수치이다. 단 LID 적용 시 투수면적 비에서 Green roofs IMPs에 의한 면적은 제외하였다. 그 이유는 Green roofs IMPs는 강우 유출수가 직접 토양으로 침투가 발생되어지는 Concept의 IMPs는 아니기 때문이다. 다음으로 SWMM 모의 결과 총 유출량의 변화를 보면 도시 개발 후 도로, 건물, 주차장 등에 의해 불 투수 면적이 증가하면서 강우 시 토양의 침투량과 지표면의 저류량 감소로 도시 개발 전에 비해 직접유출량이 약 11배 증가한 결과를 보여주었다. 그리고 LID IMPs 적용 시는 도시유역 내 자연적 시설과 수문학적 기능을 보존하는 도시 계획과 설계로 인해 기존 도시화 이후에 비해 초기유출량의 저감 및 유출발생시간의 지연과 침투유량의 감소로 유역의 총 유출량이 현저히 감소된 것을 알 수 있었다.

4. 결론

- 1) 본 연구의 결과 비록 연구대상지역의 실측 유출량과의 비교는 아니지만 LID IMPs를 적용한 도시 개발이 기존의 도시 설계에 비해 도시화 이전의 유출 특성과 비슷한 경향을 보이는 것을 알 수 있다.
- 2) 따라서 LID 적용 시 도시 유역 내 투수면적 증가 등으로 인한 총 유출량의 감소 및 토양의 침투량 및 식생대의 증가로 도시 비점오염원 감소, 더 나아가 도시 지하수의 재 함양 등의 효과를 가져올 수 있을 것으로 판단된다.
- 3) 그러나 수문 모의 분석 시 사용한 LID의 IMPs에 대한 CN값은 미국의 연구 문헌 등의 값을 이용하여 우리나라에 적용한 결과이므로 우리나라에 적용하기 위해서는 우리나라 현실에 맞는 IMPs에 대한 개발 및 지속적인 모니터링 분석 연구가 필요할 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 국가 교통핵심기술 개발사업의 지원을 받아 수행된 연구로 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

- 한국토지공사(2005). 택지조성비 절감을 위한 합리적 녹지기준 및 개발밀도 기준 설정 연구, 중간보고서.
Department of Environmental Resources, Prince George's Country, Maryland, (1999). Low-Impact Development Hydrologic Analysis, pp. 1-42.