

**토지이용변화에 따른 박테리아 거동 모의:
SWAT 모델의 한계점과 개선점을 중심으로**
Modeling the impact of land use change on Fecal Indicator Bacteria
basin-scale transfers: assets and limitations from the SWAT model

김민정*, 조경화**

요 지

라오스의 Houay Pano 유역은 상업적 조림으로 인해 2011년부터 2013년까지 급속한 토지이용 변화를 겪어왔다. 본 연구는 이러한 토지이용변화가 박테리아 거동에 어떠한 영향을 주는지 이해하기 위해 Soil and Water Assessment Tool (SWAT) 모형을 활용한 박테리아 거동 모델링을 수행하였다. SWAT 모형은 수치 표고 모델, 토양 특성, 토지 이용 등의 정보를 종합하여, 유역 내 수량 및 수질의 변화를 모의할 수 있는 모형으로, 본 연구는 대표적인 분원성 지표 세균 (Fecal Indicator Bacteria)인 대장균 (*Escheichia coli*, *E. coli*)을 대상으로 모델링을 수행하였다.

SWAT 모형은 지표면 위 박테리아를 1)식물 위, 2)토양 용액상, 3)토양 입자상으로 구분하여 모의한다. 각 상태로 분할된 박테리아는 소멸 (die-off), 씻김 (wash-off), 침투, 표면 유출을 통한 수계로의 이동 등의 단계를 통하여 유역 내에서 거동한다. 본 연구는 서로 다른 기후의 영향을 배제하기 위해 각 토지이용 시나리오를 (2011, 2012, 2013) 실제 기후 조건과 동일 기후(2011-2013 평균) 조건으로 분류하여 분석하였다.

실제 기후 조건에서 SWAT 모형은 표면 유출, 토사 유출, *E. coli* 거동에 대해 2011년부터 2012년까지 감소, 2012년부터 2013년까지 증가로 모두 동일한 양상을 모의하였다. 이는 강수량의 양상과 동일한 것으로, 강수량이 표면 유출의 양을 결정하고, 달라진 표면 유출에 따라 토사 유출과 *E. coli* 거동이 결정되기 때문이다. 하지만 동일 기후 조건에서는, *E. coli* 거동 동인인 표면 유출과 토사 유출이 비교적 일정해짐에 따라, 각 상태로 분할된 박테리아의 초기 부하량값이 *E. coli* 거동을 결정하는 주된 요인임을 확인 할 수 있었다. 따라서 초기 부하량 분할에 활용되는 엽면적지수 (Leaf Area Index)와 분배계수 (BACTKDDB)의 정확도가 요구된다.

추가적으로 본 연구는 박테리아의 유입원인 비료 모델링과, LAI를 활용한 박테리아 초기 부하량 산정, 토양 특성 변수와 토지 이용 변수의 분리, 지하수를 통한 박테리아 거동 등을 중심으로 SWAT 모형의 한계점과 개선점을 제시하였으며, 본 연구 결과는 토지이용변화가 박테리아 거동에 주는 영향을 모형적으로 이해하고, 또한 추후 박테리아 모델링 개발에 도움을 줄 것으로 예상된다.

핵심용어 : SWAT, FIB, 토지이용변화, *E. coli*, 미생물 거동 모델링

* 울산과학기술원 환경공학 · E-mail : paekhap0835@naver.com

** 정희원, 울산과학기술원 환경공학 교수 · E-mail : khcho@unist.ac.kr