

열대 산지 유역의 지표 분변성 세균 거동 모의

Hydrological modeling of Fecal Indicator Bacteria in a tropical mountain catchment

김민정*, 조경화**

요 지

지속적인 수질의 모니터링과 관리가 어려운 개발도상국의 경우, 모델링을 통한 병원균의 예측이 중요하다. Soil and Water Assessment Tool (SWAT)은 유역 모델로 병원균의 거동을 모의하는데 널리 활용된다. 하지만 SWAT이 모의하는 in-stream 모듈의 경우, 소멸, 부유, 퇴적의 단계만을 고려하여 정확도가 부족하다. 따라서 본 연구는 기존 모듈에 hyporheic exchange와 성장 단계를 추가하여 모듈의 성능 개선 및 열대 산지 유역에서의 병원균의 거동을 모의하였다. 본 연구는 몬순 기후 및 산지 지형을 가진 라오스의 Houay Pano 유역을 대상으로 대장균 (*Escheichia coli*, *E.coli*)의 거동을 2011년부터 2013년까지 일 단위로 모의하였다.

기존의 SWAT 박테리아 모듈의 경우, 소멸 단계만을 가지고 보정하였을 때 모델은 대부분 0의 값을 가졌고, 부유 및 퇴적 단계가 추가 된 후에는 우기시 대부분의 모델값이 관측값의 95% 신뢰 구간에 포함되었으나 건기에는 농도가 여전히 낮게 모의됨을 확인 할 수 있다.

건기 시 낮게 모의된 농도를 증가시키기 위해, 온도에 따른 성장 단계를 추가하였으며, 이때 성장 속도는 설정된 최소-최대 성장 온도 사이에서 최대값을 가진다. 하지만 온도에 따른 생장은 열대 기후의 특성상 전 기간에 걸쳐 동시에 증가하여 건기에만 낮게 모의된 농도를 보완하는 데는 한계가 있었다.

Hyporheic exchange는 강바닥에 임시로 저장된 박테리아의 양이 특정 유량에 의해서 수계로 유입되는 현상으로, 본 연구에서는 일정한 양의 hyporheic flow를 가정하여 모의하였다. 결과적으로 Hyporheic exchange를 통해 유입되는 적은 양의 *E.coli*는 기존에 타당하게 모의된 우기의 농도는 그대로 유지하되, 건기에 낮게 모의된 농도는 증가시켜 기존 SWAT 모듈의 한계점을 잘 보완한 것을 확인 하였다.

결론적으로, 기존의 SWAT 모델은 건기 시 낮은 농도의 *E.coli*를 모의하기에 한계를 보였으며, 전 기간에 걸쳐 높은 온도를 유지하는 열대 기후에서 성장 단계는 이러한 한계를 보완하기에 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 그러나 적은 양이 전 기간에 걸쳐 동일하게 유입되는 hyporheic exchange의 경우, 건기에 낮게 모의된 농도를 증가시켜 기존의 한계를 보완할 수 있었다.

핵심용어 : SWAT, 박테리아, *Escheichia coli*, hyporheic exchange

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

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