

포화 다공성 매체에서 미세플라스틱 이동 특성 규명을 위한 정량분석 방법 개발 연구

A Study on the Development of Quantitative Analysis Methods to Characterize the Transport of Microplastics in Saturated Porous Media

박수현*, 양민준**

Suhyeon Park, Minjune Yang

.....
요 지

전 세계적으로 중요한 담수 자원인 지하수의 미세플라스틱 오염에 대한 우려가 커지고 있다. 지하수 환경에서 미세플라스틱의 오염을 예측하고 평가하기 위해 대수층 내 현장 실태조사가 수행 중에 있으며, 실험실 규모의 컬럼 실험을 통해 지하수에서 미세플라스틱 이동 메커니즘을 조사하는 연구들이 수행되고 있다. 이러한 연구들은 많은 개수의 분석 시료를 동반하며, 환경 중 미세플라스틱 정량분석을 위해서 고가의 분석기기(라만분광기, 푸리에 변환 적외선(FTIR) 분광기, 열분해 가스크로마토그래피 질량분석기)를 사용하여 플라스틱의 종류를 판별하고 개수를 측정하고 있다. 또한, 컬럼 실험을 수행한 대부분의 선행 연구에서는 미세플라스틱 정량분석을 위해 탁도 분석, 분광광도계를 이용한 흡광도 분석, 현미경을 이용한 계수 방법 등을 이용하여 고가의 분석기기를 사용하지 않고 연구를 수행하였다. 하지만, 이러한 방법들은 유체 속 다른 물질이 포함되어 있을 경우에 민감하고 농도를 비율 혹은 개수로 표현하기 때문에 질량 측면에서 미세플라스틱의 농도를 과소·과대 평가할 수 있다. 특히, 현미경을 이용한 계수 방법의 경우에는 분석에 많은 시간이 소요된다는 단점이 있다. 위에 언급한 다양한 분석법들의 단점들을 보완하기 위하여, 본 연구에서는 대수층 내 미세플라스틱 이동 특성을 규명하기 위한 실내 실험에 사용될 수 있는 형광 이미지 기반의 미세플라스틱 정량분석법을 개발하였다. Nile Red 형광염료를 이용하여 미세플라스틱을 염색하고 사진을 촬영하여 미세플라스틱 시료의 질량과 미세플라스틱 형광이미지의 형광강도 간 상관관계를 분석하였다. 또한, Nile Red로 염색된 미세플라스틱 입자의 수중 노출 테스트를 진행하여, 실내 대수층 모의실험 시 미세플라스틱 질량을 정량화할 수 있는 적용 가능성을 평가하였다. 상관 분석 결과, 미세플라스틱 질량과 이미지의 형광강도는 높은 상관관계를 보였으며, 수중 노출 실험 전과 후의 미세플라스틱 입자의 형광강도 차이는 미미한 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과를 통해 본 연구에서 개발된 미세플라스틱 정량분석 방법이 포화 다공성 매체로 구성된 컬럼 실험 시 유출수의 미세플라스틱 질량 추정에 유용하게 사용될 것으로 생각되며, 대수층 내 미세플라스틱의 이동 특성 규명 연구에 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

핵심용어 : 미세플라스틱, 다공성매체, 수송, 실험실 실험, 정량분석, Nile Red

* 정회원 · 부경대학교 지구환경시스템과학부 지구환경과학전공 석사과정 · E-mail : suhyeon_park@pukyong.ac.kr

** 정회원 · 부경대학교 지구환경시스템과학부 환경지질과학전공 부교수 · E-mail : minjune@pknu.ac.kr