

생체고분자물질이 부유사 응집에 미치는 영향 연구

Bio-mediated Flocculation by Extracellular Polymeric Substances in Cohesive Sediment Suspensions: Experimental Study

백승룡*, 김재인**, 오민지***, 이병준****

Byung Jun Lee

요 지

최근 기후변화로 인한 강우강도 증대, 산업화에 따른 토지개발 등으로 인하여 다량의 점착성 부유사(Cohesive Sediments)가 하천, 호소 등 수자원 환경으로 유입되고 있다. 점착성 부유사는 하천, 호소의 난류 조건에 따라 부유하거나 혹은 응집, 침전하여 하상 저니층을 형성한다. 부유사, 미생물 및 각종 유기입자가 포함된 하상 저니층은 검은색으로 외관상 보기 좋지 않을 뿐 아니라, 혐기성상태에서 부패하여 수생태계의 건강성을 해치게 된다. 또한 미세 부유사 및 미생물 입자는 각종 중금속, 유기오염물질을 흡착하고, 조건에 따라 재용출할 수 있는 저장매체로 작용하기 때문에 수자원환경에 미치는 영향이 아주 크다. 특히, 수중 미생물(조류) 작용에 의해 생성되는 EPS (Extracellular Polymeric Substances)는 부유사 및 미생물 입자들을 서로 엉겨 붙게 하여, 부유사-미생물 혼합 응집체 및 저니층 형성을 가속화하게 된다.

본 연구에서는 EPS가 부유사 응집에 미치는 영향을 파악하기 위하여, Xanthan Gum (Sigma-Aldrich, USA)을 EPS의 지표 물질로 사용하고, Kaolinite(Sigma-Aldrich, USA)를 수자원환경에 존재하는 대표적인 부유사로 사용하여 응집실험(Jar Test)을 수행하였다. 이온농도가 응집에 미치는 영향을 파악하기 위하여 수체 이온농도를 0.0001M NaCl, 0.001M NaCl, 0.01M NaCl, 그리고 0.001M NaCl + 0.1mg/L Ca²⁺, 0.001M NaCl + 0.5mg/L Ca²⁺, 0.001M NaCl + 1.0 mg/L Ca²⁺ 으로 보정하여 응집실험을 수행하였다. 250 rpm 급속 교반 1분, 50 rpm 완속교반 5시간, 침전 1시간 후 응집체를 채취하여 응집체 이미지 분석을 통해 응집체 크기 및 형상을 측정하였고, 수표면 2 cm 지점에서 상등액을 채수하여 잔류 고형물 농도 분석을 실시하였다.

응집실험을 통하여 다음과 같은 결과를 도출하였다. 낮은 이온농도의 경우, EPS가 큰 고분자 구조체에 부유 입자들이 엮여 응집되는 Sweeping Flocculation의 특징을 나타내었다. 하지만, 이온농도가 높아질수록 경우, EPS 고분자 구조체 내부 반발력이 감소하여 크기가 축소되고, 이에 따라 부유 입자 표면에 패치 형태로 흡착되었다. EPS가 패치형태로 입자에 흡착한 경우, 응집체 농도 증가에 따라 응집능 최적점이 형성되고, 이후 표면하전 역전이나 Steric Stabilization에 의해 응집능이 저감되는 형태를 나타낸다. 따라서 수중 이온농도가 EPS의 사슬형 고분자 응집체의 크기, 형태(Morphology)를 결정하고, 더 나아가 응집능을 결정하는 중요한 인자로 나타났다. 따라서, 후속 연구를 통하여 생체고분자물질의 크기 및 형태 변화, 이에 따른 응집능 변화를 면밀히 연구하고자 한다.

핵심용어 : 부유사, EPS, 응집

감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No: NRF-2014R1A1A2055622).

* 정회원 · 경북대학교 과학기술대학 건설방재공학과 석사연구원

** 정회원 · 경북대학교 과학기술대학 건설방재공학과 학부연구원

*** 정회원 · 경북대학교 과학기술대학 건설방재공학과 학부연구원

**** 정회원 · 경북대학교 과학기술대학 건설방재공학과 교수 · E-mail : bjlee@knu.ac.kr