

미세조류를 이용한 위험·유해물질(HNS)의 해양생태독성 신속 분석 기술 개발

신상훈^{1,*}, 서동민¹, 한의진¹, 이문진², 오상우^{1,2}, 서성규^{1,†}

¹고려대학교 전자·정보공학과, ²선박해양플랜트연구소 해양안전연구부

Rapid analysis of marine ecotoxicological test of hazardous and noxious substances (HNS) using microalgae

Sanghoon Shin^{1,*}, Dongmin Seo¹, Euijin Han¹, Moonjin Lee², Sangwoo Oh^{1,2}, Sungkyu Seo^{1,†}

¹Department of Electronics and Information Engineering, Korea University, ²Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering

핵심용어 : 위험·유해물질(HNS), 생태독성평가, 미세조류, 렌즈프리 그림자 이미지 기술

Key Words : Hazardous and Noxious Substances(HNS), Ecotoxicological test, Microalgae, Lens-free shadow imaging technique

1. 서론

위험·유해물질(HNS)은 해양에 유입되면 해양생물자원과 해양생태계에 치명적인 피해를 줄 뿐 아니라 인간의 건강에도 악영향을 미칠 수 있다. 최근 국내 HNS의 해상물동량 증가에 따른 HNS 유출사고의 위험도가 크게 증가하였지만, 아직 국내에서는 HNS 사고 후 해양의 위해성을 평가할 수 있는 생태독성 평가 연구가 부족한 실정이다.

생태독성평가 방법 중 하나인 미세조류를 이용한 성장저해시험은 72h 동안의 미세조류 개체수 변화를 광학현미경으로 측정하여 독성을 분석하는 방법이다. 이런 수동 분석 방법은 측정에 있어 많은 시간과 노동력이 필요하며, 측정자의 주관적인 오차가 개입되는 단점을 가진다. 본 연구에서는 기존의 미세조류 생태독성평가의 단점을 극복할 수 있는 렌즈프리 그림자 이미징 기술을 소개하고, HNS 물질을 이용한 생태독성평가를 진행하여 기존 측정기법과의 결과 비교를 통해 제안된 기술의 성능을 입증한다.

2. 렌즈프리 그림자 이미지 기술

렌즈프리 그림자 이미지 기술은 LED(Light Emitting Diode)와 CMOS(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) 이미지 센서를 이용하여 물체의 그림자 이미지(회절 패턴)를 분석하는 기술이다. 이 기술은 고가의 광학 렌즈 및 광학 스테이지를 사용하지 않기에 넓은 시계(Field of view, FOV)를 가지며, 저가/소형화된 플랫폼으

로 개발이 가능하다. 특히, 이미지 프로세싱 기법을 이용한 자동 분석 방법을 도입하여 높은 처리량과 빠른 분석이 가능하다.

3. 해양생태독성 평가의 신속분석기법 검증

본 연구에서는 국제표준규격에 명시되어 있는 시험생물 중 해수종인 미세조류(*Dunaliella tertiolecta*)을 선정하고, HNS 물질을 이용하여 72h 미세조류 성장저해 시험을 진행하였다. 미세조류를 이용한 72h 성장저해 시험은 기존 측정 방식인 SR(Sedgewick-Rafter)챔버를 이용한 광학현미경 기반의 수동 분석방식과 렌즈프리 그림자 이미지 기술을 이용한 방식으로 측정된 계수 결과 및 측정에 소요되는 시간을 비교하여 그림자 이미지 기술의 효용성을 검증하였다.

4. 결론

본 연구 결과를 통해 렌즈프리 그림자 이미지 기술은 자동화된 측정방식으로 기존의 미세조류를 이용한 생태독성 평가의 1회 측정시간(6가지 농도, 반복구수 3회 기준)을 최소 3~4h 단축시킬 수 있고, 기존 시험법 대비 20% 내의 계수 오차를 기록하여 그림자 이미지 기술의 정확성 또한 검증할 수 있었다. 이상의 결과들은 개발된 미세조류 신속 분석 기술이 높은 재현성과 HNS 사고 후 진행되는 해양생태독성 평가에 널리 활용될 수 있음을 보이고 있다.

This research was a part of the project titled 'Development of Management Technology for HNS Accident', funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea (Grant#: 2017R1A2B4005499). This research is also supported by the Korea Ministry of Environment as the GAIA project (Grant#: 2015000550002).

* First Author : ghost10s@korea.ac.kr, 044-860-1783

† Corresponding Author : sseo@korea.ac.kr, 044-860-1427