

난류 흐름이 성게의 체외수정에 미치는 영향에 대한 연구
A study on the effect of turbulent motion on the external fertilization
of sea urchin

박형철*, 유호정, 황진환*****

Hyoungchul Park, Hojung You, Jin Hwan Hwang

.....
요 지

체외수정을 기반으로 이루어지는 성게의 수정 과정은 성게 주변에서 형성되는 복잡한 난류 흐름의 영향을 받게 된다. 성게 몸체의 하류부에 형성되는 재순환 영역 (recirculation zone) 내에는 다양한 난류 와류 흐름이 존재하며, 이들은 성게 몸체에서 방출된 정자와 난자의 충돌을 일으키고 수정 과정에 지대한 영향을 미친다. 즉, 성게의 수정 과정을 이해하기 위해서는 성게 주변의 흐름에 대한 유체역학적 관점에서의 분석이 수행되어야 한다.

본 연구의 목적은 성게 몸체에 의해 발생한 난류 흐름이 성게의 체외 수정에 미치는 영향에 대해 조사하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 상용 프로그램인 오픈폼 (OpenFoam)을 활용하여 수치 모의를 수행하였다. 성게 주변의 유동장은 LES (Large Eddy Simulation)을 기반으로 모의하였고, 정자와 난자의 확산 궤적은 라그랑지안 입자 추적 (Lagrangian Particle Tracking) 알고리즘을 통해 구현하였다. 총 5개의 유속 조건 (0.025 - 0.20 m/s) 에 대해 모의를 수행하였으며 정자와 난자 사이의 거리를 바탕으로 수정률을 산정하였다. 정자와 난자의 뭉쳐있거나 퍼져있는 공간적인 분포 형태는 Standardized Morisita 지수를 통해 수치적으로 표현하였으며 이들과 수정률과의 관계를 규명하였다.

연구 결과에 따르면 성게 수정은 유속 조건이 0.1 m/s일 때 가장 빈번하게 발생하였으며, 성게 수정의 성공 여부는 크게 2가지 조건에 의해 결정되었다. 첫 번째로, Standardized Morisita 지수가 높을수록 다시 말해 생식세포들이 공간적으로 뭉쳐있어야 하며 두 번째는, 생식세포들을 충돌시킬 수 있는 원동력인 작은 와류가 존재해야 한다. 와류의 크기가 너무 크게 되면 생식세포들은 충돌하지 않고 확산만 되기 때문에 오히려 수정률이 감소하였다. 영역별로 분석한 결과에 따르면, 성게 몸체에 의해 형성된 재순환 영역이 수정과정에 있어 가장 지배적인 영역임을 확인하였다.

핵심용어 : 수치 모의, 성게 수정, 재순환 영역, 라그랑지안 입자 추적

감사의 글

본 연구는 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 화학사고대응환경기술개발사업(R&D)의 지원을 받아 연구되었습니다. (과제번호 1485016869)

* 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 박사과정 · E-mail : hyungchul1288@snu.ac.kr

** 정회원 · Graduate student, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign
 · E-mail : hojungy2@illinois.edu

*** 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 교수 · E-mail : jinhwang@snu.ac.kr