

Tributyltin (TBT)이 멧게 물렁증 발생에 미치는 영향

°허영백 · 지보영¹ · 임영수² · 최민규³ · 윤호동 · 명정인국립수산과학원 양식환경연구소, ¹국립수산과학원 병리연구팀, ²국립수산과학원
자원조성연구팀, ³국립수산과학원 환경관리팀

서론

Tributyltin (TBT)은 최근 약 60년간 선박 또는 해상 철 구조물 등의 피복제 또는 부착생물의 부착방지제로 주로 많이 이용되어 왔다. 그러나 TBT는 수생 무척추 동물의 생식 이상 또는 ATP 합성을 저해하는 강력한 organotin 화합물로 알려져 있다(Cima and Ballarin, 2000, Jurkiewicz et al., 2004). 특히 멧게류는 여수율이 동일 크기의 굴에 비해 30배에 달할 정도로 높아 수중에 용출되어 있는 각종 화학물질, 특히 TBT 등에 매우 취약하고, 이들 화학물질의 축적이 멧게의 각종 세포생리학적 장애를 유발하여 심하면 폐사를 일으킬 수 있다. 따라서 멧게의 대량 폐사 요인을 규명하기 위한 연구의 일환으로 TBT 노출 농도별 물렁증 발생률, DNA 손상도, TBT 축적 및 중금속 축적도 변화를 멧게의 성숙숙 정도에 따라 그 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용한 멧게는 2004년 종묘생산하여 이듬해 11월까지 중간육성 후 통영주변해역에서 본양성한 것이다. 성숙억제 멧게는 2005년 3월 초 실험실로 운반하여 성숙을 억제하기 위하여 저온(7±1°C)에서 유수사육하였고, 성숙멧게는 양식장에서 직접 채취하여 이용하였다. 성숙멧게의 경우 실험개시 시 성숙정도는 성숙초기 상태였다. TBT 노출농도는 6개 농도구(0, 0.002, 0.02, 0.2, 2, 20 µg/L)로 조절하였으며 수용적 150 L 원형 FRP 수조에 실험멧게 30개체씩을 2반복으로 농도별로 침지 노출하였다. 실험은 자연수온에서 14일간 실시하였으며, 실험기간 중 환수는 하지 않았다. 물렁증 발생률은 육안으로 관찰하였고, DNA 손상도는 Comet assay 방법 그리고 중금속 중 Cu와 Cd, Pb, Cr, As, Zn을 유도결합플라즈마 질량분석기(ICP-MS, Elan 6000), Hg는 수은자동분석기(M6000A, Cetac)를 이용하여 분석하였다. 멧게의 유기주석화합물은 동결건조 후 목표물질을 추출, 농축 후 HP 6890 GC/FPD (Gas chromatography/Flame Photometric Detector, HP 6890S)와 모세관컬럼 HP-5MS를 이용하여 분석하였다. 통계분석은 one-way ANOVA와 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 요약

전체적으로 성숙억제 개체군에 비해 성숙개체군에서 유의적으로 높은 물렁증 발생률을 보였다. 한편, 성숙개체군은 0에서 0.2 $\mu\text{g/L}$ 까지는 유의적인 차이는 없었지만, 0.2 $\mu\text{g/L}$ 에서 63%로 가장 높은 물렁증 발생률을 보였고, 2 $\mu\text{g/L}$ 이상에서는 감소하는 경향을 보였다. 성숙억제 개체군에서는 일정한 경향은 없었지만, 2 $\mu\text{g/L}$ 에서 가장 높은 물렁증 발생률을 보였다. TBT 노출 농도별 DNA 손상도를 조사하기 위하여 comet assay한 결과 농도별 성숙정도에 따른 유의적인($P < 0.05$) 차이는 없지만, 0.02~2 $\mu\text{g/L}$ 에서 성숙정도에 관계없이 대조구에 비해 유의적으로 높은 DNA 손상도를 보였다. 그러나 20 $\mu\text{g/L}$ 에서는 감소하는 경향이였다. 이는 고농도의 TBT 하에서는 명계가 정상적인 여수활동에 제약을 받은 것으로 추정된다. TBT 농도별 육질과 피낭의 중금속 함량 변화를 조사한 결과, 전체적으로 Cu, Cd, Pb, V, Se, As 및 Hg의 함량은 낮게 나타났지만, Zn과 Fe의 함량은 매우 높게 나타났다. 그러나 육질의 Zn 함량은 TBT의 농도가 높아질 수록 증가하는 경향을 보였지만, 그 외 금속들의 함량은 일정한 경향을 보이지 않았다. 한편, TBT 농도에 따른 피낭의 Zn 함량의 변화는 일정한 경향이 없었지만, 대조구에 비해 모든 TBT 노출 시험구에서 높게 나타났다. 육질과 피낭의 모노부틸주석(MBT), 디부틸주석(DBT) 및 트리부틸주석(TBT)의 축적변화를 조사한 결과 전체적으로 축적이 증가하는 경향을 보였고, 전체 축적률은 20 $\mu\text{g/L}$ 시험구의 명계 육질과 피낭에서 각각 9.247 $\mu\text{g/L}$ 및 3.534 $\mu\text{g/L}$ 로 가장 높은 축적률을 보였다.

참고문헌

- Cima F. and L. Ballarin. 2000. Tributyltin induces cytoskeletal alterations in the colonial ascidean *Botryllus schlosseri* phagocytes via interaction with calmodulin. *Aquatic Toxicology*, 48 : 419-429.
- Jurkiewicz M., A. D. A. Averill-Bates, M. marion and F. Denizeau. 2004. Involvement of mitochondrial and death receptor pathways in tributyltin-induced apoptosis in rat hepatocytes. *Biochimica et biophysica Acta*, 1693 :15-27.
- *Corresponding author: hur0100@naver.com