

## 통영연안 굴 양식장의 환경특성과 환경 biomarker에 관한 연구

김영환\* · 이유미 · 서진형 · 정우건 · 조상만

경상대학교 해양산업연구소 · 대학원 해양생명과학과

### 서론

우리나라 남해안은 천해역의 발달과 풍부한 기초생산력으로 예부터 양식 산업이 발달하여 왔다. 그러나 해수 유동이 원활하지 못한 지형적 특성과, 무분별한 경제 개발로 인한 연안 오염 증가는 연안 양식해역 생산성에 큰 위협을 주고 있다.

중금속을 포함한 많은 오염물질은 먹이연쇄에 따라 연안 생물 그리고 인간에게까지 영향을 미치게 되었으며 특히 중금속은 체내에서 지방 분자와 결합하여 먹이 연쇄의 상위 단계로 전이되게 된다. 그러나 오염원에 노출된 연안 생물에 관한 연구는 아직까지 부족한 실정이다. 수산물 중 이매패류는 이동성이 거의 없고 여과섭취 활동을 하므로 특정해역의 오염도를 잘 반영할 것으로 판단되며 중금속오염연구는 식품위생안전을 위해서도 매우 중요하다. 조사 대상 해역은 굴 양식이 성행되는 통영 연안으로, 2003년 11월부터 2003년 12월까지 샘플링을 실시하였고 12개의 조사지점을 설정하여 각해역의 환경 특성을 조사하고, 이 해역에서 양식되고 있는 굴의 생리적 · 생화학적 특성을 조사하여 연안 양식장 오염을 모니터링 할 수 있는 biomarker를 찾고자 하였다.

### 재료 및 방법

수온, 염분, 수소이온농도(pH), 용존산소(DO)는 현장에서 수질연속측정기(CTD)(SBE-19, Sea Bird)로 측정하였고, 클로로필, 화학적 산소요구량(COD), 암모니아태질소(NH<sub>4</sub>-N), 아질산성질소(NO<sub>2</sub>-N), 질산성질소(NO<sub>3</sub>-N), 용존무기질소, 인산인(PO<sub>4</sub>-P), 규산(SiO<sub>2</sub>), 황화물(S<sup>2-</sup>), 유기현탁물(POM)을 분석하여 해수 오염 정도를 조사하였다. 저질 시료는 코아채니기로 채취하였으며, 강열감량(IL), 화학적 산소요구량(COD) 및 황화물(AVS)을 분석하였다. 혈구의 해수, 저질, 굴 중의 중금속 함량을 조사하기 위해 각각의 전처리 과정을 거친 후 ICP Spectrometer로 비소, 카드뮴(Cd), 수은(Hg), 납(Pb)을 분석하였다. 생리적 및 생화학적 분석 항목으로는 Total Hemocyte Count(THC), Esterase activity(EST), Lysosomal activity(LSY), Phenoloxidase(PHE), Peroxidase(PER), Alkaline phosphate(ALP)를 조사 항목으로 사용하였다. 각각의 파라메터간의 상관관계를 분석하기위하여 Pearson 상관계수를 분석하였다

## 결과 및 고찰

조사기간 중 수온은 6.6-14.6℃(평균 11.6℃), pH는 7.9-8.4(평균 pH8.2), 염분은 32.1-33.2‰(평균32.7‰)으로 대체로 고른 분포였다. 전체적으로 한산거제만이 DIN, 클로로필-a 및 COD가 높게 나타나는 것은 이 해역의 생산력이 높은 것과 밀접한 관련이 있을 것으로 생각된다.

해수 중 중금속 함량은 As 0.61-3.90 $\mu\text{g}/\ell$ , Cd 0-0.24 $\mu\text{g}/\ell$ , Hg 0.38-8.01 $\mu\text{g}/\ell$  저질 중의 중금속 함량은 As 1.7-7.5 $\mu\text{g}/\text{g}$  DW, Cd 0.2-0.9 $\mu\text{g}/\text{g}$  DW, Hg 0-2.5 $\mu\text{g}/\text{g}$  DW, Pb 13.4-31.9 $\mu\text{g}/\text{g}$  DW Pb는 0.24-2.64 $\mu\text{g}/\ell$  그리고 굴 육질부의 중금속 함량은 As 6.8-19.1 $\mu\text{g}/\text{g}$ DW, Cd 1.3-5.2 $\mu\text{g}/\text{g}$ DW, Hg 0.9-7.4 $\mu\text{g}/\text{g}$ DW, Pb 1.6-6.7 $\mu\text{g}/\text{g}$ DW의 범위였다. 조사해역의 중금속 함량은 대부분 수질환경기준(환경청, 1982) 범위지만 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

굴 혈구의 생화학적 조사결과, THC( $10^4$ cell/ml) 124.7-168.5, LYS 4.4-7.8, EST 3.9-7.2, ALP(%) 10.2-58.9, PHE(%) 38.2-74.8, PER(%) 34.9-71.8의 범위였다. 굴의 혈구는 체내의 방어기능을 담당하는 매우 중요한 요소이므로 그 생화학적 특성은 외부환경에 의해 영향을 받을 것이다.

이상의 결과를 종합하여 각 측정요소별 상관관계를 분석하여 보면 해수의 환경인자와 높은 상관관계를 나타내는 것은 없었고 다만 수질 Pb와 PER은 약한 양의 상관관계가 관찰되었다. 수질환경의 이력을 지니는 저질의 경우, 저질 Hg와 THC는 약한 양의 상관관계를 저질 COD와 EST, 저질 Pb와 ALP는 강한 상관관계를 지니는 것으로 조사되었다. 특히 생체 축적된 중금속의 경우(Cd와 Pb) LYS과 밀접한 양의 상관관계가 관찰되어 유용한 biomarker로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- 한국가스공사, 1998. 안정국가산업단지 개발사업 피해영향조사 보고서. 경상대학교 해양산업연구소. 403 pp.
- 한국해양학회, 1997. 해양환경공정시험법. 국립수산과학원, 316pp.
- 해양수산부, 1999. 연안어장 환경 모니터링 기법 개발. BSPG 98292-00-1196-3. 한국해양연구소 535pp.
- 환경청, 1982. 수질관리 및 측정지침.
- Parsons, T.R., 1984. A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press. Oxford.
- WHO, 1982. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Food Additives Series no. 17, World Health Organization, Geneva, 28-35.