

아연과 노닐페놀에 의한 민들조개, *Gomphina melanaegis*의 성비 불균형 및 Intersex 유도

주선미, 박정준, 이정용¹, 안철민¹, 김재원², 이정식
여수대학교 수산생명의학과, ¹국립수산과학원, ²부경대학교 해양생물학과

서론

미량금속 (trace metal)은 보통 두 종류로 구분되는데, 그 중 한 종류는 정상적인 생화학적 반응과정에 필수적인 구리 (Cu), 아연 (Zn), 철 (Fe), 망간 (Mn) 등이며, 또 다른 한 종류는 어떤 확실한 생화학적 기능을 가지지 않는 금속들로서 카드뮴 (Cd), 수은 (Hg), 크롬 (Cr), 납 (Pb) 등으로 이들은 수서환경에서 중요한 오염원으로 작용하고 있다 (Viarengo, 1985). 하지만 전자의 경우에도 체내에 이들의 농도가 높아지게 되면 세포의 구조적 이상 및 생화학적인 기능의 장애로 인한 여러 측면의 생리학적인 불균형이 나타나게 된다. 내분비계 장애물질로 분류된 여러 종류의 화합물 가운데 nonylphenol은 medaka, *Oryzias latipes*에서 testis-ova를 유도하며 (Gray and Metcalfe, 1997), zebrafish, *Danio rerio*에서 비정상적인 배우자 형성과정과 기관계 구조의 변형을 유도한다 (Weber et al., 2003).

본 연구는 중금속과 내분비계 장애물질들이 해양생물의 생식에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구의 일환으로 수행된 내용 가운데 아연과 노닐페놀이 이매패류인 민들조개의 성비 불균형과 이성생식세포 발현현상을 유도하는 것이 확인되어 이를 보고한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 민들조개, *Gomphina melanaegis*는 2004년 10월에 동해안 주문진 연안에서 채집한 각각 3.5~4.0 cm 크기로 암·수 143개체였다. 실험기간은 2004년 11월 1일부터 24주였다. 실험기간 동안 광주기와 온도는 자연조건으로 설정하였다. 먹이는 *Isochrysis galbana*를 공급하였다.

실험용액은 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (Zinc sulfate heptahydrate, Sigma)와 $C_{15}H_{12}O$ (Nonylphenol, Aldrich)를 표준용액을 만든 다음, 실험농도별로 희석하여 조제하였다. 실험구는 대조구와 예비실험 결과 영향농도를 기준으로 0.64, 1.07, 1.79 $mgZn\ell^{-1}$ 와 1.0, 2.5, 5.0 $\mu gNP\ell^{-1}$ 로 설정하였다.

각 실험개체는 해부하여 생식소를 포함한 내장낭의 일부를 Bouin's fluid에 고정하여 파라핀 절편법에 의해 두께 4~6 μm 로 연속절편하여 조직표본을 만들었다. 제작된 조직표본은 Mayer's hematoxylin과 0.5% eosin (H-E)의 비교염색을 실시하였다.

결과 및 고찰

실험 종료 시기인 4월 중순에 자연에서 채집된 민들조개 78개체를 조사한 결과 암컷 42개체, 수컷 36개체로 성비는 1:0.86 (암:수)으로 암컷이 다소 높았으며, 이성생식세포를 보유한 개체는 관찰되지 않았다.

오염원을 투여하지 않은 실험실 사육조건에서 실험 개시 후 24주 경과된 민들조개 54개체를 조사한 결과는 암컷 25개체, 수컷 29개체로 성비는 1:1.16 (암:수)으로 수컷이 다소 높았으며, 이성생식세포를 보유한 개체는 1개체가 관찰되어 intersex의 출현 비율은 1.86%였다.

아연이 함유된 해수에서 62개체를 24주 동안 사육한 결과 성비는 1:1.21 (암컷 28개체, 수컷 34개체)로 수컷의 비율이 높았다. 이성생식세포를 보유한 intersex 개체는 62개체 가운데 13개체가 확인되어 20.97%의 출현율을 보였다.

노닐페놀이 함유된 해수에서 24주 동안 89개체를 사육한 결과 암수 구분이 불가능한 1개체를 제외한 88개체의 성비는 1:1.67 (암컷 33개체, 수컷 55개체)로 대조구와 아연 노출구보다 수컷의 비율이 높았다. Intersex 개체는 89개체 가운데 21개체가 확인되어 23.6%의 출현율을 보였다. 1.0 $\mu gNPml^{-1}$, 2.5 $\mu gNPml^{-1}$, 5.0 $\mu gNPml^{-1}$ 농도구에서 농도가 증가할수록 수컷의 비율은 높아졌으나 intersex의 출현율은 낮아졌다.