

바지락(*Ruditapes philippinarum*)을 이용한 갯벌의 중금속
오염에 대한 바이오마커 개발에 관한 연구

조용훈, 강세원¹, 이용석², 변인선¹, 최희선³, 안인영³, 고원규², 정계현

전남대학교 농생명과학부, 순천향대학교 자연과학대학 생명과학부¹,
인제대학교 의과대학 기생충학교실², *한국해양연구원 극지연구본부³

서론

현재 전 세계적으로 연안환경에서의 중금속 오염을 모니터링 하는 데에는 Mussel Watch Program을 중심으로 담치류(mussel)와 굴(oyster)등이 지표종(indicator species)으로 널리 사용되어 왔다(O'Connor et al., 1944). 그러나 갯벌환경에서의 중금속 오염에 대한 모니터링을 하는데 있어서는 담치류나 굴 등이 지표종으로써 충분한 역할을 할 수 없는 것이 현실이다.

갯벌에서 살아가는 여러가지 생물 중 여과섭취 (suspension-feeding) 를 하며 살아가는 바지락 (*Ruditapes philippinarum*) 의 경우에는 국내 전역에 서식하고 있으며 (민 등, 2004), 중금속에 민감한 반응을 보이는 연체동물의 특징 (Bebianno et al., 2003) 을 가지고 있고, 매우 많은 양의 물을 걸러내고 있어 (여과량 : 각장 36-38 mm (21-24 : 0.6-1.5/hr) 갯벌의 자정작용에 매우 중요한 종으로 최근 부각되고 있다 (Kohata et al., 2003).

이번 실험대상 단백질인 MT는 척추동물, 무척추동물, 식물과 미생물을 포함하는 갖가지 진핵 및 원핵 동물에서 발견되어지고 있는 cytosolitein이다. MT는 Cu와 Zn와 같은 필수 금속의 조절과 필수·비필수 금속의 해독에 깊이 관련하고 있다. 하지만 MT의 더 중요한 기능은 oxidative stress에 대한 세포 보호 작용에서 세포 내 자유라디칼 (free radicals) 을 제거하는 역할을 하며, Zn을 매개로 하는 유전자 조절작용 (zinc-mediated gene regulation) 과 같은 기능을 한다 (Zeng et al., 1991a, b). 그러므로 2가 양이온 (Zn²⁺, Cd²⁺, and Cu⁺) 과 같은 독극물로 개체를 노출시키면 서로 다른 조직에서 MT의 발현이 일어난다. 그러므로, MT는 중금속에 대한 노출실험에 있어서 환경오염 지표물질로 사용할 수 있다고 말할 수 있다 (Simes et al., 2002).

본 실험은 오염 정도에 따른 지역별로 채집한 바지락에서와 청정지역에서 채집한 바지락들에 대하여 본 저자들이 CdCl₂에 노출실험을 실시하였던 실험의 결과들을 추가적으로 확인하고자 수행된 실험이었다.

재료 및 방법

백합목 (Veneroida) 백합과(Veneridae)에 속하는 바지락(*Ruditapes philippinarum*)을 지역별 (천수만, 곰소만, 탄도)에서 채집하여 해부현미경(Olympus B-601)하에서 아가미, 소화선, 장을 각각 적출 하였다. 적출한 시료는 조직관찰 및 MT(metallothionein)의 분포를 관찰하기 위한 면역조직화학적 연구(immunohistochemical study)용 표본들의 제작을 위하여 광학현미경용 표본을 제작, 관찰하였다.

결과 및 요약

MT에 대한 면역조직화학적 연구결과, 오염의 정도에 따라 국소적으로 나타났던 anti-MT 반응이 점차 넓은 부위에까지 반응이 일어나는 것을 확인할 수 있었다. 미세구조 관찰 결과, 핵막의 팽창 (swelling) 현상, 소포체의 whorl 현상 등을 관찰할 수 있었으며, 중금속으로 추정되는 과립 (granule) 이 관찰되었다. SEM-EDS 결과, Cd의 수치는 탄도에서 가장 높게 나타났다. 또한 MT의 반응에 관여한다고 알려진 Zn, S의 수치가 높게 나타나는 것으로 보아 MT가 중금속 해독에 관여하고 있음을 간접적으로 확인할 수 있었다. 또한 이러한 양상들은 각 조직별로 약간씩 차이를 보이는데, 이는 중금속 축적 및 해독이 각 기관에 따라 다르게 진행됨을 시사하는 듯 하다. 이는 실험적으로 CdCl₂ 에 노출실험한 결과와 유사한 경향을 보여주었다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과들을 종합하여 고찰해 보면, 자연상태에서 오염의 정도에 따라, 비교적 빠르고, 유의성 있는 세포 반응을 보이는 바지락은 연안생태계의 갯벌지역에서의 중금속 오염에 대한 환경모니터링을 하기 위한 지표종으로서 충분히 가치가 있는 것으로 사료된다.

참고문헌

- 이용석, 안인영, 최희선, 정계현. 2001. 중금속이 축적된 남극큰띠조개의 신장에 대한 면역조직학적 및 미세구조적 연구. 남극 세종기지 주변 인간 활동으로 인한 환경변화 모니터링 보고서. EC PP 00 001-B2, pp.283-304.
- 최희선, 안인영. 2000. 남극 큰띠조개(*Laternula elliptica*) 신장에서의 중금속 해독기작에 관한 연구: Metal binding proteins의 역할. 남극 세종기지 주변 인간활동으로 인한 환경변화모니터링 보고서. EC PP 00 001-02, pp. 49-64.
- Kohata K., Hiwatari T., Hagiwara T. 2003. Natural water-purification system observed in a shallow coastal lagoon. Mar Pollut Bull. 47(1-6):148-54.
- Moraga D., Mdelgi-Lasram E., Romdhane M.S., El Abed A., Boutet I., Tanguy A., Auffret M. 2002. Genetic responses to metal contamination in two clams: *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum*. Mar Environ Res. 54(3-5):521-5.