

남극삿갓조개(*Nacella concinna*)에서의 중금속
축적에 관한 연구
Bioaccumulation of heavy metals in *Nacella
concinna*

이용석, 조용훈, 변인선, 정계현, 안인영*, 최희선*
순천향대학교 · 한국해양연구원*

서론 (Introduction)

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., 1994). 그러나 남극에는 이 두 종이 서식하고 있지 않으며, 현재까지의 연구에 따르면 남극큰띠조개(*Latenua elliptica*)와 남극가리비(*Adamussium colbecki*)가 담치류에 상응하는 유용한 생물지표종으로 사용될 수 있다고 알려져 있다(이 등, 2002 ; 안 등, 1996, 2001 ; SCAR, 1996 ; Nigro et al., 1992). 하지만, 조간대의 경우에는 환경오염에 가장 심각하게 노출되어 있음에도 불구하고, 적절한 모니터링이 이루어지지 않고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

본 실험에서는 남극지역에서 유용한 생물지표종으로 예상되어지는 남극삿갓조개를 대상으로 하여 Cd에 노출시킨 후 간췌장(hepatopancreas)과 장(intestine)에서의 미세구조 변화를 살펴보았으며, SEM-EDS를 이용하여 중금속의 분포를 알아보아 중금속의 축적 및 해독기작에 대한 기초자료를 얻고자 수행되었다.

재료 및 방법

가. 실험재료

연체동물문(Mollusca), 복족강(Gastropoda), 전새아강(Prosobranchia), 원시복족목(Archeogastropoda), 삿갓조개과(Patellidae)에 속하는 남극삿갓조개를 우리나라 남극기지인 세종기지의 앞 Marine Cove 근방에서 채집하였다.

나. 실험방법

1) SEM-EDS를 이용한 원소정량

일반적인 SEM 표본 제작과정을 시행하였다. EDS 측정시 조사대상이 되어진 원소의 종류는 Al, Si, Cl, Ca, Cr, Fe, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb 11개 원소였다.

2) 면역조직학적 연구

일반적인 광학현미경용 표본을 제작한 후 면역조직화학적 실험의 과정은 DAKO's LSAB(Labelled Streptavidin Biotin) KIT를 사용하여 실시하였다.

3) TEM을 이용한 미세구조 관찰

일반적인 투과전자현미경용 표본을 제작하여 JEM-1010 투과전자현미경 (transmission electron microscope)을 이용하여 관찰하였다.

결과 및 요약

가. 면역조직화학적 연구 결과 (Imunohistochemistry)

1) Hepatopancreas

중금속에 의해 유도된 MT 단백질이 면역조직화화적인 방법에 의해 붉은 색으로 표지되었다. 노출시간이 길어질수록 diverticula의 외곽으로 강한 반응을 보였으며, 세포가 점점 swelling 되는 것을 관찰할 수 있었다.

2) Intestine

중금속에 의해 유도된 MT 단백질이 면역조직화화적인 방법에 의해 붉은 색으로 표지되었다. 중금속의 노출시간이 길어질수록 노출되지 않은 조직에 비해 전반적으로 더 넓은 지역에서 강하게 반응을 보였다.

나. 투과전자현미경 관찰결과

1) Hepatopancreas

노출시간이 길어질수록 핵막이 소실 또는 swelling되는 현상을 관찰 할 수 있었다. 3일 이상 노출 된 조직에서는 vacuole들이 합쳐지는 현상을 관찰할 수 있었으며, 특이하게 control에서 nuclear body를 관찰할 수 있었다. 세포질에는 inclusion body와 중금속으로 추정되는 과립들이 다수 관찰되었다.

2) Intestine

원주세포로 이루어진 세포의 유리면에는 섬모가 관찰될 뿐 미세음모 등은 관찰되어지지 않았다. 세포내 많은 분비과립이 존재하고 있었으며, 잘 발달되어진 조면소포체와 골지체를 가지고 있었으며, 미토콘드리아도 많은 수가 발견되었다. 노출 실험결과 핵막이 일부 소실되어지는 현상을 발견 할 수 있었으며, 분비과립 및 분비과립 주변, 핵속의 인과 결합되어진 물질에 Cd로 추정되는 금속성 물질을 다량 관찰 할 수 있었다.

다. 주사전자현미경 관찰결과

1) hepatopancreas

남극삿갓조개의 간체장을 주사전자현미경으로 조직의 상단부 표면을 관찰한 결과 지름이 약 300 μ m 정도인 diverticula로 이루어졌음을 관찰 할 수 있었다.

2) Intestine

남극삿갓조개의 장을 주사전자현미경으로 조직의 상단부 표면을 관찰한 결과 매우 많은 섬모를 관찰할 수 있었다. 섬모의 길이는 약 6~10 μ m 정도였다.

라. SEM-EDS 결과

1) hepatopancreas

남극삿갓조개의 간췌장의 SEM-EDS를 이용한 중금속 추적결과 Fe와 Ca는 비례관계의 양상을 보였으며, S는 반비례관계의 양상을 보였다. Cd 노출 결과 S는 Cd와 반비례적인 양상을 보였으나 3일 이상이 지난 시료에서는 Cd, S, Fe, Ca이 비례적인 양상을 보였다.

2) Intestine

남극삿갓조개의 장의 SEM-EDS를 이용한 중금속 추적결과 원주세포들이 존재하는 조직의 바깥층과 내강을 비교한 결과 Pb가 서로 반비례 관계의 양상을 보였다. Cd 노출결과 S는 급격하게 줄어들었으며, 대신 Ca 와 Zn이 상대적으로 매우 증가하는 양상을 볼 수 있다.

요 약 : 본 연구에서는 남극삿갓조개(*Nacella concinna*)의 간췌장 및 장의 중금속 농축에 관련하여 기능적인 형태를 살펴보았다. 특히 간췌장의 diverticula 외곽과 장상피세포의 상부에서는 중금속이 농축되는 과정을 관찰할 수 있었다. Metallothionein의 분포를 살펴보기 위하여 면역조직화학적 실험이 수행된 바, 중금속이 농축되고 있는 삿갓조개의 간췌장에는 diverticula 외곽에, 장에서는 상피세포의 상부에 metallothionein이 많이 존재하고 있음을 알 수 있다.

참고문헌

- Heeseon J. Choi, In-Young Ahn, Ko-Woon Kim, Yong-Seok Lee, In-Sook Lee, Kye-Heon Jeong : Subcellular accumulation of Cu in the Antarctic bivalve *Laternula elliptica* from a naturally Cu-elevated bay of King George Island. : Polar Biol 26: 601-609, 2003
- Heeseon J. Choi, In-Young Ahn, Yong-Seok Lee, Ko-Woon Kim, and Kye-Heon Jeong : Histological Responses of the Antarctic Bivalve *Laternula elliptica* to a Short-term Sublethal-level Cd Exposure. : Ocean polar research Vol. 25(2) : 147-154, 2003
- Yong-Seok Lee, In-Young Ahn, Wan-Jong Kim and Kye-Heon Jeong: An Immunohistochemical and Ultrastructural Study of the Heavy Metals accumulated in the kidney of an Antarctic Clam, *Laternula elliptica*. : *The Korean Journal of Malacology*. Vol. 18(1) 15-21. June, 2002