

[단보, Short communication]

베트남 하롱베이 이매패류 2종의 intersexuality

신윤경, 김수지¹, 전미애¹, 이연규², 이정식¹

국립수산과학원 양식전략연구소, ¹전남대학교 수산생명의학과, ²전남대학교 해양기술학부

Intersexuality of Two Bivalve Species in Ha Long Bay, Vietnam

Yun Kyung Shin, Suji Kim¹, Mi Ae Jeon¹, Yeon Gyu Lee² and Jung Sick Lee¹

Aquaculture Management Division, Aquaculture Research Institute, NFRDI, Busan 619-902, Korea

¹Department of Aqualife Medicine, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

²Faculty of Marine Technology, Chonnam National University, Yeosu 550-749, Korea

ABSTRACT

This study investigated concentration of metal ions in sediment and intersexuality in *Polymesoda erosa* and *Lutraria lutraria*. Samples were collected from five areas of Ha Long Bay in October, 2012. The concentration of metal ions showed that Al (37390.0 ± 11816.5 mg/kg) was highest and Mn (360.4 ± 101.4 mg/kg) was second high concentration. Cd (0.04 ± 0.05 mg/kg) was lowest. The intersexuality was 14.3% in *P. erosa* and 9.1% in *L. lutraria* that observed only in female.

Key words: Ha Long Bay, bivalves, heavy metal, intersexuality

서론

수서생태계에서 생물에게 미치는 화학적 스트레스 요인 가운데 중금속은 생물 체내 축적성이 강하고 대사, 생화학, 생리학 및 조직학적 반응의 변화를 유도한다 (Stasiūnaitė, 1999). 중금속 가운데 Cd, Pb, Hg, Zn은 생식 등의 내분비계 장애기능을 유발하는 기능을 가지고 있다 (WWF, 2006; Ju *et al.*, 2009). 해양의 중금속은 퇴적물과 쉽게 결합하며, 해수보다 퇴적물에 매우 높은 농도로 분포한다 (Martin and Whitfield, 1983). 이매패류는 주로 해양저질에 서식하며, 여과섭식을 하며 이동성이 낮아 일생동안 서식범위가 국한되어 있어서 특정 지역의 오염상태를 알아보기 위한 지표종으로 많이 사용되고 있다 (Marin *et al.*, 2006; Schintu *et al.*, 2008; Husmann *et al.*, 2012). 환경요인으로 인해 생물이 받는 위험도를 평가하는 방법은 위험성 확인 (hazard identification), 노출평가

(exposure assessment), 용량-반응 평가 (dose-response assessment) 및 위험도 결정 (risk characterization) 의 주요 4단계이다 (NRC, 1983). 다양한 생물지표 가운데 생식생물학 및 조직학적 지표들은 개체 또는 개체군 수준에서 독성물질에 의한 장기적이고 지속적인 영향을 평가하는데 중요하게 이용되는 항목이다 (Huggett *et al.*, 1992). 본 연구는 베트남 하롱베이의 저질 중금속 농도와 이 지역에 서식하는 이매패류 두 종의 intersexuality를 확인하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에 사용된 이매패류는 백합목 (Veneroida), 재첩과 (Corbiculidae) 의 *Polymesoda erosa*와 개랑조개과 (Mactridae) 의 *Lutraria lutraria*였다 (Fig. 1). 시료는 베트남 하롱베이의 5개 (① N20°52' 51.44" E107°1' 43.13" ; ② N20°53' 34.84" E107°1' 32.34" ; ③ N20°55' 31.11" E107°1' 8.25" ; ④ N20°55' 5.32" E107°1' 19.82" ; ⑤ N20°54' 23.44" E107°1' 40.25") 정점에서 채집하였다 (Fig. 2).

저질 중금속 분석 시료는 2% HNO₃ (Nitric Acid 65%, Merck, Germany) 로 전처리 후, ICP-MS (Perkin Elmer, NexION[®]300X) 로 측정하였다. 회수율은 Semi-Quantitative Standard (SQS, AccuTrace Reference Standard) 를 이용하여 측정하였다. 광학현미경 조직표본 제작은 시료의 측정형질을 계측한 다음 (Fig. 1), 해부하여 생식

Received: December 15, 2013; Revised: December 17, 2013; Accepted: December 18, 2013

Corresponding author : Jung Sick Lee

Tel: +82 (61) 659-7172 e-mail: ljs@chonnam.ac.kr
1225-3480/24505

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License with permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproducibility in any medium, provided the original work is properly cited.

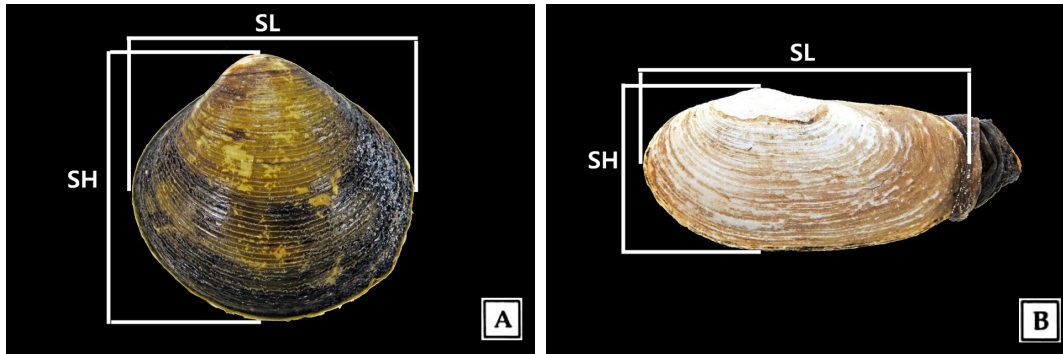


Fig. 1. Morphology and morphometric characteristics of *Polymesoda erosa* (A) and *Lutraria lutraria* (B). SL, shell length; SH, shell height.

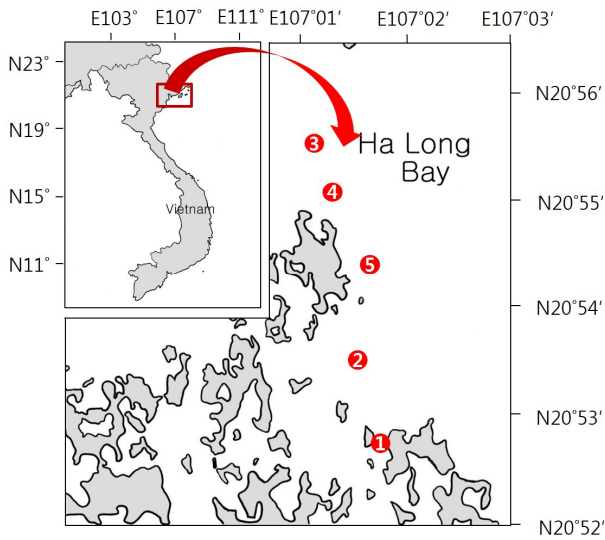


Fig. 2. Sampling areas in Ha Long Bay. ①: N20°52' 51.44" E107°1' 43.13", ②: N20°53' 34.84" E107°1' 32.34", ③: N20°55' 31.11" E107°1' 8.25", ④: N20°55' 5.32" E107°1' 19.82", ⑤: N20°54' 23.44" E107°1' 40.25".

소 부분을 적출하여 Bouin 용액에 고정하여 수세하였다. 그 후 파라핀 절편법으로 4-6 μm 두께로 연속절편 하여 Mayer's hematoxyline-0.5% eosin (H-E) 염색을 시행하였

다. Intersex는 평균 1 cm^2 의 5-6개 생식소 조직표본을 광학 현미경으로 관찰한 결과, 난소에서 수컷의 생식세포 또는 정소에서 암컷의 생식세포가 관찰되는 것만을 기준으로 하였다.

결과 및 고찰

하롱베이 5개 지점의 저질 중금속 농도는 Table 1과 같으며, 모든 지점에서 Al 농도가 37390.0 mg/kg으로 가장 높았으며, 평균 농도는 $\text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{As} > \text{Co} > \text{Cd}$ 순이었다. 성비는 *Polymesoda erosa*에서 1:0.4 ($n = 10:4$) 로 암컷의 비율이 높게 나타났고, *Lutraria lutraria*에서는 1:4.5 ($n = 2:9$) 로 수컷의 비율이 더 높았다. Intersexuality는 *L. lutraria* (9.1%) 보다 *P. erosa* (14.3%) 에서 높게 나타났으며, intersex 현상은 두 종 모두 암컷에서만 관찰되었다 (Table 2). 조직학적으로 반대 성의 생식세포는 생식세포형성소낭 (gametogenic follicle) 의 가장자리에서 확인되었다 (Fig. 3).

생물은 화학물질과 접촉하였을 때 화학적인자로 인한 생물학적 반응이 시작된다. 따라서 화학물질을 평가하는데 있어 생물지표는 매우 유용한 수단 가운데 하나이다 (Hebel *et al.*, 1997). 하지만, 화학물질의 영향을 평가할 때 생물지표만을 가지는 원인관계를 규명하기에는 어려운 점이 있기 때문에 화학적 분석의 병행이 필요하다. 화학적 오염원에 대한 수서생물

Table 1. Heavy metal concentration (mg/kg) of sediment in Ha Long Bay

Stations	Al	Cr	Mn	Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb	Cd
1	51690.0	50.9	487.6	13.7	30.3	20.3	81.7	12.3	36.9	0.1
2	33830.0	35.2	427.5	10.1	19.4	14.1	60.5	9.8	25.7	0.0
3	46230.0	45.1	289.0	10.0	21.6	15.9	65.9	12.9	26.6	0.1
4	33580.0	33.4	236.5	7.6	15.4	10.2	44.6	12.9	19.4	0.0
5	21620.0	28.1	361.4	9.7	17.5	13.8	56.7	10.1	24.3	0.0
Average	37390.0	38.5	360.4	10.2	20.8	14.8	61.8	11.6	26.5	0.04

Table 2. Intersexuality of *Polymesoda erosa* and *Lutraria lutraria* in Ha Long Bay

Species	Number			Intersexuality (%)		
	Total	Female	Male	Total	Female	Male
<i>Polymesoda erosa</i>	14	10	4	14.3 (n = 2/14)	20.0 (n = 2/10)	-
<i>Lutraria lutraria</i>	11	2	9	9.1 (n = 1/11)	50.0 (n = 1/2)	-

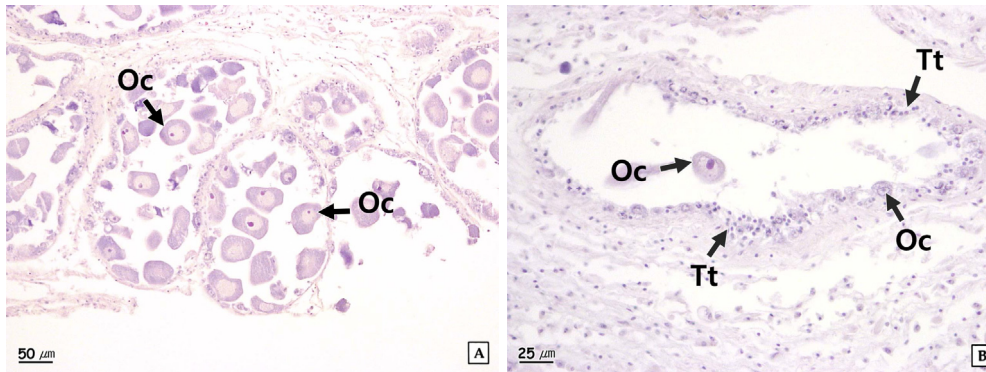


Fig. 3. Photomicrographs of the ovary (A) and intersex in female (B) of *Polymesoda erosa*. Oc, oocyte; Tt, testicular tissue.

의 생물지표 가운데, intersex 발현은 *Nucella lapillus*, *Scrobicularia plana*, 바지락, *Ruditapes philippinarum*, 대북, *Gomphina veneriformis*, 지중해담치, *Mytilus galloprovincialis* (Gibbs *et al.*, 1988; Chesman and Langston, 2006; Ju *et al.*, 2006; Lee and park, 2007; Jeon *et al.*, 2013) 에서 화학적 오염원이 생식에 영향을 미치는 지표로 사용되었다. 중금속 가운데 Zn, Cd, Pb은 내분비계에 작용하여 구조 및 생식생물학적 변화와 intersex 현상을 유도한다 (Lee and park, 2007; Ju *et al.*, 2009). Lee *et al.* (2010) 은 한국 가막만에서 채집한 굴, *Crassostrea gigas* 암컷에서 47.8%, 수컷에서 24.0%, 바지락 암컷에서 37.8%, 수컷에서 13.8%의 intersex 발현을 보고하였다. Zn에 노출된 대북에서 Zn의 체내 농도가 75.6, 160.3 mg/kg에서 intersex 발현이 각각 25.8%, 27.7%로 나타났으며, 두 농도에서 모두 수컷에서보다 암컷에서 발현율이 현저하게 높아 Zn가 대북의 웅성화를 유도하는 것으로 알려졌다 (Ju *et al.*, 2009). 본 연구에서 intersex 발현은 중금속 오염에 의한 것으로 추측되지만, 구체적인 원인에 대해서는 다른 화학물질의 가능성을 염두에 두고 세부적인 추후의 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원 수산시험연구 사업 (RP-2013-AQ-229) 으로 수행되었습니다.

REFERENCES

Chesman, B.S. and Langston, W.J. (2006) Intersex in the clam *Scrobicularia plana*: a sign of endocrine disruption in estuaries? *Biology Letters*, **2**: 420-422.

Gibbs, P.E., Pascoe, P.L. and Burt, G.R. (1988) Sex change in the female dog-whelk, *Nucella lapillus*, induced by tributyltin from antifouling paints. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **68**: 715-731.

Hebel, D.K., Jones, M.B. and Depledge, M.H. (1997) Responses of crustaceans to contaminant exposure: a holistic approach. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **44**: 177-184.

Huggett, R.J., Kimerle, R.A., Jr, P.M.M. and Bergman, H.L. (1992) Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress. Lewis Publishers, London, pp. 347.

Husmann, G., Abele, D., Monien, D., Monien, P., Kriews, M. and Philipp, E.E.R. (2012) The influence of sedimentation on metal accumulation and cellular oxidative stress markers in the Antarctic bivalve *Laternula elliptica*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **111**: 48-59.

Jeon, M.A., Kang, J.C. and Lee, J.S. (2013) Concentration of heavy metal and alteration of reproductive and histological biomarker of *Mytilus galloprovincialis* in Gamak Bay of the Southern coast of Korea. *The Korean Journal of Malacology*, **29**: 33-41.

Ju, S.M., Lee, J.W., Jin, Y.G., Yu, J. and Lee, J.S. (2006) Effect of zinc bioaccumulation on survival

- rate, activity, growth and organ structure of the equilateral venus, *Gomphina veneriformis* (Bivalvia: Veneridae). *Journal of Environmental Toxicology*, **21**: 115-126.
- Ju, S.M., Park, J.J. and Lee, J.S. (2009) Induction of intersex and masculinization of the equilateral venus, *Gomphina veneriformis* (Bivalvia: Veneridae) by Zinc. *Animal Cells and Systems*, **13**: 339-344.
- Lee, J.S. and Park, J.J. (2007) Risk assessment of nonylphenol using the sex ratio, sexual maturation, intersex and lipofuscin accumulation of the equilateral venus, *Gomphina veneriformis* (Bivalvia: Veneridae). *Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **40**: 16-23.
- Lee, J.S., Lee, Y.G., Kang, S.W., Park, J.S., Lee, D.G., Jeon, M.A. and Ju, S.M. (2010) Intersexuality of *Crassostrea gigas* and *Ruditapes philippinarum* in Southern coastal waters of Korea. *Journal of Environmental Toxicology*, **25**: 287-294.
- Marin, M.G., Boscolo, R., Cella, A., Degetto, S. and Ros, L.D. (2006) Field validation of autometallographical black silver deposit (BSD) extent in three bivalve species from the Lagoon of Venice, Italy (*Mytilus galloprovincialis*, *Tapes philippinarum*, *Scapharca inaequivalvis*) for metal bioavailability assessment. *Science of the Total Environment*, **371**: 156-167.
- Martin, J.M. and Whitfield, M. (1983) The significance of river input of chemical elements to the ocean. *In*: Trace Metals in Sea Water. (ed. by Wong, C.S., Boyle, E., Bruland, K.W., Burton, J.D. and Goldberg, E.D.). pp. 265-296. Plenum Press, New York.
- NRC (National Research Council) (1983) Risk assessment in the federal government: managing the process. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 192.
- Schintu, M., Durante, L., Maccioni, A., Meloni, P., Degetto, S. and Contu, A. (2008) Measurement of environmental trace-metal levels in Mediterranean coastal areas with transplanted mussels and DGT techniques. *Marine Pollution Bulletin*, **57**: 832-837.
- Stasiūnaitė, P. (1999) Long-term heavy metal mixture toxicity to embryos and alevins of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Zoologica Lituanica*, **9**: 40-46.
- WWF (World Wide Fund for Nature) (2006) Reducing your risk from EDCs. W.W.F., Switzerland, PP. 20.