

S-6 日本の海産資源種に対する銅の毒性評価

—志津川湾重要種マガキとマボヤの胚・幼生を用いて—

横浜国立大学・環境情報学府
横浜国立大学・理工学部
横浜国立大学・環境情報研究院
産業技術総合研究所

○千葉健太, 田井梨絵, 西村悠
伊藤奏
益永茂樹
内藤航

1. はじめに

沿岸海域における銅の排出源は天然由来の他、船舶や魚網の防汚塗料や銅合金製の養殖生簀等とされる。養殖漁業が盛んな宮城の志津川湾(宮城県)では上記排出源が多くかつ閉鎖的な湾であり、銅濃度は比較的大きい。他方、同湾の重要水産資源であるカキやホヤは銅に対する感受性が高いという報告¹⁾²⁾もあり、現地においてこれらへの銅のリスクが懸念される。本研究では現地海水を用い、これらの種の胚・幼生に対する銅の毒性試験を行い、毒性値を推定した。さらに、水質によって銅の生物利用可能性が異なる可能性がある³⁾ことから、複数箇所の海水を用いて試験を実施し、毒性値の相違を検討した。なお、対象種のマボヤに対する毒性試験は過去に実施例がなく、本研究は試験方法(適切なエンドポイント等)の確立を見据えた試みである。

2. 方法

【マガキ *Crassostrea gigas*】

マガキの毒性試験は ICES の方法⁴⁾を参考にした。試験海水には志津川湾と石巻沖の海水を用い、エンドポイントは胚・幼生発生阻害に設定した。各試験容器 (n=4) に 100 個/mL となるように受精卵を分注した。暴露終了後に顕微鏡で正常発生した D 型幼生を計数し異常発生率を算出した。

【マボヤ *Halocynthia roretzi*】

供試個体は気仙沼市石浜産 (3 歳) を用い、試験海水には志津川湾 2 地点と石巻沖の海

水を用いた。エンドポイントはカタユウレイボヤ (*Ciona intestinalis*) に対する毒性試験²⁾を参考にし、発生阻害と付着阻害として試みた。前者では各試験容器 (n=4) に 25 個/mL となるように受精卵を分注し、48 時間後に正常な孵化幼生(図 1 左、オタマジック型)を顕微鏡で計数して正常孵化率を算出した。後者では浮遊幼生が基盤に付着後に変態をする成長過程への影響を考える。正常孵化した浮遊幼生をシャーレに試験溶液とともに分注し(約 100 個体 / 25 mL)、24 時間後の付着幼生を計数し、付着率を算出した。

【海水中銅濃度分析】

各試験海水は終了後に回収し、銅濃度を ICP-MS により分析した。

【統計解析】

EC₅₀とその 95%信頼区間は R の drc を用いてロジスティック回帰を行い決定した。

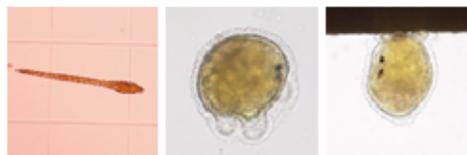


図1 マボヤ幼生(左:浮遊幼生、中央、右:付着態幼生)

3. 結果と考察

各濃度反応関係を図 2 に示すように描き EC₅₀ を推定した。全試験の発生阻害 EC₅₀ を表 1 に示した。マガキの胚・幼生発生阻害 EC₅₀は石巻海水で 30.2 μg/L、志津川湾海水で 22.0 μg/L であった。一方でマボヤの正常孵化阻害 EC₅₀は、いずれの海水でも 47 μg/L

程度であった。

マボヤの付着阻害に関しては、海水を取り除きシャーレに付着し残ったもの(図 1 右)を付着幼生として計数する予定であったが、想定より付着強度が弱いためか一部の個体が剥離した。そのため上記の計数に加え、海水中的の変態かつ剥離した幼生(図 1 中央)も検鏡し、併せて計上した(図 3)。剥離した付着形態も正常に含めた場合の EC₅₀ は 177 µg/L、含めな

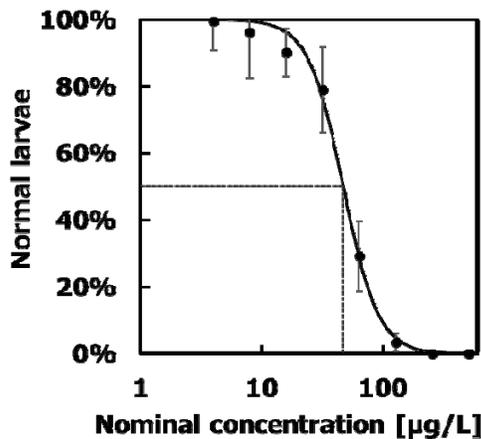


図2 銅濃度とマボヤ正常孵化率の関係(志津川湾 st.1)

表 1 海水毎の発生阻害 EC₅₀ と溶存有機炭素量

Species	Station	DOC [mg/L]	EC ₅₀ (95% CI) [µg/L]
<i>C. gigas</i>	志津川湾 st.3	1.83	22.0 (18.7-25.3)
	石巻沖	1.73	30.2 (27.6-32.8)
	志津川湾 st.1	1.42	47.3 (43.4-51.2)
<i>H. roretzi</i>	志津川湾 st.3	1.12	47.6 (31.5-63.4)
	石巻沖	1.03	45.6 (30.5-62.4)

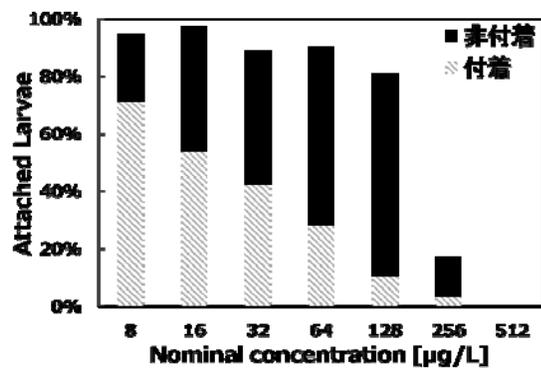


図 3 各銅濃度における容器への付着・非付着別の付着態幼生率

い場合の EC₅₀ は 20.3 µg/L であった。マボヤに対する銅の毒性試験のエンドポイントとしては、銅が付着強度に影響すると仮定する場合、付着阻害がよりクリティカルであると示唆された。

ホヤ綱の付着突起は金属等の化学物質の受容体の役割を果たし、汚染を検知すると付着を抑制するという報告²⁾もある。今回の結果でも銅濃度と付着幼生割合には用量応答関係が見られており、付着の過程に銅が何らかの毒性影響を与えたことが示唆される。

4. まとめ

海水質(DOC)の違いが毒性に与える影響は、いずれの試験でも見出せなかった。しかし過去に実施例の無かったマボヤの試験の基礎的な検討ができた。同種の種苗生産を考えると、発生阻害だけでなく付着阻害影響もリスクとなり得る可能性が示唆された。

5. 謝辞

施設の利用を認めて下さった宮城県水産技術総合センター、さらに、試験全般にご助言、ご協力をいただいた同センターの押野明夫氏、(株)日本海洋生物研究所の亭島博彦氏、奥俊介氏、武田尚也氏に感謝します。本研究は鉄鋼環境基金、及び日本銅センターの支援を受けて行いました。

6. 参考文献

- 1) E. His et al. (1999). *Water Res.* 33 (7), 1706–18.
- 2) J. Bellas et al. (2004) *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 46, 61–66.
- 3) 加茂将史, 安田恭子, 内藤航 (2011). 環境毒性学会誌, 14 (1), 127–139
- 4) International Council for the Exploration of the Sea. (2013) Oyster embryo-larval bioassay (revised)