

重金屬對於淡水長臂大蝦的半致死影響

潘明珠 · 尤伸森

Study on the Sublethal Effects of Heavy Metals on
Macrobrachium rosenbergii

Ming-Ju Pan and Shen-Sen You

Study on the sublethal effects of 6 heavy metals were showed that based on the Medium Tolerance Limit (TLM) to *Macrobrachium rosenbergii*. The tested metals were such as mercury, arsenic, zinc, cadmium, iron and manganese for *Macrobrachium rosenbergii*. Estimating the safety levels of metals in the field water, it will be helpful for setting water criteria of fisheries.

Based on the TLM value of the metals tested, the orders of toxicity have the following sequence: Cd>Hg>Zn>As>Mn>Fe. In the metals test, if it had produced precipitate, it would have decreased toxicity. Heavy Metals destroyed the gill function of *Macrobrachium rosenbergii*. The TLM values of *Macrobrachium rosenbergii* are lower than the TLM values of fresh water aquatic animal.

前 言

重金屬是工業上的重要原料，由於近年來臺灣工業迅速發展結果，重金屬使用量劇增，排出大量水，污染河川，造成魚貝廢類集體死亡，此依鄭等^{(1)·(2)}，對臺灣中部及西南沿海魚貝類大量死亡原因之研究中已有詳細指出工業廢水為其主要致死原因。

高濃度重金屬使水生生物致死，低濃度重金屬能抑制生物體的生理作用，且在生物體內累積，再經食物鏈，傳至高等動物，使人體受害，有日本過去發生的水候病為證，所以為了維護人體健康及水產資源，制定水產養殖用水標準，已是刻不容緩的問題。

今日淡水長臂大蝦的養殖是臺灣最新而有前途的養殖事業，體型大，肉味鮮美，甲殼質軟，無寄生蟲，飼料及養殖設備簡單，本實驗就對最具發展潛力的養殖蝦類——淡水長臂大蝦，作重金屬的毒性試魚，以供水產養殖用水水質基準制定時的參考。

材料與方法

材料：

- (1)試驗用蝦：屬*Macrobrachium rosenbergii*種，來自本分所自行人工孵化培育成的稚蝦，平均體長1~1.5cm，試驗前置於室內塑膠水槽蓄養多天，每天餵食、打氣、加熱維持水溫27°C左右（本實驗在冬天進行），以保持蝦的健康情形。
- (2)試驗用水：取自來水，先曝水後使用，PH8.6，硬度150~170ppm(as Ca CO₃)，水溫24°C~28°C。
- (3)試驗用藥：選用6種金屬化合物，分別為HgCl₂、As₂O₃、CdSO₄、ZnCl₂、FeCl₃·6H₂O、MnCl₂·4H₂O。

方法：

- (1)配製1000ppm各種金屬原液。

(2)準備2升燒杯。

(3)每種重金屬分別擬 4個欲試驗濃度，此濃度範圍參考陳⁽³⁾，各種淡水水生生物對重金屬試驗的TL_m值。

(4)稀釋原液，配試欲試驗的各濃度，置入2升燒杯，使總試液體積維持1升。

(5)測pH（若太酸或太鹼用1N的HCl或 1%NaOH，調至 7~ 8之間），硬度、水溫。

(6)預備試驗，用 5尾稚蝦作試驗。

(7)正式試驗，用10尾稚蝦作試驗。

(8)觀察、記錄24hrs、48hrs，稚蝦的死亡數。

(9)根據葉⁽⁴⁾，迴歸直綫，求出TL_m值，及上、下限。

(10)根據anonymus⁽⁵⁾估計安全濃度，即將TL_m值乘以 0.1。

由於實驗工作在冬天進行，而淡水長臂大蝦對溫度變化極為敏感，故實驗用加熱器使水溫維持24°C~28°C。實驗期間，打氣，不換水、不投餌，隨時觀察中毒情形，以玻璃棒觸之，若無反應，視為死亡，同時立即取出，以保持水質。

備註：原液（1000ppm）配法

(1)Hg：取HgCl₂1.3543g於小燒杯內，加少量蒸餾水至完全溶解，再倒入1l的定容瓶中，加蒸餾水至標綫。

(2)As：取As₂O₃1.3203g於小燒杯內，加少量蒸餾水及 1%NaOH至完全溶解，其餘步驟如Hg。

(3)Cd：取CdSO₄1.8546g於小燒杯內，其餘步驟如Hg。

(4)Zn：取ZnCl₂2.0846g於小燒杯內，其餘步驟如Hg。

(6)Fe、Mn：由於TL_m濃度過高，不必配原液，實驗時，直接秤重，再用水稀釋即可。

結果與討論

中毒的淡水蝦，活動力減弱，中毒深的蝦子平躺於瓶底，呈昏厥狀態，用玻璃棒觸之，急驟跳開最後依然不能恢復正常而死。

淡水長臂大蝦經 6種重金屬處理24小時、48小時，得出TL_m值，如表 1及表 2所示。①Hg：TL_m₂₄=0.102ppm，TL_m₄₈=0.102ppm，②As：TL_m₂₄=14.404ppm，TL_m₄₈=10.519ppm，③Cd：TL_m₄₈=0.0208ppm，④Zn：TL_m₂₄=1.128ppm，TL_m₄₈=0.723ppm，⑤Fe：TL_m₂₄=716.143ppm，TL_m₄₈=523.118ppm，⑥Mn：TL_m₄₈=259.418ppm。可知其對淡水長臂大蝦的毒性，依次：Cd>Hg>Zn>As>Mn（2價）>Fe，與陳等⁽³⁾，重金屬對各種淡水水生動物毒性大小：Hg、Cu>Cd、Zn、Mn（7價）>As、Fe>Cr、Mn（2價）略同。本實驗中，以Cd 毒性最大，其次Hg，Zn，安全濃度均在小數點二位以上，如表 3，①Hg：Tolerant dose=0.0102ppm，②Cd：Tolerant dose=0.0021ppm，③Zn：Tolerant dose=0.0723ppm。故在水質污染問題上，必須特別加以重視，且施以有效廢水污染管制。As 在本省發生烏腳病的病例，也不容忽視。Mn、Fe，TL_m值偏高，毒性可忽略。

Table 1. 24-hr TL_m of *Macrobrachium rosenbergii* to heavy metals

Heavy metals	TL _m (ppm)	95% confidence limit for TL _m (ppm)		Slope
		upper	lower	
HgCl ₂	0.102	0.151	0.069	0.01200

As ₂ O ₃	14.404	37.053	5.580	0.00916
ZnCl ₂	1.128	5.897	0.216	0.01670
FeCl ₃ ·6H ₂ O	716.143	1574.776	325.837	0.01300

Table 2. 48-hr TLM of *Macrobrachium rosenbergii* to heavy metals

Heavy metals	TLM (ppm)	95% confidence limit for TLM (ppm)		Slope
		upper	lower	
HgCl ₂	0.1020	0.151	0.06900	0.01200
As ₂ O ₃	10.5190	26.426	4.18800	0.00874
CdSO ₄	0.0208	1.809	0.00024	0.00592
ZnCl ₂	0.7230	7.061	0.07400	0.01470
FeCl ₃ ·6H ₂ O	523.1180	2220.700	123.25400	0.00750
MnCl ₂ ·4H ₂ O	259.4180	870.161	77.33900	0.00888

Table 3. Tolerant doses of heavy metals to *Macrobrachium rosenbergii*

Heavy metals	Tolerant dose
HgCl ₂	0.0102
As ₂ O ₃	1.0519
CdSO ₄	0.0021
ZnCl ₂	0.0723
FeCl ₃ ·6H ₂ O	52.3118
MnCl ₂ ·4H ₂ O	25.9418

在Fe³⁺毒性試驗中，FeCl₃·6H₂O使整個試驗水呈酸性，加OH⁻後，發生褐色沉澱，試驗結果TLM值偏高，毒性大大減弱。本實驗得出各重金屬的TLM值均較陳等⁽³⁾TLM值小，可能是淡水長臂大蝦的殘食行爲、本性、環境因子（水溫、pH、硬度）不同所致。

重金屬易與生物體內蛋白質結合，抑制酵素活性，破壞正常的生理作用，以及每鰓部黏膜結合，阻礙呼吸，窒息而死。在 Fe^{+3} 毒性試驗中，可明顯看出鰓部有褐色顆粒附着，破壞其呼吸功能，窒息而死。

摘 要

本報告討論 6種重金屬對淡水長臂大蝦的半致死影響，以TLm值來表示，重金屬的種類有Hg、AS、Zn、Cd、Fe、Mn，估計各重金屬為安全濃度以作為水產用水基準的參考。

根據實驗的TLm值，重金屬毒性大小如下： $Cd > Hg > Zn > As > Mn > Fe$ ，若試液中有沉澱發生，則會降低金屬的毒性，重金屬破壞鰓部組織功能，淡水長臂大蝦的重金屬 TLm 值較一般淡水水生動物小。

謝 辭

本實驗承本分所丁分所長的鼓勵與修正，及所內同仁極力協助，得以完成，特此致謝。

參考文獻

1. 鄭森雄 (1975)：台灣西南沿海養殖貝類大量死亡原因之研究。
2. 鄭森雄 (1976)：台灣中部地區水質及其對魚貝類影響。
3. Chen, J. C., S. B. Jung, and W. C. Hong, 1980, study on the sublethal effects of Heavy metals on some Fresh water Aquatic animals. China Fisheries monthly. No. 325.
4. 葉樹藩：試驗設計學。
5. Anonymous. 1955. Aquatic life water quality criteria, first progress report. Sewage and Ind. Wastes, 27, 1.