

## 重金屬毒性對淡水蝦及蜆的半致死濃度

魏彰郁·林晏熙·劉嘉剛

Toxicity and Sublethal Effect of Heavy Metals on

Freshwater - shrimp (*Macrobrachium nipponense*) and Corbiculas (*Corbicula fluminea*)

Chang -Yuh Wai , Jann-Shi Lin and Chia-Kan Liu

It is necessary to understand the TLM of toxic heavy metals to freshwater shrimp (*Macrobrachium nipponense*) and Corbiculas (*Corbicula fluminea*) for the purpose of establishing water quality criteria.

The 24 hrs TLM of Cadmium, Mercury, Copper, Iron, Nickel, Lead, Magnesium to freshwater shrimp were 0.085 ppm, 0.09 ppm, 0.18 ppm, 131 ppm, 178 ppm, 144 ppm and 3217 ppm respectively and the 96 hrs TLM of the same metals to Corbiculas were 173 ppm, 1.50 ppm, 4.98 ppm, 2213 ppm, 1124 ppm, and 1632 ppm respectively.

The histopathologic changes of freshwater shrimp exposed in the toxic solution were also observed and discussed.

### 前 言

隨著工業的迅速發展，污染對水生生物的危害問題之解決，已是刻不容緩，受污染的水質不但對水生生物有造成大量斃死的直接傷害，尚可形成水生生物無法正常生長繁殖的間接生理傷害、破壞生態等造成資源的枯竭。

重金屬常可累積於生物體內，並經由食物鏈的關係而蓄積於人體內，形成生理的障礙或中毒，如汞之水俣病，鎘中毒之痛痛症，因此重金屬的污染實為一極為需慎重關切的問題，為了維護人體的健康，確保生物資源，建立水產用水水質基準，已成為目前最重要的課題。本試驗乃係探討淡水蝦、蜆對重金屬、酸、鹼之毒性忍受，以供制定基準之參考。

### 材料與方法

一、本試驗所用之淡水蝦為明德水庫產蝦苗，體長在 1.8 ~ 2.5 CM，蜆為購自市場，殼幅在 2.0 ± 0.2 CM，殼高 1.5 ± 0.2 cm，試驗前均在實驗室蕃養一星期以上，每天投餌換水，試驗前一天停止投餌。

二、試驗用藥：

選用汞、銅、鎘、鉛、鎳、錳、鐵等之氯鹽、酸和鹼等物質以進行試驗，由於使用量甚大所以不配成母液而以直接稱重配製成所需之各組試液進行試驗。

### 試驗方法：

- (一)於直徑 30 cm、高 30 cm 之圓柱形玻璃缸配製所需之各組試液，於 10ℓ 試液中，放入測試生物 10 尾（個），靜水打氣、測 PH 值、溫度並記錄。
- (二)先行預備試驗，求得上下限，由預備試驗結果，取上下限內濃度，仿預備試驗方法求出半致死濃度。
- (三)死亡之判定：蝦以玻棒輕觸而無反應即判為死亡，蜆則以玻棒輕觸，斧足沒有回縮反應或微張開即判為死亡，記錄 24 小時，48 小時及 96 小時的死亡數，計算 TLM 值。

## 結果與討論

各種毒性物質對淡水蝦之半致死影響如 Table 1，七種重金屬毒性物質在 24 小時，48 小時對淡水蝦之半致死濃度，汞為 0.09 ppm 與 0.08 ppm，鎘為 0.085 ppm 與 0.077 ppm，銅為 0.18 ppm 與 0.15 ppm，錳為 3217 ppm 與 3201 ppm，鐵（二價）為 131 ppm 與 126 ppm、鎳為 178 ppm 與 169 ppm，鉛為 144 ppm 與 136 ppm。各種毒性物質處理淡水蝦，其 24 小時，48 小時之半致死濃度都非常接近，由 Table 1 可看出七種二價重金屬離子對淡水蝦之毒性以鎘為最強烈而錳之毒性最弱，其毒性依次為鎘 > 汞 > 銅 > 鐵 > 鉛 > 鎳 > 錳。又酸鹼值對淡水蝦之 24 小時、48 小時半致死濃度各為 PH 4.26 與 PH 4.38 及 PH 10.2 與 PH 10.01。

表 1 各種重金屬離子及酸、鹼對淡水蝦之半致死濃度

Table 1 The TLM of several kinds of heavy metal ions and Acidity Alkalinity to Freshwater shrimp.

ion	TLM (PPM)	
	24 hrs	48 hrs
Cd <sup>++</sup>	0.085	0.077
Hg <sup>++</sup>	0.09	0.08
Cu <sup>++</sup>	0.18	0.15
Fe <sup>++</sup>	131	126
Pd <sup>++</sup>	144	136
Ni <sup>++</sup>	178	169
Mn <sup>++</sup>	3217	3201
H <sup>+</sup>	PH 4.26	PH 4.38
OH <sup>-</sup>	PH 10.2	PH 10.01

蝦在各種重金屬離子、酸鹼值之毒性試驗下，於致死前會有浮上水面、沿著玻璃缸邊緣掙扎的現象。強鹼會引起蝦鰓之水腫、腐損、腸之發炎，以及肝之脂肪變性。強酸於鰓或其他器官之病變則不明顯。銅引起蝦鰓之水腫，發炎、肝之發炎、瘀血、脂色素沉積(Ceroid macrophage)。汞會引起蝦鰓水腫、肝之瘀血、脂色素沈積。鎘於鰓部則無明顯的病變，於腸會引起瘀血及對肝組織之破壞。

各種毒性物質對蜆之半致死影響如 Table 2，七種重金屬毒性物質在 96 小時對淡水蜆之半致死濃度，汞為 1.50 ppm，鎘為 173 ppm，銅為 4.98 ppm，錳為 199 ppm，鐵為 2213 ppm，鎳為 1124

ppm，鉛為 1632 ppm。由 Table 2 可看出七種二價重金屬離子對蜆之毒性以汞最為強烈而鐵之毒性最弱，其毒性強弱依次為汞>銅>鎘>錳>鎳>鉛>鐵。又酸與鹼對蜆之 96 小時半致死濃度以 PH 表示，各為 PH 3.09 與 PH 11.27。

表 2 各種重金屬離子、酸及鹼對蜆之半致死濃度  
Table 2 The TLM of several kinds of heavy metal ions and Acidity, Alkalinity to *Corbiculas*

ion	TLM ( PPM ) 96 hrs
Cd <sup>++</sup>	173
Hg <sup>++</sup>	1.50
Cu <sup>++</sup>	4.98
Fe <sup>++</sup>	2213
Pd <sup>++</sup>	1632
Ni <sup>++</sup>	1124
Mn <sup>++</sup>	199
H <sup>+</sup>	PH 3.09
OH <sup>-</sup>	PH 11.27

各種重金屬離子、酸鹼值對蜆之毒性試驗如 Table 3、4、5、6、7、8、9、10、11，蜆於低濃度毒物溶液下，仍會微露腹足及行呼吸作用，因此於半致死濃度邊緣下，可發現蜆之斃死皆為微露腹足而死，隨後再張殼，至於在高濃度下，蜆會緊閉其殼直至死亡後浮出。於強酸下，蜆殼會被腐蝕穿孔而斃死；強鹼下，蜆殼呈暗橘紅色或棕色，斃死後浮出。

蜆若遇到不良環境時將其雙殼緊閉以為抵抗，因此本試驗對蜆之 24 小時 TLM 及 48 小時 TLM 都很難求出，因而採用 96 小時 TLM，便於判斷蜆之斃死與否。

表 3 鎘對蜆之毒性  
Table 3 The toxic of Cadmium to *Corbiculas*

Concentration ( PPM )	pH Initial	Mortality			
		24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	6.32	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
150	6.45	0 / 10	1 / 10	1 / 10	5 / 10
160	6.61	0 / 10	0 / 10	0 / 10	3 / 10
170	6.58	0 / 10	2 / 10	2 / 10	3 / 10
180	6.42	0 / 10	2 / 10	2 / 10	5 / 10
190	6.75	0 / 10	1 / 10	1 / 10	6 / 10

表4 汞對蜆之毒性

Table 4 The toxic of Mercury to *Corbiculas*

Concentration (PPM)	pH Initial	Mortality			
		24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	6.41	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
2	7.32	0 / 10	0 / 10	4 / 10	6 / 10
3	7.33	0 / 10	0 / 10	4 / 10	8 / 10
4	7.32	0 / 10	0 / 10	4 / 10	8 / 10
5	7.26	0 / 10	1 / 10	2 / 10	7 / 10
6	7.17	0 / 10	0 / 10	5 / 10	9 / 10

表5 銅對蜆之毒性

Table 5 The toxic of Copper to *Corbiculas*

Concentration (PPM)	pH Initial	Mortality			
		24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	6.38	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
3	7.13	0 / 10	0 / 10	2 / 10	5 / 10
4	7.32	0 / 10	2 / 10	5 / 10	6 / 10
5	7.30	0 / 10	1 / 10	5 / 10	5 / 10
6	7.47	0 / 10	1 / 10	3 / 10	3 / 10
7	7.45	0 / 10	0 / 10	1 / 10	7 / 10

表6 鐵對蜆之毒性

Table 6 The toxic of Iron to *Corbiculas*

Concentration (PPM)	pH Initial	Mortality			
		24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	6.45	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
2000	6.03	0 / 10	0 / 10	0 / 10	2 / 10
2100	5.30	0 / 10	0 / 10	1 / 10	5 / 10
2200	5.41	0 / 10	0 / 10	2 / 10	6 / 10
2300	5.36	0 / 10	1 / 10	4 / 10	6 / 10
2400	5.59	0 / 10	0 / 10	2 / 10	5 / 10

表7 鎳對蜆之毒性

Table 7 The toxic of Nickel to *Corbiculas*

Concentration (PPM)	pH	Mortality			
	Initial	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	6.47	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
900	6.94	0 / 10	5 / 10	5 / 10	6 / 10
1000	6.21	0 / 10	1 / 10	0 / 10	2 / 10
1100	6.69	0 / 10	5 / 10	5 / 10	5 / 10
1200	6.68	0 / 10	2 / 10	2 / 10	5 / 10
1300	6.79	0 / 10	2 / 10	2 / 10	3 / 10

表8 鉛對蜆之毒性

Table 8 The toxic of Lead to *Corbiculas*

Concentration (PPM)	pH	Mortality			
	Initial	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	6.41	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
1600	5.57	0 / 10	0 / 10	2 / 10	7 / 10
1700	5.51	0 / 10	0 / 10	2 / 10	5 / 10
1800	5.41	0 / 10	0 / 10	1 / 10	4 / 10
1900	5.22	0 / 10	0 / 10	2 / 10	4 / 10
2000	4.84	0 / 10	0 / 10	3 / 10	5 / 10

表9 鎂對蜆之毒性

Table 9 The toxic of Magnesium to *Corbiculas*

Concentration (PPM)	pH	Mortality			
	Initial	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	7.02	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
200	6.88	0 / 10	1 / 10	1 / 10	5 / 10
210	6.53	0 / 10	2 / 10	4 / 10	6 / 10
220	6.33	0 / 10	1 / 10	3 / 10	7 / 10
230	6.42	0 / 10	5 / 10	6 / 10	7 / 10

表 10 酸性溶液對蜆之毒性

Table 10 The toxic of pH to *Corbiculas*

Concentration PH	Mortality			
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
3.2	0 / 10	2 / 10	3 / 10	3 / 10
3.1	0 / 10	2 / 10	4 / 10	9 / 10
3.0	1 / 10	3 / 10	6 / 10	6 / 10
2.9	2 / 10	3 / 10	8 / 10	9 / 10

表 11 鹼性溶液對蜆的毒性

Table 11 The toxic of pH to *Corbiculas*

Concentration (PH Value)	Mortality			
	24 hrs	48 hrs	72 hrs	96 hrs
Control	0 / 10	0 / 10	0 / 10	0 / 10
11.2	0 / 10	0 / 10	0 / 10	6 / 10
11.3	0 / 10	1 / 10	4 / 10	6 / 10
11.4	0 / 10	0 / 10	1 / 10	6 / 10
11.5	0 / 10	0 / 10	0 / 10	3 / 10

在酸鹼值之測試中，10 ℓ 之水量不易維持原來之酸鹼度，導致蜆之不易斃死，因而試驗採每天調整所需之 pH 值。

鐵之水溶液，pH 值相當低，介於 5.0 與 5.5 之間，若以 OH<sup>-</sup> 調整，由於它們的 K<sub>sp</sub> 相當低， $K_{sp}(Fe(OH)_3) = 2.5 \times 10^{-39}$ ，易產生 Fe(OH)<sub>3</sub> 沈澱，影響水中重金屬離子濃度、降低毒性、因此試驗中鐵之水溶液不採 pH 值之調整，在直接測試下無法排除 pH 之影響，故由此我們可以推測在自然環境下其對魚類生存的影響較小。

由此次試驗大致可以看出：蜆對毒性的忍耐力較蝦為強，可能係雙殼緊閉之保護作用，而在這些重金屬中以汞之毒性為最強。

### 摘 要

一、我們需獲知淡水蝦 (*Macrobrachium nipponense*) 和蜆 (*Corbicula fiuminea*) 對重金屬之 TLM，藉以此建立養殖用水之基準。

二、淡水蝦對重金屬鎘、汞、銅、鐵、鎳、鉛、錳等七種之 24 小時的 TLM 分別為 0.085 ppm、0.09 ppm、0.18 ppm、131 ppm、178 ppm、144 ppm、及 3217 ppm。對蜆以相同之重金屬，其 96 小時之 TLM 分別為 173 ppm、1.50 ppm、4.98 ppm、2213 ppm、1124 ppm、1632 ppm。

三由淡水蝦之組織病理上的改變，則表示被污染的有毒水質需經常的觀測與檢討。

### 謝 辭

本試驗之完成，承蒙所長李博士之鼓勵，以及本分所全體同仁的協助得以順利完成，謹致十二萬分的謝忱。

### 參考文獻

1. 台灣省環境衛生所，( 1975 )。水、污水與廢水之標準水質檢驗法。611 - 628.
2. 陳建初、莊世彪、洪文慶( 1980 )。中國水產 352 ， 5 - 18.
3. 葉樹藩、試驗統計學。7 ， 150 - 162.
4. American Public Health Association ( 1976 )。 *Standard Method For the Examination of Water and Waste Water*, Washington , 14 , 200 - 206 , 886-1003.