

## 重金屬對吳郭魚、鰻魚及牡蠣的毒性

蔡添財·余廷基

Acute Toxicity of some Heavy Metals to *Tilapia sp.*, Eel  
(*Anguilla japonica*) and Oyster (*Crassostrea gigas*)

Tian-Tsair Tsay and Ting-Chi Yu

The toxicity of Hg, Cu, Cd, Zn to *Tilapia sp.*, Japanese Eel and Pacific oyster are different. With high concentration they all can make fish dead in short period time and in low concentration the fishes all have some tolerance to the four heavy metals.

The toxicity of the four heavy metals on *Tilapia sp.* is increased by the increasing of concentration. The TLM of 48hr is Hg 0.29ppm Cu 17.25ppm Cd 53.22ppm Zn 23.80ppm and the toxicity were in the descending order: Hg>Cu>Zn>Cd, but Cd appeared more toxicity in low concentration than Cu and Zn.

The TLM of 48hr on Eel is Hg 0.77ppm Cu 34.50ppm Cd 45.31ppm Zn 32.35ppm and the toxicity were in the descending order: Hg>Zn>Cu>Cd, but Cu have more toxicity than Zn in low concentration and Hg present abnormal mortality that in lower concentration have a higher mortality more than in higher concentration.

The Oyster has high tolerance to Hg: 48 times to *Tilapia sp.* and 20 times to Eel. But the oyster also have a high mortality when transferred to fresh water after experiment. The TLM of 48hr is Hg 14.5ppm Cu 0.31ppm Cd 0.59ppm Zn 3.45ppm and the toxicity were in the descending order: Cu>Cd>Zn>Hg. Cu, Cd, Zn all present abnormal mortality.

The fishes would be found running fast in circle before dead by the damage of Hg. And the fishes which exposed to Cu, Cd, Zn would be found mass mucous on body surface and not be found running fast in circle before dead. The fishes and oyster which exposed in Cu solution all present in blue color when they dead.

### 前 言

由於工業的發展，環境所受到污染程度逐年增加，對於農作物及水中之生物亦不斷的造成危害，重金屬就是環境污染中衆所熟知頗具毒性的污染物質。

雖然重金屬是生物體內如造血、營養及酵素成分所不可缺少的無機物質，然而過量的重金屬亦將對魚體造成急性毒及慢性毒害，且因其具有累積性、很容易由食物鏈中危害到人類的健康，故重金屬對水中生物影響之研究，實屬必要。由於各種不同環境下之生物對各種毒物的抵抗力各不相同，故在製訂水產用水水質基準之前必須利用本省環境中所生產之生物加以試驗，本試驗即是此一試驗之一部份，今後將繼續探討各種有毒物質對水中生物之影響，以供製訂水質基準之參考。以為管制環境污染之依據。

### 材料與方法

本試驗所用之生物為本分所飼養之日本鰻 (*Anguilla japonica*) 平均體長8.61cm，平均體重0.65gm，什交種吳郭魚 (*Tilapia sp.*) 平均體長2.13cm，體重0.26gm，牡蠣 (*Crassostrea gigas*)

係購自王功，平均軟體重 0.53gm，試驗前均在室內蓄養兩天以上，所用之重金屬為較具毒性之  $\text{HgCl}_2$ ， $\text{CuSO}_4$ ， $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{CdCl}_2 \cdot \frac{5}{2}\text{H}_2\text{O}$ ，試驗前先配置成 31250 PPM 之母液再依 5 倍之公比配成 0.1 PPM，0.5 PPM 等 6 組試液，汞則以 0.01 PPM、0.05 PPM 亦以 5 倍公比配成 6 組試液，進行試驗，試驗係於 45 cm × 30 cm × 25 cm 之水族箱中進行，於 15 公升之藥液中放入鰻魚 10 尾，吳郭魚 10 尾，以靜水式進行試驗，並用地下水調整水溫保持在  $28 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ，試驗期間隨時檢視，發現死魚即行撈出以免污染水質，生物死亡之判斷係以玻璃棒觸之如無反應即判定為死亡，試驗所用之淡水係地下水經砂層過濾，海水係抽自本分所蓄水池經兩次過濾，加淡水配成鹽度 18 ‰ 之試驗用水，試驗採取雙重覆並設置對照組以茲比較，試驗前淡水 pH 值為 7.7 - 8.4，海水為 7.0 至 9.2，試驗結束時利用 Doudoroff 及 Vander Waerden 方法計算 24、48、72、96 小時之 TLM 以茲比較其毒性。

### 結 果

吳郭魚類對各種不同重金屬之 TLM 值列於 Table 1 及 Fig 1。48 小時之 TLM 汞為 0.2937 PPM，銅為 17.2504 PPM，鎳為 53.2231 PPM，鋅為 23.7958 PPM，其毒性之強弱順次為  $\text{Hg} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cd}$ ，高濃度之急性毒性汞在 31.25 PPM 濃度下，20 分鐘內即達半數死亡，在 25 分鐘內全數死亡，且幾乎同時死亡。6.25 PPM 之濃度下約 2 小時內全數死亡，1.25 PPM 之濃度下在 4 小時內亦全數死亡，其死亡前發現打轉狂奔，不久即沉於水底死亡，未見表皮分泌粘液。

銅在高濃度 312.5 PPM 時 2 小時內達半數死亡，62.5 PPM 時亦在 4 小時內達半數死亡。死亡時魚體變藍色，體表分泌大量粘液，且死亡前未見狂奔。鋅在 312.5 PPM 時於 2 小時內全體死亡，62.5 PPM 時亦在 3 小時 50 分內全數死亡，但在其他濃度下雖經 96 小時之藥浴亦少有危害，可見在高濃度下鋅之毒性較銅為強但在濃度低於 12.5 PPM 對吳郭魚類則未造成死亡，在 24 小時後死亡率亦未增加。死亡時外表亦有大量分泌物。

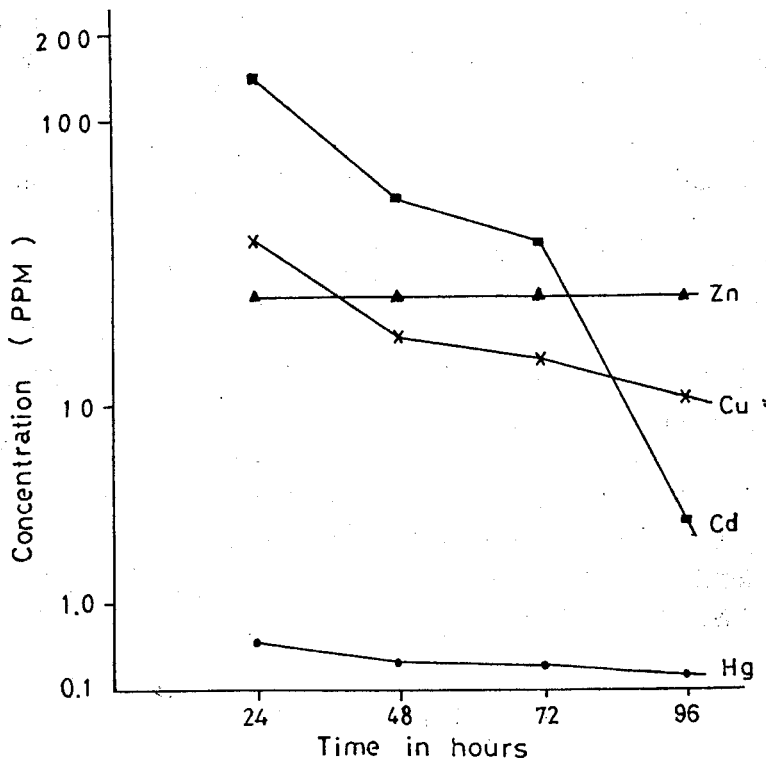


Fig 1 The TLM of four heavy metal on *Tilapia sp.*

Table 1 The TLM of four heavy metals on *Tilapia* sp.

Heavy metal	TLM (ppm)			
	24h	48h	72h	96h
Hg	0.4759	0.2937	0.2501	0.1543
Cu	38.5750	17.2504	14.6862	10.6471
Cd	140	53.2231	38.5711	4.0533
Zn	23.7958	23.7958	23.7958	23.7958

鎳在 312.5 PPM 之高濃度下，2 小時 30 分內全數死亡，62.5 PPM 時則在 30 小時始發現死亡，但在長時間之藥浴，即使是 0.1 PPM 之低濃度亦發現死亡，可見鎳在高濃度急性毒害雖較其他三種重金屬為弱，但長時間亦即低濃度之為害却較銅及鋅為強，其死亡時亦發現體表分泌大量分泌物。

對鰻魚而言，各種重金屬之 TLM 值如 Table 2 及 Fig 2 所示，在 48 小時之 TLM 汞為 0.7714 PPM，銅為 34.50 PPM，鎳為 43.3106 PPM，鋅為 32.3447 PPM，其毒性之順次為  $Hg > Zn > Cu > Cd$ ，高濃度之急性毒性汞在 31.25 PPM 時於 2 小時 30 分內全數死亡，6.25 PPM 時亦在 4 小時 30 分內全數死亡，死亡之情形亦與吳郭魚類相同在死亡前打轉狂奔，體表未發現分泌粘液。且於 72 小時以後發現 0.25 PPM 之死亡率高於 1.25 PPM 之反常現象。銅在 312.5 PPM 時在 2 小時內全數死亡，61.5 PPM 時 27 小時 11 分內達半數死亡。鎳在 312.5 PPM 時在 4 小時 50 分內全數死亡，62.5

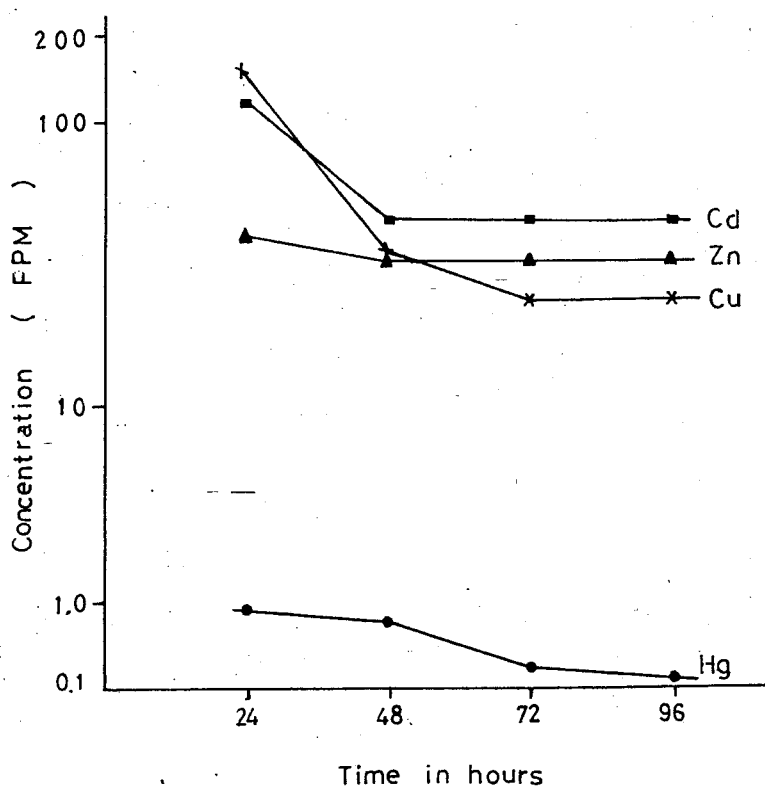


Fig 2 The TLM of four heavy metal on Eel (*Anguilla japonica*)

Table 2 The TLM of four heavy metals on Eel, *Anguilla japonica*

Heavy metal	TLM(ppm)			
	24h	48h	72h	96h
Hg	0.9067	0.7714	0.2129	0.1150
Cu	149.0	34.50	23.20	23.20
Cd	119.22	45.3106	45.3106	44.9364
Zn	38.5750	32.3447	32.3447	32.3447

PPM時在32小時才達半數死亡，可見鰻對鰻魚之毒害與對吳郭魚類之情況相反，在長時間低濃度下鰻魚之抵抗力較吳郭魚強。鋅於312.5 PPM時5小時10分內全數死亡，62.5 PPM時則於9小時50分內達半數死亡，爾後即少有受害，表示鋅對鰻魚之毒害與吳郭魚相似，即在高濃度下為害甚烈，但在低濃度下則毒性很低。濃度低於12.5 PPM時均未造成鰻魚死亡。

四種重金屬對牡蠣之毒害如Table 3及Fig 3所示，其毒性與鰻魚及吳郭魚類不同，以48小時之TLM而言汞為14.5 PPM，銅為0.3102 PPM，鎘為0.5875 PPM，鋅為3.4509 PPM，毒性之順次為Cu>Cd>Zn>Hg，對吳郭魚及鰻魚毒害較強之Hg及Zn對牡蠣之毒性反而較小。

高濃度下之急毒性，汞在31.25 PPM時於2小時內即達半數死亡，但在6.25 PPM濃度以下即未發現死亡，且於試驗時間(96小時)以外，蕃養於清潔海水中之牡蠣相繼死亡。銅在312.5 PPM

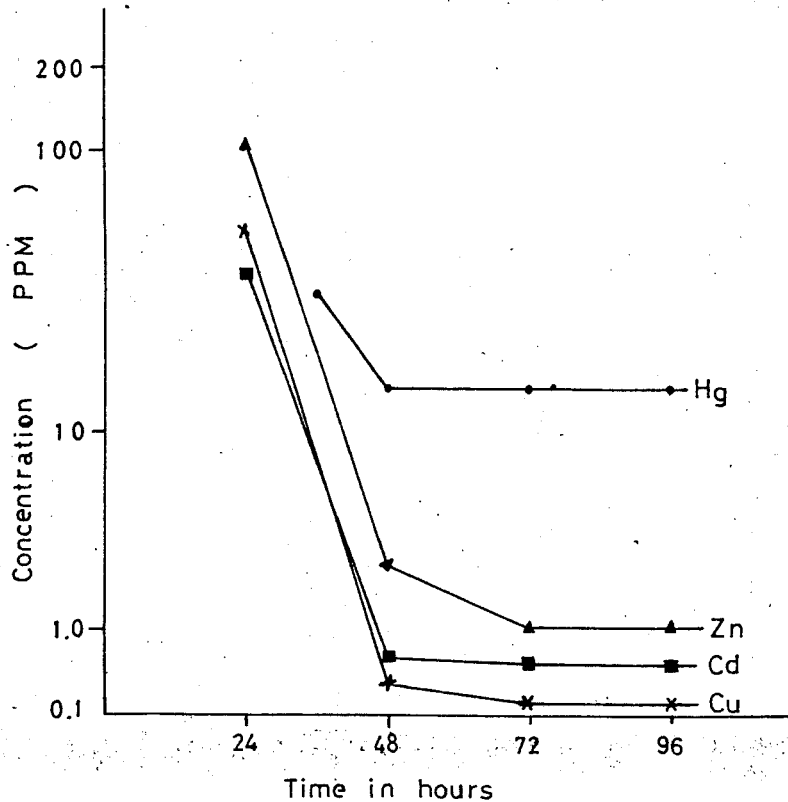


Fig 3 The TLM of four heavy metal on oyster (*Crassostrea gigas*)

Table 3 The TLM of four heavy metals on oyster, *Crassostrea gigas*

Heavy Metal	TLM( ppm )			
	24h	48h	72h	96h
Hg	—	14.5	14.0	14.0
Cu	53.2231	0.3102	0.1175	0.1175
Cd	37.0	0.5875	0.5518	0.5518
Zn	105.0	3.4509	1.1182	1.1182

濃度時於 24 小時內全數死亡，62.5 PPM 全數死亡則需 48 小時，雖然高濃度之死亡時間較吳郭魚、鰻魚為遲，但長時間之藥浴即使在 0.1 PPM 之低濃度亦會造成大量死亡。鎘在 312.5 PPM 時於 24 小時才會造成半數死亡，全數死亡約要 60 小時，在長時間之藥浴低濃度下與銅相同亦會造成大量死亡。鋅在 312.5 PPM 時於 4 小時 55 分達半數死亡，但全數死亡約需 36 小時，在低濃度之長時間藥浴之毒性亦不如銅與鎘，又除汞之外銅、鎘、鋅對牡蠣之毒害在 48 小時後均發現低濃度較高濃度死亡為高之反常現象，銅在 0.1 PPM 之死亡情形較 0.5 PPM 為高，鎘 0.5 PPM 較 2.5 PPM 死亡為高，鋅 12.5 PPM 較 62.5 PPM 死亡為高。

### 討 論

本試驗所用之四種重金屬對牡蠣之毒害較鰻魚及吳郭魚為遲緩，此可能係牡蠣遇到不良環境時將其雙殼緊閉以為抵抗之故，大久保勝夫 (1967) 研究二枚貝之結果，將貝殼切除一部份，使無法防禦之情形較正常死亡約早 24 小時，本試驗結果在 24 小時以後，除汞外，銅、鎘、鋅等即使在低濃度下亦會引起大量死亡，可見重金屬對牡蠣之危害較吳郭魚及鰻魚為強烈。汞對牡蠣之毒性顯然較低，但於試驗結束後蓄養於清潔海水中時則相繼死亡，Eisler (1971) 研究鎘對比目魚之毒害情形亦有同樣情形，但亦顯出牡蠣體內蓄積影響之重要性，爾後之研究宜進一步的分析探討之。

各種重金屬對吳郭魚均顯出濃度愈高毒性愈烈，但牡蠣除汞之外其他三種均出現反常之情形，即濃度高的其毒性反而較低者為弱，汞對鰻魚亦發生此種反常現象。但均在毒性較弱的濃度下才發生此種現象。

一般認為有毒物質對水中生物之影響首先危害的是皮膚、鰓、口腔、胃腸，次為肝、腎等器官，故在重金屬之急毒性死亡之魚主要是鰓部受到危害致無法呼吸死亡，或鰓部受到危害妨碍生理機能而死亡陳 (1979) (1980)，Backstrom (1969)，本次試驗時急毒性死亡魚可能就是此種原因，而汞溶液積聚於腦部時可使魚體神經受損失去平衡陳 (1980) Hannerz (1967)，本試驗魚體打轉死亡主要可能在此，而為其他三種重金屬所無之毒性。另外 Cu, Cd, Zn 死亡魚體，尤其鰻魚體分泌大量粘液可能係此三種重金屬與粘液作用變性凝固，粘膜剝離 Margaret (1957) 之故，而汞可能對表皮之刺激及損害較少。

由本試驗可以看出重金屬對鰻魚、吳郭魚之毒性均不很強，牡蠣對汞之耐力特強為鰻魚之 20 倍，吳郭魚之 48 倍，且在放回清潔海水中時逐漸死亡，此可能係重金屬可以在生物體內蓄積及慢性毒害之關係，故爾後亦應進行慢性毒害之試驗，才能完全瞭解重金屬毒害之實況。

### 摘 要

重金屬汞、銅、鎘、鋅對吳郭魚、鰻魚及牡蠣的毒性各不相同，但在高濃度之下均會於短時間內毒害魚類及牡蠣，而低濃度下生物體均顯出具有相當之耐力。對吳郭魚類 48 小時之毒性順次為 Hg > Cu > Zn > Cd，但 96 小時時 Cd 却越趨 Cu 及 Zn，可見在低濃度下 Cd 對吳郭魚之毒性較 Cu

及 Zn 為強。

四種重金屬對鰻魚之毒性除汞發現異常外，均隨濃度之增加而增強，在 48 小時之毒性順次為 Hg > Zn > Cu > Cd，但在 96 小時 Cu 之毒性却強過 Zn，可以看出 Cu 在低濃度下對鰻魚亦具相當毒性。

牡蠣對汞之耐力較吳郭魚及鰻魚高出 48 倍及 20 倍，但於試驗結束後放入清潔水中却逐漸死亡。在 48 小時之毒性順次為 Cu > Cd > Zn > Hg，96 小時亦如此。但 Cu, Cd, Zn 均發現低濃度較高濃度死亡為大之反常現象。

汞對吳郭魚及鰻魚等之毒害性質與其他三種不同，汞溶液中魚類死亡前均會旋轉狂奔，且體表未發現粘液分泌，而其他三種則未發生死前之狂奔，但體表均分泌大量粘液且隨濃度之增加而增加。又銅毒害死亡之魚體及牡蠣軟體部分均變成藍色。

#### 參 考 文 獻

- (1) Backstrom, J. (1969): Acta, Pharmacol Toxicol. 27 ( Suppl. 3 ) I
- (2) Baker J. T. P ( 1969 ): J. Fish. Res. Bd. Can 26, 2785。
- (3) Doudoroff P, B.G. Anderson et al (1951): Bioassay methods for the evaluation of acute toxicity of industrial wastes to fish. Sewage and Ind, Wastes, 23, 1380 - 1397
- (4) Eisler, R. (1971): Cadmium poisoning in Fundulus heteroclitus (Pisces Cyprinodontidae) and other marine organisms. J. Fish. Res. Bd. Can. 28, 1225 - 1234。
- (5) Gardner G. R. and Yevich p.p ( 1970 ): J. Fish. Res. Bd. Can 27, 2185。
- (6) Harnerz. L. (1967): Rep. Royal, Comm. Nat. Resources Stockholm.
- (7) Margaret, E. Brown (1957): The physiology of Fishes, Vol. II, 424 - 427。
- (8) 田端健二等 (1975): 簡易水質試驗法第四章魚類急毒性試驗。共立出版株式會社。
- (9) 大久保勝夫 (1967): アサリについて TLM 測定法の検討。水産増殖, 15(3)55 - 62。
- (10) 陳弘成、謝明慧 (1979): 重金屬對於蝦類急毒性之研究。中國水產, No. 316, 3 - 7。
- (11) 謝明慧、陳弘成 (1980): 重金屬對潮間帶螺類之毒性研究。貝類學報, 7: 115 - 125。
- (12) 陳建初、曠萬青、林家存 (1980): 汞在鰻魚 (Carassius carassius) 體內之蓄積與排出。台灣水產學會刊, Vol 7 No. 21 - 27。
- (13) 劉朝鑫、王金和 (1978): 水產藥物對於鰻魚毒理學之研究。JCRR Fisheries Series, No. 34 33 - 43。