

# 一些重金屬對吳郭魚、大頭鰱之急性毒研究

黃連泰

## Study on Acute Toxicities of Some Heavy Metals to *Tilapia sp.* and Bighead Carp ( *Aristichthys nobilis* )

Lien-Tai Huang

Acute toxicities test with seven heavy metals were performed with *Tilapia sp* and Bighead carp (*Aristichthys nobilis*)

In this experiment on the acute toxicities of seven heavy metals that based upon the Medium Tolerance Limit (TLM) value to the *Tilapia* show the following order of the toxicities of heavy metals: mercury > copper > cadmium > arsenic > chromium > zinc > iron, to the Bighead carp the toxicities of heavy metals show the following order: mercury > copper > cadmium > arsenic > zinc > chromium > iron.

Among those metals, mercury has the highest toxicity iron has the lowest and mercury has 1/93 the toxicity of that of iron to Bighead carp, the former has 1/452 the toxicity of that of the latter to *Tilapia*.

### 前 言

近些年來，由於農、工業發展快速，生物技術不斷地進步及各種化學物質之製造、使用，含有重金屬之工業廢水和農藥，加上人畜排泄物源，不絕的流入河川、海域，使得台灣西南沿海之水域生態遭受嚴重的破壞，沿海養殖漁業因環境污染，導至水質變化，破壞了河口及沿岸之生態系，而造成養殖的貝類大量死亡，成為科技文明進步下的遺憾。本文在探討一些重金屬對魚類之毒性，並據以訂定各種重金屬在水中之最大容忍量，以減少人體健康及生態環境遭受威脅。

### 材料與方法

一、取本分所自行繁殖的吳郭魚 (*Tilapia sp*) 平均體長 4.7~6.7 cm，大頭鰱 (*Aristichthys nobilis*)，平均體長 4.5~6.3 cm 為試驗用魚。試驗前先在水族箱內蓄養 1 星期，每天投餌及換水，然後從中選擇活力佳者，且在試驗前 1 天停止投餌。

二、本試驗選用汞、砷、鎘、銅、鐵、鋅及鉻等 7 種重金屬，而以  $HgCl_2$ 、 $As_2O_3$ 、 $CuSO_4$ 、 $CdCl_2 \cdot 2\frac{1}{2}H_2O$ 、 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 、 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  及  $K_2CrO_4$  來配製原液。

三、預備試驗：求取約略的上限即 100% 的致死濃度與下限即 100% 的生存濃度。

四半致死試驗：由預備試驗之結果，可約略的推知吳郭魚、鱧魚對該重金屬容忍度上下限，取上下限的濃度於 20 l 的廣口筒狀玻璃缸內，按固定比率稀釋成各種不同濃度，以求出其半致死濃度。

五試驗期間，不換水、不投餌，隨時觀察魚中毒之情形，並以玻璃棒觸及魚體，若無反應則認定死亡。

六試驗前測定溶液之 pH 值，如果 pH 值不在 6.0 ~ 8.9 之範圍，以 1 N HCl 或 1 % NaOH 調整，並加以打氣，防止因缺氧而致死。試驗期間水溫在 23°C ~ 28°C 之間，DO 則保持在 6ppm 左右。然後記錄 24 hrs 及 48 hrs 後魚死亡的數目，依 Doudroff<sup>(9)</sup> 及 Standard Method<sup>(11)</sup> 之方法，求出其 TLM。

## 結 果

在本次試驗選用的 7 種重金屬，Hg、As、Ca、Cd、Zn、Fe、Cr 等，對大頭鱧 (*Aristichthys nobilis*) 與吳郭魚 (*Tilapia sp*) 之 24hrs、48hrs 的 TLM (medium tolerance limit) 值；大頭鱧：Hg：TLM<sub>24</sub> = 0.63ppm、TLM<sub>48</sub> = 0.55ppm；As：TLM<sub>24</sub> = 23.8ppm、TLM<sub>48</sub> = 23.8 ppm；Cd：TLM<sub>24</sub> = 8.38ppm、TLM<sub>48</sub> = 7.45ppm；Cu：TLM<sub>24</sub> = 1.13ppm、TLM<sub>48</sub> = 0.89 ppm；Zn：TLM<sub>24</sub> = 52.4 ppm、TLM<sub>48</sub> = 46.6 ppm；Fe：TLM<sub>24</sub> = 58.8 ppm、TLM<sub>48</sub> = 46.6 ppm；Cr：TLM<sub>24</sub> = 33.0 ppm、TLM<sub>48</sub> = 23.9 ppm。吳郭魚：Hg：TLM<sub>24</sub> = 0.31 ppm、TLM<sub>48</sub> = 0.27 ppm；As：TLM<sub>24</sub> = 21.6ppm、TLM<sub>48</sub> = 19.2ppm；Cd：TLM<sub>24</sub> = 2.40 ppm、TLM<sub>48</sub> = 2.15 ppm；Cu：TLM<sub>24</sub> = 0.34ppm、TLM<sub>48</sub> = 0.27 ppm；Zn：TLM<sub>24</sub> = 55.7ppm、TLM<sub>48</sub> = 46.7 ppm；Fe：TLM<sub>24</sub> = 140.0ppm、TLM<sub>48</sub> = 135.0 ppm；Cr：TLM<sub>24</sub> = 110.5 ppm、TLM<sub>48</sub> = 107.0 ppm。(表 1)。TLM 值用來表示其毒性之強弱，值愈大，則該重金屬對試驗魚之毒性就愈小。在表 1，以 Fe 之 TLM<sub>24</sub> 為 140 ppm 值最大、Hg 之 TLM<sub>24</sub> 為 0.31 ppm 值最小，因此在此 7 種重金屬中以 Hg 之毒性最大 Fe 所表現之毒性最小。在各種不同濃度下，濃度較高者，大頭鱧、吳郭魚皆經過一陣的狂游、鰓部不斷地收縮，而後游

表 1 鱧魚、吳郭魚對數種重金屬容忍度  
Table 1 TLM of Bighead Carp and Tilapia on Heavy Metals.

魚種 Kind of fish TLm (ppm) 時間 (hr.) 離子 (Iron)	鱧魚 Bighead carp		吳郭魚 Tilapia sp	
	24hr	48hr	24hr	48hr
Hg	0.63	0.55	0.31	0.27
As	23.8	23.8	21.6	19.2
Cd	8.38	7.45	2.40	2.15
Cu	1.13	0.89	0.34	0.27
Zn	52.4	46.0	55.7	46.7
Fe	58.8	46.6	140.0	135.0
Cr	33.0	23.9	110.5	107.0

泳漸緩，平躺底部，相繼死亡；濃度較低者，魚體外觀，體長似乎看不出有任何變化，活力尚佳。而此次試驗有一現象，即毒性較強的金屬，如Hg、Cu，魚死亡後，體表黏液無脫落發生，但其他金屬則其體表之黏液有大量脫落之現象，此種差異可能是不同的金屬其作用的部位、機轉不同所引起之結果。

## 討 論

重金屬對於水中生物毒性之影響，在張<sup>(4)</sup>等、江<sup>(1)</sup>等、Conner<sup>(8)</sup>，均指出以Hg之毒性最大，Cu、Cd次之，Cr、Fe最小，本次試驗亦得到類似之結果。對於鱧魚、吳郭魚皆以Hg之毒性最大，Fe之毒性最弱。

一般而言，重金屬對於水生生物，其毒性大小隨著水中之環境因子，如pH、硬度等，而有所改變<sup>(3)</sup>。Fe與OH離子易產生沈澱，而降低試液中金屬離子濃度之準確度與降低毒性，因此不使用OH來調整pH值，而直接將鱧魚、吳郭魚放入配好pH值在4.5~5.5之各種不同濃度之試液中。在魏、劉<sup>(5)</sup>之報告中指出Fe試液濃度達700ppm，用OH未調整pH至6.0時，測驗魚仍活動力很強。As在高濃度，其pH值在10以上，若調整其pH至8.0，而將測試魚放入，在3分鐘內測試魚仍不會死亡。因之不同pH會顯現不同之毒性。Fe易與水中的OH結合成毒性低之氫氧化物，在生態環境下，對魚類生存影響較小，我們可推測在本次7種重金屬其毒性最弱之因素之一。

硬度亦會影響重金屬對於水生生物之毒性。同樣的Fathead minnow，在軟水中TLm<sub>96</sub>為0.45ppm，而在硬水中TLm<sub>96</sub>為2.5ppm<sup>(7)</sup>；在本次試驗水的硬度為213.6ppm CaCO<sub>3</sub>，較陳等<sup>(3)</sup>報告中之硬度為大，而我們所得之TLm值亦較大。

工業廢水之排放，其中所含重金屬元素往往超過1種以上，因此，我們在測定重金屬對於水生生物之毒害時，應該對於各種重金屬彼此間混合所產生的作用，加以考慮。在陳<sup>(2)</sup>報告中指出銅與汞或銅與鎳混合時對*Palaeomon elegans*第1期幼生，其毒性比2種重金屬毒性之相加者為大。而鋅與鎳或與汞混合時會產生拮抗作用。在C. Benijts - Claus等<sup>(10)</sup>報告中亦指出低濃度比之鋅、鉛的結合中和了毒性效應，而且促進了泥蟹(*Rhithropanopeus harrisi*)幼體生長。有關各種重金屬間混合效應所產生的拮抗作用、協力作用與獨立作用，有多加以探討之必要。

在本次選取的7種重金屬，我們可依Anonymous<sup>(6)</sup>之方法，將試驗用魚所得之48hrs TLm乘以安全係數0.1，而可估計此重金屬在水中之安全濃度，表2，此一數值可作為水中重金屬是否會對魚類構成危害之參考。

## 摘 要

本試驗主要在探討汞、銅等7種重金屬對大頭鱧、吳郭魚的半致死濃度，結果如下：

- 一、大頭鱧在24 hrs、48 hrs的TLm值分別為Hg：TLm<sub>24</sub> = 0.63 ppm、TLm<sub>48</sub> = 0.55 ppm；As：TLm<sub>24</sub> = 23.8 ppm、TLm<sub>48</sub> = 23.8 ppm；Cd：TLm<sub>24</sub> = 8.38 ppm、TLm<sub>48</sub> = 7.45 ppm；Cu：TLm<sub>24</sub> = 1.13 ppm、TLm<sub>48</sub> = 0.89 ppm；Zn：TLm<sub>24</sub> = 52.4 ppm、TLm<sub>48</sub> = 46.6 ppm；Fe：TLm<sub>24</sub> = 58.8 ppm、TLm<sub>48</sub> = 46.6 ppm；Cr：TLm<sub>24</sub> = 33.0 ppm、TLm<sub>48</sub> = 23.9 ppm，毒性大小依序為Hg > Cu > Cd > As > Cr > Zn > Fe。
- 二、吳郭魚在24 hrs、48 hrs的TLm值分別為Hg：TLm<sub>24</sub> = 0.31 ppm、TLm<sub>48</sub> = 0.27 ppm；As：TLm<sub>24</sub> = 21.6 ppm、TLm<sub>48</sub> = 19.2 ppm；Cd：TLm<sub>24</sub> = 2.40 ppm、TLm<sub>48</sub> = 2.15 ppm；Cu：TLm<sub>24</sub> = 0.34 ppm、TLm<sub>48</sub> = 0.27 ppm；Zn：TLm<sub>24</sub> = 55.7 ppm、TLm<sub>48</sub> = 46.7 ppm；Fe：TLm<sub>24</sub> = 140.0 ppm、TLm<sub>48</sub> = 135.0 ppm；Cr：TLm<sub>24</sub> = 110.5 ppm、TLm<sub>48</sub> = 107.0 ppm。毒性大小依序為Hg > Cu > Cd > As > Zn > Cr > Fe。

表 2 鱧魚、吳郭魚對數種重金屬之安全濃度  
Table 2 Tolerant Dose of Heavy Metals to  
Bighead Carp and Tilapia.

重金屬種類 Kinds of Heavy Metals	安全濃度 Tolerant Dose (ppm)	
	鱧魚 Bighead carp	吳郭魚 Tilapia
Hg	0.06	0.03
As	2.38	1.92
Cd	0.75	0.22
Cu	0.11	0.08
Zn	4.60	0.58
Fe	4.66	1.35
Cr	3.30	2.39

三工業廢水之排水標準，除了限制廢水中污染物之濃度外，廢水之 pH 值亦必需加以管制，即使排放水之重金屬皆合乎標準，若 pH 值偏高或偏低，一樣會造成魚類之成長障礙與死亡。

### 謝 辭

本試驗之完成，承蒙分所長之指導與同仁之協助，謹此致謝。

### 參考文獻

1. 江章、丁雲源 (1984). 台灣省水產試驗所試驗報告, 36, 93 - 98.
2. 陳弘成 (1980). 一些重金屬對岩蝦 *Palaemon elegans* 之急速毒性之研究, 海洋彙刊, 26, 1 - 15.
3. 陳建初、莊世彪、洪文慶 (1980). 重金屬對於淡水水生動物之半致死影響, 中國水產, 325, 5 - 18.
4. 張金豐、陳弘成 (1980). 海洋污染物對鱒苗之毒性研究, 海洋彙刊, 26, 47 - 58.
5. 魏彰郁、劉嘉剛 (1982). 重金屬的毒性對鯉魚及吳郭魚的半致死濃度。台灣省水產試驗所試驗報告, 34, 207 - 217.
6. Anonymous (1955). Aquatic life water quality criteria, first progress report Sewage and Industrial Wastes, 27, 1.
7. California (1963). Water Quality Criteria.
8. Conner, P. M. (1972). Acute toxicity of heavy metals to some marine larvae, Mar. pollut. Bull, 3, 190 - 192.
9. Doudoroff, P., B.G. Anderson, G.E, Burdick etc. (1951). Bioassay methods for the evaluation of acute toxicity of industrial wastes to fish, Sewage and Industrial Wastes, 23, 1380 - 1397.
10. J. H. Koeman and J. J. T. W. A. Strik (1975). Sublethal Effects of Toxic chemicals

on Aquatic Animals, 43 - 52.

11. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, Fourteenth Edition,  
685 - 731.