

一些重金屬對七星鱸及美洲鱸之急性毒試驗

黃連泰

The study on acute toxicities of some heavy metals to *Lateolabrax japonicus* and *Micropterus salmoides*

Lien-Tai Huang

Acute toxicities test with eight heavy metals were performed with Japanese sea bass and Largemouth bass.

This experimental results that the acute toxicities of eight metals to the Japanese sea have the following order: Mercury > Cadmium > Zinc > Arsenic > Copper > Chromium > Iron > Plumbum, and to the largemouth bass have the following order: Mercury > Zinc > Copper > Arsenic > Chromium > Iron > Cadmium > Plumbum.

Toxicities among those metals, Mercury has the highest toxicity, Plumbum, has the lowest toxicity and Mercury has 1/5923 the toxicity of that of Plumbum to Japanese sea bass. The Mercury has 1/1339 the toxicity of that of Plumbum to largemouth bass.

前 言

目前由於工業的蓬勃發展，大量地使用各種金屬，導至生態環境的污染問題日趨嚴重，而這些污染源又以重金屬為害最大，如二仁溪牡蠣變綠事件，不但造成漁民之養殖物無法收成、上市，而這些水產品若流入市面，此具有毒性之污染物可直接或經由食物鏈進入人體，使人體產生病痛威脅人體之健康⁽¹⁾⁽⁶⁾。鱸魚為目前本省具有高經濟價值之魚類，深受消費大眾所喜愛。本試驗在探討一些重金屬對鱸魚之毒性大小，並據以訂定這些重金屬在水中最大之容許量，期在確保環境生態之保育及人體健康之維護。

材料與方法

- 一、本次試驗所使用之七星鱸魚 (*Lateolabrax japonicus*) 取自本分所自行繁殖，平均體長為 4.5 ~ 6.2 cm；美洲鱸 (*Micropterus salmoides*) 來自南部魚類繁殖場，平均體長為 2.5 ~ 2.8 cm。試驗前先在水族箱內蓄養，定時餵食，在試驗前一天停止投餌，並從中隨機挑選活潑健康者。
- 二、本試驗選用汞、砷、鎘、銅、鐵、鋅、鉻、及鉛等八種金屬，而以 $HgCl_2$ 、 As_2O_3 、 $CuSO_4$ 、 $CdCl_2 \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$ 、 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 、 $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 K_2CrO_4 及 $PbCl_2$ 來配製原液。
- 三、預備試驗：使用 2 升的燒杯，取不同濃度之一種重金屬溶液，放入燒杯內，將七星鱸、美洲鱸各別放入，求取約略的上下限即上限為 100% 的致死濃度與下限即 100% 的生存濃度。
- 四、半致死試驗：由預備試驗的結果，可約略推知七星鱸、美洲鱸對此重金屬容忍之上、下限，後取上、下

限的濃度於20升的廣口圓筒狀玻璃缸內，按固定比例稀釋成各種不同之濃度，以尋求其半致死濃度。五試驗期間不換水、不投餌，隨時觀察魚中毒之情形，用玻璃棒觸及魚體，若無反應，則將死魚撈起，以免破壞水質。紀錄24 hrs、48 hrs、魚死亡的數目，依Doudoroff⁽⁷⁾及Standard method⁽⁸⁾之方法，求出24 hrs、48 hrs之半致死濃度(TLm)。

六試驗前先測定每一濃度之pH值，如果pH值不在6.0~8.0之範圍內，用1N HCl及1% NaOH加以調整，試驗期間並加以打氣，防止因缺氧致死。

結 果

在本次試驗所用的八種重金屬對美洲鱸與七星鱸之24 hrs、48 hrs的TLm (medium tolerance limit) 值，對七星鱸魚 (Japanese sea bass) 為Hg: TLm₂₄ = 0.126 ppm、TLm₄₈ = 0.092 ppm; Cu: TLm₂₄ = 10.02 ppm、TLm₄₈ = 10.02 ppm; Zn: TLm₂₄ = 9.9 ppm、TLm₄₈ = 9.9 ppm; Cd: TLm₂₄ = 2.75 ppm、TLm₄₈ = 2.04 ppm; As: TLm₂₄ = 7.46 ppm、TLm₄₈ = 5.24 ppm; Cr: TLm₂₄ = 19.63 ppm、TLm₄₈ = 18.36 ppm; Pb: TLm₂₄ = 746.4 ppm、TLm₄₈ = 746.4 ppm; Fe: TLm₂₄ = 59.02 ppm、TLm₄₈ = 55.71 ppm。對美洲鱸 (largemouth bass) 為Hg: TLm₂₄ = 0.312 ppm、TLm₄₈ = 0.312 ppm; Cu: TLm₂₄ = 23.60 ppm、TLm₄₈ = 21.03 ppm; Zn: TLm₂₄ = 22.54 ppm、TLm₄₈ = 22.54 ppm; Cd: TLm₂₄ = 74.64 ppm、TLm₄₈ = 52.40 ppm; As: TLm₂₄ = 29.37 ppm、TLm₄₈ = 18.36 ppm; Cr: TLm₂₄ = 66.37 ppm、TLm₄₈ = 66.37 ppm; Pb: TLm₂₄ = 417.8 ppm、TLm₄₈ = 371.5 ppm; Fe: TLm₂₄ = 70.46 ppm、TLm₄₈ = 70.46 ppm，如表1所示。TLm數值愈小者，表該重金屬對試驗魚之毒性愈大。在此次選用的八種金屬中以Hg之TLm₂₄ = 0.126 ppm值最小，而Pb之TLm₂₄ = 746.4 ppm (對七星鱸魚); Hg之TLm₂₄ 為0.312 ppm、Pb之TLm₂₄ 為417.8 ppm (對美洲鱸)，因此在八種重金屬以Hg所顯現之毒性為最大。在高濃度下，每種重金屬溶液，在試驗魚放入之後，皆有急遽狂游，鰓部不斷地收縮之現象發生；而在低濃度的溶液中，在經過24hrs、48hrs的觀察後，取放回營養槽之後，仍然看不出對其有任何影響，活潑爭食。由於重金屬在高濃度時能殺死水生生物，而在低濃度時，則會引起各種生理的抑制作用⁽²⁾。對於低濃度之金屬溶液之試驗魚有加以做長期觀察之必要。

討 論

重金屬對於水中生物毒性之影響，以汞(Hg)之毒性最大，其TLm值皆在1 ppm以下，而銅(Cu)、鎘(Cd)次之，其毒性高低順序依試驗魚種之不同而有所差異，在張⁽²⁾等、江⁽³⁾等、Conner⁽⁹⁾及本試驗中皆可得印證。

重金屬對於水中生物，其毒性大小隨著環境因子，如pH值、硬度(Hardness)而異⁽⁴⁾。一般而言，我們可由其Ksp值(如Fe(OH)₃ = 2.5 × 10⁻³⁹)而知，重金屬在酸性溶液比鹼性溶液較易溶解，故Fe的水溶液，其pH值均很低，在4.6~5.3之間，由於其易與OH⁻離子產生沈澱(ppt)，而影響試液中濃度之準確性。Fe離子濃度在不調整時，其對七星鱸與美洲鱸之TLm₂₄值分別為59.02 ppm與70.46 ppm，而若將其pH值調整至6.0左右時，試液濃度達700 ppm以上時，經48小時後，試驗魚仍很活潑，因此我們可得知pH值之大小會影響重金屬對魚類之毒性。在張⁽²⁾等報告亦指出pH值改變時對魚類呼吸作用的影響包括降低呼吸頻度、獲取溶氧能力的降低、破壞鰓表皮組織，形成黏液沈澱或凝結而造成窒息，危害生物。

硬度亦是影響重金屬在水中之毒性強弱因子之一。硬度愈大，TLm則愈大⁽⁵⁾。本試驗水的硬度高達210 ppm CaCO₃，較一般試驗水質來的高些，其TLm也較大。

由於有些金屬離子較易產生沈澱之現象，會使溶液之金屬離子濃度喪失準確性，所以在試液配製

完成及試驗完畢後，利用原子吸收光譜儀（A. A.）測定其濃度，以免造成試驗之偏差。

在本次選取的八種重金屬，我們可依 Anonymouse⁽¹⁰⁾ 之方法，將試驗魚所得之 48 小時 TLm 乘以安全係數 0.1，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。

表 1 七星鱸、美洲鱸對數種重金屬容忍度

Table 1 TLm of Japanese sea bass, largemouth bass on heavy metals.

離子 ppm	魚種 小時	七星鱸 Japanese sea bass		美洲鱸 largemouth bass	
		24 小時	48 小時	24 小時	48 小時
		Hg	0.126	0.092	0.312
Cu	10.02	10.02	23.60	21.03	
Zn	9.9	9.9	22.54	22.54	
Cd	2.75	2.04	74.64	52.4	
As	7.46	5.24	29.37	18.36	
Cr	19.63	18.36	66.37	66.37	
Pb	746.4	746.4	417.8	371.5	
Fe	59.02	55.71	70.46	70.46	

表 2 七星鱸、美洲鱸對數種重金屬之安全濃度

Table 2 Tolerant dose of Heavy Metals to Japanese sea bass and largemouth bass.

重金屬種類	安全濃度 Tolerant dose, ppm	
	Japanese sea bass	largemouth bass
Hg	0.0092	0.031
Cu	1.002	2.103
Zn	0.99	2.254
Cd	0.204	5.24
As	0.524	1.836
Cr	1.836	6.637
Pb	74.64	37.15
Fe	5.571	7.046

摘 要

在此試驗主要在探討汞、銅、砷、鎘、鐵、鋅、鉻、鉛等八種金屬對七星鱸魚、美洲鱸的半致死濃度：

一、七星鱸在 24 hrs、48 hrs 的 TLM 值分別為 Hg : $TLM_{24} = 0.126 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 0.092 \text{ ppm}$ ，Cu : $TLM_{24} = 10.02 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 10.02 \text{ ppm}$ ，Zn : $TLM_{24} = 9.9 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 9.9 \text{ ppm}$ ，Cd : $TLM_{24} = 2.75 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 2.04 \text{ ppm}$ ，As : $TLM_{24} = 7.46 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 5.24 \text{ ppm}$ ，Cr : $TLM_{24} = 19.63 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 18.36 \text{ ppm}$ ，Pb : $TLM_{24} = 746.4 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 746.4 \text{ ppm}$ ，Fe : $TLM_{24} = 59.02 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 55.71 \text{ ppm}$ ，其毒性大小依序為 $Hg > Cd > As > Zn > Cu > Cr > Fe > Pb$ 。

二、美洲鱸在 24 hrs、48 hrs 的 TLM 值分別為 Hg : $TLM_{24} = 0.312 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 0.312 \text{ ppm}$ ，Cu : $TLM_{24} = 23.60 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 21.03 \text{ ppm}$ ，Zn : $TLM_{24} = 22.54 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 22.54 \text{ ppm}$ ，Cd : $TLM_{24} = 74.64 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 52.4 \text{ ppm}$ ，As : $TLM_{24} = 29.37 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 18.36 \text{ ppm}$ ，Cr : $TLM_{24} = 66.37 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 66.37 \text{ ppm}$ ，Pb : $TLM_{24} = 417.8 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 317.5 \text{ ppm}$ ，Fe : $TLM_{24} = 70.46 \text{ ppm}$ 、 $TLM_{48} = 70.46 \text{ ppm}$ 。其毒性依序為 $Hg > Zn > Cu > As > Cr > Fe > Cd > Pb$ 。

三、生物試驗所得知結果只是對於某種大小、種類、年齡、和生理情形之魚類，在某一時間和季節下，對毒性所起之反應。由此所測得之 TLM 也許並不與整個種、屬之真正半致死濃度相符合。

謝 辭

本試驗之完成，承蒙本分所全體同仁之熱忱協助，謹此致謝。

參考文獻

1. 鄭森雄、許鐘榮 (1977). 水候病。科學月刊, 8(3), 37 - 42.
2. 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.
3. 江章、丁雲源 (1984). 重金屬對砂蝦初期幼蟲之急速毒性試驗。台灣省水產試驗所試驗報告, 36, 93 - 98.
4. 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.
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. Hammond A. I. (1971). Mercury in the environment: natural and human factors. *Science*, 171, 788 - 789.
7. Doudoroff etc. (1951). Bioassay methods for the evaluation of acute toxicity of industrial wastes to fish. *Sewage and Ind. Wastes*, 23, 1380 - 1397.
8. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. FOURTEENTH EDITION, 685 - 731.
9. Conner, P.M. (1972). Acute toxicity of heavy metals to some marine larvae. *Mar. pollut. Bull.*, 3, 190 - 192.
10. Anonymous (1955). Aquatic life Water quality criteria, first progress report. *Sewage and Industrial Wastes*, 27, 1.