

## 硫化物及銨鹽對鰻魚、吳郭魚之急性毒性

蔡添財·簡肇衡·余廷基

### Acute Toxicity of Sulfide and Ammonia to Eel

(*Anguilla japonica*) and *Tilapia* sp.

Tian-Tsair Tsay, Chau-Heng Chien and Ting-Chi Yu

The acute toxicity of sulfide and ammonia to eel (*Anguilla japonica*) and *Tilapia* sp. were examined. The toxicity of these two inorganic materials is increasing by the increasing of concentration, it is different from external toxication. The eel and tilapia are found running fast along the tank side and mass mucous on body surface before dead by the damage of sulfide, while the ammonia made the eel convulsed and lay silently on the water bottom.

The TLM of 24 hours on eel and tilapia to ammonia was 41.43 ppm and 101.86 ppm at the water temperature  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  and pH value from 7.4 to 7.9. The 24hr-TLM on eel and tilapia to sulfide was 14.50 ppm and 22.72 ppm at pH value from 9.2 to 9.7. It showed that the sulfide was more toxic than ammonia on eel and tilapia.

The gills filament of fishes presented edema and in dark brown colour of blood damaged by sulfide and ammonia. There we also found the pathological change of live tissue when fishes were exposed to ammonia but change was not obvious when exposed to sulfide.

### 前 言

在水域環境不良時，經常有硫化物及氨產生，危害魚類及水中藻類的生存，尤其硫化物一旦發生後會迅速消耗水中之溶氧量，使水域環境更形惡化。故各界早就對此兩種無機物質之發生過程及各種不同環境下對水中生物之毒性進行研究。松井(1972)，Adelman et al (1972)，Broderius et al (1977)，Lloyd (1980)，黃等(1979)，林等(1981)。結果均顯示此兩種無機物對水中生物頗具毒性。雖然其毒性與水中pH值，溶氧量，水溫等有關，但其強弱還是決定於毒物在水中濃度之高低。

硫化物與氨是組織蛋白質主要成分，可由生物排泄物、生物屍體、有機底泥等有機物質分解而來，但河川中大量硫化物及氨的出現主要是由紙漿、煉油、織染、製革、煤氣、肥料等工廠所排入。對於這種由工業污染產生的有毒物質在何種濃度下對正常水域環境之影響及對水中生物產生何等之危害，皆為今後所欲探討之目標，本試驗首先進行一般正常水域中受到外來毒物侵入時環境所受之影響，及對水中生物之急性毒性並組織之病害等之研究以供為未來製訂水質管制基準之參考。

### 材料與方法

本試驗所使用之鰱魚 (*A. japonica*) 體長  $24.09 \pm 1.72$  公分、體重  $19.38 \pm 2.69$  gm。吳郭魚 (*Tilapia sp.*) 體長  $7.69 \pm 1.25$  公分，體重  $7.91 \pm 3.97$  gm。均為本所所飼養而身體健康者。於試驗前在室內蓄養一星期以上，於試驗當天停餌。使用之藥劑為試藥級  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  及  $\text{NH}_4\text{Cl}$  各配成 6,000PPM 及 9,000PPM 之母液，再分別以 1.43 倍及 2.0 倍之公比配成 8.6PPM，12.2PPM 等六組硫化物試液及 9.0PPM 等六組  $\text{NH}_4\text{Cl}$  試液，試驗以二重覆進行，並以對照組進行比較。所用之試水係地下水經沙層過濾，pH 值為 8.2 左右。所用之容器及急性毒性 TL<sub>m</sub> 之計算方法均與前報 (6) 相同。組織病理檢查則將剛死亡之魚取出以 Bouin 液固定，酒精脫水，並以 H、E 染色後於顯微鏡下觀察所得。pH 值之測定則以 Corning 130 H meter 測定之、DO 則以 Delt 1010 model 溶氧測定器測定之。試驗期間以地下水調整水溫為 24 ~ 26 °C。

## 結 果

硫化鈉 ( $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) 及  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液添加成不同濃度之試液時對 pH 及 DO 之影響如表 3 所示。可以看出兩種無機鹽類之性質迥然不同，硫化鈉使 pH 值升高 0.7 ~ 1.8，並使 DO 值瞬間顯著下降 1.0 ~ 2.0 PPM 以上，而  $\text{NH}_4\text{Cl}$  則使 pH 值稍微下降，但 DO 值則無顯著變化。

兩種無機鹽類對鰱魚之急性毒性如表 1 及圖 1 所示。48 小時 TL<sub>m</sub> 硫為 13.53 PPM，氮為 33.61 PPM，可見硫之毒性較氮為強。硫在濃度 48.6PPM 及 34.4PPM 時鰱魚在兩小時內均達半數死亡，而於 24 小時內全數死亡。當鰱魚放入試液內即有浮頭現象，繼之呈現不安，繞游並躍出水面或狂奔，死亡前則於水中打轉、滾翻，最後衰竭而死，死亡時外觀上發現表皮粘液大量分泌並脫落。氮在 28.8PPM 以上高濃度下鰱魚於兩小時內半數死亡。24 小時內 72PPM 以上之濃度下則鰱魚全數死亡。鰱魚對氮之反應與硫不同，雖然初期亦發生浮頭及狂奔之現象，但其情況不若硫之嚴重，且隨後即靜臥於水底，死亡前發現痙攣之現象，死亡時口蓋及口張開狀似缺氧，死亡延續時間較長且體表未發現粘液之分泌。

兩種無機鹽類對吳郭魚之毒性如表 2 及圖 2 所示。48 小時之 TL<sub>m</sub> 氮為 54.59PPM，硫在 24 小時之 TL<sub>m</sub> 為 22.72PPM。硫對吳郭魚之毒性在短期內較氮為強，但在超過 24 小時以後硫對吳郭魚之毒性很低，幾乎未再發生毒害死亡。雖在高濃度下  $\text{NH}_4\text{Cl}$  濃液中之吳郭魚較鰱魚先行死亡，但長時間上還是鰱魚死亡較劇烈。於  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  溶液中，則鰱魚先行死亡，長時間之藥浴鰱魚之耐力亦較薄弱，可見吳郭魚對此兩種無機鹽之抵抗力較鰱魚為強。

鰱魚受此兩種無機鹽類之毒害後血液均呈暗褐色，硫化鈉之情況較氯化銨為嚴重。在組織病變上硫化鈉只使吳郭魚鰓部水腫變性，其他器官之病變不明顯，氯化銨除使吳郭魚、鰱魚鰓末端壞死溶解消失，鰓薄板癒結外，肝細胞亦有明顯之脂肪變性發生。

## 討 論

氯化銨之毒性隨 pH 值之升高而增加，主要是具有高度毒性之非游離態  $\text{NH}_3$  之濃度隨 pH 值之升高而增加之緣故，並非由於 OH 離子之直接毒性，Alabaster (1980)，Margaret et al (1957)。又山形等 (1982) 試驗結果認為 pH 在 7.0 ~ 9.0 之間  $\text{NH}_3$ -N 之濃度相差甚少，且在此範圍內之毒性主要由  $\text{NH}_3$  所引起，本試驗之 pH 值範圍在 7.4 ~ 7.9 之間，故可推定其毒害由  $\text{NH}_3$  所引起。硫化鈉之毒性則恰好相反，隨 pH 之升高而減弱，這是由於最具毒性之  $\text{H}_2\text{S}$  解離隨 pH 值之升高而降低，林等 (1981) 研究顯示，pH 值在 8.0 ~ 9.2 時硫化鈉溶液中 95% 以上為游離態硫離子 ( $\text{HS}^- + \text{S}^{2-}$ )。由表 3 所示濃度愈高 pH 隨之升高愈多，且在 9.0 ~ 9.7 之間，故可推斷本試驗之毒害主要由游離硫離子所引起。

鰱魚受  $\text{NH}_3$  之毒害於死亡前發生痙攣現象，此結果與松井 (1972)，山形等 (1982) 之觀察結

表 1 硫化物及銨鹽對鰻魚的半數致死濃度  
Table 1 TLm of sulfide and ammonia on eel

Item	TLm ( ppm )			
	24h	48h	72h	96h
S	14.50	13.53	11.78	11.38
NH <sub>3</sub>	41.43	33.61	31.35	27.30

表 2 硫化物及銨鹽對吳郭魚類的半致死濃度  
Table 2 TLm of sulfide and ammonia on tilapia

Item	TLm ( ppm )			
	24h	48h	72h	96h
S	22.72	22.72	22.72	22.72
NH <sub>3</sub>	101.86	54.59	47.52	44.34

表 3 添加硫化鈉及氯化鈉後試液中酸鹼度及溶氧的變化情形  
Table 3 variation of pH and DO after adding chemical reagents of Na<sub>2</sub>S·9H<sub>2</sub>O and NH<sub>4</sub>Cl

	Concentration ( ppm )							
	48.6	34.4	24.3	17.2	12.2	8.6	0.0 ( well water )	
Na <sub>2</sub> S·9H <sub>2</sub> O	DO	2.6	2.7	3.1	3.3	3.5	3.6	4.6
	pH	9.7	9.6	9.5	9.3	9.2	9.0	8.2
NH <sub>4</sub> Cl	Concentration ( ppm )							
	288	144	72	36	18	9		
DO	5.0	5.1	4.9	5.1	4.9	4.9		
pH	7.4	7.6	7.6	7.8	7.8	7.9		

果一致。小栗 ( 1970 ) 認為氨在體內累積過多時對中樞神經有極強之毒性，Alabaster et al ( 1980 ) 亦認為過量的氨可能影響血液之性質，降低其輸送氧氣之能力及腦部能量之儲存。本次試驗魚體產生痙攣及血液呈現暗褐色，可以推定係此一毒害之結果。在組織學上檢查結果鰓部均發生水腫，鰓絲產生壞死、缺損等現象及肝臟脂肪變性等與 Alabaster et al ( 1980 ) 山形等 ( 1982 ) 結果相近，唯本次試驗以急性毒害之魚體為檢查對象可能有些器官如腸、腎等未受毒害之前即已死亡如圖片 1

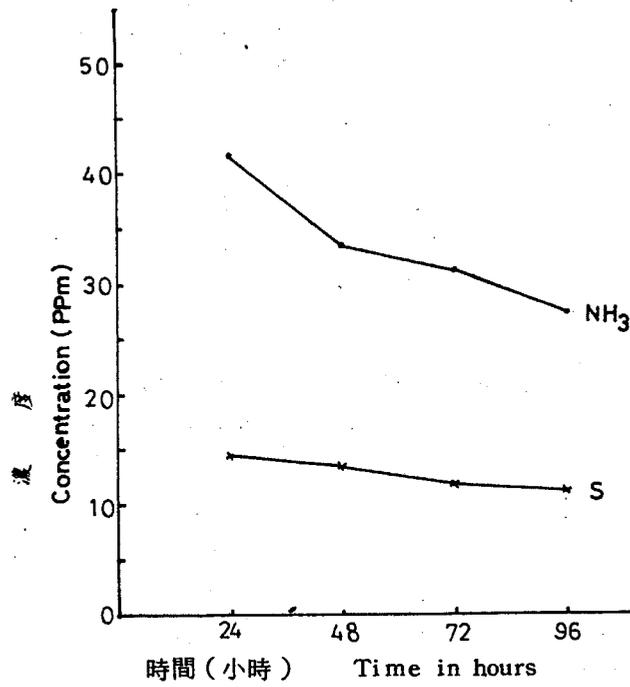


圖1 硫化物及銨鹽對鰻魚的半數致死濃度

Fig. 1 TLm of sulfide and ammonia on eel.

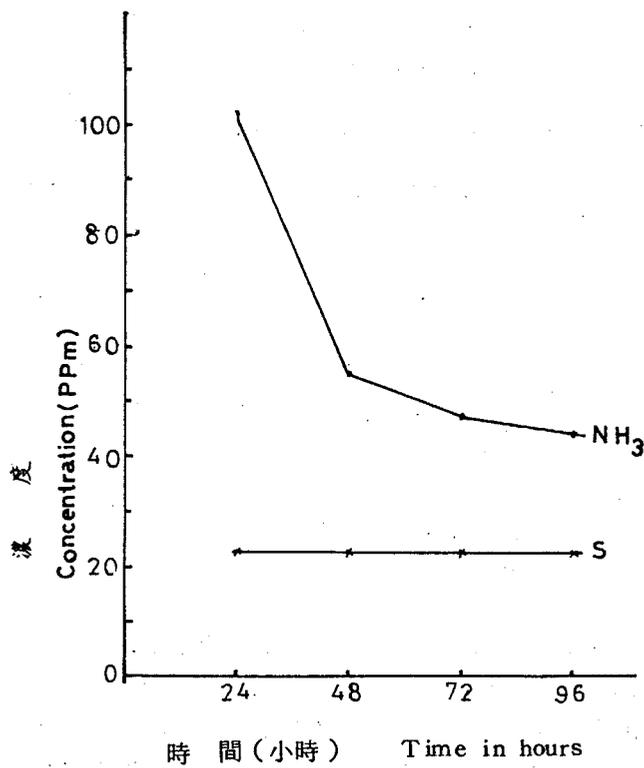
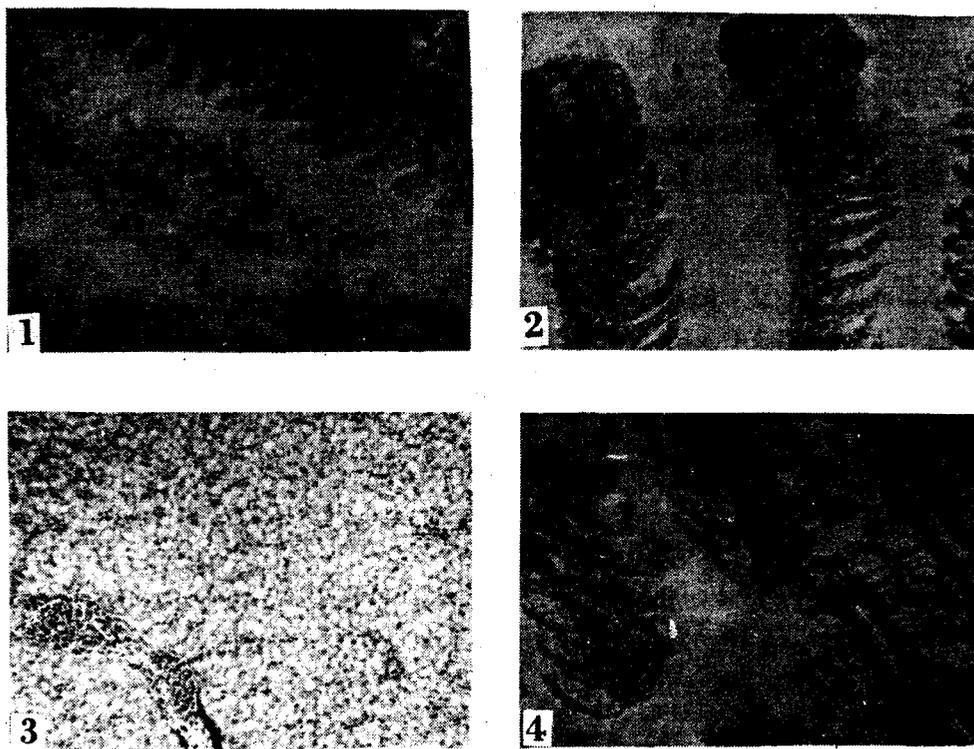


圖2 硫化物及銨鹽對吳郭魚類的半數致死濃度

Fig. 2 TLm of sulfide and ammonia on tilapia



圖片 1

- 1 氯化銨溶液使吳郭魚鰓片溶解、鰓耙癒結。  
( Tilapia gill exposed to ammonia showed corrosion and necrosis of gill lamellae. H & E stain  $\times 100$  )
- 2 氯化銨溶液使鰻魚鰓片水腫。  
( Eel gill exposed to ammonia showed edema. H & E stain  $\times 100$  )
- 3 氯化銨溶液使吳郭魚肝臟脂肪變性。  
( Degeneration of tilapia liver cells exposed to ammonia. H & E stain  $\times 100$  )
- 4 硫化物溶液使鰻魚鰓片水腫。  
( Eel gill exposed to sulfide showed edema. H & E stain  $\times 100$  )

吳郭魚在高濃度之氨溶液中雖較鰻魚易於死亡，但長時間在低濃度時死亡較少，可以推定吳郭魚在生理上對氨之適應能力較鰻魚為強，對硫之忍耐力亦較強，是故在藥浴一段時間後各種濃度下均未發現死亡。

### 摘 要

本試驗主要探討氨及硫對日本鰻及吳郭魚之急性毒性。兩種藥物對鰻魚、吳郭魚之毒性均隨濃度之升高而增加，在外觀上其毒性有顯著的不同，硫化物使鰻魚、吳郭魚在死亡前狂奔，表皮分泌大量粘液。但銨鹽使魚體在臨死前產生痙攣且靜臥底部。於高濃度之氯化銨溶液中，吳郭魚較鰻魚易於死

亡，但適應性亦較鰻魚為強，在水溫 25 ~ 27 °C，pH 值 7.4 ~ 7.9 時，24 小時之 TLm 鰻魚為 41.43 PPM，吳郭魚則為 101.86 PPM。吳郭魚對硫化物之耐力亦較鰻魚為強，且一旦適應之後吳郭魚即未見死亡。在水溫 25 ± 1 °C，pH 值 9.2 ~ 9.7 時，24 小時之 TLm 鰻魚為 14.5 PPM，吳郭魚則為 22.72 PPM。可以看出硫化物之毒性稍強於氨。

對於組織的毒害，兩種藥物均使魚體鰓部水腫，血液變呈暗褐色。其他器官之毒害，硫化物者病變不顯著，但氨則可以明顯的看出肝臟脂肪囊性。

### 謝 辭

本試驗承蒙所長李燦然之鼓勵，郭河研究員及台大陳弘成教授之指導謹表謝忱。又本分所助理陳榮華、司機洪明忠協助試驗工作及技術員林雲龍幫忙病理檢查工作表示由衷感激。

### 參考文獻

- 1 Broderius, S.J., L. L. Smith JR. and D. T. Lind (1977). Relative toxicity of free cyanide and dissolved sulfide forms to the fathead minnow (*Pimephales promelas*). *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 34, 2323-2332.
- 2 I. R. Adelman and Lloyd L. Smith JR. (1972). Toxicity of hydrogen sulfide to goldfish (*Carassius auratus*) as influenced by temperature, oxygen and bioassay techniques. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29, 1309-1317.
- 3 J. S. Alabaster, R. Lloyd (1980). Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Butterworth, 85-90.
- 4 Margaret E. Brown (1957). *The Physiology of Fishes*. 11, 422 - 432.
- 5 小栗幹朗 (1970)。魚類生理學 (排泄)。恒星社厚生閣，167。
- 6 松井魁 (1972)。鰻學 (養成技術篇)。東京恒星社厚生閣，407 - 416。
- 7 山形陽一，丹羽誠 (1982)。日本ウナギに對するアンモニアの急性および慢性毒性。日水誌，48 (2)，171-176。
- 8 黃本，陳弘成 (1979)。硫化氨對蝦類之急性毒性。中國文化大學海洋研究所海洋彙刊，21，85 - 9。
- 10 蔡添財，余廷基 (1981)。重金屬對吳郭魚、鰻魚及牡蠣的毒性。台灣省水產試驗所試驗報告，33，581 - 586。