

# 廢水對鰻魚・吳郭魚及牡蠣之急性毒性試驗

陳榮華・黃世鈴・余廷基

## Acute Toxicity of Waste Water to Eel, Tilapia and Oysters

Rong-Hwa Chern, Shyh-Ling Hwang and Ting-Chi Yu

1. The 96hr-TLM( Medium Tolerance Limit ) of eel (*Anguilla japonica*), tilapia (*hybrids*) and oyster (*Crassostrea gigas*) to chemical plant(C) was : 4.16 %, 12.54 %, 8.27 % respectively; to paper mill plant(P) was 12.54 %, 35.34 %, 23.32 % respectively; to Hoggery (H) was 1.52%, 1.51%, 6.50% respectively; to Food plant (F) 13.9 %, 25.9 %, 24% respectively.
2. The order of the acute toxicity of these four kinds of waste water from the industry plants to eel and oyster was  $H > C > P > F$  and to tilapia  $H > C > F > P$ .
3. The eel had much lower tolerance to toxic solution than tilapia and oyster did. Commonly, oyster has higher tolerance to toxic solution than tilapia as exposed to H waste water, but in this experiment, different result has been shown, the tilapia exposed to C, P and F waste water has higher tolerance than oyster.

### 前 言

本省現階段的工業及各種產業每天都有大量的廢水產生，這些廢水大部分缺乏妥善的處理，排入河川後往往使水中生物無法生存，而其急性、慢性毒害更是造成河川及沿海資源枯竭的主因，而本省在此方面的研究較偏重於調查工作，例如：曾(1976)<sup>(1)</sup>、洪(1976)<sup>(2)</sup>、鄭(1975)<sup>(3)</sup>、鄭與陳(1975)<sup>(4)</sup>等。在探討工廠廢水對生物之毒性方面僅陳(1976)<sup>(5)</sup>發表之工廠廢水及朴子溪、北港溪河水對魚類之毒性試驗外，尚缺乏此方面之研究報告，故本試驗採集4種產業排放之廢水進行對鰻魚、吳郭魚及牡蠣之急性試驗，以供制定廢水管理之參考。

### 材料與方法

一採集化學工廠、造紙工廠、畜牧場及食品工廠等排放之廢水作為試驗用水，畜牧場廢水為尚未發酵之豬糞尿廢液。廢水採水點均在各工廠之專用排水渠或排水口，所採集之廢水均尚未與其他河川水混合。廢水採集時測定其水溫及溶氧量，攜回實驗室後立即檢驗分析pH值、總溶解性固體含量(Total dissolved solid)、導電度(Conductivity)、化學需氧量(Chemical Oxygen Demand)、生物化學需氧量(Bio-chemical Oxygen Demand)及氨(Ammonia)等以作為水質之指標

二試驗用生物以日本鰻(*Anguilla japonica*)平均體長6.93 cm、平均體重0.24 gm，雜交種吳郭魚(*Tilapia sp.*)平均體長1.83 cm、平均體重0.15 gm，牡蠣(*Crassostrea gigas*)

) 平均軟體重  $1.36 \pm 0.5$  gm, 試驗前均在實驗室內以清淨之水蓄養一週以上。

三試驗在  $45 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$  之玻璃水族箱進行, 每個水族箱按比例調配成 15 公升之試液, 放入試驗生物 10 尾, 以靜水式進行試驗, 試驗期間隨時檢視, 發現死魚即行撈出以免污染水質, 生物死亡之判定係以玻璃棒觸之如無反應即判定為死亡, 牡蠣則視其失去閉殼能力則判定為死亡, 在試驗開始及 24 小時後均測定水中之 pH 值及 DO 含量各一次, 試驗結束時以 Vander Waerden 及 Doudoroff 方法計算 24、48、72、96 小時之 TLM 值, 以茲比較對生物之毒性。

四在試驗的同時, 將經過各種不同濃度廢水浸浴之鰻魚, 以 Bouin's fluid 固定, 酒精脫水、石蠟包埋, 做成  $4 \sim 6 \mu$  切片, 進行 H-E (Haematoxylin-Eosin) 染色, 藉顯微鏡觀察其組織病理變化。

## 結 果

### 一化學工廠廢水對試驗生物之急毒性：

化學工廠廢水水質分析如(表 1), 外觀呈紅褐色、水溫偏高、pH 值較低呈強酸性、有刺激性惡臭, 對試驗生物之半致死濃度如(表 2), 由 96 小時之 TLM 值可看出鰻魚對化學工廠廢水忍受力最低, 依序為牡蠣、吳郭魚。在對鰻魚之急毒性試驗中(表 3), 廢水濃度在 63.7% 及 45.1% 時, 鰻魚立即呈現出急促不安, 並繞游欲躍出水面及狂奔, 半小時內即全部死亡, 死亡時外表粘液大量分泌及脫落, 鰓部有明顯之出血現象。

表 1 四種工廠廢水水質分析

Table 1 Water analysis of four different plant waste water: chemical plant waste water, paper mill waste water, hoggery waste water, food plant waste water.

Item	Chemical plant waste water	paper mill waste water	Hoggery waste water	food plant waste water
Water temperature °C	33	27	26.5	31
PH value	2.91	6.32	7.35	5.90
Dissolved Oxygen (ppm)	4.8	5.6	4.25	3.8
Total dissolved solid (mg/l)	3230	328	4095	210
Conductivity ( $\mu$ mho/cm 25°C)	3500	470	5300	180
Bio-chemical Oxygen Demand (ppm)	46	102	2950	128
Chemical Oxygen demand (ppm)	1605	861	1868	316
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	-	-	906	-

表 2 化學工廠廢水對試驗生物之半致死濃度

Table 2 The TLM of chemical plant waste water to Eel, Tilapia and Oyster.

Test animal	TLM (%)			
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
Eel	9.85	5.46	4.39	4.10
Tilapia	18.32	14.40	13.21	12.54
Oyster	68.21	49.93	17.09	8.27

表3 化學工廠廢水對鰻魚之急毒性試驗

Table 3 Acute toxic of chemical plant waste to Eel.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	0hr	24hrs	0hr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.46	8.25	7.4	7.1
63.7	10/10	10/10	10/10	10/10	3.61	3.50	5.5	5.7
45.1	10/10	10/10	10/10	10/10	4.35	4.24	5.6	6.35
31.9	10/10	10/10	10/10	10/10	5.10	5.09	5.6	6.0
22.6	10/10	10/10	10/10	10/10	5.58	6.32	5.7	6.1
16	10/10	10/10	10/10	10/10	6.23	6.69	5.8	5.4
11.3	7/10	10/10	10/10	10/10	6.55	6.91	5.85	5.0
8	2/10	10/10	10/10	10/10	6.85	7.11	5.95	5.4
5.6	0/10	5/10	10/10	10/10	7.11	7.22	6.05	5.5
4.0	0/10	1/10	2/10	3/10	7.	7.48	7.2	6.9
2.82	0/10	0/10	0/10	1/10	7.84	7.92	7.6	7.1

對於吳郭魚之急毒性試驗中(表4),吳郭魚在廢水濃度45.1%時半小時內即全部死亡,在37.9%中一小時內亦全部死亡,死亡前均呈急促不安並急速游泳碰撞池壁,最後失去平衡而死亡,死亡時鰓蓋張開、出血、體表粘液脫落。

表4 化學工廠廢水對吳郭魚之急毒性試驗

Table 4 Acute toxic of chemical plant waste water to hybrid Tilapias.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	0hr	24hrs	0hr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.33	8.24	7.75	7.4
45.1	10/10	10/10	10/10	10/10	4.60	4.54	5.0	4.85
37.9	10/10	10/10	10/10	10/10	5.08	5.10	5.2	5.0
31.9	10/10	10/10	10/10	10/10	5.68	5.54	5.3	5.15
26.8	9/10	10/10	10/10	10/10	6.18	6.06	5.5	5.35
22.6	8/10	10/10	10/10	10/10	6.47	6.38	5.75	5.6
19	3/10	8/10	9/10	10/10	6.64	6.52	5.9	5.85
16.	3/10	8/10	8/10	8/10	6.81	6.76	6.1	6.0
13.4	2/10	3/10	5/10	7/10	6.92	6.83	6.5	6.2
11.3	2/10	2/10	3/10	3/10	7.04	7.01	6.55	6.3
9.5	0/10	0/10	1/10	1/10	7.23	7.19	6.6	6.4

牡蠣在急毒性試驗中(表5),較不容易觀察,廢水濃度在31.9%以上時牡蠣都緊閉雙殼沒有一點活動的跡向,只有在16%以下之濃度中牡蠣才能自由的開閉雙殼。廢水濃度在90%時牡蠣於

20 小時內全部死亡，63.7 %時牡蠣浸浴達 48 小時僅死亡 5 隻，但濃度在 11.3 %時經 96 小時浸浴後却全部死亡，試驗結束時將殘存之牡蠣置於清淨之海水中，牡蠣在 20 小時內即全部死亡。

表 5. 化學工廠廢水對牡蠣之急毒性試驗

Table 5 Acute toxic of chemical plant waste water to oyster.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.73	8.68	6.95	6.8
90	10/10	10/10	10/10	10/10	3.17	3.02	4.45	4.3
63.7	3/10	5/10	10/10	10/10	3.59	3.23	4.66	4.45
45.1	0/10	3/10	10/10	10/10	4.28	4.11	7.75	4.5
31.9	0/10	3/10	5/10	10/10	4.91	4.83	4.86	4.6
22.6	0/10	1/10	5/10	10/10	5.93	5.90	4.9	4.6
16	0/10	0/10	4/10	10/10	6.54	6.42	5.1	5.0
11.3	0/10	0/10	6/10	10/10	6.93	5.85	5.35	5.15
8	0/10	0/10	2/10	3/10	7.42	7.10	5.8	5.6
5.6	0/10	0/10	1/10	1/10	7.68	7.35	6.1	5.9
4	0/10	0/10	0/10	0/10	8.02	7.82	6.6	6.2

二造紙工廠廢水對試驗生物之急毒性：

造紙工廠廢水水質分析如(表 1)，外觀呈黃褐色而混濁，含有大量的懸浮物質，COD及BOD含量均偏高。對試驗生物之半致死濃度如(表 6)，在對鰻魚之急毒性試驗中(表 7)，鰻魚在廢水濃度 45.1 %時一小時內即全部死亡，在 31.9 %的濃度中 48 小時內亦全部死亡，死亡前鰻魚有浮頭現象並在水中急促不安的游泳，繼之狂奔並欲躍出水面，當廢水濃度降低至 11.3 %以下時則無此種現象，鰻魚死亡時體表粘液脫落，鰓蓋則無明顯之出血現象。

表 6 造紙工廠廢水對試驗生物之半致死濃度

Table 6 The TLM of paper mill plant waste water to Eel, Tilapia and oyster.

Test animal	TLM (%)			
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
Eel	21.78	18.97	14.91	12.54
Tilapia	57.36	41.33	37.23	35.34
Oyster	-	-	32.94	23.52

表7 造紙工廠廢水對鰻魚之急毒性試驗  
Table 7 Acute toxic of paper mill plant waste water to Eel.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.68	8.47	8.2	7.3
90	10/10	10/10	10/10	10/10	6.64	6.73	4.5	3.2
63.7	10/10	10/10	10/10	10/10	6.98	7.04	4.5	3.6
45.1	10/10	10/10	10/10	10/10	7.38	7.18	5.75	5.85
31.9	9/10	10/10	10/10	10/10	7.60	7.34	6.5	5.2
22.6	6/10	7/10	10/10	10/10	7.97	7.47	7.3	6.35
16	1/10	1/10	3/10	4/10	8.08	7.92	7.35	6.6
11.3	0/10	2/10	2/10	3/10	8.26	8.06	7.4	6.2
8	0/10	0/10	2/10	2/10	8.39	8.13	7.4	6.4
5.6	0/10	0/10	0/10	2/10	8.43	8.22	7.5	6.8
4	0/10	0/10	0/10	1/10	8.57	8.36	7.55	7.1

對吳郭魚之急毒性試驗中(表8),廢水濃度在90%時吳郭魚二小時內全部死亡,死亡前僅有急促不安之現象,沒有狂奔的情形,死亡時體表粘液脫落數少,鰓亦無明顯之出血,由此可見在此種廢水中吳郭魚之忍受力較鰻魚強。牡蠣在急毒性試驗中(表9),廢水濃度達90%時牡蠣浸浴24小時後僅死亡4隻,經48小時浸浴亦僅死亡6隻,所以24及48小時之TLM亦難求出。殘存之牡蠣在清淨海水中於48小時內陸續全部死亡。

表8 造紙工廠廢水對吳郭魚之急毒性試驗  
Table 8 Acute toxic of mill plant waste water to hybrid Tilapia.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.68	8.47	8.2	7.3
90	10/10	10/10	10/10	10/10	6.64	6.73	4.5	3.2
75.8	9/10	10/10	10/10	10/10	6.85	6.86	4.5	3.6
63.7	8/10	9/10	10/10	10/10	6.98	7.04	4.5	3.6
53.6	3/10	8/10	8/10	9/10	7.15	7.15	5.6	4.3
45.1	1/10	7/10	8/10	8/10	7.36	7.23	5.75	4.85
37.9	0/10	3/10	7/10	7/10	7.41	7.25	5.4	4.8
31.9	0/10	2/10	2/10	3/10	7.60	7.34	6.5	5.2
26.8	0/10	1/10	1/10	1/10	7.68	7.40	7.4	6.5
22.6	0/10	0/10	0/10	1/10	7.97	7.47	7.3	6.35

表9 造紙工廠廢水對牡蠣之急毒性試驗

Table 9 Acute toxic of paper mill plant waste water to Oyster.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.84	8.76	7.7	7.4
90	4/10	6/10	10/10	10/10	7.68	7.65	6.45	4.7
63.7	2/10	3/10	8/10	10/10	7.74	7.72	6.5	4.9
45.1	0/10	2/10	5/10	7/10	7.92	7.89	6.6	5.2
31.9	0/10	1/10	4/10	6/10	8.04	7.96	6.9	5.6
22.6	0/10	0/10	4/10	6/10	8.11	8.08	7.1	5.8
16	0/10	10/10	2/10	4/10	8.25	8.27	7.2	6.05
11.3	0/10	10/10	1/10	1/10	8.32	8.22	7.4	6.2

## 三、畜牧場廢水對試驗生物之急毒性：

畜牧場主要飼養豬隻，其水質分析如（表1），外觀暗褐色，有惡臭NH<sub>4</sub><sup>+</sup>含量高達906 ppm，總溶解性固體、導電度、COD及BOD之含量均較其他三種廢水為高，生物對畜牧場廢水反應亦較其他廢水敏感，其對試驗生物之半致死濃度如（表10），在96小時之TLM鰻魚為1.52%、吳郭魚為1.51%、牡蠣為6.50%，由此可見未經發酵處理後之畜牧場廢水對生物是具有相當大之毒性。

表10 畜牧場廢水對試驗生物之半致死濃度。

Table 10 The TLM of hoggerly waste water to Eel, Tilapia and Oyster.

Test animal	TLM (%)			
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
Eel	3.03	2.12	1.72	1.52
Tilapia	3.73	2.83	1.87	1.51
Oyster	-	35.31	7.98	6.50

在對鰻魚之毒性試驗中（表11）及吳郭魚毒性試驗中（表12）可看出廢水在31.9%以上時，鰻魚及吳郭魚均在20分鐘內全部死亡，死亡前呈急促不安，繼之快速繞游並欲躍出水面狂奔碰撞池壁，最後失去平衡在水中翻滾，打轉衰竭而亡，死亡時表皮粘液大量分泌脫落，鰓有出血之現象。

表11 畜牧場廢水對鰻魚之急毒性試驗

Table 11 Acute toxic of hoggerly waste water to Eel.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.12	7.97	6.95	6.7
31.9	10/10	10/10	10/10	10/10	7.75	7.49	2.6	1.5
22.6	10/10	10/10	10/10	10/10	7.84	7.58	2.4	1.9
16	10/10	10/10	10/10	10/10	7.84	7.47	2.8	2.2
11.3	10/10	10/10	10/10	10/10	7.85	7.66	3.0	2.6
8	10/10	10/10	10/10	10/10	7.96	7.72	3.1	2.8
5.6	9/10	10/10	10/10	10/10	8.06	7.73	4.7	3.2
4	5/10	6/10	8/10	10/10	8.08	7.53	5.8	4.6
2.82	5/10	5/10	8/10	9/10	8.10	7.61	6.2	5.1
2	2/10	6/10	6/10	6/10	8.12	7.64	6.5	5.8
1.41	2/10	5/10	5/10	6/10	8.12	7.67	6.6	6.2
1	0/10	1/10	2/10	2/10	8.14	7.72	6.85	6.3

表12 畜牧場廢水對吳郭魚之急毒性試驗

Table 12 Acute toxic of hoggerly waste water to hybrid Tilapias.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.32	8.11	7.2	6.85
31.9	10/10	10/10	10/10	10/10	7.71	7.44	2.8	1.7
22.6	10/10	10/10	10/10	10/10	7.75	7.48	2.6	1.5
16	10/10	10/10	10/10	10/10	7.80	7.51	2.9	1.8
11.3	10/10	10/10	10/10	10/10	7.91	7.58	3.1	2.2
8	10/10	10/10	10/10	10/10	8.10	7.61	3.1	2.7
5.6	8/10	9/10	10/10	10/10	8.04	7.69	4.6	4.0
4	3/10	5/10	10/10	10/10	8.04	7.72	5.8	4.8
2.82	4/10	5/10	6/10	10/10	8.11	7.88	6.4	5.2
2	2/10	3/10	5/10	6/10	8.16	7.91	6.5	5.8
1.41	0/10	3/10	4/10	4/10	8.21	8.01	6.6	6.1
1	0/10	0/10	2/10	2/10	8.24	8.06	6.9	6.3
0.71	0/10	0/10	0/10	1/10	8.30	8.14	7.1	6.4

牡蠣在急毒性試驗中(表13), 牡蠣在廢水濃度90%時浸浴24小時後並未全部死亡, 故24小時之TLM亦難求出, 但從48、72及96小時之TLM值可看出間隔相當大, 這可能是牡蠣在試驗

開始時緊閉雙殼抵抗惡劣的環境，但時間愈久牡蠣抵抗力就愈弱，所以 TLM 值就有明顯之差距，試驗結束時將殘存之牡蠣置於清淨之海水中，在 20 小時內就全部死亡。

表 13 畜牧場廢水對牡蠣之急毒性試驗

Table 13 Acute toxic of hoggerly waste water to Oyster.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.68	8.43	7.8	7.3
90	7/10	10/10	10/10	10/10	7.39	7.28	1.8	1.2
63.7	1/10	6/10	10/10	10/10	7.40	7.36	2.1	1.6
45.1	1/10	5/10	10/10	10/10	7.48	7.69	2.4	1.9
31.9	0/10	3/10	10/10	10/10	7.74	7.70	3.0	2.4
22.6	0/10	3/10	9/10	10/10	7.96	7.81	3.3	2.1
16	0/10	4/10	8/10	10/10	8.19	7.91	3.8	2.9
11.3	0/10	1/10	7/10	8/10	8.38	8.03	4.1	3.5
8	0/10	0/10	5/10	6/10	8.42	8.17	4.7	3.9
5.6	0/10	0/10	4/10	5/10	8.48	8.22	5.2	4.3
4	0/10	0/10	2/10	2/10	8.51	8.29	6.1	5.1

#### 四食品工廠廢水對試驗生物之急毒性：

食品工廠主要生產鮮奶製品，其水質分析如（表 1），外觀白色而稍混濁，水溫偏高，總溶解性固體、導電度、COD 及 BOD 含量均較前三種廢水為低，對試驗生物之半致死濃度（表 14），鰻魚及吳郭魚對食品工廠廢水反應亦較前三種廢水緩和。

表 14 食品工廠廢水對試驗生物之半致死濃度

Table 14 The TLM of food plant waste water to Eel, Tilapia and Oyster.

Test animal	TLM (%)			
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs
Eel	57.37	40.60	25.03	13.91
Tilapia	61.47	48.23	35.34	25.90
Oyster	-	-	45.0	24.99

在對鰻魚及吳郭魚之急毒性試驗中（表 15、16），鰻魚及吳郭魚在廢水中僅有短暫之急促不安，而沒有發現狂奔、失去平衡之現象，其情況不若前三種廢水之嚴重，死亡時體表粘液稍有脫落，鰓亦無出血之症狀。



表 15 食品工廠廢水對鰻魚之急毒性試驗

Table 15 Acute toxic of food plant waste water to Eel.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	7.44	7.62	6.5	5.8
90	10/10	10/10	10/10	10/10	5.90	7.01	4.5	0.2
63.7	5/10	10/10	10/10	10/10	6.04	7.09	5.2	0.3
45.1	2/10	4/10	10/10	10/10	6.21	7.28	5.3	0.3
31.9	1/10	2/10	4/10	10/10	6.36	7.43	5.4	0.3
22.6	0/10	1/10	4/10	10/10	6.59	7.53	5.6	0.5
16	0/10	1/10	3/10	5/10	6.76	7.59	5.8	0.8
11.3	0/10	0/10	1/10	4/10	6.86	7.69	5.8	1.6

表 16 食品工廠廢水對吳郭魚之急毒性試驗

Table 16 Acute toxic of food plant waste water to hybrid Tilapias.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	7.82	7.94	6.9	6.2
90	10/10	10/10	10/10	10/10	6.11	6.73	4.2	0.3
63.7	4/10	6/10	10/10	10/10	6.42	6.88	4.5	0.3
45.1	1/10	3/10	5/10	10/10	6.73	7.02	4.9	0.4
31.9	1/10	3/10	4/10	6/10	6.89	7.14	5.1	0.5
22.6	0/10	1/10	2/10	3/10	6.93	7.38	5.5	0.9
16	0/10	0/10	1/10	1/10	7.21	7.56	5.6	1.3
11.3	0/10	0/10	0/10	1/10	7.54	7.71	5.8	1.8
8	0/10	0/10	0/10	0/10	7.71	7.83	6.4	2.3

牡蠣在毒性試驗中(表 17)，廢水濃度在 90% 時，牡蠣浸浴 24 小時後全部都未死亡，浸浴 48 小時後僅死亡 2 隻，所以 24 及 48 小時之 TLM 亦難求出，在試驗結束時，將殘存之牡蠣置於清淨之海水中達 96 小時後亦僅死亡 4 隻。

表 17 食品工廠廢水對牡蠣之急毒性試驗

Table 17 Acute toxic of food plant waste water to oyster.

Concentration (%)	Mortality				pH		DO	
	24hrs	48hrs	72hrs	96hrs	Ohr	24hrs	Ohr	24hrs
Control	0/10	0/10	0/10	0/10	8.95	8.41	6.6	5.4
90	0/10	2/10	10/10	10/10	6.56	7.07	3.2	0.3
63.7	0/10	2/10	5/10	10/10	6.67	7.16	3.5	0.3
45.1	0/10	3/10	5/10	7/10	7.04	7.51	4.1	0.7
31.9	0/10	1/10	3/10	6/10	7.33	7.67	5.1	1.4
22.6	0/10	2/10	2/10	4/10	7.97	7.83	5.7	2.8
16	0/10	0/10	0/10	3/10	8.44	7.92	6.0	3.6
11.3	0/10	0/10	0/10	1/10	8.59	8.21	6.2	4.3
8	0/10	0/10	0/10	1/10	8.71	8.34	6.4	5.1

## 五、鰻魚之組織病理變化：

各種廢水所含的毒性物質可能不盡相同，鰻魚浸浴以後其各部位組織器官受傷害而產生病變的程度也不同，而且病變產生的情形有隨著濃度的增加及時間的增長而加劇的現象。

化學工廠廢水濃度在 16 % 時，鰻魚浸浴後肝細胞空胞變性（圖 1），31.9 % 時腸上皮細胞變性、壞死（圖 2），細尿管上皮細胞變性壞死（圖 3），63.7 % 時肝細胞變性、壞死、肝索充血（圖 4），鰓薄板上皮細胞變性、壞死（圖 5）。

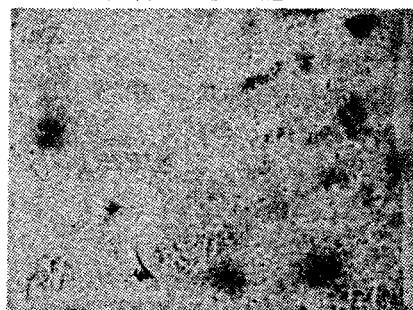


圖 1 化學工廠廢水 16 % 鰻魚浸浴後肝細胞空胞變性

Fig. 1 Hepatocytes showed vacuole degeneration. H-E stain 50x

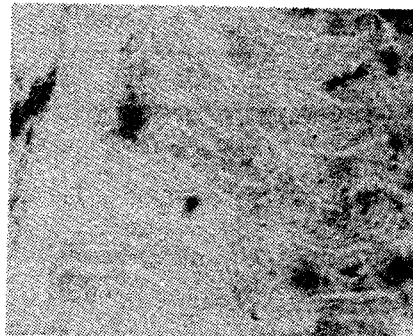


圖 2 化學工廠廢水 31.9 % 鰻魚浸浴後腸上皮細胞變性壞死

Fig. 2 Epithelium of intestine showed degeneration and necrosis, H-E stain 50x

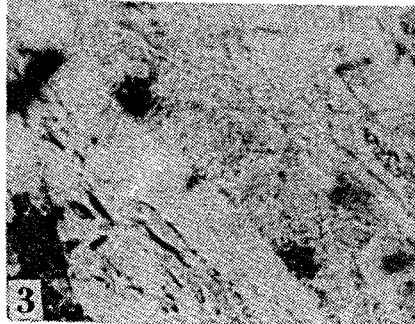


圖 3 化學工廠廢水 31.9 % 鰻魚浸浴後細尿管上皮細胞壞死

Fig. 3. Epithelium of renal tubular showed degeneration necrosis. H-E stain 50x

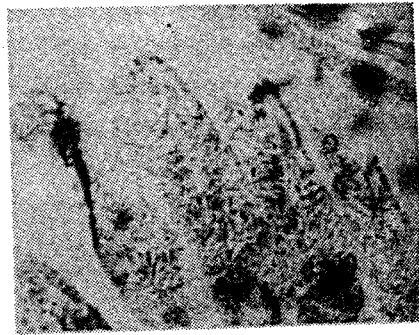
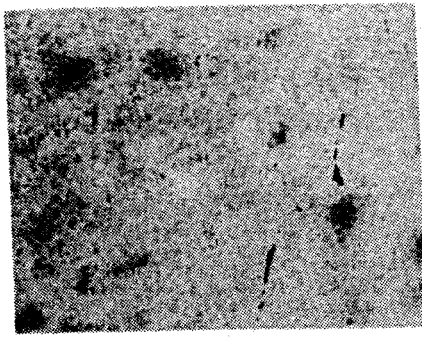


圖 4 化學工廠廢水63.7% 鰻魚浸浴後肝細胞變性壞死

Fig. 4 Hepatocytes showed degeneration and necrosis. H-E stain 50x

圖 5 化學工廠廢水63.7% 鰻魚浸浴後鰓薄板上皮細胞變性壞死

Fig. 5 Epithelium of gill lamellae showed degeneration and necrosis. H-E stain 50x

在造紙工廠廢水中短時間透浴後死亡之鰻魚鰓部、肝臟及腎臟有充血之現象，廢水濃度22.6%時，鰻魚浸浴後肝細胞萎縮（圖 6），腎元萎縮（圖 7），31.9%時肝臟有嚴重萎縮的現象（圖 8），45.1%時腎臟造血組織出血並嚴重萎縮（圖 9），由此可看出病變情形隨廢水濃度升高而加重。

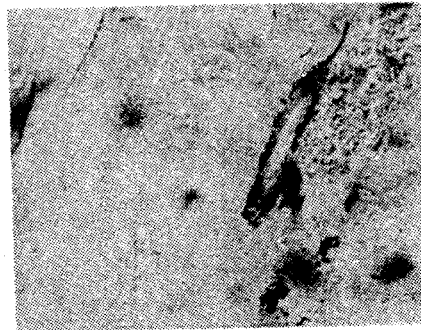
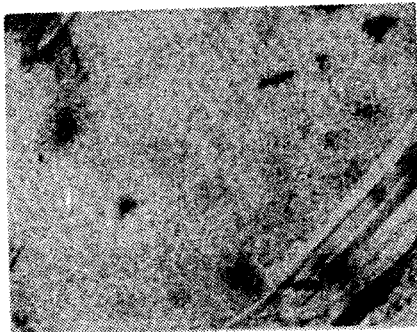


圖 6 造紙工廠廢水 22.6 % 鰻魚浸浴後肝細胞萎縮

Fig. 6 Hepatocytes showed atrophy. H-E stain 50x

圖 7 造紙工廠廢水 22.6 % 鰻魚浸浴後腎元輕微萎縮

Fig. 7 Nephrons showed slightly atrophy. H-E stain 50x

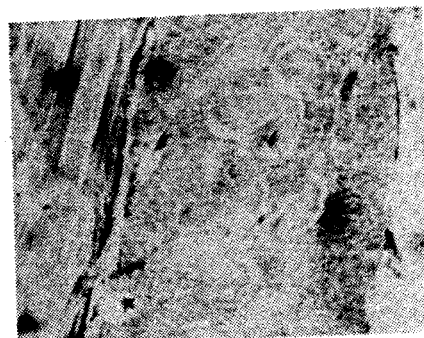
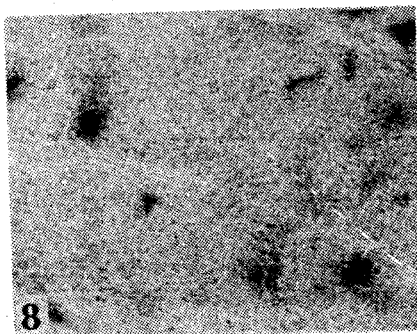


圖 8 造紙工廠廢水 31.9 % 鰻魚浸浴後肝細胞嚴重萎縮

Fig. 8 Hepatocytes showed severely atrophy. H-E stain 50x

圖 9 造紙工廠廢水 45.1 % 鰻魚浸浴後腎臟造血組織出血、腎元萎縮嚴重

Fig. 9 Occured hemorrhage in the hematopoietic tissue. Nephrons undergoes severely atrophy. H-E stain 50x

畜牧場廢水濃度在 11.3 % 時，鰻魚浸浴後肝細胞萎縮、肝索充血（圖 10），8 % 時腎元輕微萎縮（圖 11），31.9 % 時肝細胞空胞變性、萎縮（圖 12）。

食品工廠廢水濃度在 11.3 % 時，鰻魚浸浴後鰓部充血（圖 13），且濃度愈高充血現象愈嚴重，脾臟色素沉積（圖 14），63.7 % 時肝細胞萎縮空胞變性（圖 15），鰓薄板壞死、水腫（圖 16），腸上皮細胞剝離（圖 17）。

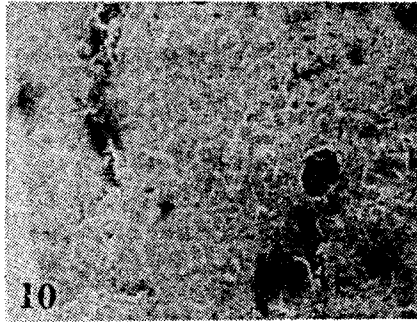


圖10. 畜牧場廢水 11.3 % 鰻魚浸浴後肝細胞萎縮充血

Fig. 10. Has congested liver and hepatocyte undergoes atrophy. H-E stain 50x

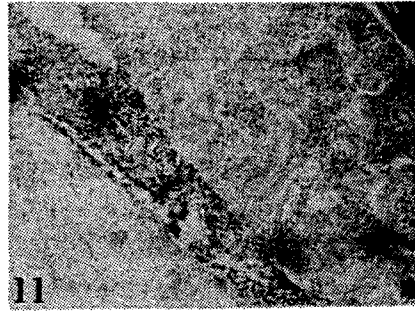


圖11. 畜牧場廢水 8 % 鰻魚浸浴後腎元萎縮

Fig. 11 Nephrons are atrophy. H-E stain 50x

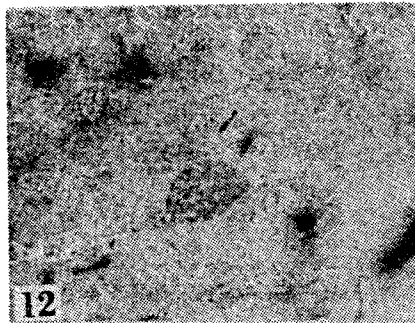


圖12. 畜牧場廢水 31.9 % 鰻魚浸浴後肝細胞萎縮、空胞變性

Fig. 12 Hepatocytes showed vacuole degeneration. H-E stain 50x

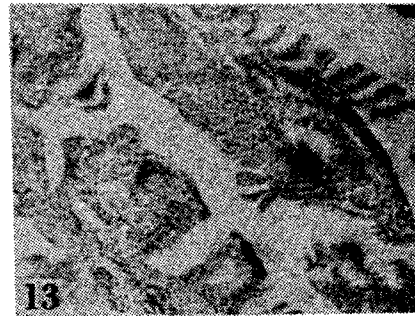


圖13. 食品工廠廢水 11.3 % 鰻魚浸浴後鰓薄板充血

Fig. 13 Has congested gill lamellae. H-E stain 50x.



圖14. 食品工廠廢水 11.3 % 鰻魚浸浴後脾臟色素沉積

Fig. 14 Pigment deposit in the spleen pulp. H-E stain 50x

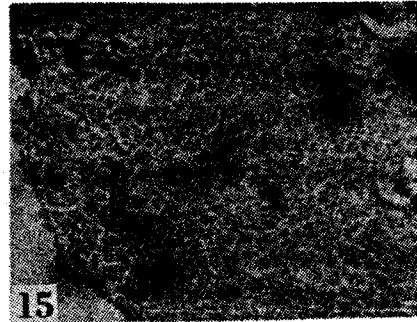


圖15. 食品工廠廢水 63.7 % 鰻魚浸浴後肝細胞萎縮、空胞變性

Fig. 15 Hepatocytes undergoes atrophy and vacuole degeneration. H-E stain 50x

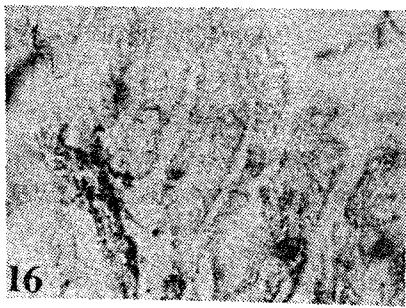


圖16. 食品工廠廢水 63.7 % 鰻魚浸浴後鰓薄板壞死水腫

Fig. 16 Causing necrosis and edema in the gill lamellae. H-E stain 50x



圖17. 食品工廠廢水 63.7 % 鰻魚浸浴後腸上皮細胞剝離

Fig. 17 Epithelial seperation occurred. H-E stain 50x

## 討 論

一、鰻魚及吳郭魚在四種廢水之急毒性試驗中，均有急促不安、快速繞游並欲躍出水面或狂奔失去平衡等情況，這可能是受到某種強烈因子刺激所致，例如廢水 pH 值低之強酸性水質、溶氧急劇下降，氨含量過高或其他有毒物質等。

二、化學工廠廢水 pH 值僅 2.91，水質呈強酸性，所以廢水濃度在 63.7 % 及 45.1 % 時之 pH 值分別為 3.61 及 4.35，鰻魚在此濃度下半小時內即全部死亡，如將廢水以地下水稀釋，pH 值就逐漸升高，鰻魚死亡數目也逐漸減少（表 3），當廢水濃度 2.82 % 時 pH 值為 7.84，鰻魚經 96 小時浸浴僅死亡 1 尾，所以廢水之 pH 值對試驗生物有明顯之影響。

三、畜牧場廢水主要是豬隻所排放的糞尿，這些糞尿未經發酵時含有高濃度的氨（Ammonia），氨在水中以  $\text{NH}_3$  及  $\text{NH}_4^+$  成一平衡關係存在，其毒性和水溫及 pH 值有關（陳 1981），氨之毒性隨水溫、pH 值升高而增加，主要是 pH 值升高時未解離的  $\text{NH}_3$  比例增加，此種未解離的  $\text{NH}_3$  對生物是具有高度的毒性（蔡 1983），由（表 18）可見畜牧場廢水在不同濃度時氨的含量，氨的含量愈高時生物死亡數目愈多，死亡時間也愈短（表 11、12），所以畜牧場廢水中氨濃度之高低是可能導致生物死亡的主因之一。

表 18 畜牧場廢水在不同濃度中氨之含量

Table 18 The amount of ammonia in different concentration of waste water of hoggerly.

Concentration (%)	pH	$\text{NH}_4^+$ (ppm)	Concentration (%)	pH	$\text{NH}_4^+$ (ppm)
Control	8.22	0.195	8	7.94	101
100	7.37	906	5.6	7.98	91.5
90	7.41	787	4	8.04	74.5
63.7	7.49	616	2.82	8.09	53.5
45.1	7.58	446	2	8.11	19.25
31.9	7.64	319	1.41	8.14	7.5
22.6	7.76	210	1	8.18	4.5
16	7.85	161.5	0.71	8.20	2.75
11.3	7.89	117			

四廢水中溶氧不足，亦可能是使生物死亡的原因之一，在食品工廠廢水中濃度愈高，溶氧愈急劇下降（表 15, 16, 17），這可能是廢水中含有大量的有機物，這些有機物受到微生物之分解快速的消耗氧，所以導致水中溶氧急劇下降（陳 1981）。

五牡蠣在各種濃度之試液中，死亡情形較不明顯，主要是牡蠣死亡時不能很快的以肉眼判定出，因為牡蠣遇到環境不良時會將其雙殼緊閉以為抵抗（蔡 1981）（黃 1983）（張 1985）。因此牡蠣在試驗前段之 24 及 48 小時內死亡情形很少其 TLM 值也甚難求出，然經過 72 或 96 小時即發現牡蠣有大量死亡之現象。

六四種廢水對鰻魚的毒害情形各一，浸浴後產生之組織病變也各異，一般而言濃度愈高，浸浴時間愈長，組織病變也愈明顯，但是濃度太高的廢水，鰻魚浸浴後短時間內即死亡，所以反而組織病變較不明顯，而在較低濃度中也因為浸浴時間不足，未能顯現其病變之主要變化。

### 摘 要

一化學工廠廢水對試驗生物 96 小時之半致死濃度鰻魚為 4.10%，吳郭魚為 12.54%，牡蠣為 8.27%。

造紙工廠廢水對試驗生物 96 小時之半致死濃度鰻魚為 12.54%，吳郭魚為 35.34%，牡蠣為 23.32%。

畜牧場廢水對試驗生物 96 小時之半致死濃度鰻魚為 1.52%，吳郭魚為 1.51%，牡蠣為 6.50%。

食品工廠廢水對試驗生物 96 小時之半致死濃度鰻魚為 13.91%，吳郭魚為 25.90%，牡蠣為 24.99%。

二四種廢水對鰻魚及牡蠣的毒性大小依序為畜牧場廢水 > 化學工廠廢水 > 造紙工廠廢水 > 食品工廠廢水，而對吳郭魚的毒性則為畜牧場廢水 > 化學工廠廢水 > 食品工廠廢水 > 造紙工廠廢水。

三由本試驗可看出鰻魚對於廢水的忍受程度較吳郭魚及牡蠣為低。一般在急毒性試驗中牡蠣對於毒性物質的忍受程度較吳郭魚為強，但是本試驗却有不同的結果，在化學工廠廢水、造紙工廠廢水及食品工廠廢水中，吳郭魚反而有較高的忍耐力。

### 謝 辭

本試驗承蒙李所長燦然博士之鼓勵及助理研究員蔡添財之指正，另洪明忠、黃錦鎮先生、周麗珍、王素貞小姐等多方協助，在此謹致謝忱。

### 參考文獻

1. 曾文陽 (1976)。台灣西南沿海養殖貝類大量死亡原因研究，台灣省水產試驗所試驗報告，33。
2. 洪楚璋等 (1976)。台灣西南沿海養殖貝類大量死亡原因研究，台灣大學海洋研究所研究報告。
3. 鄭森雄 (1975)。台灣西南部水質污染與養殖貝類大量死亡，台灣水產 Vol. 4 (1)，51-71。
4. 鄭森雄、陳松堅 (1975)。朴子溪河水之急毒性與養殖貝類大量死亡，台灣水產 Vol. 4 (1)，73-83。
5. 陳世欣 (1976)。工廠廢水及朴子溪、北港溪河水對魚類之毒性，漁牧科學雜誌 1976 年 6 月，33-104。
6. 陳建初 (1981)。水質分析，九大圖書公司。
7. 賴仲謀 (1977)。使用魚類作急毒性試驗 (TLM)，漁牧科學雜誌 1977 年 2 月，79-84。
8. 陳榮華等 (1982)。大肚溪水質污染調查，台灣省水產試驗所試驗報告，34，229-239。
9. 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。

10. 蔡添財等 (1983)。硫化物及銨鹽對鰻魚、吳郭魚之急性毒性，台灣省水產試驗所試驗報告，34，259 - 264。
11. 黃世鈴等 (1983)。有機物質及亞硝酸對吳郭魚及牝鱔之急性毒性試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，35，125 - 137。
12. 張智銘等 (1985)。常用農藥對鰻魚、吳郭魚及牝鱔的急性毒性試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，38，95 - 105。
13. 窪田三朗、宮崎照雄、江草周三 (1982)。ニホンウナギのメトヘモグロビン血症，魚病アトラス (上卷)。
14. 水產環境水質基準 (昭和47年3月)。社團法人日本水產資源保護協會。
15. 田端健二 (1975)。魚類による急性毒性試験。