

十五、現階段臺灣水產用水水質標準之探討

徐崇仁 周賢鏘 廖一久

臺灣省水產試驗所

摘 要

臺灣省水產試驗所的研究人員自 1980 年至 1989 年間發表了 36 篇有關污染物質之毒性試驗報告，對象種包括目前本省養殖最普遍的 20 種水產動物，部份種類並涵蓋了彼等生活史上的各個階段。本文目的在探討以這些試驗結果，併同其他國內、外有關之重要文獻，評估現階段臺灣水產用水水質標準之適合性，並檢討標準分級及其適用魚、蝦種，以作為今後修訂標準時之參考。

緒 言

近年來，工商業急速發展，但因未能及早作好廢水處理之有關措施，而導致水質環境嚴重惡化，不僅阻礙了水產業的持續發展，甚至引發眾多的糾紛。探討個中問題的成因，除了工業及畜產之廢水以及農藥殘留等，對水質造成直接危害外，養殖業本身的一些失宜措施，如用藥不當，養殖區給、排水規劃及處理不良等，亦是肇因之一。為避免問題繼續惡化，應儘速謀求控制及改善之對策，而水產用水水質標準的訂定，即為基本要務之一。

臺灣省水產試驗所的研究人員自 1980 年至 1989 年間發表了 36 篇有關污染物質之毒性試驗報告。對象種包括目前本省養殖最普遍的 20 種水產動物，部份種類並涵蓋了彼等生活史上的各個階段。使用的污染物質則包括 22 種毒性藥劑、11 種混合藥劑、40 種水產動物用藥、4 種產業廢水以及 10 種農藥。本文目的在探討以這些試驗結果所得的資料，併同其他國內、外有關之重要文獻，評估現階段臺灣水產用水水質標準之適合性，並檢討其分級標準及所適用魚、蝦種，以作為今後修訂標準時之參考。

養殖用水之水質標準及其分級之檢討

有關養殖用水水質標準及其分級之檢討，依據行政院於民國七十四年所訂定公佈的「水體分類及水質標準」⁽¹⁾（以下簡稱原訂）（表 1）與臺灣省水產試驗所研究人員所發表之試驗結果及其他有關資料加以比較，分就主要項目依表 1 順序陳述如下：

(1) 溶氧量

原訂一級水產用水水質標準（以下簡稱一級標準），淡水域（包括河川、湖、潭、水庫）為 5.5 mg/l，海域為 5.0 mg/l；二級水產用水水質標準（以下簡稱二級標準），淡水域為 4.5 mg/l，海域為 5.0 mg/l。陳等⁽²⁾調查臺灣省各種水域的溶氧濃度及其週日變化，並測定 40 多種水產生物的耗氧量，及檢討在存有其他污染性毒物的情形下，溶氧的安全濃度及窒息濃度所受的影響及變化，結果歸納水產用水的溶氧基準如下：

A. 在高冷性的湖泊及河川上游的水產生物，如香魚、鱒魚、鮭魚、石鱈、平頰鱈等，其溶氧基準應在 5 ppm 以上。而在沿岸較清水域的水產生物，如嘉鱖、七星鱖、黑星笛鯛、大鱗鱖、龍蝦、旭蟹、九孔、鳳螺等，其基準亦應在 5 ppm 以上。

B. 在平地的湖泊、河川、魚塢或河口水域的水產生物，如草魚、鱧魚、鯽魚、鯉魚、鰻魚、糯

表1 我國與日本「水體分類及水質標準」比較

項 目	我國水體分類 一級水質標準 ⁽¹⁾	我國水體分類 二級水質標準 ⁽¹⁾	日本水體分類 一級水質標準 ⁽²⁾	日本水體分類 二級水質標準 ⁽²⁾	日本水體分類 三級水質標準 ⁽²⁾
溶 氧 量	5.5 mg/l (5.0 mg/l)*	4.5 mg/l (5.0 mg/l)	7.5 mg/l (7.5 mg/l)	5.0 mg/l (5.0 mg/l)	2.0 mg/l
生 化 需 氧 量	2 mg/l (2 mg/l)	4 mg/l (3 mg/l)	2 mg/l (—)	3 mg/l (—)	5 mg/l
氫離子濃度指數	6.0~9.0 (7.5~8.5)	6.0~9.0 (7.5~8.5)	6.5~8.5 (7.8~8.3)	6.5~8.5 (7.8~8.3)	6.5~8.5
懸 浮 固 體 量	25 mg/l (—)	40 mg/l (—)	25 mg/l (—)	25 mg/l (—)	50 mg/l
大 腸 菌 類	5,000個/100 ml 以下 (1,000個/100 ml 以下)	10,000個/100 ml 以下 (—)	1,000個/100 ml 以下 (1,000個/100 ml 以下)	5,000個/100 ml 以下 (—)	—
氨 氮	0.3 mg/l (—)	0.3 mg/l (—)	0.3 mg/l (—)	0.3 mg/l (—)	0.3 mg/l
硫 化 氫	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l
氰 化 物	0.01 mg/l (0.01 mg/l)	0.01 mg/l (0.01 mg/l)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l
酚 類	0.001 mg/l (0.01 mg/l)	0.001 mg/l (0.01 mg/l)	0.001 mg/l (—)	0.001 mg/l (—)	0.001 mg/l
陰離子界面活性劑	0.5 mg/l (—)	0.5 mg/l (—)	0.5 mg/l (—)	0.5 mg/l (—)	0.5 mg/l
磷	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l
鎘	0.01 mg/l (0.01 mg/l)	0.01 mg/l (0.01 mg/l)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l (—)	0.01 mg/l
鉛	0.1 mg/l (0.1 mg/l)	0.1 mg/l (0.1 mg/l)	0.1 mg/l (—)	0.1 mg/l (—)	0.1 mg/l
銻	0.05 mg/l (0.05 mg/l)	0.05 mg/l (0.05 mg/l)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l
砷	0.05 mg/l (0.05 mg/l)	0.05 mg/l (0.05 mg/l)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l
汞	0.002 mg/l (0.002 mg/l)	0.002 mg/l (0.002 mg/l)	0.002 mg/l (—)	0.002 mg/l (—)	0.002 mg/l
硒	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l
銅	0.03 mg/l (0.02 mg/l)	0.03 mg/l (0.02 mg/l)	0.03 mg/l (—)	0.03 mg/l (—)	0.03 mg/l
鋅	0.5 mg/l (0.04 mg/l)	0.5 mg/l (0.04 mg/l)	0.5 mg/l (—)	0.5 mg/l (—)	0.5 mg/l
錳	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l
銀	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l (—)	0.05 mg/l
有 機 磷 劑	0.1 mg/l (0.1 mg/l)	0.1 mg/l (0.1 mg/l)	1 mg/l** (1 mg/l)**		
安 特 靈	0.0002 mg/l (0.0002 mg/l)	0.0002 mg/l (0.0002 mg/l)	0.00008 mg/l (0.00008 mg/l)		
靈 丹	0.004 mg/l (0.004 mg/l)	0.004 mg/l (0.004 mg/l)	— (—)		
毒 殺 芬	0.005 mg/l (0.005 mg/l)	0.005 mg/l (0.005 mg/l)	— (—)		

安 殺 番	0.003 mg/l (0.001 mg/l)	0.003 mg/l (0.001 mg/l)	— (—)
飛佈達及其衍生物	0.001 mg/l (0.001 mg/l)	0.001 mg/l (0.001 mg/l)	0.03 mg/l (0.03 mg/l)
滴滴涕及其衍生物	0.001 mg/l (0.001 mg/l)	0.001 mg/l (0.001 mg/l)	0.025 mg/l (0.025 mg/l)
阿特靈—地特靈	0.003 mg/l (0.002 mg/l)	0.003 mg/l (0.002 mg/l)	0.01 mg/l (0.01 mg/l)
五氯酚及其鹽類	0.005 mg/l (0.005 mg/l)	0.005 mg/l (0.005 mg/l)	— (—)
除 草 劑 (丁基拉草等)	0.1 mg/l (0.1 mg/l)	0.1 mg/l (0.1 mg/l)	— (—)

註：* 括弧內的數值為海域之水質標準，又農藥部份日本參考文獻中之水質標準未予分級。

**甲殼類者為 0.0005 mg/l。

鰻、烏魚、吳郭魚、塘虱魚、淡水長腳大蝦、河蚌、虱目魚、花身雞魚、鑲點石斑、黑瓜子鱻、黑鯛、草蝦、砂蝦、紅蟳、牡蠣、文蛤、簾蛤等，其基準則可低到 3.7 ppm。

由於目前所訂定之一、二級標準之溶氧基準值，均較上述 A、B 項之同種者為高，故仍屬適當。

(2)生化需氧量

原訂的一級標準，淡水域及海域均為 2 mg/l，二級標準則淡水域為 4 mg/l，海域為 3 mg/l。有關水產生物對生化需氧量忍受度的試驗研究甚為缺乏；陳等⁽⁴⁾曾就化學工業、造紙工廠、畜牧場及食品工廠等四種產業廢水對吳郭魚、鰻魚及牡蠣等三種養殖生物之毒性進行研究，雖然發現後三種廢水之毒性主要來自高度的生化需氧量，然由於產業廢水成份複雜，再加上該試驗係以靜水方式進行，故就生化需氧量的生物試驗而言，資料較難以採信。惟就成份較為單純的畜牧場廢水(BOD=2,950 ppm)而言，吳郭魚之 96 hr TL_m 值為 44.5 ppm，鰻魚為 44.8 ppm，牡蠣為 191.8 ppm，其安全值則分別為 4.5 ppm，4.5 ppm 及 19.2 ppm；如採流水式試驗，則所得之值可能稍高，自然更高於原訂之二級標準值，故原訂之二級標準不論在淡水域或海域應屬適當。至於一級標準與日本之一級標準(表 1)相同，適用種類類似，亦應屬適當。

(3)氫離子濃度指數

原訂的淡水域一級及二級標準則均為 6.0~9.0，海域之一、二級標準則同為 7.5~8.5；然對生物而言，安全的 pH 值應在 6.5~8.5⁽⁵⁾，超過了這個範圍則營養鹽會開始結合而難以被植物所利用，以致餌料生物，甚至整個水域生產力的降低。同時水之 pH 值愈高，氨氮中未解離的氨濃度也愈高。在溫度為 25°C，pH 值為 8.5 時，水中未解離的氨(毒性的主要來源)佔 15%；而當 pH 值升至 9.0 時，則達 36%⁽⁵⁾。至於正常海域之 pH 值，亦均位於 7.8~8.3 的範圍內，可見原訂海域標準尚屬適當，而淡水域之標準則略嫌太寬，故建議淡水域之標準不論是一級或二級均應嚴格限制在 6.5~8.5 之間為宜。

(4)懸浮固體量

原訂的淡水域一級標準為 25 mg/l，二級標準為 40 mg/l。根據歐洲內陸漁業指導委員會(EIFAC)的資料，懸浮固體量(SS)在 25 ppm 以下時，對漁業不產生任何有害的影響；80 ppm 以下仍可維持良好或中等漁業；80~400 ppm 時，已無法維持良好漁業；400 ppm 以上則幾乎所有漁業均無法維持。而日本水產用水基準則規定人為添加之 SS 應在 10 ppm 以下，故行政院所定之一級標準 25 ppm 固然合乎歐洲標準，但似應解釋為人為添加之 SS 需在 10 ppm 以下，加上自然條件的混濁也不得超過 25 ppm 以上，特別是鮭鱒魚類喜好清水，平時使用之河川水尤需保持乾淨，

二級標準亦應作相同詮釋。另外，湖、潭、水庫水爲止水，自然條件的混濁理應遠低於流動的河川水，故標準宜訂得較爲嚴格，以限制人爲添加之 SS 比例的增加。日本之水產用水標準已另有規定，而我國者則尙待訂定。

(5) 大腸菌類

原訂的淡水域一級標準爲 5,000 個/100 ml 以下，二級標準爲 10,000 個/100 ml 以下，海域之一級標準爲 1,000 個/100 ml 以下。然日本水產環境水質基準⁽⁵⁾規定養殖牡蠣如以生食爲目的時，其水中的大腸菌類不得超過 70 個/100 ml，而美國更規定貝類養殖用水之樣品中央值不得超過 14 MPN/100 ml，其中 10% 之樣品不得超過 43 MPN/100 ml⁽⁶⁾。顯然，在合乎原訂標準的海域中生產的貝類仍不適於生食。故行政院公佈之標準應附註不以生食爲目的。

(6) 氨 氮

原訂的淡水域一級標準爲 0.3 mg/l，二級亦同。Chin and Chen⁽⁷⁾ 根據草蝦 postlarvae (PL₆) 96 小時 LC₅₀ 值，認爲氨氮的安全濃度 (0.1×96 hr LC₅₀) 爲 1.15 mg/l (0.1 mg/l NH₃-N)，但是 nauplius 的 96 小時 LC₅₀ 值，則爲 0.13 mg/l，遠低於 PL₆ 期者。而吳郭魚⁽⁸⁾、鰻魚⁽⁸⁾ 之幼魚及草蝦較後期之幼蝦，其 0.1×96 hr TLm 則分別爲 4.4 mg/l、2.7 mg/l 及 4.5 mg/l，故 1.0 mg/l (日本水產環境水質基準) 應可滿足上述安全濃度之要求。但無論淡水或海水域，此標準皆僅適用於養成階段。

至於幼苗之培育，則宜以 0.1 mg/l 爲標準，因其值同時亦可適用於鮭、鱒幼魚之培育。許多試驗結果顯示魚類之氨氮致死濃度爲 0.2~2 mg/l，其中鱒魚最敏感爲 0.2 mg/l (虹鱒)，而鯉魚忍受力最強⁽⁶⁾，故 0.3 mg/l 尙未能滿足上述之需求。再者水溫低於 30°C，pH 在 8.5 以下時，氨氮 0.1 mg/l 中之 NH₃-N 含量剛好會小於 0.02 mg/l (美國水質標準)⁽⁶⁾，故其一級標準建議採取較嚴格的 0.1 mg/l，海域亦同。

(7) 硫化氫

原訂的淡水域一級標準爲 0.05 mg/l，二級亦同。有關吳郭魚及鰻魚之硫化物毒性試驗方面⁽⁸⁾，以 0.1×96 hr TLm 來說，吳郭魚及鰻魚分別爲 2.27 ppm 及 1.14 ppm，兩者均遠大於行政院公佈之標準。然兩者之供試材料均近於成魚，且 pH 值均維持於 8.2，略爲偏高。硫化物之毒性主要來自硫化氫 (H₂S)，在 pH 9 時，約有 99% 之硫化物以 HS⁻ 之形式存在，pH 7 時，H₂S 及 HS⁻ 各半，而在 pH 5 時，則有 99% 之硫化物以 H₂S 之形式存在⁽⁶⁾。鯉魚在 pH 5.2 時，其 24 小時致死濃度爲 0.23 ppm，在 pH 6.1 時爲 0.39 ppm，在 pH 7.4 時則又降爲 0.23 ppm⁽⁶⁾。故隨著 pH 值不同，硫化物對水生生物之毒性有很大的不同。鑑於魚類幼苗對 H₂S 之忍受度甚低，美國將未解離之 H₂S 濃度標準訂爲 0.002 ppm；因此在不同生活史階段及不同 pH 值水質環境下之硫化物毒性試驗資料尙未充實前，維持行政院公佈之 0.05 ppm 標準，尙屬合理，不失爲權宜之計。

(8) 氰化物

原訂淡水域及海域之一級標準爲 0.01 mg/l，二級亦同。體長 2.74 cm 之草蝦，其 0.1×48 hr TLm 值爲 0.034 mg/l⁽⁹⁾；體長爲 3.1 cm 之鯉魚，在 10~15°C 時之 0.1×48 hr TLm 值爲 0.048 mg/l⁽⁵⁾。根據上述結果及其他種類⁽⁶⁾之毒性試驗數據顯示，0.01 mg/l 似爲合理的標準。

(9) 酚 類

原訂之淡水域一級標準爲 0.001 mg/l，二級亦同，海域之一、二級標準則同爲 0.01 mg/l。而根據試驗結果顯示，吳郭魚之 0.1×48 hr TLm 值爲 2.4 ppm⁽¹⁰⁾，虱目魚爲 3.0 ppm⁽¹¹⁾，草蝦則爲 2.6 ppm^(9,11)。另外，牡蠣之 0.1×96 hr TLm 值爲 172 ppm⁽¹⁰⁾，文蛤爲 18.9 ppm⁽¹¹⁾；與日本之溫帶

表 2 生物種別與忍受濃度最小值一覽表

單位：mg/l

	淡 水 魚	海 水 魚	甲 殼 類	兩 枚 貝
鉍鹽	48 小時 TLm $\times 0.1^{(8)}$ 鯉 魚 3.361		48 小時 TLm $\times 0.1^{(9)}$ 草 蝦 4.508	
硫化物	48 小時 TLm $\times 0.1^{(8)}$ 鯉 魚 1.353			
氰化物			48 小時 TLm $\times 0.1^{(9)}$ 草 蝦 0.034	
酚	48 小時 TLm $\times 0.1^{(9)}$ 吳 郭 魚 2.39		48 小時 TLm $\times 0.1^{(11)}$ 草 蝦 2.664	96 小時 TLm $\times 0.1^{(11)}$ 文 蛤 18.95
鎘	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 吳 郭 魚 0.215	48 小時 TLm $\times 0.1^{(23)}$ 黃 鱮 鯛 0.390	24 小時 TLm $\times 0.1^{(13)}$ 斑節蝦後期幼蟲 I 期 0.012	96 小時 TLm $\times 0.1^{(12)}$ 牡 蠣 0.055
鉛	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 鯉 魚 0.160	48 小時 TLm $\times 0.1^{(23)}$ 黃 鱮 鯛 17.8	48 小時 TLm $\times 0.1^{(19)}$ 長臂大蝦 13.60	96 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 文 蛤 13.824
銻	48 小時 TLm $\times 0.1^{(21)}$ 鱧 魚 2.390	48 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 虱 目 魚 3.075	48 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 草 蝦 0.920	96 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 文 蛤 1.673
砷	48 小時 TLm $\times 0.1^{(21)}$ 吳 郭 魚 1.920	48 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 虱 目 魚 1.630	48 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 草 蝦 0.900	96 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 文 蛤 0.237
汞	48 小時 TLm $\times 0.1^{(18)}$ 草 魚 0.020	48 小時 TLm $\times 0.1^{(23)}$ 黑 鯛 0.010	24 小時 TLm $\times 0.1^{(20)}$ 草蝦糠蝦 I 期 0.00064	96 小時 TLm $\times 0.1^{(14)}$ 文 蛤 0.012
銅	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 吳 郭 魚 0.027	48 小時 TLm $\times 0.1^{(23)}$ 黃 鱮 鯛 0.136	24 小時 TLm $\times 0.1^{(20)}$ 草蝦無節幼蟲期 0.0037	96 小時 TLm $\times 0.1^{(12)}$ 牡 蠣 0.012
鋅	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 鯉 魚 0.210	48 小時 TLm $\times 0.1^{(23)}$ 黃 鱮 鯛 1.800	24 小時 TLm $\times 0.1^{(13)}$ 斑節蝦後期幼蟲 I 期 0.021	96 小時 TLm $\times 0.1^{(12)}$ 牡 蠣 0.112
錳	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 鯉 魚 328.4	48 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 虱 目 魚 146.66	48 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 草 蝦 21.67	96 小時 TLm $\times 0.1^{(19)}$ 蜆 19.90
鋁	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 鯉 魚 3.80			
鎳	48 小時 TLm $\times 0.1^{(18)}$ 草 魚 6.50		48 小時 TLm $\times 0.1^{(19)}$ 長臂大蝦 16.90	
錫	48 小時 TLm $\times 0.1^{(15)}$ 鯉 魚 18.20			
鐵	48 小時 TLm $\times 0.1^{(21)}$ 鱧 魚 4.66	48 小時 TLm $\times 0.1^{(23)}$ 黑 鯛 5.150	48 小時 TLm $\times 0.1^{(19)}$ 長臂大蝦 12.60	96 小時 TLm $\times 0.1^{(17)}$ 文 蛤 47.857
甲酚			48 小時 TLm $\times 0.1^{(31)}$ 草 蝦 3.120	
甲醛			48 小時 TLm $\times 0.1^{(31)}$ 草 蝦 33.10	
苦味酸	48 小時 TLm $\times 0.1^{(9)}$ 吳 郭 魚 21.73		48 小時 TLm $\times 0.1^{(31)}$ 草 蝦 3.980	96 小時 TLm $\times 0.1^{(10)}$ 牡 蠣 20.8
單寧酸		48 小時 TLm $\times 0.1^{(11)}$ 虱 目 魚 9.204	48 小時 TLm $\times 0.1^{(31)}$ 草 蝦 58.80	96 小時 TLm $\times 0.1^{(10)}$ 牡 蠣 6.0

水生動物毒性試驗所得結果頗為類似⁽⁵⁾。唯水中酚類濃度在 0.002 mg/l 時，吾人即可查覺出魚肉之腐臭味⁽⁶⁾，故就不減損水產物商品價值之立場而言，維持一級及二級標準在 0.001 mg/l 仍屬必要。

(10) 陰離子界面活性劑

原訂淡水域一級標準為 0.5 mg/l，二級亦同。我國目前尚無任何有關陰離子界面活性劑的報告。依據日本資料⁽⁵⁾顯示，鯉魚對界面活性劑 Alkylbenzene Sodium Sulfonate (ABS) 之 48 hr TLm 為 18.7 ppm，鰻魚之 48 hr TLm 為 23.1 ppm，96 hr TLm 為 7.5 ppm，烏魚幼魚之 96 hr TLm 為 10.1 ppm。以該等濃度之 1/10 為安全濃度時，亦均大於 0.5 ppm。在尚未有更多本地種類之各種陰離子界面活性劑之毒性試驗報告發表前，維持原標準似為權宜之計。

(11) 磷

原訂淡水域一級標準為 0.01 mg/l，二級亦同。我國目前並無有關磷的毒性試驗報告，即或國外之有關報告亦甚少，有待未來進一步探討。

(12) 鎳

原訂淡水域及海域的一、二級標準均為 0.01 mg/l。鎳是一種對生物體有害無益的金屬，有關其對我國主要養殖種類之毒性試驗結果參見文獻^(12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24)。供試魚種共有 16 種，除了因種類之不同，毒性試驗結果有所不同外，同種魚類在不同的實驗條件、生活史的各階段，試驗結果亦有相當大的差異。如 1.0~1.5 cm 之吳郭魚，在打氣的狀況下 24 hr 之 TLm 為 2.4 mg/l，48 hr 之 TLm 為 2.15 mg/l，而 2.13 cm 之吳郭魚在不打氣的狀況下則分別為 140 mg/l 及 53.22 mg/l。草蝦在 Mysis III 期時，其 24 hr 之 TLm 為 0.15 mg/l，PL₄ 期時則提高為 2.61 mg/l；斑節蝦、砂蝦、淡水長腳大蝦幼苗期之毒性試驗結果亦大致在此範圍⁽¹³⁾。由於上述 TLm 濃度之十分之一，即安全濃度均高於 0.01 mg/l，故 0.01 mg/l 概可視為適當之安全濃度。惟 1 μg/l 之濃度對淡水長腳大蝦之初期成長可能造成影響；而牡蠣在 4 月至 8 月間飼育於鎳濃度為 10 μg/l (即 0.01 mg/l) 之海水中可累積 18 mg/l 之高濃度鎳於其肉中，超過導致人類嘔吐之界限 (13~15 mg/l)⁽⁶⁾，故昇高一及二級標準至 1 μg/l (即 0.001 mg/l) 可能是必須的。

(13) 鉛

原訂淡水域及海域的一級標準為 0.1 mg/l，二級亦同。有關鉛對我國主要養殖種類之毒性試驗結果參見文獻^(15,17,18,19)。不同種類之魚類，對毒性之忍受力有相當大的差異。如鯉魚、吳郭魚之 48 hr TLm 分別為 1.6 及 2.13 mg/l，而同為淡水魚的草魚及塘虱魚則高達 221 mg/l 及 195 mg/l。另外，相同種類之毒性試驗結果亦可能有很大的歧異，如虹鱖⁽⁵⁾之 24 hr TLm (流水) 為 3.75 mg/l，而 96 hr TLm 為 542 mg/l (止水)。藍鰈魚之 48 hr TLm 為 1.4 mg/l ((C₂H₅)₄Pb，止水)，而不同的試藥則為 468 mg/l (PbCl₂，止水)。因此，取其低值試求安全濃度 (0.1×48 hr TLm)，則 0.1 mg/l 仍合乎安全性要求。

(14) 鉻

原訂淡水域及海域的一級標準為 0.005 mg/l，二級亦同。有關鉻對我國主要養殖種類之毒性試驗結果參見文獻^(15,17,21)。在六種試驗種類中，以草蝦之 48 hr TLm 之 9.26 mg/l 為最低。至於冷水性魚類之毒性試驗結果，則證實 0.2 mg/l 以上之濃度方對淡水魚貝類產生影響⁽⁶⁾，故一級標準以 0.1 mg/l 為適當，以適用於高冷性魚類之棲息環境。而二級水則可降低標準至 0.5 mg/l。

(15) 砷

原訂淡水域及海域的一級標準為 0.05 mg/l，二級亦同。本省七種主要養殖魚種的毒性試驗結果參見文獻^(17,21,25)。其中 48 hr TLm 之最小值為草蝦之 9 mg/l，而文蛤之 96 hr TLm 更低至

2.36 mg/l，雖然二者之安全濃度（ 0.1×48 hr TLm 或 0.1×96 hr TLm）分別為 0.9 mg/l 及 0.2 mg/l，均大於標準 0.05 mg/l，但當飲水中砷濃度大於 0.3 mg/l 時，即會產生 hyperkeratosis，即臺灣所謂的烏脚病⁽⁶⁾。考慮生物累積重金屬對人體健康之不良影響，降低安全濃度至原訂標準應屬必要。

(16) 汞

原訂淡水域及海域的一級標準為 0.002 mg/l，二級亦同。本省十六種主要養殖魚種的毒性試驗結果參見文獻^(12,13,14,15,16,18,19,20,21,23,26)。其中尤以蝦類各時期之毒性試驗結果最為詳盡，蝦苗之 24 hr TLm 一般在 0.006 至 0.03 mg/l 之間，而幼魚及幼蝦則在 0.1 至 1.0 mg/l 之間，二者間有明顯的差異，因此，其水質標準宜予分級。由表 2 所列數據判斷，如一級標準訂為 0.0006 mg/l 或不能檢出，二級標準訂為 0.01 mg/l，兩者可分別適用於魚蝦繁殖場或養殖場應較妥當。

(17) 錳

原訂淡水域及海域的一級標準為 0.05 mg/l，二級亦同。有關錳的毒性試驗報告目前尚缺乏，無法評估原訂標準是否適當。

(18) 銅

原訂淡水域的一級標準為 0.03 mg/l，二級亦同，海域則一、二級標準均為 0.02 mg/l。十六種本省主要養殖種類的毒性試驗結果參見文獻^(12,13,14,15,16,18,19,20,21,22,23,24,26)。其中除草蝦 Mysis I 期之 24 hr TLm 低至 0.0055 mg/l 外，其他結果不論是 24 hr、48 hr、72 hr 或 96 hr TLm 均大於 Nauplius 之 0.037 mg/l (24 hr TLm)。然如以 Nauplius 之 24 hr TLm $\times 0.1$ ，即 0.0037 mg/l 為安全濃度，則該濃度約等於海水的平均銅離子濃度⁽⁶⁾，是否維持原訂濃度標準較合乎實際，尚待斟酌。

(19) 鋅

原訂的淡水域一級標準為 0.5 mg/l，二級亦同，海域則一、二級標準均為 0.04 mg/l。十四種本省主要養殖種類的毒性試驗結果參見文獻^(12,13,14,15,16,20,21,22,23,24,25,26)。文獻中大部份的資料均為 24 hr TLm，其中蝦苗之 24 hr TLm 泰半均低於 0.5 mg/l，最低者為斑節蝦後期幼蟲之 0.21 mg/l，因此降低濃度標準至 0.02 mg/l 應屬必要。如此，即使 48 hr TLm 之最低值乘以安全係數 (0.1)，即斑節蝦苗 PL₁ 期之 0.021 mg/l 亦可滿足。

(20) 錳

原訂的淡水域一級標準為 0.05 mg/l，二級亦同。九種本省主要養殖種類毒性試驗結果參見文獻^(15,17,18,19)。供試種類之 24 hr、48 hr 或 96 hr TLm 值中，以蜆之 96 hr TLm 值 199 mg/l 為最低，然供試生物均為幼魚、幼蝦期以上者，因此是否應將標準修正得較為寬鬆，尚無法評估。

(21) 銀

原訂的淡水域一級標準為 0.05 mg/l，二級亦同。目前尚缺乏本省重要養殖種類的銀毒性試驗報告，因此，無法評估原訂標準是否適當。

(22) 有機磷劑

原訂淡水域及海域的一級標準為 0.1 mg/l，二級亦同。二種有機磷——大利松 (Diazinon) 及亞素靈 (Azodrin) 對本省數種重要養殖魚類毒性試驗結果分別列於文獻^(27,28)中。除草蝦之 24 hr 及 48 hr TLm 值接近 0.1 mg/l 外，其餘均遠高於標準。故一、二級標準至少均宜提高至 0.01 mg/l。甲殼類對有機磷劑之忍受力低，在 Diazinon 方面，日本水產環境水質標準特將甲殼類者訂

爲 0.0005 mg/l，而其他生物者則訂爲 1 mg/l。

(23)安特靈、靈丹、毒殺芬

原訂標準如表 1 所示，目前尚無報告供評估原訂標準是否適當。

(24)安殺番

原訂淡水域的一級標準爲 0.003 mg/l，二級亦同，海域則一、二級標準均爲 0.001 mg/l。吳郭魚及牡蠣之毒性試驗結果參見文獻⁽²⁷⁾。吳郭魚之 24 hr TLm 爲 0.0062 mg/l，接近標準，因此斟酌降低淡水域一、二級標準之濃度至 0.001 mg/l 似較妥當。

(25)飛佈達、滴滴涕、阿特靈及五氯酚

原訂標準如表 1 所示，目前尚無報告供評估原訂標準是否適當。

(26)除草劑（丁基拉草）

原訂淡、海水域的一級標準爲 0.1 mg/l，二級亦同。六種本省主要養殖種類之毒性試驗結果參見文獻^(29,30)。草蝦、虱目魚、鰻魚及吳郭魚之 48 hr TLm 分別爲 0.018、0.65、0.27 及 1.32 mg/l，遠低於牡蠣及文蛤之 12.13 及 11.2 mg/l (96 hr TLm)。故一級標準宜提高至 0.01 mg/l，二級亦同，以滿足上述魚類之安全濃度 (0.1×48 hr TLm) 之要求。

討論與建議

標準分級及適用魚種之檢討

表 1 列出我國與日本『水體分類及水質標準』之比較。我國將水產用水分爲二級而日本分爲三級。我國適用於一級用水的對象種爲鱒魚、香魚、鱸魚、鯰魚、嘉鱚魚及紫菜類，二級水產用水爲草鱸魚、虱目魚、烏魚及龍鬚菜。日本適用於一級的對象種爲紅點鮭等，二級爲鱒魚等鮭科魚類及香魚，三級則爲鯉、鯽等魚類。可見如以適用種類作爲水產用水之分級依據的話，則我國的一級用水相當於日本二級，而我國的二級用水相當於日本的三級用水。

然而就水質標準的內涵而言（表 1），氫離子濃度指數我國者較寬鬆，溶氧量、大腸菌類、生化需氧量及懸浮固體量部份，我國一級標準大約在日本的一級與二級之間，而我國的二級標準大約在日本的二級或三級之間。其他項目則不論我國或日本的標準均相同而不分級。由以上之適用對象種及水質項目標準的比較，我國的水質標準較日本標準就相同種類而言稍爲嚴格一些。由於日本一級水產用水之適用種，紅點鮭等概屬冷水性鮭科魚類，我國目前並無研究資料顯示有重要養殖種須利用一級水產用水（日本標準）者，故維持目前二階級的水產用水標準不失爲權宜之計。

另外，原行政院公佈之一級水產用水之適用魚種包括鯉魚、香魚、鱸魚及鯰魚用水。依前述溶氧項所建議溶氧基準之適用魚種而言，鯉魚及塘虱魚可充分適用水產用水之二級標準；而目前國內養殖普遍的虹鱒及河川上游的魚種（正行開發爲養殖種類者），如鮭魚、石鱈等則應列入爲一級水產用水適用魚種。同時，由於水生動物之仔稚期，特別是蝦類等，對毒性物質忍耐力較幼、成體低，對水質之要求遠高於成體，故有關養殖物之繁殖場用水似宜適用一級標準。

水產用水水質標準之綜合檢討與建議

綜合上述有關原訂水質標準的檢討結果，茲建議應行考慮修正的水質標準項目摘述如下：

- (1)氫離子濃度指數：淡水域之標準不論是一級或二級宜改爲 6.5~8.5。
- (2)懸浮固體量：原訂標準值屬適當，但應該加註人爲添加懸浮固體量在 10 ppm 以下，且僅適用於河川，而湖、潭、水庫之標準則應另訂。

- (3)大腸菌類：原訂標準稍嫌寬鬆，至少應附註在該標準之水質環境下所生產之水產品不以生食為目的。
- (4)氨氮：淡水域二級標準可降為 1.0 mg/l，而一級標準則宜略昇至 0.1 mg/l，海域亦同。
- (5)酚類：不論在淡水域或海域，其一、二級標準宜維持在 0.001 mg/l。
- (6)鎘：不論是淡水域或海域，其一、二級標準似有升高至 0.001 mg/l 之必要。
- (7)鉻：二級標準應可降低至 0.5 mg/l。
- (8)汞：一級標準宜提高為 0.0006 mg/l 或不能檢出，二級標準可降低至 0.01 mg/l。
- (9)鋅：淡水域之一、二級標準宜升高至 0.02 mg/l。
- (10)有機磷劑：淡水域之一、二級標準宜升高至 0.01 mg/l。
- (11)安殺番：淡水域之一、二級標準宜升高至 0.001 mg/l。
- (12)除草劑：淡水域之一、二級標準宜升高至 0.01 mg/l。

其餘項目以目前之試驗資料來看，或尚屬適當，或缺乏詳細資料無法評估，因此，建議暫時維持原訂標準。

尚待充實之有關研究

- (1)部份項目，例如礦油類、清潔劑等之資料欠缺，尚待補足。
- (2)供試種類待充實。部份項目之供試種類仍嫌不足，尤其本省常見的暖水性養殖種類之毒性試驗資料從國外亦難以尋獲，須自行補足。
- (3)重要種類生活史各階段資料的補充——蝦類生活史各階段資料大都已建立，魚類者則尚欠缺。
- (4)研究設備、試驗方法及條件之充實——例如流水試驗設備之充實，pH 值等試驗條件之補足及試驗方法之整合等均有加強的必要。

參 考 文 獻

1. 行政院衛生署 (1985)。水體分類及水質標準。
2. 岡部史郎、坪田博行 (1975)。水質基準の問題。日本海洋學會誌特集號。海洋環境污染に關連する調査研究の現状と問題點，p. 209-214。
3. 陳弘成、張金豐、趙國孝 (1984)。水產用水溶氧基準之研究。臺灣省水產學會，漁業環境保護研討會摘要，p. 49。
4. 陳榮華、黃世鈴、余廷基 (1986)。廢水對鰻魚、吳郭魚及牡蠣之急性毒性試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，41: 71-85。
5. 日本水產資源保護協會 (1972)。水產環境水質基準，pp. 85。
6. U. S. Environmental Protection Agency (1976)。Quality criteria for water. pp. 256。
7. Chin, T S. and J. C. Chen (1989)。Acute toxicity of ammonia to larvae of the tiger prawn *Penaeus monodon*. *Aquaculture*, 66: 247-253。
8. 蔡添財、簡肇衡、余廷基 (1983)。硫化物及鉍鹽對鰻魚、吳郭魚之急性毒性。臺灣省水產試驗所試驗報告，34: 257-264。
9. 崔淑英、丁雲源 (1983)。氯化銨、酚及氰酸鉀對草蝦幼蝦之急速毒性 (未發表)。
10. 黃世鈴、秦宗顯、余廷基 (1983)。有機物質及亞硝酸對吳郭魚及牡蠣之急性毒性試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，35: 125-137。
11. 林世榮 (1988)。有機溶劑對虱目魚、草蝦、文蛤之毒性及對生長之影響。臺灣省水產試驗所試驗報告，44: 239-251。
12. 蔡添財、余廷基 (1981)。重金屬對吳郭魚、鰻魚及牡蠣之毒性研究。臺灣省水產試驗所試驗報告，33: 581-586。
13. 廖一久、謝介士 (1982)。重金屬對斑節蝦及淡水長腳大蝦之急性毒性試驗。臺灣省水產試驗所七十一年度水產試驗研究工作報告，p. 233-236。
14. 潘明珠 (1982)。重金屬對草蝦、文蛤的毒性試驗 (未發表)。
15. 魏彰郁、劉嘉剛 (1982)。重金屬的毒性對鰻魚及吳郭魚的半致死濃度。臺灣省水產試驗所試驗報告，34: 207-217。
16. 江章、丁雲源 (1984)。重金屬對砂蝦初期幼蟲之急速毒性試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告，36: 93-98。

17. 賴仲謀 (1984)。重金屬對於虱目魚、草蝦、文蛤之半致死影響。臺灣省水產試驗所七十三年度水產試驗研究工作報告, p. 403-406。
18. 魏彰郁、林晏熙、劉嘉剛 (1984)。重金屬毒性對草魚及塘虱魚的半致死影響。臺灣省水產試驗所試驗報告, 37: 169-171。
19. 魏彰郁、林晏熙、劉嘉剛 (1985)。重金屬毒性對淡水蝦及蜆的半致死濃度。臺灣省水產試驗所試驗報告, 38: 75-81。
20. 謝介士 (1986)。汞、銅、鎳、鋅等四種重金屬對各期草蝦幼苗之急性毒研究。國立臺灣大學海洋研究所碩士論文, pp. 64。
21. 余廷基、劉志仁 (1987)。常用農藥對吳郭魚及牡蠣之急性毒性試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, 42: 283-288。
22. Liao, I. C. and C. S. Hsieh (1988). Toxicity of heavy metals to *Penaeus japonicus* I—Toxicities of copper, cadmium and zinc to *P. japonicus*. *J. Fish. Soc. Taiwan*, 15(2): 69-78.
23. 陳萬生、丁雲源 (1989)。重金屬對黑鯛及黃鰭鯛之急速毒性試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告。(印刷中)
24. Liao, I. C. and C. S. Hsieh (1989). Toxicity of free heavy metal to *Macrobrachium rosenbergii*. In: R. Hirano and I. Hanyu, eds. Proc. of the Second Asian Fisheries Forum, p. 923-926.
25. 白隆慧、黃連泰 (1986)。重金屬毒性對草、鯉魚的半致死濃度。臺灣省水產試驗所試驗報告, 41: 67-70。
26. 林世榮 (1980)。汞銅鋅對於淡水長腳大蝦與虱目魚之急速毒性試驗。中國水產, 339: 20-25。
27. 黃連泰 (1987)。一些重金屬對吳郭魚、大頭鱸之急性毒研究。臺灣省水產試驗所試驗報告, 42: 205-209。
28. 賴仲謀 (1986)。常用農藥對虱目魚、草蝦、文蛤之急速毒性。臺灣省水產試驗所試驗報告, 41: 87-92。
29. 賴仲謀、周賢鏘 (1984)。殺草劑對虱目魚、吳郭魚、文蛤、牡蠣之急速毒性。臺灣省水產試驗所試驗報告, 37: 29-32。
30. 余廷基、張智銘、黃世鈴 (1985)。常用農藥對鰻魚、吳郭魚及牡蠣之急性毒性試驗。臺灣省水產試驗所試驗報告, 38: 95-105。
31. 李榮涼 (1982)。有機物質對草蝦之半致死影響 (未發表)。

Evaluation of the Water Quality Criteria for Aquaculture Uses in Taiwan

Chung-Zen Shyu, Shiarn-Chiang Chou and I-Chiu Liao

*Taiwan Fisheries Research Institute,
199 Hou-lh Road, Keelung, Taiwan, R. O. C.*

ABSTRACT

This study was conducted to review 36 papers on toxicity experiments of pollutants to aquaculture species published by the Taiwan Fisheries Research Institute between 1980 and 1989 and some documents from different countries. Data from these experiments were used to evaluate the water quality criteria for aquaculture uses in Taiwan.

The target species used in the experiments included 20 species that are most popularly cultured in Taiwan. Some of the species had been tested at different stages of their life cycles. The pollutants included heavy metals, industrial wastes, and insecticides.