

## 台灣西南部草蝦、鰻魚和魚鴨養殖池水質之研究—II

郭世榮·丁雲源

studies on the water Quality of Tiger Prawn, Eel, and Fish-cum-Duck Ponds in

Southwestern Taiwan -II

Shih-Rong Kuo and Yun-Yuan Ting

Culture environment and water quality of tiger prawn, eel, and fish-cum-duck ponds in Southwestern Taiwan were investigated from July 1987 to June 1988. Water temperature, water color, transparency, pH, dissolved oxygen, ammonium-nitrogen, nitrite-nitrogen, nitrate-nitrogen, iron, phosphorus, silicate, total alkalinity, redox potentials, BOD, hydrogen sulfide, salinity and algae were measured and analyzed.

Three tiger prawn ponds had normal harvest in this study and the total production of shrimp increased only by 37.87% compared with 1987. The cause of mortality of tiger prawn couldn't be detected from the water quality of shrimp ponds.

Abundance of *Microcystis aeruginosa* reached  $4.36 \times 10^4$  counts/ml in the Putai eel ponds. There was unstable pH value, higher concentration of  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_2\text{-N}$  in the small Putai eel culture area in contrast to the big Funai eel culture area.

In the fish-cum-duck pond, the pond water when there was no duck had less concentration of  $\text{NH}_4\text{-N}$  and  $\text{NO}_2\text{-N}$  than the period when duck was cultured. Also, there was no odor of fish during the period when no duck was cultured.

### 前 言

行政院農業委員會補助的「養殖環境及魚類異味改善」計畫，是一個結合許多學術研究單位共同合作的研究計畫，係針對本省的蝦池、鰻池和漁牧綜合經營池，從事水質、藻類、浮游性動物、微生物相和底泥等一系列的研究工作，目標是逐步建立起本省養殖池的環境基礎資料。

在草蝦養殖方面，它雖然使本省在76年締造了「草蝦王國」的奇蹟，但在77年即因草蝦發生大量死亡而暫時失去這個寶座。根據最近魚病防治專案小組的報告<sup>(1)</sup>，發現生病或剛死的草蝦肝胰臟中，普遍感染有草蝦桿狀病毒 (Monodon baculovirus)。此外，在非病原因素中，包括使用不正常方法培育蝦苗、養殖池之老化、養殖密度過高、人工飼料品質參差不齊，藥物之濫用，養殖用水之水質不良，部份業者養殖技術不良，以及養殖業者缺乏防疫觀念等，都可能造成草蝦的死亡，其中許多項目都和養殖環境和養殖管理有極為密切的關係。由於筆者負責水質方面的工作，因此在本試驗中，除了建立草蝦池水質基礎資料以外，並希望從水質和環境方面來探討草蝦大量死亡的原因。

在鰻魚養殖方面，由於本省氣候溫和，養鰻環境比日本優越，使本省養鰻事業得以蓬勃發展。目前使用的止水式養鰻法，雖可減少抽用大量地下水引起的地層下陷，但因其水質控制較為不易，容易發生病害，所以止水式養鰻池的水質研究也是本試驗的重點之一。民國75、76年鰻池的採樣地點選定在高雄縣湖內地區<sup>(2)</sup>，今年(77年)改為嘉義縣布袋地區，並擬從二個地區的水質做一比較。

在漁牧綜合經營池方面，今年仍選定台南縣麻豆地區的魚鴨綜合經營池，除了累積水質基礎資料以外，也針對淡水養殖魚類發生臭土味的問題，做持續性的探討。

本報告是「養殖環境及魚類異味改善」計畫第三年的研究成果，希望藉著這些資料的建立，能夠對提高養殖技術、產量和改善養殖魚類衛生品質等方面有所裨益。

## 材料與方法

### 一、採樣地點：

草蝦池的採樣地點在台南縣七股和雲林縣口湖、台西地區；止水養鰻池的採樣地點在嘉義縣布袋地區；魚鴨綜合經營池的採樣地點在台南縣麻豆地區。

### 二、調查方法：

每月定期至上述採樣地點，調查養殖環境及養殖情形，並採取養殖用水作為測定水質之用，同時記錄魚類成長、疾病等情形。

### 三、測定方法：

- (一)水溫 (water temperature)：於魚塢現場用溫度測定儀測定。
- (二)水色 (water color)：於魚塢現場觀察測定。
- (三)透明度 (Transparency)：以直徑20公分透明度板測定<sup>(3)</sup>。
- (四)pH：於魚塢現場用Corning M. 103型氧化還原電位計 (附pH裝置) 測定。
- (五)溶氧 (Dissolved oxygen)：以Delta 2001型溶氧測量儀測定。
- (六)氨氮 (Ammonium-nitrogen)：NH<sub>4</sub><sup>+</sup>在鹼性下轉變成NH<sub>3</sub>，而與Tartrate、Potassium tetraiodomercurate試液作用形成褐色的錯化合物而測定之。
- (七)亞硝酸氮 (Nitrite-nitrogen)：試水在Sulfanilic acid存在下，形成diazonium化合物，再與α-naphthylamine形成粉紅色的azo化合物而測定之。
- (八)硝酸氮 (Nitrate-nitrogen)：以西德Merck公司水質試藥測定。
- (九)鐵 (Iron)：以西德Merck公司水質試藥測定。
- (十)磷 (Phosphorus)：以西德Merck公司水質試藥測定。
- (十一)矽酸鹽 (Silicate)：以西德Merck公司水質試藥測定。
- (十二)總鹼度 (Total alkalinity)：以甲基橙為指示劑，以0.02N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>滴定測定<sup>(4)</sup>。
- (十三)氧化還原電位 (Redox potentials)：以Corning M. 103型氧化還原電位計測定。
- (十四)生化需氧量 (BOD)：測定試水起初之溶氧量以及將溶氧瓶放在20°C暗室中5天以後溶氧量

之差即得之<sup>(5)</sup>。

(5) 硫化氫 (Hydrogen sulfide) : 以西德Merck公司水質試藥測定。

(6) 鹽度 (Salinity) : 以ATAGO S-10型鹽度計測定。

(7) 藻類 (Algae) : 以顯微鏡觀察判定, 並引用中央研究院植物研究所有關試驗結果。

## 結果與討論

### 一、草蝦池的養殖調查

本試驗所調查的草蝦池共有 6 個池子, 池名依次編為 1 號池、2 號池、3 號池、4 號池、5 號池和 6 號池。1 號~ 3 號池位於台南縣七股地區, 4 號、5 號池位於雲林縣口湖地區, 6 號池位於雲林縣台西地區。6 個池子的養殖面積、養殖期間、放養量、放養密度、收穫量、收穫時平均體重、活存率和單位生產量等調查結果如表 1。

表 1 6 個草蝦池的養殖記錄  
Table 1 Culture record of six ponds of tiger prawn

Area Pond (ha)	Period	Releasing (pcs)	Stocking density (pcs/ha)	Harvest (tons)	Average weight at harvest (g)	Survival rate(%)	Production (ton/ha)
No.1 0.35	May 29 - Jul. , 1988	115,000	330,000	0	—	—	—
No.2 0.80	May 22 - Nov. 26, 1988	19,800	50,000	0.44	27.27	80.67	1.63
No.3 0.27	May 22 - Nov. 26, 1988	79,200	200,000	0.52	13.25	49.88	1.93
No.4 0.45	May 9 - Sep. 26, 1988	180,000	400,000	3.96	28.57	77.00	8.80
No.5 0.45	May 9 - Jul. , 1988	180,000	400,000	0	—	—	—
No.6 0.45	Jul 13 - Sep. , 1988	30,000	66,000	0	—	—	—

由表 1 知, 今年度 (77 年度) 6 個草蝦池中, 有 3 個池子 (1 號、5 號和 6 號池) 放養不久即發生攝食減少、成長遲緩並有肝胰臟病變的徵候, 而在放養 1、2 個月後即死亡殆盡, 只有 3 個池子 (2 號、3 號和 4 號池) 養到收成, 其中以 4 號池的成績最好, 但收成時蝦子仍未達到 20 尾/斤的規格。

4 號池和 5 號池為同一養殖戶所有, 養殖方法大致相同。4 號池雖養殖成功, 但 5 號池却告失敗 (本池 76 年度成績也比 4 號池差, 而且發生紅鰓病), 今後將繼續探討這二個池子環境上的差異。

在總收穫量方面, 今年度的 6 個池子中, 有 5 個池子 (1 號、2 號、4 號、5 號和 6 號池) 是繼續去年度的採樣池 (去年度的編號是 1 號、2 號、4 號、5 號和 6 號池)<sup>(2)</sup>, 另 3 號池是今年度新增的池子, 用以代替去年度的 2 號池 (該池因去年度養殖失敗而不再放養草蝦), 因此若把今年度和去年度 5 個相同的採樣池做比較, 即可發現今年度的總收穫量, 僅為去年度的 37.87% 而已, 損失相當慘重。

### 二、草蝦池的水質研究

本試驗係採樣自上述 6 個草蝦養殖池 (1 號池~ 6 號池), 其中 2 號池、3 號池放養紅筋苗, 其餘者均放養黑殼苗。其水質測定結果如表 2~ 表 7。

表 2 1 號養殖池水質基礎資料

Table 2 Fundamental data of water quality in the pond No. 1

Item	Sampling time					
	Jun. 14, 1988,0930	Jul. 12, 1988,0920	Jul. 28, 1988,1100	Aug. 9, 1988,0920	Sep. 13, 1988,0920	Oct. 12, 1988,0910
Water temperature (°C)	31.1	29.3	28.2	31.2	31.2	27.9
Water color	Green	Green	Green	Yellow-Green	Green	Green
Transparency (cm)	52	40	35	40	40	40
pH	8.5	8.7	7.62	9.1	7.1	8.7
D.O. (mg/l)	7.3	8.3	9.7	6.7	6.5	5.3
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N(mg/l)	0.05	0.08	—	0.18	0.08	0.10
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.005	0.006	0.004	0.002	0.004	0.012
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.2	0.12	—	0.32	0.15	—
Fe (mg/l)	0.06	0.05	0.05	0.03	0.04	0.15
P (mg/l)	0.045	0.045	0.04	0.03	0.01	0.02
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	0.04	0.01	0.03	0.04	0.54	0.30
Total alkalinity (mg/l)	160	175	160	154	78	114
Redox potentials (mV)	—	110	—	184	—	99
BOD (ppm)	—	5.8	—	5.1	—	—
H <sub>2</sub> S (mg/l)	—	—	—	—	—	—
Salinity (‰)	37	36	27	30	12	11

表 3 2 號養殖池水質基礎資料  
Table 3 Fundamental data of water quality in the pond No. 2

Item	Sampling time					
	Jun. 14, 1988,1010	Jun. 12, 1988,0950	Aug. 9, 1988,0950	Sep. 13, 1988,1010	Oct. 12, 1988,1000	Nov. 15, 1988,0950
Water temperature (°C)	31.6	29.8	31.7	31.2	28.2	21.5
Water color	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Transparency (cm)	> 48	> 46	43	31	25	24
pH	9.0	8.8	8.8	8.8	8.3	8.4
D.O. (mg/l)	9.6	7.8	6.5	7.9	9.2	10.2
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.03	0.03	0.06	0.18	0.21	0.26
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.004	0.003	0.0015	0.003	0.002	0.0015
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.18	0.17	0.22	0.24	—	0.03
Fe (mg/l)	0.035	0.01	0.02	0.03	0.08	0.1
P (mg/l)	0.012	0.005	0.015	0.005	0.03	0.18
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	—	—	0.01	0.23	0.06	0.04
Total alkalinity (mg/l)	110	116	115	88	117	180
Redox potentials (mV)	—	—	—	—	84	259
BOD (ppm)	—	3.2	4.8	—	—	—
H <sub>2</sub> S (mg/l)	—	—	—	—	—	—
Salinity (‰)	39	38	33	17	18	30

表 4 3 號養殖池水質基礎資料

Table 4 Fundamental data of water quality in the pond No. 3

Item	Sampling time					
	Jun. 14, 1988,0955	Jul. 12, 1988,1000	Aug. 9, 1988,1000	Sep. 13, 1988,1000	Oct. 12, 1988,1010	Nov. 15, 1988,0940
Water temperature (°C)	31.4	29.7	31.2	30.8	27.8	21.4
Water color	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Transparency (cm)	> 44	> 40	> 50	32	27	26
pH	8.9	8.8	9.0	8.6	8.2	8.2
D.O. (mg/l)	9.1	9.1	9.3	9.1	7.9	10.5
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/l)	0.04	0.04	0.09	0.25	0.28	2.3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.005	0.002	0.10	0.003	0.003	0.03
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.18	0.14	0.19	0.21	—	0.04
Fe (mg/l)	0.03	0.01	0.01	0.04	0.07	0.25
P (mg/l)	0.01	0.005	0.008	0.006	0.01	0.17
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	—	—	0.01	0.09	0.04	0.01
Total alkalinity (mg/l)	108	114	97	95	115	155
Redox potentials (mV)	—	—	—	—	—	267
BOD (ppm)	—	2.9	6.9	—	—	—
H <sub>2</sub> S (mg/l)	—	—	—	—	—	—
Salinity (‰)	39	40	35	18	19	30

表 5 4 號養殖池水質基礎資料

Table 5 Fundamental data of water quality in the pond No. 4

Item	Sampling time							
	May. 11, 1988,1030	Jun. 15, 1988,1020	Jul. 13, 1988,1030	Jul. 26, 1988,1040	Aug. 10, 1988,1040	Aug. 24 1988,0945	Sep. 14, 1988,1020	
Water temperature (°C)	30.3	30.9	30.8	30.5	31.3	29.7	29.2	
Water color	Brown-Green	Brown-Green	Green	Green	Green	Green	Green	
Transparency (cm)	> 50	38	23	21	34	26	32	
pH	8.77	8.6	8.3	8.32	7.9	7.92	8.1	
D.O. (mg/l)	11.6	9.7	9.5	9.5	6.6	8.1	8.1	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/l)	0.04	0.13	0.22	0.16	2.9	2.2	2.5	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.004	0.005	0.003	0.004	0.03	0.24	0.50	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.25	0.16	0.14	0.11	0.08	0.19	0.2	
Fe (mg/l)	0.035	0.12	0.28	0.30	0.30	0.45	0.28	
P (mg/l)	0.04	0.05	0.04	0.25	0.24	0.14	0.09	
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	—	—	—	2.12	2.1	0.01	0.42	
Total alkalinity (mg/l)	164	216	165	185	168	145	156	
Redox potentials (mV)	—	—	98	111	—	144	—	
BOD (ppm)	—	—	8.3	8.1	8.5	7.4	—	
H <sub>2</sub> S (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	
Salinity (‰)	27	16	17	12	7	12	16	

表 6 5 號養殖池水質基礎資料

Table 6 Fundamental data of water quality in the pond No. 5

Item	Sampling time							
	May. 11, 1988,1000	Jun. 15, 1988,0955	Jul. 13, 1988,1000	Jul. 26, 1988,1015	Aug. 10, 1988,1005	Aug. 24, 1988,1035	Sep. 14, 1988,1000	
Water temperature (°C)	29.8	30.9	31.0	30.6	31.8	31.5	29.0	
Water color	Brown-Green	Yellow-Green	Yellow-Green	Yellow-Green	Brown-Green	Yellow-Green	Green	
Transparency (cm)	> 40	42	26	20	23	55	70	
pH	8.57	8.8	9.0	8.72	9.0	9.12	8.7	
D.O. (mg/l)	8.5	8.9	11.5	9.8	9.7	11.6	6.3	
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.05	0.16	0.24	0.14	0.23	0.12	0.18	
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.0035	0.004	0.004	0.004	0.006	0.007	0.006	
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.26	0.17	0.16	0.16	0.16	0.07	0.06	
Fe (mg/l)	0.3	0.08	0.20	0.20	0.09	0.04	0.06	
P (mg/l)	0.07	0.07	0.05	0.13	0.06	0.045	0.06	
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	—	—	—	2.20	2.2	0.64	2.10	
Total alkalinity (mg/l)	160	182	202	220	154	138	145	
Redox potentials (mV)	—	—	130	113	—	104	—	
BOD (ppm)	—	—	8.9	9.1	9.1	11.1	—	
H <sub>2</sub> S (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	
Salinity (‰)	22	20	22	24	25	15	17	



表 7 6 號養殖池水質基礎資料

Table 7 Fundamental data of water quality in the pond No. 6

Item	Sampling time							
	Jul. 26, 1988,1320	Aug. 10, 1988,1120	Aug. 24, 1988,1120	Sep. 14, 1988,1130	Sep. 27, 1988,1330	Oct. 13, 1988,1110	Nov. 16, 1988,1110	
Water temperature (°C)	32.1	32.2	31.8	29.3	24.3	24.3	23.1	
Water color	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow-Green	Green	
Transparency (cm)	26	30	25	30	26	23	> 50	
pH	8.28	8.7	8.62	8.6	8.73	8.8	8.3	
D.O. (mg/l)	9.7	10.1	10.5	9.9	11.4	9.7	10.2	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/l)	0.15	0.08	0.07	0.42	0.12	0.13	0.16	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.003	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.045	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)	0.1	0.11	0.14	0.15	—	—	0.03	
Fe (mg/l)	0.08	0.06	0.09	0.05	0.04	0.05	0.09	
P (mg/l)	0.06	0.07	0.06	0.09	0.1	0.09	0.14	
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	2.1	2.0	1.72	1.8	1.4	2.24	4.3	
Total alkalinity (mg/l)	125	126	105	121	123	130	155	
Redox potentials (mg/l)	125	—	115	—	138	—	284	
BOD (ppm)	5.9	8.8	10.1	—	—	—	—	
H <sub>2</sub> S (mg/l)	—	—	—	—	—	—	—	
Salinity (%)	28	26	19	22	23	26	26	

水溫是影響草蝦生長一個很重要的因子。據研究<sup>(6)</sup>，其最適當成長水溫為25—32°C，18°C以下則幾乎停止攝食，12°C左右會休克，35°C以上有活力降低的現象。本試驗在養殖期間，以8月10日6號池測得32.2°C最高，以11月15日測得的21.4°C最低。雖然水溫在一天中會隨氣溫高低和陽光照射時間長短而變動，但大致而言，在養殖期間中，除了2號池和3號池11月份水溫略低以外，其餘的草蝦池水溫大多在最適成長的水溫範圍中。

在水色方面，除了5號池較常出現褐綠和黃綠色以外，養殖池中最常見到的是草綠色。影響水色最大的首推藻類，而在本試驗中較常出現的優勢品種主要有：藍綠藻類的*Chroococcus dispersus*、*Phormidium subterraneum*、*Phormidium laminosum*；矽藻類的*Cyclotella chaetoceras*、*Cymbella sp*；和綠藻類的*Oocystis bispora*、*Oocystis lacustris*、*Chlorella sp*、*Eudorinella wallichii*等<sup>(7)</sup>。

草蝦池的透明度，一般以20—40cm為宜<sup>(8)</sup>。在本試驗中，養殖初期的透明度都比較高，隨著養殖期間的經過，藻類逐漸增加，透明度也就逐漸降低。5號池在8、9月時透明度仍很高，是因為蝦子死亡放掉後再引入新水之故。

pH值是養殖池水質好壞一個很好的指標，一般魚蝦對pH的適應值約在7.0—9.5之間<sup>(9)</sup>。在草蝦方面，據陳<sup>(10)</sup>指出，草蝦養殖用水的最適pH為8.0~8.5；另據何<sup>(11)</sup>指出，草蝦池在pH 7.4以下時即表示池中污染已十分嚴重。本試驗6個草蝦池的pH分佈在7.1—9.12之間，其中這二個最低值和最高值，都是在池中沒有草蝦（已經死亡、排掉）的情況下測定者。有關pH的日變化，去年度在養殖期間每隔1個月共做了4次池水pH值的日變化，得知池中藻類少，加上陰天光合作用不顯著時，pH的日變化較小；而藻類多、天氣晴朗光合作用旺盛時，pH的日變化較大<sup>(2)</sup>。

在溶氧方面，由於溶氧也是蝦池水質中一個很重要的項目，值得注意。據研究<sup>(12)</sup>，草蝦的致死溶氧量最低可耐至0.3499 cc/l，而在1.2cc/l時，就不會因氧氣不夠而死亡。因為本試驗測定時間都在上午九點~十二點之間，測得的溶氧分佈在5.3—11.6mg/l之間。有關溶氧的日變化情形，去年度也做了很詳細的試驗，並得知白天池塘的溶氧太高的話，並不是一個很好的現象，因為它在凌晨往往會降到較低的程度<sup>(2)</sup>。一般而言，魚蝦池塘的理想溶氧濃度是5 ppm以上<sup>(11)</sup>，草蝦苗飼育水的臨界溶氧濃度是3.0cc/l<sup>(13)</sup>。

氨是草蝦的排泄物和殘餌等被分解所產生的有害含氮化合物。據秦和陳<sup>(14)</sup>以草蝦幼苗實驗結果，推薦0.1mg/l NH<sub>3</sub>-N為氨對草蝦幼苗的安全濃度。在本試驗中，6個蝦池的NH<sub>4</sub>-N分佈在0.03—2.9mg/l之間，而以3號池和4號池的氨較多，其中3號池在11月15日達到2.3mg/l NH<sub>4</sub>-M (0.15mg/l NH<sub>3</sub>-N)、4號池在8月10日達到2.9mg/l NH<sub>4</sub>-N (0.20mg/l NH<sub>3</sub>-N)，已比安全濃度為高，雖然這是部份養殖成功的池子在養殖後期會出現的情況，但如能減低放養密度、控制投餌量和適量換水，將有助於氨量的降低。

亞硝酸也是對魚蝦類有害的物質之一。據陳和秦<sup>(15)</sup>以草蝦幼苗實驗結果，推薦1.36mg/l NO<sub>2</sub>-N為亞硝酸對草蝦幼苗之安全濃度。在本試驗中，6個蝦池的NO<sub>2</sub>-N分佈在0.0015—0.50mg/l之間，均低於1.36mg/l NO<sub>2</sub>-N的安全濃度，因此它對本試驗中之蝦池應該不會有影響。

硝酸鹽是藻類的營養鹽之一，是由硝酸鹽產生的。6個蝦池的NO<sub>3</sub>-N在0.03—0.32mg/l之間。以1號池在8月9日測得的0.32mg/l最高。

鐵分佈在0.01—0.45mg/l之間，以使用地下水較多的4號池最多。

磷分佈在0.005—0.25mg/l之間，以4號池最多。

矽酸鹽分佈在0.01—4.3mg/l之間，以6號池11月16日測得的SiO<sub>2</sub> 4.3mg/l最高。

總鹹度分佈在78—220mg/l之間。氧化還原電位分佈在84—284mV之間。生化需氧量分佈在2.9—11.1 ppm之間。

塩度分佈在7~40 ‰之間，以純海水養殖的2號池和3號池較高。4號池因添加地下水，使塩

度降至 7 ‰，但仍有不錯的養殖成績。

### 三、止水式養鰻池的水質研究

本試驗所調查的止水式養鰻池共有 2 個池子，池名依次編號為 7 號池和 8 號池。2 個池子均位於嘉義縣的布袋地區。

這 2 個池子是今年度新選定的採樣池，7 號池面積約 0.3 公頃、8 號池面積約 0.1 公頃，均比去年度高雄縣湖內地區的養鰻池（1.3 公頃）小很多。2 池均自 77 年 7 月下旬開始放養鰻苗（7 月 12 日採樣時仍在晒坪中）。7 號池養至 12 月時，由於水質變壞，即把鰻魚移至他池，然後進行整池、晒坪工作。8 號池養至 78 年 1 月時，也把鰻魚移池，進行整池、晒坪工作。

7 號池和 8 號池的水質測定結果如表 8、表 9。

表 8 7 號養殖池水質基礎資料

Table 8 Fundamental data of water quality in the pond No. 7

Item	Sampling time			
	Aug. 9, 1988,1115	Sep. 13, 1988,1120	Oct. 12, 1988,1130	Nov. 15, 1988,1110
Water temperature (°C)	31.9	31.2	28.0	22.3
Water color	Green	Green	Green	Green
Transparency (cm)	20	15	17	16
pH	9.1	9.5	8.5	8.5
D.O. (mg/l)	4.9	9.0	9.2	9.9
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.57	0.28	0.75	1.40
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.28	0.12	0.25	0.61
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.50	0.42	—	0.18
Fe (mg/l)	0.25	0.24	0.30	0.28
P (mg/l)	1.2	1.15	0.24	0.23
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	0.16	0.68	0.29	0.58
Total alkalinity (mg/l)	395	275	230	416
Redox potentials (mV)	—	—	—	243
BOD (ppm)	10.5	—	—	—
H <sub>2</sub> S (mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Salinity (‰)	3	2	1.5	3.5

表 9 8 號養殖池水質基礎資料

Table 9 Fundamental data of water quality in the pond No. 8

Item	Sampling time					
	Aug. 9, 1988,1125	Sep. 13, 1988,1130	Oct. 12, 1988,1140	Nov. 15, 1988,1120	Dec. 6, 1988,1055	Jan. 11, 1989,1115
Water temperature (°C)	31.5	31.3	27.6	21.9	16.0	22.2
Water color	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Transparency (cm)	16	15	16	14	12	11
pH	8.8	9.6	8.3	8.2	8.4	8.3
D.O. (mg/l)	11.9	10.9	7.3 <sup>^</sup>	7.8	9.9	7.6
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.48	0.62	1.36	0.72	2.75	0.2
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	—	0.07	0.58	3.2	1.2	2.4
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.38	0.35	—	1.81	4.60	7.8
Fe (mg/l)	0.23	0.22	0.28	0.36	0.40	0.5
P (mg/l)	1.1	1.10	0.56	0.02	0.06	<0.01
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	0.25	0.96	0.65	0.62	0.18	1.26
Total alkalinity (mg/l)	350	202	205	280	320	310
Redox potentials (mV)	—	—	—	252	236	197
BOD (ppm)	11.2	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> S (mg/l)	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Salinity (‰)	2	1	1	1.5	1.5	1.5

由表 8 知，7 號池的水溫隨著季節而變化，從 8 月 9 日約 31.9°C 下降至 11 月 15 日的 22.3°C，但均在鰻魚 (*Anguilla japonica*) 的攝餌溫度 11°—32°C<sup>(16)</sup> 範圍內。水色都保持草綠色，水面有許多銅綠微囊藻 (*Microcystis aeruginosa*)。透明度為 15—20cm。養鰻池的 pH 通常都在 8 以上，呈鹼性<sup>(7)</sup>，本池 pH 為 8.5—9.5。鰻魚對水中溶氧的最低限度為 2.0~2.5cc/l，低於此值就會造成鰻魚的浮頭<sup>(18)</sup>，本池的溶氧為 4.9—9.9mg/l。氨氮和亞硝酸氮均隨養殖期間的推移而增加，但均在安全濃度 10 ppm<sup>(16)(19)</sup> 的範圍內。硝酸氮有逐漸降低的趨勢。鐵為 0.24—0.30mg/l。磷為 0.23—1.2mg/l。矽酸塩為 0.16—0.68mg/l。總鹹度在 230—416mg/l 之間。11 月 15 日的氧化還原電位為 243mV。8 月 9 日的生化需氧量為 10.5ppm。硫化氫均在 0.02mg/l 以下。塩度介於 1.5—3.5 ‰ 之間。

由表 9 知，8 號池的水溫從 8 月 9 日的 31.5°C 下降到 78 年 1 月 11 日的 16.0°C，但仍在鰻魚的攝餌溫度範圍內。水色也都保持草綠色，水中的銅綠微囊藻比 7 號池者更多，在 8 月 9 日的水樣中其密度更高達  $4.36 \times 10^4$  counts/ml<sup>(7)</sup>，這也是富營養塩的養鰻池中有時會出現的現象。透明度為 11—16cm，比 7 號池更低。pH 值在 9 月 13 日高達 9.6。溶氧為 7.3—11.9mg/l。氨氮在 12 月 6 日高達 2.75mg/l。亞硝酸氮在 11 月 15 日高達 3.2mg/l。硝酸氮在 78 年 1 月 11 日高達 7.8mg/l。鐵為 0.22—0.5mg/l。磷為 < 0.01—1.1mg/l。矽酸塩為 0.18—1.26mg/l。總鹹度在 202—350mg/l 之間。氧化還原電位在 197—252mV 之間。8 月 9 日的生化需氧量為 11.2ppm。硫化氫均在 0.02mg/l 以下。塩度介於 1—2 ‰ 之間。

如把 7 號池、8 號池這種面積較小的養鰻池，和去年度湖內地區大型的養鰻池<sup>(2)</sup> 概略地做比較的話，可以發現這種小型的養鰻 pH 較不穩定，氨氮和亞硝酸氮含量也比較高。這是否意味著小面積的止水式養鰻池水質較不易控制？尚待繼續進一步的研究。

#### 四、魚鴨綜合經營池的水質研究

本試驗所調查的魚鴨綜合經營池只有 1 個，池名編號為 9 號池，位於台南縣的麻豆地區。該池面積 1.4 公頃，從 77 年 8 月開始放養吳郭魚、草魚、鯉魚和大頭鱸等淡水魚類。其水質測定結果如表 10。

表 10 9 號養殖池水質基礎資料  
Table 10 Fundamental data of water quality in the pond No. 9

Item	Sampling time										
	Aug. 16, 1988, 1000	Sep. 21, 1988, 1000	Oct. 18, 1988, 1450	Nov. 25, 1988, 1030	Dec. 20, 1988, 1040	Jan. 27, 1989, 1040	Feb. 28, 1989, 1115	Mar. 21, 1989, 1320	Apr. 18, 1989, 1300	May. 31, 1989, 1100	Jun. 20, 1989, 1430
Water temperature (°C)	27.3	28.9	29.4	20.8	18.9	16.4	19.3	21.1	28.3	26.5	28.9
Water color	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Transparency (cm)	38	29	20	23	24	25	19	23	16	16	15
pH	8.78	8.12	9.13	8.28	8.20	8.32	8.57	8.60	8.72	8.54	8.78
D.O. (mg/l)	9.3	4.3	18.6	10.3	8.3	8.26	11.5	10.6	16.2	11.90	18.20
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	1.1	0.15	0.12	0.10	0.11	0.9	0.72	0.85	0.22	0.22	0.23
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.06	0.007	0.003	0.002	0.002	0.11	0.32	0.04	0.07	0.01	0.005
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	0.19	0.04	0.16	0.12	0.13	0.14	0.13	0.11	0.13	0.12	0.14
Fe (mg/l)	0.22	0.36	0.55	0.45	0.40	0.45	0.65	0.55	0.45	0.5	0.45
P (mg/l)	0.76	0.34	0.12	0.04	0.03	0.15	0.008	0.006	0.005	< 0.01	< 0.01
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	0.23	0.27	0.01	0.65	0.82	1.32	0.63	0.98	1.60	1.05	1.18
Total alkalinity (mg/l)	226	245	230	275	320	340	380	370	390	350	335
Redox potentials (mV)	180	205	182	245	268	180	133	141	138	182	167
BOD (ppm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
H <sub>2</sub> O (mg/l)	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Salinity (‰)	2	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1

由表10知，9號池的水溫以77年10月18日測得的19.4°C最高，以78年1月27日測得的16.4°C最低。水色整年都保持草綠色。透明度隨養殖期間的經過而逐漸降低，最高的是77年8月剛放養測得38cm，最低的是78年6月測得的15cm。pH全年大致保持在pH 8—pH 9之間，只有77年8月18日者為pH 9.13。溶氧為4.3—18.6mg/l，和去年度及前年度的測定值相近<sup>(2)(20)</sup>。氨氮為0.10—1.11mg/l，比去年度低。亞硝酸氮為0.002—0.32mg/l，也比去年度低。硝酸氮為0.04—0.19mg/l。鐵為0.22—0.65mg/l，這和使用地下水有關。磷以77年8月剛放養時的0.76mg/l最高，然後逐漸降低，這是磷可做為藻類的營養塩之故。矽酸塩在0.01—1.60mg/l之間。總鹹度為226—390mg/l，以77年8月最低，以78年4月最高。氧化還原電位為133—268mV。硫化氫均小於0.02mg/l。塩度因使用淡水，均在0.5—2.0‰而已。

魚鴨綜合經營池通常被認為是比較會使池魚發生異味的池子。國外有關養殖魚類發生異味方面的報告很多<sup>(21-36)</sup>。在本省的養殖池中，至目前為止，已發現*Anabaena macrospora*, *A. viguieri*, *Anabaenopsis circularis*和*Oscillatoria tenuis*等4種藻類與池魚發生臭土味（異味的1種）有關<sup>(37-39)</sup>，此外某些放射狀菌類也和池魚發生臭土味有關<sup>(40)</sup>。

本試驗的9號池與往年最大的不同是，因為今年鴨價不好，整年中都沒養鴨子。如把今年善去年有養鴨子時做比較的話，可發現今年度池魚沒發生臭土味，而且池水的氨氮和亞硝酸氮也比去年低<sup>(2)</sup>。這和吳<sup>(41)</sup>的研究，*Oscillatoria tenuis*, *Anabaena macrospora*和*A. viguieri*等3種異味藻種對氨的需求量甚高，在氨濃度1mM時生長最好，低於此濃度時，氨濃度愈高對其生長愈有利的結果相符合。因此，控制池水氨的濃度，對預防養殖魚類異味的發生應有其正面的意義。

## 摘 要

從77年7月起至78年6月止，針對本省西南部草蝦池、鰻池和魚鴨綜合經營池等3種型態的養殖池，進行養殖環境的調查和水質的測定工作，項目包括水溫、水色、透明度、pH、溶氧、氨氮、亞硝酸氮、硝酸氮、鐵、磷、矽酸塩、總鹹度、氧化還原電位、生化需氧量、硫化氫、塩度和藻類相等。

在本試驗的6個草蝦池中，只有3個池子養到收成。若與本試驗76年度相同的池子做比較，則發現77年度的總收穫量只有76年度的37.87%。從水質上無法找出草蝦大量死亡的原因。

在嘉義布袋地區的小型養鰻池中，發現銅綠微囊藻的密度高達 $4.36 \times 10^4$  counts/ml，pH較不穩定，氨氮和亞硝酸氮的含量也比高雄縣湖內地區大型的養鰻池高。

沒有放養鴨子時的魚鴨綜合經營池，比有養鴨子時水中的氨氮和亞硝酸氮含量均較低，池魚也沒有發生臭土味。

## 謝 辭

本試驗承蒙廖所長一久博士的指導與鼓勵。農委會李武忠技正的鼎力協助。中央研究院植物所吳俊宗博士，動物所雷淇祥博士、海洋大學陳瑤湖教授、台灣大學陳弘成教授、東吳大學趙維良教授、東海大學閻立平教授、中興大學楊秋忠教授、中山大學李玉玲教授、屏東農專黃文瑛教授、陳金源教授等的大力協助，使研究工作受益良多。中興大學並且提供調查採樣用車。使本試驗得以順利完成，謹此表示最大謝意。而且調查採樣期間，承蒙本所台西分所吳純衡分所長，本分所張明輝助理研究員，及養殖戶許昌興先生、曾天護先生、蔡英科先生、陳哲義先生惠予提供試驗用池及有關養殖資料，在此一併深深致謝。最後，感謝農委會之經費補助，本計畫編號為78農建—3.1—漁—21(2)。

## 參考文獻

1. 魚病防治專案小組 (1988). 本省草蝦大量死亡之原因與因應對策, 1—12.
2. 郭世榮、丁雲源 (1989). 台灣西南部草蝦、鰻魚和魚鴨養殖池水質之研究。養殖環境改善及魚類異味之防止與去除研究(二), 農委會漁業特刊, 16, 113—141.
3. 湯弘吉 (1985). 池塘水質管理。農委會等編, 36—37.
4. 陳建初 (1981). 水質分析。九大圖書公司, 53—54.
5. 陳建初 (1981). 水質分析。九大圖書公司。205—207.
6. 丁明儒 (1987). 水質分析與管理。養蝦總覽, P. 125.
7. 吳俊宗 (1989). 養殖環境及魚類異味改善計畫進度報告, 未發表.
8. 丁雲源 (1987). 草蝦養殖, 漁業推廣叢書, 19—25.
9. 養蝦總覽編輯室譯 (1987). 水質調查自己做。養蝦總覽, 129—141.
10. 陳弘成 (1987). 草蝦養殖池的水質基準。養蝦總覽, P.116.
11. 何仲森 (1987). 台灣的草蝦養殖, 182—187.
12. 丁雲源 (1970). 草蝦、沙蝦氧消耗量之研究。台灣省水產試驗所試驗報告, 16, 111—118.
13. 廖一久、黃漢津 (1975). 台灣經濟蝦類之呼吸研究—工：草蝦之卵至稚蝦期之氧氣消耗量及致死溶氧量。台灣水產學會刊 4 (1), 33—50.
14. T-S Chin and J-C. Chen (1987). Acute toxicity of ammonia to larvae of the tiger prawn, *Penaeus monodon* *Aquaculture* 66, 247-253.
15. J-C. Chen and T-S. Chin (1988). Acute toxicity of nitrite to tiger prawn, *Penaeus monodon*, larvae. *Aquaculture* 69, 253-262.
16. 大倉正 (1986). ウナギをストレスから養殖法。養殖, 23(6), 66—70.
17. 松井魁 (1972). 鰻學〔養成技術篇〕。恒星杜厚生閣, P. 367.
18. 飯塚三哉 (1967). ウナギ。農山漁村文化協會。61—62.
19. 山形陽一・丹羽誠 (1979). 亞硝酸のウナギ對する毒性について。水產増殖, 27(1), 5—11.
20. 郭世榮・丁雲源。台灣南部四種養殖池水調查與研究, 未發表.
21. Dougherty, J.D., R.D. Campbell, and R.L. Morris. (1966). Actinomycetes, isolated and identification of agent responsible for musty odours. *Sci. Wash., D.C.*, 152: 1372.
22. Gerber, N.N. (1967). Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes. *Biotech. Bioeng.*, 9, 321-327.
23. Gerber, N.N. (1974). Microbiological production of geosmin. U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, EPA-670/2-74-094, 8p.
24. Gerber, N.N. and H.A. Lechevalier. (1965). Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes. *Appl. Microbiol.*, 15, 935-938.
25. Izaguirre, G., C.J. Hwanb, S.W. Krasner, and M.J. McGuire. (1982). Geosmin and 2-methylisoborneol from cyanobacteria in three water supply systems. *Appl. Environ. Microbiol.*, 43, 708-714.
26. Kikuchi, T., T. Mimura, K. Harimaya, H. Yano, T. Arimoto, Y. Masada, and T. Inoue. (1973). Odourous metabolites of blue-green alga: *Schizothrix muelleri* Nageli collected in

- the southern basin of Lake Biwa. *Chem. Pharm. Bull.*, 21, 2342-2343.
27. Krasner, S.W., C.J. Hwang, and M.J. McGuire. (1983). A standard method for quantification of earthy-musty odorants in water, sediments, and algal cultures. *Wat. Sci. Tech.*, 15, 127-138.
  28. Lovell, R.T. (1976). Flavor problems in fish culture. FAO Technical Conference on Aquaculture, May 26-June 2 1976 in Kyoto, Japan. 7 p.
  29. Lovell, R.T. and L.A. Sackey. (1973). Absorption by channel catfish of earthy-musty flavor compounds synthesized by cultures of blue-green algae. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 102, 774-777.
  30. Medsker, L.L. and J.F. Thomas. (1968). Odorous compounds in natural waters: an earthy-smelling compound associated with blue-green algae and actinomycetes. *Environ. Sci. Tech.*, 2, 461-464., 123 p.
  31. Persson, P.-E. (1979). The source of muddy odor in bream (*Abramis brama*) from the Porvoo Sea arer (Gulf of Finland) *J. Fish. Res. Board Can.*, 36, 883-890.
  32. Persson, P.-E. (1980). Sensory properties and analysis of two muddy odour compounds, geosmin and 2-methylisoborneol, in water and fish. *Water Res.*, 14, 1113-1118.
  33. Persson, P.-E. (1983). Off-flavors in aquatic ecosystems. *Wat. Sci. Tech.*, 15, 1-11.
  34. Safferman, R.S., A.A. Rosen, C.I. Mashni, and M.E. Morris. (1967). Earthy-smelling substances from a blue-green alga. *Environ. Sci. Tech.*, 1, 429-430.
  35. Tabachek, J.-A.L. and Yurkowski. (1976). Isolation and identification of blue-green algae producing muddy odor metabolites, geosmin, and 2-methylisoborneol, in saline lakes in Manitoba. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33, 25-35.
  36. Yurkowski, M. and J.-A.L. Tabachek. (1980). Geosmin and 2-methylisoborneol implicated as a cause of muddy odor and flavor in commercial fish from Cedar Lake, Manitoba. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37, 1449-1450.
  37. 吳俊宗 (1986). 藻類與魚類泥土味關係。養殖環境改善及魚類異味之防止與去除研究(-)。農委會漁業特刊, 5, 95-105.
  38. 郭世榮、丁雲源 (1986). 台灣南部養殖環境調查和消除魚類臭土味試驗。養殖環境改善及魚類異味之防止與去除研究(-), 農委會漁業特刊 5, 77-88.
  39. 湯弘吉、白隆慧 (1986). 台灣北部淡水養殖環境及養殖魚類泥土味研究。養殖環境改善及魚類異味之防止與去除研究(-), 農委會漁業特刊 5, 61-76.
  40. 閻立平 (1986). 養殖環境與產生味放線菌發生之關係。養殖環境改善及魚類異味之防止與去除研究(-), 農委會漁業特刊, 5, 107-117.
  41. 吳俊宗、詹秀美 (1989). 養殖池藻類及其與魚體泥土異味關係研究。養殖環境改善及魚類異味之防止與去除研究(-), 農委會漁業特刊, 14, 23-83.