

## 屏東地區蝦類養殖池水質與養殖用水水質調查

陳金源

The investigation of water quality of shrimp pond in Ping Tung area and its underground water was conducted for one and half year.

The water quality of 15 *Penaeus monodon* ponds and 5 *Penaeus japonicus* ponds were examined twice or three times per month during rearing shrimp period. The investigation revealed that transparency, pH, dissolved oxygen and total alkalinity of each pond water were fluctuating considerably. The cultured shrimp can tolerate such fluctuating according to some successful rearing. Total ammonium—N, nitrate—N and nitrite—N concentrations of each pond water were lower than safety concentrations with the exception of few shrimp pond with higher total ammonium—N. Shrimp culture in four of 15 *Penaeus monodon* ponds failed, the reason was unknown in water quality.

One hundred and sixty four samples from the shrimp pond underground water were examined in water quality. Total ammonium—N, nitrite—N and nitrate—N concentrations of 164 samples were lower than safety concentrations with the exception of few with higher total ammonium—N. Eight heavy metal concentrations examined from 13 samples were lower than safety concentrations.

The reason for failure in *penaeus monodon* culture recently in Ping Tung area was seemingly not attributed to water quality of shrimp pond according to this investigation.

### 前 言

對蝦為產於溫熱帶海域之大型蝦類，肉味鮮美，深受消費者喜愛，各地市場均是供不應求，故售價高昂、世界各地競相養殖、蔚為風氣。草蝦為對蝦中成長最快速者，台灣已有數百年之養殖歷史。起初與虱目魚、噶等混養。Liao et al. 1969<sup>(1)</sup>年完成人工繁殖後，加上人工飼料的開發成功，遂使養殖方式由粗放式利轉為集約式養殖，利潤倍增，養殖面積不斷擴充，到了 1987 年養殖開始產生了不利的變化，首先養殖期間由已往三、四個月延長為五、六個月，且百病叢生，無法將草蝦養至上市規格者亦不少。此後每況愈下，大多放養之蝦苗於一、二個月內即夭折，鮮有達到 20 尾斤者。外銷數量由 1997 年之 42665 公噸降至 1988 年之 8761 公噸，1989 年則僅 66.7 公噸<sup>(2)</sup>。養蝦業者為求生存，紛紛改養海水魚，斑節蝦和紅尾蝦等。

1987 年前十幾年，台灣草蝦養殖都相安無事，僅有少數病例。1987 年後，草蝦養殖為何陷入絕境，迄無定論，綜合各方論點如下：(一)蝦苗品質低劣，抗病力弱，成長緩慢。其因為 1. 種蝦品質大不如前。2. 同一種蝦產卵次數過多。3. 培育紅根仔方式不當。(二)養殖環境不良、蝦池集中、排水毫無規畫，排放之廢水污染養殖用水。(三)放養密度過高，超越池塘之蓄養能力，加上管理不當，尤其過量投餌，造成池水水質惡化。(四)蝦病流行。

本試驗即在調查屏東地區草蝦池與斑節蝦池及其養殖用水水質，以便了解草蝦養殖失敗是否水質惡化所造成，並作為蝦類養殖戶管理蝦池之參考。

### 材料與方法

#### 一、採樣地點：

屏東沿海蝦類養殖池池水及其養殖用水（地下水）為本研究採樣調查之對象。

#### 二、調查方法：

蝦類養殖池池水水質調查係選擇願意合作之養殖戶，在養殖過程中，每月二至三次至其蝦池調查水質。

蝦類養殖用水水質調查係不定時至屏東沿海地區，逢機採取蝦類養殖池地下水，作水質調查，但偏向於半淡鹹水。

以上調查時間為民國七十八年七月至民國八十年二月。

### 三、水質調查項目：

蝦池水質分析項目：水溫，透明度，PH, DO,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ,  $\text{NO}_2^--\text{N}$ ,  $\text{NO}_3^--\text{N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ ，總鹼度、鹽度。

蝦池養殖用水水質分析項目：PH,  $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ,  $\text{NO}_2^--\text{N}$ ,  $\text{NO}_3^--\text{N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ ，總鹼度，鹽度。

重金屬離子：Cu, pb, Zn, Ni, Mn, Fe, Cd, Hg。

### 四水質調查分析方法：

水溫：以 Suntex pHmeter 或 WTW pHmeter 測定。

透明度：以直徑 25 cm 白色 Sechic disk 測定。

pH：以 Suntex pHmeter 或 WTW pHmeter 測定。

DO：以 Sutex DOmeter 或 WTW OXI 96DOmeter 測定。

$\text{NH}_4^+-\text{N}$ ：採用 phenolhypochlorite 法，以 HITACHI -2000 分光光度計測吸光值。

$\text{NO}_2^--\text{N}$ ：採用 Wood-Armstrong-Richard 法。

$\text{NO}_3^--\text{N}$ ：採用 Bower-Thomas 法。

$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ ：採用 Molybdenum blue-Ascorbic acid 法。

鹽度：用日製 ATAGO 曲折計測定。

總鹼度：以 0.02 N 硫酸滴定。

重金屬離子：委託屏東農專南區水產檢驗服務中心分析。

## 結果與討論

### 一、蝦類養殖池水質調查

本試驗選擇七戶蝦農合作，共調查 20 池蝦池水質。張一、張二、張斑和張草等四池為張先生所有，黃一和黃二同屬黃先生，蔡先生者有七池，何一和何二為何先生所有，李先生和曾先生分別有 1 池和 2 池。20 池中草蝦池佔 15 池，斑節蝦池有 5 池。草蝦池單養者有 10 池，混養者有 5 池。草蝦單養成功者有 8 池，失敗者 1 池。草蝦混養成功者 2 池失敗者 3 池。斑節蝦池均為單養型態，全部成功。（表一）。各池水質之概況，張一和張二相似，以張一為代表。黃一和黃二相似，以黃一為代表。蔡先生所有之七池相似，以蔡一為代表。林一和林二相似，以林一為代表。水質調查結果依總樣本水質和各池水質概況，討論如下：

(一)總樣本水質：以 20 池水質調查結果作一總樣本，單一水質項目分別討論。

鹽度：總樣本之鹽度介於 10‰與 35‰之間。大部份池水之鹽度介於 10‰與 30‰之間。（表二）一般蝦農調整蝦池水鹽度之習慣，為放養初期採高鹽度（約 25‰—30‰），中後期漸漸調低，至收成時池水鹽度約為 10‰至 15‰。越冬期間，池水鹽度稍予提高。斑節蝦與草蝦均屬對蝦屬，為廣鹽性海蝦<sup>(3)</sup>。惟斑節蝦若逢驟雨，鹽度突降，極易暴斃，故有雷公蝦之稱，所以，斑節蝦池水之鹽度一般均較草蝦池水者為高。本試驗調查之蝦池中，有 11 池越冬及斑節蝦池 5 池，故總樣本中約有半數池水鹽度在 25‰與 30‰之間。（表二）海水魚蝦類在等滲透壓水中，可減少滲透壓調節時所耗的能量而加速成長<sup>(4)</sup>，故目前海水漁蝦類之養殖池水鹽度大多低於純海水。

pH：總樣本池水 pH 介於 7.5 與 9.5 之間（表三）。養殖池水之 pH 由於光合作用呈現週期

性日變動，清晨起池水 pH 漸漸攀升，至下午達最高峯而下降。本試驗測定池水 pH 時間約在中午左右，故推測下午時將有部份池水 pH 超越 9.5。

總鹼度：總樣本池水總鹼度介於 1.8me/l 與 8.0me/l 之間。約有半數池水總鹼度在 3.0me/l 與 4.0me/l 之間（表四）一般海水之總鹼度為 2.1me/l - 2.5me/l。總鹼度之成份為  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{BO}_2^{-3}$ ,  $\text{PO}_4^{-3}$  等，其中以  $\text{HCO}_3^-$  為主。 $\text{HCO}_3^-$  主要來自生物呼吸作用（尤其是底土微生物）所產生之  $\text{CO}_2$  與泥土，岩石反應之結果<sup>(5)</sup>。蝦池水之總鹼度普遍高於一般海水，更有 22% 池水總鹼度高達 4.0~8.0me/l（表四），其因可能為整池時施灑石灰於池底及底部生物呼吸旺盛所致。藻類光合作用旺盛時消耗大量  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$  分解產生  $\text{CO}_2$  補充，同時放出  $\text{OH}^-$ ，促使池水 pH 升高<sup>(5)</sup>。池底生物代謝速率，光合作用速率，石灰使用量與 pH，總鹼度之間是否有何關連，值得進一步去探討。

溶氧：總樣本池水溶氧介於 4.0PPM 與 18.0PPM 之間。（表五）一般養殖池的理想溶氧濃度為 5PPM 以上<sup>(6)</sup>，草蝦苗池水之臨界溶氧量為 3PPM<sup>(7)</sup>。養殖池水溶氧量與 pH 一樣，呈週期性日變動，清晨起溶氧漸升，至黃昏時達最高峯而下降<sup>(5)</sup>。本次調查部分蝦池水在 5.0PPM 以下，在夜間時其溶氧可能降至 3PPM 以下。總樣本中有 28% 蝦池水溶氧量在 9.0PPM 以上，依當時水溫與鹽度推算，均已過飽和，部分池水溶氧更高達 18.0PPM，若至黃昏溶氧將更高。但這些溶氧過飽和之蝦池，表示其鹽養鹽含量和生物呼吸量均高，當夜晚時光合作用停止，生物高呼吸量使得池水溶氧迅速下降，在清晨前亦可能降至 3PPM 以下。此外太過飽和溶氧亦有導致氣泡病之報告<sup>(8)</sup>。所以白天池水溶氧過低或過高均不理想。

含氮營養鹽：總樣本池水含氮營養營範圍， $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  為 0-1800ppb，（表六）， $\text{NO}_2^- - \text{N}$  為 1-840ppb（表七） $\text{NO}_3^- - \text{N}$  為 0-5400ppb（表八）。氨為魚蝦之排泄物和含氮有機物被微生物分解後產生之代謝物，其對草蝦苗之安全濃度為 0.1PPM  $\text{NH}_3 - \text{N}$  相於 0.8PPM  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ （pH 8.4, 24‰, 28°C）。亞硝酸為氨經 *Nitrosomonas* 氧化而來，再經 *Nitrobacter* 氧化形成硝酸<sup>(10)</sup>。亞硝酸對草蝦苗之安全濃度為 1.355PPM  $\text{NO}_2^- - \text{N}$ <sup>(9)</sup>，硝酸幾無毒性，其對草蝦苗之安全濃度為 200 PPM  $\text{NO}_3^- - \text{N}$ <sup>(9)</sup>。所有的藻類均能利用氨、亞硝酸和硝酸，而且對氨之使用效高於對亞硝酸及硝酸之使用效率<sup>(11)</sup>。總樣本池水中有 7% 氨氮濃度高於 0.8PPM，但最高者僅 1800ppb（表六）。至於池水中亞硝酸和硝酸濃度均遠低於安全濃度（表七、表八）。

正磷酸磷：總樣本池水之  $\text{PO}_4^{-3} - \text{P}$  之濃度介於 0 至 1900ppb 之間。Chu (1942)<sup>(11)</sup> 指出在含 0.1-2.0PPM 磷之培養液中，藻類可獲得較佳之成長，若磷之濃度在 0.05 PPM 以下或超過 20PPM 時，藻類成長受到抑制。後來他發現 *Nitzschia palea* 和 *Tabelaria flocculosa* 之最適磷濃度為 0.018 - 8.9 PPM, *Pediastrum baryanum*, *Stavrastrum paradoxum* 和 *Botryococcus braunii* 之最適磷濃度為 0.09-17.8PPM。一般湖水磷之濃度約為 10-30ppb<sup>(5)</sup>。蝦池為優養化之水域，池水中磷之濃度適合藻類之生長。（表九）。

(二) 20 池蝦池水質概況僅就其具代表性者，說明其特徵如下：

張一草蝦池水質概況之特徵：水溫偏低，低於 25°C 者有 6 次（表十），此乃越冬之故（表一），故養殖時間長達 6 個月半。平均總鹼度高達 3.4me/l。整個養殖期間池水鹽度在 10-15‰ 之間。養殖成績不錯。

黃一斑節蝦池水質概況之特徵：水溫測定值低於 25°C 者有 6 次。池水鹽度範圍介於 20‰-30‰。池水平均總鹼度高達 3.4me/l。養殖結果尚稱成功。（表十一，表一）

蔡一草蝦池水質概況之特徵：水溫低於 25°C 有 8 次。平均透明度為 70.9 公分，為曾 B 和曾 C 外 20 池中透明度最大者。蔡先生七個池子池底保水性弱，流水補流量大，水色不易培養，養殖初期，稍可見底。平均總鹼度 3.2me/l（表十二）。蔡先生七池均養殖成功。

何一和何二草蝦池水質概況之特徵：此二池放養蝦苗時間、蝦苗來源，放養密度及養殖型態均相同（表一）。由於與魚混養，投餵下雜魚，故養殖初期，二池之平均透明度即在 40 公

分左右(表十三、十四)。二池之平均 pH 值為 8.8 較其他蝦池者高。何二蝦池水  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  測定值有一次超過 800ppb (表十四) 無法由水質來判斷失敗的原因。

林一斑節蝦水質概況之特徵：水溫測定值低於 25℃ 者有 2 次。 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  超過安全濃度者有 2 次。平均總鹼度為 2.9me/l。平均溶氧量為 11.6PPM，溶氧量變異大。此池養殖成功。(表十五)

張斑斑蝦池水質概況之特徵：水溫測定值低於 25℃ 者有 4 次。透明度一次見底。 $\text{NH}_4^+-\text{N}$  有 5 次測定值超過 800ppb (表十六)。此池養殖成功。

張草草蝦池水質概況之特徵： $\text{NH}_4^+-\text{N}$  測定值有一次超過 800ppb (930ppb) (表十七)。由水質並不能看出養殖失敗之原因。

李草蝦池水質概況之特徵：此池水質調查係養殖後期。平均透明度為 37.6 公分。總鹼度變異大，平均總鹼度高達 3.9me/l。溶氧量均在 10.6PPM 以上，平均溶氧量為 12.2PPM (表十八)。此池養殖四個半月，收成草蝦體型為 20 尾/斤。

曾 B 和曾 C 草蝦池水質概況之特徵：此工池水質概況相似。透明度大，大多可見池底，但平均溶氧量卻高達 10PPM 左右。水溫測定值在 25℃ 以下分別有 3 及 4 次 (表十九、二十)。曾 C 池已棄養，曾 B 池繼續養殖中。

根據上述 11 池水質概況並未將養殖成功與否之原因找出來。水溫變化完全受冬夏季節之影響，各池之水溫均在草蝦和斑節蝦容忍範圍內。各池之 pH、透明度、溶氧變異很大，但應皆在容忍範圍內。各池營養鹽也有很大變異，但大多在安全濃度內。蝦池由於高密度養殖，故其水質變化相當大，並非一恒定狀態。本試驗調查頻度為每月 2~3 次，每次調查時間為中午左右，其調查結果僅為蝦池水質真實狀況之一小部分。養殖池 pH，DO 之日變動已經有許多報告；關於透明度，營養鹽，總鹼度日變化情形如何則不得而知。蝦池由於養殖管理 (投餌、投藥、排水、注水) 為一變動複雜之水域，故各水質項目變化關聯性很難決定。

## 二、蝦類養殖池養殖用水水質調查結果

本試驗共採樣 164 個，鹽度：本試驗偏重於淡水水源之調查。鹽度在 10‰ 以下者佔全部總樣本之 53%，鹽度最高者為 38‰ (表二十一)。

pH：總樣本鹽度介於 7.2 與 9.3 之間，85% 水源之鹽度在 7.5-8.5。(表二十二)

總鹼度：總樣本總鹼度介於 1.7-11.9me/l 之間。總鹼度大於 3.0me/l 者佔 75%。(表二十三)

$\text{NH}_4^+-\text{N}$ ：總樣本中，有 85% 養殖用水其  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  濃度低於安全濃度 800ppb，有 15% 養殖用水其  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  濃度高於 800ppb (表二十四)

$\text{NO}_2^--\text{N}$ ：總樣本  $\text{NO}_2^--\text{N}$  介於 0 與 600ppb 之間 (表二十五)，均在安全濃度範圍內。

$\text{NO}_3^--\text{N}$ ：總樣本  $\text{NO}_3^--\text{N}$  均遠低於安全濃度 200PPM (表二十六)

$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$ ：總樣本  $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$  在 1 與 7200ppb 之間。96% 養殖用水之  $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$  在 10-7200ppb 之間 (表二十七)

重金屬離子：本試驗共採 13 個養殖用水。結果如表二十八。Cu：除淡鹽海水之 3.6 ppb 和枋山海水之 5.6ppb 外，餘均小於 2.5 ppb。pb：除 3 個樣本位於 2.9-3.4 ppb 外，餘均小於 2.5 ppb。Zn：除一個樣本小於 2.5ppb 外，其餘之 pb 濃度在 5.1 與 20.4 ppb 之間。Ni：一個樣本之 Ni 為 3.2ppb，其餘之 Ni 濃度均小於 2.5 ppb。Mn：一個樣本 Mn 濃度為 4.4ppb，其餘者均小於 2.5ppb。Fe：在 10 與 875 ppb 之間。Cd：均小於 2.5 ppb。Hg：均小於 2.0ppb。日本水產用水基準有關上述金屬離子之安全濃度<sup>(12)</sup>，Cu 為 10ppb，Zn 為 100ppb，Ni 為 100ppb，Mn 為 1000ppb，Fe 為 1000ppb，Cd 為 30ppb，Hg 為 4ppb。所以屏東地區蝦類養殖用水重金屬離子濃度應在安全濃度範圍內。

綜上所述，屏東地區蝦類養殖用水除少數  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  偏高外，其餘調查之水質項目均合乎水產養殖用水標準。蝦池水質調查結果顯示大部分蝦池水質均適合蝦類生長，水質似乎非近年

來草蝦養殖失敗之主因。

## 摘 要

本試驗對屏東地區蝦池及養殖用水水質進行一年半時間之調查。五個斑節蝦池及 15 個草蝦池，在養殖過程中每月接受 2 至 3 次水質調查。調查結果顯示各池之透明度，pH，溶氧和總鹼度均有很大的變異。由養殖成功的結果可以推斷草蝦和斑節蝦都能忍受這種程度之水質變異。除少數蝦池偶爾出現超過安全濃度之 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ （總氨—氮）外，所有蝦池之 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ， $\text{NO}_2^--\text{N}$ （亞硝酸—氮）和 $\text{NO}_3^--\text{N}$ （硝酸—氮）含量均在安全濃度內。十五個草蝦池中，有 4 池養殖失敗，由水質調查資料並不能找出失敗原因。

屏東蝦類養殖用水水質調查，共採樣 164 個。水質分析結果，除少數樣本之 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 偏高外，所有樣本之 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ ， $\text{NO}_2^--\text{N}$ 和 $\text{NO}_3^--\text{N}$ 濃度均在安全濃度內。此外從 13 個樣本中分析其銅、鋅、鉛、鎳、鐵、錳、鎘、汞等之濃度，亦均在安全濃度內。水質調查結果，似乎說明屏東地區近年來草蝦養殖失敗之主因並非水質因素。

## 參考文獻

1. Liao, I.C., Huang, T.L. and Katsutani, K., 1969. A preliminary report on artificial propagation of *Penaeus monodon* Fabricius. JCRRFish.Ser., 8: 67.
2. 中華民國七十八年農產品貿易統計要覽。
3. Hiroshi, M., 1981. Studies on the fisheries biology of the giant tiger prawn *Penaeus monodon*, in the Philippines. SEAFDECAquaculture Department Tigbauan, Iloilo, Philippines.
4. Todd, M. and Dehnel, P.A., 1960. Effect of temperature and salinity on heat tolerance in two grapsoid crabs, *Hemigrapsus nudus* and *Hemigrapsus oregonensis*. Biol.Bull., 118: 150-172.
5. 陳建初，1981，水質分析。
6. 丁雲源，1970，草蝦、沙蝦耗氧量之研究，台灣省水產試驗所試驗報告，16: 111-118。
7. 廖一久和黃漢津，1975，台灣經濟蝦類之呼吸研究—I：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。
8. 陳秀男，上野洋一郎和郭光雄。淡水魚之疾病，國立台灣大學漁業推廣委員會。
9. Wickins, J.F., 1976. The tolerance of warm-water prawns to recirculated water. Aquaculture, 9: 19-37.
10. Spotte, S.H., 1970. Fish and Invertebrate Culture—John Wiley & Sons, Inc.
11. Lewin, R.A., 1962. Physiology and biochemistry of Algae. Academic press Inc.
12. 陳建初，1983，水質管理。

表一 調查之養殖池代號、地點、養殖型態及成果

養殖池代號	地點	養殖型態	池塘構造	放養尾數	養殖期間	成果
張一	佳冬	草(混魚)	水泥池5.2分	23.5萬尾	78/9/15-79/3/30	5400斤21尾近5成
張二	佳冬	草(混魚)	水泥池6分	26萬尾	78/9/15-79/3/30	5080斤25尾斤5成
黃一	枋寮	斑(單)	水泥池2.5分	20萬尾	78/8/1-79/3/14	1200斤52尾斤3成
黃二	枋寮	斑(單)	水泥池2.5分	20萬尾	78/8/1-79/3/14	2500斤50尾斤6成
蔡一	枋寮	斑(單)	水泥池2分	12.5萬尾	78/10/31-79/6/7	23尾斤失敗
蔡二	枋寮	斑(單)	水泥池2分	12.5萬尾	78/10/31-79/6/7	2400斤20尾斤4成
蔡三	枋寮	斑(單)	水泥池1分	5萬尾	78/10/31-79/6/7	1000斤20尾斤4成
蔡六	枋寮	斑(單)	水泥池1分	5萬尾	78/10/31-79/6/7	1000斤20尾斤4成
蔡七	枋寮	斑(單)	水泥池1分	5萬尾	78/10/31-79/6/7	1000斤20尾斤4成
蔡八	枋寮	斑(單)	水泥池1分	5萬尾	78/10/31-79/6/7	1000斤20尾斤4成
蔡九	枋寮	斑(單)	水泥池1分	5萬尾	78/10/31-79/6/7	1000斤20尾斤4成
何一	林邊	草(混魚)	土池4分	30萬尾	79/6/14-79/7/12	棄養(一個半月)
何二	林邊	草(混魚)	土池3分	20萬尾	79/6/14-79/7/26	棄養(一個半月)
林一	枋寮	斑(單)	水泥池4分	120萬尾	79/5/31-79/12/27	2000斤60尾斤+ 2000斤51尾斤2成
林二	枋寮	斑(單)	土池2.3分	70萬尾	79/5/31-80/2/7	1000斤50尾+ 2500斤47尾斤2.4成
張斑	佳冬	斑(單)	水泥池5.2分	76萬尾	79/8/24-80/2/7	2000斤60尾斤+ 3000斤50尾斤3.5成
張草	佳冬	草(混魚)	水泥池6分	38萬尾	79/8/24-79/10/18	棄養(二個月)
李	枋寮	斑(單)	水泥池4分	15.5萬尾	79/6/1-79/10/15	4000斤20尾斤5成
曾B	枋寮	斑(單)	水泥池2.6分	16萬尾	79/11/15-	養殖中正常
曾C	枋寮	斑(單)	水泥池2.76分	14萬尾	79/11/15-80/1/25	棄養(二個月)

表二 屏東地區蝦池水質鹽度頻度分布(樣本數173)

鹽度(‰)	百分比(%)
10-15	11
15-20	23
20-25	16
25-30	47
30-35	3

表三 屏東地區蝦池水質pH頻度分布 (樣本數170)

pH	百分比(%)
7.5-8.0	23
8.0-8.5	52
8.5-9.0	22
9.0-9.5	2

表四 屏東地區蝦池水質總鹼度頻度分布 (樣本數167)

總鹼度(me/l)	百分比(%)
1.8-2.0	2
2.0-3.0	29
3.0-4.0	47
4.0-5.0	14
5.0-6.0	3
6.0-8.0	5

表五 屏東地區蝦池水溶氧頻度分布 (樣本數173)

溶氧 (DO) (ppm)	百分比(%)
4.0-5.0	1
5.0-6.0	11
6.0-7.0	18
7.0-8.0	18
8.0-9.0	24
9.0-10.0	12
10.0-11.0	7
11.0-18.0	9

表六 屏東地區蝦池水 $\text{NH}_4^+-\text{N}$ 濃度頻度分布 (樣本數173)

$\text{NH}_4^+-\text{N}$ (ppb)	百分比(%)
0-100	66
100-800	27
800-1800	7



表七 屏東地區蝦池水 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度頻度分布

$\text{NO}_2\text{-N}(\text{ppb})$	百分比(%)
1-10	22
10-100	53
100-400	16
400-840	9

表八 屏東地區蝦池水 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度頻度分布 (樣本數170)

$\text{NO}_3\text{-N}(\text{ppb})$	百分比(%)
1-10	14
10-100	44
100-400	18
400-5400	24

表九 屏東地區蝦池水正磷酸-磷濃度頻度分布 (樣本數148)

$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}(\text{ppb})$	百分比(%)
0-10	2
10-100	77
100-600	15
600-1200	2
1200-1900	4





表十二 蔡一草蝦池水質概況

項目	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	Do (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppb)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (ppb)	MO總驗度 (me/l)	S(‰)
範圍	20.2-30.0	45-101	7.6-8.5	5.8-12.2	0-148	7-40	8-1986	0-100	1.80-5.87	15-27
平均值	23.8	70.9	8.0	8.1	26	17	552	20	3.2	22.4
標準機差	3.5	17.6	0.3	1.7	45	10	834	28	0.9	4.0
樣本數	14	14	14	14	14	14	13	14	14	14
異常數	8									

表十三 何一草蝦池水質概況

項目	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	Do (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppb)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (ppb)	MO總驗度 (me/l)	S(‰)
範圍	29.6-30.4	40-47	8.5-9.3	6.7-8.5	3-330	1-19	1-23	26-72	2.3-2.6	19-22
平均值	31	44	8.8	7.8	167	13	16	45	2.5	20
標準機差	1.4	3.6	0.4	1.0	164	10	13	22	0.2	1.5
樣本數	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
異常數										

表十四 何二草蝦池水質概況

項目	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	Do (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppb)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (ppb)	MO總輪度 (me/l)	S(‰)
範圍	30.7-32.5	30-53	8.5-9.4	5.9-9.6	4-1909	7-75	14-54	10-74	2.2-2.8	18-20
平均值	31.8	37.7	8.8	7.3	693	44	37	52	2.5	19
標準機差	1.0	13.3	0.5	2.0	1056	34	21	37	0.3	1
樣本數	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
異常數										

表十五 林一班節蝦池水質概況

項目	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	Do (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppb)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (ppb)	MO總輪度 (me/l)	S(‰)
範圍	20.0-33.4	35-80	7.5-9.2	7.5-18.1	5-1082	7-314	9-579	27-509	2.1-3.6	17-31
平均值	28.0	54.1	8.5	11.6	316	90	158	98	2.9	22.3
標準機差	3.1	13.9	0.4	2.6	362	96	168	138	0.4	3.1
樣本數	18	18	18	18	18	18	18	11	14	18
異常數	2				2					

表十六 張斑斑節蝦池水質概況

項目	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	Do (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppb)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (ppb)	MO總餘度 (me/l)	S(‰)
範圍	20.0-30.4	25-88	7.6-8.7	6.5-12.8	25-1863	25-840	33-2471	55-1645	2.0-3.7	15-26
平均值	26.4	48.8	8.1	8.9	697	330	740	364	2.8	20.1
標準機差	3.6	14.6	0.5	1.9	621	322	808	470	0.4	3.7
樣本數	14	14	14	14	14	14	14	11	14	14
異常數	4	1			5					

表十七 張草草蝦池水質概況

項目	水溫 (°C)	透明度 (cm)	pH	Do (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (ppb)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (ppb)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P (ppb)	MO總餘度 (me/l)	S(‰)
範圍	27.3-30.6	40-85	8.3-9.0	8.0-10.3	25-930	9-340	36-366	56-93	1.3-5.0	125-20
平均值	29.2	53.0	8.7	9.1	338	78	150	73	2.4	16
標準機差	1.2	16.4	0.3	1.0	419	129	115	19	1.3	2
樣本數	6	6	6	6	6	6	6	3	6	6
異常數					1					









表二十一 屏東地區蝦池養殖用水鹽度分布

鹽度(‰)	百分比(%)
0-10	53
10-15	4
15-20	6
20-25	9
25-30	9
30-35	17
35-38	2

表二十二 屏東地區蝦池養殖用水pH分布

pH	百分比(%)
7.2-7.5	14
7.5-8.0	42
8.0-8.5	43
8.5-9.3	1

表二十三 東地區蝦池養殖用水總鹼度頻度分布

總鹼度(me/l)	百分比(%)
1.7-2.0	3
2.0-3.0	22
3.0-4.0	22
4.0-5.0	25
5.0-6.0	13
6.0-11.9	15

表二十四 屏東地區蝦池養殖用水NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N濃度頻度分布

NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N(ppb)	百分比(%)
0-100	64
100-800	21
800-1500	6
>1500	9

表二十五 屏東地區蝦池養殖用水 $\text{NO}_2^-$ -N濃度頻度分布

$\text{NO}_2^-$ -N(ppb)	百分比(%)
0-10	66
10-100	14
100-600	20

表二十六 屏東地區蝦池養殖用水 $\text{NO}_3^-$ -N濃度頻度分布

$\text{NO}_3^-$ -N(ppb)	百分比(%)
0-10	35
10-100	30
100-400	29
400-821	6

表二十七 屏東地區蝦池養殖用水 $\text{PO}_4^{3-}$ -P濃度頻度分布

$\text{PO}_4^{3-}$ -P(ppb)	百分比(%)
1-10	4
10-100	70
100-600	13
600-1200	3
1200-7200	10

表二十八 屏東地區蝦池養殖用水重金屬離子濃度 (單位: ppb)

樣品代號	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	Cd	Hg	pH	S(‰)
高屏溪 1	<2.5	<2.5	5.1	3.2	<2.5	255	<2.5	<2.0	7.52	16
高屏溪 2	<2.5	2.9	<2.5	<2.5	4.4	787	<2.5	<2.0	7.56	17
南平海水	<2.5	<2.5	11.9	<2.5	<2.5	67	<2.5	<2.0	7.66	30
南平淡水	<2.5	<2.5	6.3	<2.5	<2.5	108	<2.5	<2.0	8.43	0
奇峰海水	<2.5	<2.5	9.0	<2.5	<2.5	58	<2.5	<2.0	7.95	34
奇峰淡水	<2.5	3.4	16.8	<2.5	<2.5	875	<2.5	<2.0	8.14	0
葫蘆尾海水	<2.5	<2.5	20.4	<2.5	<2.5	68	<2.5	<2.0	7.95	25
葫蘆尾淡水	<2.5	<2.5	11.8	<2.5	<2.5	53	<2.5	<2.0	9.32	0
淡塹海水	3.6	<2.5	16.9	<2.5	<2.5	99	<2.5	<2.0	7.50	30
枋寮海水	<2.5	2.9	14.0	<2.5	<2.5	99	<2.5	<2.0	7.86	29
枋寮淡水	<2.5	<2.5	8.4	<2.5	<2.5	36	<2.5	<2.0	8.25	0
枋山海水	5.6	<2.5	11.6	<2.5	<2.5	94	<2.5	<2.0	7.86	27
枋山淡水	<2.5	<2.5	9.8	<2.5	<2.5	10	<2.5	<2.0	8.18	0