

# 七股瀉湖附近海域水水質監測

林明勳<sup>1</sup>、李奇峰<sup>2</sup>、王順寬<sup>3</sup>、張福林<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>中華醫事科技大學 通識教育中心

<sup>2</sup>中華醫事科技大學 生物安全衛生研究所

<sup>3</sup>中華醫事科技大學 環境與安全衛生工程系

<sup>4\*</sup>中華醫事科技大學 製劑製造工程系

## 摘 要

海洋立國的我們，長期以來對海洋環境的忽略，使海洋遭受嚴重的破壞與污染，所以有必要對海洋環境，作更多的研究。保護這個生態環境不被破壞及汙染。本研究調查範圍北從臺南市海岸將軍溪北側，南至曾文溪河口，總共進行 2 次的水質調查與環保署公告海域水質做比較，目前臺南市沿海海域水質大部分皆符合所有類別海域水質標準。

**關鍵字：**七股瀉湖、水質、水質調查

## Chiku Lagoon Waters near Marine Water Quality Monitoring

Ming- Hsun Lin<sup>1</sup>、Chi-Fong Li<sup>2</sup>、WANG, SHUN-KUAN<sup>3</sup>、Fu-Lin Chang<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup> General Educational Center Chung Hwa University of Medical Technology

<sup>2</sup> Graduate Institute of Biosafety Chung Hwa University of Medical Technology

<sup>3</sup> Safety Health & Environmental Engineering Chung Hwa University of Medical Technology

<sup>4\*</sup> Department of Pharmaceutical Science and Technology Chung Hwa University of Medical Technology

## Abstract

As we found by ocean, has long been ignored on the marine environment and it suffered serious damage and pollution. Therefore, there is necessary for more research on the marine environment to protect the ecological environment destruction and pollution. This research investigated range is including Tainan coast from the north side of general Creek to Tsengwen estuary. It totally has been done two times for the water quality survey and compared with water quality in the sea which is announced by EPD. Currently, the majority of Tainan coastal marine water quality is in compliance with all categories of marine water quality standards.

**Keywords:** Chiku lagoon, water quality, water quality survey

# 壹、前言

## 一、研究動機

台南七股潟湖地區，每年冬季候鳥群集，並以世界保育類動物－黑面琵鷺聞名，地球上 70－80 % 之黑面琵鷺來此越冬，2002 年曾發生黑面琵鷺成群暴斃事件，當時前後共死去 78 隻黑面琵鷺，群情譁然，起初以為是漁民使用藥劑，清除漁塭雜魚，造成環境污染所致，後證實為肉毒桿菌外毒素 C 型毒素中毒。研判因黑面琵鷺族群增加，自然魚餌食物不足，部分黑面琵鷺檢食帶有肉毒桿菌之死魚所致。近年來各國保育人士多以候鳥棲息多寡，作為環保、自然生態保育之指標，有鑑於此，掌握七股潟湖地區的環境品質，提供各類候鳥一個安全的棲息處所，也是政府亟需積極面對的重要課題。

本研究將調查七股潟湖沿海之海水品質，藉以瞭解河川排放水對當地海域造成之影響，本研究將有助於七股潟湖地區環境品質之維護與掌握。

## 二、歷年監測結果

臺南市海域轄區依據「海域環境分類及海洋環境品質標準」規定，北段自八掌溪以南至曾文溪口間海域或屬於甲類海域，曾文溪口以南至二仁溪口屬於乙類海域。環保署於二仁溪口附近海域設有五個監測站，另臺南市環保局自八掌溪口至二仁溪口海域佈有十個測點。

本市海域超出乙類海域水體水質標準之測項以總磷為主。參考臺南巿市內八掌溪、急水溪、將軍溪等近海監測站資料後發現，海域總磷偏高(平均合格率 55%)之現象應該是河川污染排入海域所造成。因沿海海域養殖業發達，而重金屬會在生物體中產生生物濃縮及累積效應，而海水中重金屬的多寡與人體的健康息息相關。以重金屬而言，南部海域水質中銅及汞的不符合標準率較高，尤其在二仁溪出海口處最為嚴重多項測值包括銅、鎳、汞、大腸桿菌數都比其他測站高；因此，此一海域應持續監測追蹤列管，並採取必要之污染改善措施。

# 貳、目的

一、監測七股潟湖附近海域之海水水質，可作為臺南市海洋政策與改進之參考，及未來臺南市海岸地區規劃及管理之依據。

二、監測結果可用以評估黑面琵鷺保護區之環境保護成效。

## 叁、材料與方法

### 一、監測地點、項目及頻率

本研究中海水水質調查監測站之設置地點，以臺南市七股潟湖沿海為主，且不會與環保署之監測點重覆。歷年來環保署的監測站皆設在臺南市以南之二仁溪口沿海海域與馬沙溝海水浴場。

依過去資料顯示以將軍溪及鹿耳門溪水質污染較為嚴重，將軍溪水中除含有嚴重超高的大腸桿菌群外，溪水和底泥中也含有偏高的銅，而在溪口養殖的牡蠣與文蛤，其銅與鋅含量也比外海的高出 2 至 5 倍。此外將軍溪口到華宗橋之間的河段，其水質連水體分類的戊類標準也達不到，溪水中主要以有機物的污染為主，故將此區域近岸水體納入監測之重點。

有鑒於海洋污染大多來自陸源性污染，而陸源性污染最常經由河川、排水路從河口向近岸海域傳送，除注入豐富的營養鹽類外，也伴隨過多的有機與無機物的污染。河口至近岸海域多為魚、蝦等經濟性生物幼苗棲息的地方，亦為重要生態資源保育與極需保護之處，也是受到陸源污染物影響較大的海域，因此監測區域的選定，將以近岸重要河川出海口為測站設置中心。

陸源污染物像海傳輸之影響程度與範圍，主要受潮汐漲退推移與海潮流之擴散傳送，多集中在近岸水深 10 公尺以內之區域，更深水之區域除非當地海域地形有特殊情況，造成水體交換不良外，一般至水深 20 公尺以上海水，受陸源淡水影響多不明顯。因此選定測站調查水深將以水深 10 公尺為界，並考慮漲退潮之水體混合及移動方向，將於河口中心或河南、北側各設置一監測站，以有效監測污染源移動與水質變化範圍及特性，而為掌握陸原水體對近岸區水質之最大可能影響，其採樣調查時機最好以退潮時為之，並盡可能以接近低平潮位期間進行調查，即水體流動方向為陸源污染向近岸海域持續輸送時期採樣。此外擬定之監測區域屬淺水區，水體上下垂直混合良好，故僅調查表水及底水即可。

基於上述種種考量與符合的規範，本研究擬定 3 個區域(由北側往南排列)共五處監測站，採樣監測頻率為每季一次。表 1 詳述各測站位置及規劃測站之理由。

### 二、採樣方法

海水作業時以全球定位系統(GPS)進行海上導航及定位，採樣時先以 GPS

衛星定位儀定位，到達定位點後，依各測站水深進行採樣，並檢測各測站之現場測值(如：溫度、鹽度、溶氧及導電度等測項)。於各測站以採水器採取水樣，採取之海水水樣依環保署公告之品質保證及品質管制作業方式進行樣品保存及運送作業。

水樣採集後，現場立即測定溫度、pH 及溶氧，其他項目均使用經預先清洗過之塑膠瓶盛裝，樣品收集前並使用該測站之海水在潤洗兩次後，依規定進行樣品保存。所有盛裝之容器均於採樣前由採樣小組進行樣品編號及分析項目之標識工作。採樣流程如圖 1 所示，各分析項目於採樣、運送途中之保存方法表列於表 2。

### (一) 採樣前置作業

本研究採樣作業除一般性採樣人員之安排，出海公文、採樣船隻、天候狀況確認外，並包括樣品分類統計與裝箱、配製保存試劑及採樣器材之清點校正等。樣品瓶之玻璃容器以無磷清潔劑浸泡清洗後再以蒸餾水沖洗後烘乾。樣品分類完成後一律貼上標籤，並以各採樣測站為單位加以標示清楚後裝箱。

監測採樣前準備事項如下：

- 1.人員、集合時間、地點、船隻確認。
- 2.港務局、警察局出海公文。
- 3.各測站經緯度及地圖。
- 4.樣品標籤、採樣運送單、膠帶、防水筆、樣品保存歸類方單。
- 5.採水器及信號錘三組。
- 6.繩索(每 5 或 10m 標記)100m 三條。
- 7.水桶、勺子。
- 8.電子式溫度計、導電度計、pH、DO meter。
- 9.工作手套、實驗手套。
- 10.預備 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、HNO<sub>3</sub>、試劑水、塑膠 pipette。
- 11.冷卻用水。

12.旅運空白樣品。

13.採樣瓶數量確認。

## (二) 採樣步驟

1. 到達現場後，須在確定欲採樣之監測點進行，並同步記錄、拍照佐證及以衛星定位儀標定採樣點位置。
2. 準備所需的採樣設備，採樣容器，現場量測儀器及採樣人員設備。
3. 每個採樣點位依本研究規定採集各測站之水深，並利用現場儀器測得 Ph 值、水溫、導電度及鹽度等，詳載於採樣記錄表中。
4. 將樣品裝入 1 公升 PE 塑膠瓶中，加入硝酸使水樣 pH 值 $<2$ ，並貼上標籤，立即放入 4°C 冷藏箱中，採樣完畢立即送回檢驗室分析檢測。(註：水質樣品因容易生產變化，依分析項目現場必須利用酸、鹼或其他試劑先予以固定，同時檢視樣品完整性後，貯藏於暗處 4°C 狀態下，盡速送回實驗室檢測。)
5. 樣品採集除須確實進行記錄外，每件樣品瓶上亦須詳細標示樣品編號、保存方式、採樣日期、檢測項目、採樣時間等資料。

為達成重金屬分析之品質管制目的，應依環檢所公告之方法，於每 10 組樣品，至少應選一組樣品作一次重複、查核及添加分析，同時每個檢驗室須以核可之標準參考品進行精密度與標準度分析。採樣方法均依環保署公告之標準方法辦理。

採樣人員在樣品之採集、運送及保存作業時，必須詳細填寫採樣記錄表、樣品標籤及儀器使用及校正表，內容包括採樣日期、時間、氣候、位置、樣品編號、數量、檢測項目、添加劑及現場檢測項目等，以利日後樣品追蹤查核，狀況許可下再佐以現場採樣照片，更能加強樣品背景資料之參考判斷價值。

## (三) 樣品保存及運送

樣品採集、輸送的過程當中，應使傳遞人員減至最少，由一採樣負責人詳實填寫採樣記錄表，並負責管理整批樣品之點收、包裝以及傳送，樣品瓶應保存於保溫冰筒中，整批攜回實驗室，採樣記錄表亦隨此批樣品同時送回，由樣品管理員接收。

樣品管理員接收樣品時，必須查看樣品是否密封保存，並檢查樣品瓶

有無破損或漏失水樣，待所有樣品檢查完畢，即簽名以示負責，並記錄收樣日期及時間後，將樣品置於指定之冰箱內，並填寫監視鏈記錄表，以便日後樣品之管理追蹤。

#### (四) 檢測分析

水質檢驗項目分析方法，均依環保署公告之「水質檢驗方法」辦理，若分析項目未列於環保署公告之方法中，則採樣美國公共衛生協會(APHA)等編印之「水與廢水標準檢驗方法」辦理。本研究採樣用之水質及底泥檢測分析方法詳表 3。

#### (五) 監測異常之處理

對於監測異常之表示，通常以監測項目超過環境品質標準為監測異常，但對於監測質符合標準值，但卻有逐漸惡化之情形者，因其有造成異常之虞故需定期追蹤調查。監測異常可依其頻率及趨向，區分為偶發性及續發性兩類別。對於偶發性之異常，可稽查採樣檢測之品管與品保，以排除由人為疏失所造成之異常情形。對於續發性之異常，則在品管與品保的人為疏失可能性較小，需檢討造成異常之原因並提出因應對策。

本項研究監測作業涵蓋海域水質及底質調查，由於項目眾多，為獲取精密可靠之檢測結果，採樣及測定分析過程均將採行品保及品管控制，若有以下四種情事者：

1. 超出相關環境法規標準值。
2. 趨勢研判有不利之改變情形發生。
3. 與鄰近海域水質差異過大，超出鄰近海域之極端值。
4. 與先前監測結果差異過大等，超出歷次之極端值。

依據上述環境監測異常及採取對策，擬定環境監測異常管理對策流程圖如圖 2 所示。

## 肆、結果與結論

### 一、海水水質監測結果

本研究海域水質調查項目包含有水溫、鹽度、氫離子濃度指數、溶氧量、懸浮固體、生化需氧量、氨氮、濁度、葉綠素 a、大腸桿菌群、總磷及礦物性油脂等 12 項，各測站採樣原則上是以標準表水(水面下一公尺)與底層(距海底一

公尺)之定義採樣，但若位於沿岸淺水處，仍依此定義進行樣品採樣工作則會失去分層採樣之意義。因此，於採樣工作執行前，皆先進行水深量測後始進行採樣工作，於淺水處海水採樣之位置稍作調整，表層水之採樣為水面下約 30~50 公分處，底層水之採樣為距水底約 30~50 公分處。本研究分別於 101 年 3 月 1 日及 7 月 20 日完成 2 次採樣，。各測站之監測結果如表 4 所示。各測站主要比較標準為甲類海域水體水質標準，於出海口半徑 2 公里內因受河川影響故降為乙類海域水體水質標準，曾文溪以南出海口則降為丙類海域水體水質標準，各項目詳細說明如下：

### (一) 鹽度

鹽度之原來定義乃指 1 公斤海水中所含溶解之無機物的克數，即所含鹽的重量，舊單位為千分之一(ppt)，新單位則為 psu (practical salinity unit)，而目前國際海洋研究調查上則可將單位省略。鹽度可由導電度計量測直接換算，與導電度成正比關係。全球海水之鹽度變化在 33-37 psu 之間，平均 35 psu，而正常海水鹽度應在 33-35 psu 之間。大洋海水基本上是清澈、偏鹼性、無陸源污染物與營養鹽極低之穩定水體，正常海水鹽度介於 33-35 psu 之間，較陸源淡水高出很多，因此鹽度測定代表陸地水進入海洋之比例，因此為重要之水質指標。

本研究海域測點鹽度測值介於 31.4~34.1 mg/L，平均值為 33.4 mg/L，從數據中顯見不同河川水質其相對於出海口海域鹽度有明顯之影響（如表 4 及表 5）。

### (二) 葉綠素 a

葉綠素是植物參與光合作用的主要色素，它存在植物細胞內的葉綠體中。葉綠素吸收紅光和藍光並反射綠光，使植物呈現綠色。葉綠素依化學構造的不同有若干形式，包括葉綠素 a、葉綠素 b、葉綠素 c、葉綠素 d 等，其中最重要的葉綠素 a，它存在於植物、綠藻和藍綠菌中。通常藉由水體之營養鹽、透明度、及葉綠素 a 等可用以判斷水體優養之程度。一般而言，葉綠素 a 在 8~25  $\mu\text{g} / \text{L}$  則屬於優養狀態，2.5~8  $\mu\text{g} / \text{L}$  為中養(mesotrophic)，小於 2.5 $\mu\text{g} / \text{L}$  則為貧養(oligotrophic)，超過 30  $\mu\text{g} / \text{L}$  時則會有藻華(bloom)出現。

本研究葉綠素監測結果介於 0.27~5.73  $\mu\text{g} / \text{L}$  之間，平均值為 1.91 $\mu\text{g} / \text{L}$ ，最高值出現在 3 月份 TNS-5 曾文溪河口測站底層（如表 4 及表 5）。

### (三) 濁度

水體中之濁度主要由懸浮固體如泥、砂和微小之有機或無機物質、浮游生物等及極微細之生物所引起。含有較多固體顆粒、膠體成份或其他懸浮物質時，其濁度高。水體中之濁度對健康並無直接之影響，但作為飲用水源時會影響消毒效果，此外濁度亦可作為微生物、細菌生長之媒介，對水體中極微細之生物多寡有一定程度之指標，通常飲用水之水質標準為小於 1 NTU。海水的混濁度亦為重要指標，對水體中之生物成長影響很大，過於混濁的海水將對生物有不利之影響。其中懸浮顆粒為污染物的承載者，高濁度時通常也伴隨高數量之細菌，因此濁度與懸浮固體物亦為海水之重要指標之一。單位為 NTU(nephelometric turbidity unit)，乃藉由靜態光學散射方法量測水體混濁程度，其測值與水樣中膠體粒子之表面積成正相關，而懸浮固體物乃懸浮物之重量，與濁度不一定成線性相關。

本研究濁度監測結果介於 1.3~20.0 NTU 之間，平均值為 6.33NTU (如表 4 及表 5)。

#### (四) 大腸桿菌群

大腸桿菌群係大腸桿菌與大腸桿菌類似性質之細菌總稱，常存於溫血動物之腸道內，並與糞便一起排出體外。每個人每天平均從糞便中排出 10<sup>11</sup> 到 10<sup>13</sup> 個大腸桿菌。各種糞便細菌生活在土壤或植物降解物中的細菌（最常見的是產氣腸桿菌，學名 *Enterobacter aerogenes*）一起被歸為「大腸菌群」。如水中含有大量的大腸桿菌群，則顯示出水體近期內可能遭受人或動物排泄物的污染，或該環境中存在較多的生活在土壤或植物降解的細菌。

本研究海域測點大腸桿菌群測值均為 <10~360 CFU/100mL (如表 4 及表 5)。

#### (五) 懸浮固體

一般而言，海水中之懸浮固體多是來自於河川，且懸浮固體濃度由於重力作用多數沉降在近海處，其含量主要係表示水中有機性及無機性顆粒，包含膠懸物、分散物、砂粒及膠羽等，進而與水中營養物濃度有間接關聯。

本研究懸浮固體監測結果介於 4.0~66.2 mg/L 之間，平均值為 19.8 mg/L，最高值出現在 7 月份之 TNS-2 將軍溪南側測站之底層，各測站表、底層懸浮固體測值差距並不大 (如表 4 及表 5)。

#### (六) 水溫



水溫變化主要受季節循環所影響，而受日照之影響，表層水溫大多高於底層。就目前的狀況而言，調查範圍內的海域並未存有大型的熱污染源，其溫度的變動主要受自然大氣循環與氣候變化所影響。

本研究海域測點水溫測值介於 17.2~32.1°C，平均值為 23.8°C，平均水溫均符合該月份的正常水溫，與歷年差異不大（如表 4 及表 5）。

### （七）溶氧

自然水體因與大氣中之氧氣接觸而溶解於水中，這些氧氣稱為水中之溶氧。水中溶氧多寡主要受生物、物理與化學作用影響而變動。水中鹽分亦會影響氧之溶解度，鹽度越高其溶氧越低。海水中的溶氧量主要受溫度與風浪的影響，溫度愈低，溶氧可達到之平衡值愈高，風浪愈大，溶氧愈易達到該溫度之飽和值，氧氣在海水中之溶解度隨鹽度、溫度增加而減少，在水溫 20°C 之海水而鹽度 36.1 psu 時，其理論溶氧飽和值為 7.3mg/L(同溫度時之純水溶氧飽和值則為 9.09 mg/L)，臺灣海域在冬季時期常因水溫較低及東北季風翻攪而造成溶氧升高。此外，一般海域的溶氧量有二大特徵：一為上層的溶氧大多高於下層，二則為水深愈淺者其溶氧愈高。由於水中溶氧的來源主要是由大氣溶入水中或水中生物之光合作用，因此上層之溶氧較高；至於底層的溶氧則須視底棲生態系統之耗氣速率而定。一般而言，遭受污染的海域或河口區域，其底床上大都沉積耗氣性污泥，使底層水體的溶氧量降低。由於波浪由深海傳入淺海時將因淺化效應使波浪產生碎波，增加水中溶氧量。因此水深愈淺者，水中溶氧量將因波浪淺化成碎波的機率增加而增加。正常海水之溶氧應與大氣中之氧達成平衡，其含氧量應在飽和度之 95 % 至 105 % 之間，飽和溶氧與當時水溫、鹽度有關，而當水體中之藻類繁殖時，將形成溶氧之超飽和；另一相反情形為當水中有機污染物高時，將造成細菌分解而不斷消耗水中之溶氧，產生溶氧之不飽和與偏低。

本研究海域測點溶氧測值介於 6.2~8.3 mg/L，平均值為 7.2 mg/L，皆符合甲類及乙類海域水質標準(5.0 mg/L)以上（如表 4 及表 5）。

### （八）pH 值

大體而言，水體 pH 值除了受水質污染等外來因素的影響外，尚與水中生物活動情形有關，當生物體進行呼吸作用時，釋出二氧化碳，造成水體中 pH 值下降，當進行光合作用時，吸入二氧化碳，造成 pH 值上升。海水之 pH 偏鹼性，主要受到碳酸鹽與鋁矽酸鹽類所控制，一般介於 7.5~8.4 之間，約為 8.2。水中 pH 值常受廢污水影響，故 pH 值可當作污染指標之一。海水具有很強的緩衝性，全球表面海水的 pH 通常在 7.8 至 8.2 之間，

很少有超出此範圍者，除非有很強之酸鹼性物質進入海水中，才會使海水之 pH 值改變，此外當 pH 偏低時，常伴隨高濃度之重金屬，因此量測 pH 也同時代表有無毒性無機重金屬之先驅指標。

本研究海域 pH 測值介於 8.0~8.2，平均值為 8.1，皆符合甲類海域水質標準(7.5 ~ 8.5) (如表 4 及表 5)。

### (九) 總磷

磷在自然水體通常以磷酸鹽型態存在，磷酸鹽可分為正磷酸鹽(orthophosphate)、縮合磷酸鹽(condensed phosphate)、及有機磷酸鹽(organic phosphate)，前兩類又稱為無機磷酸鹽，而縮合磷酸鹽又稱聚磷酸鹽(polyphosphate)，在水溶液中會逐漸水解成為正磷酸鹽。水中磷酸鹽之存在型式常和其來源有關。正磷酸鹽化合物常被使用作為農地之磷肥，故降雨之逕流常會將其帶到地表水中。縮合磷酸鹽則大量使用於各類清潔劑中，少部份使用於水質處理系統，均有很多機會進入地表水中。有機磷酸鹽是由生物程序所形成，污水中之有機磷化合物常來自人體排洩物、食物殘渣等。正磷酸鹽及  $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 、及  $\text{H}_3\text{PO}_4$  等，可直接被生物所利用。在生長條件下，無機磷化合物的臨界濃度約為 0.005mg/L，高於此濃度時，水體中之藻類即可繁殖。

本研究總磷監測結果介於 N.D.~0.131 mg/L 之間，平均值為 0.037 mg/L。初步推測，總磷數值升高，一般與河川上游之農業使用磷肥、中下游生活污水有關，比對環保署設立在臺南市境內的河川測站監測結果，均有上游測站測值大於下游測站之現象，推論受到臺南市各流域中上游發達的農業及畜牧業影響，總磷的測值因此偏高 (如表 4 及表 5)。

### (十) 氨氮

一般而言，水體中之氨氮主要係由生物之排泄物、生物屍體及有機底泥物質所分解而來，一般於近岸海域水深較淺、陽光充足且水生生物較多，相對的排泄物與屍體亦較多；因此，近岸水域之氨氮濃度一般較遠岸水域為高。

本研究海域測點氨氮測值介於 0.04~1.06 mg/L，平均值為 0.16mg/L。最高值出現在 3 月份 TNS-1 將軍溪北側測站底層 (1.06mg/L)，主要原因可能為將軍河流域主要污染源為養豬業，氨氮也為該流域之異常項目，推測有可能為畜牧廢水排入海域，導致本次該點位底層氨氮較高的情形 (如表 4 及表 5)。

### (十一) 礦物性油脂

礦物性油脂多來自油煤渣或其他油及潤滑油，當水中礦物性油脂過高時，會嚴重影響微生物活動，進而降低水體之自淨能力；一般而言，油脂的來源多為煉油廠、皮革廠或屠宰業廢水，對水體的影響主要為阻絕水中溶氧進入活細胞中，嚴重時會造成生物體的窒息。

本研究調查海域各測站礦物性油脂皆低於最小偵測值(<1.0mg/L)而檢測不出，所有測值皆符合甲類及乙類海域水體水質標準(2.0 mg/L) (如表 4 及表 5)。

### (十二) 生化需氧量

生化需氧量為水中有機性污染的量化指標。此法以好氧性細菌氧化分解水中有機物所消耗的氧氣表示水中的有機物量。一般此過程可分為二階段：第一階段為分解有機碳化合物耗氧，第二階段則為硝化作用耗氧。未遭受污染的自然水體生化需氧量介於 0~2 mg/L，超過 3 mg/L 則顯示此水體已遭受污染。

本研究海域測點生化需氧量測值均為<2.0 mg/L，皆符合甲類海域水質標準(<2.0 mg/L) (如表 4 及表 5)。

## 二、海域底質重金屬調查結果

由於重金屬大多具有強烈的毒性，對人體之健康會造成相當大的威脅，尤其，生物體內的代謝作用有時並無法將重金屬完全排出體外，易形成生物累積作用。若經過食物鏈之連續交互作用，當到達人類食用時，生物體內的含量可能已為水體含量的數十倍，此一生物累積之特性將使重金屬的危險性相形提高，二仁溪口的綠牡蠣事件即為一典型範例；因此，對於海域水、底質中重金屬含量做長期監測確實有其必要性。

海域底質管理方面，因我國目前並無相關之沉積物、底泥管制標準，本研究在此爰引與沉積物、底泥性質較為接近之土壤，參考土污法之土壤污染監測基準值及管制標準值作為比較的參考值。此外，由於世界各地土壤與底泥中重金屬含量差異原就極大；因此，難有如水質或空氣品質一般有放諸四海皆可的標準，所以世界各國對於海水底泥訂出標準者可謂少之又少，在國外方面，美國國家海洋大氣管理局(National Ocean and Atmosphere Administration, NOAA)曾對海域底質訂定基準。NOAA 匯集各種調查結果組成一資料庫，將各化學物質對生物造成影響事件中，底質濃度的第 10 百分位數定為低影響範圍(Effect Range Low, ERL)，第 50 百分位數定為中影響範圍(Effect Range Medium, ERM)，

因此參考美國海洋及大氣總署(NOAA)之「底泥生物危害標準」作為比對之依據。

本研究調查頻率為每季 1 次共計 2 次，海域底質測站位置與海域水質採樣測站相同，各測站之監測結果如表 6 所示，分項說明如下：

### (一) 銅

本研究海域底質重金屬銅濃度介於 2.68~6.93mg/kg 之間，平均值為 4.16 mg/kg，最高值出現在 7 月份將軍溪河口南測站。國內土壤監測基準為 220 mg/kg(食用作物農地監測基準為 120 mg/kg)，檢測結果顯示，各測站銅濃度皆遠低於食用作物監測基準，合乎我國相關管制標準。

若與國外測值相比較，美國 NOAA 的低限值 (ERL) 為 34 mg/kg，中限值 (ERM) 為 270 mg/kg。超過 NOAA 低限值的底泥重金屬銅濃度對於生物體有不利影響之機率為 9.4%，介於中、低限值的底泥濃度對於生物體有不利影響之機率為 29.1%。本研究監測結果各測站銅濃度皆低於低限值(如表 6)。

### (二) 鎳

本研究底泥監測鎳濃度介於 12.8~19.5 mg/kg 之間，平均值為 16.0 mg/kg，最高值出現在 7 月份將軍溪河口南測站。土壤監測基準為 130 mg/kg，檢測結果顯示各測站測值均低於土壤監測基準。若與國外測值相比較，美國 NOAA 的低限值為 20.9 mg/kg(中限值為 51.6 mg/kg)。超過 NOAA 低限值的底泥鎳濃度對於生物體有不利影響之機率為 5.0%，介於中、低限值的底泥濃度對於生物體有不利影響之機率為 11.1%。本研究監測結果各測站鎳濃度皆低於低限值(如表 6)。

## 伍、參考文獻

- 一、中央氣象局資訊服務網，<http://www.cwb.gov.tw/V5/index.htm>，2010.10.15。
- 二、行政院環境保護署環保法規資訊網，<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/index.aspx>，2010.10.5。
- 三、行政院環境保護署環境檢驗所資訊網，<http://www.niea.gov.tw/>，2010.10.5。

- 四、行政院環境保護署水體水質標準網站  
[http://www.epa.gov.tw/b/b0100.asp?Ct\\_Code=05X0000747X0001136&L=3](http://www.epa.gov.tw/b/b0100.asp?Ct_Code=05X0000747X0001136&L=3)
- 五、行政院環境保護署環境資料庫  
[http://edb.epa.gov.tw/Index\\_water.htm](http://edb.epa.gov.tw/Index_water.htm)
- 六、環境資訊中心  
<http://e-info.org.tw/issue/environ/waterp/2001/waterp01061201.htm>
- 七、海洋環境保護與污染防治對策  
<http://www.soa.gov.cn/bbs/fujian/fu8.htm>
- 八、行政院環境保護署 <http://www.epa.gov.tw/>

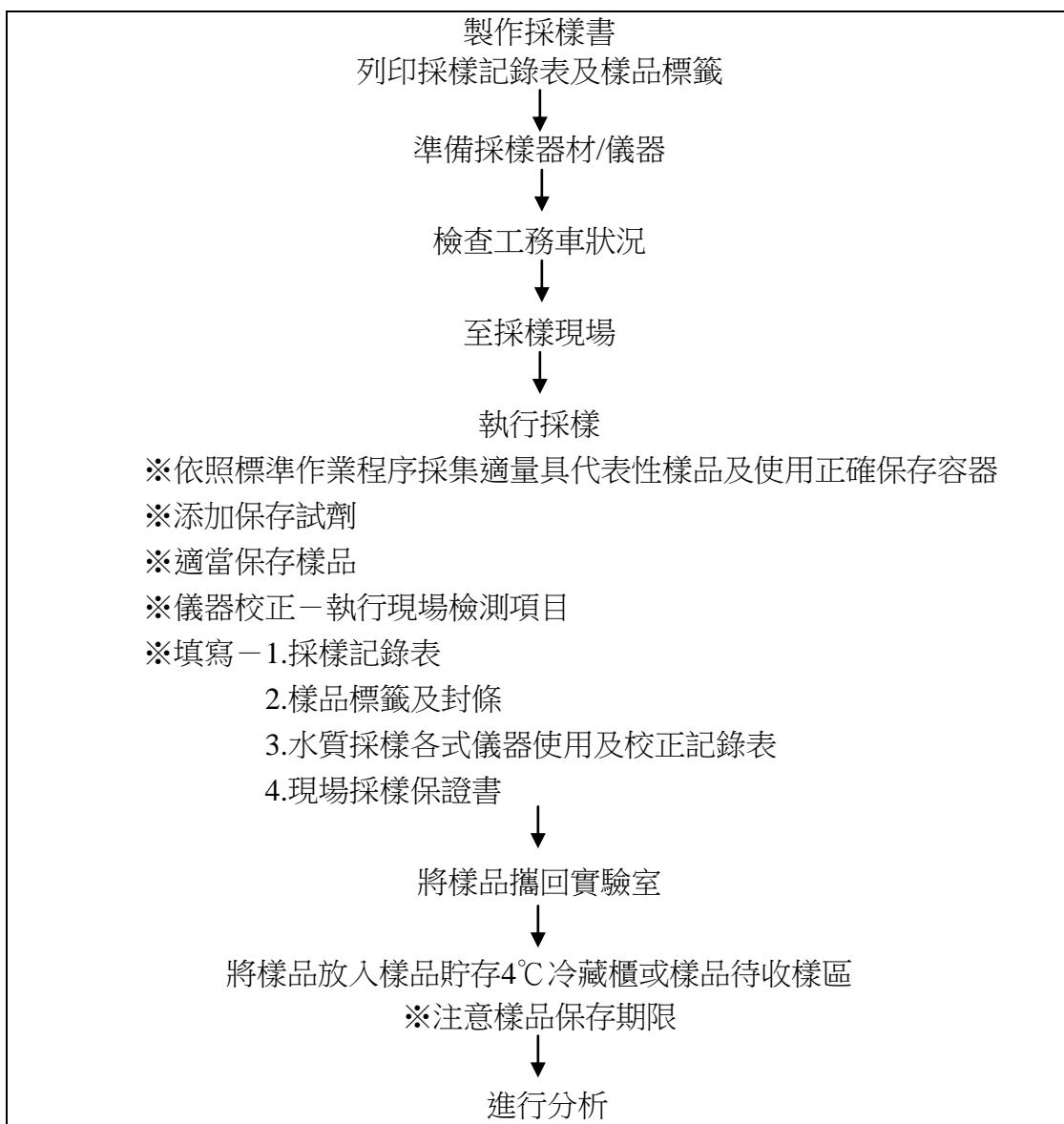


圖 1 海域水質採樣流程圖

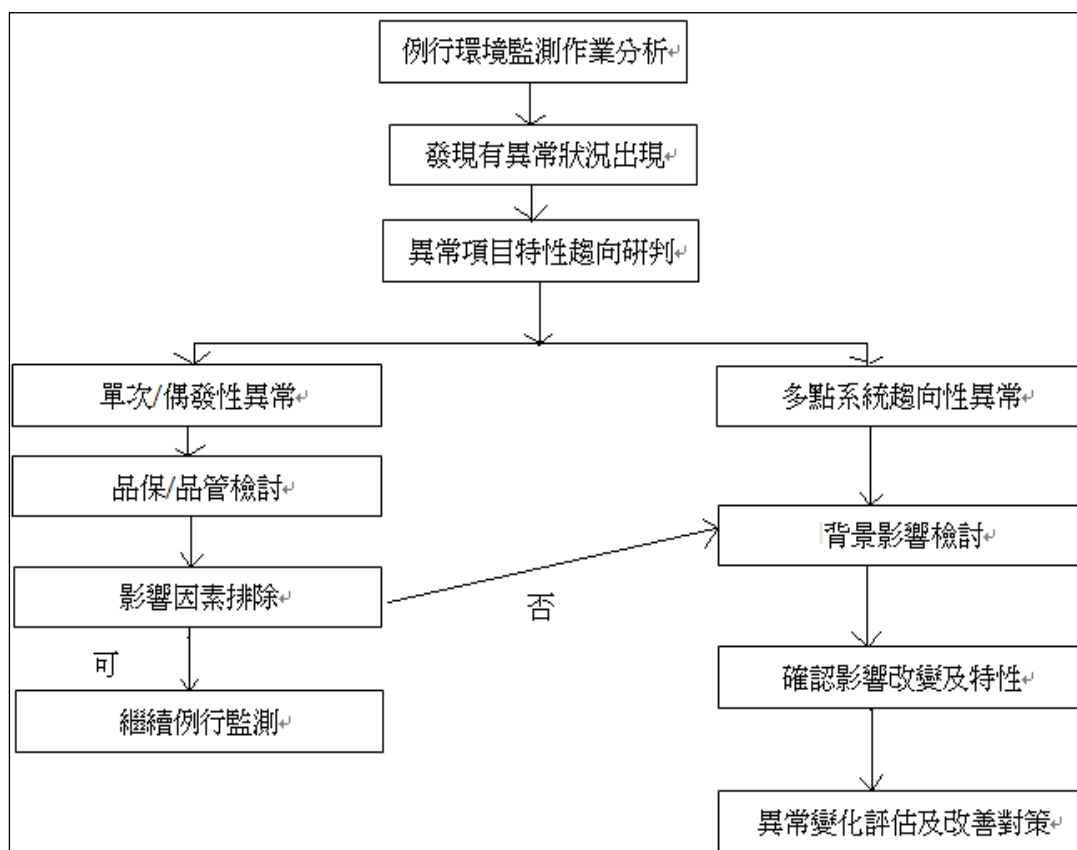


圖 2 環境監測異常管理對策流程圖

表 1 海域水質監測地點、項目及頻率

檢測地點	理由	站數	檢測項目及內容	頻率
將軍溪河口與近岸區(共 2 站) TNS-1 將軍溪北側：水深約 10m 處。 TNS-2 將軍溪南側：水深約 10m 處。	次要河川入海口與重要污染源流入點，有助於了解陸源物質經將軍溪輸入對海域環境之影響，並可監測將軍漁港及馬沙溝海水域場附近與七股淺海養殖水質狀況。	6	<b>海域水質</b> ：水溫、鹽度、濁度、pH、DO、SS、BOD、礦物性油脂、葉綠素、氨氮、總磷、大腸桿菌群等 12 項。 <b>海域底質監測</b> ：銅及鋅 2 項。	共 2 次
網子寮沙洲外側南、北湖口區(共 2 站) TNS-3 網子寮沙洲汕北側：水深約 10m 處。	重要海岸生態敏感區-七股瀉湖區，有助於生態保育研究。			

TNS-4 網子寮沙洲 汕南側：水深約 10m 處。				
曾文溪河口與近岸 區(共 1 站) TNS-5 曾文溪河口： 水深約 10m 處。	主要河川入海口，有 助於了解陸源物質 經曾文溪輸入對海 域環境之影響。			

表 2 海域水質各檢測項目之採樣水量、容器及保存方法

檢測項目	水樣量 (mL)	容器	保存方法	保存方法
<b>海域水質</b>				
水溫	1000	無特殊規定	無特殊規定	現場測定
鹽度	100	塑膠瓶	無特殊規定	現場測定
濁度	100	玻璃或塑膠瓶	暗處，4℃ 冷藏	現場測定
葉綠素	100	玻璃或塑膠瓶	暗處，4℃ 冷藏	<24 小時
pH 值	100	塑膠瓶	無特殊規定	現場測定
溶氧 DO(電極 法)	100	塑膠瓶	無特殊規定	現場測定
生化需氧量 BOD	1000	玻璃或塑膠瓶	暗處，4℃ 冷藏	48 小時
懸浮固體 SS	500	抗酸性之玻璃或 塑膠瓶	暗處，4℃ 冷藏	7 天
礦物性油脂	1000	廣口玻璃瓶，所採水 樣僅供油脂檢驗用	加 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ，pH<2， 暗處，4℃ 冷藏	28 天
氨氣	500	玻璃或塑膠瓶	加硫酸使水樣之 pH<2，暗處，4℃ 冷藏。水樣中含有 餘氯，則應於採樣 現場加入去氯試 劑。	7 天
磷酸鹽	100	以 1+1 硝酸洗淨之 玻璃瓶	暗處，4℃ 冷藏， 若測定溶解性磷 酸鹽，須於採樣後 立刻以 0.45μm 之 薄膜濾紙過濾	48 小時
大腸桿菌群	300	無菌袋	若水樣中含餘 氯，每 120mL 水	24 小時



			樣加入 0.1mL 10% 硫代硫酸 鈉，4℃ 冷藏。	
<b>海域底質</b>				
銅、鋅	600g	玻璃或塑膠袋（瓶）	4± 2℃ 冷藏	採樣至溶出 程序 180 天

表 3 海域水質及底質監測項目分析方法

分析項目	檢驗方法	方法依據	方法監測極限
水溫	溫度計法	NIEA W217.51A	-
鹽度	導電度法	NIEA W447.20C	-
氫離子濃度	電極法	NIEA W424.52A	-
濁度	濁度計法	NIEA W219.52C	<0.05NTU
溶氧	電極法	NIEA W455.51C	-
葉綠素	丙酮萃取法／分光光度計 分析法	NIEA E507.02B	波長 664 nm 之吸光 度必須介於 0.1 至 1.0 之間，否則須調整 水樣過濾體積，當調整 後 664 nm 吸光度仍無 法達到 0.1 時，建議該 水樣改用 NIEA E509. 00C 方法進行檢測。
懸浮固體	103℃~105℃ 乾燥法	NIEA W210.57A	<2.5 mg/L
生化需氧量	水中生化需氧量檢測方法	NIEA W510.55B	<1.0 mg/L
礦物性油脂	索氏萃取重量法	NIEA W506.21B	<1.0 mg/L
磷酸鹽	分光光度計/維生素丙法	NIEA W427.53B	0.005 mg/L
大腸桿菌群	濾膜法	NIEA E202.54B	<10CFU/100 mL
氨氮	靛酚法	NIEA W437.51C	0.02 mg/L
銅	鉍合離子交換樹脂濃縮法	NIEA W308.22B	0.0005 mg/L
	感應耦合電漿原子發射光 譜法	NIEA W311.51B	
鋅	鉍合離子交換樹脂濃縮法	NIEA W308.22B	0.0019 mg/L
	感應耦合電漿原子發射光 譜法	NIEA W311.51B	

表 4 本研究海域水質監測結果(1/2)

檢測項目			pH	水溫	溶氧量	鹽度	生化需氧量	大腸桿菌群	礦物性油脂	氨氮	懸浮固體	總磷	濁度	葉綠素 a	
單位			-	℃	mg/L	psu	mg/L	CFU/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NTU	µg/L	
甲類海域海洋環境品質標準			7.5~8.5	-	5.0 以上	-	2 以下	1000 個以下	2	0.3	-	0.05	-	-	
乙類海域海洋環境品質標準			7.5~8.5	-	5.0 以上	-	3 以下	-	2	-	-	-	-	-	
丙類海域海洋環境品質標準			7.5~8.5	-	2.0 以上	-	6 以下	-	-	-	-	-	-	-	
1	將軍溪北側	甲類海域	表層	8.2	20.6	7.4	33.3	<1.0	<10	<1.0	0.19	18.9	0.036	9.1	1.48
			底層	8.2	20.3	7.2	33.5	<1.0	<10	<1.0	<b>1.06</b>	18.1	0.035	14.0	1.57
2	將軍溪南側	甲類海域	表層	8.1	21.1	7.4	33.5	<1.0	<10	<1.0	0.14	13.8	0.028	6.4	2.67
			底層	8.1	20.7	7.2	33.6	<1.0	<10	<1.0	0.13	17.8	0.041	9.1	1.89
3	網子寮沙洲汕北側	甲類海域	表層	8.2	21.3	7.4	33.7	<1.0	<10	<1.0	0.10	11.5	0.025	4.4	1.95
			底層	8.2	21.0	7.3	33.6	<1.0	<10	<1.0	0.12	13.0	0.023	2.9	1.96
4	網子寮沙洲汕南側	甲類海域	表層	8.2	24.1	7.1	34.0	<1.0	<10	<1.0	0.05	7.7	ND	3.1	0.89
			底層	8.1	23.7	7.0	34.1	<1.0	<10	<1.0	0.04	9.4	ND	2.7	0.28
5	曾文溪河口	丙類海域	表層	8.1	23.8	7.0	34.0	1.0	<10	<1.0	0.14	4.6	0.038	1.3	4.38
			底層	8.1	23.3	6.8	34.1	<1.0	<10	<1.0	0.15	5.2	0.041	2.0	5.73

註：採樣時間：101.03.01

表 5 本研究海域水質監測結果(2/2)

檢測項目			pH	水溫	溶氧量	鹽度	生化需氧量	大腸桿菌群	礦物性油脂	氨氮	懸浮固體	總磷	濁度	葉綠素 a	
單位			-	℃	mg/L	psu	mg/L	CFU/100mL	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NTU	µg/L	
甲類海域海洋環境品質標準			7.5~8.5	-	5.0 以上	-	2 以下	1000 個以下	2	0.3	-	0.05	-	-	
乙類海域海洋環境品質標準			7.5~8.5	-	5.0 以上	-	3 以下	-	2	-	-	-	-	-	
丙類海域海洋環境品質標準			7.5~8.5	-	2.0 以上	-	6 以下	-	-	-	-	-	-	-	
1	將軍溪北側	甲類海域	表層	8.2	30.0	7.4	33.6	1.1	15	<1.0	0.14	11.6	ND	2.2	1.73
		底層	8.2	29.7	7.3	33.6	1.2	360	<1.0	0.05	15.4	ND	3.0	1.47	
2	將軍溪南側	甲類海域	表層	8.2	30.5	7.4	33.6	<1.0	<10	<1.0	0.12	9.6	ND	2.0	1.20
		底層	8.2	30.1	7.3	33.7	1.1	55	<1.0	0.13	66.2	0.036	1.2	1.97	
3	網子寮沙洲汕北側	甲類海域	表層	8.1	30.1	7.2	33.6	<1.0	<10	<1.0	0.11	16.6	ND	3.0	0.69
		底層	8.1	30.1	7.1	33.9	<1.0	50	<1.0	0.08	15.8	0.015	2.4	0.39	
4	網子寮沙洲汕南側	甲類海域	表層	8.1	30.4	7.3	33.6	<1.0	<10	<1.0	0.13	13.9	ND	2.0	0.87
		底層	8.2	30.0	7.2	33.7	<1.0	70	<1.0	0.07	14.2	ND	2.0	0.27	
5	曾文溪河口	丙類海域	表層	8.2	31.1	8.3	31.1	2.5	10	<1.0	0.17	14.1	0.019	3.0	2.00
		底層	8.2	30.9	8.2	31.3	2.3	20	<1.0	0.08	9.4	ND	2.0	1.40	

註：採樣時間：101.07.20

表 6 本研究海域底質重金屬監測結果彙整

分析項目		銅(mg/kg)		鎳(mg/kg)	
土壤監測基準		220(120)		130	
NOAA,ERL		34		20.9	
NOAA,ERM		270		51.6	
採樣時間		101.3.1	101.7.20	101.3.1	101.7.20
1	將軍溪北側	3.62	3.75	14.5	15.5
2	將軍溪南側	4.59	6.93	17.8	19.5
3	網子寮沙洲汕北側	3.84	4.86	16.4	17.2
4	網子寮沙洲汕南側	3.96	3.75	18.2	16.2
5	曾文溪河口	3.70	2.68	15.8	12.8