

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 地球科學科

080504

我挖！我挖！我哇哇哇！

探索中港溪長期水質變化的秘密

學校名稱：苗栗縣竹南鎮竹興國民小學

| | |
|---|---------------------|
| 作者： 小五 郭育綾 小五 林艾妘 小五 林沛旻 小五 連宇謙 | 指導老師： 游慈雲 方余信 |
|---|---------------------|

關鍵詞：中港溪、水質檢測、水質變化

作品名稱：我挖！我挖！我哇哇哇！

探索中港溪長期水質變化的秘密

摘要

中港溪的河道結構由上游到下游分別是天然河岸、生態工法石頭堆砌的低度治理河岸和特別加高、強化護岸、由鋼筋塊泥堆砌的高度整治河岸。根據環保署水質監測資料選取田美大橋、三灣大橋、平安大橋、東興橋和中港溪橋，作為觀測地點，調查汙染來源，結果發現中港溪流域的水質上游較下游好，而下游的汙染來源包含工業廢水、畜牧及家庭汙水。

2002 及 2003 年因中港溪流域的竹南、頭份沿岸工廠數量多，造成嚴重汙染，2004 年之後，工廠數量銳減，水質也明顯改善，但東興橋到中港溪橋的氨氮量仍偏高，顯示家庭汙水的排放對水質有影響。當有河道或堤防整修工程時，河水的懸浮固體量就會增加。下游中港溪橋的水質變化會受雨量影響，降雨量較多的 6~9 月，汙染指數相對較低；降雨量較少的 11~1 月，汙染指數相對較高。

壹、引起動機

在五年級上學期自然領域課程的「山河大地」單元裡，我們探討了河流對於地表的作用，老師拍了一些關於我們家鄉的河流—中港溪的照片，讓我們觀察河流中下游的景觀有甚麼不同，結果我們除了發現上中下游的河流寬度、流速和岸邊石塊大小不同外，也發現下游附近有較多的住宅和工廠，河水看起來似乎髒髒的，不知道是不是附近排放的廢水汙染了中港溪的水質，因此，興起我們想更加瞭解中港溪的念頭，於是在老師的指導下開始了一連串的研究。

貳、研究目的

- 一、瞭解中港溪的河岸結構。
- 二、瞭解中港溪河水的水質。
- 三、探討中港溪河水的汙染來源。
- 四、根據所蒐集的水質監測資料，分析中港溪近十年水質變化。
- 五、探討影響中港溪水質變化的原因。

參、研究設備及器材

簡易水質檢測包、pH 值檢測計、電子溫度計、繩子、水桶、量杯、數位相機、電腦、網際網路。

肆、研究過程或方法

一、檢視中港溪的河岸結構

以目視法觀察河道的結構，辨識河岸屬於天然野溪、低度治理河川或是高度整治河川，並以數位相機將觀察到的特別之處拍下。

二、中港溪水質調查

(一) 選定觀測站

我們根據環保署水質監測資料（表4-1）考量到長期監測資料的比較及取水方便等因素，選取五個定點進行水質檢測，分別是田美大橋、三灣大橋、平安大橋、東興橋和中港溪橋，作為觀測地點，調查汙染來源。

表 4-1 河川水質監測站位置表

| 名稱 | 取樣點名稱 | 取樣點編號 | 取樣點位置 |
|-----|-------|-------|----------------|
| 中港溪 | 田美大橋 | 170-5 | 苗栗縣南庄鄉 |
| 中港溪 | 三灣橋 | 170-A | 苗栗縣三灣鄉 3 號縣道 |
| 中港溪 | 平安大橋 | 170-1 | 苗栗縣頭份鎮斗煥坪 |
| 中港溪 | 東興橋 | 170-2 | 苗栗縣頭份鎮和平里 |
| 中港溪 | 中港溪橋 | 170-3 | 苗栗縣頭份鎮尖山 1 號縣道 |



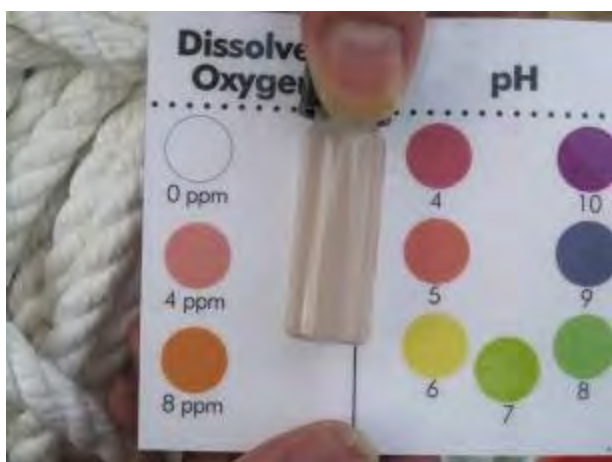
圖一 中港溪水質觀測站位置圖

(二) 觀測站水質檢測

以電子溫度計和ph儀測量水溫和酸鹼度，並用水質檢測試紙檢測各觀測站的溶氧和濁度，操作方法如下：

1. 溫度測量操作步驟：將溫度計放置於在水面下10cm處維持約1分鐘後，自水中取出溫度計讀取溫度，並且以攝氏為單位記錄測得數值。
2. 溶氧量測定操作步驟：
 - (1) 將檢測包所附圓形玻璃小試管完全浸入採取水樣的容器中，然後將試管從水樣中取出，並保持水樣滿至試管的頂端。
 - (2) 在小試管中放入2顆溶氧測試錠，當藥片加入後，隨即旋緊試管蓋。
 - (3) 反覆上下搖晃直到藥片完全溶解為止。
 - (4) 當藥片完全溶解後，再靜置5分鐘，水的顏色會產生變化；
 - (5) 利用溶氧色卡比對水樣的顏色，並以ppm為單位記錄所測得的溶氧值。
 - (6) 從溶氧飽和度對照表中找出水樣的溫度，比對到最上方的溶氧濃度，此時水樣的溶氧飽和度即為表中溫度與溶氧的交叉處。
3. pH值測定操作步驟：

將ph檢測器放置於在水面下5cm處維持約1分鐘後，自水中取出讀取數值。
4. 濁度檢測操作步驟：
 - (1) 檢將沙奇盤標籤貼紙貼在本檢測包的廣口包裝容器底部。
 - (2) 將水樣注入廣口容器中，直至注入水量之高度與外側標示的水位線等高。
 - (3) 將濁度色卡置於瓶口邊緣，朝廣口瓶底部觀察。比較瓶底沙奇盤標籤與色卡後，將水樣濁度以JTU為單位記錄。



溶氧量比色



濁度比色

三、中港溪近十年水質變化分析

(一) 資料蒐集

1. 利用網際網路，連線到全國環境水質監測網站<http://wq.epa.gov.tw/>。
2. 點選【中港溪】進入各監測站資料，點選【更多資料】，即可下載各站的監測資料。
3. 蒐集相關資料，以瞭解各水質監測項目所代表的意義。



| 河段 | 測站名稱 | 河川污染指數 | 生化需氧量 mg/L | 懸浮固體 mg/L | 氨氮 mg/L |
|--------|------|--------|---------------|--------------|------------|
| 南港溪(舊) | 南港橋 | 7.3 | 35.2 | 35.2 | 0.7 |
| 中港溪 | 田美大橋 | 1.0 | <1.0 | 1.2 | 0.02 |
| | 三灣大橋 | 1.0 | 1.4 | 14.7 | 0.07 |
| | 平安大橋 | 1.0 | 1.0 | 20.0 | 0.07 |
| | 東興大橋 | 1.0 | 1.0 | 7.7 | 0.06 |

| 項目 | 數值 | 單位 | 標準 |
|---------|------|------|----|
| 河川污染指數 | 1.0 | 無 | 無 |
| 生化需氧量 | <1.0 | mg/L | 無 |
| 懸浮固體 | 1.2 | mg/L | 無 |
| 氨氮 | 0.02 | mg/L | 無 |
| 溶氧(電極法) | 9.4 | mg/L | 無 |

(二) 資料分析

1. 利用環保署提供之水質監測資料，選取2001到2010年田美大橋、三灣大橋、平安大橋、東興橋和中港溪橋5個監測點的污染指數、酸鹼度、溶氧量、生化需氧量、懸浮固體和氨氮量的數據，複製於Excel軟體。
2. 分別計算2001~2010年中港溪 5個監測點的污染指數、酸鹼度、溶氧量、生化需氧量、懸浮固體和氨氮量的每年平均值，整理成統計表，並繪製統計圖。

四、探討影響中港溪水質變化的原因

- (一) 蒐集中港河流域各鄉鎮人口及工廠數等統計資料，分析造成中港溪水質變化的原因。
- (二) 利用中央氣象局雨量統計資料，查詢苗栗近十年來每月的降雨量，並繪製成統計圖。
- (三) 將近十年來中港溪田美大橋、三灣大橋、平安大橋、東興橋和中港溪橋5個監測點的每月污染指數也整理繪製成統計圖，探討降雨量對中港溪水質變化的影響。



伍、研究結果與討論

一、中港溪的河岸結構

根據調查結果，我們發現中港溪的河道結構由上游到下游由三種河岸組成，分別是天然河岸、低度治理河岸及高度整治河岸，田美是未經整治的天然河岸，水質看起來相當清澈；三灣和平安大橋的河岸大部分是生態工法的石頭堆砌岸，是屬於低度治理河段，河岸未特別高，岸邊植物生長茂密，水質還算清澈；東興橋到中港溪橋這段河岸特別加高、強化護岸、鋼筋塊泥堤防，是屬於高度整治河段。

(一) 田美大橋河岸



(二) 三灣大橋河岸



(三) 平安大橋河岸



(四) 東興橋河岸



河道上正在進行堤防工程



河岸旁有資源回收工廠

(五) 中港溪橋河岸



中港溪橋河岸屬於高度整治河段

沿岸可看見排水管 and 排水口

二、水質檢測結果

根據我們2010年7~12月實際檢測的結果，發現5個觀測點的酸鹼值都在7~8.5之間，而一般自然水體的pH值通常介於6.5~8.2 之間，所以中港溪的水質略偏鹼性。在溶氧量的部分皆達8ppm以上，溶氧飽和度相當高，只有11、12月中港溪橋溶氧量較低，溶氧飽和度皆低於50%，根據我們的觀察可能與東興橋在進行工程有關。

濁度的部分田美和三灣的河水都相當清澈，平安大橋、東興橋稍為混濁，東興橋在11、12月觀測時當好有整治河道的工程，濁度高達100，中港溪橋濁度一直都相當高，但是不管是上游或下游河水皆沒有異味。

表 5-1 田美大橋水質檢測紀錄

| 檢測日期 | 氣溫℃ | 水溫℃ | pH 值 | 溶氧量 ppm | 溶氧飽和度% | 濁度 JTU |
|------------|------|------|------|---------|--------|--------|
| 2010.7.28 | 29.2 | 26.0 | 8.0 | 8 | 99 | 0 |
| 2010.8.27 | 27.0 | 25.3 | 8.3 | 8 | 99 | 0 |
| 2010.9.29 | 25.8 | 24.7 | 8.1 | 8 | 95 | 0 |
| 2010.10.27 | 25.2 | 23.9 | 8.4 | 8 | 95 | 0 |
| 2010.11.24 | 20.4 | 20.1 | 8.2 | 8 | 88 | 0 |
| 2010.12.22 | 18.3 | 17.7 | 8.3 | 8 | 84 | 0 |

表 5-2 三灣大橋水質檢測紀錄

| 檢測日期 | 氣溫℃ | 水溫℃ | pH 值 | 溶氧量 ppm | 溶氧飽和度% | 濁度 JTU |
|------------|------|------|------|---------|--------|--------|
| 2010.7.28 | 30.0 | 28.0 | 8.4 | 8 | 102 | 0 |
| 2010.8.27 | 27.6 | 27.2 | 8.3 | 8 | 102 | 0 |
| 2010.9.29 | 27.6 | 26.3 | 8.2 | 8 | 99 | 0 |
| 2010.10.27 | 26.5 | 24.7 | 8.3 | 8 | 95 | 0 |
| 2010.11.24 | 21.7 | 21.1 | 8.2 | 8 | 88 | 0 |
| 2010.12.22 | 18.5 | 18.0 | 8.3 | 8 | 84 | 0 |

表 5-3 平安大橋水質檢測紀錄

| 檢測日期 | 氣溫℃ | 水溫℃ | pH 值 | 溶氧量 ppm | 溶氧飽和度% | 濁度 JTU |
|------------|------|------|------|---------|--------|--------|
| 2010.7.28 | 33.0 | 29.5 | 8.3 | 8 | 106 | 40 |
| 2010.8.27 | 30.7 | 29.2 | 8.2 | 8 | 106 | 40 |
| 2010.9.29 | 32.2 | 29.9 | 8.5 | 8 | 106 | 40 |
| 2010.10.27 | 28.3 | 26.2 | 8.3 | 8 | 99 | 40 |
| 2010.11.24 | 22.3 | 21.8 | 8.1 | 8 | 92 | 40 |
| 2010.12.22 | 19.0 | 18.5 | 8.2 | 8 | 90 | 40 |

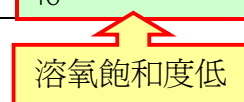
表 5-4 東興橋水質檢測紀錄

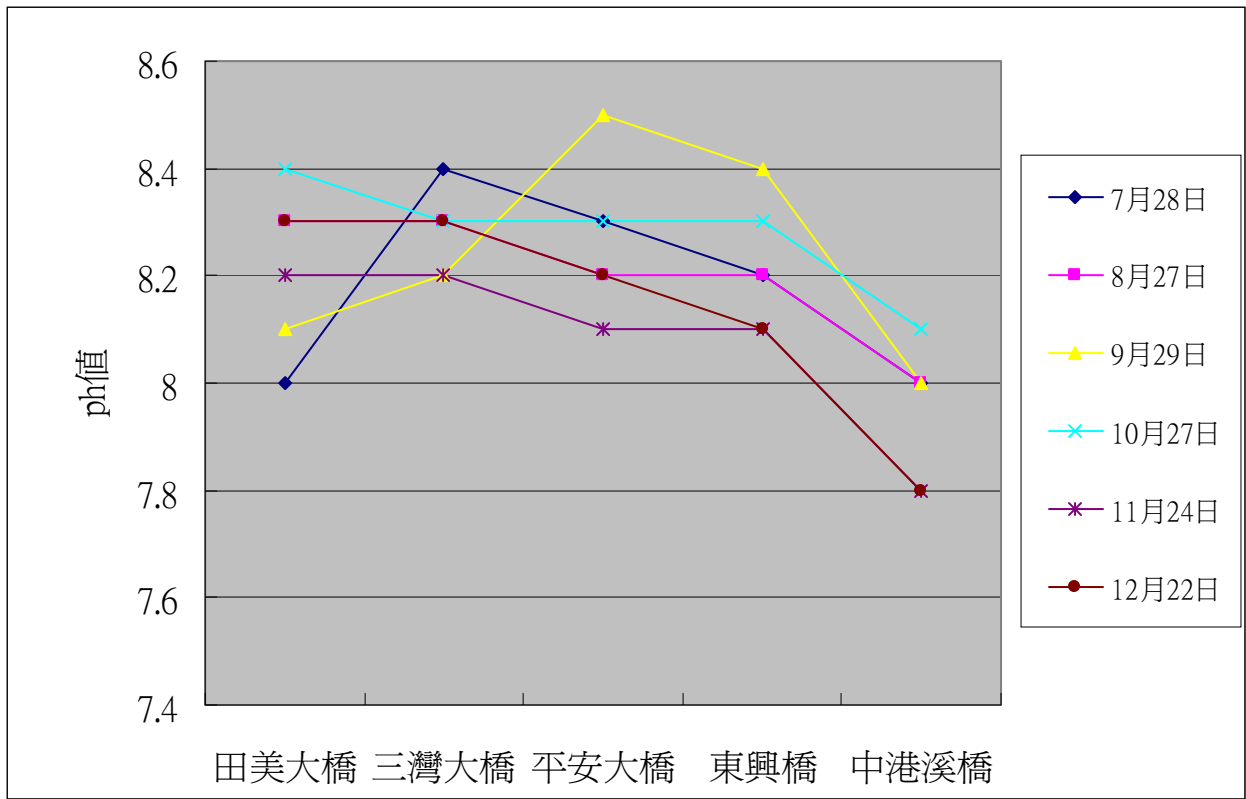
| 檢測日期 | 氣溫℃ | 水溫℃ | pH 值 | 溶氧量 ppm | 溶氧飽和度% | 濁度 JTU |
|------------|------|------|------|---------|--------|--------|
| 2010.7.28 | 33.8 | 30.3 | 8.2 | 8 | 106 | 40 |
| 2010.8.27 | 30.3 | 29.5 | 8.2 | 8 | 106 | 40 |
| 2010.9.29 | 34.3 | 30.9 | 8.4 | 8 | 106 | 40 |
| 2010.10.27 | 28.2 | 26.1 | 8.3 | 8 | 99 | 40 |
| 2010.11.24 | 25.4 | 23.8 | 8.1 | 8 | 95 | 100 |
| 2010.12.24 | 20.6 | 20.2 | 8.1 | 8 | 88 | 100 |



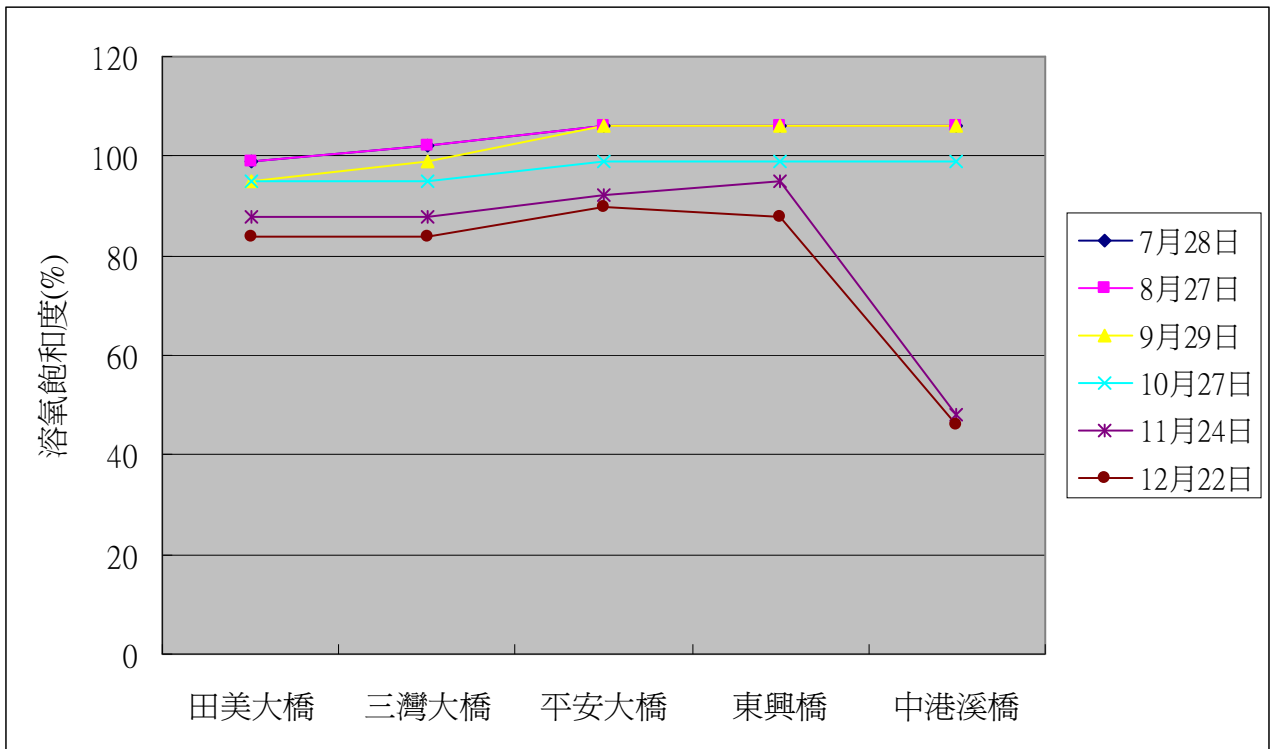
表 5-5 中港溪橋水質檢測紀錄

| 檢測日期 | 氣溫℃ | 水溫℃ | pH 值 | 溶氧量 ppm | 溶氧飽和度% | 濁度 JTU |
|------------|------|------|------|---------|--------|--------|
| 2010.7.28 | 34 | 30.2 | 8.0 | 8 | 106 | 100 |
| 2010.8.27 | 35 | 31.0 | 8.0 | 8 | 106 | 100 |
| 2010.9.29 | 29 | 29.2 | 8.0 | 8 | 106 | 100 |
| 2010.10.27 | 27.7 | 25.8 | 8.1 | 8 | 99 | 100 |
| 2010.11.24 | 28.8 | 24.5 | 7.8 | 4 | 48 | 100 |
| 2010.12.24 | 22.8 | 22.5 | 7.8 | 4 | 46 | 100 |

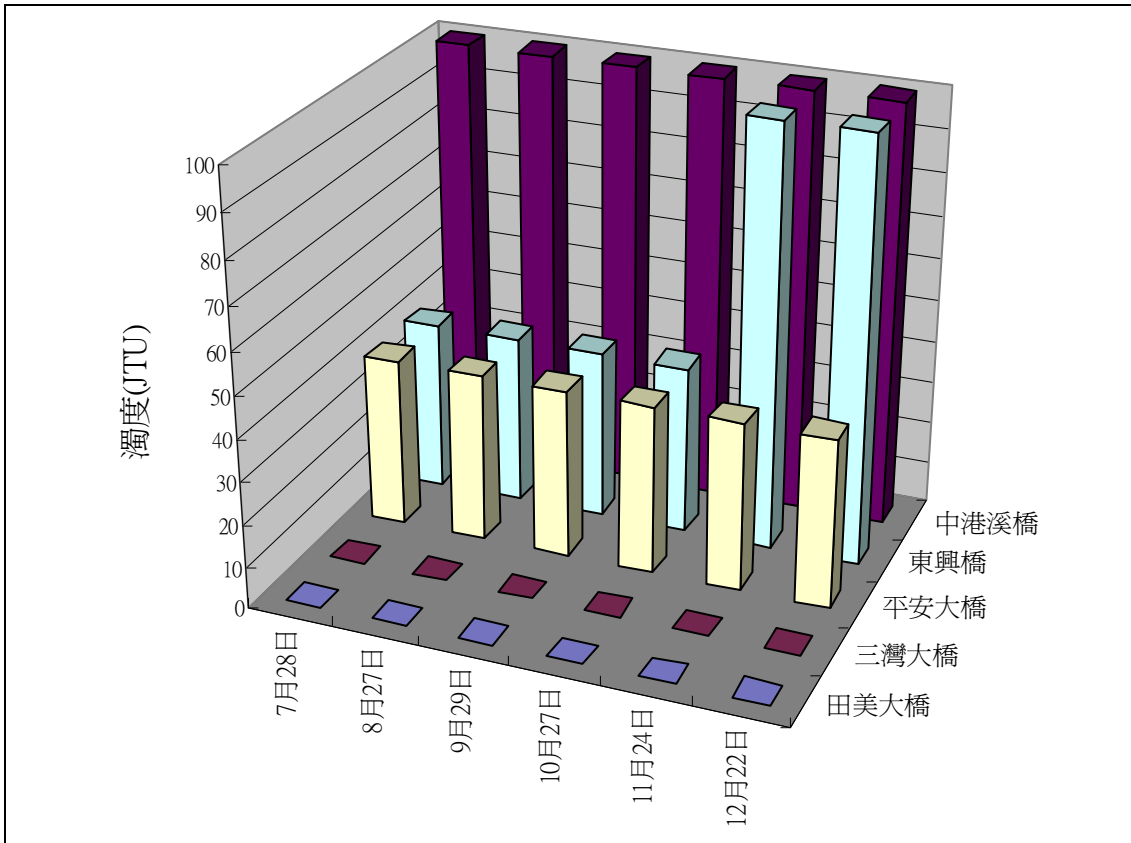




圖二 中港河流域 2010 年 7~12 月上游到下游河水 pH 值變化



圖三 中港河流域 2010 年 7~12 月上游到下游河水溶氧飽和度變化



圖四 中港溪流域 2010 年 7~12 月上游到下游河水濁度變化



三、水質監測項目的意義

- (一) 溶氧量：溶氧量是指溶解於水中的氧量。一般在自然水體中，若溶氧值高則水質較為良好，有助於維持水中微生物的多樣性。
- (二) 生化需氧量：指利用微生物(最常使用好氧細菌)，將污水中的需氧廢料分解時，所消耗氧的總量。其值越高，說明水中有機汙染物質越多，汙染就越厲害。
- (三) 懸浮固體：指水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態的有機或無機性顆粒。懸浮固體會阻礙光在水中穿透，對水中生物的影響與濁度相似；懸浮固體若沉積於河床會阻礙水流，若沉積於水庫庫區，則會減少水庫的蓄水空間。
- (四) 氨氮：氨氮是評估水源是否遭受人為汙染的重要指標，排放未經處理的畜牧廢水及家庭污水是造成水源中氨氮過量的主要原因。
- (五) 酸鹼值 (pH 值)：pH 值試驗就是量測水質酸性或鹼性的程度。一般自然水體的 pH 值通常介於 6.5~8.2 之間。
- (六) 河川汙染程度指標：以水中溶氧量 (DO)、生化需氧量 (BOD5)、懸浮固體 (SS)、與氨氮 (NH₃N) 等 4 項水質參數之值，來計算所得指標積分，判定河川水質汙染程度，如表 5-6。

表 5-6 河川汙染程度分類表

| 項目 \ 汙染程度 | 未受汙染 (稍受) 汙染 | 輕度汙染 | 中度汙染 | 嚴重汙染 |
|-------------------------------|-----------------|-----------|---------|--------|
| 溶氧量(DO)mg/L | 6.5 以上 | 4.6~6.5 | 2.0~4.5 | 2.0 以下 |
| 生化需氧量(BOD ₅) mg/L | 3.0 以下 | 3.0~4.9 | 5.0~15 | 15 以上 |
| 懸浮固體(SS) mg/L | 20 以下 | 20~49 | 50~100 | 100 以上 |
| 氨氮(NH ₃ -N) mg/L | 0.50 以下 | 0.50~0.99 | 1.0~3.0 | 3.0 以上 |
| 點數 | 1 | 3 | 6 | 10 |
| 汙染指標積分 | 2.0 以下 | 2.0~3.0 | 3.1~6.0 | 6.0 以上 |
| 等級 | A | B | C | D |

資料來源：行政院環境保護署

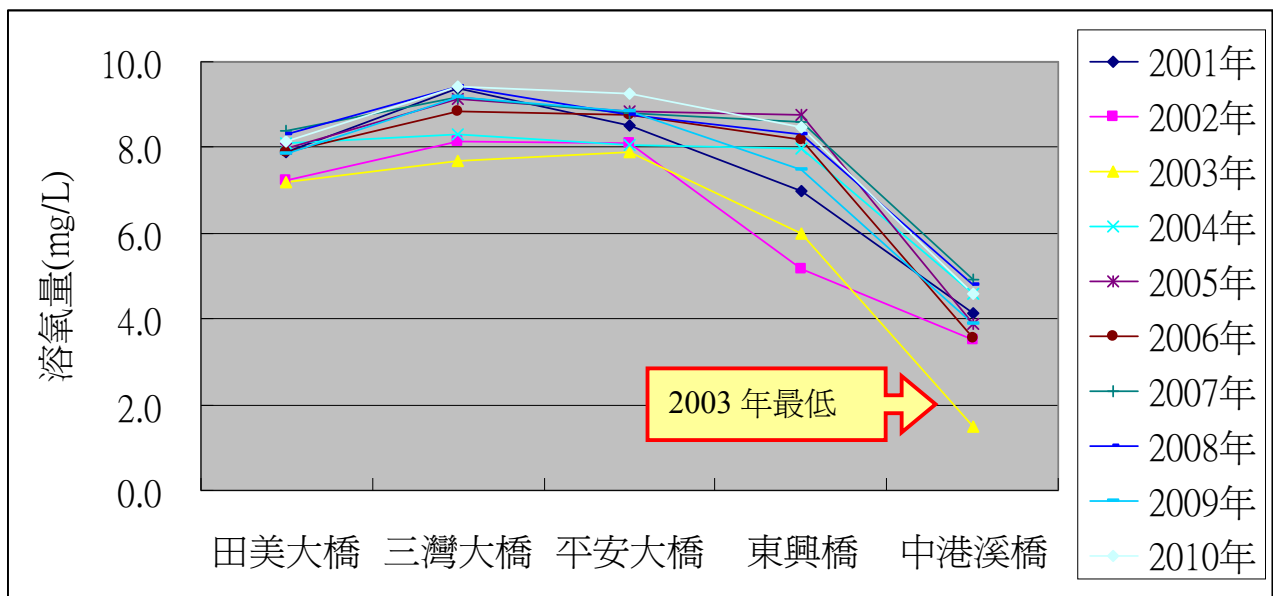
四、近十年水質分析結果

(一) 溶氧量

近十年溶氧量比較(如圖五)，我們發現上游溶氧量比下游高，但是2002年及2003年各站的溶氧量都偏低，2003年甚至到嚴重汙染的程度，我們訪問當地居民並查詢苗栗縣政府的歷年統計資料，發現2003年正是頭份竹南地區工廠數量最多的一年，推測工廠排放廢水是汙染源之一。

表 5-7 2001~2010 年中港溪各水質監測站 溶氧量平均值統計表 (單位：mg/L)

| 監測站 | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 | 2010年 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 田美大橋 | 7.9 | 7.2 | 7.2 | 8.1 | 8.0 | 7.9 | 8.4 | 8.3 | 7.8 | 8.1 |
| 三灣大橋 | 9.4 | 8.2 | 7.7 | 8.3 | 9.1 | 8.9 | 9.2 | 9.4 | 9.2 | 9.4 |
| 平安大橋 | 8.5 | 8.1 | 7.9 | 8.0 | 8.9 | 8.7 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 9.2 |
| 東興橋 | 7.0 | 5.2 | 6.0 | 8.0 | 8.8 | 8.2 | 8.6 | 8.3 | 7.5 | 8.5 |
| 中港溪橋 | 4.1 | 3.5 | 1.5 | 4.6 | 3.9 | 3.6 | 4.9 | 4.8 | 3.9 | 4.6 |



圖五 中港溪流域 2001~2010 年上游到下游河水溶氧量變化

表5-8 中港溪流域各鄉鎮歷年工廠登記家數 (單位：家)

| 地區 | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 竹南鎮 | 502 | 556 | 542 | 449 | 450 | 457 | 456 | 458 | 451 |
| 頭份鎮 | 402 | 387 | 422 | 325 | 325 | 318 | 316 | 314 | 309 |
| 造橋鄉 | 93 | 89 | 103 | 80 | 84 | 85 | 81 | 82 | 80 |
| 三灣鄉 | 28 | 27 | 25 | 18 | 18 | 18 | 15 | 14 | 13 |
| 南庄鄉 | 15 | 13 | 20 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 合計 | 1040 | 1072 | 1112 | 884 | 889 | 890 | 880 | 880 | 865 |

資料來源：苗栗縣統計要覽，2010年12月。

數量最多

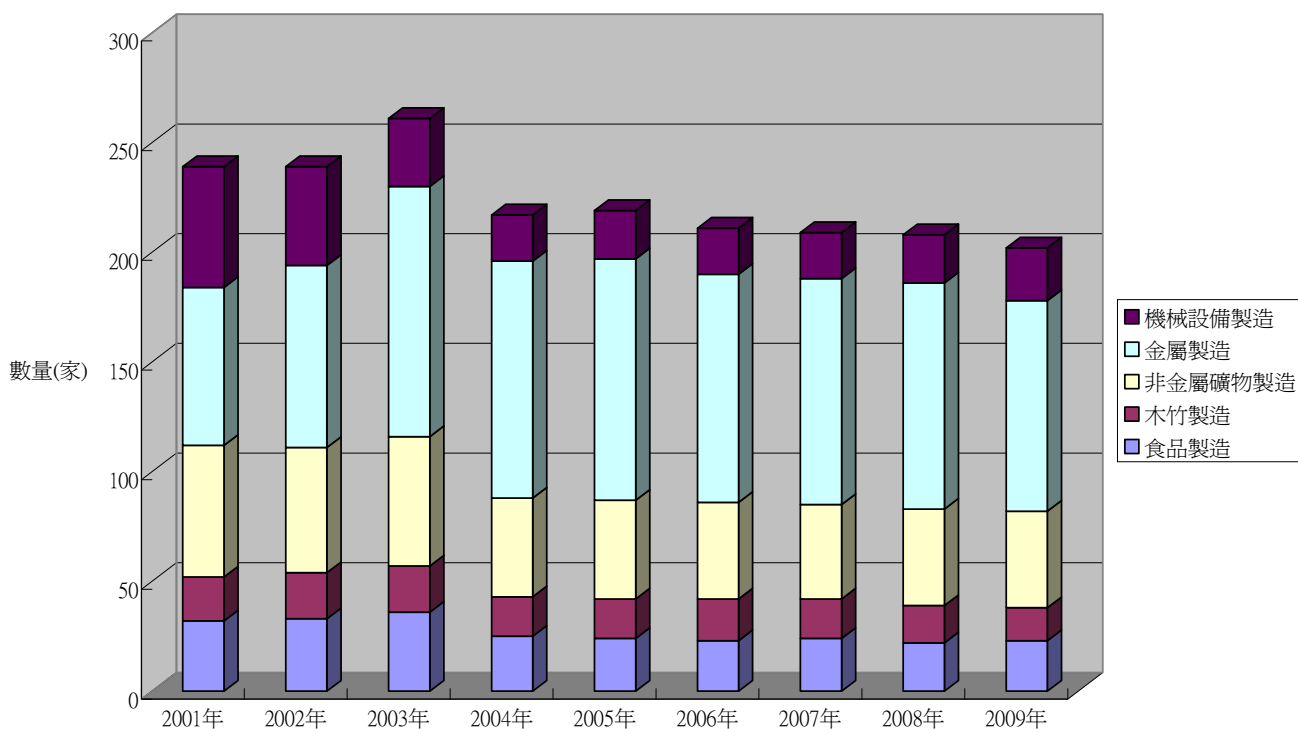
討論：

爲了確認頭份竹南地區的工廠排放廢水確實影響中港溪的水質，我們找出頭份與竹南地區 2001~2009 年各類別工廠數的統計資料，並查出數量最多的前五名工廠種類，整理如表 5-9、5-10 及圖六、七。

結果發現 2001~2009 年頭份和竹南最多的工廠類別是金屬製造及非金屬礦物製造，其中又以 2003 年這兩類的工廠數量最多，而金屬和礦物製造的過程中需要大量的水來沖洗或冷卻，這些使用過的廢水若沒有經過處理就排入溪流中，就會造成污染，因此可以推測工廠廢水確實影響中港溪下游的水質。

表 5-9 頭份鎮 2001~2009 年前五名工廠類別數量統計表 (單位：家)

| 類 別 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 食品製造 | 32 | 33 | 36 | 25 | 24 | 23 | 24 | 22 | 23 |
| 木竹製造 | 20 | 21 | 21 | 18 | 18 | 19 | 18 | 17 | 15 |
| 非金屬礦物製造 | 60 | 57 | 59 | 45 | 45 | 44 | 43 | 44 | 44 |
| 金屬製造 | 72 | 83 | 114 | 108 | 110 | 104 | 103 | 103 | 96 |
| 機械設備製造 | 55 | 45 | 31 | 21 | 22 | 21 | 21 | 22 | 24 |
| 合計 | 239 | 239 | 261 | 217 | 219 | 211 | 209 | 208 | 202 |

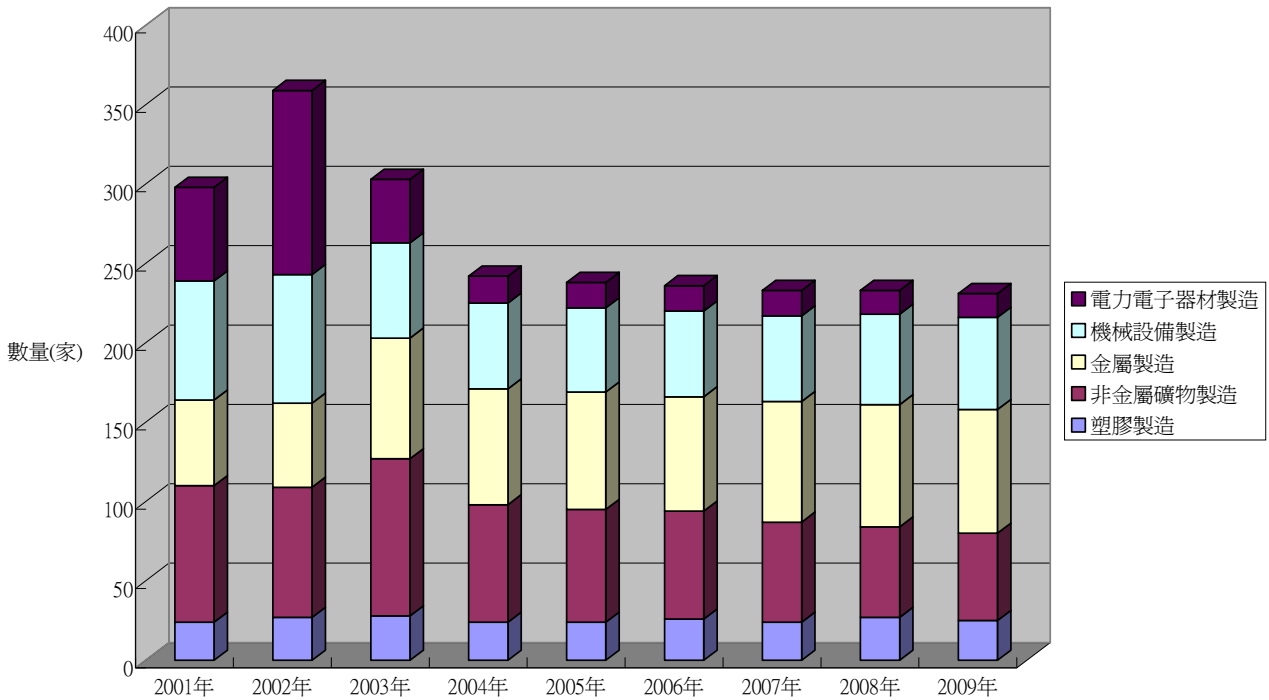


圖六 頭份鎮 2001~2009 年前五名工廠類別數量統計圖

表 5-10 竹南鎮 2001~2009 年前五名工廠類別數量統計表

(單位：家)

| 類別 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 塑膠製造 | 24 | 27 | 28 | 24 | 24 | 26 | 24 | 27 | 25 |
| 非金屬礦物製造 | 86 | 82 | 99 | 74 | 71 | 68 | 63 | 57 | 55 |
| 金屬製造 | 54 | 53 | 76 | 73 | 74 | 72 | 76 | 77 | 78 |
| 機械設備製造 | 75 | 81 | 60 | 54 | 53 | 54 | 54 | 57 | 58 |
| 電力電子器材製造 | 59 | 116 | 40 | 17 | 16 | 16 | 16 | 15 | 15 |
| 合計 | 298 | 359 | 303 | 242 | 238 | 236 | 233 | 233 | 231 |



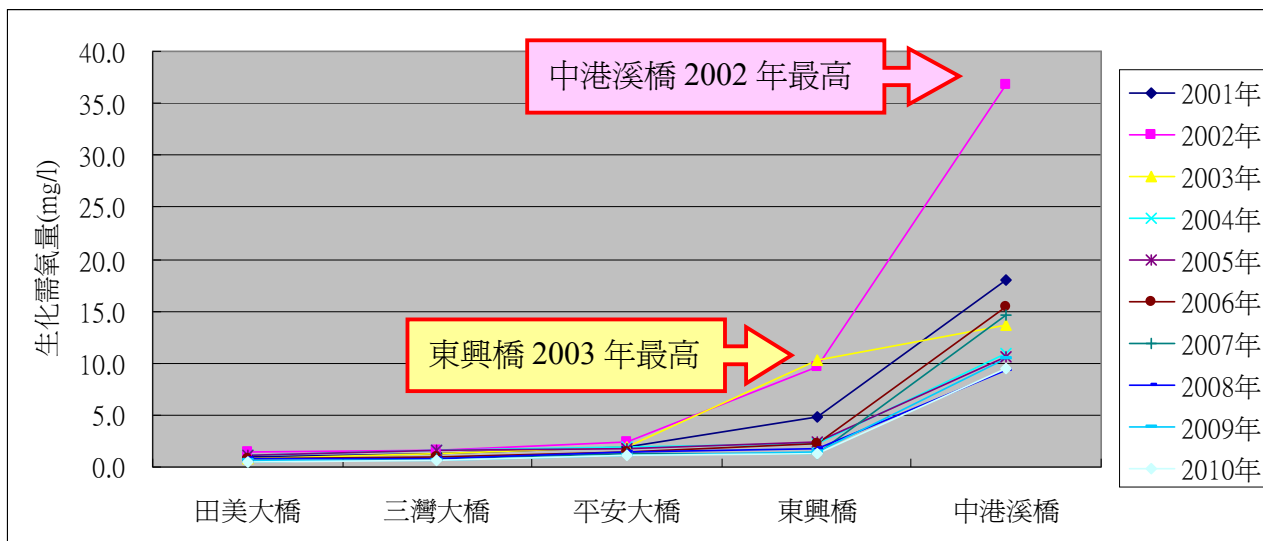
圖七 頭份鎮 2001~2009 年前五名工廠類別數量統計圖

(二) 生化需氧量

近十年生化需氧量比較（如圖八），發現上游田美、三灣、平安生化需氧量低於 3，顯示未受汙染，但到東興橋 2002 和 2003 年已達 10 為中度汙染的程度，中港溪橋在 2002 年高達 30 以上顯示汙染相當嚴重，2006 年也達到 15 嚴重汙染的程度，但近 3 年已逐漸降低，顯示水質有逐漸好轉的傾向。

表 5-11 2001~2010 年中港溪各水質監測站 生化需氧量平均值統計表 (單位：mg/L)

| 監測站 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 田美大橋 | 1.0 | 1.4 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 0.5 | 0.9 | 0.6 | 0.5 |
| 三灣大橋 | 1.3 | 1.7 | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.7 |
| 平安大橋 | 1.9 | 2.4 | 1.9 | 2.0 | 1.8 | 1.4 | 1.2 | 1.4 | 1.1 | 1.2 |
| 東興橋 | 4.9 | 9.7 | 10.3 | 2.3 | 2.3 | 2.3 | 1.3 | 1.8 | 1.5 | 1.2 |
| 中港溪橋 | 18.0 | 36.8 | 13.6 | 10.9 | 10.5 | 15.5 | 14.6 | 9.4 | 10.4 | 9.4 |



圖八 中港溪流域 2001~2010 年上游到下游河水生化需氧量變化

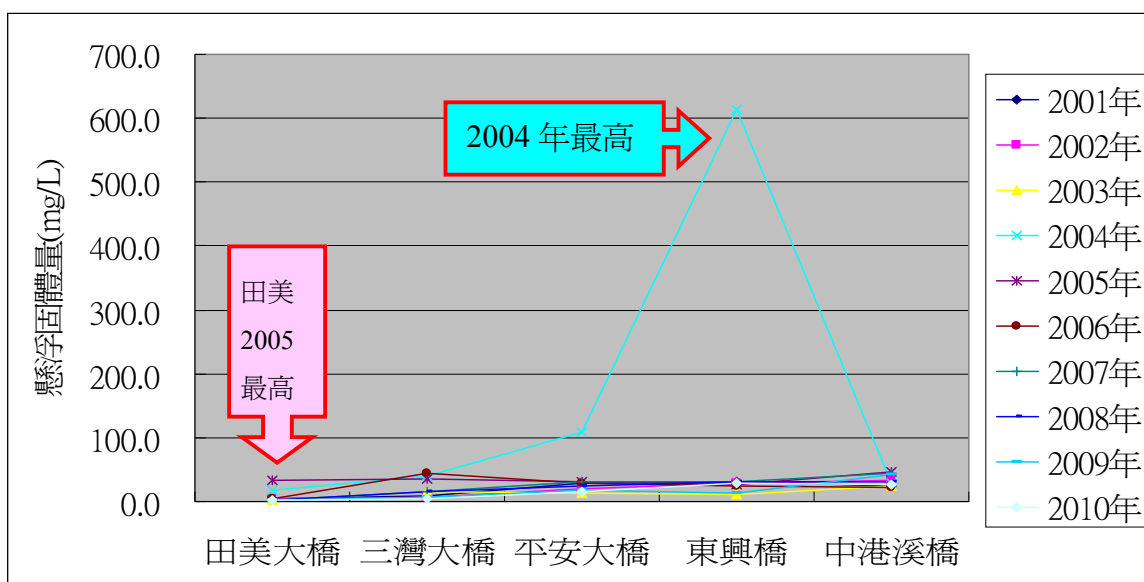
(三) 懸浮固體

下游較上游懸浮固體量較高，大部分差異不大(圖九)。2004 年平安大橋和東興橋懸浮固體量特別高，查詢相關資料發現 2004 年有東興堤防歲修工程，可能受工程的影響，所以懸浮固體量特別高。2005 年田美大橋的懸浮固體量較其他年度高，查詢資料也顯示當時有南庄橋上下游段河道整理環境改善工程，因此懸浮固體量受河川工程影響較大。

表 5-12 2001~2010 年中港溪各水質監測站 懸浮固體量平均值統計表 (單位: mg/L)

| 監測站 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 田美大橋 | 4.9 | 4.1 | 3.1 | 18.6 | 32.4 | 3.9 | 2.9 | 2.4 | 1.9 | 2.3 |
| 三灣大橋 | 8.3 | 6.1 | 15.4 | 40.5 | 36.3 | 44.2 | 16.1 | 14.6 | 6.6 | 5.3 |
| 平安大橋 | 29.5 | 20.1 | 13.9 | 108.4 | 30.0 | 29.0 | 30.8 | 24.4 | 17.2 | 15.7 |
| 東興橋 | 31.8 | 29.3 | 11.7 | 614.0 | 27.1 | 24.4 | 31.1 | 32.1 | 12.3 | 28.7 |
| 中港溪橋 | 24.6 | 34.3 | 24.7 | 27.8 | 46.6 | 23.3 | 43.6 | 30.9 | 41.2 | 27.0 |





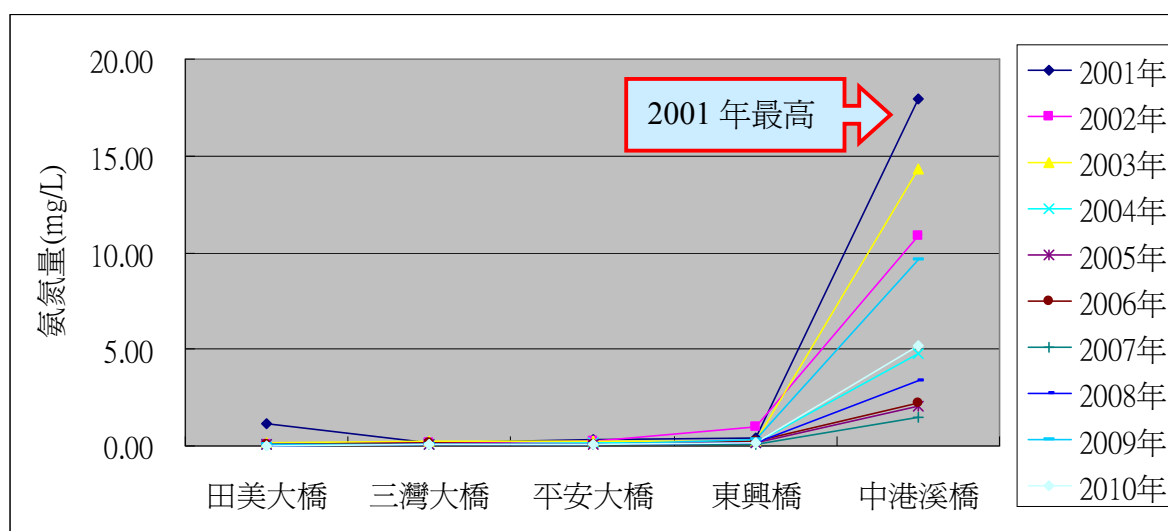
圖九 中港溪流域 2001~2010 年上游到下游河水懸浮固體量變化

(四) 氨氮

2001~2003 年中港溪橋氨氮含量高於 10，汙染相當嚴重，2004 年後逐漸降低，顯示已有改善，不過近 3 年中港溪橋的氨氮量仍高達 3 以上，屬於嚴重汙染，根據觀察，中港溪橋附近有許多排水孔，將住宅區的廢水直接排入溪中，因此推測汙染源包含家庭廢水。

表 5-13 2001~2010 年中港溪各水質監測站 氨氮量平均值統計表 (單位: mg/L)

| 監測站 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 田美大橋 | 1.15 | 0.10 | 0.17 | 0.08 | 0.07 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.02 |
| 三灣大橋 | 0.20 | 0.16 | 0.22 | 0.10 | 0.10 | 0.14 | 0.07 | 0.08 | 0.07 | 0.05 |
| 平安大橋 | 0.34 | 0.24 | 0.23 | 0.15 | 0.09 | 0.12 | 0.10 | 0.09 | 0.08 | 0.05 |
| 東興橋 | 0.40 | 1.00 | 0.28 | 0.15 | 0.16 | 0.27 | 0.12 | 0.19 | 0.29 | 0.13 |
| 中港溪橋 | 17.91 | 10.85 | 14.34 | 4.77 | 2.02 | 2.22 | 1.52 | 3.36 | 9.61 | 5.22 |



圖十 中港溪流域 2001~2010 年上游到下游河水氨氮量變化

討論：

因為氨氮是評估水質是否遭受人為污染的重要指標，畜牧廢水及家庭污水都是造成水中氨氮過量的原因，於是我們蒐集了 2001~2009 年中港河流域鄉鎮養豬頭數的資料，整理如表 5-14，結果發現 2001 年養豬的數量最多，高達 62093 頭，2001 年後數量銳減。對照中港溪的氨氮含量，也是 2001 年最高，之後逐漸降低，因此推測畜牧廢水也是中港溪下游的污染源之一。

表 5-14 2001~2009 年中港河流域各鄉鎮養豬數量統計表 (單位：頭)

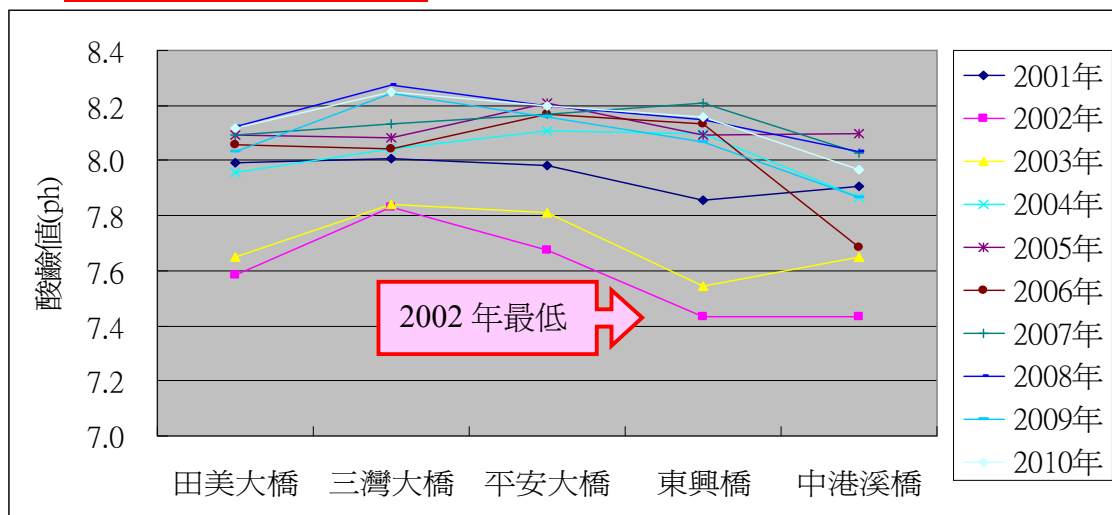
| 地區 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 竹南鎮 | 29575 | 27661 | 22254 | 27939 | 23185 | 20685 | 16187 | 15054 | 16235 |
| 頭份鎮 | 3009 | 2583 | 2472 | 3136 | 3229 | 3047 | 3027 | 1519 | 1798 |
| 造橋鄉 | 26797 | 20221 | 21641 | 22782 | 23761 | 21756 | 20845 | 19824 | 19328 |
| 三灣鄉 | 517 | 522 | 400 | 240 | 240 | 292 | 292 | 175 | 206 |
| 南庄鄉 | 2195 | 2375 | 2520 | 2779 | 2549 | 2835 | 2178 | 2051 | 1563 |
| 合計 | 62093 | 53362 | 49287 | 56876 | 52964 | 48615 | 42529 | 38623 | 39130 |

(五) 酸鹼值

2001~2003 年田美到中港溪橋的水質酸鹼度 pH 值均小於 8，2004 年後田美到東興橋的平均值則都維持在 8.0~8.3 的範圍內，而中港溪橋的水質酸鹼度均較其他監測站低。我們推測河川的污染也會影響酸鹼值，2001~2003 年中港溪的污染程度較其他年度嚴重，所以酸鹼值較低；中港溪橋的水質污染較其他地方嚴重，所以酸鹼值也較其他地方低。

表 5-15 2001~2010 年中港溪各水質監測站 酸鹼值平均統計表

| 監測站 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 田美大橋 | 8.0 | 7.6 | 7.7 | 8.0 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.0 | 8.1 |
| 三灣大橋 | 8.0 | 7.8 | 7.8 | 8.0 | 8.1 | 8.0 | 8.1 | 8.3 | 8.2 | 8.3 |
| 平安大橋 | 8.0 | 7.7 | 7.8 | 8.1 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.2 |
| 東興橋 | 7.9 | 7.4 | 7.5 | 8.1 | 8.1 | 8.1 | 8.2 | 8.2 | 8.1 | 8.2 |
| 中港溪橋 | 7.9 | 7.4 | 7.7 | 7.9 | 8.1 | 7.7 | 8.0 | 8.0 | 7.9 | 8.0 |



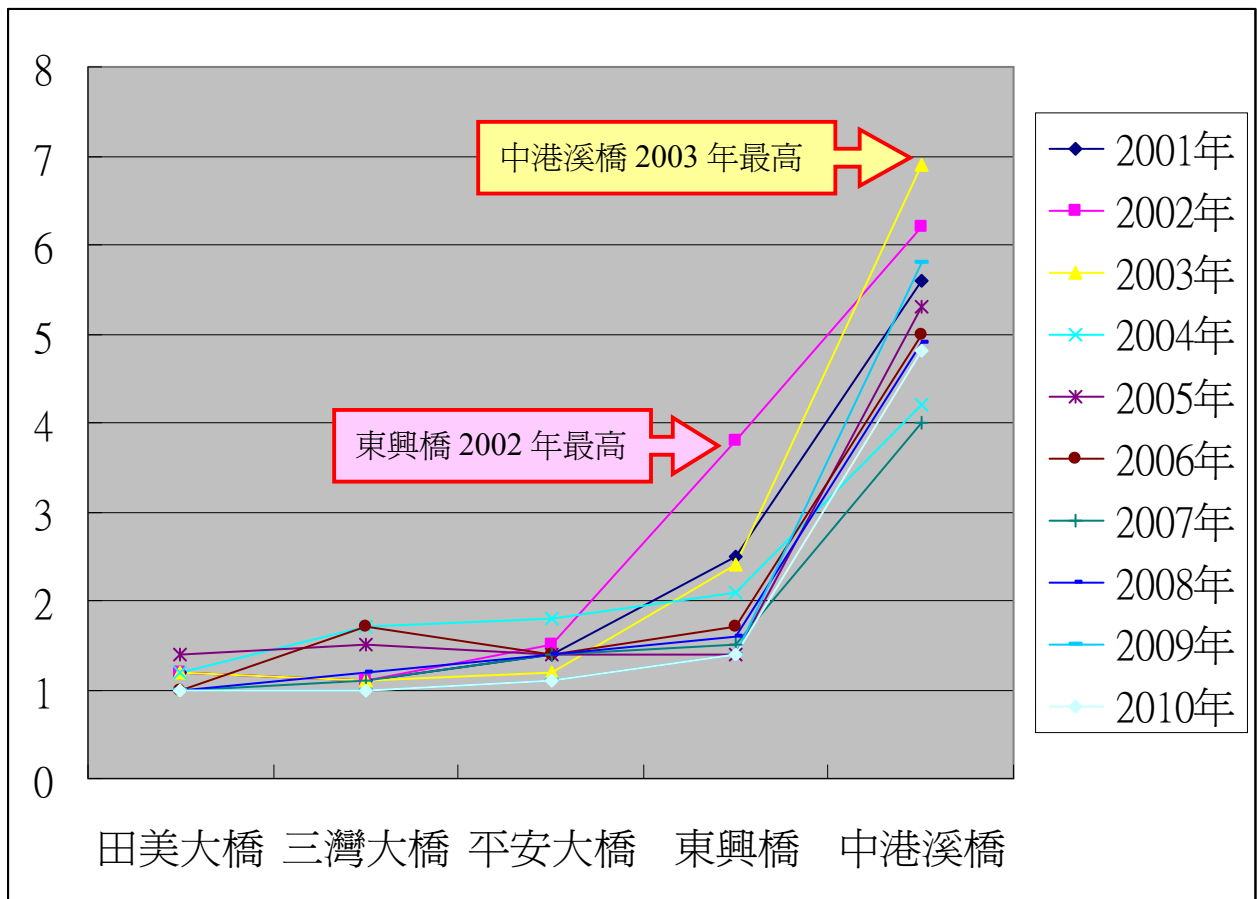
圖十一 中港河流域 2001~2010 年上游到下游河水酸鹼值變化

(六) 污染指數

2001~2010 年田美到平安大橋的污染指數都在 2 以下，顯示未遭受污染；東興橋 2001、2003、2004 年的污染指數在 2~3 之間為輕度污染，2002 年達 3.8 為中度污染；中港溪橋在 2002 及 2003 年污染指數高達 6 以上為嚴重污染，其餘皆屬中度污染的程度。

表 5-16 2001~2010 年中港溪各水質監測站 污染指數平均值統計表

| 監測站 | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | 2006 年 | 2007 年 | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 田美大橋 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.2 | 1.4 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 三灣大橋 | 1.1 | 1.1 | 1.1 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.1 | 1.2 | 1.0 | 1.0 |
| 平安大橋 | 1.4 | 1.5 | 1.2 | 1.8 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 1.1 | 1.1 |
| 東興橋 | 2.5 | 3.8 | 2.4 | 2.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.6 | 1.4 | 1.4 |
| 中港溪橋 | 5.6 | 6.2 | 6.9 | 4.2 | 5.3 | 5.0 | 4.0 | 4.9 | 5.8 | 4.8 |



圖十二 中港溪流域 2001~2010 年上游到下游河水污染指數變化

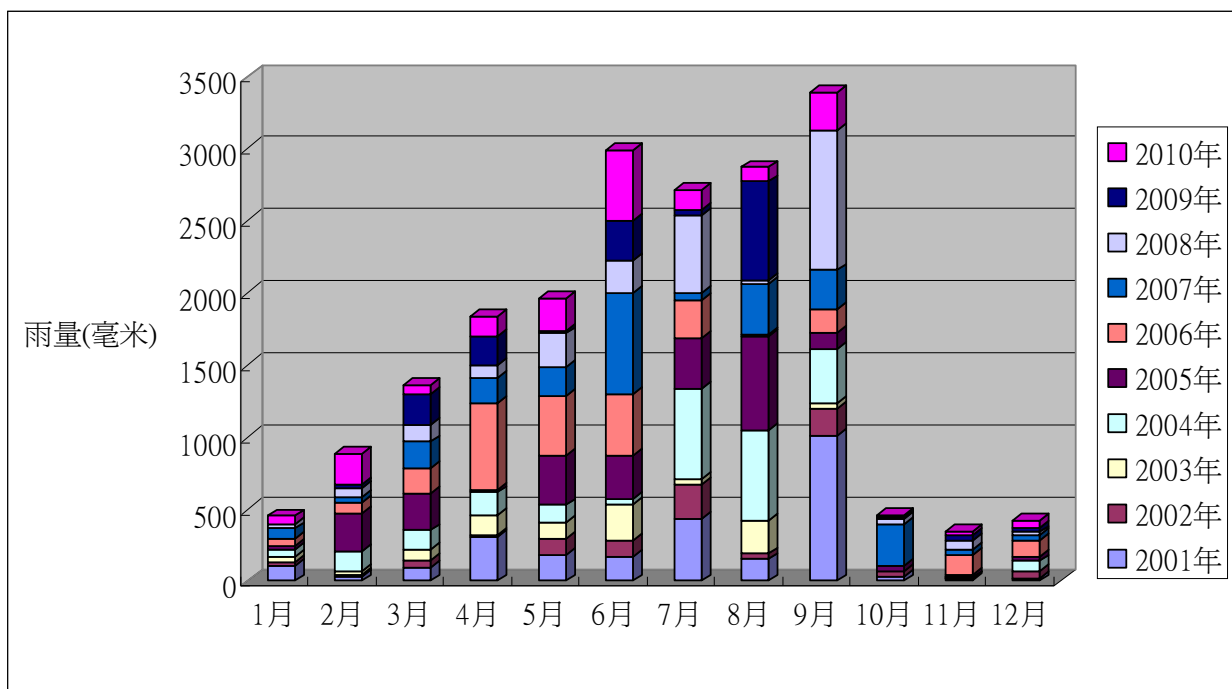
四、降雨量對中港溪水質變化的影響

根據中央氣象局近十年的雨量統計資料，苗栗縣 6~9 月的降雨量最高，而 10~1 月的降雨量最低（圖十三）。經濟部水利署的資料顯示：中港溪河川地表逕流根據斗換坪流量站之流量記錄資料，平均年逕流量約為 408.98 百萬立方公尺，而豐水期 5 月至 9 月逕流量佔 76.1%(311.23 百萬立方公尺)，枯水期 10 月至翌年 4 月佔 23.9%(97.75 百萬立方公尺)（經濟部水利署，2008）。因此中港溪水流量與降雨量是有明顯關係的，再進一步探討降雨量對水質變化的影響，我們發現田美到東興橋的水質變化不明顯，所以很難看出水質變化與降雨量的關係。因此選擇污染較嚴重的中港溪橋每月污染指數(圖十四)與苗栗每月降雨量(圖十三)做比較，結果發現降雨量較多的 6~9 月，污染指數相對較低；降雨量較少的 11~1 月，污染指數相對較高，推測降雨量高時，水流量提高而能將汙染物帶走，水質也相對變好。

表 5-17 2001~2010 年 苗栗縣每月降雨量統計

單位：毫米

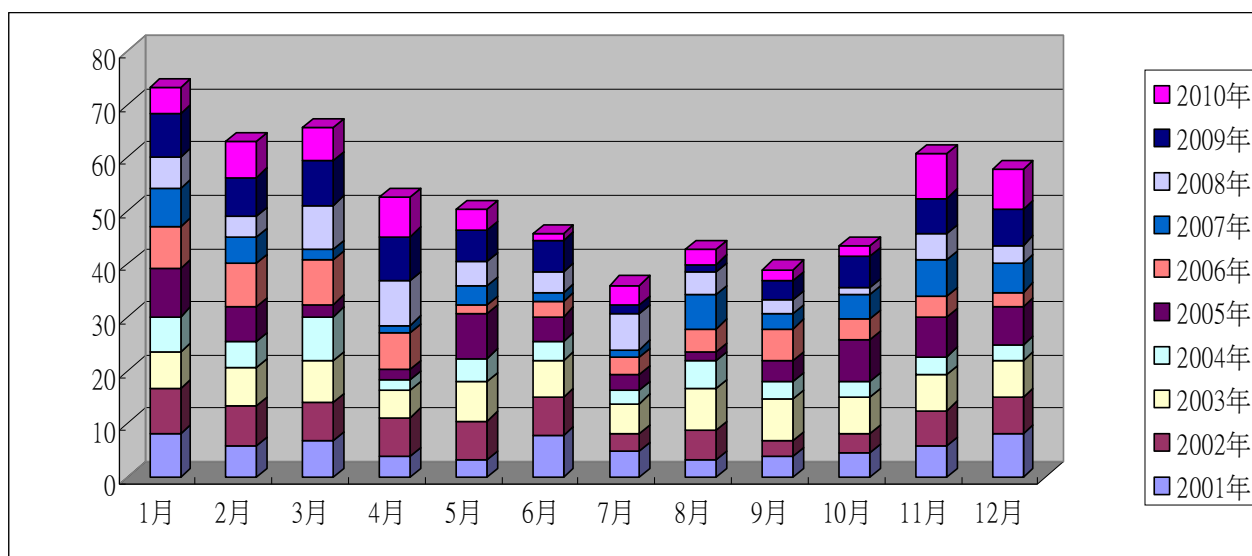
| 年 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 2001 | 112.5 | 29.5 | 89.5 | 311.0 | 180.5 | 175.0 | 428.0 | 151.5 | 1014.5 | 36.0 | 8.0 | 21.0 |
| 2002 | 15.5 | 13.5 | 55.0 | 14.5 | 110.0 | 107.5 | 243.0 | 37.5 | 181.5 | 28.5 | 17.0 | 48.5 |
| 2003 | 37.0 | 26.0 | 72.0 | 129.0 | 122.5 | 254.5 | 34.0 | 237.0 | 39.0 | 4.0 | 0.5 | 0.0 |
| 2004 | 50.5 | 139.0 | 136.0 | 160.0 | 114.0 | 30.5 | 633.0 | 617.0 | 380.0 | 1.5 | 0.5 | 68.5 |
| 2005 | 27.0 | 265.5 | 258.0 | 19.5 | 341.0 | 308.0 | 352.5 | 652.5 | 112.5 | 38.0 | 17.0 | 36.5 |
| 2006 | 47.5 | 72.0 | 169.0 | 601.5 | 421.5 | 424.0 | 255.5 | 20.0 | 159.5 | 0.0 | 144.5 | 103.5 |
| 2007 | 75.0 | 36.0 | 186.0 | 178.5 | 198.0 | 698.0 | 50.5 | 352.5 | 270.5 | 291.0 | 38.0 | 37.5 |
| 2008 | 32.0 | 63.5 | 114.5 | 80.5 | 230.5 | 227.5 | 543.0 | 20.5 | 967.0 | 37.0 | 54.0 | 24.0 |
| 2009 | 2.5 | 22.5 | 217.0 | 210.0 | 14.5 | 280.5 | 43.0 | 683.0 | 9.5 | 14.0 | 44.5 | 27.5 |
| 2010 | 52.0 | 221.5 | 59.0 | 137.0 | 235.5 | 484.5 | 134.5 | 101.5 | 255.0 | 12.0 | 19.5 | 54.5 |



圖十三 2001~2010 年 苗栗縣每月降雨量統計圖

表 5-18 2001~2010 年 中港溪橋每月污染指數統計

| 年 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2001 | 8.3 | 6 | 6.8 | 4 | 3.3 | 7.8 | 4.8 | 3.3 | 4 | 4.5 | 5.8 | 8.3 |
| 2002 | 8.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 7.3 | 3.3 | 5.5 | 2.8 | 3.8 | 6.8 | 6.8 |
| 2003 | 6.8 | 7.3 | 7.8 | 5 | 7.3 | 6.8 | 5.8 | 7.8 | 8 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| 2004 | 6.8 | 5 | 8.3 | 2 | 4.5 | 3.5 | 2.5 | 5.3 | 3.3 | 2.8 | 3.3 | 2.8 |
| 2005 | 9 | 6.3 | 2.3 | 2 | 8.3 | 4.8 | 2.8 | 1.5 | 3.8 | 7.8 | 7.3 | 7.3 |
| 2006 | 7.8 | 8.3 | 8.3 | 6.8 | 1.5 | 2.8 | 3.3 | 4.5 | 6 | 4 | 4 | 2.8 |
| 2007 | 7.3 | 4.8 | 2 | 1.5 | 3.8 | 1.5 | 1.5 | 6.3 | 2.8 | 4.5 | 6.8 | 5.3 |
| 2008 | 5.8 | 4 | 8.3 | 8.3 | 4.5 | 4 | 6.8 | 4.3 | 2.5 | 1.5 | 4.8 | 3.5 |
| 2009 | 8 | 7.3 | 8.3 | 8.3 | 5.8 | 5.8 | 1.5 | 1.5 | 3.8 | 5.8 | 6.8 | 6.8 |
| 2010 | 5 | 6.8 | 6.3 | 7.3 | 4 | 1.5 | 3.8 | 2.8 | 2 | 2 | 8.3 | 7.3 |



圖十四 2001~2010 年中港溪橋每月污染指數統計圖

陸、結論

- 一、中港溪流域的水質上游較下游好，而下游的汙染來源包含工業、畜牧及家庭污水。
- 二、2002 及 2003 年因中港溪流域的頭份、竹南沿岸工廠數量多，尤其以金屬製造和非金屬礦物製造業的數量最多，造成嚴重汙染，河水溶氧量明顯降低，而生化需氧量及氨氮量則過高到嚴重汙染的程度，2004 年之後，工廠數量銳減，水質也明顯改善，顯示工廠排放的廢水是影響中港溪的水質因素之一。
- 三、調查分析結果發現，當有河道或堤防整修工程時，河水的懸浮固體量就會增加，顯示工程的進行也是影響水質的原因之一。
- 四、畜牧廢水也會影響中港溪水質，這幾年因養豬頭數減少，水質有逐漸轉好的趨勢，但東興橋到中港溪橋的氨氮量仍偏高，顯示家庭污水的排放可能對水質有影響，若能將家庭污水進行處理後再排入河中，可有效改善水質。

- 五、中港溪上、中游的水質從 2005 年之後污染指數皆低於 2，顯示未受污染；下游中港溪橋的水質受污染較嚴重，且水質變化會受雨量影響，降雨量較多的 6~9 月，污染指數相對較低；降雨量較少的 11~1 月，污染指數相對較高。
- 六、政府近幾年開始重視河川的污染防治工作，在中港河流域東興橋段建置污染整治生態池集水區於 98 年 7 月開始啓用，目前五處集水區已完工，該工程全部竣工後將以苗栗縣第一座濕地公園的面貌呈現，每天處理污水 3000-5000 立方公尺，削減懸浮固體、氨氮及生化需氧量 65%-80%，除可改善中港溪河川水質，恢復河川自然生命力，更可藉由人工溼地公園提供當地居民及遊客一處兼具生態教育及產業體驗之場所（苗栗縣政府，2009）。我們從中港溪橋的監測資料來看，2010 年的懸浮固體、氨氮及生化需氧量確實較 2009 年減少許多，但還須長期的觀測。我們期望此工程的完成，能確實改善中港溪的水質，讓我們擁有一條美麗又乾淨的中港溪！

柒、參考資料及其他

一、參考文獻

- 吳冬齡(2002)。歷年河川水質監測數據之污染程度分析-以中港溪爲例。國立台灣大學環境工程學研究所碩士論文。
- 曾晴賢、陳國璽、林偉彥、楊正雄（2003）。中港溪生態手冊。台北市：行政院環境保護署。
- 苗栗縣政府主計處（2002~2010）。苗栗縣統計要覽 90-98 年度。苗栗市：苗栗縣政府。

二、參考網站

- 1、中港溪的故事 <http://www.wra02.gov.tw/river3.asp>
- 2、中港溪河川情勢調查成果 <http://ics.wrap.gov.tw/icsweb/kriver1340.asp>
- 3、環保署水質統計資訊 <http://wqshow.epa.gov.tw/Display/PersonalPage2.aspx>
- 4、中央氣象局一氣候統計 <http://www.cwb.gov.tw/>
- 5、苗栗縣全面發展修訂計畫
http://gisapsrv01.cpami.gov.tw/cpis/cprpts/Miaoli_1/MIA-A/A-DOC/A2.doc
- 6、經濟部水利署治理計畫—中港溪
<http://www.wra.gov.tw/lp.asp?CtNode=2385&CtUnit=388&BaseDSD=7>
- 7、經濟部水利署—台灣河川復育網 <http://trrn.wrap.gov.tw/trrn/index.do>
- 8、中港河流域東興橋段污染整治工程啓用典禮圓滿成功
http://www.mlepb.gov.tw/news/news_03_data.php?news_id=973

三、致謝

感謝指導老師這幾個月陪我們找資料，帶我們長途跋涉作水質檢測，還不斷給予指導和關切，也感謝██████大學的██████教授給予我們適切的指導與建議，讓我們從這次的研究中獲得學習與成長，由衷感謝曾經幫助過我們的人，謹此致謝！

【評語】 080504

優點：

1. 探究家鄉河川工廠林立導致水質汙染的問題，透過科學探究來關懷鄉土，是科展題目的好方向。

缺點：

1. 對於河川水質汙染原因的探討分析，太依賴他人現有數據的整理，欠缺親自考證以尋求更明確證據。