

# 【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中（職）組成果報告表單

**題目名稱：深度揭密：麻雀變鳳凰，帶你直擊臭水溝大變身！**

### 一、摘要

竹溪是唯一一條位於台南市中心的河川，於清領時期就有記載到竹溪的蹤跡。是灌溉台南城鎮的重要河川，其沿途流經市區內珍貴的原生森林、富含歷史價值的南山古墓群、竹溪寺、具防洪功能的月見湖。然而竹溪隨著時代的進步卻變為居民口中的臭水溝，其中有 90% 的水來自生活汙水。這導致水質受到嚴重的污染，生態環境遭到破壞。在居民與市府的努力之下，進行竹溪的整治。然而不斷有質疑的聲浪，認為整治的工程不夠完善，汙染仍然存在。這個問題讓我們想利用化學儀器，觀察整條竹溪前後水質的狀況，希望能透過水質測定以及實地觀察，監督政府對竹溪的整治成效。在檢測儀器中，我們加入了課本所學的 COD，由課本知識出發向外延伸，讓知識應用於生活之中。

### 二、探究題目與動機

聽了有關竹溪整治的演講後，我們第一次得知原來家鄉有一條叫「竹溪」的溪流，發現了它是台南市區內唯一的原生溪流後，激起了我們的好奇心，開始蒐集有關它的相關資料。我們進一步查詢政府對於竹溪的相關整治，想知道其呈現的效果是否有改善。在與老師討論後，老師提供了我們有關量測水質 COD 的科學期刊。我們便決定以過錳酸鉀滴定來測定 COD(化學需氧量)<sup>[1]</sup>。透過其測定方法量測竹溪的水質，盼望能以市民的角度一同監督政府的整治工程，共同打造一個更美好乾淨的家園。

### 三、探究目的與假設

#### (一) 研究目的

- 1.藉由儀器測定竹溪上下游各個點的汙染指數，判斷竹溪受汙染的程度及原因。
- 2.比較整條竹溪前後水質。
- 3.實際操作課本所學的檢測儀器，也加上其他儀器與試劑的使用。
- 4.期望能監督政府關於竹溪整治的成效，並達到知性與教育的效果。

#### (二) 實驗假設

依據地理課本所學，可知河川在一般的情況，自上游起水質由清澈變混濁。因此我們推測竹溪在未受人工開發的狀況下應是如此。但由於竹溪在政府的開發下，許多河段流入地下箱涵，匯入台南市東幹線排水溝，並且匯集了來自林森路排水、大林路排水及府連路排水等地的民生汙水<sup>[2]</sup>。而在 105 年至 109 年間，台南市政府開始整治健康路到體育路之間的河段，使其成為竹溪景觀河道<sup>[3]</sup>。而竹溪的下游會流往日新溪，即人工大排。

所以，我們提出這樣的假說：

- 1.竹溪位於巴克禮的河段未受到改道或污染，水質及各項指標應為正常或佳。(A 點和 B 點)
- 2.流到政府整治的區域，原本從下水道排出的水體在經過整治區域後，水質由壞轉為好。(C 點到 F 點)
- 3.竹溪尾端即至善橋，因為匯入其他人工排水溝的水而水質大受污染，測出的污染程度應為最高。(地點 G)



圖說：竹溪流域範圍及各個採水地點

#### 四、探究方法與驗證步驟

##### (一)背景介紹

由於竹溪沿途接納大量的民生汙水，昔日清澈的水質已不復見。只有在中央一段哈赫拿爾森林內，因人煙稀少至今還保留著原本的生態景觀。而竹溪下游，至善橋附近成了「台南市東幹線排水溝」，大量生活汙水匯集，汙染甚是嚴重。

##### (二)實驗架構

**1.找出流域：**竹溪整條流域，有許多地方流到了地底下，要找出上游、中游、下游的位置相對困難許多。竹溪的上游位於巴克禮公園，是地下湧泉。而中上游的部分是河川整治的區域，我們這次實驗便著重於這區。竹溪的下游會流往日新溪，即人工大排，水質汙染程度值得我們觀測。

##### 2.實驗器材

藥品	過錳酸鉀 $\text{KMnO}_4$
試劑	1.硝酸鹽 $\text{NO}_3^-$ 2.亞硝酸鹽 $\text{NO}_2^-$ 3.COD 試劑
設備	1.pH 計 2.硬度計

- |  |       |
|--|-------|
|  | 3.鹽度計 |
|  | 4.溶氧機 |
|  | 5.溫度計 |

#### (四)實驗採水流程(戶外)

##### 1. 採水

依序到各個定點採水，採集到的水以瓶子盛裝。

##### 2.現場量測各個試劑

( 硬度計、鹽度計、溫度計、pH 計、溶氧機，COD、NO<sub>2</sub><sup>-</sup>、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的水質檢測包。 )

#### (五)實驗採水流程(實驗室內)

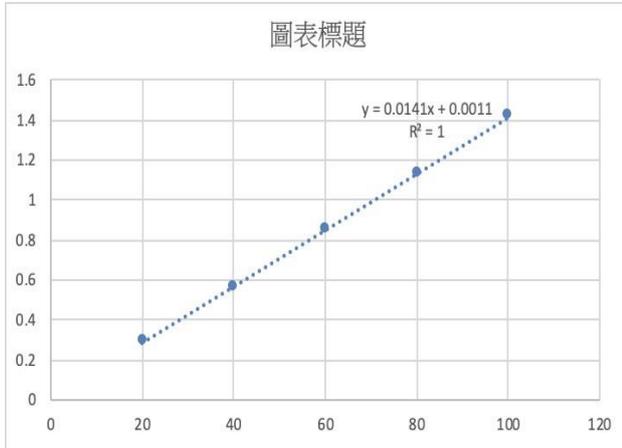


※ 得到溶氧量 DO：使用溶氧機當場測量，其數值即為 DO。

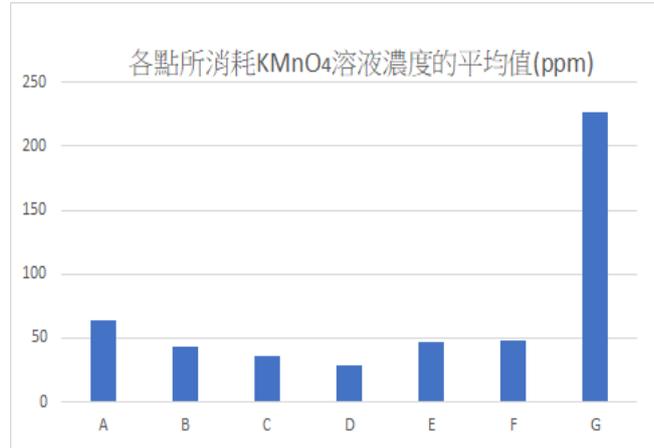
## (四) 實驗結果

### 1. 檢量線

透過掃描各濃度的  $\text{KMnO}_4$  溶液而求得檢量線公式， $y=0.0141x+0.0011$ 。透過此公式，可藉由配置理論為 50ppm 的  $\text{KMnO}_4$  溶液，回推實際加入的  $\text{KMnO}_4$  含量。



圖說:檢量線



圖說:COD<sub>Mn</sub>

## (五) 結果分析

### 1. 政府標準

污水下水道系統：

- (1)水溫：攝氏 35 度以下 (十月到翌年四月)
- (2)硝酸鹽氮：低於 50ppm
- (3)氫離子濃度指數：6.0-9.0
- (4)COD 依水流量區分兩種：

	①流量大於 250m <sup>3</sup> /day	②流量低於 50m <sup>3</sup> /day
COD	低於 100ppm	低於 150ppm

竹溪的日平均排水流量約 23,000~44,000 m<sup>3</sup>/day，所以適用②流量低於 50m<sup>3</sup>/day。<sup>[4]</sup>

※注：COD<sub>Mn</sub>是測試 COD 的一種方式，所以 COD<sub>Mn</sub>使用 COD 的標準。

### (5) 溶氧量 DO

溶氧量	未受汙染	輕度汙染	中度汙染	重度汙染
DO (ppm)	DO ≥ 6.5	6.5 ≥ DO ≥ 4.6	4.5 ≥ DO ≥ 2.0	DO < 2.0

## 2.各點數據與標準比較

地點	pH	COD	COD <sub>Mn</sub>	DO	汙染程度
A	7.78	13.4	63.38	8.68	未受汙染
B	8.00	6.3	43.04	9.18	未受汙染
C	7.74	14.2	35.83	7.98	未受汙染
D	7.98	12.05	28.94	6.10	輕度汙染
E	8.36	17.0	47.05	7.58	未受汙染
F	7.94	12.95	48.16	5.32	輕度汙染
G	7.64	32.3	226.74	3.96	中度汙染

### (六) 結果探討

為什麼地點 D 受到輕度汙染？

我們推測這可能是由於流過人造下水道的緣故。地點 F 也是如此。

而在 COD<sub>Mn</sub> 平均值的圖表中可以看出，地點 G 的 COD<sub>Mn</sub> 數值遠高於其他位置，這意味著汙染程度最高。

## 五、結論與生活應用

### (一) 結論

根據我們的數據顯示，地點 A 及 B 皆在標準值內，為未受汙染的水體。符合「假說 1：竹溪位於巴克禮的河段未受到改道或汙染，水質及各項指標應為正常或佳。」

政府整治的河段約為地點 C 到地點 F 的河段，可以看出 COD<sub>Mn</sub> 有降低的趨勢，表示政府的整治有成效。符合「假說 2：流到政府整治的區域，原本從下水道排出的水體在經過整治區域，水質由壞轉為好。」

由 COD<sub>Mn</sub> 的五個數據顯示可知，竹溪的 COD<sub>Mn</sub> 越往下游數據漸漸升高，尤其是下游的採水點 G，在平均值的圖表中可看到，COD<sub>Mn</sub> 的數值都遠高於其他地點，代表其汙染程度最高。我們推測這是因為至善橋是竹溪和其他大排水溝的交會點，匯集了許多汗水，導致汙染特別嚴重。符合「假說 3：直到到竹溪尾端即至善橋，因為匯入其他人工排水溝的水而水質大受汙染，測出的汙染程度應為最高」。

## (二) 生活應用

我們未來將以此次實驗為範例：

- 1.用於檢測其他影響環境更巨大的河川的污染及整治，共同讓環境變得更加乾淨，提升生活品質。
- 2.下次實驗能學習採用別項污染測定法，與這次的方法雙管齊下，例如觀察環境中的生物，加以研究，共同作為污染的判斷依據。
- 3.能夠貼近自然，培養主動關心自身周遭自然環境的心態。

## 參考資料

1.[https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/44/9/44\\_KJ00003519837/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/kakyoshi/44/9/44_KJ00003519837/_article/-char/ja/) (關於 COD<sub>Mn</sub> 的科學期刊)

2.<https://water.epa.gov.tw/s-river/Engineering.aspx?num1=74&num2=1>

( 行政院環境保護署水質計畫現地處理網站 )

3.[https://wrb1.tainan.gov.tw/News\\_Content.aspx?n=5234&s=7699538](https://wrb1.tainan.gov.tw/News_Content.aspx?n=5234&s=7699538)

(臺南市政府水利局)

4.<https://www.moeaidb.gov.tw/iphw/tucheng/park/file20.pdf>

(中華民國 103 年 1 月 22 日行政院環境保護署環署水字第 1030005842 號令修正發布第二條條文)