

二仁溪總磷含量統計分析及預測之探討

陳鈞華¹鄭富尚²蔡瀚德³李煜基⁴徐貴新⁵甘俊二⁶

1屏東科技大學土木工程系副教授、水利技師

2、3、4屏東科技大學土木所碩士班

5東南科技大學環境管理系副教授兼系主任、水利技師

6七星農田水利研究發展基金會董事長、水利技師

摘要

本研究目的是為了瞭解二仁溪總磷含量變化趨勢，藉由預測結果可以很快的了解二仁溪在各站的總磷含量的趨勢變化可提供未來做河川水質淨化依據。研究區域為二仁溪二層橋站，利用二層橋站 2010-2011 年水質數據(總磷含量)來進行統計分析並做預測，結果預測值與實測值作回歸； $R^2=0.68$ ，而下一季(2012 年 3 月)總磷含量預測結果為 5.8 mg/L。

關鍵詞：水質淨化、總磷、統計分析、預測

一、研究動機目的

高雄縣的主要河川包括二仁溪、阿公店溪、高屏溪。高雄縣農業灌溉用水除了湖內鄉、阿蓮鄉取自二仁溪，及岡山鎮取自阿公店水庫、美濃鎮取自荖濃溪外，其餘主要取自於高屏溪上的曹公圳(張又仁 等，2007)。

二仁溪發源地為高雄縣內門鄉木柵村山豬湖，上、中游為農業區，此段主要污染源是養豬廢水和家庭廢水。下游近年來工廠林立，以機械、紡織、五金、飼料等各種輕重工業為主(蘇禹銘，1994)。

電器廢料解體，以酸洗的方式來收回金、銀、鋁及其他金屬，經酸洗過的廢水，隨便倒入水溝或河川，造成嚴重水污染。依據歷年二仁溪各測站之水質指標計算(包括溶氧、生化需氧量、懸浮固體、氨氮)(張又仁 等)，顯示二

仁溪流域受到極為嚴重之污染(表 1)。

表1 二仁溪通地溝水質測站監測值

採樣時間 (年/月/日 時)	溶氧 (mg/L)	生化 需氧 量 (mg/L)	懸浮 固體 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	總 磷 (mg/L)	大腸桿菌 數 (CFU/100ml)	導電度 (µs/cm)	水 溫 (°C)	化學 需氧 量 (mg/L)	磷酸 (mg/L)	硝酸 (mg/L)	總氮 (mg/L)
95-07-28 16	0	28.4	20.1	8.04	7.5	10000000	795	29	69.2			
95-08-09 16	0	23.8	22.5	23.8	7.7	6100000	831	28.9	48.2			1.02 60.1
95-05-07 16	0	20.8	24.8	51.7	7.7	11000000	1390	29.4	154			
95-04-07 16	0	16.8	23.3	22.5	7.8	6600000	1710	29.1	63.7			
95-03-02 14	0	43	86.4	72.8	7.8	32000000	1960	29.6	153			3.34 81.3
95-02-11 14	0	26	29.6	50.6	7.7	8900000	1580	24.3	103			
95-01-11 16	0	47.9	51.3	52.4	7.5	14000000	1560	22	222			

(環保署，2006)

二、研究材料與方法

2.1 地理狀況

二仁河段又有不同的名稱，上游在崗山頭以上稱為分水溪，中游稱為岡山溪，其中下游稱為角帶圍溪，下游才稱為二層行溪或二贊行溪。出海口原來向西南經劉厝出海的主河道，在道光 3 年(1823 年)7 月因暴風雨，出海口轉向改道西北由高雄市茄萣區白砂崙北方入海。主要支流有三爺宮溪、深坑子溪、港尾溝溪、松子腳溪及牛稠埔溪；流域面積達 350.04 平方公里。荷治時期稱為清水溪(de Verse Rivier, 英文意思: the Fresh River)(熱

蘭遮城日誌第一冊，臺南市政府)。

二仁溪溪水時常綠中帶墨。溪中污染嚴重而呈現優氧化現象，致使水中缺少氧氣。造成污染的主要因為二仁溪上游流經內門養豬區、田寮牛羊牧場、阿蓮鴨寮，而下游又有廢五金處理廠排出含重金屬的污水。容納如此多種高濃度污水，二仁溪水質兼具黑、臭、毒。自然生態幾乎已經破壞殆盡(臺灣省政府公告(49)10.8 府建水字第七四九五六號)。



圖1 二仁河流域圖(二層橋站)
(資料來源：環保署水質監測)

2.2 預測分析理論

在這個模型中需要兩個基本集合，第一個集合有 8 個元素，代表有歷史數據的 8 月份，第 2 集合有 4 個元素，代表 1 年中有 4 筆資料，用來定義季節的影響因素。

此模型的目標函數是使誤差的平方和最小

$$\text{MIN}=\sum(\text{Er}^2) \quad (1)$$

Er=誤差值

MIN=最小值

為了計算誤差值增加了 1 個表達式，式為預測值與實際值的差如下：

$$\text{Er}=\text{Pr}-\text{Ob} \quad (2)$$

Pr=預測值

Ob=實測值

之所以選擇誤差值的平方和為標準，是

樣可以使相對大的誤差值佔的比重更一些。為了計算出預測值，利用理想化的公式計算出預測值如下：

$$\text{Pr}=\text{Se}(t)*(\text{Ba}+\text{Tr}*t) \quad (3)$$

Pr=預測值

Ba=線性函數在 y 軸上的截距

Se=季節因子(季節變化)

Tr=斜率

限制條件：

在第 2 個集合中有 4 個元素分別為 4 個季節，因此季節因子(Se)必須等於 4，方程式如下：

$$\sum(\text{se} = 4) \quad (4)$$

第 2 個限制是，為了要讓誤差值也可以取到負值而設，方程式如下：

$$\text{Fr}(\text{Er}) \quad (5)$$

Fr=取到負值函數

2.3 資料狀態

表 2 為實測值量與預測後總磷量，在資料收集上為了配合模式之格式需求，需將資料以 3 個月為一個單位來表示，並且要有 2 年的資料(2 年為 8 筆資料)為佳。

表2 磷含量

日期	實測值	預測值
2011/12/1	4.81	4.83
2011/9/1	0.946	0.615
2011/6/1	5.76	3.26
2011/3/1	0.283	0.445
2010/12/1	4.85	4.83
2010/9/1	0.299	0.614
2010/6/1	0.776	3.265
2010/3/1	0.61	0.445
mg/L		

三、結果與討論

(1)由圖 2 結果顯示，本模式以 3 個月為 1 單位，本資料是取 2010-2011 年二層橋總磷含量做資料分析預測，紅色為預測值藍色為實測值，預測函數得出的結果與歷史資料大部

份都穩合，在 2010 年 3、9、12 月與 2011 年 3、9、12 結果實測與預測穩合度相當高，但 2010、2011 年 6 未達實測值結果，造成此結果可能是因為在 6 月份實測資料為極端分布 2010 年極低 2011 年極高較無規律可循，因此造成此預測結果，但是所預測出來之結果的趨勢與實測值相符合，所以雖無法達到完全吻合，但可從預測值中看出資料的分布趨勢。

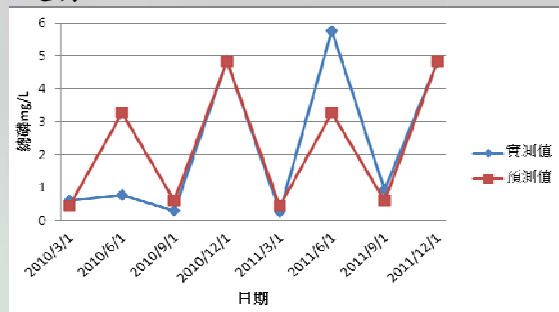


圖2 各季總磷含量

(2)圖 3 所示，X 軸為實測值，Y 軸為預測值，由數線趨勢表示二仁溪二層橋站 2010-2011 年總磷含量，較無線性的規律磷含量高低形式分部，R2 結果為 0.68，結果不佳。

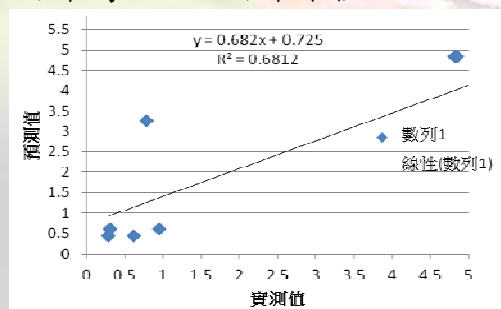


圖3 實測值與預測值關係圖

(3)可利用此模擬結果所得經驗公式 $y = 0.682x + 0.725$ ，來推知實測值由圖 3 所示。

(4)利用公式 2-3 $[Pr=Se(t)*(Ba+Tr*t)]$ 來推知下一季總磷量(2012 年 3 月份總磷量)，模擬結果二仁溪二層橋站

2012 年 3 月總磷含量為 5.8 mg/L 總磷含量，經由此方法所產生之結果並可將下一季磷含量預測出來。

四、結論與建議

- 1.本文所模擬出之 2010-2011 年各月總磷含量之結果為 4.83、0.615、3.26、0.445、4.83、0.614、3.265、0.445 mg/L，模擬結果除 6 月份之外其他月份準確度為佳，建議使用此模式時不利用於有較極端值之數據會導致結果不良。
- 2.由圖 3 結果顯示，R2 結果為 0.68，因為預測無法將時側之最高值與最低值預測出來，與測結果較偏平均分布之狀況。
- 3.此模式可做未來各個磷含量之推估，在目前總磷含量是以 3 個月量測一次，利用此模式可做每個月份總磷含量推估。

參考文獻

- 1.張又仁、單信瑜，2007，「農田灌溉對土壤與地下水之影響」國立交通大學土木工程系。
- 2.蘇禹銘等編著，1994，高雄縣自然科戶外教學手冊（一）。高雄：高雄縣政府出版。
- 3.熱蘭遮城日誌第一冊，臺南市政府
- 4.臺灣省政府公告(49)10.8 府建水字第七四九五六號
- 5.環保署，2006，河川水質資料庫。
- 6.環保署，2010，河川水質資料庫。
- 7.環保署，2011，河川水質資料庫。

收稿：101 年 4 月 30 日
修改：101 年 5 月 07 日
接受：101 年 5 月 22 日