

## 北港溪生化需氧量與化學需氧量特性探討

陳 鈞 華 — 屏東科技大學土木工程系副教授、水利技師

鄭 富 尚 — 屏東科技大學土木所、碩士班

蔡 瀚 德 — 屏東科技大學土木所、碩士班

李 煜 基 — 屏東科技大學土木所、碩士班

徐 貴 新 — 東南科技大學環境管理系副教授兼系主任、水利技師

甘 俊 二 — 七星農田水利研究發展基金會董事長、水利技師

### 摘 要

本研究係採用統計學中變異數為常數時之迴歸分析，目的是期望瞭解自變數的數值或改變量對於依變數產生(影響程度)的數值或改變量。本文研究區域所採用數據為北港大橋生化需氧量與化學需氧量之相關係數( $R^2$ )之計算分析，本研究利用在北港大橋站水質數據(生化需氧量與化學需氧量)之測站資料來分析兩者之相關度比較。生化需氧量與化學需氧量兩者都一直存在著正比之關係，並求出兩者為持正比之關係所推演出之經驗公式來，分析結果  $R^2$  為 0.77 而  $R^2$  越高所得經驗公式越準確。

**關鍵詞：**異變數、迴歸分析、水質

### 一、研究動機目的

台灣地區受污染河川長度佔全台河川總長之 38.2%，特別於西岸河川之中下游段多為中度之重度污染(環保署，2008)。北港溪污染源及各佔比率分別為工業廢水 64%、家庭廢水 20%、畜牧廢水 12%及其他(垃圾滲出水及非點源污染) 4%(楊喜男等，2002)。

北港溪支流三疊溪、石龜溪，即梅山等 7 鄉鎮，其人數約 24 萬餘人，水污染

事業共 252 家，並有民雄、頭橋等 2 工業區。其產生之污染則分別排入北港、朴子慎，其污染量推估:如以 BOD5 計，每日約 1 萬公斤(吳容輝，2002)。

### 二、研究材料與方法

#### 2.1 地理環境

北港溪發源地為劉菜園。流經鄉鎮包括雲林縣斗六市、虎尾鎮、蔴桐鄉林內鄉、古坑鄉、斗南市、大埤鄉、土庫鎮、元長鄉、北港鎮、口湖鄉及嘉義縣大林

鎮、民雄鄉、梅山鄉、六腳鄉、東石鄉、新港鄉、溪口溪，於雲林縣港口村出海。

流域面積共 645.21 平方公里，幹流長度為 82 公里。河川用途為農業、工業、環境保育及水產用水(楊喜男等，2002)。



圖1北港溪流域圖

資料來源：環保署水質監測紀錄網

## 2.2 判定係數分析(R<sup>2</sup>)

將兩變數X(生化需氧量)與Y(化學需氧量)的成對數據(x, y)繪成圖形，其中某一變數，Y 值可取之範圍，可能與變數 X 值有關。若此關係呈線性，即  $E(Y/x) = \alpha + \beta x$  統計學上稱利用(誤差平方總合為最小)求迴歸式之方法為最小二乘法。

$$\Delta^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)^2 \quad (1)$$

由上式可得以下兩式

$$\hat{\alpha} = \frac{1}{n} \sum y_i - \frac{\hat{\beta} \sum x_i}{n} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x} \quad (2)$$

與

$$\hat{\beta} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$

其式中之

$x_i$  = 流量

$y_i$  = 輸砂量

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n ; \bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i / n$$

n=樣本數

因此，最小二乘迴歸直線為

$$E(Y/x) = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x$$

所以嚴格來說，迴歸直線僅在的觀察值範圍內才有效。隨機變數大致的趨勢可由迴歸直線式來表示，則實際偏離該直線的程度可用條件變異數  $\sigma^2(Y/x)$  來表示。

假設  $\sigma^2(Y/x)$  為常數，則此變異數之推定值可如下是推求

$$S_{Y/x}^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2 \quad (4)$$

式中之  $y'_i$  = 估計值

以統計學自由度之觀點而言，於普通的樣本變異數  $S_x^2$  計算公式中，通常採(n-1)為除數以計算母體變異數之不偏估計值。但是，計算式上之  $S_{Y/x}^2$  時之除數需使用(n-2)，因為在  $E(Y/x) = \alpha + \beta x$  此式中有  $\alpha$  及  $\beta$  兩個參數。

分析 Y 對 X 之迴歸時，考慮 Y 對 X 之一般變動傾向之結果，得知 Y 的變異數  $S_y^2$  為 Y(的樣本變異數)有減小之效果。其減少效應樣本相關係數 r 之平方值  $r^2$  下式來表示。

而  $r^2$  特稱為判定係數

$$r^2 = 1 - \frac{S_{Y/x}^2}{S_y^2}$$

其式中之  $S_y^2$  為 Y 的樣本變異係數

$$S_Y^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (5)$$

若判定係數 $r^2$ 越接近1，代表其X和Y之相對關係越高。

### 三、結果與討論

- (1)在北港大橋站所分析之化學需氧量及生化需氧量之相關度之關係有由圖 3 得知兩者維持著正比的關係。
- (2)本模式是利用北港大橋站 2006-2010 年生化需氧量與化學需氧量作相關之比較，由圖 2 結果顯示  $R^2$  值為 0.77，經判斷兩者水質數據具有一定之關係。

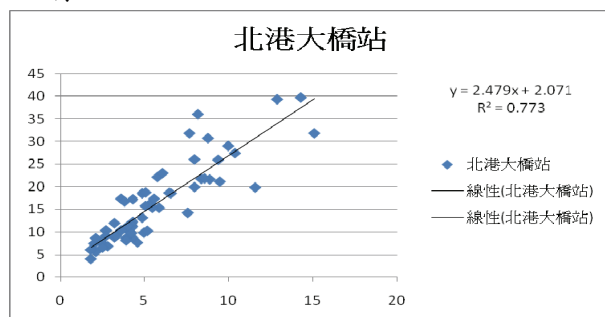


圖2 迴歸結果

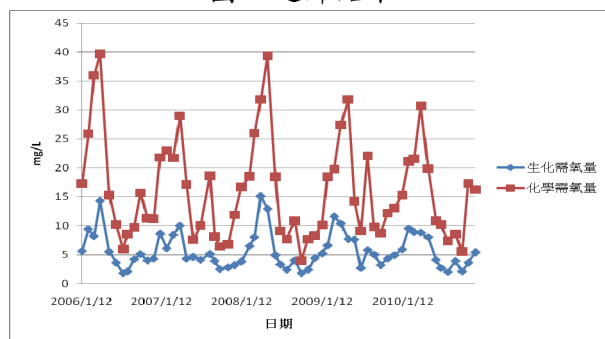


圖3 比較結果

- (3)在  $R^2$  值 0.77 結果之下，可得生化需氧量與化學需氧量兩者關係所演變出方程式( $y=2.506x+1.850$ )，經由此公式可由生化需氧量來推算化學需氧量或是由化學需氧量來推算生化需氧量之結

果。

- (4)經由以上論點得知北港大橋站所觀測出化學需氧量與生化需氧量具有正比之關係，河川水質濁化所造成因素甚多在過去文獻有提到福壽螺可能是造成河川水質濁化之因素，並且藉由河川水質好壞可間接判斷流量之高低。

### 四、結論與建議

1. 由結果顯示， $R^2$  值為 0.77，由此可得知玉峰站之氮氮與流量，關係度很高，由圖表顯示有明顯的直接性關係。
2. 由圖 2 顯示結果，方程式 ( $y=2.506x+1.850$ ) 可用來作兩者數值之推估。
3. 本文是以化學需氧量及生化需氧量作相關度比較，此方法可用在各種水質相關度之分析上，來判斷各值種水質之關係。

### 參考文獻

1. 楊喜男、王漢泉、劉鎮山、王世冠、彭瑞華、郭季華、楊禮源、李俊宏、徐美榕，2002，「台灣河川水體、底泥及生物監測分析研究」。
2. 環保署，2002，「應用生態工法整治河川污染調查研究計畫」報告。
3. 吳容輝，2002，「北港河流域污染改善之現況與展望」專題報告 4，防洪親水永世目標。

投稿 102.04.12  
修改 102.05.10  
定稿 102.05.13