

## 壹、前言

### （一）河川的自淨作用

清淨的河川受到污染後，其污染程度會隨著河川流動逐漸降低，當污染降低至某一限值以下時，將再度恢復為清淨的河川，此一現象乃河川本身具有自淨能力之故，這一作用稱為自淨作用（self-purification）（歐陽等，1999）。

有機污染物質排入河川水體之後，可分為溶解性有機物與懸浮性有機物，藉由河川的擾流移動進行流動、擴散以及沈澱等物理作用而稀釋於整個河川水體，自淨作用的機制主要是利用物質在自然界中的各種轉換方式與循環途徑，達到削減水中污染物質的目的（蔡，2004）。而生態系物質循環的支配因素包括了流況、溫度、pH、DO 等因素以及污染物質的生成與消滅等（楠田，1994）。廣義的自淨作用主要分成三類，包括各種物理、化學與生物作用。大致來說，整個河川自淨作用的過程可以說是這三種互相作用所產生的結果，並非單一作用發生所能達成（歐陽等，1999）。

- （1）物理作用（physical processes）：包括稀釋、吸附、擴散、沈澱以及河川的再曝氣作用，其中以河川的再曝氣作用為最主要的影響因素。
- （2）化學作用（chemical processes）：化學作用主要為污染物質的化學變化，在一般水溫條件之下，其化學作用並不明顯，通常在擴散、混合及沈澱作用的過程之中發生氧化、還原、吸附或凝聚的現象。
- （3）生物作用（biological processes）：有機污染物被水中的微生物分解而利用，例如：藻類行光合作用或微生物分解溶解性有機物質等，使有機物最後回歸成無機安定的狀態（蔡，2004）。

### （二）目前國內外的相關研究

目前國外研究大多著重在化學分析的部分（Simeonov *et al.*, 2003），測量水中氨氮、亞硝酸鹽及硝酸鹽濃度的變化，藉以探討自淨作用時水中氮元素的轉換（Vagnetti *et al.*, 2003），或是量測水中生物薄膜（biofilms）的結構，藉以探討自

淨作用中生物作用的部分 (Sabater *et al.*, 2002; Marjaka *et al.*, 2003), 亦有純粹運用物理、化學及生物作用原理探討自淨作用的現象 (Ostroumov, 2002; 2004)。由於國內在自然淨化的研究較少, 尤其缺欠試驗數據與實務經驗之累積 (陳, 2000), 目前國內的相關研究大部分著重在人工濕地的淨化工法上 (黃, 1982; 劉, 1987) 以及利用模擬的方式模擬河川所能承受污染物之能力 (涵容能力, carrying capacity) (陳, 1998; 潘, 1999)。

在探討自淨作用時通常利用水質指標來判定水質狀況, 而水質指標主要區分為兩大類, 第一類為物理化學指標 (physical-chemical index), 第二類為生物指標 (biological index)

### 1. 物理化學指標

過去有許多水質指數被發展出來, 最具代表的是由美國國家衛生基金會 (NSF) 所發展的水質指數 (Water Quality Index, WQI) (附錄 1)。國內傳統監測河川水質之優劣主要以化學指標為主, 因為化學檢驗分析較為準確, 所以環保署之「河川污染分類指標」(River Pollution Index, RPI) (附錄 2), 是以化學分析為主, 可是化學檢驗法也是有盲點的, 例如工廠附近的採樣, 在有無排放廢水時作監測, 變異相當大, 而且水是流動的, 必須有足夠數量的採樣, 數據才會越準確 (陳, 2000)。

### 2. 生物指標

河川中有許多可用肉眼看見的大小生物, 這些水中生物對水質的喜好各有不同, 有的必須生活在很乾淨的水裡, 有的卻喜歡混濁骯髒的水中, 因此, 它們變成了判斷河川污染程度的一項重要依據, 故稱生物指標。

目前國內較常使用的河川水質生物指標有王 (2002) 在「台灣河川水質魚類指標之研究」中所提出的利用魚類指標生物將水質評估分為五類 (附錄 3)。吳及周 (1998) 在「淡水河系污染整治對生物相群聚動態影響」中所提出的綜合藻屬指數 (Genus Index, GI), 將藻種出現之頻度用於藻屬指數之計算, GI 值的計算結果將水質評估分為五類 (附錄 4)。另外, Hilsenhoff 科級生物指標 (FBI)

是由 Hilsenhoff 於 1988 年發表的研究報告所提出，利用水棲昆蟲對污染有不同的忍受性，依忍受性訂定不同之污染忍受值 (Tolerance Value)，再依出現之個體比例計算將水質評估分為七類 (附錄 5)。趙 (2000) 提出利用貝類在水質評估上的應用，建議調整在台灣的一般性河域污染指標貝類，將水質評估分為四類 (附錄 6)。

### (三) 水族生物環境檢測法

水族生物環境檢測法 (Aquatic Organisms environment Diagnostics，簡稱 AOD) 是根據 Shapiro (1961) 及 Baker (1967a, 1967b, 1969, 1970) 的研究報告所發展出來檢測整體水質的方法。其原理是透過冷凍濃縮法將水樣依不同比例濃縮後，以標準試驗生物在穩定且適合的條件下進行 48 小時生物試驗 (Bioassay) (Saraswati and Junaidi, 2001)，最後依試驗生物的致死率來計算半致死濃度 (LC<sub>50</sub>) (Doudoroff *et al.*, 1951)，進而推估水質的好壞，水樣 AOD 值越高即代表此水體對於生物的毒性越低，因為 AOD 利用冷凍濃縮的方法及考慮水中所有的物質，所以能在有效抑制物化性質的改變下，完整確實地呈現水體品質狀況，以此作為水體評等方法是相當方便且快速的。另外 AOD 使用標準的試驗生物所計算出的 AOD 值，提供量化的數值，在比較不同河系或不同河段亦提供了一個標準化的參考依據 (林，2003)。

### (四) 研究目的

水族環境生物檢測法是由日本豐橋技術科學大學中村俊六教授指導，在林 (2003) 的研究中發現此一方法能確實反映水體品質，且較其他水質評估指標更能反映出各樣站間水體品質的變化，由於水族環境生物檢測法提供一個直接標準量化水質參數依據，及具備反映水生生物群聚結構變動的優點，所以本研究透過水族環境生物檢測法評估河川水體自淨的能力，反應出物理化學指標及生物指標在評估河川自淨作用上的不足，並利用 AOD 值所計算出來的結果探討河川自淨作用的自淨效率，提供在往後水體淨化工法上的一種評估方法。

在樣區的選擇上，主要應考慮樣區內污染來源是否明確、棲地的複雜度及污

染特性的種類及其差異，在考量新竹頭前溪支流柯子湖溪附近的土地利用狀況、污染特性及污染源的動向等條件後發現，柯子湖溪流域上游河道周邊多為原始雜木林區，並無污染源的進入，可作為本研究的對照組，中下游河段主要污染來源為關東橋地區的商業及生活污水，以及中下游地區的農業回歸水的流入，流域內並沒有工業廢水的加入，所以污染源較為單純，分析上也較為簡單不易受到工業廢水中重金屬的影響。另外，柯子湖溪流域中下游經過水岸整建後，中下游河床主要是自然底質，兩岸由椰纖護網構成生態護坡，在比較樣站間的自淨作用時有相近的基準，故選擇柯子湖溪流域作為研究樣區。

