

貳、材料與方法

(一) 研究樣區環境概述

1. 地理位置

濁水溪發源於海拔 3220 公尺合歡山主峰與東峰之「佐久間鞍部」，最上游為霧社溪，集合歡山西坡之水，沿北北東間之縱谷流下，至廬山附近與塔羅灣溪匯流，至萬大附近又與萬大溪匯流，再併丹大溪、郡大溪、巒大溪、陳有蘭溪、水里溪等支流，經集集盆地再匯納清水溝溪、東埔蚋溪及清水溪後，經彰雲平原流入台灣海峽。主流長 186.4 公里，為本省最長的河川，流域包括南投、雲林、彰化及嘉義四縣之 21 鄉鎮，面積廣達 3155.2 平方公里，僅次於高屏溪的 3256.8 平方公里。由於河水挾帶大量泥沙，長年混濁，呈灰黑色，故名濁水溪（經濟部水利署第四河川局，2004）。

集集攔河堰位於南投縣集集鎮與竹山鎮之間的濁水溪中游之林尾隘口，其攔河堰軸長度為 352.5 公尺，共設排洪閘門十八座、排砂閘門四座及魚道一座。常水位標高 213 公尺，蓄水容量約 1,000 萬立方公尺，是集集共同引水計畫中所新建的水利設施。主要的興建目的在於穩定農田灌溉水源，藉增加之調蓄水量，供應工業區用水及補充自來水。集集攔河堰自八十五年施工至九十年完工，於九十一年一月正式營運，是目前國內最大的攔河堰（集集攔河堰管理中心，2004）。

2. 樣區的位置選定及週圍環境描述

以集集攔河堰為區隔，共設置攔河堰上方的集鹿大橋、下方的魚道入口下游、名竹大橋和彰雲大橋等四個樣站(圖一、圖二)。其環境分述如下：

A. 集鹿大橋(Site A)

調查樣點約位於集鹿大橋下游 100 公尺處，距離攔河堰形成的緩水域約 500 公尺。此河段流速湍急，水量充沛，底質多由礫石所形成。在豐水期時，由於河道變化劇烈，因此行水區常常改變。集鹿大橋樣站位於集集攔河堰上游，故其水量變化不受攔河堰營運影響。攔河堰庫區從 2002 年開始營運後淤沙沉積日漸嚴重，因此在 2004 年五月到十二月實施疏濬作業，此段時間集鹿大橋下游的河道常因施工需求而改變位置。

B. 魚道入口下游(Site B)

調查樣點位於集集攔河堰附設魚道的出水口下游 50 公尺處。本河段因位於攔河堰正下方，水量大小完全取決於攔河堰營運操作。因此為四個樣站中環境變化最為劇烈的一站。在豐水期或攔河堰洩洪排砂過後往往會有大量的泥沙淤積，而在枯水時期其水量多半來自魚道和閘門滲流。在 2005 年後集集攔河堰管理中心決議固定排放 3 cms (m^3/s) 之生態基流量之後，魚道入口下游的水量才逐漸趨於穩定(巨廷，2005)。

C. 名竹大橋(Site C)

調查樣點位於名竹大橋正下方，本樣站在上游不遠處即有一小支流匯入，因此水流量較魚道入口下游測站稍微增加。自攔河堰下來的水原為天然的灰黑色，但因與名竹大橋上游處的泥質洗砂水相混合後，遂變成黃濁的水色。本河段底質多半為鬆軟的泥土，在樣站的左岸有固定的植被。

D.彰雲大橋(Site D)

調查樣點位於彰雲大橋正下約 100 公尺處，水量因為其上游 500 公尺處有清水溪的注入而較名竹大橋站充沛，水質也比其他三個樣站更為清澈。本樣站與其他樣站相比，環境變化較為溫和，可能由於濁水溪至此已開始進入平原，寬闊的河面有充分的空間可容納爆發的洪水，因而較不受雨季豐沛水量的影響。

(二)採集方法

所有樣站之採集均使用電捕法(府流生字第 0910224968-0 號許可)，工作人員背負台製 12 伏特蓄電池電魚器，以間歇性放電將電昏的魚類與甲殼類收入攜魚袋中。工作人員依各樣站之左岸進行採集，由下游往上游採集約為 100 公尺之長度，每次調查進行一次採集（以距離為努力量標準，而非限時間）。最後將捕獲之魚類與甲殼類記錄其種類、個體數、體長等項目，在個體甦醒後予以放回原河段。

(三)採集時間

自 2003 年一月開始至 2005 年十二月為止，每個月採集一次，共採集 36 次。

(四)攔河堰營運操作資料

2003 年一月開始至 2005 年十二月為止，由集集攔河堰集管中心每月份所統計之攔河堰運轉綜合月報表資料以計算洩洪、排砂等相關水量數據。

(五)豐度、歧異度與均勻度之計算

為了將收集到魚類與蝦類種類、數量分析數值化，以供比較集集攔河堰上下游生物群聚結構，因此採用目前應用最為廣泛之豐度

(Richness)、歧異度 (Diversity) 與均勻度 (Evenness) 三種指標，比較各月於四個樣站採集到的族群結構。豐度即指某一時間或地點所捕捉到之物種數(S)與個體總數(N)，若此兩值高則表示某時間或某地點之物種多樣性較高，若兩值低則表示環境變壞或受週期性變動影響(林等，1996)。此法較為簡單易懂，並可以用與歧異度指數對照。

歧異度代表個體數在物種間分布的均勻程度(Evenness of abundance)，一般而言歧異度之變動與種類(科別)數和個體數的多寡有關；當生物種類越多樣並均勻的分佈在各種物種裡時，都可產生較高的歧異度值；相反地，若某一種類或科別的數量遠大於其它同時間或同地點之其他生物數量時，歧異度值就會被降低到近於零值。所以歧異度值高表示族群結構較佳，低則表示族群結構過於單純化，存在優勢種，或者環境受到污染或破壞，對環境變化較敏感的物種數量因此減少甚至消失，亦可能跟捕捉時間、魚類繁殖、氣候和水量等變因相關(吳，2000)。

目前最常用的歧異度指數以 Shanoon-Wiener index (H') 最常見 (Washington, 1984；Robert et al., 1999)，其公式為：

$$H' = - \sum_{i=1}^s (P_i \cdot \log P_i) \quad P_i = n_i / N$$

P_i 為某地點或時間下第 i 種生物之個體數 n_i ，除以該地點或時間之總個體數 N 之比率。 S 為該地點或時間下所捕獲的總魚種數。 \log 可以取 2、 e 或 10 為底數運算，唯計算出來的單位不一樣，分別為 nit、bit 及 dit，在此皆以底數 10 為準。

均勻度指數 J' (Pielou, 1966)，主要是指不同物種間數量接近的程度，乃由歧異度指標衍生而來，其公式為：

$$J' = H' / H_{\max} \quad H_{\max} = \log S$$

其中 H' 為歧異度指數， S 為該地點或時間下所捕獲的總魚種數。

(六)線性回歸分析

線性回歸分析方式乃是藉由二個或二個以上之變數，藉此瞭解相依變項與獨立變項兩者之間的存在關係(association)。本研究使用最小平方法計算觀測資料組的迴歸直線公式，此線性回歸之公式是：

$$y = mx + b$$

其中 y 為反應變數， x 為解釋變數， m 為斜率， b 為截距。最小平方法分析結果的精確度完全視資料的分散程度而定。資料分佈的越具線性模擬得越精確。當僅有一個自變數 x 時， m 和 b 則是根據以下的公式計算而來的：

$$m = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$
$$b = y - mx$$

由最小平方法可以求出判斷係數 R^2 與相關係數 R ，相關係數可以找出兩者之間的正負相關性，判斷係數則可以衡量迴歸模型所能捕捉的變動量 x 佔總變動量 y 中的比例。