

# 雙溪流域底棲水生昆蟲調查與監測



陽明山國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十三年十二月

093-301020300G2-002

# 雙溪流域底棲水生昆蟲調查與監測

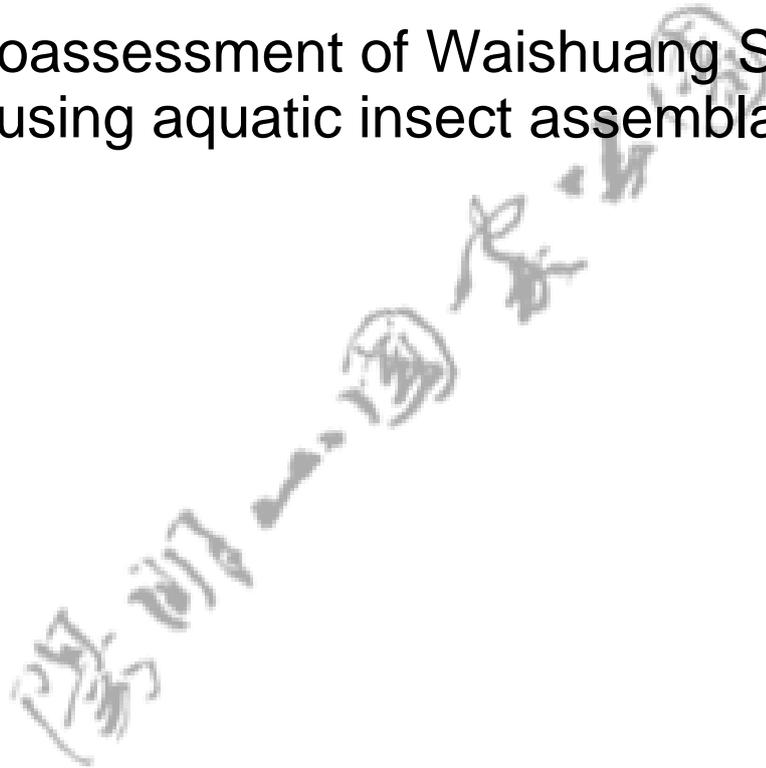
研 究 人 員：陳俊雄

陽明山國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十三年十二月

YANGMINGSHAN NATIONAL PARK  
RESEARCH PROJECT REPORT

Bioassessment of Waishuang Stream  
using aquatic insect assemblages



BY

Chun Hsiung Chen

December 30, 12, 2004

目次

表次	I
圖次	II
摘要	III
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二章 材料與方法	3
第一節 調查區域	3
第二節 調查方法	5
第三章 結論與建議	8
第一節 結論	8
第二節 建議	13
附錄一 雙溪河域水棲昆蟲名錄	14
參考書目	19

表次

表 2-1 竹子湖氣象站氣候資料統計表 · · · · · 5



圖次

圖 2-1 陽明山國家公園管理處範圍圖 · · · · · 3  
圖 2-2 研究取樣地點圖 · · · · · 4



## 摘要

關鍵詞：雙溪、陽明山國家公園、水棲昆蟲

### 一、研究緣起

外雙溪發源於陽明山擎天崗與石梯嶺之間，流至士林與內雙溪匯流，合稱為雙溪，於北投再匯南磺溪，最後於北投頂八仙注入基隆河。由於內外雙溪流域位於陽明山國家公園的東南側，鄰近台北市區，交通便利，加上環境優美，長久以來一直為重要的休閒遊憩區域。流域中水源水質清澈，為台北市區內少數未受到嚴重污染的河川，水中生物種類豐富，隨處可見魚、蝦、昆蟲悠游其中，提供了台北地區居民一個便利的親水與觀察自然的場所。本園區每年有一千兩百萬人次的遊客，這些遊客在區內進行遊憩、登山、休閒、泡溫泉等活動，帶來遊憩的壓力，公共設施的壓力，對生物多樣性的影響等問題，本研究希望能利用水棲昆蟲來做為外雙溪流域的監測指標，以提供國家公園保育監測的參考。

### 二、研究方法及過程

水生生物可以作為河川環境監測的指標之一，包括藻類、魚類及底棲大型無脊椎動物等(Plafkin et al. 1989, Lenat & Barbour 1994; Oksiyuk et al., 1998)都被應用於監測的指標生物，各類生物均有其優點(Plafkin et al. 1989)，以水棲昆蟲等大型之底棲無脊椎動物的使用，已有長久的歷史，至今已發展出多種評估環境變化之生物指標(Paine & Gaufin, 1956; Lenat, 1984, 1988; Rabeni et al., 1985; Hilsenhoff, 1982, 1987, 1988; Metcalfe, 1989; Eaton & Lenat, 1991; Novak & Bode, 1992; Cao et al., 1997; Stuijzand et al., 1999)，然而有鑑於過去使用的方法往往僅適用於評估單一類的污染(如有機污染、重金屬污染)，或是只使用單純一、二個指數

或生物屬性(attributes)作為評估之方法，並無法完全反應河川中生物所面臨的多重的壓力，因此近年來已趨向於發展多重指數的方法(multimetric approach)，即結合選取多項的指標，以達到能夠偵測人為各式各樣的活動對河廊生態所產生的衝擊。本計畫之目標在於針對外雙溪流域中底棲大型無脊椎動物採樣調查，應用生物指標方法進行監測的工作之外，同時利用群聚分析的方法，比較水棲昆蟲物種的變化及其組成的差異，可以推測環境變化的趨勢，提供國家公園未來規劃及管理的參考。

### 三、重要發現

就指標方法監測環境的變化而言，外雙溪之水棲昆蟲相頗為豐富，經調查共發現 6 目 11 科的水棲昆蟲。其中以蜉蝣目種類數最多；毛翅目次之；而以廣翅目、半翅目、鱗翅目最少。一般而言蜉蝣目、毛翅目及積翅目之種類，大多喜棲於乾淨之水域，而此三目佔河域種類數為大多數，足見此河域尚屬乾淨之水質。

### 四、主要建議事項

#### VII

根據研究發現，本研究針對外雙溪流域的棲地保育，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

#### 建議一

天溪園生態教育園區的水棲昆蟲調查：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：無

雙溪河流域底棲大型無脊椎動物名錄已初步建立，以目前的採樣結果，外雙溪上中游水棲昆蟲的群聚結構，以天溪園站水棲昆蟲資源最為豐富，以蜉蝣目、雙翅目為主要的分類群。所以天溪園附近是未被污染的區域，為了能及早建立天溪園周遭水棲昆蟲詳細資料，建議盡速辦理天溪園生態教育園區的水棲昆蟲調查。

#### 建議二

推測環境變化的趨勢，提供國家公園未來規劃及管理的參考：中

## 長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：無

本研究希望瞭解雙溪流域中的生物資源及瞭解各溪流中物種分佈及其變動，並以指標方法監測環境的變化來推測環境變化的趨勢，提供國家公園未來規劃及管理的參考。



## ABSTRACT

**Keywords:** Waishuang Stream , Yangminshan Nation Park ,

Waishuang Stream is one of the tributaries of Keelung River. The catchment, located at the southeastern part of Yangminshan Nation Park, is close to Taipei City and has been one of the important recreation areas for the residents. Abundant fauna and flora were recorded in the catchment. The objective of this study is to survey and monitor the aquatic insects by routine sampling of aquatic insects at sampling sites in Waishuang Stream. Five sampling sites are selected in this study, and data of the aquatic insects and the related environmental factors, such as velocity, pH value, river-bed width, slope and temperature, from the Waishuang Stream are recorded. The results reveal a great diversity of aquatic insect fauna. A total of 6 orders and 11 families are found. Among which Ephemeroptera shows the highest richness and followed by Trichoptera; Megaloptera, Lepidoptera and Hemiptera are less diversified. Generally, the species of ephemeropterans, trichopterans and plecopterans, which are found in oligosaprobic water; it is suggested that the water quality of both stream is still in good condition. The results of this study are used to postulate the trend of the environmental changes as reference to the program and management in the stream for the administrator of Yangminshan National Park.

## 第一章 緒 論

### 第一節 研究緣起

#### 一、研究緣起及目的

外雙溪發源於陽明山擎天崗與石梯嶺之間，流至士林與內雙溪匯流，合稱為雙溪，於北投再匯南磺溪，最後於北投頂八仙注入基隆河。由於內外雙溪流域位於陽明山國家公園的東南側，鄰近台北市區，交通便利，加上環境優美，長久以來一直為重要的休閒遊憩區域。流域中水源水質清澈，為台北市區內少數未受到嚴重污染的河川，水中生物種類豐富，隨處可見魚、蝦、昆蟲悠游其中，提供了台北地區居民一個便利的親水與觀察自然的場所。

水生生物可以作為河川環境監測的指標之一，包括藻類、魚類及底棲大型無脊椎動物等(Plafkin et al. 1989, Lenat & Barbour 1994; Oksiyuk et al., 1998)都被應用於監測的指標生物，各類生物均有其優點(Plafkin et al. 1989)。以水棲昆蟲等大型之底棲無脊椎動物的使用，已有長久的歷史，至今已發展出多種評估環境變化之生物指標(Paine & Gaufin, 1956; Lenat, 1984, 1988; Rabeni et al., 1985; Hilsenhoff, 1982, 1987, 1988; Metcalfe, 1989; Eaton & Lenat, 1991; Novak & Bode, 1992; Cao et al., 1997; Stuijzand et al., 1999)，然而有鑑於過去使用的方法往往僅適用於評估單一類的污染(如有機污染、重金屬污染)，或是只使用單純一、二個指數或生物屬性(attributes)作為評估之方法，並無法完全反應河川中生物所面臨的多重的壓力，因此近年來已趨向於發展多重指數的方法(multimetric approach)，即結合選取多項的指標，以達到能夠偵測

人為各式各樣的活動對河岸生態所產生的衝擊。其中最早成功發展出的多重指數是利用魚類的生物綜合性指標(Index of biological

integrity, IBI) (Karr, 1981), 其後在水棲昆蟲方面更有多種的綜合指標, 最重要的有快速生物評估法(Rapid bioassessment protocol, RBP) (Plafkin et al., 1989)、底棲生物綜合指標(Benthic index of biotic integrity, B-IBI) (Kerans & Karr, 1994), 以及溪流環境指標(Stream condition index, SCI) (Barbour et al., 1996)。

本研究乃針對外雙溪中上游河段之採樣站, 進行水棲昆蟲的調查, 以探討此流域水棲昆蟲的群聚組成, 並藉用 Hilsenhoff 之科級生物指標與快速生物評估法, 瞭解水質與環境品質的變化, 同時利用群聚分析的方法, 比較水棲昆蟲物種的變化及其組成的差異, 可以推測環境變化的趨勢, 提供國家公園未來規劃及管理的參考。

## 第二章材料與方法

### 第一節 調查區域

本計畫之調查區域仍是以外雙溪流域為主之溪流內及濱岸地區。初步在範圍內選定天溪園停車場、聖人橋、楓林橋、碧溪橋、外雙溪橋等共計五樣站進行調查。採樣頻度為每月採樣一次。濱岸地區之水棲昆蟲成蟲則採不定時方式進行定性之調查。

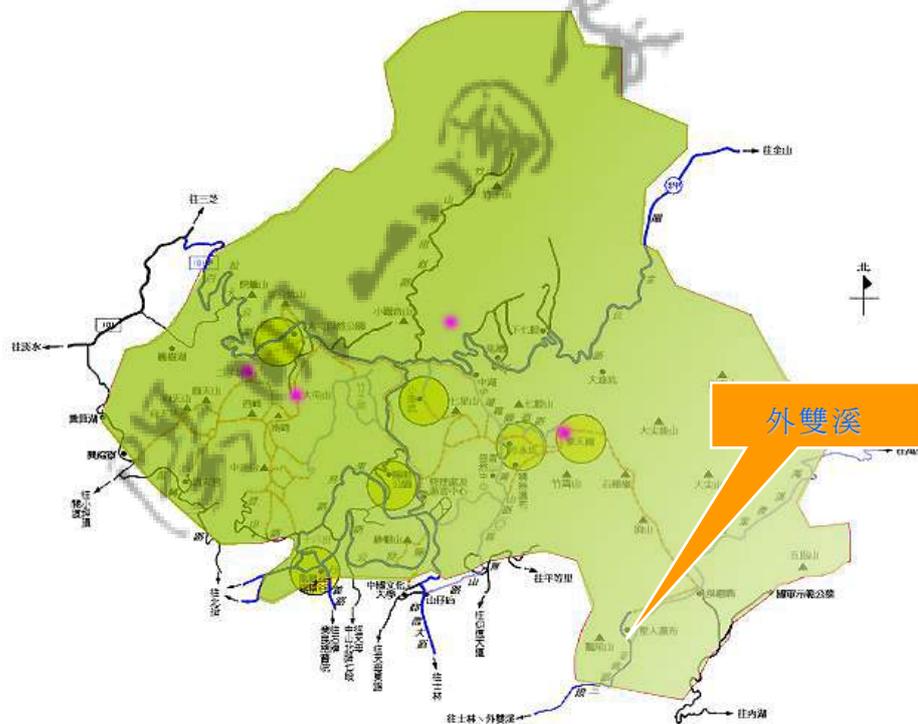


圖 2-1：陽明山國家公園管理處範圍圖（陽明山國家公園管理處，2002）

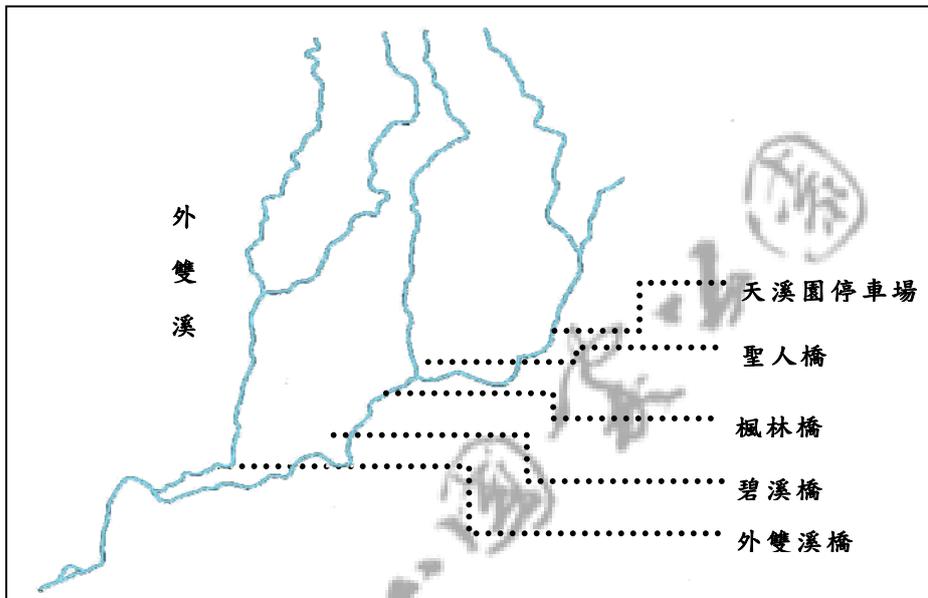


圖 2-2：研究取樣地點圖（陽明山國家公園管理處，2002）

本研究區之氣候資料，由於在樣區附近並無詳細的測站資料，故利用鄰近地區竹子湖測候站資料，來評估本研究區的氣候概況。

1. 雨量：由表1料顯示，本研究區的雨量超過4000mm以上，雨量極為豐富。而大部份的雨量都集中在七月至十二月。很明顯的看出本研究區夏季、秋季雨量的比例大於冬季、春季雨量，所以本研究區的雨量來源還是較集中於夏季的。

2. 溫度：本研究區平均氣溫為 $16^{\circ}\text{C} \sim 22.5^{\circ}\text{C}$ （見表1）屬於亞熱帶氣候。且年均溫為 $18.5^{\circ}\text{C}$ 。

表1：竹子湖氣象站氣候資料統計表（中央氣象局,1997-2000）

項目	降雨量	降雨日數	平均氣溫	相對濕度	最高氣溫	最低氣溫
單位	毫米	天	攝氏度	百分比	攝氏度	攝氏度
1月	269.3	20	11.7	88	15.3	9.2
2月	277.3	18	12.2	89	15.8	9.6
3月	240.3	18	14.6	88	18.8	11.7
4月	207.8	15	18.1	87	22.4	15.1
5月	275.3	16	20.9	87	24.9	18.2
6月	294.7	14	23.5	87	27.5	20.9
7月	248.3	10	24.8	84	29.4	21.9
8月	446	13	24.5	84	29	21.8
9月	588.1	15	22.7	85	26.9	20.3
10月	837.3	19	19.8	87	23.4	17.7
11月	521.9	21	16.4	88	19.7	14.2
12月	320.1	20	13.3	88	16.8	10.9
<b>合計</b>	<b>4526.4</b>	<b>199</b>	<b>18.5</b>	<b>86</b>	<b>22.5</b>	<b>16</b>
統計期間	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000	1971-2000

## 第二節 調查方法

### 一、生物採樣

本計畫溪流中底棲大型無脊椎動物之採樣，以蘇伯氏定面積水網 (Surber's Net Sampler) (50 cm×50 cm) 在上述各採樣站進行水棲昆蟲之採集；採集範圍為以採樣站為中心之五十公尺範圍內之河域，在河域中央、兩測各採集一次；調查頻度為每月採樣一次，並視各採樣站狀況於必要時得增加採樣次數。將所採獲之標本置於 70% 酒精內，攜回實驗室進行鑑定。

### 二、研究室內樣品之處理

#### (1) 過篩

使用不同孔徑之篩網(ASTM)過篩底質，以清水多次沖洗後，收集存留於 1 mm 及 0.5 mm 篩網上樣品，以 70%之酒精溶保存。

## (2) 挑蟲

將過篩後保存的樣本倒入玻璃皿中，以目視或顯微鏡觀察，交互襯以黑白色的底色，將底質中之蟲體挑出。

## (3) 鑑定

將挑出的底棲動物進行鑑定。水棲昆蟲部分之鑑定主要參酌川合(1985)、楊(1992)、Merritt & Cummins (1996)及 Wiggins (1996)之分目與分科之檢索表；屬級與種級之鑑定依各目之不同，分別則參考黃(1994)、張(1992)、康(1993)、顏(1997)之論文報告。分類鑑定之層級受到計畫目標與採樣人員所受之訓練之限制，一般而言均以執行人員所能鑑定的最低層級(possible lowest level)為主。

## (4) 計數

鑑定後之分類群(taxon)分別予計數、保存。計數標準以能完成鑑定之個體數為準，除了部分鞘翅目(Coleoptera)以成蟲棲息於溪流的種類外，其他各目以幼蟲(幼體)之計數為主，蛹或成蟲則另外保存可輔助作為物種之鑑定。若有蟲體殘缺不全或重要分類特徵不明而無法完成鑑定者，則不能列入計數。

## (5) 標本保存與攝影記錄

採樣所得之標本浸泡於小玻璃瓶中，以標本盒分月保存。另挑選完整之標本，作為該地區往後研究之參照標本，並行攝影記錄。

### 三、環境參數調查

本計畫現場量測參數為在生物採樣時同時進行部分環境因子之量測，如水溫、溶氧量、電導度、酸鹼值、河寬、水深及流速等，以瞭解採樣時環境之狀況，並作為日後分析水棲昆蟲群聚變動與環境因子間關係之主要依據。

### 四、資料分析

#### 1. 基本群聚參數

利用計數所得之資料，分別計算各採樣站生物之分類群豐度(種類數)(taxa richness)、密度(density)、優勢種比例(ratio of dominant taxon)等生物參數(Ludwig & Reynolds, 1988)。

#### 2. 生物指標方法

參照 Barbour (1996)及 Plafkin et al. (1989)快速生物評估法(RBP)中所使用的各項指數來判斷溪流是否遭受污染：

##### (1) 結構性指數(structure metrics)

蜉蝣-石蠅-石蠹三目百分比(percent Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera, %EPT)

##### (2) 群聚平衡指數(community balance metrics)

蜉蝣-石蠅-石蠹與搖蚊科豐度比例(ratio of EPT and Chironomidae abundances, EPT/C)

以上指數所得之指標值，進行分析比較各溪流間上游至下游的差異。

## 第三章 結論與建議

### 第一節 結論

一、調查現況及結果說明：就指標方法監測環境的變化而言，外雙溪之水棲昆蟲相頗為豐富，經調查共發現 6 目科的水棲昆蟲。其中以蜉蝣目種類數最多；毛翅目次之；而以廣翅目、半翅目、鱗翅目最少。一般而言蜉蝣目、毛翅目及積翅目之種類，大多喜棲於乾淨之水域，而此三目佔河域種類數為大多數，足見此河域尚屬乾淨之水質。以下大致說明調查狀況：

#### (一) 蜉蝣目 Ephemeroptera

蜉蝣目的昆蟲與其他昆蟲差異最大之處，在於它具有亞成蟲期，就是稚蟲羽化之後，再一次脫皮才變為成蟲，此期約數小時至 1 天。亞成蟲與成蟲很相似，可由翅膀是否透明以及前足是否伸出區別。

#### 1、四節蜉蝣科 Baetidae

主要特徵為體成筒型，體型小，觸鬚長，約為頭部的 2~3 倍長。複眼位於頭部側方，各腹節之鰓為葉狀及絲狀的複合體，尾毛 1 對，許多種類具中央尾絲，內側具有細或長的剛毛，外側無毛。本科採集到 Baetis 屬與 Baetiella 屬，屬於集食性採食者 (Gathering collector)，分布於天溪園、聖人橋河段。

#### 2、褐蜉科 Leptphlebiidae

亦稱小裳蜉科。體型小，成筒型，尾毛 1 對，具中央尾絲，鰓共 7 對，7 對鰓中第 1 對為針狀分枝，其餘 6 對均為鰓狀葉，葉狀之

先端具 3 分枝。本科採集到 *Choroterpes* 屬，其屬於集食性採食者，分布於天溪園、聖人瀑布河段。

### 3、姬蜉蝣科 canidae

體型小，有 6 對鰓位於第 1 到第 6 腹節，第 1 對鰓只有痕跡，第 2 對特大呈片狀，將其餘 4 對鰓覆蓋。本科採集到 *caenis* 屬，屬於集食性採食者，分布於聖人瀑布。

### 4、扁蜉蝣科 Heptageniidae

頭部背面有大型複眼，身體扁平，第 1 到第 7 腹節兩側具有鰓葉，尾毛有刺毛與剛毛。本科採集到 *Afronurus hyalimus* 與 *Epeorus erratus*，屬於刮食者 (scraper) 分布於聖人瀑布、外雙溪橋河段。

## (二) 毛翅目 Trichoptera

毛翅目幼蟲棲息在湖川及潮沼等水中，從口中吐絲將小石、砂礫、樹葉、苔蘚等作為築巢的材料，築巢的材料及型態隨著昆蟲種類而異。多數種類生存於水污染不嚴重的河川。

### 1、網石蠶科 Hydropsychidae

幼蟲的前、中、後胸均為幾丁質化，腹部具有分支的氣管鰓。尾肢基部有長毛束，幼蟲建築固著巢以及捕捉網。本科採集到 *Hydropsyche* 屬與 *Cheumatopsyche* 屬，屬於濾食性採食 (Filtering Collector)，分布於天溪園、聖人瀑布、碧溪橋、外雙溪橋河段。

### 2、長鬚石蠶科 Stenopsyshidae

體呈紫褐色，為此目中較大的種類。綴結碎石成為粗的網狀巢，類似蠶蛹，故有石蠶之稱。腳有 3 對，無翅，腹部末端有尾鈎，體呈蠕蟲狀。體長可達 3.5cm，頭狹小，頭及前胸棕褐色，佈滿黑褐色小點。本科採集到 *Stenopsyche* 屬，屬於濾食性採食者，分布於聖人瀑布、雙溪橋河段。

## (三) 鞘翅目 Coleoptera

### 扁泥蟲科 Psephenidae

俗稱水錢，幼蟲體長 5~10 mm，體扁平而堅硬，成圓形或橢圓形，猶如覆蓋的圓盤，腹部有 3 對足及鰓，由背面無法見到，常出現在急流岩石表面。本科採集到 *Psephenoidrs* 屬，屬於刮食者，分布於聖人瀑布與外雙溪橋河段。

#### (四) 蜻蛉目 Odonata

蜻蛉目幼蟲俗稱水躉，廣泛分布於台灣河川、湖泊、池塘、溪流與平地水塘。根據谷田一三博士之分類，蜻蜓目幼蟲依體型可以分為 3 類，分別是豆娘型、粗長蜻蜓型與寬扁蜻蜓型。豆娘型為細長型之水躉，尾部有 3 個尾鰓，可觀察到明顯長之下唇；粗長蜻蜓型體型較豆娘型大，呈粗長筒狀，觸角為短絲狀，部分擁有 2~3 個尾鰓，部分則無，以春蜓科為代表；寬扁蜻蜓型體型大而扁，型似蜘蛛，觸角為長絲狀，沒有尾鰓，以蜻蛉科為代表。沒有尾鰓之蜻蛉目幼蟲是將水吸入體內，以體內之鰓吸取氧氣。

##### 1、幽蟪科 Euphaeidae

本科特徵為體長扁平，腹部末端有 3 個肉質狀的尾鰓，腹部之各腹節具有絲狀鰓。本科採集到短腹幽蟪 *Euphaea formosa*，屬於捕食者 (Predator)，分布於聖人瀑布、外雙溪橋河段、碧溪橋兩農橋河段與。

##### 2、蜻蜓科 Libellulidae

體大型，無尾鰓，利用腹部內的直腸鰓呼吸。腹部末端有 3 個肛錐，每足有爪 2 根，腹節背鉤不明顯，體節末端 3 節有側棘，翅芽平行。本科採集到 *Zygonyx takasago*，屬於捕食者，分布於聖人瀑布與外雙溪橋河段。

#### (五) 積翅目 Plecoptera

積翅目的幼蟲與蜉蝣幼蟲相似，兩者易混淆。積翅目具有以下特徵：足上有 2 根爪，尾毛 2 根，鰓為纓狀或指狀，位於足基部及肛門、小顎下方。前胸、中胸、後胸的區別明顯。

##### 石蠅科 Perlidae

本科特徵為體型略扁，頭部近三角形，複眼發達，前中後胸分節明

顯，下唇之側舌成圓形，且較中舌為長，胸部下面和腹部末端具有叢狀的絲狀鰓。

本科採集到 *Neoperla* 屬與 *Paragentina* 屬，均屬於捕食者，分布於天溪園、碧溪橋、聖人瀑布。

#### (六) 雙翅目 *Diptera*

具有 4 個翅及 3 對胸足軀體，分為頭部、胸部、腹部、腹部為昆蟲之特徵。但是雙翅目如蠅、蚊類，僅有 2 個翅，因而以此命名。

雙翅目有蠅科、蚊科及虻科等為主要類群。

##### 1、搖蚊科 *chironomidae*

此科昆蟲在世界中具有數千種，體色、觸角、鰓，齒的形狀因種類而異，用放大鏡看細部分仍頗困難。幼蟲分為靜水性幼蟲及流水性幼蟲，靜水性幼蟲在淤泥化的軟泥中，流水性幼蟲則在石頭表面附著的藻類中築巢藏於其中。搖蚊科食性為雜食性，以泥中的微粒及石頭表面附著的藻類為食。體色為白、黃、綠、赤等因種類而異，一般赤色種類是因為在血液中具有許多紅色的呼吸色素。搖蚊科在巢中化蛹，1~2 日可以活潑的游泳，浮到水面上羽化。產卵在水邊的石頭及植物，水中石頭縫隙或是水面上等，因種類而異。本科屬於集食性採食者，分布於外雙溪橋河段、至善園與至德園旁流水。

##### 2、蚊科 *culicidae*

俗稱孑孓，多生活於靜水中，頭部發達胸部膨大，無腳，頭部有觸角，腹末有呼吸管，生於腹部尾端之第 2 節，呼吸時頭部朝下接近水面以尾端之呼吸管到水面上呼吸，第 9 腹節之末端尚有氣管鰓 1~2 對。

二、研究中發現各樣站物種的轉換率很大，初步認為外雙溪流域的水棲昆蟲歧異度極高，但詳細的數據及監測將待未來研究監測中做更詳盡之分析。

三、外雙溪上游雖位於國家公園區內，然日益增加的農耕行為及人為開發，將會嚴重影響下游水棲昆蟲之棲地變化，建議推動環境變化的監測系統，以建立更完整的環境變遷資料，提供國家公園未來規劃及

管理的參考。

陽明大學圖書館

## 第二節 建議

### 建議一

天溪園生態教育園區的水棲昆蟲調查：立即可行建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：無

雙溪河流域底棲大型無脊椎動物名錄已初步建立，以目前的採樣結果，外雙溪上中游水棲昆蟲的群聚結構，以天溪園站水棲昆蟲資源最為豐富，以蜉蝣目、雙翅目為主要的分類群。所以天溪園附近是未被污染的區域，為了能及早建立天溪園周遭水棲昆蟲詳細資料，建議盡速辦理天溪園生態教育園區的水棲昆蟲調查。

### 建議二

推測環境變化的趨勢，提供國家公園未來規劃及管理的參考：中長期建議

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：無

本研究希望瞭解雙溪流域中的生物資源及瞭解各溪流中物種分佈及其變動，並以指標方法監測環境的變化來推測環境變化的趨勢，提供國家公園未來規劃及管理的參考。

附錄一

雙溪河域水棲昆蟲名錄

Ephemeroptera

Heptageniidae ( Ecdyonuridae )

Ecdyonurus yoshidae

Epeorus sp.

Rhithrogena sp.

Baetidae

Baetiella bispinosus

Baetiella sp.A

Baetis sp.C

Baetis sp.C '

Baetis sp.C "

Baetis sp.D

Leptophlebiidae

Choroterpes sp.A

Choroterpes sp.B

Paraleptophlebia spinosa

Paraleptophlebia westoni

Thraulius sp.A

Thraulius sp.B

Ephemeridae

Ephemera formosana

Ephemera orientalis

Ephemerellidae

Ephemerella costanea

Ephemerella japonica

Ephemerella tshernovae

Ephemerella sp.A

Caenidae

Caenis sp.A

Plecoptera

Trichoptera

Stenopsychidae

Stenopsyche marmorata

Hydropsychidae

Hydropsyche sp.A

Hydropsyche sp.B

Hydropsyche sp.D

Hydroptilidae

Orthotrichia sp.A

Stactobia sp.A

Alisotrichia sp.A

Sericostomatidae

Agarodes sp. A

Polycentropodidae

Neureclipsis sp. A

Rhyacophilidae

Himalopsyche sp.A

Rhyacophila sp.A

Rhyacophila sp.B

Rhyacophila sp.C

Leptoceridae

Ceraclea sp.A

Oecetis sp.A

Limnephilidae

Goera sp.A

Glossosomatidae

Agatepus sp.A

Brachcentridae

Micrasema sp.A  
Philopotamidae  
Chimarra sp.A  
Appendix  
Perlidae  
Kamimuria quadrata  
Kamimuria sp. A  
Neoperla sp.A  
Togoperla sp.A  
Nemouridae  
Protonemura sp.A  
Amphinemura sp.A  
Amphinemura sp.B  
Nemoura sp.A  
Peltoperlidae  
Cryptoperla japonica  
Diptera  
Chironomidae  
Chironomus sp.A  
Chironomus sp.B  
Chironomus sp.C  
Chironomus sp.D  
Chironomus sp.E  
Chironomus sp.G  
Chironomus sp.K  
Conchapelopia sp.A  
Polypedium sp. A  
Tipulidae  
Antocha sp.A  
Hexatoma sp.A  
Liomophila sp.A

Simuliidae

Simulium sp.A

Blepharoceridae

Ceratopogonidae

Dolichopodidae

Sarcophagidae

Odonata

Libellulidae

Leucorrhinla sp.A

Aeschnidae

Gynacantha sp.A

Gomphidae

Onychogomphus sp.A

Stylogomphus sp.A

Davidius sp.A

Euphaeidae

Euphaea sp.A

Cordulegasteridae

Chlorogomphus sp.A

Megaloptera

Corydalidae

parachauliodes continentalis

Protohermes grandis

Coleoptera

Psephenidae

psephenoides japonicus

Eubrianax sp.A

Lepidoptera

Pyralidae

Nymphula sp.A

Hemiptera

Gerridae

Metrobates sp.A



## 參考書目

### 中文部分

- 川合禎次，1985。日本產水生昆蟲檢索圖說，日本東海大學出版會，409頁。
- 中央氣象局，1997-2000 中央氣象局竹子湖測候站資料，中央氣象局。
- 何鎧光、徐世傑，1977。台北區新店溪水生昆蟲之研究，省立博物館科學年刊，12: 1-50。
- 行政院環保署，1996。淡水河底泥及生物相監測：基隆河之監測 PA-85-G03-03-20，中國生物學會。
- 行政院環保署，1997。淡水河下游生物相併聚之動態調查 PA-86-G106-09-14、淡水河污染整治對生態影響之研究 EPA-86-E3G1-09-13、基隆河污染源與底棲生物採樣分析調查 EPA-86-G103-03-20 聯合期中報告，中央研究院動物研究所。
- 行政院環保署，1998。淡水河污染整治對生物相群聚動態影響之研究 EPA-87-G106-03-05，中央研究院動物研究所。
- 林曜松、楊平世、郭城孟、曾晴賢、梁世雄、黃國靖、曹先紹、莊鈴川、謝森和、張耀文、劉嘉卿、劉端端。1987。雙溪河流魚類之復育暨設置溪釣場規劃經營管理之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理管處。台北。
- 津田松苗，1956。Saprobien system 表，淡水生物，4: 1-9。
- 津田松苗，1974。污水生物學。日本北隆館，268頁。
- 康世昌，1993。台灣的蜉蝣目(四節蜉蝣科除外)，國立中興大學昆蟲學研究所博士論文，246頁。
- 張先正，1992。台灣的細蜉科(蜉蝣目：細蜉總科)，國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文，111頁。
- 黃國靖，1994。景美溪水棲昆蟲生態及生物指標研究。國立台灣大學植物病蟲害研究所博士論文，150頁。
- 楊平世，1992。水棲昆蟲生態入門，台灣省教育廳發行，152頁。

- 楊平世、洪正中、何鎧光，1980。淡水河流域蜉蝣目稚蟲之初步研究，台大植病學刊，7: 79-78。
- 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢，1986。武陵農場河域之水棲昆蟲相和生態調查，農委會75年生態研究第001號，32頁。
- 楊平世、黃國靖、謝森和，1990a。北勢溪之水棲昆蟲資源及生態研究 I. 水棲昆蟲相及其相關生態，中華昆蟲，10: 209-224。
- 楊平世、謝森和、黃國靖，1990b。北勢溪之水棲昆蟲資源及生態研究 II. 水文因子及水棲昆蟲之群聚結構，中華昆蟲，10: 249-269。
- 楊平世。1994。內、外雙溪之水棲昆蟲生態及監測水質指標生物研究。國科會計畫成果報告。NSC83-0409-B002-032。行政院國家科學委員會。台北市。
- 楊平世。1995。內、外雙溪之水棲昆蟲生態及監測水質指標生物研究 (II)。國科會計畫成果報告。NSC84-2321-B002-116。行政院國家科學委員會。台北市。
- 楊平世。1996。內、外雙溪水棲昆蟲指標生物研究及扁泥蟲科之分類。國科會計畫成果報告。NSC85-2321-B002-030。行政院國家科學委員會。台北市。
- 陽明山國家公園管理處。2002。陽明山優遊圖。陽明山國家公園管理處。台北市。
- 顏聖紘，1997。水螟亞科與凹翅螟亞科(鱗翅目：螟蛾科)主要支系之系統發育分析以及臺灣產種類之分類檢討。國立中山大學生命科學研究所碩士論文，486頁。

## 英文部分

- Beck, W. N. 1955. Suggested method for reporting biotic data. Sewage Industr. Waste 27: 1193.
- Cairns, J. Jr. and K. L. Dickson. 1971. A simple method for the biological assessment of the effects of waste discharges on aquatic bottomdwelling organisms. J. Wat. Poll. Cont. 43: 755-772.
- Courtemanch, D. L. and S. P. Davies. 1987. A coefficient of community

- loss to assess detrimental change in aquatic communities. *Wat. Res.* 21: 217-222.
- Hilsenhoff, W. L. 1982. Using a biotic index to evaluate water quality in streams. Technical Bulletin No. 132, Dept. Natural Resources, Madison, Wisconsin, 23 pp.
- Hilsenhoff, W. L. 1987. An improved biotic index of organic stream pollution. *The Great Lakes Entomol.* 20: 31-39.
- Hilsenhoff, W. L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7: 68-68.
- Hughes, B. D. 1978. The influence of factors other than pollution on the value of Shannon's diversity index for benthic macro-invertebrates. *Wat. Res.* 12: 359-364.
- Hynes, H. B. N. 1970. The ecology of stream insects. *Annu. Rev. Entomol.* 15: 25-42.
- Kolkwitz, R. and M. Marsson. 1908. Okologie der pflanzlichen Saprobien. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 26A: 505-519.
- Kolkwitz, R. and M. Marsson. 1909. Okologie tierischen Saprobien. *Beitrage zur Lehre von der biologischen Gewasserbeurteilung. Int. Revue Hydrobiol. Hydrogr.* 2: 126-152.
- Liebmann, H. 1962. *Handbuch der frischwasser-und abwasser-biologie.* R. Oldenbourg. Munchen, 503 pp.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. *Statistical ecology.* John Wiley & Sons, New York, 337 pp.
- Mangum, F. A. 1985. Use of aquatic macroinvertebrates as bioindicators of habitat conditions. Intermountain Region USDA-Forest Service Aquatic Ecosystem Analysis Lab. Utah, 44 pp.
- Merritt, R. W. and K. W. Cummins. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North American* (2nd. ed.). Kendall and Hunt. Publ. Co. Iowa, USA, 722 pp.
- Novak, M. A. and R. W. Bode. 1992. Percent model affinity: a new

- measure of macro-invertebrate community composition. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 11: 80-85.
- Plafkin, J. L., M.T. Barbour, K. D. Porter, S. K. Gross and R. M. Hughes. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. EPA/444/4-89-001. United States Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Podani, J. 1992. Biological indication at the community and ecosystem levels. pp. 19-34, In: *Biological indicators in environmental protection*, ed. by M. Novacs, Ellis Horwood, England, 207 pp.
- Poff, N. L. and J. V. Ward. 1989. Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of streamflow patterns. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46: 1805-1818.
- Sabater, F., J. Armengol and S. Sabater. 1991. Physico-chemical disturbances associated with spatial and temporal variation in a Mediterranean river. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 10: 2-13.
- Vinson, M. R. and C.P. Hawkins. 1998. Biodiversity of stream insects: variation at local, basin, and regional scales. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 271-293.
- Wiggins, G. B. 1996. *Larvae of the North American caddisfly genera*. 2nd. Univ. Toronto Press, Toronto, 457 pp.
- Zar, J. H. 1998. Chapter 13. Data transformations. pp. 177-184. in: *Biostatistical Analysis*. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey.

## 雙溪流域底棲水生昆蟲調查與監測

編著者：陳俊雄

出版機關：內政部營建署陽明山國家公園管理處

出版機關地址：台北市陽明山竹子湖路一之二十號

出版機關電話：(02)28613601

出版年月：中華民國九十三年十二月

版次：第一版

出版機關網址：[www.ymsnp.gov.tw](http://www.ymsnp.gov.tw)

工本費：新台幣 100 元

展售處網址：[www.ymsnp.gov.tw](http://www.ymsnp.gov.tw)

雙溪流域底棲水生昆蟲調查與監測

陽明山國家公園管理處自行研究報告 九十三年度