

河川情勢調查及生態水利資料整合分析

李鴻源¹、陳章波²、施上粟³、黃國文⁴

摘要

本研究於 2004 年針對淡水河主流段約 21 公里（江子翠至河口）及週邊濕地進行河川情勢調查，主流部分共七個樣站，分別為挖仔尾、竹圍、關渡、重陽橋、台北橋、中興橋、江子翠等地，支流的部分有兩處，一為大漢溪之新海橋至大漢橋間以及新店溪之秀朗橋至福和橋間。

本文同時針對既有及可行之河川生態工法以河川模組之概念進行分析，以探討何種工法適合本計畫河段未來之施設，希望經由水利及生態資料整合分析，評估並研擬適宜本研究河系永續經營管理方案。

關鍵詞：淡水河、河川情勢調查、生態水利棲地模組

On River Investigations and ecohydraulic characteristics integration

Hong-Yuan Lee, Chang-Po Chen, Shang-Shu Shih, Guo-Wen Hwang

ABSTRACT

The investigations of Tanshui river system has be done in the end of 2004 and analyzed in this study. Seven locations were selected as investigation sites, including Wa-Zhi-Wei, Zu-We, Guandu, Chun-Yang Bridge, Taipei Bridge, Chun-Hsin Bridge and Chian-Zi-Chai.

The ecohydraulics habitat model was also constructed and discussed in this study. The integration of habitat model and investigation data were suitable and useful for authorities to manage Tanshui River system in the future.

Key words : Tanshui River system, river investigations, ecohydraulics habitat model

¹國立台灣大學土木系教授，國際水利環境學院院長

²中央研究院生物多樣性研究中心研究員，國立台灣大學漁業科學研究所合聘教授

³國際水利環境學院助理研究員

⁴國立台灣大學土木工程學系博士班研究生，國立台灣大學水工試驗所技士

1、序論

臺灣早期之河川發展與管理工作較偏重於治水、利水的水利設施，較少整體環境生態的考量，近年來生態保育觀念抬頭，民眾對環境保護需求殷切，行政院又於民國 90 年 9 月通過「生物多樣性推動方案」，顯示全民對於環境保護的需求殷切，然而現有之河川生態資料無法滿足水利工程單位進行生態環境保護之規劃、設計，故亟需持續長期調查以提供水利署等相關單位進行河川環境改善之評估參考。

2004 年之調查地點，在長度約 21 公里的淡水河主流，選擇七個樣站進行調查；各樣站地點分別為挖仔尾、竹圍、關渡（土地公鼻）、重陽橋、台北橋、中興橋、江子翠等地，樣站位置如圖 1 所示；各樣站從下游起依序為樣區一（挖仔尾）至樣區七（江子翠），支流部分調查點為大漢溪之新海橋至大漢橋間以及新店溪之秀朗橋至福和橋間。

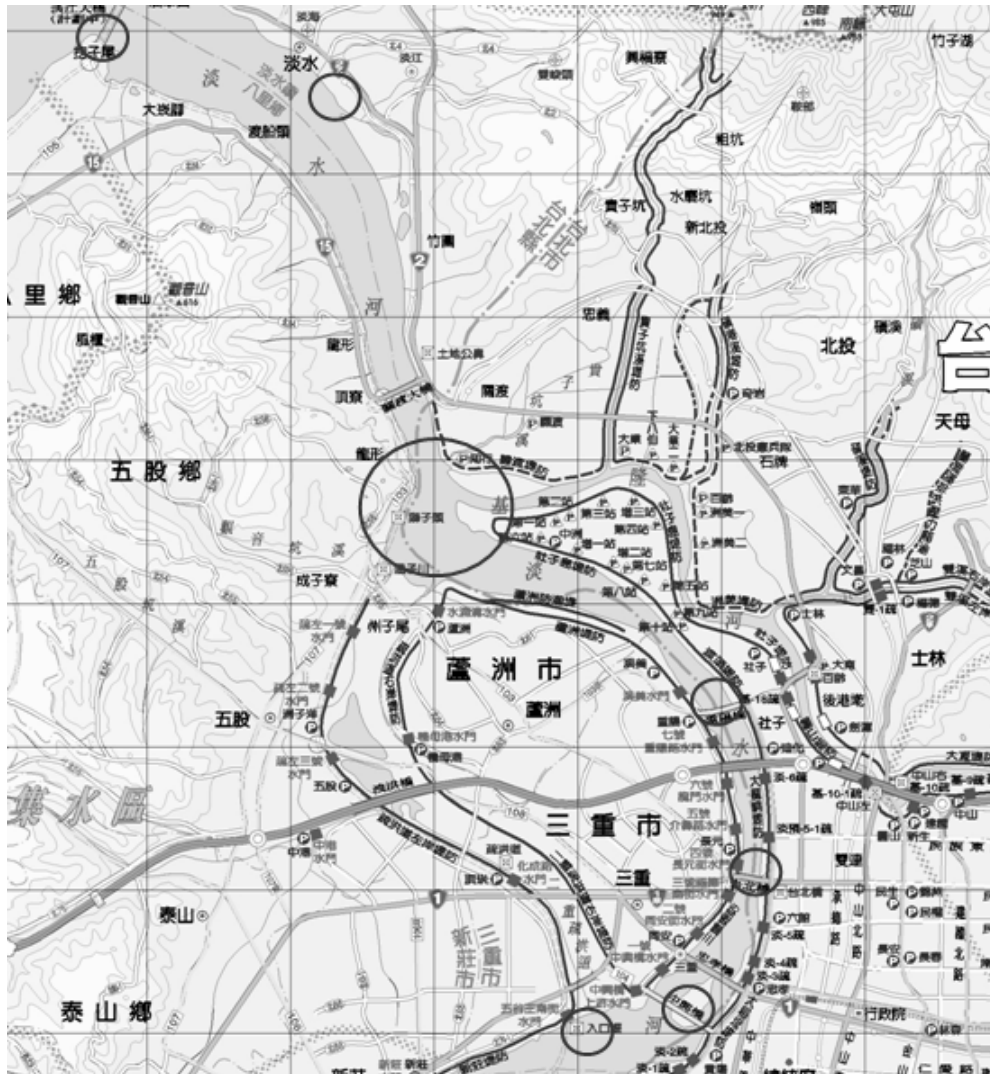


圖 1 淡水河主流段情勢調查樣點位置示意圖

2. 結果與分析

一、生物調查結果

本文整理 2004 年調查結果如下表 1 所示，包括水域生物及陸域生物，其中之水域生物包括：魚類、底棲動物及兩棲類，陸域生物則包括鳥類、爬蟲類及小型哺乳動物。

表 1 淡水河系生態調查結果

水/陸域 生物	物種	2004 年	
		數量	說明
水域	魚類	頸斑鰻等共 26 種	除鱒魚、鯉魚、紅鰭鮎、大頭鯪、塘虱魚為初級性淡水魚，吳郭魚(混種)為次級性淡水魚，大多數為周緣性淡水魚
	底棲動物	多毛類等 4 門、6 大類、20 種	在已分析的底棲無脊椎動物資料中，僅紀錄到 4 門，至少 20 個物種，相較於從前的資料，同一季節中，底棲無脊椎動物的種類數與密度多相似，種類豐度都相當低，且這些物種中，小頭蟲、纓鰓蟲、海稚蟲與貧毛類，皆為淡水河體系的有機污染指標
	兩棲類	兩棲類共 3 科 7 種 671 隻(個體)	其中斯文豪氏攀蜥屬於特有種蓬萊草蜥和貢德氏赤蛙屬於珍貴稀有的台灣特有保育物種。
陸域	鳥類	黃頭鷺等 9 目、27 科、61 種	共計有 9 個調查樣點，四次調查紀錄，統計有 9 目、27 科、61 種鳥類出現紀錄；調查結果發現本土留鳥居多，新海橋段因有人工濕地的營造，因此吸引了少量的鶇科水鳥前來覓食。
	爬蟲類	爬蟲類共 4 科 8 種 129 隻(個體)	
	小型哺乳動物	臭鼩等共	主流：臭鼩 64 隻(65 隻次)、小黃腹鼠 27 隻(28 隻次)、家鼠 4 隻(次)、溝鼠 1 隻(次)、鬼鼠 2 隻(次)和月鼠 18 隻(22 隻次)，總共 116 隻(122 隻次)，捕獲率為 20.3%。 支流：臭鼩 7 隻(次)、小黃腹鼠 5 隻(次)、溝鼠 1 隻(次)、鬼鼠 1 隻(次)和月鼠 9 隻(12 隻次)，總共 23 隻(26 隻次)，捕獲率為 16.3%。

二、河川模組

本文依據淡水河各調查點之棲地型態分類各棲地模組，各模組是意圖如圖 2~10 所示，淡水河主流之河川模組示意圖則如圖 11 所示。

淡水河由關渡宮（斷面編號：淡 012）至河口（斷面編號：淡 000），河道寬度由窄至寬廣，主流方向由直形至約略向左彎。故淡 012 至淡 009 之河道屬窄縮直線段，為模組 H，如圖 3.26；其中有關渡大橋，為模組 C，如圖 3.21。而由淡 009 開始河道逐漸寬廣，水流逐漸減緩，主流略向左偏，因此淡 009 至淡 005 之右岸形成沙洲溼地，為模組 D，如圖 3.22。但主河道由淡 009 至淡 000 屬寬廣直線段，為模組 G，如圖 3.25。因為淡 001 至淡 000 受上游河段左偏影響，其主流偏向右岸，故淡 001 至淡 000 左岸形成沙洲溼地，為模組 D，如圖 3.22。

淡水河由二重疏洪道出口（斷面編號：淡 014）至關渡宮（斷面編號：淡 012），為淡水河與基隆河之匯流口，受下游河道窄縮影響，此河段洪水時水位壅高、流速減緩、泥砂易沉降。故淡 014 至淡 012 之河道屬匯流口，為模組 E，如圖 3.23。而淡 012 上游側因泥砂沉降淤積形成沙洲溼地，為模組 D，如圖 3.22。

淡水河由台北大橋（斷面編號：淡 024A）至二重疏洪道出口（斷面編號：淡 014），其實是屬於由新店溪與大漢溪匯流口至二重疏洪道出口間彎道的下游段。淡 024A 為本河段最窄處，僅寬 400 公尺左右，故洪水由至此處，易於上游形成壅水，下游則流速加快。故淡 024A 至淡 023 屬窄縮直線段，為模組 H，惟河道主流偏右岸，所以有部分右岸可再細分為模組 B。淡 023 至淡 020 河寬較上游段略大，仍屬窄縮直線段，為模組 H，其中有高速公路橋及重陽橋，皆為模組 C，而左岸有明顯高灘地，為模組 F4。淡 020 至淡 016 河道主流明顯右偏，所以右岸屬彎道沖刷處，為模組 B，左岸屬彎道淤積處，為模組 A，部分高灘地，為模組 F。淡 016 至淡 014 屬匯流口前之寬廣直線段，為模組 G。

淡水河由新店溪與大漢溪匯流口（斷面編號：淡 033）至台北大橋（斷面編號：淡 024A），其實是屬於由新店溪與大漢溪匯流口至二重疏洪道出口間彎道的上游段。淡 033 至淡 030 為新店溪與大漢溪匯流口，受下游河道窄縮影響，此河段洪水時水位壅高、流速減緩、泥砂易沉降，故為模組 E，且右岸因泥砂沉降淤積形成沙洲溼地，為模組 D。淡 030 至淡 024A 亦因下游河道窄縮影響，於河道中央形成沙洲溼地，為模組 D，其中有中興橋及忠孝橋，皆為模組 C。

淡水河由新海橋上游段面（斷面編號：淡 037）至新店溪與大漢溪匯流口（斷面編號：淡 033），主流偏向左岸，仍受匯流口迴水影響。淡 037 至淡 035 屬河道窄縮直線段，為模組 H，其中有新海橋及大漢橋，皆為模組 C，右岸則有大片高灘地，為模組 F。淡 035 至淡 033 屬河道寬廣直線段，為模組 G，右岸亦有大片高灘地，為模組 F。

新店溪由秀朗橋（斷面編號：新 017A）至福和橋（斷面編號：新 013B），秀朗橋下游即新店溪與景美溪匯流口，並受下游河道窄縮迴水影響。新 017A 至新 013B 主要為新店溪與景美溪匯流口，為模組 E，左岸則有大片高灘地，為模組 F。

而依據各支流調查樣站之河川棲地型態，可分為 V 形河谷（如圖 10）、人

工湖泊或由深潭及淺瀨組成之模組。

三、生態與河川模組整合分析

運用統計之多變量分析方法，分析生物量與福祿數 (Fr)、底質粒徑 (D)、鹽度 (S)、溶氧 (DO) 等因子之關係。

以模組 C (橋樑) 之底棲生物為例，利用調查資料進行分析，得下式：

$$\text{底棲生物量} = 0.57 \times \text{Fr}^{0.07} \times \text{D}^{0.28} \times \text{S}^{1.99} \times \text{DO}^{-0.49}$$

以模組 D (沙洲溼地) 之底棲生物為例，利用調查資料進行分析，得下式：

$$\text{底棲生物量} = 0.77 \times \text{Fr}^{-0.99} \times \text{D}^{3.30} \times \text{S}^{-1.42} \times \text{DO}^{10.10}$$

由上兩式結果可發現，影響各種模組底棲生物量 (biomass) 的主要因子 (principal component) 有所不同，模組 C 為鹽度、模組 D 則為溶氧，亦可反應不同棲地需求的底棲生物對不同的環境因子有不同的忍受程度。



圖 2a 模組 A：平面圖

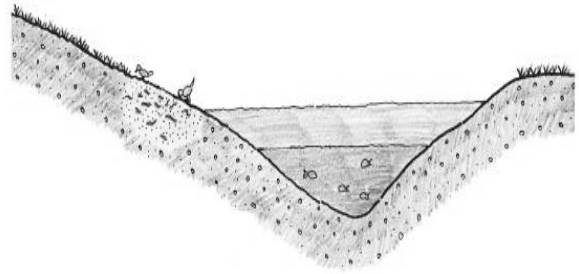


圖 2b 模組 A：剖面圖

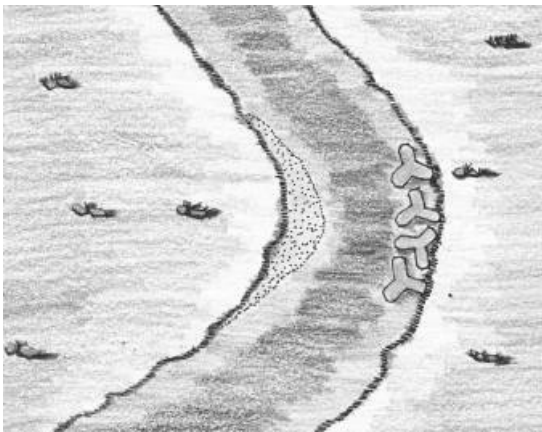


圖 3a 模組 B：平面圖

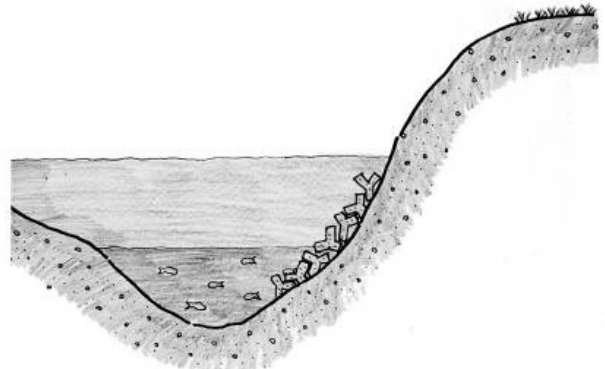


圖 3b 模組 B：剖面圖

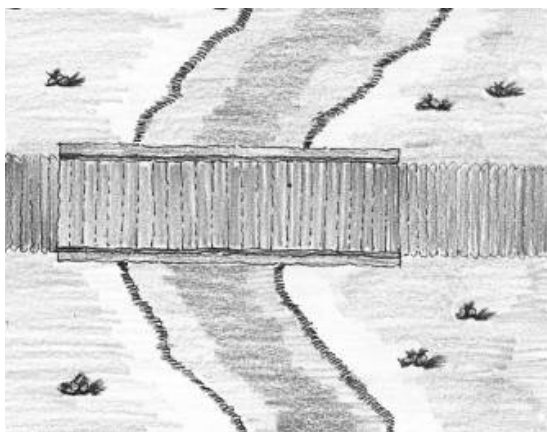


圖 4a 模組 C：平面圖

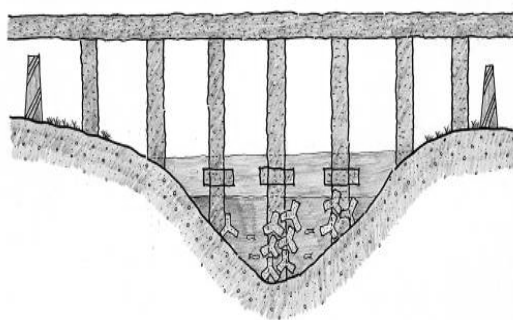


圖 4b 模組 C：剖面圖



圖 5a 模組 D：平面圖

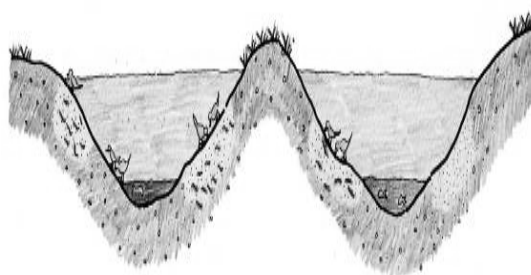


圖 5b 模組 D：剖面圖



圖 6a 模組 E：平面圖

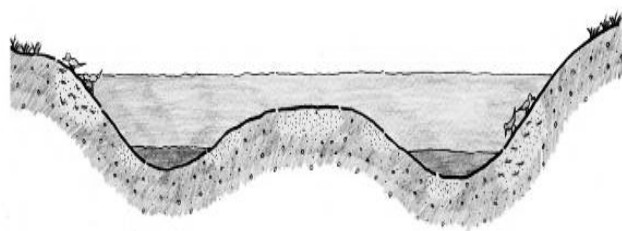


圖 6b 模組 E：剖面圖

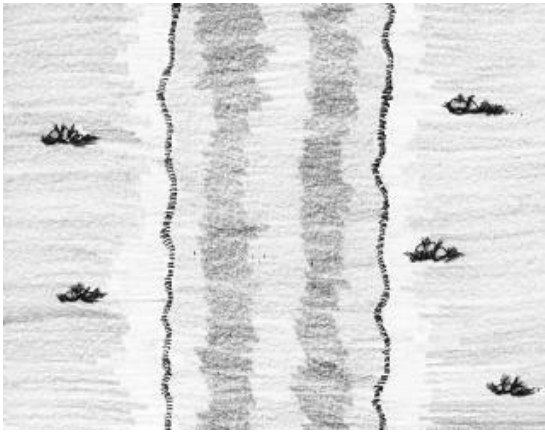


圖 7a 模組 F：平面圖

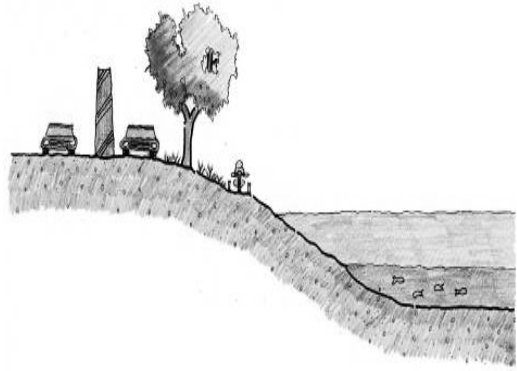


圖 7b 模組 F：剖面圖

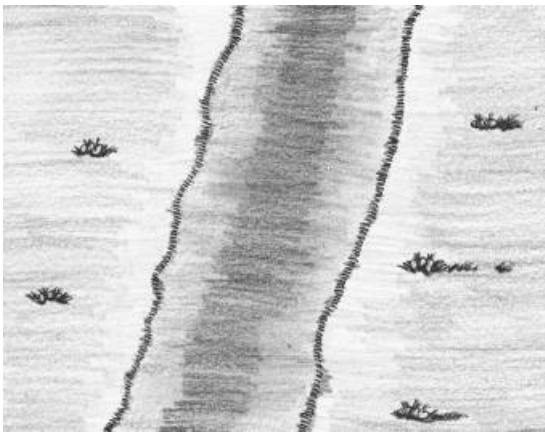


圖 8a 模組 G：平面圖

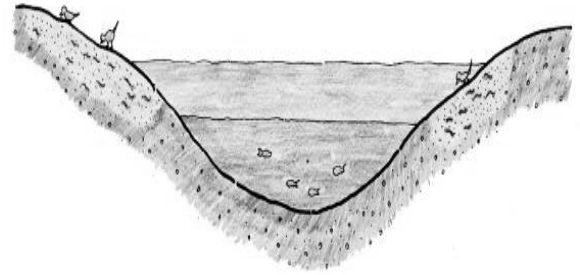


圖 8b 模組 G：剖面圖

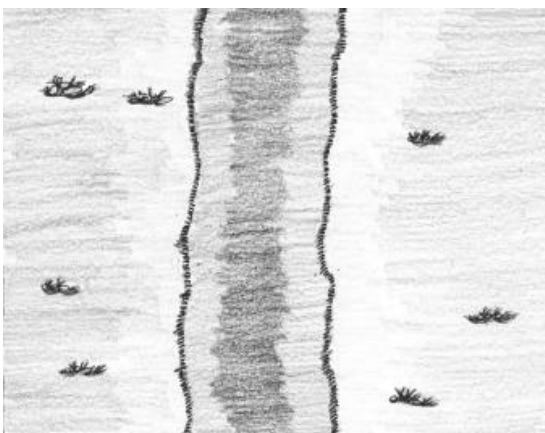


圖 9a 模組 H：平面圖

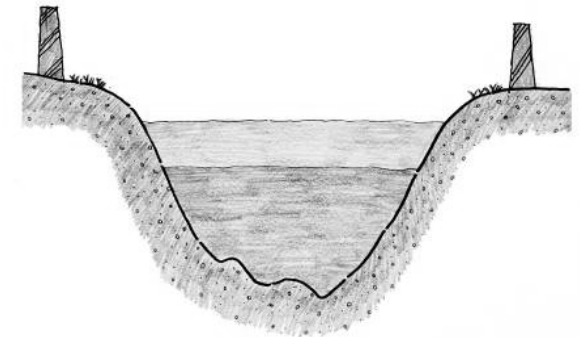


圖 9b 模組 H：剖面圖

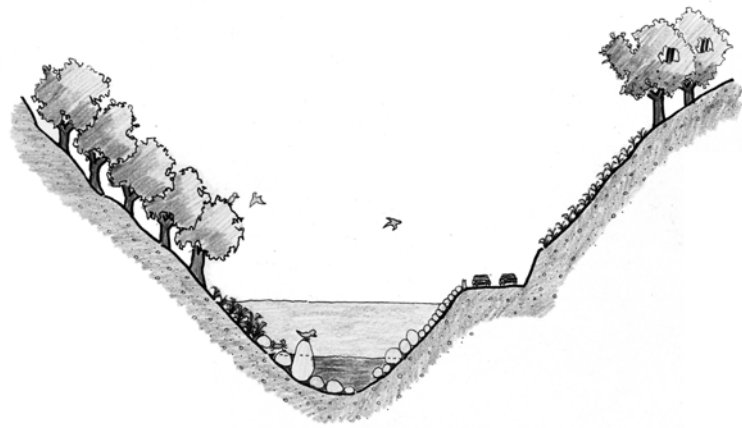


圖 10 模組 I (V 形河谷) 剖面示意

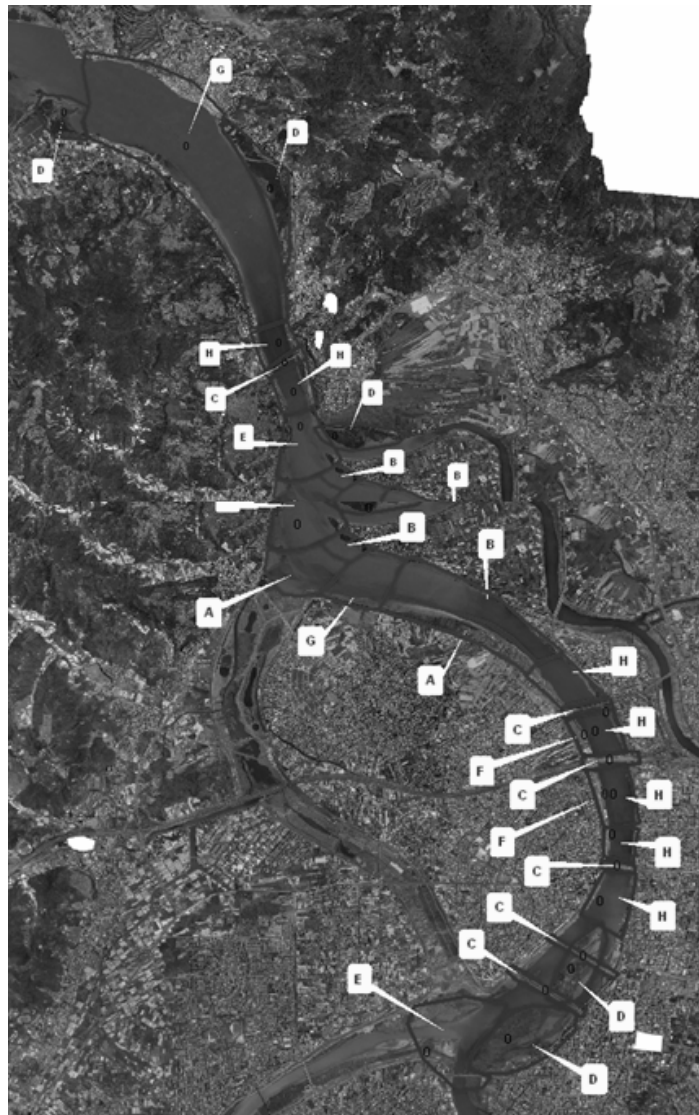


圖 11 淡水河主流河川模組示意圖

3. 結論

一、歷次河川情勢調查成果比較

(一) 底棲無脊椎動物

8月及10月在主流中兩次採樣所得以關渡至河口測站的底棲無脊椎動物密度高於上游的重陽橋至江子翠測站的密度。8月在竹圍與關渡測站底棲無脊椎動物的密度最高，分別為4178與7511隻/m²；重陽橋往上游的三個測站生物密度很低，10月份甚至沒有採到。二次採樣中，8月份的密度比10月來得高。主要生物組成環節動物多毛類，其次為軟體動物二枚貝與甲殼動物端腳類；支流的底棲無脊椎動物稀少，僅有貧毛類(15隻/m²)出現在新海橋測站。

在底棲無脊椎動物空間分布方面，可明顯分為兩個族群，關渡與挖仔尾由於是受到鹽度影響的河口環境，無脊椎動物以多毛類為主，且以日本海稚蟲為最優勢種；江子翠以上的測站則為淡水環境，以貧毛類為主。以多樣性而言，淡水環境的測站物種非常貧乏，除了某些測站有高密度貧毛類之外，幾乎沒有其他種類存在，而河口環境中尚能發現貝類與端腳類，相較之下，生物多樣性顯然高了許多。此外，挖仔尾與關渡的無脊椎動物豐度呈現不同的季節性變化趨勢，是一個值得探討的問題。

(二) 魚類調查

淡水河河段環境狀況受潮汐及降雨等因素影響，當潮水湧入或上游降雨時，魚類群聚可以往上游遷移；當退潮及低水期時，魚類群聚集中在關渡河口以下的地區。8月4日採樣時，河川水位較低，因而使得關渡以上沒有魚獲。10月22日採樣時，由於10月18日至19日受第陶卡基颱風外圍環流及東北季風雙重影響，淡水河流域有降雨，因而水位較高，在關渡以上採獲輻科魚類及頸斑鰻；而在漲潮後，在江子翠可觀察到大量鯔科魚類。

除了挖仔尾有71.8%的魚類群聚的相似度(Bray-Curtis similarity)外，其餘各站的相似度均為零，顯示淡水河挖仔尾以上河段的魚類群聚變動較大，可能受潮汐及降雨等因素影響。

(三) 鳥類調查

各調查樣點紀錄資料中以台北橋、重陽橋的鳥況紀錄最少。此兩處的沿岸腹地環境較為狹窄，明顯可見單調的水泥護岸及草生地，植被多樣化不足，無法提供鳥類棲息與覓食。

調查期間正值夏季轉換冬季節，夏候鳥與冬候鳥類的遷移過境紀錄狀況非常明顯。鷺科鳥類中夏候鳥黃頭鷺大量減少，冬候鳥族群的大白鷺、中白鷺

數量增加許多。家燕夏候鳥族群大量離開後，僅見少量度冬族群。鷓鴣科、鵲科、鸚鵡科鳥類過境數量明顯增加，但是停留時間短暫。

(四) 哺乳類調查

若依下、中、上游樣區劃分來看，下游樣區所出現的小獸類種類最多(5種)，中游樣區次之(3種)，上游樣區最少(0種)。除上游樣區，小黃腹鼠普遍分布中、下游樣區；臭鼩雖然在下游樣區廣泛有分布，但中游以上樣區就沒有捕獲。家鼠與鬼鼠僅出現在下游樣區，田鼯鼠在中、下游樣區皆有捕獲記錄，台灣灰鼩僅在中游樣區捕獲一次。

(五) 兩棲爬蟲類

在兩棲類中，以往的調查屬於淡水河主流，除了關渡自然公園之外，其餘均屬於人為干擾較嚴重的地區，因此在種數與個體數上，數量均較少。兩棲類較易觀察到的時間，多為物種生殖季，因此在去年度的調查當中，以每個月為期一次的調查，希望能夠掌握到，物種因為生殖季的不同，而有活動季節不同的現象，避免因為調查間隔過長，加上調查當日天候不同的因素，導致遺漏了物種的紀錄。因此每月為期一次的調查，對於兩棲類來說，是能獲取有意義資料的最低頻度，所得到的結果才堪稱具有可信度。

在爬蟲類中，都市區域出現的爬蟲類較少，主要是因為物種偏好的棲所缺乏，加上對於爬蟲類的生活史，及活動習性無法測底瞭解，使的無法有效率的調查，而食物資源的多樣性較低，也是使爬蟲類物種及數量，紀錄較少的因素之一。

二、生態水利棲地模組建構

河川情勢調查(包括生物調查及環境因子調查)結果應進行相關整合分析，始能成為有用的資訊，並成為工程單位施工之參考，本文即根據此立論基礎進行生態水利棲地模組之建構，目前已完成概念模式(conceptual model)的建立，爾後將根據資料更加齊全及相關理論更加充實後，進行模式驗證的工作，以期達到資料量化及未來可用之目標。

本研究後續俟調查資料更完整時，可再進行魚類等其他生物種類之整合分析，以提供相關單位運用生態工法時之參考。

參考文獻

1. 呂光洋、杜銘章、向高世，2000，台灣兩棲爬蟲動物圖鑑，中華民國自然生態保育協會，台北市。
2. 呂光洋，2001，兩棲類棲地的重建，九十年度近自然工法研討會，行政院農委會特有生物研究保育中心彙編。
3. 呂光洋等，1996，台灣野生動物資源調查～兩棲類動物資源調查手冊。行政院農業委員會。台北市。
4. 汪靜明，1992，河川生態保育，國立自然科學博物館，台中市 P.189。
5. 汪靜明，1993，臺中縣魚類資源，臺中縣政府 P.157。
6. 汪靜明，1996，河川生態研究與生態工法，經濟部水資源局河川生態研習會。
7. 汪靜明，2000，濁水溪上游栗溪河川生態研究及魚類保育計畫，台灣師範大學環境教育中心。
8. 汪靜明，2001，河川治理與管理生態觀，水資源管理季刊 3 (4)：33-39。
9. 謝蕙蓮，1990，台灣多毛類研究之回顧及其在環保應用之展望，生物科學，33(1):19-13。
10. 謝蕙蓮、黃守忠、李坤瑄、陳章波，1993，潮間帶底棲生態調查法，生物科學，36(2):71-80。
11. 謝蕙蓮、陳章波 (2004) 新竹市濱海野生動物保護區台灣招潮蟹研究。新竹市政府。
12. 許志揚、李鴻源、陳章波、謝蕙蓮、呂光洋、汪靜明、李玲玲、李慧馨，淡水河系情勢調查 (一)，2004，經濟部水利署第十河川局，財團法人台灣水利環境科技研究發展教育基金會。
13. Mitsch, W. F. and S. E. Jorgensen (1989), *Ecological Engineering*, John Wiley & Sons, Inc.
14. Odum, H. T. (1983), "Systems Ecology: An introduction", Wiley, New York, 644.
15. Odum, H. T. (1971), *Environment, Power and Society*, Wiley, New York.
16. Bockelmann B.N., E.K. Fenrich, B. Lin, R.A. Falconer (2004), Development of an ecohydraulics model for stream and river restoration, *Ecological Engineering* 22, pp.227-235.