

台湾河川水利生态工程之植生特性与分析

张俊斌<sup>1</sup>, 梁大庆<sup>2</sup>, 叶旭容<sup>1</sup>, 杨敬戎<sup>3</sup>, 黄朝庆<sup>4</sup>

(1. 台湾大学, 台北; 2. 中洲技术学院; 3. 中兴大学, 台中; 4. 台湾特有生物研究保育中心)

**摘要:** 研究针对台湾地区水利生态工程地区之适用植物, 进行调查研究。研究范围主要包括后龙溪、筏子溪、大里溪、清水溪及高屏溪等台湾之主要河川。调查结果, 后龙溪河川植物有44科109种, 筏子溪植物25科54种植物, 大里溪植物12科31种植物, 清水溪55科138种, 高屏溪植物39科82种植物。并将筏子溪、大里溪、清水溪、后龙溪及高屏溪等调查地区优势植物之种类及其相对丰度, 植物群落之群团分析。归纳台湾地区不同河川之植物群落对生态复育工程之效益, 并初步建立河川植物信息化之架构。  
**关键词:** 水利生态工程; 河川植生特性; 群团分析  
**中图分类号:** TV 822.8; Q948.15      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1005-3409(2005)04-0153-06

Investigation and Analysis for the River Vegetation Characteristics of Water Conservancy Ecological Engineering in Taiwan Area

ZHANG Jun-bin<sup>1</sup>, LIANG Da-qing<sup>2</sup>, YE Xu-rong<sup>1</sup>, YANG Jing-rong<sup>3</sup>, HUNAG Chao-qing<sup>4</sup>  
(1. Taiwan University, Taipei, Taiwan;

2. Department of Landscape Architecture, Chung-Chou Institute of Technology, Taiwan, China

3. Department of Soil and Water Conservation, Chung Hsing University;

4. Taiwan Research Center for Peculiar Creature)

**Abstract:** This study is aim to investigate and analyse the vegetation around the Houlung River, Fatz River, Dali River, Ching-shuei River and Gaoping River, and to select the suitable plant species that could be apply for the area of water conservancy ecological engineering in Taiwan. Carring on the basic environment information collection and plant investigation of those five main rivers, and the plant name list of Houlung River, Fatz River, Dali River, Chingshuei River and Gaoping River were established, which included 44 families and 109 plant species in Houlung River area, 25 families and 54 plant species in Fatz River area, 12 families and 31 plant species in Dali River area, 55 families and 138 plant species in Chingshuei River area, and 39 families and 82 plant species in Gaoping River area. The relative abundant, types and cluster analysis of dominant plants in Fatz River area, Dali River area and Gaoping River area were finished.

**Key words:** conservancy ecological engineering; river vegetation characteristics; cluster analysis

1 前言

台湾的河川治理, 以往着重于防灾及减灾策略, 并以筑堤御洪为主要治理原则, 故防洪工程大量采用混凝土工法。近年来随社会经济蓬勃发展, 环保意识方兴未艾, 故为落实河川生态环境之维护, 河川治理过程中融入对生态及环境景观的关注已成为当今重要之课题(林信辉, 2003)。植物在河川环境中生态体系中所扮演的角色除是生产者外, 更是提供野生动物觅食、活动与繁衍等存活的庇护栖所, 在水利方面亦可发挥其固土冲蚀、水质净化等功能。因此, 欲从事河川生态复育工作设计规划时, 最主要的考量就是生物栖所的营造与水利功能的维护, 而人为植物的导入以加速植生演替速度则显得特别重要。而在河川复育之设计理念使用上, 特别需

考虑选用当地可应用资材(张俊斌、林信辉, 1999), 以落实生物多样性保育及生态系之永续利用。

因此本研究就台湾地区主要河系潜在植被、滨溪植群带之植种组成调查资料, 及针对水利生态工法整治施工河段之植生绿美化之现地植物植生特性调查资料, 汇整可资应用之及推广河川植生参考技术, 不仅可补现有河川情势数据之不足(李训煌, 2001), 且对河川生态复育之推行亦有其实务之必要。而本研究则着重于河川可应用之适生植物, 其河川之植生特性、分析与植物社会的差异性, 并建立可供立即查询之河川植生数据系统。

2 研究地区概况

本研究之地点, 主要以高屏溪、大里溪水系、筏子溪东海

\* 收稿日期: 2005-04-26  
作者简介: 张俊斌, 男, 台湾大学实验林研究员, 杨敬戎, 台湾中兴大学水土保持系硕士生; 叶旭容, 台湾大学森林系硕士生; 通讯作者: 梁大庆, 台湾中洲技术学院景观系主任。

桥上游河段、清水溪及后龙溪水系等工作范围,除调查河段之植物资源外,并收集汇总相关之区域环境条件数据(李训煌, 2001)等。

后龙溪位于台湾中北部,而其发源于苗栗县东侧加里山山脉与鹿场大山之间,经泰安、大湖、狮潭、公馆、铜锣、苗栗、头屋等八个乡镇最后于后龙、溪州、龙津里出海,为苗栗县第一大河。后龙溪东北毗邻中港流域,东南与大安溪为界,西傍西湖流域,为苗栗县境内最大河川。其主流上游在苗栗县加里山山脉之鹿场大山发源之汶水溪与在南方马拉邦山附近之东洗水山发源之大湖溪于汶水汇合,称后龙溪。汇流后往西经铜锣乡后,转向北流,在头屋附近再西流,由后龙出海。河源标高2 850 m,干流长度58 km,流域面积536 km<sup>2</sup>,涵盖苗栗县心脏地带,与大安溪同为苗栗县两大主要河川。河流平均坡度1/23,上游坡度大,中下游渐趋平缓,自公馆乡福德村以降,形成冲积扇平原,地势平坦,其灌溉面积达4 950 hm<sup>2</sup>。

筏子溪位于台中盆地西侧,属于乌溪的支流。发源于台中县神冈、社口间,经大雅、横山村,再经龙潭里、新生里、春社里,在中和里西方流入乌日乡,在乌日西南方注入大肚溪,主流全长21.25 km,流域面积132.57 km<sup>2</sup>,可分为大肚山台地及台中盆地两大区域,筏子溪是一条平地河川,河床十分宽浅。其同时也是春社里、新生里的界河。其上游段河床平均坡降约1/130,下游段河床平均坡降约1/170,全河段河床平均坡降约1/160。

大里溪水系集水区范围东迄盆地东侧山区,西与盆地西北部之筏子溪流域为邻,北至丰原山区,南以乌溪主流为界,全流域面积400.72 km<sup>2</sup>。而其水系位于台中盆地东南部,为乌溪中游主要支流之一;大里溪上游称大坑溪,由台中市东北方山区向西南流,沿太平市西界至太平桥上游处,与东侧流经太平市区之廍子溪汇流后继续向西南流,沿途纳入头汴坑溪、草湖溪后转西偏北向,于乌日附近汇入由丰原南流之另一主要支流旱溪,随即与台中盆地西北部筏子溪水系一并汇入乌溪主流。

清水溪全长47.5 km,集水区面积为422.38 km<sup>2</sup>,其为浊水溪支流,发源于阿里山西侧阿里山乡与信义乡交界海拔1 300 m附近,集阿里山西坡之水向西奔流,至全仔社汇流为清水溪,至草岭峭壁雄风附近再与南下之竹篙水溪汇流,至瑞峰大峡谷附近又与北上的生毛树溪汇流,其后蜿蜒向北,再并加走寮溪等支流,最后至竹山镇汇合顶林溪、田仔溪、过溪仔溪等三条河川,流入云林县林内乡,在触口山和浊水溪汇合。

其主要支流从上游到下游有石鼓盘溪、水社寮溪(阿里山溪)、加走寮溪、瑞里溪(生毛树溪)等,各溪谷山高水深,多为峡谷,两岸缺少阶地,有多处老崩塌地;此类型地形以阿里山溪上游、加走寮溪上游、石鼓盘溪上游较为甚,显示上游地区的向下、向源侵蚀作用旺盛。然而仍有部分纵谷地区河道较宽,河道旁往往会有顺向坡,最为显著为草岭崩山地区。

高屏溪位于台湾西南部,旧名下淡水溪,北邻浊水溪上游,西界曾文溪上游及二仁溪流域,东邻秀姑峦溪及卑南溪流域。高屏溪系由浓溪、旗山溪及隘寮溪三大支流汇集而成,并以浓溪为干流(即最大支流)。浓溪发源于中央山脉玉山群峦间,南流约70 km至桃源村,两岸峭壁耸峙,溪谷狭深,水泻如注,为本溪河床最陡峻河段;再南流10 km至宝

来,河幅渐宽,坡降趋缓;续南流至大津,与东来支流浊口溪会合后,两岸腹地渐形平坦;再西南行至砖子地,东来之隘寮溪汇入;续南行至岭口附近,与北来之旗山溪相会后,始称高屏溪。本流自里港以下转折南流,河幅宽阔,河床平坦水流缓慢,最后由新园、林园入海。干流长约171 km,仅次于浊水溪,流域面积约3 257 km<sup>2</sup>,居台湾地区第一位。

### 3 前人之相关研究

河川中植物的生长对水文、生态甚至于经济都有重要影响,各类型植被的生长、演替行为,随时受到水流的影响,在这同时,植被的存在也一直影响着水流行为,而这两者之间的交互作用下,更创造了丰富的河川生态系统。因此对于水利生态工法而言,植物是一个不容忽视的要素。植物具有不同生态生理适应对策,以生长于河川区域不同之生长环境,但事实上植物本身也是环境的一个敏感指标。不过,从河流源头到出口,河中的栖地环境不同,植物群落和组成植物群落植物种亦有所差异。在河流的顺流方向上,河道大小之系统参数(宽度、深度和河流等级)不断增大,坡度不断下降,主要泥砂类型及系统养分之改变,水的深度、混浊度增大及河床光照量减少之情形。

植物改变河道的水流型态,同时植物本身受水流状况和流型改变的影响也很大。水的传动或许是影响河流中植物及其分布最重要的一个因素。Gilvear 和Bravard(1996)指出,关于河川水力学方面的知识对于了解河流地貌是必要的。同样,这方面的知识对于了解河流中的植物生长和分布也是很重要的,因为河道内传动流水的水力过程决定着水下群落生境(即生物群落的自然环境)的性质。水流直接影响植物,也间接地受到植物对河床的影响。Haslam(1987)把影响河流植物的水流条件划分为五类。(1)微型水流(negligible flow)(2)慢流(slow flow),对蔓性植物难以造成移动(3)中等水流(moderate flow),这里蔓性植物被明显移动,表面扰动显著(4)快速水流(fast flow),这里植被移动迅速,表面扰动显著(5)洪水水流(spatate flow)。洪水水流对生态植被危害较大。在影响植物分布的下游方向,显示出变化中的河道与流型结合之情况。

河川自然物理性干扰对河岸植物群落结构的形成具有重要作用,许多研究表明,沿河水生大植物群落结构随流速梯度而发生直接的变化。但当流速作为影响群落结构的自然干扰之估计值时,自然干扰在时空上是有变化的。由于水生植物种和河岸植物种对于适应不同流量和阶段波动有许多机制,在群落尺度上对干扰的影响可能有所变化。沿岸流波动变化大,水边植物或沉水植物边界层可能是不稳定的。植物随水流向下弯曲,并便利植被上方和周围的水流偏斜。由于植被压力阻力的结果,水流在嵌块状植被周围加速,之后,合成能量在嵌块状植被下方显著的漩涡中消散。New wall 研究结果表明,水生植物的存在提供了与开阔水流情况大不相同的环境。河内大型植物群可能影响下游水流,但对下游的影响有多远,这就取决于大型植物群的结构和植物种体积,同时可直接推断这些小流水环境的生物多样性。

### 4 研究流程与分析方法

河川植生调查部分乃依照森林生态学中之调查方法以及“台湾水土保持技术规范”第十二节植生调查之规定与台

湾岛外之河川调查方式(奥田重俊、佐佐木宁, 1996), 作定量分析及定性描述。于河川区内, 现地了解其地形、植群分布情形, 再选择具代表性之样区与重要值指数较高之优势植物进行相关试验。本研究上(冠)层植生调查采用方区调查方式, 纪录样区内 1 m 高灌木、乔木之密度、频度及优势度(胸高直径); 下层(地被)植生调查采用直线横截样区法, 取样调查地被层之植物, 凡在样在线截取之植物种类及株树均列入纪录中, 记载其种类并以量测其截取长度再转换成覆盖面积。植物社会介量主要以相对密度、相对频度及相对优势度值等重要值指数值(IVI)表示, 下层植物社会因植物相大部分几乎为草本之低矮植物, 密度之计算有其困难, 依水土保持技术规范之要求, 以其重要值即相对频度和相对优势度之总和为代表, 其意义代表某植物在样区中所占有之重要性(林信辉, 2003)。有关各计算公式如下:

密度= 某种植物株数之总和

频度= 某种植物出现之样区数

优势度= 某种植物覆盖面积

相对密度=  $\frac{\text{某种植物之密度}}{\text{所有植物密度之总和}} \times 100\%$

相对频度=  $\frac{\text{某种植物之频度}}{\text{所有植物频度之总和}} \times 100\%$

相对优势度=  $\frac{\text{某种植物之优势度}}{\text{所有植物优势度之总和}} \times 100\%$

地下部植被层重要值指数= 相对频度+ 相对优势度= 200

上部重要值指数程度= 相对密度+ 相对频度+ 相对优势度= 300

将植生群落的分布情形以平面表示称之为植生图(分为植被图与河川断面植生图)。植生图有助于了解某一地域植生的大概分配情形, 可配合地形图、地质图、土壤图等环境基本图使用, 在利用地理信息(GIS)管理地域计划时必须利用植生图之重要性更高。植生图可视其表现方法可分为二类, 其一是依据植生相制作之植生图, 另一是采用植物社会分类制成之植生图, 而河川植生图制作时常使用植被图与河川断面植生图。又如特殊河川植物群落之范围无法在植生图上标示时, 特别指贵重之群落, 可用点或特殊符号来表示其存在。

按研究流程之工作项目、纲目, 并制作河川植物调查表, 选定水利生态工法施作地点之上游、下游处, 进行溪流行水区与护岸、堤防之植物相调查, 按植物编号进行植生重要值指数(IVI)计算, 后以统计分析方法进行植物群团分析, 以了解施作区与上、下游间植物社会的组成变化, 而后定期(约一季)持续进行调查, 藉以了解不同之水利生态工法, 其植物相之变化与推测达到与邻近植物相(上、下游)相近时所需之时间, 以作为水利生态工法之生态效益评估之依据。另依实地植生调查结果分析, 建立不同水利生态工法个案地区之植物名录与入侵植物之优势、差异性, 并考虑水利生态工法适用之原生河川植物, 进行水利堤防、护岸植生绿化之适用植物评估, 以作为日后水利生态工法实际执行上导入植物材料之参考依据。

## 5 结果与讨论

### 5.1 河川植生调查结果

本研究工作于 2004 年 2 月至 12 月间, 在台湾西部之后龙溪、筏子溪、清水溪支流加走寮溪、大里溪支流草湖溪、高屏溪五区进行河川植生调查, 并依成果制作植生名录, 说明各条河川于这段期间所出现之植物种类、丰多度; 另一方面,

依现况进行河川断面植生图及植被图之绘制。由此两类植生图可助于了解各河川的植生分布现况及其优势代表植物之地理分布位置, 更能了解各河川之植物社会组成及其演替情形, 提供欲从事该区规划设计者之参考。

#### 5.1.1 清水溪支流加走寮溪

加走寮溪位于南投县竹山镇境内, 于瑞兴桥汇入清水溪, 本西研究区域选定瑞兴桥以西至瑞竹国中北侧之河段, 此区域河段南岸已兴建干砌石或砌石蛇龙堤岸, 从河川现况判释早期有整治痕迹及丰水期冲刷之断面, 因此本区域堤岸行水区植物因不同时间及不同频度之干扰而呈现镶嵌状或群团状或带状分布, 依据初步调查结果, 本区域代表性植物以禾本科及菊科为主, 多为干扰性植群或一年生草本植物, 常见草本植物有甜根子草、五节芒、开卡芦、红毛草、两耳草、牛筋草、狗牙根、大花咸丰草、野塘蒿、扫帚菊、小花蔓泽兰, 部分地势较高或河水较不易淹水区域已有木本植物入侵, 如山黄麻、构树、血桐、水麻、木苕麻、棱果榕、波叶山蚂蝗, 数量有增加趋势, 其中有部分树种如山黄麻、水麻、驳骨丹(扬波)、木苕麻等出现干砌石堤岸, 显见这些自然形成植物可适应干砌石工法。由于河川水量因季节或台风侵袭而有明显水位变化或水文变迁, 因此植物分布已有明显消长或迁徙现象, 此外河川高滩地或浮覆地也因水流冲刷而时常移位或消失, 故河川中央之高滩地常呈现裸露而寸草不生。至于较上游未整治或未建造堤岸之植被则以小乔木或灌丛及藤类植物为主, 常见植物有山黄麻、构树、九芎、棱果榕、笔筒树、月桃、水麻、姑婆芋、龙船花、葛藤等, 若受干扰少则朝向次生林演替。植物分布与高程水文之关系如附图所示。

#### 5.1.2 筏子溪

筏子溪之两岸堤岸历经不同时期之护岸整治工程, 大抵以水泥垂直或近垂直护岸居多, 余为砌石或迭石护岸, 少有未整治之土堤岸, 故沿岸植被多属干扰程度较高之物种, 早期未整治前之原始植物种类多数已不复见, 硕存则以竹林(刺竹、观音竹或绿竹)或果树(莲雾、芒果、番石榴、香蕉或龙眼)较常见。整体而言, 筏子溪上游之植被状况, 依据植物调查结果, 其代表姓植物有象草、五节芒、田根子草、巴拉草、鸭趾草、铺地黍、草、落葵、扫帚菊、细叶水丁香、翼茎阔苞菊、翼茎水丁香、大花咸丰草、羊蹄、马樱丹、银合欢、构树、血桐、乌臼、聚藻等, 这些种类多为强势物种, 彼此间竞争生存空间, 由于溪岸常因民众焚烧杂草或垃圾、堆积废弃物或台风暴雨之冲刷等原因, 导致植物种类与数量呈现不规则之变化, 然而季节性水位变化使得某些物种有季节性更替现象, 例如草、落葵、扫帚菊、细叶水丁香、翼茎阔苞菊、翼茎水丁香、蓖麻等, 以秋末冬初较常成群出现, 此外, 小花蔓泽兰与掌叶牵牛这两种外来藤本植物也有扩展趋势, 尤以后期砌石或迭石护岸较易入侵, 这些物种侵略性强又不易移除, 已严重威胁后续植栽或潜在植被之生成, 应及早监测并于花期前移除为宜。

#### 5.1.3 后龙溪

后龙溪上游支流大湖溪自兴邦桥以下至大湖二桥汇入后龙溪主流之自然植被概况分述如下, 兴邦桥以下两案大多已进行不同阶段与时期的整治工法, 但因施作时间或工法不同而呈现多样化的植物种类, 整治之河段上方的岩壁或山壁大多仍维持次生林植物社会, 代表性植物有台湾榉、台湾雅楠、水同木、山黄麻、翼核木、刺葱、相思树、九芎、油桐、藤等; 河床内大小块石堆积林立, 其中植物以灌木及禾草类居

多, 常见植物有水柳、木苕麻(密花苕麻)、水麻、构树、山黄麻、波叶山蚂蝗、薄姜木、罗氏盐肤木、甜根子草、五节芒、开卡芦、象草、黄野百合、扫帚菊、翼茎阔苞菊, 此外藤本植物亦占一席之地, 如葛藤、掌叶牵牛、野牵牛、山葡萄、虎葛及鸡屎藤等。大湖二号桥以下河段, 河床面积渐宽, 尤其是汶水溪于汶水桥汇入后龙溪, 行水区明显变宽广, 植物分布呈现镶嵌状或带状分布更明显主要植物仍以象草、甜根子草、开卡芦等高茎植物为主, 次为菊科之大花咸丰草、野塘蒿、加拿大蓬、小花蔓泽兰、翼茎阔苞菊, 其中木本植物数量也有逐渐增加, 如水柳、木苕麻(密花苕麻)、水麻、雀榕、山黄麻等, 以上植物值得注意的是外来植物入侵范围似乎有增加趋势, 如大花咸丰草、翼茎阔苞菊、小花蔓泽兰及银合欢等, 此四种植物生长快且繁殖能力强, 尤其干扰地或裸露地, 未来若不定期移除会严重侵占本岛原生河川植物的生存空间。

至于流动水域则有马藻大量繁生, 此为沈水性植物可提供溪流鱼虾贝类之栖息环境, 本种也是台湾中部河川中游常见的水生植物。台湾水龙为另一种在本河段呈现群团状或带状分布的浮叶植物, 它是台湾特有种, 常年开黄色花朵。自龟山桥以下至头屋大桥, 河岸两岸木本植物大多已呈林, 水柳、山黄麻、构树、野桐、苦楝、木芙蓉、相思树等几乎形成自然护岸林, 尤其水柳沿水域边长形成纯林, 如玉清桥至头屋大桥段, 上述植物天然下种能力强, 根系抓泥力亦佳, 又是原生植物, 未来可建议规划为堤岸绿美化植栽。后龙溪桥至出海口之浮覆地(沙洲)植被与内陆河段稍有不同, 主要是受到盐分及海风之影响, 经调查到原生植物有马鞍藤、黄细心、盐地鼠尾黍、苦林盘、台湾滨藜、兔丝子、朴树等, 此处浮覆地有农耕痕迹, 栽植香蕉、番石榴、绿竹、丝瓜及西瓜等旱作。木本植物则以木麻黄、朴树、乌臼、构树、黄槿、苦楝、相思树较常见。

5.1.4 大里溪支流草湖溪

草湖溪为大里溪之支流, 于台中县雾峰乡新埔汇入大里溪。调查地点自新埔至草湖桥之间河段, 两岸均已修筑人工护岸, 河床多以整治成平面缓流, 植被多已失去原有自然景观, 部分河岸两侧高滩地也计划朝河滨公园模式营造, 以提供邻近社区民众休闲绿地, 并朝河川多元化之用途迈进。根据调查数据得知, 本区域代表性植物有巴拉草、象草、李氏禾、水生黍、甜根子草、覆瓦状沙草、台湾水龙、大萍、水丁香、细叶水丁香、翼茎水丁香、翼茎阔苞菊等, 由于丰水期与枯水期水量及流速不一, 因此通常有明显季节消长及瞬间植被消失现象, 枯水期水位下降, 流速变缓, 致使高滩地面积增多, 有些旱生植物伺机入侵, 例如狗牙根、牛筋草、两耳草、雀、小叶灰、草及菊科植物(大花咸丰草)等。

此外, 河床整治与堤岸修筑也干扰植生之种类与分布, 一般而言多为一至二年生植物, 值得注意有下列几种: 覆瓦状沙草、黄花水龙、水生黍及翼茎水丁香 4 种, 覆瓦状沙草为单子叶莎草科植物, 多分布于水域浅水地区, 植株高度约 1 ~ 1.5 m, 常形成带状纯族群, 生态习性与香蒲或水烛类似, 由于植株较高, 具有庇护河川水鸟的生态角色, 惟生长快速且易阻碍水流及淤积土石, 因此应适时疏浚以免淤塞水道。黄花水龙为台湾特有种, 为浮叶植物, 常年开花, 分布于水流较缓之水域或壶洞(pothole), 植株节处会生出气生根, 可帮助植物体浮于水面, 全年开出黄色花朵, 多以群团状占据某水域, 本种亦是台湾河川低海拔常见植物。水生黍大多生长水陆交会地带, 茎叶具匍匐性, 外形与铺地黍相似, 一般而言,

本河川应较少出现本种植物, 可能是整地客土或鸟类引入, 但本种为台湾原生草种, 在河岸水土保持具有良好之功效, 为值得推广之物种。至于翼茎水丁香为外来入侵植物, 为一年生湿生植物, 生态习性与原生的水丁香类似, 生育期集中于夏季, 由于生长与扩展快速, 高度可达 2 m 以上, 本种结实量多且发芽率高, 一出现即成群覆盖某区域, 致使原生植物如水丁香、细叶水丁香、香蒲有被取代之趋势, 故未来河川整治或植栽养护时应注意监测其扩展之速度并适时雇工移除, 以免侵占原生植物生存空间。

5.1.5 高屏溪

高屏溪是由旗山溪、浓溪及隘寮溪等汇流形成, 是台湾南部重要河川, 河床宽广, 浮覆地(高滩地)也占了大部分河床面积, 两岸植群多形成草泽湿地, 近年第七河川局于本水系河床辟建河滨公园与生态净化池, 作为休闲绿地、景观美化、防灾滞洪、污水净化及生态保育之用, 此外, 高屏溪口早期广植水笔仔、红海榄(五梨跤)、榄李、海茄等 4 种, 作为防风抑浪之用, 目前已成林且天然下种良好, 颇具国土保安功效。

根据植物普查数据, 本河段代表植物种类有开卡芦、巴拉草、甜根子草、覆瓦状莎草、五节芒、竹叶草、铺地黍、滨雀、狗牙根、莞、大花咸丰草、篳麻、构树、银合欢、血桐、山黄麻、西印度樱桃、相思树、水柳、水笔仔、海茄、马鞍藤等。高屏溪夏冬水量明显差异, 是典型西部河川, 由于河床宽广且浮覆地多呈不规则, 地势高低不一, 夏季台风暴雨, 上游土石或枯枝落叶随水流冲刷而下, 浮覆地形状、大小及位置经常变动, 故植物种类为生长期短之一年生植物或具有地下横走根茎之多年生植物, 河床浮覆地主要植物多为草本, 常见的有甜根子草、开卡芦、巴拉草等。至于河川两岸浮覆地之植物种类较多, 亦有木本植物, 除了上述 3 种外, 尚有铺地黍、李氏禾、白茅、盒果藤、掌叶牵牛、马鞍藤、血桐、西印度樱桃、构树、山黄麻等。

此外, 浮覆地间形成壶洞或水流缓慢处会有一些漂浮性植物繁生如布袋莲或大萍等, 此等植物侵略性强, 应适时移除较宜或作为有机肥料。虽然大部分河岸两侧已进行堤岸整治, 水泥护岸或砌石隔框或迭石蛇笼, 但也见银合欢、美洲阔苞菊及香泽兰入侵, 应注意其扩展速度。某些未整治之堤岸仍保持原始风貌, 植物种类与数量均较多, 层次也呈现多元化, 例如构树、血桐、山黄麻、野桐、西印度樱桃、铺地黍、水竹叶等。

5.2 河川植物社会之群团分析

针对河川植物调查所需, 将所调查之水利生态工法地点的植物介量植(重要植指数、丰多度等), 作为水利生态工程植物社会之分群依据, 并应用群团分析(Cluster)技术来探讨河川植物社会之分群特性与差异。因此, 藉由群团分析的功能, 可了解河川植物在不同地区之适生性及属性归群, 作为植栽与演替趋势之参考。且经由群团分析初步结果发现, 水利构造物(桥梁、混凝土护岸、堤防等)是地理位置上较易分群的界线, 已成为植物社会不同之最主要之因素, 其次为植物本身对逆境之忍受能力。

第一次河川植生调查(2004 年 4 月)之资料并经植物社会群团分析结果, 若以相似以 28%, 可分为 3 群, 第 1 群是以巴拉草、开卡芦及布袋莲为主之强势入侵植物, 第 2 群以红毛草、甜根子草等之河溪开阔地、砾石地的优势禾木草植物, 第 3 群则是以匍伏地藤类, 优势入侵木本植物、水生植物为主之马鞍藤、构树及莎草等, 形成河川植物的代表。且而由各

调查地点群聚之过程, 也可大约分为 3 群 (28% 相似度), 可见筏子溪、大里溪及高屏溪之植物社会, 相似度并不高, 各自形成代表之植群, 在调查地点之群聚过程, 高屏溪河床与高屏大桥下, 万大桥下等调查地区较早群聚, 可见其植物社会之相似性较高, 说明这些地点之优势植物, 其适生性与分布性是较相似的。

为进一步了解河川植物社会之时间变化, 作为优势植物、适生植物等之选取依据, 并期能推测植物社会之演替趋势, 于 2004 年 8 月针对第一次所调查地点, 进行第二次植生调查与植物社会群团分析。同样若以相似以 28% 来分类, 可分为 3 大群, 其中与第一次 (2004 年 4 月) 分析之最大不同乃是甜根子草与巴拉草各自独立成一群, 足见其对逆境之生命力 (甜根子草) 与入侵性 (巴拉草)。其原因应是 93 年 7 月敏督利台风过后, 由于河川高流量之侵袭破坏, 大大的改变原有之河川植物社会, 并显示河川植物受水灾之影响甚巨。而甜根子草在水灾过后仍保有一独立之优势社会, 可见其旺盛之生命力与耐水流冲击之能力, 可作为河岸稳定与固土防冲植物之选择参考。

另以不同调查地点之第二次分类结果则较不易区别各不同地点植物社会之差异性, 此结过说明河川植物历经大冲击后 (2004 年 7 月 2 日之敏督利水灾), 河川植物残留之植物大都以生命力较强与耐水流冲击之本土性优势植物为主, 除

了河口地区 (后龙溪河口) 之植物受到水灾冲击较小外, 可独立成一群。其它地点植物社会多呈现单一化, 也就不容易看出不同区域之差异性。因此, 由二次之植物社会分类初步结果可知, 河川植物之变化有其季节性, 尤其是历经水灾等重大冲击后, 更大大地影响其植物社会组成。若要更深入了解河川植物之变迁仍需有持续性之调查与特殊事件 (水灾、风灾等) 之分析探讨, 才能更清楚地了解其演替趋势与适生 (生命力强、耐水流冲击与快速生长等) 植物, 以作为河岸稳定与固土防冲植物之选择与应用。

### 5.3 河川植生信息化建构

基于近年来台湾地区生态工法推广与实务应用, “经济部”水利属各单位近年来已陆续建立台湾主要河川之生态情势数据, 惟其中河川植物部分仅有科种之名录而已。有关河川植物群落分布情形优势植物之根系特性与固功能、河川植物之生态效益等, 尚需朝信息化推展, 以补充河川生态调查资料之不足及提供日后从事水利生态工法等河川生态规划设计者之参考。

#### 5.3.1 河川植物地理信息系统

此部分结合 1/25 000 基本图之图层, 可查询主要河川之位置, 缩小放大图层, 其属性方面查询到河流名称与实际河川植生之调查地点与时间。且可搭配动态之展示方式, 提供现地植物之照片、植被图与河川断面植生图。

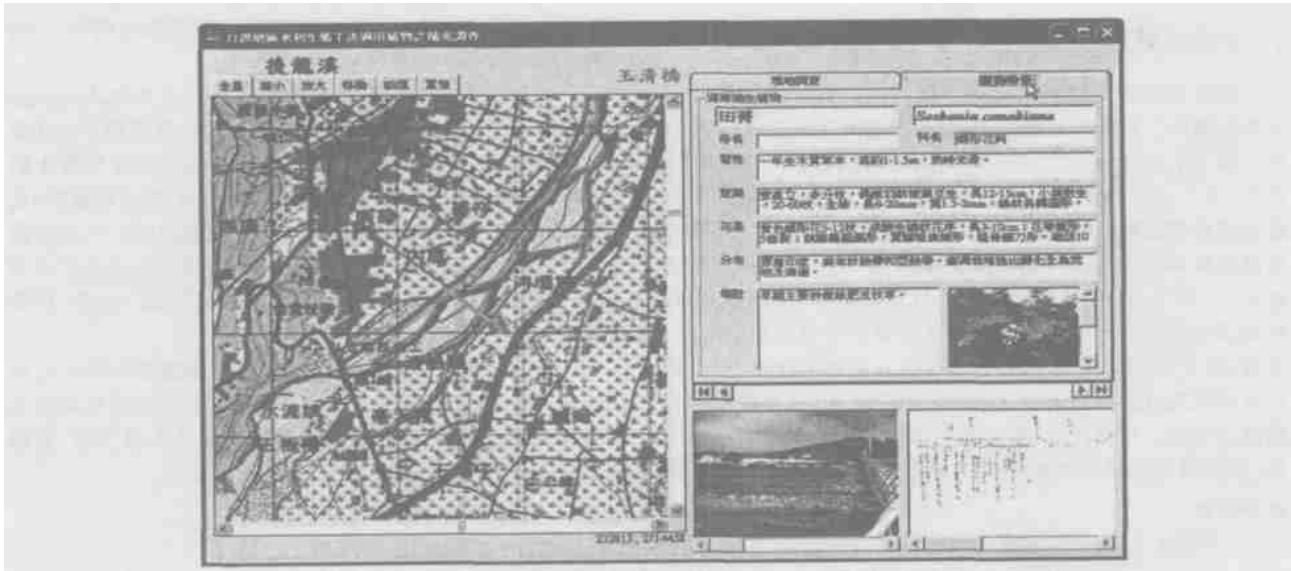


图1 河川植生地理信息系统

#### 5.3.2 河川植生数据库

搭配前项之系统, 提供现地植生调查之数据库, 包括河川植物调查表格, 调查地点、植物名称、植生普查数据、入侵性、栽植种、归化种植物信息以及各类植物在当地之丰多度等植生重要值指数。此系统不仅可修改, 亦可按日后河川植生调查之结果继续扩充。未来亦可结合河川动物数据, 期能建立台湾地区水利生态工法植生数据库系统, 提供从事台湾地区各河川生态调查及河川整治工程者之生态数据参考。

#### 5.4 植物群落于河川复育之生态工程上所扮演的角色

依据本研究之实地植生调查结果综合分析, 以及前人对于野溪护岸之植物调查资料 (蔡进来, 1999), 发现某些特定植物群落对于水利生态工法之景观、生态及稳定上有其效益。

#### 5.4.1 水柳族群

水柳因适合湿地生长, 故常生于近水域处, 具有稳定土堤边坡的作用

#### 5.4.2 山黄麻、构树族群

此二种植物族群因在弃石地或干旱地生长快速, 故常生于河溪行水区和陆域之交会处, 根系密布上层, 可固土防塌。

#### 5.4.3 甜根子草、开卡芦、巴拉草族群

此三种类型植物群落因生长快速、耐水冲击力强, 故常生长于行水区旁之土堤上。于常流量时具有减缓水流、使砂粒及 粒淤积的作用; 于洪流发生时亦具有缓冲流速、减少冲刷之作用。若因流量过大、流速过快 (尤其是台风过后) 导致此类似地域之行水区植物断裂而成片漂浮于水面上; 当洪

流退去、流量减小后,容易淤积河道或是桥墩上而造成河道阻塞,此类植物亦包括芦苇、象草、大萍、布袋莲等草本植物。

### 5.5 河川优势植物根系特性及固土功能

以拔根引拔抗力作用评价法来探讨河川植物根系对河岸土壤的补强作用,同时将不同的河溪植物作比较,尝试了解不同之植物、不同之根系型态在引拔抗力上之差异性(张俊斌、林信辉,1995)。过程中须进行一连串的数据搜集,包括植生立地条件,植株物理、生理数据,并以拉拔仪器对样本进行拉拔破坏,一旦完成模式的建立,便可以非破坏性的调查对根力进行评估。故选取护岸优势植物后,量测试验植株及其生长环境之相关基本数据(颜正平,2000),包括地际直径、基径上方每隔10 cm处之直径、株高、植株冠幅、坡度、土壤硬度等。植物之引拔抗力历程乃选取河岸与河床高滩地优势之象草、蓖麻、甜根子草、构树等植物,以引拔抗力作为河岸植物抗水流侵蚀之指标,而由各植物之引拔抗力历程变化显现各植物间之差异,亦可进一步分析作为水利生态工法适用植物之重要参考依据。而引拔拉力过程皆呈现渐增最大拉力下降之情形,且以象草达到最大拉力时,所需时间最久,蓖麻所需时间最短,且象草引拔抗力之下降速率最大,显示其残存应力最小,一旦遭受水流冲击破坏根系易断。以上各图显示出各种河川植物在固土能力与固土方式之差异,期能藉此种数据之搜集,于日后进一步探讨其根系生长与根系受力时之差异性。

## 6 结论与建议

本研究所调查之五条不同河川,各属不同河系,其环境条件及周围土地利用状况不同,其故植物种类分布上有所差异。除了依台湾地区之河川水系特性,植生调查所需之环境条件,以及植生调查可能获得之植生参数资料等制作成水利植生调查与植栽植物调查之表格。植生调查结果,后龙溪河川植物有44科109种,筏子溪植物25科54种植物,大里溪植物12科31种植物,清水溪55科138种,高屏溪植物39科82种植物。清水溪支流加走寮溪沿岸部分树种如山黄麻、水麻、驳骨丹(扬波)、木苕麻等已自然入侵于干砌石堤岸,显见这些植物可适生于干砌石工法之护岸地区。筏子溪沿岸常因民众焚烧杂草或垃圾、堆积废弃物或台风暴雨之冲刷等原因,导致植物种类与数量呈现不规则之变化,然而季节性水位变

参考文献:

- [1] 李训煌.全省河川生态补充调查与数据库建立(2/4)[M].“经济部水利署”,2001.
- [2] 林信辉.自然生态工法之应用植物[M].“行政院农业委员会”,2003.
- [3] 林信辉.自然生态工法之应用植物[M].“行政院农业委员会”,2003.
- [4] 张俊斌,林信辉.中横崩塌地优势植物根力特性之研究[J].“中华水土保持学报”,1995,26(4):235-243.
- [5] 张俊斌,林信辉.泥岩地区植被建立与生态复育工法之设计[A].第八届大地工程学术研讨会论文集[C].1999.1993-2005.
- [6] 蔡进来,野溪护岸植物[M].“行政院农业委员会”水土保持局,1999.
- [7] 颜正平.根系型在水土保持适用效能之研究[C].水土保持植生工程研讨会,2000.127-137.
- [8] 杉山惠一,进士五十八.自然环境复元元の技术[M].朝仓书店,1992.
- [9] 奥田重俊,佐佐木宁.河川环境与水边植物[M].株式会社ソフトサイエンス社,1996.
- [10] Gilvear, D J, J P. Bravard Geomorphology of temperate rivers[A]. In Pens, G E, Amoros, C(eds). Pluvial Hydrosystems [M]. London: Chapman & Hall, 1996. 68-77.
- [11] Haslam, S M. River Plants of Western Europe: The Macrophytic Vegetation of Watercourses of the European Economic Community[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- [12] Newall, A M. The Tcro- flow environment of aquatic plants; an ecological perspective[A]. In Harper, D M, Ferguson, A J D(eds). Chichester: The Ecological Basis for River Management[M]. Wiley, 1995. 79-82.

化使得某些植物种类有季节性之更替现象。筏子溪沿岸之小花蔓泽兰与掌叶牵牛这两种外来藤本植物有扩展趋势,尤以后期砌石或迭石护岸较易入侵,应及时监测并于花期前移除为宜。后龙溪于大湖二号桥以下河段,外来植物入侵范围似有增加趋势,如大花咸丰草、翼茎阔苞菊、小花蔓泽兰及银合欢等,尤其干扰地或裸露地,未来若不定期移除会严重侵占本岛原生河川植物的生存空间。大里溪河床整治与堤岸修筑干扰该区域之植生之种类与分布,一目前主要之植物多为一至二年生植物,其中有覆瓦状莎草、黄花水龙、水生黍及翼茎水丁香4种,多分布于水域浅水地区,具有庇护河川水鸟的生态角色,惟生长快速且易阻碍水流及淤积土石,因此应适时疏浚以免淤塞水道。水生黍为台湾原生草种,在河岸水土保持具有良好之功效,为值得推广之物种。翼茎水丁香为外来入侵植物,本种结实量多且发芽率高,一出现即成群覆盖某区域,致使原生植物有被取代之趋势,应注意监测其扩展之速度并适时雇工移除,以免侵占原生植物生存空间。高屏溪夏冬水量明显差异,是典型西部河川型态,河床宽广且地势高低不一,夏季台风暴雨,上游土石或枯枝落叶随水流冲刷而下,浮覆地形状、大小及位置经常变动,故植物种类为生长期短之一年生植物或具有地下横走根茎之多年生植物,河床浮覆地主要植物多为草本为主。

且初步完成一河川植物地理信息系统(GIS),可查询主要河川之位置,缩小放大图层,其属性方面查询到河流名称与实际河川植生之调查地点与时间。提供现地植物之照片、植被图与河川断面植生图。

经群团分析后发现甜根子草对逆境之生命力与巴拉草之强大入侵性。而甜根子草在水灾过后仍保有独立之优势社会,可见其生命力与耐冲击力,可作为河岸稳定与固土防冲植物选择参考。针对不同调查地点所完成(或正在施工)的水利工法差异,在选择应用植物方面,应做到以下几点事前评估:地形限制、工法限制、河川流况以及植物本身是否为当地种,若为当地种,且评估后可在水利工法设施上生长,则得以先行采用之。

因此,水利生态工法植物之应用,除植物本身之适用性外,如何建立多样化之植生基地,并配合人为辅助植生导入与管理维护措施,建立植生绿带或滨水永久植生带,其相关之植栽技术规范亦为未来研究发展之重点。