Taiwan Forestry Journal Apr. 2026 52卷2期 Vol. 52

台灣林業

永續林業 生態臺灣

No. 02



工癒繕其器

生態友善工程的實踐

農業部林業及自然保育署



在高山與大海間的廣袤

找到自我安逸的邊界

—— *劉克襄〈海岸山脈〉*

攝影＝手搖鈴創意設計工作室

編者的話

在 2009 年莫拉克風災之後，臺灣的國土安全問題受到極大重視。從中央到地方都紛紛盤點災害的潛勢地區，希望提早透過人為手段來增強國土韌性。但這些人為手段，到底是能永久解決問題，還是只能解決燃眉之急呢？為了建立政府及民間互信及協商平臺，琢磨出「公共工程生態檢核注意事項」，以此規範為界面，在對環境進行改造前，先仔細盤點工程可能對生態造成哪些衝擊，再規劃能達到工程目標的施工方式。2017 年，林務局（現林業及自然保育署，以下簡稱林業保育署）針對所屬轄區特性，提出「生態友善機制」，以維護生物多樣性及棲地品質來設計工程方案。歷經數年推廣和發展，臺灣社會不僅瞭解自己所居住的環境有多珍貴、獨特，也願意在面對天災問題的同時，仍把生態永續考慮在內。

臺灣最主要的致災區域來自於河川流域及含水量豐富的坡地，加以近年短延時強降雨發生率高，使得過去以築高堤、快排水的溪流治理方式備受挑戰。本期〈溪流治理思維轉折〉一文便討論了臺灣從「看起來生態」轉向「近自然」治理方式，並說明生態友善工法目的在恢復河川結構、過程、功能，復原與之交織共生的空間不單單是河道通暢、人可親水等人類期待的目的而已。

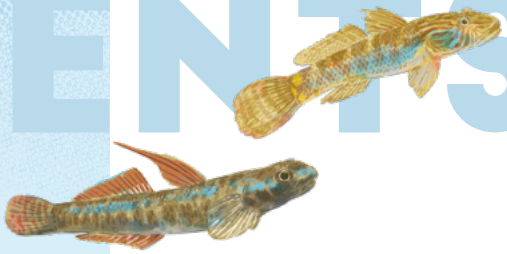
林業保育署宜蘭分署即將展開的東武荖坑溪治理工程是近期重要的實踐。東武荖坑溪的下游是臺灣東北角著名的賞鳥濕地，有豐富的生態。但東武荖坑溪本身多年前的治理工程，阻礙了洄游魚類的生存空間。本期以 2 篇文章，分別從溪流治理設計者的美學及有科學數據支撐的生態友善工法，勾勒東武荖坑溪的全新面貌。

除了田野間的治水工程，都市作為生態跳島的理想，也在大安森林公園實現。設計者親身介紹如何讓大安森林公園的水動起來，期待從歷史、氣候、生態三個面向，推動臺北盆地水文系統重新串聯。而所有工程要轉向生態友善工法，是一個人人都需要學習的過程。對林業保育署來說，在法規限制下推動生態友善工法，需要許多磨合。本期以臺灣第一條在公共工程標案下執行的手作步道——知本七里香步道為例，說明從公部門承辦人員到設計者之間的互動經驗。另外採訪在第一線負責和各單位對話溝通的生態檢核工作者，從他們的角度，來回顧各方如何跨界溝通、互相理解。

多數民眾並不容易注意到，每個友善工程背後所代表的價值、制度及執行人員心態的轉折。但如果能透過本期專題文章管窺過去曾有的努力，瞭解生態友善工程的一些觀察方式，下次再走近河川、踏入步道時，也許就會察覺眾人如何「工癒繕其器」。

CONTENTS

目 錄



森專題

12 工癒繕其器

生態友善工程的實踐

14 

溪流治理思維轉折

22 以東武荖坑溪NbS
實踐溪流復育與治理的雙贏解方

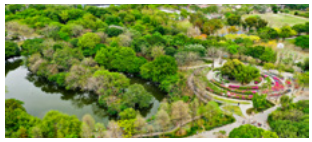
32
東武荖坑溪設計構想工區平面圖及說明

35 設計一條健康美麗的河流

40 

如何欣賞河川工程？

44
延伸閱讀 阿里山神怡橋下游治理工程

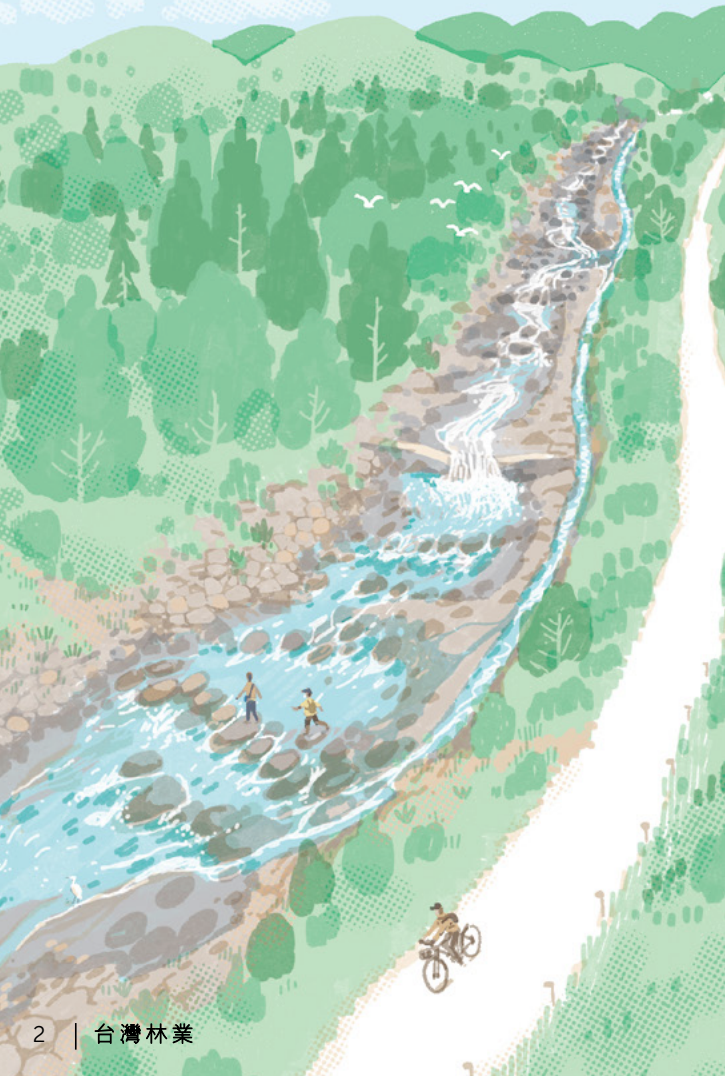
46 

以水循環工程打造大安森林公園的生態

51
延伸閱讀 大灣草圳計畫

52 公共工程的生態選擇
風災後重建知本森林手作步道

58 解一道永續方程式
f(臺灣生態防護網)
＝工程技術 ＋ 生態檢核 ＋ 共同對話





農業部
林業及自然保育署
Forestry and Nature Conservation Agency, Ministry of Agriculture

台灣林業

52 卷 2 期　2026/04

04

森の辞
什麼是生態陷阱？

06 森物學
打開地圖的多重宇宙

08 森の道
走入被春雨喚醒的雙溪樹木園

66

一日地圖
桑樹溪谷間的生態之旅

68 森度視野
打造魚方舟
——從巴氏銀鮈保育經驗看淡水魚困境

76 林業紀事



創刊日期　1974 年 12 月
出版日期　2026 年 04 月
出版機關　農業部林業及自然保育署
地　　址　臺北市中正區杭州南路一段 2 號
電　　話　(02) 2351-5441
發 行 人　林華慶
總 編 輯　張　岱
編審委員　李允中、王怡靖、吳昌祐、沈怡伶、林宜羣、范家翔、翁儷芯、高宗賢、陳連晃、曾　琤、黃綉娟、黃鏡諺、楊欣佳、劉忠憲、鄭伊娟（依姓名筆劃排序）
主　　編　鐘立偉
編　　輯　張雅玲
編輯部信箱　tfj@forest.gov.tw
定　　價　新臺幣 160 元整
G P N　2011200018
I S S N　02555816
設計印刷　手搖鈴創意設計工作室
臺南市東區裕平一街 127 號
handbellcd@gmail.com
(06) 331-7795



什麼是生態陷阱？

圖＝pexels・fox、手搖鈴創意設計工作室
文＝劉長青（台灣河溪網協會研究員）

近年有越來越多人造建物講求「綠」。但由於人類和野生動物對生存環境的眼光差異，使得某些人類覺得對生存有益的設計，對野生動物來說竟成了致命的陷阱？

「生態陷阱」（ecological trap）是生態學中用來描述棲地選擇失準的一個概念。它指的是：某些環境或棲地線索對生物具有吸引力，使牠們主動選擇前往、停留、覓食或繁殖，但實際上，這些環境卻會降低牠們的存活率或繁殖成功率。簡單來說，生態陷阱就是「看起來像好棲地，實際上卻是不利生存的地方」，那它為什麼會出現呢？

適應步調跟不上？

野生動物並非隨機選擇棲地：鳥類根據植被高度、開闊程度、食物來源與安全性決定在哪裡築巢；昆蟲依靠光線、濕度或氣味尋找產卵地；兩棲類受到水域、溫度與降雨條件影響而移動。種種判斷依據，是物種在長時間演化過程中形成的「環境線索」。在相對穩定的自然環境裡，這些線索通常能幫助生物找到適合生存與繁殖的地方。

但當環境快速改變，原本可靠的線索就可能失去準確性。生物仍依照本能，採用過去曾有效的方式做選擇，但環境條件卻已不同。於是「偏好」與「適合」之間出現落差。這正是生態陷阱最關鍵的地方：它不是單純的危險環境，而是具有誤導性的低品質棲地。

氣候變遷也可能讓生物落入生態陷阱。芬蘭有研究者發現，部分地面築巢於農田的鳥類會隨著春季暖化而提早繁殖，但農事作業的時間並未完全同步提前。鳥類誤以為開闊農田是適合築巢的環境，卻可能在後續整地、播種與機械作業中失去巢蛋或幼鳥。這種生態陷阱，是由氣候變遷改變了動物感知季節

的方式，卻沒有同步改變人類土地使用的節奏。對動物而言，環境線索仍然傳達出「可以繁殖」的訊息；但實際上，這個選擇已不再安全。

人造物的無心之過？

另一類與生態陷阱相近的現象，則來自人工環境對動物感官的誤導。許多生物依靠光線、反射、亮度或視覺開闊感判斷環境。這些訊號在自然界中原本具有明確意義，例如水面反光可能代表可利用的水域，明亮的地平線可能幫助動物辨認方向。然而，在現代環境中，玻璃、人工照明、道路與建築物都可能產生類似自然環境的訊號，使動物做出錯誤判斷。

例如海龜幼體孵化後，通常會循著月光映照下較明亮的海平面移動，這原本有助於牠們離開沙灘、進入海洋。但若海岸出現強烈人工照明，導致陸地方向可能比海面更亮，幼龜便可能走錯方向，增加脫水、被捕食或遭遇路殺的風險。在這裡，光線原本是協助導航的線索，卻因人類活動而變成誤導。

野生動物怎麼看？

從生態學的角度來看，生態陷阱揭示的是生物與環境之間的關係失衡。動物的行為仍停留在過去的規則中，但環境已被人類活動與氣候變遷快速改寫。當變化速度超過生物調適的速度，原本有利的選擇機制，就可能轉變為不利生存的風險。

因此，認識生態陷阱，有助於我們重新理解「好環境」的意義。對人類而言，明亮、整齊、開闊、綠化，常被視為正面的環境特徵；但對野生動物而言，真正重要的是這個地方是否能支持完整的生命週期。好的棲地不只是外觀看起來像自然，而是能提供食物、遮蔽、繁殖條件與安全移動的可能。



阿里山生態教育館位於生態豐富的區域，為避免鳥擊等憾事發生，於 2024 年 5 月間完成生態友善窗貼，美觀同時兼具教育功能。

森物學

打開地圖的多重宇宙

文＝劉長青（台灣河溪網協會研究員）
圖＝ Pexels・Marina Leonova

平常打開手機上的地圖，多半是為了找路、確認位置或查找周邊環境。但網路上還有更多不同目的的地圖可供使用。

時空的記憶和套疊

例如「臺灣百年歷史地圖」，就像替土地打開一本舊相簿，在熟悉的空間裡，套上日治時期的臺灣堡圖、不同年代的地形圖或航照影像。現在看起來是一片住宅區的地方，過去可能是森林；一條筆直的溪流，早年也許彎彎曲曲；一個排列整齊的市鎮街道，過往可能圍繞著一片埤塘而建。

想進一步瞭解土地樣貌及使用方式，可以運用「國土測繪圖資服務雲」，它整合臺灣通用電子地圖、正射影像、基本地形圖、國土利用現況調查、地籍圖、行政區界，以及都市與非都市土地使用分區、環境敏感圖資等資料，使用者可以直接切換、套疊圖層，也能進行定位、距離與面積量測。若想搜尋更多不同政府機關建立的空間資料及主題圖層，則可以利用「內政地理資訊圖資雲整合服務平台（TGOS）」，讓不同來源的土地、環境與空間資訊放在同一張地圖上比較。

對於自然生態的愛好者，也有不少地圖可以使用，看看某處曾有什麼生物出現過。

人類對自然的觀察與記錄

「台灣生物多樣性網絡（TBN）」整合各類生態調查與觀察資料，除了可以直接在地圖上框選範圍，查詢區域內曾記錄到的物種，還能依年份、月份、海拔、保育狀態與生物類群等條件篩選，並查看物種數分布、記錄熱點、國土生態綠網及保護區等視覺化圖資。「iNaturalist」 則累積大量公民參與的動植物觀察紀錄，可以從一筆筆照片與觀察點位認識附近的生物；「eBird Taiwan」 則以鳥類為主，可以查詢特定鳥種的觀察位置、區域鳥種名錄與賞鳥熱點，瞭解不同地方曾出現哪些鳥類。 如果關心溪流環境，也能打開台灣河溪守護網的「守護地圖」，看看不同河川的環境樣貌、工程擾動情形，從生物之外，再多一層理解溪流正在面對的變化。

當然，圖臺上的紀錄並不是完整的生態名冊；畢竟「沒有紀錄」只代表沒有人看到並記錄下來，並不代表「生物不存在」，所以仍需要現地觀察。但它們提供了起點，讓人們在走進一個地方之前，就多知道一些它的時空或是生態脈絡。

以上都是免費公開的網站，操作方便簡單，適合眾人一起參與使用、分享所見到的土地樣貌。這些地圖也不只為了滿足個人的好奇心，許多專業生態調查或工程規劃人員，在進行規劃、認識環境時，也都會使用到它們。

為了未來、觀察現在

如果我們願意多認識自己生活、走過的每一片土地，知道溪流從哪裡來、森林如何變化、哪些生命曾在這裡被記錄，那麼我們會更容易理解這片自然背後曾經走過的發展邏輯。一張地圖不一定能直接保護一片森林或一條溪流，但當土地被更多人看見、理解與在意，這些資訊就更有機會進入真正的決策之中，讓工程與自然之間，多一些迴避、少一些破壞，也為環境留下更多選擇。

臺灣百年歷史地圖	https://gissrv4.sinica.edu.tw/gis/twhgis/
國土測繪圖資服務雲	https://maps.nlsc.gov.tw/
內政地理資訊圖資雲整合服務平台（TGOS）	https://www.tgos.tw/tgos
台灣生物多樣性網絡（TBN）	https://www.tbn.org.tw/
iNaturalist	https://www.inaturalist.org/
eBird Taiwan	https://ebird.org/region/TW



走入被春雨喚醒的雙溪樹木園

文＝林民昌（本刊特約採編）
圖＝手搖鈴創意設計工作室

美濃位於阿里山山脈最南段的沖積平原北緣。從山上來的水與石，建構了美濃一地的DNA。若從衛星圖看，會看到美濃市街宛如一片葉子，由東北向西南展開。美濃市街這片葉子的葉柄有數條溪匯流，少有開發。「雙溪樹木園」（以下簡稱樹木園）即座落葉柄根部。

水流給初春帶來活力

3、4 月的初春雨水為雙溪注入活力。被稱為「植物聯合國」的樹木園，各種植物昆蟲因著充沛的水十分忙碌。位於其中的樹木園步道便成了生態觀察者的好去處。

在走進步道前，會先經過水底溪無名橋。聽這裡的年輕人說，美濃曾因為慣行農法的普及，加上早期雨季一來常有大量水體湧入雙溪，當年習慣直接用厚重的水泥將溪流封死，導致濱溪生態失去活力。幸經 10 多年前開始導入友善生態的植岩互層工法，不但減緩雙溪的水流，也回復了溪流周邊的生命力，已可以從無名橋上看見各式溪流樣態。沿溪還有許多小通道可以走近溪流，近距離觀察飲水中的蝴蝶與蜻蜓們（但暴雨後一週內請勿前往）。

整個美濃市街是沒有大片樹林的，在經過水底溪無名橋前後，兩岸薄薄的林相開始轉換感受。一走入樹木園，迎來的即是遮天密林。僅僅 1.5 公里長的樹木園步道以 8 字型蜿蜒其中，海拔高低差達 100 公尺，平均坡度在 9 至 10% 之間，算是有點陡峭，但因步道總長不長仍得以輕鬆走完。樹木園步道是手工打造的，大量採用雙溪裡的中型卵石等當地資材。在經過數年、數次的工作營，經當地人指導、參與志工們的協助下才逐漸鋪設完整。

茂盛的林相 豐富的生態

春天的森林處於新舊交替的迷人時刻。在步道探險的一個多小時裡，是一場視覺與聽覺的盛宴。首先有高聳入雲的大葉桃花心木。此時正值換葉期，枯黃的葉片如雨般落下，鋪滿了山徑，走在上面會沙沙作響。一抬頭，則見嫩綠新芽佔領枝頭，讓整座森林的「綠」充滿層次。

若看到有巨大板根的樹，一定是全臺別無分號的「龍腦香科」巨木。它們是這座有著 97 種大樹的綠色博物館的基石。這裡也有雨豆樹，它寬闊樹冠形成高大綠傘，讓頭頂的陽光化作打亮地面鮮菇與苔蘚的舞臺 spotlight。風吹汗乾，一下子就忘了市區裡屢屢衝破 30 度的炎熱。

蟲鳥們也沒閒著，各種聲音交錯共鳴。初春是鳥類最活躍的季節，朱鸝的身影不易錯過、紅嘴黑鵯嘹亮的叫聲很容易辨識。上 iNaturalist 查資料，還見到有人在濃密的第倫桃林下，看見羽色繽紛的八色鳥在跳躍覓食。走累了就停下腳步聽聽眾鳥的聲音，或是觀察無聲、卻隨處可見的淡黃蝶、孔雀紋蛺蝶等在步道間輕飄飄的飛舞或在逕流潤石上汲水，也都能減輕疲憊。

走完步道，不管要往六龜更接近自然，或是往美濃湖去找水雉，甚至來碗粄條，都會是很棒的下一段旅程。


游一寸退一尺，
我軟腳……
不，軟尾了
前面水急壩高，
人家跳不過去啦
這座防砂壩的壩體太高、坡度太陡了，連我都游得很吃力
可以拜託你大發神力把它敲破嗎！！
拜託！！
水行俠之
失落水道
劇本、繪製＝林艸樂
別那麼暴力，
我來跟人類說看看
防砂壩上游好像都沒魚了
可以請你們規劃一下，在水急的地方放石頭、在水岸邊種植物、降低壩體的高度，讓我們的魚兒能游泳、休息嗎？

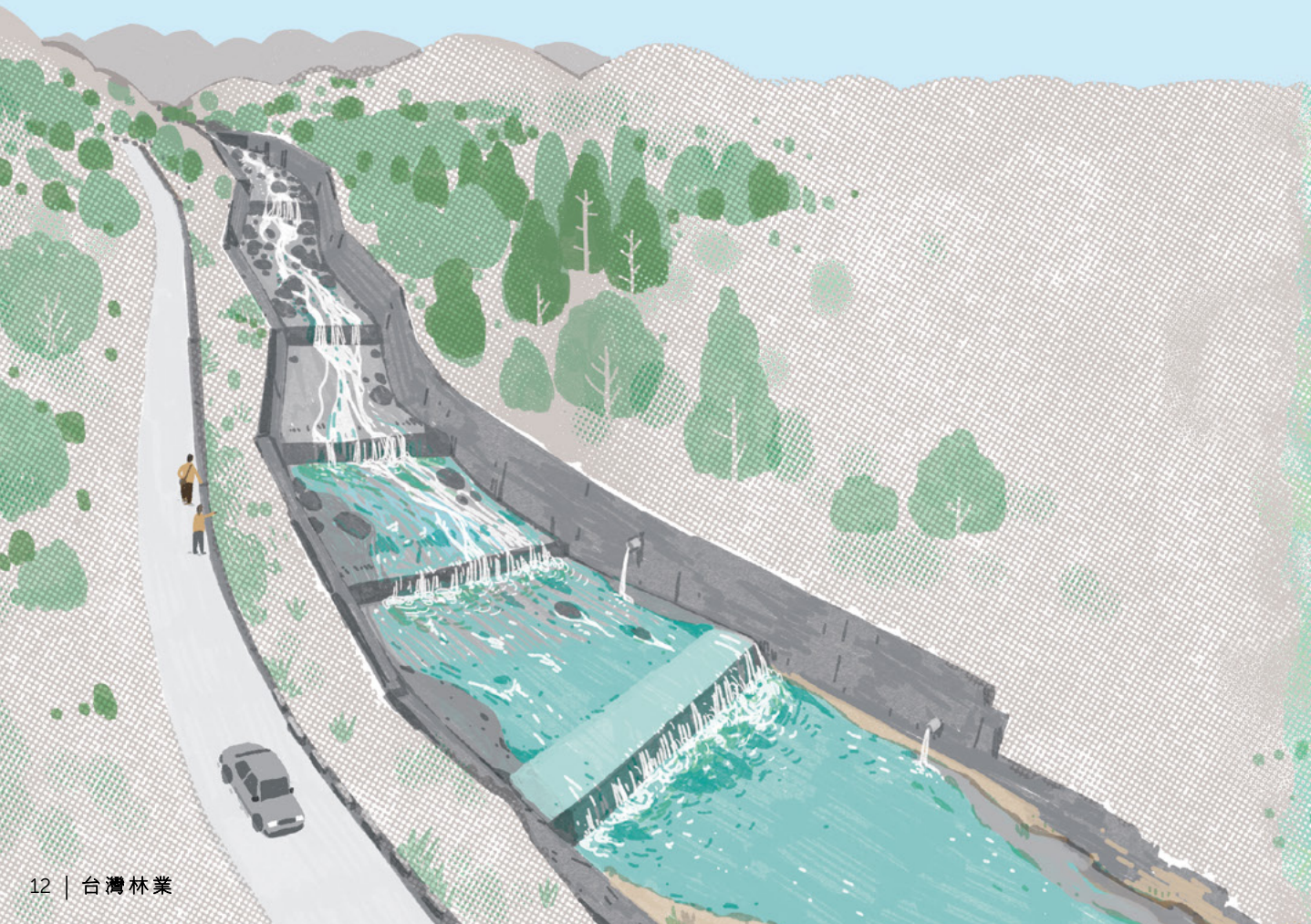


農業部
林業及自然保育署
Forestry and Nature Conservation Agency, Ministry of Agriculture
廣告

工癒繕其器

生態友善工程的實踐

插畫＝林家棟

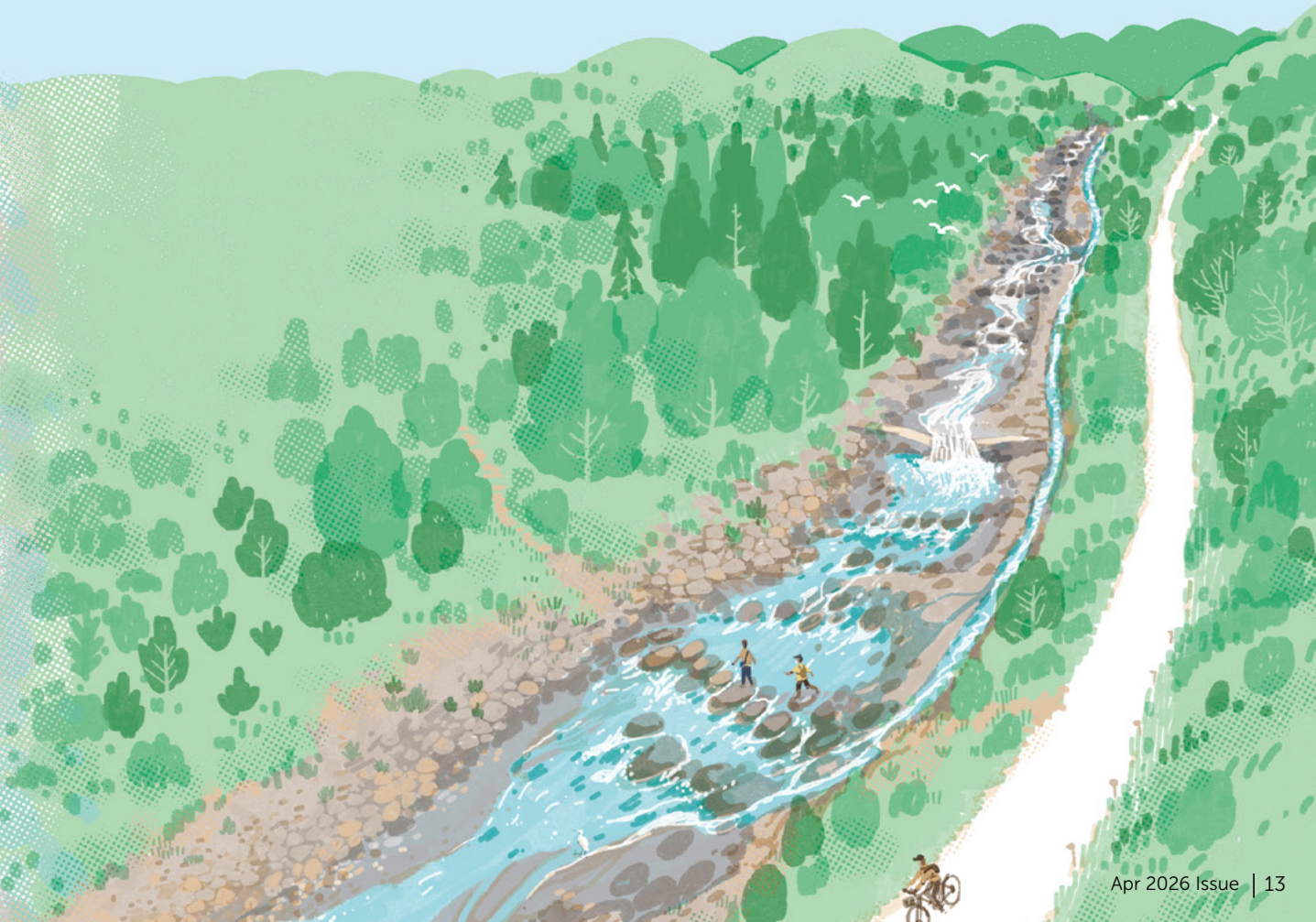


河川是生物聚集之地。臺灣的河川串聯著高山與平地，河相落差甚大，且有許多同時緊鄰民用區域、或流過地質脆弱帶。此一特性使溪流治理工程往往要思考防災功能，也常常成為國土治理關注的焦點。

1990 年代前的溪流治理多以水泥作為主要結構。隨後親水、親自然的需求，稍稍改變了這個現象。到了近年，治理思維則逐漸從強力的「限制」，轉向「近自然」的生態友善工法。藉由生態友善工法，生態環境不再被巨大、堅硬且生硬的水泥量體所隔絕，動植物得以在自然的環境下自由遷移，不受人工構造物的局限，讓人與自然生態共同永續生存。

面對現代社會的多元需求，不僅在政策上要有宏觀永續的法規制度設計，執行端的工程治理人員也需重新學習、思考規劃工程的方式，甚至因此誕生了一群新的綠領工作者，作為工程人員與生態環境之間的溝通者。

本期專題「工癒繕其器」要描繪的，便是這樣一群人，他們如何為臺灣這座生態豐富的島嶼，打造一條流向未來之河。



溪流治理思維轉折

文＝劉長青（台灣河溪網協會研究員）
攝影＝手搖鈴創意設計工作室、weichen_kh
圖片提供＝臺北市政府、農田水利署北基管理處

許多人對城區週遭河川的印象，不是蜿蜒的水路、礫石灘與濱溪森林，而是筆直的河道、整齊的堤防，以及從河床一路鋪到岸頂的灰色混凝土，常被戲稱「三面清水模」。

這些工法並非毫無來由。在高度密集使用土地、與水爭道的背景下，面對颱風、豪雨、土砂災害，過去首先追求的往往是「把水快速排走」，以解民怨。於是乎，把河道拉直、斷面拓寬、河床固定、兩岸築堤等工法盛行，原本隨雨量擺動的河川，硬生生被轉化為可以計算、管理與控制的排水渠道。

這套治理方式在特定年代回應了防洪、灌溉與都市發展的需求，建立社會運作所依賴的安全基礎。然而，當工程規模持續擴大，也逐漸看見它的代價。當河岸與河床被封固後，河川不再能自由沖淤、擺盪與交換營養物質；高堤、固床工與攔水 / 砂壩截斷了水陸域與上下游間的連結；標準斷面看似穩定，潭、瀨、淺灘、深槽等棲地卻消失。河川還在流動，卻不像一條有生命的河。

「看起來」自然不代表友善生態

20 多年前，臺灣開始引進並推動生態工法，相關觀念進入公共工程制度，近年更發展出詳盡的生態檢核機制，要求工程從規劃、設計、施工到維護管理，均需納入棲地、生態與公民參與等考量。工程不再只討論安全與造價，而開始思考如何減輕對環境的衝擊。

然而，生態工法在實務上也曾被簡化為材料或外觀的替換：把混凝土換成石籠，在水泥表面留幾個孔洞，在護岸旁種植植栽，

每條河道工程都有它要解決、面對的問題。有些河道的問題十分複雜。如右頁之高雄邦腹溪，因流經破碎地質帶，每逢強降雨或風災時便需注意土石災害；修復時，除了避免衝擊當地豐富生態外，還要顧及既有農戶權益、保全圖中左側的藤枝聯外道路，減少土石沖入荖濃溪等需求。


邦腹溪保安林
攔砂壩
藤枝聯外道路
邦腹溪
攔砂壩
邦腹溪橋
荖濃溪

或在既有堰壩旁附加一座魚道。工程的外表變得比較「綠」，河道卻仍被固定在原有位置，水流、土砂與生物移動的過程並未真正恢復。問題不在於「看起來」是否足夠自然，而在於工程從解決什麼問題出發。若設計仍以單一設施、標準斷面與永久固定為核心，再自然的材料，也只是替原本的治理邏輯換上一件外衣。

將恢復生態作為工程目的

生態不能只是工程完成後附加上去的裝飾，而必須在規劃之初，就參與「是否需要工程、工程應做到哪裡，以及哪些空間應留給河川」的判斷。當生態不再只是工程的附加條件，溪流治理也開始朝「近自然」的方向轉變。

近自然不是某一種材料，也不是一套可以複製到每條河川的工法清單，而是把河川視為持續變動的系統。設計者必須理解流量、坡度、土砂、地形與生物如何共同塑造河相，並思考如何恢復河川的縱向、橫向與垂直連結。工程的角色將從把河川做成一個不會改變的成品，轉變成建立初期安全的骨架、保留河川作用的空間，讓洪水、土砂與植生在時間中持續完成它。如此，治理目標將從「減輕工程對生態的傷害」，推進到「主動恢復河川的結構、過程與功能」。

現在的生態友善工法是 20 多年來，政府各機關在學習中探索出來的成果。在實務上曾被簡化為材料或外觀的替換：如把混凝土換成石籠、在水泥表面留幾個孔洞、在護岸旁種植植栽、在堰壩旁附加魚道等可視化的工法。





景美溪及指南溪匯流口護岸再造工程

掙脫水泥束縛的城市溪流
——景美溪及指南溪匯流口護岸再造工程

為讓各位讀者易於親自走看，以下舉兩個容易到達現場觀察的案例。位於臺北市文山區的「景美溪及指南溪匯流口護岸再造工程」呈現了都市河川如何從混凝土渠道逐步鬆綁。指南溪原有河床與護岸多為不透水混凝土，其陡直岸壁阻礙生物與人的橫向移動，深槽化的河道也缺少穩定、多樣的棲地。

改善工程不是只在護岸表面增加植栽，而是重新調整整體河相。透過削除被填高的高灘地、縮減部分步道寬度❶，拆除陡直護岸並營造緩坡❷；同時打除河床混凝土、回填卵礫石、抬高深槽❸，讓水體重新與河床孔隙及濱溪帶產生連結。

拆除的混凝土則在現地轉作砌石或基腳材料❹，並透過石組、原生植栽與粗糙化河岸❸，分散水流能量、增加棲地變化。規劃前的公民參與工作坊，也把居民對親水安全、原生生物與公共活







施作前的河道（左圖）寬而平，步道寬卻親水不易。改善後的河道（右圖）以卵礫石取代水泥作為河床底質及河道緣石，並加深河道、創造曲線，增加河相變化、復育河相多元性。

動的期待導入設計。所有調整仍以二維水理模擬檢驗通洪安全，說明「把空間還給河川」並不等於放棄工程，而是重新計算人與河各自需要的空間。

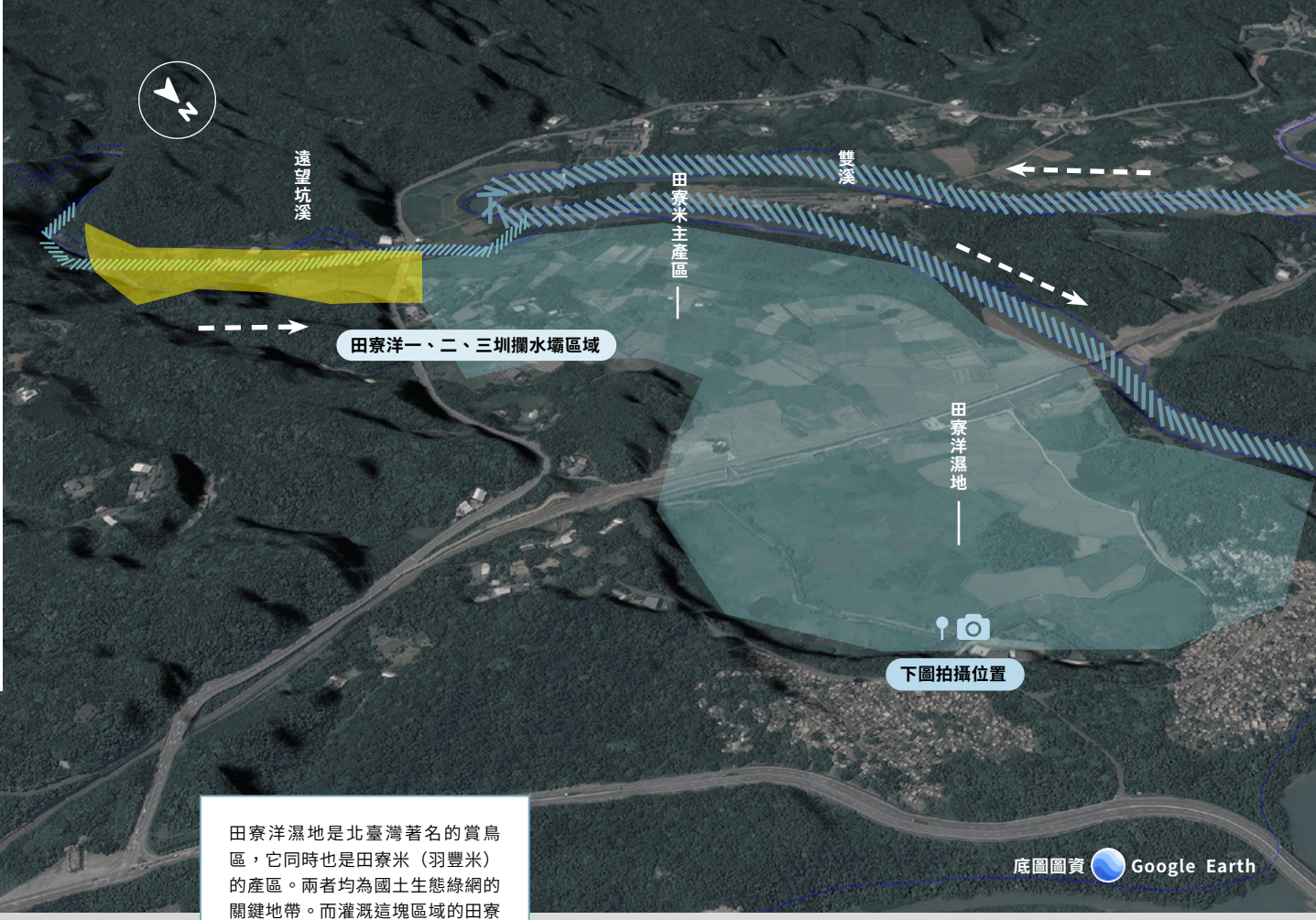
這個案例翻轉了一項長久以來的假設：防洪安全與河川空間不必然彼此衝突。過去為了增加運動場、道路與人為使用面積而填高的灘地，也可以重新成為洪水暫時停留、植生復育及人們接近水岸的空間。

重建遠望坑溪洄家之路——田寮洋一、二、三圳取水設施更新改善工程

位於遠望坑溪的「田寮洋一、二、三圳取水設施更新改善工程」，則呈現另一種轉變。過去 3 座取水堰與 11 座混凝土固床工，雖為農田灌溉而設，卻形成一道道高差，阻斷河海洄游生物，也干擾土砂輸送。更值得反思的是，剛性設施並未帶來永久穩定；堰體上下游的淤積、掏刷與伏流，反而曾使枯水期灌溉中斷。

改善工程以 1.1 公里河段為尺度，降低或移除既有構造物，依不同河段的坡度、流心與材料條件調整河相。50 道設計斷面沒有一處完全相同，取而代之的是石梁工、填排法瀨區、全斷面魚道、丁壩與伏流水取水等因地制宜的設計。

這些石組不是用來把河床永遠釘死，而是先建立能承受初期水流的骨架，再讓洪水與土砂逐步塑造潭瀨與深淺變化。由於工法在國內仍屬創新，設計團隊也必須進入施工現場，透過培訓與實作，讓圖面上的河相概念真正轉化為工班能理解、能落實的施工方法。



田寮洋濕地是北臺灣著名的賞鳥區，它同時也是田寮米（羽豐米）的產區。兩者均為國土生態綠網的關鍵地帶。而灌溉這塊區域的田寮洋一、二、三圳，其取水堰設置在遠望坑溪匯流至雙溪前的溪谷。此溪谷同時也是草嶺古道入口。

weichen_kh CC BY-NC-ND 2.0







－－－－－－－2023 年 5 月 29 日竣工－－－－－－－－－



由空照圖比較可約略觀察到，在 2023 年中竣工前，河道會因為枯水期水流中斷，影響灌溉的穩定性。如 2017 年的河床裸露、2021 年的植被覆蓋河床。而在改善後，溪流在卵礫石間穩定流過。

底圖圖資 Google Earth

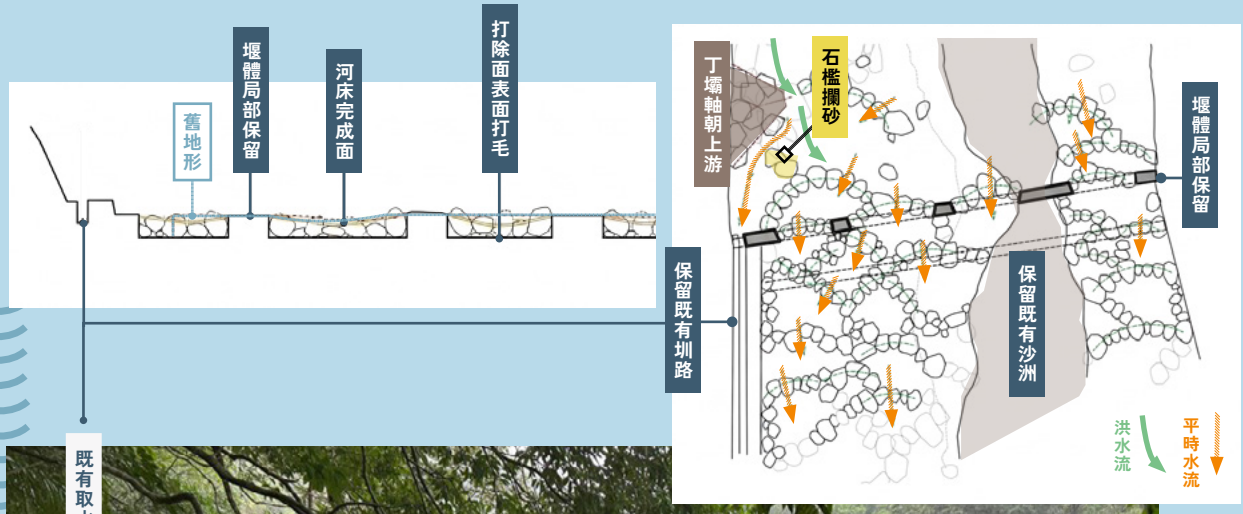
完工後 4 季監測共記錄 72 種臺灣原生魚類、蝦蟹與螺類，其中 11 種為歷年來未曾出現的新紀錄；黑邊湯鯉與大口湯鯉等河海洄游魚類的活動範圍，也擴展到改善前的 4 倍以上。更重要的是，生態改善並未犧牲取水需求，而是藉由重新理解河相，找到不同於高聳混凝土堰的灌溉方式。

這項工程的突破，不只在於使用了幾種新的石組工法，而在於它不再把「灌溉」與「生態」視為只能二選一的目標。當設計從整段河川的流路、輸砂與地形變化出發，原本被認為彼此衝突的需求，也可能在同一個河川系統中重新找到位置。

工程退一步，治理向前一步

兩個案例所在環境不同，一個位於都市與山林交界，一個流經農田與聚落；面對的課題也不同，一個要打開被封固的河床與河岸，一個要拆解橫亙上下游的取水設施。然而，它們指向同一場治理轉型：從控制河川，轉向理解河川；從追求整齊一致的標準斷面，轉向回應每一段河道的差異；從只問構造物能否承受洪水，轉向同時追問水、砂、生物與人的關係能否延續。

近自然工法並不是「不做工程」，也不是把所有水泥拆除，就能讓河川復原。它要求更完整的調查、更細緻的設計，也要求工程師、生態工作者、施工團隊、管理機關與地方居民共同學習。



圖為一圳取水堰全斷面魚道以近自然工法改善後的河相。先以全斷面魚道建立能承受初期水流的骨架，再讓洪水與土砂逐步塑造潭瀨與深淺變化，目的在建立生物廊道、重塑良好的洄游環境。圖上方為工法說明。據 2023 年 10 月之調查，三堰以上河段的物種，尤其河海需求種，有顯著增加。

圖面上的一顆石頭要如何落在正確的位置？既有設施應該拆除、降低，還是轉化利用？河川改變之後，管理單位是否能接受它不再整齊一致？施工後又該如何監測，容許河川調整並持續修正？這些問題，是近自然治理需要持續面對與累積經驗之處。

因此，成功案例不能只被整理成一張工法清單，複製到下一條河川。真正需要被傳承的是，如何閱讀河川、如何辨識問題，以及如何在安全、使用需求與自然作用之間持續協商的過程。

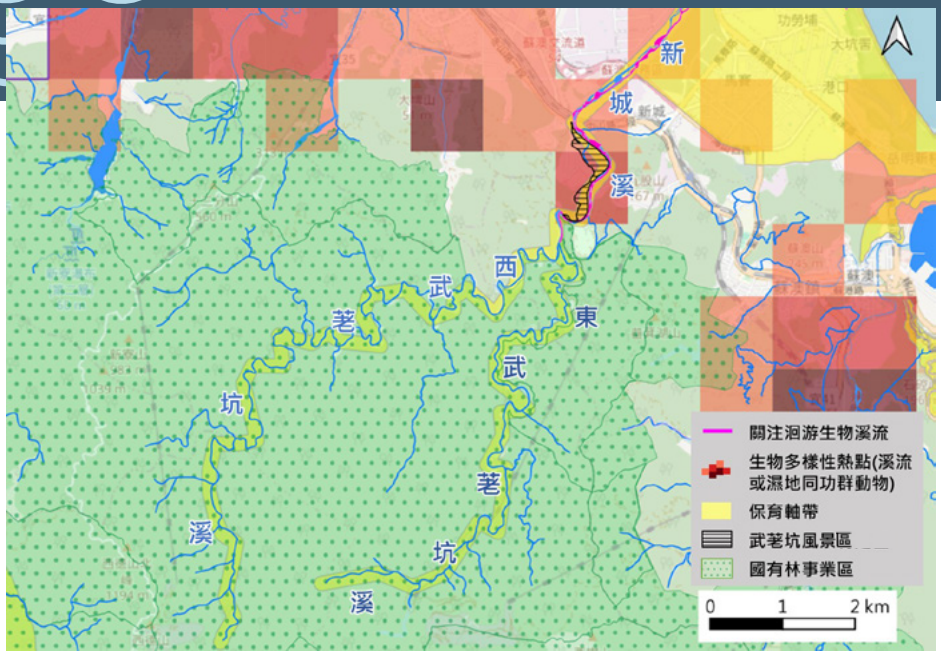
以東武荖坑溪NbS實踐溪流復育與治理的雙贏解方

文、圖＝ 楊佳寧（中興工程顧問股份有限公司水利部流域環境中心主任）
林孟穎（中興工程顧問股份有限公司水利部規劃師 / 通訊作者）
藍瑞銘（林業及自然保育署集水區治理組科長）
彭麗文（林業及自然保育署集水區治理組技正）

過去溪流治理多以防災為優先，廣設防砂壩、固床工及混凝土護岸，雖在短期內穩定河床，卻往往造成棲地破碎與生物移動受阻。近年國內推動國土生態綠網，強調透過「森—川—里—海」的生態廊道串聯，提升棲地連通性與生物多樣性，因而重新審視這些構造物的必要性。

「114－115 年度國有林生態復育治理藍圖規劃與案例工程設計」一案，以宜蘭的東武荖坑溪為例，嘗試導入自然解方（NbS），在確保防災安全前提下，檢視既有構造物對河相與生態系統的影響，並提出兼顧治理與復育的策略，期能作為未來國有林溪流治理轉型的典範，讓溪流找回自己原有的樣子。





圖❶ 東武茗坑溪套疊國土生態綠網圖資

為東武茗坑溪把脈

● 地理環境

東武茗坑溪位於宜蘭縣蘇澳鎮，流域面積 13.66 平方公里，源頭海拔 1,370 公尺，與西武茗坑溪匯流後，稱為新城溪。國土生態綠網不僅將新城溪水系納入「蘭陽平原濕地暨溪流保育軸帶」，更指認新城溪為「關注洄游生物溪流」（圖❶）。東武茗坑溪水質清澈，雖不是遊憩區，卻成了在地民眾夏日的戲水祕境。下游的武茗坑風景區每年春季舉辦綠色博覽會，吸引大批遊客駐足，更顯示這條溪流擁有的生態與社會價值。

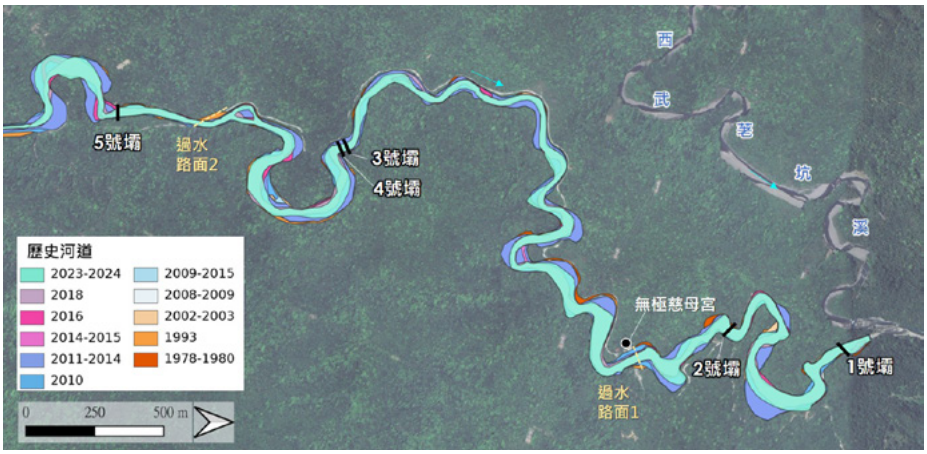
● 掌握溪流的「個性」：河相分析

要治理或復育一條溪流，需要先瞭解它的個性。在工程上，會以「河相學」（Fluvial Geomorphology，又稱河流地形學）來描述溪流的長相與行為，研究這條溪平常長什麼樣子？大水來了會如何？土砂多不多？

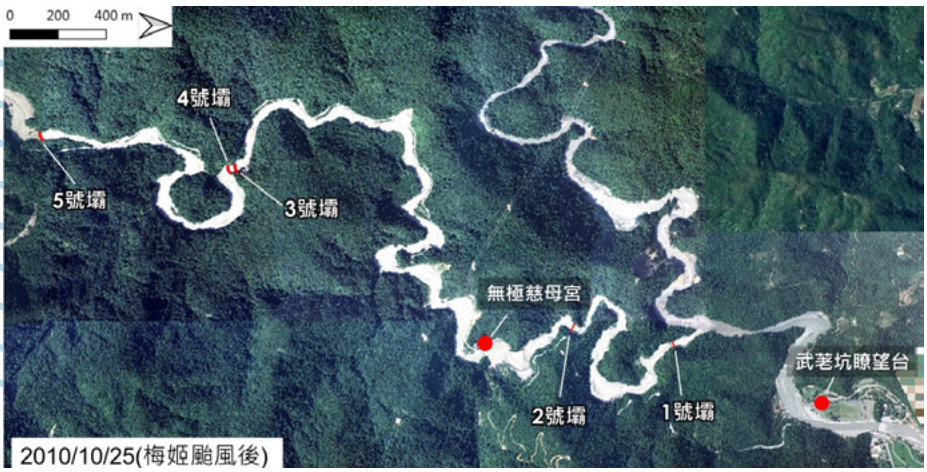
在 2025 年 6 月的《台灣林業》中，我們曾介紹山區溪流的河相分類法，用「逕流功率指標」代表集水區的水流能量，用「坡地崩塌指標」代表產砂量，再用「塊石生產指標」及「細料生產指標」分別代表粗料與細料的產量。東武茗坑溪的分析結果顯示，這是一條「粗細變換型」溪流（表❶）。在 0 ～

表❶ 東武茗坑溪流域的水砂能量指標與河相分類

逕流功率指標 (ω_n)	坡地崩塌指標 (L_n)	沖淤趨勢	塊石生產指標 (B_n)	細料生產指標 (F_n)	河床質	河相分類
3.52	4.15	變換	2.33	3.61	粗細兼具	粗細變換



圖❷ 東武老坑溪歷年河道變化



圖❸ 梅姬颱風後的東武老坑溪

10 的數值中，它的 4 項指標都在 2 ～ 4 附近，表示水砂能量在全臺灣來說不算高，土砂時多時少，有時沖刷、有時淤積，整體變化不算特別劇烈。實際上它未被列為土石流潛勢溪流，歷史上也沒有發生過大型土砂災害。

分析東武老坑溪 1978 至 2024 年共 11 期航拍影像，河道範圍變化如圖❷。在 2010 年 10 月 25 日的影像中，河道埋積顯著，局部河道寬逾 90 公尺，那正是梅姬颱風離去 3 天後的情景（圖❸）。當年梅姬颱風憑藉單日千毫米的降雨，造成下游蘇澳鎮嚴重淹水。東武老坑溪集水區雖然多處崩塌，卻未造成下游的土砂災害，因為絕大部分的土砂，都裝在蜿蜒的曲流中了。這大大小小的彎道，是這條溪長期演化的結果，水流淘刷攻擊岸的坡腳，增加蜿蜒度，形成一系列的囚砂口袋，確保事件後土砂能漸次下移。換言之，這條溪流有自己的天然砂庫調節系統，它知道自己何時該裝多少砂，只是在人工構造物介入之後，沖淤變化稍微亂了套。

● 構造物盤點

目前東武老坑溪有 5 座防砂壩及數座固床工與護岸（圖❹）。除 1、2 號壩有記載於 1970 ～ 1976 年間興建以外（山地農牧局，1982），其餘建設年代不可考，但從歷年航照可知，3、4 號壩建於 1993 年之前，5 號壩建於 2002 年之前。如今 1、2、5 號壩已淤滿，3 號壩已折斷橫亙溪床，4 號壩（拱壩）

蘇澳新站

N

本案保全對象

武荖坑風景區

1 號壩



2 號壩及所屬構造物



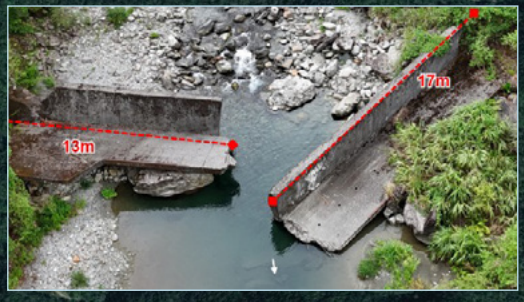
3、4 號壩



5 號壩



3 號壩



4 號壩左翼基礎淘空，上方林道有坍塌風險



圖❹東武荖坑溪構造物盤點圖

底圖圖資 Google Earth

底部淘空，失去貯砂功能，5 號壩附設的魚道亦被淤埋而失去功能。它們當年可能曾被賦予特定的任務，但如今成為水砂傳輸和生物的障礙，甚至可能危及林道的安全。例如 4 號壩左翼基礎已嚴重淘空，若任其持續發展，上方林道恐有坍塌的危險。

打通生物移動的屏障

東武茗坑溪匯入的新城溪，在過往生態調查中記錄到日本鰻鱺（國家瀕危，NEN）、臺灣吻鰕虎（國家接近受脅，NNT）等紅皮書物種 (林業保育署宜蘭分署，2023)。但匯流口上游 250 公尺範圍內，即有兩座落差超過 3 公尺的 1、2 號防砂壩，對洄游魚類形成難以跨越的障礙。

2025 年針對東武茗坑溪的生態調查，除確認上述魚種外，亦調查到花鰻鱺、日本瓢鰭鰕虎、大吻鰕虎等多種洄游魚類 (圖❺)。調查結果清楚顯示：洄游物種集中在中下游，愈往上游數量愈少，眼斑阿胡鰕虎與黑鰭枝牙鰕虎更僅見於一號壩下游 (表❷)，壩體的阻隔效應明顯。值得一提的是，不善攀爬的大口湯鯉過去未曾在一號壩上游出現過，但就在林業保育署宜蘭分署於 2025 年初步調降 1 號壩之後，我們首次在上游記錄到牠們的蹤跡。這個發現說明了廊道一旦打通，生物就會自己找路回來。

表❷ 東武茗坑溪2025年水域調查成果

物種	洄游類型	5號壩上游	5號壩下游	3–4號壩下游	1號壩上游	1號壩下游	各物種合計
臺灣吻鰕虎	兩側洄游（溯河型）	31	75	46	193	236	581
大吻鰕虎	兩側洄游（溯河型）	12	21	20	61	24	138
黑頭阿胡鰕虎	兩側洄游（溯河型）	—	1	—	6	5	12
眼斑阿胡鰕虎	兩側洄游（溯河型）	—	—	—	—	2	2
黑鰭枝牙鰕虎	兩側洄游（溯河型）	—	—	—	—	1	1
黑紫枝牙鰕虎	兩側洄游（溯河型）	4	11	7	16	3	41
明仁枝牙鰕虎	兩側洄游（溯河型）	8	15	10	21	8	62
多鱗枝牙鰕虎	兩側洄游（溯河型）	—	1	—	8	—	9
日本瓢鰭鰕虎	兩側洄游（溯河型）	530	599	506	909	564	3,108
兔首瓢鰭鰕虎	兩側洄游（溯河型）	24	32	18	31	21	126
溪鱧	兩側洄游（降海型）	—	—	—	21	24	45
大口湯鯉	兩側洄游	—	3	—	4	6	13
花鰻鱺	兩側洄游（降海型）	—	1	—	1	1	3
貪食沼蝦	兩側洄游	—	2	—	—	1	3
臺灣扁絨螯蟹	兩側洄游	—	3	—	4	6	13
各樣點合計		609	764	607	1,275	902	4,157

因地制宜的工法策略

綜合前述的河相分析與生態調查，本案以「恢復自然河相」為目標，在安全無虞條件下，把失去功能的構造物移除，靠溪流的自然營力找回它原有的模樣。主要設計工作包含降低或移除 5 座壩體及周邊固床工、尾檻等構造物，並於擋土牆與保留的壩翼新設緩坡，以恢復生物通行功能。

● 拆壩後能否確保安全？

「拆壩」一詞看似令人不安？原有防砂壩體一旦打除，土砂會跑到哪裡去？水量大時，下游的道路、設施會不會受到衝擊？我們使用 HEC-RAS 二維輸砂，模擬 Q2、Q50 兩種流量情境下，拆壩所造成的改變：



圖❺ 東武老坑溪的洄游魚類。由上至下分別為臺灣吻鰕虎、日本瓢鰭鰕虎、黑鰭枝牙鰕虎。（洄瀾風生態有限公司提供）

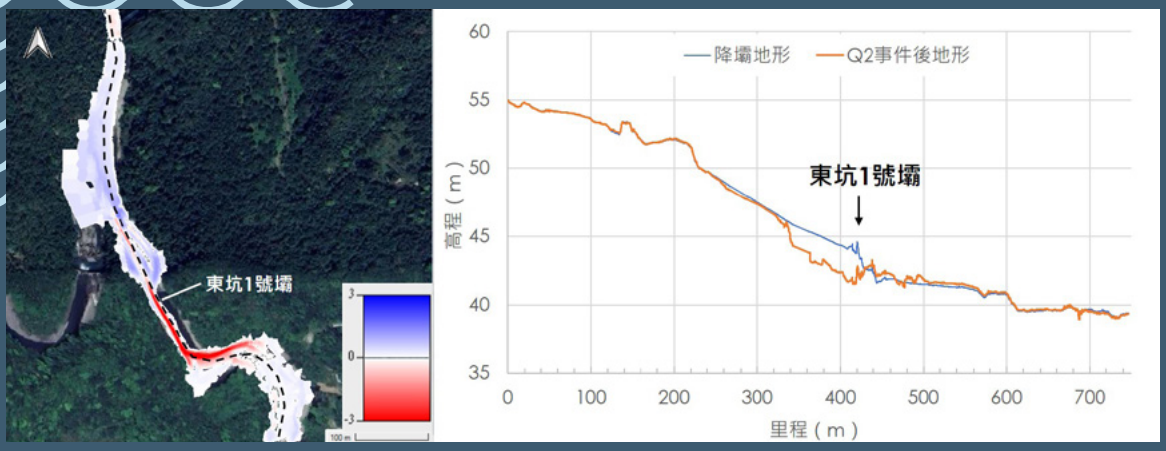
▶ 2 年重現期流量 (Q2) 為常見的中小型洪水，設為清水流 (上游邊界不放砂只放水) 時可產生最大沖刷量，用以檢驗拆壩造成的鬆土方，可多快向下游運移。

▶ 50 年重現期流量 (Q50) 是極端事件，通常伴隨集水區崩塌的大量來砂，因此設為飽和輸砂 (上游邊界為沖淤平衡，代表來砂充沛)。其實對拆壩來說，模擬 Q50 動床的意義不大，因為在此規模之下，相較於拆壩形成的鬆土方，上游來砂量才是決定溪床沖淤的關鍵因素，其變動程度未必隨流量增加。但由於國內野溪治理習慣看 Q50，因此一併納入分析以便溝通，並使用梅姬颱風降雨推求之峰值流量作為 Q50。

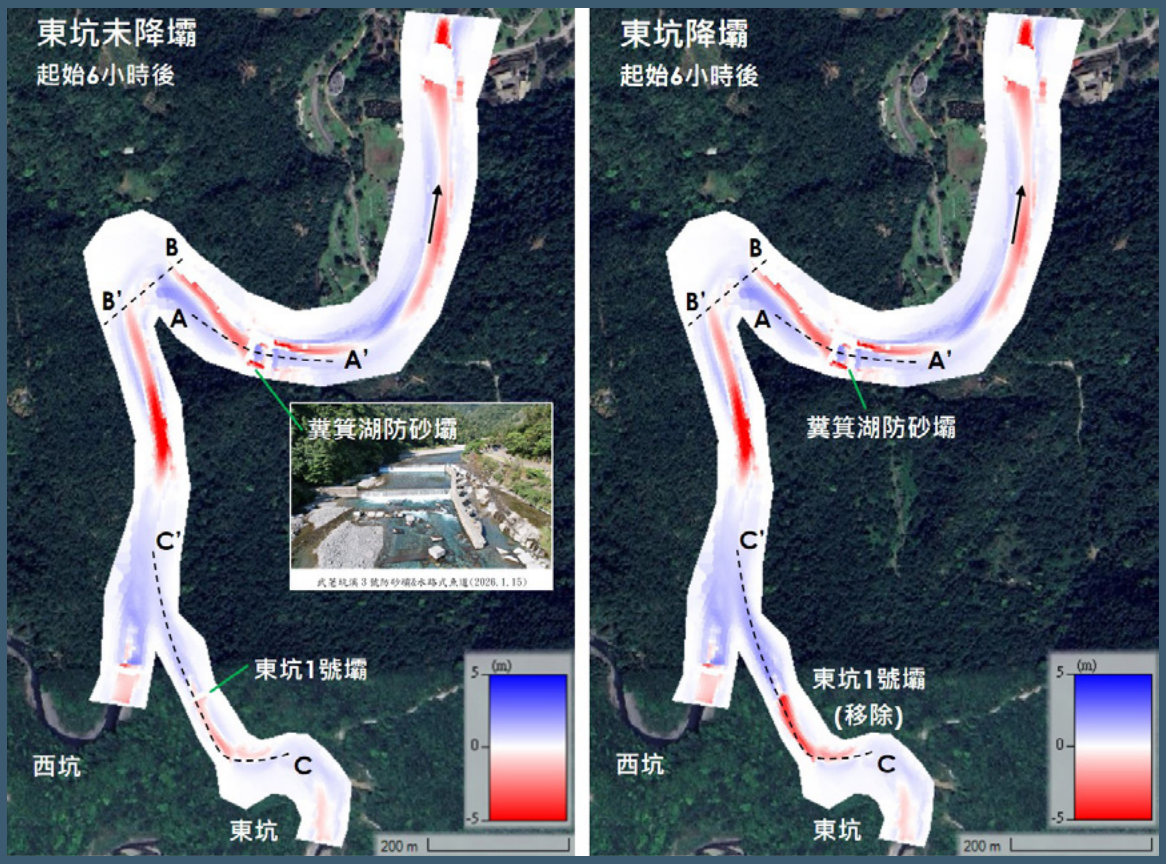
▪ 對下游的影響？

本案的保全對象主要為下游的武荖坑風景區，在東西坑匯流口以下 700 公尺處，有宜蘭縣政府管理的糞箕湖防砂壩。該壩近期因壩體與魚道破損而預計整修，是否受本案降壩影響成為討論焦點。

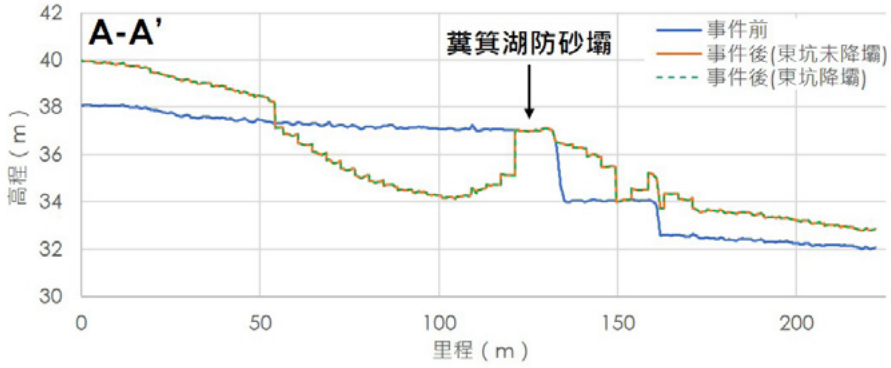
Q2 清水流模擬結果顯示 (圖❻)，1 號壩拆除後，上游溯源沖刷約 100 公尺，下游淤積影響範圍約 200 公尺。由現況與改善後 (圖❼) 之 Q50 飽和輸砂模擬比較亦可知，儘管事件後糞箕湖壩呈現上游淘刷，下游淤積傾向，但那是 Q50 事件本身所驅動，而無論東坑 1 號



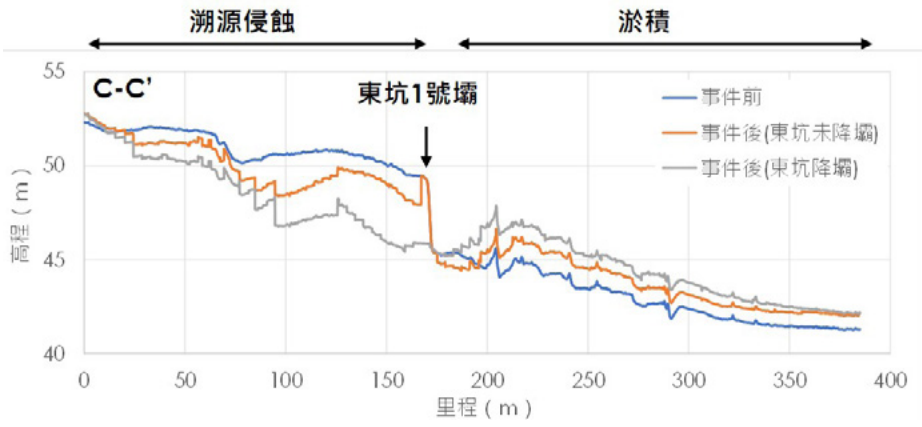
圖❻ Q2 改善後清水流模擬



圖❼ Q50 改善前、後飽和輸砂模擬－下游段



圖❽ Q50 事件前、後飽和輸砂模擬：糞箕湖防砂壩縱斷面



圖❾ Q50 事件前、後飽和輸砂模擬：1 號壩縱斷面

壩是否降壩，其沖淤影響範圍都未達糞箕湖壩 (圖❽)。東坑降壩後，上游溯源沖刷範圍約 150 公尺，下游淤高影響範圍約 200 公尺，與 Q2 相近 (如圖❻及圖❾)。這說明無論是 Q2 還是 Q50，沖淤變化都被彎道牽制，驗證東武荖坑溪的連續彎道可以調節土砂的輸送量，防止土砂一口氣大量往下衝。

長期而言，移除縱向阻隔必然有助於河相平衡與土砂輸送。近年來下游新城溪河床下切，呈缺砂傾向，適度調降其上游的壩體，應可緩解此一現象。

▪ 對林道的影響？

在 Q50 飽和輸砂模擬中，3 ～ 5 號壩附近的沖淤情形如圖❿。顯示砌石過水路面下游沖刷較嚴重，但在 Q50 事件本身的能量下，期望現有的過水路面完全無損也是強求。3、4 號壩附近的左岸，現地護岸已淘刷破損，與上方林道平面距離僅約 20 公尺，故設計保護措施 (基腳填殘塊) 有其必要。整體來說，構造物移除後的土砂運動為漸次發生，對周邊林道等保全對象的影響應在可控範圍。

▪ 真的會沖刷那麼多？

HEC-RAS 二維動床模擬的整體沖淤趨勢值得參考，例如在東西坑溪匯流處形成較大量堆積，下游糞箕湖防砂壩魚道受沖刷等，皆與現況符合。但在同一斷面中，深槽明確沖刷，且局部達 5 公尺以上，這就不可信了，使用者需要瞭解目前 HEC-RAS 無法模擬側向侵蝕，只能原地刷深的演算限制，並明白

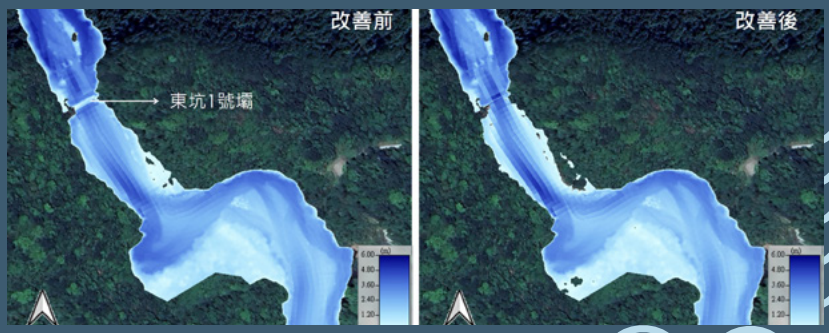
在真實世界裡的辮狀溪，流路容易因淤積而側向改道，實際上的局部沖刷不會那麼劇烈。

▪ 拆壩後，水深流速差多少？

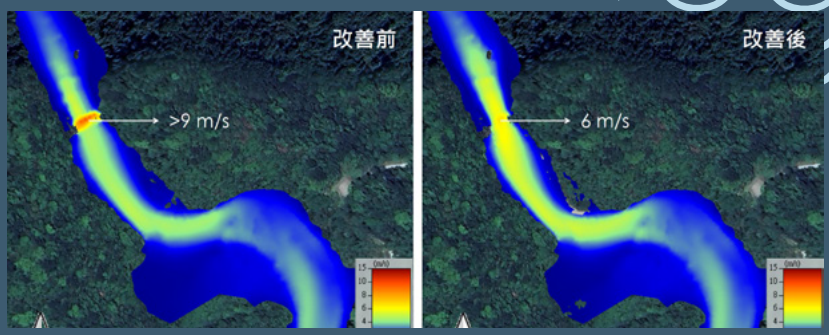
圖⓫顯示東坑 1 號壩移除後，水深分布與淹水範圍都差異不大，但壩體附近的水深變得較連續。圖⓬說明改善前後整體流速變化也不大，但原本集中在構造物附近的「流速異常高值」明顯降低，整條溪的能量分配更均勻，這代表改善後，不會有壩下集中消能淘刷的情形。流速、水深、能量的分布都能漸進轉換，這才是健康溪流的自然狀態。



圖⓾ Q50 拆壩後飽和輸砂模擬—上游區間



圖⓫ Q50 改善前後東坑 1 號壩附近水深分布



圖⓬ Q50 改善前後東坑 1 號壩附近流速分布

● 近自然工法：讓溪流自己復原

透過模擬確認設計安全性之後，即可對症下藥。除調整構造物外，本案採用的工法 (圖 ⓭)，皆盡量使用自然材料，以便讓營力接手，使溪流恢復成原本的模樣：

構造物調整：打除 5 座壩體、固床工、尾檻、護岸上部，打碎設計河床完成面下的構造物。

新設壩翼緩坡：2 號壩右岸保留壩翼以保護河岸，利用混凝土殘塊新設緩坡，作為動物通道。

生態護坡：依據歷史廊道流路，於 5 號壩右岸設置緩坡，以殘塊作底層，降低護岸造成的隔閡，打通橫向生態廊道。

- 打樁編柵：設於臨水側，採天然材料，可分解融合於自然。
- 挑流工：於緩坡水際線設置，需配合流向分析，減少植生復育前的岸際沖刷。
- 砌石丁壩：將 5 號壩右岸局部保留，改造為砌石丁壩，減緩彎道轉直線段的水流沖擊，並可局部形成潭區，增加棲地多樣性。
- 椰籠基腳保護工：設置於砌石丁壩上下游，保護緩坡基腳。
- 植生復育：新植適地原生樹種，強化濱溪帶結構與生態功能。

結語

拆除防砂壩、固床工、護岸等構造物，單純由字面來看很簡單，僅需機具進場打除即可。但為了確保拆除後的水砂變化，不致於對保全對象造成不良影響，需要進行一連串的分析與模擬工作。當年建設構造物的前輩並沒有河相指標可參考，也沒有數值模擬工具，在防災優先的考量下，構造物一座座地出現了。如今的設計者可以用河相指標掌握溪流個性，也可以透過水理模擬檢核流速、水深、能量與沖淤趨勢，不用憑空摸索想像，確實幸運多了。

即便如此，減法工程的規劃設計要順利通過審查、順利發包，可能需要比一般加法工程多付出更多的心力與時間。在執行過程中會遇見很多聲音，如擔心林道失去保護、是否影響親水活動安全、管理機關顧慮責任……等，不同單位各有立場，但每種聲音都需要被聽見、被回應。

近年相關治理機關於辦理降壩時，多已納入土砂運移及風險評估，但倘若施工後剛好遇到大型洪水或土砂事件致災，即便成因與降壩無關，也會讓設計執行單位倍感壓力，甚至為了消弭疑慮而裹足不前。溪流復育除了需要紮實的學理分析來建立信心，也需要各方願意接受一定程度的不確定性，理解水砂有其漲落脈動，溪流的河相與生物相需要時間恢復健康。唯有如此，才能真正走向溪流治理與復育的雙贏。

本案保全對象
武荖坑風景區

1

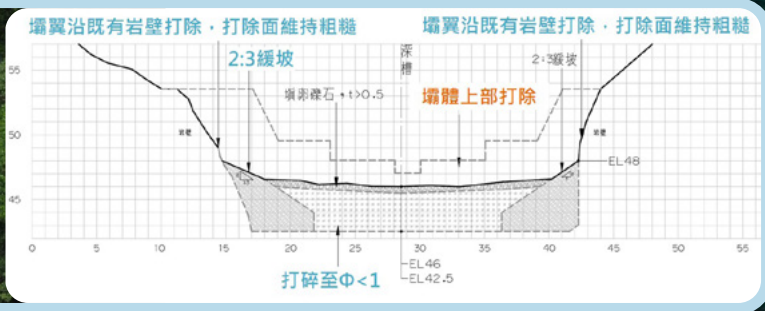
2

圖⓭

東武荖坑溪設計構想工區平面圖及說明

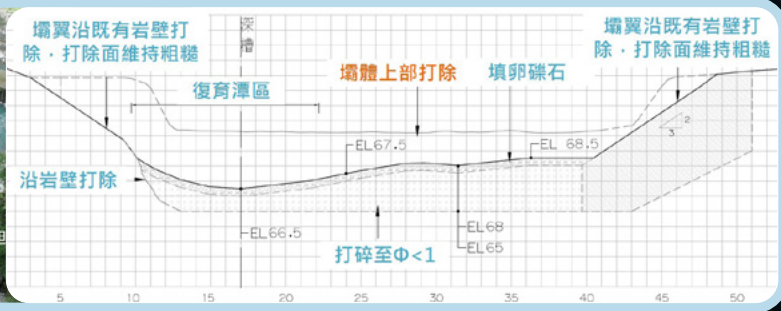
❶號壩工區



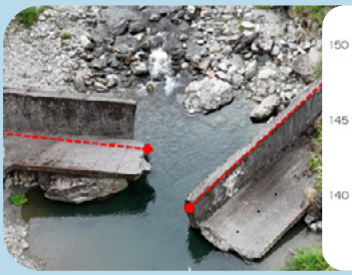


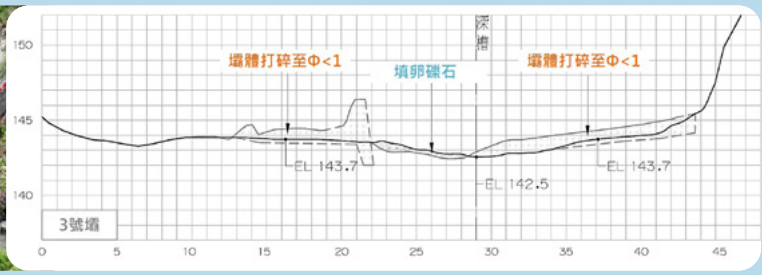
❷號壩工區



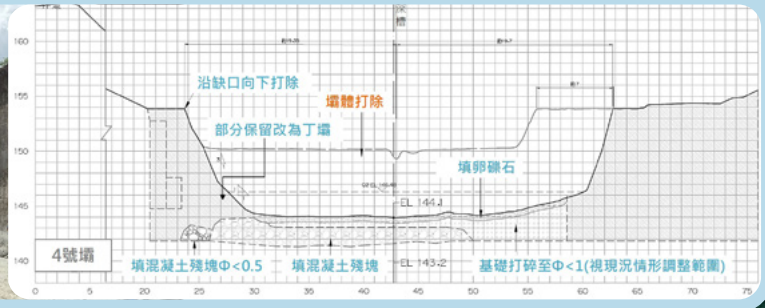


❸&❹號壩工區







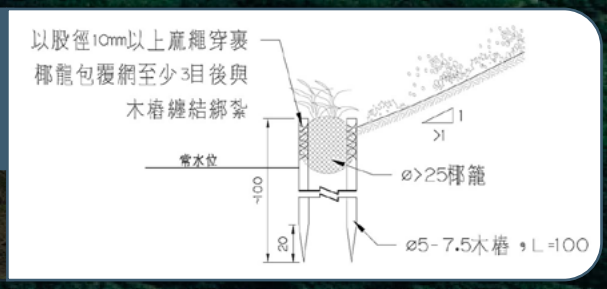


③ ④ ⑤

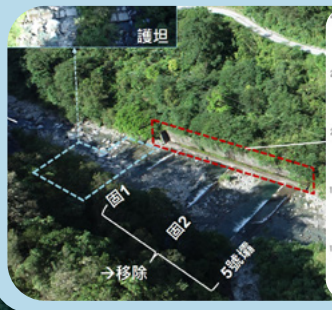
政大指南溪打樁編柵

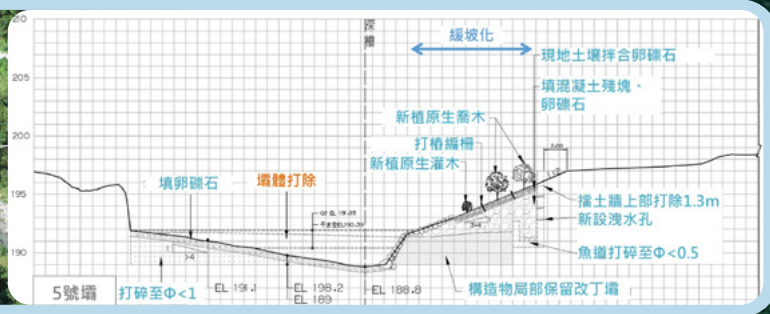


椰籠基腳保護工

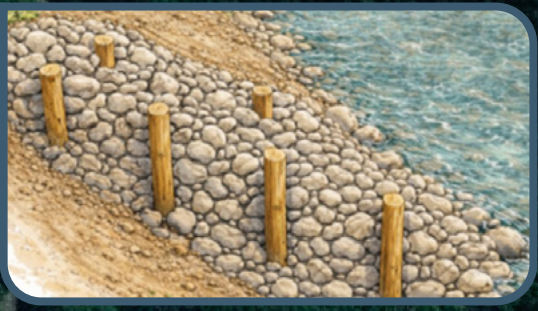


⑤號壩工區





挑流工



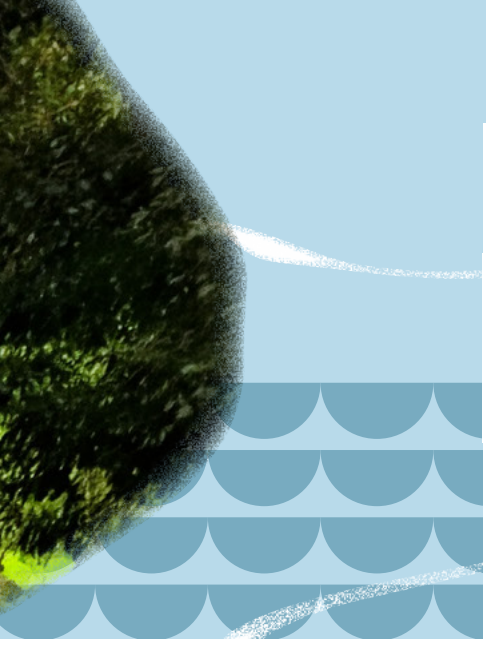
此工法配合流向設置在緩坡水際線，以改變水流方向，減少強勁水流在沿岸植生復育前對岸際的淘刷。

擋土牆及魚道改善





位於觸口自然教育中心旁人口河道，引入八掌溪水，創造一個生態池，且經常辦理環境教育課程，為都會民眾創造良好的溪流體驗。



工癒繕其器

設計一條健康美麗的河流

受訪者＝楊佳寧　採訪＝白宜君（本刊特約採編）
攝影＝手搖鈴創意設計工作室、Yi-fan 翊凡、愛吃的小猴子、斯創教育工作群

什麼河流是美的？蘇聯《靜靜的頓河》、日本《古都》、美國《大河戀》以及臺灣的《沒口之河》等文學作品裡，各自描寫著不同風格、讓人著迷的美麗的河。且就算我們不是文學家，也能從親近、閱讀、感受河流時獲得美感體驗。受託規劃《114—115 年度國有林生態復育治理藍圖規劃與案例工程設計》中東武荖坑溪復育治理的中興工程顧問公司流域環境中心主任楊佳寧說：「大自然沒有強迫你一定要去感受、規定用什麼方式感受。但當你身在其中，它承接了你的注意力，把你從要專心、要投注與集中精神的任務中解放，讓你感覺到美。」

三種美感體驗：新鮮感、文化、知識

感受到「美」是一種心理狀態，大自然潤物細無聲，在不經意間，就轉移掉人的注意力，讓人放鬆下來。感受到「美」，可以分成三種情境。

「有一種，是像小嬰兒看世界。」楊佳寧舉例，只要是新鮮的、初次經驗的，不論是藝術品或是生物，當接觸到的時候，引發了一聲初次見面的「哇（WOW）」體驗，通常就會讓人有第一時間的美感衝擊，吸引最初的注意力。

還有另一種與新鮮感呼應的，是來自「熟悉」所感受到的美。「比如說愛自己的國旗，覺得自己國家的國旗美，這種美感體驗是延續性的。認同某個與自己的成長記憶相關的物事『美』。這無法真的用理性的構圖、色彩去分析，而是成長記憶的一部分已融入生命之中，一再重現的熟悉度，被喚起的情懷，都構成了美的體驗。」

第三種美感體驗來自知識。「因為瞭解，而對創造的過程與結果產生共鳴與感動。溪床中的石頭上，有密集的黑色線條及圓圈，是有趣的幾何圖案，帶來 WOW 體驗，但你若知道這是來自兩種魚的食痕，體驗就更加


eagle94004 CC0

具備豐富的生態多樣性知本溪口及週邊濕地，近年在水文治理方式上有許多議論，且因文學作品《沒口之河》受到更多注目。

豐足，韻味深長。」而一條「美」的溪流，是三種情境中的哪一種呢？「一條溪流如果健康，就是美的。」楊佳寧強調，溪流復育中，知識很重要，一條溪流健康與否，更是需要知識來判斷。

健康的溪流

什麼叫做健康的溪流？台灣河溪網協會於2025 年出版的《台灣河川溪流復育設計指引》中，可以窺其關鍵條件。

首先，臺灣過往的溪流治理，首重防災與水資源擷取，焦點放在河道的資源利用與安全性，以人類的「實用性」為考量、以防災思維優先，想把水流快速導出。19 世紀末開始出現的水泥，便是整治野溪的「好用」材料，它光滑、強壯，能將水快速排走。

但若打開衡量的尺度，用廊道的視角來看待溪流，就會看到除了河道，還有兩岸的濱溪帶與泛濫時出現的洪泛平原，這些要素組成河川廊道，共構溪流連結性。也是映在許多老一輩的人心中完整的、美麗的溪流。只不過，當代臺灣許多溪流中，已看不見濱溪帶，極可能是在過去治河過程中，為了居民「安全」與「美觀」，剷除植被，建構水泥護岸；看不見洪泛平原，也可能是隨著開發以及回填砂土，土地被水泥堤防「保護」起來，失去自然滯洪、蓄洪的功能。

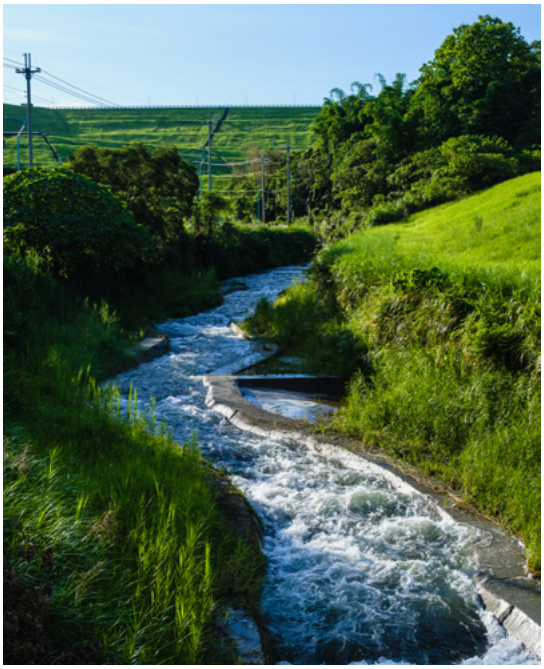
愛吃的小猴子 CC BY-NC-SA 2.0



宜蘭冬山河筆直的河川水域和可親水性，反應了某個時代對於美麗河流的期盼。

回到個人的美感「體驗」對現實的影響，楊佳寧提及，過去臺灣溪流中常常出現水泥構造物，如「一座拱型的壩、一條綿延不絕的堤防，或是想讓臺灣短小湍急的溪流整治成歐洲平緩大河的感覺。」那是某種時代範式（paradigm），曾讓人產生「WOW」的新鮮感而大量複製，也成為某種安全、穩固的象徵，卻忽略了去認識河流本身的樣貌。

《台灣河川溪流復育設計指引》便指出，健康的溪流，是真正看見河川廊道的連結性。從水流、水中砂石、灘地、河道中的倒木與漂流木、濱溪植物、洪泛平原等組成的物理元素，如何影響水質、營養鹽等化學元素，到適地有哪些生物組合使用河流、缺一不可。



雲林湖山水庫原本是八色鳥及食蛇龜等保育類動物的棲地。但因經濟用水因素，林相、河相及生態均被徹底改變，失去原本的樣貌。



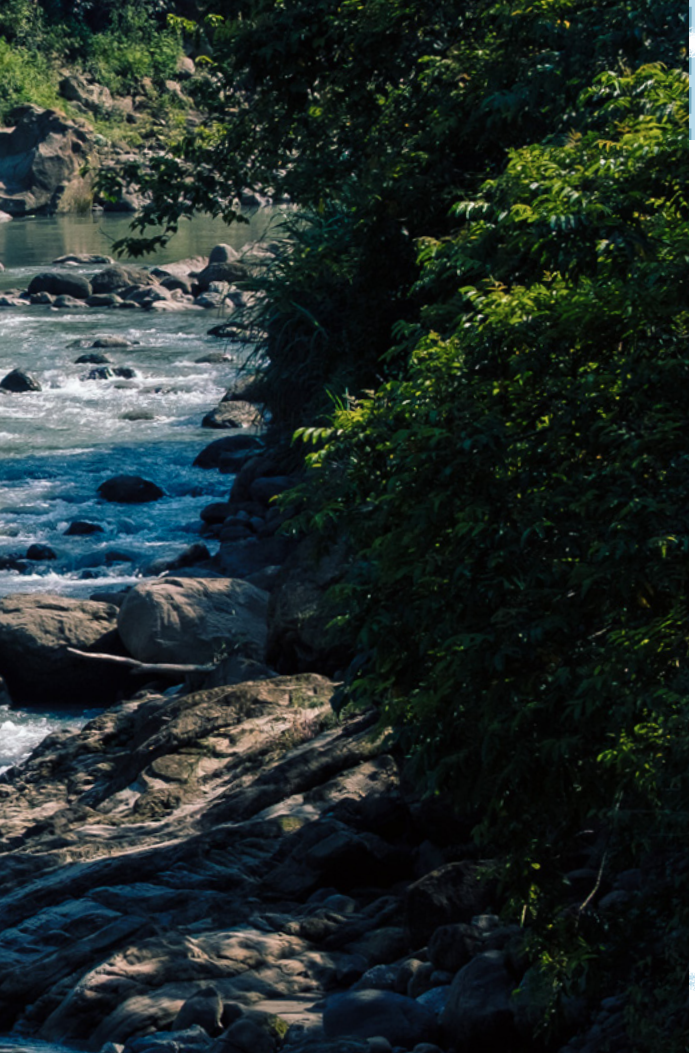
看見河川廊道的連結

健康的溪流連結通暢，從上游到下游，可見河流運用侵蝕、搬運、堆積等作用來消能；也可見大小不同的石頭自然互相鑲嵌，形成抵抗水流的結構，並形塑潭、瀨等形形色色的生物棲地。當水流躍過石頭，空氣帶入水中，活水中的含氧量增加，石頭表面所產生的生物膜，也具有淨化水質的功能。

真正看見一條「健康」的溪，大概就不會停止在不釀災就足夠，而是看見溪流的自然營力，如何將它形塑出本來面目，楊佳寧稱之為「生態知能」。「環境是個媒介，當那些生命力已經消失一段時間，現在的人會對那樣的生命感受脫節、斷裂；但是當這個環境存在，你跟它接觸、跟它有連結、有感情，那它就會變成一種記憶機制，一直提醒你這個東西的美好與重要。」

期待以降壩拆壩改善整段溪流

以宜蘭東武荖坑溪為例，在 2000 年前，這條蘭陽平原的溪流上就建造了 5 座壩體，現評估壩體有的損毀，有的已經不復當時建造儲砂功能，反成為溪流與生物的障礙，也阻絕了自然流動。



健康的河流裡可見到大小不同的石頭自然互相鑲嵌，形成抵抗水流的結構，並形塑潭、瀨等形形色色的生物棲地。圖為第1804 號保安林西緣的毛樹溪谷。

林業保育署宜蘭分署即將在此進行降壩與拆壩工程，「流速會變，水深會回復。水流對了，河床上大大小小的石頭排列會自動成形，棲地回來了，就會有生物。壩體拆除的事件發生後，上、下游幾百公尺的河段就可能恢復成自然樣貌。」楊佳寧說。

「河川有自己造型的法則。而如果我們是高明的設計師，我們可以利用這些造型幫忙。比如增加一個瀨，增加曝氣，還可以營造水深環境。也有視覺的吸引力。」她說：「想再靠近溪流一點，可以去趴溪啊。」



林業保育署於 2022 年辦理溪流生態環境教育推展工作坊，由生態專業人員帶著署內（時為林務局）工程人員以趴溪方式觀察溪流生物。



工癒繕其器

如何欣賞河川工程？

文＝林民昌（本刊特約採編）

攝影＝手搖鈴創意設計工作室

資料照片＝林業及自然保育署臺東分署

寺廟教堂 101，不管多麼宏偉華麗的外表，都有一套隱藏在背後的故事，有些甚至複雜到要讀完一部歷史。這篇文章打算試著閱讀另一種建築：溪流治理工程。它或許沒有寺廟教堂 101 看起來那麼偉大，但試著閱讀它們仍然蠻有意思的。

觀察河川，週邊景緻會一併入眼，但它們並不是多餘的訊息，相反的，它們正是判讀河流是否更健康的依據。有一樂趣是閱讀建築不會有的：河水總會發出淙淙水聲，而且每一條河都不一樣！

至於溪流治理工程真的有幫助到河川嗎？一起來看看臺東利嘉溪上游。

它為什麼有 10 幾個防砂壩

源自中央山脈的利嘉溪，在下游段流入臺東市區，灌溉著整個臺東平原。但因為利嘉溪沖積平原特性是「易水患、多礫石、地高燥」，日本時代雖有築圳，但利用不多。直到 1960 年代下游大量築堤，固定河道、建立水利設施，農業才得以積極利用這片平原，幾 10 年來，陸續栽種水稻、鳳梨、甘蔗等。

但在 1973 年時，一場娜拉颱風狂掃，山上的滾滾洪流土石衝入臺東市區造成不少村落、建築都被吞沒。為了避免憾事再度發生，整個行政部門便以興建防砂壩為重要治理手段。當時的溪流治理專家都認為，高大強固的防砂壩可以「穩定坡腳、調控土砂」，以因應上游集水區地層易碎、下場大雨就會有土石崩落的特性，且對下游的農業使用，有其必要。

也因此從 1974 年起，這一帶陸續打造了 10 座以上的防砂壩。雖然後來就再也沒有大型土砂災害，但利嘉溪水流被防砂壩切得柔腸寸斷，上下游不連通，嚴重干擾這條河的生態。

現代的溪流治理觀念

後來生態觀念開始抬頭；人們意識到過去的攔砂攔水設施，對生態有明顯衝擊。2001 年時，臺東池上卑南溪灌溉水道的一處沉砂池，發現有許多保育類「高身鏟頜魚」，在那裡拼命跳，想洄游上游，卻因取水口太高造成斷流而跳不過去。同時間在雪山山脈的七家灣溪，原為了保護德基水庫的攔砂壩則一座一座拆除，成功恢復一條讓櫻花鉤吻鮭得以回家的水路。

另一個改善的動力來自於文化。利嘉溪當地的達魯瑪克部落長久以來均有捕魚的習慣，但在利嘉溪生態退化之後，部落文化少掉一塊。在原住民對自身文化意識越來越重視的狀況下，部落眾人在 2016 年正式向林業保育署要求降壩，讓利嘉溪上下游的生態能重新活過來。

壩體不可能說拆就拆，它仍然對下游防洪有功能。所以林業保育署將此案分成幾個階

段進行。每進行一個工程階段，就停下來做生態評估，全面盤點那些在降壩後被河水推動的土砂去向，及河相改變對生態的影響。此案至今已完成了四期工程，第五期正在進行中。由於整條利嘉溪上游很長，所以僅就從比利良橋上能看得到的 5、7、9 三個壩體來「欣賞」一下。

第 1 ｜它有沒有影響既有的取水功能？

從右頁圖中的❶點來看，河道在稍上游分流後，河左側水流在❶消失，推測水被引流到民生用水❺去。所以未影響取水功能。

第 2 ｜觀察河道的樣貌和穩定度。先看它的河相是否具備多元變化？水的流速是否有快有慢有靜止處？河水在擾動時，有沒有出現白色水花？

最好辨識的是水花。整條河水都有水花，表示空氣能被捲到水裡。至於在比利良橋的上游，水道彎曲多變，這能讓水中土砂自然形成不同形態的堆積。細看主水道，中間的顏色較深，這也是好消息，表示水流（河心）穩定，如果哪天下了大雨水多，較深的河心能把水往下游帶，不會忽左忽右侵蝕河岸。

第 3 ｜看水中魚蝦蟹有沒有可能在這裡生存。最主要是看流水線是否完整連續？水深是否足夠？是否有動有靜？

水道水量未滿但有連續性，不會有魚被斷流困住游不掉（可與 2017 年 5 號壩照片比對）。在 5、7 號壩間的左岸有條人工魚道❷，如果在枯水期，這裡將是魚兒們暫棲的地方。

能以肉眼看到水中的礫石，代表這些礫石上有機會長出矽藻，肚子餓餓又吃素的魚兒，便可以把它當自助餐桌。在水流過的地方，有個大石頭❸，表示可以有動物站在石頭上捕食，或是躲在石頭下產卵。有些地方的水勢靜止、顏色較深，它則是可以讓魚游累了睡覺的深潭區❹。

第 4 ｜觀察河流有沒有和陸域動植物組成生態。河道兩邊濱溪帶是否有健康的植物群落？兩岸護坡會不會太陡？是否粗糙多孔隙？

如果有健康的植物群落，甚至長在水裡會更好。俯視能看到兩岸有豐富植群，對保護河岸有正面作用。若有動物要從陸上跑來喝水，不致於有段長長無遮蔽的路要走，把蹤跡暴露在獵食者眼中。兩岸坡度平緩，灘地（河水多時會淹沒的地方）不高，一般動物都可以輕易進入河流中飲水。這點也給過！

如果還想知道水裡發生什麼事，千萬不要自己跳進河裡。本期〈森物學〉有提供好幾份生物觀察地圖可以查詢。如果不碰水不罷休，快參加達魯瑪克部落的青年們為你我設計走入這條溪的遊程，翻到本期〈一日地圖〉單元，瞭解一下他們會帶你玩什麼吧！


1
大南圳取水口
7
號壩
2
3
5
號壩
比利良橋
5
沉砂池
4
4
9
號壩
4
2017 年整治前的 5 號壩
5
號壩
水流截斷
比利良橋

阿里山神怡橋下游治理工程



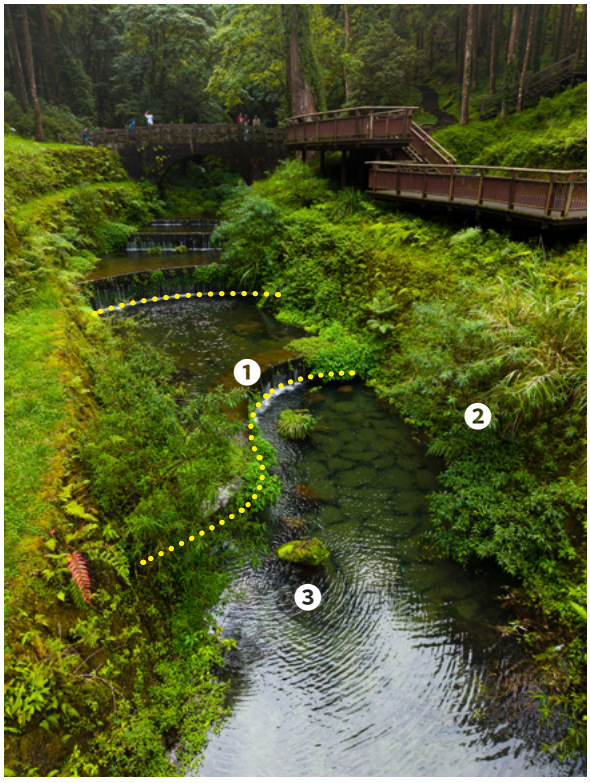
阿里山國家森林遊樂區裡的鐵道，是所有森林愛好者不能錯過的景點。其中的神木車站，緊鄰著神怡流瀑河谷，值得坐在那裡好一陣子慢慢享受五感體驗。

山裡不可預測的雲蹤，偶而會走進河谷，帶來一片霧茫茫，但只要再來一陣風，雲霧盡散，陽光在翠綠的葉子上立刻綻發光芒。

欣賞這片風景的最佳位置，正是神怡橋和神木車站月台。但這片美景在幾年前曾因為神怡流瀑水勢甚急，帶著土砂樹木而下，深掘河谷，幾乎就要把神怡橋、神木車站，及一整排的500歲檜木群全部帶走。

老天爺也許有祂的旨意，但透過一次認真的河川整治，也許祂願意多給我們一點時間享受美景。







神怡橋下游整治工程可分成上下兩個河段來看。上方河段和神木車站緊鄰。工程要解決的問題是，從神怡橋上游而來的河水在此急降，並快速向河谷下方流過去。高速急降的河水會對河谷形成下切力，將河谷一步一步 V 型淘深。被淘深的河谷，將逐步吃掉左方車站的地基，向右岸則可能挖走整排檜木的根部土壤。

因此在設計上河段的工程時，採取工法是以一層一層鋪有漿砌石的靜水池，排成階梯式的固床工，減緩河床落差以控制水流不致因急遽落下切割河谷。同時採用曲線式的階梯緣線❶，拉長溢流面寬度，分散河水沖力。若從車站正上方看，河道是由一面面曲線優美的水鏡串接的項鍊。

除此之外，河岸護坡採用孔隙多的砌石，讓植物有空間攀附生長❷，水階上設突石、栽種植物❸，兩者都能減緩河水漲滿時的流速。

下圖為第二河段，已遠離車站月台基地。馬蹄形跌水工❹能導正水流在河道中央，不會擺向兩岸。再往下游可明顯看到兩排檜木群緊鄰河道，若容河水持續沖刷，勢必整排帶走。故被導正的水流，會透過一階又一階的塊石跌水工❺流下去，但其沖刷力量會被塊石分散、破壞。且這段的塊石跌水工坡度較陡，可以補償在上一河段「偷」走的坡度。

以水循環工程 打造大安森林公園的生態

口述、手繪稿＝潘一如（環藝工程顧問有限公司設計總監）
採訪＝白宜君
圖片提供＝環藝工程顧問有限公司

近年生態友善理念擴散，公園該具備什麼功能，逐漸在以人為本的目的，如休憩空間、防洪治理外，也逐漸納入了生物多樣性的思考。位於臺北市都心的大安森林公園，其規模夠大、位置特殊，如今已被當成極具示範性的都市生態跳島。

現今的大安森林公園，深受臺北市民喜愛，很難想像在剛落成時，曾經遇雨成塘、蚊蟲危害、樹遇風即倒……自 1995 年開園以來，公園經歷過幾次「轉骨」，其中環藝工程顧問有限公司設計總監潘一如可說是重建水道的「水之魔法師」。

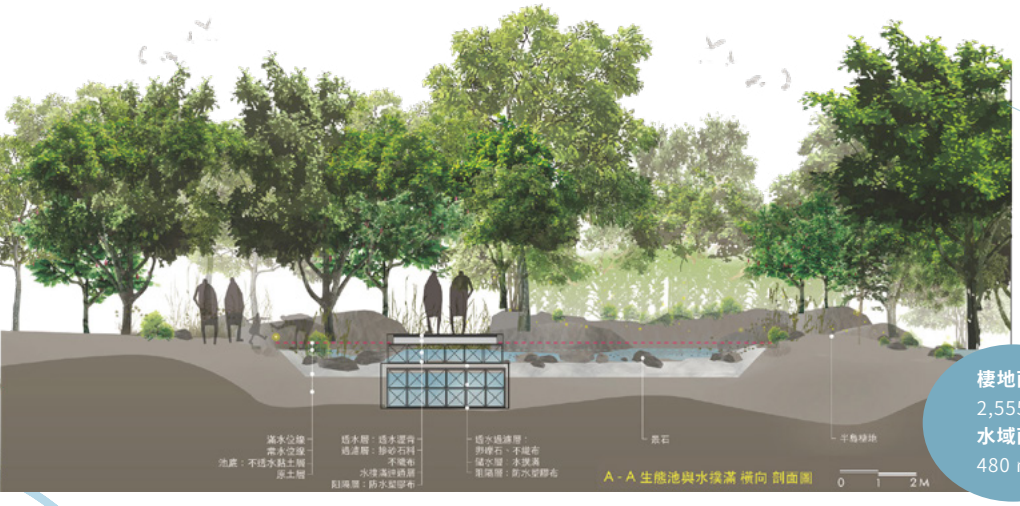
改造公園的水之魔法師

2014 年起潘一如與大安森林公園基金會（以下簡稱基金會）合作，設計改造大安森林公園。「不僅要讓城市人善用、愛用，又要嘉惠不同生物的使用率，是設計師的一大挑戰。」潘一如回憶起接到合作案時的雄心壯志。

「公園一帶原本叫做大灣，過去都是田地，圳路相通；後來因作為房舍、眷舍使用，水路填平。改建公園後，一開始只有挖出大水池儲水，但水源無法流通。」潘一如說，「我們想讓水重回公園，讓它流動起來。」且不只是公園內部，團隊的企圖是串聯起老臺北的瑠公圳水路：從臺大校園的舟山路段，沿著新生南路的水圳開蓋，打造一條流入公園的水環境。

以下就跟潘一如走進大安森林公園，聽她娓娓道來，如何在這片被 4 條繁華大馬路圍起來的 26 公頃土地上，以工程手法創造出水與人的流動，一步步營造更豐富的自然、建立更體貼人性的環境。

（以下為潘一如口述導覽）





本設計案水撲滿剖面示意圖。

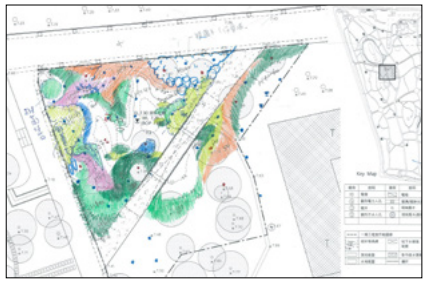
指標物種回來了——螢火蟲生態棲地

臺灣大學生態學與演化生物學研究所兼任副教授，也是時任基金會執行長的郭城孟老師告訴我，要做出生態的指標，就找回「螢火蟲」。螢火蟲能棲息的環境，需要乾淨無污染的活水、適宜的濕度、食物鏈完整，還要無光害干擾才能順利交配，是環境指標生物。臺大昆蟲學系楊平世名譽教授也告訴團隊，臺北盆地以前到處都是黃緣螢這種水生螢火蟲，是臺北的原生種。

營造活水與濕地是第一個關鍵。我們找到一處曾由臺北市政府舉辦造景比賽後留下來的小水池開始。我們建構透水瀝青步道，下面是水撲滿，讓雨水有儲存的去處，再設計水道階差，利用馬達抽水循環，從水道上游緩流至下游，做出活水，並以不規則延伸的岸緣增加螢火蟲上岸結蛹的路徑。

另外，我們栽植水道內的水生植物與兩側複層植被。水生植物豐富，螢火蟲的食物，淡水的螺貝類能夠生長；兩側水柳、野薑花、風箱、大安水蓑衣等原生濕地植物，蕨類喬木灌木層層疊疊，螢火蟲有地方隱蔽。

避免光害的最後一哩路，是採用琥珀色光的路燈，特定波長對螢火蟲而言幾乎等同於黑暗，人類可以安全行走，螢火蟲卻不會被影響。







1
2
3

1 潘一如在平面圖上手繪植栽配置。
2 設計窄步道引導民眾緩緩穿越棲地。
3 採用琥珀色路燈，減少對螢火蟲等的光害。

24 小時健「森」房——活水飛輪

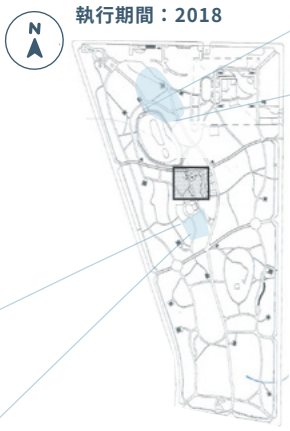
跟一般開著空調、密閉空間，汗臭與人聲交錯嘈雜的健身房不同。公園內的「臺北健森房」被半人高的野薑花隔絕了喧嘩，20 架造型可愛的紅色飛輪沿著水岸排列展開，一片祥和之氣。

這塊地原本只有大樹和草地，我在思考改造的時候，最常聽居民說，「本來在這塊地方運動」。所以，我們希望人在這邊還是可以運動，也與環境更多互動，有點隱蔽感，同時打開五感。

團隊定線避開原本的大樹，挖填土方讓內低外高，把水道向內集中，水道形狀三岔，以放置最多的飛輪；民眾在飛輪區走進走出，所以鋪上人工草皮以耐踩踏。草皮下方設置雨撲滿，營造水池整體環境，水中種植香水睡蓮、臺灣萍蓬草、龍骨瓣苦菜等香花植物。

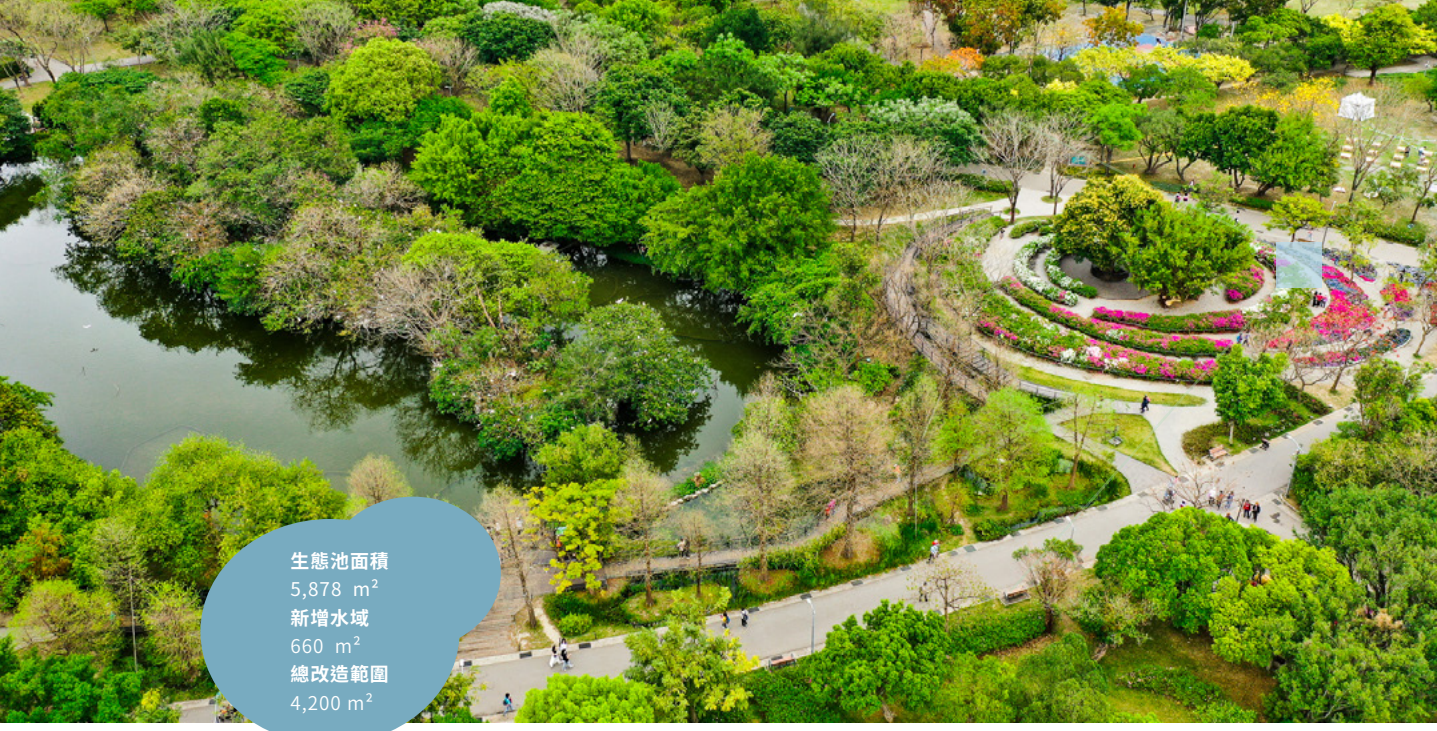
臺北健森房還兼顧遊戲趣味。捷安特是飛輪坐墊的顧問、機械造型設計請藝術設計團隊噪咖操刀。當民眾上飛輪踩踏，一邊聞花香，一邊將地底下的儲水透過管路打進水池裡，製造擾動，供氧入水。遊戲終了，消耗多少大卡、協助多少水量循環、與其他「飛輪手」相比，城市中排名第幾，一目瞭然。男女老幼揪團比賽，每一滴掉落地下的汗水都在回饋城市水環境。







1 將運動與水的流動結合。
2 改善前是一片市民們運動的樹蔭。
3 規劃的原始概念來自農村龍骨車。



大生態池是臺北市重要生態跳島。

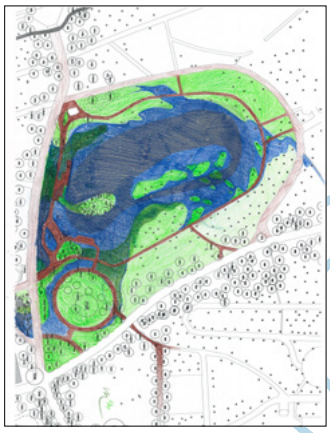
大生態池、鳥島之南
——浪漫落羽松步道

大水池是大安森林公園一開始最重要的生態景點，池中的鳥島是眾多鳥類棲息地。但過去並非活水，鳥類糞便堆積後發臭、引發異味，也有環境污染與滋生細菌之虞。生態熱點反而讓人怯於親近。

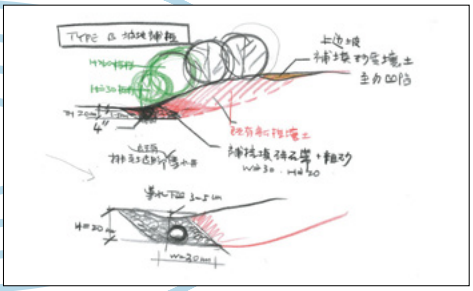
我們要讓水重新循環起來，就在落羽松草地步道區設計階狀高程，將水由池子打上來後，一階一階從最高點走水道回到池中，水道中布置水生植物與大小碎石淨化水質，過濾的水道越長，水回到池子裡越乾淨。

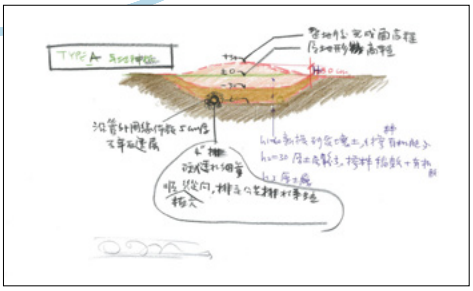
水道上則架高木棧道，鳥類有灌木隱蔽，安全感高，行人走在棧道，視線可越過灌木叢，直接望進生態池，生態活動與人距離拉近、兩相安。一側看樹看鳥，另一側也有巧思。大生態池周邊水域與步道挖出來的土，填去鄰近的杜鵑花小丘，創造了類迷宮效果，小丘內有芒果樹和榕樹，像是杜鵑花叢中的兩顆心。高架木棧道的一側賞鳥，另一側便可賞花、賞樹梢。

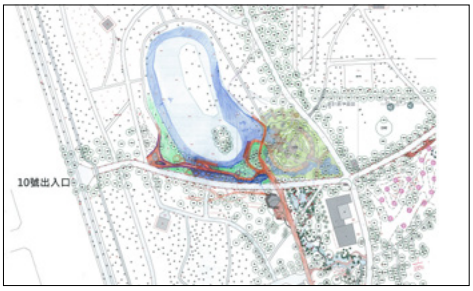
木棧道一側為欄杆扶手，扶手下有崁燈，走路時往下照亮步道路面，不直射民眾的光源較為舒適；另一側則廣植鳶尾、水柳、水黃皮等水岸植物，營造灌木叢，還設置矮長椅，隨時可以停下來休憩與感受。



潘一如在設計階段的手繪稿。







潘一如的設計手稿。

水道上，臺北市原有種 9 株落羽松。在大安森林公園裡，這是適地性的植物。落羽松適合生長在濕地，我們再種 14 株，延伸為步道，再設計讓水淹過落羽松氣生根，減少遊客絆倒機率。落羽松針葉還有吸附 PM2.5 的功能，在城市空污中加強改善空氣品質。這段完全無障礙且沒有壓迫感，在臺北的夏天，步道區約比外面柏油路氣溫低 4 度，走進來，人會深深感到自己是自然界的一份子。

當水道流進城市公園

「在都市公園中做一條水，好處太多了。」潘一如說。有活水就會有生物進來使用；活水也使城市降溫、為城市蓄洪。人有愉悅、有分享，水循環帶動生命循環、善的循環，源源不絕回饋在這友善空間。

有水循環就會給城市帶來生命活力。



延伸閱讀

大灣草圳計畫

整理＝林民昌
（本刊特約採編）

臺北是世界上最先進的城市之一，但在百餘年前，在它還是一座以農業為主的聚落時，曾有大大小小的水圳串流其間，塑造了臺北最初的樣貌。大安森林公園曾是引新店溪之水、流向淡水河的瑠公圳灌溉之境。

「大灣草圳計畫」由大安森林公園之友基金會等單位共同發起。該計畫規劃一條從臺大校園、龍門里社區延伸至大安森林公園、總長約 2 公里的水道。目前臺灣大學及大安森林公園均已往此方向做準備。本計畫只是起點，期待未來能一直串聯到基隆河、甚至鼓動全臺灣的城市重建都會內的生態水圳文化。

參與規劃本案的潘一如指出，她期待再現這條水圳時，能讓市民有所感受、又不用改變現代生活習慣。她規劃在全線設置許多水撲滿收集雨水與路面逕流，在不耗費額外水資源的前提下來建立水圳。





工 癒
繕 其 器

公共工程的生態選擇

風災後重建知本森林手作步道

採訪＝白宜君（本刊特約採編）
圖片提供＝文耀興、白宜君、林業及自然保育署臺東分署
示意插畫＝ AI 生成

走進臺東知本國家森林遊樂區（以下簡稱知本森林遊樂區），環山步道群中有一條名喚「七里香」的手作步道，因沿途種有幾株高大的原生七里香得名。不過它的軌跡在 2017 年才誕生，開放迄今未滿 10 年，是園區中最年輕的步道。七里香步道有個特點，它是第一條將手作步道納入公共工程契約範圍內執行的步道。

走步道成為民眾喜愛的休閒活動

林業保育署從 2002 年起推動全國步道系統建置計畫，規劃全國適合民眾健行體驗的自然步道。步道串聯風景據點，逐漸成為民眾喜愛的休閒模式。

但因步道繁多，維護工作日益繁重，遂導入



公私協力模式，自 2007 年辦理「霞喀羅步道工作假期」後，於全國各地展開這類短期服務規劃，引導民眾志工參與手作步道、並串聯步道週邊社區加入經營管理。2013 年後，林務局新竹林區管理處（現林業保育署新竹分署）召募森林環境維護志工隊，將短期服務轉化為長期服務力量，更有系統的支持步道維護。

上述公私協力的方式，雖然民眾體驗佳，步道品質良好、對生態擾動程度低，但侷限是僅能透過工作假期形式施作，在常規的公共工程裡尚難納入。

第一條公共工程下的手作步道

2016 年 1 月，林務局臺東林區管理處（現林業保育署臺東分署，以下簡稱臺東分署）與台灣千里步道協會合作舉辦「嘉明湖手作步道工作假期」。當時的公共工程和手作步道是兩條合作但不融合的工作模式，但臺東分署有了參與手作步道的經驗，也想把這樣的精神，用在更親近一般民眾的低海拔淺山。

就在同年 7 月，強烈颱風尼伯特造成知本森林遊樂區榕蔭步道損毀，時任臺東林區管理處技正的林廣榮說，「步道原就地質脆弱，只要豪大雨就很容易邊坡滑落崩塌。我們就在想，為了遊客的遊園體驗，與其修復容易崩塌的原步道，不如開一條新步道出來。」

艾力肯創意生活有限公司總經理，也是資深步道師（2019 年台灣千里步道協會認證）的文耀興看到臺東分署採購公告中寫到「新設步道」時很感興趣，不過，當文耀興拿下設計標後，他和林廣榮要克服的，不單單是步道設計，還有公共工程的思考方式。

工程與手作的磨合

「公共工程最容易出現的，是過度設計與使用大量標準化材料。」文耀興指出，這對「驗收」最方便，卻恰恰與在乎生物與環境承載量的手作步道精神相違。林廣榮補充，公共工程驗收就是在看有沒有「按圖施作」。也因此，標準化與規格化材料與設計，「強度多少、鋼筋多粗、階高階深、統一斜率，固定尺寸一目瞭然。」再加上結構耐久，承載民眾的安全感，成為公共工程之必然。

臺東分署與設計團隊共同探勘新路線，一

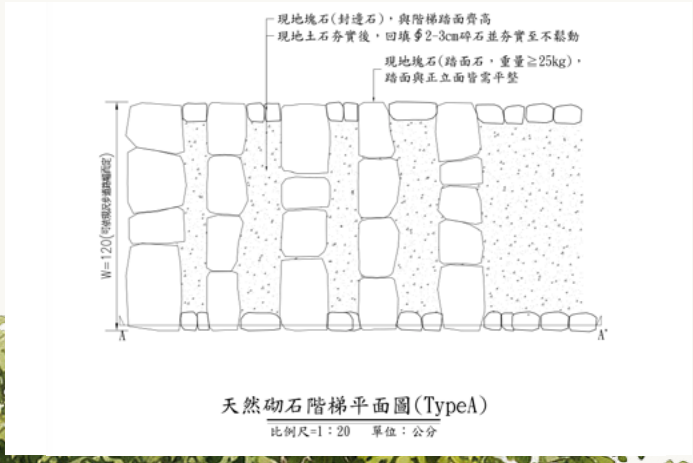
起在林下鑽來鑽去，「很多野生動物被驚擾跑出來，更讓我們知道這裡的密林本是生態熱點，要定出新路線，又不妨礙原棲地，需要更多設計彈性。」文耀興說。

比如，在臺灣相關步道設計規範，120 公分是雙人並行、交會或低度開發山徑的淨寬度標準；但文耀興希望，在山徑上容有「120 ±30 公分」的彈性，階高階深以現地狀況與人體工學調整，「如果有一顆路線上的巨石很漂亮，我們可不可以保留巨石，在限縮步道但人仍可從容通過的原則下變通。」

林廣榮指出，文耀興的設計細節繁多，除希望低干擾，又以就地取材的精神選擇材料，幾乎比一般設計圖多出 2 ～ 3 倍的圖稿。對設計、施工、監造、驗收，每一關都是考驗。

為生態而為的工程採購

設計圖畫出來後，臺東分署特別以「評分及格最低標」的方式招標施工廠商，兼容最有利標與最低標的優點，評選階段也要求廠商說明如何以人力與小型機具進場、如何針對現地材料選石等實作。在嚴格評選下，選





上圖為知本七里香步道設計圖說局部（2018 年），下圖為大雪山步道群設計圖說局部（2013 年），兩者均為森林步道，也都採用現地塊石砌石設計，但上圖的石隙採用現地土石夯實，下圖的石隙則採用水泥砂漿固定。這些細微指示，顯示文耀興將手作步道工法，導入公共工程設計中。

七里香步道路線探勘與施作的過程

出榮譽步道師（2019 年台灣千里步道協會認證）伍玉龍帶領的工班團隊，「他們經驗豐富，施工初期便來回勘線，還提出怎麼減少環境擾動與調整路段，讓步道更好走、更安全與更自然。」文耀興說。

施工團隊每每回饋現地調整意見、設計師願意配合改圖、主管機關不會刁難是設計疏失還是監造不實，「一遇到問題就本著核心價值溝通討論」，三方信任彼此專業與相互支持，七里香步道從開工到竣工，既和諧又平衡，就像步道本身想傳遞的價值。

林廣榮說起印象深刻的地方是，伍玉龍的工班善用不同尺寸的岩石在不同工項，「看他們砌石非常享受，要挖坑、選石材、調角度，喬來喬去，快的話 10 分鐘就完成一階，工班很熟練，配合得很好。」

尤其是步道終點的砌石浮築橋，更是推薦遊客可細細停留品味。文耀興調查時發現這裡雖是凹地但已非主要排水路，設計以浮築橋方式墊高地形，減少高低落差；而伍玉龍選到一塊又大又長又平坦的板岩做基底，疊起其他頁岩、板岩與回填碎石，造型既美觀，也留有逕流水與小生物通過孔洞的空間。







林廣榮對傳統工程方法熟稔，但七里香步道的手作經驗，讓他對公部門導入創新思維與永續生態更有信心。



做了跟沒做一樣

浮築橋旁的榕樹氣根延伸，大片的山棕、蕨類、姑婆芋錯落，「它們從步道完成後繼續生長，長得很好啊。」文耀興感動地看著浮築橋上的光影，娓娓說道：「人為介入與大自然合作，最好是人做一半、天做一半。當你瞭解地形和動植物的個性，做好了步道不僅人使用愉快，在地的動植物也認可新環境。跟老天爺一起做設計最快樂，我最開心聽到的回饋是『做了跟沒做一樣』。」

七里香步道（屬「知本森林遊樂區步道群設施改善工程」案之一部份）在完工後獲得「108 年度優良農業建設工程獎設施類優等工程」，得獎評語是「全線採手作工法，以人力及小型機具進行施作，透過現地選石、打石、挑石等傳統技術，減少外運材料，達到節能減碳的功效」。當時的臺東林區管理處劉瓊蓮處長在得獎後表示：「低度擾動、減少地形地貌的改變，野生動物不會因人類活動而離開，知本森林遊樂區是臺東遇見牠們最好的環境教育場域，歡迎大朋友小朋友



左圖的砌石浮築橋是設計師文耀興最推薦的熱點。上圖為其原始設計圖（2018），可見其工法均未採用水泥，而是以疊砌方式做設計。

一同來知本，跟野生動物們走一樣的路。」無疑是對這條新生步道最大的期待。

時至 2026 年，已退休 4 年的林廣榮走在七里香步道上，一一指出野生動物的蹤跡：穿山甲挖的洞穴在他腳邊，猴子糞便新鮮得發亮，水鹿磨角的光臘樹在邊坡與步道交會，而山羌踏印則沿著邊坡，從獸徑延伸到密林深處。恰恰呼應劉瓊蓮在步道誕生時說「動物的行動完全沒有被這條步道阻隔」。他露出欣慰的笑容。







1 2 3

1 生態相機拍攝到獼猴，姿態相當可愛。
2 步道也會有中大型哺乳類如水鹿路過。
3 平日走在步道上也會碰到山羌。

解一道永續方程式

f(臺灣生態防護網) ＝工程技術 ＋ 生態檢核 ＋ 共同對話

受訪者＝林雅玲、吳仁邦
採訪整理＝林民昌、高晉榮 （本刊特約採編）
攝影＝ Edd Jhong、林業及自然保育署南投分署、斯創教育工作群
插畫＝林家棟



1994 年臺灣啟動環境影響評估制度（以下簡稱環評），但有著開發面積必須達到一定規模才會啟動的門檻，使得許多小工程成了無法被規範的灰色地帶。若工程正好發生在關鍵敏感地帶，對當地棲息的微小生命而言，往往是場浩劫。為補足環評的不足，林業保育署在 2017 年建立「公共工程生態友善機制」（以下簡稱生態友善機制），嚴格要求降低國有林區治理工程對生態環境的衝擊。但一般的工程人員未必有評估生態的專業，需要有人協助調查環境、評估衝擊，以讓生態友善機制能正常運作。一群專為保全生態環境服務的綠領工作者就此出現。簡單來說，就是工程人員在搬走一顆大石頭前，生態檢核人員會先提醒可能有誰會從石頭底下跑出來？誰會找不到吃飯的桌子？或是誰需要重新找個適合生蛋的地方……等對生態的衝擊。

跨專業對話之必要

但理想很豐滿現實很骨感，並不是讓學工程和學生態的人坐在一起，理想實踐之路就一片平坦。工程人員曾受環評制度不完整的影響，偶有「搞環境的人只說 NO」的偏見；對生態檢核工作者來說，工程人員追求施工效率的習慣，則是微觀生態保全的死敵。

漢林生態顧問有限公司林雅玲總經理從 2012 年起參與制定生態檢核辦法，親身經歷生態檢核機制建立之初的磨合期。她指出，這種衝突首先顯現在最基本的專業名詞定義上。她以「保育」這兩個字為例，在水保與工程的教育體系中訓練出來的工程師，相信土砂固定、環境穩定後生態自然就會回來；然而受生態專業訓練的人，關注的是受到威脅影響的特定物種及環境，重視微觀棲地的保全。此外，工程訓練強調因果邏輯，追求能寫成方程式的標準化作業；但生態專業卻存在太多例外與變數，無法一概而論。



2010 年前後在臺灣中部爆發的「反國光石化運動」，是臺灣環境運動與生態專業結合的代表性事件。這場運動讓各界深刻反思，若將生態爭議全累積到環評階段才引爆，對整個社會是風險和負擔；事件突顯了及早將公民參與導入決策過程之必要。圖中第一位男性為運動領導者之一——蔡嘉揚，後方為參與該運動的社會各界人士。

Edd Jhong CC BY-NC-SA 2.0



林業保育署及各地區分署，在生態友善機制推動初期，時常邀請不同生態專業的講師，來替工程人員建立生態基本觀念。

但在生態檢核人員方面，她也覺得有需要調適作法。她看過一份早期的生態檢核報告，保全對象是諸羅樹蛙。報告中要求工程人員在動工時，需用怪手先敲地把樹蛙嚇走。或者是要求「左邊那片樹林要保全」，但卻無法指出明確的保全範圍。這類報告和要求不甚實際，即便是對生態有同理心的工程人員，看到這份報告也做不下去。種種立場上的差異，在實施初期加深了雙方的隔閡。

林雅玲當時想，明明兩方都受科學訓練，照理應能理性溝通，到底問題在哪呢？「工程人員都很聰明，生態檢核人員很有心，雙方也都有紮實的科學訓練，只是還沒找到共同語言來溝通。」

讓工程人員具備生態思維

生態友善機制要能順利運行，需改變自己的專業本位立場。林業保育署從體制內的工程人員教育工作做起，和生態檢核工作者密切合作，辦理多項生態教育訓練：

① 讓工程人員認識生態檢核人員的基本知識：瞭解基本生態學概念、生態系服務功能、河川形成與流動的特性、自然地形演替等。透過理解生態自身的力量，引導工程人員思考如何讓自然力量納入工程規劃，建立後續推動 NbS 自然解方的重要基礎。

② 讓生態友善機制操作日常化：學員均需親自完成生態檢核填寫表單的流程，養成固定習慣。林雅玲透露，她曾在輔導工程時，刻意將生態友善機制施工自主檢查表，直接放進施工廠商每月必須填寫的報表中，讓生態品管成為工程合約與計畫書的必要部分。後又為了解決施工廠商應付了事、每個月只修改日期卻繳交一模一樣照片的毛病，便協調監造單位與工程督導加入抽查步驟，強制施工端落實。這麼做的目的是將生態品管內化為日常工程習慣，從「多一件事要做」變成「本來就要做」。

③ 瞭解生態友善工法與棲地營造：讓參與者瞭解「迴避、縮小、減輕、補償」生態友善工法四大對策。講白一點就是：施工時若碰到生態重要棲地能閃就閃；閃不掉就縮小施工範圍以降低影響；也可想想如何透過工法、材料、工序的優化，減少對生態的衝擊；再不然就重建人工棲地，採用移植轉植等異地復育措施。透過多層次的觀照，思考最佳解決方法，能同時應對大尺度空間和微觀生態環境，甚至只是岩壁上的植物或是一個小水塘。

除了在室內看著簡報上課，有的課程還讓工程人員撩起褲管走進野溪、野地，扮演生態觀察者、記錄自然空間裡多元化的棲息環境和動植物分佈，赤腳直接感受人與河川土地的關係。「其實不需要什麼高深的技術和設計，只要多思考一點點，就可以為生物留下更多生活空間」許多參與的學員如此反應。

上述課程中，包括了專業提升、建立實作習慣及調整設計思維等面向，但還有一個重點也讓所有學員耳目一新：工程和生態檢核人員要在工程設計前，邀集公民參與，主動採納在地居民、NGO 團體的意見，並公開工程及生態資訊，以期積極尋求共識，減少未來可能的對立。因為在林業保育署的制度設計裡，明確將「資訊公開」和「公民參與」當成必要執行內容。

公民參與 開放對話

多次代表臺南社區大學等公民團體，參與過上千個工程案件會勘的吳仁邦對此制度十分肯定：「誠實的把所有的資訊都攤出來，我們公民團體就會幫忙找最佳解方。如果怕麻煩，特別去隱藏、反而顯得偷偷摸摸，最後才讓大家意外的知道，反而會被罵」，吳仁邦描述過往由於法規沒有嚴格要求，所以公務機關往往會守在體制內執行任務，但對



讓工程人員直接下水觀察河流各區域的生態狀況，不但對生態的活力有直接感受，也能理解到只需在工程上加一點細微改變，就能創造生機。

民眾來說，這反而像是隱藏資訊。生態友善機制提供一個公開、透明的對話機會，讓在地居民、保育團體、工程設計端及公家機關在初期就能坐下來進行充分的資訊交流，建立彼此的信任感，避免中後段因變更設計或抗議而導致工期延宕，「多一個生態檢核步驟，反而增加效率。」

長期在體制外倡議環保的惜根臺灣協會秘書長林子凌，曾親身參與林業保育署的生態檢核過程。她對機制有效性給予高度評價。她曾在受訪中表示，過去在環評制度底下，環運人士只能扮黑臉，消耗很多能量對抗制度或企業以實踐理想。林業保育署的生態友善機制在工程動工前、甚至細部計畫尚未出爐的階段，就主動「開了個門縫」與公眾溝通，以「對話合作」替代「對立衝突」。

臺灣各地都有很積極的公民團體長期參與地方的生態調查、累積科學數據，比起短期進駐調查的生態團隊，更能掌握更完整的生態面貌。如能讓他們參與公共工程的前期規劃，自然在執行時更有正當性。林子凌進一步建議，未來可將林業保育署過去與居民建立高度信任的「社區林業」脈絡沿用至生態檢核的推廣，透過社區網絡讓民眾溝通與公民參與走得更扎實，使生態友善的理念深植於地方。

然而在要求工程單位重新定位工作內容之際，也要追問：誰有資格擔任生態檢核工作？

生態檢核是一門專業

在林業保育署的生態友善機制裡，延續了工程會規範中的相關科系畢業及具二年相關實績的法定基本門檻，引導業界選用具學術與倫理基礎的外部專家等規定。但這部分林雅玲以她



公民參與是生態友善機制重要的程序。林業保育署將所有公共工程資訊、進度和會議時程都公佈在「公共工程資訊網」，有興趣了解的人均能參與。圖為林業保育署屏東分署在整建滿州加都魯溪時，邀請生態專家、社區及相關民間團體一起現場勘驗，溝通彼此需求和顧慮，形塑共同意見。

林業保育署公共工程資訊網



現在的工程規劃已經都具備了生態思維，把生態環境的需求及衝擊納入工程考量。這是生態友善機制實施後，工程人員與生態檢核人員合作的結果。圖為林業保育署南投分署於 2022 年完成的巒大第 25、26 林班坑溝整治工程之報告內容。該工程獲得「112 年度優良農建工程獎—治山防災類特優」及「第 23 屆公共工程金質獎優等」。

的經驗說道：「以工程會的規定來說，水土保持科系有納入合格生態檢核人員資格，因此水保系的人也可以簽名、署名說他做了生態檢核。」但她強調，水保或水利工程的訓練是「以工程穩土砂」，跟「建立生態環境」的生態專業訓練很不同，生態數據的篩選與辨識「是需要真正生態專業的」。

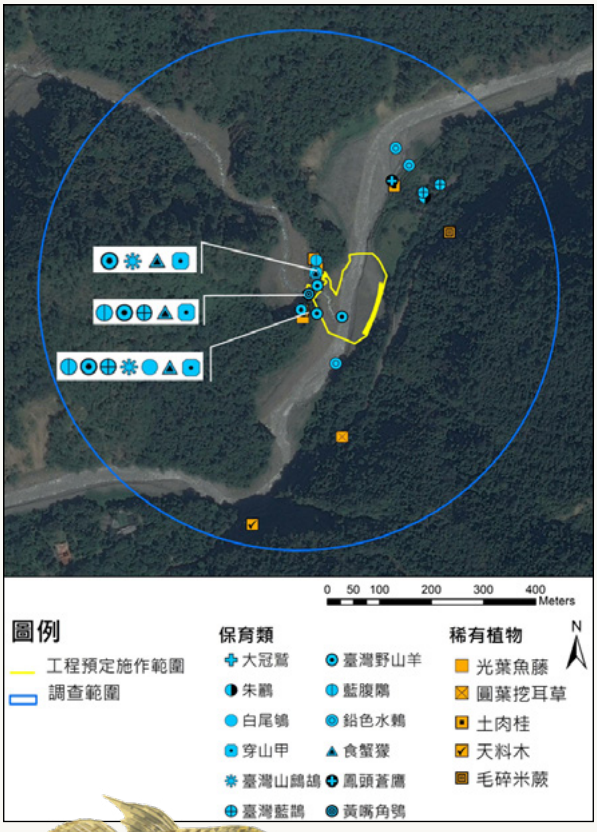
這個困擾，正是為什麼生態專業工作者會聯合起來，組成「生態專業技術服務商業公會」（以下簡稱 TETA）。在 2023 年 TETA 的成立記者會上，代表學界及 NGO 發言的臺灣大學李玲玲教授即表示，在實務上有許多非生態專業者承攬生態檢核業務，造成生態檢核品質落差極大，故她期許 TETA 扮演「生態檢核產業」的督導與品管角色，建立生態專業人員認證制度。

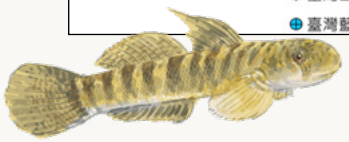
礙於現行制度尚待補強，當前生態專業人員的認定仍限於「資格認定」，並沒有任何對焦此一需求的國家考試。故 TETA 自己建立了一套涵蓋訓練、考試與同儕審查的民間自律認證系統，並每年公告合格的專業人員及推薦的工作團隊。此外還每年辦理「生態普拉斯 eco+ 研討會」，讓會員們展示一年來的工作成果，展示自身的專業能力，也彼此砥礪。

建立符合機關特性的制度

另外，也不能忘記在林業保育署裡，恰恰有一批完全符合生態專業需求的人才。因此在林業保育署的生態友善機制中，有一最特殊的地方：讓署內或各地區分署的生態專業人才也加入「生態評估人員」的團隊架構內。最終目的不只是針對單一工程案，而是建立

利用圖資套疊，工程規劃人員和生態檢核人員，得以用同一種語言溝通。圖為北港溪楊岸溪匯流口的治理工程進行時，其生態檢核範圍涵蓋了施工範圍的上下游，提醒施工的前後要注意哪些生物。





內部的「生態友善機制工作圈」，進行更緊密的跨領域橫向整合、凝聚共識。

吳仁邦看到許多機關的工程，是設計和施工分包，「所以在規劃設計課做完生態檢核，丟給工務課執行後，中間就斷鏈了，甚至營造廠商自己還得再去找生態團隊，」於是他質疑，如果營造廠自己去找生態團隊，「那這個生態團隊要聽誰的？」這凸顯了機關內部要建立有主體性的跨領域整合，不然生態檢核就容易流於形式。林業保育署正是因為在內部有高度溝通、共識，才能建立一套可行的制度。

「林業保育署和農村發展及水土保持署這兩個單位的生態檢核機制，是我覺得目前最好的。」吳仁邦說，且它進一步影響到原住民族委員會等單位，「連臺鐵現在都要因為自身的鐵道特性，從內部著手建立自己的檢核機制，而不是直接沿用交通部的規範。」

學習跨界溝通

林雅玲認為，將生態環境視覺化，是展現生態專業的核心武器。因為在工程業者的眼裡，只認施工設計圖，而不是口頭承諾。生態檢核人員一定要將生態敏感區與保護範圍明確地用圖資套疊、標示在設計圖上，主動使用對方的溝通語言，如此才能畫出雙方在紙上作業階段討價還價的實體邊界。這也是為什麼 TETA 會整理「TETA 台灣生態保育圖資料集（地圖包）」供會員們使用。TETA 的圖臺每年不斷更新各項保育相關資料，提供會員們在第一時間能透過圖臺掌握生態及法規的變化，掌握跨界溝通的語彙，建立生態專業人員和工程人員之間的溝通橋梁。

林雅玲還補充，生態檢核人員還需理解工程設計單位在結構安全與力學上的考量。瞭解工程需求，才能在冷冰冰的構造物設計中，精準提出把生態友善設施塞進去的空間。在多年磨合之後，「很多資深的生態檢核人員，現在看工程圖都很快能抓到重點。同樣的，很多工程人員，本來對生態需求一無所知，但現在他們在出圖時，就已經把基本的生態需求都先顧慮到了。」

林雅玲再以她經營的漢林生態顧問有限公司為例，為了克服傳統科學訓練下只顧自身專業觀點的盲點，她會聘請兼具生態背景與商業策略引導專長的講師，在公司內部開授有效溝通課程，學習站在對方的立場思考，理解立委、民代、地主或工程技師為什麼會和生態檢核人員想的不一樣。生態檢核人員必須感受到對方的實際需求，不以道德評判來對抗，而是以釐清雙方的衝突點來建立信任關係。

從早期的衝突、誤解、挫折，到如今工程及生態專業攜手走進工程現場、導入公民參與，林業保育署的生態友善機制，已不再只是署內進行集水區治理時，特定部門的一道行政手續，而是一場深化到所有參與者習慣中的文化運動。這群默默穿梭於山林溪溝與工程圖紙之間的綠領工作者，為居民生活降低災害風險，同時也在社會發展與生態保育間修補裂痕，重建下一代的生態永續願景。



在塊石護岸的石頭上，預鑿孔洞以作為動物棲息之所。後來果真觀察到蛙類及鳥類在此棲息築巢，顯示該工法對生態有正面效果。

位於杉林溪生態渡假園區的加走寮溪松瀧岩瀑布下方的水域有條親水步道，一直是遊客最喜愛的地點，但因水域落差太大，不利魚類迴游。經林業保育署南投分署以生態友善工法改善後，營造魚類及其他生物棲息的空間。現民眾依然可以自在使用，同時也能觀察到不少動物利用預先規劃的生態棲息孔洞。此工程成果獲得「2025 年全球卓越建設獎」環境類「銀獎」殊榮，是林業保育署首次獲得國際建設大獎肯定。





一日地圖

桑樹溪谷間的生態之旅

文＝孫維利（本刊特約採編）
插畫＝林家棟

桑樹溪（Kataliywdo）是利嘉溪的上游，鄰近魯凱族的達魯瑪克部落。由於離市區不遠，開車輕鬆可及，溪流不長又地形多變，很多人都會來此體驗一下縱情大自然的感覺。

創業回故鄉

也因為如此，過去不少外地業者爭相帶旅客前來玩水，但這批人對地方文化所知不夠，常侵擾住在當地的達魯瑪克部落。部落青年們為了守護文化主體，便回鄉推動「達魯瑪克部落桑樹溪溯溪生態旅遊」，透過創業培訓族人考專業溯溪證照，恢復部落主人的角色，「我們小時候穿一條短褲就可以玩水，比誰都更熟悉水性，如果改換我們帶旅客玩水、『捉弄』他們還可以領錢，好像不錯餒！」



擁有溯溪教練證照的青年們從小都在部落長大，經歷過傳統文化洗禮，熟悉部落故事與自然環境。因此他們設計的溯溪體驗，比只會來玩水的外地人，更得讓人身清涼、心舒爽的精髓。旅客也更容易因理解文化，而同理他們守護的目的。

在地人的溪流教育

因應不同溪水段的緩急深淺，部落青年設計一系列溯溪體驗活動，包含：一線天人體





漂浮、穿越神秘穿石洞、魔王跳臺勇氣跳、天然滑水道等。不管是一群人手搭肩任水漂浮、或是得獨自面對恐懼、跳下深潭，又叫又笑的體驗，瞬間把所有壓力都釋放到溪谷裡，把自己的身心洗得乾乾淨淨。

部落青年們規劃的「溪流教育」，不只是溯溪，也會沿著溪濱道路，繚繞在山谷裡，沿路認識植物。在春天之際，溪谷裡的植物萌芽，桑樹在春天吐新葉、生長於岩壁的蕨類也舒展羽狀葉，山蘇花也油亮翠綠。中低海拔的假酸漿葉、長葉腎蕨、大圓葉胡椒、昭和草、龍葵……，一路上青年們介紹著多種民族植物。一邊走一邊認識山林地勢；聽他們分析溪流的危險性。甚至在颱風過後，青年們自信的說，僅需看一眼桑樹溪源頭的水流量，就能判斷今天能否安全溯溪。

受保護的生態環境

桑樹溪穿過大南山一帶，是部落的傳統生活領域。在部落與林業保育署臺東分署的合作下，推動「利嘉溪溪流環境友善治理及生態保育」計畫。10 年合作有成，溪谷的生態保持的很健康。遠觀它只是一條急流小溪，但跟著行程慢慢走，則能看見圓圓胸鰭、吸附在溪石上的保育類臺東間吸鰍，還有苦花、高身鰟魚等能在急流中生活的小壯士，或是穿山甲、山羌等野生動物。若意外遇到白腹游蛇、百步蛇則遠觀為宜。至於臺灣黑熊雖說當地有，但「還是不要遇見好」，青年們說。

在溪流教育過後，最療癒的溪畔午茶時光，是將沿途採摘的新鮮野菜入鍋、配上部落媽媽製作的阿粨，「一定要用我們種的辣椒做的辣椒醬！」吃過的人無不另外下單阿粨與辣椒醬、帶走紅藜與小米，透過一趟溯溪體驗活動，收益直接回饋到部落媽媽與族人中，實現部落經濟的永續。

打造魚方舟

從巴氏銀鮈保育經驗看淡水魚困境

文＝鄧羽雯（臺中市野生動物保育學會研究組員）
許竹君（臺中市野生動物保育學會研究組員）
吳雪如（臺中市野生動物保育學會理事長）
林文隆（臺中市野生動物保育學會研究組長 / 通訊作者）
圖＝鄧羽雯、林文隆、許竹君





臺灣淡水魚保育近年越來越受到重視，受到保育工作高度關注的淡水魚類，包括巴氏銀鮈（*Squalidus banarescui*）、飯島氏銀鮈（*Squalidus iijimae*）、陳氏鰍鮀（*Gobiobotia cheni*）、中間鰍鮀（*Gobiobotia intermedia*）、埔里中華爬岩鰍（*Sinogastromyzon puliensis*）、臺灣鮠（*Liobagrus formosanus*）等。這些物種多半不是分布廣、棲地彈性大的魚類，而是高度依賴特定河段、特定水文條件或特殊微棲地的溪流型魚類。也正因如此，當河川水情不穩、棲地快速變動時，牠們所承受的風險往往遠高於一般淡水魚。

上述的關注魚類正共同面臨棲地不穩定所帶來的威脅。過去，淡水魚保育多半著重於污染控制、攔阻改善或棲地維護，但近年最直接、也最難掌握的壓力，卻是極端氣候造成的長時間乾旱與河道失水。對陸域生物而言，乾旱帶來的是棲地品質下降；對淡水魚而言，乾旱則可能直接意味著水體消失。

本文以巴氏銀鮈的保育行動為主軸，從一個物種的救援、庇護與棲地維護經驗，來看臺灣淡水魚保育目前面臨的結構性困境，並提出可能的調整方向。

淡水魚保育面臨的結構性困境

❶ 河川中下游區域的乾旱風險

近年極端氣候發生頻度越來越高，對河川中下游區域的淡水魚而言，保育越來越像是在看天而活。中下游河段河幅較寬，到了枯水期，水體常會集中於單一河道或少數殘存水域之中；一旦降雨長時間缺乏，水體規模縮小、蒸散加劇、水溫升高、溶氧下降，甚至完全乾涸的情況都可能發生。對棲息於這類環境的淡水魚而言，這是最直接也最致命的壓力。

以烏溪來說，巴氏銀鮈、陳氏鰍鮀、斯奈德小鮈（*Puntius snyderi*）都面臨這樣的風險。當枯水期加上長期不雨，原本仍可維持魚類生存的湧泉溪與殘存流路也會快速萎縮，導致魚類集中、暴露於高溫與掠食壓力，最後甚至失去整段水體。這種風險並不是單一魚種的問題，而是河川中下游特殊水文條件下，多數侷限分布魚類都必須面對的共同困境。

❷ 人工構造物造成的區段化限制

許多關注魚類長期侷限於特定河段，並不只是自然分布結果，人工構造物也是關鍵因素。以烏溪為例，阿罩霧第一圳與茄苳媽助圳兩座攔水堰壩，總高差約 9 公尺，對魚類而言幾乎是不可能跨越的障礙。無論是上溯或下游，這樣的壩體都會形成補充族群時的明顯阻隔。

對全河段廣泛分布的淡水魚而言，攔河堰壩上游仍可能保有其他族群；但對巴氏銀鮈這種侷限分布魚種而言，這些壩體無疑是將牠們限制在幾 10 公里甚至更短的河段內。若再將已感潮的河段視為不適合棲息的限制條件，真正可供這些魚類利用的範圍，往往只剩約 10 公里的河段。當分布範圍被壓縮到如此狹窄時，只要遭逢乾旱、污染或工程擾動，族群幾乎沒有退路。

❸ 水資源工程與生態需求之間的落差

在極端氣候日益頻繁的背景下，政府推動地表水、伏流水與地下水保全計畫以維持民生與產業供水，本屬必要。然而，對水域生物而言，更多水源被截取、儲存或導引之後，天然河道在枯水期可維持的水量與連通性往往進一步下降。

即使管理單位承諾提供生態基流量，實務上這些設計值多半難以真正對應極端乾旱條件。乾旱期的問題不只是流量多寡，而是水是否能集中形成足夠水深、岸際植生是否能維持遮蔽與溶氧，以及是否能讓魚類避開高溫與掠食壓力。名義上的有放水，不一定等於生態上有效保水。

❹ 特定魚類的棲地保存

對河川中游的淡水魚而言，湧泉溪是非常重要的棲地類型。相較於主流河道，湧泉溪受到大地表層乾涸的影響較小，往往能在枯水期維持較穩定的水體條件，對淡水魚而言相當於天然庇護環境。特別是對分布狹窄、耐受範圍有限的魚種，湧泉溪的重要性往往遠高於一般河道。

過去，河川管理單位並不一定會注意沿著高灘地或出現在高灘地內的湧泉溪，因此在

進行河道整理時，常將多餘土石堆疊、埋填於這些看似零碎的小水體之上，連帶破壞了魚類賴以度過枯水期的關鍵棲地。

保育魚類生物學調查的特殊性

一般河川魚類調查往往強調一年四季、固定樣站與一致化努力量，以便長期比較水域生物組成與變化趨勢。此方法對掌握整體魚類資源狀況當然重要，但其設計目的本質上是依河川魚類資源監測設計，未必適合直接掌握特定關注魚種的族群狀態與棲地需求。

巴氏銀鮈在傳統固定樣站、4 季例行調查架構下並不容易被有效偵測，即使被列為保育關注對象，我們對其族群規模、實際分布與棲地偏好的掌握仍常不足。

因此，魚類資源調查與保育魚類生物學調查應視為兩種目的不同、方法也應不同的工作。前者偏向大尺度、長時間的群聚監測；後者則需要針對特定物種設計調查策略，包括選擇較可能出現的棲地類型、適合的季節或水情條件，以及更符合該物種行為特性的偵測方法。唯有透過物種導向的調查，我們才可能逐步釐清目標魚種在什麼環境較容易出現、在什麼條件下較容易被偵測，進而量身訂做保育行動。

以巴氏銀鮈為例，豐水期雖然水量充足，但因流量大、棲地範圍擴張，魚隻分布往往較為分散且不均勻，採樣偵測難度反而提高，因此不見得能獲得更多個體資料。相對地，在枯水期，水體限縮、魚群集中，反而更容易偵測目標魚種，也更有利於評估族群狀態與執行即時保育措施。對巴氏銀鮈而言，枯水期的調查、監測與必要時的搶救，應是整體保育行動的關鍵環節。只要能建立即時監測與介入機制，就有機會在極端乾旱條件下維持族群，避免走向局部滅絕。

以域外庇護作為保險機制

在極端氣候條件下，僅靠原地棲地維護往往不足以確保族群延續。因此，若要保育巴



極端氣候下的溪流乾涸越來越頻繁，繼 2020 ～ 2021 年後，2025 ～ 2026 年也發生了超越前次規模的乾涸。本張照片拍攝地點約略為國道 3 號跨越烏溪路段正上方、向烏溪上游遠眺。圖片上方為中投公路、圖左上高架路段為國道 6 號。

氏銀鮈，就必須建立域外保種與庇護的量能。這代表淡水魚保育需要跳脫過往較偏重野外棲地維持的單一路線，將極端乾旱下的搶救與暫時庇護明確納入保育行動。

在巴氏銀鮈的保育策略中，我們已清楚設定：於枯水期監測到棲地快速惡化時，必須即時搶救瀕危魚隻，並移置至庇護池；待水情穩定、原棲地條件恢復後，再行野放回原棲地。建立這樣的庇護機制，至少可以確保兩件事：第一，避免族群在極端事件中直接滅絕；第二，在庇護期間維持存活與繁殖機會，為後續回放保留族群恢復的基礎。

或許有人會質疑：若野外棲地沒有改善，即使域外繁殖出更多個體，最終仍無法解決問題。然而，野外棲地改善當然是根本工作，也不應被域外保種取代。不過，從目前實務經驗來看，在河川仍有水的前提下，多數工程或水路調整對魚類仍有一定緩衝與因應空間；真正難以應對的，是極端氣候造成的無水狀態。一旦長時間乾旱使棲地失去水體，即使棲地結構維持良好，魚類仍然無法存活。因此，域外庇護不是取代棲地保育，而是作為極端事件下的必要保險作為。

巴氏銀鮈的庇護之路

2021 年，當我們意識到保育巴氏銀鮈已刻不容緩時，除了持續監測野外族群，並在已知有巴氏銀鮈分布的湧泉溪加強資料蒐集外，也同步協請水產試驗所淡水養殖研究中心（以下簡稱水試所）加入保育工作，協助建立圈養繁殖所需的技術參數。

在水試所的專業支持下，我們很快掌握了基本照養條件，並開始思考如何擴大庇護量能。當時的方向不是新設魚池，而是優先盤點既有水池作為巴氏銀鮈的庇護場域。2023 年，我們盤點出水利署第三河川分署（以下簡稱三河分署）的雨水收集池與同安厝生態池兩處可用場域。同年，旱溪正進行濕式滯洪池工程，三河分署也邀集我們現勘評估，使工程設計中的部分區域得以兼具旱溪巴氏



阿罩霧第一圳與茄苳媽助圳兩座攔河堰壩相距僅 1.5 公里，但總高差達 9 公尺。



湧泉溪是河川中相當重要的棲地，但過往並沒有被重視。



旱溪巴氏銀鮈庇護池是結合保育、水利、民間等單位共同完成，是國內首度將巴氏銀鮈庇護池概念納入新建工程規劃。

銀鮈庇護池功能。這也是國內首度將巴氏銀鮈庇護池概念納入新建工程規劃。

2025 年，台灣積體電路製造股份有限公司中科廠與南投德安啟智教養院也加入庇護池行列。至此，整個烏溪流域，包括主流及其支流貓羅溪、草湖溪、旱溪與筏子溪，均已有對應的庇護池配置。該年自野外搶救的巴氏銀鮈個體不到 100 隻，但至年底前已累計回放 1,600 隻至烏溪流域。這項結果顯示，在極端氣候威脅已成常態的今天，人工庇護繁殖後回放野外，對維持巴氏銀鮈天然族群而言，是目前可具體執行的選項。

透過工程力量維繫關注魚種棲地

2022 年，我們與三河分署合作，在烏溪斷面 40 右岸開挖一條長約 1.1 公里的渠道，其主要水源來自湧泉，尾水端則與主流銜接。渠道開通後，監測顯示巴氏銀鮈可穩定利用此棲地，顯示該渠道已具備支持目標物種生存的功能。

然而，與多數湧泉溪棲地相同，這類渠道並非一旦形成即可永久維持穩定狀態，仍會受到陸化、淤積與植生演替等影響，導致通水能力與棲地品質逐漸下降。隨著陸化加劇，2025 年我們協請三河分署動用機具進行掘深作業，並將部分河段斷面拓寬至約 12 公尺，以維持通水與蓄水能力。重新開通後，巴氏銀鮈再度回到該河段活動；在 2025 ～ 2026 年大旱期間，此處意外成為一處可供巴氏銀鮈存續的野外庇護環境。

對巴氏銀鮈而言，渠道的存在與維持開放水面與通水能力，是決定可利用性的關鍵因子。從保育單位角度來看，若要自行動用機具開挖、掘深並維護一條渠道，往往需要相當可觀的經費與行政量能；但對河川管理單位而言，這類作業可能是既有業務能力範圍內相對可執行的工作。因此，淡水魚保育若要在極端氣候時代提高成功率，關鍵不僅是提出生態需求，更在於能否找到合適的合作夥伴，建立跨單位協作的保育同盟。

刻不容緩：臺灣淡水魚保育的建議

臺灣淡水魚保育已刻不容緩。當前最難掌握、也最具破壞性的威脅，仍是極端天候與長時間乾旱。淡水魚保育需要更明確的風險分級思維。對於分布廣、棲地替代性較高，或主要分布於相對穩定池塘環境的物種，其保育急迫性與策略可與其他類型區隔；相對地，若物種屬於侷限分布，且依賴特殊棲地

條件，則應列為高度關注對象，優先投入監測、棲地維護與緊急應變資源。

湧泉溪在枯水期期間是魚類度過乾旱的關鍵棲地，當我們逐步提出魚類利用與棲地功能的證據後，河川管理單位便有機會在工程規劃或土方堆置上作出調整，減少湧泉溪遭破壞的機會。只要生態證據足夠明確，工程管理並非不能納入特定魚類棲地保存的需求。

域外庇護同樣不可或缺。許多魚類沒有時間等到研究完全透徹後才啟動保育行動，必須在基礎資訊逐步累積的同時，先建立保種機制。

以庇護池為核心的魚類方舟概念，並不只適用於單一物種，而是可作為多種高風險淡水魚類在極端事件下的共同保險機制。此外，農業灌溉水圳、埤塘等人工淡水運輸系統也是可以成為淡水魚的暫時庇護環境。當極端氣候造成的乾涸、地表水缺乏時，民生、農業、工業用水還是得優先供應，水庫或是人工湖還是得釋出水源給農業用水，因此會形成河道無水，灌溉水路有水的情況。農田水利署可以在渠道、埤塘設置暫時庇護環境，或是徵詢有意願農友提供部分農田給淡水魚類暫時庇護，這些都是未來需要去跨域擴展的部分。



德安啟智教養院庇護池啟用後，由民間單位與教養院的院生共同維管，是國內第一個社福機構加入巴氏銀鮈保育行列的案例。



上圖位於溪尾大橋下方、烏溪右岸的湧泉渠道，拍攝於 2025 年 8 月 27 日。可觀察到它在開挖 3 年後已逐漸陸化。故於 2025 年，再次協請三河分署透過機具，將高灘地渠道掘深。下圖為 2025 年 11 月 6 日所拍攝。

保育單位必須與水利單位，包括河川管理機關與農田水利系統，建立更緊密的合作關係。溪流與水路的管理權責主要在工程與水資源部門，若缺乏共同語言，再好的保育需求也難以轉化為可執行方案。因此，建議保育人員主動學習基本工程用語、理解工程規劃邏輯與施工限制；同時，在提出物種生物學資料與棲地需求時，儘可能以清楚、可操作、便於工程設計採用的方式表達。只有當生態需求能被翻譯成工程可執行的條件，保育行動才有機會真正落地。

巴氏銀鮈保育現況圖



Google Earth
© 2026 Airbus
Data SIO,NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

瀕臨絕種的保育類巴氏銀鮈僅分布在烏溪中游約 10 公里河段。


旱溪排水生態池
三河分署雨水收集池
同安厝生態池
烏溪主流
阿罩霧第一圳攔河堰
茄苳媽助圳攔河堰
溪尾大橋
中投公路
南投德安啟智教養院生態池

永續林業

本 林業保育署　竹 新竹分署　中 臺中分署　投 南投分署
嘉 嘉義分署　屏 屏東分署　宜 宜蘭分署　花 花蓮分署
東 臺東分署　里 林鐵及文資處

2026/02/02

里 林鐵及文資處於 1 月 28 日至 1 月 31 日應邀前往德國出席赫曼赫塞鐵路（Hermann-Hesse-Bahn）全線通車典禮，並與當地組織進行多場交流，分享山岳鐵路治理實務。



2026/02/10

本 林業保育署正式啟用「國產材諮詢媒合中心」，以連結使用端的需求及產業端的生產。中心以一站式服務提供設計師、建築師、裝修者及潛在使用者便捷取得國產材資訊、規格材料展示、應用技術諮詢等媒合服務。並透過諮詢回饋機制，協助生產端掌握市場需求，提升供應穩定度。▼

2026/02/13

嘉 嘉義分署秉持原樣修復原則，應用國產材修復「歷史建築木構造辦公廳舍」，打造兼具辦公與展示功能的多元空間——包含辦公區、「林下良品」品牌推廣展示區及多功能會客空間。



2026/02/24

里 林鐵及文資處公開標租檜意森活村等 26 棟歷史建物的經營權，期待展現全新空間面貌。

2026/02/26

屏 屏東分署揭牌啟用六龜林業循環利用場域，促進資材循環與淨零碳排。



2026/03/06

東 臺東分署與公東高工合作推出「延森」國產材家具特展。

2026/03/13

竹 新竹分署東眼山國家森林遊樂區遊客中心以「探索與觀察」為核心主軸，融合國產木竹材應用與泰雅文化意象，規劃全新展示及展售空間。



2026/03/18

花 2026 年 3 月 18 日經歷天災的「富源國家森林遊樂區」正式開幕。在花蓮分署與天成飯店集團的公私協力下，全新自然旅宿品牌「天成逸旅—蝴蝶谷」驚豔亮相。園區藉由天成集團卓越的飯店管理經驗，優化各項硬體設施，並提供更高品質的服務。遊客能漫步原始樟樹林、吸收芬多精、飽覽瀑布，並享受水質細緻的溫泉黃金湯。此次轉型象徵公私協力合作，守護生態價值，更為花蓮觀光重塑質感新標竿，展現臺灣森林療癒的強韌生命力。

2026/03/21

本 林業保育署於國際森林日，表彰巡護國有森林的優秀森林護管人員及傑出國家森林志工夥伴。

2026/03/25

本 林業保育署公布首批保育共生地認證成果，申請人涵蓋企業、政府機關、學校、民間團體及私人地主，共授證 65 處場域。

2026/03/28

嘉 嘉義分署以「阿里山森林遊樂區神怡橋下方野溪整治工程」榮獲 2025 第十三屆台灣景觀大獎自然保育類最高榮譽「傑出獎」，展現在兼顧工程品質之餘，成功融合地景營造與生態保育的實質成果。



2026/03/31

花 花蓮分署啟用「山林製造 X 啄木鳥森林」選品店。空間以國產木構打造，餐飲部份由在地團隊融合阿美族與客家文化規劃菜單，並以過往甘蔗產業為靈感，規劃特色野餐區，讓遊客體驗森林文化。



公共櫥窗

2026/02/06

本 林業保育署在松山文創園區台灣設計館 03 展間展出《100Y ∞山林有時：_____》特展，呈現 1945 迄今，臺灣經濟發展及國際情勢對林業政策的影響，讓觀眾看到人與森林關係的改變， 進而深思下個百年森林代表的意涵。



2026/02/09

中 臺中分署出版《那一天，我走進熊山》兒童讀本，以孩童視角出發，將臺灣黑熊保育理念以故事畫面導入家庭與校園，引導孩子同理與尊重自然。



2026/02/27-02/28

本 林業保育署攜手生物多樣性研究所，辦理「2026 臺灣中區 TPSI 實務工作者交流工作坊暨臺日里山實踐交流研討會」。本次活動特邀日本龍谷大學學者率 16 位師生來臺交流，與臺灣里山倡議夥伴關係網絡四區基地主持人及在地社區領導人，共 60 餘人深度對話。透過實地導覽及體驗，展示臺灣保全社會—生態—生產地景之成果。此活動不僅強化了臺日里山夥伴關係，更建立長期合作平臺，向國際展現臺灣里山倡議實踐軟實力。

2026/02/28

中 臺中分署的國家森林解說志工隊成立至今 30 年，每年出勤時數超過 1 萬小時。透過志工們的導覽解說，陪伴無數民眾走入森林，是臺中地區推動自然保育的重要力量。

2026/03/03

嘉 為深化民眾對山林歷史、文化與藝術的理解，嘉義分署於阿里山國家森林遊樂區正式啟用「森記・事 Forest Era ｜林業故事館」與「山記・畫 A-lí-san ｜山野創作館」兩處主題展館。透過全新策展內容與展示設計，帶領遊客從林業歷史、山林文化到文學藝術，重新認識阿里山在人與自然關係中的多重面貌。



2026/03/02

屏 屏東分署舉行分署長交接典禮，由林華慶署長主持，李政賢履新。

2026/03/09

東 臺東分署舉行分署長交接典禮，由張岱副署長監交，羅尤娟履新。

2026/03/12

本 植樹節當天於內政部警政署反恐訓練中心舉辦「115 年『原地扎根．韌性森活』總統植樹活動」，總統賴清德及五院與部會代表，與笨港國小學生一同植樹，為園區增添綠意，並以行動串聯生態廊道，傳達造林淨碳、維繫生物多樣性及強化國土保安與生態韌性的意涵。



2026/03/10

里 林鐵及文資處與英國威爾普蘭菲爾鐵路簽署 DL-34 柴油機關車展延契約，續寫鐵道外交。

嘉 嘉義分署與林鐵及文資處啟動阿里山花季「春，櫻與音的對話」，並展開「2026 四季生活提案風格季」系列活動，推出光鍊劇團環境劇場演出。



2026/03/21

花 副總統蕭美琴邀請歐洲駐臺代表參訪花蓮林田山林業文化園區，帶領他們穿梭百年聚落，見證臺灣林業轉型後的產業、文化及生態。



自然視野

2026/02/06

投 為落實森林保育與生態永續理念，南投分署於巒大事業區第 22 林班辦理「臺灣原生樹種生態造林暨護蛙友善環境」活動，這也是 2026 年的第 1 場植樹活動，由南投分署、生物多樣性研究所共同參與植樹行動，投入森林及生態環境復育工作。

2026/02/23

里 林鐵及文資處實施網路訂票立即付款新制，優化座位運用效率及購票服務，提升服務品質。





2026/02/10

屏 屏東分署於林火風險地區噴灑阻燃劑，並提醒民眾乾燥季節為林火高風險期，呼籲注意用火安全。



2026/02/11

中 臺中分署設置 7 座林火氣象觀測站與自動顯示螢幕，提醒民眾留意與林地乾燥狀況，並即時監測林火風險。

2026/02/25

宜 宜蘭分署攜手威健實業公司與協力組織，在太平山國家森林遊樂區進行 320 株臺灣櫸樹苗木移地保存，期待能復育臺灣寬尾鳳蝶棲地。

2026/03/19

屏 屏東分署與屏東科技大學於林後四林平地森林園區舉行森林療癒成果會，培養多時的 30 位準森林療癒師將正式進入最後的帶隊實習階段，並同步啟動「春季森林處方箋」體驗週活動。

2026/03/28

本 林業保育署舉辦植樹月贈苗活動，提供 1,500 株原生苗木並捐贈發票。

2026/03/28-03/29

本 辦理第 29 屆臺灣地質公園網絡會議，讓各相關團隊彼此交流。且授證「九份金瓜石水湳洞地質公園」為我國第 11 座地質公園 。

台灣林業

編輯部　tfj@forest.gov.tw

徵　稿　說　明

㈠　《台灣林業》雙月刊（以下簡稱本刊），每年雙月出版，計發行一卷六期，以報導國內外林業，範疇包含林業政策、森林經營、育林、林產、水土保持、森林遊樂及自然生態保育等研究領域，並傳播中外有關林業之新知識、新技術，以發展林業為宗旨。凡與本刊宗旨有關之論著、譯述、報導、商業機會或與林業經營相關，且能展現森林之美的封面、封底及幻燈片等稿件，均歡迎賜稿。

㈡　稿件務請書明標題、各作者之姓名、服務機關及職銜、聯絡電話及地址或電子郵件帳號等，並請註明通訊作者；如為譯文，請註明原出處並附原文影本及著作人授權翻譯書，以利審查。

㈢　惠稿文字請務求清晰明瞭，文字以 2,000 ～ 4,500 字為原則；常見單位、符號寫法請一致性；動植物學名請用斜體字或正楷拉丁文下加橫線標示；圖表、照片請儘量使用原件以求製版清晰，並應加註圖表說明及作者或出處來源。

㈣　來稿文件如係電腦打字，請檢附電子檔案一併投稿（或以電子郵件方式傳送至本刊編輯部，專屬帳號為 tfj@forest.gov.tw）。文章如有電子圖片，解析度需在 300dpi（1,280×960 pixel）以上，圖片大小請大於 10cm 見方，並請勿將圖片附在 word 文件以及 PowerPoint 檔案格式裡。來稿（含電子檔、照片、幻燈片等）經本刊接受後恕不退還，請作者自行留底。

㈤　本刊有刪改權，發表時如用筆名或不願刪改者，請於稿內註明，文責自負。稿件經本刊接受並排版後，將送請通訊作者親校一次。稿件一經刊載，本刊將致贈稿酬及當期期刊 1 冊。

㈥　本刊不接受一稿數投。來稿如獲審查通過，本刊將請作者簽署「著作授權同意書」，作者須同意非專屬授權本刊以紙本或數位方式出版，並授權本刊得再授權國家圖書館『遠距圖書服務系統』或其他資料庫業者納入資料庫中提供服務。

㈦　本刊稿酬支給標準：撰稿費每千字 1,000 元；譯稿每千字 800 元，表格依大、中、小分 180、120、80 元，文章內之照片每張 300 元，圖每張 60 元；封面照片每張 800 元、封底照片每張 500 元。



攝影＝手搖鈴創意設計工作室

圖中道路迴轉處，有間白色小亭。它是樟樹湖 169 觀景臺，座落於第 1804 號水源涵養保安林內。4 月底到訪時，能眺望太和村茶農忙碌採收珍貴春茶的畫面。若天氣適宜，則可見到雲朵的影子在山谷間競走；當雲彩撞進谷源，更可見到它在空中旋轉翻滾的樣子。不妨帶上一瓶茶、坐進亭內一下午，欣賞保安林為我們守護的美景！

GPN ｜ 2011200018
ISSN ｜ 02555816
定 價 ｜ 新臺幣160元整

9770255581005

台灣林業