

溯溪探魚涉水 幫鮎魚造個家

—河川生態與溪流鮎魚保育



汪靜明

出生：民國四十五年生

學歷：美國愛荷華州立大學動物生態學研究所博士

現職：國立台灣師範大學環境教育研究所所長

壹、積極了解水 再保育利用

河川是自然界中珍貴而且可以更新的資源。河川在地表上分布廣泛，其所形成的水系，有如人體內的血脈，豐富了大地的生命，也與地球纏綿了數億年之久。

近百年來，人口的遞增及科技的進步，增加了人類對河川水資源的需求與利用。由於河川及河岸環境是處於動態平衡的生態體系，最容易受到人類所干擾。因此，人類在山坡地與集水區的資源開發與利用，創造了人類的經濟繁榮；然而毋庸諱言的是，全球許多河川環境，卻也同時蒙受了極大的環境衝擊，因而導致河川生態重大改變與環境問題。所謂「水可以載舟，亦可覆舟」，如果我們人類清楚的了解河川生態特性，並能夠適當的加以保育與利用，則人類可因河水的奔流而蒙受水利；否則便有可能面臨河水枯竭或遭受洪流與汙染所帶來的水患。

近年來，全球環境變遷，造成自然資源枯竭、生物多樣性削減等生態圈危機。民國八十一年（西元1992）六月十三日世界一百七十餘國代表齊聚巴西里約熱內盧（Rio de Janeiro），共商地球環境保育計畫，並簽署「廿一世紀議程（AGENDA 21）」，提出人類如何在新世紀與自然共榮共存之綠色希望的行動藍圖（Sitarz, 1993）。當今，全球普遍發生水資源枯竭與汙染問題。許多專家預言指出，本世紀末若未能做好地球水資源及其河川集水區環境保育，人類在下世紀將面臨水荒、水災等嚴重水患問題（蕭新煌等，1991；Martin, 1993等）。

就以我們生活的台灣地區為例，河川即是全島最明顯的地表景觀、也是主要之內陸水體，同時也是台灣環境中極具有代表的自然生態體系，而這些在台灣各地分佈的大小河川所形成的水系，也就是台灣最重要的水資源命脈

。長久以來，這些河川密切影響著台灣地區居民生活發展與文化的形成，以及許多野生動植物的生存與演化。近三十年來，我們對於河川水資源的取用及仰賴與日俱增，然而對河川尊重和保育，卻尚未同步增長。目前台灣河川生態系已呈現出生態平衡失調的病態症候群，諸如水文不穩、水質汙染、物理性棲地品質破壞等，其不但嚴重地影響到國民的生存安危與生活品質，同時也威脅到許多野生物的生存（汪靜明，1991、1992c）。簡言之，台灣受到天然、地理區位與氣候因素，以及後天人為活動與污染之雙重不利因素，而導致最近的水荒及河川生物瀕危等環境問題日益嚴重。

台灣河川生態環境及其蘊藏的自然資源，實質地關切到我們生活所需的水資源與社區發展。民國八十二年（1993）十二月廿七日，我國曾召開「水資源永續發展研討會」。國內環保專家台大環境工程研究所於幼華教授（1993）在會中即一語道出：「我們台灣的水資源，其逢雨成澇，逢旱成荒的種種跡象，是否早與所謂永續經營的方向背道而馳。」於教授並結語性的殷切呼籲：水資源的永續經營，就台灣水資源所呈的窘迫現況而言確實是屬重大課題，有待各方以處理重大案件的心情與努力來應對（於幼華等，1993）。

作者響應中國時報系關懷台灣水資源生態第七年〈河川與社區研討會〉之社會性的河川環境教育，本文先概述河川內涵的意義與重要性，並簡介河川環境的特徵與生態特性；而後再論述在台灣河川廣泛分布之鮎魚的生態特性及其資源保育原理。最後，本文從社會環境教育原理中，引述作者與許多相關單位人員及社區民眾，多年來參與台灣中區河川環境教育行動的歷程，獻曝給關切嘉義縣阿里山鄉達娜伊谷溪鮎魚的國人。

貳、修環保心靈 揭河川原貌

一、河川的涵義與重要性

(一)河川的涵義

河川是大地的自然傑作；而它又是什麼呢？作者曾在《河川生態保育》一書（汪靜明，1992a）中，界定「落在或湧出地表的水，由於重力的關係沿著窪溝（河道）斜坡向下逐，通稱為河川或河流」。河川的名稱，依國家地區的習慣而有所分歧，在不同學術領域亦有不同的慣用名詞。在我國，常將這些特定的地表流水，稱之為江、河、川、溪、或澗等。例如大陸地區，國人則常用「河」（如黃河）、「江」（如長江）、「水」（如涇水、渭水）、「川」（如大金川）、「曲」（藏語；如當曲），來為流動水體命名。在我國台灣地區，除了少數者（如淡水河、基隆河、三峽河、宜蘭河、冬山河、大溪川、高雄川）以「河」或「川」來命名外，則幾乎都用使用「溪」字來命名，如大甲溪、濁水溪及高屏溪等。此外，對於高山谷地的小型流水，通常被慣稱為山澗或無名溪，而不一定有所謂的特定名稱。

依據美國河川生態學家（Vannote et al., 1980）所提出的「河川續動概念 river continuum concept」可知，河川體系從源頭的小溪直至大河與河口，其生態環境要素呈現一種連續性梯度的變化，而棲息其間的生物群聚，也隨之反應出這種連續性的適應與消長。因此，若從本質上來看，這些流動水體（flowing waters）依據生態體系的分類，均屬流水生態體系（lotic ecosystem）；這包括通稱的小型溪流（stream）、大型河流（river）、或河川環境（river environment）。在國內，地形學家常用「溪流」、「河川」、或「溪河」，而水文學家和環境規畫與管理者則多用「河川」或「河川環境」等名詞。

作者從生態保育及環境教育觀點，在本文統一使用「河川」名詞，來泛指在地表上沿著窪溝斜坡向下逐漸匯集而形成的天然流動水體；而在文中並視需要和約成習慣，交互地使用「河川」、「溪流」、「河流」、「河川環境」等名詞，來描述這些不同型式的流水及其環境。

(二)河川的重要性

全球的河川，在面積上雖然僅占地球地表千分之一，而在水量上也僅占全球水資源總量的萬分之一。但是自古以來，河川在許多國家地區裡，卻都是人民及其他生物長期賴以為生的主要水資源。很顯然的，河川的重要性，是全方位與多功能的。

例如，人類利用河水供作飲用水源之外，還利用其作為交通航運、農畜供水、水產養殖、水力發電；河流更為忙碌的人們提供觀光、游泳、泛舟、露營、垂釣或打獵等遊憩場所。此外，許多魚類、蝦類、兩生類、水生昆蟲、藻類等野生動植物，也利用河川環境棲息、攝食或繁衍。河川同時也是一些特有、珍稀、或瀕臨絕種之野生生物的種源保存。由於河流是水循環中極重要的一環，而其生態特性往往也可反應出陸域（指氣候的、地質的、化學的、生物的）環境特徵與土地利用狀況。因此，河流蘊涵著自然界中耐人尋味的多種奧秘，並極具生態研究及環境保育解說教育的價值（表一）。

河川，是人類心靈的泉源！由於河川本身的內涵力，加諸人類具有的親水性，河川常成為人跡所至的地方；無論是跋山涉水的溯溪探源，或是河畔臨垂的遊憩片刻。古今中外，有難以數計的史實聖詩與交響樂章取材於河流。

從「黃河之水天上來」、「大海不舍涓流」等典故中，我們可以聯想到大自然環環相扣的生態關係。河川的流水，具有順勢而下的特性；然而，河

川的生物，則具有中流砥柱的生存之道。由此人們可從多重角度觀看河川的自然，知流水「不舍晝夜」的奔流、觀溪魚「逆流而上」的進取，這都有助於修養我們環保的心靈。

表一：河川被人類利用的類型與方式

利用類型	重要性與價值
民生給水	民生飲用水之水源、清潔用水
事業用水	農地灌溉、林業、畜牧業、養殖業、礦業、工業等事業用水
排水系統	土地排水系統、住都衛生排水系統、事業廢水排放系統、防洪系統
水力發電	抽蓄發電、尖峰發電
建築營造	砂石來源
內河水運	交通航運
政治國防	國界與行政轄區劃分、軍事防禦（如護城河）
觀光遊憩	觀光、水上活動（如游泳、泛舟、露營、垂釣）、打獵
藝術文化	繪畫寫生、詩詞寫作、音樂創作、美學陶冶、人生勵志
自然保育	水循環平衡、野生物的棲息地與種源保存地
教育研究	學術研究、環境教育

二、河川的流域與集水區

一條典型的河川之誕生與成長，絕非一朝一夕驟然生成的，而是由點點滴滴的水匯集形成的。當其往下在窪溝中流動或由各方向的地表逕流集合而成時，水會愈聚愈多，形成一條條小溪，而許多小溪河又逐漸匯聚河川水系，終而聯集形成一條淵遠流長的河川流域，最後匯入海洋。

一條河川流域，從航照圖或地圖來看，有所謂的主流和支流；而主流和支流在集水區互相連通即構成一個「水系」(drainage pattern)；地面上一般以山嶺（分水嶺）為界，通常在水資源分類上，即稱為「河川流域」，或簡稱「流域」(drainage basin)。

河川流域通常係指河川上游至下游間降水匯合集中、流經與排出的廣大地面積的地形單位；其常涵括了上游集水區、中下游坡地、平原以及城鎮在內。一般河川流域的範圍常擴及全河系（如淡水河流域、大甲溪流域），並涵括許多不同等級與名稱的支流，而當流域內之逕流集中於某最低點流出流域（通常指入海河口），則該流域即以最低點之主流河川名稱命名之（如烏溪流域）。整體而言，一條河川流域事實上乃是該河川主流、以及許多支流的相關小集水區域，所共同匯聚而成的。換句話說，一條河川流域在某定點以內的任何河段相關集水區域，均可自成一小集水區。所謂的「集水區」(watershed)，即是針對某條河流而言，在某定點以內，匯集該河流地表水的區域，其常被視為自然的地文和水文單元，以及人文的生活圈。

台灣本島河川眾多，獨流入海者總計達 401 條之多，其中長度在 0.5 公里以上的河流有 395 條，而主流長於 4 公里而流域面積大於 10 平方公里的台灣本島代表性河川流域計有 105 條。政府為了經營管理之需要，依據流域形勢和流域附近經濟發展狀況，將台灣本島河川集水區水系歸類區分為：21 條主要河川、27 條次要河川、及 81 條普通河川等 129 條重要河川流域。

一條河川流域可能是國與國的疆界，亦可能在一個國內流經數個行政區域(如縣、市、鄉、鎮)。一條河川流域通常歸類為一個主要集水區；但可依經營管理需要，進一步劃分為數個詳細集水區。近年來「集水區」與「流域」名詞的互用情形極為普遍，並將兩者視為自然生態與人文社經的組合單元。

三、河川的生態保育宗旨

河川流域環境蘊藏了豐沛的氣象、地文、水文、野生物、人文與景觀等環境資源，並具有其生態上的獨特與敏感性。從人文觀點而言，河川環境的經營管理，係講求以環境科學和生態保育原理為基礎，應用其他相關學域的知識和技能來經營河川資源，並保持其潛能與多樣性，以達永續利用之目的，增進人類福祉。

若進一步由生態學觀點來看，河川環境的經營管理，應有「尊重生命」的環境倫理，以及整體生態平衡的理念。作者(汪靜明，1992a)曾歸納指出，河川生態保育的宗旨即在於維護河川生態體系之穩定平衡與合理利用，以改善當代及後世人類全體的生活品質，同時兼顧維繫河川繼起之生命。具體而言，人類對河川環境的生態保育應以下列五項目標，做為人與河川相互依存的永續經營原則：

- (1)明智合理與有效的使用河川資源，
- (2)維護河川資源的多樣性和潛能，
- (3)保護河川環境與水資源的穩定和安全，
- (4)尊重與維繫河川生物種源之生命力，
- (5)維持生態體系之正常運作和平衡。

參、河川環境中 生態特性多

一、河川流域的環境特性

一條河川流域，在地表的水系集水區，形成了多樣的河川環境。河川的環境，在廣義的內涵上，可分為河川的外在環境（指河道外的陸域環境），和內在環境（指河道內的水域環境）；而狹義的河川環境，通常多指河川中影響生物生存和生活方式的水域環境而言。

（一）河川環境的物化特性

河川的物理特性，即指河川的河道形態與流水型式，其主要係由集水區的特性與流水沖刷過程來決定的。河川的河道型態，亦即河流的平面線形狀態，其主要是由水環境中岩屑的運載（如岩土與風化型式、運載量多寡）和水力（如流速、流量）等因子交互作用形成的結果，而有曲流型、彎流型、直流型、網流型與交織型等多種變化。此外，河川的物理特性與河水的流量也有密切關係。例如，河川水體的流量大小，會影響河水的流速；而河水流速的快慢、河深，以及河床坡度與基質（如底石、樹幹）的分布，往往則交互的衍生出淺流、淺瀨、深流、深潭、岸邊緩流等不同的水型（water type）。河川具有自我形成和自我調整形態的環境特性。影響河川物理特性的因子很多，其主要包括：地質、坡度、氣候、流量、沉積物運載量、河岸植物及人為因素等，這些因子並非各自獨立，而是彼此互相關連的。河道中的流水及運載的岩屑，隨著時間演進，集水區的氣候、河岸植物的變化或人類活動等，常造成河川水文與水質的改變，促使河川自我調整成為新的狀態。

河川的化學特性就是指河川的水質而言，其係由陸域及水域環境中各種化學的、物理的以及生物的現象與作用而決定的。每條河川都會挾帶一些無

機岩屑、礦物質或有機物質。一條河川流域的化學特性，係由自然環境養成的，其並非由上而下從一而終，而是隨周遭環境狀況而變化的，因此有季節性的天然差異。當河川環境有人類活動時，若會影響到有機物質、營養鹽及光能的進入到河水中的方式及數量，則就會改變河川的水質。換句話說，河川水質的狀況，往往與集水區的氣候、岩土構造與成分、海拔高度和坡度、植被以及水文組成，甚至與動物群聚行為和人類開發活動有密切關係。

(二)河川環境的生物特性

河川是許多野生物棲息、攝食或生育的重要場所。這些形形色色的生物與河川相互依存，並形成河川特有的生物特性。常見的河川生物，計有：河川植物、河川無脊椎動物與較大型的河川脊椎動物。通常所謂的「河川生物」一詞，指的即是與河川環境有關的生物而言。這包括了在全生活史中必須賴以為生者（如魚、蝦、貝類、藻類等），以及在部分生活史中須賴以繁殖和生長者（如兩棲類、昆蟲類等），並廣義地涵括了一些僅係利用河川資源做為食物或棲息地的生物（如水鳥等）。因此，在河川中棲息的生物群集，計有來自河川流域本身、集水區陸域環境中的生物，以及游走於河川與海洋兩界的一些洄游性水生動物等。

在河川環境中，綠色的水生植物（如附著藻類、浮游藻類、水草）能利用太陽行光合作用，將無機碳轉變為有機碳水化合物，供自己生活所需，同時也被其他的水生動物（如魚類、水生昆蟲、蝌蚪等消費者）攝取為食物，因而在河川生態系中極為重要。同時，集水區的河岸植被，在生之時，其綠葉遮蔭河水，並且調節水溫，而其根系又有保持土壤，防止河水沖蝕的功能。在秋冬之際，綠葉老死告別山林，而以落葉型式流入河川。河畔植物的落葉，在河川生態系中，為主要的能量來源之一，提供了河川動物生長及活動所需的能源。河川中常見的水生無脊椎動物，計有原生動物、水生昆蟲類、

蠕蟲狀動物類、甲殼類（蝦和蟹）和軟體動物（螺、貝類）等為代表。這些多樣式的水生無脊椎動物，有如流水席中形形色色的美宴，是許多魚類和水鳥等大型脊椎動物的主要佳餚，牠們牽動著河川環境的生命網絡。魚類是河川生態系中的消費者，以攝取水生植物、底棲動物、漂游動物、有機物碎屑、甚至同類為生。河川中常可見到一些兩棲類；這些兩棲類多在河畔或河水中行假交配繁殖，產下的受精卵外裹透明的膠囊，在岸邊緩流處孵化成幼體（稱為蝌蚪），在河水中以刮食附著性藻類（如矽藻）為生，長至成體具四肢及肺後，即可真正名副其實的兩棲於河川水陸環境。河川的爬行類動物，是指親水性的蛇類（如水蛇、白腹遊蛇）、龜鱉與鱷類為代表。多數的河鳥在河川生態系中為消費性的掠食者，攝取許多種水生昆蟲、蝦、蟹、魚類及兩棲類的蝌蚪等。通常在河川中棲息的哺乳動物並不多，在台灣河川附近活動的哺乳動物，則以水獺、亞洲水鼠、棕囊貓（俗稱食蟹一蒙）、白鼻心（俗稱果子狸）、山羌和水鹿為代表。

許多河川生物在生活史中，為了適應流水型生態環境，已演化出某些獨特的適應構造與習性。值得特別指出的是，魚類是河川環境中的精靈，兼具經濟、娛樂、觀賞等價值的野生物資源，常被沿岸民眾所利用，也因而影響著當地自然生態與社區文化的發展。

綜而言之，河川是由一連串多樣型態水體所並聯組成的流水體系。一條河川流域，各有其環境的物化與生物特性。河川原本是天然形成，也可自我調整與自淨。

二、河川環境的生態結構

河川環境（river environment），在生態學分類上，即是流水生態系（lotic ecosystem）、河川生態系（river ecosystem）。河川環境的生態

結構，是由河川非生物的物化環境和生物環境兩者所組成（參圖一）。河川的非生物環境，包括了：河川生物賴以為生的陽光、空氣、水體、岩土等物理環境，以及構成生命組織的必要元素（如鈣、鎂）和化合物（如氨基酸）等化學環境。河川的生物環境，則為河川環境中有生命的部分，亦即生物群集；其是由植物、動物和微生物等多種不同生物族群所組成的。

任何生態系的運行，都需要有能量。從營養結構來說，河川生態系有兩個能量來源，其一即為大自然中的陽光，在此系統中，其可為水生植物所捕捉，進入水域生態系中。河川的第二個能量來源，則是源自外在環境中天然的有機物質，或人為所導入的熱能與有機物質等能量。能量是生態系的原動力。河川有了能量，可經由水域食物網中生產者、消費者及分解者的層層傳遞，方能供養生物，維繫河川的生命力。然而，河川有了人為的熱能與有機物質，卻常造成河川不自然的生態演替，甚至病變與死亡。

對於河川來說，水體是河川生態系中不可或缺的主要成分及動力；流水可將生態系中的大顆粒有機物質，透過物理摩擦破碎，或是經由化學溶解，同時將其攜帶到下游處沉降，或是被生物所利用與分解。

河川生態系中的「生產者」(producers)，指的是綠色植物，因其可藉由體內所特有的葉綠體進行光合作用，將外在環境中的太陽能轉化為碳水化合物，作為生存所需的養分。由於其可自行合成養分，因此又稱為河川生態系中的自營性生物 (autotrophic organism)。河川中的生產者，主要為藻類及有根的水生植物。在流水型的水域中，大部分的初級生產量，多發生於陽光充足之急瀨岩石上的附著藻性藻類 (attached algae)；而在靜水型的水庫中，則以浮游性藻類 (phytoplanktons) 為水域中的生產者。

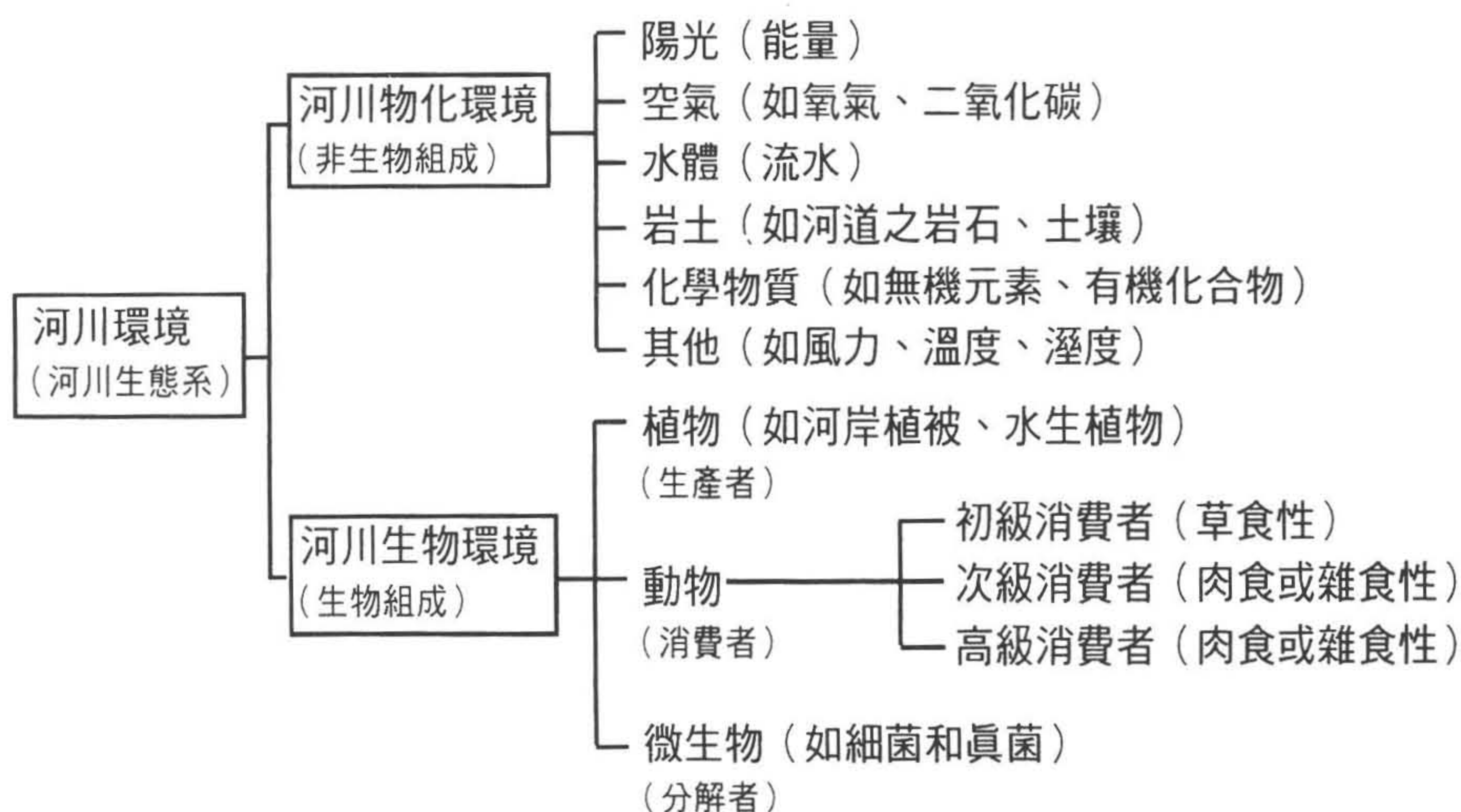
河川生態系中的「消費者」(consumers)，則指本身不能自製養分，而必須攝取環境中現成的植物、或有機物質，當作生命所需的養分，因而又稱

為異營性生物 (hetero trophicorganism)，廣義的含括了巨型消費者 (macroconsumer)，以及微型消費者 (microconsumer)。

河川動物在生態系中，即是典型的河川巨型消費者，主要包括有靠攝食植物、顆粒有機物質維生的草食者 (herbivore)，以其他動物為食的肉食者 (carnivore)，或是兼食動植物的雜食者 (omnivore) 等動物。若進一步由攝食的層次來分，又可分為初級消費者、次級消費者、三級消費者，是是更高層級消費者。

河川環境中的微生物，在體型上雖微不足道，但卻是生態系中不可或缺的微型消費者，可將環境中的動植物的屍體或碎屑、有機物質，以及廢棄物等分解，使其還原成基本元素和簡單的化合物，並重返循環不已的自然界中，或以無機營養鹽 (inorganic nutrients) 型式，可再供植物生存利用。因此，這些微生物通常被稱為分解者 (decomposer)。河川生態系中的分解者，主要為細菌和真菌，但也包括了一些種類的無脊椎動物。

圖一、河川環境之生態系結構圖



綜而言之，河川環境的生態系結構，包括了由河川環境中的陽光、空氣、水體、岩土、化學成分等非生物組成的物化環境，以及棲息其間的生物群集所共同構成的生物環境。在一個河川環境中，具有不同生態區位 (niche) 的生物族群彼此影響，並與外在物化環境共同交互作用，即會形成在時空上具有特色的河川生態系。任何河川生態系自有其特定的物質轉化和能量傳遞路徑，但其所進行的生物地化循環 (biogeochemical cycle)，都經有生物、物理和化學作用的過程，並終而與全球的水循環連成一體。

三、河川生物的群集生態

(一) 河川生物棲地特性

一個環境的生態特性，是由生物及其周遭環境錯綜複雜所交互而形成的。河川環境是許多生物賴以生長或繁衍族群的棲息地 (habitat)。河川生物的棲息地 (簡稱河川棲地)，廣義來說，可分為化學性棲地 (指水質)、物理性棲地 (指河道與流水型態)，以及生物性棲地。

河川生物為了在流水中求生，必須適應時空環境的變化。經由長時間的適應與演化結果，致使各類河川生物在生態系中，占有某些特定的棲所，並扮演著相對應的功能角色，此即形成了河川生物的生態區位。普遍常見的現象是，生物族群的分布與相對數量上，隨著河川環境狀況的變化，也跟隨發生改變，而呈現出上下游縱向消長的現象，並甚而形成明顯的生物分區的現象。

以河川生物中最具代表性的魚類為例，在自然情況下，河川的源頭溪由於富含水生昆蟲和附著性藻類，因此魚類群聚多由嗜食水生昆蟲或藻類的魚種所組成；在下游則由於食物資源的改變，而以雜食性、或嗜食有機物碎屑的魚種居多。通常以同一河川流域而言，上游魚類群聚係以冷水性嗜食水生

昆蟲或藻類魚種所組成，而在下游則以雜食性、或嗜食有機物碎屑的魚種為優勢代表。例如，台灣纓口鰍、台灣間爬岩鰍與川鰍虎等屬於典型的嗜急流（淺瀨、淺流）魚種；而鯽魚、沙鰍、台灣鮰等則屬於典型的嗜緩流（深潭）魚種。在棲地生態區位上，可利用水域型態較為寬廣的魚種，則以鯉科的台灣石鱸、台灣馬口魚、鮰魚，以及粗首鱨等為代表。

（二）河川生物群集生態特性

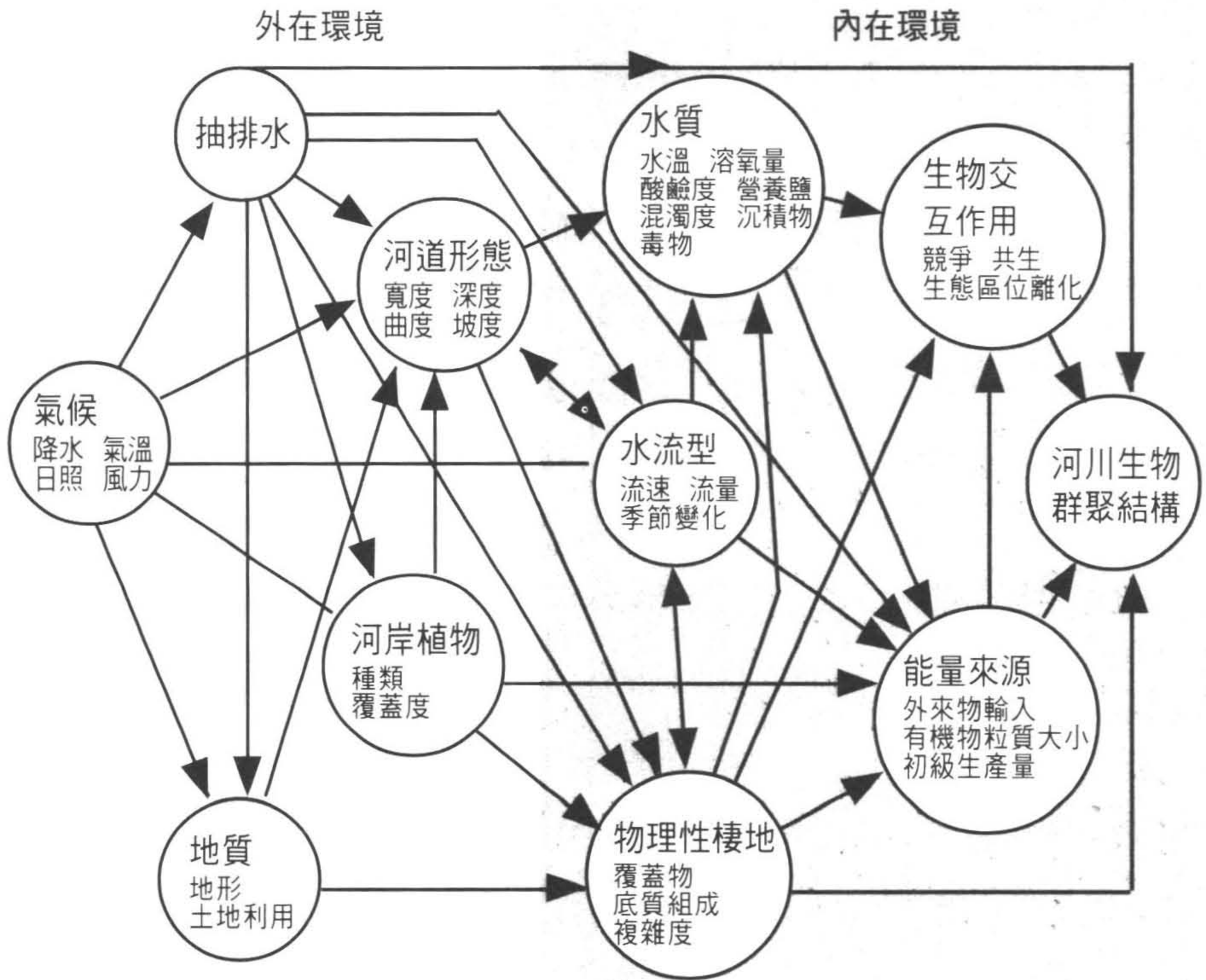
河川環境的物化特性，因時因地有所差異，而河川生物及其棲息環境所交互形成的生態，也常有其特色。綜觀全球各地，大多數的河川流域，從源頭至河口的生態特性與出現的生物，往往呈現上下游縱向消長的現象（Vannote et al., 1980）。近年來，為了河川生態監測及環境管理之需要，許多生態學家將河川生物群集結構與集水區環境特徵統合來詮釋。

依據河川生物群集生態模式（圖二）可知，河川中的生物群聚組成，係由外在（陸域）環境因子與內在（水域）環境因子共同交互決定的。在陸域環境因子方面，集水區的氣候、地形、地質、植被以及土地利用（如農工業開發）狀況，將會決定與影響河川的河道形態（如寬度、曲度、坡度），進而影響河川內在環境之水文（如流量大小、季節變化）、水質（如水溫、溶氧量、混濁度、營養鹽、毒物）、物理性棲地（如覆蓋物、底質類型與多樣性），以及能量來源（如外來有機物輸入、初級生產量）。這些非生物環境因子，往往即決定某些生物種類是否能在該環境中生存及其分布範圍。此外，加諸生物間的交互作用（如競爭、共生），該河川生態系的生物群集結構及其特性就此形成（汪靜明，1992a）。

由河川生物群集生態模式可知，決定河川生物棲地生態特性的環境因子相當複雜，除了受到外在環境或天然災害的影響外，常見的環境控制因子計有：

圖二：河川生物群集生態模式圖

(汪靜明，1992a；河川生態保育)



- (1)河川等級（影響地文、河道形態、水文、水質、生物分佈、能量來源等）；
- (2)海拔高度（影響水溫等）；
- (3)河床坡度（影響流速等）；
- (4)河床基質（影響棲息空間、生物交互作用等）；
- (5)流量大小（影響河道、河深、流速、水型等）；
- (6)水質（影響生物生長、生存、分布等）；
- (7)能量來源（影響生產量、食物鏈、環境承載量等）；
- (8)生物交互作用（影響族群動態、生態區位離化等）；
- (9)人為因素（影響河道型態、水文、水型、水質、能量來源、生物交互作用等）。

綜而言之，河川生物群集的結構，主要決定於自然水域環境的水文、棲地結構、水質、能量來源與族群交互作用控制，並間接地受到陸域環境的氣候與地文等環境因子的影響；而這些又顯然的受到人類土地利用等人為因素的影響。依據河川生物棲地生態的特性，通常可以預期的在不同的季節與不同的地方，欣賞到應景的河川生物。但若是河川環境受到人為的干擾，生存於其間的生物，也常會顯現出不自然的消長現象，而其河川生態演替結果，也不是一般人可預知與控制的。

肆、藉保育鮎魚 研究溪流生態

一、鮎魚的形態分類

鮎魚，又名台灣鏟頰魚，俗稱苦花、鮎魚、山隱魚、竹葉魚等（汪靜明，1993a）。在系統分類上，屬於鯉目、鯉科之魚種：

鯉目 Cypriniformes

鯉科 Cyprinidae

鮎魚 *Varicorhinus barbatulus* (Pellegrin)

鮎魚之學名為 *Varicorhinus barbatulus*，文獻上使用過之同種異名包括：*V. tamusiensis* 及 *V. barbatus* 等（陳兼善，1986；曾晴賢，1986）。鮎魚之型態：背鰭 3, 8；臀鰭 3, 5；腹鰭 1, 9；側線鱗 40-45；下咽齒 5, 3, 2—2, 3, 4。

鮎魚體型延長、體側呈扁型、腹部圓、頭部寬圓；吻型圓鈍而突出；吻鬚與頰鬚各一對，極小而不易察覺，有時消失。口次端位，寬而口裂於吻之下方，略成弧形；上頷前方之吻褶頗發達，下頷呈鏟狀，具角質邊緣。體被圓鱗；側線完全。腹鰭腹位；叉形尾。眼睛上半部常呈淺紅色，體背黃綠色，腹部淡白。中小型魚類，常見成魚體長 6 ~ 25 公分，大者可達 50 公分。

二、鮎魚的資源生態

(一) 鮎魚之分布與棲地生態

鮎魚終生只能生活及繁殖於淡水中，為一初級性魚種（primary division）。在台灣本島水域中，鮎魚主要分布於流水體系（flowing or lotic water）或俗稱河川流域。依據 Liang（1984）之調查，鮎魚分布非常廣泛，

幾乎遍及本島各河川流域。相關研究也表示鮎魚在本省最南端恆春半島上之短小河川外，均有其蹤跡（曾晴賢，1986）。

鮎魚在河川流域之地區性分布及地形海拔分布，可能主要受水溫(Tzeng, 1986; Wang, 1989b)及水流量(Wang, 1989b)控制。鮎魚性喜高冷，一般認為鮎魚之分布侷限於水溫低於20°C之河川（曾晴賢，1986）。但是目前已有充分證據顯示，鮎魚可耐熱生存於夏季水溫高達21.5°C之農業化高山溪流有勝溪（呂光洋、汪靜明，1987; Wang & Lue 1988; Wang, 1989a）。本省東部森溪流水溫較低，鮎魚分布可低達海拔100公尺（曾晴賢，1986）；在中部大甲溪上游集水區之有勝溪及七家灣溪上游，鮎魚分布高達海拔1,900公尺（Wang, 1989a）。Tzeng（1986）曾指出台灣淡水魚海拔分布最高的三種魚依次為：櫻花鉤吻鮭（1,500~2,200公尺），台灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*, 100~1,700公尺）、鮎魚（50~1,900公尺）。其中鮎魚是台灣淡水魚中海拔分布最高，範圍最高之魚種。

在鮎魚的棲地生態方面，一般我們將河川魚類棲息地，依深度、流速而區分為三種基本類型：(1)急瀨區（riffle）、(2)平瀨區（run）、及(3)深潭區（pool）（參Platts et al., 1983）。依據本省釣友們（陳兼善，1986；蕭永正，1987；陳炳煌，1987）多年垂釣經驗得知，鮎魚多棲息於溪面寬廣、巨石多、落差大、急湍上下有深潭藏身的水域中。Wang(1989a)以電捕法及標記法等進一步證實，鮎魚雖可利用急瀨、深潭水域，但是大鮎魚多占用下層水域，小鮎魚則占用流速較緩之溪岸、水潭或岩洞。此種垂直分布現象形成大小鮎魚不同之棲地區位。此外，在棲息地選擇上，鮎魚也有季節性遷移現象。例如在中部有勝溪，被標記（tagged）之鮎魚在1987年2月間（水溫11~13°C，流量0.42~0.79m³/sec），明顯地由急瀨、深潭遷移至深潭底部及岩洞。根據標記可知，部分鮎魚可停留在岩洞中「渡冬」長達2~3月

之久。

鮎魚族群數量與棲息地組成特徵有密切關係。例如，北部雙溪河域棲息地改善（水深由 70cm 加深為 120cm）試驗後，水潭中之魚數由 8 尾增加一倍至 16 尾（林曜松等，1988）。Wang (1989b) 在中部有勝溪設定 61 個調查站，研究結果顯示，鮎魚族群之靜態生產量 (standing crop, 以 $g/100m^3$ 表之) 和河川中之巨石底質百分組成呈顯著正相關 ($p < 0.05$)，與砂土百分組成呈顯著之負相關，但與林岸植物罩蓋度 (overhanging canopy density)、溪寬、流速並無顯著相關性。另外在體型上，大鮎魚 (體全長 $> 8\text{ cm}$) 之單位面積重量，與溪流深度呈顯著正相關，而其族群密度 (density, $no/100m \times 2$) 則與巨石百分組成有顯著之正相關；但是，小鮎魚族群則無此兩項明顯之相關性。此棲息地之生態研究指出，巨石和水潭在鮎魚棲息地中之重要性。目前河川整治工程常將河床中之巨石移去，因而減少許多溪中覆蓋物供做魚類棲息或躲避洪水之用。此外河川截彎取直之直道化工程，不但減少彎流形成之水潭數，也因移去巨石，常造成許多流線形魚類 (如鮎魚) 之族群數量銳減或無法生存。

Wang (1989a) 曾進一步探討鮎魚在有勝溪之棲息地模式。根據 61 個調查站 10 項因子生態資料，利用複迴歸 (multiple regression) 統計方法，建立鮎魚數量與棲息地之總性生態模式。分析結果顯示，模式之複相關係數 (R^2) 介於 0.24 ~ 0.26，意即這 10 項棲地因子所能解釋其數量與棲息地間之量化關係不大。在生態意義上，這表示鮎魚為棲地通用者，偏好巨石、水深處，但也可利用水淺流速快之急瀨型水域。因此在棲息地之管理上，應保有適當之急瀨與深潭比 (riffle/pool ratio)，以提供不同體型之鮎魚棲息。在垂釣經營上，河川富有深潭、巨石處，可規畫為鮎魚釣場。但是該河川亦應設置有部分保留區，以供鮎魚族群生長、繁殖，補充新生代。

綜合歸納鮎魚之分布與棲地生態，其特點包含：

1. 鮎魚在河川流域之地區性分布及地形海拔分布，主要受水溫及水流量控制，而其族群亦與物理性棲息地及食物資源有密切關係。
2. 雖然鮎魚性喜高冷之清溪，但是亦可耐熱生存於夏季水溫達 21.5°C 之優養化有勝溪，甚至出現於高達 26.5°C 之大甲溪主流（如麗陽與求安吊橋附近）。目前可歸納其族群之海拔分布為 $100\sim 1900$ 公尺，水溫範圍為 $5.5^{\circ}\text{C}\sim 26.5^{\circ}\text{C}$ 。
3. 鮎魚族群之單位面積重量和河川中之巨石底質百分組成呈顯著正相關，與砂土百分組成呈顯著負相關，但與林岸植物罩蓋度、溪寬、流速並無顯著相關性。另外在體型上，大鮎魚（體全長 $> 8\text{ cm}$ ）之單位面積重量，與溪流深度呈顯著正相關，而其族群密度與巨石百分組成亦呈顯著正相關；但是，小鮎魚族群則無此兩項明顯之相關性。本研究指出，巨石和水潭在大型鮎魚棲息地中之重要性。
4. 體型大小不同之鮎魚在河川生態體系分層占用水體的現象很明顯；大鮎魚多占用下層水域，小鮎魚則占用流速較緩之溪岸、水潭或岩洞，此種垂直分布現象形成大小鮎魚不同之棲地生態區位。
5. 鮎魚在有勝溪之棲地生態模式，由於線性複迴歸之 R^2 值很小，顯示10項棲地所能解釋其數量與棲息地間之量化關係不大。在生態意義上，這表示鮎魚為棲地通用者，偏好巨石、水深處，但也可利用水淺流速快之急瀨型水域。
6. 鮎魚也有季節性棲地遷移之現象。根據族群標記追蹤研究可知，鮎魚在冬季多棲息於深潭底部及岩洞，部分鮎魚可停留在岩洞中「渡冬」長達 $2\sim 3$ 月之久。

(二) 鮎魚之食性與生態區位

鮎魚為本省森林溪流最主要垂釣魚種之一，因此其攝食種類、季節性變化、深為釣友們所關注。鮎魚主要以水底岩石上著生性藻類為食（曾晴賢，1986），而釣友們很少用藻類為釣餌，卻常用水蟲、土司麵包、飯粒（蕭永正，1987；陳兼善，1986），甚至蝌蚪做為索餌，亦頗有斬獲。這可概略性推測鮎魚攝食之多變化性。有關鮎魚食性之長期定量分析，迄今亦僅限於有勝溪之鮎魚族群。楊平世等（1986）曾研究過該河域之水生昆蟲相，黃生等（1988）亦調查過河域中之藻類相，因此Wang（1989b）除分析鮎魚食性之外，並進一步探究其攝食與溪流中季節性食物資源變化之生態關係。

根據作者1987～1988年有勝溪研究資料（Wang, 1989b）有勝溪鮎魚族群的胃內含物（N = 412），依所占體積百分比，主要可分為五大類：(1)有機物碎屑（detritus）占68.5%；(2)水生昆蟲（aquatic insect）占22.7%；(3)砂石（sand）占4.1%；(4)絲狀藻（filamentous algae）占3.3%及(5)矽藻（diatoms）占1.4%。鮎魚在有勝溪利用的藻類，均屬著生性（attached algae），包括：(1)金黃藻門（Chrysophyta）— diatoms、Vaucheria spp，(2)藍綠藻門（Cyanophyta）— Homeothrix sp, Oscillatoria spp，(3)紅藻門（Rhodophyta）— Bangia atropurea，及綠藻門（Chlorophyta）— Stigeoclonium sp, Cladophora fracta, C. glomerata, Cosmarium sp）；鮎魚所攝食之水生昆蟲，包括：(1)雙翅目（Diptera）— Chironomus spp, Antocha sp., Simulium sp，(2)蜉蝣目（Ephemeroptera）— Baetis spp、Baetiella spp，(3)襁翅目（Plecoptera）及(4)毛翅目（Tricoptera）。而在分析其胃之食物得知，出現頻度最高之藻類性食物依次為：diatoms(46%)、Bangia(35%)、Cladophora(7%)；而出現頻度較高之昆蟲性食物則為Chironomus(17%)與Baetiella(3%)。

鮎魚之食性、攝食方式與其形態、棲地區位有密切關係 (Wang, 1989b)。鮎魚之側體型，有利其在溪流中快速游移，而位於吻部前上端，亦有利其在溪中低質上啄食大量之有機物碎屑、著生性藻類、水生昆蟲。大鮎魚 (體長 8 ~ 22cm) 可攝食之種類高達 18 類，而小鮎魚因棲地生態區位小及口型小等因素，攝食種類僅有 11 類，未能攝食大鮎魚可利用之襁翅目、毛翅目幼蟲，以及雙翅目中之 *Simulium* sp.、*Eriocera* sp. 及 *Belep harocera* spp. 等較大食物。

作者研究結果亦指出，鮎魚在攝食策略上為機會主義者，因此其食性隨著季節性環境狀況及食物資源變化而有不同，其中與棲地中水流特性與水生昆蟲量關係密切。此外，依據鮎魚食性與棲地生態區位特性可知，其與同在大甲溪水系共存的嗜食蟲性櫻花鉤吻鮭之間，已有明顯之生態區位離化現象。因此，兩者間發生食物與棲地競爭的機會不大。

在農業化之有勝溪，由於溪岸森林植物多被砍伐墾殖為菜圃和果園，致使陽光直曬溪水，溪溫顯著上升高達 21.5°C。同時，由於果菜園施用肥料，殘餘之氮、磷化合物流入溪中，致使溪中藻類繁生、有機物碎屑增多。這種溪水優養化現象，增加了鮎魚食物來源，助長鮎魚大量生長和繁殖，卻也造成狹溫性國寶魚 (台灣櫻花鉤吻鮭)，從此在有勝溪無法生存。因此在森林溪流經營管理上，必須權衡整個集水區之社會、經濟及生態價值，而擬訂合宜之溪流魚類資源保育政策。譬如，政府今後應宣導、嚴禁民眾在溪釣場中「施肥」企圖增加鮎魚數量。有效增加魚生產量方式，應從改善溪流物理性棲息地來著手。

(三) 鮎魚族群生殖生態學

鮎魚在本省頗具經濟價值，因此人工養殖方面之生殖生物學研究，近十

年來在國內已頗具績效(如陳弘成等, 1980; 彭勝瑜, 1986; 湯弘吉、彭弘光, 1987; 彭弘光、湯弘吉, 1988), 然而在生殖生態學方面之研究, 迄今仍有待努力。

鮎魚之生殖季節, 因地而異。例如, 北部新店溪上游福山地區之鮎魚生殖季在1~4月, 而以2~3月為最盛期(湯弘吉、彭弘光, 1987)。林曜松等(1988)觀察北部陽明山地區雙溪流域之鮎魚為多次性產卵魚類, 產卵期在3~10月, 而以3~5月為尖峰期。

作者曾用生殖腺體重比值GSI (gonal somatic index)法, 來分析魚類生殖生態研究結果指出, 高海拔溪流(指有勝溪及七家灣溪, 1720m)鮎魚族群之生殖季在3~12月(族群GSI均值 > 1.2), 而以3~6月為生殖尖峰期(GSI > 6.0)。中海拔溪流(指橫流溪, 660m; 雪山坑溪, 560m)鮎魚族群, 則當GSI大於1.5時, 在全年1~12月間, 均可能生殖(如橫流溪魚GSI > 1.5 , 雪山坑溪魚 > 1.8); 而生殖尖峰在研究期間於橫流溪出現於4~5與11~11月, 而在雪山坑溪則出現於5~6與10~12月。鮎魚雖然繁殖期長, 但其為間歇性產卵者, 多利用洪水期前後在溪岸產卵(汪靜明, 1990a)。

由於以往對鮎魚生殖之研究, 集中在生殖腺與體長之關係、生殖季之判定; 而對何種環境因子控制其生殖週期在不同地區之差異, 尚未涉及。鮎魚生殖之驅動的必要環境條件似為水溫(月均溫大於 12°C); 且亦受水流環境狀況影響甚大。研究中初步發現鮎魚在武陵農場流域之生殖模式主要是受棲息地之水溫與流量控制。依據有勝溪、橫流溪及雪山坑溪生態及GSI資料, 本研究初步推測, 當水流量大於年平均流量之二倍以上時, 則該溪當月之鮎魚暫停生殖, 或導致新生魚苗的生存率幾近至零。在三個不同溪段之鮎魚族群中, 成體之雌魚個體均較雄魚為大, 然而其占族群組成之百分比遠較雄魚

為少。鮎魚雌雄性比約為 1 : 2 ~ 3 ; 其中有勝溪族群雌雄性比為 1 : 2 (N = 482) , 橫流溪為 1 : 2 (N = 144) , 雪山坑溪 1 : 3 (N = 191) 。鮎魚族群的生殖, 未見配對、築巢或護幼的行為; 其主要係在溪岸砂土中產卵, 卵呈圓粒形, 不具黏著性; 受精卵散布於砂土中, 直至孵化成魚苗。

綜而言之, 鮎魚為典型之 r 生殖策略魚種, 生殖期長並為間歇性產卵者, 能適應於台灣不穩定的河川環境, 而利用適溫及洪水期前後生殖。鮎魚族群之生殖週期, 因地而異, 其雖與棲息之地形海拔或月分有關; 然而本研究結果指出, 在諸多棲地環境因子中, 僅以水溫及水流兩種環境特性, 即可清楚地詮釋不同鮎魚族群之生殖生態模式。透過本研究以了解鮎魚在不同地區溪流之生殖季節、生育地點、及其環境控制因子, 有助於政府今後從事保育鮎魚魚源, 並制定合宜之禁漁期、禁漁季等垂釣政策。因此, 今後國內應加強相關之生態保育研究。

三、鮎魚的資源保育

鮎魚為兼具學術、經濟及垂釣價值之台灣原生種魚類, 亦為台灣高山溪流中分布最廣之魚類。鮎魚之生態研究, 有助於政府在森林溪流資源保育經營上參考。目前國內外對於本魚種族群與群聚生態研究仍相當有限。因此, 今後應擴大其族群生態調查與生活史之研究, 了解鮎魚在不同地區溪流之棲息生態、生殖季節、及其環境控制因子, 保育其不同基因庫。此外, 在鮎魚棲地管理上, 應保有適當之急瀨與深潭比率與巨石覆蓋, 以提供不同體型之鮎魚棲息。

目前國內有關鮎魚族群、群聚生態之研究相當有限。所以, 今後對鮎魚之生態研究及資源的保育利用, 可由下列幾個方向著手:

1. 研究鮎魚在全省森林溪流中之分布現況、生態性棲息地特徵, 以供棲

- 息地改進參考，用來增加魚族之數量、密度，提高生長率等。
2. 研究鮎魚在不同森林溪流中之族群動態與群聚結構生態（如生殖週期型態、體型大小等），因地制宜設定禁漁期、禁漁區、漁具及網目限制和體型限制等，以有效管制垂釣行為。
 3. 研究鮎魚在不同森林溪流之族群基因庫，供保留特有基因庫，並供人工育苗選擇品系參考。
 4. 研究本省森林溪流生態，選擇鮎魚適宜生存之溪段，規畫、改善、開發為鮎魚溪釣場，實施垂釣付費，發揮其在娛樂價值上之功能。
 5. 研究鮎魚與櫻花鉤吻鮭、高身鮎魚在本省森林溪流中之生態區位異同點，供復育這二種瀕臨絕種之珍稀魚類參考。

伍、推廣護河觀念 加強環境教育

一、社會環境教育原理

所謂的社會環境教育，是指透過社會人力和物力等資源的結合，在正規學校體制外的教學環境中，來薰陶和教導社會大眾，使其受潛移默化產生關愛，並進而保護其周遭所處的自然和生活環境之教育。因此，社會環教即是為環境保育目的，而對社會大眾所實施的一種教育。換言之，社會環教的範疇，可以界定為：為保育環境，透過社會體系，對社會大眾所實施的一種環境教育（汪靜明，1995a）。

社會環境教育，在理論上，是應用環境教育原理與方法，探討與教化社會大眾在社會團體中，了解人在環境變遷中彼此的交互影響，並藉以學習與環境共榮共存，而實施的一種社會教育。社會環教是一種強調全民終身隨機養成與實踐的生活教育；在現行教育體制上，它通常歸類為正規學校教育之外的非正規教育。社會環境教育的對象、狹義地來說，即為正規學校或專業教育部分以外的社會大眾；而其廣義的對象，甚且涵括了在學校課餘時間的師生，所以社會環境教育的對象，相當廣泛並具有很大的彈性。

就對象和方式等本質而言，社會環境教育是一種社會教育；從目標上來說，則為一種環境教育。因此，社會環教可以視為社會教育中注入環境教育理念所實施的教育，或是將環境教育透過社會教育體系管道所推動的教育。我國社會教育法明定社會教育是以實施全民教育及終身教育為宗旨。因此，當環境教育透過社會教育體系而實施時，則兼備社會教育的全民、終身、繼續、整體等特徵。此種整合的社會環教，尤其成為著重環保認知、態度養成與生活實踐的價值教育。簡言之，社會環教，兼具了社會教育及環境教育兩者所共有的特徵。

環境保護理想的實現，決定於整體社會資源、國策民情、及環境教育的推動；環境教育的實施，可透過學校教育和社會教育管道來著手。在我國現行教育體制中，尚未將環境教育獨立成為一門學科。因此，社會環教的落實，可與學校環境教育相輔相成，在系統規畫下，充分的發揮整體環境教育功能，在「全球性思考、地方性行動」的中心概念之下，講求整合社會資源，針對社區環境問題分析，增進社會大眾保育環境的素養，全面推動與落實生活的環保行動，以追求永續發展的社會。

二、河川環境教育理念

環境教育（environmental education），在於教導人類關切環境、善用自然資源、維護自然生態平衡以及預防或處理相關聯的環境問題（行政院環保署，1988）。依據我國政府核定之「環境教育要項」（行政院81.10.30台81環字第36451號函），即是針對環境保護政策及措施而擬定，期能經由教育過程，使人類具備適當的意識、知識、態度、技能與共識，認識與了解自然資源及環境問題，進而維護生態平衡及環境品質，達成自然資源的永續利用，以及世代享有安全舒適的生活環境（王鑫等，1987；行政院環保署，1988；楊冠政，1989a、b）。此外，環境教育也是一種為了保育環境，所實施的教育歷程或行動（汪靜明等，1990b），而其哲學理念則是建構在對環境的價值觀與生態倫理。

河川環境教育在於教化人類關愛河川，並保育其集水區環境與資源；其宗旨包括：(1)飲水思源、(2)尊重河川生命、(3)關愛河川環境、(4)維護河川生態平衡、(5)善用河川水資源、(6)預防處理河川環境問題。其目標在於教化民眾：(1)「覺醒」河川環境保育的重要性、(2)具有相關的河川保育「知識」和「技能」、(3)改變對河川的「態度」，培養愛護河川環境、保育河川環境的意

願與責任心、(4)將人類行為對於河川環境的影響，做正確而適當的評價、(5)積極「參與」河川環境保育的宣導或預防及改善工作。

具體而言，河川環境教育即是引導人們去關懷與親近河川，從河川環境中體認河川本身及所蘊涵的自然資源，對人、野生物及自然生態演替的重要性。河川環境教育強調人文活動對河川環境的生態平衡及資源永續的影響。地方性河川環境教育，強調與流域沿岸社區民眾的溝通，進而關愛當地河川水資源與集水區環境；整體性河川環境教育，應引導民眾將河川環境視為一種融合自然與人文互動的生態系；其環境除了水資源，亦孕育了河川生物、河川地景等多樣性資源，並受到人文的開發與遊憩活動等衝擊。

河川環境教育工作所面對的主題是河川環境，其包括了河川的物化環境及生物群聚，其中外在的陸域環境影響內在水域環境的河川環境變遷與河川生態演替。依據國內外學者專家（Odum, 1983；王鑫等，1987；汪靜明，1990b）曾將環境教育內容分為生態學概念、資源保育、公害防治、環境衝擊等四大類。作者初步彙整近六年來，實際參與國內河川環教相關活動的經驗，包括學校社團及溪流團體等，並進一步依《河川生態保育》一書（汪靜明，1992c）之內容大綱，酌參歐爾曼環境教育概念綱領（Allman, 1972），作者初步彙整之可供河川環境教育之重要領域與概念，分類為「河川地形領域」、「河川生態領域」、「河川資源管理領域」、「河川環境衝擊領域」、「河川環境管理領域」等五大領域。

河川環境蘊涵著水資源、野生物、景觀等多樣資源。環境教育是一種價值教育（楊冠政，1990），因此河川環境教育應教導認識自然生成河川資源，必有其環境價值與生態倫理。河川環境問題牽連到河川流域生活環境中民眾的民生用水與事業發展。同時，關連到河川生態系食物網中各式各樣的野生物。因此如何引導民眾理性分析環境生態並妥善處理環境事件，也是河川

環境教育的課題。河川環境是由流域上游不同水系發源，而在流域集水區下游匯集。因此河川環境教育，應從河川上下游縱向續動及集水區橫向集結的流域觀，發展河川環境的整體生態圈與生活圈概念。

綜合而言，作者界定河川環境教育為一種為關愛與保育河川集水區環境與資源的教育；其強調對河川集水區民眾的河川生態知性與環境保育的全面整合教育。在河川環境教育上，其基本特徵計有下列六項：

- (1)河川環境教育是以河川為主題，並涉及河川集水區的教育。
- (2)河川環境教育應分析河川環境與資源生態特性，並強調環境的穩定性與資源的永續。
- (3)河川環境教育應強調河川集水區的自然生態與人文的整合教育。
- (4)河川環境教育應加強河川流域上下游集水區在生物圈及生活圈的生態相關性。
- (5)河川環境教育應針對地方河川環境生態及環教資源特色，以「行動地方性，思考全球性」為活動指導原則。
- (6)河川環境教育範疇包括：河川環境教育哲學理念、河川環境資訊分析、河川環境資源分析、河川環境活動推行之研究與推廣。

三、河川環境教育經驗

(一)河川環境教育活動規畫

地區環境教育目標，在於針對區域環境特性及其問題，掌握教育資源及國策民情，而教化當地民眾關愛與保育區域環境。一個有計畫的環境教育活動，是推動與落實環境教育理念的最佳方針。通常，環境教育的推動計畫，常受到(1)活動目標、(2)人力與物力資源特色、(3)活動場所、(4)活動對象、(5)

政策民情和輿論態度等因素影響。作者曾論述我國社會環境教育推動模式，並為中區環境教育課題與對策，進一步嘗試示範性的分析各推廣單位，可舉辦適合的活動類型建議表及其扮演的功能角色，俾便今後能互相分工合作，共同推動中區環境教育活動（詳參汪靜明，1995a）

（二）河川環境教育行動範例

環境教育行動主要在於針對當地環境教育課題，掌握地區環境教育特性，採取可行的環境對策，以落實地區環境教育目標。為說明中區環境教育課題與對策之可行性，茲以大台中地區的水源生活環境的污染及其生態環境（即大甲溪生態系統）作為環境主題，彙整近年來較具代表性的系列環境教育行動，並以例證說明如何透過政府、學校與社會系統，將彼此之環境教育資源整合，落實中區地方環保工作。

自民國七十九年起，行政院農委會（中央政府保育主管機關）、科博館和省立博物館（社教機構）以及中華民國自然與生態攝影學會（民間環保社團）最初共同舉辦了「大甲溪河川生態與攝影研習營」（時間：1990.3.29～4.2；地點：科博館），而後將生態攝影研習的成果彙整，推出後續的「河流生態攝影展」（1990.8.25～10.17；省博館、科博館；特展期間並有「河流生態專題演講」（1990.9.1；省博館）和「河川生態保育專題演講」（1990.10.7；科博館）、《河流生態》專刊出版（1990.9.1；農委會、科博館、省博館共同發行），以及「大甲溪生態之旅」（1990.10.14；科博館主辦）等針對社會大眾所舉辦的相關活動。而後科博館應台中市的學校（如私立明道中學）之邀請，配合學校課外教學計畫，與學校教育主管策畫再舉辦類似先前的「大甲溪生態之旅及教學活動」（1990.10.28）之野外研習活動，唯兩者在對象和內容上各有不同。

在民間保育社團與政府、學校等單位互動上，大甲河流域鄰近的東勢區生態環境維護協會（民間環保團體），於近四年在當地積極扮演了監督巡邏保護大甲溪生態環境的義工角色，同時督促台灣電力公司（大甲溪水資源開發利用單位，政府國營事業單位）之環境保護處，共同合作委託台灣大學動物系、中興大學水土保持研究所、彰化師範大學生物系、台灣省水產試驗所鹿港分所（學術研究單位）、以及自然科學博物館（社教兼研究機構）等單位專家學者，進行為期三年之「大甲溪生態保育復育整體計畫」（汪靜明，1993b）。在環境教育推廣計畫方面，除監督巡邏保護與文宣工作外，並策畫主辦了「大甲溪生態保護與環境教育教師研習會」（1991. 2. 21～23；台灣省中等教師研習中心），以及對鄰近地區（東勢、石岡、新社、和平四鄉鎮）十餘所學校進行「大甲溪生態環境保護巡迴演講」（80年2～6月）之環保下鄉教育札根工作。此外東勢區生態環境維護協會亦發起「認養大甲溪活動」，以期結合中部地區的民間環保社團和工商企業團體力量，改善大甲溪環境品質。在此期間，基於人力資源的需要，科博館環境生態研究室與助理和義工，以及逢甲大學環境生態社（台中市大學環保社團），參與了上述多項推廣工作，對於活動之帶領與協助之進行助益極大。

為了大台中水源日漸汙染問題，時報文教基金會（大眾傳播媒體）配合為期三年的「俟河之清——河川體檢」環教活動，在最近一年亦委請國立中興大學環工所（台中市大學）進行大甲溪水質檢測工作。此外，台中市消費權益促進會、台中市新環境促進協會和中華民國人權協會台灣省分會等環保團體，也曾邀集學者專家、媒體記者和其他環保團體代表，舉辦「大甲河流域水源勘察」活動（1991. 4. 24），以及行前記者會。中部地區立法委員（民意代表）暨23個民間環保團體（如東勢區生態環境維護協會、主婦聯盟環保基金會台中工作室、台中市消費權益促進會）亦共同舉辦「大台中區水源保

護公共政策聽證會」(1991. 7. 13；台中市議會)；會中分四組進行討論「集水區水土保持」、「水污染防治」、「生態環境保育復育」、「水源保護與管理對策」等議題。隨後，台灣省環保處(省環保主管機關)，針對當地學校及民眾，即舉辦了「大甲溪水源之旅活動」(1991. 7. 27)以為響應。除此之外，彰化師大生物系亦以中山國小學生為對象，舉辦「大甲溪水質監測」(1991. 8. 19)活動，希望環境教育的工作能往下扎根。

累積這數年來的經驗，民眾及政府相關單位均深感拯救大甲溪的重要性。因此台中市政府和台中縣政府(地方政府機構)，亦有前呼後應的行動而策畫主辦「促進大甲溪水源保護與管理研討會」(1991. 9. 30；國立自然科學博物館)，藉以針對上述公共聽證會的焦點議題，進行論文報告及討論。與會之函邀對象則包括了台中地區立法委員、省議員、縣市議長與議員、水源區四鄉鎮和用水區二十個鄉鎮長和代表(民意代表)、中部地區大學(學者專家)，以及中央政府相關主管機構(如農委會、環保署、退輔會、經建會、德委會等)、省主管機構(如農林廳、環保處、水利局、水保局、林務局等)、和其他相關事業機構(如台電公司大甲溪五個電廠)，並開放一般社會大眾參與研討之後，主婦聯盟環境保護基金會台中工作室，在其環教訓練課程中，也安排有「河川生態保育計畫談環境教育活動設計」講座(1991. 10. 14)。

為實際達到拯救大甲溪之目的，著重森林之建立，行政院環境保護署舉辦「種兩百棵樹救大甲溪」(1992. 4. 19 ~ 2)。經濟部及中興大學環工所主辦「愛護水資源研討會」(1992. 5. 1 ~ 2)，以加強學校師生與社會大眾對水源保護之認知能力。行政院農業委員會、省水土保持局與中興大學水保系聯合舉辦針對解說員及環保團體為對象之「水土保持解說員講習會」(1992. 5. 10 ~ 17)，增加宣導水土保持教育之義工。

此外，台中縣立文化中心（社教機構）所編印的《台中縣大甲河流域開發史》（1989），在上述研習活動規畫與教材內容編撰上，提供了極寶貴的參考資料，有助於社會大眾了解大甲溪環境特徵及人類開發活動所衍生出的環境問題（如濫墾、濫伐、水汙染等）的事實真相，並激發其關愛鄉土自然資源的環保意識。而許多報界、電台和電視台從業記者（大眾傳播媒體），隨隊參與採訪報導，對於引發社會大眾及政府持續性關切大甲溪水資源保育問題助益極大。

在大台中地區水源保護及生態保育方面，近年來在大甲河流域已陸續進行了「櫻花鉤吻鮭保育復育計畫」、「大甲溪生態保育復育整體計畫」等群體研究，並舉辦了系列的环境教育活動，如「大甲溪生態攝影研習營」、「大甲溪生態保育專題演講」、「大甲溪環境生態研習營」、「大甲溪生態環境保護巡迴講座」、「大甲溪認養活動」、「大甲溪水源保護與管理公聽會」與「大台中區水源保護公共政策聽證會」等。

作者曾在國立彰化師大生物系（大學學術研究與推廣單位）期間（1991.8～1993.7），從事行政院國科會（政府單位）獎助「大甲溪生態環教活動設計之研究」（汪靜明，1992b），同時在國立自然科學博物館協助下編撰《河川生態保育》（汪靜明，1992a）；而後亦在台中縣政府與省農林廳（地方政府）補助下，調查編寫完成《台中縣魚類資源》一書（汪靜明，1993a），初步建立大甲河流域24科51種魚類資源基本資料。此外雪霸國家公園為櫻花鉤吻鮭的保育教育，亦委託中華民國國家公園學會（政府單位），由作者在國立台灣師範大學環境教育研究所協助下，完成《孑遺的國寶—台灣櫻花鉤吻鮭專集》（汪靜明，1994b）、《武陸地區環境生態》（汪靜明，1995b）等二本有關大甲溪生態保育暨環境教育之解說叢書。

此外，針對大甲溪瀕臨絕種的生物資源—櫻花鉤吻鮭的保育問題及環境

教育，特別進行了「櫻花鉤吻鮭保育復育計畫」，農委會曾編印「櫻花鉤吻鮭保育簡介」摺頁，以及錄製「國寶魚—櫻花鉤吻鮭復育」教學錄影帶。尤其作者完成之《孑遺的國寶—台灣櫻花鉤吻鮭專集》一書，對於大甲溪的珍稀生物—櫻花鉤吻鮭，提供了極寶貴的參考資料，有助於大眾了解與關愛台灣鮭魚。而由金車教育基金會（民間企業）舉辦的「櫻花鉤吻鮭之戀」知性生態之旅（1994. 11. 16～17），以及與雪霸國家公園管理處主辦的「一棵樹，一條鮭——為國寶魚造家植樹活動」（1996. 3. 9～10），更廣集了各方媒體記者隨隊參與採訪報導。許多報章、雜誌、電台和電視等大眾傳播機構，因而相繼製播相關的報導節目和內容。如台灣師大環教中心出版的環境教育季刊，即以《台灣櫻花鉤吻鮭資源價值與教育》（汪靜明，1994b）為題報導，自然生活雜誌、時報周刊、光華畫報雜誌、漢聲電台、警察電台、台北電台等都曾報導相關內容。八十四年初，立委及省議員在「拯救櫻花鉤吻鮭公聽會」（1995. 1. 22～23）的活動中，更匯集了農委會、退輔會、環保署、觀光局、林務局、水保局、營建署、等相關單位的代表，以及學者專家和環保團體（大甲溪生態環境維護協會），即企圖以一整合性的多方探討與協調，來達到生物資源永續的目的。受此影響，行政院農委會匯集學者專家、地方保育主管機關及上述相關單位，進一步召開「櫻花鉤吻鮭野生動物保護區規畫座談會」（1995. 4. 11）及「櫻花鉤吻鮭野生動物保護區範圍規畫現勘及協調會」（1995. 7. 10～11），並於同年九月二十三日依野生動物保育法，公告保護區預定地為野生動物重要棲息環境。本年初，農委會更成立保護區規畫小組，積極進行「櫻花鉤吻鮭野生動物保護區」保育計畫，以確實的政策與行動，來保護此珍貴的生物資源。另外，由環保署、中國時報（傳播機構）及中華民國自然生態保育協會（民間團體）主辦之「河川保護、地方自治與民眾參與」系列活動（1995. 2. 18～2. 26），期能透過研討會之方式，結合

學者專家、政府官員及民間保育人士之共識，找出台灣水資源和河川危機的轉機和契機，使台灣水資源得以永續發展。這些行動，對於引發社會大眾及政府持續性關切大甲溪生物資源保育問題助益極大（汪靜明，1996ab）。此外，由經濟部水資源局、時報周刊、國立台灣師範大學環境教育中心等共同主辦之「1997愛水—水資源與環境教育系列活動」（1997.3.1～1997.3.28）其中針對大眾媒體及國小老師，舉辦「大甲溪水資源生態之旅」（1997.3.8～10），透過大甲溪的生態解說，讓參與人員了解，給水廠作業方式，攔水壩水庫、集水、發電功能以及上游溪水汙染情形。希望能透過此活動發揮傳播、教育功能，全面提升國人環境素養，使珍惜水資源不再是口號，而是實際的綠色行動（汪靜明等，1997）。除此之外，中國時報系，更集合學術界、民意代表及社會民眾共同參與河川水資源開發利用、保育管理與社區總體營造等意見之交流，舉辦「達娜伊谷與社區營造」（1997.5.3）研討會，期能落實河川環保與社區的永續經營。

由上述河川環境教育系列活動，作者深深體認：在有規畫設計的社會環教活動，以系列方式持續推動，較能結合廣大社會資源，而其影響層面也較為深遠。社會上各界相關單位，如政府環保相關主管機構和社教機構、民間環保團體、大眾傳播媒體、學校、甚至企業團體，在社會環教活動中，都扮演了推廣者（供給者或中介者）的角色。在各項系列活動的推出後，我們也喜見政府與民眾間彼此溝通的管道逐漸增加許多，同時亦造成社會廣大熱烈的參與，這對於維護河川生態環境及改善生活品質，提供了最實際的保障行動。

陸、永續經營環保 滋養大地血氣

河川是珍貴而且可以更新的自然資源。地球上生命的演化史，以及人類的文明發展過程，與河川的關係乃是源遠而流長的。土地有如大地的肌肉，植被有如大地的皮膚，大地有土有被方成肌膚；而河川則如大地的血脈，新陳代謝著大地的物質與能量，大地有它，方有血氣！

河川水系廣布台灣高山平地，滋養大地生機，並且深入民眾的生活。台灣河川的環境變遷、生態演替及其供應的自然資源，與台灣地方社區的人文發展，一直關係密切而難以區隔。回顧台灣河川環境資源的日漸枯竭，與周遭社區對河川集水區的經營方式，更有著直接的關係。在台灣許多地方，曾經流暢的清流，淪落為停滯的腐水；而曾經活躍其間的生物，也在毒電濫捕下，逐漸凋零與消失。「我家門前有小河，後面有山坡」、「魚兒魚兒水中游，游來游去樂悠悠」等兒歌，已不再流行於我們下一代。可惜的是，台灣許多地方社區周遭的山坡與小河，在缺乏環境保育永續經營的開發下，竟也出現「國在山河破」的窘境。去年賀伯颱風的來襲，是大地的反撲；它掩埋了許多山水經年的溪谷；也撲滅了許多社區多年營造的夢想。

近十年來，台灣環保的意識已陸續在各地社區覺醒，而有關河川環保的工作，也陸續推展開來。例如，嘉義縣阿里山鄉的達娜伊谷溪，在山美村社區居民的努力下，於民國七十八年成立「生態保育協會」，並通過「自然保育自治法規」，嚴格制定罰則條款，全面封溪禁止任何的漁撈及獵捕行為。這種社區對達娜伊谷溪的河川生態與鮎魚保育工作，值得肯定與嘉許。

作者認為，台灣河川的生態保育工作，應由集水區河川治理、水質維護、資源保育、棲地改善、生物保育與環境教育等多方面，整合著手來進行，才能根本性的長治久安。作者多年來，常以「川流不息」與「生生不息」，作為河川生態保育與環境教育工作的努力目標，願與讀者共勉之。

柒、參考文獻

1. 王鑫等六人. 1987. 環境保護教育理念架構之規畫報告. 行政院國家科學委員會科學教育發展處, 台北市. 21 頁.
2. 行政院環保署. 1988. 行政院環境保護署加強推動環境教育計畫. 行政院環境保護署綜合計畫處, 台北市. 155 頁.
3. 行政院. 1992. 環境教育要項. 行政院81. 10. 30台八十一環字第36451號函.
4. 朱惠菁. 1995. 達娜伊谷我的家. 綠生活(80): 16 ~ 19.
5. 何智武、段錦浩. 1991. 大甲溪水潭水文及河道疏濬與沖淤研究. 國立中興大學水土保持研究所, 台中市. 51 頁.
6. 汪靜明、高慧芬、張淑智. 1989a. 水土保持單元教學設計: 集水區的水土保持. 行政院農業委員會林業特刊第二十四號(水土資源保育教材, 姜善鑫、胡蘇澄、吳輝龍合編), 227 ~ 262 頁.
7. 汪靜明. 1990a. 河流生態. 行政院農業委員會、國立自然科學博物館、台灣省立博物館共同發行. 72 頁.
8. 汪靜明. 1990b. 國內環境教育活動設計架構與特色之探討. 環境教育季刊(5): 58 ~ 66.
9. 汪靜明. 1991. 台灣河川的生態保育. 科學月刊 22(12): 930 ~ 937.
10. 汪靜明. 1992a. 河川生態保育. 國立自然科學博物館, 台中市. 188 頁.
11. 汪靜明. 1992b. 大甲溪生態環境教育活動設計之研究. 行政院國家科

- 學委員會專題研究計畫成果報告，台北市. 140 頁.
12. 汪靜明. 1992c. 人與河流. 教育部，高中高職環境教育課外讀物叢書 3. 49 頁.
 13. 汪靜明. 1993a. 台中縣魚類資源. 台中縣政府，豐原市. 160 頁.
 14. 汪靜明. 1993b. 大甲溪魚類棲地改善計畫之三年生態評估研究. 國立台灣師範大學環境教育研究所，台北市. 261 頁.
 15. 汪靜明. 1994a. 子遺的國寶—台灣櫻花鉤吻鮭專集. 內政部雪霸國家公園管理處，台中縣. 185 頁.
 16. 汪靜明. 1994b. 台灣櫻花鉤吻鮭資源價值與教育. 環境教育季刊(23)：10～20.
 17. 汪靜明. 1995a. 社會環境教育的推動與落實. 教育資料集刊(20)：213～235.
 18. 汪靜明. 1995b. 武陵地區環境生態. 內政部雪霸國家公園管理處，台中縣. 180 頁.
 19. 汪靜明. 1995c. 評論大甲溪集水區治理現況與問題分析. 頁 79～87 於河川保護、地方自治與民眾參與研討會：大甲溪的整治專集. 中國時報河川保護小組，台北市.
 20. 汪靜明. 1995d. 社會環境教育之推動與落實. 教育資料集刊(20)：213～235.
 21. 汪靜明. 1996a. 台灣中部區域環境特性及教育資源. 環境教育季刊(20)：21～32.
 22. 汪靜明. 1996b. 台灣中部區域環境教育課題及推動策略. 環境教育季

- 刊(29)：2～16.
23. 汪靜明. 1997. 河川生態保育原理. 環境教育季刊(31)：27～53.
24. 汪靜明、楊冠政、劉豐壽、黃月娟. 1997. 愛護水資源與學校環境教育. 環境教育季刊(31)：99～110.
25. 於幼華等. 1993. 水資源永續發展研討會論文集. 時報河川保護小組，台北市. 169頁.
26. 呂光洋. 1992. 大甲溪護溪宣導計畫. 台灣電力公司80年發展研究計畫. 中華民國自然生態保育協會，台北市. 39頁.
27. 呂光洋、汪靜明. 1987. 武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究. 行政院農業委員會，76年生態研究第010號. 台北市. 77頁.
28. 林曜松、楊平世、曾晴賢. 1988. 雙溪河域魚類之復育暨設置溪釣場規畫經營管理之研究(二). 內政部營建署陽明山國家公園管理處發行. 112頁.
29. 林曜松、張明雄. 1990. 大甲溪魚類生態調查計畫研究報告. 國立台灣大學動物學系，台北市. 66頁.
30. 吳清福. 1997. 馴化溫度及飼糧脂質對台灣鏟頰魚溫度喜好、溫度耐受性及組織極性脂質之影響. 國立成功大學生物學研究所碩士論文，台南市. 47頁.
31. 周昌弘. 1989b. 國科會科教處「環境保護教育研究」推動概況. 科學發展月刊17(4)：351～355.
32. 周昌弘等八人. 1989c. 現階段我國環境教育概念綱要草案. 第16～19頁於環境教育研討會大綱. 行政院環境保護署，台北市. 30頁.

33. 柯三吉、蕭新煌等著. 1995. 全民參與搶救河川(上)—河川保護、地方自治與民眾參與研討會. 時報文教基金會叢書12, 台北市. 341頁.
34. 時報文教基金會. 1991. 河川環境水源保護學術研討會大會手冊, 台北市.
35. 陳弘成、曾晴賢、高孝偉. 1980. 鮎魚之人工繁殖及幼苗培育. 台灣省水產協會. 69年年會論文摘要. 編號II~09.
36. 陳兼善. 1986. 台灣脊椎動物誌: 中冊. 第二次增訂版(于名振增訂). 台灣商務印書館發行. 1092頁.
37. 陳萬根. 1986. 苦花棲息的地方. 台灣釣魚雜誌(75年10月號): 64~65頁.
38. 陳炳煌. 1987. 苦花苦行記. 台灣釣魚雜誌(76年3月號): 82~83頁.
39. 陳秋楊. 1997. 愛護水資源與節約用水. 環境教育季刊(31): 54~62.
40. 黃生、汪靜明、呂光洋. 1988. 台灣的淡水藻研究(II). 生物科學31(2): 47~52.
41. 郭振泰等著. 1995. 水患何時了—水患與防洪排水研討會論文集. 時報文教基金會叢書7, 台北市. 281頁.
42. 張石角等著. 1995. 水的開發、衝突與調和—六年國建與水資源研討會論文集. 時報文教基金會叢書9, 台北市. 499頁.
43. 彭弘光. 1986. 鮎魚生物學的初步研究. 台灣省水產試驗所報告(40): 105~112.

44. 彭勝瑜. 1986. 苦花的天堂—南澳南溪. 台灣釣魚雜誌 (75年7月號) : 34 ~ 35 頁.
45. 湯弘吉、彭弘光. 1987. 鮎魚人工繁殖試驗一種魚催熟與採卵. 台灣省水產試驗所報告(42) : 112 ~ 176.
46. 彭弘光、湯弘吉. 1988. 鮎魚受精卵之發生及魚苗培育. 台灣省水產試驗所報告. 44 : 85 ~ 90.
47. 曾晴賢. 1986. 台灣的淡水魚類. 台灣省政府教育廳出版. 195 頁.
48. 曾晴賢. 1983. 鮎魚、高身鮎魚. 台灣博物 2(1) : 7 ~ 9.
49. 楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和、曾晴賢. 1986. 武陵農場水域之水棲昆蟲相之生態調查. 行政院農業委員會. 75年生態研究第001號. 48 頁.
50. 楊冠政. 1989. 環境教育概述. 環境教育季刊(1) : 6 ~ 17 , (2) : 4 ~ 12
51. 楊冠政. 1990. 環境價值教育的理論基礎. 環境教育季刊(8) : 3 ~ 14.
52. 經濟部水資會. 1994a. 台灣地區水資源. 經濟部水資源統一規畫委員會, 台北市. 286 頁.
53. 經濟部水資會. 1994b. 生命的泉源—水. 經濟部, 台北市. 150 頁.
54. 經濟部水資源局. 1997. 水之愛. 經濟部水資源局, 台北市. 305 頁.
55. 蕭永正. 1987. 釣苦花的心得. 台灣釣魚雜誌. 76年元月號. 92 ~ 93 頁
56. 蕭次融、楊冠政. 1992. 台灣河川環境教育模式及評量研究(Ⅱ). 行

- 政院國家科學委員會研究計畫. 國立台灣大學師範大學環境教育中心. 177 頁.
57. 蕭新煌等四十人著. 1991. 水的關懷—河川環境與水源保護研討會論文集. 時報文化, 時報文教基金會叢書 5, 台北市. 404 頁.
58. Allman, S. A. 1972. Indetification of Environmental Education Concepts for Inclusion in an Elmentary School Curriculum. Unpublished Dissertation of the University of Nebraska.
59. Liang, Y. S. 1984. Prelimnary notes on the distribution of freshwater found from Taiwan. *Journal of Taiwan Museum* 37 (2) : 59 ~ 62.
60. M. Martin 撰, 馬一行譯. 1993. 水資源報導—人類面臨大水荒. *世界地理雜誌* (135) : 38 ~ 52.
61. Odum, E. P. 1983. *Basic Ecology*. Saunders, Philadelphia.
62. Platts, W. S., W. F. Megahan, and G. W. Minshall. 1983. Methods forevaluating stream, riparian, and biotic Forest and Range Experiment Station, General Technical Report INT-138, Ogden, Utah, USA. 98pp.
63. Stapp, W. B. 1989. Highlights of GREEN Activities. *Green, GREEN Newsletter* (2) : 1 ~ 2.
64. Sitarz, D. editor. 1993. *AGENDA 21 : the earth summit strategy to save our plnet*. Earth Press, Bonlder, Colorda, USA. 321pp.
65. Tzeng, C. S. 1986. Distribution of the freshwater fishes of

Taiwan. Journal of Taiwan Museum 39(2): 127 ~ 146.

66. Vannote, R. L., Minshall, G. W. Cummins, K. W. et al. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37, 130 ~ 7.
67. Wang, C. M. J., and K. Y. Lue. 1988. Preliminary studies on native fishes in the Yeau-sheng Stream, associated with Taiwanese masu salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*). Pages 86 ~ 87 in ROC Council of Agriculture, editor. Summary of reports on studies and investigation of natural/cultural and landscapes: (1)1985~1988. ROC Council of Agricultural, COA Forestry Series No. 16, Taipei, Taiwan.
68. Wang, C. M. J. 1989a. Habitat characteristics and fish distribution in the upper Ta-chia River system, Taiwan. Pages 11-90 in C. M. J. Wang. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph. D. Dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa, USA. 138pp.
- (台灣農業化高山溪流體系之環境品質及其魚類群聚生態之研究)
69. Wang, C. M. J. 1989b. Food resource utilization of two benthic fishes in an agriculturally-modified mountain stream system. Pages 91-117 in C. M. J. Wang. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph. D. Dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa, USA. 138PP.

