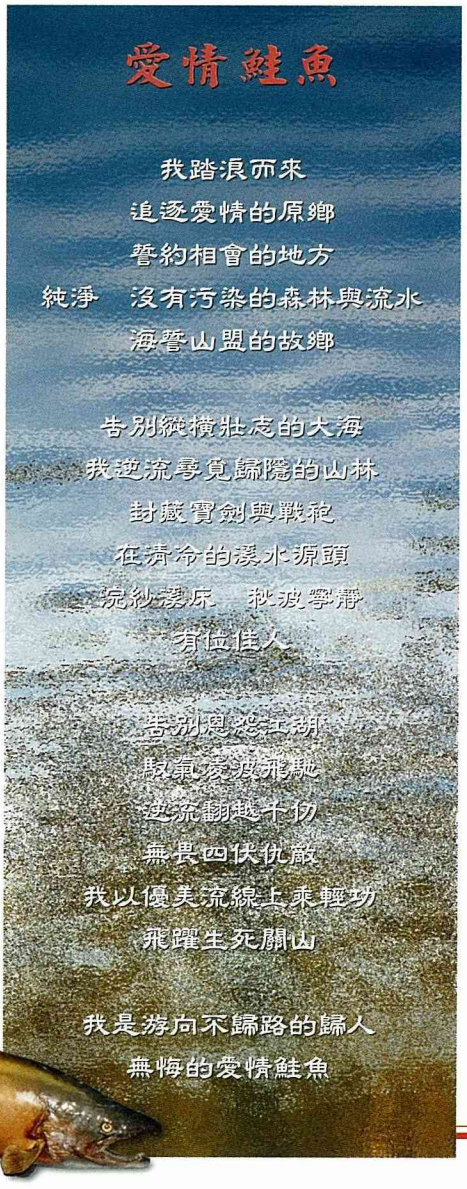
文圖／吳俊賢 行政院農委會林業試驗所 經濟系主任

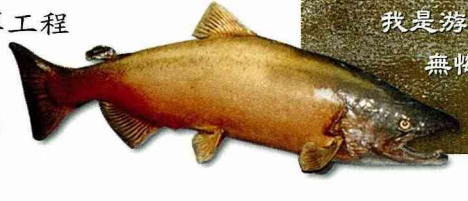
鮭魚的故鄉

89年9月筆者至美國考察，由美國林務署Dr. Samuel Chan陪同順道至邦威水庫(Bonneville Lock and Dam)參觀鮭魚洄游而上之美妙身影。過去對於鮭魚之印象僅止於電視或餐桌上料理好的鮭魚橫切塊，在美國唸書時雖然也曾於超市看過整條冰凍的鮭魚，但是活生生的鮭魚，尤其是河流裏千百萬條數不盡的鮭魚則從未見過。

邦威水庫位於哥倫比亞河峽谷國家風景區，在奧勒岡州波特蘭市與華盛頓州溫哥華市的東方64公里處，正好銜接這兩州。從波特蘭市走84號州際公路於40號出口下，或從溫哥華市走華盛頓州14號公路於40哩程標出口下，都可到達邦威水庫。天神橋在邦威水庫上游3英哩處，是進入水庫的最近公共途徑。

邦威湖是由水閘所聚集成的77公里長水庫，是一系列可航行湖泊的第一個湖，此爲哥倫比亞-蛇內陸水道的一部分，從太平洋到愛達荷州列易斯頓市全長達748公里的水道。邦威水庫由美國陸軍工程部隊建造及管理，是聯邦政府在哥倫比亞及蛇河上8座水庫的第一座。該工程在1933年動工，1937年9月28日竣工，並由當時羅斯福總統主持大典。總建造成本爲8千8百40萬美元。





人工魚道 幫助魚兒回家

哥倫比亞及蛇河上的聯邦政府水庫是爲了該地區水資源之平衡利用而設計的。由部隊工程師、環境專家及生物學家規劃的魚梯，模擬天然河流裏的瀑布與池塘而建造。這些魚道使遷移的成魚能繼續從海洋遷移到哥倫比亞及蛇河的支流上游。

每座水庫設有輔佐渠道，以便往大海游的新生小魚能順利通過水庫。數百萬魚苗每年由工程部隊瓦拉瓦拉支隊以駁船或卡車運往下游。工程部隊也找到養殖場來繁殖數百萬魚苗以減輕當水庫後之湖泊被淤積滿時產卵地喪失的問題。在天納溪的邦威魚苗養殖場是奧勒岡州最古老的魚苗養殖場之一，其由工程部隊建造、奧勒岡州漁業及野生動物部管理。當我們去參觀養殖池時，看到許多小鮭魚不斷往注水口跳，可見鮭魚溯河游躍是天性。注水口前還特別加裝擋魚板，以防止小鮭魚撞傷。



■魚苗養殖場之注水口前裝置擋魚板，防止小鮭魚碰撞受傷。

在與地方單位及利益團體合作之下，部隊工程師與生物學家持續研究更有效的方法使魚通過水庫。自從1930年代以來在邦威水庫設置魚類通過設施，對於魚類行爲與需要條件之知識已經增長。當研究產生新的觀念時，魚類通過系統就隨之改變。他們持續予以改進，至今已花費數百萬美元以確保此西北瀕危魚類之生存。

在布列佛島遊客中心或華盛頓河岸的魚類觀賞館，遊客可以看到遷徙魚類從水底窗户通過。水底有燈光照射的窗户可使遊客近距離看到各種魚類游上魚梯的情形。在每個魚道，工作人員計算不同種類的成魚游上魚梯的數目。此項重要資訊在邦威自1938年以來就有記錄，其幫助生物學家及工程師追蹤魚群的增加或減少。

在奧勒岡及華盛頓州河岸的魚梯從水庫的河流下游延伸至邦威湖上游。該魚梯是成魚向上游遷移的通道。魚梯中的池塘是由鐵網圍成，形成階梯，沿著水庫而上的斜坡而設置。該鐵網之底部有開口，以使魚類能容易從一級階梯游到下一級階梯。國王鮭(chinook salmon)、銀鮭(coho salmon)、阿拉斯加紅鮭(sockeye salmon)、鋼頭(steelhead)、鯡魚(shad)及其他魚類在向上游遷移時都使用魚梯。

平均每年通過邦威水庫的向上游遷移的成年鮭魚及鋼頭約70萬至100萬條，向下游遷移的鮭魚及鋼頭魚苗約3千萬至5千萬條。其他種類的魚如鯡魚、八目鰻(lamprey)、鱘魚(sturgeon)亦可見到。觀賞魚類的最佳時候，鋼頭在7月及8月，國王鮭在4-9月，鯡魚在6月、阿拉斯加紅鮭在7月。可惜當天水色太混濁，雖然在遊客中心可見到許多鮭魚通過，卻是看不太清晰。最有趣的是八目鰻，雖然其貌不揚，卻緊貼著透明窗搶鏡頭，停留半天也不離開。

野生鮭魚珍貴的基因遺產

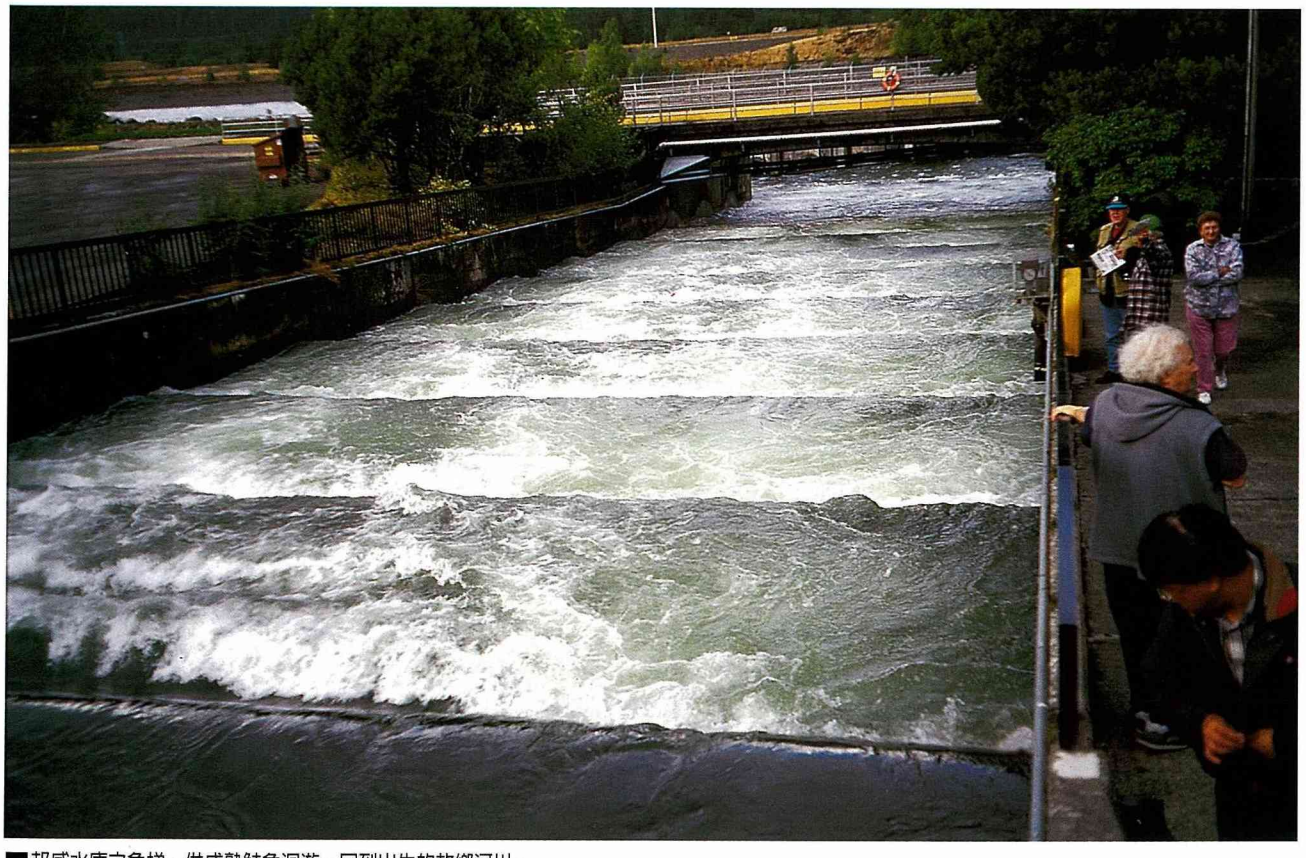
野生的鮭魚是美國珍貴的天然資源，當我們談及野生鮭魚之生存時，我們同時也談及西北太平洋天然遺產

之生存。當成千上萬的成年鮭魚產卵及死亡，其不僅是產生下一代而已。此種營養來源，在秋天到來，能使許多動物生存渡過嚴酷的冬季。在鮭魚群變成滅絕之處，該地方生態系就遭殃了，諸如熊、鷹、貂、河獺等物種就蒙受大量族群消減；其他物種雖顯示較無劇烈變化，但卻有顯著減少；其結果是形成一個永久改變的生態系。野生鮭魚實在是一種可補充我們自然環境的能源，對從海洋流至淡水河川及濱水生態系之營養循環而言，鮭魚扮演重要角色。對美國原住民文化及民俗方面，鮭魚的角色亦很廣泛。

五種太平洋鮭魚(即chinook、coho、sockeye、pink、chum)，每一種都有數種類(runs)，即依在其遺傳上指定的時間回來而區分。每一種類之內有許多種(races)，每一種之生理及行爲都是能適應其故鄉河流的狀況。

因此，生物學家通常對野生鮭魚依據其回來的時間及起源的河流而區分。例如莎庫拉門脫河冬季國王鮭魚，蛇河春季國王鮭魚。每一種不同品系的鮭魚都很重要，都是珍貴的基因遺產。

來自某一河川的國王鮭在遺傳上可能和來自另一河川的國王鮭大不相同。此種巨大的遺傳多樣性幫助鮭魚適應特殊地方集水區或調整以因應改變的環境，使鮭魚生存了200萬年。它們已經忍耐過洪水與乾旱、疾病、火山爆發、甚至冰河時代。每一個品系的滅絕損失就是重要遺傳資訊的損失，會使剩下來的魚類比較不能存活下去。許多這種珍貴的遺產已經喪失了，例如，愛達荷州蛇河銀鮭、奧勒岡州蛙摟蛙河阿拉斯加紅鮭、以及其他估計約有104種其他野生品種鮭魚已經滅絕了，有些已經接近湮滅。一旦某野生種類消失，則其將不會再來，非原生品類鮭魚之移植很少能成功。



■邦威水庫之魚梯，供成熟鮭魚洄游，回到出生的故鄉河川。

鮭魚只在北太平洋地區自然出現，從加州到阿拉斯加州，從西伯利亞到日本。鮭魚之大小通常與其年齡有關。粉紅鮭(pink salmon)體型最小且壽命最短，約2年，平均重約3-5磅，最重約12磅。國王鮭壽命最長，可達9年，平均重約18-24磅，最重可到135磅。狗鮭(chum salmon) 壽命約4-7年，平均重約10-15磅，最重約40磅。銀鮭壽命約3年，平均重約8-10磅，最重約31磅。阿拉斯加紅鮭壽命約3-4年，平均重約5-8磅，最重約15磅。兇狠鱒(cutthroat trout)比粉紅鮭壽命長，但體型較小，平均重約1-4磅，因爲其生活在較無生產力的集水區地區。櫻花鮭(cherry salmon ，又名masu)僅見於亞洲，亦爲秋季產卵。鋼頭鱒和彩虹鱒(rainbow trout)是相同種類魚，彩虹鱒是淡水型魚，鋼頭鱒是溯河型(anadromous form)。

嗅覺敏銳
辨識故鄉河流的味道

鮭魚通常在海洋生活1-7年。當一切狀況無誤時，一個未知的訊號告訴它們開始遷移回鄉。太平洋鮭魚從海洋進食場遷移到其出生的河川，大約要游3,000英哩以上的旅程。它們不知如何能找到路穿越毫無足跡的大洋，縱使是在陰暗的氣候之下，太陽和星星無法幫助其旅行。當它們到達海岸時，它們的鼻子非常敏感，能偵測出極微量的水中物質，因此能找出其故鄉河流的味道。

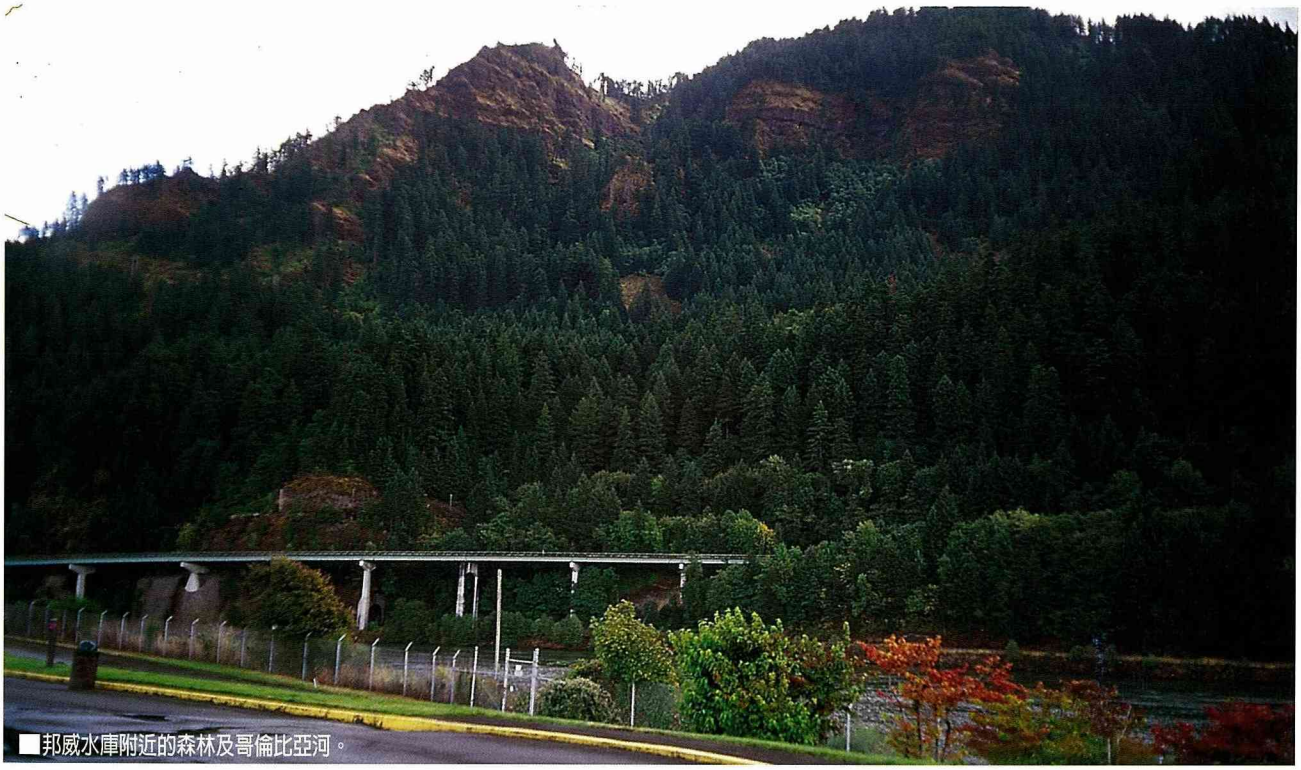
一旦進入淡水，鮭魚就停止進食。它們儲存的脂肪與力量必須足以長期支持它們通過許多障礙，以及維持其築巢、爲領域及產卵而戰鬥。身體產生許多變化：明亮的產卵顏色出現，胃及腸收縮，對抗疾病與自癒傷害的能力減低。母鮭發展出鉤狀顎、尖銳犬齒，有些種類有隆起背。當母鮭抵達故鄉河川時，選擇一個有乾淨碎石、適當水深及水流良好，可以提供充分氧氣給魚卵的理想築巢地點。

母鮭挖巢的方式是轉動其身側，以尾部大力抽動碎石。石頭被鬆開後，就被水流帶往下游。母鮭時而檢查該巢之深度，即將自己沉入巢中，把肛門鰭塞進石頭間之空隙中。公鮭則奮戰以靠近築巢的母鮭。最優勢的公鮭向母鮭求愛的方式是振動且橫過母鮭的背。當母鮭準備好要產卵時，公鮭游到其身旁，它們一起下卵及射精。此等受精卵安置在石頭間之空隙。當母鮭建造另一個上游巢時，公鮭與母鮭合力將該巢受精卵以鬆散碎石覆蓋。公鮭及母鮭在產卵、射精全部完成後不久就力竭死亡。

受精卵在碎石間度過冬季，當時胚胎就在裏面發育。卵黃囊魚苗(yolk-sac fry ，又叫alevins)，在早春孵化。小魚苗在腹部有一個食物供應卵黃囊，在卵黃耗光之前，約12週或更長的時間它們不會離開碎石的保護。年輕的鮭魚在那段時期叫魚苗(fry)，游到水面吞飲空氣以充滿其游泳氣囊(swim bladders)，此爲囊狀組織提供浮力，然後亦開始進食。



■魚梯內模擬天然河道的小池塘，讓逆流而上的鮭魚在此稍事休息，恢復體力後繼續返鄉之旅。


■邦威水庫附近的森林及哥倫比亞河。

小鮭魚長大了順流而下出海旅行

如果移除河岸植生、皆伐，或家畜利用過度致使河川沿岸遮蔭去除，會提高水溫，有時會達到致命水準，且可能減少幼鮭魚可用的昆蟲食物。數種鮭魚苗在其故鄉河川停留6個月到1年或更長的時間，以昆蟲及其他小動物爲食。有些種類的魚苗在游出碎石後很快就往大海去。健康的河川對所有年幼的鮭魚都很重要，河岸植生能使水溫降低且能維持許多昆蟲供年幼魚類食用，枯立木、根、及大的鵝卵石提供藏身處且可充當"煞車"，避免洪水將魚苗衝掃到下游。

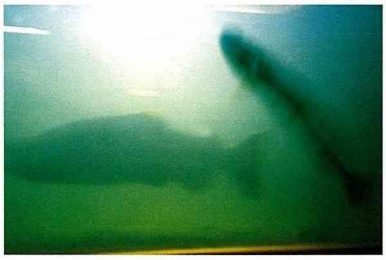
小鮭魚(smolt)因環境刺激而導致身體及行爲改變，鱗變大，顏色變銀色，尾巴變長且分叉較深。較小鮭魚讓水流將其帶往下游，尾在前，而大一點的小鮭魚則可活躍地游泳。大部分之旅行是在晚上，以躲避掠食者。人類的活動也會產生額外的危險，例如水庫和污染，會減少小鮭魚的存活機會。

到達出海口時，淡水和鹹水混合，年幼鮭魚在此徘徊以使其身體適應鹹水。它們貪婪地進食，在進入海洋之前長得越大，越可能存活。最後，它們終於出海，有些種類如銀鮭將停留在海岸水裏，其他種類會遷移到2,000英哩遠的北太平洋進食場。

對鮭魚之保育，除了美國積極在進行外，加拿大亦不遺餘力。爲了防止鮭魚數量減少，加拿大自1977年就開始推動鮭魚保育計畫，包括建造魚苗孵化場、魚梯、及產卵水道以幫助鮭魚洄游，並促使鮭魚繁殖到正常的數量。

亞當斯河鮭魚歸鄉之旅2002年為高峰期

根據國外最近報導，加拿大亞當斯湖集水區是北美最大的阿拉斯加紅鮭魚群的家鄉，在經過人類多年對其生態系衝擊之後，現已成功地復原。在1990年有260萬條阿拉斯加紅鮭回到亞當斯河。位於中央英屬哥倫比亞省東方65公里的肯路普斯



■遊客中心內的透明窗，可以觀賞鮭魚通過魚梯之身影。

城市，亞當斯河是世界上最大阿拉斯加紅鮭種類的生育地之一。此等鮭魚由太平洋洄游之起點是在溫哥華附近之弗拉舍河出海口，必須通過400公里激流及數千個障礙，包括岩石、枯樹，或是被金鷹、黑熊當做佳餚；鮭魚在10月到達亞當斯河之前，一路奮鬥經弗拉舍河、湯普森河、及休史瓦普湖，最後它們在2公里長的亞當斯河河床生產及死亡。

在2個月的歸鄉生死之旅中，鮭魚完全是以其體內儲存的脂肪爲能源，勇往直前，平均每天游29公里。數十億的鮭魚卵將會產在河床上，但只有10-15%能存活。這些鮭魚卵在第二年春季將孵化成8至10億隻小魚，小鮭魚將在休史瓦普湖停留一年，以湖中浮游微生物或植物爲生。第三年6月，小鮭魚沿著湯普森河及弗拉舍河順流而下，最後進入太平洋。此時其體內產生自然變化，可適應鹹水的海洋環境，爾後的2-3年間鮭魚在海洋生活、成長，最後達生育期成熟後再開始溯游歸鄉。

此等在海洋成長之鮭魚有80%會被人類捕獲或成爲海洋生物食物鏈之一環，只有20%會回到原來出生的亞當斯河。在溫哥華與維多利亞水域之間，每年夏季5-9月間約有100條殺人鯨徘徊此間，其主要食物即此等準備溯河歸鄉的鮭魚。當鮭魚進入淡水時，其體內會產生自然變化以適應淡水，魚鱗會變成紅色，頭部則轉變綠色。公鮭有隆起的背部，母鮭則在其腹部儲存約4千粒魚卵。

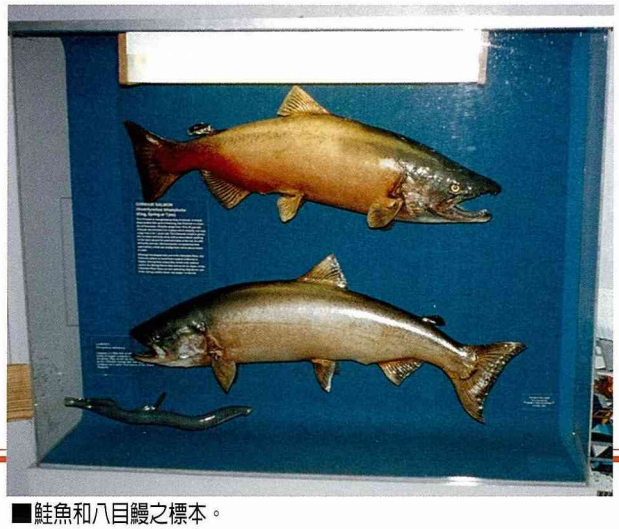
在每4年一次的高峰魚群時，高達200,000名遊客來此亞當斯河觀賞多到200萬條的鮭魚擠進此溪流來產卵。下一次此種高峰魚群預計在2002年。

伐木業者與政府合作資助復舊集水區

科學家仍然不確定此種鮭魚在海洋中遊蕩3年後如何找到回家路線，但是無疑地伐木與築路正阻礙了亞當斯河鮭魚群。經過7年的工作及投資總計加幣290萬元（美金194萬元），現在Forest Renewal BC及International Forest Products (Interfor)已宣佈亞當斯湖集水區再度成爲健康的、繁茂的生態系。

Forest Renewal BC設立於1994年，是政府公司的投資機構，將得自公有林之一些財富再投資回歸土地及人民。Interfor是英屬哥倫比亞伐木公司，時常是環境保護人士情緒抗爭的主題，特別是其在溫哥華北部依拉吼山谷(Elaho Valley)老齡林的伐木作業。

自1994年以來由Forest Renewal BC資助的亞當斯湖集水區復舊計畫實施結果，超過350公里道路被停止使用或升級，以及約10公里河流被復舊。產卵河床已建成，鮭魚捕捉亦已受到管制。Interfor和政府機構、當地原住民團體與私有地主合作計畫，經由盡可能保護淡水資源，以促使其被視爲親善魚類的木材公司。在1994至1999年之間，Forest Renewal BC投資3億5千萬美元評估受過去伐木活動損害的860集水區及復舊數百個集水區。其新長程目標是在2003年再復舊20%的優先集水區。



■鮭魚和八目鰻之標本。

台灣國寶櫻花鉤吻鮭面臨絕種

值得一提的是台灣的國寶魚，櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)，亦是太平洋鮭魚的一種。台灣地區的陸封型櫻花鉤吻鮭(Formosan landlocked salmon)早年稱爲台灣鱒，今簡稱爲台灣鮭魚(Taiwan salmon)。櫻花鉤吻鮭原係北半球的寒帶洄游性太平洋鮭魚，可能在冰河時期遭遇板塊運動與河川變遷，而被封隔在大甲溪高山溪流中，成爲淡水型陸封孑遺物種，其後經長期演化而成之特有亞種。

台灣鮭魚生活在1500-2000多公尺的森林溪流，自先民時代至1960年代，其分布很廣，例如七家灣溪、雪山溪、有勝溪、司界蘭溪、南湖溪、合歡溪等六條主支流，都有其棲息記錄。因此，台灣鮭魚在早期當地泰雅族原住民之生活文化上占有很重要角色，台灣鮭魚成爲原住民部落的自然美食，當年環山部落之泰雅族人主要使用投網、竿釣、魚叉、弓箭、筌、及魚藤等漁具漁法。日據時代，台灣總督府內務局於1938年將台灣鮭魚公告爲天然紀念物，以加強其保護。

1970年代以後，台灣鮭魚資源逐漸枯竭，目前僅剩七家灣溪可見蹤跡。1992年雪霸國家公園管理處將七家灣溪集水區劃爲櫻花鉤吻鮭生態保護區，農委會多年來亦推動櫻花鉤吻鮭之保育工作。雖然我國過去致力於台灣鮭魚之復育工作，但是由於台灣整體環境、棲息地遭受破壞、衝擊，目前台灣鮭魚在七家灣溪之族群總數可能不超過1,000條，其基因歧異度降至面臨絕種之危機。



■台灣國寶魚「櫻花鉤吻鮭」的故鄉—七家灣溪。

森林之良善經營是鮭魚保育的重要工作之一，森林之水源涵養與水土保持功能是河川水源品質之最重要因素，因爲森林是水的故鄉，歸根則森林也是鮭魚的生命原鄉。少小離家老大回，鮭魚的奮勇歸鄉精神十分可佩：問世間情是何物？致生死相許，鮭魚爲傳宗接代力盡而亡的悲壯結局可喻爲情聖。眾生也有許多有情、至死無悔者，而至於那些無情者，恐怕是連愛情鮭魚都不如了。