

## 保育專輯--櫻花鉤吻鮭保育

作者：曹先紹

被原住民泰雅族人暱稱為 Bunban 的櫻花鉤吻 ( *Oncorhynchus masou formosanus* ), 在老一輩的記憶裏, 從梨山地區以上的大甲溪各個支流中曾經隨處可見。可惜自從臺灣光復以來, 國人普遍抱持重開發而輕保育的觀念, 導致全省野生動物、植物的空前浩劫, 連日據時代貴為「天然紀念物」的櫻花鉤吻鮭也無法倖免。在短短不到四十年之間, 因為過度捕捉、水質污染與棲息地破壞等人為衝擊, 造成櫻花鉤吻鮭族群分布範圍與數量的銳減。有鑑於此, 政府遂在民國七十三年, 依據文化資產保存法, 公告櫻花鉤吻鮭為珍貴稀有動物, 其「國寶魚」之名因此不脛而走。行政院農業委員會隨即開始投注大量經費與人力, 並邀集退輔會、臺灣省林務局、臺灣省水試所等單位及國內相關領域的專家學者, 共同推動櫻花鉤吻鮭的生態研究、人工復育與巡邏保護工作。八十一年雪霸國家公園管理處成立, 亦積極參與保育櫻花鉤吻鮭的工作。然而, 經過長期生態研究所歸納出威脅櫻花鉤吻鮭生存的諸多人為衝擊, 卻並未完全消失, 顯見「國寶魚」族群的存續仍有待國人繼續的努力。在中央至地方相關部門的全力推動下, 終於在八十六年底促成「櫻花鉤吻鮭野生動物保護區」的劃設。十餘年來櫻花鉤吻鮭的保育歷程, 不僅是備受關注的議題, 單是曾參與相關

研究而目前已獲得碩、博士學位的人才即多達十餘位, 對國內未來生態研究的助益可見一般, 因此在國內野生動物保育工作上絕對具有指標意義。本專題針對櫻花鉤吻鮭的地理分布、分類地位、生態習性、保育歷程、法源依據及相關研究資訊等進行整理, 期望從不同角度提供讀者們豐富的背景資料, 使您能對櫻花鉤吻鮭保育有通盤的瞭解。

### 必也正名乎

中文俗名:

櫻花鉤吻鮭、台灣鱒、梨山鱒、次高山鱒、石川氏鮭魚、本邦 Bunban、櫻鮭、台灣馬蘇大麻哈魚

英名俗名:

Formosan landlocked salmon, Taiwan trout

學名:

*Oncorhynchus masou formosanus*

分類位階:

鮭目 (Salmoniformes) 鮭科 (Salmonidae)

稀有程度:

特有亞種、保育類、瀕臨絕種淡水魚類

## 形態特徵：

除了鮭魚基本的外部形貌，例如紡錘形且側扁的身軀、大口裂且端位、圓鱗、遠離胸鰭而比較靠近泄殖孔的腹鰭、腹鰭基側的腋窩突與背鰭後方的脂鰭外，河川型的櫻花鉤吻鮭，背部呈黑青綠色，腹部銀白色，體側有 8-12 個黑色橢圓形雲斑，側線上方有 11-31 個小黑點，體長可達 30-40 公分。由於其降海型在性成熟溯返淡水溪流的產卵場時，體側呈現桃紅色不規則雲斑，遂被日本人稱為櫻鮭(Sakuramasu)；至於其下顎朝上彎曲呈鉤吻的特徵，則是所有雄性太平洋鮭魚，在生殖期共有的成熟標記。台灣的櫻花鉤吻鮭與日本、韓國或中國東北等地方所產的櫻鮭或馬蘇大麻哈魚，在形態上極為相似，彼此間的差異僅是前者的臀鰭與胸鰭鰭條數平均較少（約少 2 根）脊椎骨數較少（約少 3 個）體側的小黑點也較少（約少 50 個）。

## 發現經過：

1917 年由日本水產技師青木先生首度發現，由於鮭鱒魚一向被視為溫帶冷水性的魚類，因此最初魚類學家 Jodan 博士聽說亞熱帶的臺灣有鮭魚的存在，覺得是一件不可思議的事。

## 鑑定身份：

為確定這個鮭魚族群的真實身份，魚類學者們對櫻花鉤吻鮭的分類地位與親緣關係有諸多探討，目前多數同意其與日本北方產櫻鮭 masu salmon (*Oncorhynchus masou*) 的親緣關係最近，且應是地理隔離後所進化出獨立的亞種。根據形態比對與 mtDNA（粒腺體去氧核糖核酸）分析，推測櫻花鉤吻鮭是在大約十萬到八十萬年前，廬山或大里冰河時期，因為地殼變動及台灣地形隆起，與日本海的降海型櫻鮭族群分離的。

## 亞太特產：

櫻鮭 (*Oncorhynchus masou*) 是七種太平洋鮭魚中，亞洲地區的特產，分布範圍涵蓋日本、韓國與中國東北(俗稱馬蘇大麻哈)。台灣的櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 是陸封型的鮭魚族群，受到冰河時期與地質變動的交互作用，而終生棲息於寒冷的高山溪流，所以是碩果僅存『冰河子遺』生物的代表之一。就地理位置而言，這個特有亞種乃世界鮭鱒魚類分布的第二南限，緯度僅略高於分布在墨西哥的陸封型虹鱒，其珍貴可見一般。

## 歷史分布：

櫻花鉤吻鮭在民國 30 年代以前廣布在大甲溪上游，松茂附近溪流

合流處以上之各支流，包括合歡溪、南湖溪、有勝溪、七家灣溪、雪山溪與司界蘭溪等六條支流，更有人一夜投網能捕捉十五斤以上鮭魚的記錄。惟近數十年來，這些區域在修築道路、墾植果菜、溪流截彎取直、建造水庫及攔砂壩等人為活動影響下，溪流環境逐漸受到破壞，因此目前只能在武陵農場境內七家灣溪上游約 7 公里的河段；加上雪山溪一號攔砂壩下游至其匯入七家灣溪前不及 1 公里的河段；與人工放流後的部份司界蘭溪上游，欣賞到櫻花鉤吻鮭的情影。

## 生活史

生殖季：

每年十月至十一月

生殖活動：

達到性成熟的雌魚（多數為 I 齡魚）會在河床上，利用臀鰭與尾鰭，進行搗砂的工作，搗起的細砂被水流帶往下游，留下卵石間乾淨的縫隙，也就是產卵巢的位置。雄魚在雌魚搗砂時會靠近雌魚，密切注意它的活動，並且有明顯的領域行為。如果有其它的雄魚接近，雄魚會衝出來趕走對方，或者為了搶奪地盤大打出口。雌魚偶爾也會負起捍衛領域的工作。櫻花鉤吻鮭雌魚一次排出 100 顆左右 直徑約 0.5 公分的沉性卵。卵在受精後隨水流沉降在石縫中，雌鮭魚會在產卵巢

上游，重覆搗砂的工作，讓下游產卵巢裏的受精卵得到良好的覆蓋。生殖完的親魚不會像降海型的個體，馬上死亡，根據體長頻度分析，櫻花鉤吻鮭可以有四年的壽命。

孵化與浮現：

櫻花鉤吻鮭的受精卵在底質石間，要待上很長的時間，才會孵化與完成卵黃囊的吸收，脫離產卵巢進入水層，稱作浮現。水溫 14 的環境下，櫻花鉤吻鮭的仔魚需要 50 天才會浮現。因此天然環境下，要到隔年的 1 月中旬以後，才會在溪流兩岸的靜水區發現體長 2.5 公分左右的櫻花鉤吻鮭仔魚。

生日快樂：

魚類學家們為了在探討魚類年齡時有一致的標準，就把每年的元旦當作所有魚類的「生日」，所以櫻花鉤吻鮭的仔魚必須到隔年的元旦才算滿「周歲」，或稱作 I 齡魚。櫻花鉤吻鮭浮現後的第一年體長增加最快，可達 16 公分，這種成長速度在冷水性的鮭魚間亦算個中翹楚，而野外記錄到櫻花鉤吻鮭的最大體長則超過 40 公分。

棲息地：

櫻花鉤吻鮭主要棲息在高山的森林溪流中，且偏好清澈冰冷的水域環境。它們在生活史各階段或是進行不同活動時，對棲息地都有不一樣的要求。

### 受體型影響：

剛脫離產卵巢浮現的仔魚還沒有很好的游泳能力，多集中在岸緣的靜水區，對溪流內遮蔽物的需求非常明顯。隨體型增大，對流速的適應力也加強，像幼魚整年對溪流內遮蔽物的需求都不高，對流速或深度的喜好範圍更廣。有趣得是成魚似乎有偏好深水與緩水區的現象，它們在水溫低於 12 以下時對溪流內遮蔽物的需求升高，反應了躲藏越冬的行為。

### 進行不同活動：

櫻花鉤吻鮭在休息與覓食所佔據的位置也有差異，休息狀態比較貼近溪床；覓食的時候鮭魚會在水流中來回游動，並保持較離開溪床的位置。對產卵巢的環境櫻花鉤吻鮭也有嚴格的選擇，其標準除了水深與水流速以外，主要表現在底質石的大小上。

### 滿足生活史需求：

簡而言之，櫻花鉤吻鮭的棲息場所需要終年 18 以下的水溫，最好有部份坡度和緩的河道，還要有足夠的水潭與緩流區。溪流內遮蔽物或適當的底質石組成，在越冬、避難與生殖活動中都是不可缺少的。

### 食物與天敵：

櫻花鉤吻鮭主要利用視覺來覓食，通常被歸類為食蟲性（Insectivore）的魚類，其實他們的食物除了來自水棲昆蟲與跌落或接近水面的陸棲昆蟲之外，活動於溪流生態系內兩生類的蝌蚪與成蛙，像梭德氏赤蛙（*Rana sauteri*）也有被櫻花鉤吻鮭吞食的記錄。根據調查，單僅七家灣溪至少就分布了 6 目 31 科 61 種以上的水棲昆蟲，可見櫻花鉤吻鮭的食物來源極為豐富。

至於櫻花鉤吻鮭的天敵，可能就以鳥類為主了。在七家灣溪附近經常出現的鳥類，包括鉛色水鶉、河烏、綠蓑鷺及鴛鴦四種，其中僅綠蓑鷺有捕食櫻花鉤吻鮭的記錄，但是海拔 1600 公尺已經是綠蓑鷺分布區域的上緣，因此七家灣溪附近綠蓑鷺的數量十分有限，對櫻花鉤吻鮭族群應該不至於有過度的捕食壓力。

### 共生（sympatric）的原生魚種：

除櫻花鉤吻鮭外，在研究區域出現的魚種至少還包括：臺灣鏟頰魚（*Varicorhinus barbatulus*）、台灣纓口鰍（*Crossostoma lacustre*）及褐吻虎（*Rhinogobius brunneus*）三種魚類。在曾有櫻花鉤吻鮭分布的大甲溪上游六條支流中，台灣纓口鰍多數出現在水溫較高、水深較淺的急流區，主要分布區域包括：七家灣溪在與有勝溪交匯前，可達武陵農場場部旁的溪段；有勝溪一號攔砂壩上游；司界蘭溪一號壩下游；南湖溪三號攔砂壩上游；與合歡溪一號壩上的溪段。臺灣鏟頰魚在冬

季多集中較深的水潭區，其分布區域則更上溯至雪山壹號攔砂壩下；七家灣溪櫻花鉤吻鮭復育中心附近的溪段；思源派出所旁的有勝溪；司界蘭溪一至二號壩間的溪段；南湖溪三號壩上游；以及合歡溪一號壩上游，。而臺灣鏟頷魚。至於褐吻虎，在有勝溪與七家灣溪交匯口以下的溪段均有採集記錄。

### 共生魚種介紹:

平鰭鰍科 (Homalopteridae)

臺灣纓口鰍：(臺灣特有種)

(*Crossostoma lacustre*)

俗稱：石貼仔、鹿仔魚、花貼仔

臺灣纓口鰍大多棲息在溪流中之湍急河段。身體略呈圓筒形，頭部呈扁平鈍三角形，胸鰭與腹鰭向兩側平伸，由於其胸、腹鰭條下有趾墊，可吸附在石頭上，所以不容易被水沖走。體色一般呈暗黃色，然變異甚大，並具有不規則之深褐色塊狀雲斑，各鰭皆有橫紋。以石頭上的藻類及水生昆蟲為主食。可長至 14 公分。

鯉科 (Cyprinidae)

臺灣鏟頷魚：(*Vericorhinus barbatulus*)

俗稱：苦花、苦威、齊口、魚

本種分布甚廣，幾乎全省的河川均有；但其棲息地多侷限於河川中、上游，急流處石頭下方深潭皆為其棲地，為極佳的垂釣性魚種。

其身體延長而略圓，口寬而橫裂於吻之下方，下頷呈鏟狀，具角質邊緣。體背黃綠色，腹部淡白，背側鱗片基部具黑點，眼睛上半部呈紅色。以附著性藻類為主要食物，亦食用水棲昆蟲。成魚可達 50 公分。

虎科 (Gobiidae)

褐吻虎：(*Rhinogobius brunneus*)

俗稱：狗甘仔，川虎

虎科的魚類一般被稱為狗甘仔，其中以本種最為普遍，全省各地溪流均可發現。有些褐吻虎是終生在河川中生活，另有一些有洄游之習性。雄魚在石縫或在石頭下掘穴。其頭部略平扁，眼睛前方各有兩條明顯的紅線，兩眼位於頭頂，略為突出；背鰭兩枚，雄魚第一背鰭之第二、三棘條延長；腹鰭癒合成吸盤，圓形尾鰭。

### 保育記實

30 年代

1938 台灣總督府史蹟名勝天然紀念物調查會，將櫻花鉤吻鮭列為天然紀念物。

### 保護措施

禁止放流外來種魚及魚卵。從松茂清泉橋下游以東各大甲溪支流，於五月一日至十二月三十一日，禁止以魚網與築堤捕魚，以防止人們過度捕櫻花鉤吻鮭，並保護

生殖期間的種魚。禁止於十月一日至十月三十一日在七家灣溪捕魚，以保護生殖期的種魚。七家灣溪兩岸三百公尺以內的土地，禁止砍伐森林及變更地形等行為。

## 70 年代

1974 台灣省林務局委託東海大學于名振教授，辦理大甲溪水質之環境及高山魚類生態保護調查，並建造一座櫻花鉤吻鮭自然繁殖場，進行復育研究。

1977 台灣省林務局將櫻花鉤吻鮭棲息地劃為國有林自然保護區。

## 80 年代

1984 發現櫻花鉤吻鮭分布範圍在大甲溪上游六條支流中已減少了將近 90% 的區域，數量則可能僅存二百尾左右。

1984 經濟部依據文化資產保存法，指定公告櫻花鉤吻鮭為珍貴稀有動物。

1985 行政院農業委員會在林業處下成立保育科，接辦自然生態保育工作，並實施櫻花鉤吻鮭巡邏保護、生態研究、人工復育及放流工作，以增加溪流中櫻花鉤吻鮭族群量。

1986 的潛水調查發現在七家灣溪一號至三號攔砂壩間的溪段中，櫻花鉤吻鮭總數約在 600 尾左右，七十六年則增加到將近 1800 尾，七十七年仍保持 1100 尾以上，顯示在適

當的天然環境下，櫻花鉤吻鮭族群具有自我復甦的能力。

1988 三月在七家灣溪二號與三號攔砂壩下各放流 100 尾人工復育之櫻花鉤吻鮭，至七十八年一月仍有 11 尾標記之櫻花鉤吻鮭存活。

1989 野生動物保育法通過，為國內保育工作增添更完善的法令依據，行政院農業委員會亦依據此法，將櫻花鉤吻鮭列為瀕臨絕種保育類野生動物。

## 90 年代

1992 內政部依國家公園法，將七家灣溪集水區劃入雪霸國家公園範圍，並責成雪霸國家公園管理處負責管理。

1993 一月在七家灣溪六號攔砂壩上放流 300 尾人工復育之鮭魚苗，八十三年 83 年一月潛水調查，發現有 20 尾左右的櫻花鉤吻鮭存活。

1994 雪霸國家公園管理處，擬定「櫻花鉤吻鮭保育計畫」之近、中、長程目標。

1994 秋天雪霸國家公園管理處進行首次櫻花鉤吻鮭人工繁殖工作，結果由三對種魚成功孵育出 268 尾稚魚，於八十四年三月間放流至武陵溪，經學術單位於八十四年九月三十日潛水調查，結果仍有一百六十餘尾留在武陵溪，生長情形良好。

1995 九月二十三日行政院農業委員會依野生動物保育法，將七家灣溪億年橋以上之集水區公告為野生動物重要棲息環境。

1995 十月底雪霸國家公園管理處再度實施人工繁殖作業，由兩尾稚種魚採得約五百粒卵粒，經人工授精後，於十一月間成功的孵出約四百尾魚苗並分三批共約三百餘尾，放流至武陵溪中、上游地區。

1997 十月一日行政院農業委員會依野生動物保育法，劃設櫻花鉤吻鮭野生動物保護區。 保育計畫書

## 生態危機面面觀

### 原住民的影響

大甲溪上游各支流的邊坡，本來覆蓋著茂密的原始森林，溪流裏櫻花鉤吻鮭也隨處可見。雖然原住民泰雅族人把鮭魚當作日常食物，但是族人人數有限，因此對自然環境並未造成過多的負面影響，數百年甚至更久以來，泰雅族人與櫻花鉤吻鮭在森林生態系中就這麼融洽的生活著。

### 開發期

台灣光復以來為了開發大甲溪集水區的水力資源和森林資源，大甲溪中游以下陸續建起了大型水壩，把流動的溪水完全截住，變成靜止的水庫，中橫公路也在 1960 年通車，使來往山區的交通更加便利。大甲溪中上游沿岸的原始森林被砍伐後，變更為農業用地，種植像蘋果、梨子等溫帶水果。由於溫帶水果種植的成功，吸引了大批平地人口移入山區。根據統計，從

1969 年到 1974 年短短的五年內，大甲溪上游集水區人口由原本 6000 人暴增了七倍，而果園面積也增加一倍，溪流兩岸超限利用與水土流失的情形十分嚴重。

### 惡化期

為了避免下游水庫因為泥砂淤積而降低使用年限，早期水土保持的方法就是蓋攔砂壩，因此大甲溪上游各支流內陸續蓋起了一座座高度在四尺以上的攔砂壩，而櫻花鉤吻鮭的分布範圍，在不到 20 年的時間裏，從原本梨山以上的大甲溪六條支流，縮減了 90%，只剩下七家灣溪與雪山溪不到七公里的溪段，魚群數量估計只有數百隻。顯然櫻花鉤吻鮭族群分布與數量的改變，除了受到天然洪水衝擊外，也和集水區內人為活動的影響有關。

### 洪水與攔砂壩

短小急促是台灣溪流環境的絕佳寫照，大量降雨所產生的天然洪水在各溪流中不僅司空見慣，更對台灣溪流內水生生物相的組成與演變有決定性影響。發生於非櫻花鉤吻鮭生殖季的重大洪水，雖未必增加其死亡率，但至少會改變魚群在上下游溪段間的分布狀況；發生在櫻花鉤吻鮭生殖季或孵化期間的洪水，則明顯會破壞鮭魚生殖活動，並降低仔魚的存活率。洪水破壞溪流內的物理環境後，亦間接影響鮭魚族群的生存。例如水潭因洪水挾帶的泥砂而淤積後，原本偏好水潭

的魚類，就必須遷就環境較差的棲所。天然的洪水加上人為設置的攔砂壩，不但造成壩頂魚群的流失，還將原本稀少的鮭魚族群切割成更小的獨立族群，使下游的鮭魚無法使用分布在攔砂壩上游的良好棲息地，此外，也不利小族群彼此間遺傳物質的交換。

## 棲地破壞

農業活動對櫻花鉤吻鮭族群具有許多潛在的負面衝擊，包括棲息地的破壞、水質的惡化與水量的減少。要在集水區內進行農業活動，往往會對溪流進行截彎取直的改造工作，或是砍伐濱溪森林，將邊坡改為農業用地。森林砍伐與農業活動，都難免使水土的流失加劇，最常被運用的解決方法就是蓋攔砂壩，把流失到溪流中的泥砂層層攔阻起來。但是這些人為措施卻改變了溪流內的物理環境，造成櫻花鉤吻鮭棲息地品質的惡化。此外，為了維持農業生產，大量農藥，包括肥料與殺蟲劑，也被應用在緊臨溪流兩岸的農業用地上，而許多原本會直接注入溪流的水源，卻被挪去作灌溉之用，不僅使溪流水量減少，水質亦受到污染。枯水期間部份溪段因水量急遽減少，使農藥不易被稀釋，更促成靜水區或下游溪段的優養化現象，而枯水期間，水溫也有容易昇高的傾向，均不利櫻花鉤吻鮭的生存。

## 相關法令

文化資產保存法  
文化資產保存法施行細則  
野生動物保育法  
野生動物保育法施行細則  
森林法  
漁業法  
國家公園法  
國家公園法施行細則

## 焦點議題 Q & A

Q: 臺灣櫻花鉤吻鮭的第一個標本?

A: 是 1917 年日本水產技師青木先生從警察朋友那裏得到的，由於鮭鱒魚一向被視為溫帶冷水性的魚類，因此最初魚類學家喬登博士聽說亞熱帶的臺灣有鮭魚的存在，覺得是一件不可思議的事。

Q: 陸封型鮭魚的來由?

A: 提到鮭魚，我們很快就會聯想到它溯河產卵的行為，但是在幼鮭降海的過程當中，往往會有少數個體延長待在淡水中的時間，甚至在淡水環境中，達到性成熟，加上地理環境變遷過程中產生的阻隔作用，就有可能演化出陸封型。臺灣的櫻花鉤吻鮭也是陸封型鮭魚，終生生活在亞熱帶的高山溪流裏，證明了冰河時期與造山運動在臺灣的作用，因此在生物地理的研究上，是非常重要的材料。



Q: 臺灣櫻花鉤吻鮭的親緣關係?

A: 經過形態比對與 mtDNA 分析，推測櫻花鉤吻鮭是在大約十萬到八十萬年前，廬山或大里冰河時期，與日本海的櫻鮭族群分離的。

Q: 櫻花鉤吻鮭的分布?

A: 民國三十年代櫻花鉤吻鮭曾廣布於大甲溪上游，主要棲息於七家灣溪、雪山（武陵）溪、有勝溪、司界蘭溪、南湖溪、合歡溪等六條主支流。至今，櫻花鉤吻鮭分布主要在武陵地區的雪山溪下游及七家灣溪一帶

Q: 為什麼只在大甲溪有鮭魚的分布呢？

A: 日人 Kano 依據河川縱剖面，認為大甲溪上游具備比較和緩的坡度，所以提供了陸封型櫻花鉤吻鮭存活的空間。

Q: 櫻花鉤吻鮭的數量？

A: 據說民國七十三年櫻花鉤吻鮭族群數量曾經逼近 200 尾的最低點。根據七十五年的潛水調查，發現在七家灣溪一號至三號攔砂壩間的溪段中，櫻花鉤吻鮭總數約在 600 尾左右，七十六年則增加到將近 1800 尾，七十七年仍保持 1100 尾以上，顯示在適當的天然環境下，櫻花鉤吻鮭族群具有自我復甦的能力。由農委會委託台大動物系研究人員所進行，以七家灣溪一號至三

號攔砂壩間溪段作範圍（佔實際分布區 50% 以上）的魚口調查，一直持續到八十三年，櫻花鉤吻鮭族群數量則有自 1800 尾逐漸降低的趨勢。八十四年以後由雪霸國家公園管理處委託清大生命科學系

Q: 櫻花鉤吻鮭所面臨的危機？

A: 簡單歸納有洪水、邊坡崩坍、攔砂壩、農業活動、水源開發與觀光壓力等五項。各溪流內環境因子，如避難所與生殖棲地不足、棲地惡化、洪水泛濫加上攔砂壩的阻絕、生殖季與孵化期間發生的洪水、枯水期水量不足與水質惡化等，均有可能是目前櫻花鉤吻鮭族群分布上，難再維持原貌的主要瓶頸。

## 相關資訊聯線

台灣野生動物保護區系統

<http://wagner.zo.ntu.edu.tw/protect/>

雪霸國家公園

<http://www.cpami.gov.tw/shpanp/spnp-idx.htm>

台灣省林務局

<http://www.forest.gov.tw/>

台灣省水產試驗所

<http://www.tfrin.gov.tw/>

台灣省特有生物研究保育中心

<http://www.tesri.gov.tw/>

## 參考文獻

陳弘成，1994，雪霸國家公園武

陵地區溪流水源水質監測系統之規劃與調查，雪霸國家公園管理處，50 頁。

陳弘成，1995，溪流水源水質監測系統之規劃與調查(武陵地區)，雪霸國家公園管理處。

陳弘成，1996，武陵地區溪流水源水質監測系統之規劃與調查(三)，雪霸國家公園管理處。

陳昭明，1996，武陵地區遊客承載量研究，雪霸國家公園管理處。

張明雄，1989，有勝溪台灣纓口鰍( *Crossostoma lacustre* )之生態學研究，國立台灣師範大學生物研究所碩士論文，73 頁。

張石角，1989，櫻花鉤吻鮭保護區規劃，農委會 78 年生態研究第 010 號，78 頁。

邱健介，1991，探尋國寶魚櫻花鉤吻鮭魚的故鄉，臺灣林業特刊第十七卷第八期，25-29 頁。

中華水土保持學會，1983，德基水庫集水區水土保持第二期整理規劃報告，臺灣省政府及經濟部德基水庫管理委員會委託，中華水土保持學會辦理，344 頁。

鄧火土，1959，台灣高地產陸封鮭魚的形態與生態，臺灣省水產試驗所報告，pp : 77-82。

戴永禎，1992，台灣櫻花鉤吻鮭之族群生態學研究，台灣大學動物研究所博士論文，121 頁。

黃國靖，1987，七家灣溪水棲昆蟲相及其生態研究，台灣大學植物病蟲害研究所碩士論文，147 頁。

莊鈴川，1988，櫻花鉤吻鮭資源生物學的基礎研究，台灣大學漁業科學研究所碩士論文，92 頁。

李培芬，1996，七家灣溪集水區之遙測監測，雪霸國家公園管理處。

林培旺、吳祥堅，1995，櫻花鉤吻鮭野生種魚觀察與人工繁養殖試驗，雪霸國家公園管理處研究報告，25 頁。

林曜松、楊平世、梁世雄、曹先紹、莊鈴川，1987，櫻花鉤吻鮭生態之研究(一)魚群分布與環境因子關係之初步研究，農委會 76 年生態研究第 023 號，55 頁。

林曜松、曹先紹、張崑雄、楊平世，1988，櫻花鉤吻鮭生態之研究(二)族群分布與環境因子關係之研究，農委會 77 年生態研究第 012 號，93 頁。

林曜松、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭之生殖生態與行為研究，農委會 78 年生態研究第 008 號，18 頁。

林曜松、張崑雄，1990，臺灣七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群生態與保育，農委會 79 年生態研究第 001 號，40 頁。

林曜松、張崑雄、張瓊文、張耀文，1990，武陵農場魚類研究教育中心初步規劃，農委會 79 年生態研究第 002 號，40 頁。

林曜松、曹先紹、莊鈴川、戴永禎，1992，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(I):以七家灣溪上游、雪山溪為主，臺灣省農林廳林務局保育研究系列-82-07 號，40 頁。

林曜松、張明雄、莊鈴川、曹先紹，1993，櫻花鉤吻鮭棲地之調查研究(II):大甲溪上游六條支流，臺灣省農林廳林務局保育研究系列-83-09 號，49 頁。

呂光洋、汪靜明，1987，武陵農場水域之原產種魚類生態之初步研究，農委會 76 年生態研究第 010 號。

呂光洋、黃生、張明雄、張國治，1989，有勝溪固有種魚類和溪流藻類之生態關係研究（三），農委會 78 年生態研究第 004 號。

賴建盛，1996，防砂壩對櫻花鉤吻鮭物理棲地影響之研究，台灣大學地理研究所碩士論文，112 頁。

輿儀喜宣、中村廣司，1938，臺灣高地產梨山鱒（櫻花鉤吻鮭），天然紀念物調查報告第五輯，臺灣總督府內務局，32 頁。

曾晴賢，1994，櫻花鉤吻鮭族群調查與觀魚臺附近河床之改善研究，雪霸國家公園管理處印行，24 頁。

曾晴賢，1995，櫻花鉤吻鮭復育研究，雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1996，櫻花鉤吻鮭族群生態之調查研究，雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1997，櫻花鉤吻鮭族群生態之調查及育種場位址之評估，雪霸國家公園管理處。

曹先紹，1988，武陵農場櫻花鉤吻鮭族群分佈與環境因子間關係之研究，台灣大學動物研究所碩士論文，93 頁。

曹先紹、戴永禎、莊鈴川、林曜松，1997，櫻花鉤吻鮭復育與族群生態學之研究，農委會生態研究總結報告。

汪靜明，1994，武陵地區環境生態，雪霸國家公園管理處印行，231 頁。

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及生態調查之研究，農委會 75 年生態研究第 001 號，48 頁。

楊平世，1996，特稀有種生物之生態調查，雪霸國家公園管理處：

余廷基、賴仲義、吳聲森，1985，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會 74 年生態研究第 003 號，14 頁。

余廷基、賴仲義、吳聲森，1986，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會 75 年生態研究第 003 號，22 頁。

余廷基、賴仲義、黃長俊、楊明道，1987，櫻花鉤吻鮭繁殖試驗，農委會 76 年生態研究第 006 號，41 頁。

Day, Y.T., H.S. Tsao, K.H. Chang & Y.S. Lin. 1993. Spatial and temporal changes of Formosan landlocked salmon, (*Oncorhynchus masou formosanus*), in Chichiawan Stream. Bull. Inst. Zool. Acad. Sinica. 2(2): 87-99.

Jan, R.Q. L.C. Jaung, Y.S. Lin, & K.H. Chang. 1990. A morphometric and meristic study of the landlocked salmon in Taiwan in comparison with other members of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae). Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 29 (3, Supplement): 41-60.

Lin, Y.S. & K.H. Chang. 1989. Conservation of the Formosan landlocked salmon, *Oncorhynchus masou formosanus* in Taiwan, a historical review. *Physiol. Ecol. Japan. Spec. Vol. 1*: 647-652.

Lin, Y.S., H.S. Tsao., and K.H. Chang. 1990. Population and distribution of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) in Chichiawan stream. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 19 (3, supplement): 73-85.

Tsao, E.H.S. 1995. An ecological study of the requirements of the Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*). Ph. D. Dissertation. Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado, 213 pp.

Wang, C.M.J. 1989. Environmental quality and fish community ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan. Ph. D. Thesis, Iowa State Univ., 138 pp.