

台灣櫻花鉤吻鮭
人工放流評估與調查(二)

雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國 96 年 12 月

台灣櫻花鉤吻鮭 人工放流評估與調查(二)

受委託者：國立台灣海洋大學

研究主持人：黃沂訓

研 究 員：藍智鴻、楊宜勳、湯宇潔

雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國 96 年 12 月

目次

圖次	I
表次	II
Abstract	III
摘要	IV
前言	1
研究內容與方法	3
放流方法、時間與大小	3
標識方法	3
放流點	3
樣區設置	5
放流族群追蹤	6
產卵場調查	6
結果與討論	6
標識脫落率	6
活存率與族群量	6
活動範圍與移動百分比	8
產卵場調查	9
討論	9
建議	11

誌謝 11

參考文獻 11

圖次

圖一、自製軟式體外標籤	14
圖二、體外標識植入	14
圖三、剪除脂鰭	15
圖四、2007年司界蘭溪放流點	15
圖五、司界蘭溪第一放流點	16
圖六、司界蘭溪第二放流點	16
圖七、司界蘭溪第三放流點	17
圖八、2007年南湖溪放流點	17
圖九、南湖溪第一放流點	18
圖十、南湖溪第二放流點	18
圖十一、南湖溪第三放流點	19
圖十二、台灣櫻花鉤吻鮭產卵場	19
圖十三、司界蘭溪族群變化量	20
圖十四、南湖溪族群變化量	20
圖十五、司界蘭溪放流監測與累積雨量	21

圖十六、南湖溪放流監測與累積雨量	22
圖十七、放流族群活動範圍	23
圖十八、司界蘭溪族群移動百分比	24
圖十九、南湖溪族群移動百分比	25
圖二十、南湖溪天然屏障	26
圖二十一、司界蘭溪攔砂壩	26

表次

表一

2007 年月齡 10 個月 0⁺放流魚隻基本資料 27

表二

溪流定義 32

表三

標識脫落率 32

表四

司界蘭溪放流監測魚隻數量、存活率與地形 33

表五

南湖溪放流監測魚隻數量、存活率與地形 35

表六

櫻花鉤吻鮭繁殖季前颱風雨量 36

Abstract

In order to expand the distribution of Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) to reduce the crisis of extinction, and make the fish appear in the re-habitation again. In 2006 and 2007 continuously two years carry on the release. During mid-October, 2006 we released the fish in the Nan-Hu river and the Si-Jie-Lan river, the size of the 0⁺(10 months of age) released fish were average at length 12.5 cm, average at weight 14.19 g. Both of the two rivers we released 250 fishes. Every two month, used the Snorkeling-visual methods to investigate in the sample section. Continually traces the released fish's population distribute, survival rate and appraisal the release results.

In June, 2007 the mountainous area continuous heavy rain makes the mountain stream to rise suddenly, then July investigation result : there was 67 fish in the Nan-Hu river and 12 fish in the Si-Jie-Lan river. After four continual typhoons during August to October, the fish had all gone in both rivers sample section, and there was no fish recorded on October 14 as well as on November 21 either. The moves the region after release seventh month : In the Si-Jie-Lan river, 48.65% of fish were found concentrated within the 80 meters up and down stream from the original release site. The farthest up stream migrated fish was found at 1000 meters from lease site while farthest down stream migrate fish was 80 meters away from release site. In the Nan-Hu river, 75.31% of fish were found concentrated within the 80 meters up and down stream from the original release site. The farthest up stream migrated fish was found at 440 meters from lease site while farthest down stream migrate fish was

100 meters away from release site. According to the result suggestion that Formosan landlocked salmon may have sedentary tendencies as well as other fluvial form salmon.

There were second release activity in Si-Jei-Lan river and Nan-Hu river, during late October, 2007. The size of the 0⁺ (11 month of age) released fish were average at length 16.2 cm, average at weight 55.5 g. There were 165 fish released in the Si-Jie-Lan river, 315 released in the Nan-Hu river, and there were amounted to 480 fish in total of three releases. The first investigation is three weeks after release. There were 114 fish been recorded in Si-Jei-Lan river, and 243 fish in Nan-Hu river. After eight months, external tagging were almost falls off completely, so this year we only cut adipose-fin off to distinguish between two different release populations.

Continuously typhoon and torrential rain, cause the serious losses of the fish population that released last year. There are no spawning areas in the sample section. The conservation gets quick results by no means. Therefore, we did some changes about selecting the release site in 2007 attempt to avoid the influence by floods. And investigation the site at upstream that may provides the flood-avoided area.

Keywords : *Oncorhynchus masou formosanus*, **Release, Release population trace, Population distribution, Si-Jie-Lan river, Nan-Hu river**

摘要

為擴大台灣櫻花鉤吻鮭族群分布以減少滅絕危機，使國寶魚重新出現歷史棲地，於 2006、2007 連續兩年進行放流。2006 年 10 月中旬在司界蘭溪及南湖溪中游放流月齡 10 個月之 0⁺ 幼魚，平均體長 12.5 公分，平均體重 14.19 公克，司界蘭溪與南湖溪各放流 250 尾。在樣區內每兩個月以浮潛目視調查監測，並持續追蹤放流族群的分布、活存率與放流成效評估。

2007 年六月山區連日大雨溪水量暴漲，同年七月調查結果：南湖溪 67 尾，司界蘭溪 12 尾，經過八、九及十月連續的四個颱風之後，兩溪段於樣區內，均無發現放流族群；10 月 14 日、11 月 21 日兩次調查亦無所獲。放流半年內其活動範圍：司界蘭溪 1080 公尺，最遠者發現在放流點上游 1 公里處；南湖溪則在上游 440 公尺處有發現鮭魚，活動範圍 540 公尺。司界蘭溪有 48.65%；南湖溪有 75.31% 會停留在放流點深潭、緩流上、下游，總長 80 公尺範圍內，表示台灣櫻花鉤吻鮭應與其他河川型鮭魚同樣有定棲習性。

2007 年 10 月 30、31、11 月 1 日三天在司界蘭溪、南湖溪進行第二次放流。放流之台灣櫻花鉤吻鮭為 2006 年級群月齡 11 個月的 0⁺

幼魚，平均體長 16.2 公分、體重 55.5 公克。其中司界蘭溪 165 尾、南湖溪 315 尾，總計放流共 480 尾。放流後第一次調查在三週後的 11 月 22、23 日兩天，司界蘭溪有 114 尾，南湖溪則有 243 尾。去年所採用的體外標識經過八個月後幾乎完全脫落，故今年以剪除脂鰭以資識別。

連續的颱風豪雨，造成去年放流族群嚴重損失，繁殖季樣區內亦均無產卵場的發現，生態保育工作非一蹴可及，因此 2007 年有針對放流點的選擇做了一些改變，以避免洪水將放流族群沖離棲地，對於上游可構成洪水屏障地點做實際評估。

關鍵詞：台灣櫻花鉤吻鮭、放流、放流族群追蹤、族群分布、司界蘭溪、南湖溪、

一、前言

1.1 櫻花鉤吻鮭的歷史與棲地

台灣櫻花鉤吻鮭自 1917 年青木趙雄發現後，引起許多學者投入研究，因為冷水性的鮭鱒魚類主要分佈以北緯 40 度線為分界，所以櫻花鉤吻鮭是世界陸封型鮭魚地理分佈的最南限，無論在動物地理、遺傳演化和族群生態上都是相當珍貴具有價值的。

根據早期的記錄顯示 (Kano, 1940)，台灣櫻花鉤吻鮭在日據時代 (自 1917 年至 1941 年間) 的分布遍及今日松茂以上的整個大甲溪上游，包括合歡溪、南湖溪、司界蘭溪、七家灣溪及有勝溪等支流都曾是它的棲息地。其中司界蘭溪及七家灣溪的數量最多，到了民國五、六十年代時發現就只剩下司界蘭溪、高山溪及七家灣溪有鮭魚的蹤影，到了民國七十三年，只剩下七家灣溪約五公里左右的溪段，可以發現台灣櫻花鉤吻鮭存在 (林等, 1988)。民國八十年台灣櫻花鉤吻鮭的分布，大約以七家灣溪武陵農場迎賓橋為下限，向上至七家灣溪上游桃山西溪六號壩底下約七公里長之區域。台灣櫻花鉤吻鮭的分布範圍之最上游約在池有溪匯流點以下附近，海拔約在 1980 公尺左右，距離分布範圍的最低點七家灣溪與有勝溪匯流點約有八公里左右的距離。雖然過去亦曾經發現有極少數鮭魚個體會分布到更下游的大甲溪和平農場附近 (曾, 2004)，2004 年夏季，遭逢敏督莉 (Mindulle) 以及艾莉 (Aeri) 颱風侵襲，豪雨造成的洪水，使台灣櫻花鉤吻鮭再次面臨生存威脅，野生的族群大約六百尾左右。幸而 2005 年並無大雨洪水肆虐經過休養生息，去年 (2006) 野生族群數量已回復至 2,300 尾左右 (曾, 2006)。

1.2 司界蘭溪與南湖溪的緣起與歷史

有鑒於七家灣溪段族群數量易受天候影響，為避免台灣櫻花鉤吻鮭再次面臨生存威脅，本計畫選擇以司界蘭溪及南湖溪進行放流。過去南湖溪及司界蘭溪過去曾有台灣櫻花鉤吻鮭的蹤跡，表示其環境是適合牠們生存的，經過多年的保育後現在再次將族群導入，讓族群繼續在此地延續。

司界蘭溪

又名蘇七蘭溪、四季朗（蘭）溪。發源於雪山南斜面，貫流至志佳陽山（3287 公尺）與大劍山（3593 公尺）兩山之間。在環山西北方約 50 公尺，海拔約 1550 公尺處，注入大甲溪主流。司界蘭溪曾是台灣櫻花鉤吻鮭的重要歷史分布河流，也是環山部落泰雅族原住民主要漁獵活動的重要溪流。

南湖溪

發源於南湖大山（3740 公尺）、南湖北山（3535 公尺）、滿湖南山（3448 公尺）、中央尖山（3703 公尺）、無名山（3449 公尺）等中央脊山地的北側面。南湖溪為大甲河流域中最大支流，其上源來自耳無溪及米米拉喜溪，其中耳無溪發源於無名山，在節孝東南方注入南湖溪，本溪在環山部落西南 2 公里處匯入大甲溪。

1.3 放流的目的及監測希望達到的效果

本計畫藉由人工放流來建立新族群。將原本已經在司界蘭溪及南湖溪絕跡的台灣櫻花鉤吻鮭再次導入，建立第二及第三條台灣櫻花鉤吻鮭棲息的流域。台灣櫻花鉤吻鮭移地保育的目的除使穩定族群數量外，更符合基因多樣性，增加人工繁殖族群對抗天擇的考驗，可望擴大台灣櫻

花鉤吻鮭目前之生存範圍。放流的仔魚配合標識，以便評估放流之成效，減低對野外族群生態之負面影響，避免盲目放流，造成自然生態系額外之負擔。

二、研究內容與方法

2.1 放流方法、時間與大小

運魚袋規格為 $65 \times 32 \times 30 \text{ cm}^3$ ，底層包覆不透明塑膠，以兩個魚袋雙層方式進行打包，並以封口袋內裝冰塊 250 公克，分別置於袋間，內袋水量 15 公升，灌氧後打包後上車載送至定點，再由人力背負運魚袋，步行到放流點進行放流。

2006 年放流時間是：司界蘭溪 10 月 11、13，南湖溪：10 月 17、18，總計放流 500 尾 0^+ 的幼魚，每個魚袋中有 12 到 13 尾幼魚，平均體長 12.5 公分，平均體重 14.19 公克。

2007 年放流時間為：南湖溪 10 月 30、11 月 1 日，司界蘭溪 10 月 31 日。放流魚隻是 2006 年由台灣鮭魚生態中心人工繁殖 0^+ 幼魚，平均體長 16.2 公分、平均體重 55.5 公克（表一），每袋平均為 15 尾。第一天放流點為南湖溪第一及第二放流點 165 尾，第二天為司界蘭溪 165 尾，第三天為南湖溪第一、三放流點 150 尾。總計 480 尾。

2.2 標識方法

2006 年所使用之標籤乃依據一般的市售商用龍蝦及甲殼類標籤加以改良成為適用於台灣櫻花鉤吻鮭的規格（如圖一）。優點是標籤顏色鮮明，放流後在野外易於觀察。標識過程：將魚以濃度 100ppm 之 2-苯

氧基乙醇 (2-Phenoxyethanol) 麻醉 1-2 分鐘，待測定體長、體重基本資料後，隨即將標籤穿過魚體的背部肌肉 (如圖二)。2007 年則是麻醉測量基本資料後剪除脂鰭識別 (圖三)。

2.3 放流點

南湖溪與司界蘭溪的地形迥異，河川地形定義如 (表一)。司界蘭溪地勢較為平緩，落差較小，地形平坦而開闊，急流、緩流與淺瀨交錯溪段當中，少有深潭，柯羅莎 (KROSA) 颱風過後溪流改道，攔砂壩破裂造成溪面下降，岩盤逐漸裸露。南湖溪地形險惡，溪流兩岸巨石林立，溪面較為狹窄水量大，溪流地形以深潭居多，溪段間落差大，容易造成地形阻隔。經實地探勘之後，於兩溪中各選定適當之放流點，分述如下：

司界蘭溪(圖四)

1. 第一放流點：

與去年放流點相同，位在 Gon-gamin 及 Gon-bkuli 兩條野溪中間，河面寬約 7 公尺、長 14 公尺，放流點左岸有一大岩盤突出造成之小迴水潭 (圖五)，放流兩袋共 30 尾。

2. 第二放流點：

位於第一放流點上游約 200 公尺，主流與野溪匯流口大石頭後方緩流，河面寬約 8 公尺、長 25 公尺，放流八袋共 115 尾 (圖六)。

3. 第三放流點：

位在野溪 Gon-gamin，距離匯流口約 100 公尺，地勢較高坡度較陡，溪寬 1.5 公尺、長 2 公尺，放流一袋 15 尾。此野溪為附近菜農簡易自來水取水處，水量穩定溪寬 2 公尺，可作為颱風季之臨時

庇護所 (圖七)。

南湖溪(圖八)

1. 第一放流點：

距耳無溪匯流處上游 1.5 公里之天然屏障上方約 100 公尺，大石頭後方緩流處，溪面寬 7 公尺、長 35 公尺，左右兩岸均為巨大岩壁，放流點下方上有兩個平均溪寬 6 公尺，平均溪長 20 公尺之緩流區 (圖九)。第一次 (10/30) 放流九袋共 135 尾；第二次 (11/1) 放流七袋 105 尾。

2. 第二放流點：

位於第一放流點上方 10 公尺溪面寬 5 公尺，大石頭後方迴水潭 (圖十)，放流兩袋共 30 尾。

3. 第三放流點：

距離第一放流點上游約 300 公尺，溪面寬 16 公尺、長 25 公尺右岸為高兩公尺之岩石、左岸則是礫石堆積形成淺灘 (圖十一)，此處放流三袋共 45 尾。

2.4 樣區設置

依放流河川特性選擇深潭或淺瀨足具代表性的距離或面積加以劃分。樣區內涵蓋兩個不一樣的地形，而台灣櫻花鉤吻鮭以深潭為其主要活動與休息的場所，因此在樣區設計時會以此地形為基準加以考量。此外受到天然地形的影響，人力所能到達的難度問題會限制樣區的設置。

今年樣區設置為放流點上、下游各 500 公尺間，每 20 公尺為一單位，視放流後時間及族群擴散向上、下延伸。

2.5 放流族群追蹤

放流後魚群監測，至少每兩個月調查一次。以浮潛法（林等，1988）調查各樣區魚群數量，並將樣區觀察之數量及其出現棲地加以紀錄。依調查結果估算族群的存活率、族群分布。

2.6 產卵場調查

台灣櫻花鉤吻鮭的繁殖季為每年 10 月中旬至 11 月中旬，產卵場由成熟雌魚選定，通常在深潭下方或靠近岸邊淺灘，平均深度 40 公分；平均流速 50 公分/秒，底質主要由小型礫石和碎石組成（林等，1989）。當雌魚選定產卵地點後，會側身利用尾部搨除較為細小的砂粒、泥土及藻類，而形成明顯的產卵場（圖十二）。

三.結果與討論

3.1 標識脫落率

去年度本研究中所採用的改良軟性塑膠標籤，放流前在復育場脫落率 2%，第一次野外觀察（2006 年 11 月）脫落率為 10%。在三月第二次觀察時南湖溪脫落率為 71%，司界蘭溪脫落率為 43%。五月時南湖溪脫落率為 96%，司界蘭溪則均無標識。七月調查時兩條溪流均無標識魚隻（表三）。

3.2 活存率與族群量

放流後死亡率以最初幾天高於放流之後的幾個星期（Howell, 1994）。在存活率計算上，是以第一次調查的數量為基準。2006 年放流

族群調查結果至七月，司界蘭溪族群活存率為 12%，南湖溪族群活存率為 47%（如表四、表五）。九月份調查因連續四個颱風致溪水暴漲而無法調查（表六），十月柯羅莎颱風後，司界蘭與南湖溪調查，樣區內均無發現放流族群。2007 年放流族群第一次追蹤調查時間為放流三週後，即 11 月 22、23 日兩天。2006 年 11 月至 2007 年 11 月，司界蘭溪與南湖溪台灣櫻花鉤吻鮭族群量變化如圖十三、十四。

司界蘭溪

1. 2006 年放流族群：

放流後於 2006 年 11 月 6 號進行第一次調查，總共觀察到 102 尾。2007 年 3 月 21 日調查共 42 尾，其中 12 尾具有標識。5 月 23 日共 37 尾 7 月 15 日經山區大雨後則僅觀察到共 12 尾（圖十五）。

2. 2007 年放流族群：

放 11 月 23 日司界蘭溪共 114 尾。

南湖溪

1. 2006 年放流族群：

放流後於 2006 年 11 月 7 日進行第一次調查共觀察到 142 尾。2007 年 3 月 20 日再次調查結果共 84 尾，其中具標識者 12 尾。5 月 24 日共觀察到 81 尾，3 尾具標識。7 月 14 日觀察結果共 67 尾（圖十六）。9 月 29 日前往調查，因溪水太強，至耳無溪匯流口即無法繼續前進，而取消調查。10 月 4 日調查，溪水量大能見度低，僅在放流點發現 4 尾。

2. 2007 年放流族群：

11 月 22 日南湖溪段調查共 243 尾。

3.3 活動範圍與移動百分比

根據調查魚隻分布上、下游最遠所在位置，藉此可了解族群擴散狀況，亦可評估放流點選擇時所需流域大小。所測定距離均以放流點為基準位置。

司界蘭溪

2006 年 11 月：上游最遠 460 公尺、下游 80 公尺（圖十七），活動範圍 540 公尺，66.67% 停留在放流點上、下游各 40 公尺間。2007 年 3 月：上游 1000 公尺、下游 80 公尺，活動範圍 1080 公尺，52.38% 停留在放流點上、下游各 40 公尺間。2007 年 5 月：上游 960 公尺、下游 80 公尺，活動範圍 1040 公尺，48.65% 停留在放流點上、下游各 40 公尺間。2007 年 7 月：上游 500 公尺、下游 220 公尺，活動範圍 720 公尺，25% 停留在放流點上、下游各 40 公尺間（圖十八）。

2007 年 11 月：第一放流點下游 40 公尺，上游 480 公尺，活動範圍 520 公尺，89.47% 停留在上、下游 40 公尺間。

南湖溪

2006 年 11 月：上游 200 公尺、下游 100 公尺，活動範圍 300 公尺，137 尾停留在上、下游 20 公尺間，4 尾在下游 100 公尺間，97.89% 停留在放流點上、下游各 40 公尺間。2007 年 3 月：上游 440 公尺、下游 100 公尺，活動範圍 540 公尺，89.29% 停留放流點在上、下游各 40 公尺間，經過冬季枯水期後，最遠到達上游 440 公尺深潭。2007 年 5 月：上游 440 公尺、下游 80 公尺，活動範圍 520 公尺，75.31% 停留放流點在上、下游各 40 公尺間。2007 年 7 月：上游 440 公尺、下游 80 公尺，活動範圍 520 公尺，73.13% 停留放流點在上、下游各 40 公尺間，大部分在放

流點附近及上游 440 公尺深潭處 (圖十九)。

2007 年 11 月：第一放流點下游 40 公尺、上游 280 公尺，活動範圍 320 公尺，有 97.53% 的魚停在放流點上、下游 40 公尺間。

3.3 產卵場調查

今年 10 月 14 日、11 月 21 日前往司界蘭溪及南湖溪調查。考慮颱風豐沛雨量可能將放流族群沖至下游，故擴大調查範圍，司界蘭溪最下游地點為流籠頭鐵橋下方緩流區；南湖溪調查範圍從天然屏障至耳無溪匯流口下游 500 公尺，總長約 2 公里。調查結果兩溪段內均無發現去年放流魚隻及產卵場。

四、討論

目前野外調查時僅在樣區內進行，而非全面性的普查，故與實際數量存在些許差異，且觀測的時間大多為接近午時，魚隻普遍躲藏於岩縫或水流強勁的急瀨中，造成觀測時的盲點造成低估。科羅莎颱風過後，護漁隊羅總幹事在其果園下方 (司界蘭溪與大甲溪匯流口) 發現兩尾奄奄一息的鮭魚。由移動百分比得知，絕大部分放流魚隻會棲息在深潭、緩流區，未來將擴大樣區，除放流點樣區，往上、下游一公里外深潭設置樣區。

去年放流所使用的標籤放流至野外環境後，因複雜的地形與水文環境，調查發現經過八個月後已無具標識魚隻，標籤脫落的原因可能是穿過魚體背部肌肉的標識材料較細狹，僅 0.2 公分寬，魚類做快速運動或磨擦石壁而斷裂脫落。體外標識並不適合複雜的溪流環境，故今年以剪

除脂鰭作為標識。

生物在生長過程，族群會不斷擴散分布 (Brown, 1984)，在自然河域的水生生物若未遭受各種不可克服的環境限制時 (如：瀑布)，會持續向溪流上、下游進行雙向擴散，以擴大族群量與分佈範圍。另一方面，以溪流消長理論而言 (Shelford, 1911)，隨著溪流在上游沖蝕能力較強，溪流被認為會逐漸朝上游縱向發展；司界蘭溪放流族群的活動範圍接近南湖溪族群的兩倍，應該是因為司界蘭溪溪面開闊，不像南湖溪有天然屏障 (圖二十)，族群分布受限。所以今年放流點均選擇在更上游位置，且分散為三個區域進行放流，以避免同一河段內族群密度過高，對環境造成負荷。也期望能有較好的擴散效果以及降低颱風的影響。

從移動百分比可看出，大多數的魚隻會停留在放流點附近深潭、緩流。根據歷年來七家灣溪台灣櫻花鉤吻鮭族群數量調查結果顯示，颱風豪雨對於鮭魚數量的影響相當大，七月份的調查在經過大水過後，南湖溪放流族群量明顯多於司界蘭溪，且多位於深潭中，司界蘭溪缺少適合的環境提供大水時的庇護，司界蘭溪的放流點雖同樣為深潭，但此深潭的形成是水流侵蝕岩盤的平滑地形，大水來臨時無法提供庇護，導致放流族群被大水沖失流散至樣區外。

司界蘭溪溪流形態多為急瀨，大雨溪水量增加時無法提供適當的避難所，放流魚隻沖至下游後因攔砂壩阻隔而無法上游，但今年的柯羅莎颱風造成攔砂壩破裂 (圖二十一)，溪床下降岩盤逐漸裸露，又無天然屏障阻礙，預估族群擴散率將較南湖溪更為完善。

伍、建議

放流成功與否取決於放流族群能否在自然環境下繁衍後代，而今年繁殖季的調查，樣區內均無發現產卵場，爲了台灣櫻花鉤吻鮭的生存保育，除了棲地的維護外，放流是必定要持續進行的工作。

明年將就棲地水文、體外標識、放流方式等做進一步調查與實驗。
棲地水文調查：放流溪段的覆蓋度、底質、水文紀錄與設置雨量筒。
體外標識：螢光染色、高壓噴染等尋找不易脫落、可快速大量操作且容易觀察。
放流方式：評估0⁺、1⁺、種魚放流，甚至以受精卵包埋的方式進行放流，以克服運送路程時間與背負重量的問題。

六、誌謝

本試驗研究承蒙雪霸國家公園管理處所有同仁、保育課、警察、替代役弟兄、環山司界蘭溪保育巡守隊等在放流與調查作業上的協助，順利完成放流工作，僅此誌謝。

七、參考文獻

于淑芬、林永發。2003。武陵地區水質調查及環境監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告。

李德旺。台灣淡水魚類及其調查方法。特有生物研究保育中心。

林曜松、曹先紹、張崑雄、楊世平，1988，櫻花鉤吻鮭生態之研究(二)族群分布與環境因子間關係之研究。

林曜松、曹先紹、張崑雄，1989，櫻花鉤吻鮭的生態與保育。國立台灣大學動物學生態研究室。

林永發、于淑芬。2002。高山溪防砂壩改善後環境監測及武陵地區水質調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告。

吳祥堅，2000，台灣櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 人工繁殖與放流，櫻花鉤吻鮭保育研究研討會論文集，31-46頁。

汪靜明。1994。子遺的國寶台灣櫻花鉤吻鮭專集。內政部營建署雪霸國家公園管理處。

汪靜明。2000。大甲溪水資源環境教育。經濟部水資源局。

張永州、林在田、蕭士揚、簡純青。2003太魯閣國家公園三棧河流域動物族群估測及監測模式之建立。內政部營建署太魯閣國家公園管理處委託研究報告。

黃士宗、郭慶老。1988。水產資源學。中國水產。

黃沂訓、黃琦妮、陳忠佑、周劭鴻、黃國昇。2002。櫻花鉤吻鮭晶片植入技術之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

黃沂訓、藍智鴻、陳恬如、楊宜勳、陳耀弘。2004。台灣櫻花鉤吻鮭標識放流系統之研究 (二)。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

曾晴賢、楊正雄。2003。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查 (六)。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

曾晴賢、楊正雄。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

陳峻淵。2003。河川環境魚類棲地生態基流量之研究—以清水溪為例。

Berka, R., (1989) . The Transport of Live Fish: A Review. AVRUPA ICSULAR BALIKCILIGI DANISMA KOMISYONU (CECPI) , (NP) (TURKEY) ,

Brown, J. H., (1984) . On the relationship between abundance and

distribution of species. *The American Naturalist* 124:255-279.

Heggberget, T. G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. (1992) .
Smoltification in salmonids. *NINA Norsk Institutt for Naturforskning
Forskningsrapport* **31**, 3–42.

Helfman, G. S. & Schultz, E. T. (1984) . Social tradition of behavioural
traditions in acoral reef fish. *Animal Behaviour* **32**, 379–384.

Hilborn, R. & Eggers, D. (2000) . A review of the hatchery programs for
pink salmon in Prince William Sound and Kodiak Island, Alaska.
Transactions of The American Fisheries Society **129**, 333–350.

Hilborn, R. & Winton, J. (1993) . Learning to enhance salmon production:
Lessons from the Salmonid Enhancement Program. *Canadian Journal of
Fisheries and Aquatic Sciences* **50**, 2043–2056.

Lima, S. L. (1995) . Back to the basics of anti-predatory vigilance: the
group-size effect. *Animal Behaviour* **49**, 11–20.

Lopez, L. C., Broglio, C., Rodriguez, F., Thinus-Blanc, C. & Salas, C.
(1999). Multiple spatial learning strategies in goldfish(*Carassius auratus*).
Animal Cognition **2**, 109–120.

Kano, T., (1940) . Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountain of
Formosa. Inst. Ethnogr. Res. Tokyo. 145pp.

Olla, B., Davis, M., Ryer, C., 1998. Understanding how the Hatchery
Environment Represses Or Promotes the Development of Behavioral
Survival Skills. *Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science*, 531
pp.

Kazuhiro SAKATA., Takuya KONDOU., Naohiko TAKESHITA., Akinobu
NAKAZONO and Seirô KIMURA. (2005) Movement of the fluvial form of
masu salmon, *Oncorhynchus masou masou* in Kyushu, Japan. *FISHERIES
SCIENCE* 71, 333–341.

Shelford, V. E., (1911) . Ecological succession. Stream fishes and the
method of physiographic analysis. *Biological Bulletin*. 21:9-35.



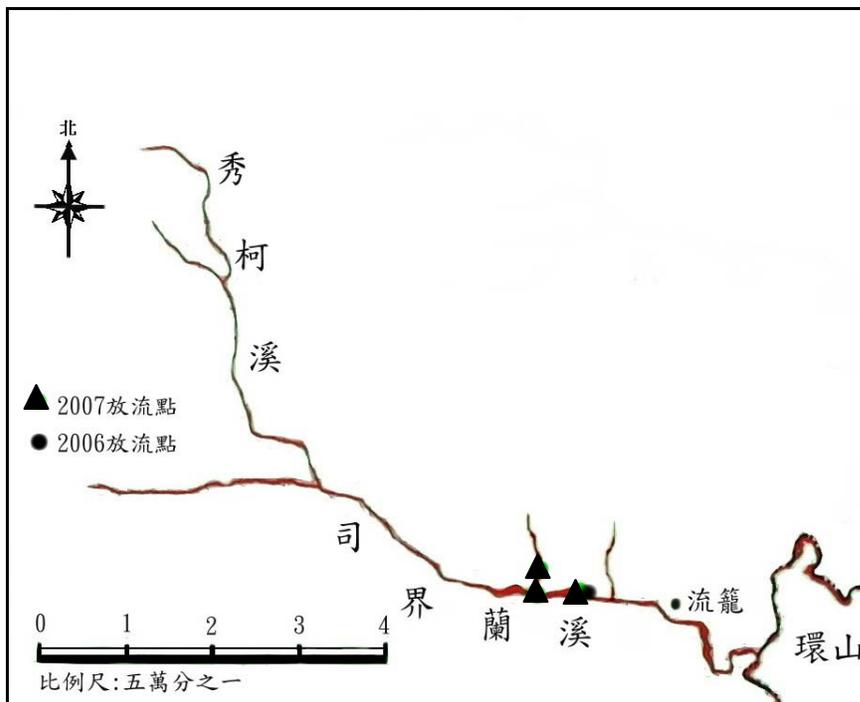
圖一、自製軟式體外標籤



圖二、體外標識植入



圖三、剪除脂鰭



圖四、2007年司界蘭溪放流點



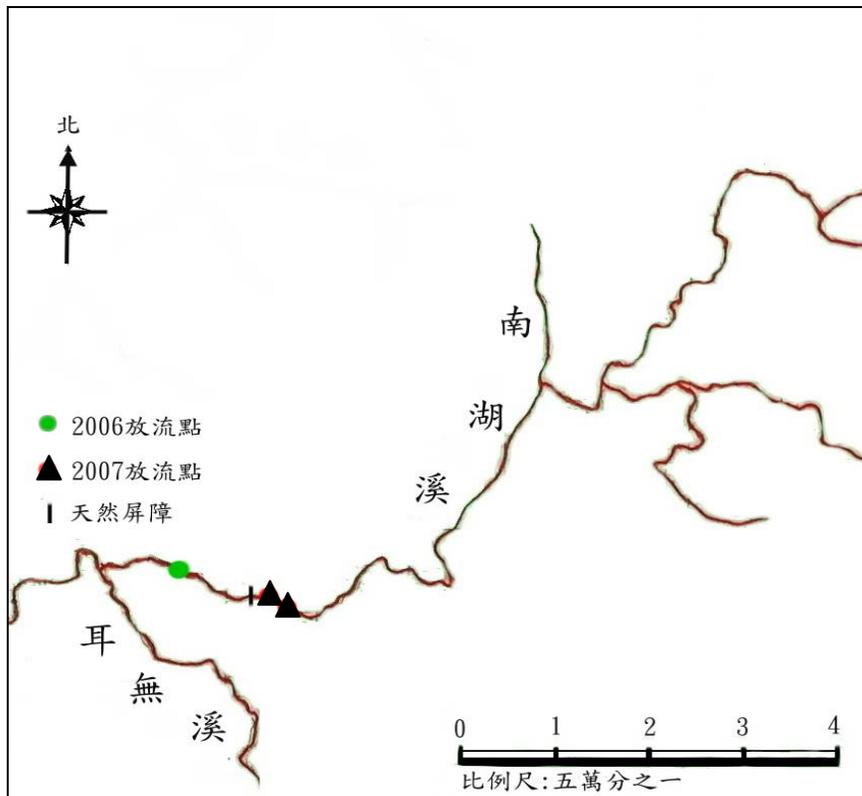
圖五、司界蘭溪第一放流點



圖六、司界蘭溪第二放流點



圖七、司界蘭溪第三放流點



圖八、2007年南湖溪放流點



圖九、南湖溪第一放流點



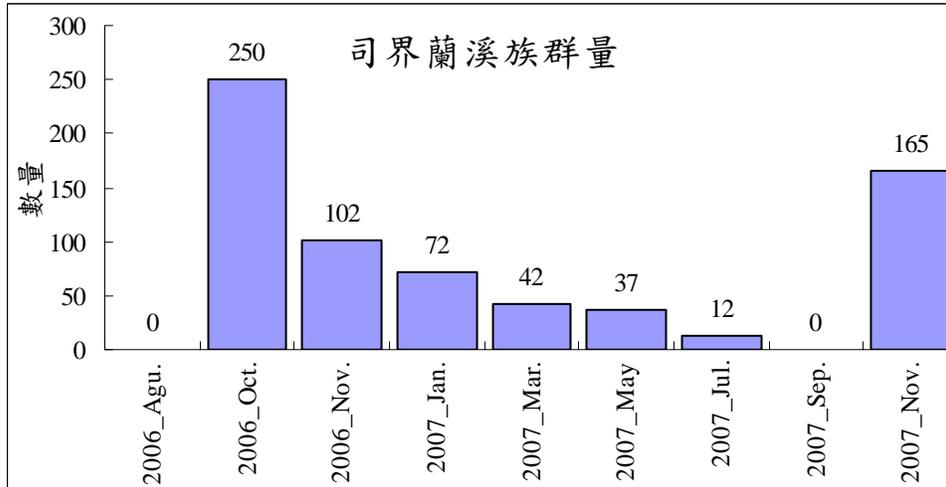
圖十、南湖溪第二放流點



圖十一、南湖溪第三放流點

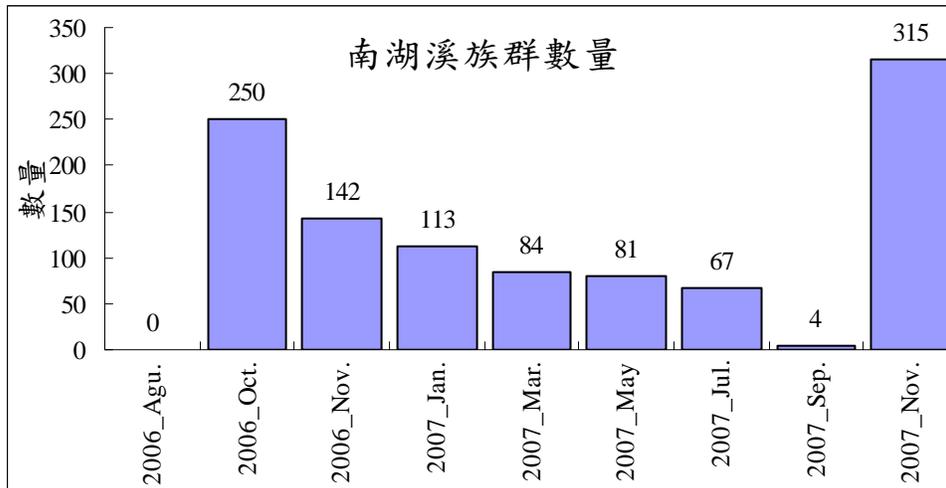


圖十二、台灣櫻花鉤吻鮭產卵場



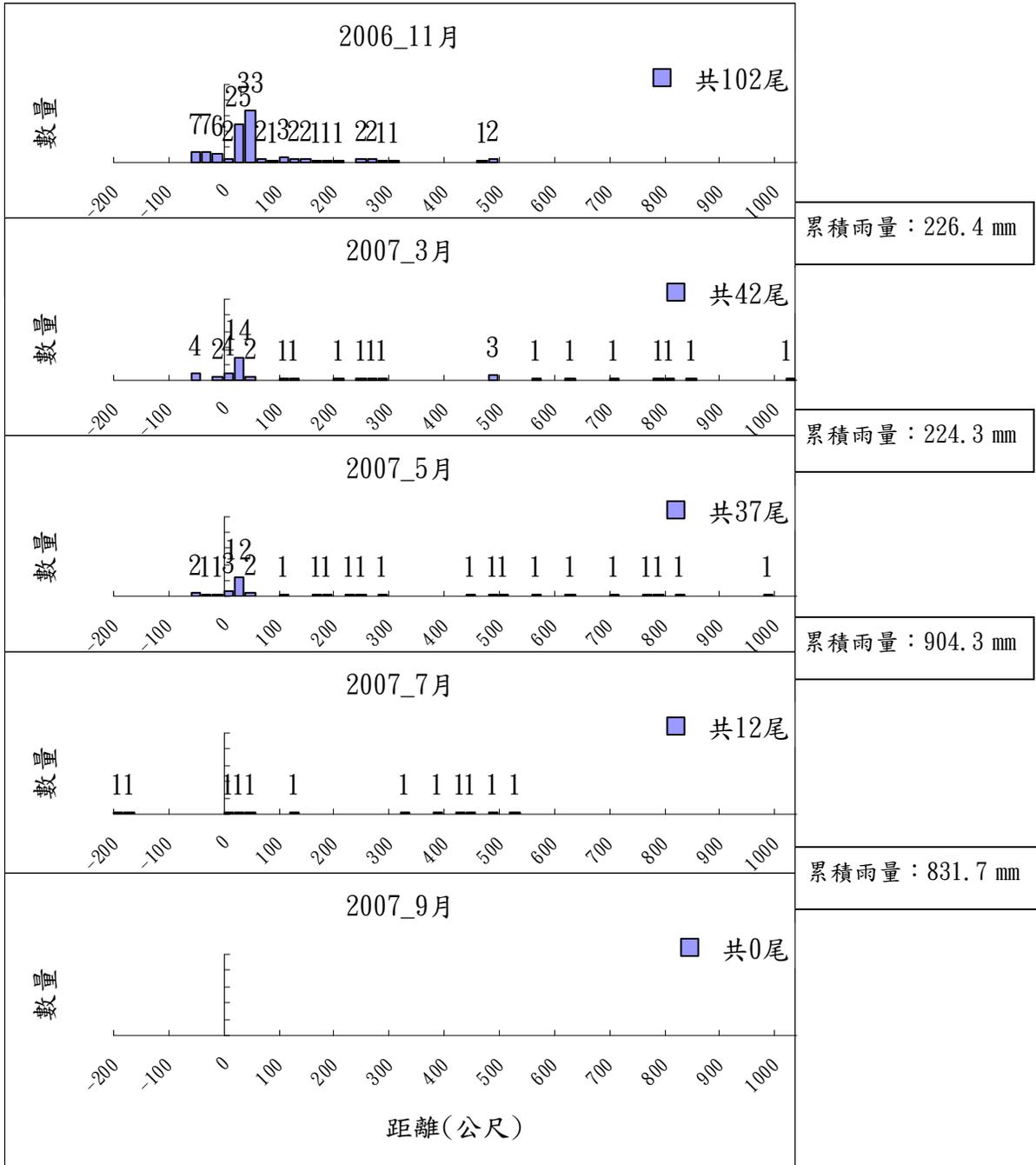
圖十三、司界蘭溪族群變化量

- 2006_Oct. 為第一次放流
- 2007_Nov. 為第二次放流



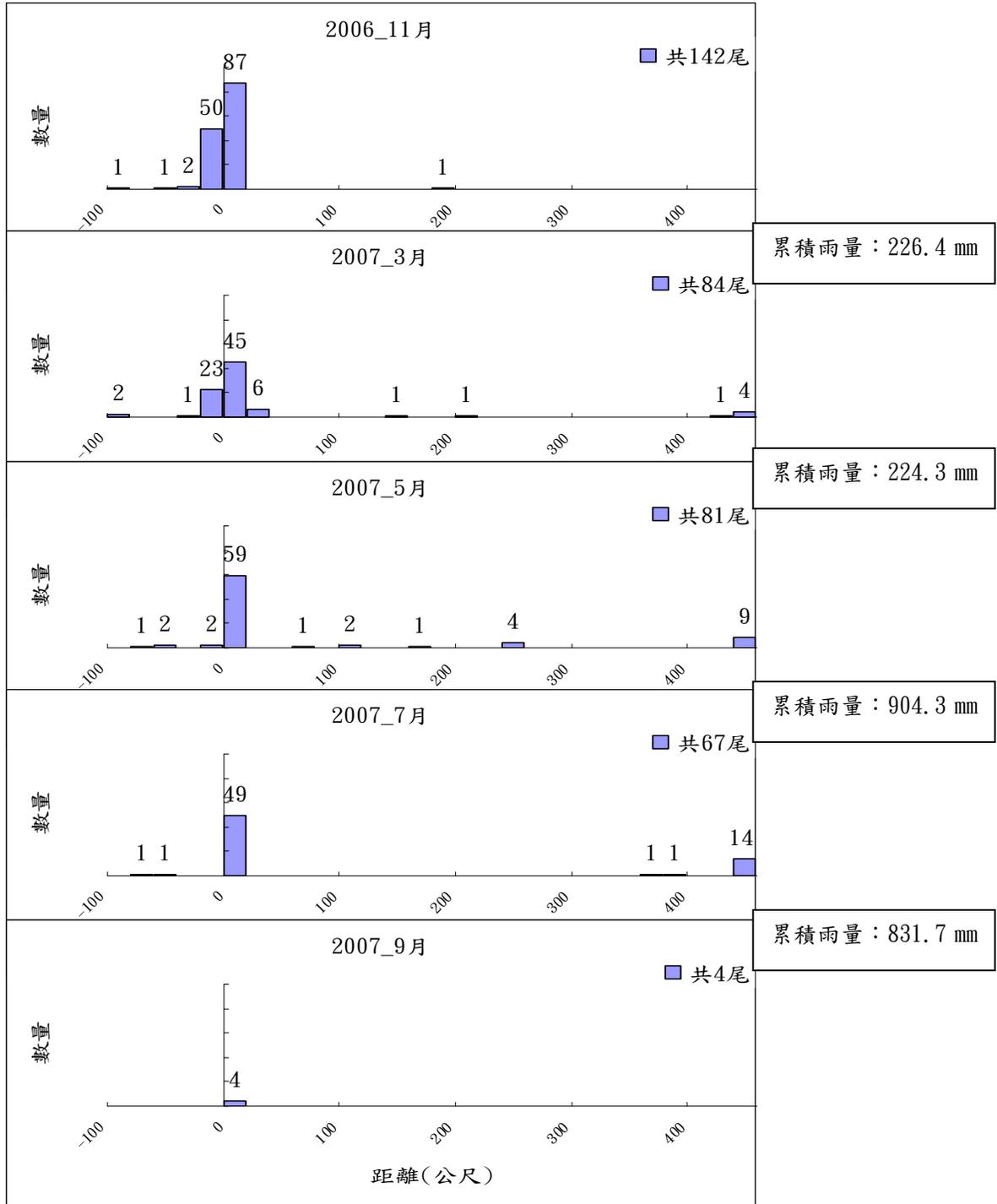
圖十四、南湖溪族群變化量

- 2006_Oct. 為第一次放流
- 2007_Nov. 為第二次放流



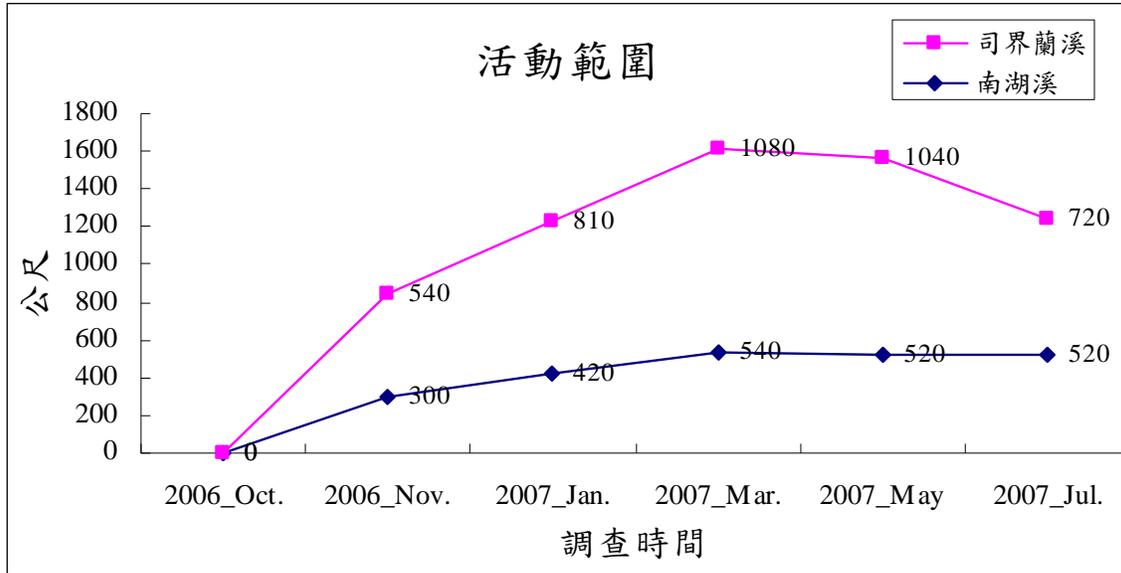
圖十五、司界蘭溪放流監測與累積雨量

- 距離中 0 的位置代表放流點；負值為放流點之下游，反之為上游
- N 為調查放流族群數量
- 累積雨量為兩次調查之間累積總雨量

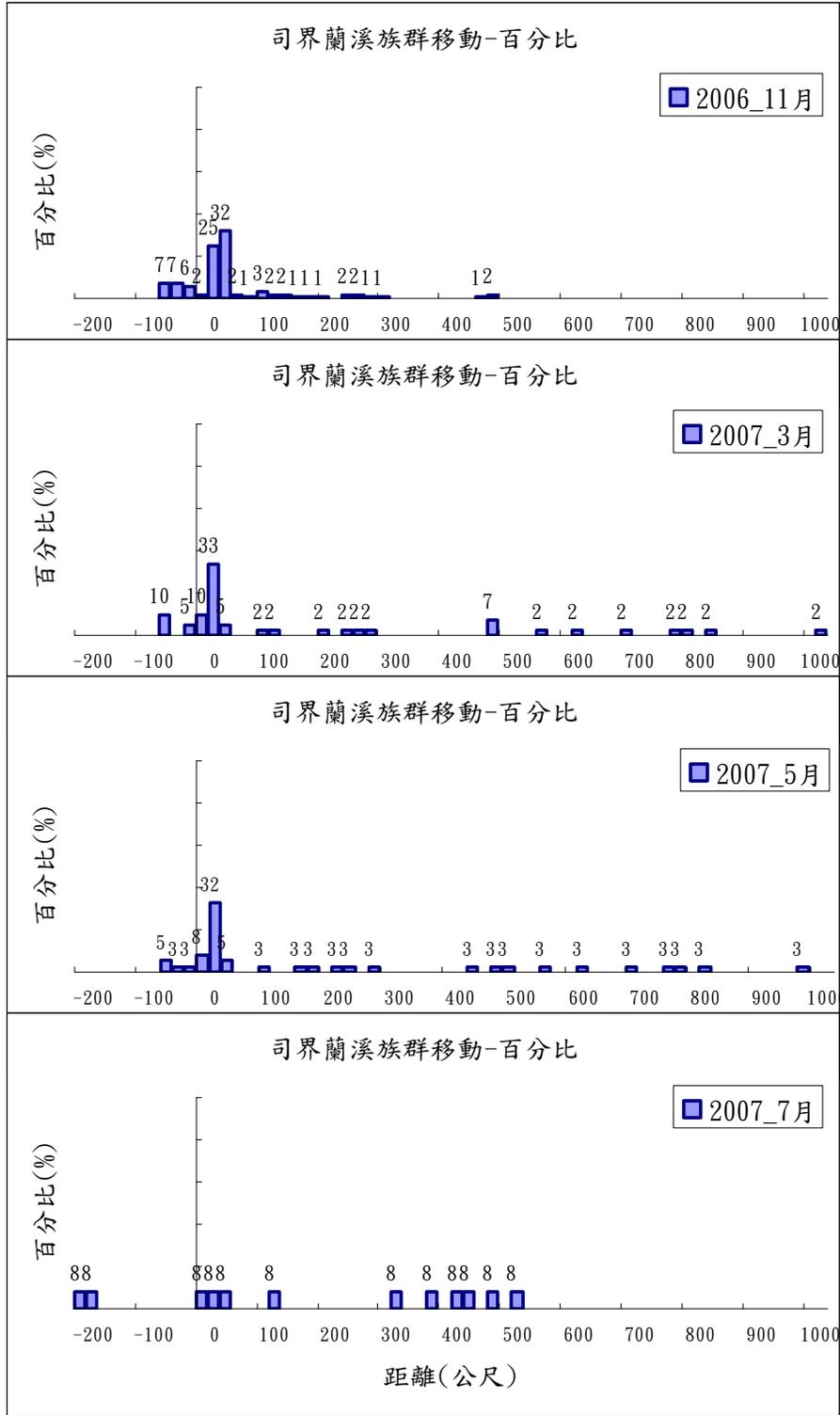


圖十六、南湖溪放流監測與累積雨量

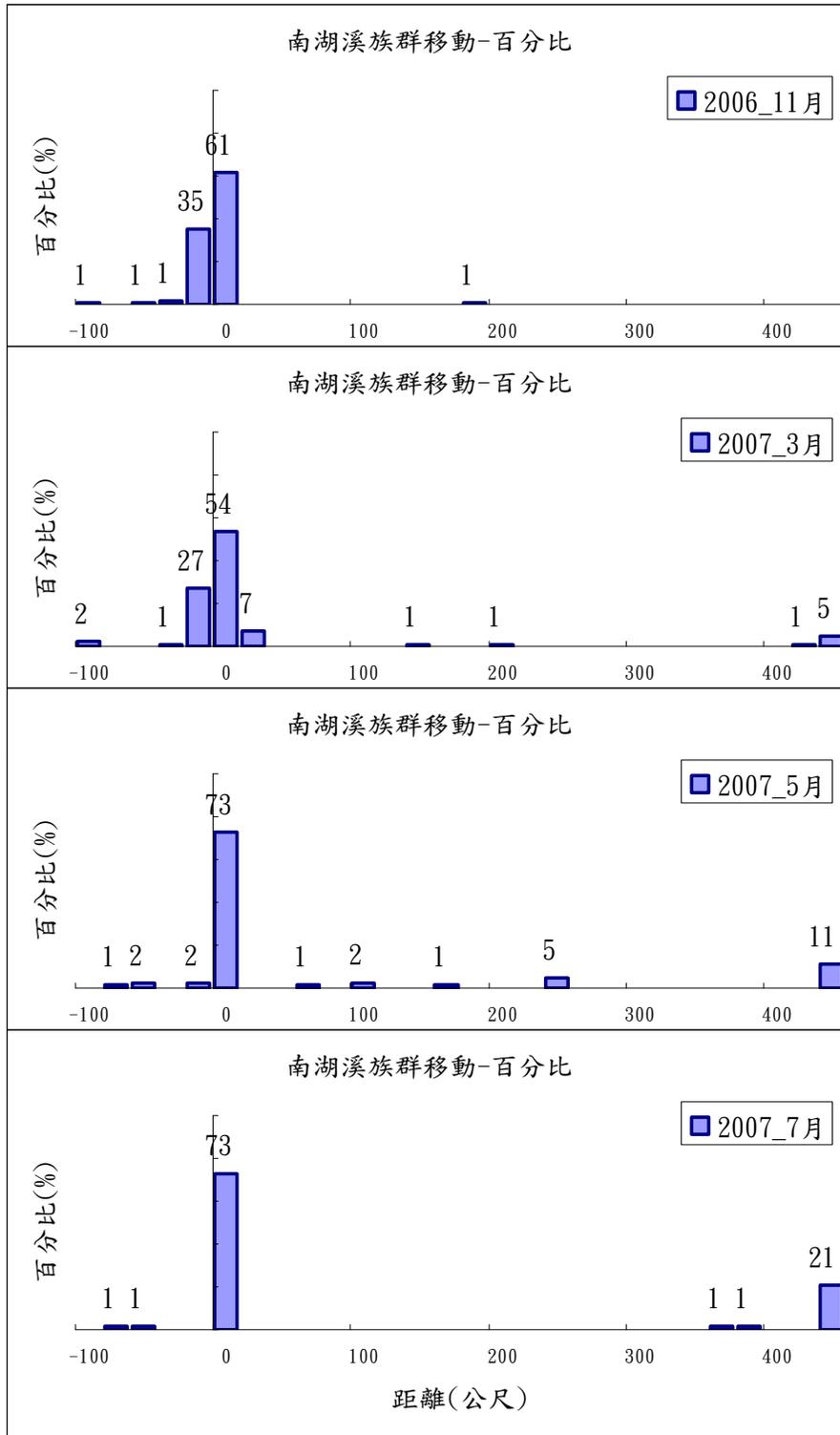
- 距離中 0 的位置代表放流點；負值為放流點之下游，反之為上游。
- N 為調查放流族群數量
- 累積雨量為兩次調查之間累積總雨量



圖十七、放流族群活動範圍



圖十八、司界蘭溪族群移動百分比



圖十九、南湖溪族群移動百分比



圖二十、南湖溪天然屏障



圖二十一、司界蘭溪攔砂壩

表一、2007 年月齡 10 個月 0⁺放流魚隻基本資料

編號	體長	體重
1	13	23.5
2	14	31.5
3	17	58.5
4	16	49
5	17.5	66.5
6	17	52.5
7	16.5	50
8	13.5	25
9	18	66.5
10	15.5	40.5
11	16.5	49.5
12	12.5	22
13	12.5	19.5
14	15	37
15	16.5	52.5
16	13	26.5
17	15.5	44
18	14	31
19	18.5	78
20	17	56
21	18.5	75
22	16.5	50.5
23	17.5	56
24	19	81
25	17	60
26	17	58
27	14.5	35.5
28	17	57
29	14	30
30	21	109.5
31	23	152.5
32	11.5	35.5
33	15	36.5
34	16.5	58.5
35	16	50.5

編號	體長	體重
36	14	33
37	15.5	39.5
38	21	127
39	14	32
40	14.5	35.5
41	14.5	33.5
42	13	25.5
43	13.5	25
44	13	24.5
45	15	38
46	13.5	27
47	16.5	56
48	15	39
49	13	26
50	22	140.5
51	13	23
52	16	52
53	21	119.5
54	14	29.5
55	14	29
56	13.5	26.5
57	14	31
58	21.5	117.5
59	15.5	38.5
60	13	23
61	13	26.5
62	12	19.5
63	16.5	50.5
64	16.5	56
65	11.5	17.5
66	18	72
67	14	34.5
68	18	74.5
69	23	148.5
70	15.5	46.5

編號	體長	體重
71	16	46
72	15	39
73	14.5	31
74	11.5	21.5
75	15	40
76	14	32.5
77	17.5	70.5
78	12	19.5
79	13.5	28.5
80	12	17.5
81	14	33.5
82	14	31.5
83	13	23.5
84	17	60
85	15.5	41.5
86	15	36.5
87	12.5	22
88	23.5	191
89	22.5	144
90	13	26.5
91	15	36
92	16.5	53
93	12	19
94	15	44.5
95	23.5	149
96	13.5	25
97	14	31.5
98	15	35
99	13.5	26.5
100	17	83
101	14.5	34
102	19.5	84
103	16	45
104	12.5	24
105	15.5	41

台灣櫻花鉤吻鮭人工放流評估及調查 (二)

編號	體長	體重
106	19	77.5
107	17	58
108	17.5	63.5
109	15.5	40
110	17.5	16.5
111	17	55.5
112	13	23.5
113	13	25.5
114	15.5	40.5
115	14	31
116	12.5	22.5
117	15.5	45.5
118	22.5	134.5
119	23.5	164.5
120	15	39.5
121	18	64.5
122	17	60
123	13.5	26.5
124	14.5	32
125	15.5	37
126	17	57
127	14	31
128	17	53.5
129	14	30.5
130	15	32.5
131	16.5	56
132	18.5	77
133	16	44
134	14.5	38.5
135	17	61
136	13	26.5
137	13.5	27
138	14	29.5
139	14.5	35.5
140	17.5	58.5

編號	體長	體重
141	18.5	75
142	13	27
143	17.5	60.5
144	15	38.5
145	22	123
146	17	56.5
147	17.5	69
148	17.5	73
149	15.5	38.5
150	21	105.5
151	19.5	79.5
152	16.5	51.5
153	18	66.5
154	23	151
155	17.5	58.5
156	15.5	37
157	18.5	72
158	15.5	41
159	19.5	87
160	17	55
161	19	77
162	16	42.5
163	14	27.5
164	16.5	52
165	21	97.5
166	20	91.5
167	15	37
168	17	59
169	23	143
170	24	152.5
171	16	43.5
172	16	46.5
173	15.5	41
174	19	77.5
175	20.5	111.5

編號	體長	體重
176	22	139.5
177	14	30.5
178	20	93.5
179	17.5	62
180	16.5	51
181	17.5	63
182	21	106
183	21	109
184	14	32.5
185	23	153.5
186	15.5	44
187	23	140.5
188	14	30.5
189	27	197.5
190	20	80
191	15.5	39
192	22.5	128.5
193	16.5	56.5
194	14	32.5
195	18	69
196	16	47.5
197	19	86.5
198	14.5	33
199	14	33.5
200	13	24
201	15.5	43
202	15	39
203	17	58.5
204	13.5	28
205	16	46
206	23	146
207	15.5	44
208	18.5	77.5
209	11.5	15
210	18.5	62

台灣櫻花鉤吻鮭人工放流評估及調查 (二)

編號	體長	體重
211	26	177.5
212	16	55
213	18	73.5
214	27	241
215	16	49
216	14	20.5
217	12	15.5
218	24	168
219	16	56
220	23.5	166.5
221	13.5	29
222	17	57.5
223	13.5	28.5
224	17.5	64
225	17	68
226	16	49.5
227	18	65.5
228	17.5	64.5
229	15	36.5
230	17.5	60
231	13.5	26
232	13	25
233	16	46.5
234	18.5	73.5
235	18	65
236	22.5	144
237	16	42.5
238	15	39
239	19	81.5
240	14	32
241	14	31.5
242	13.5	27.5
243	14	31
244	15.5	40
245	15.5	41.5

編號	體長	體重
246	17.5	58.5
247	17	59
248	18.5	66
249	15.5	46.5
250	26	20.5
251	15.5	44
252	15.5	44
253	18.5	81.5
254	16.5	53
255	16.5	53.5
256	19	81.5
257	14.5	35.5
258	14.5	36
259	16.5	45
260	13.5	23.5
261	24	142
262	20	100
263	17.5	64
264	16.5	50
265	15.5	39.5
266	18	65.5
267	15	37.5
268	16.5	55.5
269	17.5	68.5
270	15.5	41.5
271	15.5	48.5
272	14.5	34
273	17	61
274	16	48
275	22	124
276	17	59.5
277	20	97
278	18	71
279	17	53.5
280	12	22

編號	體長	體重
281	19.5	83.5
282	25	187.5
283	16	45
284	17	59.5
285	17	57.5
286	14	31
287	16	49.5
288	15.5	42.5
289	16	45.5
290	15.5	39
291	17.5	67
292	15	38.5
293	22	139.5
294	17	52.5
295	19.5	89.5
296	13	24.5
297	16	48
298	14	29
299	17.5	64
300	17.5	66
301	16.5	50
302	19	88
303	17	59.5
304	15.5	34
305	15.5	45.5
306	20	98.5
307	18.5	76
308	16	49
309	16	52
310	18	78.5
311	25	193
312	23.5	159
313	17	56
314	16	49.5
315	19	89

台灣櫻花鉤吻鮭人工放流評估及調查 (二)

編號	體長	體重
316	19	90.5
317	15.5	48.5
318	18	69.5
319	23	138
320	15.5	46.5
321	17.5	55
322	14.5	34.5
323	14	32
324	12.5	24.5
325	13.5	30
326	17.5	67.5
327	12.5	22.5
328	13.5	29.5
329	14.5	31.5
330	14.5	33.5
331	15	36.5
332	21.5	113.5
333	13.5	26.5
334	14.7	40.5
335	14	33
336	11.5	16.5
337	18	64
338	17.7	66.5
339	22.5	138.5
340	14.2	32.5
341	12	18.5
342	13	26.5
343	16.5	47
344	14.5	34.5
345	15	38.5
346	13	22
347	14.2	40
348	15.5	45
349	13	27.5
350	15	37

編號	體長	體重
351	17.5	60
352	13.7	54.5
353	15.5	42.5
354	15.5	41.5
355	17.7	62.5
356	13	33
357	13.2	24.5
358	17.7	72.5
359	22	146
360	15.7	45.5
361	24.5	189.5
362	12.5	22
363	17.5	66
364	12.2	23
365	17.5	58.5
366	12.5	24
367	15.5	45.5
368	16.5	56.5
369	14.5	41
370	16.5	51
371	12	21.5
372	16.5	48.5
373	14	29
374	13	24.5
375	13	26
376	12.5	19
377	13	22.5
378	13.3	27
379	19	77
380	17.5	70
381	13	32
382	13.5	27.5
383	14	28
384	16.5	50.5
385	18	67

編號	體長	體重
385	18	67
386	16.2	50
387	15.5	45.5
388	17	57
389	13.5	32
390	12.5	26
391	13	25
392	21.5	127.5
393	13	27
394	15.2	41
395	13.5	28
396	16	46
397	14.7	38.5
398	11.5	14
399	13	25.5
400	14	38.5
401	18.5	72.5
402	12.5	23.5
403	15.5	39
404	12	18
405	12.5	23.5
406	12.5	25.5
407	15.7	42
408	14.2	34
409	16	47
410	22.2	160
411	16.5	57
412	21.5	140.5
413	22.5	164
414	12	19
415	11	10
416	15	39
417	22.5	145
418	15.5	41
419	21	104.5

編號	體長	體重
420	14.5	35
421	15	43
422	13.5	26
423	13	24
424	17.5	65
425	18	59
426	15.5	47
427	17.5	58
428	12.5	19
429	13	22
430	15	46
431	14	31.5
432	16	40.5
433	17	53
434	17	59.5
435	12	18.5
436	14.5	33.5
437	12	19.5
438	11	14.5
439	17	57.5
440	21.5	133
441	14.5	35.5
442	14.5	33
443	18	66.5
444	17	50
445	16.5	51
446	16	47
447	12	19.5
448	13.3	26.5
449	15.5	45
450	15.5	43.5
451	13.5	27.5
452	12.5	21.5
453	16.5	52.5
454	16	48
455	13.5	26

編號	體長	體重
456	13	24.5
457	14.8	41.5
458	18.5	77.5
459	15	39.5
460	16.5	49.5
461	16.5	53.5
462	16.5	55
463	16.5	61.5
464	18	72.5
465	13.5	27
466	16.2	50
467	13.5	24.5
468	14.5	36
469	23.5	158.5
470	15.5	43.5
471	20	93.5
472	13.5	29
473	12.5	23
474	11	18
475	13.5	27.5
476	15.5	46
477	16	49.5
478	16.5	50
479	19.5	77
480	15	40.5

表二、溪流定義

溪流類型	深潭 (Pool)	急流 (Rapid Flow)	緩流 (Slow Flow)	淺瀨 (Riffle)
流速 (cm/s)	< 30	> 30	> 30	< 30
水深 (cm)	> 30	< 30	30~60	< 30

表三、標識脫落率

時間	放流前	2006_11月	2007_3月	2007_5月	2007_7月
平均脫落率	2%	10%	57%	98%	100%

表四、司界蘭溪放流監測魚隻數量、存活率與地形

距離	地形	2006_11月	2007_3月	2007_5月	2007_7月
-220	潭,流	0	0	0	1
-200	流	0	0	0	1
-180	瀨	0	0	0	0
-160	瀨	0	0	0	0
-140	瀨	0	0	0	0
-120	瀨	0	0	0	0
-100	瀨	0	0	0	0
-80	瀨	7	4	2	0
-60	瀨	7	0	1	0
-40	流	6	2	1	0
-20	瀨	2	4	3	1
0	潭,瀨	25	14	12	1
20	潭,流	33	2	2	1
40	流	2	0	0	0
60	流	1	0	0	0
80	瀨	3	1	1	0
100	瀨	2	1	0	1
120	瀨	2	0	0	0
140	瀨	1	0	1	0
160	瀨	1	0	1	0
180	瀨	1	1	0	0
200	流	0	0	1	0
220	瀨	2	1	1	0
240	瀨	2	1	0	0
260	瀨	1	1	1	0
280	瀨	1	0	0	0
300	流	0	0	0	1
320	瀨	0	0	0	0
340	流	0	0	0	0
360	流	0	0	0	1
380	瀨	0	0	0	0
400	瀨	0	0	0	1
420	瀨	0	0	1	1
440	流	1	0	0	0
460	瀨	2	3	1	1

台灣櫻花鉤吻鮭人工放流評估及調查 (二)

480	流	0	0	1	0
500	瀨	0	0	0	1
520	流	0	0	0	0
540	瀨	0	1	1	0
560	流	0	0	0	0
580	瀨	0	0	0	0
600	瀨	0	1	1	0
620	流	0	0	0	0
640	流	0	0	0	0
660	瀨	0	0	0	0
680	瀨	0	1	1	0
700	瀨	0	0	0	0
720	瀨	0	0	0	0
740	瀨	0	0	1	0
760	流	0	1	1	0
780	流	0	1	0	0
800	瀨	0	0	1	0
820	瀨	0	1	0	0
840	瀨	0	0	0	0
860	流	0	0	0	0
880	流	0	0	0	0
900	瀨	0	0	0	0
920	流	0	0	0	0
940	流	0	0	0	0
960	流	0	0	1	0
980	流	0	0	0	0
1000	瀨	0	1	0	0
總計		102	42	37	12
存活率(%)			41.18	36.27	11.76

表五、南湖溪放流監測魚隻數量、存活率與地形

距離	地形	2006_11月	2007_3月	2007_5月	2007_7月
-100	流	1	2	0	0
-80	潭	0	0	1	1
-60	流,潭	1	0	2	1
-40	瀨	2	1	0	0
-20	瀨	50	23	2	0
0	潭	0	0	0	0
20	瀑布,潭,流	87	45	59	49
40	瀨	0	6	0	0
60	瀨,急流	0	0	0	0
80	瀨	0	0	1	0
100	瀨	0	0	0	0
120	瀨	0	0	2	0
140	瀨	0	0	0	0
160	瀨	0	1	0	0
180	潭,平瀨	0	0	1	0
200	流,平瀨	1	0	0	0
220	瀨	0	1	0	0
240	瀨	0	0	0	0
260	潭	0	0	4	0
280	潭	0	0	0	0
300	流	0	0	0	0
320	流,潭	0	0	0	0
340	瀨	0	0	0	0
360	瀨	0	0	0	1
380	流,潭	0	0	0	1
400	流,潭	0	0	0	0
420	流,潭	0	1	0	0
440	潭	0	4	9	14
總計		142	84	81	67
存活率(%)			59.15	57.04	47.18

表六、櫻花鉤吻鮭繁殖季前颱風雨量

中文名稱	英文名稱	警報期間	強度	持續下雨天數	警報期間累積雨量
帕布	PABUK	08/06~08/08	輕度	2	8.6 mm
梧提	WUTIP	08/08~08/09	輕度	6	235.2 mm
聖帕	SEPAT	08/16~08/19	強烈	4	215.8 mm
韋帕	WIPHA	09/17~09/19	中度	3	207.3 mm
柯羅莎	KROSA	10/04~10/07	強烈	4	289.3 mm