

臺灣櫻花鉤吻鮭溪流及環境生態監測

雪霸國家公園管理處委託辦理報告（一百零三年度）

臺灣櫻花鉤吻鮭歷史 溪流放流及環境生態監測

雪霸國家公園管理處委託辦理報告

中華民國一百零三年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

臺灣櫻花鉤吻鮭歷史

溪流放流及環境生態監測

受委託者：國立臺灣海洋大學

研究主持人：黃沂訓

協同主持人：郭美華

執行研究單位：國立臺灣海洋大學水產養殖學系

參與研究單位：國立中興大學昆蟲學系

雪霸國家公園管理處委託辦理報告

中華民國一百零三年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	V
整合計畫摘要.....	VI
一、研究緣起.....	VI
二、研究方法及過程.....	VI
三、重要發現.....	VII
四、主要建議事項.....	VIII
研究計畫項目與內容.....	X

魚類研究與水質監測

摘要.....	1-1
Abstract.....	1-4
一、前言.....	1-6
(1.1) 臺灣櫻花鉤吻鮭緣起.....	1-6
(1.2) 鮭魚分布歷史棲地記錄.....	1-6
(1.3) 族群變動棲地變遷與保育放流.....	1-7
(1.4) 美國與日本放流策略.....	1-7
(1.5) 歷史溪流放流.....	1-8
(1.6) 放流目的與策略.....	1-10
(1.7) 歷年放流記錄.....	1-11
(1.8) 棲地綜合總評估.....	1-12
二、材料與方法.....	1-13
(2.1) 臺灣櫻花鉤吻鮭放流.....	1-13
(2.2) 棲地綜合調查.....	1-22
(2.3) 成長與肥滿度分析.....	1-23
三、結果.....	1-25
(3.1) 水質與棲地環境調查.....	1-25
(3.2) 放流數據整理.....	1-31
(3.3) 棲地綜合評估.....	1-31
四、討論.....	1-40
(4.1) 歷史溪流環境監測.....	1-40
(4.2) 臺灣櫻花鉤吻鮭放流.....	1-42
(4.3) 棲地綜合評估.....	1-50
五、結論與建議.....	1-53
六、參考文獻.....	1-56
表.....	1-63
圖.....	1-106

第二章 水生昆蟲研究

摘要.....	2-1
Abstract	2-3
一、前言(文獻回顧及目的).....	2-4
二、材料與方法.....	2-7
三、結果.....	2-11
四、討論.....	2-15
五、結論.....	2-18
六、參考文獻.....	2-19
表.....	2-23
圖.....	2-36

表目錄

表 1-1、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地放流紀錄 2006 - 2014.....	1-63
表 1-2、各測站地理座標	1-64
表 1-3、溪流定義.....	1-65
表 1-4、棲地底質礫粒徑定義.....	1-65
表 1-5、各溪流測站溪流水溫.....	1-66
表 1-6、各溪流測站 pH 值	1-67
表 1-7、各溪流測站溶氧值.....	1-68
表 1-8、各溪流測站導電度	1-69
表 1-9、各溪流測站生化需氧值.....	1-70
表 1-10、各溪流測站濁度.....	1-71
表 1-11、各溪流測站總氨氮(NH ₄ ⁺ -N)濃度.....	1-72
表 1-12、各溪流測站亞硝酸(NO ₂ ⁻ -N)濃度.....	1-73
表 1-13、各溪流測站硝酸(NO ₃ ⁻ -N)濃度.....	1-74
表 1-14、各溪流測站矽酸鹽(SiO ₂)濃度.....	1-75
表 1-15、各溪流測站硫酸鹽(SO ₄ ²⁻)濃度.....	1-76
表 1-16、各溪流測站氯鹽(Cl ⁻)濃度.....	1-77
表 1-17、各溪流測站正磷酸鹽(PO ₄ ²⁻)濃度.....	1-78
表 1-18、各溪流測站總有機碳(Total Organic Carbon, TOC).....	1-79
表 1-19、各溪流棲地水流地形環境分布百分比(%).....	1-80
表 1-20 各溪流底值分佈(%).....	1-81
表 1-21、2014 年 6 月~2014 年 10 月司界蘭第一野溪臺灣鏟頰魚數量調查...1-82	
表 1-22、2014 年 4 月~2014 年 10 月羅葉尾溪臺灣鏟頰魚數量調查.....1-82	
表 1-23、2014 年 4 月~2014 年 10 月有勝溪臺灣鏟頰魚(含 2014 年新生魚苗)數量 調查	1-82
表 1-24、2014 年 4 月~2014 年 10 月樂山溪臺灣鏟頰魚(含 2014 年魚苗部分)數量 調查	1-83
表 1-25、2014 年各調查溪段臺灣鏟頰魚調查之總生物量.....	1-83
表 1-26、2006 年 11 月~2009 年 1 月司界蘭溪鮭魚數量調查.....	1-84
表 1-27、2009 年 7 月~2014 年 10 月司界蘭溪第二野溪鮭魚數量調查.....	1-85
表 1-28、2010 年 6 月~2014 年 10 月司界蘭溪第一野溪鮭魚數量調查.....	1-87
表 1-29、2006 年 11 月~2009 年 1 月南湖溪鮭魚數量調查.....	1-89
表 1-30、2008 年 4 月~2012 年 2 月伊卡丸溪鮭魚數量調查.....	1-90
表 1-31、2009 年 7 月~2014 年 10 月羅葉尾溪鮭魚數量調查.....	1-91
表 1-32、2011 年 7 月~2014 年 10 月有勝溪鮭魚數量調查.....	1-92
表 1-33、2013 年 4 月~2014 年 10 月樂山溪鮭魚數量調查.....	1-93
表 1-34、2012 年 10 月羅葉尾溪及司界蘭溪臺灣櫻花鉤吻鮭體長體重調查 表.....	1-94

表 1-35、2013 年 3~10 月羅葉尾溪及有勝溪臺灣櫻花鉤吻鮭體長體重調查表	1-95
表 1-36、2014 年 2~10 月羅葉尾溪及有勝溪臺灣櫻花鉤吻鮭體長體重調查表	1-96
表 1-37、2014 年 8 月復育場體重體長調查表.....	1-97
表 1-38、臺灣櫻花鉤吻鮭 2014 年 4 月~2014 年 8 月之 SGR 調查表.....	1-98
表 1-39、2014 年 2 月~2014 年 10 月羅葉尾溪及有勝溪臺灣櫻花鉤吻鮭平均肥滿度(CF)調查表.....	1-99
表 1-40、臺灣櫻花鉤吻鮭日成長率 SGR 四變因(族群 x 地點 x 年級群 x 季節)統計分析.....	1-100
表 1-41、臺灣櫻花鉤吻鮭肥滿度(CF)四變因(族群 x 地點 x 年級群 x 季節)統計分析.....	1-102
表 1-42、鮭魚每年 2 月至 8 月，有勝溪鮭魚總生物量.....	1-105
表 1-43、鮭魚歷年調查八月之總生物量.....	1-105
表 2-1、有勝溪於 2013 年(2、4、6 及 10 月)之水棲昆蟲資源組成及總個體數 (individuals / square meter).....	2-23
表 2-2、司界蘭溪於 2013 年(2 月及 10 月)之水棲昆蟲資源組成及總個體數 (individuals / square meter).....	2-25
表 2-3、樂山溪於 2013 年(4 月及 11 月)之水棲昆蟲資源組成及總個體數 (individuals / square meter).....	2-27
表 2-4、2014 年 2 月、4 月、6 月及 10 月有勝溪水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter).....	2-29
表 2-5、2014 年 2 月及 10 月司界蘭溪水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter).....	2-31
表 2-6、2014 年 4 月及 10 月樂山溪水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter).....	2-32
表 2-7、司界蘭溪及樂山溪測站之棲地評估.....	2-34

圖目錄

圖 1-1、臺灣櫻花鉤吻鮭(<i>Oncorhynchus masou formosanus</i>)1917-2006 歷史分佈圖	1-106
圖 1-2、1987 年至 2013 年武陵地區鮭魚數量調查	1-107
圖 1-3、司界蘭溪 2006 - 2010 放流地點	1-108
圖 1-4、南湖溪放流地點 2006 - 2007	1-108
圖 1-5、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流 - 伊卡丸溪放流地點 2008	1-109
圖 1-6、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流羅葉尾溪放流地點 2009 - 2010 年	1-110
圖 1-7、臺灣櫻花鉤吻鮭域外溪流樂山溪放流地點 2011-2014	1-111
圖 1-8、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流調查樣區：南湖溪、司界蘭溪、伊卡丸溪	1-112
圖 1-9、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流羅葉尾溪調查樣區	1-113
圖 1-10、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流有勝溪樣區	1-113
圖 1-11、臺灣櫻花鉤吻鮭溪流調查樣區-樂山溪	1-114
圖 1-12、司界蘭溪主流(2014 年 8 月)	1-114
圖 1-13、司界蘭溪第一野溪(2014 年 8 月)	1-115
圖 1-14、司界蘭溪第二野溪(2014 年 8 月)	1-115
圖 1-15、南湖溪環境變化比較	1-116
圖 1-16、羅葉尾溪(2014 年 8 月)	1-116
圖 1-17、有勝溪(2014 年 8 月)	1-117
圖 1-18、樂山溪(2014 年 8 月)	1-117
圖 1-19、連續颱風對各個歷史溪流放流後鮭魚族群的影響 2006 年至 2009 年	1-118
圖 1-20、羅葉尾溪區段臺灣陸封鮭魚族群結構(2009 - 2014)	1-119
圖 1-21、有勝溪區段臺灣陸封鮭魚族群結構(2011 - 2014)	1-119
圖 1-22、樂山溪調查區段臺灣陸封鮭魚族群結構(2012 年 4 月-2014 年 10 月)	1-120
圖 1-23、羅葉尾溪、羅新段落(羅葉尾溪瀑布至上游延伸 400 公尺)、有勝溪、樂山溪調查區段之臺灣陸封鮭魚族群結構(年及群百分比)(2014 年 10 月)	1-120
圖 2-1 本計畫設置共同樣站之相關位置圖	2-36
圖 2-2 羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲數量變化圖	2-37
圖 2-3 羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站之臺灣鉤吻鮭中大體型昆蟲食餌之數量變化圖	2-38
圖 2-4 羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之生物量(溼重)變化圖	2-39
圖 2-5 羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之 Shannon- Wiener's index	2-40
圖 2-6 羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之分類群數	2-41
圖 2-7 羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之 RBPII 相對分數	2-42
圖 2-8、2013 年羅葉尾溪、有勝溪、司界蘭溪、樂山溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲組成之 MDS 分析。圖標旁的數字表示採集月份	2-43
圖 2-9、2014 年羅葉尾溪、有勝溪、司界蘭溪、樂山溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲組成之 MDS 分析。圖標旁的數字表示採集月份。	2-44

整合計畫摘要

關鍵詞：羅葉尾溪、有勝溪、樂山溪、司界蘭溪、勝光、臺灣櫻花鉤吻鮭、
水質監測、棲地調查、水生昆蟲

一、研究緣起

根據早期的記錄顯示 (Kano, 1940)，臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)在日據時代(自 1917~1941 年)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，1988 年後僅剩餘七家灣溪及高山溪有發現鮭魚的蹤跡。1985 年，行政院農業委員會接辦自然生態保育工作，開始對臺灣鮭魚實施人工復育及放流工作，以增加溪流中臺灣鮭魚族群數量。在 1989 年，根據野生動物保護法將臺灣櫻花鉤吻鮭公告為瀕臨絕種的保育類動物。1992 年，雪霸國家公園成立，更積極的針對臺灣櫻花鉤吻鮭及武陵地區進行一系列研究與生態監測的計畫。本研究目的旨在從事監測臺灣櫻花鉤吻鮭放流於歷史溪流之族群數量、成長狀況、水棲昆蟲數量及豐富度、水質狀況、棲地變化，並針對長期建立的測站做環境評估比較以得到更多關於棲地的時空變化軌跡資訊。水質是鮭魚生存的重要因素之一，近幾年雪霸水質相關調查都顯示出除水溫外，鮭魚不會出現的測站其水質狀況都處於較差的條件，因此水質的監測有其必要性。鮭魚生存最大的威脅就是颱風，因此放流前會評估適當的放流地點與棲地喜好度，並於放流後進行棲地環境調查以比較環境變動後對鮭魚生存的影響。水棲昆蟲是鮭魚主要食物來源，其數量與豐度可以用來估算特定流域範圍內鮭魚族群承載量(Carrying capacity) 的重要指標。

二、研究方法及過程

針對大甲溪上游司界蘭溪支流及主流、有勝溪、樂山溪、勝光、羅葉尾溪，評估適當放流地點與棲地喜好度並對水質條件及棲地環境進行調查。調查放流範圍以放流區段(羅葉尾溪、支流司界蘭溪第一野溪及第二野溪、樂山溪)上下游延

伸 1 公里為調查樣區，之後視魚群分布與地形變動來做改變。調查頻率以雙月份(2、4、6、8、10 月)進行，以浮潛目視法進行放流族群與新生族群數量追蹤及族群成長情形進行調查，其他潛在放流點則視情形進行調查。

水質採樣頻率同上，採樣地點為羅葉尾溪放流點(測站 201)、南湖登山口(測站 202)、司界蘭溪第一野溪(測站 10)、樂山溪(測站 302)、勝光(測站 203)，其他潛在放流點則視情形進行調查。現場分析項目有 pH、溫度、溶氧、導電度、BOD、濁度等六個項目，實驗室測定項目為氨氮、亞硝酸、硝酸鹽、矽酸鹽、硫酸鹽、氯鹽、正磷酸鹽、總有機碳等 8 個項目。

棲地調查以人力觀察，於放流樣區以過往調查經驗及資料並配合照相機對坡度、水流、水深、流域面積、地形描述、砂礫組成、覆蓋度、有無適合產卵場等周遭環境進行觀察和描述。

除了司界蘭溪於 2 月及 10 月、樂山溪於 4 月及 11 月，各樣站於 2 月、4 月、7 月及 10 月在 50 公尺範圍內以定面積之舒伯氏水網 (Surber sampler)(網框面積 30.48 x 30.48 cm，網目大小為 250 um) 在河域中採樣一次，每一樣點重複取樣六次。將採獲之水棲昆蟲以水盤承接並置入 70~75% 酒精中，攜回實驗室鑑定種類 (Taxa)，以及記錄數量。

三、重要發現

大甲溪上游鮭魚歷史棲地本報告定義為原有鮭魚生活分布的地區，除了七家灣及高山溪兩條溪流有鮭魚的地區，而在 1984 年至 2006 年間臺灣櫻花鉤吻鮭族群所消失的各個溪流。為了擴大臺灣的族群，於是從 2006 年 10 月到 2014 年 11 月間，先後在南湖溪(2006 年 250 隻，2007 年 165 隻)、司界蘭溪(2006 年 250 隻，2007 年 165 隻)、伊卡丸溪(2008 年 300 隻，2010 年 30 隻，2011 年 100 隻)、羅葉尾溪(2009 年 180 隻)、羅葉尾溪 (2009 年 150 隻，2010 年 380 隻)、司界蘭第一野溪(2010 年 180 隻)、司界蘭第二野溪(2009 年 100 隻，2010 年 120 隻)以及樂山溪(域外非歷史棲地)(2011 年 100 隻，2013 年 150 隻，2014 年 34 隻) 總共放流 2624 尾鮭魚至上述歷史棲地。

自 2006 年放流迄今(2014)，調查發現南湖溪、司界蘭溪主流、第一、第二野溪以及伊卡九溪均已無鮭魚蹤跡。羅葉尾溪放流 3 次，分別為 2009 年 6 月放流 150 隻(2007 年級群)，2010 年 5 月放流 350 隻(2009 年級群)，同(2010)年 10 月另外將 30 隻魚放流在羅葉尾上游溪段(2009 年級群)。此後於 2010–2014 年間所做的族群數量追蹤發現 2011 年 10 月 $0^+ : 1^+ : 2^+$ 各年級群百分比為 49% : 45% : 6% (總數 523)、2012 年 10 月為(53% : 22% : 25%, 1269)、2013 年 10 月(35% , 33% , 32% , 900)，2014 年 10 月則為(36% , 28% , 36% , 2434) 。而 2014 年 8 月的總生物量估算則高達 115Kg。羅葉尾(含有勝溪)流域已經形成了重要的衛星族群並且 2014 年的族群數量更超過七家灣系和高山溪流域族群數量總合。

2013 年 2 月到 10 月羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有 67 分類群(Taxa)，分屬於 6 目或 42 科；2013 年 2 月及 10 月司界蘭溪共計有 51 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 29 科；2013 年 4 月及 11 月樂山溪 47 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 28 科。2014 年 2 月到 10 月羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有 60 分類群(Taxa)，分屬於 6 目或 36 科；2014 年 2 月及 10 月司界蘭溪共計有 37 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 21 科；2014 年 4 月及 10 月樂山溪 41 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 23 科。水棲昆蟲豐度及生物量以年初為高峰。各測站之多樣性指數大多數都介於武陵地區參考站變化區間內。快速生物評估法 II 評估結果顯示羅葉尾溪及有勝溪棲地在無損害與中度損害之間。MDS 分析顯示出歷史溪流羅葉尾溪放流點測站、司界蘭溪及樂山溪與武陵溪流七家灣溪及高山溪的群聚結構較相近，而有勝溪各測站的群聚結構則自成另一類群。

四、主要建議事項

立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

建議事項：1.有勝溪流域下游乾涸溪段，加緊造林，並利用簡易工程方式造成

水底流至更下游河段

2.繼續樂山溪之放流監測

3.南湖、洱無溪棲地復原狀況調查

(2)中長期建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

建議事項：

1. 持續對樂山溪的放流與監測，使之成為衛星族群。
2. 因農地的農藥會汙染鄰近的水源，而上游水管的引取會影響水流的流量，建議持續回收有勝溪附近農地並減少農用水管引流，持續濱岸造林以降低水溫，能增加水土保持力已減少環境變動，使羅葉尾溪的鮭魚族群能向下游的有勝溪大量擴展。
3. 有勝溪的乾涸地區問題需要解決，否則會造成棲地破碎化，嚴重影響其下游鮭魚族群數量。

研究計畫項目與內容

計畫項目	主持人	服務機構/所	職稱	計畫內容
子計畫 1	黃沂訓	臺灣海洋大學 水產養殖學系	副教授	魚類研究與水質監測
子計畫 2	郭美華	中興大學昆蟲系	副教授	水棲昆蟲研究

第一章 魚類研究與水質監測

黃沂訓、張右昕、余佳舉、楊立盛、闕嘉緯

國立臺灣海洋大學水產養殖系

摘要

關鍵詞：臺灣櫻花鉤吻鮭、放流、司界蘭溪、羅葉尾溪、樂山溪、有勝溪、棲地

綜合評估

大甲溪上游鮭魚歷史棲地於本報告定義為原有鮭魚生活分布的地區，除了七家灣及高山溪兩條溪流有鮭魚的地區，而在 1984 年至 2006 年間臺灣櫻花鉤吻鮭族群所消失的各個溪流。為了擴大臺灣的族群，於是從 2006 年 10 月到 2014 年 11 月間，先後在南湖溪(2006 年 250 隻，2007 年 165 隻)、司界蘭溪(2006 年 250 隻，2007 年 165 隻)、伊卡丸溪(2008 年 300 隻，2010 年 30 隻，2011 年 100 隻)、羅葉尾溪(2009 年 180 隻)、羅葉尾溪 (2009 年 150 隻，2010 年 380 隻)、司界蘭第一野溪(2010 年 180 隻)、司界蘭第二野溪(2009 年 100 隻，2010 年 120 隻)以及樂山溪(域外非歷史棲地)(2011 年 100 隻，2013 年 150 隻，2014 年 34 隻) 總共放流 2624 尾鮭魚至上述歷史棲地。

自 2006 年放流迄今(2014)，調查發現南湖溪、司界蘭溪主流、第一、第二野溪以及伊卡丸溪均已無鮭魚蹤跡。羅葉尾溪放流 3 次，分別為 2009 年 6 月放流 150 隻 (2007 年級群)，2010 年 5 月放流 350 隻 (2009 年級群)，同 (2010) 年 10 月另外將 30 隻魚放流在羅葉尾上游溪段(2009 年級群)。此後於 2010-2014 年間所做的族群數量追蹤發現 2011 年 10 月 $0^+ : 1^+ : 2^+$ 各年級群百分比為 49% : 45% : 6% (總數 523)、2012 年 10 月為(53% : 22% : 25%, 1269)、2013 年 10 月 (35% , 33% , 32% , 900)，2014 年 10 月則為(36% , 28% , 36% , 2434) 。而 2014 年 8 月的總生物量估算則高達 115Kg。羅葉尾(含有勝溪)流域已經形成了重要的

衛星族群並且 2014 年的族群數量更超過七家灣系和高山溪流域族群數量總合。

以成長(Specific Growth Rate, SGR)及肥滿度(Condition Factor, CF)兩項計算結果作為棲地綜合評估指標，而以族群(Origin)、年級群(Year Class)、地點(Site)、季節(Season)做四變因統計之變方分析。族群主效應以歷史溪流放流族群(0.00444341)優於野生新生族群(0.0031067)，兩者間有顯著差異。地點主效應則以復育場鮭魚 SGR 值(0.0056)最高、司界蘭溪 (0.00429)次之、羅葉尾溪(0.0030133)再次之，有勝溪(0.00258)最差，復育場、司界蘭溪、羅葉尾溪三者有顯著差異，而羅葉尾溪則與有勝溪無顯著差異。年級群主效應以 0⁺幼鮭的 SGR 值(0.0062285)最高並優於 1⁺亞成鮭和 2⁺成鮭，其次是 1⁺亞成鮭(0.0038739)而以 2⁺成鮭(0.0009833)最差，後兩者有顯著差異。季節主效應分析中發現鮭魚在高溫季節 SGR 值(0.0039267)顯著高於低溫季節者(0.00296858)。

肥滿度結果則以族群(Origin)、年級群(Year Class)、地點(Site)、季節(Season)做四變因統計之變方分析。族群主效應以野生新生族群(0.00104191)優於歷史溪流放流族群(0.01013809)，兩者間有顯著差異。地點主效應則以復育場鮭魚 CF 值(0.0108)最高、有勝溪(0.0106)次之、羅葉尾溪(0.0102)再次之，司界蘭溪最差(0.01)，四者皆有顯著差異。年級群主效應以 1⁺的 CF 值(0.0103)最高、其次是 0⁺(0.01026) CF 值，而 2⁺的 CF 值 (0.01019)最差。1⁺亞成魚對 2⁺成鮭有顯著差異，但是 1⁺亞成魚對 0⁺幼鮭並無顯著差異，0⁺幼鮭對 2⁺成鮭並無顯著差異。季節主效應分析中發現鮭魚在高溫季節 CF 值(0.01029)與低溫季節者(0.01028)並無顯著差異。

棲地穩定性與食物源是影響鮭魚棲地承載力的兩大因素，而溫度則是決定鮭魚分布範圍的限制因子。在所有歷史溪流棲地環境監測結果，發現水質各項檢測正向因子皆高於鮭魚生活之需求，而負向因子也遠低於臨界值。在放流失敗的歷史溪流棲地調查其間發現颱風，尤其是連續颱風所造成的洪水可能直接將鮭魚沖至下游，而且對於棲地環境造成重大傷害，影響深遠。至於樂山

溪因數據不夠詳盡而是否為適合的放流棲地，至今還無法下定論。而羅葉尾(含有勝)溪段的鮭魚族群似乎有漸漸增加的趨勢，有勝溪段，水生昆蟲量比羅葉尾溪段低，但是鮭魚體型與成長普遍較好，應該是與該地區共域魚類(臺灣鏟頰魚)提供更大量的食物來源。此可證明人為的經營管理至為重要，今後如欲耕耘適當的歷史溪流棲地，加強造林植被以穩定棲地水土保持能力，應可有效降低水溫以達到優化棲地的作用。

Abstract

In order to increase the population size of the Formosan landlocked salmon *Oncorhynchus masou formosanus*, the efforts in reintroduction of this fish to the historical watershed had been executed ever since 2006. From October 2006 to November 2014, a total of 2624 fish had been released to Nan-Hu creek (250 fish in 2006, 315 fish in 2007), Su-Jie-Lan creek (250 fish in 2006, 165 fish in 2007), I-ka-wan creek (300 fish in 2008, 30 fish in 2010, 100 fish in 2011), Lo-Ye-Wei creek (150 fish in 2009, 380 fish in 2010), the *gon-garmin* creek (Su-Jie-Lan upstream branch I, 180 fish in 2010), Gon-bkuli creek (Su-Jie-Lan upstream branch II, 100 fish in 2009, 120 fish in 2010), Le-Shan creek (100 fish in 2011, 150 fish in 2013, 34 fish in 2014).

It had been observed that those released habitats were not suitable to create an effective size of population after several releases in Nan-Hu, Su-Jie-Lan and I-kawan creeks, from 2006 to date. There were no newborn fish either in Nan-Hu or I-kawan creeks. The *gon-bkuli* creek (upstream branch II of Su-Jie-Lan creek) however had ever produced small amount of newborn fish (20 fish observed in 2010, 6 fish in 2011), but they were all disappeared in the year of 2013.

Lo-Ye-Wei creek was shown to be a very good place for fish to thrive. After the three releases [150 fish (2007 year class) in 2009, 350 fish (2009 year class) and a later one with 30 fish (2009 year class at upper stream) in 2010], the population structure became very stable with age group percentage ratio ($0^+ : 1^+ : 2^+$, Total fish No.) of (49% : 45% : 6%, 523) in Oct.2011, (53% : 22% : 25%, 1269) in Oct.2012, (33% : 32% : 35%, 900) in Oct.2013 and (36%, 28%, 36%, 2434). And the population size was dynamically up and down around 1000 fish throughout the years from 2010 to 2013. Fish population at this area expanded to 2434 with a total biomass of 115 Kg that have already exceeded the total sum amount of the current two existed fish populations (around 1600) of the Chi-Cha-Wan and Kao-Shen creeks censused in the end of October, 2014.

Factorial analysis of the specific growth rate (SGR) on the main effect of "Origin" showed that the fish of the released group (R) exhibited significantly higher value (0.0044) than that of the wild born fish (W, 0.0031). The main effect of "Age" showed that SGR gradually reduced with increment of age, the 0^+ age group bore the highest value (0.0062) followed by the 1^+ age group (0.0039), and the 2^+ age group (0.0010) the worst. Fish grew faster during high temperature season (0.0039) than in low temperature season (0.0030). The main effect of "Site" revealed that SGR of the hatchery station (Ha, 0.0056) was the highest, followed by Se-Je-Lan creek (0.0429), then Lo Ye-Wei creek (0.0030) and Yu-Sheng creek (0.0026) the lowest two.

Another index adopted in factorial analysis is the condition factor (CF, W/L^3) which reflexes the food availability within the overall associated habitat environmental condition where salmon live. The main effect of “Site” through factorial analysis on CF revealed a reasonable fact that fish in the hatchery station (Ha) grew the best and had the highest CF value (0.0108) with significant differences one by one through Yu-Sheng creek (Y, 0.106), Lo-Ye-Wei creek (0.0102) to Su-Jie-Lan creek (S, 0.0100). There were significant differences on CF values between the wild born (W, 0.1042) and the released fish (R, 0.1014) within the main effect of “Origin”. Sub-adults tended to actively exploit and capture food, juveniles yielded by their subordinated capability and grown up probably prepared for reproduction reflexed from the “Age” main effect on CF values that 1⁺ age group (CF: 0.01035) was not significantly higher than that of the 2⁺ age group (0.01027), but significantly higher than that of the 2⁺ age group (0.01019), with no significant differences between the latter two. There’s no significant differences between the high low temperature seasons on the CF values.

Food availability as well as habitat stability probably the two major key factors controlling the carrying capacity of habitat for this species. Temperature is obviously another factor (17°C criteria boundary for survival) limiting the wild distribution of this fish. In all, water quality was not a problem at all in the three historical water shed area where fish reintroduction effort failed. In fact, the integrated evaluation on the habitat condition could be easily expressed by the overall performance in terms of population size, structure, growth, fertility and reproductive potential.

In conclusion, of the four historical habitat water sheds, there is only a successful satellite Taiwan salmon population was well established in Lo-Ye-Wei water shed region and may gradually expand its size both in number and total biomass year after year, yet the rest three seemed not performing well probably due to the topographical changes vulnerable to hits of seasonal typhoon attacks which led to the destruction of habitat environment. Der-San River so far is still too early to conclude as a good or bad habitat owing to some of the uncertainties and short of detailed information of the *in situ* environmental conditions.

Key word: landlocked Taiwan salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*), released, Lo-Ye-Wei creek, Su-Jie-Lan creek, Nan-Hu creek, I-kawan creek, Le-Shan creek creek, Gon-gamin creek, Gon-bkuli creek.

一、前言

1.1 臺灣櫻花鉤吻鮭緣起

櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)下共有四個亞種，分別為大口馬蘇大麻哈魚、馬蘇大麻哈魚、玫瑰大麻哈魚以及臺灣櫻花鉤吻鮭。除了臺灣櫻花鉤吻鮭，另外三個亞種皆分布在日本，依其生活史可區分為迴游型(Migratory ,sea-run form)、河川殘留型(River resident form)、河川早熟型(Mature parr)、河川型(Fluvial form)及陸封型(land-locked form)。而臺灣櫻花鉤吻鮭屬於陸封型，其生活史是原本屬於迴游型的鮭魚，受到氣候變遷影響僅能出現在低溫的高山溪流。

世界上的鮭鱒魚類一般皆分布在溫帶地區，地處亞熱帶的臺灣能有鮭魚分布，在生態上具有重大意義。臺灣櫻花鉤吻鮭的存在就生物地理學而言，也可證明地球氣候變遷及地殼的變動。

臺灣櫻花鉤吻鮭最早在 1917 年被青木利雄發現(青木，1917)，距今(2014)有 97 年，其族群數量也由不虞匱乏變成瀕臨絕種。自 1974 年起，相關研究與保育措施陸續展開。1989 年，根據野生動物保護法將臺灣櫻花鉤吻鮭公告為瀕臨絕種的保育類動物。1992 年，雪霸國家公園成立，更積極的針對臺灣櫻花鉤吻鮭及武陵地區進行一系列保育研究與生態監測的計畫。

1.2 鮭魚分布歷史棲地記錄

根據早期的記錄顯示，在 1917 年至 1940 年間，臺灣櫻花鉤吻鮭的分布遍及今日松茂部落以上的整個大甲溪上游，包括合歡溪、南湖溪、松茂溪、司界蘭溪、伊卡丸溪、七家灣溪、高山溪、桃山西溪、桃山北溪、有勝溪及羅葉尾溪等主流以及各支流都曾是它的棲息地(圖 1-1)，其中又以司界蘭溪及七家灣溪的數量最多 (Kano, 1940)。而在 1960 年至 1970 年間，日本人在臺灣採集調查時，發現司界蘭溪與大甲溪匯流口以下已無鮭魚分布，臺灣櫻花鉤吻鮭僅分布在大甲溪上

游的司界蘭溪、高山溪、七家灣溪及有勝溪(Watanabe and Lin, 1985)，在當時的調查紀錄中，電魚及毒魚的情形嚴重，亦使鮭魚受到嚴重的迫害，鮭魚數量大減。到了1984年，由行政院農委會委託台大動物系林曜松教授等人進行臺灣櫻花鉤吻鮭的全面性調查，結果發現鮭魚的分佈只剩下七家灣溪約五公里左右的溪段還有發現其蹤影（林曜松等，1988）。

1.3 族群變動棲地變遷與保育放流

自1985年後，臺灣櫻花鉤吻鮭族群幾乎只侷限於七家灣及高山溪兩條大甲溪上游流域，而族群分佈主要數量集中在七家灣溪。圖1-2顯示自1987年至2013年七家灣溪鮭魚族群數量變動（曾晴賢，2013）。1987-2005年間亦曾在七家灣、高山及司界蘭溪放流鮭魚可惜並無後續監測則資料無法說明其成效。但歷年族群數量最高也從未超過5,000尾，最低的年份亦有降至500尾以下者；顯示恢復其族群量實是當務之急。回顧當時研究鮭魚為何能在屬於熱帶與亞熱帶地區活存下來的原因，大多指向大甲溪流域在中海拔(1,500-1,800m)的特殊緩坡地形(大島正滿, 1936)間接應證在1940年代為何整個大甲溪中上游流域遍及松茂等地區充滿鮭魚族群的主要原因。1960-1970年代梨山大量開發果園農地的結果，導致生態棲地受損，以及過度捕捉與層出不窮的毒魚事件，終致歷史棲地如南湖溪，有勝溪及司界蘭溪中的臺灣櫻花鉤吻鮭族群完全消失。雪霸國家公園管理處在2000年後積極規劃一連串的保育措施，包括復育場(臺灣鮭魚中心)之興建，回收農地，拆除攔砂壩，進行歷史溪流放流(含域外放流，樂山溪)及監測等作業，試圖挽救日益緊迫的危機。

1.4 美國與日本放流策略

斯內克河(Snake River)，是美國西北部一條主要河流，也是哥倫比亞河最大的支流。約於1990年起，河中紅鮭(*Oncorhynchus nerka*)數量日益減少，每年洄游至美國愛達荷州的鋸齒山脈(Sawtooth)參與繁殖的數量非常稀少，於是當地政府開始著手進行紅鮭復育的工作，建造紅鮭的復育場，保存紅鮭的基因庫，並

生產魚卵及魚苗，進一步放流回原始棲地中，既可保留紅鮭族群的基因庫，也恢復野外的族群數量。而國王鮭(*Oncorhynchus tshawytscha*)同樣也是斯內克河中，物種數量受威脅的太平洋鮭屬之一，但與紅鮭復育的方式不同，是將國王鮭從卵孵化成幼魚進而養殖至成魚然後放流回原棲地，自行繁衍新生族群。(Mary R. Arkoosh, 2011)

日本的櫻鱒是常見的漁業資源物種，但近年來的過度捕撈，以及工業化開發使得原始棲地環境惡化，影響日本櫻鱒年捕獲量日益下滑的趨勢。為了改善櫻鱒數量逐年下降的情況，日本政府以保護野生櫻鱒的原有棲地及放流櫻鱒孵化場的魚苗，兩種政策為主要施行方向。而日本於 1960 年代開始著手研究日本櫻鱒的完全養殖技術，亦是從魚卵到種魚的完全養殖方式，櫻鱒的大部份生活史為人工養殖情況下成長。在放流櫻鱒後的調查，於北海道增加的櫻鱒數量，以及洄游狀況非常良好。(Jun-Ichi Tsuboi, 2013)

1.5 歷史溪流放流

臺灣櫻花鉤吻鮭現今(2014)除了七家灣及高山溪流域區段外，鮭魚消失於原來生存的歷史棲地，其原因究竟是棲地環境完全受破壞，還是外在人為因素(過度捕撈、非法毒魚等)所造成，無法完全釐清。而這些歷史棲地是否仍然有適當的環境供鮭魚活存延續，值得嘗試。如果能夠有效增加歷史棲地的鮭魚數量，至少可以減輕目前臺灣櫻花鉤吻鮭所面臨的瀕絕威脅。因此，雪霸國家公園管理處自 2006 年迄今(2014)利用復育場(臺灣鮭魚保育中心)人工繁殖所產生的鮭魚，選擇了司界蘭溪、南湖溪、伊卡丸溪及羅葉尾溪進行進行歷史溪流放流，此外更於 2011 年底進行樂山溪之域外放流。以下是有關歷史溪流及域外溪流的簡介：

司界蘭溪

又名蘇七蘭溪、四季朗(蘭)溪流域長約九公里。發源於雪山往南流經志佳陽山(3287 公尺)與大劍山(3593 公尺)形成河谷，最後在環山西北方約 50 公尺，海拔約 1550 公尺處，在環山部落西北方約 500 公尺處注入大甲溪主流。

司界蘭溪曾是臺灣櫻花鉤吻鮭的重要歷史分布河流，曾是鮭魚重要棲地也是臺灣櫻花鉤吻鮭最早被發現的地點，為當時環山部落泰雅族原住民主要漁獵活動的重要溪流。主流水流較為湍急，河道寬廣，濱岸植被覆蓋度低。2006 及 2007 年曾經放流於司界蘭溪主流，但因隔年的颱風季後調查，主流鮭魚存活的數量極為稀少，甚至沒有，而其間最重要的發現是在 2007 年於司界蘭溪支流第二野溪 (Gon-bkuli)，發現可能受颱風影響，而上溯至支流的鮭魚，故推測，司界蘭的野溪其地形地勢，可能可以為鮭魚天然的屏障(圖 1-3)。

司界蘭第一野溪(Gon-garmin)為志佳陽步道 2.2Km 處，海拔 1660m 左右，其水流小，河道狹窄，雖然深潭多，但面積小，其下的瀨區短，屬於階梯式河道。而司界蘭溪第二野溪(Gon-bkulin)為志佳陽步道約 3Km 處，海拔為 1700m，同樣的水流小，其深潭少，而植批覆蓋度高(圖 1-3)。

南湖溪

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)等中央脊山地北側。為大甲溪流域中最大支流，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(圖 1-4)。

伊卡丸溪

伊卡丸溪為七家灣溪與大甲溪之間的一段溪流，始於七家灣溪與有勝溪匯流處(武陵農場迎賓橋)，一直到和平農場再流至台七甲線 65k 處與合歡溪及南湖溪會流，始稱大甲溪。1985 年之前，本溪段鮭魚活動頻繁(圖 1-5)。

有勝溪、羅葉尾溪

有勝溪又稱為比亞南溪，發源於雪山山脈桃山稜線的羅葉尾山東側，經過思源啞口後，在武陵農場與七家灣溪匯流後，流入大甲溪。全長約 10.5 公里。羅葉尾溪是有勝溪的上游，全長約四公里。本溪段原本鮭魚數量很多，據南山原住民表示，此處為重要狩獵區域。調查樣區為入口處往上約 1.5 公里。有勝溪沿岸

有些許農業活動，如種植高山蔬果等，而到了思源啞口附近南湖大山登山口後，往上游的羅葉尾溪，因為兩岸地勢狹窄且陡峭，故不適合農業開發，而能保有原始林的風貌。其主要地形結構組成以大型岩盤為主，使不易崩塌，而濱岸植批覆蓋度高，其深潭和淺瀨組成數量及分佈適合鮭魚的生存(圖 1-6)。

域外溪流：

樂山溪

樂山溪域外溪流在大小劍山以東，屬於大甲溪上游的其中一條支流，目前放流點約在大甲溪匯流口上溯兩公里左右的位置，再往上游延伸 500 公尺的河段。據原住民口述原無鮭魚蹤跡，但判斷其溪流環境狀況與穩地性應適合鮭魚生存。樣區設置於放流點往上游 600 公尺間，而未於下游處設置樣區，爰於 2012 年 4 月調查時放流點下游並未發現魚隻。而於 2013 年則將鮭魚放流於樣區最上游，因此調查樣區自原區段順勢往上游擴增至總長為 2200 公尺(圖 1-7)。

1.6 放流目的與策略

降低物種滅絕危機的首要工作，目的在於將原本絕跡的歷史溪流再次導入櫻花鉤吻鮭，建立第二及第三條具有能夠獨立延續物種之衛星族群的流域。櫻花鉤吻鮭移地保育的目的除使穩定族群數量外，利用符合基因多樣性的人工繁殖可增加遺傳性狀，增加人工繁殖族群對抗天擇的考驗，可望擴大櫻花鉤吻鮭目前之生存範圍。而持續加強在上游溪段進行放流，以增加上游族群數量並維持基因的歧異度，亦是相當重要的課題(曾晴賢，1997)。目前除分布於七家灣溪與高山溪的臺灣櫻花鉤吻鮭族群數量相對穩定(曾晴賢，2009，2010，2011，2012)之外，只有在有勝溪上游羅葉尾溪於 2009 年與 2010 年放流的鮭魚迄今(2014)已多於 2,300 尾族群量超過七家灣及高山溪族群量總合，成為超大衛星族群。而自 2006 年~2008 年放流於南湖溪、司界蘭溪及伊卡丸溪的鮭魚則未能形成有效的衛星族群。相對於歷史溪流在 2011 及 2013 年域外放流於樂山溪的鮭魚截至 2014 年仍有 61 尾上述功能的衛星族群，雖數量仍不是非常穩定，是否仍有相當大的機會

成為繼羅葉尾溪後的第二條放流成功並形成衛星族群的溪流，還有待更長期的監測與調查。無論域內或域外放流，就近於武陵地區附近適於鮭魚生存的溪流，在完成棲地前置調查作業舉凡水溫、水質、地形、植被、食物來源以及人為活動等因素綜合評估後，進行鮭魚放流作業，期以建立有效衛星族群是目前迴避滅絕壓力的重要方向。

現今臺灣櫻花鉤吻鮭僅分布於七家灣溪之中，若七家灣溪遭逢不可抗拒之災害，將會使野生鮭魚滅絕的機會增加許多，因此尋覓其他合適鮭魚存活的棲地，是目前保育所必須進行的首要工作。特生中心曾調查七家灣溪之外的放流地點，建議濁水溪上游的卡社溪適合進行域外放流的工作(葉，2003)，但因距離及路況等因素，所以本計畫並未將卡社溪納入放流考量。早期大甲溪中上游有大量的鮭魚族群棲息，但受到人為及氣候影響才逐漸消失，因此本計畫挑選放流溪流時，臺灣櫻花鉤吻鮭過去的歷史溪流便是優先的考量。過去司界蘭溪也曾經進行過野生族群放流(吳祥堅，2000)，但因當時人力資源等因素而無法持續性的調查與監測，難以評估放流的成效。而在2003年之後的調查，即沒有再發現到野生族群(曾晴賢，2003；黃沂訓，2006)，南湖溪則於2006年調查中沒有發現野生族群(黃沂訓，2006)。

為提高放流效率，因此事前須謹慎評估合適的放流溪段，並在放流之前針對水質、食餌、溪流地形以及共域魚類等進行相關評估；而主要以放流18月齡以上體型避開洪水季節而可順利於當年底繁殖產生子代者為佳。並進行後續放流溪段族群動態監測與棲地指標(成長與肥滿度)藉此評估放流成效。

1.7 歷年放流記錄

歷史溪流有系統之規畫放流始於2006年10月11日至10月18日間，在司界蘭溪與南湖溪進行2次放流，各放流250尾，總計共500尾。2007年於10月30日至11月1日間，司界蘭溪放流165尾、南湖溪315尾，合計480尾。2008年3月底則於伊卡丸溪放流300尾。更於2009年6月在羅葉尾溪(有勝溪上游)

放流 150 尾，司界蘭溪第二野溪(Gon-bkuli)放流 100 尾。次年(2010) 5 月，再度
在羅葉尾溪放流 350 尾，司界蘭溪第二野溪及第一野溪(Gon-gamin)分別放流 120
尾及 180 尾。於 2010 年 10 月在羅葉尾溪更上游及環山部落的伊卡丸溪進行放
流，兩個放流點各放流 15 對亞成魚(22 月齡)。2011 年 11 月於伊卡丸溪放流 100
尾鮭魚並新增樂山溪放流 100 尾。2013 年 11 月於樂山溪放流 150 尾(表 1-1、圖
1-3~圖 1-7)。

1.8 棲地綜合總評估

本計畫延續臺灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地放流評估及調查系列計畫，自 2006 年
起迄今(2014)調查臺灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地並選擇合適地點進行放流工作(黃，
2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013)，連續八年分別在司界蘭溪、
南湖溪、伊卡丸溪、羅葉尾溪及樂山溪中所進行放流努力的成效總評估，爰此於
臺灣櫻花鉤吻鮭情感，盡到保育工作基本責任以達成目標及貢獻。

二、材料與方法

2.1 臺灣櫻花鉤吻鮭放流

2.1.1 放流地點選擇與棲地環境調查

櫻花鉤吻鮭在幼期時不喜於水流過急的地方生存，到達約二歲時較喜歡在半急流半水潭的水域，更大時反而喜歡生活在急流之中。大甲溪上游坡度陡，水流湍急，放流的地點影響活存率。故除了選擇具備流速小於 0.4m/sec 的深潭和緩流條件的歷史棲地如司界蘭溪、南湖溪、伊卡丸溪及羅葉尾溪之外，也要考慮繁殖所需的產卵環境條件。這些溪流都曾有櫻花鉤吻鮭的蹤跡，其環境是否仍適合臺灣櫻花鉤吻鮭的生存，實在需要加以試探並證實，因此重新導入族群，俾使其新生族群在此生根延續。之所以選擇上述所歷史溪流，乃就其當時(西元年)棲地環境條件加以描述如下：

司界蘭溪 (2006)

原名四季郎溪，又名蘇七蘭溪，上游支流秀柯溪發源於雪山南斜面，貫流志佳陽大山與大劍山之間，流域長約九公里，在環山部落西北方約 500 公尺處注入大甲溪。其司界蘭溪主流，水流較為湍急，河道寬廣，濱岸植被覆蓋度低(圖 1-8)。

司界蘭第一野溪(Gon-gamin)(圖 1-8)為志佳陽步道 2.2Km 處，海拔 1660m 左右，其水流小，河道狹窄，雖然深潭多，但面積小，其下的瀨區短，屬於階梯式河道。而司界蘭溪第二野溪(Gon-bkuli)(圖 1-8)為志佳陽步道約 3Km 處，海拔為 1700m，同樣的水流小，然其深潭少，但植被覆蓋度高。

司界蘭溪沿岸沒有農業污染，但與大甲溪的匯流口在民國六十年左右建造的二座攔砂壩，使得河床逐漸由下游處往上游處提高，造成棲地多以急瀨為主，水流變急，與六十年代的溪流環境大不相同，然而司界蘭溪曾是臺灣櫻花鉤吻鮭族群眾多的棲息地之一，並且附近有上述兩條野溪可能可以做為洪水避難河道。

南湖溪 (2006)

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)等中央脊山地北側。為大甲溪流域中最大支流，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。南湖溪上游(耳蕪溪的匯流口上流處)，因其為峽谷地形可以做為颱風屏障，且有深潭及淺瀨，而上游處無農業活動，因此選擇南湖溪上游做為放流地點。

伊卡丸溪 (2008)

伊卡丸溪為七家灣溪與大甲溪之間的一段溪流，始於七家灣溪與有勝溪匯流處(武陵農場迎賓橋)，一直到和平農場再流至台七甲線 65k 處與合歡溪及南湖溪會流，始稱大甲溪。1985 年之前，本溪段鮭魚活動頻繁。因流域寬闊，調查困難，且是七家灣溪下游，常有非放流族群出現，易造成混淆，加以人為干擾頻繁，植被覆蓋度較差，然終究是歷史棲地，原溪段深潭數目超過十幾處，但無法確定棲地受到破壞的程度，因此仍然進行放流及評估。

羅葉尾溪 (2009)

宜蘭縣的羅葉尾溪為大甲溪流域有勝溪上游，全長約 4 公里，調查樣區為入口處往上約 1.5 公里(圖 1-9)，有勝溪發源於雪山山脈桃山稜線的羅葉尾山東側，是宜蘭縣與台中縣的交界，而經思源啞口後在武陵農場與七家灣溪匯流，流入大甲溪，有勝溪全長 10.5 公里(圖 1-10)。有勝溪沿岸有些許農業活動，如種植高山蔬果等，而到了思源啞口附近南湖大山登山口後，往上游的羅葉尾溪，因為兩岸地勢狹窄且陡峭，故不適合農業開發，而能保有原始林的風貌。其主要地形結構組成以大型岩盤為主，使不易崩塌，而濱岸植被覆蓋度高，其深潭和淺瀨組成數量及分佈適合鮭魚的生存。

鑒於 2006-2008 所選擇的兩個放流地點—司界蘭溪、南湖溪，南湖溪在這此期間受到颱風的破壞，溪流環境明顯不若以前優良。因此 2008 年秋對大甲溪上

游支流—有勝溪所進行的調查評估結果發現中下游兩岸農業活動興盛，不適於鮭魚族群的活存，但上游沒有受到農業影響。兩岸原始林興盛茂密，溪流環境與桃山北溪相仿，多潭及和適的繁殖場，2008年11月22日上午9:00所調查的水溫為14°C與同時期桃山北溪水溫相同，而於2009年2月18日上午9:00所調查的水溫則為9°C。本溪段的另一優點是颱風季節對本溪段的影響不大，與鄰近的有勝溪支流相比，本溪段較無受到颱風影響的痕跡，因此可假定此段流域不易受到颱風影響，進而去影響鮭魚族群的延續，希望可以克服類似2007-2008這兩年連續颱風的影響。

樂山溪 (2011)

樂山溪在大小劍山以東，屬於大甲溪上游的其中一條支流，目前放流點約在大甲溪匯流口上溯兩公里左右的位置，再往上游延伸500公尺的河段。據原住民口述原無鮭魚蹤跡，但其環境狀況似有建立衛星族群的潛力。放流點往上游600公尺為樣區，因在2012年4月調查放流點下游時未發現魚隻，故下游不設置樣區。於2013年往放流點在更上游的地方放流，並將調查樣區擴增約2200公尺為樣區(圖1-11)。

很多實例顯示，放流至野外環境馬上死亡和經過整個生活史的死亡率都很高(Heggberget et al., 1992; Olla et al., 1994, 1998)，放流之後死亡率以最初幾天高於放流之後的幾個星期(Howell, 1994)。以鮭魚為例，當銀化的鮭魚在野外環境存活三星期就能改善之後的活存機會，由此可知，透過研究就能改善放流之後馬上死亡和整個階段存活率不高的問題(Heggberget et al., 1992; Sproul & Tominaga, 1992)

2.1.2 棲地環境調查

2.1.2.1 水質

本計畫針對歷史放流溪流及未來潛在放流點之水生態環境進行調查與評估，司界蘭溪、羅葉尾溪、樂山溪以雙月份(2、4、6、8、10月)進行採樣，而樂山溪至目前僅採集 102 年 4 月、11 月及 103 年 4 月、10 月共四次樣本。以下是檢測項目：

(1)pH：

使用 pH meter(SUNTEX SP-70)，利用玻璃電極及參考電極測定樣品之電位，可得知氫離子活性，而以氫離子濃度指數 (pH 值) 表示。

(2)溫度(Temperature)：

使用高低溫度計設置在樣區記錄之，輔以樣點即地測量。

(3)溶氧(DO)：

水樣保存於 DO 瓶再以 DO meter(Lutron Do-5510)測定水樣中溶氧值。

(4)導電度 Conductivity)：

導電度為將電流通過 1 cm^2 截面積，長 1 cm 之液柱時電阻之倒數，單位為 mho/cm ，導電度較小時以其 10^{-3} 或 10^{-6} 表示，記為 mmho/cm 或 $\mu\text{mho/cm}$ 。導電度之測定需要用標準導電度溶液先行校正導電度計(SUNTEX 手提式 cond 3210)後，再測定水樣之導電度。

(5)BOD：

水樣以 DO meter (Lutron Do-5510)測定 DO 完成後，再攜至鮭魚中心放置於暗箱五天，測定在此期間之溶氧差，即得到生化需氧量(Near *in situ* BOD)。

(6)濁度：

在特定條件下，使用濁度計(Lutron, TU-2016)。比較水樣和標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光的強度，以測定水樣的濁度

(7)氨氮($\text{NH}_4^+\text{-N}$)：

含有氨氮及銨離子之水樣於加入次氯酸鹽及酚溶液反應，生成深藍色之靛酚，此溶液之顏色於亞硝鹽鐵氯化鈉溶液之催化後會更加強烈。使用 HITACHI U-1900 可見光分光光譜儀於波長 640 nm 處進行比色分析，即可求得水樣中氨氮之濃度。

(8)亞硝酸(NO_2^- -N)：

磺胺與水中亞硝酸鹽在 pH 2.0 至 2.5 之條件下，起偶氮化反應而形成偶氮化合物，此偶氮化合物與 N-1-萘基乙烯二胺二鹽酸鹽偶合，形成紫紅色偶氮化合物，以 HITACHI U-1900 可見光分光光譜儀在波長 543 nm 處測其吸光度而定量之，並以亞硝酸鹽氮之濃度表示之。

(9)硝酸鹽(NO_3^- -N)：

水樣中之硝酸鹽氮加入 CAPS 和 NaOH 之緩衝溶液，使水樣中硝酸鹽被 hydrazine 還原成亞硝酸鹽，此亞硝酸鹽氮加上原水樣中之亞硝酸鹽氮，經磺胺偶氮化後，再與 N-1-萘基乙烯二胺二鹽酸鹽偶合形成水溶性紫紅色偶氮化合物，HITACHI U-1900 可見光分光光譜儀使用波長 540 nm 波長量測其波峰吸收值並定量水樣中硝酸鹽氮加亞硝酸鹽氮濃度之總量，亦稱為總氧化氮之濃度。

(10)矽酸鹽(SiO_2^-)：

水樣經過濾後，矽酸鹽於酸性溶液下與鉬酸鹽反應生成黃色之矽鉬黃雜多酸，以分光光度計於 410 nm 波長處測其吸光度而定量水中矽酸鹽濃度。若水樣中矽酸鹽含量較低，可加入還原試劑 1- 胺基 -2 萘酚 -4 磺酸將黃色之矽鉬黃雜多酸還原成感度較佳之藍色矽鉬藍雜多酸，以 HITACHI U-1900 可見光分光光譜儀於 815 nm 或 650 nm 波長處測其吸光度而定量水中矽酸鹽濃度。本方法所檢測之矽酸鹽的濃度皆以二氧化矽表示之。

(11)硫酸鹽(SO_4^-)

含硫酸鹽水樣於加入緩衝溶液後，再加入氯化鋇，使生成大小均勻之懸浮態

硫酸鉍沉澱，以 HITACHI U-1900 可見光分光光譜儀於 420 nm 測其吸光度並由檢量線定量之。

(12) 氯鹽(Cl⁻)：

在中性溶液中，以硝酸銀溶液滴定水中的氯離子，形成氯化銀沈澱，在滴定終點時，多餘的硝酸銀與指示劑鉻酸鉀生成紅色的鉻酸銀沈澱。

(13) 正磷酸鹽(PO₄⁻)：

水樣以硫酸、過硫酸鹽消化處理，使其中磷轉變為正磷酸鹽形式存在後，再加入鉬酸銨、酒石酸銻鉀，使其與正磷酸鹽作用生成磷鉬酸，經維生素丙還原為藍色複合物鉬藍，以 HITACHI U-1900 可見光分光光譜儀於波長 880 nm 處測其吸光度定量之。水樣如未經消化處理，所測得僅為正磷酸鹽之含量。

(14) 總有機碳(TOC)

水樣導入消化反應器中與濃磷酸或濃硫酸反應後，水樣中的無機碳轉換成二氧化碳，吹氣將其排出後，殘留水樣即再加入過氧焦硫酸鹽溶液，將有機碳氧化轉換為二氧化碳，隨即被載流氣體導入非分散式紅外線分析儀，檢測出水樣中總有機碳的濃度。

2.1.2.2 水流環境及底質調查

對於已放流鮭魚之歷史溪流：司界蘭溪、南湖溪、伊卡丸溪、羅葉尾溪進行調查並評估樂山溪是否具有潛力。並將從事調查的水流環境形態及河床底質定義如下：

水流環境型態：分別觀測水深、流速，再依照棲地分級則根據 Leopold (1969)之研究成果，將水流型態歸類為深潭(pool)、緩流(slow water)、淺瀨(riffles)、急流(rapids)四種(表 1-3)。

河床底質：測將以腳踏法和目視法判定，底質種類及其分類對照如(表 1-4)所示。

2.1.2.3 共域魚類

本地區生態共域魚類僅有臺灣鏟頷魚，司界蘭第一野溪、羅葉尾溪、樂山溪以雙月份(4、6、8、10月)進行採樣並測定體長體重。並且分析2014年4月到10月份，所有調查樣區之鮭魚總重量，以採樣 0^+ 、 1^+ 、 2^+ 體重平均值乘以當時調查對應之總隻數，最後加總所得各年4月到8月之總生物量其公式如下：

$W_t = (W_0N_0 + W_1N_1 + W_2N_2)$ 其中：

W_t ：總生物量

W_0 ：1 - 8 cm 臺灣鏟頷魚平均重量(Kg)； N_0 ：1 - 8 cm 臺灣鏟頷魚調查總數

W_1 ：8 - 16 cm 臺灣鏟頷魚平均重量(Kg)； N_1 ：8 - 16 cm 臺灣鏟頷魚調查總數

W_2 ：> 16 cm 臺灣鏟頷魚平均重量(Kg)； N_2 ：> 16 cm 臺灣鏟頷魚調查總數

2.1.3 放流內容

自2006至2014八年間總計放流了2624尾鮭魚，由臺灣鮭魚保育中心提供所需鮭魚，放流年齡、數量、時間與地點如表一所示。2006年放流10月齡的幼魚，平均體長12.5公分，平均體重14.2公克；2007年放流11月齡的幼魚，平均體長16.2公分、體重55.5公克；2008年放流4月齡的幼魚體長約4公分；2009年放流18月齡的亞成魚，平均體長18.0公分，體重86.6公克；2010年放流5月齡的仔魚平均體長4.3公分，2011年放流23月齡成鮭平均體長21.8公分、體重111.8公克；2013年放流23月齡成鮭平均體長26.6公分、體重187.3公克；2014年放流23月齡成鮭平均體長31.7公分、體重359.1克。

2.1.4 放流方法

大體型亞成鮭及成鮭活魚運輸以規格為 $65 \times 32 \times 30 \text{cm}^3$ 的運魚袋，底層為不透明塑膠，以雙層運魚袋進行打包，於外層魚袋內裝入冰塊200公克，分別置於袋底及兩側邊，內袋水量15公升，每個運魚袋裝入10尾。

稚魚年齡小於6月齡(0^+)體型者則使用直徑30cm高為50cm的圓筒型運魚

袋，亦以雙層魚袋進行打包，於外層魚袋內裝入冰塊 250 公克，分別置於兩側邊，內袋水量約為 3 公升，每個運魚袋裝入 30~35 尾不等的幼鮭，在魚袋內灌入純氧再將袋口封好避免氧氣外漏。

上述待放流魚隻經打包好後裝入人力背包，以車載至定點，改由人力背負，步行至放流點放流。

2.1.5 標識方法

魚體的標示方法可剪去部分魚鰭，例如胸鰭、腹鰭和脂鰭等或做體外標示。體外標示的方法曾在 2006 年的放流時使用，但脫落率過高，在放流後半年幾乎全部脫落，故不採用體外標示的方式。

鮭魚在剪去脂鰭、臀鰭或腹鰭並未對其生活造成影響，2009 年放流的亞成魚剪其右腹鰭，2010 年放流的仔稚魚剪其左腹鰭，在剪取仔稚魚左腹鰭時務必小心，因幼魚為四公分的魚體，在剪鰭的過程中，避免對魚隻的傷害。

至於 2011 年以後放流於樂山溪(因屬域外放流)隻鮭魚均未剪鰭。

2.1.6 樣區設置

設置樣區是在一定距離的區域內定時定點並選擇適合地形，因臺灣櫻花鉤吻鮭是以深潭和淺瀨區為主要活動、休息和攝食的場所，所以在樣區設選擇規劃上時會以深潭為基準加以設計，另外考量到族群延續的問題，故還會選擇適合的地形做為鮭魚的繁殖場為樣區。此外樣區的地點與調查往返所需時間，並以人力所及與生命安全來決定樣區範圍的主要考量。

因此放流溪段的樣區設置，大多以放流點為中心，再往上下游延伸，距離端視各個放流溪流地形特性而定，茲分述如下：

南湖溪以 2006 年放流點為中心，往上游約四公里範圍為樣區，往下游約兩公里範圍內為樣區，樣區內包含 2007 年所有放流點。

司界蘭溪主流以放流點上下游各 500 公尺為調查樣區，司界蘭溪第一野溪以與主流匯流口往上約 200 公尺，為調查樣區，司界蘭第二野溪同樣以主流匯流口，往上游延伸約 450 公尺，為其調查樣區。

伊卡丸溪樣區設定從和平農場為起點，往上游約兩公里，至武陵農場內迎賓橋為終點。

羅葉尾溪(含有勝溪)流域樣區自第十放流點往最上游延伸約 200 公尺止，為一處高 2 公尺的天然瀑布障礙(2014 年 8 月與 10 月份的調查，將瀑布上游 400 公尺納入樣區)，下游與有勝溪主流交接處，再往有勝溪下游延伸約 2500 公尺，樣區總長度 4000 公尺(2014 年 8 月增至 4400 公尺)。換言之，羅葉尾溪區段樣區 2014 年 8 月前總長度為 1500 公尺，之後樣區長度增為 1900 公尺，有勝溪區段為 2500 公尺。

樂山溪自第一放流點分別往上游 2200 公尺止，為一處高 4 公尺的天然瀑布障礙，往下游到樂山橋 100 公尺設定為樣區。樣區總長度約 2300 公尺。

臺灣鮭魚中心(復育場)人工繁殖所孵化的仔魚，作為養殖對照組，畜養於 7m×2m×1.2m 的長方形水泥池中，採流水式養殖。以配方飼料投餵，每日投總體重 3% 的飼料，並比照 2004 年所收集的養殖數據。

2.2 棲地綜合評估

棲地良窳取決於鮭魚的整體表現，包括各個年級群的個體數、成長狀況、肥滿度以及繁殖能力(新生族群量)等。對於前述放流溪段的樣區設置大多涵蓋整條溪段，因此在數量上的調查，應可算是全域普查。至於成長狀況因受限法令限制，僅能以最少採集數量測定所需的參數。如此可以呈現各個棲地鮭魚族群動態與總生物量變化，做為棲地評判指標。

2.2.1 數量調查方法

對於鮭魚放流後的分布及數量除了持續追蹤之外，也須要在繁殖季觀察是否有配對追逐行為的出現，藉以判斷是否會有新生族群的產生。調查頻度每兩個月一次，以浮潛法(林曜松，1997) 調查放流族群數量，以避免其他採樣方式對於已放流魚族群造成影響。每次調查均沿著樣區下游至上游判定年齡並紀錄對應數量，以避免重複計數。再依調查結果估算族群的存活率、族群分布和棲地利用。

2.2.2 成長

欲知鮭魚成長，必須採樣並量測紀錄基本體重體長資料，輔助調查方法包括食物來源如水陸生昆蟲、共域魚類等之數量及生物量及其他如胃內含量分析(催吐法)。本報告將調查重點放在鮭魚基本體重體長資料及共域魚類兩個主要方向。

2.2.2.1 採樣

無論是鮭魚或是共域魚類(臺灣鏟頰魚)的採樣都是以Smith-Root公司的揹負式可調式電壓電魚器(Smith-Root LR-24 , Smith-Root,Inc,USA)做為主要採樣工具。操作方式先以Z字型從下游深潭處開始逐漸往上游瀨區目標行走，鮭魚在行經電魚器所形成的電場(Electrical field)時會遭受電擊而昏迷，此時順勢以手抄網採集，此種調整電壓的操作方式可以避免對魚類造成永久性的傷害(Barrett, 1998)。

2.2.2.2 體重體長測定

採集樣本以 2-苯甲基乙醇(2-Phenoxyethanol)約 100ppm 麻醉 30 秒至 1 分鐘，測量體重體長，體長以全長(Total length, TL)測至 1mm，體重則測至 0.1g。

2.3 成長與肥滿度分析

2.3.1 特定成長率分析

在樣區內每兩個月以電漁法隨機採樣鮭魚，測量體長及體重。以特定成長率(Specific growth rate, SGR)分析區間日成長率，以比較放流於野外的鮭魚、野外新生族群鮭魚並對照養殖場內鮭魚間的成長狀況，做為棲地評估的指標，其公式如下：

$$SGR = (\ln W_{t_2} - \ln W_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

W_{t_1} ：成長區段起始體重

W_{t_2} ：成長區段終點體重

t_1 ：成長區段起始日期

t_2 ：成長區段終點日期

2.3.2 肥滿度分析

肥滿度(Condition factor, CF)也是判定棲地食物是否充足的指標，其公式如下：

$$CF = W / L^3 \quad \text{其中：}$$

W：體重(g)；L：體長(cm)

2.3.3 總生物量估算

調查樣區之鮭魚總重量，是以採樣樣本各個鮭魚年及群 0⁺、1⁺、2⁺體重平均

值乘以調查時間對應之各年級群總隻數，最後加總即得到該時間點的總生物量估值。其公式如下：

$$W_t = (W_0N_0 + W_1N_1 + W_2N_2)$$

W_0 ：0⁺ 平均重量(Kg)； N_0 ：0⁺ 鮭魚年級群總數

W_1 ：1⁺ 平均重量(Kg)； N_1 ：1⁺ 鮭魚年級群總數

W_2 ：2⁺ 平均重量(Kg)； N_2 ：2⁺ 鮭魚年級群總數

2.3.4 統計分析

分析鮭魚區段成長率(SGR)是以四個變因(2x4x2x3)之多因子進行統計變方分析。其中變因(1)族群來源(Origin)：放流族群(Released, R)以及野外新生族群(Wild born, W)，變因(2)地點(Site)：羅葉尾溪(Lo-Ye-Wei creek, L)、司界蘭溪(Su-Jie-Lan creek, S)、有勝溪(Yu-Sheng creek, Y)及臺灣鮭魚中心(復育場)(Taiwan salmon hatchery station, Ha)，變因(3)季節(Season)：高水溫季節(H, High temperature period)、低水溫季節(L, Low temperature period)以及變因(4)年齡(Age)：0⁺、1⁺、2⁺三個年級群。

在肥滿度(CF)分析的部分是以兩個族群：放流族群(R)以及野外新生族群(W)，四個地點(site)：羅葉尾溪(L)、司界蘭溪(S)、有勝溪(Y)及臺灣鮭魚中心(復育場)(Ha)，季節(Season)：高水溫季節(H)、低水溫季節(L)，三個年級群(Age)：0⁺、1⁺、2⁺，進行四個變因(2x4x2x3)之複因子統計分析。以SAS統計套裝程式內PROC GLM程序進行變方分析，顯著水準訂在 $\alpha=0.05$ 。

三、結果

3.1、水質與棲地環境調查

對於歷史溪流司界蘭溪、羅葉尾溪、司界蘭溪第一、第二野溪以及非歷史溪流的樂山溪等地點之水質分析、棲地環境以及共域魚類等之結果分述於下。

3.1.1 水質分析

水質現場(*in situ*)分析項目有水溫、pH、溶氧值、導電度、BOD、濁度等六個項目，其餘項目如氨氮、亞硝酸、硝酸鹽、矽酸鹽、硫酸鹽、氯鹽、正磷酸鹽、總有機碳等 8 個項目則是採樣後攜回實驗室測定；結果如下所述(表 1-5 - 表 1-18)。

水溫

鮭魚最適水溫臨界值是 17°C，除了 2014 年勝光夏季(4-8 月)水溫介於 16-18°C 之外，其他調查測站皆低於臨界值(表 1-5)。

pH

2013 年的 pH 值是介於 7.55 到 8.3，其中 2013 年 2 月司界蘭溪 pH 值最高，10 月司界蘭第一野溪 pH 值最低。2014 年的 pH 值是介於 7.46 到 8.23，其中 2014 年 2 月司界蘭溪 pH 值最高，8 月南湖登山口最低(表 1-6)。

溶氧值

2013 年的溶氧濃度介於 7.5 到 9.07 mg/L，其中 2013 年 4 月司界蘭溪最高，10 月司界蘭溪最低。2014 年的溶氧濃度介於 7.44 到 9.78 mg/L，其中 2014 年 2 月司界蘭溪濃度最高，8 月南湖登山口最低(表 1-7)。

導電度

2013 年的導電度是介於 139.4 到 244 μ S/cm (表 1-8)，其中 2013 年 8 月司界蘭溪導電度最高，6 月羅葉尾溪導電度最低。2014 年的導電度是介於 149 到 234 μ S/cm，其中 2014 年 2 月司界蘭溪導電度最高，6、8 月羅葉尾溪最低(表 1-8)。

BOD

2013 年的 BOD 濃度是介於 0.2 到 0.9mg/L，其中 2013 年 10 月司界蘭溪第二野溪 BOD 濃度最高，4 月樂山溪 BOD 濃度最低。2014 年的 BOD 濃度是介於 0.1 到 1.1 mg/L，其中 2014 年 6 月勝光 BOD 濃度最高，2 月勝光和羅葉尾溪最低(表 1-9)。

濁度

2013 年的濁度是介於 0 到 2.94 NTU，其中 2013 年 8 月司界蘭溪濁度最高，2 月南湖登山口、羅葉尾溪、4 月司界蘭第一野溪、6 月南湖登山口、8 月、10 月司界蘭第一野溪最低。2014 年的濁度是介於 0 到 2.8NTU，其中 2014 年 10 月樂山溪濁度最高，2 月司界蘭第一野溪、四月司界蘭溪、司界蘭第一野溪、6 月南湖登山口、羅葉尾溪最低(表 1-10)。

總氮

2013 年的總氮濃度是介於 0.0008 到 0.0294 mg/L，其中 2013 年 10 月羅葉尾溪總氮濃度最高，4 月羅葉尾溪總氮濃度最低。2014 年的總氮濃度是介於 0.0023 到 0.0495 mg/L，其中 2014 年 2 月羅葉尾溪總氮濃度最高，10 月司界蘭第一野溪最低(表 1-11)。

亞硝酸

2013 年的亞硝酸濃度是介於 0 到 0.0037 mg/L，其中 2013 年 2 月司界蘭第一野溪亞硝酸濃度最高，2 月司界蘭第二野溪、4 月樂山溪和 6 月羅葉尾溪亞硝酸濃度最低。2014 年的亞硝酸濃度是介於 0 到 0.04 mg/L，其中 2014 年 6 月勝光亞硝酸濃度最高，4 月司界蘭第一野溪、樂山溪濃度最低(表 1-12)。

硝酸鹽

2013 年的硝酸鹽濃度是介於 0 到 1.187 mg/L，其中 2013 年 8 月勝光硝酸鹽濃度最高，8 月司界蘭溪、10 月司界蘭溪、司界蘭第一野溪、羅葉尾溪、11 月樂山溪硝酸鹽濃度最低。2014 年的硝酸鹽濃度是介於 0 到 0.704 mg/L，其中

2014 年 10 月勝光硝酸鹽濃度最高，2 月司界蘭溪、司界蘭第一野溪、羅葉尾溪、4 月司界蘭溪、司界蘭第一野溪、羅葉尾溪、樂山溪和 10 月樂山溪最低(表 1-13)。

矽酸鹽

2013 年的矽酸鹽濃度是介於 2.68 到 10.08 mg/L，其中 2013 年 2 月司界蘭第一野溪矽酸鹽濃度最高，10 月司界蘭溪矽酸鹽濃度最低。2014 年的矽酸鹽濃度是介於 1.46 到 7.07 mg/L，其中 2014 年 2 月司界蘭第一野溪矽酸鹽濃度最高，4 月司界蘭溪最低(表 1-14)。

硫酸鹽

2013 年的硫酸鹽濃度是介於 14.44 到 40.24 mg/L，其中 2013 年 2 月司界蘭溪硫酸鹽濃度最高，10 月南湖登山口硫酸鹽濃度最低。2014 年的硫酸鹽濃度是介於 14.79 到 48.1 mg/L，其中 2014 年 2 月南湖登山口硫酸鹽濃度最高，6 月勝光最低(表 1-15)。

氯鹽

2013 年的氯鹽濃度是介於 0.4 到 2.5 mg/L，其中 2013 年 4 月樂山溪氯鹽濃度最高，10 月南湖登山口氯鹽濃度最低。2014 年的氯鹽濃度是介於 0.5 到 1.7 mg/L，其中 2014 年 10 月勝光氯鹽濃度最高，4 月羅葉尾溪以及 6 月司界蘭第一野溪最低(表 1-16)。

正磷酸鹽

2013 年的正磷酸鹽濃度是介於 0 到 0.0129 mg/L，其中 2013 年 6 月司界蘭第一野溪正磷酸鹽濃度最高。2 月司界蘭溪、司界蘭第二野溪、羅葉尾溪、4 月南湖登山口、羅葉尾溪、樂山溪、6 月南湖登山口、羅葉尾溪、8 月南湖登山口、羅葉尾溪以及 10 月羅葉尾溪最低。2014 年的正磷酸鹽濃度是介於 0 到 0.0171 mg/L，其中 2014 年 10 月樂山溪濃度最高。其中 2、4、6 月司界蘭溪、南湖登山口和羅葉尾溪，以及 8 月南湖登山口、羅葉尾溪和 10 月羅葉尾溪最低(表 1-17)。

總有機碳 (Total Organic Carbon, TOC)

2013 年的總有機碳是介於 0.1 到 0.5 mg/L。其中 2013 年 4 月、6 月司界蘭第一野溪，6 月、8 月南湖登山口和羅葉尾溪 TOC 值最高，2 月司界蘭溪主流最低。2014 年的總有機碳是介於 0.2 到 0.7 mg/L。其中 2014 年 2 月、6 月南湖登山口以及 2 月羅葉尾溪最高，4 月司界蘭溪與其支流第一野溪、勝光以及樂山溪，和 10 月司界蘭溪、司界蘭第一野溪和勝光最低(表 1-18)。

3.1.2 棲地環境調查

司界蘭第一野溪

司界蘭第一野溪棲地分佈以緩流與淺灘為主，緩流占 66%，淺灘占 24%(表 1-19)。底質分佈上，則以小型礫石與卵石為主，小型礫石為 44%，粗石占 31%(表 1-20)，植被覆蓋率高(圖 1-15)

司界蘭第二野溪

司界蘭溪第二野溪在棲地分佈上，以緩流與淺灘為主，緩流占 67%，淺灘占 22%(表 1-19)。底質分佈則為以粗顆粒的粗石與小型礫石為主。小型礫石為 28%(表 1-20)，粗石占 18%植被覆蓋率高(圖 1-16)

南湖登山口

南湖登山口入口處往上游 100 公尺河段間，在棲地溪流環境，緩流佔 50%(表 1-19)，底質分部是以卵石與粗石為主。卵石占 50%，碎石占 28%(表 1-20)。

勝光

勝光主要調查範圍是自測站往上游河段延伸 100 公尺，溪流環境內容為淺灘(50%)、緩流(43%)(表 1-19)。附近有農業活動。底質分佈則為以粗顆粒的粗石和卵石為主。卵石占 47%，粗石占 24%(表 1-20)。植被覆蓋率不高，且水溫明顯偏高，已超出鮭魚最高水溫(17°C)臨界值。

羅葉尾溪

羅葉尾溪放流點之棲地以淺灘與緩流為主，淺灘為 66%，緩流為 25%(表

1-19)。偶有深潭出現，因為兩岸地勢狹窄且陡峭，故不適合農業開發，而能保有原始林的風貌。其主要地形結構組成以大型岩盤為主，使不易崩塌，而濱岸植被覆蓋度高，其深潭和淺灘組成數量及分佈適合鮭魚的生存。底質分佈為粗石(30%)、小型礫石(20.9%)(表 1-20、圖 1-18)。

有勝溪

有勝溪棲地以淺灘與緩流為主，淺灘占為 60%，緩流占為 22%(表 1-19)。偶有深潭出現。沿岸有些許農業活動且濱岸植被覆蓋率低(圖 1-19)。底質大多以粗顆粒的粗石及小型礫石和粗石為主，小型礫石占 33%，粗石占 30%(表 1-20)。

樂山溪

樂山溪棲地環境分佈以淺灘為主，淺灘占 54%，有深潭出現，但多集中於上游(表 1-19)。底質分佈則是卵石與粗石為主。粗石占 31%，卵石占 26.2%(表 1-20)。植被覆蓋率高，偶有浮木堆積(圖 1-20)。

3.1.3 共域魚類

本地區的共域魚類僅有，而在司界蘭溪第一野溪、羅葉尾溪、以及非歷史溪流的樂山溪調查都有發現臺灣鏟頰魚的蹤跡。

3.1.3.1 數量調查與生物量估算

司界蘭第一野溪

臺灣鏟頰魚 2014 年 10 月調查結果，發現大於 16 公分的 8 隻，8-16 公分 8 隻，1-8 公分 9 隻(表 1-21)。經由體重、體長紀錄資料，估算 2014 年 4 - 10 月份的生物量，分別為 2014 年 4 月(0kg)，6 月(0.37kg)，8 月(0.69kg)，10 月(0.62kg)而以 8 月份最高為最高月份，其總生物量為 0.69 公斤(表 1-25)。

羅葉尾溪

2014 年 10 月調查結果，共發現大於 16 公分的臺灣鏟頰魚共 8 隻，8-16 公

分的臺灣鏟頷魚 8 隻，1-8 公分的臺灣鏟頷魚共 9 隻(表 1-22)。並增加臺灣鏟頷魚之體重、體長採樣測定，進而推估 2014 年 4 - 10 月份的生物量，分別為 2014 年 4 月(1.56kg)，6 月(1.82kg)，8 月(0kg)，10 月(1.7kg)，而以 6 月份為最高月，其總生物量為 1.82 公斤(表 1-25)。

有勝溪

2014 年 10 月調查結果，共發現大於 16 公分的臺灣鏟頷魚共 367 隻，8-16 公分的臺灣鏟頷魚 469 隻，1-8 公分的臺灣鏟頷魚 569 隻，2014 年新生族群共 1700 隻(表 1-23)。並增加臺灣鏟頷魚之體重、體長採樣測定，進而推估 2014 年 4 - 10 月份的生物量，分別為 2014 年 4 月(10.77kg)，6 月(4.21kg)，8 月(6.77kg)，10 月(3.78kg)，而以 4 月份為最高月，其總生物量為 10.77 公斤(表 1-25)。

樂山溪

2014 年 10 月調查結果，共發現大於 16 公分的臺灣鏟頷魚 2 隻，8-16 公分的臺灣鏟頷魚 1 隻，1-8 公分的臺灣鏟頷魚 5 隻，2014 年新生族群共 400 隻(表 1-24)。進而推估 2014 年 4 - 10 月份的生物量，分別為 2014 年 4 月(1.47kg)，10 月(0.85kg)，而以 4 月份為最高月，其總生物量為 1.47 公斤(表 1-25)。

3.2、放流數據整理

唯有能順利產生足夠數量子代並順利成長的棲地，才是良好的棲地；因此棲地綜合評估指標就顯的特別重要。由於歷史溪流司界蘭溪主流、南湖溪、伊卡丸溪以及非歷史溪流之樂山溪所觀察及採集數量有限，所以只能記錄其數量變化而無法做進一步的分析。至於羅葉尾溪及司界蘭溪第一、第二野溪，則分別就族群結構與組成以及成長狀況相互比較並與臺灣鮭魚復育中心鮭魚成長做比較。

3.3 棲地綜合評估

鮭魚放流後，活存率、成長、肥滿度、生殖以及子代的所有表現，是可以用來做為棲地評估的指標。因此良好的棲地，並不僅僅是庇護及攝食的場所，也要提供繁殖子代所需的場所；而最終表現似可以當地總生物量(Total biomass)表示。以下將針對魚群數量，族群結構，成長等狀況依放流時序各個棲地實況加以敘述。

3.3.1 族群結構及數量調查

棲地好壞牽涉到鮭魚成長與繁殖，若無法繁衍下一代，則放流將很徒勞無功。因此，對於各個年及群的數量調查就容易掌握目前棲地的概況。所放流的鮭魚當然是希望有高的活存率，以便在繁殖季節可以多產一些子代。不過很多實例顯示，放流至野外環境馬上死亡和經過整個生活史的死亡率都很高(Heggberget et al., 1992)，魚類放流後的最初幾天，死亡率會遠高於放流之後的幾個星期(Howell, 1994)。所以在存活率計算上，是以第一次調查的數量為基準。所以族群結構及數量調查結果，按放流時間先後，逐一將各個棲地鮭魚年及群及其數量，並依時序變化結果加以敘述如下。

司界蘭溪

櫻花鉤吻鮭曾於1996-1997年間各放流60尾及200尾於司界蘭溪中（吳祥堅，2000），2003年調查人員（曾晴賢，2003）在司界蘭溪還有櫻花鉤吻鮭族群存在，但是2003年之後就沒有再發現有櫻花鉤吻鮭的蹤跡，本次司界蘭溪的調查結果確定司界蘭溪中已無櫻花鉤吻鮭族群存在（黃沂訓，2006）。

在2006年11月進行放流250尾鮭魚翌年2月進行首次調查，發現2006年放流群(2005 year class released, 2005 ycr)有102尾(活存率40%)，2007年7月調查為12尾(活存率4%)，9月調查為0尾(活存率0%)。2007年10月再次放流165尾鮭魚，並於3週後進行第一次普查，發現2007年放流群(2006 ycr)有114尾(活存率69%)，2008年4月調查為76尾(活存率46%)，7月調查為89尾(活存率53%)，11月調查為1尾(活存率1%)(表1-26)。至2014年10月份的調查中，

則未發現鮭魚(表 1-26)。

司界蘭溪第二野溪 (Gon-bkuli)

司界蘭第二野溪在 2009 年 6 月 26 日放流 100 尾 1⁺臺灣櫻花鉤吻鮭，平均體長 18 公分，平均體重 65 公克，10 月份調查中有 32 尾(活存率 32%)。2010 年 5 月 22 日放流 120 尾 0⁺幼鮭(2009 ycr)，平均體重 1.8 公克，平均體長 4.8 公分，在 2010 年 6 月份的調查中有 63 尾鮭魚(活存率 52%)(表 1-27)。

而 2011 年 10 月份的調查中，2009 年放流群(2007 ycr)還有 2 尾(活存率 2%)，2009 年新生族群(2009 ycw)有 6 尾，2010 年放流群(2009 ycr) 4 尾(活存率 3%)，2010 年新生族群(2009 year class wild-born, 2009 ycw)有 6 尾；但在 2012 年 4 月份的調查中，觀察不到 4⁺成鮭(2007 ycr)的族群(活存率 0%)，而 2009 年新生族群(2009 ycw)共有 3 尾，2010 年放流群(2009 ycr)2 尾(活存率 3%)，2010 年新生族群(2010 ycw)2 尾，10 月份的調查中，2009 年新生族群(2009 ycw)共有 3 尾，2010 年放流群(2009 ycr)1 尾(活存率 1%)，2010 年新生族群(2010 ycw)1 尾。即便有觀察到新生族群，但是數量上也僅有個位數：Gon-bkuli 所有族群自開始放流到 2014 年為止，並未發現鮭魚(表 1-27、圖 1-22)。

司界蘭溪第一野溪(Gon-gamin)

司界蘭第一野溪在 2010 年的 5 月 22 日放流 180 尾 0⁺ (2009 ycr) 臺灣櫻花鉤吻鮭，平均體重 1.8 公克，平均體長 4.8 公分。

放流後 2010 年 6 月份調查，發現 128 尾鮭魚(活存率 71%)。而截至 2012 年 4 月份的調查，僅發現 2 尾 1⁺亞成鮭(2009 ycr) (活存率 2%)，並且集中於較上游的區段；10 月份的調查中，發現 2 尾 1⁺亞成鮭(2009 ycr) (活存率 2%)。Gon-gamin 放流至 2014 年 10 月份的調查中，並未發現鮭魚(表 1-28、圖 1-22)。

南湖溪

在2006年11月進行放流250尾鮭魚後第一次存量調查，發現2006年放流群(2005 ycr)有142尾(活存率56%)，2007年7月調查為67尾(活存率26%)，9月調查為4尾(活存率1%)。2007年10月再次放流315尾鮭魚，並於3周後進行第一次普查，發現2007年放流群(2006 ycr)有243尾(活存率77%)，2008年4月調查為55尾(活存率17%)，7月調查為41尾(活存率13%)，11月調查為0尾(活存率0%)。在2008年11月對南湖溪與司界蘭溪進行櫻花鉤吻鮭族群調查，結果確定已無任何櫻花鉤吻鮭族群活存於此溪流之中(表1-29、圖1-22)。

伊卡丸溪

2008年4月放流300尾鮭魚後第一次普查，4月調查發現2008年放流群(2007 ycr)為15尾(活存率5%)，11月調查為7尾(活存率3%)。在2009年6月調查發現2008年放流群(2007 ycr)為20尾(活存率6%)，10月調查為10尾(活存率3%)。2011年11月再次放流100尾鮭魚後，2012年2月調查發現調查2011年放流群(2009 ycr)為10尾(活存率10%)(表1-30、圖1-22)。

羅葉尾溪

2009年6月26日在羅葉尾溪放流150尾 1^+ (2007 ycr)臺灣櫻花鉤吻鮭，平均體長18公分，平均體重65公克。在11~12月有觀察到配對行為以及產卵場。2010年5月份進行羅葉尾溪放流，放流350尾 0^+ 稚鮭(2009 ycr)，平均體重1.8公克，平均體長4.8公分。在2010年10月份的調查，發現 2^+ 成鮭(2007 ycr)有44尾，2010年放流稚鮭有133尾，2009年新生族群有347尾(表1-31、圖1-23)。

在2011年10月份的調查中發現 3^+ 成鮭(2007 ycr)有16尾，2009年新生族群(2009 ycw)有144尾，2010年放流群(2009 ycr)有68尾，2010年新生族群(2010 ycw)有260尾；由於在2011年4月份在南湖登山口有觀察到鮭魚的蹤跡，因此由2011年6月份開始延伸調查區段到有勝溪上游約2.5公里處，2011年10月份在這段河段中發現有 3^+ 成鮭(2007 ycr)有16尾，2009年新生族群12尾以及2010年放

流群(2009 ycr)有 7 尾；但在 2012 年度 4 月份的調查中，連同有勝溪區段已經觀察不到 4⁺成鮭(2007 ycr)的族群(活存率 0%)，而 2009 新生族群(2009 ycw)共有 135 尾，2010 年放流群(2009 ycr)83 尾(活存率 23%)，2010 年新生族群(2010 ycw)190 尾，2011 年新生族群(2011ycw)206 尾。在 2012 年 10 月份調查中，2009 新生族群(2009 ycw)共有 193 尾，2010 年放流群(2009 ycr)123 尾(活存率 35%)，2010 年新生族群(2010 ycw)279 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)674 尾(表 1-31、圖 1-23)。

於 2012 年開始發現有勝溪之鮭魚族群數量持續穩定增加，故將羅葉尾溪及有勝溪之鮭魚數量分別記錄。而在 2013 年 4 月中旬，並未發現 2010 年所放流的年級群(2009 ycr)，但是同年級群的野外新生鮭魚已逾 3 歲(3⁺)，而 2-3 歲之鮭魚外觀較難以判別，因此 2013 年以後 2 歲(含以上)之鮭魚均歸入當年年級群 2⁺，2010 年以上新生族群 (2010 ycw)182 尾，2011 年新生族群(2011ycw)104 尾，2012 年新生族群(2012ycw)52 尾；10 月份調查中，2010 年以上新生族群 (2010 ycw)212 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)220 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)286 尾(表 1-31、圖 1-23)。

2014 年 4 月調查中，2011 年以上新生族群(2011ycw)207 尾，2012 年新生族群(2012ycw)143 尾，2013 年新生族群(2013ycw)150 尾(表 1-31)。

羅葉尾溪 2014 年 10 月份的調查中，共觀察到 2434 隻鮭魚，其中 2011 年級族群(2⁺,2011 ycw 以上)有 873 尾，2012 年級族群(1⁺,2012 ycw)有 690 尾，2013 年級族群(0⁺,2013 ycw)有 836 尾(表 1-31、圖 1-23)。

2014 年 10 月份各年級群組成之數量百分比為：2⁺以上成鮭(2011 yc 以上) 35.9%，1⁺亞成鮭(2012 yc)28.3%，0⁺稚鮭(2013 yc)35.8%。

在 2014 年 10 月調查，有沿以往調查終點之瀑布河流往上 400 公尺，調查結果共有 257 隻鮭魚，其中 2011 年級族群(2⁺以上,2011 yc 以上)有 130 尾，2012 年級族群(1⁺,2012 yc)有 54 尾，2013 年級族群(0⁺,2013 yc)73 尾。

2014 年 10 月份新段落各年級群組成之數量百分比為：2⁺以上成鮭(2010 yc

以上) 50.6%，1⁺亞成鮭(2011 yc) 21.0%，0⁺稚鮭(2012 yc)28.4%。

有勝溪

有勝溪並無放流鮭魚，但其緊鄰上游羅葉尾溪且中間並無斷層，因羅葉尾溪之鮭魚族群成功放流並擴展下來，故於 2012 年已有開始記錄有勝溪之鮭魚族群數量。在 2012 年 4 月調查中發現，2009 新生族群(2009 ycw)共有 24 尾，2010 年放流群(2009 ycr)8 尾，2010 年新生族群(2010 ycw)4 尾，在 10 月份調查發現 2009 新生族群(2009 ycw)共有 66 尾，2010 年放流群(2009 ycr)47 尾，2010 年新生族群(2010 ycw)90 尾，2011 年新生族群(2011ycw)214 尾。在 2013 年 4 月份調查中，2010 年以上新生族群(2010 ycw)有 76 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)有 42 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)有 6 尾，在 10 月份的調查中，2010 年以上新生族群(2010 ycw)有 107 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)有 66 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)有 9 尾；今 2014 年 4 月份調查中，2011 年以上新生族群(2011 ycw)有 66 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)有 81 尾，2013 年新生族群(2013 ycw)有 86 尾(表 1-32、圖 1-24)。

有勝溪 2014 年 10 月份調查中，2011 年級族群(2⁺以上,2010 ycw 以上)有 183 尾，2012 年級族群(1⁺,2012 yc)有 171 尾，2013 年級族群(0⁺,2013 yc)有 201 尾(表 1-32、圖 1-24)。

2014 年 10 月份各年級群組成之數量百分比為：2⁺以上成鮭(2011 yc)以上 33 %，1⁺亞成鮭(2012 yc)30.8 %，0⁺稚鮭(2013 yc)36.2%。

樂山溪

樂山溪於 2011 年 11 月放流 100 尾鮭魚後，隔年 2012 年 4 月進行第一次普查，發現 2011 年放流群(2009 ycr)有 10 尾(活存率 10%)，並且有 2011 新生族群(2011 ycw)為 4 尾，10 月經過颱風季的調查結果並未發現任何鮭魚。隔年 2013 年 4 月調查時發現 2011 年放流群(2009 ycr)有 1 尾(活存率 1%)，2011 年新生族群(2011ycw)為 4 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)為 7 尾；10 月因颱風侵襲以致

道路損毀，因此委託鮭魚巡山員幫忙調查，調查結果為 2011 年放流群(2009 ycr) 有 1 尾(活存率 1%)，2011 年新生族群(2011 ycw)為 3 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)為 1 尾。於 2013 年 11 月再次放流 150 尾 2⁺(2010 ycr)之鮭魚，隔年 2014 年 4 月調查發現 2011 年級群以上(2010 ycr, 2011 ycw)有 37 尾，2012 年新生族群 (2012 ycw)為 14 尾，2013 年新生族群(2013 ycw)為 10 尾。今年 2014 年 10 月份 調查，則因為野外流放的關係，觀察地點僅至第一放流點。2011 年級族群(>2⁺, 2011 ycr)有 2 尾，2012 年級族群(1⁺, 2012 yc) 4 尾，2013 年級族群(0⁺, 2013 ycw) 有 4 尾(表 1-33、圖 1-25)。

2014 年 10 月份各年級群組成之數量百分比為: 2⁺成鮭以上(200 ycr) 20%， 1⁺亞成鮭(2012 ycw) 40%，0⁺稚鮭(2013 ycw)40%。

3.3.2 族群體型調查

羅葉尾溪 2010 年放流的鮭魚體型為平均體重 1.8 公克，平均體長 4.8 公分。由於 2009 年 11 月所放流的 2007 年級群 (2007 ycr) 的成鮭體型最終記錄僅只到 2011 年 10 月份(3⁺, 47 月齡)，此後就自觀察記錄中消失。

2012 年 10 月份在司界蘭第二野溪只發現一隻 2010 年放流的鮭魚(3⁺, 2009 ycr)體長 23.6 公分，體重 107.9 公克；而 2009 年新生族群(2⁺, 2009 ycw)平均體長 21.7±1.9 公分，平均體重 101.15±31.32 公克，2010 年放流群(2⁺, 2009 ycr)平均體長 19.0±0 公分，平均體重 73.4±0 公克，2010 年新生族群(1⁺, 2010 ycw)平均體長 16±0 公分，平均體重 37.8±0 公克；司界蘭第一野溪 2010 年放流群(2⁺, 2009 ycr) 平均體長 19.85±3.04 公分，平均體重 76.1±36.91 公克(表 1-34)。

2012 年 10 月份在羅葉尾溪的部分：2009 年放流的成鮭(3⁺, 2007 ycr)平均體長 29.95±2.19 公分，平均體重 305±52.33 公克(2011/10)，而 2009 年新生族群 (2⁺, 2009 ycw)平均體長 23.84±2.23 公分，平均體重 119.13±32.17 公克，2010 年級群(2⁺, 2009 ycr)平均體長 21.47±3.43，平均體重 89.52±47.54，2010 年新生族群 (1⁺, 2010 ycw)平均體長 17.6±1.23、平均體重 52.41±12.28，2011 年新生族群

(0⁺,2011 ycw) 平均體長 11.1±1.81、平均體重 13.53±7.27(表 1-34)。

2013 年 10 月份羅葉尾溪的部分：2010 年以上新生族群(2⁺,2010 ycw)平均體長 21.57±1.37、平均體重 107.52±22.37，2011 年新生族群(1⁺,2011 ycw) 平均體長 17.9±1.08、平均體重 59.6±12.42，2012 年新生族群(0⁺,2012 ycw) 平均體長 12.2±1.87、平均體重 19.7±9.25(表 1-35)。

2013 年 10 月份有勝溪的部分：2010 年以上新生族群(2⁺,2010 ycw)平均體長 22.38±1.72、平均體重 124.63±26.5，2011 年新生族群(1⁺,2011 ycw) 平均體長 18.6±0.9、平均體重 75.5±8.76，2012 年新生族群(0⁺,2012 ycw) 平均體長 12.4±0.78、平均體重 20.4±6.08(表 1-35)。

羅葉尾溪 2014 年 8 月調查成長發現，2011 年級族群(>2⁺，(2011yc))平均體長 20.43±1.1 公分，平均體重 84.3±16.9 公克，2012 年級族群(1⁺,2012 yc)平均體長 17.2±1.1 公分、平均體重 59.6±12.4 公克，2013 年級族群(0⁺,2013yc)平均體長 9.9±1.3 公分、平均體重 10.64±5.1 公克。2014 年 10 月調查鮭魚數量時，發現羅葉尾溪的櫻花鉤吻鮭已開始進行配對，推測羅葉尾溪的鮭魚族群已進入繁殖季，避免影響鮭魚繁殖，因此並未進行體長體重採樣檢測(表 1-36)。

有勝溪 2014 年 10 月調查成長情形中，2011 年級族群(2⁺以上,2011yc 以上)平均體長 21.4±2.0 公分，平均體重 103.6±31.7 公克，2012 年級族群(1⁺,2012 yc)平均體長 17.4±0.2、平均體重 56.1±7.2，2013 年級族群(0⁺,2013 yc)平均體長 10.9±1.4、平均體重 14.6±5.6(表 1-36)。

配合野外放流族群的調查，在相同年級群的人工養殖族群記錄其體長、體重到 2014 年 8 月份為止，2011 年級群(2011 year class hatchery)的平均體長 31.66±2.31 公分、平均體重 359.11±30.95 公克，2012 年級群(2012 ych)平均體長 15.88±3.6 公分、平均體重 41.73±11.12 公克，2013 年級群(2013 ych)平均體長 6.99±1.01 公分、平均體重 9.08±1.41 公克(表 1-37)。

3.3.3 成長

整理各樣區成長數據至 2014 年 10 月份的 SGR 值，針對放流族群、野外新生族群、地點、年級群以及季節(高、低水溫)等原因，並進行統計分析。在分析後的數據顯示，以族群主效應特定成長率分析歷史溪流放流族群(R, Released)以及野外新生族群(W, Wild born)，放流族群(R)優於野外新生族群(W)(表 1-40)，兩者有顯著差異；在地點主效應分析四個地點：羅葉尾溪(L, Lo-Ye-Wei creek)、司界蘭溪(S, Su-Jie-Lan creek)、有勝溪(Y, Yu-Sheng creek)及櫻花鉤吻鮭復育中心(Ha, Salmon hatchery)中則是由櫻花鉤吻鮭復育中心(Ha)顯著優於司界蘭溪(S)，而司界蘭溪(S)再優於羅葉尾溪(L)，羅葉尾溪(L)與有勝溪(Y)沒有顯著差異(表 1-40c)。在年齡主效應分析三個年齡： 0^+ (1-12 Age by month)、 1^+ (13-24 Age by month)、 2^+ (25-36 Age by month)，而在這些年齡中以 0^+ 幼魚的成長顯著優於 1^+ 亞成魚，而 1^+ 亞成魚再顯著優於 2^+ 成魚(表 1-40d)；而在季節主效應分析高水溫季節(H, High temperature period)、低水溫季節(L, Low temperature period)結果中，高水溫季節(H)其特定成長率表現則顯著高於低水溫季節(L)(表 1-40)。

3.3.4 肥滿度

整理各樣區體型數據至 2014 年 10 月份，換算為肥滿度(CF)後，針對放流族群、野外新生族群、臺灣櫻花鉤吻鮭復育中心人工養殖族群、地點以及季節(高、低水溫)等原因，並進行統計分析。在分析後的數據顯示，以族群主效應肥滿度分析歷史溪流放流族群(R, Released)以及野外新生族群(W, Wild born)，在這些族群中的肥滿度以野外新生族群(W)顯著優於放流族群(R)(表 1-41b)，兩者有顯著差異。在地點主效應分析四個地點：羅葉尾溪(L, Lo-Ye-Wei creek)、司界蘭溪(S, Su-Jie-Lan creek)、有勝溪(Y, Yu-Sheng creek)及櫻花鉤吻鮭復育中心(Ha, Salmon hatchery)中，則是由櫻花鉤吻鮭復育中心(Ha)顯著優於司界蘭溪(S)、羅葉尾溪(L)及有勝溪(Y)，而有勝溪顯著於於羅葉尾溪，羅葉尾溪再顯著於司界蘭溪(表 1-41c)；在年齡主效應分析 3 個年齡： 0^+ (1-12 Age by month)、 1^+ (13-24 Age by month)、 2^+ (25-36 Age by month)，而在這些年齡中以 1^+ 亞成魚顯著於 2^+ 成魚

和 0⁺幼魚，0⁺幼魚與 2⁺成魚之間並無顯著差異(表 1-41d)；而在季節主效應分析高水溫季節(H, High temperature period)、低水溫季節(L, Low temperature period)結果中，高水溫季節(H)其肥滿度表現與低水溫季節(L)並無顯著差異(表 1-41e)。

四、討論

4.1 歷史溪流環境監測

4.1.1 水質監測

各溪流水質調查方面，水溫除了勝光採樣點 2013 年 6 月(18.5°C)，2014 年 4 月(18°C)之外，其餘溪流皆符合鮭魚最適溫度範圍 5~17°C (陳弘成，1998)。pH 值介於 7.46 到 8.3 之間呈現中性偏鹼的狀態，溶氧值介於 7.55 至 9.78 mg/L 之間，皆符合冷水性鮭鱒魚類對溶氧的需求在 7 ppm 以上(陳弘成，1998)。導電度值介於 141 到 244 $\mu\text{mho/cm}$ ，均在鮭魚最適水中導電度 120~450 $\mu\text{mho/cm}$ 之間(陳弘成，1998)。BOD 值介於 0.05~1.1 mg/L 之間，遠低於環保署規定河川未受汙染指數 3 mg/L 以下。濁度皆在 2.94NTU 以下，遠低於視覺性攝食魚種臺灣櫻花鉤吻鮭對著度的要求在 5 NTU 以下(陳弘成，1998)，總氮檢測介於 0.019 到 0.0495mg/L，低於環保署河川未受汙染氮濃度 0.5 mg/L 以下。亞硝酸鹽除了 2014 年 4 月南湖登山口 19.69ppb，其他均在 4ppb 以下，皆低於鮭鱒魚類對亞硝酸鹽的忍受濃度 50 ppb(陳弘成，1998)。在硝酸鹽檢測，2014 年勝光採樣點最高達到 0.704 mg/L，但仍遠低於忍受濃度 2ppm 以下(陳弘成，1998)。矽酸鹽濃度則在 1.46 至 7.07 mg/L，硫酸鹽濃度在 14.79 至 48.1mg/L，正磷酸鹽介於 0 到 0.115 7mg/L。氯鹽普遍低於 1.7mg/L，總有機碳均在 0.7 mg/L 以下。

鮭魚最適溫度為 17°C 以下(陳弘成，1998)，2013 年使用高低溫度計記錄水溫，部分溫度計於颱風期間被沖毀故無最高最低溫記錄。羅葉尾溪水溫介於 6.5~14.3°C，羅葉尾溪較有勝溪水溫平均低 1-2°C，鮭魚數量上羅葉尾溪也較有勝溪高，近 2 年觀察最高溫也未超過 17°C 等溫線，司界蘭溪支流水溫介於 12~16.1°C，過去的紀錄中 6 月最高溫曾達 18°C(官文惠，2008；2012)已超過鮭魚最適溫度 17°C，也可能是水溫過高以至於族群數量持續下降而造成放流成效不佳的原因之一。樂山溪及司界蘭溪主流由於大雨的沖蝕所以沒有最高及最低溫的紀錄，樂山溪水溫介於 14~15.1°C，司界蘭溪主流水溫介於 12~16.5°C，以當時所測之

水溫仍在鮭魚之可適範圍 17°C 以下。南湖溪及伊卡丸溪則參考自雪霸管理處資料(官文惠, 2008; 2012), 南湖溪水溫約介於 12~19°C, 伊卡丸溪水溫約介於 11~22°C, 此兩溪流之最高水溫範圍皆超過鮭魚最適溫度 17°C, 可能是造成放流成效不佳的原因之一。從上述資料可以得到重要結論, 在選擇鮭魚放流地點時, 應盡量以全年水溫均低於 17°C 的溪流河段為優先考量。其餘水質檢測項目則可以當做背景資料做為參考。

4.1.2 棲地環境調查

棲地監測調查則顯示, 棲地分佈以羅葉尾溪、樂山溪、有勝溪、伊卡丸溪相似度最高, 而底質分佈則是以羅葉尾溪、樂山溪、司界蘭第二野溪相似度最高。然而, 伊卡丸溪曾受到連續颱風侵襲, 棲地容易受到破壞而改變(圖 1-)。而司界蘭第二野溪情形, 則是位在志佳陽登山口的步道上, 不排除人為因素干擾導致於鮭魚數量銳減。有勝溪以及勝光測站植被覆蓋率低導致河段溫度易上昇。建議可用羅葉尾溪調查成果來做為評斷鮭魚放流評估標準, 來做為尋找下一個放流棲地(葉昭憲, 2012)。

4.1.3 共域魚類

共域魚類為臺灣鏟頰魚, 2014 年 4 月到 10 月數據顯示, 數量分布最多的是在 2014 年 8 月有勝溪(表 1-23), 並在岸邊觀察到今年新生族群, 估計約 3100 隻, 根據文獻(陳義雄, 2005)可得知臺灣鏟頰魚會在每年的 6 到 8 月產卵。以 2014 年 8 月有勝溪上游羅葉尾溪未發現任何一隻臺灣鏟頰魚的情況來看(表 1-22), 推測臺灣鏟頰魚會游到有勝溪繁衍後代。再用臺灣鏟頰魚的魚花苗數量(表 1-23)比對 2014 年臺灣櫻花鉤吻鮭的 SGR 與肥滿度(表 1-38、表 1-39), 發現有勝溪的 1⁺ 以上年級群鮭魚的 SGR 和肥滿度均高於羅葉尾溪, 推測臺灣鏟頰魚魚花苗可能會成為有勝溪鮭魚在夏季重要的食物來源, 也可能會使體型較大的鮭魚游至有勝溪來攝取能量。而生物總重量則以有勝溪 2014 年 4 月為最高, 推測可能為蓄積

產卵能量有關，

4.2 臺灣櫻花鉤吻鮭放流

4.2.1 放流前置作業和放流作業

臺灣櫻花鉤吻鮭為珍貴的國寶魚，在放流前須經過由臺灣鮭魚生態中心到各放流樣區的運送過程，大約需要60分鐘左右才能讓鮭魚到達目的地，所以讓運輸過程中鮭魚所受到的緊迫因子降低是相當重要的。本實驗延續2006年放流所使用的活魚運輸方法(黃沂訓，2006)，以純氧包裝魚袋以增加水中溶氧，而再套入第二層魚袋前於下方及左右側各置放200克的冰塊，以減少運送過程中水溫的變化，如此包裝方法可確使魚隻在180分鐘內皆可維持在最佳的狀況，讓鮭魚在放流活動的過程中零損傷。路上作業以小貨車接駁至溪邊再由人力背負，溯溪而上至放流地點。放流作業確定溪水與運魚袋水溫溫差在1°C內，打開魚袋讓魚緩緩自行游入溪中。而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來放流。另外考量到族群延續的問題，故還會選擇適合的地形做為鮭魚的繁殖場為樣區。此外樣區的地點與到達時間，會以人力與生命安全作為考量，避免研究人員遇到不必要的危險。

4.2.2 標識方法

為了有效辨識放流後其族群動態及成長狀況，而會以標識的方法來區分不同年級群和不同類組(放流族群及野外新生族群)的魚隻，來作為例行性調查的資料歸類。

標識的方法主要分為外部標識法(External tags)、內部標識法(Internal tags)及自然標誌(Natural marks)而在外部標識法中又細分為:剪鰭標識、烙印標識、標籤標識及染色標識，2006年放流於司界蘭溪及南湖溪的臺灣櫻花鉤吻鮭，使用的是改良型甲殼類體外標籤，優點在於後續調查的辨識度較高，但放流至野外後，

經過環境中的水流衝擊或是鮭魚游動過程中的磨擦等因素，其脫落率過高，成效不佳(黃沂訓，2006)。

於 2009 年 6 月進行放流，放流的亞成魚 1⁺(18 月齡)，以剪鰭(Fin clipping) 作為標識，當時以剪其右腹鰭為標識，2010 年 2 月發現的新生族群(2009ycw)，確定是為 2009 年放流後所產生的，以剪其右腹鰭與脂鰭兩個部位，作為標識。2010 年 5 月放流的 5 月齡(2009 年級群)，放流前以剪其左腹鰭作為標識。

而在後續野外新生族群的部分，由於三個年級群類(2009 ycw、2010 ycw、2011 ycw)在經過成長階段後，在相同的月齡的體長資料相符合，故在數量歸類的部分皆以目視體長來做為區分。

4.2.3 鮭魚族群結構調查

影響放流的成功與否最重要因素為：棲地環境的改變、天災以及人為影響，因此有必要在放流後進行持續追蹤。

放流地點選擇時盡量避開農業活動頻繁且人員不易進出的地點，護魚隊的成立則可有效防止盜獵和人為進出的干擾。目前影響放流最大的因素是天災，歷年的調查發現颱風侵襲是造成族群數量下降的主要因素(曾晴賢等，2000)。臺灣櫻花鉤吻鮭放流歷史棲地工作自 2006 年開始後延續至今已有 9 年，而在調查的工作中發現，放流的鮭魚族群在颱風季過後，會大幅減少甚至沒有。

司界蘭溪

櫻花鉤吻鮭曾於 1996-1997 年間各放流 60 尾及 200 尾於司界蘭溪中(吳祥堅，2000)，2003 年調查人員(曾晴賢，2003)在司界蘭溪還有櫻花鉤吻鮭族群存在，但是 2003 年颱風季之後就沒有再發現有櫻花鉤吻鮭的蹤跡，本次司界蘭溪的調查結果確定司界蘭溪中已無櫻花鉤吻鮭族群存在(黃沂訓，2006)。於 2006 年 10 月放流 250 尾 0⁺幼鮭，在 2006 年 11 月進行放流後第一次存量調查，發現 2006 年放流群(2005 ycr)有 102 尾(活存率 40%)，隔年 2007 年 7 月調查為 12 尾(活存率 4%)，7 月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)有發現兩尾奄奄一息的鮭魚，颱風季後9月調查為0尾(活存率0%)。2007年10月再次放流165尾0⁺幼鮭，並於3周後進行第一次普查，發現2007年放流群(2006 ycr)有114尾(活存率69%)，2008年4月調查為76尾(活存率46%)，7月調查為89尾(活存率53%)，颱風季後11月調查為1尾(活存率1%)。司界蘭溪主流在颱風季過後，地型破壞情況嚴重，主流地勢較陡，水流湍急，河道寬廣，植被覆蓋度低，由於上游有崩坍，在梅雨或颱風季節，溪水容易夾帶大量的砂石，並造成下游深潭的淤積(湯宇潔，2010)，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有深潭，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，溪流形態也多為急瀨，大雨溪水量增加時也無法提供適當的避難所，導致放流族群被大水沖失流散至樣區外。司界蘭溪放流魚隻沖至下游後因攔砂壩阻隔而無法上游，支流較不受颱風影響，應該是能夠躲避颱風及洪水的地型。

因此2009年6月在司界蘭溪第二野溪放流了100尾1⁺(18月齡)鮭魚(2007 ycr)，放流後一周在司界蘭溪 Gon-bkuli 野溪發現57尾(活存率57%)。其中經過了颱風影響之後，10月在 Gon-bkuli 發現32尾(活存率32%)。其活存率都能在30%左右，顯示此支流對於鮭魚在躲避颱風的保護上有一定的程度，且此支流在2009年10月到12月這段期間，都有發現配對以及疑似4個產卵場的出現，2010年2月份司界蘭第二野溪發現了4隻體長約為3到4公分的幼鮭(2009 ycw)，5月分更發現有13尾幼鮭(2009 ycw)。因此2010年5月於司界蘭溪第二野溪(Gon-bkuli)及2010年新增的司界蘭第一野溪(Gon-gamin)分別放流120尾及180尾之0⁺(5月齡)幼鮭。

司界蘭溪第二野溪部分，在2010年6月份的調查中2010年放流群(2009 ycr)有63尾鮭魚(活存率52%)，10月調查2010年放流群(2009 ycr)為12尾(活存率10%)，鮭魚總數為41尾；2011年8月總數為23尾，並有發現新生族群(2010 ycw)之幼鮭有6尾；2012年調查中沒發現新生鮭魚，2月鮭魚總數為8尾，10月僅存5尾，司界蘭溪第二野溪自放流以後雖有新生族群產生，但數量卻不斷下滑至

2014 年調查 10 月時，已無發現鮭魚之蹤跡(表 1-27)。

司界蘭溪第一野溪部分，在 2010 年 6 月份的調查中 2010 年放流群(2009 ycr) 有 128 尾鮭魚(活存率 71%)，10 月份調查 2010 年放流群(2009 ycr)為 15 尾(活存率 8%)。2011 年 2 月調查鮭魚總數為 9 尾，10 月總數為 6 尾。2012 年 10 月調查鮭魚總數僅存 2 尾，司界蘭溪第一野溪自放流以後沒有發現新生族群產生，且數量不斷下滑至 2014 年 10 月調查時，已無發現鮭魚之蹤跡(表 1-28)。

司界蘭溪在放流之成效上並不如預期，放流仔魚存活會較低的原因，推測人工養殖的鮭魚，起初放流於野外，比較無法立即適應環境，不管是攝食、適應流速、溫度變化和對於外界的防衛能力等(Valetov and Movchan, 1985)。河道長度司界蘭第一野溪及第二野溪分別為 700 及 250 公尺左右，廖林彥(2007)研究指出鮭魚在非原棲地放流的移動距離為 1850 ± 149.0 公尺，推測可能因為河道過短且出水口緊鄰司界蘭溪主流，鮭魚移動到主流以後就沒在回到原支流中，且司界蘭溪主流經 2006-2007 年調查中發現對於颱風及洪水較沒抵禦性。其餘也可能受到環境限制因子(水量不足)或人為因素導致，在司界蘭溪主流就曾發現有人手持高級釣竿在放流處附近釣魚(曾晴賢，1998)，由此可見司界蘭溪位於邊緣地帶，管理不易造成非法捕魚難以預防，司界蘭第一野溪及第二野溪也在志佳陽登山口的步道上，也不排除人為因素干擾以至於鮭魚數量銳減。

南湖溪

2006 年於 10 月 11 日至 10 月 18 日之間進行放流，南湖溪放流 250 尾 0^+ 幼魚，在 2006 年 11 月進行放流後第一次存量調查，發現 2006 年放流群(2005 ycr) 有 132 尾(活存率 52%)，2007 年 7 月調查為 67 尾(活存率 26%)，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，但經颱風季後 9 月調查為 4 尾(活存率 1%)。2007 年 10 月再次放流 315 尾 0^+ 幼鮭，並於 3 周後進行第一次普查，發現 2007 年放流群(2006 ycr) 有 243 尾(活存率 77%)，2008 年 4 月調查為 55 尾(活存率 17%)，7 月調查為 41 尾(活存率 13%)，因受颱風影響，連續四個颱風均降下驚人雨量，對於溪流地形產生劇烈影響，不僅深潭(pool)減少，

出現多處崩塌點，短期內下雨後會造成溪水汙濁，且持續數周，而經過颱風季後 11 月調查為 0 尾(活存率 0%)。在 2008 年 11 月對南湖溪進行櫻花鉤吻鮭族群調查，結果確定已無任何櫻花鉤吻鮭族群活存於此兩條溪流中(表 1-29)。這兩年的放流工作在受到颱風洪水侵襲後，極少發現放流族群，另外天災破壞棲地，導致深潭及合適產卵場的數量減少，2006 年及 2007 年的放流點，已被砂石所填滿，原良好棲地已不復見(圖 1-17)，足見天災對地形改變之影響均會影響放流族群在歷史棲地的存續。颱風及豪雨會影響鮭魚族群的數量，並對棲地環境造成相當程度的破壞，與七家灣溪颱風季後調查到的情形相同(曾晴賢，1995；1997)。

伊卡九溪

2008 年選擇了與過去兩年不同的放流點，放流點是大甲溪上游的伊卡九溪，共放流 300 尾月齡為四月(2007 ycr)的魚苗，4 月調查到 15 尾(活存率 5%)；而颱風季後 11 月調查到 7 尾(活存率 2%)。2009 年在 7 月發現 20 尾鮭魚(活存率 6%)，體型大小為 12-15 公分有 16 尾；體型約 20 公分有 4 尾；在 8 月 28 發現 16 尾(活存率 5%)；應該是颱風季過後，棲地環境漸漸恢復，使得鮭魚會重新回到此地，故數量有上升。但在颱風季後 10 月調查中只發現 10 尾(活存率 3%)，體型大約在 20-25 公分，可能是颱風過後，造成伊卡九溪水量上漲，造成調查上的困難。因受到 2007 以及 2008 年的颱風侵襲之後，調查後發現活存率極低，以及地形水流水量的因素，考量到研究人員的生命安全，故 2010 年沒有以目視法調查，而改以評估環境棲地是否適合放流為主要目標。2010 年 10 月放流 15 對亞成魚(22 月齡)。2011 年 11 月於伊卡九溪放流 100 尾(2009 ycr)亞成魚，隔年 2012 年 2 月調查為 10 尾(活存率 10%)，除鮭魚活存率低外，就數量觀察結果每當颱風季後數量就會大量銳減，顯示此地型對於天候的抵禦力較不佳(表 1-30)。

羅葉尾溪

自 2009 年 6 月在羅葉尾溪放流了 150 尾 1⁺(18 月齡)鮭魚(2007 ycr)，放流後一周在羅葉尾溪發現 123 尾(活存率 82%)，其中經過了颱風影響之後，10 月在羅

葉尾溪發現 65 尾(活存率 43%)，其活存率都能在 40% 左右，顯示此溪流對於鮭魚在躲避颱風的保護上有一定的程度，且此溪流在 2009 年 10 月到 12 月這段期間，都有發現配對以及疑似 8 個產卵場的出現，在 2011 年 10 月份的調查當中，發現了一尾特別的個體，這尾鮭魚的體長為 31.5 cm、體重 345 g，在羅葉尾溪調查到如此個體大小的鮭魚，表示著羅葉尾溪的環境足夠使鮭魚成長到如此體型。在 2010 年 5 月調查發現 2009 年放流群(2007 ycr)有 41 尾(活存率 27%)，並產生新生族群(2009 ycw)有 172 尾，發現點在羅葉尾溪第一放流點往上約三百公尺處，在岸邊靜水緩流區發現幼鮭，此時期的鮭魚已無卵黃囊，但其個體幼小，游泳能力較差，所以幼鮭群會集結成群於岸邊樹洞陰暗處或靜水域等流速較低的區域中，這時期的幼鮭由於魚體較小，有較高的隱蔽性，因此並不容易觀察，通常在五月份之前的數量調查會造成很大程度的低估現象，經過一個颱風季並成功產生比放流數多的新生族群，以羅葉尾溪的溪流地形來看，羅葉尾溪相較於司界蘭支流，潭中石頭多，瀨區也多，河段長，地形崎嶇，而且羅葉尾溪河面比司界蘭支流要寬，能躲藏的地方較多，綜合以上觀點及數量上的成效，更可驗證羅葉尾溪是非常適合的放流點。因此於 2010 年 5 月底放流 350 尾 0^+ 稚鮭(2009 ycr)，2 周後調查放流群(2009 ycr)為 145 尾(活存率 41%)，2009 年放流群(2007 ycr)有 48 尾(活存率 32%)，新生族群(2009 ycw)有 228 尾。而 0^+ 稚鮭(2009 ycr)在 8 月份有觀察到最高數量 208 尾，而 10 月份調查則為 133 尾，推測可能受 10 月份東北季風帶來大量雨量的影響下，沖走一部分數量的仔魚。而新生族群的部分，9 月份有調查過最多的 366 尾到 10 月份的 347 尾，羅葉尾溪自 2009 年放流以來，預估可能產出了 500 尾甚至更多的新生族群(表 1-31)。

在 2012 年度 4 月份的調查中，連同有勝溪區段已經觀察不到 4^+ 成鮭(2007 ycr)的族群(活存率 0%)，而 2009 新生族群(2009 ycw)共有 135 尾，2010 年放流群(2009 ycr)83 尾(活存率 23%)，2010 年新生族群(2010 ycw)190 尾，2011 年新生族群(2011ycw)206 尾。在 2012 年 10 月份調查中，2009 新生族群(2009 ycw)共有 193 尾，2010 年放流群(2009 ycr)123 尾(活存率 35%)，2010 年新生族群(2010 ycw)279

尾，2011 年新生族群(2011 ycw)674 尾。

因有勝溪之鮭魚族群數量明顯增加，故於 2013 年分開記錄羅葉尾溪及有勝溪之鮭魚數量，在 2013 年 4 月調查中，以沒發現 2010 年放流群(2009 ycr)的鮭魚族群，而野外新生鮭魚族群已有年齡達 3 歲者，而 2-3 歲之鮭魚外觀較難以判別，因此 2013 年以後 2 歲(含以上)之鮭魚以當年 2⁺年級群歸類，2010 年以上新生族群 (2010 ycw)182 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)104 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)52 尾；10 月份調查中，2010 年以上新生族群 (2010 ycw)212 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)220 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)286 尾(表 1-31)。

今 2014 年 10 月調查中，(含下游有勝溪)調查鮭魚總數到達 2434 尾，2013 年新生族群(0⁺,2013ycw)就占 35.8%總數尾 836 隻，創歷年調查記錄新高的一次。2012 年級群(1⁺,2012ycw)佔總占總數 28.3%有 690 尾，2011 年級群(>2⁺,2011ycw 含+2010ycw)占總數 35.9%有 873 尾，今年(2014 年)10 月鮭魚總數 2434 尾比去年 2013 年 10 月總數 900 尾多了 1534 尾，主要為今年八月在羅葉尾溪向上延伸 400 公尺河段有鮭魚族群的存在，而今年 10 月調查的族群數量為 272 隻；此外，今年 10 月新生仔鮭 836 尾比去年 10 月新生仔鮭 295 尾多，推測可能為去年剛出生的幼鮭受到氣候及天氣影響較小，今年夏季並沒有受到颱風等天災因素影響，活存率提高(表 1-31)。

有勝溪

有勝溪並無放流鮭魚，但其緊鄰上游羅葉尾溪且中間並無斷層，因羅葉尾溪之鮭魚族群成功放流並擴展下來，故於 2012 年開始記錄有勝溪之鮭魚族群數量。在 2012 年 4 月調查中發現，2009 新生族群(2009 ycw)共有 24 尾，2010 年放流群(2009 ycr)8 尾，2010 年新生族群(2010 ycw)4 尾；10 月份調查發現 2009 新生族群(2009 ycw)共有 66 尾，2010 年放流群(2009 ycr)47 尾，2010 年新生族群(2010 ycw)90 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)214 尾，有勝溪鮭魚總數 2012 年 4 月為 36 尾，10 月總數增高到 417 尾，顯示羅葉尾溪的鮭魚成功繁衍並擴增

到下游之有勝溪；在 2013 年 4 月份調查中，2010 年以上新生族群(2010 ycw)有 76 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)有 42 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)有 6 尾。在 10 月份的調查中，2010 年以上新生族群(2010 ycw)有 107 尾，2011 年新生族群(2011 ycw)有 66 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)有 9 尾。有勝溪鮭魚總數 2013 年 4 月為 124 尾，10 月總數為 182 尾，2013 年 10 月有勝溪鮭魚總數 182 尾較 2012 年 417 少，推測可能因羅葉尾溪稚鮭出生的少所致，族群結構也顯示 2013 年的新生幼鮭(2012 ycw)6 尾比 2012 年幼鮭(2011 ycw)214 尾少；。在 2014 年 10 月調查中，2013 年級族群(0^+ , 2013 yc)就占總數 36.2% 201 尾，2012 年級族群(1^+ , 2012 yc)佔總占總數 30.8% 有 171 尾，2011 年級族群($>2^+$, 2010 yc 以上)占總數 33% 有 183 尾。可看出今年 10 月鮭魚調查中 0^+ 鮭魚占較多的百分比，今年(2014 年)10 月有勝溪鮭魚總數 555 尾對照去年 10 月調查總數 182 尾多了 373 尾，推測為今年並無受到天災影響，族群數量得以保存(表 1-32)。

樂山溪

樂山溪於 2011 年 11 月放流，隔年 2012 年 4 月進行第一次普查，發現 2011 年放流群(2009 ycr)有 10 尾(活存率 10%)，並且有 2011 年新生族群(2011 ycw)為 4 尾，10 月經過颱風季的調查結果並未發現任何鮭魚，可能因颱風影響溪中還未恢復清澈外，鮭魚也還在躲藏階段以至於沒有發現到鮭魚。隔年 2013 年 4 月調查時發現 2011 年放流群(2009 ycr)有 1 尾(活存率 1%)，2011 年新生族群(2011 ycw)為 4 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)為 7 尾，2013 年 10 月因颱風侵襲以致道路損毀，因此委託鮭魚巡山員幫忙調查，調查結果為 2011 年放流群(2009 ycr)有 1 尾(活存率 1%)，2011 年新生族群(2011 ycw)為 3 尾，2012 年新生族群(2012 ycw)為 1 尾，因道路原因委託巡守隊調查的結果總數為 5 尾，但考量巡守隊是第一次調查且較不了解溪中情形，4 月的新生族群(2012 ycw)為 7 尾，考量到以往 10 月與 4 月的小魚的低估率約在 30-50%，實際數量因該會在高些，連續 2 年樂山溪都有發現新生族群產生。於是 2013 年 11 月再次放流 150 尾 2^+ (2010 ycr)之鮭魚，

隔年 2014 年 4 月調查發現 2011 年級群以上(2010 ycr ; 2011 ycw)有 37 尾，2012 年族群(2012 ycw)為 14 尾，2013 年族群(2013 ycw)為 10 尾；在 2014 年 10 月持續放流 34 尾(2 齡)，在 2014 年 10 月的調查從樂山橋到第一放流點，發現 2012 年級族群(2012 yc)有 2 尾，2013 年野外新生族群及放流族群(2013 yc)有 4 尾，2013 年野外新生族群(2013 yc)有 4 尾(表 1-33)。期望建立更多及穩定的衛星族群以達到族群擴展的效應。調查結果顯示樂山溪自 2011 年放流後每年都有新生族群產生，雖然數量還不是很多，但考量其穩定的棲地環境及對颱風的抵禦力，在溪流中也有發現數個鮭魚喜棲的深潭，仍有相當大的機率成為繼羅葉尾溪後的第二條成功放流的溪流，還有待更長期的監控與觀察。

4.3 棲地綜合評估

棲地良窳取決於當地鮭魚綜合表現，例如族群數量，成長狀況以及肥滿度等指標。通常這些指標可以有效反映棲地狀態及其變化，亦即棲地穩定性與自然災害衝擊等因素。

臺灣櫻花鉤吻鮭為肉食性魚類，在溪流中以昆蟲為主食，以羅葉尾溪區域的鮭魚來看，其胃內含物中水生昆蟲所佔其食餌比例約 60 % (湯宇潔，2010)，另外我們再參照羅葉尾溪溪流中的大型食餌昆蟲(EPT：蜉蝣目、積翅目、毛翅目)的調查數量(郭美華及邱明志，2011)去換算出水生昆蟲 EPT 在羅葉尾溪的生物量，再以水生昆蟲 EPT 營養組成(楊宜勳，2008)去換算出羅葉尾溪樣區中水生昆蟲 EPT 所能夠提供的總能量，其結果顯示在羅葉尾溪樣區中的能量提供是不於匱乏的(林俊甫，2012)，伊卡丸溪、有勝溪、南湖溪、司界蘭溪支流、司界蘭溪主流、樂山溪中的大型食餌昆蟲(郭美華及邱明志，2012)比例皆優於羅葉尾溪，生物量也顯示各溪流昆蟲食物來源是不缺乏的。

經過統計分析整理各樣區成長數據至 2014 年 10 月份的 SGR 值，針對族群部分，族群中以放流族群優於野外新生族群，這個結果是因為在分析時，將復育場內的鮭魚視為放流族群，所以放流族群與野外新生族群相比是成長最佳的；在

地點主效應分析四個地點中，結果顯示有優良環境的復育中心較野外的溪流環境佳，野外溪流中族群數量少較無競爭的司界蘭溪優於羅葉尾溪，羅葉尾溪與有勝溪並無顯著差異，但是羅葉尾溪成長在優於有勝溪，原因在於羅葉尾溪地理環境穩定、深潭淺瀨豐富，周圍植被覆蓋率高且無人為活動。有勝溪年均溫較羅葉尾溪高，其周圍缺乏植被覆蓋及緊鄰台 7 甲線道路旁，周圍的土地仍有農業活動，枯水期時會有區段性的乾涸。因此有勝溪成長是最低的；在年齡主效應分析中，成長隨著年齡的增長和體長的限制而逐漸減少，在這些年齡中以 0^+ 幼魚的成長顯著優於 1^+ 亞成魚，而 1^+ 亞成魚再顯著優於 2^+ 成魚，結果顯示應是 0^+ 幼魚在發育期間，活動能力與機動性較為良好因此其成長普遍優於其他年齡，而慢慢到了 1^+ 亞成魚階段其成長會逐漸趨緩，而 2^+ 成魚成長是最差的；在季節主效應分析中，高水溫會增加食慾及加快新陳代謝速率而低水溫則反之，因此高水溫季節與低水溫季節結果中，高水溫季節其成長表現則顯著高於低水溫季節，根據文獻，在大西洋鮭研究(Handeland, Imsland, and Stefansson, 2008)中高水溫的鮭魚組別成長會優於低水溫組別結果相同。

另外以肥滿度(CF)來分析，在這些族群中的肥滿度以野外新生族群顯著優於放流族群，結果顯示野外環境其肥滿度為最佳，推測是近幾年野外環境保育工作的成效；在地點主效應分析四個地點，則是由櫻花鉤吻鮭復育場顯著優於司界蘭溪、羅葉尾溪及有勝溪，推測復育場的環境是在室內，在食物充足下無需擔心洪水與颱風劇烈的環境變動，因此肥滿度是最佳的，而鮭魚於野外在不缺乏昆蟲食物的情形下(林俊甫，2012；郭美華，2012)，有勝溪優於羅葉尾溪與司界蘭溪，三者間有顯著差異，推測有勝溪在 2014 年調查數據上，成鮭較多且有調查到最大體長體重，再依據 2014 年共域魚類數據，推測在臺灣鏟頰魚苗出現時，成鮭會移動至有勝溪來進行捕食，故有勝溪肥滿度較高；在年齡主效應分析三個年齡，在這些年齡中以 1^+ 亞成魚的肥滿度顯著優於 0^+ 幼魚，而 0^+ 幼魚優於 2^+ 成魚，推測 1^+ 亞成魚正值繁殖盛期能量的補充上會較為快速，而 0^+ 幼魚則是處於成長階段，需要維持成長所需能量； 2^+ 成鮭推測其成長較慢的緣故，且 2014 年數量

上，0⁺幼鮭和 1⁺亞成魚數量偏多，有可能造成到成鮭食物攝取量減少。而在季節主效應分析高水溫季節與低水溫季節結果中，高水溫季節其肥滿度表現則優於低水溫季節，結果顯示在高水溫的時期新陳代謝會較快，食慾較佳利於索餌，因此肥滿度是最高的。

分析 2010 年至 2014 年 2 月到 8 月份有勝溪全域鮭魚總生物重量，以採樣 0⁺，1⁺，2⁺體重平均值乘以當時調查對應之總隻數，最後加總所得各年 2 月及 8 月之總生物量(表 1-42)，可觀察鮭魚半年內生物量的成長。再用此方法去比較這五年來司界蘭第二野溪、有勝溪、羅葉尾溪的鮭魚族群的變化，顯示鮭魚總重量(Biomass)是在變動中逐漸升高(表 1-43)，而總數量也跟著提高。而生物量由 2013 的 40 Kg 增至 2014 年的 120Kg 為原來的 3 倍，而 2014 年 10 月份的數量調查達到 2434 隻，約為 2013 年的 2.5 倍，首度超越七家灣與高山溪主要族群的總和(約 1600, 口述資料)

反觀司界蘭溪與樂山溪的總生物量狀況均不理想，司界蘭溪無論是第一野溪或是第二野溪，都是較為封閉且易觀察的樣點，可以下的結論是整體棲地環境不佳；可能是產卵場地面積太小因此繁殖族群無法產生足量的子代，或子代活存率太低，以及所在位置為舊雪山登山口和志佳陽山登山口，易受到人為干擾。

但是樂山溪屬於較寬廣的區段，因此鮭魚是否離開放流點太遠，以致於調查時可觀察數量偏低仍是疑問。因樂山溪交通不便且路況常出問題等因素，以致於調查數據未必能正確掌握，為了能掌握棲地的整理狀況。因此樂山溪應持續做放流及監測工作。

五、結論與建議

棲地綜合評估結果，以羅葉尾溪全域為最優，在 2014 年 10 月間族群調查總數量為 2434 尾，(首度超越七家灣溪流域之 1600 尾，口述)總生物量由 2013 年之 40kg 增至 120kg(3 倍)成為近三十年來復育最成功的案例。

放流棲地環境的選擇，似以能適度躲避颱風侵襲的地點為最佳，此外，溪流深潭、淺瀨豐富並且具有長年穩定的水量，溪流長度能超過 1 公里以上者(羅葉尾溪為參考)，周圍植被豐富、覆蓋率高且遠離人群避免干擾。

南湖溪在 2007 年崩山後，鮭魚數量就一直下滑，目前棲地環境仍未恢復，似可判定是失敗的地點。伊卡丸溪在 1975 年之前族群量仍然相當高(作者按)，農墾及人為開發導致質被覆蓋率下降，可能是造成水溫偏高的主因，也是失敗的歷史棲地。

司界蘭第一野溪及第二野溪雖然颱風侵襲時可以有效庇護魚群，但長期以來鮭魚數量卻不斷的下滑，可能因河道過短、水量不足、產卵場面積太小或人為因素等等，目前所得到的結果，棲地狀況並不理想。

反觀羅葉尾溪自 2009 年底經由雪霸國家公園管理處放流鮭魚後積極的管理迄今(2014)已成功連續繁衍五代的鮭魚族群(當初放流的鮭魚至今應已全數死亡)；尤有甚者更擴展到下游年均水溫高於羅葉尾溪的有勝溪，因此設法清除濱岸農業活動，擴大並持續種植濱岸植被以降低水溫，應該是目前首要努力的目標，期使有勝溪的鮭魚能更大量的往下游方向擴展。

樂山溪自放流後雖然數量上沒有羅葉尾溪來的多，但每年都有觀察新生族群產生，其地理位置位於沒有人跡的深山處且對於颱風也有相當的抵禦能力，考量其每年都有鮭魚繁衍和存活，仍有非常大的潛力成為第二條放流成功的溪流，建議在繼續進行更長期的監控和放流使之成為第二衛星族群的溪流。

放流並無最適體型，2009 年放流於羅葉尾溪的鮭魚是 18 個月齡的亞成魚，當年產卵順利繁殖，2010 年就有新生子代出現；之後於 2010 年所放流的鮭魚約 5 月齡與 10 月齡大小，其活存成長狀況似乎與新生之野生族群(同屬於 2009 年級

群)並無差異。根據這次得到的經驗，鮭魚年齡約略達到 6 個月以上者就適合放流，俟因其游泳能力相關發育已經完整，已能自由游動於湍急之水流環境之中。

共域魚類(臺灣鏟頷魚)在棲地環境中提供鮭魚相當的食物源，此可由有勝溪段鮭魚體型、肥滿度及成長上的優異表現加以佐證。

水質與棲地監測是為了建立資料庫，以利於未來選擇放流地點，有其應用價值，但在歷史溪流監測項目之中，水溫似乎是影響放流成功與否的關鍵因子。至於政策管理與執行上，拆壩已經進行好幾次，目前建議首要工作是仍有相當面積的保育區農地需要回收或限制使用，從而增加造林及植被範圍，才能優化棲地環境，進而擴大鮭魚生存空間，增加其族群數量。此外加強地方巡守，消除人為因素干擾，透過保育宣導，達到人人參與的目標。

建議

立即可行建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

- 建議事項：1.有勝溪流域下游乾涸溪段，加緊造林，並利用簡易工程方式造成水底流至更下游河段
- 2.繼續樂山溪之放流監測
 - 3.南湖、洱無溪棲地復原狀況調查

(2)中長期建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

- 建議事項：
1. 持續對樂山溪的放流與監測，使之成為衛星族群。
 2. 因農地的農藥會汙染鄰近的水源，而上游水管的引取會影響水流的流量，建議持續回收有勝溪附近農地並減少農用水管引流，持續濱岸造林以降低水溫，能增加水土保持力已減少環境變動，使羅葉尾溪的鮭魚族群能向下游的有勝溪大量擴展。
 3. 有勝溪的乾涸地區問題需要解決，否則會造成棲地破碎化，嚴重影響其下游鮭魚族群數量。

六、 參考文獻

- Ackman RG. and Takeuchi RF. 1986. Composition of FA and lipid of smolting hatchery fed and wild atlantic salmon (*Salmo solar*). *Lipids*, 21: 117-122.
- Barrett, J.C. and Grossman, G.D., 1988. Effects of direct current electrofishing on the mottled sculpin. *N. Am. J. Fish. Manage.* 8, 112-116.
- Barrett, J.C. and Grossman, G.D., 1988. Effects of direct current electrofishing on the mottled sculpin. *N. Am. J. Fish. Manage.* 8, 112-116.
- Behnke, R.J., Koh, T.-P., Needham, P.R. 1962. Status of the landlocked salmonid fishes of Formosa with a review of *Oncorhynchus masou* (Brevoort). *Copeia*, 2, pp400-407
- Bechara, J.A., Moreau, G., Hare, L., 1993. The impact of brook trout (*salvelinus fontinalis*) on an experimental stream benthic community: The role of spatial and size refugia. *J. Anim. Ecol.* 62, 451-464.
- Browman, H. I. and Marcotte, B. M. 1986. Diurnal feeding and prey size selection in Atlantic salmon, *Salmo salar*, alevin. In *Contemporary Studies on Fish Feeding* (Simenstad, A. & Cailliet, G. M., eds), pp. 269–284. Dordrecht: W. Junk.40
- Fahy, E. (1980). Prey selection by young trout fry (*Salmo trutta*). *Journal of Zoology* 190, 27–37.
- Grant, J. W. A. & Noakes, D. L. G. 1986. A test of a size-selective predation model with juvenile brook charr, *Salvelinus fontinalis*. *Journal of Fish Biology* 29 (Suppl. A), 15–23.
- Handeland, S. O., Imsland, A. K., and Stefansson, S. O. 2008. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*, 283(1–4), 36-42.
- Hardy, R.W., 2002. Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. In: Webster, C.D.(ed.) *Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture*. CABI, Oxon, 184-202.

- Heggberget, T. G., Staurnes, M., Strand, R. & Husby, J. 1992. Smoltification in salmonids. NINA-Norsk-Institutt-for-Naturforskning-Forskningsrapport 31, 3–42.
- Howell, B. R. 1994. Fitness of hatchery-reared fish for survival in the sea. *Aquaculture and Fisheries Management* 25(Suppl. 1), 3–17.
- Hynes, Hugh Bernard Noel, 1970. The ecology of running waters. .
- Kano, T., 1940. Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountains of Formosa. *Inst. Ethnogr. Res.*
- Karr, J.R. and D.R. Dudley 1981. Ecology perspective on water quality goals. *Environmental Management* 5, 55-69
- Kusabs, I.A. and Swales, S., 1991. Diet and food resource partitioning in koaro, *Galaxias brevipinnis* (guenther), and juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Richardson), in two Taupo streams, New Zealand. *N.Z. J. Mar. Freshw. Res.* 25: 317–325.
- Misaka N., 2007. Changes in density of under-yearling masu salmon *Oncorhynchus masou* in a natural stream after release ° *Fisheries Science* 2007; 73: 1274–128041
- Nelson, J. S., 1984. *Fishes of the World*, 2nd edn. New York. 523 p. Nielsen, L. A., and D. L. Johnson, 1985. *Fisheries techniques*. American Fisheries Society. Maryland,
- Nian J, Bror J and Lars petter Hansen, 2003. The marine survival and growth of wild and hatcheryreared Atlantic salmon. *Journal of Applied Ecology* 40, 900–911.
- Orlov, A.V., Gerasimov, Y.V., Lapshin, O.M., 2006. The feeding behaviour of cultured and wild atlantic salmon, *Salmo salar L.*, in the louvenga river, kola peninsula, Russia. *ICES J. Mar. Sci.* 63, 1297-1303.
- Schoener, T. W. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2, 369–404.
- Speirs, G.D., 1974. Food habits of landlocked salmon and brook trout in a maine lake after introduction of landlocked alewives. *Trans. Am. Fish. Soc.* 103, 396-399.

- Timothy B , 2009. Post-release movements and habitat use of robust redhorse transplanted to the Ocmulgee River, Georgia. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 19: 170–177
- Thomas M. S. and Robert L. S. , 2006. *Elements of ecology*, 213-229.
- Valetov, V. A., and Movchan, V. A. 1985. Survival rate of Atlantic salmon smolts. In *Problems of Biology and Ecology of the Atlantic Salmon*, pp. 148-152
- Waters, T.F., 1988. Fish production-benthos production relationships in trout streams. *Pol. Arch. Hydrobiol. /Pol. Arch. Hydrobiol.* 35, 545-561.
- Ware, D. M. 1972. Predation by rainbow trout (*Salmo gairdneri*): the influence of hunger, prey density, and prey size. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 29, 1193–1201.
- Watanabe, M., and Y. L. Lin., 1985. Revision of the salmonid fish in Taiwan. *Bulletin of Biogeography Society Japanese* 40(10) : 75-84.
- Waters, T. and National Research Council of Canada, Ottawa, Ont. (Canada), 1993. *Dynamics in Stream Ecology*.] pp.
- Werner, E. A. and Hall, D. J. 1974. Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Ecology* 55, 1042–1052.
- 大熊一正・佐々木正吾・佐藤行孝，1980。人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究8 報。北海道さけ・ますふ化場研究報告，97-103頁。
- 方力行、韓僑權、陳義雄（2000）蘭陽溪河川魚類生態調査，行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 田中哲彦，1970。人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に1 報。北海道さけ，ますふ化場研究報告第25 号，1-17 頁。
- 石田昭夫・佐々木正吾・佐藤行孝，1979。人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究7 報。北海道さけ・ますふ化場研究報告，1-6頁。

- 沈世傑等，1993。台灣魚類誌，國立台灣大學動物系，960頁。
- 汪靜明，1994。孑遺的國寶－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、林永發，2002。生態視窗武陵生態旅遊，內政部營建署雪霸國家公園管理處。223頁。
- 林俊甫，2012。台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地羅葉尾溪及司界蘭溪之評估與比較。國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文，38頁。
- 林培、吳祥堅，1995，櫻花鉤吻鮭野生種魚觀察與人工繁養殖試驗。內政部營建署雪霸國家公園管理處八十四年度研究報告。
- 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、張崑雄，1990。台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、詹榮桂，1991。台灣大甲溪上游產陸封性鮭魚的現況，農委會林業特刊第39號，166-172頁。
- 林曜松、梁世雄。1997。魚類資源調查技術手冊。農業委員會。台北市。
- 林曜松，1986。自然文化景觀論文集(二)鮭鱒魚保育專輯台灣高地產鱒，行政院農委會。44
- 林幸助，2010。武陵地區生態系監測與模式建構規劃。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 余廷基、賴仲義、黃長俊、楊明道，1987。櫻花鉤吻鮭繁養殖試驗。行政院農委會76年生態研究第006號。
- 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。
- 青木糾雄，1917。台灣にも鱒を産す(豫報)。台灣水產雜誌，23，51-54。

官文惠。2010。台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地-有勝溪及羅頁(葉)尾溪環境生態監測及評估，第一章水質監測研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處研究報告。

梁世雄，1996。魚類標識方法。臺北市：行政院農業委員會。莊鈴川，1988。櫻花鉤吻鮭資源生物學的基礎研究。國立台灣大學漁業科學研究所碩士論文，92頁。

郭美華，2006。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立-水棲昆蟲研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

郭美華、邱明智，2009。武陵地區長期生態研究暨水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

郭美華、邱明智，2011。大甲溪上游台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地環境生態調查及溪流放流長期監測第三章。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告，3-16頁。

陳弘成。1998。武陵地區-溪流之水源水質監測系統之規劃與調查（四）。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。

陳毅峰、何德奎、曹文宣、段中華，2002。色林錯裸鯉的生長。動物學報，48(5)：667-676。

楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森、曾晴賢，1986。武陵農場河預之水棲昆蟲相與生態調查，農委會75年生態研究第1號。

楊宜勳，2008。台灣櫻花鉤吻鮭胃內含物組成與食餌特性。國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文，75頁。

曾晴賢，1995，櫻花鉤吻鮭復育研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處，21頁。

曾晴賢，1996。櫻花鉤吻鮭族群數量和生態調查，內政部營建署雪霸國家公園管理處，34頁。

曾晴賢，1997。櫻花鉤吻鮭族群生態調查和育種場位址評估，內政部營建署雪霸國家公園管理處。

曾晴賢，1998。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（一），內政部營建署雪霸國家公園管理處，79頁。

曾晴賢，2000。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(三)，內政部營建署雪霸國家公園，54頁。

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。

曾晴賢、胡景程，2009。武陵地區長期生態研究暨台灣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。

曾晴賢，2010。台灣櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(十二)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。40頁。

曾晴賢，2011。台灣櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(十三)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。47頁。

曾晴賢，2012。台灣櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(十四)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。52頁。

湯宇潔，2010。台灣櫻花鉤吻鮭放流歷史溪流後活存、成長及繁殖監測及颱風對鮭魚食餌組成之影響，國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文，72頁。

黃沂訓，2006。台灣櫻花鉤吻鮭放流與監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

黃沂訓，2007。台灣櫻花鉤吻鮭放流與監測（二）。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

黃沂訓，2008。台灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。

黃沂訓，2009。台灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流環境評估與放流監測。內政部營建

署雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告。

黃沂訓，2010。台灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流長期監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告。

黃沂訓，2011。大甲溪上游台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地環境生態調查及溪流放流長期監測，第四章魚類研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告。

黃沂訓，2012。大甲溪上游台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地環境生態調查及溪流放流長期監測，第四章魚類研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告。

黃沂訓，2013。台灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流及環境生態監測，第一章魚類研究與水質監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託辦理研究報告。

廖林彥，2007。台灣鮭魚移動模式之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告，22頁。

廖林彥，2008。台灣櫻花鉤吻鮭繁殖特性之研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告，12頁。

廖林彥，2012。台灣櫻花鉤吻鮭保育之實驗生物學研究。國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文。

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

葉明峰、張世倉和里斯正，2003。台灣櫻花鉤吻鮭域外放流棲地之評估，內政部特生中心。

葉昭憲、張志豪，2011。大甲溪上游台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地環境生態調查及溪流放流長期監測第二章。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告，2-12頁。

藍智鴻，2005。台灣櫻花鉤吻鮭個體標識與族群成長動態之研究。國立台灣海洋大學水產養殖所碩士論文，76頁。

表 1-1、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地放流紀錄 2006 - 2014

Table 1. The released records of Taiwan landlocked salmon to the historical habitats 2006 - 2014

Release time	Si-Jie-Lan creek	Nan-Hu creek	I-kawan creek	Lo-Ye-Wei creek	Le-Shan creek	Total
2006/Oct	250 (10)	250 (10)	-	-	-	500
2007/Nov	165 (11)	315 (11)	-	-	-	480
2008/Mar	-	-	300 (03)	-	-	300
2009/Jun	100 (18)	-	-	150 (18)	-	250
2010/May	300 (05)	-	-	350 (05)	-	650
2010/ Nov	-	-	30 (23)	30 (23)	-	60
2011/ Nov	-	-	100(23)	-	100(23)	200
2013/ Nov	-	-	-	-	150(23)	150
2014/ Oct					34(22)	34
Total	815	565	430	530	284	2624

Number (Age by months)

表 1-2、各測站地理座標

站號	站名	經緯度	站號	站名	經緯度
測站 201	羅葉尾溪放流點	E : 121°21'4.3" N : 24°23'40.4" H : 1956.5 m	測站 10	司界蘭溪上游 (第一野溪)	E : 121°16'30.5" N : 24°19'38.8" H : 1660.9 m
測站 202	南湖登山口	E : 121°21'6.8" N : 24°23'40.4" H : 1929.9 m	測站 11	司界蘭溪下游 (第一野溪)	E : 121°17'1.7" N : 24°19'15.2" H : 1601.4 m
測站 203	勝光	E : 121°21'8.5" N : 24°22'3.4" H : 1835.5 m	測站 205	司界蘭溪第二野溪	E : 121°16'8.6" N : 24°19'47.6" H : 1711.4 m
測站 204	有勝溪下游	E : 121°19'21.3" N : 24°21'5.8" H : 1801.8 m	測站 301	伊卡丸溪 (潛在樣點)	E : 121°17'46.3" N : 24°19'48.1" H : 1626.7 m
測站 4	觀魚臺	E : 121°18'38" N : 24°22'15" H : 1757 m	測站 302	樂山溪 (潛在樣點)	E : 121°14'43.69" N : 24°17'47.42" H : 1674 m
測站 8	高山溪	E : 121°30'75" N : 24°35'87" H : 1655 m	測站 303	司界蘭溪主流 (潛在樣點)	E : 121°15'47.87" N : 24°19'40.97" H : 1703 m

表 1-3、溪流定義

溪流類型	深潭	急流	緩流	淺瀨
流速(cm/s)	< 30	> 30	> 30	< 30
水深(cm)	> 30	< 30	30~60	< 30

表 1-4、棲地底質礫粒徑定義

底質	底石粒徑
Smooth surface	<0.2cm
Gravel	0.2-1.6cm
Pebble	1.6-6.4cm
Rubble	6.4-25.6cm
Small boulder	25.6-51.2cm
Large boulder	>51.2cm

表 1-5、各溪流測站溪流水溫

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	12	-	13	10.4	-	9.12	-
2013.04	-	12.5	14	12	-	12.83	15.1
2013.06	-	14.6	-	15.42	-	13.22	-
2013.08	15	16	-	16.2	18.5	13.98	-
2013.10	16.5	16.1	15.3	15.5	11	13	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	14
2014.02	11.5	12	12	6.8	15	6.5	-
2014.04	14	14	14.5	14	18	12	14
2014.06	16	16	16	16.4	16	16.2	-
2014.08	15	16	16	16	17	16.4	-
2014.10	14	15	15	15	15	13	14.5

單位：℃，-：no measured

表 1-6、各溪流測站 pH 值

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	8.3	8.14	8.2	8.06	-	8	-
2013.04	-	8.13	-	8.21	-	8	7.86
2013.06	-	8.06	-	7.93	-	7.93	-
2013.08	8.28	8.11	-	7.96	7.92	8.3	-
2013.10	7.98	7.83	-	7.86	7.74	7.55	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	7.66
2014.02	8.23	8.16	-	7.92	8.04	7.67	-
2014.04	8.15	8.17	-	8.06	7.74	7.78	8.11
2014.06	7.86	7.68	-	7.99	7.81	7.96	-
2014.08	7.72	7.85	-	7.46	7.87	7.81	-
2014.10	7.54	7.67	-	7.81	7.69	7.76	7.96

- : no measured

表 1-7、各溪流測站溶氧值

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	8.2	8.38	8.75	8.2	-	8.5	-
2013.04	-	9.07	-	8.1	-	8.31	8.05
2013.06	-	7.98	-	8.01	-	8.41	-
2013.08	7.6	7.6	-	7.74	7.72	7.91	-
2013.10	7.55	7.5	-	8.19	8.08	8.24	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	8.94
2014.02	8.84	8.39	-	9.72	9.36	9.78	-
2014.04	7.97	8	-	8.34	8.01	8.11	7.82
2014.06	8.12	8.2	-	8.3	8.32	8.57	-
2014.08	7.67	7.68	-	7.69	7.81	7.89	-
2014.10	7.58	7.44	-	8.3	8.3	8.12	8.77

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-8、各溪流測站導電度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	230	216	204	195	-	178	-
2013.04	-	198	-	194.6	-	155	141
2013.06	-	170.1	-	189.4	-	139.4	-
2013.08	244	191.7	-	203	206	140.6	-
2013.10	224	183.3	-	160.8	180.1	149.6	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	160
2014.02	234	213	-	166.1	191	175.7	-
2014.04	223	207	-	198.1	194.1	165.8	157.9
2014.06	210	186	-	195	199	149	-
2014.08	218	197	-	204	198	149	-
2014.10	227	200	-	207	201.2	154	165

單位：μS/cm，-：no merasured

表 1-9、各溪流測站生化需氧值(BOD，Biochemical Oxygen Demand)

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0.4	0.53	0.9	0.3	-	0.35	-
2013.04	-	0.27	-	0.42	-	0.56	0.1
2013.06	-	0.63	-	0.51	-	0.71	-
2013.08	0.53	0.58	-	0.25	0.08	0.44	-
2013.10	0.2	0.25	-	0.21	0.29	0.6	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	0.11
2014.02	0.36	0.35	-	0.05	0.1	0.1	-
2014.04	0.26	0.24	-	0.37	0.5	0.43	0.41
2014.06	0.7	0.58	-	0.64	1.1	0.75	-
2014.08	0.57	0.47	-	0.38	0.27	0.54	-
2014.10	0.3	0.2	-	0.22	0.34	0.72	0.41

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-10、各溪流測站濁度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0.08	1.5	0	-	0	-
2013.04	-	0	0.86	-	0.02	0.1
2013.06	-	1.76	0	-	0	-
2013.08	2.94	0	1.32	1.53	1.14	-
2013.10	1.47	0	0.96	2.09	0.6	-
2013.11	-	-	-	-	-	1.4
2014.02	0.38	0	1.23	1	1.35	-
2014.04	0	0	0.02	0.41	0.14	2.68
2014.06	0.88	0.49	0	1.72	0	-
2014.08	1.44	0.78	1.45	2.1	1.24	-
2014.10	1.89	0.5	0.86	1.7	0.64	2.8

單位：NTU，-：no merasured

表 1-11、各溪流測站總氮(NH₄⁺-N)濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0.0040	0.0093	0.0157	-	-	0.0167	-
2013.04	-	0.0114	-	0.0008	0.0093	0.0008	0.004
2013.06	-	0.0030	-	0.0019	-	0.0019	-
2013.08	0.0083	0.0019	-	0.0019	0.0061	0.0252	-
2013.10	0.0030	0.0019	-	0.0030	0.0061	0.0294	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	0.0051
2014.02	0.003	0.0093	-	0.0072	0.0030	0.0495	-
2014.04	0.0104	0.0114	-	0.0167	0.0030	0.0442	0.0083
2014.06	0.0065	0.0030	-	0.0351	0.0068	0.0368	-
2014.08	0.0075	0.0037	-	0.003	0.0040	0.0199	-
2014.10	0.0075	0.0023	-	0.004	0.0086	0.0298	0.0054

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-12、各溪流測站亞硝酸(NO₂⁻-N)濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	-	0.0037	0	0.0007	-	0.0017	-
2013.04	-	0.0007	-	0.0007	-	0.0017	0
2013.06	-	0.0007	-	0.0027	-	0	-
2013.08	0.0007	0.0017	-	0.0007	0.0007	0.0017	-
2013.10	0.0017	0.0007	-	0.0007	0.0027	0.0017	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	0.0037
2014.02	0.0007	0.0007	-	0.0007	0.0017	0.0027	-
2014.04	0.0007	0	-	0.0197	0.0037	0.0007	0
2014.06	0.0005	0.0010	-	0.0024	0.0040	0.0014	-
2014.08	0.0005	0.0005	-	0.0010	0.0030	0.0020	-
2014.10	0.0007	0.0011	-	0.0010	0.0034	0.0020	0.004

單位：mg/L，-：no measured

表 1-13、各溪流測站硝酸(NO₃⁻-N)濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0.001	0.071	0.122	0.145	-	0.001	-
2013.04	-	0.393	-	0.412	0.311	0.097	0.065
2013.06	-	0.093	-	0.073	-	0.001	-
2013.08	0	0.057	-	0.110	1.187	0.025	-
2013.10	0	0	-	0.054	0.504	0	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	0
2014.02	0	0	-	0.117	0.388	0	-
2014.04	0	0	-	0.151	0.211	0	0
2014.06	0.215	0.084	-	0.082	0.501	0.027	-
2014.08	0.066	0.058	-	0.133	0.584	0.041	-
2014.10	0.063	0.077	-	0.078	0.704	0.023	0

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-14、各溪流測站矽酸鹽(SiO₂)濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	4.29	10.08	6.38	3.95	-	4.47	-
2013.04	-	5.45	-	3.83	3.49	4.53	6.72
2013.06	-	6.32	-	3.77		4.70	-
2013.08	3.25	6.55	-	4.12	3.49	4.35	-
2013.10	2.68	6.55	-	3.83	4.18	4.12	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	3.02
2014.02	4.01	7.07	-	3.43	3.66	3.89	-
2014.04	1.46	2.73	-	1.52	2.33	2.79	3.77
2014.06	3.54	3.20	-	3.02	5.45	3.54	-
2014.08	4.29	5.97	-	3.77	4.41	4.24	-
2014.10	3.83	5.39	-	3.95	4.47	3.77	3.95

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-15、各溪流測站硫酸鹽(SO₄²⁻)濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	40.24	32.38	28.9	22.56	-	34.79	-
2013.04	-	21.13	-	15.78	20.42	22.56	19.44
2013.06	-	22.92	-	20.06	-	22.56	-
2013.08	39.26	23.37	-	20.78	23.72	28.19	-
2013.10	35.42	20.24	-	14.44	21.49	14.97	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	35.6
2014.02	41.94	30.15	-	14.79	26.13	26.94	-
2014.04	35.24	29.62	-	22.47	27.21	29.17	28.19
2014.06	43.37	30.42	-	25.87	48.1	29.44	-
2014.08	28.9	29.88	-	28.19	33.9	29.71	-
2014.10	33.9	25.51	-	19.71	33.63	21.4	40.96

單位：mg/L，-：no measured

表 1-16、各溪流測站氯鹽(Cl⁻)濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0.5	0.6	0.5	0.7	-	0.6	-
2013.04	-	0.6	-	0.7	0.5	0.5	2.5
2013.06	-	1.2	-	0.7	-	0.9	-
2013.08	1.5	1.1	-	0.6	1.2	0.8	-
2013.10	0.6	0.6	-	0.4	0.4	0.8	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	1.6
2014.02	0.8	0.7	-	0.7	1	1.4	-
2014.04	1	0.9	-	0.6	0.8	0.5	0.7
2014.06	0.8	0.5	-	0.6	1.2	1.2	-
2014.08	1.2	0.9	-	0.7	1.5	0.8	-
2014.10	0.8	0.95	-	0.7	1.7	0.75	1.4

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-17、各溪流測站正磷酸鹽(PO_4^{2-})濃度

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0	0.0110	0	0	-	0	-
2013.04	-	0.0086	-	0	-	0	0
2013.06	-	0.0129	-	0	-	0	-
2013.08	0.0086	0.0071	-	0	0.0057	0	-
2013.10	0	0.0014	-	0.0086	0.0057	0	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	0
2014.02	0	0.0086	-	0	0.0014	0	-
2014.04	0	0.0043	-	0	0.0057	0	0.1157
2014.06	0	0.0043	-	0	0.0114	0	-
2014.08	0.0071	0.0057	-	0	0.0057	0	-
2014.10	0.0014	0.0014	-	0.0043	0.0071	0	0.0171

單位：mg/L，-：no measured

表 1-18、各溪流測站總有機碳(Total Organic Carbon, TOC)

Investigation time	司界蘭溪	司界蘭第一野溪	司界蘭第二野溪	南湖登山口	勝光	羅葉尾溪	樂山溪
2013.02	0.1	0.2	-	0.2	-	0.2	-
2013.04	-	0.5	-	0.4	-	0.4	0.2
2013.06	-	0.5	-	0.5	0.4	0.5	-
2013.08	0.4	0.3	-	0.5	-	0.5	-
2013.10		-	-	-	-	-	-
2013.11	-	-	-	-	-	-	-
-2014.02	0.3	0.4	-	0.7	0.6	0.7	-
2014.04	0.2	0.2	-	0.3	0.2	0.2	0.2
2014.06	0.5	0.4	-	0.7	0.5	0.5	-
2014.08	0.5	0.4	-	0.5	0.4	0.5	-
2014.10	0.2	0.2	-	0.3	0.2	0.6	0.2

單位：mg/L，-：no merasured

表 1-19、各溪流棲地水流地形環境分布百分比(%)

Site	深潭	緩流	淺灘	急流
司界蘭第一野溪	7	66	24	3
司界蘭第二野溪	11	67	22	0
南湖登山口	15	50	35	0
伊卡丸溪	17	25	58	0
勝光測站	7	43	50	
羅葉尾溪	6	25	66	3
有勝溪	18	22	60	0
樂山溪	20	26	54	0

表 1-20、各溪流底值分佈(%)

Site	大型礫石 Large boulder	小型礫石 Small boulder	粗石 Rubble	卵石 Pebble	碎石 Gravel	細沙土 Large boulder
司界蘭第一野溪	0	44	31	25	0	0
司界蘭第二野溪	15	29	18	8	16	14
南湖登山口	0	5	17	50	28	0
勝光	10	7	24	47	9	3
伊卡丸溪	0	0	2	50	45	3
羅葉尾溪	16	20	30	18	9	7
有勝溪	0	33	30	27	10	0
樂山溪	7	16.	31	26	5	15

表 1-21、2014 年 6 月~2014 年 10 月司界蘭第一野溪臺灣鏟頰魚數量調查

Investigation time	>16cm	8-16cm	1-8 cm	Total
2014.06	3	5	4	12
2014.08	13	8	0	21
2014.10	8	8	9	25

表 1-22、2014 年 4 月~2014 年 10 月羅葉尾溪臺灣鏟頰魚數量調查

Investigation time	>16cm	8-16cm	1-8 cm	Total
2014.04	20	20	31	71
2014.06	29	20	24	73
2014.08	0	0	0	0
2014.10	16	24	20	60

表 1-23、2014 年 4 月~2014 年 10 月有勝溪臺灣鏟頰魚(含 2014 年新生魚苗)數量調查

Investigation time	>16cm	8-16cm	1-8 cm	Total
2014.04	361	270	417	1048
2014.06	477	527	615	1619
2014.08	674	668	3744 (3100)	5086
2014.10	367	445	2247 (1700)	3059

表 1-24、2014 年 4 月~2014 年 10 月樂山溪臺灣鏟頰魚(含 2014 年魚苗部分)數量調查

Investigation time	>16cm	8-16cm	1-8 cm	Total
2014.04	14	14	15	43
2014.10	2	1	405(400)	408

表 1-25、2014 年各調查溪段臺灣鏟頰魚調查之總生物量

Investigation time	羅葉尾溪	司界蘭第一野溪	有勝溪	樂山溪
2014.04	1.56	0	10.77	1.47
2014.06	1.82	0.37	4.21	-
2014.08	0	4.21	6.77	-
2014.10	1.7	0.62	3.78	0.85

(單位：公斤，-：Not found)

表 1-26、2006 年 11 月~2009 年 1 月司界蘭溪鮭魚數量調查

Investigation time	2005ycr	2006ycr
2006.11	102	-
2006.01	72	-
2007.03	42	-
2007.07	12	-
2007.09	0	-
2007.11	-	114
2008.04	-	76
2008.07	-	89
2008.10	-	0
2008.11	-	1
2009.01	-	3

yc : year class ,r : released , - : Not found

表 1-27、2009 年 7 月~2014 年 10 月司界蘭溪第二野溪鮭魚數量調查

Investigation time	07ycr	09ycw	09ycr	10ycw	Total
2009.07	57	-	-	-	57
2009.08	42	-	-	-	42
2009.10	32	-	-	-	32
2010.02	-	4	-	-	4
2010.04	6	10	-	-	16
2010.05	5	13	-	-	18
2010.06	7	12	63	-	82
2010.07	6	8	37	-	51
2010.08	9	18	43	-	70
2010.09	8	12	17	-	37
2010.10	9	20	12	-	41
2011.02	2	11	10	-	23
2011.04	3	7	6	-	16
2011.06	5	17	7	-	29
2011.08	2	8	7	6	23
2011.10	2	6	4	6	18
2012.02	-	5	3	0	8
2012.04	-	3	2	2	7
2012.10	-	3	1	1	5
2013.02	-	-	-	-	0

2013.04	-	-	-	-	0
2013.06	-	-	-	-	0
2013.08	-	-	-	-	0
2013.10	-	-	-	-	0
2014.02	-	-	-	-	0
2014.04	-	-	-	-	0
2014.06	-	-	-	-	0
2014.08	-	-	-	-	0
2014.10	-	-	-	-	0

yc : year class ,r : released ,w : wild born , - : Not found

表 1-28、2010 年 6 月~2014 年 10 月司界蘭溪第一野溪鮭魚數量調查

Investigation time	2009 ycr
2010.06	128
2010.07	34
2010.08	22
2010.09	20
2010.10	15
2011.02	9
2011.04	8
2011.06	8
2011.07	-
2011.08	5
2011.10	6
2012.02	3
2012.04	2
2012.06	-
2012.08	0
2012.10	2
2013.02	-
2013.04	-
2013.06	-
2013.08	-

2013.10	-
2014.02	-
2014.04	-
2014.06	-
2014.08	-
2014.10	-

yc : year class ,r : released , - : Not found

表 1-29、2006 年 11 月~2009 年 1 月南湖溪鮭魚數量調查

Investigation time	2005ycr	2006ycr
2006.11	142	-
2007.01	113	-
2007.03	84	-
2007.05	81	-
2007.07	67	-
2007.09	4	-
2007.11	-	243
2008.04	-	55
2008.07	-	41
2008.11	-	0
2009.01	-	0

yc : year class ,r : released , - : Not found

表 1-30、2008 年 4 月~2012 年 2 月伊卡丸溪鮭魚數量調查

Investigation time	2007ycr	2009ycr
2008.04	15	-
2008.11	7	-
2009.06	20	-
2009.10	10	-
2012.02	-	10

yc : year class, r : released, - : Not found

表 1-31、2009 年 7 月~2014 年 10 月羅葉尾溪鮭魚數量調查

Investigation time	07ycr	09ycw	09ycr	10ycw	11ycw	12ycw	13ycw	Total
2009.07	123	-		-	-	-	-	123
2009.08	61	-	-	-	-	-	-	61
2009.10	64	-	-	-	-	-	-	64
2010.02	-	20	-	-	-	-	-	20
2010.04	32	16	-	-	-	-	-	48
2010.05	41	172	-	-	-	-	-	213
2010.06	48	228	145	-	-	-	-	421
2010.07	42	241	171	-	-	-	-	454
2010.08	37	267	208	-	-	-	-	512
2010.09	51	366	191	-	-	-	-	608
2010.10	44	347	133	-	-	-	-	524
2011.02	31	184	93	-	-	-	-	308
2011.04	25	177	64	56	-	-	-	322
2011.06	39	184	89	162	-	-	-	474
2011.08	35	165	80	288	-	-	-	568
2011.10	32	156	75	256	-	-	-	519
2012.02	-	121	60	124	-	-	-	305
2012.04	-	135	83	190	206	-	-	614
2012.06	-	118	68	216	483	-	-	885
2012.09	-	131	84	242	776	-	-	1233

2012.10	-	193	123	279	674	-	-	1269
2013.02	-	-	-	90	139	7	-	236
2013.04	-	-	-	258	146	58	-	462
2013.06	-	-	-	287	172	271	-	730
2013.08	-	-	-	315	224	277	-	816
2013.10	-	-	-	319	286	295	-	900
2014.02	-	-	-	-	99	149	59	307
2014.04	-	-	-	-	273	224	236	733
2014.06	-	-	-	-	545	486	650	1681
2014.08	-	-	-	-	831	644	836	2311
2014.10	-	-	-	-	873	690	871	2434

yc : year class ,r : released ,w : wild born , - : Not found

表 1-32、2011 年 7 月~2014 年 10 月有勝溪鮭魚數量調查

Investigation time	2007ycr	2009ycw	2009ycr	2010ycw	2011ycw	2012ycw	2013ycw	Total Number
2011.07	16	14	8					38
2011.08	16	11	4					31
2011.10	16	12	7					35
2012.02		24	6					30
2012.04		24	8	4				36
2012.06		35	15	35	14			99
2012.09		50	32	89	156			327
2012.10		66	47	90	214			417
2013.02				35	16	1		52
2013.04				76	42	6		124
2013.06				81	10	6		97
2013.08				101	42	1		144
2013.10				107	66	9		182
2014.02					11	18	5	34
2014.04					66	81	86	233
2014.06					147	112	145	404
2014.08					167	154	183	504
2014.10					183	171	201	555

yc : year class ,r : released ,w : wild born , - : Not found

表 1-33、2013 年 4 月~2014 年 10 月樂山溪鮭魚數量調查

Investigation time	2009ycr	2011ycw	2012ycw	2013ycw	Total Number
2013.04	1	4	7	-	12
2013.10	1	3	1	-	5
2014.04	-	14	37	10	61
2014.10	-	2	4	4	10

yc : year class ,r : released ,w : wild born , - : Not found

表 1-34、2012 年 10 月羅葉尾溪及司界蘭溪臺灣櫻花鉤吻鮭體長體重調查表

Year class	age	Lo-Ye-Wei creek (羅葉尾溪)			Su-Jie-Lan creek (第二野溪)			Su-Jie-Lan creek (第一野溪)		
		N	Body weight (g)	Total length (cm)	N	Body weight (g)	Total length (cm)	N	Body weight (g)	Total length (cm)
2009ycw	2 ⁺	15	119.13±32.17	23.84±2.23	3	101.15±31.32	21.70±1.90	-	-	-
2009ycr	2 ⁺	10	89.52±47.54	21.47±3.43	1	73.40±0.00	19.00±0.00	-	-	-
2010ycw	1 ⁺	18	52.41±12.28	17.60±1.23	1	37.80±0.00	16.00±0.00	2	76.10±36.91	19.85±3.04
2011ycw	0 ⁺	57	13.53±7.27	11.10±1.81	-	-	-	-	-	-

yc : year class ,r : released ,w : wild born, - : Not found

表 1-35、2013 年 3~10 月羅葉尾溪及有勝溪臺灣櫻花鉤吻鮭體長體重調查表

放流點 調查時間		羅葉尾溪						有勝溪					
		N	2010yc(2 ⁺)以上	N	2011yc(1 ⁺)	N	2012yc(0 ⁺)	N	2010yc(2 ⁺)以上	N	2011yc(1 ⁺)	N	2012yc(0 ⁺)
3 月	全長(cm)	6	18.17±1.53	49	12.91±1.63	1	3.5±0	6	17.68±0.69	24	14.87±1.33	0	未抓到
	體重(g)		60.42±17.88		24.59±8.35		0.7±0		56.38±8.52		34.28±8.52		未抓到
4 月	全長(cm)	16	18.74±1.19	57	14.88±1.28		未抓到	15	18.29±1.13	31	15.85±0.96	1	9.1±0
	體重(g)		66.85±10.73		32.99±9.02(57)		未抓到		56.7±19.63		40.42±8.37		9.5±0
6 月	全長(cm)	26	19.29±1.23	66	16.97±0.56	2	8.15±2.9	25	19.01±0.98	14	16.6±1.47	1	10.6±0
	體重(g)		74.07±15.62		50.2±8.89		7.1±6.51		71.71±11.92		51.85±12.73		17.1±0-
8 月	全長(cm)	19	19.68±0.97	55	16.15±1.23	26	11.4±1.75	39	20.09±1.1	8	17.9±0.66	2	12.9±1.91
	體重(g)		77.08±13.02		44.7±10.35		17±8.17		84.63±14.59		58.51±8.12		23.3±12.52
10 月	全長(cm)	19	21.57±1.37	33	17.9±1.08	30	12.2±1.87	20	22.38±1.72	8	18.6±0.9	3	12.4±0.78
	體重(g)		107.52±22.37		59.6±12.42		19.7±9.25		124.63±26.5		75.5±8.76		20.4±6.08

yc = year class N=個數

表 1-36、2014 年 2~10 月羅葉尾溪及有勝溪臺灣櫻花鉤吻鮭體長體重調查表

放流點 調查時間		羅葉尾溪						有勝溪					
		N	2011yc(2 ⁺)	N	2012yc(1 ⁺)	N	2013yc(0 ⁺)	N	2011yc(2 ⁺)	N	2012yc(1 ⁺)	N	2013yc(0 ⁺)
2 月	全長(cm)	36	17.94±1.39	49	13.37±1.53	0	-	18	19.14±2.32	10	14.62±0.92	1	0.4
	體重(g)		54.32±11.7		26.77±8.77		-		72.46±28.64		36.02±8.88		2.6
4 月	全長(cm)	16	18.68±1.27	11	15.7±0.79	79	2.3±0.76	27	19.34±1.67	8	15.93±0.7	9	3.53±0.94
	體重(g)		69.19±13.12		1.44±7.32		5.96±0.73		84.1±18.63		50.18±10.97		6.87±0.69
6 月	全長(cm)	8	20.43±1.1	3	17.2±1.12	75	10.64±5.1	6	21.43±2.03	2	17.35±0.21	41	14.63±5.6
	體重(g)		84.25±16.88		51.9±8.23		9.86±1.34		103.63±31.67		56.1±7.21		10.88±1.37
8 月	全長(cm)	14	20.36±1.48	16	16.2±1.74	62	10.98±1.34	4	24.38±2.56	9	15.89±1.24	30	11.36±0.95
	體重(g)		83.44±19.44		43.7±16		13.4±5.2		151.6±49.93		41.73±11.12		14.17±3.6
10 月	全長(cm)		*		*		*	2	21.05±0.07	5	17.08±0.98	29	12.39±1.42
	體重(g)		*		*		*		108.05±1.77		50.82±10.91		17.56±6.62

yc = year class N=個數 *2014 年 10 月觀察族群有配對情形，故未調查 - : Not found

表 1-37、2014 年 8 月復育場體重體長調查表

Year class	Age	Hatchery 復育場		
		N	Body weight (g)	Total length (cm)
2011ych	2 ⁺	10	155.4±52.8	25.4±2.3
2012ych	1 ⁺	10	41.73±11.12	15.88±2.6
2013ych	0 ⁺	10	9.08±1.41	6.99±1.01

yc = year class , N=個數 , H= Hatched

表 1-38、臺灣櫻花鉤吻鮭 2014 年 4 月~2014 年 8 月之 SGR 調查表

	年級群	羅葉尾溪 (2014.04~2014.08)	有勝溪 (2014.04~2014.08)
2011yc	2011(2 ⁺)以上	0.00147	0.004713911
2012yc	2012(1 ⁺)	0.000418122	0.000110041
2013yc	2013(0 ⁺)	0.006379403	0.011288556

$$SGR = (\text{Ln}W_{t2} - \text{Ln}W_{t1}) / (t2 - t1)$$

表 1-39、2014 年 2 月~2014 年 10 月羅葉尾溪及有勝溪臺灣櫻花鉤吻鮭平均肥滿度(CF)調查表

放流點 調查時間		羅葉尾溪						有勝溪					
		N	2011yc(2 ⁺)	N	2012yc(1 ⁺)	N	2013yc(0 ⁺)	N	2010yc(2 ⁺) 以上	N	2011yc(1 ⁺)	N	2012yc(0 ⁺)
2 月	肥滿度 (CF)	36	0.009408	49	0.011201	0	-	18	0.010334	10	0.011527	1	0.022758
4 月	肥滿度 (CF)	16	0.010615	11	0.010708	79	0.010864	27	0.011626	8	0.012413	9	0.010887
6 月	肥滿度 (CF)	8	0.00988	3	0.0102	75	0.0111	6	0.01053	3	0.010741	40	0.011359
8 月	肥滿度 (CF)	14	0.009886	16	0.010279	62	0.010123	4	0.010462	9	0.010410	30	0.009666
10 月	肥滿度 (CF)		-		-		-	3	0.011584	5	0.010199	29	0.00818

yc = year class N=個數 - = Not found

表 1-40a、臺灣櫻花鉤吻鮭日成長率 SGR 四變因
(族群 x 地點 x 年級群 x 季節)統計分析總表

Source	DF	Type I ss	Mean Square	F Value	Pr>F
Origin	1	0.00092719	0.00092719	75.84	<.0001
Site	3	0.00176189	0.00058730	48.04	<.0001
Origin*Site	1	0.00002289	0.00002289	1.87	0.1776
Yc	2	0.00910969	0.00455485	372.57	<.0001
Origin*Yc	2	0.00010925	0.00005463	4.47	<.0001
Site*Yc	6	0.00054763	0.00009127	7.47	0.0013
Origin*Site*Yc	2	0.00058835	0.00029418	24.06	<.0001
Season	1	0.00003720	0.00003720	3.04	0.082
Origin*Season	1	0.00056732	0.00056732	46.14	<.0001
Site*Season	3	0.00024714	0.00008238	6.74	<.0001
Origin*Site*Season	1	0.00004710	0.00004710	3.85	0.0524
Yc*Season	2	0.00015327	0.00007664	6.27	0.0016
Origin*Yc*Season	1	0.00000164	0.00000164	0.13	0.9016
Site*Yc*Season	3	0.00005955	0.00001985	1.62	0.0922
Origin*Site*Yc*Season	1	0.00003069	0.00003069	2.51	0.1107

表 1-40b、臺灣櫻花鉤吻鮭日成長率(SGR)四變因
統計分析之族群主效應

Origin	N	Mean	Duncan Grouping
R	780	0.0044341	A
W	1617	0.0031067	B

Origin：族群, R：Released, 歷史溪流放流族群

W：Wild born, 野生新生族群

critical range：

2：0.0002989

表 1-40c、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流日成長率(SGR)四主變因
統計分析之地點主效應

Site	N	Mean	Duncan Grouping
Ha	409	0.005606	A
S	255	0.042946	B
L	1447	0.0030113	C
Y	286	0.0025762	C

Site(放流樣區)：,L:羅葉尾溪 ,Y:有勝溪 ,H：復育場 ,S：司界蘭溪全域

critical range

2 : 0.0004981

3 : 0.0005244

4 : 0.0005421

表 1-40d、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流日成長率(SGR)四主變因
統計分析之年級群主效應

Yc	N	Mean	Duncan Grouping
0 ⁺	550	0.0062285	A
1 ⁺	1122	0.0038739	B
2 ⁺	725	0.0009833	C

Yc 年級族群: 0⁺ : (1-12Age by month)

1⁺ : (13-24 Age by month)

2⁺ : (25-36 Age by month)

critical range:

2 : 0.000358

3 : 0.0003769

表 1-40e、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流日成長率(SGR)四主變因
統計分析之季節主效應

Season	N	Mean	Duncan Grouping
H	1429	0.0039267	A
L	968	0.0029658	B

Season(季節)： HT：高水溫 4 月到 10 月

LT：低水溫季 10 月到隔年 4 月

critical range:

2 : 0.0002854

表 1-41a、臺灣櫻花鉤吻鮭肥滿度(CF)四變因
(族群 x 地點 x 年級群 x 季節)統計分析總表

Source	DF	Type I ss	Mean Square	F Value	Pr>F
Origin	1	0.00004984	0.00004984	66.3	<.0001
Site	3	0.00025571	0.00008524	113.94	<.0001
Origin*Site	1	0.00001395	0.00001395	18.64	<.0001
Yc	2	0.00000387	0.00000194	2.59	0.0755
Origin*Yc	2	0.00005520	0.00002760	36.9	<.0001
Site*Yc	6	0.00015592	0.00002599	34.74	<.0001
Origin*Site*Yc	1	0.00000596	0.00000596	7.97	0.0048
Season	1	0.00000127	0.00000127	1.7	0.1924
Origin*Season	1	0.00000545	0.00000545	7.29	<.0007
Site*Season	3	0.00001608	0.00000536	7.16	0.1651
Origin*Site*Season	1	0	0	0	0.9527
Yc*Season	2	0.00002143	0.00001072	14.33	<.0001
Origin*Yc*Season	2	0.00000021	0.00000011	0.14	<.0001
Site*Yc*Season	6	0.00006647	0.00001108	14.81	<.0001
Origin*Site*Yc*Season	0	0			

表 1-41b、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流肥滿度(CF)四變因
統計分析之族群主效應

Origin	N	Mean	Duncan Grouping
W	1368	0.01041910	A
R	1172	0.01013809	B

Origin：族群, R：Released, 歷史溪流放流族群

W：Wild born, 野生新生族群

critical range:

2：0.00006751

表 1-41c、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族肥滿度(CF)四變因
統計分析之地點主效應

Site	N	Mean	Duncan Grouping
Ha	370	0.01079745	A
Y	310	0.01058406	B
L	1555	0.01016562	C
S	305	0.01000494	D

Site:放流樣區 ,L:羅葉尾溪 ,Y:有勝溪, Ha：復育場, S:司界蘭溪全域

critical range：

2：0.000119

3：0.0001253

4：0.0001295

表 1-41d、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族肥滿度(CF)四變因
統計分析之地點主效應

Yc	N	Mean	Duncan Grouping
1 ⁺	1177	0.01034807	A
0 ⁺	832	0.01026775	B
2 ⁺	531	0.01019346	B

Yc 年級族群: 0⁺ : (1-12Age by month)

1⁺ : (13-24 Age by month)

2⁺ : (25-36 Age by month)

critical range:

2 : 0.00008687

3 : 0.00009146

表 1-41e、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流歷史溪流族肥滿度(CF)四變因
統計分析之季節主效應

Season	N	Mean	Duncan Grouping
L	1263	0.01029016	A
H	1277	0.01028873	A

Season(季節) : HT : 高水溫 4 月到 10 月

LT : 低水溫季 10 月到隔年 4 月

critical range :

2 : 0.00006731

表 1-42、鮭魚每年 2 月至 8 月，有勝溪鮭魚總生物量

	2010	2011	2012	2013	2014
2014.02	0	0	1.6	2.5	1.47
2014.08	0	19.3	16.0	11.0	35.8

(單位：公斤)

表 1-43、鮭魚歷年調查八月之總生物量

	司界蘭溪第二野溪	有勝溪	羅葉尾溪	有勝溪+羅葉尾溪
2010	1.44	0	10.75	10.76
2011	1.1	19.3	23.37	42.7
2012	0.58	16.0	24.0	40.0
2013	0.0	11.0	29.3	40.3
2014	0.0	36	89	125

(單位：公斤)

台灣櫻花鉤吻鮭歷史分布

1917-1941: 遍及松茂以上大甲溪流域(Kano, 1940)



1960-1970: 分布於司界蘭溪、七家灣溪及高山溪



1984-: 僅剩七家灣溪及高山溪(林等, 1988)

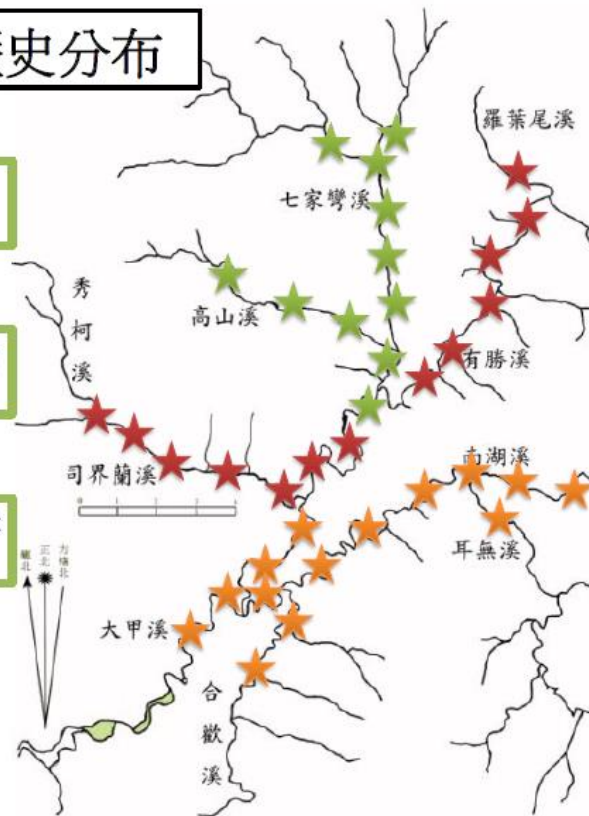
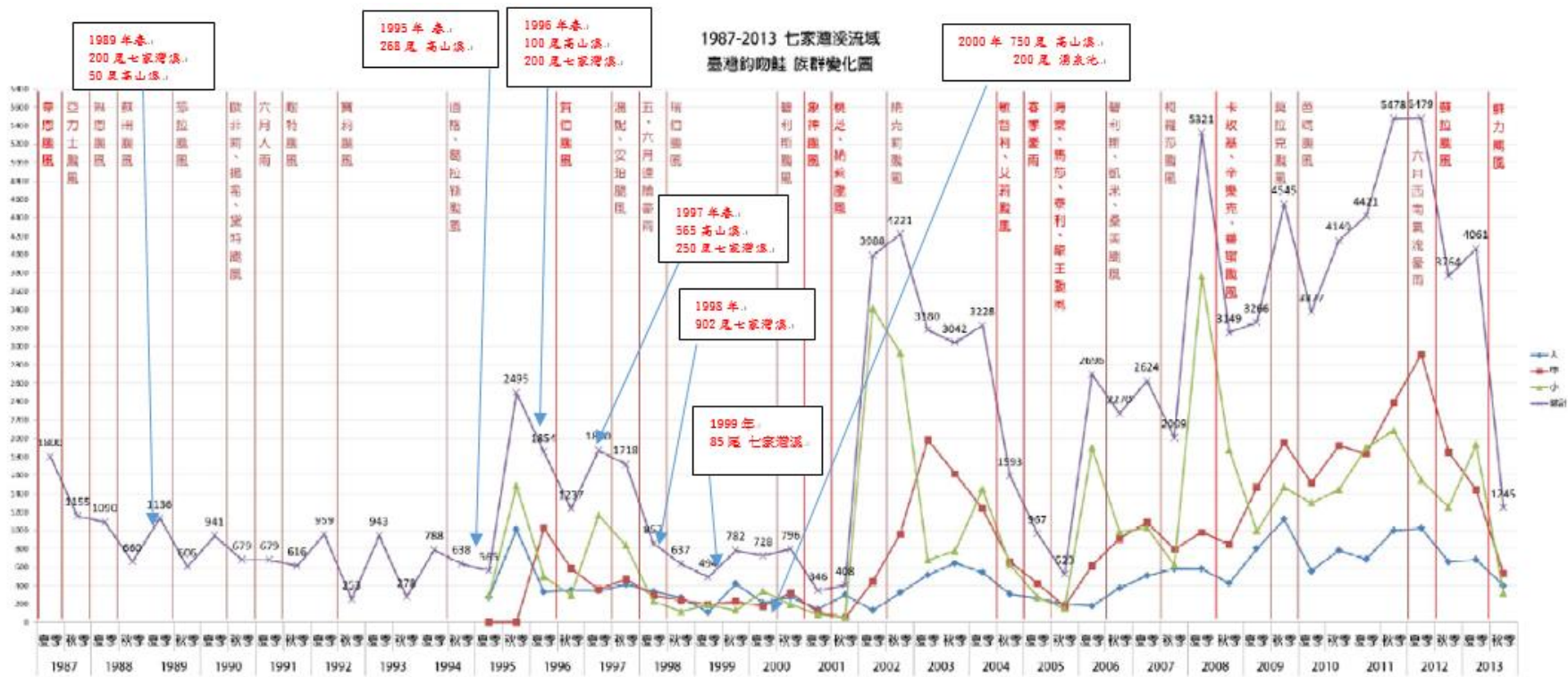


圖 1-1、臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)1917-2006 歷史分佈圖

Fig. 1-1. The historical distribution of Taiwan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) 1917-2006



圖：1987年至2013年武陵地區臺灣櫻花鈎吻鮭族群數量年度變化與重大天災圖
資料來源：武陵地區溪流生態系復育監測與研究成果報告 曾晴賢

圖 1-2、1987 年至 2013 年武陵地區鮭魚數量調查

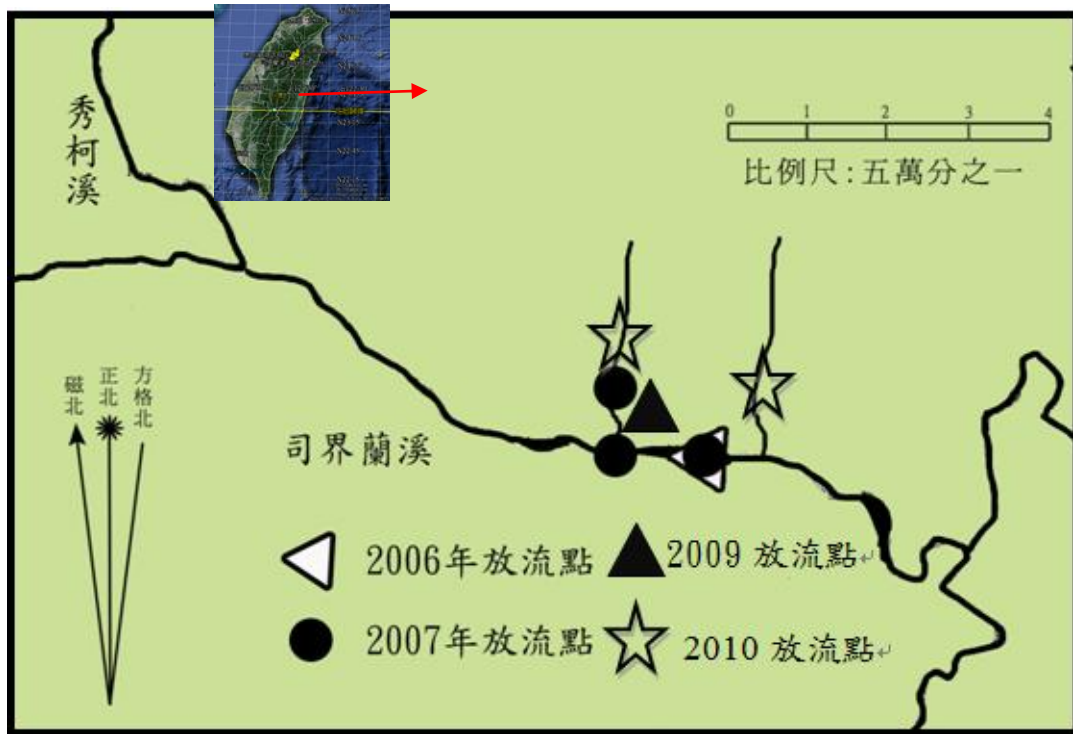


圖 1-3、 司界蘭溪 2006 - 2010 放流地點 (N 24°11 '24.00 "E 121°9 '35.99 ")
 Fig.1-3. The released sites of Su-Jie-Lan creek (a historical habitat for Taiwan landlocked salmon) (2006 – 2010) (N 24°11 '24.00 "E 121°9 '35.99 ")

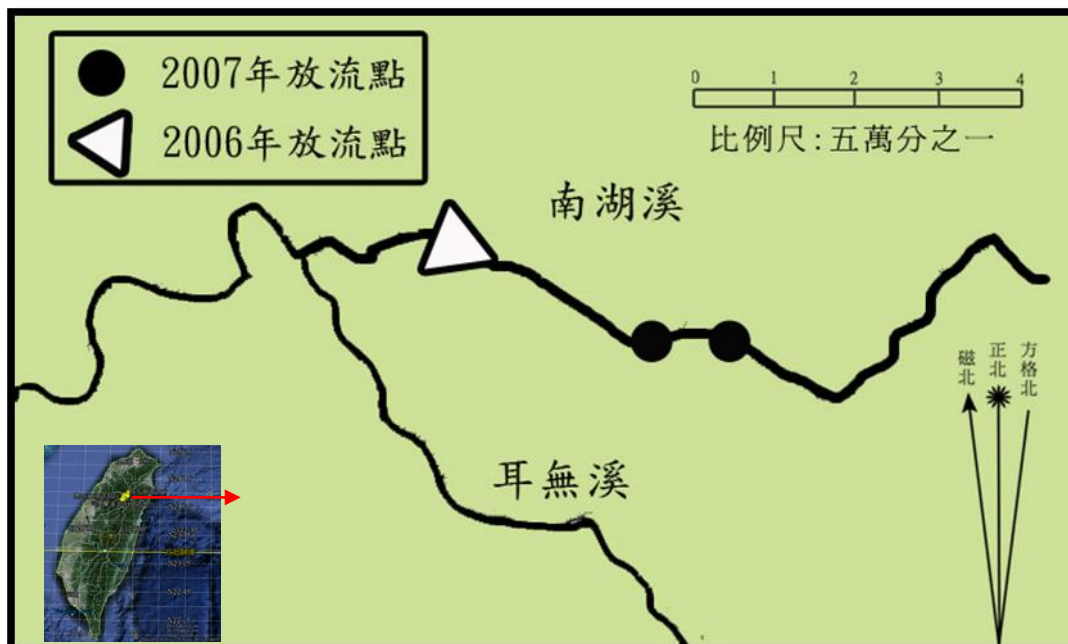


圖 1-4、 南湖溪放流地點 2006 - 2007 (N 24°19'37.00 "E 121°19 '46.00 ")
 Fig. 1-4. The released sites of Nan-Hu creek (a historical habitat for Taiwan landlocked salmon) 2006 – 2007 (N 24°19'37.00 "E 121°19 '46.00 ")

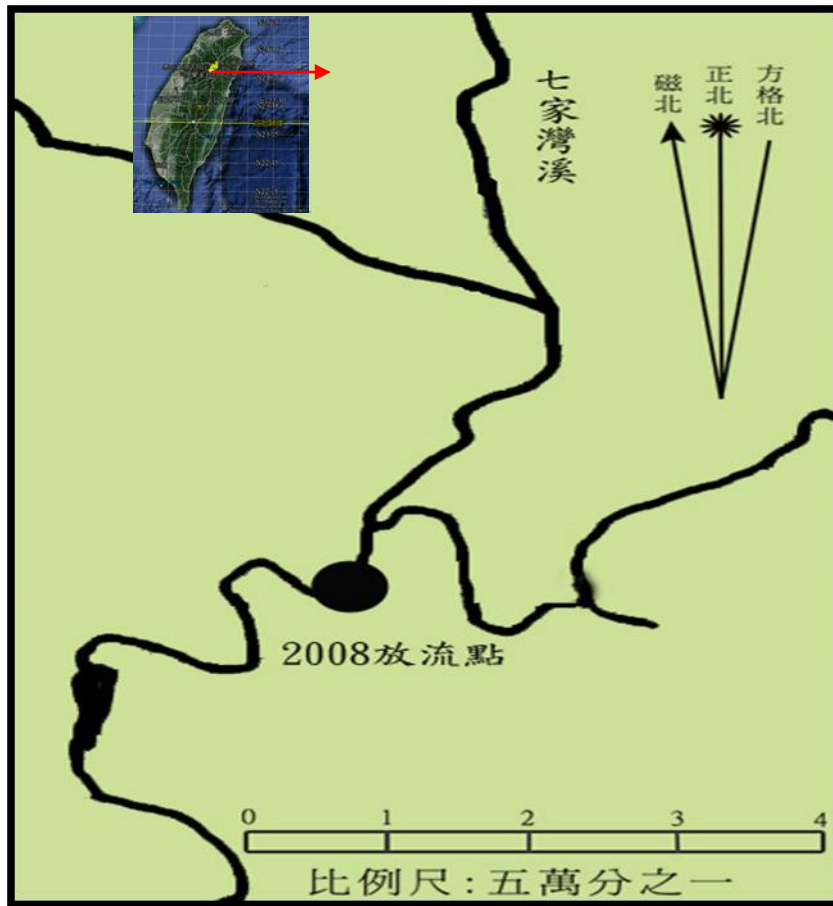


圖 1-5、 臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流 - 伊卡丸溪放流地點 2008
(N 24°11 '24.00 "E 121°10 '12.00 ")

Fig. 1-5. The released site of I-Ka-Wan creek (a historical habitat for Taiwan landlocked salmon) in 2008 (N 24°11 '24.00 "E 121°10 '12.00 ")



圖 1-6、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流羅葉尾溪放流地點 2009 - 2010 年
(N 24°13'48.00 "E 121°12'1.02 ")

Fig. 1-6. The released sites of Lo-Ye-Wei creek (a historical habitat for Taiwan landlocked salmon), 2009 - 2010 (N 24°13'48.00 "E 121°12'1.02 ")

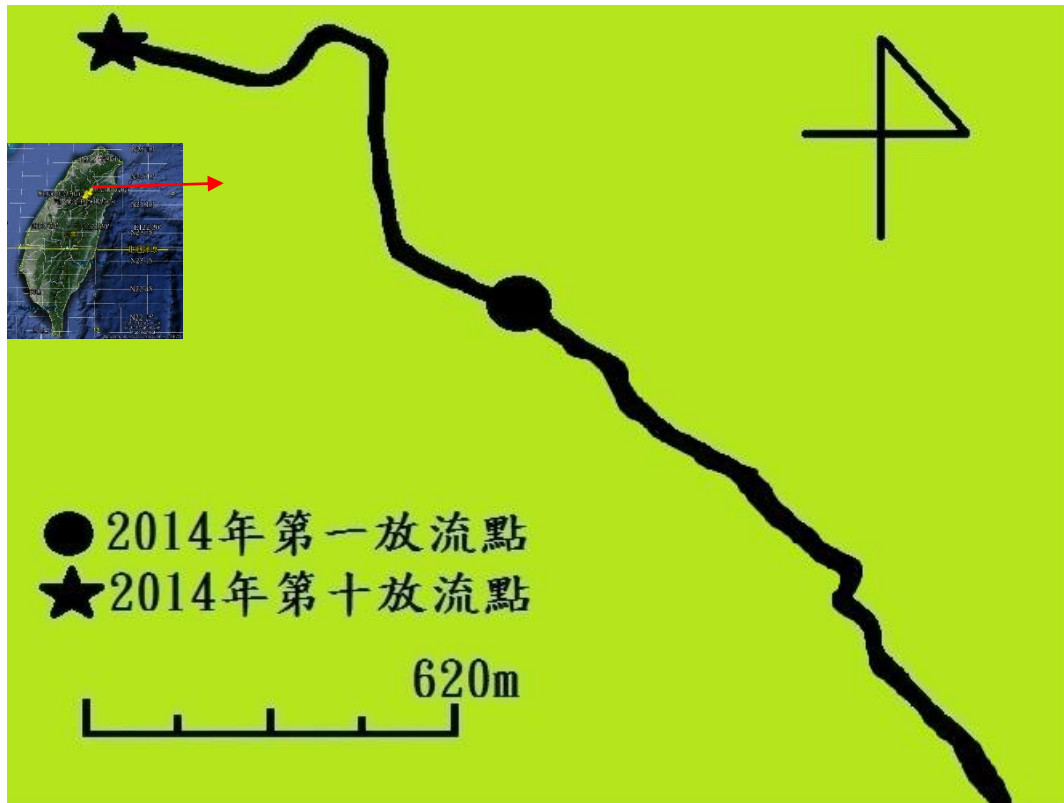


圖 1-7、臺灣櫻花鉤吻鮭域外溪流樂山溪放流地點 2011–2014

(N 24°19'40.97 "E 121°15'47.87 ")

Fig. 1-7. The released sites of Der-Shan creek (not a historical habitat for Taiwan landlocked salmon) 2011–2014

(N 24°19'40.97 "E 121°15'47.87 ")

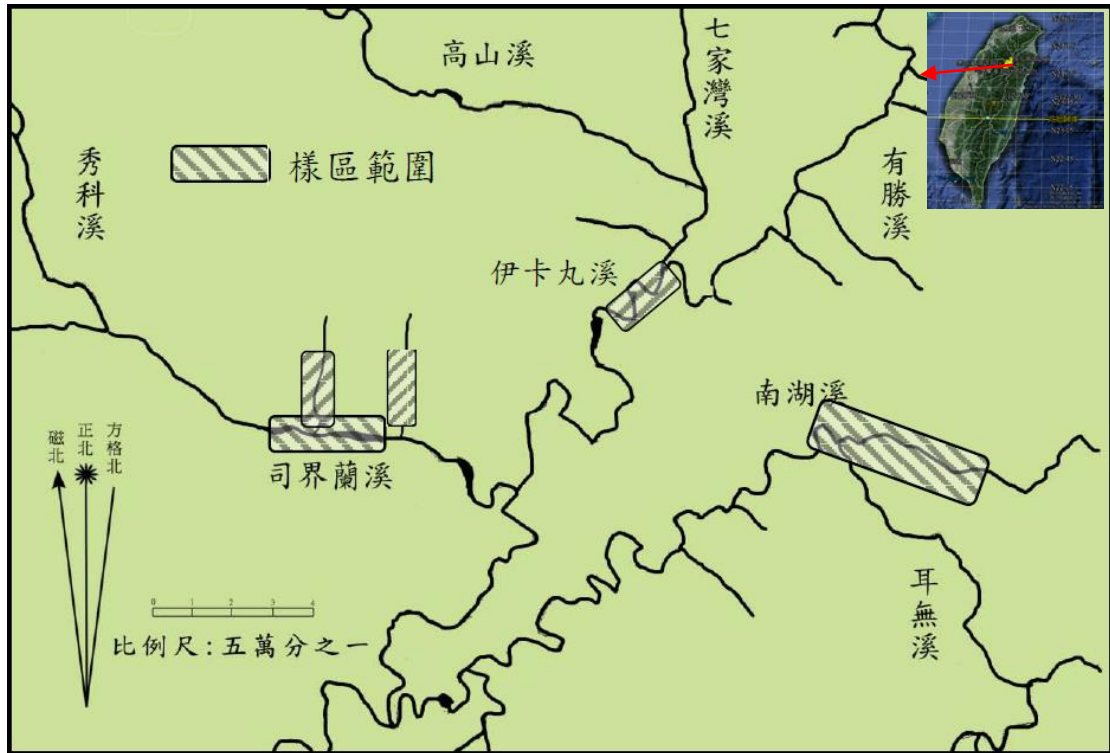


圖 1-8、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流調查樣區：

南湖溪(N 24°19'40.0 "E 121°20'09 ")

司界蘭溪二支流：

第一野溪(N 24°19'15.2 "E 121°17'1.7 ")

第二野溪(N 24°19'47.6 "E 121°16'8.6 ")

伊卡丸溪 (N : 24°19'48.10 "E : 121°17'46.3 ")

Fig. 1-8. Investigation and sampling area of historical habitats: Nan-Hu creek (N 24°19'40.0 "E 121°20'09 "), Su-Jie-Lan creek – Two branches:

Gon-garmin (N 24°19'15.2 "E 121°17'1.7 ")

Gon-bkuli (N 24°19'47.6 "E 121°16'8.6 ") and

I-Ka-wan creek (N : 24°19'48.10 "E : 121°17'46.3 ")



圖 1-9、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流羅葉尾溪調查樣區 (N 24°13'48.00 "E 121°12'1.02 ")

Fig. 1-9. The investigation and sampling area of Lo-Ye-Wei creek (a historical habitat for Taiwan landlocked salmon) (N 24°13'48.00 "E 121°12'1.02 ")

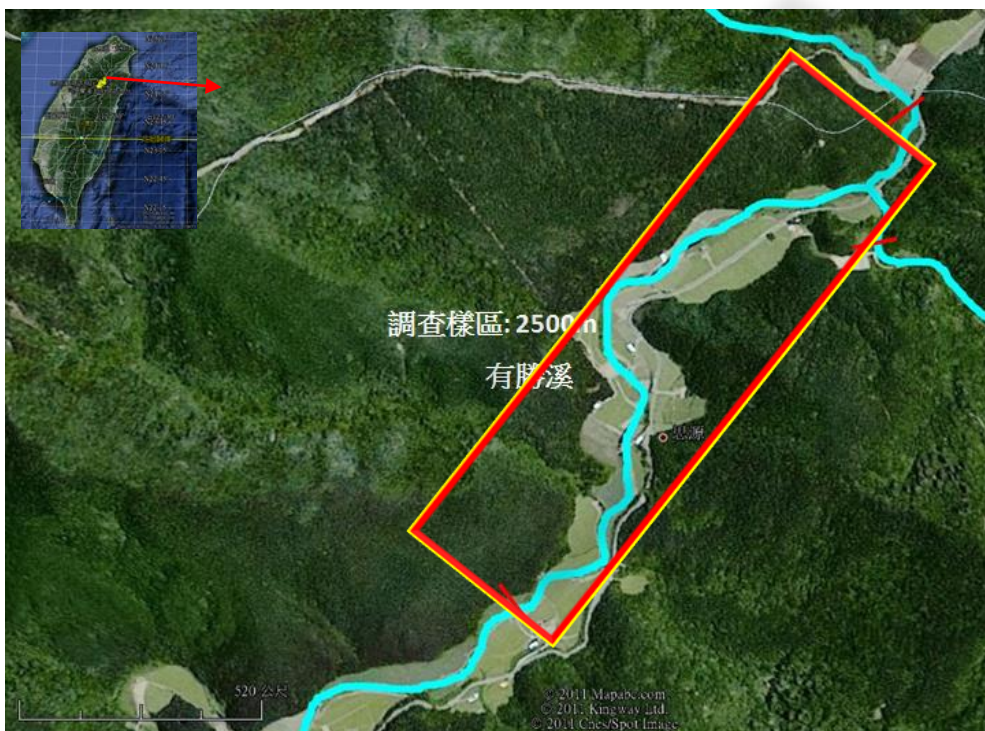


圖 1-10、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流有勝溪樣區(N 24°21'5.8 "E 121°19'21.3 ")

Fig. 1-10. The investigation and sampling area of Yu-Sheng creek (a historical habitat for Taiwan landlocked salmon). (N 24°21'5.8 "E 121°19'21.3 ")



圖 1-11、 臺灣櫻花鉤吻鮭溪流調查樣區-樂山溪($N 24^{\circ}17'27.60''E 121^{\circ}14'58.68''$)
 Fig. 1-11. The investigation and sampling area of Le-Shan creek (not a historical habitat for Taiwan landlocked salmon) ($N 24^{\circ}17'27.60''E 121^{\circ}14'58.68''$)



圖 1-12、司界蘭溪主流(2014 年 8 月)
 Fig. 1-12. The main stream of Su-Jie-Lan creek (Aug. 2014)



圖 1-13、司界蘭溪第一野溪(2014 年 8 月)

Fig. 1-13. The *gon-garmin* branch of Su-Jie-Lan creek (Aug. 2014)



圖 1-14、司界蘭溪第二野溪(2014 年 8 月)

Fig. 1-14. The *gon-bkuli* branch of Su-Jie-Lan creek (Aug. 2014)



圖 1-15、南湖溪環境變化比較：大圖(2010年8月)、小圖(2006年8月)

Fig. 1-15. Environmental succession of Nan-Hu creek: Whole picture (Aug. 2010) vs. small picture (Aug. 2006)

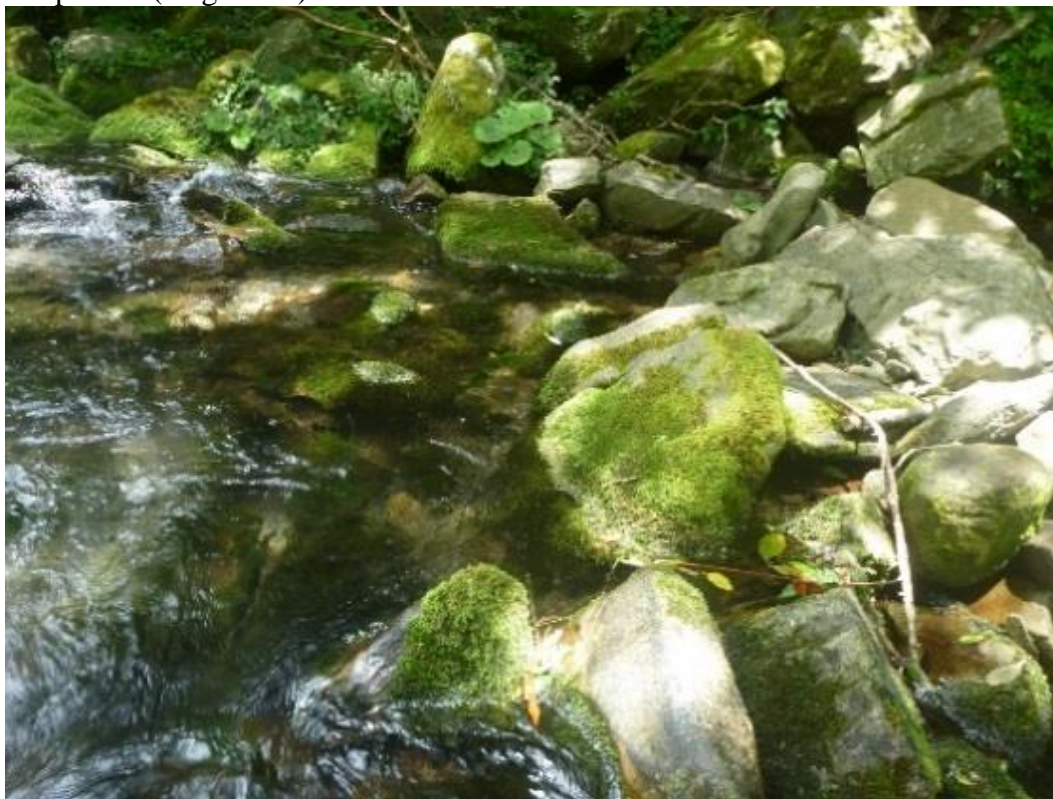


圖 1-16、羅葉尾溪(2014年八月)

Fig. 1-16. Lo-Ye-Wei creek (Aug. 2014)



圖 1-17 有勝溪 (2014 年 8 月)

Fig. 1-17. Yu-Sheng creek (Aug. 2014)



圖 1-18、樂山溪(2014 年 8 月)

Fig. 1-18. Le-Shan creek (Aug. 2014)

放流族群變化 2006-2009

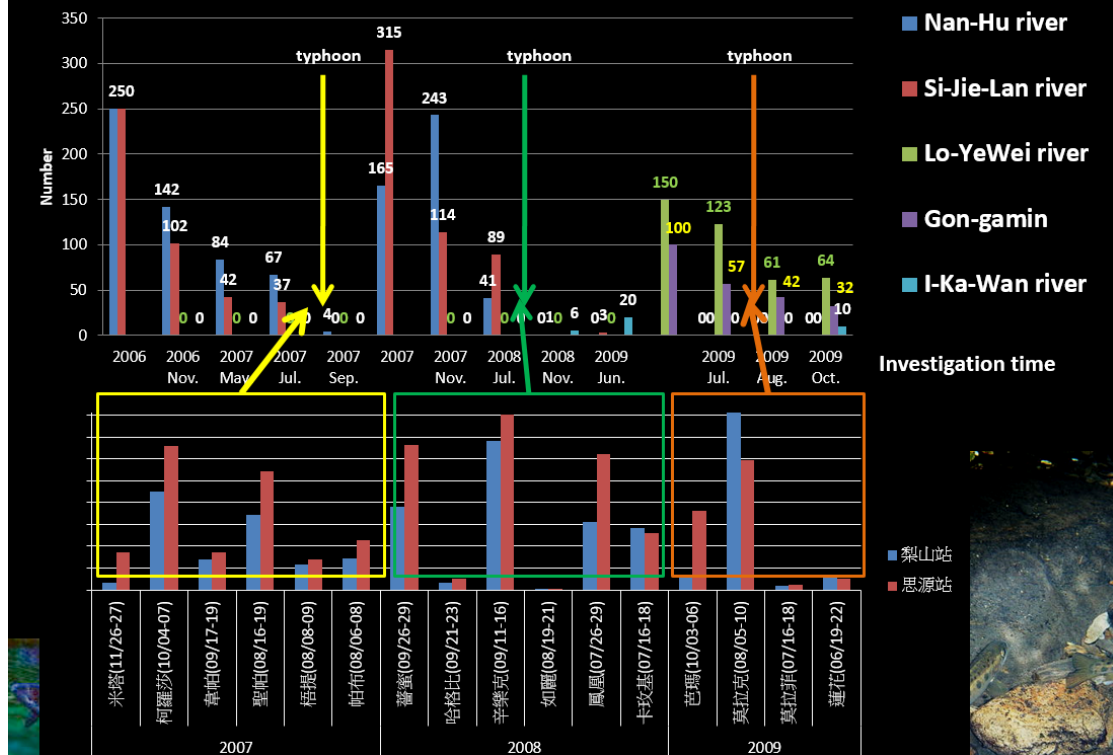


圖 1-19、連續颱風對各個歷史溪流放流後鮭魚族群的影響 2006 年至 2009 年
 Fig. 1-19 Comparisons on the population dynamics of those reintroduced Taiwan landlocked salmon released to various historical habitat creeks by continuous typhoon attacks through 2006 to 2009

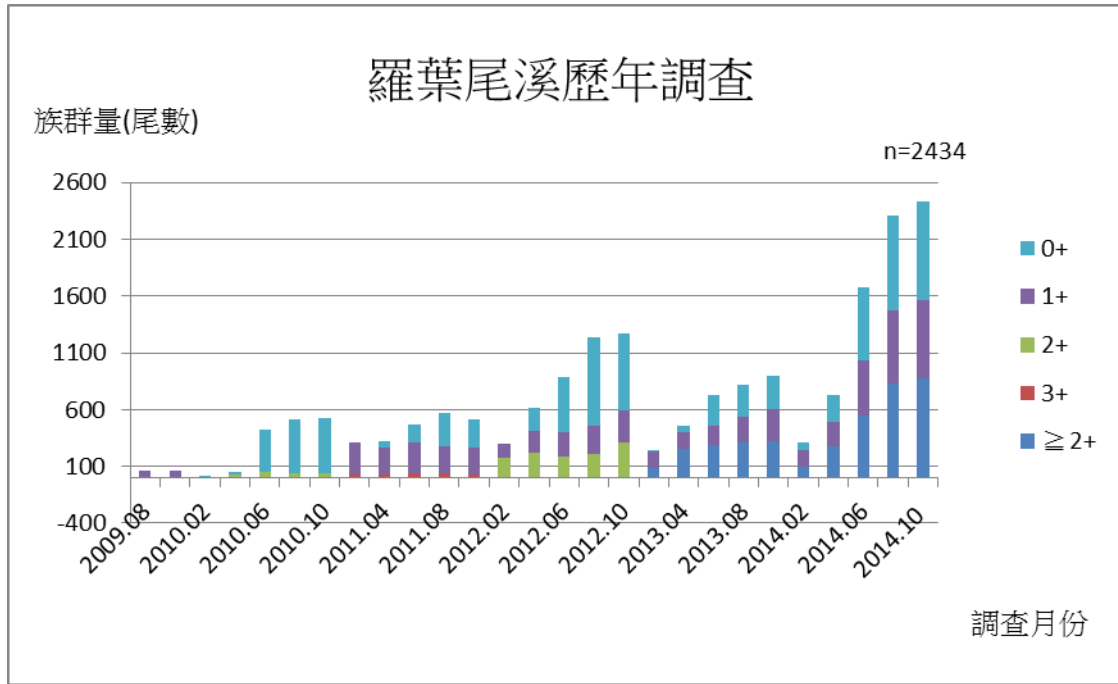


圖 1-20、羅葉尾溪區段臺灣陸封鮭魚族群結構(2009 - 2014)

Fig. 1-20. Population structure of Taiwan landlocked salmon in the Lo-Ye-Wei creek census segment (2009 – 2014)

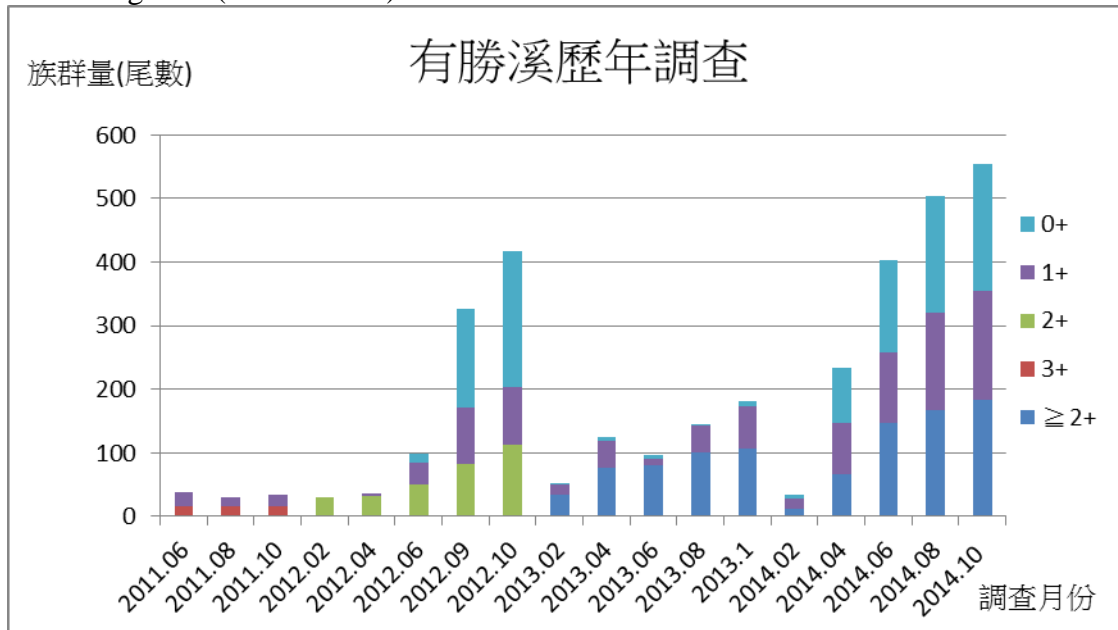


圖 1-21、有勝溪區段臺灣陸封鮭魚族群結構(2011 - 2014)

Fig. 1-21. Population structure of Taiwan landlocked salmon in the Yu-Sheng creek census segment (2009 – 2014)

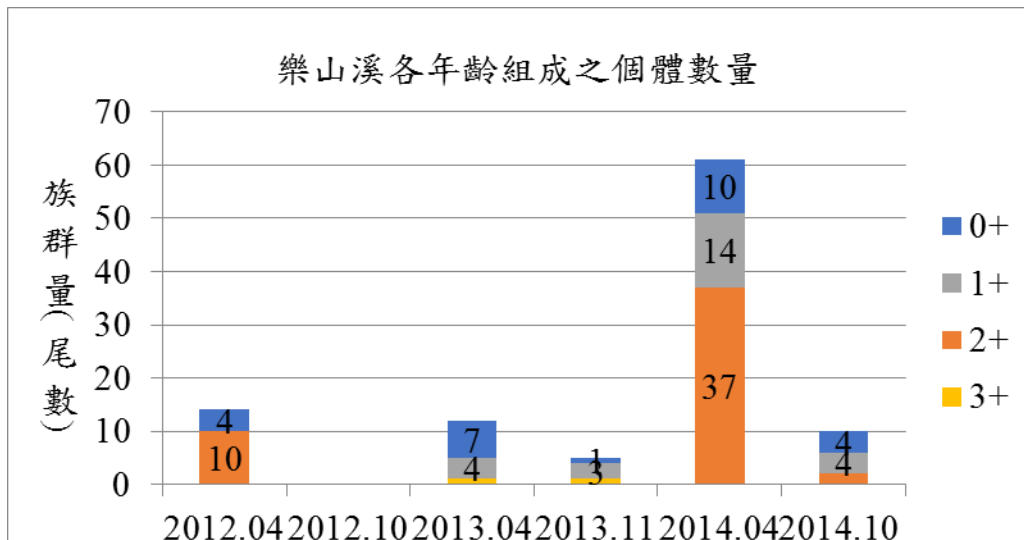


圖 1-22、樂山溪調查區段臺灣陸封鮭魚族群結構 (2012 年 4 月 - 2014 年 10 月)
 Fig. 1-22. Population structure of Taiwan landlocked salmon in the Der-Shan creek census segment (Apr. 2012 – Oc. 2014)

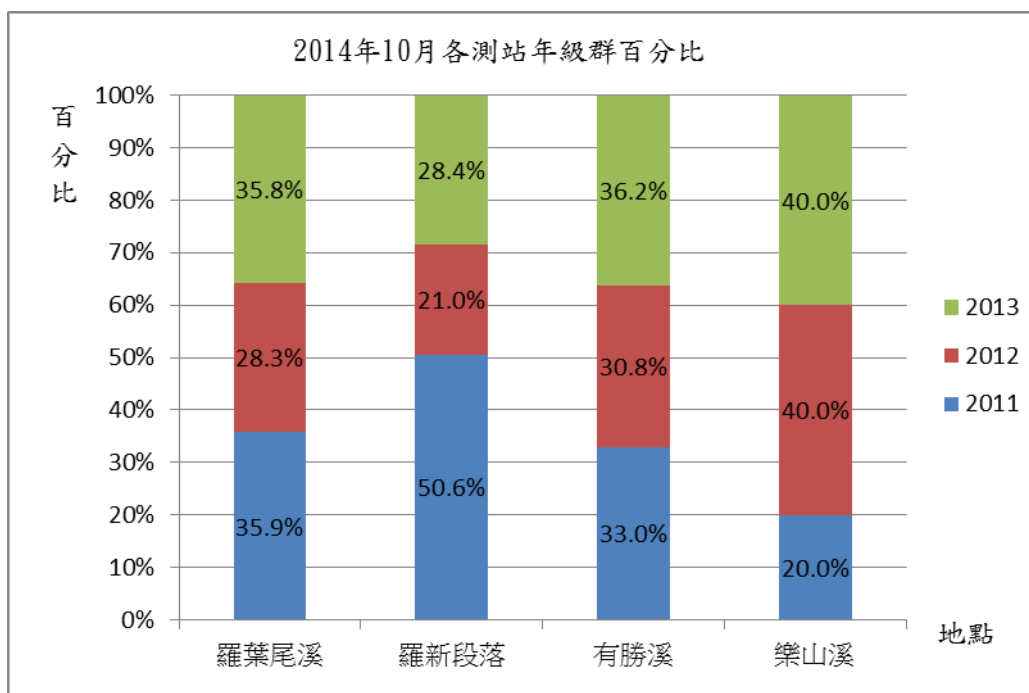


圖 1-23、羅葉尾溪、羅新段落(羅葉尾溪瀑布至上游延伸 400 公尺)、有勝溪、樂山溪調查區段之臺灣陸封鮭魚族群結構(年及群百分比) (2014 年 10 月)
 Fig. 1-23. Population structure (year class %) of Taiwan landlocked salmon at different census segments of Lo-Ye-Wei, Lo-Ye-Wei New Segment (Started from the old census upper stream end at a 2 m fall extended 400 meters upstream), Yu-Sheng creek and Der-shan creek.

第二章 水棲昆蟲研究

摘要

關鍵詞：水棲昆蟲，快速生物評估法 II，多樣性指數、溪流

一、研究緣起

臺灣櫻花鉤吻鮭以溪流中的水棲昆蟲為主要的食物來源，因此水棲昆蟲的種類及數量對臺灣櫻花鉤吻鮭的成長繁殖具有重要意義。此外由於水棲昆蟲種類與數量繁多且不同種類可反映出環境差異與變化，十分適合作為水質變化與集水區經營管理績效之指標。本研究目的在於調查臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流羅葉尾溪、司界蘭溪及樂山溪之水棲昆蟲種類數量變化並對其進行監測，同時將針對具有潛力的司界蘭溪主流(預定放流地)進行水棲昆蟲相的調查且與武陵地區參考站(有勝溪收費口、司界蘭溪主流上下游、觀魚台測站及高山溪測站)相比較，期望有助於鮭魚溪流放流評估之參考與依據。

二、研究方法及過程

建立臺灣櫻花鉤吻鮭之歷史棲地溪流及預定放流地之水棲昆蟲相生態資料庫。利用生物量、多樣性指數、快速生物評估法 II (RBPII) 指數、多元尺度分析(Non-metric multidimensional scaling, MDS) 監測各測站水棲昆蟲群聚及並加以評估棲地變化，以作為集水區經營管理之參考指標。

三、重要發現

2013年2月到10月羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有67分類群(Taxa)，分屬於6目或42科；2013年2月及10月司界蘭溪共計有51分類群(Taxa)，分屬於5目或29科；2013年4月及11月樂山溪47分類群(Taxa)，分屬於5目或28科。2014年2月到10月羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有60分類群(Taxa)，分屬於6目或36科；2014年2月及10月司界蘭溪共計有37分類群(Taxa)，分屬於5目或21科；2014年4月及10月樂山溪41分類群(Taxa)，分屬於5目或23科。水棲昆蟲豐度及生物量以年初為高峰。各測站之多樣性指數大多數都介於武陵地區參考站變化

區間內。快速生物評估法Ⅱ評估結果顯示羅葉尾溪及有勝溪棲地在無損害與中度損害之間。MDS分析顯示出歷史溪流羅葉尾溪放流點測站、司界蘭溪及樂山溪與武陵溪流七家灣溪及高山溪的群聚結構較相近，而有勝溪各測站的群聚結構則自成另一類群。

Abstract

During the year 2013, we have collected 67 taxa of aquatic insects belonging to 6 orders or 42 families in Lo-Ye-Wei and Yousheng stream, 51 taxa of aquatic insects belonging to 5 orders or 29 families in Si-Jie-Lan stream, and 47 taxa of aquatic insects belonging to 5 orders or 28 families in Le-Shan stream. During the year 2014, we have collected 60 taxa of aquatic insects belonging to 6 orders or 36 families in Lo-Ye-Wei and Yousheng stream, 37 taxa of aquatic insects belonging to 5 orders or 21 families in Si-Jie-Lan stream, and 41 taxa of aquatic insects belonging to 5 orders or 23 families in Le-Shan stream. We found that abundance and biomass peaks of aquatic insects appeared in February. Shannon-Wiener's index at these sites usually fell in a range of the index at reference sites of the Wuling area. Habitat quality of these sites was assayed by RBPII, and the habitats were between non-impaired and moderately impaired. While using the MDS plot to show the composition similarities among site-time samples, the plot indicated that the community structure in Yousheng stream was less similar to the reference sites with good habitat quality.

Key words: aquatic insects, RBPII, diversity index, stream.

一、前言(文獻回顧及目的)

臺灣櫻花鉤吻鮭是位處亞熱帶的臺灣所特有的冷水性魚類，因其生物地理與陸封特性，自發現以來即受到官方與學界的重視並享有「天然紀念物」與「國寶魚」的殊榮。由於受到氣候與環境改變，其生育地與族群規模卻日益減少，目前面臨滅絕的危機。所幸官方與學界很早就注意到國寶魚所處窘境，積極投入研究保育並已有豐富的成果彙整（農委會等，2000；汪，2000；雪霸公園，2000）。

就以臺灣櫻花鉤吻鮭為主軸的水生昆蟲研究來說，最早為上野（1937）對 12 尾臺灣櫻花鉤吻鮭胃內容物所作調查，其中 96% 為昆蟲，水生昆蟲更佔 74%。由於水生昆蟲是臺灣櫻花鉤吻鮭最主要營養來源，是相當重要的棲地因子，因此在農委會與雪霸國家公園等單位支持下，陸續有對武陵地區水生昆蟲相與相關生態的研究報告（黃，1987；楊等，1986；楊及謝，2000）。綜合過去前人多年研究成果，武陵地區水棲昆蟲種類仍相當豐富，約有 6 目 40 至 60 物種 (Taxa or 形態種)，主要種類為四節蜉蝣科（約佔總隻數 25~30%）、扁蜉蝣科（約佔總隻數 10%）、沼石蛾科（約佔總隻數 10%）、流石蛾科（約佔總隻數 5%）、網石蛾科（約佔總隻數 3%）、長角石蛾科（約佔總隻數 3%）及搖蚊科（約佔總隻數 10~15%）。其中屬於水質優良的指標物種比率仍高，Hilsenhoff's 科級生物指數 (FBI) (Hilsenhoff, 1988) 約在 3.2~4.0，多屬於 7 等水質評價之前二等，即水質為特優 (Excellent) 到非常好 (Very good) 的評價(黃，1987；楊等，1986；楊及謝，2000)。雖然楊及謝 (2000) 報導 1985-1986 及 1995-1996 兩個年度，在 10 年間水生昆蟲數量下降約至原有之半。惟此結果是否足以代表棲地逐年劣化趨勢 (Trend) 或僅為個別年度差異而已，實有賴於長期的監測調查，如此可增加統計可信度外並對颱風或人為干擾事件影響有更佳的診斷。

過去十年武陵地區水棲昆蟲物種數逐年微量增加。2003 年調查水生昆蟲

有 6 目 27 科 35 屬 46 種 (Taxa) (郭, 2003; 郭等, 2004); 2004 年有 6 目 27 科 43 種(郭, 2004); 2005 年有 6 目 26 科 45 種(郭, 2005); 2006 年有 6 目 28 科 45 種(郭, 2006); 2007 年有 6 目 29 科 48 種(郭, 2007); 2008 年有 6 目 32 科 52 種(郭, 2008); 2009 年有 5 目 32 科 59 種(郭, 2009); 2010 年有 6 目 37 科 64 種(郭, 2010); 2011 年有 6 目 37 科 67 物種(Taxa)(郭, 2011); 2012 年有 5 目 38 科 63 物種(Taxa)(郭, 2012)。楊等 (1986) 以形態種 (morphological species) 鑑定有 6 目 31 科 61 物種, 之後 Shieh 及 Yang (2000) 以分類單元 (Taxa) 歸類整理 1995-1986 年及 1995-1996 年而其中數種形態種合併為複合種, 共記錄 6 目 27 科 39 屬 40 物種。水棲昆蟲群聚組成以蜉蝣目約佔 64.39% 為最多, 其次為雙翅目佔 23.26% (郭, 2003)。各月份所採獲水生昆蟲數量以 4 月、6 月及 9 月有較低之勢(郭, 2003)。由連續 7 年數據看出, 生物量以每年的 1、2 月為高峰。羽化數量及種類於 1 月到 4 月都為上升變化, 10 月達最低。各測站之多樣性指數於各年變化區間相似, 快速生物評估法 II 評估武陵地區棲地維持在無損害與中度損害之間, 以有勝溪測站為最低。觀魚台測站 2006 年至 2010 年之 Shannon- Wiener's index 及 RBPII 數值波動上下限區間範圍已較以往(2003 年至 2006 年)有提升的現象, 以及於 2010 年回復監測之二號壩測站(農業區旁), 其 Shannon- Wiener's index 也較過往為高, 表示其多樣性變高及棲地評地變優, 農地回收政策已具有成效(郭, 2010)。

司界蘭溪水棲昆蟲調查, 2005 年有 4 目 6 科 12 種(郭, 2005), 2006 年有 6 目 16 科 29 種(郭, 2006), 2007 年有 5 目 16 科 28 種(郭, 2007), 2008 年有 5 目 19 科 33 種(郭, 2008), 2009 年有 5 目 17 科 31 種(郭, 2009), 2010 年有 5 目 18 科 25 種(郭, 2010), 2011 年 6 目 36 科 58 種 (郭, 2011b)。快速生物評估法 II 評估武陵地區棲地維持在無損害與中度損害之間, 且司界蘭溪棲地評比上游優於下游(郭, 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011a)。

南湖溪 2008 年調查水棲昆蟲有 5 目 28 科 47 物種(Taxa)。各測站的豐

度變化以 7 月份之採樣為最高(郭, 2008), 而 2009 年採樣調查水棲昆蟲共計有 5 目 24 科 43 種(Taxa), 水棲昆蟲豐度以 2 月份為最高且與 2008 年各測站豐度變化並不一致。2008 年、2009 年各測站之 Shannon-Wiener's 指數值為 1.25~2.5 之間, 介於武陵地區參考站變化區間內。快速生物評估法 II 評估南湖溪棲地於 2008 年至 2009 年則在無損害與中度損害之間。MDS 分析顯示南湖溪各測站和武陵地區優良參考站的群聚結構相近(郭, 2009)。

羅葉尾溪及有勝溪 2010 年採樣調查水棲昆蟲共計有 6 目 41 科 68 種(Taxa)。各站的豐度高峰水準與觀魚台測站相似, 不過中大型食餌卻低於觀魚台測站。各測站之多樣性指數大多數都介於武陵地區參考站變化區間內。快速生物評估法 II 評估結果顯示羅葉尾溪及有勝溪棲地在無損害與中度損害之間。MDS 分析顯示僅放流點測站和武陵地區優良參考站(高山溪測站)的群聚結構較相近(郭, 2010)。2011 年羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有 6 目 39 科 64 種(Taxa); 2011 年伊卡丸溪 6 目 19 科 34 種(Taxa)(表 3-3); 2011 年 10 月樂山溪 6 目 25 科 40 種(Taxa)(郭, 2011b)。

整合同時間(2011 及 2012 年)來武陵地區、司界蘭溪、有勝溪與伊卡丸溪水棲昆蟲對能量的利用情形, 發現水棲昆蟲 5 個取食功能群之群聚組成都存在, 七家灣溪、高山溪、羅葉尾溪、司界蘭溪(下游除外)及樂山溪皆以採食者(27~46%)、捕食者(13~27%)及刮食者(21~45%)這 3 個取食功能群之群聚組成相近或均等為主, 採食者及碎食者之組成佔 2~8%。伊卡丸溪則以濾食者為主(56%), 其次為採食者(25%), 其他取食功能群例如捕食者僅佔 5%、刮食者佔 13%、碎食者佔 1%, 且相較於上述溪流明顯較低。有勝溪的 4 測站則以採食者(68~74%)為優勢取食功能群, 其他取食功能群之組成大多在 10% 以下, 僅收費站之捕食者佔 12%、南湖登山口之刮食者佔 17% 例外, 不同於其他溪流(郭, 2012)。

二、 材料與方法

有勝溪發源於雪山山脈桃山稜線的羅葉尾山東側，經思源啞口後在武陵農場與七家灣溪匯流，流入大甲溪，有勝溪全長 10.5 公里，上游之羅葉尾溪全長約 4 公里，過去曾經是櫻花鉤吻鮭生存的溪流，因此本研究計畫之歷史溪流有 4 個樣站，如圖 2-1 所示，包括羅葉尾溪放流點(測站#201)，南湖登山口(測站#202)，勝光(測站#203)，有勝溪下游(測站#204)，等四個測站。潛在放流點有 2 個樣站：樂山溪(測站#302)及司界蘭溪主流測站(測站#303)。比較樣站有 5 個樣站：包括七家灣溪的觀魚台測站(測站#4)、高山溪測站(測站#8)、有勝溪收費口(測站#9)及司界蘭溪主流上下游(測站#10、測站#11)(圖 2-1)。

羅葉尾溪測站為有勝溪四個測站中最接近上游之測站。河道寬約 5 公尺。溪流型態較崎嶇深淺不一，且溪流底質粒徑多樣，可見淺流、淺瀨亦有部份深潭。該測站區段之濱岸植物生長茂盛並遮蔽部分河道，因此河道之日照稀疏。

南湖登山口測站位於羅葉尾溪測站下游之思源啞口。溪流型態、底質、寬度與羅葉尾溪測站相似，但較為平緩。濱岸植坡茂密但多屬草本科植物等較低矮類型植物，使得河道受遮蔽部分相較為少。

勝光測站位於南湖登山口測站之下游。溪流型態平緩且深淺較為均一，河道一側為山壁，植物生長茂盛因此遮蔽部分日照；另一側則植被稀疏，該側河道沿岸大部分裸露於日照之下。距岸邊約 50 公尺處仍有種植高麗菜等農業活動進行。

有勝溪下游測站為四個測站中最下游之測站。溪流型態與勝光測站相似但濱岸植物較為稀疏，河道及沿岸皆暴露於日照下。距該測站上游約 400 公尺處亦有農業活動。

樂山溪測站位於大甲溪匯流口上溯約 2.5 公里處，溪流兩岸皆為植被茂盛之陡峭山坡。河道中分布各種大小之石塊與木質殘材形成多種棲地類型，亦分布多處深潭。

司界蘭溪測站位於大甲溪上游環山之西北方。溪流流速快且底質類型與粒徑多樣以致深淺不一。河道濱岸植物茂盛但集中於一側，另一側則滿布大小不一之砂石與枯枝落葉。

除了司界蘭溪於 2 月及 10 月、樂山溪於 4 月及 11 月，各樣站於 2 月、4 月、6 月及 10 月在 50 公尺範圍內以定面積之舒伯氏水網 (Surber sampler)(網框面積 30.48 x 30.48 cm，網目大小為 250 μ m) 在河域中採樣一次，每一樣點重複取樣六次。將採獲之水棲昆蟲以水盤承接並置入 70~75% 酒精中，攜回實驗室並使用分類檢索資料以鑑定出分類群 (Taxa) (Kang, 1993; Kawai & Tanida, 2005; Merritt *et al.*, 2008)。

參考臺灣鉤吻鮭的食性分析(郭，2008)，將整個水棲昆蟲類群可能的中大型食餌，包含蜉蝣目(蜉蝣科、扁蜉蝣科)、毛翅目(長鬚石蛾科、流石蛾科、網石蛾科、弓石蛾科)、積翅目(石蠅科)及雙翅目(大蚊科)等 4 目 8 科水棲昆蟲數量加總計算並以時間動態呈現其變化。

各測站昆蟲之分類群及數量輸入統計軟體 PRIMER 6 進行 Shannon-Wiener's index 分析多樣性(Ludwing & Reynolds, 1988; Krebs, 1999; Clarke and Gorley, 2006)。

以快速生物評估法 II (Rapid Bioassessment Protocol II, RBP II) 作為棲地評價標準，以武陵地區之高山溪為無干擾參考站，並與武陵地區之三參考站(觀魚台測站、高山溪測站、有勝溪測站)相比較，依據和無干擾參考站之相對分數範圍評比棲地無損害(>79%)、中度損害(29~72%)及嚴重損害(<21%)，其中此分數範圍間的不確定區間(如 79 到 72% 以及 29 到 21%)，則需要額外增加棲地的物理化學因子等資訊，才能決定此棲地損害評比。RBP II 可反應出群聚結構及功能之整合指標，共有八項生物指標，其分別為：1. 分類群豐度(Taxa Richness)，在採樣站所採獲之水棲昆蟲的分類群。2. Hilsenhoff 生物指標(BI)，與科級生物指標(FBI)相同，唯在分類鑑定上，必須至屬或種之層級。3. 樣本中刮食者與濾食性採食者個體數之比例(Ratio of Scrapers/Fil. Collectors)。4. 蜉蝣目(Ephemeroptera, E)、積翅目(Plecoptera, P)及毛翅目(Trichoptera, T) EPT 三目與搖

蚊科(Chironomidae) 豐度之比例(Ratio of EPT and Chironomid Abundances)。⁵ 優勢科級分類群所佔的百分比(Percent Contribution of Dominant Family)。⁶ 蜉蝣目(E)、積翅目(P)及毛翅目(T)三目水棲昆蟲的種類數之和(EPT index)。⁷ 群聚失落指數(Community Loss $= (d-a)/d$ ，其中 d：在參考站所採獲之全部種類數，a：在採樣站採獲之種類數)。⁸ 樣本中碎食者與全部個體數之比例(Ratio of shredders and Total)(Plafkin *et al.*, 1989)。

快速生物評估法 II 中之水質評定流程 (Plafkin *et al.* 1989)

Flowchart of bioassessment approach advocated for RBP II (Plafkin *et al.* 1989)

Metrics	Biological Condition Scoring Criteria		
	6	3	0
1. Taxa richness ^(a)	>80%	40-80%	<40%
2. Family biotic index ^(b)	>85%	50-85%	<50%
3. Ratio of scrapers/filtering collectors ^(a,c)	>50%	25-50%	<25%
4. Ratio of EPT and Chironomid abundances ^(a)	>75%	25-75%	<25%
5. % contribution of dominant family ^(d)	<20%	30-50%	>50%
6. EPT index ^(a)	>90%	70-90%	<70%
7. Community loss index ^(e)	<0.5	0.5-4.0	>4.0
8. Ratio of shredders/Total ^(a,c)	>50%	25-50%	<25%

(a) Score is a ratio of study site to reference site $\times 100$.

(b) Score is a ratio of reference site to study site $\times 100$.

(c) Determination of Functional Feeding Group is independent of taxonomic grouping.

(d) Scoring criteria evaluate actual percent contribution.

(e) Range of values obtained.



Biological condition Category	% Comp. to Ref. Score
Non-impaired	> 79%
Moderately impaired	29-72%
Severely impaired	< 21%

利用武陵地區 2003 到 2006 的所有樣站的生物量資料，去推算本研究各站各時間生物量，例如各站各時間的各分類群數量乘上相對應季節(1-3、4-6、7-9 及 10-12 月)之相同科級平均體重(溼重)，如無此科級則採用目級計算。各測站與武陵地區之三參考站之監測結果結合，其中武陵地區有勝溪測站同為本研究有勝溪收費口測站，並將各站之各分類群的數量以 $\text{Log}(X+1)$ 轉換以計算

Bray-Curtis 相異係數後，以多元尺度分析(Non-metric multidimensional scaling, MDS)繪製成圖，並以二度空間顯示各測點彼此間之關係。得到圖形之壓縮值 (Stress)，可信建議值為小於 0.2，以此來推測及判定各測站之關係 (Clarke & Warwick, 2001)。

$$B_i = \sum_j W_{ij} \times N_{ij}$$

$$W_{ij} = SW_{kp}$$

B_i 為第 i 時間點的生物量， W_{ij} 為第 j 科級分類群在第 i 時間點的平均個體體重，

N_{ij} 為第 j 科級分類群在第 i 時間點的數量。

SW_{kp} 為第 p 科級或目級分類群於第 k 季的平均個體體重，其中第 j 科級分類群屬於第 p 科級或目級分類群，以及第 i 時間點屬於第 k 季。

三、 結果

(一) 物種數及個體數

2013 年 2 月到 10 月羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有 67 分類群(Taxa)，分屬於 6 目或 42 科(表 2-1)；2013 年 2 月及 10 月司界蘭溪共計有 51 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 29 科(表 2-2)；2013 年 4 月及 11 月樂山溪 47 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 28 科(表 2-3)。2014 年 2 月到 10 月羅葉尾溪及其下游(有勝溪)共計有 60 分類群(Taxa)，分屬於 6 目或 36 科(表 2-4)；2014 年 2 月及 10 月司界蘭溪共計有 37 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 21 科(表 2-5)；2014 年 4 月及 10 月樂山溪 41 分類群(Taxa)，分屬於 5 目或 23 科(表 2-6)。

武陵地區溪流及有勝溪中的水棲昆蟲數目，在每年年初達最高峰，之後隨時間遞減，颱風季來臨時，昆蟲數目最少，再逐漸增加至隔年年初，如此週而復始(圖 2-2)。2013 年 2 月，各測站水棲昆蟲數量達 1500~4600 個體數/平方公尺，其中觀魚台為各測站之冠，為 4600 個體數/平方公尺，2013 年 10 月，各站降至 100~700 個體數/平方公尺，2014 年 2 月觀魚台為 3000 個體數/平方公尺，較 2013 年年初約減少 35%。2013 年 2 月，羅葉尾溪約為 3700 個體數/平方公尺(圖 2-2)，2013 年 10 月降至約 700 個體數/平方公尺，2014 年年初則持平為 700 個體數/平方公尺，較 2013 年年初約減少 80%，而其他樣站則上升為 1300~4200 個體數/平方公尺，2014 年 10 月羅葉尾溪為 4300 個體數/平方公尺(圖 2-2)。

2013 年 2 月，司界蘭溪各測站為 3200~4600 個體數/平方公尺，司界蘭溪主流測站(預定放流點)為 3200 個體數/平方公尺，2013 年 10 月則降至 100 以下個體數/平方公尺，2014 年年初則升至 400~1200 個體數/平方公尺，較 2013 年年初減少 72~95%，2014 年 10 月司界蘭溪主流測站(預定放流點)為 1800 個體數/平方公尺(表 2-4)。2013 年 4 月，樂山溪調查結果約為 2500 個體數/平方公尺，2013 年 10 月則降至約 1000 個體數/平方公尺，2014 年年初下

降為 400 個體數/平方公尺，較 2013 年年初約減少 85%，2014 年 10 月為 2000 個體數/平方公尺(表 2-7)。

(二) 中大體型食餌

圖 2-3 及表 2-4 為根據臺灣櫻花鉤吻鮭的食性分析(郭，2008)，再將歷史棲地各測站與武陵三參考站之中大體型食餌以時間動態呈現其數量變化。變化趨勢與水棲昆蟲數目相同，在每年年初達最高峰。2013 年 2 月，中大體型食餌為 300~1100 個體數/平方公尺，其中觀魚台及有勝溪下游為各測站之冠，為 1100 個體數/平方公尺，2013 年 10 月則降至 50~200 個體數/平方公尺，減少 80%，2014 年 2 月則回升至 200~600 昆蟲(個體數/平方公尺)，各測站於 2014 年 10 月為 100~500 昆蟲(個體數/平方公尺)；2013 年 2 月，羅葉尾溪的中大體型食餌為 400 個體數/平方公尺，2013 年 10 月則降至約 70 個體數/平方公尺，約減少 82%，羅葉尾溪 2014 年年初則持平為 100 個體數/平方公尺，較 2013 年年初約減少 75%，而其他樣站則升為 500~1500 個體數/平方公尺，羅葉尾溪 2014 年 10 月為 300 昆蟲(個體數/平方公尺)(圖 2-3)。

表 2-4 顯示出司界蘭溪之中大體型食餌密度，2013 年 2 月為 1100~2200 個體數/平方公尺，司界蘭溪主流測站(預定放流點)為 1100 個體數/平方公尺，各站於 2013 年 10 月則降至約 80 個體數/平方公尺，約減少 93%，司界蘭溪主流測站(預定放流點)於 2014 年 10 月約為 400 個體數/平方公尺；司界蘭溪各站於 2014 年年初則升至 130 個體數/平方公尺，但仍較 2013 年年初約減少 90%。2011~2013 年樂山溪 7 次調查結果為 200~700 個體數/平方公尺，2014 年年初則僅為 130 個體數/平方公尺，較 2013 年約減少 70%，2014 年 10 月約為 400 個體數/平方公尺(表 2-7)。

(三) 生物量

武陵地區溪流及有勝溪中的水棲昆蟲生物量變化與中大體型食餌相相似，在每年年初達最高峰，之後隨時間遞減，颱風季來臨時，生物量最少，

再逐漸增加至隔年年初，如此週而復始(圖 2-4)。2013 年 2 月，水棲昆蟲生物量為 2900~11000 毫克/平方公尺，其中羅葉尾溪測站及有勝溪下游為各測站之冠，為 9000~11000 毫克/平方公尺，各站於 2013 年 10 月則降至 100~1200 毫克/平方公尺，其中羅葉尾溪測站為 1200 毫克/平方公尺(圖 2-4)，為 2013 年 10 月各測站之冠，但羅葉尾溪 2014 年年初則持平為 1400 毫克/平方公尺，較 2013 年年初約減少 87%，而其他樣站則升為 2600~7000 毫克/平方公尺，羅葉尾溪測站於 2014 年 10 月為 3800 毫克/平方公尺。

司界蘭溪測站彼此間之水棲昆蟲生物量變化情形與中大體型食餌相雷同(表 2-4)。2013 年 2 月，水棲昆蟲生物量為 6700~7400 毫克/平方公尺，其中為司界蘭溪主流測站(預定放流點)約為 6700 毫克/平方公尺，各站於 2013 年 10 月則降至約 110 毫克/平方公尺，於 2014 年年初則升至 400 毫克/平方公尺，較 2013 年年初約減少 79 至 87%，司界蘭溪主流測站(預定放流點)於 2014 年 10 月為 1700 毫克/平方公尺(表 2-4)。2011~2013 年樂山溪 7 次調查結果水棲昆蟲生物量維持在 2700~3300 毫克/平方公尺，2014 年年初則僅為 600 毫克/平方公尺，較 2012 年年初約減少 80%，樂山溪於 2014 年 10 月為 3500 毫克/平方公尺(表 2-7)。

(四) 多樣性及棲地評比

各測站之 Shannon-Wiener' s index 詳見圖 2-5。2013 年 2 及 4 月，各站於 Shannon-Wiener' s index 皆有出現在 2.0~2.8，觀魚台、高山溪及羅葉尾溪放流點各測站於 2 月皆在 2.6~2.8，其中羅葉尾溪放流點測站 2013 年 2 月為 2.8 及 10 月為 2.9，居各測站之冠，但 6 月有下降為 1.9；2014 年 2 及 4 月，各站為 1.9~2.8，2014 年 10 月，各站為 1.4~2.9(表 2-4)。司界蘭溪主流測站(預定放流點)為中上水準，2 月的數值為 2.3，10 月則為 1.7；2014 年 2 月，各站為 2.3~2.5，2014 年 10 月，各站為 1.9~2.7(表 2-4)。武陵地區溪流及有勝溪各測站之分類群數詳見圖 2-6，2013 年 2 月，各站皆有 24~37 分類群數出

現，於 2013 年 10 月則降至 12~30 分類群數，2014 年年初則與 2013 年 2 月相當，有 25~34 分類群數，2014 年 10 月，各站為 20~40 分類群數(圖 2-6)。

於 RBPII 棲地評等方面，2013 年及 2014 年觀魚台、高山溪、南湖登山口於大部分月份皆為無損害，有勝溪於大部分月份為中度損害；羅葉尾溪放流點於 2 月為無損害、2013 年 4 月為中度損害，2013 年 6 月至 2014 年 10 月則為無損害(圖 2-7)。司界蘭溪三測站 2013 年 2 月皆為無損害，2013 年 10 月至 2014 年 2 月則為中度損害，2014 年 10 月則為無損害；2011~2014 年樂山溪 7 次調查結果皆為無損害(表 2-7)。

(五) 群聚結構

圖 2-8 及圖 2-9 分別顯示 2013 年及 2014 年各樣站群聚結構之相對關係；以樣站觀點分群(大致沿著 MDS 縱軸)，2013 年時，羅葉尾溪、司界蘭溪、樂山溪、高山溪及七家灣溪為一類群，但有勝溪(勝光、有勝溪下游及收費站)則自成另一類群，而南湖登山口測站則介於兩類群之間；以時間觀點分群(大致沿著 MDS 橫軸)，各站於 10 月則形成一類群，而其他月份為另一類群。然而 2014 年時，羅葉尾溪則有移向有勝溪類群之趨勢。

四、 討論

2011~2013 年年初羅葉尾溪、有勝溪、樂山溪及司界蘭溪各測站出現高峰且豐度與七家灣河流域之觀魚台測站及高山溪測站相近，但 2014 年年初羅葉尾溪及樂山溪則持平而未見高峰。2011 年 2 月起，羅葉尾溪中大體型昆蟲食餌比例上升，且連續二年較不受颱風季節影響 (郭，2012)。至 2012 年羅葉尾溪之放流族群已能成功增長，可達 853 尾 (黃，2012)，鮭魚越大越偏好取食中大體型昆蟲食餌(Liao *et al.*, 2012)，因此除了羅葉尾溪有較高生物量之外，中大體型昆蟲食餌較多也很有關係，進而適合臺灣櫻花鉤吻鮭的生存。在 2012 及 2013 年年初，昆蟲食餌生物量達各測站之冠，甚至高過七家灣河流域之觀魚台測站，然而 2012 年大型洪水發生，造成 2013 年年初昆蟲食餌生物量僅有 2012 年的一半，可能為羅葉尾溪之鮭魚族群僅約 500 尾(黃，2013)之原因，再者，2013 年年末昆蟲食餌生物量大幅下降，約為 2012 年同時期的一半，已影響 2014 年年初昆蟲食餌生物量，可能進而影響鮭魚族群，2014 年 2 月鮭魚族群僅約 270 尾 (黃，2014)。

樂山溪 2012 年 10 月調查時，並沒有發現任何魚 (黃，2012)，至今 2013 年也僅發現 12 尾(黃，2013)，雖然這個歷史棲地的生物量與高山溪相比，有相同的中等水準(郭，2012)，且於 2012 年洪流過後，2013 年 4 月中大體型昆蟲食餌數量，仍有中等水準，2013 年 10 月昆蟲食餌生物量下降幅度小於其他樣站。但樂山溪的峽谷地貌易在大雨一來造成兩岸山壁土石滑落使棲地環境改變，入山步道也都崩塌(葉，2012)，流量如果一產生劇烈變動，可能不太適合臺灣櫻花鉤吻鮭的生存，2014 年年初食餌數量則持平而未見高峰，所幸 2014 年颱風季沒有大型洪水衝擊，10 月時昆蟲食餌生物量上升，有過往水準。因此仍須持續關注並繼續監測昆蟲食餌及臺灣櫻花鉤吻鮭。

司界蘭溪的生物量與高山溪相比，有相同的中等水準，2012 年 10 月的生物量第二野溪是上游及下游的 3 倍 (郭，2012)，但臺灣櫻花鉤吻鮭 2012

年 10 月調查結果顯示，僅剩上游有 2 尾及第二野溪有 5 尾，也無再增加的跡象(黃，2012)，至今 2013 年已無發現任何鮭魚(黃，2013)。2013 年 2 月司界蘭溪三測站之中大體型昆蟲食餌數量及生物量分別仍為高及中等水準，然而受洪水影響，2013 年年末生物量大幅下降，進而可能衝擊臺灣櫻花鉤吻鮭的永續生存。就中大體型昆蟲食餌比例而言，此歷史棲地低於 20%，且第二野溪較上游低(13% 與 17%)(郭，2012)，及坡度較陡(葉，2012)，此外司界蘭溪的深潭少及下游仍有農業活動，或可能是因司界蘭溪地形地貌較單調且較容易進出，易受其他人為干擾等，導致司界蘭溪放流族群無法成功增長(郭，2012)，

最近的調查顯示出有勝溪的鮭魚數量確實有增加，鮭魚族群往下游移動來擴大活動範圍，2012 及 2014 年在下游南湖登山口附近就約有 400 尾(黃，2012；2014)。有勝溪各測站生物量為中等，甚致有時為高水平，高於優良棲地之高山溪、樂山溪及司界蘭溪，但有勝溪較高水平生物量為大量小型物種之貢獻，未來尚需提升棲地品質，例如如何降低水溫及停止農耕活動。持續的濱岸造林，使羅葉尾溪的鮭魚族群能更大量擴展至下游的有勝溪，才有可能成為另一潛在的臺灣櫻花鉤吻鮭放流棲地(郭，2012)；且在另一方面，2012 年大型洪水發生，造成 2013 年年初水昆數量及生物量高峰減少，可能也使得下游南湖登山口附近之鮭魚族群僅約 100 尾(黃，2013)；再者，2013 年年末因洪水影響，昆蟲食餌生物量大幅下降，約為 2012 年同時期的一半，且已影響 2014 年年初昆蟲食餌生物量；上述皆已反應出濱岸造林的重要性(可減緩徑流輸入，進而緩衝洪流高峰)。

由 2010 至 2014 年之長期狀況而論，羅葉尾溪、司界蘭溪主流測站(預定放流點)及樂山溪之多樣性指數及 RBPII 評等水準可與武陵地區優質參考站(高山溪)相提並論；然而 2013 年 4 月，羅葉尾溪的棲地劣化，是否只因當季洪水事件之短期效應，應持續關注。為除此之外，由歸群分析顯示，羅葉尾溪、司界蘭溪預定放流點及樂山溪之群聚結構仍和高山溪(優良參考站)有較相近之記錄，然而有

勝溪下游各測站則自成同一類群，而 2014 年時，羅葉尾溪則有移向有勝溪類群之趨勢。南湖登山口測站多樣性提升，及棲地被評定為無損害，經歸群分析結果顯示離有勝溪另三測站有較大的結構差異(郭，2012)。

生物量中等之溪流有高山溪、司界蘭溪、樂山溪、南湖登山口測站，臺灣櫻花鉤吻鮭適存於高山溪【2011 年 10 月實測鮭魚 1034 尾(林等，2011)】，且 2012 及 2014 年南湖登山口測站也發現約 400 尾臺灣櫻花鉤吻鮭的蹤跡(黃，2012；2014)，但樂山溪及司界蘭溪，放流族群未能成功增長，無法單獨以水棲昆蟲供應量來解釋，應尚有其他解釋因子或限制因子存在，例如水溫、濱岸植被、洪水事件、地形地貌變動、農業及人為干擾等，以及應考慮彼此間之交互作用(郭，2012)；另一方面，需考量大型洪水之衝擊，對於造成水昆群聚及鮭魚族群減少之對應策略，如同 2014 年年初昆蟲食餌生物量減少可能影響鮭魚族群。

五、結論

武陵地區溪流水棲昆蟲數量各年年初為高峰，年中受流量暴增而下降並持續低迷到年終，下半年大致呈現遞降趨勢。本計畫各測站的高峰豐度及採獲物種數有武陵地區的水平，但仍有部分測站之中大體型水棲昆蟲數量低於觀魚台測站；僅羅葉尾溪放流點測站及樂山溪的多樣性指數較高及棲地評估為無損害，其中羅葉尾溪 2013 年 4 月有棲地劣化，不過後續的棲地有回復，反應出羅葉尾溪在 2013 年 4 月的棲地劣化為當季(乾季末期)洪水事件之短期效應，所幸 2014 年颱風季沒有大型洪水衝擊，10 月時昆蟲食餌生物量上升。有勝溪各測站生物量為中等，甚致有時為高水平，但棲地評估為中度損害，尚需提升其棲地品質，使能成為潛在的放流棲地。樂山溪及司界蘭溪的生物量為中等水準，其供應臺灣櫻花鉤吻鮭的食物量不比羅葉尾溪來得充足，受到 2013 年末期洪水影響，也造成 2014 年年初昆蟲食餌高峰減少，司界蘭溪預定放流地棲地劣化，因此仍須持續關注並繼續監測昆蟲食餌及臺灣櫻花鉤吻鮭。僅以水棲昆蟲供應量無法單獨解釋樂山溪及司界蘭溪的放流族群為何仍無成功增長，可能尚有其他解釋或限制因子存在，例如水溫、濱岸植被、洪水事件、地形地貌變動、農業及人為干擾等，以及應考慮彼此間之交互作用(郭，2012)；另一方面，需考量大型洪水之衝擊，對於造成水昆群聚及鮭魚族群減少之對應策略。

六、參考文獻

- 上野益三 1937 台灣大甲溪之鱒之食性與寄生蟲 (日文)。台灣博物學會會報 27(166)：153-159。
- 汪靜明 1992 河川生態保育。國立自然科學博物館。臺中市。
- 汪靜明 1999 河川生物多樣性的內涵與生態保育。生物多樣性前瞻研討會論文集。行政院農業委員會。臺北市。
- 林幸助、王筱雯、吳聲海、官文惠、邵廣昭、孫元勳、郭美華、曾晴賢、楊正澤、葉昭憲、蔡尚惠。2011。武陵地區溪流生態系長期暨整合研究。內政部營建署雪霸國家管理處委託辦理計畫案。
- 林曜松 1998 生物多樣性前瞻研討會論文集。行政院農業委員會。臺北市。
- 康世昌 1993 臺灣的蜉蝣目 (四節蜉蝣科除外)。國立中興大學昆蟲學研究所博士論文。臺中市。
- 雪霸國家公園編印 2000 雪霸國家公園自然資源研究方向芻議-歷年保育研究計畫總檢討。
- 郭美華 2003 武陵地區水生昆蟲研究 (二) 雪霸公園管理處。
- 郭美華 2004 武陵地區水生昆蟲研究 (三) 雪霸公園管理處。
- 郭美華 2005 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立：水棲昆蟲長期生態監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。
- 郭美華 2006 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立，第六章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。
- 郭美華 2007 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立，第七章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。
- 郭美華 2008 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立，第七章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。
- 郭美華 2008 台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地—南湖溪環境生態監測及評估，第三章

水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2009 武陵地區長期生態監測暨生態模式建立，第四章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2009 台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地—南湖溪環境生態監測及評估，第三章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2010a 99年度武陵地區長期生態研究，第四章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2010b 有勝溪及羅葉尾溪環境生態監測及評估期末報告，第三章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2011a 100年度武陵地區長期生態研究，第四章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2011b 有勝溪及羅葉尾溪環境生態監測及評估期末報告，第三章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華 2012 有勝溪及羅葉尾溪環境生態監測及評估期末報告，第三章 水棲昆蟲研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

黃沂訓 2012 101年度大甲溪上游台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地環境生態調查及溪流放流長期監測，第三章 魚類研究。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

黃沂訓 2013 台灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流及環境生態監測計畫，第一章 魚類研究與水質監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

黃沂訓 2014 台灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流及環境生態監測計畫，第一章 魚類研究與水質監測。內政部營建署雪霸國家公園管理處保育研究報告。

郭美華、丘明智、謝易霖 2004 以水棲昆蟲監測雪霸國家公園武陵地區溪流水質。台灣昆蟲 24(4): 339-352。

黃國靖 1987 七家灣溪水棲昆蟲相及其生態研究。國立台灣大學植物病蟲害研究

所碩士論文。

農委會、特生中心、營建署及雪霸公園管理處編印 2000 櫻花鉤吻鮭研究保育研討會論文集。

楊平世、謝森和 2000 以水棲昆蟲之群聚結構及功能組成監測七家灣溪環境品質。農委會、特生中心、營建署及雪霸公園管理處編印。櫻花鉤吻鮭研究保育研討會論文集。 Pp. 151-177。

楊平世、林曜松、黃國靖、梁世雄、謝森和及曾晴賢 1986 武陵農場河域之水棲昆蟲相與生態調查。農委會75年生態研究第1號。

Clarke, K., & Gorley, R. 2006. PRIMER v6. User manual/tutorial. Plymouth routine in multivariate ecological research. Plymouth Marine Laboratory.

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. (2001) *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*, 2nd edn. PRIMER-E, Plymouth, UK.

Hilsenhoff, W.L. (1988) Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, **7**, 65-68.

Kang, S.-C. (1993) *Ephemeroptera of Taiwan (excluding Baetidae)*. PhD dissertation, National Chung Hsing Univ., Taichung, Taiwan.

Kawai, T. & Tanida, K. (eds) (2005) *Aquatic insects of Japan: manual with keys and illustrations*. Tokai Univ. Press, Tokyo.

Krebs, C.J. (1999) *Ecological methodology*, 2nd edn. Addison-Wesley Educational Publishers, INC., Menlo Park, CA.

Liao, L.-Y., Chiu, M.-C., Huang, Y.-S. & Kuo, M.-H. (2012) Size-dependent foraging on aquatic and terrestrial prey by the endangered Taiwan Salmon *Oncorhynchus masou formosanus*. *Zoological Studies*, **51**, 671-678.

Ludwing, J.A. & Reynolds, J.F. (1988) *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley and Sons, New York.

Merritt, R.W., Cummins, K.W. & Berg, M.B. (2008) *An introduction to the aquatic Insects of North America*, 4th edn. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA.

Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K.D., Gross, S.K. & Hughes, R.M. (1989) Rapid assessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish. EPA 440-4-89-001. *U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, D.C.*,

Shieh, S.-H. & Yang, P.-S. (2000) Community structure and functional organization of aquatic insects in an agricultural mountain stream of Taiwan: 1985-1986 and 1995-1996. *Zoological Studies*, **39**, 191-202.

表2-1、有勝溪於2013年(2、4、6及10月)之水棲昆蟲資源組成及總個體數

(individuals / square meter)

Order	Family	Taxon	羅葉尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口	
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Oreodytes</i> sp.			1.8			
	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	157.7	73.5	123.6	379.8	114.7	
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	16.1	9.0	5.4	10.7	1.8	
	Hydrophilidae	<i>Helobata</i> sp.					1.8	
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>	1.8	1.8				
		<i>Eubrianax</i> sp.	9.0					
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	576.9	28.7	1.8	10.7	9.0	
	Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	9.0	3.6			3.6
			<i>Atherix</i> sp.	37.6	1.8	1.8	3.6	
		Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.				3.6	
<i>Bibiocephala</i> sp.			9.0			1.8		
Canacidae		<i>Canace</i>				7.2		
Ceratopogonidae		<i>Bezzia</i> sp.	10.7	14.3	44.8	17.9	3.6	
Chironomidae		Chironomidae sp.B	2295.1	2420.5	571.5	879.7	763.2	
		Chironomidae sp.C	765.0	154.1	505.2	442.5	435.4	
		Chironomidae sp.D					3.6	
		Chironomidae sp.E	1.8		26.9	9.0	26.9	
		Chironomidae spp.	602.0	1166.4	421.0	1248.8	1999.5	
		Tanypodinae spp.	243.7	698.7	1003.3	213.2	267.0	
Empididae		<i>Chelifera</i> sp.	1.8		3.6			
		<i>Clinocera</i> sp.A	1.8		1.8			
		<i>Dolichocephala</i> sp.		1.8		5.4		
		<i>Hemerodromia</i>		1.8				
Ephydriidae		<i>Setacera</i> sp.					3.6	
Psychodidae		<i>Pericoma</i>			3.6			
Simuliidae		<i>Simulium</i> sp.	207.8	62.7	481.9	584.1	437.2	
Stratiomyidae	<i>Oxycera</i>	1.8						
Tabanidae	<i>Silvius</i> sp.	1.8						
Thaumaleidae	Thaumaleidae sp.	9.0	1.8		5.4	1.8		
Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	168.4	227.5	1044.5	1171.7	268.7		
	<i>Dicranota</i> sp.	3.6	1.8			3.6		
	<i>Eriocera</i> sp.A	12.5	1.8	7.2	10.7	14.3		
	<i>Eriocera</i> sp.B	14.3	16.1	17.9	60.9	37.6		

表2-1、續

Order	Family	Taxon	羅葉尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>	21.5	46.6			7.2
	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	138.0	1911.7	284.9	354.7	403.1
		<i>Baetiella bispinosa</i>	170.2	69.9	53.7	73.5	12.5
		<i>Baetis</i> spp.	2042.5	5672.3	3606.6	1014.1	1811.3
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.				3.6	
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	23.3	35.8		1.8	
		<i>Cincticostella fusca</i>	89.6	89.6		1.8	
	Ephemeridae	<i>Ephemeria sauteri</i>	3.6	16.1	19.7	7.2	7.2
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	7.2	55.5	34.0	28.7	28.7
		<i>Epeorus erratus</i>	7.2	1.8			
		<i>Nixe</i> sp.					17.9
		<i>Rhithrogena ampla</i>	449.7	603.8	501.7	1243.4	639.6
	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	102.1	98.5	1.8		
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>		5.4		1.8	
Plecoptera	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.				30.5	
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	134.4	202.5	62.7	118.2	64.5
		<i>Protonemura</i> spp.	64.5	9.0			
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	7.2	25.1		3.6	
		<i>Neoperla</i> spp.	451.5	109.3		3.6	
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	270.5	189.9			
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.		1.8			
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	439.0	19.7	1.8		
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	28.7	3.6	7.2	105.7	5.4
	Goeridae	<i>Goera</i>	1.8				
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	25.1	39.4	14.3	9.0	7.2
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	16.1	3.6		1.8	
		<i>Hydropsyche</i> spp.	7.2	9.0	16.1	93.2	23.3
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>					1.8
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	34.0	32.2	30.5	14.3	5.4
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.		3.6			
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	80.6	220.4	109.3	200.7	103.9
		<i>Rhyacophila</i> spp.	39.4	16.1	5.4	19.7	3.6
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	57.3	139.7			
	Uenoidae	<i>Uenoa taiwanensis</i>	3.6				

表 2-2、司界蘭溪於 2013 年(2 月及 10 月)之水棲昆蟲資源組成及總個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxon	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	司界蘭溪主流	
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	23.3	95.0	80.6	
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	3.6	3.6	1.8	
	Psephenidae	<i>Eubrianax</i> sp.			1.8	
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	1.8	12.5		
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.			5.4	
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.	1.8			
		<i>Bibiocephala</i> sp.	3.6	1.8		
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	9.0	1.8	7.2	
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	245.5	103.9	96.7	
		Chironomidae sp.C	1135.9	1073.2	804.4	
		Chironomidae sp.E			3.6	
		Chironomidae spp.	258.0	215.0	86.0	
		Tanypodinae spp.	3.6	12.5		
	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	3.6	3.6	12.5	
		<i>Clinocera</i> sp.B	1.8		1.8	
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	222.2	55.5	10.7	
	Thaumaleidae	Thaumaleidae sp.	1.8	5.4	1.8	
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	57.3	64.5	48.4	
		<i>Dicranota</i> sp.	7.2	3.6	3.6	
		<i>Eriocera</i> sp.A	21.5	32.2	32.2	
		<i>Eriocera</i> sp.B	7.2	23.3	9.0	
	Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>		1.8	1.8
		Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	245.5	163.0	53.7
			<i>Baetiella bispinosa</i>	129.0	17.9	
<i>Baetis</i> spp.			172.0	173.8	274.1	
Ephemerellidae		<i>Acerella montana</i>	7.2	3.6	9.0	
		<i>Cincticostella fusca</i>	3.6			
Ephemeridae		<i>Ephemera sauteri</i>	10.7	9.0	10.7	
Heptageniidae		<i>Afronurus floreus</i>	5.4	19.7	7.2	
		<i>Epeorus erratus</i>	127.2	16.1	60.9	
		<i>Nixe</i> sp.	1.8			
	<i>Rhithrogena ampla</i>	693.4	1908.1	818.8		
Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.			1.8		

表 2-2、續

Order	Family	Taxon	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	司界蘭溪主流
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	224.0	184.5	410.3
		<i>Protonemura</i> spp.	5.4	5.4	77.0
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.		1.8	1.8
		<i>Neoperla</i> spp.	50.2	150.5	179.2
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	1.8	3.6	3.6
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.		7.2	
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	93.2	98.5	3.6
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	16.1		1.8
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	10.7	5.4	9.0
		<i>Hydropsyche</i> spp.	322.5	25.1	32.2
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	1.8		
		<i>Stactobia</i>		1.8	
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	37.6	34.0	21.5
	Rhyacophilidae	<i>Himalopsyche</i> sp.			1.8
		<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	68.1	35.8	43.0
		<i>Rhyacophila</i> spp.	19.7	10.7	7.2
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	1.8	1.8	26.9
	Uenoidae	<i>Uenoa taiwanensis</i>		3.6	

表 2-3、樂山溪於 2013 年(4 月及 11 月)之水棲昆蟲資源組成及總個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxon	樂山溪	
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	317.1	
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	17.9	
	Psephenidae	<i>Eubrianax</i> sp.	1.8	
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	150.5	
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	9.0	
		<i>Atherix</i> sp.	9.0	
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.	3.6	
		<i>Bibiocephala</i> sp.	60.9	
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	19.7	
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	80.6	
		Chironomidae sp.C	731.0	
		Chironomidae sp.E	3.6	
		Chironomidae spp.	121.8	
		Tanypodinae spp.	3.6	
		Dixidae	Dixidae	1.8
		Dolichopodidae	Dolichopodidae	3.6
	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	1.8	
		<i>Hemerodromia</i>	1.8	
		Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	191.7
		Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	17.9
			<i>Dicranota</i> sp.	3.6
<i>Eriocera</i> sp.A			93.2	
<i>Eriocera</i> sp.B			9.0	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	111.1	
		<i>Baetiella bispinosa</i>	145.1	
		<i>Baetis</i> spp.	77.0	
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	3.6	
	Ephemeridae	<i>Ephemeria sauteri</i>	1.8	
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	3.6	
		<i>Epeorus erratus</i>	5.4	
<i>Rhithrogena ampla</i>		564.4		
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	138.0	
		<i>Protonemura</i> spp.	14.3	
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	17.9	
		<i>Neoperla</i> spp.	163.0	
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	17.9	

表 2-3、續

Order	Family	Taxon	樂山溪
Trichoptera	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	16.1
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	197.1
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	1.8
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	17.9
		<i>Hydropsyche</i> spp.	60.9
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	59.1
	Leptoceridae	Leptoceridae sp.	1.8
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.	12.5
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	9.0
		<i>Rhyacophila</i> spp.	17.9
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	7.2

表 2-4、2014 年 2 月、4 月、6 月及 10 月有勝溪水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxon	羅葉尾溪流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Oreodytes</i> sp.	3.6				
	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	164.8	168.4	59.1	252.6	89.6
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	19.7	32.2	9.0	75.2	5.4
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>	1.8				
		<i>Eubrianax</i> sp.	9.0				
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	272.3	41.2	1.8		7.2
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	5.4	3.6		3.6	
		<i>Atherix</i> sp.	1.8				
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.					1.8
		<i>Bibiocephala</i> sp.	5.4				
	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i>	1.8				
		<i>Bezzia</i> sp.	10.7	19.7	5.4	12.5	10.7
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	886.9	376.2	396.0	311.7	198.9
		Chironomidae sp.C	220.4	68.1	272.3	630.7	184.5
		Chironomidae sp.E		1.8	5.4		
		Chironomidae spp.	605.6	718.4	524.9	1737.9	985.4
		Tanypodinae spp.	118.2	354.7	607.4	503.4	105.7
	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.			5.4		
		<i>Clinocera</i> sp.B		1.8			
		<i>Dolichocephala</i> sp.				10.7	
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	57.3	198.9	530.3	34.0	308.2
	Thaumaleidae	Thaumaleidae sp.		7.2	1.8		1.8
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	71.7	105.7	197.1	299.2	53.7
		<i>Dicranota</i> sp.	5.4	5.4	1.8		
		<i>Eriocera</i> sp.A	17.9	14.3		5.4	
		<i>Eriocera</i> sp.B	25.1	23.3	16.1	87.8	46.6
Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>	48.4	69.9		25.1	
Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	600.2	621.7	32.2	100.3	207.8	
	<i>Baetiella bispinosa</i>	102.1	52.0	23.3	39.4	73.5	
	<i>Baetis</i> spp.	1279.2	5115.1	3714.1	4701.2	4151.2	
Caenidae	<i>Caenis</i> sp.				1.8		
Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	365.5	227.5	3.6	1.8	3.6	
	<i>Cincticostella fusca</i>	44.8	195.3			1.8	
Ephemeridae	<i>Ephemeria sauteri</i>	3.6	9.0	50.2	78.8	16.1	
Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	26.9	191.7	57.3	268.7	26.9	
	<i>Epeorus erratus</i>	7.2	1.8	5.4		3.6	

表 2-4 續

Order	Family	Taxon	羅葉尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
		<i>Rhithrogena ampla</i>	263.4	1205.8	2150.0	797.3	623.5
	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	220.4	130.8			1.8
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>		5.4	1.8	1.8	
Plecoptera	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.		7.2			
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	245.5	91.4	507.0	71.7	166.6
		<i>Protonemura</i> spp.	172.0	34.0	1.8	3.6	
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	3.6	7.2			
		<i>Neoperla</i> spp.	188.1	279.5			1.8
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	222.2	268.7	10.7	3.6	
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.		1.8	1.8		
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	32.2				
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	7.2	5.4	1.8		1.8
	Goeridae	<i>Goera</i>	5.4				
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	12.5				
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	10.7	53.7	32.2	21.5	5.4
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	10.7	10.7	3.6	3.6	
		<i>Hydropsyche</i> spp.	16.1	10.7	3.6	53.7	139.7
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	1.8	1.8	16.1	3.6	1.8
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	55.5	3.6	57.3	172.0	19.7
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.				5.4	
	Rhyacophilidae	<i>Himalopsyche</i> sp.	1.8	1.8			
		<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	35.8	172.0	57.3	220.4	141.5
		<i>Rhyacophila</i> spp.	48.4	37.6	17.9	9.0	9.0
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	64.5	225.7	39.4	1.8	1.8

表 2-5、2014 年 2 月及 10 月司界蘭溪水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxon	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	司界蘭溪主流
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	41.2	34.0	25.1
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	5.4	5.4	9.0
	Hydrophilidae	<i>Paracymus</i>	1.8		
Diptera	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.	9.0	19.7	5.4
		<i>Bibiocephala</i> sp.	14.3	3.6	5.4
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	1.8		1.8
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	154.1	44.8	59.1
		Chironomidae sp.C	14.3	17.9	55.5
		Chironomidae spp.	215.0	32.2	204.2
		Tanypodinae spp.	1.8		1.8
	Empididae	<i>Dolichocephala</i> sp.	1.8		7.2
		<i>Hemerodromia</i>			5.4
		<i>Holorusia</i>			1.8
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	600.2	91.4	213.2
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	3.6	1.8	28.7
		<i>Eriocera</i> sp.A	5.4	1.8	7.2
<i>Eriocera</i> sp.B		12.5	12.5	7.2	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	381.6	161.2	498.1
		<i>Baetiella bispinosa</i>	39.4	10.7	84.2
		<i>Baetis</i> spp.	152.3	53.7	299.2
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	1.8		1.8
	Heptageniidae	<i>Epeorus erratus</i>			14.3
		<i>Rhithrogena ampla</i>	324.3	173.8	284.9
Plecoptera	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.			10.7
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	66.3	5.4	73.5
		<i>Protonemura</i> spp.	34.0	5.4	53.7
Perlidae	<i>Neoperla</i> spp.	30.5	48.4	64.5	
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.			1.8
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	19.7	39.4	39.4
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	3.6		1.8
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	1.8	1.8	3.6
		<i>Hydropsyche</i> spp.	23.3	26.9	53.7
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	5.4		3.6
	Rhyacophilidae	<i>Himalopsyche</i> sp.	1.8	1.8	3.6
		<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	3.6	5.4	5.4
		<i>Rhyacophila</i> spp.	5.4	1.8	21.5
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	1.8		7.2

表 2-6、2014 年 4 月及 10 月樂山溪水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxon	樂山溪
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	290.2
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	25.1
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	26.9
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	1.8
		<i>Atherix</i> sp.	1.8
	Blepharoceridae	<i>Bibliocephala</i> sp.	25.1
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	5.4
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	37.6
		Chironomidae sp.C	417.5
		Chironomidae spp.	170.2
	Empididae	Tanypodinae spp.	9.0
		<i>Dolichocephala</i> sp.	1.8
		<i>Hemerodromia</i>	1.8
		<i>Holorusia</i>	1.8
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	41.2
	Thaumaleidae	Thaumaleidae sp.	1.8
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	1.8
		<i>Dicranota</i> sp.	5.4
		<i>Eriocera</i> sp.A	34.0
		<i>Eriocera</i> sp.B	1.8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	28.7
		<i>Baetiella bispinosa</i>	75.2
		<i>Baetis</i> spp.	60.9
	Ephemeridae	<i>Ephemera sauteri</i>	1.8
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	1.8
		<i>Epeorus erratus</i>	14.3
		<i>Rhithrogena ampla</i>	275.9
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	28.7
		<i>Protonemura</i> spp.	14.3
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	7.2
		<i>Neoperla</i> spp.	96.7
		Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.

表 2-6 續

Order	Family	Taxon	樂山溪
Trichoptera	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	3.6
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	281.3
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	5.4
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	62.7
		<i>Hydropsyche</i> spp.	93.2
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	75.2
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	23.3
		<i>Rhyacophila</i> spp.	9.0
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	26.9

表 2-7、司界蘭溪及樂山溪測站之棲地評估

	水生昆蟲數量 (Insects /m ²)	中大體型昆蟲食餌 (Insects /m ²)	生物量 (mg/ m ²)	Shannon- Wiener's index RBPII	
2011 年 2 月					
司界蘭溪下游	3413.1	1725.3	5190.6	2.0	0.73
司界蘭溪上游	8651.8	3411.3	11354.5	2.2	0.93
司界蘭溪第二野溪	2232.4	317.1	4875.9	2.7	1.00
2011 年 10 月					
司界蘭溪下游	3149.7	1519.3	5234.4	2.3	0.80
司界蘭溪上游	2112.3	1247.0	4294.0	2.3	0.80
司界蘭溪第二野溪	2114.1	481.9	2457.9	2.6	0.93
樂山溪	2676.7	523.2	3156.4	2.6	0.93
2012 年 2 月					
司界蘭溪下游	2966.9	1284.6	5403.0	2.4	0.87
司界蘭溪上游	2099.8	906.6	4183.5	2.3	0.93
司界蘭溪第二野溪	3818.0	680.8	7200.0	2.9	1.00
2012 年 4 月					
樂山溪	1642.9	421.0	2804.4	2.7	0.93
2012 年 10 月					
司界蘭溪下游	1986.9	200.7	1730.3	2.2	0.80
司界蘭溪上游	1324.0	218.6	1118.1	2.2	1.00
司界蘭溪第二野溪	1207.6	161.2	3972.3	2.7	1.00
樂山溪	1198.6	247.2	2737.5	3.0	1.00
2013 年 2 月					
司界蘭溪下游	4147.6	1135.9	7447.5	2.5	0.87
司界蘭溪上游	4557.9	2160.7	6819.5	2.0	1.00
司界蘭溪主流	3151.5	1028.4	6714.9	2.3	1.00
2013 年 4 月					
樂山溪	2533.4	666.5	3315.3	2.5	1.00
2013 年 10 月					
司界蘭溪下游	109.3	46.6	108.7	2.3	0.60
司界蘭溪上游	32.2	7.2	23.8	1.8	0.53
司界蘭溪主流	112.9	82.4	116.0	1.7	0.67
2013 年 11 月					
樂山溪	985.4	177.4	1380.3	3.0	0.80

表 2-7 續

	水生昆蟲數量 (Insects /m ²)	中大體型昆蟲食餌 (Insects /m ²)	生物量 (mg/ m ²)	Shannon- Wiener's index RBPII	
2014 年 2 月					
司界蘭溪下游	1169.9		132.6	961.9	2.3 0.53
司界蘭溪上游	236.5		62.7	235.0	2.3 0.67
司界蘭溪主流	369.1		78.8	364.6	2.5 0.73
2014 年 4 月					
樂山溪	372.7		129.0	574.2	2.8 0.87
2014 年 10 月					
司界蘭溪下游	1008.7		270.5	695.7	1.9 0.93
司界蘭溪上游	564.4		209.6	578.0	2.4 0.80
司界蘭溪主流	1795.2		365.5	1710.0	2.4 1.00
樂山溪	1918.8		435.4	3465.0	2.7 0.93

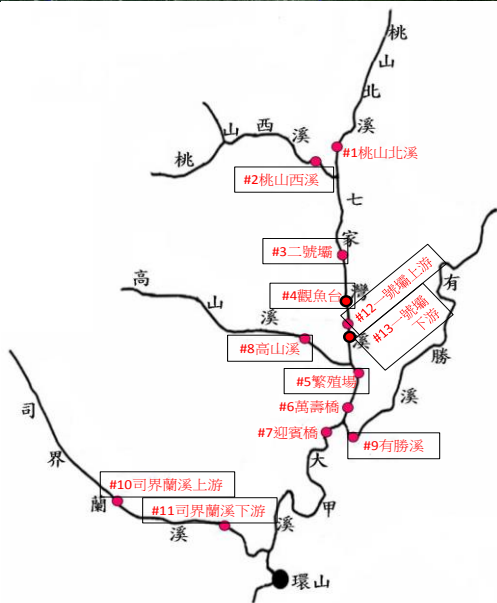


圖 2-1、本計畫設置共同樣站之相關位置圖

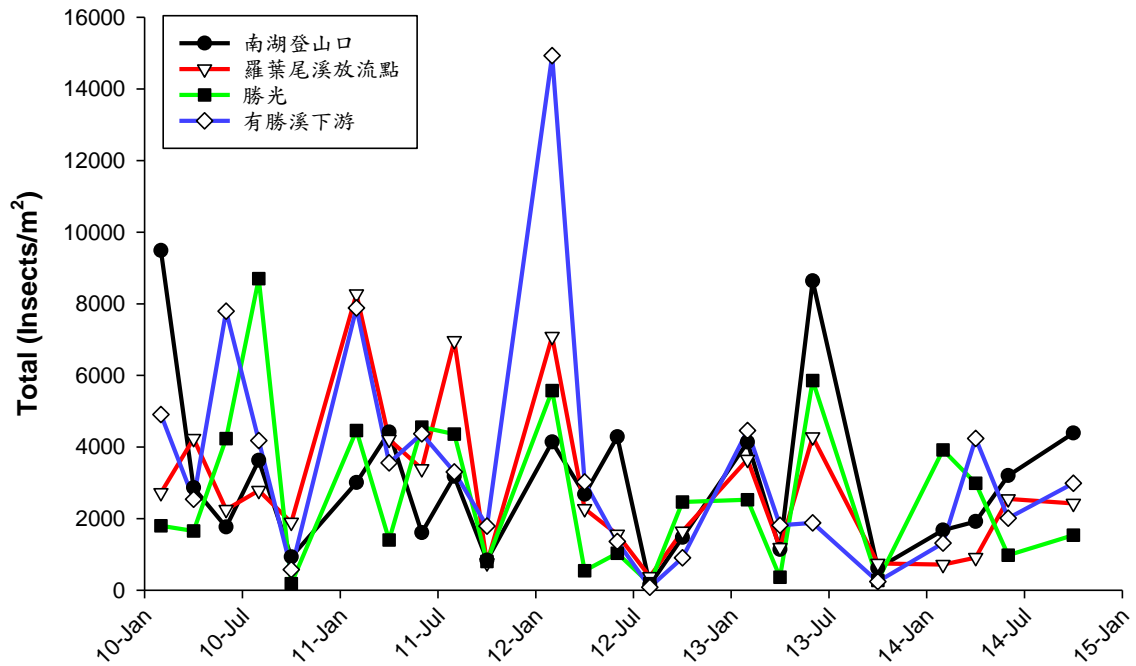
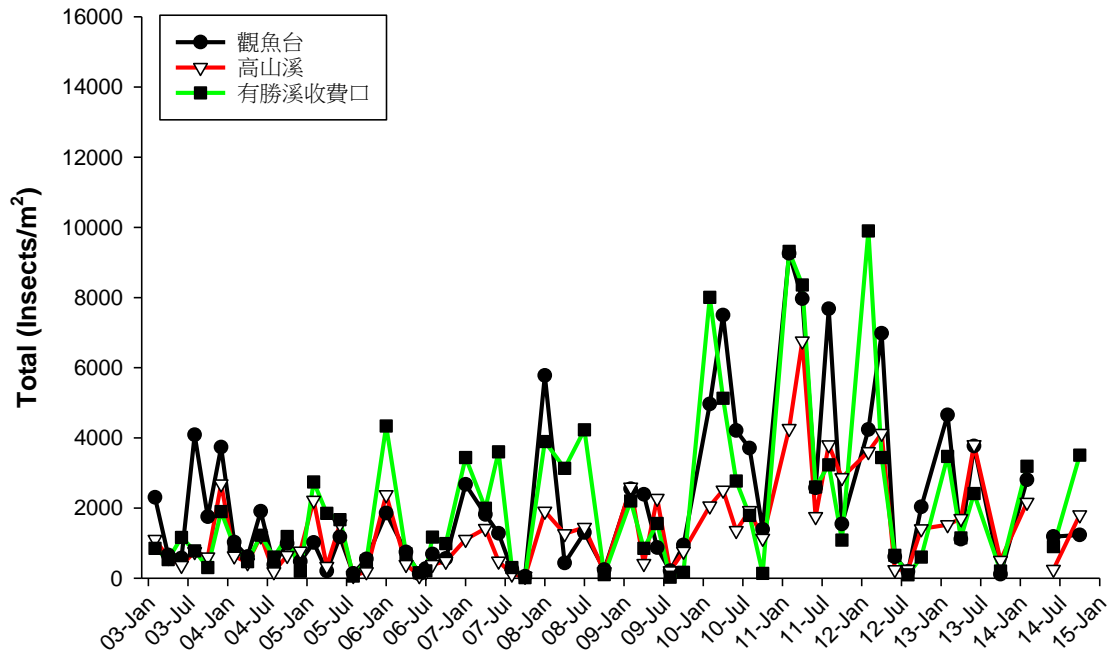


圖 2-2、羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲數量變化圖。

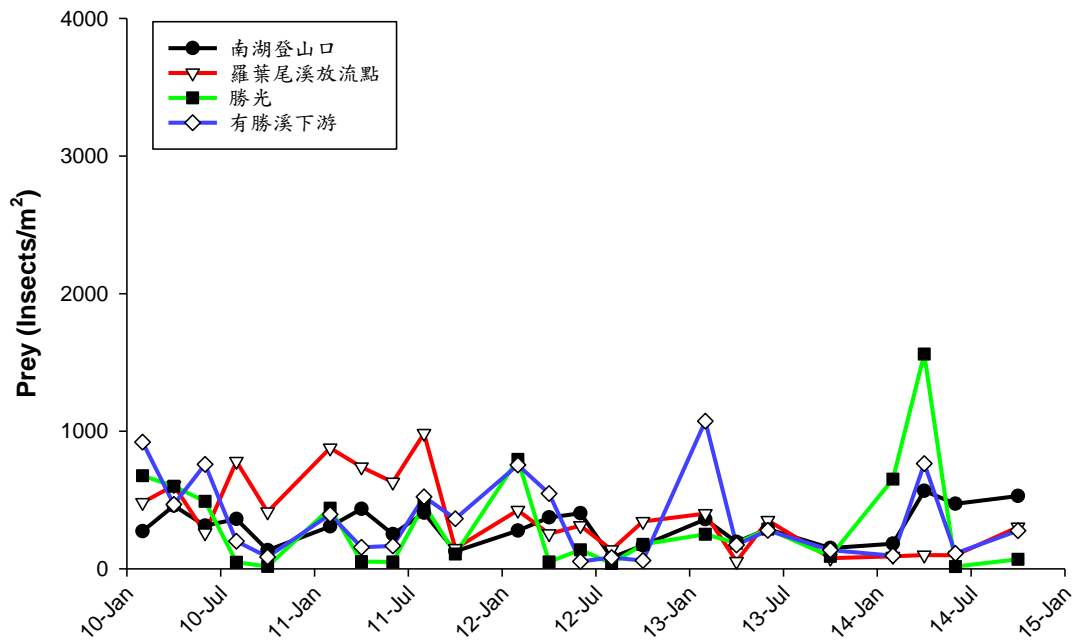
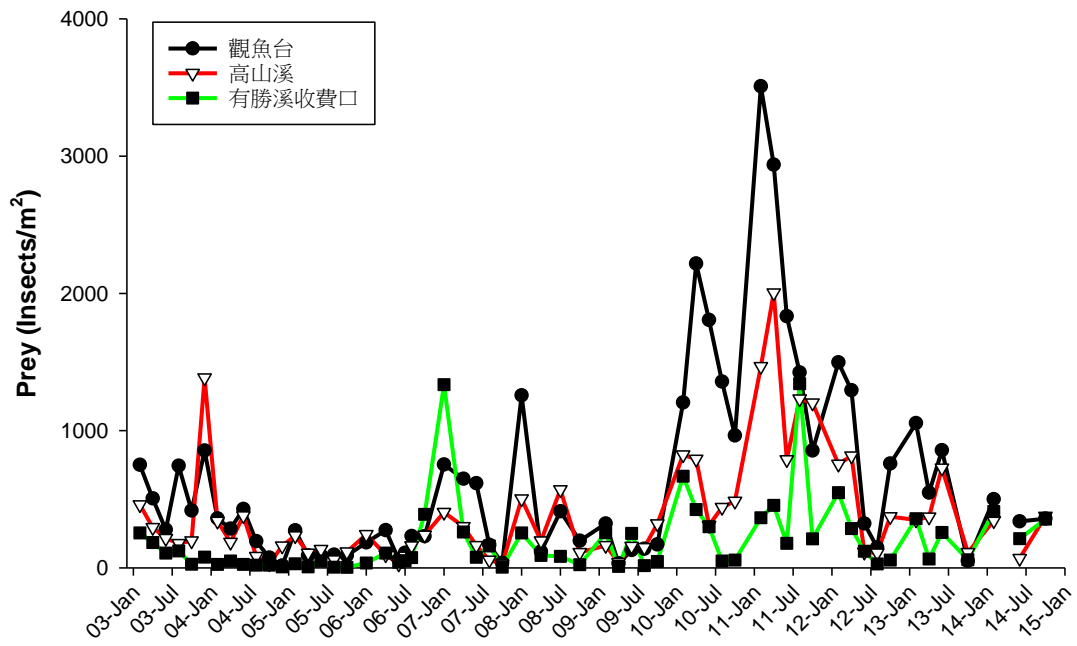


圖 2-3、羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站之臺灣鉤吻鮭中大體型昆蟲食餌之數量變化圖。

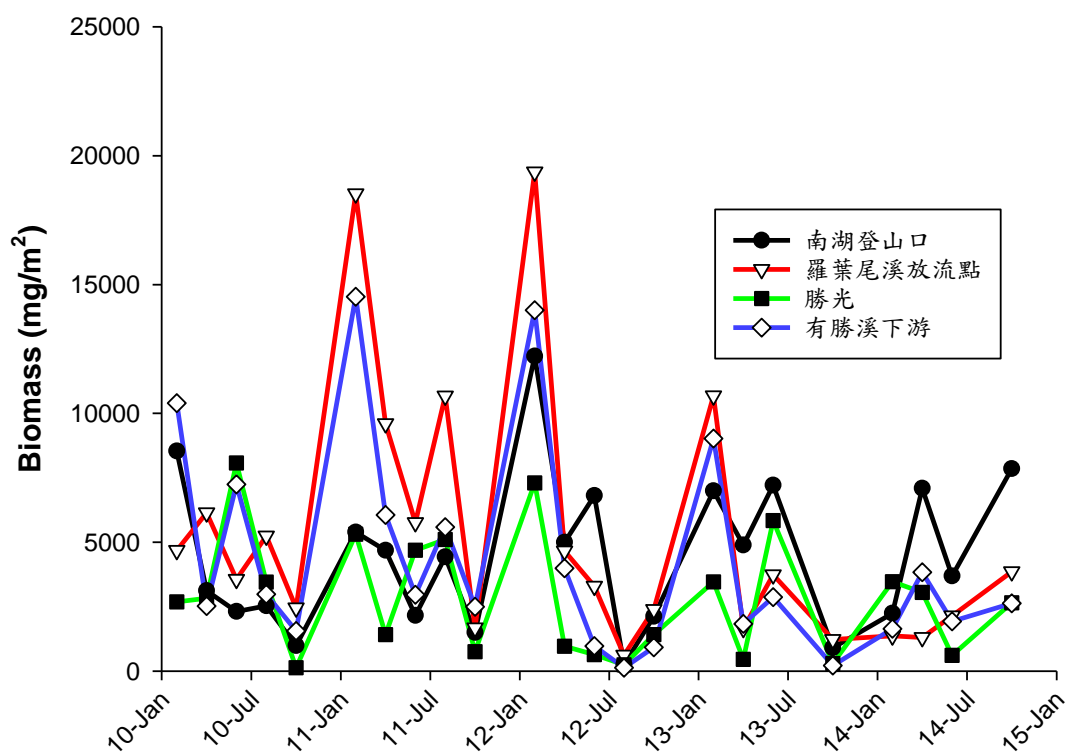
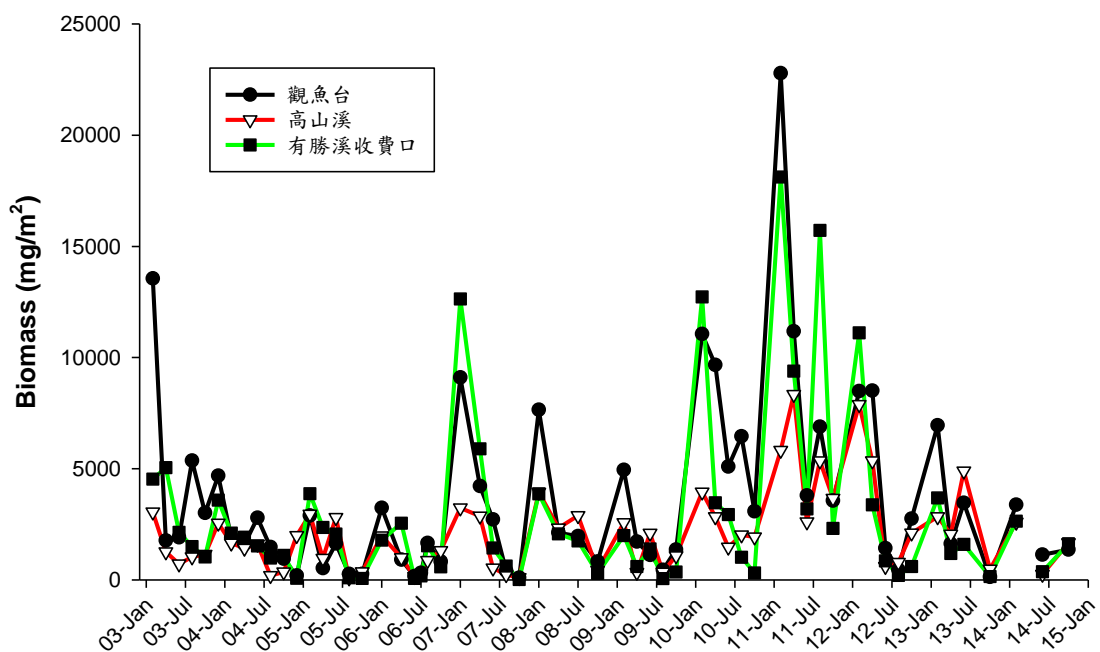


圖 2-4、羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之生物量(溼重)變化圖。

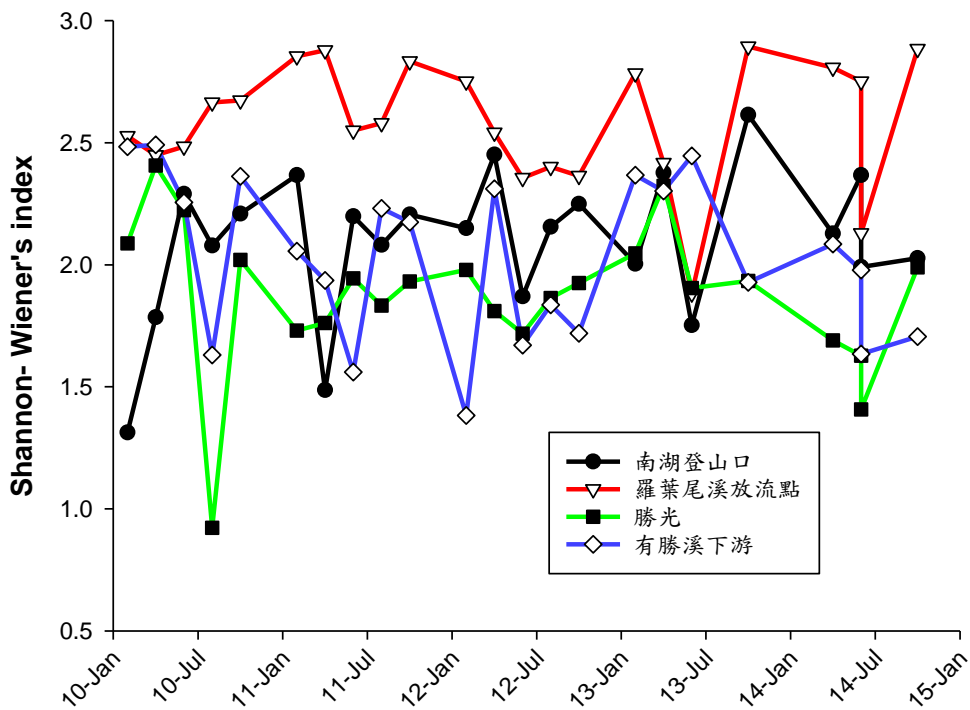
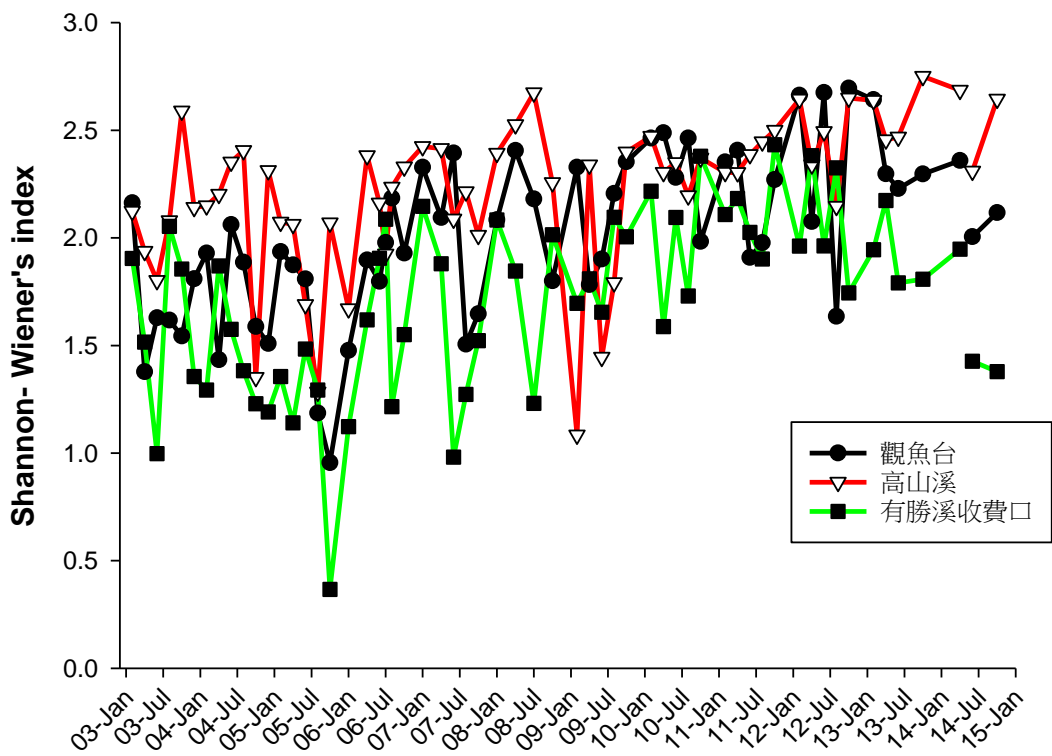


圖 2-5、羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之 Shannon- Wiener's index。

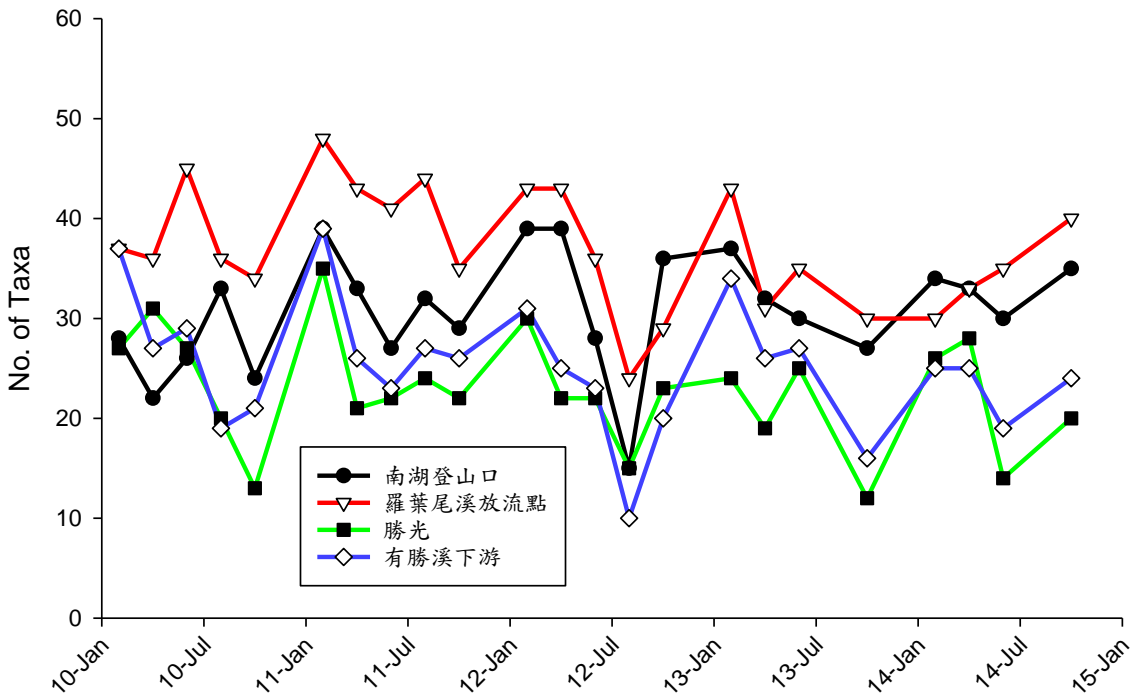
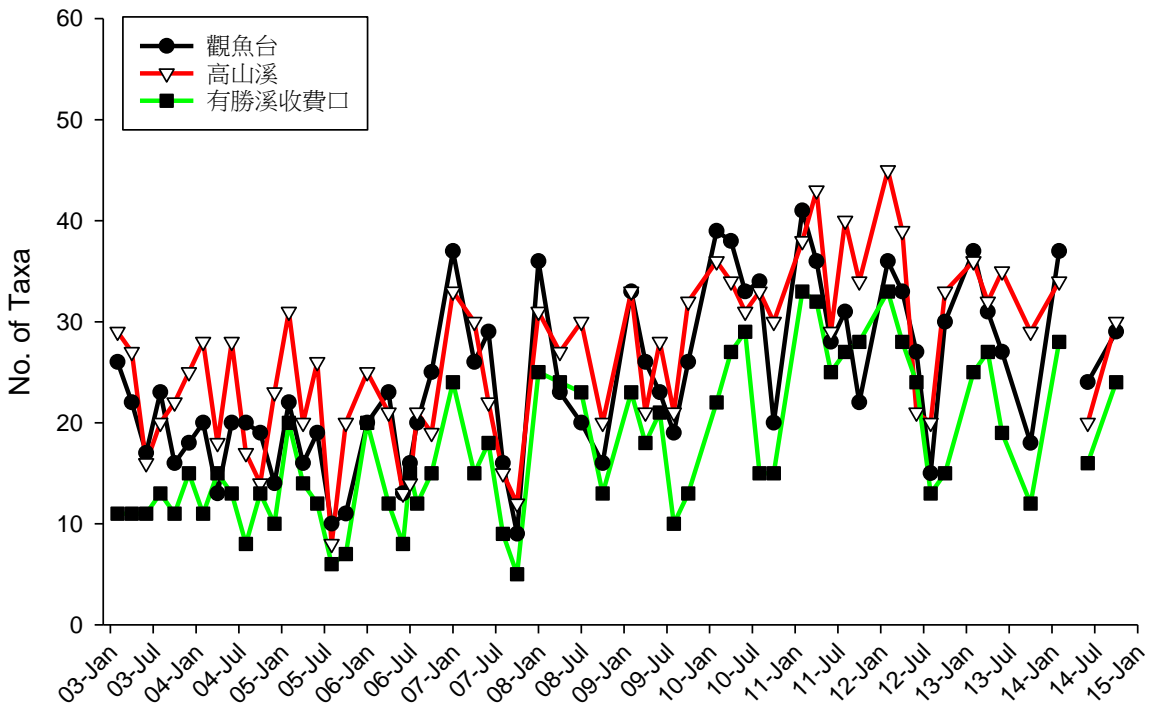


圖 2-6、羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之分類群數。

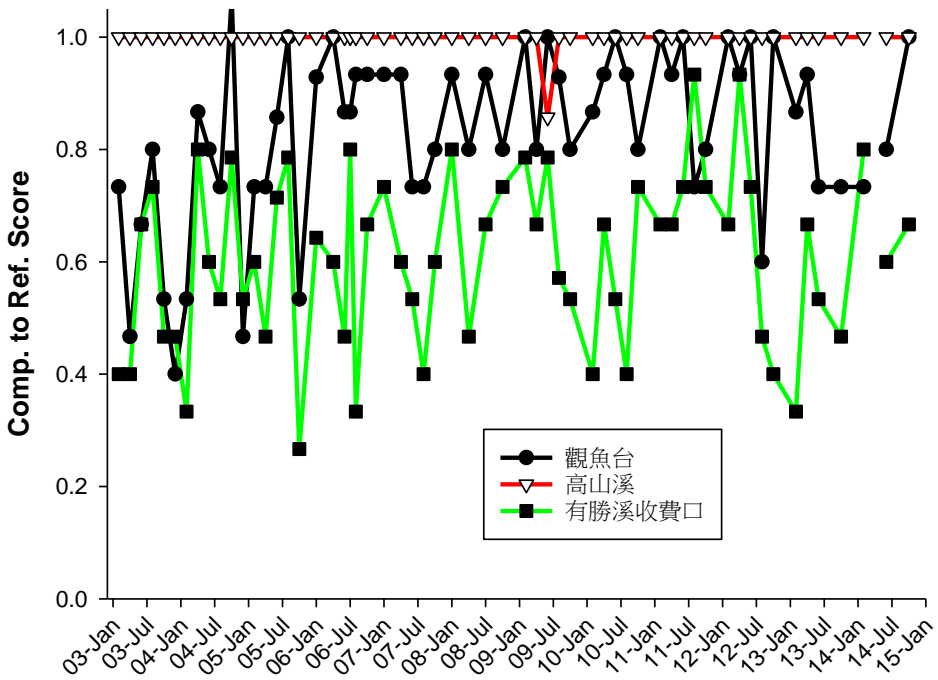
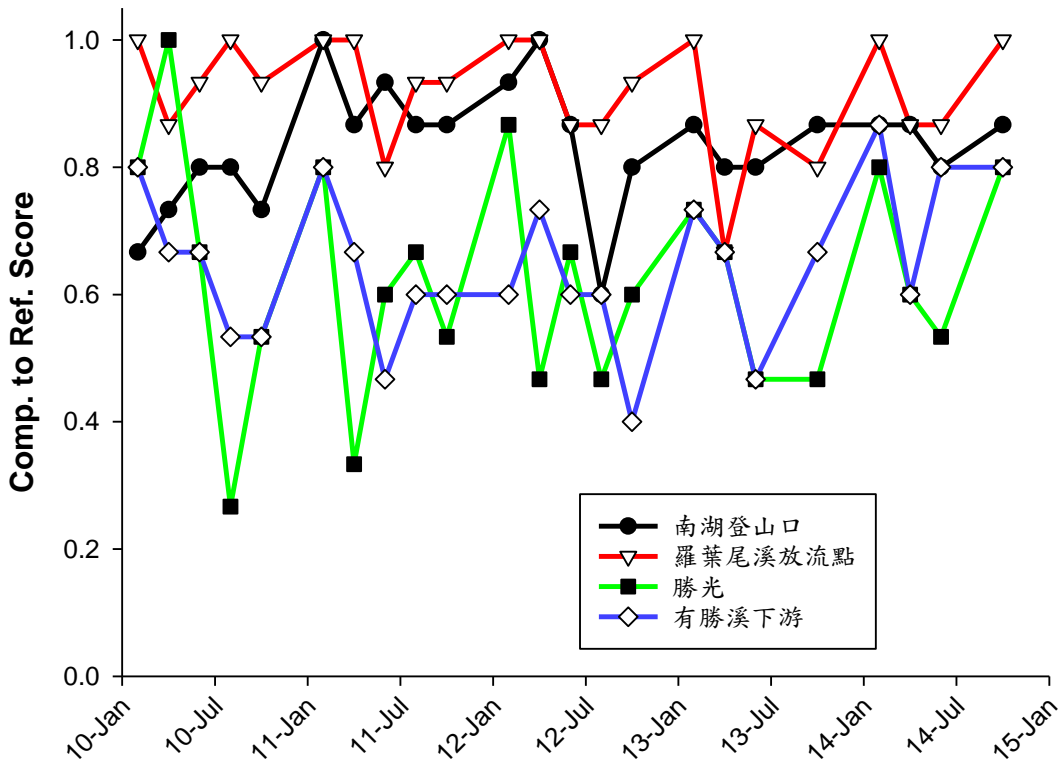


圖 2-7、羅葉尾溪、有勝溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲之 RBPII 相對分數。

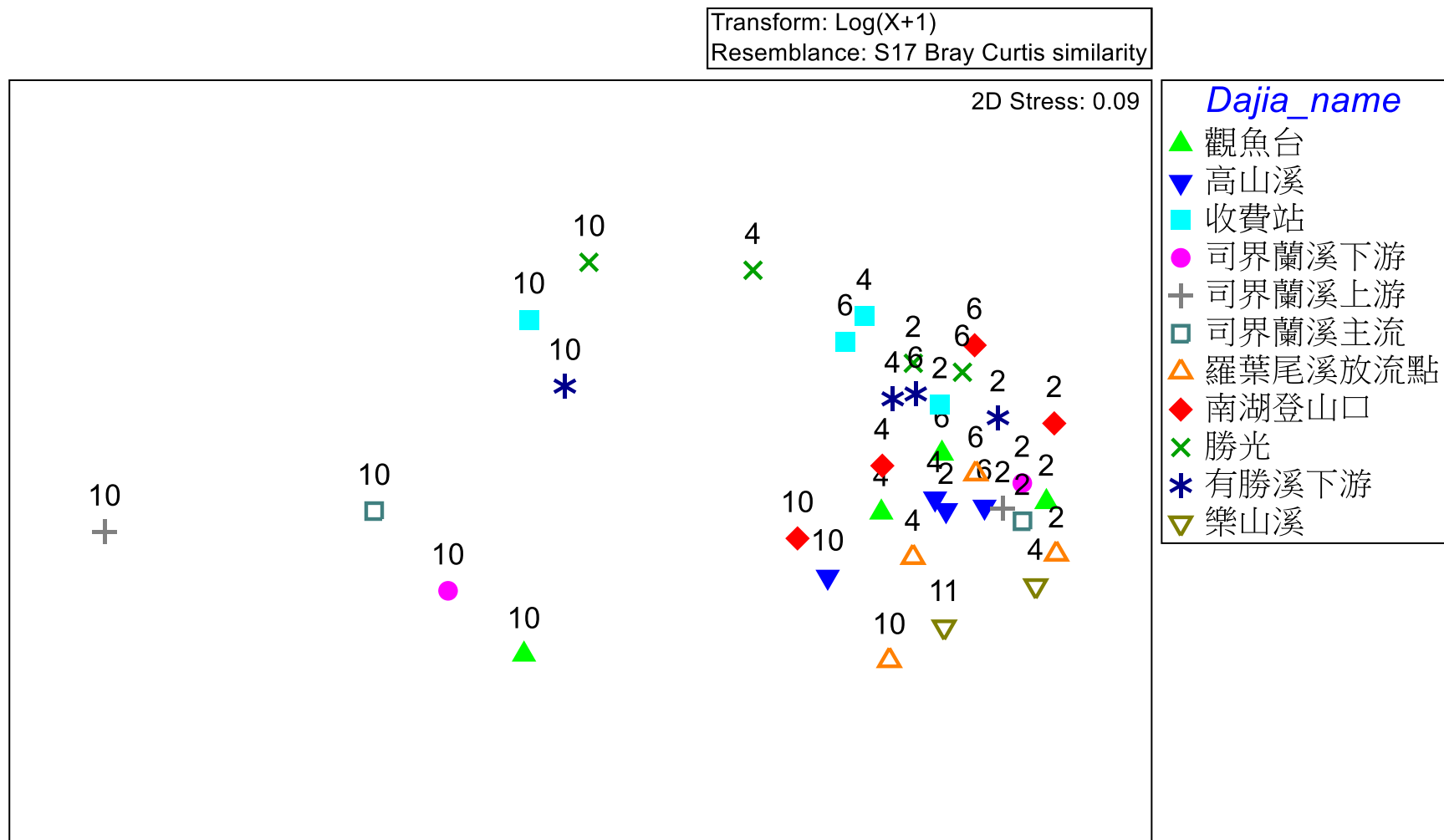


圖 2-8、2013 年羅葉尾溪、有勝溪、司界蘭溪、樂山溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲組成之 MDS 分析。圖標旁的數字表示採集月份。

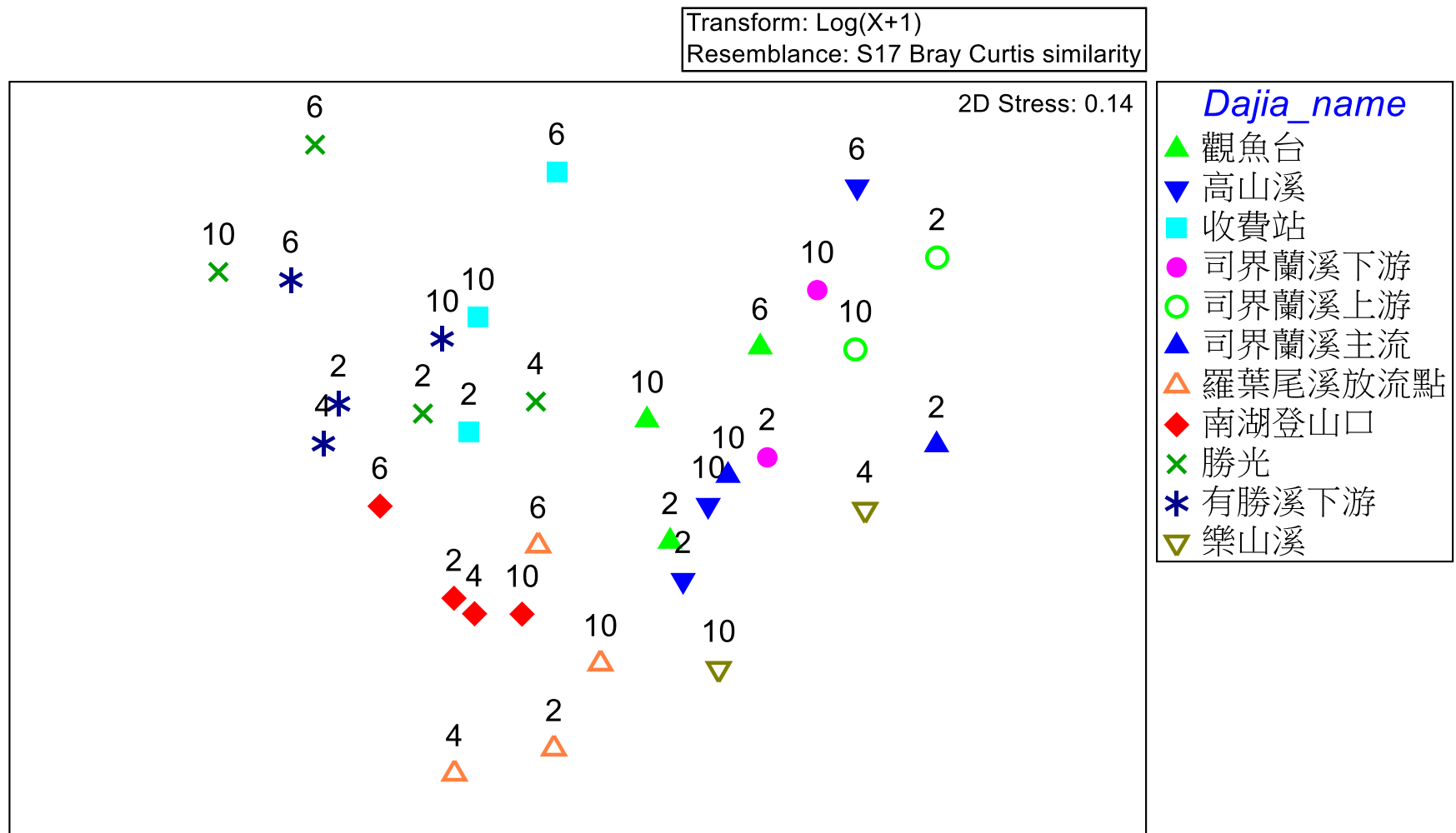


圖 2-9、2014 年羅葉尾溪、有勝溪、司界蘭溪、樂山溪與武陵地區溪流測站水棲昆蟲組成之 MDS 分析。圖標旁的數字表示採集月份。