

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

雪霸國家公園管理處委託辦理報告

中華民國一百零一年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究團隊意見，不代表本機關意見)

10003

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
成果報告

受委託者：明志科技大學

研究主持人：官文惠

協同主持人：邵廣昭、郭美華、黃沂訓、葉昭憲、蔡尚惠

(按姓氏筆劃排列)

執行研究單位：明志科技大學環境與安全衛生工程系

參與研究單位：逢甲大學水利工程與資源保育學系

國立中興大學昆蟲學系

臺灣海洋大學水產養殖學系

環球科技大學環境資源管理系

中央研究院生物多樣性研究中心

(按子計畫順序排列)

雪霸國家公園管理處委託辦理報告

中華民國一百零一年十二月

(本報告內容及建議，純屬研究團隊意見，不代表本機關意見)

目次

表次.....	V
圖次.....	VIII
研究計畫項目與內容.....	XIII

整合計畫

摘要.....	1
Abstract.....	6
一、前言.....	7
(一) 計畫緣由.....	7
(二) 計畫目標.....	8
二、材料與方法.....	9
(一) 研究地區.....	9
(二) 各子計畫研究方法.....	9
三、成果.....	12
(一) 各子計畫成果.....	12
(二) 整合成果.....	14
四、結論與建議.....	17
(一) 結論.....	17
(二) 建議.....	18
五、參考文獻.....	21
表.....	22
圖.....	26

第一章 水質監測

摘要.....	1-1
Abstract.....	1-4
一、前言.....	1-5
(一) 研究緣起.....	1-5
(二) 研究目的.....	1-6
(三) 文獻回顧.....	1-6
二、材料與方法.....	1-14
(一) 採樣地點與採樣頻率.....	1-14
(二) 採樣方法與分析項目.....	1-14
(三) 水質分析方法.....	1-14

三、結果.....	1-18
四、討論.....	1-18
五、結論與建議.....	1-22
(一) 結論.....	1-22
(二) 建議.....	1-23
六、參考文獻.....	1-25
表.....	1-28
圖.....	1-31

第二章 水文與物理棲地研究

摘要.....	2-1
Abstract.....	2-2
一、前言.....	2-3
(一) 計畫範圍與執行期間.....	2-3
(二) 工作流程及方法.....	2-3
二、材料與方法.....	2-3
(一) 河道地形變化趨勢.....	2-3
(二) 物理棲地組成.....	2-4
(三) 與特定河段之比較(組成百分比之相似度).....	2-4
三、結果.....	2-6
(一) 羅葉尾溪放流點.....	2-6
(二) 司界蘭溪第二野溪.....	2-6
(三) 樂山溪.....	2-6
四、討論.....	2-7
(一) 高山溪一號壩.....	2-7
(二) 觀魚臺.....	2-7
(三) 有勝溪收費口.....	2-7
(四) 組成百分比之均方差.....	2-7
五、結論.....	2-8
六、參考文獻.....	2-9
表.....	2-11
圖.....	2-20

第三章 水生昆蟲研究

摘要.....	3-1
Abstract	3-4

一、前言(文獻回顧及目的)	3-5
二、材料與方法.....	3-7
三、結果.....	3-8
四、討論.....	3-13
五、結論與建議.....	3-15
六、參考文獻.....	3-17
表.....	3-20
圖.....	3-42

第四章 魚類研究

摘要.....	4-1
Abstract.....	4-4
一、前言	4-6
(一) 放流原因、目的與策略.....	4-6
(二) 文獻回顧.....	4-6
二、材料與方法.....	4-10
(一) 放流方法.....	4-10
(二) 標示方法.....	4-10
(三) 放流地點與時間.....	4-10
(四) 樣區設置.....	4-11
(五) 放流族群與新生族群追蹤.....	4-12
(六) 放流族群成長情形.....	4-12
三、結果.....	4-13
(一) 鮭魚族群結構及數量調查.....	4-13
(二) 成長.....	4-14
四、討論.....	4-16
五、建議.....	4-17
六、參考文獻.....	4-18
表.....	4-19
圖.....	4-30

第五章 濱岸植群監測

摘要.....	5-1
Abstract.....	5-5
一、前言	5-7
二、材料與方法.....	5-11

(一) 研究地區.....	5-11
(二) 研究方法.....	5-11
(三) 分析方法.....	5-14
三、結果與討論.....	5-16
(一) 濱岸地景監測及生態氣候圖.....	5-16
(二) 矩陣群團分析與植物組成.....	5-18
四、結論與建議.....	5-32
五、參考文獻.....	5-35
表.....	5-43
圖.....	5-60
附錄 5-1 大甲溪上游濱岸植群各測站之照相監測.....	5-74
附錄 5-2 大甲溪上游濱岸植群調查之植物名錄.....	5-76
附表 5-1 大甲溪上游濱岸植群調查之植物名錄各分類群統計表.....	5-81

第六章 生物生態與環境資料庫建置

摘要.....	6-1
Abstract.....	6-3
一、前言.....	6-4
二、材料與方法.....	6-4
三、結果.....	6-5
四、討論與結論.....	6-6
五、研究成果與建議.....	6-6
六、參考文獻.....	6-7
圖.....	6-8

表次

表 1-1	飲用水水源水質標準.....	1-28
表 1-2	地面水體分類及水質標準.....	1-28
表 1-3	歐盟訂定之鮭鯉魚水體標準.....	1-29
表 1-4	大甲溪上游流域各測站地理座標.....	1-30
表 2-1	棲地底質分類表.....	2-11
表 2-2	各種物理棲地環境指標定義.....	2-11
表 2-3	羅葉尾溪放流點採樣點床面平均坡度表.....	2-11
表 2-4	司界蘭溪第二野溪採樣點床面平均坡度表.....	2-11
表 2-5	南湖溪登山口採樣點床面平均坡度表.....	2-11
表 2-6	勝光站採樣點床面平均坡度表.....	2-11
表 2-7	有勝溪下游採樣點床面平均坡度表.....	2-12
表 2-8	樂山溪床面平均坡度表.....	2-12
表 2-9	棲地底質分類表.....	2-12
表 2-10	2012 年羅葉尾溪放流點之底質分佈比例.....	2-12
表 2-11	2012 司界蘭溪第二野溪之底質分佈比例.....	2-13
表 2-12	2012 南湖登山口之底質分佈比例.....	2-13
表 2-13	2012 勝光站之底質分佈比例.....	2-13
表 2-14	2012 有勝溪下游之底質分佈比例.....	2-14
表 2-15	2012 樂山溪之底質分佈比例.....	2-14
表 2-16	2012 年羅葉尾溪放流點之棲地環境類型分析.....	2-14
表 2-17	2012 年司界蘭溪第二野溪之棲地環境類型分析.....	2-14
表 2-18	2012 年南湖溪登山口棲地環境類型分析.....	2-15
表 2-19	2012 年勝光站棲地環境類型分析.....	2-15
表 2-20	2012 年有勝溪下游棲地環境類型分析.....	2-15
表 2-21	2012 年樂山溪棲地環境類型分析.....	2-15
表 2-22	羅葉尾溪與高山溪之相似度.....	2-16
表 2-23	司界蘭溪第二野溪與高山溪相似度.....	2-16
表 2-24	南湖溪登山口與高山溪之相似度.....	2-16
表 2-25	勝光站與高山溪之相似度.....	2-16
表 2-26	有勝溪下游與高山溪之相似度.....	2-16
表 2-27	樂山溪與高山溪相似度.....	2-17
表 2-28	羅葉尾溪與觀魚台之相似度.....	2-17
表 2-29	司界蘭溪第二野溪與共觀魚台相似度.....	2-17
表 2-30	南湖登山口與觀魚台之相似度.....	2-17
表 2-31	勝光站與觀魚台之相似度.....	2-17
表 2-32	有勝溪下游與觀魚台之相似度.....	2-18

表 2-33	樂山溪與觀魚台相似度.....	2-18
表 2-34	羅葉尾溪與有勝溪收費口之相似度.....	2-18
表 2-35	司界蘭溪第二野溪與有勝溪收費口之相似度.....	2-18
表 2-36	南湖登山口與有勝溪收費口之相似度.....	2-18
表 2-37	勝光站與有勝溪收費口之相似度.....	2-19
表 2-38	有勝溪下游與有勝溪收費口之相似度.....	2-19
表 2-39	樂山溪與有勝溪收費口之相似度.....	2-19
表 2-40	放流點與群體計畫樣站間之相似度比較.....	2-19
表 3-1	有勝溪及羅業尾溪於 2012 年(2 月到 10 月)之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-20
表 3-2	司界蘭溪於 2012 年(2 月及 10 月)之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-22
表 3-3	伊卡九溪於 2012 年 2 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-24
表 3-4	樂山溪於 2012 之水生昆蟲資源組成及個體數.....	3-25
表 3-5	司界蘭溪、伊卡九溪及樂山溪測站之水棲昆蟲數量、中大體型昆蟲食餌、生物量、 多樣性指數及棲地評估.....	3-27
表 3-6	歷史棲地測站與武陵測站中大體型昆蟲食餌比例.....	3-28
表 3-7	歷史棲地測站與武陵測站水棲昆蟲之取食功能群組成(2011~2012 年).....	3-28
附表 3-1	有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 2 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-29
附表 3-2	有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 4 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-31
附表 3-3	有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 6 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-33
附表 3-4	有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 8 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-35
附表 3-5	有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 10 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-36
附表 3-6	司界蘭溪於 2012 年 2 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-38
附表 3-7	司界蘭溪於 2012 年 10 月之水棲昆蟲資源組成及個體數.....	3-40
表 4-1	大甲溪上游溪流歷年放流臺灣櫻花鉤吻鮭數量.....	4-19
表 4-2	大甲溪上游溪流歷年臺灣櫻花鉤吻鮭族群數量調查.....	4-20
表 4-3	2011 年 2~2012 年 10 月羅葉尾溪臺灣櫻花鉤吻鮭數量調查.....	4-21
表 4-4	2011 年 2~2012 年 10 月司界蘭溪臺灣櫻花鉤吻鮭數量調查.....	4-22
表 4-5	樂山溪與伊卡九溪臺灣櫻花鉤吻鮭數量調查.....	4-23
表 4-6	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.....	4-24
表 4-7a	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計分析結果 ANOVA table.....	4-25
表 4-7b	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計年級群主效應 日成長率(SGR)分析結果.....	4-25
表 4-7c	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計地點主效應日 成長率(SGR)分析結果.....	4-26
表 4-7d	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計季節主效應日 成長率(SGR)分析結果.....	4-26
表 4-8a	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計分析結果	

	ANOVA table.....	4-27
表 4-8b	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計年級群主效應 日成長率(SGR)分析結果.....	4-27
表 4-8c	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計地點主效應日 成長率(SGR)分析結果.....	4-28
表 4-8d	臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計季節主效應日 成長率(SGR)分析結果.....	4-28
表 4-9	羅葉尾溪及司界蘭溪臺灣櫻花鉤吻鮭總 SGR 追蹤.....	4-29
表 5-1	大甲溪上游濱岸測站土地利用型表.....	5-43
表 5-2	大甲溪上游濱岸植群調查之線截樣區屬性表.....	5-44
表 5-3	2011 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數...	5-46
表 5-4	2011 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數.	5-47
表 5-5	2012 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數.	5-48
表 5-6	2012 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數.	5-49
表 5-7	2011 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物.....	5-50
表 5-8	2011 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物.....	5-52
表 5-9	2012 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物.....	5-54
表 5-10	2012 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物.....	5-56
表 5-11	大甲溪上游濱岸植群線截樣區 2011~2012 年喬木層多樣性.....	5-58
表 5-12	大甲溪上游濱岸植群線截樣區 2011~2012 年地被層多樣性.....	5-59

圖次

圖 1-1	氮素循環過程.....	1-31
圖 1-2	大甲溪上游溪流及各支流空照圖.....	1-31
圖 1-3	有勝溪及羅葉尾溪各測站位置圖.....	1-32
圖 1-4	司界蘭溪、伊卡丸溪及樂山溪各測站位置圖.....	1-32
圖 1-5	測站 201-羅葉尾溪放流點.....	1-33
圖 1-6	測站 202-南湖登山口.....	1-33
圖 1-7	測站 203-勝光.....	1-33
圖 1-8	測站 204-有勝溪下游.....	1-33
圖 1-9	測站 205-司界蘭溪第二野溪.....	1-34
圖 1-10	測站 301-伊卡丸溪(潛在樣點).....	1-34
圖 1-11	測站 302-樂山溪(潛在樣點).....	1-34
圖 1-12	測站 4-觀魚台(參考測站).....	1-34
圖 1-13	測站 8-高山溪(參考測站).....	1-35
圖 1-14	測站 9-有勝溪收費口(參考測站).....	1-35
圖 1-15	測站 10-司界蘭溪上游.....	1-35
圖 1-16	測站 11-司界蘭溪下游.....	1-35
圖 1-17	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 pH 比較.....	1-36
圖 1-18	司界蘭溪與七家灣溪之 pH 比較.....	1-36
圖 1-19	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 pH 比較.....	1-37
圖 1-20	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之溫度比較.....	1-37
圖 1-21	司界蘭溪與七家灣溪之溫度比較.....	1-38
圖 1-22	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之溫度比較.....	1-38
圖 1-23	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之導電度比較.....	1-39
圖 1-24	司界蘭溪與七家灣溪之導電度比較.....	1-39
圖 1-25	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之導電度比較.....	1-40
圖 1-26	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之溶氧比較.....	1-40
圖 1-27	司界蘭溪與七家灣溪之溶氧比較.....	1-41
圖 1-28	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之溶氧比較.....	1-41
圖 1-29	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之濁度比較.....	1-42
圖 1-30	司界蘭溪與七家灣溪之濁度比較.....	1-42
圖 1-31	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之濁度比較.....	1-43
圖 1-32	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 SiO ₂ 比較.....	1-43
圖 1-33	司界蘭溪與七家灣溪之 SiO ₂ 比較.....	1-44
圖 1-34	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 SiO ₂ 比較.....	1-44
圖 1-35	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 NO ₃ ⁻ -N 比較.....	1-45
圖 1-36	司界蘭溪與七家灣溪之 NO ₃ ⁻ -N 比較.....	1-45

圖 1-37	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 NO_3^- -N 比較.....	1-46
圖 1-38	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 NO_2^- -N 比較.....	1-46
圖 1-39	司界蘭溪與七家灣溪之 NO_2^- -N 比較.....	1-47
圖 1-40	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 NO_2^- -N 比較.....	1-47
圖 1-41	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 SO_4^{2-} 比較.....	1-48
圖 1-42	司界蘭溪與七家灣溪之 SO_4^{2-} 比較.....	1-48
圖 1-43	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 SO_4^{2-} 比較.....	1-49
圖 1-44	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 Cl^- 比較.....	1-49
圖 1-45	司界蘭溪與七家灣溪之 Cl^- 比較.....	1-50
圖 1-46	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 Cl^- 比較.....	1-50
圖 1-47	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 PO_4^{3-} 比較.....	1-51
圖 1-48	司界蘭溪與七家灣溪之 PO_4^{3-} 比較.....	1-51
圖 1-49	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 PO_4^{3-} 比較.....	1-52
圖 1-50	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 NH_4^+ -N 比較.....	1-52
圖 1-51	司界蘭溪與七家灣溪之 NH_4^+ -N 比較.....	1-53
圖 1-52	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 NH_4^+ -N 比較.....	1-53
圖 1-53	羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 TOC 比較.....	1-54
圖 1-54	司界蘭溪與七家灣溪之 TOC 比較.....	1-54
圖 1-55	伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 TOC 比較.....	1-55
圖 2-1	羅葉尾溪放流點之位置圖.....	2-20
圖 2-2	司界蘭溪第二野溪之位置圖.....	2-20
圖 2-3	樂山溪之位置圖.....	2-21
圖 2-4	本年度研究基本流程圖.....	2-21
圖 2-5	羅葉尾溪放流點斷面高程剖面圖.....	2-22
圖 2-6	司界蘭溪第二野溪斷面高程剖面圖.....	2-22
圖 2-7	南湖登山口斷面高程剖面圖.....	2-22
圖 2-8	勝光站斷面高程剖面圖.....	2-22
圖 2-9	有勝溪下游斷面高程剖面圖.....	2-22
圖 2-10	樂山溪斷面高程剖面圖.....	2-22
圖 2-11	羅葉尾溪放流點棲地環境類型分佈.....	2-23
圖 2-12	司界蘭溪第二野溪棲地環境類型分佈.....	2-23
圖 2-13	南湖登山口棲地環境類型分佈.....	2-23
圖 2-14	勝光站棲地環境類型分佈.....	2-23
圖 2-15	有勝溪下游棲地環境類型分佈.....	2-23
圖 2-16	樂山溪棲地環境類型分佈.....	2-23
圖 2-17	羅葉尾溪底質分佈.....	2-24
圖 2-18	司界蘭溪第二野溪底質分佈.....	2-24
圖 2-19	南湖登山口底質分佈.....	2-24

圖 2-20	勝光站底質分佈.....	2-24
圖 2-21	有勝溪下游溪底質分佈.....	2-24
圖 2-22	樂山溪底質分佈.....	2-24
圖 2-23	群體生態採樣區位置分佈圖.....	2-25
圖 2-24	高山溪棲地環境類型分佈.....	2-26
圖 2-25	觀魚台棲地環境類型分佈.....	2-26
圖 2-26	有勝溪收費口棲地環境類型分佈.....	2-26
圖 2-27	高山溪底質類型分佈.....	2-26
圖 2-28	觀魚台底質類型分佈.....	2-26
圖 2-29	收費口底質類型分佈.....	2-26
圖 2-30	對照高山溪相似度.....	2-27
圖 2-31	對照觀魚台相似度.....	2-27
圖 2-32	對照有勝溪收費口相似度.....	2-28
照片 2-1	羅葉尾溪斷面 2-2 上游面(2012/02).....	2-29
照片 2-2	羅葉尾溪斷面 2-2 上游面(2012/10).....	2-29
照片 2-3	羅葉尾溪斷面 2-6 上游面(2012/02).....	2-29
照片 2-4	羅葉尾溪斷面 2-6 上游面(2012/10).....	2-29
照片 2-5	羅葉尾溪斷面 1-4 下游面(2012/02).....	2-29
照片 2-6	羅葉尾溪斷面 1-4 下游面(2012/10).....	2-29
照片 2-7	羅葉尾溪斷面 1-6 上游(2012/02).....	2-29
照片 2-8	羅葉尾溪斷面 1-6 上游(2012/10).....	2-29
照片 2-9	司界蘭溪第二野溪斷面 2-2 上游(2012/02).....	2-30
照片 2-10	司界蘭溪第二野溪斷面 2-2 上游(2012/10).....	2-30
照片 2-11	司界蘭溪第二野溪斷面 2-3 上游(2012/02).....	2-30
照片 2-12	司界蘭溪第二野溪斷面 2-3 上游(2012/10).....	2-30
照片 2-13	司界蘭溪第二野溪斷面 2-5 上游(2012/02).....	2-30
照片 2-14	司界蘭溪第二野溪斷面 2-5 上游(2012/10).....	2-30
照片 2-15	司界蘭溪第二野溪斷面 2-9 上游(2012/02).....	2-30
照片 2-16	司界蘭溪第二野溪斷面 2-9 上游(2012/10).....	2-30
照片 2-17	司界蘭溪第二野溪斷面 1-1 上游(2012/02).....	2-31
照片 2-18	司界蘭溪第二野溪斷面 1-1 上游(2012/10).....	2-31
照片 2-19	司界蘭溪第二野溪斷面 1-3 上游(2012/02).....	2-31
照片 2-20	司界蘭溪第二野溪斷面 1-3 上游(2012/10).....	2-31
照片 2-21	司界蘭溪第二野溪斷面 1-6 上游(2012/02).....	2-31
照片 2-22	司界蘭溪第二野溪斷面 1-6 上游(2012/10).....	2-31
照片 2-23	樂山溪斷面 1-2 上游(2012/04).....	2-31
照片 2-24	樂山溪斷面 1-2 上游(2012/10).....	2-31
照片 2-25	樂山溪斷面 1-5 上游(2012/04).....	2-32

照片 2-26 樂山溪斷面 1-5 上游(2012/10).....	2-32
照片 2-27 樂山溪斷面 1-9 上游(2012/04).....	2-32
照片 2-28 樂山溪斷面 1-9 上游(2012/10).....	2-32
照片 2-29 樂山溪斷面 1-13 上游(1012/04).....	2-32
照片 2-30 樂山溪斷面 1-13 上游(1012/10).....	2-32
圖 3-1 本計畫設置共同的 9 個樣站之相關位置圖.....	3-42
圖 3-2 羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲數量變化圖.....	3-43
圖 3-3 羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站之台灣鈎吻鮭中大體型昆蟲食餌之數量變化圖.....	3-43
圖 3-4 羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲之生物量(溼重)變化圖.....	3-44
圖 3-5 羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲之 Shannon-Wiener's index.....	3-45
圖 3-6 羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲之 RBPII 相對分數.....	3-45
圖 3-7 羅葉(業)尾溪、有勝溪、司界蘭溪、伊卡丸溪、樂山溪與武陵地區溪流測站底棲昆蟲組成之 MDS 分析.....	3-46
圖 4-1 2006、2007、2009 及 2010 司界蘭溪放流地點.....	4-30
圖 4-2 2006、2007 南湖溪放流地點.....	4-30
圖 4-3 2008 伊卡丸溪放流地點.....	4-31
圖 4-4 2009 及 2010 年羅葉尾溪放流地點.....	4-31
圖 4-5 2012 年臺灣櫻花鈎吻鮭溪流調查樣區-司界蘭溪支流以及伊卡丸溪.....	4-32
圖 4-6 2012 年臺灣櫻花鈎吻鮭溪流調查樣區-羅葉尾溪.....	4-32
圖 4-7 2012 年臺灣櫻花鈎吻鮭溪流調查樣區-有勝溪.....	4-33
圖 4-8 2012 年臺灣櫻花鈎吻鮭溪流調查樣區-樂山溪.....	4-34
圖 4-9 司界蘭溪鮭魚各年齡組成之數量百分比(2011.02~2012.10).....	4-35
圖 4-10 羅葉尾溪鮭魚各年齡組成之數量百分比(2011.02~2012.10).....	4-35
圖 4-11 司界蘭溪鮭魚各年級群之 SGR 變化調查(2009~2012 年).....	4-36
圖 4-12 羅葉尾溪鮭魚各年級群之 SGR 變化調查(2009~2012 年).....	4-36
圖 5-1 大甲溪上游臺灣櫻花鈎吻鮭歷史棲地環境生態調查及溪流放流長期監測各測站位置圖.....	5-60
圖 5-2 濱岸植群之線截樣區設置示意圖.....	5-61
圖 5-3 大甲溪上游之台電氣象測站.....	5-62
圖 5-4 大甲溪上游濱岸羅葉尾溪放流點(#201)測站土地利用型.....	5-63
圖 5-5 大甲溪上游濱岸南湖登山口(#201)測站土地利用型.....	5-63
圖 5-6 大甲溪上游濱岸勝光(#203)測站土地利用型.....	5-64
圖 5-7 大甲溪上游濱岸有勝溪下游(#204)測站土地利用型.....	5-64
圖 5-8 大甲溪上游濱岸有勝溪收費口(#9)測站土地利用型.....	5-65

圖 5-9	大甲溪上游濱岸司界蘭溪第二野溪(#205)測站土地利用型.....	5-65
圖 5-10	大甲溪上游濱岸司界蘭溪上游(#10)測站土地利用型.....	5-66
圖 5-11	大甲溪上游濱岸司界蘭溪下游(#11)測站土地利用型.....	5-66
圖 5-12	大甲溪上游濱岸潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站土地利用型.....	5-67
圖 5-13	大甲溪上游濱岸潛在放流點樂山溪(#302)測站土地利用型.....	5-67
圖 5-14	思源生態氣候圖.....	5-68
圖 5-15	環山生態氣候圖.....	5-68
圖 5-16	松茂生態氣候圖.....	5-69
圖 5-17	2011年2月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖.....	5-70
圖 5-18	2011年10月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖.....	5-71
圖 5-19	2012年2月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖.....	5-72
圖 5-20	2012年10月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖.....	5-73
圖 6-1	網站首頁及計畫簡介.....	6-8
圖 6-2	調查現場照片.....	6-8
圖 6-3	Google 地圖及測站.....	6-9
圖 6-4	調查物種科別統計.....	6-9
圖 6-5	調查物種紀錄.....	6-10
圖 6-6	生物資料均匯入 IPT 站.....	6-10
圖 6-7	LSID 格式.....	6-11
圖 6-8	大甲溪資料 LSID 範例.....	6-11

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
總計畫及 子計畫 1	官文惠	明志科技大學環境與 安全衛生工程系	副教授	水質監測
子計畫 2	葉昭憲	逢甲大學水利工程與 資源保育學系	副教授	水文與物理棲地研究
子計畫 3	郭美華	中興大學昆蟲系	副教授	水棲昆蟲研究
子計畫 4	黃沂訓	臺灣海洋大學水產 養殖學系	副教授	魚類研究
子計畫 5	蔡尚惠	環球科技大學環境 資源管理系	助理 教授	濱岸植群監測
子計畫 6	邵廣昭	中央研究院生物多樣 性研究中心	研究員	生態資料庫建構

整合計畫

官文惠¹、葉昭憲²、郭美華³、黃沂訓⁴、蔡尚憲⁵、邵廣昭⁶

¹明志科技大學環境與安全衛生工程系

²逢甲大學水利工程與資源保育學系

³中興大學昆蟲系

⁴臺灣海洋大學水產養殖學系

⁵環球科技大學環境資源管理系

⁶中央研究院生物多樣性研究中心

摘要

關鍵詞：大甲溪、臺灣櫻花鉤吻鮭、七家灣溪、水質監測、水文與物理棲地、水生昆蟲、魚類、濱岸植群、生態模式資料庫

一、研究緣起

臺灣櫻花鉤吻鮭過去遍及大甲溪上游各溪流中，但隨時間之演進，最後僅生存於七家灣溪及高山溪。近年來，雪霸國家公園管理處致力於臺灣櫻花鉤吻鮭之復育工作，自2006起開始放流鮭魚，希冀國寶魚臺灣櫻花鉤吻鮭可重新悠游於溪流中。惟過去之放流與後續監測，僅及於魚群之調查，對於適合放流之生態環境，尚未進行系統性及全面性之評估。故本研究將針對歷史放流溪流及未來潛在放流點，進行（1）溪流水質之監測，並與七家灣溪流流域水質歷年監測結果進行客觀比較；（2）針對水文物理棲地調查，瞭解溪流河道縱橫斷面地形及物理棲地組成與變化趨勢；（3）對臺灣櫻花鉤吻鮭主要食物來源水生昆蟲進行調查，並以統計方法分析水生昆蟲種類、數量、生物量及群聚各重要參數；（4）對魚類族群分佈與數量進行調查，並評估適合放流棲地；（5）研究並分析溪流濱岸植群種類與覆蓋度；（6）生態模式資料庫建置；最後將整合六種向度之調查結果，

比較各歷史及潛在野放點與七家灣溪溪流生態環境之異同。期能將研究成果彙集成文，裨益集水區之經營管理，及鮭魚溪流移地保育之參考。

二、研究方法及過程

水質研究是針對水溫、溶氧、導電度、pH等水質項目進行現場量測；濁度、矽酸鹽、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氨氮、磷酸鹽、硫酸鹽、氯鹽、總磷、總有機碳，則現地採集樣品後，運回實驗室分析。

水文物裡棲地之調查，沿用葉昭憲（2007）於七家灣溪及高山溪相關研究計畫中實施多年之河道斷面測量及物理棲地調查方法，分析探討羅葉尾溪、司界蘭溪第二野溪與樂山溪之河道縱橫向變化、棲地組成、底質粒徑分佈之現況。最後彙整「武陵地區長期生態監測暨生態模式建立」及「武陵地區溪流生態系長期監測暨整合計畫」等歷年相關計畫之研究成果，與本計畫三處調查河段之物理棲地與底質組成進行歸納比較。

水生昆蟲之調查係進行臺灣櫻花鉤吻鮭之域外放流地羅葉尾溪之生態監測，並建立水生昆蟲相生態資料庫。利用群聚指數及快速生物評估法II指標監測羅葉尾溪各測站水生昆蟲群聚、棲地變化並加以評估，以作為集水區經營管理之參考指標。

魚類研究係針對大甲溪上游支流羅葉尾溪及司界蘭溪第二野溪（Gon-bkuli）持續臺灣櫻花鉤吻鮭的放流工作，並增加司界蘭第一野溪(Gon-gamin)、樂山溪和伊卡丸溪等放流點，利用浮潛法調查放流後的族群變化以確定放流成效。調查放流範圍，以放流區段各向上下游延伸1公里為調查樣區，之後視魚群分布來作調整。調查內容為放流族群數量變化、以GPS點標作族群移動和分布變化之觀察、活存率調查、成長調查及繁殖季產卵場調查。

濱岸植群監測是蒐集與研究區相關之空間與屬性資料，包括地理環境、範圍、氣候、地質土壤、造林臺帳、地形圖、航照圖、相片基本圖以及林班圖等資料，而經由確定地圖上研究範圍，瞭解區內環境狀況、概略之植群類型，以及土地利用情形後，

並研擬調查路線後，隨即進行區域內之踏勘，並進行植群樣區選擇與設置，以及定點之照相監測，配合廿四節氣，期瞭解研究區濱岸植群之影響及變化。

生態資料庫建構係針對本計畫所收集之原始生態調查資料，採用中央研究院生物多樣性研究中心設計的「簡便通用生態調查資料格式」，作為本計畫原始生態調查資料的格式。所有的資料分別轉換成XML文件，以利後續的整合、保存及資料交換，並同步匯入中央研究生物多樣性中心的資料發佈站(Integrated Publishing Toolkit)，轉換成Drawin Core Archive 格式 (內含Ecological Metadata Language 格式)，以利資料分析運用。

三、重要發現

本研究經兩年之調查分析，持續監測評估數個歷史放流點及兩個潛在放流點，並建構以武陵地區歷史調查資料較豐富之三個樣點包括高山溪(#8)、觀魚台(#4)及有勝溪收費口(#9)為參考測站。結果顯示第一候選放流點伊卡丸溪，在水質、水棲昆蟲、物理棲地及濱岸植群等生態環境調查面向，均近似有勝溪收費口(#9)(劣質參考測站)；第二候選放流點樂山溪在水質及物理棲地等生態環境調查面向近似高山溪(優質參考測站)，該區域人為活動少，導電度值與氮鹽濃度均低於高山溪。然而樂山溪兩岸邊坡地形破碎，木質殘材容易直接進入河道堆積，再加上環境易受氣候因素影響而改變，阻礙研究團隊人員進入調查採樣，截至目前三次調查分析結果，尚難評斷是否適合臺灣櫻花鉤吻鮭生存繁衍。

歷史放流點之評估與持續性監測結果顯示，本研究所建構之「以武陵地區高山溪(#8)、觀魚台(#4)及有勝溪收費口(#9)分別為優質、中度及劣質參考測站」之生態環境評估原則，尚能契合臺灣櫻花鉤吻鮭歷史放流及自然繁衍成果；其中羅葉尾溪放流點在各生態調查面向均顯示其環境條件近似高山溪至觀魚台測站，鮭魚放流成效及自然繁衍數目亦相當豐富。

未來在選擇潛勢放流點時，建議可針對適合放流溪流之生態環境進行初步調查篩

選出潛勢放流溪流，再進行後續長期系統性及全面性之細部評估。在初次調查中，檢視潛勢放流溪流水質是否良好(溶氧 7 ppm 以上、pH 值介於 6.5~8.5、濁度在 5 NTU 以下)；水溫是否介於臺灣櫻花鉤吻鮭生存最適溫度範圍 5~17°C；水棲昆蟲數量是否充足供應鮭魚食餌無虞；濱岸植群覆蓋完整；水文與物理棲地環境可滿足臺灣櫻花鉤吻鮭生活史各時期並在颱風暴雨期間提供良好屏障；沿岸土地無人為遊憩活動及農業耕作(硝酸鹽氮濃度在 2 ppm 以下)。在後續細部評估調查中，先篩除劣質生態環境(包括夏季水溫高於 17°C、乾季溪流水位低、暴雨後濁度恢復期間長達數週、集水區流域地貌有崩塌潛在危機等)，再藉由長期全面性調查結果，挑選出水質、物理棲地、水棲昆蟲及濱岸植群相對穩定之優質放流環境並進行放流。而放流魚齡則建議釋放當年度可成熟配對之 1⁺成魚。

四、主要建議事項

根據本研究於大甲溪上游之歷史棲地與潛在放流點，兩年之調查與監測結果，建議事項敘述如下：

(一)立即可行之建議

(1) 主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：計畫執行單位或政府相關單位

建議事項：臺灣櫻花鉤吻鮭放流點之生態環境評估，應收集至少 1~2 年之調查資料，以完整比較其與各等級參考測站之異同，並提供適切之放流建議。

(2) 主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：計畫執行單位或政府相關單位

建議事項：放流點之生態環境調查，至少應包含以下面向，且依各面向之時變性不同，採樣調查頻度應至少滿足下述之需求：

水文物棲：每年 2~3 次

水質：每年 4~5 次

水昆：每年 4~5 次

魚群：每年 4~5 次

植群：每年 2 次

(二)長期性建議

(1) 主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會

建議事項：羅葉尾溪放流成效極佳，已有數目相當多的野生族群自然繁衍，且調查顯示已有魚群下溯至有勝溪河段，惟有勝溪中下游河段並非全段暢通，其中有數個河段於夏季處於乾涸狀態，上游濱岸大面積蔬菜種植亦嚴重影響水域生態。為使羅葉尾溪自然繁衍之鮭魚有更大的棲息空間，且可與七家灣溪族群進行基因交流，更積極的限制管理有勝溪濱岸農耕活動、適度的造林以增加植群覆蓋並降低水溫，為暢通生態廊道、成功復育鮭魚之必要經營管理方向。

Abstract

The Formosan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*), an endangered species, had ever inhabited in the upper branches of stream Da-Chia. However, the distribution of the salmon only exist in stream Chi-Chia-Wan in last a number of decades. Due to the government policy, Shei-Pa National Park recently devotes to recover the salmon and release the cultivated breeds in several historic rivers. Therefore, a comprehensive and systematic monitoring and assessment of the new selected habitats are indispensable. This study was aimed to monitor the water quality, riparian vegetation, fish distribution, aquatic insects, as well as the spatial pattern of microhabitat of the stream. Additionally, the overall evaluating data will be combined into an ecological database and compared to that of stream Chi-Chia-Wan in order to propose ecologically suggestions for the restoration of the Formosan salmon.

Over two years investigation, two historic inhabiting streams and two streams considered for cultivated breeds release have been assessment. The results indicated that the overall habitat quality of stream Lo-Ye-Wei is similar with that of the Kwan-Yu-Tai site, however, the water quality of I-Ka-Wan site is worse than that of Kwan-Yu-Tai site and almost close to that of the Yu-Shan stream site. Three samplings of Le-Shan stream on Oct. 2011, Apr. 2012 and Oct. 2012, the collected data indicates that the water quality and aquatic insects distribution are good enough for salmon habitat; however, the channel is still in a relative unstable situation, the hydrological events may result in a significant impact on this candidate for breed salmon release. The increase of fish population in the Lo-Ye-Wei between the censuses in the December of 2011 and 2012 was significant with a total of 1269 fish in 2012 over 2.5 times the amount of 519 fish in 2011. This significant boost of salmon population in Lo-Ye-Wei indicated that the assessment strategy is feasible for the salmon release.

Key words: the Formosan salmon; stream Da-Chia, stream Chi-Chia-Wan, water quality, aquatic insects, microhabitat, fish, riparian vegetation, ecological database

一、前言

(一) 計畫緣由

臺灣櫻花鉤吻鮭是冰河時期子遺的珍貴物種，是北半球鮭魚分佈最南限，冰河時期海平面下降，改變櫻花鉤吻鮭洄游到大海的習性，被阻隔在大甲溪上游之高山溪流中，成為陸封性的鮭魚。過去在日治時代，在大甲溪上游之六條支流中，均有櫻花鉤吻鮭之分佈，但隨時間之演進，最後僅生存於七家灣溪及高山溪。近年來雪霸國家公園管理處致力於櫻花鉤吻鮭之復育工作，並且進行移地保育工程，亦就是在自然原生地以外的地方進行物種的保育。物種保育整體的經營管理可劃分為就地和遷地行動。前者著重在自然族群和生態系統，立即的保護和復育，後者則朝向發展移地的基因保存能力，以便保護物種免於全然絕滅，並補充或復育自然族群。雪霸國家公園管理處自2000年在七家灣放流，但因無有效之後續調查，放流成效無法得知，因此於2006年起委託本團隊成員於南湖溪、司界蘭溪、伊卡丸溪及羅葉尾溪等進行放流，希冀國寶魚臺灣櫻花鉤吻鮭可重新悠游於溪流之中。

過去自2006年起，雪霸國家公園管理處陸續於櫻花鉤吻鮭之歷史棲地進行放流並監測放流及新生族群之變化。管理處於2006年6月於司界蘭溪及南湖溪放流各250(1⁺)尾；2007年11月於司界蘭溪及南湖溪放流各165(1⁺)尾及315(1⁺)尾；2008年3月於伊卡丸溪放流300(0⁺)尾；2009年6月於司界蘭溪及羅葉尾溪放流各100(1⁺)尾及150(1⁺)尾；2010年5月於司界蘭溪及羅葉尾溪放流各300(1⁺)尾及350(1⁺)尾；2010年11月於伊卡丸溪及羅葉尾溪各放流30(1⁺)尾魚。2010年之放流族群及新生族群監測結果顯示，於司界蘭第二野溪及羅葉尾溪發現許多新生鮭魚，顯示此兩條溪流可提供鮭魚適合生存環境，並孕育新生族群。

過去本團隊部分成員於2008~2009進行南湖溪環境生態調查研究，結果顯示，南湖溪河道寬度較窄，易受極端水文事件之影響，上游易崩塌，致使同一水文事件，溪流中濁度遠高於七家灣溪及高山溪；而水生昆蟲之多樣性指數大部分採樣調查結果均無法達到武陵地區中等優質測站之水準，且年初之大型昆蟲數量低於武陵地區。另本團

隊亦於2010進行羅葉尾溪及有勝溪之生態環境調查，結果顯示，羅葉尾溪測站在水質、水文物理棲地及水生昆蟲之多樣性指數及族群結構均近似於武陵地區之高山溪測站(優質環境)。但有勝溪勝光及下游測站均與收費口測站(劣質環境)之調查結果近似。

綜合生態環境調查及魚隻放流研究成果顯示，放流成效較佳及新生族群較多之羅葉尾溪，整體生態環境較近似武陵地區之優質環境高山溪測站；放流成效及新生族群較少之南湖溪，其整體生態環境則較不穩定，無法達武陵地區優質測站之水準。故若可於放流前或放流時，同步進行整體生態環境之調查，當可反應臺灣櫻花鉤吻鮭之適切生存環境，裨益物種保育之決策與管理。

(二) 計畫目標

本計畫針對大甲溪上游已進行放流及未來評估適合放流之溪流進行生態環境調查與評估，具體目標包括：

- (1) 監測溪流水質參數之時空變化，並與七家灣溪流域水質歷年監測結果進行客觀比較。
- (2) 調查水文物理棲地，瞭解溪流河道縱橫斷面地形及物理棲地組成與變化趨勢。
- (3) 對臺灣櫻花鉤吻鮭主要食物來源水生昆蟲進行調查，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棲地變化並加以評估，以作為集水區經營管理之參考指標。
- (4) 監測放流及野生臺灣櫻花鉤吻鮭族群之分佈與數量變化。
- (5) 監測濱岸植群之物種與組成，探討濱岸植群多樣性變化，以做為未來放流評估之參考與依據。
- (6) 收集本計畫原始生態調查資料，建置並整合生物生態與環境資料庫，以作為未來臺灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地放流之參考。

二、材料與方法

(一) 研究地區

本計畫針對大甲溪上游歷史放流溪流及未來潛在放流點之生態環境進行實地調查與評估，圖一為大甲溪上游各支流空照圖及相關位置，圖二及圖三為所有測站位置圖；歷史放流溪流共設置5個採樣點，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）、司界蘭溪第二野溪（測站205）；潛在放流溪流共設置2個採樣點，包括伊卡九溪（測站301）及樂山溪（測站302）；並以觀魚臺（測站4）、高山溪（測站8）、有勝溪收費口（測站9）、司界蘭溪上游（測站10）、司界蘭溪下游（測站11）等五站為參考測站。

水質、水生昆蟲、魚類之歷史放流溪流採樣分析以雙月份為主，潛在放流點之採樣分析視實際需要調整採樣頻率。此外，亦將進行持續性追蹤調查之項目包含河道縱、橫斷面測量及物理棲地、沿岸植被調查分析，並針對潛在放流點及放流進行之樣點，先進行現地探勘後，再視現勘實際狀況調整採樣頻率，最後將為期兩年之監測資料彙整並建構生態資料庫。

(二) 各子計畫研究方法

1. 水質監測

水質研究是針對水溫、溶氧、導電度、pH等水質項目進行現場量測；濁度、矽酸鹽、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氨氮、磷酸鹽、硫酸鹽、氯鹽、總磷、總有機碳，則現地採集樣品後，運回實驗室分析。每個水質項目分析方法均參照環境檢驗所公告之實驗分析方法進行水質分析。

2. 水文物理棲地調查

當河川系統在進行平衡調節過程中，河道地形及物理棲地組成亦隨之逐漸轉變，因此透過定期調查及分析將可定義出其變化趨勢。調查方式如下：

(1)河道地形變化趨勢

河道環境受干擾後，其河床高程與斷面將隨著時間而呈現非線性函數的變化。因此受到自然事件（多為暴雨）干擾後，一開始河床變動快，高程會隨時間驟降，其後漸達到穩定的狀態。藉由河道縱橫斷面測量結果之比較，本計畫可獲致河道縱橫向地形之演變歷程。

(2)物理棲地組成

利用所設置之間距20公尺穿越線，首先測定各河段之溪寬，其次於溪寬1/4、2/1和3/4處分別觀測水深、流速和底質礫石，並藉以判定棲地類別。最後，利用不同觀測時段之河段物理棲地組成，歸納其變動趨勢。而底質之量測將以腳踏法和目視法判定，底質石種類及其分類對照如表1所示。

棲地依照水流型態歸類為深潭(pool)、緩流(slow water)、淺瀨(riffles)、急流(rapids)、岸邊緩流(slack)、迴流(backwater)等六種流況。本計畫利用水深與流速之比值，即福祿數(Froude Number) $Fr = V/\sqrt{gH}$ ，以便對前四種主要水流形態所對應之棲地類型予以定義（賴建盛，1996；表2），公式及表中之V為流速，h為水深，b為水面寬。最後彙整歷年相關計畫之研究成果，與本計畫調查河段之物理棲地與底質組成進行歸納比較。

3.水生昆蟲調查

水生昆蟲之調查係進行臺灣櫻花鉤吻鮭之域外放流地羅葉尾溪之生態監測，並建立水生昆蟲相生態資料庫。整合2011~2012年歷史棲地各測站水棲昆蟲之濾食者、採食者、刮食者、捕食者、碎食者等5個取食功能群之群聚組成，並與武陵三參考站比較其對能量的利用情形。利用群聚指數及快速生物評估法II指標監測羅葉尾溪各測站水生昆蟲群聚、棲地變化並加以評估，以作為集水區經營管理之參考指標。

4.臺灣櫻花鉤吻鮭調查

魚類研究係針對大甲溪上游支流羅葉尾溪及司界蘭溪第二野溪（Gon-bkuli）持續臺灣櫻花鉤吻鮭的放流工作，並增加司界蘭第一野溪(Gon-gamin)、樂山溪和伊卡九溪

等放流點，利用浮潛法調查放流後的族群變化以確定放流成效。調查放流範圍，以放流區段各向上下游延伸1公里為調查樣區，之後視魚群分布來作調整。調查內容為放流族群數量變化、以GPS點標作族群移動和分布變化之觀察、活存率調查、成長調查及繁殖季產卵場調查。

5. 濱岸植群監測

濱岸植群監測是蒐集與研究區相關之空間與屬性資料，包括地理環境、範圍、氣候、地質土壤、造林臺帳、地形圖、航照圖、相片基本圖以及林班圖等資料，而經由確定地圖上研究範圍，瞭解區內環境狀況、概略之植群類型，以及土地利用情形後，並研擬調查路線後，隨即進行區域內之踏勘，並進行植群樣區選擇與設置，以及定點之照相監測，配合廿四節氣，期瞭解研究區濱岸植群之影響及變化。

樣區大小為 $10 \times 25 \text{ m}^2$ ，由10個 $5 \times 5 \text{ m}^2$ 之小區組成，調查時將植物區分為喬木層（overstory）、地被層（understory）。此外，上述植群調查中凡樣區內之樹木胸徑大於1 cm者，列入喬木層，逐株予以量計胸高直徑(diameter at breast height, DBH)，記錄種類；其他胸高直徑小於1 cm之喬、灌木、草本、蕨類等皆列為地被層；調查樣區內植群之喬木層植物種類與胸高直徑，並估計地面地被層植物之覆蓋度(coverage)，另並進行照片拍攝、植物標本採集及名錄建立等工作。

6. 生態資料庫建構

生態資料庫建構係針對本計畫所收集之原始生態調查資料，採用中央研究院生物多樣性研究中心設計的『簡便通用生態調查資料格式』，作為本計畫原始生態調查資料的格式。所有的資料分別轉換成XML文件，以利後續的整合、保存及資料交換，並同步匯入中央研究生物多樣性中心的資料發佈站(Integrated Publishing Toolkit)，轉換成Drawin Core Archive 格式（內含Ecological Metadata Language 格式），以利資料分析運用。

三、成果

(一) 各子計畫成果

水質研究結果顯示，今年 8 月因勝光(測站 203)附近菜園施工關係，大量泥土流入溪流使得濁度升高至 21.4 NTU，有勝溪下游(測站 204)濁度更高達 93.3 NTU，10 月份監測時濁度已降至 1 NTU 以下。羅葉尾溪放流點(測站 201)與南湖登山口(測站 202)無農田施作，導電度值明顯為羅葉尾及有勝溪流域中最低；其餘測站因農耕活動的關係，導電度值較高，由此可明顯觀察到農耕行為對溪流導電度所造成的影響。水質長期監測結果顯示，羅葉尾溪及司界蘭溪的水質狀況大致良好，惟伊卡丸溪測站的水質條件較差，近似有勝溪中下游測站(劣質參考測站)，可能是受上游人類遊憩活動及下游農耕活動的影響。樂山溪之導電度值與氮鹽濃度均低於高山溪(優質參考測站)，顯示該區域人為活動少水質不受農耕活動影響。

水文與物理棲地今年度調查結果顯示，羅葉尾溪放流點有明顯沖刷變化；司界蘭溪第二野溪並無明顯沖淤變化。河道斷面測量部分，發現司界蘭溪第二野溪為調查測站中坡度最陡之河段，坡度約為 11%。棲地環境分佈上，羅葉尾溪放流點與司界蘭溪第二野溪皆以淺灘與緩流為主，偶有深潭出現。底質分佈上，羅葉尾溪放流點與司界蘭溪第二野溪大多以粗顆粒的粗石及小型礫石為主；潛在放流點樂山溪實地勘查後發現，河寬部分較高山溪寬敞，棲地環境分佈上以淺灘為主；底質分佈方面以卵石與粗石為主，河道類似於高山溪，木質殘材容易直接進入河道堆積，加上兩岸邊坡地形脆弱，環境易受影響。與共同測站做分析比較後，在棲地環境部分，羅葉尾溪放流點、樂山溪、司界蘭溪第二野溪與高山溪一號壩以及觀魚台兩處較為相似，皆以淺灘與緩流為主；底質分析比較後，羅葉尾溪放流點、司界蘭溪第二野溪與高山溪一號壩較為相似，以粗顆粒的小型礫石及粗石為主。樂山溪放流點與收費口較為相似，以細顆粒為主。

水棲昆蟲今年度調查結果顯示，2012 年 2 月到 10 月羅葉(業)尾溪及其下游(有勝溪)共計有 6 目 38 科 64 種(Taxa)；2012 年 2 月及 10 月司界蘭溪主流及其第二野溪共計有 6

目 37 科 59 種(Taxa)；2012 年 2 月伊卡九溪 5 目 16 科 28 種(Taxa)；2012 年 4 月及 10 月樂山溪 6 目 27 科 44 種(Taxa)。各歷史溪流測站豐度及生物量高峰水準近以或高於七家灣溪的觀魚台測站，尤其是羅葉(業)尾溪，但中大型食餌卻明顯低於觀魚台測站。伊卡九溪測站具較低多樣性指數且振幅較大，而其餘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(業)尾溪及有勝溪棲地在無損害與中度損害之間；勝光測站和伊卡九溪為中度損害棲地。MDS 分析及水棲昆蟲取食功能群組成顯示出歷史溪流羅葉(業)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，而伊卡九溪、南湖溪與有勝溪棲地的群聚結構較相近。有勝溪各測站生物量為中等，甚致有時為高水平，但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則中等以下水準，其供應臺灣櫻花鉤吻鮭的食物量不比羅葉(業)尾溪來得充足，不過僅以水棲昆蟲供應量無法單獨解釋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。

魚類之調查結果顯示，羅葉尾溪今年 10 月調查鮭魚之族群結構，2⁺成鮭佔族群結構之 25% (2009 野生年級群，34 月齡、193 尾；2010 年放流 2009 年級群，34 月齡、123 尾、活存率 85%)，1⁺亞成鮭佔族群結構之 22% (2010 野生年級群，22 月齡、279 尾)，0⁺稚鮭佔族群結構之 53% (2011 野生年級群，10 月齡、674 尾)。司界蘭第二野溪今年 10 月調查鮭魚之族群結構，2⁺成鮭佔族群結構之 80% (2009 野生年級群，34 月齡、3 尾；2010 年放流 2009 年級群，34 月齡、1 尾、活存率 2%)，1⁺亞成鮭佔族群結構之 20% (2010 野生年級群，22 月齡、1 尾)；司界蘭第一野溪僅發現 2 尾(2010 年放流 2009 年級群，34 月齡、活存率 2%)。而樂山溪今年雖在 4 月有發現 14 尾鮭魚，但 10 月的調查未發現任何魚隻，可能因颱風豪雨使魚被沖走。針對年級群、地點、季節(月份)的 SGR 值與肥滿度進行統計分析，SGR 值在年級群、地點、季節之間都無顯著差異，而肥滿度在年級群中以 2010 野生年級群(22 月齡)者為最高，在 2010 年放流的 2007 年級群(46 月齡)者為最低；而肥滿度在 6 月份有最高值，2 月份最低；地點間的肥滿度則無顯著差異。

濱岸植群之調查結果顯示,2012年10月於樣區內共記錄維管束植物52科91屬115種(含種以下分類群);包含蕨類植物8科12屬14種,裸子植物2科2屬2種,被子植物中雙子葉植物37科68屬89種,而單子葉植物5科9屬10種。比較2011年之20個線截樣區共記錄維管束植物61科127屬172種,而2012年2月則記錄維管束植物58科112屬142種,顯見2012年雨季之洪氾的明顯干擾!2011~2012年2月之喬木層多樣性以有勝溪收費口(#9)、羅葉尾溪放流點(#201)測站較高,而2012年10月之喬木層多樣性則以司界蘭溪第二野溪(#205)測站較高。此外,以地被層植物之總種數及種豐富度指數變化而言,測站間($P<0.001$)、不同時期($P<0.001$)、時期及測站間($P<0.001$)具顯著差異;其中2012年10月之南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)、司界蘭溪上游(#10)測站多樣性較高,其環境受洪氾沖刷影響較少,故物種數量之維持較其它測站佳;且2012年10月所調查之地被層多樣性較2011~2012年2月為低。以訊息維持度=65%為臨界值,2011年2、10月皆可將地被層區分為廣葉鋸齒雙蓋蕨型、臺灣澤蘭型、艾型、臺灣蘆竹型、五節芒型及臺灣赤楊型等6型;其中2011年2月又另分青楓型,而2011年10月另區分豆瓣菜型、圓果冷水麻型。此外,2012年2月分為五節芒型、艾型、豆瓣菜型、臺灣赤楊型,以及冇骨消型等5型;而2012年10月則區分為艾型、圓果冷水麻型、五節芒型、臺灣澤蘭型及臺灣赤楊型等5型。即以供濾食性水棲昆蟲取食之多樣的C3植物為主,且其中的五節芒型、艾型、臺灣澤蘭型、臺灣赤楊型等即為七家灣溪之長期的濱岸地被層主要植群型。職是之故,建議未來可再針對境外放流測站之濱岸植群估算其生物量及生產量!

本計畫之生態資料庫目前已收集植物、水生昆蟲、魚類等物種調查資料共16999筆,涵蓋2界7門8綱58目139科392種生物物種以及水質資料53筆、水文資料16筆。

(二) 整合成果

1.各測站環境因子比較

圖4至圖22為本計畫所有測站經兩年調查之環境因子比較圖,包括圖9至圖12之水質項目分析、圖13至圖16之河道測量結果、圖17至圖22之物理棲地環境分布,以及圖19

至圖24之棲地底質分佈。圖中標示區塊為該項目之參考標準，水質項目標準參考張（1989）與陳（1998）研究臺灣櫻花鉤吻鮭對水質的要求，平均坡度標準 $0.03(\text{m m}^{-1}) \leq$ 平均坡度 $\leq 0.06(\text{m m}^{-1})$ (圖13)為Tsao（1998）根據臺灣櫻花鉤吻鮭的歷史分布範圍所提出的限制因子。

水溫是直接影響鮭魚的重要環境因子，鮭魚生存最適溫度在 $5\sim 17^{\circ}\text{C}$ 為最佳，所有測站為期兩年調查之水溫以有勝溪下游測站水溫偏高，包括勝光（測站203）、下游（測站204）及收費口（測站9）三個測站(圖4)。另外，其它水質項目亦觀察到空間上之差異，例如溪流濁度由上游往下游遞增(圖5)，所有測站之濁度大都符合視覺性攝食魚種臺灣櫻花鉤吻鮭之要求5NTU之下。硝酸鹽氮(圖6)、導電度(圖7)與磷酸鹽(圖8)則以有勝溪附近有農耕活動之測站測值較高，包括下游（測站204）及收費口（測站9）測站。

圖12為平均坡度比較圖，大部分歷史放流點及潛在放流溪流測站之平均坡度落在標準區塊內，羅葉尾溪放流點（測站201）及司界蘭溪第二野溪（測站205）之平均坡度高出標準，觀魚臺（測站4）、有勝溪收費口（測站9）、南湖登山口（測站202）及伊卡丸溪（測站301）之平均坡度則低於標準。而伊卡丸溪（測站301）河道深度為所有測站之冠(圖12)。

圖13至圖16為溪流之物理棲地環境分布比較圖，圖17至圖22為溪流棲地底質分布比較圖。不同體型大小的臺灣櫻花鉤吻鮭在不同季節內對溪流棲地物理性因子的需求不同（戴，1992），淺流區的流速、深度與底質結構適合臺灣櫻花鉤吻鮭求偶與產卵，深潭區有較大空間供大型魚類活動，岸邊緩流區適合稚鮭與幼鮭棲息，淺瀨區則為重要的覓食場所。所有測站之棲地環境分布上以淺瀨及緩流為主(圖14及圖15)，以空間分布來看，伊卡丸溪（測站301）有較低的淺瀨比例與較高的深潭比例。而羅葉尾溪放流點（測站201）有較高的大型礫石比例(圖22)。一個良好之棲地復育設計應考量到魚類生命週期不同階段所需求之棲地，並分別考量各階段之棲地適合度指標，才能有效地達到棲地復育之目標(呂，2010)。為因應不同時期、不同年級組成之鮭魚需求，棲地環境應以具

高度多樣性為佳（葉，2003）。

2. 流水域棲地評分

本計畫參考濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序（林，2009）中的流水域棲地評估流程(表3)，嘗試利用簡易野外調查指標分級計分，以定性方法快速評估棲地之狀況(表4)。主要棲地評分項目指的是濕地內特徵，而次要棲地評分項目指的就是外觀及沿岸的特徵(不包含人工渠道化程度及堤岸穩定性兩次要評分項目)，相加後即為評估棲地總分。其中，沿岸緩衝範圍中，實屬原生濱岸植群寬度，並非人類頻繁活動所影響。

流水域棲地評分結果(表4)以觀魚臺（測站4）總分數最高，司界蘭溪第二野溪（測站205）次之，有勝溪下游測站包括勝光（測站203）、下游（測站204）及收費口（測站9）三個測站總分數相對最低。未來若能針對臺灣櫻花鉤吻鮭適合放流棲地之重要因子修改此流水域棲地表，例如加入水溫、水質及物理棲地等重要指標項目，便可建立簡易快速評估適合臺灣櫻花鉤吻鮭棲地之定性量表，裨益棲地保育之經營管理。

四、結論與建議

(一) 結論

本研究經兩年之調查分析，持續監測評估數個歷史放流點及兩個潛在放流點，並建構以武陵地區歷史調查資料較豐富之三個樣點包括高山溪(#8)、觀魚台(#4)及有勝溪收費口(#9)為參考測站。結果顯示第一候選放流點伊卡丸溪，在水質、水棲昆蟲、物理棲地及濱岸植群等生態環境調查面向，均近似有勝溪收費口(#9)(劣質參考測站)；第二候選放流點樂山溪在水質及物理棲地等生態環境調查面向近似高山溪(優質參考測站)，該區域人為活動少，導電度值與氮鹽濃度均低於高山溪。然而樂山溪兩岸邊坡地形破碎，木質殘材容易直接進入河道堆積，再加上環境易受氣候因素影響而改變，阻礙研究團隊人員進入調查採樣，截至目前三次調查分析結果，尚難評斷是否適合臺灣櫻花鉤吻鮭生存繁衍。

歷史放流點之評估與持續性監測結果顯示，本研究所建構之「以武陵地區高山溪(#8)、觀魚台(#4)及有勝溪收費口(#9)分別為優質、中度及劣質參考測站」之生態環境評估原則，尚能契合臺灣櫻花鉤吻鮭歷史放流及自然繁衍成果；其中羅葉尾溪放流點在各生態調查面向均顯示其環境條件近似高山溪至觀魚台測站，鮭魚放流成效及自然繁衍數目亦相當豐富。

未來在選擇潛勢放流點時，建議可針對適合放流溪流之生態環境進行初步調查篩選出潛勢放流溪流，再進行後續長期系統性及全面性之細部評估。在初次調查中，檢視潛勢放流流水質是否良好(溶氧 7 ppm 以上、pH 值介於 6.5~8.5、濁度在 5 NTU 以下)；水溫是否介於臺灣櫻花鉤吻鮭生存最適溫度範圍 5~17°C；水棲昆蟲數量是否充足供應鮭魚食餌無虞；濱岸植群覆蓋完整；水文與物理棲地環境可滿足臺灣櫻花鉤吻鮭生活史各時期並在颱風暴雨期間提供良好屏障；沿岸土地無人為遊憩活動及農業耕作(硝酸鹽氮濃度在 2 ppm 以下)。在後續細部評估調查中，先篩除劣質生態環境(包括夏季水溫高於 17°C、乾季溪流水位低、暴雨後濁度恢復期間長達數週、集水區流域地質有崩塌潛在危機等)，再藉由長期全面性調查結果，挑選出水質、物理棲地、水棲昆蟲

及濱岸植群相對穩定之優質放流環境並進行放流。而放流魚齡則建議釋放當年度可成熟配對之 1+成魚。

(二) 建議

根據本研究於大甲溪上游歷史放流點及潛在放流點之兩年研究調查結果，可做成立即可行及長期性建議事項敘述如下：

(1) 立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會或計畫執行單位

1. 由監測結果顯示，人為活動較密集區，營養鹽濃度及導電度均較高，若能適度控管農業活動，應可顯著降低大甲溪上游溪流尤其是有勝溪中下游之營養鹽濃度。
2. 經過多年實際操作與分析成果，藉由河道環境調查資料預判適合臺灣櫻花鉤吻鮭生長空間之分析方式也逐漸成熟。然而，為避免單一年度資料無法反映某放流點之環境特性，放流點調查至少持續兩年。而本年度新調查點樂山溪僅有一年資料，因此建議對該區在持續調查一年以確定其河道環境特性。
3. 移除伊卡丸溪為預定放流地之考量：伊卡丸溪於2011年之評比不若優質高山溪，基於下述幾個原因，伊卡丸溪現階段不適合繼續放流臺灣櫻花鉤吻鮭。
 - a. 上游仍有農業活動，水溫超過此鮭魚生存的適溫範圍；
 - b. 整體生產量，僅為小型物種之增生，且生物量及中大型食餌比例明顯下降；
 - c. 與其他測站相比，多樣性指數較低，振幅較大；
 - d. 快速生物評估法 II 評估結果顯示為中度損害棲地；
 - e. 和有勝溪棲地的群聚結構相近。
4. 繼續放流司界蘭第二野溪與樂山溪，勿因放流效果不彰而放棄。
5. 外來歸化種植物入侵潛力的監控：加拿大蓬、豆瓣菜、大扁雀麥、鬼針、白花三葉草及黃菽草等地被層優勢外來歸化種植物，確實具有入侵濱岸植群的

潛力，特別是靠近人為干擾區域，然極少出現於羅葉尾溪放流點(#201)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪 (#302)測站。因此，建議對外來歸化種植物入侵潛力仍應加以監控。

6. 有勝溪全溪段復育臺灣櫻花鉤吻鮭及其棲地：配合雪霸國家公園轄區東部之中央山脈生態保育廊道的規劃，基於生態復育的原理，結合本研究之相關成果及七家灣溪長期復育監測的經驗，進行有勝溪全溪段復育臺灣櫻花鉤吻鮭及其棲地。此外，建議未來可再針對境外放流測站之濱岸植群估算其生物量及生產量。
7. 臺灣櫻花鉤吻鮭境外放流之棲地評估：綜合濱岸地景監測，以及為期二年之濱岸植群的組成與結構之分析結果，以可穩定水溫，以及提供食物來源之適當的臺灣櫻花鉤吻鮭境外放流棲地而言；羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪(#302)等測站應較為合適。惟實際放流作業仍需考量人、物力之成本，以及妥切的放流策略。
8. 為因應資料長期保存及國際資料交換的需求，調查資料應以國際通用的XML格式保存。

(2)長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會或計畫執行單位

1. 適度調整有勝溪濱岸土地利用方式，降低耕作農地比例，增加林地面積以降低有勝溪夏季偏高水溫，俾利鮭魚生存棲地之拓展。
2. 減緩暴增流量及增加鮭魚陸域食餌之土地利用類型：流量為常態發生而非暴增時，其隔年年初中大型食餌比例則會增加，此現象發生於2003年初及2010~2012年初，因此土地利用類型考慮以能增加水留存量且不易被洪水移除為主，並達減緩暴增流量之效為佳，例如有豐富的C3植物，如此一來可於

暴雨過後，減少對水棲昆蟲群聚之衝擊，且植被恢復得以增加鮭魚陸域補足食餌，而得以維持臺灣鈎吻鮭的食物來源，及其食物來源獲得維持。

3. 目前國際上正在推行使用IPT整合生物多樣性原始調查資訊，未來應注意其發展，以適時跟上國際腳步。

六、參考文獻

- 林幸助、吳聲海、官文惠、邵廣昭、施習德、孫元勳、郭美華、彭宗仁、曾晴賢、楊正澤、葉文斌、葉昭憲、蔡尚惠。2007。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十六年保育研究報告。
- 林幸助、薛美莉、何東輯、陳添水。2009。濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序。行政院農業委員會特有生物研究保育中心。
- 呂映昇、孫建平，2010。魚類棲地多樣性與空間層及系統之關係探討及其與溪流復育支應用。台灣生物多樣性研究12(1): 43-60。
- 官文惠。2008。台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地-南湖溪環境資源調查，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。
- 官文惠。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。
- 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。
- 郭美華。2011。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。
- 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。
- 黃沂訓。2006。2007。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。
- 葉明峰、張世倉、林斯正，2003。台灣櫻花鉤吻鮭域外放流棲地之評估。內政部特生中心5(2): 15-32。
- 張石角。1989。櫻花鉤吻鮭保護區規劃。行政院農委會研究報告。
- 賴建盛，1996。防砂壩對台灣櫻花鉤吻鮭物理棲地影響之研究。國立臺灣大學地理學研究所碩士論文。112 頁。台北。
- Directive 2006/44/EC of the European parliament and of the council of 6 September 2006 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. 2006. Official journal of the European Union 264:20-31.
- Tsao, H.S.E., 1995. An ecological study of the requirements of the formosan landlocked salmon(*Oncorhynchus masou formosanus*). Ph. D. dissertation. Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA. 213pp.

表1 棲地底質分類表(資料來源：本研究資料)

編號	1	2	3	4	5	6
底質	Smooth surface	Gravel	Pebble	Rubble	Small Boulder	Large boulder
粒徑範圍(cm)	<0.2	0.2-1.6	1.6-6.4	6.4-25.6	25.6-51.2	>51.2

表 2 各種物理棲地環境指標定義 (賴建盛, 1996)

型態	淺瀨	緩流	深潭	急流
福祿數	0.255<Fr<1	0.095<Fr<0.255	Fr<0.095	Fr>1
其他限制	$b/h > 15$	$15 < b/h < 30$	水面坡度=0, $b/h < 15$	無

表 3 流水域棲地評分表資料表

(資料來源：濕地生態系生物多樣性監測系統標準作業程序)

測站編號	檔案編號/名稱					日期(年/月/日)					計畫名稱： 執行單位：										
生態區類型	行政區域					評估點描述					流入下游水體										
評分參數	最佳					次佳					稍差					不良					
主要 評分 項目	基質 多樣性 ——	有 4 種或更多具生產力的基質出現(如：斷枝、樹根、水生植物、半腐爛的落葉或岩石等)					有 3 種具生產力的基質出現。有些基質是新形成的(如：新鮮落葉或斷枝)					有 2 種具生產力的基質出現。基質經常受到干擾或被搬移，棲地狀況明顯不佳					具生產力的基質出現數量只有 1 個或沒有。明顯缺乏棲地，基質不穩定或被泥沙覆蓋				
		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	基質 可利用性 ——	具生產力的棲地面積大於 30%					具生產力的棲地面積介於 30%-16%					具生產力的棲地面積介於 15%-6%					具生產力的棲地面積小於 5%				
		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
	水流速度 ——	最快流速快於 0.25 m/sec 但小於 1 m/sec					最快流速介於 0.25 m/sec-1 m/sec					最快流速介於 0.05 m/sec-0.1 m/sec					最快流速快於 0.05 m/sec 或脈衝快於 1 m/sec				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	泥沙覆蓋 棲地情形 ——	泥沙覆蓋的面積少於 20%					泥沙覆蓋的面積介於 20%-50%					泥沙覆蓋的面積介於 50%-80%、水塘過淺、沉積物經常性漂移					泥沙覆蓋的面積多於 80%、水塘消失				
	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	主要分數																				
次要 評分 項目	人工渠道 化程度 ——	無渠道化，河川維持蜿蜒型態					可能在過去 20 年渠道化，但大部分已恢復自然原貌，河川頗有蜿蜒型態					已渠道化，有部分恢復自然樣貌，但 >80% 已被影響					人工化渠道、方形河岸、河道截彎取直，水域環境已被高度改變				

目		20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
堤岸穩定性 右岸____ 左岸____	穩定，堤岸無侵蝕現象，潛在問題少	中度穩定，堤岸有小面積侵蝕，大多可自行回復					中度不穩定，堤岸有一定面積侵蝕，洪水來時有高度侵蝕的潛在危險					不穩定，堤岸有60%-80%面積侵蝕，明顯的河岸崩落									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
沿岸緩衝範圍 右岸____ 左岸____	沿岸原生植被寬度>18 m	沿岸原生植被寬度介於18 m-12 m					沿岸原生植被寬度介於12 m-6 m，人類活動緊臨濕地					沿岸原生植被寬度<6 m，肇因於人類頻繁活動									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
沿岸植被狀況 右岸____ 左岸____	>80%沿岸面積有原生植物，包含樹、林下灌木、非木本的大型水生植物	80%-50%沿岸面積有原生植物，有1類預期會出現的植物並不存在。有些植物群落明顯遭受破壞					50%-25%沿岸面積有原生植物，有1至2類預期會出現的植物並不存在。出現光禿土壤及密集栽種植物，明顯遭受破壞					<25%沿岸面積有原生植物或狀況不佳植物群落，如單一草種與外來種。植被被移除，使得殘株高度<5 cm									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1											
次要分數																					
總分																					
分析日期 (年/月/日)	分析者												簽名								

註：沿岸緩衝範圍中，實屬原生濱岸植群寬度，並非人類頻繁活動所影響。

表 4 流水域棲地評分表

(資料來源：本研究資料)

測站	201 放流點				202 南湖登山口				203 勝光				204 下游				205 司界蘭第二野溪				
	2011	2011	2012	2012	2011	2011	2012	2012	2011	2011	2012	2012	2011	2011	2012	2012	2011	2011	2012	2012	
評分項目(年度)	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	2	10	
基質多樣性	17	15	16	8	12	14	14	15	6	9	12	4	6	9	12	4	18	18	16	13	
基質可利用性	17	15	16	8	12	14	14	15	6	9	12	4	6	9	12	4	18	18	16	13	
水流速度	12	2	1	17	13	5	4	12	5	12	5	11	2	12	2	11	12	4	1	13	
泥沙覆蓋棲地情形	15	15	17	8	12	14	14	13	6	7	11	4	6	7	11	4	17	17	16	13	
沿岸緩衝範圍	右岸	1	1	1	1	2	2	1	1	6	2	2	1	6	2	2	3	2	2	2	2
	左岸	1	1	1	1	8	8	9	6	2	7	8	1	2	7	8	3	2	2	2	2
沿岸植被狀況	右岸	6	7	8	3	2	2	1	1	6	2	2	1	6	2	2	2	3	3	2	6
	左岸	6	6	8	3	8	8	9	7	2	6	7	1	2	6	7	2	3	3	2	6
總分	75	62	68	49	69	67	66	70	39	54	59	27	36	54	56	33	75	67	57	68	
主要分數	61	47	50	41	49	47	46	55	23	37	40	23	20	37	37	23	65	57	49	52	
次要分數	14	15	18	8	20	20	20	15	16	17	19	4	16	17	19	10	10	10	8	16	

表 4 流水域棲地評分表(續)

(資料來源：本研究資料)

測站	4 觀魚台					9 有勝溪收費口				10 司界蘭溪 上游		11 司界蘭溪 下游		301 伊卡丸溪			302 樂山溪		
	2010 (月份)	2010 10	2011 2	2011 10	2012 2	2012 10	2011 2	2011 10	2012 2	2012 10	2011 2	2012 2	2011 2	2012 2	2011 2	2011 10	2012 2	2012 4	2012 10
評分項目(年度)																			
基質多樣性	12	14	16	18	18	3	11	8	12	5	11	16	8	9	6	10	12	9	2
基質可利用性	14	14	16	18	18	3	11	8	12	5	11	16	8	9	6	10	12	9	2
水流速度	13	13	13	14	13	14	13	13	13	11	4	1	2	2	13	14	13	13	4
泥沙覆蓋棲地情形	15	15	17	18	18	3	9	10	12	5	11	16	8	10	5	10	12	10	3
沿岸緩衝範圍	右岸	5	5	5	5	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	左岸	1	1	1	1	1	3	2	3	2	9	9	2	2	2	5	5	2	2
沿岸植被狀況	右岸	8	8	9	9	9	1	4	2	4	1	2	2	4	3	3	3	4	1
	左岸	6	6	6	6	6	1	4	2	7	2	5	9	2	2	3	6	7	3
總分	74	76	83	89	88	28	58	47	65	32	55	71	34	40	40	60	66	52	17
主要分數	54	56	62	68	67	23	44	39	49	26	37	49	26	30	30	44	49	41	11
次要分數	20	20	21	21	21	5	14	8	16	6	18	22	8	10	10	16	17	11	6



圖 1 大甲溪上游溪流及各支流空照圖

(資料來源：本研究資料)



圖 2 有勝溪及羅葉尾溪各測站位置圖

(資料來源：本研究資料)



圖 3 司界蘭溪、伊卡丸溪及樂山溪各測站位置圖

(資料來源：本研究資料)

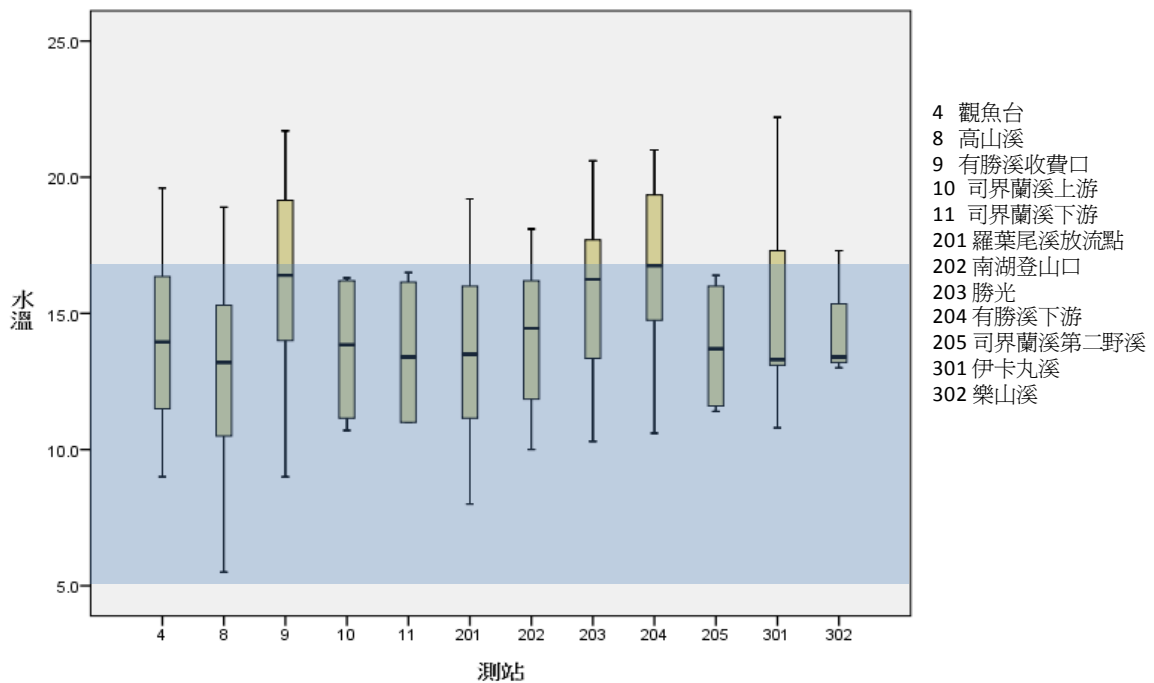


圖 4 各測站水溫比較圖(單位：°C)(資料來源：本研究資料)

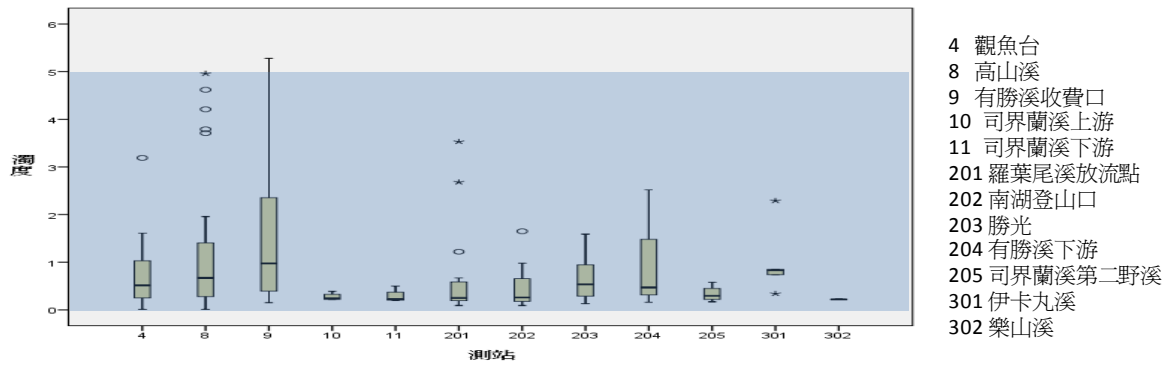


圖 5 各測站濁度比較圖(單位：NTU)(資料來源：本研究資料)

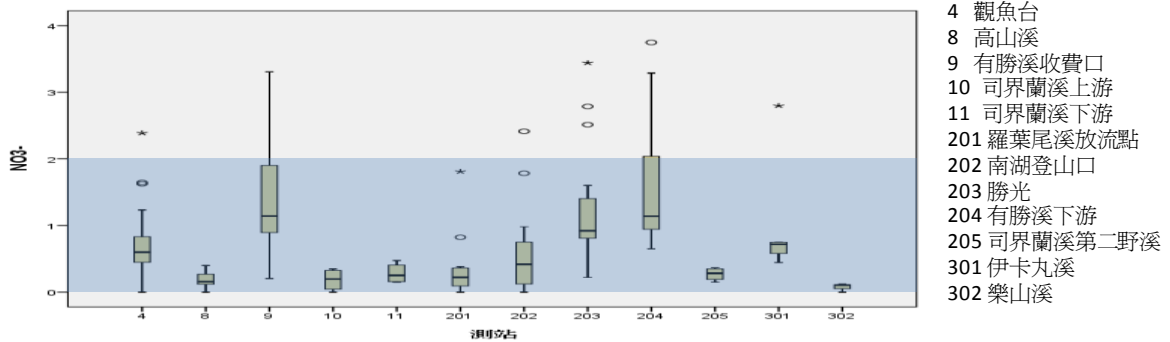


圖 6 各測站 NO_3^- -N 比較圖(單位：mg N/L)(資料來源：本研究資料)

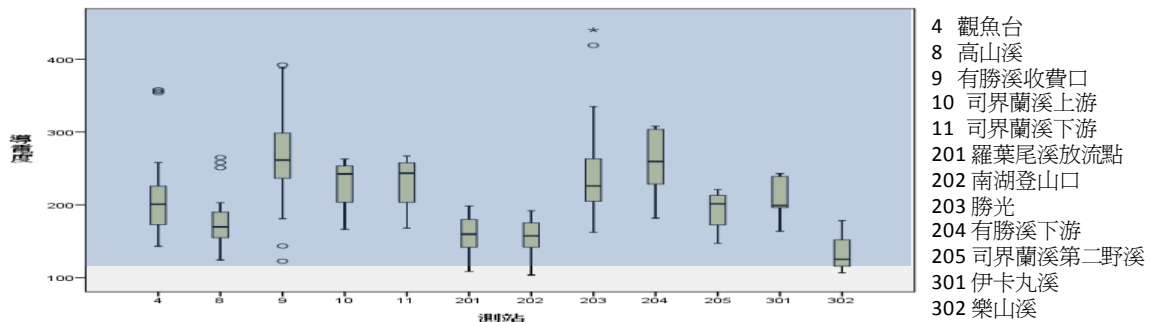


圖 7 各測站導電度比較圖(單位： $\mu\text{s}/\text{cm}$)(資料來源：本研究資料)

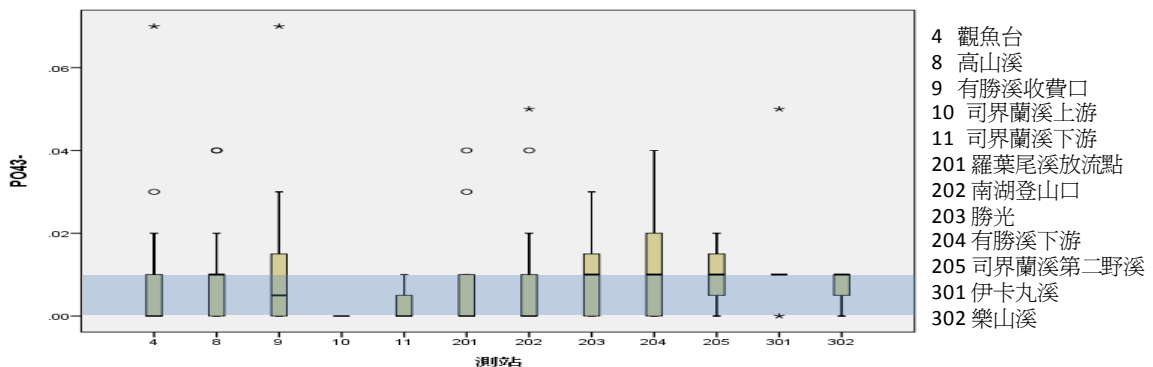


圖 8 各測站 PO_4^{3-} 比較圖(單位：mg/L)(資料來源：本研究資料)

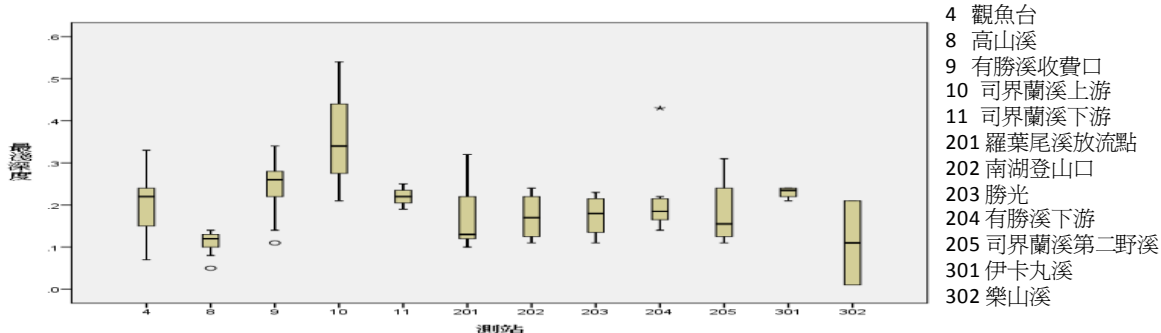


圖 9 各測站河道最淺深度比較圖(單位：公尺)(資料來源：本研究資料)

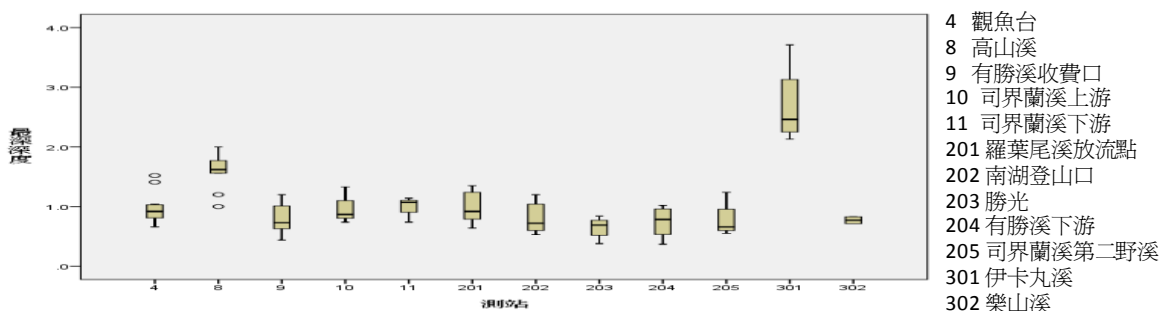


圖 10 各測站河道最深深度比較圖(單位：公尺)(資料來源：本研究資料)

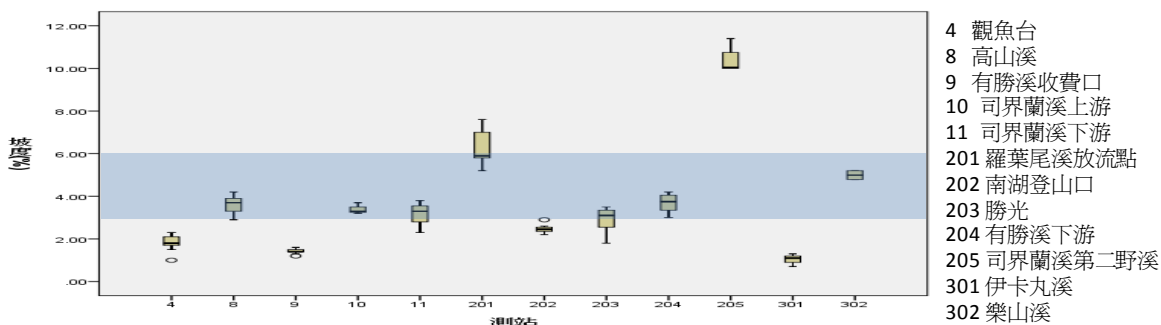


圖 11 各測站平均坡度比較圖(單位：%)(資料來源：本研究資料)

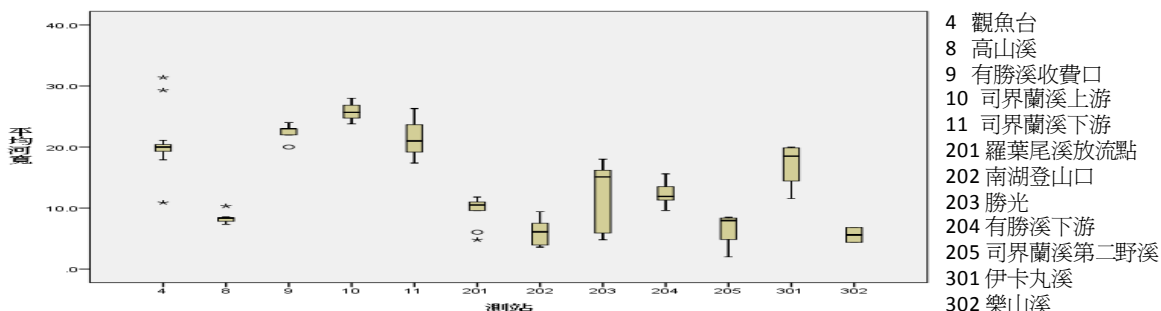


圖 12 各測站平均河寬比較圖(單位：公尺)(資料來源：本研究資料)

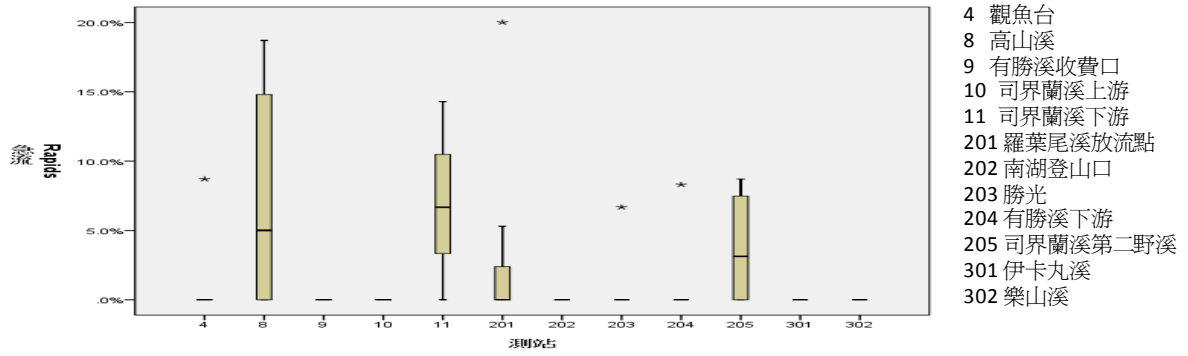


圖 13 各測站物理棲地之急流分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

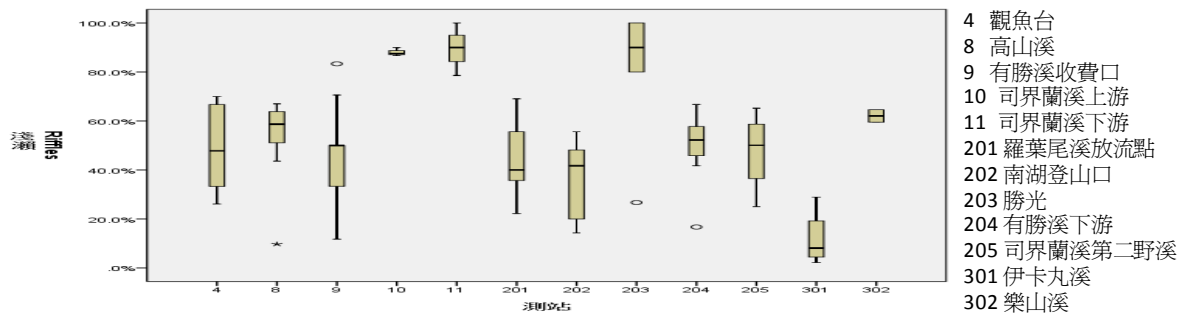


圖 14 各測站物理棲地之淺瀨分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

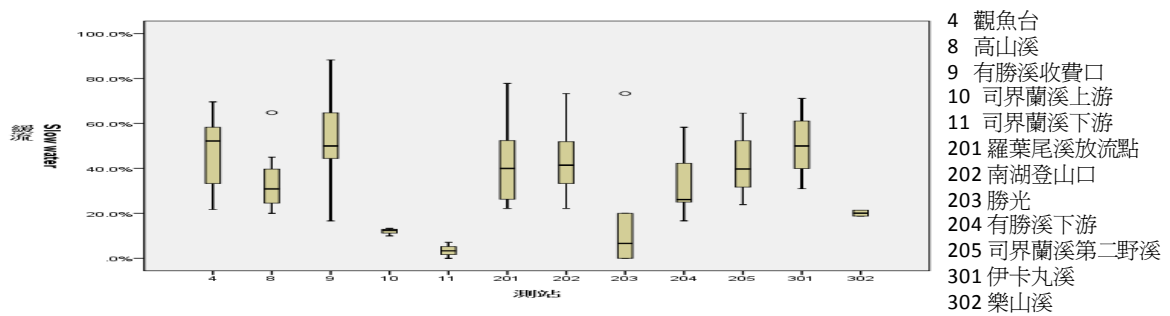


圖 15 各測站物理棲地之緩流分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

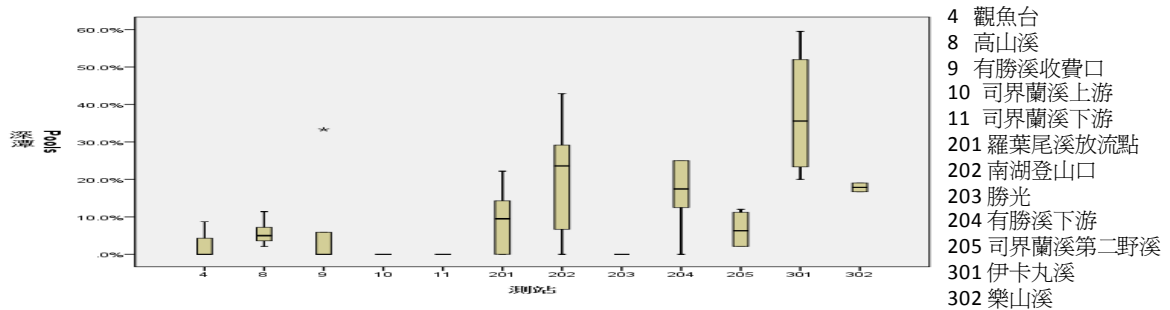


圖 16 各測站物理棲地之深潭分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

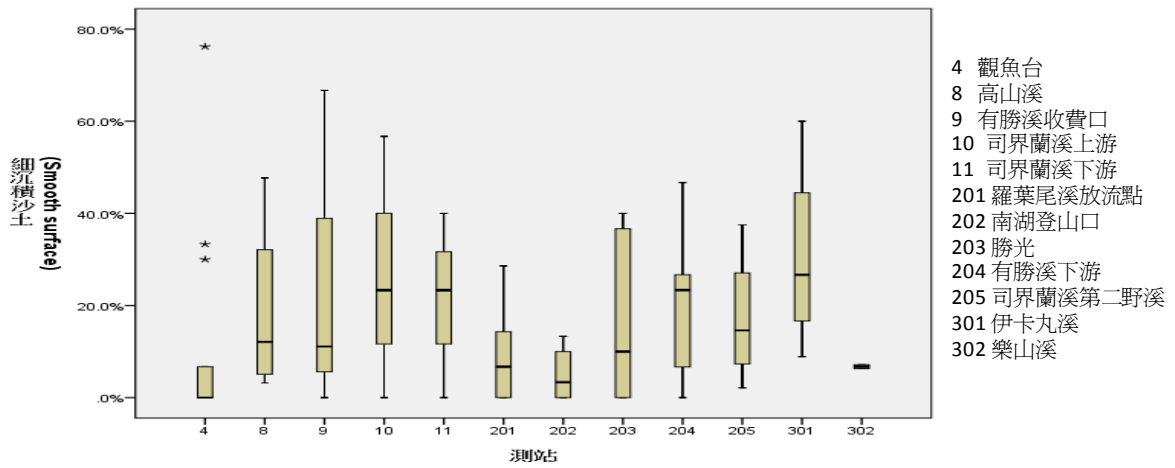


圖 17 各測站棲地底質之細沉積砂土分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

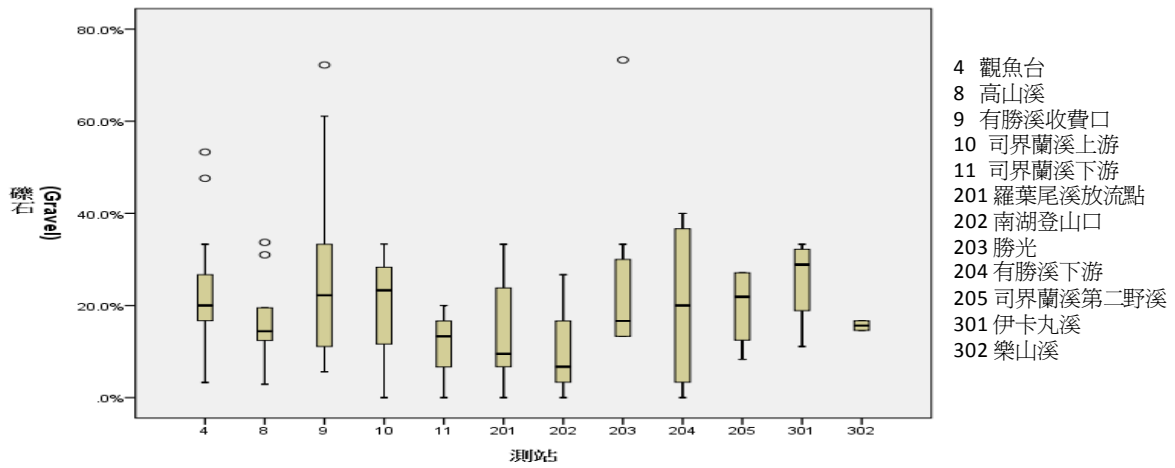


圖 18 各測站棲地底質之碎石分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

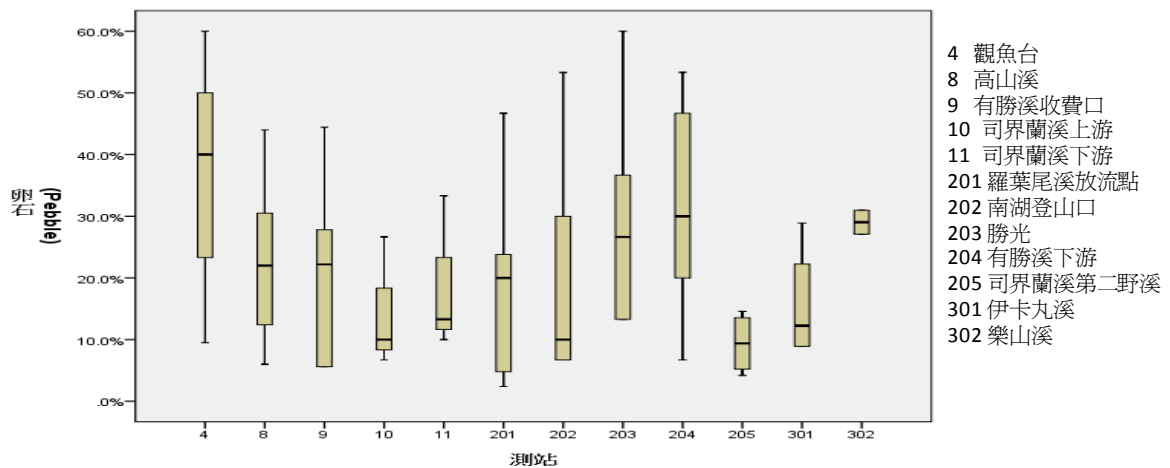


圖 19 各測站棲地底質之卵石分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

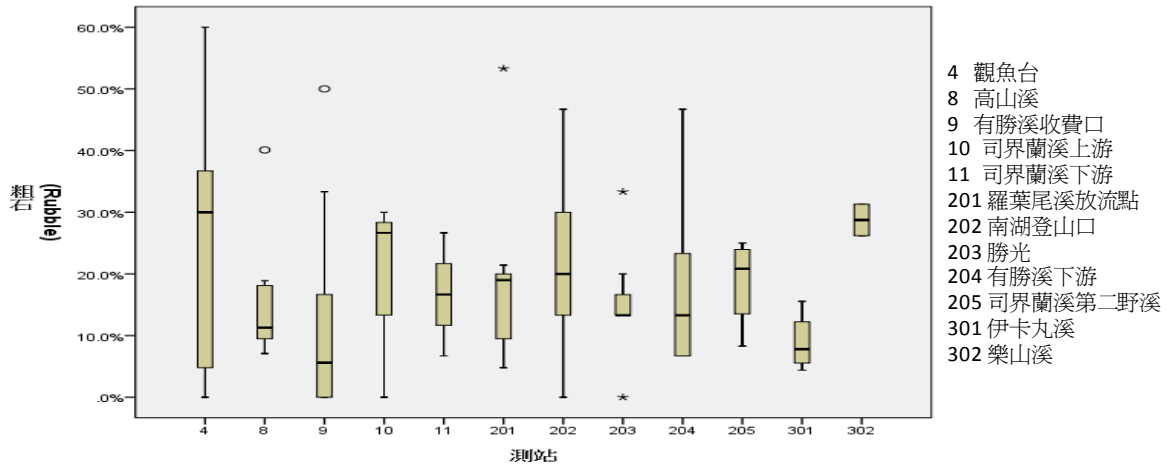


圖 20 各測站棲地底質之粗石分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

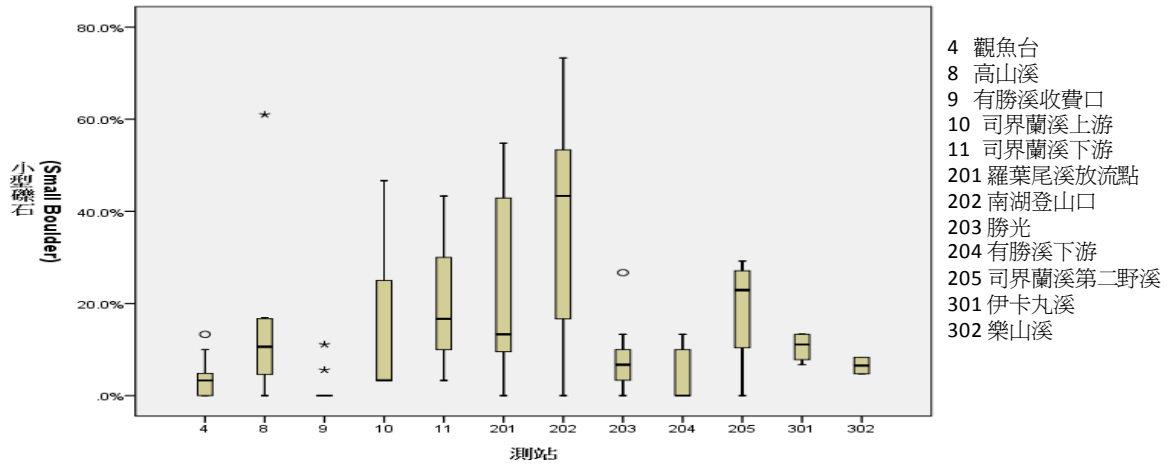


圖 21 各測站棲地底質之小型礫石分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

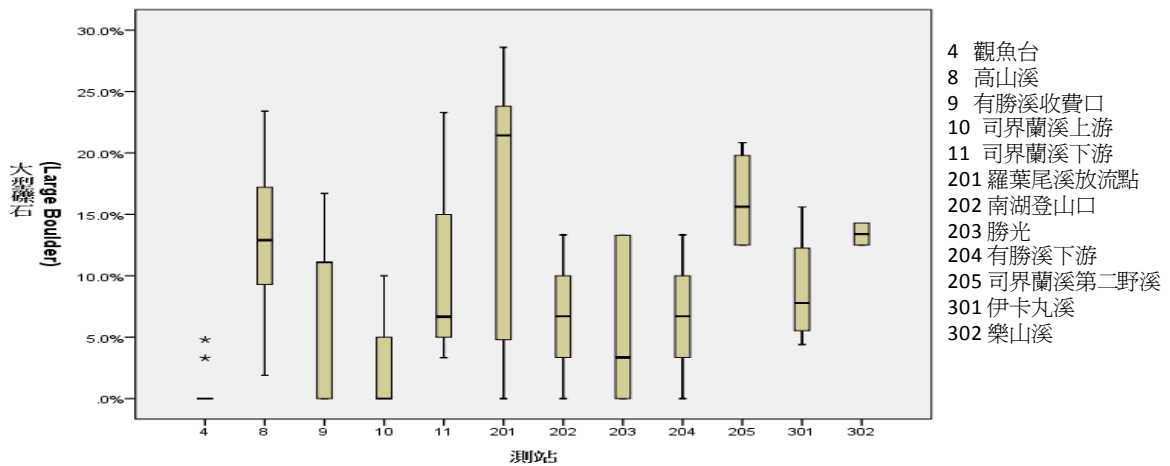


圖 22 各測站棲地底質之大型礫石分佈比較圖(單位：%) (資料來源：本研究資料)

第一章 水質監測

官文惠、胡維娟、吳宏彬、陳柏璋、黃彥霖、張峻愿

明志科技大學環境與安全衛生工程系暨環境與資源工程研究所

摘要

關鍵詞：臺灣櫻花鉤吻鮭、大甲溪、七家灣溪、水質監測

一、研究緣起

臺灣櫻花鉤吻鮭是冰河時期子遺的珍貴物種，是北半球鮭魚分佈最南限，冰河時期海平面下降，改變臺灣櫻花鉤吻鮭洄游到大海的習性，被阻隔在大甲溪上游之高山溪流中，成為陸封性的鮭魚。過去在日治時代，大甲溪上游六條支流中，包括有勝溪上游與羅葉尾溪等均有臺灣櫻花鉤吻鮭之分佈，但隨時間之演進，最後僅生存於七家灣溪及高山溪。近年來雪霸國家公園管理處致力於臺灣櫻花鉤吻鮭之復育工作，並且進行移地保育工程，亦即在自然原生地以外的地方進行物種的保育，物種保育整體的經營管理可劃分為就地和遷地行動。前者著重在自然族群和生態系統，立即的保護和復育，而後者朝向發展移地的基因保存能力，以便保護物種免於全然絕滅，並補充或復育自然族群。目前已逐年在司界蘭、南湖及羅葉尾等溪進行放流，希冀國寶魚臺灣櫻花鉤吻鮭可重新悠游於歷史溪流中。

溪流水質對溪流生態及其中之生物有極大之直接影響，過去在南湖溪之調查研究發現同一場降雨七家灣溪濁度很快即回復，但南湖溪之濁度卻持續數天高達數百 NTU，究其因可能是溪流側壁崩塌造成。因此，僅利用降雨及溫度等水文因子無法判斷水質好壞，本子計畫將針對歷史放流點及潛在放流點，進行水質監測，俾利放流計畫之進行。

二、研究方法及過程

本研究針對臺灣櫻花鉤吻鮭之歷史放流溪流及未來潛在放流點共設置 7 個採樣點，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）、司界蘭溪第二野溪（測站 205）、伊卡九溪（測站 301）及樂山溪（測站 302）等；並以觀魚臺（測站 4）、高山溪（測站 8）、有勝溪收費口（測站 9）、司界蘭溪上游（測站 10）及司界蘭溪下游（測站 11）等五站為參考樣站。羅葉尾及有勝溪以雙月份（2、4、6、8、10 月）進行採樣，司界蘭溪乾溼季各採樣一次（2 及 10 月），其他潛在放流點則視需要進行採樣。

採樣後現場量測 pH、水溫、導電度、溶氧等水質項目；濁度、矽酸鹽、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、硫酸鹽、氯鹽、磷酸鹽、氨氮、總有機碳等水質項目，則待現地採集樣品後，運回實驗室分析。

三、重要發現

今年 8 月因勝光（測站 203）附近菜園施工關係，大量泥土流入溪流使得濁度升高至 21.4 NTU，有勝溪下游（測站 204）濁度更高達 93.3 NTU，10 月份監測時濁度已降至 1 NTU 以下。羅葉尾溪放流點（測站 201）與南湖登山口（測站 202）無農田施作，導電度值明顯為羅葉尾及有勝溪流域中最低；其餘測站因農耕活動的關係，導電度值較高，由此可明顯觀察到農耕行為對溪流導電度所造成的影響。

羅葉尾及有勝溪流域的水溫在冬季維持攝氏 8.4~10.6 度之間，夏季水溫介於攝氏 13.9 至 19.5 度，越下游測站水溫越高。而樂山溪沿岸地形破碎，河道易受氣候因素影響而改變，致使研究團隊人員不便進入調查，為考量長期監測樂山溪水溫變化，已於今年 10 月在該溪流放置溫度記錄器，每 30 分鐘

記錄長期水溫變化，以評估該溪水溫是否適合臺灣櫻花鉤吻鮭棲息，預計下次採樣調查時讀取數據記錄水溫變化。

研究結果顯示，羅葉尾溪及司界蘭溪的水質狀況大致良好，惟伊卡丸溪測站的水質條件較差，近似有勝溪中下游測站(劣質參考測站)，可能是受上游人類遊憩活動及下游農耕活動的影響。樂山溪之導電度值與氮鹽濃度均低於高山溪(優質參考測站)，顯示該區域人為活動少水質不受農耕活動影響。

四、主要建議事項

根據本研究於大甲溪上游歷史放流點及潛在放流點之水質採樣分析結果，可做成立即可行及長期建議事項，分述如下：

(1)立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會

建議事項：由監測結果顯示，人為活動較密集區，營養鹽濃度及導電度均較高，若能適度控管農業活動，應可顯著降低大甲溪上游溪流尤其是有勝溪中下游之營養鹽濃度。

(2)長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會

建議事項：適度調整有勝溪濱岸土地利用方式，降低耕作農地比例，增加林地面積以降低有勝溪夏季偏高水溫，俾利鮭魚生存棲地之拓展。

Abstract

The Formosan salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*), an endangered species, had ever distributed in the upper branches of stream Da-Chia several decades ago. Until now the endangered salmon naturally inhabit in stream Chi-Chia-Wan. Due to the government policy, Shei-Pa National Park recently devotes to recover the salmon and release the cultivated breeds in several historic rivers. Therefore, a comprehensive and systematic monitoring and assessment for the new candidates of habitat are indispensable. This study was aimed to monitor the water quality. Additionally, the overall evaluating data will be combined into an ecological database and compared to that of stream Chi-Chia-Wan in order to propose ecologically suggestions for the restoration of the Formosan salmon. Over two years investigation, the results indicates that the water quality of Lo-Ye-Wei stream is similar with that of the Kwan-Yu-Tai site, however, the water quality of I-Ka-Wan site is worse than that of Kwan-Yu-Tai site and almost close to that of the Yu-Shan stream site. Three samplings of Le-Shan stream on Oct. 2011, Apr. 2012 and Oct. 2012, the collected data indicates that the water quality is good enough for salmon habitate.

In light of this study, two suggestions were proposed: (a) in short term, the successive monitoring of water quality is necessary because the salmon is susceptible to aqueous condition; (b) in long term, an eco-oriented management of land-use in Wuling catchment is indispensable.

Key words: the Formosan salmon; stream Da-Chia, stream Chi-Chia-Wan, water quality monitoring

一、前言

(一) 研究緣起

臺灣櫻花鉤吻鮭是冰河時期子遺的珍貴物種，是北半球鮭魚分佈最南限，冰河時期海平面下降，改變臺灣櫻花鉤吻鮭洄游到大海的習性，被阻隔在大甲溪上游之高山溪流中，成為陸封性的鮭魚。過去在日治時代，在大甲溪上游之支流中，包括有勝溪上游、羅葉尾、南湖與司界蘭等溪均有臺灣櫻花鉤吻鮭之分佈，但隨時間之演進，最後僅生存於七家灣溪及高山溪。近年來雪霸國家公園管理處致力於臺灣櫻花鉤吻鮭之復育工作，並且進行移地保育工程，即在自然原生地以外的地方進行物種的保育，物種保育整體的經營管理可劃分為就地和遷地行動，前者著重在自然族群和生態系統，立即的保護和復育，而後者朝向發展移地的基因保存能力，以便保護物種免於全然絕滅，並補充或復育自然族群。移地保育就像備分一樣，也是一種暫時性的替換手段。目前管理處已逐年在司界蘭、南湖及羅葉尾等溪進行放流，希冀國寶魚臺灣櫻花鉤吻鮭可重新悠游於大甲溪上游河段中。

過去本團隊部分成員於 2008~2009 進行南湖溪環境生態調查研究(官, 2009)，結果顯示，南湖溪河道寬度較窄，易受極端水文事件之影響，上游易崩塌，致使同一水文事件，溪流中濁度遠高於七家灣溪及高山溪；而水生昆蟲之多樣性指數大部分採樣調查結果均無法達到武陵地區中等優質測站之水準，且年初之大型昆蟲數量低於武陵地區(郭, 2009)。另本團隊亦於 2010 進行羅葉尾溪及有勝溪之生態環境調查(官, 2010)，結果顯示，羅葉尾溪測站在水質、水文物理棲地及水生昆蟲之多樣性指數及族群結構均近似於武陵地區之高山溪測站(優質環境)。但有勝溪勝光及下游測站均與收費口測站(劣質環境)之調查結果近似。

綜合生態環境調查及魚隻放流研究成果顯示，放流存活率較高及新生族群較多之羅葉尾溪，整體生態環境較近似武陵地區之優質環境高山溪測站；

放流存活率較低及新生族群較少之南湖溪，其整體生態環境則較不穩定，無法達武陵地區優質測站之水準。故若可於放流前或放流時，同步進行整體生態環境之調查，當可反應臺灣櫻花鉤吻鮭之適切生存環境，裨益物種保育之決策與管理。

(二) 研究目的

本計畫將針對大甲溪上游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，並對歷史放流溪流及未來潛在放流溪流採樣與分析，比較臺灣櫻花鉤吻鮭各歷史及潛在野放點與七家灣溪溪流生態環境之異同。本研究針對水溫、溶氧、導電度、pH等水質項目進行現場量測；濁度、矽酸鹽、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氨氮、磷酸鹽、硫酸鹽、氯鹽、總有機碳等水質項目，則待現地採集樣品後，運回實驗室分析。

(三) 文獻回顧

1. 臺灣櫻花鉤吻鮭棲息地之水質

臺灣櫻花鉤吻鮭棲息地之水質條件對魚隻數目有相當直接之影響。張（1989）與陳（1998）研究指出臺灣櫻花鉤吻鮭對水質的要求如下所述，溫度是最直接影響鮭魚的生存條件，鮭魚生存最適溫度在5~17℃為最佳，孵化時7~12.5℃，水溫過低攝食率亦隨之降低，過高對魚卵會產生致死作用；水溫升高更會造成溶氧的降低，水溫控制著魚類的攝食、代謝、生長率影響魚類甚巨。

pH值介於6.5~8.5時對魚類生產力最好，pH值大於9與低於5.2時對魚類鰓的表面細胞有損害作用，更會產生大量黏液妨害魚類呼吸。當pH值過高水中氨會以劇毒性之非離子狀態存在，對魚類更會造成影響。導電度表示水中離子的含量多寡，鮭魚最適水中導電度條件介在120~450 $\mu\text{mho}/\text{cm}$ 之間。冷水

性鮭鱒魚類對溶氧的需求在7 ppm以上或飽合度85%以上，溶氧過低會影響消化作用，當低於2.65 ppm以下時便會產生窒息現象；溶氧過高會造成鰓微血管和皮下組織會出現氣泡，妨礙血液循環而使魚類出現呼吸困難導致死亡。

濁度要求在5 NTU之下（陳，1998），濁度過高會造成視覺性攝食魚種臺灣櫻花鉤吻鮭攝食的有效度降低，懸浮顆粒更容易經由摩擦對水棲生物造成物理性的傷害，若附著於魚卵表面，則其透氧率會降低導致孵化率亦隨之降低。生化需氧量代表著水中有機物質的多寡，其值越低表示其水中有機物的含量越少，水質亦越好。在甲級河川水體其生化需氧量值規定為1 ppm以下(表1-2)，鮭鱒魚類對水中生化需氧量的濃度可忍受在1 ppm以下，孵化時忍受值更低為0.6 ppm以下。

硝酸鹽於水體未污染之上限濃度為0.5 ppm，若大於10 ppm會加速水中藻類繁殖造成水質優養化，並使溶氧減少。鮭鱒魚類對水中硝酸鹽的濃度可忍受在2 ppm以下。亞硝酸鹽氮為一具有毒性的物質，飲用水規定的最高容許濃度為0.1 ppm，鮭鱒魚類對水中亞硝酸鹽的忍受濃度為50 ppb，孵化時則需低於30 ppb(陳，1998)，歐盟則訂定亞硝酸鹽氮上限為3.0 $\mu\text{g N L}^{-1}$ (表1-3)。在氮的部分，當pH值過高水中氮會以劇毒性之非離子狀態存在，對魚類造成影響。故學者（陳，1998）建議水中氮濃度應小於12.5 ppb，歐盟(2006年)則嚴格訂定水中非離子態氮濃度須小於4 ppb，總氮濃度須小於30 ppb(表1-3)。

冷水性鮭鱒魚類對氯極為敏感，水中若含有0.3 ppm的氯，兩個小時內虹鱒便會死亡；含氯0.25 ppm時，4~5個小時便能殺害幼魚。氯的毒性影響常是久遠的且無法復原，在含氯的溪水中會導致魚類的鰓受損而無法保持體內離子平衡。其他化合物與氯結合後大多數具有毒性，生物不能經由代謝而排除致使魚類死亡。環境中的磷大多以磷酸鹽（ PO_4^{3-} ）的型式存在。磷關係著水質優養化的現象發生，溶解性磷酸鹽於水體未受污染之上限濃度為0.01 ppm，鮭鱒魚類對水中磷酸鹽的忍受濃度為10 ppb。

2. 氮

(1) 氮的來源

楊（1997）說明氮肥的來源之種類甚多，包括有機質與無機質的來源。

A、有機質的來源：

各種有機質中均含有氮的成份，由胺基酸所組成的蛋白質含量甚高，一般在動物性肉及豆科植物中經由共生或非共生將大氣中的氮固定成生物能利用的 NH_3 而合成胺基酸。有機態氮需經分解成小分子或無機態氮後才利於被植物所吸收利用。氮肥中有胺基酸所組成的有機氮肥，施肥進入土壤中大部分都會被分解為無機態氮肥。

B、無機質的來源：

無機氮的來源大多是將大氣中的氮氣經高溫高壓合成 NH_3 之後的產物，或工業合成的氰胺基化鈣（ CaCN_2 ），少部份來源是由自然界沈積的礦石中來獲得。

(2) 氮的型態

土壤中氮素的存在型態可區分為五種分別為有機的氮、在土壤溶液及交換位置的礦物氮、在黏粒中固定的銨態及氣態的氮。因此，土壤的氮可分為「有機態」及「無機態」的氮，各種不同土壤中所佔的比例差異甚大，一般有機態氮的量高出許多，約佔95%以上，無機態氮約僅佔5%以下。

(3) 氮的循環

氮素循環（圖1-1）與土壤微生物的關係甚為密切，與植物營養上的關係更是重要，將各項氮素轉化分述如下：

A、礦質化作用：

動植物體內的有機物分解成無機物，其中微生物是分解菌的主角，分解後的產物是提供植物養分吸收。

B、固氮作用：

空氣中含有大量氮素，植物無法直接利用，只有微生物能有固定氮素的功能。固氮微生物包括非共生、協生及共生三大類。

C、硝化作用：

有機氮素經礦質化作用形成銨態，或使用尿素分解也成銨態氮素，這些土壤中的銨態氮會被硝化菌利用，轉化為亞硝酸態，最後轉化成至硝酸態氮，這種轉化作用稱為「硝化作用」。

D、脫氮作用：

土壤通氣排水不良時，脫氮微生物利用硝態氮轉化成氣態氮而揮發散失。

E、氮不移動現象：

氮不移動現象包括氮固定及微生物吸收的固定作用，有些土壤對銨態氮固定較強，使氮不易流失。

(4)氮的流失

氮肥是最易被流失的養分，流失的方式可分為淋洗作用、氮揮散現象、嫌氣的脫氮作用及硝化作用的脫氮現象等，分別說明如下：

A、淋洗作用：

雨水及灌溉排水將可溶性氮肥溶出移出土壤或進入地下水，尤其是以硝酸態氮 (NO_3^-) 最易移動而淋洗流失。

B、氨揮散現象：

尿素及銨態氮施肥施入pH值大於7.5的鹼性土壤時，易使銨態 (NH_4^+) 轉變為 NH_3 氨之氣體而揮散，尤其在高溫或風大之季節則更嚴重。

C、脫氮作用：

a、嫌氣的脫氮作用：土壤在排水不良的條件下土壤中缺乏氧氣，一群嫌氣的脫氮微生物會將氮肥的硝態氮 (NO_3^-) 轉變為氣態的氧化亞氮 (N_2O) 及氮氣 (N_2)，而導致氣態氮的流失問題，一般土壤可能由脫氮損失氮肥的9%~15%，嚴重者達30%之損失。

b、硝化作用的脫氮現象：土壤在通氣良好的條件時，銨態氮 (NH_4^+) 會被硝化菌先轉化為亞硝酸態氮 (NO_2^-)，再被微生物轉化為硝態氮 (NO_3^-)，此過程稱為硝化作用。硝化作用的過程中微生物也釋放氧化亞氮 (N_2O)，而產生氮肥的流失問題。

3. 磷的形態與傳輸

(1) 磷的形態

土壤中磷素的形態主要可區分為下面三類：

A.土壤有機質內的有機。

B.無機磷，存在於鈣、鎂、鐵、鋁及粘粒結合的磷。

C.存於生命體中的有機及無機磷。

有機質中的有機磷將受土壤微生物的分解，轉化為無機磷素，這是有機磷的「礦質化作用」。植物在土壤中吸收的磷素形態大都以磷酸二氫及一氫離子 (H_2PO_4^- 及 HPO_4^{2-})，其中吸收 H_2PO_4^- 較 HPO_4^{2-} 容易，部份有機磷也有少量能被植物吸收。在土壤液中 H_2PO_4^- 及 HPO_4^{2-} 之比例受pH的影響，在偏酸性

時則以 H_2PO_4^- 為多；反之則以 HPO_4^{2-} 為多。

(2) 磷的傳輸

土壤的主要營養元素中，磷素與氮素的行為差異甚大，氮素在土壤之移動或流失容易發生，而磷素移動或流失則較不容易發生。磷在濕潤的土壤中擴散係數比氮的擴散係數小1000至2000倍，磷素不易從表土中向下移動到深層土壤，尤其粘粒多的土壤更不易移動，有機磷的移動較無機磷高，有機質有助於磷素在土壤中的移動。然而，磷在低溫時不易被固定；高溫時磷則較易被固定。

磷之傳輸方式主要可分為滲淋、沖蝕與降雨逕流三種方式。當降雨發生時，因為深層土壤磷含量較少，滲入土壤內之雨水會將土壤中的磷帶到更底層之土壤。但若土壤是含有大量有機質或是泥質性土壤則有機質會隨著磷和鐵、鋁離子一起往下入滲，減少磷被土壤吸附的量。

磷的傳輸主要是以逕流的方式傳送溶解性磷和吸附在微粒上的粒狀磷。Wischmeir and Smith (1978) 研究指出溶解性磷極易被植物攝取、淋溶至地表下層或溶至表面逕流水；粒狀磷則會被吸附於土壤微粒與有機質當中，並且為耕地主要流失磷的來源（達75~90%），在草地或林地，主要流失磷的來源為溶解性磷。

粒狀物磷主要藉由降雨所造成之土壤沖刷和雨水逕流兩種形式移動。當降雨發生時雨水會沖擊土壤表面，若土壤表面沒有很好的覆蓋或保護，很容易造成土壤脫離母體，脫離之土壤又會隨著雨水逕流搬運作用被帶至遠方。

溶解性磷主要也是藉由逕流作用移動，雨水逕流會把土壤中還未被植物吸收、溶解於土壤水或不溶於土壤水的磷沖出，之後便隨地表逕流流至遠方。Sherpley (1995) 指出地表逕流水中磷的濃度就和土壤中磷的量有密切之關

係，尤其和表土五公分土壤中含磷量有相當大之關係。

4、硫

硫是植物營養的次要元素，其需要量次於氮、磷、鉀三要素。硫為合成植物蛋白質的必需物，亦可協助酵素與維他命的合成，也是葉綠素形成所必需。

土壤中的無機硫是以 SO_4^{2-} 的型態存在，硫酸根呈負價，不易被土壤黏粒與有機質吸附，容易存於土壤的溶液中隨之移動，易被淋洗而流失，造成表土含硫量低，底土含硫量高的現象。

硫肥的來源可分為可溶性硫與不可溶性硫兩大類，可溶性型態的硫肥是以鈣、鉀、銨、鎂、鋅、銅、錳的硫酸鹽類，對農作物的有效性高，但易因被淋洗而流失，尤以砂土質地及雨量多的地方更易流失。不溶性硫是元素硫，不能直接被植物利用，需經土壤微生物的氧化作用轉化，充分的水分、通氣、較高的土壤溫度及細粒礦粉等條件有利於元素硫轉化為可溶性之硫酸根而利植物吸收。

5、水體分類水質標準

環保署為確保飲用水符合人體衛生與安全之要求，並減輕淨水場處理設施之負荷，依飲用水管理條例於民國八十六年九月二十四日公告「飲用水水源水質標準」，並於民國八十七年五月二十一日施行，規定水質不符合飲用水水源標準者，將禁止做為用水水源。依據標準規定，以地面水或地下水體作為自來水或簡易自來水之水源者，大腸桿菌密度每100 mL不得超過二萬個，氨氮（ $\text{NH}_3\text{-N}$ ）不得超過1mg/L，化學需氧量（COD）不得超過25 mg/L，總有機碳（TOC）為4 mg/L，標準值如表1-1所示。其中以地面水或地下水體作為自來水或簡易自來水之水源者，取水處所屬河流區段須符合「地面水體分

類及水質標準」中針對各種用途所訂定之水體分類標準，取水處所屬河流區段至少需符合乙類河川水質標準，其規範項目包含 H^+ 濃度（pH）、溶氧量（DO）、生化需氧量（ BOD_5 ）、懸浮固體（SS）、大腸桿菌群、氨氮（ NH_3-N ）、總磷（TP）等項目，如表1-2所示（行政院環境保護署）。

二、材料與方法

(一) 採樣地點與採樣頻率

本計畫針對大甲溪上游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，羅葉尾、七家灣及伊卡丸等溪以雙月份(2、4、6、8、10月)進行採樣，司界蘭溪乾濕季各採樣一次(2與10月)，而樂山溪至目前僅採集100年10月及101年4月及10月共三次樣本。

研究區域共設置7個採樣點，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)、司界蘭溪第二野溪(測站205)、伊卡丸溪(測站301)及樂山溪(測站302)等測站；並以觀魚臺(測站4)、高山溪(測站8)、有勝溪收費口(測站9)、司界蘭溪上游(測站10)、司界蘭溪下游(測站11)等五站為參考測站。相關測站地理座標與位置如表1-4及圖1-2~1-4所示，各測站現地照片如圖1-5~1-16所示。

(二) 採樣方法與分析項目

取樣方法為河川水體採樣，實驗乃依河川水質分析方法進行樣品的分析，其在現場分析的水質項目有pH、溫度、溶氧及導電度等四個項目，實驗室測定項目為濁度、二氧化矽、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、硫酸鹽、氯鹽、正磷酸鹽、氨氮及總有機碳等九個分析項目。

(三) 水質分析方法

溶解態樣品實驗分析方法均根據環境檢驗所公告之實驗分析方法，另二氧化矽是改採用HACH Method 8186分析。

1.pH：

利用玻璃電極及參考電極，測定水樣中電位變化，可決定氫離子活性，而以氫離子濃度指數(pH)表示之。pH之測定需要用標準pH溶液先行校正pH度計(HACH sension1)後，再測定水樣之pH。

2. 導電度：

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（HACH sension5）後，再測定水樣之導電度。

3. 溶氧：

利用溶氧計測定水樣中溶氧值（YSI 500A）。

4. 濁度：

在特定條件下，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（WTW TURB350IR）。

5. 矽酸鹽：

水樣經過濾後，矽酸鹽於胺基酸、檸檬酸酸性溶液下與鉬酸鹽反應生成藍色之反應物，以分光光度計（HACH DR/2010）於 815 nm 波長處測其吸光度而定量水中矽酸鹽濃度。

6. 硝酸鹽氮：

水樣中之硝酸鹽離子以離子層析儀（DIONEX ICS-1500）分析，隨碳酸鈉及碳酸氫鈉流洗液流經一系列之離子交換層析管時（DIONEX AS4A-SC 4mm），即因其與低容量之強鹼性陰離子交換樹脂間親和力之不同而被分離。分離後待測硝酸鹽離子再流經一高容量的陽離子交換樹脂之抑制裝置，而被轉換成具高導電度酸之形態，移動相溶液則轉換成低導電度之碳酸。經轉換後之待測硝酸鹽離子再流經電導度偵測器，即可依其滯留時間及波峰面積、高度或感應強度予以定性及定量。求得之硝酸鹽濃度除轉換係數4.43即為硝酸態氮的濃度。

7. 亞硝酸鹽氮：

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，以分光光度計在波長 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（Perkin Elmer UV/VIS Spectrometer Lambda 16）。

8. 氨氮：

水樣以鹼液及酸鹽緩衝溶液調整pH值至9.5，加入去氯試劑後，經蒸餾並以硼酸溶液吸收蒸出液，最後以靛酚試劑呈色，以分光光度計於640 nm波長處測其吸光度而定量之（Perkin Elmer UV/VIS Spectrometer Lambda 16）。

9. 正磷酸鹽：

水樣未經消化處理，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，以分光光度計於波長880 nm 處測其吸光度定量之（Perkin Elmer UV/VIS Spectrometer Lambda 16）。

10. 硫酸鹽：

水樣中之硫酸鹽離子以離子層析儀（DIONEX ICS-1500）分析，隨碳酸鈉及碳酸氫鈉流洗液流經一系列之離子交換層析管時（DIONEX AS4A-SC 4mm），即因其與低容量之強鹼性陰離子交換樹脂間親和力之不同而被分離。分離後待測硫酸鹽離子再流經一高容量的陽離子交換樹脂之抑制裝置，而被轉換成具高導電度酸之形態，移動相溶液則轉換成低導電度之碳酸。經轉換後之待測硫酸鹽離子再流經電導度偵測器，即可依其滯留時間及波峰面積、高度或感應強度予以定性及定量。

11. 氯鹽：

水樣中之氯離子以離子層析儀 (DIONEX ICS-1500) 分析，隨碳酸鈉及碳酸氫鈉流洗液流經一系列之離子交換層析管時 (DIONEX AS4A-SC 4mm)，即因其與低容量之強鹼性陰離子交換樹脂間親和力之不同而被分離。分離後待測氯離子再流經一高容量的陽離子交換樹脂之抑制裝置，而被轉換成具有高導電度酸之形態，移動相溶液則轉換成低導電度之碳酸。經轉換後之待測陰離子再流經電導度偵測器，即可依其滯留時間及波峰面積、高度或感應強度予以定性及定量。

12. 總有機碳：

水樣導入可加熱至95~100℃的消化反應器中，加入過氧焦硫酸鹽溶液，水樣中的有機碳被氧化轉換為二氧化碳，隨即被載流氣體導入可吸收二氧化碳特定波長的非分散式紅外線 (NDIR) 分析儀，依儀器設定條件 (O-I Analytical 1010)，求得總有機碳的濃度。

三、結果

溶解態物種實驗採樣時間為100年2、4、6、8、10月與101年2、4、6、8、10月共十筆數據，分析項目包括pH、溫度、導電度、溶氧、濁度、矽酸鹽、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、硫酸鹽、氯鹽、正磷酸鹽、氨氮、總有機碳等13個項目，分析結果如圖1-17~圖1-55所示。

四、討論

pH值介於6.5~8.5時對魚類生產力最好；羅葉尾及有勝溪流域的pH值介於6.63~8.96之間，其中南湖登山口(測站202)呈中性，其餘測站呈中性偏鹼(圖1-17)；七家灣溪流域的pH值介於6.93~8.91；司界蘭溪與伊卡丸溪流域的pH值介於8.10~8.64均呈現偏鹼的狀態，樂山溪pH值介於7.23~7.79，介於中性範圍內(圖1-19)。目前所偵測之pH值除羅葉尾溪下游(測站204) 100年2月、4月，有勝溪收費口(測站9) 100年2月、4月、6月與今年4月，司界蘭溪上游(測站10) 100年10月及伊卡丸溪(測站301) 100年2月、4月之數值偏高之外，其餘測站測得之pH值皆在魚類生產力最佳範圍6.5~8.5之內。

水溫是影響臺灣櫻花鉤吻鮭的重要限制因子(陳，1998)，夏季高水溫限制為攝氏17度，繁殖季節則是攝氏12度。羅葉尾及有勝溪流域的水溫在冬季維持在攝氏8.4~10.6度之間，夏季水溫介於攝氏13.9至19.5度，越下游測站水溫越高(圖1-20)。司界蘭溪與伊卡丸溪流域的水溫在2月介於攝氏10.8~11.4度之間，10月介於攝氏15.6~16.4度之間；樂山溪水溫介於攝氏13.0~17.3度之間(圖1-22)。因樂山溪地形破碎，河道易受氣候因素影響而改變，致使研究團隊人員不便進入調查，為考量長期監測樂山溪水溫變化，已於今年10月在該溪流放置溫度記錄器，每30分鐘記錄長期水溫變化，以評估該溪水溫是否適合臺灣櫻花鉤吻鮭棲息，預計下次採樣調查時讀取數據記錄水溫變化。

導電度表示水中離子的含量多寡，鮭魚最適水中導電度條件介在

120~450 $\mu\text{mho/cm}$ 之間(陳, 1998)。羅葉尾及有勝溪河段導電度值介在103~440 $\mu\text{mho/cm}$ 範圍,其中以勝光(測站203)於今年八月之後因附近菜園施工底泥挖填,測得之導電度值最高(圖1-23);七家灣溪河段導電度值介在126~322 $\mu\text{mho/cm}$ 範圍,司界蘭溪與伊卡丸溪河段導電度值介在147~267 $\mu\text{mho/cm}$ 範圍,樂山溪導電度值介於107~179 $\mu\text{mho/cm}$ (圖1-25)。放流點(測站201)與南湖登山口(測站202)無農田施作,導電度值明顯為羅葉尾及有勝溪流域中最低;其餘測站因農耕活動的關係,導電度值較高,由此可明顯觀察到農耕行為對溪流導電度所造成的影響。而樂山溪導電度值均低於七家灣溪優質參考測站,顯示該區域人為活動少水質不受農耕活動影響。

溫度、生物間的呼吸作用與光合作用等為影響溶氧之主要因子,動、植物於夜間的呼吸作用與低氧之流水流入均會造成較顯著的耗氧發生。又依亨利定律可知飽合溶氧濃度會隨著溫度降低而增加,研究結果亦顯示冬季時各溪流溶氧較高。今年度羅葉尾及有勝溪流域溶氧值在7.52~11.58 mg/L之間(圖1-26),七家灣溪流域溶氧值在6.91~11.32 mg/L之間,司界蘭溪與伊卡丸溪流域溶氧值在8.03~10.43 mg/L之間,樂山溪溶氧值在7.85~11.02 mg/L之間(圖1-28)。除部分測站4~8月份溶氧較低,可能是因為去年春夏溪水溫度較高所導致,其餘溶氧值符合冷水性鮭鱒魚類對溶氧的需求在7ppm以上(陳, 1998)。

視覺性攝食魚種臺灣櫻花鉤吻鮭對濁度的要求在5 NTU之下(陳, 1998),濁度過高會造成鮭魚攝食的有效度降低。今年8月因勝光(測站203)附近菜園施工關係,大量泥土流入溪流使得濁度升高至21.4 NTU,下游(測站204)濁度更高達93.3 NTU,10月份監測時濁度已降至1 NTU以下(圖1-29)。另外,歷史放流溪流羅葉尾溪、司界蘭第二野溪及潛在放流點伊卡丸溪、樂山溪之濁度值均維持在3 NTU以下,符合鮭魚水質要求在5 NTU之下。造成濁度上升的原因往往是因為上游受大雨沖刷的關係所致,濁度高之水質並不會造成魚類立即死亡,但會增加魚類的染病機率。

羅葉尾及有勝溪流域測得矽酸鹽濃度介於0.21~7.83 mg/L(圖1-32)，七家灣溪流域矽酸鹽濃度介於0.10~7.43 mg/L，司界蘭溪及伊卡九溪流域矽酸鹽濃度介於0.36~5.35 mg/L，樂山溪矽酸鹽濃度介於3.17~5.56 mg/L(圖1-34)。羅葉尾溪與七家灣溪於去年8月份測得的矽酸鹽濃度明顯較高，可能是因為八月份大量降雨沖刷累積所致，又因溪流pH值偏弱鹼性，使得矽酸鹽更容易溶解於水中。矽酸鹽對臺灣櫻花鉤吻鮭的影響目前並無直接的證明。

硝酸鹽氮為水質優養化的指標，而臺灣櫻花鉤吻鮭對其忍受濃度為2 ppm以下(陳，1998)。硝酸鹽氮的主要來源為含氮肥料的使用，經雨水逕流而進入河川。去年8月與今年4月在有勝溪下游之勝光及收費口(測站203、204及測站9)測得硝酸鹽氮濃度高於2ppm(圖1-35)，可能是豐沛降雨使可溶性氮肥溶出量增加，其餘測站硝酸鹽氮濃度符合鮭魚忍受濃度2ppm以下。

亞硝酸鹽氮為一具有毒性的物質，在大甲溪上游流域的亞硝酸鹽氮濃度普遍偏低。鮭鱒魚類對水中亞硝酸鹽的忍受濃度為50 ppb，孵化時則需低於30 ppb(陳，1998)，而歐盟則規定鮭魚水體須低於3.0 ppb(表1-3)。今年度羅葉尾及有勝溪流域亞硝酸鹽氮濃度大致介於0.3~2.2 ppb，僅部分測站在6~8月間濃度略升至3.5~6.4 ppb(圖1-38)。司界蘭溪與伊卡九溪亞硝酸鹽氮濃度介於0.4~2.9 ppb，而樂山溪濃度介於0.4~2.9 ppb(圖1-40)。大甲溪上游大部分溪流之亞硝酸鹽氮濃度維持在6 ppb之下，遠低於保育臺灣櫻花鉤吻鮭的水質標準50 ppb以下。

溪流中的氨氮變化，在施用有機肥時會因肥料中氮的分解，透過雨水的沖刷導致溪流中氨氮濃度上升。除此之外，當溪流pH值過高時，水中氮會以劇毒性之非離子狀態存在，對魚類造成影響。故學者(陳，1998)建議水中氮濃度應小於12.5 ppb，歐盟(2006年)則嚴格訂定水中非離子態氮濃度須小於4 ppb，總氮濃度須小於30 ppb。大甲溪上游溪流氨氮濃度普遍低於一般溪流，今年所有測站於各月份皆有偵測到氨氮，以冬季2月份氨氮濃度最高，其

中又以有勝溪下游(測站204)濃度高於上游之測站,但氮氮濃度普遍低於0.05 ppm。

硫酸鹽在各溪流的濃度均高於其他營養鹽類,因此可推測水中導電度的來源主要為硫酸鹽。今年度羅葉尾及有勝溪測站的硫酸鹽濃度介於19.4~62.4 mg/L,整體而言有勝溪下游濃度高於上游之測站,而8~10月份勝光(測站203)因為附近菜園施工,底泥挖填使得有機土壤中硫溶出量增加,硫酸鹽濃度升高至60 mg/L以上(圖1-41)。七家灣溪測站的硫酸鹽濃度介於22.4~49.1 mg/L;司界蘭溪及伊卡丸溪測站的硫酸鹽濃度介於17.2~51.8 mg/L,其中以司界蘭溪第一野溪(測站10及11)之硫酸鹽濃度較高。而樂山溪硫酸鹽濃度介於27.6~42.7 mg/L(圖1-43)。

氯鹽在自然水體中的濃度變化很大,通常氯鹽含量會隨著礦物質含量增加。大甲溪上游測站的氯鹽濃度普遍低於2.0 mg/L,僅勝光(測站203)於去年8月份、有勝溪下游(測站204)於去年2和8月與今年4月份及樂山溪(測站302)於去年10月份之氯鹽濃度略高於2.00 mg/L。

自然界中的磷含量並不多,溪流中磷的來源主要為清潔劑與施肥或土壤中磷沖刷等型式,實驗分析上以正磷酸鹽為主。磷對自然環境水體最顯著的影響為湖泊或河川的優養化,優養化會使湖泊或河川中的藻類大量繁殖並間接影響水中生物生態。大甲溪上游各溪流測站的磷酸鹽濃度差異並不大,濃度大都低於0.02 ppm,僅南湖登山口(測站203)於去年4及8月與有勝溪下游(測站204)於今年10月份濃度升高至0.04~0.05 ppm(圖1-47),推估可能是4月份施肥與8~10月份豐沛雨水沖刷所導致。

溪流中總有機碳的來源多為落葉與有機體的分解,羅葉尾及有勝溪測站總有機碳濃度介於0.3~1.9 mg/L(圖1-53),七家灣溪測站總有機碳濃度介於0.2~1.8 mg/L,司界蘭溪及伊卡丸溪測站總有機碳濃度介於0.4~1.3 mg/L,而樂山溪總有機碳濃度介於0.4~1.0 mg/L(圖1-55)。

五、結論與建議

(一) 結論

大甲溪上游之溪流 pH 呈中性偏鹼；冬季時各溪流溶氧較高，除部分測站 4 至 8 月份溶氧較低，其餘溶氧值符合冷水性鮭鱒魚類對溶氧的需求在 7 ppm 以上；今年 8 月因勝光(測站 203)附近菜園施工關係，大量泥土流入溪流使得濁度升高至 21.4 NTU，下游(測站 204)濁度更高達 93.3 NTU，10 月份監測時濁度已降至 1 NTU 以下，而其他測站濁度值均維持在 3NTU 以下，符合視覺性攝食魚種臺灣櫻花鉤吻鮭對濁度的要求在 5 NTU 之下。

羅葉尾及有勝溪流域的水溫在冬季維持攝氏 8.4~10.6 度之間，夏季水溫介於攝氏 13.9 至 19.5 度，越下游測站水溫越高。司界蘭溪與伊卡丸溪流域的水溫在 2 月介於攝氏 10.8~11.4 度之間，10 月介於攝氏 15.6~16.4 度之間；樂山溪水溫介於攝氏 13.0~17.3 度之間。因樂山溪沿岸地形破碎，河道易受氣候因素影響而改變，致使研究團隊人員不便進入調查，為考量長期監測樂山溪水溫變化，已於今年 10 月在該溪流放置溫度記錄器，每 30 分鐘記錄長期水溫變化，以評估該溪水溫是否適合臺灣櫻花鉤吻鮭棲息，預計下次採樣調查時讀取數據記錄水溫變化。

羅葉尾溪放流點(測站 201)與南湖登山口(測站 202)無農田施作，導電度值明顯為羅葉尾及有勝溪流域中最低；其餘測站因農耕活動的關係，導電度值較高，由此可明顯觀察到農耕行為對溪流導電度所造成的影響。而樂山溪導電度值均低於七家灣溪優質參考測站，顯示該區域人為活動少水質不受農耕活動影響。

硫酸鹽在各溪流的濃度均高於其他營養鹽類，因此可推測水中導電度的來源主要為硫酸鹽。今年度羅葉尾及有勝溪測站的硫酸鹽濃度介於 19.4~62.4 mg/L，整體而言有勝溪下游濃度高於上游之測站，而 8~10 月份勝光(測站 203)因為附近菜園施工，底泥挖填使得有機土壤中硫溶出量增加，硫酸鹽濃度升

高至 60 mg/L 以上。另外，司界蘭溪第一野溪之硫酸鹽濃度高於第二野溪。

大甲溪上游溪流各測站的氯鹽濃度普遍低於 2.0 ppm，磷酸鹽濃度低於 0.02 ppm。總有機碳濃度介於 0.3~1.9 ppm，氨氮濃度普遍低於一般溪流，今年所有測站各月份皆有偵測到氨氮，以冬季 2 月份氨氮濃度最高，其中又以有勝溪下游(測站 204)濃度高於上游之測站，但氨氮濃度普遍低於 0.05 ppm。

大甲溪上游大部分溪流之亞硝酸鹽氮濃度維持在 6 ppb 之下，遠低於保育臺灣櫻花鉤吻鮭的水質標準 50 ppb 以下。硝酸鹽氮除去年 8 月與今年 4 月份因豐沛降雨，使可溶性氮肥溶出量增加，其餘測站硝酸鹽氮濃度符合鮭魚忍受濃度 2 ppm 以下。

研究結果顯示，羅葉尾溪及司界蘭溪的水質狀況大致良好，惟伊卡丸溪測站的水質條件較差，近似有勝溪中下游測站(劣質參考測站)，可能是受上游人類遊憩活動及下游農耕活動的影響。樂山溪之導電度值與氯鹽濃度均低於高山溪(優質參考測站)，顯示該區域人為活動少水質不受農耕活動影響。

(二) 建議

根據本研究於大甲溪上游歷史放流點及潛在放流點之水質採樣分析結果，可做成立即可行及長期建議事項敘述如下：

(1)立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會

建議事項：由監測結果顯示，人為活動較密集區，營養鹽濃度及導電度均較高，若能適度控管農業活動，應可顯著降低大甲溪上游溪流尤其是有勝溪中下游之營養鹽濃度。

(2)長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：政府相關部會

建議事項：適度調整有勝溪濱岸土地利用方式，降低耕作農地比例，增加林地面積以降低有勝溪夏季偏高水溫，俾利鮭魚生存棲地之拓展。

六、參考文獻

- 于淑芬。2002。高山溪拆壩後環境監測及武陵地區水質調查。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。
- 于淑芬、林永發。2003。武陵地區水質調查及環境監測。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。
- 于淑芬。2004。武陵地區水質監測及水質評估。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。
- 王敏昭。1998。七家灣溪濱岸保護帶地下水質之監測。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。
- 王敏昭。2003。七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。
- 官文惠。2008。台灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地-南湖溪環境資源調查，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。
- 官文惠。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。
- 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。
- 林幸助。2005。溪流生態系食物來源與模式建構。內政部營建署雪霸國家公園研究報告。
- 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研究報告。
- 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。
- 張石角。1989。櫻花鉤吻鮭保護區規劃。行政院農委會研究報告。
- 曾晴賢。2005。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研

究報告。

葉昭憲。2005。環境改變對河道地形及物理棲地變化趨勢之影響。內政部營建署

雪霸國家公園研究報告。

楊秋忠。1997。植物營養與施肥要領土壤與肥料第六版。農世股份有限公司。

賴文龍。1999。梨山地區高冷地蔬菜綠肥輪作模式。臺中區農情月刊12(3)。

賴文龍、吳尚鑒、藍祐利、林文陞。2004。梨山地區甘藍蔬菜園土壤肥培管理之

探討。臺中區農情月刊57。

行政院環境保護署環保法規資料中心。

Donohue, I., McGarrigle, M. L., Mills P. 2006. Linking catchment characteristics and water chemistry with the ecological status of Irish river. *Water Research* 40:91-98.

Directive 2006/44/EC of the European parliament and of the council of 6 September 2006 on the quality of fresh waters needing protection or improvement in order to support fish life. 2006. *Official journal of the European Union* 264:20-31.

Goen, E. H., Notodarmojo, S. 1995. Phosphorus movement through soils and groundwater: application of a time-dependent sorption model. *Water Science Technology* 31(7):83-90.

Horton, R. K. 1965. An index-number system for rating water quality. *Journal Water Pollution Control Federation* 37(3):300-305.

Harkins, R. S. 1974. An objective water quality index. *Journal of Water Pollution Control Federation* 46(3):588-591.

Kelso, B. H. L., Smith, R. V., Laughlin, R.J., Lennox, S.D. 1997. Dissimilatory nitrate reduction in anaerobic sediments leading to river nitrite accumulation. *Applied and Environment Microbiology* 63(12):4679-4685.

McCellard, N. I., Brown, R. M., Deininger, R. A., Landwehr, J. M. 1973. Water quality index application in the Kansas river basin. Presented at the 46th Annual

Conference, Water Pollution Control Fed., Cleveland, U. S. A.

Novotny, V. 1996. Integrated water quality management. *Water Science Technology* 33(4):1-7.

Sherpley, A. 1995. Fate and transport of nutrients: phosphorus. USDA, agricultural research service, national agricultural water quality laboratory, Durant, Oklahoma.

Wischmeier, W. H., Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation department of agricultural. U. S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook 537.

表 1-1 飲用水水源水質標準(作為自來水及簡易自來水之飲用水水源者)

項目	最大限值	單位
大腸桿菌群	20,000 (具備消毒單位)	MPN/100 mL或
密度	50 (未具備消毒單位)	CFU/100mL
氨氮 (NH ₃ -N)	1	mg/L
化學需氧量 (COD)	25	mg/L
總有機碳 (TOC)	4	mg/L

(資料來源：行政院環境保護署飲用水水源水質標準)

表1-2 地面水體分類及水質標準

分級	基準值						
	H ⁺ 濃度 (pH)	溶氧量 (DO) (mg/L)	生化需氧量 (BOD)(mg/L)	懸浮固體 (SS)(mg/L)	大腸桿菌群 (CFU/100ML)	氨氮 (NH ₃ -N) (mg/L)	總磷(TP) (mg/L)
甲	6.5-8.5	6.5 以上	1 以下	25 以下	50 個以下	0.1 以下	0.02 以下
乙	6.0-9.0	5.5 以上	2 以下	25 以下	5,000 個以下	0.3 以下	0.05 以下
丙	6.0-9.0	4.5 以上	4 以下	40 以下	10,000 個以下	0.3 以下	—
丁	6.0-9.0	3 以上	—	100 以下	—	—	—
戊	6.0-9.0	2 以上	—	無漂浮物且 無油污	—	—	—

(資料來源：行政院環境保護署水污染防治)

註：1. 甲類地面水體適用於一級公共用水等，乙類適用於二級公共用水等，丙類適用於三級公共用水等。

2. 一級公共用水：指經消毒處理即可供公共給水之水源。

二級公共用水：指需經混凝、沉澱、過濾、消毒等一般通用之淨水方法處理可供公共給水之水源。

三級公共用水：指經活性碳吸附、離子交換、逆滲透等特殊或高度處理可供公共給水之水源。

表1-3 歐盟訂定之鮭鯉魚水體標準(2006.9.6.)

水質項目	鮭魚		鯉魚	
	準則	命令	準則	命令
溫度(°C)		1.5~21.5°C		3~28°C
溶氧(mg O ₂ /L)	50 % ≥ 9	50 % ≥ 9	50 % ≥ 8	50 % ≥ 7
	100 % ≥ 7	(6 mg/L 以上)	100 % ≥ 5	(4 mg/L 以上)
pH		6~9		6~9
懸浮固體(mg/L)	≤ 25		≤ 25	
BOD ₅ (mg O ₂ /L)	≤ 3		≤ 6	
磷酸鹽(mg PO ₄ /L)	≤ 0.2		≤ 0.4	
亞硝酸鹽(μg N L ⁻¹)	≤ 3.0		≤ 9.1	
非離子態氮 (μg N L ⁻¹)	≤ 4.1	≤ 20.6	≤ 4.1	≤ 20.6
總氮(mg N L ⁻¹)	≤ 0.03	≤ 0.78	≤ 0.16	≤ 0.78

(資料來源：Directive 2006/44/EC of the European parliament and of the council of 6 September 2006)

表1-4 大甲溪上游流域各測站地理座標

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 202	南湖登山口	E : 121°21'6.8" N : 24°23'28.6" H : 1929.9 m
測站 203	勝光	E : 121°21'8.5" N : 24°22'13.4" H : 1835.5 m
測站 204	有勝溪下游	E : 121°19'21.3" N : 24°21'5.8" H : 1901.8 m
測站 4	觀魚臺	E : 121°18'38" N : 24°22'15" H : 1757 m
測站 8	高山溪	E : 121°30'75" N : 24°35'87" H : 1655 m
測站 9	有勝溪收費口	E : 121°18'36.8" N : 24°20'51.1" H : 1724.6 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 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 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 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 302	樂山溪 (潛在樣點)	E : 121°14'43.69" N : 24°17'47.42" H : 1674 m

(資料來源：本研究資料)

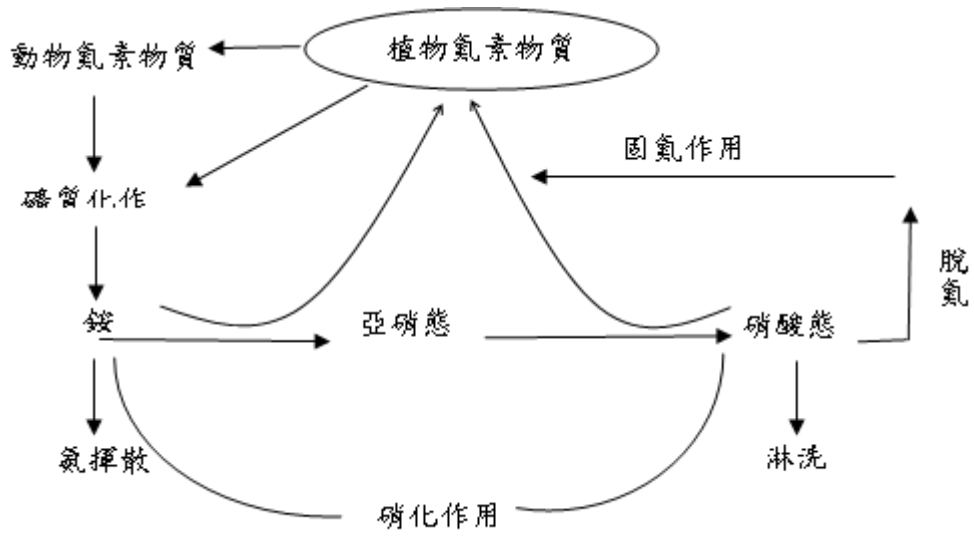


圖 1-1 氮素循環過程
(資料來源：本研究資料)



圖 1-2 大甲溪上游溪流及各支流空照圖
(資料來源：本研究資料)

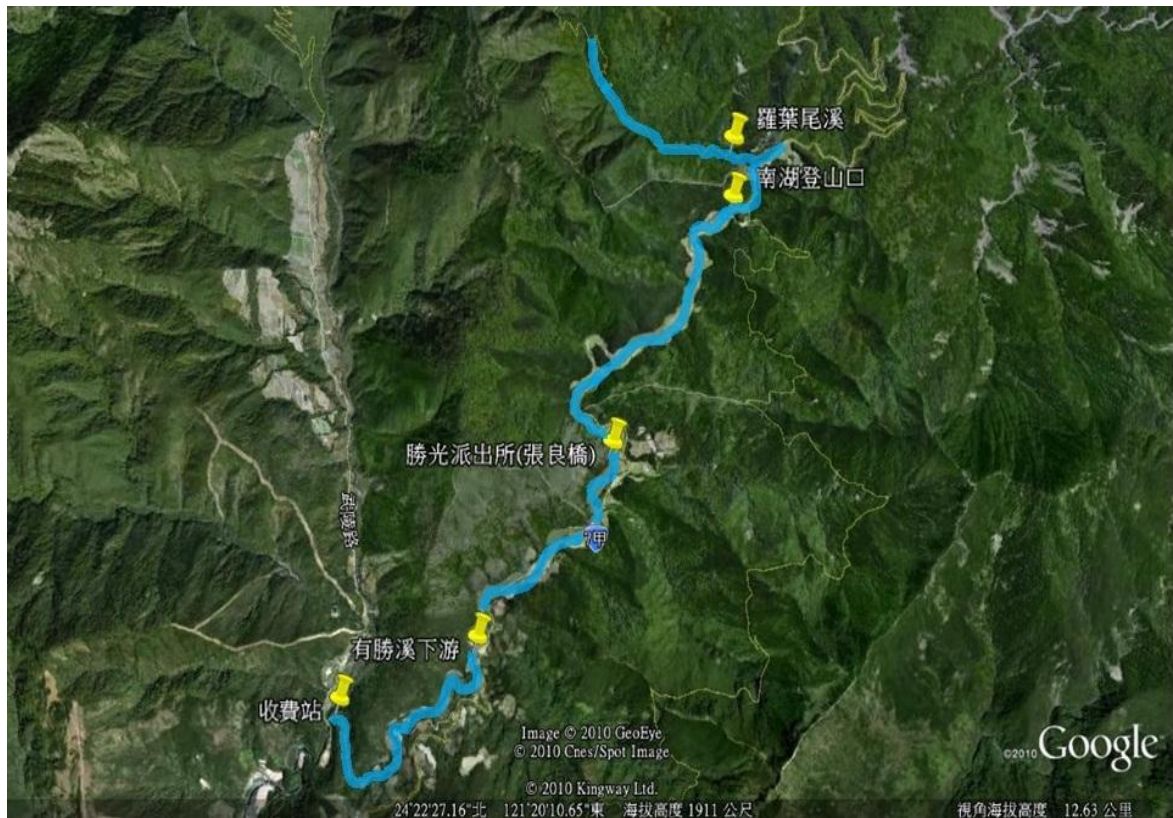


圖 1-3 有勝溪及羅葉尾溪各測站位置圖

(資料來源：本研究資料)

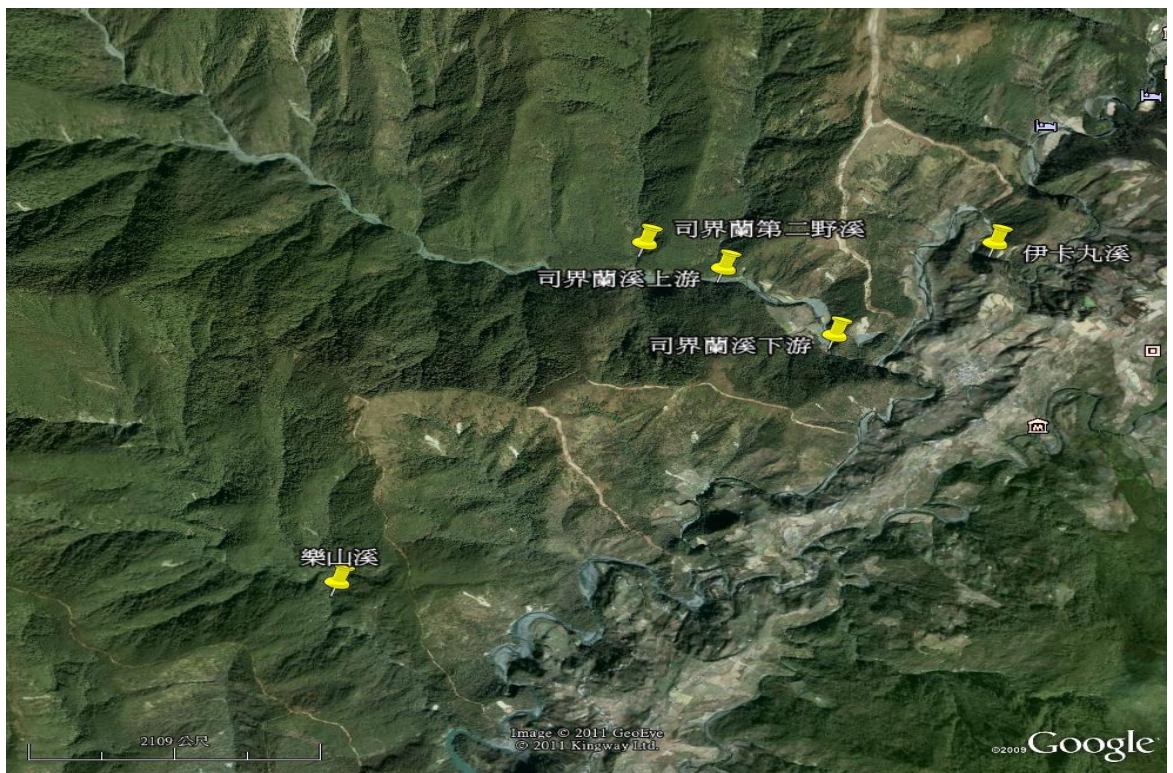


圖 1-4 司界蘭溪、伊卡丸溪及樂山溪各測站位置圖

(資料來源：本研究資料)



圖 1-5 測站 201-羅葉尾溪放流點
(資料來源：本研究資料)



圖 1-6 測站 202-南湖登山口
(資料來源：本研究資料)



圖 1-7 測站 203-勝光
(資料來源：本研究資料)



圖 1-8 測站 204-有勝溪下游
(資料來源：本研究資料)



圖 1-9 測站 205-司界蘭溪第二野溪
(資料來源：本研究資料)



圖 1-10 測站 301-伊卡九溪(潛在樣點)
(資料來源：本研究資料)

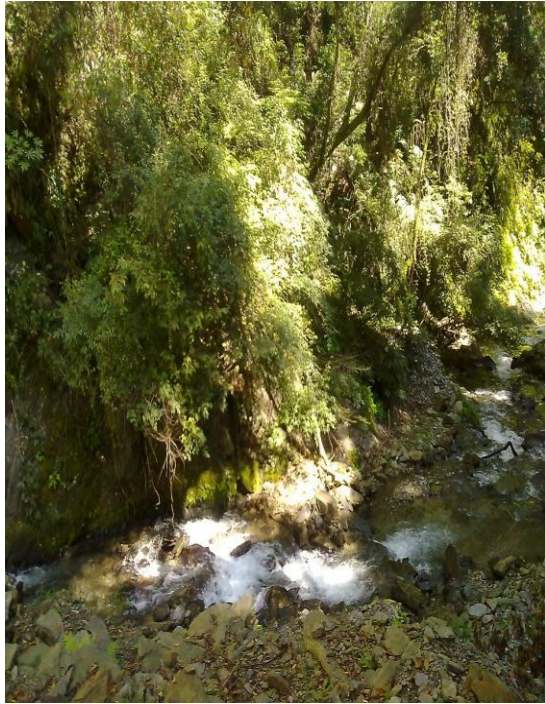


圖 1-11 測站 302-樂山溪(潛在樣點)
(資料來源：本研究資料)



圖 1-12 測站 4-觀魚台(參考測站)
(資料來源：本研究資料)



圖 1-13 測站 8-高山溪(參考測站)
(資料來源：本研究資料)



圖 1-14 測站 9-有勝溪收費口(參考測站)
(資料來源：本研究資料)



圖 1-15 測站 10-司界蘭溪上游
(資料來源：本研究資料)



圖 1-16 測站 11-司界蘭溪下游
(資料來源：本研究資料)

pH 值

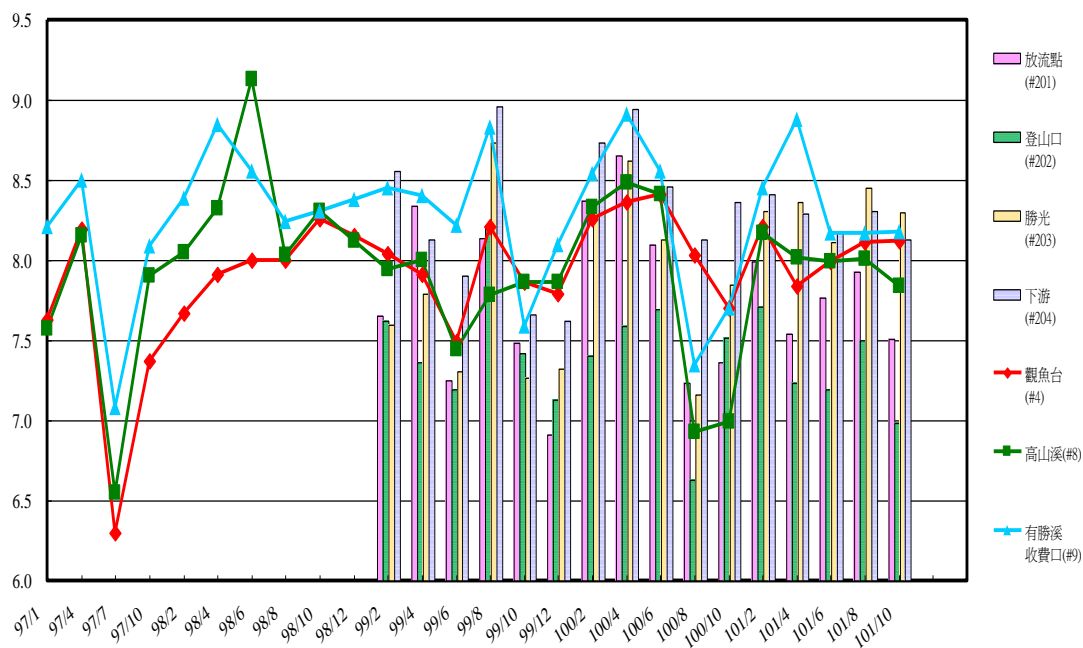


圖 1-17 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 pH 比較

(資料來源：本研究資料)

pH 值

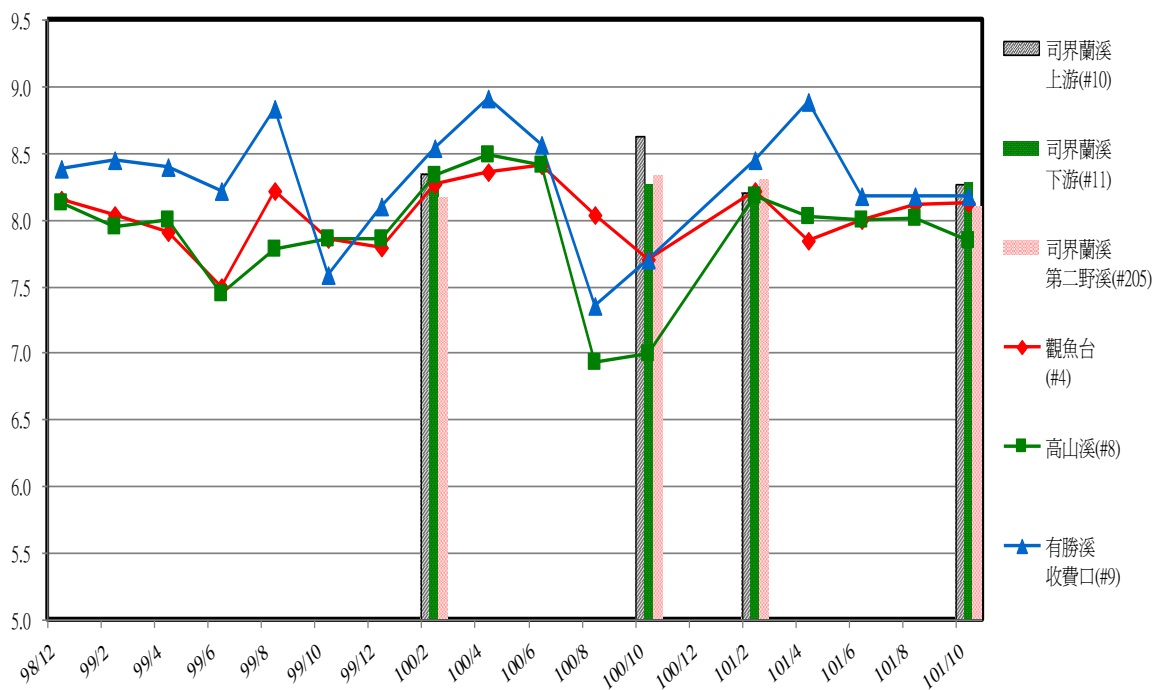


圖 1-18 司界蘭溪與七家灣溪之 pH 比較

(資料來源：本研究資料)

pH 值

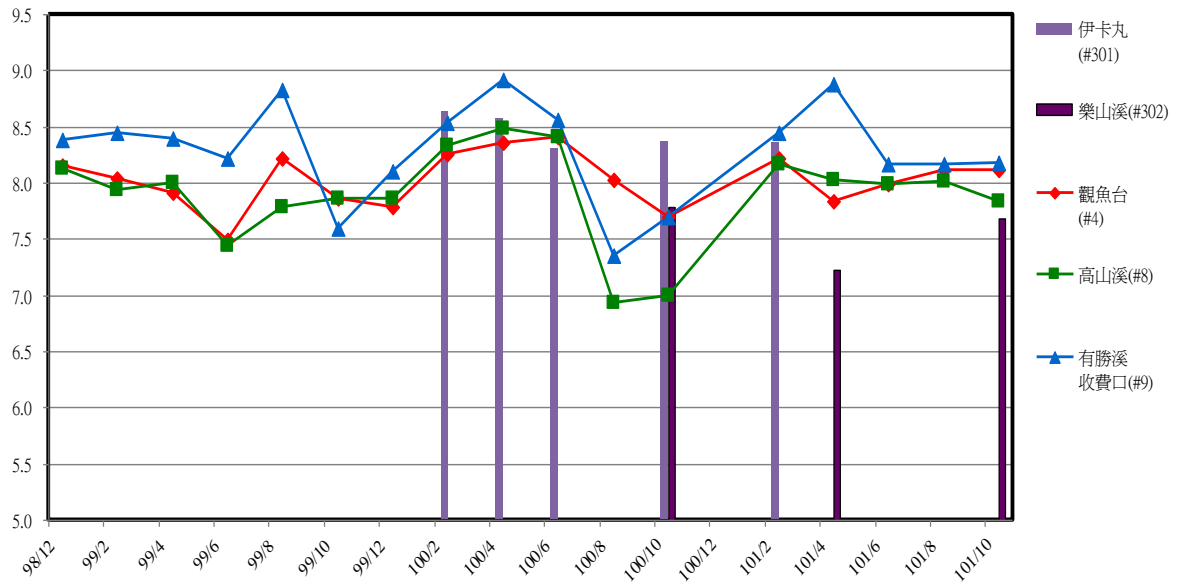


圖 1-19 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 pH 比較

(資料來源：本研究資料)

溫度(單位：°C)

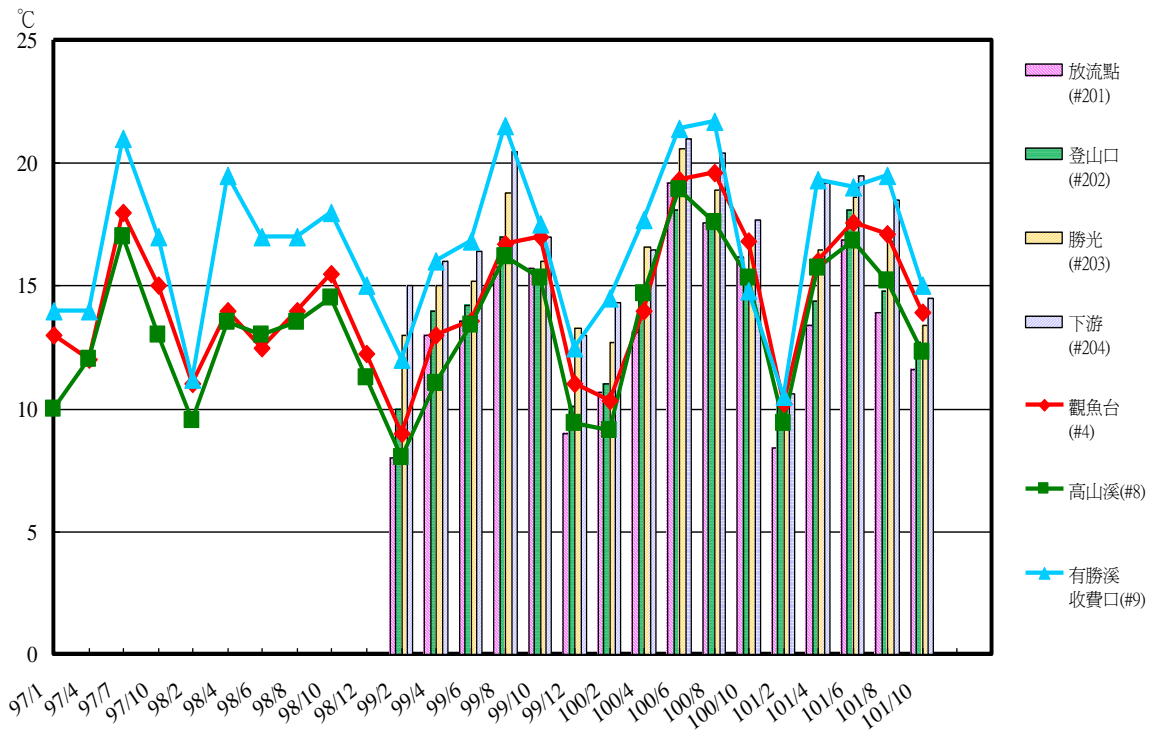


圖 1-20 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之溫度比較

(資料來源：本研究資料)

溫度(單位：°C)

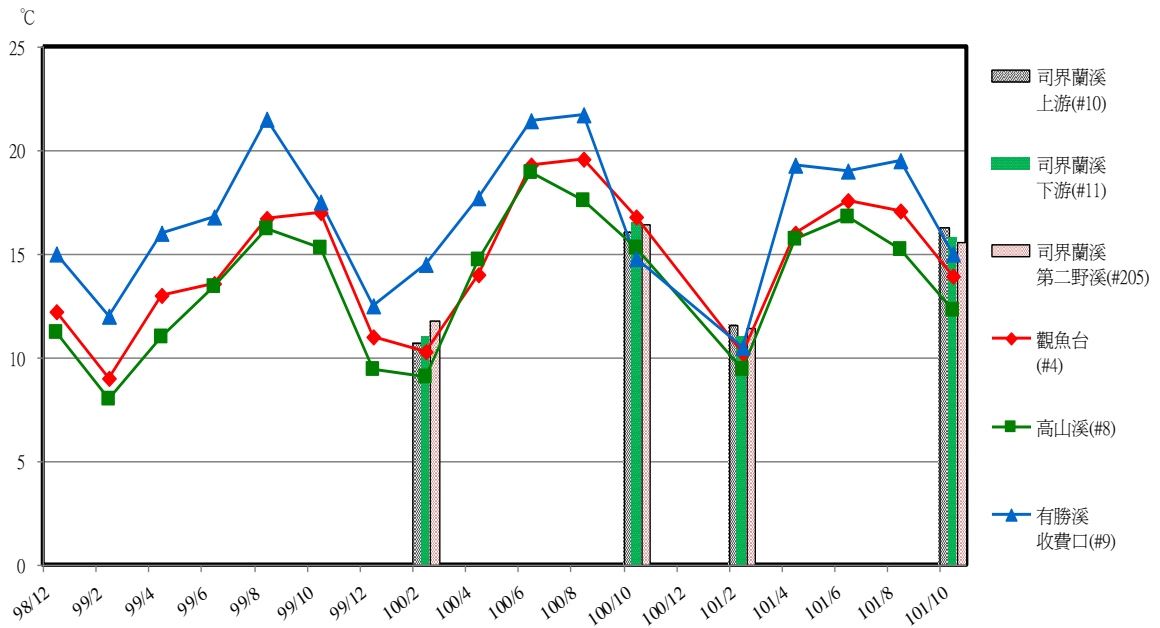


圖 1-21 司界蘭溪與七家灣溪之溫度比較

(資料來源：本研究資料)

溫度(單位：°C)

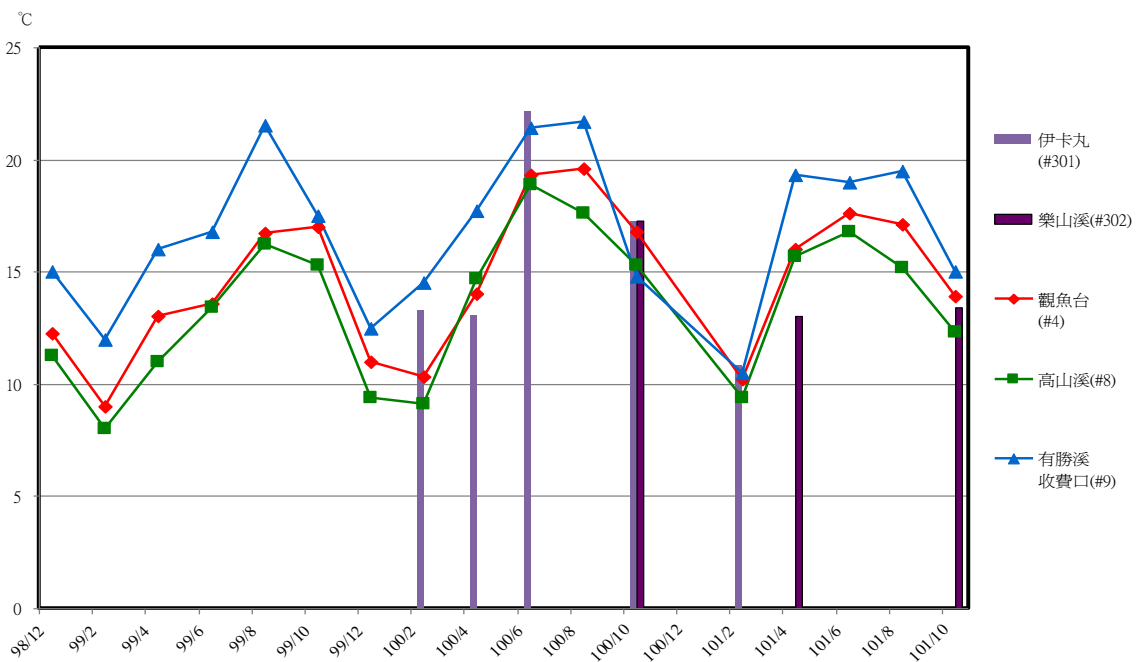


圖 1-22 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之溫度比較

(資料來源：本研究資料)

導電度(單位：μs/cm)

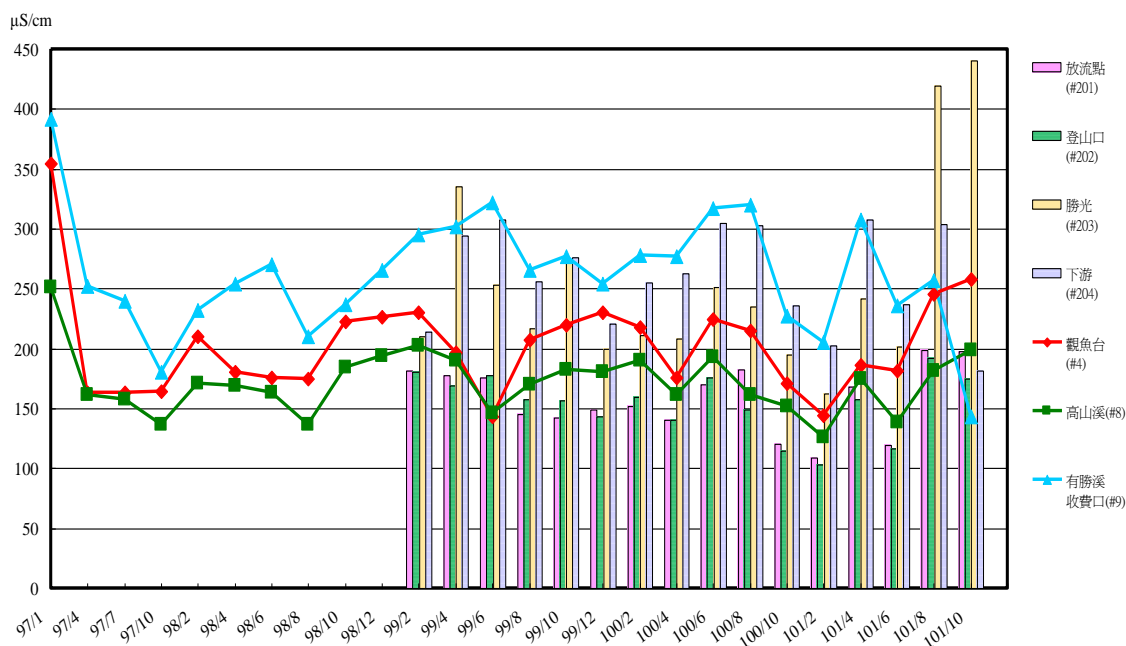


圖 1-23 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之導電度比較

(資料來源：本研究資料)

導電度(單位：μs/cm)

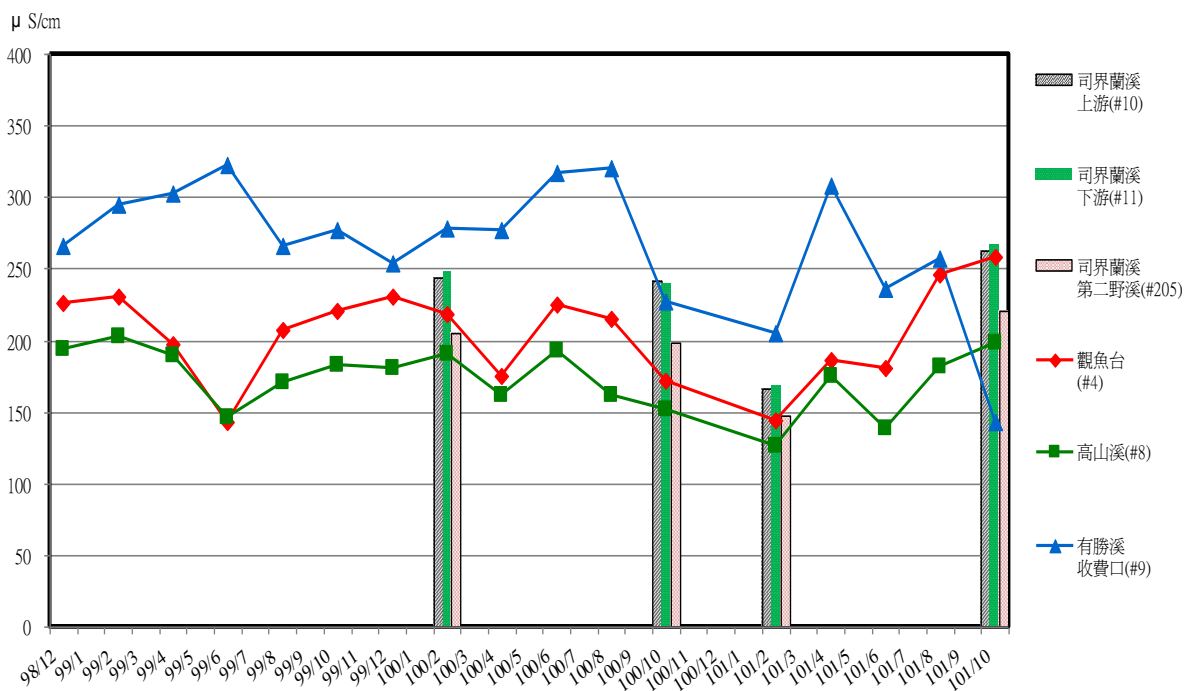


圖 1-24 司界蘭溪與七家灣溪之導電度比較

(資料來源：本研究資料)

導電度(單位：μs/cm)

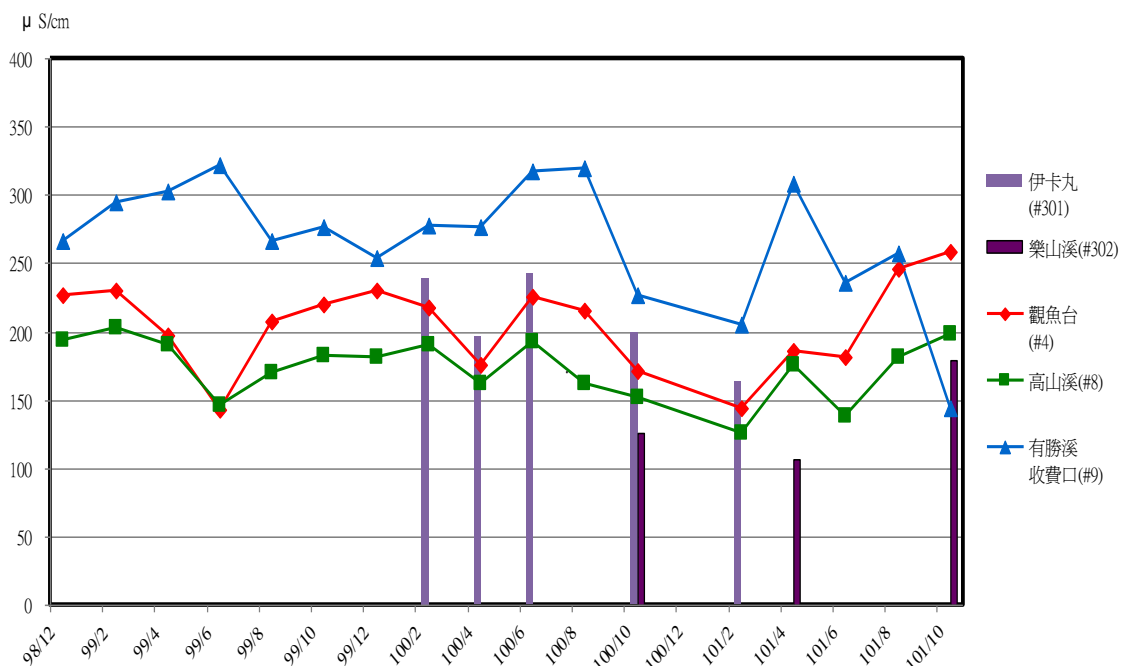


圖 1-25 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之導電度比較

(資料來源：本研究資料)

溶氧(單位：mg/L)

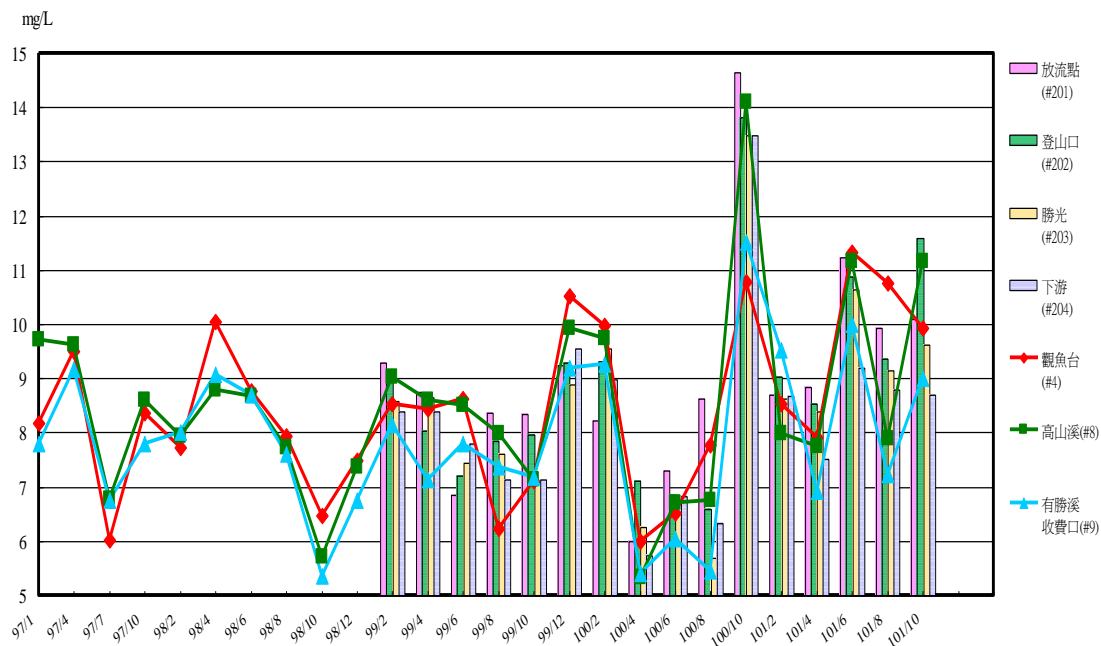


圖 1-26 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之溶氧比較

(資料來源：本研究資料)

溶氧(單位：mg/L)

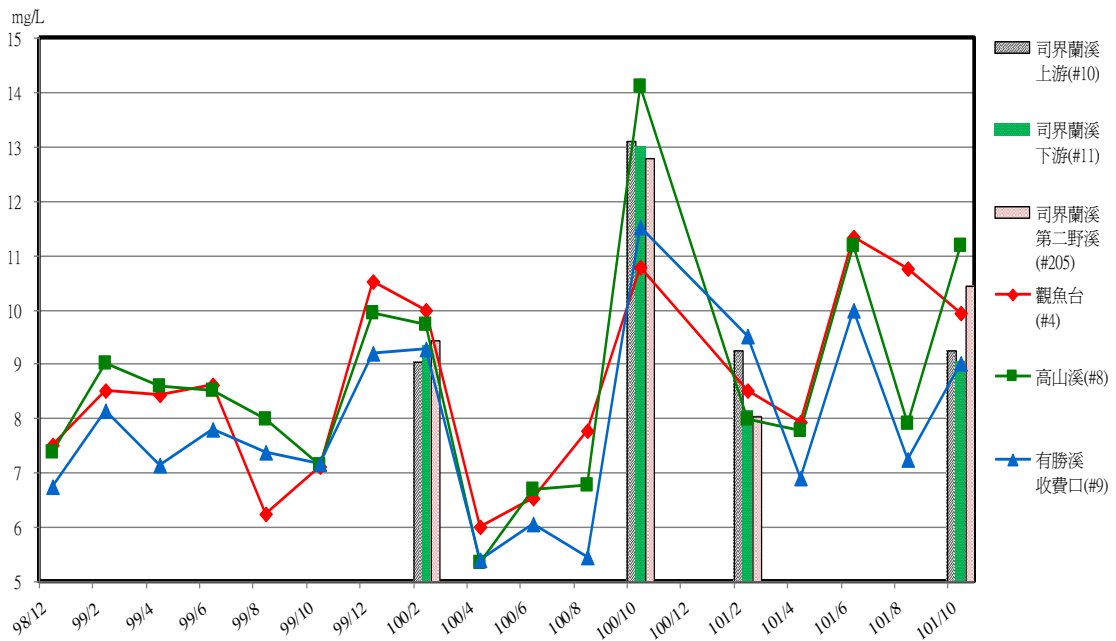


圖 1-27 司界蘭溪與七家灣溪之溶氧比較

(資料來源：本研究資料)

溶氧(單位：mg/L)

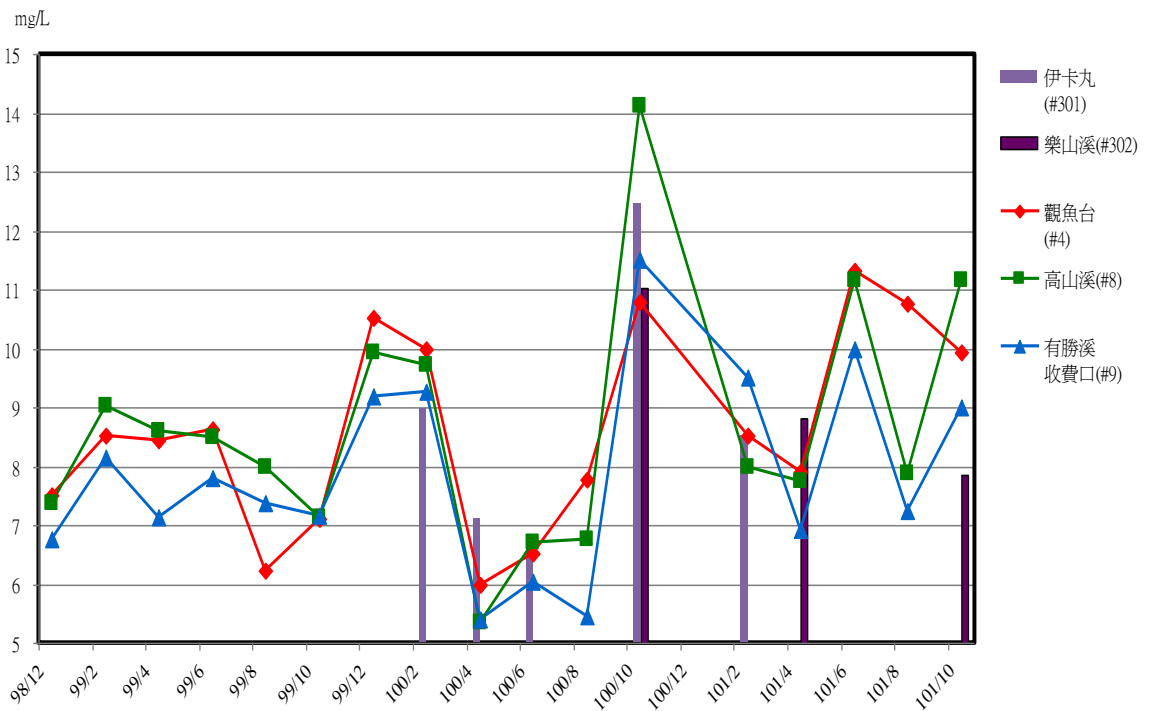


圖 1-28 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之溶氧比較

(資料來源：本研究資料)

濁度(單位：NTU)

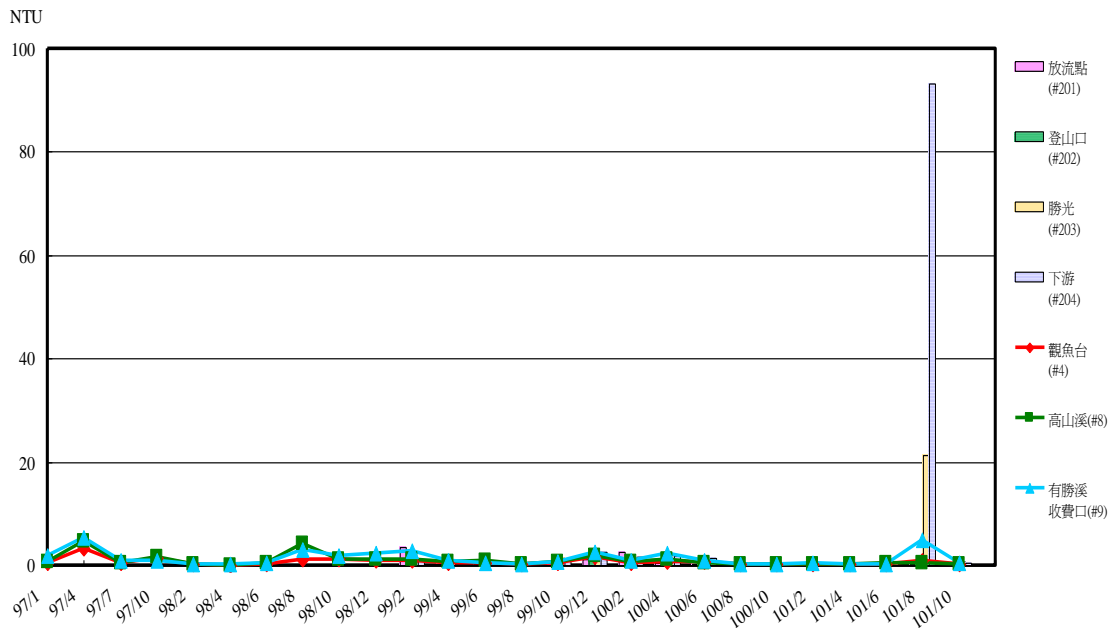


圖 1-29 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之濁度比較

(資料來源：本研究資料)

濁度(單位：NTU)

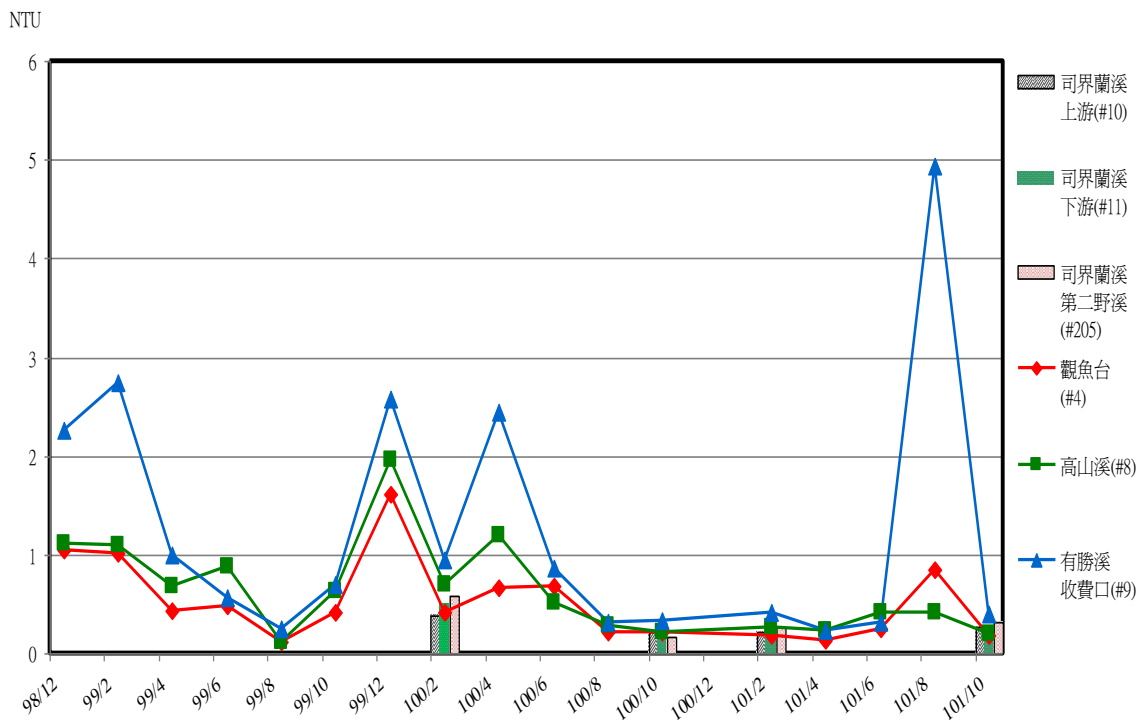


圖 1-30 司界蘭溪與七家灣溪之濁度比較

(資料來源：本研究資料)

濁度(單位：NTU)

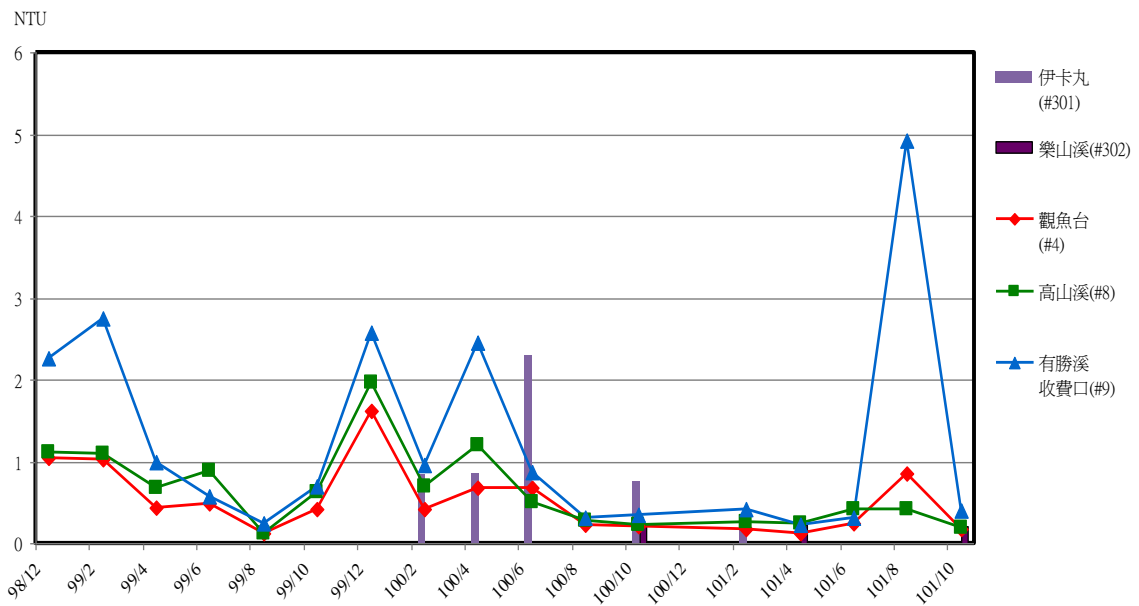


圖 1-31 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之濁度比較

(資料來源：本研究資料)

SiO₂(單位：mg/L)

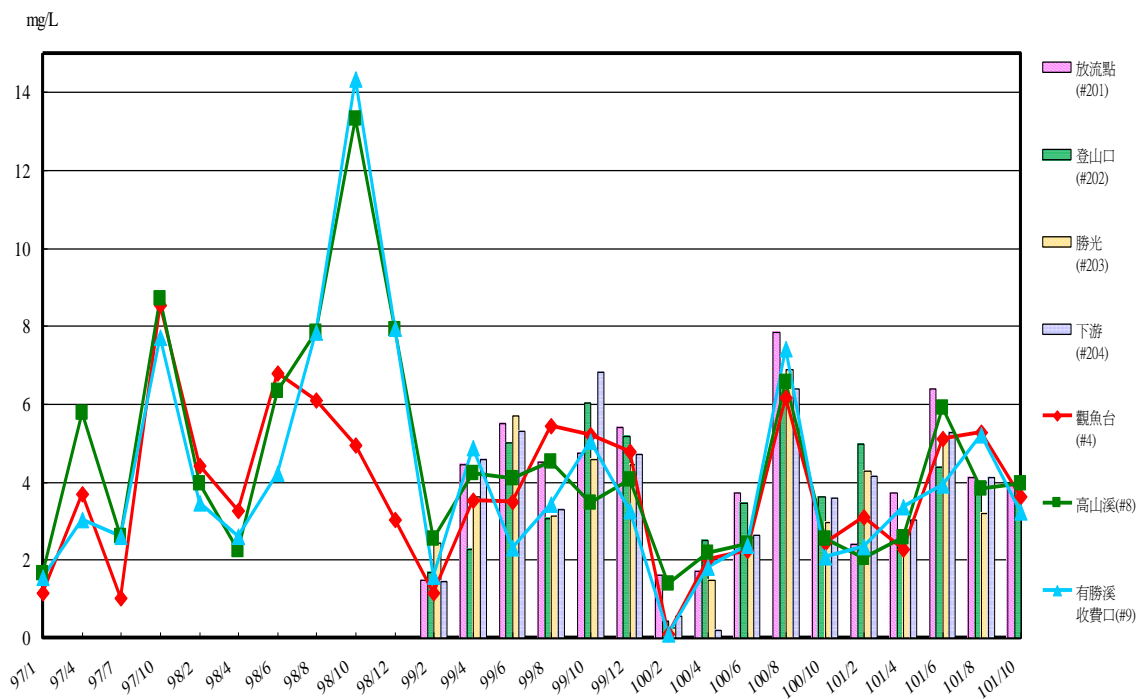


圖 1-32 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 SiO₂ 比較

(資料來源：本研究資料)

SiO₂(單位：mg/L)

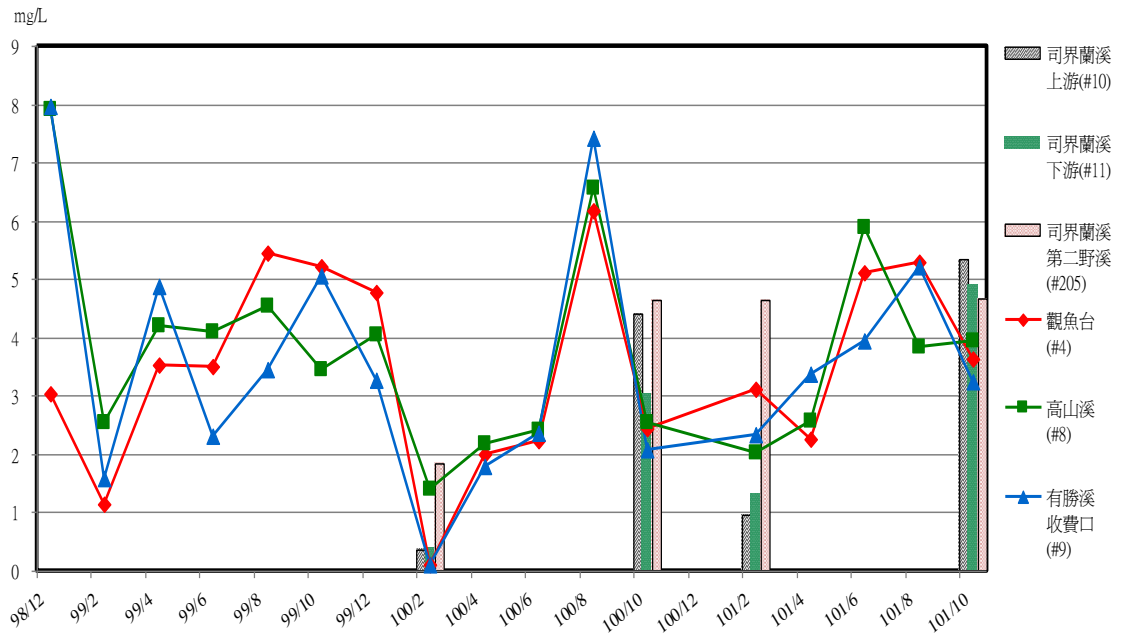


圖 1-33 司界蘭溪與七家灣溪之 SiO₂ 比較

(資料來源：本研究資料)

SiO₂(單位：mg/L)

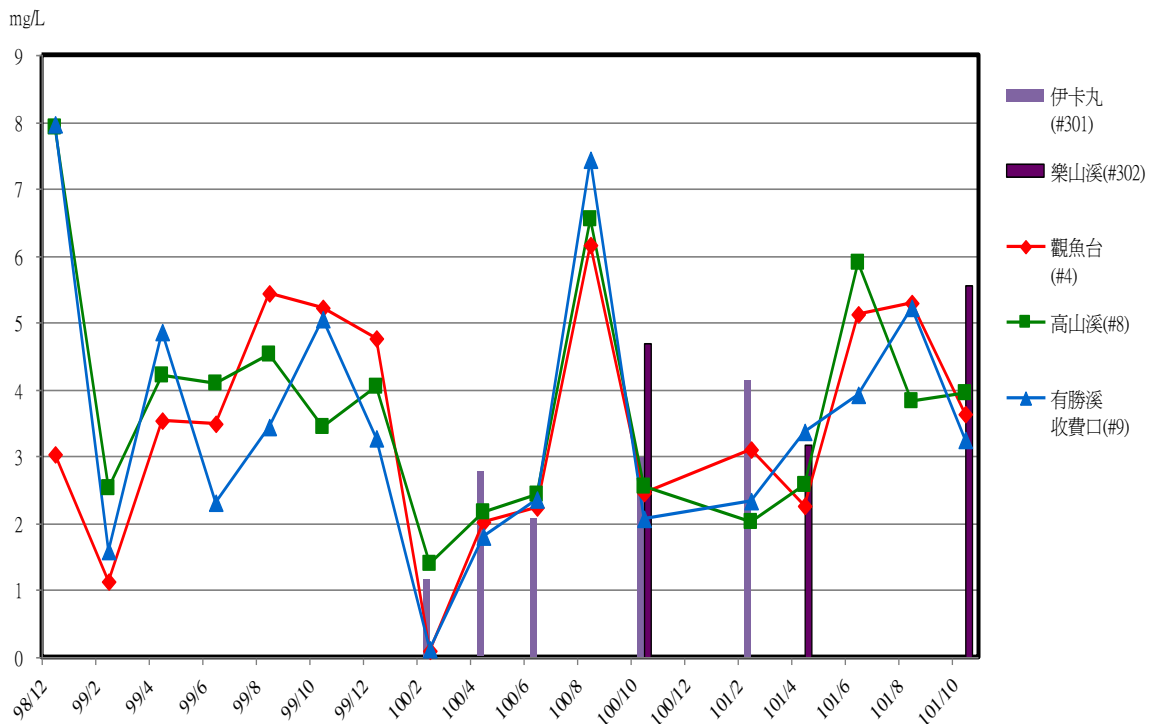


圖 1-34 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 SiO₂ 比較

(資料來源：本研究資料)

NO₃⁻-N (單位：mg N/L)

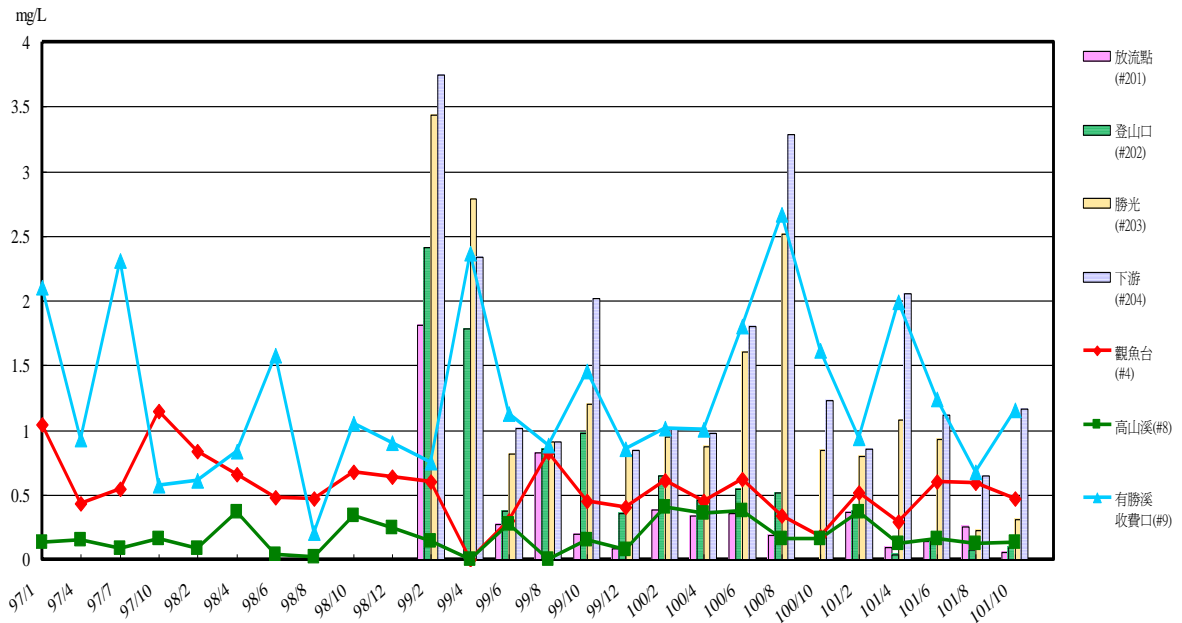


圖 1-35 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 NO₃⁻-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NO₃⁻-N (單位：mg N/L)

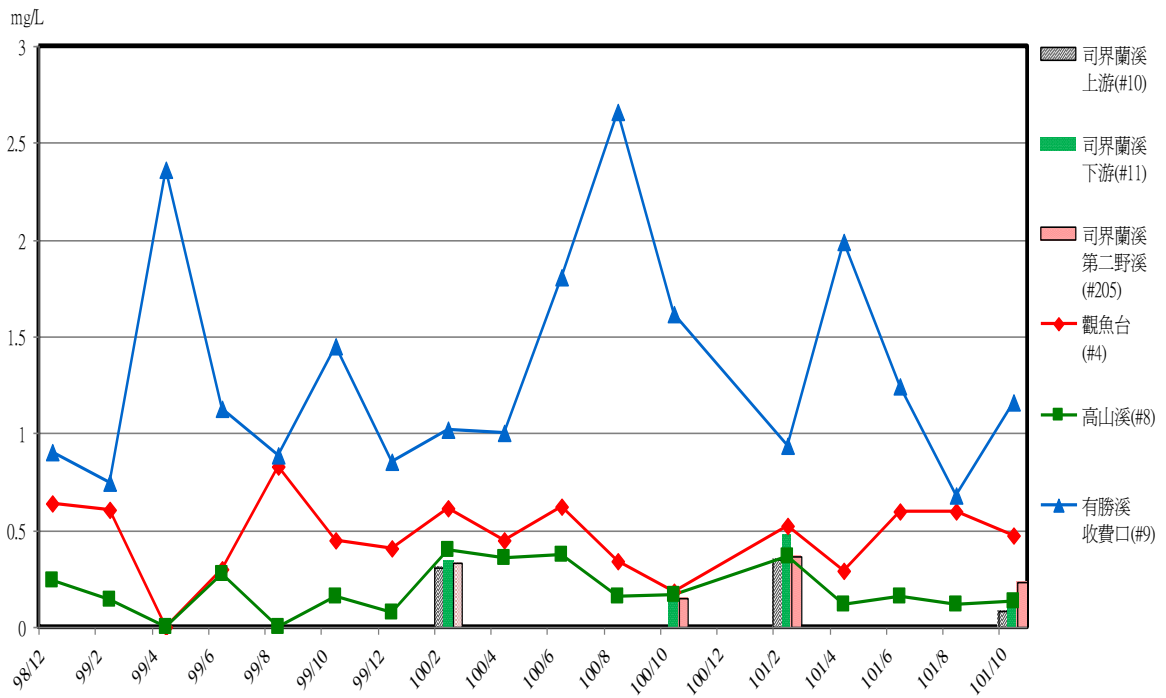


圖 1-36 司界蘭溪與七家灣溪之 NO₃⁻-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NO₃⁻-N (單位：mg N/L)

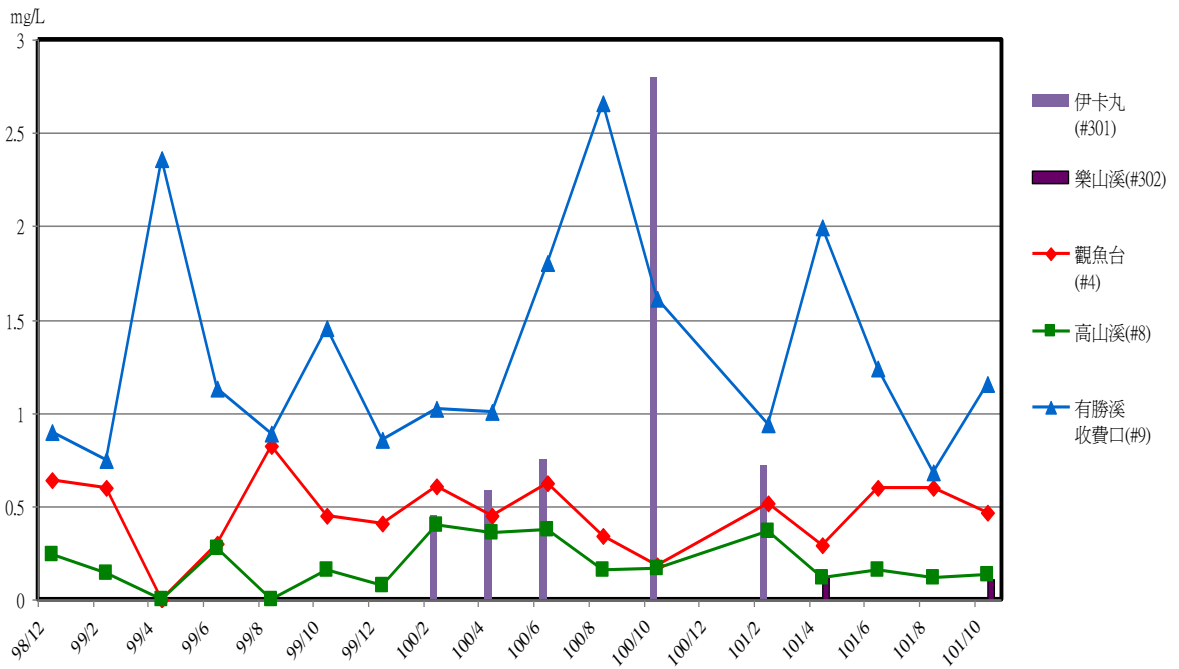


圖 1-37 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 NO₃⁻-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NO₂⁻-N(單位：μg N/L)

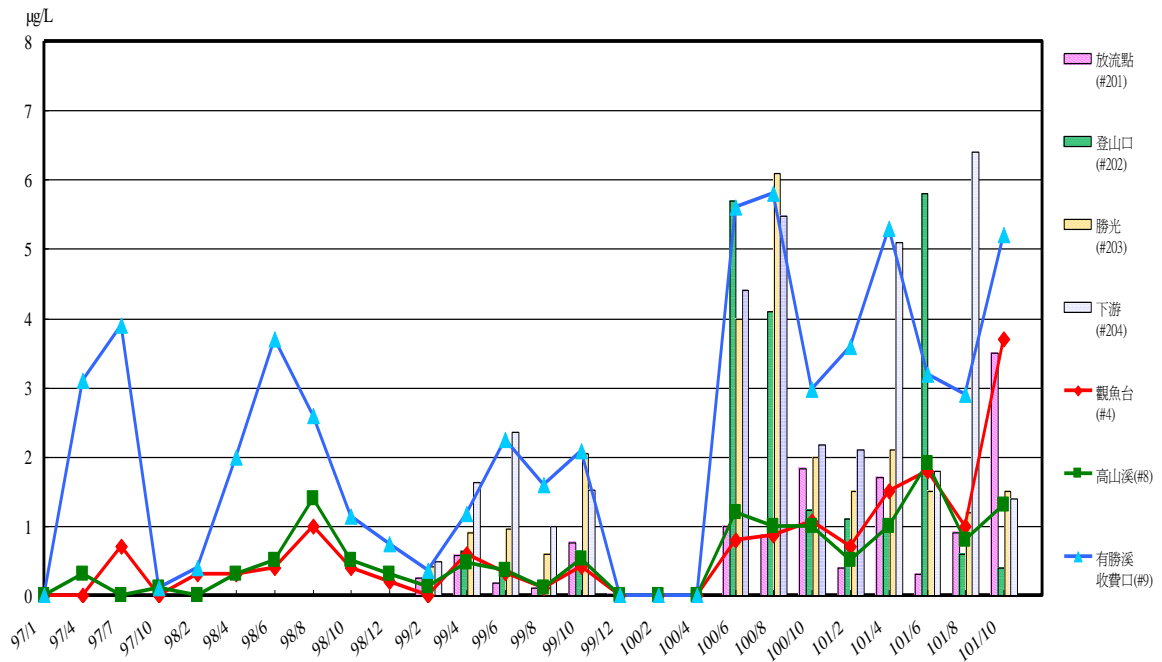


圖 1-38 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 NO₂⁻-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NO₂⁻-N(單位：μg N/L)

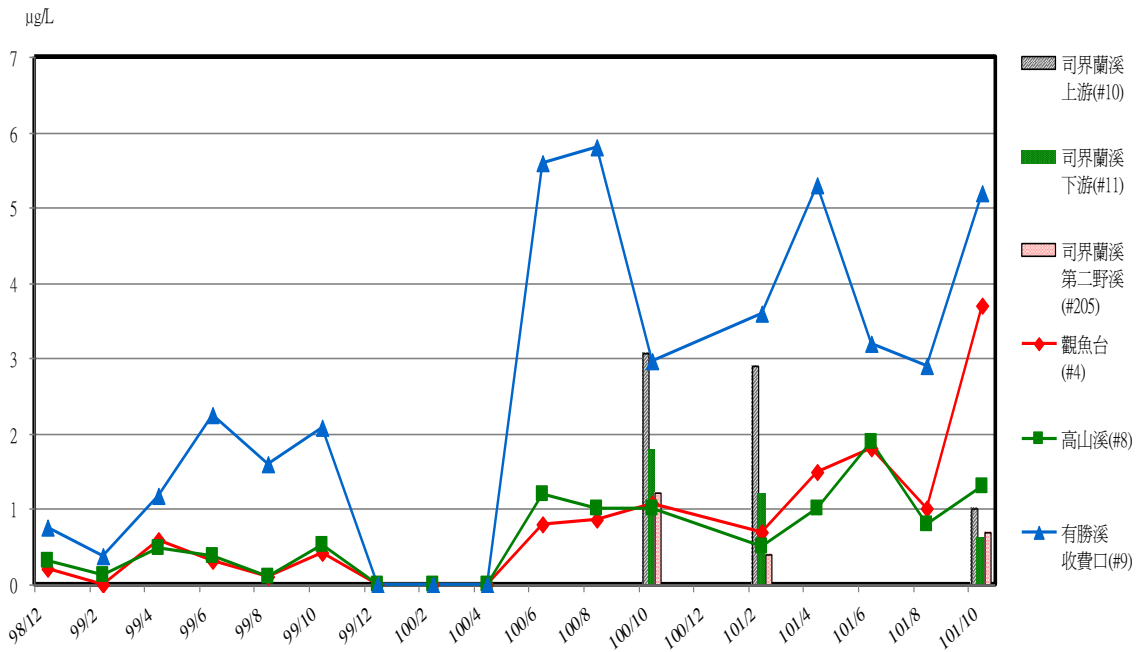


圖 1-39 司界蘭溪與七家灣溪之 NO₂⁻-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NO₂⁻-N(單位：μg N/L)

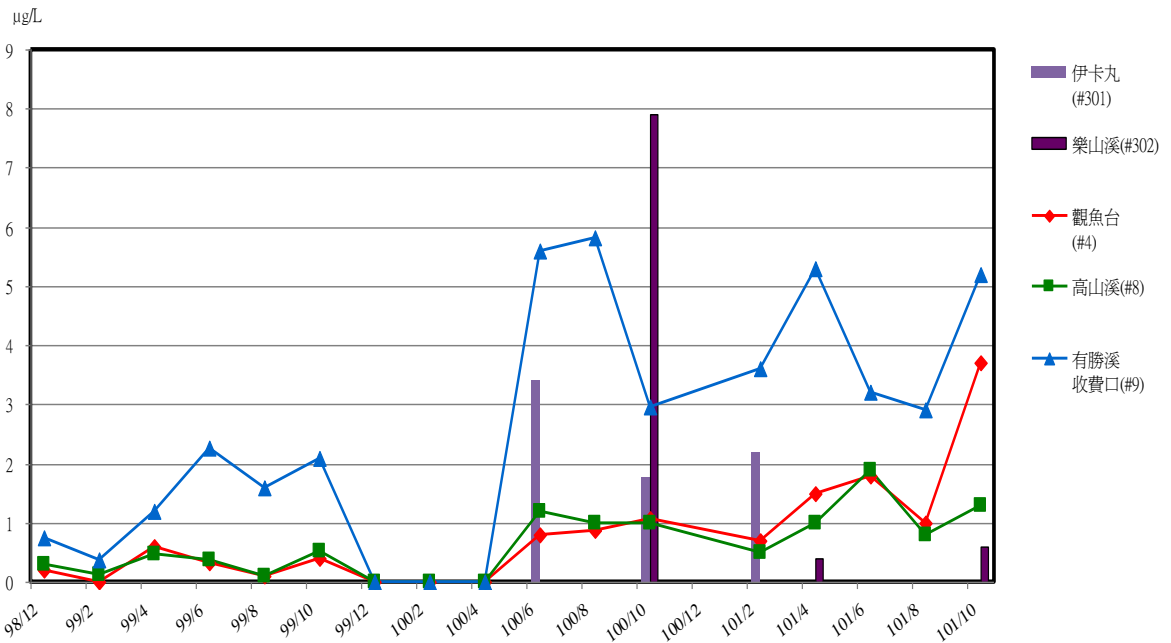


圖 1-40 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 NO₂⁻-N 比較

(資料來源：本研究資料)

SO₄²⁻ (單位：mg/L)

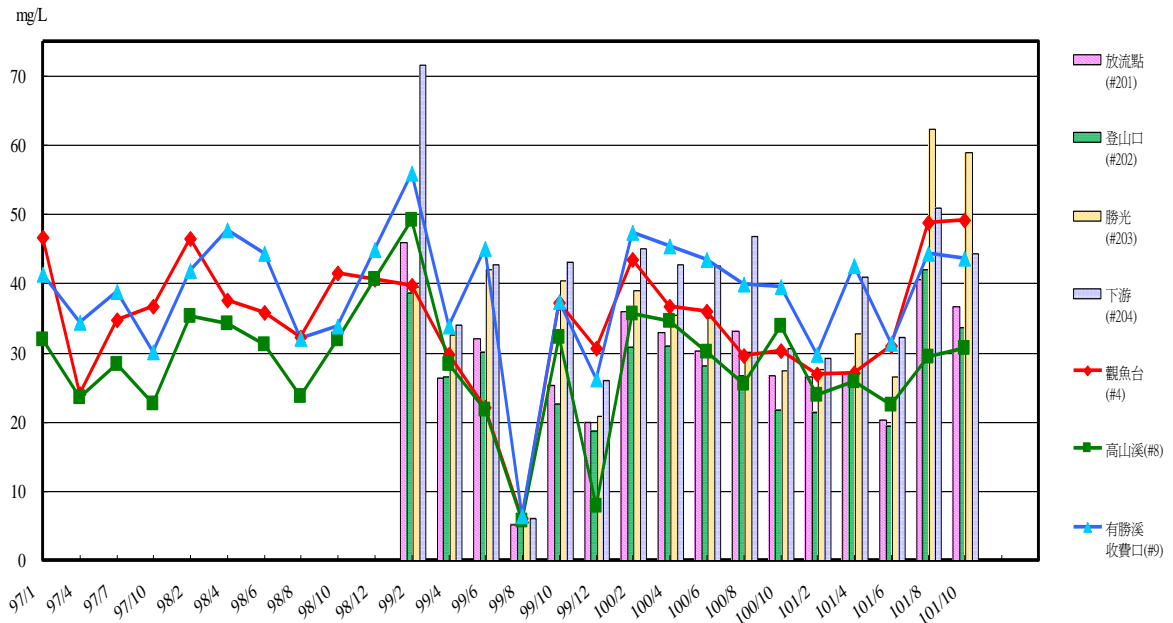


圖 1-41 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 SO₄²⁻比較

(資料來源：本研究資料)

SO₄²⁻ (單位：mg/L)

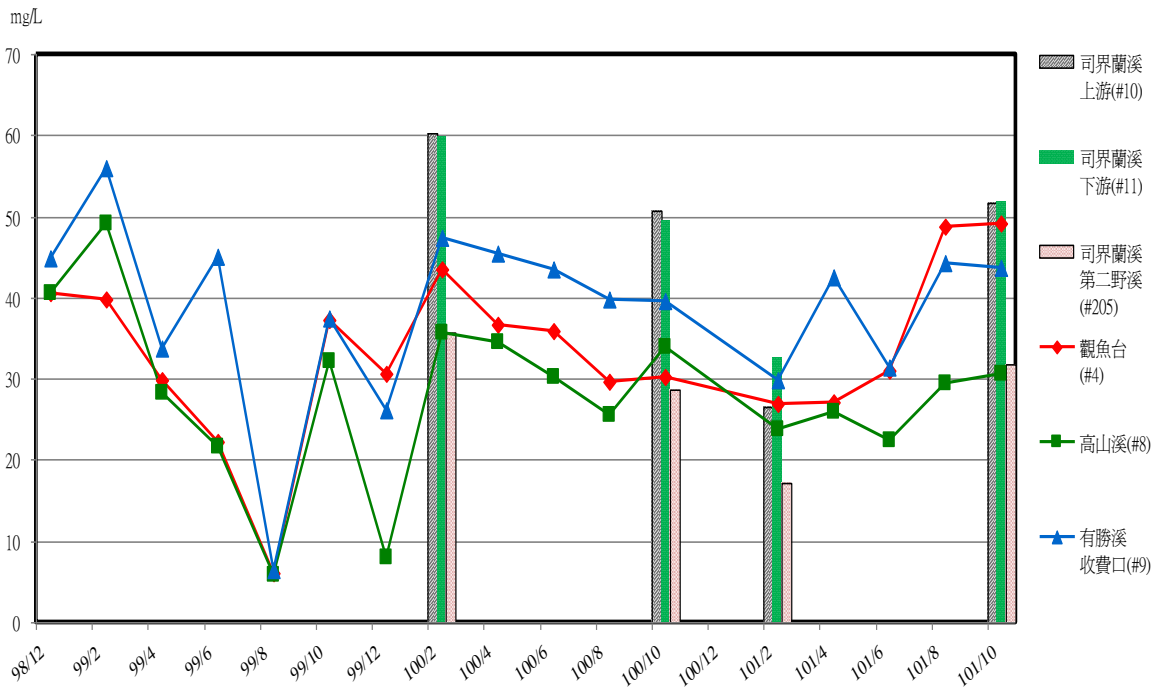


圖 1-42 司界蘭溪與七家灣溪之 SO₄²⁻比較

(資料來源：本研究資料)

SO₄²⁻ (單位：mg/L)

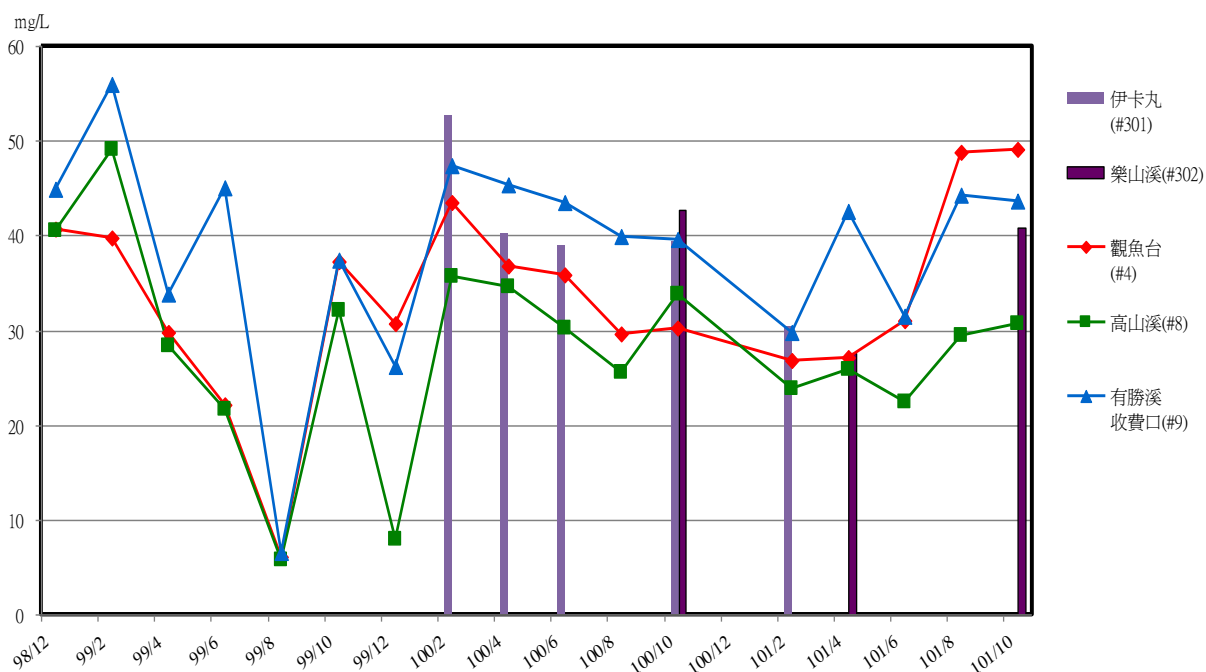


圖 1-43 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 SO₄²⁻比較

(資料來源：本研究資料)

Cl⁻ (單位：mg/L)

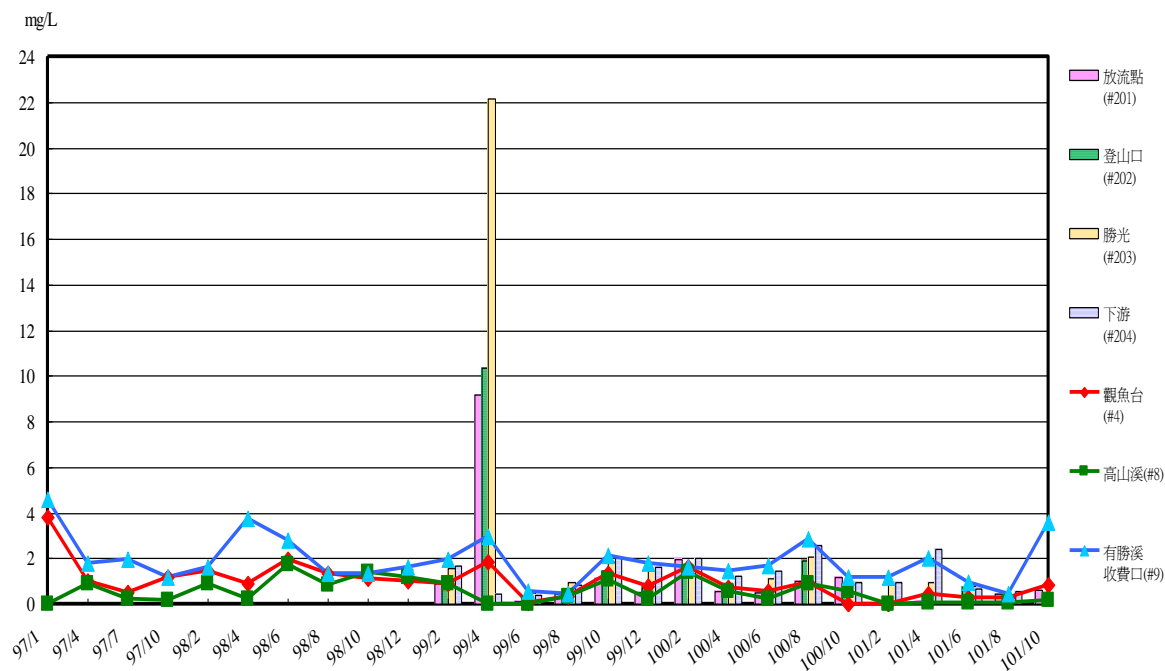


圖 1-44 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 Cl⁻比較

(資料來源：本研究資料)

Cl⁻ (單位：mg/L)

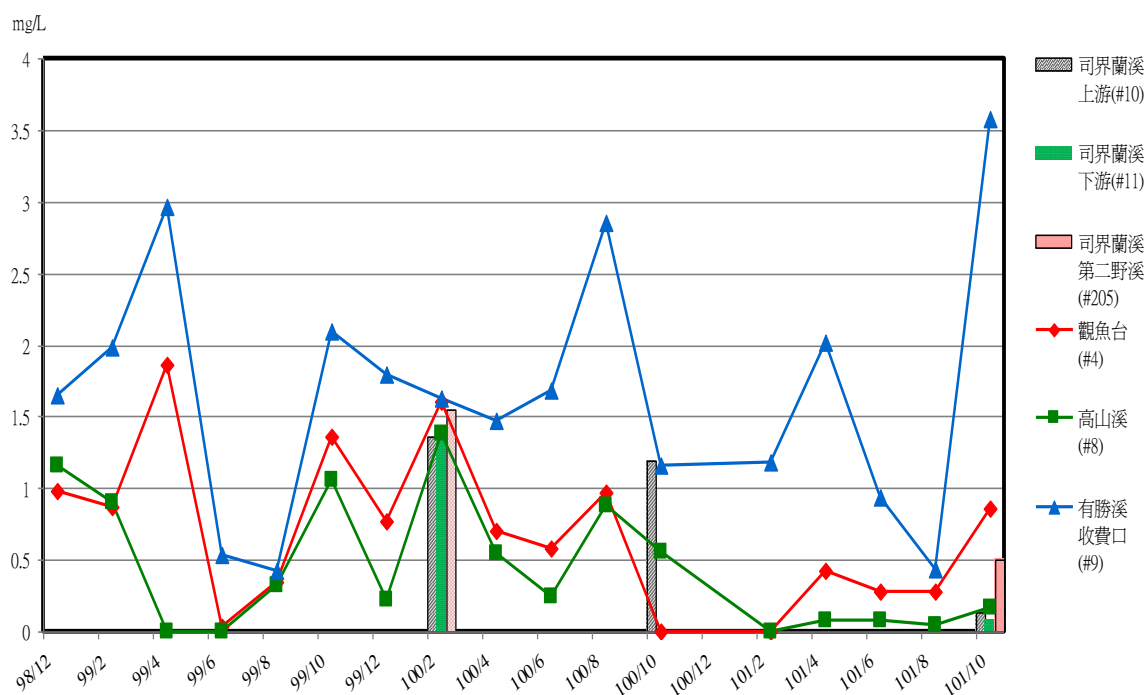


圖 1-45 司界蘭溪與七家灣溪之 Cl⁻比較

(資料來源：本研究資料)

Cl⁻ (單位：mg/L)

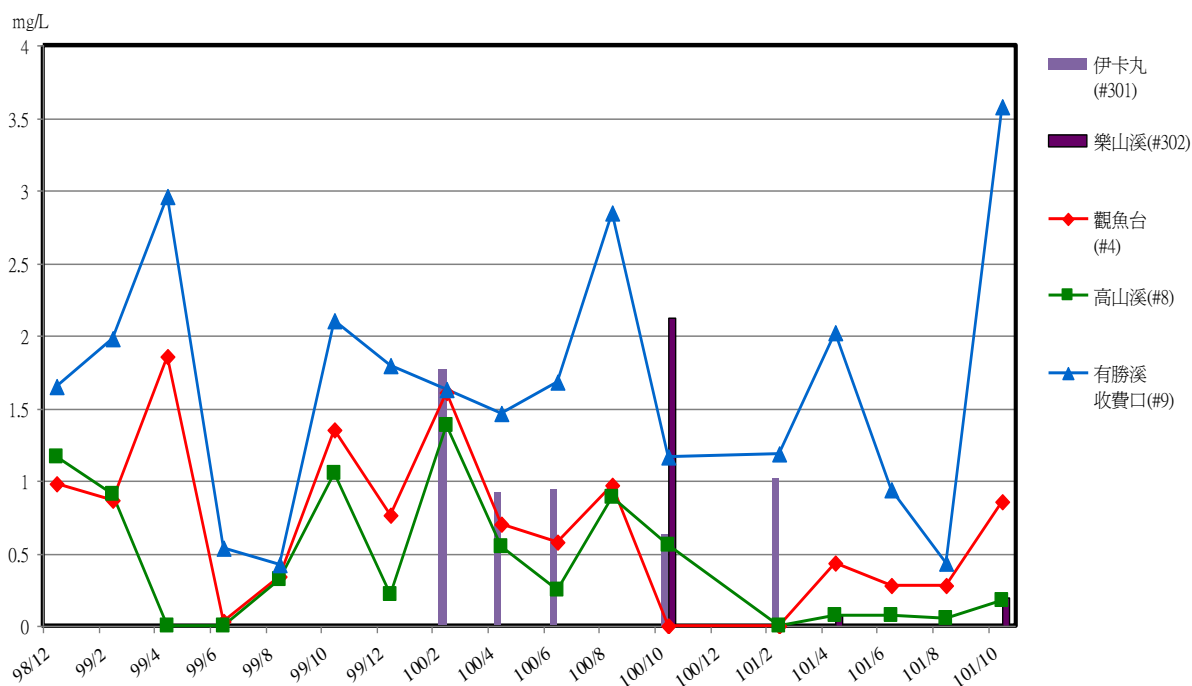


圖 1-46 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 Cl⁻比較

(資料來源：本研究資料)

PO₄³⁻(單位：mg/L)

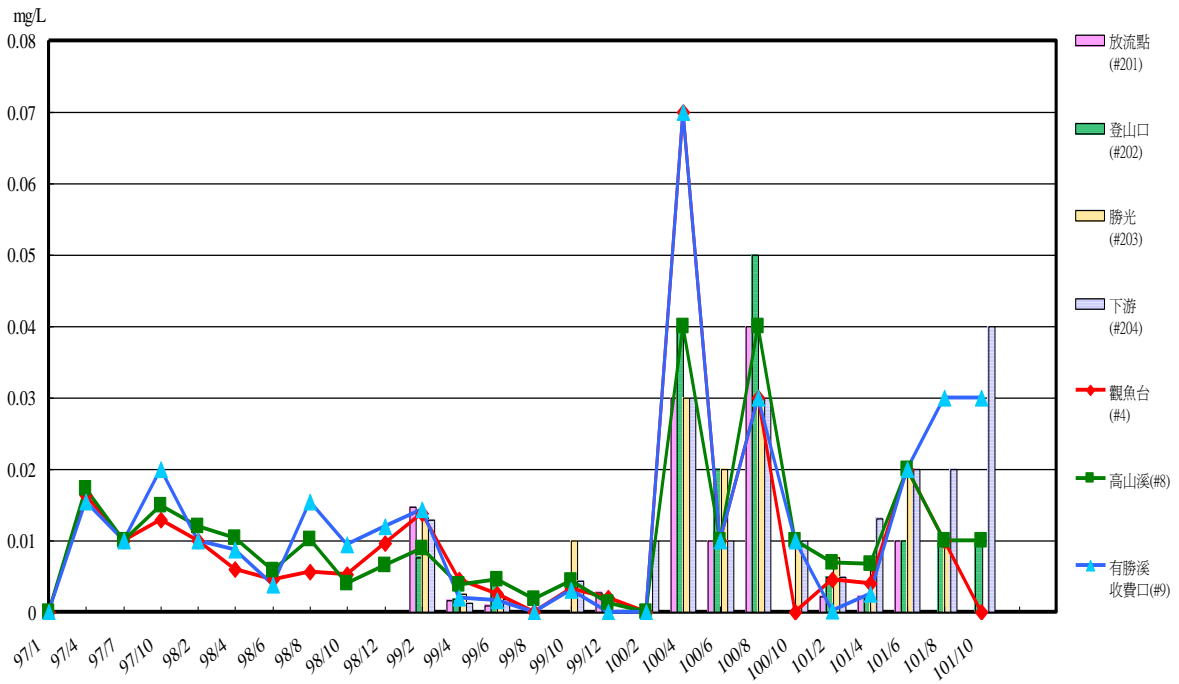


圖 1-47 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 PO₄³⁻比較

(資料來源：本研究資料)

PO₄³⁻(單位：mg/L)

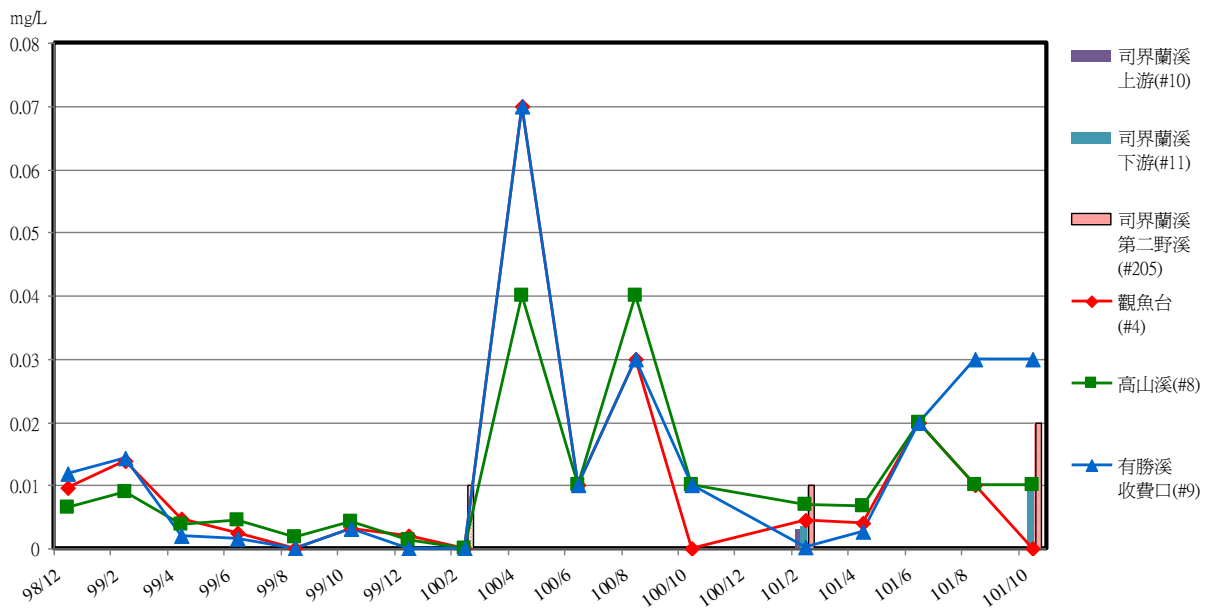


圖 1-48 司界蘭溪與七家灣溪之 PO₄³⁻比較

(資料來源：本研究資料)

PO₄³⁻(單位：mg/L)

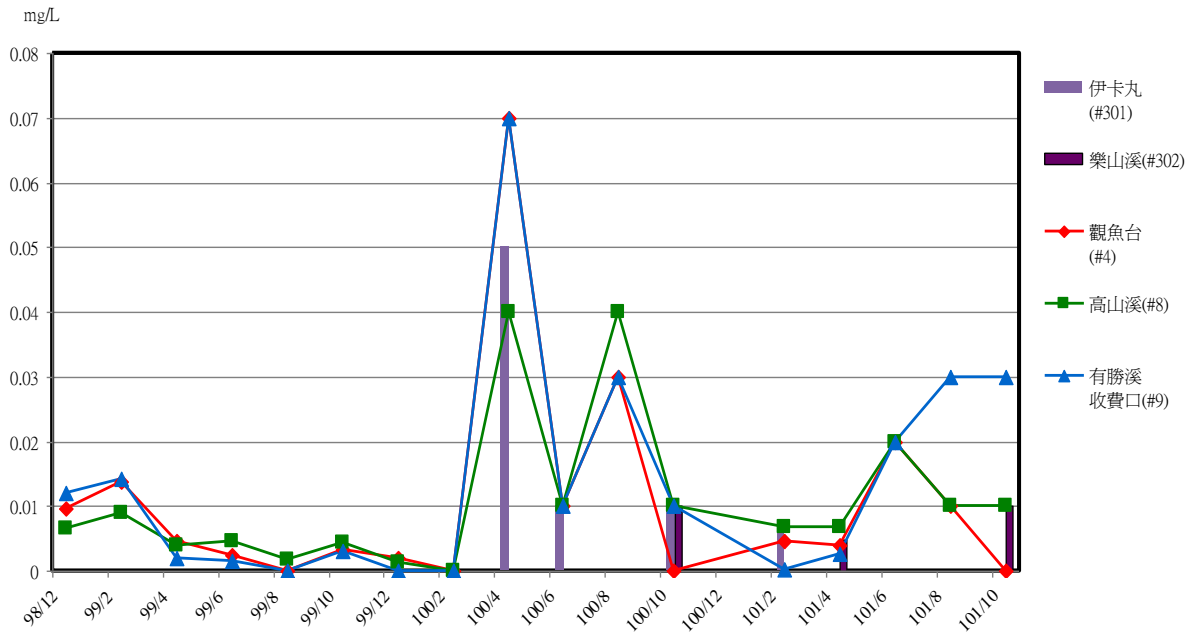


圖 1-49 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 PO₄³⁻比較

(資料來源：本研究資料)

NH₄⁺-N (單位：mg N/L)

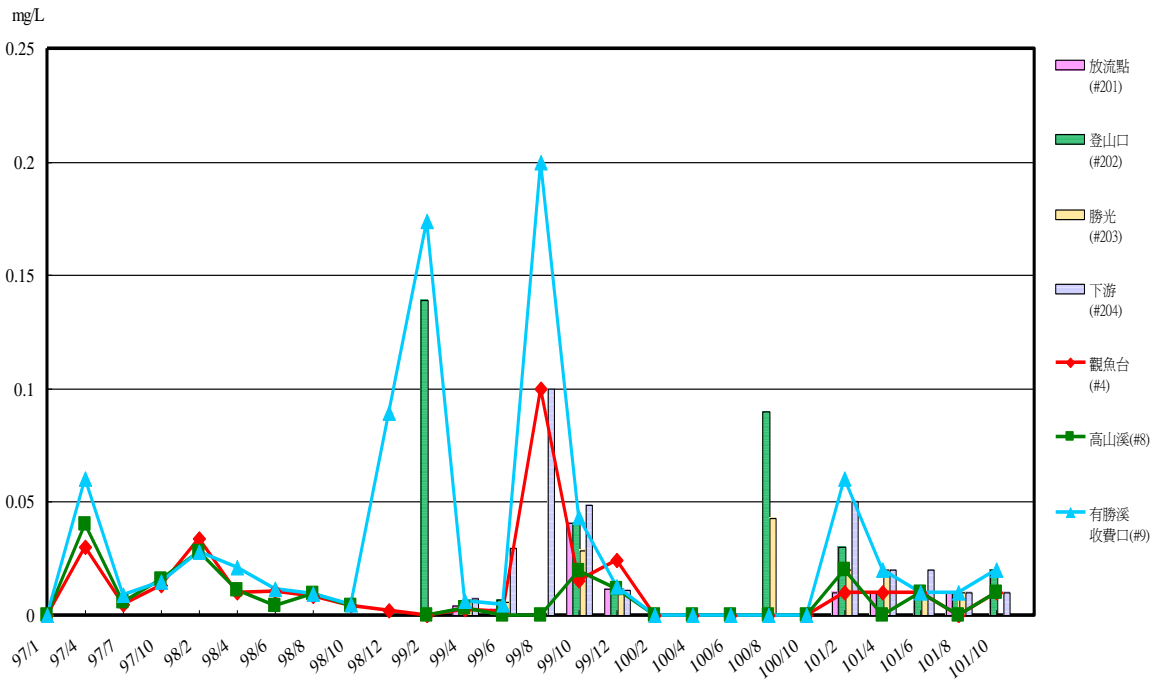


圖 1-50 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 NH₄⁺-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NH₄⁺-N (單位：mg N/L)

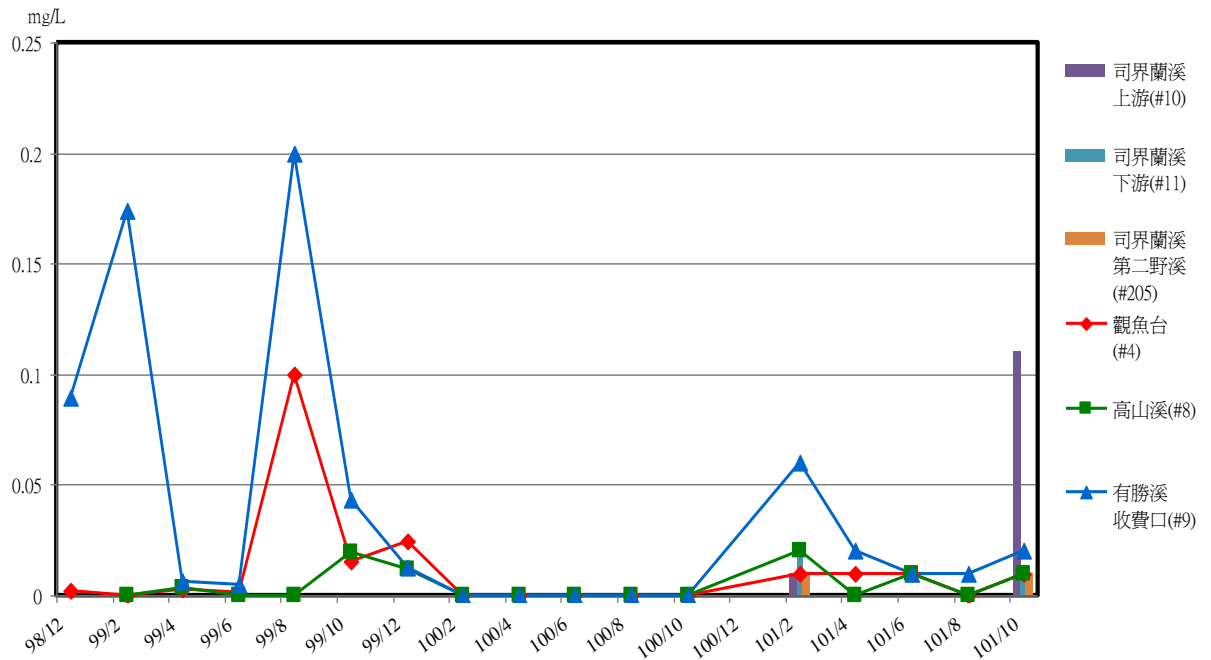


圖 1-51 司界蘭溪與七家灣溪之 NH₄⁺-N 比較

(資料來源：本研究資料)

NH₄⁺-N (單位：mg N/L)

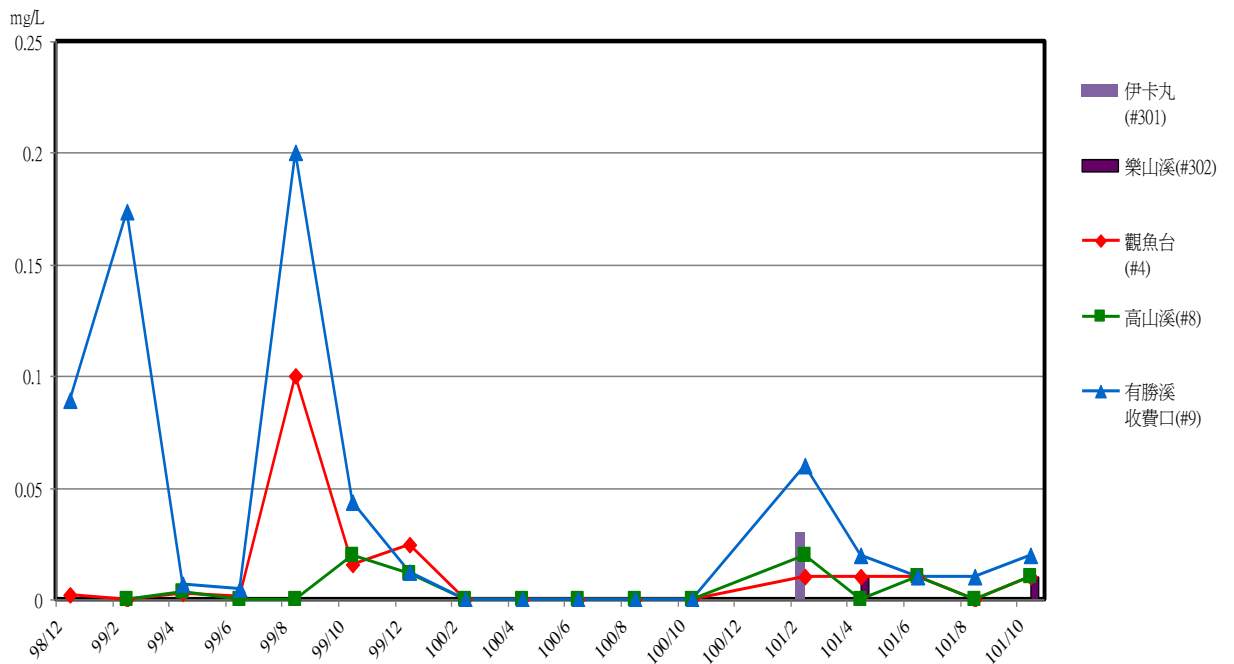


圖 1-52 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 NH₄⁺-N 比較

(資料來源：本研究資料)

TOC(單位：mg/L)

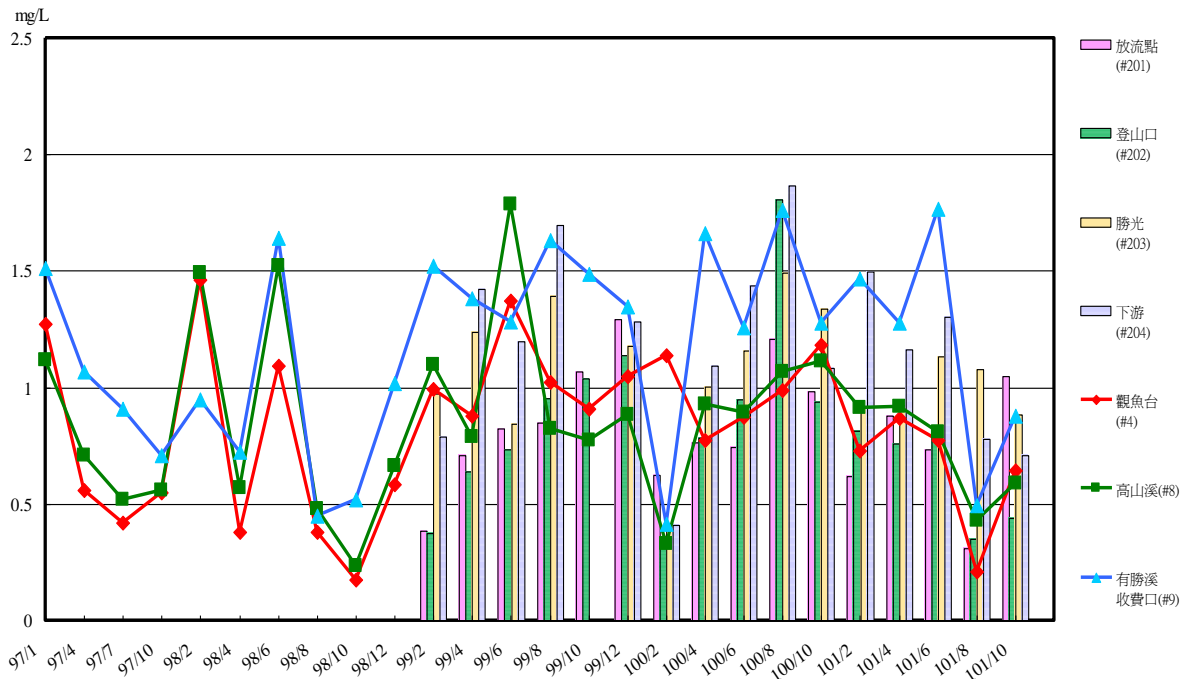


圖 1-53 羅葉尾及有勝溪與七家灣溪之 TOC 比較

(資料來源：本研究資料)

TOC(單位：mg/L)

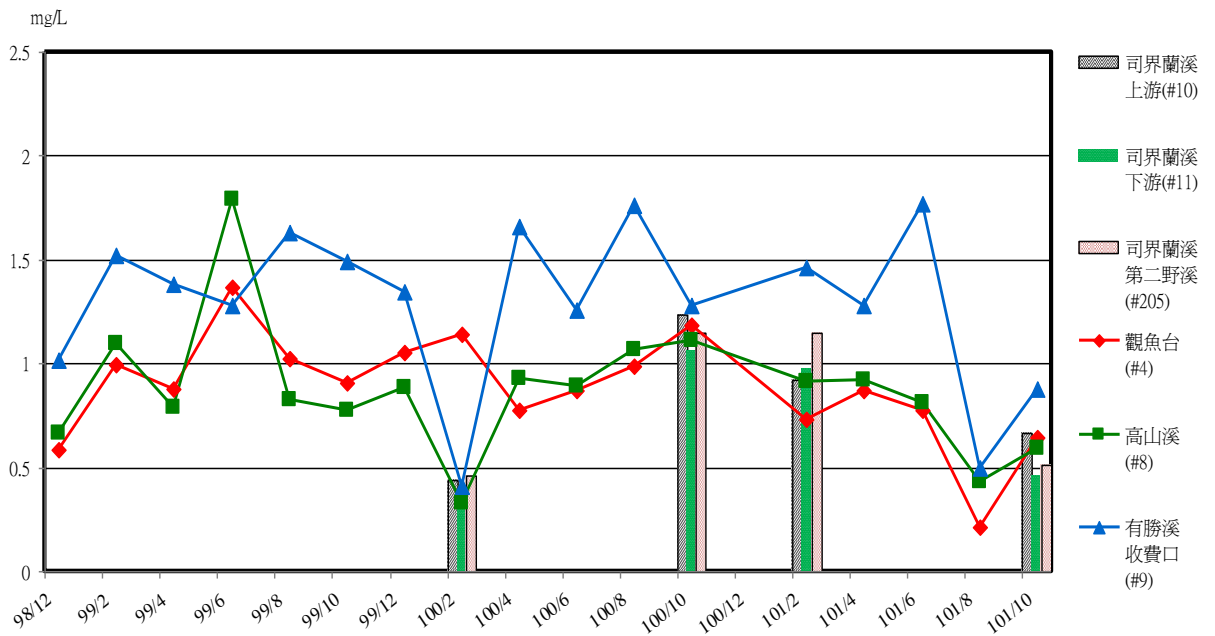


圖 1-54 司界蘭溪與七家灣溪之 TOC 比較

(資料來源：本研究資料)

TOC(單位：mg/L)

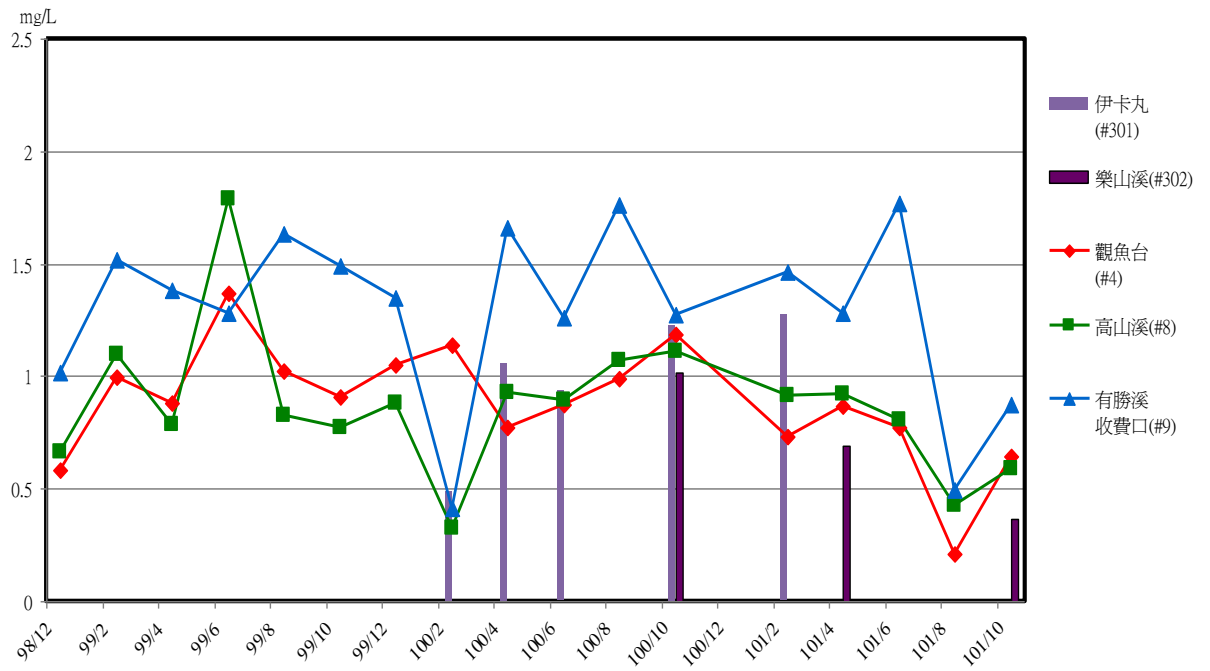


圖 1-55 伊卡丸及樂山溪與七家灣溪之 TOC 比較

(資料來源：本研究資料)

第二章 物理棲地研究

葉昭憲、李峻賢

逢甲大學水利工程與資源保育學系

摘要

關鍵詞：臺灣櫻花鉤吻鮭、羅葉尾溪、高山溪、棲地組成

一、研究緣起

為瞭解近年來雪霸國家公園所進行數處臺灣櫻花鉤吻鮭放流區域之河道環境特性，本工作項目針對羅葉尾溪放流點、司界蘭溪第二野溪與樂山溪共三處進行河道之縱、橫斷面測量及物理棲地組成調查及空間分佈分析。

二、研究方法及過程

本計畫沿用葉昭憲（2009）於七家灣溪及高山溪相關研究計畫中實施多年之河道斷面測量及物理棲地調查方法。

三、重要發現

羅葉尾溪放流點在今年度調查中有明顯沖刷變化；司界蘭溪第二野溪並無明顯沖淤變化。棲地環境分佈上，羅葉尾溪放流點與司界蘭溪第二野溪皆以淺灘與緩流為主，偶有深潭出現。底質分佈上，羅葉尾溪放流點與司界蘭溪第二野溪大多以粗顆粒的粗石及小型礫石為主；今年度則新增的潛在放流點樂山溪，河寬部分較高山溪寬敞，棲地環境分佈以淺灘為主，底質分佈則是卵石與粗石為主。然而，類似於高山溪河道，木質殘材容易直接進入樂山溪而在河道堆積，加上兩岸邊坡地形脆弱，環境易受影響。此外，本計劃亦彙整「武陵地區溪流生態系長期監測暨整合計畫」2012年有勝溪收費口、觀魚台及高山溪等各站研究成果，並將之調查區段資料進行歸納比較，發現羅葉尾溪、樂山溪與司界蘭溪第二野溪之棲地和底質分佈上皆與高山溪之相似

度最高，代表此三處具有優質樣區特質之可能性最高。

四、主要建議事項

根據調查結果，本研究提出以下具體建議。

(1)立即可行之建議：樂山溪河道地形與棲地之持續調

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：計畫執行單位

建議事項：經過多年實際操作與分析成果，藉由河道環境調查資料預判適合臺灣櫻花鉤吻鮭生長空間之分析方式也逐漸成熟。然而，為避免單一年度資料無法反映某放流點之環境特性，放流點調查至少持續兩年。而本年度新調查點樂山溪僅有一年資料，因此建議對該區再持續調查一年以確定其河道環境特性。

Abstract

To understand the channel environments of the releasing sites of the hatched Formosan Landlocked Salmon, four observatory reaches were investigated, including cross and longitude sections survey, substrate composition, and physical habitat patterns. This project applied the same survey and analysis methods used in past several years of STMD project. Based on this year investigations applied at February and June, two of these four channel reaches were under slight scouring. For physical habitat, the riffles and slow water were the major compositions for the observatory reaches. To compare the environmental settings for the Formosan Landlocked Salmon, three observatory reaches of traditional habitats in STMD project were compared to confirm the feasibility of these four channel environments.

Keywords: Formosan Landlocked Salmon, Luoyehwoei Creek, Gaushan Creek, habitat composition

一、前言

(一) 計畫範圍與執行期間

計畫研究範圍為雪霸國家公園管理處於羅葉尾溪之臺灣櫻花鉤吻鮭放流點處所在河段(圖 2-1)、出現放流臺灣櫻花鉤吻鮭繁衍後代之司界蘭溪第二野溪(圖 2-2)以及今年所新增的樂山溪(圖 2-3),而在執行期間內(101年1月至101年12月)至少執行三次持續性追蹤調查工作,包含河道縱、橫斷面測量及物理棲地調查。

(二) 工作流程及方法

本工作項目之流程依序為確定研究目標與範圍、現場河道變化觀測、調查資料分析與比較等細項(如圖 2-4):

1. 根據研究計畫內容,於計畫開始實施前進行團隊會議,以對計畫實施方式之相關細節進行討論,以確認調查結果符合本計畫之整體目標。
2. 調查羅葉尾溪、司界蘭溪第二野溪與樂山溪之河道縱橫向變化、棲地組成、底質粒徑分佈之現況並進行分析探討。
3. 彙整「武陵地區長期生態監測暨生態模式建立」及「武陵地區溪流生態系長期監測暨整合計畫」等歷年相關計畫之研究成果並進行初步歸納比較。

二、材料與方法

當河川系統在進行平衡調節過程中,河道地形及物理棲地組成亦隨之逐漸轉變,因此透過定期調查及分析將可定義出其變化趨勢。調查方式如下:

(一) 河道地形變化趨勢

河道環境受干擾後,其河床高程與斷面將隨著時間而呈現非線性函數的變化。因此受到自然事件(多為暴雨)干擾後,一開始河床變動快,

高程會隨時間驟降，其後漸達到穩定的狀態。藉由河道縱橫斷面測量結果之比較，本計畫可獲致兩項河道地形之演變歷程。

1. 河道之縱向演變：利用河段縱斷面測量之實測紀錄，可推算研究河段環境變化後之高程演變趨勢。
2. 河道橫向演變：將各觀測斷面之歷年調查結果同時繪製於同一橫斷面圖上，即可判斷河道邊坡及河床面之沖淤狀況。

(二) 物理棲地組成

利用所設置之間距 20 公尺穿越線，首先測定各河段之溪寬，其次於溪寬 1/4、2/1 和 3/4 處分別觀測水深、流速和底質礫石，並藉以判定棲地類別。最後，利用不同觀測時段之河段物理棲地組成，歸納其變動趨勢。而底質之量測將以腳踏法和目視法判定，底質石種類及其分類對照如表 2-1 所示。

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)、岸邊緩流(slack)、迴流(backwater)等六種流況。本計畫利用水深與流速之比值，即福祿數(Froude Number) $F_r = V/\sqrt{gH}$ ，以便對前四種主要水流形態所對應之棲地類型予以定義(賴建盛，1996；表 2-2)，公式及表中之 V 為流速，h 為水深，b 為水面寬。而棲地多樣性指標，則藉由 Shannon- Wiener 多樣指標予以呈現。

(三) 與特定河段之比較(組成百分比之相似度)

為瞭解本年度三處調查河段之物理棲地與底質組成，是否與「武陵地區溪流生態系長期監測暨整合計畫」中之共同測站今年調查結果相近，故利用下式計算兩計畫調查結果之均方差(mean square error, MSE) 藉以代表兩者之差異程度 D。

$$D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i^1 - X_i^2)^2 \quad (2-1)$$

式中， n 為棲地、底質類型數； X^1 為三個測站之觀察段各類型之百分比； X^2 為共同測站之觀察段各類型之百分比。由於共有四種棲地類型，若兩處河段各僅有一種互不相同之棲地類型，則此種最大棲地差異狀況下之組成百分比均方差為0.5；而對於六種類型之底質而言，兩處河段之底質差異性最大值為0.3。若將三測站棲地、底質之差異程度 D 值與差異性最大的數值相除，可獲得一個可相互比較之基準。為使此比較基準更易於理解，故再透過下示之計算，則得到表達兩測站調查結果者間之相似度 S ， S 數值越接近1則兩者越相似；反之， S 數值越接近0則越不相似。

$$S = 1 - D \times \frac{n}{2} \quad (2-2)$$

由於比較兩測站間之調查成果相似度皆包含棲地相似度 S_h 與底質相似度 S_s 等兩項目，故利用Hwang與Yoon於1981年所發展多準則評估TOPSIS法之概念，以正理想解(ideal solution，即兩調查項目之相似度皆為1)和負理想解(negative ideal solution，即兩項目相似度皆為0)估算達到「完全相似」之程度。在由棲地相似度與底質相似度所形成之座標系上，一組 S_h 及 S_s 值將被標註成一個點，接著分別計算此點與正理想解及負理想解之距離(C_i 與 C_n)，最後以下式計算出一個表達接近正理想解而遠離負理想解之綜合指標 C 。當此綜合指標越接近一，表示兩測站在棲地與底質之類型分佈百分比越相似。

$$C = \left(\frac{C_n}{C_n + C_i} \right) \quad (2-3)$$

三、結果

為使各研究子計畫之成果得以適當聯結，以便對管理處提供整合性的建議，因而上述三河段中指定共同樣區，本子計畫之調查方式是以該樣區為中心，向上下游分別作 50 至 100 公尺進行河道斷面測量、棲地組成以及底質分佈。以下彙整各樣區於本年度之河道斷面以及棲地底質調查結果，並對分佈情形作進一步分析。

(一) **羅葉尾溪放流點**：此河段位於最上游處，本年度調查測站範圍的平均坡度平均約為 6.8% 左右 (表 2-3)；河寬約為 11 公尺。而在棲地分佈上，今年度調查發現本河段以緩流與淺灘比例最高 (表 2-16)，偶爾有深潭出現 (圖 2-11)。至於底質分佈上，以小型礫石為主 (表 2-10，圖 2-17)。

(二) **司界蘭溪第二野溪**：此河段屬司界蘭溪支流，在測站範圍的平均坡度約為 11% 左右 (表 2-4)；河寬略為狹窄，約為 8 公尺。而在棲地分佈上，以緩流與淺灘為主 (表 2-17，圖 2-12)。至於底質分佈上，以粗顆粒的粗石與小型礫石為主 (表 2-11，圖 2-18)。

(三) **樂山溪**：測站範圍的平均坡度約為 5% 左右 (表 2-8)；河寬略為狹窄，約為 6 公尺。而在棲地分佈上，以淺灘為主 (表 2-21，圖 2-16)。至於底質分佈上，以粗顆粒的碎石與卵石為主 (表 2-15，圖 2-22)。

綜合分析：各測站調查結果顯示，羅葉尾溪放流點之棲地以淺灘與緩流為主，偶有深潭出現；樂山溪，以淺灘比例最高；司界蘭溪第二野溪絕大部分以緩流與淺灘為主要棲地類型；底質部分，羅葉尾溪與司界蘭溪第二野溪以小型礫石為主，與高山溪較為相似；樂山溪的細顆粒比例有上升趨勢，研判與兩岸地形破碎有關。

四、討論

本子計畫主要目的在於判斷各放流點之物理棲地與底質類型與幾處參考樣區之相似程度，故利用「武陵地區溪流生態系長期監測暨整合計畫」群體計畫之有勝溪收費口、高山溪一號壩測站、觀魚台等站 2012 年 2 月、6 月、10 月三次調查之研究成果進行分析。

(一) 參考樣區之資料彙整：

1. 高山溪一號壩 (優質樣區)：高山溪測站位於高山溪一號壩上，此河段河寬約為 10 至 15 公尺左右。而棲地分佈上，本河段以淺灘與緩流為主，與觀魚台相同地只有少部份的深潭 (圖 2-24)，而底質分佈平均 (圖 2-27)。
2. 觀魚台 (中等樣區)：觀魚台測站位於七家灣溪一號壩上游，此河段河寬較為寬闊，約為 30 至 40 公尺左右。棲地分佈上，本河段以淺灘與緩流為主，只有少部份的深潭 (圖 2-25)。而在底質分佈平均，以碎石、卵石比例較高 (圖 2-28)。
3. 有勝溪收費口 (劣質樣區)：有勝溪測站位於有勝溪一號壩上游的 100 公尺，此河段中河道寬度變化不大，河寬大都分佈在 10 至 15 公尺之間。在棲地分佈上，此區域的棲地類型較無劇烈變化，主要為淺灘與緩流 (圖 2-26)，而在底質分佈以細顆粒之碎石、卵石為主 (圖 2-29)。

(二) 棲地與底質之相似度：利用 (2-1) 式及(2-2)式，就同一觀測時間下六處放流點與三處參考樣區之 18 種組合分別計算其棲地與底質之相似度。例如，表 2-22 中之第二、三欄為羅葉尾溪與高山溪之相似度計算結果。因此，18 種組合下之相似度分析結果如表 2-22 至表 2-39 所示。

(三) 放流點之綜合相似度：利用前項分析結果，將各放流區對照同一個參

考樣區之相似度數據點繪於以棲地與底質相似度為兩軸之平面空間上，則可獲的各放流點不同採樣時間下之相似度分佈情形（圖 2-30 至圖 2-32）。圖上之每個採樣點利用（2-3）式可計算出一個綜合相似度 C，最後將同一放流區之數次採樣所得綜合相似度 C 予以平均，可得表 2-40。

綜合討論：利用今年度之採樣結果及綜合相似度分析，本計畫發現羅葉尾溪、樂山溪與司界蘭溪第二野溪之棲地和底質分佈上皆與高山溪之相似度最高(皆大於 0.8)，代表此三處具有優質樣區特質之可能性最高；南湖登山口之河道環境與高山溪亦很相似，其相似度亦接近 0.8；勝光站與有勝溪下游之空間位置接近有勝溪收費口，然而棲地底質特性卻與高山溪或觀魚台之相似性仍高過有勝溪收費口。

五、結論

(一) 結論

在本年度研究期間，本子計畫分別在二月、六月及十月對羅葉尾溪放流點、司界蘭溪第二野溪、樂山溪與有勝溪收費口、高山溪一號壩、觀魚台共同生態樣區，進行河道縱橫斷面、棲地型態及底質類型調查。

1. 河道斷面測量部分，發現司界蘭溪第二野溪為三處測站中坡度最陡之河段，坡度約為 11%。十月份調查結果發現，羅葉尾溪放流點向下沖刷，評估因颱風事件，泥沙沖刷，高程略為下降。
2. 棲地與底質調查結果顯示，除樂山溪深潭比例較高外，其他測站皆為淺灘與緩流為主，而羅葉尾溪放流點之底質相較其他兩處測站則明顯偏細。
3. 與共同測站做分析比較後，在棲地部分，羅葉尾溪放流點、樂山溪、司界蘭溪第二野溪與高山溪一號壩以及觀魚台兩處較為相似，皆以淺灘與緩流為主。底質分析比較後，羅葉尾溪放流點、司界蘭溪第二野溪與高山溪一號壩較為相似，以粗顆粒的小型礫石及粗石為主；樂山溪放流點與收費口較為相似，以細顆粒為主。
4. 利用今年度之採樣結果及綜合相似度分析，本計畫發現羅葉尾溪、樂山溪與司界蘭溪第二野溪之棲地和底質分佈上皆與高山溪之相似度最高(皆大於 0.8)，代表此三處具有優質樣區特質之可能性最高。

(二) 建議

(1)立即可行之建議：樂山溪河道地形與棲地之持續調查

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：計畫執行單位

建議事項：經過多年實際操作與分析成果，藉由河道環境調查資料

預判適合臺灣櫻花鉤吻鮭生長空間之分析方式也逐漸成熟。然而，為避免單一年度資料無法反映某放流點之環境特性，放流點調查至少持續兩年。而本年度新調查點樂山溪僅有一年資料，因此建議對該區再持續調查一年以確定其河道環境特性。

六、參考文獻

- 林幸助、王一匡、吳聲海、官文惠、邵廣昭、孫元勳、高樹基、郭美華、彭宗仁、曾晴賢、楊正澤、葉文斌、葉昭憲、蔡尚惠，2008。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十八年保育研究報告。684 頁。
- 林幸助、吳聲海、官文惠、邵廣昭、施習德、孫元勳、郭美華、彭宗仁、曾晴賢、楊正澤、葉文斌、葉昭憲、蔡尚惠，2007。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立。內政部營建署雪霸國家公園管理處。九十六年保育研究報告。600 頁。
- 葉昭憲、段錦浩、連惠邦，2001。七家灣溪河床棲地改善之試驗研究(四)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。72 頁。苗栗。
- 賴建盛，1996。防砂壩對台灣櫻花鉤吻鮭物理棲地影響之研究。國立臺灣大學地理學研究所碩士論文。112 頁。台北。
- 葉昭憲，2005。環境改變對河道地形及物理棲地變化趨勢之影響。內政部營建署雪霸國家公園研究計劃。
- 于錫亮 1997，「淺談流量與棲地關係的方法學」，自然保育季刊，19，pp15-19。
- 汪靜明，1996，「河川生態保育原理」，環境教育季刊，31，pp.27-53。
- 汪靜明，1998，「河川生態基流量設計及魚類棲地改善之理念」，環境教育季刊，35，pp49-69。
- 吳富春、胡通哲、李國昇、李德旺，1998，「應用棲地模式評估台灣河川之生態流量」，第九屆水利工程研討會，p(C21)。
- 林幸助，2005，「武陵地區長期監測暨生態模式建立」中「環境改變對河道地形及物理棲地變化趨勢之影響」。
- 林秉賢，2001，「橫向堆石群對溪流生態棲地流況之影響」，逢甲大學土木及水利工程所碩士論文。
- 孫凱政，2004，「利用 WUA 法評估流量對魚類棲地之影響」，國立台灣大學碩士論文。
- 張幀驩，2001，「河川魚類棲地分布之推估與分析研究-以卑南溪新武呂溪河段為例」，國立中央大學土木工程學研究所碩士論文。

- 梁麗芬，2003，「河川棲地及歧異度之變化與時空因素之探討」，中央大學土木工程研究所碩士論文。
- 溫博文，2005，「台灣中部河川生態棲地分佈特性及時空變化之研究」，國立中央大學土木工程研究所博士論文。
- 謝暉樟，2002，「大漢溪中游生態基流量推估與棲地改善之研究」，中央大學土木工程研究所碩士論文。
- Crispin, V., R. House, and D. Roberts, 1993, “Changes in instream habitat, large woody debris, and salmon habitat after the restructuring of a coastal Oregon stream”, *North American Journal of Fisheries Management* 13:96-102.
- David J. Gilvear, 1997, “Fluvial geomorphology and river engineering: future roles utilizing a fluvial hydrosystems framework”, Department of Environmental Science, University of Stirling, Scotland, FK9 4LA, UK.
- Fausch, K. D., and T. G. Northcote, 1992, “Large woody debris and salmonid habitat in a small coastal British Columbia stream”, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 49:682-693.
- Howard T. Odum, B. Odum, 2003, “Concepts and methods of ecological engineering”, *Ecological Engineering* 20 (2003) 339–361.
- Joseph M. Wheaton et al., 2004, “Spawning habitat rehabilitation – I. Conceptual approach and methods”, *Intl. J. River Basin Management* Vol. 2, No. 1, pp. 3–20.
- Joseph M. Wheaton et al., “Spawning habitat rehabilitation – II. Using hypothesis development and testing in design, Mokelumne River, California, U.S.A.” *Intl. J. River Basin Management* Vol. 2, No. 1, pp. 21–37
- Jowett, I.G., 1997, “Instream Flow Methods: A Comparison of Approaches” *Regulated Rivers: Research and Management*, 13, pp115-127.
- Mitsch, W. J. and Jorfenson, 2004, “Ecological Engineering and Ecosystem Restoration”, Wiley, US, pp23.
- Vismara R., A. Azzellino, R. Bosi, G. Crosa, G. Gentili., 2001, “Habitat suitability curves for brown trout (*Salmo trutta fario* L.) in the river Adda, Northern Italy: Comparing univariate and multivariate approaches”, *Regulated Rivers-Research & Management*, 17(1), pp37-50.

表 2-1 棲地底質分類表

編號	1	2	3	4	5	6
底質	Smooth surface	Gravel	Pebble	Rubble	Small Boulder	Large boulder
粒徑範圍(cm)	<0.2	0.2-1.6	1.6-6.4	6.4-25.6	25.6-51.2	>51.2

表 2-2 各種物理棲地環境指標定義 (賴建盛, 1996)

型態	淺瀨	緩流	深潭	急流
福祿數	$0.255 < Fr < 1$	$0.095 < Fr < 0.255$	$Fr < 0.095$	$Fr > 1$
其他限制	$b/h > 15$	$15 < b/h < 30$	水面坡度 ≈ 0 , $b/h < 15$	無

表 2-3 羅葉尾溪放流點採樣點床面平均坡度表

測量日期	20011/02	2011/06	2011/10	2012/02	2012/06	2012/10
平均坡降	0.065	0.074	0.058	0.059	0.070	0.076

(資料來源：本研究資料)

表 2-4 司界蘭溪第二野溪採樣點床面平均坡度表

測量日期	2011/02	2011/12	2012/02	2012/10
平均坡降	0.100	0.100	0.114	0.101

(資料來源：本研究資料)

表 2-5 南湖溪登山口採樣點床面平均坡度表

測量日期	20011/02	2011/06	2011/10	2012/02	2012/06	2012/10
平均坡降	0.026	0.025	-	0.022	0.024	0.029

(資料來源：本研究資料)

表 2-6 勝光採樣點床面平均坡度表

測量日期	20011/02	2011/06	2011/10	2012/02	2012/06	2012/10
平均坡降	0.034	0.035	-	0.033	0.018	0.022

(資料來源：本研究資料)

表 2-7 有勝溪下游採樣點床面平均坡度表

測量日期	2011/02	2011/06	2011/10	2012/02	2012/06	2012/10
平均坡降	0.042	0.040	-	0.038	0.030	0.035

(資料來源：本研究資料)

表 2-8 樂山溪採樣點床面平均坡度表

測量日期	2012/04	2012/10
平均坡降	0.048	0.052

(資料來源：本研究資料)

表 2-9 棲地底質分類表

編號	底質	底石粒徑
1	Smooth surface	<0.2cm
2	Gravel	0.2-1.6cm
3	Pebble	1.6-6.4cm
4	Rubble	6.4-25.6cm
5	Small Boulder	25.6-51.2cm
6	Large boulder	>51.2cm

表 2-10 羅葉尾溪放流點之底質分佈比例

底質 日期	1	2	3	4	5	6
2011/02	28.6%	0.0%	2.4%	9.5%	54.8%	4.8%
2011/06	19.0%	9.5%	4.8%	4.8%	38.1%	23.8%
2011/10	11.9%	7.1%	4.8%	4.8%	42.9%	28.6%
2012/02	0.0%	23.8%	23.8%	21.4%	9.5%	21.4%
2012/06	0.0%	2.4%	7.1%	14.3%	52.4%	23.8%
2012/10	14.3%	26.2%	31.0%	19.0%	9.5%	0.0%

(資料來源：本研究資料)

表 2-11 司界蘭溪第二野溪之底質分佈比例

底質 日期	1	2	3	4	5	6
2011/02	37.5%	8.3%	4.2%	8.3%	29.2%	12.5%
2011/12	2.1%	27.1%	12.5%	25.0%	20.8%	12.5%
2012/02	16.7%	29.2%	10.4%	25.0%	0.0%	18.8%
2012/10	12.5%	16.7%	6.3%	18.8%	25.0%	20.8%

(資料來源：本研究資料)

表 2-12 南湖溪登山口之底質分佈比例

底質 日期	1	2	3	4	5	6
2011/02	6.7%	6.7%	6.7%	0.0%	73.3%	6.7%
2011/06	13.3%	6.7%	6.7%	20.0%	46.7%	6.7%
2012/02	0.0%	20.0%	40.0%	13.3%	13.3%	13.3%
2012/06	0.0%	13.3%	13.3%	13.3%	60.0%	0.0%
2012/10	0.0%	26.7%	53.3%	20.0%	0.0%	0.0%

(資料來源：本研究資料)

表 2-13 勝光之底質分佈比例

底質 日期	1	2	3	4	5	6
2011/02	13.3%	13.3%	33.3%	13.3%	26.7%	0.0%
2011/06	40.0%	13.3%	13.3%	13.3%	6.7%	13.3%
2012/02	0.0%	20.0%	40.0%	33.3%	6.7%	0.0%
2012/06	0.0%	33.3%	33.3%	20.0%	13.3%	0.0%
2012/10	6.7%	73.3%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%

(資料來源：本研究資料)

表 2-14 有勝溪下游之底質分佈比例

底質 日期	1	2	3	4	5	6
2011/02	46.7%	6.7%	20.0%	6.7%	13.3%	6.7%
2011/06	26.7%	33.3%	20.0%	13.3%	0.0%	6.7%
2012/02	20.0%	0.0%	53.3%	13.3%	0.0%	13.3%
2012/06	0.0%	6.7%	46.7%	33.3%	13.3%	0.0%
2012/10	13.3%	40.0%	40.0%	6.7%	0.0%	0.0%

(資料來源：本研究資料)

表 2-15 樂山溪底質分佈比例

底質 日期	1	2	3	4	5	6
2012/04	6.3%	14.6%	27.1%	31.3%	8.3%	12.5%
2012/10	7.1%	16.7%	31.0%	26.2%	4.8%	14.3%

(資料來源：本研究資料)

表 2-16 羅葉尾溪放流點之棲地環境類型分析

棲地型態 日期	Rapids	Riffles	Slow water	Pools
2011/02	5.3%	47.4%	26.3%	21.1%
2011/06	0.0%	69.0%	31.0%	0.0%
2011/10	0.0%	35.7%	50.0%	14.3%
2012/02	2.4%	69.0%	26.2%	2.4%
2012/06	0.0%	35.7%	52.4%	11.9%
2012/10	0.0%	38.1%	52.4%	9.5%

(資料來源：本研究資料)

表 2-17 司界蘭溪第二野溪之棲地環境類型分析

棲地型態 日期	Rapids	Riffles	Slow water	Pools
2011/02	0.0%	48.0%	40.0%	12.0%
2011/12	8.7%	65.2%	23.9%	2.2%
2012/02	6.3%	52.1%	39.6%	2.1%
2012/10	0.0%	25.0%	64.6%	10.4%

(資料來源：本研究資料)

表 2-18 南湖溪登山口之棲地環境類型分析

棲地型態 日期	Rapids	Riffles	Slow water	Pools
2011/02	0.0%	55.6%	22.2%	22.2%
2011/06	0.0%	41.7%	33.3%	25.0%
2012/02	0.0%	53.3%	40.0%	6.7%
2012/06	0.0%	20.0%	46.7%	33.3%
2012/10	0.0%	20.0%	73.3%	6.7%

(資料來源：本研究資料)

表 2-19 勝光之棲地環境類型分析

棲地型態 日期	Rapids	Riffles	Slow water	Pools
2011/02	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
2011/06	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%
2012/02	6.7%	80.0%	13.3%	0.0%
2012/06	0.0%	26.7%	73.3%	0.0%
2012/10	0.0%	80.0%	20.0%	0.0%

(資料來源：本研究資料)

表 2-20 有勝溪下游之棲地環境類型分析

棲地型態 日期	Rapids	Riffles	Slow water	Pools
2011/02	8.3%	41.7%	41.7%	8.3%
2011/06	0.0%	50.0%	25.0%	25.0%
2012/02	0.0%	57.1%	42.9%	0.0%
2012/06	0.0%	16.7%	58.3%	25.0%
2012/10	0.0%	58.3%	25.0%	16.7%

(資料來源：本研究資料)

表 2-21 樂山溪之棲地環境類型分析

棲地型態 日期	Rapids	Riffles	Slow water	Pools
2012/04	0.0%	64.6%	18.8%	16.7%
2012-10	0.0%	59.5%	21.4%	19.1%

(資料來源：本研究資料)

表 2-22 羅葉尾溪與高山溪之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.96	0.7	0.80
2012/06	0.8	0.79	0.79
2012/10	0.92	0.94	0.93

(資料來源：本研究資料)

表 2-23 司界蘭溪第二野溪與高山溪相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.94	0.82	0.87
2012/06	0.7	0.97	0.80

(資料來源：本研究資料)

表 2-24 南湖溪登山口與高山溪之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.92	0.34	0.60
2012/06	0.65	0.98	0.77
2012/10	0.94	0.83	0.87

(資料來源：本研究資料)

表 2-25 勝光站與高山溪之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.93	0.93	0.93
2012/06	0.58	0.45	0.52
2012/10	0.92	0.30	0.58

(資料來源：本研究資料)

表 2-26 有勝溪下游與高山溪之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.91	0.81	0.85
2012/06	0.59	0.45	0.52
2012/10	0.96	0.51	0.69

(資料來源：本研究資料)

表 2-27 樂山溪與高山溪相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/04	0.94	0.76	0.83
2012/06	0.96	0.91	0.93

(資料來源：本研究資料)

表 2-28 羅葉尾溪與觀魚台之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.88	0.67	0.76
2012/06	0.86	0.49	0.65
2012/10	0.82	0.94	0.87

(資料來源：本研究資料)

表 2-29 司界蘭溪第二野溪與共觀魚台相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.98	0.85	0.90
2012/06	0.14	0.97	0.53

(資料來源：本研究資料)

表 2-30 南湖登山口與觀魚台之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.98	0.45	0.66
2012/06	0.67	0.54	0.60
2012/10	0.53	0.95	0.70

(資料來源：本研究資料)

表 2-31 勝光站與觀魚台之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.74	0.90	0.81
2012/06	0.71	0.72	0.71
2012/10	0.20	0.59	0.41

(資料來源：本研究資料)

表 2-32 有勝溪下游與觀魚台之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.98	0.67	0.78
2012/06	0.84	0.88	0.86
2012/10	0.36	0.51	0.44

(資料來源：本研究資料)

表 2-33 樂山溪與觀魚台相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/04	0.84	0.79	0.81
2012/06	0.36	0.82	0.57

(資料來源：本研究資料)

表 2-34 羅葉尾溪與有勝溪收費口之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.28	0.46	0.37
2012/06	0.98	0.28	0.59
2012/10	0.84	0.94	0.88

(資料來源：本研究資料)

表 2-35 司界蘭溪第二野溪與有勝溪收費口之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.60	0.91	0.73
2012/06	0.16	0.97	0.54

(資料來源：本研究資料)

表 2-36 南湖登山口與有勝溪收費口之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.59	0.45	0.52
2012/06	0.88	0.30	0.57
2012/10	0.55	0.75	0.65

(資料來源：本研究資料)

表 2-37 勝光站與有勝溪收費口之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.03	0.90	0.47
2012/06	0.98	0.90	0.93
2012/10	0.23	0.72	0.48

(資料來源：本研究資料)

表 2-38 有勝溪下游與有勝溪收費口之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/02	0.59	0.67	0.63
2012/06	0.85	0.95	0.89
2012/10	0.38	0.51	0.45

(資料來源：本研究資料)

表 2-39 樂山溪與有勝溪收費口之相似度

日期	棲地相似度	底質相似度	綜合
2012/04	0.22	0.79	0.50
2012/06	0.38	0.82	0.58

(資料來源：本研究資料)

表 2-40 放流點與群體計畫樣站間之相似度比較

	高山溪	觀魚台	有勝溪收費口
羅葉尾溪	0.84	0.76	0.61
司界蘭溪第二野溪	0.84	0.72	0.64
南胡登山口	0.79	0.69	0.55
勝光站	0.68	0.64	0.62
有勝溪下游	0.69	0.69	0.65
樂山溪	0.88	0.69	0.54

(資料來源：本研究資料)



圖 2-1 羅葉尾溪放流點之位置圖

(資料來源：本研究資料)



圖 2-2 司界蘭溪第二野溪之位置圖

(資料來源：本研究資料)

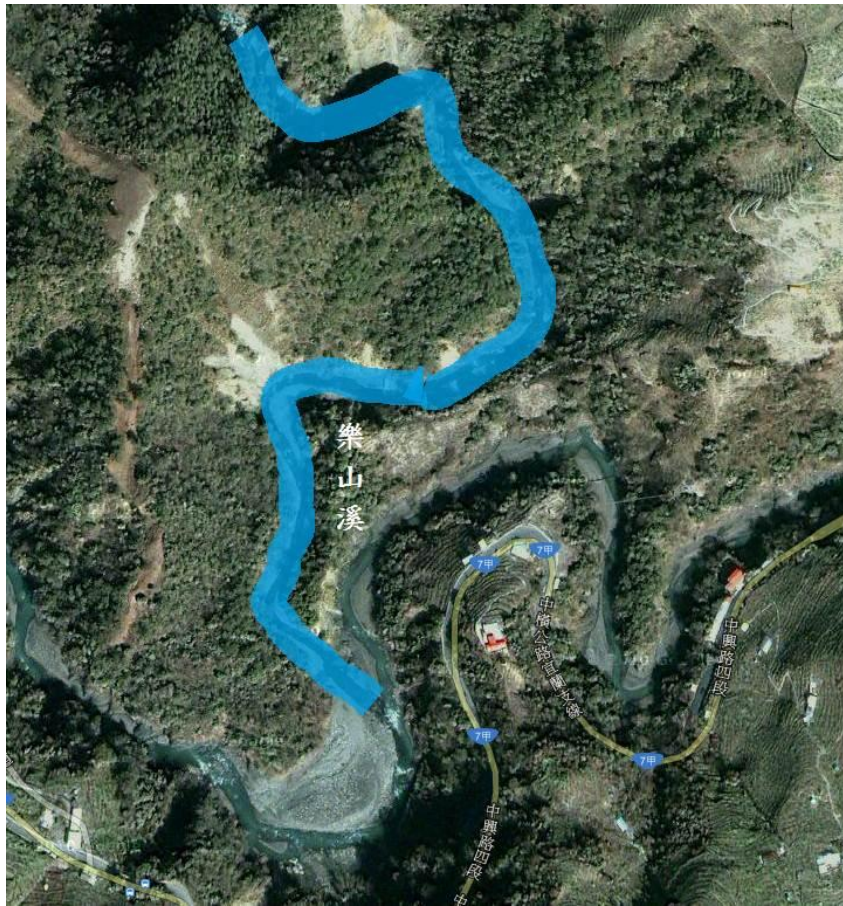


圖 2-3 樂山溪之位置圖(資料來源：本研究資料)

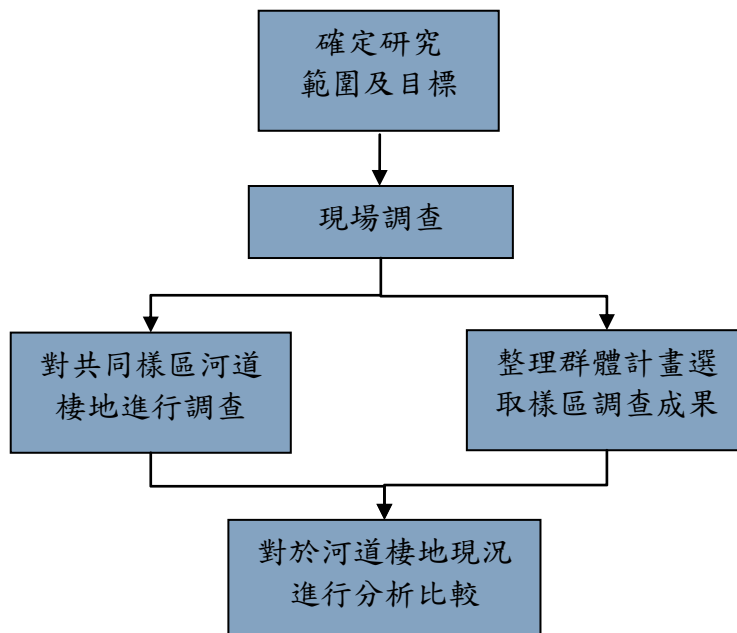


圖 2-4 本年度研究基本流程圖(資料來源：本研究資料)

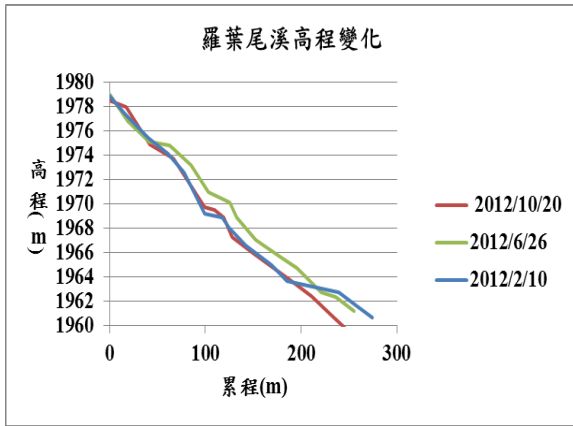


圖 2-5 羅葉尾溪放流點断面高程剖面圖
(資料來源：本研究資料)

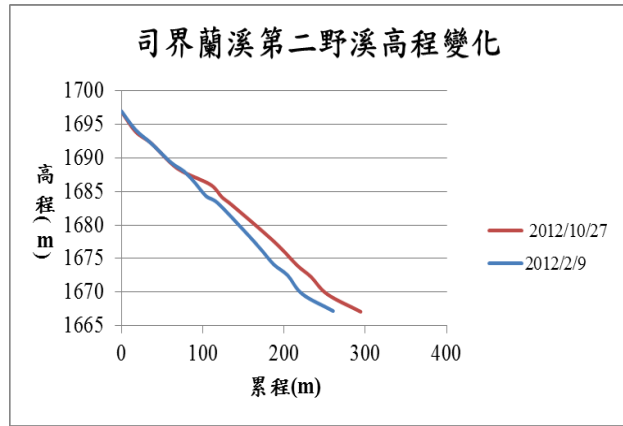


圖 2-6 司界蘭溪第二野溪断面高程剖面圖
(資料來源：本研究資料)

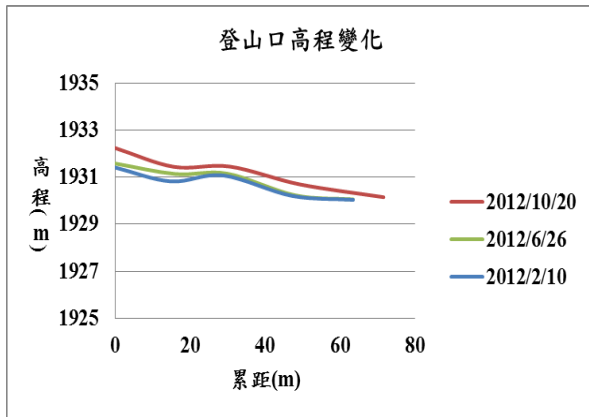


圖 2-7 南湖登山口断面高程剖面圖
(資料來源：本研究資料)

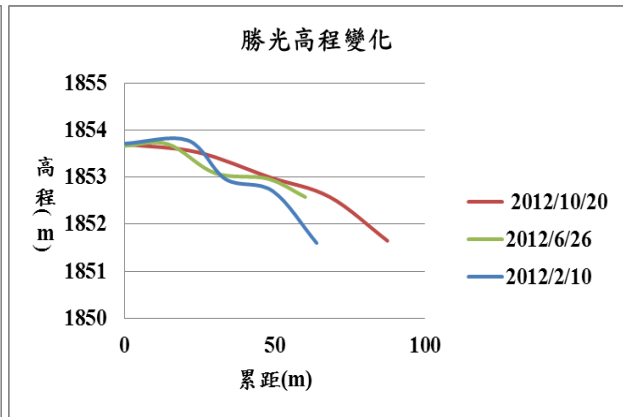


圖 2-8 勝光站断面高程剖面圖
(資料來源：本研究資料)

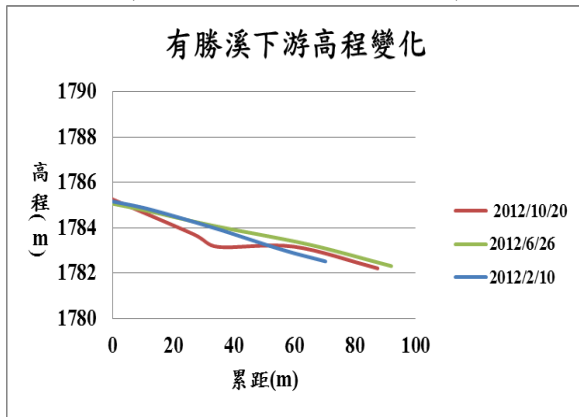


圖 2-9 有勝溪下游断面高程剖面圖
(資料來源：本研究資料)

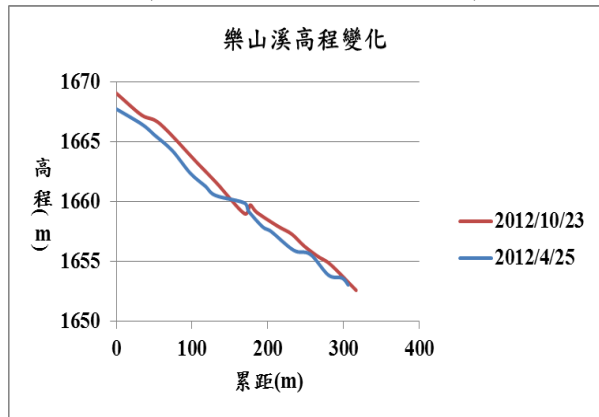


圖 2-10 樂山溪断面高程剖面圖
(資料來源：本研究資料)

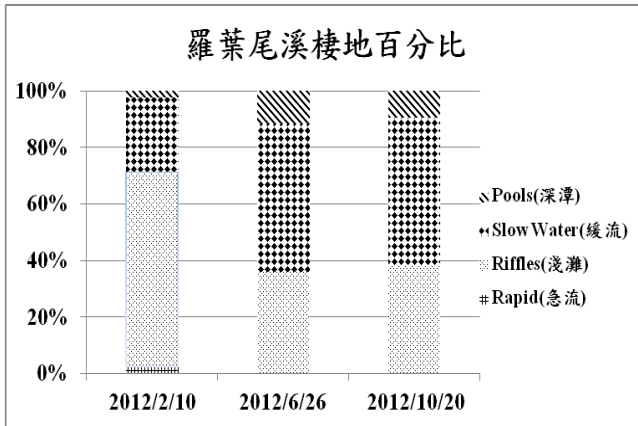


圖 2-11 羅葉尾溪放流點棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

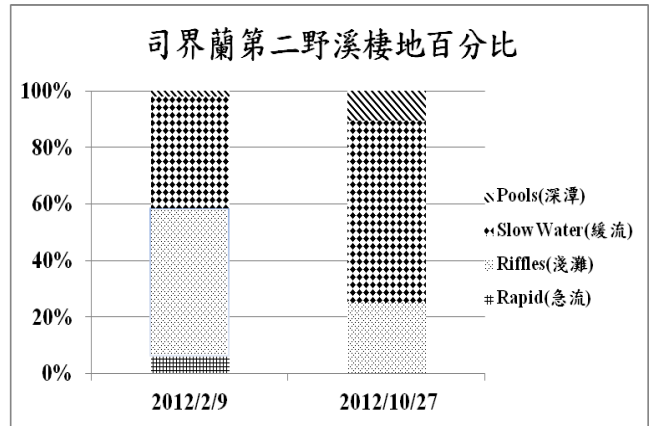


圖 2-12 司界蘭溪第二野溪棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

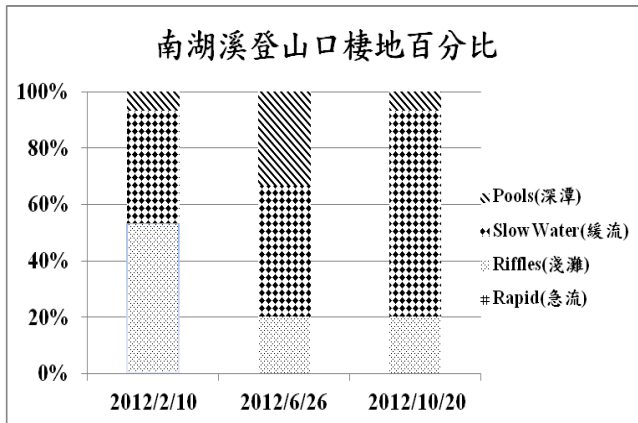


圖 2-13 南湖登山口棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

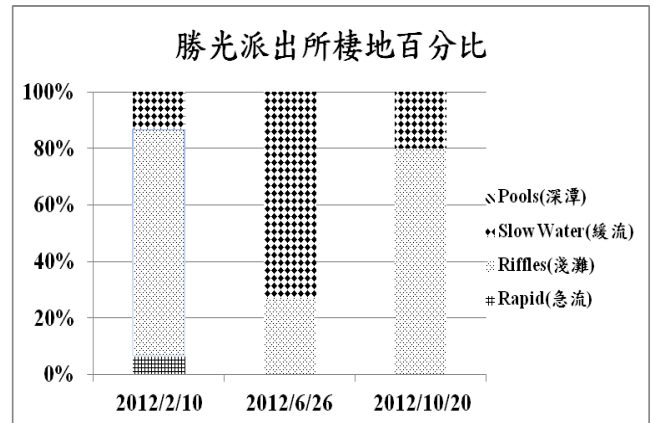


圖 2-14 勝光站棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

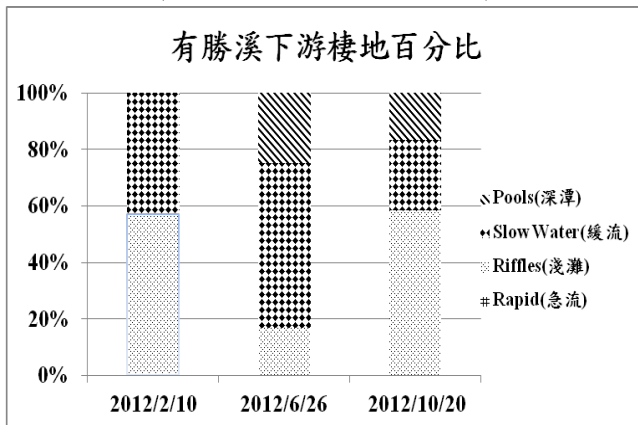


圖 2-15 有勝溪下游棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

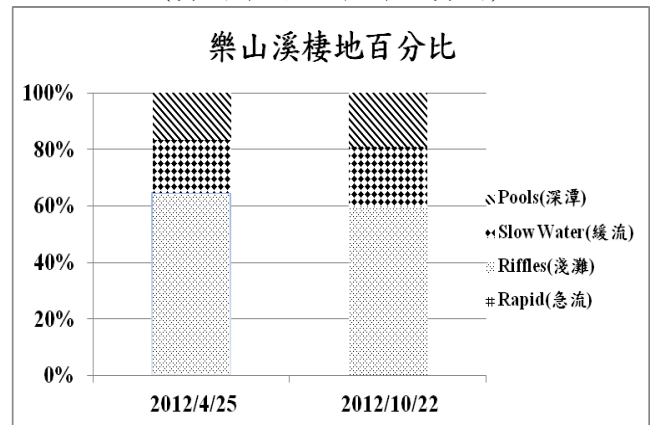


圖 2-16 樂山溪棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

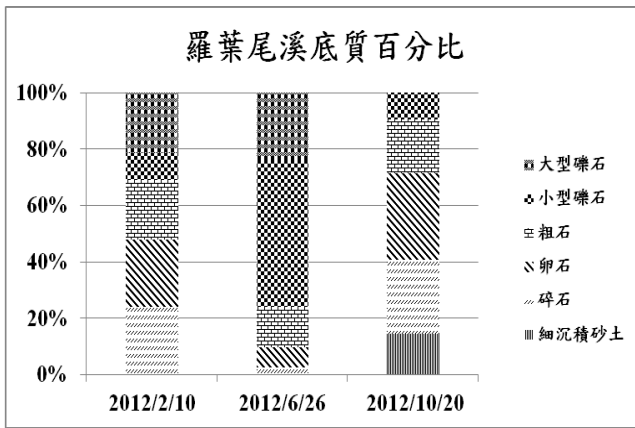


圖 2-17 羅葉尾溪底質分佈
(資料來源：本研究資料)

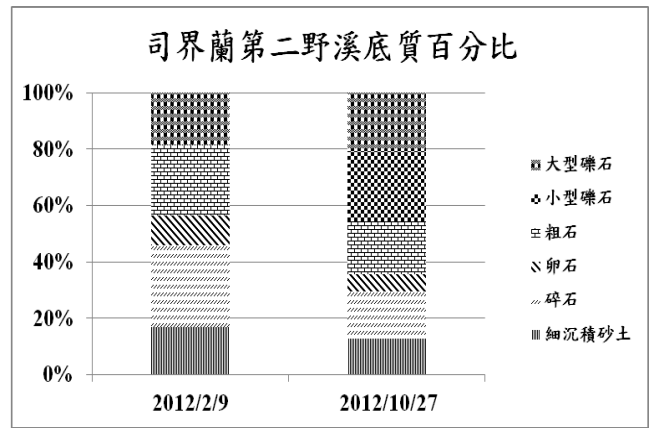


圖 2-18 司界蘭溪第二野溪底質分佈
(資料來源：本研究資料)

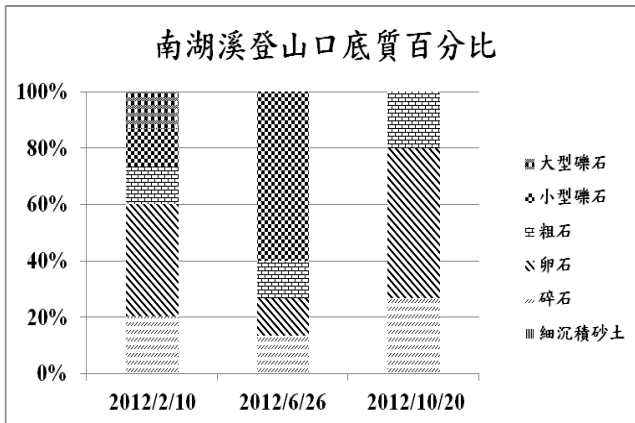


圖 2-19 南湖登山口底質分佈
(資料來源：本研究資料)

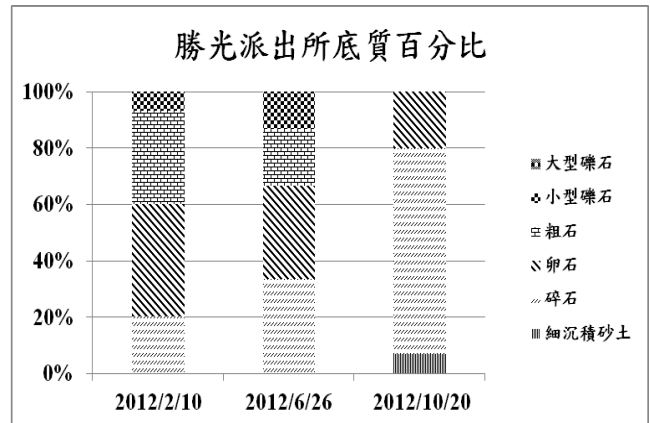


圖 2-20 勝光站底質分佈
(資料來源：本研究資料)

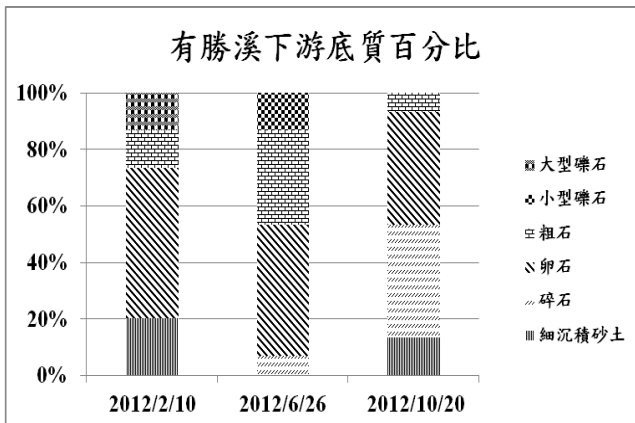


圖 2-21 有勝溪下游溪底質分佈
(資料來源：本研究資料)

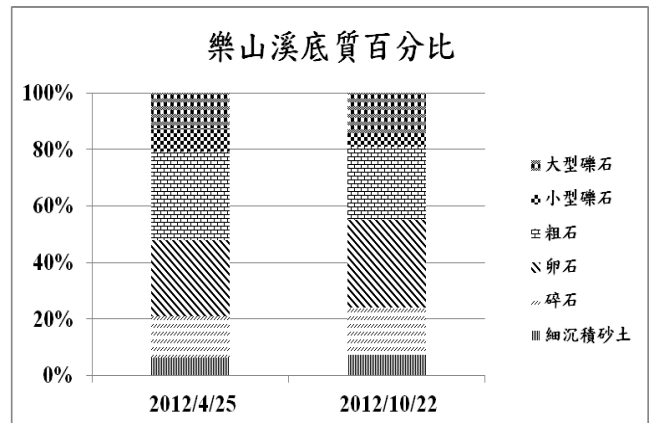


圖 2-22 樂山溪底質分佈
(資料來源：本研究資料)

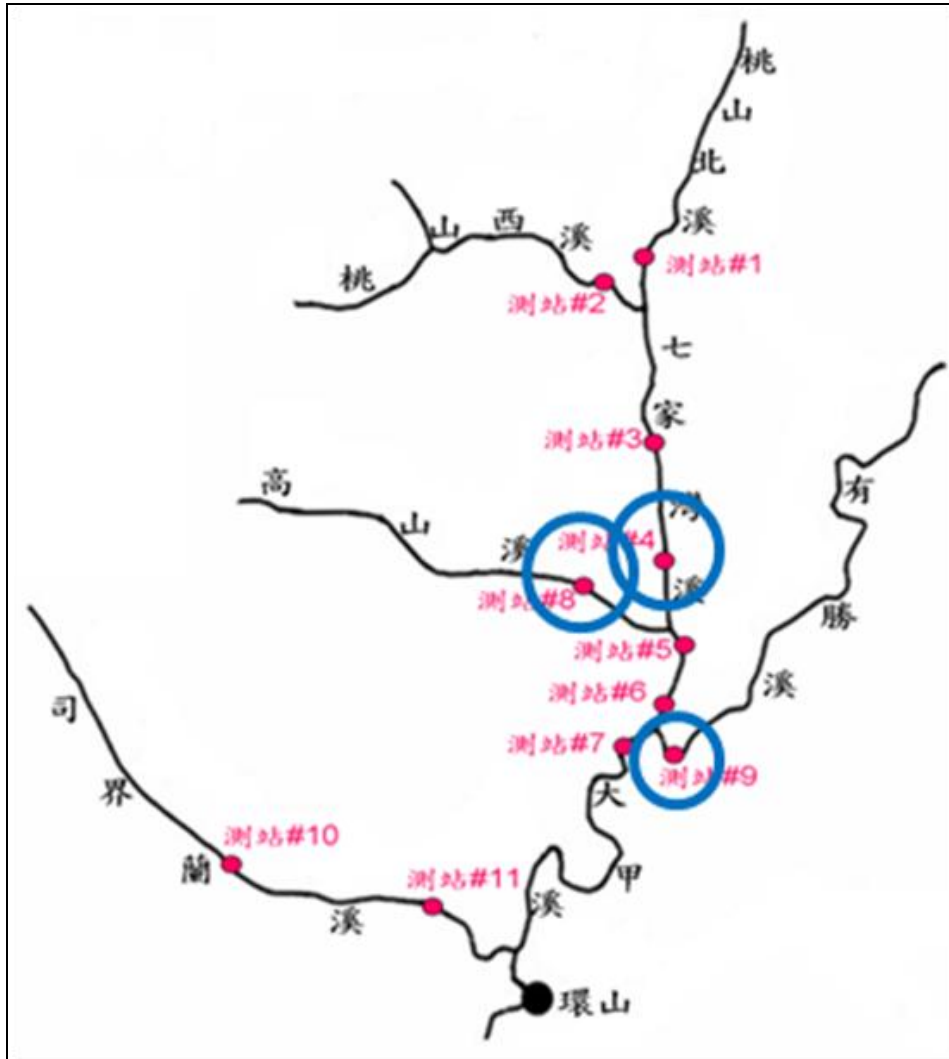


圖 2-23 群體生態採樣區位置分佈圖
 (資料來源：本研究資料)

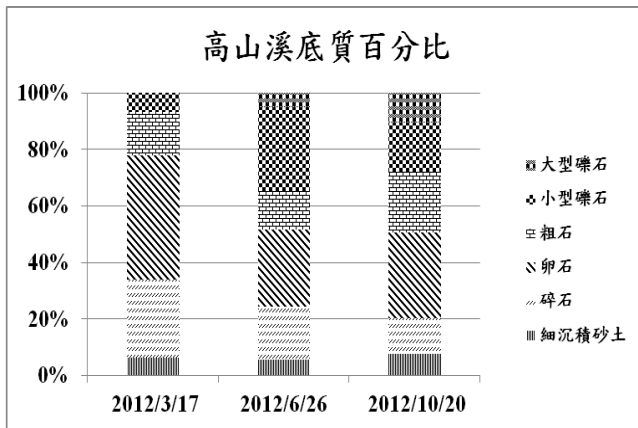


圖 2-24 高山溪棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

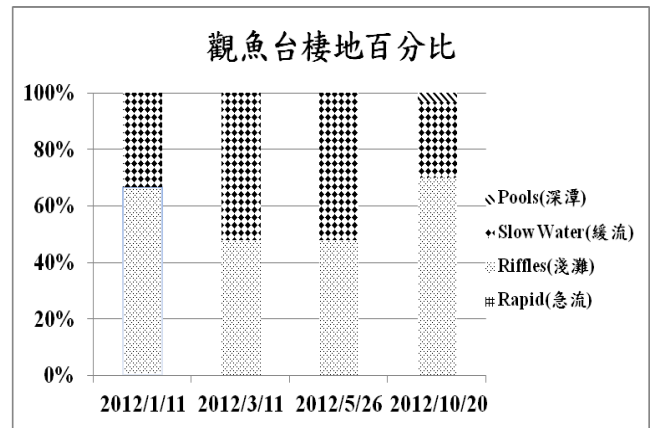


圖 2-25 觀魚台棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

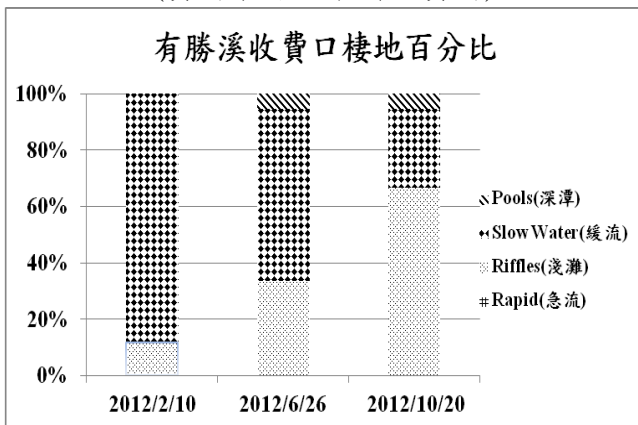


圖 2-26 有勝溪收費口棲地環境類型分佈
(資料來源：本研究資料)

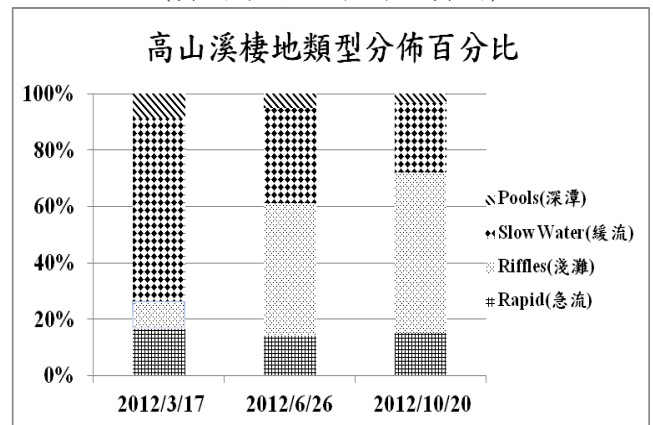


圖 2-27 高山溪底質類型分佈
(資料來源：本研究資料)



圖 2-28 觀魚台底質類型分佈
(資料來源：本研究資料)

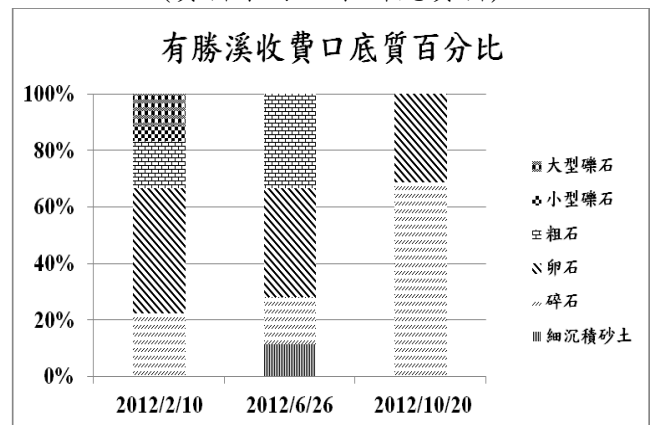


圖 2-29 收費口底質類型分佈
(資料來源：本研究資料)

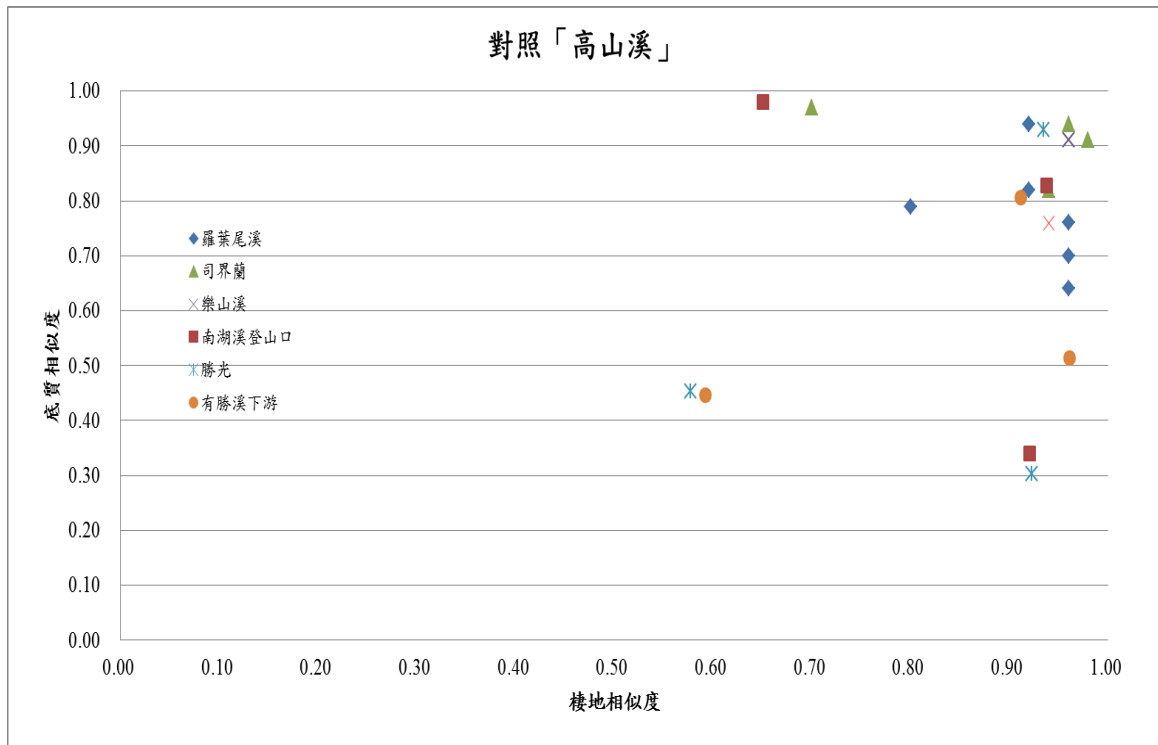


圖 2-30 對照高山溪相似度
(資料來源：本研究資料)

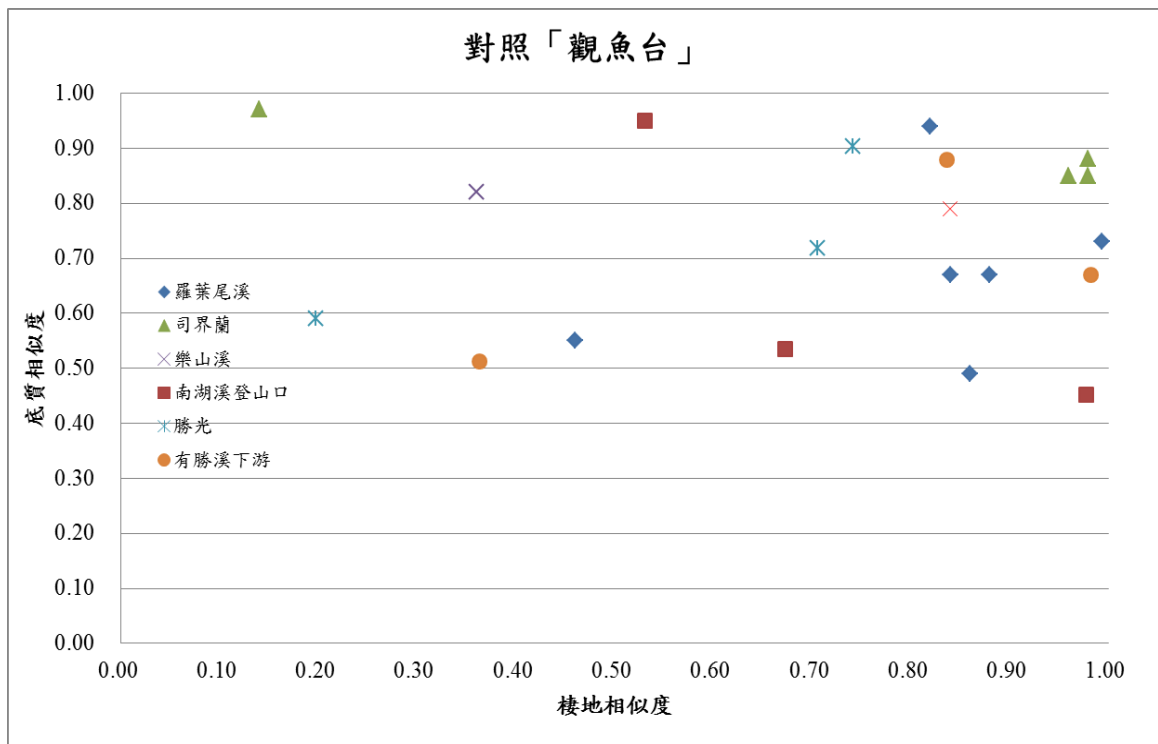


圖 2-31 對照觀魚台相似度
(資料來源：本研究資料)

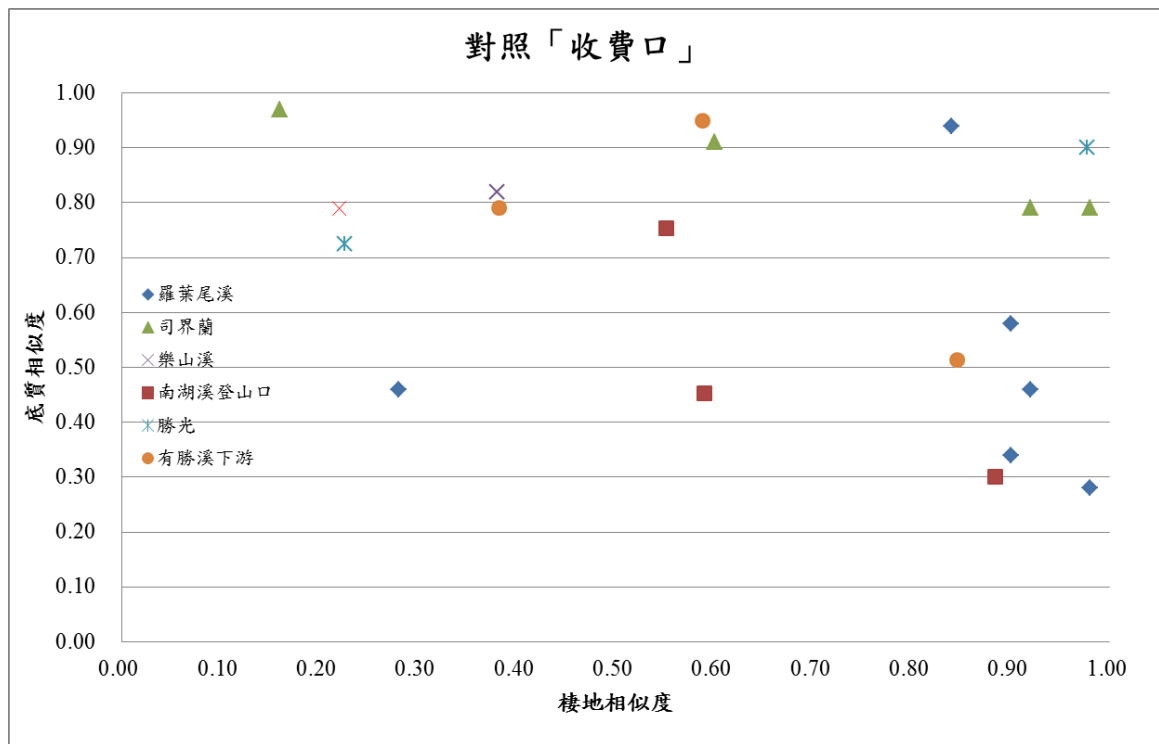


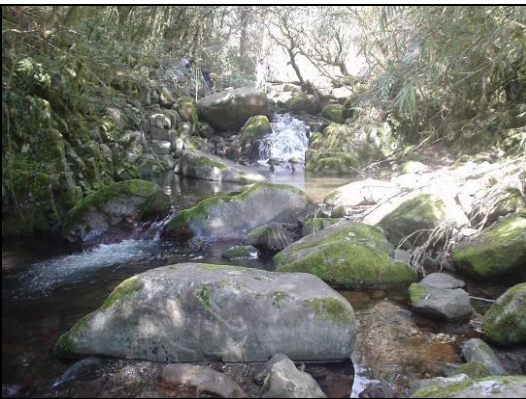
圖 2-32 對照有勝溪收費口相似度
(資料來源：本研究資料)



照片 2-1 羅葉尾溪斷面 2-2 上游面(2012/02)



照片 2-2 羅葉尾溪斷面 2-2 上游面(2012/10)



照片 2-3 羅葉尾溪斷面 2-6 上游面(2012/02)



照片 2-4 羅葉尾溪斷面 2-6 上游面(2012/10)



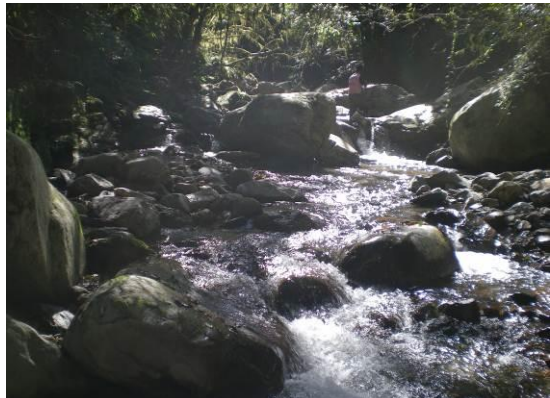
照片 2-5 羅葉尾溪斷面 1-4 下游面(2012/02)



照片 2-6 羅葉尾溪斷面 1-4 下游面(2012/10)



照片 2-7 羅葉尾溪斷面 1-6 上游(2012/02)



照片 2-8 羅葉尾溪斷面 1-6 上游(2012/10)



照片 2-9 司界蘭溪第二野溪斷面 2-2 上游(2012/02)



照片 2-10 司界蘭溪第二野溪斷面 2-2 上游
(2012/10)



照片 2-11 司界蘭溪第二野溪斷面 2-3 上游(2012/02)



照片 2-12 司界蘭溪第二野溪斷面 2-3 上游
(2012/10)



照片 2-13 司界蘭溪第二野溪斷面 2-5 上游(2012/02)



照片 2-14 司界蘭溪第二野溪斷面 2-5 上游
(2012/10)



照片 2-15 司界蘭溪第二野溪斷面 2-9 上游(2012/02)



照片 2-16 司界蘭溪第二野溪斷面 2-9 上游
(2012/10)



照片 2-17 司界蘭溪第二野溪斷面 1-1 上游(2012/02)



照片 2-18 司界蘭溪第二野溪斷面 1-1 上游
(2012/10)



照片 2-19 司界蘭溪第二野溪斷面 1-3 上游(2012/02)



照片 2-20 司界蘭溪第二野溪斷面 1-3 上游
(2012/10)



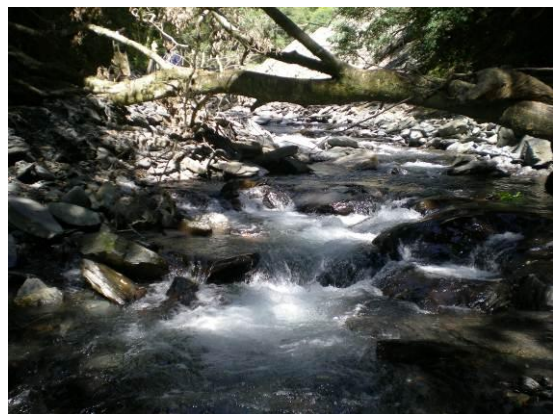
照片 2-21 司界蘭溪第二野溪斷面 1-6 上游(2012/02)



照片 2-22 司界蘭溪第二野溪斷面 1-6 上游
(2012/10)



照片 2-23 樂山溪斷面 1-2 上游(2012/04)



照片 2-24 樂山溪斷面 1-2 上游(2012/10)



照片 2-25 樂山溪斷面 1-5 上游(2012/04)



照片 2-26 樂山溪斷面 1-5 上游(2012/10)



照片 2-27 樂山溪斷面 1-9 上游(2012/04)



照片 2-28 樂山溪斷面 1-9 上游(2012/10)



照片 2-29 樂山溪斷面 1-13 上游(1012/04)



照片 2-30 樂山溪斷面 1-13 上游(1012/10)

第三章 水棲昆蟲研究

中文摘要

關鍵詞：水棲昆蟲，快速生物評估法 II，多樣性指數

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移地保育棲息地羅葉(業)尾溪及司界蘭溪，以及預定放流地伊卡丸溪及樂山溪之水棲昆蟲種類數量變化並對環境進行監測，並希冀與水質水文、地理棲地等相關研究整合比較，以瞭解司界蘭溪主流及其第二野溪、羅葉(業)尾溪及其下游(有勝溪)、伊卡丸溪和樂山溪水棲昆蟲種類及數目並與七家灣溪相比較，並探討對臺灣櫻花鉤吻鮭之影響及生態意義。期望能將調查結果彙集成文，將來有助於集水區之經營管理並對於鮭魚溪流移地保育提供較好的建議。

二、研究方法及過程

進行臺灣櫻花鉤吻鮭之域外棲息地及預定放流地之生態監測，並建立水棲昆蟲相生態資料庫，及利用生物量、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棲地變化並加以評估，以作為集水區經營管理之參考指標。

三、重要發現

2012年2月到10月羅葉(業)尾溪及其下游(有勝溪)共計有6目38科64種(Taxa)；2012年2月及10月司界蘭溪主流及其第二野溪共計有6目37科

59 種(Taxa)；2012 年 2 月伊卡丸溪 5 目 16 科 28 種(Taxa)；2012 年 4 月及 10 月樂山溪 6 目 27 科 44 種(Taxa)。各歷史溪流測站豐度及生物量高峰水準近以或高於七家灣溪的觀魚台測站，尤其是羅葉(業)尾溪，但中大型食餌卻明顯低於觀魚台測站。伊卡丸溪測站具較低多樣性指數且振幅較大，而其餘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(業)尾溪及有勝溪棲地在無損害與中度損害之間；勝光測站和伊卡丸溪為中度損害棲地。MDS 分析及水棲昆蟲取食功能群組成顯示出歷史溪流羅葉(業)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，而伊卡丸溪、南湖溪與有勝溪棲地的群聚結構較相近。

四、主要建議事項

根據水棲昆蟲研究及發現，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

(1)立即可行之建議：移除伊卡丸溪為預定放流地之考量

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：國立中興大學昆蟲學系

建議事項：伊卡丸溪之評比不若優質高山溪，基於下述幾個原因，伊卡丸溪現階段不適合繼續放流臺灣櫻花鉤吻鮭。1.上游仍有農業活動，水溫超過此鮭魚生存的適溫範圍；2.整體生產量，僅為小型物種之增生，且生物量及中大型食餌比例明顯下降；3.與其他測站相比，多樣性指數較低，振幅較大；4.快速生物評估法 II 評估結果顯示為中度損害棲地；5.與目前的有勝溪棲地的群聚結構較相近。

(2)長期性建議：減緩暴增流量及增加鮭魚陸域食餌之土地利用類型

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立中興大學昆蟲學系、國立中興大學生命科學系、環球科技大學環境資源管理系

建議事項：當流量為常態發生而非暴增時，其隔年年初中大型食餌比例會增加，此現象發生於2003年初及2010~2012年初，因此土地利用類型考慮以能增加水留存量且不易被洪水移除為主，並達減緩暴增流量之效為佳，例如有豐富的 C3植物，如此一來可於暴雨過後，減少對水棲昆蟲群聚之衝擊，且植被恢復得以增加鮭魚陸域補足食餌，而得以維持臺灣櫻花鉤吻鮭的食物來源，及其食物來源獲得維持。

Abstract

During the year 2012, we had recorded 64 taxa of aquatic insects belonging to 38 families in 6 orders in Lo-Ye-Wei and Yousheng stream, 59 taxa of aquatic insects belonging to 37 families in 6 orders in Si-Jie-Lan stream, 28 taxa of aquatic insects belonging to 16 families in 5 orders in I-Ka-Wan stream, and 44 taxa of aquatic insects belonging to 27 families in 6 orders in Le-Shan stream. Compared with that of the Wuling area, the sites can be found the similar or higher abundance and biomass peak level, especially in Lo-Ye-Wei stream is among the ones with the large biomass. Nevertheless, moderate- big body size prey level in the study sites was the lower than reference sites with habitat quality of Wuling area. Shannon-Wiener's index at these sites usually fell in the range of the index at reference sites of the Wuling area, but was the lowest in I-Ka-Wan stream. Habitat quality of these sites was assayed by RBPII, and the evaluation was between non-impaired and moderately impaired, and was the most poor in I-Ka-Wan stream. While using aquatic insect functional feeding groups and MDS plot to show the composition similarity of abundances among sampling sites, the result and plot indicated that the community structures of these sites in I-Ka-Wan stream, Nan-Hu stream and Yousheng stream, rather than Lo-Ye-Wei, Si-Jie-Lan stream, and Le-Shan stream, were less similar to reference sites with best habitat quality of Wuling area.

This project comes to the immediate and long-term strategies.

For immediate strategies:

1. To remove I-Ka-Wan Stream from the consideration of the sites where returning the salmons.

For long-term strategies:

1. To consider the land use types with abilities to decrease the flooding magnitudes, to resist the removal by flooding, and to increase terrestrial prey of the Taiwan salmon.

Key words: aquatic insects, RBPII, diversity index.

一、前言(文獻回顧及目的)

臺灣櫻花鉤吻鮭是位處亞熱帶的台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。

武陵地區 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)。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(業)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(業)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(業)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)。

二、 材料與方法

配合【臺灣櫻花鉤吻鮭歷史棲地—羅葉尾溪環境生態監測及評估】計畫，並自武陵地區長期監測計畫選出 5 個樣站 (郭，2011)，共設置 12 個樣站進行水棲昆蟲監測及研究。歷史放流點有 5 個樣站:羅葉(業)尾溪選定羅葉(業)尾溪放流點(簡稱:放流點)、有勝溪則選定南湖登山口(簡稱:登山口)、勝光、有勝溪下游(簡稱:有勝下游)、司界蘭溪第二野溪。潛在放流點有 2 個樣站:伊卡丸溪和樂山溪則各選定 1 站。比較樣站有 5 個樣站:有勝溪收費口(簡稱:收費口)、司界蘭溪主流上下游、觀魚台測站及高山溪測站(圖 3-1)。

除了司界蘭溪於 2 月及 10 月、樂山溪於 4 月和伊卡丸溪於 2 月以外，各樣站於 2 月、4 月、6 月、8 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%酒精中，攜回實驗室鑑定種類 (Taxa)，以及記錄數量。水棲昆蟲分類主要參考津田 (1962)、川合 (1985)、黃(1987)、康 (1993)、松木 (1978)

等研究報告，以及相關檢索表 (Merritt et al. 2008; Kawai and Tanida 2005)。

統計分析各站各月各水棲昆蟲種類、數量、生物量、群聚多樣性及均勻度等群聚參數。而群聚指數分析是以 Shannon-Wiener's index 公式運算 (Ludwing and Reynolds 1988; Krebs 1999)。生物指標分析以快速生物評估法 II (Rapid Bioassessment Protocol II, RBP II) (Plafkin et al. 1989) (以武陵地區之高山溪為參考站)作為棲地評價標準，並與武陵地區之三測站(包含七家灣溪流域之觀魚台測站及高山溪測站，與有勝溪流域之有勝溪測站)相比較。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。利用高山溪 2011 年 10 月實測鮭魚密度 (為 68.9 尾/100 公尺，假設武陵已達承載量)及 2012 年 2 月的水生昆蟲生物量之比例，乘上各歷史棲地的於 2012 年最大水生昆蟲生物量(2 或 4 月)以及其鮭魚調查溪長，去推估鮭魚於此調查範圍內的承載量。

各測站與武陵地區之三參考站(觀魚台、高山溪及有勝溪)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 $\log(X+1)$ 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年度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，但如果大於 0.3 時，圖形各點的距離扭曲程度嚴重，不可採用，以此來推測及判定各測站之關係 (Clarke and Warwick 2001)。整合 2011~2012 年歷史棲地各測站水棲昆蟲之濾食者、採食者、刮食者、捕食者、碎食者等 5 個取食功能群之群聚組成，並與武陵三參考站比較其對能量的利用情形。

三、 結果

(一) 物種數及個體數

2012年2月到10月羅葉(業)尾溪及其下游(有勝溪)共計有6目38科64種(Taxa)(表3-1);2012年2月及10月司界蘭溪主流及其第二野溪共計有6目37科59種(Taxa)(表3-2);2012年2月伊卡丸溪5目16科28種(Taxa)(表3-3);2012年4月及10月樂山溪6目27科44種(Taxa)(表3-4)。

武陵地區溪流中的水棲昆蟲數目，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3-2)。2011年2月，10個測站水棲昆蟲數量達3000個體數/平方公尺以上(勝光測站除外)，2011年4月伊卡丸溪為各測站之冠，且遠高過武陵三參考站，近19000個體數/平方公尺，2011年10月時數量下降，羅葉(業)尾溪放流點、南湖登山口及勝光測站落至800個體數/平方公尺，其他8個測站此月份皆落至1000~3000個體數/平方公尺。2012年年初，各測站水棲昆蟲數量達4100個體數/平方公尺以上，有勝溪下游為各各測站之冠，達近15000個體數/平方公尺，受到今年2012年6月中旬的泰利颱風，雖然沒有侵台卻夾帶西南氣流、8月初的蘇拉颱風及8月底天秤颱風兩個中度颱風的影響，各測站呈現較過去的紀錄為低的水平，昆蟲數量於8月降至400昆蟲(個體數/平方公尺)以下，10月則回復至600~2000昆蟲(個體數/平方公尺)(表3-5及圖3-2)。

司界蘭溪上游於2011年2月，水棲昆蟲數量達近8700個體數/平方公尺，高於其下游之3400體數/平方公尺及第二野溪之2200體數/平方公尺，之後2011年10月及2012年2月調查維持在2100個體數/平方公尺，但低於其下游之3000體數/平方公尺及第二野溪之3800體數/平方公尺(表3-5)。颱風季影響後，2012年10月司界蘭溪上游為1300個體數/平方公尺，下游為2000個體數/平方公尺及第二野溪為1200個體數/平方公尺(表3-5)。2011~2012年樂山溪三次調查結果為2700、1600、1200個體數/平方公尺(表3-5)。

(二) 中大體型食餌

圖3-3及表3-5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。由圖 3-3 可看出，觀魚台測站中大體型食餌密度高於其他各測站，且 2011 年是近 10 年來的最高峰達 3500 個體數/平方公尺，其次為高山溪測站達 1500 個體數/平方公尺。2012 年各測站受颱風影響，於 8 月降至 150 昆蟲(個體數/平方公尺) 以下，10 月時則小幅回升至 60~800 昆蟲(個體數/平方公尺)(圖 3-3)。

2011 年年初，伊卡九溪水棲昆蟲數量為各站之冠，2011 年 4 月時有 19000 個體數/平方公尺，然中大體型食餌密度少於 900 個體數/平方公尺(圖 3-3)，2011 年 10 月時僅 320 個體數/平方公尺(表 3-5)。

表 3-5 顯示出司界蘭溪上游 2011 年 2 月調查中大體型食餌密度，3413.1 個體數/平方公尺，近似觀魚台測站且高於其他各站，2011 年 10 月時下降為 1247 個體數/平方公尺，2012 年年初沒有回升持續下降，2012 年 10 月調查為 218.6 個體數/平方公尺。司界蘭溪下游中大體型食餌密度，於 2011 年 1500~1700 個體數/平方公尺，然 2012 年颱風季後，由 2012 年年初的 1300 下降至 200 個體數/平方公尺。同樣地，第二野溪在 2011 年時為 300~500 個體數/平方公尺，2012 年年初為 680 下降至 160 個體數/平方公尺。2011~2012 年樂山溪三次調查結果為 530、420、250 個體數/平方公尺(表 3-5)。

各測站中大體型昆蟲食餌比例結果顯示於表 3-6。由表中結果得知，各測站 2011 年 2 月~6 月時，羅葉(業)尾溪放流點測站與高山溪測站同為上升趨勢，羅葉(業)尾溪放流點測站由 11% 上升至 19%；高山溪測站由 34% 上升至 45%。2011 年 8 月時，羅葉(業)尾溪放流點測站下降至 14%，10 月時上升至 19%，但 2012 年 2 月最低後上升，且較不受颱風季節影響，2011 年 8 月時有 37%，2011 年 10 月時維持在 20% 以上。其他歷史棲地溪流各測站，受到今年颱風影響，10 月時中大體型昆蟲食餌比例在 20% 以下，有勝溪各測站則在 10% 以下。樂山溪在 2012 年 4 月及 10 月的調查結果為 26% 及 21%。

(三) 生物量

2011 年年初，觀魚台測站水棲昆蟲生物量可達 23000 毫克/平方公尺，為各測站之冠，且最高，羅葉(業)尾溪測站次之，生物量為 18000 毫克/平方公尺。2012 年年初，則以羅葉(業)尾溪測站為各測站之冠，生物量為 19000 毫克/平方公尺(圖 3-4)。有勝溪中下測站，2011~2012 年生物量高峰可達 15000，甚至以上(圖 3-4)。由圖可看出，2011 年的颱風季節來臨時對各測站的衝擊沒有較過去來得大，尤其是羅葉(業)尾溪測站及有勝溪收費口測站之生物量有 11000~15000 毫克/平方公尺。但 2012 年各測站生物量，颱風季節來臨時呈現較低的水平，降至 800 毫克/平方公尺，10 月時則有回升(圖 3-4)。

司界蘭溪三測站彼此間之變化情形與中大體型食餌相雷同。司界蘭溪上游於 2011 年 2 月，水棲昆蟲生物量達近 11000 毫克/平方公尺，高於其下游及第二野溪之 5000 毫克/平方公尺，然 2012 年已經低於下游及第二野溪，2012 年 10 月，水棲昆蟲生物量為 1100 毫克/平方公尺(表 3-5)。司界蘭溪第二野溪於 2012 年 2 月，水棲昆蟲生物量達近 7200 毫克體數/平方公尺，高於其司界蘭溪下游之 5100 毫克/平方公尺及上游之 4200 毫克/平方公尺。2012 年颱風影響後，10 月水棲昆蟲生物量仍有 4000 毫克體數/平方公尺(表 3-5)。2011~2012 年樂山溪三次調查結果水棲昆蟲生物量維持在 2700~3200 毫克體數/平方公尺(表 3-5)。

以水棲昆蟲的生物量角度，推估歷史棲地鮭魚的承載量。各歷史棲地實際調查範圍 700 公尺至 2500 公尺，推估出羅葉(業)尾溪為 1600 尾、司界蘭溪第二野溪為 200 尾、樂山溪為 100 尾、南湖登山口為 1700 尾。

(四) 多樣性及棲地評比

各測站之 Shannon-Wiener's index 詳見圖 3-5。2011 年羅葉(業)尾溪放流點測站的數值為 2.6~2.9 較高山溪測站之 1.9~2.3 及觀魚台測站之 2.3~2.5 為高；收費站測站為 1.9~2.4；南湖登山口測站為 1.5~2.4；有勝溪下游測站測

站為 1.6~2.1；勝光測站為 1.7~1.9；伊卡九溪為 1.3~2.2；司界蘭溪主流二測站 2.0~2.3，第二野溪則為較高水平(2.6~2.7)；樂山溪 2011 年 10 月為 2.6(表 3-5)，總而言之 2011 年的結果顯示出歷史棲地的多樣性介於武陵地區參考站變化區間內，僅伊卡九溪測站具較低多樣性指數且振幅較大。2012 年僅伊卡九溪及有勝溪下游測站 Shannon-Wiener's index 有出現在 2.0 以下，例如 2012 年 2 月時，伊卡九溪為 1.9；有勝溪下游測站 6 月至 10 月為 1.7~1.8。其他各測站皆可維持在 2.0 以上，樂山溪 2012 年 10 為 3.0 為各測站之冠(表 3-5)。

於 RBPII 棲地評等方面，2010 至 2011 年期間，羅葉(業)尾溪放流點測站武陵地區之高山溪測站及觀魚台測站均被評定為無損害。2012 年 6 月到 8 月的颱風季過後，羅葉(業)尾溪放流點測站仍維持無損害之外，位於七家灣溪的各測站及有勝溪測站棲地劣化到中度損害程度，10 月的監測結果顯示，除了有勝溪中下游測站，其他測站已有回復(圖 3-6)。2011 年伊卡九溪為中度損害，2012 年 2 月仍為中度損害；2011~2012 年司界蘭溪三測站 2 月及 10 月為無損害；樂山溪三次調查結果皆為無損害(表 3-5)。總而言之近兩年的颱風季節對歷史棲地羅葉(業)尾溪、司界蘭溪及樂山溪的衝擊不大。

(五) 群聚結構及食性組成

2011~2012 年，經歸群分析結果顯示羅葉(業)尾溪、司界蘭溪、樂山溪、高山溪及七家灣溪為一類群，而南湖溪則趨近似此類群，但有勝溪與伊卡九溪則為另一類群，2012 年後半年似乎受颱風季節之洪流強度影響，而改變為另一方向之相對應轉移量(圖 3-6)。

整合同時間(2011 及 2012 年)來武陵地區、司界蘭溪、有勝溪與伊卡九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(表 3-7)，七家灣溪、高山溪、羅葉(業)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%。伊卡九溪

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 (表 3-7)。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(表 3-7)。

四、討論

2011 及 2012 年年初羅葉(業)尾溪、有勝溪、樂山溪、伊卡丸溪及司界蘭溪各測站出現高峰且豐度與七家灣流域之觀魚台測站及高山溪測站相近。就羅葉(業)尾溪而言，與觀魚台測站的生物量為同水準，且高於歷史棲地其他測站。2011 年 2 月起，羅葉(業)尾溪中大體型昆蟲食餌比例上升，且連續兩年較不受颱風季節影響，在 2012 年年初，生物量達各測站之冠，甚至高過七家灣流域之觀魚台測站。此鮭魚越大越偏好取食中大體型昆蟲食餌(Liao et al. 2012)，至今羅葉(業)尾溪之放流族群已能成功增長，可達 853 尾 (黃，2012)，適合臺灣櫻花鉤吻鮭的生存。除了羅葉(業)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，雖然受到今年的颱風影響，10 月時中大體型昆蟲食餌比例仍可維持在 20% 以上，其他歷史棲地溪流各測站，今年 10 月時中大體型昆蟲食餌比例在 20% 以下，有勝溪各測站則在 10% 以下。樂山溪在 2012 年 4 月及 10 月的調查結果為 26% 及 21%。

樂山溪今年 10 月調查時，並沒有發現任何魚 (黃，2012)，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，中大體型昆蟲食餌比例可維持在 20% 以上，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。

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

歷史棲地伊卡丸溪於 2011 年 4 月的水棲昆蟲數量明顯高於其他測站，生物量為 14500 毫克體數/平方公尺，然而小型之蚋科(Simuliidae)佔 70%，中大體型昆蟲食餌比例僅 5%，且水溫上升，6 月時達 22 °C(官，2012)，超過此鮭魚生存的適溫範圍及生物量下降至 2300 毫克體數/平方公尺，再者此歷史棲地仍有農耕活動，快速生物評估法 II 評估結果顯示為中度損害，因此建議移除伊卡丸溪為預定放流地。

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，在下游南湖登山口附近就有 416 尾(黃，2012)。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。

羅葉(業)尾溪放流點、司界蘭溪第二野溪測站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，不過潛在放流地伊卡丸溪則無法達到相同水準。除此之外，由歸群分析顯示有勝溪各測站的群聚結構，雖然和七家灣流域測站(觀魚台及高山溪)較不相似，但羅葉(業)尾溪放流點、司界蘭溪第二野溪測站及潛在放流地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，而潛在放流地伊卡丸溪則和有勝溪各測站為同一類群。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與伊卡丸溪測站有較大的結構差異，且刮食者所佔比例較這些測站多，是否與南湖登山口附近之農地回收有關，應持續關注。

利用高山溪 2012 年 2 月的生物量及 2011 年 10 月實測鮭魚密度 (武陵如已達承載量)之比例，推估歷史棲地鮭魚的承載量。以各歷史棲地實際調查範圍 700 公尺至 2500 公尺，推估出羅葉(業)尾溪為 1600 尾、司界蘭溪第二野

溪為 200 尾、樂山溪為 100 尾、南湖登山口為 1700 尾。樂山溪及司界蘭溪的生物量在中等以下水準，不若羅葉(業)尾溪之高水平生物量，臺灣櫻花鉤吻鮭承載量不比羅葉(業)尾溪來得多。

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)】，且目前南湖登山口測站也發現 416 尾臺灣櫻花鉤吻鮭的蹤跡(黃，2012)，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。

五、結論與建議

武陵地區溪流其趨勢都為各年年初為高峰，年中受流量暴增而下降並持續低迷到年終，其中雖有年中高峰，但不會高過年初高峰，下半年大致遞降趨勢。各測站的高峰豐度及採獲物種數有武陵地區的水平，甚至伊卡丸溪有超高水平，但各測站之中大體型水棲昆蟲數量低於觀魚台測站，且中大型食餌比例明顯下降，僅羅葉(業)尾溪放流點測站、司界蘭溪第二野溪及潛在放流地樂山溪的多樣性指數較高及 RPBII 評等與優良參考站(高山溪)有相同水準記錄，評等為無損害，潛在放流地伊卡丸溪則無法達到相同水準。有勝溪各測站生物量為中等，甚致有時為高水平，但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則中等以下水準，其供應臺灣櫻花鉤吻鮭的食物量不比羅葉(業)尾溪來得充足，不過僅以水棲昆蟲供應量無法單獨解釋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。

根據水棲昆蟲研究及發現，提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議、及長期性建議加以列舉。

(1)立即可行之建議：移除伊卡丸溪為預定放流地之考量

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：國立中興大學昆蟲學系

建議事項：伊卡丸溪於2011年之評比不若優質高山溪，基於下述幾個原因，伊卡丸溪現階段不適合繼續放流臺灣櫻花鉤吻鮭。

- 1.上游仍有農業活動，水溫超過此鮭魚生存的適溫範圍；
- 2.整體生產量，僅為小型物種之增生，且生物量及中大型食餌比例明顯下降；
- 3.與其他測站相比，多樣性指數較低，振幅較大；
- 4.快速生物評估法Ⅱ評估結果顯示為中度損害棲地；
- 5.和有勝溪棲地的群聚結構相近。

(2)長期性建議：減緩暴增流量及增加鮭魚陸域食餌之土地利用類型

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：國立中興大學昆蟲學系、國立中興大學生命科學系、環球科技大學環境資源管理系

建議事項：流量為常態發生而非暴增時，其隔年年初中大型食餌比例則會增加，且已發表證實(Chiu and Kuo 2012)，此現象發生於2003年初及2010~2012年初，因此土地利用類型考慮以能增加水留存量且不易被洪水移除為主，並達減緩暴增流量之效為佳，例如有豐富的 C3植物，如此一來可於暴雨過後，減少對水棲昆蟲群聚之衝擊，且植被恢復得以增加鮭魚陸域補足食餌 (Liao et al. 2012)，而得以維持臺灣鉤吻鮭的食物來源，及其食物來源獲得維持。

六、參考文獻

- 川合禎次 1985 日本產水棲昆蟲檢索圖說。東海大學出版會。東京。
- 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。
- 松木和雄 1978 臺灣產春蜓科稚蟲分類之研究。台灣省立博物館科學年刊 21 : 133-180。
- 津田松苗(編) 1962 水棲昆蟲學。北隆館。東京。
- 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。
- 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。
- 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。
- Chiu M-C, Kuo M-H (2012) Application of r/K selection to macroinvertebrate
responses to extreme floods. *Ecol Entomol* 37:145-154.
- Clarke KR, Warwick RM (2001) Changes in marine communities: an approach to

- statistical analysis and interpretation. 2nd edn. PRIMER-E, Plymouth, U.K.
- Hilsenhoff WL (1988) Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *J N Am Benthol Soc* 7:65-68.
- Kawai T, Tanida K (eds) (2005) *Aquatic insects of Japan: manual with keys and illustrations*. Tokai Univ. Press, Tokyo.
- Krebs CJ (1999) *Ecological methodology*. 2nd edn. Addison-Welsey 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 endangered Taiwan salmon. *Zool Stud* Accepted
- Ludwing JA, Reynolds JF (1988) *Statistical ecology. A primer on methods and computing*. John Wiley and Sons, New York.
- Merritt RW, Cummins KW, Berg MB (eds) (2008) *An introduction to the aquatic Insects of North America*. 4th edn. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA
- Plafkin JL, Barbour MT, Porter KD, Gross SK, Hughes RM (1989) *Rapid assessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish*. EPA 440-4-89-001. US Environmental Protection Agency, Office of Water Regulations and Standards, Washington, DC.
- 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. *Zool Stud* 39:191-202.

表 3-1、有勝溪及羅業尾溪於 2012 年(2 月到 10 月)之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口	
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Deronectes</i> sp.					1.8	
		<i>Oreodytes</i> sp.	5.4	5.4				
	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	293.8	68.1	95.0	584.1	379.8	
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	17.9	9.0	5.4	23.3	26.9	
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>	9.0	1.8				
		<i>Eubrianax</i> sp.	52.0	17.9				
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	1062.4	43.0	3.6	10.7	1.8	
	Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	16.1	1.8	1.8	1.8	1.8
			<i>Atherix</i> sp.	37.6	1.8			
		Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.		1.8	3.6		1.8
Ceratopogonidae		<i>Bezzia</i> sp.	48.4	60.9	89.6	60.9	152.3	
Chironomidae		Chironomidae sp.B	2614.0	3445.3	1784.5	10658.4	4995.1	
		Chironomidae sp.C	1112.6	78.8	159.5	327.9	675.4	
		Chironomidae sp.D	1.8	1.8	1.8	5.4	26.9	
		Chironomidae sp.E	46.6		12.5	16.1	21.5	
		Chironomidae spp.	227.5	200.7	320.7	1119.8	2565.6	
		Tanypodinae spp.	569.7	1166.4	442.5	385.2	521.4	
Dixidae		Dixidae	1.8					
Empididae		<i>Clinocera</i> sp.B			1.8			
		<i>Dolichocephala</i> sp.			1.8			
		<i>Holorusia</i>		3.6	1.8			
Simuliidae		<i>Simulium</i> sp.	34.0	48.4	711.3	636.0	218.6	
Tabanidae		<i>Silvius</i> sp.	3.6					
Tipulidae		<i>Antocha</i> sp.	98.5	77.0	148.7	161.2	139.7	
		<i>Dicranota</i> sp.		1.8				
		<i>Eriocera</i> sp.A	458.7	57.3	7.2	16.1	155.9	
		<i>Eriocera</i> sp.B	28.7	39.4	55.5	66.3	95.0	
	<i>Erioptera</i> sp.					1.8		
Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>	68.1	10.7			1.8	
	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	87.8	926.3	526.7	439.0	284.9	
		<i>Baetiella bispinosa</i>	57.3	71.7	129.0	98.5	60.9	
		<i>Baetis</i> spp.	1195.0	3146.1	3633.4	3079.8	2365.0	
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.		34.0				
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	52.0	249.0	55.5	35.8	16.1	
		<i>Cincticostella fusca</i>	21.5	145.1				
	Ephemeridae	<i>Ephemera sauteri</i>	7.2	64.5	93.2	46.6	155.9	

表 3-1 續

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	77.0	353.0	91.4	317.1	157.7
		<i>Afronurus nanhuensis</i>				1.8	
		<i>Epeorus erratus</i>	25.1	1.8		1.8	
		<i>Nixe</i> sp.		7.2	1.8	19.7	68.1
		<i>Rhithrogena ampla</i>	277.7	734.6	825.9	822.4	541.1
	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	1064.2	356.5	1.8		
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>	3.6	3.6		1.8	
Plecoptera	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.		26.9			
		<i>Nemouridae</i>	<i>Amphinemura</i> sp.	211.4	376.2	263.4	720.2
		<i>Protonemura</i> spp.	82.4	28.7		1.8	3.6
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	100.3	34.0	1.8	1.8	1.8
		<i>Neoperla</i> spp.	990.8	129.0	9.0	16.1	9.0
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	465.8	80.6			
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.	5.4				
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	843.9	5.4			10.7
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	16.1	1.8		3.6	9.0
	Goeridae	<i>Goera</i>	7.2				
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	73.5	3.6			
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	10.7	46.6	14.3	1.8	19.7
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	1.8	1.8	1.8		
		<i>Hydropsyche</i> spp.	19.7	14.3	12.5	317.1	66.3
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	182.7	3.6		1.8	7.2
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	23.3	17.9	121.8	25.1	84.2
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.	3.6	9.0			
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	114.7	220.4	145.1	261.6	170.2
		<i>Rhyacophila</i> spp.	34.0	102.1	16.1	9.0	5.4
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	71.7	182.7	7.2	7.2	1.8
	Uenoidae	<i>Uenoa taiwanensis</i>		3.6			

表 3-2、司界蘭溪於 2012 年(2 月及 10 月)之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	第二野溪
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	89.6	123.6	150.5
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	3.6	10.7	3.6
	Psephenidae	<i>Eubrianax</i> sp.		1.8	344.0
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	1.8	37.6	1012.3
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.			30.5
		<i>Atherix</i> sp.			1.8
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.	48.4	1.8	1.8
		<i>Bibiocephala</i> sp.	34.0	10.7	37.6
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	60.9	10.7	263.4
		<i>Culicoides</i>			1.8
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	621.7	514.2	236.5
		Chironomidae sp.C	288.5	342.2	168.4
		Chironomidae sp.D	1.8		3.6
		Chironomidae spp.	154.1	111.1	268.7
		Tanypodinae spp.		9.0	95.0
	Dolichopodidae	Dolichopodidae		1.8	
	Empididae	<i>Clinocera</i> sp.B			7.2
		<i>Holorusia</i>			1.8
	Psychodidae	<i>Pericoma</i>			1.8
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	499.9	100.3	86.0
	Tabanidae	<i>Silvius</i> sp.	1.8		1.8
	Thaumaleidae	Thaumaleidae sp.	3.6		
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	25.1	5.4	103.9
		<i>Dicranota</i> sp.			14.3
		<i>Eriocera</i> sp.A	48.4	19.7	28.7
<i>Eriocera</i> sp.B		55.5	43.0	35.8	
Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>	3.6		
	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	817.0	326.1	57.3
		<i>Baetiella bispinosa</i>	112.9	28.7	14.3
		<i>Baetis</i> spp.	252.6	474.8	275.9
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.			7.2
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	19.7	3.6	39.4
		<i>Cincticostella fusca</i>	1.8		
	Ephemeridae	<i>Ephemera sauteri</i>	12.5	7.2	87.8
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	3.6	5.4	35.8
		<i>Epeorus erratus</i>	7.2	1.8	23.3
<i>Rhithrogena ampla</i>		1132.3	614.5	148.7	

表 3-2 續

Order	Family	Taxa	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	第二野溪
Odonata	Euphaeidae	<i>Bayadera</i>			1.8
	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>			16.1
Plecoptera	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.		1.8	
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	240.1	87.8	87.8
		<i>Protonemura</i> spp.	41.2	12.5	25.1
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.		1.8	3.6
		<i>Neoperla</i> spp.	121.8	410.3	507.0
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.		5.4	95.0
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.		3.6	
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>			403.1
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	50.2	9.0	95.0
	Goeridae	<i>Goera</i>			19.7
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	1.8	1.8	7.2
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	7.2	3.6	10.7
		<i>Hydropsyche</i> spp.	84.2	23.3	1.8
	Hydroptilidae	<i>Stactobia</i>			1.8
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	7.2	12.5	100.3
	Leptoceridae	Leptoceridae sp.	1.8	9.0	
	Rhyacophilidae	<i>Himalopsyche</i> sp.	5.4		
		<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	57.3	19.7	32.2
		<i>Rhyacophila</i> spp.	9.0	3.6	17.9
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	25.1	12.5	9.0

表 3-3、伊卡丸溪於 2012 年 2 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	伊卡丸溪
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	16.1
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	3.6
Diptera	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.	290.2
		<i>Bibiocephala</i> sp.	19.7
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	16.1
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	3024.3
		Chironomidae sp.C	68.1
		Chironomidae spp.	374.5
		Tanypodinae spp.	19.7
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	456.9
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	28.7
		<i>Eriocera</i> sp.A	1.8
		<i>Eriocera</i> sp.B	1.8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	546.4
		<i>Baetiella bispinosa</i>	57.3
		<i>Baetis</i> spp.	268.7
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	139.7
		<i>Cincticostella fusca</i>	1.8
	Ephemeridae	<i>Ephemera sauteri</i>	78.8
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	10.7
		<i>Nixe</i> sp.	5.4
		<i>Rhithrogena ampla</i>	808.0
	Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.
Styloperlidae		<i>Cerconychia</i> sp.	1.8
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> spp.	30.5
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	3.6
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	30.5
<i>Rhyacophila</i> spp.		10.7	

表 3-4、樂山溪於 2012 之水生昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	4 月	10 月	Total
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	193.5	62.7	256.2
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	9.0	5.4	14.3
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>	1.8		1.8
		<i>Eubrianax</i> sp.	1.8	7.2	9.0
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	21.5	32.2	53.7
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	5.4		5.4
		<i>Atherix</i> sp.		1.8	1.8
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.		3.6	3.6
		<i>Bibliocephala</i> sp.	53.7	53.7	107.5
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	32.2		32.2
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	73.5	71.7	145.1
		Chironomidae sp.C	310.0	34.0	344.0
		Chironomidae sp.D	7.2		7.2
		Chironomidae spp.	9.0	89.6	98.5
		Tanypodinae spp.	1.8		1.8
	Empididae	<i>Chelifera</i> sp.	1.8		1.8
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	50.2	46.6	96.7
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	14.3	12.5	26.9
		<i>Eriocera</i> sp.A	136.2	1.8	138.0
		<i>Eriocera</i> sp.B	7.2	3.6	10.7
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	46.6	28.7
<i>Baetiella bispinosa</i>			16.1	105.7	121.8
<i>Baetis</i> spp.			28.7	78.8	107.5
Ephemerellidae		<i>Acerella montana</i>		1.8	1.8
Ephemeridae		<i>Ephemera sauteri</i>	3.6	1.8	5.4
Heptageniidae		<i>Rhithrogena ampla</i>	277.7	75.2	353.0
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>	5.4		5.4
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	9.0	26.9	35.8
		<i>Protonemura</i> spp.	1.8	19.7	21.5
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	19.7	1.8	21.5
		<i>Neoperla</i> spp.	107.5	55.5	163.0
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	17.9		17.9

表 3-4 續

Order	Family	Taxa	4 月	10 月	Total
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.		1.8	1.8
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>		30.5	30.5
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	134.4	93.2	227.5
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.		1.8	1.8
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	1.8	19.7	21.5
		<i>Hydropsyche</i> spp.	5.4	68.1	73.5
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	19.7	120.0	139.7
	Rhyacophilidae	<i>Himalopsyche</i> sp.		1.8	1.8
		<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	17.9	3.6	21.5
		<i>Rhyacophila</i> spp.		17.9	17.9
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A		16.1	16.1
	Xiphocentronidae	<i>Molanotrichia</i>		1.8	1.8

表 3-5、司界蘭溪、伊卡丸溪及樂山溪測站之水棲昆蟲數量、中大體型昆蟲食餌、生物量、多樣性指數及棲地評估

	水棲昆蟲 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
伊卡丸溪	3020.7	1243.4	5684.1	2.2	0.73
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
伊卡丸溪	2008.4	322.5	2315.7	2.2	0.6
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
伊卡丸溪	6354.9	960.3	7937.0	1.9	0.47
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

表 3-6、歷史棲地測站與武陵測站中大體型昆蟲食餌比例

	2011年 2月	2011年 4月	2011年 6月	2011年 8月	2011年 10月	2012年 2月	2012年 4月	2012年 6月	2012年 8月	2012年 10月
司界蘭溪下游	51%				48%	43%				10%
司界蘭溪上游	39%				59%	43%				17%
司界蘭溪第二野溪	14%				23%	18%				13%
伊卡丸溪	41%	5%	27%		16%	15%				
收費站	4%	5%	7%	42%	20%	6%	8%	19%	30%	9%
有勝溪下游	5%	4%	4%	16%	20%	5%	18%	10%	48%	7%
南湖登山口	10%	10%	16%	13%	15%	7%	14%	9%	54%	12%
高山溪	34%	30%	45%	32%	42%	21%	20%	47%	44%	26%
勝光	10%	4%	1%	11%	13%	14%	9%	5%	46%	7%
樂山溪					20%		26%			21%
羅業尾溪放流點	11%	18%	19%	14%	19%	6%	11%	20%	37%	21%
觀魚台	38%	37%	50%	19%	55%	35%	19%	53%	79%	37%

表 3-7、歷史棲地測站與武陵測站水棲昆蟲之取食功能群組成(2011~2012年)

	濾食者	採食者	捕食者	刮食者	碎食者
司界蘭溪下游	16%	27%	7%	45%	5%
司界蘭溪上游(第一野溪)	6%	30%	13%	44%	8%
司界蘭溪第二野溪	2%	23%	24%	44%	7%
伊卡丸溪	56%	25%	5%	13%	1%
收費站	3%	69%	12%	8%	7%
有勝溪下游	9%	71%	6%	9%	5%
勝光	9%	74%	4%	9%	4%
南湖登山口	3%	68%	8%	17%	3%
高山溪	4%	36%	20%	36%	3%
樂山溪	6%	31%	19%	39%	6%
觀魚台	2%	32%	27%	37%	3%
羅業尾溪放流點	2%	46%	24%	21%	6%

附表 3-1、有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 2 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	211.4	7.2	52.0	344.0	166.6
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	3.6	1.8	3.6	3.6	12.5
	Psephenidae	<i>Eubrianax</i> sp.	10.7	9.0			
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	524.9	23.3	1.8	5.4	1.8
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	10.7				
		<i>Atherix</i> sp.	3.6				
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.					1.8
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	26.9	25.1	60.9	30.5	66.3
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	653.9	1856.1	1214.7	10081.5	4169.1
		Chironomidae sp.C	949.6	34.0	96.7	105.7	252.6
		Chironomidae sp.D				1.8	1.8
		Chironomidae sp.E	46.6		9.0	10.7	
		Chironomidae spp.	112.9	17.9	111.1	630.7	2064.0
		Tanypodinae spp.	516.0	342.2	150.5	213.2	163.0
	Empididae	<i>Holorusia</i>		1.8	1.8		
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	1.8		50.2	86.0	145.1
	Tabanidae	<i>Silvius</i> sp.	3.6				
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	17.9	14.3	132.6	134.4	96.7
		<i>Eriocera</i> sp.A	374.5	37.6	3.6	14.3	138.0
		<i>Eriocera</i> sp.B	14.3	23.3	39.4	37.6	50.2
Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>	62.7	7.2			1.8
	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	12.5	43.0	39.4	277.7	191.7
		<i>Baetiella bispinosa</i>	17.9	1.8	34.0	89.6	50.2
		<i>Baetis</i> spp.	1005.1	628.9	2363.2	1399.3	1130.5
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>		177.4	7.2	16.1	9.0
		<i>Cincticostella fusca</i>	9.0	96.7			
	Ephemeridae	<i>Ephemera sauteri</i>	1.8	12.5	57.3	12.5	78.8
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	16.1	44.8	86.0	35.8	50.2
		<i>Epeorus erratus</i>				1.8	
		<i>Nixe</i> sp.				7.2	19.7
<i>Rhithrogena ampla</i>		43.0	105.7	555.4	512.4	347.6	
Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	775.8	164.8	1.8			
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>	3.6				

附表 3-1 續

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	89.6	155.9	238.3	677.2	532.1
		<i>Protonemura</i> spp.	55.5	23.3		1.8	3.6
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	53.7				
		<i>Neoperla</i> spp.	292.0	37.6	5.4	1.8	7.2
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	195.3	39.4			
Trichoptera	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	618.1	3.6			
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	1.8				5.4
	Goeridae	<i>Goera</i>	3.6				
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	57.3	3.6			
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	3.6	17.9	9.0		5.4
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.		1.8			
		<i>Hydropsyche</i> spp.		3.6	3.6	17.9	1.8
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	179.2	3.6		1.8	5.4
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	1.8	9.0	109.3	7.2	68.1
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.	1.8	3.6			
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	66.3	64.5	123.6	166.6	62.7
		<i>Rhyacophila</i> spp.	7.2	28.7	10.7	5.4	
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	25.1	62.7	3.6		1.8
Uenoidae	<i>Uenoa taiwanensis</i>		3.6				

附表 3-2、有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 4 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Deronectes</i> sp.					1.8
		<i>Oreodytes</i> sp.	3.6				
	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	17.9	21.5	23.3	191.7	184.5
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	3.6	3.6		7.2	12.5
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>		1.8			
		<i>Eubrianax</i> sp.	12.5	7.2			
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	200.7	5.4			
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.	5.4	1.8	1.8		1.8
		<i>Atherix</i> sp.	5.4				
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	21.5	28.7	23.3	30.5	82.4
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	829.5	250.8	69.9	216.8	505.2
		Chironomidae sp.C	143.3	41.2	57.3	218.6	406.7
		Chironomidae sp.D	1.8	1.8	1.8	3.6	12.5
		Chironomidae sp.E			3.6	5.4	21.5
		Chironomidae spp.	86.0	80.6	10.7	417.5	440.7
		Tanypodinae spp.	41.2	695.2	275.9	163.0	320.7
	Dixidae	Dixidae	1.8				
	Empididae	<i>Dolichocephala</i> sp.			1.8		
		<i>Holorusia</i>		1.8			
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	12.5	9.0	1.8		1.8
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	37.6	12.5	1.8	7.2	25.1
		<i>Dicranota</i> sp.		1.8			
		<i>Eriocera</i> sp.A	37.6	14.3			
		<i>Eriocera</i> sp.B		5.4		1.8	17.9
	Ephemeroptera	Ameletidae	<i>Ameletus camtschaticus</i>	5.4	3.6		
Baetidae		<i>Acentrella lata</i>	19.7	9.0		1.8	1.8
		<i>Baetiella bispinosa</i>	3.6	1.8			
		<i>Baetis</i> spp.	71.7	587.7	3.6	883.3	833.1
Ephemerellidae		<i>Cincticostella fusca</i>	9.0	26.9			
Ephemeridae		<i>Ephemera sauteri</i>	5.4	32.2	32.2	30.5	62.7
Heptageniidae		<i>Afronurus floreus</i>	19.7	213.2	1.8	250.8	80.6
		<i>Afronurus nanhuensis</i>				1.8	
		<i>Epeorus erratus</i>	23.3				
		<i>Nixe</i> sp.			1.8	12.5	46.6
		<i>Rhithrogena ampla</i>	23.3	204.2		188.1	148.7

附表 3-2 續

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Plecoptera	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	64.5	116.5			
	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.		26.9			
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	14.3	64.5	39.4	132.6	
		<i>Protonemura</i> spp.	7.2				
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	12.5	1.8	1.8		
<i>Neoperla</i> spp.		200.7	25.1	1.8	10.7		
Trichoptera	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	91.4	25.1			
	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.	1.8				
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	154.1				10.7
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	10.7	1.8	3.6	1.8	
	Goeridae	<i>Goera</i>	1.8				
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	12.5				
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	5.4	10.7			14.3
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> spp.			256.2	1.8	
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>	3.6				
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	9.0	9.0	10.7	17.9	12.5
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.		3.6			
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	14.3	66.3	12.5	59.1	50.2
		<i>Rhyacophila</i> spp.	10.7	39.4	3.6		5.4
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	14.3	21.5	1.8	5.4	

附表 3-3、有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 6 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	5.4	16.1	3.6	17.9	17.9
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	3.6		1.8	10.7	1.8
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>	7.2				
		<i>Eubrianax</i> sp.	19.7	1.8			
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	25.1				
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.				1.8	
		<i>Atherix</i> sp.	5.4				
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.		1.8	3.6		
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.		3.6	1.8		3.6
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	659.3	612.7	52.0	46.6	10.7
		Chironomidae sp.C	16.1		1.8	3.6	
		Chironomidae sp.D					12.5
		Chironomidae spp.	5.4	57.3	34.0	34.0	21.5
		Tanypodinae spp.		43.0	3.6	9.0	32.2
		Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	5.4	35.8	207.8	195.3
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	39.4	41.2	5.4	7.2	16.1
		<i>Eriocera</i> sp.A	39.4		1.8		7.2
		<i>Eriocera</i> sp.B	5.4	1.8	1.8	3.6	3.6
		<i>Erioptera</i> sp.					1.8
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	53.7	840.3	152.3	114.7	32.2
		<i>Baetiella bispinosa</i>	26.9	68.1	23.3	7.2	
		<i>Baetis</i> spp.	84.2	1816.7	471.2	752.5	340.4
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	1.8	1.8		1.8	
	Ephemeridae	<i>Ephemeria sauteri</i>		1.8			7.2
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	34.0	68.1		16.1	17.9
		<i>Nixe</i> sp.		7.2			1.8
		<i>Rhithrogena ampla</i>	93.2	306.4	41.2	71.7	17.9
	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	7.2	9.0			
	Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	73.5	148.7	9.0	1.8
<i>Protonemura</i> spp.			12.5	3.6			
Perlidae		<i>Gibosia</i> sp.	12.5			1.8	
		<i>Neoperla</i> spp.	179.2	10.7		1.8	
Styloperlidae		<i>Cerconychia</i> sp.	55.5				

附表 3-3 續

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.	3.6				
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	7.2				
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	3.6				1.8
	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>	3.6				
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	1.8	16.1	3.6	1.8	
	Hydropsychidae	<i>Hydropsyche</i> spp.	10.7	9.0	5.4	41.2	59.1
	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i>					1.8
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	12.5		1.8		3.6
	Polycentropodidae	<i>Plectrocnemia</i> sp.	1.8	1.8			
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	9.0	44.8	5.4	16.1	34.0
		<i>Rhyacophila</i> spp.	16.1	28.7		3.6	
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	17.9	84.2	1.8		

附表 3-4、有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 8 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	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	3.6			
		Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	9.0			
	<i>Zaitzevia</i> sp.B			1.8			
	Psephenidae		<i>Eubrianax</i> sp.	3.6			
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	109.3	5.4			
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.			1.8		
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	5.4	19.7	7.2		3.6
		Chironomidae sp.C	1.8				16.1
		Chironomidae spp.			28.7	10.7	5.4
		Tanypodinae spp.		5.4	12.5		5.4
	Empididae	<i>Clinocera</i> sp.B			1.8		
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	5.4				
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	3.6		3.6		1.8
		<i>Eriocera</i> sp.A	7.2	1.8	1.8		9.0
		<i>Eriocera</i> sp.B	1.8		3.6	3.6	
	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	1.8	3.6		
<i>Baetiella bispinosa</i>			5.4				
<i>Baetis</i> spp.			10.7	12.5	34.0	17.9	14.3
Ephemerellidae		<i>Acerella montana</i>	12.5	1.8	5.4	1.8	1.8
Ephemeridae		<i>Ephemera sauteri</i>		1.8	1.8	1.8	7.2
Heptageniidae		<i>Afronurus floreus</i>		5.4	1.8	10.7	9.0
		<i>Rhithrogena ampla</i>	64.5	55.5	73.5	28.7	16.1
Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	28.7	9.0				
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	12.5		1.8		
		<i>Protonemura</i> spp.	7.2				
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	1.8				
		<i>Neoperla</i> spp.	52.0	12.5	1.8		
Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	10.7					
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	1.8				
		<i>Hydropsyche</i> spp.	7.2		1.8		1.8
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	10.7	12.5	1.8	3.6	3.6

附表 3-5、有勝溪及羅業尾溪於 2012 年 10 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	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	50.2	23.3	16.1	30.5	10.7
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	7.2	1.8		1.8	
	Psephenidae	<i>Ectopria</i>	1.8				
		<i>Eubrianax</i> sp.	5.4				
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	202.5	9.0	1.8	5.4	
Diptera	Athericidae	<i>Atherix</i> sp.	23.3	1.8			
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.		3.6	1.8		
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	465.8	705.9	440.7	313.5	306.4
		Chironomidae sp.C	1.8	3.6	3.6		
		Chironomidae spp.	23.3	44.8	136.2	26.9	34.0
		Tanypodinae spp.	12.5	80.6			
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	9.0	3.6	451.5	354.7	69.9
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.		9.0	5.4	12.5	
		<i>Eriocera</i> sp.A		3.6		1.8	1.8
		<i>Eriocera</i> sp.B	7.2	9.0	10.7	19.7	23.3
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>		30.5	335.0	44.8	59.1
		<i>Baetiella bispinosa</i>	3.6		71.7	1.8	10.7
		<i>Baetis</i> spp.	23.3	100.3	761.4	26.9	46.6
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.		34.0			
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	37.6	68.1	43.0	16.1	5.4
		<i>Cincticostella fusca</i>	3.6	21.5			
	Ephemeridae	<i>Ephemeria sauteri</i>		16.1	1.8	1.8	
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	7.2	21.5	1.8	3.6	
		<i>Epeorus erratus</i>	1.8	1.8			
		<i>Rhithrogena ampla</i>	53.7	62.7	155.9	21.5	10.7
Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	188.1	57.3				
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>		3.6		1.8	
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	21.5	7.2	16.1		
		<i>Protonemura</i> spp.		1.8			
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.	19.7	32.2			1.8
		<i>Neoperla</i> spp.	267.0	43.0	1.8		1.8
Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.	112.9	16.1				

附表 3-5 續

Order	Family	Taxa	羅業尾溪放流點	南湖登山口	勝光	有勝溪下游	有勝溪收費口
Trichoptera	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>	64.5	1.8			
	Goeridae	<i>Goera</i>	1.8				
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.		1.8	1.8		
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.				1.8	
		<i>Hydropsyche</i> spp.	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	14.3	32.2	1.8	16.1	19.7
		<i>Rhyacophila</i> spp.		5.4	1.8		
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	14.3	14.3		1.8	

附表 3-6、司界蘭溪於 2012 年 2 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	第二野溪
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	80.6	44.8	143.3
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	1.8	3.6	3.6
	Psephenidae	<i>Eubrianax</i> sp.			284.9
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.	1.8	34.0	822.4
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.			19.7
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.		1.8	
		<i>Bibiocephala</i> sp.	5.4	7.2	
	Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i> sp.	60.9	10.7	263.4
		<i>Culicoides</i>			1.8
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	490.9	501.7	193.5
		Chironomidae sp.C	218.6	170.2	159.5
		Chironomidae sp.D	1.8		3.6
		Chironomidae spp.	62.7	19.7	243.7
		Tanypodinae spp.		3.6	91.4
	Dolichopodidae	Dolichopodidae		1.8	
	Empididae	<i>Clinocera</i> sp.B			1.8
	Psychodidae	<i>Pericoma</i>			1.8
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	89.6	60.9	39.4
	Tabanidae	<i>Silvius</i> sp.	1.8		1.8
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	21.5	5.4	98.5
		<i>Dicranota</i> sp.			12.5
		<i>Eriocera</i> sp.A	48.4	12.5	26.9
		<i>Eriocera</i> sp.B	43.0	19.7	35.8
		<i>Ameletus camtschaticus</i>	3.6		
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	134.4	161.2	52.0
		<i>Baetiella bispinosa</i>	86.0	14.3	7.2
		<i>Baetis</i> spp.	37.6	14.3	216.8
	Caenidae	<i>Caenis</i> sp.			7.2
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	7.2	1.8	1.8
		<i>Cincticostella fusca</i>	1.8		
	Ephemeridae	<i>Ephemeria sauteri</i>	10.7	7.2	75.2
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>	3.6	1.8	32.2
		<i>Epeorus erratus</i>	5.4		21.5
		<i>Rhithrogena ampla</i>	999.7	505.2	82.4

附表 3-6 續

Order	Family	Taxa	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	第二野溪	
Odonata	Euphaeidae	<i>Bayadera</i>			1.8	
	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>			7.2	
Plecoptera	Leuctridae	<i>Rhopalopsale</i> sp.		1.8		
	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	225.7	82.4	82.4	
		<i>Protonemura</i> spp.	35.8	5.4	10.7	
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.			3.6	
		<i>Neoperla</i> spp.	105.7	338.6	440.7	
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.			77.0	
Trichoptera	Apataniidae	<i>Manophylax</i> sp.		3.6		
	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>			62.7	
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	37.6	1.8	84.2	
	Goeridae	<i>Goera</i>			17.9	
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.			1.8	
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.			1.8	5.4
		<i>Hydropsyche</i> spp.	62.7	19.7		
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.	7.2	9.0	28.7	
	Leptoceridae	Leptoceridae sp.	1.8	7.2		
	Rhyacophilidae	<i>Himalopsyche</i> sp.	5.4			
		<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	50.2	12.5	30.5	
		<i>Rhyacophila</i> spp.	7.2	1.8	10.7	
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	9.0	10.7	7.2	

附表 3-7、司界蘭溪於 2012 年 10 月之水棲昆蟲資源組成及個體數 (individuals / square meter)

Order	Family	Taxa	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	第二野溪
Coleoptera	Elmidae	<i>Zaitzevia</i> sp.A	9.0	78.8	7.2
		<i>Zaitzevia</i> sp.B	1.8	7.2	
	Psephenidae	<i>Eubrianax</i> sp.		1.8	59.1
	Scirtidae	<i>Cyphon</i> sp.		3.6	189.9
Diptera	Athericidae	<i>Asuragina</i> sp.			10.7
		<i>Atherix</i> sp.			1.8
	Blepharoceridae	<i>Agathon</i> sp.	48.4		1.8
		<i>Bibiocephala</i> sp.	28.7	3.6	37.6
	Chironomidae	Chironomidae sp.B	130.8	12.5	43.0
		Chironomidae sp.C	69.9	172.0	9.0
		Chironomidae spp.	91.4	91.4	25.1
		Tanypodinae spp.		5.4	3.6
	Empididae	<i>Clinocera</i> sp.B			5.4
		<i>Holorusia</i>			1.8
	Simuliidae	<i>Simulium</i> sp.	410.3	39.4	46.6
	Thaumaleidae	Thaumaleidae sp.	3.6		
	Tipulidae	<i>Antocha</i> sp.	3.6		5.4
		<i>Dicranota</i> sp.			1.8
		<i>Eriocera</i> sp.A		7.2	1.8
<i>Eriocera</i> sp.B		12.5	23.3		
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Acentrella lata</i>	682.6	164.8	5.4
		<i>Baetiella bispinosa</i>	26.9	14.3	7.2
		<i>Baetis</i> spp.	215.0	460.4	59.1
	Ephemerellidae	<i>Acerella montana</i>	12.5	1.8	37.6
	Ephemeridae	<i>Ephemera sauteri</i>	1.8		12.5
	Heptageniidae	<i>Afronurus floreus</i>		3.6	3.6
		<i>Epeorus erratus</i>	1.8	1.8	1.8
	<i>Rhithrogena ampla</i>	132.6	109.3	66.3	
Odonata	Gomphidae	<i>Sinogomphus formosanus</i>			9.0
Plecoptera	Nemouridae	<i>Amphinemura</i> sp.	14.3	5.4	5.4
		<i>Protonemura</i> spp.	5.4	7.2	14.3
	Perlidae	<i>Gibosia</i> sp.		1.8	
		<i>Neoperla</i> spp.	16.1	71.7	66.3
	Styloperlidae	<i>Cerconychia</i> sp.		5.4	17.9

附表 3-7 續

Order	Family	Taxa	司界蘭溪下游	司界蘭溪上游	第二野溪
Trichoptera	Beraeidae	<i>Nippoberaea</i>			340.4
	Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i> sp.	12.5	7.2	10.7
	Goeridae	<i>Goera</i>			1.8
	Hydrobiosidae	<i>Apsilochorema</i> sp.	1.8	1.8	5.4
	Hydropsychidae	<i>Arctopsyche</i> sp.	7.2	1.8	5.4
		<i>Hydropsyche</i> spp.	21.5	3.6	1.8
	Hydroptilidae	<i>Stactobia</i>			1.8
	Lepidostomatidae	<i>Goerodes</i> sp.		3.6	71.7
	Leptoceridae	Leptoceridae sp.		1.8	
	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>	7.2	7.2	1.8
		<i>Rhyacophila</i> spp.	1.8	1.8	7.2
	Stenopsychidae	<i>Stenopsyche</i> sp.A	16.1	1.8	1.8



圖3-1、本計畫設置共同的9個樣站之相關位置圖

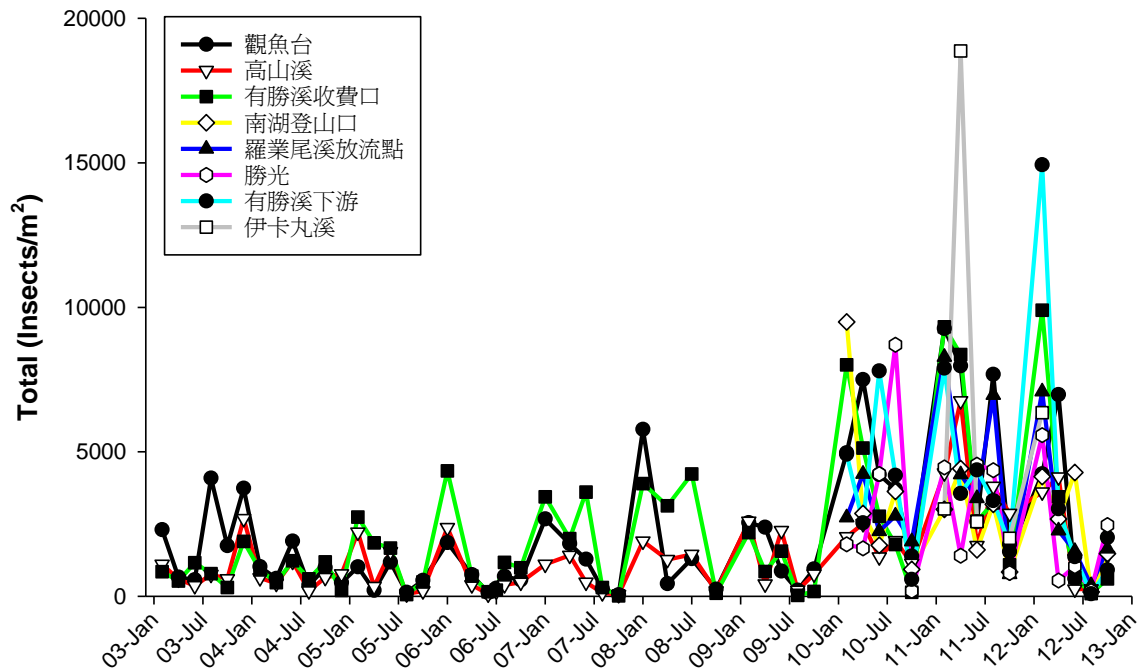


圖 3-2、羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲數量變化圖。

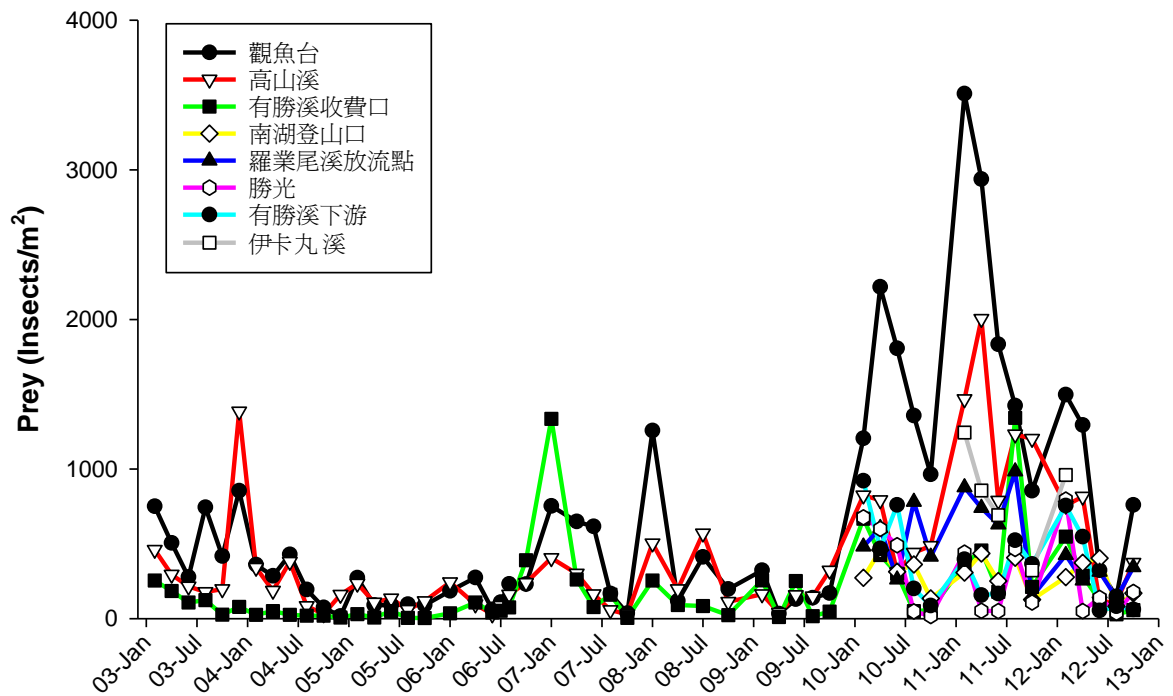


圖 3-3、羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站之臺灣櫻花鉤吻推中大體型昆蟲食餌之數量變化圖

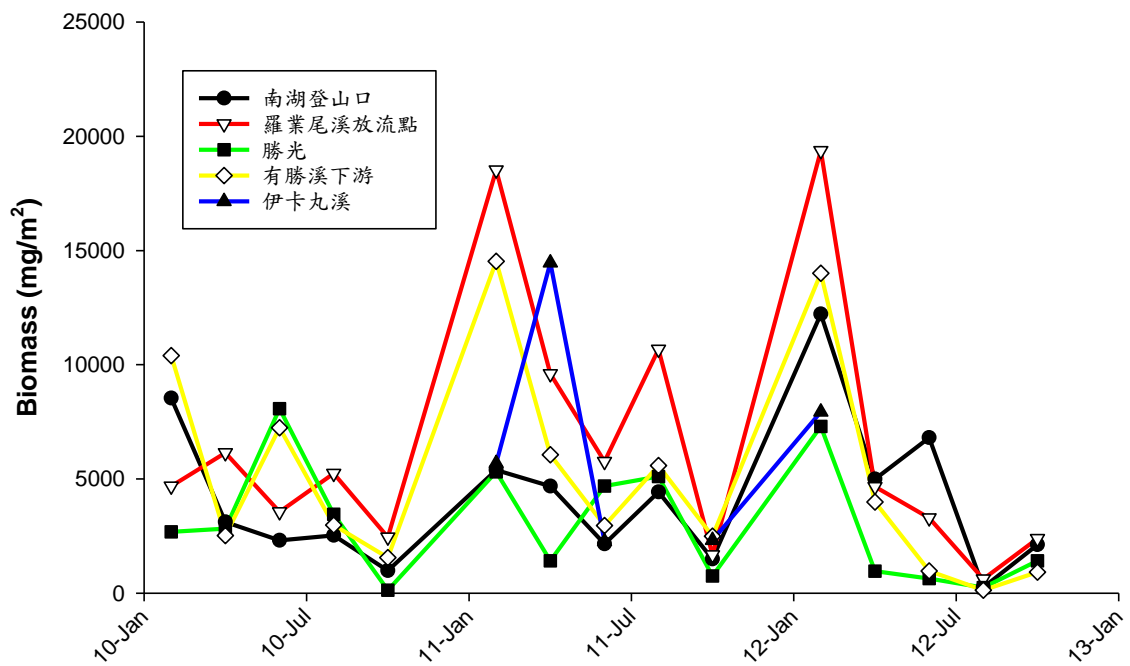
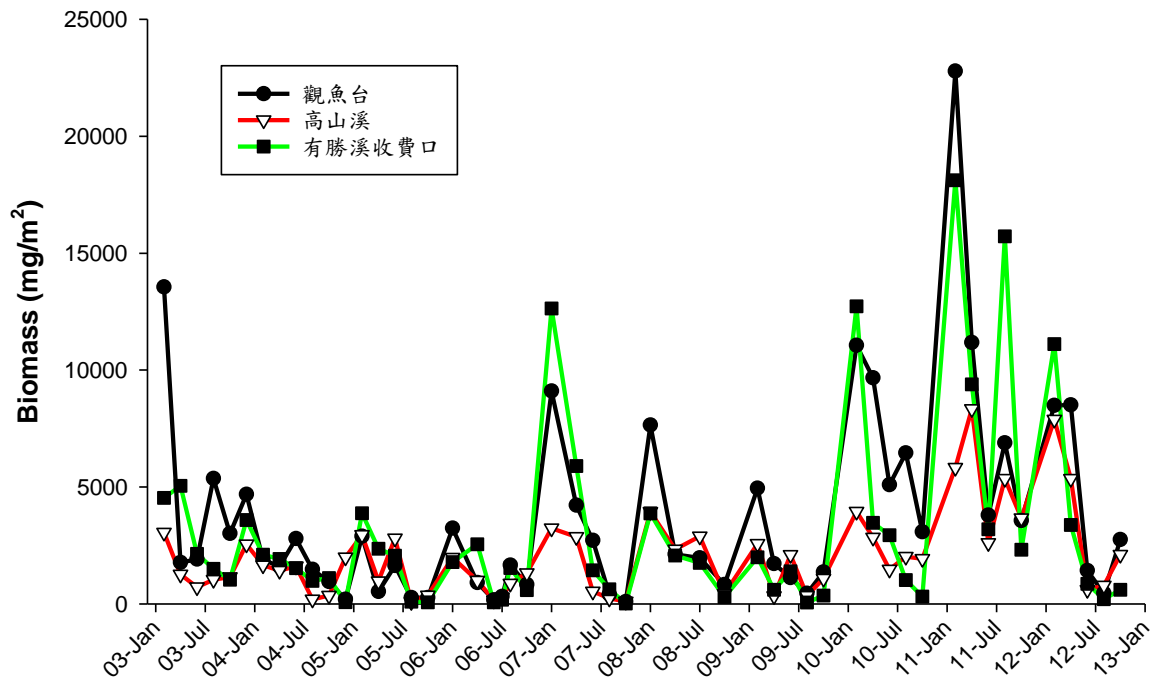


圖 3-4、羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡丸溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲之生物量(溼重)變化圖

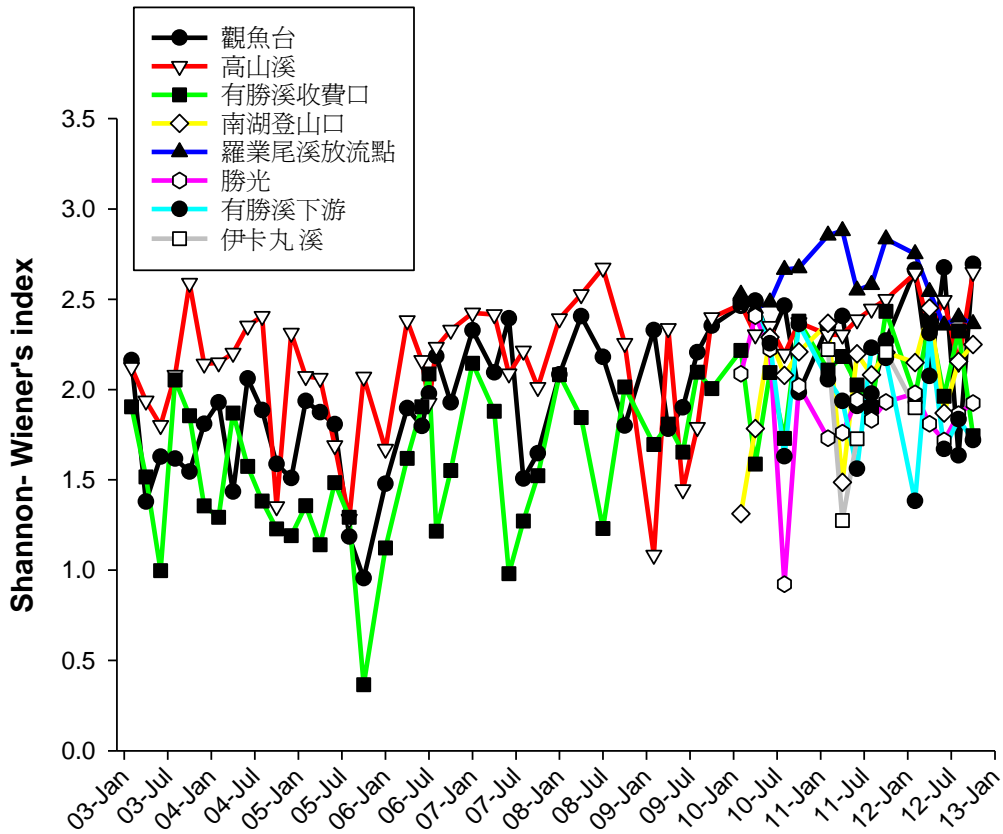


圖 3-5、羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡九溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲之 Shannon-Wiener's index。

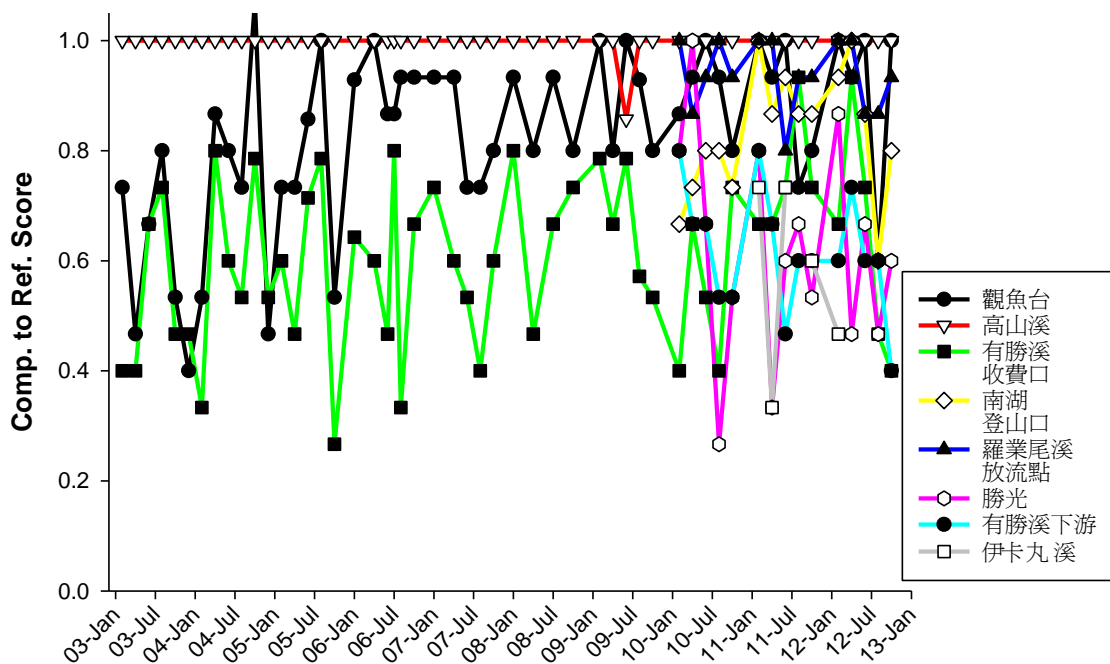


圖 3-6、羅葉(業)尾溪、有勝溪、伊卡九溪與武陵地區溪流測站水生昆蟲之 RBPII 相對分數。

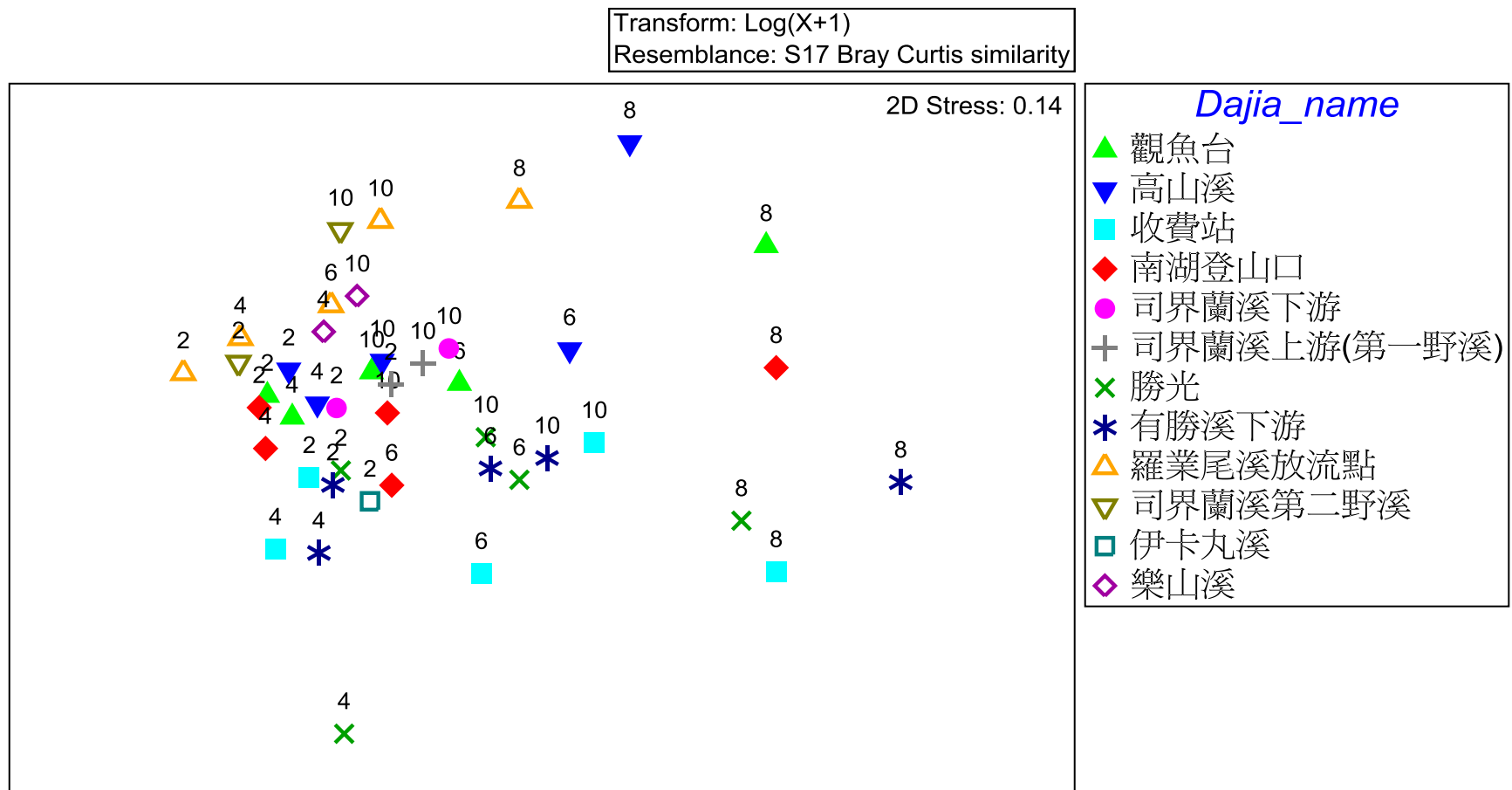


圖 3-7、羅業(業)尾溪、有勝溪、司界蘭溪、伊卡丸溪、樂山溪與武陵地區溪流測站底棲昆蟲組成之 MDS 分析。圖標旁的數字表示採集月份。

第四章 魚類研究

黃沂訓、鄭博修、林俊甫、張右昕、于佳舉、楊衛崙、劉彥希

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、放流族群追蹤、司界蘭溪、羅葉尾溪、樂山溪

一、.研究源起

臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)最早在本島 1917 年被青木赳雄發現(青木, 1917), 距今約 95 年。因冷水性的鮭鱒魚類主要分佈以北緯 40 度線為分界, 而出現在臺灣高山大甲河流域的臺灣櫻花鉤吻鮭, 是世界上最南限之一, 其生態地位、歷史意義以及地殼變動的相關研究變得非常重要。而自 1974 年許多生態學家以及相關的學者紛紛投入研究。在這期間鮭魚的族群數量原本是不於匱乏變成至今的瀕臨絕種。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。

為了擴大臺灣櫻花鉤吻鮭於歷史溪流的棲地範圍, 進而增加國寶魚野外的族群數量, 是目前保育臺灣櫻花鉤吻鮭的首要目標。雪霸國家公園管理處在 2010 年度選擇受颱風影響較小的羅葉尾溪及司界蘭溪第二野溪(Gon-bkuli)持續做放流的工作, 並增加司界蘭第一野溪(Gon-gamin)放流點, 隔年又在樂山溪和伊卡丸溪進行放流。並以浮潛法調查放流後的族群變化, 以確定放流成效。

二、.研究方法及過程

本計畫沿用黃沂訓(2010)於臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流放流長期監測計畫中實施之放流方法、標示方法、樣區設置、放流與野生族群數量追蹤及族群成長情形進行調查。

三、重要發現

羅葉尾溪

今年 10 月調查鮭魚之族群結構，2⁺成鮭佔族群結構之 25% (2009 野生年級群，34 月齡、193 尾；2010 年放流 2009 年級群，34 月齡、123 尾、活存率 85%)，1⁺亞成鮭佔族群結構之 22% (2010 野生年級群，22 月齡、279 尾)，0⁺稚鮭佔族群結構之 53% (2011 野生年級群，10 月齡、674 尾)。

司界蘭溪

今年 10 月調查鮭魚之族群結構，司界蘭第二野溪為，2⁺成鮭佔族群結構之 80% (2009 野生年級群，34 月齡、3 尾；2010 年放流 2009 年級群，34 月齡、1 尾、活存率 2%)，1⁺亞成鮭佔族群結構之 20% (2010 野生年級群，22 月齡、1 尾)；司界蘭第一野溪僅發現 2 尾(2010 年放流 2009 年級群，34 月齡、活存率 2%)。

樂山溪

今年雖在 4 月有發現 14 尾鮭魚，但 10 月的調查未發現任何魚隻，可能因颱風豪雨使魚被沖走。

2007 年級群的鮭魚在今年 2 月起已沒觀測到。今年 9、10 月在羅葉尾溪觀測到的鮭魚數量大幅增加，從之前維持的 4、500 尾增至 1000 尾以上，可能是因今年可生殖的個體數增加。

針對年級群、地點、季節(月份)的鮭魚 SGR 值與肥滿度進行統計分析，SGR 值在年級群、地點、季節之間都無顯著差異，而肥滿度在年級群中，以孵化場的 2010 年級群(22 月齡)者為最高，在 2010 年放流的 2007 年級群(46

月齡)者為最低；而肥滿度在 6 月份有最高值，2 月份最低；地點間的肥滿度則是孵化場為最高值，其他地點間無顯著差異。

四、主要建議事項

(1)立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

建議事項：繼續放流司界蘭第二野溪與樂山溪，勿因放流效果不彰而放棄。

(2)長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

建議事項：有勝溪濱岸加強造林活動，以降低水溫，持續回收附近農地以減少農藥污水排入有勝溪，使羅葉尾溪的鮭魚族群擴展至下游的有勝溪。

Abstract

The objective of this program was to enlarge the natural population size of the Taiwan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) by releasing the sub-adult fish to the upstream branches of the Dajia River to establish possible satellite populations around the targeted area. The upstream areas where fish had ever been released and monitored were Na-Hu, Se-Je-Lan, Lo-Yei-We and Le-Shan Stream since 2006.

The increase of fish population in the Lo-Ye-Wei Creek between the censuses in the December of 2011 and 2012 was significant with a total of 1269 fish (0⁺,53%; 1⁺,22%; 2⁺, 25%) in 2012 over 2.5 times the amount of 519 fish (0⁺,49%; 1⁺,45%; 3⁺, 6%) in 2011. And the natural habitat area expansion was also found to increase to the downstream area (the Yousheng Stream) of about 2 Km long in which 416 fish were carried, in the December 2012, which equaled approximately 12 times of the total amount of fish (35) census in the same time of the year 2011. However, the results of neither of the two small upstream creeks, the Gon-Gamin (2 fish), and the Gon-Bkuli (5 fish), of Se-Je-Lan stream nor the other Le-Shan Creek (0 fish) were successful.

There were no significant differences among the main effects of yc (Year class), lo (Location) and sn (Season) through factorial analyses upon the SGR (Specific growth rate) values compared. However, significant differences among different year classes of fish compared on the values of CF (Condition factor) were observed with the 2010 ych (Age 22 months, hatchery) showing the highest and the 2007 ycr (Age 46 months, released) the lowest. The highest value for CF was observed in June, while in February the lowest. The hatchery reared fish exhibited the highest CF value which was significant among the four locations compared, while there were no significant differences among the rest three locations on the CF values compared.

It was concluded that the continuing releases of fish to Se-Je-Lan Stream and Le-Shan Creek for two more years due primary to the quality of the habitats must still be in good shape (covered in the other sections of this report) are recommended. The riparian vegetation manipulation as a long term solution in the habitat improvement around the downstream area of the Yousheng Stream for further expansion of salmon population is also suggested.

Keywords: Taiwan landlocked salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*),
release, population census, Se-Je-Lan Stream, Lo-Yei-We Creek,
Yousheng Stream, Le-Shan Creek

一、前言

(一)放流原因、目的與策略

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、司界蘭溪、七家灣溪及有勝溪等支流都曾是它的棲息地，其中又以司界蘭溪及七家灣溪的數量最多 (Kano, 1940)。到了 1984 年，鮭魚的分佈只剩下七家灣溪約五公里左右的溪段 (林曜松等, 1988)。

據前幾年調查發現七家灣溪中的臺灣櫻花鉤吻鮭的野生族群已逐漸趨於穩定(曾晴賢, 2008, 2009, 2010)，期間雖遭受颱風的影響呈現些微的波動，2010 年秋季調查還有 4100 多尾鮭魚，若七家灣溪遭逢不可抗拒之災害，會有滅絕的危機。為了避免此危機，首要工作為建立能夠獨立延續健康物種的衛星族群，來進行放流。而欲有效拓展建立衛星族群，則在進行放流工作前須謹慎地評估合適的放流溪段，針對水質、食餌、溪流地形、人為影響等進行相關評估。

而影響放流成功的最重要因素為天災，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(曾等, 2000)。司界蘭溪及南湖溪的主流受颱風及洪水的影響，導致溪流環境劇烈變化，影響放流鮭魚族群的活存(黃 2007, 2008, 2009)，故 2009 年選擇受颱風影響較小的羅葉尾溪及司界蘭溪支流第二野溪做為放流點，以期能增加放流族群的活存率。放流效果更須持續監控放流溪段的環境變化與鮭魚族群結構與數量的變化。

(二)文獻回顧

(1)放流溪流介紹

司界蘭溪 (Se-Je-Lan river)

又名蘇七蘭溪、四季朗(蘭)溪。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,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。2010年於司界蘭溪之第一野溪(Gon-gamin)及第二野溪(Gon-bkuli)兩條支流施行放流。

南湖溪 (Nan-Hu river)

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)等中央脊山北側。為大甲河流域中最大支流,其上源來自耳無溪及米米拉喜溪,其中耳無溪發源於無名山,在節孝東南方注入南湖溪,本溪在環山部落西南2公里處匯入大甲溪。

伊卡丸溪 (I-Ka-Wan river)

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臺七甲線65公里處與合歡溪及南湖溪會流,始稱大甲溪。1985年之前,本溪段鮭魚的活動頻繁。

羅葉尾溪 (Lo-Yei-We creek)

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,經過思源埡口,在武陵農場與七家灣溪匯流入大甲溪。全長約10.5公里。羅葉尾溪是有勝溪的上游,全長約四公里。據南山原住民描述,本溪段原本就有鮭魚,為重要的狩獵區域。目前放流的區段為羅葉尾溪入口上溯1500公尺間之河段。

樂山溪 (Le-Shan creek)

樂山溪在大小劍山以東,屬於大甲溪上游的其中一條支流。計畫中唯一

的非歷史放流溪流，也是最近一次放流的溪流。放流位置約在大甲溪匯流口上溯兩公里左右再往上游延伸 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。

(2) 歷年放流結果

過去在司界蘭溪主流所放流的臺灣櫻花鉤吻鮭幼苗(吳祥堅，2000)，曾於 2002 年仍有發現零星魚隻，但因後續調查並未持續進行，成效難以評估(曾晴賢等，2003)。2006 年，調查司界蘭溪及南湖溪，均未發現鮭魚蹤跡(黃沂訓，2006)。

本計畫延續臺灣櫻花鉤吻鮭人工放流評估及調查，自 2006 年起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(黃沂訓，2006，2007，2008)，連續三年分別在司界蘭溪、南湖溪及伊卡丸溪中進行放流(圖 4-1、圖 4-2、圖 4-3)。2006 年在司界蘭溪及南湖溪各放流 250 尾；2007 年在司界蘭溪放流 160 尾，南湖溪放流 315 尾；2008 年在伊卡丸溪放流 300 尾魚苗(表 4-1)。放流後鮭魚的存活，皆在颱風季過後會大幅下降，甚至沒有發現鮭魚的蹤跡(表 4-2)。而之後 2009 年的放流考量到支流可能受颱風的影響較小的關係，在 6 月 26 日在羅葉尾溪(圖 4-4)及司界蘭溪支流各放流 150 及 100 尾鮭魚(18 月齡)。而在經歷過 2009 年夏季颱風季後，8 月份調查羅葉尾溪及司界蘭溪放流點在經過颱風之後都還能有一半以上的活存。於是在 2010 年 5 月份對羅葉尾溪以及司界蘭溪第二野溪再度施行放流作業，並增加了司界蘭溪第一野溪放流點，分別放流了 350 尾、120 尾和 180 尾稚鮭(5 月齡)，以求族群數量的增加。在 2012 年 10 月調查羅葉尾溪鮭魚總數量為 1269 尾，而司界蘭溪第一和第二野溪分別為 5 尾和 2 尾，其中羅葉尾溪的 2010 年放流 2009 年級群有 123 尾，而司界蘭溪第一和第二野溪分別有 1 尾和 2 尾。

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，2008、2009、2010)之外，還有在羅葉尾溪於 2009 年與 2010 年放

流的鮭魚有效的形成具有前述功能的衛星族群。而自 2006 年到 2008 年放流於南湖溪與司界蘭溪的鮭魚則未能形成有效的衛星族群。

二、材料與方法

(一)放流方法

2011 年 11 月施行放流 22 月齡亞成魚，其平均體長為 21.8 公分，運魚袋規格為 $65 \times 32 \times 30 \text{ cm}^3$ ，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 250 公克，分別置於袋底及側邊，內袋水量 15 公升，每個運魚袋裝 10 尾鮭魚，在魚袋內灌入純氧再將袋口封好避免氧氣外漏，打包好後放入運送專用的背包，再放上運送魚隻的專車，以專車載送至定點後轉乘搬運車至放流點，再改由人力背負運魚袋，步行至各放流點進行放流工作。

(二)標示方法

魚體的標示方法可剪去部分魚鰭，例胸鰭、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，調查時難以鑑定區分為哪一年齡群等，而且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，在 2009 年於羅葉尾溪及司界蘭溪支流放流的 2007 年級群鮭魚為剪去右腹鰭做標示，而 2010 年在羅葉尾溪以及司界蘭溪第一、第二野溪放流的 2009 年級群鮭魚則是剪去左腹鰭，但在 2011 年樂山溪及伊卡丸放流並無剪鰭，是因那些溪流區段當時並無鮭魚的蹤跡，故以此。

(三)放流地點與時間

2011 年 11 月 03 日，於松茂部落大甲流域的樂山溪放流鮭魚 100 尾，座標為 N $24^{\circ}17'47.42$ 、E $121^{\circ}14'43.69$ 海拔 1674 m，11 月 04 日於環山部落大甲流域的伊卡丸溪 N $24^{\circ}19'55.35$ 、E $121^{\circ}17'35.52$ 海拔 1626 m，也放流 100 尾。鮭魚皆為 22 月齡，平均體長 21.8 公分，平均體重 111.2 克。

(四)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，所以在樣區設置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，故還會選擇適合地形做為鮭魚繁殖場的樣區。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。2012 年的調查樣區是持續 2011 年所設置的樣區進行調查。

司界蘭溪

第一野溪(Gon-gamin)

從支流與主流的匯流點往上 250 公尺為樣區（圖 4-5）。

第二野溪(Gon-bkuli)

因支流第一放流點趨於主流，所以樣區設置必須以第一放流點再往下 500 公尺接近司界蘭溪主流的位置，而上游與 2009 年的樣區設置範圍一樣（圖 4-5）。

羅葉尾溪

羅葉尾溪調查樣區設定在入口處往上游 1 公里的溪段，和 2010 年 11 月份新放流點往上 500 公尺作為觀察樣區(圖 4-6)。而下游有勝溪樣區於羅葉尾溪入口處以下延伸約 2 公里的有勝溪河段，包括南湖登山口野溪約 150 公尺的河段作為延伸調查樣區(圖 4-7)。

伊卡丸溪

環山部落的吊橋下 N 24 19.352、E 121 17.404，放流點往上下游各 1 公里為樣區(圖 4-5)。

樂山溪

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(圖 4-8)。

(五)放流族群與新生族群的追蹤

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)。放流後以一至兩個禮拜調查的數量為基準，並持續追蹤放流族群於放流溪段的數量及分佈，其間如遇重大事件，例颱風或是豪雨時，事件過後立即調查，即可獲知自然事件對於鮭魚活存的影響。至少每兩個月調查一次。以浮潛目視法 (林和梁, 1997) 調查放流及野生族群數量，並記錄每條溪河區段中不同年齡群、不同體型大小的鮭魚，藉由此法可看出鮭魚棲地的擴散概況和可能適合鮭魚生存的區域，並於繁殖季觀察有無配對追逐的行為出現，推斷是否可能會有野外新生族群產生，以此種方法可避免對國寶魚有直接性的傷害。而每次的調查都在同樣設定好的樣區進行調查或採樣。

(六)放流族群成長情形

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(SGR)分析區間日成長，並計算肥滿度(CF)，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

$$CF = W/L^3$$

W：體重

L：體長

三、結果

(一) 鮭魚族群結構及數量調查

司界蘭溪

第一野溪(Gon-gamin)

2012 年 10 月份的調查中，2010 年放流 2009 年級群有 2 尾(活存率 2%)。司界蘭第一野溪自 2010 年放流鮭魚後未見過野外新生族群 (表 4-4)。

第二野溪(Gon-bkuli)

2012 年 10 月份的調查中，2009 野生年級群 3 尾，2010 年放流 2009 年級群有 1 尾(活存率 2%)，2010 野生年級群有 1 尾(表 4-4)。

2012 年 10 月份各年級群組成之數量百分比為：2⁺成鮭 80% (2009yc2009w 60%，2009yc2010r 20%)，1⁺亞成鮭(2010yc2010w) 20%(圖 4-9)。

羅葉尾溪

2012 年 10 月份的調查中，2009 野生年級群有 193 尾，2010 年放流 2009 年級群有 123 尾(活存率 85%)，2010 野生年級群有 279 尾，2011 野生年級群有 674 尾 (表 4-3)。

2012 年 10 月份各年級群組成之數量百分比為：2⁺成鮭 25% (2009yc2009w 15%，2009yc2010r 10%)，1⁺亞成鮭(2010yc2010w) 22%，0⁺稚鮭(2011yc2011w) 53% (圖 4-10)。

2012 年 10 月羅葉尾溪下游的有勝溪調查樣區分三段，上游有 289 尾，中游有 90 尾，下游有 37 尾，而羅葉尾溪的鮭魚數量有 852 尾 (圖 4-7)。

伊卡丸溪

2012 年 10 月份的調查中，2011 年放流 2009 年級群有 10 尾，伊卡丸溪中的鮭魚數量普遍稀少甚至沒有 (表 4-5)。

樂山溪

2012 年 4 月調查發現 14 尾，2011 年放流 2009 年級群有 10 尾，2011 野生年級群有 4 尾。但 2012 年 10 月調查沒有發現任何魚隻 (表 4-5)。

(二)成長

(1)體型

司界蘭溪

第一野溪(Gon-gamin)

2012 年 10 月調查成長情形中，2010 年放流 2009 年級群(2⁺)平均體長 19.85±3.04 公分，平均體重 76.1±36.91 (表 4-6)。

第二野溪(Gon-bkuli)

2012 年 10 月調查成長情形中，2009 野生年級群(2⁺)平均體長 21.7±1.9 公分，平均體重 101.15±31.32 公克，2010 年放流 2009 年級群(2⁺)平均體長 19.0±0 公分，平均體重 73.4±0 公克，2010 野生年級群(1⁺)平均體長 16±0 公分，平均體重 37.8±0 公克 (表 4-6)。

羅葉尾溪

2012 年 10 月調查成長情形中，2009 野生年級群(2⁺)平均體長 23.84±2.23 公分，平均體重 119.13±32.17 公克，2010 年放流 2009 年級群(2⁺)平均體長 21.47±3.43，平均體重 89.52±47.54，2010 野生年級群(1⁺)平均體長 17.6±1.23、平均體重 52.41±12.28，2011 野生年級群(0⁺)平均體長 11.1±1.81、平均體重 13.53±7.27。(表 4-6)

(2)日成長率(SGR)與肥滿度(CF)

在羅葉尾溪的總 SGR 追蹤中，2009 年放流 2007 年級群的值為 0.00171，2009 野生年級群的值為 0.00297，2010 年放流 2009 年級群的值為 0.00295，2010 野生年級群的值為 0.00363，2011 野生年級群的值為 0.00555。而在司界

蘭溪的總 SGR 追蹤中，第一野溪的 2010 年放流 2009 年級群的值為 0.00329，第二野溪的 2009 年放流 2007 年級群的值為 0.00061，2009 野生年級群的值為 0.00302，2010 年放流 2009 年級群的值為 0.00347，2010 野生年級群的值為 0.00240 (表 4-9)。

針對羅葉尾溪與司界蘭第一、二野溪於各年級群作 SGR 值變化調查圖，羅葉尾溪的 SGR 值間隔約為 4 個月，而司界蘭第一、二野溪則約為 6 個月(圖 4-11、4-12)。

整理至 2012 年 10 月各樣區的 SGR 值，針對年級群、地點、季節(高、低水溫)進行統計分析。各個年級群之間的 SGR 值無顯著差異，而羅葉尾溪與司界蘭第一、二野溪之間的 SGR 值也無顯著差異，季節(高、低水溫)的 SGR 值也是無顯著差異(表 4-7)。

整理至 2012 年 10 月各樣區鮭魚的肥滿度，針對年級群、地點、月份進行統計分析。在年級群之間，孵化場的 2010 年級群肥滿度最高，除孵化場的 2009 年級群，與其他年級群都有顯著差異，而 2009 年放流的 2007 年級群肥滿度最低，與孵化場的 2009、2010 年級群有顯著差異。而在不同地點中，孵化場的肥滿度最高，與羅葉尾溪和司界蘭第一、二野溪都有顯著差異，而場外歷史溪流間無顯著差異。在各月份間，6 月份的肥滿度最高，與 2 月份有顯著差異，而 2 月份肥滿度最低 (表 4-8)。

四、討論

今年調查羅葉尾溪包含下游有勝溪的鮭魚數量，從之前大約維持在 4、500 尾增加到了 1000 尾以上。不只羅葉尾溪的鮭魚數量提升，在下游的有勝溪從之前整段調查數量約在 30 尾，到現在已經有 2、300 尾，這將近 10 倍的增加，主要集中在羅葉尾溪入口處往下游 1000 多公尺內。這結果可看出鮭魚族群往下游移動並擴大牠們的活動範圍。對於臺灣櫻花鉤吻鮭族群，未來可能會將羅葉尾溪與下游有勝溪的樣區分別作探討。2012 年 10 月司界蘭溪第一、二野溪的鮭魚數量，分別為 2 尾、5 尾，數量沒有增加的跡象，也無 2011 年野外新生年級群，可能是環境中水量不足或其他人為因素。在年齡組成之數量百分比中，羅葉尾溪的鮭魚族群比例雖然類似金字塔型，但比司界蘭溪來得更穩定。

樂山溪於今年 10 月調查時，沒有發現任何魚，可能因 8 月的颱風將魚沖走，此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。

自 2012 年起的調查，2007 年級群於各個河段都沒發現到，證實鮭魚活不過 4 歲。羅葉尾溪的 SGR 變化調查圖中(圖 4-12)，發現當年的野外新生年級群比其他年級群成長快速，但隔年成長就減緩，如 2009、2010、2011 野生年級群；2011 年 6 月到 10 月鮭魚成長快速，應是食餌充足，而接著 10 月到隔年 2 月各年級群都呈負成長，應是食餌不足。

不論場內或場外歷史溪流，在各年級群肥滿度的統計分析結果中，2010 年級群(1+)年輕力壯，利於佔據合適地點以便食餌而長胖，因此肥滿度最高，而 2009 年級群(2+)可能是生殖等因素，肥滿度居次，2011 年級群體型雖較小，但活動力充沛，利於尋餌，肥滿度排於 2009 年級群之後，肥滿度最低的則是 2009 年放流的 2007 年級群，. 孵化場優於各歷史溪流的肥滿度，應該是孵化場的鮭魚食餌較充足，且場內環境因子也較穩定，而溪流中的鮭魚常會因環境狀況，如水溫、水量、颱風、棲地變動，而增加耗能。在各月份肥滿度的統計分析結果中，6 月份是肥滿度最高的時候，而 2 月份是最低的時候，

應是水溫影響鮭魚食慾與成長代謝；水溫高時，魚的食慾與成長代謝較佳，水溫低則相反。

五、建議

(1)立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

建議事項：繼續放流司界蘭第二野溪與樂山溪，勿因放流效果不彰而放棄。

(2)長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

建議事項：有勝溪濱岸加強造林活動，以降低水溫，持續回收附近農地以減少農藥污水排入有勝溪，使羅葉尾溪的鮭魚族群擴展至下游的有勝溪。

六、參考文獻

- 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、梁世雄。1997。魚類資源調查技術手冊。農業委員會。台北市。
- 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。
- 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。
- 曾晴賢、楊正雄。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管理處委託研究報告。
- 曾晴賢、楊正雄。2003。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查（六）。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾晴賢、楊正雄。2005。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立櫻花鉤吻鮭族群監測與動態分析。內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 曾晴賢，2007。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。
- 曾晴賢、游智閔、楊正雄，2000。七家灣溪櫻花鉤吻鮭族群數量變動的研究，國家公園學報 10 (2):190-210。
- 葉明峰、張世倉和林斯正，2003。台灣櫻花鉤吻鮭域外放流棲地之評估，內政部特生中心。
- Liao, L. Y., Makiguchi, Y., Chiu, M. C., Nii, H., Nakao, K., Ueda, H. and Huang Y. S. 2011. Local movement pattern and habitat preference of the Taiwan salmon (*Oncorhynchus masou formosanus*) tracked with nano-tag radio telemetry. J. Fish Soc. Taiwan 38(4), 263-275.
- Liao, L. Y., Chiu, M. C., Huang, Y. S. and Kuo, M. H. 2012. Size dependent foraging on aquatic and terrestrial prey by endangered Taiwan Salmon. *Zoological studies* in press
- Howell, B. R. (1994). Fitness of hatchery-reared fish for survival in the

sea.Aquaculture and Fisheries Management 25(Suppl. 1), 3–17.
Kano,T., (1940) . Zoogeographical studies of the Tsugitaka Mountain of
Formosa.Inst.Ethnogr.Res.Torkyo.145pp.

表 4-1、大甲溪上游溪流歷年放流臺灣櫻花鉤吻鮭數量

放流時間	司界蘭溪	南湖溪	伊卡九溪	羅葉尾溪	樂山溪
2006/10	250 (10)	250 (10)	-	-	-
2007/11	165 (11)	315 (11)	-	-	-
2008/03	-	-	300 (03)	-	-
2009/06	100 (18)	-	-	150 (18)	-
2010/05	300 (05)	-	-	350 (05)	-
2010/11	-	-	30 (23)	30 (23)	-
2011/11	-	-	100(23)	-	100(23)

Number (Age by months)

表 4-2、大甲溪上游溪流歷年臺灣櫻花鉤吻鮭族群數量調查

investigation time	司界蘭溪		南湖溪	伊卡丸溪	羅葉尾溪
2006 年 11 月	102 (11)		131 (11)	-	-
2007 年 11 月	114 (11)		243 (11)	-	-
2008 年 11 月	1 (23)		3 (23) (耳無溪)	6 (11)	-
2009 年 10 月	32 (22) (第一野溪)		-	-	64 (22)
2010 年 11 月	第二野溪	第一野溪	-	-	524 (35, 11)
	41 (35, 11)	15 (11)			
2011 年 10 月	18 (46, 22, 10)	6 (22)	-	-	519 (46, 22, 10)

Number (Age by months)

表 4-3、2011 年 2~2012 年 10 月羅葉尾溪臺灣櫻花鉤吻鮭數量調查

investigation time	2007yc2009r	2009yc2009w	2009yc2010r	2010yc2010w	2011yc2011w	total number
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

yc : year class ,r : released ,w : wild born

表 4-4、2011 年 2~2012 年 10 月司界蘭溪臺灣櫻花鉤吻鮭數量調查

investigation time	第二野溪					第一野溪
	2007yc2009r	2009yc2009w	2009yc2010r	2010yc2010w	total number	2009yc2010r
2011.02	2	11	10	-	23	9
2011.04	3	7	6	-	16	8
2011.06	5	17	7	-	29	8
2011.08	2	8	7	6	23	5
2011.10	2	6	4	6	18	6
2012.02	-	5	3	未發現	8	3
2012.04	-	3	2	2	7	2
2012.10	-	3	1	1	5	2

表 4-5、樂山溪與伊卡丸溪臺灣櫻花鉤吻鮭數量調查

investigation time	樂山溪			伊卡丸溪
	2009yc2011r	2011yc2011w	total number	2009yc2011r
2012.04	10	4	14	10
2012.10	未發現	未發現	未發現	-

表 4-6、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			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)
2009yc2009w	2+	15	119.13±32.17	23.84±2.23	3	101.15±31.32	21.70±1.90	-	-	-
2009yc2009r	2+	10	89.52±47.54	21.47±3.43	1	73.40±0.00	19.00±0.00	-	-	-
2010yc2010w	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
2011yc2011w	0+	57	13.53±7.27	11.10±1.81	-	-	-	-	-	-

表 4-7a、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計分析結果 ANOVA table

Source	DF	MeanSquare	F Value	Pr>F
Yrc_Origin	4	1.891x10 ⁻⁰⁵	1.09	0.3836
Site	2	2.14 x10 ⁻⁰⁶	0.12	0.8838
Season	1	2.515 x10 ⁻⁰⁵	1.46	0.2404
Yrc_Origin*Site	3	2.94 x10 ⁻⁰⁶	0.17	0.9152
Yrc_Origin*Season	4	9.16 x10 ⁻⁰⁶	0.53	0.7147
Site*Season	2	1.6 x10 ⁻⁰⁷	0.01	0.9910
Yrc_Origin*Site*Season	3	4.11 x10 ⁻⁰⁶	0.24	0.8689

表 4-7b、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計年級群主效應日成長率(SGR)分析結果

Origin	Mean	Duncan Grouping	N
2011yc2011w	0.005810	A	2
2010yc2010w	0.005067	A	6
2009yc2010r	0.003707	A	15
2009yc2009w	0.002963	A	9
2007yc2009r	0.001192	A	10

Origin: 年級族群

SNK critical range :

2 : 0.005297

3 : 0.005562

4 : 0.005732

5 : 0.005851

表 4-7c、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計地點主效應日成長率(SGR)分析結果

Site	Mean	Duncan Grouping	N
S1	0.004034	A	5
L	0.003267	A	20
S2	0.002983	A	17

Site:放流樣區 ,L:羅葉尾溪 ,S1:司界蘭第一野溪 ,S2:司界蘭第二野溪

SNK critical range :

2 : 0.003911

3 : 0.004106

表 4-7d、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 季節三變因複因子 SGR 統計季節主效應日成長率(SGR)分析結果

Season	Mean	SNK Grouping	N
H	0.003894	A	25
L	0.002286	A	17

Season:季節

H : High temperature period, Apr - Oct

L : Low temperature period, Oct - Apr

SNK critical range :

2 : 0.002709

表 4-8a、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計分析

結果 ANOVA table

Source	DF	MeanSquare	F Value	Pr>F
Yrc_Origin	6	5.45x10 ⁻⁰⁶	4.48	0.0019
Site	3	1.097x10 ⁻⁰⁵	9.02	0.0002
Month	8	1.71 x10 ⁻⁰⁶	1.41	0.2285
Yrc_Origin*Site	3	1.39 x10 ⁻⁰⁶	1.14	0.3475
Yrc_Origin* Month	27	6.9 x10 ⁻⁰⁷	0.57	0.9330
Site* Month	21	1.99 x10 ⁻⁰⁶	1.64	0.0975
Yrc_Origin*Site* Month	17	5.4 x10 ⁻⁰⁷	0.45	0.9607

表 4-8b、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計年級

群主效應肥滿度(CF)分析結果

Origin	Mean	Duncan Grouping	N
2010yc2010h	0.0120660	A	7
2009yc2009h	0.0110572	AB	3
2011yc2011h	0.0103021	BC	2
2010yc2010w	0.0101861	BC	12
2009yc2010r	0.0101079	BC	38
2009yc2009w	0.0100457	BC	27
2011yc2011w	0.0092156	C	5
2007yc2009r	0.0089701	C	26

Origin: 年級族群, h: 孵化場

Duncan critical range :

2 : 0.001308
 3 : 0.001375
 4 : 0.001418
 5 : 0.001450
 6 : 0.001473
 7 : 0.001492
 8 : 0.001507

表 4-8c、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計地點

主效應肥滿度(CF)分析結果

Site	Mean	Duncan Grouping	N
H	0.0115198	A	12
S2	0.0099266	B	12
S1	0.0098173	B	41
L	0.0097316	B	55

Site:放流樣區, L:羅葉尾溪, S1:司界蘭第一野溪, S2:司界蘭第二野溪, H:孵化場

Duncan critical range :

2 : 0.0007251

3 : 0.0007622

4 : 0.0007864

表 4-8d、臺灣櫻花鉤吻鮭歷史溪流族群 x 地點 x 月份三變因複因子 CF 統計月份

主效應肥滿度(CF)分析結果

Month	Mean	Duncan Grouping	N
6	0.0104728	A	12
5	0.0104201	AB	7
1	0.0100548	AB	9
9	0.0100156	AB	12
10	0.0099784	AB	27
4	0.0099310	AB	17
8	0.0099278	AB	12
7	0.0097577	AB	9
2	0.0093743	B	15

Duncan critical range :

2 : 0.000932

3 : 0.000980

4 : 0.001011

5 : 0.001033

6 : 0.001050

7 : 0.001063

8 : 0.001074

9 : 0.001083

表 4-9、羅葉尾溪及司界蘭溪臺灣櫻花鉤吻鮭總 SGR 追蹤

SGR interval time	羅葉尾溪					司界蘭溪				
						第二野溪				第一野溪
	2007yc 2009r	2009yc 2009w	2009yc 2010r	2010yc 2010w	2011yc 2011w	2007yc 2009r	2009yc 2009w	2009yc 2010r	2010yc 2010w	2009yc 2010r
SGR	SGR	SGR	SGR	SGR	SGR	SGR	SGR	SGR	SGR	SGR
2009July~2011Oct	0.00171	-	-	-	-	0.00061	-	-	-	-
2010May~2012Oct	-	0.00297	-	-	-	-	0.00302	-	-	-
2010July~2012Oct	-	-	0.00295	-	-	-	-	0.00347	-	0.00329
2011June~2012Oct	-	-	-	0.00363	-	-	-	-	0.00240	-
2011Feb~2012Oct	-	-	-	-	0.00555	-	-	-	-	-

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

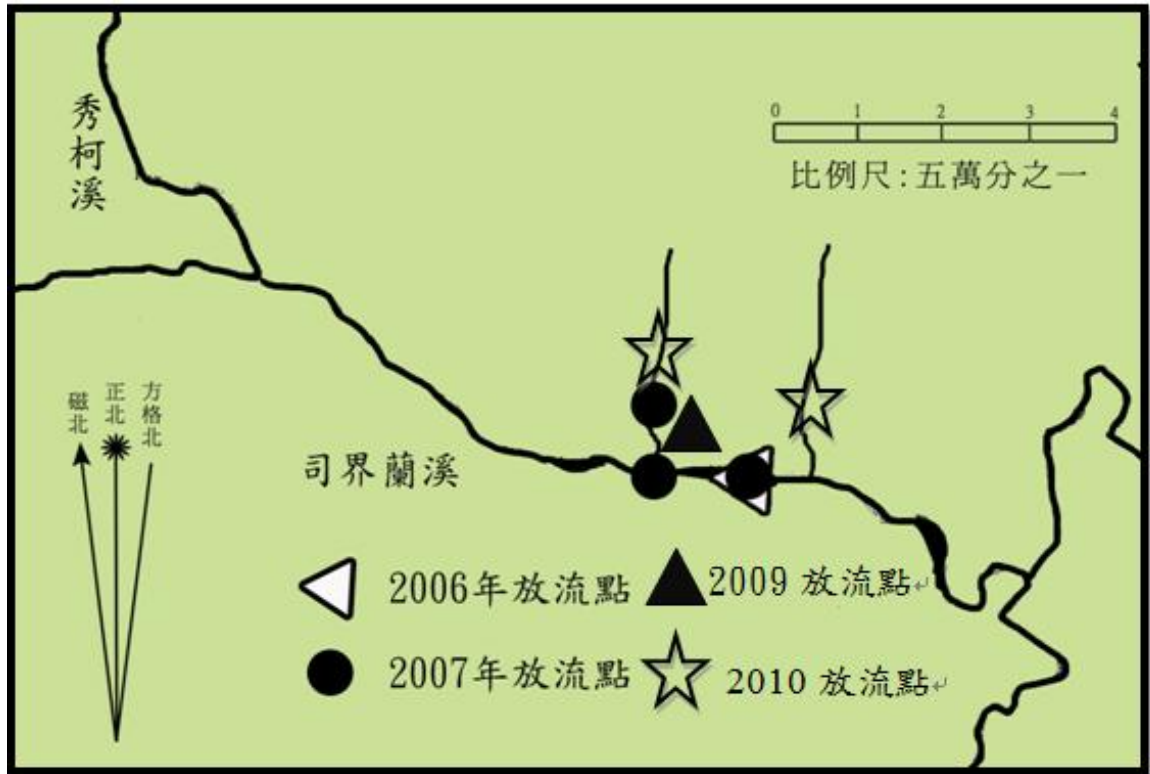


圖4-1、2006、2007、2009及2010 司界蘭溪放流地點 (N 24.19, E 121.16)

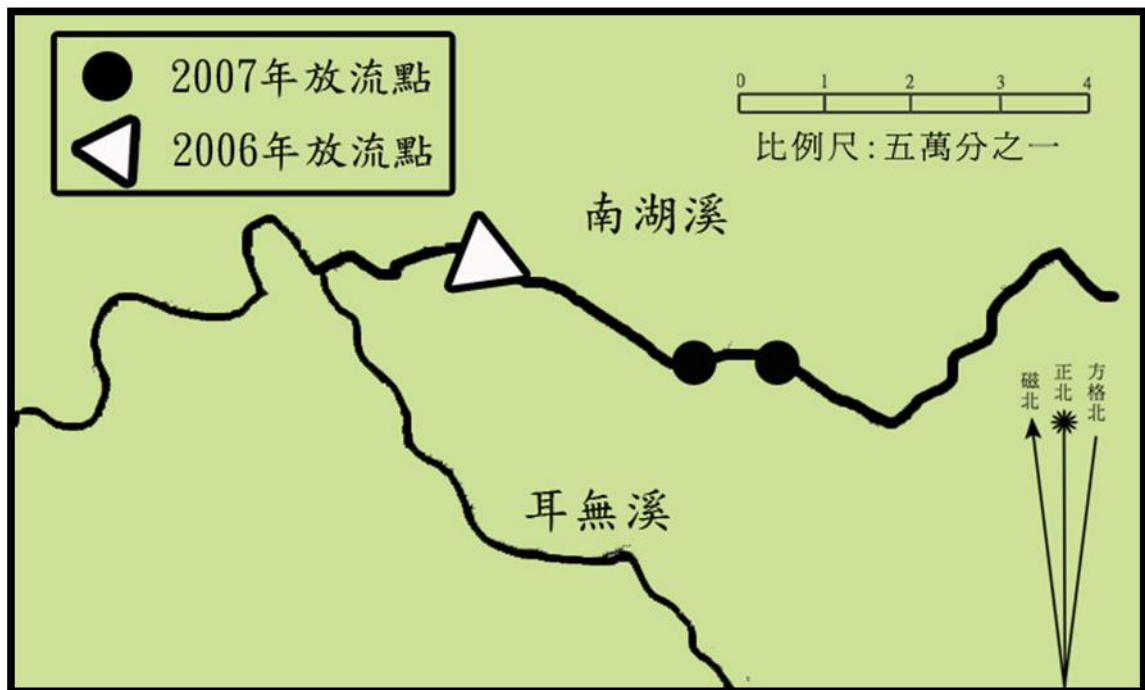


圖4-2、2006、2007 南湖溪放流地點 (N 24.19, E 121.19)



圖4-3、2008伊卡丸溪放流地點 (N 24.19 , E 121.17)



圖4-4、2009及2010年羅葉尾溪放流地點 (N 24.23 , E 121.20)



圖4-5、2012年臺灣櫻花鉤吻鮭溪流調查樣區-司界蘭溪支流以及伊卡九溪



圖4-6、2012年臺灣櫻花鉤吻鮭溪流調查樣區-羅葉尾溪

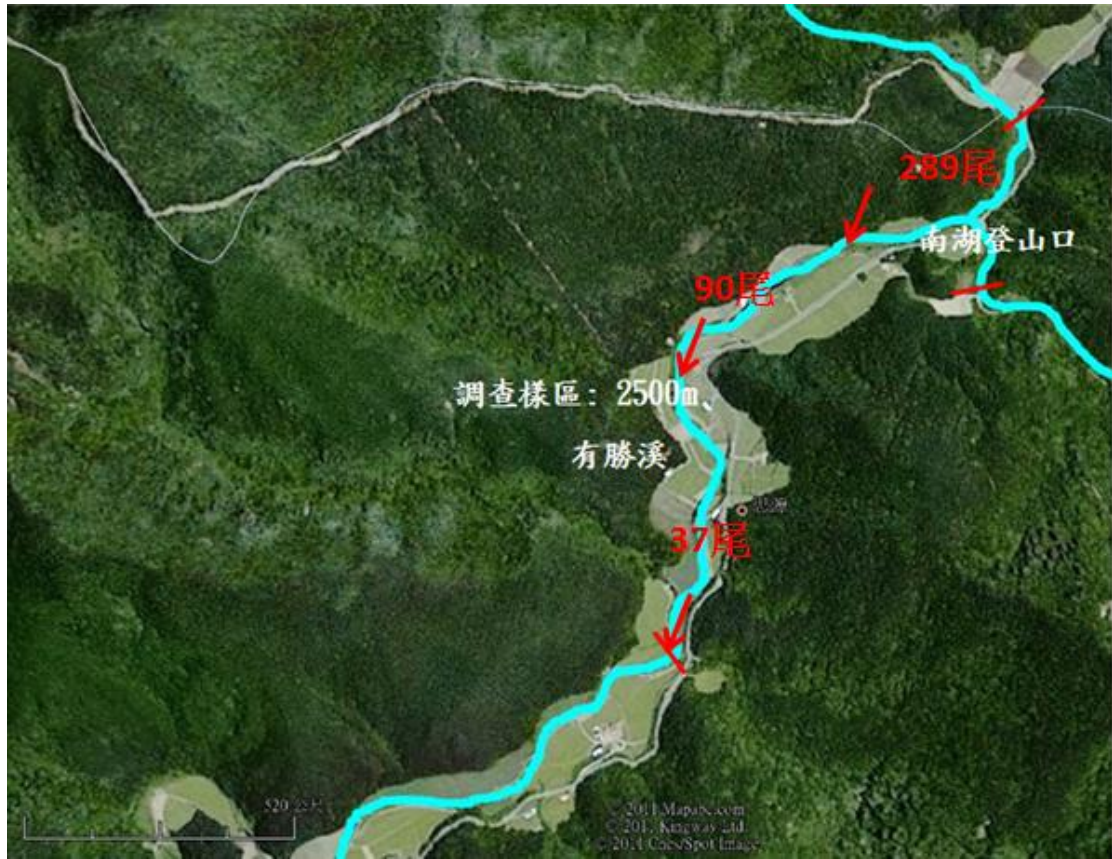


圖4-7、2012年臺灣櫻花鉤吻鮭溪流調查樣區-有勝溪



圖4-8、2012年臺灣櫻花鉤吻鮭溪流調查樣區-樂山溪

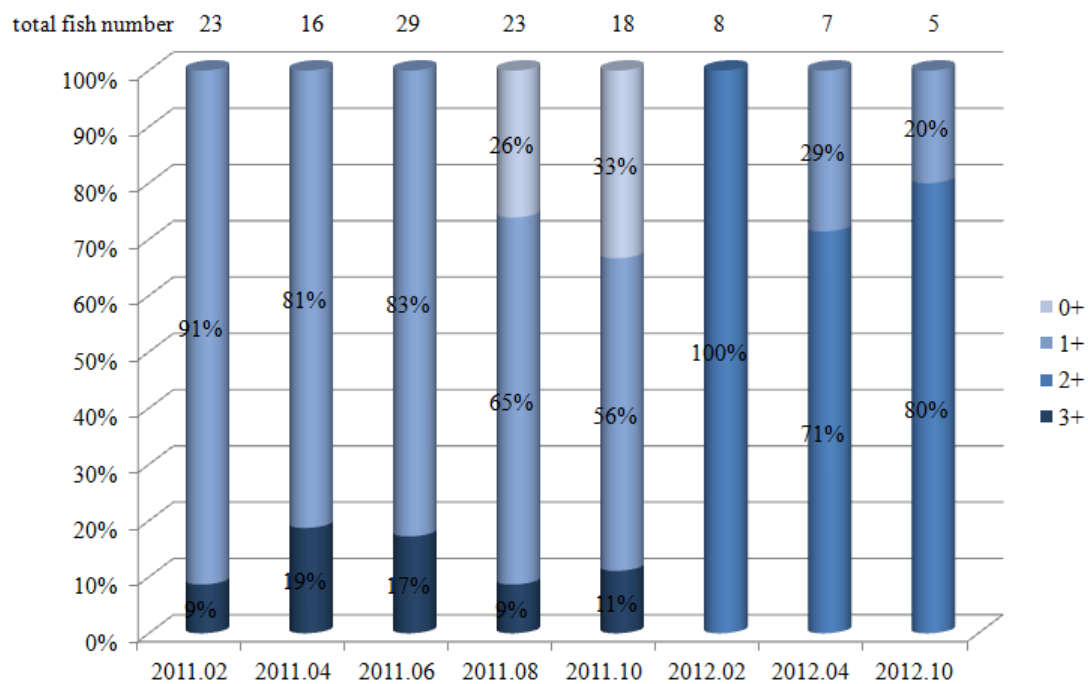


圖4-9、司界蘭溪鮭魚各年齡組成之數量百分比(2011.02~2012.10)

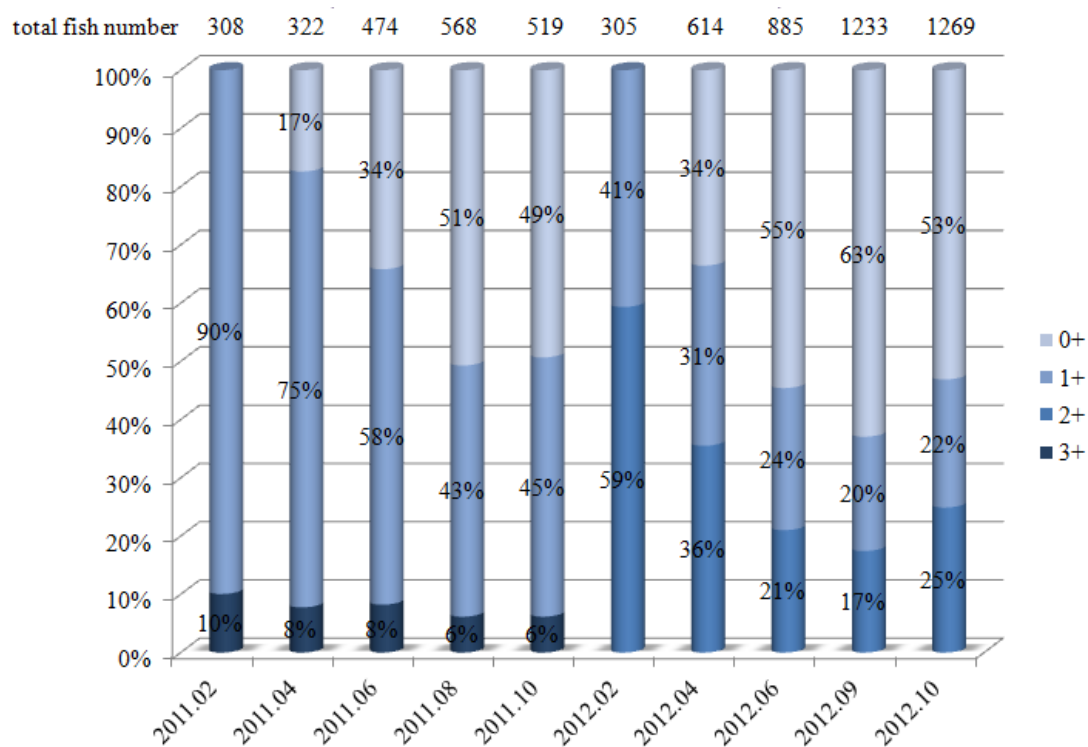


圖4-10、羅葉尾溪鮭魚各年齡組成之數量百分比(2011.02~2012.10)

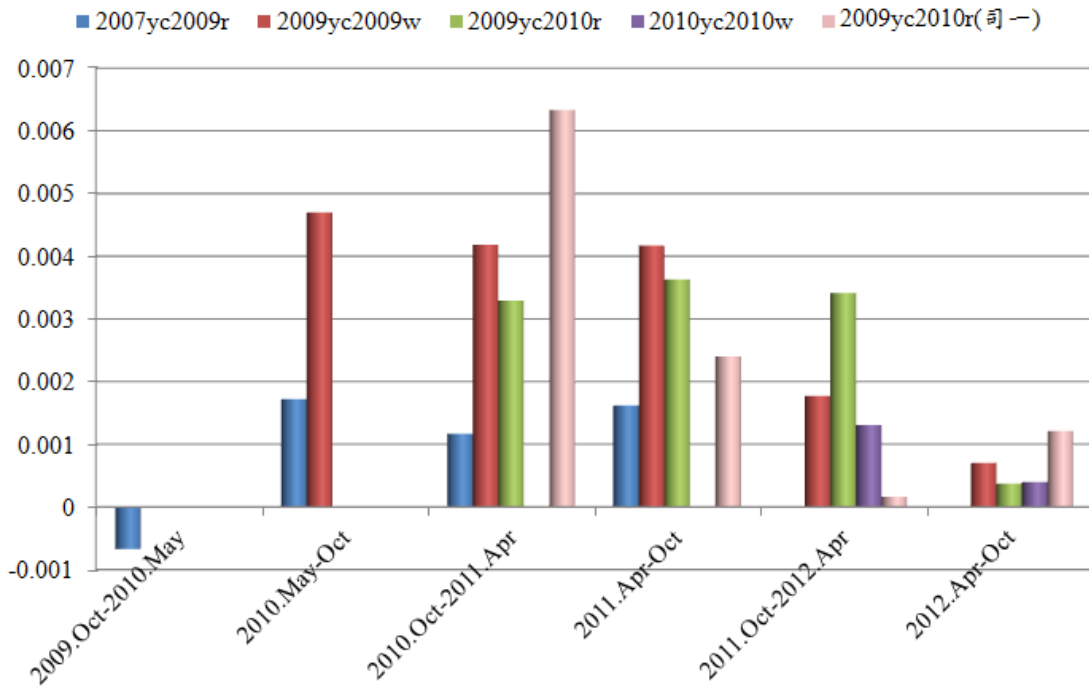


圖4-11、司界蘭溪鮭魚各年級群之SGR變化調查(2009~2012年)

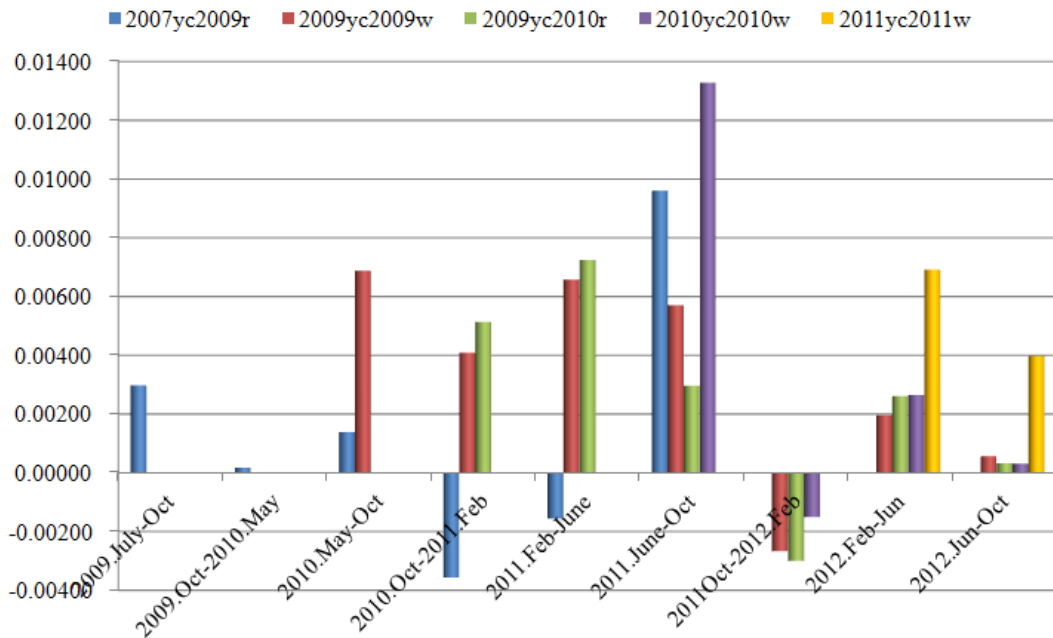


圖 4-12、羅葉尾溪鮭魚各年級群之 SGR 變化調查(2009~2012 年)

第五章 濱岸植群監測

蔡尚惠、廖冠茵

環球科技大學環境資源管理系

摘要

關鍵詞：濱岸植群、生物多樣性、種豐富度、動態、放流

一、研究緣起

臺灣櫻花鉤吻鮭屬臺灣所特有的冷水性魚類，原廣泛分布於大甲溪上游各支流，然受到人為間接、直接及氣候與環境改變等自然因素的影響，其生育地與族群規模日益減少，現僅存於七家灣河流域，面臨滅絕的危機。是故本研究之目的即監測大甲溪上游濱岸植群之物種與組成，探究濱岸植群多樣性變化，以做為未來鮭魚放流評估之參考與依據。

二、研究方法及過程

濱岸植群樣區的設置中；分別針對放流點及比較測站，即羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、勝光(#203)、有勝溪下游(#204)、有勝溪收費口(#9)、司界蘭溪第二野溪(#205)、司界蘭溪上游(第一野溪，#10)、司界蘭溪下游(#11)等八個測站，以及潛在放流點伊卡丸溪(#301)、潛在放流點樂山溪(#302)等二處，各設立 2 條線截樣區。

線截樣區的長軸與河道垂直，延伸至左右岸河階或邊坡上，寬度為 25 m，長度則視河階寬度為 10-70 m 之間；各線截樣區內劃分 $5 \times 25 \text{ m}^2$ 的次樣區，進行喬木層之每木調查；再於各次樣區內之靠上游邊界劃分出 2 個 $5 \times 5 \text{ m}^2$ 之小區，進行地被層植物調查，以瞭解濱岸植群的結構與動態。凡樣區內之樹木胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，逐株予以量計胸高直徑，記錄種類；其他胸高直徑小於 1 cm 之喬、灌木、草本、蕨類等則列為地被層，記錄種類與

覆蓋度。

三、重要發現

(一)2012年10月於樣區內共記錄維管束植物52科91屬115種(含種以下分類群)；包含蕨類植物8科12屬14種，裸子植物2科2屬2種，被子植物中雙子葉植物37科68屬89種，而單子葉植物5科9屬10種。比較2011年之20個線截樣區共記錄維管束植物61科127屬172種，而2012年2月則記錄維管束植物58科112屬142種，顯見2012年雨季之洪氾的明顯干擾！此外，由2011~2012年共4次調查結果可知；菊科植物為調查中種數最多者。

(二)以訊息維持度=65%為臨界值，2011年2、10月皆可將地被層區分為廣葉鋸齒雙蓋蕨型、臺灣澤蘭型、艾型、臺灣蘆竹型、五節芒型及臺灣赤楊型等6型；其中2011年2月又另分青楓型，而2011年10月另區分豆瓣菜型、圓果冷水麻型。此外，2012年2月分為五節芒型、艾型、豆瓣菜型、臺灣赤楊型，以及冇骨消型等5型；而2012年10月則區分為艾型、圓果冷水麻型、五節芒型、臺灣澤蘭型及臺灣赤楊型等5型。即以供濾食性水棲昆蟲取食之多樣的C3植物為主，且其中的五節芒型、艾型、臺灣澤蘭型、臺灣赤楊型等即為七家灣溪之長期的濱岸地被層主要植群型。

(三)2011~2012年2月之喬木層多樣性以有勝溪收費口(#9)、羅葉尾溪放流點(#201)測站較高，而2012年10月之喬木層多樣性則以司界蘭溪第二野溪(#205)測站較高。此外，以地被層植物之總種數及種豐富度指數變化而言，測站間($P<0.001$)、不同時期($P<0.001$)、時期及測站間($P<0.001$)具顯著差異；其中以2011~2012年2月之羅葉尾溪放流點(#201)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪(#302)測站之多樣性較高，而2012年10月之南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)測站多樣性較高，其

環境受洪氾沖刷影響較少，故物種數量之維持較其他測站佳；且 2012 年 10 月所調查之地被層多樣性較 2011~2012 年 2 月為低。

四、主要建議事項

(一)立即可行之建議：外來歸化種植物入侵潛力的監控

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：林務局、退輔會、臺中市政府

建議事項：加拿大蓬、豆瓣菜、大扁雀麥、鬼針、白花三葉草及黃菽草等地被層優勢外來歸化種植物，確實具有入侵濱岸植群的潛力，特別是靠近人為干擾區域，然極少出現於羅葉尾溪放流點(#201)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪 (#302)測站。因此，建議對外來歸化種植物入侵潛力仍應加以監控。

(二)立即可行之建議：有勝溪全溪段復育臺灣櫻花鉤吻鮭及其棲地

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：林務局、退輔會、臺中市政府

建議事項：配合雪霸國家公園轄區東部之中央山脈生態保育廊道的規劃，基於生態復育的原理，結合本研究之相關成果及七家灣溪長期復育監測的經驗，進行有勝溪全溪段復育臺灣櫻花鉤吻鮭及其棲地。此外，建議未來可再針對境外放流測站之濱岸植群估算其生物量及生產量！

(三)立即可行之建議：臺灣櫻花鉤吻鮭境外放流之棲地評估

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：林務局、退輔會、臺中市政府

建議事項：綜合濱岸地景監測，以及為期二年之濱岸植群的組成與結構之分析結果，以可穩定水溫，以及提供食物來源之適當的臺灣櫻花鉤吻鮭境外放流棲地而言；羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪(#302)等測站應較為合適。惟實際放流作業仍需考量人、物力之成本，以及妥切的放流策略！

Abstract

Oncorhynchus masou formosanus is an endemic freshwater salmonoid fish to Taiwan. It was used to be widespread in the upper branches of Da-Chia Stream. But the habitats and population decreased day after the day owing to human, climatic, and environmental changes. It only exists in the Cijiawan Stream basin at present and faces the risk for extinction. To make a standard on releasing the salmons, the species and composition of the riparian vegetation in the upper Da-Chia Stream were monitored in this study to discuss the diversity changes.

There were 8 fixed stations, Luoyewei River Releasing Location (#201), Mt. Nanhu Entrance (#202), Shengkuang (#203), Downriver Yusheng River(#204), Tollbooth by Yusheng River (#9), No. 2 River of Shijielan River (#205), Upriver Shijielan River (#10), and Downriver Shijielan River (#11), and 2 potential releasing stations, Yicawan River (#301) and Leshan River (#302). 2 transect plots were set in every station. The major axis of the plot was perpendicular to the streamway and extended to the river terrace or slope on both banks. The width was 25 m and the length was among 10 to 70 m. Tree investigating was conducted in every 5×25 m² sub-plot sub-plot and ground cover investigating was conducted in the 2 5×5 m² small-plots upper the sub-plot. The trees with DBH(diameter at breast height) more than 1 cm were classified into the overstory, the DBH and species recorded for every single. The others, trees and bushes with DBH less than 1 cm, herbs, and ferns, were sorted into the understory, the species and coverage recorded.

There were 115 species, 91 genera, and 52 families of vascular plants recorded in October, 2012. There were 172 species, 127 genera, and 61 families in 2011, and 142 species, 112 genera, and 58 families in February in 2012. It exposed the huge disturbance from the flood in 2012. Besides, the species amount of Compositae was always the most in the 4 investigating seasons.

According to 65% of threshold limit value of similarity index on the understory, *Diplazium dilatatum* type, *Eupatorium formosanum* type, *Artemisia indica* type, *Arundo formosana* type, *Miscanthus floridulus* type, and *Alnus formosana* type presented in both February and October in 2011. There was more *Acer serrulatum* type in February in 2011, and more *Nasturtium officinale* type and *Pilea rotundinucula* type in October in 2011. There were *Miscanthus*

floridulus type, *Artemisia indica* type, *Nasturtium officinale* type, *Alnus formosana* type, and *Sambucus chinensis* type in February in 2012. There were *Artemisia indica* type, *Pilea rotundinucula* type, *Miscanthus floridulus* type, *Eupatorium formosanum* type, and *Alnus formosana* type in October in 2012. The major component plants were C3 plants served as filtering aquatic insects' food. *Miscanthus floridulus* type, *Artemisia indica* type, *Eupatorium formosanum* type, and *Alnus formosana* type were the long-term vegetation types of the riparian understory of Cijiawan Stream.

The overstory diversities of 2011 to February in 2012 were higher at the Station Tollbooth by Yusheng River (#9) and Station Luoyewei River Releasing Location (#201). However, the overstory diversity of October in 2012 was higher at the Station No. 2 River of Shijielan River (#205).

As to the total species amount and species abundance indices of the understory, there were significant differences in stations ($P < 0.001$), periods ($P < 0.001$), and periods and stations ($P < 0.001$). The diversities at the Station Luoyewei River Releasing Location (#201), the Station No. 2 River of Shijielan River (#205), and the potential releasing location, Station Leshan River (#302) were higher from 2011 to February in 2012. While in October of 2012, the diversities at the Station Mt. Nanhu Entrance (#202), and the Station No. 2 River of Shijielan River (#205) were higher. It was supposed that these stations maintained the species amounts better than others because less effects by flood.

This study comes to some immediate strategies:

1. Monitor the invasion potential of alien naturalized species. *Coryza canadensis*, *Nasturtium officinale*, *Bromus catharticus*, *Bidens bipinnata*, *Trifolium repens*, and *T. procumbens* were found to possess invasive potential to the riparian vegetation, especially in the area with human disturbance. More monitoring and control were suggested.
2. Restore Formosan Landlocked Salmon and their habitat in the whole section of Yusheng River. Based on the restoration ecology, it was suggested to combine the plan of the conservation corridor on the Central Mountain Range and the monitoring experience on Cijianwan Stream for long-term restoration to restore Formosan Landlocked Salmon and their habitat in the whole section of Yusheng River. Estimating the biomass and production of the riparian vegetation at the releasing stations out of the area under the authority is

noticeable.

3. Estimate the releasing location out of the area under Shei-Pa National Park Headquarters' control. Through the 2-year-researching results, it was found that the riparian vegetation could help the water temperature stable and provide Formosan Landlocked Salmon food at Station Luoyewei River Releasing Location (#201), Station Mt. Nanhu Entrance (#202), the Station No. 2 River of Shijielan River (#205), and the potential releasing location, Station Leshan River (#302). However, the releasing operation should follow more appropriate strategies.

Key words: riparian vegetation, biodiversity, species abundance, dynamics, releasing

一、前言

臺灣櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)為臺灣特有種(Ho and Gwo, 2010)。此屬臺灣特有的冷水性魚類，因其生物地理與陸封特性，自發現以來即受官方及學界的重視，並享有「天然紀念物」與「國寶魚」的殊榮，原廣泛分布於大甲溪上游各支流，然受到人為間接、直接及氣候與環境改變等自然因素的影響，其生育地與族群規模日益減少，現僅存於七家灣溪流域，面臨滅絕的危機(Kottelat, 1996; Yan, 2000)。所幸積極投入研究保育並已有豐富的成果(農委會等，2000)。為使臺灣櫻花鉤吻鮭族群得以延續，保護森林溪流生態系乃是當務之急，是故欲對溪流生態系進行最有效的經營與管理，必須建立起完善的生態系資料庫，而濱岸生態系(riparian ecosystem)之植群組成(composition)與結構(structure)係為研究生態系動態的重要參數之一。

濱岸生態系為陸、水域生態系相互作用的交界，經常受到干擾而有不同植物群落組合，具有明顯的邊緣效應(edge effect)，其邊界不易確定。而濱岸帶(riparian zone)的寬度及濱岸植群(riparian vegetation)對溪流之影響強度，視溪流、地貌改變、相鄰的森林而異，並與河道改變及水位升降有所關聯(Gregory *et al.*, 1991)。濱岸植群特指生長於濱岸帶之植群，其具有三項主要特徵：一為因位處河道兩側，一般呈現狹長型；再者，由相鄰的生態系向溪流傳送的物質和能量，必然經過濱岸帶，因此，濱岸生態系為典型的開放性系統；三是由於位處陸域與水域的交界帶，常為高地與溪流之間的橋樑(陳吉泉，1996)。

在定期的洪氾(flood)干擾下，濱岸植群多由具有忍受、抵抗干擾能力或為演替初期的植物所組成，而其物種之結構與分布，由地域性氣候、地質構造與過程、濱岸兩側生物和非生物過程等因素所共同影響，並與地形、地貌、土壤、水文、干擾、河流級序(stream order)等密切相關，進而影響濱岸植群的植物組成、結構，亦使濱岸植群呈現鑲嵌狀(mosaic)的分布(White and Greer, 2006)。濱岸帶位於水陸交界，同時受到陸、水域環境的影響，造就濱岸植群

的特殊性，不僅直接影響植群結構與組成，更間接影響生活在濱岸帶的其他生物與環境。是故本研究之目的即監測大甲溪上游濱岸植群之物種與組成，探究濱岸植群多樣性(diversity)變化，並評估濱岸植群對於溪流遮蔭與降溫之效應。

大甲河流域位於雪霸、太魯閣國家公園交界，大部分屬天然林，生物多樣性極為豐富，孕育許多珍貴動、植物；而植群乃為野生動物賴以維生之棲息地。夏禹九(2002a)曾於太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究中，除整理生態廊道概念與國外案例之相關文獻，並進行有勝溪上游空間資料的初步分析；其指出有勝溪上游大、中尺度的資料，過去曾有部分地理資訊資料庫之建立，然缺乏有勝溪上游小尺度調查資料，而小尺度調查資料則是廊道規劃、棲地重建時之重要依據，是故再針對有勝溪動物、植群、土地利用現況及人為活動的頻率等進行調查，以供分析生態廊道需求之參考；且自調查廊道研究區兩側現有國家公園範圍之植群覆蓋與分布情形，特別是天然混交林、人工林之地被，則可供未來廊道設計時之參考(夏禹九，2002b)。

吳海音(2002a)曾調查有勝溪上游動物相，以了解各類動物對不同棲地環境的利用情形，作為評估有勝溪兩岸土地利用對動物棲息與族群間交流之影響的依據，並進行目標(特定)物種(target species)的認定與其生物特徵的需求分析，其研究中探勘研究區目前土地利用狀況、人為活動形式及頻度、未受干擾地之植群類型，以更新並補充現有土地利用圖上研究區的環境屬性，探討廊道內之主要地景要素與配置適合何種物種活動，以供目標物種選取之參考。並建議依據選定之目標物種，在預設廊道研究區二側現有國家公園範圍內，調查其所需的重要棲地特質，特別是植群覆蓋與分布情形；且於研究區內果園與造林地之外的天然混交林，應進行細部植群調查；以及著重於目標物種的棲地、移動需求，規劃適合該物種活動或穿越的棲地，並對現有可能需進行改變之人為活動區域規劃所需之植群復育措施(吳海音，2002b；Breshears, 2006)。

林志融(2004)以山羌(*Muntiacus reevesi*)及有勝溪流域為例，進行棲地適宜性分析，應用於生態廊道規劃之研究。此外，吳海音(2008)亦針對思源埡口進行野生動物監測，其所有陸、水域調查樣站均集中於有勝溪的3站與蘭陽溪的4站；蘭陽溪樣站自上游起分別為可法橋、美優溪、則前橋，而有勝溪樣站自上游起分別為思源二號橋、張良橋、臺七甲 51.5K、雪霸界碑；並沿710林道、720林道與米羅產業道路，往溪流兩側山區增設調查樣站，以調查山區各類陸生動物；除調查水域動物，並進行陸域昆蟲、兩生(且區分為溪流兩生類、樹棲性蛙類)爬蟲動物、鳥類以及哺乳動物調查；於有勝溪流域的調查中發現人為活動對野生動物的影響，即近年來有勝溪沿岸的農作陸續停止，果菜園轉為休耕或植木的復育地，在部分休耕或復育地的周邊，已可見山羌與黃鼠狼(*Mustela sibirica*)的出沒；濱岸的廢耕地及道路兩側種植夠寬的綠帶，可建構為另一形式的廊道(Gurnell *et al.*, 2005; Rood *et al.*, 2005)，將動物導引至在其他路段建設之橫越公路的隧道，有助於動物穿越隔絕，減少動物穿越公路之死亡率(roadkill)。

蔡尚惠等(2009)將雪霸國家公園轄區東部之中央山脈保育廊道內土地利用現況，區分為菜園、果園、人工林、針葉林、針闊葉混交林以及草生地，其中造林面積以臺灣二葉松(*Pinus taiwanensis*)純林為最大；其於樣區內共記錄維管束植物145科440屬898種，其中以薔薇科(Rosaceae)、菊科(Compositae)、蘭科(Orchidaceae)等植物種類為最多；在該研究中，經矩陣群團分析後，將56個植群樣區劃分為13個林型，即臺灣胡桃林型(*Juglans cathayensis* type)、變葉新木薑子林型(*Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* type)、日本槲楠林型(*Machilus japonica* type)、臺灣赤楊林型(*Alnus formosana* type)、臺灣二葉松林型(*Pinus taiwanensis* type)、阿里山榆林型(*Ulmus uyematsui* type)、化香樹林型(*Platycarya strobilacea* type)、楓香林型(*Liquidambar formosana* type)、合歡—長梗紫苧麻—牛奶榕林型(*Albizia julibrissin*-*Oreocnide pedunculata*-*Ficus erecta* var. *beeheyana* type)、柳杉林型

(*Cryptomeria japonica* type)、臺灣杜鵑林型(*Rhododendron formosanum* type)、森氏櫟林型(*Quercus morii* type)及桂竹林型(*Phyllostachys makinoi* type)，並建議應持續進行植群調查，建立原生樹種立地資料，作為該地區進行當地原生樹種植栽依據。因此，進行動、植物相及相關環境因子之長期監測調查，可瞭解大甲溪上游之潛在臺灣櫻花鉤吻鮭棲地的現況，以做為未來鮭魚放流評估之依據。

二、材料與方法

(一)研究地區

主要研究地點以大甲溪上游歷史野放及未來潛在放流之溪流為調查區域。因此，濱岸植群樣區之設置包括歷史放流點及比較測站(圖 5-1)；即羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、勝光(#203)、有勝溪下游(#204)、有勝溪收費口(#9)，以及司界蘭溪第二野溪(#205)、司界蘭溪上游(第一野溪，#10)、司界蘭溪下游(#11)等八處測站，另有潛在放流點伊卡丸溪(#301)、潛在放流點樂山溪(#302)等二處測站。其中羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、勝光(#203)等測站附近，林務局曾於 2004 年就其所屬 39、41、38 林班(海拔高為 1,300~1,800 m)造林；而其栽植樹種為紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)、臺灣櫟(*Zelkova serrata*)、山櫻花(*Prunus campanulata*)、楊梅(*Myrica rubra*)、臺灣紅榨槭(*Acer morrisonense*)。

(二)研究方法

本研究蒐集與研究區相關之空間與屬性資料，包括地理環境、範圍、氣候、地質土壤、造林臺帳、地形圖(1999 年)、航照圖(2000~2011 年)、像片基本圖以及林班圖等資料，經由確定地圖上研究範圍，瞭解區內環境狀況、概略之植群類型，以及土地利用情形。研擬調查路線後，隨即進行區域內之踏勘，進行植群樣區選擇與設置，期瞭解研究區濱岸植群之影響及變化。茲將調查方法說明如下：

1.測站地景監測

廖林彥(2007)指出臺灣櫻花鉤吻鮭具有高度的定棲性(sedentary)；其研究中將 5 尾野生鮭魚放流至原捕捉地點，在第 10~40 天後顯示 75.6~78.3%(n=600)出現在原來 100 m 的捕捉範圍內；另捕捉棲息於深潭區 3 尾野生鮭魚，則發現主要棲息在深潭，並時常以 20、70 m 的短距離，在上、下游往返移動後返回原深潭。故為瞭解植群覆蓋、果菜園、溪面(河道)、裸露地及建地之面積及百分比，將 2010-2011 年的航照圖加以數化；取樣係平行河道，以各測站右岸最近河道處為中心，以此中心東西南北等四向各 100 m 為範圍。

參考 Fujiwara and Saito (2005)藉由固定式攝影機監測地景之變遷，2月及10月對羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、勝光(#203)、有勝溪下游(#204)、有勝溪收費口(#9)、司界蘭溪第二野溪(#205)、司界蘭溪上游(第一野溪，#10)、司界蘭溪下游(#11)，以及潛在放流點伊卡丸溪(#301)、潛在放流點樂山溪(#302)等10個測站進行定點濱岸地景照相監測，以瞭解大甲溪上游濱岸植群之地景變化。

2. 樣區設置與調查

濱岸植群樣區的設置方式，係參考 Hibbs and Bower (2001)於 Oregon Coast 進行之濱岸植群研究。針對歷史放流點及比較測站(圖 5-1)；即羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、勝光(#203)、有勝溪下游(#204)、有勝溪收費口(#9)，以及司界蘭溪第二野溪(#205)、司界蘭溪上游(第一野溪，#10)、司界蘭溪下游(#11)等八處測站，與潛在放流點伊卡丸溪(#301)、潛在放流點樂山溪(#302)等二處測站，分別設置2條線截樣區(圖 5-2)，編號 251-270；樣區的長軸與河道垂直，延伸至左右岸河階或邊坡上，寬度為 25 m，長度則視河階寬度而異，約為 10~70 m 之間；又各線截樣區內再劃分 $5 \times 25 \text{ m}^2$ 的次樣區(sub-plot)，進行喬木層之每木調查，再於各樣區內靠上游處劃分出 2 個 $5 \times 5 \text{ m}^2$ 之小區，進行地被層植物調查。

為瞭解線截樣區地被層的結構與動態，於每年 2 月(乾季)、10 月(濕季)進行監測調查。調查時將植物區分為喬木層(overstory)與地被層(understory)，凡樣區內之樹木胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，逐株記錄種類並予以量計胸高直徑(diameter at breast height, DBH)；其他胸高直徑小於 1 cm 之喬木、灌木、草本、蕨類等皆列為地被層，亦記錄物種並估計地被層植物之覆蓋度(coverage)；植物物種之中文名及學名主要以 Flora of Taiwan 2nd ed., Vol. 6. (Editorial Committee of the Flora of Taiwan, 2003)、臺灣樹木誌(劉業經等, 1994)為依據。

3. 環境因子調查

(A) 海拔高

海拔高(altitude, Alt.)係以全球衛星定位系統(global position system, GPS)掌上型衛星導航儀(GPSmap 60CSx, Garmin)測定樣區所在之海拔高度，並記錄 TM 二度分帶座標值(TMD97)，以標定樣區在圖面之位置。

(B)坡度

坡度(slope, Slo.)係以羅盤儀測出樣區所在坡面之仰角或俯角，若林分樣區為傾斜率不均一的生育地，則取多次測值的平均。

(C)方位與水分梯度

現場以羅盤儀測得樣區或生育地最大坡度所面臨的方向為方位(aspect, Asp.)。本分析方法將方位視為水分梯度(moisture gradient, Mos.)之對應值，以北半球而言，通常西南向最乾燥，東北向最陰濕，故給予 1 (最乾)至 16 (最濕)之相對值(Day and Monk, 1974)。

(D)全天光空域

觀察樣區四周之 12 個固定的方位角，測出遮蔽物之高度角(altitude angle)，然後於研究室以製圖方式，求出未受遮蔽之天空範圍百分率，作為全天光空域(whole light sky, WLS)。本研究為深入瞭解濱岸植群遮蔽對溪流環境的影響，同時量測各測站左、右岸各 3 測點之全天光空域。

(E) 土壤反應

土壤之酸、中、鹼性等性質，稱之為土壤反應，此性質常以 pH 值表之；而 pH 值即為氫離子濃度的負對數(郭魁士，1997)。土壤 pH 值可直接或間接影響土壤之物理、化學、生物特性以及植物生長(胡弘道，1978)，可視為土壤肥力的綜合評估(劉崇瑞與蘇鴻傑，1983)。本研究中之土壤 pH 值的測定，係以土壤和水等比例(1: 1；體積比)混和均勻，待靜置澄清後，以 pH 計(pH meter, PH-207, Lutron)測定之。

(F)生態氣候圖

氣候因子中以氣溫、降水影響植群之變化最為顯著(Walter and Lieth, 1967)，因此，研究中分析鄰近研究區之台電的思源(2)、環山、松茂(2)等氣

象測站(圖 5-3)所收集之雨量、氣溫資料，並以氣溫、降水之二項氣候因子繪製生態氣候圖(ecological climate diagram)。

(三)分析方法

1.物種組成及矩陣群團分析法

原始調查資料之植物種類經編碼建檔後，使用以CLIPPER程式語言所撰寫之程式(COMB.PRG, CLUSTER.EXE)，將其轉換為資料庫格式，求得各物種於各樣區之密度(density)、頻度(frequency)和優勢度(dominance)，再轉換為相對密度(relative density)、相對頻度(relative frequency)及相對優勢度(relative dominance)，而三者加總所得之重要值指數(importance value index, IVI)，即可瞭解各種植物於樣區中所佔之重要性。又地被層植物之重要值指數係為相對頻度、相對覆蓋度(relative coverage)的總和。

矩陣群團分析法(matrix cluster analysis, MCA)係以各植物於各樣區中之重要值指數(IVI)為計算基礎；本研究再利用PC-ORD分析軟體，使用Correlation係數之距離量測，並藉由Ward's Method係數連結樣區間的相似性，製成相似性指數矩陣，根據群團分析之結果，連結各樣區而繪成樹形圖，再依不同訊息維持度(Information Remaining)之臨界值(threshold)，對濱岸植群加以分型。

2.種豐富度分析

本研究以四類的種豐富度指數(species abundance index, SAI)進行分析，指數之求解係以蔡尚惠與呂金誠(2008)採用Visual Basic程式語言，所撰寫開發之「生物歧異度分析系統」(Biodiversity Analysis System, BAS)的套裝軟體運算之，茲將各指數之求算方法臚列如下：

(A)訊息統計指數

即Shannon and Weaver (1949)提出之訊息統計指數(information statistic index，以下稱「Shannon訊息統計指數」， H_{sw} ，式1)。此外，Pielou (1966, 1985)以Shannon訊息統計指數(H_{sw})為骨幹，提出均勻度指數(以下稱「Shannon均勻度指數」， E_{sw} ，式2)。

$$H_{SW} = - \sum_{i=1}^S \left(\frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N} \right) = - \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \ln p_i) \quad (1)$$

式中 S=種數

n_i =第*i*物種所含之個體數

N=總個體數

p_i =第*i*種物種之個體數占總個體數之比例，即各物種之可能率

$$E_{SW} = \frac{H_{SW}}{\ln S} \quad (2)$$

(B)優勢度量測

- a. Berger and Parker (1970)提出一簡易運算的豐富度指數(以下稱「Berger 豐富度指數」， D_{BP} ，式 3)。

$$D_{BP} = \frac{N_{\max}}{N} \quad (3)$$

式中 N_{\max} =最豐富種所含之個體數

- b. Simpson (1949)對無限群落所抽取出的逢機樣本，所求算之種豐富度指數如式(4)所示(以下稱「Simpson 豐富度指數」， D_{SM})。

$$D_{SM} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (4)$$

三、結果與討論

(一)濱岸地景監測及生態氣候圖

將 2010~2011 年正射影像圖進行土地利用型判釋加以數化，取樣係平行河道，以各測站右岸最近河道處為中心，以此中心東西南北等四向各 100 m 為範圍(200x200 m) (圖 5-4~圖 5-13)。而由數化判釋結果得知，各測站皆以植群覆蓋比例為最高，其中羅葉尾溪放流點(#201)測站之植群覆蓋比例為各測站中最高(100.0%)，其次為司界蘭溪第二野溪(#205)測站(96.7%)，最低為有勝溪下游(#204)測站(70.0%)；溪面(河道)比例則以潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站最高(11.1%)，有勝溪下游(#204)測站次之(9.2%)，最低者是羅葉尾溪放流點(#201)測站(0.0%)；裸露地比例以司界蘭溪上游(#10)測站(25.3%)為最高；果菜園僅勝光(#203)測站有分布(16.2%)；建地比例則以南湖登山口(#202)測站最高(5.4%)。綜上而言，羅葉尾溪放流點(#201)測站因位於相當鬱閉之環境，故利用正射影像判釋皆為植群覆蓋(表 5-1)。

曾晴賢與楊正雄(2002)分析 1994~2001 年七家灣流域櫻花鉤吻鮭幼魚族群變動，結果發現每年 1~3 月(仔稚魚隱匿期)、10~12 月(繁殖期)之降水量對族群變動影響最大，即此期間若累積月降水量超過 200 mm 以上，則會造成幼魚族群數量的大幅減少！又汪中和(2009)指出降水量大於 380 mm 代表有水患發生，若連續數月低於 100 mm 則為乾旱。依據武陵地區之桃山雨量站(1420P065)資料得知；2005 年 7 月 16~20 日(夏季)海棠(Haitang)颱風之侵襲，使當月降水量達 595.0 mm，單日最大降水量為 297.5 mm，然 2005 年 2 月、8 月之地被層植物的多樣性並無明顯差異，此等說明面對季節性洪水之干擾，濱岸植群具極佳的抗性(resistance)及彈性(resilience)。

本研究利用台電思源(2)氣象測站(41U09) 1964~2011 年之資料所繪製的生態氣候圖(圖 5-14)得知；該地區之乾、濕季明顯，年降雨量為 2,520 mm，降雨多集中於每年的 4~9 月，而以月平均降雨量>100 mm 加以劃分，屬於特濕期(perhumid period, P)；自 11 月後降雨明顯減少，至翌年 3 月為乾燥季節，係屬相對潮濕期(relative humid period, H)，亦是較常發生森林野火之時段；另

年均溫 15.3°C，最高氣溫於 8 月(19.7°C)，最低溫在 1 月(9.1°C)。而由照相監測照片(附錄 5-1)可知，羅葉尾溪放流點(#201)測站於 2011 年 2 月春分時枝葉並未吐新葉，而 2011 年 10 月寒露時則枝葉轉黃綠且尚茂密，2012 年 2 月時已有枝葉吐新芽，2012 年 10 月同樣枝葉轉黃綠且尚茂密；另南湖登山口(#202)測站於 2011 年 2 月春分時地被層因多一年生植物，故地上部皆以乾枯，而 2011 年 10 月寒露時生長茂密枝葉濃綠，2012 年 2 月五節芒(*Miscanthus floridulus*)開始展新葉，2012 年 10 月寒露時五節芒生長茂密。此等測站亦是臺灣櫻花鉤吻鮭放流後，可發現其族群分佈之處！

勝光(#203)測站於 2011 年 2 月時濱岸上植物覆蓋不明顯，2011 年 10 月至 2012 年 2 月植物覆蓋狀況差異不大，2012 年 10 月監測時發現，6~9 月的降雨事件嚴重沖刷濱岸，故而已無植物覆蓋；而有勝溪下游(#204)測站於 2011 年 2 月時水量不多，濱岸上植物覆蓋較少，而 2011 年 10 月可明顯發現有勝溪水量變大，且五節芒覆蓋增加，2012 年 2 月則見加拿大蓬(*Conyza canadensis*)覆蓋增加，2012 年 10 月因洪氾沖刷，濱岸上僅寥寥小草覆蓋；另有勝溪收費口(#9)測站於 2011 年 2 月的照片中顯示，右岸植物覆蓋不多，2011 年 10 月時臺灣赤楊(*Alnus formosana*)生長旺盛，已可清楚看到其覆蓋增加，2012 年 2 月五節芒成為地被層優勢，而臺灣赤楊已長成喬木層，然而，2012 年 10 月時，已成林之臺灣赤楊已多數被洪氾沖走。

由台電環山氣象測站(40F12)1955~2011 年之資料所繪製的生態氣候圖(圖 5-15)得知；該地區之乾、濕季明顯，年降雨量為 2,179 mm，降雨多集中於每年的 2~9 月，而以月平均降雨量>100 mm 加以劃分，屬於特濕期(P)；自 10 月後降雨明顯減少，至翌年 1 月為乾燥季節，係屬相對潮濕期(H)，亦是較常發生森林野火之時段；另年均溫 15.3°C，最高氣溫於 7 月(19.7°C)，最低溫在 1 月(9.1°C)。而屬環山地區之司界蘭溪第二野溪(#205)測站的喬木層植物於 2011 年 2 月時因落葉而可明顯發現枝條，2011 年 10 月時復見枝葉濃密之景象，2012 年 2 月些許喬木尚未展新芽，2012 年 10 月寒露時再見枝繁葉茂；又司界蘭溪上游(第一野溪，#10)測站於 2011 年 2 月時濱岸上礫石裸露，至 2011 年 10 月已被生長旺盛的臺灣赤楊所覆蓋，2012 年 2 月濱岸上的喬木

層臺灣赤楊開始展新葉，2012 年 10 月時濱岸仍為臺灣赤楊林所佔據；另司界蘭溪下游(#11)測站於 2011 年 2 月時的濱岸植物不多，至 2011 年 10 月時則以臺灣赤楊為多，2012 年 2 月臺灣赤楊正展新葉，然 2012 年 10 月濱岸上之地被層植物已被洪氾沖掉。此外，潛在放流點之伊卡丸溪(#301)測站於 2011 年 2 月時，濱岸上植物稀少，至 2011 年 10 月，地被層植物增多，2012 年 2 月可見艾(*Artemisia indica*)、臺灣澤蘭(*Eupatorium formosanum*)等之覆蓋度高(附錄 5-1)，後因放流評估結果不理想，此測站未繼續監測。

由台電松茂(2)氣象測站(40F17) 1971~2011 年之資料所繪製的生態氣候圖(圖 5-16)得知；該地區之乾、濕季明顯，年降雨量為 2,226 mm，降雨多集中於每年的 2~8 月，以月平均降雨量>100 mm 加以劃分，屬於特濕期(P)；自 10 月後降雨明顯減少，至翌年 1 月為乾燥季節，係屬相對潮濕期(H)，亦是較常發生森林野火之時段；另年均溫 15.6°C，最高氣溫於 7 月(21.0°C)，最低溫在 1 月(9.0°C)。研究中之潛在放流點樂山溪(#302)測站即鄰近松茂地區，在 2011 年 10 月時，地被層植物以大莞草(*Scirpus ternatanus*)為主，2012 年 2 月濱岸植物增加，而至 2012 年 10 月濱岸亦因洪氾沖刷而無地被層植物(附錄 5-1)。

(二)矩陣群團分析與植物組成

研究中 10 處測站，共設置 20 個線截樣區，線截樣區之次樣區以左岸為起始，向右岸依序編號(圖 5-2)，線截樣區的基本資料如表 5-2 所示；依照各河段的河階寬度不同，羅葉尾溪放流點(#201)測站之樣區 251 共設立 2 個次樣區，右濱岸為岩壁，左濱岸寬度 4.8 m；同測站之樣區 252 設立 2 個次樣區，左濱岸寬度 3.6 m，而由物理棲地研究得知，春季羅葉尾溪放流點(#201)測站之棲地類型以淺瀨及緩流為主，底質以小型礫石為主。另南湖登山口(#202)測站之樣區 253 設立 8 個次樣區，右濱岸寬度為 2.9 m，左濱岸寬度為 28.2 m；樣區 254 設立 8 個次樣區，右濱岸寬度 2.1 m，左濱岸寬度 26.0 m，而由物理棲地研究得知，春季南湖登山口(#202)測站之棲地類型以緩流為主，深潭次之，底質以小型礫石為主。

勝光(#203)測站之樣區 255 右濱岸寬度為 3.5 m，左濱岸寬度為 3.0 m；樣區 256 左濱岸寬度為 3.4 m，二樣區各設立 2 個次樣區，而由物理棲地研究得知，春季勝光(#203)測站之棲地類型以緩流為主，底質以粗石及卵石為主。此外，有勝溪下游(#204)測站之樣區 257 設立 10 個次樣區，左濱岸寬度為 44.7 m；樣區 258 右濱岸寬度為 1.5 m，左濱岸寬度為 26.0 m，設立 8 個次樣區，而由物理棲地研究得知，春季有勝溪下游(#204)測站之棲地類型以深潭為主，底質以粗石及卵石為主。另有勝溪收費口(#9)測站之樣區 259 設立 6 個次樣區，右濱岸寬度為 8.5 m，左濱岸寬度為 9.2 m；樣區 260 設立 6 個次樣區，右濱岸寬度 4.5 m，左濱岸寬度為 16.3 m，而由物理棲地研究得知，春季有勝溪收費口(#9)測站之棲地類型以淺瀨及緩流為主，底質以粗石及卵石為主。

司界蘭溪第二野溪(#205)測站之樣區 261 設立 2 個次樣區，右濱岸寬度為 3.3 m；樣區 262 設立 3 個次樣區，右濱岸寬度為 4.0 m，左濱岸寬度為 4.2 m，而由物理棲地研究得知，春季司界蘭溪第二野溪(#205)測站之棲地類型以淺瀨及緩流為主，底質以粗石及碎石為主。另司界蘭溪上游(#10)測站之樣區 263 右濱岸為岩壁，左濱岸寬度為 56.5 m；樣區 264 左濱岸寬度為 52.6 m，兩樣區各設立 13 個次樣區，而由物理棲地研究得知，春季司界蘭溪上游(#10)測站之棲地類型以淺瀨為主，底質以卵石、粗石及小型礫石為主。此外，司界蘭溪下游(#11)測站之樣區 265 設立 3 個次樣區，右濱岸寬度 7.5 m；樣區 266 設立 3 個次樣區，左濱岸寬度為 11.1 m，物理棲地研究發現春季司界蘭溪下游(#11)測站之棲地類型以淺瀨為主，底質以粗石及小型礫石為主。綜上得知；司界蘭溪上游(#10)測站之濱岸最寬，其次為南湖登山口(#202)測站及有勝溪下游(#204)測站。

潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站之樣區 267 設立 3 個次樣區，右濱岸寬度為 7.3 m，左濱岸寬度為岩壁；樣區 268 設立 3 個次樣區，右濱岸寬度為 5.4 m，左濱岸為岩壁，物理棲地研究發現；春季潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站之棲地類型上游以深潭為主，下游則以緩流為主，底質以卵石及碎石分布比例較高。此外，潛在放流點樂山溪(#302)測站之樣區 269 設立 2 個次樣

區，右濱岸寬度為 1.1 m，左濱岸寬度為 1.1 m；樣區 270 設立 2 個次樣區，右濱岸寬度為 0.9 m，左濱岸寬度為 0.8 m，而由物理棲地研究得知，春季潛在放流點樂山溪(#302)測站之棲地類型以緩流及淺瀨為主，底質以粗石及卵石為主。

2012 年 10 月於樣區內共記錄維管束植物 52 科 91 屬 115 種(含種以下分類群)；包含蕨類植物 8 科 12 屬 14 種，裸子植物 2 科 2 屬 2 種，被子植物中雙子葉植物 37 科 68 屬 89 種，而單子葉植物 5 科 9 屬 10 種(附錄 5-2)。比較 2011 年之 20 個線截樣區共記錄維管束植物 61 科 127 屬 172 種，而 2012 年 2 月則記錄維管束植物 58 科 112 屬 142 種，顯見 2012 年雨季之洪氾的明顯干擾！此外，由 2011~2012 年共 4 次調查結果可知；菊科植物為調查中種數最多者，因其適應力強，耐受性高，種子結實量多，為孔隙中常見風力傳播或授粉之先驅植物種類，有較佳之散布能力(江政人，2004)。菊科植物亦為臺灣歸化植物中種類最多之前三科之一(張芷熒，2007)。

1. 群團分析

由四期調查結果之群團分析樹形圖(圖 5-17~圖 5-20)得知，以訊息維持度=65%為臨界值，2011 年 2 月可將地被層分為廣葉鋸齒雙蓋蕨型(*Diplazium dilatatum* type)、臺灣澤蘭型(*Eupatorium formosanum* type)、艾型(*Artemisia indica* type)、臺灣蘆竹型(*Arundo formosana* type)、五節芒型(*Miscanthus floridulus* type)、臺灣赤楊型(*Alnus formosana* type)及青楓型(*Acer serrulatum* type)等 7 型；2011 年 10 月將地被層區分為廣葉鋸齒雙蓋蕨型、臺灣澤蘭型、艾型、臺灣蘆竹型、五節芒型、臺灣赤楊型、豆瓣菜型(*Nasturtium officinale* type)、圓果冷水麻型(*Pilea rotundinucula* type)等 8 型；2012 年 2 月將地被層分為有骨消型(*Sambucus chinensis* type)、五節芒型、艾型、豆瓣菜型及臺灣赤楊型等 5 型；2012 年 10 月則將地被層分為艾型、圓果冷水麻型、臺灣澤蘭、五節芒型及臺灣赤楊等 5 型。其中五節芒型、艾型、臺灣澤蘭型、臺灣赤楊型等即為長期七家灣溪濱岸地被層之主要植群型；茲將個植群型分述如下：

(1) 五節芒型

五節芒屬 C4 植物，本型位於河床裸露地上，能快速拓展族群且形成優勢，分布於各線截樣區內之向陽開闊地，本型於 2011~2012 年 4 次調查之矩陣群團分析中皆有出現。本型的優勢物種除五節芒外，尚有小實女貞 (*Ligustrum sinense*)、山薔薇 (*Rosa sambucina*)、艾及外來歸化種大扁雀麥 (*Bromus catharticus*) 等。

(2) 艾型

本型多位於河床裸露地上，大多分布於有勝溪收費口(#9)測站，艾於河床裸露地上適應良好，並能快速拓展族群且形成優勢，分布於各線截樣區內之向陽開闊地或略為潮濕之溪岸邊，本型於 2011~2012 年 4 次調查之矩陣群團分析中皆有出現。本型的優勢物種除艾外，尚有羊蹄 (*Rumex crispus* var. *japonicus*)、木賊 (*Equisetum ramosissimum*)、臺灣何首烏 (*Polygonum multiflorum* var. *hypoleucum*)、火炭母草 (*P. chinense*)、青楓 (*Acer serrulatum*) 小苗及外來歸化種 (alien naturalized species) 加拿大蓬等。

(3) 臺灣澤蘭型

本型樣區多位於河床裸露地上，臺灣澤蘭於河床裸露地上適應良好，並於濕季時能快速拓展族群且形成優勢，為本研究中優勢的地被層植群型，分布於各線截樣區內之向陽開闊地或略為潮濕之溪岸邊，本型出現於 2011 年乾、濕季調查及 2012 年濕季之矩陣群團分析中。本型的優勢物種除臺灣澤蘭外，尚有秋鼠麴草、臺灣何首烏、棒頭草、木賊及外來歸化種加拿大蓬等。

(4) 臺灣赤楊型

本型位於河床裸露地上，臺灣赤楊於河床裸露地上適應良好，並於濕季時能快速拓展族群且形成優勢，為本研究中最優勢的地被層植群型，分布於各線截樣區內之向陽開闊地，本型於 2011~2012 年 4 次調查之矩陣群團分析中皆有出現。本型的優勢物種除臺灣赤楊外，尚有秋鼠麴草 (*Gnaphalium hypoleucum* var. *hypoleucum*)、臺灣何首烏、臺灣澤蘭、五節芒、棒頭草 (*Polypogon fugax*)、木賊及外來歸化種加拿大蓬等。

(5) 臺灣蘆竹型

本型位於較鬱閉潮濕之溪岸環境，臺灣蘆竹(*Arundo formosana*)屬於種子結實量多且生長快速之禾本科植物，能於此環境生長良好且有較高之覆蓋面積，本型僅出現於 2011 年乾、濕季調查之矩陣群團分析中。本型的優勢物種除臺灣蘆竹外，尚有長葉苧麻(*Boehmeria penduliflora*)、咬人貓(*Urtica thunbergiana*)、圓果冷水麻(*Pilea rotundinucula*)、青楓小苗及臺灣崖爬藤等。

(6) 廣葉鋸齒雙蓋蕨型

本型位於較於鬱閉潮濕之環境，廣葉鋸齒雙蓋蕨(*Diplazium dilatatum*)屬於較為大型之蕨類植物，能於此環境形成較高之覆蓋面積，本型僅出現於 2011 年乾、濕季調查之矩陣群團分析中。本型的優勢物種除廣葉鋸齒雙蓋蕨外，尚有臺灣寬葉兔兒風(*Ainsliaea latifolia* var. *taiwanensis*)、光滑菝葜(*Smilax glabra*)、臺灣崖爬藤(*Tetrastigma umbellatum*)、赤車使者(*Pellionia radicans*)及外來歸化種豆瓣菜(*Nasturtium officinale*)等。

(7) 青楓型

本型鄰近溪流岸邊，僅出現於 2011 年 2 月之矩陣群團分析中，多位於開闊裸露地，青楓種子結實量大亦受風媒介，故於溪床上天然下種更新情況良好，本型優勢物種除青楓小苗外，另有尖葉槭(*A. kawakamii*)小苗、樟葉槭(*A. albopurpurascens*)小苗、臺灣赤楊小苗、秋鼠麴草及外來歸化種加拿大蓬等。

(8) 豆瓣菜型

本型樣區多鄰近溪流岸邊，豆瓣菜為外來歸化種，在此研究區域內常見，多半生長於潮濕環境，亦可生長於溪流覆蓋之岸邊，本型出現於 2011 年 10 月、2012 年 2 月調查之矩陣群團分析中，其於濕季時能快速拓展族群且形成優勢，除豆瓣菜為優勢地被外，尚有棒頭草、羊蹄、臺灣澤蘭及木賊等。

(9) 圓果冷水麻型

本型樣區亦多鄰近溪流岸邊，在此研究區域內常見，多半生長於較為潮濕環境，亦可生長於溪流覆蓋之岸邊，本型出現於 2011 年 10 月、2012 年 10 月調查之矩陣群團分析中，其於濕季時能快速拓展族群且形成優勢，除圓果

冷水麻為優勢地被外，尚有臺灣蘆竹、琉璃草(*Cynoglossum furcatum*)、臺灣懸鉤子及咬人貓等。

(10)有骨消型

本型多鄰近溪流岸邊，在此研究區域內常見，多半生長於潮濕環境，亦可生長於溪流覆蓋之岸邊，本型僅出現於 2012 年 2 月調查之矩陣群團分析中，其於濕季時能快速拓展族群且形成優勢，而優勢種除有骨消(*Sambucus chinensis*)外，尚如圓果冷水麻、琉璃草、小椏葉懸鉤子(*Rubus parviaraliifolius*)、臺灣蘆竹、咬人貓及木賊等。

2.優勢種

喬木層植物的重要值指數(IVI)大於 30%者(表 5-3~表 5-6)，地被層植物的重要值指數大於 10%者(表 5-7~表 5-10)獲選為各測站之優勢種植物；茲依各測站分述如下：

(1)羅葉尾溪放流點(#201)測站

此測站之土壤 pH 值為 6.58，與 2012 年 4 月水質之 pH 值 7.5 同為中性。線截樣區 251、252 位於鬱閉森林內之溪流，其左岸全天光空域為 32.0±4.0%，右岸則是 30.0±4.0%，此測站最低水溫為 2 月(約 8°C)，最高溫則是 6 月(約 18°C)，因此，溪流受日照為少，植物生長環境較為潮濕。

2011 年 10 月線截樣區調查左岸之喬木層，樣區 252 以通條木(*Stachyurus himalaicus*)最為優勢；而樣區 251 則以雲葉(*Trochodendron aralioides*)、疏果海桐(*Pittosporum illicioides*)、西施花(*Rhododendron leptosanthurum*)、臺灣赤楊為主。此外，地被層的優勢植物中，樣區 251 為玉山箭竹(*Yushania niitakayamensis*)、間型沿階草(*Ophiopogon intermedius*)；而樣區 252 則以赤車使者、臺灣崖爬藤、華中瘤足蕨(*Plagiogyria euphlebia*)為主；另於二樣區皆屬優勢者為廣葉鋸齒雙蓋蕨、臺灣常春藤(*Hedera rhombea* var. *formosana*)、臺灣寬葉兔兒風。又 2012 年 2 月時因洪氾沖刷，地被層植物僅剩樣區 252 之雲葉、臺灣噴吶草(*Mitella formosana*)、臺灣寬葉兔兒風及擬芟瓦韋(*Lepisorus monilisorus*)等，且因溪流水量大，亦使鄰近溪邊之植物無法生長

而致種數減少。另 2012 年 10 月調查中，樣區 251 之地被層優勢植物為阿里山天胡荽(*Hydrocotyle setulosa*)、裂葉樓梯草(*Elatostema trilobulatum*)，而樣區 252 則以臺灣鱗毛蕨(*Dryopteris formosana*)及山油點草(*Tricyrtis formosana* var. *stolonifera*)為主要優勢種。

(2)南湖登山口(#202)測站

此測站之土壤 pH 值為 5.63 (中酸性)，而 101 年 4 月水質之 pH 值為 7.3 (中性)。線截樣區 253、254 位於南湖登山口對面，其左岸全天光空域為 $47.0 \pm 2.0\%$ ，右岸則是 $46.0 \pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 10°C)，最高溫則是 6 月(約 18°C)。此測站之區內多為五節芒所覆蓋，兩岸河床約寬 40 m。二樣區喬木層植物皆以褐毛柳(*Salix fulvopubescens*)為主要優勢種。此外，2012 年調查中，樣區 253 之地被層植物以小實女貞、小柃葉懸鉤子為主，而於二樣區皆屬優勢者為艾、五節芒等，且 2011-2012 年地被層優勢種皆以艾、五節芒為主。

(3)勝光(#203)測站

此測站之土壤 pH 值為 7.58 (弱鹼性)，而 101 年 4 月水質之 pH 值為 8.4 (中鹼性)。線截樣區 255、256 位於勝光派出所南方，同屬有勝溪流域，其左岸全天光空域為 $51.0 \pm 3.0\%$ ，右岸則是 $48.0 \pm 4.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 10°C)，最高溫則是 6 月(約 21°C)。區內兩旁為石礫，兩岸河床寬約 10 m。

樣區 256 之喬木層優勢植物為阿里山榆(*Ulmus uyematsui*)。此外，樣區 255 之地被層優勢植物則是鵝仔草(*Pterocypsela indica*)、鬼針(*Bidens bipinnata*)及鼠麴草(*G. luteoalbum* subsp. *affine*)，而樣區 256 則是豆瓣菜、咬人貓；另於二樣區皆屬優勢者為加拿大蓬、艾、苦蕒菜(*Sonchus oleraceus*)及臺灣澤蘭等。2011~2012 年之地被層優勢植物皆以艾為主；且比較 2011~2012 年 2 月所調查之地被層植物組成大致相同，惟 2012 年 2 月未調查到外來歸化種植物—大扁雀麥，可能因調查之季節尚未萌芽，另 2012 年 10 月則因洪氾沖刷致濱岸皆無植物覆蓋。

(4)有勝溪下游(#204)測站

此測站之土壤 pH 值為 7.28 (中性)，而 101 年 4 月水質之 pH 值為 8.3 (中鹼性)。線截樣區 257、258 之左岸全天光空域為 $47.0\pm 1.0\%$ ，右岸則是 $48.0\pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 11°C)，最高溫是 6 月(約 22°C)。溪床為大石盤，因調查適逢大雨過後，故溪流變寬，河床變窄。

樣區 257 地被層之優勢植物以艾、臺灣澤蘭、小葉藜(*Chenopodium serotinum*)為主，樣區 258 則以羊蹄為優勢，而二樣區皆屬優勢者則係豆瓣菜、棒頭草及艾。比較 2011~2012 年 2 月之優勢植物的物種組成差異不大，而 2012 年 10 月則因洪氾沖刷致濱岸皆無植物生長。

(5)有勝溪收費口(#9)測站

此測站之土壤 pH 值為 7.31 (中性)，而 101 年 4 月水質之 pH 值為 8.8 (中鹼性)。線截樣區 259、260 係位於武陵農場之收費站旁，其左岸全天光空域為 $36.0\pm 0.0\%$ ，右岸則是 $33.0\pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 10°C)，最高溫為 8 月(約 22°C)。區內兩旁為小面積石礫沈積，兩岸河床寬約 30 m。

樣區 259、260 之喬木層優勢種皆是臺灣赤楊、水麻(*Debregeasia orientalis*)。此外，樣區 260 之地被層優勢植物以羊蹄、狗牙根(*Cynodon dactylon*)、頂芽狗脊蕨(*Woodwardia unigemmata*)及圓果冷水麻為主，而樣區 259 則為鬼針、臺灣赤楊；又於二樣區皆屬優勢者為臺灣蘆竹、木賊、五節芒及艾。2012 年 2 月調查線截樣區左岸之地被層中的臺灣赤楊穩定生長，多數胸高直徑已達 1 cm 之高度，另 2012 年 10 月樣區 259、260 之喬木層優勢種皆是臺灣赤楊，而樣區 259 的地被層優勢種為日本羊茅(*Festuca japonica*)、艾與羊蹄，樣區 260 則是大扁雀麥、羊蹄及木賊。

(6)司界蘭溪第二野溪(#205)測站

此測站之土壤 pH 值為 6.43 (微酸性)，而 101 年 2 月水質之 pH 值為 8.3 (中鹼性)。線截樣區 261、262 係屬較為潮濕之區域，其左岸全天光空域為 $31.0\pm 1.0\%$ ，右岸則是 $34.0\pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 11°C)，最高溫為 10 月(約 16°C)。區內兩旁為小面積石礫沈積，溪岸寬約 10 m。

樣區 261 左、右岸之喬木層優勢樹種為臺灣赤楊、水麻，樣區 262 則以

屏東木薑子(*Litsea akoensis*)及水麻為主；而於二樣區皆屬優勢者係水麻。此外，樣區 261 之地被層優勢植物是頂芽狗脊蕨，樣區 262 則為史氏鱗毛蕨(*D. scottii*)、臺灣山苦蕒(*P. formosana*)、臺灣蘆竹；另二樣區皆屬優勢者為圓果冷水麻、咬人貓。2011~2012 年地被層優勢植物組成差異不大，屬人為干擾甚少之原始環境樣區。

(7) 司界蘭溪上游(#10)測站

此測站之土壤 pH 值為 7.14 (中性)，而 101 年 2 月水質之 pH 值為 8.2 (中鹼性)。線截樣區 263、264 之左岸全天光空域為 $40.0 \pm 0.0\%$ ，右岸則是 $35.0 \pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 11°C)，最高溫是 10 月(約 16°C)。區內右岸係大面積石礫沈積，左岸則為岩壁以及小面積石礫沈積，兩岸河床共寬約 66 m。樣區 263、264 之喬木層優勢種皆為臺灣赤楊；此外，樣區 263 之地被層優勢種為波葉山蚂蝗(*Desmodium sequax*)，又二樣區皆屬優勢者諸如五節芒、臺灣赤楊、臺灣澤蘭、臺灣何首烏、鼠麴草等。

(8) 司界蘭溪下游(#11)測站

此測站之土壤 pH 值為 7.33 (中性)，而 101 年 2 月水質之 pH 值為 8.3 (中鹼性)。線截樣區 265、266 之左岸全天光空域為 $28.0 \pm 2.0\%$ ，右岸則是 $36.0 \pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 11°C)，最高溫是 10 月(約 16°C)。區內右岸為小面積石礫沈積，兩岸河床共寬約 10 m。樣區 265 之地被層優勢種以五節芒、冇骨消、阿里山榆、圓果冷水麻為主，而樣區 266 則是揚波(*Buddleja asiatica*)、臺灣澤蘭、臺灣蘆竹、加拿大蓬等；又二樣區皆屬優勢者為加拿大蓬、艾、臺灣赤楊、臺灣何首烏。然 2012 年 10 月時因洪氾沖刷，濱岸兩旁皆無植物生長。

(9) 潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站

此測站之土壤 pH 值為 7.24 (中性)，而 101 年 2 月水質之 pH 值為 8.4 (中鹼性)。線截樣區 267、268 位於伊卡丸溪中游區域，其左岸全天光空域為 $40.0 \pm 0.0\%$ ，右岸則是 $35.0 \pm 1.0\%$ ，此測站最低水溫為 2 月(約 10°C)，最高溫是 6 月(約 23°C)。區內右岸為小面積石礫沈積，左岸為岩壁深潭，兩岸河床

共寬約 10 m。樣區 267 左岸之喬木層優勢種為臺灣赤楊。此外，樣區 267 之地被層優勢物種以加拿大蓬、臺灣何首烏、棒頭草及臺灣澤蘭為主，樣區 268 則是木賊、羊蹄；而於二樣區皆屬優勢者為臺灣赤楊及艾。伊卡丸溪潛在放流點(#301)測站於 2011 年 2 月調查時之樣區分型均屬艾型，而至 2011 年 10 月調查時，樣區分型包括艾型、五節芒型及臺灣赤楊型，另 2012 年 2 月則為艾型及臺灣赤楊型。

(10)潛在放流點樂山溪(#302)測站

此測站之土壤 pH 值為 5.99 (中酸性)，而 101 年 2 月水質之 pH 值為 7.3 (中性)。線截樣區 269、270 位於樂山溪中游，其左岸全天光空域為 $25.0 \pm 1.0\%$ ，右岸則是 $23.0 \pm 1.0\%$ ，其遮蔽率為所有測站中最高！此測站最低水溫是 4 月(約 13°C)，最高溫為 10 月(約 18°C)。區內左、右岸為小面積石礫沈積，兩岸河床共寬約 10 m。

區內並無喬木層植物。而樣區 267 之地被層優勢種為大莞草、有刺鳳尾蕨(*Pteris setuloso-costulata*)及琉璃草，樣區 270 則以有骨消、白花柳葉箬(*Isachne albens*)為地被層優勢；又於二樣區皆屬優勢者為小柃葉懸鉤子。潛在放流點之樂山溪(#302)測站於 2011 年 10 月調查時之樣區分型皆屬圓果冷水麻型，而 2012 年 2 月則另分為有骨消型，此潛在放流點測站與較少人為干擾之羅葉尾溪放流點(#201)測站及司界蘭溪第二野溪(#205)測站相似，植物組成亦較潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站多樣性為高，然 2012 年 10 月時因洪氾沖刷，使地被層皆無植物生長。

多數測站之土壤 pH 值為中性(pH=6.6~7.3)，此與七家灣溪濱岸監測測站相同。另七家灣溪之觀魚臺(#4)、高山溪(#8)測站之濱岸上，以艾、臺灣赤楊、臺灣澤蘭及五節芒等為地被層優勢種，此與大甲溪上游測站較開闊濱岸之優勢植物相同，若無洪氾作用干擾，陽性植物臺灣赤楊之小苗可穩定快速生長，且可形成臺灣赤楊林以保護溪床。此外，比較蔡尚惠等(2009)進行雪霸國家公園轄區東部之中央山脈保育廊道植群調查之研究，本研究中之南湖登山口(#202)、勝光(#203)、有勝溪下游(#204)、有勝溪收費口(#9)等測站，周邊植群多屬蔡尚惠等(2009)所區分的臺灣二葉松、臺灣赤楊等林型；然本研究之

濱岸植物調查，目前尚未有臺灣二葉松之記錄，喬木類小苗多以臺灣赤楊為主。

本研究發現樣區內的地被層優勢主要為加拿大蓬、豆瓣菜、大扁雀麥，其次是鬼針、白花三葉草(*Trifolium repens*)及黃菽草(*T. procumbens*)等，均為外來種植物；外來種(alien, non-native, non-indigenous, foreign, exotic species；或稱「引進種」, introduced species)包括歸化種(naturalized species；又稱「馴化種」, domesticated species)及栽培種(cultivated species)；吳姍樺(2006)指出武陵地區最優勢的外來歸化種植物為大扁雀麥，其次是野苧蒿(*C. sumatrensis*)、白花三葉草、大花咸豐草(*B. pilosa* var. *radiata*，又稱「大白花鬼針」)及多花黑麥草(*Lolium multiflorum*)。本研究記錄中的外來物種確實具有入侵濱岸植群的潛力，且愈靠近人為干擾區域，此現象愈為明顯，然極少出現於羅葉尾溪放流點(#201)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪(#302)測站。職是之故，未來仍應加以密切注意其拓殖之可能性。

3. 多樣性變化

由表 5-11 之喬木層植物多樣性分析結果得知；2012 年 10 月的調查中，以司界蘭溪第二野溪(#205)測站之總種數(1.8 ± 0.8)最多，而司界蘭溪上游(#10)測站的總株數(53.3 ± 32.0)最多。此外，各測站的 Shannon 訊息統計指數(H_{SW})為 0.0~0.3，Shannon 均勻度指數(E_{SW})為 0.0~0.3；皆以司界蘭溪第二野溪(#205)測站為最高($H_{SW} 0.248 \pm 0.267$, $E_{SW} 0.314 \pm 0.317$)。

Berger 豐富度指數強調植群中之最優勢種，Berger 豐富度指數之下降，即代表優勢種佔總量的比例減少，以及種數之增加，故此與 Shannon 訊息統計指數之變化相反。在本研究中，Berger 豐富度指數(D_{BP})為 0.0~1.0；2011~2012 年以南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)測站較低。此外，Simpson 豐富度指數(D_{SM})為 0.0~0.6；2011~2012 年亦以南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)測站較高。

Whittaker (1972)認為 α 歧異度(alpha diversity)，係指在一定生育地或群落之物種歧異度(species diversity)； β 歧異度(beta diversity)，又稱生育地歧異

度(habitat diversity)，即量測不同梯度變化之各生育地間的種類變化程度和速率；而 γ 歧異度(gamma diversity)泛指一般大尺度生態景觀的歧異度，受 α 歧異度與 β 歧異度之變化所影響。而其中 α 歧異度的求算，又可區分為種豐富度指數(species richness index)與種豐富度指數二類；前者即僅利用種數與總個體數求算，並不考慮到各物種之個體數分配的情形，而後者為考慮到各物種之個體數分配情形的求算方式。一般認為歧異度指數均有其不同的性質，沒有任何一種歧異度指數，可以表現所有不同生物群落的特性，而必須適當選擇數種不同性質之指數進行連續觀測(Peet, 1974; Southwood, 1978; Routledge, 1979; Magurran, 1988, 2004; Hayek and Buzas, 1997)。而 Spellerberg (1994)亦建議最好使用幾種相同性質的歧異度指數，交互對照比較，以免造成結論的誤導。綜上而言，2011~2012 年 2 月之喬木層多樣性以有勝溪收費口(#9)、羅葉尾溪放流點(#201)測站較高，而 2012 年 10 月之喬木層多樣性以司界蘭溪第二野溪(#205)測站較高。

地被層植物對環境的敏感度高，較易受干擾之影響。由表 5-12 之地被層植物多樣性分析結果得知；2011~2012 年各測站的總種數為(5.0~20.0)，2011 年以羅葉尾溪放流點(#201)測站最多(2 月 19.5 ± 3.7 ，10 月 14.8 ± 7.9)，而 2012 年 2 月則以潛在放流點樂山溪(#302)測站最多(24.0 ± 5.5)，2012 年 10 月以南湖登山口(#202)最多(10.7 ± 5.7)。此外，各測站的 Shannon 訊息統計指數(H_{sw})為 1.0~2.9；2011~2012 年 Shannon 訊息統計指數最高者皆為潛在放流點之樂山溪(#302)測站(2.943 ± 0.186)。另 Shannon 均勻度指數(E_{sw})為 0.5~1.0；2011 年 2 月以司界蘭溪第二野溪(#205)測站為最高(0.961 ± 0.007)，而 2011 年 10 月則以羅葉尾溪放流點(#201)測站最高(0.926 ± 0.026)，2012 年 2 月以潛在放流點之樂山溪(#302)測站最高(0.934 ± 0.014)。

Berger 豐富度指數(D_{BP})為 0.1~0.3；2011 年 2 月以司界蘭溪第二野溪(#205)測站為最低(0.119 ± 0.026)，而 2011 年 10 月則以潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站最低(0.139 ± 0.165)，2012 年 2 月以潛在放流點樂山溪(#302)測站最低(0.124 ± 0.021)，2012 年 10 月有勝溪下游(#204)為最低(0.041 ± 0.111)。此外，Simpson 豐富度指數(D_{SM})為 0.4~0.9；2011 年 2 月以司界蘭溪第二野溪(#205)

測站為最高(0.931±0.016)，而 2011 年 10 月以羅葉尾溪放流點(#201)測站最高(0.878±0.070)，2012 年 2 月則以潛在放流點樂山溪(#302)測站最高(0.936±0.010)，2012 年 10 月以南湖登山口(#202)測站為最低(0.637±0.315)。

為瞭解各測站地被層植物之總種數及種豐富度指數變化，並比較 2011~2012 年之差異，本研究使用 SPSS 12.0 進行多變量變異數分析(Multivariate ANalysis Of VAriance, MANOVA)，以瞭解不同時期及測站之差異與否。由多變量顯著性結果得知；測站間($P < 0.001$)、不同時期($P < 0.001$)、時期及測站間($P < 0.001$)具顯著差異。

藉由非同質性假設(Equal Variance not Assumed)的 Dunnett's T3 法進行事後檢定(Post-Hoc Comparison)。南湖登山口(#202)測站之總種數高於勝光(#203)測站($p = 0.003$)、有勝溪下游(#204)測站($p < 0.001$)、司界蘭溪上游(#10)測站($p = 0.002$)及司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.004$)；另司界蘭溪第二野溪(#205)之總種數高於勝光(#203)測站($p = 0.014$)、有勝溪下游(#204)測站($p = 0.010$)及司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.007$)。此外，南湖登山口(#202)測站之 Shannon 訊息統計指數(H_{sw})高於(#203)測站($p = 0.024$)、有勝溪下游(#204)測站($p < 0.001$)、司界蘭溪上游(#10)測站($p = 0.029$)及司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.010$)；而司界蘭溪第二野溪(#205)之 Shannon 訊息統計指數(H_{sw})則高於勝有勝溪下游(#204)測站($p = 0.029$)及司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.018$)；另南湖登山口(#202)測站之 Shannon 均勻度指數(E_{sw})高於勝光(#203)測站($p = 0.046$)、有勝溪下游(#204)測站($p = 0.017$)、有勝溪收費口(#9)測站($p = 0.024$)及司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.016$)。

南湖登山口(#202)測站與司界蘭溪上游(#10)測站之 Berger 豐富度指數(D_{BP})皆高於勝光(#203)測站($p = 0.001$, $p = 0.002$)及司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.005$, $p = 0.001$)。此外，司界蘭溪上游(#10)測站之 Simpson 豐富度指數(D_{SM})高於司界蘭溪下游(#11)測站($p = 0.042$)。綜上得知；南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)測站多樣性較高，其環境受洪氾沖刷影響較少，故物種數量之維持較其他測站為佳。

亦藉由不同調查時期比較可知，2012年10月之總種數低於2011年2月、10月及2012年2月($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)；另2012年2月之Shannon訊息統計指數高於2011年2、10月($p < 0.001$, $p < 0.001$)及2012年10月($p < 0.001$)；又2012年10月之Shannon均勻度指數均低於2011年-2012年2月($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)，而2012年2月之Shannon均勻度指數低於2011年2、10月($p < 0.001$, $p = 0.036$)；此外，2012年2月之Berger豐富度指數高於2011年2、10月及2012年10月($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)；另2012年2、10月之Simpson豐富度指數皆低於2011年2、10月($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.001$)。綜上得知，2012年10月調查之多樣性較其他三期為低，此係雨季之洪氾干擾過後，多數物種遭受沖刷而導致多樣性降低。

四、結論與建議

(一)結論

- 1.2012年10月於樣區內共記錄維管束植物52科91屬115種(含種以下分類群)；包含蕨類植物8科12屬14種，裸子植物2科2屬2種，被子植物中雙子葉植物37科68屬89種，而單子葉植物5科9屬10種(附錄5-2)。比較2011年之20個線截樣區共記錄維管束植物61科127屬172種，而2012年2月則記錄維管束植物58科112屬142種，顯見2012年雨季之洪氾的明顯干擾！此外，由2011~2012年共4次調查結果可知；菊科植物為調查中種數最多者。
- 2.以訊息維持度=65%為臨界值，2011年2、10月皆可將地被層區分為廣葉鋸齒雙蓋蕨型、臺灣澤蘭型、艾型、臺灣蘆竹型、五節芒型及臺灣赤楊型等6型；其中2011年2月又另分青楓型，而2011年10月另區分豆瓣菜型、圓果冷水麻型。此外，2012年2月分為五節芒型、艾型、豆瓣菜型、臺灣赤楊型，以及有骨消型等5型；而2012年10月則區分為艾型、圓果冷水麻型、五節芒型、臺灣澤蘭型及臺灣赤楊型等5型。即以供濾食性水棲昆蟲取食之多樣的C3植物為主，且其中的五節芒型、艾型、臺灣澤蘭型、臺灣赤楊型等即為七家灣溪之長期的濱岸地被層主要植群型。職是之故，建議未來可再針對境外放流測站之濱岸植群估算其生物量及生產量！
- 3.2011~2012年2月之喬木層多樣性以有勝溪收費口(#9)、羅葉尾溪放流點(#201)測站較高，而2012年10月之喬木層多樣性則以司界蘭溪第二野溪(#205)測站較高。此外，以地被層植物之總種數及種豐富度指數變化而言，測站間($P<0.001$)、不同時期($P<0.001$)、時期及測站間($P<0.001$)具顯著差異；其中以2011-2012年2月之羅葉尾溪放流點(#201)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪(#302)測站之多樣性較高，而2012年10月之南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)測站多樣性較高，其環境受洪氾冲刷影響較少，故物種數量之維持較其他測站佳；且2012年10月所調查之地被層多樣性較2011~2012年2月為低。

(二)建議

1.立即可行建議：外來歸化種植物入侵潛力的監控

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：林務局、退輔會、臺中市政府

建議事項：加拿大蓬、豆瓣菜、大扁雀麥、鬼針、白花三葉草及黃菽草等地被層優勢外來歸化種植物，確實具有入侵濱岸植群的潛力，特別是靠近人為干擾區域，然極少出現於羅葉尾溪放流點(#201)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛在放流點樂山溪 (#302)測站。因此，建議對外來歸化種植物入侵潛力仍應加以監控。

2.立即可行建議：有勝溪全溪段復育臺灣櫻花鉤吻鮭及其棲地

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：林務局、退輔會、臺中市政府

建議事項：配合雪霸國家公園轄區東部之中央山脈生態保育廊道的規劃，基於生態復育的原理，結合本研究之相關成果及七家灣溪長期復育監測的經驗，進行有勝溪全溪段復育臺灣櫻花鉤吻鮭及其棲地。此外，建議未來可再針對境外放流測站之濱岸植群估算其生物量及生產量！

3.立即可行建議：臺灣櫻花鉤吻鮭境外放流之棲地評估

主辦機關：雪霸國家公園

協辦機關：林務局、退輔會、臺中市政府

建議事項：綜合濱岸地景監測，以及為期二年之濱岸植群的組成與結構之分析結果，以可穩定水溫，以及提供食物來源之適當的臺灣櫻花鉤吻鮭境外放流棲地而言；羅葉尾溪放流點(#201)、南湖登山口(#202)、司界蘭溪第二野溪(#205)、潛

在放流點樂山溪(#302)等測站應較為合適。惟實際放流作業仍需考量人、物力之成本，以及妥切的放流策略！

五、參考文獻

- 田永柔、鄧書麟、呂福原、何坤益、張坤城，2005。嘉義縣低海拔地區崩塌地先驅植群之調查研究。中華林學季刊 38(1), 49-65。
- 江明喜、鄧紅兵、唐濤、蔡慶華，2002。香溪河流域河岸帶植物群落物種豐富度格局。生態學報 22(5), 629-635。
- 江政人，2004。臺灣中部地區崩塌地植被恢復之研究。國立中興大學森林學系碩士論文，臺中市，61 pp。
- 吳姍樺，2006。淺談生物入侵。林業研究專訓 13(3), 2-3。
- 吳海音，2002a。太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—目標物種的認定與其生物特徵的需求分析。太魯閣、雪霸國家公園管理處研究報告，34 pp。
- 吳海音，2002b。太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—有勝溪上游動物相的調查。太魯閣、雪霸國家公園管理處研究報告，26 pp。
- 吳海音，2008。思源埡口野生動物監測。雪霸國家公園管理處保育研究報告，苗栗縣，111 pp。
- 汪中和，2009。從莫拉克談氣候暖化。中央研究院地球科學研究所週報 1246, 6-9。
- 汪靜明，1994。子遺的國寶—臺灣櫻花鉤吻鮭專集。雪霸國家公園解說教育叢書。雪霸國家公園管理處，苗栗縣，185 pp。
- 林志融，2004。棲地適宜性分析應用於生態廊道規劃之研究—以山羌及有勝溪流域為例。國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文，花蓮市，53 pp。
- 林昭遠，2009。雪山地區高山生態系整合研究—集水區環境資料建置及應用。雪霸國家公園管理處，68 pp。
- 林昭遠、林承漢、周文杰，2005。七家灣溪濱水區植生緩衝帶配置寬度之研究。水土保持學報 37(3), 209-220。
- 邱祈榮、陳信雄、賴彥任，2000。地形效應對於全天光空域影響之研究。臺大實驗林研究報告 14(1), 1-9。
- 邱祈榮、賴彥任、陳信雄，2004。以魚眼影像進行全天光空域模式之驗證。臺大實驗林研究報告 18(4), 273-283。
- 胡弘道，1978。森林土壤學。國立編譯館，臺北市。
- 夏禹九，2002a。太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—有勝溪上游土地利用、

- 人為活動與植被現況的調查。內政部營建署太魯閣、雪霸國家公園管理處研究報告，44 pp。
- 夏禹九，2002b。太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—生態廊道概念與國外案例的整理及有勝溪上游空間資料的分析。內政部營建署太魯閣、雪霸國家公園管理處研究報告，26 pp。
- 徐憲生，2006。七家灣溪濱岸植群監測與地景變遷。國立中興大學森林系碩士論文，臺中市。
- 張芷榮，2007。臺灣地區歸化植物侵略性評估系統之建立。國立中興大學森林學系碩士論文，臺中市，94 pp。
- 張偉顛，1996。以SPOT衛星影像應用於大甲溪事業區林地被覆之變遷偵測。國立中興大學森林學研究所碩士論文，臺中市，114 pp。
- 郭城孟，1995。七家灣溪潛在植被之研究。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- 郭魁士，1997。土壤學。中國書局，臺北市。
- 郭礎嘉，2009。七家灣溪濱岸植群動態。國立中興大學森林學系碩士論文，臺中市，125 pp。
- 陳吉泉，1996。河岸植被特徵及其生態系統和景觀中的作用。應用生態學報 7(4), 439-448。
- 陳志豪、陳明義、陳文民、陳恩倫，2009。合歡河流域植群分類與製圖。林業研究季刊 30(1), 1-15。
- 陳良偉、林幸助、彭宗仁、郭美華、蔡尚惠。2011。以穩定同位素探討臺灣櫻花鉤吻鮭之營養來源及其食物網。農林學報 60(2), 93-107。
- 陳德仁、李金玲、許炳修、陳和田、薛燕璘、呂福原，2007。臺大實驗林沙里仙區楠櫨林帶之臺灣赤楊植群研究。中華林學季刊 40(2), 165-183。
- 陳樹群、趙益群，2008。山區河川漂流木堆積型態之研究—以高山溪集水區為例。第六屆海峽兩岸山地災害與環境保育學術研討會，A-30。
- 曾晴賢，2001。櫻花鉤吻鮭族群監測與生態調查(四)。內政部營建署雪霸國家公園管理處。
- 曾晴賢、楊正雄，2002。七家灣河流域櫻花鉤吻鮭幼魚歷年族群變動與降雨量的關係。國家公園學報 12(2), 111-124。
- 黃婷璟，2004。濱溪植物在推移帶分布狀態及其耐受性適生之研究。中華大學土

- 木工程學系碩士班論文，新竹市。
- 楊樹華、王寶榮、王崇雲、彭明春、朱翔、閻海忠，2006。流域生態系統的生態保護及其數字化管理—以雲南金沙江流域為例，第一版。科學出版社，北京市。
- 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，295 pp。
- 雷祖強，2006。雪霸國家公園生態評估模式之建立—以災害崩塌潛勢與地景干擾為例。雪霸國家公園管理處，苗栗縣，110 pp。
- 廖天賜，1998。臺灣赤楊生態生理之基礎研究。國立中興大學植物學研究所博士論文，臺中市。
- 廖林彥，2007。臺灣鮭魚移動模式之研究。雪霸國家公園管理處，苗栗縣，33 pp。
- 趙偉成，2003。洪水頻率與河畔植生關係之研究於臺灣南部地區。國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，臺南市。
- 劉崇瑞、蘇鴻傑，1983。森林植物生態學。臺灣商務印書館，臺北市。
- 劉業經、呂福原、歐辰雄，1994。臺灣樹木誌。國立中興大學農學院出版委員會，臺中市，925 pp。
- 蔡尚惠、呂金誠，2008。生物歧異度分析系統，第二版。環球技術學院，雲林縣。
- 蔡尚惠、林志銓、黃立彥、呂金誠、歐辰雄、吳聲海，2007。惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林之種豐富度指數分析。中華林學季刊 40(3), 287-300。
- 蔡尚惠、徐憲生、呂金誠，2010。七家灣溪濱岸植群之組成與結構。林業研究季刊 32(1), 19-38。
- 蔡尚惠、郭礎嘉、曾喜育，2011。2005-2008年七家灣溪濱岸植群之生物多樣性研究。台灣生物多樣性研究 13(4), 269-283。
- 蔡尚惠、郭礎嘉、曾喜育、曾彥學，2010。七家灣溪濱岸植群之地上部生物量與生產量。環球人文科技學刊 12, 1-21。
- 蔡尚惠、曾喜育、林信州，2009。雪霸國家公園轄區東部之中央山脈保育廊道植群調查，雪霸國家公園管理處，苗栗縣，96 pp。
- 謝長富、謝宗欣、林淑梅，1989。德基水庫溫暖帶雨林之結構及演替，臺灣省立博物館半年刊 42(2), 77-90。
- 蘇鴻傑，1987。植群生態多變數分析法之研究 III. 降趨對應分析及相關分布序

- 列法。中華林學季刊 20(3), 45-68。
- 顧玉蓉, 2007。溪流結構物對生態影響之定量評估。國立成功大學水利及海洋工程研究所博士論文, 臺南市。
- Bendix, J., Hupp, C.R., 2000. Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydro. Proce.* 14 (16-17), 2977-2990.
- Bendix, J., Hupp, C.R., 2000. Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydro. Proce.* 14 (16-17), 2977-2990.
- Berger, W.H., Parker, F.L., 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science* 168, 1345-1347.
- Breshears, D.D., 2006. The grassland-forest continuum: trends in ecosystem properties for woody plant mosaics? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4(2), 96-104.
- Carleson, D., Wilson, L., 1985. Report of the riparian habitat technical task force. Final Report to Oregon Department of Forestry and Oregon Department of Fish and Wildlife. Salem, OR, USA.
- Connell, J.H., 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199, 1302-1310.
- Corenblit, D.E., Steiger, T.J., Gurnell, A.M., 2007. Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: a review of complementary approaches. *Earth-Sci. Rev.* 84(1), 56-86.
- Cushman, S.A., McKelvey, K.S., Flather, C.H., McGarigal, K., 2008. Do forest community types provide a sufficient basis to evaluate biological diversity? *Front. Ecol. Environ.* 6(1), 13-17.
- Day, F.P., Monk, C.D., 1974. Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55, 1064-1072.
- Editorial Committee of the Flora of Taiwan, 2003. *Flora of Taiwan* 2nd ed., Vol. 6, Department of Botany, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC. 343 pp.
- Fayolle, S., Cazaubon, A., Comte, K., Franquet, E., 1998. The intermediate disturbance hypothesis: application of this concept to the response of epilithion in a regulated mediterranean river (Lower-Durance, South Eastern France). *Archiv. Fuer. Hydro.* 143(1), 57-77.
- Ferreira, M.T., Aguiar, F.C., Nogueira, C., 2005. Changes in riparian woods over

- space and time: Influence of environment and land use. *Forest Ecology and Management* 212(1-3), 145-159.
- Fujiwara, A., Saito, K., 2005. Making and utilizing sequential video archives recorded with long term fixed video cameras. XXII IUFRO World Congress in Brisbane, Queensland, Australia; Poster board No. 817.
- Gregory, S.V., Swanson, F.J., McKee, W.A., Cummins, K.W., 1991. An ecosystem perspective of riparian zones: focus on links between land and water. *Bioscience* 41(8), 540-551.
- Gurnell, A., Tockner, K., Edwards, P., Petts, G., 2005. Effects of deposited wood on biocomplexity of river corridors. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(7), 377-382.
- Harper, K.A., Macdonald, S.E., 2001. Structure and composition of riparian boreal forest: new methods for analyzing edge influence. *Ecology* 82(3), 649-659.
- Hart, D.D., Johnson, T.E., Bushaw-Newton, K.L., Horwitz, R.J., Bednarek, A.T., Charles, D.F., Kreeger, D.A., Velinsky, D.J., 2002. Dam removal: challenges and opportunities for ecological research and river restoration. *BioScience* 52(8), 669-681.
- Hayek, L.C., Buzas, M.A., 1997. *Surveying Natural Populations*, 1st ed. Columbia University Press, New York.
- Hibbs, D.E., Bower, A.L., 2001. Riparian forests in Oregon Coast Range. *For. Ecol. Manage.* 154, 201-203.
- Ho, H.C., Gwo, J.C., 2010. *Salmo formosanus* Jordan & Oshima, 1919 (currently *Oncorhynchus formosanus*) (Pisces, SALMONIDAE, SALMONINAE): proposed conservation of the specific name. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 67(4), 300-302.
- Hooke, J.M., Brookes, C.J., Duane, W., Mant, J.M., 2005. A simulation of morphological, vegetation and sediment changes in ephemeral streams. *E. S. Proce. Land.* 30, 845-866.
- Hsieh, C.F., Hsieh, T.H., Lin, S.M., 1989. Structure and succession of the warm-temperate rain forest at Techi Reservoir. *J. Tai. Mus.* 42, 77-89.
- Huston, M., 1979. A general hypothesis of species diversity. *The Ame. Natural.* 113(1), 81-101.
- Izsák, J., Papp, L., 2000. A link between ecological diversity indices and measures of biodiversity. *Ecological Modelling* 130, 151-156.

- Jansson, R., Nilsson, C., Dynesius, M., Andersson, E., 2000. Effects of river regulation on river-margin vegetation: a comparison of eight boreal rivers. *Ecolog. Applic.* 10(1), 203-204.
- Kamisako, M., Sannoh, K., Kamitani, T., 2007. Does understory vegetation reflect the history of fluvial disturbance in a riparian forest? *Ecol. Res.* 22(1), 67-74.
- Kottelat, M., 1996. *Oncorhynchus formosanus*. In: Baillie J and Groombridge B, editors. 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. Gland: International Union for Conservation of Nature.
- Lin, C.Y., Chou, W.C., Lin, W.T., 2002. Modeling the width and placement of riparian vegetated buffer strips: a case study on the Chi-Jia-Wang stream, Taiwan, *Journal of Environmental Management* 66, 269-280.
- Lite, S.J., Bagstad, K.J., Stromberg, J.C., 2005. Riparian plant species richness along lateral and longitudinal gradients of water stress and flood disturbance, San Pedro River, Arizona, USA. *J. Arid. Env.* 63, 785-813.
- Lyon, J., Gross, N.M., 2005. Patterns of plant diversity and plant-environmental relationships across three riparian corridors. *For. Ecol. Manage.* 204, 267-278.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*, 1st ed. Princeton University Press, Princeton.
- Magurran, A.E., 2004. *Measuring Biological Diversity*, 1st ed. Blackwell Publishing company, USA.
- McCune, B., Mefford, M.J., 1999. *PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 5.0 MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- Moradkhani, H., Baird, R.G., Wherry, S.A., 2010. Assessment of climate change impact on floodplain and hydrologic ecotones. *Journal of Hydrology* 395(3-4), 264-278.
- Motika, J., Dobrzanski, B., Zawadski, S., 1950. Wstepne badania nad lakami poludniowoschodniej Lubelszczyzny (Preliminary studies on meadows in the southeast of the province Lublin. Summary in English). *Annals of the University Marie Curie-Sklodowska, Section E* 5(13), 367-447.
- Nagler, P.L., Glenn, E.P., Hinojosa-Huerta, O., 2009. Synthesis of ground and remote sensing data for monitoring ecosystem functions in the Colorado River Delta, Mexico. *Remote Sensing of Environment* 113(7), 1473-1485.
- Nilsson, C., Svedmark, M., 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. *Environ. Manage.* 30(4),

- 468-480.
- Peet, R.K., 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 285-307.
- Pereira, H.M., Cooper, H.D., 2006. Towards the global monitoring of biodiversity change. *Trends in Ecology & Evolution* 21, 123-129.
- Petranka, J.W., Smith, C.K., 2005. A functional analysis of streamside habitat use by southern Appalachian salamanders: Implications for riparian forest management. *For. Ecol. Manage.* 210, 443-454.
- Pickett, S.T.A., White, P.S. 1984. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando, Florida, USA, 472 pp.
- Pielou, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theoret. Biol.* 13, 131-144.
- Pielou, E.C., 1985. *Mathematical Ecology*, 2nd ed. Wiley-Interscience, New York.
- Rood, S.B., Samuelson, G.M., Braatne, J.H., Gourley, C.R., Hughes, F.M.R., Mahoney, J.M., 2005. Managing river flows to restore floodplain forests. *Front. Ecol. Environ.* 3(4), 193-201.
- Routledge, R.D., 1979. Diversity indices: which ones are admissible? *J. Theor. Biol.* 76, 503-515.
- Shafroth, P.B., Stromberg, J.C., Patten, D.T., 2002. Riparian vegetation response to altered disturbance and stress regimes. *Ecol. Appl.* 12(1), 107-123.
- Shannon, C.E., Weaver, W., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*, 1st ed. University of Illinois Press, Urbana, 117 pp.
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163, 688.
- Sousa, W.P., 1984. The role of disturbances in natural communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 15, 353-391.
- Southwood, T.R.E., 1978. *Ecological Methods*, 2nd ed. Chapman and Hall, London.
- Spellerberg, L.F., 1994. *Monitoring Ecological Change*, 1st ed. University Press, Cambridge.
- SPSS Inc., 2002. *SPSS for Windows*, 11.5.0. SPSS Inc., USA.
- Stave, J., Oba, G., Stenseth, N.Chr., Nordal, I., 2005. Environmental gradients in the Turkwel riverine forest, Kenya: Hypotheses on dam-induced vegetation change. *Forest Ecology and Management* 212(1-3), 184-198.
- Strange, R.W., Murphy, L.M., Dodd, F.E., Abraham, Z.H.L., Eady, R.R., Smith, B.E.S., Hasnain, S., 1999. Structure and kinetic evidence for an ordered

- mechanism of copper nitrite reductase. *J. Mol. Biol.* 287(5), 1001-1009.
- Stromberg, J.C., Lite, S.J., Dixon, M.D., 2010. Effects of stream flow patterns on riparian vegetation of a semiarid river: Implications for a changing climate. *River Research and Applications* 26(6), 712–729.
- Walter, H., Lieth, H., 1967. *Klimmadiagramm Weltatlas*. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena.
- Welsh, H.H.Jr., Hodgson, G.R., Karraker, N.E., 2005. Influences of the vegetation mosaic on riparian and stream environments in a mixed forest-grassland landscape in “Mediterranean” northwestern California. *Ecography* 28, 537-551.
- White, M.D., Greer, K.A., 2006. The effects of watershed urbanization on the stream hydrology and riparian vegetation of Los Peñasquitos Creek, California. *Landscape and Urban Planning* 74, 125-138.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21, 213-251.
- Yan, H.Y., 2000. Threatened fishes of the world: *Oncorhynchus masou formosanus* (Jordan & Oshima, 1919) (Salmonidae). *Environmental Biology of Fishes* 57, 314.
- Yang, K.C., Lin, J.K., Hsieh, C.F., Huang, C.L., Chang, Y.M., Kuan, L.H., Su, J.F., Chiu, S.T., 2008. Vegetation pattern and woody species composition of a broad-leaved forest at the upstream basin of Nantzuhsienhsi in mid-southern Taiwan. *Taiwania* 53(4), 325-337.

表 5-1.大甲溪上游濱岸測站土地利用型表(資料來源：本研究資料)

測站	植群覆蓋(m ² /%)	果菜園(m ² /%)	溪面(河道, m ² /%)	裸露地(m ² /%)	建地(m ² /%)
羅葉尾溪放流點(#201)	40,000.0	(100.0%)	0.0	(0.0%)	0.0
南湖登山口(#202)	35,666.0	(89.2%)	0.0	(0.0%)	2,185.0
勝光(#203)	28,839.7	(72.1%)	6,468.4	(16.2%)	1,822.8
有勝溪上游(#204)	27,987.8	(70.0%)	0.0	(0.0%)	3,687.6
有勝溪收費口(#9)	33,830.9	(84.6%)	0.0	(0.0%)	1,486.8
司界蘭第二野溪(#205)	38,671.8	(96.7%)	0.0	(0.0%)	1,328.2
司界蘭溪上游(#10)	28,888.5	(72.2%)	0.0	(0.0%)	986.8
司界蘭溪下游(#11)	31,493.3	(78.7%)	0.0	(0.0%)	2,060.3
潛在放流點伊卡丸溪(#301)	32,369.2	(82.7%)	0.0	(0.0%)	3,041.7
潛在放流點樂山溪(#302)	38,187.0	(95.5%)	0.0	(0.0%)	711.3

表 5-2.大甲溪上游濱岸植群調查之線截樣區屬性表(資料來源：本研究資料)

測站	樣區	樣區 97 座標		海拔高 (m)	濱岸寬度 (L+R, m)	坡度 (°)	坡向 (°)	土壤 pH 值	全天光空域 (%)
		X	Y						
羅葉尾溪放流點 (#201)	251	285379	2698842	1,887	4.8+0.0	5	144	6.58	L: 32.0±4.0
	252	285379	2698842	1,887	3.6+0.0				R: 30.0±4.0
南湖登山口(#202)	253	285695	2698425	1,932	28.2+2.9	8	252	5.63	L: 47.0±2.0
	254	285695	2698425	1,932	26.0+2.1				R: 46.0±1.0
勝光(#203)	255	284316	2696069	1,836	3.0+3.5	4	233	7.58	L: 51.0±3.0
	256	284316	2696069	1,836	3.4+0.0				R: 48.0±4.0
有勝溪下游(#204)	257	282760	2693958	1,759	44.7+0.0	3	321	7.28	L: 47.0±1.0
	258	282760	2693958	1,759	26.0+1.5				R: 48.0±1.0
有勝溪收費口(#9)	259	281474	2693479	1,720	9.2+8.5	1	11	7.31	L: 36.0±0.0
	260	281474	2693479	1,720	16.3+4.5				R: 33.0±1.0

(續)表 5-2.大甲溪上游濱岸植群調查之線截樣區屬性表(資料來源：本研究資料)

測站	樣區	樣區 97 座標		海拔高 (m)	濱岸寬度 (L+R, m)	坡度 (°)	坡向 (°)	土壤 pH 值	全天光空域 (%)
		X	Y						
司界蘭溪第二野溪 (#205)	261	277294	2691575	1,693	0.0+3.3	6	204	6.43	L: 31.0±1.0
	262	277294	2691575	1,693	4.2+4.0				R: 34.0±1.0
司界蘭溪上游 (第一野溪，#10)	263	277928	2691319	1,648	56.2+0.0	2	99	7.14	L: 40.0±0.0
	264	277928	2691319	1,648	46.5+0.0				R: 35.0±1.0
司界蘭溪下游(#11)	265	278822	2690584	1,583	0.0+7.5	5	186	7.33	L: 28.0±2.0
	266	278822	2690584	1,583	11.1+0.0				R: 36.0±1.0
潛在放流點伊卡丸溪 (#301)	267	280014	2691560	1,682	0.0+7.7	2	315	7.24	L: 40.0±0.0
	268	280014	2691560	1,682	0.0+9.5				R: 35.0±1.0
潛在放流點樂山溪 (#302)	269	274917	2687883	1,674	1.1+1.1	5	180	5.99	L: 25.0±1.0
	270	274917	2687883	1,674	0.8+0.9				R: 23.0±1.0

表 5-3. 2011 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																		
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		
	樣區																		
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	
大葉溲疏	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.3	122.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
川上氏鵝耳櫪	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
山肉桂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
山枇杷	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
水麻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.4	0.0	118.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
西施花	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
阿里山榆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300.0	0.0	80.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
屏東木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
海州常山	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
笑靨花	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
高山藤繡球	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
疏果海桐	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
通條木	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
雲葉	144.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
臺灣八角金盤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
臺灣赤楊	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	192.7	0.0	0.0	40.5	300.0	73.8	0.0	300.0	0.0	0.0	300.0	0.0	
臺灣紫珠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
臺灣穗花杉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
褐毛柳	0.0	0.0	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
鵲不踏	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
蓮草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.2	0.0	0.0	0.0	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

註：各樣區中喬木層植物之重要值指數大於30%者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

表 5-4. 2011 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
大葉溲疏	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	105.3	122.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
川上氏鵝耳櫪	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
水麻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	80.5	27.4	0.0	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
山枇杷	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西施花	44.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阿里山榆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
長梗紫麻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.2	0.0	0.0	33.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
屏東木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	38.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
海州常山	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	144.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
笑靨花	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
高山藤繡球	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
疏果海桐	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
通條木	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	58.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
雲葉	144.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣八角金盤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	51.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣赤楊	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	192.7	0.0	0.0	40.5	108.2	180.6	300.0	279.2	0.0	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0
臺灣胡桃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.1	0.0	0.0	0.0	46.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣紫珠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣穗花杉	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
褐毛柳	0.0	0.0	300.0	300.0	0.0	0.0	0.0	34.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鵲不踏	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
蓮草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

註：各樣區中喬木層植物之重要值指數大於 30% 者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

表 5-5. 2012 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
水麻	0.0	0.0	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	77.4	122.9	85.7	9.7	52.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
西施花	43.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
長梗紫麻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阿里山榆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300.0	0.0	0.0	20.5	7.4	19.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
屏東木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	214.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
笑靨花	28.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
疏果海桐	59.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
通條木	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
雲葉	136.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣二葉松	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣赤楊	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	183.7	171.9	115.0	0.0	290.3	247.5	0.0	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0
臺灣胡桃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣紫珠	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	13.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
褐毛柳	0.0	0.0	300.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
藤繡球	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

註：各樣區中喬木層植物之重要值指數大於 30% 者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

表 5-6. 2012 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區喬木層植物之重要值指數(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																				
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302		
	樣區																				
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	
山肉桂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
水麻	0.0	0.0	65.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	171.5	112.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
小實女貞	0.0	0.0	171.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
屏東木薑子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	130.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
揚波	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
臺灣赤楊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	300.0	300.0	110.0	0.0	300.0	294.2	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
褐毛柳	0.0	0.0	63.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	
蓮草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	

註：各樣區中喬木層植物之重要值指數大於 30% 者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

表 5-7. 2011 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																		
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		
	樣區																		
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	
豆瓣菜	11.2	14.3	4.4	4.2	30.1	2.4	19.8	73.1	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	
大扁雀麥	0.0	0.0	16.2	17.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
加拿大蓬	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	24.7	12.3	22.0	7.4	12.4	0.0	0.0	10.1	6.2	9.1	9.2	27.6	21.6	
白花三葉草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
黃菽草	0.0	0.0	1.2	4.0	0.0	2.4	0.0	0.0	13.2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
小葉藜	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	8.3	11.7	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
小實女貞	0.0	0.0	19.7	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
山苦蕒	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	4.7	7.1	5.7	7.5	0.0	12.6	10.2	1.3	1.4	6.0	0.0	0.0	0.0	
山薔薇	0.0	0.0	19.1	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
五節芒	0.0	0.0	29.4	48.5	0.0	16.1	3.8	0.0	7.3	16.6	0.0	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
木賊	0.0	0.0	1.2	0.9	9.2	3.8	9.2	10.1	10.3	16.6	2.7	0.0	4.1	0.0	0.0	6.7	31.4	27.7	
冇骨消	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	1.7	1.5	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	
玉山箭竹	29.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
尖葉槭	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	6.1	0.0	11.5	8.6	0.0	
羊蹄	0.0	0.0	7.1	6.4	32.6	14.2	18.1	22.7	14.6	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	50.2	
艾	0.0	2.9	47.2	50.0	16.9	27.1	18.3	8.5	8.3	15.1	0.0	0.0	0.0	4.4	12.0	0.0	4.8	16.3	
赤車使者	16.2	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
長葉芋麻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.2	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
阿里山天胡荽	12.3	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

(續)表 5-7. 2011 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																		
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		
	樣區																		
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	
咬人貓	0.0	0.0	1.3	7.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	5.2	14.4	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	
飛龍掌血	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
疏花繁縷	0.0	0.0	7.4	6.8	9.6	9.1	5.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	9.3	0.0	
頂芽狗脊蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	21.1	3.8	25.6	19.6	0.7	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	
揚波	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	
棒頭草	0.0	0.0	0.0	0.0	25.1	5.3	30.3	38.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
華中瘤足蕨	0.0	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
裂葉蔓黃菀	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	11.4	5.1	0.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	
間型沿階草	18.7	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
臺灣何首烏	0.0	2.9	1.5	7.1	26.6	6.9	4.1	0.0	4.8	4.6	9.5	1.6	5.7	17.5	10.0	8.8	13.2	16.4	
臺灣赤楊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	9.5	3.0	0.0	0.0	73.7	76.4	18.4	59.1	13.1	11.7	
臺灣款冬	0.0	10.2	6.7	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
臺灣寬葉兔兒風	12.1	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
臺灣澤蘭	0.0	0.0	1.2	0.9	8.4	14.5	19.3	9.6	3.4	4.0	0.0	5.2	29.2	25.2	64.4	48.1	13.3	18.5	
臺灣蘆竹	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	1.2	0.0	19.1	14.6	10.1	16.4	10.7	5.9	16.7	11.8	38.9	15.1	
熱帶鱗蓋蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

註 1：各樣區中地被層植物之重要值指數大於 10% 者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

註 2：各樣區中地被層植物為外來種者，以粗體字表之。

表 5-8. 2011 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
豆瓣菜	13.1	13.0	4.2	4.2	19.0	24.4	21.5	80.9	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大扁雀麥	0.0	0.0	14.3	12.9	0.0	0.0	4.3	0.0	0.0	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
加拿大蓬	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	20.4	10.6	0.0	8.0	10.8	0.0	0.0	1.7	2.5	9.0	12.0	17.6	5.7	0.0	0.0
鬼針	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	2.3	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0
黃菽草	0.0	0.0	1.3	3.9	0.0	2.5	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小栲葉懸鉤子	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	34.1	0.0
小葉藜	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	7.5	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小實女貞	0.0	0.0	19.3	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
山薔薇	0.0	0.0	19.8	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
五節芒	0.0	0.0	33.0	48.9	0.0	10.1	4.6	0.0	11.6	21.4	0.0	10.5	0.0	0.0	3.5	6.0	11.3	37.8	0.0	0.0
木賊	0.0	0.0	1.2	1.0	8.6	2.5	7.1	13.7	11.1	10.6	0.0	0.0	0.0	1.0	0.8	0.0	11.3	37.8	0.0	0.0
水麻	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	0.0	29.2	3.3	0.0	0.0	2.9	2.3	0.0	0.0	0.0	11.2
史氏鱗毛蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
玉山箭竹	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
羊蹄	0.0	0.0	7.1	6.8	22.0	9.8	18.8	57.0	13.6	16.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	24.5	0.0	0.0
艾	0.0	3.5	48.1	55.7	33.1	30.6	24.6	9.7	12.6	19.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	19.4	25.4	22.1	0.0	0.0
赤車使者	9.7	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
咬人貓	0.0	0.0	3.2	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	4.5	5.2	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	16.4	0.0
波葉山螞蝗	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	4.9	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阿里山榆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.4	3.2	5.7	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
秋鼠麴草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	25.7	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
琉璃草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	10.0	19.5
飛龍掌血	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
高山芒	0.0	8.9	3.3	0.0	3.1	8.9	7.3	0.0	8.0	1.2	0.0	0.0	22.2	11.5	11.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(續)表 5-8. 2011 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
梨山小蓑衣藤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.2	3.6	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
頂芽狗脊蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	6.3	3.8	35.9	11.8	2.3	0.0	0.0	1.6	17.6	5.7	0.0	0.0
棒頭草	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	2.3	22.4	29.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	0.0	0.0	0.0	0.0
華中瘤足蕨	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
間型沿階草	14.0	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
圓果冷水麻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	18.8	45.0	0.0	1.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣山苦蕒	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣何首烏	0.0	3.5	1.6	8.2	24.5	7.6	3.6	0.0	4.2	5.0	7.7	0.0	7.7	6.1	15.5	7.9	11.3	37.8	0.0	0.0
臺灣赤楊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	29.5	12.5	4.3	3.0	42.8	64.4	34.1	14.2	0.0	0.0	0.0	11.2
臺灣崖爬藤	0.0	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣常春藤	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣寬葉兔兒風	0.0	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	24.5	0.0	0.0
臺灣澤蘭	0.0	0.0	1.7	1.8	11.0	20.8	29.0	9.7	11.0	6.8	0.0	3.2	37.5	38.9	45.9	55.4	25.4	22.1	0.0	0.0
臺灣懸鉤子	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6
臺灣鵝觀草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣蘆竹	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	1.5	0.0	18.5	13.8	12.4	9.0	16.6	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
廣葉鋸齒雙蓋蕨	23.6	8.1	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
樟葉槭	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.4	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
蔓茄	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
蓮草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	13.4	4.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
巒大蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	46.3	49.8

註1：各樣區中地被層植物之重要值指數大於10%者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

註2：各樣區中地被層植物為外來種者，以粗體字表之。

表 5-9. 2012 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
加拿大蓬	0.0	0.0	6.9	4.1	37.6	16.3	2.9	12.9	8.2	3.7	0.0	0.0	0.7	1.0	16.1	17.1	10.8	5.8	0.0	0.0
豆瓣菜	0.0	0.0	2.5	6.8	0.0	68.8	37.1	27.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0
鬼針	0.0	0.0	0.8	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	10.7	5.5	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0
大莞草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.6	2.8
小柁葉懸鈎子	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	10.8
小實女貞	0.0	0.0	16.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
五節芒	0.0	0.0	37.0	81.4	0.0	0.0	1.6	4.7	35.6	18.2	0.0	7.9	13.2	32.6	10.2	0.0	6.6	9.0	0.0	0.0
木賊	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	6.5	1.3	14.8	17.4	0.0	0.0	1.7	1.1	0.0	0.0	7.3	19.7	0.0	0.0
水麻	0.0	0.0	1.8	2.4	8.2	0.0	0.0	0.0	5.8	1.5	3.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	2.1
火炭母草	0.0	0.0	7.9	11.8	0.0	0.0	1.5	3.1	1.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0	4.6	2.1
有骨消	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	3.4	3.4	4.8	0.0	0.0	31.4	0.0	0.0	0.0	1.7	38.0
史氏鱗毛蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
白花柳葉箬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	12.6
有刺鳳尾蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	8.2
羊蹄	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	8.2	22.6	9.1	8.6	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	12.7	0.0	0.0
艾	0.0	0.0	35.5	32.7	41.9	25.8	49.4	37.8	18.4	19.2	0.0	0.0	0.0	0.9	34.5	22.8	26.8	19.6	0.0	0.0
串鼻龍	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0	1.1	11.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
狗牙根	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	1.5	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
阿里山榆	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	13.0	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0

(續)表 5-9. 2012 年 2 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
咬人貓	0.0	0.0	2.7	6.6	0.0	17.8	0.0	0.0	0.0	2.7	14.3	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.4	8.2	0.0
苦滇菜	0.0	0.0	0.0	1.0	22.1	12.1	2.5	6.2	1.3	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0
風藤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.1
頂芽狗脊蕨	0.0	0.0	2.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	13.0	18.2	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	5.0
揚波	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	9.8	9.9	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0
棒頭草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	44.6	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0
雲葉	0.0	22.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
圓果冷水麻	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.8	64.4	58.5	0.0	0.0	27.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鼠麴草	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.9	10.7	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	2.3
臺灣山苦蕒	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣何首烏	0.0	0.0	18.3	4.6	0.0	0.0	3.5	0.0	1.9	1.4	9.2	0.0	13.4	14.7	10.4	19.5	13.5	8.3	2.0	5.0
臺灣赤楊	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.2	13.2	6.7	0.0	4.3	68.0	76.4	12.8	54.7	50.0	11.7	4.1	10.0
臺灣噴吶草	0.0	72.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣寬葉兔兒風	0.0	76.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
臺灣澤蘭	0.0	0.0	1.7	4.5	32.0	15.4	8.2	19.7	0.0	6.5	0.0	0.0	39.8	36.5	0.0	26.0	15.9	0.0	2.1	3.0
臺灣蘆竹	0.0	0.0	2.5	1.0	0.0	5.7	0.0	0.0	20.2	12.0	8.1	16.3	7.0	3.2	0.0	16.0	8.5	7.6	0.0	5.3
擬芟瓦韋	0.0	28.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
鵝仔草	0.0	0.0	0.0	0.0	21.5	0.0	1.4	8.9	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0

註1：各樣區中地被層植物之重要值指數大於10%者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

註2：各樣區中地被層植物為外來種者，以粗體字表之。

表 5-10. 2012 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
大扁雀麥	0.0	0.0	1.7	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
加拿大蓬	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
鬼針	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
大冷水麻	12.0	0.0	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	-	-	0.0	0.0
阿里山落新婦	0.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
小金櫻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
小椏葉懸鉤子	0.0	0.0	14.8	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
山油點草	0.0	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
山桔梗	0.0	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
五節芒	0.0	0.0	39.1	42.5	0.0	0.0	0.0	25.3	0.0	12.1	0.0	7.4	26.2	24.2	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
日本羊茅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	58.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
木賊	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	11.8	25.9	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
火炭母草	10.2	0.0	8.9	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	9.8	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	10.2	-	-	0.0	0.0
冇骨消	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
尖葉耳蕨	7.9	19.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	-	-	0.0	0.0
曲莖馬藍	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	-	-	0.0	0.0
羊蹄	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	41.5	12.2	27.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
艾	7.3	0.0	25.9	46.5	0.0	0.0	0.0	24.8	13.0	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	-	-	0.0	0.0
串鼻龍	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	11.5	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
東方狗脊蕨	13.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	-	-	0.0	0.0
虎杖	0.0	0.0	13.4	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
阿里山天胡荽	29.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	29.0	-	-	0.0	0.0

(續)表 5-10. 2012 年 10 月大甲溪上游濱岸植群調查各線截樣區地被層之優勢種植物(%) (資料來源：本研究資料)

植物種類	測站																			
	#201		#202		#203		#204		#9		#205		#10		#11		#301		#302	
	樣區																			
	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
咬人貓	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.8	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
紅果薑	7.9	30.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	7.9	-	-	0.0	0.0
海州常山	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
針刺草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
梨葉懸鈎子	0.0	0.0	11.4	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
頂芽狗脊蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.2	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
絨莖樓梯草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
裂葉樓梯草	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	-	-	0.0	0.0
間型沿階草	12.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	-	-	0.0	0.0
圓果冷水麻	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.1	20.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
臺灣山苦蕒	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
臺灣何首烏	0.0	0.0	11.1	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	7.6	2.4	16.2	23.1	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
臺灣赤楊	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	26.3	3.2	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
臺灣款冬	12.6	0.0	4.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	-	-	0.0	0.0
臺灣澤蘭	0.0	0.0	16.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	74.8	88.7	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
臺灣蘆竹	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	10.9	2.5	2.9	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
蜜蜂花	15.8	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.8	-	-	0.0	0.0
德氏雙蓋蕨	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.5	26.1	1.2	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0
鵝仔草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0

註 1：各樣區中地被層植物之重要值指數大於 10% 者列為優勢種植物，以粗體數字表示之。

註 2：各樣區中地被層植物為外來種者，以粗體字表之。

表 5-11.大甲溪上游濱岸植群線截樣區 2011~2012 年喬木層多樣性
(資料來源：本研究資料)

調查時間	測站	總種數	總株數	種豐富度指數				
				H _{SW}	E _{SW}	D _{BP}	D _{SM}	
2011 2月	#201	2.3±0.9	7.0±2.4	0.723±0.511	0.658±0.465	0.610±0.276	0.438±0.309	
	#202	1.3±0.4	2.3±1.3	0.141±0.243	0.203±0.351	0.938±0.108	0.094±0.162	
	#203	1.0±0.0	4.0±0.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
	#204	-	-	-	-	-	-	
	#9	2.3±1.2	6.0±2.4	0.595±0.470	0.582±0.413	0.741±0.189	0.354±0.260	
	#205	1.8±1.3	9.5±9.6	0.211±0.365	0.152±0.264	0.923±0.133	0.116±0.201	
	#10	1.0±0.0	2.2±0.4	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
	#11	-	-	-	-	-	-	
	#301	1.0±0.0	2.3±0.4	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
	2011 10月	#201	2.3±0.9	7.0±6.5	0.723±0.511	0.658±0.465	0.610±0.276	0.438±0.309
		#202	1.3±0.4	2.5±1.7	0.141±0.243	0.203±0.351	0.938±0.108	0.094±0.162
#203		1.0±0.0	4.0±0.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
#204		-	-	-	-	-	-	
#9		1.0±0.0	5.0±1.6	0.595±0.470	0.582±0.413	0.741±0.189	0.354±0.260	
#205		1.8±1.3	9.5±9.6	0.211±0.365	0.152±0.264	0.923±0.133	0.116±0.201	
#10		1.1±0.3	23.1±13.9	0.061±0.166	0.088±0.239	0.970±0.098	0.039±0.113	
#11		-	-	-	-	-	-	
#301		1.0±0.0	1.0±0.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
#302		-	-	-	-	-	-	
2012 2月		#201	2.3±0.9	5.7±4.6	0.799±0.572	0.658±0.465	0.606±0.279	0.456±0.323
	#202	1.0±0.0	9.5±7.5	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
	#203	1.0±0.0	4.0±0.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
	#204	-	-	-	-	-	-	
	#9	3.5±0.5	53.5±51.9	0.940±0.154	0.754±0.059	0.546±0.036	0.560±0.044	
	#205	1.8±0.8	7.8±7.2	0.258±0.272	0.319±0.375	0.892±0.136	0.157±0.182	
	#10	1.2±0.4	63.1±36.4	0.057±0.150	0.083±0.217	0.978±0.064	0.035±0.097	
	#11	-	-	-	-	-	-	
	#301	1.0±0.0	1.0±0.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
	#302	-	-	-	-	-	-	
	2012 10月	#201	-	-	-	-	-	-
#202		1.3±0.5	5.3±3.4	0.237±0.336	0.215±0.304	0.840±0.226	0.184±0.260	
#203		-	-	-	-	-	-	
#204		-	-	-	-	-	-	
#9		1.0±0.0	7.0±5.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
#205		1.8±0.8	6.3±4.7	0.248±0.267	0.314±0.375	0.896±0.136	0.157±0.182	
#10		1.0±0.0	53.3±32.0	0.000±0.000	0.000±0.000	1.000±0.000	0.000±0.000	
#11		-	-	-	-	-	-	
#301		-	-	-	-	-	-	
#302		-	-	-	-	-	-	

註：H_{SW} 為 Shannon 訊息統計指數、E_{SW} 為 Shannon 均勻度指數
D_{BP} 為 Berger 種豐富度指數、D_{SM} 為 Simpson 種豐富度指數

表 5-12.大甲溪上游濱岸植群線截樣區 2011~2012 年地被層多樣性
(資料來源：本研究資料)

調查時間	測站	總種數	種豐富度指數			
			H _{SW}	E _{SW}	D _{BP}	D _{SM}
2011 2月	#201	19.5±3.7	2.805±0.158	0.949±0.011	0.150±0.024	0.928±0.011
	#202	11.1±6.4	2.009±0.723	0.847±0.231	0.248±0.137	0.789±0.224
	#203	8.8±4.3	1.804±0.778	0.794±0.322	0.232±0.114	0.738±0.302
	#204	7.1±6.1	1.453±1.001	0.733±0.381	0.265±0.239	0.610±0.359
	#9	10.4±9.3	1.521±1.105	0.595±0.397	0.283±0.271	0.566±0.388
	#205	18.8±3.9	2.802±0.216	0.961±0.007	0.119±0.026	0.931±0.016
	#10	7.4±2.3	1.725±0.405	0.873±0.087	0.342±0.149	0.768±0.131
	#11	4.7±5.9	0.967±1.101	0.452±0.497	0.142±0.164	0.408±0.449
	#301	5.4±5.1	1.205±1.029	0.589±0.468	0.174±0.169	0.517±0.417
	2011 10月	#201	14.8±7.9	2.389±0.602	0.926±0.026	0.184±0.091
#202		8.4±4.1	1.808±0.605	0.850±0.229	0.258±0.107	0.769±0.213
#203		8.6±4.3	1.778±0.784	0.787±0.320	0.228±0.127	0.731±0.301
#204		4.5±4.3	1.058±0.894	0.622±0.404	0.319±0.293	0.487±0.368
#9		9.0±8.7	1.512±1.089	0.643±0.399	0.256±0.229	0.589±0.381
#205		11.0±6.8	1.920±1.090	0.739±0.413	0.161±0.102	0.711±0.398
#10		8.6±4.1	1.719±0.666	0.776±0.268	0.271±0.119	0.728±0.254
#11		8.2±5.4	1.674±0.872	0.752±0.370	0.231±0.123	0.697±0.343
#301		7.5±8.6	1.166±1.196	0.461±0.447	0.139±0.165	0.454±0.441
#302		12.5±7.4	1.894±1.111	0.176±0.108	0.668±0.387	0.674±0.391
2012 2月	#201	4.0±0.0	1.237±0.000	0.892±0.000	0.417±0.000	0.681±0.000
	#202	11.0±6.0	2.081±0.451	0.918±0.040	0.235±0.092	0.844±0.066
	#203	7.0±2.2	1.629±0.359	0.858±0.036	0.378±0.073	0.751±0.084
	#204	8.8±4.3	1.853±0.376	0.898±0.037	0.295±0.086	0.806±0.066
	#9	14.0±2.9	2.321±0.261	0.885±0.047	0.259±0.080	0.867±0.043
	#205	15.8±4.1	2.458±0.252	0.902±0.030	0.222±0.088	0.886±0.036
	#10	6.8±1.8	1.647±0.227	0.875±0.042	0.334±0.066	0.769±0.053
	#11	11.5±0.5	2.231±0.149	0.913±0.045	0.195±0.041	0.873±0.026
	#301	12.6±5.0	2.167±0.505	0.878±0.059	0.272±0.140	0.836±0.093
	#302	24.0±5.5	2.943±0.186	0.934±0.014	0.124±0.021	0.936±0.010
2012 10月	#201	5.5±6.5	0.970±1.039	0.420±0.421	0.173±0.204	0.394±0.401
	#202	10.7±5.7	1.596±0.825	0.622±0.311	0.303±0.177	0.637±0.315
	#203	-	-	-	-	-
	#204	0.7±1.8	0.182±0.484	0.108±0.288	0.041±0.111	0.181±0.243
	#9	2.8±6.6	0.428±0.878	0.201±0.353	0.105±0.234	0.169±0.325
	#205	9.8±9.3	1.457±0.953	0.635±0.326	0.317±0.215	0.588±0.316
	#10	4.1±4.3	0.789±0.794	0.405±0.375	0.301±0.298	0.355±0.343
	#11	-	-	-	-	-
	#301	-	-	-	-	-
	#302	-	-	-	-	-

註：H_{SW} 為 Shannon 訊息統計指數、E_{SW} 為 Shannon 均勻度指數
D_{BP} 為 Berger 種豐富度指數、D_{SM} 為 Simpson 種豐富度指數



圖 5-1. 大甲溪上游臺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各測站位置圖(資料來源：本研究資料)

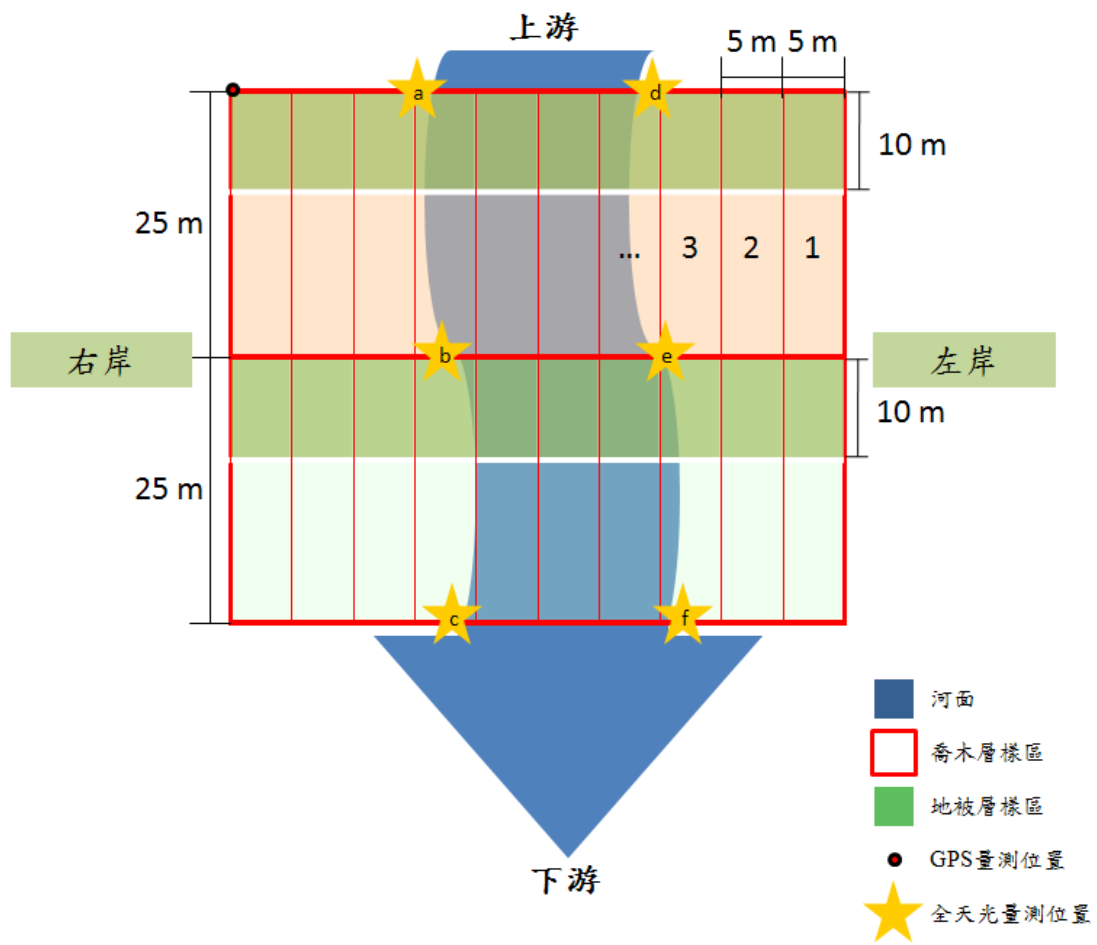


圖 5-2.濱岸植群之線截樣區設置示意圖(資料來源：本研究資料)

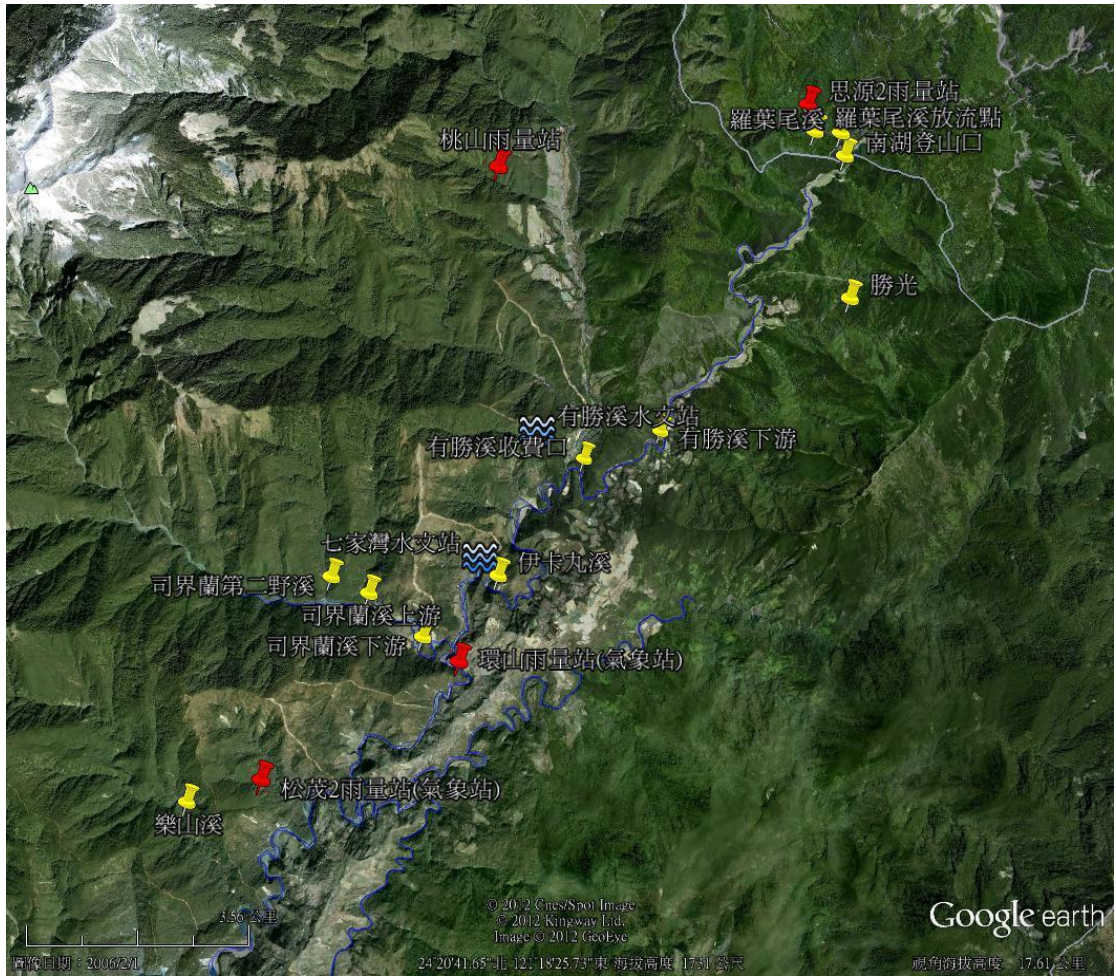


圖 5-3.大甲溪上游之台電氣象測站

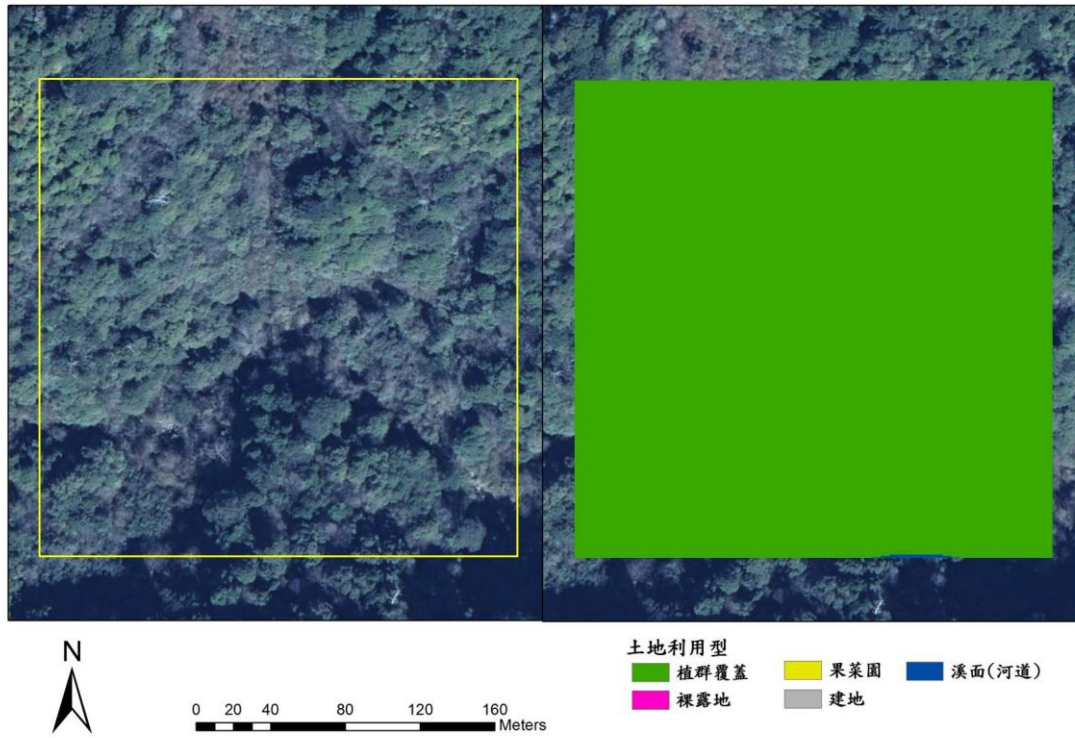


圖 5-4.大甲溪上游濱岸羅葉尾溪放流點(#201)測站土地利用型
(資料來源：本研究資料)

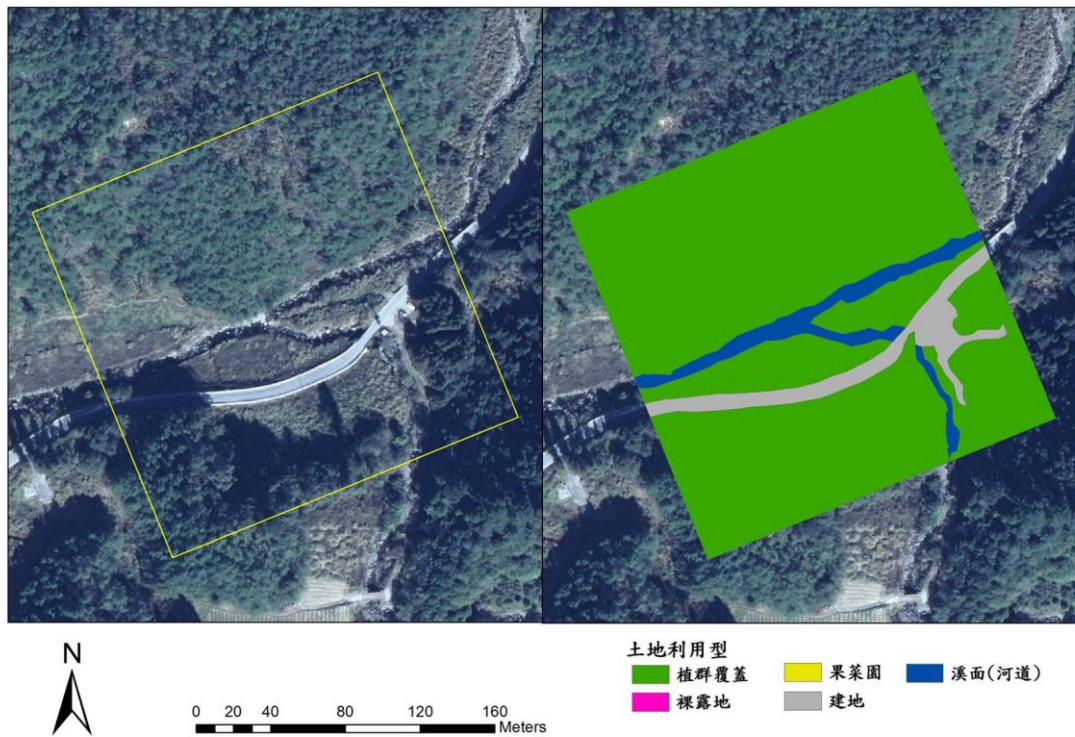


圖 5-5.大甲溪上游濱岸南湖登山口(#201)測站土地利用型
(資料來源：本研究資料)

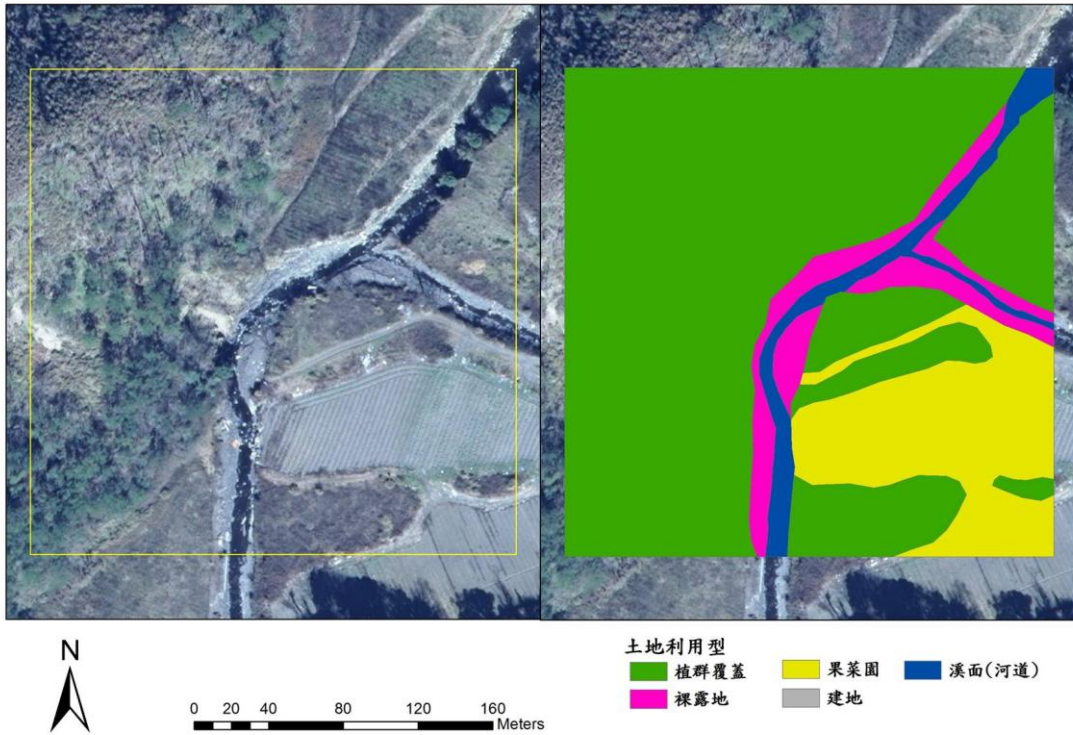


圖 5-6.大甲溪上游濱岸勝光(#203)測站土地利用型(資料來源：本研究資料)

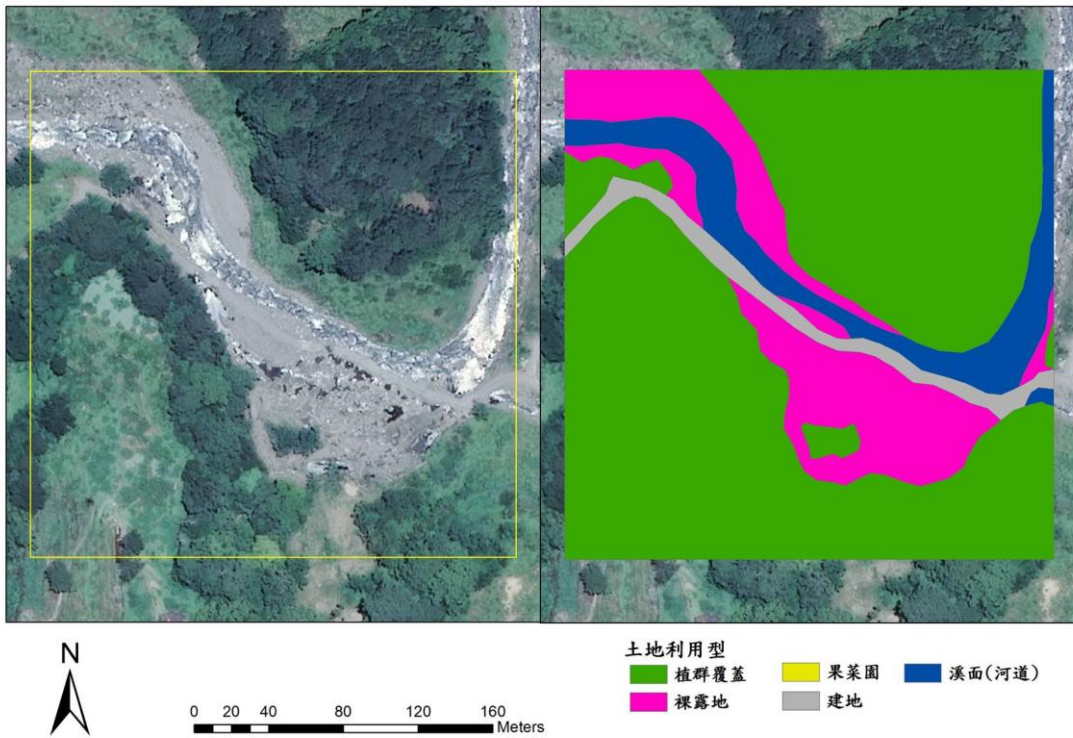


圖5-7.大甲溪上游濱岸有勝溪下游(#204)測站土地利用型(資料來源：本研究資料)

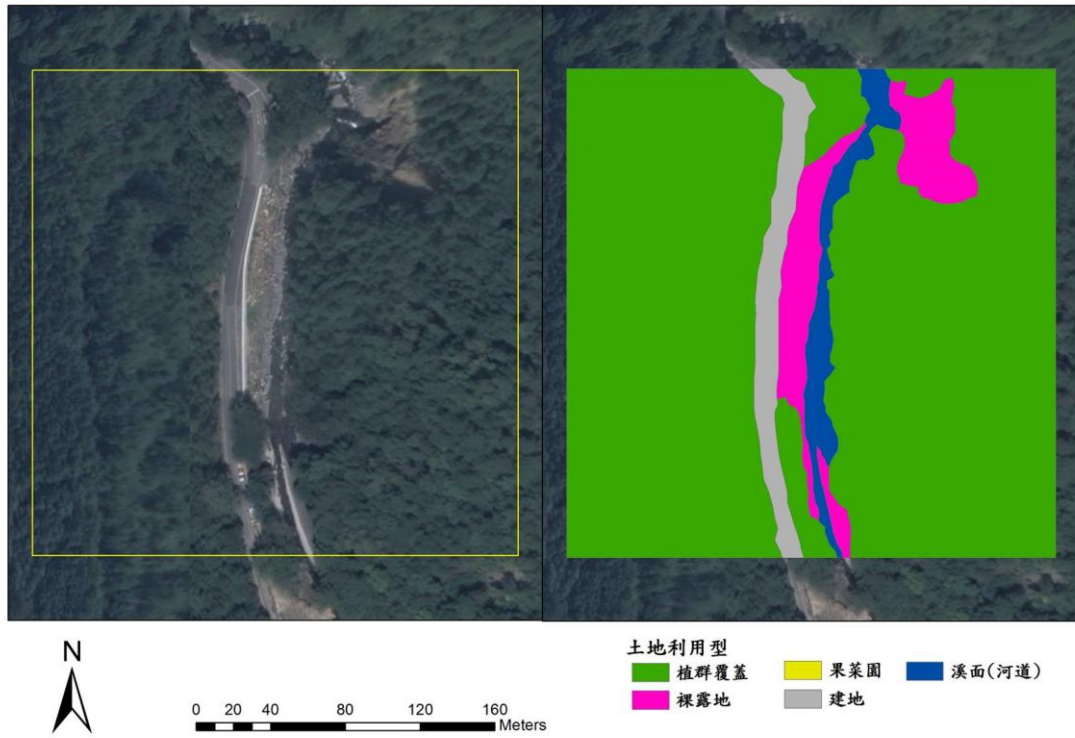


圖 5-8.大甲溪上游濱岸有勝溪收費口(#9)測站土地利用型
(資料來源：本研究資料)

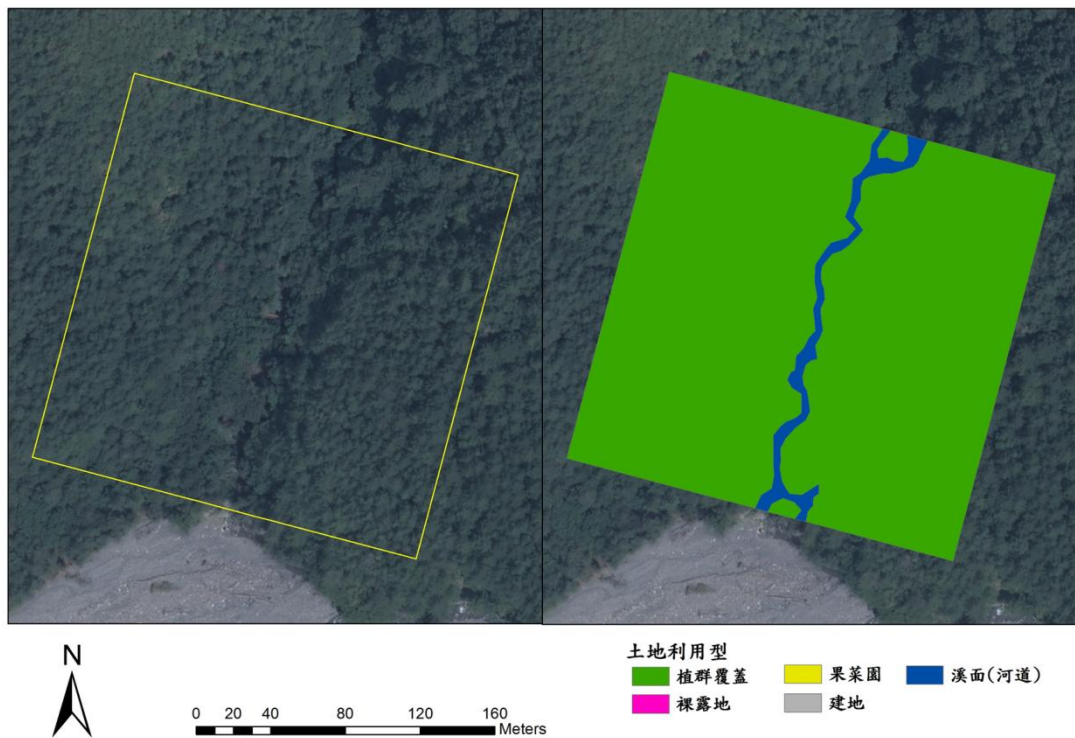


圖 5-9.大甲溪上游濱岸司界蘭溪第二野溪(#205)測站土地利用型
(資料來源：本研究資料)

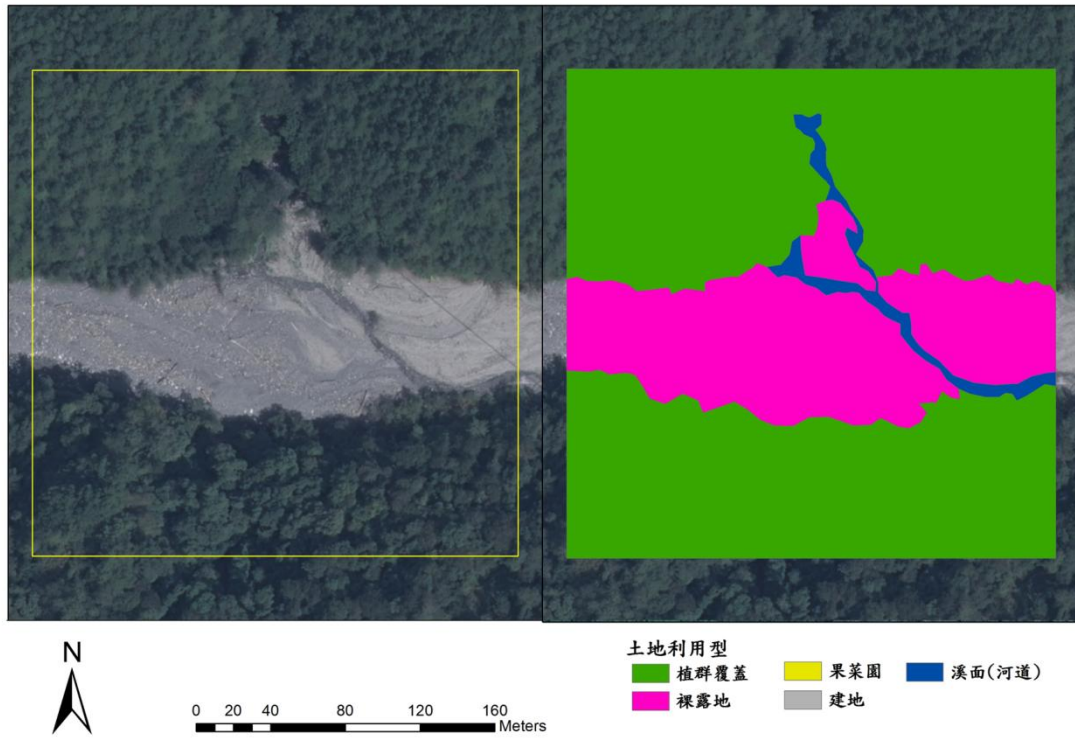


圖 5-10.大甲溪上游濱岸司界蘭溪上游(#10)測站土地利用型

(資料來源：本研究資料)

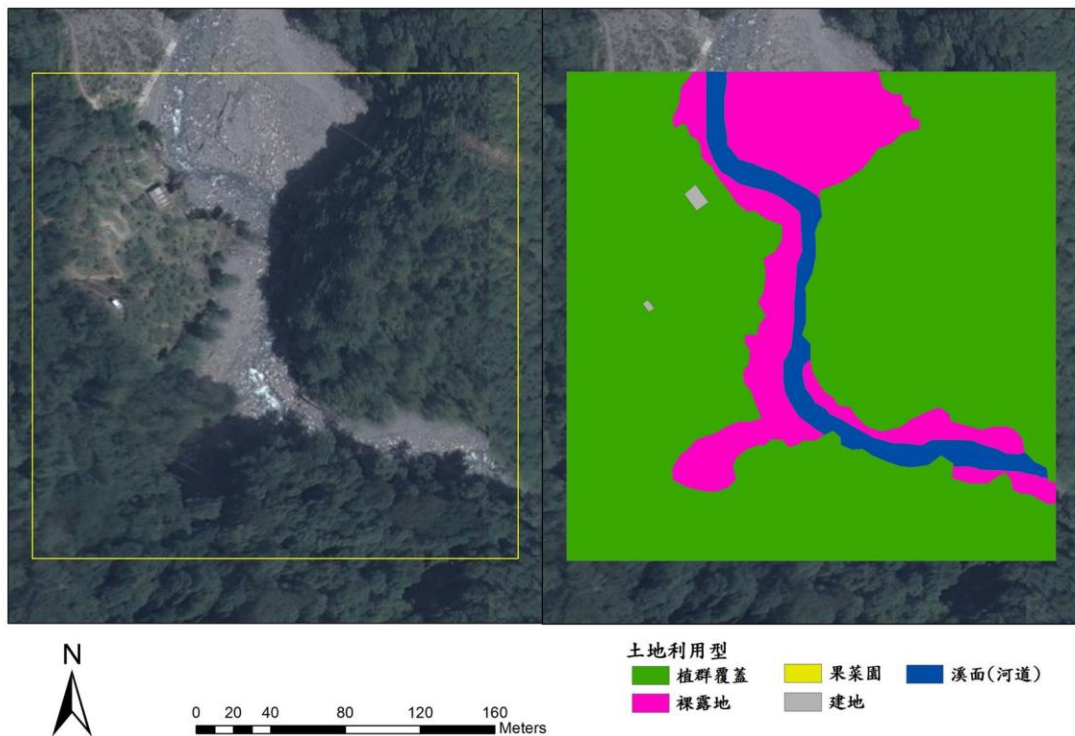


圖 5-11.大甲溪上游濱岸司界蘭溪下游(#11)測站土地利用型

(資料來源：本研究資料)

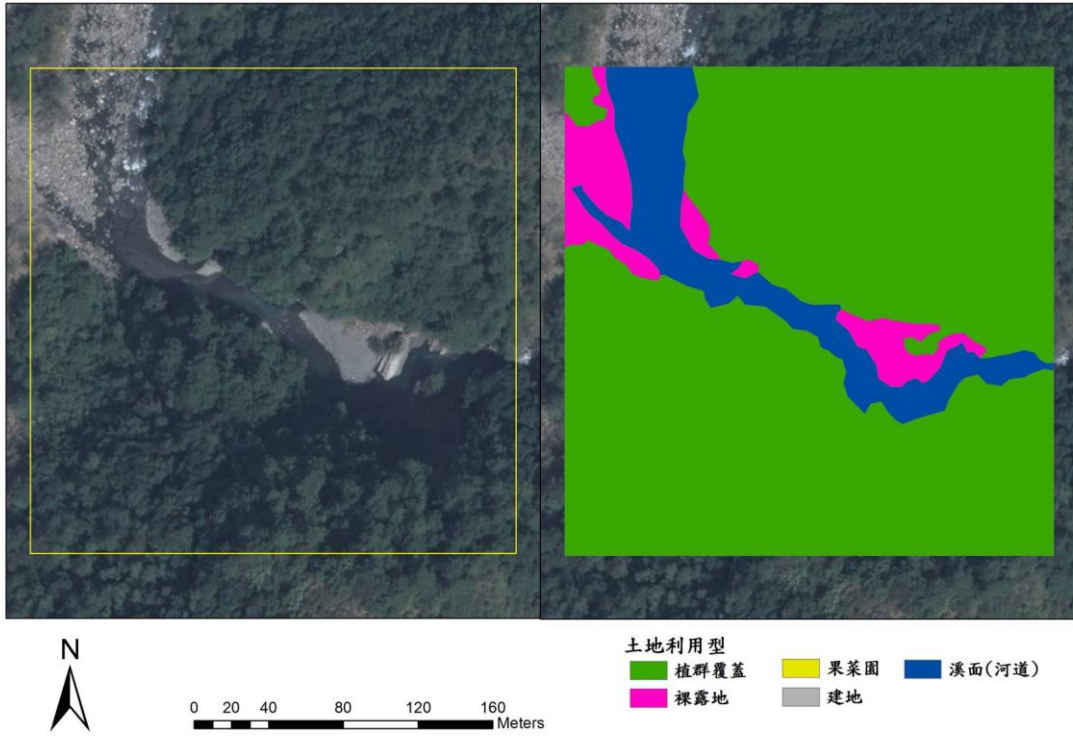


圖 5-12.大甲溪上游濱岸潛在放流點伊卡丸溪(#301)測站土地利用型

(資料來源：本研究資料)

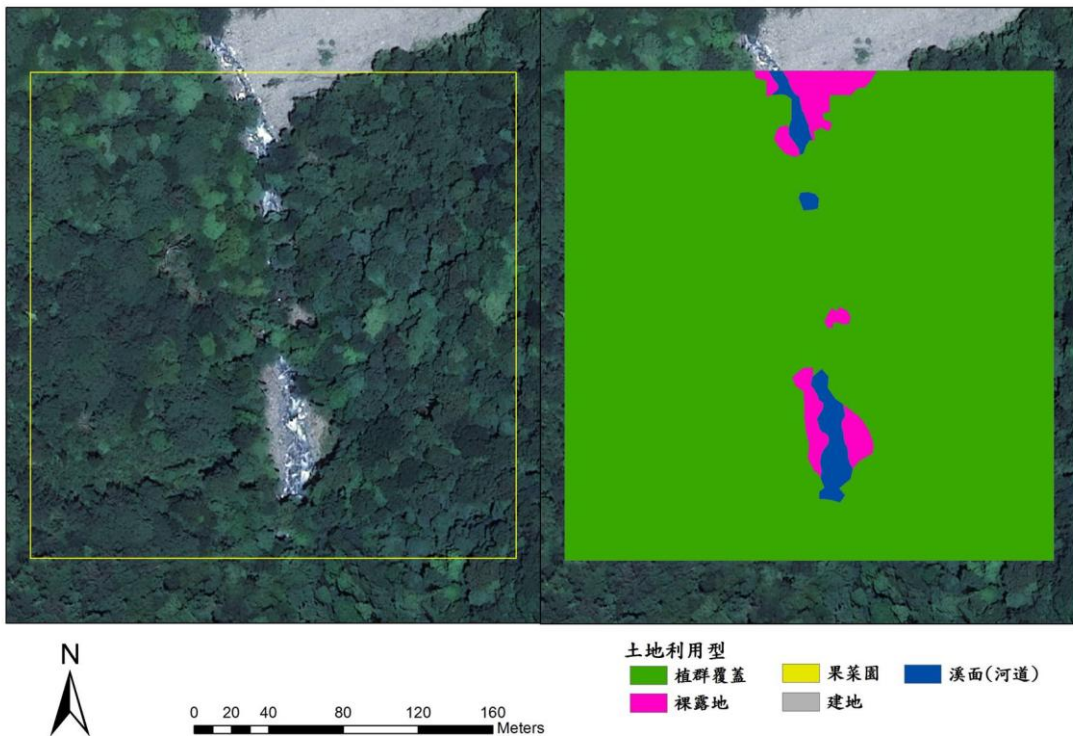


圖 5-13.大甲溪上游濱岸潛在放流點樂山溪(#302)測站土地利用型

(資料來源：本研究資料)

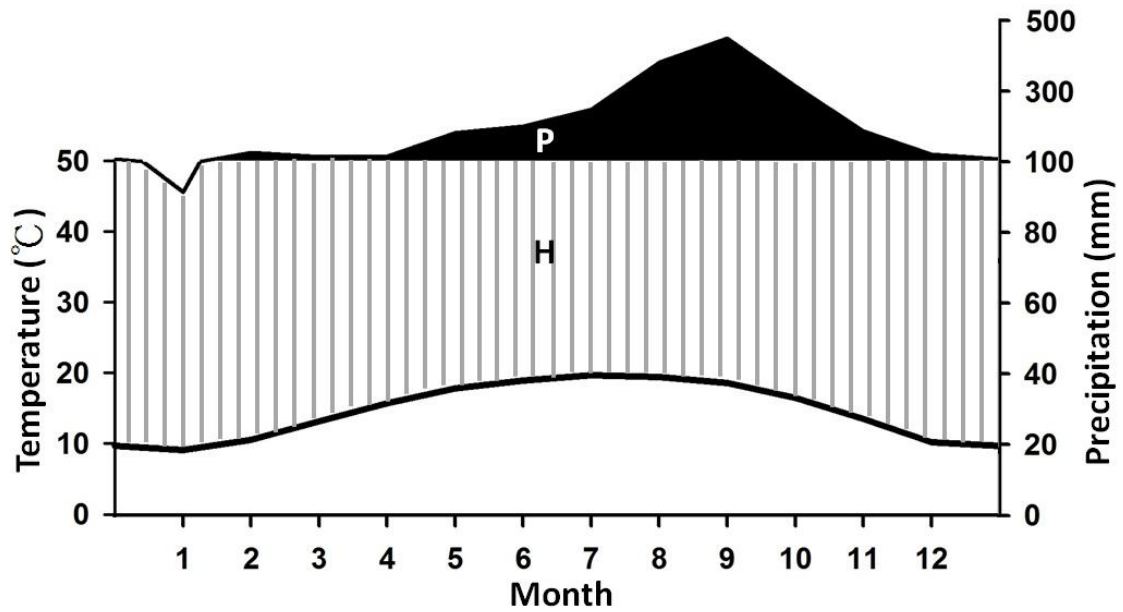


圖 5-14.思源生態氣候圖(資料來源：台電氣象資料)

註：P 為特濕期(perhumid period)；H 為相對潮濕期(relative humid period)；觀察年限為 1964~2011 年；平均氣溫 15.3°C，年降雨量 2,520 mm。

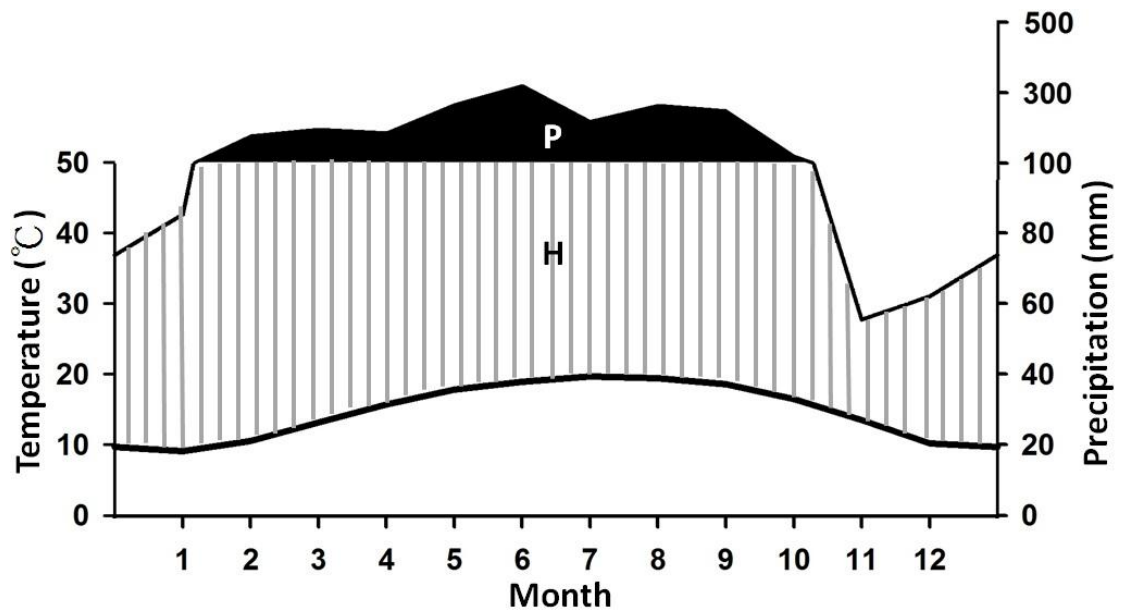


圖 5-15.環山生態氣候圖(資料來源：台電氣象資料)

註：P 為特濕期(perhumid period)；H 為相對潮濕期(relative humid period)；觀察年限為 1955~2011 年；平均氣溫 15.6°C，年降雨量 2,179 mm。

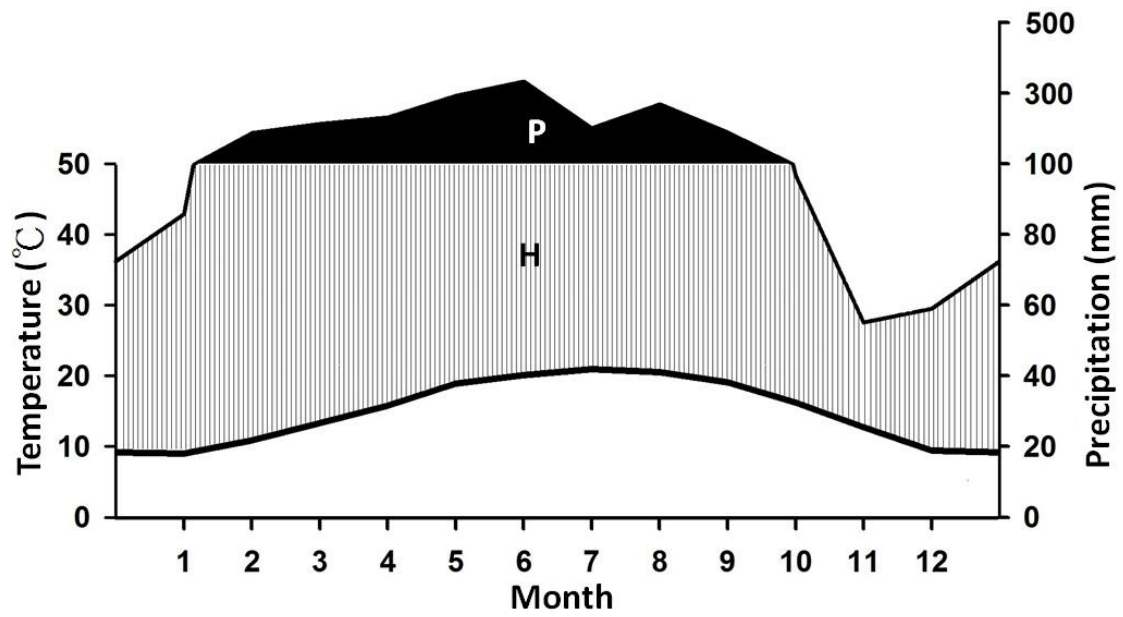


圖 5-16.松茂生態氣候圖(資料來源：台電氣象資料)

註：P 為特濕期(perhumid period)；H 為相對潮濕期(relative humid period)；觀察年限為 1971~2011 年；平均氣溫 15.6°C，年降雨量 2,226 mm。

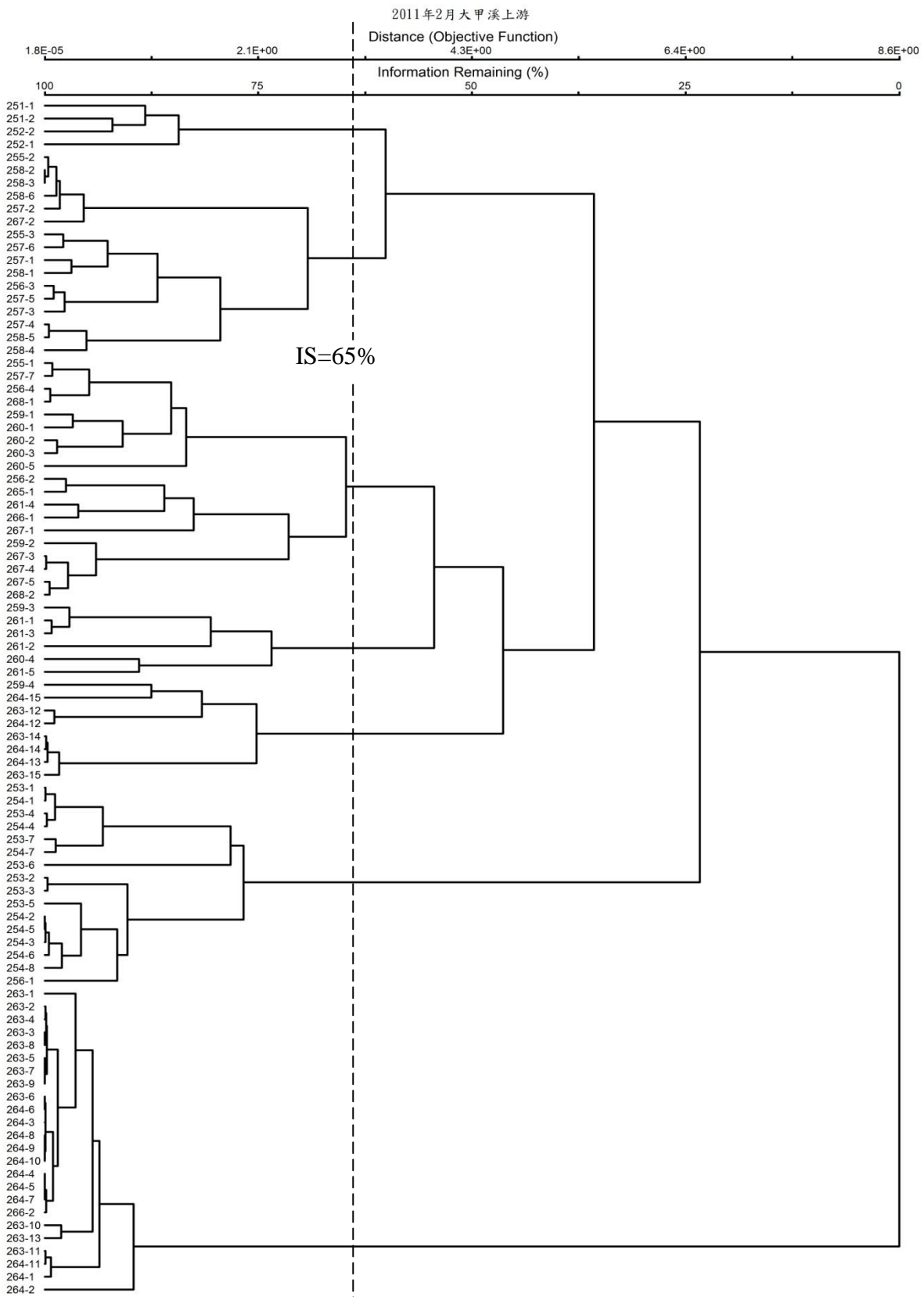


圖 5-17. 2011 年 2 月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖
(資料來源：本研究資料)

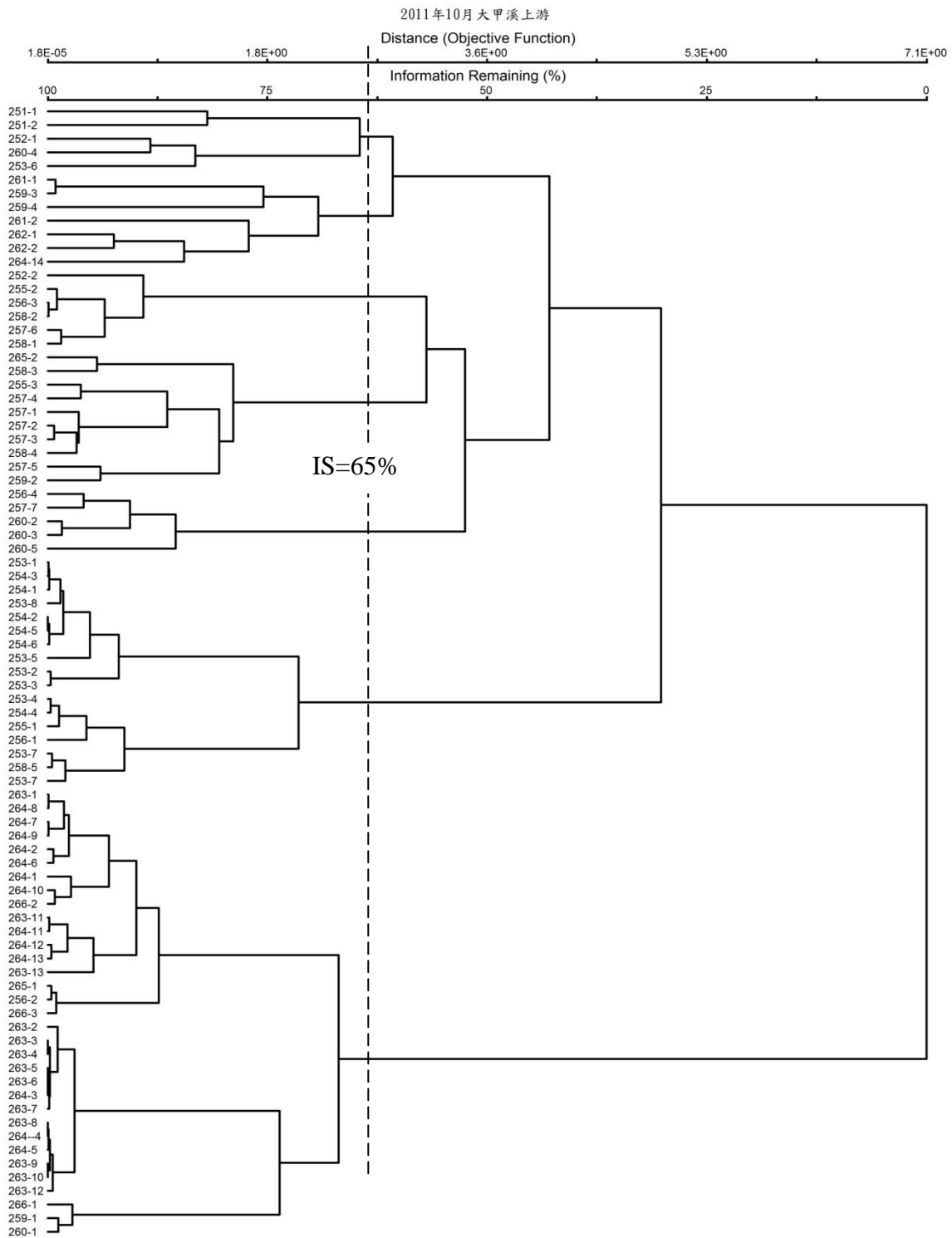


圖 5-18. 2011 年 10 月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖
(資料來源：本研究資料)

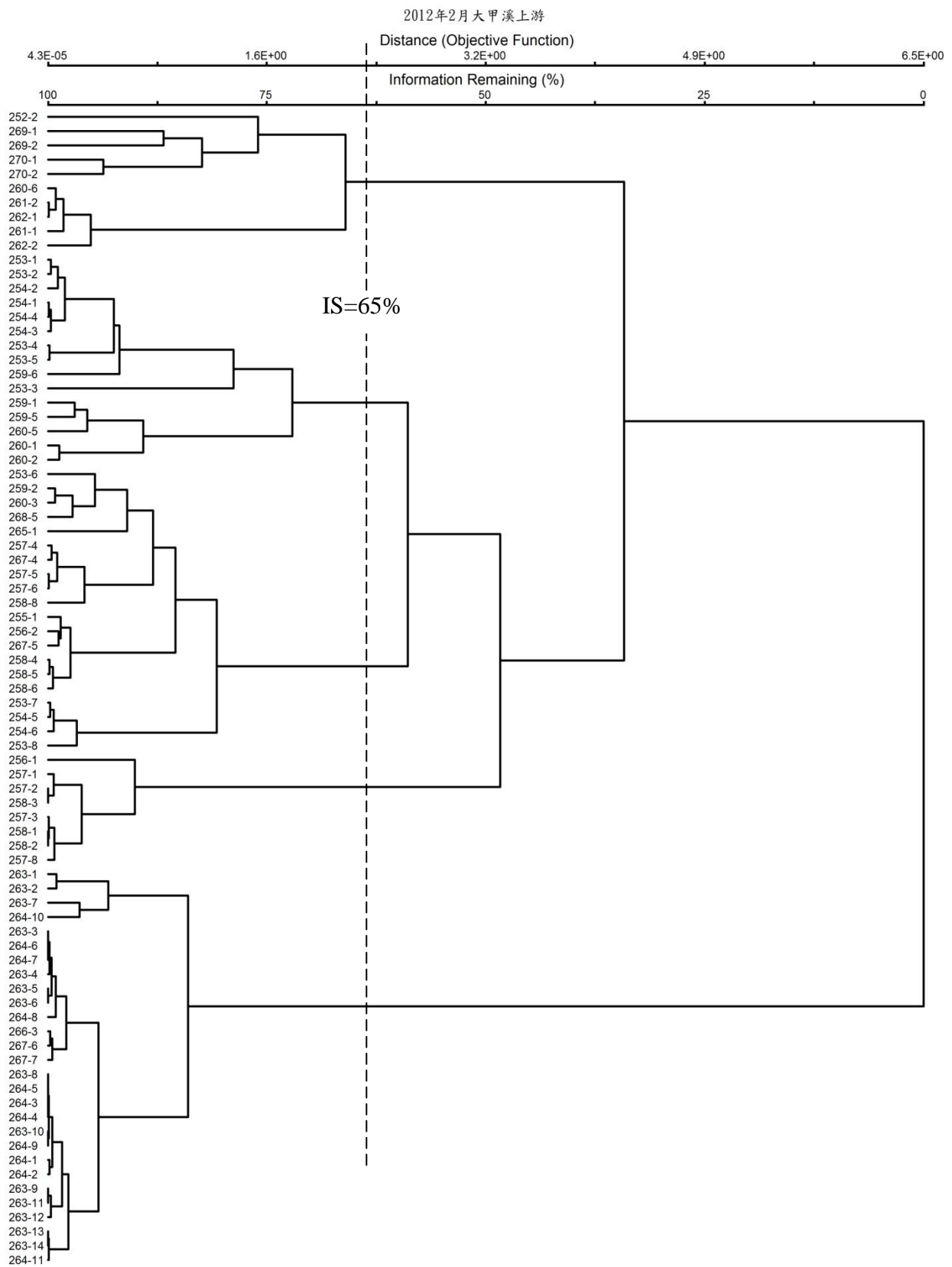


圖 5-19. 2012 年 2 月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖
(資料來源：本研究資料)

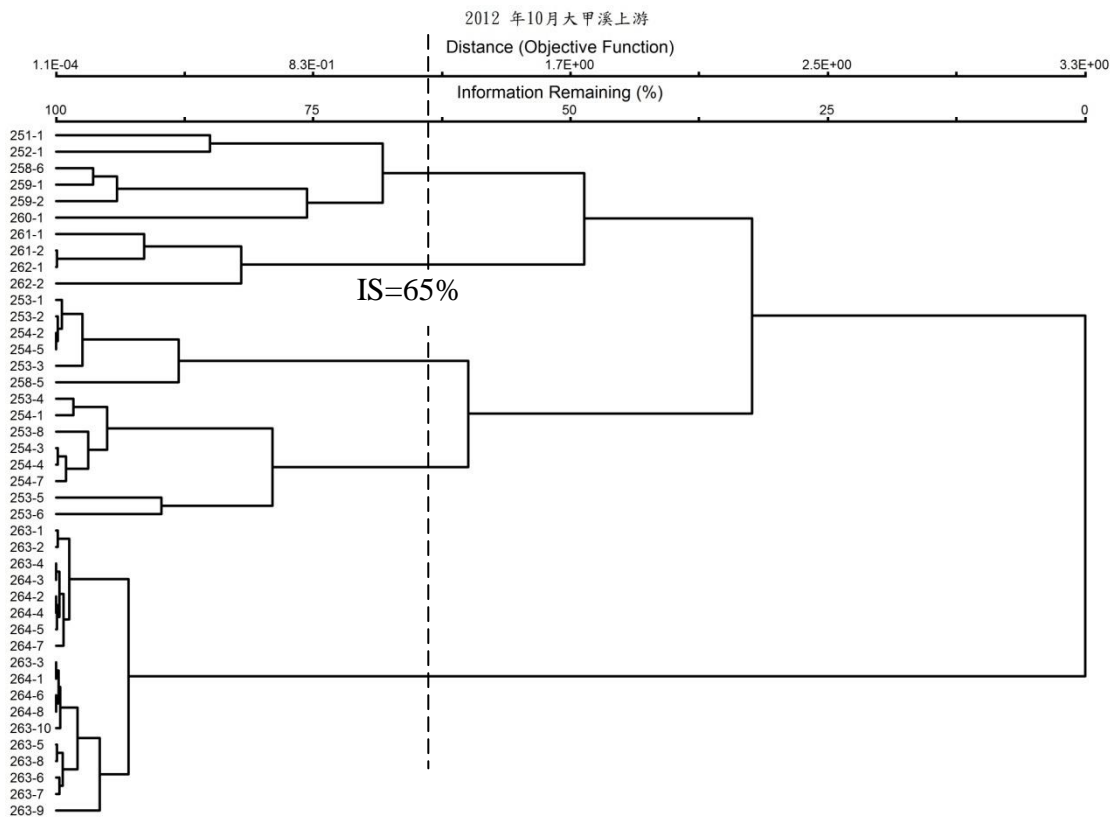


圖 5-20. 2012 年 10 月之大甲溪上游濱岸植群地被層群團分析圖
(資料來源：本研究資料)

附錄 5-1.大甲溪上游濱岸植群各測站之照相監測

測 站	2011.02	2011.10	2012.02	2012.10
羅葉尾 溪放流 點 (#201)				
南湖 登山口 (#202)				
勝光 (#203)				
有勝溪 下游 (#204)				
有勝溪 收費口 (#9)				

測 站

2011.02

2011.10

2012.02

2012.10

司界蘭溪
第二野溪
(#205)



司界蘭溪
上游(第
一野溪，
#10)



司界蘭溪
下游
(#11)



潛在放流
點伊卡丸
溪
(#301)



潛在放流
點樂山溪
(#302)



附錄 5-2.大甲溪上游濱岸植群調查植物名錄

註：*表外來歸化種

一、蕨類植物

1. EQUISETACEAE 木賊科
 - (1) *Equisetum ramosissimum* Desf. 木賊
2. OPHIOGLOSSACEAE 瓶爾小草科
 - (2) *Botrychium ternatum* (Thunb.) Sw. 大陰地蕨
3. ADIANTACEAE 鐵線蕨科
 - (3) *Coniogramme intermedia* Heiron. 華鳳了蕨
4. BLECHNACEAE 烏毛蕨科
 - (4) *Woodwardia orientalis* Sw. var. *formosana* Rosenst. 東方狗脊蕨
 - (5) *Woodwardia unigemmata* (Makino) Nakai 頂芽狗脊蕨
5. DRYOPTERIDACEAE 鱗毛蕨科
 - (6) *Dryopteris formosana* (H. Christ) C. Chr. 臺灣鱗毛蕨
 - (7) *Polystichum parvipinnulum* Tagawa 尖葉耳蕨
6. THELYPTERIDACEAE 金星蕨科
 - (8) *Cyclosorus acuminatus* (Houtt.) Nakai ex H. Ito 小毛蕨
 - (9) *Cyclosorus parasiticus* (L.) Farw. 密毛毛蕨
7. ATHYRIACEAE 蹄蓋蕨科
 - (10) *Diplazium doederleinii* (Luerss.) Makino 德氏雙蓋蕨
8. POLYPODIACEAE 水龍骨科
 - (11) *Arthromeris lehmannii* (Mett.) Ching 肢節蕨
 - (12) *Lepisorus pseudo-ussuriensis* Tagawa 擬烏蘇里瓦韋
 - (13) *Microsorium buergerianum* (Miq.) Ching 波氏星蕨
 - (14) *Pyrrosia sheareri* (Bak.) Ching 廬山石韋

二、裸子植物

9. CEPHALOTAXACEAE 粗榧科
 - (15) *Cephalotaxus wilsoniana* Hayata 臺灣粗榧
10. PINACEAE 松科
 - (16) *Pinus taiwanensis* Hayata 臺灣二葉松

三、雙子葉植物

11. JUGLANDACEAE 胡桃科
 - (17) *Juglans cathayensis* Dode 臺灣胡桃
 - (18) *Platycarya strobilacea* Sieb. & Zucc. 化香樹
12. SALICACEAE 楊柳科
 - (19) *Salix fulvopubescens* Hayata 褐毛柳
13. BETULACEAE 樺木科
 - (20) *Alnus formosana* (Burkill ex Forbes & Hemsl.) Makino 臺灣赤楊
 - (21) *Carpinus kawakamii* Hayata 川上氏鵝耳櫪
14. ULMACEAE 榆科
 - (22) *Ulmus uyematsui* Hayata 阿里山榆
15. URTICACEAE 蕁麻科
 - (23) *Debregeasia orientalis* C. J. Chen 水麻

- (24) *Elatostema parvum* (Bl.) Miq. 絨莖樓梯草
 (25) *Elatostema trilobulatum* (Hayata) Yamazaki 裂葉樓梯草
 (26) *Pellionia radicans* (Sieb. & Zucc.) Wedd. 赤車使者
 (27) *Pilea melastomoides* (Poir.) Wedd. 大冷水麻
 (28) *Pilea rotundinucula* Hayata 圓果冷水麻
 (29) *Urtica thunbergiana* Sieb. & Zucc. 咬人貓
16. POLYGONACEAE 蓼科
 (30) *Polygonum barbatum* L. 毛蓼
 (31) *Polygonum chinense* L. 火炭母草
 (32) *Polygonum multiflorum* Thunb. ex Murray var. *hypoleucum* (Ohwi) Liu, Ying & Lai 臺灣何首烏
 (33) *Polygonum muricatum* Meisner 小花蓼
 (34) *Polygonum senticosum* (Meisn.) Fr. & Sav. 刺蓼
 (35) *Polygonum thunbergii* Sieb. & Zucc. 戟葉蓼
 (36) *Polygonum yunnanense* Leveille 虎杖
 (37) *Rumex crispus* L. var. *japonicus* (Houtt.) Makino 羊蹄
17. AMARANTHACEAE 莧科
 (38) *Achyranthes aspera* L. var. *indica* L. 土牛膝
18. LAURACEAE 樟科
 (39) *Cinnamomum insulari-montanum* Hayata 山肉桂
 (40) *Litsea akoensis* Hayata 屏東木薑子
19. RANUNCULACEAE 毛茛科
 (41) *Clematis gouriana* Roxb. ex DC. subsp. *lishanensis* Yang & Huang 梨山小蓑衣藤
 (42) *Clematis grata* Wall. 串鼻龍
 (43) *Clematis lasiandra* Maxim. 小木通
20. ARISTOLOCHIACEAE 馬兜鈴科
 (44) *Aristolochia kaempferi* Willd. 大葉馬兜鈴
21. FUMARIACEAE 紫堇科
 (45) *Corydalis tashiroi* Makino 臺灣黃堇
22. CRUCIFERAE=BRASSICACEAE 十字花科
 (46) *Nasturtium officinale* R. Brown 豆瓣菜*
23. SAXIFRAGACEAE 虎耳草科
 (47) *Astilbe macroflora* Hayata 阿里山落新婦
 (48) *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
24. ROSACEAE 薔薇科
 (49) *Fragaria hayatai* Makino 臺灣草莓
 (50) *Rosa sericea* Lindl. var. *morrisonensis* (Hayata) Masam. 玉山薔薇
 (51) *Rosa taiwanensis* Nakai 小金櫻
 (52) *Rubus croceacanthus* Levl. 薄瓣懸鉤子
 (53) *Rubus croceacanthus* Levl. var. *croceacanthus* 虎婆刺
 (54) *Rubus parviaraliifolius* Hayata 小椴葉懸鉤子
 (55) *Rubus pyrifolius* J. E. Sm. 梨葉懸鉤子
25. LEGUMINOSAE=FABACEAE 豆科

- (56) *Abrus precatorius* L. 雞母珠
 (57) *Desmodium sequax* Wall. 波葉山螞蝗
 (58) *Lespedeza thunbergii* (DC.) Nakai subsp. *formosa* (Vogel) H. Ohashi
 毛胡枝子
26. SIMAROUBACEAE 苦木科
 (59) *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle var. *tanakai* (Hayata) Sasaki 臭椿
27. ACERACEAE 槭樹科
 (60) *Acer albopurpurascens* Hayata 樟葉槭
 (61) *Acer kawakamii* Koidzumi 尖葉槭
 (62) *Acer serrulatum* Hayata 青楓
28. VIOLACEAE 堇菜科
 (63) *Viola formosana* Hayata 臺灣堇菜
29. STACHYURACEAE 旌節花科
 (64) *Stachyurus himalaicus* Hook. f. & Thomson ex Benth. 通條木
30. CUCURBITACEAE 葫蘆科
 (65) *Thladiantha nudiflora* Hemsl. ex Forbes & Hemsl. 青牛膽
31. ARALIACEAE 五加科
 (66) *Tetrapanax papyriferus* (Hook.) K. Koch 蓮草
32. UMBELLIFERAE=APIACEAE 繖形科
 (67) *Hydrocotyle setulosa* Hayata 阿里山天胡荽
33. PRIMULACEAE 報春花科
 (68) *Lysimachia ardisioides* Masam. 臺灣排香
34. STYRACACEAE 安息香科
 (69) *Styrax formosana* Matsum. 烏皮九芎
35. OLEACEAE 木犀科
 (70) *Ligustrum sinense* Lour. 小實女貞
36. LOGANIACEAE 馬錢科
 (71) *Buddleja asiatica* Lour. 揚波
37. ASCLEPIADACEAE 蘿藦科
 (72) *Cynanchum boudieri* H. Lev. & Vaniot 薄葉牛皮消
38. RUBIACEAE 茜草科
 (73) *Galium echinocarpum* Hayata 刺果豬殃殃
 (74) *Galium formosense* Ohwi 圓葉豬殃殃
 (75) *Ophiorrhiza japonica* Blume 蛇根草
 (76) *Paederia foetida* L. 雞屎藤
39. BORAGINACEAE 紫草科
 (77) *Cynoglossum furcatum* Wallich 琉璃草
40. VERBENACEAE 馬鞭草科
 (78) *Clerodendrum trichotomum* Thunb. 海州常山
41. LABIATAE=LAMIACEAE 唇形科
 (79) *Clinopodium laxiflorum* (Hayata) Mori 疏花風輪菜
 (80) *Melissa axillaris* Bakh. f. 蜜蜂花
 (81) *Comanthosphace formosana* Ohwi 臺灣白木草
42. SOLANACEAE 茄科

- (82) *Solanum nigrum* L. 龍葵
 (83) *Lycianthes lysimachioides* (Wall.) Bitter 蔓茄
43. ACANTHACEAE 爵床科
 (84) *Codonacanthus pauciflorus* Nees 針刺草
 (85) *Strobilanthes flexicaulis* Hayata 曲莖馬藍
44. GESNERIACEAE 苦苣苔科
 (86) *Conandron ramondioides* Siebold & Zucc. 苦苣苔
45. CAPRIFOLIACEAE 忍冬科
 (87) *Sambucus chinensis* Lindl. 冇骨消
46. CAMPANULACEAE 桔梗科
 (88) *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. & Thomson 山桔梗
47. COMPOSITAE=ASTERACEAE 菊科
 (89) *Artemisia indica* Willd. 艾
 (90) *Bidens bipinnata* L. 鬼針*
 (91) *Bidens pilosa* L. var. *radiata* Sch. 大花咸豐草*
 (92) *Conyza canadensis* (L.) Cronq. 加拿大蓬*
 (93) *Conyza sumatrensis* (Retz.) Walker 野茼蒿*
 (94) *Eupatorium formosanum* Hayata 臺灣澤蘭
 (95) *Galinsoga parviflora* Cav. 小米菊
 (96) *Gnaphalium luteoalbum* L. subsp. *affine* (D. Don) Koster 鼠麴草
 (97) *Petasites formosanus* Kitam. 臺灣款冬
 (98) *Senecio nemorensis* L. var. *dentatus* (Kitam.) H. Koyama 黃菀
 (99) *Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don 蔓黃菀
 (100) *Sonchus arvensis* L. 苦苣菜
 (101) *Youngia japonica* (L.) DC. 黃鵪菜
 (102) *Notoseris formosana* (Kitam.) C. Shih 臺灣福王草
 (103) *Paraprenanthes sororia* (Miq.) C. Shih 山苦蕒
 (104) *Pterocypsela formosana* (Maxim.) C. Shih 臺灣山苦蕒
 (105) *Pterocypsela indica* (L.) C. Shih 鵝仔草

四、單子葉植物

48. LILIACEAE 百合科
 (106) *Ophiopogon intermedius* D. Don 間型沿階草
 (107) *Tricyrtis formosana* Baker var. *stolonifera* (Matsum.) Masam. 山油點草
49. DIOSCOREACEAE 薯蕷科
 (108) *Dioscorea collettii* Hook. f. 華南薯蕷
50. CYPERACEAE 莎草科
 (109) *Carex baccans* Nees 紅果薹
 (110) *Carex cruciata* Wahl. 煙火薹
51. GRAMINEAE=POACEAE 禾本科
 (111) *Arundo formosana* Hack. 臺灣蘆竹
 (112) *Bromus catharticus* Vahl 大扁雀麥*

- (113) *Festuca japonica* Makino 日本羊茅
 (114) *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex K. Schum. & Lauterb. 五節芒
 52. ARACEAE 天南星科
 (115) *Arisaema formosanum* (Hayata) Hayata 臺灣天南星

附表 5-1.大甲溪上游濱岸植群調查植物名錄各分類群統計表

(資料來源：本研究資料)

植物類別	科數	屬數	種數(含以下分類群)
蕨類植物	8	12	14
裸子植物	2	2	2
被子植物			
雙子葉植物	37	68	89
單子葉植物	5	9	10
總 計	52	91	115

第六章 生物生態與環境資料庫建置

邵廣昭、林永昌

中央研究院生物多樣性研究中心

摘要

關鍵詞：達爾文核心欄位, Darwin Core Archieve, 生態調查資料, IPT

一、研究緣起

大甲溪上游地區過去雖然有一些零星的生態調查，很可惜的是，大部分的生態調查資料，都沒有數位化建檔保存或上網供查詢，有鑑於此，比照「武陵地區生態系長期監測與研究」計畫、「雪山地區高山生態系整合研究」計畫、「觀霧山椒魚生態中心及周邊改善工程—工程及周邊環境生態監測」計畫，建立資料庫及網站，依照國際生物多樣性資料標準，將調查資料建檔永久保存，以利未來研究者引用比較，並與國際接軌，達成資料共享的目標。

二、研究方法及過程

本計畫所收集之原始生態調查資料，採用中央研究院生物多樣性研究中心設計的『簡便通用生態調查資料格式』，作為本計畫原始生態調查資料的格式。所有的資料分別轉換成 XML 文件，以利後續的整合、保存及資料交換，並同步匯入中央研究生物多樣性中心的資料發佈站(Integrated Publishing Toolkit)，轉換成 Darwin Core Archieve 格式（內含 Ecological Metadata Language 格式），以利資料分析運用。

三、重要發現

本計畫目前已收集植物、水生昆蟲、魚類等物種調查資料共 16999 筆，涵蓋 2 界 7 門 8 綱 58 目 139 科 392 種生物物種以及水質資料 53 筆、水文資料 16 筆。

四、主要建議事項

(1)立即可行之建議：

建議事項：為因應資料長期保存及國際資料交換的需求，調查資料應以國際通用的XML格式保存。

(2)長期性建議：

建議事項：目前國際上正在推行使用IPT整合生物多樣性原始調查資訊，未來應注意其發展，以適時跟上國際腳步。

Abstract

The data formats for collecting raw data of the project “The Long Term Ecological Monitoring and Ecological Model Establishment for Wulin Area” adopts “the Common Ecological Investigation Data Format” designed by the Research Center for Biodiversity Academia Sinica on the basis of Darwin Core 2.0 and ABCD Schema, the common formats in the worldwide, with some modifications for the requirement of chinese language we use.

For the need and the convenience to exchange data internationally, the data in the project are recorded in XML format which is also internationally adopted. In addition, to compensate the need for information searching and presentation, the relevant databases were established at the same time. Currently, partial raw investigation data has been preseved digitized and is availabe online (<http://wlterm.biodiv.sinica.edu.tw>). The project sponsors and data providers as well as the general public are welcomed to inquire and download the data as they need.

Immediately feasible suggestion:

To meet the need of data long period preserving and international data exchange, investigating data should use XML format.

Medium long-term suggestion:

Currently, IPT is promoting by many international biodiversity institute, we should still notice its development in the future, and keep up with the international step.

Key Words: Darwin Core, raw data, Ecological Investigation Data, IPT

一、前言

「生物多樣性資訊學」中包括生態分佈資訊之資料，此等資料之搜集、建置與整合之理論，技術與實作又被歸為「生態資訊學」之範疇。生態分佈資料又包括標本採集或觀測（僅做紀錄並未採集標本）兩類不同的時間與空間的分佈資料，也是生物學領域中探討生物地理分佈、擴散、群聚或生態系變遷之機制、陸域與海域環境影響評估、資源或生態之保育、利用、經營管理等等非常重要之基本資料。台灣之生態調查研究計畫甚多，每年政府所投入之調查經費龐大，但因過去缺乏各機關、各領域或各資料庫間之橫向聯絡與整合，故各資料庫建置之方式、設定之欄位格式、所使用之 GIS 或資料庫管理系統及資料公開之程度等亦多不一致，以致於目前國內之生態分佈資料庫仍多屬各自為政之狀態，所造成資源之重疊浪費、資料之散失及未來整合之困難度將日益嚴重。

大甲溪上游地區過去雖然有一些零星的生態調查，很可惜的是，大部分的生態調查資料，都沒有數位化建檔保存或上網供查詢，有鑑於此，比照「武陵地區生態系長期監測與研究」計畫、「雪山地區高山生態系整合研究」計畫、「觀霧山椒魚生態中心及周邊改善工程—工程及周邊環境生態監測」計畫，建立資料庫及網站，依照國際生物多樣性資料標準，將調查資料建檔永久保存，以利未來研究者引用比較，並與國際接軌，達成資料共享的目標。

二、材料及方法

本計畫所收集之原始生態調查資料，包括魚類、水生昆蟲、植物以及水質、水文資料，涵蓋多種生物類別，所有資料採用中央研究院生物多樣性研究中心設計的『簡便通用生態調查資料格式』，作為原始生態調查資料的格式。所有的資料分別轉換成 XML 文件，以利後續的整合、保存及資料交換，並同步匯入中央研究生物多樣性中心的資料發佈站(Integrated Publishing Toolkit)，轉換成 Drawin Core Archieve 格式（內含 Ecological Metadata Language 格式），以利資料分析運用。

『通用生態調查資料格式』為中央研究院生物多樣性研究中心所設計，主要以國際通用的達爾文核心欄位（Darwin Core 2.0）及 ABCD Schema 為基礎，並配合中文資料的需求，作適度的修改，該資料格式提供多種資料提供方法及介面，包括 Excel, Access, XML, 及網路線上輸入等方法，供生態調查者選擇使用，目前絕大多數的生態調查者都採用 Excel 格式提供資料，再由資訊人員負責後端資訊格式的轉換工作。

為因應國際資料交換的需求，本計畫收集的資料，主要以國際通用的 XML 格式為主，此外為配合網站資料查詢及資料呈現的需求，也同步建立關聯式資料庫，供一般使用者使用，並同步匯入中央研究生物多樣性中心的資料發佈站(Integrated Publishing Toolkit)，轉換成 Darwin Core Archive 格式（內含 Ecological Metadata Language 格式），以利資料分析運用。

三、結果

a.持續利用通用生態調查資料格式整合調查資料，依照 Darwincore 整理成 xml 檔案且同步建立 MDB 關連式資料庫，本計畫迄今收集植物、水生昆蟲、魚類等物種調查資料共 16999 筆，涵蓋 2 界 7 門 8 綱 58 目 139 科 392 種生物物種以及水質資料 53 筆、水文資料 16 筆。所有調查資料，均上網供使用者查詢，網址：<http://daja.biodiv.tw>，使用者可使用以下任一種方法查詢。

(1) 由地圖查資料：

提供大甲溪上游地區 Google 地圖，使用者可直接點選地圖上的調查點，查得該點的調查資料。反之亦可由調查資料，查得該調查點的地圖。

(2) 由生物分類階層查得資料

將此次計畫調查到的所有物種，依照生物分類階層，排序，供使用者點選查詢詳細資料，亦可反查調查點的地圖。

(3) 由調查記錄清單查得資料

將此次計畫收集到所有資料，逐筆列出，並提供多種排序選擇，供使用者

點選查詢單筆詳細資料，亦可反查調查點的地圖。

b.每筆資料均賦予全球唯一識別碼

使用 TDWG (Biodiversity Information Standards) 推行的 LSID (Life Science Identifiers)，作為全球唯一識別碼 (Globally Unique Identifier)，以利資訊交流，LSID 格式如圖 6-4。依照 LSID 格式，本計畫建立的資料使用「urn:lsid:daja.biodiv.tw:observation:」加資料流水號，作為全球唯一識別碼。

c.生物資料均匯入 IPT 站

所有生物資料均匯入中央研究生物多樣性中心的資料發佈站(Integrated Publishing Toolkit)，轉換成 Drawin Core Archieve 格式 (內含 Ecological Metadata Language 格式)，以利資料分析運用。

四、討論與結論

1. 網站及資料庫全部使用 PHP+MySQL+UTF-8。
2. 使用 LSID 作為全球唯一識別碼，已確定可行，唯當初規劃以 LSID 為工具整合資料的願景，尚未實現。
3. 使用 IPT 整合生物資料，將是國際趨勢。

五、研究成果與建議

本計畫收集的原始生態調查資料，將以 XML 及資料庫及 Drawin Core Archieve 三種格式燒錄至光碟，提供委辦單位雪霸國家管理處永久保存，或整合入管理處的網頁上，此外，亦可與國家生物多樣性入口網 TaiBIF 整合，使用者也可以使用 TaiBIF 網站提供的 GIS 系統，依地點查詢到本計畫各測站的物種，也可以由物種學名，依物種查詢該物種的分佈地點。

後續的調查計畫，將持續增補資料，以發揮建置此網站及資料的目的，亦可提供解說教育及分區規劃、經營管理之用。

六、參考文獻

- 邵廣昭、彭鏡毅、賴昆祺、林永昌、李瀚、陳欣瑜、楊杰倫(2006)台灣生物多樣性資料庫及資訊網之整合，兩岸生物科技智慧財產權及微生物資源保護研討會。台灣大學。
- 邵廣昭、賴昆祺、林永昌、柯智仁、陳麗西、李瀚、林欣樺 (2008) 數位典藏計畫中生物多樣性資料之整合，昆蟲與蝨蟎標本資源之管理與應用研討會專刊，國立自然科學博物館、台灣昆蟲學會 (5/9-10)，國立自然科學博物館。
- Shao, K. T., S. C. Huang, S. Chen, Y. C. Lin, K. C. Lai, Burke C. J. Ko, L. S. Chen and Alan J. Yang. (2008) Establishing a Taiwan Biodiversity Information Network and Its Integration with Germplasm Databanks. APEC-ATCWG Workshop, Risk Management systems on Genetic Resources.
- Shao, K.T. C.I. Peng, K.C. Lai, Y.C. Lin, H.W. Yen, H. Lee, A.J. Yang, H.H. Wu, S.Y. Chen (2006) Integration of Biodiversity Database in Taiwan and Linkage to Global Database..
- Shao K-T, Lin J, Wu C-H, Yeh H-M, Cheng T-Y (2012) A dataset from bottom trawl survey around Taiwan. ZooKeys @ @: @-@. doi: 10.3897/zookeys.@@.3032



圖6-1 網站首頁及計畫簡介(圖片來源：http://daja.biodiv.tw)



圖6-2 調查現場照片(圖片來源：http://daja.biodiv.tw)

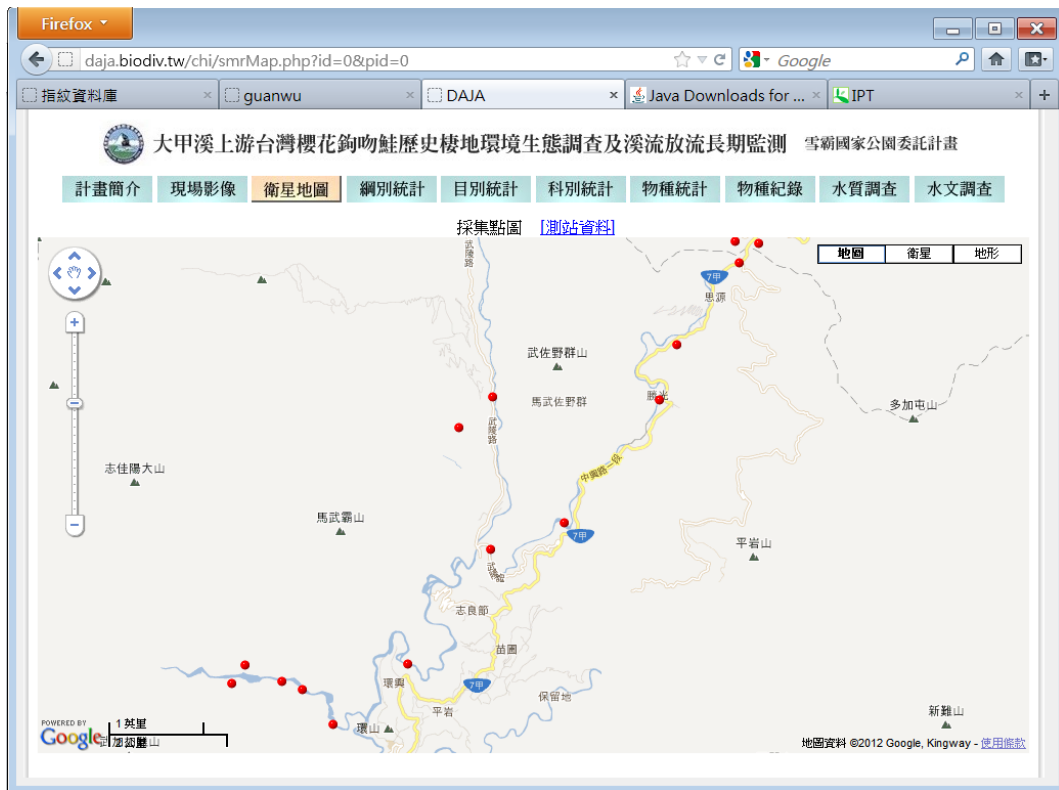


圖6-3 Google地圖及測站(圖片來源：http://daja.biodiv.tw)

門名	門	綱名	綱	目名	目	科名	科	筆數
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Sapindales	無患子目	Aceraceae	槭樹科	98
Pteridophyta	蕨類植物門	Filicopsida	真蕨綱	Polypodiales	水龍骨目	Adiantaceae	鐵線蕨科	15
Arthropoda	節肢動物門	Insecta	昆蟲綱	Ephemeroptera	蜉蝣目	Ameletidae	姬雙尾蜉科	22
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Sapindales	無患子目	Anacardiaceae	漆樹科	7
Arthropoda	節肢動物門	Insecta	昆蟲綱	Trichoptera	毛翅目	Apataniidae	寬羽擬石蛾科	11
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Apiales	繖形目	Apiaceae	繖形科	55
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Gentianales	龍膽目	Apocynaceae	夾竹桃科	2
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Celastrales	衛矛目	Aquifoliaceae	冬青科	217
Magnoliophyta	木蘭植物門	Liliopsida	百合綱	Arales	天南星目	Araceae	天南星科	11
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Apiales	繖形目	Araliaceae	五加科	23
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Aristolochiales	馬兜鈴目	Aristolochiaceae	馬兜鈴科	1
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Gentianales	龍膽目	Asclepiadaceae	蘿藦科	1
Pteridophyta	蕨類植物門	Filicopsida	真蕨綱	Polypodiales	水龍骨目	Aspleniaceae	鐵角蕨科	1
Arthropoda	節肢動物門	Insecta	昆蟲綱	Diptera	雙翅目	Athericidae	流虹科	31
Pteridophyta	蕨類植物門	Filicopsida	真蕨綱	Polypodiales	水龍骨目	Athyriaceae	蹄蓋蕨科	11
Arthropoda	節肢動物門	Insecta	昆蟲綱	Ephemeroptera	蜉蝣目	Baetidae	四節蜉科	200
Arthropoda	節肢動物門	Insecta	昆蟲綱	Trichoptera	毛翅目	Beraeidae	貝石蛾科	14
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Fagales	殼斗目	Betulaceae	樺木科	187

圖6-4 調查物種科別統計(圖片來源：http://daja.biodiv.tw)

Firefox | daja.biodiv.tw/chi/recordgrid.php

指紋資料庫 | guanwu | DAJA | Java Downloads for ... | IPT

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 雪霸國家公園委託計畫

計畫簡介 | 現場影像 | 衛星地圖 | 網別統計 | 目別統計 | 科別統計 | 物種統計 | 物種紀錄 | 水質調查 | 水文調查

生物物種調查紀錄 測站 開頭 搜尋 共 7322 筆

測站	科名	學名	調查日	地點	緯度	經度	調查者	調查方法	鑑定者	內容
4	Polycentropodidae	Plectrocnemia sp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Baetidae	Acentrella lata	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Baetidae	Baetiella bispinosa	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Baetidae	Baetis spp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Perlidae	Neoperla spp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Nemouridae	Protonemura spp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Lepidostomatida	Goerodes sp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Hydropsychidae	Hydropsyche spp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Psychodidae	Pericoma	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Heptageniidae	Afronurus floreus	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Chironomidae	Tanyopodinae spp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Elmidae	Zaitzevia sp.A	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Ephemeroidea	Ephemera sauteri	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Glossosomatida	Glossosoma sp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Heptageniidae	Rhithrogena ampla	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Rhyacophilidae	Rhyacophila nigrocephala	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Tipulidae	Eriocera sp.B	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Tipulidae	Eriocera sp.A	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Stenopsychidae	Stenopsyche sp.A	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Simuliidae	Simulium sp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Rhyacophilidae	Rhyacophila spp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Ceratopogonidae	Atrichopogon sp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Ceratopogonidae	Bezzia sp.	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?
4	Chironomidae	Chironomidae sn B	2011-05-17	觀魚台	24.37083	121.31056	丘明智	Surber sam	丘明智	?

大型字 中型字 小型字

圖6-5 調查物種紀錄(圖片來源: http://daja.biodiv.tw)

Firefox | fishbase.tw:8080/ipt/manage/

指紋資料庫 | guanwu | DAJA | IPT | Java Download... | IPT

Logged in as jacklin@gate.sinica.edu.tw Account Logout

GBIF free and open access to biodiversity data
GBIF INTEGRATED PUBLISHING TOOLKIT (IPT)

我要申請帳號 生物多樣性資料發佈站
中央研究院台灣魚類資料庫維護

Home Manage Resources Administration About

Resources you have rights to manage

Name	Type	Records	Last Modified	Visibility	Organisation
A dataset from bottom trawl survey around Taiwan	occurrence_checklist	3,529	2011-09-14	Public	Taiwan Biodiversity Information Facility (TaiBIF)
Daja Fish	occurrence_checklist	0	2012-07-09	Private	Not Registered
Daja Plant	checklist	0	2012-07-09	Private	Not Registered
Daja Insect	occurrence_checklist	0	2012-07-09	Private	Not Registered
Guanwu Animal	occurrence_checklist	142	2011-11-25	Private	Not Registered
Guanwu Plant	occurrence_checklist	11,324	2011-11-25	Private	Not Registered
SYUE Forest Fire	occurrence_checklist	2,128	2011-11-18	Private	Not Registered
SYUE Aves	occurrence_checklist	4,765	2011-11-18	Private	Not Registered
SYUE Bryophyta	occurrence_checklist	105	2011-11-18	Private	Not Registered
SYUE Insect	occurrence_checklist	13,339	2011-11-18	Private	Not Registered
SYUE Plant	occurrence_checklist	505	2011-11-17	Private	Not Registered
TJ2011 Aves	occurrence_checklist	96	2011-10-04	Private	Not Registered
TJ2011 Crust	occurrence_checklist	480	2011-10-04	Private	Not Registered
TJ2011 Fish	occurrence_checklist	130	2011-10-04	Private	Not Registered
TJ2011 Fish Egg	occurrence_checklist	62	2011-10-04	Public	Not Registered
TJ2011 Mollusca	occurrence_checklist	408	2011-10-04	Private	Not Registered
TJ2011 Plankton	occurrence_checklist	324	2011-10-04	Private	Not Registered
TJ2011 Plant	occurrence_checklist	132	2011-10-04	Private	Not Registered

圖6-6 生物資料均匯入IPT站(圖片來源: http://daja.biodiv.tw)

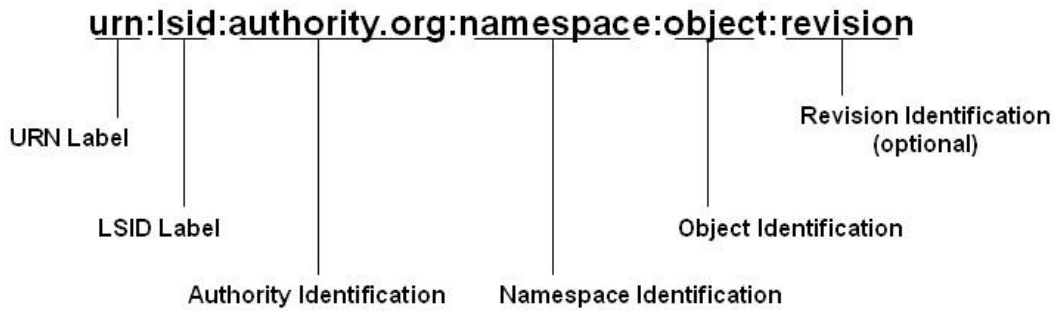


圖6-7 LSID 格式(圖片來源：http://www.tdwg.org/)

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <Document xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://daja.biodiv.tw/DarwinCoreSYUE.xsd"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  - <MetaDesc>
    <DateLastModified>2012-7-9</DateLastModified>
    <GlobalUniqueIdentifier>urn:lsid:daja.biodiv.tw:observation:1147</GlobalUniqueIdentifier>
    <CatalogNumber>1147</CatalogNumber>
    <ScientificName>Plectrocnemia sp.</ScientificName>
    <BasisOfRecord>O</BasisOfRecord>
    <Kingdom>Animalia</Kingdom>
    <Phylum>Arthropoda</Phylum>
    <Class>Insecta</Class>
    <Order>Trichoptera</Order>
    <Family>Polycentropodidae</Family>
    <KingdomInChinese>動物界</KingdomInChinese>
    <PhylumInChinese>節肢動物門</PhylumInChinese>
    <ClassInChinese>昆蟲綱</ClassInChinese>
    <OrderInChinese>毛翅目</OrderInChinese>
    <FamilyInChinese>多距石蛾科</FamilyInChinese>
    <ChineseName>多距石蛾科</ChineseName>
    <AuthorYearOfScientificName/>
    <IdentifiedBy>Ming-Chih Chiu</IdentifiedBy>
    <Collector>Ming-Chih Chiu</Collector>
    <CollectorInChinese>丘明智</CollectorInChinese>
    <EarliestDateCollected>2011-05-17</EarliestDateCollected>
    <LatestDateCollected>2011-05-17</LatestDateCollected>
    <Locality>View fish platform</Locality>
    <LocalityInChinese>觀魚台</LocalityInChinese>
    <DecimalLongitude>121.31056</DecimalLongitude>
    <DecimalLatitude>24.37083</DecimalLatitude>
    <CoordinateUncertaintyInMeters>50</CoordinateUncertaintyInMeters>
  
```

圖6-8 大甲溪資料LSID 範例(圖片來源：http://daja.biodiv.tw)