

10103 觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

雪霸國家公園委託辦理計畫成果報告

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

雪霸國家公園管理處委託辦理計畫成果報告

中華民國 103 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

Researches on *Hynobius fuca* and related species
in Guanwu area

受委託者：中華民國國家公園學會

研究主持人：歐辰雄

協同主持人：邵廣昭、吳聲海、陸聲山、邱清安

雪霸國家公園管理處委託辦理計畫成果報告

中華民國 103 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次.....	II
圖次.....	IV
摘要.....	IX
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起及目的	1
第二節 計畫目標	3
第三節 主題背景及有關研究之檢討	4
第四節 工作地點環境描述	16
第二章 研究方法.....	20
第一節 植物生態調查及感測器網路系統建構	20
第二節 觀霧山椒魚及相關動物調查	26
第三節 生物及環境資料庫建置	30
第三章 結果與討論.....	33
第一節 植物生態調查及感測器網路系統建構	34
第二節 觀霧山椒魚及相關動物調查	127
第三節 生物及環境資料庫建置	157
第四章 結論與建議.....	163
第一節 結論	163
第二節 建議	167
附錄一、簡便生態資料格式	169
附錄二、觀霧山椒魚試驗棲地植物名錄	171
附錄三、觀霧山椒魚野外棲地樣區植物名錄	180
附錄四、觀霧三種鳳仙花花朵性狀基本資料	191
附錄五、觀霧三種鳳仙花果實性狀基本資料	194
附錄六、觀霧山椒魚基本資料	197
附錄七、觀霧山椒魚捕獲日期與環境資料	201
附錄八、觀霧山椒魚再捕獲個體不同時間測量值	205
附錄九、審查會議記錄	206
引用文獻	231

表次

表 1-1. 觀霧地區維管束植物種類統計表.....	8
表 1-2. 觀霧地區工程及綠美化可應用之植物種類.....	10
表 1-3. 觀霧地區之棣慕華鳳仙花物候資料表.....	11
表 2-1. 觀霧山椒魚調查的方式及調查項目(a: 水溫、b: 氣溫、c:濕度；1: 若發現山椒魚，將選擇成為固定樣區).....	26
表 3-1-1. 本計畫執行工作項目與進度，及其結果所在章節.....	33
表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料.....	41
表 3-1-3. 觀霧山椒魚試驗棲地植物社會調查樣區之基本資料.....	54
表 3-1-4. 觀霧山椒魚試驗棲地樣區喬木層植物之重要值指數(%).....	54
表 3-1-5. 觀霧山椒魚試驗棲地樣區地被層植物之重要值指數(%).....	55
表 3-1-6. 觀霧山椒魚試驗棲地植物各分類群統計表.....	55
表 3-1-7. 2012 年觀霧山椒魚試驗棲地環境及產卵場與植物維護之綜合建 議.....	60
表 3-1-8. 2013 年改善試驗棲地與原始林之間芒草地所種植的苗木一覽表...	62
表 3-1-9. 2014 年改善試驗棲地與原始林之間芒草地所種植的苗木一覽表...	64
表 3-1-10. 觀霧山椒魚野外棲地植物社會調查樣區之基本資料.....	70
表 3-1-11. 香杉—卡氏櫛林型之環境狀況及植物相主要組成.....	73
表 3-1-12. 柳杉林型之環境狀況及植物相主要組成.....	75
表 3-1-13. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽之初步建議.....	78
表 3-1-14. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽之改善建議(2012.01~2012.06).....	82
表 3-1-15. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽之改善建議(2012.07~2012.12).....	83
表 3-1-16. 生態中心周邊原生植物之基本生長資料(2014-09-03 量測).....	87
表 3-1-17. 三種鳳仙花單花套袋結果統計表.....	103
表 3-1-18. 東方蜜蜂及三種熊蜂的辨識特徵.....	122
表 3-1-19. 東方蜜蜂、三種熊蜂與三種鳳仙花的關係，其中符號意義+： 訪花(授粉)；-：盜蜜 (未授粉)；=：未訪花(未授粉).....	123
表 3-2-1. 各樣區底棲及水中無脊椎動物調查次數(O:當月有調查；SW: 大 鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地).....	127
表 3-2-2. 各樣區及試驗棲地底棲無脊椎動物組成百分比(SW:大鹿林道西 線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地).....	128
表 3-2-3. 樣區中離水遠近程度不同的樣點之底棲無脊椎動物目數與個體 總數(SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲 地).....	129
表 3-2-4. 固定樣區溪流中各類群無脊椎動物類群組成百分例(共 475 隻)..	130
表 3-2-5. 固定樣區溪流中無脊椎動物目數與個體總數(SW:大鹿林道西	

線；SB:巨木步道).....	131
表 3-2-6. 捕獲山椒魚地點之底棲無脊椎動物目數與個體總數	133
表 3-2-7. 山椒魚捕獲地點各類群底棲無脊椎動物類群組成百分比(共 828 隻).....	134
表 3-2-8. 觀霧山椒魚捕獲記錄。(躲藏物體積為躲藏物最長*最寬*最高 之估計值).....	137
表 3-2-9. 累計搜尋努力量與山椒魚捕獲率	140
表 3-2-10. 觀霧山椒魚之胃內含物.....	142
表 3-2-11. 洗胃與排遺分析所得食餌類群	142
表 3-2-12. 山椒魚色標對照表(R：紅色、G：綠色、Y：黃色、P：粉紅 色、O：橘色)	145
表 3-2-13. 爬蟲類之發現地點、種類及數量	148
表 3-2-14. 生態中心附近小型哺乳類種類及數量	149
表 3-2-15. 各樣區及試驗棲地小型哺乳類種類及數量	150
表 3-2-16. 紅外線自動相機拍攝到物種列表	150

圖次

圖 1-1. 本計畫調查區域之位置(紅色虛線內之部分)	17
圖 1-2. 本計畫之研究調查區域圖.....	17
圖 1-3. 觀霧地區生態氣候圖.....	18
圖 2-1. 植物生態之調查項目與研究流程.....	20
圖 2-2. 鳳仙花生長及授粉昆蟲調查之感測器網路系統架構.....	25
圖 3-1-1. 可直接於 Google Earth 讀取、顯示之「觀霧山椒魚試驗棲地位 置.kmz」	36
圖 3-1-2. 委託專業測量公司，以電子經緯儀測量觀霧山椒魚試驗棲地	36
圖 3-1-3. 觀霧山椒魚試驗棲地製圖：步道、水域，以及林木之種類、大 小、位置	37
圖 3-1-4. 2012 年觀霧山椒魚試驗棲地植物生長情形與監測工作	38
圖 3-1-5. 2013 年觀霧山椒魚試驗棲地林木重新製掛鋁牌、監測調查工作 ...	39
圖 3-1-6. 2014 年觀霧山椒魚試驗棲地之林木監測調查工作	40
圖 3-1-7. 由已建置之林木監測資料中，可快速瞭解人為生態復育林木之 位置、種類、數量	53
圖 3-1-8. 由歷年林木監測資料，可瞭解有那些林木自然枯死	53
圖 3-1-9. 觀霧地區試驗棲地 3 個森林植物社會樣區喬木層之雙向群團分 析結果樹形圖	56
圖 3-1-10. 觀霧地區試驗棲地 3 個森林植物社會樣區地被層之雙向群團分 析結果樹形圖	56
圖 3-1-11. 觀霧山椒魚試驗棲地之復育前、復育中、復育後的整體環境變 化	58
圖 3-1-12. 2012 年觀霧山椒魚產卵場之水流穩定，周邊植物生長良好，有 豐富之腐植質，及石板與枯木之隱蔽場所	59
圖 3-1-13. 2012 年風倒木上或掉落地面之著生蘭(百合豆蘭、金草蘭)於試 驗棲地內再次回復生機、2014 年回植風倒木上掉落地面之金草 蘭	59
圖 3-1-14. 觀霧山椒魚試驗棲地 2013 年環境及產卵場與植物維護工作。 ...	65
圖 3-1-15. 2013 年觀霧山椒魚試驗棲地旁芒草區之改善工作。	66
圖 3-1-16. 觀霧山椒魚試驗棲地 2014 年環境維護改善及志工工作假期	67
圖 3-1-17. 提供未來環境教育使用之觀霧山椒魚棲地改善的輕便看板：改 善前、改善中、改善後、改善措施。	68
圖 3-1-18. 觀霧地區山椒魚野外棲地植物社會樣區喬木層之雙向群團分析 結果樹形圖	71
圖 3-1-19. 觀霧地區山椒魚野外棲地植物社會樣區地被層之雙向群團分析	

結果樹形圖	72
圖 3-1-20. 觀霧山椒魚野外棲地香杉植群型之優勢樹種徑級分布圖	74
圖 3-1-21. 觀霧山椒魚野外棲地柳杉植群型之優勢樹種徑級分布圖	75
圖 3-1-22. 觀霧山椒魚野外棲地植物社會調查樣區	76
圖 3-1-23. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽配置簡圖	79
圖 3-1-24. 觀霧山椒魚生態中心周邊之綠美化植栽工作	80
圖 3-1-25. 生態中心前水池旁之新竹油菊等補植(2014-11-07 攝)	87
圖 3-1-26. 生態中心周邊植栽改善—停車場旁綠地	88
圖 3-1-27. 生態中心周邊植栽改善—入口兩側	89
圖 3-1-28. 生態中心周邊植栽改善—聯外道路兩側	90
圖 3-1-29. 生態中心周邊植栽改善—後方花圃及圍籬	91
圖 3-1-30. 生態中心周邊植栽改善—建物旁花台	92
圖 3-1-31. 生態中心周邊植栽改善—木棧道旁草坪	93
圖 3-1-32. 三種鳳仙花之培育觀察區(2014-09-04 攝)	94
圖 3-1-33. 測量鳳仙花花長及花瓣長寬示意圖：(左)藍線為花朵長，紅線 為花筒長、(右)藍線上下為外徑長，左右為外徑寬；紅線上下為 內徑長，左右為內徑寬	96
圖 3-1-34. 三種鳳仙花的果實：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花	96
圖 3-1-35. 黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棣慕華鳳仙花之花朵性狀盒鬚圖	97
圖 3-1-36. 黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棣慕華鳳仙花之果實及種子性狀盒 鬚圖	98
圖 3-1-37. 三種鳳仙花隔離授粉昆蟲試驗：(左上) 2013 年 6 月移植未開 花之幼苗於紗網培育箱內進行全株罩網試驗、(右上) 2014 年 9 月 開花結實之黃花鳳仙花、(左下) 2014 年 9 月開花結實之紫花鳳仙 花、(右下) 2014 年 9 月開花結實之棣慕華鳳仙花	100
圖 3-1-38. 單花套袋試驗之三種鳳仙花的種子：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫 花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花	101
圖 3-1-39. 人工自交試驗之三種鳳仙花的種子：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫 花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花	102
圖 3-1-40. 人工異交試驗之三種鳳仙花的種子：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫 花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花	102
圖 3-1-41. 三種鳳仙花的花粉活力測定：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫花鳳仙 花、(右) 棣慕華鳳仙花	104
圖 3-1-42. 鳳仙花體內花粉管發芽觀察試驗	106
圖 3-1-43. 三種鳳仙花花粉自交 1 天及 2 天之發芽情形(p:花粉；pt:花粉 管)	107

圖 3-1-44. 三種鳳仙花花粉異交 1 天及 2 天之發芽情形(p:花粉管).....	108
圖 3-1-45. 鳳仙花培育區與感測器網路系統，左：2012 年架設三組網路攝影機；右：2013 年架設三組紅外線自動相機。.....	111
圖 3-1-46. 感測器網路系統之網路攝影機影像瀏覽介面.....	111
圖 3-1-47. 黃花鳳仙花 2012 年 5-7 月成長情形，左：5 月成長情形；右：7 月成長情形。.....	111
圖 3-1-48. 紫花鳳仙花 2012 年 9-10 月成長情形，左：9 月中後開始花葉生長；右：10 月中下旬最為繁盛，可見多朵紫花鳳仙花(紅色圈)。.....	112
圖 3-1-49. 棣慕華花鳳仙花 2012 年 7 月成長情形，左：7 月初花苞開始出現；右：7 月下旬花苞以大量出現(紅色圈)。.....	112
圖 3-1-50. 黃花鳳仙花 2013 年 3-6 月成長情形，左上：3 月成長情形；右上：4 月成長情形；左下：5 月成長情形；右下：6 月成長情形，零星可見黃花.....	113
圖 3-1-51. 紫花鳳仙花 2013 年 3-6 月成長情形，左上：3 月成長情形；右上：4 月成長情形；左下：5 月成長情形；右下：6 月成長情形，可見多朵紫花.....	114
圖 3-1-52. 棣慕華花鳳仙花 2013 年 3-6 月成長情形，左上：3 月成長情形；右上：4 月成長情形；左下：5 月成長情形；右下：6 月成長情形，仍未見到花朵.....	115
圖 3-1-53. 東方蜜蜂(左)、威氏熊蜂(右)訪黃花鳳仙花.....	116
圖 3-1-54. 東方蜜蜂(左)、威氏熊蜂(右)訪紫花鳳仙花.....	117
圖 3-1-55. 東方蜜蜂(左)、威氏熊蜂(右)訪棣慕華鳳仙花.....	117
圖 3-1-56. 盜蜜之熊蜂(<i>Bombus hyponorum</i>).....	117
圖 3-1-57. 盜蜜之熊蜂 <i>Bombus hyponorum</i> (左邊 3 隻) 舌長較授粉蜂威氏熊蜂 (右邊 2 隻) 短.....	118
圖 3-1-58. 常見的楚南熊蜂(<i>B. sonani</i>)，卻未曾見造訪三種鳳仙花.....	118
圖 3-1-59. 三種鳳仙花花粉電顯照：黃花鳳仙花(左)、紫花鳳仙花(中)、棣慕華鳳仙花(右).....	120
圖 3-1-60. 東方蜜蜂訪鳳仙花所採花粉之電顯照：黃花鳳仙花(左)、紫花鳳仙花(中)、棣慕華鳳仙花(右).....	120
圖 3-1-61 威氏熊蜂訪鳳仙花所採花粉之電顯照：黃花鳳仙花(左)、紫花鳳仙花(中)、棣慕華鳳仙花(右).....	120
圖 3-1-62A. 黃花鳳仙花之數值影像彩色圖版.....	124
圖 3-1-62B. 紫花鳳仙花之數值影像彩色圖版.....	125
圖 3-1-62C. 棣慕華鳳仙花之數值影像彩色圖版.....	126

圖 3-2-1. 全樣區各類群底棲無脊椎動物體長分布	128
圖 3-2-2. 全樣區底棲無脊椎動物體長級距分布	129
圖 3-2-3. 三個固定樣區溪流中各類群無脊椎動物體長分布	131
圖 3-2-4. 三個固定樣區溪流中無脊椎動物體長級距分布	131
圖 3-2-5. 山椒魚捕獲地點各類群底棲無脊椎動物體長分布(尚有蚯蚓一 隻，體長 112 mm，不在此圖中畫出)	132
圖 3-2-6. 山椒魚捕獲地點底棲無脊椎動物體長級距分布	132
圖 3-2-7. 不同年份山椒魚捕捉數量.....	135
圖 3-2-8. 各月份累積捕捉山椒魚數量及其平均吻肛長	136
圖 3-2-9. 山椒魚吻肛長分布與覆蓋物大小平均值	136
圖 3-2-10. 不同調查時間捕獲率與個體數	136
圖 3-2-11. 觀霧山椒魚之胃內食餌.....	143
圖 3-2-12. 不同月份山椒魚洗胃成效.....	143
圖 3-2-13. 色標範例：(A) f1319，尾部基部左側，綠紅綠紅；(B) f1313， 左前肢下方三點紅(為前人調查研究標記隻個體).....	144
圖 3-2-14. 不同時間下頷花紋比較，以 f1306 及 f1309 為例.....	144
圖 3-2-15. 不同山椒魚個體下頷花紋.....	146
圖 3-2-16. 山椒魚組織再生比較圖.....	147
圖 3-2-17. 巨木林道及大鹿林道西線內之樣區(SB1、SB2、SW1 及 SW2)一 級溪流水深、流速(SB1 樣區為伏流形態，水深、流速無法測量， 故不做圖).....	153
圖 3-2-18. SW1 樣區月均溫與平均濕度(SW:大鹿林道西線)	153
圖 3-2-19. SB1 樣區月均溫與平均濕度(SB:巨木林道)。	154
圖 3-2-20. SB2 樣區月均溫與平均濕度(SB:巨木林道)。	154
圖 3-2-21. 試驗棲地(EH)月均溫與平均濕度。	154
圖 3-2-22. 大鹿林道東線(SE)月均溫與平均濕度。	154
圖 3-2-23. 蜜月小徑(SH)月均溫與平均濕度.....	154
圖 3-2-24. 固定樣區、試驗棲地等樣區月平均水溫。圖 A:試驗棲地上池 (EHu)與試驗棲地下池(EHd)；圖 B:巨木林道樣區一(SB1)與樣區二 (SB2)；圖 C:大鹿林道西線(SW)；圖 C:大鹿林道東線(SE).....	155
圖 3-2-25. 固定樣區與試驗棲地之水體 pH 最高、最低值與中位數值 (SW: 大鹿林道西線；SB:巨木步道；EH:試驗棲地)	156
圖 3-2-26. 固定樣區與試驗棲地之水體最高、最低值與中位數溶氧量(SW: 大鹿林道西線；SB:巨木步道；EH:試驗棲地)	156
圖 3-2-27. 固定樣區與試驗棲地之水體最高、最低值與中位數導電度(SW: 大鹿林道西線；SB:巨木步道；EH:試驗棲地)	156
圖 3-2-28. 固定樣區與試驗棲地之水體最高、最低值與中位數濁度值	

(SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；EH:試驗棲地)	156
圖 3-3-1. 網站首頁及計畫簡介(http://guanwu.biodiv.tw)	158
圖 3-3-2. 調查現場及相關物種之照片	158
圖 3-3-3. 衛星影像及測站位置.....	159
圖 3-3-4. 調查物種科別統計.....	159
圖 3-3-5. 調查物種紀錄.....	160
圖 3-3-6. 生物資料均匯入 IPT 站.....	160
圖 3-3-7. LSID 格式.....	161
圖 3-3-8. 觀霧資料 LSID 範例.....	162

摘要

關鍵詞：觀霧山椒魚、無脊椎動物、植群、原生植物、資料庫、觀霧地區

一、研究緣起

觀霧山椒魚為野生動物保育法 2008 年公告之瀕臨絕種生物，亦為雪霸國家公園觀霧地區代表性物種之一，由於觀霧山椒魚是近年發現之新物種，目前對於其相關生物學及棲地環境仍有待進一步調查研究，除此之外，觀霧地區同時存在三種原生且特有種鳳仙花及許多深具特色之植物，可詳加調查及應用於觀霧山椒魚生態中心周邊環境，以完成就地保育及棲地營造之工作，並做為未來科學研究、環境教育、經營管理之基礎。

二、研究方法與過程

調查分析觀霧山椒魚棲地植物社會、篩選觀霧地區特色植物及建議觀霧山椒魚生態中心植栽、調查三種鳳仙花之生長與授粉昆蟲、監測及建議觀霧山椒魚試驗棲地植物之維護等項目，同時進行觀霧山椒魚之族群、食性與可能天敵之調查、觀霧山椒魚試驗棲地水質之監測、建議環境與產卵場之維護，以並中央研究院生物多樣性研究中心所設計之簡便生態調查資料格式建置生物及環境資料庫。

三、重要發現

觀霧山椒魚試驗棲地已完成測量及製圖，監測區內 368 株林木，並持續對試驗棲地進行復育改善及維護。配合山椒魚野外棲地實施植群調查分析，主要林相為闊葉樹種漸次入侵之香杉與柳杉造林地。利用觀霧地區原生特色植物，有助於逐步改善山椒魚生態中心周邊之環境綠美化。已完成觀霧地區三種特有種鳳仙花之性狀調查，自花授粉試驗顯示均結實及天然下種更新；

東方蜜蜂與威氏熊蜂是三種鳳仙花主要的傳粉昆蟲。

本計劃三年共捕獲 109 隻次觀霧山椒魚，包含 13 隻次的再捕獲個體。發現山椒魚最多的區域是巨木步道，而大鹿林道東線則至今尚未發現；捕獲率最高是巨木步道，努力量為 0.5 隻/人×小時，或 0.0021 隻/m²。三年中，各月捕獲山椒魚數目超過十隻次的有三月、四月、六月、和十一月；捕獲數目最少的是八月；被捕獲個體平均體長最大是七、八月，最小是十二月、一月、和二月。觀霧山椒魚食物包括蜈蚣、馬陸、蚯蚓、鞘翅目、雙翅目與鼠婦等，但發現山椒魚地點之地表無脊椎動物普遍體型小，有 82% 的無脊椎動物個體體長小於 3.3 mm，可能並非山椒魚的食物，發現的山椒魚空腹的比例有 73.6%。山椒魚的躲藏處覆蓋物多為石塊，但對石塊大小並無顯著偏好，但體型小的個體(45 mm)覆蓋物較小。

本計畫網站的資料庫，累計已收集植物、爬蟲類、兩生類、哺乳類等物種調查資料共 20432 筆，涵蓋 2 界 5 門 8 綱 62 目 128 科 496 種生物物種以及氣象資料 7863 筆，以 XML、資料庫、Drawin Core Archieve 三種格式燒錄至光碟，提供管理處永久保存。

四、主要建議事項

(一)、立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：學術機構或 NGO 團體

建議：觀霧山椒魚生態中心應用原生植物進行綠美化工作已具初步成效，不僅未引入任何一種外來植物，同時廣泛應用不同特質的原生植物營造各式景觀，建議未來仍應堅持以觀霧原生特色植物進行綠美化之原則；然植物社會具有四季變化及消長現象，須進行最低程度的管理，建議其維護原則為生態中心周邊傾向單純、庭園式，而生態中心外圍傾向自然、多樣化，除景觀綠美化之目的

外，未來亦可由解說員或志工發展在地的特色植物解說素材。

(二)、長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：學術機構或 NGO 團體

建議一：觀霧山椒魚試驗棲地已完成大致之營造，研究期間共發現 3 隻觀霧山椒魚，建議未來對區內之植物、水域等可適時監測並隨時調整，如於補植常綠樹種以遮蔽過強之陽光、注意水源之供給及水道之淤積等，同時建議未來能持續改善試驗棲地與原始林之間的芒草地，俾利山椒魚能長久於此環境自然繁衍，達成復育與環教之多重目的。

建議二：觀霧山椒魚試驗棲地及生態中心之改善，已結合國家公園志工以工作假期方式進行，參與棲地復育及生態綠美化之志工藉由實際的親自執行，不僅能夠真切的感受並認同生態復育之理念，也有助於將感受理念分享給一般民眾，同時達成保育目標與環境教育功能，建議未來可將志工甚至一般民眾參與的工作假期列為常態性的活動。

ABSTRACT

Hynobius fuca is an endangered species under the wildlife conservation law in 2008. It also is one of the representative species in Guanwu area of Shei-Pa National Park. The aims of this project are to explore the population, habitat vegetation, and food resources of *Hynobius fuca*, to monitor the water and plant in the *Hynobius fuca* restoration site, to apply the characteristic plants in Guanwu area, to explore the growth and pollinator of 3 native *Impatiens* plants, to propose the management strategy about the environment, spawning space, and vegetation of *Hynobius fuca* restoration site, to establish and maintain the biological and environmental database of Guanwu area. The main results of this project were as follows: (1) The vegetation of salamander habitat was historical forest plantation. (2) The natural regeneration of plants was successful in the restoration site. (3) There was substantial completion of the environmental greenification around the salamander ecological center. (4) We captured 109 salamanders, including 13 recaptured individuals. (5) Stomach contents of salamanders included centipedes, millipedes, coleopterans, dipterans, isopods and earthworms. The maximum food item size was 11.7 mm. In the feces we found Acarina, Hemiptera and Hymenoptera. (6) The body length of the majority of soil/detritus invertebrates were smaller than 13.07 mm. (7) Fifteen ordinal-level groups of invertebrates were found in soil/detritus; nine groups were found in streams, among which 5 were not found on terrestrial environments. (8) There is no differences in the number of species or total abundance of small mammals before, during, or after the construction of the Guanwu Salamander Center. (9) The growth and pollinator of 3 native *Impatiens* plants had been discovered and produced the colour and contemporary digital illustrations. (10) Currently, raw investigation data had been preserved digitally and was available online (<http://spnp.biodiv.tw>).

Keywords: *Hynobius fuca*, invertebrate, vegetation, native plant, ecological database, Guanwu area

第一章 緒論

第一節 研究緣起及目的

觀霧地區位處新竹縣五峰鄉與苗栗縣泰安鄉之交界，屬於雪霸國家公園之轄區，同時位處於雪山山脈支稜之海拔 2,000 m 左右之區域，為臺灣中海拔針葉樹林與闊葉樹林交會地帶，亦為典型之雲霧盛行帶森林，全年近 80% 天數為有霧天氣，而雲霧所帶來之水平降水量約為垂直降水量的 34% (林博雄 2009, 2010)，雲霧盛行的環境不僅孕育著珍貴的檜木林(cypress forest)，也常見雲葉(*Trochodendron aralioides*)、臺灣瘤足蕨(*Plagiogyria formosana*)等雲霧帶指標植物(Su 1984b)，更是農委會依野生動物保育法公告之瀕臨絕種野生動物—觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)的重要棲地。

2008 年才被發表的觀霧山椒魚(Lai & Lue 2008)是觀霧地區最具特色的動物，但目前對於其生態環境及相關生物學仍缺乏深入之調查研究，包括對其棲地植物社會、食物(底棲無脊椎動物)、可能天敵(小型哺乳動物、爬蟲類等)等瞭解都相當有限；近年來雪霸國家公園鑑於氣候變遷、山椒魚原棲地遭洪水及崩坍等破壞，積極展開觀霧山椒魚保育工作，於 2009 年擬定觀霧山椒魚保育計畫，於 2010 年起規劃將原本的觀霧管理站暨遊客中心改善為觀霧山椒魚生態中心，同時積極培訓義務解說員參與棲地生態復育及解說教育，並結合規劃周邊的試驗棲地來增進民眾對觀霧山椒魚生態環境進一步的瞭解。

觀霧地區具有許多特有種植物及深具當地環境特色與應用潛力之植物，如歐辰雄等(2011)所選列之棣慕華鳳仙花(*Impatiens devolii*)、黃花鳳仙花(*Impatiens tayemonii*)、紫花鳳仙花(*Impatiens uniflora*)、阿里山十大功勞(*Mahonia oiwakensis*)、玉山石竹(*Dianthus pygmaeus*)、臺灣杜鵑(*Rhododendron formosanum*)、玉山杜鵑(*Rhododendron pseudochrysanthum*)、臺灣檫樹(*Sassafras randaiense*)、笑靨花(*Spiraea prunifolia* var. *pseudoprunifolia*)、臺灣蘋果(*Malus doumeri*)、百合豆蘭(*Bulbophyllum pectinatum*)及阿里山根節蘭(*Calanthe arisanensis*)等野生蘭，以及特產於當地的樂山鋪地蜈蚣(*Cotoneaster rokujodaisanensis*)等當地原生植物，未來這

些植物仍待進一步調查、篩選及實際培育應用，特別是觀霧地區是臺灣唯一同時具有三種原生特有種鳳仙花之地區，且為棣慕華鳳仙花之全世界唯一分布地，是研究鳳仙花植物生態的最佳地點，此三種原生特有種鳳仙花之生長及授粉昆蟲亦待進一步調查研究，為鳳仙花之保育生物學提供重要的科學基礎。

本計畫針對觀霧山椒魚之族群、棲地植物社會、食性、可能之天敵等項目進一步調查研究，同時針對觀霧山椒魚試驗棲地之水質與植物恢復情況進行監測，提出管理單位及所屬志工對於試驗棲地環境、產卵場、植物維護之建議。同時配合觀霧山椒魚生態中心之成立，進行觀霧當地特色植物之調查與篩選，提出生態中心周邊之植栽建議，以營造兼具生態與當地特色的環境，並針對原生於觀霧地區的三種特有種鳳仙花之生長情況與授粉昆蟲等進行調查研究。而對於本計畫調查所得之生態環境資料，延續歐辰雄等(2011)所建置之觀霧地區生物及環境資料庫，將生態、環境因子資料以生態詮釋資料語言(Ecological Metadata Language, EML)予以建檔保存，引證標本資料則以達爾文核心集(Darwin Core)記載，無論單筆標本資料或是單一研究資料集(Dataset)，均詳細記載空間分布資訊，包含座標值、座標格式及參照之大地基準。

第二節 計畫目標

調查與監測轄區內自然資源為國家公園重要工作之一，特別是針對特產於當地或侷限分布的特有種動植物，如觀霧山椒魚及棣慕華鳳仙花，此外，以生態復育進行觀霧山椒魚試驗棲地之恢復，及應用當地特色植物營造觀霧山椒魚生態中心及周邊環境，則可幫助社會大眾瞭解國家公園之美，展現國家公園之生物多樣性，亦可做為環境教育及生態旅遊之良好場域；本計畫期以「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」所得成果為基礎，針對觀霧地區之特色植物進行調查篩選，營造觀霧山椒魚生態中心周邊環境，調查當地原生鳳仙花之生長與授粉昆蟲，調查觀霧山椒魚之棲地植物社會、食性(底棲無脊椎動物)、可能天敵(小型哺乳動物、爬蟲類等)，監測觀霧山椒魚試驗棲地之水質與植物，建議山椒魚試驗棲地之環境、產卵場、植物管理維護措施，架設觀霧生物及環境資料庫網站，將計畫調查所得之生物與環境資料納入於生物及環境資料庫中，以提供未來環境教育解說、棲地經營管理、生態學研究之參考。

本計畫預計分為：(1) 總計畫—統籌本計畫之計畫規劃聯繫與彙整、觀霧山椒魚棲地植物社會調查分析、觀霧地區特色植物調查篩選及觀霧山椒魚生態中心植栽建議、三種鳳仙花之生長與授粉昆蟲調查、觀霧山椒魚試驗棲地植物監測及維護建議等項目；(2) 子計畫 1—執行觀霧山椒魚之族群、食性與可能天敵之調查、觀霧山椒魚試驗棲地水質之監測、環境與產卵場維護之建議等項目；(3) 子計畫 2—建置觀霧地區生物及環境資料庫。本計畫預計達成之目標僅分述如下：

- (一) 瞭解觀霧山椒魚族群、其棲地植物社會及食性(底棲無脊椎動物)。
- (二) 瞭解觀霧山椒魚之可能天敵。
- (三) 監測觀霧山椒魚試驗棲地之水質及植物的變化。
- (四) 瞭解及篩選觀霧地區特色植物，以利後續相關植物之培育，未來可運用於營造觀霧山椒魚生態中心周邊環境。
- (五) 瞭解三種鳳仙花之生長與授粉昆蟲，以作為未來環境教育及宣導之資料。
- (六) 提供觀霧山椒魚試驗棲地之環境、產卵場、植物維護等管理措施。
- (七) 持續建置觀霧地區生物及環境資料庫。

第三節 主題背景及有關研究之檢討

為瞭解觀霧地區之各項前人研究，本計畫以 Google 學術搜尋(scholar search)、國家圖書館碩博士論文網、中文期刊篇目索引進行科學文獻搜尋，及參考研討會論文與專書，其中與本計畫之研究目標較具相關者，計有 100 餘篇，已列於相關參考資料中。

一、植群生態環境

觀霧地區海拔約 2,000 m 上下，在東亞與臺灣之熱量氣候帶與植群帶的相關研究中，對本區植群屬性之認定，包括：溫帶針葉林帶(Wang 1962)、暖溫帶山地針葉樹林群系(柳楮 1968；劉業經等 1994)、重濕山地暖溫帶-準常綠-櫟林、重濕山地-暖溫帶-常綠-針闊葉混交林(沈中桴 1996)、冷溫帶針闊葉混交林地帶(倪健 1997)、暖溫帶常綠落葉闊葉混交林帶(宋永昌 1999, 2001)、溫帶針闊葉混交林(劉春迎 1999)、暖溫帶落葉常綠闊葉混交林帶(方精云 2001)。而依據 Su (1984b)之山地植群帶劃分，本區屬於 1,500-2,500 m 的櫟林帶(*Quercus zone*)，最優勢及特徵的闊葉林是櫟屬林木(oak, *Quercus*)，此一櫟林帶根據林木組成及地表植群型可分為上層帶與下層帶，上層櫟林帶海拔約 2,000-2,500 m，相當於溫帶氣候；從生態氣候的觀點(ecoclimatic viewpoints)，可進一步推論出當地之潛在植群，梁玉琦(2004)以生態氣候研究臺灣之生態區分區，認為觀霧之氣候分區為山地亞熱帶夏季濕潤涼爽氣候(GCfb)，推測該氣候區應有之植群為針闊葉樹混淆常綠林、針闊葉樹混淆半常綠林；而依據邱清安(2006)應用生態氣候指標預測臺灣潛在自然植群之研究的劃分，本區殆屬於涼溫帶-上層山地-常綠針葉-常綠落葉闊葉混交林(II.C.4.a.)，水分境制(moisture regime)為超濕，優勢分類群包括檜屬(*Chamaecyparis*)、香杉(*Cunninghamia konishii*)、森氏桐(*Cyclobalanopsis morii*)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)、卡氏槲(*Castanopsis cuspidata var. carlesii*)、新木薑子屬(*Neolitsea* spp.)、槭屬(*Acer* spp.)植物。

依臺灣現生天然植群圖集(邱祈榮等 2009)顯示，觀霧地區之主要現生植群除人工林(編碼 AA91)以外，主要為山地針闊葉混淆林(FM41)，另有山地常綠闊葉林(FB41)、上部山地-山地-下部山地次生針葉林(FC32)、亞高山-上部山地-山地草本

植群(GH21)、天然裸露地(XX92)；其中，人工林殆以柳杉(*Cryptomeria japonica*)造林地為主，而天然植群以山地針闊葉混淆林佔最大面積，主要由殼斗科(Fagaceae)、樟科(Lauraceae)、松科(Pinaceae)、柏科(Cupressaceae)、茶科(Theaceae)、杜鵑花科(Ericaceae)、灰木科(Symplocaceae)、薔薇科(Rosaceae)、昆欄樹科(Trochodendraceae)、冬青科(Aquifoliaceae)等科之樹種佔優勢，常見紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)、臺灣鐵杉(*Tsuga chinensis* var. *formosana*)、赤柯(*Cyclobalanopsis morii*)、高山新木薑子(*Neolitsea acuminatissima*)、卡氏槠(*Castanopsis cuspidata* var. *carlesii*)、長葉木薑子(*Litsea acuminata*)、臺灣杜鵑(*Rhododendron formosanum*)、假長葉楠(*Machilus japonica*)、昆欄樹(*Trochodendron aralioides*)、錐果櫟(*Cyclobalanopsis longinux*)、毬子櫟(*Cyclobalanopsis sessilifolia*)、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta*)、水絲梨(*Sycopsis sinensis*)、白花八角(*Illicium anisatum*)、臺灣扁柏(*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*)、臺灣赤楊(*Alnus japonica*)等樹種，並有諸如香杉(*Cunninghamia konishii*)、臺灣葉長花(*Helwingia japonica*)、細葉杜鵑(*Rhododendron noriakianum*)等甚多臺灣特有種。

本研究區之樂山舊稱鹿場大山，林業試驗所之柳檜&章樂民(1962)曾自清泉(700 m)往上至鹿場大山(2,640 m)沿線調查，海拔 1,700 m 以上之森林植群屬於溫帶針葉樹林及針闊葉樹林混交群系(Temperate Coniferous and Conifer-Hardwood Mixed Forest Formation)，於 1,700-2,400 m 之間主要為伐木跡地，由殘存者及根株可知針葉樹有紅檜、臺灣扁柏、鐵杉及華山松，闊葉樹有森氏櫟、霧社黃肉楠、阿里山榆、川上氏石櫟、尖葉新木薑子、長尾尖錐栗、雲葉、紅淡比¹等，伐木之後興起之陽性樹種，如川上氏槭、紅榨槭、山胡椒、赤楊、狹葉高山櫟等，灌木類亦多為陽性者，如八仙花類、懸鉤子類、玉山薔薇、毛蕊月橘、南燭、高山白珠樹等溫帶氣候之指標植物，及高山箭竹、臺灣虎刺、深山野牡丹等，原始林下常見之地被植物及羊齒類多已消滅，但天然更新之紅檜幼樹甚多且生長良好，部分伐木跡地業已造林，樹種為紅檜、香杉、柳杉；於鹿場大山 2,400 m 以上直至山頂 2,640 m 為高山草原，其原始植物社會為針葉樹混淆林，此可由草原四週現存之針葉樹

¹鹿場大山森林植物生態之調查(柳檜&章樂民 1962)為較早期之文獻，其所使用之植物學名有甚多與現今用法不同，建請參照原文。

林證實之，由於頻發之火災致使其演進停頓而漸次形成目前之高山萱草 (*Miscanthus transmorrisonensis*)²草原，為一前期極群社會之單叢(a consociation of sub-climax)。另依據植物體型統計結果，以地上植物(Phanerophytes)佔 64.73%為最高，地表植物(Chamaephytes)、半地中植物(Hemicryptophytes)次之，具具備名種體型，顯示其為暖帶至溫帶之潤濕氣候；其羊齒植物之商數(Pteriophyte-Quotient)高達 4.74，更證實其為適於蕨類植物生長之溫暖潤濕地區。

雪霸國家公園成立之後，曾進行「雪霸國家公園觀霧地區步道沿線動物資源、植群及其景觀之調查研究—植被及景觀部分」(李瑞宗 1994)，調查觀霧地區步道沿線植被及景觀資源，描述各步道路程及植被變化，包括巒大杉造林、闊葉林、針葉造林、松類造林等，亦手繪代表性植物社會之剖面圖，同時也回顧佐佐木舜一 1938 年「大霸尖山次高山縱走路の森林植物帶」一文，其在此區之植被概況描述：從田村臺(1,800 m)至檜山(2,120 m)屬於落葉闊葉林，其間混生紅檜，檜山之後，紅檜純林出現，火燒跡地生長臺灣二葉松；分布在海拔 2,000 m 以上的植物有臺灣紅榨槭、紅毛杜鵑、阿里山榆、華山松、鐵杉、森氏櫟、玉山箭竹、紅檜等。而歐辰雄 1997 年所執行之「觀霧地區植群生態調查及植栽應用之研究」，除調查觀霧地區步道外，亦涵蓋大鹿林道東線—登山口—九九山莊—大霸尖山之廣大範圍，其中，於本研究區內者有臺灣二葉松型、赤楊-大葉溲疏型、卡氏槭-南投黃肉楠型、霧社木薑子-假長葉楠型、臺灣扁柏-臺灣杜鵑型。另外，林務局新竹林區管理處亦曾委託歐辰雄等(1998)進行「觀霧臺灣檫樹自然保護區植物相調查研究」，其研究區位於大鹿林道東線 3.5 k 附近，臺灣檫樹自然保護區內有香杉及柳杉造林，除臺灣檫樹外，次生樹種有毬子櫟、薯豆、卡氏槭、尖葉槭、紅淡比、樹參、枇杷葉灰木、漸尖葉新木薑子、竹葉楠、豬腳楠、木荷、臺灣水絲梨、墨點櫻桃、森氏櫟、臺灣二葉松、鐵杉等，由族群構造分析以及現場觀察發現，臺灣檫樹的更新狀況不佳，正由其他樹種取代，未來勢必在其棲地上需作一適當處理，才可能確保臺灣檫樹林相之存在。緣於此故，林務局在後續即進行觀霧臺灣檫樹種子庫調查(許博行 & 顏江河 2002)及觀霧臺灣檫樹天然更新調查(許博行 2003)，發現疏伐後林內光度增加，有臺灣檫樹種子萌發，且呈群狀分布。

²即臺灣植物誌第二版(Flora of Taiwan, 2nd ed, Vol. 5, p.567)之「芒」(*Miscanthus sinensis*)。

歐辰雄等(2011)執行「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，由歷年氣象資料、生態氣候圖、生活型譜及蕨類商數等分析，可知此區在冬季雖然略為乾燥，但水分並未形成森林植物之限制因子，且本地有經常性的雲霧發生補充水平降水，能支持雲霧森林及其內植物之生長；該計畫取樣調查分析 105 個樣區，將本區區分為厚葉柃木-玉山假沙梨型、柳杉型、臺灣檫樹型、森氏櫛型、臺灣鐵杉型、卡氏櫛型、川上氏櫛-竹葉楠型、臺灣赤楊型、紅檜型、臺灣黃杉型、臺灣二葉松型、臺灣杜鵑型等 12 型，現今之植群呈現多樣化之鑲嵌樣式景觀，其原因主要為早期之林業伐木、造林、火燒、崩坍等干擾所造成，在許多地點目前仍停滯於干擾後之草生地階段，亦有部分地點已演替至臺灣二葉松或華山松、臺灣赤楊落葉林之早期森林階段，造林地則主要為紅檜、柳杉、香杉所構成，然本地在國家公園界址碑、觀霧瀑布、大鹿林道東西線等地附近仍保有許多較為原始之植群，即由檜屬、香杉、新木薑子屬、森氏桐、卡氏櫛等植物所構成之天然闊葉林及針闊葉混交林，同時本地在林緣、小稜脊等地常見槭屬、杜鵑屬植物，亦為重要之遊憩景觀資源。

前述有關植物生態之調查研究結果，均有助於未來本計畫進行觀霧山椒魚棲地植物社會調查、試驗棲地植物配置應用及監測維護建議、生態中心周邊植栽培育及規畫設計建議等多方面之參考。

二、植物種類清單與景觀植物

觀霧地區在前述早期之調查研究即已顯示本區豐富之植物多樣性，對於觀霧遊憩區周邊之植相記錄，在「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(歐辰雄等 2011)更記錄本區之完整維管束植物種類清單，計有 116 科 323 屬 559 種(表 1-1)，其中蕨類植物有 22 科 49 屬 104 種，裸子植物計有 4 科 9 屬 11 種，雙子葉植物有 83 科 225 屬 388 種，單子葉植物有 7 科 40 屬 56 種，其中，計有 148 種為特有種植物，同時比對國內現有的稀有植物研究文獻(Boufford et al. 2003; 徐國士 1980; 蘇鴻傑 1980; 賴明洲 1991; 呂勝由等 1996-2001)，並依據臺灣維管束植物紅皮書初評名錄(王震哲等 2012)比對本研究區所記

錄之植物名錄，計有稀有植物共計 31 種。

表 1-1. 觀霧地區維管束植物種類統計表

類 別	科數	屬數	種數(含種以下分類群)
蕨類植物	22	49	104
裸子植物	4	9	11
雙子葉植物	83	225	388
單子葉植物	7	40	56
總 計	116	323	559

有關本區之工程或綠美化可應用之植物種類，「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(歐辰雄等 2011)依植物資源特性，商請 5 位專家學者針對該地區植物名錄進行可用於工程及綠美化之評估，結果共選列 87 科 165 屬 240 種(其中蕨類植物有 9 科 10 屬 15 種，裸子植物計有 4 科 7 屬 8 種，雙子葉植物有 70 科 135 屬 201 種，單子葉植物有 4 科 13 屬 16 種)可應用之植物種類名錄，並已標示於該報告之附錄一(中文名後*表被 1 位學者選列，**表被 2 位學者選列)。表 1-2 為被 4 位以上專家學者所選列(即該報告附錄一標示****及*****者)之可應用於工程或綠美化之植物種類，共計有 43 種，具當地特色代表性或環境綠美化潛質，可供未來經營管理參考使用。

國家公園生態工程應儘可能使用本地之原生植物，已為大多數人之共識。原生植物經過長期與本地環境共同演化的結果，已和當地野生物產生相互依存的穩定關係，是環境綠美化植栽最適宜的材料，且原生植物較能耐受當地病蟲為害，以及面對環境變化逆壓亦較能調適，栽植後撫育管理更為容易(張弘毅&黃獻文 2002)。而關於原生植物之栽植及綠美化則歸納如下的功能(彭國棟 2002)：(1)原生植物提供優美、質樸而且具有當地風味特色之景觀，有助於維持鄉土特別景緻及自然襲產；(2)原生植物係經歷長期之共同演化，和生態系的其他生物可共存共榮，也為野鳥蝴蝶等無數野生動物提供較多的食物及隱蔽棲所；(3)外來植物常帶入病蟲為害，並和原生植物產生生存空間及日光、水分、養分等之競爭，造成原生植物數量減少，例如小花蔓澤蘭、象草、銀合歡、瑪瑙珠等都是對本土生態系為害很大的外來入侵植物。種植原生植物，有助於維持本地之生物多樣性；(4)原生植物較

耐貧瘠，不必施加太多肥料。外來植物則常需大量施肥，不僅浪費金錢，且肥料中之磷及氮也容易引起河川、湖泊水質之污染；(5)原生植物具有較強之抗病蟲害能力，可減少化學農藥之使用；(6)原生植物多具深根性，少風害、旱害，並可增加土壤貯水及水土保持功能；(7)原生植物可以大量節省肥料、農藥、灌水及日常維護等經費，例如美國之相關研究顯示，如果以 20 年之期間來看，外來草皮之維護經費是原生物種之濕地或草原維護費的 6 到 7 倍；柯林頓政府更於 1995 年正式公告聯邦方案，要求美國國家高速公路局(Federal Highway Administration)須盡其可能使用本土植物以節省維護經費；(8)使用原生植物可以強化本土意識及鄉土認同感；(9)滿足人類親自然性及熱愛原生環境與荒野的內心深層渴望。

傳統的物候觀察須仰賴大量人力進行，故不易持續長期間連續的觀察。當植物學家無須離開研究室，便可遠端觀察蜂鳥與開花植物的行為，以研究蜂鳥與植物的相互關係，這便是拜感測器網路之賜(Porter et al. 2005)。感測器網路應用在物候觀測的研究上雖然尚在起步階段，但其潛力卻隨著無線網路技術的發展而大增，主要是感測器網路擴展了傳統調查的能力，尤其在資料收集與獲取上更突破以往無法達到的優勢，資料蒐集的正確性也將大幅提高(Porter et al. 2005; Suri et al. 2006)。無線感測網路和網路攝影機在生態研究、資源管理與環境監測上提供了嶄新的運用，但實際應用在於物候的監測上並不算多，林清儒(2007)在奧萬大森林遊樂區和阿里山森林遊樂區，便應用無線感測網路和攝影機監測楓樹林葉變色和吉野櫻花花期的物候現象；陸聲山等人(2009)則應用於動物行為研究上，蒐集與分析東方蜜蜂防禦虎頭蜂的行為，探討虎頭蜂日活動的周期變化。而觀霧地區是全臺灣唯一同時出現三種原生且特有種鳳仙花之區域，曾喜育等(2007)曾對此三種鳳仙花之族群及生育地植群進行調查，同時也對其物候(表 1-3)及授粉進行觀察，發現棣慕華鳳仙花的花期約由 7 月底開始，9 月中旬為盛花期，11 月初進入開花末期，植株於 11 月底開始枯爛，較大的植株通常較晚枯萎，而黃花鳳仙花的花期較棣慕華鳳仙花略早。三種鳳仙花皆為蟲媒授粉，主要授粉者為蜜蜂(honey bees)及熊蜂(bumble bees)等，彼此共享授粉媒介。隨著感測器網路之發展，未來可嘗試以此新興技術進行三種鳳仙花生長與授粉昆蟲的長期監測。

表 1-2. 觀霧地區工程及綠美化可應用之植物種類

科名	中文名	學名	習性	
粗榧科	威氏粗榧	<i>Cephalotaxus wilsoniana</i>	喬木	
槭樹科	尖葉槭	<i>Acer kawakamii</i>	喬木	
	臺灣紅榨槭	<i>Acer morrisonense</i>	喬木	
	青楓	<i>Acer serrulatum</i>	喬木	
	臺灣羊桃	<i>Actinidia chinensis</i> var. <i>setosa</i>	藤本	
鳳仙花科	棣慕華鳳仙花	<i>Impatiens devolii</i>	草本	
	黃花鳳仙花	<i>Impatiens tayemonii</i>	草本	
	紫花鳳仙花	<i>Impatiens uniflora</i>	草本	
秋海棠科	水鴨腳	<i>Begonia formosana</i>	草本	
小蘗科	十大功勞	<i>Mahonia japonica</i>	喬木	
樺木科	川上氏鵝耳櫪	<i>Carpinus kawakamii</i>	喬木	
忍冬科	呂宋莢蒾	<i>Viburnum luzonicum</i>	喬木	
石竹科	玉山石竹	<i>Dianthus pygmaeus</i>	草本	
金絲桃科	玉山金絲桃	<i>Hypericum nagasawai</i>	草本	
杜英科	薯豆	<i>Elaeocarpus japonicus</i>	喬木	
	杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	喬木	
	臺灣杜鵑	<i>Rhododendron formosanum</i>	喬木	
杜鵑花科	玉山杜鵑	<i>Rhododendron pseudochrysanthum</i>	灌木	
	紅毛杜鵑	<i>Rhododendron rubropilosum</i>	灌木	
	西施花	<i>Rhododendron leptosanthurum</i>	喬木	
	化香樹	<i>Platycarya strobilacea</i>	喬木	
胡桃科	化香樹	<i>Platycarya strobilacea</i>	喬木	
樟科	牛樟	<i>Cinnamomum kanehirae</i>	喬木	
	香桂	<i>Cinnamomum subavenium</i>	喬木	
	紅楠	<i>Machilus thunbergii</i>	喬木	
	臺灣檫樹	<i>Sassafras randaiense</i>	喬木	
	臺灣烏心石	<i>Michelia compressa</i> var. <i>formosana</i>	喬木	
木蘭科	臺灣烏心石	<i>Michelia compressa</i> var. <i>formosana</i>	喬木	
錦葵科	山芙蓉	<i>Hibiscus mutabilis</i>	喬木	
野牡丹科	深山野牡丹	<i>Barthea barthei</i>	灌木	
蓼科	虎杖	<i>Polygonum yunnanense</i>	草本	
薔薇科	臺灣枇杷	<i>Eriobotrya deflexa</i>	喬木	
	玉山假沙梨	<i>Photinia niitakayamensis</i>	喬木	
	山櫻花	<i>Prunus campanulata</i>	喬木	
	霧社櫻	<i>Prunus taiwaniana</i>	喬木	
	阿里山櫻花	<i>Prunus transarisanensis</i>	喬木	
	笑靨花	<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>pseudoprunifolia</i>	灌木	
	芸香科	深紅茵芋	<i>Skimmia reevesiana</i>	灌木
	虎耳草科	高山藤繡球	<i>Hydrangea aspera</i>	灌木
華八仙		<i>Hydrangea chinensis</i>	藤本	
茶科	紅淡比	<i>Cleyera japonica</i>	喬木	
	大頭茶	<i>Gordonia axillaris</i>	喬木	
	厚皮香	<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	喬木	
昆欄樹科	雲葉	<i>Trochodendron aralioides</i>	喬木	
榆科	阿里山榆	<i>Ulmus uyematsui</i>	喬木	

表 1-3. 觀霧地區之棣慕華鳳仙花物候資料表

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Growth period (生長期)				♂	♂	♂	♂	♂	♂			
Flowering period (開花期)							✿	✿	✿	✿		
Fruit period (結果期)								⊗	⊗	⊗	⊗	
Wilt period (枯萎期)											♂	♂

♂: Growth period; ✿: Flowering period; ⊗: Fruit period; ♂: Wilt period

三、觀霧山椒魚及其它動物

觀霧地區地面活動的小型地棲哺乳類動物有鼯鼠、臺灣長尾麝鼯、臺灣長尾鼯、細尾長尾鼯、臺灣森鼠、刺鼠、高山白腹鼠、黑腹絨鼠、條紋松鼠、黃鼠狼等三目十種(裴家騏 2000; 李玲玲 2007, 2008, 2009); 爬蟲類有麗紋石龍子、臺灣蜓蜥、臺灣滑蜥、印度蜓蜥、短肢攀蜥、呂氏攀蜥、標蛇、臺灣標蛇、高砂蛇、錦蛇、南蛇、史丹吉氏斜鱗蛇、臺灣赤煉蛇、菊池氏龜殼花等三科十四種; 兩生類有盤古蟾蜍、莫氏樹蛙、艾氏樹蛙、斯文豪氏赤蛙、梭德氏赤蛙、觀霧山椒魚等四科六種(呂光洋 2000; 裴家騏 2000; 李玲玲 2007, 2008, 2009)。這些動物，尤其是小型哺乳動物和無尾兩生類，都常是用於監測的生物類群。本地區更有 2008 年才發表的新種山椒魚—觀霧山椒魚(Lai & Lue 2008)，其分布侷限於新竹和桃園交界的區域，並且族群量可能很小。2000 年的調查，共在四處發現山椒魚(呂光洋 2000)，其數量均不超過五隻，對觀霧地區其他的廣大面積，未說明是否有調查。2010 年在觀霧整年的調查只發現不到十隻山椒魚(分布可能最多的巨木步道因為是另一計畫的實驗樣區，故未在該地調查)，山椒魚在觀霧地區可能的繁殖場所和棲地，應持續尋找和維護。

雪霸國家公園近年來積極建構園區之生態資料，但許多早期的調查記錄均已遺失，會影響管理單位對於野生動物資源的正確掌握，或評估環境變遷或氣候變遷可能對國家公園造成的影響。觀霧地區兩生類和爬蟲類的前一次完整調查距今已達十年以上(呂光洋 2000)，雖有各種類的海拔分布範圍，但缺乏詳細地點和數量，因此應重新建立基礎資料，以利未來監測時比較之用。觀霧地區因為溫度較低，爬蟲類在此的活動不頻繁，要能確實記錄多樣性和數量，需要更長時間才可能累積資料。

近年在觀霧地區的調查和監測(李玲玲 2007, 2008, 2009; 林良恭 2007, 2008)發現，無論是工程或是遊客增加均會減少小型哺乳動物的種類數目、數量，以及兩生類的數量。觀霧山椒魚保育中心的工程，雖然於 2012 年完工，仍應繼續監測，以了解工程後生物多樣性的回復。

過去雪霸國家公園或林務局在觀霧地區對山椒魚棲地和可能棲地中無脊椎動

物的調查，難以互作比較；且每個調查方法都不相同，各研究的主題或重點都不相同，都使這些研究無法真正了解觀霧山椒魚需求(程一駿 2009；陳世煌 2010)。程一駿(2009)比較了山椒魚復育區和巨木步道山澗水質、落葉層、和地面無脊椎動物，但沒有說明無脊椎動物的採樣方法，所採集的種類和數量明顯少於陳世煌(2010)。陳世煌(2010)以掃網法、掉落式陷阱法及柏氏漏斗法等三種方法，逐月採集觀霧地區巨木步道的無脊椎動物，採用的方法中，前兩種方法無法用於估計生物量；柏氏漏斗法雖然是定量的採集法，卻只捕獲到最少數的動物數量和種類。以上兩項研究，均未能與山椒魚的食性結合，無法比較觀霧山椒魚的食物和其生存棲地無脊椎動物之間的關係。

觀霧山椒魚的食性，都沒有直接的觀霧山椒魚資料，而是經由對阿里山山椒魚(林明杰 2007；陳世煌 2010)或楚南氏山椒魚(林春富等 2009)的食性所推論而來。林春富等(2009)的山椒魚食性，是檢視樹木帶以上合歡山地區的楚南氏山椒魚排遺，排遺中佔比例最高的三類依序是鞘翅目、蜘蛛目、和雙翅目(共佔 81%)，該地區和觀霧的雲霧林棲地相差頗大。以洗胃方式取得的阿里山山椒魚胃含物，以鞘翅目(17%)、等足目(11%)、鱗翅目(10%)和蜘蛛目(9.3%)為主(林明杰 2007)。而陳世煌(2010)由將近三十年前阿里山山椒魚標本內含物所得的資料，食物包含最多的三類為雙翅目、鞘翅目和等腳類。

觀霧地區的無脊椎調查，均是在沒有和山椒魚食物比較的情況下，對溪流棲地、和林內溪流附近環境所捕獲無脊椎動物的定性或定量的比較。如陳世煌(2010)的調查方法中，僅有漏斗的方法是定量的資料，另外兩種採集方法(掃網和陷阱)都是定性的資料，且該兩種方法捕捉的動物類群，多樣性極高且數量龐大，但並非是山椒魚可捕捉的食物。

對於山椒魚而言，溪流和周圍環境的動物，不但有供應山椒魚食物的用途，也有掠食的關係。山椒魚的幼體必須在水中生活數個月，其食性是水中的動物；周圍陸地環境的動物，有山椒魚的食物(各類地表和地下無脊椎動物)和敵人(爬蟲類、哺乳類、或大型掠食無脊椎動物)。高山澤蟹是唯一生存在觀霧地區的較大型無脊椎掠食動物，以其活動時間來看，冬季可能是山椒魚的生殖季節，但此時螃蟹應已

在冬眠，應不會對山椒魚有影響，但仍須有更長期的調查確定。復育水池在 2011 年調查到三種嚙齒類、兩種鮑鱉、以及一種食肉類，比起森林環境，數量和種類均較多，必須持續監測，以了解這些動物對山椒魚的可能影響，並提出對策。

過去各類調查，都沒有採集山澗水中的無脊椎動物。山椒魚在接近生殖季時會遷移至水邊；這些初級的源頭溪流水棲無脊椎動物，可能也是山椒魚此時的食物(Wilson & Larsen 1988)；同時水中的無脊椎動物，也是幼體期的食物來源。陸地食物的豐度可影響其生殖成功機率；當環境中微棲地的狀況改變時，蝶螈可能到更廣的地方覓食(Lowe et al. 2005)。因此應對棲地和無脊椎動物食物、和蝶螈的食性同步研究，方能了解山椒魚棲地中，環境和獵物對山椒魚生活的影響(Greene et al. 2008)。

多數人推測山椒魚是隨機捕食，對於和食性有關的無脊椎動物調查，應更明確地調查棲地中適合山椒魚捕食的動物體型分布，這應該比對棲地中所有種類的多樣性調查，可以更有效的評估山椒魚需要的環境品質。因此本研究將收集棲地、山椒魚食性、無脊椎動物資料，以了解山椒魚食性和其棲地的關係。

由山椒魚屬(*Hynobius*)的文獻回顧，發現山椒魚的種類，可歸納為靜水或流水生殖兩種類型。本屬的分布，可歸納為四個中心：日本、韓國和中國東北、長江沿岸和華南、以及臺灣。目前的說法以溪流型為本屬的原始生殖方式(Zhang et al. 2006)。臺灣的五種山椒魚，應該都是溪流生殖的種類。而所有山椒魚的產卵場所，不論是溪流或池塘，水溫都常保持在 5–10°C 之間；在國外，本屬山椒魚中溪流生殖種類的生殖環境都是在森林底層的小山澗。觀霧地區的山椒魚復育區，是以水池和人工溪澗的樣式設計，與實際生殖環境可能有差異。雖然本區環境已復育成森林的景觀，地面也增加了落葉層，但由 2011 年的水溫監測，溫度的變動仍然較大。因此要確定可成為山椒魚的生殖環境，仍須要長期監測。對於環境、山椒魚食物的類型和豐富度、水質，均需要與實際山椒魚在自然存在的環境比較。

四、生物及環境資料庫建置

「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。臺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。

生物及環境調查所蒐集之原始資料應予建置資料庫，以利永久保存及後續分享，為此，目前雪霸國家公園已分別建置「武陵地區生態系長期監測與研究」計畫(林幸助等 2010)、「雪山地區高山生態系整合研究」計畫(呂金誠等 2010)、「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(歐辰雄等 2011)之資料庫及網站，達成國內生物多樣性資料之整合及與國際接軌，將生態、環境因子資料以生態詮釋資料語言(EML)予以建檔保存；引證標本資料，則以達爾文核心集(Darwin Core)記載。無論單筆標本資料或是單一研究資料集(dataset)，均詳細記載空間分布資訊，包含座標值、座標格式及參照之大地基準。

第四節 工作地點環境描述

一、工作地點及範圍

觀霧地區位處雪霸國家公園西北隅(圖 1-1)，區內有觀霧遊憩區及林務局之觀霧國家森林遊樂區。本計畫調查地點主要為觀霧遊憩區及周邊地區(圖 1-2)，包括觀霧山椒魚試驗棲地及其周邊、大鹿林道東線及西線、巨木群步道、榛山步道等地區，同時視本計畫研究過程之需要亦規劃對區內樂山車道、巨木步道、雲霧步道、瀑布步道等車道或步道沿線附近進行調查。

二、行政及管理區劃

本計畫之行政區分屬新竹縣五峰鄉及苗栗縣泰安鄉，其分界線即為觀霧管理站及觀霧山椒魚生態中心所處之稜線。本區之管理機關主要為雪霸國家公園及林務局新竹林區管理處，其中，亦涵蓋雪霸國家公園之觀霧遊憩區(面積 29 ha)及觀霧國家森林遊樂區(面積 907.42 ha)。

三、地形及集水區

本計畫之觀霧管理站暨觀霧山椒魚生態中心海拔為 2,050 m，周邊之山脈於東側有結城山(海拔 2,475 m)，西側有樂山(海拔 2,618 m)，南側有榛山(海拔 2,489 m)，北側有野馬瞰山(海拔 1,923 m)。集水區劃分依新竹縣五峰鄉及苗栗縣泰安鄉之境界稜線，可分為北側的爺巴堪河流域，屬頭前溪上游集水區，及南側的馬達拉河流域，屬大安溪上游集水區。

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

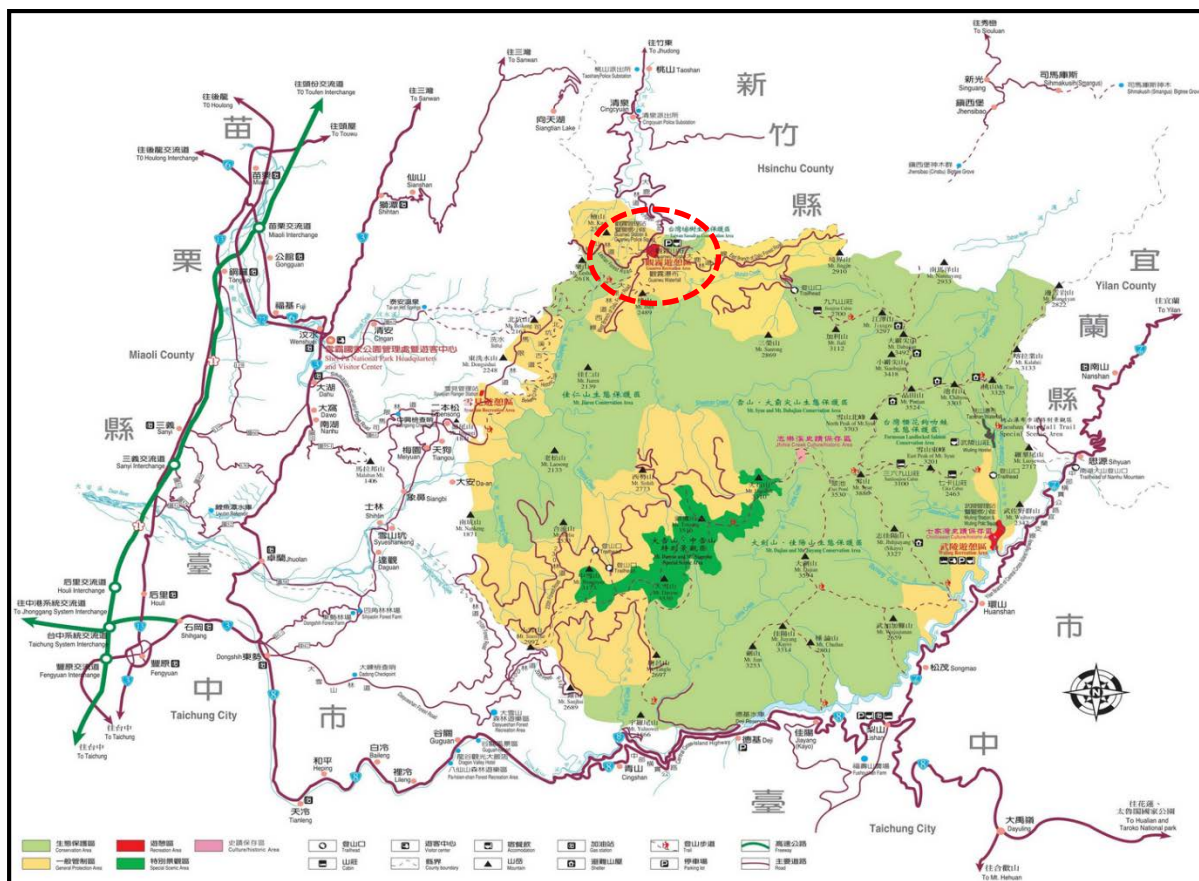


圖 1-1. 本計畫調查區域之位置(紅色虛線內之部分)



圖 1-2. 本計畫之研究調查區域圖

四、氣候

研究區之氣候若依桑士偉氏(Thornthwaite)氣候分類法，海拔 2,000 m 以下地區屬溫帶重溼氣候型(AB')，溫暖重溼，全年無缺水現象，而海拔 2,000 m 以上地區屬寒帶重溼氣候型(AC')，溫度低而溼度高，冬季有霜雪(陳正祥 1957)。依中央氣候局觀霧遙測氣象站(2,050 m)之資料，年均溫約 12.4°C，年平均降雨量約 3,149 mm，圖 1-3 為觀霧之生態氣候圖，可知本區於冬季為相對濕潤(relative humid)外，其餘季節均為重濕(perhumid)。

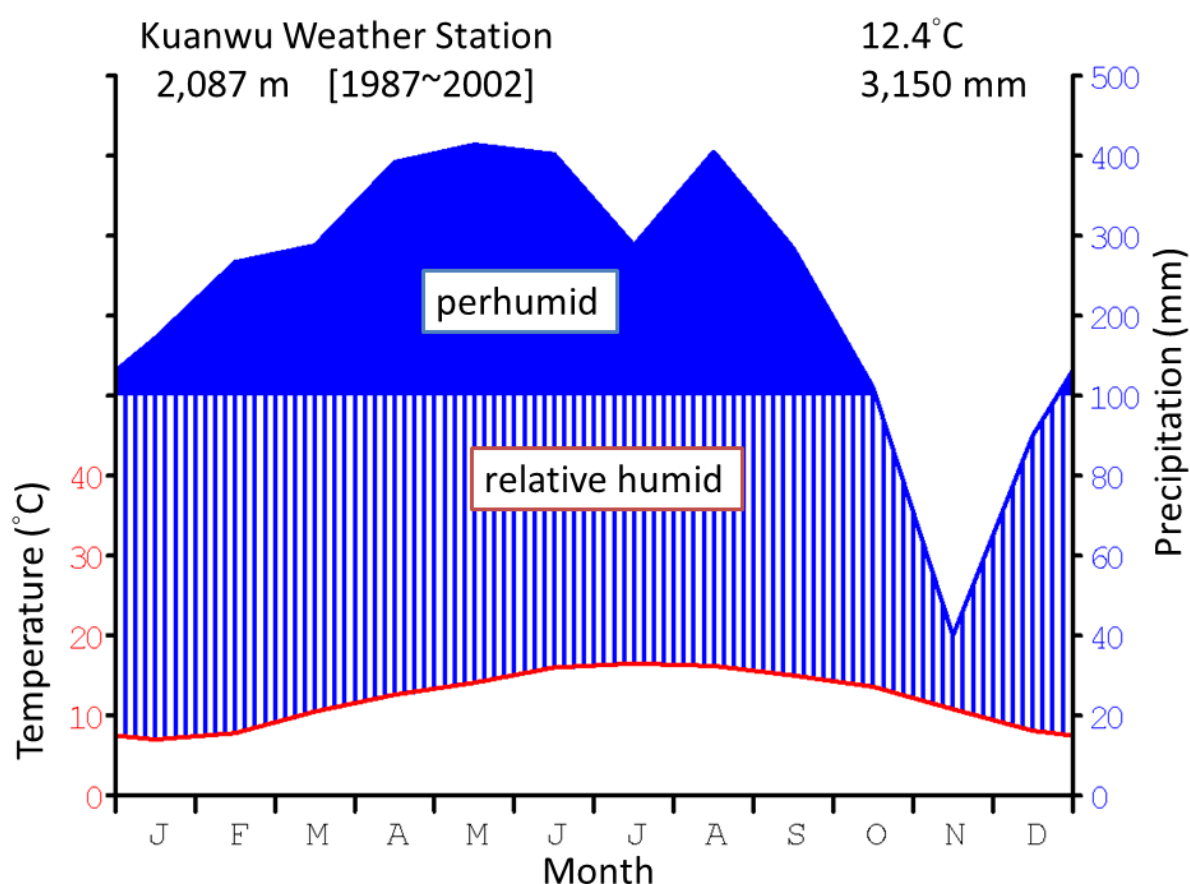


圖 1-3. 觀霧地區生態氣候圖

五、地質

研究區之地質於臺灣本島歸屬中央山脈地質區之雪山山脈，雖然雪山山脈地質帶中都是以深灰色的硬頁岩和板岩(千枚岩)為主，但是在每一地質帶中都仍有各

自的岩石組成為岩石地層分類的依據(張徽正 1997)，而本研究區之地質主要為水長流層，組成岩層以黑色硬頁岩和輕度變質的頁岩為主，一般岩石的變質度至為輕微(何春蓀 2006)。土壤常見由母質經由簡單之物理、化學風化作用生成之石質土，或土壤物質因滾落、滑降、甚至崩塌等位移作用而生成之崩積土，或大都生成於 1,500 m 以上之稜線上較平坦地形區，肥力貧瘠之灰壤或灰壤化土 (<http://www.ac.ntu.edu.tw/soilsc/Soilsc/Taiwan.htm>)，由農業試驗所之土壤 GIS 查詢系統可知，主要土系包括百川山系 BtrC、三錐山系 SasB、三錐山系-船型山系 Sas-TshC、烏石坑系 WskB、船型山系 TshC、小雪山系-烏石坑系 Sus-WskD、三錐山系-雪山坑系 Sas-SskE 等(林光清等 2000)，分佈於 1800 m 以上之地勢較陡峭的地形。

第二章 研究方法

第一節 植物生態調查及感測器網路系統建構

植物生態之調查項目與研究流程如圖 2-1 所示。

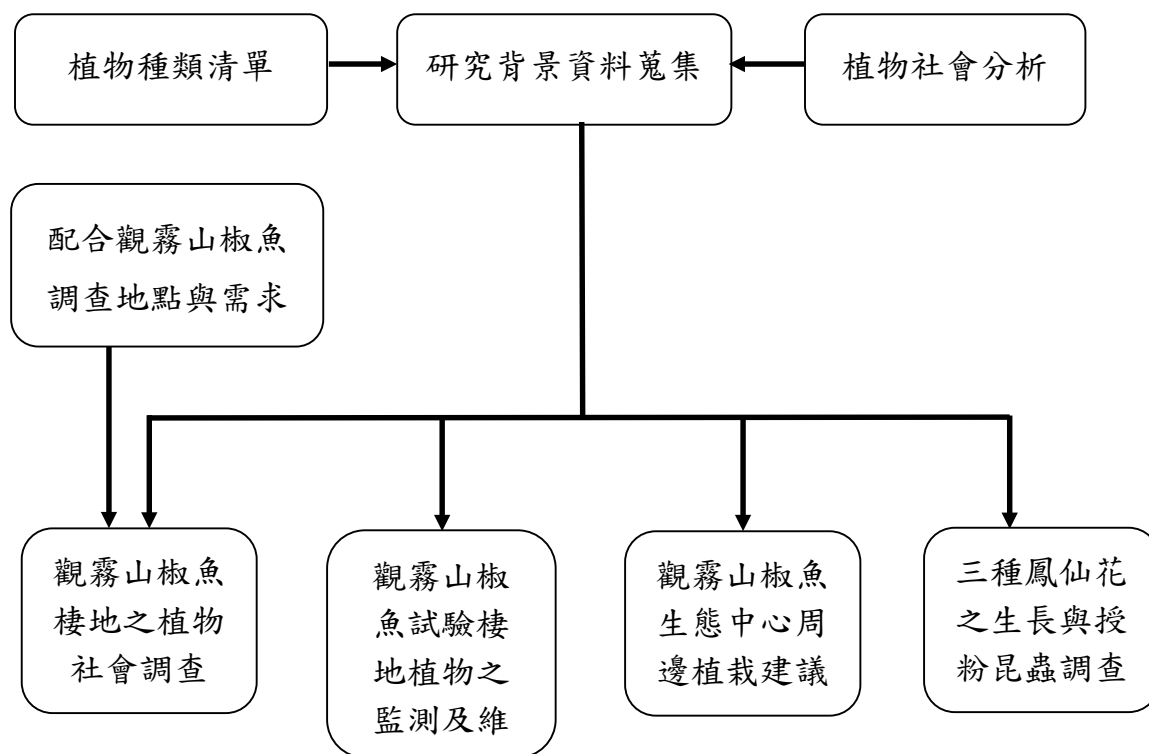


圖 2-1. 植物生態之調查項目與研究流程

一、觀霧山椒魚棲地之植物社會調查

植物社會調查以觀霧遊憩區及周邊為調查區域，主要係配合觀霧山椒魚調查之需求予以設置樣區，樣區之設置考慮林相與植物社會組成等，使樣區儘量能達到樣區環境之均質性。樣區大小為 25 m×10 m，由 10 個 5 m×5 m 之小區組成，調查時將植物分喬木層(overstory)及地被層(understory)，凡樣區內之樹木胸徑大於 1 cm 者，列入喬木層，逐株量記其胸高直徑並記錄種類；其他胸高直徑小於 1 cm 之樹種及草本、蕨類等維管束植物，則列為地被層，記錄種類及其覆蓋面積。植物社會調查之執行將依現場實際狀況及觀霧山椒魚棲地與需求隨時調整之，並配合山椒魚實際調查結果以群團分析(clusuter analysis)及雙向指標種分析(two-way indicator species analysis, TWINSPAN)、降趨對應分析(detrended correspondence analysis, DCA)、典型對應分析(Cannonical correspondence analysis, CCA)等及其他統計相關分析方法(McCune & Mefford 1999; ter Braak & Šmilauer 2002)，以探究觀霧山椒魚與植物社會之相互關係。

二、觀霧山椒魚試驗棲地植物之監測、維護建議

觀霧山椒魚試驗棲地原為火燒跡地，復育前之原有植群於上層主要為臺灣二葉松，下層主要為高山芒，計畫開始前經清除地被高山芒及人工移植與自然演替後，目前已有許多原生樹種生長於其間，依據植群演替理論，二葉松將逐漸被本地其他或極盛相樹種取代，未來這些林木將決定試驗棲地之植物社會的組成與結構，本計畫針對胸高直徑>3 cm 以上之林木植物，逐株進行編號及定位來繪製分布圖，每年重新調查以監測林木生長情況，以瞭解各樹種於試驗棲地內之生長與演替情況，及區內主要植物社會之組成與結構的變化。

除上述林木監測將決定觀霧山椒魚試驗棲地之上層植物社會的組成

與結構，計畫開始前試驗棲地內已有甚為豐富之當地原生地被植物生長，但亦仍存在高山芒等未出現於觀霧山椒魚原棲地之植物，及早期工程施工所留下之大扁雀麥等外來草種，本計畫參酌觀霧山椒魚之原棲地環境，以復育生態學(restoration ecology)、生態氣候學(ecological climatology)、潛在植被(potential vegetation)和演替理論(succession theory)等相關原則(Perrow & Davy 2002; Miyawaki 2004; SER 2004; Temperton et al. 2004; Walker et al. 2007; Bonan 2008)，適時提出試驗棲地之植物維護建議，俾利管理單位或募集志工執行高山芒、外來草種之人工移除作業，並配合觀霧山椒魚試驗棲地植物之消長隨時調整植被，藉以營造適合觀霧山椒魚生育之環境，同時儘可能多樣化植入觀霧當地之特色植物，以進一步做為環境解說教育之素材。

三、觀霧山椒魚生態中心周邊植栽建議

本計畫為提出適宜觀霧山椒魚生態中心周邊環境之植栽建議，除以「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(歐辰雄等 2011)所建立之植物種類清單及綠美化可使用植物種類為藍本之外，將視生態中心周邊之不同微生育地條件，調查篩選適合應用之當地特色植物種類，並提出植栽建議供管理單位參考。篩選之標的，除以臺灣原生種為對象外，由於組成生態系統的物種須具有遺傳適應性(genetic fitness)，以更好地適應立地條件，且能承受一定的環境壓力與變化(SER 2004)，因此以觀霧地區當地種(local species)為選擇標的，並配合觀霧山椒魚生態中心之需求，綜合考量植物之生態特性(珍稀性、生態幅度、誘蝶、誘鳥)、美學價值(色彩變化、物候變化、特殊氣味)、教育價值(自然教育、人文意涵)、抗逆境潛能(耐候性、抗惡地、抗病蟲害)、生產管理(苗木培育、栽培撫育)等因素(王志強 2008)，以及觀霧山椒魚生態中心周邊環境微生育地限制條件(光、水份、土壤基質等)，提出適當之植栽建議，如管理站對

面小山丘可種植臺灣杜鵑、玉山杜鵑、西施花等小喬木杜鵑，以創造中海拔難得一見之花海，而其下方之路旁可再行補植笑靨花，做為迎接遊客之景觀，生態中心前方水道周邊則可應用草本及蕨類植物予以營造，而生態中心後方則可移除大扁雀麥等外來草種為三種鳳仙花保留生育空間且免除例行性刈草作業，並能於木棧道兩側種植玉山石竹等當地花草，本計畫另也將建議配合現地條件嘗試配置以周邊地名命名之植物，如樂山鋪地蜈蚣、鹿場毛茛、苗栗紫金牛等。有關觀霧山椒魚生態中心周邊環境之植栽建議，將參酌過往本區之植群生態調查結果及各類植物之生態特色，並於計畫執行期間之實際狀況予以調整，以當地原生特色植物營造符合生態中心內涵之環境，並配合未來之環境教育解說。

四、三種鳳仙花之生長與授粉昆蟲調查

針對臺灣原生三種鳳仙花(棣慕華鳳仙花、黃花鳳仙花、紫花鳳仙花)之生長與授粉昆蟲進行調查，同時針對三種鳳仙花進行花朵與果實之基本性狀調查，並分別設計(1)全株罩網試驗、(2)單花套袋試驗、(3)花粉管發芽試驗，來探討臺灣三種特有種鳳仙花是否能自花授粉、結實、天然下種更新。

本計畫將延用早期(1998-1999 年)觀霧地區鳳仙花植群與生物學之調查研究之記錄格式(曾喜育等 2007: 表 3)，以建立鳳仙花之生長與物候的比較基礎，同時透過本計畫所設置之感測器網路長期記錄，待累積長期資料後即能進一步探究目前氣候變遷之趨勢是否已對此三種特色植物造成生長、開花、結實之影響。以下為研究項目及方法，第一年培育研究用鳳仙花及相關儀器架設，圖 2-2 為本計畫所採用之感測器網路系統架構示意圖。

- (一) 鳳仙花物候資料蒐集：研究鳳仙花物候資料蒐集的感測器是網路攝影機，三種鳳仙花各架設一臺攝影機，每臺攝影機拍攝範圍內預先種植 5-20 株鳳仙花，初步設定每小時拍攝一張照片，從花期開始出現到結束期間，時間從早上 5 點到下午 7 點的日間為主要拍攝期，一天共計 14 小時拍攝紀錄 14 張照片。所有影像資料直接連結到網路上，便可以看到所拍攝及倉儲的紀錄照片。利用人工檢視所有照片上可資辨別的單花，從花苞開放到凋落所需的日數，以了解單花的壽命。
- (二) 鳳仙花訪花昆蟲調查：在三種鳳仙花開花期間，野外觀察前來訪花的昆蟲，凡是在鳳仙花花朵上停留的昆蟲，利用昆蟲網捕捉並帶回實驗室鑑定。訪花昆蟲又稱之為喜花昆蟲，也包括前來取食花朵或花粉的昆蟲，而授粉昆蟲是專指能為植物傳播花粉的昆蟲，要判別

一種昆蟲是否為一種植物的授粉昆蟲，主要依據是昆蟲身體上是否攜帶有該植物的花粉，可以通過解剖顯微鏡或電顯掃描而進行觀察。

(三) 訪花昆蟲行為的觀察：不同種類昆蟲在每天的各個不同時段，其訪花頻率是不一樣的，訪花頻率指的是指單位時間內昆蟲造受訪單個花朵或一個花序的次數。因此，對於可能的授粉昆蟲，於三種鳳仙花盛開期間，每種先利用錄影機連續拍攝 3 天，初步分析後再透過調整網路攝影機拍攝間隔，例如改成每 10 秒鐘 1 張影像，便可獲取大量影像資料，而進行訪花者種類、數量、行為和活動規律等分析。

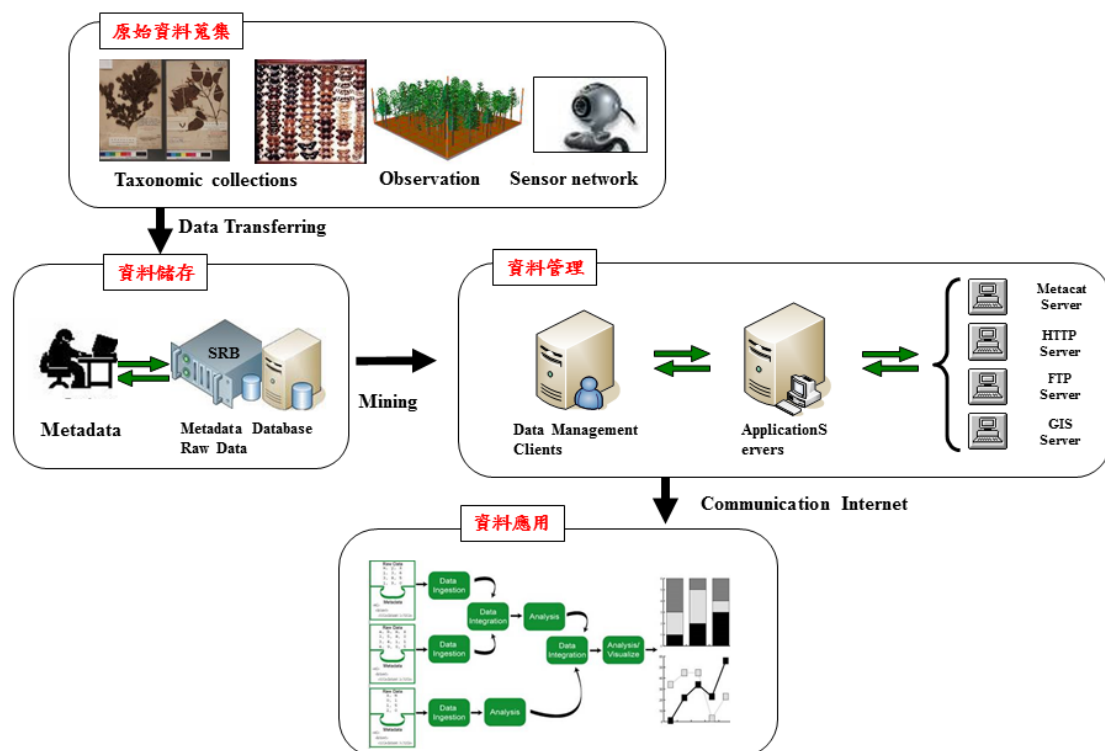


圖 2-2. 鳳仙花生長及授粉昆蟲調查之感測器網路系統架構

第二節 觀霧山椒魚及相關動物調查

觀霧山椒魚的調查及採樣等項目規劃如表 2-1，其他調查研究項目及方法分述如下。

表 2-1. 觀霧山椒魚調查的方式及調查項目(a: 水溫、b: 氣溫、c:濕度；1: 若發現山椒魚，將選擇成為固定樣區)

採樣類型	樣地	無脊椎	環境	植被	標記	胃含物	水質	記錄器	備註
固定樣站	溪流	×	×	×	×	×	×	abc	
	復育地	×	×	×	×	×	×	abc	
隨機	徒手	×	×		×	×			1
	環境				×	×			1
	DNA								

一、固定樣區底棲和水中無脊椎動物調查

針對巨木林道及大鹿林道西線的三條第一級溪流(first order stream, headwater)，每條溪流以三個穿越線收集環境資料和無脊椎動物。穿越線都垂直於溪流走向，在距離水邊 0、5、10、20m 等三或四個距離(依山澗地形決定)，各以兩個落葉袋收集落葉和表土(25×25 cm 的落葉層和表土到 3 cm 深度)，之後以柏氏漏斗(Berlese funnel)收集無脊椎動物。穿越線之間距離十公尺。溪流中以手操網收集三個點的水域無脊椎動物，每一點距離十公尺。固定樣區的採樣在每年 4 月和 9 月各作一次。所有收集到的動物，昆蟲至少辨認到目，其餘至少辨認到綱。各類動物在拍照後，以 Carl Zeiss Axio Vision (Carl Zeiss Vision, 2010) 軟體測量全長。

二、發現山椒魚地點底棲無脊椎動物調查

每次調查發現山椒魚的地點，周圍十公尺範圍內，取三個 25 × 25 cm 的落葉層和表土到 3 cm 深度，以落葉袋收集底棲動物，再以柏氏漏斗收集

小型無脊椎動物，帶回實驗室挑取保存。測量方法和辨認均與前項工作相同。

三、山椒魚普查和固定樣區調查

在巨木步道、蜜月步道、大鹿林道東線、大鹿林道西線、生態中心之試驗棲地等地點，找尋山椒魚。捕捉到山椒魚後，記錄環境點位、溫濕度後(並依照前項之方法採集地棲無脊椎動物樣本)，個別裝在小罐內帶回工作站(見下一項目)。

四、山椒魚的食性分析和標記

捕獲的山椒魚，在工作站先以 MS-222(0.5 g/L)麻醉，再測量吻肛長、尾長、體重、頭寬、尾基寬、尾基高等資料，並將胃含物沖出(Legler & Sullivan 1979)。胃含物保存於 70% 酒精，在顯微鏡下辨認到綱或目並拍照、測量長度(方法如底棲無脊椎動物)。並檢查螢光標記；若為未標記個體，則以螢光乳膠(visible implant elastomer, Northwest Marine Technologies, Shaw Island, WA)注射在皮下，2013 年後捕捉之個體皆拍攝旗幟下頷花紋作為個體辨識之用。新捕獲之個體，則將剪取尾部末端 0.5 cm 的部份，以 99.5% 酒精保存組織。山椒魚浸在清水中，至麻醉劑洗清。再於次日釋放於捕捉地點一公尺內的地方。滯留期間若拾獲排遺，將比照胃內含物分析西方式。

五、環境 DNA 調查

由於山椒魚的數量少，很不容易在溪流發現，第一年將試用以水樣偵測環境 DNA(e-DNA)以了解山椒魚是否棲息於該環境(Ficetola et al. 2008)。

以滅菌後之水瓶收集溪流水樣，在工作站以硝化纖維素(Cellulose nitrate)濾膜過濾樣本，將濾膜固定於酒精中。以可用於蠓螈的粒線體 DNA 引子 (Moritz et al. 1992)，以 PCR 方式檢測水樣本是否含有山椒魚的基因序列。若測得山椒魚的 DNA，則在第二年和第三年另行調查這些地點的山椒魚和無脊椎動物。

六、其它陸地脊椎動物調查及監測

- (一) 爬蟲類調查：每次白天調查時，均沿路記錄所有見到爬蟲類個體(含路死個體)均記錄地點座標、種類、標準體長；所有路死個體，並檢視胃含物。
- (二) 山椒魚生態中心小型哺乳類監測：於 2012 年，在山椒魚生態中心施工區域 500m 範圍內及交通影響所及區域，延續 2010–2011 年的樣區，以 10×20m 內放置 30 個 Sherman 鼠籠的密度，做三天二夜的採集。誘餌統一使用冷凍麵包蟲、花生醬與地瓜。所有捕捉到個體均鑑定種類、測量吻肛長、尾長、耳殼長、後腳長、體重，辨認性別和成熟程度後釋放；死亡個體則帶回實驗室保存。每類棲地至少有三個重複。於生態中心完工後六個月後調查一次。
- (三) 山椒魚環境小型哺乳類調查：在各溪流和試驗棲地山椒魚樣區，放置 30 個鼠籠，每年調查一次。每次捕捉兩日，動物測量吻肛長、重量，鑑定種類性別後釋放。
- (四) 紅外線自動相機設置：自 2012 年底陸續設置 8 台自動相機於大鹿林道東線，調查可能出現之中小型哺乳類動物。

七、山椒魚棲地的水質和棲地(植物)環境調查

以上調查山椒魚的每個固定樣區和採集到山椒魚的地點，在各點同時測量土下五公分溫度、濕度、酸鹼度。水域環境則測量水深、流速、酸鹼度、溶氧、導電度、濁度。每一點並測量樹冠覆蓋度。

於山椒魚生態中心試驗棲地、及溪流中各放置一個水溫記錄器，長期記錄水溫變化。另於以上地點地面放置溫濕度計錄器，長期記錄環境溫濕度資料。試驗棲地內的水池和人工水溝，均設置固定樣點，每次測量水深、流速、酸鹼度、溶氧、導電度。每一點並測量樹冠覆蓋度，以了解環境中的水質差異。

每年在溪流樣點調查一次植被及陸地環境。在離開每條穿越線一公尺的上坡，另設植被調查穿越線。調查樹種及地被植物種類、樹木胸高直徑、記錄倒木和枯立木長度(高度)和寬度(直徑)，同時測量棲地之坡向和坡度。

第三節 生物及環境資料庫建置

本計畫所蒐集之原始調查資料，比照「武陵地區生態系長期監測與研究」計畫(林幸助等 2010)、「雪山地區高山生態系整合研究」計畫(呂金誠等 2010)、「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(歐辰雄等 2011)，建立資料庫及網站，依照國際生物多樣性資料標準，使用達爾文核心集、Darwin Core Archive 及 EML 格式，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。計畫完成後，所有調查資料分別以 Excel 檔、mdb 檔、Darwin Core xml 檔及 Darwin Core Archive 檔，共四種格式，提供管理處保管使用。此外也使用 Mysql 資料庫、php 及 Java script 程式語言同步建立資料查詢網站。

此外，本計畫繼承「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」計畫網站，繼續充實觀霧地區生物及環境資料庫。使用「簡便生態資料格式」為基礎來修訂建立資料格式的規範。生態調查資料，由實際負責調查的研究人員，詳細填列後，交給總計畫。總計畫彙整者收到資料後，經詳細檢視各個資料欄位值的屬性及定義後，會同各子計畫調查研究人員，針對資料格式及內容作必要的修正，以利後續的資料整合。資料庫子計畫人員需將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, IPT)，轉換成 Darwin Core Archive 格式(內含 Ecological Metadata Language 格式)，以利資料分析運用，並針對學名、調查地點、調查時間、經緯度、調查者等重要欄位建立索引，以利資料搜尋，同時建立資料展示及查詢網站：

- (a) 為了後續系統研究能奠基於前人之成果，所有紀錄、描述資料以及後設資料，均以電子化保存及管理。

(b) 為達成國內生物多樣性資料之整合及與國際接軌，建議生態、環境因子資料以生態詮釋資料語言(EML)予以建檔保存，引證標本資料，則以達爾文核心集(Darwin Core)記載。無論單筆標本資料或是單一研究資料集(dataset)，均詳細記載空間分布資訊，包含座標值、座標格式及參照之大地基準。

(c) 資料包含：

- (1) 名稱(title)；
- (2) 資料擁有人(owner)資訊，包含姓名、組織、職稱與聯絡資訊；
- (3) 研究合作個人或機關(Associated Parties)資訊，包含姓名、組織、職稱與聯絡資訊；
- (4) 研究內容摘要(Abstract)；
- (5) 關鍵字(Keywords)；
- (6) 資料提供使用規則訂定(Usage Rights)；
- (7) 資料使用聯絡人(Contacts)資訊，包含姓名、組織、職稱與聯絡資訊；
- (8) 資料內容描述，包含材料方法(Methods)、研究時間(Temporal Coverage)、地點(Geographic Coverage)、對象之分類(Taxonomic Coverage)；
- (9) 變數(欄位)名稱(Name)；
- (10) 變數(欄位)內容說明(Label)；
- (11) 變數(欄位)定義(Definition)；
- (12) 變數(欄位)量測定義，包含量測種類(Category)的細項定義，若為名義(Nominal)或順序尺度(Ordinal)選項必須包含值的描述與定義，若為等距(Interval)或等比尺度(Ratio)選項，則必須包含單位(Unit)、精度(Precision)與數值型態(Number Type)，時間(Date-Time)類型則須有格式(Format)與精度(Precision)；
- (13) 依(9)~(12)項所述的原始資料(raw data)。

- (d) 提供「簡便生態資料格式」(Excel 檔)供第一線調查人員使用，資料庫小組再根據 Excel 檔轉換成上述資料格式。
- (e) 簡便生態資料格式簡介：簡便生態調查資料，包含三個資料表，其欄位說明如附錄一所示。

第三章 結果與討論

本計畫之預計執行工作項目及實際進度，包括預備工作與文獻及資料蒐集、試驗棲地水質與植物監測、觀霧山椒魚族群及棲地植物社會與食性調查、觀霧山椒魚可能天敵調查、特色植物篩選與生態中心植栽建議、試驗棲地環境及產卵場與植物維護建議、鳳仙花生長及授粉昆蟲調查、物種鑑定與資料彙整分析、生物及環境資料庫建置、報告撰寫與簡報等項目，茲將各工作項目調查結果所在之章節整理如表 3-1-1。

表 3-1-1. 本計畫執行工作項目與進度，及其結果所在章節

項次	預計執行工作項目	進度	調查結果所在之章節
1	預備工作與文獻及資料蒐集	✓	第一、二章
2	試驗棲地植物監測	✓	第三章第一節第 1 小節
3	試驗棲地環境及產卵場與植物維護建議	✓	第三章第一節第 2 小節
4	觀霧山椒魚棲地植物社會調查	✓	第三章第一節第 3 小節
5	特色植物篩選與生態中心植栽建議	✓	第三章第一節第 4 小節
6	鳳仙花生長及授粉昆蟲調查	✓	第三章第一節第 5 小節
7	觀霧山椒魚食性調查	✓	第三章第二節第 1, 2, 4 小節
8	觀霧山椒魚族群調查	✓	第三章第二節第 3, 5 小節
9	觀霧山椒魚可能天敵調查	✓	第三章第二節第 6 小節
10	試驗棲地水質監測	✓	第三章第二節第 7 小節
11	物種鑑定與資料彙整分析	✓	第三章、附錄三四五
12	生物及環境資料庫建置	✓	第三章第三節
13	報告撰寫與簡報	✓	本報告書及簡報檔

第一節 植物生態調查及感測器網路系統建構

一、觀霧山椒魚試驗棲地植物監測

觀霧山椒魚試驗棲地之 WGS84 經緯度座標為東經 121 度 06 分 53 秒、北緯 24 度 30 分 26 秒，TWD97 座標為 261625、2711203，試驗棲地位置已轉換為「觀霧山椒魚試驗棲地位置.kmz」，可直接於 Google Earth 讀取、顯示之(圖 3-1-1)，並供管理處未來應用。

2012 年為瞭解觀霧山椒魚試驗棲地之植物社會組成及後續演替之情況，本計畫以 SOKKIA SET130R3 全測站光波電子經緯儀實施測量(圖 3-1-2)，依據控制測量施測之控制點成果實施導線測量，位置閉合差均小於五千分之一，相關圖資經設定投影及座標系統後，轉換至 ArcGIS 地理資訊系統(TWD97)，圖 3-1-3 為觀霧山椒魚試驗棲地之步道、水域、林木大小及位置圖，表 3-1-2 為各林木之種類、胸高直徑、樹高等資料，並完成所有監測林木之編號及掛牌(圖 3-1-4a)，未來可每年重新調查監測林木生長情況，以瞭解各樹種於試驗棲地內之生長與演替情況，及區內主要植物社會之組成與結構的變化。

2012 年林木監測調查資料顯示，觀霧山椒魚試驗棲地之上層植物社會目前臺灣二葉松仍為主要組成，但有許多臺灣二葉松之生長勢不良，甚至部分二葉松植株(如 NO. 7, 25, 34, 64)已死亡；由目前試驗棲地內之闊葉樹生長情形來看(圖 3-1-4b)，可推測未來在觀霧山椒魚試驗棲地中許多原生之闊葉樹將逐漸取代臺灣二葉松之生育空間，以阿里山榆為例，其為巨木步道之觀霧山椒魚野外棲地的常見落葉闊葉樹種，目前在試驗棲地內生長情況良好(圖 3-1-4c)，其每年秋冬之落葉亦如野外棲地為地表腐植質來源之一。

圖 3-1-5 為 2013 年觀霧山椒魚試驗棲地之林木監測調查工作、為每株林木重新掛上可長期保存之銘牌；詳細的觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料，包含胸高直徑(diameter at breast height, DBH)、樹高、生長存活情形、各株

林木之來源(區分為：原生—棲地內原生之林木、復育—復育過程移入的林木、栽植—工程栽植的林木)則列於表 3-1-2。由 2013 年複查觀霧山椒魚試驗棲地之林木生長情形，發現目前棲地內林木正快速演替中，本年度計有臺灣二葉松(NO. 13, 65, 77, 86)、臺灣紅榨槭(NO. 101)及榔榆(NO. 56)等植株自然枯死，並有蓮草、八角金盤、裡白八角金盤、水麻、狹葉莢蒾、臺東莢蒾、壺花莢蒾、楓香、臺灣紅榨槭、青楓、尖葉槭、山羊耳、裡白蔥木、臺灣蔥木、柳杉、杉木、長葉木薑子、霧社木薑子、山胡椒、香楠、假長葉楠、牛樟、變葉新木薑子、高山新木薑子、佩羅特木、薯豆、山枇杷、狹葉高山櫟、短尾葉石櫟、大葉石櫟、臺灣赤楊、玉山假沙梨、臺灣紫珠、細葉紫珠、巒大紫珠、阿里山女貞、臺灣樹參及南燭等植株晉級生長而於計畫中新建編號及掛牌，由此可知試驗棲地內之原生植物生長旺盛。另外，部分工程栽植的林木，如 NO. 93 榔榆(DBH = 9.2 cm)、NO. 122 楓香(DBH = 8.8 cm)，目前已為傾倒或接近枯死之狀態，顯示不適於試驗棲地之環境。

2014 年 7 月已完成觀霧山椒魚試驗棲地之林木複查監測工作(圖 3-1-6)，已發現試驗棲地之大部分觀霧原生植物生長情形良好，但有 NO.30 狹葉高山櫟(DBH = 11.0 cm)、NO.118 臺灣二葉松(DBH = 16.5 cm)、NO.235 蓮草(DBH = 2.1 cm)、NO.236 蓮草(DBH = 2.5 cm)、NO.345 山櫻花(DBH = 2.1 cm)、NO.352 狹葉莢蒾(DBH = 3.0 cm)等植株自然枯死。

本計畫對試驗棲地所監測之林木資料已全部匯入 GIS 中，對空間資料及屬性資料加以處理，即可快速獲得本區林木之消長情形，如圖 3-1-7 為本計畫人為生態復育之林木，圖 3-1-8 為歷年來自然枯死之林木。未來數年之後可再進行複查以瞭解林木之生長與植群之演替，同時可做為未來人為生態復育之參考。

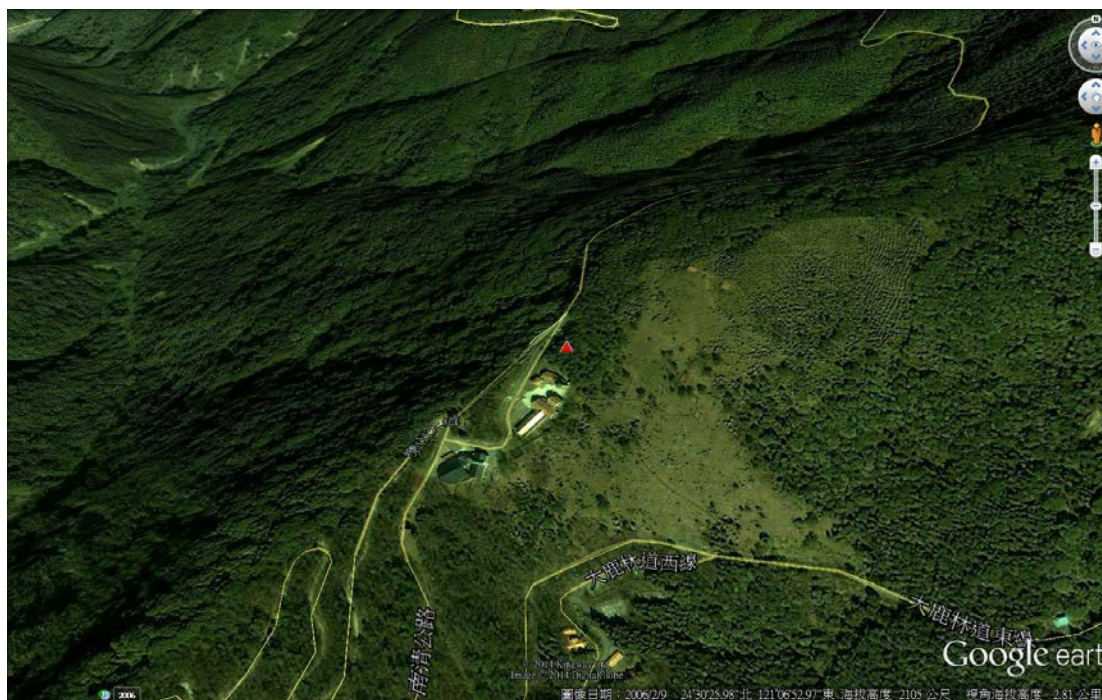


圖 3-1-1. 可直接於 Google Earth 讀取、顯示之「觀霧山椒魚試驗棲地位置.kmz」



圖 3-1-2. 委託專業測量公司，以電子經緯儀測量觀霧山椒魚試驗棲地

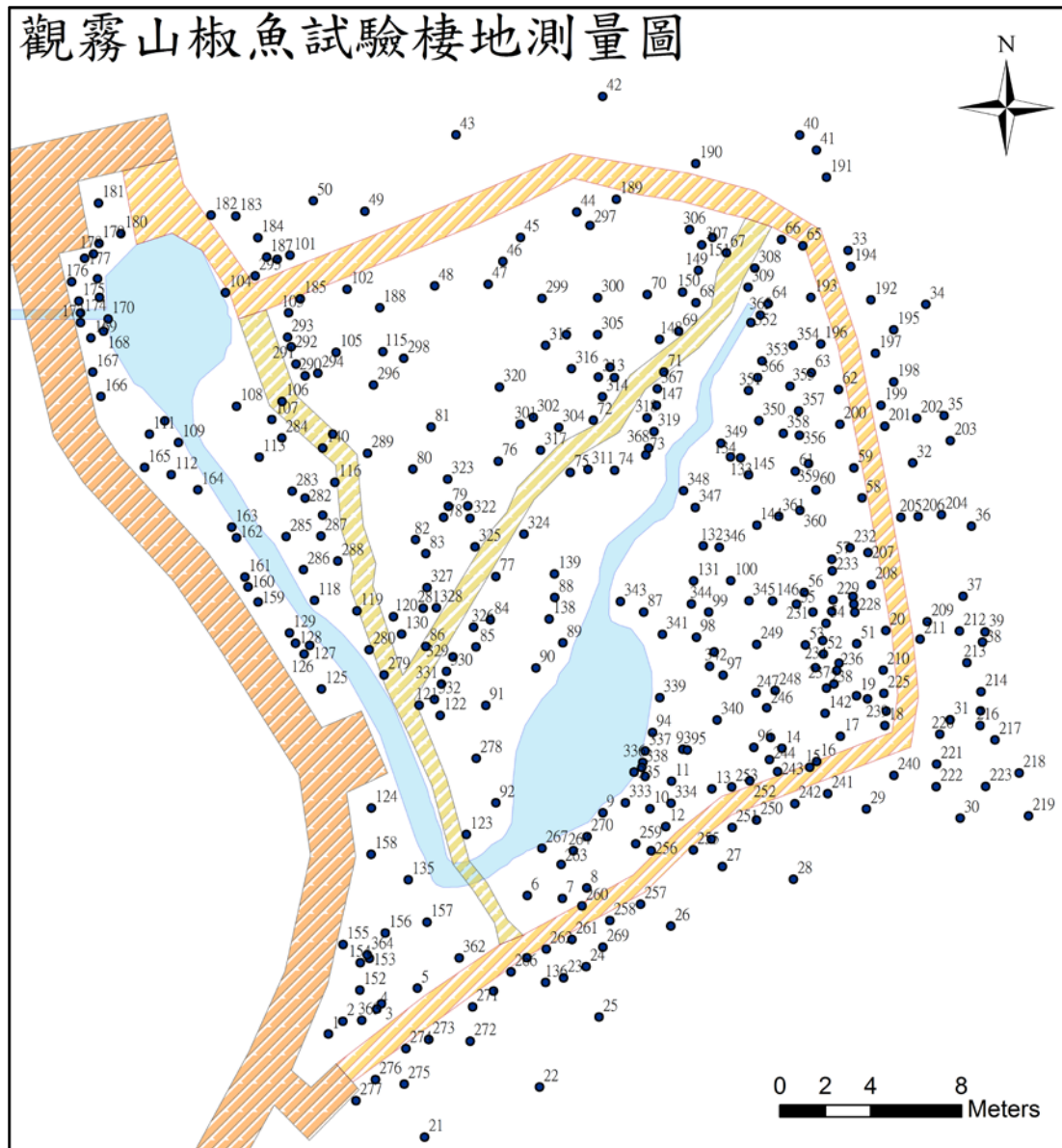


圖 3-1-3. 觀霧山椒魚試驗棲地製圖：步道、水域，以及林木之種類、大小、位置



(a) 2012 年觀霧山椒魚試驗棲地內所有林木均已完成鑑定、定位、編號、掛牌



(b) 觀霧山椒魚試驗棲地闊樹葉樹生長繁茂，可推測臺灣二葉松將逐漸被闊葉樹種取代



(c) 阿里山榆為觀霧山椒魚之巨木步道野外棲地的常見落葉闊葉樹種，目前於試驗棲地內亦生長良好

圖 3-1-4. 2012 年觀霧山椒魚試驗棲地植物生長情形與監測工作



(a) 2013 年觀霧山椒魚試驗棲地內所有林木之監測調查：量測胸高直徑、樹高



(b) 為每株監測之林木製換可較長期保存的鋁牌



(c) 自然枯死的臺灣二葉松(NO. 34)，其原有之生態棲位(niche)將被觀霧原生闊葉樹種所取代

圖 3-1-5. 2013 年觀霧山椒魚試驗棲地林木重新製掛鋁牌、監測調查工作



(a) 2014 年試驗棲地
林木監測工作：種
類、存活情形、胸高
直徑、樹高、空間位
置



(b) 自然萌發而晉級
生長的尖葉槭
(NO.211)



(c) 逐漸枯死的工程
栽植樹種—榔榆
(NO.177 上半部枯
萎)

圖 3-1-6. 2014 年觀霧山椒魚試驗棲地之林木監測調查工作

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
1	臺灣二葉松	56.0	14.68		原生
2	玉山假沙梨	5.9	4.25		原生
3	玉山假沙梨	6.3	4.44		原生
4	臺灣赤楊	9.4	8.35		原生
5	臺灣二葉松	19.2	12.28		原生
6	臺灣赤楊	7.3	3.59		復育
7	臺灣二葉松	15.1	10.06	2013 枯死	原生
8	臺灣二葉松	16.5	10.68		原生
9	臺灣烏心石	9.3	4.95		復育
10	臺灣二葉松	20.5	10.15		原生
11	蓮草	6.2	3.92		復育
12	臺灣赤楊	7.7	5.44		復育
13	臺灣二葉松	16.7	6.11	2013 枯死	原生
14	大頭茶	6.3	3.92		復育
15	卡氏槲	15.2	7.66		復育
16	卡氏槲	19.5	7.06		復育
17	榔榆	10.6	5.78		栽植
18	臺灣二葉松	12.8	10.55		原生
19	狹葉莢蒾	3.0	4.18		復育
20	臺灣二葉松	12.6	11.30		原生
21	臺灣二葉松	26.2	12.00		原生
22	臺灣二葉松	36.8	13.45		原生
23	臺灣二葉松	31.2	14.50		原生
24	臺灣二葉松	31.5	12.80		原生
25	臺灣二葉松	39.5	8.60	2012 死亡	原生
26	臺灣二葉松	39.9	11.83	26 與 136 同株	原生
27	臺灣二葉松	25.0	14.55		原生
28	臺灣二葉松	33.4	13.92		原生
29	臺灣二葉松	18.5	8.72		原生
30	狹葉高山櫟	11.0	2.00	2014 死亡	復育
31	臺灣烏心石	11.6	6.89		復育
32	狹葉高山櫟	7.4	4.69		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
33	臺東莢蒾	4.8	4.50		復育
34	臺灣二葉松	7.8	3.00	2012 死亡	原生
35	臺灣二葉松	25.0	13.50		原生
36	臺灣赤楊	39.4	13.20		原生
37	南燭	5.1	3.58		原生
38	臺灣二葉松	21.2	13.10		原生
39	假桧木	4.1	3.01		原生
40	臺灣二葉松	23.3	12.65		原生
41	薄葉桧木	3.5	2.89		原生
42	玉山假沙梨	17.5	7.43		原生
43	大葉石櫟	11.0	6.23		原生
44	臺灣二葉松	37.3	13.15		原生
45	大葉石櫟	19.0	9.48		原生
46	臺灣二葉松	24.0	12.15		原生
47	臺灣紅榨槭	19.0	8.90		復育
48	臺灣二葉松	22.4	12.80		原生
49	假長葉楠	8.0	5.66		原生
50	尖葉槭	11.2	6.19		復育
51	臺灣二葉松	37.8	17.20		原生
52	臺灣赤楊	7.5	5.64		復育
53	蓮草	7.8	5.10		復育
54	疏果海桐	4.5	4.05		復育
55	臭辣樹	5.0	3.81		復育
56	榔榆	9.8	3.81		栽培
57	臺灣二葉松	37.2	12.15		原生
58	楓香	9.1	5.46		栽培
59	紅毛杜鵑	3.9	3.89		復育
60	臺灣二葉松	28.0	12.23		原生
61	臺灣蘋果	5.1	6.78		栽培
62	榔榆	10.5	4.17		栽培
63	臺灣二葉松	35.7	13.35		原生
64	臺灣二葉松	25.0	18.60	2012 死亡	原生

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
65	臺灣二葉松	24.0	9.60	2013 死亡	原生
66	臺灣紅榨槭	5.6	4.32		復育
67	化香樹	21.0	5.68		原生
68	薄葉柃木	4.0	2.70		復育
69	大葉石櫟	6.3	4.38		復育
70	臺灣蘋果	4.5	5.65	70 與 151 同株	栽培
71	臺灣紅榨槭	7.7	5.84		復育
72	臺灣赤楊	36.0	15.80	72 與 148 同株	原生
73	山胡椒	17.7	5.23		原生
74	臺灣蘋果	4.7	5.23		栽培
75	裡白蔥木	5.8	6.78		復育
76	楓香	8.2	5.99		栽培
77	臺灣二葉松	22.9	11.72	2013 死亡	原生
78	臺灣紅榨槭	10.0	6.05		復育
79	狹葉高山櫟	7.0	7.32	79 與 138、139 同株	復育
80	臺灣二葉松	37.6	12.05		原生
81	大葉石櫟	16.4	6.05		原生
82	霧社木薑子	11.0	5.80		原生
83	臺灣二葉松	55.0	16.12		原生
84	臺灣赤楊	7.2	3.40	2012 死亡	原生
85	臺灣紅榨槭	6.2	4.11		復育
86	臺灣二葉松	18.2	10.04	2013 死亡	原生
87	臺灣烏心石	10.3	6.66		復育
88	玉山假沙梨	5.0	4.16		復育
89	紅楠	10.3	8.33		復育
90	榔榆	9.1	4.88		栽培
91	臺灣紅榨槭	9.1	5.55		復育
92	榔榆	11.0	4.18		栽培
93	榔榆	9.2	5.12	2013 傾倒	栽培
94	臺灣蘋果	9.4	5.40		栽培
95	臺灣紅榨槭	5.0	4.56	95 與 141 同株	復育
96	臭辣樹	12.3	7.88		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
97	臺灣烏心石	9.3	6.19		復育
98	臺灣赤楊	12.5	6.95		復育
99	水絲梨	4.5	2.78		復育
100	木臘樹	7.6	6.21	101 與 145 同株	復育
101	臺灣紅榨槭	6.7	4.20	2013 死亡	復育
102	大葉石櫟	5.5	3.91		原生
103	榔榆	10.0	4.58		栽培
104	臺灣二葉松	19.6	13.66	2013 接近枯死	原生
105	臺灣二葉松	50.4	15.96		原生
106	臺灣二葉松	18.6	12.12		原生
107	長果紅淡比	6.0	4.05		復育
108	楓香	8.0	4.92		栽培
109	蓮草	7.1	5.15		原生
110	蓮草	7.1	5.28		原生
111	臺灣紅榨槭	9.2	5.84		原生
112	臺灣赤楊	11.2	9.66		原生
113	臺灣二葉松	39.8	15.23		原生
114	森氏櫟	10.2	5.75	114 與 140 同株	復育
115	臺灣蘋果	4.8	3.81		栽培
116	臺灣糊樗	5.5	4.10		復育
117	臺灣赤楊	7.7	5.42		復育
118	臺灣二葉松	16.5	10.40	2014 死亡	原生
119	假長葉楠	3.9	2.98		復育
120	榔榆	10.7	4.22		栽培
121	山胡椒	10.8	5.68		原生
122	楓香	9.5	4.93	2013 傾倒	栽培
123	臺灣二葉松	37.1	12.75		原生
124	裡白蔥木	7.8	5.25		原生
125	臺灣二葉松	38.8	14.25		原生
126	玉山假沙梨	6.2	6.15	126-129 同株	原生
127	玉山假沙梨	3.2	4.18		原生
128	玉山假沙梨	7.8	5.95		原生

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
129	玉山假沙梨	14.6	7.33		原生
130	臭辣樹	3.0	2.30	2012 死亡	復育
131	臺灣紅榨槭	7.5	5.41		復育
132	榔榆	9.3	6.06		栽培
133	臺灣烏心石	7.2	3.94		復育
134	臺灣紅榨槭	6.9	5.63		復育
135	阿里山榆	6.6	5.08		復育
136	臺灣二葉松	32.4	12.02	與 26 同株	原生
137	臺灣烏心石	10.4	5.15		復育
138	狹葉高山櫟	6.3	3.05	與 79、139 同株	復育
139	狹葉高山櫟	8.3	8.19	與 79、138 同株	復育
140	森氏櫟	12.2	5.75	140 與 114 同株	復育
141	臺灣紅榨槭	5.3	3.50	141 與 95 同株	復育
142	臺灣紅榨槭	5.8	4.29		復育
143	山胡椒	4.8	6.95		復育
144	裡白蔥木	6.7	7.16		復育
145	木蠟樹	5.5	5.99	145 與 100 同株	復育
146	臺灣紅榨槭	3.4	2.83		復育
147	臺灣紅榨槭	5.7	4.45		復育
148	臺灣赤楊	38.8	17.32	148 與 72 同株	復育
149	霧社櫻	6.5	6.38		復育
150	森氏櫟	4.1	5.15		復育
151	臺灣蘋果	5.6	4.95	151 與 70 同株	栽培
152	玉山假沙梨	3.6	4.21		復育
153	水麻	3.1	3.15		復育
154	狹葉莢蒾	2.1	2.75		復育
155	臺灣蔥木	4.8	5.25		復育
156	臺灣紅榨槭	5.5	4.95		復育
157	玉山假沙梨	3.6	3.18		原生
158	玉山假沙梨	2.3	2.94		原生
159	裡白八角金盤	2.1	2.35		復育
160	裡白八角金盤	1.9	2.01		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
161	八角金盤	2.9	2.67		復育
162	裡白蔥木	3.1	3.12		復育
163	裡白蔥木	2.8	3.15	裡白蔥木	復育
164	蓮草	3.5	2.20		復育
165	蓮草	5.5	4.30		復育
166	蓮草	6.3	4.51		復育
167	蓮草	6.9	4.24		復育
168	蓮草	5.8	3.88		復育
169	臺灣二葉松	32.4	12.50		原生
170	蓮草	4.0	2.58		復育
171	蓮草	10.2	5.67		復育
172	蓮草	6.5	4.58		復育
173	蓮草	3.1	1.98		復育
174	蓮草	3.5	3.17		復育
175	蓮草	7.0	4.29		復育
176	蓮草	3.5	2.26		復育
177	榔榆	10.1	2.99		栽培
178	臺灣二葉松	39.0	12.35		原生
179	臺灣二葉松	32.0	12.58		原生
180	臺灣二葉松	22.7	12.11		原生
181	狹葉莢蒾	3.4	3.55		復育
182	楓香	8.0	3.87		栽培
183	臺灣二葉松	23.3	13.32	臺灣二葉松	原生
184	臭辣樹	5.9	5.71		復育
185	八角金盤	3.5	2.98		復育
186	山羊耳	2.1	2.72		復育
187	山羊耳	2.0	2.75		復育
188	臺東莢蒾	4.0	3.16		復育
189	尖葉槭	8.1	5.09		復育
190	裡白蔥木	6.1	5.91		復育
191	柳杉	7.1	4.05		復育
192	尖葉槭	1.9	2.98	尖葉槭	復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
193	臺灣烏心石	4.4	3.75		復育
194	玉山假沙梨	2.5	2.82		原生
195	樟樹	5.5	5.52		復育
196	薄葉柃木	2.5	2.15		原生
197	細葉紫珠	2.0	2.84		復育
198	玉山假沙梨	3.7	3.36		原生
199	狹葉莢蒾	1.8	3.06		復育
200	臺灣紫珠	4.2	3.68		復育
201	玉山假沙梨	1.8	2.98		原生
202	山胡椒	3.1	4.04		原生
203	山胡椒	5.3	6.04		原生
204	薄葉柃木	4.0	2.42		原生
205	玉山假沙梨	1.6	2.18		原生
206	狹葉莢蒾	1.6	2.99		復育
207	山胡椒	4.2	3.76		原生
208	尖葉槭	2.6	3.60		復育
209	尖葉槭	4.3	4.18		復育
210	水麻	5.2	3.68		原生
211	尖葉槭	1.3	2.71		復育
212	山胡椒	4.1	3.99		原生
213	山胡椒	4.6	5.15		原生
214	山胡椒	4.3	4.92		原生
215	山胡椒	6.0	5.50		原生
216	山胡椒	4.9	4.64		原生
217	山胡椒	3.4	4.74		原生
218	臺灣二葉松	26.2	12.25		原生
219	臺灣二葉松	29.2	13.30		原生
220	臺灣赤楊	5.6	6.77		復育
221	尖葉槭	3.9	4.19		復育
222	楓香	6.2	4.66		栽培
223	楓香	3.3	3.33		栽培
224	阿里山女貞	4.4	3.95		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
225	水麻	5.1	3.96		原生
226	蓮草	3.2	2.78		復育
227	狹葉莢蒾	3.0	2.50		復育
228	山胡椒	4.5	4.22		原生
229	假長葉楠	2.3	2.84		原生
230	蓮草	2.5	2.44		復育
231	霧社木薑子	2.0	2.49		原生
232	狹葉莢蒾	1.6	3.05		復育
233	尖葉槭	2.3	3.13		復育
234	蓮草	3.4	4.09		復育
235	蓮草	2.1	2.96	2014 死亡	復育
236	蓮草	2.5	2.67	2014 死亡	復育
237	杉木	2.5	2.81		復育
238	蓮草	4.2	4.35		復育
239	裡白蔥木	4.9	5.49		復育
240	楓香	3.9	4.38		栽培
241	大頭茶	5.0	3.96		復育
242	尖葉槭	3.1	4.08		復育
243	楓香	2.5	2.87		栽培
244	水麻	4.3	3.48		原生
245	裡白蔥木	3.5	5.16		復育
246	蓮草	4.3	4.63		復育
247	蓮草	3.2	4.26		復育
248	假長葉楠	4.2	4.60		原生
249	大頭茶	2.1	3.51		復育
250	山胡椒	4.1	4.52		原生
251	青楓	1.7	2.38		復育
252	短尾葉石櫟	2.7	2.87		復育
253	楓香	4.5	4.54		栽培
254	裡白蔥木	6.5	5.07		復育
255	楓香	3.0	3.85		栽培
256	八角金盤	5.0	3.30		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
257	山胡椒	2.8	3.40		原生
258	楓香	1.6	2.98		栽培
259	尖葉槭	6.0	5.35		復育
260	假長葉楠	3.5	2.42		原生
261	裡白蔥木	4.8	5.84		復育
262	楓香	2.5	2.58		栽培
263	臺灣樹參	4.0	3.80		復育
264	水麻	4.3	4.05		原生
265	山胡椒	4.2	5.08		原生
266	狹葉莢蒾	2.0	3.92		復育
267	臺灣赤楊	4.3	4.72		復育
268	裡白蔥木	6.3	5.34		復育
269	南燭	3.5	3.72		原生
270	八角金盤	3.8	2.45		復育
271	狹葉莢蒾	2.4	3.33		復育
272	裡白蔥木	5.2	5.42		復育
273	楓香	5.0	3.42		栽培
274	水麻	2.8	3.23		原生
275	水麻	3.6	3.21		原生
276	山櫻花	5.3	6.23		復育
277	楓香	2.6	3.05		栽培
278	狹葉莢蒾	3.0	2.48		復育
279	臺東莢蒾	3.4	3.54		復育
280	香楠	4.1	3.38		復育
281	壺花莢蒾	1.9	2.25		復育
282	狹葉莢蒾	4.5	3.65		原生
283	蓮草	4.3	2.63		復育
284	水麻	3.4	3.45		原生
285	蓮草	4.7	2.43		復育
286	薄葉柃木	3.0	2.57		原生
287	長葉木薑子	1.9	2.66		復育
288	巒大紫珠	3.3	3.68		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
289	裡白蔥木	2.2	2.57		復育
290	山胡椒	2.6	2.73		原生
291	裡白八角金盤	3.6	2.70		復育
292	楓香	3.8	3.75		栽培
293	水麻	5.2	3.09		原生
294	八角金盤	3.3	2.94		復育
295	狹葉莢蒾	2.7	3.12		復育
296	狹葉莢蒾	3.4	2.45		復育
297	高山新木薑子	2.5	3.80		復育
298	狹葉高山櫟	5.3	4.90		復育
299	臺灣二葉松	28.6	13.83		原生
300	狹葉莢蒾	2.0	3.41		復育
301	薄葉柃木	4.4	3.28		原生
302	薄葉柃木	2.6	2.45		原生
303	狹葉莢蒾	3.2	3.55		復育
304	大葉石櫟	3.7	3.09		原生
305	臺灣二葉松	4.7	13.35		原生
306	杉木	5.5	3.88		復育
307	楓香	3.9	3.41		栽培
308	香楠	4.2	2.72		復育
309	狹葉莢蒾	2.3	2.89		復育
310	狹葉莢蒾	3.3	2.88		復育
311	長葉木薑子	2.0	2.22		復育
312	狹葉莢蒾	3.6	4.15		復育
313	狹葉高山櫟	2.3	3.55		復育
314	薄葉柃木	2.8	2.09		原生
315	狹葉莢蒾	4.0	3.56		復育
316	變葉新木薑子	2.8	3.25		復育
317	薄葉柃木	3.8	3.00		原生
318	菱葉柃木	2.8	3.25		復育
319	阿里山榆	5.5	5.05		復育
320	馬醉木	3.0	2.48		復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
321	狹葉莢蒾	4.0	3.77		復育
322	霧社木薑子	2.5	3.25		原生
323	山枇杷	2.6	4.25		復育
324	阿里山榆	6.0	7.29		復育
325	薯豆	3.3	3.90		復育
326	水麻	4.1	4.00		原生
327	狹葉莢蒾	3.0	3.02		復育
328	尖葉槭	4.5	4.80		復育
329	長葉木薑子	3.7	3.10		復育
330	壺花莢蒾	1.8	3.78		復育
331	佩羅特木	2.3	3.15		復育
332	厚葉柃木	2.5	3.40		復育
333	壺花莢蒾	3.0	3.56		復育
334	馬醉木	2.0	2.42		復育
335	霧社木薑子	5.3	6.68		原生
336	臭辣樹	7.5	6.65		復育
337	臺灣樹參	2.4	3.39		復育
338	水絲梨	3.5	3.55		復育
339	臭辣樹	8.2	7.15		復育
340	尖葉槭	2.0	3.43		復育
341	水麻	5.7	6.25		原生
342	楓香	2.5	2.96		栽培
343	楓香	4.5	4.18		栽培
344	長葉木薑子	2.0	2.28		復育
345	山櫻花	2.1	3.35	2014 死亡	復育
346	山枇杷	1.8	3.18		復育
347	霧社木薑子	2.5	2.57		原生
348	山櫻花	3.0	2.85		復育
349	臺灣紅榨槭	4.5	4.23		復育
350	臭辣樹	5.0	5.18		復育
351	水麻	5.2	3.82		原生
352	狹葉莢蒾	3.0	3.00	2014 死亡	復育

表 3-1-2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料(續)

NO	樹種	DBH (cm)	H (m)	生長情況	備註
353	臺灣紅榨槭	5.2	5.32		復育
354	大葉石櫟	2.8	3.49		復育
355	裡白蔥木	4.7	4.52		復育
356	厚葉柃木	3.5	2.24		復育
357	尖葉槭	1.6	2.63		復育
358	尖葉槭	1.4	2.42		復育
359	狹葉莢蒾	3.2	3.61		復育
360	山櫻花	4.0	2.25		復育
361	裡白蔥木	3.3	3.34		復育
362	青楓	1.7	2.65		復育
363	臺灣紅榨槭	1.9	3.35		復育
364	水麻	2.3	2.90	153 與 364 同株	復育
365	烏心石	0.45	1.64	2014 補植遮蔭	復育
366	大葉石櫟	0.46	1.31	2014 補植遮蔭	復育
367	大頭茶	0.51	1.36	2014 補植遮蔭	復育
368	三斗石櫟	0.42	0.98	2014 補植遮蔭	復育

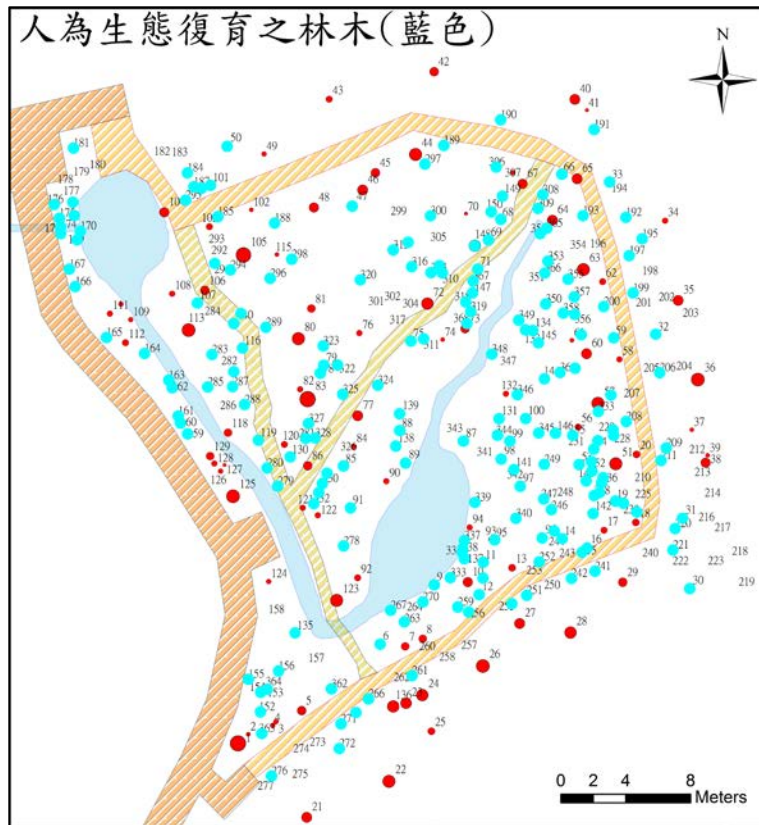


圖 3-1-7. 由已建置之林木監測資料中，可快速瞭解人為生態復育林木之位置、種類、數量

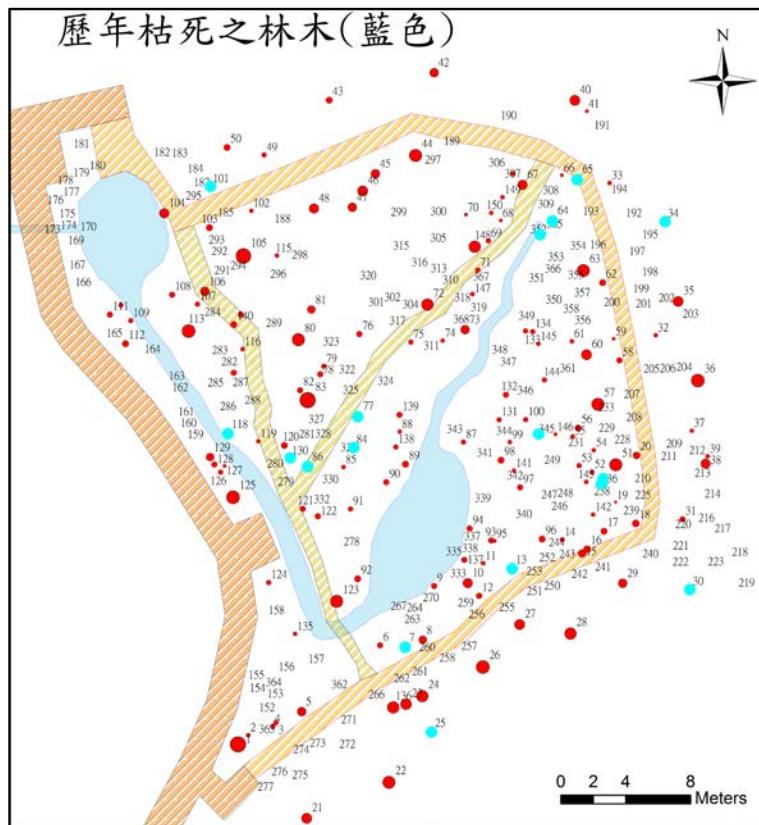


圖 3-1-8. 由歷年林木監測資料，可瞭解有那些林木自然枯死

2013 年於觀霧山椒魚試驗棲地內劃設 3 個調查樣區(TH1-3)，各樣區海拔介於 2,114-2,120 m，坡度介於 8-10°，坡向為 317-319°，全天光空域介於 72.0-80.8%，表 3-1-3 為試驗棲地樣區基本資料，表 3-1-4 喬木層植物之重要值指數，表 3-1-5 為地被層植物之重要值指數。為瞭解樣區內的喬木層與地被層植物組成，將喬木層進行雙向矩陣群團分析(two-way cluster analysis)(圖 3-1-9)，目前試驗棲地喬木層仍以陽性先驅樹種(pioneer species)臺灣二葉松與臺灣赤楊為主要優勢，另小喬木以玉山假沙梨、大葉石櫟、臺灣紅榨槭、卡氏槭、山胡椒等為優勢，就演替長期來看，小喬木優勢物種將逐漸取代臺灣二葉松與臺灣赤楊。圖 3-1-10 為地被層樣區之雙向矩陣群團分析，顯示試驗棲地地被層目前主要以火炭母草及臺灣瘤足蕨為優勢，其他如刺萼寒莓、海螺菊、高山芒及戟葉蓼於地被層亦佔有相當比例。

表 3-1-3. 觀霧山椒魚試驗棲地植物社會調查樣區之基本資料

樣區編號	海拔高度(m)	坡度(°)	坡向(°)	全天光(%)
TH-1	2,120	10.0	317	80.8
TH-2	2,114	8.0	318	75.0
TH-3	2,117	8.0	319	72.0

表 3-1-4. 觀霧山椒魚試驗棲地樣區喬木層植物之重要值指數(%)

植物種類	TH-1	TH-2	TH-3
大葉石櫟	0.0	12.7	4.9
山胡椒	0.0	4.2	18.1
太平山莢蒾	38.2	44.6	9.8
水麻	0.0	14.3	10.1
卡氏槭	0.0	0.0	11.7
玉山假沙梨	41.5	5.5	9.2
榔榆	0.0	8.5	15.0
裡白蔥木	2.8	10.3	12.3
臺灣二葉松	95.2	74.6	14.0
臺灣八角金盤	22.0	2.9	0.0
臺灣赤楊	24.1	10.1	52.9
臺灣紅榨槭	20.3	16.5	19.1
蓮草	0.0	0.0	12.7
賽矜木	17.4	12.5	8.7

註：僅列各樣區中喬木層重要值指數大於 10%者為優勢種植物，並以粗體表示。

表 3-1-5. 觀霧山椒魚試驗棲地樣區地被層植物之重要值指數(%)

植物種類	TH-1	TH-2	TH-3
火炭母草	26.9	21.5	16.4
刺萼寒莓	11.3	0.7	1.1
海螺菊	0.0	11.8	1.9
高山芒	16.9	2.6	3.1
戟葉蓼	1.1	14.9	14.8
臺灣瘤足蕨	0.0	13.3	23.9

註：僅列各樣區中地被層重要值指數大於 10% 者為優勢種植物，並以粗體表示。

2013 年調查觀霧山椒魚試驗棲地內，共記錄維管束植物 70 科 112 屬 150 種(含種以下分類群)，各分類群之統計如表 3-1-6 所示；其中蕨類植物 8 科 13 屬 17 種，裸子植物 3 科 3 屬 3 種，被子植物中雙子葉植物 52 科 84 屬 116 種，而單子葉植物 7 科 12 屬 14 種。其中薔薇科(Rosaceae)植物為調查中種數為最多者，附錄二為觀霧山椒魚試驗棲地之維管束植物名錄。

表 3-1-6. 觀霧山椒魚試驗棲地植物各分類群統計表

植物類別	科數	屬數	種數(含以下分類群)
蕨類植物	8	13	17
裸子植物	3	3	3
被子植物			
雙子葉植物	52	84	116
單子葉植物	7	12	14
總計	70	112	150

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

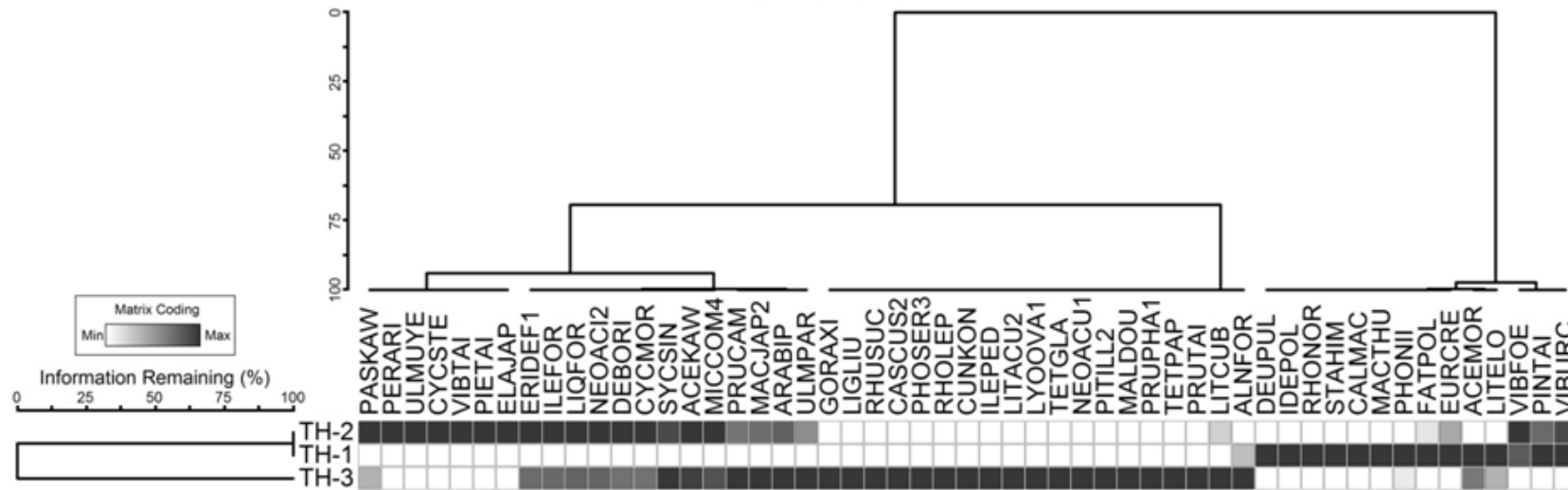


圖 3-1-9. 觀霧地區試驗棲地 3 個森林植物社會樣區喬木層之雙向群團分析結果樹形圖

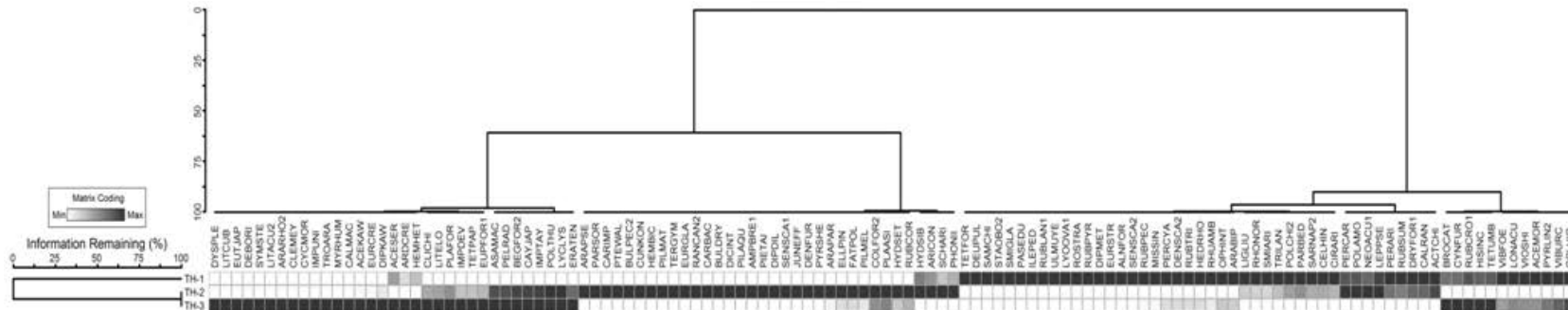


圖 3-1-10. 觀霧地區試驗棲地 3 個森林植物社會樣區地被層之雙向群團分析結果樹形圖

二、觀霧山椒魚試驗棲地環境及產卵場與植物維護建議

圖 3-1-11 為觀霧山椒魚試驗棲地之整體環境變化的影像記錄，試驗棲地在復育前，原為上層二葉松、下層高山芒之火燒跡地(圖 3-1-11a)，經栽植觀霧地區原生樹種及草本，並移入多量之枯枝落葉後(圖 3-1-11b)，目前試驗棲地之整體環境正逐漸接近野外棲地之環境(圖 3-1-11c)，由圖 3-1-11 可明顯看出以人力介入進行生態復育之前、中、後的環境變化與成效。

在此之早期計畫中亦已營造觀霧山椒魚產卵場，目前其周邊植物生長良好，有豐富之腐植質，及石板與枯木之隱蔽場所(圖 3-1-12)，由試驗棲地已發現觀霧山椒魚之結果(見本章第二節)可知，目前試驗棲地之環境適合觀霧山椒魚生育，宜避免人為之干擾，但應特別注意試驗棲地內穩定水源之供應。

2012 年上半年發現觀霧山椒魚試驗棲地內，雖已有甚為豐富之當地原生地被植物生長，但亦仍存在高山芒等未出現於觀霧山椒魚原棲地之植物，及早期工程施工所留下之大扁雀麥等外來草種，已建議由管理站或募集志工執行高山芒、外來草種之人工移除作業，此項工作目前已於 2012 年下半年在管理站及志工之協助下完成。

2012 年上半年調查發現，前 2 年利用颱風時風倒木上或掉落地面之著生類蘭花，由於此等原生植物原本就已長期適應當地環境，因此目前於試驗棲地內生長狀況十分良好，圖 3-1-13 為百合豆蘭與金草蘭之開花情形，建議管理站同仁未來仍能協助蒐集風倒木上或掉落地面之原生蘭以茲再次利用，2014 年豪雨後風倒木上亦有數量不少之金草蘭，已回植於復育棲地內；然本計畫調查時曾發現少數原生蘭疑似被遊客採回，建議解說員帶隊時可適時予以宣導。

觀霧山椒魚試驗棲地為國內少見之生態復育案例，期能以原生植物營造觀霧山椒魚之適合環境，並營造具在地特色的植物景觀，表 3-1-7 為 2012 年試驗棲地環境及產卵場與植物維護之綜合建議。



(a) 復育前：試驗棲地為一典型火燒跡地，上層是臺灣二葉松、下層是芒草地，並不適合觀霧山椒魚生育



(b) 復育中：剷除阻礙植群定殖及演替的芒草後，種植當地原生植物，鋪撒枯枝落葉，增加腐植質及原生植物種源，並佈置觀霧山椒魚可躲藏的石片



(c) 復育後：人力介入所復育之原生植物社會日漸趨近於觀霧山椒魚野外棲地，復育措施所移入的植物種類超過100種，提高了當地的生物多樣性

圖 3-1-11. 觀霧山椒魚試驗棲地之復育前、復育中、復育後的整體環境變化



圖 3-1-12. 2012 年觀霧山椒魚產卵場之水流穩定，周邊植物生長良好，有豐富之腐植質，及石板與枯木之隱蔽場所



圖 3-1-13. 2012 年風倒木上或掉落地面之著生蘭(百合豆蘭、金草蘭)於試驗棲地內再次回復生機、2014 年回植風倒木上掉落地面之金草蘭

表 3-1-7. 2012 年觀霧山椒魚試驗棲地環境及產卵場與植物維護之綜合建議

項次	建議
1	觀霧山椒魚試驗棲地之植被於夏季生長旺盛，某些特殊地點宜適度人工砍草，以仿照野外棲地之環境，若遇有高山芒及外來種大扁雀麥亦應立即拔除，此部分建議由本計畫每次調查後逕與管理站協調派員執行。
2	在觀霧有許多具有不孕性苞片之植物，如高山藤繡球、狹瓣八仙、假繡球等，其在野外棲地亦常出現，目前試驗棲地內已有高山藤繡球，建議可補植狹瓣八仙、假繡球等，此項工作可由本計畫人員執行之。
3	目前觀霧山椒魚之產卵場周邊植被覆蓋良好，並有石板及木塊等遮蔽物，因觀霧山椒魚之產卵季為冬天，建議此期間無須進行植被整理工作，除非研究之需要，應減少人為進入及翻動。
4	試驗棲地之穩定水源為觀霧山椒魚生育及產卵的必要環境，建議管理站至少每 2-3 天巡視試驗棲地乙次，若遇有斷水之情況即時進行必要之處理。
5	界碑上方之原始林與試驗棲地相距不遠，二者之間仍有約 50 m 之二葉松與芒草，為避免試驗棲地形成島嶼化棲地，建議逐步予以改善為目前試驗棲地之環境，俾使試驗棲地與野外棲地之間無遷移交流之阻隔，此部分亦可配合管理站或志工工作假期列為長期執行項目。

觀霧山椒魚試驗棲地環境及產卵場與植物維護工作，主要係以 2012 年之綜合建議為藍本，並於後續年度中逐步執行。

2013 年 3 月下旬觀霧降下冰雹，試驗棲地中部分闊葉性植物受損(圖 3-1-14a)，至 5 月份已完全恢復。目前於觀霧山椒魚試驗棲地內仍可發現外來種大扁雀麥及部分殘存之高山芒，全數將之予以手工拔除，以維持適宜觀霧山椒魚之植物社會環境。另針對 2012 年所建議之以具有不孕性苞片

的特色植物來豐富試驗棲地之多樣性，包括高山藤繡球、狹瓣八仙、假繡球等，為瞭解其族群數量，2013 年上半年先進行野外分布點調查，其中，高山藤繡球及狹瓣八仙在觀霧之族群較多，假繡球之野外數量稀少，僅在榛山步道發現，目前已加以扦插培育中(圖 3-1-14b)；另於榛山步道之調查中，發現臺灣一葉蘭之新群落，因所在位置較高且生育環境良好，尚無生存之壓力。

2013 年上半年發現觀霧山椒魚試驗棲地已有山羌之蹤跡，且產卵場水域中，已有許多淤泥及枯枝落葉堆積，經參酌觀霧山椒魚之原棲地的產卵環境，恐不利於未來之產卵與孵化，然考量水中可能仍有山椒魚之仔魚，故未予以清理。至 2013 年 6 月 6 日觀霧山椒魚試驗棲地遭臺灣野豬嚴重破壞，造成水道淤塞，故以徒手方式清除枯枝落葉及淤泥(圖 3-1-14c)，並現地調整水中石塊位置及水流速度、回植遭臺灣野豬拱起之植株(圖 3-1-14d)。有關觀霧山椒魚產卵場之維護，建議未來列為例行性之維護項目，並於山椒魚產卵及仔魚上岸後進行，亦即在 7 月至 10 月間進行產卵場水域之例行性清淤及調整，但若有野生動物(如臺灣野豬)破壞嚴重時，則建議能在第一時間內及時予以處理。

本計畫 2013 年下半年之工作重點為積極改善試驗棲地鄰近之芒草地，在 2014 年年初時已完成高山芒之初步移除工作(圖 3-1-14e)，然由於高山芒生長強勢(圖 3-1-14f)，仍須再予挖除根部以整備復育區。本計畫於 2013 年度種植於原始林與試驗棲地之間的苗木，如表 3-1-8 所列，包括臺灣紅榨槭、尖葉槭、森氏槭、狹葉高山槭、牛樟、臺灣烏心石、山桐子、三斗石槭、大葉石槭等，實際栽植工作則分別於 2013.06.28-30 及 2013.10.03-04 配合天候及志工工作假期來執行；有關芒草地之改善工作簡述如下：

1. 砍除欲改善之跡地上的高山芒。
2. 培育準備改善芒草地所需之苗木，並於工作假期前對志工進行簡要說明(圖 3-1-15a)。
3. 清點及記錄將種植之苗木的種類與數量(圖 3-1-15b)。

4. 於苗木種植前，對已砍除地上部之高山芒連根挖除(圖 3-1-15c)。
5. 實地種植大葉石櫟等觀霧山椒魚生育地之原生樹種苗木(圖 3-1-15d)。
6. 苗木種植完畢後，架設支柱並做為位置標記。
7. 至試驗棲地附近之水溝，挖取枯枝落葉及腐植質(圖 3-1-15e)。
8. 鋪撒枯枝落葉及腐植質，以覆蓋裸露表土並增加潛在植物之種源，亦可能增加未來觀霧山椒魚所需之食物來源(圖 3-1-15f)。

表 3-1-8. 2013 年改善試驗棲地與原始林之間芒草地所種植的苗木一覽表

2013.06.29-30 種植		2013.10.03-04 種植	
苗木名稱	苗木數量	苗木名稱	苗木數量
臺灣紅榨槭	5	尖葉槭	3
錐果櫟	3	三斗石櫟	5
臺灣蘋果	5	森氏櫟	3
三斗石櫟	3	狹葉高山櫟	4
山桐子	4	錐果櫟	6
臺灣胡桃	3	大葉石櫟	1
臺灣烏心石	3	臺灣烏心石	3
牛樟	1	高山藤繡球	12
狹葉高山櫟	3	臺灣蝴蝶戲珠花	6
臺灣蝴蝶戲珠花	12		
高山藤繡球	16		

2014 年經兩年之觀察發現，觀霧山椒魚試驗棲地中央位置之水道旁較欠缺常綠樹種，於冬季落葉期時上層樹冠之遮陰效有仍有待加強(圖 3-1-16a)，故予以補植臺灣烏心石、三斗石櫟、大頭茶、大葉石櫟等常綠喬木(圖 3-1-16b)；本計畫先期所完成之水道產卵場，已有部分落葉及淤泥，因

此於7月份非山椒魚產卵季節進行清理工作(圖 3-1-16c)，並建議水道之清理為未來山椒魚試驗棲地之例行性工作，於每年夏季或依實際需要進行清理。

2014年持續將改善試驗棲地與原始林之間的芒草地列為工作重點，分別於5月3-4日及7月5-6日配合管理站辦理志工工作假期，表 3-1-9 為2014年志工參與改善試驗棲地與原始林之間芒草地所種植的苗木一覽表。在志工參與芒草地改善工作前，先行備妥本計畫所培育之原生植物苗木，並進行簡要之說明與討論(圖 3-1-16d)，因高山芒殘留之根部在春季來臨之後甚易再度萌芽，故在種植原生樹種前，須先行將殘留的芒草完全剷除(圖 3-1-16e)，接著即可由志工來參與原生樹種之種植，特別是2014年工作假期已開放部分民眾共同參與(圖 3-1-16f)，諸如此類的生態復育工作目前國際上之實踐，也常鼓勵地方住民、學童、志工、一般社會大眾、非政府組織(Non-Governmental Organization, NGO)等來共同參與(Ferretti & De Britez 2006; Egan et al. 2011)，俾利生態復育與環境教育之相互結合。

本計畫之觀霧山椒魚棲地改善的改變為一人力介入加速植群演替之結果，同時目前管理處已配合環境教育辦理志工工作假期，為使志工及民眾能快速簡便的瞭解棲地改善之內容與成效，因此本計畫將棲地改善之前、中、後，及改善措施(補植原生樹種、鋪撒腐植質及枯枝落葉)製作輕便的看板(圖 3-1-17)，將觀霧山椒魚棲地復育之過程以影像方式來具體呈現，俾利未來再度辦理工作假期時使用。

表 3-1-9. 2014 年改善試驗棲地與原始林之間芒草地所種植的苗木一覽表

2014.05.03-04 種植		2014.07.05-06 種植	
苗木名稱	苗木數量	苗木名稱	苗木數量
錐果櫟	2	森氏櫟	1
臺灣蘋果	3	三斗石櫟	8
三斗石櫟	6	臺灣烏心石	10
狹葉高山櫟	6	狹葉高山櫟	3
臺灣烏心石	6	錐果櫟	6
高山藤繡球	3	大葉石櫟	1
臺灣蝴蝶戲珠花	10	臺灣黃蘗	1
墨點櫻桃	5	栓皮櫟	4
尖葉槭	12	臺灣蝴蝶戲珠花	26
高山藤繡球	16	假繡球	1
		高山藤繡球	20



圖 3-1-14. 觀霧山椒魚試驗棲地 2013 年環境及產卵場與植物維護工作。



圖 3-1-15. 2013 年觀霧山椒魚試驗棲地旁芒草區之改善工作。



圖 3-1-16. 觀霧山椒魚試驗棲地 2014 年環境維護改善及志工工作假期



圖 3-1-17. 提供未來環境教育使用之觀霧山椒魚棲地改善的輕便看板：改善前、改善中、改善後、改善措施。

三、觀霧山椒魚野外棲地之植物社會調查

2012 年配合觀霧山椒魚野外棲地固定樣區之調查，沿溪谷兩側共取樣 9 個樣區，涵蓋路線主要為大鹿林道西線(SW)及檜山巨木步道(SB)，於每一觀霧山椒魚固定樣區(即 SW1、SB1、SB2)之上中下各設置一植群調查樣區。2013 年配合本計畫山椒魚研究人員於大鹿林道西線另一地點(SW2)及蜜月小徑(SH1)發現觀霧山椒魚，於此二處共設置 6 個植群調查樣區，並將所得資料併入觀霧山椒魚野外棲地植群之分析。2014 年配合巨木步道 0.8 K 所發現之觀霧山椒魚新分布點，再設置調查樣區(SB3)，總計共設置 18 處觀霧山椒魚野外棲地之植物社會調查樣區。

表 3-1-10 為目前在觀霧山椒魚野外棲地所設置之 18 個植物社會調查樣區的基本資料。為瞭解樣區內的喬木層植物組成，將樣區進行雙向矩陣群團分析(two-way cluster analysis; 圖 3-1-18)，參照各樣區連結之訊息維持度(information remaining)，可將喬木層分為香杉—卡氏櫛型(*Cunninghamia konishii* — *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* type)與柳杉型(*Cryptomeria japonica* type)；另由地被層調查資料之雙向矩陣群團分析顯示(圖 3-1-19)，依各樣區之地被層分為高山芒型(*Miscanthus sinensis* type)與斜方複葉耳蕨型(*Arachniodes rhomboides* type)，其中樣區分型以巨木林道 SB1~SB3 等 9 個樣區皆為斜方複葉耳蕨型。

表 3-1-10. 觀霧山椒魚野外棲地植物社會調查樣區之基本資料

樣區編號	海拔高度(m)	坡度(°)	坡向(°)	全天光(%)
SW1-1	2,076	40.0	10	41.19
SW1-2	2,088	34.5	0	28.40
SW1-3	2,092	24.0	38	33.33
SW2-1	2,068	15.0	213	40.29
SW2-2	2,068	15.0	213	40.29
SW2-3	2,068	15.0	213	40.29
SB1-1	2,082	28.0	4	57.73
SB1-2	2,087	28.0	5	59.13
SB1-3	2,085	28.0	5	58.44
SB2-1	1,981	19.0	275	45.15
SB2-2	1,982	19.0	275	45.15
SB2-3	1,983	19.0	275	45.15
SB3-1	2,166	35.0	357	44.50
SB3-2	2,164	35.0	357	44.50
SB3-3	2,162	35.0	357	44.50
SH1-1	2,045	13.0	145	52.33
SH1-2	2,045	13.0	145	52.33
SH1-3	2,045	13.0	145	52.33

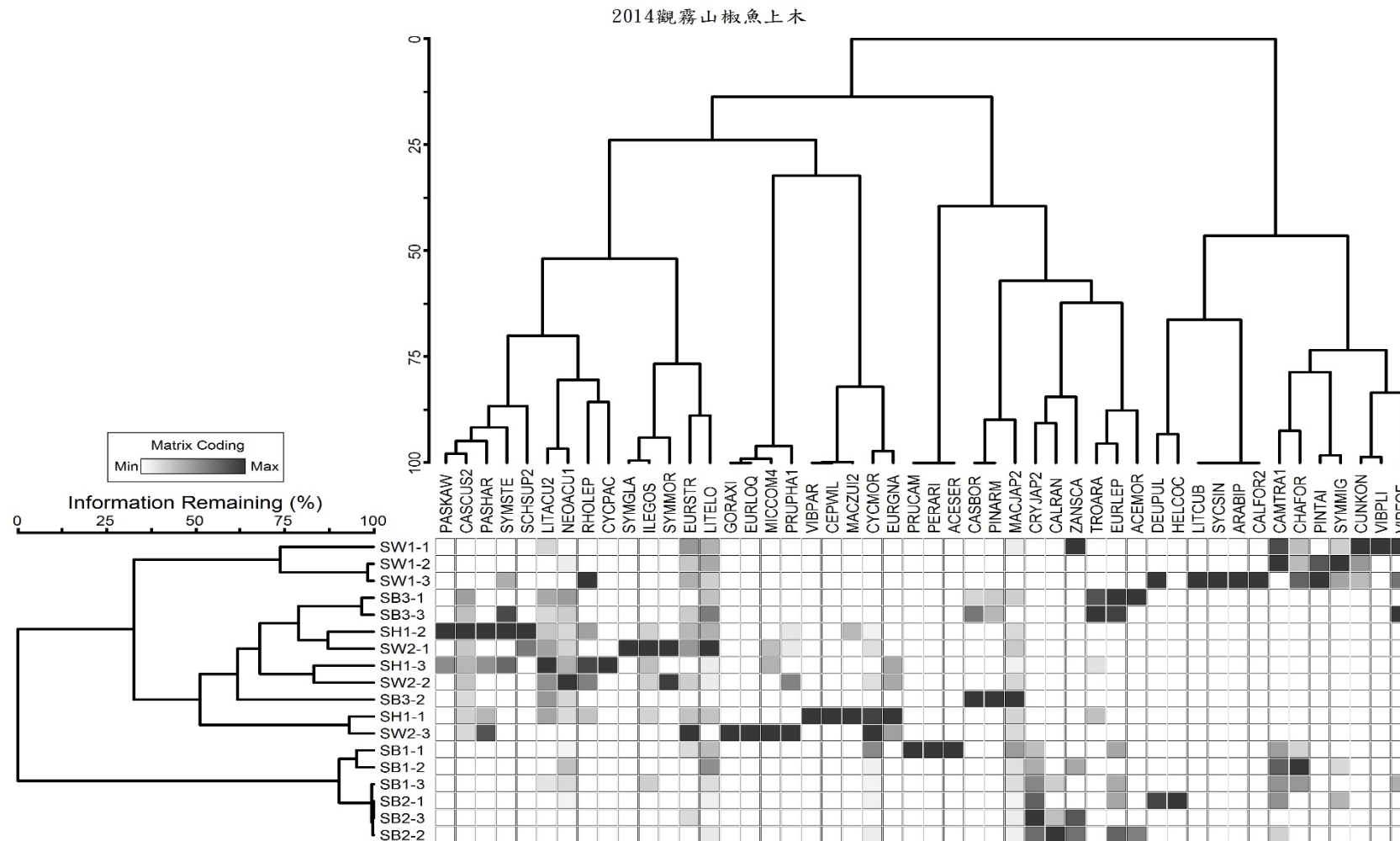


圖 3-1-18. 觀霧地區山椒魚野外棲地植物社會樣區喬木層之雙向群團分析結果樹形圖

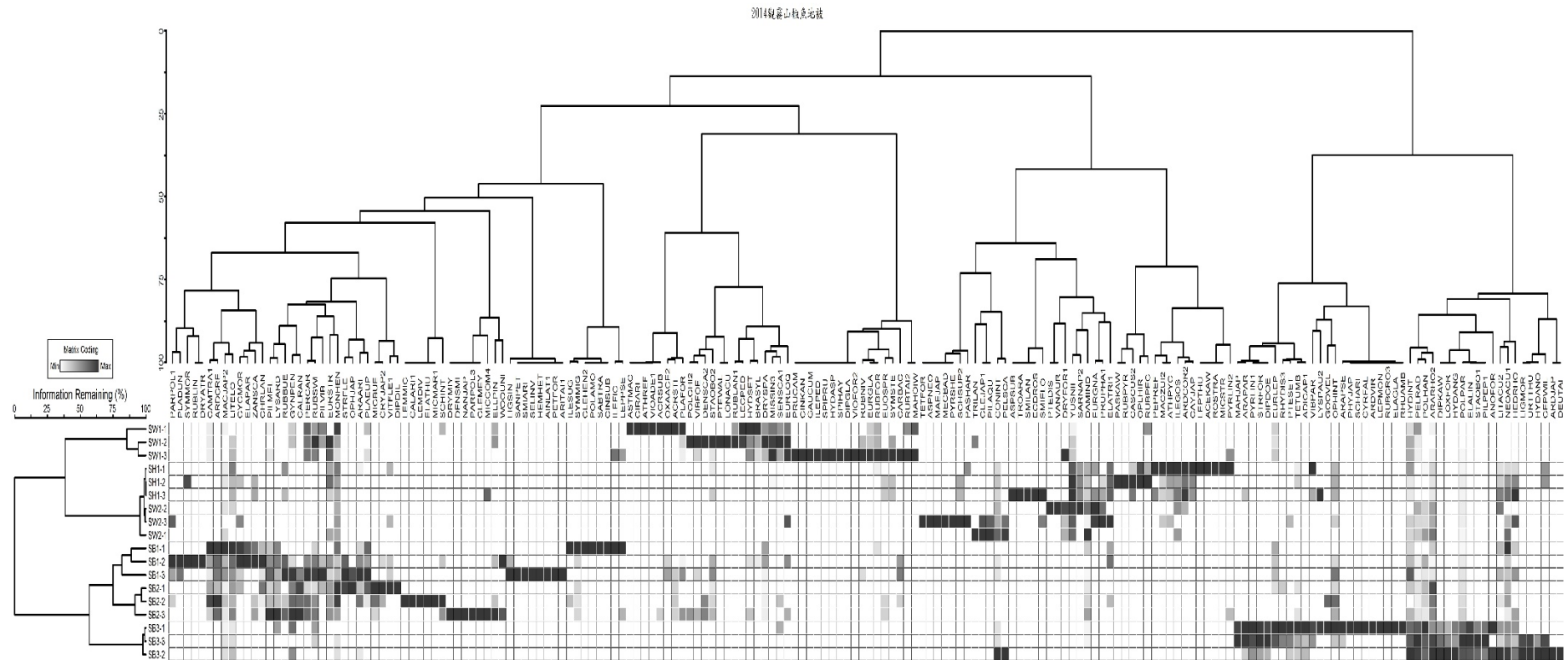


圖 3-1-19. 觀霧地區山椒魚野外棲地植物社會樣區地被層之雙向群團分析結果樹形圖

1. 香杉—卡氏槲林型

本型共包含大鹿林道西線(SW)、蜜月小徑(SH)及巨木林道(SB3)共 12 個樣區，亦包含地被層高山芒型與斜方複葉耳蕨型(SB3 等 3 個樣區)，其中分布海拔為 2,045-2,166 m，樣區坡度為 13.0-35.0°，全天光空域為 28.4-55.3%，坡向為 0-357°，水分梯度為 9-14，樣區分布於大鹿林道西線、蜜月小徑及巨木林道，樣區內林冠層以香杉、臺灣二葉松及卡氏槲為最主要的組成，小喬木灌木層則以森氏櫟、泛能高山茶、霧社木薑子、紅檜與粗毛柃木為主要組成，在地被層方面則有玉山箭竹稚苗散布其中，並伴生有臺灣懸鉤子等藤本植物，草本則以高山芒及基隆短柄草為多，蕨類植物則為稀子蕨、長葉鱗毛蕨、臺灣瘤足蕨等較為廣布(表 3-1-11)。觀察本型之徑級分布圖 3-1-20 可知，香杉之徑級分布圖呈現鐘型，與其他物種相較，人工香杉林仍佔有甚高之優勢，其他如泛能高山茶、霧社木薑子及粗毛柃木等原生樹種，則可能於未來演替取得優勢。

表 3-1-11. 香杉—卡氏槲林型之環境狀況及植物相主要組成

代表性樣區	大鹿林道西線(SW1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-3)、蜜月小徑(SH1-1、1-2、1-3)、巨木林道(SB3-1、3-2、3-3)	
主要植物組成	林冠層	香杉、臺灣二葉松、卡氏槲
	小喬木灌木層	森氏櫟、泛能高山茶、霧社木薑子、紅檜、粗毛柃木、假長葉楠
	草本層	高山芒、玉山箭竹、長葉鱗毛蕨、稀子蕨、臺灣懸鉤子、臺灣瘤足蕨、基隆短柄草、斜方複葉耳蕨

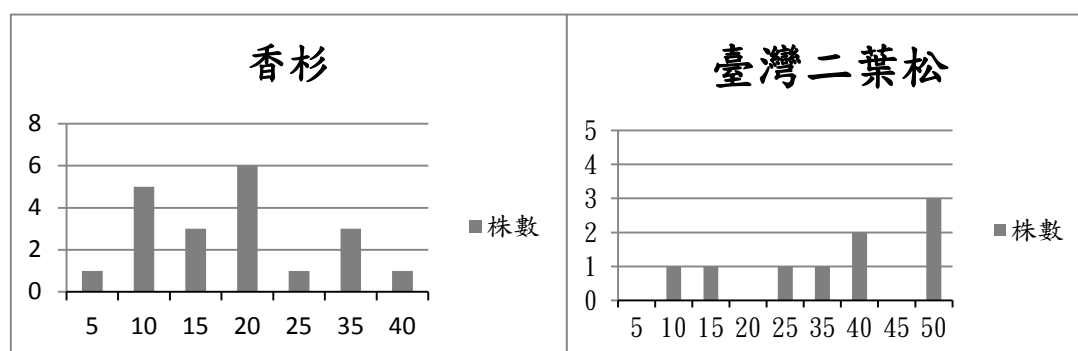


圖 3-1-20. 觀霧山椒魚野外棲地香杉植群型之優勢樹種徑級分布圖

2. 柳杉林型

本型共包含巨木林道 SB1-1、SB1-2、SB1-3、SB2-1、SB2-2、SB2-3 等 6 個樣區，亦包含地被層斜方複葉耳蕨型，其中分布海拔為 1,982 及 2,087 m，樣區坡度為 28°及 19°，全天光空域為 59.1 及 45.2%，坡向為 5°及 275°，水分梯度為 14 及 6，樣區分布於檜山巨木林道，樣區內林冠層以柳杉、森氏櫟為最主要的組成，小喬木灌木層則以泛能高山茶、假長葉楠、霧社木薑子、紅檜及薄葉柃木為主要組成，在地被層方面則有假長葉楠、泛能高山茶及霧社木薑子等木本稚樹散布其中，草本則以大冷水麻、臺灣貓兒眼睛草及珠砂根為多，蕨類植物則為斜方複葉耳蕨、稀子蕨、長葉鱗毛蕨、細葉複葉耳蕨及韓氏耳蕨等較為廣布(表 3-1-12)。觀察本型之徑級分布圖 3-1-21 可知，柳杉之徑級分布圖呈現鐘型，與其他物種相較，人工柳杉林仍佔有優勢，其他如泛能高山茶、假長葉楠、霧社木薑子及粗毛柃木等原生樹種，則可能於未來演替取得優勢。

表 3-1-12. 柳杉林型之環境狀況及植物相主要組成

代表性樣區	巨木林道(SB1-1、SB1-2、SB1-3、SB2-1、SB2-2、SB2-3)
林冠層	柳杉、森氏櫟
主要植物組成	
小喬木	泛能高山茶、假長葉楠、霧社木薑子、紅檜、薄葉鈴木
灌木層	
草本層	斜方複葉耳蕨、假長葉楠、泛能高山茶、霧社木薑子、大冷水麻、臺灣貓兒眼睛草、山桔梗、珠砂根、稀子蕨、華中瘤足蕨、長葉鱗毛蕨、細葉複葉耳蕨、韓氏耳蕨

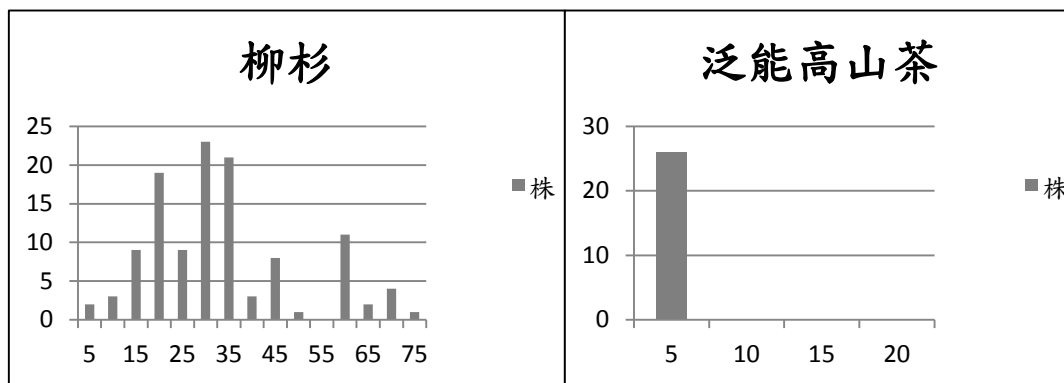


圖 3-1-21. 觀霧山椒魚野外棲地柳杉植群型之優勢樹種徑級分布圖

在植物種類清單方面，至 2014 年為止，觀霧山椒魚出現地點之植群樣區調查，共記錄維管束植物 70 科 129 屬 205 種(含種以下分類群)；其中蕨類植物 14 科 30 屬 50 種，裸子植物 4 科 5 屬 6 種，被子植物中雙子葉植物 46 科 82 屬 134 種，而單子葉植物 6 科 12 屬 15 種。其中鱗毛蕨科(Dryopteridaceae)與薔薇科(Rosaceae)植物為調查中種數為最多者，觀霧山椒魚野外棲地樣區之植物名錄詳列於附錄三。

由上述 18 個山椒魚野外棲地樣區之樹種資料分析結果及所記錄之植物名錄可知，當人工林少受干擾後，則許多原生樹種將逐步入侵造林地，漸次恢復觀霧地區之原始植物社會的組成與功能，目前觀霧山椒魚亦能在此逐漸恢復天然植群之造林地中生育。圖 3-1-22 為山椒魚野外棲地樣區之現地影像。



圖 3-1-22. 觀霧山椒魚野外棲地植物社會調查樣區

四、觀霧山椒魚生態中心周邊特色植物篩選與植栽建議

表 3-1-13 為本計畫為觀霧山椒魚生態中心周邊植栽所提出之初步建議，目前管理處已參酌該建議及訪查可實際取得之苗木等條件限制，完成植栽綠美化之規劃(圖 3-1-23)，並於 2012 年 3-4 月現地栽植完成(如圖 3-1-24)。

對照觀霧山椒魚生態中心周邊植栽初步建議及實際完成之綠美化植栽，可知目前仍有許多區位值得持續觀察及改善，以下為本計畫初期針對生態中心周邊植栽所提供之應用原則與進一步建議：

1. 持續記錄研究區之植物種類，充實歐辰雄等(2011)所建立之植物種類清單，以做為綠美化植栽之篩選資料庫。
2. 由於組成生態系統的物種須具有遺傳適應性，以更好地適應立地條件，且能承受一定的環境壓力與變化(SER 2004)，綠美化植栽之篩選除以臺灣原生種為限制外，並將以觀霧地區當地種為優先選擇標的。
3. 建議移除目前佔據草坪之大扁雀麥等外來物種。
4. 建議修復原有之杜鵑假植區之噴灌及簡易設施，現地培育觀霧當地之原生植物，以做為日後綠美化或生態復育之材料。
5. 生態中心周邊之現有土壤亟待改善，建議購置腐植土拌入，或蒐集水溝等處之落葉混入原有砂土中。
6. 可由本計畫協助培育繁殖觀霧當地之蚯蚓，以加速現有土壤之改善。
7. 建議能再以志工工作假期之型式逐步完成生態中心周邊植栽與環境營造，使解說志工能於實地參與中同步完成當地環教解說素材之準備。
8. 綜合考量植物之生態特性、美學價值、教育價值、抗逆境潛能、生產管理等因素，進一步提供未來植栽維護或改善之建議。

表 3-1-13. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽之初步建議

地點	地被層或草本植物之建議	上層或木本植物之建議
管理站前小山丘	玉山懸鉤子	臺灣杜鵑、玉山杜鵑、西施花
聯外道路路側	逐步移除高山芒，移入當地草本植物(減少日後砍草維護工作)	笑靨花
旗杆旁草坪	邊：疏花塔花 內：玉山懸鉤子、堇菜	樂山鋪地蜈蚣、大頭茶
旗杆旁水池	玉山抱莖籟簫(池邊疊石)、金草蘭(造景枯木上)	樂山鋪地蜈蚣
管理站前花圃及框景旁	阿里山油菊	臺灣蘋果、臺灣檫樹、牛樟、呂宋莢蒾
生態中心前水道	臺灣胡麻花、狹葉七葉一枝花、槭葉石葦、金草蘭、冇骨消、堇菜、蛇根草	苗栗紫金牛、東瀛珊瑚
生態中心前水道靠建築物內側	臺灣噴吶草、玉山小米草、海螺菊、鐵線蕨葉人字果、東方肉穗野牡丹、八角蓮、臺灣馬藍、馬鞭蘭、臺灣一葉蘭	假繡球、狹瓣八仙、高山藤繡球、深山野牡丹
生態中心側面水流造景	新店當藥、黑龍江柳葉菜、臺灣瘤足蕨、紫萁、東方狗脊蕨、冇骨消	高山薔薇(赤楊大樹旁)
生態中心後方草坪	間型沿階草、堇菜	臺灣羊桃(攀上造景及圍欄)
生態中心後方木棧道兩側	外：玉山石竹 內：小白頭翁	--
管理站後方木棧道兩側	外：鳳仙花、反捲根節蘭 內：玉山金絲桃	--
管理站側面花圃	彎果黃堇(移入當地草本植物)	細葉杜鵑、小實女貞
復育區木棧道入口	臺灣龍膽、黃菀	川上氏槭

觀霧山椒魚生態中心植栽配置圖

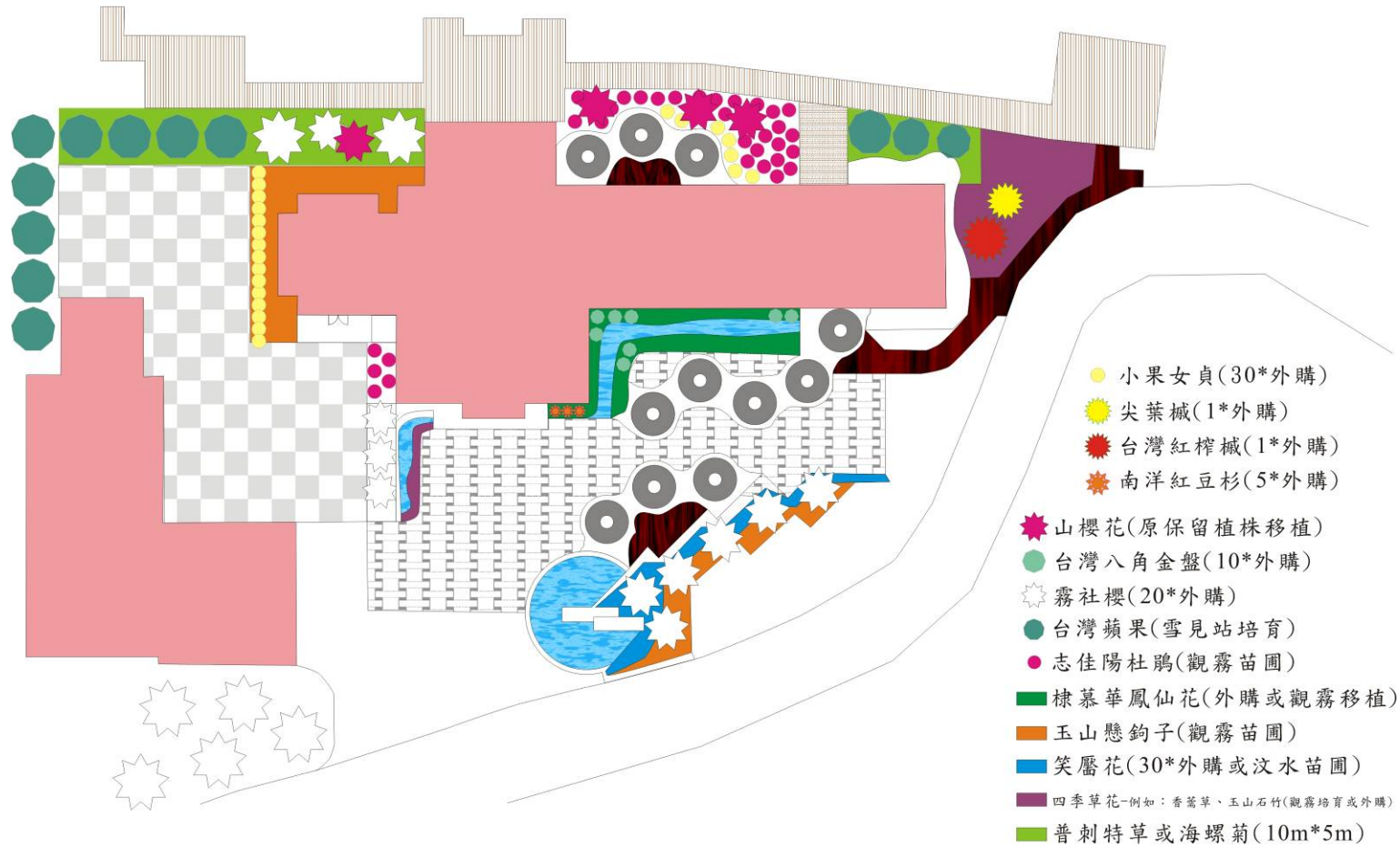


圖 3-1-23. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽配置簡圖



圖 3-1-24. 觀霧山椒魚生態中心周邊之綠美化植栽工作

2012 年上半年於生態中心周邊所種植之植物，因所選擇之種類均為觀霧當地之本地種(native species)，目前大部分種類均能適應生長，其中以玉山懸鉤子、玉山石竹、笑靨花等生長情況最好，唯此項應用在地特色植物實施環境綠美化之工作仍須持續進行。

表 3-1-14 為 2012 年上半年所提供之觀霧山椒魚生態中心周邊植栽改善建議，其中笑靨花已於 2012 年下半年在管理站之協助下進行栽植，同時本計畫已採集笑靨花及玉山石竹進行扦插中，俟扦插苗成活後，於後續年度中擇適當季節再行出栽。

本計畫同時蒐集種植部分與民眾日常生活相關，且具綠美化潛質之當地原生植物，如本地原生之奇異果(獼猴桃)，並傳遞保育原生物種與生物智慧財產權等概念。為此，2012 年下半年已進行臺灣羊桃之栽植，未來將能同時達成原生植物展示教育及綠美化工作。

臺灣原生之小喬木杜鵑為一般民眾甚為陌生之種類，但其盛花期為平地無法見到之杜鵑花海。此項工作擇定之地點為停車場對面之小山丘，除之前所移植之臺灣杜鵑外，目前仍多為芒草所佔據，且每年仍須進行例行性砍草。此類杜鵑在觀霧原生者依調查結果顯示，計有臺灣杜鵑、玉山杜鵑、西施花等三種，未來將嘗試移植或播種，唯杜鵑類植物生長極為緩慢，以杜鵑類進行綠美化工作將是一長期性之工作，可以期待的是成林後之花海景觀，將為一良好解說素材，同時可免除管理站每年之例行性砍草工作。

除上述之工作外，本計畫 2012 年下半年針對生態中心周邊特色植物篩選與植栽建議僅列出於表 3-1-15，包括於木棧道兩側種植玉山石竹、水道旁之植栽補植、花圃土壤之改善、志工工作假期等，這些建議仍有賴管理處之支持，相關工作才能於後續年度中持續進行，將觀霧山椒魚生態中心塑造為臺灣中海拔地區應用原生植物綠美化之典範。

表 3-1-14. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽之改善建議(2012.01~2012.06)

項次	建議	
1	<p>聯外道路路側已種植一些笑靨花，建議現地再多培育笑靨花及玉山石竹等植株，並種植於路側，除可減少雨季之砍草，亦可應用當地植物增進特色，及做為環教解說之素材。</p>	
2	<p>蒐集種植部分與民眾日常生活相關，且具綠美化潛質之當地原生植物，如本地原生之奇異果(獼猴桃)，並傳遞保育原生物種與生物智慧財產權等概念。</p>	
3	<p>管理站對面小土丘目前主要為高山芒，建議可種植臺灣杜鵑、玉山杜鵑、西施花等小喬木杜鵑，讓民眾可欣賞平地無法見到之喬木狀杜鵑花海，並減少每年例行性砍草工作。</p>	
4	<p>目前水道旁之植栽仍偏單調，建議可再補植如龍膽、小白頭翁、臺灣胡麻花、玉山抱莖籬簫、金草蘭等。</p>	

表 3-1-15. 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽之改善建議(2012.07~2012.12)

項次	建議	
1	<p>生態中心木棧道兩側建議種植玉山石竹，除可遮掩水管線路，且其開花甚美，為一良好環境教育及綠美化植物。</p>	
2	<p>目前水道旁之植栽仍較為單調，且部分種類生長不良，建議補植阿里山油菊、龍膽、小白頭翁、臺灣胡麻花、玉山抱莖籟簫、金草蘭、肉穗野牡丹等觀霧原生之植物。</p>	
3	<p>目前花圃內之土壤極缺少腐植質，以致部分植物生長不良，且此沙質土於雨季甚易流失，建議購置腐植土予以改善，以促成植物生長。</p>	
4	<p>依觀霧山椒魚試驗棲地之經驗顯示，志工之工作假期不僅能凝聚志工對管理處之向心力、強化對解說環境之認識，亦能為管理處業務產生實質之助益，且花費甚少，建議能於未來之年度持續辦理，本計畫也將配合志工工作假期之執行。</p>	

2013 年上半年觀察 2012 年種植於觀霧山椒魚生態中心周邊之植栽，大多數植栽均生長良好。在生態中心前方的霧社櫻於 2013 年 2 月份盛花，與極富盛名之觀霧山莊霧社櫻巨木相互輝映；在停車場旁綠地的玉山懸鈎子也正逐漸擴展覆蓋，原先表土嚴重流失的情形已得到減緩。

在生態中心入口兩側所種植之馬鞭蘭、八角蓮等觀霧特色植物，不僅生長良好，且在 2013 年上半年均已開花及結果，配合鄰近水道所營造之接近天然的環境，也吸引莫氏樹蛙等動物自然繁衍。

在生態中心後方之花圃，原先新覆之表土經種植海螺菊等耐蔭性植物，至 2013 年 6 月已完全被這些地被植物所覆蓋綠化，木棧道兩側之玉山石竹亦逐漸繁茂開花，目前黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棣慕華鳳仙花均能在此就近觀察及做為解說員環境教育之素材。而生態中心整修後所移植回來的細葉杜鵑也幾乎全數存活，在 2013 年 3 月開花，至 6 月份則由生長健壯的小白頭翁接替開花。

目前生態中心周邊之植物已開始進入繁茂期，部分地點仍可見高山芒或大扁雀稗等外來草種，建議以人工方式逐步拔除。另外，為營造某些特色植物能較大面積集中式開花的景觀，尚須補植黃菀、玉山石竹等植物。目前生態中心周邊已有水麻、串鼻龍、虎杖等生長快速的植物，正在佔據觀霧特色植物之生育區，未來建議配合特色植物之生長情況逐步移除，以同時兼顧景觀及綠美化之需要。另外，2013 年 6 月之調查中，在生態中心周邊已發現新的外來種植物—庭菖蒲(*Sisyrinchium atlanticum* Bickn.)，為免其進一步擴散，建議未來只要發現庭菖蒲即刻予以拔除。

本計畫至 2013 年下半年度，已發現 2012 年於生態中心周邊所種植栽，經過一年多的照顧養護大致上生長良好，以停車場週邊為例，原有之環境為裸露的地表及石塊，經檢除小石塊及增加有機質後，至 2013 年 10 月份，本計畫期望營造的玉山懸鈎子草皮已大致完成，此一結果可完全免除未來

管理站對此區域之割草工作，也可展現國家公園應用當地原生植物進行綠美化工作之成效，並做為未來解說員之環境教育素材。

2013 年下半年除養護先前所種植之植物外，亦持續補強管理站周邊植栽，包括於 2012 年所培育之笑靨花苗木，補植於道路兩側，以及管理站後方木棧道旁之水土保持草種(如外來種大扁雀稗)，先將之連根剷除後，再以當地原生特色植物—玉山石竹加以的替換，期望如同先前之觀霧三種原生鳳仙花生育地的營造。

整體而言，觀霧山椒魚生態中心周邊之植栽的改善情況十分良好，至 2013 年為止，在管理處人員之協助下，本計畫期望營造之目標植物種類成活及生長情形已經超過原先所預期，附帶而來的，目前已有許多非計畫出現之植物出現，如原先裸露之處(含水道旁疊石之縫隙)已長出高山芒，停車場週邊之玉山懸鉤子草皮出現了大量的黑龍江柳葉菜，生態中心入口兩側出現長梗紫芋麻等，考量到未來管理站對景觀之均一性與管理，建議僅保留一小塊多物種參雜之區域以增加環境教育解說之豐富性，並持續完成上述所提之水保草種的替換及路旁笑靨花的補植，於 2014 年可開始進行非目標植物之拔除，亦即 2012 年生態中心工程後周邊裸露地之植物綠覆工作於 2013 年已大致完成，2014 年建議考量未來管理站之經營取向，建造可兼具當地原生特色植物應用及景觀管理需求面的植栽。

2014 年對生態中心周邊植栽之改善工作仍延續之前的各項建議來進行。在上半年觀察發現，生態中心周邊花台及停車場旁綠地的霧社櫻大致生長良好，並於本年度持續開花，考量其展根性及整體景觀，建議霧社櫻的支柱可於 2015 年後予以拆除。於停車場旁綠地上的玉山懸鉤子，生長更為茂密並已近完全覆蓋地表，但因觀霧地區冬季較為乾旱，致使玉山懸鉤子於冬季較顯枯黃，故本計畫於 2014 年 5 月份鋪撒腐植質以增進土壤之保水力。本年度新發現外來種植物—黃花苜蓿(*Trifolium dubium* Sibth.)，其生長十分旺盛並壓迫其他原生植物，已結合志工工作假期予以拔除，若未來

再有出現，建議應立即拔除。

2014 年上半年之生態中心入口兩側，原先所種植之八角蓮、臺灣胡麻花、硃砂根、馬鞭蘭等觀霧原生特色植物均生長良好，且於花期中正常開花，此處未來可當做就近之環境教育場所。特別是列名於臺灣維管束植物紅皮書初評名錄(王震哲等 2012)的八角蓮，去年度結實後，於本年度已可自然下種及種子萌發。生態中心入口兩側之仍常見藤本及水麻等較顯雜亂之植物，建議每年可於春夏之際植物繁茂時予以拔除。在聯外道路兩側，2014 年仍持續補植笑靨花，於 5 月初已可見先前所種植之臺灣杜鵑首度開花。生態中心後方花圃之海螺菊、阿里山天胡荽等地被植物綠覆十分良好，細葉杜鵑、小白頭翁等植物亦於上半年度中盛花。先前為遮蔽水塔空調設施之圍籬所種植的臺灣羊桃，已逐漸攀緣圍籬生長，未來可於此處對遊客介紹解說臺灣原生之奇異果，及闡述原生植物種源之重要性。

2014 年上半年之生態中心周邊花台及水道，如海螺菊、阿里山天胡荽、細葉杜鵑、小白頭翁、普刺特草等植物生長良好，並持續有遊客駐足欣賞攝影，然於部分受雨水沖衝之處仍須未來年度中持續再加以改善，同時此處有許多自然萌發的臺灣赤楊、高山芒，為考量整體景觀，建議予以拔除。而於木棧道旁之草坪，已將先前培育之 300 餘盆玉山石竹予以種植，期能替換大扁雀稗等外來草種草坪，並擇此地之空隙處分別種植臺灣檫樹及山桐子等重要原生樹種。2014 年下半年依審查委員意見，已完成生態中心前水池旁之新竹油菊等補植(圖 3-1-25)，並測量新植之臺灣檫樹、山桐子等苗木之基本資料，以瞭解應用原生植物之生長情形(表 3-1-16)，其中於近林務局水池旁之山桐子因水池防漏工程施工已被掘起，並於施工完成後再回植。

圖 3-1-26 至圖 3-1-31 為生態中心周邊植栽之改善情形，依區塊說明分別為：停車場旁綠地(圖 3-1-26)、入口兩側(圖 3-1-27)、聯外道路兩側(圖 3-1-28)、後方花圃及圍籬(圖 3-1-29)、建物旁花台(圖 3-1-30)、木棧道旁草坪(圖 3-1-31)。



圖 3-1-25. 生態中心前水池旁之新竹油菊等補植(2014-11-07 攝)

表 3-1-16. 生態中心周邊原生植物之基本生長資料(2014-09-03 量測)

編號	樹種	地點	地徑 (mm)	胸徑 (cm)	樹高 (cm)
1	山桐子	近林務局水池旁	11.77		87
2	山桐子	近林務局水池旁	14.83		133
3	山桐子	近林務局水池旁	13.45		92
4	山桐子	近林務局水池旁	11.29		89
5	山桐子	復育區平台旁斜坡	18.34		110
6	山桐子	復育區儲水池		1.2	172
7	山桐子	復育區儲水池	20.54		95
8	山桐子	復育區儲水池	14.20		110
1	臺灣擦樹	咖啡廳前	18.82		90
2	臺灣擦樹	咖啡廳前	11.68		75
3	臺灣擦樹	復育區平台旁斜坡		1.3	173
1	四照花	復育區下水池旁	9.65		92
2	四照花	復育區水道旁	9.85		81
1	臺灣黃蘗	復育區儲水池	16.56		159



圖 3-1-26. 生態中心周邊植栽改善—停車場旁綠地



圖 3-1-27. 生態中心周邊植栽改善—入口兩側



圖 3-1-28. 生態中心周邊植栽改善—聯外道路兩側



圖 3-1-29. 生態中心周邊植栽改善—後方花園及圍籬



圖 3-1-30. 生態中心周邊植栽改善—建物旁花台



圖 3-1-31. 生態中心周邊植栽改善—木棧道旁草坪

五、三種鳳仙花之生長與授粉昆蟲調查及感測器網路系統建構

(一) 建立三種鳳仙花培育觀察區

本計畫於 2012 年先期試驗設計中發現，野外之鳳仙花的新生植株在萌芽階段不易辨識及移植，故 2012 年 4-7 月即開始建置黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棣慕華鳳仙花之培育區。培育觀察區之建置，係採集野外之三種鳳仙花小苗，種植於消毒過之腐植土等介質，並架設晴雨感知器之滴灌系統，期望此三種鳳仙花能分別於其培育區中完成天然下種更新。經 2013 年、2014 年之觀察結果顯示，三種鳳仙花於於本計畫所建置之培育觀察區均能生長良好，並完成天然下種更新(圖 3-1-32)。



圖 3-1-32. 三種鳳仙花之培育觀察區(2014-09-04 攝)

(二) 鳳仙花之基本性狀

為瞭解三種鳳仙花的基本性狀資料，本研究以數位游標卡尺量測三種鳳仙花的花朵、果實及種子之基本資料。花朵主要測量花梗、花筒、花朵長度，以及正面花瓣之長寬內、外徑。花瓣之外徑長為旗瓣和唇瓣之距離，外徑寬為兩側唇瓣之長度，方法如圖 3-1-33 所示。量測對象以外型完好，花瓣無受損之花朵為標的，其中棣慕華鳳仙花和黃花鳳仙花取自觀霧警察小隊後方之處，紫花鳳仙花為樂山林道 1.2K 之蜜月小徑入口處之族群，每種鳳仙花各量測 15 朵，取其平均值及標準差。

果實量測對象是取形狀飽滿即將開裂之果實(圖 3-1-34)，共取 15 個果實測量其果梗、果實及果徑之長度，接著以紗網套袋，待其在網袋內開裂，計算每個果實內的種子個數，並以電子秤量測每個果實內的種子重量。種子的大小則是 15 個果實各取 2-3 粒成熟種子，計算其平均值及標準差。

三種鳳仙花之花朵性狀的量測結果如圖 3-1-35，詳細之資料如附錄四所示。在花朵大小部分，黃花鳳仙花的花朵長平均為 36.0 ± 2.1 mm，花瓣外徑長 20.0 ± 3.9 mm，花瓣外徑寬為 15.1 ± 2.0 mm，花瓣內徑長 6.6 ± 1.0 mm，花瓣內徑寬為 6.7 ± 0.8 mm；紫花鳳仙花的花朵長 43 ± 3.8 mm，花瓣外徑長 22.8 ± 1.7 mm，花瓣外徑寬為 17.9 ± 2.7 mm，花瓣內徑長 6.4 ± 0.8 mm，花瓣內徑寬為 6.1 ± 0.6 mm；棣慕華鳳仙花的花朵長 29.9 ± 1.1 mm，花瓣外徑長 16.9 ± 2.8 mm，花瓣外徑寬為 13.5 ± 2.1 mm，花瓣內徑長 5.8 ± 0.8 mm，花瓣內徑寬為 4.8 ± 0.5 mm。量測值以紫花鳳仙花花朵最大，棣慕華鳳仙花的花朵最小。若比較花朵開口的大小，則以黃花鳳仙花的正面花瓣的長寬內徑最大，而花朵開口的大小是否與授粉蜂的體型及訪花的停留時間有所影響則有待進一步研究。

三種鳳仙花之果實性狀的量測結果如圖 3-1-36，詳細之資料如附錄五所示。黃花鳳仙花的果實平均長 27.9 ± 2.1 mm，果徑為 5.5 ± 0.6 mm，平均

種子數為 8.0 ± 2.6 個，種子長為 2.8 ± 0.2 mm，種子寬為 2.0 ± 0.2 mm。紫花鳳仙花的果實平均長 19.5 ± 2.5 mm，果徑為 4.8 ± 0.5 mm，平均種子數為 3.4 ± 1.5 個，種子長為 2.7 ± 0.4 mm，種子寬為 1.7 ± 0.3 mm。棣慕華鳳仙花的果實平均長 26.8 ± 1.3 mm，果徑為 4.4 ± 0.3 mm，平均種子數為 4.9 ± 0.8 個，種子長為 3.4 ± 0.2 mm，種子寬為 1.9 ± 0.2 mm。量測結果顯示的黃花鳳仙花的果實最大，種子數最多；紫花鳳仙花的果實最小，種子數亦最少。



圖 3-1-33. 測量鳳仙花花長及花瓣長寬示意圖：(左)藍線為花朵長，紅線為花筒長、(右)藍線上下為外徑長，左右為外徑寬；紅線上下為內徑長，左右為內徑寬



圖 3-1-34. 三種鳳仙花的果實：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花

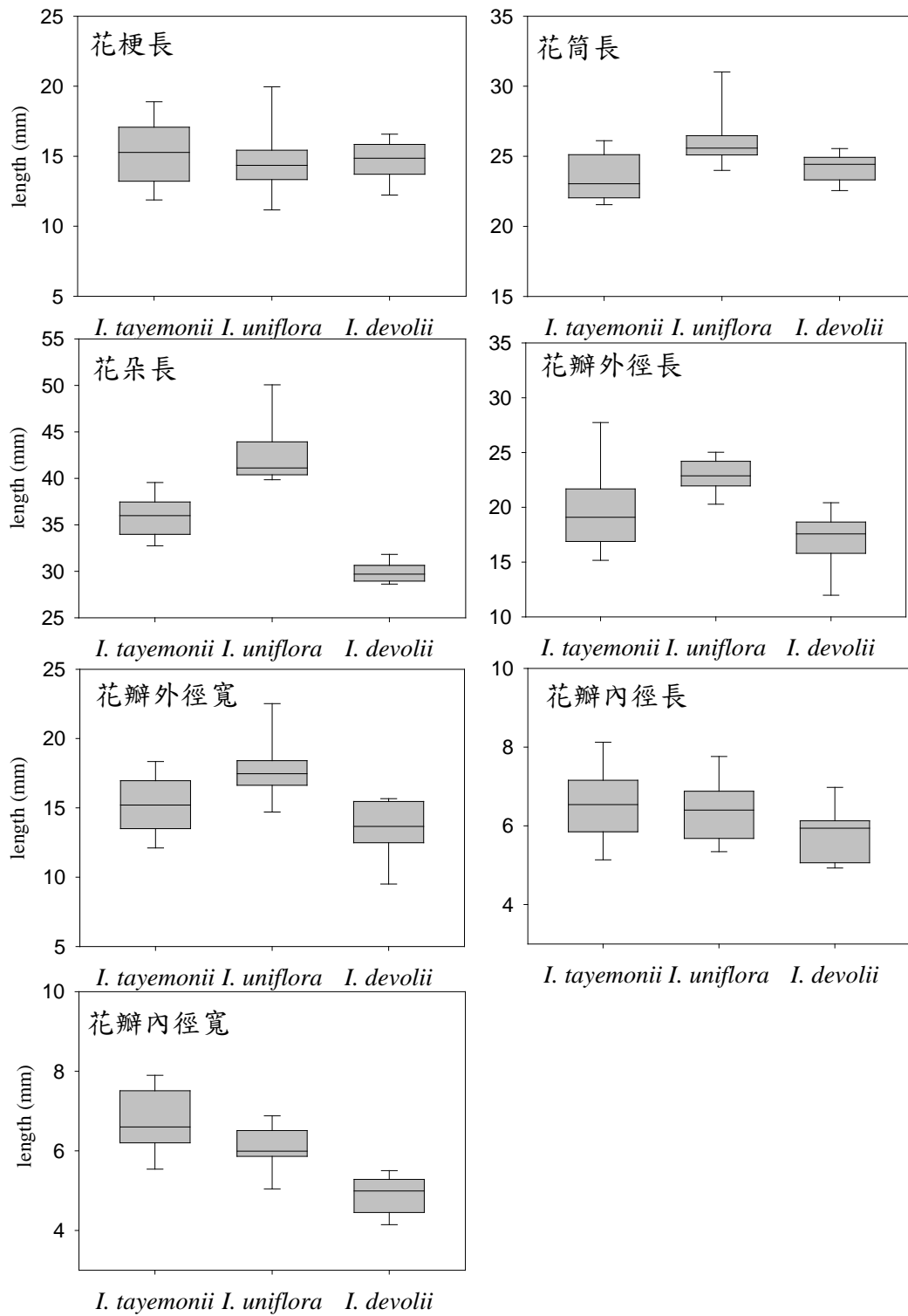


圖 3-1-35. 黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棣慕華鳳仙花之花朵性狀盒鬚圖

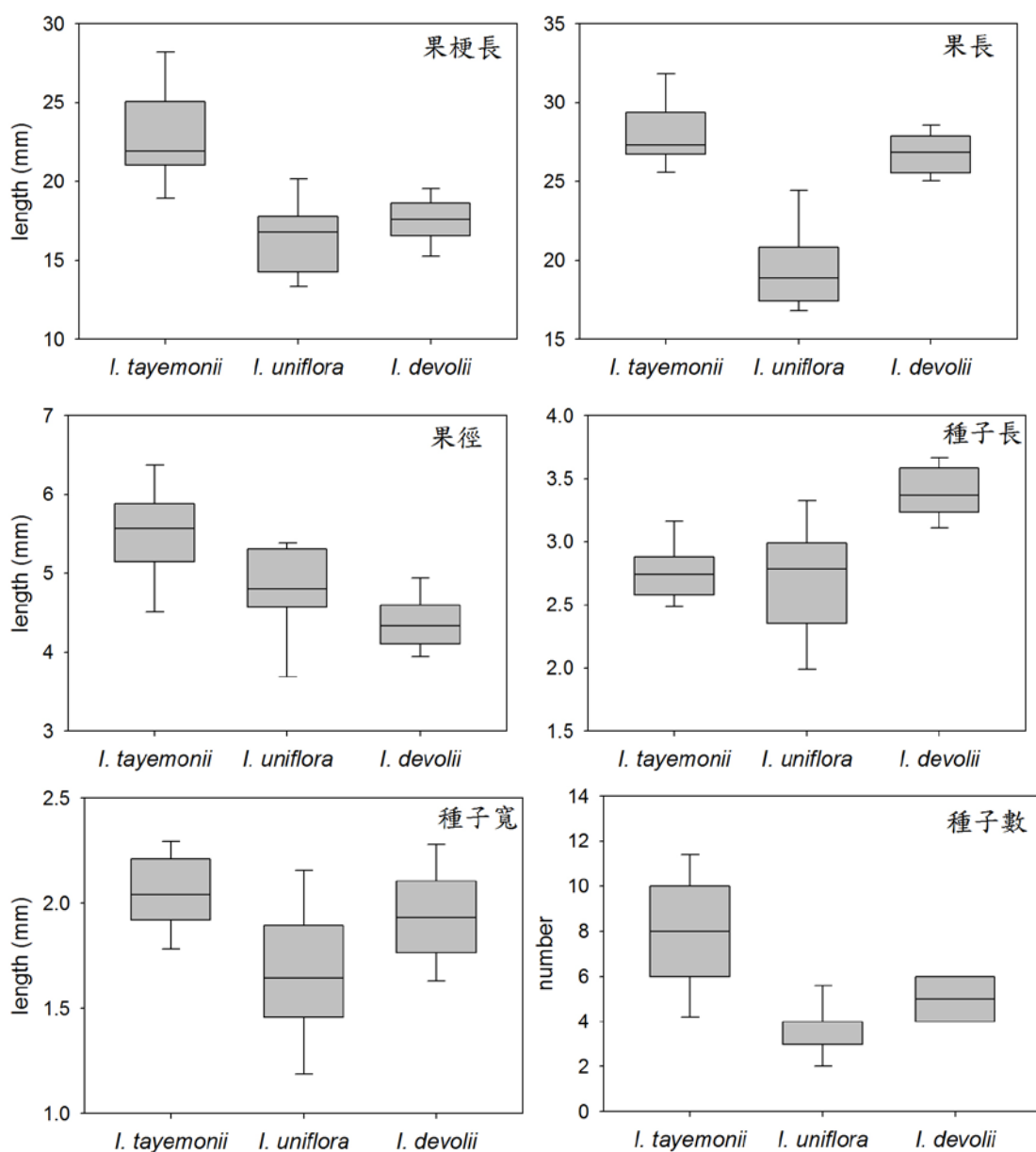


圖 3-1-36. 黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棗慕華鳳仙花之果實及種子性狀盒鬚圖

(三) 鳳仙花之自花授粉試驗

在國外許多鳳仙花均能自交，閉花授粉生產種子並完成天然下種更新，如 Waller (1980)發現 *Impatiens capensis* 在低光、乾旱環境下，傾向產生較多的閉花授粉花；肖樂希(2009)發現華鳳仙花(*I. chinensis*)、瑤山鳳仙花(*I. macrovexilla* var. *yaoshanensis*)均同時存在自交和異交的混合式交配系統，而對臺灣三種原生且均為特有種的鳳仙花，已知在異交的過程中均須授粉昆蟲，但仍未知是否具有自交親合性及是否可天然下種更新，因此為瞭解三種鳳仙花是否能自花授粉，並結實及天然下種更新，本計畫嘗試進行全株罩網試驗、單花套袋試驗、花粉管發芽試驗。

全株罩網試驗

本研究於 2013 年 6 月進行三種鳳仙花之全株隔離授粉昆蟲的試驗，各移植 5 株未開花之三種鳳仙花幼苗，分別種植於已消毒過之進口人工介質，並以紗網將培育箱完全套罩(如圖 3-1-37 右上所示)，希望了解隔絕授粉者對鳳仙花的影響。惜因蘇力颱風嚴重破壞觀霧地區聯外道路南清公路(122 號縣道)及大鹿林道，也影響後續現場的直接觀察與採樣工作，但借助現場工作人員協助拍攝，仍可以獲得部分影像資訊，9 月份的影像發現套在網袋內的棗慕華鳳仙花比黃花與紫花鳳仙花出現較多結實現象，但並未定量。在面對觀霧聯外道路受損的情形，也可以顯示出本計畫藉由自動化蒐集資料的優點，或許面對極端氣候變遷下造成道路毀損的情形日增下，也能穩定持續蒐集物候影像資料。

至 2014 年 3 月可見到紗網培育箱內之鳳仙花已陸續開始有幼苗萌發，並隨著植株之成長陸續開始開花，顯示前一年(2013)所種植之三種鳳仙花能於隔絕授粉者的紗網培育箱內自行開花結果，並完成天然下種更新。2014 年 7 月份觀察全株套袋實驗的鳳仙花，已可見黃花鳳仙花、紫花鳳仙花於紗網培育箱內開花，但尚未結實。至 2014 年 9 月開始，已可觀察到三

種鳳仙花於紗網培育箱內陸續開花及結實，圖 3-1-37 為紗網培育箱內三種鳳仙花之開花及結實影像。此一結果可為台產三種鳳仙花能自花授粉，並結實及天然下種更新提供初步的證據。



圖 3-1-37. 三種鳳仙花隔離授粉昆蟲試驗：(左上) 2013 年 6 月移植未開花之幼苗於紗網培育箱內進行全株罩網試驗、(右上) 2014 年 9 月開花結實之黃花鳳仙花、(左下) 2014 年 9 月開花結實之紫花鳳仙花、(右下) 2014 年 9 月開花結實之棣慕華鳳仙花

單花套袋試驗

為進一步瞭解三種鳳仙花之單朵花朵是否真能具備自效及結實之能力，本計畫於 2014 年 8 月進行三種鳳仙花之單花套袋試驗，將每種鳳仙花分別做三種處理：(1)單花套袋、(2)人工自交、(3)人工異交。單花套袋於

花苞時期即以紗網套袋，隔絕授粉昆蟲之進入。人工自交是取自同一朵花的花粉，去除雄蕊後以人工授粉方式使其花粉附著於原花的柱頭上，再以紙袋和紗網套住，避免雨水或風傷害裸露子房。人工異交則是取不同植株的花粉，使附著於柱頭上，同樣以紙袋和紗網套住，之後觀察三種鳳仙花的結實情形。

單花套袋試驗之結果如表 3-1-17 所示。黃花鳳仙花於 2014 年 8 月、9 月份套袋 45 個樣本，10、11 月共計回收 39 個，只有 1 個樣本成功結實，結實率為 3%。紫花鳳仙花套袋 55 個樣本，回收 48 個，只有 1 個有結實，結實率為 2%。棣慕華鳳仙花在單花套袋共取 45 個樣本，回收 40 個，其中共有 26 個能結實產生種子，結實率為 65%(圖 3-1-38)。



圖 3-1-38. 單花套袋試驗之三種鳳仙花的種子：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花

人工自交試驗黃花鳳仙花、棣慕華鳳仙花各取 15 朵，紫花鳳仙花共取 17 朵。最後黃花鳳仙花回收 14 個，10 個結果，結實率為 71%；紫花鳳仙花回收 14 個，3 個結果，結實率為 21%；棣慕華鳳仙花回收 14 個，5 個結果，結實率為 36% (圖 3-1-39) (表 3-1-17)。



圖 3-1-39. 人工自交試驗之三種鳳仙花的種子：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花

人工異交試驗三種鳳仙花各取 15 朵，黃花鳳仙花回收 15 個，5 個結果，結實率為 33%；紫花鳳仙花回收 10 個，2 個結果，結實率為 20%；棣慕華鳳仙花回收 14 個，8 個結果，結實率為 57% (圖 3-1-40) (表 3-1-17)。

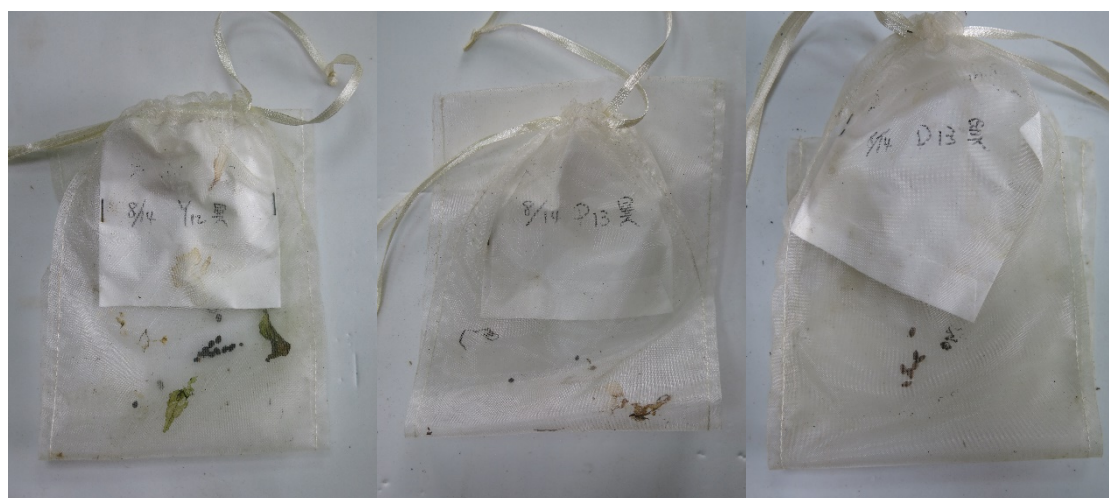


圖 3-1-40. 人工異交試驗之三種鳳仙花的種子：(左)黃花鳳仙花、(中) 紫花鳳仙花、(右) 棣慕華鳳仙花

比較未套袋自然授粉結實和單花套袋、人工自交、人工異交分別所產生的種子數，自然授粉情形下，黃花鳳仙花自然授粉平均種子數為 8.0 ± 2.6 粒，單花套袋只有 1 個樣本成功，種子數為 12 粒；人工自交平均為 5.1 ± 3.3

粒，人工異交平均為 5.6 ± 3.4 粒。紫花鳳仙花的在單花套袋、人工自交、人工自交的成功樣本分別只有 1 個和 2 個，且種子數量僅 1~2 粒，和自然授粉狀況下的 3.4 ± 1.5 粒數量相對較少。棣慕華鳳仙花的平均種子數為 4.9 ± 0.8 粒，單花套袋的平均種子數為 4 ± 1.1 粒，人工自交平均為 5.2 ± 1.3 粒，人工異交平均為 4.5 ± 2.3 粒。

肖樂希等(2009)對華鳳仙花(*I. chinensis*)的研究發現，華鳳仙花經單花套袋處理的花朵並未產生種子，而人工自交和異交則可順利結實，且結實率無顯著差異($t=1.011, p>0.05$)，表示華鳳仙花自交親合，但無法自動自交。而觀霧的三種鳳仙花，其中棣慕華鳳仙花目前在單花套袋、人工自交、人工異交的試驗下，皆能順利結實產生種子，顯示棣慕華鳳仙花具自交親和且有自動自交的能力。而紫花鳳仙花在三種試驗下也有成功結實的樣本，但僅以人工異交的 20% 結實率最高，反映了紫花鳳仙花有自交能力，但結實率和棣慕華鳳仙花相比是低的多。黃花鳳仙花則在人工自交有高達 71% 的結實成功率，呈現具自交親和性，但單花套袋試驗中只有一個樣本成功，顯示黃花鳳仙花有自動自交的能力，但其結實率並不高。

表 3-1-17. 三種鳳仙花單花套袋結果統計表

	黃花鳳仙花			紫花鳳仙花			棣慕華鳳仙花		
	單花 套袋	人工 自交	人工 異交	單花 套袋	人工 自交	人工 異交	單花 套袋	人工 自交	人工 異交
樣本	45	15	15	55	17	15	45	15	15
回收	39	14	15	48	14	10	40	14	14
果實	1	10	5	1	3	2	26	5	8
結實率	3%	71%	33%	2%	21%	20%	65%	36%	57%

花粉管發芽試驗

除了先前所進行的全株罩網和單花套袋試驗外，我們同時採取三種鳳仙花的花粉及授粉後雌蕊帶回實驗室，利用螢光顯微鏡觀察花粉的發芽情形，以做為與野外套袋試驗之相互印證。花粉管發芽試驗之方式分述如下：

1. 花粉活力之測定

分別針對已開花 2 日之三種鳳仙花採取花粉，均勻散佈於置有培養基的雙凹槽載玻片中，再將載玻片放入底部鋪有沾濕紙巾的保鮮盒內。保鮮盒置於黑暗處避免受光，於 2 小時後取出。之後選取花粉分布均勻的區域，以光學顯微鏡觀察花粉管生長情形，調查花粉數目及發芽花粉數，計算花粉發芽率。當花粉管長度超過花粉直徑 2 倍時即視為發芽，每種鳳仙花花粉在載玻片上皆抽樣 5 個視野，計算視野內花粉發芽數之平均值。

結果顯示黃花鳳仙花發芽率最高，達 55%，棣慕華鳳仙花為 29%，紫花鳳仙花為 22%。黃花鳳仙花的發芽率雖然最高，但可能因其花粉為最後才置於顯微鏡下觀察，花粉吸收培養基的時間較長，因而促進了較高的花粉發芽率(圖 3-1-41)。

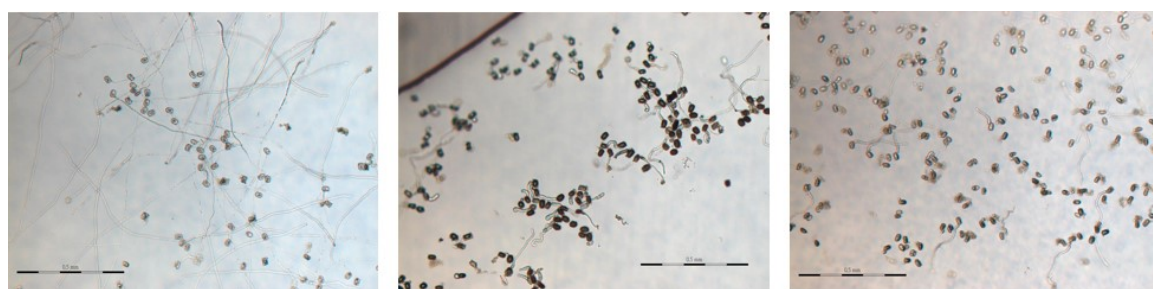


圖 3-1-41. 三種鳳仙花的花粉活力測定：(左)黃花鳳仙花、(中)紫花鳳仙花、(右)棣慕華鳳仙花

2. 人工自交、異交柱頭可授性試驗

針對三種鳳仙花已開花一日的花朵，以人工異交授粉和自交授粉各 6 朵，每種各採取 12 朵試驗。異交授粉再進一步區分為異交授粉 1 天和 2 天的花朵；自交授粉也分為授粉 1 天和授粉 2 天，授粉後的雌蕊以紙袋套袋，間隔 1 天和 2 天後將鳳仙花雌蕊取下，置於裝有 FAA 萬能固定液(福馬林、

冰醋酸、酒精)的固定瓶內，靜置隔夜。之後將待觀察的雌蕊以蒸餾水清洗數次，放入含有 3N NaOH 的固定瓶內，再放進 60 度的烘箱烘 1 小時，使雌蕊軟化。軟化後將雌蕊取出以蒸餾水清洗，將雌蕊夾出置於載玻片上，並滴上適量含 2% 甘油之 0.1% 苯胺藍(aniline blue)，再以蓋玻片把雌蕊壓扁，置於黑暗環境染色 3 小時，即可以螢光顯微鏡觀察柱頭上花粉萌發和花粉管生長的情形(圖 3-1-42)。

結果顯示三種鳳仙花不論在自交或異交 1 天及 2 天的狀況下，皆可觀察到花粉在柱頭上伸出花粉管的情形(圖 3-1-43、圖 3-1-44)。在正常情況下，大部分鳳仙花科植物以異交為主，主要藉由蜂類、蛾類、鳥類、蝴蝶等生物作為傳粉媒介(毛志斌等，2011)，因此經由人工異交授粉，花粉可順利在柱頭發芽。至於在人工自交的情況下，黃花鳳仙花和紫花鳳仙花在自交 1 天、2 天的情形下，都可觀察到花粉發芽，顯示在自交情形下花粉在柱頭發芽並不存在障礙；而棣慕華鳳仙花在自交 1 天時花粉管長度並未達花粉直徑的 2 倍長，需自交 2 天後，花粉管長度才達到發芽標準。整體而言三種鳳仙花在自交情況下柱頭的花粉發芽數量並不多，且花粉管在 2 天的觀察下還未伸進子房，無法確定之後是否能與胚珠順利受精，這也影響到鳳仙花的自交結實率。

本計畫發現在過去的研究中，臺灣三種鳳仙花均未被探討是否能夠自花授粉並下種更新，但綜合上述的全株罩網試驗、單花套袋試驗、花粉管發芽試驗結果，從最細微尺度的花粉管發芽不存在障礙，單朵花苞時期套袋可結實，到全株罩網後能夠於隔年能夠下種更新等三方面的證據，可知三種臺灣特有種鳳仙—黃花鳳仙花、紫花鳳仙花、棣慕華鳳仙花均能自交及下種更新。



圖 3-1-42. 鳳仙花體內花粉管發芽觀察試驗

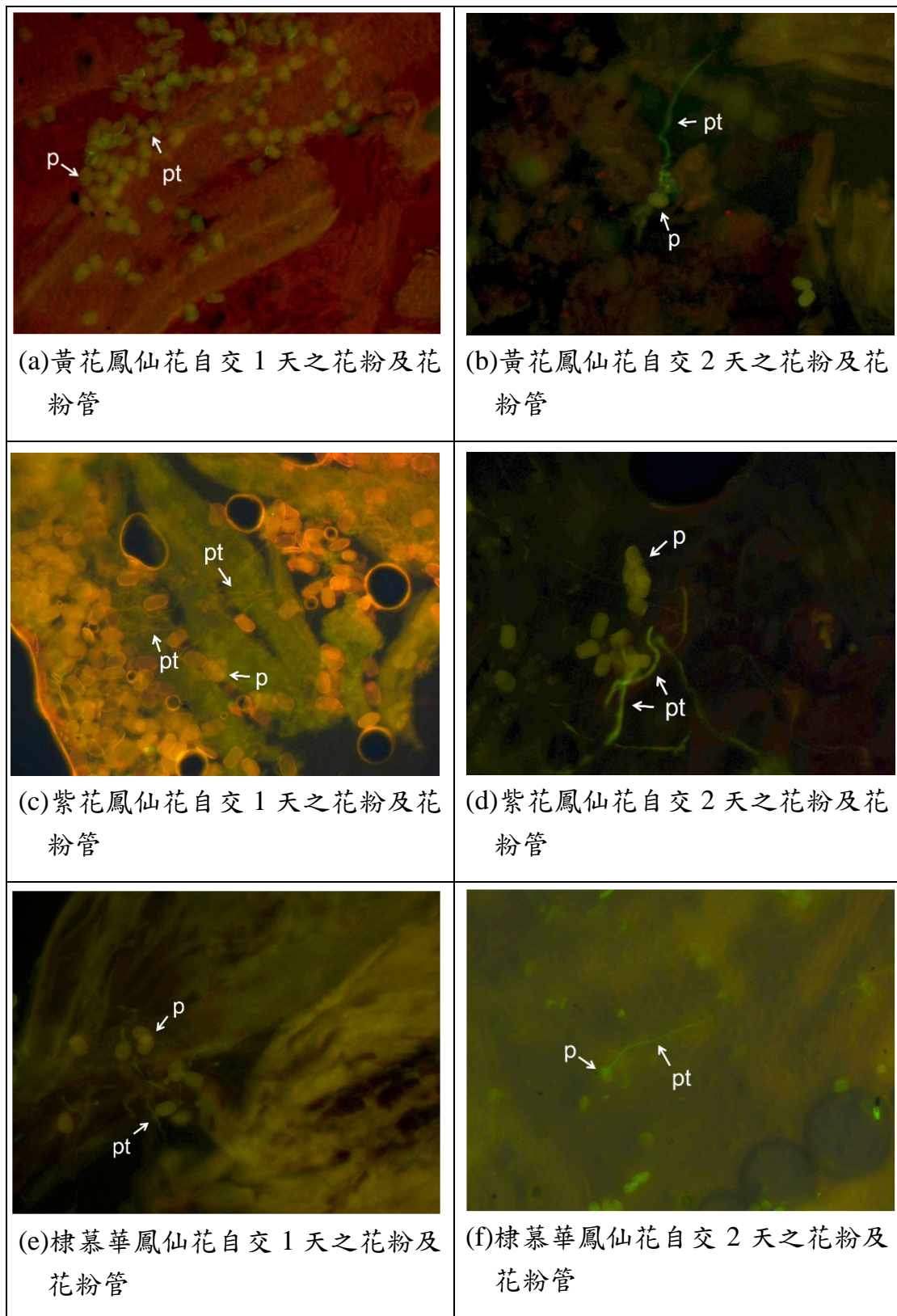


圖 3-1-43. 三種鳳仙花花粉自交 1 天及 2 天之發芽情形(p:花粉; pt:花粉管)

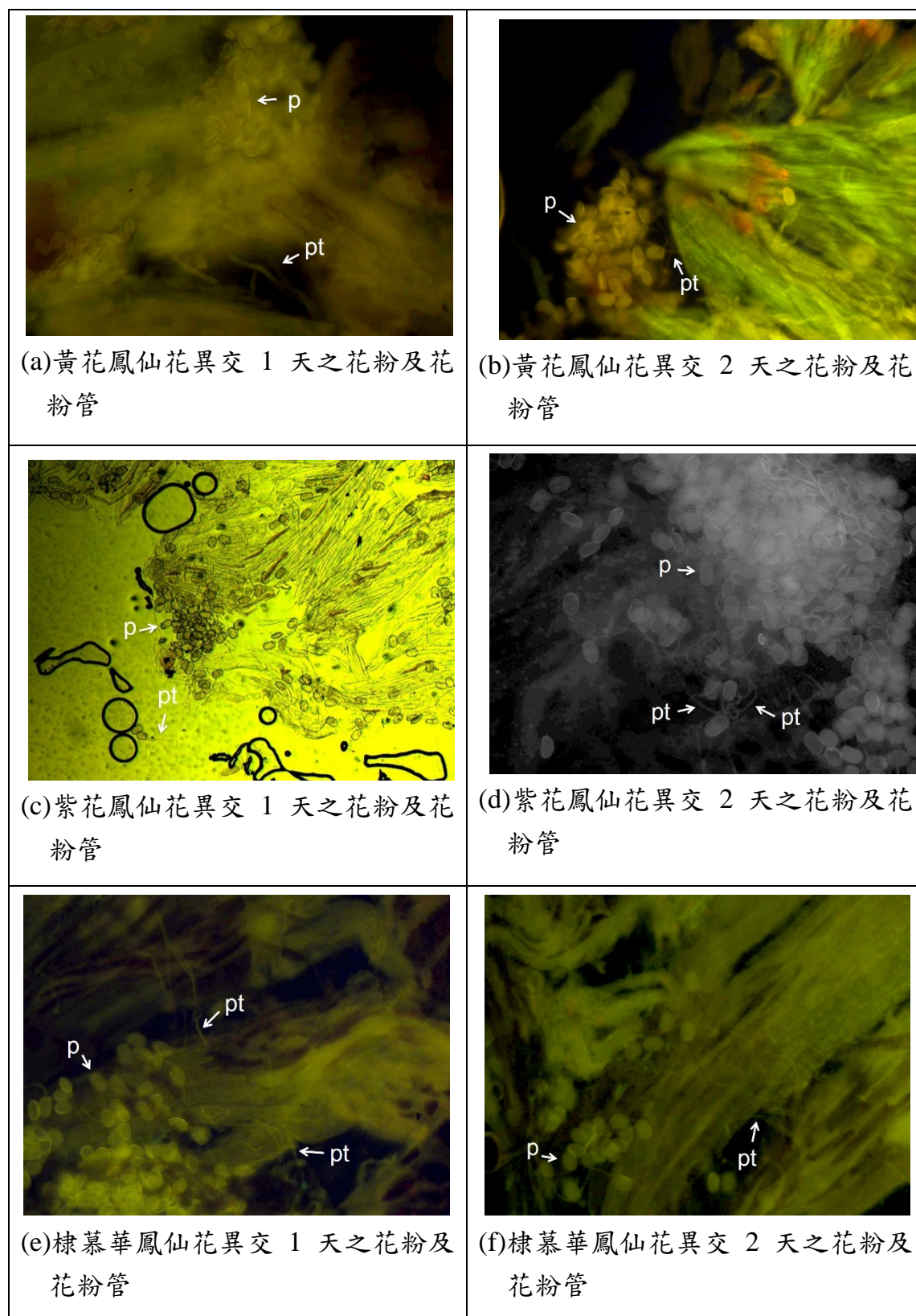


圖 3-1-44. 三種鳳仙花花粉異交 1 天及 2 天之發芽情形(p:花粉; pt:花粉管)

(四) 感測網監測鳳仙花物候

三種鳳仙花於培育區中可進行天然更新，故於鳳仙花小苗萌芽之際即架設網路攝影機或自動相機進行監測，以期完整記錄鳳仙花之開花物候及生長史等資料。

感測器網路系統共三組於 2012 年 5 月 24 日架設完畢(圖 3-1-45)，持續監測至 2013 年 2 月 4 日，人工收集影像，累計拍攝黃花鳳仙花(cam1)計有影像 9,022 張(5/24 11h40 - 8/1 19h10)；紫花鳳仙花(cam2)計有影像 36,906 張(5/24 12h20 - 2/4 13h30)；棣慕華鳳仙花(cam3)計有影像 9,865 張(5/24 10h09 - 8/1 21h00)；共計三種鳳仙花照片收集至 2013 年 2 月 4 日止達 55,938 張。初步觀看 2012 年網路攝影機影像(圖 3-1-46)，能看出新葉生長與開花期季節變化，黃花鳳仙花與紫花鳳仙花的花期相較棣慕華鳳仙花早與長，6-8 月黃花鳳仙花大量盛開(圖 3-1-47)，且可持續至 10 月底；而紫花鳳仙花 7-9 月大量盛開，且可持續至 11 月中(圖 3-1-48)；棣慕華鳳仙花花期最晚，約由 7 月底開始，8-9 月為盛花期，10 月底已花末期，零星可見殘花(圖 3-1-49)。

從前後連續拍攝之影像能發現部份花朵、葉子開始凋謝，從影像回溯追蹤單朵花、單片葉，是能推估出少數單朵花、單片葉的壽命。例如追蹤黃花鳳仙花單花可達 10 天的壽命，在編號#1 的攝影機(cam1)於 5 月 30 日 6h00 發現一朵小花苞，持續追蹤到 6 月 4 日 12h20 的照片後見到開花，單花持續開到 6 月 8 日 15h40，而於隔 10 分鐘接下拍到的照片 15h50 顯示花朵已掉落。利用攝影機(cam1)照片追蹤同一片黃花鳳仙花的葉子，發現從新葉直到落葉可歷時 62 天；利用攝影機(cam2)照片追蹤同一片紫花鳳仙花的葉子，發現從新葉直到落葉可歷時 66 天。而利用攝影機(cam3)照片追蹤棣慕華鳳仙花單花之壽命，發現其中三朵花壽命分別約為 7 天、13 天、16 天。也有單花壽命僅記錄到 4 天，推測與授粉蜂利用有關。

受限之前使用的網路攝影機鏡頭解析度，極細微之特徵恐不易經由影像判釋出，尤其要能對快速移動之授粉昆蟲做監測，勢必要更換高解析度之鏡頭。自動照相機，在臺灣已被廣泛利用在森林中，進行中、大型哺乳動物的調查與研究，因畫數可高達 800 萬(本研究採用 Bushnell 高畫質相機，圖 3-1-45 B)，較原先使用的網路攝影機影像品質高出許多，故於 2013 年將網路攝影機改成數位自動照相機，希望藉由產生高品質的影像有利後續進行影像自動化的辨識。2013 年 3 月初進行自動相機架設時，已可見培育區三種鳳仙花小苗正萌發出，透過每小時拍攝一張影像，持續蒐集資料至 8 月中，由各月蒐集影像可以更容易觀察三種鳳仙花的成長情形，希望判釋出三種鳳仙花何時開花以及開花數量(圖 3-1-50; 圖 3-1-51; 圖 3-1-52)。感測器網路系統進行三種鳳仙花物候監測雖有其研究上之限制，但在應用上仍需與生態學家密切合作，受限於植物本身生長狀況，花經常會被其植株葉片遮住，故仍須結合野外調查工作。發揮感測網或自動相機應用之優點，除節省人工野外觀測時間，更進一步進行部分自動化之工作，也是未來研究上之趨勢。

本研究以人工辨識花、葉等壽命，由於花、葉成長後會遮蔽住原先觀測對象，雖可獲得初步成果，但因所蒐集的影像資料數量過於龐大，恐需要人力大量投入才行，若事先以人工進行適當的花、葉標記，或利用標線等輔助定位，將可更容易對選定的標的物花葉進行辨識，而縮短搜尋標的物的時間。但如何能進行機器自動辨識標的物與運算，才是生態資訊學所面臨的挑戰。



圖 3-1-45. 鳳仙花培育區與感測器網路系統，左：2012 年架設三組網路攝影機；右：2013 年架設三組紅外線自動相機。

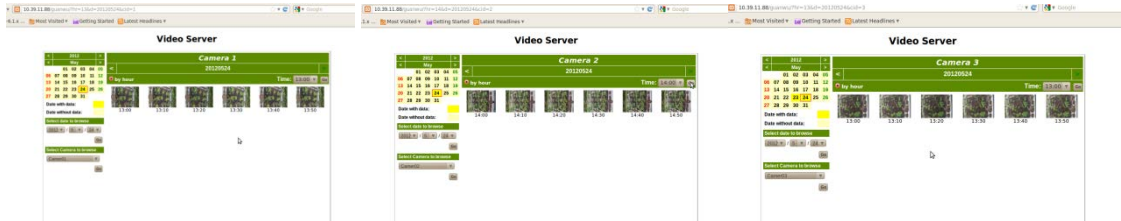


圖 3-1-46. 感測器網路系統之網路攝影機影像瀏覽介面



圖 3-1-47. 黃花鳳仙花 2012 年 5-7 月成長情形，左：5 月成長情形；右：7 月成長情形。



圖 3-1-48. 紫花鳳仙花 2012 年 9-10 月成長情形，左：9 月中後開始花葉生長；右：10 月中下旬最為繁盛，可見多朵紫花鳳仙花(紅色圈)。



圖 3-1-49. 棣慕華花鳳仙花 2012 年 7 月成長情形，左：7 月初花苞開始出現；右：7 月下旬花苞以大量出現(紅色圈)。



圖 3-1-50. 黃花鳳仙花 2013 年 3-6 月成長情形，左上：3 月成長情形；右上：4 月成長情形；左下：5 月成長情形；右下：6 月成長情形，零星可見黃花

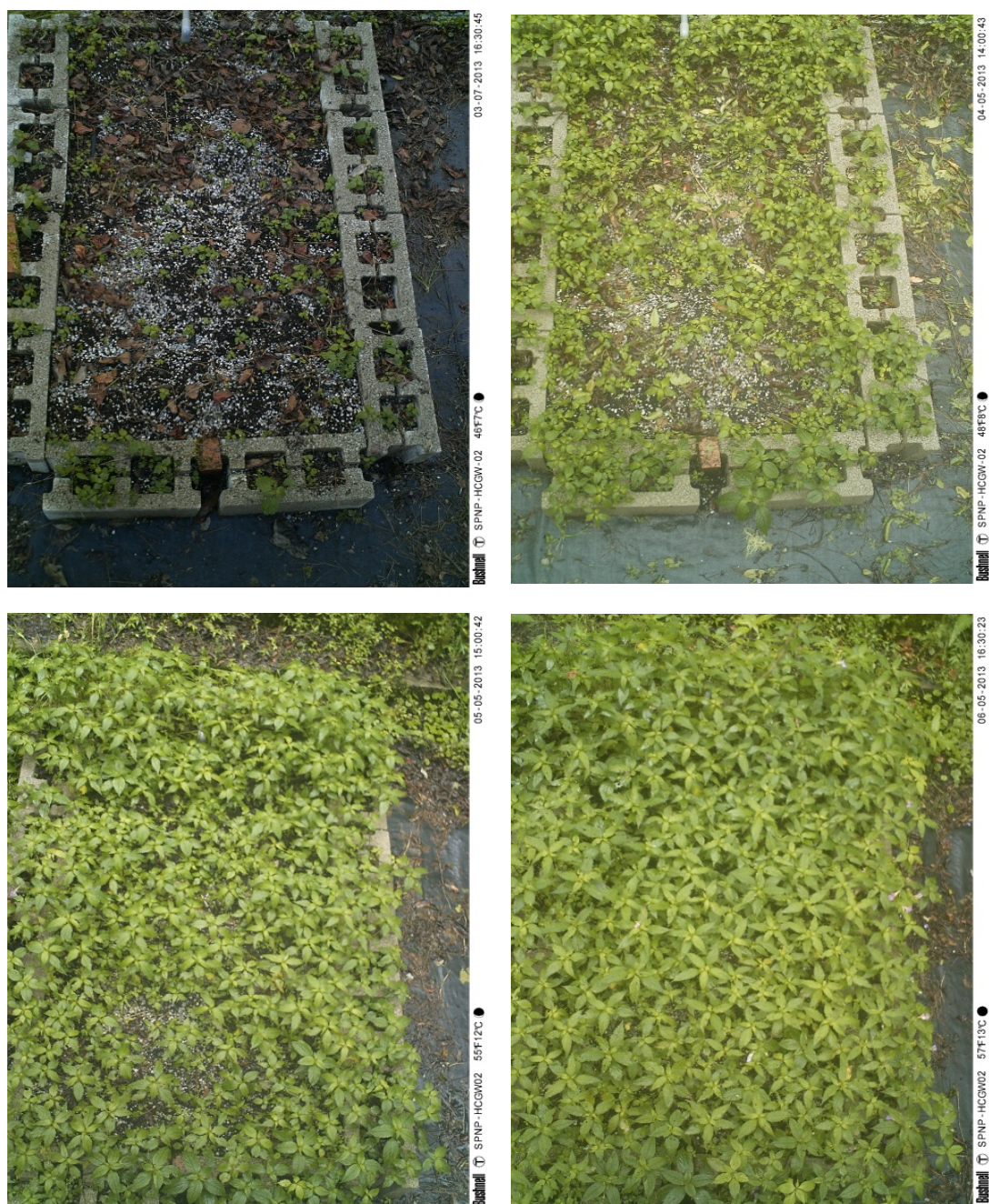


圖 3-1-51. 紫花鳳仙花 2013 年 3-6 月成長情形，左上：3 月成長情形；右上：4 月成長情形；左下：5 月成長情形；右下：6 月成長情形，可見多朵紫花

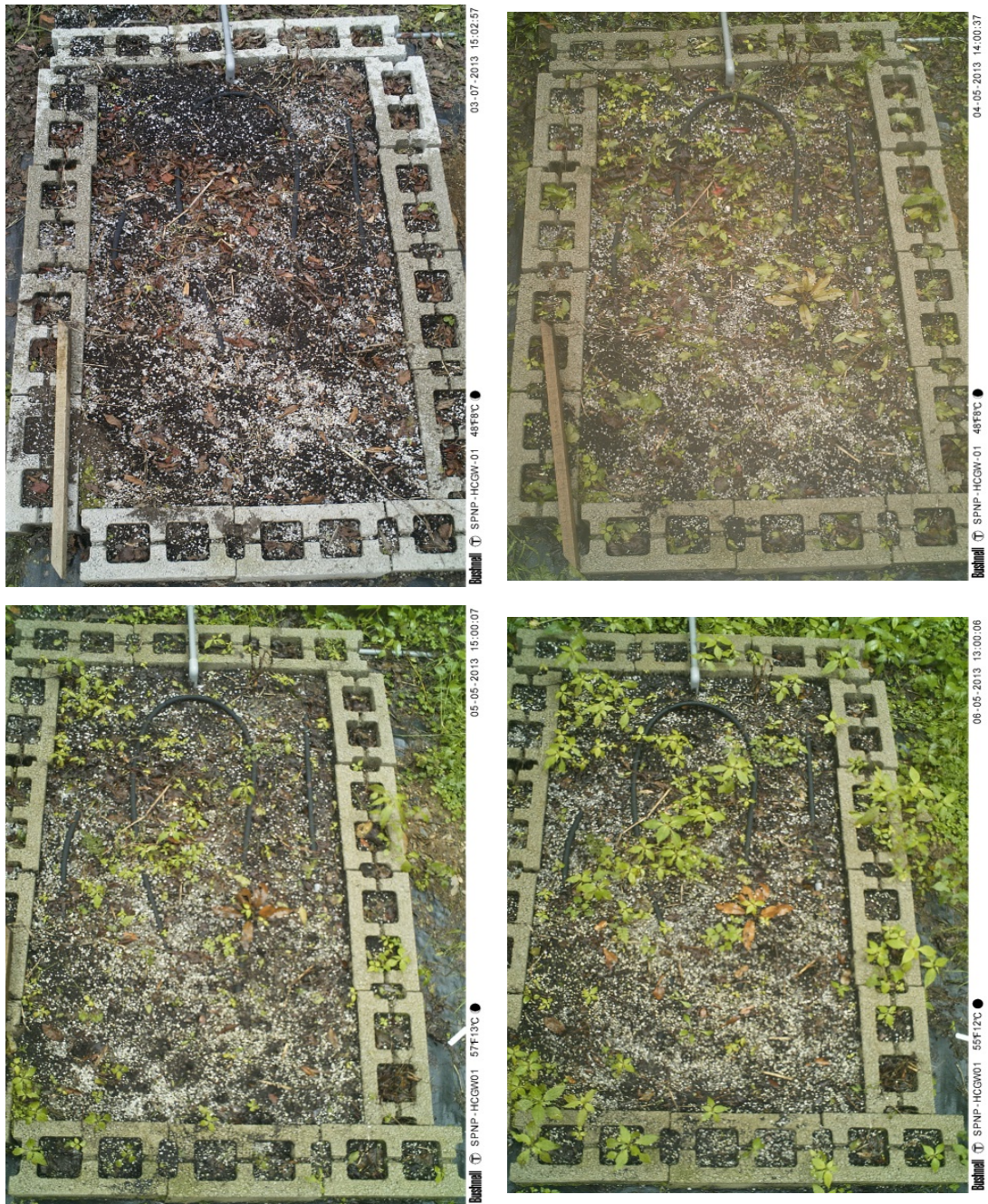


圖 3-1-52. 棣慕華花鳳仙花 2013 年 3-6 月成長情形，左上：3 月成長情形；
右上：4 月成長情形；左下：5 月成長情形；右下：6 月成長情形，
仍未見到花朵

(五) 鳳仙花之授粉昆蟲

授粉昆蟲現場人為初步觀察，發現東方蜜蜂(*Apis cerana*)與威氏熊蜂(*Bombus trifasciatus*)均會造訪黃花鳳仙花(圖 3-1-53)、紫花鳳仙花(圖 3-1-54)、棣慕華鳳仙花(圖 3-1-55)。這兩種蜂天漸亮時，夏季從清晨 4h50 即可發現活動至傍晚天黑，前來取食花蜜或花粉，而另一種外型相近似的熊蜂 *Bombus hyponorum* (圖 3-1-56)，則會從花距末端處盜取蜜，於 2012 年 7 月間經常可見，但於 10 月份時已未見到此種熊蜂出現，且之後觀測時並未見到此種盜蜜熊蜂，此期間經檢視黃花與紫花鳳仙花花距時，也幾乎未見到有盜蜜所造成的傷口。這兩種熊蜂外觀雖然非常相近似，不易肉眼分辨出，但從訪花行為仍可以分辨出，盜蜜的熊蜂 *Bombus hyponorum* 多從花距末端造成的傷口處盜取蜜，而非鑽進鳳仙花的囊狀花筒內，經檢視發現舌長較威氏熊蜂短(圖 3-1-57)，恐不易伸進細長之花距。雖然在觀霧地區還有一種常見的楚南熊蜂(*B. sonani*) (圖 3-1-58)，於阿里山薊(*Cirsium arisanense*)或玉山懸鉤子(*Rubus rolfei*)等植物上經常可見，但即使發現經過鳳仙花旁，卻未見其停留造訪這三種鳳仙花。此外，曾於夜間觀察時，發現一種小型的麗盲椿象(盲椿科 *Miridae*)停留於棣慕華鳳仙花花苞上，此種椿象亦發現停留於黃花鳳仙花花距破損處吸蜜，而三種鳳仙花經檢視後，皆發現花距末端曾遭某種未知的生物咬破，推測將有利於這些盜蜜昆蟲的取食。



圖 3-1-53. 東方蜜蜂(左)、威氏熊蜂(右)訪黃花鳳仙花



圖 3-1-54. 東方蜜蜂(左)、威氏熊蜂(右)訪紫花鳳仙花



圖 3-1-55. 東方蜜蜂(左)、威氏熊蜂(右)訪棣慕華鳳仙花



圖 3-1-56. 盜蜜之熊蜂(*Bombus hyponorum*)



圖 3-1-57. 盜蜜之熊蜂 *Bombus hyponorum* (左邊 3 隻) 舌長較授粉蜂威氏熊蜂 (右邊 2 隻) 短



圖 3-1-58. 常見的楚南熊蜂(*B. sonani*)，卻未曾見造訪三種鳳仙花

昆蟲傳粉行為研究最基礎的工作就是描述哪些昆蟲訪問哪些植物，由於造訪花朵的昆蟲並不一定就是傳粉者，需要確定訪花者身上是否攜帶花粉，並在花粉傳遞到柱頭的過程中起了作用(龔燕兵與黃雙全，2007)。將三種鳳仙花未開之花苞採回，同時採集連續造訪三種鳳仙花之東方蜜蜂與威氏熊蜂，將其身上所攜帶之花粉進行電子顯微鏡觀測，並與三種鳳仙花花粉電顯照(圖 3-1-59)進行初步比對，由電顯照可看出紫花鳳仙花花粉表面紋飾構造較其他兩種鳳仙花不規則。東方蜜蜂單獨造訪黃花鳳仙花及紫花鳳仙花後所攜帶之花粉(圖 3-1-60)，經比對與黃花鳳仙花及紫花鳳仙花相

同，東方蜜蜂所採集之花粉種類較為單一，多為同一種鳳仙花；而威氏熊蜂單獨造訪黃花鳳仙花、紫花鳳仙花及棣慕華鳳仙花後所攜帶之花粉(圖 3-1-61)發現威氏熊蜂所採集之花粉種類有明顯不同的其他花粉，但其中造訪黃花鳳仙花後所攜帶花粉中約有半數，經比對亦是與黃花鳳仙花花粉相同。

在溫帶地區的一些鳳仙花是由熊蜂和蜂鳥傳粉，而在非洲的數種鳳仙花中，有蝴蝶、蛾類、鳥類及蜂類傳粉，而在中國的鳳仙花的傳粉者主要有天蛾、蜜蜂和熊蜂等傳粉(毛志斌等 2011)。曾喜育等(2007)研究中雖敘述蜜蜂、熊蜂為觀霧地區鳳仙花主要授粉昆蟲，但本研究進一步證實觀霧地區這三種鳳仙花主要授粉昆蟲為東方蜜蜂及威氏熊蜂。植物由於授粉的方式不同會產生與功能相適應的花粉紋飾構造，風媒花花粉表面一般較為光滑，而蟲媒花花粉表面較粗糙且多有紋飾。鳳仙花屬的植物大多為典型的蟲媒花，其花部結構高度特化，而花粉表面的紋飾亦較複雜(蔡秀珍等 2007)。

2012 年 7 月份時觀測三種鳳仙花，最早多為黃花鳳仙花開花，但到 10 月份時，三種鳳仙花開花數量相當，而 2013、2014 年 6 月底觀察時，黃花鳳仙花與紫花鳳仙花兩者數量相當。雖然東方蜜蜂或威氏熊蜂訪花時會連續造訪同一種鳳仙花，但亦零星可見到東方蜜蜂或威氏熊蜂也會接連造訪不同種的鳳仙花。例如威氏熊蜂造訪黃花鳳仙花後接著又造訪棣慕華鳳仙花，故捕獲的威氏熊蜂或東方蜜蜂身上所攜帶的花粉，如何確認是從造訪何種鳳仙花而來則是需要進一步的監測。連續追蹤不同威氏熊蜂與蜜蜂個體訪問黃花鳳仙花，顯示熊蜂較蜜蜂平均訪問停留時間較短，前者平均訪問停留時間為 6.3 秒(n=179)，最長單朵花可停留 18 秒；而後者平均訪問停留時間為 12.7 秒(n=17)，最長單朵花可停留長達 40 秒。威氏熊蜂訪問紫花鳳仙花平均訪問停留時間 4.1 秒(n=25)，也明顯低於訪問黃花鳳仙花的時間，而最長單朵花可停留 11 秒。單朵花壽命期間，訪花昆蟲是否會時間有所不同，而訪花昆蟲的訪花行為、頻率等變化與溫度、風速、降雨、輻射

等各種非生物因數變化的關係值得未來進一步探討。

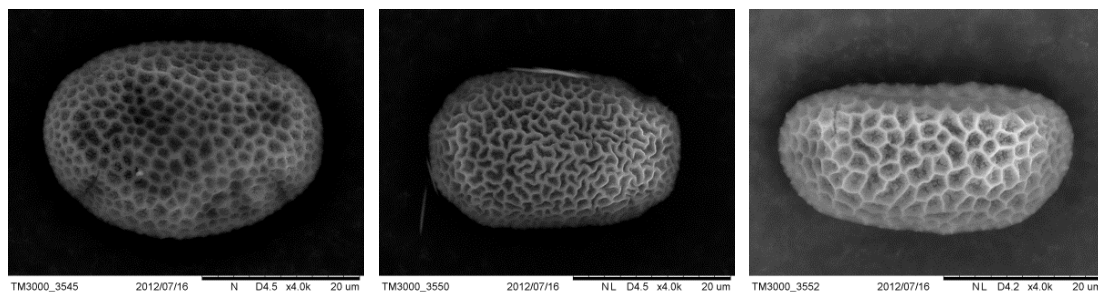


圖 3-1-59. 三種鳳仙花花粉電顯照：黃花鳳仙花(左)、紫花鳳仙花(中)、棣慕華鳳仙花(右)

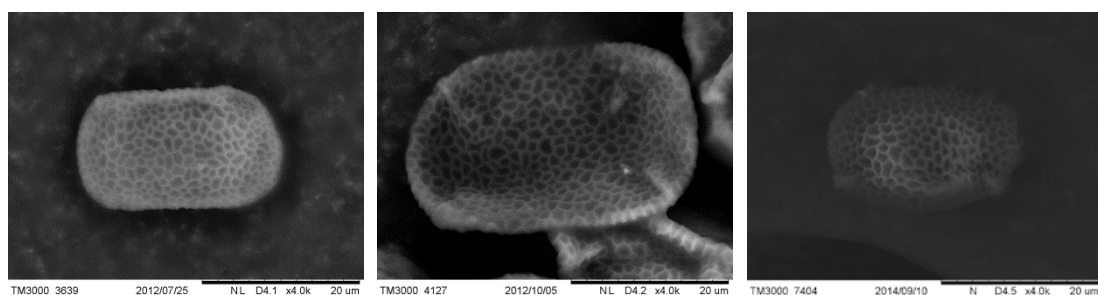


圖 3-1-60. 東方蜜蜂訪鳳仙花所採花粉之電顯照：黃花鳳仙花(左)、紫花鳳仙花(中)、棣慕華鳳仙花(右)

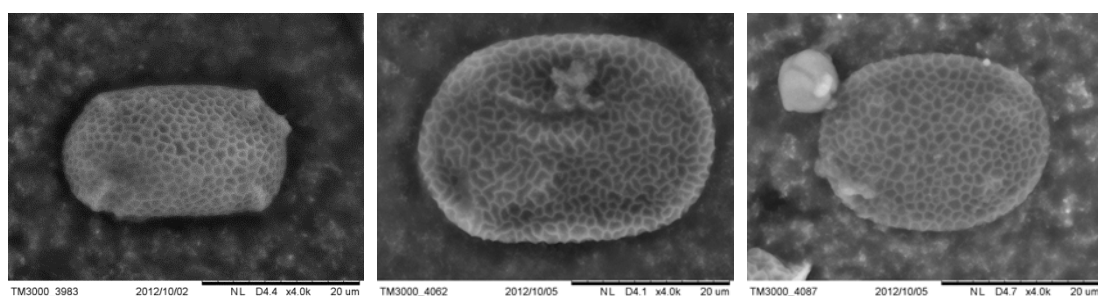


圖 3-1-61 威氏熊蜂訪鳳仙花所採花粉之電顯照：黃花鳳仙花(左)、紫花鳳仙花(中)、棣慕華鳳仙花(右)

目前觀測三種鳳仙花的主要訪花昆蟲為威氏熊蜂與東方蜜蜂，雖然也曾目擊到其他蜂類或蛾類訪花，但因僅偶見且造訪停留時間過短，往往不易觀測或捕捉以致無法確認種類。其中發現到的熊蜂 *Bombus hyponorum* 主要扮演盜蜜者的角色，對傳粉並無直接幫助或無，它們直接停在距上微小的破洞吸取花蜜，鳳仙花花距上雖然發現微小的破洞，但目前無法確定是何種昆蟲、甚麼期間造成的。威氏熊蜂與東方蜜蜂為觀霧地區三種鳳仙花主要的傳粉者，訪花時能攜帶大量花粉，肉眼即可辨識所攜帶之花粉團，但這兩種蜂其實是非專一性的授粉者，會造訪其他不同的蜜源植物。威氏熊蜂體形較大，恰好鑽進鳳仙花花筒內時，頭胸部便會沾上而攜帶花粉，而且由於體重與振翅的緣故，很容易形成花筒內壁因磨損而變薄，甚至形成破洞。更甚者，在花期末熊蜂鑽進鑽出花筒時，很容易就造成整朵花冠的脫落。東方蜜蜂體型較小，鑽進花筒內後會再翻身取食花粉，形成背部朝下而腹面朝上的行為。雖然兩種蜂類由訪花行為與身上所攜帶花粉之電顯照，已初步證實是三種鳳仙花之授粉昆蟲，但是否仍有其他的授粉昆蟲，以及兩種蜂造訪這三種鳳仙花時採取的方式或策略，仍值得繼續觀察。而有關鳳仙花盜蜜之熊蜂 *Bombus hyponorum*，僅於 2012 年研究期間發現過，2013 年因道路崩塌無法持續觀察，2014 年雖數次造訪並無所獲，未來可進一步研究此盜蜜現象或有無其他可能之盜蜜昆蟲，是否會對蜜源、授粉昆蟲造成影響。東方蜜蜂及文內所述三種熊蜂的辨識特徵說明整理如表 3-1-18；這四種蜂與三種鳳仙花的關係亦整理如表 3-1-19。

表 3-1-18. 東方蜜蜂及三種熊蜂的辨識特徵

<p><i>Apis cerana</i> 東方蜜蜂</p> 	<p>形態特徵：頭、胸部黑褐色，頭盾基部具三角黃斑，腹背具褐黃、黑相間的條帶，體覆暗黑色絨毛。中小型蜂類，工蜂體長 8-10 mm。</p> <p>生態特色：分布於全台，海拔分布上限約 3300m，築巢於半開放式樹洞、岩洞、土洞、水泥縫隙內。</p>
<p><i>Bombus trifasciatus</i> 威氏熊蜂</p> 	<p>形態特徵：體黑色，腹部前 3 節黑色、後 3 節橘紅色毛帶，足黑褐色，眼額距長度大於寬度甚多為其主要特徵。中小型蜂類，體長變異大，多數工蜂體長大於東方蜜蜂，但亦有極少數工蜂體長比東方蜜蜂還小。</p> <p>生態特色：分布約在海拔 1000-3200m 山區，可能築巢於樹洞或岩洞內。</p>
<p><i>Bombus hyponorum</i></p> 	<p>形態特徵：體色及大小均極近似於威氏熊蜂，從外觀極為難以辨識，僅眼額距約略等長為其主要特徵。</p> <p>生態特色：數量極為稀有，可能分布於中高海拔，生態特性所知甚少。</p>
<p><i>Bombus sonani</i> 楚南熊蜂</p> 	<p>形態特徵：體黑褐色，臉、頭及胸部具黃色毛帶，足黑色。中小型蜂類，體長變異大，工蜂體長略與東方蜜蜂相同。</p> <p>生態特色：臺灣特有種，分布於 2000m 以上之高山物種，緯度往南其海拔分布底線有略往上昇之趨勢，可能築巢於土洞或樹洞內。</p>

表 3-1-19. 東方蜜蜂、三種熊蜂與三種鳳仙花的關係，其中符號意義+：
訪花(授粉)；-：盜蜜(未授粉)；=：未訪花(未授粉)

	黃花鳳仙花 <i>Impatiens</i> <i>tayemonii</i>	紫花鳳仙花 <i>Impatien</i> <i>suniflora</i>	棣慕華鳳仙花 <i>Impatiens</i> <i>devolii</i>
<i>Apis cerana</i> 東方蜜蜂	+	+	+
<i>Bombus</i> <i>trifasciatus</i> 威氏熊蜂	+	+	+
<i>Bombus</i> <i>hyponorum</i>	-	-	-
<i>Bombus sonani</i> 楚南熊蜂	=	=	=

(六) 製作數值化彩色圖版

臺灣產三種鳳仙花均為特有種，且依據臺灣維管束植物紅皮書初評名錄(王震哲等 2012)，黃花鳳仙花、棣慕華鳳仙花屬於易受害(vulnerable, VU)，紫花鳳仙花屬於安全(least concern, LC)；此三種鳳仙花經多年的培育種植，目前在觀霧山椒魚生態中心附近已具有相當之數量，十分容易就近欣賞及觀察。為進一步提供環境教育解說，本計畫將上述各項調查結果及拍攝影像予以整併，同時依照 Simpson (2011)之方式製作數值影像彩色圖版(如圖 3-1-62)，目前已製作中型輕便看板提供管理站使用。

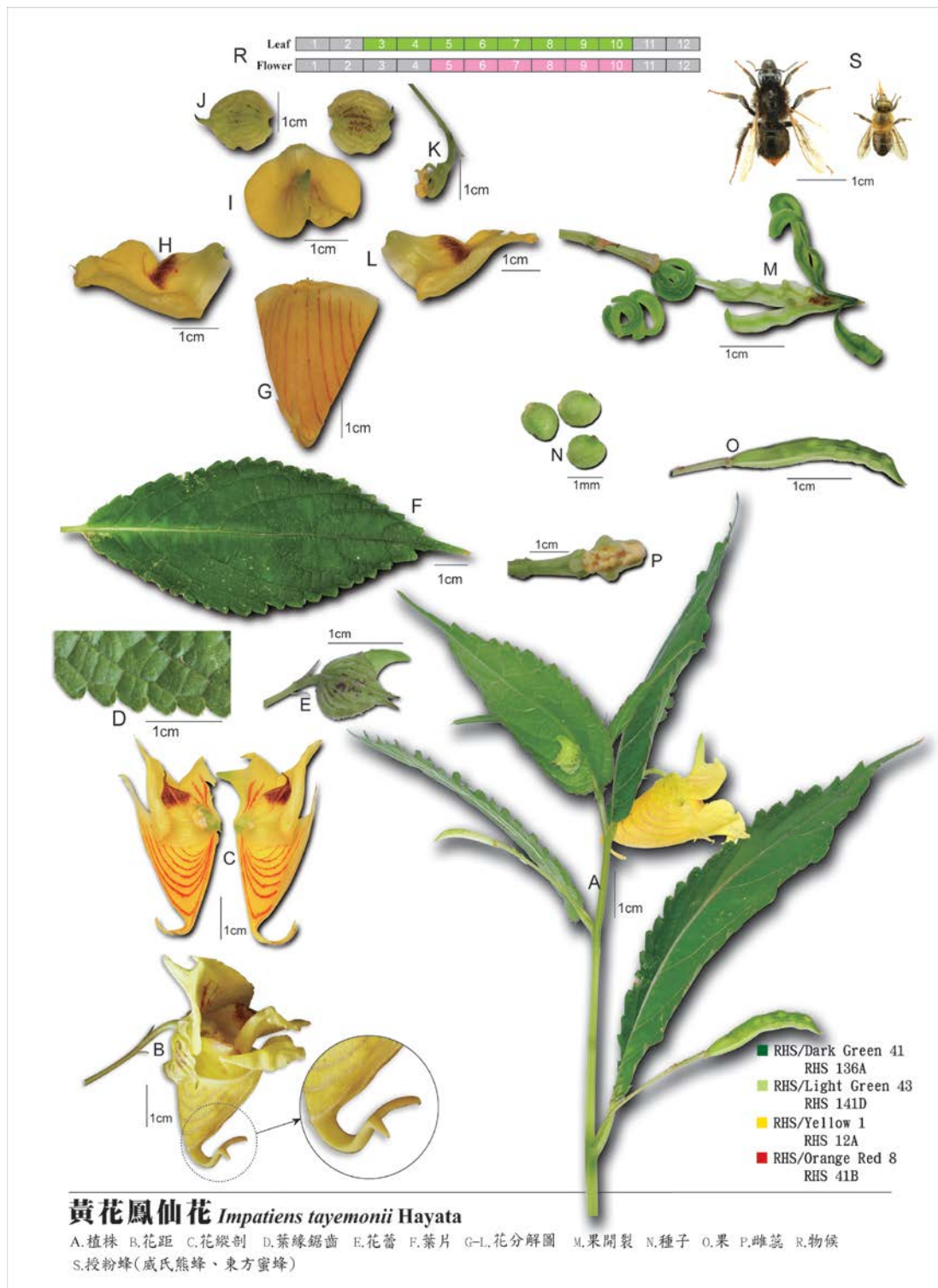
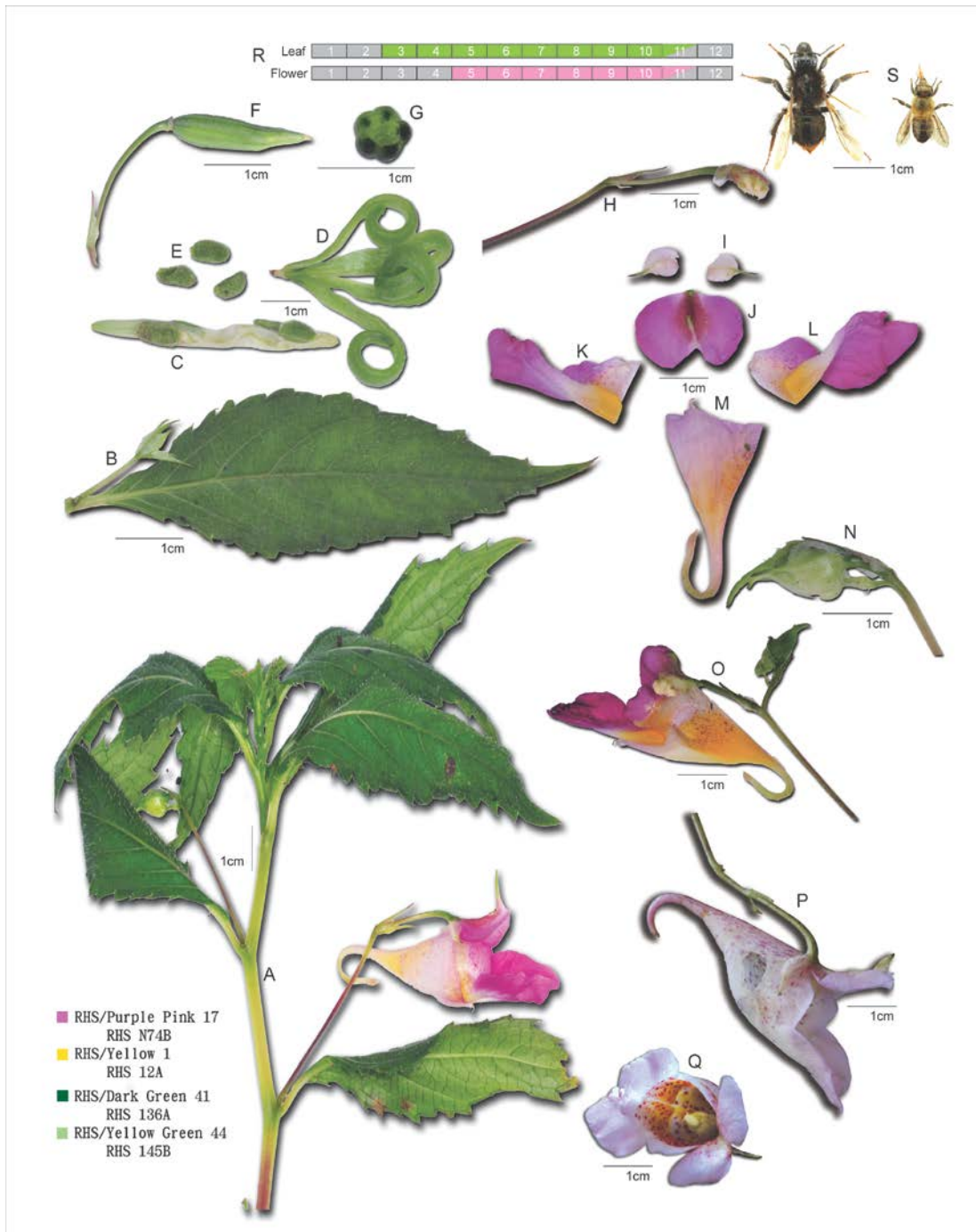


圖 3-1-62A. 黄花鳳仙花之數值影像彩色圖版



紫花鳳仙花 *Impatiens uniflora* Hayata

A. 植株 B. 葉片 C-D. 果開裂 E. 種子 F. 果 G. 果橫剖 H-M. 花分解圖 N. 花蕾 O. 花縱剖 P. 花側面 Q. 花正面 R. 物候
S. 授粉蜂(威氏熊蜂、東方蜜蜂)

圖 3-1-62B. 紫花鳳仙花之數值影像彩色圖版



圖 3-1-62C. 棣慕華鳳仙花之數值影像彩色圖版

第二節 觀霧山椒魚及相關動物調查

一、固定樣區底棲和水中無脊椎動物調查

各樣區因設立時間不同與風災影響，因此底棲及水中無脊椎動物調查頻度亦有不同(表 3-2-1)。以卡方檢定比較六個樣區目前所採集到之底棲無脊椎動物類群組成百分比，各樣區間沒有差異($\chi^2 = 95.7867$, ns)。四個樣區(SW1、SB1、SB2、EH)離水遠近不同的樣點，不論無脊椎動物類群組成或數量(Kruskal-Wallis test)都沒有顯著差異($\chi^2 = 82.1645$, ns; $H = 0.5281$, ns)。其中 SW1、SB1 和 SB2 等三個樣區在 2012 年 4 月與 9 月採得的無脊椎動物類群組成和數量(Mann-Whitney test)都沒有差異($\chi^2 = 27.928$, ns; $U = 62$, ns)。以目前資料來看，觀霧地區不論是以香杉、臺灣二葉松為主的香杉林型區域(SW1)，或以柳杉、森氏櫟為主的柳杉林型區域(SB1、SB2)，或人為合植各種原生樹種的試驗棲地(EH)內，底棲無脊椎動物組成相似(表 3-2-2)。

表 3-2-1. 各樣區底棲及水中無脊椎動物調查次數(O:當月有調查；SW: 大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地)

樣區	2012		2013		2014	
	4 月	9 月	4 月	9 月	4 月	9 月
SB1	O	O	O			
SB2	O	O	O			
SW1	O	O	O			
SW2			O		O	O
EH		O	O		O	O
SH			O		O	O

*2013 年 6 月後因颱風導致大鹿林道損毀，故 2013 年 9 月並無採集。

五個固定樣區與試驗棲地共採集到 3098 隻個體，蟬蟎目(29%)占最高比例，其次依序為彈尾目(23%)、雙翅目(16%)及鞘翅目(15%) (表 3-2-2)。各類群中，只有馬陸及蚯蚓的平均體長大於 10 mm，平均體長最小的三個

類群依序為蟬蟬目(0.70 mm)、嚙蟲目(0.88 mm)與彈尾目(1.01 mm)(圖 3-2-1)。體長小於 5 mm 之個體占總個體數的 72% (圖 3-2-2)。

表 3-2-2. 各樣區及試驗棲地底棲無脊椎動物組成百分比(SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地)

	EH	SB1	SB2	SH	SW1	SW2
蚯蚓	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.32%	0.00%
軟體動物	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.51%
擬蠍目	0.00%	0.34%	2.17%	3.19%	0.80%	1.02%
嚙蟲目	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.51%
毛翅目	0.07%	0.00%	0.00%	0.53%	0.32%	0.51%
腹足綱	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
端足目	0.07%	0.68%	0.36%	0.00%	0.16%	0.00%
鱗翅目	0.07%	0.34%	0.36%	0.27%	0.32%	0.51%
直翅目	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.51%
纓翅目	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
馬陸	0.90%	1.02%	9.42%	6.12%	1.44%	3.57%
半翅目	1.05%	1.02%	0.72%	0.53%	4.65%	1.02%
等足目	1.05%	0.68%	0.72%	0.27%	0.32%	0.51%
蜘蛛目	1.50%	3.75%	1.09%	1.33%	1.12%	2.04%
蜈蚣	2.62%	3.41%	3.62%	3.46%	3.53%	3.57%
膜翅目	4.35%	2.39%	3.62%	6.65%	5.30%	3.06%
鞘翅目	13.79%	10.58%	6.16%	23.94%	17.98%	20.41%
雙翅目	14.92%	20.82%	18.48%	23.67%	10.11%	21.43%
彈尾目	23.01%	34.81%	30.07%	17.29%	19.74%	19.90%
蟬蟬目	36.21%	20.14%	23.19%	12.77%	33.87%	20.92%

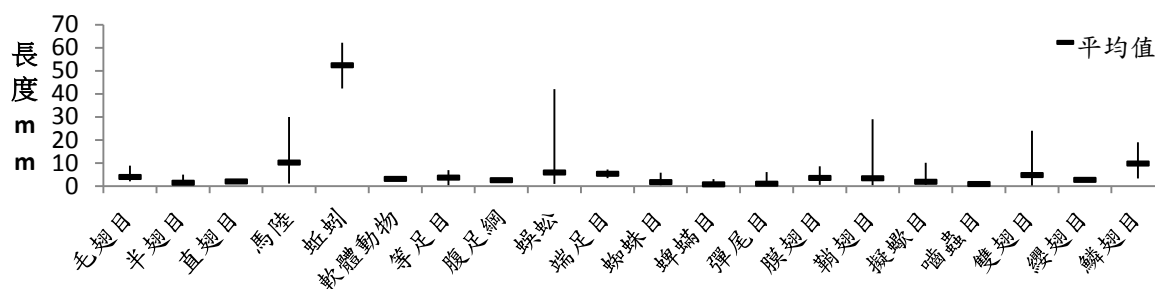


圖 3-2-1. 全樣區各類群底棲無脊椎動物體長分布

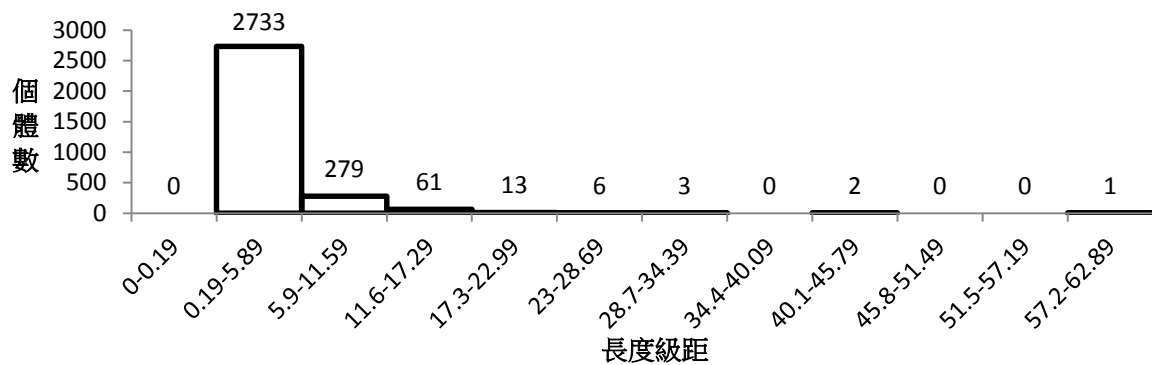


圖 3-2-2. 全樣區底棲無脊椎動物體長級距分布

SW1 樣區離水遠近程度不同的樣點，採集到的無脊椎動物類群皆在 10 目(類群)以上，個體數最多的為離水 20 m 的樣點，共採得 181 隻；SW2 樣區僅做過三次採集，採集到的無脊椎動物類群在 11 目(類群)，個體數最多的為離水 5 m 的樣點，共採得 75 隻；SB1 樣區有 8-11 目，離水 10 m 的樣點採得 110 隻為最多；SB2 樣區有 8-10 目，離水 10 m 的樣點採得 101 隻為最多；SH 樣區範圍較小且無明顯河道，僅做過三次採集，有 9-11 目，離樣線 20 m 的樣點採得 134 隻為最多；EH 樣區做過四次採集，有 10-13 目，離水 5 m 的樣點採集到最多個體，共 389 隻(表 3-2-3)。

表 3-2-3. 樣區中離水遠近程度不同的樣點之底棲無脊椎動物目數與個體總數(SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地)

	個體總數				目數			
	0m	5m	10m	20m	0m	5m	10m	20m
EH	317	389	303	325	11	10	13	12
SB1	53	63	110	67	10	11	8	8
SB2	76	40	101	59	9	8	10	10
SH	117		125	134	9		11	11
SW1	145	123	174	181	10	11	11	10
SW2	58	75	63		11	11	11	

在三個固定樣區溪流中共採集到 475 隻無脊椎動物，SB1、SB2 和 SW2 皆採集三次。數量前三多的類群依序為蜉蝣目(34.3%)、雙翅目(26.5%)及毛翅目(19%)(表 3-2-4)。各類群體長分布中，毛翅目的分布範圍最大(圖 3-2-

3)。依七組體長級距將溪流中無脊椎動物分組，體長小於 3.7 mm 的個體占全部的 52% (圖 3-2-4)。三段溪流採得的水中無脊椎類群在 2-8 目間，SW2 採得最多的個體，累計有 189 隻(表 3-2-5)。

三段溪流的無脊椎動物類群組成或數量上沒有差異($\chi^2 = 32.5$, ns; $H = 0.721$, ns)。巨木步道 SB1 和 SB2 兩段溪流樣區無脊椎動物，2012 年 4 月和 9 月的類群組成與數量都沒有差異($\chi^2 = 11.333$, ns; $U = 31$, ns)。以我們調查時的經驗，觀霧地區的一級溪流應是間歇性水體，水量依季節或是否有降雨而有差異，覆蓋度較低的溪床甚至會乾涸。間歇性水體這項環境因子影響其中的昆蟲組成，以蜉蝣目、半翅目、鞘翅目、毛翅目與雙翅目昆蟲最能適應這樣的情況，牠們演化出可變的生命週期、生產滯育或有保護層的卵、有較高的耐旱能力 (Williams 1996)。在英國德比郡的一級溪流乾旱時，溪床中的基質是水生無脊椎動物的庇護所，於再度有水時，基質中滯育的卵就會快速的發育，其中又以雙翅目為物種數最多的類群 (Stubbington et al. 2009)。我們認為觀霧地區一級溪流間歇性的水體，應是形塑水中無脊椎動物類群組成的主因，而機會主義物種則占據這樣的生態棲位，因而使三個固定樣區的溪流中無脊椎動物類群組成相似。

表 3-2-4. 固定樣區溪流中各類群無脊椎動物類群組成百分例(共 475 隻)

類別	比例	類別	比例
蜉蝣目	0.21%	軟體動物門	0.84%
等足目	0.21%	彈尾目	3.37%
脈翅目	0.21%	禿翅目	5.89%
端足目	0.42%	鞘翅目	6.74%
蜘蛛目	0.42%	毛翅目	18.95%
十足目	0.42%	雙翅目	26.53%
蜻蛉目	0.63%	蜉蝣目	34.32%
半翅目	0.84%		

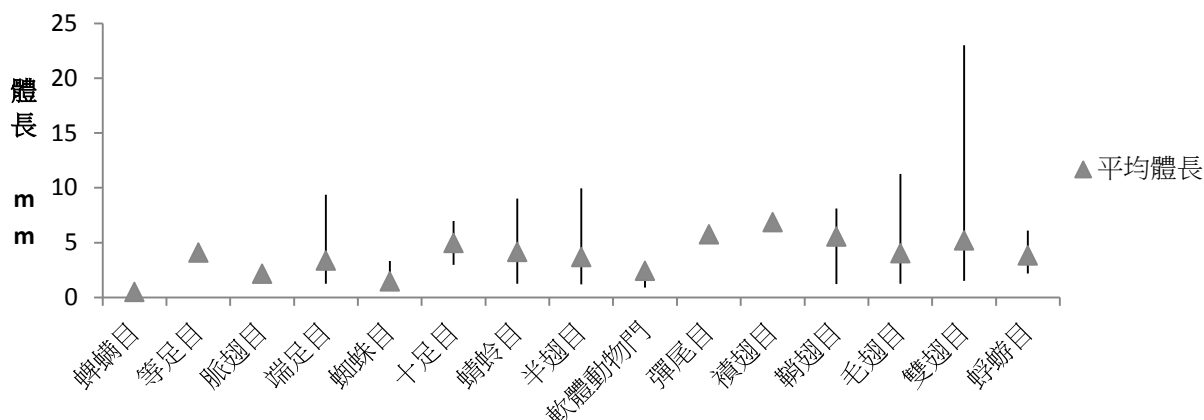


圖 3-2-3. 三個固定樣區溪流中各類群無脊椎動物體長分布

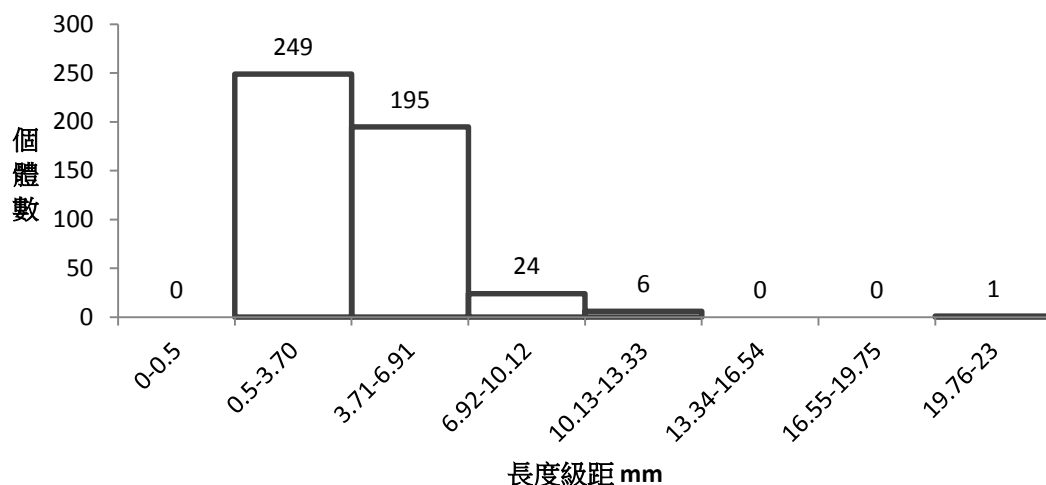


圖 3-2-4. 三個固定樣區溪流中無脊椎動物體長級距分布

表 3-2-5. 固定樣區溪流中無脊椎動物目數與個體總數(SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道)

樣區	總數			目數		
	上游	中游	下游	上游	中游	下游
SB1	11	37	6	6	7	5
SB2	27	45	23	5	6	5
SW1	51	52	28	5	2	6
SW2	47	56	86	7	6	6

二、發現山椒魚地點底棲無脊椎動物調查

2012年2月到2014年11月，捕獲的109隻次觀霧山椒魚地點之底棲無脊椎動物目或類群數在1-11目之間，數量在1-74隻之間(表3-2-6)。全部合計後，個體數以蟬蟎目(27%)最多，占總數超過10%的類群還有彈尾目(23%)、雙翅目(22%)與鞘翅目(11%) (表3-2-7)。雖然蟬蟎目和彈尾目是數量最多的類群，這兩目的平均體長也是最小的(分別為0.66和1.1 mm)，據推測並非山椒魚主要食餌(圖3-2-5)。體長小於3.3 mm的四個級距占總個體數的82%(圖3-2-6)。發現山椒魚地點的底棲無脊椎動物類群組成百分比，與固定樣區者沒有顯著差異($\chi^2 = 1.2506, ns$)。

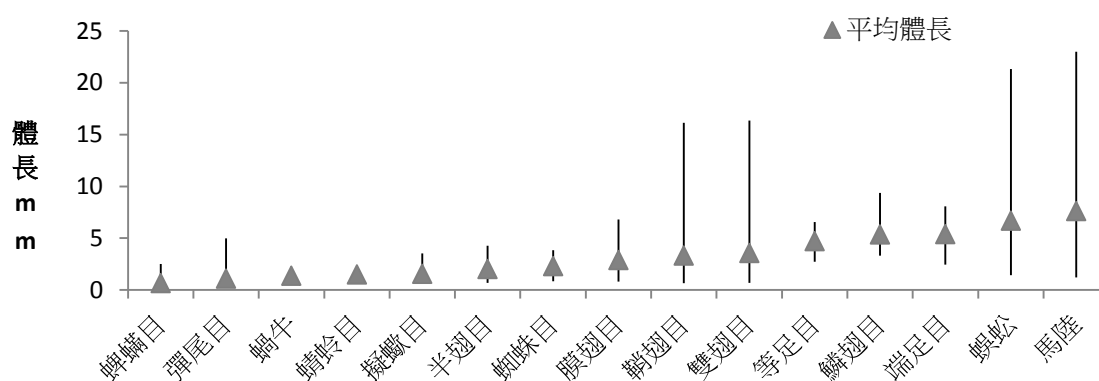


圖 3-2-5. 山椒魚捕獲地點各類群底棲無脊椎動物體長分布(尚有蚯蚓一隻，體長 112 mm，不在此圖中畫出)

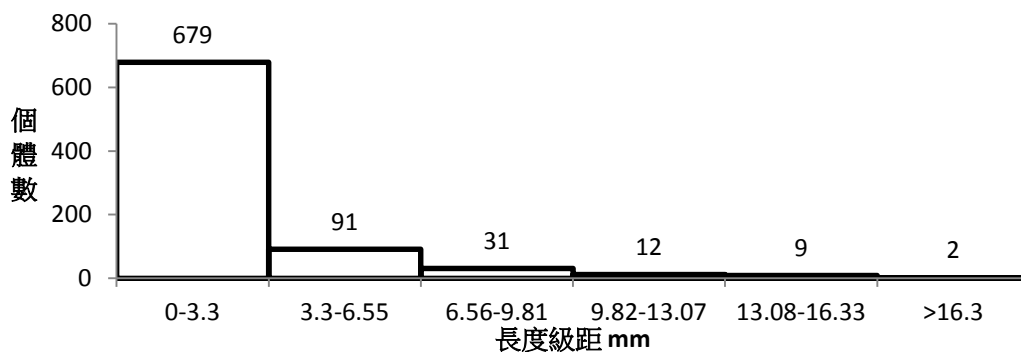


圖 3-2-6. 山椒魚捕獲地點底棲無脊椎動物體長級距分布

表 3-2-6. 捕獲山椒魚地點之底棲無脊椎動物目數與個體總數

年	月	日	山椒魚編號	捕獲樣區	目數	總數
2012	2	9	f1201	SW2	6	48
2012	2	9	f1202	SB2	5	37
2012	3	27	f1203	SB1	4	8
2012	3	28	f1204	SB2	5	11
2012	4	17	f1204rc	SB2	4	2
2012	4	17	f1205	SB2	7	23
2012	4	20	f1203rc	SB1	2	1
2012	5	27	f1206	SB1	6	10
2012	5	27	f1207	SB1	7	61
2012	5	27	f1208	SB1	5	6
2012	5	28	f1209	SW1	6	9
2012	5	28	f1210	SW1	5	6
2012	6	27	f1211	SB1	3	1
2012	6	27	f1212	SB2	6	8
2012	6	28	f1213	SW2	3	1
2012	7	17	f1214	EH	8	74
2012	9	18	f1215	SB2	4	3
2012	9	18	f1216	SB2	5	16
2012	9	19	f1217	SW2	6	22
2012	10	26	f1218	SB1	6	27
2012	10	26	f1219	SB2	6	23
2012	10	26	f1205rc	SB2	3	2
2012	10	26	f1220	SB2	5	5
2012	11	23	f1221	SB1	8	15
2012	11	23	f1222	SB1	6	12
2012	11	24	f1223	SW2	7	59
2012	11	24	f1224	SH	4	7
2012	12	25	f1225	SB1	6	16
2012	12	26	f1226	SB1	6	13
2012	12	26	f1227	SB1	6	24
2012	12	26	f1228	SB1	6	18
2012	12	26	f1229	SB2	3	3
2012	12	26	f1230	SB2	5	14

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-7. 捕獲山椒魚地點之底棲無脊椎動物目數與個體總數(續)

年	月	日	山椒魚編號	捕獲樣區	目數	總數
2013	1	16	f1301	SB1	5	16
2013	1	16	f1302	SB2	5	25
2013	1	16	f1303	SH	7	52
2013	1	17	f1305	SB2	7	31
2013	2	28	f1308	SB2	4	3
2013	2	28	f1309	SH	5	8
2013	3	1	f1310	SW060	5	5
2013	3	7	f1313	SB2	6	13
2013	3	7	f1222rc	SB1	4	5
2013	3	17	f1314	SB1	5	11
2013	6	15	f1320	SB2	4	6
2013	6	15	f1321	SB1	1	1
2014	3	30	f1402	SB1	1	1
2014	4	22	f1406	SB3	4	18
2014	4	23	f1403	SB2	6	13
2014	4	22	f1406	SB3	6	18
2014	6	9	f1306rc	EH	1	1
2014	6	10	f1401rc	EH	2	2
2014	9	11	f1425	SB2	4	10
2014	9	11	f1426	SB2	5	8
2014	9	11	f1427	SB2	3	4
2014	10	5	f1430	SB2	4	8
2014	10	5	f1431	SB2	4	7

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-7. 山椒魚捕獲地點各類群底棲無脊椎動物類群組成百分比(共 828 隻)

類別	比例	類別	比例
蚯蚓	0.12%	蜘蛛目	1.69%
蜻蛉目	0.12%	馬陸	2.29%
蝸牛	0.36%	蜈蚣	3.14%
鱗翅目	0.36%	膜翅目	4.83%
等足目	0.48%	鞘翅目	11.11%
端足目	0.85%	雙翅目	22.46%
半翅目	1.09%	彈尾目	22.71%
擬蠍目	1.33%	蟬蟎目	27.05%

三、山椒魚普查和固定樣區調查

2012年2月到2014年11月的23次調查中(2012年8月因颱風沒有調查、2013年5月因道路坍方沒有進行調查、2013年7月至10月因蘇力颱風造成主要道路禁止通行)，我們共捕獲109隻次觀霧山椒魚，其中含13隻再捕獲個體(表3-2-8)。除了在五個固定樣區都發現觀霧山椒魚外，另在試驗棲地(EH)發現兩隻與巨木林道0.8K、1.5K及2.5K處各尋獲一隻，大鹿林道東線尚未捕獲觀霧山椒魚。加入2011年調查時所捕獲的7隻個體同時分析，山椒魚的捕獲並沒有特定的季節或月份(圖3-2-8)。四年所捕獲116隻次山椒魚的平均吻肛長(\pm SD)為 52.04 ± 10.84 mm、平均體重(\pm SD)為 3.35 ± 1.6 g。若將吻肛長30 mm以上視為成體(呂光洋2010)，調查期間捕獲成體的機率為96%(圖3-2-7)。山椒魚被發現時，除f1214、f1309及f1436躲藏在倒木下之外，其餘皆躲藏在石塊下，躲藏物的估計體積在264 - 47320 cm³之間(圖3-2-9)。

以時間努力量捕獲率(隻/人*小時)而言，巨木步道的時間捕獲率最高為0.5隻/人*小時；面積捕獲率為0.0021隻/m²，以時間捕捉率來看，其餘樣區皆小於0.5(表3-2-9)，且不同季節時間捕捉率並沒有明顯差別(圖3-2-10)。先前研究提出雪山山脈多數區域表土淺，常常都是石頭下還有石頭的狀態，在雪山山脈找山椒魚並不容易，除了族群量低，也可能是個體躲在石堆中難以發現所致(呂光洋2010)。

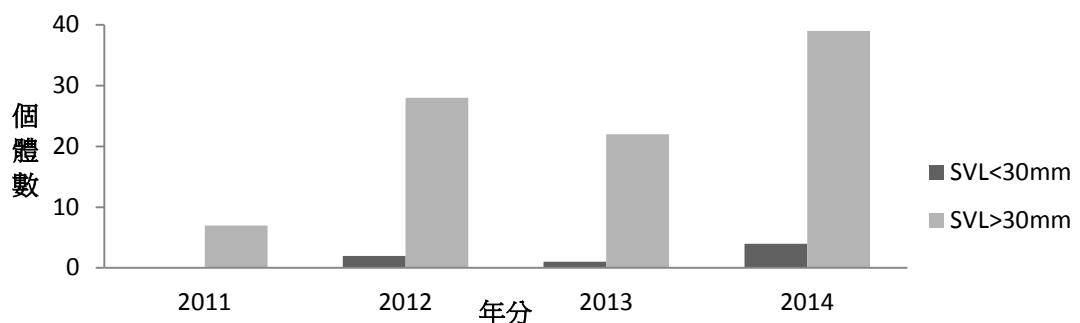


圖 3-2-7. 不同年份山椒魚捕捉數量

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

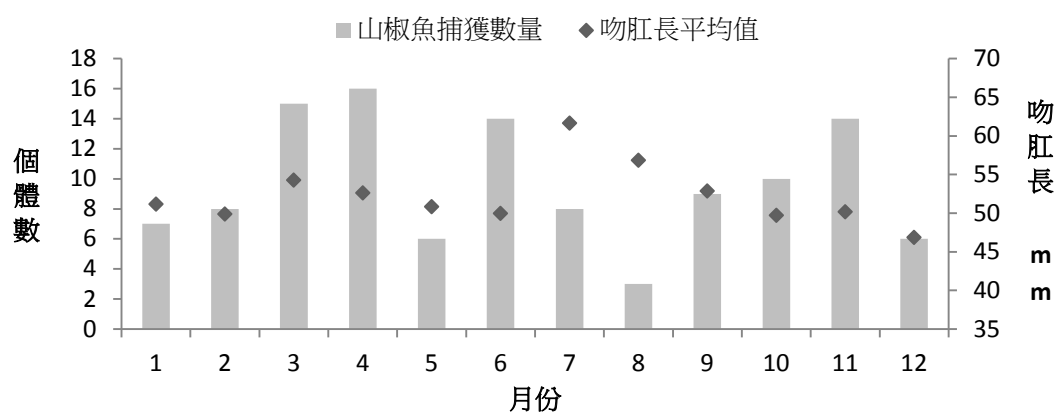


圖 3-2-8. 各月份累積捕捉山椒魚數量及其平均吻肛長

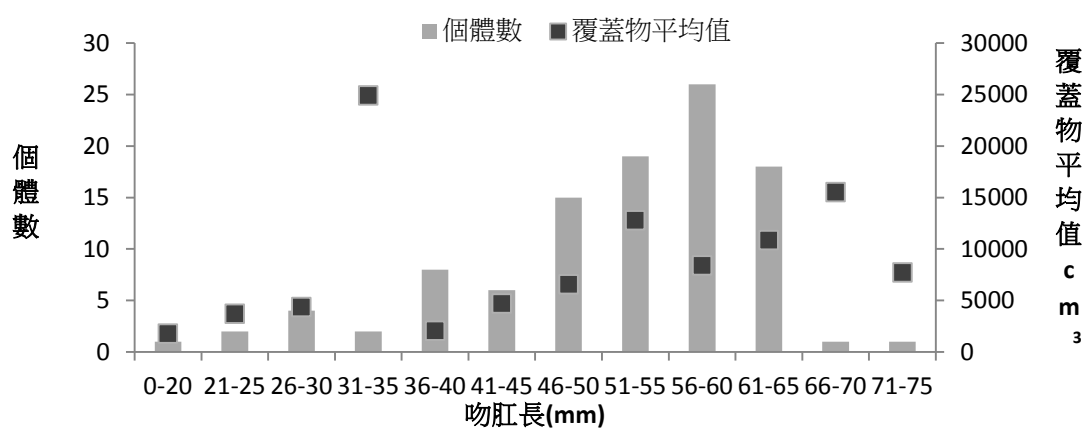


圖 3-2-9. 山椒魚吻肛長分布與覆蓋物大小平均值

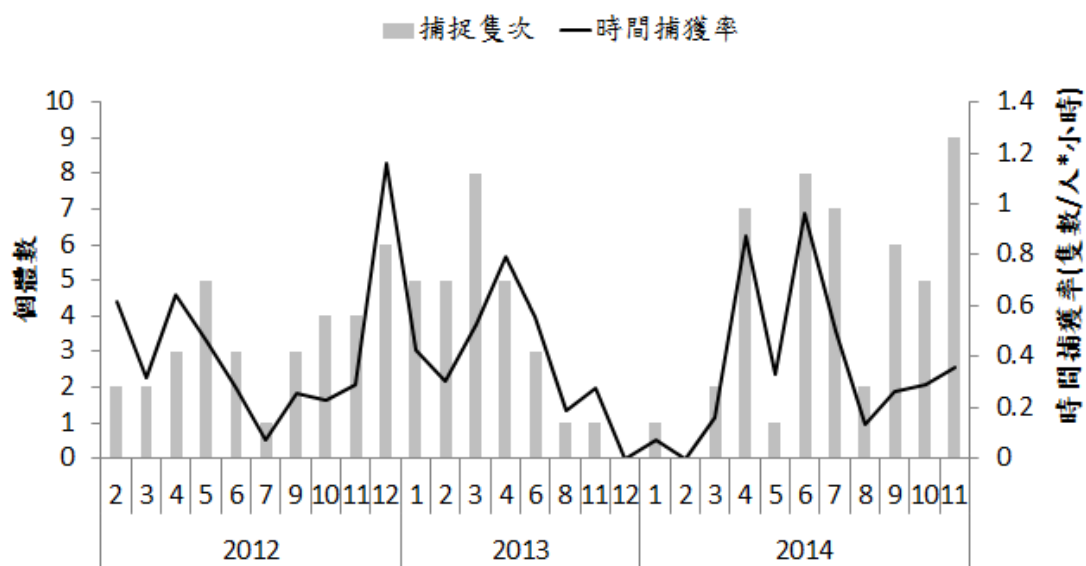


圖 3-2-10. 不同調查時間捕獲率與個體數

表 3-2-8. 觀霧山椒魚捕獲記錄。(躲藏物體積為躲藏物最長*最寬*最高之估計值)

年	月	日	山椒魚 編號	捕獲 樣區	重量 g	吻肛長 mm	全長 mm	肋溝數	覆蓋物 體積 cm ³	備註
2011	1	25	f1101	SH	4.9	57.30	89.40	13	-	
2011	2	14	f1102	EH	2.5	40.05	70.07	10	-	
2011	3	9	f1103	SW	3.5	52.90	82.25	11	-	
2011	3	10	f1104	SW	3	55.15	87.10	12	-	
2011	3	10	f1105	SW	2	47.05	78.40	12	-	
2011	4	13	f1106	SW1	3.5	54.25	83.75	12	-	
2011	10	12	f1107	SB	3.8	53.35	85.85	11	-	
2012	2	9	f1201	SW2	5	52.55	84.05	12	4144	
2012	2	9	f1202	SB2	0.8	30.35	48.35	11	2500	
2012	3	27	f1203	SB1	4.05	60.85	91.15	12	5000	
2012	3	28	f1204	SB2	2.9	53.45	78.00	11	3000	
2012	4	17	f1204rc	SB2	2.9	49.60	74.90	11	2197	再捕獲
2012	4	17	f1205	SB2	2.75	51.10	77.70	12	7992	
2012	4	20	f1203rc	SB1	4.05	60.80	87.00	12	10664	再捕獲
2012	5	27	f1206	SB1	2.7	46.50	74.50	11	4500	
2012	5	27	f1207	SB1	4.8	51.30	82.90	12	9600	
2012	5	27	f1208	SB1	2.5	50.80	77.50	11	10000	
2012	5	28	f1209	SW1	3	40.00	71.70	11	1621	
2012	5	28	f1210	SW1	4	57.40	87.40	11	3640	
2012	6	27	f1211	SB1	0.6	28.35	40.45	11	851	
2012	6	27	f1212	SB2	2.55	46.70	72.70	11	10059	
2012	6	28	f1213	SW2	3.95	60.00	88.00	12	4144	
2012	7	17	f1214	EH	5.5	61.80	99.20	11	11982	
2012	9	18	f1215	SB2	2.8	54.90	79.75	12	1716	
2012	9	18	f1216	SB2	3.2	53.45	81.20	11	5152	
2012	9	19	f1217	SW2	4.3	61.65	95.15	12	264	
2012	10	26	f1205rc	SB2	2.9	55.20	81.20	12	924	再捕獲
2012	10	26	f1218	SB1	1	37.10	51.50	12	2700	
2012	10	26	f1219	SB2	1.6	40.90	63.30	13	1260	
2012	10	26	f1220	SB2	3	53.10	77.65	12	8775	

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-8. 觀霧山椒魚捕獲記錄(續)

年	月	日	山椒魚 編號	捕獲 樣區	重量 g	吻肛長 mm	全長 mm	肋溝數	覆蓋物 體積 cm ³	備註
2012	11	23	f1221	SB1	4.7	54.40	99.20	12	7425	
2012	11	23	f1222	SB1	4.45	65.00	92.80	12	4928	
2012	11	24	f1223	SW2	2.4	49.45	90.75	12	1272	
2012	11	24	f1224	SH	4.55	58.40	117.85	12	10780	
2012	12	25	f1225	SB1	0.5	20.25	35.00	12	1782	
2012	12	26	f1226	SB1	1	36.65	65.40	12	2940	
2012	12	26	f1227	SB1	3.7	58.20	112.05	11	4248	
2012	12	26	f1228	SB1	4.3	60.20	115.45	12	8497	
2012	12	26	f1229	SB2	3.35	56.20	105.15	12	18612	
2012	12	26	f1230	SB2	2.2	49.55	92.45	12	10789	
2013	1	16	f1301	SB1	0.45	28.45	50.95	12	3513	
2013	1	16	f1302	SB2	3	55.00	98.20	12	45557	
2013	1	16	f1303	SH	3.2	57.30	109.15	12	8418	
2013	1	17	f1304	SB2	4.1	54.90	106.44	12	38304	
2013	1	17	f1305	SB2	0.75	31.70	44.70	12	47320	
2013	2	27	f1306	EH	5.04	66.29	128.70	12	15510	
2013	2	28	f1304rc	SB2	4.25	57.51	83.07	12	38304	再捕獲
2013	2	28	f1307	SB2	3.85	60.12	118.37	12	38304	
2013	2	28	f1308	SB2	1.6	44.43	85.20	12	1768	
2013	2	28	f1309	SH	2.25	47.60	94.17	12	3990	
2013	3	1	f1310	SW060	3.81	57.37	112.48	12	12800	
2013	3	7	f1222rc	SB1	3.31	63.58	88.45	12	599	再捕獲
2013	3	7	f1311	SB1.5	3.82	58.36	117.33	12	7728	
2013	3	7	f1312	SB2	2.04	45.47	88.27	12	7680	
2013	3	7	f1313	SB2	2.54	50.76	96.90	12	3024	
2013	3	16	f1306rc	EH	6.21	66.15	96.24	12	3960	再捕獲
2013	3	17	f1307rc	SB2	3.4	60.06	86.12	12	38304	再捕獲
2013	3	17	f1314	SB1	2.1	50.27	94.43	12	27000	
2013	4	21	f1315	SB2	2.86	53.06	81.22	13	28944	
2013	4	21	f1316	SB2	2.2	46.74	70.70	12	4522	
2013	4	21	f1317	SB2	4.49	58.37	84.31	12	4800	
2013	4	21	f1318	SB2	3.38	55.30	79.72	12	35105	

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-8. 觀霧山椒魚捕獲記錄(續)

年	月	日	山椒魚 編號	捕獲 樣區	重量 g	吻肛長 mm	全長 mm	肋溝數	覆蓋物 體積 cm ³	備註
2013	4	21	f1319	SB2	3.6	58.73	87.43	12	2800	
2013	6	15	f1320	SB2	3.45	56.00	81.70	12	2448	
2013	6	15	f1321	SB1	1.05	36.54	53.48	12	1740	
2013	6	15	f1322	SB3	5.25	59.30	88.76	12	3136	
2013	8	16	f1422	SB3	4.13	57.17	111.40	12	21210	
2013	11	6	f1323	SB4	5.58	58.19	97.68	12	588	
2014	1	23	f1401	EH	8.02	73.32	107.04	12	7728	
2014	3	30	f1309rc	SH	3.44	52.31	77.68	12	4748	再捕獲
2014	3	30	f1402	SB1	1.76	40.08	61.59	12	7980	
2014	4	22	f1404	SB4	4.12	58.18	113.47	12	11396	
2014	4	22	f1405	SB3	2.49	48.65	92.17	12	6370	
2014	4	22	f1406	SB3	5.19	61.63	125.45	12	5005	
2014	4	22	f1407	SB2	2.72	47.05	88.68	12	2860	
2014	4	22	f1408	SB2	1.89	45.29	82.30	12	9360	
2014	4	23	f1403	SB2	4.3	57.80	83.74	12	3456	
2014	4	23	f1409	SW2	1.14	35.31	51.34	12	4620	
2014	5	22	f1410	SH	5.02	58.90	88.20	12	23600	
2014	6	9	f1306rc	EH	4.36	62.91	90.88	12	3150	再捕獲
2014	6	10	f1411	SB2	2.72	50.40	94.68	13	2000	
2014	6	10	f1412	SB2	4.59	58.48	107.89	12	1134	
2014	6	10	f1413	SB2	4.68	60.70	103.14	12	4032	
2014	6	10	f1414	SB2	0.95	35.25	67.09	13	459	
2014	6	10	f1415	SB2	4.32	60.15	110.43	12	800	
2014	6	10	f1416	SB2	1.28	37.99	71.18	12	1890	
2014	6	10	f1417	SB2	2.4	46.82	89.98	12	3750	
2014	7	25	f1306rc	EH	5.52	63.95	92.30	12	1224	再捕獲
2014	7	25	f1401rc	EH	7.62	70.12	100.03	12	480	再捕獲
2014	7	26	f1413rc	SB2	4.91	60.50	79.89	12	8775	再捕獲
2014	7	26	f1418	SB3	6.4	60.35	117.32	12	1298	
2014	7	26	f1419	SB1	3.67	57.93	84.42	13	13973	
2014	7	26	f1420	SB1	5.08	60.04	116.98	13	1440	
2014	7	26	f1421	SB2	2.75	58.43	112.90	12	2730	

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-8. 觀霧山椒魚捕獲記錄(續)

年	月	日	山椒魚 編號	捕獲 樣區	重量 g	吻肛長 mm	全長 mm	肋溝數	覆蓋物 體積 cm ³	備註
2014	8	15	f1306rc	EH	5.6	66.59	95.24	12	1224	再捕獲
2014	8	16	f1423	SB2	2.09	46.70	93.00	12	20286	
2014	9	11	f1424	SB3	0.36	24.75	46.71	12	1330	
2014	9	11	f1425	SB2	5.74	62.69	116.35	12	19800	
2014	9	11	f1426	SB2	3.45	53.34	100.68	12	1710	
2014	9	11	f1427	SB2	1.61	43.73	81.88	12	594	
2014	9	11	f1428	SB2	3.87	57.48	112.36	12	3450	
2014	9	11	f1429	SB2	5.26	63.64	121.18	12	5800	
2014	10	5	f1430	SB2	1.32	40.59	75.20	12	11925	
2014	10	5	f1431	SB2	0.94	35.73	59.66	12	390	
2014	10	5	f1432	SB3	5.53	61.78	124.78	12	840	
2014	10	5	f1433	SB3	4.68	56.70	115.21	12	672	
2014	10	5	f1434	SB2	4.92	62.68	128.97	12	2415	
2014	11	6	f1435	SH	0.44	26.57	48.60	12	12376	
2014	11	6	f1436	SH	4.47	62.46	125.41	12	24643	
2014	11	7	f1437	SB3	0.44	26.82	50.29	12	640	
2014	11	7	f1438	SB3	0.36	22.80	46.76	12	6080	
2014	11	7	f1439	SB2	4.46	59.27	116.09	12	1020	
2014	11	7	f1440	SB3	2.03	45.59	87.83	12	1496	
2014	11	7	f1441	SB2	5.03	62.57	123.04	13	36190	
2014	11	7	f1442	SB2	4.54	62.55	115.93	12	24000	
2014	11	7	f1443	SB2	2.64	48.18	97.00	12	4800	

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-9. 累計搜尋努力量與山椒魚捕獲率

地點	努力量 (人*小時)	估計搜尋 面積 m ²	捕獲隻數	時間捕獲率	面積捕獲率
巨木步道	172.5	41400	86	0.50	0.0021
大鹿林道西線	68.9	16540	8	0.12	0.0005
試驗棲地	34.7	8320	8	0.23	0.0010
蜜月小徑	28.7	6880	7	0.24	0.0010
大鹿林道東線	4.8	1160	0	0.00	0
界碑上	8.3	2000	0	0.00	0

四、山椒魚的食性分析和標記

2012 至 2014 年間捕獲 109 隻次(含 13 隻再捕捉)觀霧山椒魚，其中有洗胃(91 隻次)的山椒魚中，編號 f1203rc、f1213、f1224、f1304、f1316、f1402、f1408、f1411 及 f1433 等 9 隻有洗出胃內食餌，其餘 82 隻次中，15 隻洗出的胃內含物為碎屑。有洗出食餌與有洗出胃內含物(含食餌)的隻數比例分別為 9.9%與 16.4%，而未洗出任何東西的比率為 73.6%(圖 3-2-12)。食餌的類別有蜈蚣、馬陸、蚯蚓、鞘翅目、雙翅目與鼠婦等(表 3-2-10、圖 3-2-11)。目前食餌長度最長者為 f1433 洗出的蜈蚣片段，有 13.4 mm，推測觀霧山椒魚可以吃下體長大於 13 mm 長的獵物。

2013 年二月起開始收集山椒魚排遺，到 2013 年六月 21 隻次收集到排遺 15 份，排遺中有可供鑑別之食餌碎片者有 12 份，比例為 57%。碎片中類群數量前三多者依序為膜翅目鞘翅目、半翅目。胃內食餌和排遺中獵物類群共九類，其中只有三類是兩種方法共同採得的(表 3-2-11)。因此我們認為如觀霧山椒魚這類的保育類野生動物，洗胃法和排遺觀察要並行，方能獲得完整的食性資料。

臺灣產的五種山椒魚中，阿里山山椒魚(*H. arisanensis*)的食性被研究的最詳細，杜銘章&呂光洋(1982)發現兩隻阿里山山椒魚之胃內含物有鼠婦、鞘翅目與革翅目；其中一隻在泄殖腔還發現直翅目殘肢；陳世煌(1984)調查阿里山山椒魚胃含物主要有鞘翅目、雙翅目、鱗翅目、馬陸、蜈蚣和鼠婦；以洗胃法洗出的食餌有鞘翅目、鱗翅目、鼠婦和蜘蛛(林明杰 2007)。楚南氏山椒魚(*H. sonani*)方面，以檢視排遺的方法發現其獵物以鞘翅目和蜘蛛最多(林春富等 2009)；另外，張立宜(2011)發現合歡山地區的臺灣山椒魚(*H. formosanus*)和楚南氏山椒魚食性沒有差異，食物種類包含有膜翅目、蜘蛛目、鼠婦、蜈蚣和馬陸。我們做觀霧山椒魚食性分析，與先前研究比較，發現鞘翅目、蜈蚣、馬陸、蚯蚓與鼠婦為阿里山山椒魚、楚南氏山椒魚和觀霧山椒魚共有的獵物類群。

表 3-2-10. 觀霧山椒魚之胃內含物

山椒魚 編號	捕獲 月分	樣區	胃內 含物	長度 mm	山椒魚 編號	捕獲 月分	樣區	胃內 含物	長度 mm
f1205	4	SB2	碎屑		f1229	12	SB2	碎屑	
f1203rc	4	SB1	鼠婦	2.9	f1304	1	SB2	鞘翅目	4.2
f1203rc	4	SB1	鞘翅目	4.3	f1308	2	SB2	碎屑	
f1213	6	SW2	蜈蚣	9.5	f1309	2	SH	碎屑	
f1215	9	SB2	碎屑		f1306rc	3	EH	碎屑	
f1217	9	SW2	碎屑		f1315	4	SB2	碎屑	
f1205rc	10	SB2	碎屑		f1316	4	SB2	鼠婦片段	2.3
f1221	11	SB1	碎屑		f1402	3	SB1	鼠婦片段	2.5
f1222	11	SB1	碎屑		f1402	3	SB1	馬陸片段	8.7
f1223	11	SW2	碎屑		f1407	4	SB2	碎屑	
f1224	11	SH	直翅目腹部	3.1	f1408	4	SB2	雙翅目	7.9
f1224	11	SH	鞘翅目腹部	1.2	f1411	6	SB2	蜈蚣片段	9.2
f1224	11	SH	雙翅目	4.6	f1420	7	SB1	碎屑	
f1224	11	SH	馬陸片段	9	f1423	8	SB2	碎屑	
f1224	11	SH	蜈蚣片段	11.7	f1433	10	SB3	蜈蚣片段	5.2
f1229	12	SB2	碎屑		f1433	10	SB3	蚯蚓片段	13.4

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

表 3-2-11. 洗胃與排遺分析所得食餌類群

類群	洗胃	排遺
蟬蟎目		0
蜈蚣	0	0
馬陸	0	
鞘翅目	0	0
雙翅目	0	0
半翅目		0
膜翅目		0
直翅目	0	
等足目	0	
蚯蚓	0	

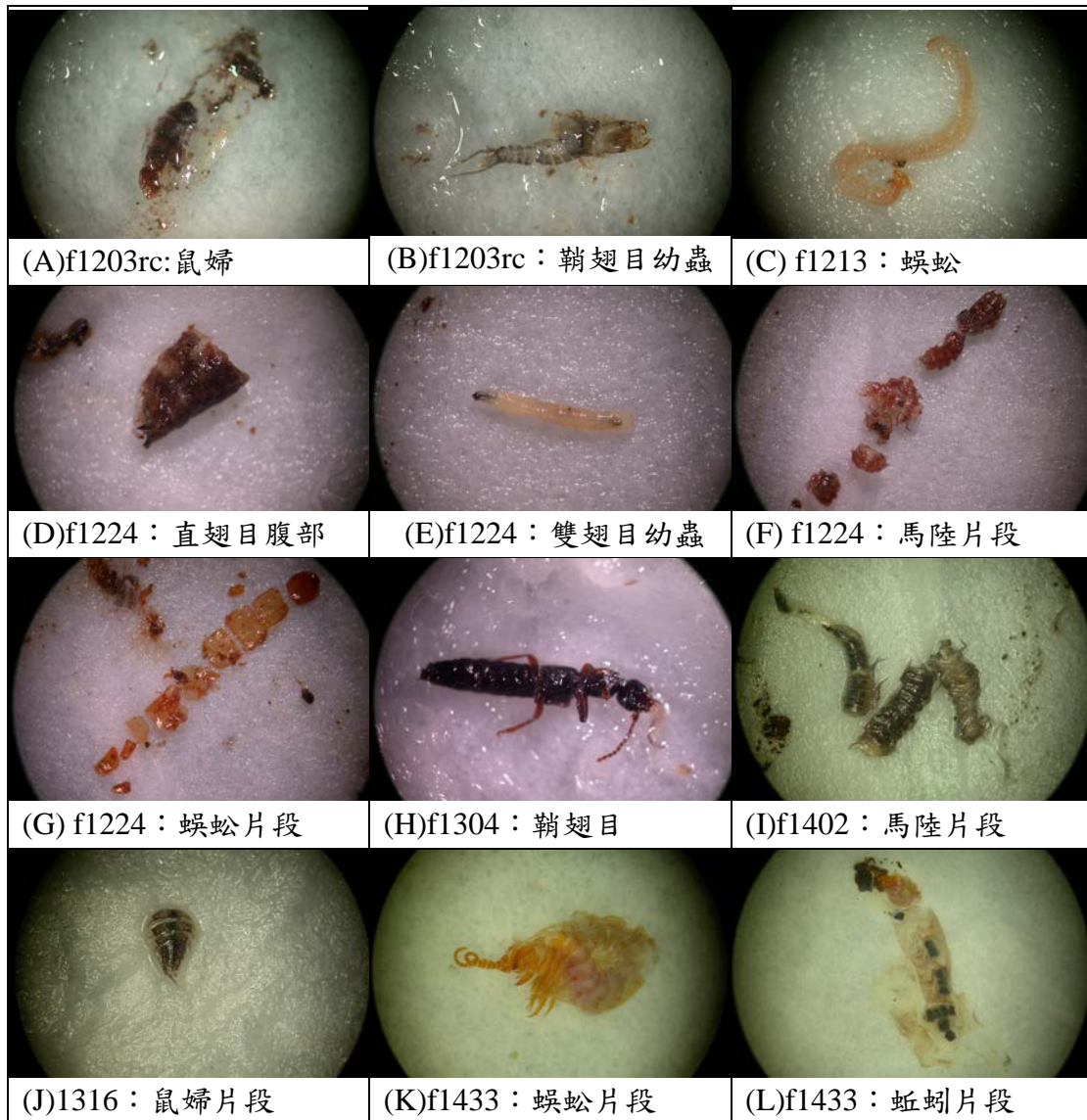


圖 3-2-11. 觀霧山椒魚之胃內食餌

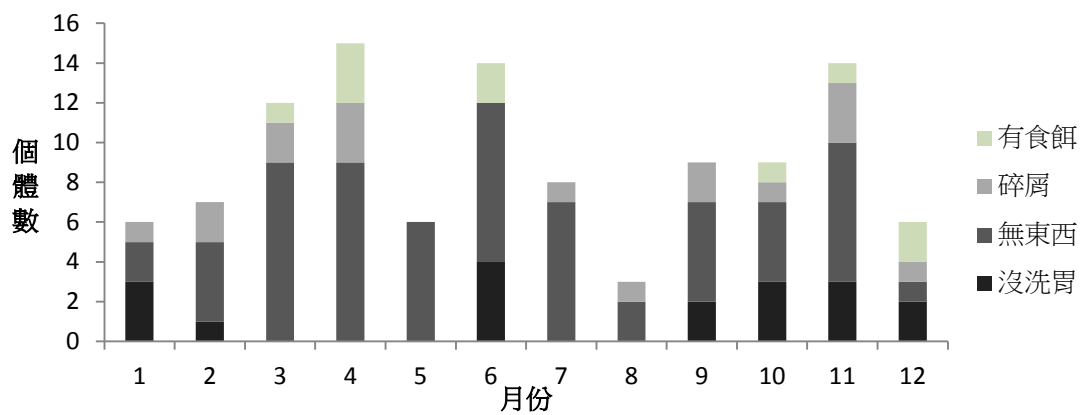


圖 3-2-12. 不同月份山椒魚洗胃成效

2012 至 2014 年間共捕獲 109 隻次，扣除 13 隻次的重複捕捉及一隻先前研究調查所標記的個體，其餘捕獲的 95 隻山椒魚皆為新捕獲，因此以螢光乳膠注射在尾巴基部的皮下做標記(表 3-2-12、圖 3-2-13)，或下頷花紋拍攝(圖 3-2-15)。以螢光乳膠標記美國保育類的小魚(*Etheostoma fonticola*)和蝾螈(*Eurycea nana*)後，色標留在個體上超過 244 天的比例高達 88%，且打色標不會影響蝾螈存活率和成長率(Phillips & Fries 2009)。在捕捉間隔時間最久的為 f1306，經過 534 天其尾部標記依然可以清楚辨識，下頷花紋也無明顯變化(圖 3-2-14)；其次是 f1309 的 396 天及 f1205 的 196 天。

2013 年的調查中我們發現，觀霧山椒魚上的斑點，足以作為個體辨識之用。在重複捕捉的個體中，其下頷花紋大小及位置皆無明顯改變，故於 2014 年 6 月後捕捉的所有個體，皆已拍照做紀錄(圖 3-2-15)，減少侵入式的行為。同時照片提供給管理處同仁作為解說教育之教材。

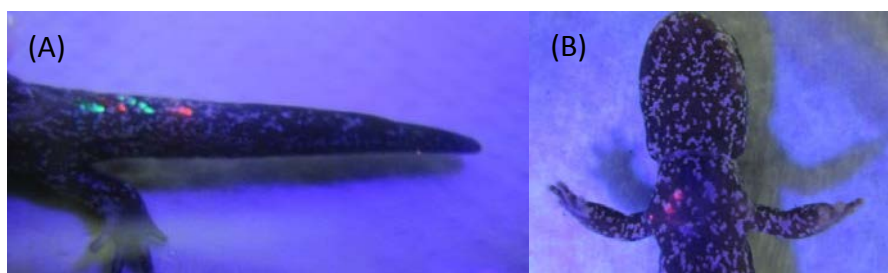


圖 3-2-13. 色標範例：(A) f1319，尾部基部左側，綠紅綠紅；(B) f1313，左前肢下方三點紅(為前人調查研究標記隻個體)

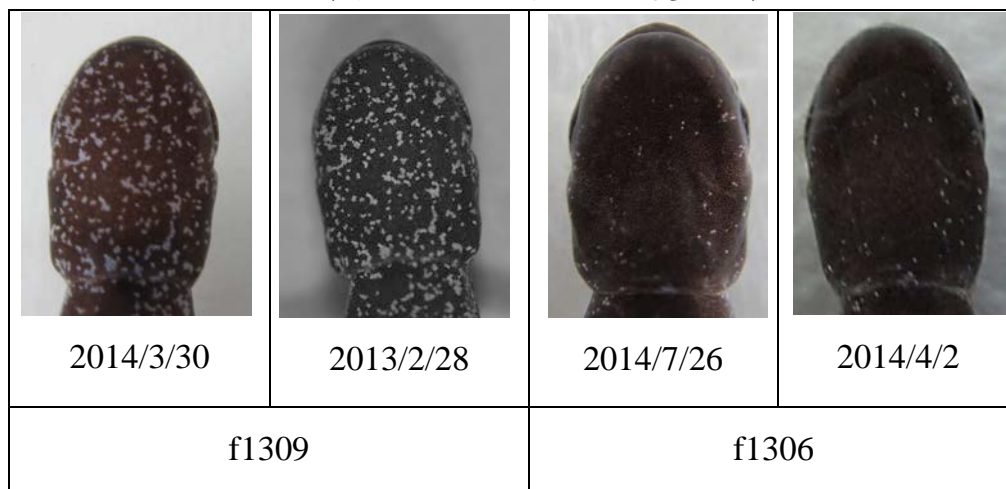


圖 3-2-14. 不同時間下頷花紋比較，以 f1306 及 f1309 為例

表 3-2-12. 山椒魚色標對照表(R：紅色、G：綠色、Y：黃色、P：粉紅色、O：橘色)

編號	尾部(左-右)	備註	編號	尾部(左-右)	備註
f1201	R - R		f1304	RY - /	
f1202	RR - RR		f1305	YRRR - /	
f1203	R - /		f1306	OPOO - /	
f1204	RR - /		f1307	OPPO - /	
f1205	RRR - /		f1308	OOPO - /	
f1206	G - /		f1309	OOPP - /	
f1207	GG - /		f1310	OPOP - /	
f1208	GGG - /		f1311	RRGG - /	
f1209	G - G		f1312	RRGR - /	
f1210	GG - G		f1313		PPP (左前肢)
f1211	Y - /		f1314	RGRR - /	
f1212	YY - /		f1315	RGGR - /	
f1213	YYY - /		f1316	GRRG - /	
f1214	Y - Y		f1317	GRGG - /	
f1215	YY - Y		f1318	GRRR - /	
f1216	P - /		f1319	GRGR - /	
f1217	PP - /		f1320	GGRG - /	
f1218	P - P		f1321	GGRR - /	
f1219	PPP - /		f1322	GGGR - /	
f1220	PP - P		f1323	OOOG - /	
f1221	RRRY - /		f1401	OOGG - /	
f1222	RRYY - /		f1402	OGOO - /	
f1223	RYYY - /		f1403	OGOG - /	
f1224	YYR - /		f1404	OGGO - /	
f1225		Y(左大腿)	f1405	OGGG - /	
f1226	RRRR - /		f1406	GOOO - /	
f1227	RRRG - /		f1407	GOOG - /	
f1228	RGRG - /		f1408	GOGO - /	
f1229	RGGG - /		f1409	OOGO - /	
f1230	GGGG - /		f1410	GOGG - /	
f1301	RRYR - /				
f1302	RYRR - /				
f1303	RYRY - /				



圖 3-2-15. 不同山椒魚個體下頷花紋

本計畫中所捕獲之山椒魚皆取其尾部組織(約 2 mm)，其中 10 隻有剪趾，長期調查下，所有再捕獲隻個體傷口都有癒合且逐漸復原的狀況，部分再捕獲時間間隔較長之個體，其尾部長度大於取組織前所測量的長度(圖 3-2-16)，足以證實觀霧山椒魚再生之能力。

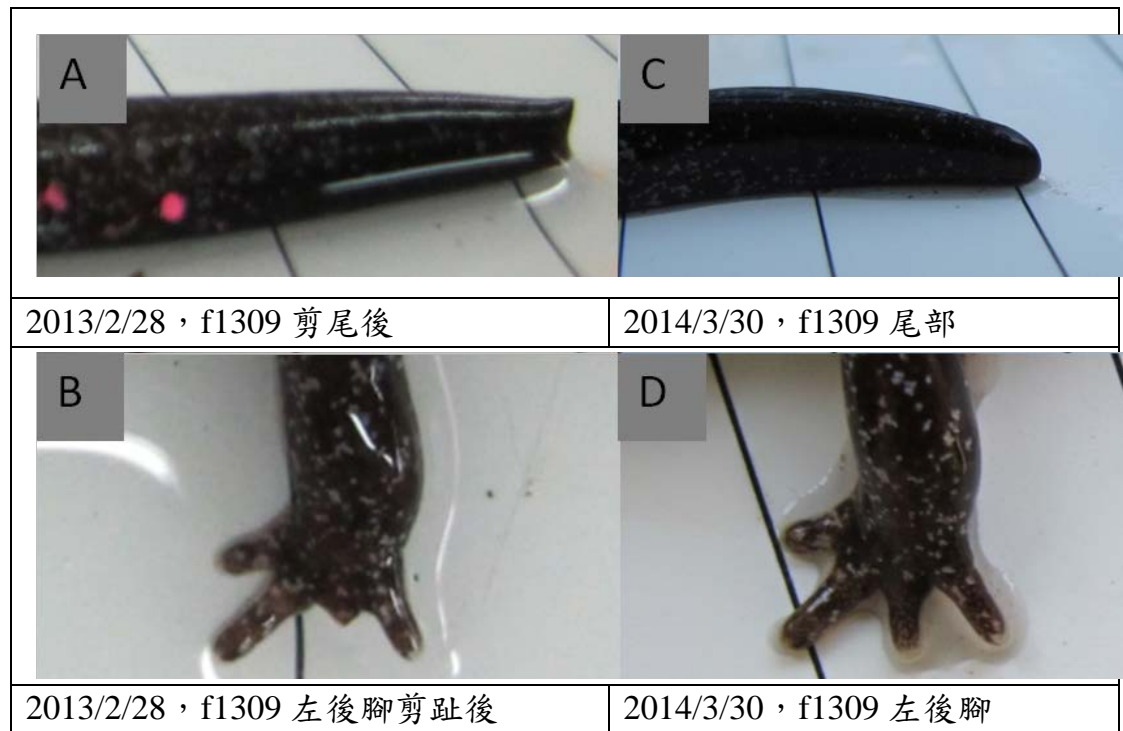


圖 3-2-16. 山椒魚組織再生比較圖

五、環境 DNA 調查

因 2012 年調查結果顯示，此方法不適用於觀霧山椒魚，故不再調查環境 DNA。

六、其它陸地脊椎動物調查與監測及觀霧山椒魚可能天敵調查

調查至 2014 年 11 月為止，共發現蜥蜴類有麗紋石龍子(*Plestiodon elegans*) 與短肢攀蜥(*Japalura brevipes*)各 1 隻、臺灣蜓蜥(*Sphenomorphus taiwanensis*)10 隻，蛇類有標蛇(*Achalinus niger*)7 隻，黑眉錦蛇(*Orthriophis teaniura friesi*)、史丹吉氏斜鱗蛇(*Pseudoxenodon stejnegeri stejnegeri*)3 隻與高砂蛇(*Elaphe mandarinus*)1 隻(表 3-2-13)。黑眉錦蛇是在襲擊其他研究團隊的人工巢箱時，被自動相機照下。除黑眉錦蛇外，其他種類都有在先前觀霧地區的研究調查計畫中被記錄過(李玲玲 2007; 歐辰雄等 2011)。2014 年 6 月於試驗棲地發現史丹吉氏斜鱗蛇，前人推測其為山椒魚之天敵，但此次調查無法直接證實其為山椒魚之天敵。

表 3-2-13. 爬蟲類之發現地點、種類及數量

年 月 日	地點	科別	種類	學名	數量	發現方式
2012 4 18	西線	石龍子科	麗紋石龍子	<i>Plestiodon elegans</i>	1	翻找石塊
2012 6 27	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	1	翻找石塊
2012 7 18	西線	飛蜥科	短肢攀蜥	<i>Japalura brevipes</i>	1	目擊
2013 2 27	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	1	翻找石塊
2013 3 16	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	1	翻找石塊
2013 11 6	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	1	翻找石塊
2014 3 29	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	2	翻找石塊
2014 4 21	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	3	翻找石塊
2014 6 9	試驗棲地	石龍子科	臺灣蜓蜥	<i>Sphenomorphus taiwanensis</i>	1	翻找石塊

表 3-2-13. 爬蟲類之發現地點、種類及數量(續)

年	月	日	地點	科別	種類	學名	數量	發現方式
2012	5	26	東縣	黃領蛇科	標蛇	<i>Achalinus niger</i>	1	翻找石塊
2012	5	26	賞鳥步道	黃領蛇科	黑眉 錦蛇	<i>Orthriophis teaniura</i> <i>friesi</i>	1	自動相機
2012	6	28	西線	黃領蛇科	標蛇	<i>Achalinus niger</i>	1	翻找石塊
2012	6	28	西線	黃領蛇科	高砂蛇	<i>Elaphe mandarinus</i>	1	目擊
2012	7	17	試驗棲地	黃領蛇科	標蛇	<i>Achalinus niger</i>	1	翻找石塊
2012	11	23	巨木步道	黃領蛇科	標蛇	<i>Achalinus niger</i>	1	目擊
2014	6	9	試驗棲地	黃領蛇科	史丹吉氏 斜鱗蛇	<i>Pseudoxenodon</i> <i>stejnegeri stejneri</i>	1	翻找石塊
2014	6	10	巨木步道	黃領蛇科	標蛇	<i>Achalinus niger</i>	3	翻找石塊
2014	11	8	巨木步道	黃領蛇科	史丹吉氏 斜鱗蛇	<i>Pseudoxenodon</i> <i>stejnegeri stejneri</i>	2	目擊

2012 年 11 月時監測山椒魚生態中心附近的小型哺乳類，共捕獲森鼠 (*Apodemus semotus*) 27 隻、高山白腹鼠 (*Rattus culturatus*) 5 隻、黑腹絨鼠 (*Eothenomys melanogaster*) 2 隻與臺灣長尾鼩 (*Episoriculus fumidus*) 1 隻(表 3-2-14)。將生態中心施工前(2010 年 11 月)、生態中心施工中(2011 年 1 月)的資料相比較，不論是小型哺乳類的物種組成或數量都沒有差異($\chi^2 = 16.4$, ns; $H = 0.201$, ns)，生態中心的施工不會影響附近的小型哺乳類。

表 3-2-14. 生態中心附近小型哺乳類種類及數量

種類	2010 年 11 月	2011 年 1 月	2012 年 11 月
黃鼠狼	1		
臺灣長尾鼩		2	1
黑腹絨鼠	11	8	2
森鼠	17	9	27
家鼯鼠	1		
高山白腹鼠	4	4	5
總數	34	23	35

各樣區及實驗棲地調查小型哺乳類哺，共捕獲森鼠(*Apodemus semotus*) 16 隻、高山白腹鼠(*Rattus culturatus*) 4 隻、黑腹絨鼠(*Eothenomys melanogaster*)及黃鼠狼各(*Mustela sibirica taivana*) 1 隻，其中位於大鹿西線的兩個樣點完全沒有捕獲任何個體(表 3-2-15)。

表 3-2-15. 各樣樣區及試驗棲地小型哺乳類種類及數量

年分	物種	樣區					
		EH	SB1	SB2	SH	SW1	SW2
2012	森鼠	4	2	3	3		
	高山白腹鼠		1				
	黑腹絨鼠	1					
2013	森鼠	3		1		-	
2014	黃鼠狼	1	-	-		-	
	高山白腹鼠	1	-	-	2	-	

* SW:大鹿林道西線；SB:巨木步道；SH:蜜月小徑；EH:試驗棲地

“-“表當年沒調查，SW1 於 2013 年 6 月遭土石流淹沒

2012 年 12 月至 2013 年 11 月於大鹿林道東線、大鹿林道西線及試驗棲地架設紅外線自動相機。大鹿林道西線僅裝設一台，但隔月就發現遭人為破壞，故西線不再裝設相機。大鹿林道東線共拍到 17 個物種，其中 7 種為臺灣特有種，7 為臺灣特有亞種；試驗棲地裝設一台，共拍攝到 4 個物種，因為於水道旁，拍攝到物種較為鳥類(表 3-1-16)。

表 3-2-16. 紅外線自動相機拍攝到物種列表

地點	物種	英文學名	保育等級	特有性
試驗棲地	栗背林鴉	<i>Erithacus johnstoniae</i>	III	臺灣特有種
試驗棲地	青背山雀	<i>Parus monticolus</i>	III	臺灣特有亞種
試驗棲地	白腹鶇	<i>Turdus pallidus</i>		
試驗棲地	臺灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>		臺灣特有亞種

保育等級 I：瀕臨絕種保育類；II：珍貴稀有保育類；III：其他應予保育類

表 3-2-16. 紅外線自動相機拍攝到物種列表(續)

地點	物種	英文學名	保育等級	特有性
東線	灰林鴿	<i>Columba pulchricollis</i>		
東線	深山竹雞	<i>Arborophila crudigularis</i>	III	臺灣特有種
東線	藍腹鵲	<i>Lophura swinhoii</i>	II	臺灣特有種
東線	金翼白眉	<i>Garrulax morrisonianus</i>	III	臺灣特有種
東線	藪鳥	<i>Liocichla steerii</i>	III	臺灣特有種
東線	臺灣山羊	<i>Naemorhedus swinhoei</i>	II	臺灣特有種
東線	山羌	<i>Muntiacus reevesi micrurus</i>	III	臺灣特有亞種
東線	臺灣野豬	<i>Sus scrofa taivanus</i>		臺灣特有亞種
東線	狗	<i>Canis lupus familiaris</i>		
東線	鼬獾	<i>Melogale moschata subaurantiaca</i>		臺灣特有亞種
東線	黃鼠狼	<i>Mustela sibirica taivana</i>		臺灣特有亞種
東線	白鼻心	<i>Paguma larvata taivana</i>	III	臺灣特有亞種
東線	穿山甲	<i>Manis pentadactyla pentadactyla</i>	II	臺灣特有亞種
東線	臺灣獼猴	<i>Macaca cyclopis</i>	III	臺灣特有種
東線	森鼠	<i>Apodemus semotus</i>		臺灣特有種
東線	赤腹松鼠	<i>Callosciurus erythraeus</i>		
東線	大赤鼯鼠	<i>Petaurista philippensis grandis</i>		臺灣特有亞種

保育等級 I：瀕臨絕種保育類；II：珍貴稀有保育類；III：其他應予保育類

七、山椒魚棲地的水質和棲地環境調查

山椒魚捕獲地點上下五公分平均溫度為 12.3 ± 3.6 °C、土壤平均濕度為 $74 \pm 18.5\%$ 、土壤平均酸鹼度為 6.3 ± 0.3 。土壤濕度及酸鹼度主要受到降雨的影響而變異較大，如 2012 年 10 月因降雨較少，該月捕獲 4 隻山椒魚地點的土壤平均濕度為 23%。

每趟調查時皆測量固定樣區三條一級溪流的水深、流速，但因溪流乾涸或因儀器失誤，並非每個月都有資料。我們將收集到的資料整理(圖 3-2-17)，發現這些一級溪流為間歇性溪流的形態，即便沒有流水，溪床上還是呈現潮濕的情況。固定樣點中 SW1 的溪流較寬，故其覆蓋度較其他樣區低(SW2 為 96%；SB1、SB2 為 95%；EH 為 92%；SW1 為 78%)。

我們在三個固定樣區(SW1、SB1 及 SB2)、大鹿林道東線、試驗棲地(EH)都有設置水溫和氣溫濕度記錄器(圖 3-2-24)，試驗棲地水溫比天然樣區高約 1°C。2011 年夏季時試驗棲地的水溫比天然樣區高約 3°C (歐辰雄 2011)，環境資料區缺失部分皆為記錄器遺失。各區最高水溫記錄都在 2012 年 7 月，SB1、SB2 的 7 月平均水溫在 15.0–15.3°C 之間，試驗棲地上、下池我們建議在其蓄水池上加遮蔽物，經詢問，觀霧管理站已在蓄水池上覆蓋黑色遮陽網，因此有明顯的降溫效果，讓試驗棲地水池的水溫和天然樣區更接近。根據所有設置之紀錄器顯示，2013 年底至 2014 年初之冬季，不管在溫溼度或是水溫，皆低於 2012 年底至 2013 年初之冬季。

三個固定樣區、試驗棲地的月均溫，除試驗棲地記錄器遺失外，最高皆出現在 7 月，各區 7 月均溫在 14.8–17.0°C 間。月平均濕度除 SW1 樣區 2012 年 3 月均濕為 76%，其他樣區或月分的記錄皆維持在 80% 以上，觀霧地區是潮濕的環境(圖 3-2-18 到圖 3-2-23)。

水質方面，pH 值與濁度在樣區間沒有顯著差異($H = 6.893$, ns; $H = 2.954$, ns)，各樣區水體酸鹼度都為中性到弱鹼性間，但試驗棲地水質酸鹼度變化

較大；濁度很低不過變異大，如 SB1 濁度變化在 0.2–4.0 NTU 之間，主要受到降雨的影響，若採樣時遇到降雨，濁度會較高。溶氧量和導電度在試驗棲地的兩個水池則顯著低於另外三處溪流樣區($H = 22.203, p < 0.001$)，導電度則是在試驗棲地及 SW2 顯著低於其他三個樣區($H = 40.914, p < 0.001$) (圖 3-2-25 到圖 3-2-28)。試驗棲地是池塘形式，溶氧量比溪流樣區低可以理解，不過是哪些因素使試驗棲地的水體導電度也比溪流樣區低，以及試驗樣區的酸鹼度和溪流樣區沒有差異，尚須更多的調查才能說明。

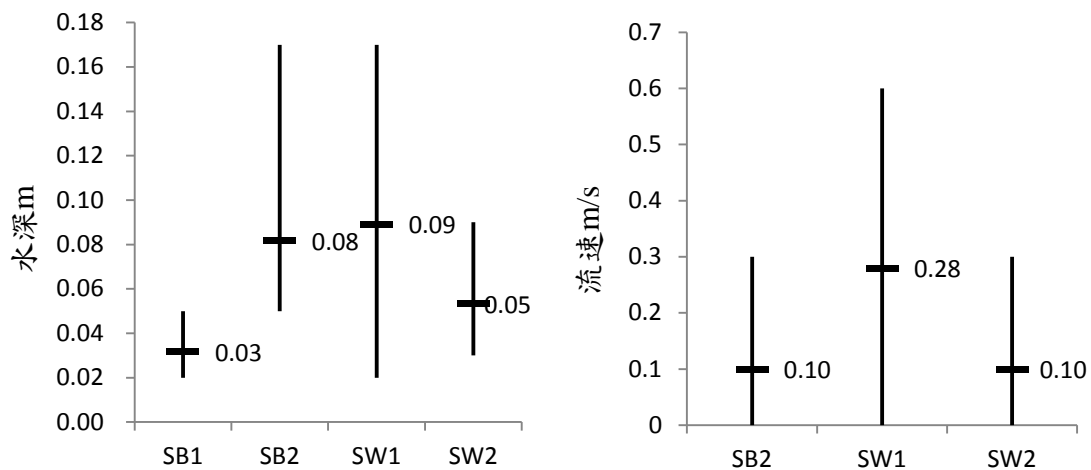


圖 3-2-17. 巨木林道及大鹿林道西線內之樣區(SB1、SB2、SW1 及 SW2)一級溪流水深、流速(SB1 樣區為伏流形態，水深、流速無法測量，故不做圖)

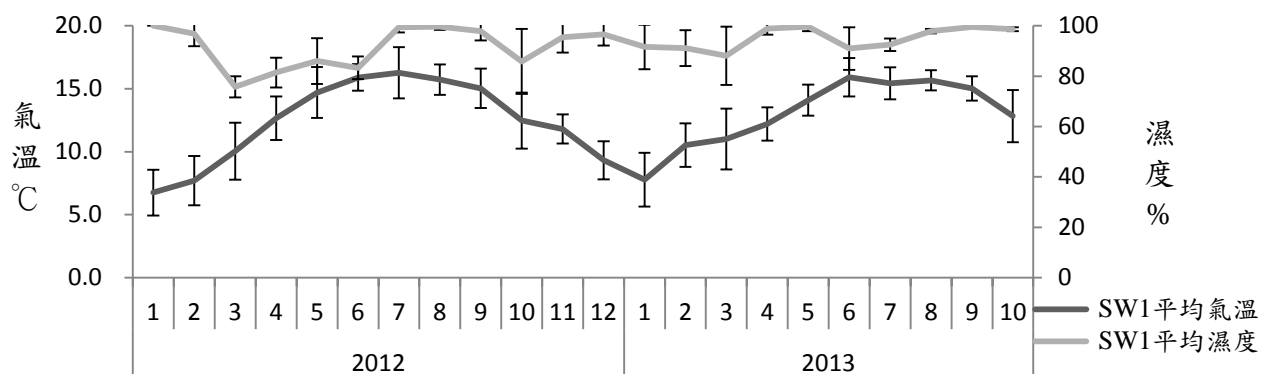


圖 3-2-18. SW1 樣區月均溫與平均濕度(SW:大鹿林道西線)

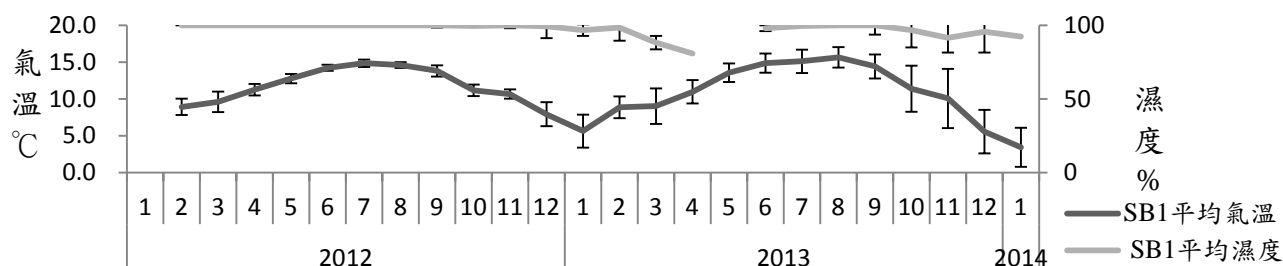


圖 3-2-19. SB1 樣區月均溫與平均濕度(SB:巨木林道)。

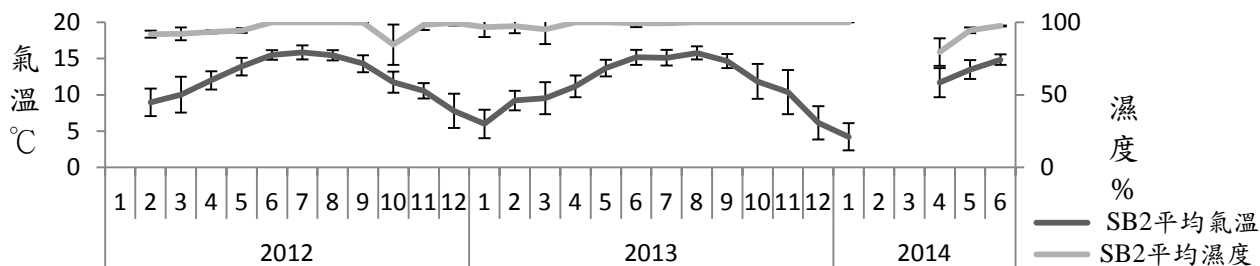


圖 3-2-20. SB2 樣區月均溫與平均濕度(SB:巨木林道)。

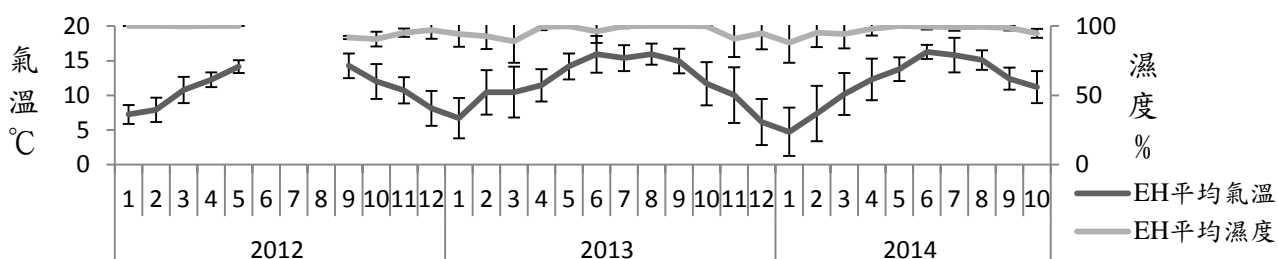


圖 3-2-21. 試驗棲地(EH)月均溫與平均濕度。

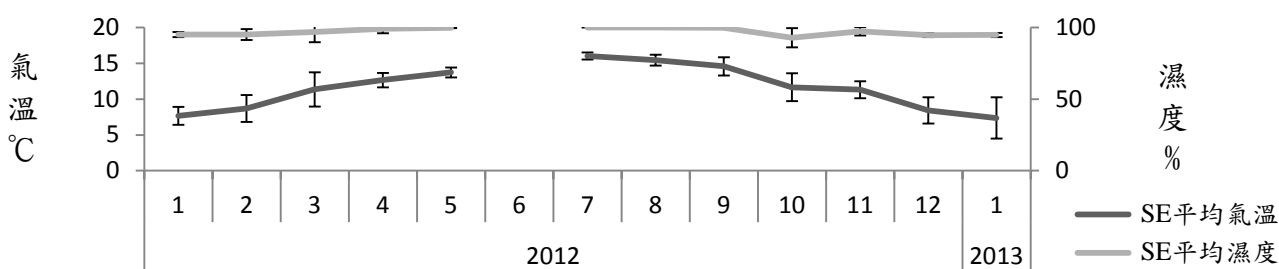


圖 3-2-22. 大鹿林道東線(SE)月均溫與平均濕度。

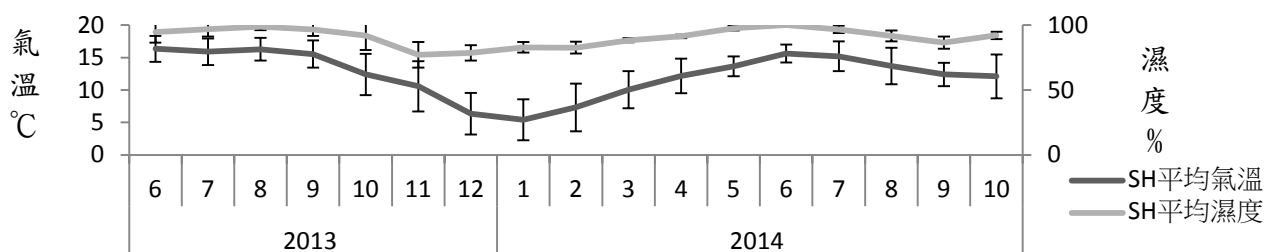


圖 3-2-23. 蜜月小徑(SH)月均溫與平均濕度

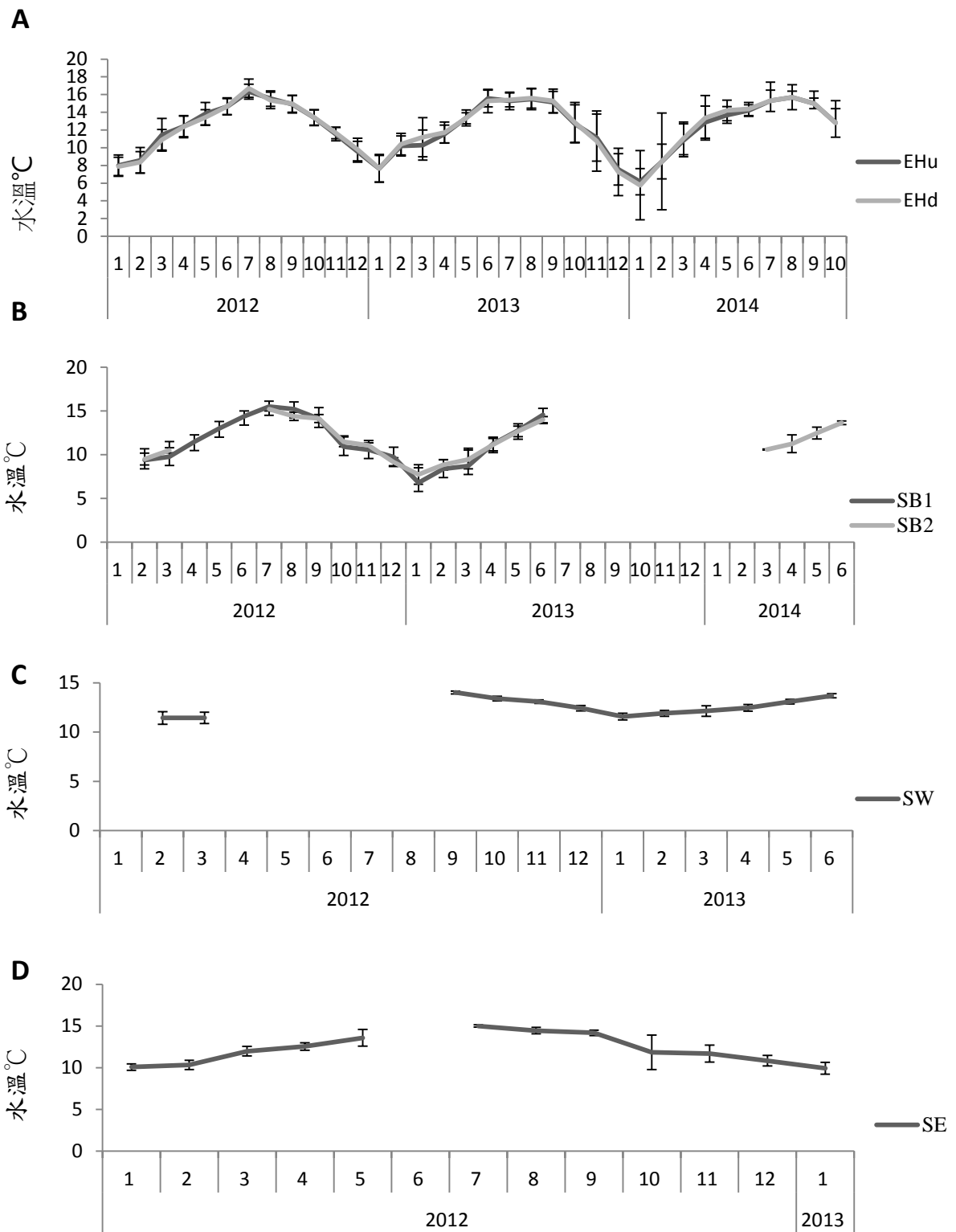


圖 3-2-24. 固定樣區、試驗棲地等樣區月平均水溫。圖 A:試驗棲地上池(EHu)與試驗棲地下池(EHd);圖 B:巨木林道樣區一(SB1)與樣區二(SB2);圖 C:大鹿林道西線(SW);圖 C:大鹿林道東線(SE)

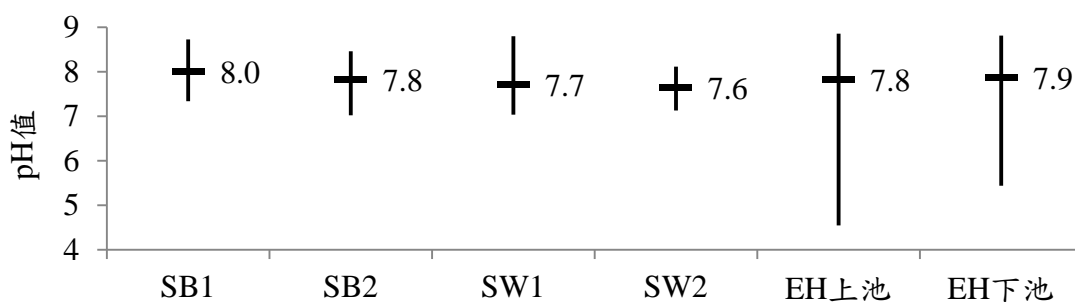


圖 3-2-25. 固定樣區與試驗棲地之水體 pH 最高、最低值與中位數值 (SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; EH: 試驗棲地)

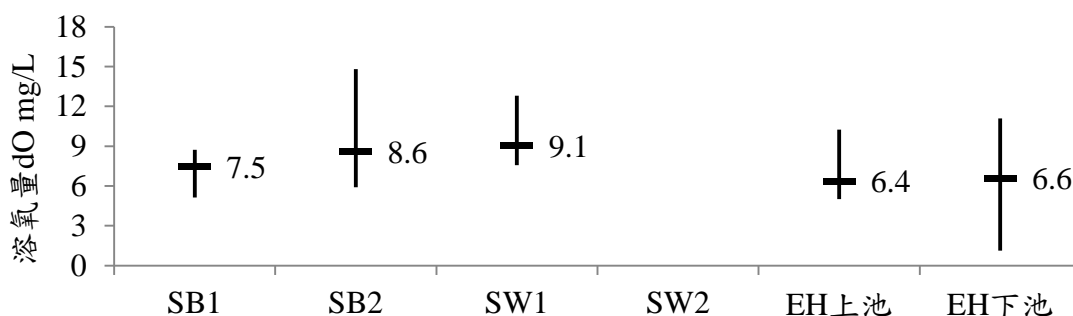


圖 3-2-26. 固定樣區與試驗棲地之水體最高、最低值與中位數溶氧量 (SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; EH: 試驗棲地)

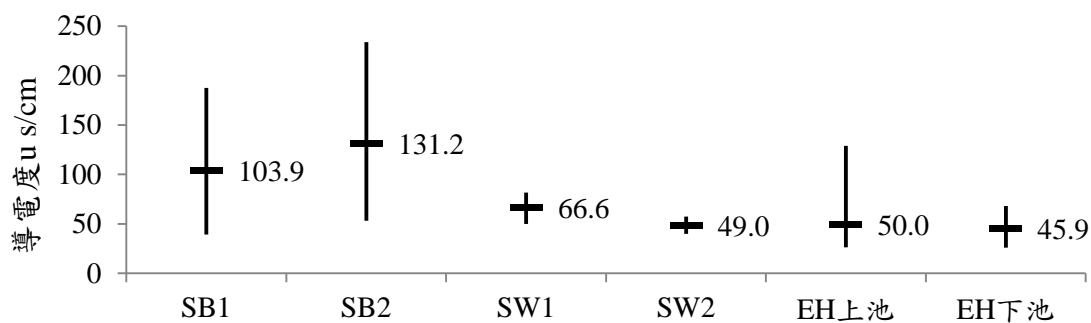


圖 3-2-27. 固定樣區與試驗棲地之水體最高、最低值與中位數導電度 (SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; EH: 試驗棲地)

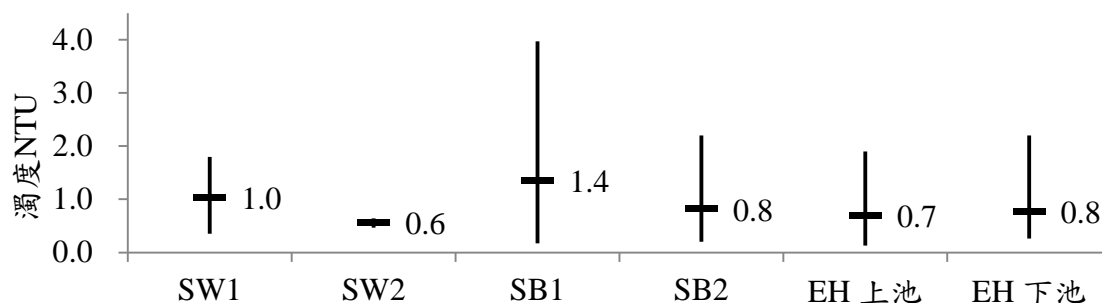


圖 3-2-28. 固定樣區與試驗棲地之水體最高、最低值與中位數濁度值 (SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; EH: 試驗棲地)

第三節 生物及環境資料庫建置

本計畫之生物及環境資料庫建置，係繼承「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」計畫網站的資料，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 關連式資料庫及 DarwinCore Archive 檔。連同「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，累計已收集植物、爬蟲類、兩生類、哺乳類等物種調查資料共 20432 筆，涵蓋 2 界 5 門 8 綱 62 目 128 科 496 種生物物種以及氣象資料 7863 筆。所有調查資料，均上網供使用者查詢，網址：<http://guanwu.biodiv.tw> (如圖 3-3-1、圖 3-3-2)，使用者可使用以下任一種方法查詢。

(1) 由地圖查資料(如圖 3-3-3)

提供觀霧地區 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(如圖 3-3-4)

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(如圖 3-3-5)

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。

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查



圖 3-3-1. 網站首頁及計畫簡介(<http://guanwu.biodiv.tw>)

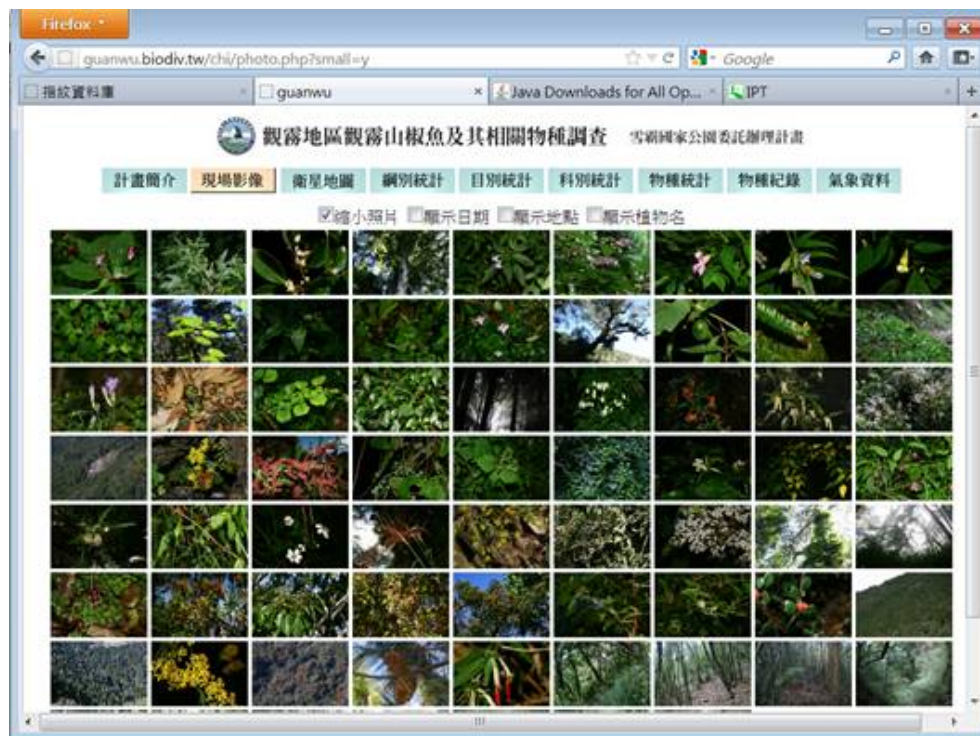


圖 3-3-2. 調查現場及相關物種之照片

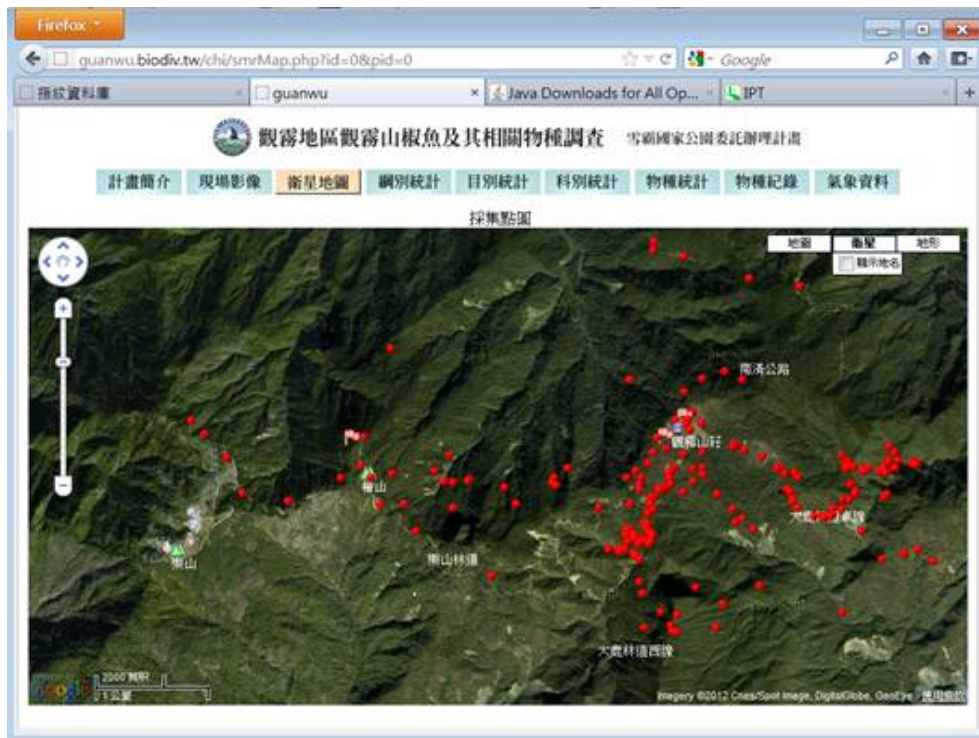


圖 3-3-3. 衛星影像及測站位置

門名	門	綱名	綱	目名	目	科名	科	筆數
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Scrophulariales	玄參目	Acanthaceae	爵床科	71
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Sapindales	無患子目	Aceraceae	槭樹科	137
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Theales	茶目	Actinidiaceae	繭櫚核科	11
Pteridophyta	蕨類植物門	Filicopsida	真蕨綱	Polypodiales	水龍骨目	Adiantaceae	鐵線蕨科	15
Chordata	脊索動物門	Reptilia	爬蟲綱	Squamata	有鱗目	Agamidae	飛蜥科	7
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Caryophyllales	石竹目	Amaranthaceae	莧科	2
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Sapindales	無患子目	Anacardiaceae	漆樹科	5
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Gentianales	龍膽目	Apocynaceae	夾竹桃科	23
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Celastrales	衛矛目	Aquifoliaceae	冬青科	233
Magnoliophyta	木蘭植物門	Liliopsida	百合綱	Arales	天南星目	Araceae	天南星科	28
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Apiales	繖形目	Araliaceae	五加科	156
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Aristolochiales	馬兜鈴目	Aristolochiaceae	馬兜鈴科	9
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Gentianales	龍膽目	Asclepiadaceae	蘿藦科	4
Pteridophyta	蕨類植物門	Filicopsida	真蕨綱	Polypodiales	水龍骨目	Asplenaceae	鐵角蕨科	34
Pteridophyta	蕨類植物門	Filicopsida	真蕨綱	Polypodiales	水龍骨目	Athyriaceae	蹄蓋蕨科	137
Magnoliophyta	木蘭植物門	Magnoliopsida	木蘭綱	Santalales	檀香目	Balanophoraceae	蛇菰科	3

圖 3-3-4. 調查物種科別統計

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查 雪霸國家公園委託辦理計畫

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 氣象資料

生物物種調查紀錄 測站 關閉 搜尋 共 13073 筆

測站	科名	學名	調查日	地點	海拔	經度	調查者	調查方法	鑑定者	內容
1	Poaceae	<i>Yushania nitakayamensis</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Celastraceae	<i>Euonymus spraguei</i>	2010-10-02	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Rosaceae	<i>Rubus taiouensis aculeatiflorus</i>	2010-10-03	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Rosaceae	<i>Photinia nitakayamensis</i>	2010-10-04	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Athyriaceae	<i>Athyrium subrigescens</i>	2010-10-05	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Poaceae	<i>Yushania nitakayamensis</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Saxifragaceae	<i>Hydrangea integrifolia</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Celastraceae	<i>Euonymus spraguei</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Davalliaceae	<i>Araioetesia parvipinnata</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Polypodiaceae	<i>Lepisorus pseudo-ussuriensis</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Symplocaceae	<i>Symplocos migoi</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Dryopteridaceae	<i>Arachniodes rhomboides</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Lardizabalaceae	<i>Stauntonia obovatifolia</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Lauraceae	<i>Neolitsea acuminatissima</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Rutaceae	<i>Zanthoxylum scandens</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Salicaceae	<i>Salix fulvopubescens</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Athyriaceae	<i>Athyrium subrigescens</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Poaceae	<i>Yushania nitakayamensis</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Plagiogmaceae	<i>Plagiogryia euphlebia</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Dryopteridaceae	<i>Arachniodes rhomboides</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Lauraceae	<i>Neolitsea acuminatissima</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Melastomataceae	<i>Sarcopyramis napalensis bodinieri</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗
1	Poaceae	<i>Yushania nitakayamensis</i>	2010-10-01	雲霧觀霧植物測站	24,499.75	121.09443	王侯開		王侯開	🔗

圖 3-3-5. 調查物種紀錄

Logged in as greeth@isnp.gov.tw Account Logout

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

Home Manage Resources About

Resources you have rights to manage

Name	Type	Records	Last Modified	Visibility	Organisation
Guameu Animal	occurrence_checklist	142	2011-11-25	Private	Not Registered
Guameu 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
WILTERM Amphibia	occurrence_checklist	696	2011-11-22	Private	Not Registered
WILTERM Aves	occurrence_checklist	196	2011-11-22	Private	Not Registered
WILTERM Fish	occurrence_checklist	331	2011-11-22	Private	Not Registered
WILTERM Land Insect	occurrence_checklist	26,039	2011-11-22	Private	Not Registered
WILTERM Plant	occurrence_checklist	39,640	2011-11-22	Private	Not Registered
WILTERM Water Insect	occurrence_checklist	5,556	2011-11-22	Private	Not Registered

Create New Resource

You can create a new blank resource or upload an existing resource saved as a zipped Darwin Core archive. A short name is required as an identifier for the resource within this IPT installation. Please use only alphanumeric characters, hyphens, or underscores.

圖 3-3-6. 生物資料均匯入 IPT 站

本計畫之生物及環境資料庫中的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, IPT) (如圖 3-3-6)，轉換成 Drawin Core Archieve 格式(內含 Ecological Metadata Language 格式)，以利資料分析運用。

本計畫之生物及環境資料庫中的每筆資料均賦于全球唯一識別碼，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 3-3-7。依照 LSID 格式，本計畫建立的資料使用「urn:lsid:guanwu.biodiv.tw:observation:」加資料流水號，作為全球唯一識別碼(如圖 3-3-8)。

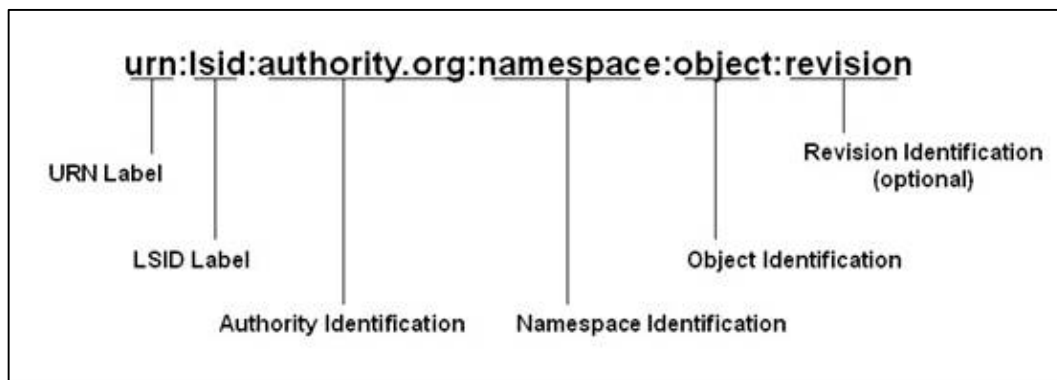


圖 3-3-7. LSID 格式

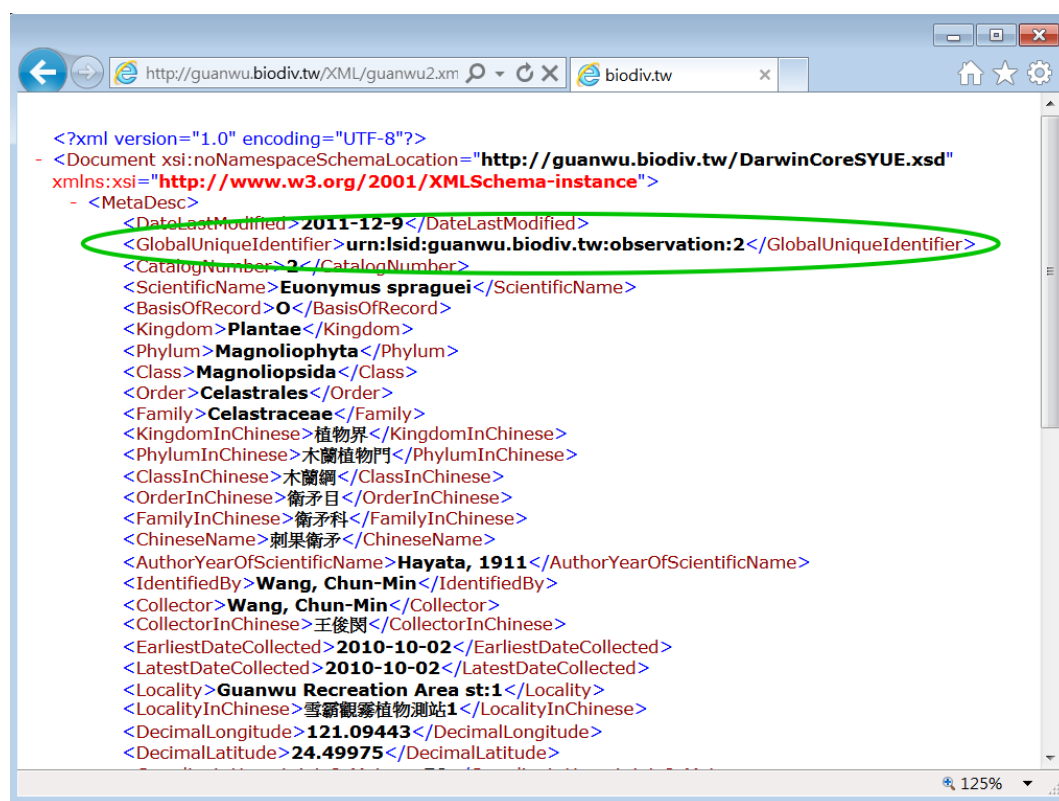


圖 3-3-8. 觀霧資料 LSID 範例

本計畫收集的原始生態調查資料，將以 XML 及資料庫及 Darwin Core Archive 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(觀霧山椒魚的分佈座標均簡化為小數點以下兩位，以保護此物種)。

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、科學研究、經營管理之參考。

第四章 結論與建議

第一節 結論

一、植物生態調查及感測器網路系統建構

1. 2012 年以電子經緯儀實施測量觀霧山椒魚試驗棲地，標示步道、水域、林木之位置，並對區內林木實施鑑定、掛牌、測量、定位等工作，相關圖資已轉換至 ArcGIS 地理資訊系統(TWD97)，目前試驗棲地內許多原生之闊葉樹種生長茂盛，在 2012 年期間計有臺灣二葉松 3 株、臺灣赤楊 2 株、臭辣樹 1 株因生長勢衰退而枯死。2013 年山椒魚試驗棲地內所有喬木之全面普查，已發現部分二葉松等林木因植群演替而自然衰退枯死，但另有部分植物由小苗晉級生長至胸徑 1 cm 以上，已加以新增編號及定位。2014 年計有臺灣二葉松(NO. 118)、蓮草(NO. 235, 236)、山櫻花(NO. 345)及狹葉莢蒾(NO. 352)等自然枯死，先前工程栽植之榔榆(NO.177)接近枯死，總計全部已掛牌監測之林木共 368 株。本計畫之表 3-1-2 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料表及圖 3-1-3 之林木監測分布圖，可提供管理處未來自行監測使用。另由雙向矩陣群團分析顯示，目前試驗棲地喬木層仍以陽性樹種臺灣二葉松與臺灣赤楊為主要優勢，另小喬木以玉山假沙梨、大葉石櫟、臺灣紅榨槭、卡氏槭、山胡椒等為優勢，就長期演替趨勢來看，本計畫所種植之觀霧當地原生樹種將逐漸取代原先火燒後形成之臺灣二葉松林相。
2. 由試驗棲地已發現觀霧山椒魚之結果可知，目前試驗棲地之環境適合觀霧山椒魚生育，建議避免人為之干擾、即時拔除外來草種、多樣化植入特色植物、注意穩定水源之供應；2013 年開始針對原始林與試驗棲地之間的二葉松與芒草地進行改善，協同復育所需之苗木培育，並於 2013.06.28-30、2013.10.03-04、2014.05.03-04、2014.07.05-06 配合天候

執行實際栽植工作，包括臺灣紅榨槭、尖葉槭、森氏槭、狹葉高山槭、牛樟、臺灣烏心石、山桐子、三斗石槭、大葉石槭、臺灣蘋果、高山藤繡球等苗木，並搬運枯枝落葉及至水溝挖取腐植質於種植區撒佈，藉以補充未來地被層之種源，建議管理處可將志工工作假期列為長期工作計畫。另 2013 年已有 2 次臺灣野豬進入試驗棲地破壞之情況，建議能在第一時間內及時予以處理。

3. 配合觀霧山椒魚出現地點進行野外棲地之調查，於大鹿林道西線(SW1)及檜山巨木步道(SB1、SB2、SB3)三處固定調查地點，以及發現山椒魚之大鹿林道西線另一地點(SW2)及蜜月小徑(SH1)，共設置 18 個山椒魚棲地植物社會樣區，記錄維管束植物 70 科 129 屬 205 種，主要林型為香杉—卡氏槭型(*Cunninghamia konishii* — *Castanopsis cuspidata* var. *carlesii* type)與柳杉型(*Cryptomeria japonica* type)。由上述 18 個山椒魚野外棲地樣區之樹種資料分析結果及所記錄之植物名錄可知，當人工林少受干擾後，則許多原生樹種將逐步入侵造林地，漸次恢復觀霧地區之原始植物社會的組成與功能，目前觀霧山椒魚亦能在此逐漸恢復天然植群之造林地中生育。
4. 2012 年配合觀霧山椒魚生態中心之啟用，進行生態中心周邊之綠美化，因所選擇之種類均為觀霧當地之原生種，大部分種類均能適應生長，各區塊以改善前後之圖示來配合說明其成效，包括停車場旁綠地(霧社櫻、玉山懸鉤子等)、入口兩側(八角蓮、硃砂根等)、聯外道路兩側(臺灣杜鵑、笑靨花等)、後方花圃及圍籬(細葉杜鵑、臺灣羊桃等)、建物旁花台(海螺菊、小白頭翁等)、木棧道旁草坪(玉山石竹、臺灣檫樹等)。建議未來每年至少實施 2 次選擇性野草拔除，僅保留原生植物，即刻拔除外來種，日常維護之原則為在生態中心周邊可採較單純、庭園式的方式，而生態中心則可採較自然、多樣化的植栽配置。
5. 完成棣慕華鳳仙花、黃花鳳仙花、紫花鳳仙花之基本性狀量測，並建置

三種鳳仙花之培育區，架設三組感測器網路系統，三種鳳仙花中以棣慕華花鳳仙花之小苗最慢萌芽且最早枯萎。東方蜜蜂與威氏熊蜂是觀霧地區三種鳳仙花主要的傳粉昆蟲，而另一種外型相近似的熊蜂 *Bombus hyponorum*，則會從花距末端處盜取花蜜。授粉試驗結果顯示，三種鳳仙花可能均能自花授粉、結實、天然下種更新。

二、觀霧山椒魚及相關動物調查

1. 固定樣區與試驗棲地的底棲無脊椎動物類群個體數前三多者依序為蟬蟎目、彈尾目與雙翅目。水中無脊椎動物類群前三多者依序為蜉蝣目、雙翅目與毛翅目。固定樣區間與試驗棲地的底棲無脊椎動物組成相似，固定樣區水中無脊椎動物組成亦同。
2. 捕獲山椒魚地點的底棲無脊椎動物類群個體數前三多者依序為蟬蟎目、彈尾目與雙翅目。類群組成百分比與固定樣區沒有顯著差異。
3. 至 2014 年 11 月，共捕獲 109 隻次觀霧山椒魚，其中 13 隻為再捕獲。捕獲率在巨木步道最高為 0.5 隻/人×小時；面積捕獲率為 0.0021 隻/m²。捕獲數量最多的地點為巨木步道，且捕獲的觀霧山椒魚中有一隻為前人調查研究所標記隻個體。
4. 捕獲的山椒魚以洗胃法搭配排遺分析，發現觀霧山椒魚食餌類群有：蟬蟎目、蜈蚣、馬陸、鞘翅目、雙翅目、半翅目、膜翅目、膜翅目、等足目及蚯蚓等 10 個類群。兩種方法獲得類群數量不一，同時使用可獲得更完整食性資料。
5. 經再捕捉證實，螢光乳膠標可至少保留 534 天，且觀霧山椒魚身上的白點(班)有個體差異，利用其下頷花紋可做為個體辨識的依據之一，建議往後監測調查，持續累積下頷花紋資料，以了解長時間下花紋是否改變。

6. 觀霧山椒魚具有再生能力，取組織後約 390 天，尾部已完全復原(剪尾後長度：21.89 mm；再捕捉時尾長：25.37 mm)，但剪趾部位並沒有恢復到原本的長度(圖 3-2-19)，復原時間有待進一步研究。
7. 調查期間發現的爬蟲類有麗紋石龍子、臺灣蜓蜥、短肢攀蜥、標蛇、黑眉錦蛇、史丹吉氏斜鱗蛇與高砂蛇。臺灣蜓蜥僅出現在試驗棲地周邊，其他固定樣區並無發現，推測主要原因為試驗棲地林下鬱閉度較低。
8. 山椒魚生態中心附近地棲小型哺乳類監測發現有臺灣長尾鼯、黑腹絨鼠、森鼠與高山白腹鼠等四種，不論物種組成或數量皆和生態中心施工前、施工中沒有差異。在各樣區及實驗棲地調查地棲小型哺乳類，發現有森鼠、高山白腹鼠、黑腹絨鼠及黃鼠狼等四種，位於大鹿西線的兩個樣點完全沒有捕獲任何個體。

三、生物及環境資料庫建置

1. 本計畫之生物及環境資料庫建置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。
2. 本計畫繼承「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」計畫網站的資料，累計已收集植物、爬蟲類、兩生類、哺乳類等物種調查資料共 20432 筆，涵蓋 2 界 5 門 8 綱 62 目 128 科 496 種生物物種以及氣象資料 7863 筆。
3. 本計畫網站首頁之網址為 <http://guanwu.biodiv.tw>，收錄現場調查資料及相關物種之相片，使用者可由地圖、生物分類階層、調查記錄清單等方法查詢資料。
4. 本計畫收集的原始生態調查資料，將以 XML、資料庫、Drawin Core

Archive 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(觀霧山椒魚的分佈座標均簡化為小數點以下兩位，以保護此物種)。

第二節 建議

(一)、立即可行之建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：學術機構或 NGO 團體

建議：觀霧山椒魚生態中心應用原生植物進行綠美化工作已具初步成效，不僅未引入任何一種外來植物，同時廣泛應用不同特質的原生植物營造各式景觀，建議未來仍應堅持以觀霧原生特色植物進行綠美化之原則；然植物社會具有四季變化及消長現象，須進行最低程度的管理，建議其維護原則為生態中心周邊傾向單純、庭園式，而生態中心外圍傾向自然、多樣化，除景觀綠美化之目的外，未來亦可由解說員或志工發展在地的特色植物解說素材。

(二)、長期性建議

主辦機關：雪霸國家公園管理處

協辦機關：學術機構或 NGO 團體

建議一：觀霧山椒魚試驗棲地已完成大致之營造，研究期間共發現 3 隻觀霧山椒魚，建議未來對區內之植物、水域等可適時監測

並隨時調整，如於補植常綠樹種以遮蔽過強之陽光、注意水源之供給及水道之淤積等，同時建議未來能持續改善試驗棲地與原始林之間的芒草地，俾利山椒魚能長久於此環境自然繁衍，達成復育與環教之多重目的。

建議二：觀霧山椒魚試驗棲地及生態中心之改善，已結合國家公園志工以工作假期方式進行，參與棲地復育及生態綠美化之志工藉由實際的親自執行，不僅能夠真切的感受並認同生態復育之理念，也有助於將感受理念分享給一般民眾，同時達成保育目標與環境教育功能，建議未來可將志工甚至一般民眾參與的工作假期列為常態性的活動。

附錄一、簡便生態資料格式

1-1. 簡便生態資料格式-計畫資料表

欄位名稱	欄位說明
計畫名稱	該調查計畫的名稱
執行期限	該調查計畫執行起迄期限
委託單位	該調查計畫的委託單位
執行單位	該調查計畫的執行單位
主持人英文姓名	主持人英文姓名
主持人中文姓名	主持人中文姓名
主持人地址	主持人普通郵件地址
主持人 E-Mail	主持人 E-Mail
協同主持人姓名	協同主持人姓名
調查方法摘要	調查方法摘要
計畫摘要	計畫摘要

1-2 簡便生態資料格式-測站資料表(調查時間地點資料表)

欄位名稱	欄位說明
時間地點代號	此代號為主資料表同名欄位的參照關連欄位(自行編號)
緯度	十進位緯度
經度	十進位經度
經緯度誤差	單位： m
調查日期時間	調查日期時間
調查地(英文)	主持人中文姓名
調查地(中文)	主持人普通郵件地址
最低海拔高度	主持人 E-Mail
最高海拔高度	協同主持人姓名
最淺深度	單位： m
最深深度	單位： m
pH 值	
溫度	單位：攝氏度
底質	
調查點描述	
其他環境測值	可自行增加環境測值欄位

1-3 簡便生態資料格式-調查資料表(主資料表)

欄位名稱	欄位說明
時間地點代號	此代號為測站資料表同名欄位的關連欄位
科名	調查物種的拉丁科名
學名	調查物種的拉丁學名
個體數(面積/密度)	個體數(面積/密度)
體長範圍	體長範圍
單位	體長單位
生物量	生物量
單位	生物量單位
調查者英文名	調查者英文姓名
調查者中文名	調查者中文姓名
調查方法	調查方法
鑑定者英文名	鑑定者英文名
鑑定者中文名	鑑定者中文名

附錄二、觀霧山椒魚試驗棲地植物名錄

一、蕨類植物

1. PLAGIOGYRIACEAE 瘤足蕨科

(1) *Plagiogyria formosana* Nakai 臺灣瘤足蕨

2. DENNSTAEDTIACEAE 碗蕨科

(2) *Dennstaedtia scabra* (Wall. ex Hook.) Moore 碗蕨

(3) *Histiopteris incisa* (Thunb.) J. Sm. 栗蕨

3. DAVALLIACEAE 骨碎補科

(4) *Araiostegia parvipinnata* (Hayata) Copel. 小膜蓋蕨

4. PTERIDACEAE 鳳尾蕨科

(5) *Pteris wallichiana* Ag. 瓦氏鳳尾蕨

5. DRYOPTERIDACEAE 鱗毛蕨科

(6) *Arachniodes pseudo-aristata* (Tagawa) Ohwi 小葉複葉耳蕨

(7) *Arachniodes rhomboides* (Wall. ex Mett.) Ching 斜方複葉耳蕨

(8) *Dryopteris formosana* (H. Christ) C. Chr. 臺灣鱗毛蕨

(9) *Peranema cyatheoides* D. Don 柄囊蕨

6. THELYPTERIDACEAE 金星蕨科

(10) *Parathelypteris beddomei* (Baker) Ching 縮羽金星蕨

7. ATHYRIACEAE 蹄蓋蕨科

(11) *Diplazium dilatatum* Blume 廣葉鋸齒雙蓋蕨

(12) *Diplazium kawakamii* Hayata 川上氏雙蓋蕨

(13) *Diplazium mettenianum* (Miq.) C. Chr. 深山雙蓋蕨

8. POLYPODIACEAE 水龍骨科

(14) *Lepisorus pseudo-ussuriensis* Tagawa 擬烏蘇里瓦韋

(15) *Polypodium amoenum* Wall. ex Mett. 阿里山水龍骨

(16) *Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. 石韋

(17) *Pyrrosia sheareri* (Bak.) Ching 廬山石韋

二、裸子植物

9. PINACEAE 松科

- (18) *Pinus taiwanensis* Hayata 臺灣二葉松

10. TAXODIACEAE 杉科

- (19) *Cunninghamia konishii* Hayata 香杉

11. CUPRESSACEAE 柏科

- (20) *Calocedrus macrolepis* Kurz var. *formosana* (Florin) Cheng & L.K. Fu.

臺灣肖楠

三、雙子葉植物

12. BETULACEAE 樺木科

- (21) *Alnus formosana* (Burkill ex Forbes & Hemsl.) Makino 臺灣赤楊

13. FAGACEAE 殼斗科

- (22) *Castanopsis cuspidata* (Thunb. ex Murray) Schottky var. *carlesii*

(Hemsl.) Yamaz. 卡氏槲

- (23) *Cyclobalanopsis morii* (Hayata) Schottky 森氏櫟

- (24) *Cyclobalanopsis stenophylloides* (Hayata) Kudo & Masam. ex Kudo

狹葉高山櫟

- (25) *Pasania kawakamii* (Hayata) Schottky 大葉石櫟

14. ULMACEAE 榆科

- (26) *Ulmus parvifolia* Jacq. 榔榆

- (27) *Ulmus uyematsui* Hayata 阿里山榆

15. URTICACEAE 蕁麻科

- (28) *Debregeasia orientalis* C. J. Chen 水麻

- (29) *Pellionia radicans* (Sieb. & Zucc.) Wedd. 赤車使者

- (30) *Pilea aquarum* Dunn subsp. *brevicornuta* (Hayata) C. J. Chen

短角冷水麻

- (31) *Pilea matsudai* Yamamoto 松田氏冷水麻

- (32) *Pilea melastomoides* (Poir.) Wedd. 野牡丹葉冷水麻
16. POLYGONACEAE 蓼科
- (33) *Polygonum chinense* L. 火炭母草
- (34) *Polygonum thunbergii* Sieb. & Zucc. 戟葉蓼
17. MAGNOLIACEAE 木蘭科
- (35) *Michelia compressa* (Maxim.) Sargent 臺灣烏心石
18. SCHISANDRACEAE 五味子科
- (36) *Schisandra arisanensis* Hayata 北五味子
19. LAURACEAE 樟科
- (37) *Litsea acuminata* (Bl.) Kurata 長葉木薑子
- (38) *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon 山胡椒
- (39) *Litsea elongata* (Wall. ex Nees) Benth. & Hook. f. var. *mushaensis*
(Hayata) J. C. Liao 霧社木薑子
- (40) *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. 日本槲楠
- (41) *Machilus thunbergii* Sieb. & Zucc. 豬腳楠
- (42) *Neolitsea aciculata* (Bl.) Koidz. var. *variabilissima* (Hayata) J. C. Liao
變葉新木薑子
- (43) *Neolitsea acuminatissima* (Hayata) Kanehira & Sasaki 高山新木薑子
20. TROCHODENDRACEAE 昆欄樹科
- (44) *Trochodendron aralioides* Sieb. & Zucc. 雲葉
21. RANUNCULACEAE 毛茛科
- (45) *Clematis meyeniana* Walp. 麥氏鐵線蓮
- (46) *Ranunculus cantoniensis* DC. 禺毛茛
22. BERBERIDACEAE 小檗科
- (47) *Dysosma pleiantha* (Hance) Woodson 八角蓮
23. LARDIZABALACEAE 木通科
- (48) *Stauntonia obovatifoliola* Hayata 石月

24. ARISTOLOCHIACEAE 馬兜鈴科
(49) *Asarum macranthum* Hook. f. 大花細辛
25. ACTINIDIACEAE 獼猴桃科
(50) *Actinidia chinensis* Planch. var. *setosa* Li 臺灣羊桃
26. THEACEAE 茶科
(51) *Eurya crenatifolia* (Yamamoto) Kobuski 賽矜木
(52) *Eurya glaberrima* Hayata 厚葉矜木
(53) *Eurya strigillosa* Hayata 粗毛矜木
(54) *Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr. 大頭茶
(55) *Ternstroemia gymnanthera* (Wight & Arn.) Sprague 厚皮香
27. CRUCIFERAE=BRASSICACEAE 十字花科
(56) *Cardamine impatiens* L. 水花菜
(57) *Eutrema japonica* (Miq.) Koidz. 山葵
28. HAMAMELIDACEAE 金縷梅科
(58) *Liquidambar formosana* Hance 楓香
(59) *Sycopsis sinensis* Oliver 水絲梨
29. SAXIFRAGACEAE 虎耳草科
(60) *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
30. PITTOSPORACEAE 海桐科
(61) *Pittosporum illicioides* Makino 疏果海桐
31. ROSACEAE 薔薇科
(62) *Eriobotrya deflexa* (Hemsl.) Nakai f. *deflexa*. 山枇杷
(63) *Malus doumeri* (Bois.) Chev. C. R. Ac. Sc. 臺灣蘋果
(64) *Photinia niitakayamensis* Hayata 玉山假沙梨
(65) *Photinia serratifolia* (Desf.) Kalkman 石楠
(66) *Prunus campanulata* Maxim. 山櫻花
(67) *Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim. 墨點櫻桃
(68) *Prunus taiwaniana* Hayata 霧社山櫻花
(69) *Rosa transmorrisonensis* Hayata 高山薔薇

- (70) *Rubus corchorifolius* L. f. 變葉懸鉤子
 (71) *Rubus croceacanthus* Levl. var. *croceacanthus* 虎婆刺
 (72) *Rubus pectinellus* Maxim. 刺萼寒莓
 (73) *Rubus pyrifolius* J. E. Sm. 梨葉懸鉤子
 (74) *Rubus sumatranus* Miq. 腺萼懸鉤子
 (75) *Rubus trianthus* Focke 苦懸鉤子
32. RUTACEAE 芸香科
 (76) *Tetradium glabrifolium* (Champ. ex Benth.) T. Hartley 臭辣樹
33. ANACARDIACEAE 漆樹科
 (77) *Rhus ambigua* Lav. ex Dipped. 藤漆
 (78) *Rhus succedanea* L. 木臘樹
34. ACERACEAE 槭樹科
 (79) *Acer kawakamii* Koidzumi 尖葉槭
 (80) *Acer morrisonense* Hayata 臺灣紅榨槭
 (81) *Acer serrulatum* Hayata 青楓
35. BALSAMINACEAE 鳳仙花科
 (82) *Impatiens devolii* Huang 棣慕華鳳仙花
 (83) *Impatiens tayemonii* Hayata 黃花鳳仙花
 (84) *Impatiens uniflora* Hayata 紫花鳳仙花
36. AQUIFOLIACEAE 冬青科
 (85) *Ilex ficoidea* Hemsl. 臺灣糊櫨
 (86) *Ilex formosana* Maxim. 臺灣冬青
 (87) *Ilex pedunculosa* Miq. 刻脈冬青
37. CELASTRACEAE 衛矛科
 (88) *Celastrus hindsii* Benth. 南華南蛇藤
 (89) *Perrottetia arisanensis* Hayata 佩羅特木
38. VITACEAE 葡萄科
 (90) *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Traut. var. *hancei* (Planch.)
 Rehder 漢氏山葡萄

- (91) *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep. 烏斂莓
(92) *Tetrastigma formosanum* (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤
(93) *Tetrastigma umbellatum* (Hemsl.) Nakai 臺灣崖爬藤
39. ELAEOCARPACEAE 杜英科
(94) *Elaeocarpus japonicus* Sieb. & Zucc. 薯豆
40. FLACOURTIACEAE 大風子科
(95) *Idesia polycarpa* Maxim. 山桐子
41. VIOLACEAE 堇菜科
(96) *Viola shinchikuensis* Yamamoto 新竹堇菜
42. STACHYURACEAE 旌節花科
(97) *Stachyurus himalaicus* Hook. f. & Thomson ex Benth. 通條木
43. PASSIFLORACEAE 西番蓮科
(98) *Passiflora edulis* Sims. 百香果
44. BEGONIACEAE 秋海棠科
(99) *Begonia formosana* (Hayata) Masam. 水鴨腳
45. MELASTOMATAACEAE 野牡丹科
(100) *Sarcopyramis napalensis* Wall. var. *bodinieri* Levl. 肉穗野牡丹
46. ARALIACEAE 五加科
(101) *Aralia bipinnata* Blanco 裡白蔥木
(102) *Fatsia polycarpa* Hayata 臺灣八角金盤
(103) *Hedera rhombea* (Miq.) Bean var. *formosana* (Nakai) Li 臺灣常春藤
(104) *Tetrapanax papyriferus* (Hook.) K. Koch 蓮草
47. UMBELLIFERAE=APIACEAE 繖形科
(105) *Hydrocotyle setulosa* Hayata 阿里山天胡荽
(106) *Hydrocotyle sibthorpioides* Lam. 天胡荽
48. ERICACEAE 杜鵑花科

- (107) *Lyonia ovalifolia* (Wall.) Drude 南燭
 (108) *Pieris taiwanensis* Hayata 臺灣馬醉木
 (109) *Rhododendron noriakianum* T. Suzuki 細葉杜鵑
 (110) *Rhododendron leptosanthurum* Hayata 西施花
49. MYRSINACEAE 紫金牛科
 (111) *Ardisia crenata* Sims 珠砂根
50. SYMPLOCACEAE 灰木科
 (112) *Symplocos stellaris* Brand 枇杷葉灰木
51. OLEACEAE 木犀科
 (113) *Ligustrum liukiense* Koidz. 日本女貞
52. GENTIANACEAE 龍膽科
 (114) *Tripterospermum lanceolatum* (Hayata) Hara ex Satake 披針葉肺形草
53. RUBIACEAE 茜草科
 (115) *Rubia lanceolata* Hayata 金劍草
54. BORAGINACEAE 紫草科
 (116) *Cynoglossum furcatum* Wallich 琉璃草
55. VERBENACEAE 馬鞭草科
 (117) *Callicarpa randaiensis* Hayata 巒大紫珠
56. LABIATAE =LAMIACEAE 唇形科
 (118) *Clinopodium chinense* (Benth.) Kuntze 風輪菜
57. SOLANACEAE 茄科
 (119) *Lycianthes lysimachioides* (Wall.) Bitter 蔓茄
58. SCROPHULARIACEAE 玄參科
 (120) *Ellisiophyllum pinnatum* (Wall. ex Benth.) Makino 海螺菊
 (121) *Hemiphragma heterophyllum* Wall. 異葉紅珠

59. GESNERIACEAE 苦苣苔科

(122) *Hemiboea bicornuta* (Hayata) Ohwi 角桐草

60. PLANTAGINACEAE 車前科

(123) *Plantago asiatica* L. 車前草

61. CAPRIFOLIACEAE 忍冬科

(124) *Lonicera acuminata* Wall. 阿里山忍冬

(125) *Sambucus chinensis* Lindl. 冇骨消

(126) *Viburnum foetidum* Wall. var. *rectangulatum* (Graebner) Rehder
太平山莢蒾

(127) *Viburnum taitoense* Hayata 臺東莢蒾

(128) *Viburnum urceolatum* Sieb. et Zucc. 臺灣高山莢蒾

62. CAMPANULACEAE 桔梗科

(129) *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. & Thomson 山桔梗

63. COMPOSITAE=ASTERACEAE 菊科

(130) *Cirsium arisanense* Kitam. 阿里山薊

(131) *Dichrocephala integrifolia* (L. f.) Kuntze 茯苓菜

(132) *Eupatorium formosanum* Hayata 臺灣澤蘭

(133) *Myriactis humilis* Merr. 矮菊

(134) *Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don 蔓黃菀

(135) *Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don. var. *incisus* Franch.
裂葉蔓黃菀

(136) *Paraprenanthes sororia* (Miq.) C. Shih 山苦蕒

四、單子葉植物

64. LILIACEAE 百合科

(137) *Ophiopogon intermedius* D. Don 間型沿階草

65. SMILACACEAE 菝葜科

(138) *Smilax arisanensis* Hayata 阿里山菝葜

(139) *Smilax glabra* Roxb. 光滑菝葜

66. JUNCACEAE 燈心草科

(140) *Juncus effusus* L. var. *decipiens* Buchenau 燈心草

67. CYPERACEAE 莎草科

(141) *Carex baccans* Nees 紅果薹

68. GRAMINEAE=POACEAE 禾本科

(142) *Bromus catharticus* Vahl 大扁雀麥

(143) *Eragrostis tenella* (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult. 鯽魚草

(144) *Miscanthus sinensis* Andersson 高山芒

(145) *Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beauv 求米草

69. ARACEAE 天南星科

(146) *Arisaema consanguineum* Schott 長行天南星

(147) *Colocasia formosana* Hayata 山芋

70. ORCHIDACEAE 蘭科

(148) *Bulbophyllum drymoglossum* Maxim. ex Okubo 狹萼豆蘭

(149) *Bulbophyllum pectinatum* Finet 百合豆蘭

(150) *Dendrobium furcatopedicellatum* Hayata 雙花石斛

附錄三、觀霧山椒魚野外棲地樣區植物名錄

一、蕨類植物

1. SELAGINELLACEAE 卷柏科

(1) *Selaginella involvens* (Sw.) Spring 密葉卷柏

2. GLEICHENIACEAE 裏白科

(2) *Diplazium glaucum* (Houtt.) Nakai 裡白

3. HYMENOPHYLLACEAE 膜蕨科

(3) *Mecodium badium* (Hook. & Grev.) Copel. 落蕨

(4) *Vandenboschia auriculata* (Bl.) Copel. 瓶蕨

4. PLAGIOGYRIACEAE 瘤足蕨科

(5) *Plagiogyria dunnii* Copel. 倒葉瘤足蕨

(6) *Plagiogyria euphlebia* (Kunze) Mett. 華中瘤足蕨

(7) *Plagiogyria formosana* Nakai 臺灣瘤足蕨

5. DENNSTAEDTIACEAE 碗蕨科

(8) *Dennstaedtia scabra* (Wall. ex Hook.) Moore 碗蕨

(9) *Dennstaedtia smithii* (Hook.) Moore 司氏碗蕨

(10) *Microlepia marginata* (Panzer) C. Chr. 邊緣鱗蓋蕨

(11) *Microlepia strigosa* (Thunb.) Presl 粗毛鱗蓋蕨

(12) *Monachosorum henryi* Christ 稀子蕨

6. DAVALLIACEAE 骨碎補科

(13) *Araiostegia parvipinnata* (Hayata) Copel. 小膜蓋蕨

7. PTERIDACEAE 鳳尾蕨科

(14) *Pteris dispar* Kunze 天草鳳尾蕨

(15) *Pteris setuloso-costulata* Hayata 有刺鳳尾蕨

(16) *Pteris wallichiana* Ag. 瓦氏鳳尾蕨

8. ADIANTACEAE 鐵線蕨科

(17) *Adiantum capillus-veneris* L. 鐵線蕨

(18) *Coniogramme intermedia* Heiron. 華鳳了蕨

9. VITTARIACEAE 書帶蕨科

- (19) *Vittaria flexuosa* Fee 書帶蕨

10. BLECHNACEAE 烏毛蕨科

- (20) *Woodwardia unigemmata* (Makino) Nakai 頂芽狗脊蕨

11. DRYOPTERIDACEAE 鱗毛蕨科

- (21) *Acrophorus stipellatus* T. Moore 魚鱗蕨
 (22) *Acrorumohra subreflexipinna* (Ogata) H. Ito 微彎假複葉耳蕨
 (23) *Arachniodes aristata* (G. Forst.) Tindle 細葉複葉耳蕨
 (24) *Arachniodes pseudo-aristata* (Tagawa) Ohwi 小葉複葉耳蕨
 (25) *Arachniodes rhomboides* (Wall. ex Mett.) Ching 斜方複葉耳蕨
 (26) *Cyrtomium falcatum* (L. f.) C. Presl 全緣貫眾蕨
 (27) *Dryopteris atrata* (Wall. ex Kunze) Ching 杪櫛鱗毛蕨
 (28) *Dryopteris formosana* (H. Christ) C. Chr. 臺灣鱗毛蕨
 (29) *Dryopteris sparsa* (D. Don) Kuntze 長葉鱗毛蕨
 (30) *Polystichum hancockii* (Hance) Diels 韓氏耳蕨
 (31) *Polystichum parvipinnulum* Tagawa 尖葉耳蕨

12. ATHYRIACEAE 蹄蓋蕨科

- (32) *Athyrium pycnosorum* H. Christ 深山蹄蓋蕨
 (33) *Athyrium reflexipinnum* Hayata 逆羽蹄蓋蕨
 (34) *Diplazium dilatatum* Blume 廣葉鋸齒雙蓋蕨
 (35) *Diplazium doederleinii* (Luer.) Makino 德氏雙蓋蕨
 (36) *Diplazium kawakamii* Hayata 川上氏雙蓋蕨

13. ASPLENIACEAE 鐵角蕨科

- (37) *Asplenium neolaserpitiifolium* Tardieu & Ching 大黑柄鐵角蕨
 (38) *Asplenium subnormale* Copel. 小鐵角蕨

14. POLYPODIACEAE 水龍骨科

- (39) *Drymotaenium miyoshianum* (Makino) Makino 二條線蕨
 (40) *Lemmaphyllum diversum* (Rosenst.) Tagawa 骨牌蕨
 (41) *Lemmaphyllum microphyllum* Presl 伏石蕨
 (42) *Lepisorus monilisorus* (Hayata) Tagawa 擬芟瓦韋

- (43) *Lepisorus pseudo-ussuriensis* Tagawa 擬烏蘇里瓦韋
- (44) *Lepisorus thunbergianus* (Kaulf.) Ching 瓦韋
- (45) *Loxogramme formosana* Nakai 臺灣劍蕨
- (46) *Microsorium buergerianum* (Miq.) Ching 波氏星蕨
- (47) *Polypodium amoenum* Wall. ex Mett. 阿里山水龍骨
- (48) *Pyrrosia linearifolia* (Hook.) Ching 絨毛石韋
- (49) *Pyrrosia lingua* (Thunb.) Farw. 石韋
- (50) *Pyrrosia sheareri* (Bak.) Ching 廬山石韋

二、裸子植物

15. CEPHALOTAXACEAE 粗榧科

- (51) *Cephalotaxus wilsoniana* Hayata 威氏粗榧

16. PINACEAE 松科

- (52) *Pinus armandii* Franchet var. *masteriana* Hayata 華山松
- (53) *Pinus taiwanensis* Hayata 臺灣二葉松

17. TAXODIACEAE 杉科

- (54) *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don 柳杉
- (55) *Cunninghamia konishii* Hayata 香杉

18. CUPRESSACEAE 柏科

- (56) *Chamaecyparis formosensis* Matsum. 紅檜

三、雙子葉植物

19. FAGACEAE 殼斗科

- (57) *Castanopsis cuspidata* (Thunb. ex Murray) Schottky var. *carlesii* (Hemsl.) Yamaz. 卡氏槲
- (58) *Castanopsis borneensis* King 川上氏槲
- (59) *Cyclobalanopsis morii* (Hayata) Schottky 森氏櫟
- (60) *Cyclobalanopsis pachyloma* (O. Seem.) Schottky 捲斗櫟
- (61) *Pasania harlandii* (Hance) Oerst. 短尾葉石櫟
- (62) *Pasania kawakamii* (Hayata) Schottky 大葉石櫟

20. URTICACEAE 蕁麻科

- (63) *Elatostema lineolatum* Wight var. *majus* Wedd. 冷清草
 (64) *Elatostema parvum* (Bl.) Miq. 絨莖樓梯草
 (65) *Elatostema trilobulatum* (Hayata) Yamazaki 裂葉樓梯草
 (66) *Lecanthus peduncularis* (Wall. ex Royle) Wedd. 長梗盤花麻
 (67) *Nanocnide japonica* Bl. 花點草
 (68) *Pellionia radicans* (Sieb. & Zucc.) Wedd. 赤車使者
 (69) *Pellionia scabra* Benth. 糙葉赤車使者
 (70) *Pilea aquarum* Dunn subsp. *brevicornuta* (Hayata) C. J. Chen 短角冷水麻
 (71) *Pilea melastomoides* (Poir.) Wedd. 大冷水麻
 (72) *Pilea peploides* (Gaudich.) Hook. & Arn. var. *major* Wedd. 齒葉矮冷水麻
 (73) *Urtica thunbergiana* Sieb. & Zucc. 咬人貓
21. PROTEACEAE 山龍眼科
 (74) *Helicia cochinchinensis* Lour. 紅葉樹
22. POLYGONACEAE 蓼科
 (75) *Polygonum chinense* L. 火炭母草
23. PHYTOLACCACEAE 商陸科
 (76) *Phytolacca japonica* Makino 日本商陸
24. MAGNOLIACEAE 木蘭科
 (77) *Michelia compressa* (Maxim.) Sargent 臺灣烏心石
25. SCHISANDRACEAE 五味子科
 (78) *Schisandra arisanensis* Hayata 北五味子
26. LAURACEAE 樟科
 (79) *Cinnamomum kanehirae* Hayata 牛樟
 (80) *Cinnamomum subavenium* Miq. 香桂
 (81) *Litsea acuminata* (Bl.) Kurata 竹葉楠
 (82) *Litsea cubeba* (Lour.) Persoon 山胡椒
 (83) *Litsea elongata* (Wall. ex Nees) Benth. & Hook. f. var. *mushaensis* (Hayata) J. C. Liao 霧社木薑子
 (84) *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. 假長葉楠
 (85) *Machilus zuihoensis* Hayata 香楠

- (86) *Neolitsea acuminatissima* (Hayata) Kanehira & Sasaki 高山新木薑子
27. TROCHODENDRACEAE 昆欄樹科
- (87) *Trochodendron aralioides* Sieb. & Zucc. 雲葉
28. RANUNCULACEAE 毛茛科
- (88) *Clematis henryi* Oliv. 亨利氏鐵線蓮
- (89) *Clematis meyeniana* Walp. 麥氏鐵線蓮
29. BERBERIDACEAE 小檗科
- (90) *Mahonia japonica* (Thunb. ex Murray) DC. 十大功勞
- (91) *Mahonia oiwakensis* Hayata 阿里山十大功勞
30. LARDIZABALACEAE 木通科
- (92) *Stauntonia obovata* Hemsl. 鈍藥野木瓜
- (93) *Stauntonia obovatifoliola* Hayata 石月
31. PIPERACEAE 胡椒科
- (94) *Peperomia reflexa* (L. f.) A. Dietr. 小椒草
32. THEACEAE 茶科
- (95) *Camellia transnokoensis* Hayata 泛能高山茶
- (96) *Cleyera japonica* Thunb. var. *morii* (Yamamoto) Masam. 森氏紅淡比
- (97) *Eurya glaberrima* Hayata 厚葉柃木
- (98) *Eurya gnaphalocarpa* Hayata 菱葉柃木
- (99) *Eurya leptophylla* Hayata 薄葉柃木
- (100) *Eurya loquaiana* Dunn 細枝柃木
- (101) *Eurya strigillosa* Hayata 粗毛柃木
- (102) *Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr. 大頭茶
- (103) *Schima superba* Gard. & Champ. 木荷
33. HAMAMELIDACEAE 金縷梅科
- (104) *Sycopsis sinensis* Oliver 水絲梨
34. SAXIFRAGACEAE 虎耳草科
- (105) *Astilbe macroflora* Hayata 大花落新婦

- (106) *Chrysosplenium lanuginosum* Hook. f. & Thoms. var. *formosanum* (Hayata)
Hara 臺灣貓兒眼睛草
- (107) *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
- (108) *Deutzia taiwanensis* (Maxim.) Schneider 臺灣溲疏
- (109) *Hydrangea angustipetala* Hayata 狹瓣八仙花
- (110) *Hydrangea anomala* D. Don 藤繡球
- (111) *Hydrangea aspera* D. Don 高山藤繡球
- (112) *Hydrangea integrifolia* Hayata ex Matsum. & Hayata 大枝掛繡球
- (113) *Pileostegia viburnoides* Hook. f. & Thoms. 阿里山青棉花
- (114) *Schizophragma integrifolium* Oliv. var. *fauriei* (Hayata) Hayata 圓葉鑽地風
35. ROSACEAE 薔薇科
- (115) *Prunus campanulata* Maxim. 山櫻花
- (116) *Prunus phaeosticta* (Hance) Maxim. 墨點櫻桃
- (117) *Rosa transmorrisonensis* Hayata 高山薔薇
- (118) *Rubus buergeri* Miq. 寒莓
- (119) *Rubus croceacanthus* Levl. 薄瓣懸鉤子
- (120) *Rubus formosensis* Ktze. 臺灣懸鉤子
- (121) *Rubus niveus* Thunb. 白絨懸鉤子
- (122) *Rubus pectinellus* Maxim. 刺萼寒莓
- (123) *Rubus pyrifolius* J. E. Sm. 梨葉懸鉤子
- (124) *Rubus swinhoei* Hance 斯氏懸鉤子
- (125) *Rubus taiitoensis* Hayata var. *aculeatiflorus* (Hayata) H. Ohashi & Hsieh
刺花懸鉤子
- (126) *Spiraea hayatana* Li 假繡線菊
- (127) *Spiraea prunifolia* Sieb. & Zucc. var. *pseudoprunifolia* (Hayata) Li 笑靨花
36. OXALIDACEAE 酢漿草科
- (128) *Oxalis acetocella* L. ssp. *griffithii* (Edgew. & Hook. f.) Hara 山酢醬草
37. RUTACEAE 芸香科
- (129) *Zanthoxylum scandens* Bl. 藤崖椒
38. ANACARDIACEAE 漆樹科
- (130) *Rhus ambigua* Lav. ex Dipped. 藤漆

39. ACERACEAE 槭樹科

- (131) *Acer kawakamii* Koidzumi 尖葉槭
- (132) *Acer morrisonense* Hayata 臺灣紅榨槭
- (133) *Acer serrulatum* Hayata 青楓

40. SABIACEAE 清風藤科

- (134) *Sabia transarisanensis* Hayata 阿里山清風藤

41. AQUIFOLIACEAE 冬青科

- (135) *Ilex ficoidea* Hemsl. 臺灣糊欖
- (136) *Ilex goshiensis* Hayata 五指山冬青
- (137) *Ilex pedunculosa* Miq. 刻脈冬青
- (138) *Ilex sugerokii* Maxim. var. *brevipedunculata* (Maxim.) S. Y. Hu 太平山冬青

42. CELASTRACEAE 衛矛科

- (139) *Euonymus spraguei* Hayata 刺果衛矛
- (140) *Perrottetia arisanensis* Hayata 佩羅特木

43. VITACEAE 葡萄科

- (141) *Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep. 烏斂莓
- (142) *Tetrastigma formosanum* (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤
- (143) *Tetrastigma umbellatum* (Hemsl.) Nakai 臺灣崖爬藤

44. ELAEAGNACEAE 胡頹子科

- (144) *Elaeagnus glabra* Thunb. 藤胡頹子
- (145) *Elaeagnus thunbergii* Serv. 鄧氏胡頹子

45. VIOLACEAE 堇菜科

- (146) *Viola adenothrix* Hayata 喜岩堇菜
- (147) *Viola formosana* Hayata 臺灣堇菜

46. CUCURBITACEAE 葫蘆科

- (148) *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino 絞股藍

47. MELASTOMATACEAE 野牡丹科

- (149) *Sarcopyramis napalensis* Wall. var. *bodinieri* Levl. 肉穗野牡丹

48. ARALIACEAE 五加科

(150) *Aralia bipinnata* Blanco 裡白蔥木

(151) *Hedera rhombea* (Miq.) Bean var. *formosana* (Nakai) Li 臺灣常春藤

49. UMBELLIFERAE=APIACEAE 繖形科

(152) *Hydrocotyle setulosa* Hayata 阿里山天胡荽

(153) *Sanicula petagnioides* Hayata 五葉山芹菜

50. ERICACEAE 杜鵑花科

(154) *Gaultheria cumingiana* Vidal 冬青油樹

(155) *Rhododendron leptosanctum* Hayata 西施花

51. MYRSINACEAE 紫金牛科

(156) *Ardisia cornudentata* Mez 雨傘仔

(157) *Ardisia crenata* Sims 珠砂根

(158) *Ardisia japonica* (Hornsted) Blume 紫金牛

(159) *Ardisia virens* Kurz 黑星紫金牛

(160) *Maesa japonica* (Thunb.) Moritzi ex Zoll. 日本山桂花

52. PRIMULACEAE 報春花科

(161) *Lysimachia ardisioides* Masam. 臺灣排香

53. SYMPLOCACEAE 灰木科

(162) *Symplocos glauca* (Thunb.) Koidz. 山羊耳

(163) *Symplocos stellaris* Brand 枇杷葉灰木

(164) *Symplocos migoii* Nagam. 擬日本灰木

(165) *Symplocos morrisonicola* Hayata 玉山灰木

54. OLEACEAE 木犀科

(166) *Ligustrum morrisonense* Kanehira & Sasaki 玉山女貞

(167) *Ligustrum sinense* Lour. ex Dence 小實女貞

55. GENTIANACEAE 龍膽科

(168) *Tripterospermum lanceolatum* (Hayata) Hara ex Satake 玉山肺形草

56. APOCYNACEAE 夾竹桃科

(169) *Ecdysanthera rosea* Hook. & Arn. 酸藤

57. RUBIACEAE 茜草科

(170) *Damnacanthus indicus* Gaertn. 伏牛花

(171) *Ophiorrhiza japonica* Blume 蛇根草

(172) *Rubia lanceolata* Hayata 金劍草

(173) *Rubia linii* Chao 林氏茜草

58. VERBENACEAE 馬鞭草科

(174) *Callicarpa formosana* Rolfe 臺灣紫珠

(175) *Callicarpa randaiensis* Hayata 巒大紫珠

59. SCROPHULARIACEAE 玄參科

(176) *Ellisiophyllum pinnatum* (Wall. ex Benth.) Makino 海螺菊

(177) *Hemiphragma heterophyllum* Wall. 腰只花

60. ACANTHACEAE 爵床科

(178) *Strobilanthes flexicaulis* Hayata 曲莖馬藍

(179) *Strobilanthes formosanus* Moore 臺灣馬藍

61. GESNERIACEAE 苦苣苔科

(180) *Lysionotus pauciflorus* Maxim. 石吊蘭

(181) *Rhynchotechum discolor* (Maxim.) Burt f. *incisum* (Ohwi) Hatus. ex J. C.
Wang 同蕊草

62. CAPRIFOLIACEAE 忍冬科

(182) *Lonicera acuminata* Wall. 阿里山忍冬

(183) *Viburnum foetidum* Wall. var. *rectangulatum* (Graebner) Rehder 狹葉英蒨

(184) *Viburnum parvifolium* Hayata 小葉英蒨

(185) *Viburnum plicatum* Thunb. var. *formosanum* Y. C. Liu & C. H. Ou

臺灣蝴蝶戲珠花

63. CAMPANULACEAE 桔梗科

(186) *Peracarpa carnosus* (Wall.) Hook. f. & Thomson 山桔梗

64. COMPOSITAE=ASTERACEAE 菊科

- (187) *Ainsliaea latifolia* (D. Don) Sch. Bip. subsp. *henryi* (Diels) H. Koyama
臺灣鬼督郵
- (188) *Cirsium arisanense* Kitam. 阿里山薊
- (189) *Petasites formosanus* Kitam. 臺灣款冬
- (190) *Senecio scandens* Buch.-Ham. ex D. Don 蔓黃菀

四、單子葉植物

65. LILIACEAE 百合科

- (191) *Ophiopogon intermedius* D. Don 間型沿階草
- (192) *Paris polyphylla* Sm. 七葉一枝花
- (193) *Paris polyphylla* Sm. var. *stenophylla* Franch. 狹葉七葉一枝花

66. SMILACACEAE 菝葜科

- (194) *Smilax arisanensis* Hayata 阿里山菝葜
- (195) *Smilax elongato-umbellata* Hayata 細葉菝葜
- (196) *Smilax lanceifolia* Roxb. 臺灣菝葜

67. CYPERACEAE 莎草科

- 197) *Carex baccans* Nees 紅果薹

68. GRAMINEAE=POACEAE 禾本科

- (198) *Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P. Beauv. 基隆短柄草
- (199) *Miscanthus sinensis* Andersson var. *transmorrisonensis* Hay. 高山芒
- (200) *Oplismenus hirtellus* (L.) P. Beauv 求米草
- (201) *Yushania niitakayamensis* (Hayata) Keng f. 玉山箭竹

69. ARACEAE 天南星科

- (202) *Arisaema taiwanense* J. Murata 蓬萊天南星

70. ORCHIDACEAE 蘭科

- (203) *Anoectochilus formosanus* Hayata 臺灣金線蓮
- (204) *Calanthe arisanensis* Hayata 阿里山根節蘭
- (205) *Goodyera velutina* Maxim. 烏嘴蓮

附表 1. 觀霧山椒魚野外棲地植群調查之植物名錄各分類群統計表

植物類別	科數	屬數	種數(含以下分類群)
蕨類植物	14	30	50
裸子植物	4	5	6
被子植物			
雙子葉植物	46	82	134
單子葉植物	6	12	15
總計	70	129	205

附錄四、觀霧三種鳳仙花花朵性狀基本資料

一、黃花鳳仙花

編號	花梗長	花筒長	花朵長	花瓣 外徑長	花瓣 內徑長	花瓣 外徑寬	花瓣 內徑寬
Y1	13.0	25.1	38.1	18.6	7.1	15.4	8.0
Y2	14.1	22.2	34.0	16.4	6.0	15.2	7.2
Y3	15.6	21.5	32.7	16.9	5.9	12.4	6.3
Y4	13.2	22.0	36.0	14.5	6.7	15.2	7.5
Y5	17.1	23.0	32.8	15.6	4.7	11.7	5.2
Y6	13.4	24.1	37.3	18.5	6.5	14.1	6.5
Y7	12.5	22.8	33.9	19.1	5.4	12.8	6.2
Y8	10.9	23.1	35.1	17.2	6.5	13.5	5.8
Y9	16.6	25.6	36.9	24.4	7.2	13.6	6.7
Y10	17.4	22.8	35.5	20.3	8.1	17.0	7.8
Y11	15.3	22.0	37.5	27.7	8.0	15.8	7.5
Y12	18.6	23.6	36.1	20.3	7.2	18.6	6.6
Y13	19.3	26.1	39.0	27.8	8.1	17.3	6.8
Y14	14.2	26.2	40.4	21.7	5.7	18.2	6.2
Y15	15.5	21.6	35.2	21.7	6.5	15.3	6.0
平均	15.1	23.4	36.0	20.0	6.6	15.1	6.7
標準差	2.3	1.6	2.1	3.9	1.0	2.0	0.8

二、紫花鳳仙花

編號	花梗長	花筒長	花長	花瓣 外徑長	花瓣 內徑長	花瓣 外徑寬	花瓣 內徑寬
P1	14.4	25.6	43.4	23.0	6.9	15.2	6.8
P2	21.6	25.4	41.8	24.2	6.9	16.6	6.0
P3	14.6	28.3	50.1	22.9	7.7	20.9	6.5
P4	14.5	30.9	50.0	22.3	6.3	20.8	6.5
P5	15.0	31.2	49.6	21.1	7.9	24.9	7.0
P6	14.3	25.3	43.9	23.4	6.3	18.4	5.9
P7	16.0	26.5	40.8	24.2	5.4	17.7	5.9
P8	10.4	23.4	39.3	20.8	6.4	14.8	5.2
P9	13.3	26.2	41.6	22.0	5.7	18.1	6.4
P10	11.7	25.8	40.3	24.3	6.9	17.4	6.0
P11	11.8	25.3	40.2	22.4	6.2	14.6	5.6
P12	14.2	24.7	40.4	24.2	5.5	17.5	4.9
P13	13.5	25.1	41.0	19.5	5.2	17.2	5.9
P14	15.4	26.4	41.1	22.3	6.6	17.5	6.7
P15	18.9	24.4	40.9	26.1	6.6	17.1	6.1
平均	14.6	26.3	43.0	22.8	6.4	17.9	6.1
標準差	2.8	2.2	3.8	1.7	0.8	2.7	0.6

三、棟慕華鳳仙花

編號	花梗長	花筒長	花長	花瓣 外徑長	花瓣 內徑長	花瓣 外徑寬	花瓣 內徑寬
D1	11.7	24.1	28.7	16.2	6.3	12.7	5.0
D2	13.6	24.7	30.5	19.7	8.0	15.7	5.1
D3	15.4	22.6	32.2	10.7	5.1	9.9	4.5
D4	14.2	22.5	28.9	15.8	5.0	12.2	4.5
D5	13.7	24.4	29.0	17.8	5.3	13.3	5.3
D6	17.0	24.0	30.8	13.5	5.1	12.5	4.6
D7	14.9	23.3	28.8	18.6	6.1	15.1	5.4
D8	15.0	24.9	30.0	21.5	6.1	15.5	5.2
D9	14.9	26.1	29.7	19.2	6.2	14.9	5.0
D10	12.6	24.4	29.1	17.5	5.5	13.7	4.6
D11	14.8	24.9	31.6	18.7	6.1	15.7	5.3
D12	15.8	24.9	30.6	16.3	5.5	15.5	5.7
D13	15.9	23.3	29.9	17.7	5.9	14.0	4.3
D14	16.3	25.2	29.6	12.8	4.9	8.9	3.9
D15	14.2	25.0	28.5	17.6	6.1	13.6	4.4
平均	14.7	24.3	29.9	16.9	5.8	13.5	4.8
標準差	1.4	1.0	1.1	2.8	0.8	2.1	0.5

附錄五、觀霧三種鳳仙花果實性狀基本資料

一、黃花鳳仙花

編號	果梗長	果長	果徑	種子個數	種子重量
YF1	21.7	27.3	6.0	11.0	0.0473
YF2	21.9	31.0	6.2	11.0	0.0442
YF3	19.1	27.5	5.4	9.0	0.0276
YF4	21.1	27.1	5.9	7.0	0.0427
YF5	22.5	27.8	5.4	6.0	0.0307
YF6	20.0	26.7	5.7	5.0	0.0202
YF7	25.1	33.0	5.8	12.0	0.0568
YF8	25.4	26.2	5.2	6.0	0.0243
YF9	21.7	25.0	5.6	7.0	0.0374
YF10	18.7	26.0	3.9	10.0	0.0252
YF11	28.2	29.4	5.5	6.0	0.0238
YF12	21.0	26.9	6.6	9.0	0.0504
YF13	24.2	27.0	5.0	3.0	0.0210
YF14	28.3	29.9	5.6	10.0	0.0422
YF15	23.2	27.9	4.9	8.0	0.0263
平均	22.8	27.9	5.5	8.0	
標準差	2.9	2.1	0.6	2.6	

二、紫花鳳仙花

編號	果梗長	果長	果徑	種子個數	種子重量
PF1	17.0	22.2	4.7	4.0	0.0234
PF2	17.8	24.7	4.5	4.0	0.0217
PF3	13.6	19.4	5.4	3.0	0.0164
PF4	22.5	24.3	5.0	8.0	0.0191
PF5	18.6	19.6	3.6	3.0	0.0059
PF6	14.3	16.5	4.8	3.0	0.0035
PF7	17.5	17.1	4.6	2.0	0.0047
PF8	16.8	17.8	3.8	2.0	0.0081
PF9	15.8	19.8	5.3	3.0	0.0102
PF10	18.6	17.8	5.3	3.0	0.0127
PF11	15.0	18.6	4.8	4.0	0.0098
PF12	14.8	17.3	4.9	3.0	0.0067
PF13	13.0	17.4	5.4	4.0	0.0119
PF14	14.0	20.8	4.9	2.0	0.0086
PF15	17.3	18.9	4.8	3.0	0.0147
平均	16.4	19.5	4.8	3.4	
標準差	2.5	2.5	0.5	1.5	

三、棗慕華鳳仙花

編號	果梗長	果長	果徑	種子個數	種子重量
DF1	15.5	27.9	4.4	4.0	0.0211
DF2	17.6	26.9	5.0	6.0	0.0246
DF3	17.1	26.1	3.8	4.0	0.0207
DF4	18.6	26.0	4.0	5.0	0.0251
DF5	17.9	26.7	4.1	5.0	0.085
DF6	17.2	27.6	4.5	5.0	0.0244
DF7	18.6	29.2	4.1	6.0	0.0264
DF8	14.9	25.6	4.5	5.0	0.0225
DF9	19.3	27.6	4.3	4.0	0.0238
DF10	16.6	25.0	4.9	4.0	0.0210
DF11	18.2	28.2	4.3	5.0	0.0268
DF12	16.1	25.1	4.3	5.0	0.0261
DF13	19.9	25.1	4.9	4.0	0.016
DF14	17.2	28.2	4.6	6.0	0.0325
DF15	18.7	27.3	4.2	6.0	0.0236
平均	17.6	26.8	4.4	4.9	
標準差	1.4	1.3	0.3	0.8	

附錄六、觀霧山椒魚基本資料

山椒魚編號	SVL	尾長	頭寬	尾基寬	尾基高	重量	肋溝數	趾數	尾部色標
	mm	mm	mm	mm	mm	g		FL-FR-RL-RR	左 - 右
f1101	57.3	32.1	10.45	7.35	6.25	4.9	13	4-4-4-4	無
f1102	40.05	30.02	8.3	5.8	4.25	2.5	10	4-4-4-4	無
f1103	52.9	29.35	9.5	5.5	4.45	3.5	11	4-4-4-4	無
f1104	55.15	31.95	9.35	5.5	5.3	3	12	4-4-4-4	無
f1105	47.05	31.35	8.95	5.15	4.95	2	12	4-4-4-4	無
f1106	54.25	29.5	8.35	5.3	4.6	3.5	12	4-4-4-4	無
f1107	53.35	32.5	8.85	5.25	6.5	3.8	11	4-4-4-4	無
f1201	52.55	31.5	9.05	6.55	7.1	5	12	4-4-4-4	R - R
f1202	30.35	18	6.45	4.05	4.35	0.8	11	4-4-4-4	RR - RR
f1203	60.85	30.3	9.35	3.9	5.3	4.05	12	4-4-4-4	R - /
f1204	53.45	24.55	8	3.3	4.1	2.9	11	4-4-4-4	RR - /
f1204rc	49.6	25.3	8.1	5.4	5.75	2.9	11	4-4-4-4	RR - /
f1205	51.1	26.6	9.3	5.7	4.3	2.75	12	4-4-4-4	RRR - /
f1203rc	60.8	26.2	9.4	4	4.3	4.05	12	4-4-4-4	R - /
f1206	46.5	28	7.25	5.5	4.9	2.7	11	4-4-4-4	G - /
f1207	51.3	31.6	8.6	5.5	6.1	4.8	12	4-4-4-4	GG - /
f1208	50.8	26.7	7.6	4.2	3.8	2.5	11	4-4-4-4	GGG - /
f1209	40	31.7	7.2	5.45	5	3	11	4-4-4-4	G - G
f1210	57.4	30	7	5.2	5.4	4	11	4-4-4-4	GG - G
f1211	28.35	12.1	5.95	2.75	3	0.6	11	4-4-4-4	Y - /
f1212	46.7	26	7.55	3.1	3.65	2.55	11	4-4-4-4	YY - /
f1213	60	28	9.7	4	3.6	3.95	12	4-4-4-4	YYY - /
f1214	61.8	37.4	10.5	5.75	5.7	5.5	11	4-4-4-4	Y - Y
f1215	54.9	24.85	8	4.15	4.75	2.8	12	4-4-4-4	YY - Y
f1216	53.45	27.75	8	4.45	4.1	3.2	11	4-4-4-4	P - /
f1217	61.65	33.5	9.7	5.35	4.6	4.3	12	4-4-4-4	PP - /
f1205rc	55.2	26	9.15	5.45	4.85	2.9	12	4-4-4-4	RRR - /
f1218	37.1	14.4	7.1	3.4	2.75	1	12	4-4-4-4	P - P
f1219	40.9	22.4	7.9	4.6	4.5	1.6	13	4-4-4-4	PPP - /

觀霧山椒魚代號後有 rc 者，為再捕捉個體。

趾數為四肢趾頭數量，FL 左前肢；FR 右前肢；RL 左後肢；RR 右後肢。

尾部色標顏色，R 紅色；G 綠色；Y 黃色；P 粉紅色；/ 指沒有打色標。顏色代號字母數量為色標點數。

山椒魚編號	SVL	尾長	頭寬	尾基寬	尾基高	重量	肋溝數	趾數	尾部色標
	mm	mm	mm	mm	mm	g		FL-FR-RL-RR	左 -右
f1220	53.1	24.55	8.8	5.05	5.2	3	12	4-4-4-4	PP - P
f1221	54.4	23.1	9.4	4.7	5.6	4.7	12	4-4-4-4	RRRY - /
f1222	65	27.8	9.2	3.6	4.35	4.45	12	4-4-4-4	RRYY - /
f1223	49.45	22.3	8	4.15	4	2.4	12	4-4-4-4	RYYY - /
f1224	58.4	30.75	9.5	4.5	5.9	4.55	12	4-4-4-4	YYR - /
f1225	20.25	8	4.4	1.3	1.85	0.5	12	4-4-4-4	Y(左大腿)
f1226	36.65	16.35	6.4	3	2.95	1	12	4-4-4-4	RRRR - /
f1227	58.2	28.55	9.65	4.5	4.45	3.7	11	4-4-4-4	RRRG - /
f1228	60.2	28.65	9	4.8	4.75	4.3	12	4-4-4-4	RGRG - /
f1229	56.2	26.6	9.2	4.2	3.75	3.35	12	4-4-4-4	RGGG - /
f1230	49.55	22.6	7.6	4.45	4.1	2.2	12	4-4-4-4	GGGG - /
f1301	28.45	11.55	5	2	2.1	0.45	12	4-4-4-4	RRYR - /
f1302	55	22.45	8.4	4.1	4.2	3	12	4-4-4-4	RYRR - /
f1303	57.3	26.35	8.65	4.35	4.55	3.2	12	/-4-4-4	RYRY - /
f1304	54.9	26.35	8.3	4.1	4.2	4.1	12	4-4-4-4	RY - /
f1305	31.7	13	6.1	2.45	2.7	0.75	12	4-4-4-4	YRRR - /
f1306	66.29	33.16	9.77	5.54	5.76	5.042	12	4-4-4-4	OPOO - /
f1304rc	57.51	25.56	8.99	5.87	5.15	4.25	12	4-4-4-4	RY - /
f1307	60.12	30.85	9.49	5.38	5.25	3.85	12	4-4-4-4	OPPO - /
f1308	44.43	21.75	7.36	4.47	3.93	1.6	12	4-4-4-4	OPOO - /
f1309	47.6	24.68	7.78	4.93	4.42	2.25	12	4-4-4-4	OOPP - /
f1310	57.37	29.83	9.57	5.67	5.12	3.81	12	4-4-4-4	OPOP - /
f1222rc	63.58	24.87	9.68	4.7	4.51	3.31	12	4-4-4-4	RRYY - /
f1311	58.36	31.66	9.18	4.81	4.3	3.82	12	4-4-4-4	RRGG - /
f1312	45.47	23.26	7.22	4.32	4.15	2.04	12	4-4-4-4	RRGR - /
f1313	50.76	24.17	8.65	4.99	4.31	2.54	12	4-4-4-4	PPP (左前肢)
f1306rc	66.15	30.09	9.9	6.15	5.26	6.21	12	4-4-4-4	OPOO - /
f1307rc	60.06	26.06	9.4	6.33	5.71	3.4	12	4-4-4-4	OPPO - /
f1314	50.27	23.91	8.16	4.85	4.25	2.1	12	4-4-4-4	RGRR - /
f1315	53.06	28.16	8.44	5.01	4.81	2.86	13	4-4-4-4	RGGR - /
f1316	46.74	23.96	7.86	4.92	9.05	2.2	12	4-4-4-4	GRRG - /

觀霧山椒魚代號後有 rc 者，為再捕捉個體。

趾數為四肢趾頭數量，FL 左前肢；FR 右前肢；RL 左後肢；RR 右後肢。

尾部色標顏色，R 紅色；G 綠色；Y 黃色；P 粉紅色；/ 指沒有打色標。顏色代號字母數量為色標點數。

山椒魚編號	SVL	尾長	頭寬	尾基寬	尾基高	重量	肋溝數	趾數	尾部色標
	mm	mm	mm	mm	mm	g		FL-FR-RL-RR	左-右
f1317	58.37	25.94	9.49	5.76	5.3	4.49	12	4-4-4-4	GRGG- /
f1318	55.3	24.42	9.07	4.28	3.9	3.38	12	4-4-4-4	GRRR- /
f1319	58.73	28.7	9.11	5.21	4.84	3.6	12	4-4-4-4	GRGR- /
f1320	56	25.7	8.95	5.25	5.52	3.45	12	4-4-4-4	GGRG- /
f1321	36.54	16.94	6.36	3.27	2.97	1.05	12	4-4-4-4	GGRR- /
f1322	59.3	29.46	9.49	6.56	5.75	5.25	12	4-4-4-4	GGGR- /
f1422	57.17	28.09	8.77	5.97	4.25	4.13	12	4-4-4-4	無
f1323	58.19	39.49	9.54	5.45	6.05	5.58	12	4-4-4-4	OOOG- /
f1401	73.32	33.72	9.97	6.75	6.93	8.02	12	4-4-4-4	OOGG- /
f1309rc	52.31	25.37	8.31	4.35	4.85	3.44	12	4-4-4-4	OOPP- /
f1402	40.08	21.51	7.25	5.03	4.54	1.76	12	4-4-4-4	OGOO- /
f1404	58.18	28.75	9.23	5.45	5.47	4.12	12	4-4-4-4	OGGO- /
f1405	48.65	23.04	7.74	4.24	4.28	2.49	12	4-4-4-4	OGGG- /
f1406	61.63	32.76	10.5	6.08	5.86	5.19	12	4-4-4-4	GOOO- /
f1407	47.05	22.44	7.52	4.76	4.7	2.72	12	4-4-4-4	GOOG- /
f1408	45.29	19.17	7.5	4.05	4.31	1.89	12	4-4-4-4	GOGO- /
f1403	57.8	25.94	8.92	6.15	6.23	4.3	12	4-4-4-4	OGOG- /
f1409	35.31	16.03	6.43	3.57	3.34	1.14	12	4-4-4-4	OOGO- /
f1410	58.9	29.3	9.31	5.92	6.48	5.02	12	4-4-4-4	GOGG- /
f1306rc	62.91	27.97	9.37	5.03	4.6	4.36	12	4-4-4-4	OPOO- /
f1411	50.4	23.04	8.06	4.45	4.33	2.72	13	4-4-4-4	無
f1412	58.48	25.36	9.99	5.92	5.33	4.59	12	4-4-4-4	無
f1413	60.7	22.6	9.66	6.49	5.53	4.68	12	4-4-4-4	無
f1414	35.25	16.99	6.23	3.03	3.03	0.95	13	4-4-4-4	無
f1415	60.15	26.49	9.02	5.97	5.4	4.32	12	4-4-4-4	無
f1416	37.99	17.63	6.52	3.57	3.41	1.28	12	4-4-4-4	無
f1417	46.82	23.21	7.58	4.42	4.76	2.4	12	4-4-4-4	無
f1306rc	63.95	28.35	9.9	5.1	4.66	5.52	12	4-4-4-4	OPOO- /
f1401rc	70.12	29.91	10.11	5.14	6.11	7.62	12	4-4-4-4	OOGG- /
f1413rc	60.5	19.39	9.81	5.78	4.97	4.91	12	4-4-4-4	無
f1418	60.35	29.29	9.88	6.01	5.4	6.4	12	4-4-4-4	無

觀霧山椒魚代號後有 rc 者，為再捕捉個體。

趾數為四肢趾頭數量，FL 左前肢；FR 右前肢；RL 左後肢；RR 右後肢。

尾部色標顏色，R 紅色；G 綠色；Y 黃色；P 粉紅色；/ 指沒有打色標。顏色代號字母數量為色標點數。

山椒魚編號	SVL	尾長	頭寬	尾基寬	尾基高	重量	肋溝數	趾數	尾部色標
	mm	mm	mm	mm	mm	g		FL-FR-RL-RR	左-右
f1419	57.93	26.49	8.94	5.16	5.32	3.67	13	4-4-4-4	無
f1420	60.04	29.76	10.06	6.3	5.35	5.08	13	4-4-4-4	無
f1421	58.43	28.97	9.55	4	4.21	2.75	12	4-4-4-4	無
f1306rc	66.59	28.65	9.72	5.36	4.69	5.6	12	4-4-4-4	OPOO- /
f1423	46.7	24.27	7.4	4.53	5.13	2.09	12	4-4-4-4	無
f1424	24.75	11.96	4.92	2.23	2.57	0.36	12	4-4-4-4	無
f1425	62.69	27.59	9.73	6.56	6.33	5.74	12	4-4-4-4	無
f1426	53.34	24.85	9.04	5.21	5.01	3.45	12	4-4-4-4	無
f1427	43.73	20.63	7.06	3.9	3.83	1.61	12	4-4-4-4	無
f1428	57.48	28.71	9.33	5.87	5.83	3.87	12	4-4-4-4	無
f1429	63.64	30.3	10.2	6.04	5.13	5.26	12	4-4-4-4	無
f1430	40.59	18.56	6.89	4.14	4.13	1.32	12	4-4-4-4	無
f1431	35.73	13.69	6.37	3.44	3.24	0.94	12	4-4-4-4	無
f1432	61.78	32.9	10.14	6.01	6.33	5.53	12	4-4-4-4	無
f1433	56.7	30.62	8.91	6.19	6	4.68	12	4-4-4-4	無
f1434	62.68	34.78	9.89	6.76	6.49	4.92	12	4-4-4-4	無
f1435	26.57	12.43	5.38	2.24	2.49	0.44	12	4-4-4-4	無
f1436	62.46	32.48	9.77	5.58	5.32	4.47	12	4-4-4-4	無
f1437	26.82	13.38	5.25	2.49	2.87	0.44	12	4-4-4-4	無
f1438	22.8	14.1	4.84	2.36	2.34	0.36	12	4-4-4-4	無
f1439	59.27	30.16	10.42	5.88	5.4	4.46	12	4-3-5-4	無
f1440	45.59	22.26	7.35	4.69	4.67	2.03	12	4-4-4-4	無
f1441	62.57	31.46	9.64	5.58	5.63	5.03	13	4-4-4-4	無
f1442	62.55	28.3	9.27	5.36	5.4	4.54	12	4-4-4-4	無
f1443	48.18	24.62	8.07	4.55	4.45	2.64	12	4-4-4-4	無

觀霧山椒魚代號後有 rc 者，為再捕捉個體。

趾數為四肢趾頭數量，FL 左前肢；FR 右前肢；RL 左後肢；RR 右後肢。

尾部色標顏色，R 紅色；G 綠色；Y 黃色；P 粉紅色；/ 指沒有打色標。顏色代號字母數量為色標點數。

附錄七、觀霧山椒魚捕獲日期與環境資料

山椒魚 編號	年	月	日	天氣	樣區	海拔 m	氣 溫 °C	濕 度 %	土 溫 °C	土 壤 pH	土壤 濕 度 %	覆 蓋 物	覆 蓋 物 長 cm	覆 蓋 物 寬 cm	覆 蓋 物 高 cm
f1101	2011	1	25	陰	SH	2128	8	57	7.2			石			
f1102	2011	2	14	雨	EH	2135	6.5	100	-			木			
f1103	2011	3	9	陰	SW	2061	8.3	100	-			石			
f1104	2011	3	10	雨	SW	2081	7.2	99.9	7.5			石			
f1105	2011	3	10	雨	SW	2091	7.7	97.1	7.6			石			
f1106	2011	4	13	陰	SW1		13.1	74.2	15.1			石			
f1107	2011	10	12	陰	SB	2102	16.5	99.9	x			石			
f1201	2012	2	9	雨	SW2	2039	11.1	92.4	9.1	6.3	83.3	石	37	28	4
f1202	2012	2	9	雨	SB2	2128				6.4	73.3	石	25	20	5
f1203	2012	3	27	晴	SB1	2098	12.4	64.3	6.8	6.1	86.7	石	25	25	8
f1204	2012	3	28	晴	SB2	2164	12.8	64.3	7.7	6.5	80.0	石	25	15	8
f1204rc	2012	4	17	雨	SB2	2164	15.9	84.1	13.3	6.2	90.0	石	13	13	13
f1205	2012	4	17	雨	SB2		16.4	82.9	13.1	6.0	90.0	石	37	24	9
f1203rc	2012	4	20	陰	SB1	2092	15.5	85.9	12.9	6.8	80.0	石	62	43	4
f1206	2012	5	27	陰	SB1	2098	17.5	86.3	13.6	5.8	90.0	石	30	30	5
f1207	2012	5	27	陰	SB1	2095	16.6	93	12.9	6.5	70.0	石	40	30	8
f1208	2012	5	27	陰	SB1	2108	16.6	87.4	14.3	6.7	90.0	石	50	40	5
f1209	2012	5	28	雨	SW1	2055	16.2	99.9	15.6	6.6	90.0	石	23.5	11.5	6
f1210	2012	5	28	雨	SW1	2065	16.2	98.6	15.4	6.4	83.3	石	20	13	14
f1211	2012	6	27	晴	SB1	2075	18.8	80.1	12	6.6	83.3	石	27	21	1.5
f1212	2012	6	27	陰	SB2	2115	18	83.8	15.5	5.8	90.0	石	43.5	18.5	12.5
f1213	2012	6	28	晴	SW2	2039	22.1	70.4	16.1	6.1	80.0	石	37	28	4
f1214	2012	7	17	晴	EH	2124	17.5	89.4	17.4	6.5	53.3	木	106	12	
f1215	2012	9	18	陰	SB2	2093	14.2	84.5	13	6.3	50.0	石	22	13	6
f1216	2012	9	18	陰	SB2	2132	13.6	87.2	12.5	5.9	73.3	石	28	23	8
f1217	2012	9	19	陰	SW2	2074	15.7	82.2	13.3	5.6	76.7	石	12	11	2
f1205rc	2012	10	26	晴	SB2	2075	17.5	52.2	11.1	6.8	16.7	石	21	11	4
f1218	2012	10	26	晴	SB1	2082	15.1	59.8	12	6.7	36.7	石	30	20	4.5
f1219	2012	10	26	晴	SB2	2104	17.2	56.2	11.9	6.7	13.3	石	21	20	3

“-”表為測量(底質多為碎石),記錄值空缺為儀器異常。

SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; SH: 蜜月小徑; EH: 試驗棲地

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

山椒魚 編號	年	月	日	天氣	樣區	海拔 m	氣 溫 ℃	濕 度 %	土 溫 ℃	土 壤 pH	土壤 濕 度 %	覆 蓋 物	覆 蓋 物 長 cm	覆 蓋 物 寬 cm	覆 蓋 物 高 cm
f1220	2012	10	26	晴	SB2	2096	17.3	58.8	11.1	6.7	23.3	石	39	25	9
f1221	2012	11	23	雨	SB1	2113	10.9	99.9	11	6.3	90.0	石	33	25	9
f1222	2012	11	23	雨	SB1	2122	10.8	99.9	11.1	6.0	90.0	石	28	22	8
f1223	2012	11	24	雨	SW2	2042	11.9	99.9	11.9	6.6	80.0	石	25.6	13.8	3.6
f1224	2012	11	24	雨	SH	2088	12.7	99.9	11.6	6.4	83.3	石	35	28	11
f1225	2012	12	25	晴	SB1	2096	10.5	78.3		6.2	83.3	石	33	18	3
f1226	2012	12	26	晴	SB1	2112	10.1	76.9	7.2	6.4	66.7	石	28	15	7
f1227	2012	12	26	晴	SB1	2117	11.2	77.3	5.4	6.5	83.3	石	29.5	24	6
f1228	2012	12	26	晴	SB1	2117	11.7	72.9	7.6	6.2	80.0	石	49	28.9	6
f1229	2012	12	26	晴	SB2	2105	11.2	68.6	8	6.6	53.3	石	47	33	12
f1230	2012	12	26	晴	SB2	2111	11.4	77.8		6.2	73.3	石	55.5	18	10.8
f1301	2013	1	16	晴	SB1	2038	8	68.8	4.3	7.0	26.7	石	23.5	13	11.5
f1302	2013	1	16	晴	SB2	2100	7.6	72.6	4.5	6.3	66.7	石	69.5	28.5	23
f1303	2013	1	16	晴	SH	2125	4.9	67.6	5.2	5.8	80.0	石	37	35	6.5
f1304	2013	1	17	晴	SB2	2078	7.7	80.2	6.3	6.3	80.0	石	56	57	12
f1305	2013	1	17	晴	SB2	2151	5.2	84.3	7	6.7	41.7	石	70	26	26
f1306	2013	2	27	雨	EH	2123	11.8	91.9	13.1	6.4	90.0	石	47	22	15
f1304rc	2013	2	28	晴	SB2	2078	10.7	77.4	8.7	6.4	84.0	石	56	57	12
f1307	2013	2	28	晴	SB2	2078	10.7	77.4	8.7	6.4	84.0	石	56	57	12
f1308	2013	2	28	晴	SB2	2117	12.4	73.1	9.8	6.7	56.0	石	26	17	4
f1309	2013	2	28	晴	SH	2108	10.7	85	9.9	6.8	46.0	木	42	11	
f1310	2013	3	1	陰	SW060	2072	13.4	68.4	10.1	6.4	90.0	石	40	20	16
f1222rc	2013	3	7	晴	SB1	2111	7.3	70.2	7.1	6.4	70.0	石	13.3	15	3
f1311	2013	3	7	晴	SB1.5	2102	7	48.1	6.3	7.0	38.0	石	46	24	7
f1312	2013	3	7	晴	SB2	2058	12.7	57.1	7	6.8	86.0	石	40	24	8
f1313	2013	3	7	晴	SB2	2110	9.3	67.5	8.8	6.2	72.0	石	21	12	12
f1306rc	2013	3	16	陰	EH	2136	15.8	66.9	14.5	6.5	66.0	石	33	20	6
f1307rc	2013	3	17	晴	SB2	2078	17	47.6	7.1	6.2	64.0	石	56	57	12
f1314	2013	3	17	晴	SB1	2108	14.3	74.2	8.8	6.5	50.0	石	45	30	20
f1315	2013	4	21	雨	SB2	2083	13.9	99	12.9	6.3	84.0	石	67	54	8
f1316	2013	4	21	雨	SB2	2098	13.9	99	13.4	5.9	88.0	石	19	34	7

“-”表為測量(底質多為碎石),記錄值空缺為儀器異常。

SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; SH: 蜜月小徑; EH: 試驗棲地

山椒魚 編號	年	月	日	天氣	樣區	海拔 m	氣 溫 ℃	濕 度 %	土 溫 ℃	土 壤 pH	土壤 濕 度 %	覆 蓋 物	覆 蓋 物 長 cm	覆 蓋 物 寬 cm	覆 蓋 物 高 cm
f1317	2013	4	21	雨	SB2	2098	13.9	99	13	6.2	90.0	石	32	30	5
f1318	2013	4	21	雨	SB2	2097	13.9	99	13.1	-	-	石	59	35	17
f1319	2013	4	21	雨	SB2	2114	13.9	99	12.4	6.2	78.0	石	40	14	5
f1320	2013	6	15	陰	SB2	2113	17.9	87	15.8	6.4	68.0	石	34	18	4
f1321	2013	6	15	陰	SB1	2097	18.3	75	15.4	6.3	84.0	石	29	20	3
f1322	2013	6	15	陰	SB3	2087	18.7	86	16.3	6.2	66.0	石	28	14	8
f1323	2013	11	6	晴	SB4	2056	17.8	69.5	12.9	-	-	石	21	28	1
f1401	2014	1	23	晴	EH	2073	13.2	51.3	7.8	6.3	78.0	石	48	23	7
f1309rc	2014	3	30	晴	SH	2108	18.3	72.7	10.7	6.3	75.0	木	42	12	
f1402	2014	3	30	晴	SB1	2095	13.3	85.3	8.8	6.2	84.0	石	35	19	12
f1404	2014	4	22	晴	SB4	2133	18.1	70	9.1	6.0	90.0	石	37	22	14
f1405	2014	4	22	晴	SB3	2092	18.8	72	13.6	-	-	石	35	26	7
f1406	2014	4	22	晴	SB3	2088	20.3	66.7	13.9	5.6	78.0	石	35	13	11
f1407	2014	4	22	陰	SB2	2101	18.1	70.6	14.6	-	-	石	22	10	13
f1408	2014	4	22	晴	SB2	2105	18.8	72.0	12.5	-	-	石	30	26	12
f1403	2014	4	23	陰	SB2	2099	18.7	73.1	9.7	-	-	石	24	24	6
f1409	2014	4	23	陰	SW2	2038	21.8	62.6	16.6	-	-	石	33	20	7
f1410	2014	5	22	陰	SH	2159	17.1	80.6	13.8	6.8	78.0	石	40	59	10
f1306rc	2014	6	9	雨	EH	2073	26	63	16.9	6.7	88.0	石	25	18	7
f1411	2014	6	10	晴	SB2	2078	21.9	83	15.3	-	-	石	25	20	4
f1412	2014	6	10	陰	SB2	2086	21.2	85.3	17.7	6.1	88.0	石	21	18	3
f1413	2014	6	10	陰	SB2	2092	21.1	82.3	16.6	-	-	石	32	18	7
f1414	2014	6	10	陰	SB2	2092	21.1	82.3	16.5	-	-	石	17	9	3
f1415	2014	6	10	陰	SB2	2097	20.8	81.3	16.9	-	-	石	10	16	5
f1416	2014	6	10	陰	SB2	2092	21.1	82.3	16.6	-	-	石	21	15	6
f1417	2014	6	10	陰	SB2	2092	21.1	82.3	16.6	-	-	石	25	25	6
f1306rc	2014	7	25	陰	EH	2050	19.1	53.1	19.1	5.8	90.0	石	24	17	3
f1401rc	2014	7	25	陰	EH	2050	24.2	73.1	16.3	6.2	90.0	石	12	8	5
f1413rc	2014	7	26	晴	SB2	2117	29	84.9	17	-	-	石	27	25	13
f1418	2014	7	26	晴	SB3	2097	21.5	79.6	14.6	-	-	石	20.6	9	7
f1419	2014	7	26	晴	SB1	2134	21.5	80.3	16.6	6.2	88.0	石	34.5	27	15

“-”表為測量(底質多為碎石),記錄值空缺為儀器異常。

SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; SH: 蜜月小徑; EH: 試驗棲地

觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查

山椒魚 編號	年	月	日	天氣	樣區	海拔 m	氣 溫 °C	濕 度 %	土 溫 °C	土 壤 pH	土壤 濕 度 %	覆 蓋 物	覆 蓋 物 長 cm	覆 蓋 物 寬 cm	覆 蓋 物 高 cm
f1420	2014	7	26	晴	SB1	2102	19.8	84.1	17.3	-	-	石	20	12	6
f1421	2014	7	26	晴	SB2	2013	19.9	83.9	16.5	-	-	石	26	21	5
f1306rc	2014	8	15	晴	EH	2050	26.6	56.6	18	-	-	石	24	17	3
f1422	2014	8	16	晴	SB3	2084	19.7	77.2	15.5	-	-	石	42	50	10.1
f1423	2014	8	16	晴	SB2	2083	20.4	78.7	16.4	6.0	90.0	石	49	46	9
f1424	2014	9	11	晴	SB3	2076	19.5	89.6	15.6	-	-	石	19	10	7
f1425	2014	9	11	晴	SB2	2085	19.9	85.2	12.7	6.8	66.7	石	33	24	25
f1426	2014	9	11	晴	SB2	2084	23.2	74.3	15.1	5.3	90.0	石	30	19	3
f1427	2014	9	11	陰	SB2	2095	21.5	77.5	18.9	6.1	80.0	石	18	11	3
f1428	2014	9	11	陰	SB2	2098	22.6	73.6	16.3	-	-	石	30	23	5
f1429	2014	9	11	陰	SB2	2095	23	73.3	17.1	6.0	83.3	石	29	20	10
f1430	2014	10	5	晴	SB2	2096	12.3	78.9	10.1	6.1	54.0	石	53	45	5
f1431	2014	10	5	晴	SB2	2120	13.8	72.9	11	6.6	83.0	石	13	15	2
f1432	2014	10	5	晴	SB3	2090	14.6	77.5	11.9	-	-	石	15	14	4
f1433	2014	10	5	晴	SB3	2100	15.3	73.5	11.9	-	-	石	16	14	3
f1434	2014	10	5	晴	SB2	2103	15.8	72.2	11.7	-	-	石	23	21	5
f1435	2014	11	6	晴	SH	2137	14.8	83.5	9.5	6.5	76.6	石	68	52	3.5
f1436	2014	11	6	晴	SH	2134	14.1	85.3	11.4	6.0	86.0	木	54.5	24	
f1437	2014	11	7	晴	SB3	2053	13.2	79.9	10.2	-	-	石	16	8	5
f1438	2014	11	7	晴	SB3	2080	13.2	79.9	10.2	-	-	石	38	20	8
f1439	2014	11	7	晴	SB2	2100	13.7	76.3	13.5	-	-	石	17	20	3
f1440	2014	11	7	晴	SB3	2081	13.2	78.3	10.2	-	-	石	22	17	4
f1441	2014	11	7	晴	SB2	2080	13.2	76.8	10.2	-	-	石	47	35	22
f1442	2014	11	7	晴	SB2	2105	15.1	73.6	15.1	-	-	石	48	25	20
f1443	2014	11	7	晴	SB2	2107	15.1	81.2	14.5	-	-	石	40	20	6

“-”表為測量(底質多為碎石),記錄值空缺為儀器異常。

SW: 大鹿林道西線; SB: 巨木步道; SH: 蜜月小徑; EH: 試驗棲地

附錄八、觀霧山椒魚再捕獲個體不同時間測量值

編號	年	月	日	SVL mm	尾長 mm	頭寬 mm	尾基寬 mm	尾基高 mm	重量 g
f1203	2012	3	27	60.85	30.3	9.35	3.9	5.3	4.05
	2012	4	20	60.8	26.2	9.4	4	4.3	4.05
f1204	2012	3	28	53.45	24.55	8	3.3	4.1	2.9
	2012	4	17	49.6	25.3	8.1	5.4	5.75	2.9
f1205	2012	4	17	51.1	26.6	9.3	5.7	4.3	2.75
	2012	10	26	55.2	26	9.15	5.45	4.85	2.9
f1222	2012	11	23	65	27.8	9.2	3.6	4.35	4.45
	2013	3	7	63.58	24.87	9.68	4.7	4.51	3.31
f1304	2013	1	17	54.9	26.35	8.3	4.1	4.2	4.1
	2013	2	28	57.51	25.56	8.99	5.87	5.15	4.25
f1306	2013	2	27	66.29	33.16	9.77	5.54	5.76	5.042
	2014	7	25	63.95	28.35	9.9	5.1	4.66	5.52
	2014	8	15	66.59	28.65	9.72	5.36	4.69	5.6
	2014	6	9	62.91	27.97	9.37	5.03	4.6	4.36
	2013	3	16	66.15	30.09	9.9	6.15	5.26	6.21
f1307	2013	2	28	60.12	30.85	9.49	5.38	5.25	3.85
	2013	3	17	60.06	26.06	9.4	6.33	5.71	3.4
f1309	2013	2	28	47.6	24.68	7.78	4.93	4.42	2.25
	2014	3	30	52.31	25.37	8.31	4.35	4.85	3.44
f1401	2014	1	23	73.32	33.72	9.97	6.75	6.93	8.02
	2014	7	25	70.12	19.84	10.11	5.14	6.11	7.62
f1413	2014	6	10	60.7	22.6	9.66	6.49	5.53	4.68
	2014	7	26	60.5	19.39	9.81	5.78	4.97	4.91

附錄九、審查會議記錄

第一次審查會議

「觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查」

第 1 次期中簡報會議紀錄

壹、開會時間：101 年 7 月 30 日（星期一）上午 10 時 00 分

貳、開會地點：雪霸國家公園管理處第 1 會議室

參、主持人：林青處長

記錄：傅國銘

肆、出席人員：

呂光洋、王志強、陸聲山、吳聲海、林永昌、邱清安、鍾銘山、
劉金龍、邱滄明、徐志彥、于淑芬、宋宜玲、陳家鴻

伍、討論：

（一）呂光洋教授

1. 此整合計畫的方向非常正確，對日後山椒魚棲地的經營管理會有幫助。
2. 總計畫之標題為山椒魚，但報告內容植物所佔的比例明顯超過山椒魚相關的資料，請再考量平衡度。
3. 在山椒魚胃內食物之分析中，發現有「鼠婦」，然地棲之無脊椎動物相調查資料，並沒有調查到「鼠婦」，可能的原因為何？請深入探討。
4. 「環境生態」指標或資料，此名詞有無正確英文相對名詞，請再確認。
5. 報告書 p.38、39 表中之樣區草本層植物，並無調查到三種原生鳳仙花，日後可試著找出鳳仙花和山椒魚的關係。
6. 報告書 p.18、25、38、39 圖表中，缺少軸之單位及比例尺，請修正。

研究團隊回答：

1. 觀霧地區是臺灣唯一可以同時找到 3 種原生鳳仙花的地方，並大多出現於林緣區域，雖目前未發現山椒魚與鳳仙花的相關性，但因鳳仙花授粉生態方面之研究闕如，本研究利用數位影像監測系統，可試著瞭解鳳仙花之物候生態及授粉生態。

2. 鼠婦可能是山椒魚重要食物來源資料，我們在觀霧山椒魚胃內確實有發現到，但棲地土壤無脊椎動物調查目前尚未發現到，後續樣區調查時會特別注意。
3. 「環境生態」及「生態環境資料庫」等名詞，會參考國內外文獻後統一修正。
4. 報告書內缺少軸之單位及比例尺部分亦一同修正。

(二) 王志強副教授

1. 本整合性計畫搭配生態資料庫建置，可即時呈現調查研究成果，具保育研究及環境教育宣導效果。
2. 鳳仙花屬植物具有特殊之花部構造且授粉生態學上具有特殊之意義，本計畫內棣慕華等鳳仙花等特有種深具調查研究價值。
3. 報告書之段落章節，建議依各子計畫分別撰寫。
4. 從植物調查樣區之灌木層及地被層植物組成而言，已趨向了天然林之結構，但並不表示造林措施不會影響觀霧山椒魚生態，可增加描述其地被組成、枯枝落葉及水分狀態。
5. 報告書 p.69 頁山椒魚捕獲樣區 SW2，在植物樣區內沒有調查資料，建議未來加以納入調查樣區。
6. 植群復育 p.81 頁結論與建議第 4 點，建議再加入增設阻絕設施及解說牌；另並不建議植栽直接入土栽植，可先植入美植袋。

研究團隊回答：

1. 報告書書寫方式，將於期末報告時依不同子計畫修正，並加入本案 3 年計畫期程表。
2. Sw2 非共同固定樣區，因當初於本區域發現有山椒魚，後續亦可增加為植群樣區調查之一。
3. 生態中心周邊植栽建議方面，可增加委員所建議之阻絕設施及解說牌，另先植入美植袋部分也可列為管理處後續植栽參考。

(三) 本處同仁

1. 生態中心周邊植栽建議部分，可否協助估算年度相關經費。
2. 建議設置枯枝落葉堆置場，做為改良土壤等用處。
3. 山椒魚復育棲地內當初移植之 9 株榔榆樹種，並非原生棲地樹種，是否建議移除？
4. 山椒魚試驗棲地請列入山椒魚食物來源調查，並將各樣區與本處 98-100 年度委託調查及林務局對無脊椎動物相關研究報告做比較。
5. 生態中心周邊花園設計似乎不良，致下雨土壤沖刷流失嚴重，有無建議解決方式？
6. 有關山椒魚的天敵並未於本研究報告中呈現，未來是否會針對這部分做調查。

研究團隊回答：

1. 有關植栽計畫年度經費概算可以協助估算，且經費應不致於太高。
2. 榔榆雖於本區生長不錯，但還是建議移除；另可於適當時機號召志工們共同協助清除大扁雀麥、高山芒等草種。
3. 生態中心周邊花園土壤流失問題，建議於土壤中增加腐植土，或設置落葉堆肥區來改善。
4. 試驗地的山椒魚食物來源（無脊椎動物）將會列入後續調查，並比較之前管理處及林務局相關研究報告。
5. 山椒魚天敵的調查，可將捕捉到的蛇類等疑似天敵催吐觀察；另陸蟹亦是可能天敵之一，但仍需更多調查資料佐證。

呂光洋老師補充：

1. 榔榆如果移除會影響微環境變化，或許可考慮不要移除，來當做反向教育。
2. 山椒魚環境 DNA 建議不需調查，因預期不會有結果，不必浪費時間及資源。

(四) 林青處長

1. 請同仁積極參與各研究計畫的調查工作，較能充分掌握研究案的核心價值，以便適時提供經營管理建議。

2. 未來在營造新生態棲地時，應如呂光洋老師所言，避免變成島嶼化棲地，必須要和鄰近原生態區域緊密連結。
3. 本研究所整理之生態資料庫亦請研究團隊整併於本處相關研究資料庫中。

陸、結論：

- (一) 請受託單位依各與會人員之建議，修正工作方向及修改報告書內容，並於第二次簡報成果報告書中一併改正。
- (二) 本次期中簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款事宜。

柒、散會

審查會議記錄

第二次審查會議

「觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查」

第 2 次期中簡報會議紀錄

壹、開會時間：101 年 12 月 21 日（星期五）下午 14 時 00 分

貳、開會地點：雪霸國家公園管理處第 1 會議室

參、主持人：鍾銘山副處長 代

記錄：傅國銘

肆、出席人員：

呂光洋、王志強、賴俊祥、陸聲山、吳聲海、林永昌、邱清安、郭家旻、孫雅筑、劉金龍、陳振達、張美瓊、于淑芬、蕭明堂、許景祺

伍、討論：

（一）呂光洋教授

1. 有關觀霧山椒魚取樣地點（site）的面積敘述不夠明確，另建議把觀霧山椒魚的分布點位圖表示出來。
2. 台灣二葉松林型及柳杉林的林齡為幾年？
3. 土壤無脊椎動物的調查可再詳細點，目前試驗地及野外樣區的無脊椎動物相有無差別？蚯蚓的引入可否增加其食物？
4. 目前試驗棲地的面積太小，鄰近之芒草地應積極改善，且水源是否維持穩定都是重要因素。小溪流之配置建議能再平緩些，以降低水深且更符合野地之水流狀態。
5. 購置之外來腐植土造成外來種植物的侵害，未來應該更加思考。
6. 建議加強觀霧山椒魚天敵之調查，如有捕捉蛇類時予以催吐，以釐清哪種蛇類會吃山椒魚。
7. 觀霧原生的三種鳳仙花之分布有無重疊？哪種比例較高？其授粉昆蟲有無不同？依之前之觀察經驗山椒魚的棲地好像都無鳳仙花分布。
8. 某些蚯蚓可能是山椒魚的食物，建議團隊多收集蚯蚓的資料。

（二）王志強副教授

1. 本調查研究計畫綜合了植物、植群、觀霧山椒魚、昆蟲等面向，並進行資料庫建置等工作，目前也獲致了具體的成果，應該能為觀霧地區的生態資源、保育研究及經營管理上提供具體而有用的貢獻。
2. 試驗棲地之植物名錄可列入，另地被植物之調查資料可每年調查並比較其演替。
3. P59、P62、P63 頁之玉山杜鵑及森氏杜鵑，建議統一為「玉山杜鵑」。
4. 可將山椒魚出現之植群樣區描繪植群剖面圖。
5. 圖 3-1-2 可加入圖例及說明增加可讀性。
6. P45 第 5 行…臺灣二葉松之「生態區位」，意旨 niche 或者 habitat?請註明。

(三) 賴俊祥博士

1. 試驗棲地的二葉松林(演替)逐漸消失，朝向山椒魚天然棲地演替(p47)，然而演替過程中是否會使試驗棲地底層植被有過於茂密以致於石頭大量被植被覆蓋的現象？就我們在阿里山的經驗，山椒魚對石頭大量被植被覆蓋的棲地的棲息量(出現量)較低，故請執行單位注意此現象。
2. 山椒魚的棲息與土壤溼度相關性很高，觀霧山椒魚野外棲地植物社會調查(p51)雙向群團分析結果有二種林型(香杉林型及柳杉林型)，香杉林型的林冠層的主要組成是香杉及台灣二葉松(p54)，依我們的山椒魚調查經驗裡二葉松林下幾乎未曾發現，而香杉林型捕獲的數量明顯低於柳杉林型(6 隻 vs 21 隻)，是因為這兩種林型底層土壤的潮溼程度不同嗎？或是其他的因子？如坡度，全天空光域，水分梯度？
3. 觀霧山椒魚產卵場的設置(p48)方面，依據台灣及日本對這類生殖習性的山椒魚的產卵地觀察，山椒魚通常在伏流滲出之處產卵，試驗棲地的產卵場能否考慮以此方式來設置。
4. 鳳仙花生長與授粉昆蟲調查，使用感測器網路系統(p66)，若用於試驗棲地的產卵場監看是否有個體進入水中產卵，是否可行？

5. 環境 DNA (environmental DNA)的檢測在本研究中未發現(p97)，報告中提到山椒魚繁殖季節會收集水樣，由於環境 DNA 的量在個體密度愈低則愈低，並且文獻上指出動物離開二星期左右量就會變得很少，在山椒魚個體密度低及在水中時間短暫的狀況下，建議增加取樣的頻度，以期能得到較好的結果。
6. 底棲無脊椎動物調查是在落葉及表土中收集無脊椎動物(p29)，無脊椎動物相在樣區間沒有差異(p81)，樣區和發現山椒魚地點的底棲無脊椎動物也沒有差異(p85)，但是和山椒魚的食餌種類(p92)有很大的差異。因為山椒魚平常棲息在石頭下，推測石頭下的無脊椎動物相和地表的落葉及表土中棲息的無脊椎動物相應不同，能否考慮以適當的方法調查之。山椒魚的食餌種類(蜈蚣、馬陸、鞘翅目、雙翅目及鼠婦等)似乎是比較容易在翻開石頭時看到的。
7. 觀霧山椒魚的雄性在生殖季會有頭部擴大的現象，可增加分析頭寬/吻肛長的月份變化。

本處同仁

1. 建議試驗棲地在進行每木調查時能統一噴漆標示，可兼顧解說教育上的美觀。
2. 試驗棲地水的管理及棲地核心的除草方式，希望能提供管理處適當的建議。
3. 黑眉錦蛇在報告書中有記錄到，是本區常見的嗎?
4. 拍攝鳳仙花之感測器網路系統所得之照片，可否拍攝成縮時攝影供管理處做為保育成果宣導。

研究團隊回答：

1. 觀霧山椒魚取樣地點(site)及分布點位圖，將俟蒐集齊全資料後於報告書中圖示；另外也會嘗試分析山椒魚分布地點與植群間的關係。
2. 台灣二葉松林型及柳杉林的林齡，將調閱林務局造林相關台帳資料後呈現。

3. 試驗棲地之地被植物調查資料，將於後續報告中分析；另森氏杜鵑與玉山杜鵑為同一種，將一併修正。
4. 試驗棲地水道坡度部分視未來經營狀況調整，儘量能讓水流更緩；而山椒魚產卵場的設置會考量野外自然棲地進行調整。
5. 觀霧地區三種鳳仙花之分布狀況，少數地區可發現 3 種共存的現象，大部分只出現 1 種或 2 種群聚；研究團隊將嘗試分析各種鳳仙花之分布與各種授粉蜂分布之關係。
6. 監測鳳仙花花候之感測器網路系統，因受限於鏡頭解析度、影像檔資料龐大及網路頻寬等，未來如何應用於試驗棲地做為監測觀霧山椒魚的使用，尚待研議。
7. 石頭底下的無脊椎動物會嘗試加入調查；蚯蚓的調查以往在森林底層下很難發現到，不過我們還是會嘗試去做；後續如有補捉到蛇類時，將嘗試予以催吐，看是否有山椒魚。
8. 有關每木調查之噴漆標示會統一；另試驗棲地水的管理及棲地核心區除草方式將提供管理處適當建議。
9. 黑眉錦蛇在觀霧地區的調查紀錄屬於稀少的資料，一般不太會出現在高海拔山區。
10. 感測器網路系統所拍攝之鳳仙花花候照片，將嘗試剪輯成縮時攝影短片。

陸、結論：

- (一) 請受託單位依各與會人員之建議，修正工作方向及修改報告書內容，並於第 3 次簡報成果報告書中一併改正。
- (二) 本次期中簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款事宜。

柒、散會

審查會議記錄

第三次審查會議

「觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查」

第 3 次期中簡報會議紀錄

壹、開會時間：102 年 7 月 23 日（星期二）下午 14 時 00 分

貳、開會地點：雪霸國家公園管理處第 1 會議室

參、主持人：鍾銘山副處長

記錄：傅國銘

肆、出席人員：

呂光洋、王志強、賴俊祥、陸聲山、吳聲海、林永昌、邱清安、鄭瑞昌、劉金龍、陳振達、張美瓊、徐志彥、于淑芬、蕭明堂、許景祺

伍、討論：

（一）呂光洋教授

1. 建議可將 59 隻捕獲個體（其中 7 隻為重覆捕捉）進行族群年齡結構分布之分析。
2. 本研究所捕獲的 3 種蛇類（標蛇、黑眉錦蛇、高砂蛇）均為無毒蛇，之後如有再捕獲時可嘗試進行催吐來分析是否會吃觀霧山椒魚。
3. 食性分析之碎屑是否大部分都是節肢動物？觀霧山椒魚有可能也會吃蚯蚓之類的。
4. 需注意山豬破壞試驗棲地狀況，避免栽植有地下塊莖之植物，以減少山豬入侵機會。
5. 棲地改善方面，建議把水導入以芒草、二葉松為優勢之棲息地範圍，以減少人工移除的耗損與芒草快速回復。
6. 苗圃內的鳳仙花是否太乾燥？植株看起來生長狀況不佳。

研究團隊回答：

1. 有關山椒魚族群年齡結構分布之分析，會將相關量測資料彙整後呈現於報告書內容。
2. 3 種蛇類如有再捕獲時會進行催吐來分析是否取食山椒魚。
3. 目前發現山椒魚胃內碎屑大部分都是節肢動物，如鼠婦、蜈

蚣等，是否會吃蚯蚓的部分則還要繼續調查。

4. 山豬破壞試驗棲地狀況，目前有看到牠會咬食栽植的臺灣瘤足蕨根部，之後會避免栽種塊莖植物。
5. 把水導入以芒草、二葉松為優勢之棲息地範圍確實是營造山椒魚棲地的較好方式，但需視現有水源狀況及噴灌設施的導入。
6. 棣慕華鳳仙花於苗圃的生長狀況確實比野外族群差，會再持續監測後續生長情形，但紫花鳳仙花的生長則與野外族群狀況相當。

(二) 王志強副教授

1. 本研究許多資料為第一手之資訊，具有保育及環境教育之價值，建議於本計畫完成時將資料提供管理處做為編撰相關之解說牌或摺頁。
2. 植群分析部分，可加入本地區之其他調查資料整合分析，佐以DCA、CCA之分析方法來探討山椒魚生育地之植群條件及特徵。另香杉、柳杉林型與試驗棲地之植群類群並不同，應於文章內加以說明，另山椒魚在試驗棲地內之生育狀況可由團隊進行整合，並研議棲地內之植群、水質等條件探討。
3. 第62頁，生態中心周邊植栽建議可加入早田氏草莓、高山委陵菜、黑果深柱夢草、高山通泉草等。
4. 第7頁，稀有植物部分，可依王震哲(2012)臺灣稀有維管束植物初評名錄列表，並可於名錄中標記外來種植物。另生態氣候圖之左上角及右上角建議加上地點、年均溫及海拔高度。

研究團隊回答：

1. 結案成果報告會將相關資料整理，提供管理處做為編撰相關解說牌或摺頁參考。
2. 有關植群分析部分，後續將加入相關調查資料後分析，用以探討有山椒魚出現及無山椒魚出現的植群差異性。
3. 有關第7頁及第62頁的建議事項，會列入參考及修正。

(三) 賴俊祥博士

1. 第 53 頁，建議復育棲地能定期維護產卵場，並加強植被覆蓋度(水溫過高(103 頁))，同時進行增厚表土層的措施，以利山椒魚棲息。
 2. 87 頁，無脊椎動物相在各種分區分析都沒有差異。由於分析中是將整個發現山椒魚之棲地底棲無脊椎動物相合併在一起，建議是否將各樣區合併，再進行群集分析？以瞭解山椒魚發現地的無脊椎動物相是和所在樣區相近，或是與其他有發現山椒魚的地點較為相近？若是後者看看能否找出主要的因子。
 3. 90 頁，大鹿林道西線的時間捕獲率及面積捕獲率都最低，主要原因是此地的覆蓋度較低，此地族群會是其他地點遷移過來的嗎？或者附近有族群量更穩定的點？
 4. 95 頁，山椒魚進食比例不高是否與麻醉後再洗胃的方式有關？
 5. 101 頁，標蛇在山椒魚的活動區很常見，我們未曾觀察過其攝食山椒魚，不知道研究團隊是否觀察過？因無毒蛇類催吐比較安全，建議在捕捉到蛇類時可以嚐試催吐。
 6. 志工假期曾進行水溝清理，請問是否在水溝裡發現山椒魚？
研究團隊回答：
 1. 為保持良好山椒魚試驗棲地，本團隊會與管理處同仁、志工不定期維護產卵場。另外，目前試驗地表土層其實已有一定厚度，稍微再整理即可。
 2. 山椒魚發現地的無脊椎動物相分區分點分析，會於後續研究報告中呈現，來探討是否與所在樣區相近或是與其他有發現山椒魚的地點較為相近。
 3. 有關大鹿林道西線採集捕獲率偏低狀況，目前比較難看出是否為其他地點遷移過來的，研究團隊會持續進行採樣。
 4. 會依建議先將山椒魚洗胃後再麻醉的方式進行。
 5. 標蛇是否取食觀霧山椒魚，研究團隊目前尚未發現到，之後如有補獲該種蛇類將嘗試催吐分析。
 6. 今年 6 月份辦理的山椒魚工作假期，在水溝裡並未發現到山椒魚蹤跡。
- (四) 本處同仁
1. 建議於下次報告書裡將本次討論回應情形列表對照。

2. 由於觀霧站位置偏遠且路況差，研究團隊可否指導管理站同仁協助簡易之調查，以增加調查之頻率。
3. 目前試驗地棲地之芒草環境必須以大量人力投入移除，但沒多久高山芒又長回來，如果能利用現有苗圃噴灌系統引入營造潮濕環境，或許可以減少人力維護。
4. 除了東方蜜蜂及威氏雄蜂外，是否有發現其他蜂或蝶類對鳳仙花採蜜？另外鳳仙花量的多少是否與蜜蜂出現的數量有關？
5. 建議研究團隊可將大鹿林道東西線的自動照相機所拍攝到的資料，逐一整理呈現在報告書。

研究團隊回答：

1. 遵照辦理，後續報告書裡會將本次討論回應情形列表對照。
2. 在不增加管理站同仁業務量下，研究團隊可以指導簡易監測項目，如自動照片機資料蒐集、網路視訊監測等等。
3. 在可以提供充足水源及苗圃噴灌系統引入來營造潮濕環境下，確實可以減少人力維護。
4. 有發現少數取食或盜蜜的其他蜂蝶，但因來不及捕捉，所以無法確認種類；至於鳳仙花植物數量與蜜蜂數量的多寡並無太大關係，因其並未有專一性，然而蜜源量的多少則會影響蜜蜂的數量。另外，有關威氏熊蜂盜蜜的說法，有人認為可以增加鳳仙花繁殖率。
5. 遵照辦理，後續會將自動照相機資料整理於報告書中。

陸、結論：

- (一) 請受託單位依各與會人員之建議進行修正，並請將修正之內容條列函覆本處。
- (二) 本次期中簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款事宜。

柒、散會

審查會議記錄

第四次審查會議

「觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查」

第 4 次審查簡報會議紀錄

壹、會議時間：102 年 12 月 12 日（星期四）下午 2 時

貳、會議地點：雪霸國家公園管理處第 1 會議室

參、主持人：林青處長

記錄：傅國銘

肆、出席人員：

賴俊祥、王志強、吳聲海、邱清安、陸聲山、林永昌、鍾銘山、鄭瑞昌、楊國華、許景祺、張美瓊、徐志彥、蕭明堂、林哲宇、陳家鴻

伍、討論：

一、屏東科技大學森林系王志強副教授：

(一) 本研究計畫整合了數項主題，對觀霧山椒魚及生態中心周遭之生態有增進了解之助益，尤其聯外道路出入不便之時，研究執行單位辛勞的完成調查研究工作，實屬不易。

(二) 在觀霧山椒魚試驗棲地進行復育、監測，相關資料詳盡，並包含植栽復育。其中管理處同仁及假期志工參與，在保育監測及保育傳播上，累積後續之能量。

(三) 在未來的計畫執行上建議：

1. 引入的植栽，可考慮限地採種及移入。
2. 觀霧山椒魚試驗棲地之林木資料 及 TH-1、TH-2、TH-3 三種植物社會樣區應持續監測，並可列入 2012、2013 及 2014 之比較評估。

(四) 報告書撰寫之修正建議：

1. P.7 臺灣植物紅皮書正式出版名稱為「臺灣維管束植物初評名單」，應改正並列入參考文獻。
2. 圖 1-2、1-3、2-2、3-1-1 之圖例、圖說、指北針圖示等，建議補正並統一。
3. 表 3-1-3 觀霧山椒魚試驗棲地植物社會調查樣區之座標或位置可標示或列入圖 3-1-1 中。
4. P.66 第二段第四行及第五行之香杉型及雲山型學名誤植，應修正。
5. 附錄二中 P.149 所列 *Cunninghamia konishii* Hayata，中文名應使用「香杉」。

二、臺灣師範大學生命科學系賴俊祥博士：

- (一) 本案研究成果已有完整呈現，但這半年的研究成果因受限於道路中斷而有所落差，建請受託單位於報告書上加註說明。
- (二) 有關觀霧山椒魚試驗區目前植栽狀況生長快速良好，未來是否讓其自然演替？
- (三) 觀霧山椒魚野外棲地之植群分析結果顯示，可概分為柳杉林型及香杉林型，是否可說明哪一種林型山椒魚數量較多？
- (四) 觀霧山椒魚生態中心周邊的植栽成果良好，建議在報告書上可依分區或完成時間來呈現。
- (五) 東方蜜蜂不喜歡探訪棗慕華鳳仙花的原因如何？因為其花粉粒的型態與其他的差異不大。
- (六) 本案試驗棲地志工工作假期成果良好，建議管理處可以續辦。

三、雪霸處林青處長：

- (一) 經營管理觀霧山椒魚試驗棲地及生態中心之外來雜草移除部分，可否提供適當移除時機資料？
- (二) 對固定樣區底棲和水中無脊椎動物調查呈現並無顯著差異，是否代表環境已穩定？
- (三) 對觀霧山椒魚捉放的標記方法是採何種方式？
- (四) 陳導演採拍攝觀霧山椒魚紀錄片中以描述其生活史，在本計畫已執行到第二年成果中，是否發現與影片內容有差異之處？

四、雪霸處副處長鍾銘山：

- (一) 針對觀霧山椒魚試驗棲地植栽營造方面，是否有相關準則、方法可依循？若未來此植群發生自然災害或病蟲害，該如何透過人為介入恢復？
- (二) 建議明年度開始，於簡報中列入委員所建議事項之辦理情形。
- (三) 觀霧山椒魚生態中心周邊植栽未來會形塑成何樣況？能否建立一套策略模式，可用於永續經營，並由本處同仁及志工工作假期時，也能自行處理，甚至調查。

五、雪霸處鄭瑞昌秘書：

- (一) 建議每一研究計畫報告能收錄於資料庫中，並能上傳整合至營建署

之資料庫。也能有利於雪霸管理處同仁能接手各研究之後續追蹤。

(二) 建議保育研究課同仁能對各研究計畫施行過程中，摘錄有趣、有利於環境教育之事件、現象，並發布新聞稿，增加民眾對雪霸國家公園的認知。

(三) 針對觀霧山椒魚天敵研究目前仍無初步成果，將不利於 104 年度後續天敵研究計畫進行。

六、雪霸處企劃經理課楊國華技正：

雪霸國家公園之相關圖資建議採最新版本，會後給予保育課同仁，再請同仁轉交各研究團隊使用。

七、雪霸處保育研究課蕭明堂技士：

(一) 建議可對試驗棲地後方原始林設樣點觀察觀霧山椒魚族群。

(二) 目前計畫執行成果是否可分析、判斷觀霧山椒魚族群現況及所受威脅程度，是否能整合歷年資料進行分析？

(三) 觀霧山椒魚可能天敵調查，目前仍針對此區域蛇類及小型哺乳類的物種組成調查，建議可採用胃內含物分析或利用觀霧山椒魚氣味引誘天敵捕食等方式進行試驗。

(四) 可否進行哺乳動物數量增加現象之確認情形？

八、雪霸處觀霧管理站陳家鴻技士：

(一) 觀霧山椒魚族群年齡結構仍未於報告中呈現。

(二) 在野外調查時，是否能分辨觀霧山椒魚性別，如利用泄殖腔型態觀察？

(三) 建議整合各月份捕獲率及微棲地因子如溫度、濕度、降雨等進行觀霧山椒魚所需棲地條件分析。

(四) 建議加強生殖生態此方面之深入研究。

(五) 目前對觀霧山椒魚活動範圍是否已有分析結果？

(六) 建議由雪霸管理處協助申請觀霧山椒魚之活體利用，有利於其生理及相關調查。

九、受託單位整體回應：

中興大學森林學系邱清安助理教授：

- (一) 針對委員所提報告資料修正、學名更正，及「臺灣維管束植物初評名單」文獻列入等建議將於後續報告修正。
- (二) 復育試驗棲地之經緯度座標會於報告中呈現，但避免危及野外個體，野生個體座標記錄不於報告中公開。
- (三) 會於報告中說明受颱風災害影響造成觀霧聯外道路損害後之下半年度研究進展調查成果情形。
- (四) 試驗棲地周邊植栽營造在人為介入後，採自然演替原則，不再介入。
- (五) 柳杉林型棲地具較高觀霧山椒魚族群密度是因區域環境差異，柳杉林型環境更偏潮濕利於觀霧山椒魚生存。
- (六) 有關生態中心植栽報告呈現方式，會依委員建議採分區或分時間段方式呈現。
- (七) 對試驗棲地及生態中心外來雜草主採選擇性移除原則，會於下次報告中提出適當移除時機。
- (八) 會於下期簡報會議時，呈現針對委員建議之回覆情況。並於報告中呈現植栽營造管理所採用準則內容。

林業試驗所陸聲山副研究員：

東方蜜蜂仍然會訪隸慕華鳳仙花，但頻度不高，所取得樣本數不足而無法呈現。

中興大學生命科學系吳聲海副教授：

- (一) 底棲和水中無脊椎動物調查數據採卡方分布分析，呈現結果無差異。
- (二) 採用螢光乳膠標記方式觀霧山椒魚，可持續 7-8 年。
- (三) 與陳導演所拍攝紀錄片，最明顯差異在於影片中所呈現蛇類捕食觀霧山椒魚畫面應為電影表現手法。
- (四) 會再對試驗棲地後方原始林區域設點調查。
- (五) 觀霧山椒魚族群現況及所受威脅，目前受限再捕獲樣本少，所能呈現之預期成果不佳。會再進行此方面研究。
- (六) 針對觀霧山椒魚天敵研究，目前所捕獲蛇類樣本少，無法分析；所捕獲哺乳類樣本，採用胃內含物分析方式，也無法判斷是否為觀霧

山椒魚殘體。會採所建議方式再進行調查研究。

(七) 會繼續監測分析哺乳類數量，並考慮增設自動照相機以設點觀察。

(八) 目前觀霧山椒魚族群結構分析，受限於保育類動物利用限制，且仍需長期資料累積分析，會依建議持續嘗試估算。

(九) 觀霧山椒魚族群量與微棲地因子相關性分析以及個體活動範圍主要受限於樣本量，仍需長期資料累積，方能有準確依據。

陸、結論：

一、請受託單位依各與會人員之建議進行修正，並請將修正之內容列表函覆本處。

二、本次期中簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款事宜。

柒、散會

審查會議記錄

第五次審查會議

「觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查」

第 5 次審查會議紀錄

壹、開會時間：103 年 7 月 24 日（星期四）下午 02 時 30 分

貳、開會地點：本處第 1 會議室

參、主持人：李處長秋芳

記錄：傅國銘

肆、出席人員：如後附簽到單

伍、討論：

（一）呂光洋教授

1. 觀霧山椒魚再補獲之個體中有無 2 次或 3 次以上的？
2. 覆蓋物紀錄上有 2 筆為木頭？其餘都為石頭？建議復育區可增加石頭或木頭的配置。
3. 以山椒魚「食物」資料來看，陸域潮濕森林底層以節肢動物較多，故在復育區可增加配置腐木，以增加無脊椎動物數量來提供食物。
4. 山椒魚生態中心前方植被生長不良，可能環境太開闊致濕度不易維持，建議可適時提供人工噴霧。
5. 復育棲地內小溪、河床之落差不大，建議改善以增加水的流速及小的池子。
6. 建議避免使用外來腐植土，可收集棲地附近的天然腐植土替代。

研究團隊回答：

1. 本研究捕獲之 79 筆觀霧山椒魚紀錄，9 筆紀錄為再次捕獲，只有 1 筆為第 3 次捕獲，間隔時間最長的為 1 年，其於大概都在 1-2 個月間。
2. 覆蓋物木頭較少，石頭較多，至於山椒魚對於石頭形狀、大小並無一定偏好。
3. 觀霧山椒魚胃含物的部分，蜈蚣、馬陸等確實比較喜歡在腐木上生長，後續復育棲地是可以增加腐木的配置，來增加山椒魚食物的繁殖。

4. 生態中心前方的植物後續會增加水域植物的補植。
5. 水源的穩定對於復育棲地是非常重要的，從引水至水塔再到復育棲地裡，大部分都使用溢流水來提供觀霧山椒魚棲息。
6. 目前已無使用外來腐植土，之前是因為剛開始土壤沖刷嚴重較急於恢復原生植群的生長，後續都是使用附近的水溝收集起來的腐植土來替代。

(二) 王志強副教授

1. 本計畫之三項子計畫皆符合預期規畫，並獲致許多珍貴資料，且各項數據皆匯入資料庫中，對該區及相關物種經營管理及保育提供相當具價值之參考。
2. 本計畫試驗棲地之改變為一長期的結果，其復育之目的、試驗構想及復育前後之比較說明（對目標物種生育、生物多樣性、微氣候環境），建議於期末報告中可適度加以說明。
3. 觀霧山椒魚野外棲地之植物社會調查各樣區及不同植群型，可與山椒魚出現之頻度進行分析比較，可否初步歸納何種植群類型較易出現山椒魚？
4. 報告書內之「烏心石」宜比照 P.10 統一修正為「臺灣烏心石」。

研究團隊回答：

1. 整個計畫的復育過程會在期末報告書比較及呈現，考慮使用看板來將復育棲地過程以影像的方式來做為環境教育素材。
2. 野外棲地之植物社會調查與觀霧山椒魚出現之頻度會在期末進行分析比較。
3. 有關植物名稱統一的建議事項，會列入參考及修正。

(三) 賴俊祥博士

1. P.41，圖 3-1-3 若許可的話，能否製作前後對照圖，標示出樹種變化的位置。另外請問復育地內樹木自然萌發的比例高嗎？
2. 水道產卵場的清理時間建議改為颱風季結束後，以免颱風帶來的落葉再次堵塞。
3. 發現山椒魚地點的底棲無脊椎動物類群組成百分比，與固定

樣區者沒有顯著差異，此計畫中的山椒魚大部份都是在固定樣區中找到，是否是沒有差異的主因。

4. 無脊椎動物的分布是否會影響山椒魚在樣區內的分布？以 P.113 樣區離水遠近程度不同的樣點似乎在離水 10m 的無脊椎動物數量最多，山椒魚離水距離是否與此有相關性？
5. 呼應報告中解說員解說工作時儘量向遊客宣導野外觀察過程中不要讓動植物受到侵擾。
6. 報告中圖文請修改：P.45 表 3-1-2 中「栽培」對照 P.39 應為「栽植」；月份的表示法請統一，如「八月」或「8 月」；P.116 圖 3-2-7 請改為圖餅圖 (pie chart)；P.123 表 3-2-6 巨木「林」道應為巨木「步」道。

研究團隊回答：

1. 有關復育棲地 2~3 年內植物生長變化量不明顯，難以圖示的方式來呈現，但有些樹木枯死的部分會加以標訂出來。
2. 同意委員所提颱風季節不適合清除復育棲地之淤泥，但也怕拖太晚的話會影響到觀霧山椒魚的繁殖期，後續會進行評估。
3. 大部分的山椒魚確實都是在固定樣區內找到的，有關底棲無脊椎動物的組成狀況、離水距離，會將調查資料於期末報告時做呈現。
4. 栽植在樹上的野生蘭有被拿走的情況，將透過解說志工加強宣導。
5. 報告書內容圖文部分會依照委員所提一併修正。

(四) 本處同仁

1. 目前觀霧山椒魚復育棲地與後方界碑闊葉林該如何連結？
2. 本研究自動相機資料可否與李玲玲老師以往在觀霧地區所做的研究報告做比較。
3. 山椒魚再捕獲的意義為何？再捕獲的距離多遠？環境狀況如何？
4. 巨木步道去年封閉，是否有發現因遊客量減少而使山椒魚的數量有增加的現象？
5. 是否可推估觀霧山椒魚潛在棲地？包含其食物、環境等。

6. 自動相機有拍攝到狗，是否對山椒魚產生威脅？

研究團隊回答：

1. 打通復育棲地與周邊原始森林來連結，是為了不想讓這個復育棲地孤立，想增加山椒魚可能潛在棲地的範圍。
2. 是否能比較以往學者在大鹿林道東線自動照相機資料成果，因為當初原始資料如自動相機設立的地點、時間、數量及高度等無法取得，所以在資料成果的比對上是較難進行的。
3. 觀霧山椒魚重覆捕捉的間隔為 1-2 個月，地點幾乎都在同一個地點石頭內，目前並無法依照這些來推估整個觀霧地區山椒魚的族群數量。
4. 研究團隊曾經使用山椒魚曾出現的植群去推估其潛在棲地，但真的很難用這樣的方式去確認一定找的到。期末報告中仍會嘗試將以往研究中沒有紀錄到山椒魚的環境加以比對。
5. 巨木步道是否因為封閉而有增加的現象，本研究團隊會在後續分析報告上做分析呈現。
6. 自動相機所紀錄到的狗配有項圈，猜測是有人飼養的，目前觀察其對山椒魚是沒甚麼傷害性。

陸、結論：

- (一) 請受託單位依各與會人員之建議進行修正，並請將修正之內容條列函覆本處。
- (二) 本次期中簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款事宜。

柒、散會

審查會議記錄

第六次審查會議

「觀霧地區觀霧山椒魚及其相關物種調查」

第 6 次審查會議紀錄

壹、開會時間：103 年 12 月 12 日（星期五）上午 09 時 30 分

貳、開會地點：本處第 1 會議室

參、主持人：鄭秘書瑞昌

記錄：傅國銘

肆、出席人員：如後附簽到單

伍、討論：

（一）呂光洋教授

1. 本次報告中有關山椒魚棲地植被之分析調查，和山椒魚基本生物學及生態資料之取得，對日後之經營管理有很大的助益。
2. 報告中提到觀霧山椒魚下頷之斑點可當永久之標記，此發現有利於日後在不傷害個體下，來進行山椒魚之監測研究。
3. 報告中有些圖表之處理可以改善，像圖 3-2-1、3-2-4、3-2-7 等，並無法看出各類群無脊椎動物之比例。
4. 超過 3 次以上之再捕獲之個體，可否檢視個體之吻肛長及體重，是否在這三年中或一段時間內有增加或減少之情形。
5. 未來建議方向：
 - (1) 在園區進行有系統之調查，將有山椒魚出現之地點或棲地，鑑定並標示出來，尤其是各溪流之源頭處。
 - (2) 現有復育棲地周圍地區之植被，能否逐步改善來營造出棲地所需之環境氛圍，避免讓復育地成孤島狀。
 - (3) 觀霧山椒魚生態中心展示館內，因無觀霧山椒魚活體展示，可否展示當地兩棲類的莫氏樹蛙？

（二）王志強副教授

1. 本計畫工作項目繁多，三年累積豐富詳實的資料，對於管理處及觀霧行政中心之保育、管理及解說教育提供極大之助益，尤其本區交通不易，個人肯定研究團隊之努力。
2. 計畫成果具有許多深入淺出的資料，包含解說圖版（動植物）、

復育棲地變遷等記錄及圖片，因此呼應摘要內之(一)立即可行之建議，可將研究成果轉化或編輯解說教育、保育宣導等素材或媒介，甚至未來可發展影音媒體等成果，而目前之資料可立即上傳至管理處網站。

3. 計畫內各物種之資訊及復育棲地演替之監測與調整，建議管理處可持續調查、紀錄及監測。
4. 各項計畫目標皆已達成，報告書內容及調查亦依委員建議處理，相關之建議修正文字內容部分，建請研究團隊參酌調整。

(三) 賴俊祥博士

1. 請研究團隊在第四章結論與建議中呈現較為明確的經營管理建議，如山椒魚試驗棲地後續的維護項目及頻率?山椒魚生態中心的綠美化原則，哪些區域植被稀少時可補植哪些植物?觀霧山椒魚族群後續的監測建議等。
2. 研究項目的主要標題請在研究方法、結果與討論、結論與建議中調整一致，以利對照閱讀。
3. 鳳仙花的物候觀察結果是否以表格摘要呈現(P.117)，另數值化彩色圖版若是根據本研究的結果，應在物候學調查結果後呈現。
4. 鳳仙花的自交特性是否反應在野外的族群量?
5. P.21 計畫的施政助益，有些在結果討論及建議中有回應，有些尚缺少，請研究單位補齊。另 P.22 第 2 點及第 3 點在意義上請明確說明。
6. P.29 內容為監測規劃，因為已是期末報告，請說明設置多少樣站、各樣站的代號，否則在 P.132 時出現樣站名稱時會一時無法瞭解。
7. 觀霧山椒魚若能以頭部斑紋分辨個體，相對於高難度的螢光標記注射是相當簡便的方式，研究團隊的研究成果有利於未來管理處後續的監測工作。
8. 期末報告因為是正式結案的報告，對於文字上請研究團隊再加以檢視，如已完成的工作以未來語氣呈現、年度的計算及引用文獻的格式請修正。

(四) 本處同仁、志工

1. 呂光洋老師有提到山椒魚生態展示中心是否可以用莫氏樹蛙活體替代山椒魚，管理站目前已經有做這樣的展示了。
2. 志工在執行觀霧山椒魚環境教育方案方面，感謝管理處給予這樣一個舞臺，讓志工們在協助山椒魚棲地復育工作假期或學校環教上，可以發揮許多創意跟執行力。
3. 大鹿林道東線自動照相機所得的成果，是否可計算 OI 值？
4. 觀霧山椒魚下頷大頭照檔案可否提供給管理處，以利於後續本處執行監測與比對。
5. 報告內容中材料方法過於簡潔，應多加以詳細敘述，請統一修正。
6. 本計畫 3 年所調查到的 109 隻次觀霧山椒魚，是否都有拍攝下頷花紋照片？未來管理處可放在網路共享。

研究團隊回答：

1. 報告書中的文字、用語、年代等，在結案報告書中會再次修正、統一。
2. 在計畫的後 2 年，花費了許多時間進行觀霧山椒魚試驗棲地與原始林之間二葉松林、芒草地的改善，也十分感謝管理處及志工的協助，也期望未來能持續辦理工作假期的活動。
3. 未來管理處若要持續改善試驗棲地與原始林之間的松林芒草地，研究團隊可提供相關的支援。
4. 研究團隊製作的解說圖版及之調查數據都會提供給管理處應用，所有的調查數據均已建置於資料庫中。
5. 鳳仙花數值化彩色圖版之位置也會在結案報告書中再調整。
6. 在第四章結論與建議中，會整理出較明確的經營管理建議。
7. 各類群無脊椎動物之比例會另以表格方式來呈現。
8. 大鹿林道東線自動照相機是否可計算 OI 值，將查明所獲得的照片數量、涵蓋時間，再看看能否計算。
9. 捕獲的山椒魚目前仍無法直接由外觀來區別出幼體、成體。
10. 本計畫後期所調查到的觀霧山椒魚，全部都有拍攝下頷花紋照片，將提供給管理處參考應用。

陸、結論：

- (一) 請受託單位依各與會人員之建議進行修正，並請將修正之內容條列函覆本處及列入結案報告書內。
- (二) 本次期末簡報審查原則通過，請受託單位依據合約內容辦理撥款，並繳交結案報告與契約書規定相關資料事宜。

柒、散會（上午 11 時 50 分）

引用文獻

- 太乙工程顧問股份有限公司 (2000) 雪霸國家公園觀霧地區遊憩區細部計畫(草案)。雪霸國家公園委託研究報告。
- 方精云 (2001) 也論我國東部植被帶的劃分。植物學報 43(5): 522-533。
- 毛志斌、Cedric Boehler、葛學軍 (2011) 側穗鳳仙花的傳粉生態和繁育系統。廣西植物 31(2): 160-166。
- 王也珍 (2004) 環境生態指標之探討觀霧地區大型真菌相調查。雪霸國家公園委託研究報告。
- 王志強 (2008) 武陵地區原生植栽應用名錄調查分析及評選研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 王震哲、邱文良、張和明(編)(2012)臺灣維管束植物紅皮書初評名錄。特有生物研究保育中心、臺灣植物分類學會。
- 王穎 (2009) 雪霸國家公園觀霧地區鳥類資源調查暨鳥巢箱設置。雪霸國家公園委託研究報告。
- 佐佐木舜一 (1938) 大霸尖山次高山縱走路の森林植物帶。臺灣の山林 141:1-20。
- 何春蓀 (2006) 臺灣地質概論：臺灣地質圖說明書(2版)。經濟部中央地質調查所。
- 呂光洋 (2000) 雪霸國家公園觀霧地區兩棲爬蟲調查研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 呂光洋 (2008) 國家公園氣候變遷指標動物族群(以山椒魚為例)監測計畫。玉山國家公園委託研究報告。
- 呂光洋 (2010) 觀霧山椒魚(*Hynobius fuca*)之分布及棲息地的調查。林務局委託研究報告。
- 呂金誠、歐辰雄、王秋美、邵廣昭、林良恭、林博雄、林昭遠、孫元勳、曾彥學、曾喜育、葉文斌、楊嘉棟、蔡尚惠、顏江河、魏聰輝 (2010) 雪山地區高山生態系整合研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 呂勝由等 (1996-2001) 臺灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑(I-IV)。行政院農

業委員會。

- 宋永昌 (1999) 中國東部森林植被帶劃分之我見。植物學報 41(5): 541-552。
- 宋永昌 (2001) 植被生態學。華東師範大學出版社，上海。
- 李俊緯 (1997) 雪霸觀霧地區稀有植物黃花鳳仙花及棣慕華鳳仙花繁殖之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。
- 李玲玲 (2007) 大鹿林道東線工程之環境監測。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 李玲玲 (2008) 大鹿林道東線工程之環境監測及探討。雪霸國家公園委託研究報告。
- 李玲玲 (2009) 大鹿林道東線步道工程環境及野生動物監測。雪霸國家公園管理處委託研究報告。
- 李培芬 (2003) 雪霸國家公園鳥類相之調查—觀霧地區。雪霸國家公園補助研究生報告。
- 李瑞宗 (1994) 雪霸國家公園觀霧地區步道沿線動物資源、植群及其景觀之調查研究—植被及景觀部分。雪霸國家公園委託研究報告。
- 杜銘章、呂光洋 (1982) 十一種臺灣產兩棲類食性之研究(包括山椒魚科之臺灣山椒魚)。省立博物館科學年刊 25:225-234。
- 沈中桴 (1996) 臺灣的生物地理：1. 背景。臺灣省立博物館年刊 39: 387-427。
- 林光清、洪富文、杜清澤、黃菊美、馬復京 (2000) 臺灣森林土壤調查報告(五) 大安溪事業區。農委會林業試驗所。
- 林良恭 (2007) 雪霸國家公園觀霧地區蝙蝠族群調查。雪霸國家公園委託研究報告。
- 林良恭 (2008) 雪霸國家公園觀霧地區蝙蝠族群調查及蝙蝠巢箱設置。雪霸國家公園委託研究報告。
- 林良恭 (2008) 雪霸國家公園觀霧地區蝙蝠族群調查及蝙蝠巢箱設置。雪霸國家公園委託研究報告。
- 林幸助、吳聲海、官文惠、邵廣昭、郭美華、曾晴賢、葉昭憲 (2010) 武陵地區生態系長期監測與研究。雪霸國家公園管理處委託研究報告。

- 林明杰 (2007) 阿里山地區阿里山山椒魚食性與棲地利用之研究。國立嘉義大學生物資源學系研究所碩士論文。
- 林春富、葉大詮、吳和瑾 (2009) 以排遺分析探討楚南氏山椒魚的食性。特有生物研究 11(1): 21-25。
- 林耿安 (2003) 觀霧地區不同海拔臺灣赤楊根瘤固氮效率與叢枝菌根菌型態之研究。中興大學森林研究所碩士論文。
- 林清儒 (2007) 無線感測網路於森林物候監測應用之研究。臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。
- 林博雄 (2009) 觀霧地區雲霧氣象之觀測調查研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 林博雄 (2010) 觀霧地區雲霧環境之監測與模式建立。雪霸國家公園委託研究報告。
- 邱祈榮、陳子英、謝長富、劉和義、葉慶龍、王震哲 (2009) 臺灣現生天然植群圖集。行政院農業委員會林務局。
- 邱清安(2006) 應用生態氣候指標預測臺灣潛在自然植群之研究。國立中興大學森林學研究所博士論文。
- 邵廣昭、彭鏡毅、賴昆祺、林永昌、李瀚、陳欣瑜、楊杰倫 (2006) 臺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，臺灣大學。
- 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、臺灣昆蟲學會 (5/9-10)，國立自然科學博物館。
- 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、臺灣昆蟲學會 (5/9-10)，國立自然科學博物館。
- 柯智仁 (2004) 觀霧地區森林地景與鳥類群聚的關係。國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文。

- 柳楮 (1968) 臺灣植物群落分類之研究(I)：臺灣植物群系之分類。臺灣省林業試驗所研究報告第 166 號，共 26 頁。
- 柳楮、章樂民 (1962) 鹿場大山森林植物生態之調查。臺灣省林業試驗所報告第 85 號，共 52 頁。
- 倪健 (1997) KIRA 指標的拓展及其在中國植被與氣候關係研究中的應用。應用生態學報 8(2)：161-170。
- 凌德麟 (1994) 雪霸國家公園武陵暨觀霧地區解說系統之研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 徐堉峰 (2009) 雪霸國家公園觀霧地區陸生昆蟲相調查及監測模式建立。雪霸國家公園委託研究報告。
- 徐國士 (1980) 臺灣稀有及有絕滅危機之植物。臺灣省政府教育廳出版。
- 徐歷鵬 (2008) 雪霸國家公園觀霧地區陸生昆蟲類調查及監測。雪霸國家公園委託研究報告。
- 翁世豪 (2004) 觀霧地區柳杉人工林不同強度疏伐後微環境及植群之比較。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 張弘毅、黃獻文 (2002) 幾種原生植物實生苗繁殖特性簡介。
<http://nature.tesri.gov.tw/tesriusr/internet/natshow.cfm?IDNo=696>
- 張石角 (1995) 雪霸國家公園災害敏感地區之調查與防範研究(觀霧地區)。雪霸國家公園委託研究報告。
- 張石角 (2005) 雪霸國家公園大鹿林道東線(觀霧至大霸尖山登山口)受災路線修建之調查規劃。雪霸國家公園補助研究生報告。
- 張立宜 (2011) 臺灣山椒魚與楚南氏山椒魚棲地及食性資源利用區隔之比較研究。國立師範大學碩士學位論文。
- 張徽正 (1997) 雪霸國家公園地層及地質構造之研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 梁玉琦 (2004) 臺灣生態區分區之研究。國立臺灣大學森林學研究所碩士論文。
- 許博行 (2003) 觀霧臺灣檫樹天然更新調查。林務局保育研究系列 91-25 號。

- 許博行、顏江河 (2002) 觀霧臺灣檫樹種子庫調查(二)。林務局保育研究系列 90-1 號。
- 郭育任 (1994) 雪霸國家公園觀霧暨武陵地區遊憩資源調查及遊憩模式研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 郭育任 (2008) 觀霧周邊地區(新竹縣五峰鄉)部落整體意象規劃。雪霸國家公園委託研究報告。
- 郭承裕 (1994) 雪霸國家公園觀霧地區步道沿線動物資源、植群及其景觀之調查研究—動物資源部分。雪霸國家公園委託研究報告。
- 陳世煌 (2010) 觀霧巨木步道地區山椒魚棲地地表活動無脊椎動物多樣性調查。行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 99-02-8-03。
- 陳正祥 (1957) 臺灣之氣候與氣候分區。臺大實驗林林學叢刊第 7 號。
- 陳家鴻、袁守立、陳逸文、林良恭 (2007) 霜毛蝠的再發現紀錄—兼記觀霧地區的蝙蝠相。自然保育季刊 57:28-32。
- 陳進發 (2008) 觀霧山椒魚棲地營造與影像紀錄。雪霸國家公園委託研究報告。
- 陸聲山、林文智、陳永修、林朝欽 (2009) 無線感測網應用於動物行為研究-以東方蜜蜂(*Apis cerana*) (Hymenoptera: Apidae)之觀測為例。國家公園學報 19(1): 1-8.
- 彭國棟 (2002) 大家一起來推動原生植物綠美化。
<http://nature.tesri.gov.tw/tesriusr/internet/natshow.cfm?IDNo=695>
- 曾喜育、歐辰雄、林志銓、許俊凱、邱清安 (2007) 觀霧地區鳳仙花植群與生物學之調查研究。林業研究季刊 29(3): 41-60。
- 程一駿 (2008) 觀霧生態系復育之調查。雪霸國家公園委託研究報告。
- 程一駿 (2009) 觀霧地區生態系復育之調查與可行性的研究。雪霸國家公園管理處委託辦理報告。
- 楊蒼叡 (2003) 臺灣檫樹天然下種更新之研究。國立中興大學森林學系碩士班碩士論文。
- 詹家龍、羅錦文 (2000) 寬尾鳳蝶復育研究。雪霸國家公園合作研究報告。

- 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。雪霸國家公園委託研究報告。
- 雷祖強 (2007) 雪霸國家公園生態評估模式之建立—林道敏感性劃分之研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 裴家騏 (2000) 觀霧臺灣檫樹自然保護區動物相調查研究。林務局保育研究系列 88-16 號。
- 劉春迎 (1999) KIRA 指標在中國植被與氣候關係研究中的應用。植物生態學報 23(2): 125-138。
- 劉業經、歐辰雄、呂福原 (1994) 臺灣樹木誌(增補修訂版)。國立中興大學農學院叢書第 7 號, 31-33 頁。
- 歐辰雄 (1997) 觀霧地區植群生態調查及植栽應用之研究。雪霸國家公園委託研究報告。
- 歐辰雄、呂福原、呂金誠 (1998) 觀霧臺灣檫樹自然保護區植物相調查研究。臺灣省農林廳林務局保育研究系列 87-2 號。
- 歐辰雄、邵廣昭、曾彥學、吳聲海 (2011) 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。雪霸國家公園管理處評估計畫報告(審查出版中)。
- 歐聖榮 (2004) 國家公園資源承載與遊憩品質之研究-觀霧遊憩區為例。雪霸國家公園委託研究報告。
- 蔡秀珍、劉克明、叢義豔、陳薇。2007。鳳仙花屬 *Impatiens* L. 10 種植物花粉形態的掃描電鏡觀察。植物研究 27(3): 279-83。
- 賴明洲 (1991) 臺灣地區植物紅皮書-稀有及瀕危植物種類之認定與保護等級之評定。行政院農業委員會。
- 蘇鴻傑 (1980) 臺灣稀有及有滅絕危機森林植物之研究。臺大實驗林研究報告 125: 165-205。
- 蘇鴻傑 (2003) 植群之多樣性及多樣化之分類法。臺灣植群多樣性研討會論文集, 2-16 頁。
- 龔燕兵、黃雙全(2007) 傳粉昆蟲行為的研究方法探討。生物多樣性 15 (6): 576-

583 ◦

- Bonan GB. (2008) *Ecological Climatology: Concepts and Applications* (2nd ed). Cambridge University Press, Cambridge.
- Boufford DE, Hsieh CF, Huang TC, Kuoh CS, Ohashi H, Peng CI, Tsai JL, Yang KC. (2003) *Flora of Taiwan* (2nd ed), Vol. 6. Taipei: National Taiwan University.
- Egan D, Hjerpe EE, Abrams J. (eds). (2011) *Human Dimensions of Ecological Restoration: Integrating Science, Nature, and Culture*. Washington, DC: Island Press.
- Ferretti AR, De Britez RM. (2006). Ecological restoration, carbon sequestration and biodiversity conservation: The experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of Southern Brazil. *Journal for Nature Conservation* 14(3): 249-259.
- Ficetola GF, Miaud C, Pompanon F, Taberlet P. (2008) Species detection using environmental DNA from water samples. *Biology Letters* 4:423-425.
- Forero D. (2008) The systematics of the Hemiptera. *Revista Colombiana de Entomologia* 34:1-21.
- Greene, BT, Lowe WH, Likens GE. (2008) Forest succession and prey availability influence the strength and scale of terrestrial-aquatic linkages in a headwater salamander system. *Freshwater Biology* 53:2234-2243.
- Lai JS, Lue KY. (2008) Two new *Hynobius* (Caudata: Hynobiidae) salamanders from Taiwan. *Herpetologica* 64:63-80.
- Legler JM, Sullivan LJ. (1979) The application of stomach flushing to lizards and anurans. *Herpetologica* 35:107-110.
- Lowe WH, Nislow KH, Likens GE. (2005) Forest structure and stream salamander diets: implications for terrestrial-aquatic connectivity. *Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 29:279-286.
- McCune B, Mefford MJ. (1999) *PC-ORD – Multivariate Analysis of Ecological Data* (Version 4.0). MjM Software Design, Gleneden Beach.
- Miyawaki A. (2004) Restoration of living environment based on vegetation ecology: Theory and practice. *Ecological Research* 19:83-90.

- Moritz C, Schneider CJ, Wake DB. (1992) Evolutionary relationships within the *Ensatina eschscholtzii* complex confirm the ring species interpretation. *Systematic Biology* 41:273-291.
- Perrow MR, Davy AJ. (2002) *Handbook of Ecological Restoration*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Phillips CT, Fries JN. (2009) An evaluation of visible implant elastomer for marking the federally listed fountain and the San Marcos salamander. *North American Journal of Fisheries Management* 29:529-532.
- Porter J, Arzberger P, Braun HW, Bryant P, Gage S, Hansen T, Hanson P, Lin FP, Lin CC, Kratz T, Michener W, Shapiro S, Williams T. (2005) Wireless sensor networks for ecology. *BioScience* 55: 561-572.
- SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group) (2004) *The SER International Primer on Ecological Restoration*. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Shao KT, Huang SC, Chen S, Lin YC, Lai KC, Ko BCJ, Chen LS, Yang AJ. (2008) Establishing a Taiwan Biodiversity Information Network and Its Integration with Germplasm Databanks. APEC-ATCWG Workshop, Risk Management systems on Genetic Resources.
- Shao KT, Lin J, Wu CH, Yeh HM, Cheng TY. (2012) A dataset from bottom trawl survey around Taiwan. *ZooKeys* 198: 103-109.
- Shao KT, Peng CI, Lai KC, Lin YC, Yen HW, Lee H, Yang AJ, Wu HH, Chen SY. (2007) Integration of biodiversity database in Taiwan and linkage to global database. *Data Science Journal* 6:2-10.
- Simpson N. (2011) Colour and contemporary digital botanical illustration. *Optics & Laser Technology* 43(2):330-336.
- Stubbington R, Greenwood AM, Wood PJ, Armitage PD, Gunn J, Robertson AL. (2009) The response of perennial and temporary headwater stream invertebrate communities to hydrological extremes. *Hydrobiologia* 630:299-312.
- Su HJ. (1984) *Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in*

- Taiwan (2) Altitudinal vegetation zone in relation to temperature gradient. *Quarterly Journal of Chinese Forestry* 17(4): 57-73.
- Suri A, Iyengar SS, Cho E. (2006) Ecoinformatics using wireless sensor networks: An overview. *Ecological Informatics* 1: 287-293.
- Temperton VM, Hobbs RJ, Nuttle T, Halle S. (2004) *Assembly Rules and Restoration Ecology: Bridging the Gap between Theory and Practice*. Island Press, Washington, D.C.
- ter Braak CJF, Šmilauer P. (2002) *CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)*. Microcomputer power, Ithaca, NY.
- Walker LR, Walker J, Hobbs RJ. (2007) *Linking Restoration and Ecological Succession*. Springer, New York.
- Wang CK. (1962) Some environmental conditions and responses of vegetation on Taiwan. *Biol. Bull. Tunghai Univ.* 11: 1-19.
- Williams DD. (1996) Environmental constraints in temporary fresh waters and their consequences for the insect fauna. *Journal of the North American Brnthological Society* 15:634-650.
- Wilson AG, Larsen JH Jr. (1988) Activity and diet in seepage-dwelling Coeur d'Alene Salamanders (*Plethodon vankykei idahoensis*). *Northwest Science* 62(5):211-217.
- Zhang P, Chen YQ, Zhou H, Liu YF, Wang XL, Papenfuss TJ, Wake DB, Qu LH. (2006) Phylogeny, evolution, and biogeography of Asiatic salamanders (*Hynobiidae*). *Proceedings of the National Academy of Science* 103:7360-7365.