

摘要

濕地保育攸關環境永續發展、生物多樣性之維護，近年氣候急遽變遷，使大眾逐漸警覺維護自然環境之重要性，故急需建立適當機制與具體計畫，依據生態資源的分布情況，將重點關鍵地區予以保育。爰此，行政院 99 年 7 月 1 日核定「國家重要濕地保育計畫(100-105 年)」，進行階段性濕地保育復育之推動，建立國家重要濕地保育、復育永續經營管理機制。內政部營建署補助屏東縣政府辦理「101 年度國家重要濕地保育行動計畫-屏東地區重要螢火蟲濕地之棲地生態環境調查與監測」，希望透過螢火蟲長期調查研究與監測，探討最適合水生螢火蟲(黃緣螢)及陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)之生存環境，並配合當地社區參與濕地環境教育活動及濕地巡守工作，提升屏東地區濕地生態保育與復育之發展。

本計畫以屏東縣九如鄉玉泉村的螢火蟲濕地為計畫區域，河道長度 300m、寬度約 8~10m，原為玉泉村之灌溉渠道，本計畫透過現地調查量測水生螢火蟲棲地之流況(水深及流速)、水質(水溫、溶氧、電導度、鹽度、酸鹼度及化學需氧量)、土壤(總體密度、顆粒密度、孔隙率、有機質、全氮含量、電導度、鹽度及酸鹼度)，並以穿越線法調查黃緣螢成蟲數量；陸生螢火蟲試驗區分為森林區與草原區，森林區面積約為 2,141m²，草原區面積約為 369m²，透過現地調查量測陸生螢火蟲棲地之環境因子(土壤溫度、含水量、總體密度、顆粒密度、孔



隙率、有機質、全氮含量、電導度、鹽度及酸鹼度)，並以穿越線法調查邊褐端黑螢成蟲數量。最後將調查資料進行分析，探討各項環境因子與螢火蟲成蟲數量之關係，找出適合黃緣螢與邊褐端黑螢居住的棲地條件。

研究結果顯示區域內黃緣螢成蟲發生的高峰期有三次，分別為 3~4 月、6~7 月及 11~12 月，每天活動最頻繁的時間為日落後 30~60 分鐘，單日調查數量皆超過 150 隻。水深及流速的調查結果分別為 45.0cm 及 0.4m/s，水溫、溶氧、電導度、鹽度、全氮含量、化學需氧量及酸鹼度的調查之平均值分別為 25°C、4.63mg/l、0.42mS/cm、0.21ppt、0.08%、30mg/l 及 7.2，流況及水質的調查分析結果與前人的研究結果相當接近，顯示該地區的水質相當適合黃緣螢幼蟲的生存。總體密度、顆粒密度、孔隙率、有機質、全氮含量、電導度、鹽度及酸鹼度等土壤因子之平均值分別為 1.2g/cm³、2.7g/cm³、52.2%、2.4%、0.08%、0.95mS/cm、9.7%及 6.9。由相關性分析結果顯示，孔隙率及酸鹼度與黃緣螢成蟲數量呈高度正相關性，因為總體密度越大則土壤孔隙越少，故黃緣螢幼蟲上岸化蛹時，可利用的空間也就越少，酸鹼度會影響土壤中生物活動、有機質含量、微生物活性等，而土壤中有機質含量越多，其保水力越強。換句話說，當黃緣螢化蛹時，較喜歡鬆軟、濕潤及中性偏弱鹼性的土壤條件。調查時並發現因景觀護岸基礎為 100 公分高的混凝土塊，對於黃緣螢的產卵與化蛹影響很大。

邊褐端黑螢棲地環境因子調查分析結果顯示，森林區之土壤溫



度、土壤含水量、總體密度、顆粒密度、孔隙率、有機質、全氮含量、電導度、鹽度及酸鹼度等土壤因子之平均值分別為 25.1°C、23.5%、2.40g/cm³、1.40g/cm³、43.2%、1.6%、0.3%、1.0mS/cm、9.6%及 6.8；草原區之土壤溫度、土壤含水量、總體密度、顆粒密度、孔隙率、有機質、全氮含量、電導度、鹽度及酸鹼度等土壤因子之平均值分別為 25.8°C、21.5%、2.50g/cm³、1.26g/cm³、46.5%、2.1%、0.1%、0.6mS/cm、5.2%及 6.9。由相關性分析結果顯示，螢火蟲數量與總體密度及孔隙率呈中度相關，顯示出顆粒密度和孔隙率會影響螢火蟲數量。成蟲數量森林區最高為 295 隻，草原區最高為 79 隻，顯示邊褐端黑螢較喜歡棲息於森林區。

本計畫將所監測調查之成果彙整建置並上傳至國家重要濕地保育計畫網站(<http://metacat.tcd.gov.tw/tcd/metacat>)，以利未來相關研究之參考依據。環境教育訓練辦理方面，以戶外活動方式，讓民眾親身與螢火蟲接觸，體驗人與濕地環境物種共生之關係，共舉辦 2 場環境教育訓練及 1 場成果發表會，參與人數共計 148 人，參與人數眾多且踴躍，並且得到熱烈的回響。社區巡守方面，結合九如鄉玉泉社區發展協會成立濕地巡守隊，每月派遣 3 人輪流巡視，每週巡視 3~7 次，每次 3 個時段，共計巡視 200 次，以維持濕地內環境整潔及颱風豪雨期間即時回報現場狀況。

另外，建議未來要進行人工構造物施作時，應針對當地生態物種進行調查，儘可能將生態衝擊降至最小。賞螢火蟲時應減少不必要的照明，或將燈具的亮度降低，並限制其照明方向(往地面照)及範圍。



而在水中可放入適量之營養源(水色培養源、肥水精等)，藉以增加區域內之螺貝類數量，提高螢火蟲幼蟲之食物來源。



目錄

摘要.....	I
目錄.....	V
表目錄.....	XI
圖目錄.....	XIII
照片目錄.....	XVII
第一章 緒論.....	1
1-1 計畫緣起.....	1
1-2 計畫目標.....	2
1-3 計畫位置與範圍.....	3
第二章 環境資料蒐集.....	8
2-1 自然環境資料.....	8
2-1-1 地文資料.....	8
2-1-2 氣象資料.....	12
2-1-3 水文資料.....	16
2-2 人文環境資料.....	18
2-2-1 行政區域.....	18



2-2-2 產業	19
2-2-3 交通分布	20
2-2-4 人口	22
2-3 既有生態調查資料	22
2-3-1 計畫區內之生態資料	22
2-3-2 高屏地區螢火蟲分布	23
第三章 水生螢火蟲(黃緣螢)棲地環境調查與監測	28
3-1 水文氣象監測與分析	29
3-1-1 雨量	29
3-1-2 地下水位	33
3-1-3 溫度、風速	36
3-2 流況監測與分析	38
3-2-1 水深	39
3-2-2 流速	39
3-2-3 流況與地下水相關性討論	42
3-3 土壤採樣與分析	43
3-3-1 土壤顆粒密度	43
3-3-2 總體密度	44



3-3-3 孔隙率	46
3-3-4 有機質	46
3-3-5 全氮含量	49
3-3-6 電導度	49
3-3-7 鹽度	51
3-3-8 酸鹼度	51
3-3-9 土壤性質之獨立性與相關性分析	53
3-4 水質監測與分析	57
3-4-1 水溫	58
3-4-2 電導度	59
3-4-3 鹽度	61
3-4-4 溶氧	61
3-4-5 酸鹼度	63
3-4-6 化學需氧量(COD)	65
3-4-7 水質獨立性與相關性分析	66
3-5 黃緣螢成蟲數量與分析	71
3-5-1 黃緣螢成蟲數量統計	71
3-5-2 黃緣螢成蟲數量獨立性分析	72



3-5-3 流況與黃緣螢成蟲數量分析	73
3-5-4 水質與黃緣螢成蟲數量分析	75
3-5-5 土壤與黃緣螢成蟲數量分析	78
第四章 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)棲地環境調查與監測	81
4-1 氣象監測與分析	81
4-1-1 溫濕度	81
4-2 土壤採樣與分析	84
4-2-1 土壤溫度	84
4-2-2 含水量	86
4-2-3 顆粒密度	87
4-2-4 總體密度	90
4-2-5 孔隙率	93
4-2-6 有機質	95
4-2-7 全氮含量	97
4-2-8 電導度	99
4-2-9 鹽度	101
4-2-10 酸鹼度	103
4-3 不同棲地之土壤與邊褐端黑螢成蟲數量監測與分析	106



4-3-1 邊褐端黑螢成蟲數量統計	106
4-3-2 獨立樣本 T 檢定分析	107
4-3-3 相關性分析	108
第五章 地理資訊系統(GIS)資料庫建立與環境資料上傳	110
5-1 地文及水文資料庫建置	110
5-2 流況資料庫建置	112
5-3 土壤性質資料庫建置	113
5-4 水質資料庫建置	114
5-5 黃緣螢數量資料庫建置	115
5-6 邊褐端黑螢數量資料庫建置	116
5-7 Morpho 資料庫建置	117
第六章 結合社區參與濕地環境教育活動	118
6-1 本年度教育活動辦理情形	118
6-2 期末成果活動辦理情形	121
第七章 結合社區參與濕地巡守工作	122
第八章 結論與建議	124
8-1 結論	124
8-1-1 水生螢火蟲(黃緣螢)棲地環境調查與監測	124



8-1-2 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢) 棲地環境調查與監測 ..	125
8-1-3 地理資訊系統(GIS)資料庫建立與環境資料上傳 .	126
8-1-4 結合社區參與濕地環境教育活動	126
8-1-5 結合社區參與濕地巡守活動	126
8-2 建議.....	126
8-2-1 賞螢最佳時機	126
8-2-2 螢火蟲棲地的維護管理.....	127
參考文獻.....	129
附錄 A、審查意見.....	131
附錄 B、監測調查資料	135



表目錄

表 2-1 計畫區域鄰近雨量站基本資料.....	13
表 2-2 計畫區域鄰近雨量站近十年的年雨量.....	13
表 2-3 計畫區域鄰近地下水位站基本資料.....	16
表 2-4 屏東縣九如鄉玉泉村人口統計表.....	22
表 2-5 高屏地區螢火蟲種類、棲地及分布位置一覽表.....	26
表 3-1 計畫區域鄰近雨量站基本資料.....	30
表 3-2 計畫區域與各雨量站距離.....	30
表 3-3 計畫區域鄰近雨量站月雨量.....	31
表 3-4 計畫區域鄰近地下水位站基本資料.....	33
表 3-5 計畫區域鄰近之地下水位資料.....	34
表 3-6 三地門雨量站之溫度及風速資料.....	36
表 3-7 雨量、地下水位、水深及流速相關性分析結果.....	42
表 3-8 上下游土壤獨立性 T 檢定分析結果.....	55
表 3-9 土堤及景觀護岸土壤獨立性 T 檢定分析結果.....	56
表 3-10 土壤相關性分析結果.....	57
表 3-11 各項水質調查結果與前人研究結果比較表.....	69
表 3-12 上下游水質 T 檢定分析結果.....	69



表 3-13 土堤及景觀護岸水質 T 檢定分析結果	69
表 3-14 水質相關性分析結果	70
表 3-15 上下游黃緣螢成蟲數量獨立性 T 檢定分析結果	73
表 3-16 土堤及景觀護岸黃緣螢成蟲數量獨立性 T 檢定分析結果 ..	73
表 3-17 上下游流況與黃緣螢成蟲數量 T 檢定分析結果	74
表 3-18 流況與黃緣螢成蟲數量相關性分析結果.....	74
表 3-19 上下游水質與黃緣螢成蟲數量 T 檢定分析結果	76
表 3-20 土堤及景觀護岸水質與黃緣螢成蟲數量 T 檢定分析結果 ..	76
表 3-21 水質與黃緣螢成蟲數量相關性分析結果.....	77
表 3-22 上下游土壤性質與黃緣螢成蟲數量 T 檢定分析結果	79
表 3-23 土堤及景觀護岸土壤性質與黃緣螢成蟲數量 T 檢定分析結果	80
表 3-24 土壤性質與黃緣螢數量相關性分析結果.....	80
表 4-1 氣候與螢火蟲數量因子之差異性分析	107
表 4-2 土壤因子之差異性分析.....	107
表 4-3 相關性分析結果	109



圖目錄

圖 1-1 計畫目標	2
圖 1-2 本計畫地理位置圖	4
圖 1-3 水生螢火蟲(黃綠螢)棲地範圍航拍圖	4
圖 1-4 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)棲地範圍航拍圖	5
圖 1-5 森林區採樣試驗區平面位置圖	6
圖 1-6 草原區採樣試驗區平面位置圖	6
圖 2-1 屏東縣九如鄉玉泉村高程分布圖	9
圖 2-2 屏東縣九如鄉玉泉村坡度分布圖	9
圖 2-3 屏東縣九如鄉玉泉村地質分布圖	11
圖 2-4 屏東縣九如鄉玉泉村土壤分布圖	11
圖 2-5 計畫區域鄰近雨量站分布位置圖	14
圖 2-6 計畫區域鄰近雨量站之年雨量變化趨勢.....	14
圖 2-7 計畫區域鄰近地下水位站分布位置圖	17
圖 2-8 屏東縣九如鄉玉泉村鄰近村里分布圖	18
圖 2-9 屏東縣九如鄉境內行政區域面積之圓餅圖	18
圖 2-10 九如鄉交通運輸系統圖.....	21
圖 2-11 本計畫位置交通路線圖	21



圖 3-1 計畫區域及鄰近雨量站雨量變化趨勢圖.....	32
圖 3-2 水生螢火蟲棲地溫度變化圖.....	37
圖 3-3 水生螢火蟲棲地風速變化圖.....	37
圖 3-4 水生螢火蟲棲地流況-水深量測結果.....	40
圖 3-5 水生螢火蟲棲地流況-流速量測結果.....	40
圖 3-6 水生螢火蟲棲地土壤-土壤顆粒密度分析結果	45
圖 3-7 水生螢火蟲棲地土壤-總體密度分析結果	45
圖 3-8 水生螢火蟲棲地土壤-孔隙率分析結果	48
圖 3-9 水生螢火蟲棲地土壤-有機質分析結果	48
圖 3-10 水生螢火蟲棲地土壤-全氮含量分析結果	50
圖 3-11 水生螢火蟲棲地土壤-電導度分析結果	51
圖 3-13 水生螢火蟲棲地土壤-酸鹼度分析結果	53
圖 3-14 水生螢火蟲棲地水質-水溫監測結果.....	60
圖 3-15 水生螢火蟲棲地水質-電導度監測結果	60
圖 3-16 水生螢火蟲棲地水質-鹽度監測結果.....	62
圖 3-17 計畫區域溶氧監測分析結果.....	63
圖 3-18 計畫區域酸鹼度監測分析結果	64
圖 3-19 計畫區域化學需氧量(COD)監測分析結果	65



圖 3-20 計畫區域黃緣螢成蟲數量監測分析結果.....	72
圖 4-1 陸生螢火蟲棲地氣象-溫度監測結果.....	83
圖 4-2 陸生螢火蟲棲地氣象-濕度監測結果.....	83
圖 4-3 陸生螢火蟲棲地土壤-溫度監測結果.....	86
圖 4-4 陸生螢火蟲棲地土壤-含水量監測結果.....	87
圖 4-5 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-顆粒密度分析結果.....	89
圖 4-6 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-顆粒密度分析結果.....	90
圖 4-7 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-總體密度分析結果.....	91
圖 4-8 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-總體密度分析結果.....	92
圖 4-9 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-孔隙率分析結果.....	94
圖 4-10 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-孔隙率分析結果.....	94
圖 4-11 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-有機質分析結果.....	96
圖 4-12 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-有機質分析結果.....	97
圖 4-13 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-全氮含量分析結果.....	98
圖 4-14 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-全氮含量分析結果.....	98
圖 4-15 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-電導度分析結果.....	100
圖 4-16 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-電導度分析結果.....	101
圖 4-17 陸生螢火蟲棲地之森林區鹽度監測分析結果.....	102



圖 4-18 陸生螢火蟲棲地之草原區鹽度監測分析結果	103
圖 4-19 陸生螢火蟲棲地(森林區)土壤-酸鹼度分析結果	104
圖 4-20 陸生螢火蟲棲地(草原區)土壤-酸鹼度分析結果	105
圖 4-21 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)成蟲數量監測結果	106
圖 5-1 地文資料 GIS shapfile 格式圖層	111
圖 5-2 水文資料 GIS shapfile 格式圖層	111
圖 5-3 水深及流速 GIS shapfile 格式圖層	112
圖 5-4 各項土壤調查資料 GIS shapfile 格式圖層	113
圖 5-5 各項水質 GIS shapfile 格式圖層	114
圖 5-6 黃緣螢成蟲數量 GIS shapfile 格式圖層	115
圖 5-7 邊褐端黑螢成蟲數量 GIS shapfile 格式圖層	116
圖 5-8 metadata 資料	117



照片目錄

照片 1-1 水生螢火蟲(黃緣螢)棲地環境現況	5
照片 1-2 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)棲地環境現況	7
照片 2-1 東縣九如鄉玉泉村香蕉研究所	19
照片 2-2 屏東縣九如鄉玉泉村水香蕉	19
照片 2-3 計畫區域內常見螢火蟲(照片來源：林穎明拍攝).....	24
照片 2-4 計畫區域內常見植物種類(照片來源：植物網路圖鑑).....	25
照片 3-1 FP111 手持式流速儀	38
照片 3-2 YSI-650 水質量測儀	58
照片 4-1 LM-8000 氣象量測儀	82
照片 4-2 PTM-816 筆型溫度計	85
照片 4-3 CS-620 土壤水分測定儀.....	87
照片 6-1 第一場螢火蟲濕地環境教育活動照片	119
照片 6-2 第二場螢火蟲濕地環境教育活動照片	120
照片 6-3 期末成果活動辦理情形	121
照片 7-1 巡守隊人員棲地維護及巡視情形.....	123



第一章 緒論

1-1 計畫緣起

現今社會對於生態保育的意識逐漸高漲，生態環境的變遷與急需保護之物種的相對關係，為當前重要課題之一，然而環境保育的速度始終趕不上人為不當開發，許多野生動植物的棲地遭受破壞，導致許多對棲地變化較敏感的生物也因此面臨絕跡的命運，而這些生物也因此被視為生態環境的重要指標，其中數量逐漸銳減的螢火蟲亦為生態環境的重要指標之一。目前國內外已經有研究指出螢火蟲棲息地主要的環境因子包括氣溫、相對濕度、土壤濕度、植物覆蓋度、食餌及照明燈光等，但這些環境因子多是根據螢火蟲出現之環境類型和相關文獻做歸納探討，較少針對棲地環境因子加以調查分析。

台灣地區螢火蟲研究的歷史，最早紀錄的文獻為 Miwa(1931)整理台灣產鞘翅目螢科名錄中共記載 4 亞科 7 屬 31 種，1960 年代末期有多位日籍學者來台進行研究並發表新種，這時期開始有少數幾種螢火蟲的生態基礎研究。目前台灣螢火蟲已紀錄的有 61 種，基本上可以分為陸生、水生及半水生三種。陸生種類分布於台灣西部海拔 1,500m 以下山區；水生種類大都位於曾文水庫以北之山區，棲地共計 51 處，其中以黃緣螢 40 處(台北地區 15 處、南投地區 12 處、宜蘭地區 3 處與桃園至台中地區 10 處)為最多(何健鎔，2000)；半水生種類主要分布於新竹以北海拔 500~1,500m 山區。

本計畫區域位於屏東縣九如鄉玉泉村內，並沒有包含在何健鎔(2000)



調查範圍內。此區域共有兩種螢火蟲，其一為水生螢火蟲(黃緣螢)，其二為陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)，由於此處湧泉豐富，渠道整年有著源源不絕的乾淨水源，因此提供黃緣螢良好棲息環境。邊褐端黑螢棲地位於黃緣螢棲地旁，為當地之原生種，而水生螢火蟲(黃緣螢)與陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)棲地在此地共存，屬非常特別且難得一見的景象，故屏東縣九如鄉玉泉村為台灣南部地區最重要的螢火蟲保育棲地。本計畫希望透過長期的調查與監測，積極保育九如鄉玉泉村內螢火蟲棲地，並藉由社區參與方式(舉辦教育訓練、成立社區巡守隊)，使民眾積極保育、維護棲地環境，達到環境永續經營目標。

1-2 計畫目標

本計畫之目標(如圖 1-1 所示)為透過螢火蟲棲地的長期調查研究與監測，探討最適合水生螢火蟲(黃緣螢)及陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)之生存環境，結合社區參與濕地環境教育活動及濕地巡守工作，以利日後相關螢火蟲棲地之復育及保育棲地等措施得以順利進行。



圖 1-1 計畫目標



1-3 計畫位置與範圍

本計畫執行位置為屏東縣九如鄉玉泉村內，圖 1-2 為計畫地理位置圖。本計畫區域依據螢火蟲種類分為水生螢火蟲棲地與陸生螢火蟲棲地，詳細介紹如下文所述。

1. 水生螢火蟲棲地

水生螢火蟲(黃綠螢)棲地位於崇蘭舊圳內一處長約 300m 的灌溉渠道，過去為玉泉村的主要灌溉渠道，本計畫計畫區域從起點(座標 TWD67 : X=198759, Y=2514445)到終點(座標 X=198503, Y=2514495)全長約 300m，渠道寬度約 8~10m，如圖 1-3 所示。水生螢火蟲棲地環境如照片 1-1 所示。

2. 陸生螢火蟲棲地

陸生螢火蟲試驗區分為森林區與草原區兩大區域(如圖 1-4 所示)。森林區內有一條林內走道，長約 67m，面積約為 2,141m²(如圖 1-5 所示)；草原區之面積約為 369m²(如圖 1-6 所示)。森林區內之試驗樣區配置方式，概略將走道分為四段，於每一段之起點設置 1m×1m 之調查樣區，用以監測陸生螢火蟲棲地之水文土壤資料；草原區試驗區也設置 4 個調查樣區，用以調查陸生螢火蟲棲地之水文土壤資料。陸生螢火蟲棲地環境如照片 1-2 所示。



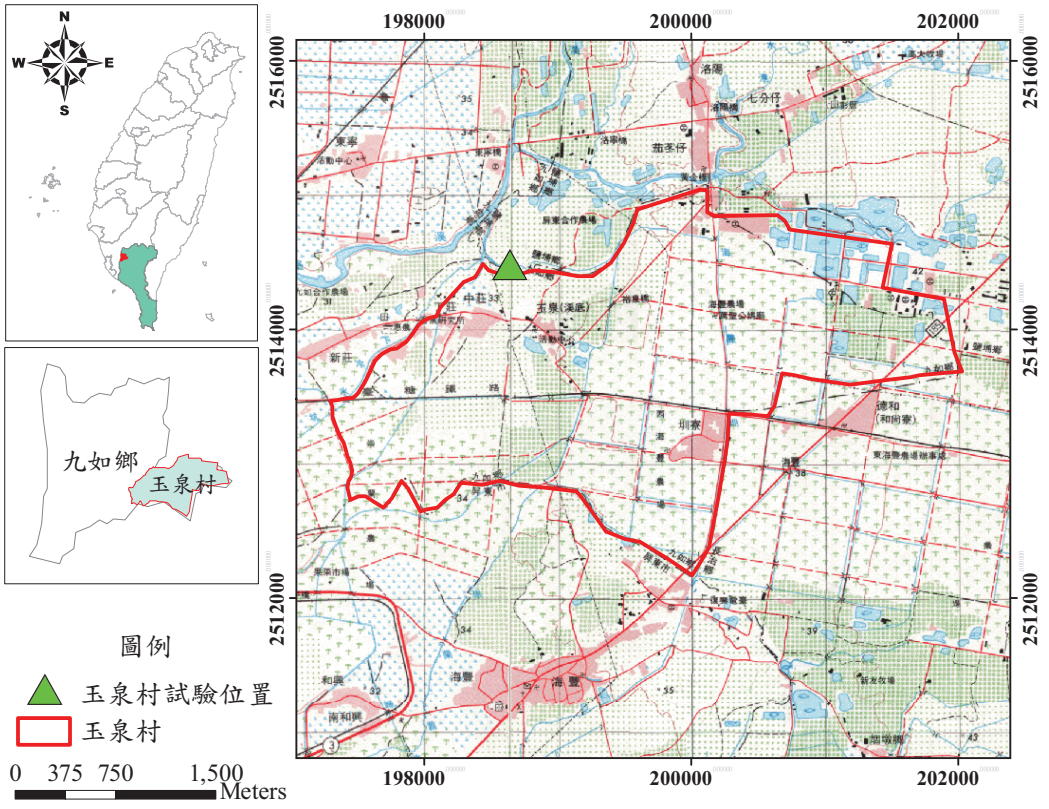


圖 1-2 本計畫地理位置圖



圖 1-3 水生螢火蟲(黃緣螢)棲地範圍航拍圖





照片 1-1 水生螢火蟲(黃緣螢)棲地環境現況



圖 1-4 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)棲地範圍航拍圖



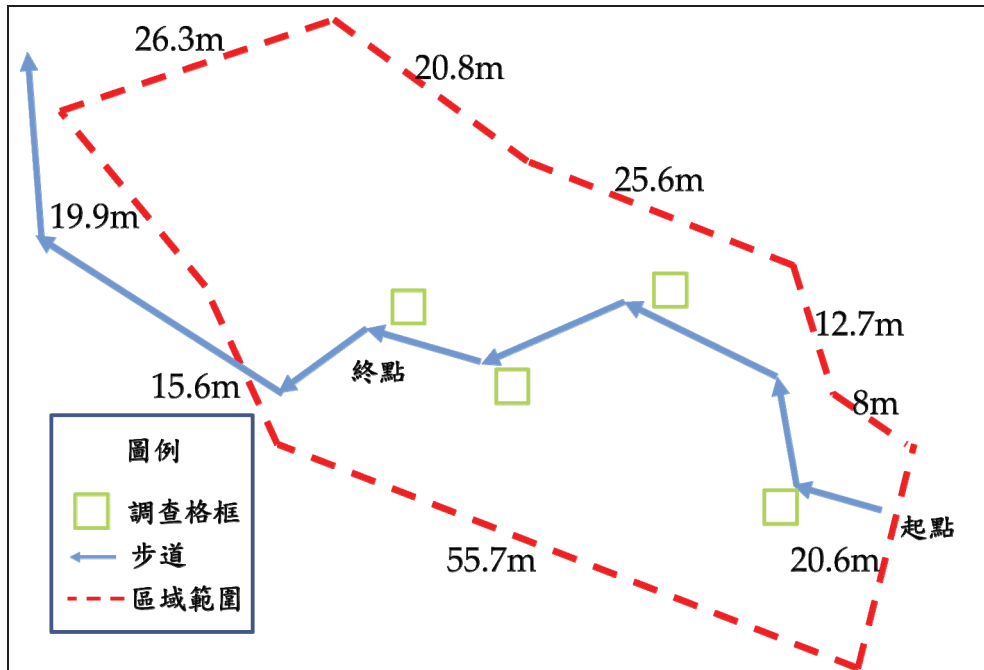


圖 1-5 森林區採樣試驗區平面位置圖

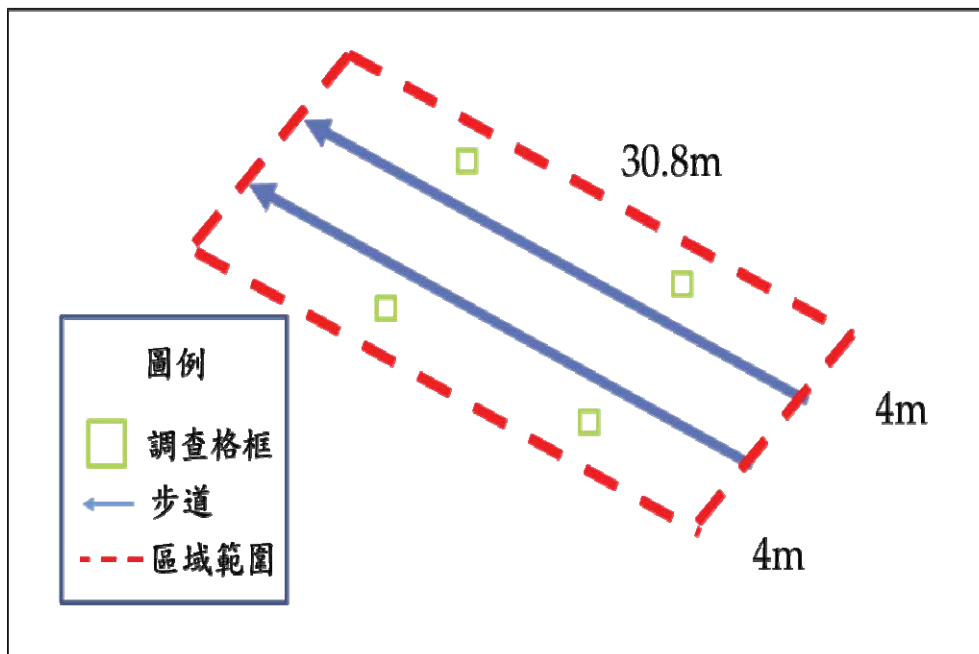


圖 1-6 草原區採樣試驗區平面位置圖





照片 1-2 陸生螢火蟲(邊褐端黑螢)棲地環境現況



第二章 環境資料蒐集

2-1 自然環境資料

2-1-1 地文資料

本計畫團隊蒐集計畫區域內之相關地文資料，其項目如地形、坡度、地質及土壤等資料，如下文所述。

1. 地形

本計畫區域位於屏東縣九如鄉玉泉村，計畫區域內地勢平坦，為平原地形。武洛溪自東北斜向西南，蔚為彎弓形，因此地勢由東北向西南略為傾斜，海拔高程最高達到 43 公尺。屏東縣九如鄉玉泉村高程分布圖詳見圖 2-1。

2. 坡度

本計畫區域位於屏東平原上，屬平原地形，坡度大都分布在 1 度以下，顯示屏東縣九如鄉玉泉村境內地勢平坦。屏東縣九如鄉玉泉村坡度分布圖如圖 2-2 所示。



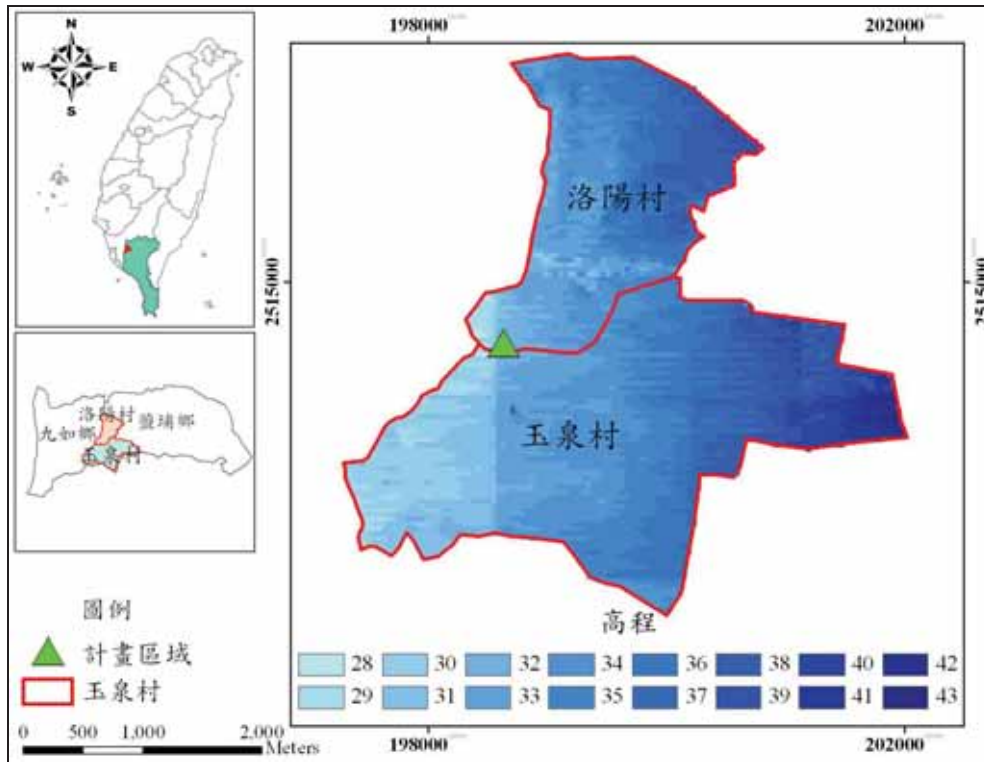


圖 2-1 屏東縣九如鄉玉泉村高程分布圖

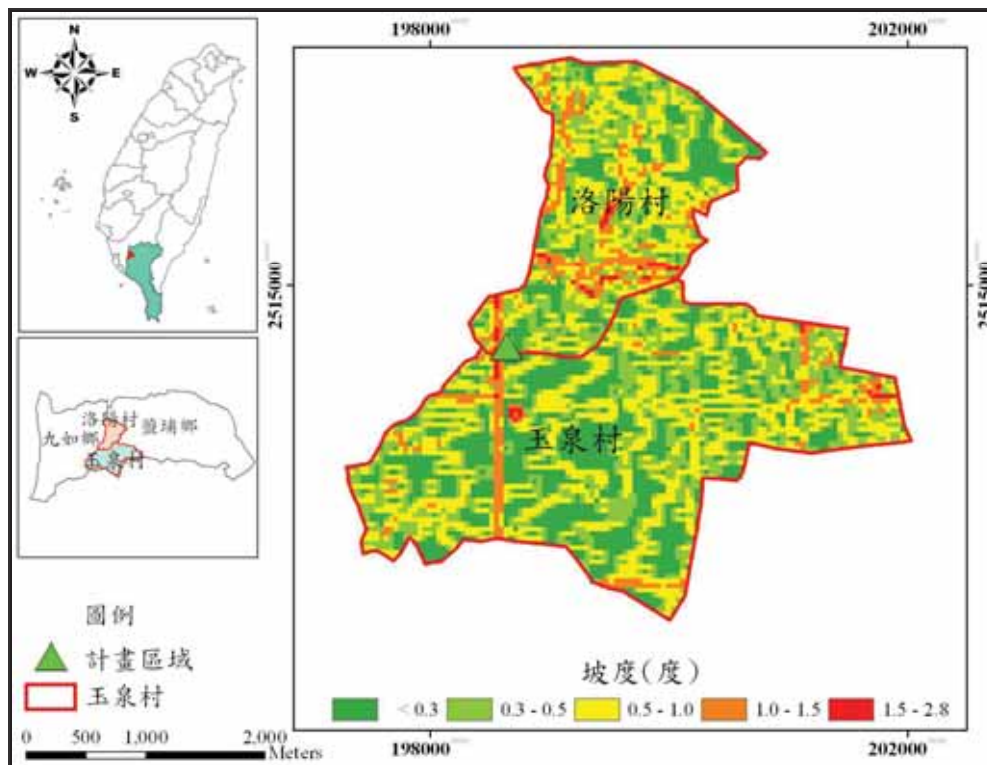


圖 2-2 屏東縣九如鄉玉泉村坡度分布圖



3. 地質

計畫區域地質以沖積層為主，由粘土、粉砂、砂、和礫石組成，如圖 2-3 所示，主要地層岩性說明如下：

- (1) 沖積層：由粘土、粉砂、砂、和礫石組成，廣泛地覆蓋各河道及下游的海岸平原，為主要由河流的氾濫平原及海岸砂丘、現代湖相和沼澤相等沉積環境中形成。

4. 土壤

計畫區域為高屏溪集水區中下游之沖積平原，土壤主要為壤土和壤質砂土，其中壤土大約佔 70%。另外，九如鄉的右邊靠山地區主要以壤質砂土為主，接近里港附近則以粘土為主，而本計畫區域則以砂質壤土為主。屏東縣九如鄉玉泉村土壤分布如圖 2-4 所示。



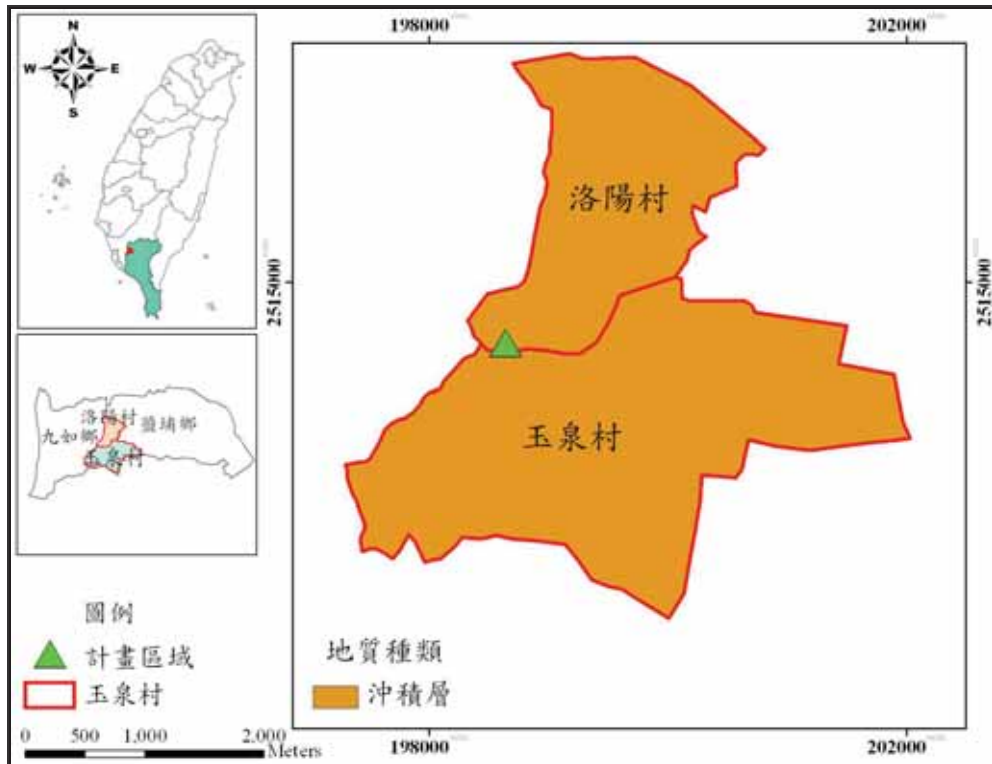


圖 2-3 屏東縣九如鄉玉泉村地質分布圖

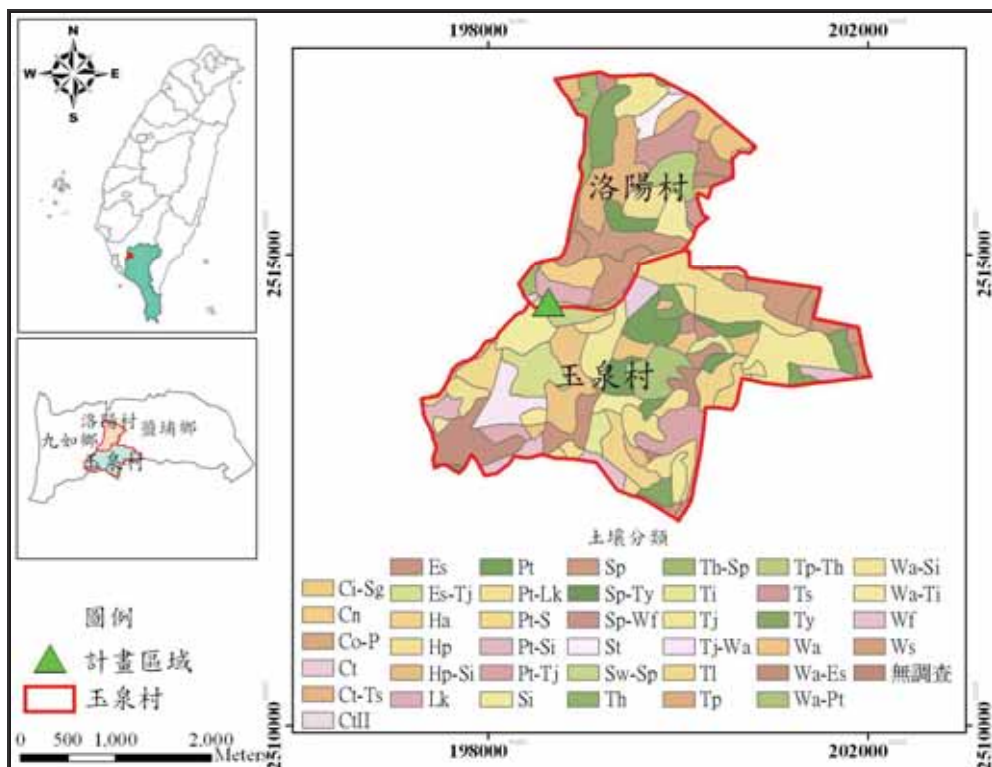


圖 2-4 屏東縣九如鄉玉泉村土壤分布圖



2-1-2 氣象資料

本計畫團隊蒐集計畫區域內之相關氣象資料，其項目如降雨及溫度等資料，如下文所述：

1. 降雨

本計畫區域每年 11 月至翌年 3 月為較低溫乾旱季節，5 月至 9 月為高溫多濕季節，年雨量介於 2,200~2,500 mm 之間，其中約 80% 雨量集中於夏季。為瞭解降雨對螢火蟲棲地之影響，本計畫蒐集鄰近 6 個中央氣象局雨量站(包括：麟洛、龍泉、屏東、新園、三地門及溪埔等)，近十年的年雨量資料，提供後續研究分析參考。各雨量站分布位置如圖 2-5 所示，表 2-1 為計畫區域鄰近雨量站的基本資料，表 2-2 為計畫區域鄰近雨量站近十年的年雨量資料。圖 2-6 為計畫區域鄰近雨量站之年雨量變化趨勢。

2. 溫度

計畫區域位於屏東縣內，北迴歸線以南屬熱帶地區，氣候炎熱，冬夏溫度顯著，年平均溫度約為攝氏 25°C，屬熱帶季風氣候，每年 11 月至翌年 3 月為屬低溫無雨的乾旱季節，5 月至 9 月則為高溫潮濕季節，地下水源充沛，日照充足，也因為屏東的驕陽以及全國最長的日照時數，而有「太陽城」的封號。詳細資料請參考第三章及第四章之氣象監測與分析部分。



表 2-1 計畫區域鄰近雨量站基本資料

中文站名	站碼	所在縣市鄉鎮	座標(TWD67)		高程(m)	設站時間
			X	Y		
麟洛	C1R210	屏東縣麟洛鄉	203097	2506623	54	1992/5/1
龍泉	C1R200	屏東縣內埔鄉	208295	2507684	61	1992/5/1
屏東	C1R170	屏東縣屏東市	198504	2507468	25	1992/5/1
新園	C1R160	屏東縣鹽埔鄉	201731	2517116	56	1992/5/1
三地門	C0R150	屏東縣內埔鄉	216728	2526057	59	1992/5/1
溪埔	C1V350	高雄縣大樹鄉	191847	2513551	30	1992/5/1

表 2-2 計畫區域鄰近雨量站近十年的年雨量

年分	雨量站					
	麟洛	龍泉	屏東	新園	三地門	溪埔
2000	2,002	2,553	1,818	2,381	2,808	2,302
2001	3,313	3,675	3,398	3,351	4,086	2,909
2002	1,366	1,557	1,292	1,536	2,027	1,230
2003	1,837	1,731	2,061	1,878	1,985	1,584
2004	2,105	2,491	1,166	1,905	2,971	1,628
2005	3,820	4,275	3,826	4,369	4,593	3,428
2006	3,055	3,314	2,772	4,103	3,183	2,149
2007	2,783	3,291	2,751	3,038	3,837	2,542
2008	3,532	3,501	3,099	3,003	3,690	3,044
2009	2,023	2,531	2,346	2,403	2,878	2,222
2010	2,939	2,932	2,849	2,796	3,457	2,761
2011	2,429	2,199	1,929	2,113	2,730	1,794
平均	2,600	2,838	2,442	2,740	3,187	2,299



單位：mm

資料來源：中央氣象局及本計畫彙整。

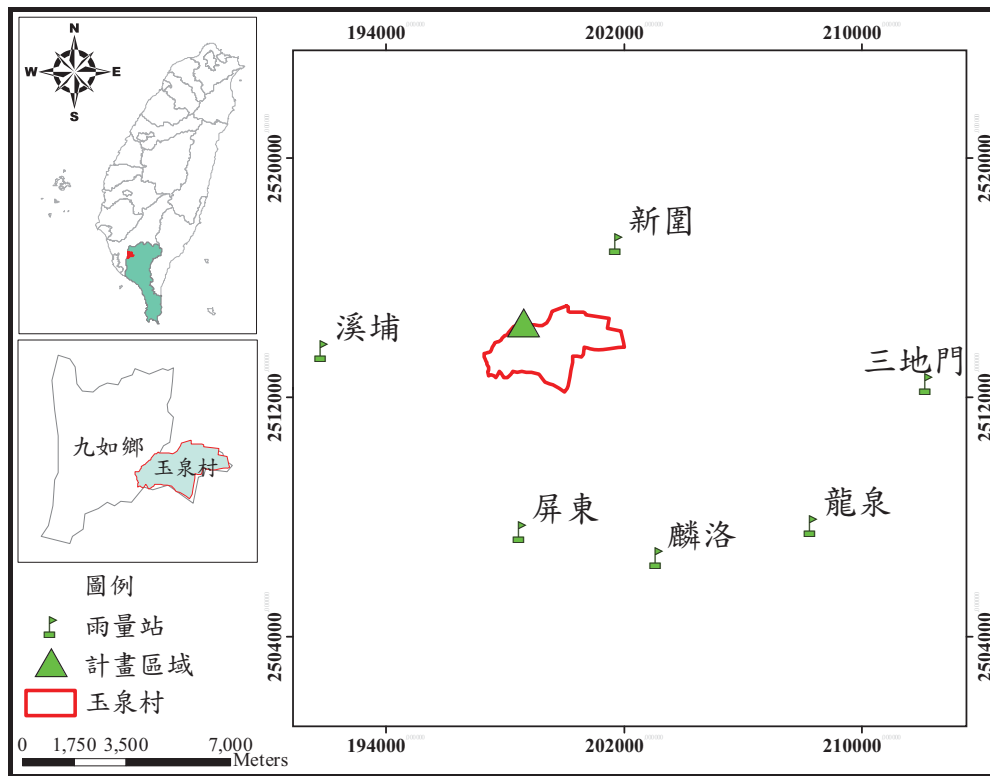


圖 2-5 計畫區域鄰近雨量站分布位置圖

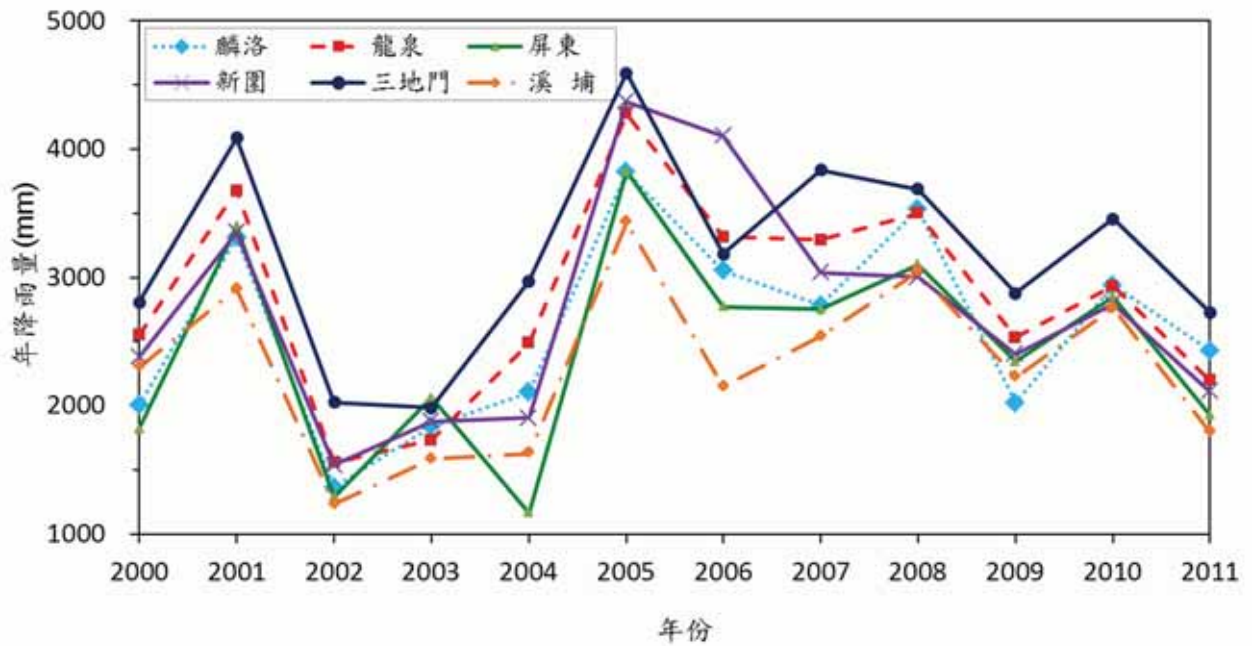


圖 2-6 計畫區域鄰近雨量站之年雨量變化趨勢





2-1-3 水文資料

1. 地下水

計畫區域附近有 7 個地下水井量測站，站名分別為九如(1)、九如(2)、海豐(1)、海豐(2)、海豐(3)、彭厝(1)及彭厝(2)。計畫區域鄰近地下水位站基本資料如表 2-3 所示，分布位置如圖 2-7 所示。詳細資料請參考第三章。

表 2-3 計畫區域鄰近地下水位站基本資料

井名	井號	地下水分區	河川局	井別	座標(TWD67)	
					X	Y
九如(1)	13080111	屏東平原	第七河川局	自記	196776	2515370
九如(2)	13080121	屏東平原	第七河川局	自記	196776	2515370
海豐(1)	13010211	屏東平原	第七河川局	自記	198476	2511130
海豐(2)	13010221	屏東平原	第七河川局	自記	198476	2511130
海豐(3)	13010231	屏東平原	第七河川局	自記	198476	2511130
彭厝(1)	13100211	屏東平原	第七河川局	自記	201104	2515658
彭厝(2)	13100221	屏東平原	第七河川局	自記	201104	2515658



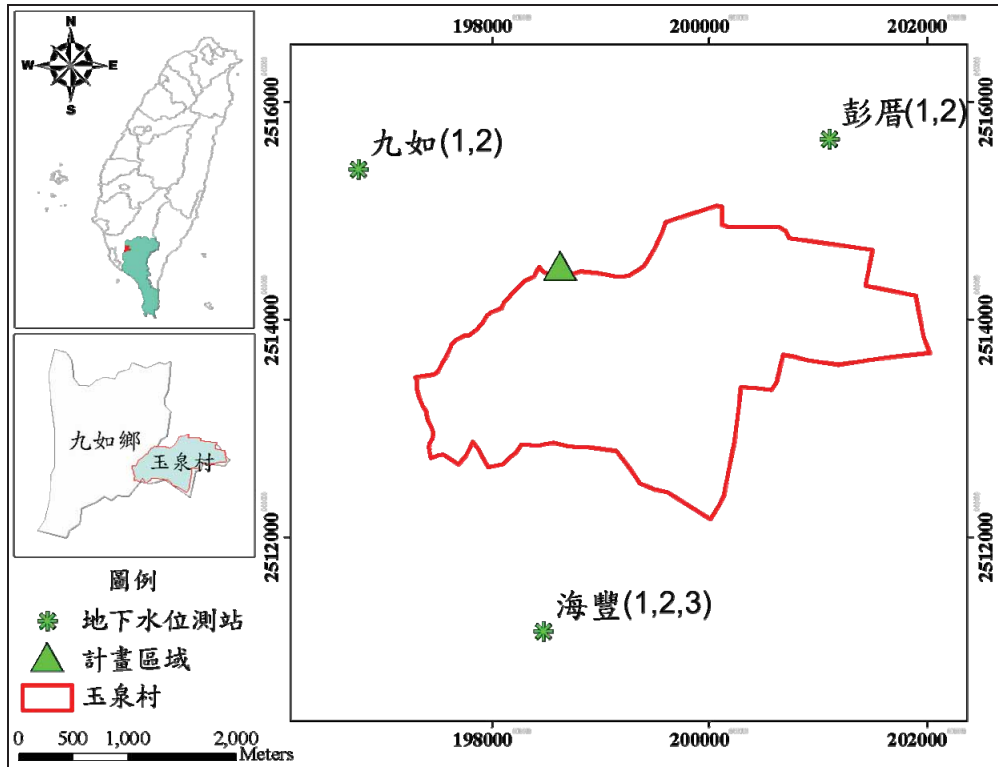


圖 2-7 計畫區域鄰近地下水位站分布位置圖



2-2 人文環境資料

2-2-1 行政區域

屏東縣九如鄉境內，行政區域由北至南分別為洽興村、耆老村、三塊村、後庄村、大坵村、東寧村、九清村、九塊村、九明村、玉泉村與玉水村，共計 11 個村落，如圖 2-8 所示。圖 2-9 為屏東縣九如鄉境內行政區域面積之圓餅圖，圖中可知玉泉村，佔全鄉面積 16%。

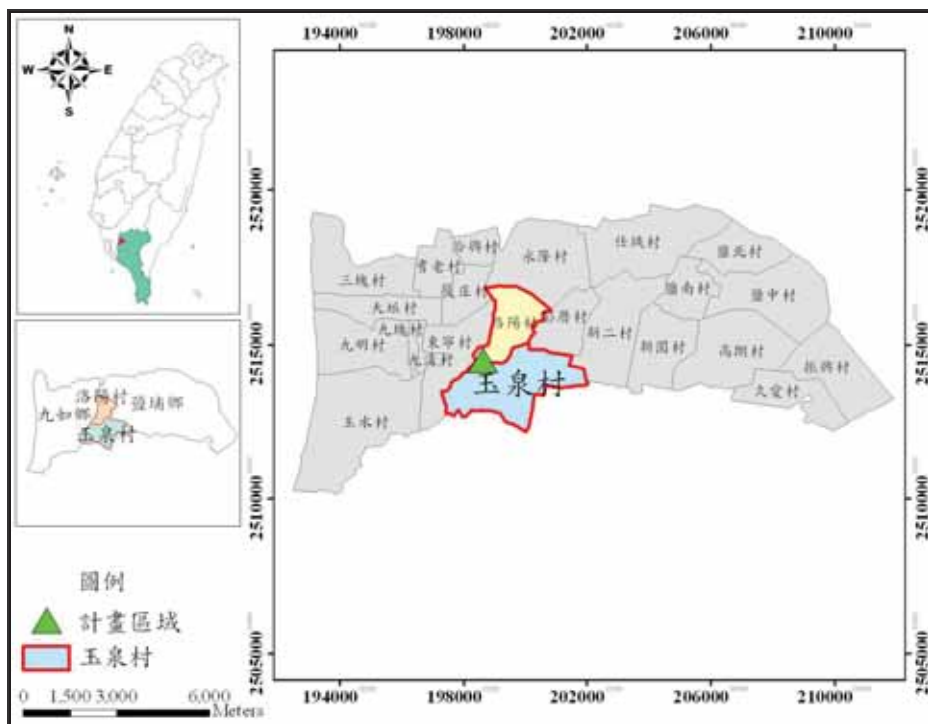


圖 2-8 屏東縣九如鄉玉泉村鄰近村里分布圖

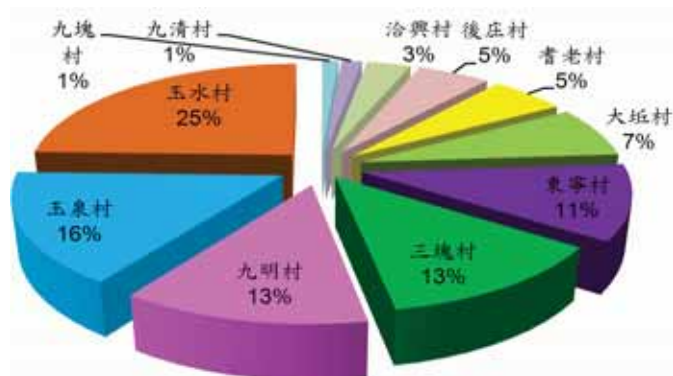


圖 2-9 屏東縣九如鄉境內行政區域面積之圓餅圖



2-2-2 產業

屏東縣九如鄉有著「蔬果之鄉」的美稱，鄉內的農產品眾多，最著名的水果為當地居民利用無污染的湧泉水所種植的香蕉，號稱「水香蕉」。九如鄉玉泉村內有一特別單位—「香蕉研究所」，專門研究香蕉品種並提供蕉農們優良的香蕉種苗與技術，是台灣香蕉品種研發最重要的單位之一。屏東縣九如鄉玉泉村香蕉研究所如照片 2-1 所示，水香蕉栽植情形如照片 2-2 所示。



照片 2-1 屏東縣九如鄉玉泉村香蕉研究所



照片 2-2 屏東縣九如鄉玉泉村水香蕉



2-2-3 交通分布

本計畫位於九如鄉境內，公路系統有國道、省道及縣道(如圖 2-10 所示)，詳情如下所述：

1. 國道：屏東縣九如鄉境內有國道三號經過，且可由九如交流道上國道三號北往高雄縣燕巢鄉南往長治鄉。
2. 省道：台 3 線公路，由南至北貫穿本鄉中心，南直達屏東市，往北可至里港鄉、接高雄旗山而通往台南玉井，是九如鄉可直往高雄、台南丘陵、山嶺區之內陸公路。另台 3 線北接屏 188 線公路，東可至高樹鄉；西可至高雄縣嶺口，通往左營方向。台 3 線南又接台 1 與台 2 線公路，是以本鄉公路交通網對外尚稱便捷。
3. 縣道：境內縣道共有三條，均為 15 公尺寬之公路。其一自九如分駐所，經由東寧、後庄至里港；其二是九如分駐所經由大坵、三塊至里港；其三為冷水坑經由玉泉至合作農場。
4. 鄉道：鄉內共長 27.68 公里，均為 12 公尺寬，與農地重劃道路（3 及 5 公尺）縱貫交錯，分別延伸至每個村落，交通順暢。

本計畫區域從國道 3 號下九如交流道，往南沿九如路三段(台三線)走約 4 公里，左轉屏 26 鄉道走約 1.7 公里，接榮泉街走約 1.3 公里，再接玉泉街走約 300 公尺，即可到達本計畫區域。圖 2-11 為九如(里港)交流道至屏東縣九如鄉玉泉村之交通路線圖。



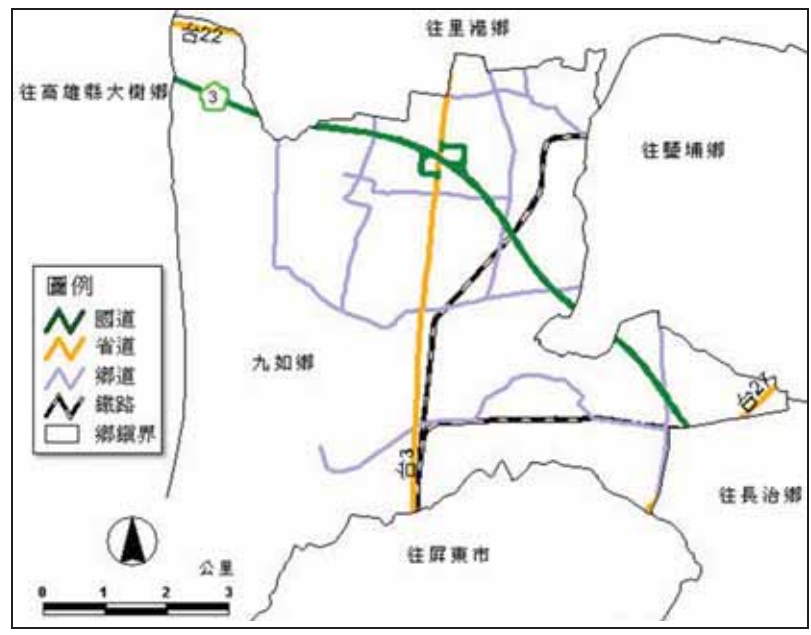


圖 2-10 九如鄉交通運輸系統圖



圖 2-11 本計畫位置交通路線圖



2-2-4 人口

依據屏東縣政府民政處統計，101 年屏東縣九如鄉玉泉村人口總數，如表 2-4 所示。表中顯示村內總戶數共有 553 戶，而總人口數為 1,835 人，其中以男性為主，人口數約為 966 人，佔總人口數 52.6%。

表 2-4 屏東縣九如鄉玉泉村人口統計表

村里別	鄰數	戶數	性別	總人口數	人數				
					原住民	遷入	遷出	出生	死亡
玉泉村	13	553	計	1,835	4	6	3	1	1
			男	966	3	4	3	0	1
			女	869	1	2	0	1	0

資料來源：屏東縣里港戶政事務所九如辦公室及本計畫彙整。

2-3 既有生態調查資料

2-3-1 計畫區內之生態資料

本計畫區域位屬於屏東縣北方，受人為開發影響小且有終年不斷的地下湧泉，因此生態種類相當的豐富。依據台灣生態學會夏可泰先生於 2007 年至 2008 年間，持續九個月於本計畫區域內進行生態調查，並與大憲牯環境保護協會林穎明先生，共同帶領惠農國小的師生在此做了三個月的固定樣區生態調查，共紀錄到 139 種生物，在植物方面調查到水生植物有 16 科 27 種、陸域植物有 24 科 48 種；在動物方面調查到水棲動物有 9 目 24 科 24 種、陸域動物有 15 目 41 科 59 種，可見生態物種豐富且多樣性。特別的是，此地區同時存在



三種螢火蟲，分別為黃緣螢(*Luciola ficta* Oliveir)、台灣窗螢(*Pyrocoelia analis* Fabricius)及邊褐端黑螢(*Luciola terminalis* Olivier)，如照片 2-3，其中最特別的屬水生螢火蟲-黃緣螢，由於過去專家學者普遍認為高屏地區冬季少雨缺水且溫度較高，水生螢火蟲存在不易，故目前黃緣螢活動紀錄多分布於中北部地區，而本計畫區因為有豐富的地下湧泉，能長期提供水源，因此這些環境指標物種才有機會在此生存。

楊國禎先生於 2000 年針對本計畫區域的植物進行調查，發現區域內常見植物種類包括匙葉眼子菜(*Potamogeton malaianus*)、巴拉草 (*Brachiaria mutica*)、空心菜(*Ipomoes aquatica*)、白頭天胡荽(*Hydrocotyle leucopetala*)、白花水龍(*Ludwigia adscendens*)、布袋蓮(*Eichhornia crassipes*)、石龍尾(*Limnophila trichophylla*)、水芥菜(*Nasturtium officinale*)、柳葉水蓼衣 (*Hygrophila salicifolia*)、細葉水丁香 (*Ludwigia hyssopifolia*)、雙穗雀稗 (*Paspalum distichum*)、紫柄芋(*Colocasia sp.*)、鴨舌草(*Monochoria sp.*)、白竹子菜(*Commelina diffusa*)、蔊菜(*Cardamine flexuosa*)及象草(*Pennisetum purpurum*)等，如照片 2-4 所示。

2-3-2 高屏地區螢火蟲分布

本計畫蒐集高屏地區螢火蟲類型、棲地環境等相關資料，藉此瞭解影響螢火蟲棲地之因子，並與本計畫棲地進行比較，以提供後需資料分析之參考。表 2-5 為高屏地區螢火蟲種類、棲地及分布位置。表中可知，本計畫區域為高屏地區唯一有水生螢火蟲的棲地，主要是因為本計畫區域擁有豐富的地下湧泉，一年四季皆可提供水生螢火蟲源



源不斷的潔淨水源。

	
黃緣螢成蟲	黃緣螢幼蟲
	
台灣窗螢成蟲	台灣窗螢幼蟲
	
邊褐端黑螢成蟲	邊褐端黑螢幼蟲

照片 2-3 計畫區域內常見螢火蟲(照片來源：林穎明拍攝)



	
巴拉草	布袋蓮
	
白竹子菜	白頭天胡荽
	
雙穗雀稗	鴨舌草

照片 2-4 計畫區域內常見植物種類(照片來源：植物網路圖鑑)



表 2-5 高屏地區螢火蟲種類、棲地及分布位置一覽表

地點	種類	發生月分	棲地特性	分布位置
藤枝國家森林遊樂園	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	大端黑螢	7-10 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	紋螢	3-7 月	中、低海拔山區	全台中、低海拔山區
	黃肩脈翅螢	4-8 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類
	突胸窗螢	6-8 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	雲南扁螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	鋸角雪螢	11-1 月	中、高海拔山區	高山型螢火蟲，分布全台
	神木螢	12-2 月	中、高海拔山區	高山型螢火蟲，分布全台
	雙色垂鬚螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
雙流國家公園	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	大端黑螢	7-10 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	三節熠螢	5-7 月	低海拔山區	台灣中南部山區
	擬紋螢	3-7 月	中、低海拔山區	全台中、低海拔山區
	黃肩脈翅螢	4-8 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類
	黃頭脈翅螢	5-6 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	姬脈翅螢	3-4 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	黑腹櫛角螢	3-6 月	中、低海拔山區	台灣中、低海拔山區
	雲南扁螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	雙色垂鬚螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
墾丁國家森林遊樂園	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	大端黑螢	7-10 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	黃肩脈翅螢	4-8 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類
	黃頭脈翅螢	5-6 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	姬脈翅螢	3-4 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	黑腹櫛角螢	3-5 月	中、低海拔山區	台灣東部及南部較常見
	雲南扁螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
高雄市三民區	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	大端黑螢	7-10 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	梭德氏脈翅螢	4-10 月	低海拔山區	全台低海拔山區
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類



表 2-5 高屏地區螢火蟲種類、棲地及分布位置一覽表(續)

地點	種類	發生月分	棲地特性	分布位置
高雄市 三民區	雲南扁螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	赤腹窗螢	4-7 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
屏東縣 霧台鄉	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	黃肩脈翅螢	4-8 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	雙色垂鬚螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類
	雲南扁螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	赤腹窗螢	4-7 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
屏東縣 瑪家鄉	紅胸黑翅螢	4-7 月	低海拔山區	台灣常見種類
	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	黃肩脈翅螢	4-8 月	低海拔山區	中南部低海拔山區
	暗褐脈翅螢	4-9 月	低海拔山區	全台低海拔山區
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類
	赤腹窗螢	4-7 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	雲南扁螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
	雙色垂鬚螢	10-12 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
屏東縣 獅子鄉 壽卡林道	端黑螢	5-9 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	大端黑螢	7-10 月	低海拔山區	高屏山區常見種類
	山窗螢	10-12 月	中、低海拔山區	台灣秋季常見種類
	蓬萊短角窗螢	9-10 月	中、低海拔山區	分布全台，但數量少
屏東縣 恆春鎮 社頂社區	條背螢	3-9 月	低海拔水域	高屏地區首次發現，屬半水生
屏東縣 九如鄉 玉泉村 (本計畫)	黃緣螢	3-10 月	低海拔水域	高屏地區首次發現
	邊褐端黑螢	3-10 月	平地或低海拔山區	高屏地區首次發現
	台灣窗螢	3-10 月	低海拔山區	台灣平地常見種類

資料來源：何健鎔(2002)、林穎明(2007)及本計畫彙整。



第三章 水生螢火蟲(黃緣螢)棲地環境調查與監測

水生螢火蟲-黃緣螢生命週期為幼蟲期至成蟲期，黃緣螢幼蟲生長於水中，與水的關係十分的密切，水質的好壞會直接影響幼蟲的生存，因此水質環境調查是一項非常重要的工作。何健鎔(2002)提出影響幼蟲生活的主要環境因子為水溫、溶氧、電導度及酸鹼度等。螢火蟲棲地的土壤環境因子調查亦為非常重要的工作之一，過去大多數學者皆專注於探討陸生螢火蟲棲地的土壤環境因子，卻忽略了水生螢火蟲雌成蟲產卵時會將卵產於土縫中，幼蟲則會從水中爬上陸地土壤中化蛹，因此，除了水質外，土壤性質對於水生螢火蟲成蟲數量亦有所影響。



3-1 水文氣象監測與分析

3-1-1 雨量

本計畫蒐集計畫區域鄰近雨量站及地下水位站，以推算計畫區域內之雨量及地下水位資料，並將雨量及地下水位資料與流況及黃緣螢成蟲數量調查所得之資料進行分析，分析各因子間之相關性。

由於水質與土壤性質易受到降雨而改變其性質，因此本計畫蒐集計畫區域鄰近 6 個中央氣象局雨量站(包括麟洛、龍泉、屏東、新圍、三地門及溪埔，如表 3-1 所示)，並利用 ArcGIS 量測出各雨量站與水生螢火蟲棲地距離，以反距加權法進行計畫區內之平均雨量計算，結果如表 3-2 所示，本計畫蒐集自 2010 年 6 月至 2012 年 10 月的鄰近雨量站之月雨量資料，如表 3-3 所示。從表中可看出，計畫區域與三地門雨量站距離最遠，與新圍雨量站最近。各雨量站之月雨量資料表及變化趨勢如圖 3-1 所示。從圖中可看出，6 個雨量站皆在 2010 年 9 月降雨量達到最大，主要受到凡那比颱風挾帶的豪雨所致；另一個高峰則是在 2011 年 8 月，此結果是受到南瑪都颱風所影響。反距加權法公式如下：

$$P_x = \frac{\sum_{i=1}^5 \frac{P_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{L_i^2}}$$

式中， P_x 為水生螢火蟲棲地之降雨量推估值。

P_i 為已知雨量站的降雨量。

L_i 為已知雨量站 i 與水生螢火蟲棲地的距離。



表 3-1 計畫區域鄰近雨量站基本資料

中文 站名	站碼	所在縣市鄉鎮	座標(TWD67)		高程 (m)	設站 時間
			X	Y		
麟洛	C1R210	屏東縣麟洛鄉	203097	2506623	54	1992/5/1
龍泉	C1R200	屏東縣內埔鄉	208295	2507684	61	1992/5/1
屏東	C1R170	屏東縣屏東市	198504	2507468	25	1992/5/1
新圍	C1R160	屏東縣鹽埔鄉	201731	2517116	56	1992/5/1
三地門	C0R150	屏東縣內埔鄉	216728	2526057	59	1992/5/1
溪埔	C1V350	高雄縣大樹鄉	191847	2513551	30	1992/5/1

資料來源：中央氣象局及本計畫彙整。

表 3-2 計畫區域與各雨量站距離

計畫區域	各雨量站與水生螢棲地之距離(m)					
	麟洛	龍泉	屏東	新圍	三地門	溪埔
水生螢火蟲 (黃緣螢)棲地	9,040	11,660	7,066	3,988	13,556	7,042



表 3-3 計畫區域鄰近雨量站月雨量

日期		雨量站					
		麟洛	龍泉	屏東	新圍	三地門	溪埔
2010 年	6 月	450.0	450.0	451.0	360.0	518.5	380.5
	7 月	506.0	439.5	477.5	478.0	510.5	512.5
	8 月	346.0	255.0	205.5	437.5	399.5	227.5
	9 月	984.0	1,130.0	1,178.5	1,005.5	1,201.5	1,247.5
	10 月	228.5	239.5	130.5	185.5	297.0	106.5
	11 月	12.5	6.5	12.5	15.0	15.5	16.0
	12 月	17.5	20.5	16.0	21.0	19.5	19.0
2011 年	1 月	13.5	17.5	14.0	16.0	18.5	14.5
	2 月	0.0	1.0	1.5	3.5	2.0	2.0
	3 月	7.5	10.0	7.5	20.5	12.0	6.5
	4 月	60.0	66.5	40.5	46.0	66.5	38.5
	5 月	194.0	228.5	239.0	235.0	263.5	180.0
	6 月	212.0	218.5	209.5	204.5	284.0	233.0
	7 月	668.5	633.5	561.5	620.5	604.0	534.0
	8 月	723.0	592.0	498.5	549.5	844.0	431.5
	9 月	245.5	103.5	101.0	271.0	247.5	146.0
	10 月	110.5	156.5	49.0	73.0	178.0	33.0
	11 月	152.0	137.0	165.5	40.5	163.0	150.0
	12 月	42.0	34.5	41.5	32.5	46.5	25.0
2012 年	1 月	1.0	2.5	0.5	2.0	3.0	2.5
	2 月	45.5	36.5	42.5	25.0	35.5	35.5
	3 月	11.0	15.5	10.0	9.0	10.5	9.0
	4 月	154.0	143.5	178.0	105.0	124.0	148.5
	5 月	360.0	295.5	313.0	380.5	565.5	401.5
	6 月	1,722.0	1,290.5	1,427.5	410.0	1,912.5	1,303.0
	7 月	168.5	110.5	168.0	190.0	103.5	144.5
	8 月	660.0	496.5	763.5	716.0	599.0	697.5
	9 月	249.0	271.5	160.5	169.0	208.5	156.5
	10 月	1,722.0	1,290.5	1,427.5	410.0	1,912.5	1,303.0

單位：mm

資料來源：中央氣象局及本計畫彙整。