

行政院農委會林務局保育研究系列 90-8 號

電光泥火山地景保育與生物資源之調查研究

Research on the Landscape Conservation and Biological

Resource Investigation of the Tienkuang Mud Volcano



委託機構：行政院農業委員會林務局

執行機構：大漢技術學院資源工程系

研究主持人：李思根 協同主持人：何鎮平、林明聖

研究人員：蕭謙麗、姜國彰、廖聖福、黃麗津、陳婉菁

中華民國九十一年三月三十一日

電光泥火山地景保育與生物資源之調查研究
Research on the Landscape Conservation and Biological
Resource Investigation of the Tienkuang Mud Volcano

委託機構：行政院農業委員會林務局

執行機構：大漢技術學院資源工程系

研究主持人：李思根

協同主持人：何鎮平、林明聖

研究人員：蕭謙麗、姜國彰、廖聖福、黃麗津、陳婉菁

中華民國九十一年三月三十一日

電光泥火山地景保育與生物資源之調查研究

目 錄

摘要.....	1
英文摘要.....	2
壹、 前言.....	4
一、 計畫緣起與目的.....	4
二、 研究主題與方法.....	5
三、 預定完成工作及具體成果.....	7
貳、 花東縱谷自然環境概述.....	8
一、 地質構造.....	8
(一) 中央山脈地質區.....	8
(二) 海岸山脈地質區.....	11
二、 氣候與水文.....	12
(一) 研究區氣候概況.....	12
(二) 研究區水文概述.....	17
參、 研究區地質地形調查分析.....	23
一、 海岸山脈的地質與構造.....	23
(一) 地層.....	23
(二) 構造.....	28
二、 電光泥火山區之地質與地形.....	29
(一) 地質構造.....	29
(二) 地形特徵.....	35
三、 木坑溪惡地與泥流.....	39
四、 電光泥火山地區的環境變遷.....	43
肆、 生物資源之分類與探討.....	46
一、 土壤粒度分析.....	46
二、 土壤之理化性質.....	48
三、 植群分類.....	49
(一) 原生植被.....	50

(二)	次生植被.....	54
(三)	人工植被.....	56
(四)	本區植物之演替.....	57
四、	動物資源.....	58
(一)	哺乳類.....	59
(二)	兩棲與爬蟲類.....	60
(三)	鳥類.....	60
(四)	蝶類.....	61
伍、	保留區設置與經營管理研議.....	62
一、	問卷及內容分析.....	62
二、	耆老訪問摘要.....	77
(一)	鄭漢文校長.....	77
(二)	劉慶昌主任.....	79
(三)	鹿野瑞和村長吳燕輝先生	80
三、	景點分類、分級與特質評估.....	81
(一)	景觀保護之國際形勢探討.....	81
(二)	中國大陸的自然保護現況檢視.....	84
(三)	電光泥火山之地景類型與特質.....	86
四、	自然保護區之設置與經營管理模式研議.....	90
(一)	自然保留區資源分布及初步規畫構想....	90
(二)	電光泥火山保護區設置與經營管理模式 展望.....	95
陸、	結論與建議.....	105
柒、	謝誌.....	107
捌、	參考文獻.....	108
玖、	圖版與說明.....	112
拾、	附錄.....	121
附錄一：	地景保留區經營管理現況.....	121
附錄二：	泥火山地區植物名錄.....	128

圖 目 錄

圖 2-2-1-1 台東氣象站各月氣溫與降水分佈圖 (1961-1990)	12
圖 2-2-1-2 台東氣象站各月平均最高溫度與最低溫度比較 (1961-1990)	13
圖 2-2-1-3 台東氣象站各月降水日數圖(1961-1990).....	13
圖 2-2-1-4 台東氣象站各月平均降水量與蒸發量分佈圖 (1901-1990)	14
圖 2-2-1-5 台東測站各月平均降水量與降水日數分佈圖 (1901-1990)	15
圖 2-2-2-1 花東地區三大河流水系圖.....	18
圖 2-2-2-2 花東縱谷沖積扇分佈圖.....	21
圖 3-1-1 海岸山脈地質圖.....	24
圖 3-1-2 海岸山脈構造線圖.....	27
圖 3-2-1 電光泥火山附近地質圖.....	30
圖 3-2-2 利吉層中基質泥的葉理面結構位態圖.....	32
圖 3-2-3 電光泥火山三維立體圖.....	34
圖 3-2-4 電光泥火山噴泥盾分佈圖.....	36
圖 3-2-5 電光泥火山新舊噴口分布圖 (1993/2001)	38
圖 3-3-1 台東鹿野鄉電光木坑溪水系圖.....	42
圖 4-1-1 電光泥火山粒徑中數與標準差比較圖.....	47

圖 4-3-1 電光泥火山稀有/指標植物分佈圖.....	52
圖 5-1-1-1 問卷調查個人基本資料圖 (1~2)	65
圖 5-1-2-1 問卷調查分析圖 (1~10).....	67
圖 5-1-3-1 問卷調查分析比較圖 (1~5)	72
圖 5-4-1-1 電光泥火山自然生態保留區環境教育教學資源 分佈圖.....	94
圖 5-4-2-1 電光泥火山自然保留區與社區相對位置圖...	100
圖 5-4-2-2 電光泥火山與外圍過渡緩衝區之三維立體空間 圖.....	102

表 目 錄

表 1-1 電光泥火山地景保育與生物資源調查預定進度表...	6
表 2-2-1-1 台東氣象站氣候資料統計表 (1961-1990) ...	12
表 2-2-1-2 台東測站降水量與蒸發量氣象資料表 (1901-1990)	14
表 2-2-1-3 台東測站降水量與降水日數氣象資料表 (1901-1990)	15
表 2-2-2-1 花東地區三大河流的水文統計資料表.....	19
表 2-2-2-2 花東縱谷沖積扇特性表.....	20
表 3-3-1 木坑溪流流域水文特性計測表.....	39
表 4-1-1 電光泥火山沉積物粒度分析表.....	46
表 4-1-2 烏山頂與電光泥火山土壤理化性質分析比較表.	48
表 5-3-3-1 地景保育景點之分類指標.....	86
表 5-3-3-2 花東縱谷特殊地質地地形景點的分類指標與 類別.....	87
表 5-3-3-3 花東縱谷特殊地形地質景點等級分類.....	88
表 5-4-1-1 電光、烏山頂二處泥火山自然資源比較表...	91
表 5-4-2 電光泥火山管理分類表.....	95
表 5-4-3 電光泥火山管理分級表.....	96
表 5-4-3 保護區管理相關團體角色扮演表.....	99

摘要

本計畫受行政院農業委員會林務局之委託，對台東縣鹿野鄉電光泥火山作基礎性之調查及資料庫之建立，以為嗣後設置自然保留區的催生作準備。

本研究主題由電光泥火山及周緣地區之自然環境、社區背景、特殊地景（地質、地形、生物）、自然保留區之設置構想與經營管理方式加以論列，可得如下結論。

- 一、本區地處歐亞大陸及菲律賓海洋兩板塊之碰撞帶，具有都巒山層、利吉混同層、八里灣層等地層，後兩者呈犬牙交錯狀接觸，附近有都巒山斷層與木坑斷層通過。礦物則以伊萊石、綠泥石、石英、斜方輝綠岩（Harzburgite）等為主。因海相沈積之古環境及後期板塊運動使其具備了豐富之泥漿、受壓地下水、充分的瓦斯及左移性逆斷層，故而發育成泥火山。地形上以噴泥盾分佈最廣，噴發性、間歇性、與休止性兼具，並有惡地、土指、龜裂等小地形。
- 二、植物相當豐富，由噴口周圍衍生草澤（saltmarsh）至泥質惡地之中生植物群落，有演替序列不同階段之植群，前者如煙火台、彭佳嶼飄拂草、冬青菊、五節芒等，並見稀有植物菌蕨等，後者如銀合歡、羅氏鹽膚木、九芎、三葉五加等。
- 三、動物資源，有哺乳類之鮫狸、山豬等六種；兩棲爬蟲類之大蟾蜍、小雨蛙、澤蛙等四群八種；鳥類如繡眼畫眉、綠繡眼等 27 科 55 種；另有蝶類 23 種，但因近年開發、造林和自然災害，數量銳減。
- 四、本區泥火山有劃為自然保留區之必要，並應劃分為核心、過渡與緩衝區以資保護，至於經營管理建議由農委會主導，採公共決策，社區參與模式，委由學者專家、地方資源人士相關事業單位合組經營小組管理。

關鍵詞：泥火山、噴泥盾、社區參與、地景保留區

Research on the Landscape Conservation and Biological Resource Investigation of the Tienkuang Mud Volcano

ABSTRACT

This project is commissioned by The Taiwan Forestry Bureau of the Council of Agriculture, Executive Yuan. The purpose of this project is to conduct basic research on the Tienkuang Mud Volcano in Lu-Ya Village of Tai-Tung County and to create the relative database for further installation of natural preservation area.

The main topics of the current research includes from the natural environments of the Tienkuang Mud Volcano and its surrounding areas, the historic background of the village society, investigation of the special landscape (such as geology, geography and biology), the installation construction of natural preservation area, and to its management paradigm. After extensive research, we reach several conclusions that are listed in the following.

1. This area is located at the collision zone between Euro-Asian and Philippine ocean plate tectonics and includes Tuluanshan, Lichi and Pali Wan formations. The two formations overlap like dogteeth crossing over and are passed by Tuluanshan and Mookan faults nearby. The major kinds of ore are Illite, Chlorite, quartz and Harzburgite and so on. Due to the sedimentation of Ancient Ocean and later motion of the plate tectonics, this area is full of mud. Coupled with pressured underground water, gas and oblique left-handed reverse slip fault, a mud volcano is formed. Geographically the mud shields are dominant, and there are also eruptive, intermitted and dormant mud volcanos and the badland, earth fingers and cracks are distributed in-between.
2. The flora of this area is diversified. From the perimeter of eruption craters, there

are saltmarshes flourishing nearby and to mud badland, the mesophyte plants distributed. There contains the almost full evolution of plants found in this area from land plants to water plants. The former includes *Carex cruckata* Wahlenb., *Flinbristylis sieboldii* Miq., *Pluchea indica* (L.) Less and Schum & Laut. The rare plants like *Acrostichum aureum* L are also seen. The latter includes *Leucaena leucocephala* (Lam) and *Rhus samialata* Murr.

3. The animal resource in this area is limited. Totally there are six species of mammal found in this area such as *Manis javanica* and *Swinhoe*. The amphibians can be divided into four groups including eight species. *Bufo gargarizans cantor*, *Microhyla ornata* Dumeril & Bibon and *Rana limnocharis limnocharis* Boie are among of them. As to birds, there are twenty-seven categories and fifty-five species. There are also twenty-three different species of butterflies. Due to the development, forestation and natural disasters, the kinds of species in this area decrease dramatically.
4. According to our study, the mud volcanos in this area should be set-aside as landscape conservation of the natural preservation area. It should be classified into three different types, *i.e.* core area, transition area and buffer zone. The Council of Agriculture should take charge of the management paradigm. Through open discussion and community and local involvement, scholars with expertise and local people involves in relative incorporation should form a management team to run the this natural preservation area.

Keywords: mud volcano, mud shield, community and local involvement, landscape protected area

壹、前言

行政院農業委員會鑑於台灣地區的大地構造特殊，地質、地形複雜多變，高品質的自然資源豐富，但缺乏系統性調查與整體規畫，因此常有不當的開發而迭遭破壞，為因應國際地景保育之發展趨勢，保護國內特殊地質地形景觀，以供永續利用，乃擬定了「地景保育中程統籌計畫」，由台大王鑫教授統籌其事（自民國 84~88 年），後來又有教育宣導及補充調查之後續計畫，其主要內容包括---

- * 地景保育景點的調查、登錄及建檔。
- * 地景保育景點的分類、分級及選址。
- * 地景保留區的監測及管理。
- * 地景保育技術的研究與開發。
- * 地景保育人員培訓。
- * 地景保育教育宣導。
- * 地景保育國際交流。
- * 研擬我國「邁向二十一世紀地景保育方案」。

地景登錄景點在全省總計登錄了 320 個以上景點，並予以分級管理，建立資料庫，成立管理中心，同時研議提出具有被指定為地景自然保留區或保護區之建議，農委會地景保育組根據評鑑標準，東部宜蘭、花蓮、台東三縣選出了龜山島、太魯閣國家公園、和利吉惡地為國家級景點，電光泥火山被列為省級，但揆諸台灣十七個泥火山中，高雄烏山頂已劃定為自然保留區，而電光泥火山可成為台灣第二個自然保留區，前者以噴泥錐最具特色，而後者以噴泥盾稱霸全台，若能東西並列，則可增飾本島地景多彩的一頁。

本計畫之目的、方法、項目、成果等，略如下列：

一、計畫緣起與目的

電光泥火山座落於海岸山脈南段西側，在行政上隸屬台東縣鹿野鄉，乃本省十七處泥火山中最富特色且破壞程度輕微者；以往因交通阻梗，到達不易，故多年來一直呈現著優美的噴泥盾、惡地和四周豐

富的動植物資源。唯自去年永豐餘造紙公司租地造林之後，因交通易達性大增，觀光客紛至沓來，自然景觀立即受到明顯的威脅，因而引起媒體、保育人士與主管單位之重視。90年4月24日，縱管處邀約相關單位召開協調會議，由彭處長德成親自主持，林務局台東林管處洪處長、台東縣政府、鹿野鄉公所、台東永續發展學會、台東野鳥學會、荒野保護協會台東分會、花蓮師院李思根教授、台東師院劉炯錫教授等，經充分交換意見後，認為應儘速規畫為特殊地景及生物資源保護區，兼具教育宣導與觀光遊憩之功能。故本計畫之研議，自有其必要性與迫切性。

本計畫之主要目的，在盱衡世界地景保育之發展趨勢，秉持永續發展經營理念，參酌社區及相關法令，彙整並調查景觀特質與生物資源，建立電光泥火山區之基本資料及研擬具體經營管理模式，作為嗣後整體開發和規畫之重要參考，並確定發展之方向與途徑。

二、研究主題與方法

(一) 研究主題

1、 電光泥火山區之地理區位 (location) 分析。

即該地段之自然環境與人文景觀之調查、描述、解釋與評鑑；前者含地形、氣候、水文、生物等；後者有聚落、交通、特殊地景等。

2、 泥火山之地質、地形、生物資源之調查與彙整，做系統性之資源分類及評估。

3、 參酌國際保護區管理新趨勢：社區 (地方) 參與方式

(participatory approach)和共同經營管理方式(collaborative management)之擬議，務使環境負荷不超過其涵容能力，並使資源合理永續利用，往自然保護區方向設計。

本地區位居海岸山脈南段西側，在台灣十七處泥火山中，其中高雄燕巢鄉之烏山頂泥火山 (噴泥錐) 已劃為自然保留區，而鹿野瑞和村之電光泥火山則為全台最壯美之噴泥盾群，若加以妥

善規畫及合理利用，則台灣東西二處泥火山可相互輝映。

(二) 研究方法與進行步驟

- 1、 研究人員遴選與計畫草擬。
- 2、 資料、文獻、地圖、圖片等之蒐集、彙整、分析。
- 3、 野外調查、標本分析。
- 4、 訪問和問卷。
- 5、 訂出初步構思草案，召開諮詢會議，邀約業務相關單位、主管機關、地方社團、學者專家等與會。
- 6、 草案修正，圖表繪製，撰寫報告。

表 1-1 電光泥火山地景保育與生物資源調查預定進度表

重要工作項目	工作比重%		預 定 進 度		
	單計	累計	6~9 月	9~12 月	1~3 月
計劃擬定研究與工作人員遴選	5	5	研究人員 工作人員		
資料搜集	5	10	各類文獻 規劃報告		
資料彙整分析	10	20	地圖、航照	社區概況 地質地形 環境生態	
第一次野外調查	10	30		地景特質 生物相等 基礎調查	
協調會議	5	35		研究小組工 作協調檢討	
問卷與訪問	5	40		製作簡單問 卷調查分析 及必要訪問	
基本資料建立	10	50		依據調查 資料彙整	
保護區範圍 與重點彙擬	15	65		標本採集、分 析	確定核心、緩 衝與過渡區 範圍
第二次野外工作	10	75			補充與修正
協調會議 經營模式評估	5	80			研究人員與 相關單位人 員舉行協調 會議
圖表繪製報告 撰寫	20	100			撰稿製圖校 對印刷

三、預定完成工作及具體成果

(一) 預定完成工作項目

- 1、 縱谷南段之自然景觀資源分佈及電光泥火山之區域定位。
- 2、 電光泥火山之特殊景觀資料庫建立（含地質、地形、生物資源）。
- 3、 地方社區與政府單位觀念與思維之整合（問卷、訪問及研討會）。
- 4、 保育區設置：由核心區、過渡區（buffer）與緩衝區（transition）之方向，明確畫出範圍、功能及保育策略。
- 5、 共同決策：社區參與經理方式之芻議。

(二) 具體成果

- 1、 電光泥火山在縱谷自然觀光資源體系中明確定位。
- 2、 建立系統化、功能化之泥火山各項資料，可做嗣後科學研究、教育宣導、觀光遊憩和經營管理之參考。
- 3、 完成電光泥火山區景觀特質類型評估，次由土地承載力、適宜性、可行性、潛力與限制等加以討論。
- 4、 保護區面積、範圍、分區、經營管理之初步擬定與周遭社經脈絡相融之構思提出。

貳、花東縱谷的自然環境概述

一、地質構造

(一) 中央山脈地質區

位於台東縣西側的中央山脈，是形成台灣主體山脈的一段，中央山脈自蘇澳以南至大武山以北，全長約二百五十公里，山勢與台灣整體的走勢相同，約呈南北走向，形成一南北走向山脈的原因，則與太平洋板塊由東南方向前來的碰撞有關。在本縣境內之中央山脈長約一百公里，其間山巒起伏，山勢陡峻，離台東西側不過數公里處即陡然而升，形成以平均山峰高度大於二千公尺以上的高山為主之山地地形。境內之重要河川多發源於中央山脈。位於河流的中、上游地區，則因為溪流攜帶砂石及河流不斷向下侵蝕，在原來河流流經的河床面上，經過河流堆積侵蝕，而留下現在已經距離河床有一段高度的河階礫石台地。

中央山脈東翼地質區均由變質岩所組成。這些變質岩包括了大理岩、綠色片岩、石英雲母片岩、片麻岩、變質基性岩、變質砂岩、角閃岩及少量的超基性岩。從過去的研究發現，這些組成中央山脈的變質岩，原來是砂岩、頁岩等沈積岩及一部份由火山灰所組成的火成岩，經過變質作用而來的。這些變質岩由所發現的珊瑚、紡錘蟲及溝鞭藻的化石得知，其生成的年代大約是在二億五千萬年前至一億年前（即古生代晚期二疊紀至中生代中期的侏羅紀），沈積於歐亞大陸板塊東緣的沈積岩，而後經過至少二期的變質作用（南澳運動及蓬萊運動）後形成目前所見的變質岩，這一變質岩稱之為『先第三紀變質雜岩』。此一變質岩係經過後期造山運動的隆起抬升，（特別是四百萬年前以來的蓬萊造山運動的作用）及後來的剝蝕作用而露出地表，成為目前所知台灣最古老的地質與構造單元。

1. 中央山脈東翼地質區的地層

(1) 九曲層

九曲層以塊狀大理岩為主要岩石種類，外觀上常呈黑白相間的條帶構造，這些條帶狀的構造並非沈積當時的層理，而是變質分凝作用的結果。

(2) 長春層

長春層的岩石種類以綠色岩（綠色片岩、變質基性岩及角閃岩）最多，夾有大理岩、石英岩等多種岩石成薄互層。長春層常因不同岩性及不同顏色的岩石成為互層，因此常表現出美麗的褶皺。長春層的分佈相當普遍，但多零星出現。

(3) 天祥層

天祥層以石英雲母片岩及千枚岩為主，夾有少量數十公分至數公尺的變質砂岩或部份的變質礫岩。天祥層最大的特徵為含有大量且大小不一的外來岩塊，這些外來岩塊包括類似長春層的岩石，如綠色片岩、角閃石及少量的大理岩，或類似天祥層本身的岩石種類，如片、千枚岩、變質砂岩及變質礫岩等。天祥層的片岩及千枚岩歷經了多次的變質與變形作用，因此褶皺與再褶皺的作用強烈，形成許多緊密的褶皺型態，岩層中各種凸鏡體、串腸構造等不連續岩體比比皆是。

2. 中央山脈西翼地質區的地層

在這個地質帶中，由於受變質作用的影響，岩層中的化石相當稀少而且整個岩系的岩性相當連續且單調，因此無法對全區的地層作良好的對比與分層的工作。脊樑山脈地質區一般可以將其劃分為三個主要的地層，即始新世的

畢祿山層、漸新世-中新世的禮觀層及中新世世的廬山層，此外由於沈積相變的關係，在不同的地區有不同的地層名稱，如檜谷層、知本層、潮洲層等。

(1) 畢祿山層檜谷層

本地層由板岩及千枚岩所組成，在變質的泥岩層中夾有厚層的變質砂岩及部份的石灰質砂岩，此外本層的部份地區尚夾雜有原岩，推測為輝綠岩或基性火山岩的凸鏡體。由本岩層所發現的大型有孔蟲推測其年代應為始新世。本地層在南橫公路一帶由李錫堤（1977）根據夾有 Nummulites-Discocyliina 的石英質粗砂岩，將厚約一千四百公尺的板岩命名為檜谷層。

(2) 禮觀層

禮觀層於 1977 年由李錫堤所命名，主要由砂岩及頁岩所組成，整個岩層厚度約九百公尺，由上而下可分為五個岩段。本地層由發現的貨幣蟲及有孔蟲推斷屬於漸新中-新世，相當於西部麓山帶的大寮層至木山層的層位。本地層與下伏的畢祿山層（檜谷層）為不整合的接觸關係，與上伏的中新世廬山層（梅山層）則為整合接觸。

(3) 廬山層（梅山層或知本層）

廬山層係由黑色至深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩所組成，岩層中零星夾雜有泥灰岩的團塊，本地層的厚度估計約數千公尺以上。本地層出露於台東知本及大武間，因所含的岩性含砂岩特別多，故命名為知本層（李春生及張寶堂，1984）。本地層所發現的化石屬於中新世，可對比於西部麓山帶的南港層、石底層及大寮層，亦可對比於雪山山脈的蘇樂層。

(4) 崙山層

主要由板岩所組成，劈理甚為發達，由於變質作用的影響，原始層面已不易鑑別。本地層之標準地在舞鶴台地南方之崙山，地層中因尚未發現化石，年代不詳，而且由於野外露頭不佳，地質構造與其他地層的接觸不明，因此整個岩層的確厚度無法估計，據王源等（1989）推測，厚度可能達數百公尺以上。

(5) 潮洲層

本層由板岩偶夾變質砂岩所組成，砂岩岩相隨出露地點的不同具很大的變化。本地層的厚度依野外之觀測可能超過一千公尺，並由所發現的有孔蟲化石，本層應屬中期中新世的地層。另由本層之地質時代對比關係，可對比脊樑山脈帶的廬山層，或西部麓山帶的打鹿頁岩。

(二) 海岸山脈地質區（詳如參、海岸山脈地質與構造）

二、氣候與水文

(一) 氣候概況

1、 氣溫與降水

本區位於縱谷南端，在北回歸線以南屬熱帶氣候區，越往南溫度越高，而在東北季風的影響下雨量豐沛、日射量較低、多雲雨天，越往北降雨越多。另外，山區受地形因素影響，迎風面的降雨量也遠高於平地。

根據台東氣象站(1961-1990)的資料顯示(如表 2-2-1-1)，本研究區年平均溫度 24.13°C，最高溫度在七月達 32.1°C，最低溫則在一月只有 15.9°C，年降雨量 1847.2mm，降雨季節集中在五至十月，夏季高溫多雨、冬季則較乾燥溫暖(如圖 2-2-1-1)。

表 2-2-1-1 台東氣象站氣候資料統計表 (1961-1990)

項目	平均氣溫 (°C)	最高溫度 (°C)	最低溫度 (°C)	降雨量 (mm)	降水日數 (days)	相對濕度 (%)
1月	18.8	22.5	15.9	45.6	10	74
2月	19.5	23.2	16.7	43.9	12	76
3月	21.3	25	18.4	49.5	12	77
4月	23.9	27.6	20.8	79	13	78
5月	26.1	29.8	23.2	167.8	16	80
6月	27.5	31	24.5	256.1	14	81
7月	28.6	32.1	25.4	293.3	11	78
8月	28.4	32	25.3	273.4	12	79
9月	27.3	30.9	24.3	313.3	14	79
10月	25.3	29	22.5	206	11	76
11月	22.8	26.4	20.1	81.6	9	74
12月	20.1	23.8	17.3	37.7	8	72
年平均 與合計	24.1	27.8	21.2	1847.2	142	77

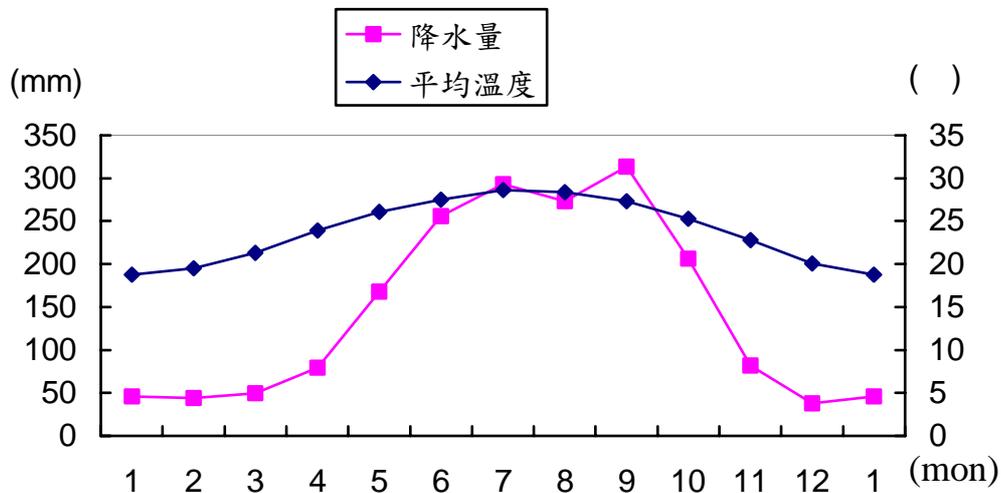


圖 2-2-1-1 台東氣象站各月氣溫與降水分佈圖 (1961-1990)

本區年平均溫度約為 23-24°C，可謂溫暖舒適。有六個月（五月~十月）月平均溫度超過 25°C，只有兩個月（一月~二月）月平均溫度不及 20°C。歷年的最高氣溫在六月至十月均超過 30°C；在旅遊旺季七月、八月，普遍酷暑的情況下，山區可能比平地更為涼爽。

本區降雨日數 142 天（圖 2-2-1-3），平均相對濕度為 77%，規劃週邊設施需考慮夏季午後陣雨及冬春雨期外，因應本區遇雨則泥濘難行的特殊環境，在寶華山鄉道至泥火山一段更為明顯，有待改善路基。

由資料可看出氣溫與降水成正比，夏雨冬乾的雨型，與夏熱冬暖的氣候為台東地區氣候二大特徵。

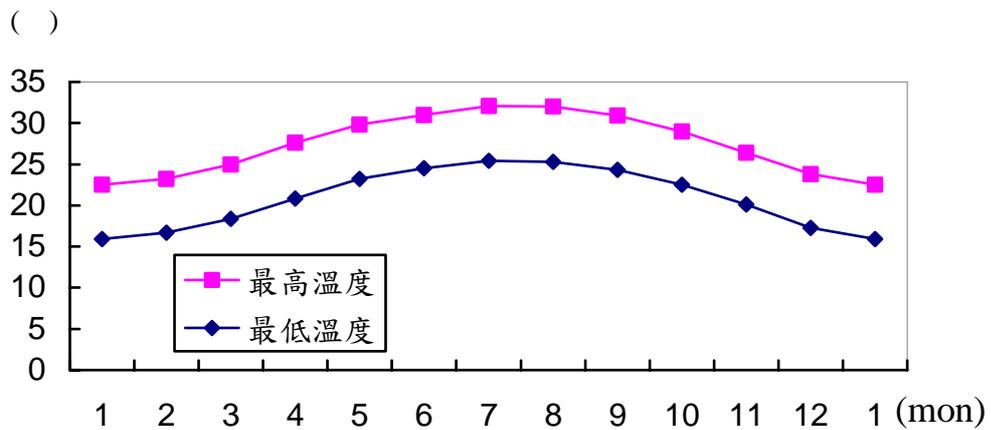


圖 2-2-1-2 台東氣象站各月平均最高溫度與最低溫度比較(1961-1990)

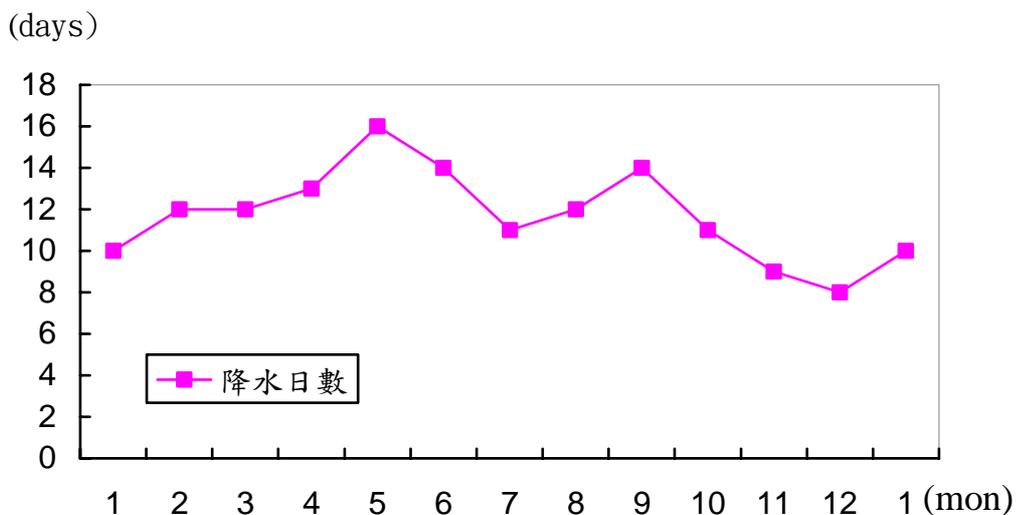


圖 2-2-1-3 台東氣象站各月降水日數圖 (1961-1990)

表 2-2-1-2 台東測站降水量與蒸發量氣象資料(1901-1990)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年降水量
降水量 mm	39.9	43.2	54.3	77.4	160.4	249.8	294.8	285.1	301.7	175.7	83.1	42.1	1807.5
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年蒸發量
蒸發量 mm	78.9	73.3	104.8	93.1	98	128.9	138.9	135.1	110.9	103.2	101.3	79.6	1245.7
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年有效降水
有效 降水 mm	-39	-30.1	-23.1	-15.7	62.4	120.9	155.9	150	190.8	72.5	-18.2	-37.5	561.8

資料來源：中央氣象局

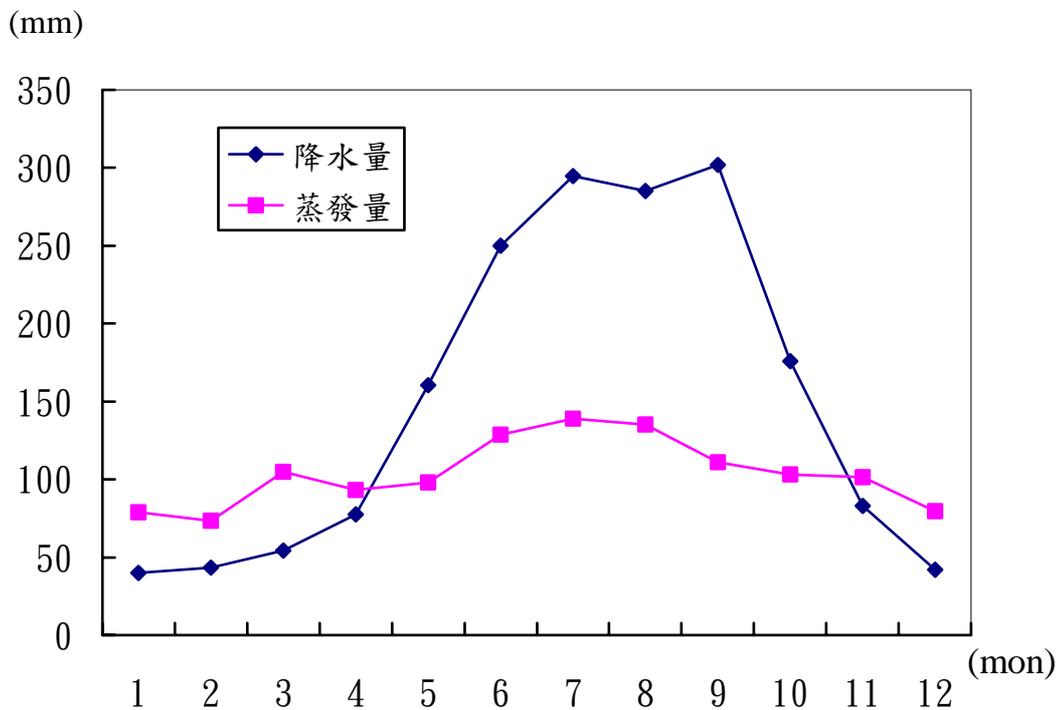


圖 2-2-1-4 台東測站各月平均降水量與蒸發量分佈圖 (1901-1990)

表 2-2-1-3 台東測站降水量與降水日數氣象資料(1901-1990)

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年降水量
降水量 mm	40.8	42.7	55.5	79.8	163.2	240.8	305.1	293.6	309.7	179.6	85.4	42.2	1838.5
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年降水日數
降水日數 days	10.7	10.9	12.3	14.0	17.1	13.8	11.9	13.4	14.9	11.6	9.5	9.1	149.2
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年降水密度
降水密度 mm/ day	3.8	3.9	4.5	5.7	9.5	17.4	25.6	21.9	20.8	15.5	8.9	4.6	12.3

資料來源：中央氣象局

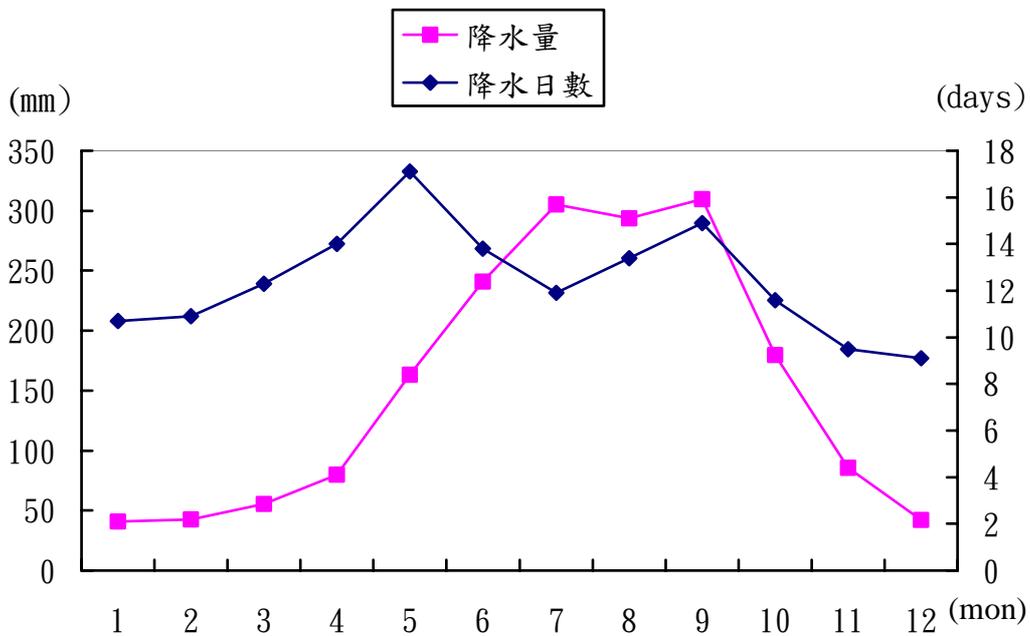


圖 2-2-1-5 台東測站各月平均降水量與降水日數分佈圖(1901-1990)

2、 有效降水量（剩水與缺水）

試由 1901~1997 年氣象資料分析，台東之年平均降水量得 1807.5 公釐，年蒸發量高達 1245.7 公釐，二者相抵，有效降水量僅剩 561.8 公釐，再以各月蒸發量與降水量作比較，則可發現蒸發量大於降水量居然長達半年，自 11 月至隔年 4 月皆為缺水期，其中 3 月份乾季將盡，雨季（梅雨）未至之青黃不接期缺水最為嚴重，可能對泥火山噴發型態與植物生態有直接影響，6 月與 8、9 月份因梅雨（氣旋雨）與颱風、熱雷雨、氣流雨的影響，剩水也最多。

3、 降水密度

降水密度亦為本氣候重要特性之一，降雨密度一般指單位時間之降水量，通常用逐月之降水量與降水日數作分析，由圖 2-2-1-5 可窺知台東降水日數（日降水量 ≥ 1 公釐）全年相差無幾，9 月份最高得 14.9 日，12 月份最少為 9.1 日，但夏雨豐沛，冬、春乾旱至為明顯，所以降水密度（強度）以颱風月的 7、8、9 月最大，梅雨月之 6 月次之，1、2 月份最低，是故本泥火山區若開發作為教育宣導或觀光遊憩據點，夏季常有暴雨或泥濘之慮。而春天是最佳參訪季節。

（二）水文概述

花東縱谷居於二大板塊之縫合帶，南北綿延約 183 公里。最寬處略於北段木瓜溪口附近，得 7 公里，最窄處在富里烏漏附近，不足 2 公里，平均寬約 3~4 公里，縱谷內孕育三大水系，花蓮、秀姑巒、卑南三溪分別以大富（177m）、池上（270m）為分水界，呈谷中分水型態，三溪依序分別發源於中央山脈東斜面的白石山（3108m）、秀姑巒山（3805m）和關山（3666m），其中花蓮溪北流、卑南大溪南注、秀姑巒溪北上後東折，是唯一源於中央山脈而貫穿海岸山脈的河流，在瑞穗至大港口 22 公里的熱門泛舟河段，可歸類為橫谷，至於花蓮溪與秀姑巒溪間的河川襲奪，也成為地形學上論證議題。

三大流域中以秀姑巒溪最大，流域面積 1790.5 平方公里、長 81.2 公里，卑南大溪次之，流域面積 1603.2 平方公里、長 84.4 公里，花蓮溪最小，流域面積只有 1507.6 平方公里、長 57.3 公里。

由水文資料顯示，三大水系平均逕流量以秀姑巒溪最大，花蓮溪大於卑南大溪（見表 2-2-2-1），但本區水文上最大特徵在於洪水與枯水期流量極為懸殊，由資料顯示花蓮溪大橋、瑞穗大橋及台東大橋最大洪峰流量分別為每秒 11900、14300、12800 立方公尺，而枯水期最小逕流量則為 16.6、13.4 和 0.4，二者之比為 717、1667 和 32600，此種大差距的河川係數，每每遭致洪患及淤積，成為水土保持和河川整治的棘手難題。發育於中央山脈的順向河群，坡度大、變質岩系葉理、節理發達，夏秋之間暴雨集中，洪峰匯聚快速，這也是 2001 年 7 月桃芝颱風造成加農溪、清水溪氾濫，造成大富、大興、大進等村空前生命財產損失之主要原因。

表 2-2-2-1 花東地區三大河流的水文統計資料

河流		花蓮溪	秀姑巒溪	卑南大溪
流域面積 (平方公里)		1570.6	1790.5	1603.2
河流長度 (公里)		57.3	81.2	84.4
平均坡降		1:25	1:34	1:23
平均降雨量 (公釐)	乾季	764.9	490.2	461.2
	濕季	2074.9	2148.8	2226.8
	合計	2839.8	2639.0	2688.0
平均逕流量 (百萬立方公尺)	乾季	1093.1	1173.7	644.9
	濕季	2695.3	2985.7	3023.0
	合計	3788.4	4159.3	3667.9
最大洪峰流量	測站	花蓮大橋	瑞穗大橋	台東大橋
	立方公尺/秒	11900	14300	12800
最小逕流量	立方公尺/秒	16.6	13.4	0.4
年輸沙量	百萬公噸	20.5	19.9	23.7
	公噸/平方公里	13602	11103	14783

資料來源：水資源統一規畫委員會 (1983)

花東縱谷因位於歐亞大陸板塊與菲律賓海洋板塊的縫合帶上，谷地兩側均以高角度的衝上斷層為界，山麓崖甚為明顯。縱谷兩側的中央山脈和海岸山脈，不僅高度差異頗大，地質亦迥然不同。中央山脈以古生代末期片岩及古第三紀板岩為主，而海岸山脈則以第三紀火山熔岩，火山碎屑岩及碎屑沈積岩為主，故主要河川均源自西側中央山脈，谷地堆積物也大部由其提供。由於花東縱谷集水域的地勢起伏大，岩層脆弱易侵蝕，降雨充沛及兩側山麓崖明顯，因此沖積扇特別

發達。由中央山脈及海岸山脈注入縱谷內河長 1 公里以上者共有 68 條，有沖積扇發育者計 31 條。其中台東縣轄區卑南大溪系統者有新武呂、紅石、崁頂、加鹿、加拿典、鹿寮、加拿水等，加上初鹿通谷的新斑鳩溪、舊斑鳩溪及南側的太平、利嘉溪者共計 11 個扇，這些沖積扇幾乎全部分佈於縱谷西側的中央山脈山麓帶。由於地盤上升、河流回春下切，大都是切割型複成扇（見圖 2-2-2-2）。

花東縱谷 31 個沖積扇中，以花蓮溪系統的沖積扇面積最大，秀姑巒溪最小，花東縱谷沖積扇淘選度均在 4 以上，90% 的扇淘選度達 6，可謂淘選極差，且形狀多以半圓狀，扁長型為主。

表 2-2-2-2 花東縱谷沖積扇特性表

	花蓮溪系沖積扇	秀姑巒溪系沖積扇	卑南溪系沖積扇
面積(平方公里)	200.2	68.4	151.3
沖積扇最大縱長 (公里)	63.3 (木瓜溪)	8.2 (紅葉溪)	11.2 (新武呂溪)
開展程度	最佳	最差	尚可
扇面平均坡度	10% ‰	10% -20% ‰	20% -30% ‰
下切類型	半數以上屬埋切 型(埋積為主)		偏切割型
階數	一階	二至三階	二至三階
堆積物顆粒大小	小礫與大礫為主		大礫與巨礫為主
堆積物圓度	平均圓度最大	不均一	多屬半圓狀
最大扇頂高度 (公尺)	260	300	330
最大扇端高度 (公尺)	150	290	240

資料來源：張瑞津

沖積扇面積越大，流幅越大，平均坡度越小、越平緩，淘選較佳。扇頂坡度越大者，平均扇面的高度及坡度越大，其縱剖面向上凹的現象越明顯，堆積物顆粒的球度越扁平。扇面高度越大者，沖積扇面積越小，淘選度越差。平均坡度越平緩者，切割度越大，河道偏倚度越小。

形成沖積扇的因子有集水域面積、起伏比、面積高度積分、主流長、主流等級、山間盆地面積、集水域內崩塌地面積、集水域地質、地質年代、集水域降雨強度、谷口距、隆升率、活斷層等。

決定花東縱谷溪流中是否會產生沖積最重要的因子是谷口距、隆升率、地質年代、降雨量、河流等級、主流長及崩塌面積等因子。影響花東縱谷沖積扇型態的要素為集水域面積、扇面時期、堆積空間、地盤隆升量、起伏比。

中央山脈沖積扇規模較海岸山脈大，花東縱谷四分之三為切割型扇，下切量卑南溪大於秀姑巒溪及花蓮溪，可證明花東地區南側大於北側之不等量上升運動。

參、研究地區地質地形調查分析

一、海岸山脈的地質與構造

(一)、地層

位於本縣東側的海岸山脈，北起花蓮溪口的嶺頂，南至臺東市北方的卑南山。整個山脈的長度約一百三十五公里，山脈約呈北北東—南南西的走向，外形上大致呈一細長的楔形山脈。海岸山脈在地形上雖劃歸為山地地形，但與西側的中央山脈比相比較，則顯得相當低緩。從整個海岸山脈的山勢高度來看，以中段的山勢最高，高峰多在一千三百公尺以上，海岸山脈最高峰新港山，則達1682公尺；南段的山勢則稍遜，山峰平均高度在一千公尺左右；北段地勢則較為平緩，山峰通常在七百至八百公尺之間。

海岸山脈是全臺灣地區活動最瀕繁的地帶，在板塊的架構中，海岸山脈代表菲律賓海板塊前緣向西的第三紀島弧，是為菲律賓呂宋島弧的一部份。海岸山脈的岩層由火成岩和沉積岩所組成，火成岩中大部份安山岩質的岩流、火山碎屑岩及凝灰岩，安山岩、集塊岩及玄武岩質凝灰岩為主要岩石種類，其它則有少量的玄武岩、閃長岩及斑狀安山岩。這些火成岩的生成年代，根據放射性定年的結果顯示，大致是從二千二百萬年至九百萬年前間噴發生成的。沉積岩的部分，是由砂岩、頁岩、礫岩及少數的石灰岩所組成。從岩石的碎屑判斷其來源，只是在時間上，早期是以火成岩為主要供應源，後期當中央山脈地區隆起後，才成為重要的沉積來源區。在這些沉積岩石中，由於位處板塊間的活動地帶，濁流沉積構造及崩移構造非常發達。

1. 奇美火成雜岩

奇美火成雜岩由安山岩、輝綠岩及少部分玄武岩所組成，其產狀多以熔岩為主，少部份為火山碎屑岩，熔岩多為安山岩質，極少部份為玄武岩及石英安山岩。整個雜岩則多為安山岩岩脈所侵入，雜岩本身經常捕獲一些基性或超基性深成岩塊。本火成雜岩的特色為廣受熱水作用而有不同程度的礦化，同時亦受過不同時期的變質

作用導致富含各種次生礦物。

2. 都巒山層

都巒山層為海岸山脈中重要的地層，本地層分於整個海岸山脈。都巒山層以火山角礫岩（volcanic breccia）、熔岩流、火山礫岩（lapillistone）、凝灰岩、礫岩及凝灰質砂岩等岩類所組成。由於各岩相之岩層厚度及分布變化甚大，因此宋及羅（1990）把都巒山層再細分為石門火山角礫岩、石梯坪凝灰岩及鰲溪段。

（1）石門山火山角礫岩段

石門山角礫岩段出露的岩石種類包括枕狀熔岩、枕狀角礫岩、玻璃凝灰岩、塊狀熔岩流、火山角礫岩及凝灰岩。由出露之岩層推測，本層之厚度達二千公尺以上。至於本岩段與其他岩層之關係，上部係與石梯坪凝灰岩呈整合接觸，而與八里灣層呈假整合接觸，本層並逆衝至蕃薯層上方。

（2）石梯坪凝灰岩段

本凝灰岩岩段含有白色的凝灰岩、火山角礫岩及中酸凝灰岩。岩石呈塊狀，不具層理或層理不發達，岩層的厚度三百公尺以上。本岩段整合覆蓋於石門火山角礫岩之上，而與上覆之港口石灰岩可能呈犬牙交錯或假整合接觸。

（3）鰲溪段

本段出露於都巒山層的最頂部，主要岩性為再積性的火山岩，如火山岩質礫岩、凝灰質砂岩及石灰岩質礫岩。由本段的岩性推測，岩石的生成環境係在火山島弧露出地表後，島弧的主要組成岩石和生長於環火山島淺海的生物岩礁，因接受風化侵蝕所形成。本岩段的厚度約 100~150 公尺之間，在岩層的接觸關係上，本岩段整合覆蓋於石門山火山角礫岩之上，其上則蕃薯層以假整合接觸。

3. 港口石灰岩

港口石灰岩為出露於都巒山層之上的岩層，外表呈灰白色的石灰岩，外形則透鏡體，厚度則因出露地點不同而厚薄不一，本石灰岩整合於都巒山層火山岩屑之上，並被八里灣整合接處於其上方。關於港

口石灰岩的生成環境，依據陳（1998）及陳等人（1990），認為港口石灰岩是指一生長於島弧四周淺海生物群集所形成的石灰岩。

4. 蕃薯寮層

根據鄧（1979）、陳（1988）及陳及王（1988）依岩性特徵所定義的岩層，本地層由泥岩及薄層的砂頁岩互層所組成，層間偶而來雜有來自都巒山層的崩積層與凝灰岩質的崩積岩塊。由所發現的有孔蟲及超微化石，將本地質劃為早期上新世。本地層的下部與都巒山層呈假整合的接觸關係，上部則與八里灣層呈整合接觸關係。

5. 八里灣層

本層主要由礫岩、砂頁岩互層及泥岩所組成，由於分布於海岸山脈的八里灣層因地點不同而有不同的岩相，因此又可將本層分為水璉段（礫岩）泰源段（砂頁岩互層）及富田段（泥岩），此三岩段為同時異相之關係，就分布地點而言，水璉段分布於海岸山脈北邊，泰源段分布於南邊，富田段則分布於海岸山脈中部。八里灣層整合接觸於蕃薯寮層之上，部份地區則以整合或假整合與都巒山層或港口石灰岩相接觸。由所發現的有孔蟲化石及超微化石資料，本地層的年代應屬晚期上新世。

6. 利吉層

根據徐（1956）將分布於海岸山脈西南邊緣，含有各種種類及大小不同呈角礫狀外來岩塊的泥岩質地層稱之為利吉層。本層的組成以青色或灰黑色的泥岩為主，其中並夾有各種呈角礫狀的砂岩、蛇綠岩及少部分安山岩的岩塊。外來岩塊中砂岩為來自早期上新世的蕃薯寮層，蛇綠岩塊並代表海洋板塊的一部份。利吉層中蛇綠岩系的岩石包括橄欖岩、輝長岩、輝綠岩及枕狀玄武岩，橄欖岩則大部份轉變為蛇紋岩。泥岩中並有發達且普遍存在的緻密鱗片狀剪裂構造，代表隱沒作用或弧陸碰接作用所造成應力的構造。由本層出露的岩性及外來岩塊的接觸關係，推測利吉層系由板塊隱沒作用與弧陸碰撞作用的結果。本岩層的厚度，依中油公司的鑽井資料得知至少達一千公尺以上。由化石及南中國的資料顯示，利吉層的生成年代應在中期中新世

至更新世。

7. 卑南山礫岩

卑南山礫岩首由徐鐵良於 1956 年所命名，本層係由一巨厚的礫岩層與砂岩、頁岩所組成，是海岸山脈中最年輕的地層，其形成的時間約於更新世，即約三十七至十四萬年間。本地層主要之出露地點在臺東市西北方的卑南山，及舞鶴、米崙臺地等地區。卑南山礫岩由其沉積岩層序推測係為沖積扇型的陸上沉積岩層，其礫石的組成顯示其來源區為中央山脈變質岩區的變質岩，礫石的直徑五到十五公分，且本岩層的層理及淘選度均不佳，是為河流堆積山麓而成的沖積扇。卑南山礫岩與利吉層呈斷層接觸或犬牙交錯的關係，而且大部份的礫岩都受到劇烈的褶皺作用，部份岩層的傾斜可達七十度。

(二) 構造

1. 斷層

(1) 花東縱谷斷層

花東縱谷斷層亦稱海岸山脈斷層，縱谷平原與海岸山脈間的交界斷層，北起花蓮向南延伸至臺東附近，為本島重要的斷層。

(2) 永豐逆斷層

永豐逆斷層北起玉里樂合，南延至臺東，全長約 60 公里。本斷層為一推定斷層，係推側都巒山層與蕃薯層逆衝於利吉層的接觸斷層。

(3) 花東山逆斷層

花東山逆斷層由秀姑巒溪口一直延伸入海，長度於陸上部份僅數公里。本斷層位態約為北偏東 20 度，60 度向東傾斜，係都巒山層的火山岩向西逆衝至八里灣層之上所形成。

2. 褶皺

(1) 鰲溪背斜

鰲溪背斜北起石厝溝南延至電光東方，全長約十五公里。本背斜主要由都巒山層的火山岩所組成，為一兩翼夾角

達 60 至 80 度的緊密背斜。背斜軸約呈北偏東 20 度，向東傾斜。本背斜西側以花東山斷層與八里灣層及利吉層相接觸，東側則與泰源向斜相鄰。

(2)都巒山背斜

都巒山背斜由都巒山層的火成岩所組成，本背斜北起成功西北方，南延至都巒山，全長約四十公里。背斜軸的方向由西北轉為東北方向，呈一弧形。都巒山背斜的西側有泰源向斜，東側則有大馬斷層。

(3)安通向斜

安通向斜由玉里安通溫泉三富川上游向西南延伸至本縣境內，全長約十五公里。本向斜主要由沈積岩所組成，軸向北偏東約 20 度。本向斜東翼為花東山逆斷層所截切。

(4)泰源向斜

泰源向斜位於泰源盆地的馬武窟溪流域內，北起石厝溝南至泰源村西南，全長約 20 公里。本向斜軸的軸向在北段呈北北西走向，在南段則呈北北東走向，致軸線呈一弧形，弧頂指向東方。本向斜大部份由八里灣層所組成，僅西翼少部份由蕃薯寮層所組成。

(5)大鳥向斜

大鳥向斜自杜鴉原山往南延伸，經新興社至大鳥，全長約 15 公里。本向斜根據野外露頭之觀察為複向斜，向斜軸軸面近乎垂直，且向斜軸向南傾沒。

二、電光泥火山區之地質與地形

電光泥火山位於台灣的海岸山脈內，它的形成原因及特殊景觀與地質、地形因素關係密切；以下就與雷公火泥火山相關的地質地形部分敘述於下：

(一)地質

1.都巒山層

都巒山層為一個巨厚的火山岩層，由火山集塊岩、凝灰岩、或凝灰質沉積物組成，厚度估計為一千到一千五百公尺，岩性變化甚大。

2.大港口層

大港口層覆蓋於都巒山層之上，由頁岩、砂岩和礫岩混合著火山物質成。代表著沉積在火山弧西側的層狀海相岩層；大致反映出一個較深海的沉積環境，其厚度可達三千至四千公尺。在海岸山脈南部地區，大港口層多為深灰色的泥岩、粉砂岩、及厚薄不一的砂岩，局部也含礫質泥岩及岩塊。部分學者將大港口層中的砂質岩層分為兩種來源。一來自火山弧，多含火山碎屑物；另一來自古亞洲大陸的碎屑岩層，也包括厚層濁流作用造成的礫岩。前者多位於大港口層的下部，另名蕃薯寮層；後者則以大港口層的上部為主，另名八里灣層。

3.利吉層

利吉層廣泛地分布在海岸山脈的南端，並且沿著海岸山脈的西緣向北延展約七十公里，寬約一到三公里，到達安通溫泉附近的樂合為止。這個地層主要是巨厚的灰色泥岩，夾雜著許多種類繁多而大小不一的外來岩塊。這地層出露的地方常成惡地形，混雜在泥岩內的堅硬外來岩塊，則突立成一個一個孤立的小山丘，地形上很明顯。

電光泥火山位於都巒山層、大港口層與利吉層接觸帶，形成於中新世至更新世，大港口層與利吉層位在本區呈現犬牙交錯的沈積接觸，利吉層由此向南尖滅，大港口層中段亦於本區向北至電光火南方尖滅（李春生，1994），而電光火泥火山就位於利吉層之上。

利吉層是一個深海的泥岩，蘊藏豐富的天然氣，當 1951 年 11 月 25 日台東地震發生時，將地下之天然氣宣洩而出，還曾引發都

蘭山大火，照亮天際。因此，中國石油公司還曾在台東石山地區打了兩口探測井，可見天然氣不虞匱乏。

有了泥岩與天然氣之後，接下來就是要有通道了。電光附近有兩條斷層通過，東側為都巒山斷層，走向由電光東方的南--北向，往南後轉為北北東—南南西向；西側為木坑溪斷層，自木坑溪谷北沿至電光附近，走向略與都巒山斷層平行，電光泥火山就位在木坑溪斷層之上，本區泥火山之噴泥口呈北 10 度東方向的線狀排列，即是受制於地下利吉層與隱伏其中的木坑斷層之驗證。

本區既有利吉層深海泥岩的分布，提供噴發泥漿的來源；再者，又有木坑溪斷層，提供地下氣體溢出的通道，再加上豐富的地下水與天然氣，自然會形成此一特殊之地質景觀。

都巒山斷層北從竹田向南延伸至中野，全長約 36 公里，走向大致為北偏東二十度，為一逆斷層型式。東側都巒山層或蕃薯寮層向西逆衝至蕃薯寮層之上。都巒山斷層南段包圍電光泥火山地區兩側，本區利吉層基質泥的葉理擦痕為北偏東二十至三十度，向東傾斜八十到九十度，擦痕傾角向南二十到三十度，為一北東向平移剪切帶。而斷層戴上的葉理面擦痕截切基質泥的葉理面，其擦痕方位為北偏東十八到三十度，向南傾斜四十二到四十六度，傾角向東南三十二到三十八度，為一西北向的逆斷層結構。

(二)地形

地表下的天然氣或火山氣體沿著地下裂隙上湧，沿途混合泥砂與地下水，形成泥漿，並攜帶至地表堆積，凡是經由這種過程所形成的地形稱為「泥火山」。

泥火山的外貌受噴發泥漿稠度的影響，大致可分為泥漿稠度最高，常形成數高公尺的錐狀小土丘。噴泥口直徑約數十公尺，邊坡大於 20 度的噴泥錐；噴泥口徑約數十公分，邊坡介於 5-20 度之間的噴泥盾；噴泥口徑約數十公分至一、二公尺之間，邊坡角度小於 5 度，外形像裝滿水的臉盆的噴泥盆；噴泥口徑達數公尺，噴泥稠度極稀，外形彷彿泥塘一般的噴泥池；噴泥口直徑僅數公分噴泥洞。

泥火山的形成必須要有天然氣（甲烷、乙烷、丙烷）的分佈，這些氣體主要來自沉積岩中的有機物分解，也就是說必須是深海的沉積環境。再者，地底的氣體必須經過一定的時間累積後，才能形成巨大的壓力，衝出地表。除此而外，岩層中必須要有明顯的裂隙及斷裂面形成泥火山噴發時的通道，而這些通道往往與地表的構造運動息息相關。最後，當然是要有泥岩，否則無法形成泥漿，自然無法形成泥火山了。

本區因為噴發出泥漿的水份含量過高，黏稠性低、流動性高，多呈外形緩丘狀的噴泥盾或噴泥洞，而無法形成壯觀的噴泥錐。雖然如此，本區擁有直徑超過五公尺的噴泥盾，是全臺面積最大的泥火山。它是由大大小小，六十餘個噴泥口，終年不斷的噴出泥水而匯聚形成，噴出泥水含鹽分、瓦斯及浮油，裸露的泥流面積約四千三百平方公尺（零點四公頃）。由於利吉層質地鬆軟，遇雨常有泥流現象，所以連外林道常處崩塌狀態，訪客必須步行半小時方能抵達，而交通的不便恰好為此處提供了適當的庇護，使得噴泥盾保持得相當完整。

除此而外，由於泥漿由噴泥池中間歇性的溢出，泥漿順勢而下沿路堆積，形成平滑的傾斜邊坡。經高度集中降雨的情況下，平滑坡便被逕流切割沖蝕成破碎地形，形成淺溝、小溝、曲流及寬廣的緩分水

界等。

泥漿乾涸之後，經過陽光曝曬，會使得表面收縮龜裂，在平面上形成五邊形或多邊形的圖案，而在剖面圖上則呈現上大下小的 V 字形裂口，此稱為泥裂。這些乾燥的泥漿，表面散佈許多小石塊或樹葉，當大雨來襲時，覆蓋在石塊與樹葉之下的乾燥泥漿則受到保護作用，防止雨水的侵蝕。時日一久，因為差異侵蝕的緣故便形成一根根突出地表的指狀土柱，故稱之為土指。

本泥火山之噴口及其周緣之泥(土)流堆積層因粒度特別細緻(依據粒度分析)，所以有羽狀流紋和半乾結後之塑性變形，類似同時沈積變形之旋捲構造 (convolution)、荷重變形 (load cast)、脫水構造 (water-escape structure)、貫入構造 (injection-structures)，亦即泥漿在沈積同時或其後泥層未固結之前所造成者。

至於本區噴口數目減少，殆與地下水之豐枯和地下瓦斯、水壓變化有關，一般在豪雨或強震後噴口較多，反之則少，至於人為開發是否會影響噴口數量和形態，則有待進一步研究。

三、木坑溪惡地與泥流

(一) 本景點除壯美的噴泥盾外，尚可涵蓋源自泥火山附近的木坑溪集水域，木坑溪全域大致沿木坑斷層發育，該斷層為利吉層與蕃薯層之接觸斷層，且具左移性質，自源地至河口（與卑南大溪交會處）全長 7.62 公里，沿河床出露岩類以砂岩、頁岩、泥岩為主，並夾雜若干基性或超基性外來岩塊，木坑溪之水文特性，略加表列於次：

表 5-4-1-1 木坑溪流域水文特性計測表

項目	流域面積 (km ²)	主流長 (km)	總長 (km)	平均幅員 (km)	形狀係數	水系密度 (km)	水流頻度	平均坡降 (‰)
計測資料	13.18	7.6	28.43	1.73	0.23	2.16	3.87	62

由以上數據得知下列推論

1. 木坑溪集水區偏小，只得 13.18 km²，整體略呈杯形，上游河床大於中下游為其特色，集水域東南屬開寬谷地，西北方逼近斷崖，最大支流來自東側。
2. 木坑溪主流長僅 7.6km，但本支流總長卻得 28.43km（50m 以內之兩谷不予列計），可知泥頁岩地區抗蝕性弱，小型間歇性支流發達。
3. 平均幅員係流域面積（A）除以主流長（L），即 $B = \frac{A}{L}$ ，本溪只得 1.73，顯示單位河流所涵蓋之流域甚窄。
4. 形狀係數係平均幅員（B）除以主流長（L），木坑溪形狀係數僅 0.23，表示其為狹長形（接近圓胖型者接近 1），此為斷層谷的特性之一，本河谷雨水呈泥流或土流，粘滯性之水流可減緩洪患泛濫。
5. 水系密度係河流總長除以流域面積，本域得 2.16，本島水系密度介於 0.6~3.5km/km² 間，可見泥頁岩地質較小之抗蝕力使其

數值偏高，事實上若把短促陡峻之雨谷（dongas）算計下去，水系密度可超過3。

6.水流頻度偏高又顯現了泥岩惡地區河川的特質，所謂頻度乃指單位面積河流數目（包含 A.N Strahler 河流各等級數）3.87 數據已超出台灣全省水流頻度之最大平均（0.19 ~3.4）也就是木坑溪單位面積內水系網的密度偏大，也因此孕育了雄偉的惡地地形。

（二）泥岩惡地

木坑溪可以沿著電光泥火山裸地南側下繼，沿河床向西南方向走約一小時餘即抵 197 線之木溪橋，再由河道下行 2km 可達谷口木坑，沿途出露者皆屬泥岩惡地和峽谷，惡地主要由利吉層中粘土質泥岩所造成，其中夾雜由於崩移抖落的超基性蛇綠岩系，這些由上新世期至更新世早期的混同層層相紊亂，錯動、剪裂和擦痕等構造至為普通，只有少數露頭尚可看到早期「弗立希」沈積相，河床兩側若有巨大外來岩則因抗蝕性強而呈「突瘤」狀，木坑溪中上游惡地主要地形景觀有：

- 1.泥床和泥坪：位於噴泥盾南側 300m 處，此區經常有泥（土）流埋積，形成沼澤、水窪或泥坪，在休止且堰塞的噴泥口上，五節芒迅速生長，五節芒下方則為珍奇的松葉蕨生長處，動物也在此棲息繁衍，此帶噴泥盾成一連鎖生態系。
- 2.峽谷與尖峰：自噴泥坪往西直至木溪橋，河床兩側皆可見 V 字形谷和尖峰利脊，坡頂稜脊傾角可超過 60°，下方溝谷坡度也在 40°~50°之譜，雨季時泥流滾滾，旱季時則可見硬泥結核塊和龜裂。
- 3.雨紋（Rills）雨溝（Gullies）和雨谷（dongas）：該三類地形由雨水及漫地流（overland flow）沿坡面切割而成，漫地流匯成逕流後沿坡面線形侵蝕，規模由小至大分別刻劃成上述三

類地形，這種層層套組的溝壑，形成了惡地醒目的景觀，木坑溪惡地可比美古亭坑月世界，但因交通阻梗，至今猶「養在深閨人未識」。

4. 曲流與曲洲：木坑溪中下游有二處明顯曲流，且各異其趣，木溪橋上游切割坡呈圓弧形，迂迴率 3.1，屬成育曲流(Ingrown intrenched meander) 性質，曲洲比高 30m，泥流儲積量大，木溪橋下游又有一組（兩個）曲流發育，上游為楔形嵌入曲流(Intrenched meander) 性質，切割坡水流切入底岩，略呈河蝕凹壁(notch) 形態，下游則為開澗之成育曲流。
5. 堰塞湖：木坑溪下游木坑聚落附近，南側的重力崩移(mass wasting) 游積河道而成堰塞湖(dam-up lake)，此種堰塞湖雨季即行消失。

由於木坑溪與電光泥火山休戚與共，所以本研究將其中上游納入核心及緩衝保留區，吾人在谷口堰塞湖上觀景，套一句（篡改）古詩：「問渠那得混如許，自有源頭泥水來」。

四、電光泥火山地區環境變遷

(一) 對比資料來源

1. 涵蓋電光地區自民國六十九年八十八年期間之航空照片。
2. 行政院農林航空測量所於民國六十九年拍攝、民國七十年出版之五千分之一基本相片圖。
3. 台灣省林務局、農林航空測量所於民國八十一年拍攝、民國八十七年檢定調查、測製之台灣林區相片基本圖。

(二) 環境變遷

本區主要以泥火山出露地區為核心；四周以稜線為界，其範圍與本研究劃設之核心區和緩衝區範圍大致吻合。

電光地區自民國六十九年八十八年期間各年代之航空照片，本區判釋範圍主要以電光噴泥口至木坑溪中游地區為主，大致為本研究所劃設之核心、過渡區為主要範圍，並與資料 2 與 3 共同判釋分析，惟其能有立體視覺效果，更能凸顯地勢以利判釋。其環境變遷分述如下：

1. 民國六十九年以前：主要為原始林相，裸露地以木坑溪兩側為主，上游支流源頭、沖溝。面積較大、較明顯的有電光噴泥口及其東側接近稜線之崩崖、木坑溪最北端稜線下方、木坑溪下游曲流之東側等幾處天然裸露地；；木坑溪中游有一處明顯之泥岩惡地之陡崖；西側呈現一大片白色區域主要是人工種植物造成；除此之外，有些許零星的裸露地主要發生在局部陡坡或沖溝將發育之處。
2. 民國六十九年至民國七十四年：區內之河流、沖溝兩側及源頭之裸露地普遍有明顯增加趨勢；木坑溪中游有一處明顯之泥岩惡地之陡崖明顯向局部稜線方向擴增；噴泥口東南側、東北向支流之沖溝裸露地有明顯增加；。緊臨噴泥口東側、北側，以及西側支流以西出現大面積人工造林墾殖；在其西側沿沖溝有新生的大片裸露地出現。

3. 民國七十四年至民國七十六年：噴泥盾面積局部縮減；全區植被覆蓋平均較前期緻密，零星裸露地數量減少，較大面積裸露地仍然存在，與前期大致相同。
4. 民國七十六年至民國八十年：噴泥盾面積大致不變；木坑溪及其支流、沖溝之兩側和源頭仍為裸露地，以及原有大面積之裸露地面積亦大致不變；西區馬路東側坡地有一片新生之裸露地。除上述地區之外，植被密度普遍稍有增加。
5. 民國八十年至民國八十八年：噴泥口東側、北側增加相當積的的人工造林，其西側原有人工造林仍然持續；噴泥口面積略微縮減。
6. 民國六十九年拍攝、民國七十年出版之五千分之一基本相片圖之分析與說明：

* 白色區域（植被十分稀少、幾乎無）：

(1) 木坑溪、其上游沖溝兩側狹窄地帶和沖溝之源頭；(2) 平直之陡崖地形，以平行、平直、密集等高線特徵區域，約六、七處，範圍大小不等；(3) 電光泥火山噴泥口、泥漿漫流區域；

* 淺灰或帶斑點區域以草地、人工植被（甘蔗、果園）或雜林等林相為主；

* 色調較深、較均勻區域則以灌木、闊葉林等林相為主；

7. 民國八十一年拍攝、民國八十七年檢定調查、測製之台灣林區相片基本圖：

(1) 白色區域（植被十分稀少、幾乎無），以木坑溪、其上游沖溝兩側狹窄地帶和沖溝之源頭，尤以東側之上游支流、東南側之上游支流及西北側支流有較大面積之崩塌、裸露地；。

(2) 淺灰色區域，本區域西側之一小片果園（偏白）；

(3) 淺灰色區域色調較深，以闊葉樹混交林林相為主；

(4) 色調最深深則分布於本區東側沿稜線西下，以闊葉樹混交林林相為主；

上述判釋結果來看，兩年代自然環境之主要差異為：

- ◆ 泥火山噴泥區面積變化增減隨時間而異，大致為植被茂密時，面積較小。
- ◆ 河谷沖溝兩側之裸露地，有向一側偏移、面積有局部擴大現象；噴泥口、420 高地以西區域、西側支流之崩塌地面積明顯增加；整體而言，當植被少或新生之植被時，裸露地面積明顯增加，甚至有新生的裸露地。
- ◆ 接近東側稜線之西側區域，原有之裸露地，現已有茂密之植被，顯示出天然植物的生長力；代表雖然陡坡之裸露地植物不易生長，但假以時日，在沒有擾動的情況下，仍能有植被。
- ◆ 在各年代之植被情況的多寡不同情況下，當植被少時，則裸露地面積明顯增多，甚至有新生之裸露地產生；反之，則有縮小的現象。但長期反覆的干擾之下，裸露地面積則較不易縮減。

肆、生物資源之分類與探討

一、土壤粒度分析

表 4-1-1 電光泥火山沉積物粒度分析

地點	中位數粒徑 (Md ϕ)	平均粒徑 (M ϕ)	標準差 ($\sigma \phi$)	歪度 ($\alpha \phi$)	峰度 (K ϕ)
1	10.031	5.316	7.081	-0.67	5.70
2~4	10.268	5.102	7.534	-0.69	4.17
5	6.621	6.224	8.095	-0.05	2.38
6~7	10.343	4.805	7.412	-0.75	3.54
8	10.268	5.102	7.534	-0.69	4.17
12	8.164	7.216	8.592	-0.11	259.81
13~14	6.396	5.813	7.890	-0.07	20.48
15	7.295	6.807	8.387	-0.06	50.39
16~17	10.031	5.316	7.081	-0.67	5.70
18	6.197	6.090	8.028	-0.01	0.50
20	10.343	4.805	7.412	-0.75	3.54
23	10.268	5.102	7.534	-0.69	4.17
平均	8.852	5.642	7.715	-0.43	30.37

依據溫氏等級 (Wentworth Grade Scale) 標準，電光泥火山沉積物粒徑分析說明如下：

- (一) 均粒徑值(M ϕ)5.642，且多介於 4 至 7 之間；中位數粒徑(Md ϕ)平均 8.852，多介於 6 至 10.5 之間，顯示本區沉積物顆粒非常細緻，多屬於細粉砂(silt)至黏土(clay)質的泥質(mud)顆粒。
- (二) 本區中位數粒徑(Md ϕ)平均值 8.85，與高雄烏山頂泥火山的 7.18 相比顯然顆粒更細 (石再添，1967)。
- (三) 由標準差 ($\sigma \phi$) 平均值 7.715 且大於 7 的現象，可知本區沉積物顆粒淘選極差。
- (四) 歪度($\alpha \phi$)平均-0.43，且均介於-0.01 至-0.75 間，顯示本區顆粒大小分布並不對稱，且偏向粗顆粒分布。
- (五) 峰度(K ϕ)值多大於 1.5 以上，甚至有 10 個樣本高於 3.0，顯示本區沉積物顆粒大小分布非常集中。

二、土壤之理化性質

泥火山地區由於特殊的地質環境，其噴出之泥漿常造成鹽生環境，噴泥和鹽度影響泥火山的植物組成和植群分佈，另氣候也是左右植被的重要因子，電光泥火山降雨豐沛，又集中於夏季，單位時間的降雨量、降雨強度皆高，強大的逕流與片蝕（sheet erosion）使得本區噴泥盾周圍無法生長植物，基本上噴口的噴泥量（泥流或土流）之多寡會決定裸露地的大小，因為在土壤不斷流失下，土壤中之硫及磷含量相當減低，會阻止先驅植物之生長（劉崇瑞、蘇鴻傑，1989），泥漿顆粒纖細、滲透力差、不易透氣、土壤空氣不足，導電度高達 16.1mmhos/cm，ph 值 7.4，高導電度使植物細胞不易維持正常滲透，試以高雄烏山頂和台東電光二處泥火山之噴泥及理化性質加以比較。

表 4-1-2 烏山頂與電光泥火山土壤理化性質分析比較表

土 樣	質 地	Ph 值	電導度 EC (mmhos/ cm)	有機 質 (%)	有效 性 (ppm)	交換性(me/100g)			
						K	Na	Ca	Mg
烏山頂									
植被覆蓋區	玢質壤土	8.1	4.12	1.69	1.67	0.23	12.60	13.86	4.04
休止性噴口區	玢質黏壤土	8.7	3.92	1.21	1.33	0.29	10.43	10.53	1.50
活動型噴口區	玢質黏壤土	9.1	9.07	1.62	3.44	0.32	14.78	6.93	0.54
電光									
植被覆蓋區	玢質壤土	7.5	4.09	1.07	5.33	0.27	6.95	17.74	2.43
休止型噴口區 (近菌蕨區)	玢質黏壤土	7.3	13.6	1.69	7.00	0.27	17.82	33.26	0.63
活動型噴口區	玢質黏壤土	7.4	16.1	1.42	1.33	0.31	24.34	25.22	1.44

依據廖秀芬、李思根等分析資料（廖秀芬，1992），按噴泥口性質經其分為休止型、活動型和裸地周緣之植被覆蓋區等三者，兩個泥火山區有植被部份皆係玢質壤土，ph 值分別為 8.1 和 7.5，休止型和活動型噴口附近則為玢質壤土，ph 值烏山頂高於電光，而導電度則適得其反，電光活動型噴口附近得 16.1mmhos/cm（見表 4-1），不可能有植物生長，植被覆蓋區導電度較低，介於 4.09~4.12 間，僅有少數耐鹽植物生長，有機質含量甚低。

泥火山噴泥之交換性陽離子以鈉、鈣含量較多，蓋噴出物中之超基性鹽基離子、及海棲貝類、珊瑚類等化石早期大量沈降於地底有關。

土壤中鈣含量過多，Ca/K 之比太大，植物將因鉀、鈣之頤抗作用（antagonism）而難以吸收鉀素，由結果顯示，兩地表土層 Ca/K 之比很高，尤其電光泥火山的菌蕨周圍，因此高含量之鈣，可能影響入侵植物對鉀素之吸收利用。

磷在鹼性土壤中易為鈣所固定，但被固定後之磷素，有效性甚低，故泥火山土壤之有效性磷含量大致較低，且噴泥口之磷含量較有植被覆蓋區低，亦可能磷素之流失是受噴泥口沖蝕量增加所致。

電光泥火山噴口附近和泥質惡地低窪處 ph 平均值為 7.4，屬鹼性土壤；電導度在 4.09~16.1mmhos/cm 之間。位於泥質惡地外緣之過渡帶其 ph 平均值為 6.1，屬酸性。

三、植群分類

本區植被原本頗為豐富，但因人為墾殖、造林、闢路使得植群趨於單純，近年來永豐餘公司租得泥火山附近山坡地 443 公頃，造林植樹以檫木、光臘樹、苦楝、桉樹等為主，因此泥火山地區原始植群似有孤立的感覺，依鄭漢文等（鄭漢文，1993）分層取樣方式等資料，本區植群可分成原生（水生、陸生）、次生（草木、灌叢、木本）和人工三者，以空間分佈而論，原生植物以裸地周圍之草本社會、沼澤濕地中之濕生植物及天然林為主；次生植被則以次生木本植被及佔地較廣之開放灌叢為限；人工植被則以檫木、光臘樹、苦楝、銀合歡等

人造林作物較廣，本調查之植物資源則以原生和次生植被為主。

(一) 原生植被

所謂「原生植被係指凡未經人為等干擾之相對穩定植被或經局部干擾但仍保存原規模而可資判定者」(陳玉峰，1985)。電光泥火山調查範圍約3公頃，整個環境可粗略分為水生植被及陸生植被兩大類。

1、水生植被

此一類型分佈在窪地水塘、噴泥盾周圍之沼澤濕地、及泥流沿線。上述地區之水源，主要來自泥火山之泥水及自然降水，仍含有鹽分，故其植被種類組成之社會類型

(community type)迥異於淡水環境，亦不同於多風多鹽霧的海岸植被。

(1) 窪地水塘

此處之植被，以挺水之水生植物為主，重要植被類型有以下數類：

A、水燭---海雀稗-耳葉鴨跖草社會

水燭為內陸沼澤水生植物，水位之高低，泥濘基質之有無，土壤及水之含鹽度，均為決定水燭出現之限制因子。因水塘漸被附近噴泥口所帶來之泥水淤塞，水位變淺，水域面積變窄，土壤及水含鹽漸高，水燭逐漸為嗜濕耐鹽之海雀稗所取代，其社會逐漸縮小。耳葉鴨跖草隨後於水燭及海雀稗所建立之濕地上匍匐地表團簇叢生。

B、菌蕨社會

本區菌蕨生長環境為噴泥盾外圍西側和西北側漫流處及窪地水塘等蓄積泥水較豐沛的區域。總植株樹僅剩50-100株，數量有逐年減少趨勢，新芽之出現率相當低，更新情形不佳，部份分佈點遭人為挖除外，有些區域已漸被五節芒所取代。其伴生種是周圍社會入侵之五節芒、開

卡蘆、過長沙等。

菌蕨一般可見於熱帶地區海岸沼澤或鹽水區 (brackish zone)，在受到降水沖刷而土壤鹽度降低的地方可形成小群落 (Walter, 1973)。立地基質為淺層土壤濕潤處，跟不長期浸泡在水中，其限制因子可能為土壤之含鹽度、濕度及光照。社會結構單層，高約 1.5 公尺至 2 公尺，藉掉落在水中之孢子繁殖。本省菌蕨之分布不多，僅見於花蓮富里北端之羅山泥火山地區、墾丁國家公園之佳洛水和高雄燕巢鄉滾水坪等三處，本調查區由廖秀芬 (1992) 首先發現，其分佈如圖 (4-1)。

(2) 沼澤濕地

本區沼澤濕地形成於噴口及噴泥盾周圍之濕地，水深不及數公分或僅為泥濘之濕地。重要植被如下：

A、彭佳嶼飄拂草社會

彭佳嶼飄拂草為本區裸露之先驅植物，除泥水匯留所形成類似鹽澤的環境外，噴口周圍之外側亦為本種植物的主要生育地。

任何植物的生育地中，若鹽分大量堆積而發生積鹽作用 (salification)，大多數植物即不克成長。凡某一植物類群，通常只見其存於大部份植物無法忍受含鹽量過高的地段者，這些植物通稱為“鹽生植物” (halophyte or salt plant)；鹽生植物必須具備抗鹽機制，唯仍有一定限度，故而特高濃度之立地基質仍為裸地 (Walter, 1973)，裸地的外圍，其限制因子則逐漸下降，彭佳嶼飄拂草、鯽魚膽、菌蕨等喜鹽性植物則在此處建立其優勢社會。

B、大莞草---天蓬草舅社會

本種出現於西北側之沼澤地，在植物地理分佈上，有其重要性。伴生種有魚藤、彭佳嶼飄拂草等。目前主噴口

的泥水主要匯聚於此，植被演替情形有著明顯的變化，大莞草的生育地漸被彭佳嶼飄拂草所取代。

大莞草以濕生演替後期的濕地為主要生長環境，常呈大面積出現。在陰濕荒地小徑旁亦可發現相當大的族群。天蓬草舅又名溷地菊或單花蟛蜞菊，一般多半分佈於海岸沙丘前緣。

C、開卡蘆社會

本種植物在本區多呈大面積族群，生長於漫流積水較深之處，或散生於泥流兩側的禾本科灌叢中，伴生種為過長沙、大莞草、天蓬草舅等。

2、陸生植物

此類型之植物社會分布在 420 高地東側之陡坡，土壤基質為利吉泥岩層。

(1) 亞灌木植被

鯽魚膽社會---本種多生長於本省南部一帶濱海鹽澤地區，為本區原生植被中最靠近噴口之多年生亞灌木，多呈點狀分布於噴口及噴泥盾附近，植株高度約 1.5 至 2 公尺。其與伴生植物彭佳嶼飄拂草購成本區裸地之主要先驅社會，然其較彭佳嶼飄拂草耐蔭，偶爾出現於本區五節芒之高草社會中。

(2) 森林植被

本區森林植被面積可謂相當殘破，僅出現於 420 高地東翼面積約 0.5 公頃未被墾殖的坡地上，坡度 29~35 度。420 高地西翼之植被已被人工栽植之前述人造林所取代，但仍可從東翼的坡地上，管窺本區天然林之風貌。本區主要冠層樹高約 8 公尺，樹冠幅以錐果桐之覆蓋最廣，林下幼苗出現最多者為小梗黃肉楠、樹杞。有刺藤本以雙面刺、斯氏懸鉤子、三葉五加及台灣柘樹為主，其他藤本則有伊立基藤、耳葉菝契、三葉崖爬藤、琉球鐵線蓮等。

主要數種除林緣破空處散生構樹、台灣白匏子等次生林外，另有粗糠柴、黃杞等原生喬木；林下小喬木及灌木則多山棕、樹杞、台灣天仙果等。地被植物以竹葉草居多，另散生月桃、走馬胎、絡石、白鶴蘭等。

本區組成樹種，主要為樟科及桑科之榕屬植物，重要植被如下：

A、 小梗黃肉楠---錐果桐社會

樟科及殼斗科植物為本島闊葉林之主要樹種，本區之天然林仍具此特色。樟科植物以大葉楠、小梗黃肉楠、長葉木薑子居多，而殼斗科植物則以錐果桐及青剛櫟為主。另外桑科及大戟科植物亦為本區天然林中的重要樹種；如粗糠柴、蟲屎、小葉桑、構樹等。

B、 山棕---樹杞社會

山棕為本省低海拔林下灌叢植物，耐蔭性強，在本區破空度較大且坡度較陡的林下坡面，為山棕的主要生育地；十至十二月為開花結果期，果實為赤腹松鼠等哺乳動物的食物；樹杞最大植株之胸徑僅 6 公分，但遠比開放灌叢中之植株來的大。

(二) 次生植被

在植物的生境中，「凡原有相對穩定的植被經由干擾、破壞而致受損或全毀，從而自然地進行種組成與結構的演替系列變化可明顯地在野外測知者，統稱之為次生植被」(徐國士，1988)。由於陽性或所謂的不耐蔭植物其生態幅遠大於耐蔭植物，因此在次生演替早期的優勢植群，多半為此類植群。

1、次生草本植被

(1) 兩耳草---耳葉鴨跖草社會

兩耳草主要叢生於光線較為充分之廢棄產業道路及檳榔園中之地被植物。由於是人為營造的環境，族群可能在交通不便疏於經營後，灌叢植物取代其地位，使其演替

上居於劣勢。耐蔭喜濕之耳葉鴨跖草在兩耳草消退之際趁隙而入，叢生於灌叢下形成優勢植群。

(2) 五節芒社會

五節芒為全省性低海拔山地第一波次生高草社會中最常見的類型，為本區數量最為龐大、佔地最為遼闊之優勢社會，可由裸地直接且快速演替而成，「為森林第二次演替序列中最早的群落之一」(柳楮，1970)。結構單層，平均高度 2~3 公尺，群生度甚高，其下罕有植物生存，僅於破空處散生少數的月桃、銀合歡及寄生於五節芒根部之野菰等。

2、次生灌叢植被

(1) 飛龍掌血---羅氏鹽膚木社會

飛龍掌血為芸香科蔓性有刺灌木，分佈區域廣泛，自中海拔以迄海濱均可見，本區則散生於裸地周圍、灌叢及原始次生林林緣。其與羅氏鹽膚木一樣是本區對環境要求不嚴苛之耐鹽植物之一。

(2) 恆春楊梅社會

「恆春楊梅其生育地多屬火燒跡地之草生地，或為衝風之灌叢區域，屬陽性之先鋒植物」(徐國士，1980)。本區之恆春楊梅可能為前次銀合歡造林之留存木，胸徑最大者為 20 公分，伴生植物有杜虹花、小梗木薑子及五節芒及月桃。在銀合歡生長不良處則為五節芒所取代，然五節芒下側已有恆春楊梅、小梗黃肉楠及台灣光臘樹之小苗出現，但近年附近造林、墾殖，林相正改變中。

3、次生木本植被

(1) 杜虹花---羅氏鹽膚木社會

杜虹花為本區森林破壞後，散生於銀合歡人工林林緣及開放灌叢中之小喬木。羅氏鹽膚木為典型低海拔次生林

或次生灌叢下之小喬木，為野外耐鹽植物，本區多見於五節芒灌叢中，常形成小面積優勢次生林。

(2) 銀合歡社會

外來入侵種的銀合歡，除人工造林的因素外，由於其本身強悍的擴展特性，常逕自擴展成大面積次生灌叢。演替方面可自裸地、灌叢社會中發展出來，一旦形成，不僅短期內無法消滅，在其族群來回轉移下，有長期盤佔此處生育地之可能。若本區附近原生植被再遭破壞，可預期亦將淪為銀合歡長期發展的生育地。

(3) 羅氏鹽膚木---山黃麻社會

羅氏鹽膚木為熱帶二期林的先驅樹種，常出現於燒跡地、墾殖荒地或乾枯河床中，本種植物耐旱、嗜光，本區出現環境則以水塘南側為主要分佈點，可見本區之生育地並未達穩定狀態。山黃麻為濕地元素不耐蔭的先驅植物，因此，在水塘、泥流，及漫地流所形成的沼澤濕地邊緣向陽處，為其主要生育地。徐國士（1988）曾述及，本種「為熱帶雨林早期耐蔭指標種，其族群一俟成林，則林下不復有其小苗，此為單代波次植物的特徵之一；演替系列傾向榕樹類為主的森林」。但依小苗出現率加以判斷，本區則可能朝向樟科楠屬或木薑子屬之方向演替。

(3) 人工植被

凡是以破壞原生植被或次生植被為手段，透過人力植栽、維持並經營，藉以獲致民生景觀或安全所需之植物資源，統稱人工植被。本區除裸地附近及較為陡峭的坡地不適合作物外，餘已開發殆盡，主要作物在民國 86 年之前有紙漿用材才之銀合歡，經濟作物有檳榔、麻竹、綠竹及作為柴薪之相思樹與點狀散生之梅、番石榴和番木瓜等。

1、銀合歡

銀合歡人工林為永豐餘造紙股份有限公司於民國七十年之紙漿作物，唯不敷成本效益且運輸困難，乃任其生長。據觀察本種植物林下，除破空處有兩耳草、五節芒及台灣葛藤等少數種植物伴生外，少有其他林木生存期間。故此種情形將造成本種植物盤據山頭，延緩本區原始闊葉林之自然更新。

2、檳榔

以噴泥盾東北側為主植株年齡約 3~8 年，經營面積約 0.8 公頃，生育情形欠佳，生長速度較銀合歡緩慢。林下伴生植物主要為兩耳草、耳葉鴨跖草。

3、相思樹

主要植栽於水塘與裸地之間及西南側之山坡地，最大胸徑約 13 公分，未發現小苗，因其生育地接近泥水匯集之窪地水塘及沼澤濕地，生長情形至為不良，故其社會將逐漸被生態幅較廣的五節芒和銀合歡所取代。

4、麻竹

原為住家附近之食用植物，部份位於噴口附近，且多半已開花，短期內其生育地可能為鯽魚膽、五節芒或銀合歡等其他植被所取代，唯近年周遭廣大林地以由永豐餘造紙股份有限公司造林，面積達 443 公頃，樹種主要以檫木、光臘樹、苦楝、桉樹等為主，對外圍植被演育影響至大。

(四) 本區植物之演替

本區由於地底不時的噴出泥漿，造成地文上之變遷，及噴口附近土地之裸化 (Nudation)，此對入侵之植物社會及演變速率，具有重大的影響。由於本區泥漿「造成不透水層之出現，可能使地下水位上升，造成排水不良之現象，使土壤有效深度變淺，因此森林常被草澤取代」(劉崇瑞、蘇鴻傑，1989) 雖然本區森林早已被砍伐殆盡，改以造林取代，但在 420 高地坡腳及新產生的噴泥盾附近，木本植物之生長基質漸被泥漿轉變而造成退化演替，甚至形成裸地之後，再由喜鹽性或生態幅度較廣之草本植物

散殖體 (Disseminules)，遷移至此建立新的植物社會。本區各噴口所噴發出之泥漿，漫流至噴口或噴泥盾附近先驅植物之生育地，植物因生長基質改變而無法生存時，最先死亡的為五節芒、銀合歡，接著為天蓬草舅，最後死亡的則為鯽魚膽，如長期泥水覆蓋，彭佳嶼飄拂草也無法存活，裸地之範圍亦將逐漸擴大。

反之，當泥水改道或流向不同的坡面時，原先所造成的裸地由於淋蝕、溶蝕作用，使得裸地之含鹽度下降使喜鹽性植物進而在此生長，漸次形成社會。由噴口及主噴泥盾的植物社會加以研判，最早在噴口所噴出的泥漿上建立社會的為彭佳嶼飄拂草及鯽魚膽，這兩種喜鹽性植物，之後五節芒、山葡萄、飛龍掌血、銀合歡等生態幅較廣的高草、灌叢嵌入，繼而建立開放灌叢社會，隨後山黃麻、羅氏鹽膚木等喜陽性小喬木出現，而形成裸地周圍目前之植物相。

再由水塘及周圍之沼澤來看，由於深度很淺，故其鹽性草澤的濕生序列可能無沈水之水生植物出現。而浮生植物僅記錄青萍一種。水塘中之挺水植物水燭，已漸被海雀稗取代。噴泥盾周圍漫地流邊緣之菌蕨，已漸被五節芒、開卡盧所佔據。如泥水不再匯聚，水分乾涸後，濕生草本如大莞草、彭佳嶼飄拂草等社會將漸漸消失，而銀合歡、飛龍長血等灌木類植物將一一出現。

四、動物資源

電光泥火山可供野生動物的棲地，僅存原生植被為主的沼澤溼地和一片不到 2 公頃的次生闊葉林，其他幾乎為單一林相的銀合歡人工林，此對野生動物而言，不僅庇護所的種類和數目減少，同時也失去棲息地中重要組成份子之間的相連交會帶 (Ecotone)。因此，所衍生之邊際效應欠佳，故本區野生動物的族群數量及種類，與其他地方相較並不多。

由台東縣卑南鄉南王里前里長陳欽銘先生口述得知，在日據時代及光復初期，電光泥火山本是卑南族的獵場之一，主要獵物以台

灣山豬為主，對於其他大型野生哺乳動物，族人則相約成習不得獵補。

由於泥火山泥漿的噴發溢流，使得動物的觀察和追蹤十分不易，只能由哺乳動物的足跡和排遺獲得動物數量及活動的情況。本區過去曾有不少動物在此活動，如今由於人為的進入破壞與鄰邊環境的開發與干擾，動物難得一見，僅能觀察到十分稀落之山豬足跡、鳥類和赤腹松鼠，故將過去在此發現、繁盛一時的野生動物分述如下：

(一) 哺乳類

1. 台灣鮫鯉

本種之主要棲地為 420 高地。曾在林內倒伏腐爛的樹幹上發現其食痕，並於噴泥洞上記錄過其具有鱗狀斑之足跡。

2. 台灣山豬

本種之數量在本區極為豐富，尤以二月份以後，步道兩側五節芒的根系處，常可見大面積的食痕；足跡處處可見、大小不一，顯示其在繁殖過後攜子離巢覓食；並曾於 80 年 5 月發現窩巢。

另外，據陳昆仲所述：曾與其於 80 年 10 月在本區中不期而遇，以及 80 年 1 月曾獵獲大、小山豬 12 頭，大的重達 120 公斤。

3. 石虎

從噴泥盾坡面上，採得 14 個相同足跡旁的排遺，發現其內含有鼠爪、鼠毛、鳥羽和骨骸，再與調查路線上及噴泥盾的足跡相佐證，本區應有石虎出沒。

4. 褐鼠

泥火山泥水所形成的漫流積聚成澤，為本種的良好生境。在 80~81 年中曾有一箇月中 6 個鼠籠捕獲 5 隻、次月捕獲 2 隻的記錄，由此研判，過去本種數量應相當豐富。

5. 巢鼠

於 80~81 年間，在水塘旁邊的銀合歡上，發現 1 巢 4 雛鼠，巢呈橢圓形，高約 12 公分，無明顯巢口，離地高約 60 公分，巢才為撕成細長狀隻兩耳草葉片。

6. 赤腹松鼠

本種主要活動於 420 高地之森林底層和灌叢中，以青剛櫟、錐果桐之堅果及山棕之核果為食，並曾於恆春楊梅、相思樹之枝極發現其巢。

(二) 兩棲與爬蟲類

兩棲類在本區中共記錄 4 科 8 種，計有黑眶中華大蟾蜍、小雨蛙、澤蛙、拉都希氏蛙、斯文豪氏蛙、日本河鹿樹蛙、莫氏樹蛙及白領樹蛙。在種數上，以樹蛙科和赤蛙科各 3 種較多；族群數量上，則以澤蛙佔最多數。

本區蛙類曾發現有喜棲息於溪澗同一棲所的行為。莫氏樹蛙與白領樹蛙有繁殖記錄，共發現兩次莫氏樹蛙將卵泡產於兩耳草之草地上；白領樹蛙則發現其將泡卵產於離地高約 3 公尺的杜紅花葉背，孵化後直接掉入樹下之水潭中。

爬蟲類於本區僅記錄到赤尾青竹絲、南蛇及南台箕作氏攀蜥 3 種。81 年間曾在五節芒灌叢裡發現 2 尾赤尾青竹絲；於小徑上發現無頭部死亡之南蛇 1 尾，研判其可能為活動於本區大冠鷲之獵物。

南台箕作氏攀蜥為本區常見之蜥蜴，喜棲息於低海拔雜草蔓生之次生林中，以昆蟲為食，據領域性及「伏地挺身」和「點頭」的行為，其體色深淺常隨環境改變。

(三) 鳥類

在野生鳥類方面，過去共發現 27 科 55 種。鳥種、族群數量以留鳥居多，冬候鳥次之，其中以畫眉科為主要鳥種。由於本區遍植

銀合歡，在此單一林相之下，鶉科鳥類最高記錄近 16 隻。夜行性鳥類僅記錄到領角鴉及黃嘴角鴉 2 種。

鳥種豐度方面，單次最高記錄以繡眼畫眉 80 隻最多，次為綠繡眼 52 隻，再者為山紅頭、小彎嘴畫眉及頭烏線，各約 20 隻左右。出現頻度以烏頭翁為最高，幾近 100%，次為繡眼畫眉、山紅頭及小彎嘴畫眉 90%。

稀有性方面，則以被列入瀕臨絕種保育類的朱鷯最為特殊。

在本區留鳥的繁殖記錄，發現築巢的共計有尖尾文鳥、烏頭翁、山紅頭；發現幼雛的計有白腹秧雞、小彎嘴畫眉、烏頭翁及樹鵲。

候鳥方面以夏候鳥之八色鳥最具特色，但都在密林或灌叢下活動。本區曾於五節芒及鯽魚膽灌叢下發現一卵，未襯巢材，白色，疑為八色鳥之卵。夏候鳥中，本區有一種托卵性鳥類—筒鳥，曾發現其將卵產於烏頭翁的巢中，可能是人為干擾因素，其卵未能孵化成功。

(四) 蝶類

本區林相極為單純，蝶類之食草變化亦不大，且缺乏蜜源植物。但在此環境下，竟有 23 種蝶類被發現，殊屬難得。其中台灣特有的達邦波紋蛇目蝶及低海拔闊葉林下的樹蔭蝶和小灰蝶科的蝶類。出現率相當高，為本區之主要特色。

伍、保留區設置與經營管理研議

一、問卷調查分析

為了掌握社會大眾對電光泥火山之瞭解程度、景觀特質、開發方向及經營態度，作為嗣後自然保留區設置的重要參考，特設計「電光泥火山經營管理」問卷調查一種，問卷區分為景點所在地之台東縣市及其他外縣市二區，對象則涵蓋學者專家、公教人員、產業界（工、商、農、林）、自由業或其他（無業、家管），共發出 200 份，回收有效問卷 143 份，回收率 71.5% ，但其中有 9 份問卷因填答對電光泥火山「從未聽聞」，則其所填答各類問題選項沒有意義而從統計中加以剔除，因此正確總人數減為 134 人，其中台東縣市 83 人，其他縣市 51 人，問卷結果略予討論如下：

(一) 個人基本資料

1、居住地、性別

表 5-1-1-1 問卷調查個人基本資料統計表 (1~3)

居住地		台東縣市外台灣省其他縣市	台東縣市	總計
性別	男	39	44	83
	女	12	39	51
受測人數(人)		51	83	134

2、年齡

年齡(歲)	20~24	25~29	30~34	35~39	40~44
人數(人)	5	14	18	30	18
百分比(%)	4	10	13	22	14
年齡(歲)	45~49	50~54	55~59	60~64	65以上
人數(人)	16	16	8	6	3
百分比(%)	12	12	6	5	2
總計(人)	134				

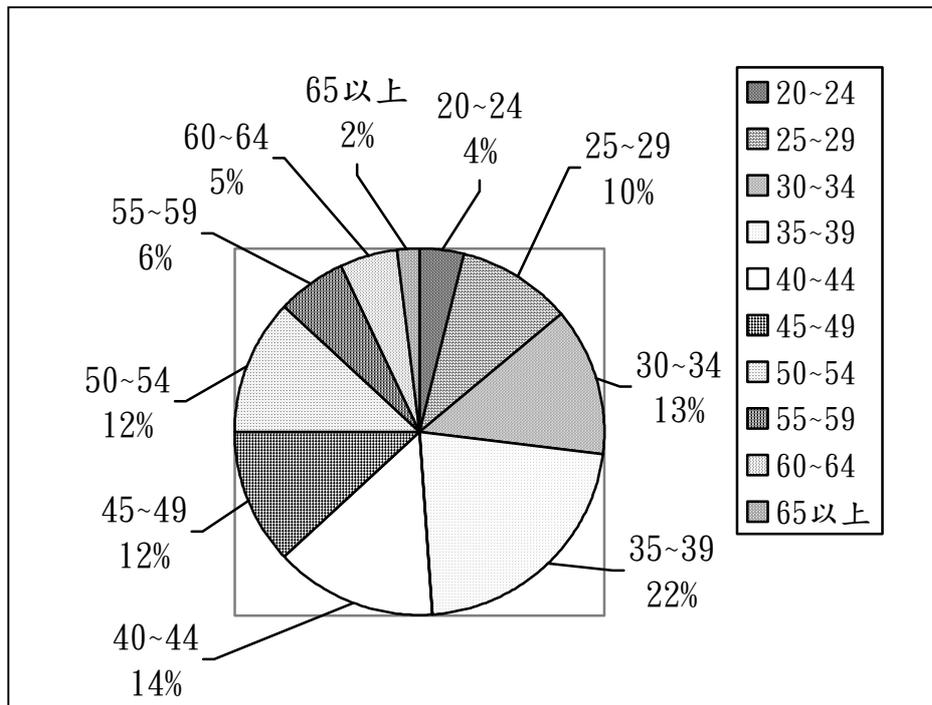
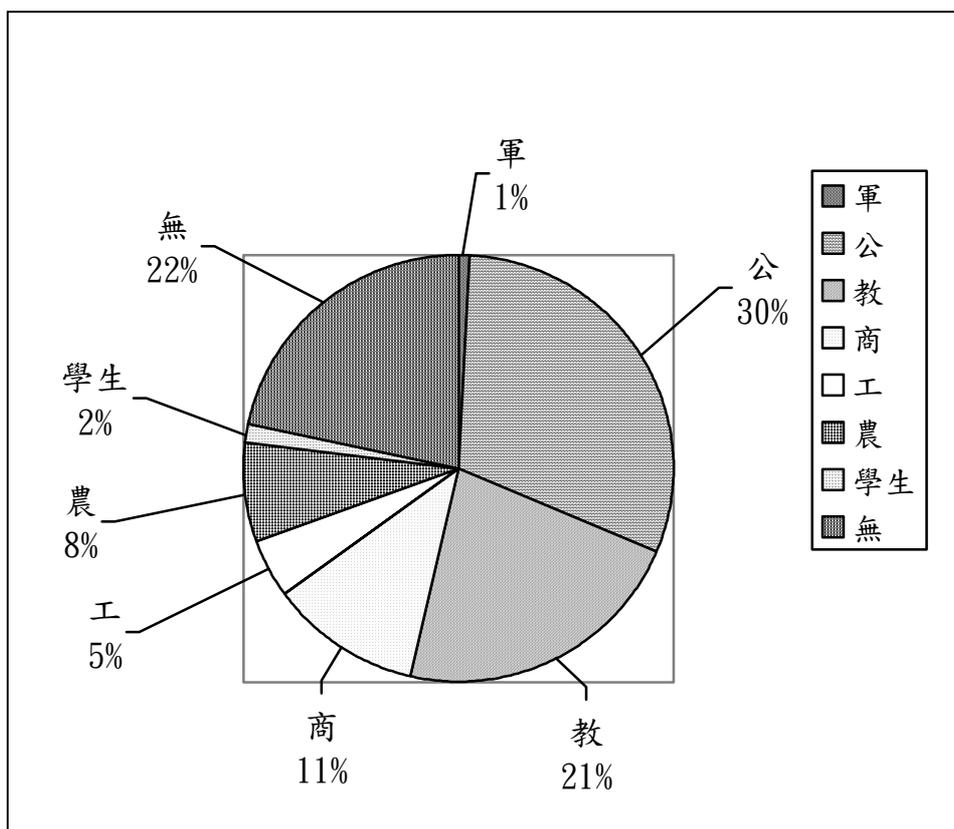


圖 5-1-1-1 問卷調查個人基本資料圖 (1~2)

3、職業

項目	軍	公	教	商	工	農	學生	無	總計
人數(人)	1	41	30	15	6	10	2	29	134
百分比(%)	0.7	30.6	22.4	11.2	4.5	7.5	1.5	21.6	

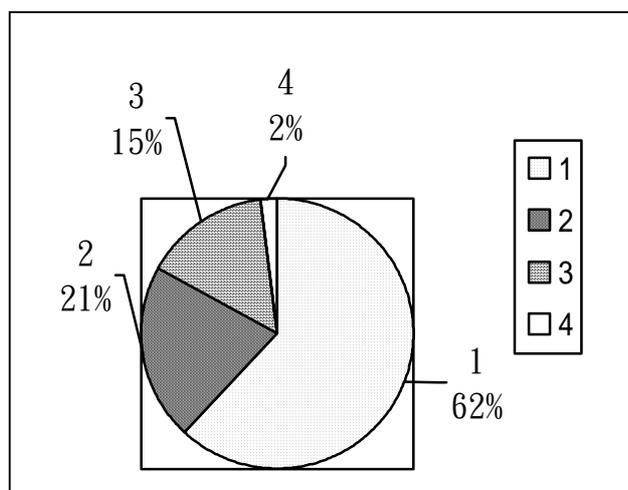


(二) 問卷內容資料

1、() 位於台東鹿野的電光泥火山，舊稱雷公火，後來改稱泡泡，你認為以何種名稱較妥？(1) 雷公火 (2) 電光 (3) 泡泡 (4) 無意見。

表 5-1-2-1 問卷調查內容分析統計表 (1~10)

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	83	28	20	3	134
百分比(%)	62	21	15	2	



2、() 我對泥火山的了解程度？(1) 曾做過實地調查 (2) 曾去過該地觀光旅遊 (3) 曾聽說過或看過相關資料 (4) 從無聽聞。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	18	50	66	0	134
百分比(%)	13.4	37.3	49.3	0	

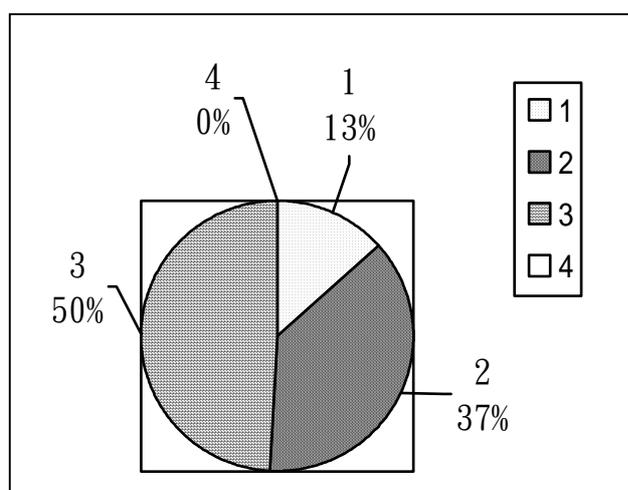
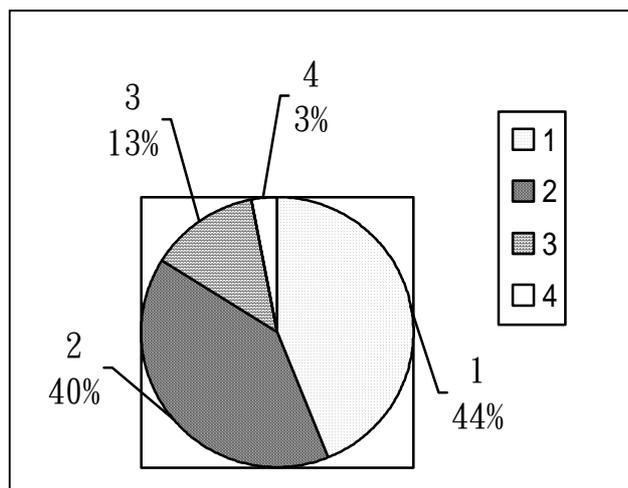


圖 5-1-2-1 問卷調查內容分析統計圖 (1~10)

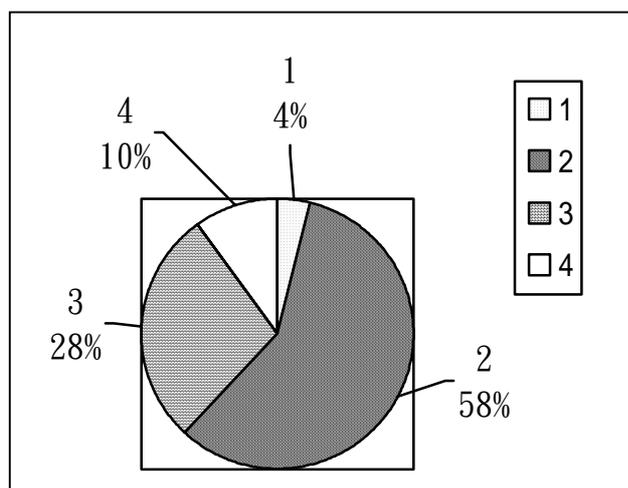
3、() 根據你的了解，電光泥火山最珍貴的資源是？(1) 地質構造 (2) 地形景觀 (3) 動植物生態 (4) 不清楚。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	59	54	17	4	134
百分比(%)	44	40	13	3	



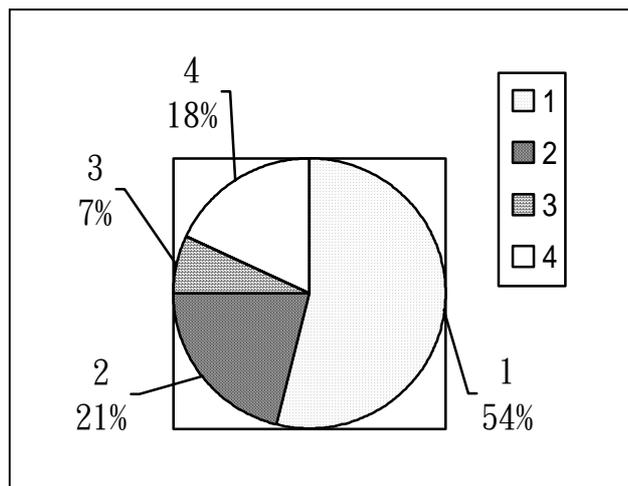
4、() 電光泥火山區的對外交通你主張？(1) 應加拓寬使遊覽車能直達 (2) 改善由瑞源至寶華山路段，但仍保留由村道至泥火山步行小徑 (3) 改善由村道至泥火山小徑可行轎車，但須在緩衝區適當地點停車 (4) 沒有意見。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	6	78	37	13	134
百分比(%)	4	58	28	10	



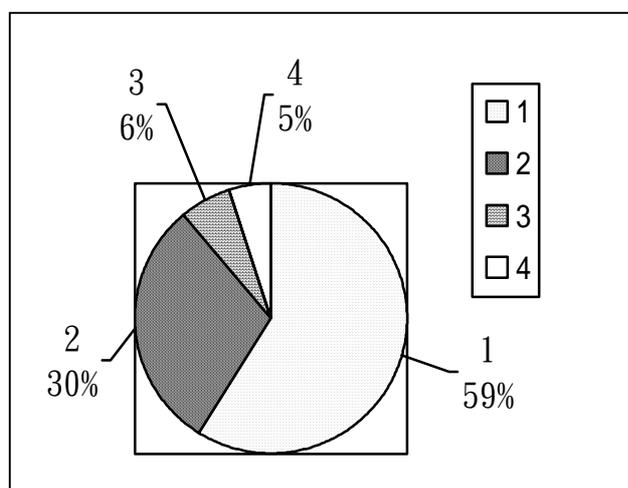
5、() 電光泥火山規畫的方向以何者為佳？(1) 成立自然保留區
 有限度開放 (2) 開發為國家風景區對外開放 (3) 列為自然
 保護區不對外開放 (4) 不必開發保持原狀。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	72	28	10	24	134
百分比(%)	54	21	7	18	



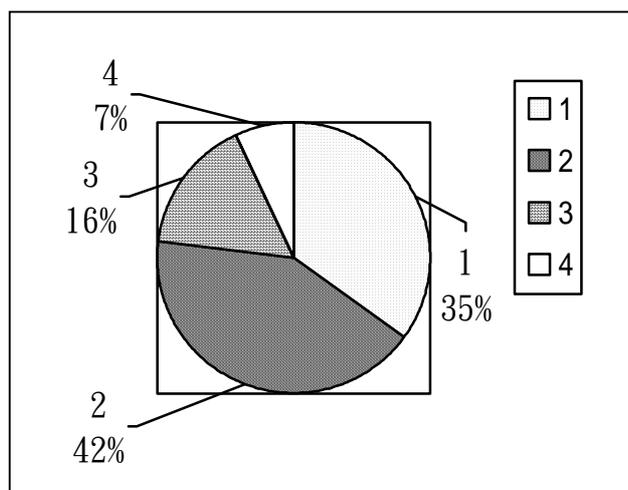
6、() 如果開發為自然保留區時，泥火山周遭適當範圍內之自然林
 地列為生態緩衝區？(1) 極有必要 (2) 有其必要 (3) 可
 有可無 (4) 不必要。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	79	40	8	7	134
百分比(%)	59	30	6	5	



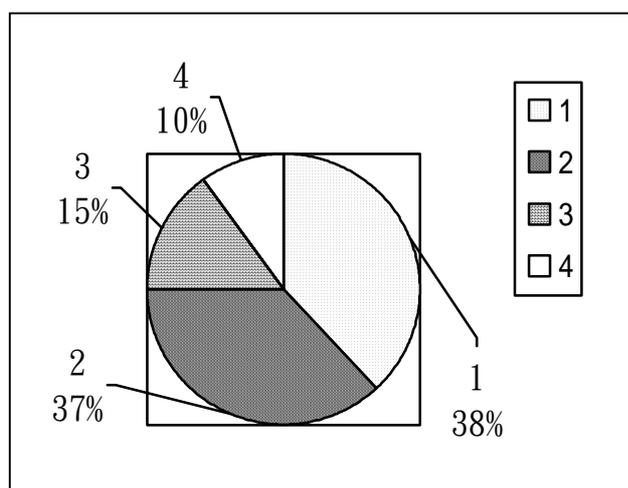
7、() 電光泥火山若規畫自然保留區，並適度開發，則對遊客的旅遊設施？(1) 在外圍展望良好處設一觀景台，遊客不需進入核心區 (2) 在外圍設一二處人行棧道，便於觀賞，但遊客不可入內 (3) 不必設限，讓遊客自由出入 (4) 作為觀光賣點，廣設遊樂設施，設計泥漿浴等以招徠遊客。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	47	56	21	10	134
百分比(%)	35	42	16	7	



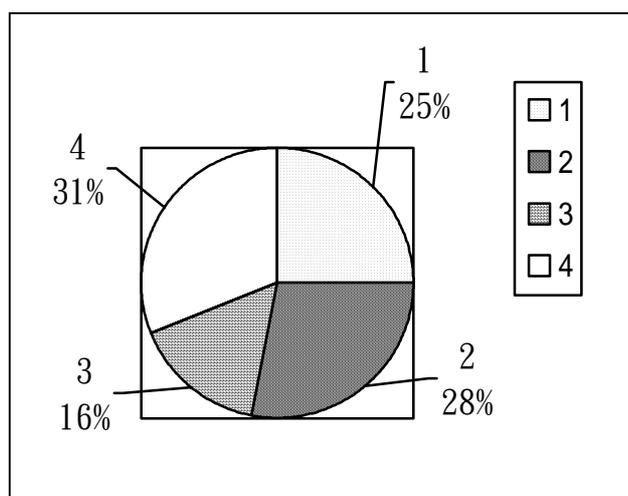
8、() 如果以 A·科學研究 B·教育宣導 C·觀光遊憩，三種功能而言，你認為電光泥火山的主要功能依重要次序為？(1) A、B、C (2) B、A、C (3) C、B、A (4) B、C、A。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	51	50	20	13	134
百分比(%)	38	37	15	10	



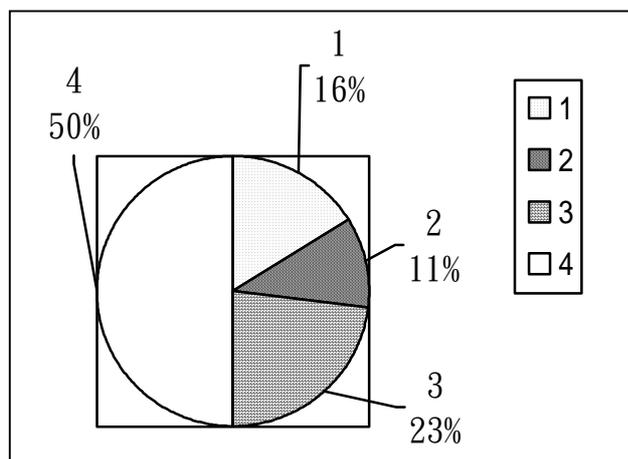
9、() 電光泥火山目前由台東林管處主管，並承租與永豐餘造紙公司為造林地〈泥火山不列入造林範圍〉若將來開發，經營管理單位以何者為佳？(1) 由林務局主管 (2) 比照高雄烏山頂泥火山由農委會主管 (3) 委由地方政府管理 (4) 委由花東縱谷國家風景區管理。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	34	38	21	41	134
百分比(%)	25	28	16	31	



10、() 電光泥火山開發後，有效經營管理模式為？(1) 主管單位自行經營管理〈如森林遊樂區〉 (2) 由主管單位邀請地方政府和相關事業單位會商經營 (3) 由主管單位委託花東縱谷國家風景區管理經營 (4) 以公共決策、社區參與方式，主管機關編列預算，負責政策監督及考評，委由學者專家、地方資源人士，及相關事業單位合組經營小組經營。

選項	1	2	3	4	總計
人數(人)	21	15	31	67	134
百分比(%)	16	11	23	50	



(三) 台東縣市與其他縣市比較 (2、5、6、8、10 題) 分析。

2、() 我對泥火山的了解程度？(1) 曾做過實地調查 (2) 曾去過該地觀光旅遊 (3) 曾聽說過或看過相關資料 (4) 從無聽聞。

表 5-1-3-1 問卷調查內容分析統計表 (1~5)

居住地	選項	1	2	3	4	總計
台東縣市	人數 (人)	12	36	35	0	83
	百分比 (%)	14.5	43.3	42.2	0	
台東縣市外 台灣省其他縣市	人數 (人)	6	14	31	0	51
	百分比 (%)	12	27	61	0	

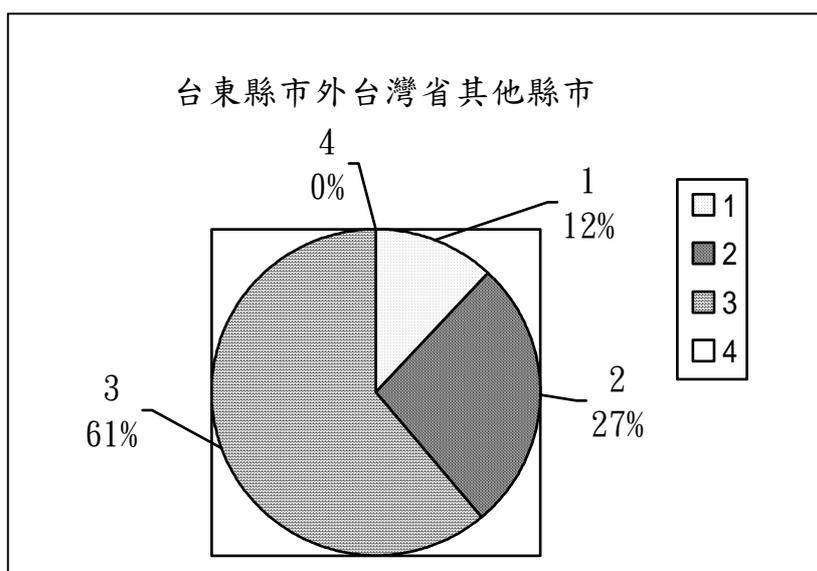
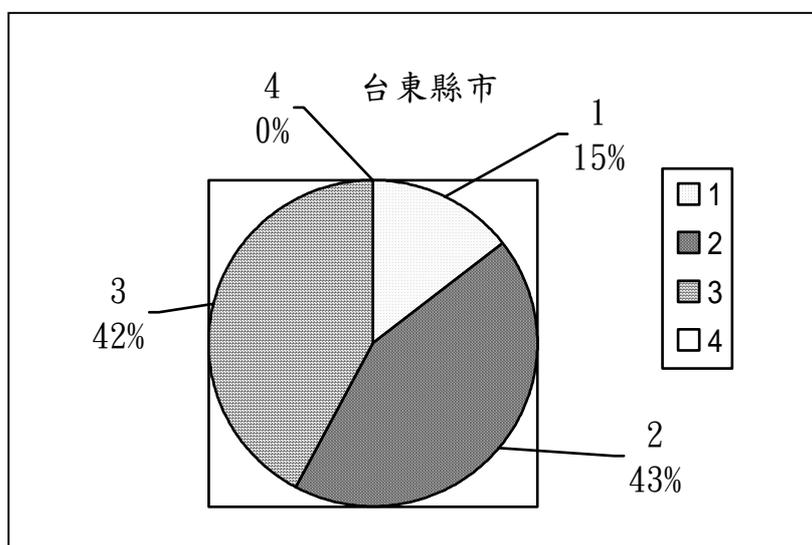
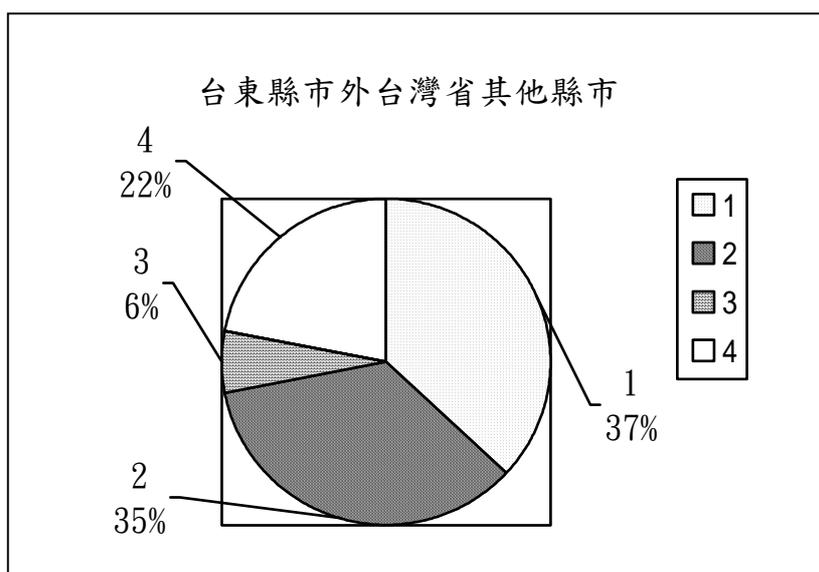
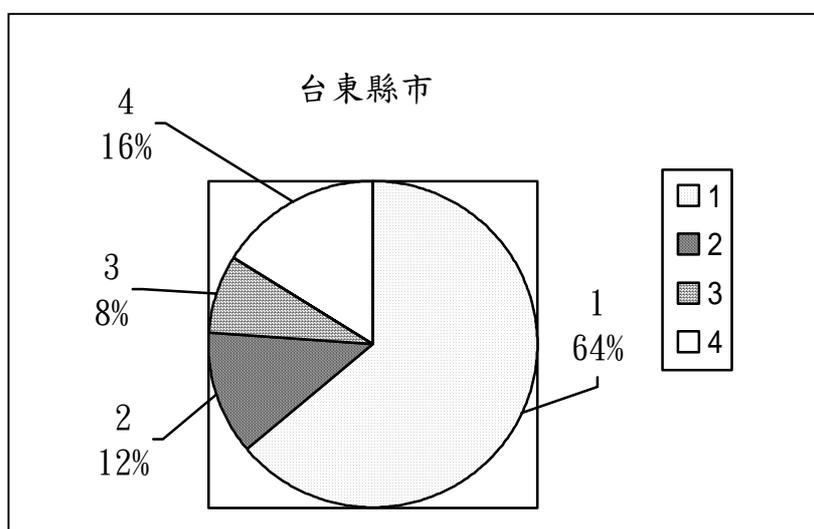


圖 5-1-3-1 問卷調查內容分析統計圖 (1~5)

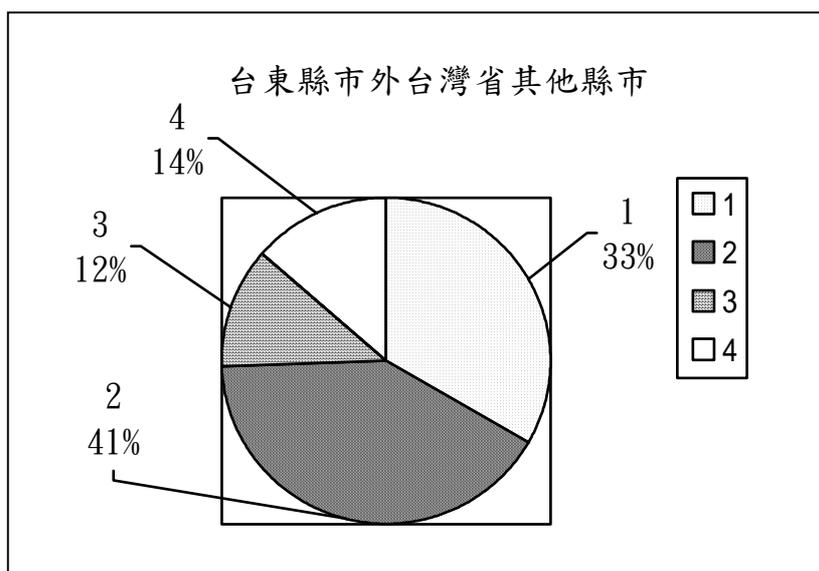
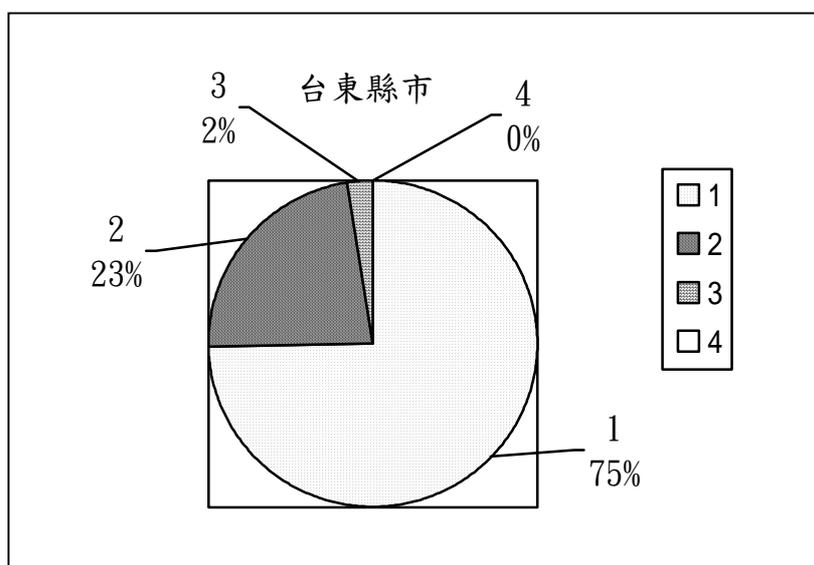
5、() 電光泥火山規畫的方向以何者為佳？(1) 成立自然保留區
 有限度開放 (2) 開發為國家風景區對外開放 (3) 列為自然
 保護區不對外開放 (4) 不必開發保持原狀。

居住地	選項	1	2	3	4	總計
台東縣市	人數(人)	53	10	7	13	83
	百分比(%)	64	12	8	16	
台東縣市外 台灣省其他縣市	人數(人)	19	18	3	11	51
	百分比(%)	37	35	6	22	



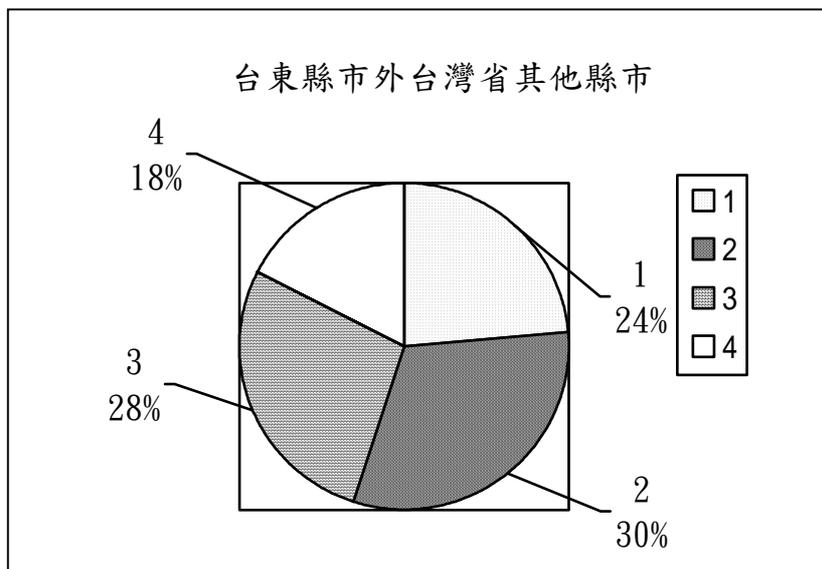
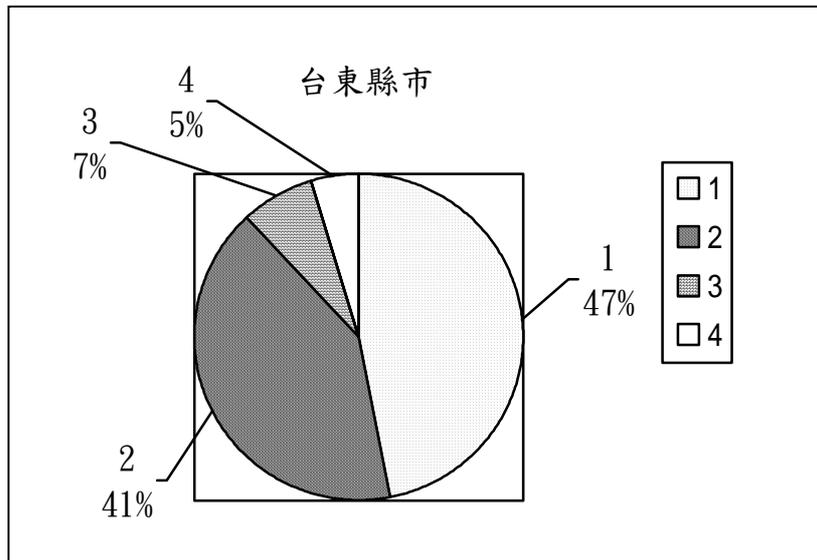
6、() 如果開發為自然保留區時，泥火山周遭適當範圍內之自然林地列為生態緩衝區？(1) 極有必要 (2) 有其必要 (3) 可有可無 (4) 不必要。

居住地	選項	1	2	3	4	總計
台東縣市	人數(人)	62	19	2	0	83
	百分比(%)	74.7	22.9	2.4	0	
台東縣市外 台灣省其他縣市	人數(人)	17	21	6	7	51
	百分比(%)	33.3	41.2	11.8	13.7	



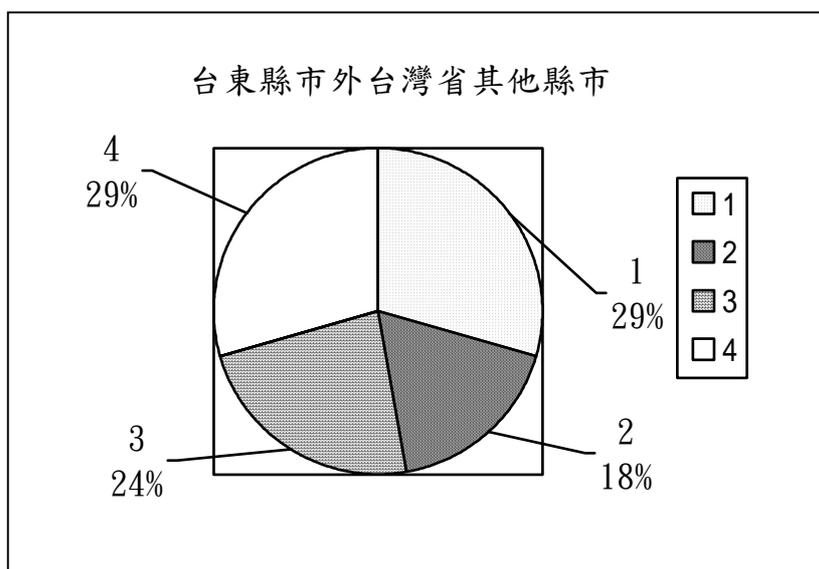
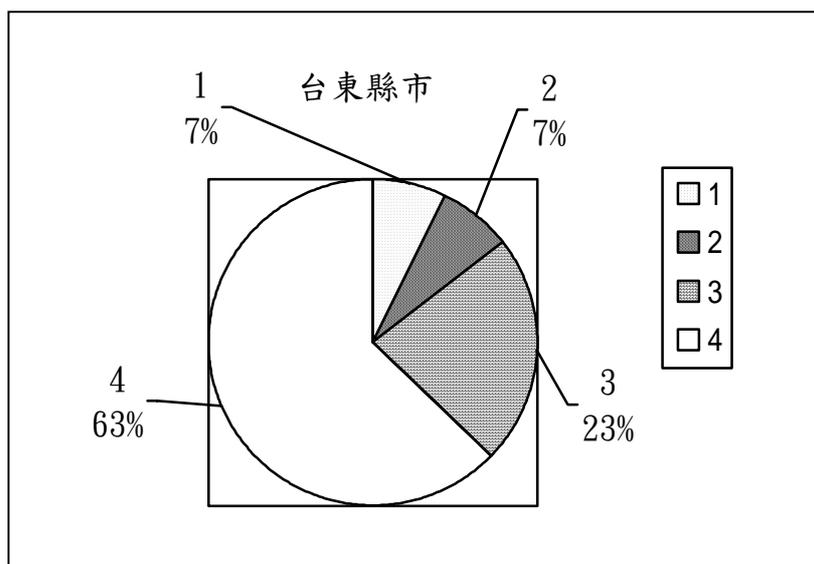
8、() 如果以 A·科學研究 B·教育宣導 C·觀光遊憩，三種功能而言，你認為電光泥火山的主要功能依重要次序為？(1) A、B、C (2) B、A、C (3) C、B、A (4) B、C、A。

居住地	選項	1	2	3	4	總計
台東縣市	人數(人)	39	34	6	4	83
	百分比(%)	47	41	7.2	4.8	
台東縣市外 台灣省其他縣市	人數(人)	12	16	14	9	51
	百分比(%)	23.5	31.4	27.5	17.6	



10、() 電光泥火山開發後，有效經營管理模式為？(1) 主管單位自行經營管理<如森林遊樂區> (2) 由主管單位邀請地方政府和相關事業單位會商經營 (3) 由主管單位委託花東縱谷國家風景區管理經營 (4) 以公共決策、社區參與方式，主管機關編列預算，負責政策監督及考評，委由學者專家、地方資源人士，及相關事業單位合組經營小組經營。

居住地	選項	1	2	3	4	總計
台東縣市	人數(人)	6	6	19	52	83
	百分比(%)	7.2	7.2	22.9	62.7	
台東縣市外 台灣省其他縣市	人數(人)	15	9	12	15	51
	百分比(%)	29.4	17.7	23.5	29.4	



(一) 個人基本資料

- 1、 調查人數台東縣男、女接近，分別為 44：39，但其他縣市男多於女，分別為 39 與 12。
- 2、 受問人之年齡以 35~39 歲最多，佔 22%，20~24 歲和 65 歲以上最少，二者只合佔 6%，也即受問人員以青壯年為主幹。
- 3、 在職業之分類統計圖中，可窺知公務員身份者最多，若加上教師則已超過一半（合佔 51%），其他職業欄填無者有許多是民間團體、志工、環保及公益團體人員，他們對環境生態的關切度相對較高。

(二) 問卷內容分析

內容分析可分成二部份，一部份是所有問卷總體分析，可得出多數人的意見及歧異度，另一部份是景點所在的台東縣市和台灣省其他縣市在主要觀點上的比較，今依統計結果加以逐題分析。

1、 總體分析

- (1) 電光泥火山名稱以雷公火最受人垂青，因為他是最早傳統的名稱，可能早期社區民眾見雷電閃擊使噴口瓦斯燃燒而命名。其次為電光。
- (2) 對電光泥火山的瞭解，多數人僅止於聽說和看過相關資料，略佔問卷總人數一半，其次為曾去過該地旅遊，真正做過調查者極少，可知區位僻遠，交通阻隔影響了易達性。
- (3) 多數人認為電光泥火山最珍貴資源是地質構造，事實上泥火山有其形成的地質背景，但是地表所呈現的噴泥盾、泥流、龜裂、土指等皆為地形現象，可能一般民眾尚未能區分清楚，但選地形景觀者也佔 40%，兩者合計得 84%，可知地質、地形自然資源

之珍貴已得共識。

- (4) 泥火山的對外交通，有將近 6 成的人認為改善瑞源至寶華山的登山路段即可，但村道至泥火山區仍維持步行小徑，唯小徑仍有改善空間，使之不再泥濘。
- (5) 至於電光泥火山規畫方向，乃本研究重點所在，可喜的是高達 54% 民眾認為應成立自然保留區，並有限度對外開放，所以這個方向，已初步具備了民意基礎。
- (6) 在自然保留區周遭適當範圍內之自然（造）林地，劃為生態緩衝區，有 6 成民眾贊成，且認為極有必要，加上有必要者總計達 89% ，此與本研究小組想法不謀而合。
- (7) 至於開發為自然保留區後，對旅客參觀之遊憩設施，有 42% 認為在外圍設一二處人行棧道即可，不必進入核心地區，以免破壞景觀，也有 35% 認為設一處景觀台即可，總之限制進入者佔 77% 。
- (8) 以 A.科學研究、B.教育宣導、C.觀光遊憩三種功能而論，其加權比重以 A.B.C.最佔優勢，B.A.C.次之，也即科學研究、教育宣導為本區最大的機能，3/4 人有此看法。
- (9) 本區泥火山開發後之經營管理權有 1/3 人主張委託縱管處經營，但也有近 3 成人主張直接由農委會主管，1/4 人希望林務局自行經營，此題填答者差異性較大。
- (10) 電光泥火山開發為自然保留區後，有效的經營管理模式，有一半人認為以公共決策、社區參與、主

管單位監督考評最具效力，仍有 23% 人數填委由縱管處經管，得知多數人的看法與本研究構思相符。

(三) 台東縣市與其他外縣市比較

- 1、 (2) 以問卷第二題而論，台東縣市有 43.3% 填答者去過電光，但其他縣市只有 27% 到過該地，可知區位的易達性決定了彼此差距。
- 2、 (5) 本區規畫方向，台東縣市有 64% 民眾主張劃為自然保留區，外縣市只 37% 贊同，可知在地人對自然保育顯然更具強烈的使命感。
- 3、 (6) 泥火山周遭畫出緩衝區，台東有 75% 認為極有必要，而其他縣市只有 33.3% 同意，可知在地人對自己家鄉生態保育有切身之痛。
- 4、 (8) 第 8 題問卷台東人將科學研究列為電光泥火山首要功能，其他縣市則認為教育宣導應該掛帥，二者顯有齟齬。
- 5、 (10) 有效經營管理模式，二者觀點雖然接近，認為由社區參與方式經理，但台東縣市意願強烈，63% 人贊同，外縣市反應較冷漠，只 29.4% 人數同意，其間頗有落差。可是大方向仍然一致。

二、耆老訪問

本研究為了集思廣益，博諮眾納，曾訪問了三位地方耆老，第一位是曾於民國 82 年與廖聖福、姜國彰等作過詳細景觀、生態調查之台東縣金峰鄉新興國小鄭漢文校長，另二位是花師附小劉慶昌主任及瑞和村長吳燕輝先生。

(一) 鄭漢文校長

1. 電光泥火山地景有何特色？現況如何？

電光泥火山行政區屬於台東縣鹿野鄉瑞和村，清朝舊名為雷公火，位在海岸山脈西側之利吉層上。利吉層質地鬆軟，遇雨常有泥石流現象，是以連外林道常處崩塌狀態，以往訪客必須步行一小時方能抵達，交通的不便故遊客不多。

該地區目前為永豐餘造紙公司承租之造林地，總造林面積約四百餘公頃，所種之銀合歡等樹木，因木蝨蟲害及時空變遷使得紙漿工業原料改用進口木片，原引進之銀合歡卻變成一場災難。民國八十八年，除泥火山周圍五十公頃保留外，其餘皆全面以機械重新造林，種值檫木等樹種。

電光泥火山由大小六十三個噴泥口，不停的噴出泥水而匯聚形成，噴出泥水含鹽分、瓦斯及浮油，在台灣屈指可數的泥火山中，有著最大的噴泥盾，最大者直徑超過三十公尺，裸露的泥流面積約四千三百平方公尺。近旁的鹽性植物群落更是特殊，動物生態亦富特色。整體環境敏感、珍貴，不論地質、地形、植物、動物有特殊之保存價值。

2. 在台東林管處主持的相關協調全議中，綜合各方意見（包含當地幾所學校建議），為顧及學童（學生）進出方便及安全，擬闢建觀景台及棧道且設置地在 0.4 頃噴泥盾範圍外，你有何看法。

據說林務局預備在泥火山噴泥口附近周圍闢建欄杆棧道，改善聯外道路，防止遊客踐踏破壞泥火山，將此處闢為一處生態教學環境，你可有意見？

我們肯定林務局重視此處的態度，但是卻不同意其使用的方法：

- (1) 泥火山的珍貴不只在噴泥口及泥流，而應包含整體的環境。
林務局不應在沒有調查數據及整體規劃的情況之下，局部開發泥火山，興建公共設施。
- (2) 林務局在沒有經營管理的機制下開發、開放電光泥火山觀光，引入無法管理的遊客，反而將促使該地遭受破壞。
- (3) 環狀的木棧道的施工，潛藏著無法預知的威脅。重機械是否引入？基礎是否使用混凝土？混凝土預拌車是否將闖入？對環境生態或景觀將造成的衝突？泥流的變遷多久會掩埋棧道？

這樣的建設無法說服人民，這不是面對敏感珍貴的生態環境的處理方式。墾丁國家公園內的出火景觀，在遊客的踐踏之下，出火口已大幅縮減，這樣的慘痛的經驗，希望不要發生在此地。

我們呼籲台東林管處：請立刻停止進行本項建設。此處有足夠的條件劃為生態保護區，應請持續對此環境進行調查、監測、研究。在缺乏整體環境考慮的策略，沒有完善的管理維護條件的情況之下，維持交通不便的現況，應是目前較佳的處理方式。

3. 如果我們建議將其列為台灣第二個特殊地景（泥火山）自然保留區，並引入「公共決策，社區參與」之管理模式，你可有意見？

本人贊同將其列為自然保留區，並比照烏山頂模式加強規劃管理，千萬別再陷入如其他景點破壞甚至湮滅的覆轍，目前周遭環境及自然生態，已有明顯惡化趨勢，過多的公共設施，會加速景點之破壞，不便之交通，應是較佳之處理方式。至於公共決策、社區參與的經理方式，只要有效進行，本人樂觀其成。

4. 請問鄭校長以目前情況而言，電光泥火山最佳經理開發方式與方向為何？

本人以在地人的感受與觀點認為開發與復育應先作定義界定及次序排列，開發一般解釋為資源作有效利用，復育則對曾遭受破壞、干擾、改變，如自然現象及生態環境恢復其原有演替（育）機制，泥火山之珍貴，不在於噴口及泥流之小範圍，並應包含整體外圍，即時作有效管理，否則讓缺乏公德心之旅客任意闖入，後果不堪設想，林務局所謂之協調會議之建議：先改善道路，增設觀景台及棧道，本人及環保團體（鳥會，荒野學會）都有相當憂慮，以為目前殆不可行，為今之計應先全力辦理復育，俟復育有成效，管理機制健全健全，再來討論實質開發方式方為上策。

（二）劉慶昌主任

劉慶昌主任為鹿野鄉瑞源村人，現服務於花師附小教務主任，茲簡誌訪問紀錄如次：

1. 請問劉主任電光泥火山之地景有何特殊性？

電光泥火山是海岸山脈最典型的一座，可以比美西部位何一處泥火山，噴泥盾和周圍自然植被最為珍貴。

2. 永豐餘造林區租地面積 444.5 公頃，有檫木、桉樹、苦楝、光臘、銀合歡等；另把泥火山四周敏感區劃出，你有何看法？

造林要適地適用，最好不要把原始林（大樹）砍掉，如果自然保留區確立，則應將其收歸為國家經營管理（核心區），不適合私人經營。

3. 如果由寶華山村道至泥火山核心區（約 1.5 公里）整修為轎車和機車可行道路，並在外圍適當地區建觀景台、棧道，你有何看法。

路況可改善，不泥濘就好，不必用水泥也不須通車保持人行步道，若不影響景觀，考慮作一棧道，以免入內發生危險和破壞環境，但棧道要經常維修，觀景台不必啦！

4. 經營管理如果請社區資源人士、學者專家、事業主管和地方相關單位組成夥伴關係，共同管理，你認為可行？

可以嚐試，但要審慎研議人選，專業公正、超然、熱忱是必要條件。

(三) 鹿野瑞和村長吳燕輝先生

1. 電光泥火山位於貴轄區，你認為對地方有何種意義？

從古早就是有名的風景區，可惜位置偏僻有開發價值。

2. 以你地方上的觀點，泥火山四周造林有何感想

泥火山土地太鹹，很多樹種不起來，造林如果成功，有高大樹木，不錯呀！

3. 從寶華山東側鄉道南行小徑，南行 1.5km 道路有否改善必要。

那條小徑永豐餘造林時有加拓寬，樹種好後沒加維護，下雨就泥濘不堪，最好能加整修，使小汽車可直達外圍，比較能吸引觀光客。

4. 你認為泥火山是珍貴地景，應該保持現狀，作科學研究用，或是闢建觀景台，作環形棧道，作教育或觀光用？

現在是沒有經費預算啦！如果有預算闢建公共設施，不會破壞泥火山，我統統贊成啦！

5. 那麼將來採取何種經營管理模式最為理想？

由主管機關，專家學者去設計，本人無意見。

根據上述三位代表性耆老（資格老，非年齡老）訪問，彼此觀點仍有若干差異，尤其對開發與公共設施之認知及價值，往後尚有待整合。

三、景點分類、分級與特質評估

(一) 景觀保護之國際形勢探討

1、國際自然暨自然資源保育聯盟 (IUCN)

目前總縮世界自然資源保育之最高機構當首推國際自然暨自然資源保育聯盟，其下設國家公園及保護區委員會，負責推展國家公園及其他為保護自然和自然資源而劃設的各種保護區。

國際自然暨自然資源保育聯盟所屬的國家公園暨保護區委員會 (CNPPA)，在 1978 年完成了保護區的類別、目的和準則的報告，對於各種保護地區分類如下：

A 組：凡由 CNPPA 負責觀測其保育狀況，並提供技術指導者屬之，計有：

第一類---科學研究保留區、第二類---國家公園、第三類---自然保存物與自然地標、第四類---自然保育保留區/管理的自然保留區/野生動物庇護區、第五類---地景保護區。

B 組：凡對於 IUCN 整體而言，具有特殊之重要性，且常見於各國，但不限於在 CNPPA 之考量範圍內者屬之。可是 CNPPA 或許仍欲觀測之，並對此類地區提出甚具重要性之自然保育專門技術。此類地區計有：

第六類---資源保留區、第七類---自然生物區/人類學保留區、第八類---多目標利用管理區/管理的資源區。

C 組：已屬國際計畫之一部份，且與自然保育有特殊相關者屬之。CNPPA 可能要求觀測這些地區，並提供專門技術服務。此類地區計有：

第九類---生物園保留區、第十類---世界襲產地 (自然)。

以上 A 組五類、B 組三類、C 組二類，合計十類，各類皆有其劃設原因，管理目標及選定標準，與本研究主題電光泥火山自然保

留區的內涵接近者應為 A 組第三類，自然紀念物與自然地標(Nature Monument / Nature Landmark)，其設置要旨、管理目標和選定及管理規則如次：

(1) 設置要旨

許多國家擁有身具特殊科學及教育價值的自然現象，這些現象中包括了自然襲產的獨特範例，如：壯觀的瀑布、岩窟、火山口、火山、動植物的特有種、砂丘。由於具有風景上、科學上、教育上和啟發靈感上的重要性，因此應有特別指定及保護的行為。由於他們具有獨特的品質，因此有必要提昇他們的地位，使這類地區能獲得更好的保護，並能提供作科學研究及大多數人享用。

(2) 管理目標

此類地區的經營管理目標在保護及保存國家的重要自然景象，並提供解說、教育、研究及國民欣賞等各種機會。

(3) 選定及管理準則

本類地區通常有一或數個獨特的國家級自然特性，如地質構造、獨特的自然區、動植物種或棲息地。他們具備的獨特性或稀有性可能遭受破壞，因此應予保護。原則上，這些需要保護的地方應無或僅有極少的人類活動。由於他們的面積大小不一，也不含多樣的特色或代表的生態系，因此不足以躋身於國家公園之列。

雖然第三類地區可能有遊憩及觀光的價值，但必須加以適當管理，以避免人為干擾。這些地區可交由中央、或其他政府機關、或非營利財團、或法人來經營。1978 年擬定原則，經過長期的經驗與檢討，CNPPA 任務小組在 1990 年做出了若干修正，在澳大利亞伯斯市舉辦的 IUCN 會員大會中，建議以 1978 年前 5 類為修訂版基礎，刪除 6-10 類，隨後在 1992 年 2 月委內瑞拉卡拉卡斯市舉辦的第四屆世界國家公園暨保護區大會中，由 IUCN 顧問 Mr. John foster 作了分析研究，形成了大會第 17 號建議案，送交 CNPPA 執行委員

會和 IUCN 理事會審核完成了新的指南，指南中第二部份即為分別討論各個類別。IUCN 於 1992 年訂定之保護區六大類型摘錄如次：

- (1) 嚴格保護（例如：嚴格的自然保留區/原野地區）。
- (2) 生態系保育與遊憩（例如：國家公園）。
- (3) 保育自然現象（例如：自然紀念區）。
- (4) 經由管理而達到保育的目的（例如：棲地與物種管理區）。
- (5) 地景/海景保育與遊憩（例如：保護的地景/海景）。
- (6) 自然生態系的永續利用（例如：管理的資源保護區）。

2、 聯合國科教文組織（UNESCO）

聯合國科教文組織（UNESCO）在 1972 年的年度大會上決議推動全球性的自然襲產和文化襲產保護運動。這一項決議案確認了世界各國政府應有保護該國境內傑出的自然及文化資產的責任。這些資產不僅具有獨特的價值，對全世界的人類而言，更具有特殊的意義，毫無疑問的應當是屬於全人類的襲產。

這一項決議案提供了世界各國在立法上、行政上、以及財務上的永久性架構，且有助於鼓勵、支援和促成各國擬定該國的襲產保護計畫。

這個世界襲產保護決議案的另一個重大意義和具有實際影響力的策略，是要求各國提出該國境內具有資格的世界襲產名錄。自此以後，國際人士都會對這些襲產地給予關懷。如果所在地的政府未能適當的保護這些襲產，那麼即將招致世界各國關懷人士的指責和糾正。在這種國際人士共同的監督下，應當可以更有效的保護這些世界襲產。同時，國際社團也會提供各種行政上、技術上、甚至經費上的支援，以協助各國推行這項計畫。科教文組織喚起的主要觀念是：全人類同舟共濟、共同承擔世界襲產保護的責任。

3、 英國的地景保育

英國的自然保護可分為二大系統，一為自然保育（Nature conservation），一為景觀保護（protected landscape）。

在第二類自然保育體系中，具有景觀保護功能的有四種類型。

(1) 具有特殊科學意義的位址（Site of Special Scientific Interest, SSSI）：

在英格蘭、蘇格蘭和威爾斯都劃設有 SSSI。經由自然保育委員會（Nature Conservancy Council）通告後，即依法生效，可予適當保護。此類保護區是指任何經由自然保育委員會認定之具有植物、動物、地質、地形等特殊意義之位址。

(2) 具有特殊科學意義的地區（ASSI）：

北愛爾蘭地方，性質類似於 SSSI，而由環境部通告的地區。

(3) 國家自然保護區（National Nature Reserve, NNR）：

在英格蘭、蘇格蘭、威爾斯等地，由自然保育委員會（或後繼者）公告之地區。也就是指具有國家級重要性的地區，經由協議或核准，由自然保育委員會（或後繼者）直接經營管理的自然保留區。

(4) 自然保留區（NNR）：

北愛爾蘭的自然保留區由環境部直接核定與參與。

在英國的保育系統中，地方政府的角色具有關鍵性。這些地方政府包括郡政府（County Councils）、區域政府（Regional Council）、地區政府（Local and District Council）等。

(二) 中國大陸的自然保護檢視

大陸自然保護區建立始於 1956 年，但具有成效歷史者乃最近十餘年事，大致可分為五個類別。

1、生態系統自然保護區。

- 2、 珍貴植物或特殊植被及水源涵養自然保護區。
- 3、 野生動物自然保護區。
- 4、 森林公園（自然公園）。
- 5、 自然歷史遺跡保護區。

上述自然保護區又區分為國家級、省級、市級和縣級四個等級。在國內具有典型意義，在國際上有重大影響或有特殊科學研究價值的自然保護區域，列為國家級自然保護區。在各省、自治區和直轄市內有典型意義，有重要科學實驗價值或實用價值的自然保護區域，列為省級自然保護區。在各市、縣範圍內有保護價值的自然區域，列為市、縣級自然保護區。

此外，中國大陸地質遺跡保護管理規定中，對地質遺跡定義、限制、保護理念等皆有明確規定。茲摘錄如次：

第三條 本規定中所稱地質遺跡，是指在地球演化的漫長地質歷史時期，由於各種內外動力地質作用，形成、發展並遺留下來的珍貴的、不可再生的地質自然遺產。

第四條 被保護的地質遺跡是國家的寶貴財富，任何單位和個人不得破壞、挖掘、買賣或以其他形式轉讓。

第五條 地質遺跡的保護是環境保護的一部份，應實行“積極保護、合理開發”的原則。

第六條 國務院地質礦產部行政主管部門在國務院環境保護行政主管部門協助下，對全國地質遺跡保護實施監督管理。縣級以上人民政府地質礦產行政主管部門在同級環境保護行政主管部門協助下，對本轄區內的地質遺跡保護實施監督管理。

大陸地質遺跡主要主管單位之國務院地質礦產部近乎我們經濟部礦冶司，但層級較高，協同辦理單位類似我國環保署，這兩個主管及監督機構與我國主管保育之農委會頗有差別。

(三) 電光泥火山之地景類型與特質

王鑫教授（王鑫，1980）在《台灣地形景觀》一書中，將台灣主要地形景觀分為海岸、河流、火山、平原、台地、盆地、高山、風成、泥火山、泥岩惡地、火災山、隆起珊瑚礁、島嶼等十三種。

如果以地景之特性加以分析，所謂特性包括構景、規模、色調等給予欣賞者整體直接印象，它蘊含有形、線、色、質四大色彩和幾何要素，則地景可分為全景、主題、封閉、焦點、頂蓋、小景觀和短暫景觀等七類（Litton，1968）。電光泥火山區應該屬於封閉景觀，因為它周圍被連續的物體（林木）所圍繞，噴泥盾構成視野的底板，注意力主要集中在封閉中心。

另依王鑫教授在地景保育點評鑑及保育技術研究計畫（三）（王鑫，1998）所揭示者（由行政院農委會地景保育小組評鑑後修訂），主要依據景點地質、地形特質、獨特性、完整性、價值性三種指標，作為分類之依據。

表 5-3-3-1 地景保育景點之分類指標

分類項目	詳細分類指標	類別
地層	國際性（對比）標準地層剖面或台灣的代表性地層。	A1
	區域性標準地層剖面。	A2
	已有深入研究及完整資料之地層剖面且有重要意義者	A3
	露頭出露良好，可供教學實習之地點。	A4
化石	台灣特有或稀有之化石。	B1
	有重大意義之指準化石。	B2
	保存狀況良好可供教學實習之地點。	B3
	具特殊地質作用證據之化石。	B4
構造	國內外研究已確立的典型構造現象。	C1
	保存狀況良好可供教學實習之地點。	C2
	具有全球比對性質之露頭，且具重要學術研究價值者。	C3
	具有區域對比性質之露頭，且具重要學術研究價值者。	C4
	具有區域性質作用之證據者。	C5

分類項目	詳細分類指標	類別
礦物	有全球性稀有礦物出露之地點。	D1
	有台灣地區稀有礦物出露之地點。	D2
	有區域性特殊礦物出露之地點，及晶形完美礦物之露頭。	D3
	保存狀況良好可供教學實習之地點。	D4
	具區域性特殊重要性之經濟礦物及開採遺跡。	D5
岩石	台灣地區稀有岩石露頭。	E1
	保存狀況良好可供教學實習之地點。	E2
	能作為區域地質演化之證據，且具有高度學術研究價值者。	E3
	具觀賞價值岩石露頭。	E4
地形	罕見特殊之地形景觀	F1
	可作為過去地質（及地形）作用的證據，且具有高度學術研究價值者。	F2
	保存狀況良好可供教學實習之地點。	F3
	具觀賞價值之特殊地形。	F4
文化地景	古代人類活動的重要遺址。	G1
	古代土地利用景觀，具有特殊意義者。	G2
	古代人類工程設施遺跡，具有地質（及地形）意義及研究價值者。	G3
	現代重要之文化地景。	G4
地質災害遺跡	重要地質作用（地震、火山等）所造成的遺跡（或遺址），且具特殊意義者。	H1
	地質災害所造成的遺跡，具科學研究意義者。	H2
	地質災害所造成的遺跡，具教學意義者。	H3

表 5-3-3-2 花東縱谷特殊地質地景景點的分類指標與類別

分類指標	詳細分類內容	類別	計分
稀有性	台灣極為特有或稀有者。	A1	3
	花東地區特有或稀有者。	A2	2
	一般較為常見者。	A3	1
價值性	在台灣地質史上具有重要的指準性意義。	B1	3
	對花東地區地質地景作用具有意義者。	B2	2
	具一般地形地質通論意義者。	B3	1
完整性	地景出露完整、保存現況良好者。	C1	3
	地景出露保存狀況尚可者。	C2	2
	地景出露不完整、保存現況不佳者。	C3	1

張瑞津(張瑞津,2001)比對上表將縱谷地景依 A1 B1 C1、A2 B2 C2、A3 B3 C3、將其轉化為 3、2 分,1 分,再累積得分在 8 分以上者為甲類,5~7 分為乙類,3 分以下屬丙類,則縱谷區 30 個景點如下表所示:

表 5-3-3-3 花東縱谷特殊地形地質景點等級分類(張瑞津)

編號	景 點 名 稱	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	積分	類別
1	木瓜溪沖積扇			√			√		√		4	丙
2	鯉魚潭堰塞湖	√				√		√			8	甲
3	月眉閉塞丘	√				√		√			8	甲
4	萬里橋溪沖積扇			√			√			√	3	丙
5	鳳凰瀑布			√			√			√	3	丙
6	大興瀑布、 清水溪沖積扇			√			√			√	3	丙
7	大富溪聯合沖積扇	√					√	√			7	乙
8	瑞穗溫泉		√				√			√	4	丙
9	德武河階			√		√		√			6	乙
10	舞鶴台地			√		√		√			6	乙
11	鐵份瀑布		√			√		√			7	乙
12	樂合峽谷	√				√			√		7	乙
13	安通溫泉			√			√			√	3	丙
14	六十石山		√			√			√		6	乙
15	羅山瀑布		√				√		√		5	乙
16	羅山泥火山	√			√				√		8	甲
17	驚溪峽谷			√			√		√		4	丙
18	富池斷層			√		√				√	4	丙
19	池上斷層	√				√		√			8	甲
20	大波斷層池		√			√		√			7	乙
21	新武呂峽谷	√				√		√			7	乙
22	霧露峽谷		√				√	√			6	乙
23	利稻密褶皺		√				√		√		5	乙
24	利稻河階			√		√			√		5	乙
25	電光泥火山	√				√		√			8	甲
26	加拿瀑布			√			√		√		4	丙
27	台東紅葉溫泉		√				√		√		5	乙
28	鹿野台地		√			√		√			7	乙
29	利吉惡地	√			√				√		8	甲
30	岩灣惡地	√			√			√			9	甲

在等級分類表裡，花東縱谷 30 個特殊景點中，編號為 25 號的電光被列為甲類（8 分），乃縱谷 7 個甲類景點之一，其指標得分 A1~台灣極為特有或稀有者，B2~對花東地區地質、地形作用有重要意義者、C1~地景出露完整，保存狀況良好者，以景觀特質而論，它是台灣 17 個泥火山（含東部 2 個）中噴泥盾及特有種植被保存最完整者，在縱谷地景定位中，屬於具有高度稀有性、價值性與完整性，且地質、地形特色足以代表台灣東部區域特殊景觀。

電光泥火山在台灣特殊地景分級標準中（李思根，1996）歸納為省級、科學研究級，精省後應歸位於國家級，而且依據泥火山資源的脆弱性、承載力及交通可及性等條件，本景點管理分類建議納入一級保護，即對大區域範圍內具有重要科學價值之地質、地形現象，須經主管機關同意者，可進行研究、教育、遊憩活動，本景點以學術研究為主，但也可開發為自然教室，宜限制容納量，並應有專業人員領隊，嚴禁大型開挖工程或其他開發利用，一般性安全和解說設施，應以非破壞性、非永久性方式建設，其他服務性設施應由鄰近社區提供，主管單位不宜辦理，經營管理之目的在限制土地使用方式及危及地景不當活動。

依據文化資產保存法及其實行細則中規定具有特殊地形、地質意義之地區為自然文化景觀之一部份，得依法設為自然保留區，依第 52 條生態保育區與自然保留區禁止改變或破壞其原有自然狀態，農委會為負責自然文化景觀之維護、保育，宣揚及管理機構之監督等事項，目前依法公告之 18 處自然保留區，以特殊地質、地形景觀為保護對象者僅苗栗之火炎山、澎湖柱狀玄武岩（雞善嶼、小白沙、錠鈎嶼等）、烏山頂泥火山等 3 處，電光泥火山應有列入第 4 個自然保留區之潛力，使與烏山頂噴泥丘相互映美。

四、自然保留區之設置與經營管理模式研議

(一) 自然保留區資源分布及初步規劃構想

電光泥火山由於獨特的地質景觀和自然生態資源，成為動、植物生態教育和環境教育教學不可或缺的重要資源。近年來，由於人為的快速開發，致使泥火山鄰邊的植被、水文和地質景觀驟變，使這一脆弱的生態環境遭致嚴重打擊。各資源分布及教學資源構想略述如下：

1. 自然保留區設置芻議

自然保留區之設立基本條件為自然度高和稀有性。就地質景觀而言，本區位於中外馳名之利吉層泥岩之上形成全台最大的噴泥盾，成為其最大特色。雖然台灣的泥火山近二十座，但多在人為的開發和缺乏正缺的經營管理概念下逐漸毀滅殆盡，在地狹人稠、寸土寸金的情況下，能符合自然保護區之條件者屈指可數。

本區由於地處偏遠、交通不便，因此泥火山的自然景觀尚未受到破壞，宜將窪地水塘、噴泥盾、鹽澤溼地、泥石流等特殊地景列入保護區。

不過其周圍的人為開發，卻已造成動、植物生態嚴重的衝擊。以植被而言，由於含鹽分高的泥岩孕育了溼地植物如大芫草、開卡蘆，喜鹽植物如海雀稗、鯽魚膽、天蓬草舅、彭佳嶼飄拂草，及分布地狹隘瀕臨絕種的茵蕨、恆春楊梅等；除此之外，420 高地上保存一小片較為完整之次生闊葉林，如能不受外界干擾，應可發展成為樟科、殼斗科為主要樹種的典型台灣闊葉林，其教育及研究價值必然隨之提升；靠近噴口附近之沼澤溼地植被尚保有原生之狀態。故此，這些具稀有性、特殊性之植物應劃入保育範圍。

動物方面，依野生動物保育法列為「瀕臨絕種動物」的朱鷗、

「珍貴稀有保育類」的台灣鮫鯉、石虎、大冠鷲、八色鳥、畫眉、莫氏樹蛙，及「其他應予保育」的黃嘴角鴉、領角鴉、烏頭翁等野生動物，其在本區的棲地，也應列入保護範圍，以確保這些動物得以繁衍。

表 5-4-1-1 電光、烏山頂二處泥火山自然資源比較表

	位 置	地質構造	地形特色	植被狀況	動物分析	噴泥性質	人力活動
電光	台東縣鹿野鄉瑞和村寶華山	都巒山層 利吉層 蕃薯寮層 都巒山斷層 木坑斷層	噴泥盾 泥岩惡地 (木坑溪流域)	各類植物 139 種，佔全省主要泥火山植物 54%，主要稀有植物有 2 種	哺乳類 6 種 兩棲爬蟲類 8 種、鳥類 55 種、蝶類 23 種	玢質粘壤土，導電度 13.6~16.1mmhos/cm PH6.1~7.3	1.核心區保存尚稱良好。 2.唯周遭已有檳榔等雜作和造林地保圍。
烏山頂	高雄縣燕巢鄉	古亭坑層 (南化泥岩) 旗山斷層	噴泥錐 複式泥火山	植物 12 種佔全省主要泥火山植物 4.6%，無稀有植物	未有調查資料	玢質壤土，導電度 3.92~9.07mmhos/cm PH8.7~9.1	1.主景 3 個噴泥錐，2 個活動型 1 個休止型，保存尚佳。 2.週遭皆為農地所侷限。
備註		利吉層為海陸板塊碰撞之崩移層		據 1992 年調查全省八個主要泥火山區植物得 73 科 258 種 (見附錄 2)	據鄭漢文等 1993 年資料，目前已大量減少		

☆為了解本區和高雄烏山頂(已列為自然保留區)地景資源作一對比

(見表 5-4-1-1) 二者最大不同有如下數者：

- (1)電光泥火山地層種類與構造比烏山頂豐富且多變。
- (2)本區位於台灣二處海岸山脈的泥火山之一(另一為羅山)，與西南部麓山帶地質構造單元上意義不同。
- (3)地貌上本區不若烏山頂坡度達 50°之噴泥錐壯美，但電光卻是本省最大之噴泥盾，二者泥流理化性質之差異性有學術研究價值。
- (4)烏山頂泥火山較孤立，但電光泥火山為木坑溪源流區，其下游泥

- 岩惡地景觀與噴泥盾臍帶相連，在景點規模上更具深度與廣度。
- (5)由噴泥性質觀察，明顯看出電光 PH 屬中性至弱酸，稠粘度較低，故以噴泥盾為主，烏山頂則屬酸至中酸，稠粘度高，能膠結噴泥錐。有進一步作地球化學分析研究空間。(廖秀芬·1992)
- (6)全省八處主要泥火山中(見附錄2)，共出現78科258種不同植物，其中電光出現139種，佔泥火山植物總數一半以上(54.1%)，羅山121種，將近總數一半(47.1%)，二者合計91%，可窺知西南部泥火山原始植被破壞殆盡，碩果僅存之電光近年也有惡化趨勢，儘速劃定本區為特殊地景及自然生態保留區，此其時也。

2. 環境教育教學區

人類的進出常干擾動、植物族群的變化，因此規劃固定的教學或研究用步道，以確保研究人員與學習者的安全和資源的永續利用，有其必要性。就預定保護區內之教學資源略述如下：

(1) 水塘窪地

水塘窪地以進入溼地生態演替之後期，窪地外圍有茵蕨、鯽魚膽等喜鹽性泥火山指標植物，池內有挺水植物水燭、海雀稗等。在周圍小噴口流出的泥流填塞下，水域面積以逐漸縮小，池內有大肚魚及吳郭魚，冬季石偶有小水鴨、尖尾鴨及花嘴鴨在此棲息。

(2) 噴泥盾

目前以北邊噴口噴發較為激烈，可乾涸已成泥裂之坡面，泥流覆蓋處甚為溼軟，不宜進入。此一景觀適宜以遠觀方式觀察泥火山之外型、解說其成因及類型、便是動物留下之生痕和排遺，以及噴泥盾口之先驅植物彭佳嶼飄拂草、鯽魚膽等。

(3) 泥流

可引領學習者觀看滑蝕、溝蝕、及峽谷狀侵蝕；觀察泥流之流向、各方向之侵蝕作用；差異侵蝕和探討各種不同形式之土

指、估計其高度、以了侵蝕速率和解植被對土壤保護之重要性。泥流旁的稀有植物恆春楊梅及松葉蕨，亦是態教學的良好教材。

(4) 沼澤溼地

在此可藉由溼地邊進行觀察並討論溼地沼澤的形成原因，及溼地上之優勢族群，探討泥水覆蓋處的五節芒、銀河歡等過渡單元灌叢將如何演替等等。切勿進入沼澤溼地內活動。

(5) 原始次生林

在進入及抵達 420 高地沿途，可進行原始之次生林相和人工植林銀河歡底層植物種類、數量及優勢族群之異同；同時可認識低海拔之原始次生闊葉林之主要組成份子。

環境教欲教學的劃設，主要目的在引領到此活動的民眾及學生，能對此一特殊之生態環境和資源，多加瞭解進而保護，以達永續利用之目的。

(二) 電光泥火山保留區設置與經營管理模式探討

1. 電光泥火山保留區之定位

電光泥火山區在視覺上屬於主題景觀。以景觀特質而論，具有特殊種植被且保存最完整者；在縱谷地景定位中，屬於具有高度稀有性、價值性與完整性；而地質、地形特色足以代表台灣東部區域地質構造之特殊景觀。因此，本區具有地景自然保留區之高度潛力。

電光泥火山在台灣特殊地景分級標準中（李思根，1996）應歸納為國家級；同時，泥火山環境資源的脆弱性、承載力及交通可及性等條件，本景點建議納入一級保護。

若要進行研究、教育、遊憩等活動，須經主管機關同意，始可進入。本景點以學術研究為主，也可開發為自然教室，但必須以不破壞其環境生態和在其承載量之下。經營管理之目的在限制土地使用方式及危及地景不當活動，故主管單位應嚴禁大型開挖工程或其他開發利用；其他方面則應以保護區之經營管理觀念和經營管理評估方向同時並行，以達到真正保護之目的與成效。

表 5-4-2 電光泥火山管理分類表（修改自張瑞津）

變數 \ 分類	A 類 (1-7) 分		B 類 (8-14) 分		C 類 (15-21) 分	
	屬性	序分	屬性	序分	屬性	序分
1. 環境特性	極為獨特	(1)	有些獨特	2	平凡	
2. 地質地形特色	極為獨特	1	有些獨特		平凡	
3. 復原性	極差	1	差		普通至快	
4. 替代性	極少	1	少		普通至多	
5. 遊憩機會分類	原始	1	半原始		人工化	
6. 承載力	極低	1	低		普通至高	
7. 可及性	極差	1	差		普通至良	
小計	6		2		0	
總計	(7)		8			
類別			B 類			

註：表內（ ）乃本研究所評比者。

張瑞津氏依環境特性、資源脆弱性、復原性、替代性、承載力、可及性及遊憩機會等，曾把電光泥火山加以管理分類，其中屬 A 類

者各項序分皆為 1 分，七項共計 7 分，屬 B 類者每項 2 分，合計 8-14 分，C 類者每項 3 分，和共 15-21 分，A 類屬保育管理類，B 類屬管制管理類，C 類屬一般管理類。(見表 5-4-2)

由上列管理分類序分評鑑，可知電光泥火山除環境特性外，其餘皆屬 A 類，總計 8 分歸 B 類(管制類管理)，但本研究小組評比本景點得 7 分，及保育類管理，亦即歸於嚴格限制使用管理。

表 5-4-3 電光泥火山管理分分級表 (修改自張瑞津)

變數 \ 分類	a 類 (1-7) 分		b 類 (8-14 分)		c 類 (15-21 分)	
	屬性	序分	屬性	序分	屬性	序分
1. 景點價值	極有價值	<1>	有價值	2	普通	
2. 距管理處遠近	極遠	<1>	遠	2	近	
3. 服務設施	全無(或極少)	1(0)	有一些		完善	(3)
4. 公共設施	全無(或極少)	1(0)	有一些		完善	(3)
5. 腹地設施	極小	<1>	中等	2	廣大	
6. 開發易難度	極艱難	1	中等		容易	
7. 交通可及性	極差	1	差		普通至良	
小計	4 (2)	<7>	6		0 (6)	
總計			7 分(14 分)			
類別			B 級			

() 內的分數表示各項服務設施完成後的序分，其他皆為現況之序分。依電光泥火山分級表中，本研究修正景點價值為極有價值，距管理處極遠(若成立為自然保留區距主管單位農委會而言)，腹地設施以現況而論屬極小，總序分 7 分且與上列分類相互對應，歸納 A 類 a 級，也即劃為保育管理(A)與嚴格管制(a)範疇內，但生態教育知性之旅在有效規範下仍被允許。

2. 現代自然保留區的經營管理概念

過去，我們將資源管理劃分成調查、規劃和決策階段的規劃作

業，以及營運和維修的管理部份。但通常各部份的專家學者們有時因為能力有限、不小心、私心或是其他外來的干擾，往往造成資源管理上的失誤，也因此引起了民眾的抱怨、不信任，甚至是衝突和威脅。為此，近年來國際間也發展了許多自然保育的新作法，如生物區規劃、生態系經營管理、棲地管理、社區與地方參與.....共同管理、國家系統規劃、能力培育以及永續利用與發展等等。

社區與地方參與式的管理是保護區管理的新觀念，參與的好處是有助於提升政府與民間的互相信賴度，做出正確的判斷和合作關係，能針對複雜交錯的環境問題提出更有效的改善策略；參與也有助於增加決策的執行效率和效益減少人力、物力成本的浪費；並透過知識和社會承載力的建立，不致犧牲忽略少數族群的權益和需求。相反的，參與也有負面的影響，如使規劃過程複雜，易混淆、誤解；假借參與知名進行其他目的之實。

本研究所揭櫫的社區參與（community involvement）及共同管理（collaborative management）乃是國外經長期經驗累積所發展出來的新思維，但與國內社、經、文化背景不同，加以技術面諸多問題有待克服，所以實際運作，尚在萌芽、摸索階段。

學者認為「參與」是「集合政府、民眾、權益機關團體和業者來針對某個問題或決策作溝通協調」。參與的目標是改善品質、強化責任、提升認知、順暢執行、參與的目的釐訂之後，接著的重頭戲是參與的過程與方式，事實上，本景點在民國 90 年曾先後由主管及相關單位召開過二次協調會議，即 3 月 27 日由台東林管處洪處長明川主持的生態教學協調會議：決議設置教學園區、入園安全自行負責、由林管處設置解說牌、指示和警告牌，進入人數不受限制，唯得比照龜山島申請辦法辦理，至於設置木棧道、景觀台，因涉及永豐餘租約關係及免過度開發暫不處理，往後經勘察評估，訂定實際保護範圍後再議。同年 4 月 13 日花東縱谷風景區管理處彭處長亦舉

辦了一次現場會勘，此份會勘紀錄中行政院農委會林技正首先提出景觀依存續性來劃定範圍、並指出應先訂管理規範保護，夏榮生小姐按本區特殊地質、地形資源，認應可比照三義火炎山及屏東十八羅漢山等地成立為保護區之願景。

此外，野鳥學會王會長、姜老師國璋認為未訂出更好的管理辦法前，先予保留，不要開發。縱管處企劃課郭課長及台東林管處林小姐也提出自然保護及生態教育之可行性規劃，提出保育、開發兼顧原則，並建議作核心區—禁止遊客進入；緩衝區—設木棧道及保育設施；服務設施區—簡易服務設施等，事實上保育為主，科學教育為輔之自然保留區的發展方向已廓然湧現。

但是這只是「參與」的良性起點，後續的方式尚可考慮者如：公聽會、里民大會、民意調查（本計劃已完成）、權益關係人協調會、諮詢委員會、焦點團體會議等、端視區域特性及實際需求而定。

1997年IUCN在國際研討會中也做出決議中提到：設立更多保護區的需求持續增加、放棄孤島式之規劃方式、以及應和當地區民共同規劃管理，而非對立。

在台灣經營管理的問題大致可分為政策面、行政面和技術面。在實質營運上有面臨人力、人員、遊憩、開發、狩獵、管理和社會大眾，以及經費、法規、政策等問題（管立豪，1997）：針對國內自然保護區管理上卻是完整性不足、孤立無系統性、規模小、欠缺整合能力，技術不成熟、未能與民間團體、學術團體建立良好合作關係；另一方面，地方參與薄弱、觀念落差很大。因此，全國性的保護區系統計畫的缺乏就成為國內現今的困境。

共同管理雖是西方先進國家近期發展的新穎模式，但在國內因時空差異而並不成熟，有效共同管理之過程要件計有十大項（key Stone Center 1996），今摘錄可供本景點參考者如後：

(1) 界定參與者（含權益關係團體）的角色和權責。

- (2)強化領導角色。
- (3)盡量維持參與者的持續參與。
- (4)掌握並因應參與的時間及資源有限狀況。
- (5)盡可能建立共識過程。
- (6)建立基本規範。
- (7)善用熱心公益人士（催生者、促進者）。
- (8)舉辦有效會議（出席踴躍，議而有決）。
- (9)強化專業技術能力。

以上所引用之有效參與和共同管理其中各個權益機關如何分工合作，Davey（1998）的名錄可供參考。

5-4-4 保護區管理相關團體角色扮演表 Davey（1998）

相 關 團 體	動 機	主 要 角 色
私人及商業團體	經濟利益	經營營利事業、提供財務支援
民間團體	保育、公眾福祉	資訊服務、技術諮詢、聯繫、參與財務
研究機構	科學研究	研究、監測、技術諮詢
地方社區	永續生活環境之維護	協助環境管理
管理單位	執行政策	資源管理、緩衝區管理

本研究建議由農委會依法公告為自然保留區後，再責成林務局台東林管處辦理後續經營管理工作，試著朝新的經營理念進行。

3. 現代自然保護區的經營管理評估

自然資源保育已成為全球性議題，也放入更多的關心與注意。在1992年的世界公園大會的共識，增設保護區以利於自然保育之推行，但評估保護區的經營成效有十分重要，因建議於本計畫要發展後續之發展與改善保護區經營的評估和方法。

保護區評估是針對經營管理計畫中特定目標所作的努力、成效、效率和適當性，並利用評估結果來改善其成效。其最主要目的在於改善保護區的保育和經營成效。

評估可在不同層級中執行，包括保護區有關的計畫、個別的保護區、國家保護區系統、國際間的保護區系統和地方、國家國際負責保護區的機構。評估系統應包括負責機構的經營能力、生物方面的成效、社會方面的成效、經營的自足能力、法令狀況等項目分析。

保護區評估有助於對抗民眾威脅和經營能力不足的問題，其結果常被用於提升經營的調適、改善經營計畫之規劃、提升經營的解釋與說明等。

4. 電光泥火山保留區之規劃與經營管理模式研議

本研究主張保留區設置之理由已如上述，但實際實施時必須兼顧資源依存性及永續性。

經過慎密推估及田野調查結果，建議將本點列為核心區（core area）—0.88 平方公里；緩衝區（Buffer area）—3.02 平方公里和過渡區（transition area）—2.53 平方公里（見圖 5-4-2-1、5-4-2-2），其設置原則說明如次：

核心區之劃設原則為：

1. 泥火山景觀的出露範圍及木坑溪上游為主。
2. 特殊、稀有植物植被範圍。
3. 特殊、稀有之植物依賴高鹽分之泥岩而存活，故供應泥、水之供應地區（即木坑溪之中、上游和集水區範圍）應避免污染及水體改道。
4. 劃設面積考量除泥火山景觀的出露範圍外，亦考量植物群落生存的基本空間。

緩衝區之劃設原則為：

1. 主要為核心區之外環地帶，以降低周圍人為環境之直接衝擊。
此區主要包含泥火山景觀之西側及木坑溪中游為主要範圍，其

西側地勢較平，是進入核心區之主要小徑。

- 2.緩衝區之西界是地形上有較明顯變化，坡度由平緩轉為陡坡，界限範圍也較為容易辨識。
- 3.木坑溪中游有一曲流，地勢較緩，保留為植物的未來的發展空間，也提供動物未來的新棲地，以期動物復返在此活動。

過渡區之劃設原則為：

- 1.主要以交通亦達性及較高的人為環境衝擊為考量，故範圍較小。
- 2.在木坑溪下游的活動對環境衝擊性較小，而能提供部分程度的教學活動和觀光遊憩資源的規劃。

訂出規劃範圍後，建請主管單位儘速會同如前所述之相關單位，亦請增聘權威性學者專家，形成決議，付之實施，至於社區參與目前已有共識，共同管理及有關規章細則，應有規劃管理委員會類似組織加以細研訂定。

5.現況分析與因應策略

本區所規畫之自然保護區，雖然有核心、緩衝與過渡三帶，此為盱衡國際保育趨勢之理想型構思，但目前據以實施，也許有若干窒礙之處。首先法令突破問題，核心區規畫為自然保護固有文化資產保存法等可資依循，但後二者目前尚無法可依，所以不妨先以0.88公頃之核心區優先完成法定程序並予公告，再徐圖其他後續計畫，較為可行。

再者目前連核心區在內一併租與永豐餘公司造林，總計造林面積444.5公頃，計---

檫木：136.43 公頃

桉樹：109.39 公頃

苦楝樹：18.53 公頃

光臘樹：26.46 公頃

銀合歡 153.69 公頃 (依永豐餘公司提供)

另外尚有陳美代、劉司康等 24 筆數百公頃承租地，是故受租約限制，要理想化劃為三級規畫區固有事實困難，況且連核心區在內都受租賃合約限制，但所幸核心區 50 公頃尚保持原始狀態，是故林務單位如何與承租單位協商，把核心區劃出先成立自然保留區，再依據政府決策、民意依歸成立管理委員會，規畫經營為今後重點工作，其他各承租林地若與三級保護區無扞格之慮者，則可考慮其優先續租。

陸、結論與建議

本研究依據基礎調查、資料分析、標本採樣、地圖判讀、問卷調查與耆老訪問等過程可得知如下結論：

- 一、電光泥火山乃本省保存最佳之噴泥盾群，且代表海岸山脈（菲律賓海洋板塊）泥火山的標準樣區。
- 二、本泥火山有二條（都巒山、木坑）斷層和都巒山、利吉層、蕃薯寮等三種地層，其構造和岩相都具有特殊研究價值。
- 三、電光泥火山附近動植物資源豐富，非本省其他各泥火山能望其項背，哺乳類、兩棲爬蟲類、鳥類、蝶類應有盡有，植物種屬佔全省各泥火山總數的半數以上，鹵蕨、松葉菊尤為珍貴、保護復育已刻不容緩。
- 四、本區除泥火山外，尚有源自電光附近之木坑溪襟連串通，二者形成生生相息之特殊地景和生態系，木坑溪之惡地、動植物，增加了本區景點之廣度與深度。
- 五、經問卷調查、耆老訪問、咸認本區有成為自然保留之必要、
- 六、經景觀之特質評估與分類調查，本區在花東縱谷 30 處特殊景點中，列為七個甲類（最高品質）景點之一，具有高度稀有性，價值和完整性，且為學術研究級。
- 七、在管理分類分級調查中，本景點屬極為獨特，復原、替代性極差、承載力低之 A 類管理（保育管理）a 級使用（管制使用），可列為政策性參考。
- 八、設置自然保留區時，除依法令公告管制使用外，應劃定核心區、緩衝區和過渡區，以達成生態環境永續利用目的。
- 九、社會、人文、在地社群應納入營運管理核心，國際保留區發展有網路化、在地化趨勢。
- 十、核心區為達保育需要而採嚴格保護區，緩衝區准許因保育需要進行棲地復育或野生生物物種族群管制作業，過渡區則用

於提供當地社區永續發展之用。

十一、在保留區成立後之後續管理，可參閱附錄、早期地景保育委員會意見，納入參考，在有效管理機制下，請考慮放棄「孤島式」(黃石公園早期)模式，允許科學教育和知性之旅。

十二、本研究提出社區參與共同管理構思，建議成立電光泥火山規劃委員會責成自然保留區成立事宜，嗣後再考慮成立管理委員會經營其事，並比照烏山頂、火炎山等前例列入追蹤現勘評鑑，各類細部作業，辦法要點，都可透過該委員會討論建立，以達有效管理，永續利用之最終目的。

柒、謝誌

本計畫承行政院農委會林務局專案補助，林務局管科長立豪、台東林管處洪處長明川多方協助，謹致謝意，研究進行期間，林務局夏榮生小姐、台東林管處吳股長春盛或提供資訊或協辦行政、會議事項，備極辛勞。農委會林技正耀源提出諸多寶貴建議、大漢技術學院余主任炳盛及段曉芬小姐在行政上予以支援、暨南大學李豐穎教授提供英文諮詢、慈濟技術學院陳漢霖教授處理粒度分析，皆表謝意。又縱管處彭處長對本地景規畫特加關切，至為感佩。

本文撰寫期間，台東縣各地方單位及事業機構、環保社團於會議中或訪問時提出各項建言。白紫綾小姐協助編輯繕打也在此說聲謝謝。

捌、參考文獻

一、中文部分

- 中央地質調查所 (2000): 臺灣地質圖 (比例尺五十萬分之一)
- 王鴻璿、郭國偉 (1998) 落實地方自然保育政策面—自然保護區設置經營與管理。劉小如及黃勉善編, 新世紀的自然保育行動綱領。厚生基金會出版
- 王鑫 (1980) 台灣的地形景觀, 渡假出版社 7-9
- 王鑫 (1990): 花東海岸山脈地景調查, 行政院農業委員會
- 王鑫 (1996): 地景保育景點評鑑及保育技術研究計畫, 行政院農業委員會
- 王鑫 (1997) 地景保育, 明文書局 169
- 王鑫 (1998) 地景保育景點評鑑及保育技術研究計劃 (三), 行政院農委會 61
- 王鑫 (2001) 保護區管理的新作法~參與和國家系統規劃保護區管理, 保護區管理的國際新趨勢研討會論文集, 國家公園學會 28-33
- 花東縱谷國家風景區管理處 (2001): 花東縱谷風景特定區觀光整體發展計畫, 花東縱谷國家風景區管理處
- 李思根、楊貴三 (1995): 花東地區山川環境教育模式之研究, 行政院國科會科資中心
- 李思根、鄧國雄 (1995): 花蓮縣特殊自然景觀及地質地形景點登錄, 行政院農業委員會
- 李思根 (1996) 台灣東部地區特殊地景調查登錄及教育宣導計畫 (二), 台東縣行政院農業委員會專案計畫
- 李思根、鄧國雄 (1996): 台灣東部地區特殊地景調查登錄及教育宣導計畫 (二), 行政院農委會
- 李思根 (1996) 台灣東部地區特殊地景調查登錄及教育宣導計畫

(二)，行政院農業委員會專案計畫

李思根、鄧國雄 (1999)：台灣東部地區特殊地景簡介，行政院農業委員會

李建堂 (2001) 保護區經理的評估，內政部營建署中華民國國家公園學會 (2001)：「保護區管理的新趨勢」研討會論文集，內政部營建署中華民國國家公園學會，51-52

陳文山、王源 (1996) 台灣東部海岸山脈地質，經濟部中央地質調查所，101

陳文山 (1996) 海岸山脈地質地圖 (南幅)，經濟部中央地質調查所

陳紫娥 (2000)：花蓮溪河谷沖積扇之自然環境、土地利用及其土石災害之研究，台灣大學地理學系地理學報，27，55-70

農林航空測量所，航空照像圖 (1980-1999)

農林航空測量所，五千分之一照像基本圖 (1981)

管立豪 (1997) 當前林務局自然保護 (留) 局經營管理問題，自然保護區經營管理研討會論文集，省林業試驗所

廖秀芬 (1992) 泥火山地區植群之研究，國立中興大學植物研究所碩士論文 33-41

廖秀芬 (1992) 泥火山地區群植群之研究，國立中興大學植物研究所碩士論文 72-80

鄭漢文等 (1993) 台東電光泥火山自然景觀及生態調查研究，教育部中小學科學教育專題研究 (台東縣電光國小) 26-37

盧道杰 (2001) 保護區管理的新趨勢—西方現代保護區學之演進與發展回顧「保護區管理公的國際新趨勢」研討會論文集，國家公園學會 20-22

英文部份

- Agrawal, Arun and Gibson, Clark C. (1999) Enchantment and disenchantment: the role of community in natural resource conservation. *World Development*, 27 (4) :629-649.
- Batisse, Michel (1993a) Biosphere reserve: an overview. *Nature & Resources*, 29 (1-4):3-5.
- Batisse, Michel (1993a) The silver jubilee of MAB and its revival. *Environmental Conservation*, 20 (2): 107-112.
- Brandon, Katrina E. and Wells, Michael (1992) Planning for people and parks: design dilemmas. *World Development*, 20 (4) :557-570.
- Fisher, R.J. (1995) Collaborative Management of Forests for Conservation and Development.
- Halvorson, William L (1996) Changes in landscape values and expectations: What do we want and how do we measure it ? In: Wright, R.Gerald (ed.) *National Parks and Protected areas-their role in environmental protection*, P15-30. Blackwell Science, USA, 470pp.
- Holdgate, Martin and Phillips, Adrian (1999) Protected areas in context In: Walkey, M.I.R. Swingland and S. Russell (ed.) *integrated protected area Management*, p1-24. Kluwer Academic Publishers, UK. 299pp.
- Keystone center (1996) 42
- Litke (1998.4) miller (1996) 24
- Litke, Sara (1998) *National parks: their origins and development*. Brecon Beacons National Park Authority, UK. 12pp.
- Little, Peter D (1994) The link between local participation and improved conservation: a review of issues and experiences. In: Western, David and R. Michael Wright (ed.) *Natural connections-perspectives in*
- Lucas, P.H.C (1992) *Protected landscapes-a guide for policy-makers and*

planners. IUCN, Chapman & Hall, UK. 297pp.

Miller, Kenton R (1996) Balancing the scales: guidelines for increasing biodiversity's chances through bioregional management. World Resources Institute, USA. 73pp.

Phillips, Adrian (1999) A whole landscape approach for a holistic century. In: Policy and priorities for Ireland's landscape-conference papers, p5-14.

April 1999, Tullamore, Co. Offaly, Ireland. The Heritage Council, Ireland.

The Keystone Center (1996) The Keystone National Policy Dialogue on Ecosystem Management. Colorado.

Western, David and Wright, R. Michael (1994) The background to community-based conservation. In: Western, David and R. Michael Wright (ed.) Natural connections-perspectives in community-based conservation, p1-12. Island Press, USA. 581pp.