

玉山塔塔加森林火燒跡地生態環境 變遷及保育措施之研究

The study of the 1993 forestry fire influence
in "Tatachia area"

陳隆陞

Lung-Sheng Chen

玉山國家公園管理處

摘要

八十二年元月塔塔加森林火燒延燒面積廣達約300公頃，除了地表植被直接燒燬、導致水土流失加倍加劇之結果、亦造成無數野生動物受燒燬死傷暨棲息地之破壞，係玉山國家公園成立後規模最大的森林火燒，對該地區之生態環境造成相當程度之衝擊。因此本研究乃結合本處人員與外界專家學者成立研究小組針對火燒跡地之生態變遷進行調查，諸如：(1)火燒對玉山地區生態系及各項自然資源之影響情形(2)設立樣區進行火燒後植生演替之研究暨研擬相關之復育措施(3)調查水土流失情形暨研擬各項水土保持之措施。

此次森林火燒以臺灣華山松與二葉松受創最為嚴重，而玉山箭竹、高山芒因具地下莖故大多僅傷及葉莖部，存活率約在九成以上，故於82年春季後即如雨後春筍般萌發；林火後六個月原本為玉山箭竹、高山芒及巒大蕨覆蓋之區域幾已復原65%以上，枝葉部份受害之喬木及灌木亦有50%以上之回青及萌蘖，尤以叢生之高山芒及宿根之玉山箭竹復原最為快速，灌木類以台灣馬醉木之萌蘖最快，喬木類中二葉松之回青率又大於華山松，至九月時已大致恢復火燒前情況；又塔塔加火燒跡地由於地被植物焚燬、地形陡峭，導致降水直接沖蝕表土，使該地區坡地土壤發生嚴重的流失，依據本研究土壤沖蝕樁觀測結果約為火燒前之二至三倍。而火燒對野生動物之影響，除直接之焚燒傷亡外，最大的影響莫如棲息地與覓食環境之遭受破壞，野生動物受到此次火燒傷亡程度依序為(一)昆蟲(二)齧齒目生物(三)飛鼠類(四)大型哺乳類動物(五)鳥類。

ABSTRACT

In Jan. 1993 the forest fire happen to "Tatachia area". The fire spread and the affected area is up to 300 hectares which covers one fourth of the conservation area. Not only the plants were burned out, which cause soil erosion and diminish the water source, also the wildlife was burned to death, the habitat was damaged, ect.

After the fire, Y.S.N.P.H. begin a series of studies on the influence of forestry fire which include :

- (A)The influence of forestry fire on ecosystem and nature resource.
- (B)The field study on the plant succession in the fired area.
- (C)The investigation on the soil erosion and the diminish of the water.
- (D)Long term monitoring about the environment in fired area.

The forest fire to the wildlife in "Tatachia ares "is not only the animals were burned to death. Also the habitat's damage is even worse. The influence degree of the fire to the wild-life as followings in qrder (a) insects (b)rodents (c)flying squirrels (d)large mammals (e)birds.

一、前言

玉山國家公園成立以來最大之森林大火自八十二年元月六日上午發現起火，即由玉管處塔塔加管理站人員依「玉山國家公園意外事故緊急救助計劃」通報並展開現場撲救工作。由於天乾物燥加上山上缺水兼風勢強勁、及山勢險惡、地形陡峻緣故，歷經林務單位與玉管處每日動員約一五〇人員不眠不休的撲救六日夜後，仍無法挽救一百餘公頃之林木付之一炬，致對於玉山地區之自然生態、動物棲息地、植被與水土保持造成莫大之影響。

這場發生在海拔二千七百公尺左右高山的森林大火，受害面積約達一五〇公頃(延燒面積約三〇〇公頃)、其中約四分之一位於生態保護區內，其餘則屬於一般管制區內之造林地或草生地，主要燃燒樹種為台灣華山松及二葉松、高山箭竹等，所幸珍貴原始林如紅檜、臺灣鐵杉、雲杉等損壞不大。

這次玉山大火，已引起二千萬民眾普遍的注意，對玉山今後復建工作，更是各級長官及媒體民眾所關注的焦點，因此本處於大火撲滅後立即展開燒損步棧道之緊急修復、並結合本處人員與外界專家學者立即成立研究小組針對火燒跡地之生態變遷進行調查，諸如：

- 1.火燒對玉山地區生態系及各項自然資源之影響。
- 2.設立樣區進行火燒後植生演替之研究暨研擬相關之復育措施。
- 3.調查水土流失情形暨研擬各項水土保持之措施。

再者國內目前除少部份之研究涉及林火後生態演替研究外，尚缺乏監測性之長期研

究，故本研究特運用地理資訊系統(GIS)技術及遙測影像(包括衛星影像、航照圖)進行長期性之生態環境監測研究，冀望藉由此項火燒跡地研究調查與環境監測工作，據以研擬各項保育之措施，如：加強保育巡查與防火宣導工作以防止森林大火之再次發生、加強防救系統與器材以充實爾後應付森林大火之能力，並立即進行可能之資源緊急維護工作使得這次森林火災之影響減為最低，並能迅速回復玉山青翠的面貌。

二、研究地區

本研究主要針對82年元月份發生於玉山國家公園塔塔加地區之森林火燒跡地為調查範圍，西起塔塔加鞍部附近2853高地，東至玉山前峰登山口附近3150高地；北側為塔塔加登山口——玉山前峰登山口步道上之稜線，南側為該步道下方約延2450等高線之24林班地，包括麟趾山草原東南側及玉山前峰3150高地之小稜線西側之地區(如圖一)

調查範圍主要係包括塔塔加鞍部至玉山前峰步道沿線及其周圍地區，以及順楠溪林道至楠溪工作站沿途及其周圍地區，此外為觀測火燒跡地水土流失之土壤沖蝕情形，尚涵括麟趾山南側一小部份未經火燒之草原地區，做為土壤沖蝕樁之對照組。

三、研究方法

本研究主要針對八十二年元月玉山塔塔加地區森林火燒後，其火燒跡地各項生態環境之變遷，含括動植物生態之變遷、水土流失情形之監測、植生演替之調查、水質與微氣候等環境監測、衛星影像(航照圖)監測、以供研擬各項保育之措施。因此本研究主要調查工作計可分為野外調查與環境監測等二大部份簡述於下：

(一)野外調查

- 1.火燒後跡地生態現況普查：例如：植被存活率調查及動物燒損死亡情形及動物棲習地破壞情形之調查。
- 2.水土流失情形：選擇火燒地區不同植被存活情形之二樣區及火燒週邊未遭火燒地區之一樣區作為對比，設置水土沖蝕觀測樁，定期加以觀測、記錄以分析水土流失情形。
- 3.動植物生態變遷之調查：委請相關專家學者對該火燒跡地進行動植物生態變遷與火燒影響之調查。
- 4.植生演替：於火燒跡地不同方位選取十個20乘25公尺之樣區，每月進行觀測，並記錄植物種類、覆蓋度、枝葉體積，以計算重要值及頻度，試行分析其植生演替情形。

(二)環境監測：



- 1.火燒跡地GPS定位：針對火燒跡地之範圍使用衛星定位儀(GPS)定位。
- 2.水質監測：針對火燒前後之水質加以取樣監測，並配合土壤沖蝕樁觀測值分析，以了解水土流失之情形。
- 3.微氣候監測：以本處鹿林山微氣候監測資料並參考氣象局玉山、阿里山測候站資料，以分析探討氣候因子之影響程度。
- 4.衛星影像監測：因火燒跡地面積廣達二百餘公頃、地形陡峻，有必要運用衛星影像或航照進行火燒前後各生態資源變化之對照分析暨長期之監測，以研究各生態因子之變遷。

四、結果與討論

(一) 植被存活率調查

將塔塔加森林大火焚燒區域分為：(1)麟趾山玉山箭竹區；(2)楠梓仙溪林道松類造林區；(3)塔塔加登山口至前峰登山口區等三區進行植被存活率調查。其調查存活情形以每3m平方面積內，計算1.萌芽株數2.根莖有活組織之株數及其覆蓋表土面積比率，調查其存活狀況；箭竹以露出表土株數計算，芒草以"叢"為計算單位。結果如下：

(1) 麟趾山玉山箭竹區

麟趾山登山步道北側箭竹覆蓋面積占85-90%，芒草覆蓋面積占8-10%其它散生馬醉木等矮灌木，覆蓋面積1-2%，接近鐵衫林邊緣有叢生苔蘚植物，無松類植物，坡度在30度以內。

玉山箭竹和芒草皆無發芽，但其地下莖皆有活組織，並有芽苞，其存活情形98%以上，由於本區玉山箭竹為優勢種植物，每一平方公尺箭竹株數在450-650之間，地底下莖的盤繞情形複雜且都存活，故能有效作水土保持。

(2) 楠梓仙溪林道松類造林區

本區調查再分為

A. 麟趾山下方步道往塔塔加區

經調查，二葉松林所覆蓋度約為25-30%，密度約每公頃625-825株，林下植被有高山芒草等覆蓋地表，玉山箭竹比例降為0-20%，坡度在40-60度。芒草每平方公尺發芽數：0-15，存活比率為90%以上；二葉松存活率低於2%，玉山箭竹發芽數：0，存活率99%以上。

B. 林道區

松類為本區主要樹種，地表覆蓋植物90%以上為芒草，玉山箭竹為0-2%，間雜矮灌木0-4%；其它有裸露石塊硬地。

芒草每100平方公尺有200-300叢，其中有90%存活，存活叢中有95-97%發芽；矮灌木存活率在10-20%(有小蘗發芽照片)，松類在採樣勘查區內只發現乙株疑似存活，存活率低於5%。

(3)塔塔加登山口至前峰登山口區。

本區以高山芒草和玉山箭竹佔95%以上地表覆蓋面積，坡度超過45度。芒草每100平方公尺有120-200叢，其中有98%以上存活，存活叢中有66-70%已抽芽；箭竹每一平方公尺株數在110-130之間，個體較粗大，地下莖存活情形在90%以上。

火災經過地區植被大多傷及葉莖部，具地下莖之草本植物如高山芒、玉山箭竹因地下莖深入土壤，地表火不易深入燒燬，且超過九成土壤覆蓋度和95%以上存活率的高山芒和玉山箭竹，地底下莖的盤繞情形複雜且都存活，故能有效水土保持，木本植物因火而死亡變成枯木、白木，強勁根部也具有固著土壤功能；燒乾龜裂之表土並非播灑種子之適應地，反而存活的地下莖遇雨展露新葉速度會快於種子萌芽，無法埋種的種子暴露於土表成為野鳥啄食食物來源。

遭致死之原因有兩叢高山芒因叢體直徑不及10公分，故受火災直侵入核心。生態演化下保護核心機制而叢生的高山芒，在附著基質表土不斷受干擾下，芒草來不及拓展茁壯成叢就遭火之燬壞，此情形在造林地內較明顯。

麟趾山北側箭竹草原因不斷遭干擾(可能為火災之干擾)，每單位面積之株數較塔塔加登山口至前峰登山口區之箭竹數多4-5倍。人工墾殖二葉松林，芒草叢多覆蓋在淺表土上方，易受大火燒及影響到裸露的地下莖，每叢因火災燬壞比率程度，大於非二葉松林地。

塔塔加南面為向陽坡面，山谷下午的霧氣帶來水氣，使南邊高山芒和箭竹發芽比率達六成以上，反觀北面如麟趾山箭竹草原，因少雨、霧等濕氣，造成抽芽緩慢，但此情況可望在春雨過後消失。雨後抽芽之箭竹春筍，將吸引多種野生動物覓食，此時須防人為採摘活動。

(二)野生動物之衝擊與變遷

塔塔加森林火燒發生時對於野生動物之傷害，除了直接造成因焚燒傷亡之外，最大的影響莫如棲息地與覓食環境之遭受破壞，致使野生動物被迫遷移逃亡至它處生存，並對整體生態系平衡造成再次衝擊；以本次塔塔加之森林火燒為例，受到森林火燒傷亡程度依序為(一)昆蟲生物傷害率最高，諸如甲虫類、鞘翅目等(二)其次為

齧齒目生物，諸如森鼠、天鵝絨鼠、高山白腹鼠等(三)飛鼠類生物雖能飛翔逃生，但因受到地形因素與森林火燒風(火)勢雙重因素之影響，亦遭受到相當程度之損傷，於火燒跡地中可見到許多白面鼯鼠的屍體(四)大型哺乳類動物此次森林火燒大致而言來得及逃生遷移它處，致火燒跡地現場僅可見到極少之火燒屍體(五)鳥類而言，因能夠借由飛翔逃生，本次森林火燒之傷亡率應為最低。

本研究為了解八十二年一月塔塔加地區遭受森林火燒後，當地鳥類相之變遷情形，特委請臺大動物研究所丁宗蘇先生進行為期四月之調查工作，有關塔塔加地區鳥類相遭受森林火燒之變遷結果簡述如表一：

(三)水土流失觀測

塔塔加森林火燒於八十二年一月十四日熄滅後，本處立即組成研究小組(包括外界專家學者與本處人員)針對火燒跡地之生態變遷進行調查，有關水土流失之調查，乃由本處陳課長隆陞會同工研院能資所的陳式千、吳仁明二位水土保持專家赴塔塔加地區調查，並按火燒跡地不同之坡向與地被植物將火燒跡地分為五大區(如圖二)進行火燒跡地水土流失情形之勘察分析，其調查之結果概如表二：

此外本研究並選擇火燒地區不同植被存活與地形之二樣區及火燒周邊未遭火燒地區之一樣區作為對比，設置水土沖蝕觀測樁，進行長期之觀測以監測火燒前後水土流失之情形，監測結果暨分析如下表三、表四及表五。

表三 A樁玉山前峰南側土壤沖蝕樁記錄表

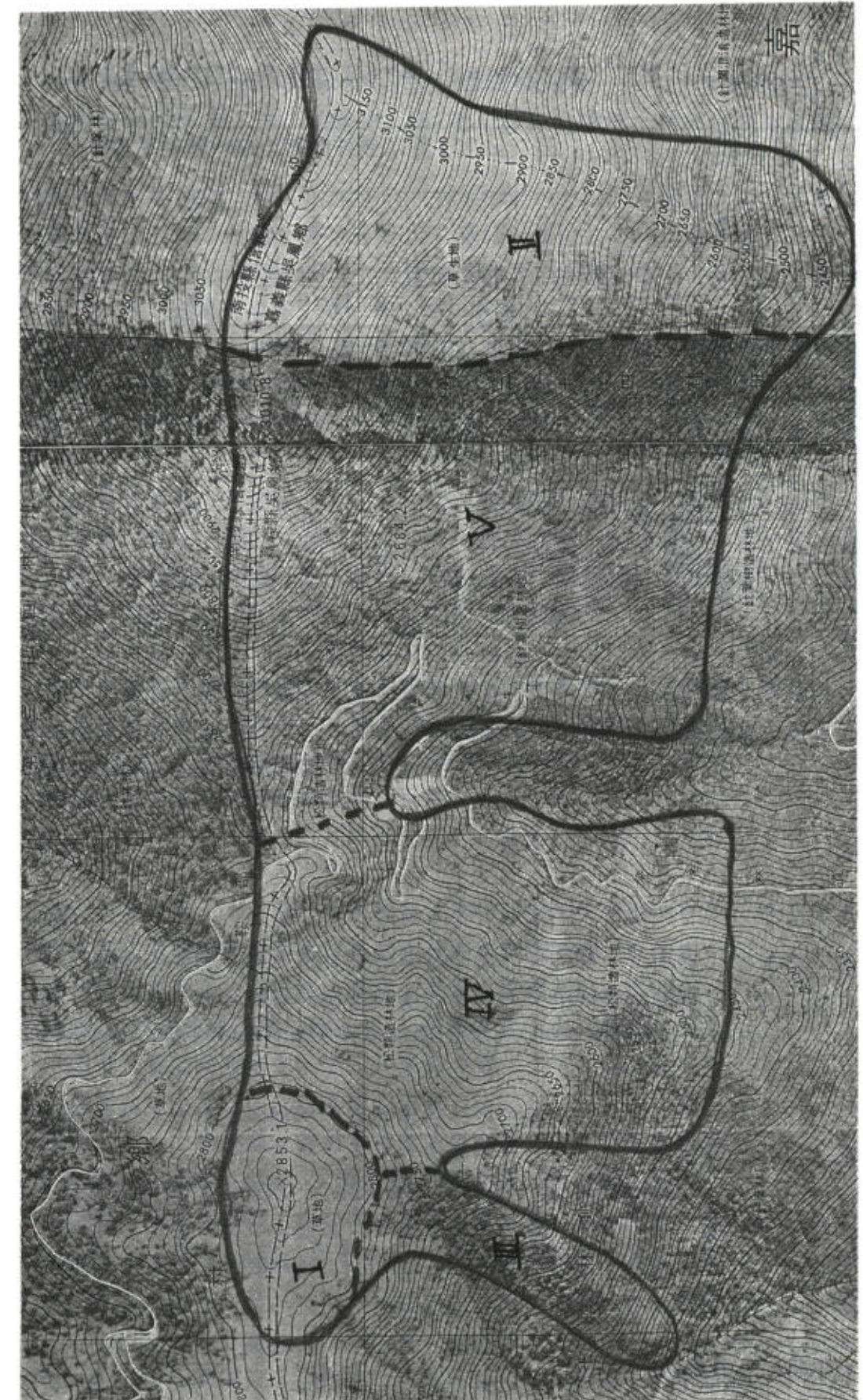
NO	日期	1至10號沖蝕樁土壤沖蝕記錄情形									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	82/02/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	82/04/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	82/05/31	1cm	0	2cm	0	0	1cm	1cm	2.5	0	1cm
4	82/06/12	1cm	0	2cm	0	1cm	1cm	2cm	2.5	0	1cm
5	82/07/17	1.5	0	2.5	0	1cm	1cm	2cm	2.5	0	1cm
6	82/09/01	2cm	0	3cm	0	2cm	1cm	3cm	2.5	0	1.5
7	82/10/27	2cm	0	3cm	0	3cm	1cm	3cm	2.5	1.2	2cm
8	82/12/02	2.5	0	4cm	0	3cm	1cm	3.4	2.5	1.2	2cm
9	83/03/04	3.2	0	4cm	0	4cm	1cm	4.2	2.5	1.2	2cm

分析：塔塔加森林火燒跡地自八十二年二月設置土壤沖蝕樁觀測水土流失情形後，因經過森林火燒之燒毀地表植物，特別是草本植物例如高山芒、玉山箭竹等，造成表土裸露，因此經過四至五月春雨之降水沖刷，開始產生厚約1--2cm之表土土壤流失；然後六至七月夏季雨季來臨時，雖然有較多的豪雨與降雨之沖蝕，但因該火燒跡地之地被草本植物此時以大致復生完成，對與水土保持之穩定大有助益，故亦僅有1—2.5cm之表土土壤流失而已，此時水土沖蝕值僅僅是些微加劇，直至九月時，依記錄而言已呈現穩定之狀況，因九月時地表植被特別是草本植物幾乎已回復火燒前情形之緣故。

表四 B樁麟芷山東側坡面土壤沖蝕樁記錄表

NO	日期	1至10號沖蝕樁土壤沖蝕記錄情形									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	82/02/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	82/04/01	0	1cm	1cm	0	0	0	0	0	0	0
3	82/05/31	1cm	0	0.5	3cm	3cm	0	0	4cm	0	2cm
4	82/06/12	1cm	0	1cm	2.5	3.5	0	0	4cm	0	3cm
5	82/07/17	1.5	0	1cm	3cm	4cm	0	0	4cm	0	3cm
6	82/09/01	1.5	0	2cm	3cm	4cm	0	0	4.5	0	3cm
7	82/10/27	1.5	0	2cm	3cm	4.3	0	0	5.1	0	3.6
8	82/12/02	2cm	0	2.1	3cm	5cm	0	0	5.1	0	3.5
9	83/03/04	2cm	0	2.2	3.3	5.3	0	0	5.2	0	4cm

分析：塔塔加森林火燒跡地八十二年二月設置土壤沖蝕樁觀測水土流失情形後，因經過森林火燒之燒毀地表植物，特別是草本植物例如高山芒、玉山箭竹等，造成表土裸露，因此經過四至五月春雨之降水沖刷，開始產生厚約2—4cm之表土土壤流失；本觀測樁位之表土沖刷情形明顯較A樁地區劇烈，同樣的六至七月夏季雨季來臨時，本測樁地區雖遇有較多的豪雨與降雨之沖蝕，但因該火燒跡地之地被草本植物此時以大致復生完成，對與水土保持之穩定大有助益，故亦僅有2.5—4cm之表土土壤流失而已，此時水土沖蝕值僅僅是些微加劇，直至九月時，依記錄而言已呈現穩定之狀況，因九月時地表植被特別是草本植物幾乎已回復火燒前情形之緣故。



表五 C樁(對照組)麟趾山南側未經火燒坡面土壤沖蝕樁記錄表

NO	日期	1至10號沖蝕樁土壤沖蝕記錄情形									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	82/02/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	82/04/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	82/05/31	0	3cm	2cm	0	0	1cm	1cm	0	0	0
4	82/06/12	0	3cm	2cm	0	0	1cm	1cm	0	0	0
5	82/07/17	0	3cm	2cm	0	0	1cm	1.5	1cm	0	0
6	82/09/01	0	3cm	2cm	0	0	1cm	1cm	1cm	0	0
7	82/10/27	1.2	3.1	2.5	0	0	1cm	2cm	2cm	0	0
8	82/12/02	1.5	3.2	2.5	0	0	1.6	2cm	2cm	0.6	1.3
9	83/03/04	1.6	3.5	2cm	0	0	1.3	2cm	2.5	0.6	1.5

分析：本樁位為一對照組，以對照森林火燒跡地與未經森林火燒地區水土流失情形之差異，根據C號樁之觀測記錄顯示，該地區之表土土壤流失自五月梅雨季節暨六、七月夏季雨季時開始有自然之沖蝕量(約1—2cm)，隨後自然穩定的成長至1.5—2.5cm，但大致而言本地區因未經森林火燒之燒燬地表植被而呈現較A、B兩樁位更穩定之水土保持狀況。

綜合分析：塔塔加森林火燒發生後經現場勘查結果顯示水土流失情形特別之嚴重，森林火燒跡地於火燒過後即因地表植被之燒燬並受到降雨之直接沖刷而產生許多的沖蝕溝，經理論值之推估，森林火燒後之水土流失可達平時之數倍；再經本研究設置三處土壤沖蝕樁(包含一處未經火燒之對照組)加以觀測，火燒約促使當地區之表土大量加劇流失，據此土壤觀測記錄分析顯示火燒初期約達火燒前之二至三倍，至五月梅雨季節與六、七月雨季來臨時，雖降雨大增但因火燒跡地之地被植物特別是草本植物，諸如高山芒、玉山箭竹、厥類等均已復生，使得表土流失速度逐漸穩定，即A、B樁位之增加值漸與C樁位相等，直至九、十月起復因地被植生已大至回復火燒前之狀況，促使森林火燒跡地之表土沖蝕量亦回復平時之情形，即A、B樁位之增加值幾與C樁位相等。

(四)植生演替調查

本次調查的結果在120個小樣區中共出現54種植物(附錄一)，其中厥類植物二科4種、雙子葉植物19科42種、單子葉植物4科8種。其餘有關植生演替之調查結果如後：

- 1.該火燒跡地在未受害前，麟趾山地區為一被玉山箭竹及高山芒覆蓋之區域，其間散生台灣馬醉木及紅毛杜鵑；喬木類則以二葉松及華山松之小區域鑲嵌為主，鞍部以東至前峰登山口至楠梓仙溪溪谷之優勢植群為、台灣二葉松、華山松、台灣赤楊、紅毛杜鵑、臺灣馬醉木、褐毛柳、高山芒等。
- 2.林火後對林火跡地之立即調查，就枝葉體積及覆蓋度進行比較，優勢種類有喬木類之華山松、台灣二葉松、鐵杉等；灌木類則以紅毛杜鵑、台灣馬醉木、褐毛柳為優勢種；藤本、草本及蕨類植物則以玉山箭竹、高山芒、巒大蕨、火炭母草較具優勢。
- 3.林火後六個月原本為玉山箭竹、高山芒及巒大蕨覆蓋之區域幾已復原65%以上，枝葉部份受害之喬木及灌木亦有50%以上之回青及萌蘖，尤以叢生之高山芒及宿根之玉山箭竹復原最為快速，灌木類以台灣馬醉木之萌蘖最快，喬木類中二葉松之回青率又大於華山松，至九月時已大致恢復火燒前情狀。
- 4.林火後一年對樣區進行植物再生量調查，其結果灌木類以紅毛杜鵑及台灣馬醉木為優勢種，可能與其具有較高之地際萌芽率與種子較易散播有關；藤本、草本及蕨類則以聚集叢生之高山芒，玉山箭竹、巒大蕨和種子量較多之龍膽較具優勢，新入侵的植物最明顯者為昭和草。

(五)生態環境監測

(1)水質監測

本研究針對塔塔加森林火燒前後楠梓仙溪河谷之水質予以採樣，並委請中區環境保護中心分析，並對照於火燒跡地勘選設置之土壤沖蝕觀測樁之記錄，藉以分析瞭解該森林火燒對塔塔加地區環境水質及水土保持之影響程度。

在塔塔加發生火燒後持續對楠梓仙溪進行水質監測工作，採樣日期自元月二十一日至二十六日、二月六日至九日，並包括六月二十三日採自起火點下方之地表逕流，經送往中區環境保護中心檢驗結果如表六，茲分析討論如下：

火燒跡地之逕流與溪水有些項目有顯著差異，包括濁度、鐵、銅、鋅、懸浮固體量及氟化物增加；而電導度、pH值、硫酸鹽、氮氮及總硬度減少。其中濁度、懸浮固體量之增加，導因於火燒後地表逕流沖蝕土壤表層及挾帶火燒後之殘餘物所致；火燒使部份含鐵礦物崩解淋溶，導致鐵含量增加。銅、鋅增加之來源為滅火器之乾粉或是林業單位於建造防火巷時使用之殺草劑？有待更進一步之求

證！

而電導度、總硬度及硫酸鹽濃度降低之情形，導因於地表逕流由降水形成，其淋溶之鹽類較少所致。

塔塔加森林火燒對於楠梓仙溪之水質影響不顯著。但其中硝酸鹽氮減少，是否因火干擾氮氧化還原成硝酸鹽氮之路徑，有待更進一步之探討。而鉛含量之增加，是因火燒初期使用乾粉式滅火器滅火而導致者？或是由於使用以高級汽油為燃料之鏈鋸及割草機而引起者？亦有待求證。

由此水質監測結果顯示：森林火燒發生後，地表逕流之濁度與懸浮固體量均有激增之現象，與前述森林火燒導致水土流失加速之結果相互印證；而火燒跡地下方較遠處之楠梓仙溪水質檢驗結果幾乎不受火燒之影響，顯示火燒跡地至採樣點之間的森林植被發揮良好被覆與過濾之效果。

表六 塔塔加森林火燒前後之水質檢驗結果

採樣日期 報告日插	楠梓仙溪火燒前水質 楠梓仙溪火燒後之水質 火燒地水質										
	800417	820121	820122	820123	820124	820125	820206	820208	820209	820223	20623
1 濁度 NTU	1.1	1.2	2.4	1.4	2.1	0.9	1.1	1.6	1.4	2	38
2 電導度 μmho/cm25℃	214	165	141	141	139	142	143	147	148	148	49
3 PH值	7.2	7.4	7.6	7	7.4	7.5	7.5	7.7	7.7	7.7	6.9
4 氯鹽 Cl- mg/l	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
5 硫酸鹽 SO4= mg/l	33	25	20	22	23	23	22	20	21	22	14
6 氨氮 NH3-N mg/l	<0.01	0.39	0.28	0.29	0.25	0.25	0.2	0.25	0.25	0.25	0.05
7 總硬度 CaCO3 mg/l	60	72	78	74	76	74	86	82	78	88	40
8 鐵 Fe mg/l	<0.01	<0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.2
9 錳 Mn mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
10 細菌殖數	220	-	-								
11 大腸菌類數MPN/100ml	28	-	-								
12 鎘 Cd mg/l			0.01								<0.01
13 鉻 Cr mg/l	<0.01		<0.01								<0.01
14 鉛 Pb mg/l	<0.01		0.05								0.03
15 銅 Cu mg/l	<0.01		<0.01								0.02
16 鋅 Zn mg/l	<0.01		<0.01								0.36
17 鎳 Ni mg/l			0.07								0.01

18 砷 As mg/l	<0.01	-	
19 銀 Ag mg/l	<0.01	<0.01	<0.01
20 汞 Hg mg/l	<0.0002	<0.0002	<0.0002
21 懸浮固體量 mg/l	3	1	35
22 陰離子界面活性劑 mg/l	<0.01	<0.01	<0.01
23 硝酸鹽氮NO3-N mg/l	0.45	<0.01	0.082
24 氟化物 F mg/l	0.05	0.05	0.4
25 溶氧 DO mg/l		-	-
26 生化需氧量BOD mg/l	0.5	-	-
27 化學氧量COD mg/l	4	11	-

(二)微氣候監測

森林大火之發生季節與撲救之難易均與氣候有極大之關連，此次塔塔加發生時期正逢乾旱之時期，尤其火燒發生前後十日期間更為乾旱，(如圖三)及(圖四)所示。

五、保育措施之探討

(一)森林火燒之撲救與否？

火燒為自然生態系一個極為重要的干擾因子，在生態系中扮演一個非常重要的角色，火燒之發生對生態系並不全然是有害。反而適切的火燒不但對貯存於枯枝葉中的養份回歸到林地，增加林地的生產力，同時對於部份植物種類的控制亦有所助幫助；在台灣的主要生態系中，有部份生態系平常即極容易引發火燒，如臺灣二葉松、草生地、相思樹林及林投灌叢等，其之所以容易引發火燒，係因其組成之植物種類具有累積燃料等特性，極易引發野火，且野火對其在生態系中優勢地位之維持，亦有相當助益，這類生態系即屬於真正的火燒適存植群，如臺灣二葉松林以及高山草生地等(陳明義、呂金誠1994)，美國的森林火燒專家亦認為適當的森林火燒有助於清除林中的輕燃物，有抑制減緩下次火燒之功用，因此不全然需全部意抑止，(Fires not only reduce fuel buildup, but also create natural breaks in the landscape which can slow or stop later fire.)

因此在美國國家公園系統裡，特別是大黃石公園保護區，對於野火一向採取不強加撲滅的保育政策("Let it burn" policy)，惟自1988年夏季黃石國家公園發生森林大火，延燒多達130萬英畝(1.3 million acres)，且公園內尚有許多私人土地與房舍遭受燒損，使該不撲滅的政策面臨相當大的爭議，因此最後公園管理單位還是不再堅持而

投入大量的人力物力予以撲救，總計該次救火即讓美國政府花費達美金\$111,377,623元。

至於臺灣因為森林面積本即規模不大，實無讓自然火自由燃燒的本錢，因此只要是森林火燒發生，仍採取盡量撲救之政策，大致上並無爭議。

(二)森林火燒跡地是否應進行人工復育或造林？

森林遭受火燒後，是否採取人工復育措施或予以造林，在臺灣一直是一個頗受爭議的話題，一大部份專家學者認為不宜冒然採取人為造林等措施，尤其在台灣這種特殊陡峻地形環境裡，往往人為造林的成效不如自然演替的速度，特別是人為造林樹種的選擇若非當地原生樹種亦將遭致各界之評議，惟林務管理單位或有其職務上之考量，而在塔塔加火燒跡地進行以臺灣杉為主之造林工作。

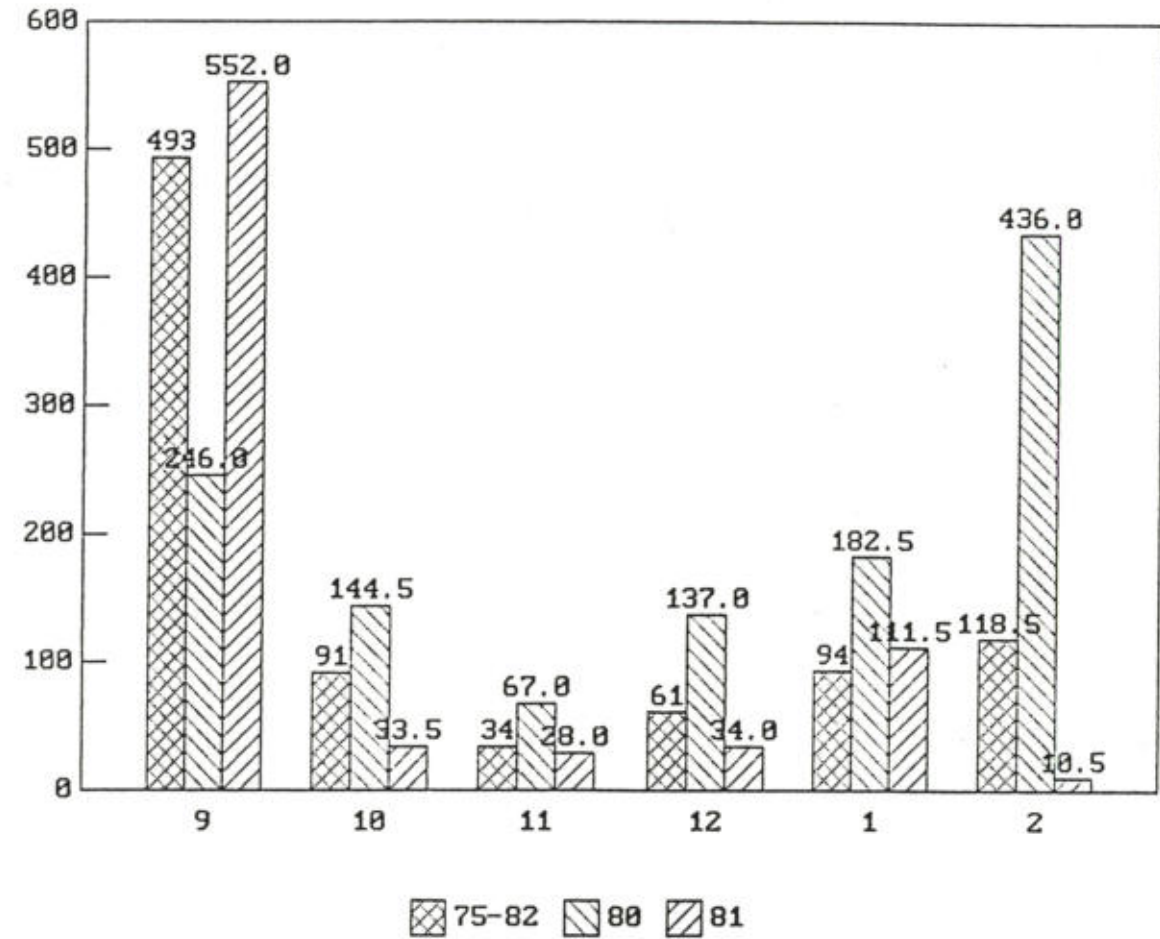
本研究小組對於森林火燒跡地是否應進行人為復育或造林的立場是應視火燒程度、地區生態環境與地形、是否造成生態資源、遊憩景觀與水土保持之立即重大影響而有不同之對應保育措施。

以本次塔塔加森林火燒而言，因位於玉山國家公園內，包含生態保護區、一般管制區、與遊憩區且對於水土保持及遊憩景觀造成相當大之影響，因此本研究小組建議採行如下之保育措施：

- 1.塔塔加森林火燒跡地因地形陡峻、且根據本研究植被存活率與植生演替調查結果，顯示該火燒跡的自然植生復育速度頗佳，至八十二年九月已大致恢復，令其自然演替應比實施人工造林為佳。
- 2.火燒地區屬於一般管制區及原為造林地之地區，原則上尊重林務單位之育林任務，惟所有育林數種之選擇應以原生種為原則，例如紅檜、台灣杉、雲杉...等。
- 3.火燒地區屬於生態保護區部份，原則上任其植生自然演替，不做人為之育林。
- 4.火燒地區中嚴重影響遊憩景觀、水土保持及遊客安全之局部地區，原則上由本處做資源緊急維護與植栽，例如八十二年二月時即由本處人員播撒高山芒等原生草種助其迅速恢復植生，俾增加水土保持之作用。

(三)預防是最好的保育措施

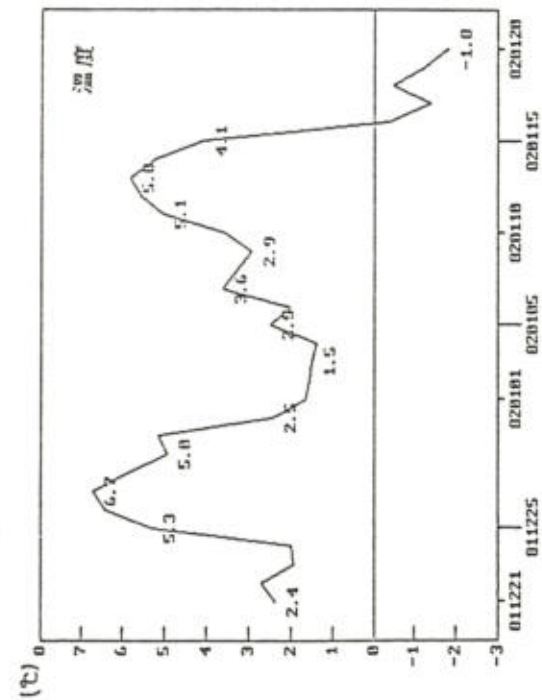
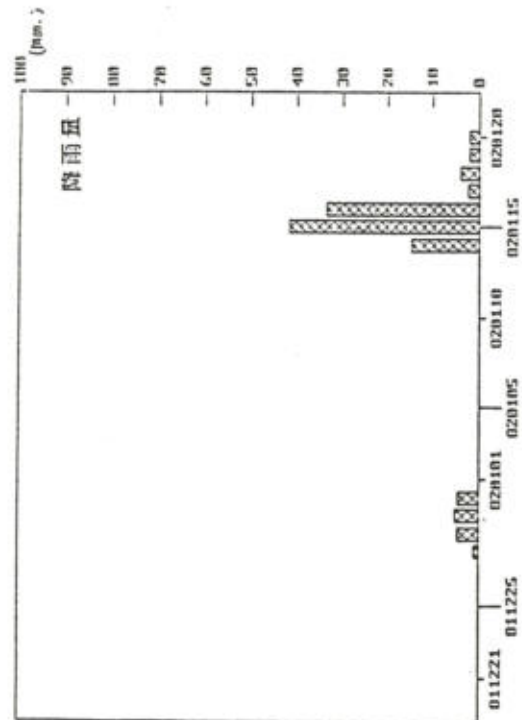
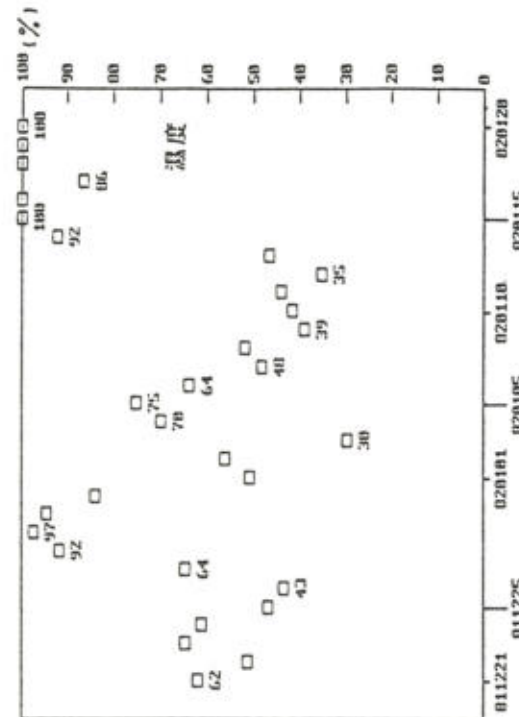
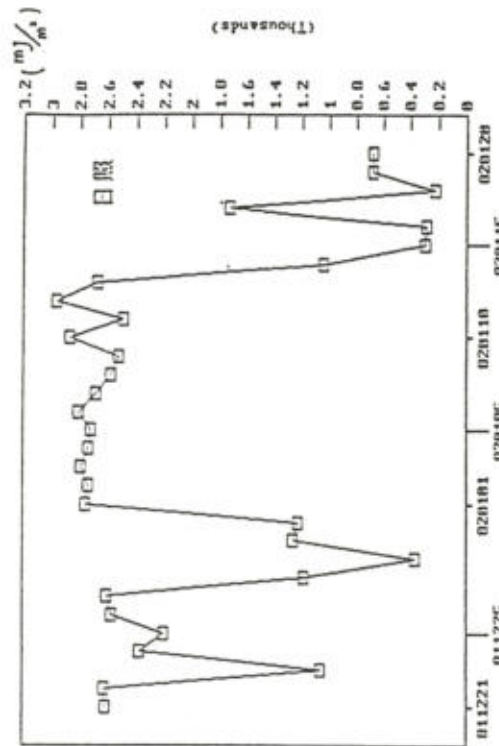
預防森林火燒的隨地發生即是最好的保育政策，因此本研究小組建議各有關機關應加強各項森林防火之宣導與有關設施，諸如玉山國家公園管理處於此塔塔加森林火燒後，即進行各項之森林防火宣導工作，例如：設置防火解說牌、設置生態保護區管制牌示、及防火熊新穎解說方式等；此外於遊憩區設置滅煙火設施、於原野地設置或指定生火處等亦為預防森林火燒隨處發生之良策。



81年 9月~次年 2月 5個月降雨量較上一年同期短少近40%也較 8年平均短少15%，故為較乾旱之時期。

六、結論與建議

- 一、塔塔加地區原來之上層林木為臺灣二葉松，灌層以杜鵑、南燭、柳類等為主，而地被層則以玉山箭竹、高山芒等為最優勢，間有玉山懸鉤子厚葉柃、一支黃花等植物，此次森林火燒以臺灣二葉松受創最為嚴重，存活率約在5%以下，而玉山箭竹、高山芒因具地下莖故多僅傷及葉莖部，存活率約在九成以上(90%--98%)，故於八十二年春季後即如雨後春筍般萌生，至九月時已大致恢復，因此若以植物資源觀點來看，本次火燒對該地區的主要影響，應遠不如其在景觀及水土保持上所造成的衝擊。
- 二、塔塔加火燒跡地由於地被植物焚燬、地形陡峭，將導致降水直接沖刷表土，在可預見的二年內將使該地區坡地土壤發生嚴重的流失，造成水土保持極大之影響，依理論值換算其水土流失程度可達火燒前之九倍，而依據本研究土壤沖蝕樁觀測結果約為火燒前之二至三倍，可能係由於玉山箭竹、高山芒等地下莖存活達九成以上，多少具有對土壤固著功能，且本處緊急採取撒草種之措施，亦有助於該地之草生植物於春季來臨時即開始萌生；唯因火燒後三月以前即已產生許多沖蝕溝，玉山前峰南側坡地亦產生一大規模之沖蝕溝，也已然造成水土保持之影響。
- 三、塔塔加森林火燒對於野生動物之影響，除直接之焚燒傷亡外，最大的影響莫如棲息地與覓食環境之遭受破壞，致使野生動物被迫遷徙，亦對整體生態系平衡造成衝擊；野生動物受到此次火燒傷亡程度依序為(一)昆蟲生物傷害率最高，諸如甲虫類、鞘翅目等。(二)其次為齧齒目生物，諸如森鼠、天鵝絨鼠、高山白腹鼠等。(三)飛鼠類生物雖能飛翔逃生，但因受到地形因素與森林火燒風(火)勢雙重因素之影響，亦遭受到相當程度之損傷，於火燒跡地中可見到許多白面鼯鼠的屍體。(四)大型哺乳類動物此次森林火燒大致而言來得及逃生遷移它處，致火燒跡地現場僅可見到極少之火燒屍體。(五)鳥類因能夠飛翔逃生，傷亡率最低。
- 四、本研究水質監測結果顯示：森林火燒發生後，地表逕流之濁度與懸浮固體量均有激增之現象，與水土沖蝕樁觀測結果即森林火燒導致水土流失加速之結果相互印證。
- 五、微氣候監測結果顯示塔塔加森林火燒發生期間82.01.06—82.01.13期間，日照量較平均值高出許多，而降雨量及濕度卻又較平均值甚低，此亦顯示塔塔加森林火燒期間之氣候因子極有利於火燒之發生與延燒暨增加撲救之困難。
- 六、本研究設樣區觀測植生演替結果為：該火燒跡地在未受害前，麟趾山地區為一被玉山



箭竹及高山芒覆蓋之區域，其間散生台灣馬醉木及紅毛杜鵑；喬木類則以二葉松楊及華山松之小區域鑲嵌為主，鞍部以東至前峰登山口至楠梓仙溪溪谷之優勢植群為、台灣二葉松、華山松、台灣赤楊、紅毛杜鵑、臺灣馬醉木、褐毛柳、高山芒等。

林火後六個月原本為玉山箭竹、高山芒及巒大蕨覆蓋之區域幾已復原65%以上，枝葉部份受害之喬木及灌木亦有50%以上之回青及萌蘗，尤以叢生之高山芒及宿根之玉山箭竹復原最為快速，灌木類以台灣馬醉木之萌蘗最快，喬木類中二葉松之回青率又大於華山松，至九月時已大致恢復火燒前情狀。

七、因塔塔加火燒跡地面積遼闊，地形陡峻，不易進行長期監測研究，運用遙感探測技術如航照或衛星影像之判識，進行該火燒跡地生態變遷長期監測，乃為最有效之方式之一。

八、美國國家公園曾有讓野火自然燃燒(Let it burn)的政策，唯自1988年黃石公園大火後，亦不再堅持；在臺灣則因森林規模不大，及水土保持、地形等因素，對於森林火燒一致採取盡量撲滅之政策，並無爭議。

九、預防森林火燒的發生即是最好的保育政策，因此加強各項森林防火之宣導解說，例如製作森林防火宣導摺頁、解說牌示與資料於園區各處據點、遊客中心及傳播媒体上加強遊客森林防火教育及宣導；加強保育巡察(保育巡查員)及警力巡邏(警察隊)，以防止森林大火之發生；及制定有效管制措施如制定原野地活動規範、於原野地設置或指定生火處、設立生態保護區管制牌示，防止遊客隨地生火；此外於遊憩區設置滅煙火設施等均為防止森林火燒再次發生之良策。

參考文獻

- 呂理昌 1991.玉山國家公園植物開花週期之研究，玉山國家公園管理處。林務局農林航空測量所1993.應用航測技術辦理台灣地區農業災害調查(民國八十一年七月一八十二年六月)林務局農林航空測量所。
- 林朝欽 1992.台灣地區國有林之森林分析(1963-1991)，林業試驗所研究報告季刊7(2): 169-178。
- 林朝欽 1993.玉山、太魯閣及雪霸地區國有林森林火災之研究，中華林學季刊26(2): 51-61。
- 周天穎、張俊民1994.運用GIS與遙測技術於玉山國家公園環境監控之研究，玉山國家公

園管理處。

- 陳明義、呂金誠1987.森林火災對森林生態系之影響，中華民國自然生態保育協會。
- 陳明義、呂金誠、林昭遠1987.台灣高山白木林之形成及其演化趨勢之探討，中華林學季刊20(4): 65-76。
- 楊文燦、許健龍1994.遙測影像與地理資訊於玉山國家公園森林火災管理之應用，玉山國家公園管理處。
- 劉靜榆 1991.台灣中部沙里仙溪集水區植群生態之研究 (I) 植群分析與森林演替之研究，台灣大徐森林學研究所碩士論文。
- Ross W. Simpson, 1989, The fires of 88, American Geographic publishing Montana magazine.
- The Billings Gazette, 1989, Yellowstone on fire.

[附錄一]

研究樣區植物目錄

I. PTERIDOPHYTA 蕨類植物門

2. LYCOPODIACEAE 石松科

- Lycopodium complanatum* L. 過山龍
Lycopodium juniperoides Sw. 玉柏
Lycopodium multispicatum Wilce 地刷子

3. DENNSTAEDTIACEAE 碗蕨科

- Pteridium aquilinum* (L.) Luhn Subsp. *wightianum* (Wall.) Shieh 巒大蕨

II. SPERMATOPHYTES

II A. GYMNOSPERMAE 裸子植物亞門

6. PINACEAE 松科

- Pinus armadilloides* Franch. 華山松
Pinus taiwanensis Hay. 台灣二葉松
Tsuga chinensis (Franch.) Pritz. ex Diels var. *formosana* (Hay.) Li ex Keng 鐵杉

7. CUPRESSACEAE 柏科

- Chamaecyparis formosensis Matsum. 紅檜
Juniperus formosana Hay. 刺柏
- II B. ANGIOSPERMAE 被子植物亞門
- II B. a. DICOTYLEDONEAE 雙子葉植物綱
3. SALICACEAE 楊柳科
Salix fulvopubescens Hay. 褐毛柳
13. POLYGONACEAE 蓼科
Polygonum chinense L. 火炭母草
Polygonum cuspidatum Sleb. & Zucc. 虎杖
Polygonum filicaule Wall. ex Meisn. 高山蓼
Polygonum runcinatum Buch-Ham. ex Don 散血丹
Polygonum thunbergii Sieb. & Zucc. forma biconvexum (Hay) Liu, Ying & Lai
戟葉蓼
19. CARYOPHYLLACEAE 石竹科
Dianthus pygmaeus Hag 玉山石竹
30. RANUNCULACEAE 毛茛科
Thalictrum fauriei Hay 台灣唐松草
46. GUTTIFERAE 金絲桃科
Hypericum nagasawai Hay. 玉山金絲桃
48. PAPAVERACEAE 罌粟科
Corydalis ophiocarpa Hook. f. & Thoms. 蛇果黃堇
50. CRUCIFERAE 十字花科
Arabis morrisonensis Hay. 玉山筷子芥
53. SAXIFRAGACEAE 虎耳草科
Astilbe macroflora Hay. 大花落新婦
55. ROSACEAE 薔薇科
Rubus formosensis Ktze 台灣懸鉤子
Rubus calycinoides Hayata 玉山懸鉤子
67. POLYGALACEAE 遠志科
Polygala japonica Houtt 瓜子金
90. VIOLACEAE 堇菜科
Viola mandshurica W. Becker 紫花地丁
107. UMBELLIFRAE 繖形科
Hydrocotyle nepalensis Hook 乞食碗
110. ERICACEAE 杜鵑花科
Gaultheria itoana Hay. 高山白珠樹
Pieris taiwanensis Hay. 台灣馬醉木
Rhododendron rubropilosum Hay. 紅毛杜鵑
- dir a:
120. GENTIANACEAE 龍膽科
Gentiana arisanensis Hay. 阿里山龍膽
Gentiana flav-maculata (Hay.) Hay. 黃花龍膽
Swertia randaiensis Hay. 巒大當藥
131. SCROPHULARIACEAE 玄參科
Hemiphragma heterophyllum Wall. var. dentatum (Elmer) 腰只花
Veronica morrisonicola Hay. 玉山水苦蕒
142. CAMPANULACEAE 桔梗科
Adenophora morrisonensis Hay. 玉山沙蔘
144. COMPOSITAE 菊科
Anaphalis margaritacea (L.) Benth. & Hook. f. 抱莖簕簕
Cirsium kawakamii Hay. 玉山薊
Crassocephalum rabens (Juss. ex Jacq.) S. Moore 昭和草
Eupatorium formosanum Hay. 台灣澤蘭

- Gnaphalium affine D.Don. 鼠麴草
- Picris hieracioides L.subsp. morrisonensis (Hay) Kitamura 玉山毛蓮菜
- Senecio nemorensis L. 黃苑
- Solidago virga-aurea L.var. leiocarpa (Benth) A.Gray 一枝黃花

II B. b. MONOCOTYLEDONEAE 單子葉植物綱

9. LILIACEAE 百合科

- Aletris formosana (Hay.) Sasaki 台灣粉條兒菜
- Lilium formosanum Walln Abace 台灣百合
- Tricytis stolonifera Matsum 山油點草

25. CYPERACEAE 莎草科

- Bacothryon Subcapitatum T.Koyama 玉山針蘭

26. GRAMINEAE 禾本科

- Miscanthus transmorrisonensis Hay. 高山芒
- Yushanua niitakayamensis (Hay.) Keng.f. 玉山箭竹
- Deschampsia flexuosa Trin 曲芒髮草

38. ORCHIOACEAE 蘭科

- Platanthera angustata 厚唇粉蝶蘭

臺灣地區國家公園 脊椎動物分布資料庫建立

Wildlife distribution database of Taiwan's national parks

李培芬 林曜松 許嘉恩

Pei-Fen Lee, Yao-Sung Lin, Jia-En Sheu

國立臺灣大學動物學系

摘要

本文介紹利用地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)建立臺灣地區五座國家公園之脊椎動物分布資料庫，本資料庫包括哺乳類、鳥類、爬蟲類、兩生類和淡水魚類等五大類野生動物。本研究共收集97篇過去之研究文獻，由文內之描述地點及調查方法，建立分布資料庫，並與GIS連接，建立GIS之檔案，依此得到1020張動物分布圖。在GIS之下使用者可畫出每一種脊椎動物在國家公園內之分布情形，據此掌握生物資源之分布狀況，並可利用GIS做生物多樣性分布之分析，若加上其他空間性資料，如植被和海拔高度，使用者可以進一步瞭解每一種野生動物之棲地喜好情形。同時由這些分布圖瞭解那些區域缺乏調查資料，需要進行進一步之資源調查。這些資料可做為現階段之國家公園野生動物資源分布情形，以及環境基準，做為進一步生態監測之基礎。

關鍵字：資料庫、動物分布、國家公園、脊椎動物