

禁採補償之礦區資源復育監測計畫

太魯閣國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十七年十二月

禁採補償之礦區資源復育監測計畫

受委託者：社團法人花蓮縣野鳥學會

研究主持人：張惠珠

協同主持人：張成華 李光中

研究助理：潘文欽、顏瑞瑤

太魯閣國家公園管理處委託報告

中華民國九十七年十二月

致謝

本研究得以順利完成，首先要感謝太魯閣國家公園管理處，提供禁採礦區資源復育監測的研究案，讓我們有機會探討台灣地區採礦跡地復育的概況，同時感謝企劃課提供 2005 年工業技術研究所對太魯閣國家公園內禁採補償礦區調查的基本資料（原為密件），讓我們能很快地進入狀況，決定取樣地點與確定研究方法。計畫進行中感謝管理處黃課長清波、孫主任麗珠、解說員高秀瑩小姐、巡山員阿楚、保育志工李廣鎮的陪同帶路，讓我們在年久失修的路上安全的去回；期初、期中及期末報告審查委員們針對計畫提出指正與建議，謹此一併致謝。

目次

致謝.....	2
目次.....	3
表次.....	5
圖次.....	6
摘要.....	8
第一章、緒論.....	10
第一節、研究緣起.....	10
第二節、研究目的與目標.....	10
第二章、研究主題背景與相關研究之探討.....	11
第一節、主題背景.....	11
第二節、文獻探討.....	15
一、關於資源復育的重要概念及名詞定義.....	15
二、資源復育的規劃準則.....	17
三、採礦跡地復育策略.....	20
(一) 採礦跡地.....	20
(二) 資源復育的意義.....	20
(三) 礦區整復後的資源再造與利用.....	21
1. 國外案例.....	21
2. 國內案例.....	22
四、資源復育監測.....	24
(一) 礦區整復的植生工法與植被復育研究.....	24
1. 植生工法.....	24
2. 石灰岩礦場採掘跡之生態綠化研究.....	25
3. 石灰岩礦場採掘跡之植被復育研究.....	25
(二) NDVI 應用於植物資源監測.....	26
第三章、調查方法.....	27
第一節、研究方法概述.....	28

第二節、研究流程與預期成果.....	30
第四章、結果與討論.....	32
第一節、踏勘與取樣.....	32
第二節、植被調查.....	36
第三節、各禁採補償樣區 NDVI 分析結果.....	41
第五章、結論與建議.....	64
參考文獻.....	70
附錄.....	74
附錄一、正大石礦植物名錄.....	74
附錄二、匯源林道植物名錄.....	77
附錄三、典型樣區記錄法 Releve Method.....	86
附錄四、鳥類調查記錄表.....	90
附錄五、現場踏勘記錄.....	91
附錄六、會議紀錄.....	104

表次

表 2-1、太魯閣國家公園內已設定礦業權.....	13
表 2-2、太魯閣國家公園內已設定礦業權.....	14
表 2-3 亞泥新城山礦場採掘平台植被恢復 1、5、10 年後的物種比較表.....	24
表 3-1、重要工作項目與預定進度表.....	30
表 4-1、不同時間拍攝的航照判釋結果說明表.....	32
表 4-2 三棧溪流域礦場概況.....	33
表 4-3 蘇花公路沿線西側礦場.....	35
表 4-4、正大礦場植被調查.....	36
表 4-5、正德石礦植物調查樣區.....	38
表 4-6、以 NDVI 值呈現 16 個禁採補償礦區植生恢復情形.....	43
表 5-1、復育規劃程序準則表.....	65

圖次

圖 2-1、太魯閣國家公園礦區分布圖.....	12
圖 2-2、劣化土地復育規劃程序.....	18
圖 2-3、生態系統復育示意圖.....	21
圖 3-1、研究流程圖.....	30
圖 4-1、幸福和仁礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	45
圖 4-2、榮工長春橋礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像...	46
圖 4-3、榮工靳衍橋礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像...	47
圖 4-4、國華銑明石礦各期衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	48
圖 4-5、國華銑明石礦外採掘跡各期衛星 RGB 影像.....	49
圖 4-6、來發石礦和利英三棧礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	50
圖 4-7、利東三棧礦場和利東北三棧石礦 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	51
圖 4-8、加禮宛山礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	52
圖 4-9、光筊金礦 2005 年衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	53
圖 4-10、南昌石礦各期衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	54
圖 4-11、天崇石礦、正德石礦、東豐清水山礦場(由北至南)2004/10/17 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	55
圖 4-12、天崇石礦、正德石礦、東豐清水山礦場(由北至南)2006/07/05 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	56
圖 4-13、天崇石礦、正德石礦、東豐清水山礦場(由北至南)2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	57
圖 4-14、正德石礦主要採掘跡裸露地面積.....	58
圖 4-15、東昌崇德礦場(北)和正大石礦(南) 2004/10/17 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	59
圖 4-16、東昌崇德礦場(北)和正大石礦(南) 2006/07/05 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	60

圖 4-17、東昌崇德礦場和正大石礦 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像.....	61
圖 4-18、正大石礦主要採掘跡與各期之裸露地面積.....	62
圖 4-19、禁採礦區資源監測流程.....	69

摘要

關鍵詞：禁採補償礦區、太魯閣國家公園、資源復育、NDVI

一、背景

太魯閣國家公園區內禁採補償礦區共 16 家，主要分布於立霧溪流域和東側山區，大部分為大理石、白雲石礦，有一個為金礦。

二、材料方法

為瞭解禁採礦區資源復育情況。本研究透過地面踏勘與樣區調查，了解採礦跡地植被復育的種類及組成。透過福衛 2 號衛星 2004、2005、2006、2007 影像及 NDVI 分析，瞭解各礦區植被恢復概況及裸露面積的變化情形。

三、結果

發現採礦跡地植被組成簡單，主要植種喬木為銀合歡，灌木為密花苧麻，草本為象草、大花咸豐草和南美蟛蜞菊。根據福衛 2 號 RGB 影像和 NDVI 轉換可將禁採礦區分兩類：(一)全區植被良好的有 9 家，為加禮宛山礦區、來發石礦、利英三棧礦場、利東三棧礦場、幸福和仁礦場、榮工新珩礦場、光筌金礦、國華銑明石礦和榮工長春橋礦場。都是未開採、坑內開採及停採 17 年以上者。(二)部分採掘跡尚未完全綠化之礦區有：東豐清水山礦場、南昌石礦、正德石礦、天崇石礦、東昌石礦、正大石礦和立東北三棧等 7 處。除正大石礦外皆是停採 15 年以下，正大石礦因早期下拔法造成的陡峭裸壁較難回復。

四、建議

對禁採礦區資源復育調查、監測和評估方式的原則建議如下：

- 1、調查季節：禁採礦區大部分的都處低海拔地區，在春天三~四月間或秋天十~十一月間調查最適合。可以避開梅雨和颱風季。
- 2、由於採掘跡攀登不易，故建議：植被調查代表性樣地法或典型樣地法，記錄主要植物覆蓋度、植群結構及物種組成。
- 3、全區監測以歷年衛星 RGB 影像和 NDVI 分析，對所有禁採礦區進行植被恢復面積的比對計算，最為快速有效。
- 4、針對禁採礦區的資源永續利用，則建議參考國際生態復育協會提出的六階段規劃準則來操作。
- 5、整復礦區外來種嚴重入侵，要除/不除是值得探究的問題。

Abstract

Keyword : banned mining,Taroko National Park,restoration,NDVI

Background :

Since the established of the Taroko National Park in 1986,Sixteen mine holders have been compensated for not continuous mining activities.The locations of these mines either marble/dolomite or gold are mainly distributed in the catchment of Li-Wu River and eastern part of Central Mountain Range,Taiwan.There is a need to understand the restoration of these mines in Taroko National Park.

Material and Methods :

In order to assess the vegetation restoration of these banned mining sites,this study undertook field survey of the restoration sites.Furthermore,composed satellite image of NDVI with Formosa-II satellite in 2004,2005,2006 and 2007 were used for monitoring the land-cover changes of restoration sites.

Results :

The vegetation composition of these banned mining sites is simple.The dominant tree specie is *Leucaehna leucoephale*,shrub is *Boehmeria densiflora*,herb are *Biddens pilosa* var. *radiata*,*Wedelia trilobata* and *Pennisetum purpureum*.Most of them are foreign and invasive species.

According to the NDVI values,9 out of 16 mines are well-vegetated.For the other 7 mines,restoration sites are however not completed recovered.

Suggestion :

1. The best survey seasons for this area are either in late spring between March and April or autumn between October and November.
2. We suggest to use representative plot sampling method or relave method for vegetation survey.
3. The most cost-effective method to investgate the restoration of the previous mining area is using multi-spectral Formosa-II satellite images and NDVI analysis.
4. We recommend the Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects (Clewell et al.,2005) for assessing the restoration procedure in this area.
5. How to do about the invasive species on the recalamation site is an important issue must be face.

第一章、緒論

第一節、研究緣起

太魯閣國家公園礦脈主要分布於立霧河流域及東側山區，主要可分為石材、工業原料礦物及金屬礦產三類。

依礦脈分布現況，除大理石成帶狀狹長分布外，餘礦種因分布面積有限或資料不佳，開採價值有限。大理石脈屬均勻可作為石材者儲量並不豐，餘多為水泥原料之石灰石，因恰分布於本國家公園資源敏感地區內，或沿中橫景觀道路，除道路沿線為景觀維護、水土保持之因而劃為禁採區外，為本區經劃為國家公園之獨特意義，以及資源保育、景觀維護需求，礦產開採作適當之限制，以維護太魯閣國家公園資源景觀之特質。

本計畫之目的擬透過監測調查，評估太魯閣國家公園禁採補償後之礦區資源復育成效，並提出一套調查、監測和評估之參考模式，以供未來進一步調查、監測和評估太魯閣區域內禁採補償之礦區資源復育之參考。

第二節、研究目的與目標

本計畫的主要目的為瞭解禁採補償礦區資源復育現況及規劃禁採補償礦區資源復育的調查、監測和評估方式。故本計畫預期目標為：

- (一) 瞭解太魯閣國家公園禁採補償礦區的背景資料與現況。
- (二) 取樣調查禁採補償礦區資源現況及復育過程並評估復育成效。
- (三) 藉由文獻探討、資料分析及樣區採樣等方式，對禁採補償礦區資源復育的調查、監測和評估方式提出建議。

第二章、研究主題背景與文獻探討

第一節、主題背景

在太魯閣國家公園內之礦區，截至民國 94 年有 11 家礦區之礦權仍在有效期內（表 2-1），但其租地到期後，無法續租，故無法繼續採礦作業，另有 5 家礦區在礦權期滿前申請展延，亦因國家公園之劃設而無法獲准（表 2-2）。礦業權者依礦業法第五十七條規定向太管處提出禁採損失補償要求。太管處於九十三年至九十四年間委請財團法人工業技術研究院進行業者損失補償估審核作業（工業技術研究院，2005a、2005b），並陸續完成補償作業。

為了瞭解禁採補償礦區資源復育情況，以上述 16 個礦區（圖 2-1）為研究對象，並以亞泥新城山礦場採掘殘跡之植生復育做為參考的案例。

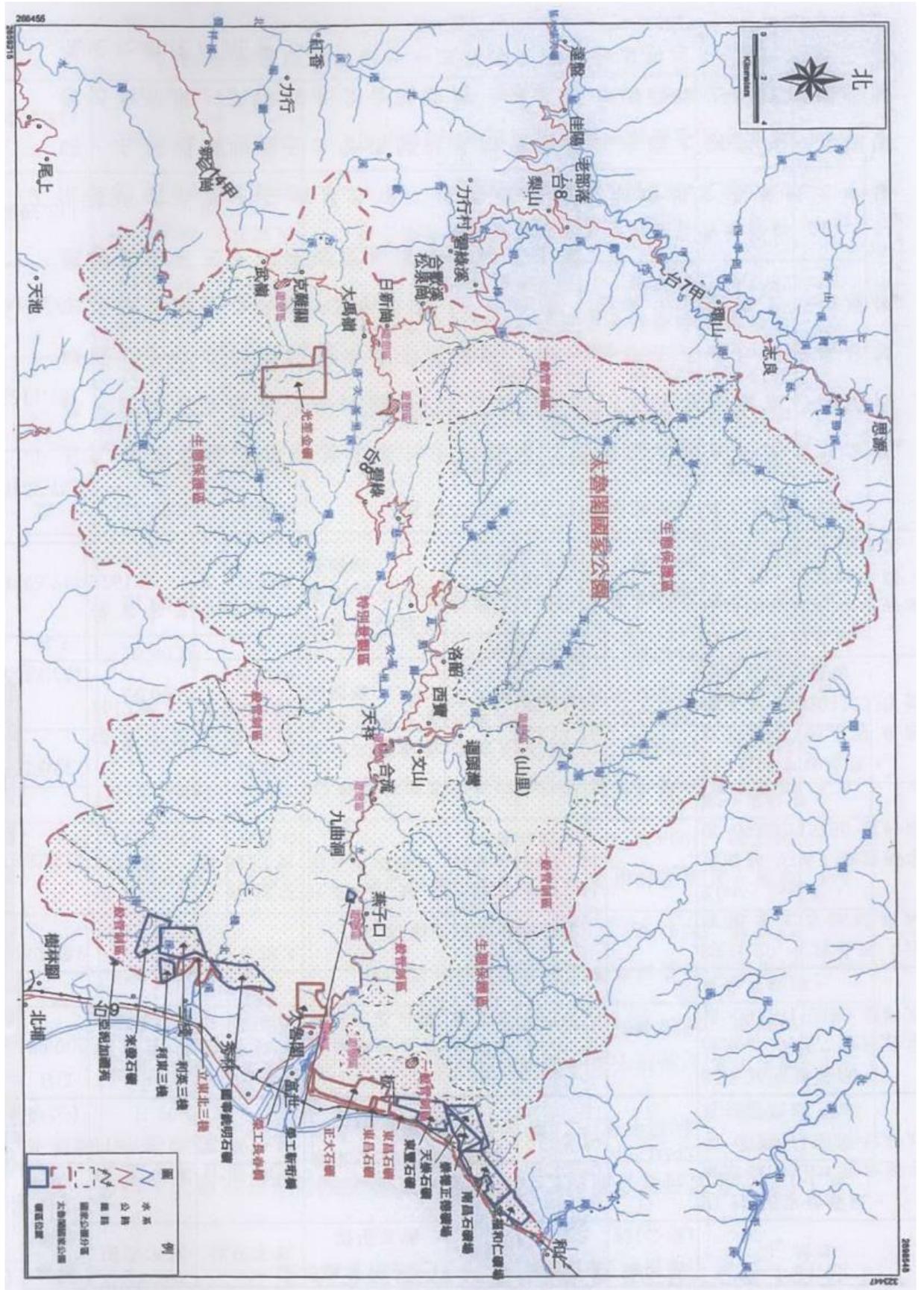


圖 2-1、太魯閣國家公園礦區分布圖（資料來源：工業技術研究院，2005a）

表 2-1、太魯閣國家公園內已設定礦業權（至 94 年採礦權仍在有效期間）礦業資料一覽表（資料來源：工業技術研究院，2005a）

礦區字號	執照字號	礦業權者礦場名稱	礦種	礦權期限 年月日	礦區面積 (面積)
礦業字第 1192 號	台濟採字第 2520 號	東豐礦業股份有限公司 清水山礦場	大理石 白雲石	42.01.24 94.01.26	209.9348
礦業字第 1725 號	台濟採字第 3543 號	亞洲水泥股份有限公司 花蓮廠加禮宛山礦場	大理石	46.12.24 96.12.23	243.5932
礦業字第 2077 號	台濟採字第 3934 號	南昌礦業股份有限公司 南昌石礦	大理石 白雲石	49.06.30 95.06.29	252.2832
礦業字第 2418 號	台濟採字第 3739 號	國華大理石礦業股份有限公司 銳明大理石礦	大理石	58.12.31 95.12.30	232.5241
礦業字第 2429 號	台濟採字第 5242 號	來發石礦有限公司 來發石礦	大理石	59.06.03 94.06.02	153.8365
礦業字第 2475 號	台濟採字第 3393 號	代表人：陳錦祈 利東三棧礦場	大理石	59.09.12 94.09.11	117.7688
礦業字第 2495 號	台濟採字第 3431 號	代表人：陳王阿英 利英三棧礦場	大理石 白雲石	59.09.12 96.09.11	227.9038
礦業字第 2533 號	台濟採字第 4233 號	幸福水泥股份有限公司 和仁礦場	大理石 白雲石	59.03.22 99.03.21	161.1163
礦業字第 2861 號	台濟採字第 4194 號	榮民工程股份有限公司 靳珩橋礦場	大理石	65.12.15 95.12.14	13.3941
礦業字第 2893 號	台濟採字第 4887 號	崇德礦業股份有限公司 正德石礦	大理石 白雲石	68.01.30 103.01.29	112.3960
礦業字第 2988 號	台濟採字第 4840 號	天崇礦業股份有限公司 天崇石礦	大理石 白雲石	67.11.01 95.10.31	138.6149

表 2-2、太魯閣國家公園內已設定礦業權（採礦權期滿前申請展限者）礦區一

覽表（資料來源：工業技術研究院，2005a、2005b）

礦區字號	執照字號	礦業權者礦場名稱	礦種	礦權期限 年月日	礦區面積 (面積)	備註
礦業字第 1187 號	台濟採字 第 4816 號	光筊金礦股 份有限公司 光筊金礦	金礦	41.12.30 91.12.29	438.0242	91.12.26 申請展限。經濟部 93.6.4 授務字第 09320115620 號行政處分 書駁回。
礦業字第 1482 號	台濟採字 第 4049 號	光源股份有 限公司東昌 石場	大理石 白雲石	44.07.31 84.07.30	108.1510	84.7.26 申請展限。經濟部 93.5.7 經授務字第 09320113180 號行政處分 書駁回。
礦業字第 2179 號	台濟採字 第 5152 號	代表人：鍾 玉明 正大石礦	大理石 白雲石	54.11.01 89.10.31	296.9625	89.10.20 申請展限。(清理 崩落土方臨時用地 2.0465 公頃)。 經濟部 93.6.7 經授務字第 09320115730 號行政處分 書駁回。
礦業字第 2612 號	台濟採字 第 3688 號	榮民工程股 份有限公司 長春橋礦場	大理石	62.11.26 92.11.25	160.3636	92.11.14 申請展限。 經濟部 93.4.29 經授務字第 09320112220 號行政處分 書駁回。
礦業字第 3261 號	台濟採字 第 5139 號	立東工礦股 份有限公司 北三棧礦場	大理石	51.04.17 89.04.16	220.1376	89.4.14 申請展限。駁回

第二節、文獻探討

為探討禁採補償礦區之復育工作，必須先對一些重要概念及準則作一分析研究，以下分別對重要概念及準則描述如下：

一、重要概念及名詞定義

1. Restoration(復育)

「Restoration」一字，美國國家科學研究委員會（The U.S. National Academy of Science Study Committee, 1974）曾經對「Restoration」定義為使基地重現破壞前之狀況，譯為復舊（引自林蚊嬪，1987）。

美國早期很少使用「Restoration」這一個字彙，直到1990年相關組織機構開始對受干擾的地區進行恢復，「Restoration」這個字彙才開始被廣泛使用。然而在恢復的方法上卻相當不同。最初，包括使用外來速生種植物的造林活動、渠道清除污泥計畫以及偶爾嘗試建造原生生態系等活動都用「Restoration」來描述，這些早期活動目標通常都是狹隘、短淺的，所以在還沒有開始以前就已經注定失敗的命運。

近年來，美國生態復舊學會 The Society for Ecological Restoration (SER)，將「Restoration」定義為修復人為破壞的一個歷程 (Process)，藉以達到原有生態系統多樣性 (diversity) 和動態性 (dynamics)。此字彙代表一個有目的行為，在啟動或是促進生態系統的健康、完整性和永續性的恢復，是嘗試去回到生態系自身在歷史上的某一個軌跡，因此歷史環境條件是恢復設計的理想起點。恢復生態系統不一定能恢復到與它以前相同的狀態，因為現代條件的影響力有可能使它變得不可能。嚴重受損的生態系統其歷史意義的軌跡也許很困難或不可能精準地確定。然而，能夠透過相近的完整生態系統現存的架構、成份和功能，去研究關於當地環境條件的資訊和其他生態、文化和歷史的參考資訊，分析資料歸納出生態系自身軌跡的方向和邊界 (Clewel *et al.*, 2005)。

1985年我國行政院農業委員會將其譯為復舊，定義為將生育地條件回復至

土地被破壞以前狀態之過程。1999 年學者呂光洋對此字彙定義為復原，指透過經營手段使某一生態系恢復到原來的狀態。

除了上述的「Restoration」復育之外，對於復育工作另有相關字彙來表示，分別是「Reclamation」整復、「Rehabilitation」重建等。

2. Reclamation(整復)

1974 年美國國家科學研究委員會定義「Reclamation」為使基地適合當地之狀況及結構，譯為復育（林蚊嬪，1987）。1988 年中國大陸由國務院頒佈「土地復墾規定」，將「Reclamation」譯為復墾，定義為：對在生產建設過程中，因挖損、塌陷、壓占等造成破壞的土地，採取整治措施，使其恢復到可供利用狀態的活動。1999 年呂光洋定義其為復育，指對嚴重受干擾的地區，進行重建。

Clewell *et al.* (2004)指出「Reclamation」通常被使用在北美和歐洲的採礦地區背景，「Reclamation」主要的目的包括穩定地勢、保證公眾的安全、美學的增進，地區的恢復，在當地的背景下，成為一個有效的目的，Reclamation 計畫如果更具有生態基礎便能夠被鑑定是 Restoration。

從以上的文獻回顧中可以發現，「Reclamation」使用中文的「整復」較為適當，一般用在嚴重破壞或是難以恢復的地區，例如：採礦地區，主要的目的包括穩定地勢、地區的恢復，使基地適合當地之狀況及結構，對於生態的恢復並沒有強調一定要恢復到原本的狀態，恢復到近似破壞前的水平。

3. Rehabilitation(重建)

1974 年美國國家科學研究委員會定義「Rehabilitation」為使基地依照預定之土地利用計畫，回復至一特定型態及生產力，並包含一穩定生態系，此生態系並不會造成環境惡化且與四周美學價值調和，譯為復原（林蚊嬪，1987）。1999 年呂光洋將其譯復建，指針對受人為干擾過的地區進行復建，也就是以比較小規模的方式對受干擾嚴重的地區，進行積極的人為介入，來使生態系又恢復到一個穩定的階段。

Clewell *et al.* (2004)提出 Rehabilitation 與 Restoration 有一個共同的原則，就是聚焦在歷史上或先前存在的生態系當作典範或是參考，但是兩者在

目的與策略上是不同的，Rehabilitation 強調的是整修生態系的生產力，相反的 Restoration 的目的是包括再建造先前存在的生物完整性，如物種組成和社群結構。

從上述的文獻回顧中可以發現「Rehabilitation」使用中文的「重建」較為吻合，其意指土地依照預定之土地規劃與利用計畫恢復至一特定型態及生產力，並包含一穩定生態系，此生態系並不會造成環境惡化且與四周美學價值調和，恢復計畫可以與破壞前雷同，也可以在對社會更有利的程度上進行更換。

另外還有其他類似的活動，如生態工程 (ecological engineering)、各種資源的管理，包括野生動物、漁業、畜牧業的管理，農林業等，這些活動內容有部分重疊在一起，甚至具有像 Restoration 一樣的特質。

雖然上述的字彙所具有的字面意義不盡相同，定義也略有出入，然而，它們對於土地自然資源保育工作，所具有的意義卻是相同一致的。

本報告將”restoration”譯為「復育」；”reclamation”譯為「整復」(中國大陸譯為「復墾」)，專指採礦遺跡之復育。

二、復育規劃程序準則

根據 Clewell *et al.* (2005)所提出的<Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects, 2nd Edition>將復育方案分為以下六大主題：概念規劃、前期工作、擬訂復育計畫、實施復育工作、實施後的工作、評估與宣傳(圖 2-2)，其中確認所有權、確認復育目標、確認長期的保護和管理策略、與公眾聯絡並宣導方案、安排公眾參與計畫設計和完成文化目的等準則等，皆有明確提及需要當地社區居民的參與。以下條例六大主題及相關準則 (51 條) 如次：

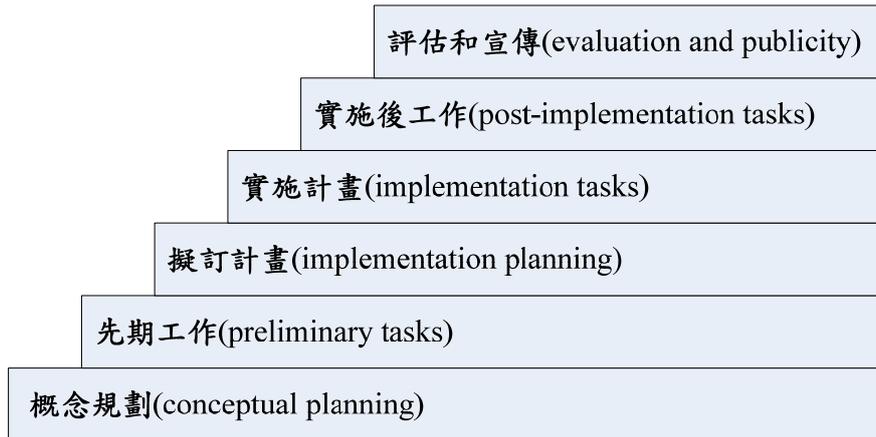


圖 2-2 劣化土地復育規劃程序(依據 Clewell *et al.*, 2005)

概念規劃

1. 確認計畫案的位置與範圍
2. 確認所有權
3. 確認生態復育的需求
4. 確認欲復育成哪一種類型的生態系
5. 確認復育目標
6. 確認需要修復地區的環境條件
7. 確認需要管理或再開始壓力因子
8. 確認並列出需要的生物性介入種類
9. 確認地景限制
10. 確認計畫案資金來源
11. 確認勞動力來源和需要的設備
12. 確認需要的生物性資源及其來源
13. 確認政府機構所需要的安全許可證
14. 確認計畫書的許可性、契約和其他法律的約束
15. 確認計畫案期限
16. 確認長期的保護和管理策略

前期工作

17. 任命一位主管所有復育工作的復育實踐者
18. 任命復育團隊

19. 籌畫一筆能完成初步工作的經費
20. 提供一份計畫案的環境因子與生物描述的文件
21. 提供一份當地的歷史資料做為復育計畫的參考
22. 實施前計畫案的監測
23. 確認參考的生態系以便比對
24. 收集關鍵物種個體生態學的資訊
25. 依需要對復育方法和策略的有效性做先導性研究
26. 決定哪一種生態目標是可行的或哪一個是他們需要變更的
27. 列出預計達成復育的每個目標
28. 從管理單位和地方政府獲得必須的安全許可
29. 建立和有興趣的政府單位聯繫
30. 確定和公眾聯繫並且宣導計畫案
31. 安排公眾參與計畫案的設計和執行以完成文化目的
32. 設置道路和其他基礎以促進計畫完成
33. 吸引和培訓完成監督和管理計畫案的人才

擬訂復育計畫

34. 描述為達到每一項目標將實施的干預
35. 認同被動的復育角色
36. 訂定完成標準及監測計畫草案，以測量每個欲達成的目標
37. 將工作需要完成的每一目標表列出來
38. 得到設備、供應品和生物資源
39. 準備一筆為了完成工作、維護狀況和偶發事件的預算

實施復育工作

40. 標記界線和工作地區
41. 設置永久性監測設備
42. 實施復育工作

實施後的工作

43. 保護計畫案地區對抗破壞者和草食者
44. 計畫完成後的維護
45. 定期勘查計畫案地點，以確認執行過程中是否需要校正

46. 依需要執行監測以提供標準數據文件
47. 適當的彈性管理是必要的

評估與宣傳

48. 評估監測數據去決定哪一個計畫目標是達成的，且是符合標準的
49. 對該新完成的計畫擬定一個生態評估
50. 確定哪一個文化計畫案目標是符合的
51. 公布完成復育計畫的描述(成果發表)

三、採礦跡地復育策略

(一)「採礦跡地」

依礦業法的規定，是指某一礦區以其設定採礦權的期限已滿，且未再延展者，並已停止開採活動的礦區。故上述 16 個礦區皆屬採礦跡地。採礦活動是造成土地資源劣化的因素之一，過去國人對於停採礦區較少給予關注，更未能進行有效的環境監測，以致於停採礦區常被棄置或任其荒廢，有時更因為自然災害導致礦區鄰近居民生命財產的損失，故有必要對其資源復育加以調查、監測。

(二)資源復育的意義

環境資源乃指影響人類生存和發展各種天然和經過人工改造的自然元素的總體，包括天氣、水、海洋、土地、礦藏、森林、草原、野生動物、自然景觀、人文史蹟、城市和鄉村等，事實上人類活動不僅改變了自然景觀，也創造了人文景觀。而人文景觀、人文史蹟也是不可忽視的資源(王鑫、許玲玉、白中科、王曉鴻，2006)。

在禁採礦區的資源復育策略上，除了應該認識「資源」的意義外，還須意識到礦區採礦跡地的生態系統是極度退化的生態系統，甚至是不可逆轉(回復)的生態系統，因此在資源「復育」或「整復」的過程中必須認識哪些是可能的過程？那些是不可能的過程(白中科等，1999，圖 2-3)，從而訂定可能達到的整復目標，一般採礦跡地的復育走的是過程⑥，由極度退化的生態系來重建一個適合當地且與原來生態系相似的生態系。

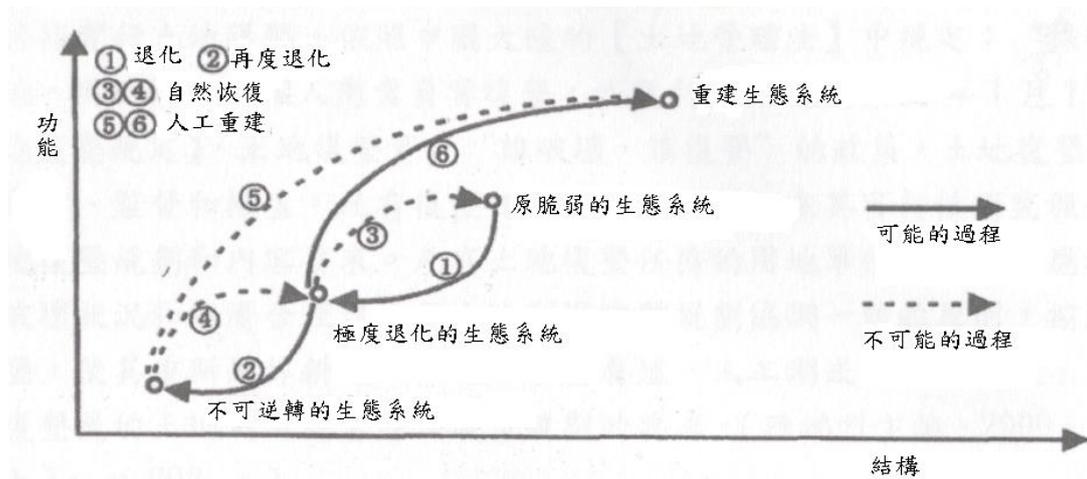


圖 2-3、生態系統復育示意圖 (白中科、趙景達 1999)

(三)礦區復整的資源再造與利用

根據林蚊嬪 (1987) 的研究，世界第一個礦區整復的例子，為 1963 年法國的 Parc des Buttes—Chaumont，該地區原為法國十八世紀以來重要的採石場，後來成為石灰石礦廢棄地，現今重建為法國伯特林修蒙公園。然而，真正由政府來推動全國性礦區整復工作，最早則是英國，英國推動的主要對象為境內廣大的砂石、煤礦等廢棄的礦區，但是早期的整復工作並未受到重視，因此當時的重點僅為簡單的綠美化，對整個自然生態景觀的恢復少有幫助，一直到 1960 年英國有關單位及民眾，開始注重土地生產力、土地再利用及景觀生態等因子，整復的目標也轉向為「完成一適當的土地再利用計畫」。如今國內外皆有此等礦區資源整復再造與利用的案例，令人津津樂道，茲舉例如下：

1. 國外案例

英國、德國、美國、加拿大、奧地利等國，很早就有相關的法令規定，來復育土地資源。停採礦區經過第景復育而再造成功的案例不少，如奧地利薩爾斯堡的地下鹽洞、美國西部的鬼城、英國的風景湖、加拿大溫哥華的布查花園等都是，挪威的礦業小鎮羅雷斯則是提報為世界文化遺產地。分別簡介如下：

(1) 奧地利的薩爾斯堡—鹽堡

「薩爾斯堡」是「Salzburg」的音譯，如果採用意譯就是「鹽堡」。從古代這兒就是靠生產岩鹽而發跡的，同時也奠定了它的經濟基礎，形成了聚落，逐漸都市化。如今在薩爾斯堡一帶某些舊時的採礦坑洞，目前已開發並從事觀光用途。其中以艾本基(Ebensee)附近的鹽山是遊客造訪的景點。鹽山山麓有一座史前博物館，館內介紹當地岩鹽的採掘及發現的古文化。

(<http://www.dom.moea.gov.tw/for-co52.aspx>)

(2)美國西部常有許多鬼城。

多是早期西部開發過程中，採金後廢棄的礦場。其中有一些鬼城改頭換面，成為觀光旅遊的景觀，如猶他州的賓漢峽谷礦山(Bingham Canyon Mine)，就設了解說員專門辦理礦場之旅的導遊，而參觀號稱世界最大的露天礦坑型銅礦山，即為旅遊活動之一，而參觀「後墾(即整復)與環境計畫」則包括清洗廢礦渣及植生造林。其中一塊經復墾的土地已成為野生動物棲息地。

(<http://www.dom.moea.gov.tw/for-co52.aspx>)

(3)英國劍橋大學東北方的米爾頓郡立公園(Milton County Park)

是一個以湖泊著稱的休閒賞鳥景點。這個湖泊原本是一個開採礫石的礦坑，經整復成郡立國家公園的風景湖，也因發展成野生動物棲息地甚至自然公園，並成為當地重要的休憩地。(<http://www.dom.moea.gov.tw/for-co52.aspx>)

(4)加拿大溫哥華的布查德花園(Butchart Garden)

原來是一座石灰岩礦場，布查德先生自 1888 年開採石灰岩，並建廠生產水泥，也因此成為北美成功的企業家，1904 年舉家建屋在附近，當布查德先生把住家附近的石灰岩都挖的差不多時，他的夫人就從鄰近的農地把表土一噸一噸的搬過來，客土在採掘場上，並開始種花，一個廢棄的石灰岩礦場居然變成了每年遊客超過 50000 人的美麗花園。(<http://www.butchartgardens.com/>)

(5)挪威的羅雷斯

羅雷斯是挪威的一個山城，因開採銅礦而興起，從 17 世紀開採至 1977 年停採，前後長達 333 年，於 1980 年登錄為世界第一批文化遺產之一(依據準則 iii、iv、v)，該城鎮保存了 80 間有院子的木屋，木屋黯色的外觀，給人中古世紀的感覺，許多過去的建築反應出當地居民礦業與農業生活產業的形式與內涵。自 1994 年起羅雷斯亦成為第一批受到國際監測的世界遺產之一。監測的工作需備妥文件與監測計畫，並有監測小組提供諮詢建議(Jone,2007)。

2.國內案例

(1)瑞芳金瓜石

「金瓜石及週遭文化景觀」是行政院文建會於 2003 年評選出台灣地區 12 處具有登錄為世界遺產潛力的地點。金瓜石礦山開採與歷史演變造就了黃金傳奇，儘管當地採金、銅礦已經沒落，但繁華一時的金瓜石及其週遭地區，依然保有極為豐富的風土民情與文化特質。如今有「黃金博物館」的成立，並企圖與社區結合，期盼社區教育做為金瓜石自主與永續發展的機制(黃世哲，2007)

(2)高雄半屏山

半屏山因盛產珊瑚礁石灰岩，早期在清朝半屏山下就是鑿石場和煉灰場(以石灰石製造石灰)。1917年日人在附近設置水泥廠，光復後多家水泥在此取得開採權，鑿石場和煉灰場逐漸消失，成為以後的水泥廠。民國50年6月4日，半屏山發生山崩，造成42人死亡，縱貫鐵路掩埋變形約1000公尺，此後開採方式由下拔法改為由上往下，從此重大山崩事故不再發生。

半屏山曾是國內重要的石灰礦區，經長期採礦的結果，原有自然生態遭嚴重破壞。半屏山的採礦權於1997年終止，隨後進行礦區植生綠化。半屏山之西北麓由高雄市政府設置半屏山自然公園，東南麓除護坡植生綠化外，亦由水泥業者開挖滯洪沉沙池以確保水土安全，沉沙池並於2006年由高雄市政府規劃並成立半屏湖自然公園(維基百科，2008)。經整復的半屏山自然公園和半屏湖自然公園，如今已成為高雄人爬山健身踏青的好所在，更成為鄰近學校豐富的大自然教室。

(3)亞洲水泥新城山礦場

位於花蓮縣新城鄉，緊鄰太魯閣國家公園，台九線公路經過，交通非常便捷，離花蓮市區車行約20-25分，距離花蓮機場約15分鐘車程。為了永續經營，亞泥除了採礦、製造水泥外，礦場整復計畫除植生綠化外，已著手規劃及實施礦場觀光，內容包括礦場、地質、礦種、開採技術、植生綠化、蝴蝶園及網室以及原生植物園。

亞洲水泥礦區導覽介紹行程內容包含：

1. 室內解說

介紹大理岩的形成、大理石礦的探勘、開採，以及水泥的製造過程。

2. 景觀介紹

礦場辦公室旁平台，觀看到整個採礦廠壯麗的景色，介紹採礦的一般程序與方法，同時眺望崇德及新城附近的許多沖積層與河階，及立霧溪口的河川地形構造運動。

3. 大理岩露頭

大理岩結晶美麗，紋理漂亮，為迷人的石材。介紹大理岩的成因，與如何地質作用形成大理岩的過程。

4. 豎井

介紹如何利用豎井及輸送帶運送，讓原料石運送到廠區，減少卡車之奔波，降低交通危險，以減少粉塵污染及噪音量。

5. 大南澳片岩

觀察第三紀變質雜岩，出露的有大理岩、黑色片岩、綠色片岩、矽質片岩等多種岩石。

6. 摺皺與斷層

觀察斷層、摺皺等多種地質構造現象，是台灣中央山脈造山過程中所留下的痕跡。

7. 礦階植生綠化

觀察與瞭解礦場於開採完畢之後的植生綠化過程與成效。早期採掘跡所種植的樹木成長良好，遮蔽曾開礦的痕跡。

8. 空中吊壁植生

觀察到礦區內特殊的吊壁式植生法，將植物植入人造花台，別有特色。如：夏季盛開的立浪草。

9. 溫室及苗圃

參觀特別培育的太魯閣地區特有的植生品種，瞭解植生綠化的技術。

10. 蝴蝶園

在工廠宿舍區，台九線旁，種花植草，及引蝴蝶，如今已成遠近馳名教學與觀光園區。並接受網上預約報名。

11. 原生植物園

配合溫室與苗圃的育苗，除出栽做採掘跡綠化外，並逐擴展原生植物園。

四、礦區資源復育監測

台灣礦區整復工作，早期管理的重點主要著重在水土保持與景觀綠化方面（許玲玉，2002），直到 1990 年代國外的復舊運動的熱潮開始延燒到台灣，台灣的礦區整復工作才逐漸重視生態觀點（何武璋，1998）。多位學者從事礦區整復的植生工法與植被復育的研究；近年來更利用衛星影像結合 NDVI 分析來監測植被復育的成效，茲分述如下：

（一）礦區整復的植生工法與植被復育研究

台灣自 1980 年代開始，陸續有人研究有關採礦跡地的植被恢復工作，如：陸象豫、林信輝（1980）於中華水土保持學報發表的「石灰石礦區廢土石地植生覆蓋試驗」及「石灰石礦區廢土石地植生木樁萌芽試驗」兩篇研究報告，此兩篇報告著重在如何有效達到景觀綠化。其後林信輝（1993、1994、1994）連續數年做了石灰礦區植生復育之研究，得知台灣在石灰岩採掘遺跡植生復育過程中，喜用山水柳（密花苧麻）、山芙蓉、山鹽青（羅氏鹽膚木）、台灣赤楊等陽性樹種。

邱創益教授多年來從事於生態綠化技術之研究，對陡峭岩壁與礫石層之生態綠化技術，提供採掘殘壁植生恢復的方法與常用植種（邱創益，2003）。

1. 礦區植生方法

（1）採掘跡含最終殘壁

植生材料：三葉蟛蜞菊、台灣葛藤、五節芒、台灣蘆竹。

植生工法：穴狀直播配合種子點播、鋪網客土噴植等。

(2) 捨石場

植生材料：五節芒、台灣蘆竹、野桐、白匏子等。

植生工法：穴狀直播、塑膠袋育苗栽植、打樁編柵、鋪網客土噴植等。

2. 花蓮縣新城山亞泥礦場採掘跡之生態綠化研究（陳玉峰，1991）

1989年亞洲水泥公司委請黃瑞祥、林讚標及陳玉峰教授針對礦區殘留綠化工作、礦場週遭植物生態進行研究與應用計畫，根據各種植物社會演替序列之順序，判定潛在植被發展之傾向，提供潛在原生優勢物種選種育苗之方向，研究結果提出有利生態綠化最終物種組成為：

- (1) 太魯閣櫟-青剛櫟社會組成
- (2) 糙葉榕-大葉釣樟社會組成
- (3) 大葉楠社會組成

3. 花蓮縣新城山亞泥礦場採掘跡之植被復育研究（李佩怡，2007）

有鑒於亞泥新城礦場植被恢復的歷程，是以潛在植被與自然演替理論為基礎，選擇適合當地的原生樹種育苗，以混種方式出栽苗木，為了瞭解其復育成效，近兩年張惠珠、張詠智等（2006）、李佩怡（2007）對亞泥礦區植生綠化工程及礦區植被恢復做了初步的研究。結果顯示出栽一年後，喬生呈幼木狀，高 2~3m，以血桐、九芎、山黃麻為主，灌木層以山芙蓉、揚波、密花芋麻為主；地被以大花咸豐草最多。

出栽五年後，喬木外觀以成林，樹高約 4~8m，主要樹種是銀合歡、相思樹，出栽 10 年後，樹高 6~10m，主要樹種仍是銀合歡、相思樹。（表 2-3）

表 2-3 亞泥新城山礦場採掘平台植被恢復 1、5、10 年後物種比較表

出栽時間	*喬木高度(高度 m)	灌木	草本	物種數
1 年	血桐、九芎、山黃麻 (2~3m)	山芙蓉、揚波、密花芋麻	大花咸豐草	36 科，55 屬， 63 種
5 年	銀合歡、相思樹 (4~8m)	山芙蓉、銀合歡、密花芋麻	白被芒、大花咸豐草	52 科，83 屬， 91 種
10 年	銀合歡、相思樹 (6~10m)	銀合歡、大葉澱疏、通條木	白被芒、台灣蘆竹	41 科，59 屬， 61 種

*喬木以重要值(IVI)指數排序

故亞泥礦區植被恢復的理念很好，但在實際上，潛在植被、原生物種並不能如期的在貧瘠的土地上 10 年成林，10 年看到的是陽性、不耐陰、耐旱且能固氮的銀合歡—相思樹林；然而即使如此，這個人工林在視覺上和生態功能上已有相當程度的恢復，外觀差強人意，而林中已有山豬、眼鏡蛇、鳥類等的出現，可說是已達到整復的目的。

另外，與礦區整復工作息息相關的法令條文「礦業法」，除了訂定如何有效利用國家礦產外，也將水土保持與礦區復整列入該法令條文內，依據 2003 年所修正的礦業法第 48 條更明確指出：「礦業用地經使用完畢後，礦業權者應依核定之水土保持計畫，實施復整及防災措施。」由此可見，我國除了重視土地資源的開發利用外，也強調水土保持與環境維護的落實。故業者也都必須遵照辦理，而整復的成效如何，則有賴後續的追蹤研究。

(二) NDVI 應用於植物資源監測

1. 植生指標

植生指標(vegetation indices)是利用不同波段，的反射強度來估算地表植物的生長活力與茂密程度。最常被使用的一個植生指標就是差異化常態植生指標(Normalized difference vegetation index, NDVI):

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

式中之 IR 是紅外光波段光譜值，R 是紅光波段光譜值。NEVI 的值介於-1 至 +1 之間，值生良好的地區其 NDVI 大 (0.3-0.8)；雲層或冰雪覆蓋的地區 NDVI 則小於 0；水體的 NDVI 或正或負的接近於 0；土壤的 NDVI 是接近於 0 的正值 (0.1-0.2)。

植生指標主要有二大方面的應用，其一是監測植物的生長情況，了解作物季節性或每年的生產量，這樣的研究會配合地面調查資料，長期記錄研究區域內植生指標的變化，先歸納出植生指標與大氣狀況、作物生長以及當地耕作方式之間的相關性，再利用植生指標最為量化作物生長情況的指標(例如：White & Nemani (2006))。

另一方面，植生指標也被用於地表變遷的研究。植生指標應用於影像分類(image classification)時，可用來區別植生和裸露地、不同種類的植物以及職務生長的季節性變化。但 NDVI 在這一方面的應用被界定為定性(qualitative)而非定量(quantitative)的工具(Campbell, 2002)。

使用植生指標進行量化(quantitative)的研究時，需要注到植生指標會受到

以下因素的影響：大氣的效應（水氣與懸浮微粒）、雲（尤其是容易被忽略的薄雲）、土壤（潮濕度）、光線的角度與衛星接受器的光譜效應等。因此試圖將植生指標應用於量化研究時，需考慮以上因素，做進一步的分析。

2. NDVI 的應用實例

台灣山區遼闊，不易進行大規模的調查研究，由於衛星影像具有多時攝影、大面積涵蓋和快速分析的優點，在地表變遷與森林調查上，常常利用衛星影像計算 NDVI 進行地表變遷的研究。例如 921 地震造成台灣中部地區坡地嚴重崩塌裸露，其後續的植物生長狀況的研究，有許多就是利用 SPOT 衛星影像建立 NDVI 來辨認裸露地面積的變化，並進一步計算與估算其復育程度的（例如 Lin et al., 2005; Lin et al., 2004; Yang et al., 2002）。

第三章、調查方法

第一節、研究方法概述

本計畫研究方法與工作項目可分為三階段：第一階段為透過資料蒐集、分析、研判以瞭解禁採補償礦區的基本現況。第二階段為就仍有道路存在的禁採礦區進行踏勘並選取調查樣區，進行植物資源調查，因為植被的恢復是礦區資源復育的重要指標，同時以 NDVI 監測與比對。第三階段為根據實際的監測調查並參酌國際案件與準則，擬定一套礦區資源復育的調查監測和評估之參考模式。分述如下：

一、資料蒐集與文獻回顧

蒐集園區內礦區本資料，及礦區禁採前後歷年航照圖、衛星影像等，評估礦區植被復育的成效，瞭解礦區植被概況及其可達性，做為地面樣區選取之依據，以便進行本研究及日後長期監測。

二、礦區踏勘及取樣調查

就仍有路跡可循之礦區進行踏勘，及取樣調查禁採補償礦區之資源，原則上植物採典型樣區法或以代表性樣地法（宋永昌，2001），調查維管束植物，取樣面積森林為 400m²，灌叢 25m²、草地 4m²，主觀判斷代表性的樣地進行調查，懸崖地以望遠鏡輔助調查，並登錄禁採補償礦區內發現的脊椎動物或其痕跡。以鄰近地區的植物相與動物相為參考，評估禁採補償礦區資源復育之程度。

三、利用 NDVI 評估禁採補償礦區植被恢復概況

本研究利用福爾摩沙二號，彩色融合四波段、2 公尺高解析度衛星影像，進行太魯閣國家公園內禁採補償之礦區植生復育的監測。針對太魯閣國家公園東側的大理石和白雲岩禁採礦區，本研究選取 2004/10/17、2006/07/05 和 2007/07/13 三個時期的衛星影像，影像範圍為左上座標 306000, 2686047；右下座標 3236777, 2661000 (TWD67 座標) 進行分析。2005 和 2008 年研究區域內的福衛二號影像，因為影像數量少且雲層覆蓋率高，未納入分析。

光筓金礦位於太魯閣國家公園的西側，與東側的大理石和白雲岩礦區

距離遙遠，並未在所購買的衛星影像範圍之內。由於光筊金礦係採坑內採掘，就研究者所服務單位曾購買的 2005 年福衛二號影像中看到此礦區植生茂密，並無需要監測的裸露地，故未再針對此一礦區增購衛星影像進行分析。

福爾摩沙二號衛星影像共有四個波段：藍光(B)、綠光(G)、紅光(R)和紅外光(IR)。可用於製作 RGB 影像和 NDVI 分析礦區地表的變遷。由於植物有季節性成長的變化，要利用 NDVI 進行量化的分析必須謹慎評估其可行性，若要進行影像標準化的處理(normalization)，需選取無植被覆蓋不受環境變化影響的訓練場(training sites)，例如：深水湖區(Eckhardt, 1990)。本研究區域位於國家公園境內，無適合進行影像標準化的訓練場，故未進行定量的分析，僅以 RGB 影像和 NDVI 描述礦區地表的變遷。

四、研擬禁採補償礦區資源復育調查監測準則

根據實際調查情況並參考相關案例及國際生態復育協會的復育規劃程序準則 (Clewel et al., 2005)，擬定適合太魯閣地區的資源復育調查評估方式。

第二節、研究流程與預期結果

一、研究流程

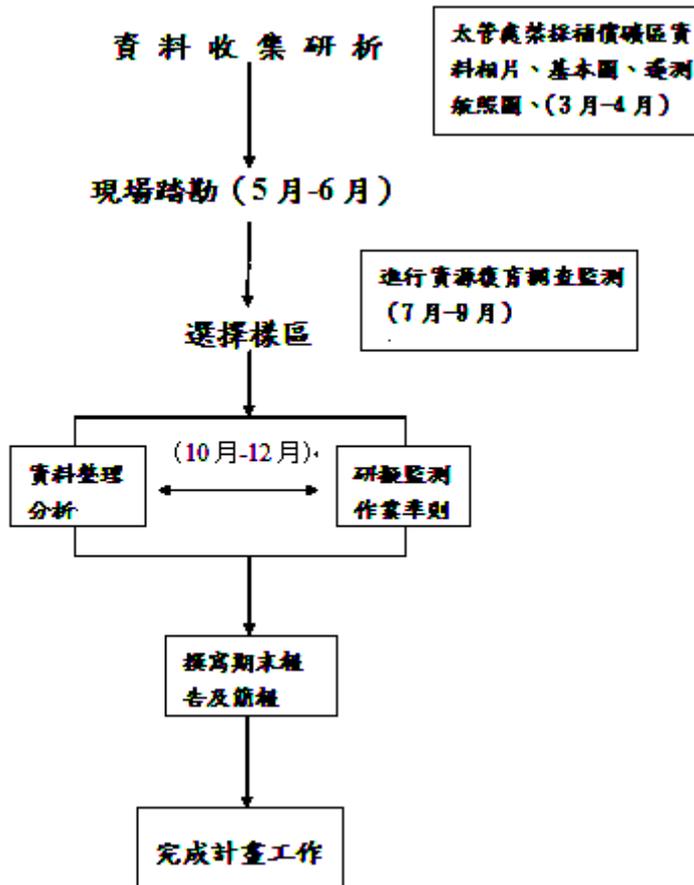


圖 3-1、研究流程圖

表 3-1、重要工作項目與預定進度表

工作項目	97 年度										備註
	3 月 (期 初)	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月 (期 中)	9 月	10 月	11 月	12 月 (期 末)	
1. 期初報告											
2. 資料蒐集與訪談											
3. 航照圖判讀											
4. 踏勘與樣區資源調查											
5. 期中報告											
6. 參考相關之主題研究和案例，進行太魯閣園區內禁採補償礦區資源復育監測模式之建立											
7. 期末報告											
8. 撰寫研究報告											

二、預期成果

1. 瞭解禁採補償礦區資源現況及復育過程
2. 建立禁採補償資源復育的調查、監測和評估方式
3. 提送工作成果報告
三百字以內中英文摘要電腦文字檔磁片乙份
印製成果報告書一百本，調查計畫全程試驗資料光碟乙份(含成果報告檔案、調查之樣區定位之基本資料，照片至少五十張。)、詮釋資料檔

第四章、結果與討論

第一節、踏勘與取樣

(一)篩選地面調查樣區

在 16 個禁採補償礦中，根據工研院的調查(2005a, 2006b)由航照研判(1980, 1985, 2002 年航照)，有六個礦場在國家公園境內，即禁採區內，未曾開採或是無地表採掘跡，它們是幸福和仁礦場、榮工靳珩橋礦場、亞泥加禮宛山礦山、榮工長春橋礦場、來發石礦及光筊金礦(以礦開採為主，無地表採掘跡)。(表 4-1)。

表 4-1、不同時間拍攝的航照判釋結果說明表

礦場名稱	礦場採掘跡			備註
	民國 69 年航照	民國 74 年航照	民國 91 年航照	
幸福水泥公司和仁礦場	無採掘跡	無採掘跡	採掘跡甚小，在禁採區外	實際上曾開採，因採掘跡小且位於嶺線背後，航照無法顯示
南昌礦業公司 南昌石礦	3 處採掘跡，分別為 6200m ² 、20,700m ² 、22,300 m ²	8 處採掘跡，380~24600 m ²	5 處採掘跡，1900~42800 m ²	74 年有 3 處採掘跡在禁採區外，91 年有 2 處採掘跡在禁採區外
崇德礦業正德石礦	7 處採掘跡，1700~56500 m ²	4 處採掘跡，4500~25000 m ²	3 處採掘跡，6500~50300 m ²	除減少採掘跡數及面積有變化外，位置大致相同
天崇礦業公司 天崇石礦	無採掘跡	1 處採掘跡，93200 m ²	1 處採掘跡，190400 m ²	原採掘跡面積變化
東豐礦業公司 清水礦場	3 處採掘跡，分別為 3900m ² 、10500m ² 、32600 m ²	4 處採掘跡，1700~19800 m ²	2 處採掘跡，分別為 4400m ² 、28900m ²	除減少採掘跡數及面積有變化外，位置大致相同
榮工公司靳珩橋礦場	無航照	無採掘跡	無採掘跡	據業者告知，曾採轉石
國華公司銑明大理石礦場	無航照	1 處採掘跡，5100 m ²	1 處採掘跡，2300 m ²	74 年的採掘跡在禁採區外，91 年的採掘跡在禁採區內
亞泥公司加禮宛山礦場	無航照	無採掘跡	無採掘跡	
光原公司 東昌石礦	5 處採掘跡，308~9600 m ²	5 處採掘跡，1000~11000 m ²	5 處採掘跡，750~13600 m ²	91 年航照有 3 處採掘跡與 74 年航照同位置，另有 2 處新增

鍾玉明 等 正大石礦	1 處採掘跡，22000 m ²	1 處採掘跡，15000 m ²	1 處採掘跡，53700 m ²	採掘跡位置大致相同，91 年航照顯示面積大幅增加，係因岩盤大量崩落造成。該礦包含坑內開採。
榮工公司 長 春橋礦場	無航照	無採掘跡	無採掘跡	
立東公司 北三棧石礦場	2 處採掘跡，分別為 15600m ² 、15800m ²	1 處採掘跡，15400m ² 、	1 處採掘跡，35000m ²	74 年與 91 年航照，採掘跡位置相同
陳錦祈 等 利東三棧礦場	無航照	1 處採掘跡，約 900 m ²	1 處採掘跡，約 3200 m ²	74 年與 91 年航照，採掘跡位置相同
陳王阿英 等 利英三棧礦場	無航照	1 處採掘跡，約 14900 m ²	1 處採掘跡，約 8600 m ²	74 年與 91 年航照，採掘跡位置相同
來發石礦公司 來發石礦	無航照	無採掘跡	無採掘跡	據業者告知，曾採轉石
光筊金礦公司 光筊金礦	無航照	無地表採掘跡	無地表採掘跡	以坑內開採為主

因此在以植被調查為主的地面實際踏勘與調查上，依常理判斷，可以屏除，不予理會，而藉由歷年 2003、2004、2007 年衛星影像 NDVI 之分析及參閱 Google Earth 航照圖，亦證實其地表植被看不出破壞跡象。

扣除上述六個礦場，踏勘之礦區路線為分布於三棧南北西沿岸及蘇花公路西側。分述如下：

1. 三棧南北溪流域

分布三棧南北溪流域的礦區包括國華銳明石礦、立東北三棧石礦、利英三棧礦場、利東三棧礦場及來發石礦。

表 4-2 三棧溪流域礦場概況(依工研院 2005a, 2005b)

礦場名稱	礦種	停採時間	路況	植被狀況
國華銳明	大理石	75 年	無法行車	除陡壁外，植生良好
立東北三棧	大理石	86 年	橋毀道路流失	除陡壁外，植生良好
利英三棧	大理石、白雲石	76 年	道路不堪使用	植生茂密
利東三棧	大理石	80 年	(禁採區無礦場)	植生茂密
來發石礦	大理石	83 年	道路流失	植生茂密

由工研院 2005a、2005b 之報告中可知，位於三棧南北溪流域的禁採礦區，其聯外道路及礦場道路，由於年久失修大多嚴重毀損，或路面不明已被植物覆蓋，或已在溪流之中，而其礦場採掘跡為溪兩岸岩壁者，已草木扶疏，難以辨識。

5 月 30 日首先往立東北三棧踏勘，途中誤闖榮工三棧礦場，那是一個仍在開採的石灰岩礦。

立東北三棧礦場勘查紀錄

探勘地點：立東礦場（三棧北溪支流） GPS 座標：TW67 310707

探勘時間：2008/5/31 2667305

探勘人員：張惠珠、潘文欽、李廣鎮

現勘結果：

車可開到三棧北支流旁，停車處可看見舊採礦道路路基與隧道，通往礦場橋梁多已沖毀只見橋墩與水泥結構。舊有道路沿右岸而築路寬約 10m，由於橋梁已沖毀前往礦場必須先沿左岸步行約 5 分鐘後下溪至右岸，右岸有一明顯引水管，沿鋪設水管路上行約 15 分鐘便可見水利署標點，再往前行約三分鐘便可見一完整水泥結構建築，在往前行約 20 分鐘便可到達隧道下方，隧道與道路落差約 10 公尺，必須攀爬才能到達隧道，隧道約長約 30m、高 7.5m、寬 10m，隧道內乾淨，有一獵人生火灰爐，洞內已有蝙蝠居住多時，蝙蝠排遺共有兩處，排遺厚度約 15cm。隧道後方道路已長滿高約 180cm 的木本植物（密花芋麻、銀合歡）及許多草本植物叢生，多已埋沒在荒煙蔓草之中無法通行但舊路基下方堆砌巨石與水泥仍明顯。

植生概況：

已恢復近似自然的次生林，若非在次生林中發現地被為三裂葉蟛蜞菊和仍有大量的銀合歡及密花芋麻，以及砌石的坡坎，幾乎無法辨識期為礦區植生復舊。保育志工李廣鎮說：「我以前登山時還以為這裡是原生林。」。

從停採 11 年的立東北三棧礦場路況的崎嶇坎坷，其餘各礦場皆停採 14 至 20 年間，其路況可見一斑。故將來三棧溪流域若有不同的資源整復計畫，立東應為優先考慮的路線，因為儘管行不易，至少可達性仍高。

2. 蘇花公路以西之礦場

在太魯閣國家公園境內花沿線之礦場由北而南依序為幸福和仁礦場、南昌

石礦、天崇礦場、崇德正德礦場、東豐石礦、東昌石礦與正大石礦(表 4-3)

表 4-3 蘇花公路沿線西側礦場(參考工研院 2005a, 2005b)

礦場名稱	礦種	礦權期限	停採時間	路況	植被概況
幸福和仁	大理石、 白雲石	59.03.21 98.03.21	區內無開採	—	路面雜草叢生
*南昌石礦	大理石、 白雲石	49.06.30 95.06.29	85 年	道路大部分沖 毀無法行車	除陡壁外,草木 扶疏
*崇德正德 礦場	大理石、 白雲石	68.01.03 103.01.29	88 年	路跡猶可循,道 路大部分沖 毀,無法行車	可見進行綠化 的採掘跡
天崇石礦	大理石、 白雲石	67.11.01 95.10.31	82 年	道路不堪使用	雜草叢生
*東豐石礦	大理石、 白雲石	42.01.24 94.01.26	84 年	道路流失或路 跡不明	陡壁光禿,植生 恢復良好
*東昌石礦	大理石、 白雲石	44.07.31 84.07.30	84 年	道路不堪使用 或路跡不明	陡壁光禿,坑內 採掘者外表完 好
*正大石礦	大理石、 白雲石	54.11.01 89.10.31	76 年	位於台九線路 旁	陡壁光禿,坑內 採掘者外表植 生尚好

以上諸礦場除幸福和仁場在國家公園境內無開採,未予踏勘,天崇石礦因路況不好未前往,由於各礦場彼此相鄰相接,由管理處沿台九線北上即可一網打盡,在台九線西側、崇德火車站對面為正大石礦,正大石礦北方緊鄰東昌石礦,其入口處在 179K 附近,穿過樹叢,見到果園,然後路跡不明。若沿台九線繼續往北至匯德隧道北口,沿匯源林道步行可經東昌石礦到正德石礦,若繼續往上至清水山方向,則可達天崇石礦,該路段路況不好,巡山員建議不宜前往。由匯德隧道北行至小清水,沿清水溪步行,可抵南昌石礦,南昌石礦道路大部分沖毀,必須在溪谷中的巨大石塊上攀爬前行,且時有落石之虞,故經數次的踏勘後,選擇正大石礦與正德礦場做為資源調查、監測的樣地。

第二節、植被調查

1. 正大石礦

正大石礦位於崇德車站對面，早期開採石灰礦石為主；礦區有數個平台，後面有一大片裸露且陡峭的大山壁，早期用下拔的方式開採礦時所造成的，所以在植被恢復是較困難的，礦區平台的坡面主要以銀合歡為優勢植物。礦區有平台上的草地、灌木林、平台坡崖、樹林和峭壁採掘面等，樣區描述如敘述如表 4-4：

表 4-4、正大礦場植被調查

樣區編號	種類	覆蓋率(%)	樣區敘述	備註
樣區一(草本)	兩耳草	12%	樣區以草本植物為主其中兩耳草是樣區中優勢植物。	2m*2m, 為石灰質沙土。
	銀合歡	3%		
	大花咸豐草	1%		
	雞屎藤	1%		
	帝馬蘭	1%		
	野苧蒿	1%		
樣區二(灌木)	銀合歡	27%	平坦裸露地樣區，以銀合歡的 27%為最優勢樹種，其次是大花咸豐草。	2m*2m
	大花咸豐草	25%		
	狗牙根	20%		
	山芙蓉	5%		
	兩耳草	1%		
樣區三(象草)	象草	80%	斜坡下的草本植物樣區為其中以象草為優勢草本植物，樣區中有銀合歡五節芒和台灣蘆竹鑲嵌其中。	10m* 2m 的 20m ²
	銀合歡	5%		
	五節芒	1%		
	台灣蘆竹	<1%		
樣區四(森林)	銀合歡	95%	為斜坡處樣區以銀合歡為優勢種佔 95%。	50m*2m 的 100m ² 樣區。
	構樹	3%		
	血桐	1%		
	山芙蓉	<1%		
	羅氏鹽膚木	<1%		
	山黃麻	<1%		
	杜虹花	<1%		
(崖壁) 樣區五	台灣蘆竹		裸露大岩壁, 僅於岩隙生長台灣蘆竹及少數車桑子等	以望遠鏡觀望
	車桑子			

以步行方式紀錄礦區內的植物種類，共記錄到 30 科 58 種，蕨類植物 2 科 2 種，雙子葉植物 23 科 43 種，單子葉植物 5 科 13 種，植物名錄如附錄一。

因為近乎垂直的採掘壁過於陡峭，植被恢復極為困難，將持續相當長的歲月呈現裸壁景觀，僅在岩壁石隙生長台灣蘆竹、車桑子、五節芒等先驅耐旱的物種。而陡壁下的兩階平台則因土壤的關係或發育成銀合歡-構樹林；或銀合歡-山芙蓉灌叢，時常可見密花苧麻；或組成不定，但通常有大花咸豐草，時常可見三裂葉蟛蜞菊的草地。在兩平台間的崖下植有一片平均株高 2m 以下的象草。

在數次的探勘和調查中，正大石礦的平台，土壤較厚處，皆見山豬留下來的蹄印和拱土的痕跡，12 月 1 日近中午，並看到大冠鷲在低空徘徊飛翔。

2. 正德石礦

正德石礦位於座標 (316297, 2678436)，由匯德隧道北口西側沿匯源林道步行約 2 公里，可達礦場，有兩個較寬的平台及明顯的數層採掘階段平台，礦場跡地有草地、灌叢、和樹林，以代表性樣區法取 4 樣區調查，內容如表 4-5：

表 4-5、正德石礦植物調查樣區(2008. 10. 25)

樣區編號	主要種類		覆蓋率	樣區描述	面積
樣區 I	1	銀合歡	90%	土層較厚，地表有少許腐植質的平台，銀合歡株高 4-6m，望之似銀合歡純林。	10m*10m=100m ²
	2	青莢葉	2%		
	3	大葉溲疏	2%		
	4	欖仁舅	4%		
樣區 II	1	密花苧麻	40%	大理石碎石與少許土壤平台，外觀是密花苧麻灌叢。	4 個 5m*5m 樣區 共 100m ²
	2	大葉溲疏	8.5%		
	3	大花咸豐草	30%		
	4	銀合歡	1%		
	5	台灣蘆竹	4%		
	6	三裂葉蟛蜞菊	4%		
樣區 III	1	銀合歡	25%	位比上述平台高 1m 以上之數個階段平台(採掘跡)的最下階，以銀合歡為優勢樹種，但生長勢不佳，平均株高 3-4m 未能遮蔽階崖。	50m*2m=100m ²
	2	欖仁舅	2%		
	3	台灣光臘樹	2%		
	4	九芎	1%		
	5	密花苧麻	10%		
	6	山芙蓉	2%		
	7	大葉溲疏	1%		
	8	大花咸豐草	50%		
樣區 IV	1	五節芒	50%	礦場最下方平台土壤表層含較多的大理石粉沙，以五節芒最優勢。	5m*5m=25m ²
	2	大花咸豐草	20%		
	3	艾納香	5%		
	4	愷葉懸鉤子	5%		
	5	銳葉瓶爾小草	5%		

採掘跡的階段平台是以銀合歡為主的人工林；平均株高約 2-4 公尺，尚不能遮蔽採掘殘壁，位於階段下方的平台依土壤差異在土層較厚處，呈現銀合歡純林

(平均株高 4~6m)；在含石率 90%以上、土層較淺處，為密花苧麻灌叢；在沙質較多的平台則是五節芒、艾納香、大花咸豐草、銳葉瓶爾小草等，組成不定，覆蓋稀疏的草地。

前往正德石礦的匯源林道，兩側山林仍維持很好的林相，調查記錄到維管束植物 89 科、204 種，見附錄二。

5 月 30 日首次匯源林道踏勘時，驚艷一下，來回途中數次目擊花蓮縣烏朱鸕及小卷尾、紅嘴黑鵯與大冠鷲等，耳聞大彎嘴畫眉與小彎嘴畫眉等，巡山員說可見山羊蹤跡。

綜觀正大石礦植物相，為海邊人為干擾的植物相，物種以先驅的陽性植物為主；森林以銀合歡為主的人工林，逐漸有構樹、血桐等原生先驅樹種進入銀合歡的樹林中；灌木樣區中的銀合歡仍是主角；草本樣區無一定的植物組成，仍有許多銀合歡小苗；以此觀之，該礦區未來還有相當長的歲月會以銀合歡為主的林相；而象草是礦區綠化和水土保持常用的種類，它也必然成為林緣、路旁的優勢高草；而陡峭的岩壁將有很長的時間會維持台灣蘆竹為優勢種的山崖壁植被。

在前往正德石礦的匯源林道上，途經東豐石礦舊址，其整復的階段平台植被覆蓋率比正德石礦高多了。以望遠鏡觀看，物種仍是以銀合歡為主。匯源林道沿途道路上可見許多大花咸豐、三裂葉螞蟥菊、象草、密花苧麻及小花蔓澤蘭等。然而谷地兩側的原始植被仍維持相當的原始完好。其周遭原生植被應屬於蘇鴻傑(1984)所指的楠榕林帶，徐國士等(2007)所指的樹杞-大葉楠群叢或茄苳亞群叢，其間夾有珍稀的小葉羅漢松-細葉蚊母樹群落(吳勝偉，2003)。

由文獻探討(林信輝，1993，1994，1995；邱創益，2003；張永智等，2006；李佩怡，2007)及本研究對礦區整復植被踏勘和調查結果，礦區整復樹種以銀合歡為主，灌木以密花苧麻為主，草本中高草以象草，地被以三裂葉螞蟥菊為主；而銀合歡、山芙蓉、密花苧麻、象草、三裂葉螞蟥菊都是礦場整復時最時常使用的種類，其中銀合歡、象草、三裂葉螞蟥菊都是強勢的外來種；此外也是入侵種的小花蔓澤蘭雖然沒有出現在樣區內，但皆出現在兩個礦區的路邊，且蔓生在其他植物之上，11、12 月間正處於盛花期。當國家公園在努力地清除外來入侵種時，很難想像這些外來種都是人為刻意引進種植的，而國家的政策是清除外來種，在貧瘠的礦區採掘跡上以銀合歡造林復育好不好？可不可以？要不要砍除？是值得研究和討論的議題。事實上根據調查經驗，在鬱閉的原生林中，銀合歡是長不起來的(張惠珠，2004)。

(三)植物調查樣區的檢討

2006 至 2007 年間，我們想探討亞泥新城山礦場採掘階段平台植生復育的成效，為了與礦場周邊未遭破壞的植被做比較，我們採用標準樣區法，依據台灣低海拔常綠闊葉樹林取樣最小面積的經驗值 400m^2 ，在同一年份出裁的階段平台取 2 個 $2\text{m}\times 100\text{m}$ 共 400m^2 的樣區做調查，共做了 1 年、5 年與 10 年等 3 種樣區。新城山礦場在每一階段平台間都設有鋼梯，故階崖斜度雖達 70° ，沿梯攀並無困難。十年內的鋼梯也還堪用；但勘察禁採礦區的階段平台，情形卻大不相同，大部分無路可上，攀登困難。故採用代表性樣區法，以主觀判斷取樣，且因採掘跡物種單純，喬木以銀合歡為絕對優勢，灌木以密花苧麻為優勢，草類組成不定，但常出現五節芒與大花咸豐草等，崖壁則必有台灣蘆竹。以這樣簡單的植相， 100m^2 的木本樣區與 400m^2 的樣區其結構及組成幾無異。故實際作業皆以代表性樣區法，記錄主要物種之覆蓋率及高度，輔以現場照片，呈現調查區的樣貌。

第三節、各禁採補償樣區 NDVI 分析結果

本研究分析位於太魯閣國家公園內的 15 處大理石和白雲岩禁採礦區，以及一處金礦禁採礦區，共 16 處禁採補償之礦區。根據福衛二號 RGB 影像和 NDVI 轉換，可將 16 採補償之礦區分為以下二大類：

(一)全區植生良好之礦區九處：(表 4-6)

以 2007 年的衛星 RGB 影像和 NDVI 影像呈現 A2 加禮宛山礦場、A4 國華銑明石礦、A5 來發石礦、A7 利英三棧礦場、A6 利東三棧礦場、A8 幸福和仁礦場、A9 榮工新衍橋礦場、B1 光筊金礦、B4 榮工長春橋礦場。

1. 幸福和仁礦區：禁採區內 NDVI > 0.3 ，平均 0.43，顯示區內植生良好，本礦區在禁採區內無開採實跡。
2. 榮工長春橋礦場：NDVI 平均 0.41，本礦場未曾開採。
3. 榮工新衍橋礦場：NDVI 平均 0.44，本礦場未曾開採。
4. 國華銑明石礦：NDVI 平均 0.41，本礦場在 1986 年停採，至 2007 年已停採 21 年。2002 年的航照圖尚見一處 2300m² 的採掘跡。
5. 利英三棧礦場：NDVI 平均 0.46，本礦場在 1987 年停採，至 2007 年停採 20 年。2002 年航照圖中尚見一處 6800m² 的採掘跡。
6. 利東三棧礦場：NDVI 平均 0.43，本礦場 1991 年停採，至 2007 年已停採 16 年。於 2002 年航照圖中尚見一處 3200m² 的採掘跡。
7. 來發礦場：NDVI 平均 0.40，本礦場自 1985、2002、2004、2005、2007 年歷年之航照均未見採掘跡。
8. 亞泥加禮宛山礦場：NDVI 平均 0.45，植被良好，全區未曾開採。
9. 光筊金礦：NDVI 平均 0.41，1989 年停採，由於係坑內開採，故地表植被良好。

(二)部分採掘跡尚未完全綠化之礦區七處：(表 4-6)

A1 東豐清水山礦場、A3 南昌石礦、A10 正德石礦、A11 天崇石礦、B2 東昌崇德礦場、B3 正大石礦、B5 利東北三棧石礦，將比較 2004、2006 和 2007 年的衛星 RGB 影像和 NDVI 影像中的變化，並針對裸露面積較大的採掘跡，估算裸露面積，以了解採掘跡植生復育之情況。

1. 南昌石礦：整個礦區範圍內有幾處的天然崩塌，故全區除採掘跡外，平均 NDVI，皆小於前述 9 個礦場，為 0.37，而採掘跡之 NDVI 僅 0.17，險

是採掘跡尚未完全綠化。其大理石採掘跡兩處，分布於清水溪南北岸各一，非常陡峭，南岸為下拔法開採，北岸採礦場早期也可能採用同一工法，1986年停採至2007年已有11年復育的時間。

2. 正德石礦：採掘跡 NDVI 值為 0.21，其週遭之植被 NDVI 值 0.38，採礦場三處用階段式採掘法。於 1999 年停採，至 2007 年已有 8 年的時間。
3. 天崇石礦：採掘跡 NDVI 值為 0.21，週遭植被 NDVI 值為 0.37，有兩處採掘跡，皆非常陡峭，於 1993 年停採。
4. 東豐清水山礦場：採掘跡 NDVI 值為 0.81，周邊植被 NDVI 值為 0.40，有兩個採礦場，白雲石及大理石礦場，皆採用下拔法。
5. 東昌礦場：採掘跡 NDVI 值為 0.15，周邊植被 0.43，據工研院 93 年的調查有 3 處採掘跡，該礦場於 1995 年停止開採。
6. 正大石礦：採掘跡 NDVI 值為 0.05，周邊植被為 0.45，雖然採掘場有數個寬廣的平台，但採掘面非常的陡峭，疑為早期下拔法開採所致。該礦場於 1987 年停採。
7. 立東北三棧礦場：採掘跡 NDVI 值為 0.21，周邊植被為 0.43，一處採掘跡分成 8 階段，於 1997 年停採。

故將上述結果，整理如表 4-6：

表 4-6 以 NDVI 值呈現 16 個禁採補償礦區植生恢復情形

礦場名稱	2007/7/13 NDVI(採礦跡/原生植被)	停採時間(年)	恢復時間(年)	
亞泥加禮宛山礦場 (圖 4-8)	0.45	未開採	—	全區植生良好
來發礦場(圖 4-6)	0.40	未開採	>20	
利英三棧礦場 (圖 4-6)	0.46	1987	20	
利東三棧礦場 (圖 4-7)	0.43	1991	16	
幸福和仁礦場 (圖 4-1)	0.43	區內無開採		
榮工靳珩橋礦場 (圖 4-3)	0.44	未開發		
*光筊金礦(圖 4-9)	0.41	坑內開發		
榮工長春橋礦場 (圖 4-2)	0.41	未開採		
國光銑名石礦 (圖 4-4、4-5)	0.41	1986	21	
東豐清水山礦場 (圖 4-11、4-12、4-13)	0.18/0.40	1995	12	採掘跡尚未完全綠化
南昌石礦(圖 4-10)	0.17/0.37	1996	11	
正德石礦 (圖 4-11、4-12、4-13)	0.21/0.38	1999	8	
天崇石礦 (圖 4-11、4-12、4-13)	0.21/0.37	1993	14	
東昌礦場 (圖 4-15、4-16、4-17)	0.15/0.43	1995	12	
正大石礦(圖 4-15、4-16、4-17、4-18)	0.05/0.45	1987	20	
立東北三棧礦場 (圖 4-7)	0.21/0.43	1997	10	

*光筊金礦使用 2005 年衛星影像

停採 16 年以上者、未開採與開採者，植生恢復良好；停採 14 年以下者，採掘跡尚未完全綠化，又採掘跡尚未完全綠化者，早期曾採用下拔法開採。故可知植生恢復的情形與恢復時間應有相當的關係，大約要 16 年可以恢復到近似原本

被覆狀況，又恢復的情形也可能與開採方式及規模有關，如下拔法較階段開採難恢復。

A8 幸福和仁礦場(2007/07/13)

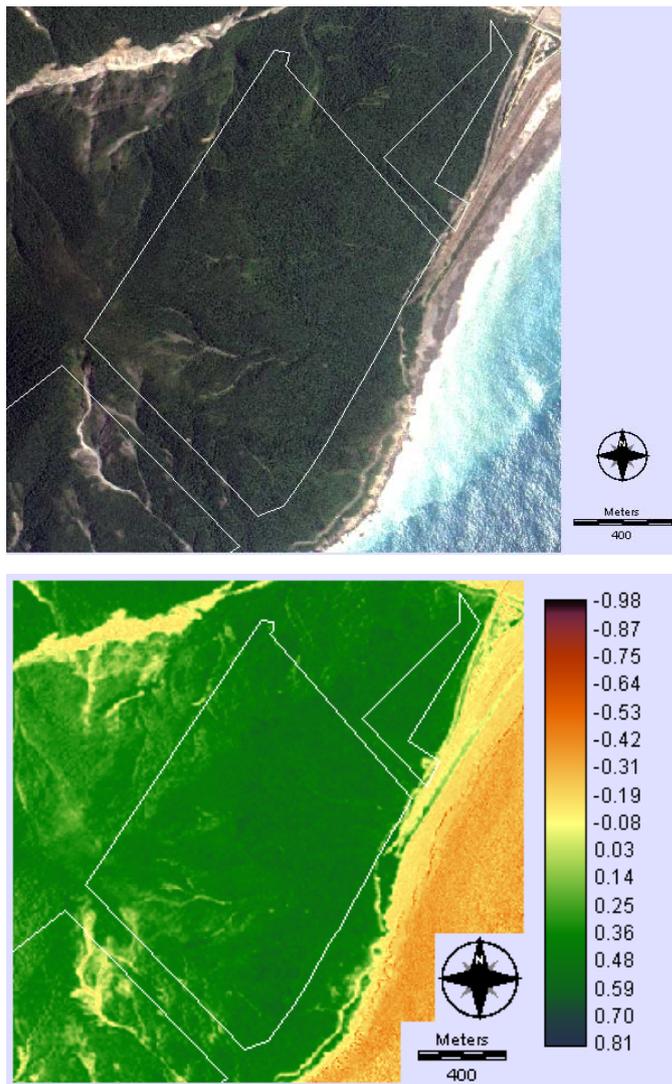


圖 4-1、幸福和仁礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像（上）和 NDVI 影像（下）。

衛星影像顯示幸福和仁礦場全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均 0.43，植生良好。

B4 榮工長春橋礦場(2007/07/13)

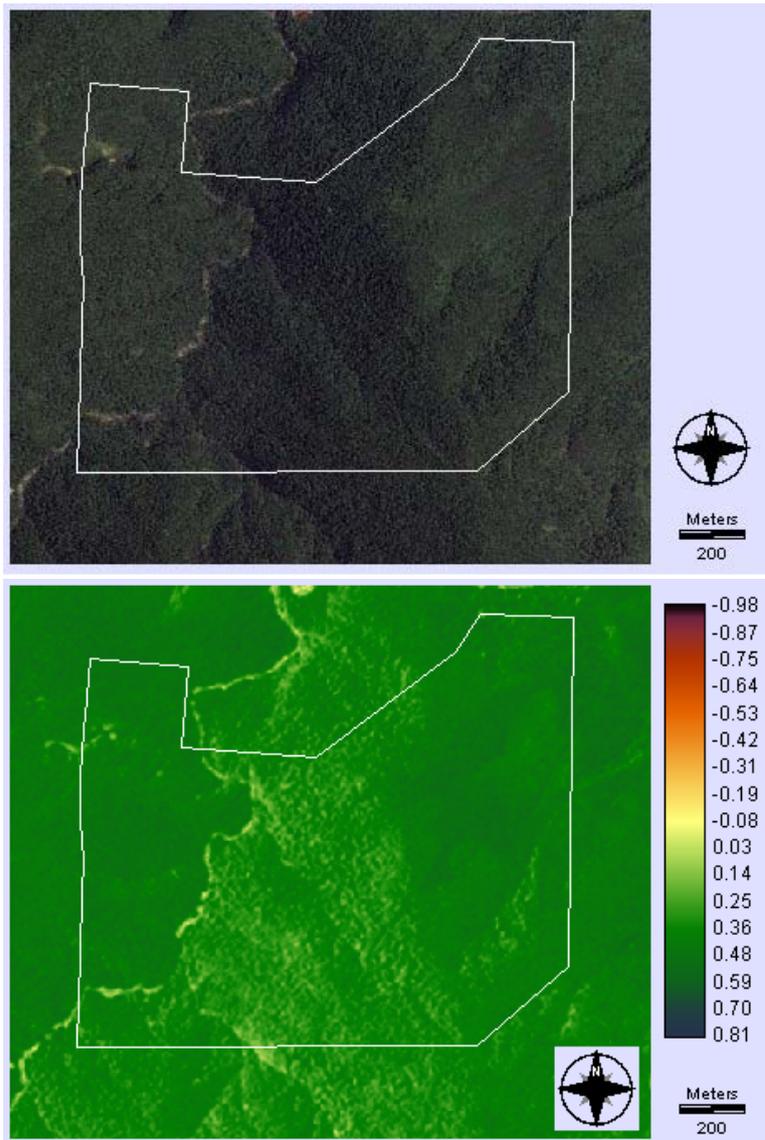


圖 4-2、榮工長春橋礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像（上）和 NDVI 影像（下）。

衛星影像顯示榮工長春橋礦場全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均 0.41，植生良好。

A9 榮工新衍橋礦場(2007/07/13)

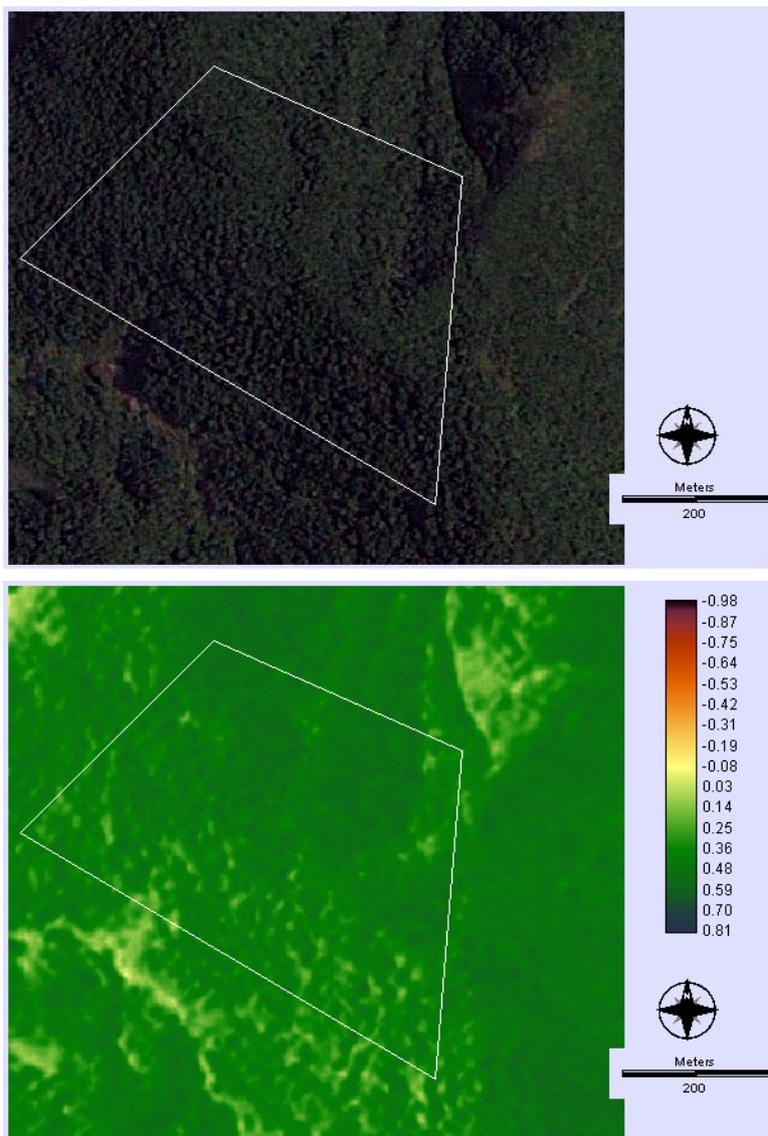
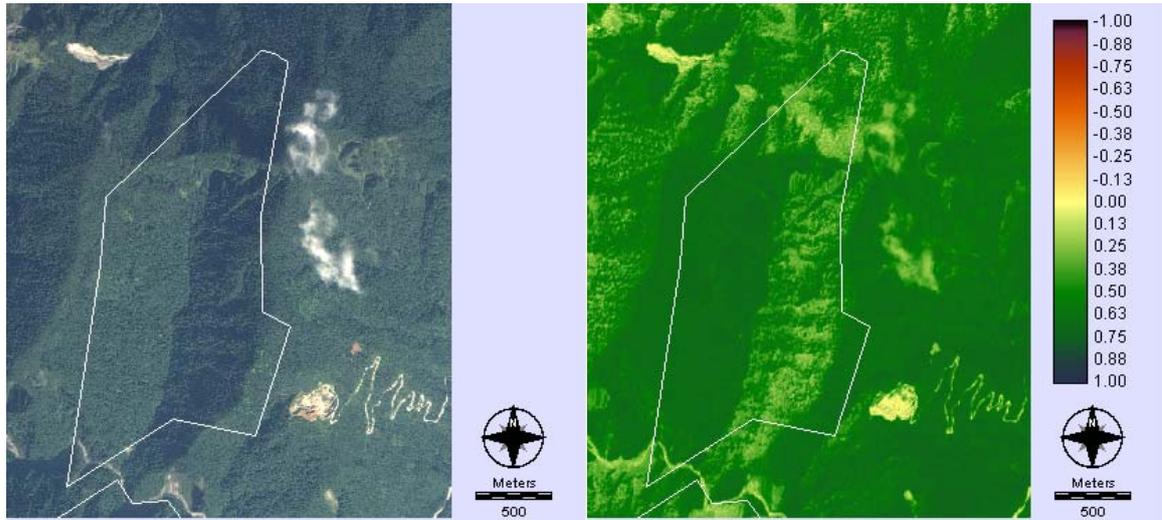


圖 4-3、榮工新衍橋礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像（上）和 NDVI 影像（下）。

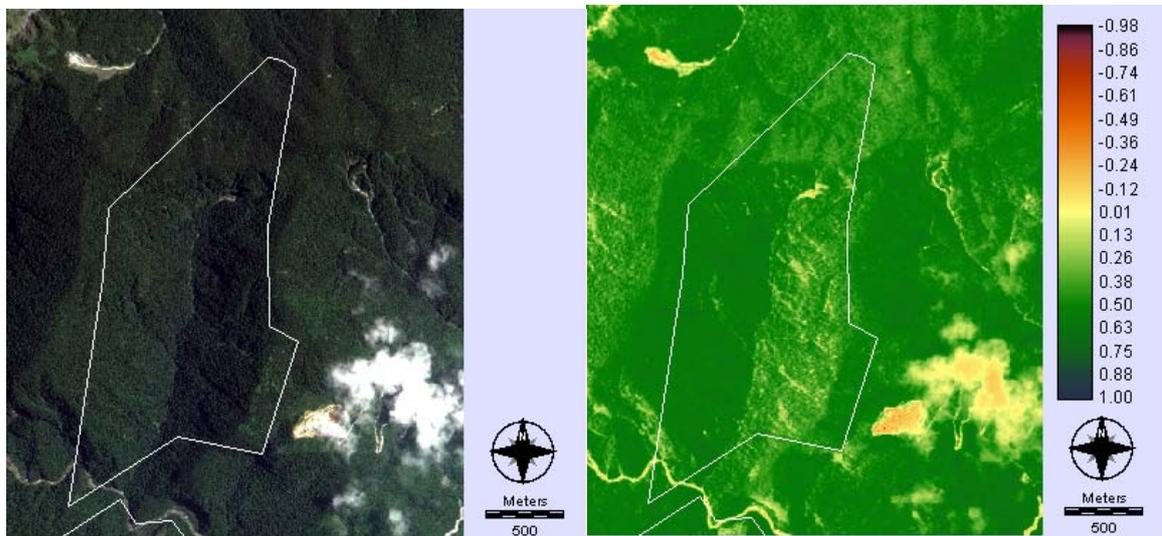
衛星影像顯示榮工新衍橋礦場全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，植生良好。

A4 國華銑明石礦

2004/10/17



2006/07/05



2007/07/13



圖 4-4、國華銑明石礦各期衛星 RGB 影像（左）和 NDVI 影像（右）。

國華銑明石礦的礦區之外有明顯的採掘跡，比較 2004 與 2007 年的衛星 RGB 影像和 NDVI 影像，採掘跡變大了。

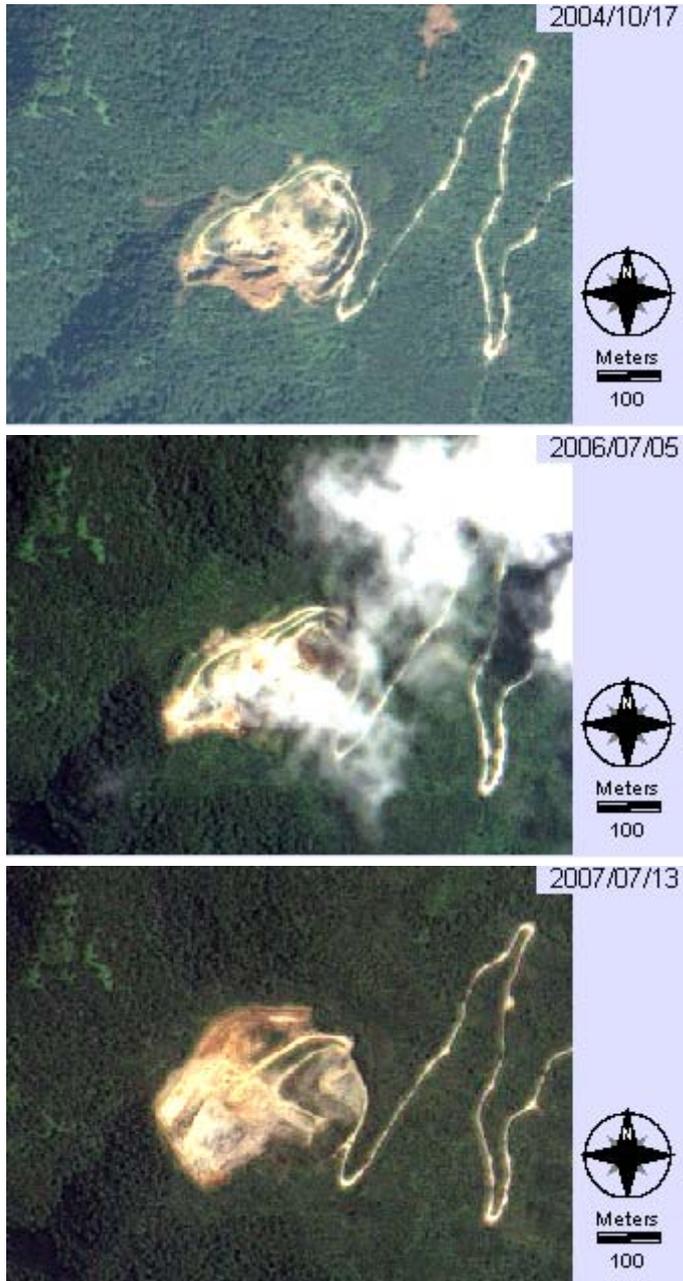


圖 4-5、國華銑明石礦外採掘跡各期衛星 RGB 影像

衛星影像顯示國華銑明石礦全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均值 0.41，植生良好。但是，在國華銑明石礦的礦區之外、在太魯閣國家公園境外有一處採掘跡，比較 2004 與 2007 年的衛星 RGB 影像和 NDVI 影像，採掘跡面積變大了，經查明為榮工三棧礦場，該礦場正好位於國家公園界限之外，採掘跡的變化在衛星影像下無所遁形(圖 4-5)，國華銑明石礦於民國 75 年(1986 年)停採，至 2007 年已有 21 年的復育時間。

A5 來發石礦、A7 利英三棧礦場(2007/07/13)

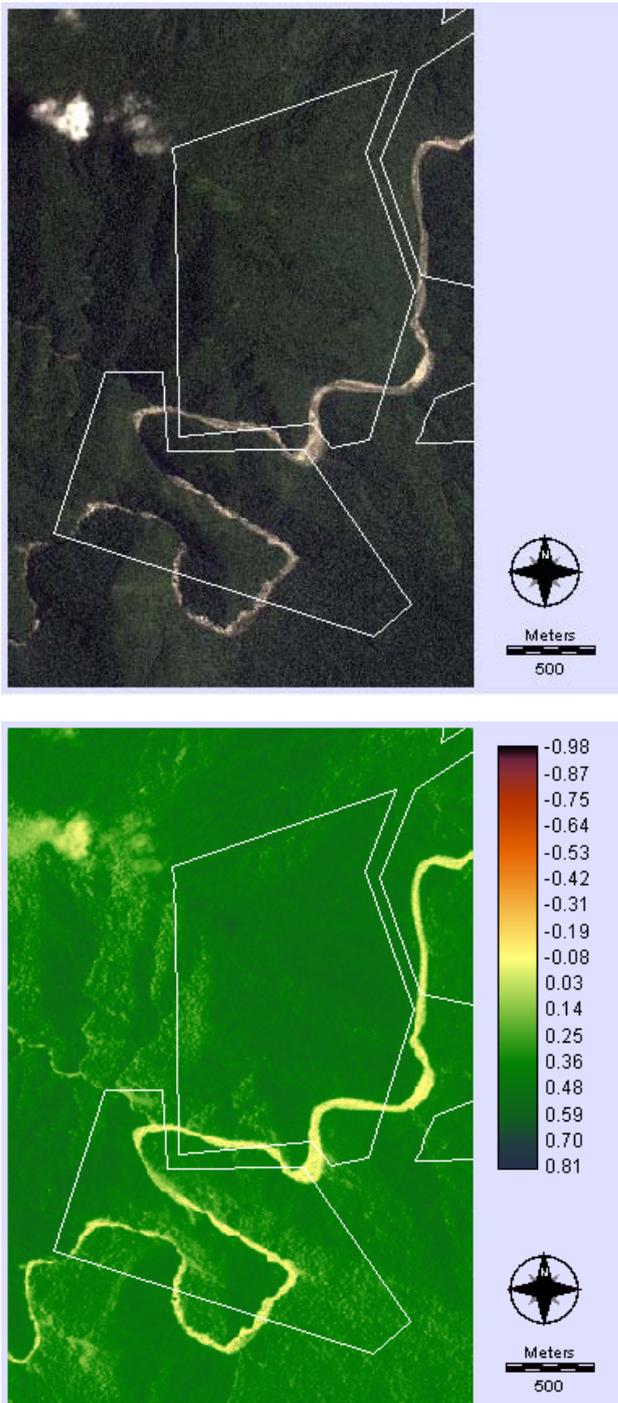


圖 4-6、來發石礦(南)和利英三棧礦場(北)2007/07/13 衛星 RGB 影像 (上) 和 NDVI 影像 (下)。

衛星影像顯示來發石礦和利英三棧礦場全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均分別為 0.40 及 0.46，植生良好。

A6 利東三棧礦場、B5 利東北三棧石礦(2007/07/13)

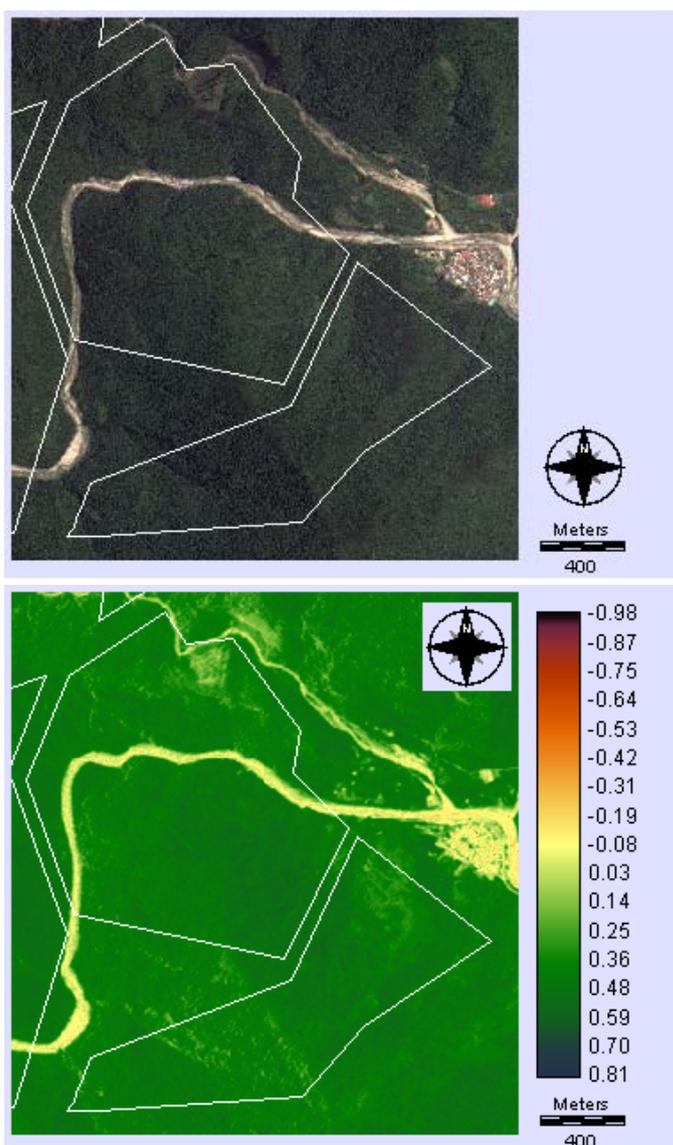


圖 4-7、利東三棧礦場(南)和利東北三棧石礦(北)2007/07/13 衛星 RGB 影像(上)和 NDVI 影像(下)。

衛星影像顯示利東三棧礦場全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均 0.46，植生良好。衛星影像中立東北三棧石礦的北方臨河的採掘跡已有植被覆蓋，在 NDVI 影像中可明顯看仍有部分裸露地($NDVI < 0.1$)，另一方面，採掘跡上植被覆蓋區域的 NDVI 值為 0.21，明顯小於周圍原始林(> 0.3 ，平均 0.43)，顯示礦區復育的植被與周圍原始林相不同。

A2 加禮宛山礦場(2007/07/13)

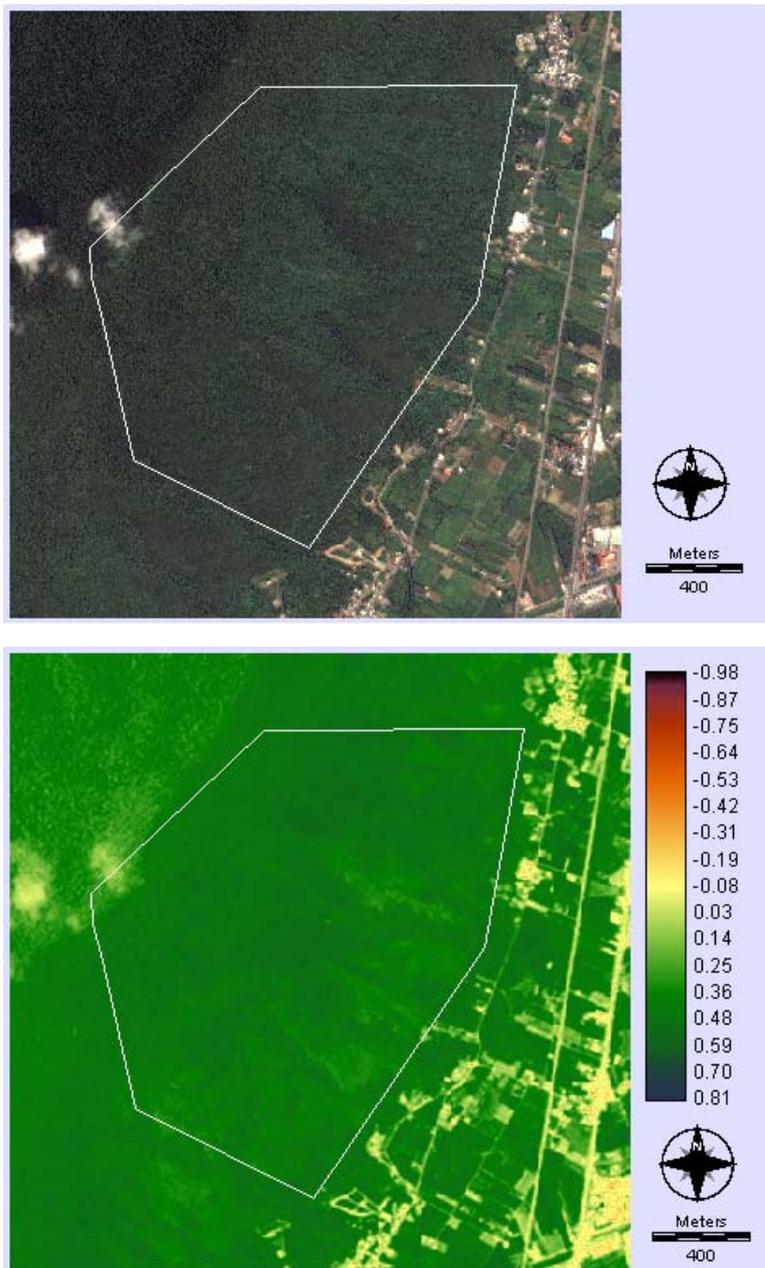


圖 4-7、加禮宛山礦場 2007/07/13 衛星 RGB 影像（上）和 NDVI 影像（下）。

衛星影像顯示加禮宛山礦場全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均 0.45，植生良好。

B1 光筓金礦(2005)

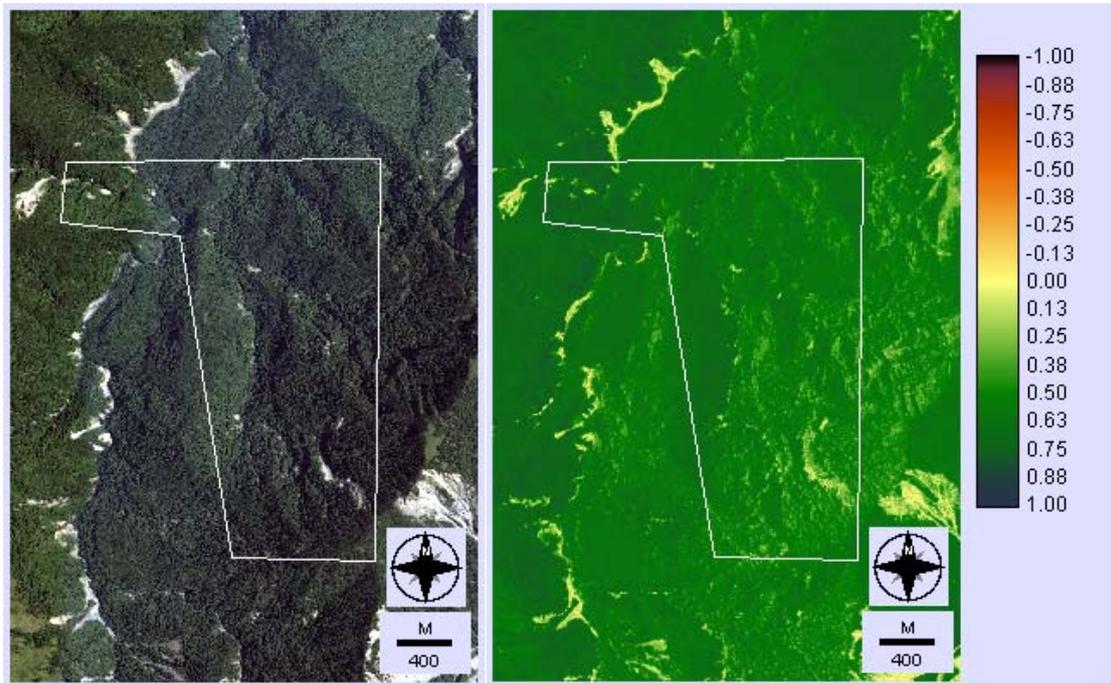
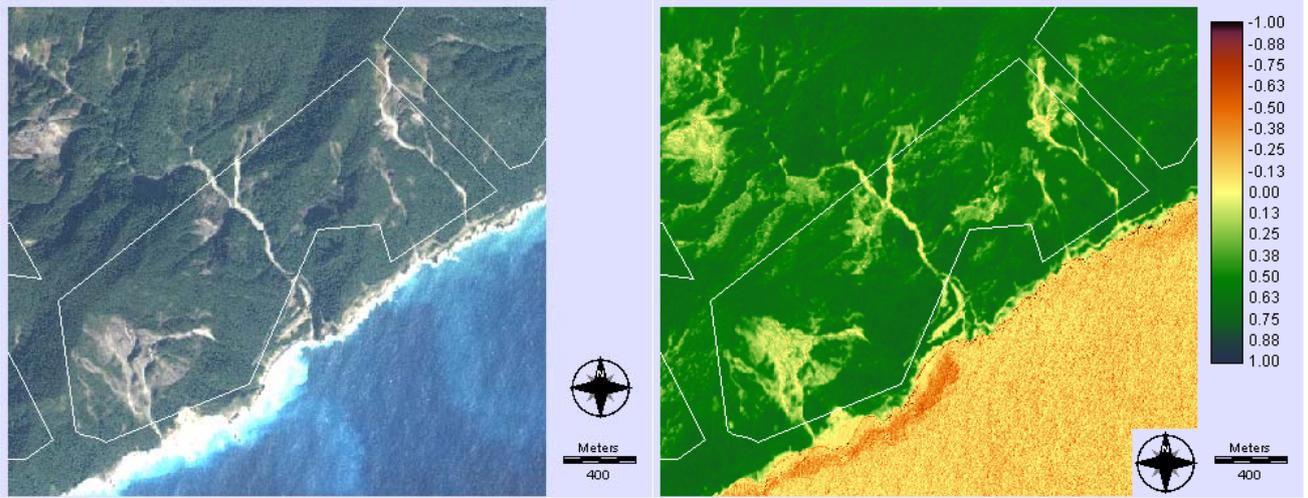


圖 4-9、光筓金礦 2005 年衛星 RGB 影像（左）和 NDVI 影像（右）。

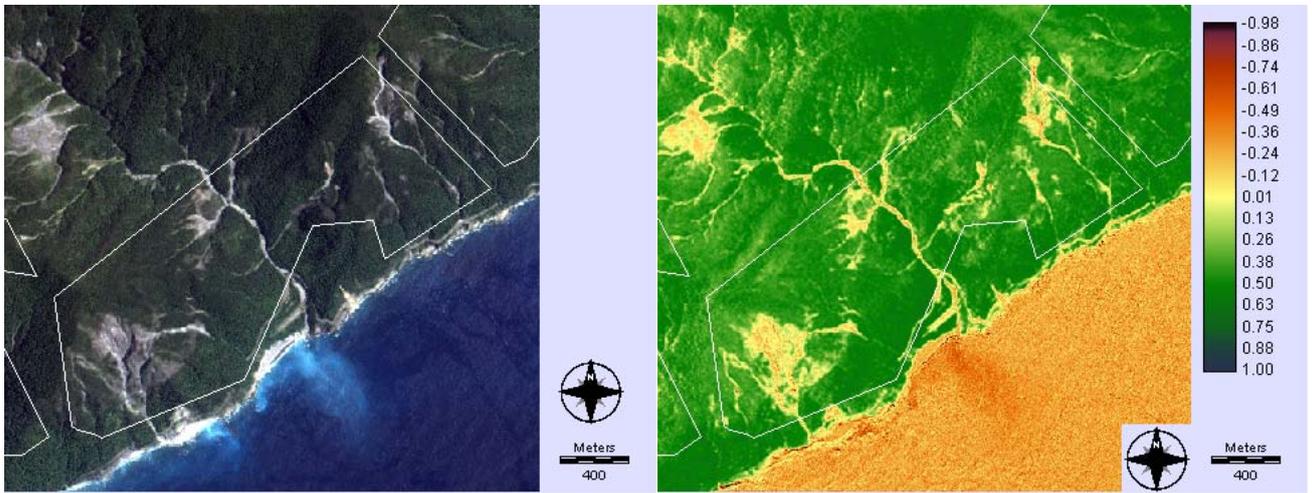
2005 年衛星影像顯示光筓金礦全區植被茂密，NDVI 影像亦顯示全區的 NDVI 值皆大於 0.3，平均 0.41，植生良好。

A3 南昌石礦

2004/10/17



2006/07/05



2007/07/13

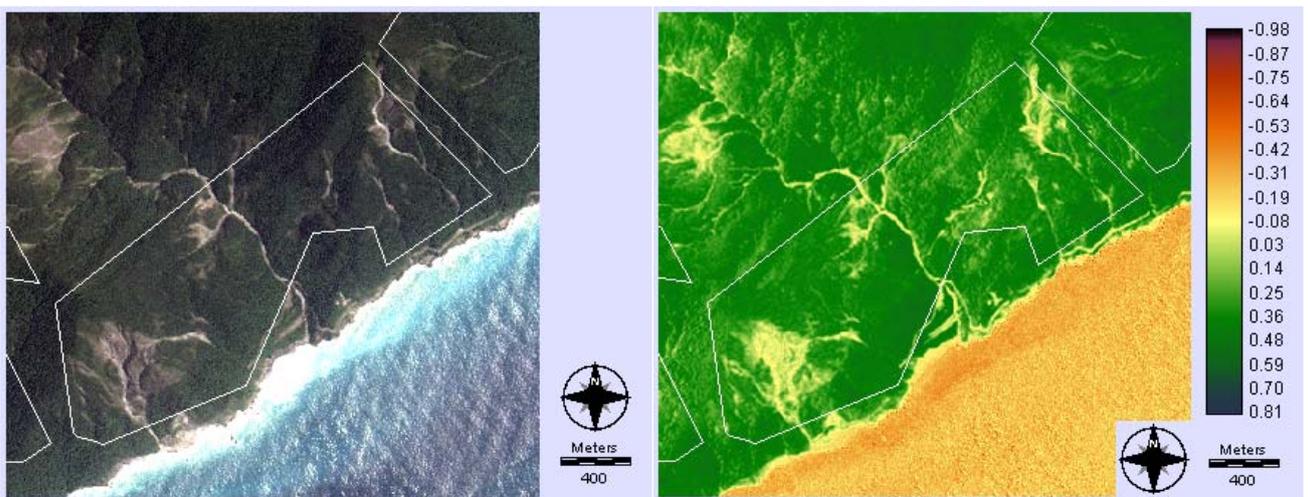


圖 4-10、南昌石礦各期衛星 RGB 影像（左）和 NDVI 影像（右）。

由 2004、2006 至 2007 年的衛星影像和 NDVI 影像中可以看出，南昌石礦區內有多處裸露地，裸露地的面積有縮小之趨勢。

A1 東豐清水山礦場、A10 正德石礦、A11 天崇石礦

2004/10/17

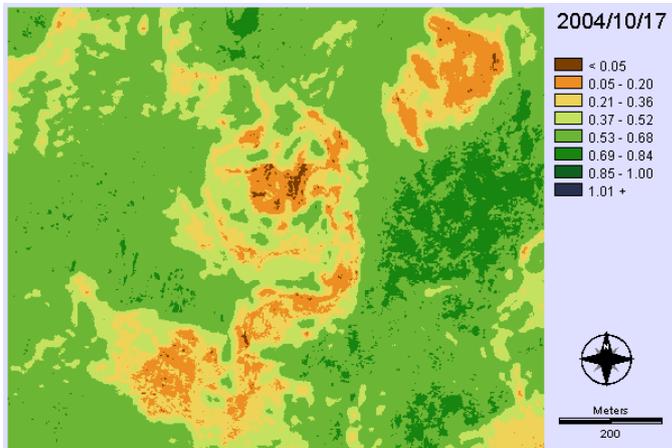
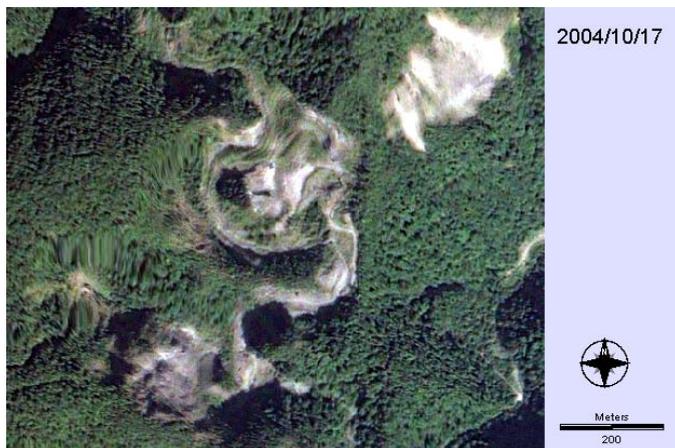
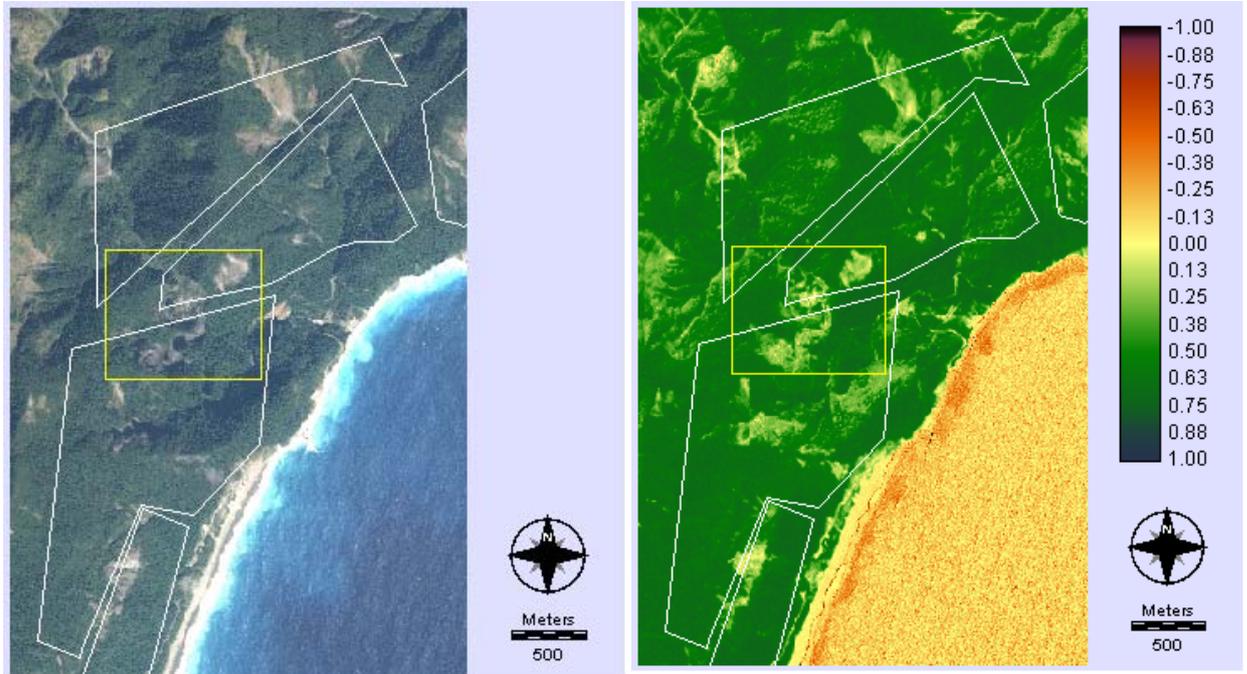
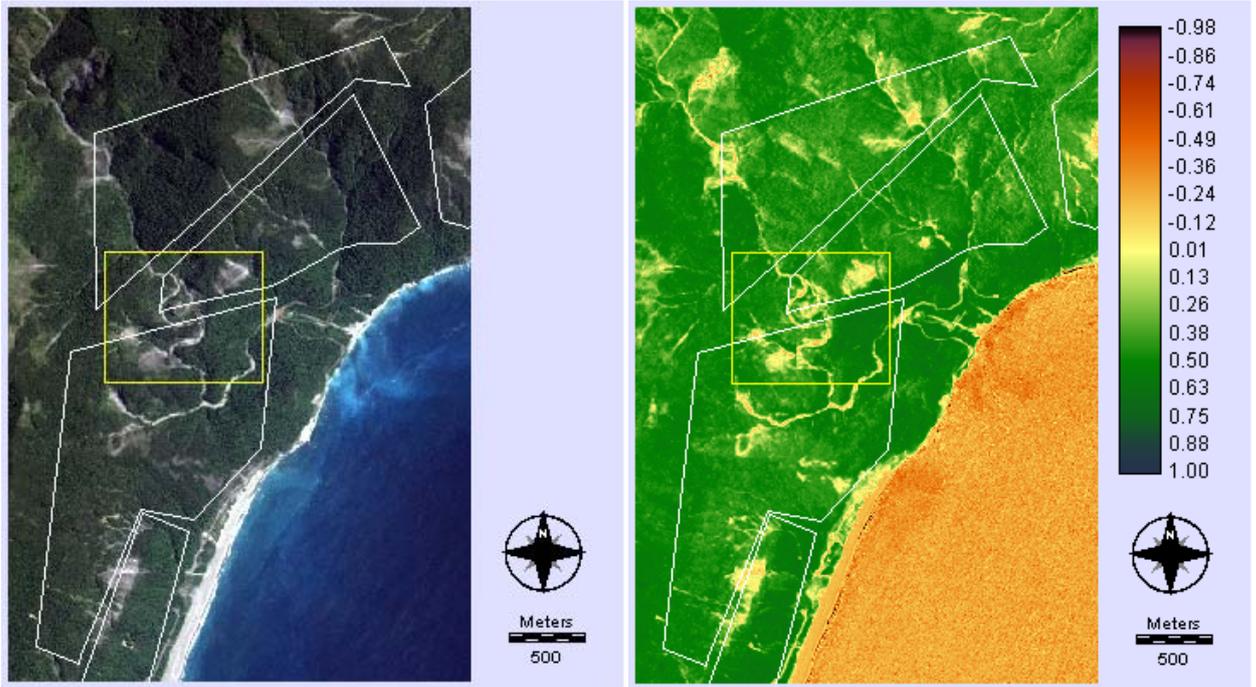


圖 4-11、天崇石礦、正德石礦、東豐清水山礦場（由北至南）2004/10/17 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像；黃色框線為主要採掘跡局部放大影像的範圍。（TWD67 座標）



2006/07/05

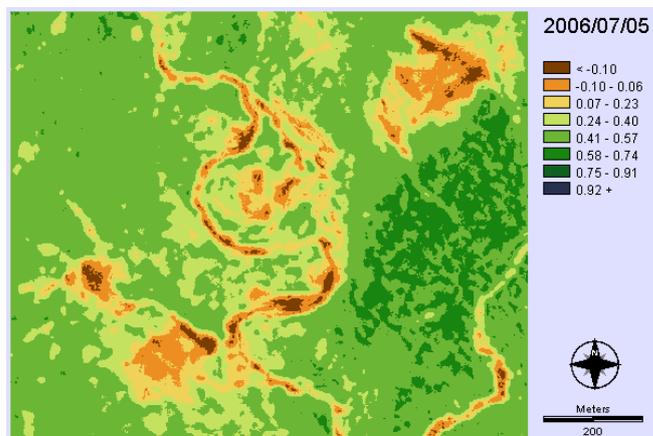


圖 4-12、天崇石礦、正德石礦、東豐清水山礦場（由北至南）2006/07/05 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像；黃色框線為主要採掘跡局部放大影像的範圍。（TWD67 座標）

2007/07/13

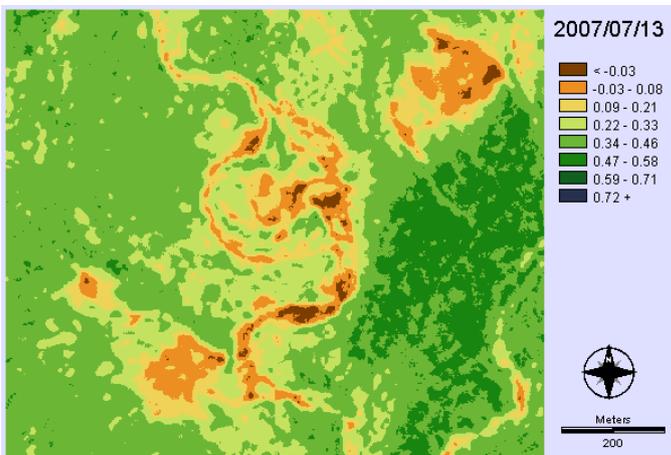
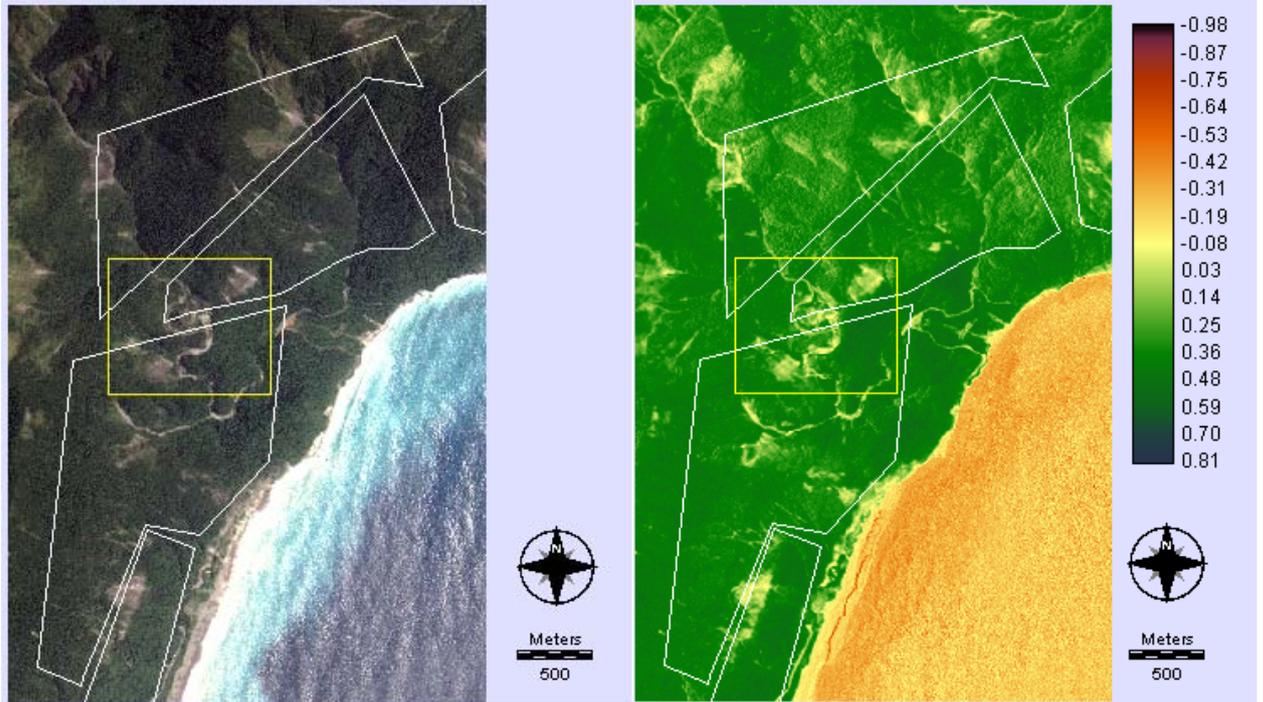


圖 4-13、天崇石礦、正德石礦、東豐清水山礦場 (由北至南) 2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像；黃色框線為主要採掘跡局部放大影像的範圍。(TWD67 座標)

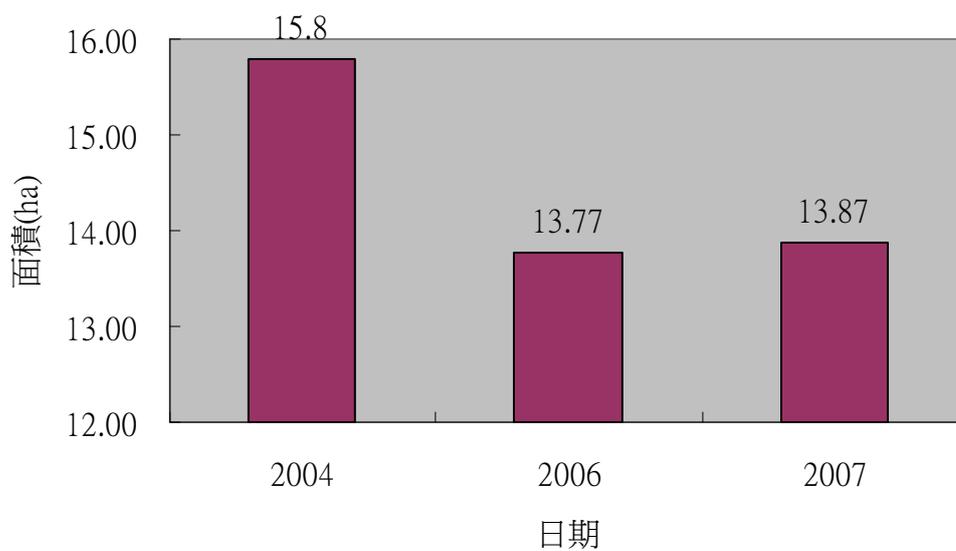


圖 4-14 正德石礦主要採掘跡(如圖 4-11、4-12、4-13 黃色框線所示範圍)裸露地面積

針對正德石礦主要採掘跡(如圖 4-11、4-12、4-13 黃色框線所示範圍)，以各期 NDVI 指標之平均值減去一個標準差的值作為裸露地之定義門檻，可以計算各期裸露地面積之變化(圖 4-14)。2007/07/13 正德石礦主要採掘跡的裸露地面積為 13.87 公頃，較 2004/10/17 的 15.80 公頃減少了 12.2%。

B2 東昌崇德礦場、B3 正大石礦
2004/10/17

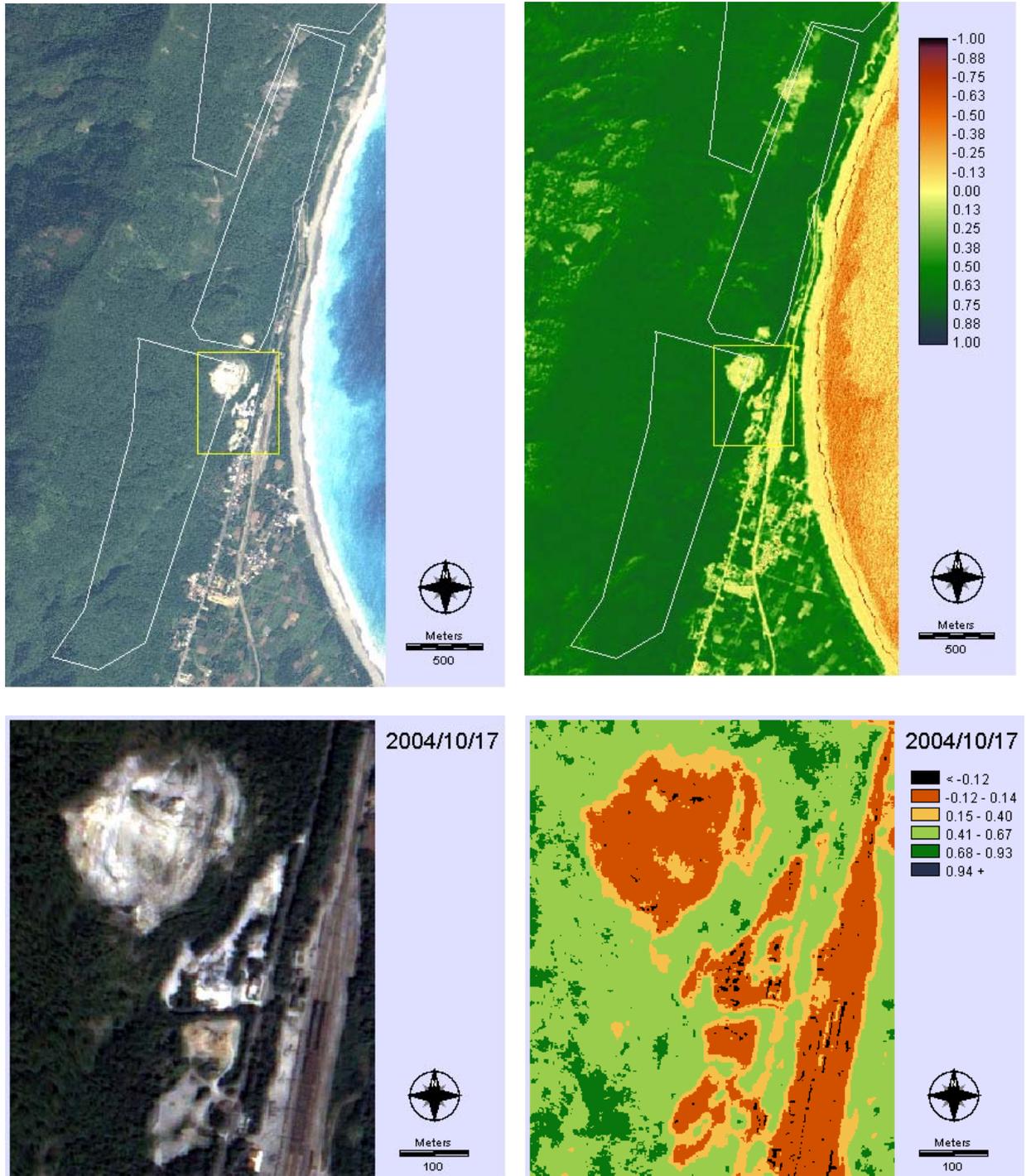


圖 4-15、東昌崇德礦場(北)和正大石礦(南)2004/10/17 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像；黃色框線為主要採掘跡局部放大影像的範圍。(TWD67 座標)

2006/07/05

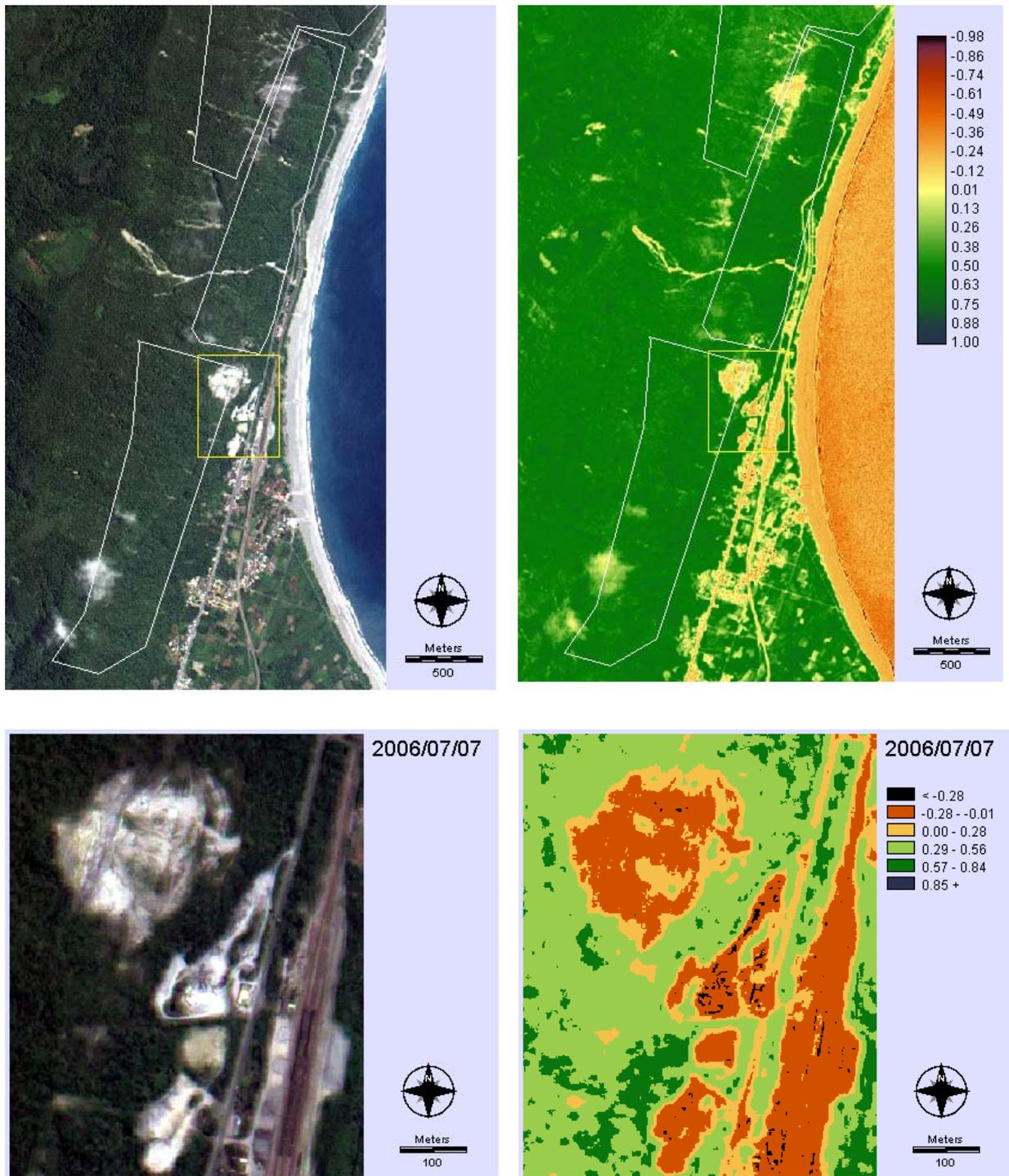


圖 4-16、東昌崇德礦場(北)和正大石礦(南)2006/07/05 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像；黃色框線為主要採掘跡局部放大影像的範圍。(TWD67 座標)

2007/07/13

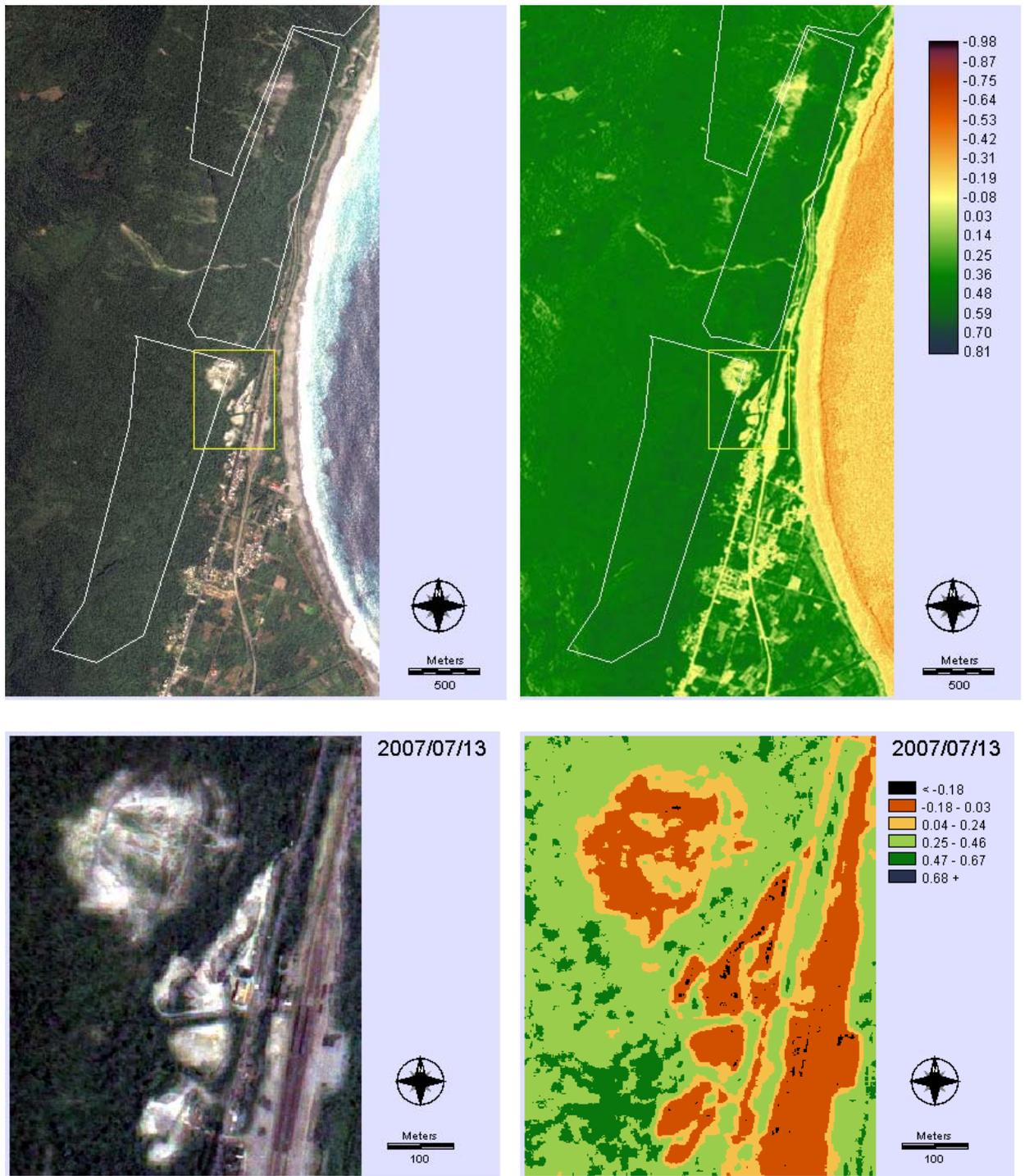


圖 4-17、東昌崇德礦場(北)和正大石礦(南)2007/07/13 衛星 RGB 影像和 NDVI 影像；黃色框線為主要採掘跡局部放大影像的範圍。(TWD67 座標)

正大石礦採掘跡植生復育之分析

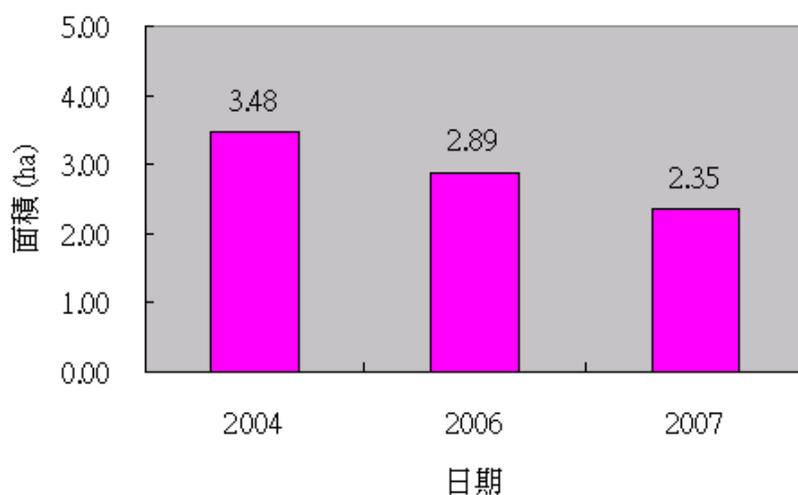


圖 4-18、正大石礦主要採掘跡（上圖黃色框線內）各期之裸露地面積（下圖）

針對正大石礦主要採掘跡（如圖 4-17 所示），以各期 NDVI 指標之平均值減去一個標準差的值作為裸露地之定義門檻，可以計算各期裸露地面積之變化（圖 4-17）。2007/07/13 正大石礦主要採掘跡的裸露地面積為 2.35 公頃，較 2004/10/17 的 3.48 公頃減少了 32.5%。

綜觀礦區調查方式，將地面調查與 NDVI 分析做一比較可知：地面踏查有其

侷限性和諸多限制；如太魯閣地形險峻，礦區禁採後道路破壞，可及性差，礦區禁採後階段平台不易攀登，但地面的實查可以得知生長的植物種類，看到植被復育後，自然演替到何種程度。至於 NDVI 分析，可藉由不同時期的衛星影像計算取得 NDVI 數值，應用於禁採礦區之植被恢復最為便捷且實用。

第五章、結論與建議

研究結果發現未開採、坑內開採及停採 16 年以上的礦區植被恢復良好，停採時間在 14 年以下者或早期曾以下拔法開採造成的陡峭裸壁綠化情形較差。至於物種則是以銀合歡、密花苧麻、象草、大花咸豐草與南美蟛蜞菊為主要物種，其中除密花苧麻外，皆是外來入侵種。又調查期間雨季和颱風季常無法進行野外調查，現地調查又有許多安全上的考量，故對禁採礦區資源復育調查監測方式，做如下的原則建議：

- 1、調查季節：禁採礦區大部分的都處低海拔地區，再春天三~四月間或秋天十~十一月間調查最適合。冬天有些草本植物尚未長出，有些木本植物處於落葉狀態，不是理想的調查季節，夏天五~六月為梅雨季，天候不穩定，七~九月為颱風季節，廢棄礦區道路危機處處，雖然植物正值花果期，卻是較多安全顧慮的季節。
- 2、植被調查採代表性樣地法或典型樣地法，紀錄主要組成植物的覆蓋度、植群結構及物種組成，調查方法及表格可參閱附錄三。至於植被是否恢復至開採前則可以鄰近未曾破壞的植相做參考，加以比對。植被恢復過程中，動植物資源也隨之回復，可以鳥類做指標，鳥類調查表格參閱附錄四。
- 3、全區監測以歷年衛星 RGB 影像和 NDVI 分析，對所有禁採礦區進行植被恢復面積的比對計算，最為快速有效。
- 4、禁採礦區整復過程，偏好使用外來種，如銀合歡、象草、南美蟛蜞菊等，此等物種亦皆是過去 20 年來研究礦區整復的專家們的建議，要不要清除？要如何清除，清除後的處理是什麼？得失利弊，成本效益如何？皆是值得進一步探討的課題。
- 5、針對禁採礦區的資源永續利用，則建議參考國際生態復育協會提出的六階段規劃準則來操作。

為建立資源監測調查模式，可依循國際生態復育協會復育規劃準則，擬定適合太魯閣地區的復育規劃準則。研究者將規劃準則大綱譯為中文，並將他表格化，以匯源林道為例，填寫表 5-1。

選擇匯源林道的原因如下：

- 1、交通便捷：由臺九線匯德隧道北口沿昔日林道或礦場聯外道路步行可達。
- 2、生物資源豐富：除礦場的採掘跡及道路旁尚未回復到原來植被狀況外，沿途植被狀況維持良好，是典型的亞熱帶常綠闊葉樹林的楠榕林帶，並有珍稀植物分布其間，此處鳥類資源亦豐，禁採礦後成為獵人的樂土，野生動物恢復情況可見一般。
- 3、沿途有東豐、正德、天崇等礦場，可以看到過去下拔法採掘面、階梯式採掘跡和坑道遺跡，同時可看到採掘後復舊造林的工法。此等礦場遺跡可視為人

文資源。故將匯源林道規劃為「生態步道」，不失資源整復再利用，也提供蘇花公路上一處休憩和環境教育的場所。

以匯源林道為例，填寫復育規劃準則如下表 5-1：

表 5-1、復育規劃程序準則表

一、概念規劃		
1	確認計畫案的位置與範圍	匯源林道，由匯源橋至正德石礦遺址。
2	確認所有權	中華民國。
3	確認生態復育的需求	<input type="checkbox"/> 生態的 <input type="checkbox"/> 經濟的 <input type="checkbox"/> 文化的 <input type="checkbox"/> 美學的 <input type="checkbox"/> 教育的 <input type="checkbox"/> 科學的
4	確認欲復育成哪一種類型的生態系	低海拔常綠闊葉樹林—楠榕林
5	確認復育目標	<input type="checkbox"/> 恢復至破壞前原來的生態系 <input type="checkbox"/> 重建一生態系取代完全摧毀的生態系(但仍與原生態系同) <input type="checkbox"/> 改變成不同的生態系或土地利用方式(當原有生態系已變得無法回復時)
6	確認需要修復地區的環境條件	<input type="checkbox"/> 土壤 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 物理環境是否能夠使物種存活及繁衍族群
7	確認需要管理或再開始的壓力原因	<input type="checkbox"/> 火 <input type="checkbox"/> 颱風 <input type="checkbox"/> 長期乾旱 <input type="checkbox"/> 外來種 <input type="checkbox"/> 不穩定的基質(土石流) <input type="checkbox"/> 持續的人類活動
8	確認並列出需要的生物性介入種類	<input type="checkbox"/> 復育珍稀物種 <input type="checkbox"/> 清除外來種 <input type="checkbox"/> 客土 <input type="checkbox"/> 土壤引入固氮菌、根菌等
9	確認地景限制	是否會受計畫區外的影響
10	確認計畫案資金來源	<input type="checkbox"/> 管理處編列預算 <input type="checkbox"/> 其他機構：_____
11	確認勞動力來源和需要的設備	<input type="checkbox"/> 雇工 <input type="checkbox"/> 義工 <input type="checkbox"/> 設備
12	確認需要的生物性資及其來源	<input type="checkbox"/> 種子(原生種) <input type="checkbox"/> 繁殖體 <input type="checkbox"/> 計畫區內欲復育的物種 <input type="checkbox"/> 其他

13	確認政府機構所需要的安全許可證	<input type="checkbox"/> 溪流注水 <input type="checkbox"/> 殺草劑使用 <input type="checkbox"/> 考古挖掘 <input type="checkbox"/> 其他
14	確認計畫書的許可性、契約和其他法律的約束	
15	確認計畫案期限	
16	確認長期的保護和管理策略	由政府或 NGO 管理

二、前期工作		
17	任命一位主管所有復育工作的復育實踐者	<input type="checkbox"/> 保育課 <input type="checkbox"/> 企劃課 <input type="checkbox"/> 環境維護課
18	任命復育團隊	<input type="checkbox"/> 保育課 <input type="checkbox"/> 企劃課 <input type="checkbox"/> 環境維護課 <input type="checkbox"/> 遊憩服務課 <input type="checkbox"/> 解說課
19	籌畫一筆能完成初步工作的經費	包括勞務費、材料費和印刷費
20	提供一份計畫案的環境因子與生物描述的文件	
21	提供一份的當地歷史資料作為復育計畫的參考	如歷年的航照圖，顯示破壞前及破壞情形。
22	實施前計畫案的監測	建立計畫實施前的監測，如水質、裸露面積、森林結構及物種。
23	確認參考的生態系以便比對	採礦跡地是否恢復楠榕林帶
24	收集關鍵物種個體生態學的資訊	如關鍵種如何重現、存活及繁殖
25	依需要對復育方法和策略的有效性先做先導性研究，實施評估復育方式和策略有效性的研究	如設置實驗樣區或尺度小的先導性計畫
26	決定哪一種生態目標是可行的或哪一個是他們需要變更的	<input type="checkbox"/> 令其自然演替 <input type="checkbox"/> 試驗另類植生工法
27	列出預計達成復育目的每個目標	<input type="checkbox"/> 礦區跡地綠化 <input type="checkbox"/> 礦區跡地再利用 <input type="checkbox"/> 生態步道整修及維護
28	從管理單位和地方政府獲得必須的安全許可	<input type="checkbox"/> 用地 <input type="checkbox"/> 水權
29	建立和有興趣的政府單位聯繫	<input type="checkbox"/> 林務局 <input type="checkbox"/> 水保局 <input type="checkbox"/> 河川局 <input type="checkbox"/> 礦務局 <input type="checkbox"/> 原民局 <input type="checkbox"/> 觀光局

30	確定和公眾聯繫並且宣導計畫案	當地居民在計畫案中會自動地變成權益關係人。
31	安排公眾參與計畫案的設計和執行以完成文化目的	<input type="checkbox"/> 當地社區：_____
		<input type="checkbox"/> 其他 NGO：_____
32	設置道路和其他基礎以促進計畫完成	通常復育計畫會移除道路及一些設施，但運輸便道、驛站、工寮、防火巷是必須的，當然有些設施在計畫完成後應該拆除。
33	吸引和培訓完成監督和管理計畫案的人才	<input type="checkbox"/> 辦理人才培訓
		<input type="checkbox"/> 公開徵才

三、復育計畫的擬定

34	描述為達到每一項目標期間可能需要做的事	<input type="checkbox"/> 清除外來種
		<input type="checkbox"/> 維護既有的植生復育計畫
		<input type="checkbox"/> 培植當地苗木
		<input type="checkbox"/> 水土保持計畫
35	認同被動的復育角色	<input type="checkbox"/> 令其自然演替
		<input type="checkbox"/> 使用潛在植被
36	訂定完成標準及監測計畫草案，以測量每個欲達成的目標。	例如訂定要達成某樹種到達一定密度的森林的時間表，或原作物種轉型成草地的面積和時間。
37	將工作需要完成的每一目標表列出來	
38	得到設備、供應品和生物資源	工欲善其事，必先利其器。例如變形的數(可能是野生物的棲所)有機肥料可以使用，不使用栽培種。
39	準備一筆為了完成工作、維護狀況和偶發事件的預算	

四、執行復育工作

40	標記界線和工作地區	務使勞務者確知工作範圍，才不會做白工、做錯工。
41	設置永久性監測設備	如穿越線終點、攝影點、位置樁或標記，定期監測點或以 GPS 定位。
42	實施復育工作	復育工作的推動由實際執行的主管依計畫執行。

五、實施後的工作

43	保護計畫案地區對抗破壞者和草食者	包括人為干擾，如露營、放牧、草食動物等。
44	計畫完成後期成就的維護	如 34 項所言。
45	定期勘查計畫案地點以確認中間過程是否需要修正計畫	
46	依需要執行監測以提供標準文件	監測報告和數據是昂貴的，監測必須做到數據足以支持決策。(參考第 45 項的定期校正)
47	適當的彈性管理是必要的	復育計畫執行過程，透過監測資料及觀察，可能需要調整或變更，則回到第 5 項及第 27 項，重新確定目的與目標。
六、評估與宣傳		
48	評估監測數據去決定哪一個是符合標準的 哪個計畫目標是達成的	分析數據參考第 36 項、第 47 項與第 48 項，檢視目標是否達成。
49	對該新完成計畫研擬一個生態評估	參考第 20 項與第 36 項。
50	確定哪一個文化計畫案目標是符合的	該目標原則在第 5 項中
51	公布完成復育計畫的描述(成果發表)	發新聞稿、媒體報導或舉辦慶祝活動，告知大眾復育成果。

如果管理處對禁採礦區設定的復育目標是任其自然演替，直到與周遭參考植被相同，那麼只需透過持續監測，藉由歷年 NDVI 值瞭解裸地減少的比率和是否與周遭植被呈現同等級的綠，同時對可及性高的樣區實施地面資源的實察，即可以更精準的瞭解復育過程階段。並可用以推測可及性不高的地區開礦跡地情況。

如果認為禁採礦區及其週遭環境，除了復育成生態功能恢復的環境，還能利用開礦跡地的剩餘價值，整復成保育、教育、遊憩等功能之用地，則須從長計議，好好思考準備、規劃、執行整復計畫、定期監測，並使居民參與復育過程及後續的維護，而相關單位的共襄盛舉，可以創造採掘基地的第二春，此時上述表格是一個很好的參考指南，監測流程圖參考圖 4-19。

參考文獻

- 王鑫、許玲玉、白中科、王曉鴻(2006)。台灣裂化土地環境(採礦跡地)之鑑定, 整治及復育策略研究(I)。國科會研究計畫報告。
- 白中科、趙景達、朱蔭湄(1999)。試論礦區生態重建。自然資源學報。14(1), 35-41。
- 行政院農業委員會(1985)。農委會林業特刊第七號-資源保育常用詞彙(編號: Z25038740019)。
- 呂光洋(1999)。生態系重建及棲地復原。生物多樣性訓練保育論文集:111-117。
- 林奴嬪(1987)。地表採礦區景觀復育之研究-以三義地區陸上砂石開發計畫為例。國立中興大學園藝學研究所碩士論文, 未出版, 台中市。
- 林奴嬪(1988)。地表採礦區景觀復育之研究-以三義地區陸上砂石開發計畫為例。造園季刊, 3(2):62-68。
- 林信輝(1993)。石灰石礦區植生復育之研究(II)。國科會研究計畫(NSC82-0409-B005-063)。
- 林信輝(1994)。石灰石礦區植生復育之研究(III)。國科會研究計畫(NSC83-0409-B005-082)。
- 林信輝(1995)。石灰石礦區植生復育之研究(IV)。國科會研究計畫(NSC84-0409-B005-029)。
- 李佩怡(2007)。礦區採掘殘留平台植被恢復之研究-以亞洲水泥新城山礦場為例。花蓮教育大學生態與環境教育研究所碩士論文。
- 邱創益(2003)。陡峭岩壁與礫石層之生態綠化技術。泥岩生態工法研討會論文集。25-53。2003年11月7日。台南。
- 何武璋(1998)。台灣西部重要石灰石礦區景觀復元之研究。中國文化大學地理學研究所博士論文, 未出版, 台北市。
- 宋永昌(2001)。植被生態學。上海:華東師範大學出版社。
- 吳勝偉(2003)匯源地區小葉羅漢松及其群落之研究。東華大學自然資源管理研究所碩士論文。
- 財團法人工業技術研究院(2005 a)。太魯閣國家公園礦業禁採或申請展限駁回損失補償查估審核作業第一期計畫成果報告。太魯閣國家公園管理處。

財團法人工業技術研究院 (2005 b)。太魯閣國家公園礦業禁採或申請展限駁回損失補償查估審核作業第二期計畫成果報告。太魯閣國家公園管理處。

徐國士 (2006)。太魯閣國家公園中、低海拔生態環境變遷之研究。太魯閣國家公園管理處。

陸象豫、林信輝 (1980)。石灰石礦區廢土石地植生覆蓋試驗。中華水土保持學報, 11 (2), 117-110。

許玲玉 (2002)。從地景保育的觀點探討大油坑停採礦區之再造利用。國立台灣大學地理環境資源研究所碩士論文, 未出版, 台北市。

陳玉峰(1990)。東臺生態研究系列(II)—花蓮縣新城山亞泥礦場採掘跡之生態綠化研究。亞洲水泥股份有限公司。未出版。

張詠智、何恆張、張惠珠 (2006)。亞泥花蓮廠新城山礦場植生綠化工法探討。2006年環境教育研討會。

張惠珠、李佩怡 (2006)。採礦跡地植被復舊之研究-以亞泥新城山礦場為例。2006年環境教育研討會。

張詠智、何恆張、張惠珠(2006年9月)。亞泥花蓮廠新城山礦場植生綠化工法探討。王鑫(主持人), 自然、景觀保育與生物多樣性。中華民國環境教育學術研討會, 國立台中大學。

Clewell, A., Arosen, J. and Winterhaldwe, K. (2004, October) **The SER international Primer on Ecological Restoration** (Section 10) Society for Ecological Restoration International Science & policy Working Group. Retrieved from <http://www.ser.org>

Clewell, A., Rieger, J. and Munro, J (2005, December) **Society for Ecological Restoration International Science Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects, in guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects**, 2 Edition Retrieved from <http://www.ser.org>

Campbell, J. B. (2002) Introduction to Remote Sensing, 3rd ed. Guilford Press, New York.

Eckhardt, D. W. and J. P. Verdin (1990) Automated update of an irrigated lands GIS using SPOT HRV imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,

56(11): 1515-1522.

Lin, C.-Y., H.-M. Lo, W.-C. Chou and W.-T. Lin (2004) Vegetation recovery assessment at the Jou-Jou Mountain landslide area caused by 921 Earthquake in Central Taiwan. *Ecological Modelling*, 176: 75-81

Lin, W.-T., W.-C. Chou, C.-Y. Lin, P.-H. Huang and J. S. Tsai (2005) Vegetation recovery monitoring and assessment at landslides caused by earthquake in Central Taiwan. *Forest Ecology and Management*, 210: 55-66.

Jone, M. (2007) The Mining Town of Roros as a world Heritage site: Recommendation of the international monitoring group and subsequent development。〈國際文化景觀保存哲學交流論壇會—挪威與台灣之文化景觀保存哲學與管理方法。論文集〉。P.1

Su, H.J. (1984) Studies on the climate and vegetation type of natural forest in Taiwan (II). Altitudal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quart. Jour. Chin. Forest.* 17 (4):57-73。

White, M. A. and R. R. Nemani (2006) Real-time monitoring and short-term forecasting of land surface phenology. *Remote Sensing of Environment*, 140: 43-49.

Yang, C.-M., J.-C. Chen, L.-L. Peng, J.-S. Yang and C.-H. Chou (2002) Chi-Chi Earthquake-caused landslide: grey prediction model for pioneer vegetation recovery monitored by satellite images. *Bot. Bull. Acad. Sin.*, 43:69-75.

礦業法 (2003)。中華民國 92 年 12 月 31 日華總一義字第 09200243051 號修正公布。

礦業法 (<http://www.moea.gov.tw/~meco/dom/domlaw/09200243051.htm>)。

Butchart Garden (2007) The Butchart Gardens
<http://www.butchartgardens.com/> (2008. 12. 1)

維基百科(2008. 11. 15) 半屏山

<http://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E5%8D%8A%E5%B1%8F%E5%B1%B1>

&variant=zh-tw (2008.12.1)

礦業路口網站(2008) 亞泥新城山礦區

<http://www.dom.moea.gov.tw/forever/for-d021.aspx>

附錄

附錄一、正大石礦植物名錄(30科58種)

1. Pteridophyte 蕨類植物
 1. Pteridaceae 鳳尾蕨科
 1. *Pteris vittata* L. 鱗蓋鳳尾蕨
 2. Thelypteridaceae 金星蕨科
 2. *Christella acuminata* (Houtt.) Lev. 小毛蕨
2. Dicotyledon 雙子葉植物
 3. Anacardiaceae 漆樹科
 3. *Rhus javanica* L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Wilson 羅氏鹽膚木
 4. Asteraceae 菊科
 4. *Artemisia capillaris* Thunb. 茵陳蒿
 5. *Aster subulatus* Michaux 帚馬蘭
 6. *Bidens chilensis* DC. 大花咸豐草
 7. *Blumea balsamifera* (L.) DC. var. *microcephala* Kitamura 艾納香
 8. *Erigeron bonariensis* L. 野塘蒿
 9. *Eupatorium formosanum* Hayata 臺灣澤蘭
 10. *Heteropappus hispidus* (Thunb.) Less. 狗娃花
 5. Casuarinaceae 木麻黃科
 11. *Casuarina equisetifolia* L. 木麻黃
 6. Combretaceae 使君子科
 12. *Terminalia catappa* L. 欖仁
 7. Convolvulaceae 旋花科
 13. *Ipomoea acuminata* (Vahl.) Roem. & Schult. 銳葉牽牛
 8. Euphorbiaceae 大戟科
 14. *Chamaesyce hirta* (L.) Millsp. 大飛揚草
 15. *Glochidion rubrum* Blume 細葉饅頭果
 16. *Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg. 血桐
 17. *Phyllanthus oligospermus* Hayata 新竹油柑
 9. Fabaceae 豆科
 18. *Bauhinia championii* Benth. 菊花木
 19. *Bauhinia purpurea* L. 洋紫荊
 20. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡
 21. *Millettia reticulata* Benth. 老荊藤

22. *Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi ssp. *thomsonii* (Benth.) Ohashi & Tateishi 大葛藤
10. Loganiaceae 馬錢科
23. *Buddleja asiatica* Lour. 揚波
11. Lythraceae 千屈菜科
24. *Cuphea carthagenensis* (Jacq.) Macbrids 克非亞草
12. Malvaceae 錦葵科
25. *Hibiscus taiwanensis* Hu 山芙蓉
13. Moraceae 桑科
26. *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent. 構樹
27. *Ficus microcarpa* L. f. 榕
28. *Ficus virgata* Reinw. ex Blume 島榕
29. *Morus australis* Poir. 小葉桑
14. Oleaceae 木犀科
30. *Fraxinus formosana* Hayata 白雞油
15. Passifloraceae 西番蓮科
31. *Passiflora foetida* L. var. *hispida* (DC. ex Triana & Planch.) Killip 毛西番蓮
32. *Passiflora suberosa* L. 三角葉西番蓮
16. Ranunculaceae 毛茛科
33. *Clematis grata* Wall. 串鼻龍
17. Rosaceae 薔薇科
34. *Rubus alnifoliolatus* Lev. 檜葉懸鈎子
18. Rubiaceae 茜草科
35. *Paederia scandens* (Lour.) Merr. 雞屎藤
19. Sapindaceae 無患子科
36. *Dodonea viscosa* (L.) Jacq. 車桑子
20. Saxifragaceae 虎耳草科
37. *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
21. Scrophulariaceae 玄參科
38. *Scoparia dulcis* L. 野甘草
22. Ulmaceae 榆科
39. *Trema orientalis* (L.) Blume 山黃麻
23. Urticaceae 蕁麻科
40. *Boehmeria densiflora* Hook. & Arn. 密花芋麻
41. *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. var. *tenacissima* (Gaudich.) Miq. 青芋麻
24. Verbenaceae 馬鞭草科

42. *Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花
 43. *Phyla nodiflora* (L.) Greene 過江藤
 44. *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl. 長穗木
 25. Vitaceae 葡萄科
 45. *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv. var. *hancei*
 (Planch.) Rehder 漢氏山葡萄

3. Monocotyledon 單子葉植物

26. Arecaceae 棕櫚科
 46. *Arenga engleri* Beccari 山棕
 27. Liliaceae 百合科
 47. *Dianella ensifolia* (L.) DC. ex Redoute. 桔梗蘭
 28. Poaceae 禾本科
 48. *Arundo formosana* Hack. 臺灣蘆竹
 49. *Cynodon dactylon* (L.) Pers. 狗牙根
 50. *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv. 龍爪茅
 51. *Eleusine indica* (L.) Gaertn. 牛筋草
 52. *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut. 五節
 芒
 53. *Paspalum conjugatum* Berg. 兩耳草
 54. *Pennisetum purpureum* Schumach. 象草
 55. *Pennisetum setosum* (Sw.) L. C. Rich. 牧地狼尾草
 56. *Saccharum spontaneum* L. 甜根子草
 29. Smilacaceae 菝契科
 57. *Smilax bracteata* Presl 假菝契
 30. Zingiberaceae 薑科
 58. *Alpinia speciosa* (Windl.) K. Schum. 月桃

附錄二、匯源林道植物名錄（共 89 科 204 種）

1. 蕨類植物

1. Aspidiaceae 三叉蕨科

1. *Ctenitis subglandulosa* (Hance) Ching 肋毛蕨
2. *Ctenitopsis dissecta* (Forst.) Ching 薄葉擬肋毛蕨
3. *Tectaria fauriei* Tagawa 傅氏三叉蕨

2. Aspleniaceae 鐵角蕨科

4. *Asplenium australasicum* (J. Sm.) Hook. 南洋山蘇花
5. *Asplenium nidus* L. 臺灣山蘇花
6. *Asplenium ritoense* Hayata 尖葉鐵角蕨

3. Athyriaceae 蹄蓋蕨科

7. *Diplazium megaphyllum* (Bak.) Christ 大葉雙蓋蕨

4. Blechnaceae 烏毛蕨科

8. *Woodwardia orientalis* Sw. var. *formosana* Rosenst 臺灣狗脊蕨

5. Cyatheaceae 杪欏科

9. *Sphaeropteris lepifera* (Hook.) Tryon 筆筒樹

6. Dicksoniaceae 蚌殼蕨科

10. *Cibotium cumingii* Kunze 菲律賓金狗毛蕨

7. Marattiaceae 觀音座蓮科

11. *Angiopteris lygodiifolia* Rosenst. 觀音座蓮

8. Oleandraceae 蓀蕨科

12. *Nephrolepis biserrata* (Sw.) Schott 長葉腎蕨

9. Osmundaceae 紫萁科

13. *Osmunda banksiaefolia* (Pr.) Kuhn 粗齒革葉紫萁

10. Polypodiaceae 水龍骨科

14. *Colysis wrightii* Ching 萊氏線蕨
15. *Lemmaphyllum microphyllum* Presl 伏石蕨
16. *Microsorium fortunei* (Moore) Ching 大星蕨
17. *Polypodium formosanum* Bak. 臺灣水龍骨

11. Pteridaceae 鳳尾蕨科

18. *Pteris vittata* L. 鱗蓋鳳尾蕨

12. Selaginellaceae 卷柏科

19. *Selaginella delicatula* (Desv.) Alston 全緣卷柏
20. *Selaginella mollendorffii* Hieron 異葉卷柏

13. Thelypteridaceae 金星蕨科

21. *Cyclosorus acuminata* (Houtt.) Nakai 毛蕨

22. *Cyclosorus parasitica* (L.) Farw. 密毛毛蕨
 23. *Pneumatopteris truncata* (Poir.) Holtt. 稀毛蕨
 24. *Sphaerostephanos taiwanensis* (C. Chr.) Holt 臺灣圓腺蕨
14. Vittariaceae 書帶蕨科
 25. *Antrophyum obovatum* Bak. 車前蕨
 26. *Vittaria flexuosa* Fee 書帶蕨
- 2. 裸子植物**
15. Podocarpaceae 羅漢松科
 27. *Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet var. *maki* Sieb. & Zucc.
 小葉羅漢松
- 3. 雙子葉植物**
16. Acanthaceae 爵床科
 28. *Justicia procumbens* L. 爵床
17. Aceraceae 楓樹科
 29. *Acer albopurpurascens* Hayata 樟葉槭
18. Actinidiaceae 獼猴桃科
 30. *Saurauja oldhamii* Hemsl. 水冬瓜
19. Alangiaceae 八角楓科
 31. *Alangium chinense* (Lour.) Rehder 華八角楓
20. Anacardiaceae 漆樹科
 32. *Rhus javanica* L. var. *roxburghiana* (DC.) Rehd. & Wilson 羅氏鹽膚木
 33. *Rhus succedanea* L. 山漆
21. Aquifoliaceae 冬青科
 34. *Ilex ficoidea* Hemsl. 臺灣糊欖
22. Araliaceae 五加科
 35. *Aralia decaisneana* Hance 鵲不踏
 36. *Schefflera octophylla* (Lour.) Harms 鵝掌柴
23. Asclepiadaceae 蘿藦科
 37. *Hoya carnosa* (L. f.) R. Br. 絨蘭
 38. *Marsdenia formosana* Masamune 臺灣牛嫻菜
24. Asteraceae 菊科
 39. *Anaphalis morrisonicola* Hayata 玉山抱莖籜簫
 40. *Blumea conspicua* Hayata 大花艾納香
 41. *Blumea riparia* (Blume) DC. var. *megacephala* Randeria 大頭艾納香
 42. *Eupatorium tashiroi* Hayata 田代氏澤蘭
 () 43. *Heteropappus hispidus* (Thunb.) Less. 狗娃花

44. *Synedrella nodiflora* (L.) Gaert. 金腰箭
25. Begoniaceae 秋海棠科
45. *Begonia formosana* (Hayata) Masamune 水鴨腳
46. *Begonia formosana* (Hayata) Masamune forma *albomaculata* Liu & Lai 白斑水鴨腳
26. Betulaceae 樺木科
47. *Carpinus kawakamii* Hayata 阿里山千金榆
27. Bignoniaceae 紫葳科
48. *Radermachia sinica* (Hance) Hemsl. 山菜豆
28. Buxaceae 黃楊科
49. *Buxus liukuensis* Makino 琉球黃楊
50. *Buxus microphylla* Sieb. & Zucc. Subsp. *Sinica* (Rehd. & Wils) Hatusima var. *sinica* 黃楊
29. Capparidaceae 山柑科
51. *Crateva adansonii* DC. subsp. *formosensis* Jacobs 魚木
30. Caprifoliaceae 忍冬科
52. *Sambucus formosana* Nakai 有骨消
53. *Viburnum luzonicum* Rolfe 呂宋英迷
54. *Viburnum formosanum* Hayata 紅子英迷
55. *Viburnum propinquum* Hemsl. 高山英迷
31. Celastraceae 衛矛科
56. *Microtropis fokienensis* Dunn 福建賽衛矛
32. Convolvulaceae 旋花科
57. *Erycibe henryi* Prain 亨利氏伊立基藤
33. Cornaceae 山茱萸科
58. *Aucuba chinensis* Benth. 桃葉珊瑚
59. *Swida macrophylla* (Wall.) Sojak 枳木
34. Cucurbitaceae 瓜科
60. *Zehneria mucronata* (Blume) Miq. 黑果馬蛟兒
35. Daphniphyllaceae 虎皮楠科
61. *Daphniphyllum glaucescens* Bl. subsp. *oldhamii* (Hemsl.) Huang 奧氏虎皮楠
36. Ebenaceae 柿樹科
62. *Diospyros eriantha* Champ. ex Benth. 軟毛柿
37. Elaeocarpaceae 杜英科
63. *Elaeocarpus sylvestris* (Lour.) Poir. 杜英
38. Ericaceae 杜鵑花科
64. *Vaccinium wrightii* Gray var. *formosanum* (Hayata) Li 臺灣大葉

越橘

39. Euphorbiaceae 大戟科

65. *Acalypha suirenbiensis* Yamamoto 花蓮鐵莧
66. *Antidesma pentandrum* Merr. var. *barbatum* (Presl) Merr. 枯里

珍

67. *Bischofia javanica* Blume 茄苳
68. *Breynia officinalis* Hemsl. 紅仔珠
69. *Bridelia balansae* Tutch. 刺杜密
70. *Glochidion philippicum* (Cav.) C. B. Rob. 菲律賓饅頭果
71. *Glochidion rubrum* Blume 細葉饅頭果
72. *Liodendron formosanum* (Kanehira & Sasaki) Keng 臺灣假黃楊
73. *Macaranga tanarius* (L.) Muell. -Arg. 血桐
74. *Mallotus japonicus* (Thunb.) Muell. -Arg. 野桐
75. *Mallotus paniculatus* (Lam.) Muell. -Arg. 白匏子
76. *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell. -Arg. 粗糠柴
77. *Melanolepis multiglandulosa* (Reinw.) Reich. f. & Zoll. 蟲屎

40. Fabaceae 豆科

78. *Archidendron lucidum* Benth. 領垂豆
79. *Bauhinia championii* Benth. 菊花木
80. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. 銀合歡
81. *Pueraria montana* (Lour.) Merr. 山葛

41. Fagaceae 殼斗科

82. *Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst. 青剛櫟
83. *Cyclobalanopsis globosa* Lin & Liu 圓果青剛櫟
84. *Pasania harlandii* (Hance) Oersted 短尾葉石櫟

42. Flacourtiaceae 大風子科

85. *Xylosma congesta* (Lour.) Merr. 柞木

43. Gesneriaceae 苦苣苔科

86. *Hemiboea bicornuta* (Hayata) Ohwi 角桐草

44. Hamamelidaceae 金縷梅科

87. *Distylium gracile* Nakai 細葉蚊母樹

45. Juglandaceae 胡桃科

88. *Engelhardtia roxburghiana* Wall. 黃杞
89. *Platycarya strobilacea* Sieb. & Zucc. 化香樹

46. Lauraceae 樟科

90. *Beilschmiedia erythrophloia* Hayata 瓊楠
91. *Cinnamomum camphora* (L.) Nees & Eberm. 樟
92. *Cinnamomum insulari-montanum* Hayata 臺灣肉桂(山肉桂)

93. *Cinnamomum osmophloeum* Kanehira 土肉桂
 94. *Cryptocarya chinensis* (Hance) Hemsl. 厚殼桂
 95. *Lindera megaphylla* Hemsl. 大香葉樹
 96. *Litsea coreana* Levl. 鹿皮斑木薑子
 97. *Machilus japonica* Sieb. & Zucc. var. *kusanoi* (Hayata) Liao 大葉楠
98. *Neolitsea konishii* (Hayata) Kanehira & Sasaki 五掌楠
 99. *Phoebe formosana* (Hayata) Hayata 臺灣雅楠
47. Loranthaceae 桑寄生科
 100. *Viscum articulata* Burm. 桐櫟柿寄生
48. Lythraceae 千屈菜科
 101. *Lagerstroemia subcostata* Koehne 九芎
49. Magnoliaceae 木蘭科
 102. *Michelia compressa* (Maxim.) Sargent 烏心石
50. Malpighiaceae 黃禱花科
 103. *Hiptage benghalensis* (L.) Kurz 猿尾藤
51. Malvaceae 錦葵科
 104. *Hibiscus taiwanensis* Hu 山芙蓉
52. Melastomataceae 野牡丹科
 105. *Blastus cochinchinensis* Lour. 柏拉木
 106. *Melastoma candidum* D. Don 野牡丹
53. Meliaceae 楝科
 107. *Melia azedarach* L. 楝
54. Menispermaceae 防己科
 108. *Pericampylus formosanus* Diels 蓬萊藤
 109. *Stephania japonica* (Thunb. ex Murray) Mier 千金藤
55. Moraceae 桑科
 110. *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. ex Vent 構樹
 111. *Ficus ampelas* Burm. f. 菲律賓榕
 112. *Ficus erecta* Thunb. var. *beeheyana* (Hook. & Arn.) King 牛乳榕
 113. *Ficus fistulosa* Reinw. ex Blume 水同木
 114. *Ficus formosana* Maxim. 天仙果
 115. *Ficus irisana* Elmer 澀葉榕
 116. *Ficus microcarpa* L. f. 榕
 117. *Ficus nervosa* Heyne 九丁榕
 118. *Ficus sarmentosa* Buch.-Ham. ex J. E. Sm. var. *nipponica* (Fr. & Sav.) Corner 珍珠蓮

119. *Ficus septica* Burm. f. 稜果榕
120. *Ficus superba* (Miq.) Miq. var. *japonica* Miq. 雀榕
121. *Ficus variegata* Blume var. *garciae* (Elmer) Corner 幹花榕
122. *Ficus virgata* Reinw. ex Blume 島榕(白肉榕)
123. *Morus australis* Poir. 小葉桑
56. Myricaceae 楊梅科
124. *Myrica rubra* (Lour.) Sieb. & Zucc. 楊梅
57. Myrsinaceae 紫金牛科
125. *Ardisia quinquegona* Blume 小葉樹杞
126. *Ardisia sieboldii* Miq. 樹杞
127. *Maesa tenera* Mez 臺灣山桂花
128. *Myrsine sequinii* Lev. 大明橘
58. Nyctaginaceae 紫茉莉科
129. *Pisonia umbellifera* (Forst.) Seem. 皮孫木
59. Oleaceae 木犀科
130. *Fraxinus formosana* Hayata 白雞油
131. *Fraxinus insularis* Hemsl. 臺灣柃
132. *Ligustrum japonicum* Thunb. 日本女貞
133. *Osmanthus marginatus* (Champ. ex Benth.) Hemsl. 小葉木犀
60. Piperaceae 胡椒科
134. *Piper kadsura* (Choisy) Ohwi 風藤
61. Pittosporaceae 海桐科
135. *Pittosporum illicioides* Makino 疏果海桐
62. Polygonaceae 蓼科
136. *Polygonum multiflorum* Thunb. var. *hypoleucum* (Ohwi) Liu, Ying & Lai 臺灣何首烏
63. Ranunculaceae 毛茛科
137. *Clematis grata* Wall. 串鼻龍
138. *Clematis meyeniana* Walp. 麥氏鐵線蓮
139. *Clematis tashiroi* Maxim. 田代氏鐵線蓮
140. *Clematis uncinata* Champ. ex Benth 柱果鐵線蓮
64. Rhamnaceae 鼠李科
141. *Rhamnus formosana* Matsum. 桶鈎藤
142. *Ventilago elegans* Hemsl. 翼核木
65. Rosaceae 薔薇科
143. *Prunus zippeliana* Miq. 黃土樹
144. *Rubus alnifoliolatus* Lev. 橙葉懸鈎子
66. Rubiaceae 茜草科

145. *Gardenia jasminoides* Ellis 山黃梔
 146. *Lasianthus obliquinervis* Merr. 雞屎樹
 147. *Mussaenda pubescens* Ait. f. 毛玉葉金花
 148. *Neonauclea reticulata* (Havil.) Merr. 欖仁舅
 149. *Ophiorrhiza japonica* Blume 蛇根草
 150. *Paederia scandens* (Lour.) Merr. 雞屎藤
 151. *Psychotria rubra* (Lour.) Poir. 九節木
 152. *Wendlandia formosana* Cowan 水金京
67. Rutaceae 芸香科
 153. *Glycosmis citrifolia* (Willd.) Lindl. 石苓舅
 154. *Melicope pteleifolia* (Champ. ex Benth.) T. Hartley 三腳蟹
 155. *Murraya paniculata* (L.) Jack. 月橘
 156. *Tetradium meliaefolia* (Hance) Benth. 賊仔樹
68. Sapindaceae 無患子科
 157. *Sapindus mukorossii* Gaertn. 無患子
69. Saxifragaceae 虎耳草科
 158. *Deutzia pulchra* Vidal 大葉溲疏
 159. *Hydrangea chinensis* Maxim. 華八仙
 160. *Itea parviflora* Hemsl. 小花鼠刺
70. Solanaceae 茄科
 161. *Solanum biflorum* Lour. 雙花龍葵
71. Stachyuraceae 旌節花科
 162. *Stachyurus himalaicus* Hook. f. & Thomson ex Benth. 通條木
72. Staphyleaceae 省沽油科
 163. *Turpinia ternata* Nakai 三葉山香圓
73. Sterculiaceae 梧桐科
 164. *Firmiana simplex* (L.) W. F. Wight 梧桐
74. Styracaceae 安息香科
 165. *Styrax formosana* Matsum. 烏皮九芎
 166. *Styrax suberifolia* Hook. & Arn. 紅皮
75. Theaceae 茶科
 167. *Cleyera japonica* Thunb. var. *morii* (Yamamoto) Masam. 森氏
 紅淡比
 168. *Gordonia axillaris* (Roxb.) Dietr. 大頭茶
 169. *Ternstroemia gymnanthera* (Wight & Arn.) Sprague 厚皮香
76. Ulmaceae 榆科
 170. *Celtis biondii* Pamp. 沙楠子樹
 171. *Celtis formosana* Hayata 石朴

172. *Trema orientalis* (L.) Blume 山黃麻
 173. *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino 欒
77. Urticaceae 蕁麻科
 174. *Boehmeria blinii* Levl. var. *podocarpa* W. T. Wang 柄果芋麻
 175. *Boehmeria densiflora* Hook. & Arn. 密花芋麻
 176. *Boehmeria nivea* (L.) Gaudich. var. *tenacissima* (Gaudich.) Miq.
 青芋麻
 177. *Boehmeria wattersii* (Hance) Shih & Yang 長葉芋麻
 178. *Debregeasia orientalis* C. J. Chen 水麻
 179. *Dendrocnide meyeniana* (Walp.) Chew 咬人狗
 180. *Elatostema platyphylloides* Shih & Yang 闊葉樓梯草
 181. *Oreocnide pedunculata* (Shirai) Masamune 長梗紫麻
78. Verbenaceae 馬鞭草科
 182. *Callicarpa formosana* Rolfe 杜虹花
 183. *Vitex quinata* (Lour.) F. N. Williams 山埔姜
79. Vitaceae 葡萄科
 184. *Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Trautv. var. *hancei*
 (Planch.) Rehder 漢氏山葡萄
 185. *Tetrastigma formosanum* (Hemsl.) Gagnep. 三葉崖爬藤
 186. *Tetrastigma umbellatum* (Hemsl.) Nakai 臺灣崖爬藤

4. 單子葉植物

80. Araceae 天南星科
 187. *Epipremnum pinnatum* (L.) Engl. 拎樹藤
 188. *Pothos chinensis* (Raf.) Merr. 柚葉藤
81. Areaceae 棕櫚科
 189. *Arenga engleri* Beccari 山棕
 190. *Calamus q uiquesetinervius* Burret. 黃藤
82. Commelinaceae 鴨跖草科
 191. *Amischotolype chinensis* (N. E. Br.) E. H. Walker ex Hatusima
 中國穿鞘花
83. Dioscoreaceae 薯蕷科
 192. *Dioscorea matsudai* Hayata 裏白葉薯榔
84. Flagellariaceae 鞭藤科
 193. *Flagellaria indica* L. 印度鞭藤
85. Liliaceae 百合科
 194. *Liriope platyphylla* Wang & Tang 闊葉麥門冬
86. Orchidaceae 蘭科
 195. *Eria ovata* Lindl. 大腳筒蘭

87. Poaceae 禾本科

196. *Arundo formosana* Hack. 臺灣蘆竹

197. *Microstegium ciliatum* (Trin.) A. Camus 剛毛莠竹

198. *Miscanthus floridulus* (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut. 五

節芒

199. *Oplismenus compositus* (L.) Beauv. 竹葉草

200. *Paspalum conjugatum* Berg. 兩耳草

201. *Pennisetum purpureum* Schumach. 象草

202. *Saccharum spontaneum* L. 甜根子草

88. Smilacaceae 菝葜科

203. *Smilax bracteata* Presl 假菝葜

89. Zingiberaceae 薑科

204. *Alpinia speciosa* (Wendl.) K. Schum. 月桃

附錄三、典型樣地記錄法 Releve Method

植被調查紀錄採「典型樣地記錄法」(Releve Method)，這個方法特點是在對一個地區全面勘查的基礎上，選擇典型的群落地段，在其中設置若干個大小足以反映群落種類組成和結構的樣地，紀錄其中種類、數量、生長、分布等，可依如下的項目設計一個樣地調查紀錄表，逐一記錄之：

- 樣地編號：將各調查點依序編號。
- 樣地面積：估計樣地面積，一般 $\geq 400\text{m}^2$ (森林群落)；灌叢 16 m^2 ；草地 4 m^2
- 日期：記錄調查的年月日，不同時期會有不同的群落外貌和組成。
- 群落名稱：調查資料經分析整理後給予。
- 地理位置：縣、市、鄉、鎮、林區、山名、村庄。
- 座標：以 GPS 定座標(虎子山座標)。
- 地形：包括海拔、坡向、坡度。
- 表層岩石：記錄地表岩石及風化情形。(如有可能最好註名地質年代)
- 土壤類型：記錄土壤名稱。
- 生境條件：儘可能記錄樣地週邊環境、其他植被類型，以及人類活動產生的影響。
- 群落結構：主要指群落的垂直分層(stratification)，分層記錄其高度和覆蓋度。最好做一幅群落垂直剖面示意圖配合群落外觀的照片，以視覺表達群落分層結構。
- 分層按種紀錄各種數量特徵。種的數量特徵包括：

(1) 覆蓋度綜合級(cover and total density)

Braun-Blanquet 估計用目測法估計覆蓋度共分五級和兩個輔助級，以數字和符號表示：

5=不論個體多少，覆蓋度 $>75\%$

4=不論個體多少，覆蓋度為 $50\% \sim 75\%$

3=不論個體多少，覆蓋度為 $25\% \sim 50\%$

2=不論個體多少，覆蓋度為 $5\% \sim 25\%$ 或雖 $<5\%$ 但個體數很多

1=個體數量較多，覆蓋度為 $1\% \sim 5\%$ 或雖 $>5\%$ 但個體數稀少

+ =個體數稀少，覆蓋度 $<1\%$

0 =覆蓋度很小，個體數很少(通常只有 1~3 株)

(2) 聚生度(sociability)

是指各物種在群落內聚生的狀況，是聚集的還是分散的，也分五級：

- 5=大片生長：覆蓋整個樣地
- 4=小片生長：在樣地內形成大斑塊
- 3=小塊生長：在樣區內形成小斑塊或大叢
- 2=成叢生長：在樣區內形成小群或小叢
- 1=單株散生：植株在樣區內彼此分散生長

通常將覆蓋度與聚生度依起記錄：例如 3·1 表示覆蓋度 3，聚生度 1

(3)生活力(Vitality)或生活強度(Vigor)

一般分四級：

- 1 級 ●
- 2 級 ⊙
- 3 級 ○
- 4 級 oo

(4)物候期(phenological stage)

記錄物種在調查時所屬的發育狀態：如營養期、花期、果期。

典型樣地記錄表

第 頁
共 頁

座標:

X _____; Y _____

樣區編號:

面積:

日期:

調查人:

群落名稱:		高度 (m)	蓋度 (%)				
地點:	海拔高度:	坡向:	坡度:				
地貌類型:		表層岩石:	土壤類型:				
生境條件:		T					
		T ₁					
		T ₂					
		T ₃					
		S					
		S ₁					
		S ₂					
H							
G							
多蓋	聚生	植物名稱	附註	多蓋	聚生	植物名稱	附註

標準樣地記錄表總表

野外樣區編號: _____ 總編號: _____ 樣區面積: _____ 調查日期: _____ 記錄者: _____

植物群落名稱: _____

地理位置:

地貌類型: _____ 海拔高度: _____ 坡向: _____ 坡度: _____

表層岩石與地質情況:

土壤狀況:

氣候狀況:

周圍狀況:

外圍影響 (包括人類、動物及自然災害等):

群落結構與群落的一般描述:

層次	T	T ₁	T ₂	T ₃	S	S ₁	S ₂	H	G
高度(m)									
覆蓋度									
生長特點									

- 群落估計面積以及群落的一般描述

- 植物群落剖面圖(垂直結構)

附錄四、鳥類調查記錄表 記錄序號：(/)

樣區名稱：正德礦區(石灰岩礦、白雲石)~東豐礦區(寬約15米、深約15米) 鄉鎮：秀林鄉

調查日期：9月1日 時間：10時10分 至11時40分 記錄者：蔡秀明、孫玉馨

氣候：晴轉多雲 氣溫： °C 風速：微風 海拔： 公尺 調查方法：步行

海拔上限： 公尺 海拔下限： 公尺 2度分帶：起點()()~迄點()()

時間	鳥種	數量	行為	其它描述
1018	巨嘴鴉	1	S、A	
1025	五色鳥	2	S、R	
1029	紅嘴黑鶇	5	S、A	
1033	五色鳥	1	S、R	
1039	小卷尾	5	R、A	
	紅嘴黑鶇	1	A、S	
	五色鳥	2	S	
1044	巨嘴鴉	4	A、S	
1051	樹鵲	2	R、S	
	五色鳥	7	R、S	
1119	樹鵲	6	A、S	
	五色鳥	4	R、P、S	
1121	大冠鷲	1	A、S	
	洋燕	6	A	
1126	大彎嘴畫眉	2	S	
1129	小卷尾	2	A	
1133	頭烏線	1	S	
1137	黑枕藍鶇	2	A、S	
	小彎嘴畫眉	1	S	
調查員札記	步行調查期間遇到：黑翅細絲若蟲、紋白蝶、黃粉蝶、烏鴉鳳蝶、眼紋擬蛺蝶、黃三線、金三線等昆蟲。			

氣候：晴、多雲、陰、雨。 風速：無風、微風、弱風、強風。

行為：覓食 (F)、休息 (R)、理羽 (P)、鳴叫 (S)、飛行 (A)、其他。

巨棲類型：1. AS - 高山灌叢 2. ABG - 高山箭竹草原 3. AMG - 高山芒草原 4. CF - 針葉林
5. CBF - 針闊葉混合林 6. BF - 闊葉林 7. LBG - 低地箭竹林 8. LMG - 低地芒草原
9. ACF - 人工針葉林 10. ABF - 人工闊葉林 11. AF - 相思樹林 12. B - 竹林
13. O - 果園 14. Cr - 農耕地 15. GA - 墓地及荒廢地 16. R - 河川或溪流
17. L - 湖泊或水池 18. SF - 海岸林 19. SH - 海濱草生地 20. SW - 海濱溼地
21. CS - 珊瑚礁灌叢 22. AG - 人工草地 23. Ca - 岩洞 24. AC - 人工設施區
25. To - 其他

附錄五、現場踏勘紀錄

一、禁採補償礦區現勘紀錄

(一)幸福水泥和仁礦場現勘紀錄

- 1、礦場名稱：幸福水泥公司和仁礦場
- 2、踏勘日期：97年5月30日
- 3、調查人員：張惠珠、潘文欽、李廣鎮
- 4、說明：

- (1) 依據工研院94年報告，該礦場於國家公園範圍內，曾有甚小的採掘跡(民國91年航照)，但因位於稜線背後，航照無法顯示。
- (2) 依據工研院93年現勘紀錄，該場陪同人員說明，國家公園範圍內礦區無開採實跡。
- (3) 照片1為和仁礦場在國家公園範圍外的部分。

- * 入口聯外道路及礦場道路：由台九線蘇花公路卡南溪以南和仁站附近。
- * 礦場設施：運作中的礦場。
- * 植被概況：禁採區內植被良好。

	
照片1、和仁礦場(國家公園外)。	

(二)禁採補償礦區現勘紀錄 1

1、礦場名稱：南昌礦業公司清水礦場

2、踏勘日期：97年4月17日 / 5月22日

3、調查人員：張惠珠、孫麗珠、高秀瑩、阿楚·尤給依

4、說明：

入口、聯外道路及礦場道路：自蘇花公路大清水往西，沿清水溪南岸，約500公尺荒煙漫草中有路可循，溪中猶見少許清水（照片2），然後路跡中斷必須順著溪床上行，溪中全為巨石覆蓋，完全見不到溪水（照片3），沿溪而行，尋找舊有設施殘跡與採掘跡。

5、礦場設施：

(1)辦公室今年2月底拆除，房舍遺址上有榕樹等造林木（照片4），高約1m。

(2)有火藥庫2座位在清水溪南、北兩岸各一，距蘇花公路約150m，火藥庫為鋼筋水泥結構，外寬拱形，高約3m×寬3m，深不知（照片5）。

(3)除上述外，各種採礦設施已不復見，疑為採掘跡處，已有植生覆蓋（照片6、照片7），僅左側較裸露，道路部分裸露（照片8），採掘跡階段造林（照片9）：欖仁舅、青莢葉。

6、植被概況：

(1)採掘跡：銀合歡、青莢葉、欖仁舅

(2)沿途道路兩側：密花芋麻、東方狗脊蕨

7、其他資源：沒有見到鳥類和魚類，見到兩位原住民（照片10）上山採黃藤？（打獵？），進入口處的灌叢間見到許多昆蟲。蝗蟲（照片11）、芫菁（照片12）、蝴蝶等。

8、調查結果：植被恢復良好，溪谷亂石滿布危險度高，洪水地震時，潛在的危險土石流或巨型落石。



照片 2、清水溪下游猶見少許清水



照片 3、清水溪溪床現況



照片 4、房舍遺址造林，柏油路面為蘇花公路



照片 5、位於清水溪南岸的火藥庫



照片 6、北岸的採掘跡



照片 7、採掘跡



照片 8、北岸的道路遺跡



照片 9、採掘階段造林(銀合歡、欖仁舅)

	
<p>照片 10、兩位上山原住民</p>	<p>照片 11、道路入口草上有許多蝗蟲</p>
	
<p>照片 12、道路入口的大花咸豐草上見到不少莞菁</p>	

(三)禁採補償礦區現勘紀錄 2

1、礦場名稱：匯源林道—東豐石礦和正德石礦

2、現堪日期：2008年4月17日、9月1日、10月25日

3、現堪人員：張惠珠、孫麗珠、阿楚·尤給依(4月17日)

張惠珠、孫玉馨、蔡秀明、黃清波、李廣鎮(9月1日)

張惠珠、陳添財、顏瑞瑤等15人(10月25日)

4、現勘概況：

(1)入口連外道路及礦場道路：由匯德隧道北口西側進入，前500m路跡雖被植物覆蓋，但路跡明顯，路面尚完整可步行，但無法通車。

(2)礦場設施：看不到任何設施。

(3)植被概況：植被豐富，沿途林相完整。

(4)其他資源：鳥類(朱鷲、紅嘴黑鵝、小卷尾等)、哺乳類(山羊)、昆蟲、菌類，可見東豐礦場的白雲石坑洞。



照片 13、匯源林道沿途，植生茂密



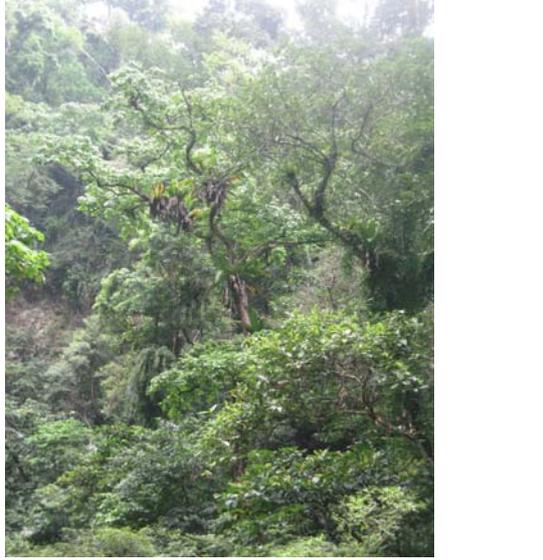
照片 14、匯源林道沿途，植生茂密



照片 15、高大茄苳樹



照片 16、往東豐石礦的路

	
<p>照片 17、腐木上的真菌</p>	<p>照片 18、東豐石礦的白雲石坑洞</p>
	
<p>照片 19、山羊蹄印</p>	<p>照片 19、象草與南美蟛蜞菊是常用綠化植物</p>
	
<p>照片 20、桃葉珊瑚</p>	<p>照片 21、沿途林相</p>

	
<p>照片 22、採掘跡</p>	<p>照片 23、採掘跡</p>
	
<p>照片 24、銀合歡是優勢物種</p>	

(四) 禁採補償礦區現勘紀錄 3

1、礦場名稱：正大石礦

2、現堪日期：2008 年 4 月 17 日

3、現堪人員：張惠珠、孫麗珠、阿楚·尤給依

4、現勘概況：

(1)入口聯外道路及礦場道路：在台九線蘇花公路西側，對面為崇德火車站，交通方便。

(2)礦場設施：過去的辦公室還在，舊地磅留下。

(3)植被概況：採掘殘壁裸露，平台部分草本與灌木已叢生，但土壤貧瘠，覆蓋情形不理想。

(4)其他資源：可見山羊、山豬蹄印痕跡。

	
照片 25、遠望的採掘跡	照片 26、鄰近民宅
	
照片 27、舊辦公室遺跡	照片 28、區內榕樹



照片 29、廠址遺跡



照片 30、留存器具遺跡



照片 31、道路遺跡



照片 32、舊地磅遺跡



照片 33、採掘跡復原現況(一)



照片 34、水泥鋪面遺跡

	
<p>照片 35、採掘跡復原現況(二)</p>	<p>照片 36、採掘跡復原現況(三)</p>
	
<p>照片 37、採掘跡復原現況(四)</p>	<p>照片 38、銀合歡是優勢物種</p>
	
<p>照片 39、月桃</p>	<p>照片 40、採掘跡復原現況(五)</p>

(五) 禁採補償礦區現勘紀錄 4

1、探勘地點：立東礦場（三棧北溪支流）

GPS 座標：TW67(310707、2667305)

2、探勘時間：2008 年 5 月 31 日

3、探勘人員：張惠珠、潘文欽、李廣鎮

4、現勘結果：

車可開到三棧北溪流旁，停車處可看見舊採礦道路路基與隧道，通往礦場橋梁多已沖毀只見橋墩與水泥結構。舊有道路沿右岸而築路寬約 10m，由於橋梁已沖毀前往礦場必須先沿左岸步行約 5 分鐘後下溪至右岸，右岸有一明顯引水管，沿鋪設水管路上行約 15 分鐘便可見水利署標點，再往前行約三分鐘便可見一完整水泥結構建築，在往前行約 20 分鐘便可到達隧道下方，隧道與道路落差約 10 公尺，必須攀爬才能到達隧道，隧道約長約 30m、高 7.5m、寬 10m，隧道內乾淨，有一獵人生火灰爐，洞內已有蝙蝠居住多時，蝙蝠排遺共有兩處，排遺厚度約 15cm。隧道後方道路已長滿高約 180cm 的木本植物（密花芋麻、銀合歡）及許多草本植物叢生，多已埋沒在荒煙蔓草之中無法通行但舊路基下方堆砌巨石與水泥仍明顯。

5、植生情況

植被恢復良好，可看出曾以密花芋麻、銀合歡、三裂葉蟛棋菊進行綠化，目前不仔細看分辨不出採掘跡。勘查完立東後，利英、立東礦場皆在河床上，93、94 年間已難以辨識故擬不前往。

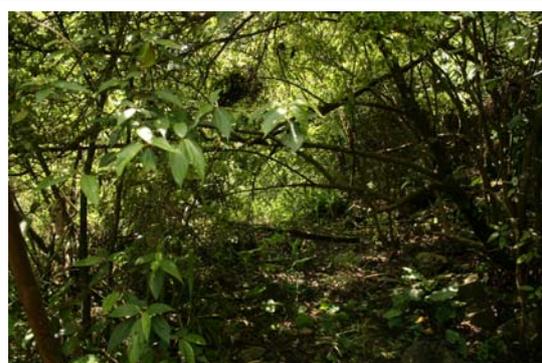
	
照片 41、停車處遠望舊採礦隧道	照片 42、入口植被現況
	
照片 43、舊有道路遺跡	照片 44、鄰近植被現況



照片 45、水泥結構建築



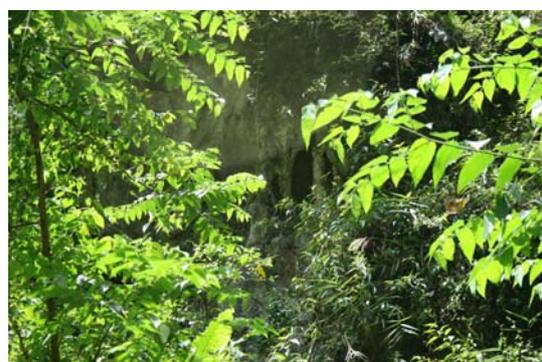
照片 46、河床現況



照片 47、鄰近植被(一)



照片 48、引水管



照片 49、鄰近植被(二)



照片 50、遭沖毀水泥結構(一)



照片 51、遭沖毀水泥結構(二)



照片 52、河岸護堤



照片 53、遭沖毀橋墩



照片 54、舊路基下方堆砌巨石



照片 55、舊採礦隧道遺跡(一)



照片 56、舊採礦隧道遺跡(二)



照片 57、採掘跡復原現況

附錄六、會議紀錄

太魯閣國家公園管理處 97 年度委託辦理調查計畫
「禁採補償之礦區資源復育監測計畫」期初簡報 紀錄

時 間：97 年 4 月 21 日(星期一)上午 9 時	
地 點：本處會議室	
主 席：林處長永發 記 錄：鄒月娥	
報告人：張惠珠 潘文欽	
出席	簽 到 處
游副處長登良	
張秘書登文	張登文
解說課	黃志強
企劃課	李秋芬 陳錦祥
環境維護課	陳文巨
遊憩服務課	林忠邦
保育課	陳俊山 鄒月娥
綠水管理站	董清波
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	孫麗珠

討論：

李秋芳課長：

1. 管理處全銜請更新為「太魯閣國家公園管理處」。
2. 有關工研院之研究資料因只進行至 94 年底，後續之資料仍請協助調查搜集。
3. 有關正大石礦似乎仍有採礦行為乙節，將再深入了解。

張惠珠教授：

1. 未來的研究報告有關管理處全銜的部份將配合更新。
2. 禁止開採後，原採礦區將極易有天然播種恢復，不需特意人為種植。人為種植之復育礦區常引進外來種，如：銀合歡，象草等。
3. 工研院之成果報告書是目前較完整之研究資料，未來本研究團隊仍會繼續搜集近年來之資料補充。

陳寶匡代理課長：有關礦區禁採補償後之處理，是否有法令規範？

張惠珠教授：有相關法令規範。

黃清波主任：

1. 與其勉強種植外來種，倒不如天然演替，自然恢復。
2. 南昌石礦，及三棧地區的利東石礦可及性仍極高，應可再深入調查。
3. 匯德隧道上方之三個廢棄礦區路徑尚清晰，建議可納入未來生態解說步道之參考。

張秘書登文：正大、天崇等可及性尚高之礦區仍請納入調查範圍。

陳俊山課長：應釐清「復育」應達至何種目標（程度），如以原有生態系為目標，則可以周邊潛在植被類比。而除非有地質災害問題，否則應以自然更新較為適宜。且如外來種有影響前述目標，則應予防除。

張惠珠教授：

1. 若環境已穩定，可以不需再人工種植其他植物。
2. 另正德石礦入口附近有一區象草分布，目前範圍尚不大，可先予以清除，以免擴散。

黃志強課長：工研院之研究報告不知是否有將過去與當時之情形做比較？

張惠珠教授：有藉航照圖做比對。

結論：

1. 同仁之相關建議請研究團隊一併納入考量。
2. 對於「復育」之字面意義，應可不需太在乎其解釋。
3. 建議應就 16 個已禁採補償之礦區歷年基礎資料進行蒐集完整比對，包括：何時申請採礦、何時停採、範圍大小、座標、歷史照片、現況照片…等。再就其中選擇適宜之樣區更深入調查。
4. 有關解說步道之規劃應尚不在本調查範圍，可在建議或討論項提出即可。
5. 本案期初簡報內容通過審核，請依合約辦理經費請領程序，並進行後續調查與作業。

太魯閣國家公園管理處 97 年度委託辦理調查計畫
 「禁採補償之礦區資源復育監測計畫」期中簡報 紀錄

時 間：97 年 7 月 29 日(星期二)上午 9 時	
地 點：本處會議室	
主 席：林處長永發 記 錄：鄒月娥	
報告人：張惠珠	
出席	簽 到 處
游副處長登良	游登良
張秘書登文	張登文
解說課	黃志強
企劃課	李秋芬
環境維護課	李瑞峰
遊憩服務課	黃世遠
保育課	陳俊山 朱何泉 鄒月娥
綠水管理站	
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	孫炳坤
	潘文欽

一、報告：(略)

二、討論：

李秋芳課長：

本處 93 年度委請李培芬教授完成之「太魯閣國家公園影像資料庫建立及環境變遷之研究」有許多影像資料分析，可納入參考。

張惠珠教授：

4. 李培芬教授之成果報告書如有本計畫區之影像資料，將納入參考比較。
5. 東豐、東昌石礦等礦區路跡極不明顯，現地勘察幾次均無法到達，尚請管理處協助邀請原有礦主或適合之人員支援帶路。

林處長永發：

1. 由於採礦權之核准範圍通常很大，但實際之採掘區佔的比例則較小，建議應以採掘區範圍放大圖面比較分析。如將採掘區位置標示出來，至現場時儘可能予以定位，以未來進行監測比對。
2. 為了解釐清亞泥與國家公園範圍界內開採時程等問題，請受託單位協助蒐集各時期之開採影像資料，以確立是否在國家公園成立前即已開採？目前開採的範圍係在園區範圍內或範圍外？等問題。

張惠珠教授：

1. 本案目前即是以採掘區為標的分析其 NDVI 值後再進行現場調查核對，未來圖面將增加採掘區範圍之放大圖面等比較分析。
2. 亞泥礦區雖非本次研究之範圍，惟因之前本研究室即已有相關計畫進行調查，將協助分析相關資料提供管理參考。

三、結論：

1. 請企劃課承辦員協助現場調查工作事宜，並了解正大石礦是否仍有繼續開採行為。
2. 同仁之相關建議請研究團隊一併納入考量。
3. 本案期中簡報內容審核通過，請依合約辦理經費請領程序，並進行後續調查與作業。

太魯閣國家公園管理處 97 年度委託辦理調查計畫
 「禁採補償之礦區資源復育監測計畫」期末簡報 紀錄

時 間：97 年 12 月 11 日(星期四)上午 9 時	
地 點：本處會議室	
主 席：許處長文龍 記 錄：鄒月娥	
報告人：張東傑 張戰華	
出席	簽到處
游副處長登良	游登良
許秘書英文	許英文
解說課	黃志強
企劃課	夏士菲
環境維護課	
遊憩服務課	張淑貞
保育課	陳俊山 朱何泉 高欣
綠水管理站	董清波
布洛灣管理站	
合歡山管理站	
蘇花管理站	孫明中
美新河溪協會	花蓮分會執行秘書 楊和云

一、 報告：(略)

二、 討論：(略)

1. 在國外不乏將採礦基地轉型成花園或特殊景觀區而成為熱門景點的例子，本案可考慮將礦區與觀光產業結合之可能性。
2. 未來回收礦區的經營管理需就植生綠化、結合觀光、環境教育、持續環境監測等項目整體規劃。
3. 本區域礦區係以階面開採石灰岩為主，因地質特性及開採方式較少水土流失的問題。
4. 由現地植被調查發現銀合歡為礦區植生復育中適應情況最好的樹種，此情況與我國清除外來種的政策相違。
5. 以亞泥新城山礦場的植被調查結果發現，第一年生長的先鋒物種（血桐、山黃麻、九芎）後來被銀合歡及相思樹取代，這是否與植物的毒他作用有關，值得研究。

三、 結論：

1. 感謝受託單位協助進行現場調查工作事宜，並包括周邊礦廠之是否繼續開採等，提供管理處相關政策施行之參考。
2. 與會人員之意見請受託單位納入參考，並增補相關內容，完成報告書定稿事宜。
3. 本期末報告經審核原則同意，並請依規定期限辦理結案事宜。