

崩塌地鋪網噴植施工後植群特性之研究

林信輝⁽¹⁾ 洪啟盛⁽²⁾ 黃俊仁⁽³⁾

摘要

本研究選取九二一集集大地震後，施以鋪網噴植植生工法之四處崩塌地，於其施工後進行兩次植群生態之調查，以探討崩塌地植生復育、入侵植物之植群組成與分布及植群演替之情形。

第一次調查結果顯示，樣區平均植生覆蓋率為 90.23%，植物社會結構以草本植物為主，其中以噴植草種百慕達草、百喜草較為優勢，而第二次調查結果顯示，各樣區植生覆蓋率已幾乎達到 100%，入侵之草本植物中，以多年生蔓性植物最為優勢，如小花蔓澤蘭、賽芻豆、槭葉牽牛等，木本植物則以山黃麻、揚波及相思樹有較大之群落，且在植物社會中所佔之比率有逐年增加之趨勢。而 15 個樣區經群團分析後，第一次調查結果可分成四個植群型，第二調查結果則可分成五個植群型。環境因子與植群間之相關分析，因土壤性質受噴植肥料所影響，且土壤養分之分佈變異頗大，在短期發育之植物社會中尚不易探討出顯著之結果。

(**關鍵詞**：鋪網噴植、植生復育、植群分析)

Vegetation Characteristic of Landslide Areas after Hydroseeding

Shin-Hwei Lin

Professor, Soil and Water Conservation Dept.,
National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.

Chi-Sheng Hung, Chun-Jen Huang

Graduate Student, Soil and Water Conservation Dept.,
National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan.

ABSTRACT

The main purpose of this study is to investigate the vegetation on landslide areas, caused by 921 Chi-Chi earthquake. The major places of investigation located in 4 landslide areas with hydroseeding. Based on the results of two field investigations of vegetation datum after hydroseeding, the vegetation restoration, vegetation composition and distribution of invaded plants on landslides are discussed.

The first investigation showed that the average vegetation cover rate is 90.23% in the study areas. The dominant plants of the vegetation colonization are herbaceous plants, especially hydroseeding

(1) 國立中興大學水土保持學系教授

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

(3) 國立中興大學水土保持學系博士班研究生

grass- *Cynodon Dactylon* and *Paspalum notatum* Flugge. The second investigation showed that the vegetation cover rate almost achieves 100% in the study areas. Among the invaded herbaceous plants, the most dominant species are the trailing plants, such as *Mikania micrantha*, *Macroptilium atropurpureum*, *Ipomoea cairica*, etc. In addition, the woody plants are one of the dominant species especially *Trema orientalis*, *Buddleja asiatica* Lour., *Acacia catechu*. The percentage of the woody plants is still increasing. According to the results of Matrix Cluster Analysis, the fifteen study areas can be divided into four vegetation types in the first investigation and five vegetation types in the second investigation. Because of the influence of the hydroseeding mixture, the variation and distribution of soil nutrients are considerably wide. Therefore, it is difficult to determine the relationship between environment factors and vegetation species at early stage.

(**Keywords** : Hydroseeding, vegetation recovery, vegetation analysis)

前言

九二一集集大地震後，依水土保持局之調查彙整，臺灣中部地區山坡新生崩塌地有 21,969 餘處，裸露面積達 11,297 公頃，植被遭受嚴重破壞，其中大部分崩塌坡面土石鬆動，植生導入非常不易，且崩塌堆積土石可能引發土石流，危及下游居民生命財產安全。為期能早日植生復舊，政府相關單位已投入大量人力與經費，從事崩塌地植被復育之工作，期望能藉由人為植生綠化工作之推行，加速山坡地植被之重建與復育，以達沖蝕防治、減少土砂災害與水資源涵養之目的。

崩塌地之植生方法因崩塌地立地條件不同，其所採用之植生工法亦異。而崩塌地常用之植生工法包括人工撒播、團粒化噴植、種子噴植、鋪網噴植、打樁編柵等，其中鋪網噴植更是常被應用之一種。本研究即選取九二一地震新生崩塌地採用鋪網噴植施工。九二一集集大地震後，依水土保持局之調查彙整，臺灣中部地區山坡新生崩塌地有 21,969 餘處，裸露面積達 11,297 公頃，植被遭受嚴重破壞，其中大部分崩塌坡面土石鬆動，植生導入非常不易，且崩塌堆積土石可能引發土石流，危及下游居民生命財產安全。為期能早日植生復舊，政府相關單位已投入大量人力與經費，從事崩塌地植被復育

之工作，期望能藉由人為植生綠化工作之推行，加速山坡地植被之重建與復育，以達沖蝕防治、減少土砂災害與水資源涵養之目的。

試驗材料、項目與方法

一、試驗地點

本研究選取施以鋪網噴植工法之 4 處崩塌地，進行植群調查及土壤採樣之工作，有關野外試區概況分述如下：

(一) 和平鄉雙崎部落(代號 SC)

試區地點為台中縣和平鄉自由村雙崎部落內，中 47 號縣道旁之崩塌邊坡，坡底為大安溪上游河谷，所採用之噴植植物種子有百慕達草、百喜草、類地毯草及相思樹。設 4 條樣區，樣區 SC1、SC2、SC3 為第一期工程，樣區 SC4 為第二期工程。施工時間：第一期為 89.03.27~90.03.14，第二期為 90.10.23~90.12.13。

(二) 東勢鎮下新里(代號 SS)

試區地點為台中縣東勢鎮下新里變異點 43 號，縣道中 47-1 號經產業道路可達，周圍為果園農地利用，坡底接一橫向排水溝，所採用之噴植植物種子有百慕達草、百喜草、類地毯草及相思樹，設 4 條樣區。施工時間：第一期為 89.04.03~89.05.26，第二期為 89.12.

22~90.06.16。

(三) 新社鄉水井(代號 SJ)

試區地點為台中縣新社鄉永源村，經中 93 號縣道可達，為大坑溪集水區上游支流之源頭，坡谷建有防砂壩，此處之工法為客土後鋪網噴植，所採用之噴植植物種子有百慕達草、百喜草、類地毯草及相思樹。水井地區因坡長較短，是以採用橫截法進行調查，設一個樣區。施工時間為 90.06.29~90.11.02。

(四) 中寮鄉月桃巷(代號 YT)

試區地點為南投縣中寮鄉清水村，經投 22 號縣道可達，為道路旁之崩塌邊坡，原為種植檳榔之農地利用，所採用之噴植植物種子有百慕達草、百喜草、類地毯草及天人菊，栽植有春不老、非洲鳳仙花、山黃梔、馬纓丹及大葉桃花心木等。設 6 條樣區，第 1~4 條樣區為下邊坡，第 5、6 樣區為上邊坡，中有一走道阻隔，5、6 樣區坡長較短，採用橫截法調查之。施工時間：89.08.18~89.12.08。

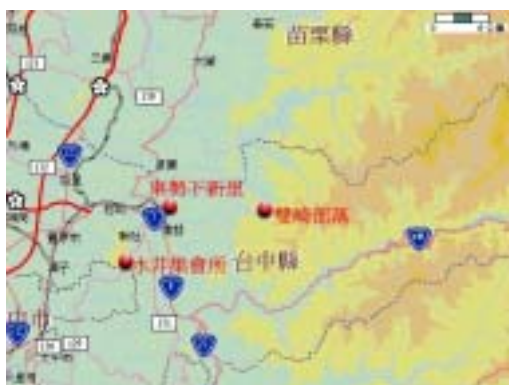


圖 1. 試區地理位置圖

Figure 1. Location of study areas.

二、試驗項目與方法

(一) 樣區之設定與植群調查

本調查試驗以逢機取樣選取樣區大小為 40 平方公尺之小面積樣區，順坡面走向設置調查樣區，並以線截法進行崩塌地植群調查，紀錄植物種類及其出現頻度與覆蓋率。

(二) 環境因子調查

為瞭解環境因子與植群種類分布間之關係，本研究在進行植群調查同時，亦對部分環境因子進行調查，調查之項目與方法如下：

1. 座標：以 GPS 儀於每樣區坡頂進行定位。
2. 坡度：以坡度坡向計量測崩場地平均坡度。
3. 坡向：以坡面面向垂直方向訂為崩場地之坡向，以坡度坡向計量測。
4. 海拔高：採用海拔計直接紀錄海拔高。
5. 降雨量：調查樣區周圍可參考水文站之雨量資料(依經濟部水利署之資料)。

表 1. 植生調查日期

Table 1. The day of vegetation investigation

樣區	第一次調查日期	第二次調查日期
SC	90.09.08	91.04.26
SS	90.10.21	91.09.01
SJ	90.10.23	91.07.06
YT	90.10.06	91.08.16

(三) 土壤物理、化學性質分析

於民國 92 年 1 月 14~19 日分別在各個樣區內，由坡頂往下 1/4、1/2、3/4 坡長處，採取地表深 10-20 公分之混合土壤樣品，進行土壤理化性質分析，測定項目如下：

1. 顆粒密度：利用比重瓶及水浴機求得。
2. 土壤含水量：即土壤含水量=(水之重量/烘乾土重量)*100。
3. 土壤質地：根據 Stokes' Law，採用吸管法進行量測。
4. 有機質含量：以滴定法測定有機質含量。
5. pH 值：將土壤與水以 1：1 混合置放 30min 後，以 pH meter 測定之。
6. 交換性陽離子：以火焰光度計測定交換性鉀、鈉；以原子吸光儀 (AA) 測定交換性鈣、鎂。
7. 土壤含石率：將土樣風乾後，以 2mm 篩網過篩，求出實際之含石率。

(四) 資料統計與植群調查分析方法

植生定量分析為將植生定量調查結果之參數加以組合，以不同解析方法計算群落指數，藉以探討植物社會之特性，各計算方法

如下：

1. 植物社會介量分析

在研究植物社會特徵時，需對植物加以定量，其目的為尋求各種植物在社會中之重要性，或數量之百分比，以確定在某種環境下之優勢度，找出優勢樹種。因此，通常採用植物社會介量 (Phytosociological parameters)，來指示出控制植物社會環境的優勢種，計算方式分列如下(劉棠瑞、蘇鴻傑，1983)：

(1) 頻度(frequency)

為某一種植物在樣區中出現的次數，其表示方式以相對頻度表示之 (Relative frequency, R.F.)。

$$R.F.= \frac{\text{某植物之頻度}}{\text{所有樣區中全部植物之頻度}} \times 100\%$$

(2) 覆蓋度(cover)

為某一種植物之植株面積對地表面積之比值，以百分率表示，然後將之改算成相對覆蓋度 (Relative cover, R.C.)。

$$R.C.= \frac{\text{某植物之覆蓋度}}{\text{所有樣區中全部植物之覆蓋度}} \times 100\%$$

(3) 重要值指數(Importance Value Index, IVI)

崩塌裸露地中，初期出現之植物種類多為草本植物或低矮灌叢類，因此本研究重要值擬採用相對頻度與相對覆蓋度之和計算之，使植物社會中植物種類之重要性探討更有意義。

$$\text{重要值指數} = \text{相對頻度} + \text{相對覆蓋度}$$

$$IVI = R.F. + R.C. \text{ (總和為 } 200)$$

(4) 樣區植物群落相似性指數計算

係以各樣區所出現植物種類之重要值，計算兩兩樣區間之相似性。相

似性之計算採用 Motyka et al.(1950) 所發表之公式，如下：

$$IS_{mo} = \frac{2Mw}{MA + MB} \times 100\%$$

MA：A 樣區所有種類量的總合

MB：B 樣區所有種類量的總合

Mw：兩樣區共同種最小量的總合

2. 植物社會之種歧異度

植物社會組成之複雜程度可代表其安定程度，常以種歧異度指數 (Species diversity index) 表示，常用來表示植物社會種歧異度的方法有以下數種(劉棠瑞、蘇鴻傑，1983)：

- (1) 種豐富度 (Species richness)，R：

$$R = S/N$$

式中

S：調查植物社會中，總共出現之種數。

N：調查植物社會中，總共出現之株數。

- (2) Simpson 氏歧異度指數 (Simpson's index of diversity)， D_{si} ：

$$D_{si} = 1 - C = 1 - \sum (n_i/N)^2 = 1 - \sum (P_i)^2$$

式中 n_i ：第 i 種植物個體數。 $P_i = n_i/N$ 。

N：整個植物社會所有植物種類個體數總合。

- (3) Shannon 氏歧異度指數 (Shannon's index of diversity)， D_{sh} ：

$$D_{sh} = -\sum (n_i/N) \times \log(n_i/N) = -\sum P_i \times \log P_i$$

- (4) 均勻度指數 (Evenness index)，E：

$$E = D_{sh} / \log S$$

3. 矩陣群團分析及樹形圖

本研究以相似性指數 Motyka 氏公式計算所有樣區兩兩之間的相似性指數，作成一相似性指數矩陣 (matrix of index of similarity value)，經相似性指數計算後，可得知各樣區間植群組成之關聯性，再以此群團分析 (cluster analysis) 所得之結果繪製成樹形圖 (dendrogram)，以探討各樣區植群之關係和植群的分類及組成。本研究以套裝軟體 EXCEL 進行相似性指數之計算。

4. 植群與環境因子之相關性分析

生態系中，生物對環境因子之適應性，均有一耐性範圍，任何一因子之質或量呈缺乏或超過時，均會成爲限制因子(劉棠瑞等，1983)。換言之，植物生長有其最適之立地條件，然環境因子不僅與植物之間，具有複雜之反應關係，環境因子彼此之間，亦有複雜之交互作用與補償作用，故理論上應以生育地因子之整體效應來評估植群之生長與分佈(蘇鴻傑，1987)。本研究利用 SPSS 套裝統計軟體，以 Pearson 積差相關性檢定，進行環境因子與各樣區優勢植物之相關性分析。

結果與討論

一、崩場地環境因子評估

植物種類之生長與分布，受其生育地條件所限制，而生育地乃是當地各種環境因子之整合作用所形成之特殊環境(蘇鴻傑，1987)。本研究除蒐集試區相關降雨資料外，並調查研究試區之坡度、坡向、海拔高及土壤物理、化學性質分析等，詳細資料列於表 2，分析結果如下：

1. 雨量資料

本研究蒐集經濟部水利署提供之降雨資料，摘錄調查地區周圍之雨量站逐月降雨資料，如表 3 所示。由降雨資料得知，調查地區降雨量集中在 5~8 月，旱季則爲 10 月至翌

年 1 月，試區中以雙崎地區雨量最為豐富，年降雨量可達 2500mm 以上，而其他地區依周圍雨量站之資料可推估出年降雨量應可達 2000mm 左右。

2. 海拔高

海拔高可影響溫度及大氣壓力之變化，而溫度又是影響植物生長與種子萌芽之主要因子之一，然若研究地區之海拔高差不大，此因子常無顯著之影響。試區中以水井地區海拔最高，約為 565m，雙崎約 485m 與下新里 410m 較為接近，月桃巷海拔最低，約為 250m。

3. 坡度

邊坡坡度對坡面安定及植物生長有很大的影響，坡度越陡，植物根系伸入土中愈淺，植物生長較易衰退。土壤之安息角，一般在 35° 左右，裸露地之坡度緩於 35° 時，植物從周圍自然入侵之機會很大，但坡度大於 35° 時，植物自然入侵繁殖則較為緩慢也較為不易(林信輝，2001)。研究試區坡度都大於 35°，以雙崎最陡，平均 48°，水井平均 40°，下新里平均 40.5°，月桃巷平均 42.25°。

4. 坡向

坡向或稱方位，不同之坡向導致溫度、日照、濕度與土壤水分之差異，就北半球而言，西南向最乾燥，東北向最潮濕。本研究試區中，雙崎與月桃巷之坡向較為背陽，而水井與下新里則次之。

5. 土壤含石率

土壤含石率之多寡表示土壤發育之程度，直接影響土壤養分及水分涵養之能力。研究試區中，以雙崎裸露情形最為嚴重，其表土流失，礫石層裸露在外，土壤含石率高達 50% 以上。水井試區為人為客土，但客土雜質甚多，土壤含石率不一，平均約 27%。下新里與月桃巷土質都為壤土，土壤含石率

不高。

6. 土壤 pH 值

土壤 pH 值會影響植物與生物之生育，及土壤物理、化學性質。研究試區中，除樣區 SC1 pH 值為 7.1，SJ 為 6.7 外，其他樣區均介於 3.8-6.0 之間，有偏低之情形，四個地區都是屬於偏酸性土壤。

7. 土壤有機質

土壤之有機物質，是指土壤內所有有機化合物而言，主要由生活於土壤中或土壤上之動植物殘體分解而來(郭魁士，1992)。土壤有機質為土壤內生物之營養來源，且可改善土壤構造及改善土壤物理化學性質，有機質愈高則表示土壤性質愈優。整體來說，研究試區中以雙崎有機質含量最高，下新里有機質含量最低，顯示下新里之土壤是較為貧脊的。

8. 交換性陽離子

樣區中鈣、鉀、鈉、鎂離子含量之多寡，受噴播之肥料所影響，導致離子含量在空間分布上有頗大的差異。研究試區中，除交換性鈉離子在各樣區差異較小外，介於 40-67ppm 間，其他三項離子在各樣區差異都很大，交換性鈣離子介於 55-2179ppm 間，交換性鉀離子介於 28-358ppm 間，交換性鎂離子介於 64-273ppm 間。

二、植群生態調查分析

(一) 植生覆蓋率分析

植生覆蓋率是指植物覆蓋地表面積與全部地表面積之比率而言。將調查資料中之覆蓋率與植物種數列為 Y 軸，樣區列為 X 軸，製成圖 2，將所得結果概述如下：

1. 植生施工後，植生覆蓋率除樣區 SC3 為 87% 較差外，其餘樣區幾乎都達到 100%

表 2. 各調查樣區環境因子一覽表
Table 2. Environment data of study areas.

樣區	座標	土壤含石率 (%)	土壤含水量 (%)	土壤顆粒密度	質地分析(%)			坡度 (°)	坡向	海拔高(m)	OM (%)	pH 值	交換性離子 (ppm)			
					砂粒	粉粒	黏粒						Ca	Mg	Na	K
SC1	E239712 2687427N	40.74	5.36	2.55	78.12 16.77 5.11 (壤質砂土)			45	北偏西 40°	485	0.67	7.13	717	204	50	66
SC2	E239763 2687484N	65.31	12.21	2.42				44	北偏西 40°		5.81	4.96	579	198	51	189
SC3	E239815 2687546N	52.17	6.95	2.49				53	北偏西 45°		2.83	5.95	772	207	53	178
SC4	E239828 2687564N	47.52	11.49	2.51				50	北偏西 45°		2.22	5.01	331	273	56	230
SS1	E232290 2685140N	3.21	19.18	2.54	49.75 33.25 17.00 (壤土)			40	北偏西 80°	410	0.95	4.61	690	240	57	140
SS2	E232290 2685140N	0.51	14.95	2.45				38	西		0.60	4.97	497	180	43	68
SS3	E232280 2685130N	0.58	15.44	2.45				41	北偏西 72°		0.42	5.46	662	256	51	39
SS4	E232280 2685130N	0.62	13.47	2.45				43	北偏西 80°		0.15	5.53	524	227	40	36
SJ	E226238 2679573N	27.49	15.17	2.49	55.70 25.85 18.44 (砂質壤土)			45	北偏西 80°	565	2.53	6.67	2179	208	67	358
YT1	E227830 2649300N	3.66	15.16	2.51	49.19 36.09 14.72 (壤土)			40	北偏西 20°	250	0.27	4.22	55	64	40	28
YT2	E227810 2649290N	2.52	14.86	2.50				40	北偏西 40°		1.11	4.19	359	114	49	82
YT3	E227700 2649230N	0.97	14.87	2.49				41	北偏西 40°		1.29	4.07	55	81	48	77
YT4	E227790 2649260N	1.07	19.70	2.48				40	北偏西 44°		2.61	3.80	331	128	53	174
YT5	E2277840 2649300N	0.58	23.04	2.52				47.5	北偏西 50°		1.19	5.69	855	83	48	100
YT6	2277810 2649260N	3.91	16.06	2.58				45	北偏西 46°		0.85	4.38	497	950	49	84

表 3. 調查樣區之參考雨量資料表
Table 3. The monthly rainfall at the study areas.

年份：1996-2001			逐月雨量資料												單位：mm	
站名	標高 (m)	座標	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計	平均
雙崎(2)	553	239848.2 2686415.0	74.0	170.0	128.0	230.0	297.0	507.0	421.0	504.0	188.0	56.0	7.0	39.0	2621.0	218.4
卓蘭(2)	337	243912.7 2695119.0	51.0	136.0	113.0	164.0	232.0	454.0	325.0	370.0	119.0	44.0	4.0	32.0	2044.0	170.3
北山(2)	330	230207.7 2689040.2	49.0	120.0	93.0	173.0	304.0	554.0	362.0	349.0	102.0	46.0	11.0	33.0	2195.0	182.9
六分寮	420	231025.7 2668211.7	44.0	103.0	84.0	130.0	224.0	318.0	315.0	440.0	154.0	47.0	6.0	28.0	1892.0	157.6
草屯(4)	97	212393.0 2647852.2	38.0	96.0	73.0	124.0	210.0	314.0	266.0	355.0	111.0	34.0	3.0	24.0	1647.0	137.2
頭汙坑	480	216645.5 2652610.0	51.0	127.0	91.0	163.0	276.0	510.0	338.0	485.0	135.0	42.0	4.0	30.0	2251.0	187.5

資料來源：經濟部水利署

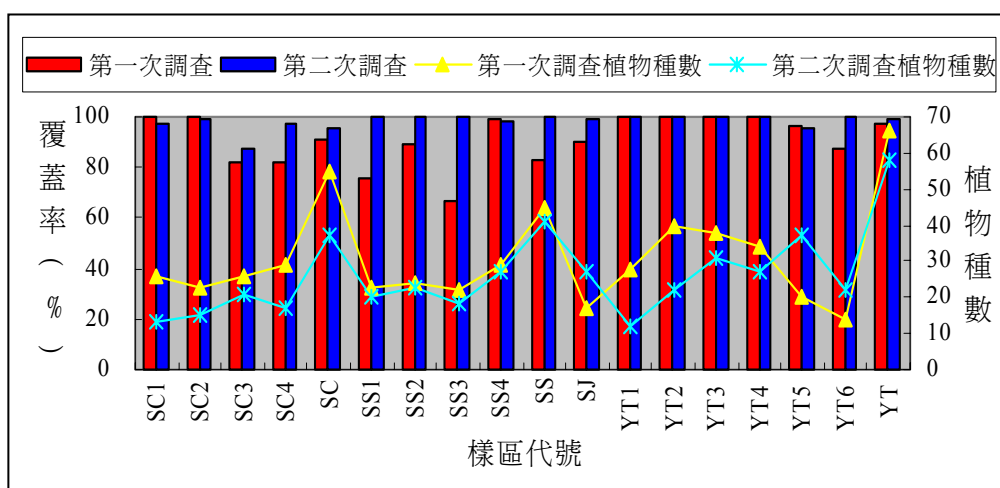


圖 2. 各樣區植生覆蓋率比較圖

Figure 2. The comparison of vegetation cover in study areas.

- ，而第一次調查中覆蓋率較差之樣區，如樣區 SC3、SC4、SS1、SS3 等，在第二次調查中，覆蓋率也都攀升，甚至達到 100%。此結果顯示，鋪網噴植工法對於加速植生覆蓋，確實有相當良好之功效。
2. 樣區 SC3 在第一次調查之植生覆蓋率為 82.14%，第二次調查則為 87%，覆蓋率

雖有提高，但仍嫌不足，究其原因，可能與坡度較陡(53°，樣區中最陡)、土壤含石率較高(52.17%)及土壤含水量較低(6.95%，樣區中次低)較為有關。

3. 樣區 SC4 於第一次調查時為未施工樣區，覆蓋率達 82.25%，鋪網噴植施工後，植生覆蓋率達 97.67%。此結果顯示，對於急需整治之裸露地，施以鋪網噴植工

法更能快速得到良好植生覆蓋之成效。

(二) 重要值分析

將各樣區調查之植物種類重要值與相對覆蓋率列於表 4、5，並將所得結果分析如下：

1. 雙崎部落(SC)

本樣區在第一次調查紀錄之植物種類有 55 種，百慕達草在樣區 SC1、SC2、SC3 都佔有絕對優勢，重要值分別為 47.56、54.66、67.32，且相對覆蓋率都達 31%以上；火炭母草、昭和草、五節芒、蔞藤、絲瓜、大花咸豐草、台灣葛藤等，都為施工樣區中自然入侵之優勢植物。無處理樣區 SC4 則以山黃麻最為優勢，IVI 值為 24.96，相對覆蓋率達 19.08%，其次為紫花藿香薊、蔞藤、五節芒、兩耳草等。木本植物入侵情形良好，其中山黃麻、揚波、相思樹、構樹較為優勢，山黃麻為樣區 SC4 最優勢種，揚波在樣區 SC4 與 SC3 也佔有 18.76、13.51 之重要值比例，而相思樹以在樣區 SC3 之 IVI 值 11.16 最高。

第二次調查紀錄之植物種類有 37 種，百慕達草仍為各樣區之優勢植物，在樣區 SC1、SC4 之 IVI 值尚達 24.00，但已逐漸衰退，在調查之植物社會中，火炭母草之相對覆蓋率達 40%，在樣區 SC2 之 IVI 值更高達 92.37，其他優勢草本植物尚有天竺草、加拿大蓬、五節芒、葛藤及甜根子草等。由於調查時間為旱季之緣故，雨量不足致使草本植物生長欠佳，而使木本植物之重要值得以提高，山黃麻、揚波、相思樹、構樹仍為優勢種，揚波在樣區 SC1 之 IVI 值已達 41.68，木芙蓉及苦楝為樣區 SC4 之優勢種，IVI 值分別為 20.71 及 10.00。

2. 東勢下新里(SS)

第一次調查紀錄之植物種類有 45 種，百慕達草為各樣區之優勢種，在樣區 SS1、SS2 為最為優勢，IVI 值為 36.61 及 25.71；百慕達草雖不及百慕達草優勢，但也為優勢植物，在樣區 SS2、SS3、SS4IVI 值都達 15 以上，此結果顯示植生施工後，植物入侵情形雖良好，但大多環境資源仍受噴植草種所控制。此外，白花藿香薊、天竺草、大花咸豐草為樣區 SS1 之優勢種，重要值都在 26 以上；樣區 SS2 之植群優勢則較為平均，大花咸豐草、牛筋草、天竺草、昭和草、五節芒等都為優勢植物；昭和草及闊葉鴨舌癩舅為樣區 SS3 之最優勢種，天竺草、大花咸豐草、紫花藿香薊次之；樣區 SS4 以山苦瓜 IVI 值最高，但覆蓋率則以五節芒最高，其他如昭和草、龍葵、落葵、台灣芋麻等亦為優勢植物，而加拿大蓬與旋花科牽牛在各樣區中都佔有一定之比例。樣區中木本植物入侵情形不多，主要為桂竹、山黃麻、野棉花及構樹，整個植物社會以陽性之草本植物為主。

第二次調查紀錄之植物種類有 41 種，百慕達草已較衰退，但在樣區 SS1、SS2、SS3 之 IVI 值仍在 15 左右；百慕達草在各樣區都有紀錄，在樣區 SS3 之 IVI 值更高達 64.42。植群之分布已略有改變，賽芻豆成為各樣區之優勢種，在樣區 SS1、SS2 之 IVI 值達 38 以上；山苦瓜仍為樣區 SS4 最優勢種，IVI 值 43.76，在其他樣區之比例也略有增加。其他伴生之優勢植物尚有槭葉牽牛、大花咸豐草、昭和草、五節芒、闊葉鴨舌癩舅、銳葉牽牛、火炭母草及加拿大蓬等。木本植物入侵數量已較多，山黃麻在各樣區都有紀錄，在樣區 SS1 之 IVI 值更已達 12.45；相思樹則以樣區 SS1

表 4. 各調查樣區植物重要值(第一次植群調查紀錄) (一)

Table 4. The importance value index of plants in study areas at first vegetation investigation.

SJ	IVI	R.C.	百慕達草	54.66	31.53	揚波	18.76	13.86	闊葉鴨舌癩舅	1.13	0.45
百慕達	56.69	36.69	絲瓜	26.31	15.11	露藤	17.94	8.13	小花蔓澤蘭	0.66	0.32
野萵	40.19	19.04	大花咸豐草	17.87	7.42	五節芒	16.20	9.34	加拿大蓬	0.47	0.13
大花咸豐草	29.80	17.23	火炭母	14.97	7.51	兩耳草	9.22	4.32	野棉花	0.47	0.13
牛筋草	20.57	8.00	五節芒	13.95	7.23	長葉芋麻	8.86	5.92	合計	200	100
槭葉牽牛	7.79	3.22	加拿大蓬	9.87	3.15	野苘蒿	8.57	1.71	SS2	IVI	R.C.
野牽牛	7.50	3.50	甜根子草	9.49	3.52	野桐	7.36	4.42	百喜草	25.71	16.68
香附子	7.45	1.73	露藤	8.75	2.78	台灣懸鉤子	7.00	6.02	咸豐草	18.57	6.07
百喜草	6.03	2.60	相思樹	8.00	3.52	火炭母	6.51	1.61	百慕達草	18.45	11.50
相思樹	4.54	0.54	昭和草	7.58	3.11	鬼針草	5.93	2.01	牛筋草	17.33	7.60
田菁	4.43	2.14	構樹	5.20	3.71	金午時花	5.63	1.71	天竺草	17.15	8.82
鴨跖草	3.60	0.74	山鹽菁	3.44	1.21	水竹葉	4.85	1.91	五節芒	15.74	12.27
美人蕉	2.83	1.11	扛板歸	3.16	1.67	血桐	4.19	3.21	昭和草	15.04	6.71
火炭母	2.13	0.99	山芋麻	2.60	1.85	鴨跖草	4.05	1.10	龍葵	10.16	4.60
銳葉牽牛	1.97	0.82	揚波	2.60	1.85	紅萆草	4.05	1.10	白花藿香薊	8.86	1.92
葎草	1.72	0.58	紫花藿香薊	2.33	0.83	菁芳草	3.95	1.00	紫花藿香薊	7.98	2.43
天竺草	1.64	0.49	金瓜	1.77	1.02	山鹽菁	3.79	2.81	山苦瓜	6.86	3.39
狼尾草	1.15	0.58	龍葵	1.67	0.93	扛板歸	2.76	0.80	桂竹	5.46	2.68
合計	200	100	白匏子	1.67	0.93	鯽魚膽	2.56	0.60	火炭母	4.95	2.17
SC1	IVI	R.C.	菁芳草	1.21	0.46	紫背草	2.36	0.40	紅花野牽牛	4.33	2.94
百慕達草	47.56	31.68	木耳	1.02	0.28	台灣葛藤	2.19	1.20	紫背草	4.31	1.53
火炭母	27.76	14.68	東方狗脊蕨	0.93	0.19	台灣澤蘭	1.58	0.60	莎草	3.93	1.15
台灣葛藤	24.21	14.86	栗蕨	0.93	0.19	牛筋草	1.38	0.40	野萵	3.81	1.73
昭和草	21.31	7.29	合計	200	100	白花藿香薊	1.38	0.40	刺萵	2.61	1.92
金午時花	12.59	4.18	SC3	IVI	R.C.	苔蘚	1.28	0.30	闊葉鴨舌癩舅	1.96	0.58
鴨跖草	8.21	1.67	百慕達草	67.32	39.82	昭和草	1.28	0.30	兩耳草	1.72	1.02
蕃薯	7.08	3.34	葎草	20.71	9.88	一支香	1.28	0.30	小馬唐	1.46	0.77
五節芒	7.08	4.27	昭和草	17.71	6.05	合計	200	100	山黃麻	1.46	0.77
構樹	6.98	5.11	揚波	13.51	9.34	SS1	IVI	R.C.	落葵	1.33	0.64
大花咸豐草	4.30	0.56	相思樹	11.16	4.49	百喜草	36.61	28.45	野苘蒿	0.82	0.13
槭葉牽牛	4.28	2.42	五節芒	8.53	2.69	白花藿香薊	30.48	11.10	合計	200	100
野苘蒿	4.20	0.46	露藤	7.76	3.59	天竺草	27.83	13.55	SS3	IVI	R.C.
揚波	3.45	1.58	火炭母	7.70	4.37	大花咸豐	26.40	11.10	昭和草	31.04	14.02
相思樹	3.45	1.58	金午時花	6.21	2.87	昭和草	19.45	8.90	闊葉鴨舌癩舅	29.30	13.87
露藤	2.33	1.39	木芋麻	4.42	2.75	紅花野牽牛	9.89	4.45	百慕達草	28.23	17.06
菁芳草	2.05	1.11	龍葵	4.12	1.62	百慕達草	9.44	5.35	天竺草	20.36	9.72
龍葵	1.77	0.84	颱風草	3.76	1.26	紫花藿香薊	8.09	2.65	百喜草	19.22	12.83
台灣蘆竹	1.68	0.74	槭葉牽牛	3.58	1.08	桂竹	6.30	2.90	大花咸豐草	12.11	5.19
木芋麻	1.49	0.56	山葡萄	3.10	1.44	槭葉牽牛	3.80	1.42	紫花藿香薊	11.38	3.93
栗蕨	1.31	0.37	野桐	1.55	0.72	馬纓丹	3.51	1.81	野牽牛	8.57	3.78
紫花藿香薊	1.21	0.28	兩耳草	1.19	0.36	紫背草	2.67	0.97	山苦瓜	7.36	3.64
山萵苣	1.21	0.28	加拿大蓬	1.01	0.18	火炭母	2.59	1.23	紅花野牽牛	7.18	4.53
白花藿香薊	1.21	0.28	大花咸豐草	1.01	0.18	落葵	2.23	1.55	紫背草	5.73	2.00
紫背草	1.12	0.19	烏蕨	0.95	0.12	山苦瓜	2.01	0.65	番茄	3.97	2.37
兩耳草	1.07	0.14	合計	200.00	100.00	颱風草	1.79	0.77	扛板歸	3.39	1.26
烏蕨	1.07	0.14	SC4	IVI	R.C.	野萵	1.45	0.77	野棉花	2.76	2.23
合計	200	100	山黃麻	24.96	19.08	牛筋	1.39	0.71	牛筋草	2.63	1.04
SC2	IVI	R.C.	紫花藿香薊	20.13	5.42	紅毛草	1.33	0.65	莎草	1.43	0.37
刺萵	1.13	0.59	白花藿香薊	4.58	1.67	野苘蒿	1.32	0.46	莎草	0.67	0.14

表 5. 各調查樣區植物重要值(第二次植群調查紀錄) (一)

Table 5. The importance value index of plants in study areas at second vegetation investigation.

檳榔	5.58	4.39	桂竹	0.73	0.25	鴨趾草	4.57	0.96	五節芒	0.97	0.43
扛板歸	3.38	2.19	臭茉莉	0.65	0.16	金瓜	3.58	0.88	兩耳草	0.97	0.43
大葉桃花心木	3.38	2.19	圓葉牽牛	0.61	0.12	天竺草	3.58	0.88	懸鉤子	0.80	0.26
紫背草	3.26	0.88	車前草	0.57	0.08	絡石	2.76	0.96	百慕達草	0.71	0.17
姬牽牛	2.94	1.75	菁芳草	0.53	0.04	五節芒	2.28	0.48	闊葉鴨舌癩舅	0.63	0.09
腎蕨	2.07	0.88	合計	200	100	芋麻	2.18	1.28	合計	200	100
台灣葛藤	2.07	0.88	SC1	IVI	R.C.	雞屎藤	1.54	0.64	SS2	IVI	R.C.
大花咸豐草	1.85	0.66	火炭母草	66.43	34.69	姑婆芋	1.30	0.40	賽芻豆	41.02	26.88
血桐	1.85	0.66	揚波	41.68	24.22	百喜草	1.14	0.24	山苦瓜	25.95	14.84
野桐	1.63	0.44	百慕達草	24.02	6.56	紫背草	1.06	0.16	五節芒	20.90	14.84
合計	200	100	天竺草	15.49	4.38	颱風草	1.06	0.16	百喜草	16.77	10.71
YT6	IVI	R.C.	山黃麻	14.09	12.50	野苘蒿	1.06	0.16	昭和草	15.36	3.23
闊葉鴨舌癩舅	116.58	44.58	相思樹	13.22	6.88	合計	200	100	銳葉牽牛	9.51	4.46
檳榔	16.29	14.29	甜根子草	7.24	4.06	SC4	IVI	R.C.	山黃麻	9.17	5.13
山苦瓜	11.64	7.64	紫花藿香薊	5.05	1.88	火炭母草	57.06	24.27	大花咸豐草	7.73	1.67
紫背草	8.93	4.93	雞屎藤	4.71	3.13	五節芒	24.75	14.91	加拿大蓬	7.73	1.67
咸豐草	8.68	4.68	紫背草	2.21	0.63	百慕達草	24.29	7.89	槭葉牽牛	7.39	3.35
白花藿香薊	8.11	3.45	五節芒	2.21	0.63	木芙蓉	20.71	15.79	鴨趾草	7.39	3.35
百慕達	7.59	4.93	加拿大蓬	1.90	0.31	構樹	14.97	11.70	懸鉤子	5.83	1.78
百喜草	10.06	7.39	紫花酢醬草	1.74	0.16	加拿大蓬	12.00	3.80	落葵	4.70	2.68
颱風草	3.13	2.46	合計	200	100	苦楝	10.00	6.73	野棉花	4.09	1.06
野桐	3.13	2.46	SC2	IVI	R.C.	台灣葛藤	7.66	4.39	白花藿香薊	3.59	0.56
野棉花	2.64	1.97	火炭母草	92.37	61.86	龍葵	6.79	3.51	蕃茄	2.35	0.33
紫花藿香薊	2.07	0.74	冇骨消	18.43	8.26	紫花酢醬草	3.86	0.58	桂竹	2.13	1.12
天人菊	1.16	0.49	五節芒	14.41	7.63	露藤	3.39	1.75	野桐	1.68	0.67
合計	200	100	揚波	12.29	5.51	相思樹	2.81	1.17	百慕達草	1.46	0.45
SJ	IVI	R.C.	葛藤	12.08	3.60	野苘蒿	2.81	1.17	颱風草	1.46	0.45
百慕達草	85.29	54.71	百慕達草	11.97	3.50	揚波	2.37	0.73	紫花藿香薊	1.34	0.33
大花咸豐草	36.43	16.52	落葵	9.32	2.54	杜虹花	2.22	0.58	紫背草	1.23	0.22
槭葉牽牛	14.43	6.66	鴨趾草	7.84	1.06	薄瓣懸鉤子	2.22	0.58	相思樹	1.23	0.22
百喜草	12.72	3.99	加拿大蓬	5.08	1.69	鴨趾草	2.08	0.44	合計	200	100
雀稗	10.97	3.21	台灣葛藤	4.03	0.64	合計	200	100	SS3	IVI	R.C.
鴨跖草	7.40	2.55	非洲鳳仙花	2.97	1.27	SS1	IVI	R.C.	百慕達草	62.42	36.43
野苘	5.13	2.22	台灣芋麻	2.54	0.85	賽芻豆	38.36	22.69	火炭母草	40.83	24.29
昭和草	4.30	0.90	姑婆芋	2.33	0.64	山苦瓜	38.02	20.72	百喜草	15.53	4.51
相思樹	3.13	0.70	絡石	2.33	0.64	槭葉牽牛	30.32	16.27	闊葉鴨舌癩舅	13.94	6.86
狼尾草	2.37	1.40	烏斂莓	2.01	0.32	百喜草	14.65	9.25	山苦瓜	12.96	7.44
金瓜	2.33	1.36	合計	200	100	小花蔓澤蘭	13.59	7.11	賽芻豆	10.61	4.31
露藤	1.71	0.74	SC3	IVI	R.C.	山黃麻	12.45	6.51	槭葉牽牛	9.53	3.23
蕃薯	1.55	0.58	火炭母草	74.90	38.86	大花咸豐草	9.62	2.05	白花藿香薊	7.08	2.35
合歡	1.47	0.99	山黃麻	24.22	19.71	昭和草	7.63	2.23	大花咸豐草	4.91	1.76
菎草	1.46	0.49	葛藤	16.88	6.97	加拿大蓬	7.60	2.74	龍葵	4.52	2.15
落葵	2.24	0.78	加拿大蓬	15.74	3.13	相思樹	7.04	3.25	馬纓丹	3.93	1.57
野桐	0.90	0.41	相思樹	13.90	8.49	野棉花	5.90	2.65	紫花藿香薊	3.54	1.18
益母草	0.81	0.33	血桐	10.62	8.81	颱風草	5.07	1.28	五節芒	2.55	0.98
金午時花	0.81	0.33	甜根子草	7.19	4.49	紅毛草	3.02	0.86	水竹葉	2.36	0.78
銳葉牽牛	0.73	0.25	大花咸豐草	5.71	1.20	火炭母草	1.68	0.60	番茄	1.38	0.59
蜈蚣草	0.73	0.25	百慕達草	4.73	1.12	馬纓丹	0.97	0.43	山黃麻	1.38	0.59

表 5. 各調查樣區植物重要值(第二次植群調查紀錄) (二)

Table 5. The importance value index of plants in study areas at second vegetation investigation.

加拿大蓬	1.28	0.49	烏蕨莓	19.02	6.97	姑婆芋	0.93	0.34	野桐	4.02	1.17
揚波	1.28	0.49	山黃麻	18.98	10.54	紅毛草	0.93	0.34	山芋麻	3.88	1.60
合計	200	100	紫花藿香薊	16.43	4.38	野苧蒿	0.87	0.28	銳葉牽牛	3.82	1.54
SS4	IVI	R.C.	五節芒	8.90	6.49	昭和草	0.76	0.17	構樹	3.23	2.09
山苦瓜	43.76	21.65	血桐	6.07	4.87	合計	200	100	天人菊	2.94	1.23
山芋麻	22.42	11.36	狼尾草	5.98	3.57	YT4	IVI	R.C.	薜荔	2.64	0.92
五節芒	16.66	9.93	颱風草	5.89	2.27	小花蔓澤蘭	42.43	23.97	血藤	2.37	1.23
賽錫豆	16.49	8.80	闊葉鴨舌癩舅	3.15	1.95	白花藿香薊	27.39	15.85	毛西番蓮	2.25	1.11
落葵	15.37	7.68	毛西番蓮	2.18	0.97	馬纓丹	18.11	6.57	薄瓣懸鉤子	2.13	0.98
牽牛	11.53	6.24	春不老	2.02	0.81	葛藤	16.83	7.60	大花咸豐草	2.13	0.98
昭和草	9.72	4.91	山黃梔	2.02	0.81	山苦瓜	16.45	7.99	江某	1.80	1.23
構樹	8.63	4.30	山苦瓜	1.85	0.65	兩耳草	11.96	6.57	大葉桃花心木	1.76	0.61
闊葉鴨舌癩舅	7.76	3.43	野牡丹	1.85	0.65	紫花藿香薊	10.92	3.99	莎草	1.76	0.61
百慕達草	6.92	3.07	西番蓮	1.85	0.65	百喜草	10.67	6.06	火炭母草	1.76	0.61
狼尾草	6.74	3.38	醉醬草	1.69	0.49	山黃麻	7.85	5.54	野苧蒿	1.70	0.55
懸鉤子	6.74	3.38	火炭母草	1.69	0.49	薄瓣懸鉤子	5.14	2.06	水竹葉	1.63	0.49
加拿大蓬	4.52	1.64	野桐	1.69	0.49	毛西番蓮	4.37	2.06	狼尾草	1.19	0.61
蕃茄	3.18	1.74	銳葉牽牛	1.53	0.32	山鹽菁	2.70	1.93	翼柄決明	1.19	0.61
馬纓丹	2.67	1.23	蝶豆	1.53	0.32	銳葉牽牛	2.70	1.16	馬纓丹	1.19	0.61
小花蔓澤蘭	2.57	1.13	大花咸豐草	1.29	0.08	血桐	2.57	1.03	春不老	0.94	0.37
蓮草	2.29	1.33	合計	200	100	昭和草	2.57	1.03	昭和草	0.88	0.31
山黃麻	1.99	1.02	YT3	IVI	R.C.	野棉花	2.31	0.77	山苦瓜	0.82	0.25
大花咸豐草	1.95	0.51	小花蔓澤蘭	31.12	19.88	烏蕨莓	2.31	0.77	菁芳草	0.76	0.18
山葡萄	1.68	0.72	銳葉牽牛	14.75	5.87	春不老	1.80	1.03	合計	200	100
白花藿香薊	1.58	0.61	兩耳草	13.40	8.07	樟樹	1.28	0.52	YT6	IVI	R.C.
相思樹	1.09	0.61	毛西番蓮	12.16	5.65	颱風草	1.28	0.52	白花藿香薊	51.82	10.42
龍眼	0.99	0.51	白花藿香薊	12.07	6.15	龍葵	1.28	0.52	闊葉鴨舌癩舅	51.52	39.80
竹葉草	0.79	0.31	闊葉鴨舌癩舅	11.42	4.91	五節芒	1.28	0.52	大花咸豐草	19.08	6.58
菁芳草	0.69	0.20	颱風草	10.83	6.10	大葉桃花心木	1.16	0.39	山苦瓜	13.42	4.82
龍葵	0.69	0.20	烏蕨莓	10.15	4.23	火炭母草	1.16	0.39	檳榔	12.53	10.96
鱗蓋鳳尾蕨	0.58	0.10	山鹽菁	9.05	4.91	三角葉西番蓮	1.16	0.39	颱風草	7.29	4.17
合計	200	100	山苦瓜	7.44	2.71	大花咸豐草	1.16	0.39	薄瓣懸鉤子	5.07	3.51
YT1	IVI	R.C.	火炭母草	6.83	3.27	加拿大蓬	1.16	0.39	血桐	4.85	3.29
兩耳草	74.92	39.21	大花咸豐草	6.37	2.82	合計	200	100	火炭母草	4.22	1.10
小花蔓澤蘭	42.87	21.44	山黃麻	5.11	4.52	YT5	IVI	R.C.	毛西番蓮	4.19	2.63
山黃麻	28.83	16.93	扛板歸	4.99	2.03	小花蔓澤蘭	28.21	18.50	白匏子	4.07	3.29
大花咸豐草	14.60	5.08	薄瓣懸鉤子	4.74	2.37	兩耳草	16.97	8.97	株檳	3.88	1.54
翼柄決明	8.02	5.64	野棉花	4.48	1.52	百喜草	15.18	9.47	春不老	3.10	1.54
紫花藿香薊	7.02	2.26	鴨趾草	4.37	1.41	烏蕨莓	14.64	6.64	菁芳草	2.97	2.19
莎草	4.92	2.54	白花藿香薊	4.29	1.92	葛藤	14.03	7.74	昭和草	2.33	0.77
揚波	4.64	2.26	紫背草	4.26	1.30	紫花藿香薊	12.98	4.98	紫背草	1.89	0.33
春不老	3.79	1.41	狼尾草	3.83	1.47	白花藿香薊	10.65	4.36	野牡丹	1.88	1.10
山黃梔	3.79	1.41	馬纓丹	3.64	1.86	野棉花	7.07	3.07	姑婆芋	1.88	1.10
狼尾草	3.51	1.13	百喜草	2.99	1.81	闊葉鴨舌癩舅	6.99	3.56	紫花藿香薊	1.00	0.22
火炭母草	3.09	0.71	龍葵	2.79	1.02	加拿大蓬	6.77	2.77	兩耳草	1.00	0.22
合計	200	100	白匏仔	1.95	1.36	颱風草	6.13	2.70	小毛蕨	1.00	0.22
YT2	IVI	R.C.	山芋麻	1.50	0.90	山黃麻	4.71	3.56	鱗蓋蕨	1.00	0.22
小花蔓澤蘭	56.42	37.15	春不老	1.04	0.45	姑婆芋	4.62	2.34	合計	200	100
兩耳草	37.98	15.09	碟豆	0.93	0.34	紫背草	4.27	1.41			

之 IVI 值 7.63% 較高。

3. 水井(SJ)

第一次調查紀錄之植物種類有 17 種，以百慕達草最為優勢，IVI 值達 56.69，其次為入侵之野萵，IVI 值為 40.19，而大花咸豐草(29.8)與牛筋草(20.57)也為極優勢植物，此外槭葉牽牛、野牽牛、香附子及百喜草也為本區之優勢種。本區之木本植物只有施工噴植之相思樹，且因受坡度太陡及百慕達草茂密生長之影響，相思樹種子不易著生，而多滑落至坡腳走道處定著，因此在坡腳施工便道處相思樹生長之數量遠比坡面上來的多。

第二次調查紀錄之植物種類有 26 種，百慕達草仍為最優勢，且優勢度更大，IVI 值高達 85.29，其次為大花咸豐草(36.43)、槭葉牽牛(14.43)、百喜草(12.72)及雀稗(10.97)。入侵之木本植物有合歡、野桐、桂竹等，雖入侵種類增多但所佔重要值仍較低，究其原因，應是與坡度及外在干擾因素有關，由於其客土中雜質甚多，且似有被傾倒廢土及垃圾之跡象，致使坡面受到擾動，木本植物入侵不易，使本處植物社會仍以生長力較強之百慕達與其他草本植物為主。

4. 中寮月桃巷(YT)

第一次調查紀錄之植物種類有 63 種，樣區 YT1、YT4 之最優勢種為水竹葉，樣區 YT2、YT3 之最優勢種為小花蔓澤蘭，樣區 YT5 之最優勢種為紫花藿香薊、樣區 YT 6 之最優勢種則為闊葉鴨舌廣舅；栽植種馬纓丹及天人菊則在樣區 YT4、YT5 及 YT6 有較大群落，IVI 值分別為 17.95、17.06 及 12.53；百慕達草及百喜草僅分別在樣區 YT2、YT5 及

YT3、YT5、YT6 有較大之優勢；入侵物種以巴拉草、扛板歸(樣區 YT1)、野牽牛(樣區 YT1、YT2、YT3)、烏蕨、颱風草(樣區 YT2、YT3、YT4)、葛藤(樣區 YT4)、紅毛草(樣區 YT5)、白花藿香薊(樣區 YT5、YT6)、山苦瓜(樣區 YT6)等相對優勢度較高；木本植物以山黃麻、山苧麻、血桐及構樹所佔之 IVI 值較大，其中以山黃麻最為優勢。

第二年調查紀錄之植物種類有 57 種，小花蔓澤蘭為樣區 YT2、YT3、YT4、YT5 之最優勢植物，其相對覆蓋率佔全樣區之 20%，入侵及蔓延速度甚快；樣區 YT1 之最優勢植物為兩耳草，IVI 值及相對覆蓋率分別為 74.92 及 39.21；樣區 YT6 則是白花藿香薊及闊葉鴨舌廣舅為最優勢種，IVI 值超過 50，而相對覆蓋率以闊葉鴨舌廣舅之 39.8% 最高。百喜草只在樣區 YT4、YT5 有較大之優勢度，百慕達草則已無出現之紀錄。

木本植物以山黃麻最為優勢，在樣區 YT1 之 IVI 值為 28.83，相對覆蓋率 16.93%，其他如野棉花、山鹽菁、血桐等亦為優勢植物。此外值得注意的是，入侵性與繁殖力極強之小花蔓澤蘭，在植群社會中所佔之比率已逐漸增加，往後將會對其他植物將造成生存上之危害。

(三) 種歧異度分析

種歧異度計算之結果如表 6。調查樣區中，第一次調查結果是以樣區 YT2 之種歧異度最高(D_{si} 為 0.95, D_{sh} 為 1.42)，而 YT6 之種歧異度最低(D_{si} 為 0.47, D_{sh} 為 0.54)；第二次調查結果則以樣區 YT3(D_{sh} 為 1.35)及 YT5(D_{sh} 為 1.35) 之種歧異度最高，而 YT1(D_{sh} 為 0.84)及 YT6(D_{sh} 為 0.78)之種歧異

度最低。此種結果顯示，歧異度較低之樣區，其植物社會組成最為單純，大部分環境資源被少數植物所控制，因此穩定性較低，如樣區 YT6 在第一次調查中之闊葉鴨舌廣鼻，其 IVI 值高達 116.58，相對覆蓋率為 44.58%，如此絕對優勢導致其他物種入侵不易，即使入侵在數量上也呈現少數。

從植物組成分析結果顯示出，樣區中出現之先驅植物種類佔有相當大之數量，為演替初期之植群，崩塌擾動地經植生工法處理後，短期內應是以施工植物為優勢植物，但

隨環境的改變、土壤的生成、生育地的營造，原施工植物衰退後，本土性之陽性先驅植物逐漸入侵，形成過渡性植物社會，而由於大量物種入侵，且缺少明顯的優勢種，優勢度較低，生物性多樣性較高，致使植物種歧異度偏高。而隨著演替之進行，植物社會將逐漸形成明顯的優勢種，因而優勢度增加，此時，植物之歧異度反而偏低；再隨著演替的進一步進行，物種增多，群落結構也變得複雜，這時植物之歧異度將隨著演替的進行而增加(謝晉陽等，1995)。

表 6. 調查樣區之植物種歧異度指數表

Table 6. Index of species diversity in study areas.

樣區	調查次序	種數	株數	R	Dsi	Dsh	E
SJ	1	17	175	0.0971	0.8718	1.0168	0.8263
	2	26	206	0.1325	0.8343	0.9439	0.7255
YT1	1	28	241	0.1162	0.8909	1.1301	0.7809
	2	12	84	0.1429	0.7971	0.8439	0.7819
YT2	1	40	233	0.1717	0.9514	1.4247	0.8893
	2	22	83	0.2651	0.8698	1.0502	0.7823
YT3	1	38	187	0.2032	0.9346	1.3409	0.8488
	2	31	169	0.1834	0.9462	1.3533	0.9074
YT4	1	34	240	0.1417	0.9263	1.2971	0.8470
	2	27	130	0.2077	0.9099	1.1888	0.8305
YT5	1	20	84	0.2381	0.8906	1.0948	0.8415
	2	37	175	0.2114	0.9492	1.4040	0.8953
YT6	1	13	150	0.0867	0.4728	0.5416	0.4725
	2	22	128	0.1719	0.7871	0.9337	0.6955
SC1	1	26	107	0.2430	0.9105	1.1866	0.8386
	2	13	63	0.2063	0.8183	0.8714	0.7823
SC2	1	23	134	0.1716	0.8956	1.1262	0.8270
	2	15	59	0.2542	0.8601	1.0066	0.8559
SC3	1	26	120	0.2167	0.8818	1.1435	0.8081
	2	21	111	0.1892	0.8311	1.0169	0.7691
SC4	1	29	102	0.2843	0.9383	1.3239	0.9053
	2	17	61	0.2787	0.8396	0.9882	0.8031
SS1	1	23	294	0.0782	0.8902	1.0886	0.7994
	2	20	185	0.1081	0.8994	1.1001	0.8455
SS2	1	24	144	0.1667	0.9305	1.2366	0.8960
	2	23	99	0.2323	0.9258	1.2247	0.8994
SS3	1	22	188	0.1170	0.9020	1.1166	0.8318
	2	18	127	0.1417	0.8713	1.0373	0.8263
SS4	1	29	158	0.1835	0.9325	1.2872	0.8802
	2	27	208	0.1298	0.9077	1.1985	0.8373

三、植生群落類型分析

經 Motyka 相似性指數公式計算出任何兩樣區間之相似性指數後，依相似性高低次序，先後合併，逐次分群。群團分析結果之樹狀圖如圖 3、圖 4 所示，縱軸為相似性指數(IS)，橫軸為樣區代號，然樹形圖完成後，並未指出具有生態意義之分類，因此需主觀設下分類之相似性臨界值(劉棠瑞，1983)。

由樹形圖得知，當臨界值設在 IS=35% 時，第一次調查結果可區分成四種植群型，而臨界值設在 IS=44% 時，第二次調查結果可區分成五種植群型，每一植群型以優勢植物為主，選取重要值高之植物，代表樣區常見之植物社會結構，所得之植群型及其特性分析如下：

(一) 第一次調查結果之植群型分析

第一次植群調查中，百慕達草及百喜草仍為主要之優勢植物，而初期入侵植物之種類也較多繁雜，受此等因素所影響，同地域樣區之相似性指數不高，且群團聯結之情形較為不規則。

1. 水竹葉—小花蔓澤蘭優勢型

本植群型包含樣區 YT1~YT4 等 4 樣區，樣區方位較其他樣區為潮濕，日照充足，因此適濕性植物如水竹葉及小花蔓澤蘭得以蓬勃生長，其他如扛板歸、颱風草、烏蕨、紫花藿香薊、野牽牛等亦為優勢植物，木本植物則以山黃麻、山芋麻、構樹、血桐為優勢種。

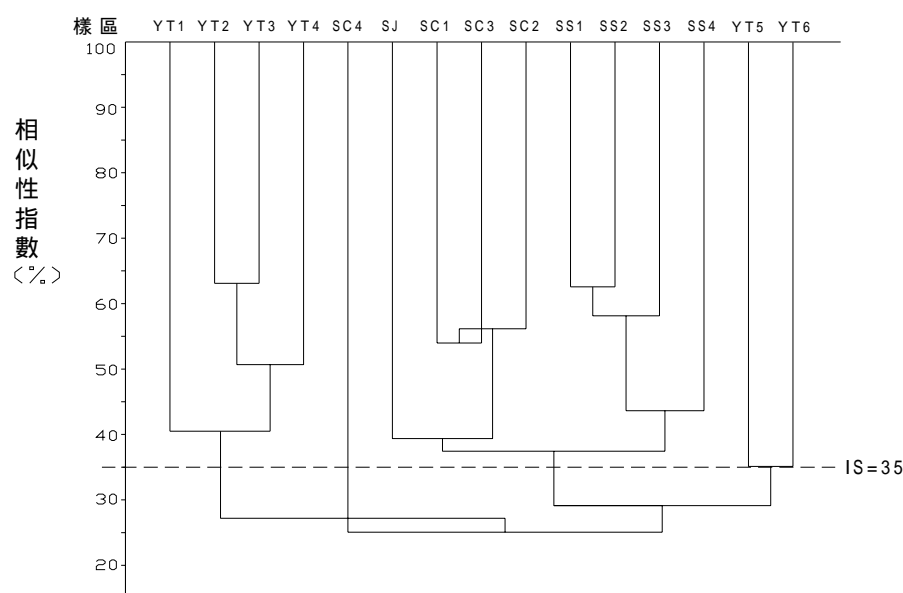


圖 3. 崩場地調查樣區群團分析樹形圖(第一次植群調查)

Figure 3. Dendrogram by matrix cluster analysis of study areas on landslides in the first vegetation.

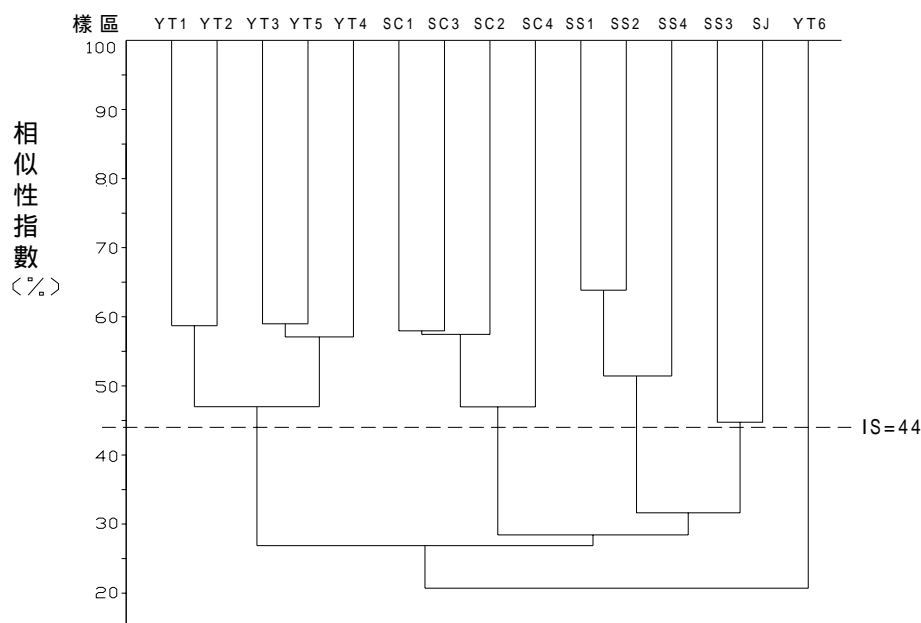


圖 4. 崩場地調查樣區群團分析樹形圖(第二次植群調查)

Figure 4. Dendrogram by matrix cluster analysis of study areas on landslides in the second vegetation Investigation.

2. 百慕達草—百喜草優勢型

本植群型包含樣區 SJ、樣區 SS1~4 及樣區 SC1~3 等 8 個樣區，以百慕達草及百喜草為最為優勢，伴生昭和草、大花咸豐草、五節芒、火炭母草等優勢植物，木本植物以相思樹、山黃麻及構樹佔有較大群落。崩場地植生施工後，若立地條件不良使植物入侵情形不佳，或是入侵植物較無優勢，植物社會將由噴植物種佔有較大優勢，本區情形亦同。

3. 闊葉鴨舌癩舅優勢型

屬本植群型者有樣區 YT5 及 YT6，位於月桃巷上邊坡，坡面較小，坡度甚陡，光照充足，以闊葉鴨舌癩舅最為優勢，紫花藿香薊、白花藿香薊、天人菊、百慕達、百喜草、紫背草亦為植群之優勢種，木本植物則以野牡丹較為優勢。

4. 山黃麻—紫花藿香薊優勢型

僅樣區 SC4 屬本植群型，本樣區於第一次調查時為無施工之樣區，入侵植物以山黃麻為主，伴生紫花藿香薊、揚波、落藤、五節芒等優勢植物。本區入侵植物較多，木本植物生長狀況良好，崩場地先驅樹種如山黃麻、揚波、野桐亦都已定殖。

(二) 第二次調查結果之植群型分析

第二次植群調查中，百慕達草及百喜草已較衰退，入侵之鄉土植物漸成為優勢物種，樹形圖之聯結情形較為規則，植群型之發展依各崩場地環境特性不同而有差異。

1. 小花蔓澤蘭—兩耳草優勢型

本植群型包含樣區 YT1-5 等 5 個樣區，海拔高約為 250m，樣區之 pH 值偏低(3.8~5.7)，交換性陽離子鈣(55.2~855.0ppm)、鉀(28.1~173.5ppm)、鎂(64.0~128.0ppm)之含量都是樣區中較低的。植物社會以小花蔓澤

蘭最爲優勢，兩耳草次之，伴生闊葉鴨舌黃舅、紫花藿香薊、烏蕨苳、山苦瓜、大花咸豐草等優勢種；木本植物以山黃麻最爲優勢，其他如血桐、薄瓣懸鉤子、山鹽菁、野棉花亦爲優勢植物。

2. 火炭母草優勢型

本植群型包含樣區 SC1-4 等 4 樣區，海拔高約 470m，土壤含石率爲試區中最高，平均達 50%，土壤水分含量最低(5.36~12.21%)，坡度最陡，而土壤有機質含量最高(0.67~5.81%)，交換性陽離子含量都不低。植群之發展以火炭母草最爲優勢，百慕達草、加拿大蓬、五節芒、葛藤、天竺草、冇骨消等爲次優勢植物；本區之木本植物佔有相當大的比例，揚波、山黃麻爲較優勢種，其他如相思樹、木芙蓉、血桐、構樹等亦爲優勢植物。

3. 山苦瓜—賽芻豆優勢型

本植群型包含樣區 SS1、SS2、SS4 等 3 樣區，土壤含水量平均爲 15.76%，土壤有機質含量爲試區中最低(0.15~0.95%)，交換性鎂含量(180.3~255.9ppm)較其他樣區爲高。植群之發展以山苦瓜、賽芻豆爲最優勢種，伴生槭葉牽牛、五節芒、百喜草、昭和草、大花咸豐草等優勢植物，木本植物在本區較無優勢，以山黃麻及山苧麻有較大之群落。

4. 百慕達草—大花咸豐草優勢型

屬本植群型者有樣區 SS3 及 SJ，本區包含兩地理位置不同之樣區，較爲特殊，樣區 SJ 海拔高 565m，受到人爲客土之影響，土壤含石率及有效性陽離子均頗高，變異性大，土壤內雜質亦多。本植群以百慕達草最爲優勢，施工後邁入第二年，理論上噴植植物在生存競爭下，應逐漸衰退而被取代，然在立地環境較差，或是入侵植物尚未能與之抗衡情況下，噴植植物仍最爲優勢，本區即是如此。其他優勢植物尙有大花咸豐草、槭

葉牽牛及百喜草，木本植物則少有較大族群出現。

5. 白花藿香薊—闊葉鴨舌黃舅優勢型

僅樣區 YT6 屬本植群型，可視爲特殊或偶然出現之植物組成，或代替演替中之植群，而非當地之代表性植群。白花藿香薊與闊葉鴨舌黃舅爲最優勢植物，大花咸豐草、山苦瓜及颱風草則次之，木本植物則以薄瓣懸鉤子及血桐較爲優勢。

(三) 合成樣區之植群分析

爲了解植群在不同區位條件之差異，將 15 樣區歸附雙崎、水井、下新里、月桃巷等四個試區，並將合成之植群資料進行群團分析，圖 5 即是所得之群團分析樹形圖。

由第一次植群調查之樹形圖得知，同位於台中縣境內之雙崎、水井、下新里，其植群社會之結構較爲相似，而與月桃巷相似性較低，此結果看似地理位置影響植群之結構，然就雙崎、水井、下新里三區之環境因子而言，差異性甚大，雖植物種類之生長或入侵與樣區之地域性有關係，但對於植生施工之崩塌區而言，施工後之植群結構，受噴植植物種較爲優勢之影響是高於地理位置因素的。因此，第二次植群調查之樹形圖即有所變動，在四樣區中，土壤水分含量較高且爲壤土地質之下新里與月桃巷，其植群之發展較爲相似，而與環境因子差異較高，且仍受噴植植物種支配之水井地區相似性最低。此結果顯示，植生施工後，植群之發展已漸漸脫離噴植植物種之影響，而植群結構之分布受本身地域性環境因子影響較高。

四、植群與環境因子之相關分析

爲了解調查樣區內出現植物與環境因子間之相關程度，在第二次植群調查中，選取各樣區前 10 種優勢植物，利用 SPSS 套裝軟

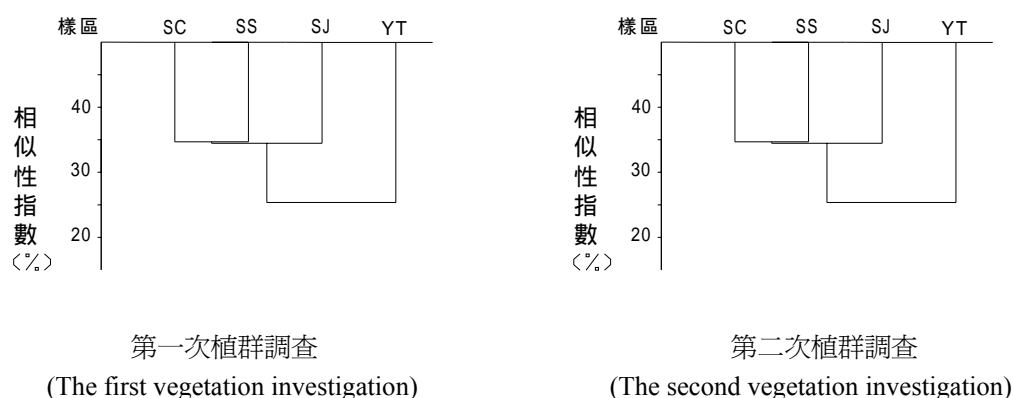


圖 5. 合成樣區之群團分析樹形圖

Figure 5. Dendrogram by Matrix cluster analysis of combined study areas.

體進行其與環境因子之相關性檢測，所得結果列於表 7，以下選擇與環境因子有顯著相關之植物進行說明。

由附表 4 得知，百慕草與土壤水分含量具有顯著之正相關，顯示百慕草在土壤含水量較多之地點，生長情形較好，而林信輝(1988)在其研究中指出，不同乾旱處理下，百慕達草之相對生長率都優於百喜草，此兩種結果指出百慕達草比百喜草較能耐旱，其受乾旱之影響較小，因此在調查樣區中，紀錄之百慕達草較百喜草為多。

王昭堡等(1989)在其研究中指出，就相對生長率而言，當 pH 值為 3 時，百慕達草比百喜草受影響之程度為大，當 pH 值為 9 時，百喜草比百慕達草受影響之程度為大，而經由相關性檢測得知，百慕達草與 pH 值呈正相關，且在 pH 值較低(3.80~4.38)之樣區 YT1、YT2、YT3、YT4、YT6 中，百慕達草生長情形都不佳，而反觀百喜草在此些樣區中，仍能蓬勃生長，此結果印證了百慕達草是較能耐鹼而較不耐酸的。

在其他物種方面，火炭母草、天竺草及相思樹與土壤水分含量有顯著之負相關，顯示此三物種較為耐旱。大花咸豐草與交換性

鈣離子呈正相關，顯示其喜好鈣含量較多之土壤；而闊葉鴨舌癩舅則喜好含鎂較多之土壤。火炭母草及有骨消與有機質呈顯著正相關，表示土壤有機質含量較高，則此兩種植物生長則較為良好。若植物在大部分樣區皆有出現，且與環境因子無顯著相關者，表示其適應環境之能力較為優越，如山黃麻等，可為植生材料選擇之參考。

五、崩場地初期植群演替之探討

經由調查分析，得知崩場地植生施工區植群之發展，於施工後初期仍受噴植物種所影響，而當本地物種逐漸入侵，噴植草種與其他物種在生存競爭下，其優勢度會逐漸降低甚至消失，經過一段時間後，噴植物種在大部分樣區已無優勢，其對植群之長期演替並無阻礙，然崩場地若在施工後仍受干擾(人為的、自然的)，則導致噴植物種之影響將更為持續，本研究中，水井地區即屬於此類。

植生施工後初期之植物社會中，除百慕達草及百喜草極為優勢外，調查之物種以草本植物為主，闊葉鴨舌癩舅、五節芒、小花蔓澤蘭、火炭母草、野牽牛、昭和草、大花咸豐草、牛筋草、紫花藿香薊、白花藿香薊、水竹葉、臺灣葛藤、槭葉牽牛等較為優勢，

表 7. 各樣區優勢植物與環境因子之相關係數表

Table 7. The correlation coefficients of dominant plants with environmental factors.

	土壤含 石率	土壤水 分含量	土壤顆 粒密度	砂粒	粉粒	粘粒	坡度	OM	pH值	Ca	Mg	Na	K
大花咸豐草	-.064	.139	.177	-.235	.103	.430	-.481	-.003	.242	.713*	.235	.505	.52*
山芋麻	-.235	.010	-.276	-.205	.173	.239	.040	-.282	.120	-.051	-.043	-.432	-.291
山苦瓜	-.493	.286	-.171	-.455	.389	.522*	-.312	-.396	-.172	-.105	.085	-.242	-.304
山黃麻	.103	-.390	.219	.190	-.119	-.289	.232	-.159	.044	-.237	-.345	-.245	-.249
五節芒	.189	-.198	-.440	.226	-.242	-.180	.080	.088	-.071	-.216	-.064	-.244	.011
天竺草	.370	-.655*	.346	.525*	-.503	-.515*	.246	-.121	.622*	.080	-.037	.013	-.142
火炭母草	.866*	-.649*	-.310	.862*	-.833*	-.834*	.518*	.665*	.356	.006	-.029	.141	.184
冇骨消	.580*	-.143	-.490	.440	-.421	-.431	.068	.800*	-.043	-.015	-.039	.023	.203
加拿大蓬	.387	-.051	-.074	.441	-.436	-.411	.646*	.237	.165	-.003	-.106	.103	.236
白花藿香薊	-.358	.471	.208	-.352	.419	.211	-.041	.029	-.426	-.170	.371	.012	-.015
百喜草	-.464	.660*	-.070	-.466	.407	.521*	-.354	-.183	-.048	.207	-.217	.099	.023
百慕達草	.106	-.034	-.198	-.005	-.156	.269	-.390	.066	.517*	.778*	.001	.628*	.510
兩耳草	-.326	.220	.122	-.342	.421	.181	-.211	-.264	-.428	-.404	-.358	-.433	-.350
昭和草	-.392	.178	-.251	-.380	.296	.483	-.293	-.341	.000	.045	.055	-.314	-.193
相思樹	.517*	-.683*	.281	.629*	-.626*	-.577*	.528*	.053	.564*	.168	-.034	.198	.103
烏薺莓	-.332	.404	.093	-.326	.406	.165	.010	-.092	-.236	-.152	-.333	-.140	-.183
狼尾草	-.347	.064	-.165	-.381	.364	.375	-.292	-.285	-.112	-.029	-.255	-.268	-.197
野萵	.129	.040	-.035	-.038	-.121	.296	-.460	.182	.446	.878*	-.025	.677*	.724*
雀稗	.129	.040	-.035	-.038	-.121	.296	-.460	.182	.446	.878*	-.025	.677*	.724*
揚波	.411	-.597*	.249	.532*	-.506	-.528*	.138	-.011	.544*	.025	-.058	-.031	-.153
紫花藿香薊	-.449	.386	.105	-.397	.502	.187	-.122	-.178	-.368	-.360	-.433	-.229	-.306
葛藤	.177	.226	-.127	.161	-.092	-.261	.439	.457	-.003	.041	-.232	.065	.211
槭葉牽牛	-.243	.274	.041	-.289	.161	.475	-.401	-.210	.091	.355	.000	.317	.147
小花蔓澤蘭	-.482	.450	.101	-.481	.579*	.276	-.253	-.152	-.589*	-.396	-.433	-.216	-.240
鴨跖草	.146	-.113	-.400	.045	-.152	.136	-.353	.223	.185	.392	-.143	.178	.389
賽芻豆	-.336	.203	-.153	-.305	.230	.402	-.348	-.319	-.083	-.026	-.034	-.167	-.205
闊葉鴨舌黃	-.255	.152	.493	-.270	.312	.177	.114	-.216	-.219	-.094	.920*	-.109	-.222

** 在顯著水準為0.01時(雙尾), 相關顯著。

* 在顯著水準為0.05時(雙尾), 相關顯著。

其中如小花蔓澤蘭、火炭母草、野牽牛及臺灣葛藤等多年生蔓性草本，其攀爬纏繞於地表面，對於崩塌裸露坡面，有緩和逕流沖蝕、穩定邊坡之力量，對改善初期植生定殖環境有所貢獻，但在植群演替過程中，多半是負面作用，妨礙天然下種子著床發芽，抑制稚樹幼苗生長(李金玲等，2001)。木本植物方面，已有山黃麻、揚波、構樹、相思樹、野桐、血桐、野棉花、臺灣芋麻、山芋麻、山鹽菁等先驅樹種入侵，但仍屬少數，且散生於各個樣區，少見有大群落之出現。

在第二次植群調查中，百慕達草及百喜

草已無優勢，小花蔓澤蘭、山苦瓜、火炭母草、賽芻豆及槭葉牽牛等則更為優勢，其中小花蔓澤蘭生長繁衍快速，對於養分競爭力強，使其周遭之植物遭受攀附緊勒而失去光照，致使生長困難，此一問題可能對於植群演替產生極大威脅(陳意昌等，2001)。草本植物中，以五節芒、大花咸豐草、昭和草、紫花藿香薊、白花藿香薊、加拿大蓬、鴨跖草等較為優勢，而少數物種在演替之競爭下已逐漸衰退。木本植物方面，山黃麻、揚波、構樹、相思樹、野桐、血桐、山鹽菁、野棉花等在植物社會之比重提高，尤以山黃麻及揚波為最，此外木芙蓉、冇骨消、白匏仔、

江某、苦楝等較耐陰性樹種也已見入侵。

崩塌地植生施工區之植群演替如同其他裸地一般，演替初期侵入之先驅陽性植物，大多種子體積小，數量多，具有擴散飛播特性與抗特定環境壓力的耐性，如深根、耐旱、好光特性，但耐陰性較差，俟本身建立被覆後，即被取代而消失(吳正雄，1989；李金玲，2001)。依調查資料得知，崩塌地植生施工後，植物社會以草本植物為主，其中多年生蔓性植物最為優勢，而山黃麻、揚波等先驅陽性樹種所佔比例逐漸加重，就相思樹、野桐、山黃麻、山鹽菁、血桐、野棉花、揚波、構樹及白匏仔等先驅樹種而言，第一次調查時所佔之重要值為13.02，相對覆蓋率為8.01%；而第二次調查時所佔之重要值則為16.25，相對覆蓋率為9.21%，依此趨勢，未來數年內陽性樹種族群將逐漸擴展構成優勢，期間部分耐陰性種類將陸續入侵，形成一過渡性植物社會，而隨著時間的推進，生育地環境的改變，原地域性之優勢族群將漸漸入侵而取代先驅樹種，朝向較佳的森林社會演進(吳正雄，1989)。

結論

崩塌地人為植生處理對生態復育有一定之助益，為了解崩塌地植生復育及植群演替結構過程，植生調查是有其必要性的，就本次研究所得之初步成果歸納如下：

1. 植生施工後初期，研究樣區平均覆蓋率為 90.23%，在第二次調查中，各樣區植生覆蓋率已幾乎達到 100%。此結果顯示，對於急需整治之裸露地，施以鋪網噴植工法，可加速達到良好植生復育之成效。
2. 崩塌地初期之植物社會以草本植物為主，其對於環境之影響性有限，且土壤性質受施工噴植肥料所影響，差異性頗

大，因此在短時間內尚不易分析出植群與環境因子間之顯著相關性，此部分應需長期調查研究下，方能探討出其中之相關性。

3. 崩塌地植生施工後，初期之植物社會是以草本植物為主，其中以多年生蔓性植物最為優勢，如小花蔓澤蘭、賽芻豆、槭葉牽牛等，原噴植草種百慕達草、百喜草則已逐漸衰退而被取代。木本植物方面，先驅樹種已漸漸入侵，且在植物社會中所佔之比例有增加之趨勢，未來將更進一步朝向較佳之森林社會演進。

誌謝

本文承蒙行政院農業委員會水土保持局之贊助，方得以順利完成調查研究，謹此致謝。

參考文獻

1. 王昭堡、林信輝、顏正平 (1989) 「水土保持草類對酸鹼度之反應」 中華水土保持學報，第 20 卷，第 2 期，第 66~78 頁。
2. 呂金誠、李明益、歐辰雄 (1994) 「惠蓀實驗林場楠櫛帶次生林植群之研究」 國立中興大學實驗林研究報告，第 16 卷，第 1 期，第 1~28 頁。
3. 吳正雄 (1989) 「林口台地堆積層崩塌地優勢植生調查」 中華水土保持學報，第 20 期，第 2 卷，第 46~54 頁。
4. 李金玲、應紹舜、鍾年鈞 (2001) 「草嶺地區崩塌地的植群定殖之研究」 中華林學季刊，第 34 期，第 4 卷，第 377~392 頁。
5. 林信輝 (1988) 「水土保持草類對土壤含水量、光度及溫度之反應」 中華水土保持學報，第 19 期，第 2 卷，第 1~13 頁。
6. 林信輝 (2001) 「水土保持植生工程」

- 第 186 頁，高立圖書，台北。
7. 郭魁士 (1992) 「土壤學」中國書局，台北。
 8. 陳意昌、黃俊仁、林信輝 (2001) 「植生工程施工區植物入侵之調查」水土保持植生工程研討會論文集，第 91~112 頁。
 9. 劉棠瑞、蘇鴻傑 (1983) 「森林植物生態學」臺灣商務印書館，台北。
 10. 謝晉陽、陳靈芝、Ghirelli L、Chiesura Lorenzoni F (1995) 「意大利威尼托大區刺葉櫟林的生物多樣性研究」植物學報，第 37 期，第 5 卷，第 386~393 頁。
 11. 蘇鴻傑 (1987) 「森林生育地因子及其定量評估」中華林學季刊，第 20 期，第 1 卷，第 1~14 頁。
 12. Fang. W. and S. L. Peng (1997) "Development of species diversity in the restoration process of establishing a tropical man-made forest ecosystem in China" *Forest ecology and management*, 99:185-196.
 13. Ghanim A. Abbadi and Mohamad A. El-Sheikh (2002) "Vegetation analysis of Failaka Island (Kuwait)". *Journal of Arid Environments*, 50: 153-16.

93 年 02 月 01 日 收稿

93 年 03 月 05 日 修改

93 年 03 月 12 日 接受