

研究報告臺灣西部惡地之植群調查¹梁耀竹² 曾喜育³ 邱清安⁴ 曾彥學^{3,5}

【摘要】本研究針對臺灣本島西部之礫岩、泥岩、石灰岩等3種惡地地形進行植群調查與分析，共設50個25 m×10 m 樣區。於研究區範圍內共紀錄97科237屬337種維管束植物，稀有植物6種。歸化植物以三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*)、馬纓丹 (*Lantana camara*)、銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) 和小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 等4種普遍歸化於惡地環境。經矩陣群團分析結果，共分出6個森林優勢型，並以優勢種命名：I. 相思樹型 (*Acacia confusa* type)；II. 銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type)；III. 楓香型 (*Liquidambar formosana* type)；IV. 大葉桃花心木型 (*Swietenia macrophylla* type)；V. 大頭茶型 (*Gordonia axillaris* type)；VI. 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)，並與降趨對應分析結果大致相符。由主要組成樹種之族群結構，了解原生與人工栽植物種的生長與更新情形，可以作為未來復舊造林與棲地保育之參考。

【關鍵詞】惡地、礫岩、泥岩、石灰岩、植群、群團分析

Research paperStudy on the Vegetation Ecology of Badland in West Taiwan¹Yao-Zhu Liang² Tzeng Hsy-Yu³ Ching-An Chiu⁴ Yen-Hsueh Tseng^{3,5}

【Abstract】The aim of this study was to analyze the vegetation ecology of badland including conglomerate, mudstone and limestone in West Taiwan. Fifty plots (25 m×10 m) were sampled, and there are 79 families, 209 genera and 275 species of vascular plants were recorded in this study in total. Matrix cluster analysis and Detrended correspondence analysis were used in vegetation analysis and the vegetation was divided into 5 types: I. *Acacia confusa* type; II. *Leucaena leucocephala* type; III. *Liquidambar formosana* type; IV. *Swietenia macrophylla* type; V. *Gordonia axillaris* type; VI. *Machilus zuihoensis* type. Plants species adaptable to badland in West Taiwan were suggested about recovery and conservation of habitat. *Passiflora suberosa*, *Lantana camara*, *Leucaena leucocephala* and *Mikania micrantha* were

1. 本文為作者碩士論文之一部份

This paper was a part of the Master Thesis of the first author.

2. 國立中興大學森林學系

Department of Forestry, National Chung Hsing University.

3. 國立中興大學森林學系助理教授

Assistant Professor, Department of Forestry, National Chung Hsing University.

4. 國立中興大學實驗林管理處助理研究員

Assistant Research Fellow, Experimental Forest, National Chung-Hsing University.

5. 通訊作者，40227 台中市國光路250號；E-mail: tseng2005@nchu.edu.tw

Corresponding Author. 250 Kuokwang Rd., Taichung 40227, Taiwan.

evaluated as the top four invasive plants.

【Keywords】Badland, Conglomerate, Mudstone, Limestone, Vegetation, Matrix cluster analysis

一、前言

惡地 (badland)，原指美國中西部達科他 (Dakota)、明尼蘇達洲 (Minnesota)、內布拉斯加 (Nebraska) 等州地表崎嶇、不毛、強烈侵蝕或通行困難地區 (何春蓀, 1986)。吳久雄 (2003) 認為惡地是指地質軟弱鬆弛，遇雨水及河水的侵蝕，地表便遭受破壞，出現陡峻密集的雨蝕溝，整個地貌變得崎嶇難行，草木難以定著生長，成為童山濯濯的景觀者。然隨著經濟急速發展，近年的氣候變遷與人類活動對自然環境影響的加劇，所造成的生物棲地 (habitat) 及生態系統結構破壞、功能衰退、生物多樣性降低等一系列生態環境惡化的現象，亦深切地對臺灣的生態系帶來破壞，使惡地環境產生的可能性增大，影響其周邊的人類活動與生活，並對其生命安全產生威脅。

在臺灣惡地主要可分為三大類，分別為礫岩、泥岩及石灰岩 (吳久雄, 2003)：

- (一) 礫岩：此類惡地以苗栗三義的火炎山自然保留區最為典型。礫石彼此間互相鑲嵌，使得剪力強度變大，坡面有足夠的支撐力避免崩落。降雨時，則因顆粒間空隙充滿水分，在沒有足夠的支撐之下，邊坡就容易發生崩落的現象，形成許多陡峻的蝕溝 (陳榮河, 1999；王瑞斌, 2001；鄭遠昌, 2004)。火炎山的土壤礫石佔80%以上，排水良好，但由於土層薄，植物無法順利生長產生穩定土石的效果 (林俊全等, 2007)。
- (二) 泥岩：其形成原因乃是造山運動導致海相沈積物隆起堆積而成，又稱青灰岩。臺灣泥岩的分布主要有3處：西南部泥岩地區、花東泥岩地區及恆春半島泥岩區 (何春蓀, 1986)。泥岩岩性單調，土壤厚度僅約30-50 cm左右，除與砂岩互層外，尚且具有不透水性、遇水泥濘、無水則乾裂

的物理特性 (耿文溥, 1981)。泥岩pH值高達8.5-9.3，有機質含量極低，交換性陽離子Na⁺、Ca²⁺含量較多，有效性磷含量低，可能具有海水的成分 (Shih, 1967)。

- (三) 石灰岩：石灰石礦主要分布於花蓮地區、蘇澳宜蘭地區、竹東地區及本島西部之半屏山、大岡山、壽山等地，其土壤通常呈鹼性 (pH7.5-8.3)，土壤酸鹼度與含石率過高，對於植物養分的吸收與新陳代謝皆產生不利的影響。生長在石灰岩地區的植物，在一般土壤深厚的生育地，其生長情形與優勢度並不特別顯著或突出，只有在大多數植物不適生長的岩石地，其特殊的生理機制及對極端環境擁有較高耐受力的特性，才得以顯現，因而能在惡地環境中正常生長。

關秉宗等 (2004) 採問卷調查結果之分析，評定出陸域擬復育劣化環境優先順序為：1. 不當利用或過渡開發地：因不當之人為活動或使用，而導致負面環境效果之區域，如超限利用山坡地、檳榔園、溪流高灘地、浮覆地等劣化環境；2. 火燒跡地：經火災干擾過之林地；3. 土石流區：曾發生土石流或潛勢地區。而復舊生態學 (recovery ecology) 則針對上述各項原因所造成的生物棲地破壞，以植生造林的復舊方式，配合保育生物學之理論基礎及生物多樣性的相關研究，將已遭破壞之棲地恢復其原有植生環境的一門學科。各家學者對其定義不盡相同，但較為多數學者所認同的目標為：有意的將某一地點重建出具有定性質的、原來的、歷史的生態系過程；並特別強調儘量使生態系恢復到原有的組成狀態及展現其生態功能；復舊 (recovery)：通常指透過經營手段使某一生態系恢復到原來狀態 (呂光洋, 1999)。本研究則針對臺灣西部3種惡地環境進行植群調查及分析，以了解研究區內之植群分布、族

群結構並推估演替趨勢，藉以提供相關基礎資料，作為生態復舊與棲地保育之用。

三、方法與分析

(一) 研究區位置

本研究所取樣調查之樣區共計有50區，礫岩取樣於苗栗縣三義鄉與苑裡鎮交界處之火炎山；泥岩樣區分別位於臺南縣龍崎鄉，及高雄縣燕巢鄉境內的烏山頂泥火山；石灰岩樣區設於高雄市境內之半屏山，及阿蓮鄉與田寮鄉交界處之大岡山。

(二) 樣區調查方法與植相記錄

本研究採用多樣區法 (multiple plot method) 之集落樣區設置法 (contagious quadrant method)，樣區之設置主要係考慮林相與植物社會組成等，同時樣區之設置盡量能達到樣區環境之均質性。樣區大小為25 m×10 m，由10個5 m×5 m之小區組成。調查時將植物分喬木層 (overstory) 及地被層 (understory)，凡樣區內之樹木胸徑大於1 cm者，列入喬木層，逐株量記其胸高直徑並紀錄種類；其他胸高直徑小於1 cm之樹種及草本、蕨類等維管束植物，則列為地被層，記錄種類及其覆蓋面積。植物名錄所使用之學名主要依據 Flora of Taiwan 2nd ed. Vol. 6 (Bufford *et al.*, 2003)。

(三) 資料統計與分析：

1. 植物生長型與生活型

植物依其不同的生態地位，以不同之生長型可區分為：喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本等，以了解其植相之概略組成。而一地區之植物主要生活型與當地氣候有關，故可將原生植物資源組成分別歸入其所屬之生活型，然後級計各型所佔種數的百分率，形成生活型譜 (life form spectrum) (Raunkiaer, 1934; 劉棠瑞和蘇鴻傑, 1983; 宋永昌, 2001)。可分為：(1) 地上植物 (phanerophytes, Ph)、(2) 地表植物 (chamaephytes, Ch)、(3) 半地中植物 (hemicyptophytes, H)、(4) 地中植物 (cryptophytes, Geophytes, G)、(5) 一年生植物

(therophytes, Th)。

2. 稀有植物評估

珍稀植物評估主要依據 IUCN (2008) 對物種保育等級之評估基準，其評估等級分為完全絕滅 (extinct, EX)、野外絕滅 (extinct in the wild, EW)、地區絕滅 (regional extinct, RE)、嚴重瀕臨絕滅 (critically endangered, CR)、瀕臨絕滅 (endangered, EN)、易受害 (vulnerable, VU)、接近威脅 (near threatened, NT)、安全 (least concern, LC)、資料不足 (data deficient, DD)、資料不符 (not applicable, NA) 及未評估 (not evaluated, NE) 等十一級。

3. 外來物種評估

由於低海拔地區常受干擾影響，加上天然植被遭受破壞，原生植物族群在短時間尚無法重建回復至以前的水準外來植物可能適應干擾所帶來的環境變化和生態地位的空缺而入侵 (曾北危, 2004)。因此針對本研究樣區內所調查之植物種類，統整其在總樣區或各惡地類型中出現之頻率，以進行外來物種入侵性的初步評估。

4. 矩陣群團分析法 (matrix cluster analysis, MCA)

係以各植物於各樣區中之重要值指數 (Important value index, IVI) 為計算基礎，首先計算兩兩樣區間之相似性指數 (index of similarity, IS)，將相似性最高之兩樣區合併為一合成樣區，再繼續計算合成樣區與其他樣區間之相似性指數，如此依次合併，直到所有樣區合併至一合成樣區為止。相似性指數之計算係採用 Motyka 等人 (1950) 之公式如下，其中 M_a 為 a 樣區中所有植物介量之總和， M_b 為 b 樣區中所有植物介量之總和， M_w 為兩樣區中共同出現植物之較小介量的總和。

$$IS \% = \frac{2M_w}{M_a + M_b} \times 100 \%$$

5. 族群結構分析

在一樹木族群中，各種年齡或齡級與出現株數之分布關係，稱為族群結構 (population

structure)，通常以齡級與各齡級出現之密度標示於座標圖中，以曲線表示其年齡分布，可稱為齡級分布圖。此圖可用於表示族群動態 (population dynamic)，預測該族群過去與未來之消長情形，亦可指示其天然更新之狀態，故為森林演替 (forest succession) 研究方法之一 (劉棠瑞和蘇鴻傑，1983；Daubenmire, 1959)。

6. 分佈序列法

森林植物社會之各樣區物種重要值經文書處理軟體計算後，以重要值矩陣代入 PC-ORD 5.0 分析軟體進行降趨對應分析 (detrended correspondence analysis, DCA) 的運算分析，得出 DCA 排序圖，用以和矩陣群團分析之歸群結果進行比較。

四、結果與討論

(一) 植相組成與生活型

本研究在礫岩、泥岩、石灰岩3種惡地環境劃設樣區進行植群調查，於樣區內共紀錄現生(包括原生、馴化與人工栽植)之維管束植物種類清單計有97科237屬337種，稀有植物6

種，歸化植物40種。在礫岩惡地樣區內，所調查之維管束植物種類有84科175屬240種，泥岩樣區有維管束植物共計39科83屬91種，石灰岩則有62科134屬169種。

礫岩植物以植物生長型進行劃分，則有喬木75種，灌木47種，木質藤本25種，草質藤本20種及草本植物73種；依特有性區分有原生種220種，特有種9種，歸化種18種，人工栽植種2種；稀有性則分別有普遍234種，中等6種，稀有2種。泥岩植物以其生長型進行劃分，有喬木21種，灌木17種，木質藤本10種，草質藤本8種及草本植物35種；依特有性區分有原生種72種，特有種2種，歸化種12種，人工栽植種7種；稀有性則分別有普遍84種，中等7種。石灰岩植物以其生長型進行劃分，有喬木49種，灌木33種，木質藤本20種，草質藤本19種及草本植物48種；依特有性區分有原生種138種，特有種5種，歸化種18種，人工栽植種13種；其稀有性則分別有普遍159種，中等10種 (表1)。

本研究地上植物組成中，藤本植物的比

表1. 本研究三種惡地中維管束植物種類的各式性狀統整表

Table 1. The vascular taxa of 3 badlands in West Taiwan

		惡地類型	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
屬性	科數	礫岩	13	1	62	8	84
		泥岩	5	0	28	6	39
		石灰岩	8	0	46	8	62
	屬數	礫岩	17	1	133	24	175
		泥岩	6	0	57	20	83
		石灰岩	8	0	104	22	134
	種數	礫岩	29	1	178	32	240
		泥岩	6	0	63	63	91
		石灰岩	13	0	130	130	169
喬木	礫岩	0	1	74	0	75	
	泥岩	0	0	20	1	21	
	石灰岩	0	0	49	0	49	
灌木	礫岩	0	0	46	1	47	
	泥岩	0	0	16	1	17	
	石灰岩	0	0	31	2	33	

生長型	木質藤本	礫岩	0	0	17	8	25	
		泥岩	0	0	7	3	10	
		石灰岩	0	0	15	5	20	
	草質藤本	礫岩	0	0	20	0	20	
		泥岩	0	0	8	0	8	
		石灰岩	0	0	19	0	19	
	草本	礫岩	29	0	21	23	73	
		泥岩	6	0	12	17	35	
		石灰岩	13	0	16	19	48	
特有性	原生種	礫岩	29	1	160	30	220	
		泥岩	6	0	48	18	72	
		石灰岩	13	0	105	20	138	
	特有種	礫岩	0	0	8	1	9	
		泥岩	1	0	0	1	2	
		石灰岩	0	0	3	2	5	
	歸化種	礫岩	0	0	16	2	18	
		泥岩	0	0	9	3	12	
		石灰岩	0	0	14	4	18	
	人工栽植	礫岩	0	0	2	0	2	
		泥岩	0	0	6	1	7	
		石灰岩	0	0	11	2	13	
	稀有性	普遍	礫岩	29	1	170	32	232
			泥岩	5	0	58	21	84
			石灰岩	13	0	121	25	159
中等		礫岩	0	0	6	0	6	
		泥岩	1	0	5	1	7	
		石灰岩	0	0	9	1	10	
稀有		礫岩	0	0	2	0	2	
		泥岩	0	0	0	0	0	
		石灰岩	0	0	0	0	0	

例相當高，分別占礫岩、泥岩及石灰岩惡地總物種的18.8 %、19.8 %及23.1 %。經砍伐或其他開墾方式干擾後之熱帶森林、破碎森林之林緣及演替早期的森林常有較多的木質藤本種類 (Laurance *et al.*, 2001; Monteiro *et al.*, 2004; Capers *et al.*, 2005; 伍淑惠等, 2007; 王俊閔等, 2010)。王俊閔 (2009) 在屬於礫岩的臺中大坑地區所進行的植群調查結果，藤本植物所佔比例為18.3 %，與本研究均有惡地環境藤本植物有偏高的現象，也顯示了惡地容易受干擾，導致時常出現演替初期植物社會的現象。

物種數的多寡，除了受限於生育地條件

外，樣區設置的數目亦影響其物種總數；本研究地上植物組成中，生活型之種數及所占比例相似，而依惡地類型的不同略有差異 (圖1)。Raunkiaer (1934) 以溫度、濕度、水分做為影響生活型的基本因素，以及植物體渡過不良季節 (冬季和旱季) 時，對惡劣環境條件的適應方式做為分類的基礎，即以生存芽 (surviving buds) 於植物體上的高低位置做為依據 (海鷹等, 1995)。3種惡地挺空植物皆為最高，尤其以礫岩的生育地有較多種喬木、大型灌木，約佔整體的64.6 %，顯示其環境條件較其他二者優良。一年生草本植物以泥岩的15.4

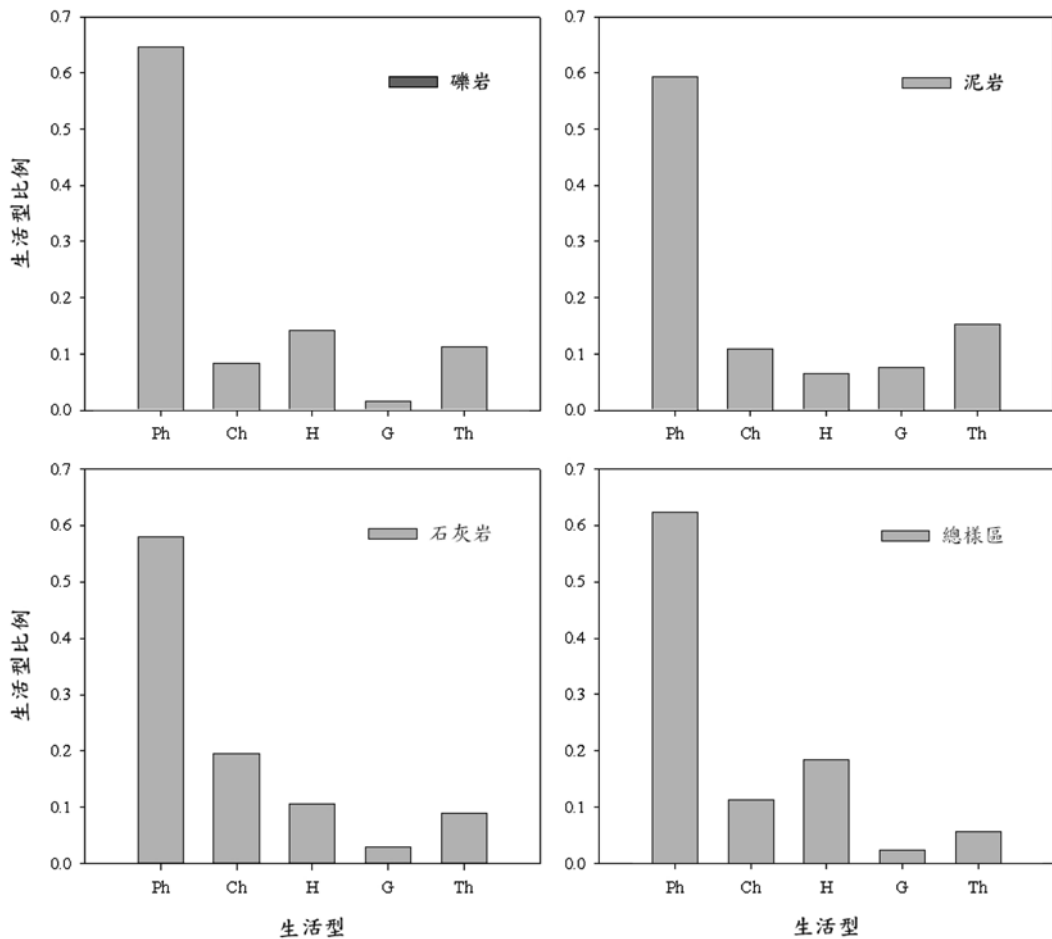


圖1. 本研究中三種惡地地形之植物生活型譜。P：挺空植物；C：地表植物；H：半地中植物；G：地中植物；Th：一年生植物。

Fig. 1. The life-form spectrum of native spermatophyte of 3 badlands in West Taiwan.

%為最高；Ivanov等(1989)研究蘇俄克里米亞(Crimea)泥火山發現，噴口表面含有極高的鹽分，以Na和Mg為主，且鹽分由噴口沿泥流遞減，植物種類亦隨著鹽分梯度而不同。因此離噴發口越近者，其植被組成越容易受噴發運動影響，此類波動性的干擾，易導致適生於噴發口周圍者，多為生存芽受保護較多的半地中與地中植物，甚或是世代交替迅速的一年生草本植物。以生存芽受保護的程度及生長位置，反應其生長環境條件的優劣來看，泥岩惡地應為三者中立地條件最差的。

(二) 稀有植物評估

以IUCN物種保育等級評估之原則，將本研究所調查到之物種，比對國內稀有植物評估之文獻(Boufford et al., 2003; 賴明洲, 1991; 徐國士, 1980; 呂勝由與邱文良, 1997)進行稀有植物保育評估。在本研究區域內，依其評估層次與等級羅列，最珍稀者為牛樟(*Cinnamomum kanehirae*)屬瀕危級(EN)，零星分布於火炎山地區；天料木(*Homalium cochinchinensis*)和刺葉桂櫻(*Prunus spinulosa*)為易危級(VU)，亦是在火炎山區呈零星分布；山欖子(*Buchanania arborescens*)和臺灣假黃楊(*Liodendron formosanum*)為近威脅級

(NT)，前者分布於龍崎地區，後者分布於大崗山；沙楠子樹 (*Celtis biondii*) 屬安全級 (LC)，在半屏山、大崗山、龍崎地區都有分布，3惡地環境共計6種稀有植物 (表2)。蘇跽智 (2005) 在大崗山地區進行植群研究亦有發現臺灣假黃揚；王俊閔 (2009) 在臺中大坑地區的植群研究調查到天料木及沙楠子樹，而該地區之地質與火火山同屬於礫岩。在環境變遷以及人為干擾的雙重影響下，該稀有族群較其他樹種來的容易被迫害，因此對於該樹種所遭受的外在威脅，及保育上之風險需更加注意。

表2. 以IUCN稀有植物評級標準評估本研究3種主要惡地之稀有植物

Table 2. The unusual species classification of 3 badlands in West Taiwan with IUCN

保育評估層次與等級			縮寫	植物名稱
已評估	有適當資料	完全絕滅級	EX	
		野外絕滅級	EW	
		嚴重瀕危級	CR	
		瀕危級	EN	牛樟
		易危級	VU	天料木、刺葉桂櫻
	低危險	依賴保育	CD	
		接近威脅	NT	山榛子、臺灣假黃揚
		安全	LC	沙楠子
	資料不足		DD	
	資料不符		NA	
未評估		NE		

(三) 外來物種評估

本研究區域調查到的40種歸化植物，以樣區數為單位，將各歸化物種，出現於該樣區名錄中時，即計為一筆入侵紀錄，分別以各類惡地樣區數 (礫岩22區、泥岩7區及石灰岩21區) 為基數，對3種惡地環境進行歸化物種出現頻率之統計，以百分率表示，作為外來植物入侵能力評估之依據。評估結果，在礫岩惡地歸化植物出現率的前三名分別為：千年桐 (*Aleurites montana*) (64 %)、三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*) (36 %)、西番蓮 (*Passiflora edulis*) (27 %)。泥岩惡地歸化植物出現率的前三名分別

為：銀合歡 (*Leucaena leucocephala*) (100 %)、馬纓丹 (*Lantana camara*) (100 %) 和香澤蘭 (*Chromolaena odorata*) (100 %)。石灰岩惡地歸化植物出現率的前三名分別為，三角葉西番蓮 (100 %)、馬纓丹 (76 %)、瑪瑙珠 (*Solanum diphyllum*) (71 %)。總樣區中歸化植物出現率的計算，同樣以樣區為單位，以總樣區數50為基數，將歸化植物出現的樣區數與總樣區數之比，作為整體的入侵評估，前三名分別為：三角葉西番蓮 (72 %)、馬纓丹 (50 %)、銀合歡 (42 %) 和小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) (42 %)。

千年桐多見於礫岩惡地，可能是於民國72年間，在農政單位的宣導推廣下，鄰近山坡地之農民積極尋求並栽培高價植經濟作物而引進，導致該生育地為千年桐所入侵 (陳運造，2006)，而現今千年桐在野外已能自行更新，且在全台各地淺山地區多有分佈。本研究的評估結果，以千年桐與銀合歡分別為礫岩與泥岩惡地的主要入侵樹種，而三角葉西番蓮、馬纓丹、銀合歡和小花蔓澤蘭等，更為廣泛入侵於3種惡地的歸化植物。張芷熒等 (2008) 在臺灣地區歸化植物之侵略性評估系統建立中，亦認為上述歸化物種目前在臺灣的入侵現況嚴重，應設法處理改善以阻止其對本土原生物種的侵害。

(四) 植物社會和族群結構

本研究共取樣調查50個森林植物社會樣區。依據群團分析之結果製成樹形圖，在樹形圖上藉由不同的相似性指數臨界值 (threshold)，探討各樣區植群之關係 (圖2)。由於群聚分析需主觀決定臨界值位置，常使分出的植群型因人而異，因此Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) 建議，可採用訊息維持度 (information remaining) 25-50 %作為劃分植群位階的臨界值標準。本研究將分析結果樹形圖，與現場植物社會外觀形象及物種組成對照後，選定訊息維持度25 %為植群型之劃分標準，將森林植物社會劃分成6個植群型，植群

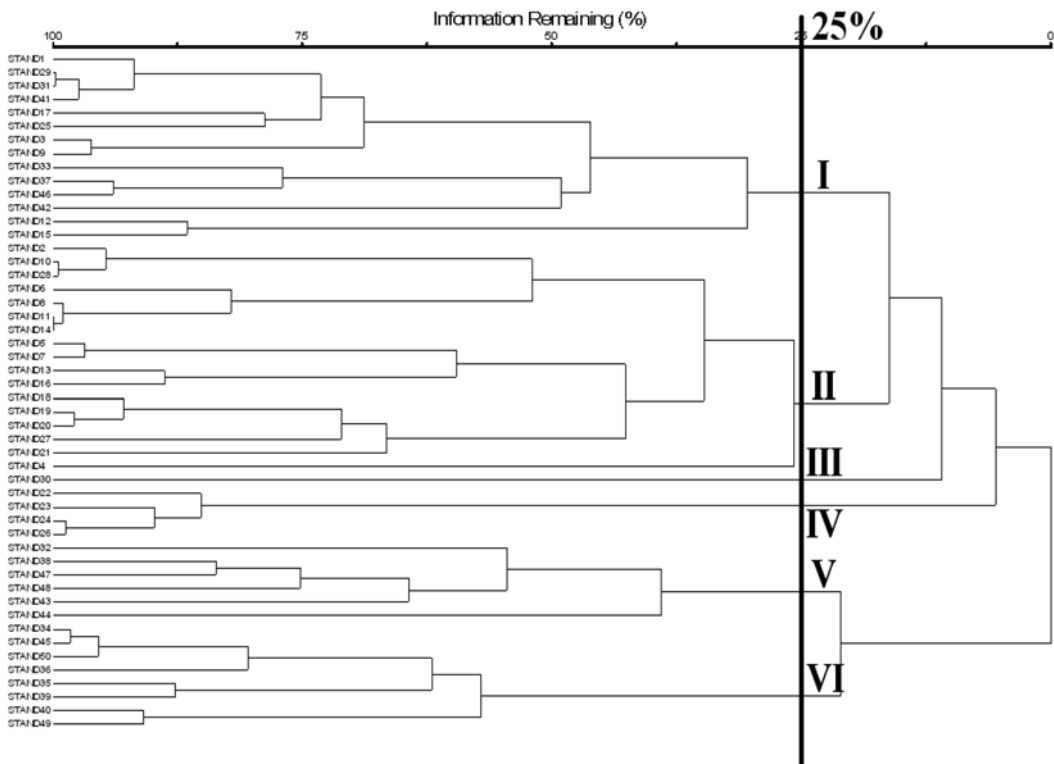


圖2. 本研究50個森林植群樣區，進行群團歸群分析之相似性樹形圖。I. 相思樹型 (*Acacia confusa* type)；II. 銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type)；III. 楓香型 (*Liquidambar formosana* type)；IV. 大葉桃花心木型 (*Swietenia macrophylla* type)；V. 大頭茶 (*Gordonia axillaris* type)；VI. 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)。

Fig. 2. The vegetation analysis tree diagram of 3 badlands in West Taiwan.

型命名之原則以優勢種命名；優勢種代表植物對環境資源之控制能力，其生物量大，故可達控制環境資源的代表性（劉棠瑞和蘇鴻傑，1983）。各植群型之組成及環境狀態描述如下：

I. 相思樹型 (*Acacia confusa* type)

本植群型共計有14區，普遍分布於礫岩及石灰岩地區。樹冠層以相思樹 (*Acacia confusa*) 為主要組成 (圖3a)，小梗木薑子 (*Litsea hypophaea*) 及構樹 (*Broussonetia papyrifera*) 次之，灌木層以馬纓丹 (*Lantana camara*) 為優勢；地被層以大花咸豐草 (*Bidnes pilosa* var. *radiata*) 及竹葉草 (*Oplismenus compositus*) 為主，另有扛香藤 (*Mallotus repandus*) 和雞屎藤

(*Paederia scandens*) 攀附。

蔡進來等 (1990) 對火火山自然保留區所進行的植物調查報告中，將地質分為砂地、卵石流地、崩崖地、一般山地及溪谷溼地，而相思樹人工林多栽植於其分類的一般山地中，以該立地條件較其他者為優，而使相思樹型成為火火山地區主要森林植物社會之一。王俊閔等 (2010) 對臺中大坑地區植群調查研究中，相思樹—龍眼型 (*Acacia confusa*-*Euphoria longana* type) 的組成與本研究之相思樹型極為相似。洪明蕙 (2000) 在高雄半屏山之石灰岩地區進行的植群研究指出，於稜線的水泥廠植生復舊區亦主要栽植相思樹為主，樹冠高度平均6 m以上，生長情況優良；蘇跽智 (2005) 將大崗山

地區植物社會，分為龍眼型 (*Euphoria longana* type)、血桐—構樹型 (*Macaranga tanarius-Broussonetia papyrifera* type) 及山豬枷型 (*Ficus tinctoria* type) 等3類，其中龍眼型主要由龍眼 (*Euphoria longana*) 與相思樹組成，相近於本研究相思樹型植物社會，概因該地區多受以農耕干擾，使得相思樹植群未能比龍眼來得優勢。

II. 銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type)

本植群型共計有17區。樹冠層以銀合歡、構樹 (*Broussonetia papyrifera*) 和血桐 (*Macaranga tanarius*) 為主要組成 (圖3b)，山柚 (*Champereia manillana*) 次之；灌木層以烏柑仔 (*Severinia buxifolia*) 和馬纓丹較為優勢；地被層則以香澤蘭為主要優勢，另蔓藤類植物有盤龍木 (*Malaisia scandens*)、三角葉西番蓮、小花蔓澤蘭等。

銀合歡型主要分布於泥岩及石灰岩惡地；廖秀芬 (1992) 進行的泥火山地區植群研究，在烏山頂泥火山調查到銀合歡、臺灣海棗 (*Phoenix hanceana*) 及冬青菊 (*Pluchea indica*) 為主要木本植物，其他尚且在深水泥火山及泡泡泥火山兩處，有銀合歡植群分布之調查紀錄。本研究除了烏山頂泥火山外，在龍崎等泥岩地區亦調查到大面積的銀合歡族群分布。於半屏山所調查之石灰岩地，銀合歡被栽植於半屏山稜線附近，且多已成林 (洪明蕙, 2000)。無論是人為栽植或是自然侵入之原因，銀合歡歸化的情況儼然已造成該地嚴重的外來入侵問題，且已成為兩種惡地環境之主要優勢族群之一。

在調查銀合歡林下植物社會時，發現另有數種原生植物能適應於該生育環境，分別是山柚、破布烏、烏柑仔、臺灣海棗、沙楠子等，且能順利進行天然之更新 (圖3c)，山柚和臺灣海棗以其生態幅度 (ecological amplitude) 較其他物種為大，皆能適生於此3種惡地，由其族群結構分析結果顯示，山柚、破布烏和烏柑仔等3種，在惡地環境中，其族群能順利完成更新，並在數量上維持其穩定，雖然調查結果並

非惡地之優勢樹種，扣除人為栽植與外來入侵的樹種，可發現此類植物是能適應於惡地環境中，屬較具特色的原生樹種。

III. 楓香型 (*Liquidambar formosana* type)

為本研究中出現於礫岩惡地之植群型，其樹冠層以人工栽植之楓香 (*Liquidambar formosana*) 與天然更新的山黃麻 (*Trema orientalis*) 為主要組成；下層混以朴樹 (*Celtis sinensis*)、構樹與杜虹花 (*Callicarpa formosana*) 與小葉桑等陽性樹種。地被組成則有臺灣蘆竹 (*Arundo formosana*)、大花咸豐草，並攀有小花蔓澤蘭。

本植群型受干擾程度較大，或因演替初期，林分鬱閉度不佳，致使大花咸豐草、小花蔓澤蘭、紅毛草 (*Rhynchelytrum repens*)、野萵蒿 (*Conyza bonariensis*) 等常見入侵植物較其他森林植物社會為多。楓香雖在礫岩環境生長良好，但其幼齡林木生長不甚良好，且地被層並未見此樹種之小苗，就該型植物社會之樣區所在，是位於火災山坡腳與沖積平原之交界地帶，該地形變動非常大，當降雨量達到一定程度以上，就會產生邊坡沖蝕的現象，以其生育環境受土石流侵襲影響，形成一時常變動且不穩定的因素，致使該生育環境並不利於楓香種子萌發與幼齡木之生長，或是種子無法留存所致，呂金誠和曾喜育 (2010) 研究發現楓香對土石流之干擾有較高的耐受性，反映楓香可作為礫岩土石流復育樹種選擇之一。反觀其林間空隙之填補多以山黃麻、土密樹和朴樹等陽性樹種為主，亦顯示該生育環境易受干擾影響。本型相似於王俊閔 (2009) 在臺中大坑地區之楓香—燈稱花型 (*Liquidambar formosana-Ilex asprella* type) 植物社會，其林下受人為除伐與刈草作業之影響，而無楓香小苗，是以本植群型主要優勢之楓香，在更新困難與後代接續不良的情況下，未來將可能被干擾承受力較強的陽性樹種所取代。

IV. 大葉桃花心木型 (*Swietenia macrophylla* type)

此型於本研究共調查到4區，位於烏山頂泥火山附近之平坦地，為大葉桃花心木造林地。本型之樹冠層以大葉桃花心木佔絕對優勢，銀合歡、臺灣海桐 (*Pittosporum pentandrum*) 構成第2層林冠，灌木層有冬青菊與美洲闊苞菊等菊科植物，地被層以禾本科的白茅 (*Imperata cylindrica* var. *major*)、大黍、象草和五節芒為主，並有三角葉西番蓮、槭葉牽牛 (*Ipomoea mauritiana*) 等藤本。人工栽植的大葉桃花心木，由族群徑級分布呈反J型曲線 (圖3d)，顯示其更新狀態大致生長良好。

V. 大頭茶型 (*Gordonia axillaris* type)

共調查有6區，樹冠層主要由大頭茶 (*Gordonia axillaris*) 及小葉赤楠 (*Syzygium buxifolium*) 組成 (圖3e-f)，灌木有九節木 (*Psychotria rubra*)；地被主要有芒萁 (*Dicranopteris linearis*)，另有捨壁龍 (*Psychotria serpens*) 及絡石 (*Trachelospermum jasminoides*) 等爬藤。本研究中，此型僅出現於礫岩惡地，以礫岩惡地常遭受雨水沖刷和淋洗的情況下，其土壤酸鹼度偏酸性。山茶科已被證實為喜鋁植物，而大頭茶能適應於酸性

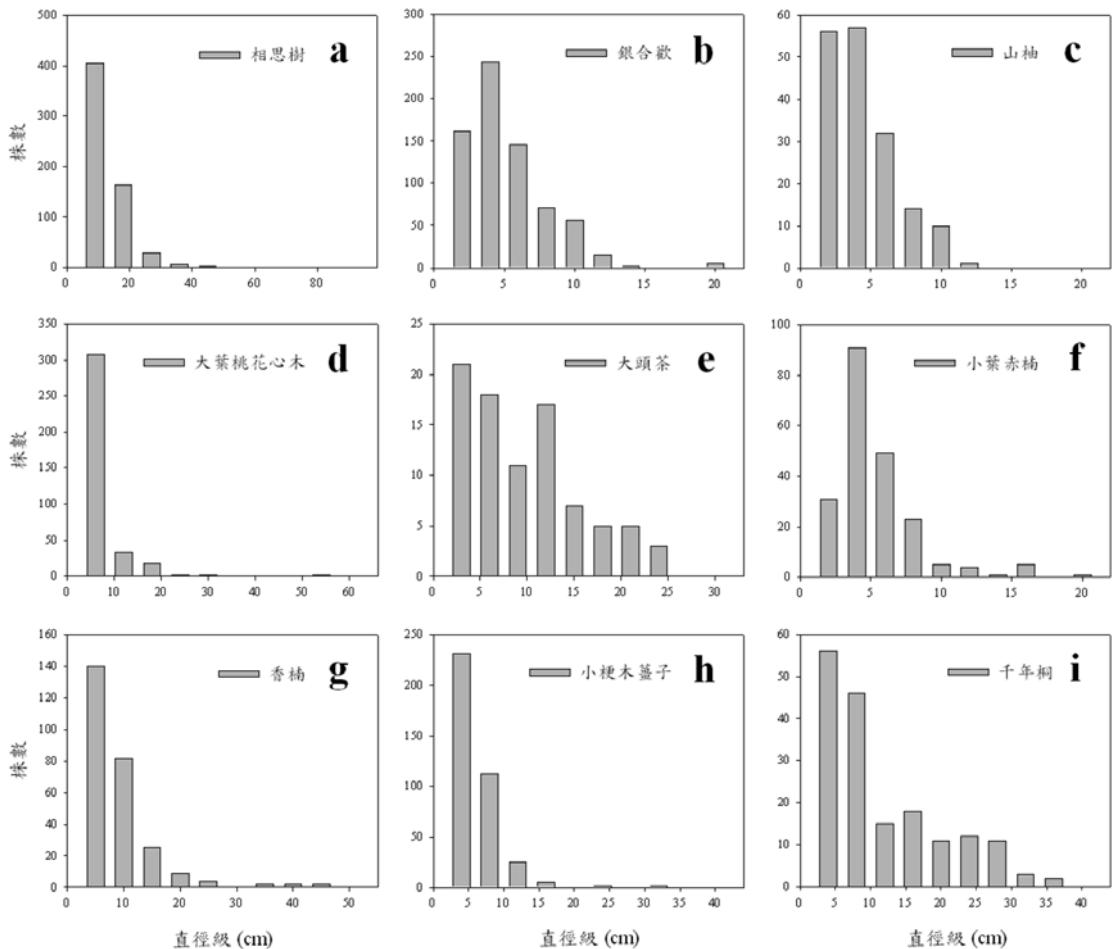


圖3. 本研究各植群型之優勢樹種徑級分布圖。a: 相思樹型 (*Acacia confusa* type)；b-c: 銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type)；d: 大葉桃花心木型 (*Swietenia macrophylla* type)；e-f: 大頭茶型 (*Gordonia axillaris* type)；g-i: 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)。

Fig. 3. The diameter class distribution of dominant species of each type of 3 badlands in West Taiwan.

土壤，不為鋁毒所危害，且其植被的存在可提高土壤酸鹼值 (梁致遠, 1995; 鍾旭和和顏江河, 1997)。大頭茶為本型中的主要優勢樹種，雖然中國柃木在此型植物社會中並非優勢且為零星分布，但此二者之生長及更新情況良好，顯示山茶科的植物較其他物種更能適生於此類惡地，是適合栽植於酸性土壤與污染地區的良好樹種。

VI. 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)

共調查有8區，位於火炎山嶺線步道之兩側，光線條件較為優渥。樹冠層主要以千年桐 (*Aleurites montana*) 及香楠 (*Machilus zuihoensis*) 為優勢；次優勢層則以小梗木薑子為主，並混生其它樟科與殼斗科植物；灌木層以九節木為主要組成。其地被層覆蓋有五節芒外，尚有半邊羽裂鳳尾蕨 (*Pteris semipinnata*) 和海金沙 (*Lygodium japonicum*) 等蕨類與攀附類型的藤本。

相較於泥岩與石灰岩的高鹽鹼性，和泥岩土壤含水率的劇烈變化，礫岩土壤的酸鹼性與土質，較適合臺灣原生樹種之生長。本研究中，此型植物社會僅出現在礫岩環境中，其物種組成以臺灣原生物種為主，所以遭外來物種入侵的情況較其他二者為輕。與王俊閔等 (2010) 於大坑礫岩環境所進行的植群分類研究相比較，與本型相似者有山紅柿-小西氏石櫟-香楠亞型 (*Diospyros morrisiana*-*Pasania konishii*-*Machilus zuihoensis* subtype) 及江某一山紅柿—香楠亞型 (*Schefflera octophylla*-*Diospyros morrisiana*-*Machilus zuihoensis*

subtype)，其林分內的植物組成亦同樣複雜，但兩亞型均以山紅柿為主要優勢而有所不同。由上層主要組成林木之徑級分布可知 (圖3i)，千年桐具有較大徑級之老齡木，其徑級呈現不連續之分布，是以其在演替的過程中曾受到干擾或破壞所致；香楠與小梗木薑子之徑級呈反J形分布，顯示其幼齡林木生長良好而能順利更新 (圖3g-h)。

(五) 分布序列結果

本研究將50個森林植物社會以降趨對應分析進行分析。降趨對應分析分布序列法可將各樣區以不同物種之重要值指數進行加權後，演算其所蘊含之變方資訊 (表3)，排序之特徵根越大，表示該軸對分析資料之變異解釋能力相對較大，第一軸至第三軸的特徵根分別為0.899、0.599及0.336，且第一軸與第二軸的累積變異解釋率為0.195，第二軸與第三軸的為0.122，第一軸與第三軸的為0.161，由特徵根及累積變異解釋率皆顯示第一軸與第二軸能有較高的解釋能力，經由累積變異解釋率可了解排序軸呈現樣區空間分部時所能提供之解釋程度，因此取第一軸與第二軸進行作圖 (圖4)，由圖中所呈現者，發現第II型的N2、N6、N8、N10、N11、N14及N28等7個樣區，與原有的分類歸群差異較大，於第二軸有較廣的幅度分布，造成此差異應是上述7樣區植物社會的次優勢物種為構樹，其餘者的次優勢物種為龍眼所致，除此之外，降趨對應分析結果中，各植群型的排序能有明顯的區隔，與矩陣群團分析之樹形圖 (圖1) 分群結果大致相符。

表3. 本研究三種惡地各森林植物社會樣區DCA分析結果前三軸之統計表

Table 3. The detrended correspondence analysis of 3 badlands in West Taiwan

	軸長	特徵根	變異解釋率	累積變異解釋率
第一軸	9.104	0.899	0.117	0.117
第二軸	4.666	0.599	0.078	0.195
第三軸	3.585	0.336	0.044	0.239

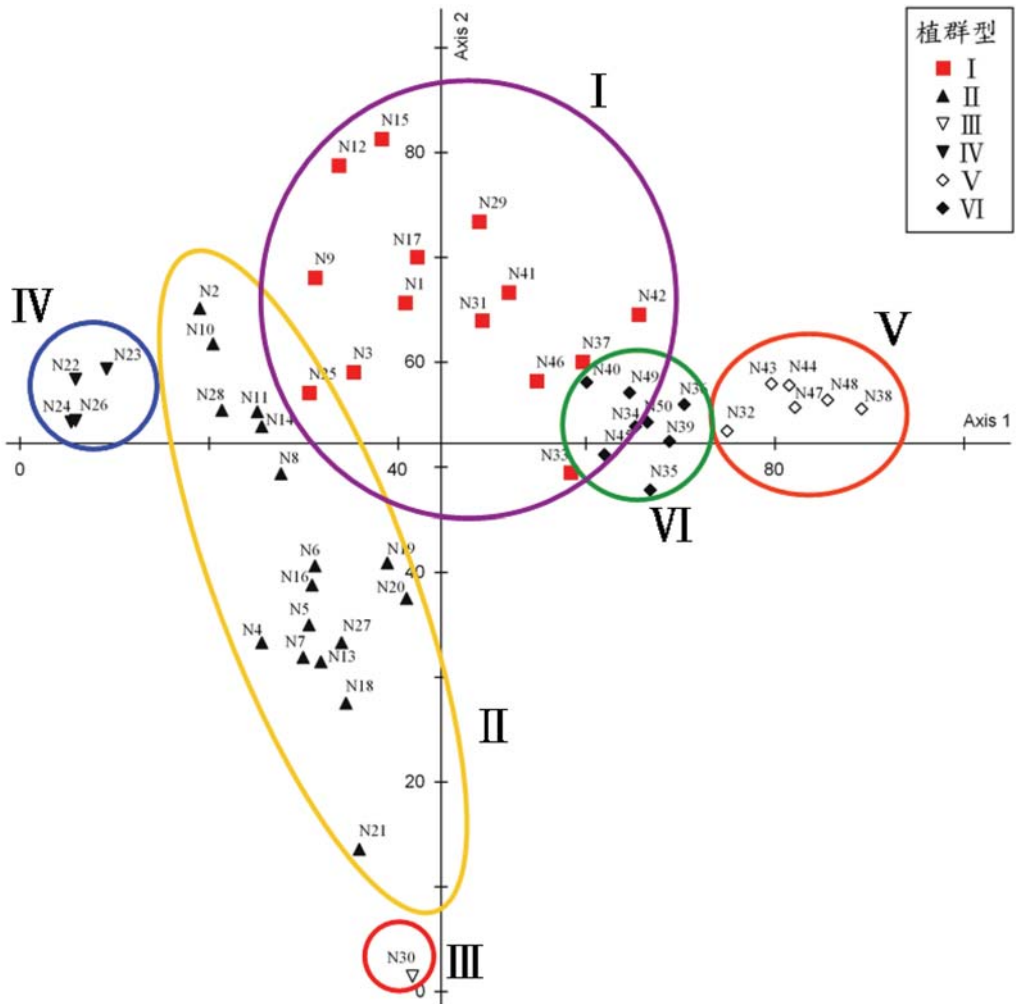


圖4. 臺灣3種惡地將50個森林植物社會樣區進行降趨對應分析 (detrended correspondence analysis, DCA) 後，以第一、二軸呈現之排序圖。I. 相思樹型 (*Acacia confusa* type)；II. 銀合歡型 (*Leucaena leucocephala* type)；III. 楓香型 (*Liquidambar formosana* type)；IV. 大葉桃花心木型 (*Swietenia macrophylla* type)；V. 大頭茶 (*Gordonia axillaris* type)；VI. 香楠型 (*Machilus zuihoensis* type)。

Fig. 4. The detrended correspondence analysis diagram of 3 badlands in West Taiwan.

五、結論

研究區內共記錄維管束植物97科237屬337種，稀有植物6種，其生存壓力與遭受破壞而滅絕的風險相對較高，應特別注意。在所有調查40種歸化植物中，以千年桐為礫岩惡地的主要歸化物種，泥岩以銀合歡入侵最嚴重，石灰

岩則以三角葉西番蓮為最普遍；三角葉西番蓮、馬纓丹、銀合歡和小花蔓澤蘭等4者，為普遍出現於3種惡地環境的入侵植物。依生長型區分，藤本植物分別占礫岩、泥岩及石灰岩惡地總物種的18.8%、19.8%及23.1%之多，顯示出惡地易受干擾，且常出現演替初期植物

社會的現象。

惡地植群調查共取樣有50個森林植物社會樣區，經群團分析之歸群結果，於訊息維持度指數25%，區分為6型，以其優勢種命名之，分別為I. 相思樹型；II. 銀合歡型；III. 楓香型；IV. 大葉桃花心木型；V. 大頭茶型；VI. 香楠型。大致與降趨對應分析結果相符合。

本研究針對，礫岩、泥岩、石灰岩三種惡地，進行植相、植群及環境因子的調查，整理調查範圍內的珍稀物種及歸化物種入侵現況，並透過植群結構了解原生與栽植物種的生長與更新情形，並推估其演替方向與趨勢，期能作為未來復舊造林與棲地保育之參考。

六、引用文獻

- 王瑞斌 (2001) 南投九九峰卵礫石排列及其形狀對坡度的影響。國立臺灣大學地質學科學系研究所碩士論文。
- 王俊閔 (2009) 臺中大坑地區植群生態之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 王俊閔、邱清安、曾彥學、曾喜育、呂金誠 (2010) 臺中大坑地區植群之研究。林業研究季刊 32(4) : 7-22。
- 伍淑惠、潘清蓮、古心蘭、曾喜育、王湘華 (2007) 墾丁高位珊瑚礁森林木質藤本多樣性。中華林學季刊 38(1) : 49-65。
- 宋永昌 (2001) 植被生態學。華東師範大學。上海。
- 何春蓀 (1986) 臺灣地質概論-臺灣地質圖說明書。經濟部中央地質調查所。共164頁。
- 吳久雄 (2003) 惡地創生機-臺南縣埤仔溝溪泥岩自然生態工法示範。行政院農業委員會 136 : 25-29。
- 呂光洋 (1999) 生態系重建及棲地復原。海峽兩岸風景地學研討會論文集。中華民國自然生態保育協會。127-132頁。
- 呂勝由、邱文良 (1997) 台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑 (II)。行政院農業委員會。共162頁。

- 林俊全、鄭遠昌、任家弘 (2007) 苗栗三義火炎山地區的沖蝕特性之研究。中華水土保持學報 38(3) : 275-285。
- 耿文溥 (1981) 臺南以東丘陵區之地質。經濟部中央地質調查所彙刊第一號。共31頁。
- 徐國士 (1980) 臺灣稀有及有絕滅危機之植物。臺灣省政府教育廳出版。
- 海鷹、張洪江、崔大方 (1995) 新源山地草甸類草地自然保護區植物生活型研究。新疆師範大學學報自然科學版 14(1) : 81-85。
- 張芷熒、曾喜育、呂金誠、曾彥學 (2008) 臺灣地區歸化植物之侵略性評估系統建立。林業研究季刊 30(4) : 29-40。
- 梁致遠 (1995) 茶樹免除鋁的營養生理障礙的機制。台大農化所博士論文。
- 陳運造 (2006) 苗栗地區重要入侵植物圖誌。行政院農業委員會苗栗區農業改良場。共338頁。
- 陳榮河 (1999) 土石流之發生機制。地工技術 74 : 21-28。
- 劉棠瑞和蘇鴻傑 (1983) 森林植物生態學。臺灣商務印書館。共462頁。
- 鄭遠昌 (2004) 地形變遷之研究-以苗栗火炎山地區為例。國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文。
- 鍾旭和顏江河 (1997) 煤礦棄土地大頭茶抗鋁毒害機制之研究。臺灣林業科學 12(2) : 167-175。
- 關秉宗、夏禹九、林世宗、張宗怡 (2004) 健全陸域生物多樣性監測系統與評定擬復育劣化環境順序。國立臺灣大學生物多樣性研究中心。共34頁。
- 蘇跽智 (2005) 高雄縣大岡山次生植群生態之研究。國立屏東科技大學森林學系碩士論文。
- 賴明洲 (1991) 臺灣植物紅皮書-稀有及瀕危植物種類之認定與保護等級之評定。行政院農業委員會。
- Boufford, D. E., H. Ohashi, T. C. Huang, C. F.

- Hsieh, J. L. Tsai, K. C. Yang, C. I. Peng, C. S. Kuoh, and A. Hsiao 2003 A checklist of the vascular plants of Taiwan. In T. C. Huang et al. (eds.), *Flora of Taiwan* 2nd ed. 6:15-139. Editorial Committee of Flora of Taiwan, National Taiwan University, Taipei, Taiwan.
- Capers, R. S., R. L. Chazdon, A. R. Brenes and B. V. Alvarado (2005) Successional dynamic of woody seedling communities in wet tropical secondary forests. *Journal of Ecology* 93(6): 1071-1084.
- Daubenmire, R. F. (1959) *Plants and Environment*. John Wiley and Sons, New York.
- Gauch, H. G. (1982) *Multivariate Analysis in Community Ecology*. Cambridge University Press, London.
- IUCN (2008) *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria (Ver. 7.1)*. IUCN Standards and Petitions Working Group. IUCN, Gland, Switzerland, and Cambridge, United Kingdom.
- Laurance, W. F., D. Perez-Salicrup, P. Delamonica, P. M. Fearnside, S. D' Angelo, A. Jerozolinski, L. Pohl and T. E. Lovejoy (2001) Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology* 82(1): 102-116.
- Motyka, J., B. Dobrzanski and S. Zawadski (1950) Wstepne badania nad lakami poludniowoschodniej Lubelszczyzny (Preliminary studies on meadows in the southeast of the province Lublin. Summary in English). *Ann. Univ. M. Curie-Sklodowska, Sec. E.* 5: 367-447.
- Monterio, A. L. S., C. M. de Souza Juniou, P. G. Barreto, F. L. de S. Pantoja and J. J. Gerwing (2004) Impacts of logging on traditional tropical forest in the southeastern Brazilian Amazon. *Scientia Forestalis* 65: 11-21.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg (1974) *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York, USA. p. 545-547.
- Reveal, J. L. (1981) The concepts of rarity and population threats in plant communities. In: Morse, L. E. & Henefin, M. S. (eds.) *Rare Plant Conservation*. The New York Botanical Garden, New York, NY. p. 41-46.
- Raunkiaer, C. (1934) *Life-forms of Plants and statistical plant geography*. Clarendon Press, Oxford. p. 632.
- Shih, T. T. (1967) A survey of the active mud volcanoes in Taiwan and a study of their types and character of the mud. *Petroleum Geology of Taiwan* 5:259-311.