

研究報告

思源埡口地區植群組成及多樣性

蔡尙熹¹ 朱恩良² 曾喜育^{3,*} 陳韋志⁴

【摘要】思源埡口地區屬夏雨型氣候的西北內陸區，且其南、北面分屬不同生態小區，蘊含豐富生物多樣性，係中央山脈保育廊道北端地景連結之重要區域。本研究共設置56個樣區，記錄145科440屬898種植物，其中以薔薇科、菊科、蘭科等植物種類為最多。依相似度指數（SI）=20%所區分7類植群型中，思源埡口南、北面皆具之植群型為臺灣胡桃、日本槲楠—變葉新木薑子、長梗紫芋麻、柳杉等林型；而臺灣赤楊—臺灣二葉松林型僅於思源埡口南面，又臺灣扁柏林型、桂竹型則僅出現在思源埡口北面。此外，思源埡口北面之桂竹型屬演替中後期階段，且其豐富度較高。另思源埡口南、北面兼具之臺灣胡桃林型處於演替中前期階段；而日本槲楠—變葉新木薑子、長梗紫芋麻、柳杉、臺灣扁柏等林型符合幾何序列或截斷對數常態分布，顯示受到不同程度之干擾，其中日本槲楠林型—變葉新木薑子林型的多樣性最高，長梗紫芋麻林型的豐富度亦高，柳杉林型之豐富度則較低。又思源埡口南面之臺灣赤楊—臺灣二葉松林型較符合幾何序列，部份符合對數序列、截斷對數常態分布或折枝模式，即呈現不同演替時序的發展。此等對該區之植群多樣性的深入探討，期能提供爾後相關生態監測與調查分析之參考。

【關鍵詞】中央山脈保育廊道、演替、生物多樣性、豐富度、豐富度

National Chung Hsing University

Research paper

Composition and Diversity of Vegetation in Sihyuán Wùkǒu Area

Shang-Te Tsai¹ En-Liang Chu² Hsy-Yu Tzeng^{3,*} Wei-Chih Chen⁴

1 環球科技大學觀光與生態旅遊系暨環境資源管理研究所。

Department of Sustainable Tourism, Graduate Institute of Environmental Resources Management, TransWorld University.

2 特有生物研究保育中心。

Endemic Species Research Institute.

3 國立中興大學森林學系。

Department of Forestry, National Chung Hsing University.

4 國立屏東科技大學生物資源研究所。

Graduate Institute of Bioresources, National Pingtung University of Science and Technology.

* 通訊作者，40227臺中市國光路250號。

Corresponding author, No. 250, Kuokwang Rd., Taichung, 40227;

E-mail: erecta@dragon.nchu.edu.tw

【Abstract】 The Sihyuán Wùkǒu area is located at the northwest inland region with the summer rain climate. It consists of different ecological subregions from the north and south side. Therefore, it has complicate biodiversity and stands on the important position to connect the northern landscape of the Central Mountain Range Conservation Corridor (CCC). It was recorded 145 families, 440 genera, and 898 species of vascular plants in the 56 surveyed plots. The species in Rosaceae, Compositae, and Orchidaceae were superior. There were 7 vegetation types classified by the similarity index (SI) of 20%. The *Juglans cathayensis* type, *Machilus japonica-Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* type, *Oreocnide pedunculata* type, and *Cryptomeria japonica* type arose on both the north and south sides. However, the *Alnus formosana-Pinus taiwanensis* type only arose on the south side, and the *Chamaecyparis formosensis* type, *Phyllostachys makinoi* type only arose on the north side. Besides, the *Phyllostachys makinoi* type on the north side of the Sihyuán Wùkǒu was in the mid-late succession stage with superior richness. The *Juglans cathayensis* type on both sides was in the mid-early stage. Fitting in with the geometric series, or the truncated log normal distribution showed that the *Machilus japonica-Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* type, *Oreocnide pedunculata* type, *Cryptomeria japonica* type, and *Chamaecyparis formosensis* type suffered from different kinds of disturbance. The *Machilus japonica-Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* type had superlative diversity. The *Oreocnide pedunculata* type had superior abundance, but the *Cryptomeria japonica* type had inferior abundance. The *Alnus formosana-Pinus taiwanensis* type on the north side of the Sihyuán Wùkǒu pretty fitting in with the geometric series and partly fitting in with the logarithmic series, the truncated log normal distribution and the broken stick model showed that it was developing in several succession stages. These thorough discussion for the vegetation diversity in this area was expected to provide reference on the relative ecological monitoring and investigation in the future.

【Key words】 Central Mountain Range Conservation Corridor (CCC), succession, biodiversity, abundance, richness.

一、前言

人口的增加和人類對自然資源的需求與使用直接或間接破壞環境，造成生物的大量滅絕；而自然棲息地（habitat）的破碎化，除使絕大多數的物種難以生存，且生物滅絕所引發生態上之負面效應更為嚴重。生態廊道（ecological corridor）即是將破碎的棲息地以後天補償的方式，藉由最不影響該棲息地之方法，將數個異質性的區塊加以連結，達成物種多樣性（species diversity）保育的功能（王欣怡與盧光輝，2006）。臺灣因賀伯颱風後災害仍頻，乃於「全國國土及水資源」會議中倡議應建立「中央山脈綠色廊道」，又於1999年01

月21日在第三屆國民大會第四次會議的國情報告中提出建構「中央山脈保育廊道」（Central Mountain Range Conservation Corridor, CCC）的構想，旋即由林務局於2000年02月15日完成保育廊道的建置作業；而所謂「中央山脈保育廊道」即是藉連接中央山脈地區的高山林地、自然保留區、野生動物保護區、自然保護區及國家公園，成為連綿不絕的綠色廊道，以達成建立完整保護區（protected area）維生系統，維護生物多樣性（biodiversity），並提供自然科學研究與環境教育場所，增加原住民就業機會，以及推廣國民正確自然保育觀念等發展願景（林務局，2005）。

中央山脈保育廊道 (CCC) 係為建立完整保護區之維生系統，以整體規劃避免不當的開發行為。又邱祈榮 (2002) 探討中央山脈保育廊道保護區系統缺口之研究中；建議應再審慎評估雪山地壘的白狗大山山塊，以及脊梁山脈北端之三星階段山地增設保護區的必要性。而思源埡口地區即屬其中雪山地壘的白狗大山山塊，係位於雪霸、太魯閣國家公園交界處，生物多樣性極為豐富，孕育許多珍貴動、植物。且此區中國有林屬大甲溪事業區第38~44林班地；而思源埡口地區的南、北面恰分屬林務局之東勢及羅東林區管理處的轄區範圍。該處於1958年開始伐木，1961年起開始造林，造林樹種以臺灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*) 為主，其次為華山松 (*Pi. armandi var. masteriana*)、臺灣黃杉 (*Pseudotsuga wilsoniana*) (夏禹九, 2002a)；但此生態廊道於中部橫貫公路宜蘭支線之開闢後而受阻，後更因思源埡口沿線道路二旁菜園不斷的開墾而加速破壞 (徐仁修, 2007)。

營建署曾於2004年進行雪霸、太魯閣國家公園轄區之第一次通盤檢討，乃至2012年第二次的通盤檢討仍未果。而植群乃為野生動物賴以維生之棲息地。陳子英 (2007) 提及此區之林相原始，且稀有植物種類豐富，再加上本區之交通方便，極有必要進行植物資源的妥善保護。且小尺度調查之植群資料是生態廊道規劃與棲地營造之重要依據 (Benayas *et al.*, 2008)，特別是植群覆蓋及分布情形。因此，為永續保存區內之自然生態系、野生物種、自然景觀、地形地質、人文史蹟，以供國民及後世子孫所共享，並增進國土保安與水土涵養，確保生活環境品質；以及提供自然科學研究及環境教育，增進國民對自然及人文資產之瞭解，本研究針對思源埡口地區之南、北面分設樣區，進行細部植群調查，以瞭解本區植群組成及分布，並供本區爾後擬定管理計畫的參考。

二、材料與方法

(一) 研究地區

思源埡口地區為臺中市、宜蘭縣的交界點，亦為大甲溪上游之有勝溪、蘭陽溪的分水嶺 (圖1)。本研究區面積約2,769.6 ha；位處於Su (1984ab, 1985, 1992, 1998) 所區分12處地理氣候區 (climatic region) 中之夏雨型氣候 (summer rain climate) 的西北內陸區 (northwest inland region, NWI)，北鄰恆濕型氣候 (everwet climate) 之東北內陸區 (northeast inland region, NEI)，而東側則為亦屬夏雨型氣候之東部區北段 (east region north section, EN)；再將之細分思源埡口北面屬47個生態小區 (ecological subregion) 的蘭陽溪上游 (南山溪—思源埡口)，而其南面則為大甲溪上游 (德基—思源—日新崗)。另此區的特有植物 (endemic species) 多樣性係12處地理氣候區的第2名 (曾彥學, 2004)，顯見此區植物多樣性的重要地位！

(二) 研究方法

1. 樣區設置與植群調查

本研究主要係針對此區之櫟林帶上、下層。調查方法採多樣區法 (multiple plot method) 之集落樣區設置法 (contagious quadrat method)，樣區設置主要考慮海拔、地形等環境變化與植物組成，且儘於環境及林相均勻之地點取樣；2009年共設置56個10×25 m²的樣區並完成植群調查。調查時凡胸徑大於1 cm者，列入喬木層 (overstory)，記錄植物種類、胸徑；其他胸高直徑小於1 cm之喬、灌木、草本、蕨類等皆列為地被層 (understory)；植物鑑定及使用之學名係依據臺灣植物誌第二版編輯委員會 (1993, 1994, 1998, 2000, 2003)。此外，所有樣區皆以全球衛星定位系統 (global position system, GPS) 測定樣區所在位置及海拔高度 (altitude)；並量測各樣區之坡度 (slope)、方位 (azimuth) 及水分梯

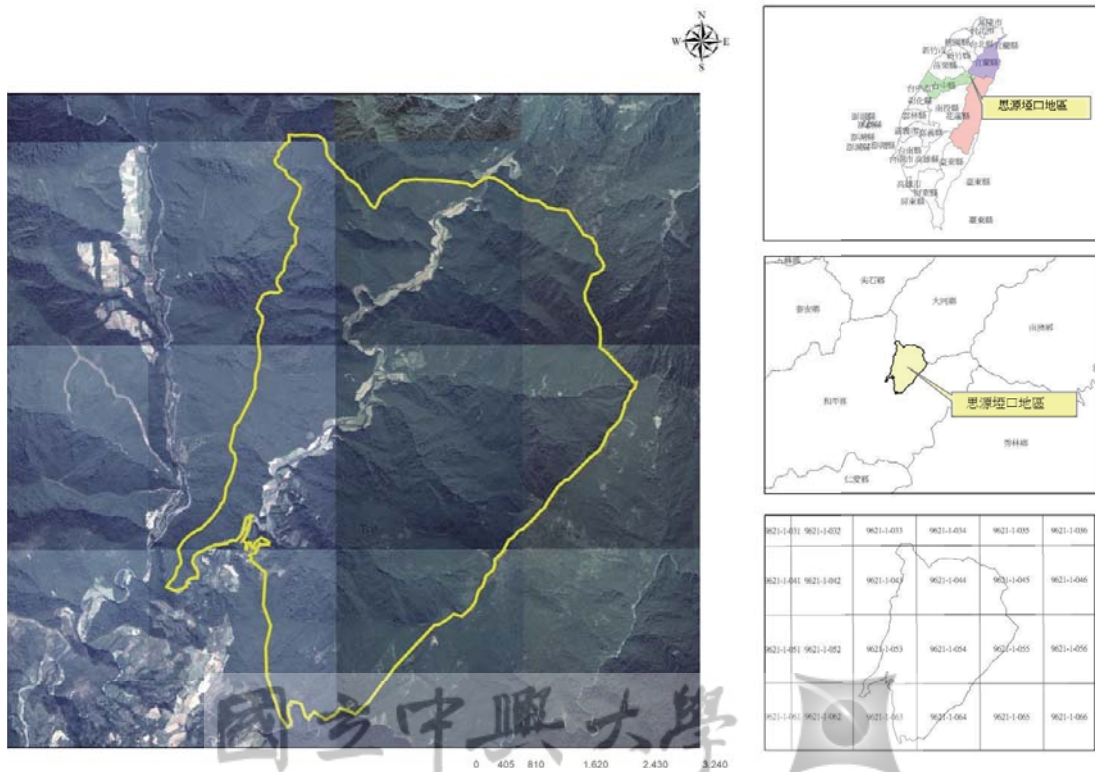


圖1. 思源埡口地區位置圖

Fig. 1. The location of the Sihyuan Wukou area.

註1：a, b為思源埡口地區所屬行政區域

註2：c為涵蓋思源埡口地區之相片基本圖編號

度 (aspect and moisture gradient) 等相關環境因子。

2. 物種組成及植群型

依據物種之分類地位歸納其分類群，並統計種數最多的科，以瞭解區內植物資源之組成特性。此外，原始調查資料之植物種類編碼建檔後，使用以CLIPPER程式語言所撰寫之程式 (COMB.PRGM, CLUSTER.EXE)，將各樣區原始調查資料轉換為資料庫格式，求得各種植物於各樣區之重要值指數 (importance value index, IVI)，以瞭解各種植物於樣區中所占之重要性。此外，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 (IVI) 為計算基礎；本研究中採用Motika

et al. (1950) 之相似性指數 (similarity index, SI)，利用PC-ORD 6.0 (McCune and Mefford, 2011)；首先計算兩兩樣區間之相似性指數，將相似性最高之二樣區合併為一合成樣區，再計算合併後之合成樣區與其他樣區間之相似性指數，如此依次合併，直至所有樣區合併至一合成樣區為止；各連結相似性指數繪製樹形圖 (dendrogram)，以對研究區之植群加以分類。

3. 種豐富度模式與多樣性指數分析

為瞭解植群結構及多樣性，本研究如蔡尚蕙等 (2007a) 使用幾何序列 (geometric series; Motomura, 1932)、對數序列 (logarithmic series, logarithmic series distribution, log series distribution; Fisher *et*

al., 1943)、截斷對數常態分布 (truncated log normal distribution; Preston, 1962; Bulmer, 1974; Pielou, 1975; Cohen, 1959; 1961)、以及折枝模式 (broken stick model; MacArthur, 1957) 等種豐富度模式 (species abundance model, SAM) 分析之; 其中並求解對數序列之 α 值 (α ; Magurran, 2004)、截斷對數常態分布之 λ 值 (λ ; Magurran, 2004) 等種豐富度指數 (species richness index, SRI)。此外, 並參蔡尚惠等 (2007b) 所使用之種豐富度指數 (species abundance index, SAI); 即藉由Shannon訊息統計指數 (Hsw; Shannon and Weaver, 1949)、Shannon均勻度指數 (Esw; Pielou, 1966; 1985)、Berger豐富度指數 (DBP; Berger and Parker, 1970; May, 1975; Magurran, 2004)、Simpson豐富度指數 (DSM; Simpson, 1949; Greenberg, 1956; Hurlbert, 1971; Krebs, 1989), 將所調查之資料加以分析。上述分析係利用「生物歧異度分析系統」(Biodiversity Analysis System, BAS) 軟體 (蔡尚惠與呂金誠, 2008), 進行種豐富度模式及指數之求解。

4. 統計分析

以SPSS 20.0 (SPSS, 2011) 針對種數 (S)、總株數 (N)、對數序列之 α 值 (α) 與截斷對數常態分布之 λ 值 (λ), 以及Shannon訊息統計指數 (Hsw)、Berger種豐富度指數 (DBP)、Simpson種豐富度指數 (DSM)、Shannon均勻度指數 (Esw) 等多樣性指數, 以單因子變異數分析 (one-way ANalysis Of VAriance, one-way ANOVA) 檢定各植群型間之多樣性指數是否具有差異; 若然, 則以多重比較 (multiple comparison) 之Scheffe法進行事後比較 (posteriori comparisons) 檢定其差異情形。

三、結果與討論

(一) 物種組成

中央山脈保育廊道 (CCC) 係連接插天山自然保留區至大武山自然保留區等保護區系

統, 形成一條南北綿延300 km的連續保護帶, 而為落實「中央山脈保育廊道」的計畫, 林務局自九十年編列預算進行「中央山脈保育廊道」經營管理工作, 保育永續家園, 朝向「綠色矽島」願景而努力; 如在建立監測系統方面, 設置永久樣區, 進行保護區內生態監測, 以瞭解環境變遷情形, 提供保護區經營管理擬定之參考, 另針對持續進行基層人員訓練的部分, 以提高基層工作人員專業能力與效率, 持續進行動植物資源調查監測、生物多樣性保育、取締違法案件技巧、相關法律常識、與鄰近社區溝通技巧及生態解說導覽等專業訓練講習 (林務局, 2005)。而夏禹九 (2002ab) 指出有勝溪上游大、中尺度的資料, 過去曾有部分如黃智彥 (2006) 已建置地理資訊資料庫, 然缺乏有勝溪上游小尺度調查資料; 是故建議再針對有勝溪動物、植群、土地利用現況及人為活動的頻率等進行調查, 以供分析生態廊道需求之參考。因此, 吳海音 (2002a) 亦指出應加強此區目前土地利用狀況、人為活動形式及頻度、未受干擾地之植群類型, 以更新並補充現有土地利用圖上研究區的環境屬性, 以供目標 (特定) 物種 (target species) 選取之參考; 並建議如Cushman *et al.* (2008) 依據選定之目標物種, 於此區調查其所需的重要棲地特質, 特別是植群覆蓋與分布情形; 且於研究區內果園與造林地之外的天然混交林, 應進行細部植群調查, 並對現有可能需進行改變之人為活動區域規劃所需之植群復育措施 (吳海音, 2002b; Breshears, 2006)。

本研究共設置56個 $10 \times 25 \text{ m}^2$ 的植群樣區, 其中包含53個森林植物樣區, 以及3個草本植物樣區 (即樣區10、13、15)。因河谷長期切割作用, 河道兩側常見陡峭山壁, 受制於調查可及性, 大致以臺七甲線道、米羅產業道路、720林道, 以及部分710林道沿線設置樣區, 主要為天然林、次生林或人工林。共記錄維管束植物145科440屬898種 (含種以下分類群); 其中蕨類植物29科62屬163種, 裸子植

物5科10屬13種，而被子植物之雙子葉植物100科311屬623種，單子葉植物11科57屬99種。其中薔薇科 (Rosaceae)、菊科 (Asteraceae)、蘭科 (Orchidaceae) 等種數為研究區內出現較多者。其中蘭科植物種類繁多，生活型 (life-form) 變化大，易善加利用各種生態職位 (ecological niche) (蘇鴻傑, 1974)。此外，由於該區雨量及相對濕度較高之緣故，鱗毛蕨科 (Dryopteridaceae)、水龍骨科 (Polypodiaceae) 等蕨類植物亦為數不少。

本研究中植群型係依此客觀資料結合現場主觀經驗，依照合成樣區之優勢種予以命名之；並視需要再區分亞型。若以相似性指數 (IS) = 41% 為臨界值 (threshold)，可將之劃分為13種主要植群型 (圖2)。此區相關之植群調查研究，如李智群 (2005) 以群團 (alliance) 為單元繪製思源埡口地區之植群

圖，共計調查213種木本植物，並區分臺灣赤楊 (*Alnus japonica*)、大葉石櫟 (*Pasania kawakamii*)、臺灣扁柏 (*Chamaecyparis obtusa var. formosana*)、臺灣鐵杉 (*Tsuga chinensis var. formosana*)、臺灣雲杉 (*Picea morrisonicola*)、臺灣二葉松等6類，並於其中細分13類群叢 (association)，其中以臺灣赤楊群團所佔面積最大 (31.1%)，其次則為大葉石櫟群團 (27.0%)。此外，陳子英 (2007) 調查有勝溪及大同地區植群中記錄116科641種，並將之區分為13類植群型；其中思源埡口北面主要為日本槭楠—大葉石櫟型 (*Machilus japonica-Pasania kawakamii* type)，而思源埡口南面係通條樹—尖葉槭 (*Stachyurus himalaicus-Acer kawakamii* type) 型、阿里山灰木—赤柯型 (*Symplocos lancifolia-Chamaecyparis morii* type)；且亦

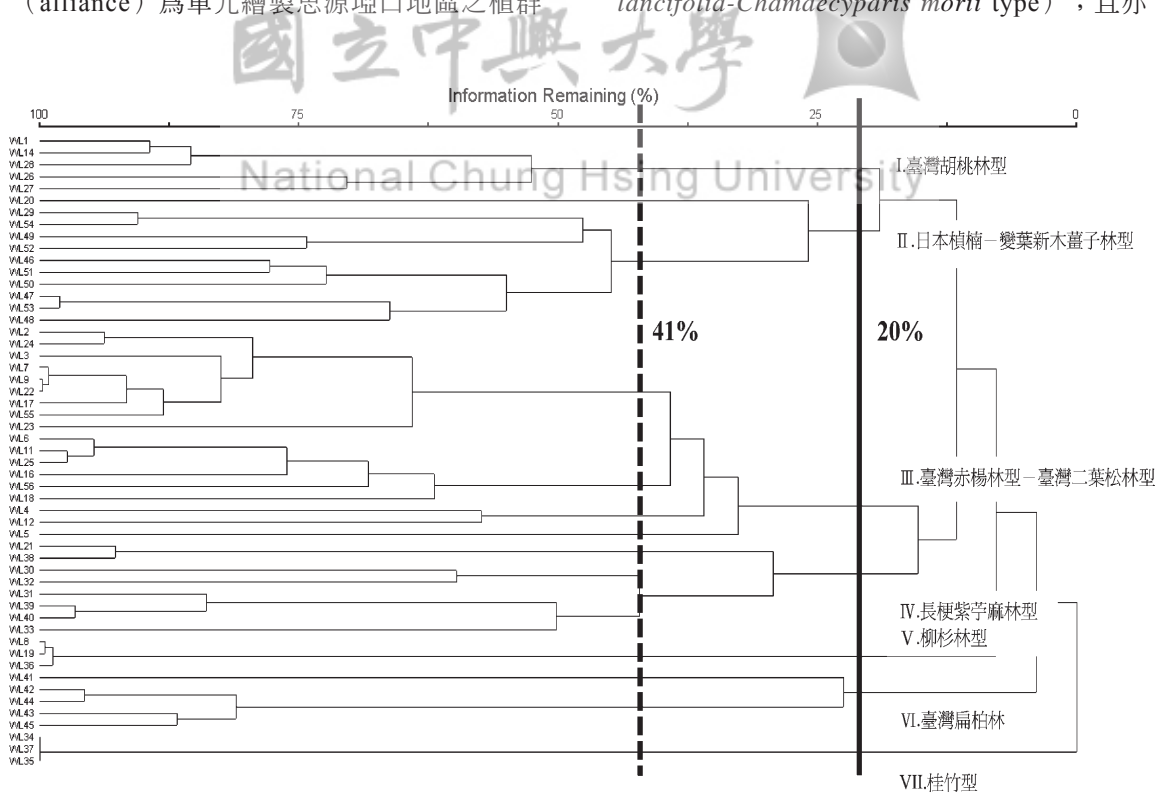


圖2. 思源埡口地區植群之矩陣群團樹形圖

Fig. 2. The tree diagram of matrix cluster of the vegetation in the Sihyuán Wùkǒu area

為多樣性較高者。職是之故，為進行後續不同植群型之多樣性比較的統計檢定需要，茲依相似度指數 (IS) = 20% 再將之區分為臺灣胡桃林型 (*Juglans cathayensis* type)、日本槲楠—變葉新木薑子林型 (*Machilus japonica-Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* type)、臺灣赤楊林型—臺灣二葉松林型 (*Alnus formosana-Pinus taiwanensis* type)、長梗紫芋麻林型 (*Oreocnide pedunculata* type)、柳杉林型 (*Cryptomeria japonica* type)、臺灣扁柏林型 (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana* type)、桂竹型 (*Phyllostachys makinoi* type) 等7型；茲將之分述如下：

1. 臺灣胡桃林型

思源埡口北面樣區26~28，思源埡口南面樣區1、14屬之。此型多位於溪谷邊，土壤堆積不易，多為大石塊；上層以臺灣胡桃 (*Juglans cathayensis*)、霧社木薑子 (*Litsea elongata* var. *mushaensis*) 為主，而中層係蓮草 (*Tetrapanax papyriferus*)、小葉桑 (*Morus australis*)、山枇杷 (*Eriobotrya deflexa*)、川上氏鵝耳櫪 (*Carpinus kawakamii*) 等為優勢種，另地被層植物主要為高粱泡 (*Rubus lambertianus*)、咬人貓 (*Urtica thunbergiana*) 及五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 等。

2. 日本槲楠—變葉新木薑子林型

本型可區分於思源埡口北面的日本槲楠亞型 (*Machilus japonica* subtype)，以及南面的變葉新木薑子亞型 (*Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* subtype)。

2-A. 日本槲楠亞型

思源埡口北面樣區29、46-54屬之。此型上層主要為日本槲楠 (*Machilus japonica*)、烏心石 (*Michelia compressa*)，而中層則以竹葉楠 (*Li. acuminata*)、臺灣八角金盤 (*Fatsia polycarpa*)、大葉木犀 (*Osmanthus matsumuranus*) 等為優勢種，另地被層則以絡石 (*Trachelospermum jasminoides*)、斜方

複葉耳蕨 (*Arachniodes rhomboides*) 等植物為主。

2-B. 變葉新木薑子亞型

本型僅以思源埡口南面樣區20為代表。上層主要為變葉新木薑子 (*Neolitsea aciculata* var. *variabilissima*)、錐果櫟 (*Cyclobalanopsis longinux*)、臺灣黃杉，而中層則以臺灣八角金盤、狹葉高山櫟 (*Cystenophylloides*)、平遮那灰木 (*Symplocos heishanensis*) 等為優勢種，另地被層係玉山箭竹 (*Yushania niitakayamensis*)、戟葉蓼 (*Polygonum thunbergii*) 及樓梯草屬 (*Elatostema* spp.) 等植物為主。

3. 臺灣赤楊林型—臺灣二葉松林型

臺灣赤楊—臺灣二葉松林型主要分布於有勝溪谷兩岸及較乾旱的環境，部分為造林地，因生育地環境差異和主要組成樹種不同，可區分為臺灣赤楊亞型 (*Alnus japonica* subtype) 臺灣二葉松 (*Pinus taiwanensis* subtype) 亞型、阿里山榆亞型 (*Ulmus uyematsui* subtype) 及化香樹亞型 (*Platycarya strobilacea* subtype) 等4亞型。

3-A. 臺灣赤楊亞型

思源埡口南面樣區2、3、7、9、17、22~24、55屬之。此型上層主要為臺灣赤楊、玉山假沙梨 (*Photinia niitakayamensis*)、臺灣二葉松，而中層則以海州常山 (*Clerodendrum trichotomum*)、臺灣八角金盤、水麻 (*Debregeasia orientalis*) 等為優勢種；而地被層以青牛膽 (*Thladiantha nudiflora*)、臺灣鱗毛蕨 (*Dryopteris formosana*)、戟葉蓼等植物為主。

3-B. 臺灣二葉松亞型

思源埡口南面樣區6、11、16、18、25、56屬之。此型於本研究區除相當大面積人工造林地，尚有部分為火燒後形成之次生林；諸如呂金誠 (2002~2004)、劉思謙 (2004) 針對武陵地區 (大甲事業區

第37、38林班)植群火燒後變化的調查得知;以臺灣二葉松為主要組成,且與栓皮櫟、高山新木薑子(*Ne. acuminatissima*)、狹葉高山櫟、臺灣赤楊等闊葉樹混生之針闊葉混合林。此型上層主要為臺灣二葉松、大頭茶(*Gordonia axillaris*)、臺灣紫珠(*Callicarpa formosana*),而中層則以大葉溲疏(*Deutzia pulchra*)、褐毛柳(*Salix fulvopubescens*)、短尾葉石櫟(*Pa. harlandii*)等為優勢種;另地被層係以巒大蕨(*Pteridium aquilinum subsp. Wightianum*)、戟葉蓼、五節芒等植物為主。

3-C.阿里山榆亞型

思源埡口南面樣區4、12為代表。此型上層主要為阿里山榆(*Ulmus uyematsui*)、石楠(*Pho. serratifolia*)、賊仔樹(*Tetradium glabrifolium*),而中層則以臺灣八角金盤、西施花、疏果海桐(*Pittosporum illicioides*)等為優勢種,另地被層係五節芒、長行天南星(*Arisaema consanguineum*)、戟葉蓼等植物為主。

3-D.化香樹亞型

本型僅以思源埡口南面樣區5為代表。上層主要為化香樹、山枇杷、栓皮櫟,而中層則以臺灣赤楊、臺灣紅榨槭(*Acer morrisonense*)、楊梅(*Myrica rubra*)等為優勢種,另地被層係臺灣蘆竹(*Arundo formosana*)、大扁雀麥(*Bromus catharticus*)等植物為主。

4.長梗紫芋麻林型

長梗紫芋麻林型主要分布於溪谷邊,依優勢樹種組成可區分成楓香亞型(*Liquidambar formosana* subtype)和合歡—長梗紫芋麻—牛奶榕亞型(*Albizia julibrissin*—*Oreocnide pedunculata*—*Ficus erecta* var. *beeheyana* subtype)等2亞型。

4-A.楓香亞型

此型以思源埡口北面樣區38、思源

埡口南面樣區21為代表。上層主要為楓香(*Liquidambar formosana*)、臺灣二葉松,而中層則以賊仔樹、長梗紫芋麻(*Oreocnide pedunculata*)、大葉溲疏等為優勢種,另地被層係頂芽狗脊蕨(*Woodwardia unigemmata*)、間型沿階草(*Ophiopogon intermedius*)等植物為主。

4-B.合歡—長梗紫芋麻—牛奶榕亞型

思源埡口北面樣區30~33、39、40屬之。此型上層主要為合歡(*Albizia julibrissin*)、長梗紫芋麻、牛奶榕(*Ficus erecta* var. *beeheyana*)、野桐(*Mallotus japonicus*)、烏皮九芎(*Styrax formosana*),而中層則以山漆(*Rhus succedanea*)、羅氏鹽膚木(*Rhu. javanica* var. *roxburghiana*)、山胡椒(*Lindera cubeba*)等為優勢種,另地被層係普來氏月桃(*Alpinia pricei*)、姑婆芋(*Alocasia odora*)、頂芽狗脊蕨等植物為主。

5.柳杉型

思源埡口北面樣區36,思源埡口南面樣區8、19屬之。此型上層主要為柳杉,而中層則以臺灣赤楊、太平山莢蒾(*Viburnum foetidum* var. *rectangulatum*)、大葉溲疏、褐毛柳等為優勢種;另地被層係以川上氏雙蓋蕨(*Diplazium kawakamii*)、臺灣澤蘭(*Eupatorium formosanum*)、高粱泡等植物為主。

6.臺灣扁柏型

此型可區分為杜鵑亞型(*Rhododendron formosanum* subtype)和森氏櫟亞型(*Cyclobalanopsis morii* subtype)2亞型。

6-A.臺灣杜鵑亞型

本型僅以思源埡口北面樣區41為代表,即位於720林道一帶。上層主要是臺灣杜鵑(*Rhododendron formosanum*)、臺灣鐵杉,而中層則以臺灣杜鵑、南燭(*Lyonia ovalifolia*)、臺灣馬醉木(*Pieris taiwanensis*)、福建賽衛矛(*Microtropis*

fokienensis) 等為優勢種，另地被層係玉山箭竹及臺灣瘤足蕨 (*Plagiogyria formosana*) 等植物為主。

6-B. 森氏櫟亞型

思源埡口北面樣區42~45為代表。此型上層主要為森氏櫟 (*Cy. morii*)、臺灣扁柏、雲葉 (*Trochodendron aralioides*)、臺灣二葉松，而中層則以高山新木薑子、銳葉高山櫟 (*Q. tatakaensis*)、臺灣檫樹 (*Sassafras randaiense*)、玉山假沙梨等為優勢種，另地被層係玉山箭竹、臺灣鬼督郵 (*Ainsliaea latifolia subsp. henryi*) 及間型沿階草等植物為主。

7. 桂竹型

思源埡口北面樣區34、35、37屬之。此型上層優勢主要為桂竹 (*Phyllostachys makinoi*)，而中層則以竹葉楠、烏皮九芎、牛奶榕等為優勢種，另地被層係卷柏屬 (*Selaginella* sp.)、馬藍屬 (*Strobilanthes* sp.) 及角桐草 (*Hemiboea bicornuta*) 等植物為主。

(8) 草本植物社會

思源埡口南面樣區10、13、15為代表。此等草本植物社會常見於區內之廢耕農地，分布點較為零星，常形成較大面積草地，主要以五節芒、艾 (*Artemisia indica*) 為優勢植物，另伴生植物則包括臺灣澤蘭、加拿大蓬 (*Conyza canadensis*)、大扁雀麥等。吳海音 (2008) 曾針對思源埡口地區進行野生動物監測，發現有勝溪沿岸的果菜園因停止農業活動，於部分休耕或復育地周邊，已可見山羌 (*Muntiacus reevesi micrurus*)、黃鼠狼 (*Mustela sibirica taivana*) 的出沒。濱岸的廢耕地及道路兩側種植夠寬的綠帶，可如 Gurnell *et al.* (2005)、Rood *et al.* (2005) 等研究，建構為另一形式的廊道，將動物導引至在其它路段建設之橫越公路的隧道，有助於動物穿越隔絕，減少動物穿越公路之死亡率 (roadkill)。而本研究中所調查思源埡

口南面之廢耕農地，除主要為五節芒、艾等草本植物，部份灌木層已有臺灣赤楊、水麻或楊梅等木本植物稚樹零星生長，即為典型演替初期之植物社會；此等區域可設置監測樣區 (monitoring plot) 提供可作為未來該地區廢耕農地後，復育當地原生植物的依據。

(二) 植群結構

種豐富度模式的檢定中，本研究即以虛無假設 (null hypothesis) $-H_0$ ：符合該種豐富度模式，參如郭憲國等 (1995)、殷祚雲與廖文波 (1999) 以及石培禮等 (2000)，透過 χ^2 適合度檢定 (χ^2 -test of goodness of fit) 之 p 值 (p value)，判定是否符合該分布模式。由表 1 得知思源埡口北面之桂竹型最符合截斷對數常態分布，即屬演替中後期階段；此型下層牛奶榕及竹葉楠小苗更新良好，但生長受限於桂竹林鬱閉之影響，下層苗木難以與之競爭。而臺灣胡桃林型較符合幾何序列及對數序列，顯示處於演替中前期階段；區內臺灣胡桃多為胸徑 15~25 cm 之大喬木，雖下層無其小苗或稚樹發生，然霧社木薑子、日本槲楠及大葉石櫟 (*Pasania kawakamii*) 等小苗生長良好，若無其他干擾，於未來演替發展過程中，次優勢種將可能共同組成極盛相社會。

日本槲楠—變葉新木薑子、長梗紫芋麻、柳杉、臺灣扁柏等林型符合幾何序列或截斷對數常態分布 (表 1)，顯示此等林型於思源埡口南、北面皆具不同程度之干擾而影響其自然演替過程。如日本槲楠—變葉新木薑子林型之日本槲楠亞型中，發現許多烏心石、日本槲楠及竹葉楠小苗，其更新情況仍良好。而長梗紫芋麻林型之合歡—長梗紫芋麻—牛奶榕亞型內樹種競爭激烈，環境處於常擾動狀態的演替初期狀態。又柳杉型下層之牛奶榕及竹葉楠小苗雖更新良好，然因柳杉生長情況良好，難以與其相互競爭。另思源埡口北面之臺灣扁柏林型的臺灣杜鵑亞型地被層中，偶有發現臺灣扁柏小苗，未來若有孔隙產生，將有助於臺灣扁柏更新；而森氏櫟亞型內高山新木薑子及銳葉高

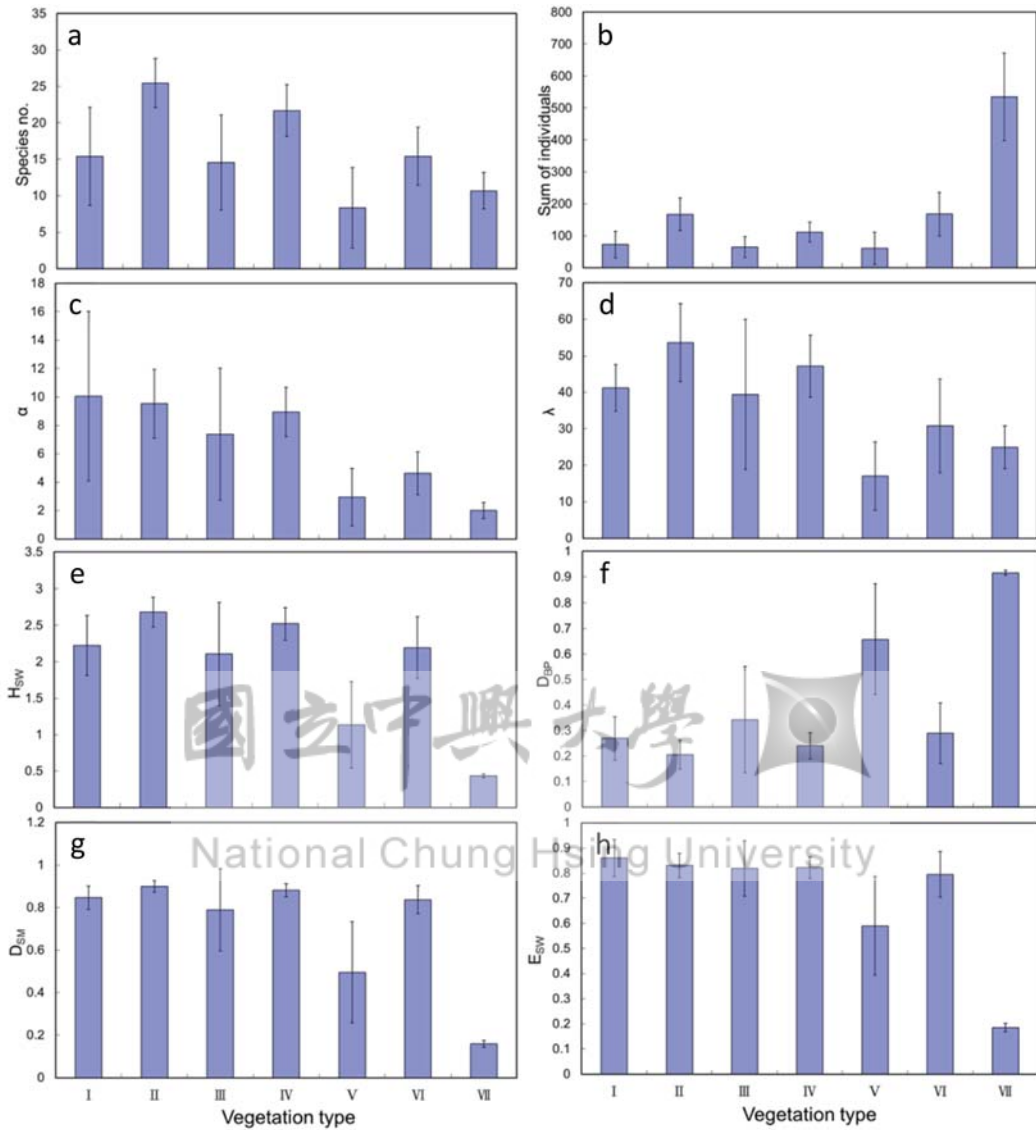


圖3. 思源埡口地區不同植群型之多樣性指數變化

註1: α 為對數序列之 α 值

λ 為截斷對數常態分布之 λ 值

H_{sw} 為 Shannon 訊息統計指數

D_{bp} 為 Berger 種豐富度指數

D_{sm} 為 Simpson 種豐富度指數

E_{sw} 為 Shannon 均勻度指數

註2: I 為臺灣胡桃林型

II 為日本檳楠-變葉新木薑子林型

III 為臺灣赤楊林型-臺灣二葉松林型

IV 為長梗紫葶麻林型

V 為柳杉林型

VI 為臺灣扁柏林型

VII 為桂竹型

Fig. 3. The changes of diversity indices on the different vegetation types in the Sihyuán Wùkǒu area.

Note 1: α : for the value α of the logarithmic series

λ : for the value λ of the truncated log normal distribution

H_{sw} for the Shannon information stastic index

D_{bp} for the Berger species abundance index

D_{sm} for the Simpson species abundance index

E_{sw} for the Shannon evenness index

Note 2: I: for the *Juglans cathayensis* type

II: for the *Machilus japonica-Neolitsea aciculata* var. *variabilissima* type

III: for the *Alnus formosana*-*Pinus taiwanensis* type

IV : for the *Oreocnide pedunculata* type

V : for the *Cryptomeria japonica* type

VI : for the *Chamaecyparis formosensis* type

VII: for the *Phyllostachys makinoi* type

山櫟之小苗更新穩定，未來於演替過程中將有機會持續發展。

蔡尚惠 (2007a) 指出生物群落之演替序列 (succession sere) 為逐漸變化且連續不斷，並非單純如幾何序列、對數序列、截斷對數常態分布，以及折枝模式等四種不同的發展階段。而思源埡口南面之臺灣赤楊—臺灣二葉松林型較符合幾何序列，部份符合對數序列、截斷對數常態分布或折枝模式 (表1)，故其結構極其複雜而多樣。特別是少有生物群落會符合之折枝模式 (Hayek and Buzas, 1997)。臺灣赤楊亞型的樣區 7、22 即最符合折枝模式及對數序列，顯示其於演替中前期過程中之均勻度亦高。

(三) 植群多樣性

物種多樣性 (species diversity) 常以種豐富度與種豐富度加以呈現，其中種豐富度僅以種數與總株數計算，而種豐富度則更深一層考量各物種間數量分配之情形。由圖3中各植群型之多樣性指數的分析結果得知；不同植群型之對數序列之 α 值、截斷對數常態分布之 λ 值無顯著差異，然種數 (S)、總株數 (N) 則皆具顯著差異 ($p < 0.001$)；即圖3a之日本檜楠林型—變葉新木薑子林型之種數 (S) 多於臺灣赤楊—臺灣二葉松 ($p = 0.001$)、柳杉 ($p = 0.002$) 林型 ($p = 0.001$)、桂竹型 ($p = 0.014$)。另圖3b之桂竹型的總株數 (N) 則多於其他6林型 ($p < 0.001$)，而臺灣赤楊—臺灣二葉松林型則分別少於日本檜楠林型—變葉新木薑子 ($p = 0.001$)、臺灣扁柏 ($p = 0.025$) 林型。

Shannon 訊息統計指數 (Hsw)、Berger 種豐富度指數 (DBP)、Simpson 種豐富度指數 (Dsm)、Shannon 均勻度指數 (Esw) 等歧異度指數皆具顯著差異 ($p < 0.001$)；以 Shannon 訊息統計指數 (Hsw) 而言 (圖3e)，桂竹型皆低於臺灣胡桃 ($p = 0.004$)、日本檜楠—變葉新木薑子 ($p < 0.001$)、臺灣赤楊—臺灣二葉松 ($p = 0.001$)、長梗紫芋麻 ($p < 0.001$)、臺灣扁柏 ($p = 0.009$) 等林型，而柳杉林型低於日本檜楠—變葉新木薑子 ($p = 0.002$)、長梗紫芋麻 ($p = 0.020$) 林型。此外，圖3h之臺灣胡桃、日本檜楠—變葉新木薑子、臺灣赤楊—臺灣二葉松、長梗紫芋麻、臺灣扁柏林型等之 Shannon 均勻度指數 (Esw) 皆高於桂竹型 ($p < 0.001$)，而日本檜楠—變葉新木薑子 ($p = 0.003$)、臺灣赤楊—臺灣二葉松 ($p = 0.042$)、長梗紫芋麻 ($p = 0.015$) 等林型皆高於柳杉林型。

圖3f之臺灣胡桃、日本檜楠—變葉新木薑子、臺灣赤楊—臺灣二葉松、長梗紫芋麻、臺灣扁柏等林型的 Berger 種豐富度指數 (DBP) 皆低於桂竹型 ($p < 0.001$)，而臺灣胡桃 ($p = 0.045$)、日本檜楠—變葉新木薑子 ($p = 0.002$)、臺灣赤楊—臺灣二葉松 ($p = 0.048$)、長梗紫芋麻 ($p = 0.016$) 等林型皆低於柳杉林型。另圖3g之臺灣胡桃、日本檜楠—變葉新木薑子、臺灣赤楊—臺灣二葉松、長梗紫芋麻、臺灣扁柏等林型之 Simpson 種豐富度指數 (Dsm) 皆高於桂竹型 ($p < 0.001$)，而臺灣胡桃 ($p = 0.011$)、日本檜楠—變葉新

表1. 思源埡口地區各植群型之四種豐富度模式的 χ^2 適合度檢定Table 1. The χ^2 -test of goodness of fit for the 4 species abundance models of the vegetation types in the Sihyuán Wùkǒu area

植群型	樣區	種豐富度模式			
		幾何序列	對數序列	截斷對數常態分布	折枝模式
臺灣胡桃林型	1	0.160	0.810	0.399	0.029
	14	0.982	0.754	-	0.121
	26	0.999	0.070	0.267	0.366
	27	0.004	0.649	0.298	0.089
	28	0.998	0.448	0.422	0.501
日本槲楠— 變葉新木薑子林型	20	1.000	0.655	0.213	0.435
	29	0.956	0.467	0.920	0.467
	46	0.953	0.817	0.385	0.817
	47	0.278	0.071	0.552	0.071
	48	0.000	0.100	0.430	0.100
	49	0.305	0.175	0.530	0.175
	50	1.000	0.521	0.301	0.521
	51	0.997	0.055	0.068	0.055
	52	0.998	0.597	0.205	0.597
	53	0.000	0.000	0.595	0.000
54	0.000	0.001	0.832	0.001	
臺灣赤楊— 臺灣二葉松林型	2	0.999	0.950	0.610	0.950
	3	0.608	0.291	0.234	0.291
	4	1.000	0.877	0.347	0.877
	5	0.924	0.121	0.270	0.121
	6	0.995	0.247	0.069	0.247
	7	0.338	0.410	0.249	0.410
	9	0.599	0.431	-	0.431
	11	0.017	0.048	0.204	0.048
	12	1.000	0.402	0.139	0.402
	16	1.000	0.683	0.342	0.683
	17	0.978	0.551	-	0.551
	18	0.932	0.060	0.149	0.060
	22	0.124	0.411	0.373	0.411
	23	0.105	0.177	0.505	0.177
	24	0.921	0.518	0.700	0.518
	25	1.000	0.165	-	0.165
55	1.000	0.576	0.265	0.576	
56	0.994	0.297	0.393	0.297	
長梗紫芋麻林型	21	0.010	0.000	0.058	0.000
	30	0.693	0.218	0.401	0.218
	31	0.943	0.430	0.346	0.430

表1. 思源埡口地區各植群型之四種豐富度模式的 χ^2 適合度檢定 (續)

(continued)

Table 1. The χ^2 -test of goodness of fit for the 4 species abundance models of the vegetation types in the Sihyuán Wùkǒu area

	32	0.809	0.284	0.845	0.284
	33	0.780	0.533	0.379	0.533
	38	0.417	0.001	0.253	0.001
	39	0.147	0.001	0.212	0.001
	40	0.014	0.015	0.460	0.015
柳杉林型	8	0.924	0.420	0.187	0.420
	19	0.000	0.102	0.492	0.102
	36	0.200	0.035	0.518	0.035
臺灣扁柏林型	41	0.000	0.000	0.142	0.000
	42	0.793	0.479	0.587	0.479
	43	0.996	0.906	0.368	0.906
	44	0.000	0.001	0.356	0.001
	45	0.946	0.629	0.641	0.629
桂竹型	34	0.000	0.459	0.668	0.000
	35	0.000	0.000	0.271	0.000
	37	0.000	0.000	0.807	0.000

註1：表中數字為粗體者，表示為最符合之種豐富度模式。

註2：表中「-」係因種數階小於3之限制無法求得p值，是故未能求解樣區9、14、17、25之截斷對數常態分布。

Note 1: The value in boldface meant that the plot fitted in the most with the species abundance model.

Note 2: “-” happened while the species number was less than 3 and the p value was unavailable calculated. So that the truncated log normal distribution of the Plot 9, 14, 17, and 25 was not able to be verified.

木薑子 ($p=0.001$)、臺灣赤楊—臺灣二葉松 ($p=0.012$)、長梗紫芋麻 ($p=0.009$) 等林型皆高於柳杉林型。職是之故，綜合表1之各植群型的多樣性比較結果得知，日本槲楠林型—變葉新木薑子林型、桂竹型之豐多度較高；此外，日本槲楠—變葉新木薑子、長梗紫芋麻林型的豐富度較高，另柳杉林型、桂竹型之豐富度則較低。而陳子英 (2007) 亦發現日本槲楠—大葉石櫟型 (*Machilus japonica-Pasania kawakamii* type) 的多樣性相對最高。

四、結論

思源埡口地區係中央山脈保育廊道 (CCC) 北端地景連結的重要區域，此區為蘭

陽溪、大甲溪的分水嶺，是中央山脈與雪山山脈唯一相連又沒有被河川切割的嶺線，山脈間除蘊含豐富植物資源，並提供眾多動物於此廊道活動及遷移。本研究共調查記錄145科440屬898種植物；其中以具有多種生活型的蘭科及薔薇科植物之種數最多。依相似度指數 (SI) =20%所區分7類植群型中，思源埡口南、北面皆具之植群型為臺灣胡桃、日本槲楠—變葉新木薑子、長梗紫芋麻、柳杉等植物社會；而臺灣赤楊—臺灣二葉松林型僅在思源埡口南面，又臺灣扁柏林型、桂竹型僅出現於桂竹型思源埡口北面。此外，思源埡口北面之桂竹型屬演替中後期階段，且其豐多度較高。另思源埡口南、北面兼具之臺灣胡桃林型處於演替中前期

階段；而日本槲楠—變葉新木薑子、長梗紫芋麻、柳杉、臺灣扁柏等林型符合幾何序列或截斷對數常態分布，顯示受到不同程度之干擾，其中日本槲楠林型—變葉新木薑子林型的多樣性最高，長梗紫芋麻林型的豐富度亦高，柳杉林型之豐富度則較低。又思源埡口南面之臺灣赤楊—臺灣二葉松林型較符合幾何序列，部份符合對數序列、截斷對數常態分布或折枝模式，即呈現不同演替階段的發展。

五、引用文獻

本研究承蒙雪霸國家公園管理處之經費補助(9822)，特此致謝！又雪霸處之廖林彥、于淑芬、張美瓊等諸位技正，以及武陵農場先進們於研究期間的協助。此外，參與同學們於野外調查、協助資料建檔與分析的辛勞，謹此致上由衷謝忱。

六、引用文獻

- 王欣怡、盧光輝(2006)生態廊道在水土保持上的效益 資源科學 28(3): 193-199。
- 石培禮、李文華、王金錫、劉興良(2000)四川臥龍亞高山林線生態交錯帶群落的種多度關係 生態學報 20(3): 384-389。
- 吳海音(2002a)太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—目標物種的認定與其生物特徵的需求分析。太魯閣、雪霸國家公園管理處，花蓮縣、苗栗縣。
- 吳海音(2002b)太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—有勝溪上游動物相的調查。太魯閣、雪霸國家公園管理處，苗栗縣，花蓮縣、苗栗縣。
- 吳海音(2008)思源埡口野生動物監測。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- 呂金誠(2002)武陵火燒後植群之變化。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- 呂金誠(2003)武陵地區森林火燒跡地植群復育監測研究。行政院農業委員會林務局，臺北市。
- 呂金誠(2004)武陵地區森林火燒跡地植群復育監測研究(II)。行政院農業委員會林務局，臺北市。
- 李智群(2004)宜蘭縣思源埡口地區現生植群圖之繪製。國立屏東科技大學森林系碩士論文，屏東縣。
- 林務局(2005)中央山脈保育廊道。2009年03月03日，<http://conservation.forest.gov.tw/lp.asp?ctNode=206&CtUnit=118&BaseDSD=7&mp=10>。
- 邱祈榮(2002)中央山脈保育廊道保護區系統缺口之探討 臺灣林業 28(4): 11-14。
- 夏禹九(2002a)太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—有勝溪上游土地利用、人為活動與植被現況的調查。太魯閣、雪霸國家公園管理處，花蓮縣、苗栗縣。
- 夏禹九(2002b)太魯閣、雪霸國家公園生態廊道之研究—生態廊道概念與國外案例的整理及有勝溪上游空間資料的分析。太魯閣、雪霸國家公園管理處，花蓮縣、苗栗縣。
- 徐仁修(2007)大自然小偵探。大路文化出版事業，臺北市。
- 殷祚雲、廖文波(1999)南亞熱帶森林群落種—多度的對數正態分佈模型研究 廣西植物 19(3): 221-224。
- 郭憲國、葉炳輝、顧以銘、陳淵民(1995)雲南西部小獸體表革蝨群落種多度分布 寄生蟲與醫學昆蟲學報 2(1): 56-61。
- 陳子英(2007)大同地區、有勝溪流流域植群調查研究。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- 曾彥學(2004)臺灣特有植物之分布與保育。國立臺灣大學森林研究所博士論文，臺北市。
- 黃智彥(2006)有勝溪沿岸及大甲溪(園區內)土地使用調查及規劃。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會(1993)臺灣植物誌，Vol. 3 被子植物雙子葉類。中華民國

- 國國家科學委員會，臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會（1994）臺灣植物誌，Vol. 1 蕨類植物、裸子植物。中華民國國家科學委員會，臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會（1998）臺灣植物誌，Vol. 4 被子植物。中華民國國家科學委員會，臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會（2000）臺灣植物誌，Vol. 5 被子植物。中華民國國家科學委員會，臺北市。
- 臺灣植物誌第二版編輯委員會（2003）臺灣植物誌，Vol. 6 總目錄。中華民國國家科學委員會，臺北市。
- 劉思謙（2004）武陵火燒後植被變化監測研究。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- 蔡尙蕙、呂金誠（2008）生物歧異度分析系統，第二版。環球技術學院，雲林縣。
- 蔡尙蕙、林志銓、黃立彥、呂金誠、歐辰雄（2007a）惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林之種豐富度模式分析 臺灣林業科學 22(2): 193-204。
- 蔡尙蕙、林志銓、黃立彥、呂金誠、歐辰雄、吳聲海（2007b）惠蓀林場紅檜人工林與闊葉樹次生林之種豐富度指數分析 中華林學季刊 40(3): 287-300。
- 蘇鴻傑（1974）臺灣森林植生與野生蘭生活型之關係 臺大實驗林研究報告 114: 113-126。
- Benayas, J.M.R., J.M. Bullock, A.C. Newton. (2008). Creating woodland is lets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Front. Ecol. Environ.*, 6(6), 329-336.
- Berger, W.H. and F.L. Parker (1970). Diversity of planktonic Foraminifera in deep sea sediments. *Science* 168: 1345-1347.
- Breshears, D.D. (2006). The grassland-forest continuum: trends in ecosystem properties for woody plant mosaics? *Front. Ecol. Environ.*, 4(2), 96-104.
- Bulmer, M.G. (1974). On fitting the Possion lognormal distribution species abundance data. *Biometrics*, 30, 101-110.
- Cohen, A.C.J. (1959). Simplified estimators for the normal distribution when samples are singly censored or truncated. *Technometrics*, 1, 217-237.
- Cohen, A.C.J. (1961). Tables for maximum likelihood estimates: singly truncated and singly censored samples. *Technometrics*, 3, 535-541.
- Cushman, S.A., K.S. McKelvey, C.H. Flather, K. McGarigal. (2008). Do forest community types provide a sufficient basis to evaluate biological diversity? *Front. Ecol. Environ.*, 6(1), 13-17.
- Fisher, R.A., A.S. Corbet and C.B. Williams (1943). The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *J. Anim. Ecol.*, 12, 42-58.
- Greenberg, S.H. (1956). The measurement of linguistic diversity. *Language*, 32, 109-115.
- Gurnell, A., K. Tockner, P. Edwards, G. Petts. (2005). Effects of deposited wood on biocomplexity of river corridors. *Front. Ecol. Environ.*, 3(7), 377-382.
- Hayek, L.C. and M.A. Buzas. (1997). *Surveying Natural Populations*. Columbia Univ Press, New York.
- Hurlbert, S.H. (1971). The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*, 52, 577-586.
- Krebs, C.J. (1989). *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York.
- MacArthur, R.H. (1957). On the relative

- abundance of bird species. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 43, 293-295.
- Magurran A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.
- May, R.M. (1975). Patterns of Species Abundance and Diversity. In Lody, M.L. and J.M. Diamond, eds. *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press, Cambridge.
- McCune, B. and M.J. Mefford (2011). *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*, Ver. 6.08. MjM Software, Oregon.
- Motika, J., B. Dobrzanski, 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. Marie Curie-Sklodowska, Sect. E* 5 13: 367-447.
- Motomura, I. (1932). A statistical treatment of associations (In Japanese). *Jap. J. Zool.*, 44, 379-383.
- Pielou E.C. (1975). *Ecological Diversity*. J Wiley, New York.
- Pielou, E.C. (1966). Species-diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 13, 131-144.
- Pielou, E.C. (1985). *Mathematical Ecology*. John Wiley & Sons Inc., New York.
- Preston, F.W. (1962). The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology*, 61(1), 88-97.
- Rood, S.B., G.M. Samuelson, J.H. Braatne, C.R. Gourley, F.M.R. Hughes, J.M. Mahoney. (2005). Managing river flows to restore floodplain forests. *Front. Ecol. Environ.*, 3(4), 193-201.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana and Chicago.
- Simpson, E.H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- SPSS. (2011). *IBM SPSS Statistics, Version 20*. IBM Corp.
- Su, H.-J. (1984a). Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (I)- Analysis of the variation in climatic factors. *Quart. J. Chin. For.*, 17(3), 1-14.
- Su, H.-J. (1984b). Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (II)- Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Quart. J. Chin. For.*, 17(4), 57-73.
- Su, H.-J. (1992). A geographical data organization system for the botanical inventory of Taiwan. *Inst. Bot., Acad. Sinica Monogr. Ser.*, 12, 23-36.
- Su, H.-J. (1998). An ecological evaluation of the threatened seed plants of Taiwan. *Institute of Botany, Inst. Bot., Acad. Sinica Monogr. Ser.*, 16, 47-64.
- Su, H.-J. (1985). Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan (III)- A scheme of geographical climatic regions. *Quart. J. Chin. For.*, 18(3), 33-44.