

研究報告

臺灣中部蓮華池試驗林的林型及演替

周富三¹⁾ 林文智^{1,3)} 許原瑞²⁾ 黃志堅²⁾

摘 要

本研究主要目的是調查蓮華池試驗林的森林組成及結構，進行森林分類及建立森林演替的模式。共設置53個20 m×20 m的方形樣區。依據樣區的植相組成使用列表比較法將樣區劃分為銳葉山黃麻-白匏子林型、水金京-鵝掌柴林型、長尾尖葉櫨-茜草樹林型、山香圓-鵝掌柴林型(水同木亞型、大葉楠亞型)及捲斗櫟-黃杞林型。使用皮爾森相關係數，計算降趨對應分析的主要梯度軸與環境因子及植被結構因子之間的相關性，結果顯示林型主要是沿著發育的時間梯度排列，且有2條演替途徑，一條是稜線環境的序列，其途徑從銳葉山黃麻-白匏子林型到水金京-鵝掌柴林型到長尾尖葉櫨-茜草樹林型再到捲斗櫟-黃杞林型；另一條演替途徑是溪谷環境的序列，其途徑從銳葉山黃麻-白匏子林型到水金京-鵝掌柴林型再到山香圓-鵝掌柴林型(水同木亞型、大葉楠亞型)。

關鍵詞：蓮華池試驗林、林型、演替。

周富三、林文智、許原瑞、黃志堅。2020。臺灣中部蓮華池試驗林的林型及演替。台灣林業科學 35(4):257-75。

¹⁾ 林業試驗所六龜研究中心，84443高雄市六龜區中興村198號 Liouguei Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, 198 Chunghsing Village, Liouguei District, Kaohsiung 84443, Taiwan.

²⁾ 林業試驗所蓮華池研究中心，55543南投縣魚池鄉五城村華龍巷43號 Lienhuachih Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, 43 Hualong Lane, Yuchi Township, Nantou County 55543, Taiwan.

³⁾ 通訊作者 Corresponding author, e-mail:lwenc@tfri.gov.tw

2020年5月送審 2020年12月通過 Received May 2020, Accepted December 2020.

Research paper

Forest Types and Succession in the Lienhuachih Experimental Forest of Central Taiwan

Fu-Shan Chou,¹⁾ Wen-Chih Lin,^{1,3)} Yen-Ray Hsui,²⁾ Chih-Chien Huang²⁾

【 Summary 】

This study aimed to investigate the forest composition and structure in the Lienhuachih Research Experimental Forest for forest classification and establishing a successional model. Fifty-three 20×20-m plots were established. Forest types, based on the floristic composition of the plots, were classified using tabular comparison methods. Five forest types and 2 subtypes were identified and described, *Trema cannabina-Mallotus paniculatus* forest type, *Wendlandia formosana-Schefflera octophyll* forest type, *Castanopsis cuspidate-Randia cochinchinensis* forest type, *Turpinia formosana-Schefflera octophyll* forest type (*Ficus fistulosa* subtype and *Machilus kusanoi* subtype), and *Cyclobalanopsis pachyloma-Engelhardia roxburghian* forest type. Relationships of the detrended correspondence analysis (DCA) major gradient axis with environmental variables and vegetation structure variables were calculated using Pearson correlation coefficients. Results show that these forest types were interpreted as levels in a successional sequence ranging from an early-successional stage to a mid-successional stage and late-successional stage. There were 2 successional pathways. One was found in the ridge environment sere, from the *Trema cannabina-Mallotus paniculatus* forest type and *Wendlandia formosana-Schefflera octophyll* forest type to the *Castanopsis cuspidate-Randia cochinchinensis* forest type and *Cyclobalanopsis pachyloma-Engelhardia roxburghian* forest type. The other pathway was in the more-humid valley environment sere, which ranged from the *Trema cannabina-Mallotus paniculatus* forest type to *Wendlandia formosana-Schefflera octophyll* forest type and *Turpinia formosana-Schefflera octophyll* forest type (*Ficus fistulosa* subtype and *Machilus kusanoi* subtype).

Key words: Lienhuachih Experimental Forest, forest type, succession.

Chou FS, Lin WC, Hsui YR, Huang CC. 2020. Forest types and succession in the Lienhuachih Experimental Forest of Central Taiwan. *Taiwan J For Sci* 35(4):257-75.

緒言

研究森林演替(succession)的主要目的在記錄森林組成與結構隨時間變化的過程，並且要將此變化過程模式化(models)。因此，植群生態學家會想要瞭解一個區域內到底有幾種不同的植物社會，這些植物社會的組成及結構是受到什麼環境因子的影響，以及如何隨時間變化(Tanouchi and Yamamoto 1995, Korb and

Ranker 2001, Pickett et al. 2013)。Pickett and Cadenasso (2005)提出研究演替的方法可分為永久樣區法(permanent plot)和空間取代法(space-for-time substitution)兩種，永久樣區法是設置一塊大面積的樣區，長期監測森林植物組成及結構的變化，然而此法通常都需要相當長的時間才能看出其變化；空間取代法則是尋找不

同空間分布但環境相似的生育地，卻有不同發育階段的森林，希望以空間來換取時間的因子，排列出植物社會演替的軌跡(successional trajectory)，來瞭解森林演替的過程。

有關蓮華池試驗林之森林生態研究，大部分僅侷限在25 ha的森林動態樣區。在2008年7月，蓮華池研究中心設置1個25 ha (500×500 m)的常綠闊葉林森林動態樣區，共記錄153,268株(144種)diameter at breast height (DBH)在1 cm以上的木本植物，以樟科、殼斗科、茜草科為優勢，植株數量最多的種類為茜草樹(*Randia cochinchinensis*)、柏拉木(*Blastus cochinchinensis*)、鵝掌柴(*Schefflera octophylla*)，其重要值分別為8.34、5.50及5.41% (Chang et al. 2010)。依據微地形的變化將此森林動態樣區分成南投石櫟-茜草樹型(*Pasania nantoensis-Randia cochinchinensis* type)、白匏子-黃杞型(*Mallotus paniculatus-Engelhardtia roxburghiana* type)、山紅柿-厚殼桂型(*Diospyros morrisiana-Cryptocarya chinensis* type)、大葉楠-山龍眼型(*Machilus japonica var. kusanoi-Helicia formosana* type) (Chang et al. 2012)。在2008年颱風季過後，Chang et al. (2017)監測此森林動態樣區林下更新幼苗及地被覆蓋度之變化情形，發現雖然颱風擾動會對樹木造成傷害，但颱風所造成新的更新棲位(niche)，有利於不同種類植物更新與共存，維持森林物種的多樣性。

蓮華池試驗林轄區內林道兩旁有少許的小面積崩場地與次生林，可做為演替早期森林的樣本。大部分的人工林造林樹木已呈現幹折、枯立、傾倒、停滯生長等劣化現象，經過長時期的自然演替，森林下層已生長出不同演替階段的常綠闊葉樹，可做為演替中期森林的樣本。海拔最高的和尚頭山附近仍保留了大面積的天然林，可做為演替後期成熟林的樣本。蓮華池試驗林多樣化的林相組成提供了研究森林演替一個很好的場所。因此，本研究主要目的是採取空間取代法，調查蓮華池試驗林不同發育階段的林分樹木組成及結構，瞭解森林類型及其與環境因子之間的關係，將森林演替的時

間、空間、生物與非生物資訊加以整合，建立蓮華池試驗林的森林演替模式，提供本研究地區森林經營管理之參考。

材料與方法

一、研究地區概述

蓮華池研究中心位於南投縣魚池鄉，試驗林面積約461 ha，天然的常綠闊葉林面積269 ha，人工林面積182 ha。海拔介於570至925 m之間，年平均溫度21°C，年平均降雨量約2200 mm (Lu et al. 2008)，屬於亞熱帶氣候。為瞭解蓮華池試驗林目前的地形及地貌狀況，於2014年12月23-24日，使用無人飛機(unmanned aerial vehicle, UAV)拍攝蓮華池研究中心轄區範圍，並使用ERDAS IMAGINE軟體計算蓮華池試驗林的森林投影面積。除了天然的常綠闊葉林外，從蓮華池研究中心的造林台帳中，清查每塊人工林的歷史，篩選出造林撫育後不再受人為干擾的林分(stand)，做為取樣調查的目標。

二、樣區設置與調查

2015年，沿著蓮華池試驗林內的林道及步道，設置53個分散的20×20 m方形樣區(Fig. 1)。天然林的樣區有21個、人工林的樣區有27個(Appendix 1)、次生林的樣區有3個、崩塌地的樣區有2個。人工林的造林年份從1928至1984年，造林面積從0.3至7.6 ha，S7、S8、S9三個樣區為日據時期所造林，所以台帳上沒有造林編號，主要的造林樹種有香杉(*Cunninghamia konishii*)、臺灣肖楠(*Calocedrus macrolepis*)、肯氏南洋杉(*Araucaria cunninghamii*)、直幹相思樹(*Acacia mangium*)。調查樣區內樹木高度超過1.5 m且胸高直徑超過1 cm的樹木，記錄樹木名稱並測量其胸高直徑及估測樹木高度。本研究之樹木學名是依據*Flora of Taiwan*第二版(Huang et al. 2003)。造林樹木及栽植樹木不列入資料統計與分析。

樣區環境因子觀測，主要是依據Su (1987)，本研究環境因子的項目與評估方法如下：

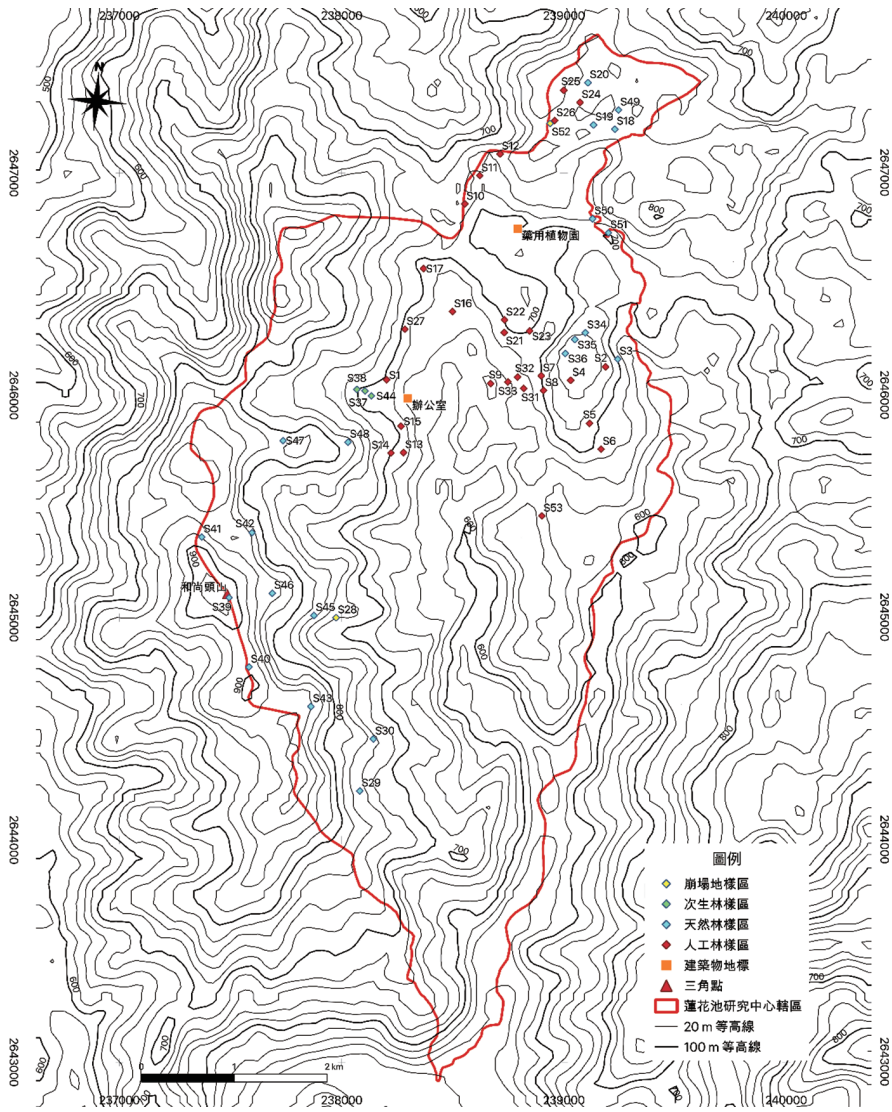


Fig. 1. Location of study plots on an aerial photograph of the Lienhuachih Research Center taken by an unmanned aerial vehicle.

(一) 海拔高度(elevation)：樣區的海拔高度直接使用衛星定位儀(Garmin GPSmsp C60SX)測量樣區中心點位置之測量值，採用TWD 97座標系統。

(二) 坡度(slope)：坡度為樣區內坡面的傾斜度，直接使用坡度計之測量值，將坡度之測量值轉換成級距， $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ (1)、 $11^{\circ}\sim 20^{\circ}$ (2)、 $21^{\circ}\sim 30^{\circ}$ (3)、 $31^{\circ}\sim 40^{\circ}$ (4)、 $41^{\circ}\sim 50^{\circ}$

(5)、 $>51^{\circ}$ (6)。

(三) 水分指數(moisture index)：使用羅盤儀測量坡向，並依據Day and Monk (1974)將圓周分成16方位，以北半球溫帶地區而言，西南向最乾燥，東北向最潮濕，給予最乾(1)至最濕(16)，分別為SSW (1)、SW (2)、S (3)、WSW (4)、SSE (5)、W (6)、SE (7)、WNW (8)、ESE (9)、NW (10)、E

(11)、NNW (12)、ENE (13)、N (14)、NE (15)、NNE (16)，來表示樣區的相對水分指標值。

(四) 地形(topography)：指生育地之微地形狀況，將定性描述轉換成定量的評估值，越靠近稜線水分含量越低，越靠近溪谷水分含量越高。本研究將地形位置區分為稜線(1)、上坡(2)、中坡(3)、下坡(4)、溪谷(5)。

(五) 合成水分指數(synthetic moisture index)：使用坡度、方位及地形位置求得水分合成指數，坡度以修正指數 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ (5)、 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ (4)、 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ (3)、 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ (2)、 40° 以上(1)來表示，方位及地形位置指數同上所述。計算公式為：合成水分指數=坡度轉換級距+方位轉換的水分指標值+地形轉換的評估值。

樣區樹木組成及結構因子的觀測，主要是依據Lioa et al. (2014)，本研究的評估項目及方法如下：

(一) 種數(species number)：計算每個樣區內樹木種類的數目。

(二) 優勢樹木胸高直徑(DBH of dominant trees)：計算樣區中前10株優勢樹木胸高直徑的平均值。

(三) 優勢樹木高度(height of dominant trees)：計算樣區中前10株優勢樹木高度的平均值。

(四) 垂直結構(vertical structure)：依據樹木高度將森林的垂直結構分成0~5 m灌木層(shrub layer)、5.1~10 m次冠層(secondary canopy layer)、10.1~15 m樹冠層(canopy layer)及15.1~20 m突出樹層(emergent tree layer)，計算每個樣區樹木分布的層數。

三、資料統計與分析

計算樹木介量採用重要值指數(importance

value index) (Mueller-Dombois and Ellenberg 1974)，重要值為一合成介量，是相對密度與相對優勢度總和的平均值，以百分率表示，其計算公式為：重要值=相對密度+相對優勢度，相對密度=(某一樹種之株數/樣區中所有樹種株數之總和) $\times 100$ ，相對優勢度=(某一樹種之胸高斷面積/樣區中所有樹種胸高斷面積之總和) $\times 100$ ，計算出各樹種之IV值後，除以2轉換為100%基礎值，依Gauch (1982)之八分制級值(octave scale)，將重要值轉換成0-9十個級數。編輯樣區的樹種矩陣與環境因子矩陣符合PC-ORD套裝軟體(McCune and Mefford 1999)的分析格式。

採用降趨對應分析法(detrended correspondence analysis, DCA)，來分析樣區在空間上的分布特性。林型之分類採用列表比較法(table comparison method)的原則(Braun-Blanquet 1965)，將樣區及樹種重新排列，導出植群分化表。將植群分化表中各植群型的樣區合併為一組合樣區，各組合樣區中樹木的介量，係參考Yu (2003)整合值(S)之計算方式， $S = P \times \bar{n} = (N_p/N) \times \bar{n}$ ，式中S為組合樣區樹種之整合值， \bar{n} 為某樹種在某一個林型各樣區八分級值之平均值，此值的範圍在0~9之間，P為某樹種出現在某一個林型的相對百分比，此值的範圍在0~1之間， N_p 為樹木出現在某一個林型的樣區數目，N為某一個林型之所有樣區數目。由於有些樹木的S值很小，若採用四捨五入的進位方式，則會刪除許多出現頻度較少的樹種，而這些樹種可能是較高層級植物社會的分化種，所以將所計算出來的S值全部進位為整數；同時計算各樹種在每一林型中出現的樣區數目，來代表各樹種在林型中的恆存度(1: 1~20%、2: 21~40%、3: 41~60%、4: 61~80%、5: 81~100%)。植群型名稱之命名原則是採用(特徵種-優勢種)的方式，若特徵種剛好也是優勢種，則以此樹種名稱命名之。

採用皮爾森相關係數(Pearson correlation coefficient)之計算公式，來測試樣區的樹木組成與環境因子及植被結構因子之相關程度，皮爾森相關係數的範圍介於-1及+1之間，數值愈

大代表相關程度愈強，正負符號則代表相關是正向或負向。

結果

一、樹木組成與結構

在53個400 m²的樣區中，天然林的樣區有21個、人工林的樣區有27個、次生林的樣區有3個、崩塌地的樣區有2個，總共調查到145種樹木，分別屬於47科88屬；裸子植物有5科、8屬8種；雙子葉植物有42科80屬137種。殼斗科(17種)、樟科(14種)、大戟科(10種)為主要的分類群，扣除肯氏南洋杉、臺灣肖楠、紅檜(*Chamaecyparis formosensis*)、柳杉(*Cryptomeria japonica*)、香杉、臺灣杉(*Taiwania cryptomerioides*)、廣東油桐(*Aleurites montana*)、印度苦槠(*Castanopsis indica*)、赤皮(*Cyclobalanopsis gilva*)、耳莢相思樹(*Acacia auriculiformis*)、直幹相思樹、小實孔雀豆(*Adenanthera microsperma*)、摩鹿加合歡(*Albizia falcata*)、梅(*Prunus mume*)、柚(*Citrus grandis*)、蛋黃果(*Pouteria campechiana*)等16種栽植樹木，蓮華池試驗林的森林樹木組成以殼斗科、樟科及大戟科植物為優勢，屬於典型的臺灣楠櫛林帶的常綠闊葉林。

二、林型分類與描述

依列表比較法之相關集中原則，重新調整樣區及樹種之順序，導出植群分化之綜合表(Appendix 2)。將53個樣區分成5個群團，分別為Group 1 (S28、S52)、Group 2 (S2、S6、S7、S9、S11、S12、S13、S15、S21、S22、S23、S25、S26、S27、S32、S33)、Group 3 (S1、S4、S5、S8、S10、S14、S16、S17、S24、S31、S53)、Group 4 (S37、S38、S44、S49、S50、S51)、Group 5 (S3、S18、S19、S20、S29、S30、S34、S35、S36、S39、S40、S41、S42、S43、S45、S46、S47、S48)。林型命名及描述如下：

A. 銳葉山黃麻-白匏子林型(*Trema cannabina-Mallotus paniculatus* forest type)

- (一) 樣區組成：此林型由S28及S52樣區組成。
- (二) 生育地及形相：海拔729及780 m的崩塌地，坡度30及19度。樹冠層平均高度為5.7及3.3 m，主要的樹木組成有白柏(*Triadica aochinchinensis*)、白匏子、銳葉山黃麻、山胡椒(*Litsea cubeba*)。
- (三) 樹木組成：
 1. 特徵種：銳葉山黃麻。
 2. 樹冠層：白柏、白匏子、銳葉山黃麻、山胡椒。
 3. 灌木層：羅氏鹽膚木(*Rhus javanica*)、海洲常山(*Clerodendrum trichotomum*)、賊仔樹(*Teradium glabrifolium*)、大青(*Clerodendrum cyrtophyllum*)、鬼紫珠(*Callicarpa kochiana*)、烏皮九芎(*Styrax formosana*)。
- (四) 註記：此林型為崩塌地經自然演替後，以陽性先驅樹種為優勢的森林。

B. 水金京-鵝掌柴林型(*Wendlandia formosana-Schefflera octophylla* forest type)

- (一) 樣區組成：此林型由S2、S6、S7、S9、S11、S12、S13、S15、S21、S22、S23、S25、S26、S27、S32、S33等16個樣區所組成。
- (二) 生育地及形相：主要分布於海拔674至785 m的坡面，坡度7至25度。造林樹冠層平均高度為15至20 m，主要的樹木組成有臺灣肖楠、香杉、直幹相思樹、耳莢香思樹，屬於人工林。闊葉樹冠層平均高度為10.5 m。
- (三) 樹木組成：
 1. 特徵種：水金京。
 2. 樹冠層：鵝掌柴、香楠(*M. zuihoensis*)、白匏子、額垂豆(*Archidendron lucidum*)、杜英(*Elaeocarpus*)

sylvestris)、香桂(*Cinnamomum subavenium*)、裏白鰻頭果(*Glochidion acuminatum*)、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta*)、九丁榕(*Ficus nervosa*)。

3.次冠層：鵝掌柴、墨點櫻桃、香楠、水金京、山紅柿、杜英、長葉木薑子(*Litsea acuminata*)、茜草樹、白匏子、大葉木犀(*Osmanthus matsumuranus*)、山龍眼、三腳蟹(*Melicope pteleifolia*)、捲斗櫟、山豬肝(*Symplocos theophrastifolia*)。

4.灌木層：柏拉木、茜草樹、山黃梔(*Gardenia jasminoides*)、山龍眼、山紅柿、小葉樹杞(*Ardisia quinqueгона*)、燈秤花(*Ilex asprella*)、玉山紫金牛(*A. cornudentata*)、琉球雞屎樹(*Lasianthus fordii*)。

(四) 註記：此林型為人工林，雖然樹冠層都由高大的造林樹種所組成，但下層已有許多具耐陰性的樹木。

C. 長尾尖葉櫛-茜草樹林型(*Castanopsis cuspidata-Randia cochinchinensis* forest type)

(一) 樣區組成：此林型由S1、S4、S5、S8、S10、S14、S16、S17、S24、S31、S53等11個樣區所組成。

(二) 生育地及形相：主要分布於海拔672至776 m的稜線或上坡面，坡度為3至25度。造林樹冠層平均高度為15至20 m，主要的樹木組成有臺灣肖楠、香杉、臺灣杉、直幹相思樹、肯氏南洋杉，屬於人工林。闊葉樹冠層平均高度為11.2 m。

(三) 樹木組成：

- 1.特徵種：長尾尖葉櫛。
- 2.樹冠層：長尾尖葉櫛、火燒柯(*C. fargesii*)、

短尾葉石櫟(*C. brevicaudata*)、南投石櫟、黃杞、香楠、九丁榕、烏皮茶(*Pyrenaria shinkoensis*)、賊仔樹。

3.次冠層：墨點櫻桃、杜英、山紅柿、黃杞、鵝掌柴、山豬肝、裏白鰻頭果、香桂、火燒柯、頷垂豆、紅皮(*S. suberifolia*)、長葉木薑子。

4.灌木層：茜草樹、柏拉木、山紅柿、山豬肝、山龍眼、墨點櫻桃、燈秤花、桃實百日青(*Podocarpus nakaii*)、玉山紫金牛。

(四) 註記：此林型為人工林，雖然樹冠層都由造林樹種所組成，但下層已有許多耐陰性的樹木。

D. 山香圓-鵝掌柴林型(*Turpinia formosana-Schefflera octophyll* forest type)

(一) 樣區組成：此林型由S37、S38、S44、S49、S50、S51等6個樣區所組成。

(二) 生育地及形相：主要分布於海拔690至750 m的溪谷或山溝，坡度2至26度。樹冠層平均高度為12 m，主要的樹木組成有鵝掌柴、火燒柯、長尾尖葉櫛、短尾葉石櫟、澀葉榕(*F. irisana*)、大葉楠、白柏，屬於常綠闊葉林。

(三) 樹木組成：

- 1.特徵種：山香圓。
- 2.突出樹：火燒柯。
- 3.樹冠層：鵝掌柴、火燒柯、短尾葉石櫟、澀葉榕、大葉楠、白柏。
- 4.次冠層：山香圓、鵝掌柴、山紅柿、九芎(*Lagerstroemia subcostata*)、狗骨仔(*Tricalysia dubia*)、山龍眼、桃實百日青。
- 5.灌木層：柏拉木、茜草樹、山香圓、桃實百日青、水同木(*F.*

fistulosa)、九節木(*Psychotria rubra*)、小葉樹杞、石柃舅(*Glycosmis citrifolia*)。

(四) 註記：此林型可以再細分為水同木亞型及大葉楠亞型，屬於臺灣低海拔榕楠林帶的溪谷型森林。

E. 捲斗櫟-黃杞林型(*Cyclobalanopsis pachyloma-Engelhardia roxburghian* forest type)

(一) 樣區組成：此林型由S3、S18、S19、S20、S29、S30、S34、S35、S36、S39、S40、S41、S42、S43、S45、S46、S47、S48等18個樣區所組成。

(二) 生育地及形相：主要分布於海拔732至956 m的稜線或上坡面，坡度為3度至35度。樹冠層平均高度為15 m，主要的樹木組成有黃杞、捲斗櫟、長尾尖葉槲，屬於常綠闊葉林。

(三) 樹木組成：

1. 特徵種：捲斗櫟。
2. 樹冠層：黃杞、捲斗櫟、長尾尖葉槲、木荷(*Schima superba*)、鵝掌柴、大葉苦槲(*C. kawakamii*)、短尾葉石櫟、厚殼桂、秀柱花(*Eustigma oblongifolium*)、山豬肝、臺灣五葉松(*Pinus morrisonicola*)。
3. 次冠層：黃杞、山豬肝、狗骨仔、白栢、薯豆(*E. japonicus*)、綠樟(*Meliosma squamulata*)、香桂、捲斗櫟、厚殼桂、墨點櫻桃、臺灣紅豆樹(*Ormosia fimosana*)、桃實百日青、茜草樹。
4. 灌木層：墨點櫻桃、茜草樹、柏拉木、狗骨仔、厚殼桂、小葉樹杞、臺灣糊櫨(*I. ficoidea*)、大丁黃(*Euonymus laxiflorus*)、山豬肝、小葉赤楠(*Syzygium*

buxifolium)、變葉新木薑子(*Neolitsea aciculata*)、蓮華池山龍眼(*H. rengetiensis*)、九節木、桃實百日青、臺灣紅豆樹、長葉木薑子。

(四) 註記：分布於和尚頭山附近的天然林。

三、梯度分析

樹木重要值的原始資料矩陣經降趨對應分析後，其中S28與S52樣區為離群者(outlier) (Fig. 2)，將此2個樣區剔除後重新分析，產生3個主要的變異軸，各軸的軸長(length of gradient)分別為3.04、2.89、2.53，單位為樹種轉換之平均標準偏差(SD)，固有值(eigenvalue)分別為0.40、0.25與0.15，此3軸的變異量大小皆依次遞減，表示第1軸是影響植群分化主要的變異梯度，其次為第2軸及第3軸，將51個樣區的第1軸與第2軸之序列分數，標示在平面圖的位置(Fig. 3)，顯示有些樣區會呈現群團的現象。

使用皮爾森相關係數測試樣區的樹木組成與環境因子及植被結構因子之相關程度，結果如(Table 1)所示。蓮華池試驗林的林型與樹種之空間分布，主要的變異梯度(第1軸)與森林垂直結構的層數、優勢樹木的胸高直徑、優勢樹木的高度及物種數目呈顯著負相關，皮爾森相關係數分別為-0.628、-0.583、-0.566、-0.443。第2軸所顯示的植群變異則與地形指數呈顯著正相關，皮爾森相關係數為0.413。

討論

一、樹木的組成與結構

蓮華池試驗林的樹木組成以殼斗科、樟科及大戟科植物為優勢，屬於典型的臺灣楠櫟林帶的常綠闊葉林(Su 1984a, b, 1985)。然而林分的歷史會影響森林的組成與結構(White and Pickett 1985, White and Jentsch 2001, Peters et al. 2011)。蓮華池試驗林的樹木組成與結構亦是受到土地利用歷史的影響，從造林台帳得知，1928年由日本研究人員於第二林區內種植

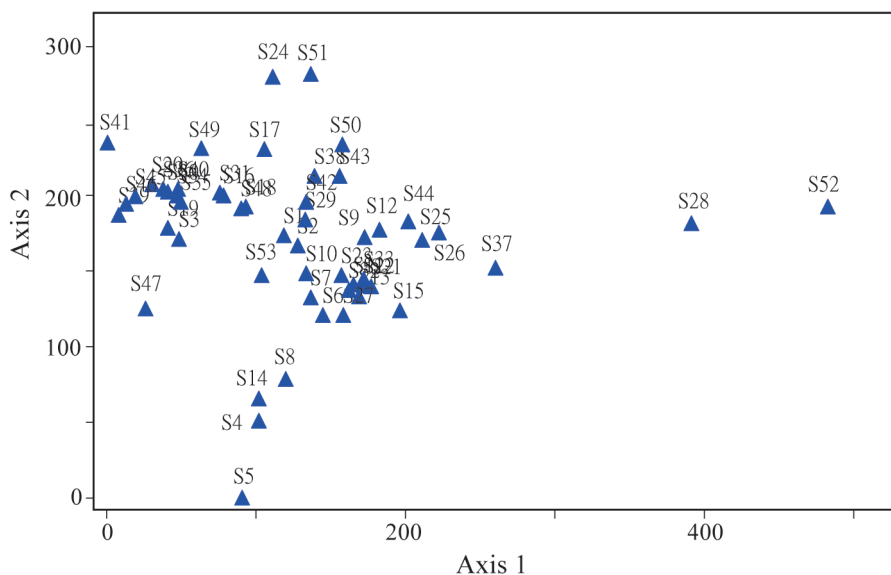


Fig. 2. Ordination of 53 plots for the first 2 axes of the detrended correspondence analysis.

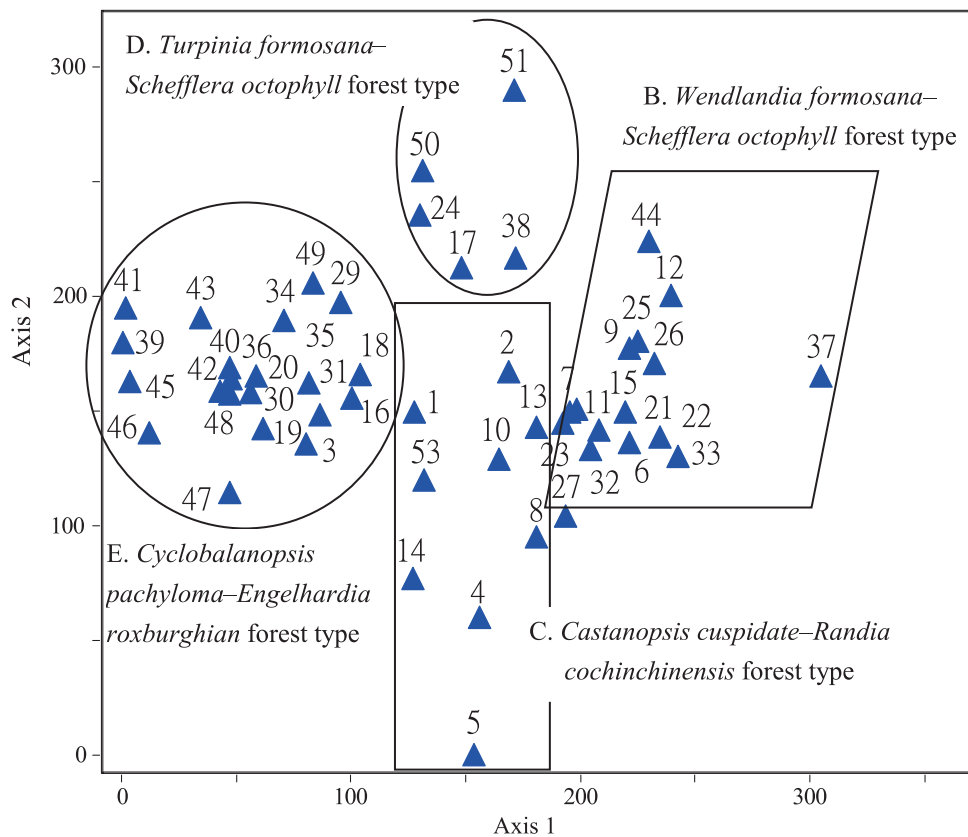


Fig. 3. Ordination of 51 plots for the first 2 axes of the detrended correspondence analysis.

Table 1. Pearson correlation coefficients between environmental factors and the vegetation structure and the three axes of the detrended correspondence analysis (DCA) ordination

Factor	DCA axes		
	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Elevation	-0.322	0.291	0.039
Slope	0.103	0.195	0.177
Moisture index	-0.192	0.113	0.107
Topography	0.277	0.413*	-0.125
Synthetic moisture index	-0.120	0.165	0.120
Species number	-0.443*	0.114	-0.014
DBH of dominant trees	-0.583**	0.360	0.268
Height of dominant trees	-0.566**	0.352	0.120
Vertical structure	-0.628**	0.290	-0.204

* Values with a significant correlation ($p < 0.05$).

** Values with an extremely significant correlation ($p < 0.01$).

DBH, diameter at breast height.

0.46 ha的臺灣肖楠，是目前轄區內造林年份最久的人工林；1959年林業試驗所經營組研究人員為了進行臺灣肖楠人工林不同密度栽植試驗，栽植了5.5 ha的臺灣肖楠；從1975至1985年間，林業試驗所開始進行大量的杉木造林，導致目前轄區內人工林面積最多的是杉木林；從1990年林業試驗所開始進行闊葉樹林的研究，種植多塊小面積的闊葉樹造林；早期轄區內少部分的林地遭到濫墾而種植果樹。由此可見，人類的干擾明顯會影響植物社會的組成及結構，O'Neill (2001)指出人類是影響環境及生態系結構的關鍵種(key species)。因此，未來蓮華池試驗林的森林生態系經營管理必須將人類因素納入考量。

分布於和尚頭山附近演替後期的天然林(捲斗櫟-黃杞林型)，其樹木種類並沒有顯著多於演替中期的人工林(水金京-鵝掌柴林型、長尾尖葉櫟-茜草樹林型、山香圓-鵝掌柴林型)，但明顯比演替早期的次生林(銳葉山黃麻-白匏子林型)要多(Appendix 2)。主要是因為演替中期的人工林同時孕育陽性樹種和耐陰樹種，演替後期的天然林缺少陽性樹種，而演替早期的次生林則缺少耐陰樹種。演替後期天然林的垂直結構(0~5 m灌木層、5.1~10 m次冠層、10.1~15 m樹冠層、15.1~20 m突出樹層)，比演替中、

早期的人工林及次生林複雜，主要原因是人工林的最上層是由造林木所組成，而人工栽植的樹木又不列入資料統計分析，所以計算森林垂直結構就會少了一層，而演替早期崩塌地的次生林(銳葉山黃麻-白匏子林型)樹木高度都介於0~5 m灌木層。

二、林型分類

蓮華池研究中心轄區內的崩塌地不多，所以銳葉山黃麻-白匏子林型僅由2個崩塌地樣區所組成，且都是崩塌地經自然演替後所形成，尚處於林分起始期(Oliver 1981)，森林的垂直結構單一，主要的組成樹種以銳葉山黃麻、白栢、白匏子、山胡椒、羅氏鹽膚木、海洲常山、賊仔樹、大青、鬼紫珠、烏皮九芎，這些都屬於生長快速的陽性樹種(Kuo and Yeh 2015)。因此，本林型是屬於演替早期階段的森林。

水金京-鵝掌柴林型是由16個人工林樣區所組成，生育地為中、下坡面，主要的造林樹種有臺灣肖楠、香杉、直幹相思樹、耳莢香思樹，樹冠層平均高度介於15至20 m之間，其中以香杉的生長狀況最差。經過長時期不再進行人工撫育措施，森林下層出現許多天然更新的闊葉樹，有些優勢的闊葉樹可達15 m，例如：

鵝掌柴、香楠、白匏子、頷垂豆、杜英、香桂、裏白鰻頭果、墨點櫻桃、九丁榕等，這些闊葉樹的生長勢都比香杉好。上層造林樹木及陽性樹木因競爭而大量死亡，耐陰性的樹木逐漸成為樹冠層的優勢木，下層耐陰性樹苗木大量出現，形成演替中期異齡林的結構。

長尾尖葉櫛-茜草樹林型是由11個人工林樣區所組成，生育地為稜線及上坡面，主要的造林樹種有臺灣肖楠、香杉、臺灣杉、直幹相思樹、肯氏南洋杉，樹冠層平均高度15至20 m之間，以殼斗科的植物為主。優勢樹木有長尾尖葉櫛、火燒柯、短尾葉石櫟、南投石櫟，雖然樹冠層都由高大的造林樹木所組成，但下層已有具耐陰性的樹種(Kuo and Yeh 2015)。

山香圓-鵝掌柴林型是由6個溪谷或山溝樣區所組成，海拔分布於690至750 m，山溝僅在雨季時期才有水，而溪谷則終年有水，相對比較潮濕，所以此林型可再細分為山溝的水同木亞型及溪谷的大葉楠亞型，水同木亞型以殼斗科植物為優勢，大葉楠亞型以樟科楠木類植物為優勢。大葉楠亞型則與Huang (1984)大葉楠-山香圓-長葉木薑子優勢型(*Machilus kusanoi-Turpinia formosana-Litsea acuminata* dominance type)非常相似，屬於臺灣低海拔榕楠林帶的溪谷型森林(Su 1984a, b, 1985)。由於本研究區域的近溪谷潮濕地區已遭受到嚴重擾動，找不到天然林樣區，也找不到演替後期的代表性林型，所以無法推測此生育地演替後期的林型。

捲斗櫟-黃杞林型是由18個樣區所組成，分布於和尚頭山附近的天然林，是蓮華池研究中心保存面積最大且最原始的天然林，優勢樹木的胸高直徑達到1 m以上，屬於演替後期的成熟林。海拔分布於732 至956 m的稜線或上坡面，樹冠層平均高度為15 m，主要的樹木組成有黃杞、捲斗櫟、長尾尖葉櫛，屬於常綠闊葉林。此林型與Huang (1984)黃杞-大葉苦櫛-單刺栲優勢型(*Engelhardtia roxburghiana-Castanopsis borneensis-Castanopsis carlesii* var. *sessilis* dominance type)中的單刺栲-厚殼桂-捲斗櫟-菱果石櫟(*Castanopsis carlesii* var. *sessilis-*

Beilschmiedia chinensis-Cyclobalanopsis pachyloma-Pasania rhombocarpa subtype)非常相似，屬於臺灣低海拔楠櫛林帶的森林(Su 1984a, b, 1985)。

三、梯度分析

Odum (1969)在生態系發育的策略一文中指出，群聚結構(community structure)會隨著演替時間而改變，群聚的物種歧異度(species diversity)在發育階段比成熟階段低、群聚的分層和空間異質度(stratification and spatial heterogeneity)在發育階段比成熟階段少。此外，Bazzaz (1975)曾指出植物社會的豐富度(richness)會隨著演替時間增加。本研究使用皮爾森相關係數來測試樣區的環境變數與植群結構變數之間的相關程度，結果顯示DCA的第1軸與樣區植被的垂直結構、優勢樹木的胸高直徑、優勢樹木的樹高、物種數呈顯著負相關。此4項因子皆與林分發育的時間有關，表示本研究的5種林型主要是沿著演替的時間序列梯度排列，由左而右分別為演替後期、演替中期、演替早期的森林(Fig. 4)。DCA的第2軸則與地形指數呈正相關，表示本研究的5種林型分化亦是受到水分梯度的影響，第2軸的上方代表潮濕的溪谷型森林，下方代表乾燥的稜線型森林(Fig. 4)。

因此，本研究將蓮華池試驗林的森林演替序列區分為3個演替階段：早期演替階段、中期演替階段、後期演替階段。2條演替途徑，分別為乾燥環境的稜線序列，途徑從銳葉山黃麻-白匏子林型到水金京-鵝掌柴林型到長尾尖葉櫛-茜草樹林型再到捲斗櫟-黃杞林型；另一條演替途徑是潮濕環境的山溝溪谷序列，其途徑從銳葉山黃麻-白匏子林型到山香圓-鵝掌柴林型(水同木亞型、大葉楠亞型)。

四、經營管理

依據本研究之結果，作者們對管理單位提出以下三點建議：

- (一) 保留和尚頭山原始的天然林，發揮水土保持的功能，做為野生動物主要的棲息地。

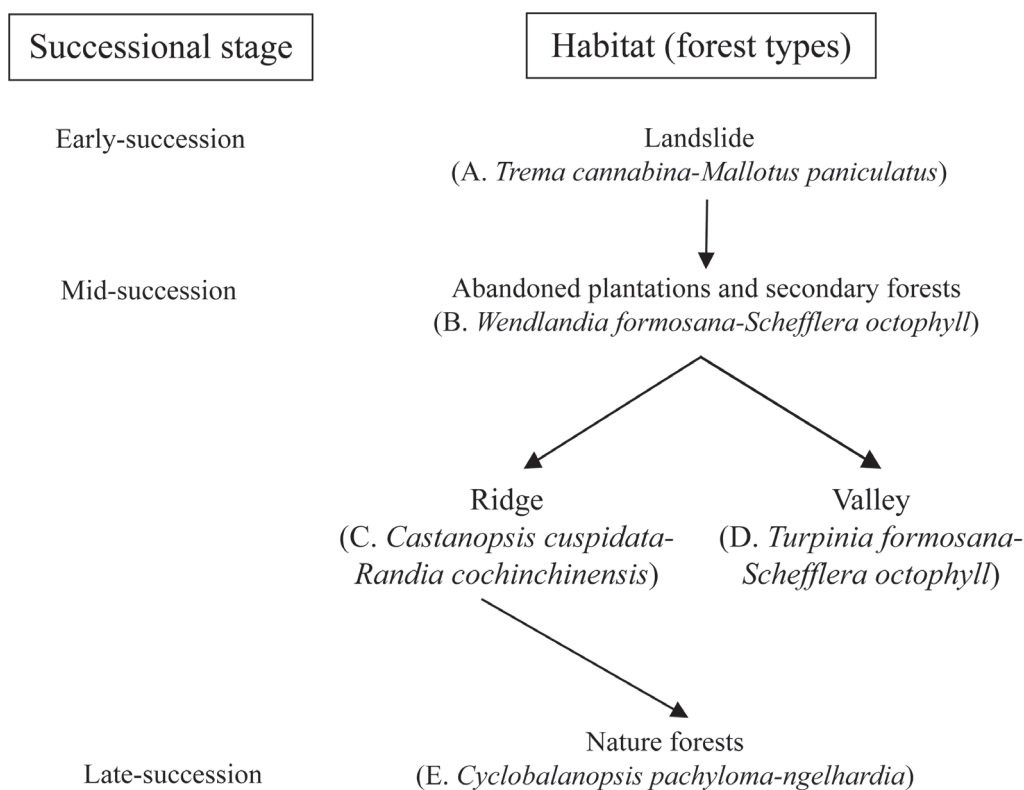


Fig. 4. Forest successional model of the Lienhuachih Experimental Forest.

(二) 積極對劣化人工林採取經營措施，先確定人工林未來的經營目標，如果要讓人工林恢復成天然林，需移除劣化的杉木，於稜線或坡面的人工林內栽植本研究區內優勢的殼斗科植物，例如：長尾尖葉櫛、捲斗櫛、火燒柯、大葉苦櫛、短尾葉石櫛、南投石櫛。於山溝和溪谷的人工林內栽植本研究區內優勢的樟科及桑科植物，例如：大葉楠、水同木、澀葉榕，加速人工林恢復成天然林的速度。如果要讓人工林繼續做為生產木材的林地，則需移除劣化的造林木及不具高經濟價值的雜木，保留天然更新的一級與二級的樹木，然後種植具高經濟價值的樹種，例如：烏心石、台灣肖楠。

(三) 讓崩塌持續進行自然演替，待邊坡穩定後，在優勢的陽性樹木林下栽植演替後期的耐陰性樹種，加速自然演替的速度。

結論

本研究於2015年期間，在蓮華池試驗林進行森林調查，將森林劃分為5個林型2個亞型，分別為銳葉山黃麻-白匏子林型、水金京-鵝掌柴林型、長尾尖葉櫛-茜草樹林型、山香圓-鵝掌柴林型(水同木亞型、大葉楠亞型)及捲斗櫛-黃杞林型。梯度分析結果顯示影響森林分化之主要因子為演替時間和水分梯度。依據此兩項因子來推測區內5種林型之演替階段及2條演替途徑，一條是乾燥環境的稜線序列，其途徑從銳葉山黃麻-白匏子林型到水金京-鵝掌柴林型到長尾尖葉櫛-茜草樹林型再到捲斗櫛-黃杞林型；另一條是潮濕環境的溪谷序列，其途徑從銳葉山黃麻-白匏子林型到水金京-鵝掌柴林型再到山香圓-鵝掌柴林型(水同木亞型、大葉楠亞型)。本研究結果可做為蓮華池試驗林之劣化人工林及次生林生態復育策略之參考。

謝誌

感謝林業試驗所提供研究經費(計畫編號：104農科-13.3.4-森-G2)，林業試驗所保護組林朝欽博士及陸聲山博士幫忙空拍攝影，廖俊奎、施欣慧、林怡君、黃文政、羅榮裕、謝招治等人協助野外調查工作，感謝兩位審查者提供有價值的建議，使本文更加完善，特此一並致謝。

引用文獻

- Bazzaz FA. 1975.** Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology* 56:485-88.
- Braun-Blanquet J. 1965.** Plant sociology: the study of plant communities. Fuller GD, Conrad HS, Translators, Revisers, and Editors. London: Hafner. 439 p.
- Chang LW, Chen YT, Hwong JL. 2017.** Damage and regeneration of trees in the Lienhuachih forest dynamics plot in central Taiwan after typhoons disturbance. *Taiwan J For Sci* 32(1):1-14. [in Chinese with English summary].
- Chang LW, Chiu ST, Yang KC, Wang HH, Hwong JL, Hsieh CF. 2012.** Changes of plant communities classification and species composition along the micro-topography at the Lienhuachih forest dynamics plot in central Taiwan. *Taiwania* 57(4):359-71.
- Chang LW, Hwong JL, Chiu ST, Wang HH, Yang KC, Chang HY, Hsieh CF. 2010.** Species composition, size-class structure, and diversity of the Lienhuachih forest dynamics plot in a subtropical evergreen broad-leaved forest in central Taiwan. *Taiwan J For Sci* 25(1):81-95.
- Day FP, Monk CD. 1974.** Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. *Ecology* 55:1064-72.
- Gauch HG. 1982.** Multivariate analysis in community ecology. Cambridge, UK: Cambridge Univ Press. 298 p.
- Huang TC and Editorial Committee of the Flora of Taiwan (editors). 2003.** Flora of Taiwan, 2nd ed. Vol. 6. Taipei, Taiwan: Department of Botany, National Taiwan Univ. 343 p.
- Huang XW. 1984.** Studies on the vegetation ecology in Sun Moon Lake mountain area [dissertation]. Taipei, Taiwan: National Taiwan Univ. 76 p. [in Chinese with English summary].
- Korb JE, Ranker TA. 2001.** Changes in stand composition and structure between 1981 and 1996 in four front range plant communities in Colorado. *Plant Ecol* 157:1-11.
- Kuo YL, Yeh CL. 2015.** Photosynthetic capacity and shade tolerance of 180 native broadleaf tree species in Taiwan. *Taiwan J For Sci* 30(4):229-43.
- Liao CK, Chou FS, Lin CC.** Succession of a degraded low-elevation mountain forest. *Taiwan J For Sci* 29(Supplement):S13-26.
- Lu SY, Hwang LS, Huang HH. 2008.** Complication of meteorological records for the Lienhuachih station 1997-2007. Taipei, Taiwan: Taiwan Forestry Research Institute. 166 p. [in Chinese with English summary].
- McCune B, Mefford MJ. 1999.** PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Vers. 4. Gleneden Beach, OR: MjM Software Design.
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974.** Aims and methods of vegetation ecology. New York: J Wiley and Sons. 547 p.
- Odum EP. 1969.** The strategy of ecosystem development. *Science* 164:262-70.
- Oliver CD. 1981.** Forest development in North America following major disturbance. *For Ecol Manage* 3:153-68.
- O'Neill RV. 2001.** Is it time to bury the ecosystem concept? (With full military honors, of course!) *Ecology* 82:3275-84.
- Peters DPC, Lugo AE, Chapin FS. 2011.** Cross-system comparisons elucidate disturbance complexities and generalities. *Ecosphere* 2:art 81.
- Pickett STA, Cadenasso ML. 2005.** Vegetation

dynamics. In: van der Marrel E, editor. Vegetation ecology. Oxford, UK: Blackwell. p 172-98.

Pickett STA, Cadenasso ML, Meiners SJ. 2013. Vegetation dynamic. In: van der Maarel E, Franklin J, editors. Vegetation ecology. New York: J Wiley and Sons. 107 p.

Su HJ. 1984a. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (I) Analysis of the variations in climatic factors. *Q J Chin For* 17:1-14.

Su HJ. 1984b. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (II) Altitudinal vegetation zones in relation to temperature gradient. *Q J Chin For* 17:57-73.

Su HJ. 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (III) A scheme of geographical climatic regions. *Q J Chin For* 18:33-44.

Su HJ. 1987. Forest habitat factors and their quantitative assessment. *Q J Chin For* 20:1-14.

Tanouchi H, Yamamoto S. 1995. Structure and regeneration of canopy species in an old-growth evergreen broad-leaved forest in Aya district, southwestern Japan. *Vegetatio* 117:51-60.

White PS, Jentsch A. 2001. The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. *Prog Bot* 62:399-449.

White PS, Pickett STA. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. In: Pickett STA, White PS, editors. The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Orlando CA: Academic Press. p 3-13.

Yu CF. 2003. Vegetation classification system in the northeastern climatic region of Taiwan [PhD thesis]. Taipei, Taiwan: National Taiwan Univ. 195 p. [in Chinese with English summary].

Appendix 1. Basic data of the plantations

Plot number	Longitude	Latitude	Elevation (m)	Slope (°)	Aspect	Topography	Afforestation number	Plantation area (ha)	Afforestation date	Plantation species
S1	120.88411	23.91911	703	25	171	lower slope	連-4-6-4	0.37	1977/1	<i>Cunninghamia konishii</i>
S2	120.89379	23.91964	720	20	94	upper slope	連-2-4-8-2	0.3	1959/3	<i>Cunninghamia konishii</i>
S4	120.89225	23.91910	772	3	208	ridge	連-2-4-8-1	5.5	1959/3	<i>Calocedrus macrolepis</i>
S5	120.89308	23.91735	720	16	89	upper slope	連-2-4-8-1	5.5	1959/3	<i>Calocedrus macrolepis</i>
S6	120.89359	23.91635	695	19	90	middle slope	連-2-4-8-1	5.5	1959/3	<i>Calocedrus macrolepis</i>
S7	120.89095	23.91928	686	22	281	lower slope	None	0.46	1928/3	<i>Calocedrus macrolepis</i>
S8	120.89105	23.91869	716	30	270	lower slope	None	0.46	1928/3	<i>Calocedrus macrolepis</i>
S9	120.88871	23.91896	700	29	272	valley	None	0.46	1928/3	<i>Calocedrus macrolepis</i>
S10	120.88756	23.92626	746	22	133	ridge	連-1-6-9-5	7.63	1980/6	<i>Cunninghamia konishii</i>
S11	120.88822	23.92741	753	18	140	upper slope	連-1-6-9-5	7.63	1980/6	<i>Cunninghamia konishii</i>
S12	120.88912	23.92829	760	15	233	middle slope	連-1-6-9-5	7.63	1980/6	<i>Cunninghamia konishii</i>
S13	120.88486	23.91616	697	25	103	lower slope	連-4-6-0-2	2.52	1971/3	<i>Cunninghamia konishii</i>
S14	120.88431	23.91614	735	20	96	upper slope	連-4-6-0-2	2.52	1971/3	<i>Araucaria cunninghamii</i>
S15	120.88475	23.91723	712	17	93	lower slope	連-4-6-0-2	2.52	1971/3	<i>Cunninghamia konishii</i>
S16	120.88702	23.92189	695	4	168	ridge	連-3--6-3-2	3.36	1974/2	<i>Cunninghamia konishii</i>
S17	120.88574	23.92363	697	7	14	valley	連-3--6-3-2	3.36	1974/2	<i>Cunninghamia konishii</i>
S21	120.88931	23.92104	685	7	204	lower slope	連-3--7-0-2	3.42	1981/5	<i>Cunninghamia konishii</i>
S22	120.88932	23.92155	711	17	248	valley	連-3--7-0-2	3.42	1981/5	<i>Cunninghamia konishii</i>
S23	120.89043	23.92110	694	11	220	lower slope	連-3--7-0-2	3.42	1981/5	<i>Cunninghamia konishii</i>
S24	120.89265	23.93039	776	25	265	lower slope	連-1--7-1-1	5.34	1982/4	<i>Cunninghamia konishii</i>
S25	120.89193	23.93088	783	7	149	upper slope	連-1--7-1-1	5.34	1982/4	<i>Cunninghamia konishii</i>
S26	120.89153	23.92965	785	18	110	upper slope	連-1--7-1-1	5.34	1982/4	<i>Cunninghamia konishii</i>
S27	120.88492	23.92117	674	14	145	middle slope	連-3--6-3-2	3.36	1974/2	<i>Cunninghamia konishii</i>
S31	120.89017	23.91877	684	12	267	upper slope	連-3--7-3-2	4.913	1984/4	<i>Acacia mangium</i>
S32	120.88990	23.91923	688	19	276	upper slope	連-3--7-3-2	4.913	1984/4	<i>Acacia mangium</i>
S33	120.88947	23.91903	674	19	267	upper slope	連-3--7-3-2	4.913	1984/4	<i>Acacia mangium</i>
S53	120.89098	23.91359	672	13	169	lower slope	連-5-6-5-2	8	1976/4	<i>Cunninghamia konishii</i>

Appendix 2. Synoptic table of the forest types in the study area. Digits in columns are synoptic IV values and constancy (1 = 5~20%; 2 = 21~40%; 3 = 41~60%; 4 = 61~80%; 5 = 81~100%) of species within each forest type.

Forest type	A	B	C	D		E
				D1	D2	
A. <i>Trema cannabina</i> – <i>Mallotus paniculatus</i> forest type						
B. <i>Wendlandia formosana</i> – <i>Schefflera octophyll</i> forest type						
C. <i>Castanopsis cuspidata</i> – <i>Randia cochinchinensis</i> forest type						
D. <i>Turpinia formosana</i> – <i>Schefflera octophyll</i> forest type						
D1. <i>Ficus fistulosa</i> subtype						
D2. <i>Machilus kusanoi</i> subtype						
E. <i>Cyclobalanopsis pachyloma</i> – <i>Engelhardia roxburghian</i> forest type						
Number of plots	2	16	11	6		18
Number of species	22	92	78	75		78
Species	Chinese name					
<i>Macaranga tanarius</i>	1,3	-	-	-	-	-
<i>Rhus javanica</i>	2,3	-	-	-	-	-
<i>Clerodendrum trichotomum</i>	2,3	-	-	-	-	-
<i>Trema cannabina</i>	6,5	-	-	-	-	-
<i>Reevesia formosana</i>	-	-	1,1	-	-	-
<i>Lasianthus microstachys</i>	-	-	1,1	-	-	-
<i>Ternstroemia gymnanthera</i>	-	-	1,1	-	-	-
<i>Symplocos congesta</i>	-	-	1,1	-	-	-
<i>Camellia nokoensis</i>	-	-	1,1	-	-	-
<i>Ficus erecta</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Symplocos arisanensis</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Rhus succedanea</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Eurya chinensis</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Symplocos glauca</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Vitex quinata</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Cyclobalanopsis glauca</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Ardisia virens</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Lasianthus attenuatus</i>	-	1,1	1,1	-	-	-
<i>Viburnum luzonicum</i>	-	1,1	-	-	-	-
<i>Eurya japonica</i>	-	1,1	1,1	-	-	-
<i>Syzygium formosanum</i>	-	1,1	1,2	-	-	-
<i>Litsea hypophaea</i>	-	1,1	-	-	1,3	-
<i>Camellia furfuracea</i>	-	1,1	-	1,2	-	-
<i>Daphniphyllum glaucescens</i>	-	1,1	1,1	-	-	1,1
<i>Rhaphiolepis indica</i>	-	1,1	1,1	-	-	1,1
<i>Callicarpa kochiana</i>	2,3	1,1	-	1,2	-	-
<i>Castanopsis cuspidata</i>	-	1,1	1,1	-	-	1,1
<i>Wendlandia uvariifolia</i>	-	1,1	-	-	-	1,1
<i>Glochidion zeylanicum</i>	-	1,2	1,1	-	-	-

con't

<i>Euonymus tashiroi</i>	菱葉衛矛	-	1,1	1,1	-	-	1,1
<i>Lindera communis</i>	香葉樹	-	1,1	1,2	-	-	1,1
<i>Styrax formosana</i>	烏皮九芎	1,3	1,1	1,2	-	2,3	-
<i>Helicia cochinchinensis</i>	紅葉樹	-	1,1	1,1	-	-	1,1
<i>Cyclobalanopsis harlandii</i>	短尾葉石櫟	-	1,1	1,1	1,2	-	1,1
<i>Glochidion philippicum</i>	菲律賓饅頭果	-	1,1	2,2	-	-	1,1
<i>Litsea cubeba</i>	山胡椒	5,5	1,2	1,1	-	-	1,1
<i>Tetradium glabrifolium</i>	賊仔樹	2,3	1,1	2,3	-	3,3	1,1
<i>Casearia membranacea</i>	薄葉嘉賜木	-	1,2	1,2	1,2	-	-
<i>Adinandra formosana</i>	臺灣楊桐	-	1,2	1,2	-	-	1,1
<i>Diospyros eriantha</i>	軟毛柿	-	1,2	2,3	1,2	3,5	1,1
<i>Wendlandia formosana</i>	水金京	-	2,4	-	1,3	1,3	-
<i>Ardisia cornudentata</i>	玉山紫金牛	-	2,4	2,2	-	-	-
<i>Triadica cochinchinensis</i>	白柏	7,5	1,2	2,2	3,3	2,3	2,2
<i>Machilus thunbergii</i>	豬腳楠	-	1,2	1,3	-	-	2,3
<i>Ilex asprella</i>	燈稱花	-	2,4	1,3	1,2	-	1,1
<i>Lasianthus fordii</i>	琉球雞屎樹	-	1,3	1,3	-	-	1,2
<i>Michelia compressa</i>	烏心石	-	2,3	2,3	1,2	-	1,2
<i>Ilex formosana</i>	糊樗	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,2
<i>Helicia formosana</i>	山龍眼	-	2,3	2,3	2,3	2,5	1,2
<i>Styrax suberifolia</i>	紅皮	1,3	2,3	3,3	2,3	3,3	2,2
<i>Melicope pteleifolia</i>	三腳鼈	-	2,4	2,3	1,3	-	1,2
<i>Cyclobalanopsis konishii</i>	油葉石櫟	-	1,2	3,5	2,3	2,3	2,3
<i>Ilex ficoidea</i>	臺灣糊樗	-	1,3	2,4	1,2	-	2,3
<i>Gardenia jasminoides</i>	山黃梔	-	2,4	3,5	1,2	-	1,2
<i>Elaeocarpus japonicus</i>	薯豆	-	2,3	2,4	-	-	3,4
<i>Archidendron lucidum</i>	頷垂豆	1,3	3,4	3,4	-	-	2,3
<i>Machilus zuihoensis</i>	香楠	-	5,5	3,4	5,5	-	1,2
<i>Euonymus laxiflorus</i>	大丁黃	1,3	2,4	2,3	1,2	-	3,5
<i>Mallotus paniculatus</i>	白匏子	7,5	4,5	3,3	5,5	-	1,2
<i>Elaeocarpus sylvestris</i>	杜英	-	3,5	3,4	3,4	-	2,3
<i>Glochidion acuminatum</i>	裏白饅頭果	-	3,5	3,3	4,5	2,3	2,4
<i>Prunus phaeosticta</i>	墨點櫻桃	-	5,5	4,5	1,2	3,5	3,3
<i>Neolitsea aciculata</i>	變葉新木薑子	-	2,4	3,5	1,3	1,3	3,5
<i>Cinnamomum subavenium</i>	香桂	-	3,5	4,5	1,2	2,3	4,5
<i>Litsea acuminata</i>	長葉木薑子	-	4,5	3,5	3,5	3,5	3,4
<i>Schefflera octophylla</i>	鵝掌柴	1,3	6,5	5,5	7,5	6,5	5,5
<i>Randia cochinchinensis</i>	茜草樹	-	6,5	5,5	2,2	3,5	6,5
<i>Diospyros morrisiana</i>	山紅柿	1,3	4,5	4,5	3,4	3,5	2,4
<i>Cryptocarya chinensis</i>	厚殼桂	-	2,4	3,5	5,5	4,5	4,5
<i>Ardisia quinquegona</i>	小葉樹杞	-	3,4	4,5	4,4	1,3	4,5
<i>Symplocos theophrastifolia</i>	山豬肝	1,3	3,4	4,5	3,4	-	3,5
<i>Blastus cochinchinensis</i>	柏拉木	1,3	3,4	2,3	2,3	4,5	3,5
<i>Podocarpus nakaii</i>	桃實百日青	-	2,4	1,3	2,3	-	4,5

con't

<i>Tricalysia dubia</i>	狗骨仔	-	3,4	1,2	1,2	2,3	4,5
<i>Engelhardia roxburghiana</i>	黃杞	-	1,3	5,5	2,3	-	6,5
<i>Ormosia formosana</i>	臺灣紅豆樹	1,3	1,2	2,3	1,2	2,3	4,5
<i>Psychotria rubra</i>	九節木	-	1,2	1,3	1,2	2,5	4,5
<i>Syzygium buxifolium</i>	小葉赤楠	-	1,2	2,3	1,2	1,3	3,5
<i>Castanopsis cuspidata</i>	長尾尖葉櫨	-	1,2	6,5	2,2	-	3,4
<i>Cyclobalanopsis pachyloma</i>	捲斗櫨	-	1,1	1,1	2,2	2,3	4,5
<i>Schima superba</i>	木荷	-	1,1	2,3	1,2	3,3	3,3
<i>Cyclobalanopsis brevicaudata</i>	短尾柯	-	1,1	1,2	1,2	2,3	2,3
<i>Meliosma squamulata</i>	綠樟	-	-	1,2	-	-	3,4
<i>Lithocarpus amygdalifolius</i>	杏葉石櫨	-	1,1	1,1	-	2,3	2,3
<i>Osmanthus matsumuranus</i>	大葉木犀	-	1,2	1,2	-	1,3	1,2
<i>Eurya loquaiana</i>	細枝柃木	-	1,3	1,1	-	-	1,1
<i>Pyrenaria shinkoensis</i>	烏皮茶	-	1,1	2,3	-	-	1,2
<i>Ardisia sieboldii</i>	樹杞	-	1,1	2,3	1,3	-	1,1
<i>Castanopsis fargesii</i>	火燒柯	1,3	1,1	-	2,2	3,3	1,2
<i>Beilschmiedia erythrophloia</i>	瓊楠	1,3	1,1	1,1	1,2	2,3	1,2
<i>Illicium arborescens</i>	臺灣八角	-	1,1	1,2	-	-	2,3
<i>Eustigma oblongifolium</i>	秀柱花	-	1,1	1,1	-	-	2,2
<i>Castanopsis kawakamii</i>	大葉苦櫨	-	-	1,1	-	-	2,3
<i>Antidesma japonicum</i>	南投五月	-	1,1	1,2	-	-	1,1
<i>Cyclobalanopsis nantoensis</i>	南投石櫨	-	1,1	1,2	-	-	1,2
<i>Ilex goshiensis</i>	圓葉冬青	-	1,1	-	-	-	1,2
<i>Cyclobalanopsis synbalanos</i>	菱果石櫨	-	-	-	1,2	-	1,2
<i>Helicia rengetiensis</i>	蓮花池山龍眼	-	-	-	-	-	1,2
<i>Ficus nervosa</i>	九丁榕	-	1,1	1,1	-	3,5	-
<i>Clerodendrum cyrtophyllum</i>	大青	2,3	1,1	-	1,3	-	-
<i>Castanopsis uraiana</i>	烏來柯	-	-	-	1,2	-	2,2
<i>Neolitsea konishii</i>	五掌楠	-	1,1	-	1,2	2,3	-
<i>Cinnamomum micranthum</i>	冇樟	-	1,1	-	-	3,3	1,1
<i>Cyclobalanopsis hance</i>	三斗石櫨	-	1,1	-	-	2,3	-
<i>Glochidion rubrum</i>	細葉饅頭果	-	1,1	-	-	2,3	-
<i>Lasianthus taitoensis</i>	雞屎樹	-	-	1,1	-	1,3	-
<i>Callicarpa formosana</i>	杜虹花	-	-	-	2,3	-	-
<i>Ficus fistulosa</i>	水同木	-	-	-	3,3	-	-
<i>Lagerstroemia subcostata</i>	九芎	-	-	-	2,3	2,3	-
<i>Saurauia tristyla</i>	水冬瓜	-	1,1	-	1,2	1,3	-
<i>Glycosmis citrifolia</i>	石冬舅	-	-	-	-	3,5	-
<i>Machilus kusanoi</i>	大葉楠	-	-	-	-	6,5	-
<i>Turpinia formosana</i>	山香圓	-	-	-	-	7,5	-
<i>Symplocos congesta</i>	楊桐葉灰木	-	-	1,1	-	-	1,1
<i>Distyliopsis dunnii</i>	尖葉水絲梨	-	-	-	-	-	1,1
<i>Ehretia acuminata</i>	厚殼樹	-	-	-	1,2	-	-
<i>Ficus irisana</i>	澀葉榕	-	-	-	1,2	-	-

con't

<i>Eurya strigillosa</i>	粗毛柃木	-	-	-	1,2	-	-
<i>Maesa perlaria</i>	臺灣山桂花	-	-	-	1,2	-	-
<i>Morus australis</i>	小葉桑	-	-	-	2,2	-	-
<i>Bridelia tomentosa</i>	土密樹	-	-	-	2,2	-	-
<i>Champereia manillana</i>	山柚	-	-	-	1,2	-	-
<i>Capparis sabiaefolia</i>	毛瓣蝴蝶木	-	-	-	-	2,3	-
<i>Cinnamomum osmophloeum</i>	土肉桂	-	-	-	-	2,3	-
<i>Lasianthus appressihirtus</i>	密毛雞屎樹	-	-	-	-	-	1,1
<i>Cyclobalanopsis longinux</i>	錐果櫟	-	-	-	-	-	1,1
<i>Pinus morrisonicola</i>	臺灣五葉松	-	-	-	-	-	1,1
<i>Murraya paniculata</i>	月橘	-	-	-	-	-	1,1
<i>Gordonia axillaris</i>	大頭茶	-	-	-	-	-	1,1

