

七家灣溪濱岸地被層植群類型及多樣性之季節動態

蔡尚熹¹，郭礎嘉²，曾喜育^{2,3}，林志明¹

¹環球科技大學環境資源管理系；²國立中興大學森林學系；³通訊作者 E-mail:
erecta@dragon.nchu.edu.tw

[摘要] 七家灣溪濱岸植物可穩定溪流之水溫，有利於臺灣鉤吻鮭的棲息；而為瞭解七家灣溪濱岸之地被層植物的多樣性變化，本研究於七家灣溪主河段及桃山北溪濱岸，設置八處線截樣區加以調查。由研究結果得知；以生物多樣性最豐富的春季而言，可將地被層分成七型；其中以五節芒型為最多，而屬小栲葉懸鉤子型者最少。另在颱風所產生之洪氾的干擾下，不同測站、季節間之地被層植物的多樣性均具顯著差異；其中桃山北溪 (#1)測站之地被層植物多樣性較高，而觀魚台 (#4)測站最低，另以春、夏季的地被層植物多樣性則較高。部分測站在受洪氾干擾後，雖其總覆蓋度減少，然種豐富度卻提高，顯示適度的干擾能減少優勢種之優勢度，使地被層中其他物種獲得較多的生長空間，是故符合「中度干擾假說」(IDH)；顯示七家灣溪濱岸植群定期所受之洪氾干擾，可使其物種多樣性得以維持動態平衡。此外，就七家灣溪濱岸植群演替之長期監測而言，每年至少應於颱風季節前後各調查一次，方能掌握洪氾對濱岸生態系的影響。

關鍵字：七家灣溪、濱岸植群、地被層、生物多樣性、中度干擾假說 (IDH)

Riparian Understory Vegetation Types and Seasonal Diversity Dynamics of Cijiawan Stream

Shang-Te Tsai¹, Chu-Chia Kuo², Hsy-Yu Tzeng^{2,3} and Chih-Ming Lin¹

¹Department of Environmental Resources Management, TransWorld University; ²Department of Forestry, National Chung Hsing University; ³Corresponding author E-mail:
erecta@dragon.nchu.edu.tw

ABSTRACT The riparian plants of Cijiawan Stream are helpful to control the water temperature adequate for the Formosan landlocked salmon. We set 8 transect plots by the major reach of Cijiawan Stream and by Taoshan North Stream to investigate the diversity changes of the riparian understory of Cijiawan Stream. The result showed that the understory could be classified into 7 types in spring, with the highest biodiversity and the most disturbances from East Asian rainy season. The most plots belonged to *Miscanthus floridulus* Type, and the least plots belonged to *Rubus parvifolius* Type. In addition, the diversities were significantly different among the different survey stations and seasons under the disturbance from the flood caused by typhoons. The diversity of the understory in the Station Taoshan North Stream (#1) was higher than others, and the lowest diversity was in the Station Fish-watching Lookout (#4). Moreover, the diversities in spring and summer were higher than in other seasons. Some stations showed reduced total coverage after flood disturbance, but showed enhanced

species abundance. It revealed that appropriate disturbance helped to reduce the dominance of dominant species, and to provide more space for other species. It corresponds with the intermediate disturbance hypothesis (IDH). The regular flood disturbance on the riparian vegetation of Cijiawan Stream could maintain the species diversity with dynamic equilibrium. Otherwise, we suggest that the long-term monitoring on the succession of the riparian vegetation of Cijiawan Stream should take at least inventory once before and after the typhoon season every year respectively to know well the effects on the riparian ecological system due to flood.

Keywords: Cijiawan Stream, riparian vegetation, understory, biodiversity, intermediate disturbance hypothesis (IDH)

前言

濱岸帶 (riparian zone) 係陸、水域生態系之間的生態過渡帶 (ecotone)；本文參考 Gregory *et al.* (1991)、Hancock *et al.* (1996) 以及張建春、彭補拙 (2002) 等研究，將之定義為高低水位之間的河床，即高水位之上直至河水影響完全消失為止的區域。七家灣溪係臺灣鉤吻鮭 (*Oncorhynchus formosanus*, Ho and Gwo 2010) 主要之生育環境。濱岸裸露地若無良好植群覆蓋，在陽光直射的情況下將使溪水溫度上升，進而影響鮭魚族群之生長，是故濱岸植群 (riparian vegetation) 乃是鮭魚及其他動物生存的重要基石之一。濱岸帶的寬度及濱岸植群受溪流影響之強度，視溪流、地貌改變、相鄰的森林有關，並隨著河道改變及水位升降有所關連；如季節性變化的沖積平原、多樣化的植群組成、高濕度的土壤等，其由河道向兩岸延伸，形成明顯的植群演替梯度 (Gregory *et al.* 1991)。此外，局部尺度上之季節性洪氾干擾 (disturbance) 所產生的空間異質性、微地形等因素，對植群的生物多樣性 (biodiversity) 亦具重要之影響 (王成等 1999)。

Pickett and White (1985) 將「干擾」定義為：一個非連續事件，在其發生的期間內會擾亂生態系、群落或族群之結構，以及改變資源、基質的有效性或物理環境。而 Connell (1978) 提出「中度干擾假說」 (intermediate disturbance hypothesis, IDH) 理論；意即頻繁的、強度極高或規模極大之干擾，可能摧毀群落中的多數物種，將由部分能在干擾期間內棲息，或完成生活史 (life cycle) 的物種所佔據，

使物種多樣性降低；而不頻繁的、強度極低或規模極小之干擾，其對群落中物種之影響較小時，則以最具競爭力的物種為優勢，物種多樣性因而趨減！然於中度干擾下，即干擾之強度較小，或干擾的間隔時間較長，且間隔時間又不至於產生競爭效應，將使多數物種得以生存，物種多樣性將最高。因此，干擾不盡然只是破壞植群結構與擾亂生長，有時更是族群更新 (regeneration) 及復育 (restoration) 的媒介。

Nilsson and Svedmark (2002) 認為水文條件是影響濱岸植群的主要因素，定期、定量的洪氾干擾，有助於維持濱岸植群的更新與物種多樣性。此外，因為洪氾定期干擾，使濱岸植群的物種多半具有抵抗 (resistance)，或逃避 (refuge) 干擾之能力 (Bendix and Hupp 2000, Jansson *et al.* 2000, Corenblit *et al.* 2007)。由此可見，洪氾干擾對濱岸植群具有舉足輕重的影響力。蔡尚蕙等 (2010) 曾藉由永久、臨時樣區之設置，已針對七家灣溪濱岸植群之組成與結構詳加描述。干擾是相對於平衡 (equilibrium) 的觀念，其構成因生物、環境而異。而因地被層植物對環境變化較為敏感，是故本研究之目的係為探究在洪氾的干擾下，對七家灣溪濱岸地被層植物之多樣性的影響。

材料與方法

一、研究地區

七家灣溪位於臺中市和平區，為臺灣鉤吻鮭之主要生育環境，本研究係以七家灣溪為主軸，北起煙聲瀑布，南至七家灣溪匯入大甲溪之交叉點，東側以羅葉尾山 (2,717 m) 經武佐

野群山 (2,368 m)之稜線為界，西側以第一道山脊之主要分界，總面積近 2,100 ha 的七家灣溪集水區為研究範圍 (圖 1)。

二、研究方法

1. 樣區設置與調查

七家灣溪一號壩至觀魚台段為鮭魚主要棲息地，是故本研究於桃山北溪 (#1)、二號壩 (#3)、觀魚台 (#4)以及繁殖場 (#5)等測站，設置如表 1 之編號 201-208 等八處線截樣區 (transect plot)。線截樣區的設置方法係參考 Hibbs and Bower (2001)於 Oregon Coast 所進行之濱岸植群研究。如圖 2 所示；線截樣區的長軸與河道垂直，延伸至左右岸河階或邊坡上，寬度為 25 m，長度則視河階寬度而異，約為 70-90 m 之間；又各線截樣區內再劃分 $5 \times 25 \text{ m}^2$ 的次樣區 (sub-plot, sp)，再於各次樣區內之靠上游處，劃分二個 $5 \times 5 \text{ m}^2$ 之小區 (地被層樣區)。線截樣區之次樣區以左岸為起始，向右岸依序編號；以桃山北溪 (#1)測站之線截樣區 201 而言，靠上游處為樣區 201-sp-1，另一則是樣區 201-sp-2，而另三處測站之樣區編號方式依此類推。其樣區基本屬性資料如表 1 所示；而依照各河段的濱岸寬度不同，各可分為 14-18 個 $5 \times 25 \text{ m}^2$ 次樣區。

為瞭解線截樣區內地被層植物的變化，分別於 2008 年 2 月 (冬季)、5 月 (春季)、8 月 (夏季)，以及 11 月 (秋季)加以調查；此外，上述植群調查中凡林木胸高直徑 (diameter at breast height, DBH)小於 1 cm 之喬、灌木者，以及草本、蕨類等列為地被層，研究中於小區內除記錄種類，並估計其覆蓋面積。

2. 矩陣群團分析

原始調查資料之植物種類經編碼建檔後，使用以 CLIPPER 程式語言所撰寫之程式 (COMB.PRG, CLUSTER.EXE)加以分析。先將其轉換為資料庫格式，求得各物種於各小區頻度 (frequency)和覆蓋度 (coverage)，再轉換為相對頻度及相對覆蓋度，而二者加總而得之重要值指數 (importance value index, IVI)，即可

瞭解各物種於小區中所占之重要性。此外，矩陣群團分析法 (matrix cluster analysis, MCA)係以各植物於各小區中之重要值指數 (IVI)為計算基礎；研究中採用 Motika *et al.* (1950)之相似性指數 (index of similarity, IS)，計算兩兩小區間之相似性指數，將相似性最高之二小區合併為一合成小區，如此依次合併繪製樹形圖 (dendrogram)，以對濱岸地被層植物加以分類。

汪中和 (2009)指出降水量大於 380 mm 代表有水患發生，若連續數月低於 100 mm 則為乾旱。依據武陵地區之桃山雨量站 (1420P065) 資料得知；2008 年 7 月 (夏季)因卡玫基 (Kalmaegi)、鳳凰 (Fung-Wong)颱風，當月降水量為 818.0 mm；此後又逢辛樂克 (Sinlaku)、哈格比 (Hagupit)、薔蜜 (Jangmi)等颱風，使 9 月 (秋季)之降水量達 1,582.0 mm，且單日最大降水量達 495.0 mm。因冬季時許多物種尚未萌芽生長，又夏、秋季時受洪氾影響使部分樣區植物流失，而植群分型上為求完整，是故本研究以生物多樣性最豐富之春季的植群類型加以說明。

3. 種豐富度分析

研究中參蔡尚惠等 (2007)所使用之 Simpson 豐富度指數 (Simpson abundance index, D_{SM} , 式 1)，此係為突顯各小區間的細微變化，故採用能強調稀有種之 Simpson 豐富度指數；而此種豐富度指數之求解，採用蔡尚惠、呂金誠 (2008)以 Visual Basic 程式語言，所撰寫之「生物歧異度分析系統」(Biodiversity Analysis System, BAS) 的套裝軟體運算之。此外，為瞭解各線截樣區地被層植物之總種數、總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數變化，使用 SPSS 15.0 進行多變量變異數分析 (Multivariate ANalysis Of VAriance, MANOVA)，以瞭解不同測站及季節之差異與否；並藉由非同質性假設 (equal variance not assumed)的 Dunnett's T3 法進行事後檢定 (post-hoc comparison)。

結果

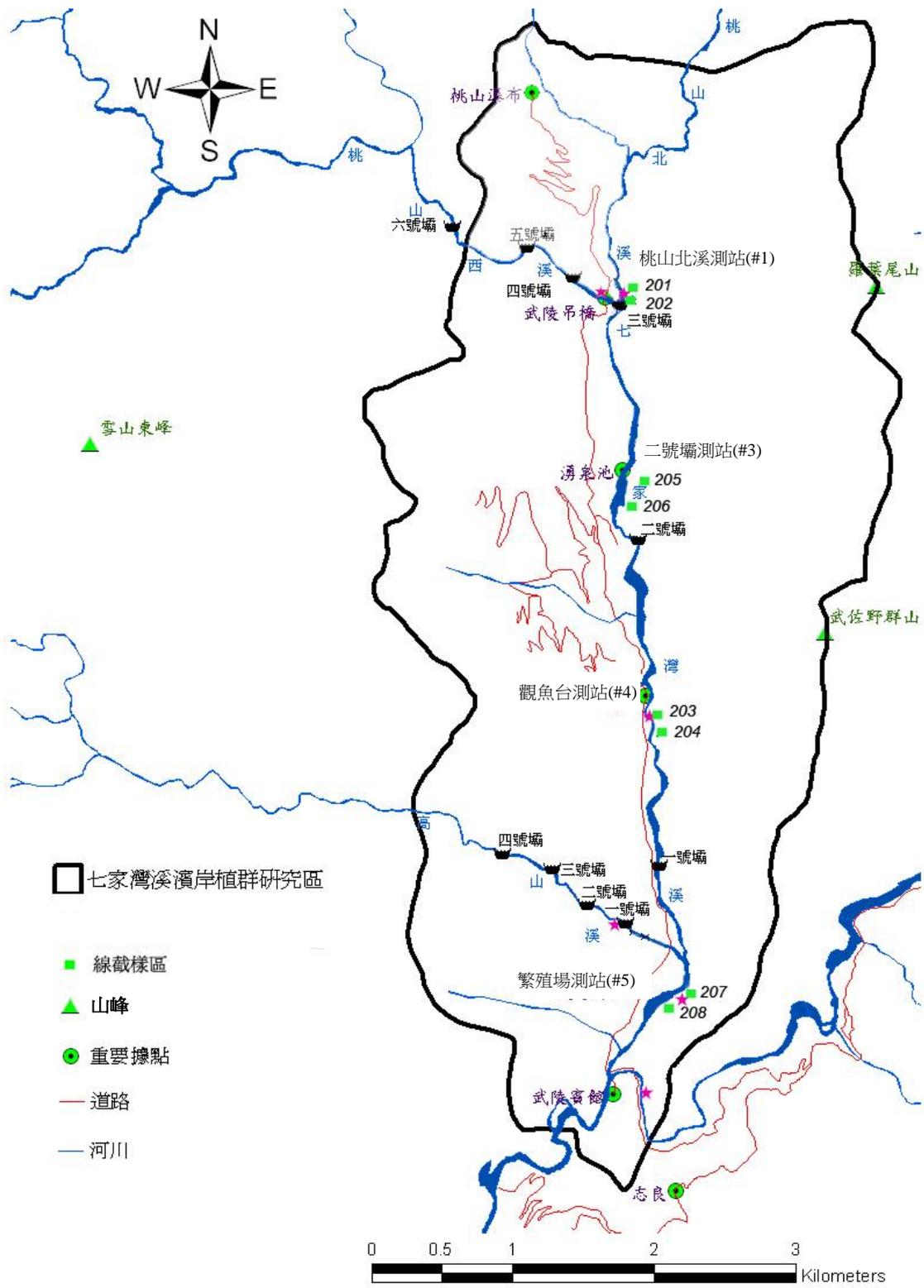


圖 1. 七家灣溪濱岸植群監測之研究區及其測站、樣區位置圖

表 1. 七家灣溪濱岸植群監測調查之線截樣區屬性表

| 線截樣區 編號 | 樣區座標(TM2) | | 海拔高 (m) | 長軸方位角 (°) | 次樣區數 | 樣區所屬測站 |
|------------|-----------|---------|------------|-----------|------|----------|
| | X | Y | | | | |
| 201 | 281351 | 2699122 | 1,792 | 100 | 14 | 桃山北溪(#1) |
| 202 | 281342 | 2699098 | 1,792 | 308 | 14 | 桃山北溪(#1) |
| 203 | 281546 | 2696082 | 1,723 | 244 | 14 | 觀魚台(#4) |
| 204 | 281526 | 2696125 | 1,722 | 253 | 14 | 觀魚台(#4) |
| 205 | 281339 | 2697829 | 1,737 | 100 | 16 | 二號壩(#3) |
| 206 | 281341 | 2697747 | 1,750 | 110 | 18 | 二號壩(#3) |
| 207 | 281671 | 2694194 | 1,716 | 150 | 14 | 繁殖場(#5) |
| 208 | 218582 | 2694121 | 1,720 | 147 | 16 | 繁殖場(#5) |

註：表中方位角之量測係用正北，亦即係面向地理北極的方向作為 0°，以順時鐘方向（似右轉）慢慢地增加度數，如 90°係東、180°係南……，依此類推之。

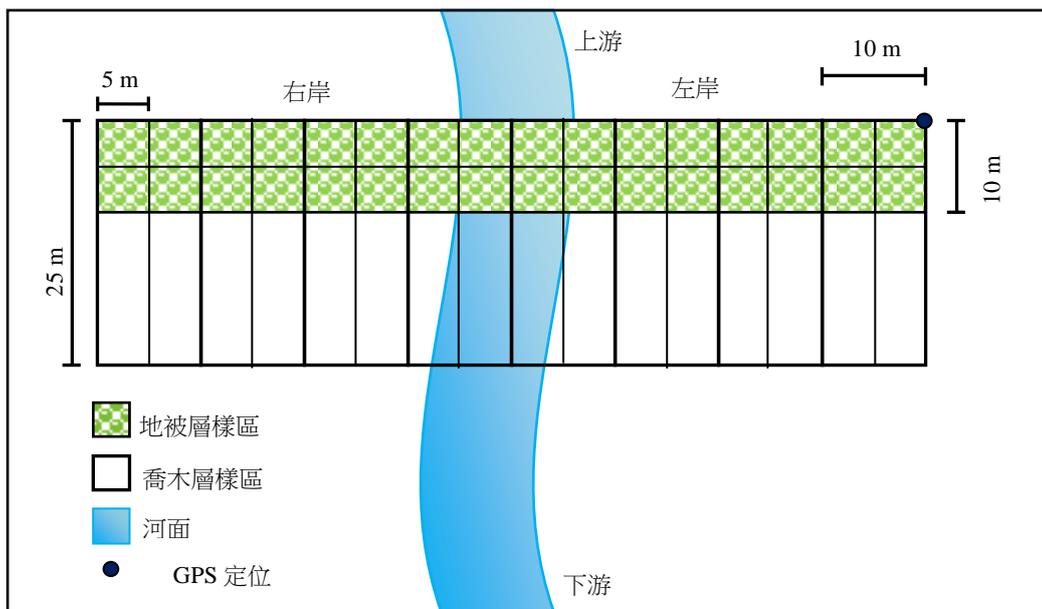


圖 2. 七家灣溪濱岸植群之線截樣區設置示意圖

式 1. Simpson 豐富度指數

$$D_{SM} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 \quad (1)$$

式中 S=總種數
 p_i =第 i 種物種之個體數占總個體數之比例，即各物種之可能率

一、地被層植群類型

圖 3 中以相似性指數為 1% 可將春季之地被層植物區分成兩群，一群是較遠離溪水，地被層植物較完整的小區；其二係位於河床裸露地，地被層多以小苗為主的小區。因此，再以 17% 之相似性指數為臨界值，則可將之區分為五節芒型 (*Miscanthus floridulus* Type)、臺灣蘆

竹型 (*Arundo formosana* Type)、臺灣澤蘭型 (*Eupatorium formosanum* Type)、小柃葉懸鉤子型 (*Rubus parvialatifolius* Type)、臺灣何首烏型 (*Polygonum multiflorum* var. *hypoleucum* Type)、小金櫻型 (*Rosa taiwanensis* Type)，以及小苗型 (Seedling Type) 等七型；茲將各地被層植群類型分述如下：

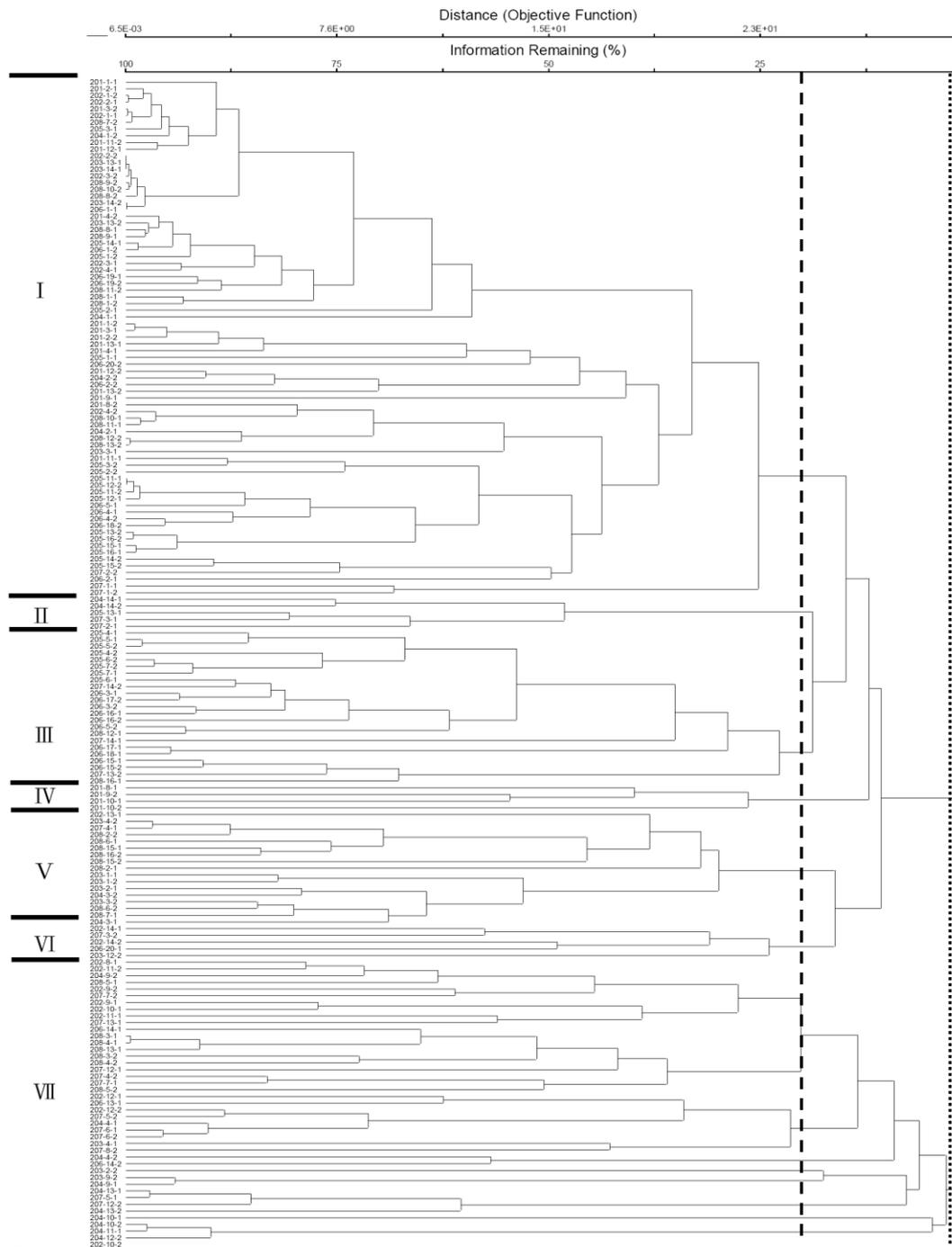


圖 3. 2008 年春季七家灣溪線截樣區地被層群團分析之樹形圖

1. 五節芒型

本型廣泛分布於各線截樣區內之向陽開闊地，為本研究中最優勢的地被層植群型。由於當五節芒 (*Miscanthus floridulus*) 生長旺盛時，常達 2-3 m 高，在區內密集叢生而遮蔽光

源，使其他物種在五節芒下難以生存，故本型的優勢種除五節芒外，其它多以具攀緣能力的梨山小蓑衣藤 (*Clematis gouriana* subsp. *lishanensis*)、臺灣何首烏等藤本植物，或蔓性灌木如小金櫻、小栲葉懸鉤子 (*Rubus*

parviaraliifolius)、白毛懸鉤子 (*R. incanus*)等居多。

2. 臺灣蘆竹型

本型位於潮濕、向陽之環境，其主要優勢種除臺灣蘆竹 (*Arundo formosana*)外，尚有蔓黃菀 (*Senecio scandens* var. *scandens*)、臺灣白木草 (*Comanthosphace formosana*)、臺灣款冬 (*Petasites formosanus*)等次優勢種 (subdominant species)。

3. 臺灣澤蘭型

本型位於河床裸露地上，為洪氾過後隨即可建立 (establishment)具一定規模的主要植群類型。臺灣澤蘭 (*Eupatorium formosanum*)於河床裸露地上適應良好，並於濕季時能快速拓展族群且形成優勢；另次優勢種如艾 (*Artemisia indica*)、小葉藜 (*Chenopodium serotinum*)、臺灣馬桑 (*Coriaria japonica* subsp. *intermedia*)等。

4. 小柃葉懸鉤子型

本型常位於具有完整植群的第一河階上，主要集中於桃山北溪測站 (#1)之線截樣區 201 的右岸。此型內常有如臺灣赤楊 (*Alnus formosana*)、臺灣紫珠 (*Callicarpa formosana*)等稀疏喬木形成遮蔽，而使五節芒生長受抑制，然小柃葉懸鉤子的攀緣能力則可使其保有優勢；而次優勢種如五節芒、大葉溲疏 (*Deutzia pulchra*)、臺灣款冬等。

5. 臺灣何首烏型

本型常位於具有完整植群的第一河階與河床裸露地間的推移帶，其光線與土壤水較為充足；而次優勢種如森氏山柳菊 (*Hieracium morii*)、臺灣款冬等。

6. 小金櫻型

本型位於較遠離溪流的小區，環境與小柃葉懸鉤子型類似；而次優勢種如五節芒、臺灣款冬、白毛懸鉤子。

7. 小苗型

本型位於河床裸露地，其植物覆蓋少，光量較強，係以臺灣赤楊、臺灣二葉松 (*Pinus taiwanensis*)、臺灣澤蘭、野苧蒿 (*Conyza*

sumatrensis)、梨山小蓑衣藤、絲綿草 (*Gnaphalium luteoalbum* subsp. *luteoalbum*)、大葉溲疏等植物小苗為其主要組成。

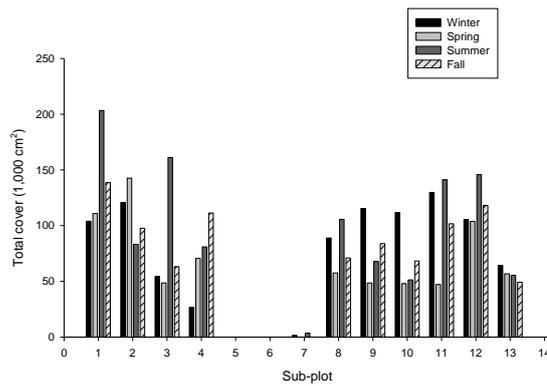
二、多樣性變化

為瞭解七家灣溪濱岸地被層植物之變化，茲將各線截樣區之次樣區之各小區內所有地被層植物之覆蓋度加總，並計算各小區的 Simpson 豐富度指數，再將之依次樣區位置排列，加以呈現其總覆蓋度與種豐富度指數的變化；並比較各測站及四季之差異。

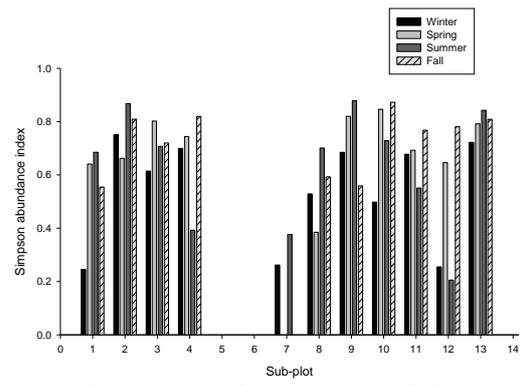
1. 桃山北溪 (#1)測站

蔡尚惠等 (2010)於 2005-2006 年之調查中指出；此測站以臺灣赤楊型 (*Alnus formosana* Type)、薔草—臺灣紫珠型 (*Tetrapanax papyriferus-Callicarpa formosana* Type)為主。線截樣區 201 左岸之喬木層優勢種以臺灣赤楊為主，其次為薔草 (*Tetrapanax papyriferus*)、臺灣紫珠、臺灣二葉松等；而右岸則以臺灣赤楊為主，次為臺灣紫珠、大葉溲疏 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。其地被層植物總覆蓋度、Simpson 豐富度指數變化如圖 4 所示；其中小區 5、6 為河道，故而無植物生長。此外，左、右岸總覆蓋度多大於 5 m²，Simpson 豐富度指數可高達 0.8 左右。

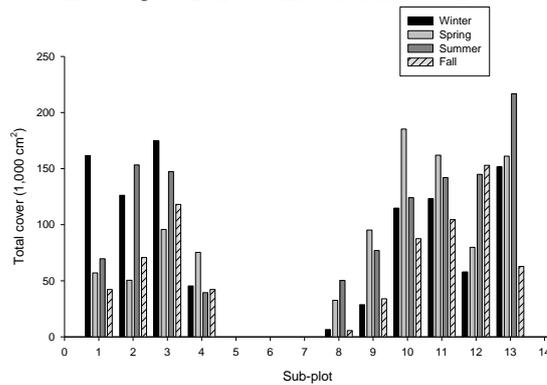
線截樣區 202 左岸之喬木層優勢種為臺灣赤楊、臺灣二葉松；右岸則是礫石河灘地，喬木鮮少而主要為大葉溲疏 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。其地被層植物總覆蓋度、Simpson 豐富度指數變化如圖 5 所示；左岸之植物覆蓋明顯多於右岸，而由於夏秋之際的洪氾，致使原本位於小區 5、6 的溪流改道至小區 12、13。此外，左岸皆以五節芒為主要優勢種，其大面積覆蓋壓迫其他物種的生長空間，故區內鮮少其它地被層植物。然當春季時左岸的五節芒減少，故 Simpson 豐富度指數略為提高；且右岸亦開始出現小苗，諸如梨山小蓑衣藤，臺灣款冬、臺灣何首烏、臺灣紫珠、琉璃草 (*Cynoglossum zeylanicum*)、虎杖 (*Polygonum cuspidatum*)、臺灣赤楊、蔓黃菀、臺灣崖爬藤



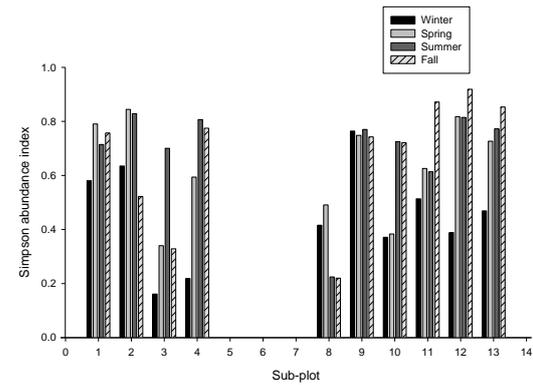
a1. 樣區 201-sp-1 之地被層植物總覆蓋度變化



a2. 樣區 201-sp-1 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

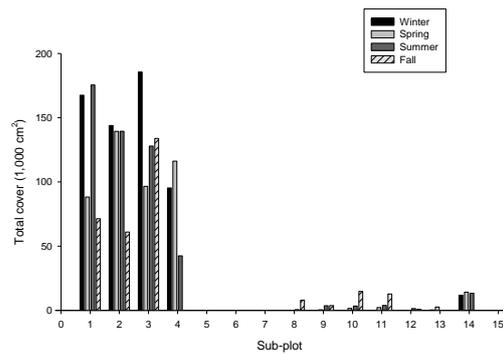


b1. 樣區 201-sp-2 之地被層植物總覆蓋度變化

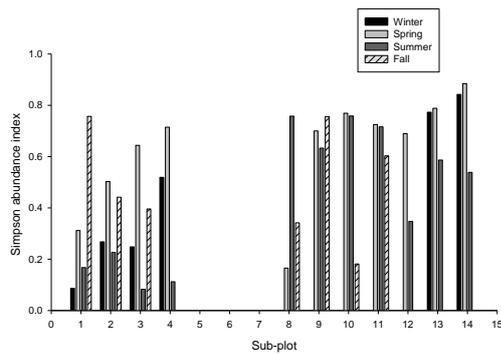


b2. 樣區 201-sp-2 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

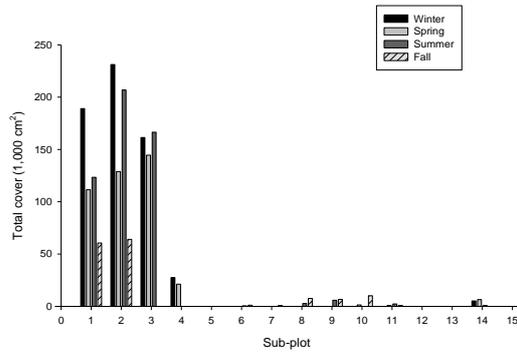
圖 4. 桃山北溪測站 (#1)線截樣區 201 之地被層植物總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數變化



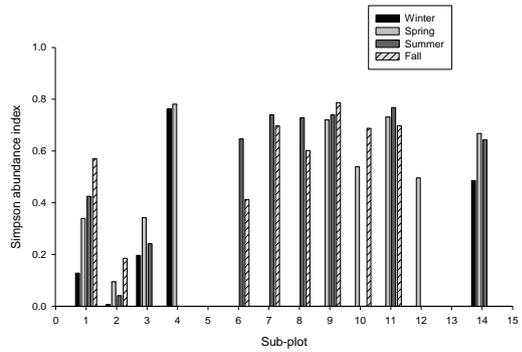
a1. 樣區 202-sp-1 之地被層植物總覆蓋度變化



a2. 樣區 202-sp-1 之地被層 Simpson 豐富度指數變化



b1. 樣區 202-sp-2 之地被層植物總覆蓋度變化



b2. 樣區 202-sp-2 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

圖 5. 桃山北溪測站 (#1)線截樣區 202 之地被層植物總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數變化

(*Tetrastigma umbellatum*)、野苧蒿、臺灣二葉松、疏花繁縷 (*Stellaria vestita*)、艾及小金櫻等，而由於小苗種類多樣，故多數小區的 Simpson 豐富度指數較高。

2. 二號壩 (#3)測站

蔡尚惠等 (2010)於 2005-2006 年之調查中指出；此測站植群型以臺灣二葉松－臺灣赤楊型 (*Pinus taiwanensis-Alnus formosana* Type)、栓皮櫟－臺灣二葉松型 (*Quercus variabilis-Pinus taiwanensis* Type)為主。另因距溪水平面高，次樣區間高差可達 4 m，較不易受洪氾干擾，故其植群結構最為完整。線截樣區 205 左岸之喬木層優勢種為臺灣赤楊、大葉溲疏及小實女貞 (*Ligustrum sinense*)，而右岸則主要為臺灣二葉松、臺灣赤楊、大葉溲疏及笑靨花 (*Spiraea prunifolia* var. *pseudoprunifolia*)；且不乏胸徑超過 20 cm 的喬木 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。由圖 6 中得知位第一河階之小區 5-7 及 11-13 的植物覆蓋較少，而處第二河階之小區 1-4 及 14-16 的植物覆蓋相對較多，而其 Simpson 豐富度指數多可達 0.6 以上。此外，線截樣區 206 左岸之喬木層優勢種為臺灣二葉松、臺灣赤楊、蘆草以及小實女貞；而右岸主要為臺灣二葉松、川上氏鵝耳櫪、臺灣馬桑及蘆草 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。而由圖 7 得知此處河道雖較寬，然左右岸濱岸寬度亦可達 25 m 以上，故植物覆蓋佳，Simpson 豐富度指數亦可高達 0.9 左右。

3. 觀魚台 (#4)測站

蔡尚惠等 (2010)於 2005-2006 年之調查中指出；此測站以臺灣赤楊型、栓皮櫟－臺灣二葉松型、臺灣二葉松－臺灣赤楊型為主。此處屬溪谷沖積扇，河道極寬 (約 40 m)，易受洪氾侵襲，是故濱岸喬木、地被層植物鮮少，區內多為石礫堆積。其中線截樣區 203 左岸之喬木層優勢種為臺灣赤楊、褐毛柳 (*Salix fulvopubescens*)；而右岸則以臺灣赤楊、臺灣二葉松為主 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。由圖 8 得知右岸之地被層植物覆蓋多於左岸，然左岸之 Simpson 豐富度指數則多高於右岸，顯示左

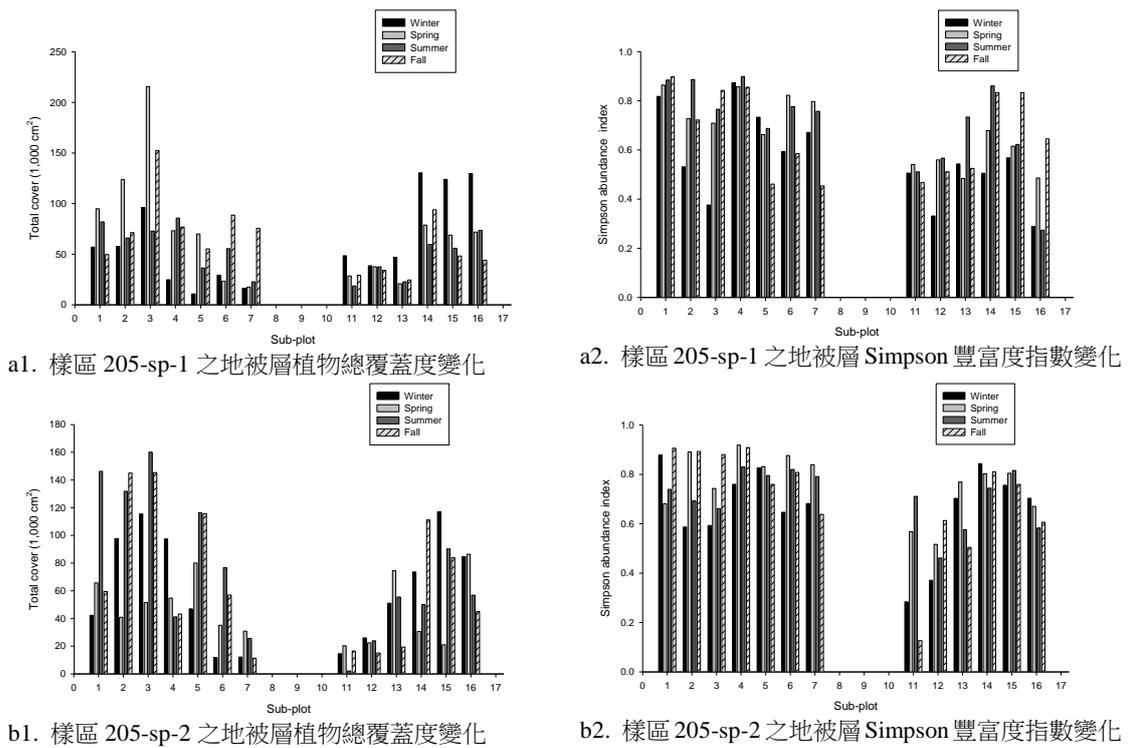
岸地被層植物組成較多樣。此外，線截樣區 204 左岸之喬木層優勢種為臺灣赤楊、臺灣二葉松；而右岸因多為礫石堆積，且邊坡為陡峭石壁，故區內無喬木層植物 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。由圖 9 得知春季時之總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數較高，另小區 14 因位處邊坡較陰暗潮濕的環境，故其植物較為多樣，Simpson 豐富度指數亦較高。

4. 繁殖場 (#5)測站

蔡尚惠等 (2010)於 2005-2006 年之調查中指出；此測站以栓皮櫟－臺灣二葉松型、臺灣赤楊型、屏東木薑子型 (*Litsea akoensis* Type)為主。線截樣區 207 左岸之地形為沖積扇至陡坡，其喬木層優勢種為臺灣二葉松、栓皮櫟、臺灣赤楊及笑靨花；而右岸為人工堆砌的石塊堤岸，缺乏土壤，是故區內並無喬木生長 (蔡尚惠、郭礎嘉 2008)。由圖 10 得知左岸之植物覆蓋優於右岸，且 Simpson 豐富度指數均頗高；另春季時左岸因區內之五節芒減少，使總覆蓋度隨之下降，而河床裸露地上亦多小苗萌發。

線截樣區 208 所處之溪流至此分歧成二條，且二河道中間形成一植群生長旺盛的砂質灘地，其上亦多木質殘材 (wood debris)堆積。Gurnell *et al.* (2005)曾指出木質殘材能有效保護下流的植群，並使受保護的植群與動物群聚維持較高的多樣性。而由圖 11 得知總覆蓋度呈現峰狀，即以中間之砂灘地最高，左右二端遞減。另春季時部分小區之五節芒雖減少，然其孔隙由虎杖、艾、野苧蒿等物種佔據，故總覆蓋度仍得以維持，且 Simpson 豐富度指數亦略為提高。又夏季時五節芒大量增長，使總覆蓋度提高，而 Simpson 豐富度指數則多下降；然部分小區因具如藤本的串鼻龍 (*Clematis grata*)、梨山小蓑衣藤，以及小柞葉懸鉤子、白毛懸鉤子等蔓性灌木之優勢種，故其種豐富度仍頗高。

為瞭解各線截樣區地被層植物之總種數、總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數變化，進行多變量變異數分析 (MANOVA)，以瞭解不



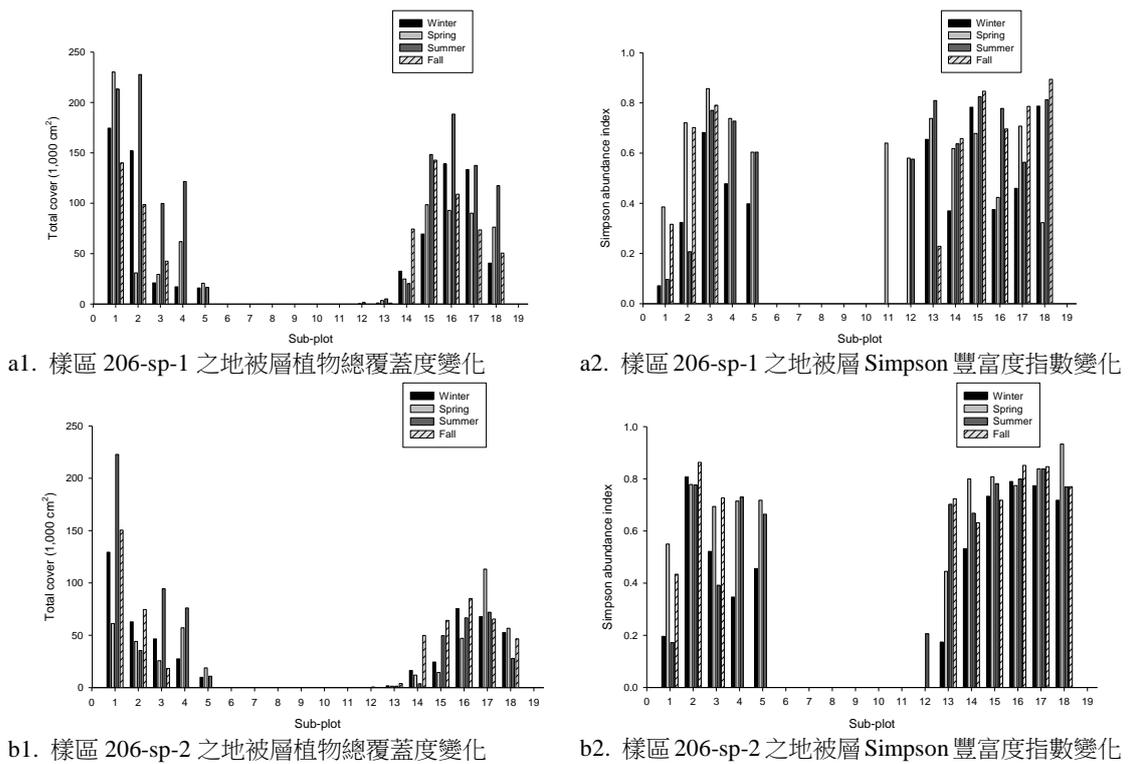
a1. 樣區 205-sp-1 之地被層植物總覆蓋度變化

a2. 樣區 205-sp-1 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

b1. 樣區 205-sp-2 之地被層植物總覆蓋度變化

b2. 樣區 205-sp-2 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

圖 6. 二號壩測站 (#3)線截樣區 205 之地被層植物總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數變化



a1. 樣區 206-sp-1 之地被層植物總覆蓋度變化

a2. 樣區 206-sp-1 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

b1. 樣區 206-sp-2 之地被層植物總覆蓋度變化

b2. 樣區 206-sp-2 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

圖 7. 二號壩測站 (#3)線截樣區 206 之地被層植物總覆蓋度變化及 Simpson 豐富度指數變化

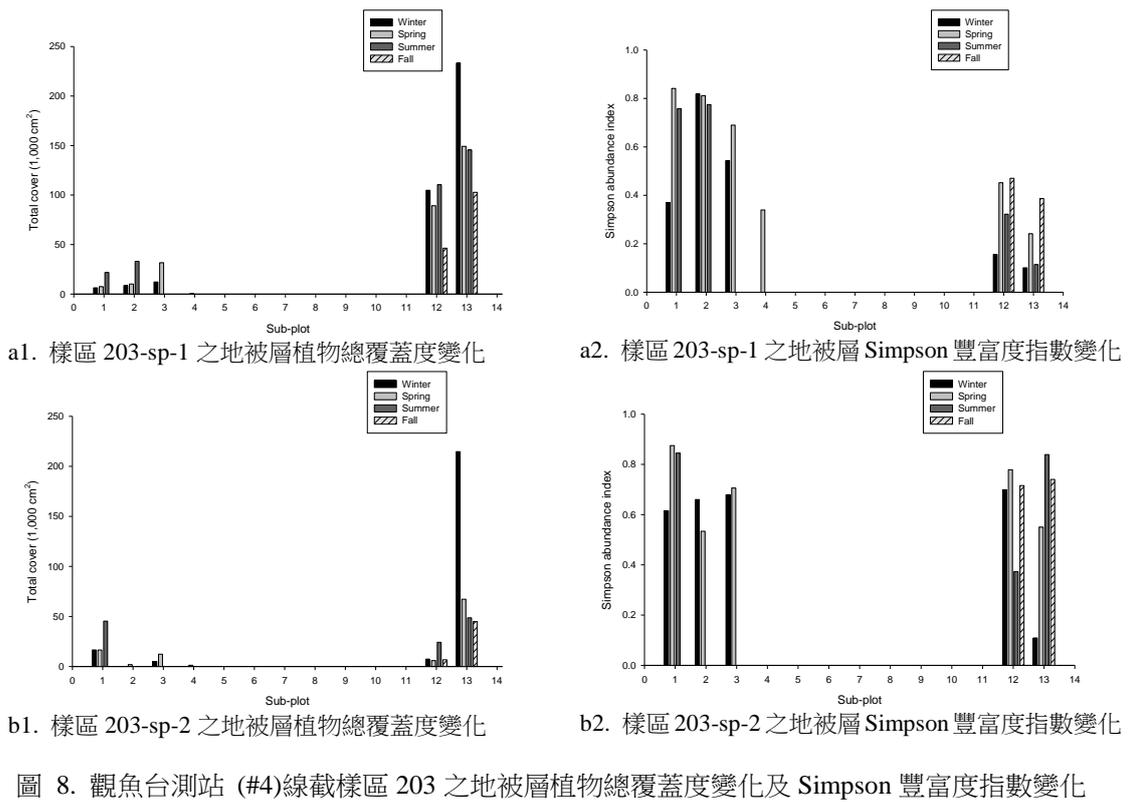


圖 8. 觀魚台測站 (#4)線截樣區 203 之地被層植物總覆蓋度變化及 Simpson 豐富度指數變化

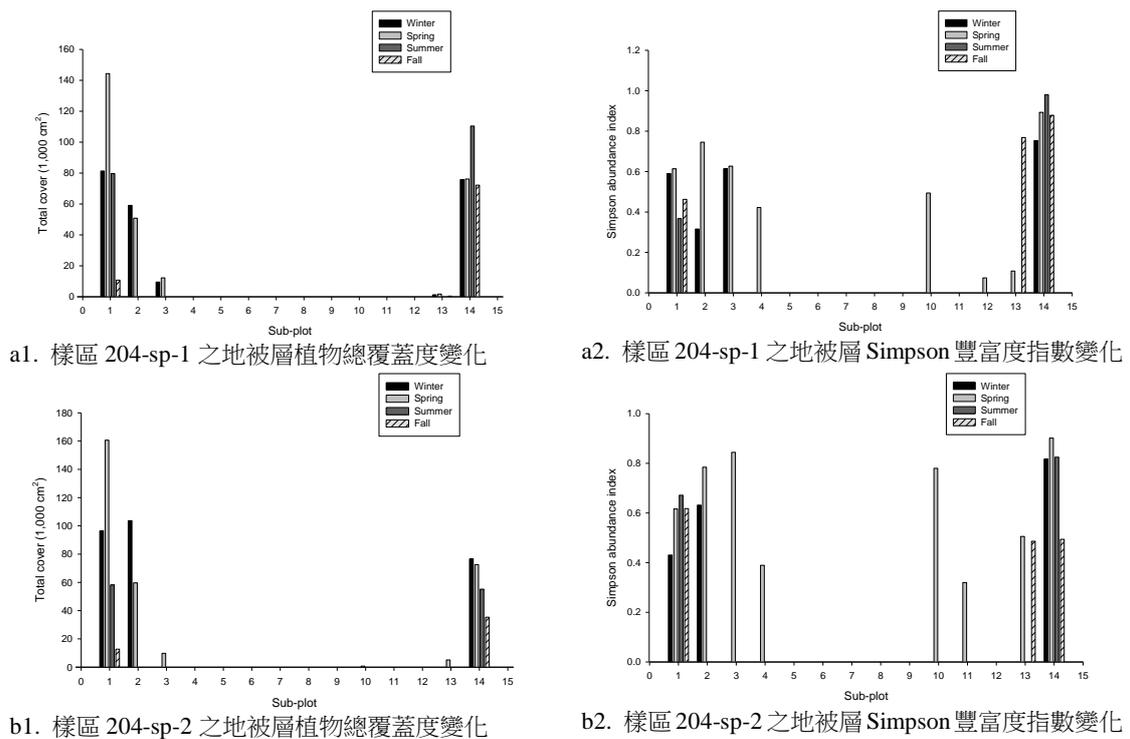
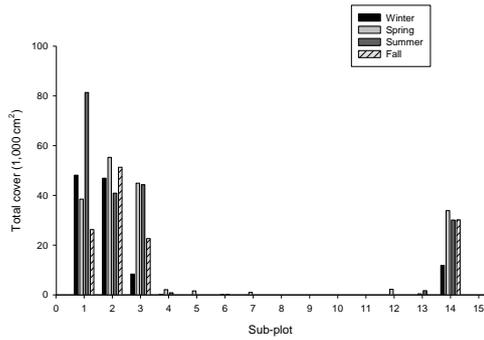
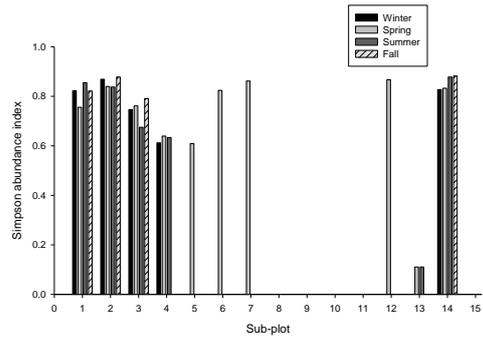


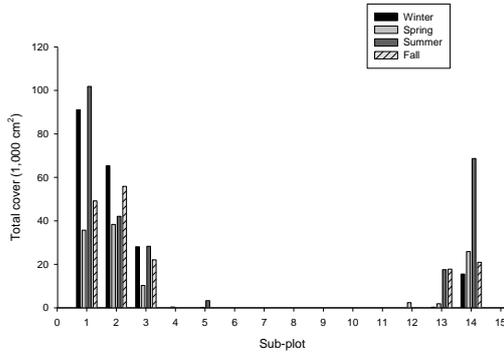
圖 9. 觀魚台測站 (#4)線截樣區 204 之地被層植物總覆蓋度變化及 Simpson 豐富度指數變化



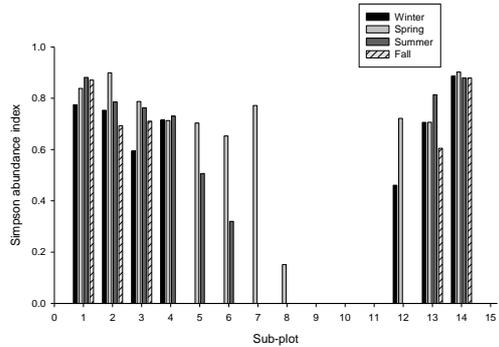
a1. 樣區 207-sp-1 之地被層植物總覆蓋度變化



a2. 樣區 207-sp-1 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

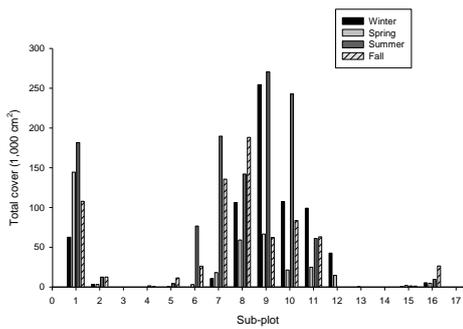


b1. 樣區 207-sp-2 之地被層植物總覆蓋度變化

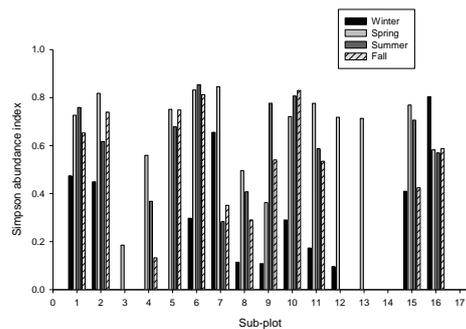


b2. 樣區 207-sp-2 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

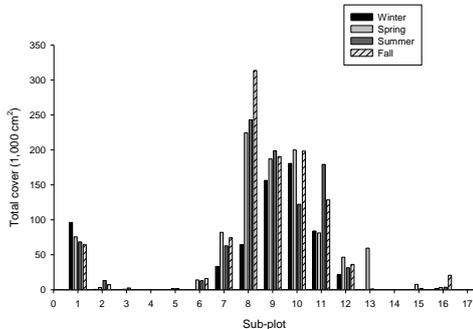
圖 10. 繁殖場測站 (#5)線截樣區 207 之地被層植物總覆蓋度變化及 Simpson 豐富度指數變化



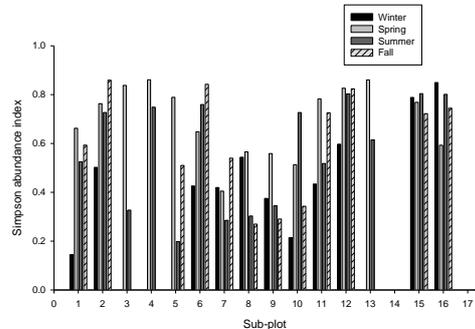
a1. 樣區 208-sp-1 之地被層植物總覆蓋度變化



a2. 樣區 208-sp-1 之地被層 Simpson 豐富度指數變化



b1. 樣區 208-sp-2 之地被層植物總覆蓋度變化



b2. 樣區 208-sp-2 之地被層 Simpson 豐富度指數變化

圖 11. 繁殖場測站 (#5)線截樣區 208 之地被層植物總覆蓋度變化及 Simpson 豐富度指數變化

同測站及季節之變化；結果顯示不同測站 ($p < 0.001$)、季節間($p < 0.001$)均具顯著差異，而測站及季節間則無交互作用差異($p = 0.117$)。此外，以不同測站而言，觀魚台 (#4)測站之總種數、總覆蓋度及 Simpson 豐富度指數皆低於桃山北溪 (#1, $p < 0.001$)、二號壩 (#3, $p < 0.001$)、繁殖場 (#5, $p < 0.001$)等測站；另繁殖場 (#5)測站的總覆蓋度亦低於桃山北溪(#1, $p = 0.007$)測站。綜上得知，桃山北溪 (#1)測站之地被層多樣性較高，而觀魚台 (#4)測站最低！此外，由不同季節之檢定結果得知；冬季之總種數少於春季 ($p < 0.001$)、夏季 ($p < 0.001$)。另春季之 Simpson 豐富度指數高於冬季 ($p < 0.001$)、夏季 ($p = 0.034$)、秋季 ($p < 0.001$)；且夏季亦高於冬季 ($p = 0.028$)。

討論

蔡尚惠、郭礎嘉 (2008)指出位於易受洪氾干擾區域的喬木層植物中，喬木層以臺灣赤楊最為優勢，其次為臺灣二葉松。而於地被層植物調查中亦不乏此二樹種之小苗，故圖 3 中之七類型的地被層植物，可於河床裸露地發現小苗型；且若洪氾侵襲時未受毀滅性破壞，則能快速生長而形成優勢。特別是臺灣赤楊於高光度、水分含量差異大之濱岸環境具有優勢，使其在洪氾過後的河床裸露地能快速地建立族群。另裸露河床地上常有五節芒、臺灣澤蘭、野苘蒿、臺灣何首烏等小苗，如臺灣澤蘭於冬季調查時，河床上尚無小苗生長，然當雨量充足的春、夏季，在受洪氾干擾較小的區域，則可大量生長而形成優勢族群。

由圖 4-11 可概略顯示，多數測站之總覆蓋度隨距溪遠近，具先增後減的趨勢，顯示於鄰近溪水區域因所受干擾大，植群較難建立，總覆蓋度低；而當洪氾影響較小之處，先驅植物大量增長，總覆蓋度達到高峰，另至林分鬱閉處，因陽性植物大量減少，致使總覆蓋度下降。然植群的覆蓋度、結構與空間分布具有密切關聯 (Breshears 2006)。如 Griffis *et al.* (2001)

曾研究不同經營處理之美國黃松 (*Ponderosa pine*) 的地被層植物多樣性變化。亦可藉由族群動態解析群落結構中之種豐富度 (species richness) 及相對豐富度的變化 (Crawley and May 1978)。即如 Allegretta *et al.* (1997) 比較植群中不同灌木處理的植物覆蓋及多樣性的差異。是故物種豐富度為一相對值，豐富度提高並不一定代表其物種數量增加，因此，結合總種數、總覆蓋度等絕對值資料，同時兼顧生物調查資料的質與量，更能全面瞭解在洪氾干擾下之地被層植物的季節變化。

五節芒為本研究區內最優勢之地被層物種，此係在高光量的環境下，五節芒亦耐旱且具生長快速的特性。而當冬季至春季間之五節芒的地上部死亡，總覆蓋度大幅減少，使林地出現空隙，其它物種又得以生長拓殖 (recruitment)，使其種豐富度上升。然至夏季時五節芒再快速生長而形成優勢，使種豐富度下降。而 Bendix and Hupp (2000) 指出枝條柔軟具韌性的植物具有抵抗洪氾之能力，且叢生的草本植物更能有效降低洪氾的衝擊。又黃婷環 (2004) 於濱岸植群推移帶的研究中亦提及；植株較高的草本植物雖易在高流速的情況下倒折，然而在其倒折後形成緩衝，使後方的植群受到保護。研究中觀察五節芒於河階上大量增長，雖會壓迫其他物種的生長，卻也能降低洪氾衝擊，保護土壤基質與下游處的植群，對濱岸植群的維持具極佳的助益。

地被層植物之生命週期短，對環境變化的敏感性高，定期的洪氾侵襲，使濱岸植群反覆地建立與破壞。2008 年夏、秋季大規模的洪氾干擾，使易受洪氾影響的區域，呈現春季總覆蓋度較夏季高的現象。另 Nilsson and Svedmark (2002) 曾提及適度的洪氾干擾，可使濱岸植群具較高的生物多樣性，且有助於更新，然強度太大的洪氾則對植群建立具負面影響。研究中亦發現桃山北溪 (#1)、觀魚台 (#4) 測站因洪氾影響且河道改變，使樣區之土壤流失，其內植物遭受破壞；如觀魚台 (#4) 測站左岸不乏胸徑達 10-12 cm 之喬木層植物，然而

當洪氾過後，10 m 寬的河階縮減為 3 m，其上植物即隨基質流失，顯示濱岸植群雖具有護岸能力，但是仍有一定的極限。

研究中發現部分測站在受洪氾干擾後，雖其總覆蓋度減少，然種豐富度卻提高，顯示強度大的洪氾雖會破壞植群，但適當的干擾能減少優勢種之優勢度，使地被層出現孔隙，而其他物種則具較多的生長空間，當尚未形成競爭壓力前，種豐富度會上升，此即 Connell (1978) 之「中度干擾假說」(IDH)理論的體現。是故七家灣溪濱岸植群定期受到洪氾干擾，可使植群的物種多樣性得以維持動態平衡。而 Jansson *et al.* (2000)針對瑞典鄰近的三條溪流的相互比較亦發現；流量未受限制的 Torne river、Kalix river，其種豐富度皆高於沒有人工堤壩，水量流動較為自然的 Lule river；此一現象說明在水壩控制下，水流流量變動太大，濱岸環境呈現不穩定狀態，物種難以適應，故而多樣性較低，揭示濱岸植群因為適度的洪氾干擾，而具有較高的生物多樣性，然當干擾程度太大或消失時，則其多樣性隨之下降。

Hooke *et al.* (2005)認為洪氾對濱岸植群演替最重要的影響具二層面，一是洪氾干擾會改變河道地形，進而破壞已建立的濱岸植群，使濱岸帶出現裸露地，進而引發次級演替；其次是洪氾的沖刷與沈積作用，會幫助部分物種的種子傳播，也會淘汰掉一些無法適應洪氾環境的物種，使能抵抗干擾之物種保持其優勢度。而 Corenblit *et al.* (2007)將溪流洪氾對植群演替之影響提出一簡單的模式；即鄰近溪邊的植群受水文干擾的影響最大，且有時土壤基質伴隨洪氾流失，使植群覆蓋率降低，造成孔隙增加，因而反覆地處於植群拓殖的階段，其組成物種多以草本植物及木本小苗為主；而於水文干擾程度中等的區域，因其洪氾強度較低，部分較能耐受洪氾，且生長快速之先驅植物 (pioneer plant)得以建立生長，而處於植群建立的階段；另水文干擾程度低的區域，因土壤基質、植群所受干擾影響小，使植群得以順利演

替，先驅樹種逐漸被取代。是故未來可再針對不同干擾程度下，植群與距溪遠近、離河面高度、岩石裸露率等微環境之關聯加以深入探討。

結論

由矩陣群團分析可將七家灣溪濱岸之地被層植物區分為七型；其中以五節芒型最多，其次為小苗型、臺灣澤蘭型、臺灣何首烏型等，而臺灣蘆竹型、小金櫻型、小柃葉懸鉤子型則較少。五節芒是本研究區內最優勢之地被層物種；在高光量的環境下，五節芒的大量增長雖會壓迫其他物種之生長，然其根系深且植株較高大，當洪氾干擾時能降低洪氾衝擊，穩固土壤基質，並保護後方的植群，對濱岸植群的維護有所助益。

2008 年夏、秋季之颱風，其降水量皆大於 380 mm，而歷經所產生之洪氾的干擾下，發現部分測站在受洪氾干擾後，雖其總覆蓋度減少，然種豐富度卻提高，顯示強度大的洪氾雖會破壞植群，但適度的干擾能減少優勢種之優勢度，使地被層出現孔隙，而其他物種則具較多的生長空間，當尚未形成競爭壓力前，種豐富度會上升；是故符合「中度干擾假說」(IDH)，顯示七家灣濱岸植群定期所受之洪氾干擾，可使植群的物種多樣性得以維持動態平衡。此外，不同測站、季節間之地被層植物的多樣性均具顯著差異；即以桃山北溪 (#1)測站之地被層多樣性較高，而觀魚台 (#4)測站最低，另春、夏季地被層之多樣性較高！是故就七家灣溪濱岸植群演替之長期監測而言，每年至少應於颱風季節前後各調查一次，方能掌握洪氾對濱岸生態系之影響。

引用文獻

王成、徐化成、鄭均寶。1999。河谷土地利用格局與洪水干擾的關係。地理研究 18(3):327-335。

- 汪中和。2009。從莫拉克談氣候暖化。中央研究院地球科學研究所週報 1246:6-9。
- 張建春、彭補拙。2002。河岸帶及其生態重建研究。地理研究 21(3):373-383。
- 黃婷璟。2004。濱溪植物在推移帶分布狀態及其耐受性適生之研究。中華大學土木工程學系碩士班論文，新竹市。
- 蔡尚惠、呂金誠。2008。生物歧異度系統，第二版。環球技術學院，雲林縣。
- 蔡尚惠、林志銓、黃立彥、呂金誠、歐辰雄、吳聲海。2007。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。
- 蔡尚惠、徐憲生、呂金誠。2010。七家灣溪濱岸植群之組成與結構。林業研究季刊 32(1):19-38。
- 蔡尚惠、郭礎嘉。2008。武陵地區長期生態監測暨生態模式建立—濱岸植群研究。雪霸國家公園管理處，苗栗縣。
- Allegretti LI, CB Passera and AB Robles. 1997. Short- and long-term effects of shrub management on vegetation in the Monte, Argentina. *Journal of Arid Environments* 35(4):685-693.
- Bendix J and CR Hupp. 2000. Hydrological and geomorphological impacts on riparian plant communities. *Hydrological Processes* 14 (16-17):2977-2990.
- Breshears DD. 2006. The grassland-forest continuum: trends in ecosystem properties for woody plant mosaics? *Frontiers in Ecology and the Environment* 4(2):96-104.
- Connell JH. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science* 199: 1302-1310.
- Corenblit DE, TJ Steiger and AM Gurnell. 2007. Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: a review of complementary approaches. *Earth-Science Reviews* 84(1):56-86.
- Crawley MJ and RM May. 1978. Population dynamics and plant community structure: Competition between annuals and perennials. *Journal of Theoretical Biology* 125(4):475-489.
- Gregory SV, FJ Swanson and WA Mckee. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* 41(8):540-551.
- Griffis KL, J Crawford, MR Wagner and W Moir. 2001. Understory diversity in relation to four forest management treatments in northern Arizona ponderosa pine forest. *Forest Ecology and Management* 146(1-3):239-245.
- Gurnell A, K Tockner, P Edwards and G Petts. 2005. Effects of deposited wood on biocomplexity of river corridors. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(7):377-382.
- Hibbs DE and AL Bower. 2001. Riparian forests in Oregon Coast Range. *Forest Ecology and Management* 154:201-203.
- Ho HC and JC Gwo. 2010. *Salmo formosanus* Jordan & Oshima, 1919 (currently *Oncorhynchus formosanus*) (Pisces, SALMONIDAE, SALMONINAE): proposed conservation of the specific name. *Bulletin of Zoological Nomenclature* 67(4):300-302.
- Hooke JM, CJ Brookes, W. Duane and JM Mant. 2005. A simulation of morphological, vegetation and sediment changes in ephemeral streams. *Earth Surface Processes and Landforms* 30:845-866.
- Jansson R, C Nilson, M Dynesius and E Andersson. 2000. Effects of river regulation on river-margin vegetation: a comparison of eight boreal rivers. *Ecological Applications* 10 (1):203-204.
- Motika 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). *Annals of the University Marie Curie-Skłodowska, Section E* 5(13):367-447.
- Nilsson C and M Svedmark. 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: Riparian plant communities. *Environmental Management* 30(4):468-480.
- Pickett STA and PS White. 1985. Patch dynamics: A synthesis. pp. 371-384. In Pickett STA and PS White (eds.) *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press, Orlando, Florida.