

國立東華大學自然資源管理研究所碩士論文

指導教授：張世杰 博士 Shih-Chieh Chang

鴛鴦湖台灣扁柏天然下種更新林附生性

苔蘚植物組成、分佈與生物量之研究

**The composition, distribution, and biomass of
epiphytic bryophytes of a naturally regenerated
Chamaecyparis obtusa var. *formosana* forest**



研究生：鄧振華 Chen-Hua Teng

中華民國九十五年六月

Abstract

The composition, distribution, and biomass of epiphytic bryophytes were studied in a naturally regenerated yellow cypress (*Chamaecyparis obtusa* var. *formosana*) forest at the Yuanyang Lake site in northern Taiwan. The objectives of this study were to (1) investigate the distribution of the species and biomass of epiphytic bryophytes, (2) find out the correlation between DBH and biomass, and use it to estimate the biomass of epiphytic bryophytes of study site. Ten yellow cypress of difference size classes were selected for sampling, two of them were investigated by tree-climbing, and the others were cut down. Totally 26 epiphytic bryophytes were identified with 20 liverworts and 6 mosses. The biomass of epiphytes was 246 kg ha^{-1} , of which the epiphytic bryophytes accounted for 92% (230 kg ha^{-1}). The cover area and coverage of epiphytic bryophytes were $1373.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ and 13.7%, respectively. The dominant genus, *Bazzania*, had a biomass of 152 kg ha^{-1} and coverage of $1071.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, which accounted for 70% and 78% of the total epiphytic bryophytes biomass and coverage, respectively. The distribution of epiphytic bryophytes depended on DBH, branch diameter, and the height on the trees, but not on the aspect of phorophytes and inclination of branches. The larger phorophytes (with larger DBH) owned more species, biomass and coverage of epiphytic bryophytes. The biomass was also positively correlated with the branch size. The biomass of bryophytes on the trunks accounted for 82% of the total biomass. While bryophytes dominated on lower parts of the trees, lichens were more predominant on higher positions. There was no significant difference of the bryophytes biomass between the tree surfaces facing different directions. The overall distribution pattern of epiphytes indicated an adaptation of epiphytes to the vertical gradients of microclimatic factors in the forest.

Keywords: epiphytic bryophytes, epiphytes, biomass, coverage, cloud forest, Taiwan

摘要

本研究於鴛鴦湖長期生態研究樣區的台灣扁柏天然下種更新林，進行附生性苔蘚植物組成、分佈、及生物量的研究。研究目的為（1）調查附生性苔蘚植物物種數量與各物種的生物量在樹上空隙之分佈情形。（2）找出宿主胸高直徑與生物量關係，以此估算整個樣區的附生性苔蘚植物生物量。研究方法為在十株不同胸高直徑的台灣扁柏樣樹進行細部的調查，其中兩株以攀爬方式調查，另外八株以鋸倒方式調查。

本研究區附生性苔蘚植物種類共計 17 科 20 屬 26 種，其中蘚類植物 20 種，苔類植物有 6 種。附生植物總生物量為 246 kg ha^{-1} ，附生性苔蘚植物總生物量為 230 kg ha^{-1} ，十株樣木苔蘚生物量佔附生植物總生物比例高達 92%。附生性苔蘚植物總覆蓋面積為 $1373.6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ，樣區的附生性苔蘚植物平均覆蓋度為 13.7%。

附生性苔蘚植物中的鞭蘚屬植物總生物量為 152 kg ha^{-1} ，十株樣木鞭蘚屬佔苔蘚植物總生物量的 70%，鞭蘚屬植物總覆蓋面積為 $1071.4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ，佔苔蘚總覆蓋面積的 78%，顯示本樣區附生性苔蘚植物中以鞭蘚屬植物最為優勢。

附生性苔蘚植物的分佈受宿主胸高直徑、枝條基徑、生長區域與距離地面高度的垂直變化所影響。苔蘚植物物種數量、生物量、單位面積乾重與覆蓋度皆隨宿主胸高直徑增加而提高。苔蘚生物量隨著枝條基徑的增加有顯著增加情形。各種苔蘚的生物量亦隨著宿主胸高直徑的增加有提高趨勢。大部分的苔蘚生物量來自於主幹部分，佔苔蘚總生物量 82%。苔蘚佔附生植物總生物量的比例隨著距離地面高度的增加而遞減，地衣則往樹冠層上層增加其佔有比例。苔蘚生物量佔苔蘚總生物量百分比在各方位間無顯著差異，原因可能為本研究樣區林份鬱閉度高，使得各方位的大氣相對濕度差異不大。苔蘚生物量在枝條不同傾斜度的分佈無顯著差異，推測枝條傾斜度可能非影響本區苔蘚分佈的限制因子。

大部分的苔蘚植物在距離地面高度的垂直變化各自有主要的分佈範圍，顯示出不同物種對微環境的適應情形。

關鍵字：附生性苔蘚植物、附生植物、生物量、覆蓋度、雲霧林、台灣

目錄

1. 前言.....	1
2. 文獻回顧.....	2
2.1 附生性苔蘚植物.....	2
2.2 生態角色.....	2
2.3 影響附生性苔蘚分佈與生長的环境因子.....	3
2.3.1 森林型式.....	4
2.3.2 宿主植物.....	5
2.3.3 樹上的空間變化.....	6
2.3.4 生物因子.....	8
2.4 造成附生性苔蘚植物群落變化的壓力.....	9
2.5 附生性苔蘚植物的研究方法.....	9
2.6 台灣的相關研究現況.....	11
3. 研究目的.....	11
4. 材料與方法.....	12
4.1 樣區概述.....	12
4.2 取樣方式.....	14
4.3 附生植物分類.....	17
4.4 生物量的估算.....	17
4.5 覆蓋度測量.....	17
4.6 資料分析.....	18
5. 結果.....	18
5.1 附生性苔蘚植物種類.....	18
5.2 附生植物生物量與分佈.....	23
5.2.1 苔蘚、地衣和維管束植物生物量與分佈.....	23
5.2.2 苔蘚植物生物量組成與分佈.....	34
5.3 附生植物覆蓋度.....	45
5.4 物種豐富度、生物量與覆蓋面積的關係.....	50

6.	討論.....	52
6.1	物種豐富度及其分佈.....	52
6.2	附生植物生物量組成及其分佈.....	54
6.2.1	苔蘚、地衣與維管束植物生物量.....	54
6.2.2	苔蘚、地衣與維管束植物生物量與覆蓋度的分佈.....	57
6.2.3	苔蘚植物生物量組成與分佈.....	59
6.3	物種豐富度、生物量與覆蓋度之間的關係.....	63
6.4	研究樣區苔蘚植物的物種豐富度與生物量.....	63
7.	結論.....	64
8.	建議未來研究方向.....	65
9.	引用文獻.....	65

圖目錄

圖 1 樣區位置圖。.....	13
圖 2 樣區中，0.2 公頃內的台灣扁柏各徑級的株數分佈，與各胸高直徑內的株數佔總株數的百分比例(陳耀德, 2003)。.....	13
圖 3 附生植物採樣區域示意圖。.....	16
圖 4 不同生長區域的苔蘚物種數量。.....	23
圖 5 附生植物生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。.....	24
圖 6 苔蘚植物生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。.....	24
圖 7 各樣木苔蘚、地衣與維管束植物生物量的高度分佈變化圖。.....	27
圖 8 十株樣木的附生植物、苔蘚與地衣生物量在距離地面不同高度之分佈圖。.....	27
圖 9 不同高度的苔蘚、地衣與維管束植物佔該高度附生植物生物量比例變化圖。.....	28
圖 10 苔蘚、地衣與維管束植物分別在不同生長區域佔有該區域附生植物生物量百分比。.....	28
圖 11 八株樣木各方位的苔蘚生物量佔有該株苔蘚總生物量之百分比例。.....	31
圖 12 苔蘚生物量在枝條不同傾斜度的分佈圖。.....	31
圖 13 苔蘚生物量在枝條不同基徑分級的分佈圖。.....	32
圖 14 八株樣木(不含樣木 7 與 10)活枝條不同區位的苔蘚單位面積乾重變化圖。.....	34
圖 15 鞭蘚屬生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。.....	36
圖 16 真紫葉蘚生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。.....	36
圖 17 距離地面不同高度的鞭蘚屬與真紫葉蘚分別佔該區苔蘚生物量百分比變化圖。.....	38
圖 18 距離地面不同高度的耳葉蘚屬、細鱗蘚屬與扁萼蘚屬分別佔該區苔蘚生物量百分比變化圖。.....	39
圖 19 各種苔蘚植物在不同生長區域佔有該種總生物量的百分比。.....	42
圖 20 各種苔蘚植物在不同距離地面高度佔有該種總生物量的百分比。.....	45
圖 21 苔蘚植物覆蓋面積與樣木胸高直徑的線性關係。.....	47
圖 22 鞭蘚屬覆蓋面積與樣木胸高直徑的線性關係。.....	47
圖 23 十株樣木主幹生長區域，苔蘚覆蓋度與距離地面高度的變化圖。.....	49
圖 24 八株樣木(不含樣木 7 與 10)活枝條不同區位的苔蘚覆蓋度變化圖。.....	49
圖 25 八株樣木(不含樣木 7、10)苔蘚物種豐富度與其生物量的線性關係圖。.....	50
圖 26 苔蘚生物量與其覆蓋面積的線性關係圖。.....	51
圖 27 鞭蘚屬生物量與其覆蓋面積的線性關係圖。.....	51
圖 28 真紫葉蘚生物量與其覆蓋面積的線性關係圖。.....	52
圖 29 不同胸高徑級的真紫葉蘚平均生物量與距離地面高度之變化圖。.....	62
圖 30 不同胸高徑級的剪葉蘚屬平均生物量與距離地面高度之變化圖。.....	62

表目錄

表 1	10 棵樣木資料與取樣方式。.....	15
表 2	附生性苔蘚植物之種類。.....	20
表 3	十株樣木距離地面不同高度的苔蘚物種數量。.....	21
表 4	十株樣木各生長區域的苔蘚物種數量。.....	22
表 5	鴛鴦湖台灣扁柏天然下種更新林的生物量與附生性苔蘚植物之比例。.....	25
表 6	各樣木各生長區域的苔蘚植物生物量與佔有該株總苔蘚生物量之百分比。.....	30
表 7	十株樣木主幹不同高度的苔蘚單位面積乾重與活枝條各區域的苔蘚單位面積乾重。..	33
表 8	各樣木鞭蘚屬、真紫葉蘚、挺葉蘚屬、剪葉蘚屬、耳葉蘚屬、大萼蘚屬與鱗葉苔屬生物量。.....	35
表 9	鞭蘚屬、真紫葉蘚、挺葉蘚屬、剪葉蘚屬、耳葉蘚屬、大萼蘚屬與其他苔蘚植物分別在不同生長區域佔有該區域苔蘚生物量百分比。.....	37
表 10	十株樣木鞭蘚屬、真紫葉蘚、耳葉蘚屬、細鱗蘚屬、扁萼蘚屬、挺葉蘚屬與剪葉蘚屬在距離地面不同高度分別佔該區苔蘚總生物量百分比變化圖。。.....	38
表 11	各樣木不同區域的苔蘚覆蓋面積。表中活枝條各區位總和未包含 tree7 活枝條的覆蓋面積。.....	46
表 12	十株樣木主幹生長區域，距離地面高度不同的苔蘚植物平均覆蓋度。.....	48
表 13	不同森林附生性苔蘚植物的物種豐富度。.....	54
表 14	不同森林生態系之附生植物與附生性苔蘚生物量。.....	56

1. 前言

雲霧森林 (cloud forest) 是指永久、長時或季節性被雲霧籠罩的森林，受到地理位置與氣候條件的影響，雲霧籠罩的現象特別明顯 (Hamilton *et al.*, 1995)。從熱帶到副熱帶地區的雲霧森林，由於森林內經常性的雲霧，其在總沈降量佔有相當比例，由雲霧所帶進的離子更是可觀，根據一些研究顯示霧水中的許多離子濃度大於雨水，因此使得雲霧對森林生態系扮演相當重要的角色 (Chang *et al.*, 2002; Thalmann *et al.*, 2002; 陳耀德, 2003)。分佈在山區的雲霧森林稱為山地霧林，由於這些熱帶與副熱帶山地霧林的林內有很高的濕度，累積相當豐富的附生植物生物量，尤其是無維管束附生植物 (non-vascular epiphyte)，其中苔蘚植物是優勢種 (Pócs, 1982; Rhoades, 1995)；哥斯大黎加的雲霧森林中估計附生植物佔地面葉部生物量的 30% (Nadkarni, 1984)；烏干達的雲霧森林，附生植物的生物量佔地面植物生物量的 10%，其中主要以墊狀 (cushion) 生長方式的附生性苔蘚植物 (epiphytic bryophyte) 是優勢種 (Pentecost, 1998)；哥倫比亞山地霧林帶的研究指出，一棵 *Weinmannia mariquetiae* 樹的葉子總生物量為 15.38kg，在此樣木上活附生植物的綠色部位 (living green epiphytic material) 之總生物量為 20.36kg，比宿主葉子生物量要高，其中附生性苔蘚植物佔活附生植物綠色部位的 72.5% (Hofstede *et al.*, 1993)。由此可知，附生性苔蘚植物在某些雲霧森林中佔有重要的地位。

大部分的苔蘚植物有一特殊的分佈棲地，很少種類是屬於廣泛種 (Odasz, 1996; Sillett *et al.*, 1995)。影響附生性苔蘚分佈與生長的環境因子有許多，濕度 (Coley *et al.*, 1993; González-Mancebo *et al.*, 2004)、溫度 (Frahm, 1990)、光度 (Pentecost, 1998; Scandrett & Gimingham, 1989)、森林的年齡 (McCune, 1993)、地理位置、結構 (Humphrey *et al.*, 2002)、宿主密度 (Loppi *et al.*, 1999) 和植被組成 (Acebey *et al.*, 2003) 皆是影響因子。縮小尺度來討論，由於附生性苔蘚植物缺乏複雜的保護組織和器官，對微氣候的改變特別敏感，在森林內部由於日輻射與水在樹冠層被攔截，空氣流動速度降低，濕度、光線和溫度梯度變化 (Miyata & Hosodawa, 1961) 對苔蘚植物的分佈影響很大。生物因子方面，除了苔蘚的種內 (Scandrett & Gimingham, 1989)、種間 (Bergamini *et al.*, 2001) 與其他植物間的交互作用 (John & Dale, 1995) 外，還有苔蘚植物本身生長策略的差異 (Hazell *et al.*, 1998) 更使得其在樹上空間分佈上呈現不同變化。

2. 文獻回顧

以下就附生性苔蘚植物、其所扮演的生態角色、影響其分佈與生長因子、造成附生性苔蘚植物群落變化的壓力、以及研究方法作一探討。

2.1 附生性苔蘚植物

苔蘚植物在全世界有 23000 多種(蔣鎮宇 *et al.*, 2000)。分類為蘚綱 (Hepaticopsida)、苔綱 (Musci)、角蘚綱 (Anthocerotopsida) 三個綱。台灣的蘚類植物記錄到 487 種(林善雄, 2000)，苔類植物記錄到 900 種(蔣鎮宇 *et al.*, 2000)。附生性苔蘚植物是指生長在樹木或灌木樹皮、枝條和葉子的表面的苔蘚植物(Smith, 1982)，其營養來源獨立，但由宿主植物 (host plants) 取得機械性支持。苔蘚植物主要是依賴大氣中的水分、沉降物中的無機鹽和霧的攔截 (fog interception) 來獲得養分，根據文獻指出附生性苔蘚植物的主要養分濃度較地表苔蘚植物低，所以其依賴降水的養分來源較地表苔蘚植物更為強烈(Hofstede *et al.*, 1993)。附生性苔蘚植物沒有維管束構造，輸水能力不強，絕大多數缺乏良好的內部傳導組織，體內含水量隨環境中的濕度而變化，屬於變濕性的植物 (poikilohydric plants)，當環境變乾燥時，會迅速失去水分而變乾燥；當環境再變濕潤時，可以迅速吸收水分，恢復正常的代謝活動。大多數苔蘚植物體表沒有臘質的角質層 (cuticle) 物質，無法像維管束植物一樣能有效地防止水分散失，所以多數生活在濕度較大的環境中，且多以匍伏方式生長，增加植物體與基質和大氣的接觸面積，以提高植物對水分的吸收面積。苔蘚植物也發展出墊狀 (cushion、mat)、叢狀 (colony)、毯狀 (carpet) 等的群聚生長方式，如此可提高毛細管系統的持水力、減少水分的蒸發和保持水分(Mägdefrau, 1982; 李燕紅, 1998)，例如日本山毛櫸森林的研究指出，苔蘚植物的滲透值 (osmotic value) 愈高，對抗乾旱的能力愈強，其中卷葉苔屬 (*Ulota crispula*) 滲透值與 *Macromitrium gymnostomum* 相同，但由於卷葉苔屬以小型墊狀 (small cushion) 方式生長，可以減少蒸發，使其可生長在較高處的枝條上(Hosokawa & Kubota, 1957)。

2.2 生態角色

附生性苔蘚植物在某些森林的養分循環上有一定的影響。福山的副熱帶潮濕森林中，雖然附生植物生物量不及地面上所有植物生物量的 2% ，但卻是佔地面上葉部生物量的 43% ，其中附生性苔蘚植物的生物量佔附生植物 50% 以上，附生植物養分含量比

例佔地面上葉部養分含量達 21-43% (Hsu *et al.*, 2002)，哥倫比亞山地森林的附生性苔蘚植物之養分含量佔附生植物的 18-28%(Hofstede *et al.*, 1993)，哥斯大黎加雲霧森林的研究顯示，當地附生性苔蘚植物的養分含量佔葉部養份含量的 45%(Nadkarni, 1984)。在吸收無機鹽方面，哥斯大黎加熱帶山地霧林的研究指出，附生性苔蘚植物累積的氮量，約為熱帶山地霧林中所有植物全年淨氮量的 11-19%，其轉換大氣中的氮，能保留在苔蘚植物的生物量、枯落物和腐植質中，提供其它生物吸收利用(Clark *et al.*, 1998)，Coxson & Nadkarni (1995)整理文獻後亦有此發現。Freiberg & Freiberg (2000)的研究顯示厄瓜多爾的高地森林，枝條上有高的腐植質累積量，其厚度可達 10cm，其中附生性苔蘚植物是構成腐植質最重要的來源。

附生性苔蘚植物對熱帶山地森林的水循環有相當大的影響(Pócs, 1982)，鴛鴦湖山地雲霧森林的研究發現，附生性苔蘚植物攔截霧的能力比宿主植物高，每克乾重的附生性苔蘚植物每個小時可截留 0.63 克的雲霧沈降 (fog deposition)，就全林份來說相當於每小時 0.17 公釐(Chang *et al.*, 2002)。附生性苔蘚從雨水獲取養分(Veneklaas, 1990)，其會改變幹流水的 pH 值，進而影響周遭環境，鴛鴦湖的酸性環境研究指出，湖水酸性化的主要成因是湖周森林中的附生性苔蘚植物(Wu *et al.*, 2001)。

附生性苔蘚植物組成獨特的微棲地提供其它生物棲息，是許多植物種子著落發芽的溫床，決定附生性維管束植物與地衣在樹上分佈的重要角色(Pentecost, 1998; Sillett *et al.*, 2000)。廖啟政(2004)調查鴛鴦湖保留區內台灣扁柏小苗更新的情形，發現小苗在殘材上的存活率比在土壤上高，其推測枯倒木上的苔蘚與堆積的有機質，對於台灣扁柏及闊葉樹小苗在枯倒木上的成長與競爭似乎相當重要。附生性苔蘚植物會改變微氣候，有苔蘚附著的樹皮，使得樹皮減少陽光的直射，降低溫度與蒸發的速率，會比裸露的樹皮有較高的大氣相對濕度(Phillips, 1951; Sillett, 1995)，苔蘚內部的溫度變化也較周圍環境小，這兩個因素促使一些無脊椎動物的群落建立(Pentecost, 1998)。

2.3 影響附生性苔蘚分佈與生長的环境因子

許多苔蘚沒有真正的根系系統，其生理構造無法直接從土壤獲取水分，濕度是決定其生長的因子之一。而樹上的環境又比地表土壤乾燥，樹皮不能長時間保持水分，所以濕度更是決定附生性苔蘚植物生長的關鍵因子(Hosokawa & Kubota, 1957)。抵抗乾旱能力愈強的種類，在樹上不同高度生長的範圍較廣，如 *Pterobryum arbuscula* 在日本山毛櫸森林，比較其他種類的苔蘚，其在樹上可生長在不同的高度(Hosokawa & Kubota,

1957)。除了濕度外，溫度與光度亦是影響因子，如熱帶低海拔的森林底層，由於高的溫度會導致呼吸作用增加而必須有較高的光補償點（light compensation point），此區的日常輻射常被樹冠層攔截而低於支持苔蘚生長所需，導致大部分的苔蘚無法在此區生長(Frahm, 1990; Freiberg & Freiberg, 2000)。Hosokawa & Kubota (1957)在日本山毛櫸森林的研究發現，同一樣區內的兩棵樣樹 treeA、B，由於 treeB 的樹冠較為鬱閉，光度較低，導致在 treeA 主幹基部生長的一些苔蘚種類，不會生長在 treeB。哥斯大黎加熱帶山地霧林的研究發現，懸垂狀（pendant）無維管束附生植物在樹冠上層有高的豐度（abundance），樹冠覆蓋度（canopy cover）為 40% 對懸垂狀苔蘚的生長有正面影響，但是覆蓋度超過 94% 則會停止生長或死亡，其分佈是受到光度所影響(Romero, 1999)。Scandrett & Gimingham (1989)的實驗顯示，某些苔蘚在較陰暗比在光度較強環境的生長密度高。由於森林型式的不同、宿主植物與樹上的空間變化皆有不同的微氣候條件，濕度、溫度、光度與生物因子交互作用影響附生性苔蘚植物的分佈與生長，以下分別就森林形式、宿主植物、樹上空間變化與生物因子一一作探討。

2.3.1 森林型式

不同的森林型式，因微氣候的不同而各有不同的苔蘚相。巴西雨林森林的研究發現，有鬱閉性的樹冠結構、宿主植物的物種豐富度高、濕度高、平均溫度較低、多變化的微氣候和棲地異質性較高的原始林，比次生林的附生性苔蘚植物物種豐富度高(Costa, 1999)，原始林的附生植物生物量亦較次生林高(Nadkarni *et al.*, 2004)。Acebey *et al.* (2003)在玻利維亞的研究進一步指出，尤其是苔類植物，原始林比次生林的物種豐富度高。奧勒岡與華盛頓州不同林份針葉森林的研究指出，森林年齡愈高附生性苔蘚植物生物量亦高(McCune, 1993)。一些研究顯示，提高苔蘚生長基質的多樣性（substrate diversity），會增加苔蘚植物物種豐富度(Peck & McCune, 1998; Rambo & Muir, 1998)。老齡林的樹皮構造比較粗糙與年輕林份不同，其分別提供不同的基質特性(Rambo & Muir, 1998)。不僅是苔蘚，對地衣也有類似的影響，瑞典的挪威雲杉森林研究指出，年輕森林附生性地衣的生物量較老齡林少，其中主要的原因之一為年輕森林的枝條周徑較老齡林小，提供較短的時間給予地衣殖民與生長(Esseen *et al.*, 1996)。對於森林地被苔蘚植物來說，增加朽木（decaying logs、deadwood）、老樹殘株（stumps）、各種腐朽程度不同的樹木殘塊（coarse woody debris, CWD）等等這些生長基質，可以增加苔蘚的物種豐富度(Humphrey *et al.*, 2002; Rambo & Muir, 1998)。不同物種對於基質養分的需求不同，即使

是同一物種，族群建立時期的不同亦有不同的需求，所以苔蘚的分佈狀況往往可反應基質養分的梯度變化(Li & Vitt, 1994)，其亦可反應甲烷通量的季節變化，對於氣候的變化是很好的生物監測指標(Bubier *et al.*, 1995)。

巴拿馬四座降雨量與海拔高度不同森林的研究指出，葉子上的附生蘚類植物在降雨量、濕度愈高的森林，其覆蓋度愈高(Coley *et al.*, 1993)。加那利群島三座潮濕程度不同月桂樹 (*laurel*) 森林的研究發現，有一些物種如耳葉蘚屬 (*Frullania dilatata*) 在較乾燥的地區是優勢種，而懸垂狀生活型的物種如 *Neckera intermedia*，只出現在較潮濕的地區，濕度愈大的森林，苔蘚物種豐富度與覆蓋度愈高。此研究亦發現濕度的不同，會影響宿主胸高直徑與苔蘚物種豐富度和覆蓋度之間的關係，越乾燥的森林，其關係愈密切，原因是濕度越大的森林，較小周徑枝條上的苔蘚殖民(colonization)與演替(sucession)進行速度較乾燥森林快，所以小周徑與大周徑枝條之間的物種豐富度和覆蓋度差異比乾燥森林小(González-Mancebo *et al.*, 2004)。

2.3.2 宿主植物

附生性苔蘚植物大部分分佈在 pH4~6 之間的樹皮上(Rhoades, 1995)。Rhoades 整理文獻後亦發現有些樹的樹皮是薄片狀的，比較不能夠提供較大的附生性苔蘚植物生長，因為這些短暫性的薄片狀樹皮，極為容易因附生性苔蘚植物的重量而脫離樹幹。附生性苔蘚植物亦較少生長在太過光滑的樹皮或葉片上，徐嘉君(1998)調查福山試驗林附生植物生物量發現，溪谷常見的九芎，因樹皮十分光滑而不易附著附生植物。宿主種類(Hale, 1955; Peck *et al.*, 1995; Schmitt & Slack, 1990)、樹皮的化學成分(Kuusinen, 1996)、樹幹結構與樹的傾斜度不同(Kuusinen, 1996; Smith, 1982)而有不同的附生性苔蘚植物植被，而樹皮表面的 pH 甚至可以預測附生植物的組成情況(Kuusinen, 1996)。Mcalister (1995)的實驗除了顯示宿主植物種類不同會影響苔蘚的建立外，還指出即使是同一宿主，樹皮與木材 (bark and wood) 對於苔蘚植物的生長也有不同的影響。因宿主的特性不同，使得樹冠層內隨著時間改變附生植物分佈的格局亦不同，這些改變包括森林鬱閉度增加的速度 (濕度增加、溫度下降)，樹皮結構改變和季節性樹葉的變化(Rhoades, 1995)。宿主密度的不同，會影響光線與孢子的傳播(Hazell *et al.*, 1998; Loppi *et al.*, 1999; Peck, 1997)，還有樹的位置(Peck *et al.*, 1995)以及周遭的環境(Sillett *et al.*, 1995)，這些皆使微氣候有不同變化，對附生性苔蘚植物的生長有影響。另外，德國挪威雲杉森林的研究發現，宿主的幹流水化學成分不同，會影響附生性地衣的物種豐富度，其指出健康雲

杉幹流水的硫酸根離子濃度比枯萎雲杉高，而前者的地衣物種豐富度較低(Markus *et al.*, 2002)。

雖然宿主種類會影響附生性苔蘚植被，然而，很少苔蘚種類只生長在唯一特定的宿主植物上(Hale, 1952; Schmitt & Slack, 1990)。環境會影響苔蘚對宿主的喜好程度，密西根森林的研究發現，濕度適當的情況下，某些苔蘚會生長在其樣區所有不同宿主植物上，而在較乾燥的環境下，其只生長在幾種特定宿主植物上，此研究亦發現微氣候比宿主種類對苔蘚分佈的影響還要大(Phillips, 1951)。蘇格蘭森林的研究也有相同的論點，附生植物的分佈格局受到樹皮化學性質變化的影響比受到宿主種類影響要大(Bates, 1992)。加拿大針葉森林的研究亦指出，宿主的位置與樹上的垂直距離變化，比不同的針葉樹種對苔蘚豐富度的影響大(Peck *et al.*, 1995)。威斯康辛北邊森林的研究發現，針葉樹的附生植物群落與其在闊葉樹上無明顯差異(Culberson, 1955)。

大的表面積可以攔截到較多的孢子(Hazell *et al.*, 1998)，提供較多的附生植物生長，樹幹胸高直徑 (diameter breast height) 的增加，除了有較大的表面積外，時間可能也是重要因素，老樹有較長的時間給予附生植物生長、樹皮構造較粗糙(Hazell *et al.*, 1998; Sillett *et al.*, 2000)、化學性質(Bates, 1992)、濕度與小樹不同，所以有利附生植物物種豐富度與生物量的增加(González-Mancebo *et al.*, 2004; Hazell *et al.*, 1998; Hsu *et al.*, 2002)。老樹殘枝和朽木的直徑大小也與苔蘚物種豐富度成正相關(Humphrey *et al.*, 2002)。枝條周徑大小和枝條傾斜度亦會影響苔蘚植物的覆蓋度與腐植質層的厚度，厄瓜多爾森林的研究顯示，較水平或較大周徑的枝條 (接近樹幹內部枝條)，有較高的苔蘚植物覆蓋度，腐植質層也較厚(Freiberg & Freiberg, 2000)。不同的胸高直徑或枝條基徑大小會影響附生植物物種豐富度與覆蓋度之外，亦會有不同的附生植物植被(Pentecost, 1998; 張素卿, 1993)。

2.3.3 樹上的空間變化

宿主距離地面不同高度的垂直變化(Bates, 1982; Hale, 1952, 1955; Hazell *et al.*, 1998; Hosokawa & Kubota, 1957; Hsu *et al.*, 2002; McCune, 1993; Pentecost, 1998)與外圍和內部枝條(Freiberg & Freiberg, 2000)的微氣候呈現梯度變化，光度隨著距離地面高度增加而增加，相對溼度隨之降低(Miyata & Hosodawa, 1961)，樹冠層空間不同的微環境與微氣候會影響附生植物的生物量、覆蓋度與群落組成(Benzing, 1995; Hietz *et al.*, 1996; Nadkarni *et al.*, 2004; Sillett, 1995)。主幹基部、樹冠層的底層或內部有較穩定的濕度環

境，附生植物物種豐富度隨著距離地面高度的降低有增加的趨勢(Kuusinen, 1996; Peck *et al.*, 1995)。然而不同的森林，苔蘚物種豐富度與距離地面高度的關係有不同變化，Acebey *et al.*(2003)在玻利維亞原始林與次生林的研究指出，原始林主冠層複雜的林冠結構可提供附生性苔蘚多樣的生長基質，樹冠層底層與中層的苔蘚物種豐富度較主幹基部高；次生林主幹基部的物種豐富度則最高，其佔有苔蘚總物種數量的 90%。樹冠層的上層或外圍枝條，其附生植物暴露在乾濕變化較大的環境，所以可以忍受在較乾燥環境生長的種類，會在較高的部位成為優勢種(McCune, 1993)，日本山毛櫸森林的研究亦指出，生長在樹冠上層比下層的苔蘚植物滲透值與抵抗乾旱的能力較高(Hosokawa & Kubota, 1957)。在樹冠層不同高度，苔蘚的光合作用速率、光飽和點 (light saturation point)，亦有所不同，日本森林的研究顯示，生長在距離地面高度較低的苔蘚，其最大的光合作用速率在 15000lux，屬於耐陰性的物種 (shade-epiphytes)，而上層枝條的苔蘚則是光線需求較高物種 (light-demanding)，其光度甚至到達 40000lux，光合作用速率仍持續增加(Miyata & Hosodawa, 1961)。

不同的附生植物在樹上不同的區域生長，亦是受演替影響(McCune, 1993; Pentecost, 1998; Phillips, 1951)，McCune 將附生植物依照其扮演的生態角色分為不同的功能群 (function groups)，在奧勒岡與華盛頓州不同林份的針葉森林調查，發現附生植物會隨時間的改變有往樹上更高地方遷移 (migrate upwards) 的現象，森林的演替會改變附生植物在樹幹上的垂直分佈格局。他提出相似變化假說 (similar gradient hypothesis)，有三種空間與時間的變化形式：一是樹上的垂直變化，由高到低；二是濕度不同森林，由乾燥到潮濕；三則是林份不同的森林，由年輕到老。此假說可以部分地預測在潮濕老齡林的地被層苔蘚植物往樹上生長情形及附生性苔蘚植物演替的情況。後來的一些研究也有此發現(Peck *et al.*, 1995; Sillett, 1995)。Acebey *et al.*(2003)在玻利維亞的研究指出，原始林距離地面 25m 與次生林離地 2m 的微氣候條件相似，所以在次生林樹上較低處生長的苔蘚種類，會在原始林較高處生長。而枝條表面的附生植物群落亦隨著時間呈現連續性的改變 (Smith, 1982)。

樹的不同方位有不同的微氣候條件，對苔蘚的分佈有影響(Sillett, 1995)，密西根森林的研究指出，由於當地主要的風向為西方與西北方，使得耳葉蘚屬 (*Frullania eboracensis*) 只出現在樹的西方與西北方位上(Phillips, 1951)。加拿大針葉森林的研究發現，蘚類植物在北方的覆蓋度比在南方高，當地夏季的風向為北方(Peck *et al.*, 1995)。蘇格蘭森林的研究發現方位與直射光顯著相關，是影響附生植物分佈的因子之一 (Bates,

1992)。張素卿(1993)在烏來楠櫟林的研究發現，方位與太陽輻射角度有關，影響附生植物生長。另外，方位也會影響附生植物的種間關係，密西根森林的調查發現，耳葉蘚屬 (*Frullania*) 與地衣 (*Parmelia sulcata*) 在主幹的上層南方有正相關，而在其他部位則無顯著關係，而地衣 (*Flavoparmelia caperata*) 與樹皮的關係，在主幹下層南方到上層南方從正相關轉變為負相關(John & Dale, 1995)。

2.3.4 生物因子

Phillips (1951)認為苔蘚群落常常是許多不同種類與生活型的鑲嵌體，其吸收水分維持溼度的能力比裸露的樹皮好，苔蘚類似海綿的吸水特性與成層狀的生長方式，在演替每一階段生長的群落會修改 (modifies) 樹上的微氣候條件，使得下一階段的群落更容易建立。苔蘚植物多種生活型混生且以群聚方式的生長，有利水分的維持與養分的獲得，物種間的交互關係使得苔蘚的生物量、物種豐富度與苔蘚幼芽的密度呈正相關 (Bergamini *et al.*, 2001; Mulder *et al.*, 2001)。Proctor (1982) 亦發現苔蘚植物在幼芽密度較高的地方，可減少水分的蒸發，其生理活動的時間會延長。Mcalister (1995)的研究指出，可能是所實驗的三種苔蘚生長形式不相同，導致苔蘚的種間競爭並不明顯，其亦發現不同的種類有不同的競爭能力，且不同的基質會影響白髮苔屬 (*Leucobryodon albidum*) 的種內競爭及其與其他苔蘚的種間競爭關係。然而在一些環境下，種間的競爭關係在植物群落組成上扮演重要的角色(Zamfir & Goldberg, 2000)。Scandrett & Gimingham (1989) 在不同光度與溼度的實驗顯示，苔蘚各物種間的相互抑制作用 (mutual inhibition) 在陰暗和乾燥的環境下最明顯，其亦發現不同的環境下物種內的抑制作用也不同，如灰苔屬 (*Hypnum*) 在陰暗與潮濕環境的種內抑制作用最強。如同維管束植物一樣，當群落密度增加時，各種類間的競爭強度亦隨之增加，而各種類的生長速度隨之降低(Zamfir & Goldberg, 2000)，苔蘚自有其控制群落密度的方式，例如灰苔屬利用分層生長的方式來降低生長壓力(Scandrett & Gimingham, 1989)。

Coley *et al.*(1993)在苔蘚與地衣有相同豐度的條件下，調查其之間的競爭關係，發現苔蘚與地衣的覆蓋度是呈顯著負相關，苔蘚有競爭上的優勢，苔蘚可生長在地衣植物體上，而地衣則未發現有此現象。然而，其他的研究指出苔蘚與地衣或維管束植物的競爭關係並非絕對，塔斯馬尼亞冷溫帶雨林森林的調查顯示，苔蘚植物常與地衣共同生長在同一環境中(Mccarthy & Kantvilas, 2000)；奧勒岡針葉森林的研究發現，老齡林的附生性苔類植物會大量的以墊狀群聚方式生長在枝條上，其會保留水分、累積腐植質，提

供給地衣適合生長的环境(Sillett, 1995; Sillett *et al.*, 2000);苔蘚的地墊亦提供維管束植物合適的生長空間,有利林份的更新(Liao *et al.*, 2003)。動物亦會影響苔蘚在樹冠層的分佈格局,例如有些苔蘚主要藉由孢子散佈,若孢子是靠風傳播,但鳥在樹幹的裂縫中取食行為,會傳播孢子或苔蘚碎片,進而影響孢子的沈降梯度,使其在樹上的分佈受到影響(Hazell *et al.*, 1998)。

2.4 造成附生性苔蘚植物群落變化的壓力

人類活動的干擾改變了附生性苔蘚植物群落的組成。全球性問題是空氣污染和酸雨,因為苔蘚植物缺乏角質層,並且有迅速吸收水分的能力,使得苔蘚對於空氣中的有毒物質比其他植物敏感,所以通常苔蘚植物可以作為監測空氣品質的指標生物(Mäkipää, 1998; 賴明洲, 1998)。施放肥料,尤其是氮肥,會影響某些苔蘚族群的建立,進而影響其分佈(Li & Vitt, 1994)。土地利用的強度(land-use intensity)會影響苔蘚物種豐富度(Zechmeister *et al.*, 2003)。原始林的砍伐造成棲地破碎化、微氣候改變,使得外來種入侵,生長在其中特殊的種類,因而導致滅絕(Kantvilas & Jarman, 1993)。耐陰性苔蘚植物由於對抗乾旱的能力較向陽性苔蘚差,所以森林破壞的影響對其較大(Acebey *et al.*, 2003; Costa, 1999)。Costa 還指出,即使經過 20 到 45 年的復原時間,許多苔蘚植物的種類仍無法恢復,大約需要 80 年的時間才能恢復與原始林相似的苔蘚相。

一些文獻針對人類商業化採收苔蘚與保育之間作探討(Romero, 1999),保護灌木與闊葉樹種,使苔蘚生長基質的異質性增加,並且限制距離地面 2-3m 的採收,此方式可使苔蘚枯落物從樹冠層掉落後繼續生長,如此可讓其對苔蘚的影響降低(Peck & McCune, 1998)。對於地被層的苔蘚來說,設立維管束植物的保護區,可以保護到大部分的苔蘚與地衣(Pharo *et al.*, 2000)。保護森林中殘存的老樹(>300year),可降低樹冠層內的光度、增加濕度,改變微氣候,可以增加地衣的生物量與維持較高的附生植物物種歧異度(Hazell & Gustafsson, 1999; Hietz *et al.*, 1996; Peck & McCune, 1997)。

2.5 附生性苔蘚植物的研究方法

欲上到樹冠層是有相當的難度,而且在樹冠層空間變異大的環境作取樣,來調查其上的附生植物亦不容易,許多研究侷限於低於 3 公尺的樹幹表面或是只依賴枯落物或殘枝來作分析(González-Mancebo *et al.*, 2004; Hazell *et al.*, 1998; Kantvilas & Jarman, 1993),而樹冠層的上層與外圍枝條的研究更是缺乏(Coxson & Nadkarni, 1995; Nadkarni,

1984)。

附生植物生物量的研究方法方面，除了剝除整棵樹之外，一些文獻也提出較為省時省力的方法，以下一一做介紹。

- 利用地衣與苔蘚的覆蓋度來分別估算其在枝條的生物量：研究發現枝條上的地衣與苔蘚的覆蓋度與其生物量有高的相關性(McCune, 1990)。
- 分別利用地衣葉狀體的長度與寬度來估算地衣的生物量：地衣葉狀體的長度與寬度與地衣的生物量有高的相關性，但是苔蘚較難測量其葉狀體的長度與寬度，所以此方法未運用在苔蘚植物上(McCune, 1990)。
- 利用附生植物的枯落物來估算其生物量：McCune(1994)探討附生植物枯落物的生物量與實際剝除的生物量之間的相關性，發現老齡林中的附生性苔蘚植物常常與有機物質混合成大型沉重糾結的墊狀形式，如此情形要採取其枯落物是有困難的，研究指出某些苔蘚種類的枯落物掉落地面、枯木上、低的樹枝後，會繼續蔓延，要區分其枯落物與原本在森林地面生長的植物更加有困難性；相反的，地衣從樹冠層掉下來後，常無法生存並很快枯萎死亡。所以利用枯落物生物量來估算附生植物生物量的方法較適合地衣，而由於苔蘚植物的聚集性高，研究樣本較少，其之間未有明顯的線性關係。

物種豐富度與覆蓋度的研究方法方面，McCune & Lesica,(1992)針對全區目視法、帶狀法與小樣區調查法，三種取樣方法在調查森林不同基質的苔蘚物種、覆蓋度準確度與所需時間之間作評量，以下一一做介紹。

- 全區目視法 (whole-plot ocular)：在樣區內劃出次樣區，以目視方式調查整個次樣區內地被層、枝條與樹幹上的苔蘚與地衣種類，以及各物種的覆蓋度。此方法比較可以調查出一些出現頻度較低的物種，可較為準確調查物種數目，但會低估覆蓋度，比較適合植被稀疏的區域，然而要從地面以目視方式調查枝條上附生植物各物種的覆蓋度有困難性，只能調查枝條上的物種數目，調查所需時間較小樣區調查法短，在主幹部分調查時間與小樣區相當，均較樣帶法所需時間長。
- 樣帶法 (belt transects)：在次樣區內，劃出長 30m 寬 1m 的樣帶，以目視方式調查樣帶內的地被層與樹幹上的苔蘚與地衣種類，以及各物種的覆蓋度，因枝條上的附生植物以目視方式觀察有困難性，所以此方式未用在枝條上，此法在調查物種數目以及各物種覆蓋度的準確度介於另兩種方法之間，在調查主幹所需時間最短。

- 小樣區調查法 (microplots)：次樣區內再劃分小樣區，小樣區的數量與每個小樣區的面積在地被層、枝條與樹幹各有不同，偵察物種數目能力與全區目視法相當，此方法適合調查有高覆蓋度與大多數屬於頻度高的物種的區域，因當地枝條的附生植物覆蓋度高，調查枝條所需時間較長，主幹部分則與全區目視法相當。

上述方法在調查附生性苔蘚植物的生物量、物種豐富度與覆蓋度各有其優缺點，本研究參考前人研究(Freiberg & Freiberg, 2000; Hsu *et al.*, 2002; Nadkarni, 1984)，考慮本研究樣區特性，衡量調查時間、人力，選擇小樣區調查法作為調查樣區生物量與物種豐富度的方法。

2.6 台灣的相關研究現況

台灣的雲霧森林分佈的海拔範圍在 1000 公尺-2500 公尺之間，土地面積佔全台灣 27%。鴛鴦湖長期生態研究區 (Yuan-Yang Lake long-term ecosystem research site, YYL site) 為一典型的雲霧森林，Lai(1977)在鴛鴦湖保留區內的調查，發現有 8 種與 2 變種的苔類植物，29 種與 2 亞種的蘚類植物，劉美娟(2004)完成鴛鴦湖長期生態研究區地被層苔蘚植物物種、生物量與養份循環的調查。國內有數篇針對附生植物的研究，依附植物的植群與無脊椎動物交互關係調查(江英煜, 1996)、附生植物生物量與營養鹽研究(徐嘉君, 1998)、附生性維管束植物組成及分佈研究(張素卿, 1993)、附生植物與節肢動物交互關係研究(嚴中佑, 2004)。國內的苔蘚相關研究部分，除了 Lai(1977)與劉美娟 (2004) 的研究之外，分類方面主要集中在林善雄教授指導的研究，有蔓苔科、羽蘚屬與鳳尾苔科等的分類研究(吳聲華, 1985; 楊玉鳳, 2002; 楊啟祥, 1992)，另外還有生活型的研究(蔣鎮宇, 1989)。

3. 研究目的

附生性苔蘚植物的生物量與覆蓋度在某些雲霧森林中佔有相當比例，在生態上扮演重要角色，且其對微氣候的改變特別敏感，使得附生性苔蘚植物在樹上的空間分佈上呈現不同變化，而國內的研究對於附生性苔蘚植物的生物量與組成分佈鮮有著墨，故本研究的目的為 (1) 調查附生性苔蘚植物物種與各物種的生物量在樹上空間之分佈情形。(2) 找出宿主胸高直徑與生物量關係，以此估算整個樣區的附生性苔蘚植物生物量，期能作為日後研究之基礎資料。

4. 材料與方法

本研究是調查鴛鴦湖長期生態研究區，區內附生性苔蘚植物物種及其生物量在樹冠層內空間變化情形，並估算區內附生性苔蘚植物的生物量。

4.1 樣區概述

本實驗樣區位於台灣東北部的棲蘭山區(24°35' N, 121°24' E)，屬於蘭陽溪支流石頭溪集水區，為太平山事業區 32 林班地。林務局於 2002 年將此林分劃設為鴛鴦湖長期生態研究區，為永久保存林區，該單位曾於 1972 年實施天然下種更新造林作業，至今形成以台灣扁柏為優勢種的天然下種更新林。樣區位於 100 號林道 14.5 公里南方處，海拔 1670 公尺，為 1 公頃 (100m×100m) 之樣區，距離鴛鴦湖自然保留區約 2.5 公里 (圖 1)。本樣區自 2003 年 3 月到 2004 年 2 月的年均溫為 13.3°C，年雨量為 2940mm，受颱風影響很大，雲霧籠罩時數高達 3356 小時，佔全年總時數的 38%，為一典型的雲霧森林(吳敏如, 2004)，有兩個主要的風向，分別為東南方及北方，受地形影響，早上吹東南風 (谷風)，夜晚吹北風 (山風) (羅勻謙, 2004)。本研究區有 17 科 26 屬 33 種的維管束植物，以台灣扁柏 (*Chamaecyparis obtuse* var. *formosana*) 為優勢種，樹齡約在 10-50 年間，總胸高斷面積佔所有樹種的 81.8%，台灣扁柏的平均胸高直徑為 14.7cm，在 6-25cm 間個體數，佔總個體數的 75% (圖 2) (陳耀德, 2003)。研究樣區內台灣扁柏地上部的總生物量為 88000kg ha⁻¹，其中樹幹 62200 為 kg ha⁻¹，枝條為 13500 kg ha⁻¹，葉為 12300 kg ha⁻¹ (陳凱欣, 2005)。地被層的苔蘚植物計有 22 科 25 屬 35 種，佔地被植物種數的 45%，覆蓋度為全部地面的 82.8%，其生物量為 695 ±0.4 kg ha⁻¹，佔地被總生物量比例為 83% (劉美娟, 2004)。

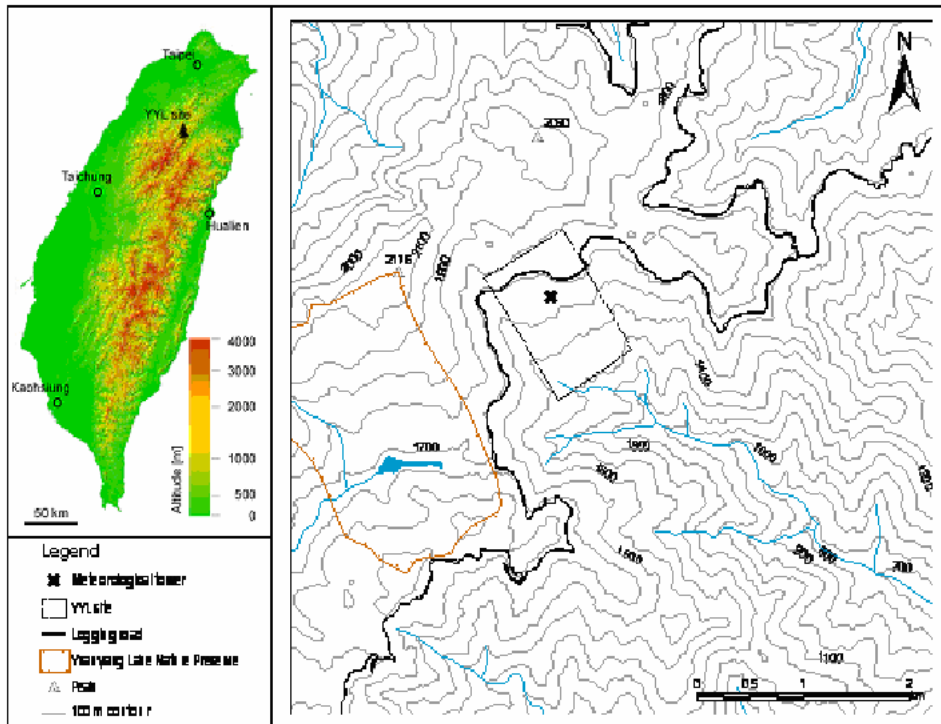


圖 1 樣區位置圖。圖中方塊為實驗樣區所在地。

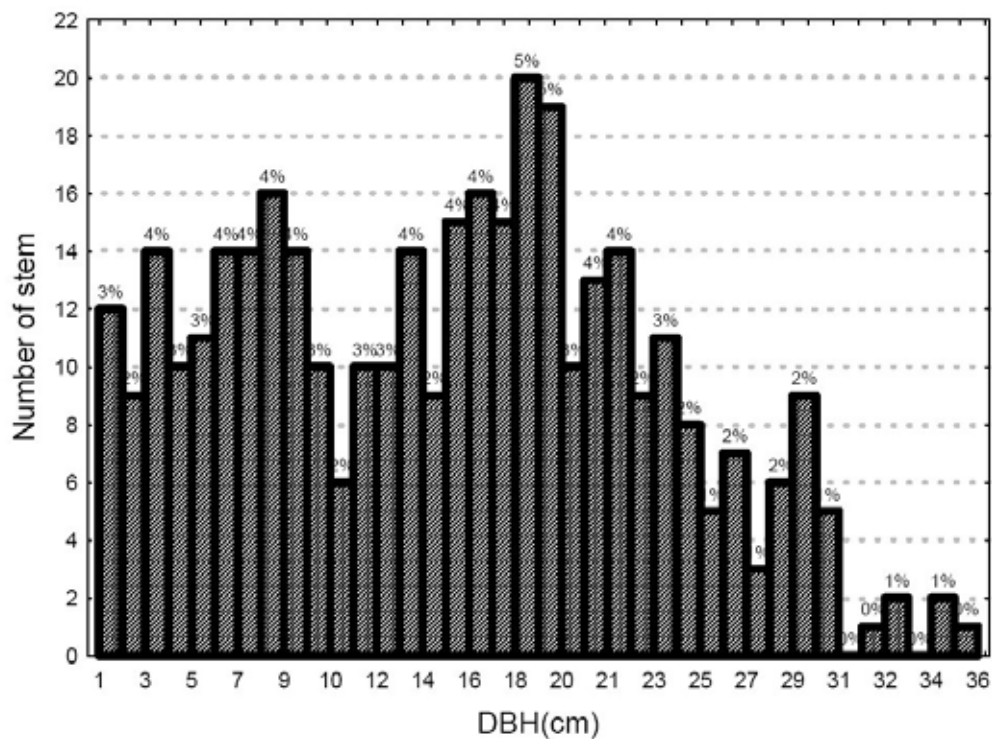


圖 2 樣區中，0.2 公頃內的台灣扁柏各徑級的株數分佈，與各胸高直徑內的株數佔總株數的百分比(陳耀德, 2003)。

4.2 取樣方式

由於台灣扁柏為本樣區的優勢種，總胸高斷面積佔所有樹種的 81.8%(陳耀德, 2003)，故只針對台灣扁柏做調查。挑選十株 6~25cm 不同胸高直徑無分叉的台灣扁柏。利用繩索以攀爬方式調查編號 7 與 10 兩株樣木，取樣時間自 2003 年 1 月至 4 月止，對其餘八株樣木，則以鍊鋸將整株伐倒方式調查，取樣時間自 2005 年 1 月至 2005 年 3 月 (表 1)。取樣時將樣株區分為主幹、活枝條與枯枝條三個生長區域 (圖 3)。取樣區域區分方法參考前人研究(Bates, 1982; Freiberg & Freiberg, 2000; Hsu *et al.*, 2002)，評估台灣扁柏生長特性，考慮本研究樣區實際情況做調整。細節如下：

■ 主幹

對樣木 7 與 10 的取樣是使用繩子與梯子，爬至樹冠層進行調查。將捲尺貼附於主幹，從地面與主幹接觸點開始測量，每間隔 0.5m 為取樣區，每隔 0.5m 取 1 次，則取樣區域為 0.5~1.0m, 1.5~2.0m, 2.5~3.0m,...以此類推。由於以攀爬方式調查較為費力，故不將取樣區域細分方位調查。記錄取樣樹高、各取樣區域的上、下周徑與附生植物、苔蘚、地衣和維管束植物的覆蓋面積。由於在野外的觀察發現鞭蘚屬 (*Bazzania*) 與真紫葉蘚 (*Eopleurozia giganteoides*) 生物量佔苔蘚植物相當的比例，故分別調查此兩種的覆蓋面積，再將取樣區域的樹幹表面所有的附生植物剝除並裝入編好號碼的封口袋中，帶回實驗室置於冷藏室保存，作更進一步分析。

對其餘的 8 株樣木則是使用鍊鋸將其鋸倒，主幹部份亦是每間隔 0.5m 為取樣區，每隔 0.5m 取 1 次，並將取樣區域再細分東北、東南、西北、西南方位，分別調查每個取樣區域每個方位的附生植物、苔蘚、地衣和維管束植物的覆蓋面積，再分別將其上的附生植物剝除裝入封口袋，帶回實驗室置於冷藏室保存，以便作更進一步分析。

■ 活枝條

將所有活枝條編號，記錄各枝條的高度、方位、傾斜度、枝條基徑 (branch diameter)。對樣木 7 與 10 選取編號為 4 倍數的枝條作為取樣枝條，將其鋸下調查。另外整株鋸倒的 8 株樣木全部之活枝條皆為取樣枝條。樣木 7 (胸高直徑 20cm) 是最先取樣的一株，取樣後發現活枝條不同區位可能會影響附生植物生長，所以除了樣木 7 外，再將其餘樣木的取樣枝條細分 3 個區位調查：A1 是與主幹接觸第一大分岔枝條的前半部、A2 是後半部；B 是枝條二級以上的分枝。分別記錄各區位的長度與各區位之間連接點的枝條周徑。調查取樣枝條每個區位的附生植物、苔蘚、鞭蘚屬、真紫葉蘚、地衣和維管束植物的覆蓋面積，分別將其上的所有附生植物剝除裝入封口袋，帶回實驗室置

於冷藏室保存，以便作更進一步分析。

■ 枯枝條

本研究將無綠葉的枝條視為枯枝條。由於枯枝條與活枝條可能分別提供附生植物不同的生長基質，故亦調查枯枝條上的附生植物，藉以了解枯枝條與活枝條對附生附生性苔蘚植物物種豐富度與生物量分佈之影響。對樣木 7 與 10 調查樹幹 3m 以下所有的枯枝條（因 3m 以上，附生植物少且攀爬方式取樣不易），對其餘八株樣木則調查整株的枯枝條皆作調查。由於枯枝條在取樣時，極為容易折斷，樹幹 2m 以下的枯枝條極為容易因附生植物的重量而斷裂，如此造成區位不易區分，所以枯枝條為整根調查。紀錄各枯枝條的高度、枝條基徑、長度、傾斜度、方位與附生植物、苔蘚、鞭蘚屬、真紫葉蘚、地衣和維管束植物的覆蓋面積，將其上的所有附生植物剝除裝入封口袋中，帶回實驗室置於冷藏室保存，以便作更進一步分析。

表 1 10 棵樣木資料與取樣方式。

tree	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
胸高直徑 (cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5
樹高(m)	8.5	7.1	9.0	9.6	11.7	10.5	11.0	12.8	12.7	11.7
調查 方法	整株 鋸倒	整株 鋸倒	整株 鋸倒	整株 鋸倒	整株 鋸倒	整株 鋸倒	攀爬 調查	整株 鋸倒	整株 鋸倒	攀爬 調查
主幹 取樣	四個 方位	四個 方位	四個 方位	四個 方位	四個 方位	四個 方位	不分 方位	四個 方位	四個 方位	不分 方位
活枝條 取樣	全株分 區位	全株分 區位	全株分 區位	全株分 區位	全株分 區位	全株分 區位	四取一 不分區	全株分 區位	全株分 區位	四取一 分區位
枯枝條 取樣	全株 調查	全株 調查	全株 調查	全株 調查	全株 調查	全株 調查	樹幹 3m 以 下	全株 調查	全株 調查	樹幹 3m 以 下
取樣 時間	2005.3	2005.3	2005.3	2005.1	2005.1	2005.1	2003.1	2005.3	2005.1	2003.4

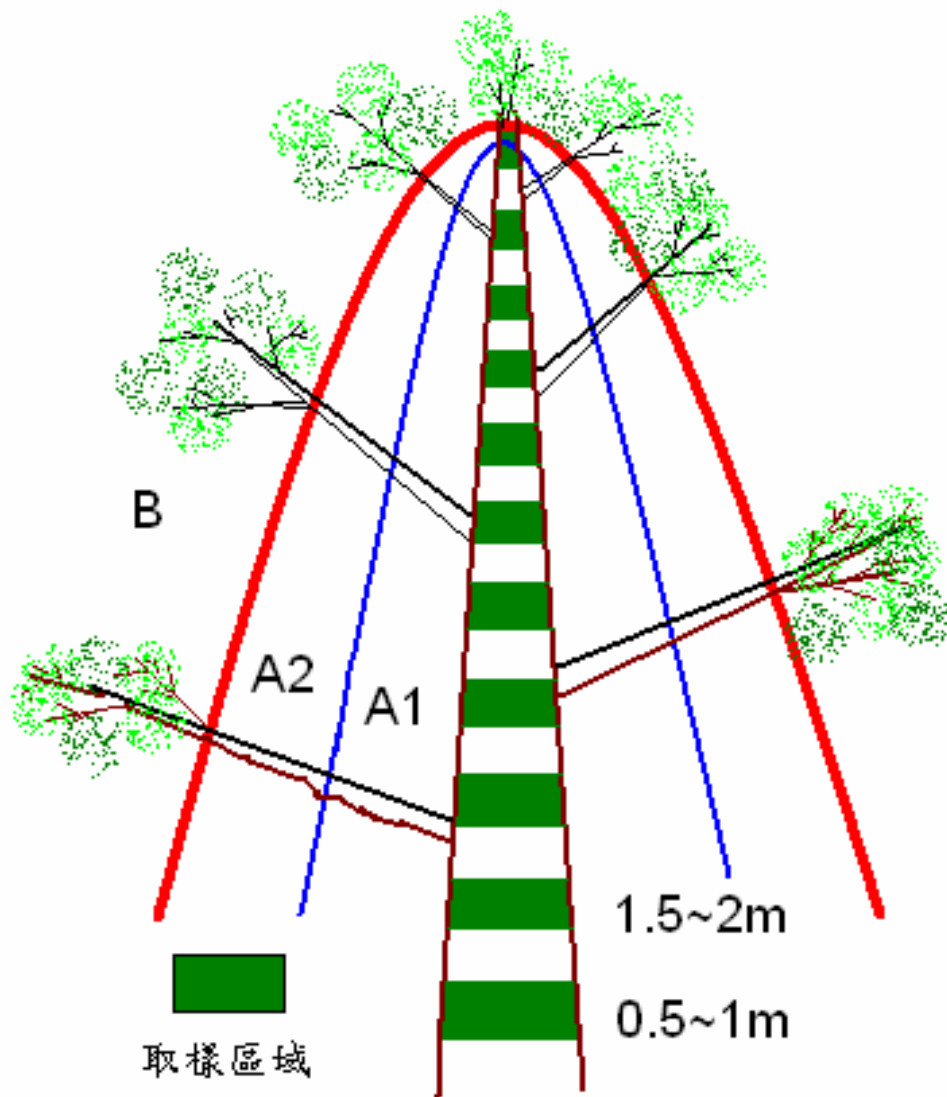


圖 3 附生植物採樣區域示意圖。主幹部分，從地面與主幹接觸點開始測量，每間隔 0.5m 為取樣區域；枝條共區分 3 個區位：A 區是與主幹接觸的枝條，再將 A 長度的一半細分為 A1、A2 兩區；B 區是樹木二級以上的分枝。

4.3 附生植物分類

由於本研究樣區屬於年輕的森林，在野外的觀察發現附生植物的腐植質相當稀少，為使調查容易進行，故不將腐植質與藻類植物列為調查範圍。根據 Nadkarni (1984) 對生物量所做的定義，是指植物體活的物質之乾重，故本研究只針對植物體活體的部分作調查。將取回的附生植物依照其外觀，顏色，吸水後植物體是否會伸展等情形，作為判斷植物體活體與非活體的依據。用鑷子小心仔細剔除掉非活體的部份，活體的部份包括的根、莖、葉、維管束的花、果實等進行分類。分類分為兩階段進行，第一階段先依型態、特徵將各採樣區域的樣本分為苔蘚、維管束植物、地衣。第二階段，依照苔蘚植物其葉、莖、腹葉等的長度、大小、顏色、型態、特徵等，對照林善雄 (2000) 台灣蘚類植物彩色圖鑑和檢索表，與蔣鎮宇 *et al.*(2000) 台灣苔類植物彩色圖鑑和檢索表，配合顯微鏡使用，製作苔蘚玻片標本，並送請東海大學林善雄教授鑑定，將各採樣區域的苔蘚植物做更進一步的分類。

4.4 生物量的估算

將分類好的附生植物，包括各種類的苔類與蘚類植物、維管束植物及地衣，以 60°C 烘乾 48 小時，並秤重，記錄到 0.001g，生物量以 g m^{-2} 表示。主幹的苔蘚總生物量為取樣區域的總生物量乘以 2；活枝條部份，將樣木 7 與 10 取樣枝條的生物量加總後乘以 4，即為該株扁柏枝條的苔蘚植物總生物量，其餘八株樣木，只需將所有枝條的苔蘚植物生物量加總，即為該株扁柏枝條的苔蘚植物總生物量；枯枝條部份，分別將十株樣木所有調查枯枝條的苔蘚植物生物量加總即為該株扁柏枯枝條的苔蘚植物總生物量。主幹、活枝條與枯枝條部份加總後則為全株樹的苔蘚生物量。最後以迴歸分析樣木胸高直徑與苔蘚植物生物量，將迴歸公式搭配陳耀德(2003)針對樣區中 0.2ha 所進行的每木調查資料，以估算整個樣區的生物量。

估算苔蘚單位面積乾重部分，將主幹與枝條視為漸漸變小的圓錐柱體，測量主幹每一採樣區域的上周徑與下周徑，計算出每一取樣區域的表面積，枝條部份則是計算有苔蘚植物生長的枝條之表面積，分別將每一取樣區域的苔蘚乾重除以該區的表面積，即為該區苔蘚單位面積乾重，藉以比較不同取樣區域間的差異。

4.5 覆蓋度測量

覆蓋面積的測量包括附生植物、苔蘚植物、鞭蘚屬、真紫葉蘚、地衣以及維管束

植物，以捲尺測量其覆蓋的周長，再計算其覆蓋面積，此工作於野外完成。以迴歸分析扁柏胸高直徑與苔蘚植物覆蓋面積，將迴歸公式搭配陳耀德(2003)針對樣區中 0.2ha 所進行的每木調查資料，以估算整個樣區的苔蘚總覆蓋面積，再將苔蘚總覆蓋面積除以樣區總面積乘上 100%，即為樣區的苔蘚平均覆蓋度。另外根據吳敏如(2004)在本樣區調查的結果，樹幹與枝條表面積指數共為 $1.649 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ ，換算 0.2ha 後為 3298 m^2 ，將苔蘚總覆蓋面積除此值再乘上 100%，即得本樣區台灣扁柏的附生性苔蘚植物平均覆蓋度。

分別將每一取樣區域的苔蘚植物覆蓋面積除以該區的表面積則為該區苔蘚植物的覆蓋度，藉以比較不同取樣區域間的差異。

4.6 資料分析

本研究利用 one-way ANOVA、線性與指數迴歸進行相關的統計分析，分析項目為苔蘚、地衣與維管束植物生物量的分佈情形；苔蘚物種數目、生物量與覆蓋度的分佈狀況；苔蘚物種數目、生物量及覆蓋度與相關因子之間的關係。以上利用 STATISTICA7.1 統計軟體進行分析。

5. 結果

於 2003 年 1 月至 2005 年 3 月完成 10 棵樣木的取樣。苔蘚植物種類方面，其中指葉蘚科 (Lepidoziaceae) 的鞭蘚屬植物 (*Bazzania*)，由於其葉、莖、腹葉等的長度、大小、顏色、型態、特徵相當近似，難以分辨，此部分需更進一步作植物體細胞解剖，本論文可分辨出的種數為 2 種。另外，由於樣木 7 與 10 以攀爬方式調查，分佈在樹冠上層的某些苔蘚物種，容易因植物體細小而未採集調查到，故以下有關苔蘚物種數量與樣木胸高直徑之間的分析，不包含樣木 7 與 10。

5.1 附生性苔蘚植物種類

根據十株樣木的調查結果，鴛鴦湖長期生態研究區的附生性苔蘚植物共計 17 科 20 屬 26 種 (表 2)，其中蘚類植物物種豐富度較苔類植物高，為 20 種，苔類則有 6 種，蘚類植物的物種數量為苔類植物的三倍。各樣木的苔蘚物種數量，在距離地面不同高度與不同生長區域的分佈情形，列於表 3 及表 4。苔蘚物種數量隨著樣木胸高直徑的增加而提高 (不含樣木 7 與 10)，有顯著正相關 ($p < 0.001$, $r^2 = 0.89$, $n = 8$)。據 one-way ANOVA 統計結果顯示，各樣木的苔蘚物種數量隨著距離地面高度的增加而遞減，達顯著差異 (one-way ANOVA, $p < 0.001$, $n = 93$)，一半以上的苔蘚物種出現在距離地面 1m 以下高

度的主幹上，十株樣木各高度的苔蘚物種數量佔有該株的百分比與樣木胸高直徑之間關係，以線性迴歸分析，無顯著相關性（表 3）。苔蘚物種數量在不同的生長區域有差異，主幹最高，其次依序為枯枝條、活枝條 A1 區，活枝條 B 區，最低為 A2 區（圖 4）。主幹、活枝條與枯枝條的苔蘚物種數量與樣木胸高直徑呈顯著正相關（ $R^2=0.73,0.9,0.79$, 分別 $n=8$ ）。主幹的苔蘚物種佔有該株總苔蘚數量相當高的比例為 81-100%，枯枝條苔蘚物種的佔有比例變化較大 11-83%（表 4）。

整體來看，十株樣木的結果顯示，距離地面高度 1m 以下，僅有叉蘚屬（*Metzgeria* sp.）未在此區發現外，其餘 25 種皆已出現，佔有苔蘚總物種數量的 96%，苔蘚物種數量隨著高度增加而遞減。主幹部分的苔蘚物種數量佔有總苔蘚數量最高的比例，為 96%，除了扁萼蘚屬（*Radula* sp.）外，其餘皆在主幹出現，其次為枯枝條，有 21 種，達 81%，活枝條的物種數量最低，有 16 種，佔有比例為 62%。活枝條分區部分，內部枝條 A1 區的苔蘚物種數量較外圍枝條高。

表 2 附生性苔蘚植物之種類。

Type	family				species			
蘚類	Cephaloziaceae	大萼蘚科	<i>Cephalozia</i>	大萼蘚屬	<i>Cephalozia Jamsoniella</i>			
					<i>Cephalozia</i> sp.1			
					<i>Cephalozia</i> sp.2			
	Geocalycaceae	地萼蘚科	<i>Heteroscyphus</i>	異萼蘚屬	<i>Heteroscyphus coalitus</i>	雙齒異萼蘚		
	Herbertaceae	剪葉蘚科	<i>Herbertus</i>	剪葉蘚屬	<i>Herbertus</i> sp.			
	Jubulaceae	毛耳葉蘚科	<i>Frullania</i>	耳葉蘚屬	<i>Frullania</i> sp.			
	Jungermanniaceae	葉蘚科	<i>Anastrophyllum</i>	挺葉蘚屬	<i>Anastrophyllum</i> sp.			
					<i>Chandonanthus</i>	廣萼蘚屬	<i>Chandonanthus birmensis</i>	全緣廣萼蘚
					<i>Jungermannia</i>	葉蘚屬	<i>Jungermannia</i> sp.	
	Lejeuneaceae	細鱗蘚科	<i>Lejeunea</i>	細鱗蘚屬	<i>Lejeunea</i> sp.			
	Lepidoziaceae	指葉蘚科	<i>Bazzania</i>	鞭蘚屬	<i>Bazzania</i> sp.1			
					<i>Bazzania</i> sp.2			
					<i>Lepidozia</i>	指葉蘚屬	<i>Lepidozia</i> sp.	
	Metzgeriaceae	叉蘚科	<i>Metzgeria</i>	叉蘚屬	<i>Metzgeria</i> sp.			
Plagiochilaceae	羽蘚科	<i>Plagiochila</i>	羽蘚屬	<i>Plagiochila</i> sp.1				
				<i>Plagiochila</i> sp.2				
				<i>Plagiochila</i> sp.3				
Pleuroziaceae	紫葉蘚科	<i>Pleurozia</i>	紫葉蘚屬	<i>Eopleurozia giganteoides</i>	真紫葉蘚			
Radulaceae	扁萼蘚科	<i>Radula</i>	扁萼蘚屬	<i>Radula cavifolia</i>	大瓣扁萼蘚			
				<i>Radula</i> sp.				
苔類	Dicranaceae	曲尾苔科	<i>Dicranoloma</i>	錦葉苔屬	<i>Dicranoloma</i> sp.			
	Hypnaceae	灰苔科	<i>Taxiphyllum</i>	鱗葉苔屬	<i>Taxiphyllum</i> sp.			
	Leucobryaceae	白髮苔科	<i>Leucobryum</i>	白髮苔屬	<i>Leucobryum</i> sp.			
	Meteoriaceae	蔓苔科	<i>Aerobryidium</i>	毛扭苔屬	<i>Aerobryidium levieri</i>	萊氏毛扭苔		
	Rhizogoniaceae	檜苔科	<i>Pyrrhobrum</i>	皺苔屬	<i>Pyrrhobrum</i> sp.			
	Sphagnaceae	泥炭苔科	<i>Sphagnum</i>	泥炭苔屬	<i>Sphagnum</i> sp.			
	總計 17 科 20 屬 26 種							

表 3 十株樣木距離地面不同高度的苔蘚物種數量，表中括號內數字為佔有該株總數量之百分比(%)。

tree	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	十株
DBH(cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5	
高度(m)	苔蘚物種數量										
1	6	5	8	13	10	8	13	18	14	8	25
	(67)	(56)	(62)	(72)	(63)	(47)	(93)	(82)	(58)	(80)	(96)
2	4	1	3	6	4	13	8	8	13	5	21
	(44)	(11)	(23)	(33)	(25)	(76)	(57)	(36)	(54)	(50)	(81)
3	5	4	3	6	4	12	5	11	12	6	19
	(56)	(44)	(23)	(33)	(25)	(71)	(36)	(50)	(50)	(60)	(73)
4	3	6	7	8	9	11	4	12	15	6	19
	(33)	(67)	(54)	(44)	(56)	(65)	(29)	(55)	(63)	(60)	(73)
5	3	5	6	8	8	11	4	14	15	8	19
	(33)	(56)	(46)	(44)	(50)	(65)	(29)	(64)	(63)	(80)	(73)
6	2	3	5	5	9	6	3	14	16	5	17
	(22)	(33)	(38)	(28)	(56)	(35)	(21)	(64)	(67)	(50)	(65)
7	3		3	4	5	5	4	10	13	5	14
	(33)		(23)	(22)	(31)	(29)	(29)	(45)	(54)	(50)	(54)
8			0	0	4	0	1	10	9	2	12
					(25)	(0)	(7)	(45)	(38)	(20)	(46)
9					0	0	0	9	7	0	10
					(0)	(0)	(0)	(41)	(29)	(0)	(38)
10					0		0	5	5	0	6
					(0)		(0)	(23)	(21)	(0)	(23)
11							0	2	2	0	4
							(0)	(9)	(8)	(0)	(15)
12								0			0
								(0)			(0)
各株種數	9	9	13	18	16	17	14	22	24	10	26

表 4 十株樣木各生長區域的苔蘚物種數量，表中括號內數字為佔有該株總數量之百分比(%)。

tree	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	各區
DBH(cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5	總和
生長區域	苔蘚物種數量										
主幹	8	8	13	18	13	14	12	22	21	10	25
	(89)	(89)	(100)	(100)	(81)	(82)	(86)	(100)	(88)	(100)	(96)
枯枝條	1	5	5	7	9	11	9	14	20	6	21
	(11)	(56)	(38)	(39)	(56)	(65)	(64)	(64)	(83)	(60)	(81)
A1	1	5	5	5	5	12		9	11	2	15
	(11)	(56)	(38)	(28)	(31)	(71)		(41)	(46)	(20)	(58)
A2	0	3	3	4	5	8		10	8	3	12
活	(0)	(33)	(23)	(22)	(31)	(47)		(45)	(33)	(30)	(46)
枝	B	0	4	3	5	4	10	9	6	5	13
條		(0)	(44)	(23)	(28)	(25)	(59)	(41)	(25)	(50)	(50)
總		1	6	5	6	7	12	2	11	11	16
和		(11)	(67)	(38)	(33)	(44)	(71)	(14)	(50)	(46)	(62)

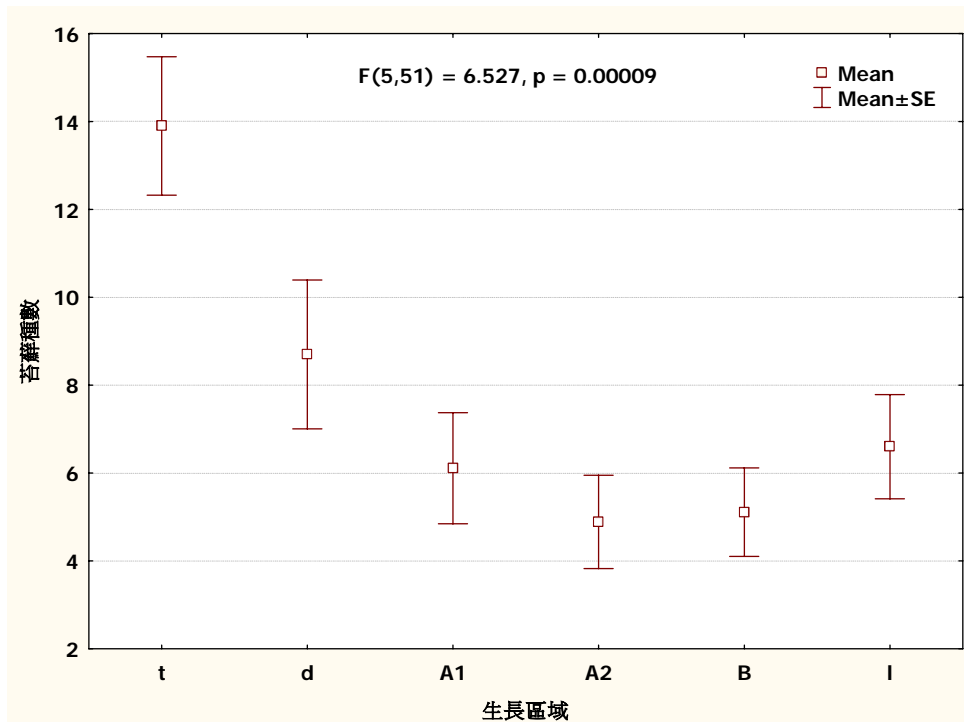


圖 4 不同生長區域的苔蘚物種數量，t 為主幹、d 為枯枝條、A1、A2 與 B 分別為活枝條各區位、l 為活枝條。主幹、枯枝條與活枝條的苔蘚物種數量包含十株樣木，活枝條各區位的苔蘚物種數量不含樣木 7。

5.2 附生植物生物量與分佈

5.2.1 苔蘚、地衣和維管束植物生物量與分佈

每株樣木的附生植物生物量(苔蘚、地衣與維管束植物生物量的總和)為 5-217g，苔蘚植物生物量為 5-202g，分別將樣木胸高直徑與附生植物、苔蘚植物生物量作迴歸分析，其皆隨胸高直徑增加呈指數上升 ($R^2=0.95$, $R^2=0.96$) (圖 5、圖 6)，將所得的迴歸公式搭配陳耀德(2003)針對樣區中 0.2ha 所進行的每木調查資料，估計研究樣區的附生植物總生物量為 246 kg ha^{-1} ，附生性苔蘚植物總生物量為 230 kg ha^{-1} ，十株樣木苔蘚植物佔附生植物總生物比例高達 92%，顯示苔蘚植物為附生植物最主要的組成份子。附生性苔蘚植物的生物量與此區地被苔蘚植物生物量的比值為 33%；與台灣扁柏地上部葉片生物量的比值為 1.9%；與台灣扁柏地上部總生物量的比值為 0.3% (表 5)。

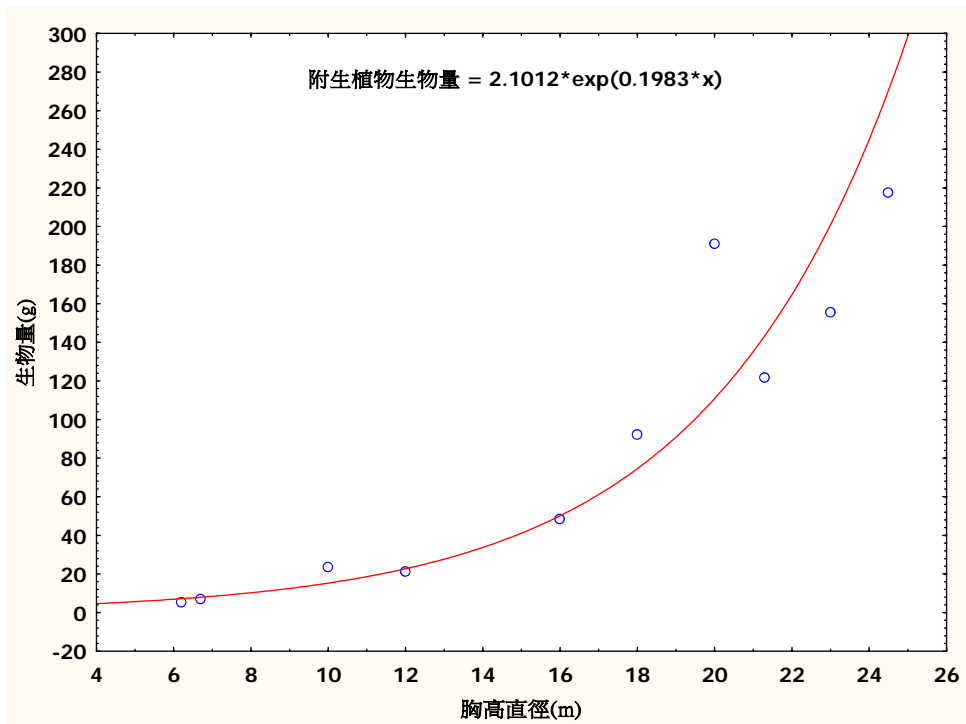


圖 5 附生植物生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。

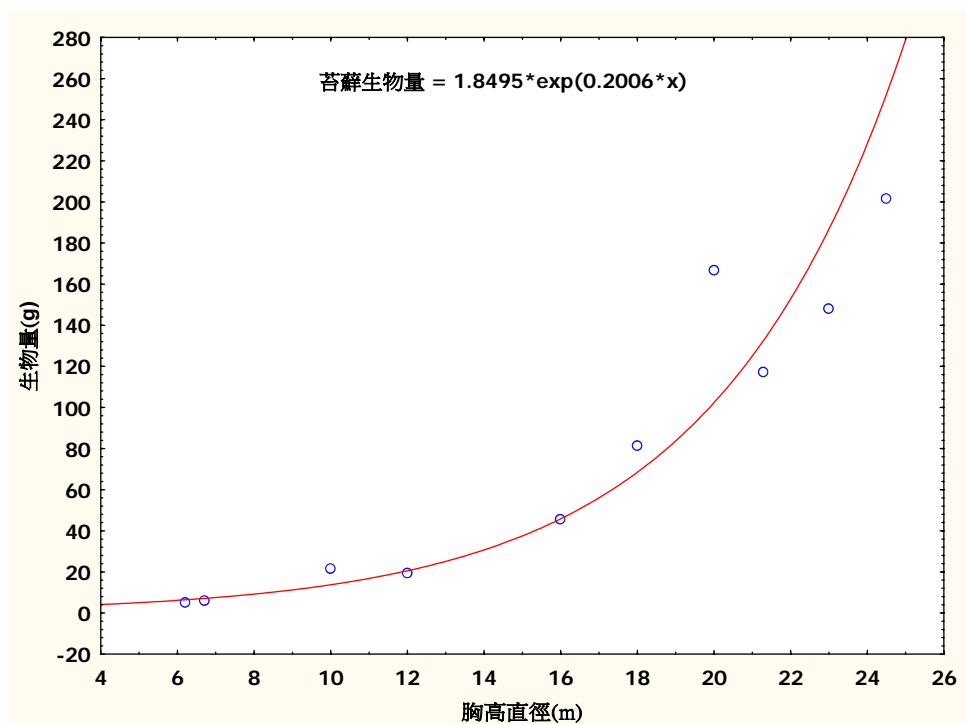
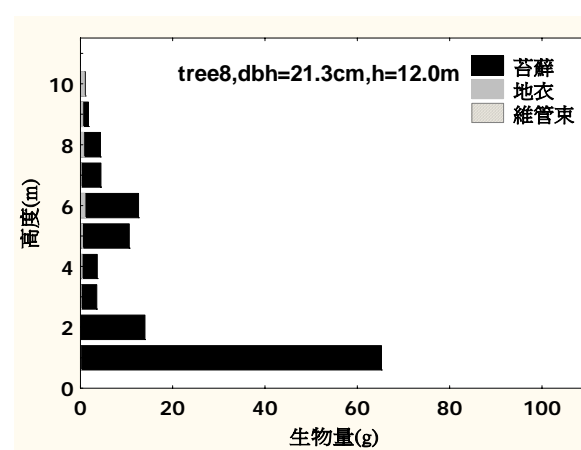
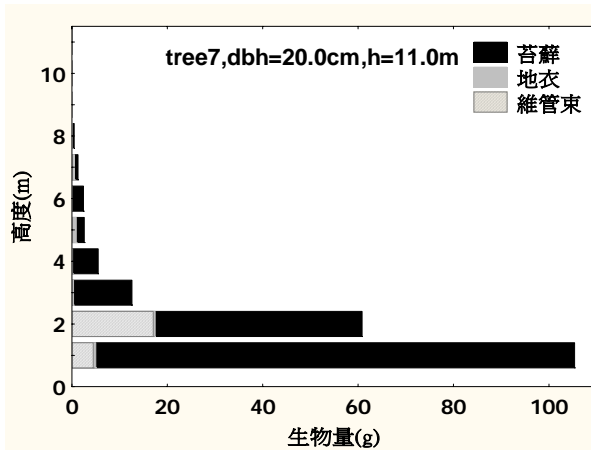
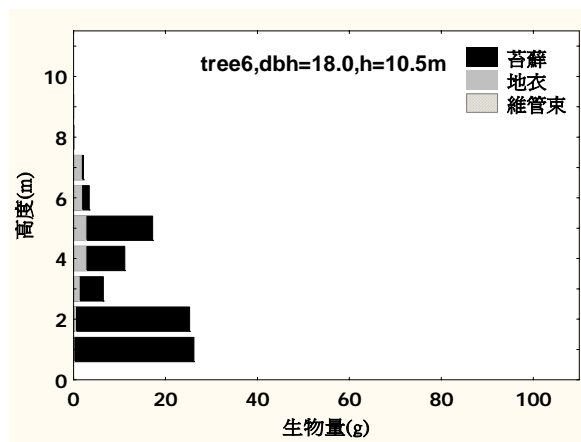
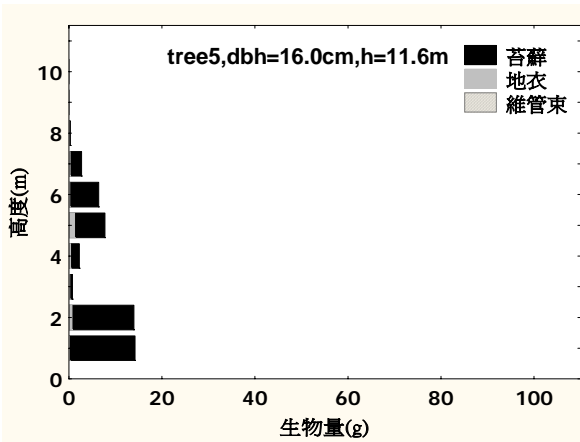
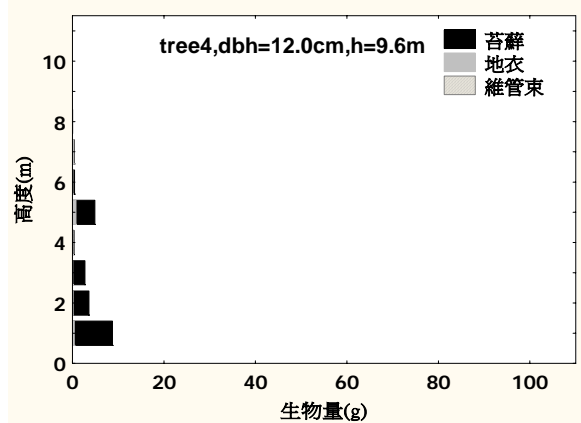
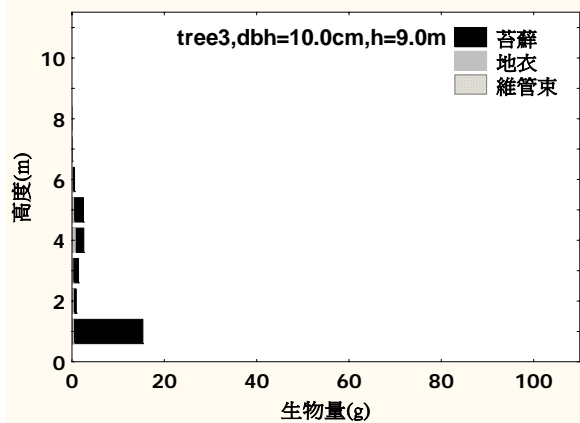
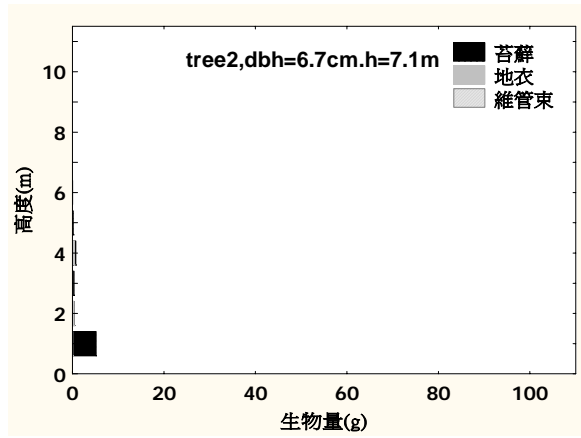
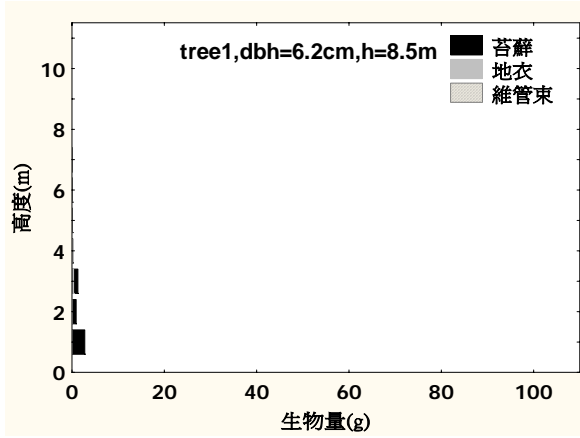


圖 6 苔蘚植物生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。

表 5 鴛鴦湖台灣扁柏天然下種更新林的生物量與附生性苔蘚植物之比例。

鴛鴦湖台灣扁柏天然下種更新林	生物量(kg ha ⁻¹)	附生性苔蘚植物所佔的比例(%)
全林分台灣扁柏地上部總生物量	88000 (陳凱欣, 2005)	0.3
台灣扁柏地上部葉片生物量	12300 (陳凱欣, 2005)	1.9
地被層苔蘚植物生物量	695 (劉美娟, 2004)	33

十株樣木附生植物與苔蘚生物量隨著距離地面高度的增加，呈現下降趨勢（圖 7），據 one-way ANOVA 統計之結果，附生植物與苔蘚生物量在距離地面高度不同的分佈上有顯著差異（ $F(11,81)=4.1$, $F(11,81)=4.8$, $p<0.001$ ）；地衣生物量在距離地面高度不同的分佈上無顯著差異（ $F(11,81)=1.04$, $p=0.2>0.05$ ）（圖 8）。主幹與枝條苔蘚生物量亦分別在距離地面高度不同的分佈上有顯著差異（ $F(11,81)=4.6$, $F(10,681)=15.4$, $p<0.001$ ）。苔蘚植物與地衣的生物量在距地不同高度分別佔有附生植物生物量不同的比例，其佔有比例與距離地面高度分別達顯著差異（one-way ANOVA, $p<0.001$, $n=85$ ），苔蘚植物的佔有比例隨著距離地面高度遞減，而地衣則往樹冠層上層增加其佔有比例，然而在樹高 11m 處，苔蘚所佔比例增加，而地衣降低比例，可能的原因是此處為樹冠上層，大多數樣木在此處已無附生植物生長，所以佔有比例的值受少許數值影響（ $n=2$ ）。此區的維管束植物在附生植物生物量所佔之比例相當低，主要分佈在地面 2m 以下的主幹上（圖 9）。不同生長區域分佈來看，苔蘚生物量在主幹、活枝條各區位與枯枝條分別佔該區域附生植物生物量較高的比例（84.7~92.6%），地衣分佈比例最高在活枝條 A1 區（15.3%），最低在主幹區（4%），維管束植物在主幹有最高的比例（3.4%），其餘區域皆低於 1%（圖 10）。



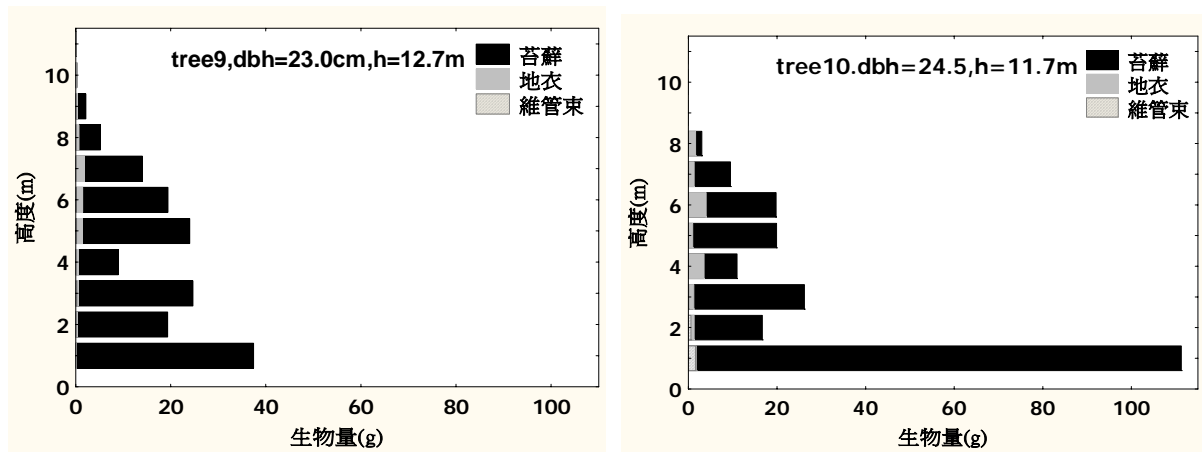


圖 7 各樣木苔蘚、地衣與維管束植物生物量的高度分佈變化圖。

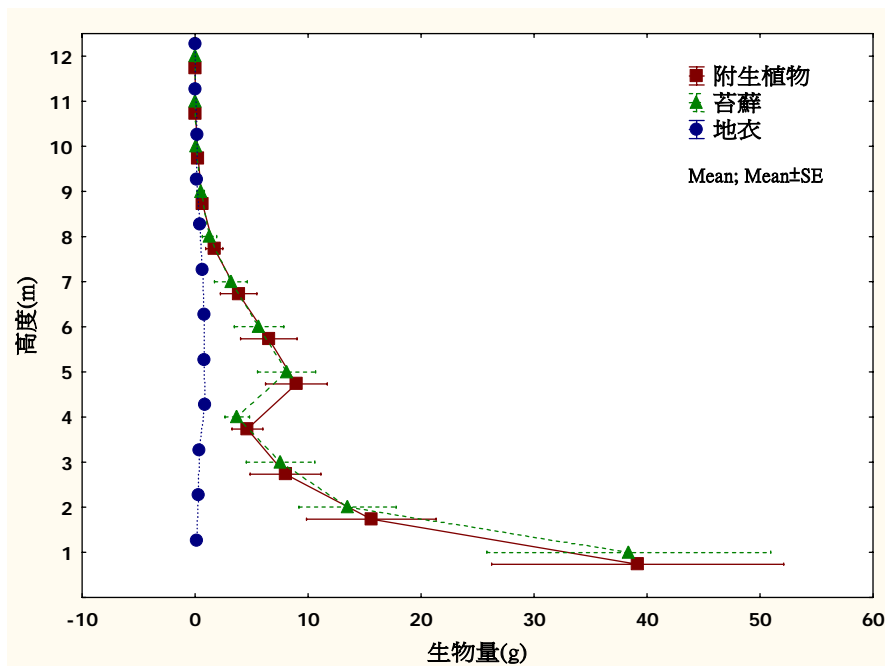


圖 8 十株樣木的附生植物、苔蘚與地衣生物量在距離地面不同高度之分佈圖。附生植物、苔蘚與地衣分別在 1~6m 各公尺的 n=10, 7m 的 n=9, 8m 的 n=8, 9m 的 n=6, 10m 的 n=5, 11m 的 n=4, 12m 的 n=1。

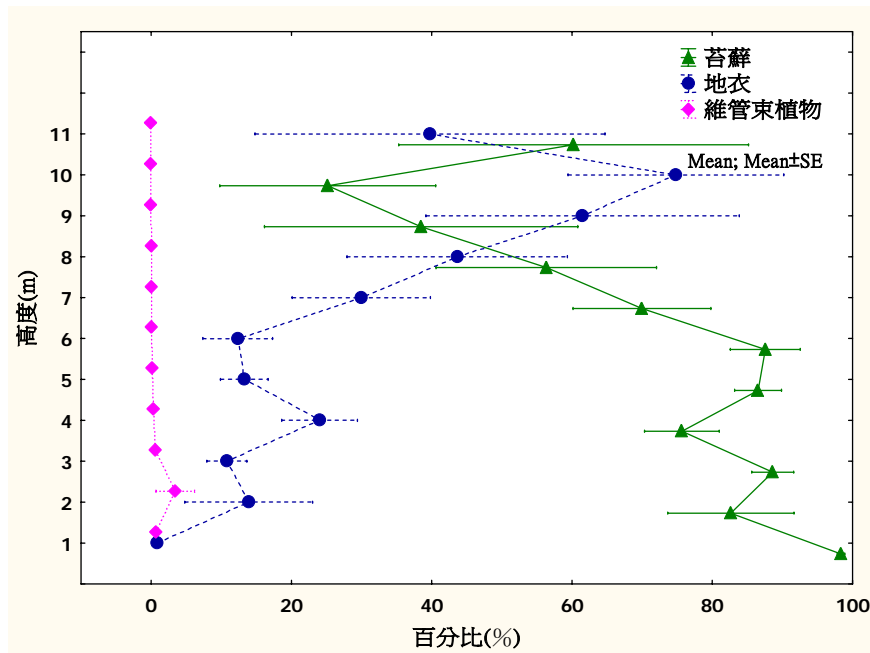


圖 9 不同高度的苔蘚、地衣與維管束植物佔該高度附生植物生物量比例變化圖。苔蘚 ($F(10,74)=4.87, p<0.0001$)、地衣 ($F(10,74)=5, p<0.0001$) 與維管束植物 ($F(10,74)=1, p>0.05$)。苔蘚、地衣與維管束植物分別 1~6m 各公尺的 $n=10$ ，7m 的 $n=9$ ，8m 的 $n=7$ ，9m 的 $n=4$ ，10m 的 $n=3$ ，11m 的 $n=2$ 。

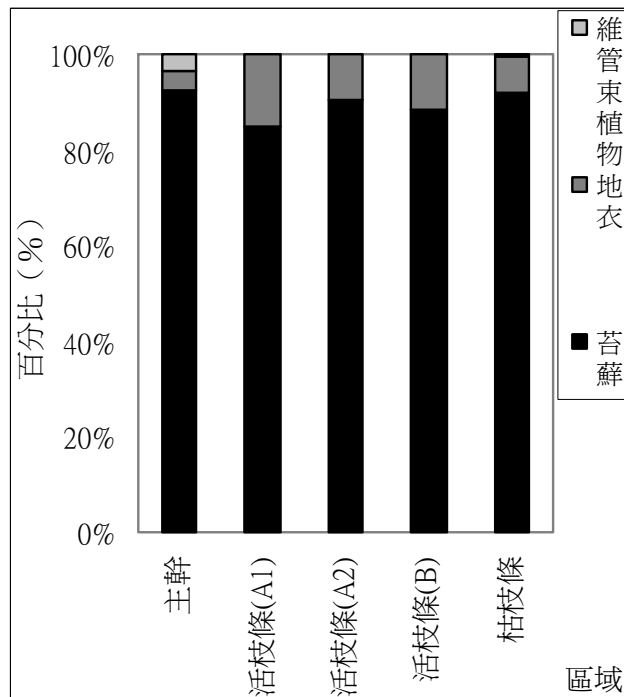


圖 10 苔蘚、地衣與維管束植物分別在不同生長區域佔有該區域附生植物生物量百分比例。

大部分的苔蘚植物生物量來自於主幹部分，佔該株苔蘚總生物量的 71-97%，十株樣木苔蘚生物量在主幹的平均分佈比例為 82%，在活枝條與枯枝條的平均分佈比例分別為 9%與 8%，活枝條與枯枝條之間無明顯差異（表 6），以迴歸分析十株樣木各生長區域的苔蘚生物量與胸高直徑間的關係，結果顯示各生長區域的苔蘚生物量皆隨胸高直徑的增加呈指數上升（主幹、活枝條、枯枝條、A1、A2 與 B 分別 $R^2=0.95,0.78,0.71,0.74,0.76,0.72$, $n=10,10,10,9,8,8$ ）。樹的不同方位分佈方面，將八株樣木（不含樣木 7 與 10）各方位苔蘚生物量佔該株苔蘚總生物量的百分比以 one-way ANOVA 進行分析，結果顯示各方位的苔蘚生物量百分比未有顯著差異 ($F(3,28)=1.6$, $p>0.05$)（圖 11），分析不同生長區域，主幹、活枝條與枯枝條各部分的苔蘚生物量百分比在各方位間亦未有顯著差異 ($F(3,28)=2.5$, $F(3,28)=2.6$, $F(3,28)=2.2$, $p>0.05$)。苔蘚在枝條不同傾斜度與基徑的分佈情形，據 one-way ANOVA 分析顯示，苔蘚生物量與枝條傾斜度無顯著差異 ($p=0.09>0.05, n=712$)（圖 12）；苔蘚生物量隨著枝條基徑的增加而增加，有顯著差異 ($p<0.0001, n=757$)（圖 13）。

表 6 各樣木各生長區域的苔蘚植物生物量與佔有該株總苔蘚生物量之百分比例。表中括號內數字為佔有該株總苔蘚生物量之百分比(%)。表中粗體字為十株樣木苔蘚植物總生物量在主幹、活枝條與枯枝條生長區域的平均分佈比例。

tree	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	十株 總和
胸高直徑 (cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5	
主幹(g)	4.734 (97)	5.356 (90)	19.24 (89)	15.57 (81)	32.99 (73)	57.91 (71)	153.1 (92)	101.6 (87)	116.8 (79)	159.9 (79)	667.2 (82)
A1(g)	0.016 (0.3)	0.286 (5)	0.407 (2)	1.282 (7)	1.631 (4)	7.716 (10)		4.551 (4)	2.437 (2)	11.02 (6)	29.35 (4)
活 枝 條 A2(g)	0 (0)	0.05 (1)	0.07 (0.3)	0.169 (1)	1.986 (4)	5.699 (7)		3.057 (3)	0.927 (1)	7.82 (4)	19.78 (2)
B(g)	0 (0)	0.073 (1)	0.042 (0.2)	0.043 (0.2)	0.14 (0.3)	6.477 (8)		3.435 (3)	0.957 (1)	15.04 (8)	26.21 (3)
總和	0.016 (0.3)	0.409 (7)	0.519 (2)	1.494 (8)	3.757 (8)	19.89 (24)	1.552 (1)	11.04 (9)	4.321 (3)	33.88 (17)	76.89 (9)
枯枝條(g)	0.112 (2)	0.193 (3)	1.8 (8)	2.197 (11)	8.665 (19)	3.478 (4)	11.92 (7)	4.577 (4)	26.86 (18)	7.782 (4)	67.58 (8)

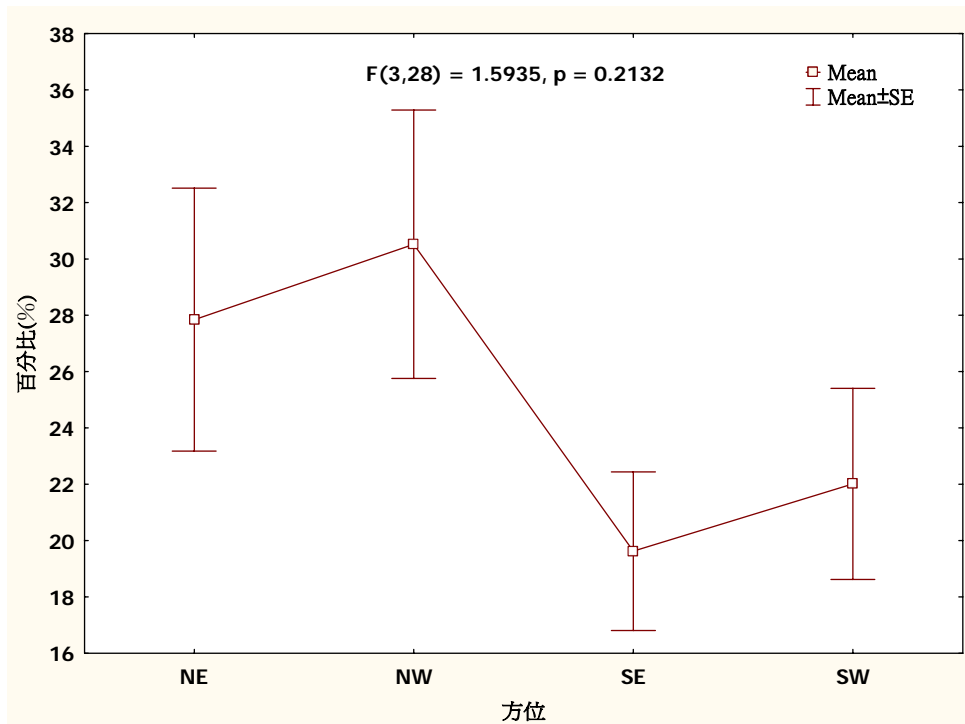


圖 11 八株樣木各方位的苔蘚生物量佔有該株苔蘚總生物量之百分比比例。

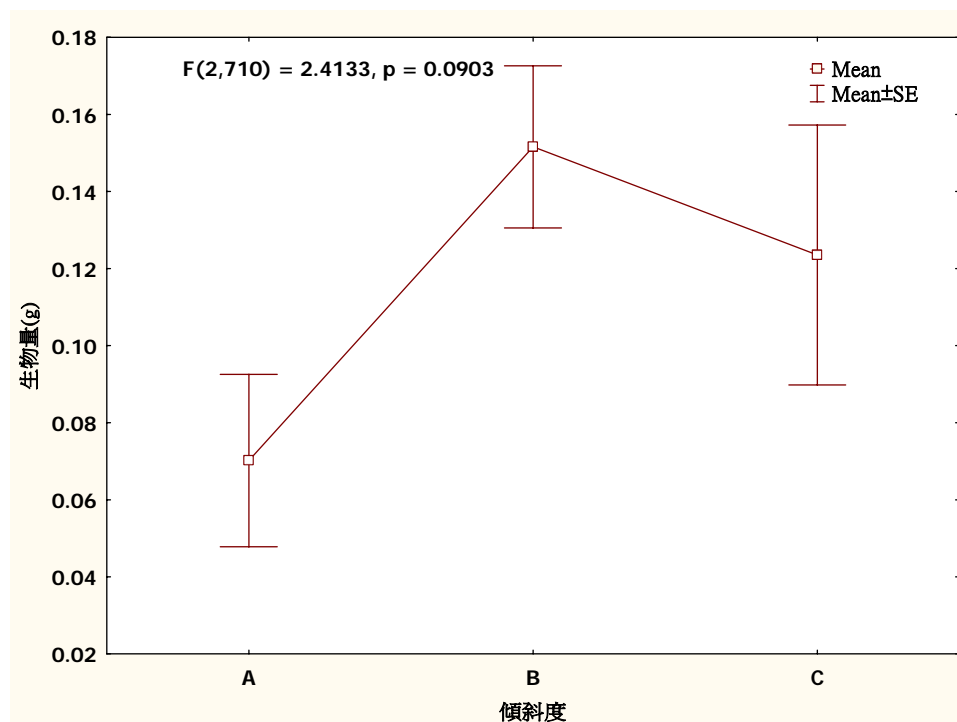


圖 12 苔蘚生物量在枝條不同傾斜度的分佈圖 (n=712)。圖中傾斜度分級：A 為 0~未達 30°，B 為 30°~未達 60°，C 為 60° 以上。

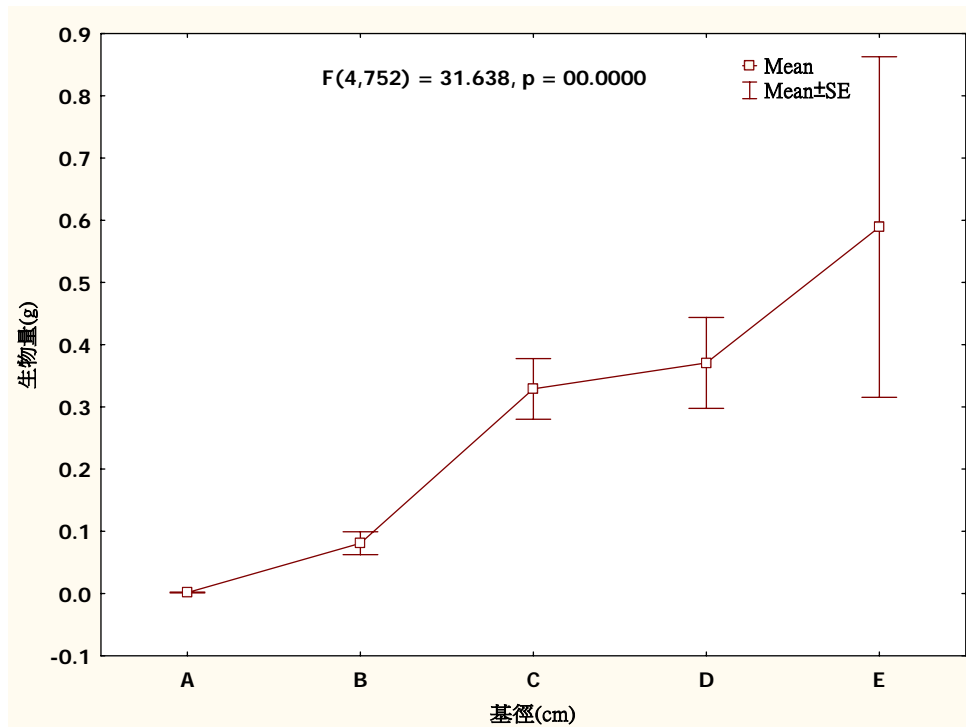


圖 13 苔蘚生物量在枝條不同基徑分級的分佈圖 (n=757)。圖中枝條基徑分級：A 為 0~未達 1cm，B 為 1~未達 2cm，C 為 2~未達 3cm，D 為 3~未達 4cm，E 為 4~未達 5cm，而樣木枝條基徑達 5cm 以上僅有 1 根枝條，樣本數過少而不將其列入分析。

苔蘚單位面積乾重方面，估計十株樣木主幹、八株樣木活枝條 A1、A2 與 B 區，各區域的總表面積分別為 33.5 m²、2.8 m²、2.4 m²、12.7m²。主幹部分，十株樣木苔蘚單位面積乾重隨樣木胸高直徑的增加而呈指數增加 (r²=0.82, n=10)。不同高度的苔蘚植物單位面積乾重有顯著差異 (one-way ANOVA, F (6,86) =19.0, p<0.001)，其隨著距離地面高度的增加而遞減 (表 7)。內部枝條的苔蘚單位面積乾重比在外圍枝條高，從枝條內部到外圍區位的苔蘚單位面積乾重有顯著差異 (one-way ANOVA, p<0.005, n=24) (圖 14)。在枝條不同傾斜度與基徑的分佈情形，據 one-way ANOVA 分析顯示，苔蘚單位面積乾重與枝條傾斜度無顯著差異 (F (2,673) =2.5, p=0.08>0.05)；苔蘚單位面積乾重隨著枝條基徑的增加而增加，有顯著差異 (F (4,706) =10.9, p<0.0001)。

表 7 十株樣木主幹部位不同高度的苔蘚單位面積乾重與活枝條各區域的苔蘚單位面積乾重 (g m^{-2})。活枝條的表面積不含未生長苔蘚枝條的表面積。表中“_”符號代表此部分未作調查及樣本數太少而未放入進行比較分析。

	tree	tree1	tree2	tree3	tree4	tree5	tree6	tree7	tree8	tree9	tree10	十株 平均
胸徑 (cm)		6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5	
距地高 (m)		苔蘚單位面積乾重 (g m^{-2})										
主幹	1	14.0	21.3	44.5	21.2	26.8	44.6	136.1	84.9	48.6	126.0	
	2	4.5	0.2	2.2	9.4	27.1	43.7	70.0	21.6	27.5	18.9	
	3	5.7	0.4	4.4	8.0	1.3	5.0	21.8	5.5	34.7	35.6	
	4	0.8	0.4	6.9	0.7	2.5	8.7	9.1	2.9	11.1	6.3	
	5	0.5	0.8	1.2	2.6	8.6	2.0	2.2	10.5	26.4	10.1	
	6	0.0	0.0	1.1	0.9	1.4	0.9	4.6	10.8	11.5	3.9	
	7	0.5		0.3	0.0	0.1	1.2	1.4	4.9	9.5	3.4	
	8			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	4.8	4.2	
	9					0.0	0.0	0.0	2.3	0.7	0.0	
	10					0.0		0.0	0.3	0.0	0.0	
	11							0.0	0.3	0.1	0.0	
	12								0.0			
各株 平均		4.8	5.4	10.8	7.2	8.9	16.9	35.1	18.9	20.2	32.2	19.9
	tree	tree1	tree2	tree3	tree4	tree5	tree6	tree7	tree8	tree9	tree10	八株 平均
活枝條	區位	苔蘚單位面積乾重 (g m^{-2})										
	A1	2.8	10.3	5.8	6.8	5.8	11.9	_	4.9	3.9	_	6.5
	A2	0.0	2.1	1.3	1.0	8.9	10.6	_	3.8	1.7	_	3.7
	B	0.0	0.5	0.1	0.1	0.1	2.9	_	0.7	0.3	_	0.6

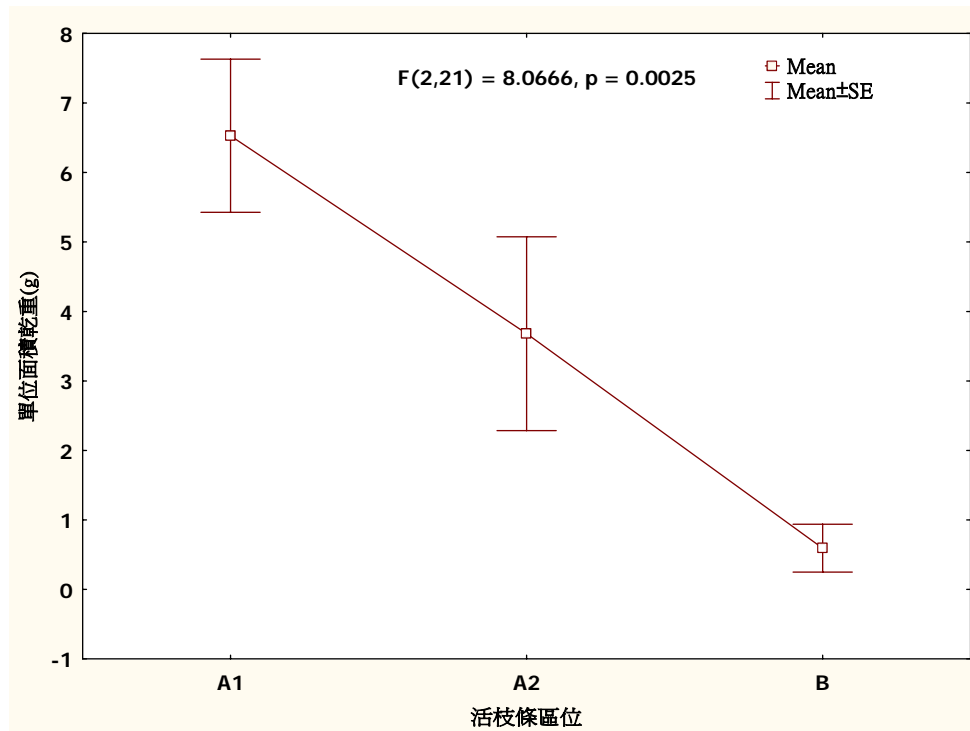


圖 14 八株樣木（不含樣木 7 與 10）活枝條不同區位的苔蘚單位面積乾重變化圖（ $n=24$ ）。只針對有苔蘚生長的活枝條進行分析。

5.2.2 苔蘚植物生物量組成與分佈

十株樣木的苔蘚植物中，蘚類植物佔有苔蘚總生物量的 97.7%，苔類植物僅佔有 2.3%。蘚類植物中的鞭蘚屬生物量佔各樣木苔蘚總生物量相當高的比例（44-85%），十株樣木的鞭蘚屬總生物量佔苔蘚植物總生物量的 70%，其次為真紫葉蘚，佔苔蘚植物總生物量 14%，再其次為挺葉蘚屬，佔苔蘚植物總生物量 6%，其餘苔蘚種類佔有苔蘚總生物量比例則低於 5%（表 8），顯示鞭蘚屬植物為本樣區附生性苔蘚植物最主要的組成份子，其次為真紫葉蘚。分別將樣木胸高直徑與鞭蘚屬植物、真紫葉蘚生物量作迴歸分析，其皆隨胸高直徑的增加成指數增加（ $R^2=0.93$, $R^2=0.83$ ）（圖 15、圖 16），用所得的迴歸公式估計研究樣區的鞭蘚屬植物總生物量為 152 kg ha^{-1} ，真紫葉蘚總生物量為 63 kg ha^{-1} 。除了鞭蘚屬與真紫葉蘚外，挺葉蘚屬、剪葉蘚屬、耳葉蘚屬、大萼蘚屬、扁萼蘚屬、葉蘚屬、鱗葉苔屬、指葉蘚屬與燄苔屬的生物量分別隨著樣木胸高直徑（不含樣木 7、10）的增加而提高，皆呈顯著正相關（ $p < 0.05$ ）。而其餘苔蘚的生物量雖與樣木胸高直徑無顯著線性關係，但其生物量皆隨樣木胸高直徑的增加有增大趨勢。

表 8 各樣木鞭蘚屬、真紫葉蘚、挺葉蘚屬、剪葉蘚屬、耳葉蘚屬、大萼蘚屬與鱗葉苔屬生物量，表中括號內為佔該株苔蘚植物生物量之百分比(%)。

tree	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	十株
DBH(cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5	總和
鞭蘚屬(g)	3.052	4.997	14.75	11.35	20	49.57	141.3	84.43	89.78	147.6	566.8
	(63)	(84)	(68)	(59)	(44)	(61)	(85)	(72)	(61)	(73)	(70)
真紫葉蘚(g)	0.05	0.156	1.437	2.266	11.95	15.66	15.07	5.776	16.08	41.69	110.1
	(1)	(3)	(7)	(12)	(26)	(19)	(9)	(5)	(11)	(21)	(14)
挺葉蘚屬(g)	0.276	0.018	1.56	0.664	10.527	6.27	4.475	6.827	14.798	3.723	49.14
	(6)	(0.3)	(7)	(3)	(23)	(8)	(3)	(6)	(10)	(2)	(6)
剪葉蘚屬(g)	1.064	0.134	0.135	2.074	1.326	2.559	3.116	2.608	10.261	5.757	29.03
	(22)	(2)	(1)	(11)	(3)	(3)	(2)	(2)	(7)	(3)	(4)
耳葉蘚屬(g)	0.052	0.171	1.605	0.998	0.394	3.882	0.318	2.101	4.476	0.667	14.66
	(1)	(3)	(7)	(5)	(1)	(5)	(0.2)	(2)	(3)	(0.3)	(2)
大萼蘚屬(g)	0.092	0	0.272	0.778	1.33	1.058	0	4.13	1.55	0	9.21
	(2)	(0)	(1)	(4)	(3)	(1)	(0)	(4)	(1)	(0)	(1)
鱗葉苔屬(g)	0	0	0	0.02	0	0.02	0.06	0.14	0.04	0.22	0.502
	(0)	(0)	(0)	(0.1)	(0)	(0.03)	(0.04)	(0.1)	(0.03)	(0.1)	(0.1)

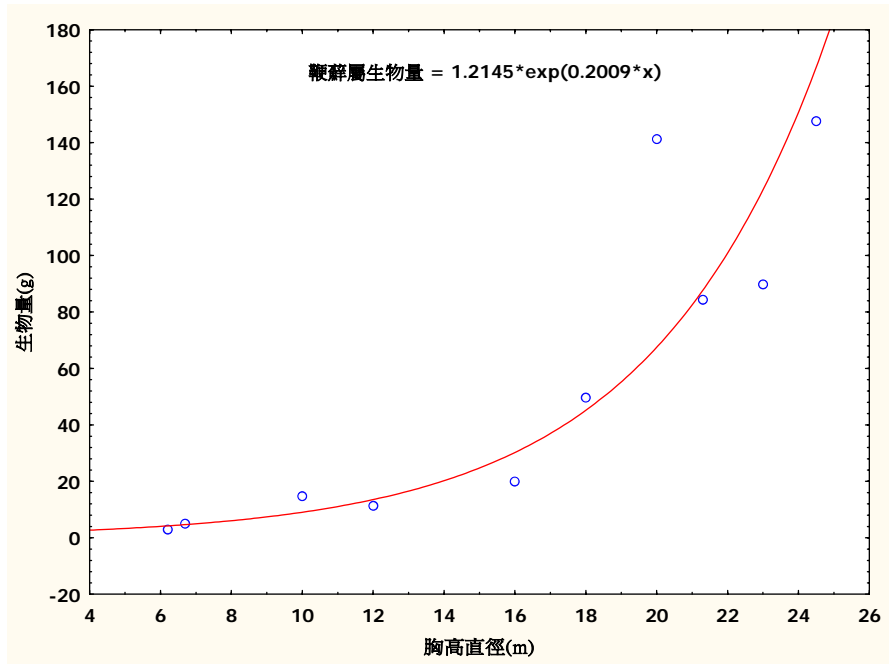


圖 15 鞭蘚屬生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。

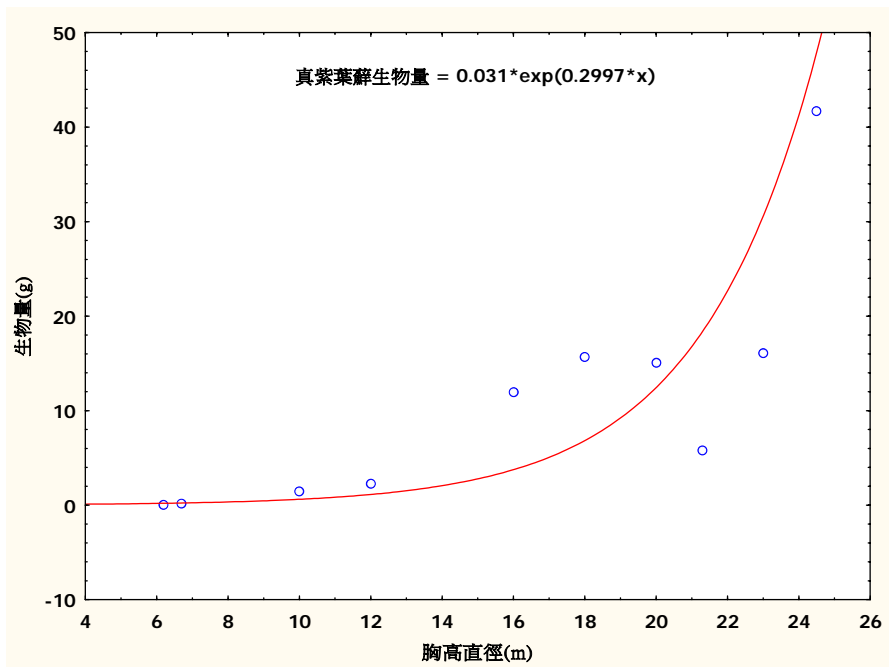


圖 16 真紫葉蘚生物量與樣木胸高直徑的迴歸分析。

不同生長區域的苔蘚植物優勢度方面，分佈在主幹上的苔蘚主要為鞭蘚屬植物，佔主幹苔蘚生物量相當高的比例，為 81%，其次為挺葉蘚屬，所佔比例為 7.2%。枯枝條的苔蘚植物主要為真紫葉蘚，佔該區苔蘚生物量的 47.7%，其次為鞭蘚屬，佔有比例

為 30.4%。活枝條部分，內部枝條的 A1 區，真紫葉蘚最為優勢，佔有比例為 69.3%，其次為耳葉蘚屬（12.3%）；中間枝條的 A2 區，紫葉蘚屬佔有相當高比例為 76%，其次為耳葉蘚屬（9.5%）；外圍枝條的 B 區，真紫葉蘚佔有比例為 75.6%，其次為耳葉蘚屬（6.9%）（表 9）。距離地面高度分佈方面，鞭蘚屬生物量隨距離地面高度的增加而遞減，有顯著差異（one-way ANOVA, $F(11,81)=5.1, p<0.0001$ ），真紫葉蘚生物量隨高度的增加而增加，有顯著差異（one-way ANOVA, $F(11,81)=2.1, p<0.05$ ）。分別將各株每公尺的鞭蘚屬、真紫葉蘚、耳葉蘚屬、細鱗蘚屬與扁萼蘚屬佔有該公尺苔蘚總生物量之百分比以 one-way ANOVA 進行分析，結果顯示，鞭蘚屬佔苔蘚生物量百分比隨距離地面高度的增加而遞減，有顯著差異（ $F(10,69)=19, p<0.001$ ），主幹 3m 以下的佔有比例分別達 69% 以上；真紫葉蘚、耳葉蘚屬、細鱗蘚屬與扁萼蘚屬佔有苔蘚生物量比例則隨高度增加而增加，有顯著差異（ $F(10,69)=4.4, F(10,69)=2.1, F(10,69)=3.1, F(10,69)=2.6, p<0.05$ ）（圖 17、圖 18）。整體來看，鞭蘚屬在主幹 3m 以下最為優勢，其次為挺葉蘚屬；4m-8m 優勢度最高為真紫葉蘚，其次為鞭蘚屬，剪葉蘚屬在此區所佔比例亦高，耳葉蘚屬在此區分佈比例則逐漸提高；9m 以上扁萼蘚屬較為優勢，其次為紫葉蘚屬，細鱗蘚屬所佔比例亦高（表 10）。

表 9 鞭蘚屬、真紫葉蘚、挺葉蘚屬、剪葉蘚屬、耳葉蘚屬、大萼蘚屬與其他苔蘚植物分別在不同生長區域佔有該區域苔蘚生物量百分比。表中數字為百分比(%)。

	主幹	枯枝條	活枝條 A1	活枝條 A2	活枝條 B
鞭蘚屬	81.1	30.4	11.7	4.7	2.4
真紫葉蘚	3.2	47.7	69.3	76.2	75.6
挺葉蘚屬	7.2	0.7	0.7	1.4	0.3
剪葉蘚屬	3.2	7.8	1.8	3.0	5.1
耳葉蘚屬	0.5	5.5	12.3	9.5	6.9
大萼蘚屬	0.1	1.5	1.4	1.3	5.7
扁萼蘚屬	0.3	2.3	1.8	2.7	2.9
細鱗蘚屬	1.3	0.6	0.2	0.0	0.1
其他苔蘚	3.0	3.6	0.7	1.1	1.0

表 10 十株樣木鞭蘚屬、真紫葉蘚、耳葉蘚屬、細鱗蘚屬、扁萼蘚屬、挺葉蘚屬與剪葉蘚屬在距離地面不同高度分別佔該區苔蘚總生物量百分比變化圖。表中數字為百分比(%)。

高度(m)	鞭蘚屬	真紫葉蘚	耳葉蘚屬	細鱗蘚屬	扁萼蘚屬	挺葉蘚屬	剪葉蘚屬
1	90.6	0.4	0.0	0.1	0.0	4.3	1.0
2	82.2	2.0	0.2	0.0	0.1	10.8	1.6
3	69.9	6.3	1.1	0.0	0.3	13.5	5.4
4	34.1	35.8	4.8	0.2	1.2	4.7	12.5
5	31.6	42.0	6.1	1.4	1.9	6.2	7.6
6	21.9	55.2	4.5	1.8	2.3	1.2	10.9
7	9.9	62.3	5.0	2.1	2.1	1.1	2.4
8	16.8	41.7	21.1	3.3	2.5	0.0	11.8
9	10.8	23.6	18.3	14.2	23.7	1.3	2.3
10	0.0	11.6	8.5	31.6	29.0	0.0	13.9
11	0.0	34.1	0.0	9.8	46.3	0.0	0.0

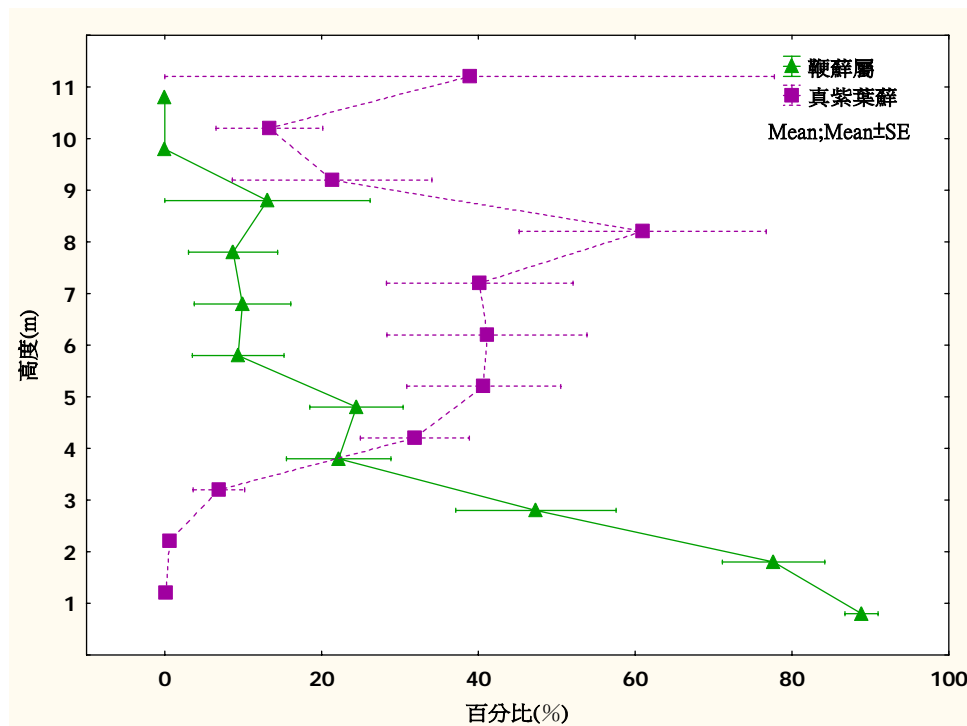


圖 17 距離地面不同高度的鞭蘚屬與真紫葉蘚分別佔該區苔蘚生物量百分比變化圖。

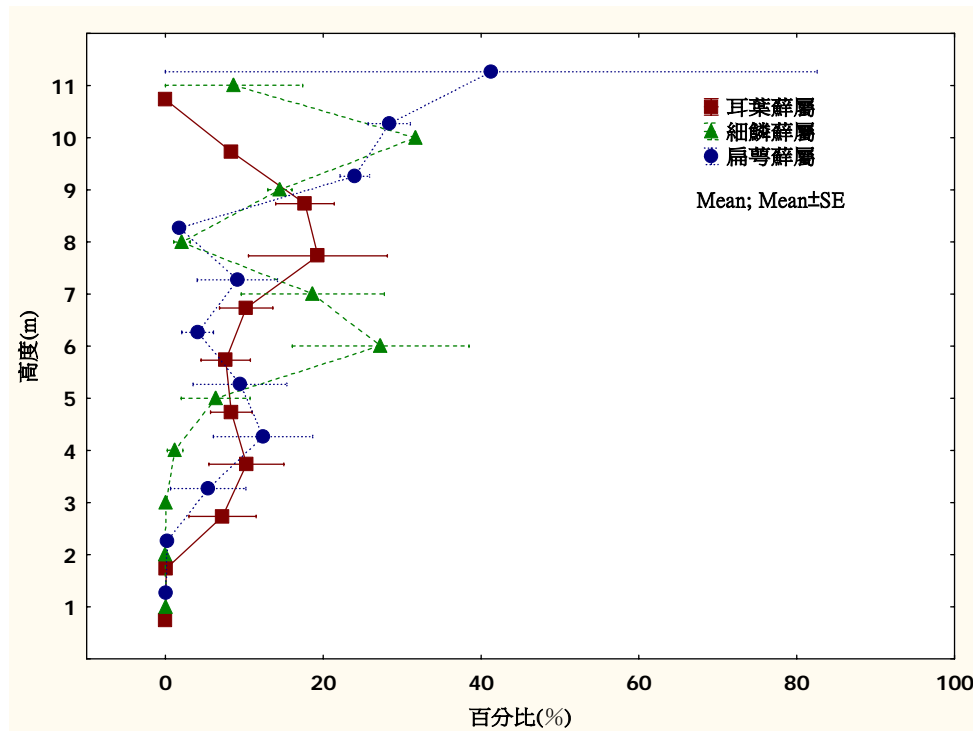
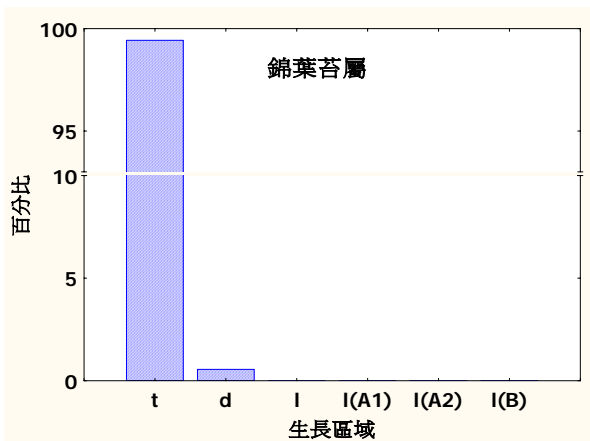
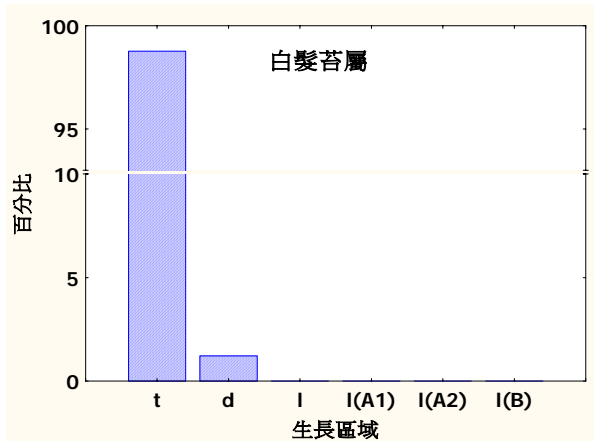
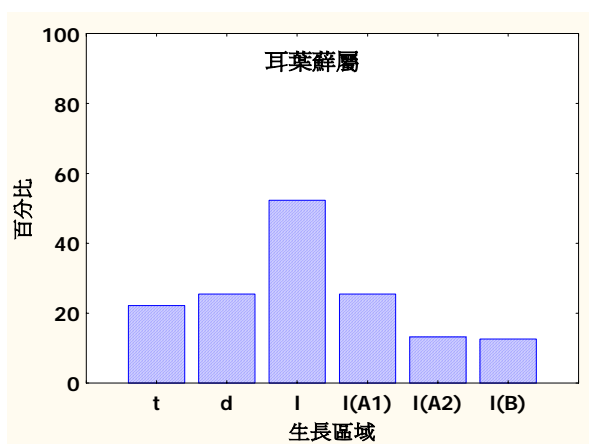
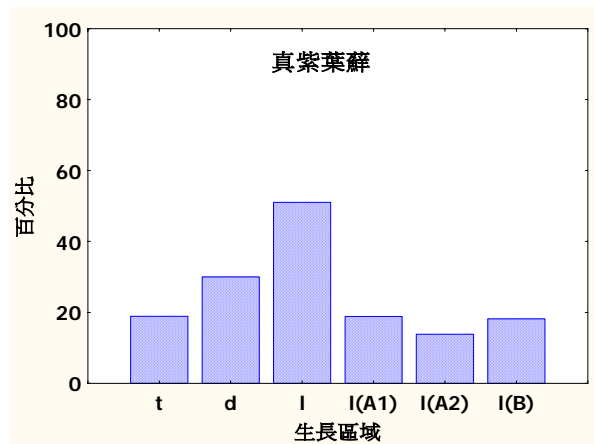
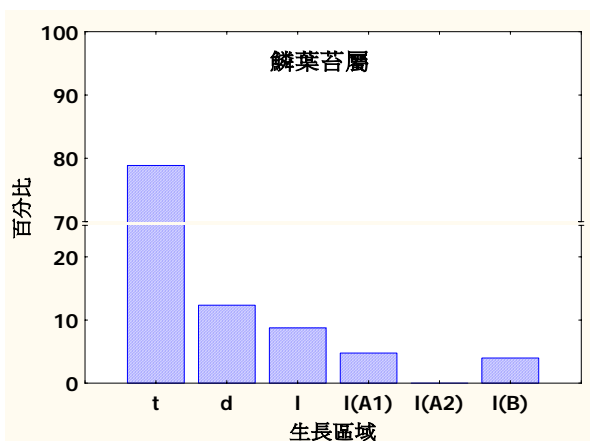
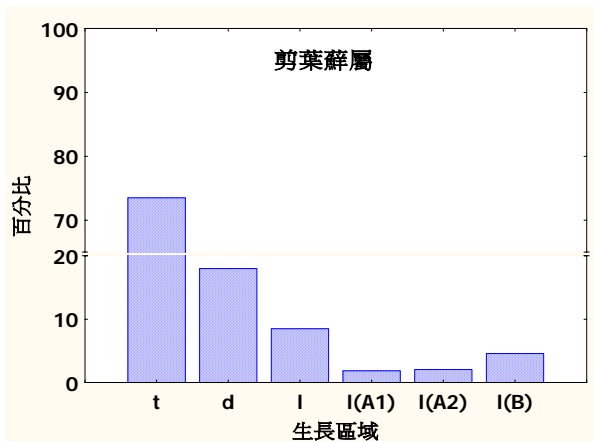
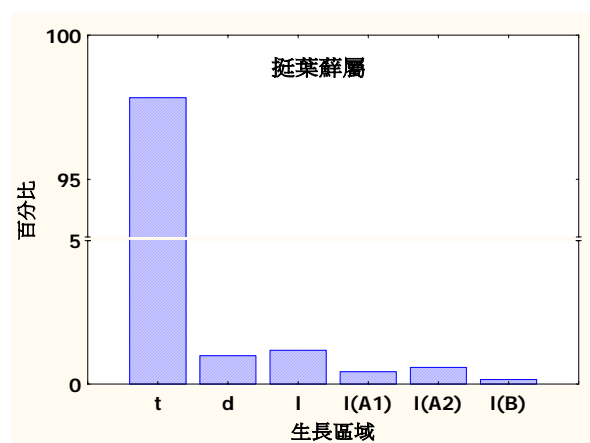
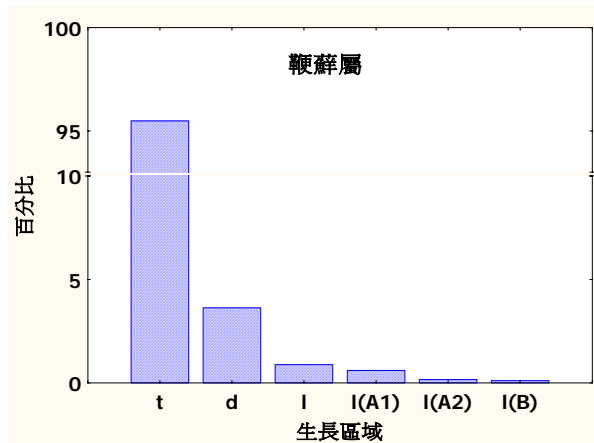
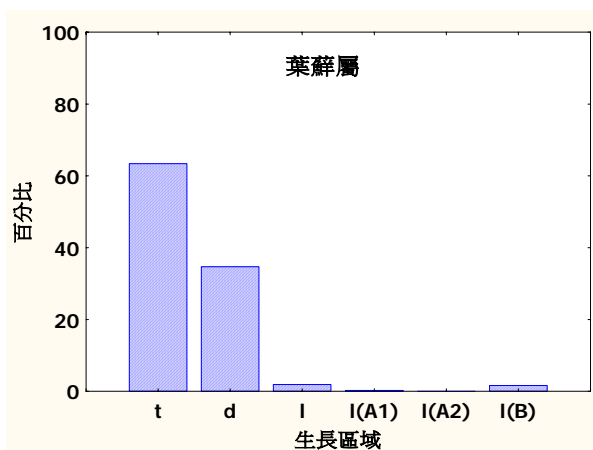
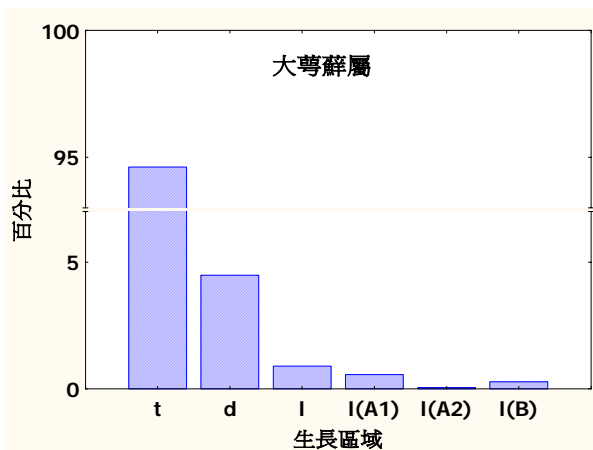
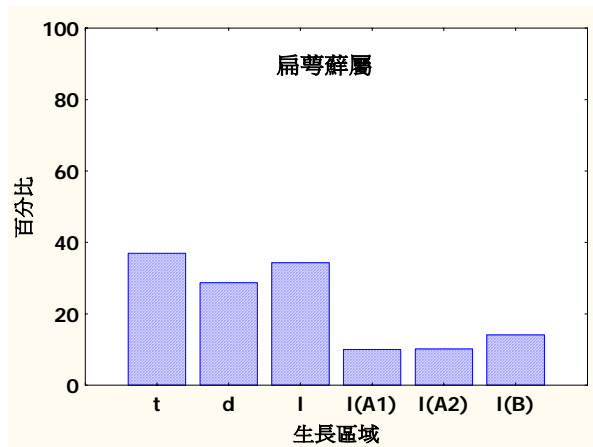
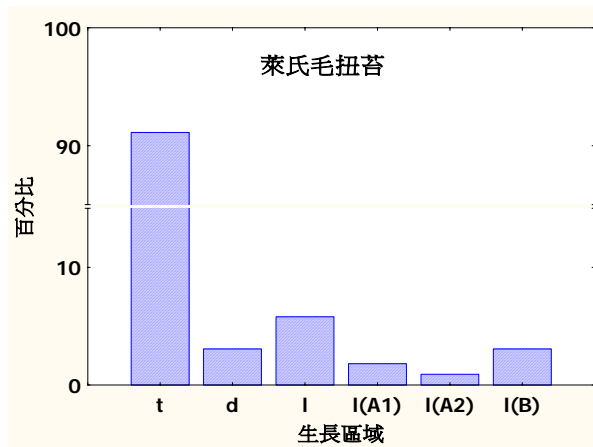
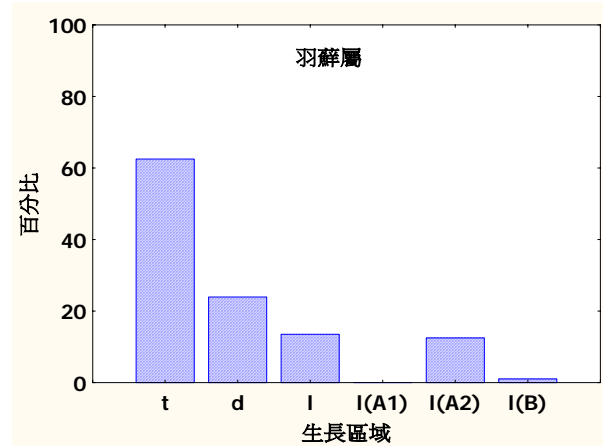
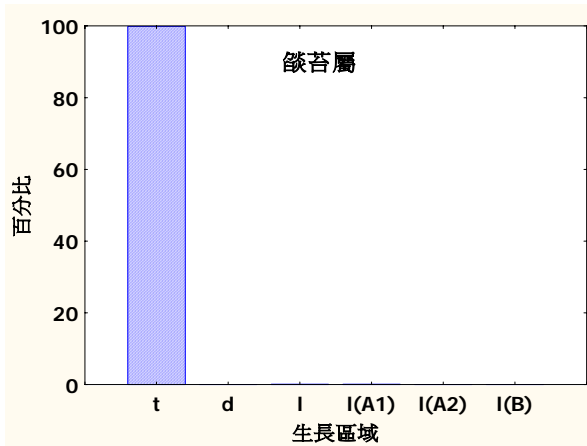
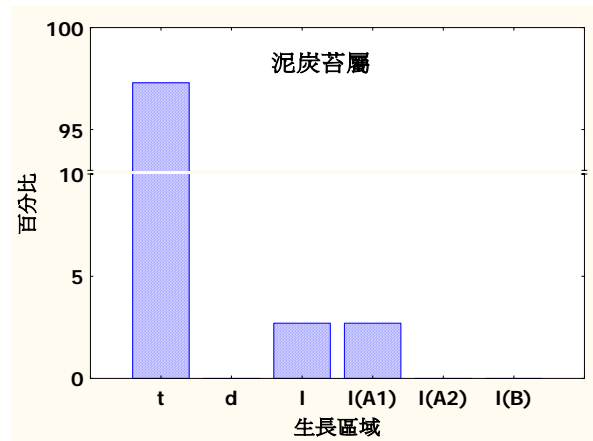
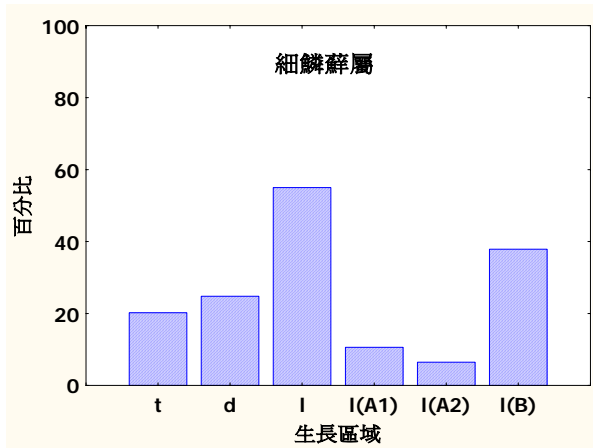


圖 18 距離地面不同高度的耳葉蘚屬、細鱗蘚屬與扁萼蘚屬分別佔該區苔蘚生物量百分比變化圖。

各種苔蘚在不同生長區域的分佈情形方面，圖 19、圖 20 列出各種苔蘚在不同生長區域與距離地面高度的生物量百分比，圖中顯示大部分的苔蘚植物各有自主主要的分佈範圍。大部分的苔蘚主要分佈在主幹上（佔該種總生物量百分比超過 50%）；真紫葉蘚、耳葉蘚屬、細鱗蘚屬、扁萼蘚屬與全緣廣萼蘚則主要分佈在枝條上（枯枝條與活枝條），其中耳葉蘚屬主要分佈在枝條內部的 A1 區（佔該種總生物量 25%），細鱗蘚屬主要分佈在枝條外圍 B 區（佔該種總生物量 38%），真紫葉蘚與扁萼蘚屬在枝條內部與外圍區分佈差異不大，全緣廣萼蘚主要分佈在枯枝條但其生物量相當低（僅 0.03g）。垂直距離方面，主要分佈在主幹 2m 以下的有鞭蘚屬、鱗葉苔屬、白髮苔屬、錦葉苔屬、燄苔屬、指葉蘚屬與叉蘚屬；挺葉蘚屬、剪葉蘚屬、羽蘚屬、大萼蘚屬與葉蘚屬，分佈在主幹基部至樹冠底層，範圍較廣；真紫葉蘚、耳葉蘚屬主要分佈在樹冠底層（約 4-6m）；萊氏毛扭苔則主要分佈在樹冠上層；細鱗蘚屬與扁萼蘚屬分佈在樹冠底層至上層，範圍較廣；而泥炭苔屬、全緣廣萼蘚分佈不連續，可能因數量太少，無法顯示主要的分佈範圍。





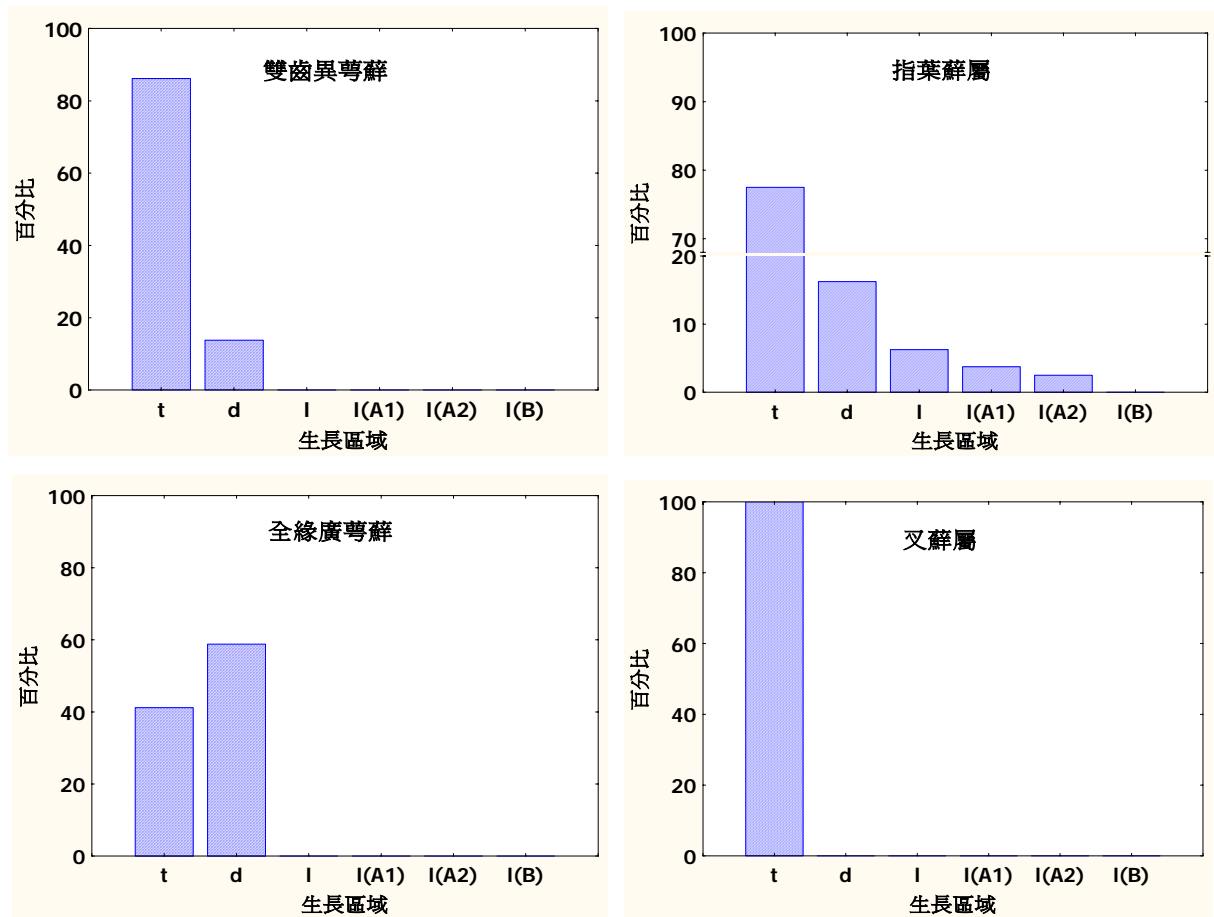
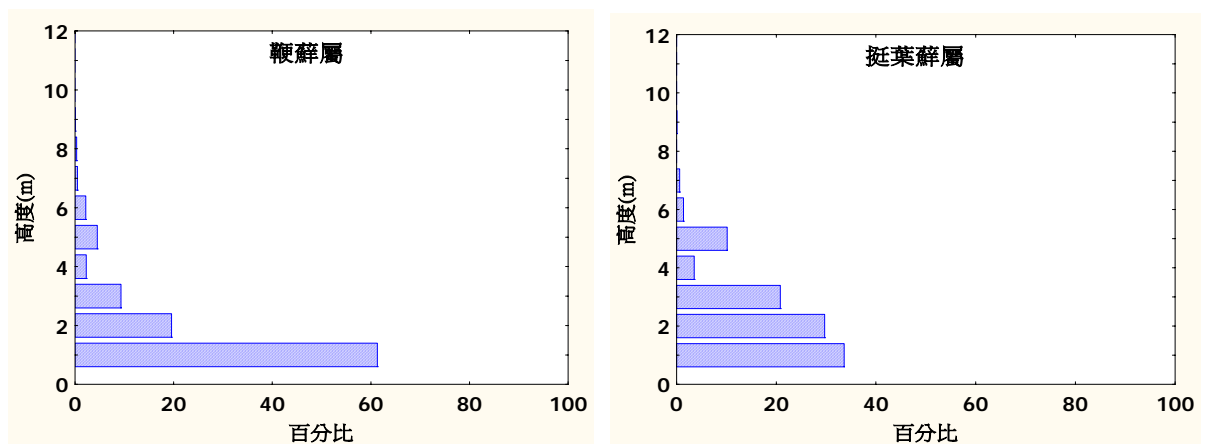
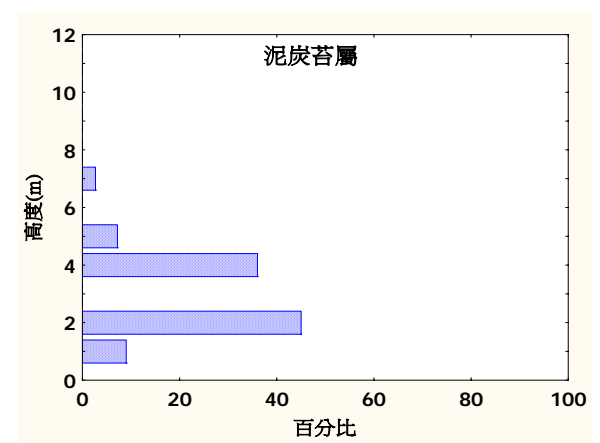
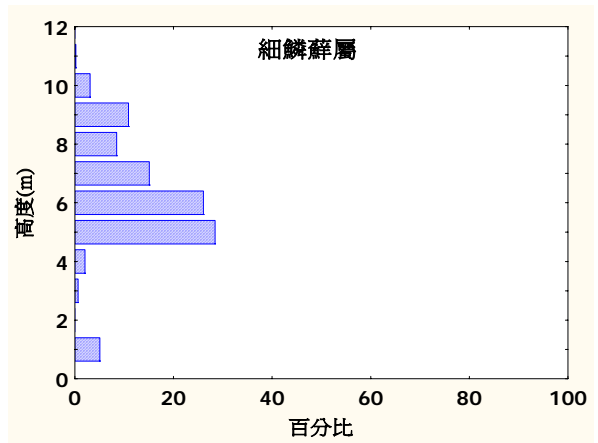
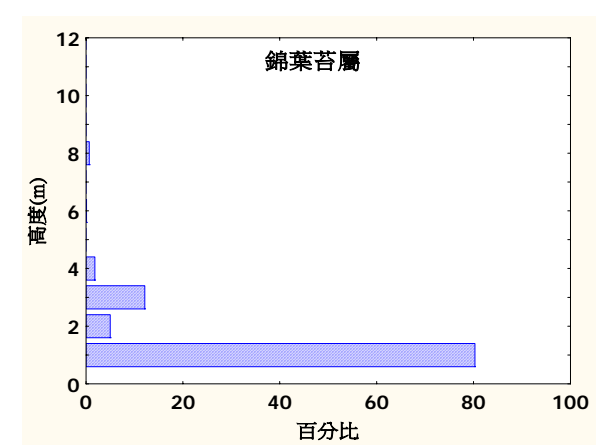
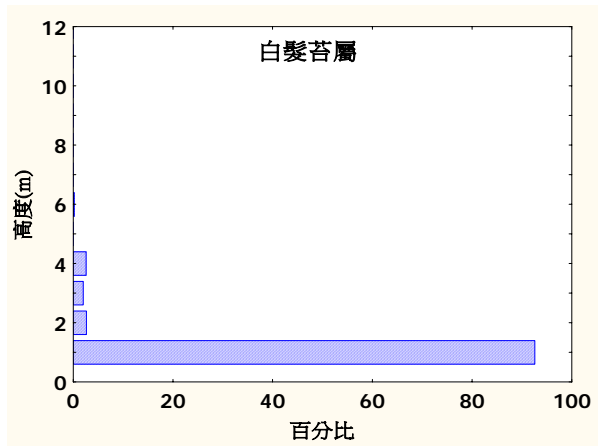
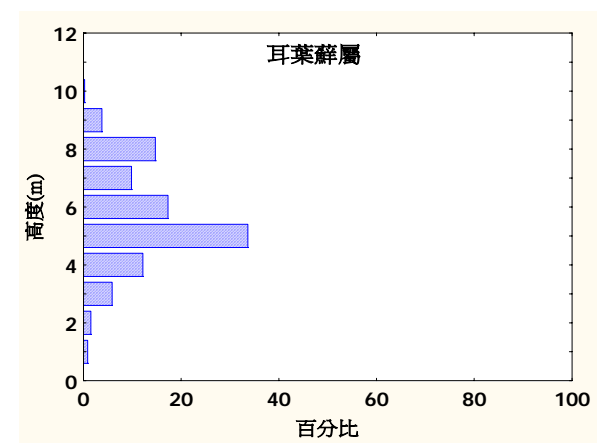
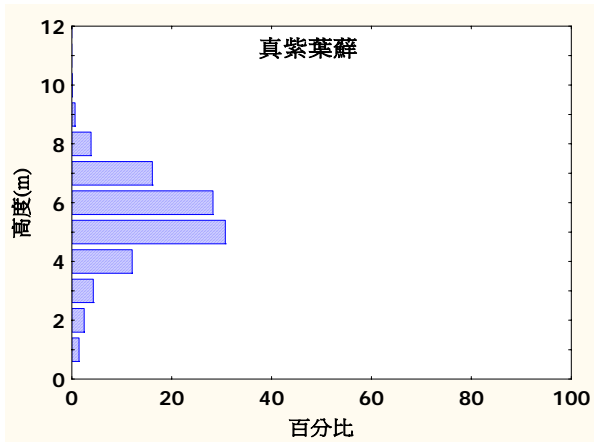
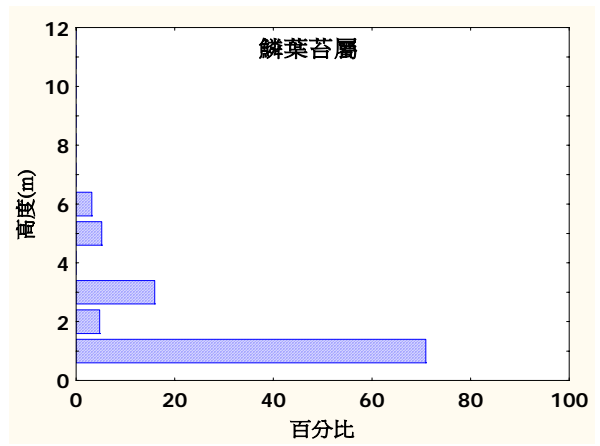
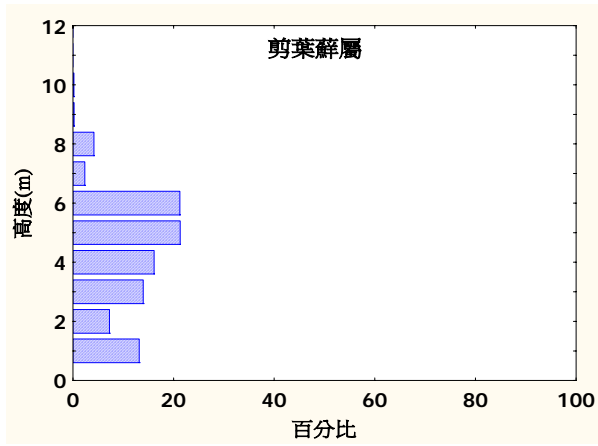
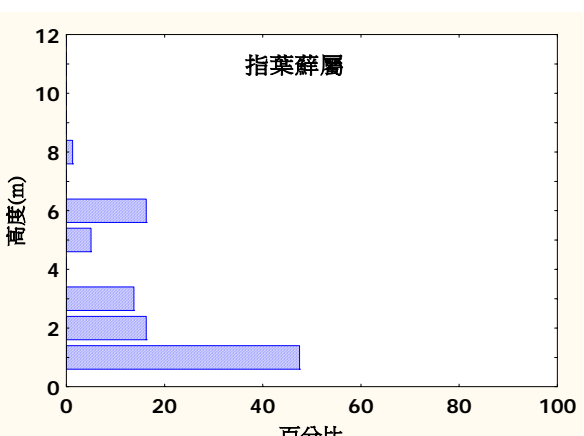
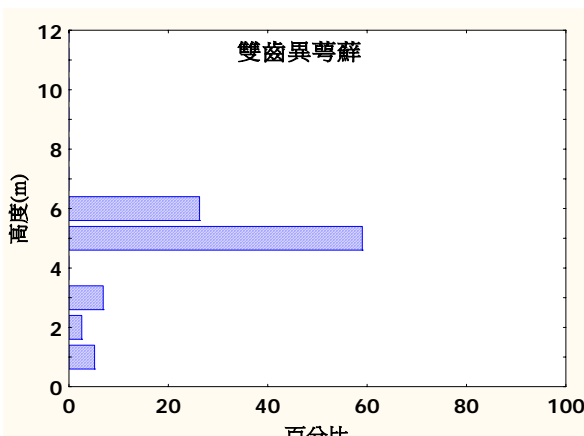
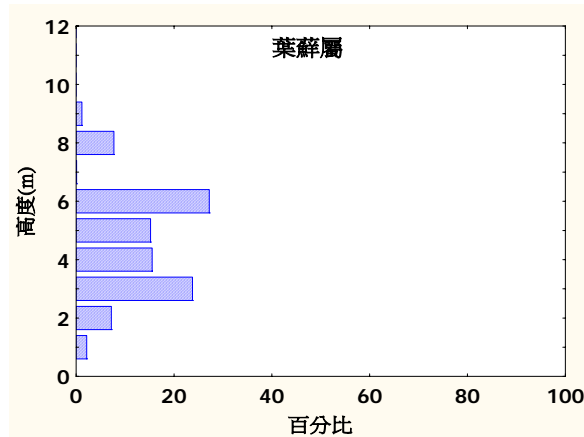
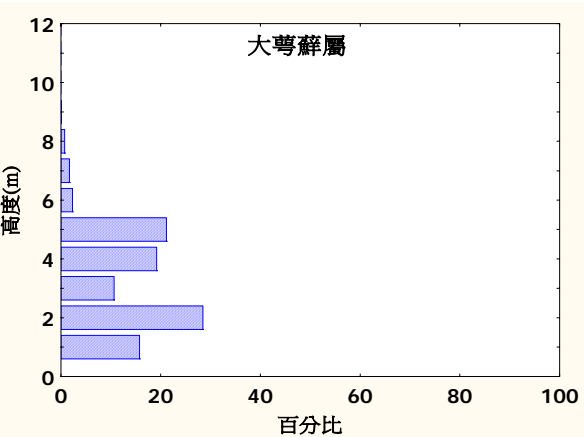
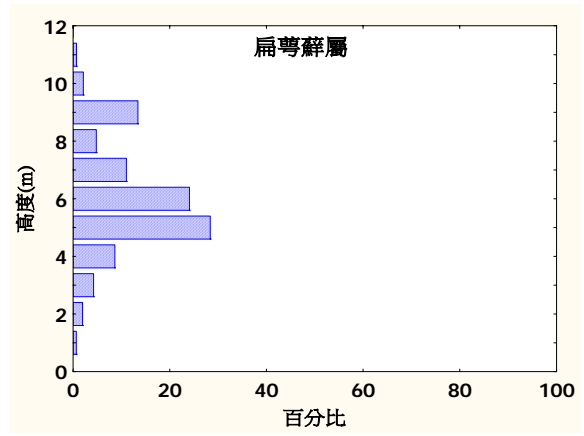
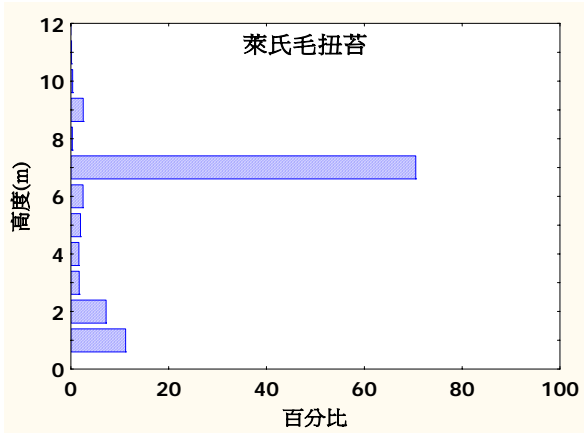
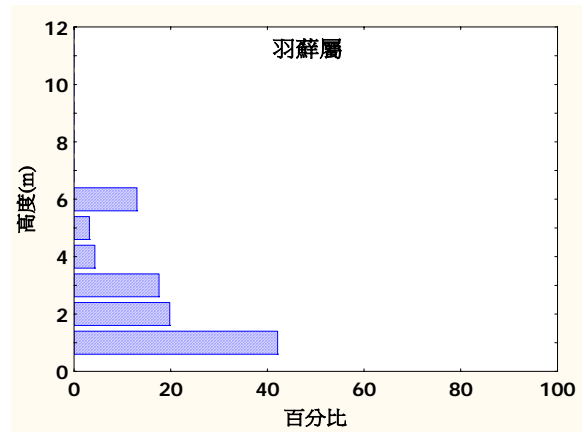
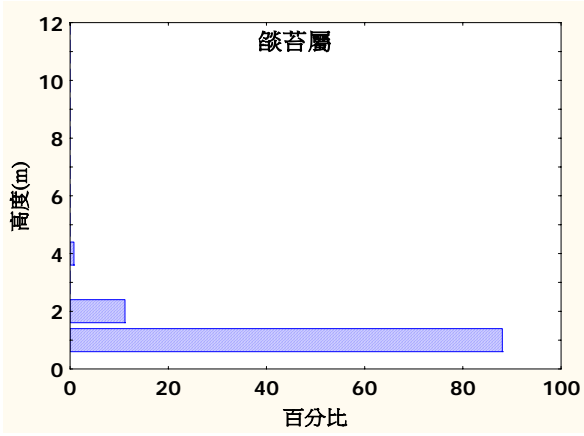


圖 19 各種苔蘚植物在不同生長區域佔有該種總生物量的百分比。橫軸代表生長區域，t--主幹、d--枯枝條、l--活枝條、l(A1)--活枝條 A1 區、l(A2)--活枝條 A2 區、l(B)--活枝條 B 區，縱軸為佔有該種總生物量百分比 (%)。







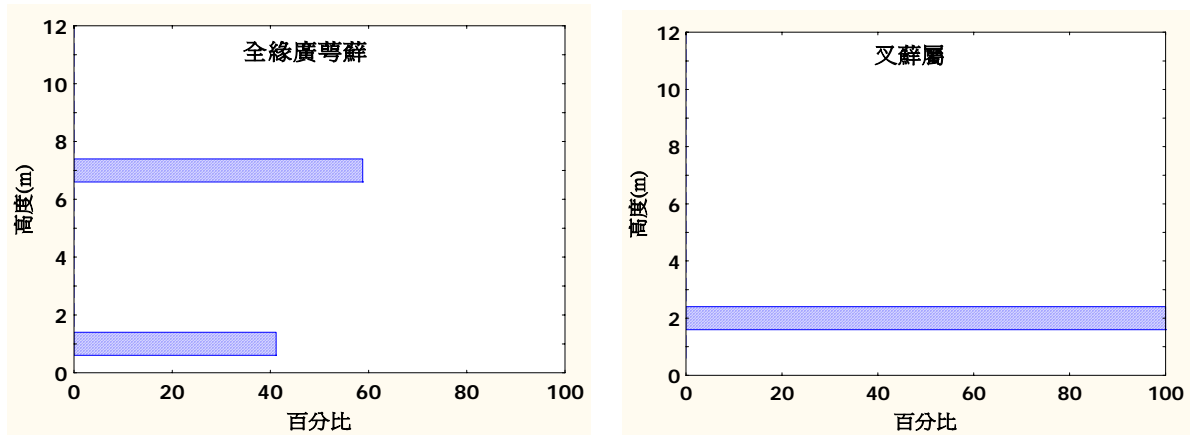


圖 20 各種苔蘚植物在不同距離地面高度佔有該種總生物量的百分比。橫軸代表佔有該種總生物量百分比 (%)。

5.3 附生植物覆蓋度

十株樣木苔蘚植物總覆蓋面積為 7.915m^2 (表 11)，分別將各株樣木胸高直徑與苔蘚植物覆蓋面積作迴歸分析，其關係呈現顯著正相關 ($p < 0.001$) (圖 21)，以所得的迴歸公式估計研究樣區的苔蘚植物總覆蓋面積為 $1373.6\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ ，將其除以樣區面積再乘上百分比後，即得樣區的苔蘚植物平均覆蓋度為 13.7%，也就是說，樣區每一平方公尺的平均苔蘚覆蓋度為 13.7%。另外根據吳敏如(2004)在本樣區調查的結果，樹幹與枝條表面積指數共為 $1.649\text{m}^2\text{m}^{-2}$ ，換算 0.2ha 後為 3298m^2 ，將苔蘚總覆蓋面積除此值再乘上百分比後，即得本樣區台灣扁柏的附生性苔蘚植物平均覆蓋度為 8.3%。苔蘚植物中的鞭蘚屬植物，其覆蓋面積與樣木胸高直徑的迴歸分析呈顯著正相關 (圖 22)，將所得的迴歸公式估計研究樣區的鞭蘚屬植物總覆蓋面積為 $1071.4\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ ，佔苔蘚總覆蓋面積的 78%，樣區的鞭蘚屬植物平均覆蓋度為 10.7%，每株台灣扁柏的鞭蘚屬植物平均覆蓋度為 6.5%。

表 11 各樣木不同區域的苔蘚覆蓋面積。表中活枝條各區位總和未包含 tree7 活枝條的覆蓋面積。

tree	tree1	tree2	tree3	tree4	tree5	tree6	tree7	tree8	tree9	tree10	各區 總和
胸高直 徑(cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5	
區域	苔蘚覆蓋面積(m ²)										
主幹	0.089	0.056	0.314	0.398	0.368	0.750	0.819	0.991	1.323	1.214	6.320
枯枝條	0.001	0.005	0.025	0.056	0.077	0.031	0.027	0.124	0.369	0.037	0.751
活枝條 A1	0.000	0.012	0.011	0.011	0.032	0.070		0.093	0.058	0.042	0.329
活枝條 A2	0.000	0.002	0.001	0.007	0.024	0.059	0.011 不分區	0.069	0.030	0.030	0.222
活枝條 B	0.000	0.002	0.004	0.003	0.010	0.058		0.101	0.040	0.064	0.282
各株 總和	0.090	0.077	0.355	0.474	0.510	0.968	0.858	1.377	1.820	1.387	7.915

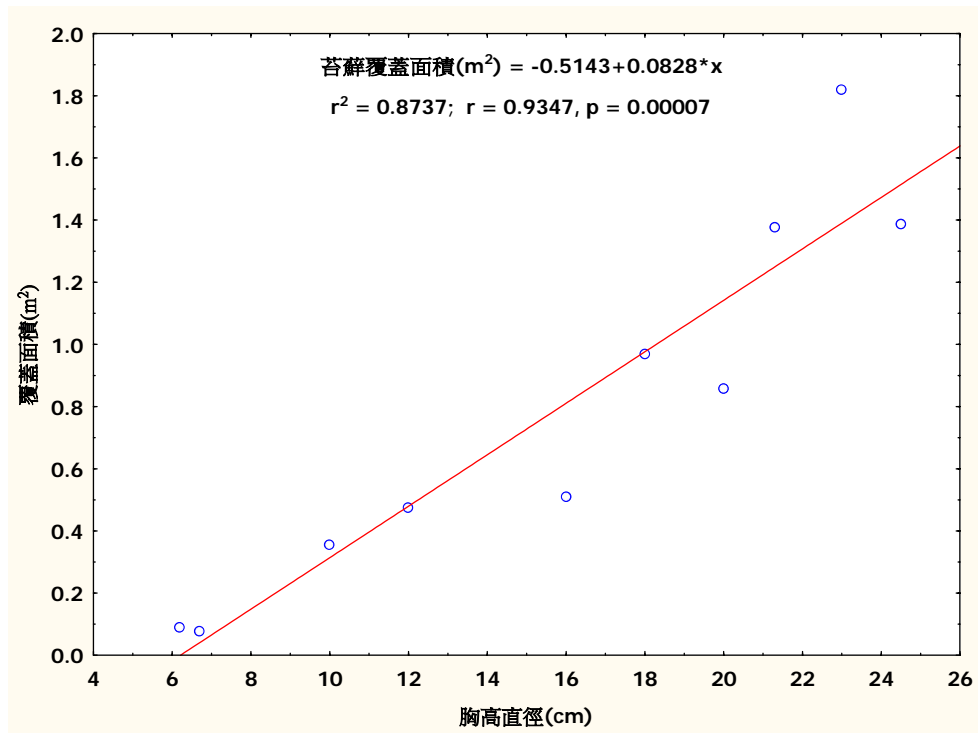


圖 21 苔蘚植物覆蓋面積與樣木胸高直徑的線性關係。

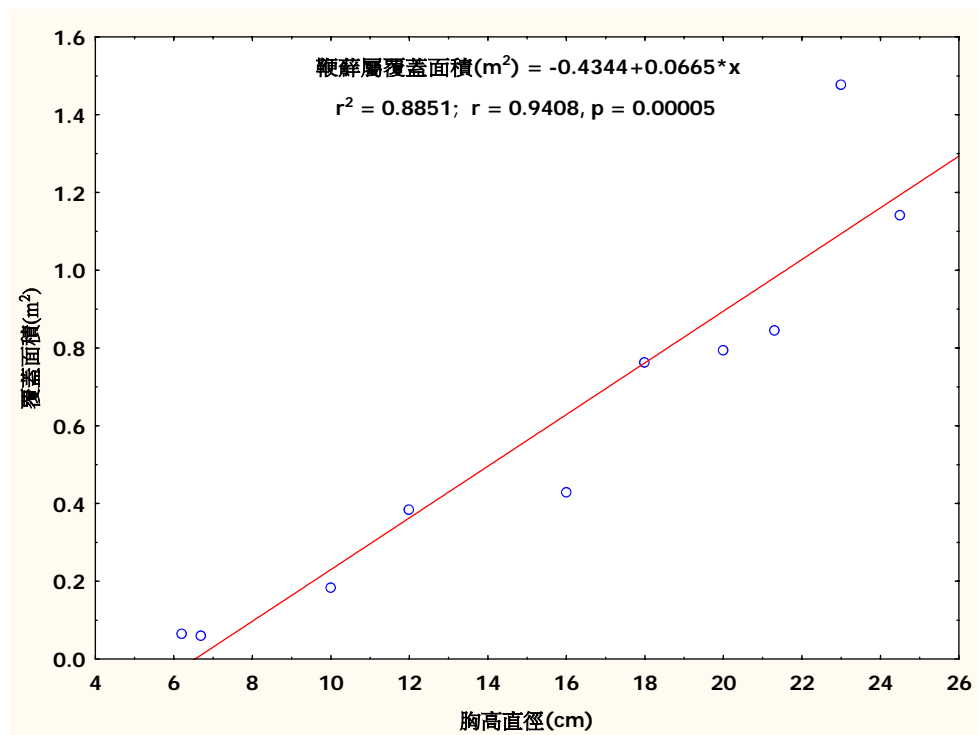


圖 22 鞭蘚屬覆蓋面積與樣木胸高直徑的線性關係。

十株樣木各取樣區域苔蘚、地衣與維管束植物的覆蓋面積詳見附錄。苔蘚覆蓋度、距離地面高度與樣木胸高直徑之間的關係方面，由於只有測量有苔蘚生長的枝條之表面積，故只能針對主幹各取樣區域的覆蓋度進行分析與比較，結果顯示主幹的苔蘚平均覆蓋度隨著距離地面高度的增加而遞減，距離地面不同的高度與覆蓋度間有顯著差異（one-way ANOVA, $F(11,80)=18.1, p<0.001$ ）（圖 23、表 12），十株樣木主幹的苔蘚平均覆蓋度與樣木胸高直徑呈顯著正相關（ $r^2=0.6174, p<0.05$ ）。主幹的地衣平均覆蓋度與距離地面不同的高度間無顯著差異（one-way ANOVA, $F(11,80)=0.8, p>0.05$ ）。八株樣木（不含樣木 7 與 10）有苔蘚生長的枝條部分，苔蘚覆蓋度從內部枝條向外圍枝條遞減，達顯著差異（one-way ANOVA, $p<0.05, n=426$ ）（圖 24）。

表 12 十株樣木主幹生長區域，距離地面高度不同的苔蘚植物平均覆蓋度（%）。

tree	tree1	tree2	tree3	tree4	tree5	tree6	tree7	tree8	tree9	tree10
DBH(cm)	6.2	6.7	10	12	16	18	20	21.3	23	24.5
距地高 (m)	苔蘚植物平均覆蓋度(%)									
1	23.7	20.0	44.5	49.3	75.3	84.8	93.9	96.4	89.8	86.0
2	8.8	1.4	10.6	25.4	20.8	44.6	20.7	63.3	36.9	30.6
3	13.8	1.3	19.2	17.9	5.8	5.6	5.0	17.1	36.8	21.4
4	0.8	0.7	20.5	5.9	5.1	14.0	3.8	12.4	21.9	4.4
5	1.2	1.5	3.9	10.4	8.2	3.8	1.2	17.6	24.7	5.0
6	0.0	0.0	7.4	2.4	5.2	1.8	3.0	22.8	13.3	3.9
7	0.0		0.9	0.3	0.8	2.5	1.1	13.4	6.4	1.5
8			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	7.6	2.1
9					0.0	0.0	0.0	10.0	1.7	0.0
10					0.0		0.0	4.2	0.0	0.0
11							0.0	2.3	1.6	0.0
12								0.0		
各株平均	9.0	5.6	17.7	18.5	10.0	21.8	18.8	18.4	22.8	23.9

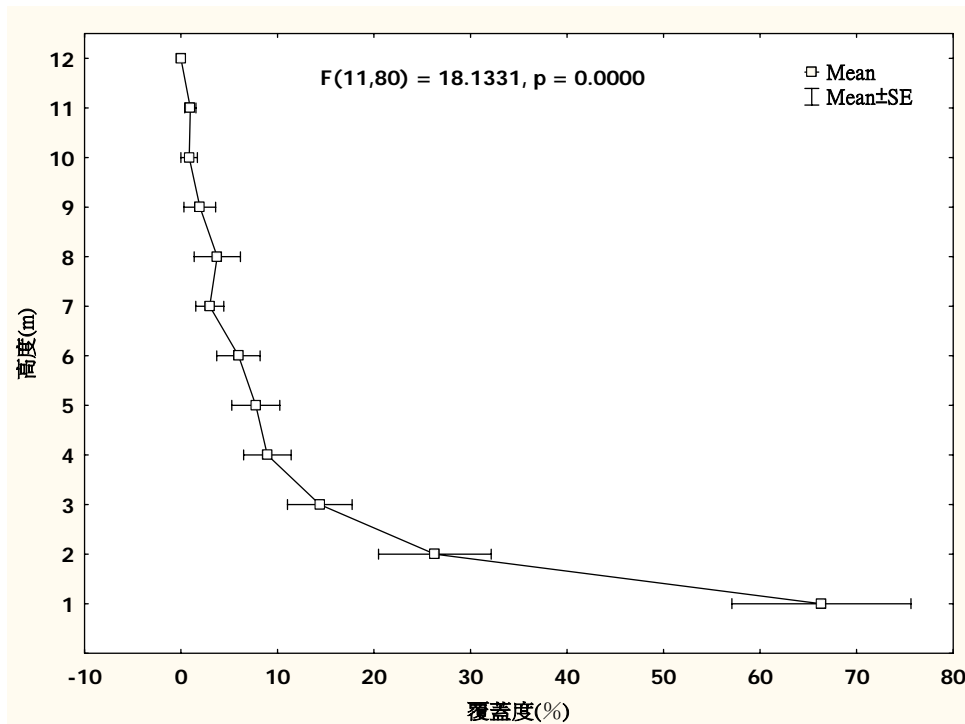


圖 23 十株樣木主幹生長區域，苔蘚覆蓋度與距離地面高度的變化圖 (n=93)。

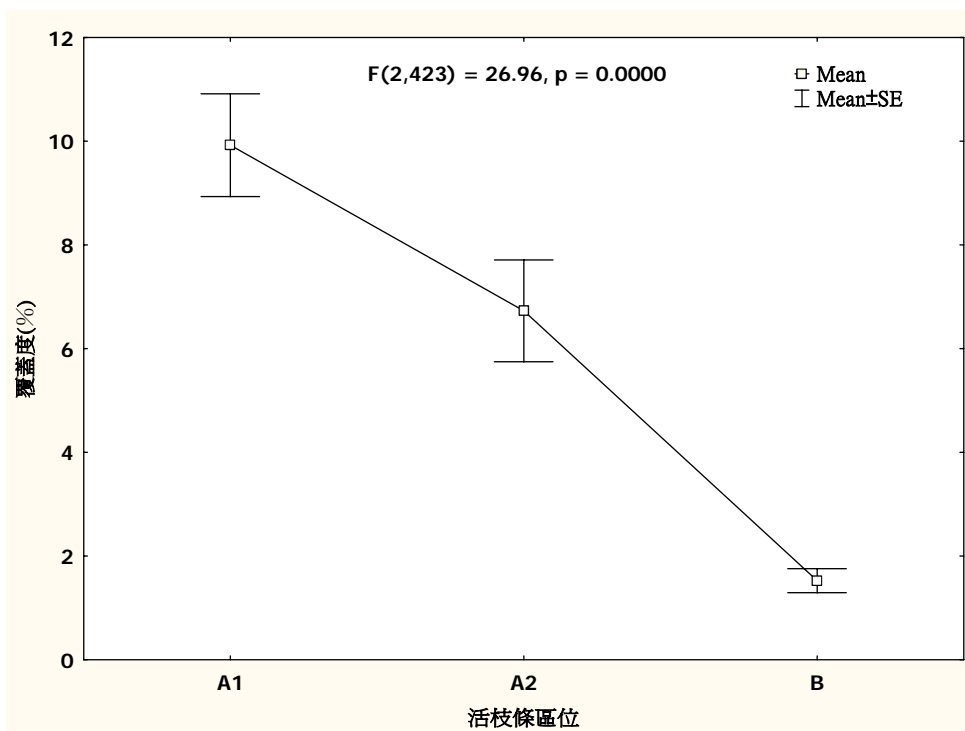


圖 24 八株樣木 (不含樣木 7 與 10) 活枝條不同區位的苔蘚覆蓋度變化圖。只針對有苔蘚生長的活枝條進行分析 (n=426)。

5.4 物種豐富度、生物量與覆蓋面積的關係

八株樣木（不含樣木 7、10）的苔蘚生物量與苔蘚物種豐富度呈顯著正相關（ $p < 0.005$ ），物種豐富度愈高，生物量亦愈高（圖 25）。在生物量與覆蓋面積方面，苔蘚植物的生物量愈高，其覆蓋面積亦愈高，之間的線性關係呈顯著正相關（圖 26）。鞭蘚屬與紫葉蘚屬植物生物量分別與其覆蓋面積的線性關係呈顯著正相關（圖 27、圖 28）

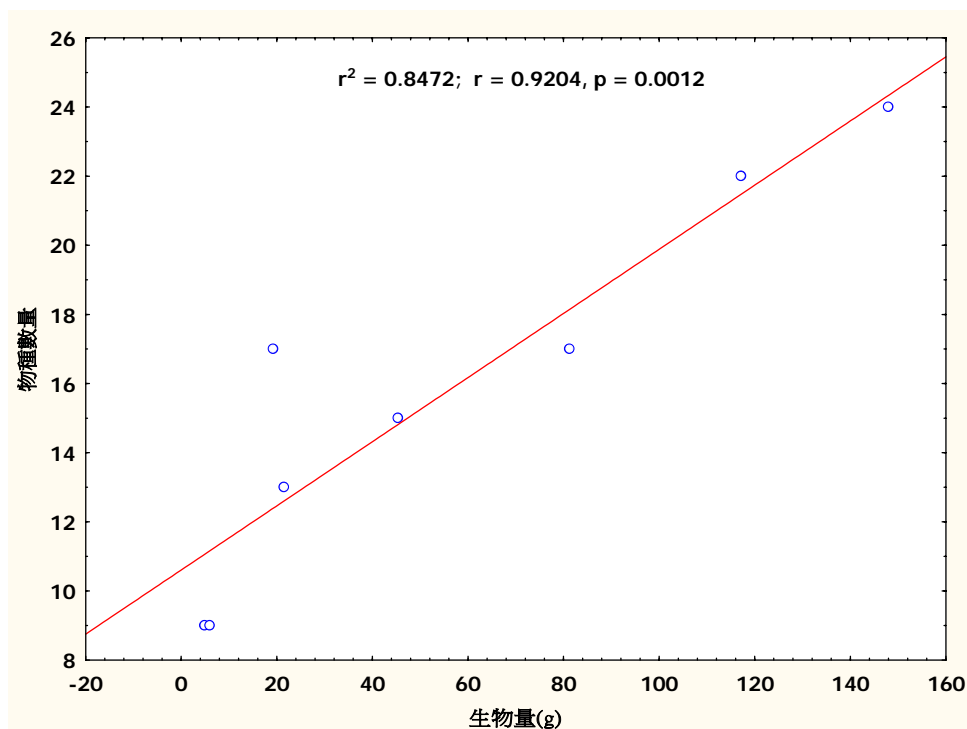


圖 25 八株樣木（不含樣木 7、10）苔蘚物種豐富度與其生物量的線性關係圖。

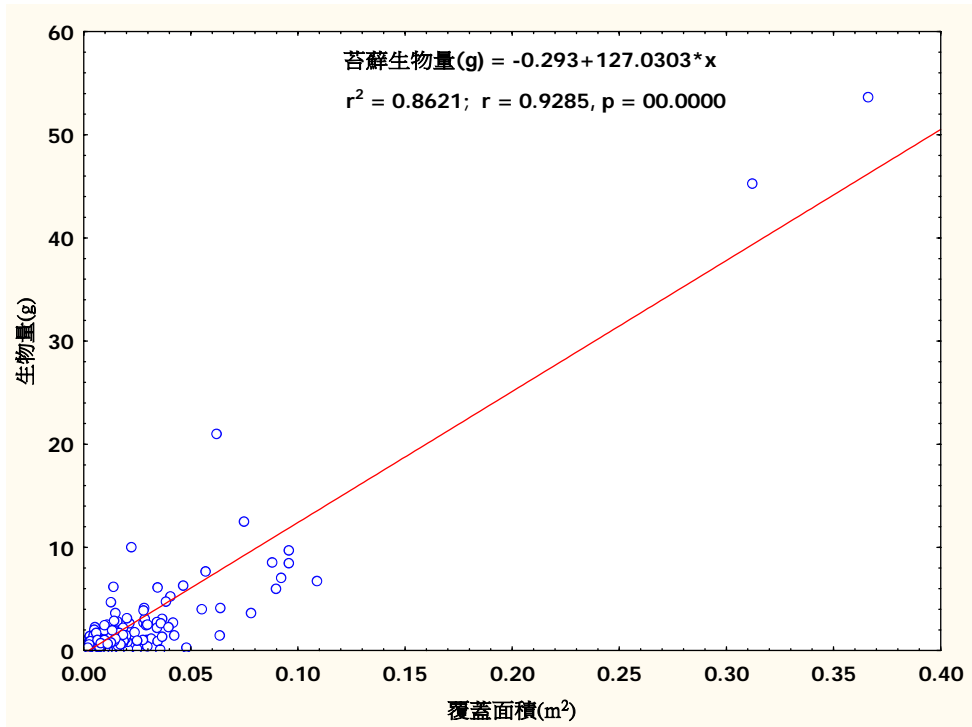


圖 26 苔蘚生物量與其覆蓋面積的線性關係圖 (n=635)。

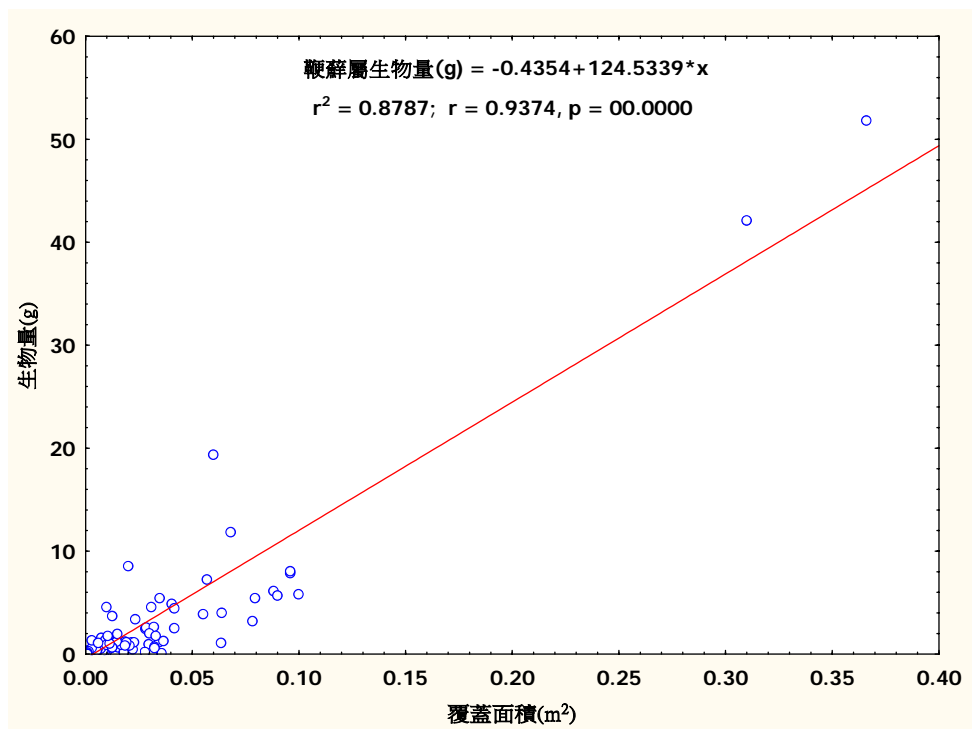


圖 27 鞭蘚屬生物量與其覆蓋面積的線性關係圖 (n=256)。

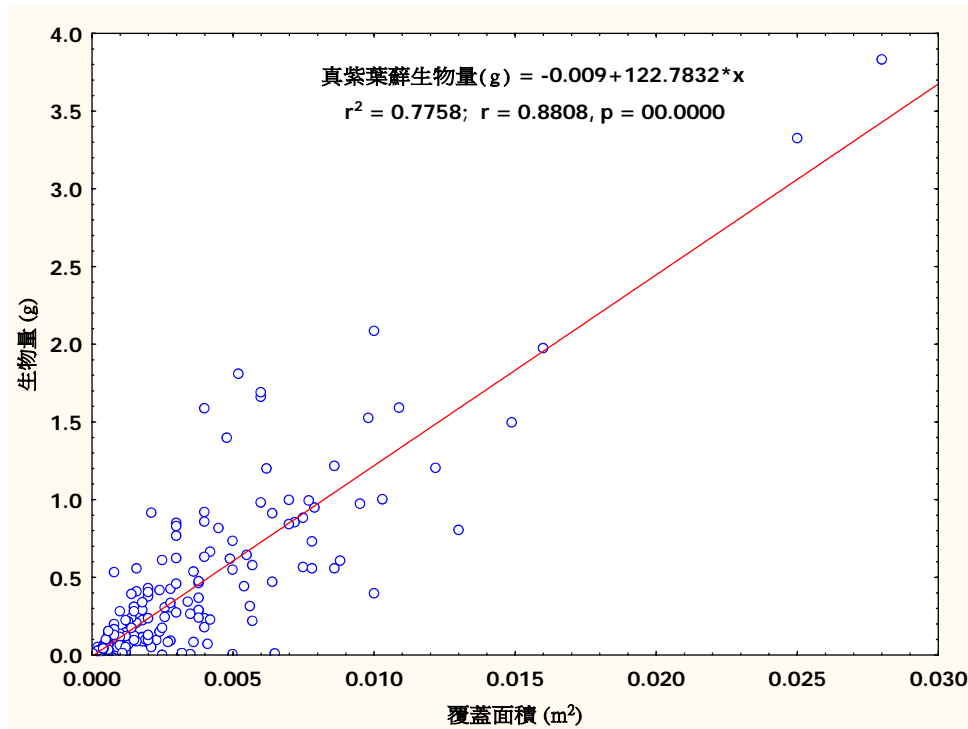


圖 28 真紫葉蘚生物量與其覆蓋面積的線性關係圖 (n=281)。

6. 討論

6.1 物種豐富度及其分佈

本研究對於本區的苔蘚物種豐富度可能有所低估，但仍嘗試以目前的結果進行討論。Rhoades (1995)彙整世界各地的森林附生植物物種豐富度指出，熱帶或副熱帶的山地霧林，苔蘚植物在附生植物中較為優勢，其中蘚類的物種數量佔有附生性苔蘚植物物種數量較大的比例，但是環境的變化，如光、溫度、森林的破壞與當地的火災歷史會使得蘚與苔的物種比例有所不同(Kantvilas & Jarman, 1993)。本樣區屬於副熱帶山地霧林，根據十株樣木的調查顯示，附生性苔蘚植物計有 17 科 20 屬 26 種，其中苔類與蘚類植物物種數目的比例為 6：20，蘚類植物的物種數目為苔類植物的三倍。將本研究所得結果與國外其他森林相比較(表 13)，本樣區的附生性苔蘚植物物種豐富度大致上介於其他森林之間。影響森林附生性物種豐富度的因子有許多，氣候因子、森林的林相、地理位置、海拔、年齡、植被、宿主性質、樣區的大小與取樣方式等皆為影響因子。Loppi *et al.*(1999)在義大利闊葉樹森林的研究指出，宿主的覆蓋程度與密度對附生性苔蘚物種豐富度影響很大。Costa (1999)在巴西調查六座不同的原始林與次生林，研究顯示原始林較次生林有鬱閉性的樹冠結構、宿主植物的物種豐富度、濕度、棲地異質性較高、平均溫

度較低和微氣候較多變化，其內的附生性苔蘚植物物種豐富度比次生林高。Acebey *et al.*(2003)在玻利維亞原始林與次生林的研究顯示，原始林主冠層複雜的林冠結構可提供附生性苔蘚多樣的生長基質，其內的附生性苔蘚物種豐富度比次生林高，研究進一步指出，森林的破壞對苔類的影響較大，原始林比次生林的苔類植物物種豐富度高。

不同生長區域的苔蘚物種豐富度方面，本研究顯示，主幹的苔蘚物種豐富度最高，以十株樣木整體來看，其佔有苔蘚總物種數量的 96%，除了扁萼蘚屬 (*Radula sp.*) 外，其餘苔蘚皆在主幹生長，其次為枯枝條，有 21 種，佔有苔蘚總物種數量達 81%，活枝條的物種豐富度最低，有 16 種，佔有苔蘚總物種數量 62%。Markus *et al.*(2002)在德國挪威雲杉森林的研究發現，宿主的幹流水化學成分不同，會影響附生性地衣的物種豐富度，其指出健康雲杉幹流水的硫酸根離子濃度比枯萎雲杉高，而前者的地衣物種豐富度較低。國內外無苔蘚方面相關的研究報告，枯枝條與活枝條樹皮是否有不同的化學成分與幹流水化學組成，其是否會影響苔蘚物種豐富度仍待進一步調查。

一般而言，樹冠層內，光度隨著距離地面高度增加而增加，相對溼度隨之降低，主幹的基部、樹冠下層與內部的環境變化較小(Miyata & Hosodawa, 1961)，附生性苔蘚植物物種豐富度隨著距離地面高度的降低有增加的趨勢(Kuusinen, 1996; Peck *et al.*, 1995)。Acebey *et al.*(2003)在玻利維亞次生林的研究指出，主幹基部的物種豐富度較上層高，其佔有苔蘚總物種數量的 90%。Hale (1952)在威斯康辛森林的研究指出，主幹基部比上層的環境較適合苔蘚的生長，50%以上的苔蘚物種皆在此區生長。本研究亦有類似的結果，各樣木 50%以上的苔蘚物種出現在距離地面 1m 以下高度的主幹上。整體來看，十株樣木的結果顯示，距離地面高度 1m 以下，僅有叉蘚屬植物未在此區發現外，其餘 25 種皆在此區生長，佔有苔蘚總物種數量的 96%，苔蘚物種數量隨著距離高度的增加而遞減，距離主幹較近的內部枝條 A1 區，較外圍枝條 B 區的苔蘚物種豐富度高。

據本研究結果顯示，苔蘚物種數量隨著樣木胸高直徑的增加而提高（不含樣木 7 與 10），其中樣木 9 的苔蘚物種數量約為樣木 1 的 2.5 倍。樹幹胸高直徑的增加，有較大的表面積可以攔截到較多的孢子(Hazell *et al.*, 1998)，也有較長的時間給予附生植物生長、樹皮構造較小樹粗糙使環境增加異質性(Hazell *et al.*, 1998; Sillett *et al.*, 2000)，因而有利附生性苔蘚植物物種豐富度的提高(González-Mancebo *et al.*, 2004)。張素卿(1993)在烏來楠櫨林的研究指出，宿主胸高直徑愈大，維管束附生植物的物種豐富度愈高。老樹殘枝和朽木的直徑大小也與苔蘚物種豐富度成正相關(Humphrey *et al.*, 2002)。

表 13 不同森林附生性苔蘚植物的物種豐富度。表中”_”表示文獻中未註明。

Ecosystem	Mosses	Liverworts	Total	Reference
Beech forest, central Italy	—	—	7	a
Oak forest, central Italy	—	—	8	b
Oak forest, central Italy	—	—	13	c
Undisturbed forest, Wisconsin	—	—	26	d
Upland hardwoods forests, Wisconsin	—	—	33	e
Submontane rain follows, Bolivia	0-8	10-31	10-39	f
Submontane rain forest, Bolivia	22-29	37-39	59-68	g
Cool temperate rainforest, Tasmania	18	9	27	h
Coniferous forest ,western Oregon	13	6	19	i
Coniferous forest ,Hostsprings island,Canada	11	25	36	j
Cloud forest, Anaga, Tenerife (three habitats)	—	—	22-29	k
Cloud forest,upper montane forest, Uganda	—	—	14	l
Intact cloud forest ,Costa Rica	41	67	108	m
Cloud forest, Taiwan	6	20	26	n

Reference : a : Loppi *et al.*(1999), b : Loppi *et al.*(1999), c : Loppi *et al.*(1999), d : Hale (1952), e : Hale (1955), f : Acebey *et al.*(2003), g : Acebey *et al.*(2003), h : Kantvilas & Jarman(1993), i : Sillett (1995), j : Peck *et al.*(1995), k : González-Mancebo *et al.*(2004), l : Pentecost (1998), m : Sillett *et al.*(1995), n : This study

6.2 附生植物生物量組成及其分佈

6.2.1 苔蘚、地衣與維管束植物生物量

Hsu *et al.*(2002)在福山副熱帶潮濕森林的調查顯示，福山試驗林內的附生植物與附生性苔蘚植物總生物量分別為 3346 kg ha⁻¹與 1733 kg ha⁻¹。本研究調查結果，鴛鴦湖長期生態研究區附生植物與附生性苔蘚植物生物量分別為 246 kg ha⁻¹與 230 kg ha⁻¹，除了與國內福山試驗林比較之下，本樣區的附生植物與附生性苔蘚植物生物量較低之外，與其他國外不同森林比較亦偏低（表 14）。影響森林附生植物與附生性苔蘚植物生物量的因子有許多，森林的年齡、地理位置、海拔、林相、宿主性質、樣區的大小與取樣方式等皆為影響因子。附生性苔蘚植物生物量會隨著森林年齡的增加而增加(McCune,

1993)。哥斯大黎加雲霧森林所選取的一棵 *Clusia alata* 樣木，其胸高直徑超過 70cm(Nadkarni, 1984)。哥倫比亞山地霧林所調查的一棵樣木 *Weinmannia mariquetae*，樹齡為 215 年(Hofstede *et al.*, 1993)。烏干達雲霧森林所選取的一棵樣木 *Phillipia*，樹齡有數百年(Pentecost, 1998)。Sillett *et al.*(1995)在哥斯大黎加雲霧森林樹冠層的研究中，取樣的六棵樣木 *Ficus* 胸高直徑均達 150-250cm，枝條的苔蘚單位面積乾重達 76.2-88.1 g m⁻²。Freiberg & Freiberg (2000)在厄瓜多爾山地森林的研究，將枝條周徑 18-40cm 為內部枝條，9-17.9cm 為中間枝條，1-8.9cm 為外圍枝條，結果顯示高地森林枝條上的附生性苔蘚單位面積乾重為 280-710 g m⁻²，低地森林為 10-80 g m⁻²。哥斯大黎加原始林與次生林的研究指出，原始林附生性苔蘚植物的生物量為 4058 kg ha⁻¹，而次生林只佔其 2.8%，為 115 kg ha⁻¹(Nadkarni *et al.*, 2004)。樹種可能亦是附生性苔蘚植物生物量影響因子之一，威斯康辛森林的研究發現，闊葉樹上大部分苔蘚的豐度比在針葉樹上高(Hale, 1952)，Garth (1964)調查西班牙苔 (*Tillandsia usneoides*) 在美國分佈的研究指出，西班牙苔常在闊葉樹上發現，闊葉樹與針葉樹有不同的幹流水流量可能是原因之一，且當地的松樹會自我修剪 (self-pruning)，使得阻礙風進入樹冠層的能力降低。本研究樣區於 1972、1975 兩年度實施檜木天然下種更新造林作業，至今形成以台灣扁柏為優勢種的天然下種更新林，樹齡約為 10-50 年之間(陳耀德, 2003)，屬於較年輕的再生森林，十株樣木枝條基徑為 1-5cm，超過 5cm 的枝條數量相當少，枝條上的附生性苔蘚單位面積乾重較哥斯大黎加雲霧森林(Sillett *et al.*, 1995)與厄瓜多爾山地森林(Freiberg & Freiberg, 2000)低。

表 14 不同森林生態系之附生植物與附生性苔蘚生物量(g m⁻²)。

Ecosystem	Biomass (g m ⁻²)	Reference
Cloud forest, upper montane forest, Uganda	100 (bryophytes)	a
Coniferous U.S., Cascade Range(400+yr)	78 (bryophytes)	b
Coniferous U.S., Cascade Range (145yr)	1 (bryophytes)	c
Coniferous U.S., Cascade Range(90yr)	18 (bryophytes)	d
Cloud forest, Costa Rica	260 (living epiphytes)	e
Upper montane rain forest, Colombia	4400(epiphytes standing crop)	f
Moist subtropical forest, Fushan Taiwan	173.3 (bryophytes)	g
	334.6 (epiphytes)	
Coniferous forest, Poland	8.7 (bryophytes)	h
Primary montane cloud forest, Costa Rica	405.8 (bryophytes)	i
	3310 (conopy organic matter)	
Secondary montane cloud forest, Costa Rica	11.5 (bryophytes)	j
	17.1 (conopy organic matter)	
Cloud forest, Taiwan	23 (bryophytes)	k
	24.6 (living epiphytes)	

Reference : a : Pentecost (1998), b : McCune (1993), c : McCune (1993), d : McCune (1993), e : Nadkarni (1984), f : Hofstede *et al.*(1993), g : Hsu *et al.*(2002), h : Rieliy *et al.*(1979), i : Nadkarni *et al.*(2004), j : Nadkarni *et al.*(2004), k : This study

一般來說，熱帶與副熱帶的低海拔潮溼地區，維管束附生植物在附生植物中較優勢，物種豐富度較高與生物量較多。隨著海拔增加，附生性苔蘚植物提高優勢度，地衣在熱帶與副熱帶地區佔附生植物總生物量很小部份(Freiberg & Freiberg, 2000; Rhoades, 1995)。Nadkarni *et al.*(2004)在哥斯大黎加次生林(18°10' N, 48°84' W, 1480m)的研究，其屬於雲霧森林，在1960s砍伐作為放牧之用，隨後因氣候不適合農作即棄耕，優勢樹種為 Melastomataceae (*Conostegia oerstediana*)，佔當地總胸高斷面積 91%，其內附生性苔蘚植物佔附生植物總生物量相當高的比例，為 95%，腐植質只佔有 3%(Nadkarni *et al.*, 2004)。Hsu *et al.*(2002)在福山試驗林(24°46' N, 121°43' E, 400-1400m)的研究顯示，該區的附生性苔蘚植物在附生植物總生物量佔 51.8%，而維管束的葉與根莖、蕨類根莖、

巢蕨的基質與收集的枯落物共佔 48.2%。本研究調查結果，十株樣木附生性苔蘚植物佔附生植物總生物比例高達 92%，十株樣木地衣與維管束植物生物量分別佔其總附生植物生物量的 5.2%與 2.8%。顯示森林的地理位置、海拔、氣候條件、林相與植被組成等等皆是影響附生植物組成的因素。

6.2.2 苔蘚、地衣與維管束植物生物量與覆蓋度的分佈

縮小尺度來看森林內附生植物各組成的分佈情形，本研究結果顯示，苔蘚生物量、單位面積平均乾重、其佔有附生植物生物量的比例和覆蓋度皆隨著距離地面高度的增加，呈現下降趨勢；地衣生物量與覆蓋度在距離地面高度的不同則無顯著差異，其往樹冠層上層增加其佔有比例。維管束植物主要分佈在地面 2m 以下的主幹上，在附生植物生物量所佔的比例相當低（圖 8、圖 9）。Freiberg & Freiberg (2000)指出，相較於維管束植物，苔蘚屬於先驅物種，可以在小枝條周圍迅速的殖民與拓展，而大部分的維管束植物需要較長的時間累積足夠的有機質、苔蘚等這些生長基質後才能夠生長。根據前人研究，樹冠層內，光度與蒸發速率隨著距離地面高度增加而增加，相對溼度隨之降低，主幹的基部、樹冠下層與內部的環境變化較小(Miyata & Hosodawa, 1961; Pentecost, 1998)。森林結構 (stand-structure) 對地衣與苔蘚都有影響，但是兩者對微氣候的適應能力不同，地衣較需要光線，低光照對其生長有害，對乾燥則有較高的耐受力，研究顯示演替早期的灌木叢比中度砍伐和成熟的森林擁有較高的地衣物種豐富度(Humphrey *et al.*, 2002)。相反的，苔蘚植物，尤其是蘚類植物，比較需要穩定的高濕度環境，所以在熱帶山地森林的樹冠層下層較優勢，而地衣則在上層較優勢(Pentecost, 1998; Rhoades, 1995; Smith, 1995)。巴拿馬四座降雨量與海拔高度不同森林的研究指出，附生蘚類植物在降雨量、濕度愈高的森林，其覆蓋度愈高，而地衣的覆蓋度在不同的森林間無明顯差異(Coley *et al.*, 1993)。Sillett *et al.*(1995)在哥斯大黎加雲霧森林調查樹冠層的附生性苔蘚植物物種豐富度，取樣的六棵樣木 *Ficus*，三棵未受到破壞 (intact)，另外三棵的周遭環境受到破壞 (isolated)，結果顯示周遭環境受到破壞的樣木，樹冠層內部的蒸發速率與光度較未受破壞的高，其地衣的覆蓋度較高，而附生性苔蘚的物種豐富度、覆蓋度較低。奧勒岡比較冷杉森林內部與邊緣的研究發現，森林邊緣地區光線較充足，而濕度較森林內部地區低，乾濕變化亦較大，地衣枯落物的物種豐富度與生物量在森林內部與邊緣地區無顯著差異，其將同一株樣木的樹冠層內分為暴露、中等與遮蔽三種等級，發現地衣在暴露區優勢度較高，苔蘚則在遮蔽處的優勢度較高，研究進一步指出，苔蘚生物

量與覆蓋度隨著距離地面高度的增加而遞減(Sillett, 1995)。

苔蘚生物量、覆蓋度與宿主胸高直徑的關係方面，Hazell *et al.*(1998)在瑞典針葉樹森林的研究指出，宿主胸高直徑愈大，表面積較大可攔截到較多的苔蘚孢子，生長時間亦較長，提供較多樣化的環境，像是樹皮構造較粗糙、樹幹化學組成和濕度與小樹不同，其假設鳥類對於孢子的傳播若有影響，有裂縫的粗糙樹幹會比平滑的還吸引鳥類，所以胸高直徑愈大苔蘚的覆蓋度愈高。福山試驗林的研究顯示，各部位附生植物生物量隨著胸高直徑的變大，有相對增大的趨勢(Hsu *et al.*, 2002)。枝條方面，枝條基徑愈大附生性苔蘚植物的覆蓋度愈高(Pentecost, 1998)。本研究有相似的結果，各株樣木苔蘚總生物量、覆蓋面積皆隨樣木胸高直徑增加顯著提高，十株樣木主幹的苔蘚平均覆蓋度亦隨樣木胸高直徑增加而增加。有苔蘚生長的枝條部分，枝條基徑愈大，苔蘚生物量亦愈高。

苔蘚生物量與覆蓋度在樹上不同生長區域分佈的情況並不相同。哥斯大黎加次生林的苔蘚生物量主要分佈在枝條上，佔有整株苔蘚總生物量將近 90%，枝條上的苔蘚單位面積乾重為 21.7 g m^{-2} ，主幹僅有 5.0 g m^{-2} (Nadkarni *et al.*, 2004)。Hofstede *et al.*(1993)在哥倫比亞山地森林的調查指出，樣木 *Weinmannia* 的附生性苔蘚植物生物量有 28%是來自於主幹，31%來自於內部枝條，32%來自於中間枝條，9%來自於外圍枝條。Nadkarni (1984) 在哥斯大黎加雲霧森林調查一棵 *Clusia alata* 樣木的附生植物生物量，結果顯示枝條上的附生性苔蘚生物量較主幹高。厄瓜多爾森林的研究顯示，接近樹幹內部枝條較外圍枝條，有較高的苔蘚植物覆蓋度，苔蘚植物腐植質層也較厚(Freiberg & Freiberg, 2000)。福山試驗林的研究顯示，附生性苔蘚生物量在枝條內部與中間區域佔有附生植物總生物量的比例較在主幹上高，外圍枝條最低(Hsu *et al.*, 2002)。本研究區的附生性苔蘚植物生物量主要來自主幹，單位面積乾重亦較枝條高，苔蘚單位面積乾重、覆蓋度從枝條內部向外圍遞減。不同森林的苔蘚生物量在主幹與枝條分佈的情況可能與樹種的不同有關，針葉樹與闊葉樹枝條的生長特性不同，進而影響微氣候條件，這些皆可能是影響原因。不同森林的枝條分佈情形則相似，苔蘚生物量或覆蓋度皆從枝條內部向外圍遞減，枝條外圍乾濕變化、光度可能較內部枝條大，是可能的原因之一。另外，據 Freiberg & Freiberg (2000)的研究指出，枝條傾斜度愈小較水平的枝條，苔蘚植物的覆蓋度愈高。本研究雖未對枝條傾斜度與覆蓋度之間做分析，但發現本研究樣區內的枝條傾斜度與苔蘚生物量無顯著差異，推測枝條傾斜度可能不是影響本樣區苔蘚生物量分佈的因子之一。

生長區域不同方位有不同的微氣候條件，進而影響苔蘚的豐度。蘇格蘭森林的研

究發現方位與直射光有顯著相關性，是影響附生植物分佈的因子之一 (Bates, 1992)。密西根森林的研究指出，由於當地主要的風向為西方與西北方，使得耳葉蘚屬 (*Frullania eboraensis*) 只出現在樹的西方與西北方位上(Phillips, 1951)。加拿大針葉森林的研究發現，當地夏季的風向為北方，蘚類植物在北方的覆蓋度比在南方高(Peck *et al.*, 1995)。加那利群島雲霧森林的研究發現，宿主方位與苔蘚物種豐富度、組成和覆蓋度之間並無顯著差異，可能是樹冠較為鬱閉，使得不同的方位間的潮濕程度相似(González-Mancebo *et al.*, 2004)。張素卿(1993)在烏來楠櫟林的研究發現，東與南兩方位維管束附生植物株數最高，其推測方位與太陽輻射角度有關，影響維管束附生植物生長。宿主與鄰近樹的關係亦會影響微氣候，奧勒岡冷杉森林的研究發現，由於森林邊緣的南方地區數十年前疏伐過，有較大的孔隙，光線較充足，乾濕變化較大，其苔蘚的覆蓋度較其他方位低(Sillett, 1995)。本研究結果顯示，八株樣木（不含樣木 7 與 10）各方位的苔蘚生物量佔該株苔蘚總生物量的百分比以西北方最高，東南方最低，但未達顯著差異。本研究並未對各方位的微氣候作調查，但是根據羅勻謙(2004)的調查顯示，本樣區有兩個主要的風向，分別為東南方及北方，受地形影響，早上吹東南風（谷風），夜晚吹北風（山風），本研究所選取的樣木在森林內部區域，推測苔蘚在各方位的分佈情形可能受風向的影響不大。另外據葉青峰(2004) 在本研究樣區的調查顯示，本研究樣區林分鬱閉度為 96%，可能使得各方位的大氣相對濕度差異不大，或許是使各方位的苔蘚生物量未有顯著差異的原因之一。

6.2.3 苔蘚植物生物量組成與分佈

本研究結果顯示，本樣區的蘚類植物佔有苔蘚總生物量的 97.7%，其中鞭蘚屬總生物量佔苔蘚植物總生物量的 70%，鞭蘚屬覆蓋面積佔苔蘚總覆蓋面積的 78%，根據劉美娟(2004)在本研究樣區針對地被層苔蘚植物的研究指出，鞭蘚屬總生物量佔地被苔蘚總生物量的 9%，所佔比例亦高。本樣區為典型的雲霧森林，雲霧籠罩時數高達 3356 小時，佔全年總時數的 38% (吳敏如, 2004)，相對濕度亦常高達 90% 以上，潮濕的氣候條件使蘚類植物有較高的豐度。

附生植物在樹冠層的垂直分佈格局受到宿主不同地理位置與微氣候所影響(Hosokawa & Kubota, 1957)。據前人研究，樹冠層內，光度與蒸發速率隨著距離地面高度增加而增加，相對溼度隨距離地面高度增加而降低，主幹的基部、樹冠下層與內部的環境變化較小(Miyata & Hosodawa, 1961; Pentecost, 1998)。Peck *et al.*(1995)在加拿大針葉

森林的研究發現，鞭蘚屬 (*Bazzania denudata*)、大萼蘚屬 (*Cephalozia macounii*) 和羽蘚屬 (*Plagiothecium undulatum*) 植物在樹幹 3m 以上的豐度很低，其主要生長在樹幹較低的位置，潮濕的氣候條件使蘚類植物有較高的豐度。由於樹冠層上層或外圍枝條的環境乾濕變化較大，所以可以忍受在較乾燥環境生長的種類，會在較高的部位較為優勢 (Hazell *et al.*, 1998; McCune, 1993)。Hosokawa & Kubota (1957) 在日本山毛櫸森林的研究亦指出，生長在樹冠上層比下層的苔蘚植物，其滲透值與抵抗乾旱的能力較高，其中耳葉蘚屬 (*Frullania moniliata*) 雖然滲透值並不高，但是由於常與其他苔蘚生長在一起，有利水分的維持，所以在樹上的生長範圍很廣。哥斯大黎加雲霧森林的研究發現，一些蘚類植物如耳葉蘚屬 (*Frullania spp.*)，有平貼且可以儲存水分的構造，可生長在較乾燥的區域，如樹枝末端、樹冠層上層或樹冠層結構開放的樹枝上 (Sillett *et al.*, 1995)。Miyata & Hosodawa (1961) 在日本森林的研究顯示，苔蘚的光合作用速率、光飽和點，在距離地面不同高度亦有所不同，生長在樹冠下層的苔蘚，屬於耐陰性的物種，而生長在上層枝條的苔蘚則是光線需求較高物種，其所調查的白髮苔屬 (*Leucobryum neilgherrense*) 屬於耐陰性物種，主要生長在樹幹基部。本研究亦有類似的結果。據 Gimingham & Birse (1957) 的研究指出，苔蘚植物各種生活型的分佈情形，反應出環境濕度與光線的梯度變化，其指出平貼墊狀生活型的苔蘚 (smooth mat) 如扁萼蘚屬、細鱗蘚屬與耳葉蘚屬，可生長在濕度較低的區域。Acebey *et al.* (2003) 在玻利維亞森林的研究顯示，次生林的苔蘚主要是平貼墊狀生活型，其推測此種以平貼方式附著於基質上，可以防止水分的散失。本研究結果顯示，扁萼蘚屬、細鱗蘚屬與耳葉蘚屬主要分佈在樹冠層，其中細鱗蘚屬主要分佈在外圍的枝條上，扁萼蘚屬在距離地面 9m 以上為苔蘚植物中優勢度最高。另外，筆者在野外的調查發現，耳葉蘚屬常與真紫葉蘚與地衣生長在一起，藉由這些植物的遮蔭而有利濕度的維持。本樣區優勢度最高為鞭蘚屬植物，在距離地面 3m 以下生物量、覆蓋度較樹冠層高，根據 Mägdefrau (1982) 的區分方式，鞭蘚屬屬於交織型 (wefts) 的生活型，交織方式生長，有相互交錯的假根，每年新生的植物體直接生長在舊植物體之上，可以利用毛細管作用來傳導水分，這可能是使其在較潮濕的地區較為優勢的原因。本樣區的真紫葉蘚，其葉重疊緊密，且常有卵形-圓筒形蒴萼，可以儲存水分，可能使其成為枝條上苔蘚植物中優勢度最高的原因之一。

演替亦是影響附生植物分佈情形的因子之一 (Phillips, 1951)。Pentecost (1998) 在烏干達雲霧森林的研究發現，剪葉蘚屬 (*Herbertus dicranus*) 與鞭蘚屬 (*Bazzania roccatii*) 只生長在較老的枝條上 (基徑 > 10cm)。Bates (1992) 在蘇格蘭森林的研究指出，柊木

(*Fraxinus*) 樹皮的 pH 值會隨著樹胸高直徑的增加而提高，樹皮表面坡度與粗糙程度的變化使其有不同的濕度環境，會影響附生植物的分佈。張素卿(1993)在烏來楠櫨林維管束附生植物的研究中推測，先驅種類並非在宿主胸高直徑增加時即消失，而是隨著宿主胸高直徑的增加，新的附生植物種類亦不斷的加入。本研究結果發現，鞭蘚屬、真紫葉蘚，挺葉蘚屬、剪葉蘚屬和鱗葉苔屬的生物量分別隨著樣木胸高直徑的增加而顯著提高。根據 McCune(1993) 在不同林份針葉森林的研究指出，附生植物會隨時間的改變有往樹冠更高地方遷移的現象，森林的演替會改變附生植物在樹上的垂直分佈格局。演替會改變微氣候，這些改變包括森林鬱閉度增加的速度（濕度增加、溫度下降），樹皮結構的改變(Rhoades, 1995)。Acebey *et al.*(2003)在玻利維亞的研究指出，原始林距離地面 25m 與次生林距離地面 2m 區域的微氣候條件相似，在次生林樹冠較低處生長的苔蘚種類，會在原始林樹冠上層生長。雖然本研究只在單一樣區做調查，未比較與本樣區不同林份的其他森林之附生性苔蘚分佈格局，但從十株樣木不同胸高徑級來比較苔蘚生物量的垂直分佈情形，發現真紫葉蘚與剪葉蘚屬的生物量有隨著宿主胸高徑級的增大往樹冠上層增加趨勢（圖 29 與圖 30）。本樣區屬於較年輕的森林，樹齡約為 10-50 年之間(陳耀德, 2003)，研究結果有類似向上遷移的現象，演替是否為影響原因，有待長期監測調查才可下此定論。

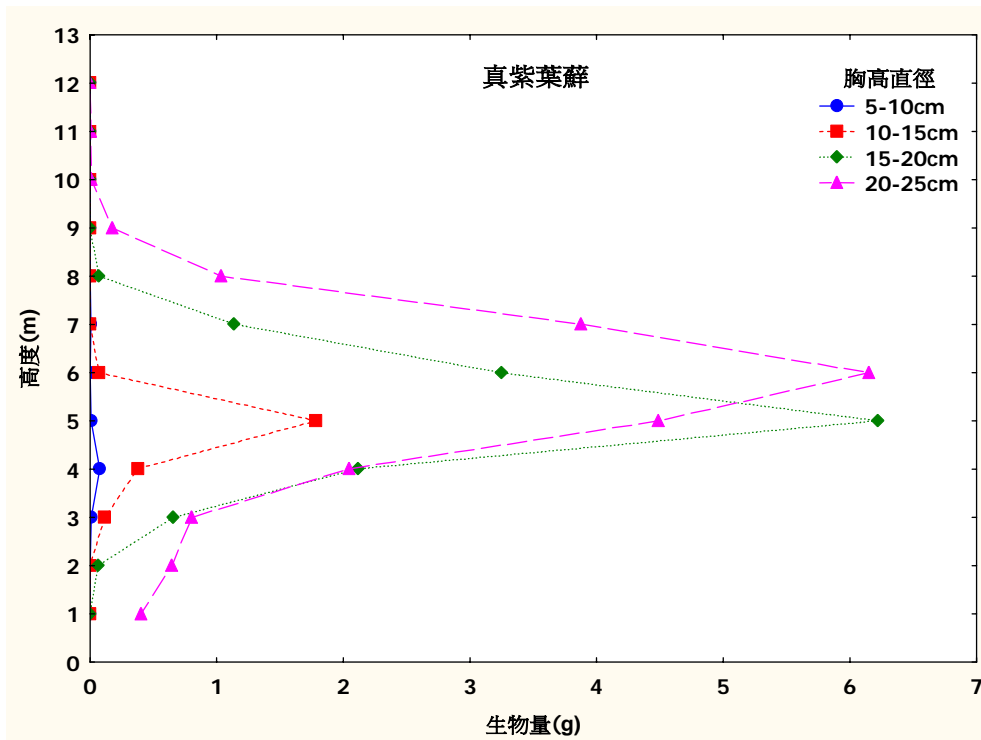


圖 29 不同胸高徑級的真紫葉蘚平均生物量與距離地面高度之變化圖。

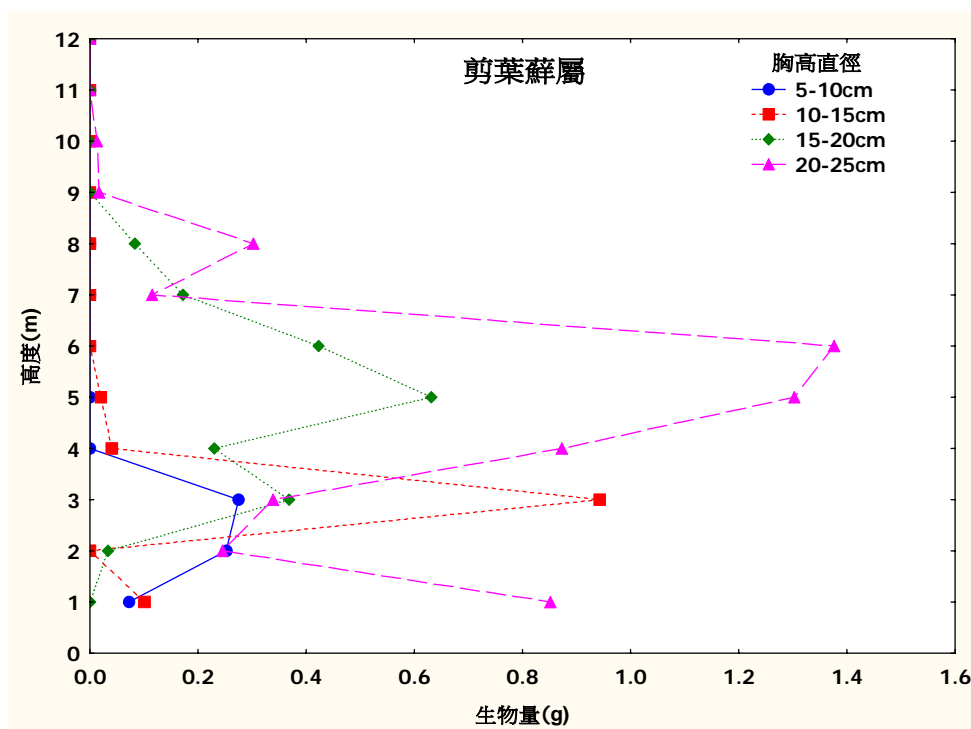


圖 30 不同胸高徑級的剪葉蘚屬平均生物量與距離地面高度之變化圖。

6.3 物種豐富度、生物量與覆蓋度之間的關係

Bergamini *et al.*(2001)的研究指出，苔蘚植物常以群聚方式的生長，如此有利水分的維持與養分的獲得，物種間的交互關係使得苔蘚的物種豐富度與生物量呈正相關。González-Mancebo *et al.* (2004)在加那利群島月桂樹 (*laurel*) 森林的研究指出，苔蘚的物種豐富度、覆蓋度與演替階段呈正相關，其推測苔蘚在殖民初始階段有競爭的現象，導致此時的苔蘚物種豐富度與覆蓋度均低。本研究的結果亦顯示，八株樣木（不含樣木 7、10）的苔蘚生物量與苔蘚物種豐富度呈顯著正相關。顯示苔蘚植物不同種類、不同生活型可混生的生長策略。

Mcalister (1995)的研究顯示所調查三種苔蘚 (*Anomodon rostratus*, *Platygyrium repens*, *Leucobryum albidum*) 的生物量與其覆蓋面積有高的正相關。McCune (1990)亦指出苔蘚生物量與覆蓋度有高的正相關，且利用苔蘚覆蓋度來估算生物量是可行的方法。本研究結果顯示，苔蘚植物的生物量愈高，其覆蓋面積亦愈高，鞭蘚屬與真紫葉蘚生物量分別與其覆蓋面積的線性關係呈顯著正相關，其中迴歸分析中鞭蘚屬植物的決定係數較真紫葉蘚高（圖 27、圖 28）。與鞭蘚屬相較之下，真紫葉蘚主要生長在樹冠層，在枝條上較為優勢，所生長的環境乾溼變化較大，筆者在野外的調查常發現，真紫葉蘚有以叢狀方式生長，也有以平鋪方式生長，如此造成較高的生物量而較小的覆蓋面積，或是較少的生物量而有較大的覆蓋面積之情形，可能與其在不同環境下的適應性有關。

6.4 研究樣區苔蘚植物的物種豐富度與生物量

據劉美娟（2004）在鴛鴦湖長期生態研究區內的調查，地被苔蘚植物有 22 科 25 屬 35 種，地被苔蘚植物生物量為 695 kg ha^{-1} 。地被苔蘚中的細鱗蘚科與曲尾苔科分類到科名，由於本研究結果顯示附生性苔蘚植物中細鱗蘚屬主要分佈在樹冠層，其可生長在較乾燥的區域，而地被層較為潮濕，故將地被層的細鱗蘚科與樹上的細鱗蘚科區分為不同的種；另外據本研究結果顯示，樹上的曲尾苔科主要分佈在主幹基部，其微氣候條件與地被層接近，故將其判斷為同一種。將地被層苔蘚與附生性苔蘚作綜合整理，結果顯示，鴛鴦湖長期生態研究區的苔蘚植物計有 30 科 36 屬，其中地被苔蘚中有 13 科 16 屬未生長在樹上，而附生性苔蘚中則有 6 科 11 屬未在地被層生長。鴛鴦湖長期生態研究區苔蘚植物總生物量為 925.2 kg ha^{-1} ，其中附生性苔蘚植物生物量與此區地被苔蘚植物生物量的百分比為 33%，相較於其他相關研究，英國北威爾斯橡樹森林附生性苔蘚植物生物量與地被苔蘚生物量的百分比為 5.5% (Riely *et al.*, 1979)，本樣區的附生性苔

蘚與地被層苔蘚生物量的比值較高。附生性苔蘚與地被層苔蘚之間的相關性研究相當缺乏，此部分無法作進一步討論。

本樣區附生性苔蘚植物生物量與全林份地上部台灣扁柏葉片生物量的百分比為 1.9%，低於其他相關研究，福山試驗林附生性苔蘚與該林份地上部葉片生物量的百分比約為 22%-36% (Hsu *et al.*,2002)，哥斯大黎加原始林與次生林，附生性苔蘚植物與該林份地上部葉片生物量的百分比分別為 53%與 3.4% (Nadkarni *et al.*,2004)。

7. 結論

本研究區附生性苔蘚植物種類共計 17 科 20 屬 26 種，其中蘚類植物物種豐富度較苔類植物高，為 20 種，苔類植物有 6 種。附生植物總生物量為 246 kg ha⁻¹，附生性苔蘚植物總生物量為 230 kg ha⁻¹，十株樣木苔蘚植物佔附生植物總生物量比例達 92%。顯示苔蘚植物為本研究區附生植物最重要的組成份子，地衣與維管束植物在本區佔附生植物總生物量很小的比例。附生性苔蘚植物總覆蓋面積為 1373.6 m² ha⁻¹，樣區的附生性苔蘚植物平均覆蓋度為 13.7%，每株台灣扁柏的附生性苔蘚植物平均覆蓋度為 8.3%。

附生性苔蘚植物中的鞭蘚屬植物，其總生物量為 152 kg ha⁻¹，十株樣木鞭蘚屬佔苔蘚植物總生物量的 70%，鞭蘚屬植物總覆蓋面積為 1071.4 m² ha⁻¹，佔苔蘚總覆蓋面積的 78%，顯示本樣區附生性苔蘚植物中以鞭蘚屬植物最為優勢。

附生植物的分佈受宿主胸高直徑、枝條基徑、生長區域與距離地面高度的垂直變化所影響。苔蘚植物物種數量、生物量、單位面積乾重與覆蓋度皆隨宿主胸高直徑增加顯著提高。苔蘚生物量隨著枝條基徑的增加有顯著增加情形。各種苔蘚的生物量亦隨著宿主胸高直徑的增加有提高趨勢。大部分的苔蘚植物生物量來自於主幹部分，佔苔蘚總生物量 82%。苔蘚植物生物量在隨著距離地面高度的增加有顯著下降趨勢；地衣生物量在距離地面高度的不同無顯著差異。苔蘚佔附生植物總生物量的比例隨著距離地面高度的增加而遞減，地衣則往樹冠層上層增加其佔有比例，8m 以下苔蘚較為優勢，8m 以上地衣較為優勢。苔蘚生物量佔苔蘚總生物量百分比在各方位間無顯著差異，原因可能為本研究樣區林份鬱閉度高，使得各方位的大氣相對濕度差異不大。苔蘚生物量在枝條不同傾斜度的分佈無顯著差異，推測枝條傾斜度可能非影響本樣區苔蘚分佈的限制因子。

分佈在主幹上的苔蘚主要為鞭蘚屬植物，枯枝條與活枝條的內部到外圍區位的苔蘚植物主要為真紫葉蘚。在垂直分佈層次來看，鞭蘚屬在主幹 3m 以下最優勢，4m-9m 之間真紫葉蘚的優勢度最高，9m 以上扁萼蘚屬較優勢。大部分的苔蘚植物在距離地面

高度的垂直變化與生長區域各自有主要的分佈範圍，顯示出不同物種對微環境的適應情形。

8. 建議未來研究方向

本樣區屬於較年輕的天然下種更新林，其苔蘚植物生物量、物種豐富度與各種苔蘚在樹上的分佈情形，可與本樣區地理位置接近的鴛鴦湖保留區內老齡林作一比較，此為值得令人探討的課題之一。本研究發現各種苔蘚各自在樹上有主要的分佈範圍，顯示出不同物種對微環境的適應情形，或許可以再進一步探討各種苔蘚生理與環境相關因子之間的關係，此亦為有趣的研究方向。另外，可以進一步調查附生性苔蘚的養分含量，藉以探討其對本樣區養分循環的影響，使鴛鴦湖長期生態研究區的養分含量資料更加完整。

9. 引用文獻

- 江英煜. (1996). 關刀溪森林生態係依附植物之研究。國立中興大學, 台中市。
- 吳敏如. (2004). 以微氣候模式估算雲霧森林中台灣扁柏的雲霧沉降量。國立東華大學, 花蓮縣。
- 吳聲華. (1985). 台灣產蔓苔科之分類研究。私立東海大學, 台中。
- 李燕紅. (1998). 苔蘚植物的生理生態。北京: 科學出版社。
- 林善雄. (2000). 台灣蘚類植物彩色圖鑑。台北: 行政院農業委員會。
- 徐嘉君. (1998). 福山試驗林楠櫟林著生植物生物量與營養鹽之研究。國立台灣大學, 台北市。
- 張素卿. (1993). 烏來楠櫟林維管束著生植物組成及分佈因子之研究。國立台灣大學, 台北市。
- 陳凱欣. (2005). 鴛鴦湖台灣扁柏森林生物量與冠層結構。國立東華大學, 花蓮縣。
- 陳耀德. (2003). 鴛鴦湖森林生態系大氣養分輸入之探討。國立東華大學, 花蓮縣。
- 楊玉鳳. (2002). 台灣羽蘚屬之分類研究。私立東海大學, 台中。
- 楊啟祥. (1992). 臺灣產鳳尾苔科之分類研究。私立東海大學, 台中。
- 葉青峰. (2004). 台灣扁柏森林的生物量及雲霧沈降量之估算。國立東華大學, 花蓮縣。
- 廖啟政. (2004). 台灣鴛鴦湖保留區內台灣扁柏小苗更新與殘材的關係。國立台灣大學, 台北市。

- 劉美娟. (2004). 鴛鴦湖森林生態系地表苔蘚植物對養分循環之影響. 國立東華大學, 花蓮縣.
- 蔣鎮宇. (1989). 玉山苔蘚植物生活型之研究。國立台灣大學, 台北市.
- 蔣鎮宇, 牟善傑, 許再文, & 陳建志. (2000). 台灣苔類植物彩色圖鑑. 台北: 行政院農業委員會.
- 賴明洲. (1998). 苔蘚植物對大氣污染的指示. 北京: 科學出版社.
- 羅勻謙. (2004). 鴛鴦湖地區台灣扁柏森林生態係蒸散作用之研究. 國立東華大學, 花蓮縣.
- 嚴中佑. (2004). 關刀溪森林生態系著生植物基質之節肢動物群聚結構. 國立中興大學, 台中市.
- Acebey, A., Gradstein, S. R., & Krömer, T. (2003). Species richness and habitat diversification of bryophytes in submontane rain forest and fallows of Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, 19, 9-18.
- Bates, J. W. (1982). *Quantitative approaches in bryophyte ecology*. London: Chapman and Hall.
- Bates, J. W. (1992). Influence of chemical and physical factors on quercus and fraxinus epiphytes at loch sunart, western scotland:A multivariate analysis. *The Journal of Ecology*, 80, 163-179.
- Benzing, D. H. (1995). *Vascular epiphytes*. San Diego: Academic Press.
- Bergamini, A., Pauli, D., Peintinger, M., & Schmid, B. (2001). Relationships between productivity, number of shoots and number of species in bryophytes and vascular plants. *The Journal of Ecology*, 89, 920-929.
- Bubier, J. L., Moore, T. R., & Juggins, S. (1995). Predicting methane emission from bryophyte distribution in northern canadian peatlands. *Ecology*, 76(3), 677-693.
- Chang, S. C., Lai, I. L., & Wu, J. T. (2002). A preliminary estimation of fog deposition on epiphytic bryophytes in a subtropical montane forest ecosystem in northeastern taiwan. *Atmospheric Research*, 64, 159-167.

- Clark, K. L., Nadkarni, N. M., & Gholz, H. L. (1998). Growth, net production, litter decomposition and net nitrogen accumulation by epiphytic bryophytes in a tropical mountain forest. *Biotropica*, 30(1), 12-23.
- Coley, P. D., Kursar, T. A., & Machado, J. L. (1993). Colonization of tropical rain forest leaves by epiphylls: Effects of site and host plant leaf lifetime. *Ecology*, 74(2), 619-623.
- Costa, D. P. (1999). Epiphytic bryophyte diversity in primary and secondary lowland rainforests in southeastern Brazil. *The Bryologist*, 102(2), 320-326.
- Coxson, D. S., & Nadkarni, N. M. (1995). *Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems*. San Diego: Academic Press.
- Culberson, W. L. (1955). The corticolous communities of lichens and bryophytes in the upland forests of northern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 25(2), 215-231.
- Esseen, P. A., Renhorn, K. E., & Pettersson, R. B. (1996). Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: Effect of branch quality. *Ecological Applications*, 6(1), 228-238.
- Frahm, J. (1990). The effect of light and temperature on the growth of the bryophytes of tropical rain forests. *Nova Hedwigia*, 51, 151-164.
- Freiberg, M., & Freiberg, E. (2000). Epiphyte diversity and biomass in the canopy of lowland and montane forests in Ecuador. *Journal of Tropical Ecology*, 16, 673-688.
- Garth, R. E. (1964). The ecology of spanish moss (*tillandsia usneoides*): Its growth and distribution. *Ecology*, 45(3), 470-481.
- Gimingham, C. H., & Birse, E. M. (1957). Ecological studies on growth-form in bryophytes: I. Correlations between growth-form and habitat. *The Journal of Ecology*, 45(2), 533-545.
- González-Mancebo, J. M., Romaguera, F., Losada-Lima, A., & Suárez, A. (2004). Epiphyte bryophytes growing on *laurus azorica* (seub.) Franco in three laurel forest areas in tenerife (Canary islands). *Acta Oecologica*, 25, 159-167.
- Hale, M. E. J. (1952). Vertical distribution of cryptogams in a virgin forest in Wisconsin. *Ecology*, 33(3), 398-406.
- Hale, M. E. J. (1955). Phytosociology of corticolous cryptogams in the upland forests of southern Wisconsin. *Ecology*, 36(1), 45-63.

- Hamilton, L. S., Juvik, J. O., & Scatena, F. N. (1995). *The puerto rico tropical cloud forests symposium: Introduction and workshop synthesis*. New York: Springer-Verlag.
- Hazell, P., & Gustafsson, L. (1999). Retention of trees at final harvest - evaluation of a conservation technique using epiphytic bryophyte and lichen transplants. *Biological Conservation*, 90(2), 133-142.
- Hazell, P., Kellner, O., Rydin, H., & Gustafsson, L. (1998). Presence and abundance of four epiphytic bryophytes in relation to density of aspen and other stand characteristics. *Forest Ecology and Management*, 107, 147-158.
- Hietz, U., Hietz, P., & Guevara, S. (1996). Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern veracruz, mexico. *Biological Conservation*, 75, 103-111.
- Hofstede, R. G. M., Wolf, J. H. D., & Benzing, D. H. (1993). Epiphyte biomass and nutrient status of a colombian upper montane rain forest. *Selbyana*, 14, 37-45.
- Hosokawa, T., & Kubota, H. (1957). On the osmotic pressure and resistance to desiccation of epiphytic mosses from a beech forest, south-west japan. *The Journal of Ecology*, 45(2), 579-591.
- Hsu, C. C., Horng, F. W., & Kuo, C. M. (2002). Epiphyte biomass and nutrient capital of a moist subtropical forest in north-eastern taiwan. *Journal of Tropical Ecology*, 18, 659-670.
- Humphrey, J. W., Davey, S., Peace, A. J., Ferris, R., & Harding, K. (2002). Lichen and bryophyte communities of planted and semi-natural forest in britain: The influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation*, 107, 165-180.
- John, E., & Dale, M. R. (1995). Neighbor relations within a community of epiphytic lichens and bryophytes. *The Bryologist*, 98(1), 29-37.
- Kantvilas, G., & Jarman, S. J. (1993). The cryptogamic flora of an isolated rainforest fragment in tasmania. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 111, 211-228.
- Kuusinen, M. (1996). Epiphyte flora and diversity on basal trunks of old-growth forest tree species in southern and middle boreal finland. *Lichenologist*, 28(5), 443-463.
- Lai, M. J. (1977). Bryoflora of yuenyang lake natural reserve, taiwan. *The Bryologist*, 80, 153-155.

- Li, Y., & Vitt, D. H. (1994). The dynamics of moss establishment: Temporal responses to nutrient gradients. *The Bryologist*, 97(4), 357-364.
- Liao, C. C., Chou, C. H., & Wu, J. T. (2003). Population structure and substrates of taiwan yillow false cypress(*chamaecyparis obtusa* var. *Formosana*) in yuanyang lake nature reserve and nearby szumakuszu. *Taiwan Taiwania.*, 48(1), 6-21.
- Loppi, S., Ilaria, B., & Dominicis, V. D. (1999). Epiphytic lichens and bryophytes of forest ecosystems in Tuscany (central Italy) . *Cryptogamie*, 20(2), 127-135.
- Mägdefrau, K. (1982). *Life-forms of bryophytes*. London: Chapman and Hall.
- Mäkipää, R. (1998). Sensitivity of understorey vegetation to nitrogen and sulphur deposition in a spruce stand. *Ecological Engineering*, 10, 87-95.
- Markus, H., Hesse, V., & Runge, M. (2002). The significance of stemflow chemistry for epiphytic lichen diversity in a dieback-affected spruce forest on Mt Brocken, northern Germany. *Lichenologist*, 34(5), 415-427.
- Mcalister, S. (1995). Species interactions and substrate specificity among log-inhabiting bryophyte species. *Ecology*, 76(7), 2184-2195.
- Mccarthy, P. M., & Kantvilas, G. (2000). A new bryophilous *porina* from Tasmania, and notes on the diversity, ecological groups and biogeographical affinities of Tasmanian *Trichotheliaceae*. *Lichenologist*, 32(3), 247-256.
- McCune, B. (1990). Rapid estimation of abundance of epiphytes on branches. *The Bryologist*, 93(1), 39-43.
- McCune, B. (1993). Gradients in epiphyte biomass in three *pseudotsuga-tsuga* forests of different ages in wester Oregon and Washington. *The Bryologist*, 96, 405-411.
- McCune, B. (1994). Using epiphyte litters estimate epiphyte biomass. *The Bryologist*, 97, 396-401.
- McCune, B., & Lesica, P. (1992). The trade-off between species capture and quantitative accuracy in ecological inventory of lichens and bryophytes in forests in Montana. *The Bryologist*, 95(3), 296-304.
- Miyata, I., & Hosodawa, T. (1961). Seasonal variations of the photosynthetic efficiency and chlorophyll content of epiphytic mosses. *Ecology*, 42(4), 766-775.

- Mulder, C. P. H., Uliassi, D. D., & Doak, D. F. (2001). Physical stress and diversity-productivity relationships: The role of positive interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(12), 6704-6708.
- Nadkarni, N. M. (1984). Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. *Biotropica*, 16, 249-256.
- Nadkarni, N. M., Schaefer, D., Matelson, T. J., & Solano, R. (2004). Biomass and nutrient pools of canopy and terrestrial components in a primary and a secondary montane cloud forest, Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 198, 223-236.
- Odasz, A. M. (1996). Bryophyte vegetation and habitat gradients in the Tikhaia Bay Region, Hooker Island, Franz Josef Land, Arctic Russia. *The Bryologist*, 99(4), 407-415.
- Peck, J. E. (1997). Commercial moss harvest in northwestern Oregon: Describing the epiphyte communities. *Northwest Science*, 71, 186-195.
- Peck, J. E., Hong, W. S., & McCune, B. (1995). Diversity of epiphytic bryophytes on three host tree species, thermal meadow, Hotsprings Island, Queen Charlotte Islands, Canada. *The Bryologist*, 98(1), 123-128.
- Peck, J. E., & McCune, B. (1997). Remnant trees and canopy lichen communities in western Oregon: A retrospective approach. *Ecological Applications*, 7, 1181-1187.
- Peck, J. E., & McCune, B. (1998). Commercial moss harvest in northwestern Oregon: Biomass and accumulation of epiphytes. *Biological Conservation*, 86, 299-305.
- Pentecost, A. (1998). Some observations on the biomass and distribution of cryptogamic epiphytes in the upper montane forest of the Rwenzori Mountains, Uganda. *Global Ecology and Biogeography Letters*, 7, 273-284.
- Pharo, E. J., Beattie, A. J., & Pressey, R. L. (2000). Effectiveness of using vascular plants to select reserves for bryophytes and lichens. *Biological Conservation*, 96, 371-378.
- Phillips, E. A. (1951). The associations of bark-inhabiting bryophytes in Michigan. *Ecological Monographs*, 21(4), 301-316.
- Pócs, T. (1982). *Tropical forest bryophytes*. London: Chapman and Hall.
- Proctor, M. C. F. (1982). *Physiological ecology: Water relations, light and temperature responses, carbon balances*. London: Chapman and Hall.

- Rambo, T. R., & Muir, P. S. (1998). Bryophyte species associations with coarse woody debris and stand ages in Oregon. *The Bryologist*, 101(3), 366-376.
- Rhoades, F. M. (1995). *Nonvascular epiphytes in forest canopies: Worldwide distribution, abundance, and ecological roles*. San Diego: Academic Press.
- Riely, J. O., Richards, P. W., & Bebbington, A. D. (1979). The ecological role of bryophytes in a north wales woodland. *Journal of Ecology*, 67, 497-527.
- Romero, C. (1999). Reduced-impact logging effects on commercial non-vascular pendant epiphyte biomass in a tropical montane forest in Costa Rica. *Forest Ecology and Management*, 118, 117-125.
- Scandrett, E., & Gimingham, C. H. (1989). Experimental investigation of bryophyte interactions on a dry heathland. *Journal of Ecology*, 77, 838-852.
- Schmitt, C. K., & Slack, N. G. (1990). Host specificity of epiphytic lichens and bryophytes: A comparison of the Adirondack Mountains (New York) and the southern Blue Ridge Mountains (north Carolina). *The Bryologist*, 93(3), 257-274.
- Sillett, S. C. (1995). Branch epiphyte assemblages in the forest interior and on the clearcut edge of a 700-year-old douglas fir canopy in western Oregon. *The Bryologist*, 98(3), 301-312.
- Sillett, S. C., Gradstein, R., & Griffin, D. (1995). Bryophyte diversity of ficus tree crowns from cloud forest and pasture in Costa Rica. *The Bryologist*, 98(2), 251-260.
- Sillett, S. C., McCune, B., Peck, J. E., Rambo, T. R., & Ruchty, A. (2000). Dispersal limitations of epiphytic lichens result in species dependent on old-growth forests. *Ecological Applications*, 10(3), 789-799.
- Smith, A. J. E. (1982). *Epiphytes and epiliths*. London: Chapman and Hall.
- Smith, C. W. (1995). *Lichens as indicators of cloud forest in Hawai'i*. New York: Springer-Verlag.
- Thalmann, E., Burkard, R., Wrzesinsky, T., Eugster, W., & Klemm, O. (2002). In fluxes from fog and rain to an agricultural and a forest ecosystem in Europe. *Atmospheric Research*, 64(1-4), 147-158.

- Veneklaas, E. J. (1990). Nutrient fluxes in bulk precipitation and throughfall in two montane tropical rain forest, Colombia. *Journal of Ecology*, 78, 974-992.
- Wu, J. T., Chang, S. C., Wang, Y. S., Wang, Y. F., & Hsu, M. K. (2001). Characteristics of the acidic environment of the Yuanyang Lake (Taiwan) . *Bot.Bull.Acad.Sin*, 42,17-22.
- Zamfir, M., & Goldberg, D. E. (2000). The effect of initial density on interactions between bryophytes at individual and community levels. *Journal of Ecology*, 88, 243-255.
- Zechmeister, H. G., Tribsch, A., Moser, D., Peterseil, J., & Wrбка, T. (2003). Biodiversity 'hot spots' for bryophytes in landscapes dominated by agriculture in Austria. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 94, 159-167.

各種苔蘚代號

代號	種名		
1	大萼蘚屬	<i>Cephalozia Jamsoniella</i>	
2		<i>Cephalozia</i> sp.1	
3		<i>Cephalozia</i> sp.2	
4	異萼蘚屬	<i>Heteroscyphus coalitus</i>	雙齒異萼蘚
5	剪葉蘚屬	<i>Herbertus</i> sp.	
6	耳葉蘚屬	<i>Frullania</i> sp.	
7	挺葉蘚屬	<i>Anastrophyllum</i> sp.	
8	廣萼蘚屬	<i>Chandonanthus birmensis</i>	全緣廣萼蘚
9	葉蘚屬	<i>Jungermannia</i> sp.	
10	細鱗蘚屬	<i>Lejeunea</i> sp.	
11	鞭蘚屬	<i>Bazzania</i> sp.1	
12		<i>Bazzania</i> sp.2	
13	指葉蘚屬	<i>Lepidozia</i> sp.	
14	叉蘚屬	<i>Metzgeria</i> sp.	
15	羽蘚屬	<i>Plagiochila</i> sp.1	
16		<i>Plagiochila</i> sp.2	
17		<i>Plagiochila</i> sp.3	
18	紫葉蘚屬	<i>Eopleurozia giganteoides</i>	真紫葉蘚
19	扁萼蘚屬	<i>Radula cavifolia</i>	大瓣扁萼蘚
20		<i>Radula</i> sp.	
21	錦葉苔屬	<i>Dicranoloma</i> sp.	
22	鱗葉苔屬	<i>Taxiphyllum</i> sp.	
23	白髮苔屬	<i>Leucobryum</i> sp.	
24	毛扭苔屬	<i>Aerobryidium levieri</i>	萊氏毛扭苔
25	燄苔屬	<i>Pyrrhobrum</i> sp.	
26	泥炭苔屬	<i>Sphagnum</i> sp.	

附錄 樣木調查資料

樣木：1		取樣日期	2005.2	主幹							
胸高直徑(cm)	6.2	附生植物乾重(g)	7.336								
樹高 (m)	8.53	苔蘚植物乾重(g)	5.194								
高度 (m)	方位	2	5	6	7	10	11	18	19	維管束	地衣
0.5-1	NE						0.166				
	NW						0.167				0.005
	SE				0.037	0.003	0.545		0.002	0.003	
	SW	0.04	0.005		0.07		0.336				
1.5-2	NE				0.005		0.042				
	NW	0.006					0.12				
	SE		0.041								
2.5-3	SW		0.211								0.015
	NE		0.032				0.042		0.005		0.003
	NW			0.01							
	SE		0.243				0.096			0.006	0.037
3.5-4	SW				0.026				0.01		0.128
	NE										0.007
	NW			0.016				0.017	0.01		0.013
	SE										
4.5-5	SW								0.013		
	NE										

高度 (m)	方位	2	5	6	7	10	11	18	19	維管束	地衣
4.5-5	NW								0.013		0.003
	SE						0.012		0.007		0.01
	SW										
5.5-6											
6.5-7	NE					0.009			0.002		
	NW								0.008		
	SE										
	SW										

樣木：1		取樣日期	2005.2	活枝條
附生植物乾重(g)	0.016			
苔蘚植物乾重(g)	0.016			
編號	區位	18		
7-31	A1	0.016		

樣木：1		取樣日期	2005.2	枯枝條
附生植物乾重(g)	0.112			
苔蘚植物乾重(g)	0.112			
編號	10	19	24	
5-2D		0.01		
5-8D	0.007			
6-12D	0.068			
6-15D			0.013	
6-19D	0.014			

樣木：1		取樣日期	2005.2	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0946							
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0888							
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0245	0.0033	0.0033			0.0033	
	NW	0.0245	0.00305	0.003	0.00005		0.003	
	SE	0.0245	0.012	0.012		0.0001	0.012	
	SW	0.0245	0.005	0.005	0.00005		0.0046	
1.5-2	NE	0.0234	0.0012	0.0012			0.0012	
	NW	0.0234	0.00355	0.0035	0.00005		0.0035	
	SE	0.0234	0.0005	0.0005				
	SW	0.0234	0.0031	0.003	0.0003			
2.5-3	NE	0.0204	0.0012	0.0011	0.0001		0.0003	
	NW	0.0204	0.0002	0.0002	0			
	SE	0.0204	0.01	0.0092	0.0007		0.003	
	SW	0.0204	0.0023	0.0008	0.0015			
3.5-4	NE	0.0185	0.00005		0.00005			
	NW	0.0185	0.0006	0.0005	0.0001			0.0001
	SE	0.0185						
	SW	0.0185	0.0001	0.0001				
4.5-5	NE	0.0163						

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	NW	0.0163	0.00045	0.0004	0.00005			
	SE	0.0163	0.0005	0.0004	0.0001		0.0008	
	SW	0.0163						
5.5-6		0.0134						
6.5-7	NE	0.0098	0.0001	0.0001				
	NW	0.0098	0.0001	0.0001				
	SE	0.0098						
	SW	0.0098						
top		0.0069						

樣木：1	取樣日期	2005.2	活枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0001								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0001								
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
7-31	A1	1.2	59	1	1	1.0	SW	6.44	1.20

樣木：1	取樣日期	2005.2	枯枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.00105								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.00105								
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度		
5-2D	1	8	4	4	NW	4.15	0.45		
5-8D	0.8	35	0.5	0.5	NW	4.88	0.84		
6-12D	0.5	63	3	3	NE	5.54	1.67		
6-15D	1	118	1	1	SW	5.62	1.88		
6-19D	0.5	25	2	2	NW	5.84	0.67		

樣木：2		取樣日期	2005.2	主幹							
胸高直徑(cm)	6.7	附生植物乾重(g)	5.836								
樹高 (m)	7.08	苔蘚植物乾重(g)	5.356								
高度 (m)	方位	5	6	7	10	11	19	21	24	維管束	地衣
0.5-1	NE	0.006				1.574				0.013	0.023
	NW	0.052		0.009		0.498		0.058			0.005
	SE	0.009				0.124			0.005		
	SW					0.21					
1.5-2	NE										
	NW					0.013					0.003
	SW					0.003					0.184
2.5-3	NE										
	NW	0.042									0.012
	SE										
3.5-4	SW										
	NE				0.003		0.011				
	NW						0.012				
	SE										
4.5-5	SW						0.008				
	NE										
	NW		0.005		0.014						

高度 (m)	方位	5	6	7	10	11	19	21	24	維管束	地衣
4.5-5	SE				0.006						
	SW					0.016					

樣木：2		取樣日期 2005.2 活枝條						
附生植物乾重(g)		0.846						
苔蘚植物乾重(g)		0.409						
編號	區位	6	10	11	18	19	24	地衣
3-3	A1	0.055			0.02	0.102		0.012
4-4	A1							0.414
4-4	A2			0.031				
4-4	B	0.009	0.007					0.002
4-7	A1				0.004			
4-7	A2	0.007	0.005					
4-7	B	0.002	0.006		0.006			0.003
4-8	A1	0.003			0.046	0.005		0.003
4-8	A2	0.004						0.003
4-8	B	0.03	0.007				0.006	
5-16	A1		0.014					
6-24	A1		0.019			0.003		
6-24	A2		0.003					
6-26	A1		0.008					
6-46	A1						0.007	

樣木：2		取樣日期 2005.2 枯枝條					
附生植物乾重(g)		0.222					
苔蘚植物乾重(g)		0.193					
編號		6	10	18	19	24	地衣
3-1D		0.005				0.008	0.016
3-2D		0.036			0.014		
4-5D							0.004
4-6D					0.005		0.009
4-9D				0.063			
5-10D			0.006		0.016		
5-13D				0.014			
5-17D			0.001				
5-19D			0.006				
5-20D		0.005	0.002				
5-22D		0.005		0.003			
6-23D			0.004				

樣木：2		取樣日期	2005.2		主幹			
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.0617						
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.0557						
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0298	0.0075	0.0075	0.0002	0.0002	0.0075	
	NW	0.0298	0.0075	0.0075	0.0002		0.0075	
	SE	0.0298	0.0045	0.0045			0.0045	
	SW	0.0298	0.0045	0.0045			0.0045	
1.5-2	NE	0.0259						
	NW	0.0259	0.0013	0.0013	0.0001		0.0013	
	SE	0.0259						
	SW	0.0259	0.0031	0.0001	0.003		0.0001	
2.5-3	NE	0.0236						
	NW	0.0236	0.0012	0.0012				
	SE	0.0236						
	SW	0.0236						
3.5-4	NE	0.0200	0.0004	0.0004				
	NW	0.0200	0.0001	0.0001				
	SE	0.0200						
	SW	0.0200	0.0001	0.0001				
4.5-5	NE	0.0135						

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	NW	0.0135	0.0003	0.0003				
	SE	0.0135	0.0001	0.0001				
	SW	0.0135	0.0004	0.0004			0.0004	
5.5-6	NE	0.0088						
	NW	0.0088						
	SE	0.0088						
	SW	0.0088						
top		0.0033						

樣木：2		取樣日期	2005.2	活枝條							
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.02									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.0159									
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
3-3	A1	2.1	123	97	93.5	3.25		0.5	NW	3	1.75
4-4	A1	1.9	112	32		32			NE	3.14	1.31
4-4	A2		89	8	7.5		7.5				
4-4	B		526	5	3	2					
4-7	A1	1.5	96	0	0.25			0.25	NE	3.63	1.27
4-7	A2		89	8	8						
4-7	B		507	15	14	1	13.75	0.25			
4-8	A1	1.2	69	11	10.5	0.5		10.5	NE	3.68	1.13
4-8	A2		63	4	2	2					
4-8	B		352	5	5.25		5.25				
5-16	A1	1.3	107	2	2				SE	4.75	1.36
6-24	A1	1.6	51	7	7				NW	5.09	1.93
6-26	A1	0.7	27	3	3				NW	5.14	1.43
6-46	A1	1.1	24	3	3				SW	5.9	1.57

樣木：2		取樣日期	2005.2.18	枯枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²) 0.0057										
苔蘚植物覆蓋面積(m ²) 0.0051										
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
3-1D	1.1	185	9	4.25	4.5	4.25		NW	2.47	3.11
3-2D	0.9	147	21	20.5		20.5		NE	2.89	0.38
4-5D	0.9	39	1		1			SE	3.51	0.55
4-6D	0.5	10	2	1	1			S	3.6	0.37
4-9D	0.7	49	10	10			10	SE	3.88	1.74
5-10D	0.9	123	6	6				SE	4.07	2.67
5-13D	0.8	110	1	1			1	NE	4.36	2.19
5-17D	0.5	53	1	1				NE	4.8	1.07
5-19D	1.2	227	2	2				NE	4.93	1.36
5-20D	0.5	48	1	1				SE	4.94	2.60
5-22D	0.6	65	2	2			0.5	SE	5	0.64
6-23D	0.6	65	2	2				SE	5.05	0.69

樣木：3		取樣日期	2005.3	主幹													
胸高直徑(cm)	10.0	附生植物乾重(g)	20.73														
樹高 (m)	9.00	苔蘚植物乾重(g)	19.242														
高度 (m)	方位	2	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17	18	19	維管束	地衣	
0.5-1	NE				0.004				0.994		0.065						
	NW		0.034		0.095				4.53		0.045					0.101	
	SE				0.002	0.007			0.269						0.038	0.005	
	SW	0.1			0.167				1.171	0.036		0.003			0.011		
1.5-2	NE								0.194							0.006	
	NW								0.01					0.005		0.131	
	SE				0.079				0.019								
	SW				0.01				0.017							0.002	
2.5-3	NE				0.303				0.032								
	NW			0.072	0.002				0.094							0.093	
	SE			0.023													
	SW			0.042	0.051												
3.5-4	NE		0.022	0.093	0.005		0.002									0.02	
	NW		0.01	0.195	0.055								0.3			0.21	
	SE			0.005												0.035	
	SW			0.096	0.005			0.017								0.067	
4.5-5	NE			0.005										0.004			

高度 (m)	方位	2	5	6	7	8	9	10	11	12	16	17	18	19	維管束	地衣
4.5-5	NW			0.035				0.008		0.01				0.018		0.006
	SE			0.014										0.029		0.003
	SW			0.01										0.005		0.003
5.5-6	NE			0.006				0.005						0.007		
	NW												0.1	0.016		
	SE													0.016		
6.5-7	SW													0.005		
	NE													0.003		0.002
	NW							0.010								0.011
	SE													0.003		
	SW													0.002		

樣木：3		取樣日期 2005.3 活枝條					
附生植物乾重(g)		0.846					
苔蘚植物乾重(g)		0.519					
編號	區位	6	7	10	18	19	地衣
5-3	A1	0.006					
5-5	A1	0.009			0.005	0.004	0.206
5-5	B	0.005		0.012	0.006		0.002
5-6	A1	0.136		0	0.029	0.003	0.002
5-6	A2	0.024		0	0.043		0.055
5-6	B	0.005		0	0		
6-3	A1			0.12	0	0.011	0.002
6-5	A1	0.005		0	0.004	0.005	
6-12	A1	0.006		0	0.02		0.003
6-12	B	0.002		0.012	0		
6-13	A1		0.004	0.012	0.018		0.027
6-13	A2			0.003	0		0.007
6-17	A1			0	0		0.023
7-1	A1	0.006		0.004	0		

樣木：3		取樣日期 2005.3 枯枝條					
附生植物乾重(g)		1.852					
苔蘚植物乾重(g)		1.8					
編號		5	6	10	18	19	地衣
4-1D		0.003	0.046	0.008	0.065		0.006
5-1D			0.093	0	1		0.035
5-2D			0.019	0	0.459	0.033	0.002
5-4D			0.006	0.004	0		0.005
6-4D			0.033	0.009	0		
6-8D				0.01	0		0.004
6-9D			0.012	0	0		

樣木：3		取樣日期	2005.3	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.3291							
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.3136							
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0422	0.013	0.013			0.013	
	NW	0.0422	0.0386	0.0386	0.0012		0.0308	
	SE	0.0422	0.0065	0.0065		0.0012	0.0065	
	SW	0.0422	0.017	0.017		0.0001	0.0146	
1.5-2	NE	0.0377	0.0068	0.0066	0.0002		0.0066	
	NW	0.0377	0.0044	0.0031	0.0013		0.001	
	SE	0.0377	0.0048	0.0048			0.0008	
	SW	0.0377	0.00155	0.0015	0.00005		0.0009	
2.5-3	NE	0.0355	0.0066	0.0066			0.0012	
	NW	0.0355	0.0114	0.0114			0.0035	
	SE	0.0355	0.0044	0.0043				
	SW	0.0355	0.005	0.005				
3.5-4	NE	0.0322	0.0098	0.0094	0.0004			
	NW	0.0322	0.0148	0.0128	0.002			0.0034
	SE	0.0322	0.0054	0.004	0.0014			
	SW	0.0322	0.002	0.0002	0.0018			
4.5-5	NE	0.0291	0.0004	0.0004				
	NW	0.0291	0.0023	0.0022	0.0001		0.0001	

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	SE	0.0291	0.0011	0.001	0.0001			
	SW	0.0291	0.001	0.0009	0.0001			
5.5-6	NE	0.0234	0.0016	0.0016				
	NW	0.0234	0.0033	0.0033				0.0005
	SE	0.0234	0.0016	0.0016				
	SW	0.0234	0.0004	0.0004				
6.5-7	NE	0.0169	0.0001	0.0001	0.00005			
	NW	0.0169	0.0004	0.0002	0.0002			
	SE	0.0169	0.0001	0.0001				
	SW	0.0169	0.0002	0.0002				
7.5-8		0.0071						
top		0.0033						

樣木：3		取樣日期	2005.3	活枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0219									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0163									
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
5-3	A1	1.1	96	5	5	1		NW	4.71	1.42
5-5	A1	1.9	130	40	10	30	2	NW	4.95	1.53
5-5	B		759	10	9	1	3			
5-6	A1	1.8	93	36	36	0.5	3	SE	5	0.66
5-6	A2		91	20	12	8	4			
5-6	B		694	25	25					
6-12	A1	1.1	57	8	5	3	2	SW	5.74	1.86
6-12	B		264	5	5					
6-13	A1	2.4	104	16	12	4	3	SE	5.77	1.38
6-13	A2		94	9	2	7				
6-17	A1	1.5	46	2	0	2		SW	5.97	1.63
6-3	A1	0.7	64	25	24	1		NE	5.37	4.49
6-5	A1	1.3	98	8	8		2	SE	5.44	1.65
7-1	A1	1.5	57	10	10			NW	6.19	0.89

樣木：3	取樣日期	2005.3	枯枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0268								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0246								
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
4-1D	1.2	207	26	22	4	6	NW	3.76	0.77
5-1D	1.6	343	157	151	6	103	SE	4.09	1.68
5-2D	1.2	47	35	35	1	30	SW	4.16	0.17
5-4D	1.1	211	14	4	10		NE	4.83	1.75
6-4D	0.7	78	24	24			SW	5.4	0.69
6-8D	1	88	10	8	2		SE	5.6	1.24
6-9D	0.6	85	2	2			NW	5.62	1.35

樣木：4		取樣日期		2005.1		主幹														
胸高直徑(cm)	12.0	附生植物乾重(g)		16.898																
樹高 (m)	9.59	苔蘚植物乾重(g)		15.566																
高度 (m)	方位	2	5	6	7	9	10	11	13	15	16	18	19	21	22	23	24	25	維管束	地衣
0.5-1	NE	0.023						0.802										0.008		
	NW	0.101	0.002		0.034			1.168	0.012					0.002						0.152
	SE	0.039	0.063		0.075	0.002		0.948							0.009	0.005	0.001			0.032
	SW	0.049	0.002		0.152		0.002	0.683						0.002					0.003	0.009
1.5-2	NE							0.811												
	NW	0.017			0.035			0.598												0.012
	SE				0.007			0.156												0.005
	SW	0.079			0.001			0.026		0.007							0.002		0.044	0.003
2.5-3	NE		0.067					0.056					0.015							0.025
	NW	0.004	0.876					0.096				0.114	0.007						0.003	0.008
	SE																			
	SW	0.077						0.006	0.002											0.001
3.5-4	NE				0.002			0.003		0.006			0.006							0.003
	NW											0.004	0.022				0.014			0.001
	SE		0.007	0.002	0.003			0.004					0.018							0.023
	SW							0.004					0.01							0.045
4.5-5	NE		0.011					0.055				0.014	0.007							
	NW		0.008	0.018				0.1					0.005							0.009

高度 (m)	方位	2	5	6	7	9	10	11	13	15	16	18	19	21	22	23	24	25	維管束	地衣
4.5-5	SE			0.009	0.023															0.223
	SW			0.032								0.055	0.006							0.042
5.5-6	NE												0.004							
	NW																			
	SE						0.085													
6.5-7	SW																			
	NE																			0.014
	NW																			
	SE						0.003													0.009
	SW																			

樣木：4		取樣日期 2005.1 活枝條						
附生植物乾重(g)		1.949						
苔蘚植物乾重(g)		1.494						
編號	區位	6	10	11	18	19	24	地衣
5-5	A1	0.566			0.532	0.011	0.01	0.011
5-5	A2					0.002		0.004
5-6	A1				0.033			
5-6	A2				0.038			
5-8	A1	0.011				0.027		0.054
5-8	A2	0.024	0.01					0.024
6-9	A1	0.008	0.012					0.009
6-9	A2		0.007			0.002		
6-10	A1	0.003						0.009
6-10	A2	0.005	0.003					
6-10	B	0.008	0.008	0.016				
6-12	A1							0.024
6-12	B						0.006	
6-14	A2	0.002	0.002					
6-15	A2		0.009					
6-19	A1	0.032	0.002					
6-19	A2	0.002				0.002		

樣木：4		取樣日期 2005.1 枯枝條							
附生植物乾重(g)		2.359							
苔蘚植物乾重(g)		2.197							
編號		5	6	10	11	18	19	24	地衣
5-1D		0.002	0.066	0.002	0.305	0.057	0.008		
5-2D			0.078	0		0.094	0.013		
5-3D			0.014	0.108		0.237	0.207		0.023
5-4D			0.003	0.008		0.096	0.003		0.109
5-7D			0.006	0.017		0.805		0.017	0.003
6-11D			0.039	0.002					
6-13D				0.01					0.027

編號	區位	6	10	11	18	19	24	地衣
6-19	B							0.03
7-21	A1	0.003						0.114
7-21	A2					0.002		
7-24	A2							0.047
7-24	B		0.005					
7-25	A1							0.033
7-25	A2		0.059					
7-27	A1							0.021
7-28	A1							0.035
7-29	A1						0.005	
7-29	B							0.022
7-31	A1	0.006	0.007				0.014	
7-31	A2							0.007
8-33	A2							0.011

樣木：4		取樣日期	2005.1	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.4228							
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.398							
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0493	0.0128	0.0128			0.0128	
	NW	0.0493	0.0192	0.018	0.0012		0.0124	
	SE	0.0493	0.0318	0.0318	0.0005		0.0297	
	SW	0.0493	0.0346	0.0346	0.0002	0.0002	0.0325	
1.5-2	NE	0.0463	0.0206	0.0206			0.0206	
	NW	0.0463	0.016	0.0152	0.0008		0.0152	
	SE	0.0463	0.0039	0.0036	0.0003		0.0036	
	SW	0.0463	0.0087	0.0077	0.00005	0.001	0.0077	
2.5-3	NE	0.0412	0.0077	0.0068	0.0001		0.0008	
	NW	0.0412	0.0198	0.0198		0.0012	0.018	0.0018
	SE	0.0412						
	SW	0.0412	0.0032	0.003	0.0002		0.003	
3.5-4	NE	0.0375	0.0005	0.0004	0.0001		0.0004	
	NW	0.0375	0.0058	0.0055	0.0003			0.0003
	SE	0.0375	0.0026	0.0026	0.0004		0.0003	
	SW	0.0375	0.0018	0.0004	0.0014		0.0003	
4.5-5	NE	0.0326	0.0038	0.0038			0.0035	0.0006
	NW	0.0326	0.0042	0.003	0.0012		0.003	

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	SE	0.0326	0.0071	0.0036	0.0035			
	SW	0.0326	0.0044	0.0032	0.0012			0.0012
5.5-6	NE	0.0255	0.0003	0.0003				
	NW	0.0255						
	SE	0.0255	0.0021	0.0021				
	SW	0.0255						
6.5-7	NE	0.0188	0.0002		0.0002			
	NW	0.0188						
	SE	0.0188	0.0003	0.0002	0.001			
	SW	0.0188						
7.5-8		0.0122						
top		0.0054						

樣木：4		取樣日期	2005.1	活枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0307									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0204									
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
5-5	A1	2.8	416	24	24	1	8	SE	4.38	1.45
5-5	A2		377	4	2	2				
5-6	A1	2.3	223	6	6		6	SW	4.7	1.89
5-6	A2		187	5	5		5			
5-8	A1	2.6	303	46	28	18		SE	4.75	1.13
5-8	A2		231	29	27	2				
6-10	A1	2.1	179	16	2	14		SE	5.14	0.81
6-10	A2		151	2	2					
6-10	B		528	9	9					
6-12	A1	1.3	90	9	0	9		NE	5.61	0.79
6-12	B		281	16	16					
6-14	A2	1.2	98	6	6			SE	5.75	0.20
6-15	A2	1.4	68	6	6			SE	5.82	0.23
6-19	A1	1.7	75	29	29			SW	5.95	0.36
6-19	A2		71	10	10					
6-19	B		759	6		6				
6-9	A1	1.7	171	10	8	2		SE	5.11	0.68

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
6-9	A2		155	6	6					
7-21	A1	1.4	114	15	3	12		SW	6.12	0.30
7-21	A2		97	3	3					
7-24	A2	1	40	8		8		SE	6.36	0.39
7-24	B		198	2	2					
7-25	A1	2.3	178	12		12		SE	6.43	0.33
7-27	A1	1.2	62	4		4		SW	6.48	0.89
7-28	A1	1.5	55	6		6		SW	6.57	0.33
7-29	A1	1.8	209	1	1			SE	6.57	0.65
7-29	B		1131	5		5				
7-31	A1	1.2	65	6	6			SW	6.95	0.23
7-31	A2		59	3		3				
8-33	A2	2	66	3	3			SW	7.04	1.48

樣木：4		取樣日期	2005.1	枯枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0617									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0559									
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
5-1D	2.6	779	164	160	0	18	4	SW	4.1	1.45
5-2D	2.3	176	45	45	0	0	9	NE	4.15	0.60
5-3D	2.6	730	174	172	2	0	38	SW	4.24	2.09
5-4D	1.7	283	67	28	39	0	20	SW	4.28	1.11
5-7D	1.6	462	150	142	8	0	130	SE	4.7	1.67
6-11D	1.7	449	10	10	0	0	0	NW	5.57	2.13
6-13D	1.3	297	7	2	5	0	0	SW	5.72	0.98

樣木：5		取樣日期	2005.1		主幹											維管束	地衣
胸高直徑(cm)	16	附生植物乾重(g)	35.724														
樹高 (m)	11.62	苔蘚植物乾重(g)	33.548														
高度 (m)	方位	1	2	5	7	9	11	12	17	18	19	21	24	25	維管束	地衣	
0.5-1	NE		0.043		0.14		2.458										
	NW						0.83									0.034	
	SE				0.016		0.881		0.005			0.004		0.03		0.002	
	SW	0.112	0.123		1.236		1.119	0.024			0.011	0.016	0.001			0.018	
1.5-2	NE		0.035		0.007	0.005	0.872									0.005	
	NW						0.333								0.003	0.17	
	SE		0.006		1.451		1.146			0.28						0.025	
	SW		0.108		2.003		0.692									0.122	
2.5-3	NE																
	NW						0.025										
	SE						0.023									0.028	
	SW		0.016	0.056	0.006		0.164								0.012	0.051	
3.5-4	NE			0.089			0.021									0.027	
	NW		0.015		0.045												
	SE		0.002	0.005			0.066				0.002					0.089	
	SW		0.092		0.124	0.044	0.027						0.003			0.057	
4.5-5	NE						0.302										
	NW		0.11		0.011												

高度 (m)	方位	1	2	5	7	9	11	12	17	18	19	21	24	25	維管束	地衣
4.5-5	SE				0.222											0.057
	SW		0.003	0.135			0.046									0.278
5.5-6	NE			0.14			0.002				0.002					
	NW															
	SE			0.045			0.002			0.017						0.008
	SW					0.018	0.024									
6.5-7	NE			0.004												
	NW										0.003					0.053
	SE										0.002					0.036
	SW															
7.5-8	NE															
8.5-9																
9.5-10	SE															0.013

樣木：5		取樣日期	2005.1	活枝條						
附生植物乾重(g)	4.03									
苔蘚植物乾重(g)	3.757									
編號	區位	5	6	10	11	18	19	24	維管束	地衣
4-2	A2					0.549				
4-3	A1	0.092								
4-3	A2	0.032	0.002		0.017				0.002	0.002
4-5	A1					0.021				
4-5	A2					0.071		0.006		
5-6	A1		0.045	0.033	0.012					0.002
5-6	A2					0.426				0.002
5-7	A1	0.04				0.089				0.07
5-7	A2	0.039								
5-8	A1					0.026				0.16
5-8	A2					0.233				
5-9	A1				0.068					0.003
5-9	A2					0.153				
5-9	B		0.005			0.021				0.003
5-10	A1					0.285				
5-10	A2					0.092				
5-10	B					0.005		0.001		

編號	區位	5	6	10	11	18	19	24	維管束	地衣
6-17	A1	0.003	0.008			0.394				
6-17	B					0.006				
6-22	A2					0.366				
7-26	A1					0.304				
7-26	A2									0.014
7-31	B					0.025				
7-32	A1		0.093			0.012				0.003
8-34	B		0.048			0.011	0.007			
8-36	A1					0.106				
8-36	B					0.011				0.011
8-41	A1									0.001

樣木：5	取樣日期		2005.1	枯枝條						
附生植物乾重(g)	9.148									
苔蘚植物乾重(g)	8.665									
編號	5	6	7	10	11	13	18	19	24	地衣
4-4D		0.001								0.004
5-11D			0.005		0.005		0.003			
5-12D	0.118	0.005			0.036		0.41			0.156
5-13D							0.995			0.117
6-14D		0.02					0.051			
6-18D		0.006		0.007				0.05	0.003	
6-19D		0.007								0.071
6-20D	0.006					0.001	3.833			0.088
6-21D		0.029					0.946			
7-23D		0.028					0.731			0.003
7-24D	0.048	0.01		0.024			0.173	0.008		0.041
7-28D							0.992	0.007		0.003
8-37D		0.087		0.008			0.012			

樣木：5		取樣日期	2005.1	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.3848							
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.3676							
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0658	0.0282	0.0282			0.0282	
	NW	0.0658	0.0081	0.0081	0.003		0.008	
	SE	0.0658	0.0106	0.0106	0.001		0.0106	
	SW	0.0658	0.0345	0.0345	0.003		0.0345	
1.5-2	NE	0.0615	0.0116	0.0116	0.002		0.0116	
	NW	0.0615	0.0024	0.0024	0.007	0.0002	0.0024	
	SE	0.0615	0.0215	0.0215	0.0005		0.0215	0.001
	SW	0.0615	0.0157	0.0157	0.0006		0.0157	
2.5-3	NE	0.0575						
	NW	0.0575	0.003	0.003			0.003	
	SE	0.0575	0.0024	0.0024	0.0002		0.004	
	SW	0.0575	0.0086	0.0079	0.0028	0.001	0.005	
3.5-4	NE	0.0538	0.0024	0.0013	0.0006		0.0006	
	NW	0.0538	0.0026	0.0026				
	SE	0.0538	0.0057	0.0057	0.0004		0.0057	
	SW	0.0538	0.0028	0.0013	0.0013		0.0013	
4.5-5	NE	0.0493	0.004	0.004			0.004	

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	NW	0.0493	0.002	0.002				
	SE	0.0493	0.0079	0.0079	0.0004		0.0079	
	SW	0.0493	0.0039	0.0022	0.0017		0.0022	
5.5-6	NE	0.0461	0.0048	0.0048			0.0012	
	NW	0.0461						
	SE	0.0461	0.0012	0.0012			0.0012	0.0006
	SW	0.0461	0.0036	0.0036			0.0036	
6.5-7	NE	0.0400	0.0006	0.0006				
	NW	0.0400	0.0015	0.0004	0.0015			
	SE	0.0400	0.0028	0.0003	0.0028			
	SW	0.0400						
7.5-8	NE	0.0314						
8.5-9		0.0232						
9.5-10	SE	0.0143			0.0003			
10.5-11		0.0181						

樣木：5		取樣日期	2005.1	活枝條							
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.9573									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.0922									
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
4-2	A2	1.6	61	81.6	81.6			81.6	SW	3.57	0.58
4-3	A1	1.4	98	6	6			0	SW	3.67	1.06
4-3	A2		83	27.7	3.6	1.2	3.6	0.0			
4-5	A1	1.4	147	3	3			3	SW	3.88	0.74
4-5	A2		124	33.0	33.0			33.0			
5-10	A1	2.2	142	38	38			38	SW	4.72	1.08
5-10	A2		128	6.3				6.3			
5-10	B		1003	1	1			1			
5-6	A1	1.7	184	27	23	2	23	0	SW	4.18	1.62
5-6	A2		141	20.6	19.9	0.7		19.9			
5-7	A1	1.4	64	29	28			28	SW	4.27	5.11
5-7	A2		59	30.6	30.6			0.0			
5-8	A1	1.8	458	43	7	36		7	NW	4.31	1.64
5-8	A2		153	26.2	26.2			26.2			
5-9	A1	2.7	188	40	40	1	40	0	SW	4.65	1.34
5-9	A2		161	8.1				8.1			
5-9	B		1634	13	12	1		12			

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
6-17	A1	2.4	424	300	100			300	SE	5.57	-0.53
6-17	B		1018	50	50			50			
6-22	A2		137	27.7				27.7			
7-26	A1	3	290	28	28			28	SW	6.36	1.48
7-26	A2		264	0.4		0.4					
7-31	B			0.1				0.1			
7-32	A1	2	300	29	28	1		4	SE	6.82	2.04
8-34	B		1923	32	32			32			
8-36	A1	2.7	188	18	18			18	NW	7.35	1.23
8-41	A1	1.7	201	3		3			NE	7.73	1.41

樣木：5		取樣日期	2005.1	枯枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0718									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0768									
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
4-4D	1.4	44	1	6	1			N	3.78	0.67
5-11D	1.3	16	2	0	12	1	1	SE	4.77	1.20
5-12D	1.4	48	29	23	6	7	16	NW	4.7	0.98
5-13D	2.1	202	80	70	10		70	NE	5.19	0.68
6-14D	1.3	41	12	12	0		12	SW	5.25	1.50
6-18D	1.6	401	66	66				SE	5.6	0.76
6-19D	1.6	320	60	20	60			SW	5.71	0.86
6-20D	1.8	464	138	280	32		280	NE	5.75	1.20
6-21D	1.5	330	79	79			79	SW	5.77	1.55
7-23D	1.3	181	85	83	3		78	SE	6.1	0.93
7-24D	2	756	66	38	10		14	NW	6.15	1.78
7-28D	1.8	689	86	77	9		77	SE	6.52	1.98
8-37D	1.4	277	14	14			11	SE	7.37	2.09

樣木：6		取樣日期	2005.1	主幹													
胸高直徑(cm)	18	附生植物乾重(g)	61.85														
樹高 (m)	10.5	苔蘚植物乾重(g)	57.912														
高度 (m)	方位	2	5	6	7	9	11	12	13	14	18	19	23	24	25	維管束	地衣
0.5-1	NE						0.09		0.003						0.01		
	NW	0.03			0.029		3.837	0.178									0.007
	SE				0.026		0	1.238	0.003						0.016		
	SW		0.034		0.331		7.137	0.074	0.004				0.013		0.023	0.012	0.001
1.5-2	NE		0.007	0.089	0.279		1.956	0.029		0.01				0.112	0.007		0.026
	NW	0.119	0.004	0.008	1.683		4.376	0.013	0.002					0.096			0.022
	SE	0.072	0.244		0.076	0.072	1.621	0.092								0.022	0.044
	SW	0.002	0		0.017	0	0.908	0.022									0.105
2.5-3	NE	0.024	0.029		0.25	0.141	0.061									0.003	0.277
	NW	0.143	0	0.004	0.013	0	0.123							0.017			
	SE	0.005	0	0.093		0	0.011										0.003
	SW	0.003	0.027		0.02	0.003	0.31					0.001				0.002	0.031
3.5-4	NE	0.014	0		0.036	0.056	0.881							0.018		0.002	0.167
	NW		0.213	0.013	0.302	0.037	0.208									0.003	0.102
	SE		0.048	0.008	0.007	0	0.029										0.05
	SW		0.033			0.002	0.022	0.034									0.035
4.5-5	NE		0	0.011	0.038	0	0.054				0.017						0.11
	NW		0	0.003		0	0.015					0.001					

高度 (m)	方位	2	5	6	7	9	11	12	13	14	18	19	23	24	25	維管束	地衣
4.5-5	SE	0.001	0			0	0.055										0.011
	SW	0.115	0.031	0.01	0.003	0	0.047										0.057
5.5-6	NE		0.141	0.003		0	0.003					0.009					
	NW		0			0	0										
	SE		0.003			0	0										0.292
	SW		0			0	0										
	NE		0.083			0	0.072										0.171
6.5-7	NW		0	0.01		0	0										0.09
	SE		0			0	0										0.186
	SW		0			0	0										0.116
	NE		0			0	0										0.022
7.5-8	NW		0			0	0										
	SE		0			0	0										
	SW		0			0	0										
	NE		0			0	0										

樣木：6		取樣日期 2005.1		活枝條													
附生植物乾重(g)		25.916															
苔蘚植物乾重(g)		19.892															
編號	區位	5	6	7	9	10	11	12	13	16	18	19	22	24	25	維管束	地衣
2-1	A1	0.024					0.643	0.024					0.024	0.003	0.003		0.015
2-1	A2	0.091	0.003														
2-1	B		0.004								0.134						
3-5	A1	0.032	0.006	0.011			0.19				0.004			0.045			0.019
3-5	A2	0.003	0.006								0.006						0.055
3-5	B	0.002	0.002			0.007	0.003				0.273						0.002
4-11	B	0.02	0.015				0.005				0.219						0.204
4-13	A2										0.01						0.273
4-13	B		0.061	0.013		0.005	0.033				0.167	0.007					
4-14	A1		0.15								0.004						0.172
4-14	A2										0.025	0.006					
4-14	B		0.06								0.113						
4-15	A1	0.005									0.024						
4-15	A2	0.048	0.026											0.004			
4-15	B		0.002								0.909						0.048
4-16	A1		0.002				0.035				0						0.165
4-16	A2		0.008														0.166

編號	區位	5	6	7	9	10	11	12	13	16	18	19	22	24	25	維管束	地衣
4-16	B	0.109	0.114		0.032		0.033				1.589						0.111
4-17	A1	0.003	0.003				0.014				0.138						0.624
4-17	A2		0.005								0.003						0.144
4-17	B	0.021	0.027		0.003						0.005						
5-18	A1	0.004	0.016			0.036					0.198						0.035
5-18	A2		0.136						0.002		1.198						0.049
5-18	B	0.004	0.057				0.097				0.067	0.002					0.379
5-19	A1		0.088				0.081				1.808	0.018					0.014
5-19	A2	0.028	0.137				0.009				0.428	0.06				0.003	
5-19	B	0.053	0.168				0.013			0.007	0.853	0.003					0.024
5-20	A1		0.027								0.179						0.002
5-20	A2	0.005	0.079						0.002		1.217						0.044
5-20	B		0.171			0.02					0.113	0.038					
5-21	A1						0.151		0.002								
5-21	B		0.016								0.078						
5-22	A1		0.048				0.414	0.248	0.002								0.226
5-22	A2		0.167								0.555	0.022					
5-22	B		0.069			0.02					0.024	0.002		0.005			0.035
5-24	A1		0.005				0.068				0.113						0.222
5-24	A2																0.037
5-24	B	0.023	0.018							0.005	0.102					0.002	0.521
5-25	A1	0.047	0.132					0.025									0.115

編號	區位	5	6	7	9	10	11	12	13	16	18	19	22	24	25	維管束	地衣
5-25	A2		0.177								0.304						
5-26	A1		0.206	0.016			0.005				0.663	0.052					0.035
5-26	A2	0.072	0.046			0.003					0.143						
5-26	B		0.002								0.128						0.331
5-27	A1										0.472						0.227
5-27	A2										0.224						0.005
5-28	A1		0.316								0.226	0.002					0.041
5-28	A2		0.066														
5-28	B										0.047						
6-29	A1		0.093														0.139
6-29	A2		0.05								0.051						0.056
6-29	B					0.14					0.115						
6-32	A1																0.008
6-32	A2		0.052								0.116						0.681
6-34	A1										0.065						
6-35	A1																0.04
6-35	A2		0.026														
6-39	A1										0.288						
6-40	A1		0.025								0.061						
6-40	A2		0.002														0.005
6-41	A1		0.042								0.061						0.019
6-41	A2																0.028

編號	區位	5	6	7	9	10	11	12	13	16	18	19	22	24	25	維管束	地衣
6-41	B					0.002						0.003					0.03
7-44	A1																0.062
7-45	A1		0.018														
7-46	A1																0.095
7-46	A2		0.05														0.004
7-46	B		0.006			0.019											0.111
7-48	A1																0.199
7-48	A2																0.047
7-49	A1										0.008						
7-55	A2										0.028						0.004
7-59	A1																0.021
7-59	B																0.042
8-63	A1																0.04
8-63	B																0.021
9-70	B																0.027

樣木：6	取樣日期		2005.1		枯枝條								
附生植物乾重(g)	4.251												
苔蘚植物乾重(g)	3.478												
編號	2	5	6	7	9	11	12	10	16	18	19	維管束	地衣
3-2D	0.002		0.015			0.399		0.007		0.859			
3-3D			0.003										0.017
3-4D													0.094
3-6D			0.005					0.001		0.005			0.142
3-7D			0.102	0.01	0.202			0.01		0.05	0.01		
3-8D			0.078			0.027	0.064		0.128	0.12		0.002	0.269
4-9D			0.069							0.262			
4-10D		0.003	0.018							0.127			0.06
5-23D		0.168	0.032							0.536			0.018
6-33D										0.115			0.017
6-37			0.051										0.154

樣木：6		取樣日期	2005.1	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.7946							
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.75							
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0732	0.0358	0.0358			0.0358	
	NW	0.0732	0.0639	0.0639	0.0002		0.0639	
	SE	0.0732	0.0366	0.0366			0.0366	
	SW	0.0732	0.057	0.057	0.00005	0.0002	0.057	
1.5-2	NE	0.0681	0.0302	0.03	0.0002		0.03	
	NW	0.0681	0.0465	0.0465	0.0002		0.0416	
	SE	0.0681	0.0351	0.0343	0.0008	0.0003	0.0331	
	SW	0.0681	0.0123	0.0108	0.0015		0.0108	
2.5-3	NE	0.0644	0.013	0.01	0.003	0.0001	0.009	
	NW	0.0644	0.0025	0.0025			0.0017	
	SE	0.0644	0.0008	0.0008	0.0001		0.0008	
	SW	0.0644	0.0014	0.001	0.0004		0.0004	
3.5-4	NE	0.0562	0.0202	0.0186	0.0016		0.0168	
	NW	0.0562	0.0094	0.0079	0.0015		0.002	
	SE	0.0562	0.003	0.0024	0.0006		0.0016	
	SW	0.0562	0.003	0.0026	0.0004		0.0006	
4.5-5	NE	0.0507	0.0034	0.0014	0.002		0.0013	0.0001
	NW	0.0507	0.0002	0.0002			0.0002	

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	SE	0.0507	0.0012	0.0012	0.0001		0.0012	
	SW	0.0507	0.0056	0.005	0.0006		0.002	
5.5-6	NE	0.0426	0.003	0.003			0.0024	
	NW	0.0426						
	SE	0.0426	0.0024	0.0001	0.0024			
6.5-7	SW	0.0426						
	NE	0.0338	0.0055	0.0025	0.003		0.0025	
	NW	0.0338	0.0018	0.0009	0.0018			
	SE	0.0338	0.0019		0.0019			
7.5-8	SW	0.0338	0.001		0.001			
	NE	0.0243	0.0006		0.0006			
	NW	0.0243						
	SE	0.0243						
8.5-9	SW	0.0243						
		0.0565						
top		0.0082						

樣木：6		取樣日期	2005.1	活枝條								
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.2489										
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.1868										
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
2-1	A1	2.3	289	77	77	1		77		NW	1.7	1.20
2-1	A2		224	16	16							
2-1	B		276	17	17				10			
3-5	A1	1.8	214	47	47	4		30	1	NW	2.9	0.59
3-5	A2		176	7	1	6			1			
3-5	B		368	37	36	1		1	30			
4-11	B	1.7	377	75	64			2	57	NW	3.32	0.49
4-13	A2	2.4	111	4	4				4	NE	3.43	0.26
4-13	B		1357	66	44	22		10	8			
4-14	A1	2.1	224	41	21	20			1	NW	3.64	0.78
4-14	A2		165	10	10				2			
4-14	B		362	12	12				12			
4-15	A1	2.8	304	5	5	0			3	NE	3.82	0.73
4-15	A2		269	14	14							
4-15	B		862	72	64	8			64			
4-16	A1	2.7	240	37	8	29		8		SE	4.83	1.48
4-16	A2		226	12	12	12						
4-16	B		1131	134	131	3		10	109			

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
4-17	A1	2.1	227	81	12	69		4	12	NE	4.92	0.65
4-17	A2		198	31	18	13			0.5			
4-17	B		691	6	6				0.5			
5-18	A1	2.5	264	10	8	2			8	NE	4.18	1.13
5-18	A2		253	75	70	5	1		62			
5-18	B		1275	85	33	52		30	5			
5-19	A1	2.1	184	56	52	4		25	52	SE	4.28	1.51
5-19	A2		165	32	32			4	20			
5-19	B		723	84	78	6		6	72			
5-20	A1	2.1	178	70	70	2			40	SE	4.39	0.66
5-20	A2		178	120	116	4			86			
5-20	B		1018	18	18				18			
5-21	A1	2.8	117	8	8			8		NW	4.43	0.67
5-21	B		1461	8	8				8			
5-22	A1	2.4	290	89	48	41		48		SE	4.49	1.09
5-22	A2		258	102	102				78			
5-22	B		660	5	2	3			2			
5-24	A1	2.2	95	36	16	20		16	16	NE	4.68	0.35
5-24	A2		92	5		5						
5-24	B		1357	60	22	38			6			
5-25	A1	2.4	277	23	18	5		10		NW	4.71	1.68

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
5-25	A2		238	44	16				26			
5-26	A1	3.1	250	76	67	9		2	42	SE	4.92	1.26
5-26	A2		238	47	47				12			
5-26	B		1709	36	6	30			6			
5-27	A1	2	207	100	64	36			64	NW	4.95	0.71
5-27	A2		207	19	18	1			18			
5-28	A1	1.7	201	60	54	6			42	SW	4.98	0.87
5-28	A2		182	40	40							
5-28	B		540	6	6				6			
6-29	A1	2.7	368	21	9	12				NE	5.05	0.92
6-29	A2		339	28	22	6			2			
6-29	B		820	12	12				12			
6-32	A1	1.7	226	21		21				SE	5.26	1.30
6-32	A2		177	27	23	4			15			
6-34	A1	2.1	233	5	5				5	NW	5.48	1.07
6-35	A1	2.5	221	3		3				NE	5.5	1.05
6-35	A2		203	5	5							
6-36	A1	1.7	221	12	12					SE	5.56	0.80
6-39	A1	1.7	151	18	18				18	NE	5.77	0.93
6-40	A1	2.9	173	10	10				4	SE	5.83	0.92
6-40	A2		163	3	2	1						

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
6-41	A1	2.1	201	29	27	2			7	SE	5.89	1.55
6-41	A2		186	8	8							
6-41	B		528	8	8							
7-44	A1	1.7	121	12	12					SW	6.21	1.31
7-45	A1	2.6	279	12	12					NW	6.3	1.31
7-46	A1	2	170	34	12	22				SW	6.4	0.55
7-46	A2		151	13	12	1						
7-46	B		415	28	10	18						
7-48	A1	2.5	219	20	4	20				SE	6.52	2.14
7-48	A2		195	8		8						
7-49	A1	1.4		4	4				4	SW	6.56	1.90
7-55	A2	1.9	141	3	3	1			3	SE	6.82	1.07
7-59	A1	2.7	168	3		3				NE	6.97	1.40
7-59	B			3		3						
8-63	A1	2.3	129	12		12				NW	7.63	1.77
8-63	B			2		2						
9-70	B	1		10		10				SW	8.05	0.29

樣木：6		取樣日期	2005.1	枯枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.0386								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.0308								
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
3-2D	1.9	191	70	70		30	40	SE	2.51	0.48
3-3D	1.7	75	3	1	3			NE	2.62	-0.05
3-4D	1.1	106	6		6			NW	2.7	0.37
3-6D	1.3	41	18	3	15		1	SW	2.95	0.12
3-7D	1.7	198	45	45			9	NE	2.97	0.46
3-8D	2.6	730	60	24	36	5	12	SE	3	1.78
4-9D	1.5	377	51	51			35	NW	3.05	0.82
4-10D	1.9	370	48	40	8		20	SW	3.25	1.05
5-23D	1.2	128	64	64	3		36	SW	4.62	0.47
6-33D	1.4	86	14	10	4		10	SW	5.35	0.44
6-37	1.1	53	7	5	7					

樣木：7		取樣日期	2003.1	主幹												
胸高直徑(cm)	20	附生植物乾重(g)		176.312												
樹高 (m)	11	苔蘚植物乾重(g)		153.082												
高度 (m)	5	6	7	9	11	12	16	18	21	22	23	24	25	維管束	地衣	
0.5-1	0.671		1.702	0.021	39.832	2.233	0.012	0.151	0.04	0.029	0.193	0.28	0.044	2.227	0.231	
1.5-2	0.012		0.52		19.267	0.083		0.913	0.017		0.051		0.13	8.51	0.211	
2.5-3			0.003		4.481	0.046		1.587			0.01				0.171	
3.5-4	0.492				0.193	0.028		1.689							0.008	
4.5-5					0.121	0.01		0.404							0.172	
5.5-6	0.033				0.011			0.981							0.013	
6.5-7	0.014	0.005			0.01			0.222							0.012	
7.5-8								0							0.043	
8.5-9								0							0.017	

樣木：7 取樣日期 2003.1 活枝條				
附生植物乾重(g)	2.648			
苔蘚植物乾重(g)	1.552			
編號	6	11	18	地衣
4	0.023	0	0.128	0.142
12		0	0.082	0
16	0.025	0	0	0
20	0.029	0	0	0.132
24		0	0.101	0

樣木：7 取樣日期 2003.1 枯枝條											
附生植物乾重(g)	12.123										
苔蘚植物乾重(g)	11.921										
編號	5	7	11	15	16	18	21	22	23	維管束	地衣
1D	0.672	0.016	8.551	0.058	0.033	0.612	0.004	0.004	0.048		0.075
2D		0.009	0.592			0.765				0.012	0.009
4D			0			0.557					0.106

樣木：7	取樣日期	2003.1	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.8316						
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.8192						
高度 (m)	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	0.3322	0.3121	0.3121	0.0008	0.008	0.31	0.0006
1.5-2	0.3000	0.065	0.0621	0.0008	0.0021	0.06	0.0021
2.5-3	0.2804	0.0148	0.014	0.0008		0.01	0.004
3.5-4	0.2647	0.011	0.01	0.0001		0.0015	0.006
4.5-5	0.2403	0.0036	0.0028	0.0008		0.0008	0.002
5.5-6	0.2223	0.0066	0.0066	0.0002		0.0006	0.006
6.5-7	0.1854	0.0021	0.002	0.0001		0.0004	0.0012
7.5-8	0.1594	0.0002		0.0002			
8.5-9	0.0990	0.0002		0.0002			
9.5-10	0.0833	0.0002		0.0002			
10.5-11	0.0165						

樣木：7		取樣日期	2003.1		活枝條				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.0154								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0112								
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	高度(m)
4	2.4	0.104772115	0.0013	0.0008	0.0005	0	0	0.0008	4.5
12	2.4	0.118438043	0.0005	0.0005	0	0	0	0.0005	5.65
16	2	0.078539816	0.00045	0.0004	0.00005	0	0	0	6.15
20	3.3	0.155194677	0.0011	0.0006	0.0005	0	0	0	6.8
24	1.8	0.052386057	0.0005	0.0005	0	0	0	0.0005	7
樣木：7		取樣日期	2003.1		枯枝條				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.03235								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.0271								
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	高度(m)
1D	2.1	0.034133404	0.0269	0.0225	0.0004	0.004	0.02	0.0025	0.8
2D	2.2	0.062674773	0.00315	0.003	0.00005	0.0001	0.003	0.003	1.7
4D	2.4	0.044532076	0.0023	0.0016	0.0007	0	0	0.0016	3.6

樣木：8		取樣日期 2005.3		主幹																						
胸高直徑(cm)	21.3	附生植物乾重(g)	103.67																							
樹高 (m)	12.8	苔蘚植物乾重(g)	101.568																							
高度 (m)	方位	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	維管束	地衣	
0.5-1	NE								0.012	5.656	0.45	0.005						1.604	0.791						0.002	
	NW	0.053					0.087			5.184	0.453				0.016				0.009	0.002		0.15			0.003	
	SE			0.006	0.097	0.063	0.041			7.833	0.016	0.005		0.008				0.1	0.036	0.016	0.037	0.178			0.025	0.005
	SW	0.013			0.003		0.83			6.835	1.166	0.002	0.024		0.006			0.003	0.016	0.012	0.652		0.126			
1.5-2	NE	0.216								1.004	0.056			0.1				0.012	0.012				0.003		0.006	
	NW	0.249					0.135			3.147	0.051							0.005	0.01				0.002		0.005	
	SE	0.029								0.161	0.022							0.009							0.002	
	SW	0.371					0.002			1.276	0.045							0.018	0.02				0.039		0.002	
2.5-3	NE	0.018								0.202			0.038							0.004	0.007				0.002	
	NW	0.003								0.307	0.001															
	SE	0.002					0.014			0.429	0.225					0.017	0.01	0.004							0.069	
	SW	0.176					0.079			0.148	0.003						0.002			0.023					0.004	
3.5-4	NE	0.004	0.291		0.019					0.036															0.036	
	NW									0.000	0.005							0.003								
	SE	0.033	0.016				0.005			0.265	0.016							0.005							0.003	0.045
	SW	0.003	0.022		0.016					0.054	0.017								0.033							
4.5-5	NE	0.014	0.082		0.13		0.102			0.110	0.151							0.008					0.004		0.004	
	NW	0.063			0.031		0.151			0.150								0.02	0.003						0.004	
	SE	0.027			0.008		1.285			0.356								0.012							0.004	

高度 (m)	方位	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	維管束	地衣
4.5-5	SW	0.277					0.013			0.005							0.005								
5.5-6	NE	0.033					0.202			1.121							0.05								0.049
	NW	0.005			0.003		0.022			0.205						0.079	0.003		0.003						0.197
	SE						0.003			0.840						0.095									
	SW				0.028		0.017			0.000	0.091						0.019								0.002
6.5-7	NE						0.022			0.096							0.027							0.004	0.006
	NW		0.007			0.002	0.006			0.037							0.002							0.004	0.004
	SE	0.009	0.01			0.064	0.017			0.582							0.015								
	SW	0.002					0.002			0.266															
7.5-8	NE				0.042					0.121							0.006								0.266
	NW							0.083		0.044							0.004								0.006
	SE				0.062	0.005				0.281						0.125	0.004	0.015		0.001					0.036
	SW															0.415									0.003
8.5-9	NE				0.013			0.01		0.027							0.003								0.065
	NW				0.01	0.003	0.015			0.132						0.016	0.024								0.005
	SE						0.005			0.005						0.006	0.053								
	SW				0.004												0.054								0.008
9.5-10	NE																0.002								
	NW																0.006								0.003
	SE				0.019																				0.164
	SW				0.008												0.005								0.004
10.5-11	NE							0.004																	

高度 (m)	方位	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	維管束	地衣
10.5-11	NW																0.006								
	SE																0.006								0.004
	SW																0.003								

樣木：8		取樣日期 2005.3 活枝條													
附生植物乾重(g)		12.495													
苔蘚植物乾重(g)		11.043													
編號	區位	2	3	5	6	7	10	11	12	16	18	19	24	維管束	地衣
5-4	A1							0.538							0.004
5-4	A2			0.028	0.044			0.071			0.003	0.027			
5-4	B				0.097						0.108	0.024			0.002
5-5	A1			0.086	0.028	0.102		0.049				0.007			0.074
5-5	A2			0.044	0.029	0.287		0.027		0.003	0.072	0.019		0.026	0.007
5-5	B			0.022	0.011		0.004	0.056			0.004	0.188		0.004	0.041
6-1	B			0.036	0.053						0.577				
6-2	A1			0.021	0.016			0.162				0.004			
6-2	A2			0.013	0.015			0.006				0.005			
6-2	B			0.029	0.012		0.01	0.005			0.05	0.022			
6-4	A1			0.077	0.016	0.069		0.234			0.643	0.044	0.005		
6-4	A2			0.022	0.101			0.467			0.236	0.038			0.004
6-4	B			0.024	0.04			0.028			0.052	0.029			0.055
6-5	A1				0.006			0.003						0.004	0.19
6-5	A2			0.059	0.071		0.002	0.272		0.142		0.05		0.01	0.005
6-5	B			0.063	0.075	0.05	0.002	0.173	0.015		0.101	0.044		0.006	
6-6	A1				0.023			0.013			0.101				
6-6	A2											0.01			

編號	區位	2	3	5	6	7	10	11	12	16	18	19	24	維管束	地衣
6-6	B				0.003		0.002				0.008	0.044			
6-7	A1			0.022	0.003			0.014			0.006				0.002
6-7	A2				0.005						0.313				
6-7	B			0.084	0.097		0.019	0.115			0.055	0.029			
7-1	A1				0.008		0.002								
7-1	A2				0.019			0.019			0.006				
7-1	B			0.013	0.049	0.015		0.002							0.006
7-2	A1				0.001	0.011		0.006			0.735	0.024			0.01
7-2	A2				0.036							0.015	0.04		
7-2	B			0.003			0.015				0.004	0.008	0.012		0.003
7-3.5	A1			0.004				0.101			0.148				
7-3.5	A2										0.207				0.083
7-4	A1							0.102			0.025	0.003			0.004
7-4	A2			0.008	0.014										0.003
7-4	B			0.061	0.069		0.002				0.106	0.045			
8-1	B						0.024								
8-2	A1			0.011				0.044			0.172				
8-2	B														0.034
8-3	A1			0.053				0.005							0.002
8-3	B						0.01	0.047				0.075			
8-5	A1				0.027			0.017			0.026				0.004
8-5	A2				0.024										

編號	區位	2	3	5	6	7	10	11	12	16	18	19	24	維管束	地衣
8-5	B				0.008		0.008								
8-6	A1				0.371										
8-6	A2											0.002			
8-6	B		0.014									0.002			
8-7	A1				0.032										0.003
8-7	A2		0.002		0.016										
8-7	B						0.016				0.006	0.002			
8-8	A1				0.008			0.017			0.032				
8-8	A2			0.06											
8-8	B				0.017							0.01			0.005
8-10	A1				0.005						0.016	0.003			
8-10	A2										0.008	0.002			0.005
8-10	B						0.01					0.004			
9-1	A1				0.005						0.021				0.108
9-1	A2											0.006			0.06
9-1	B				0.031							0.008			0.003
9-3	A1	0.003													0.006
9-4	A1														0.006
9-5	A1				0.019							0.014			
9-5	B						0.093								
9-6	A1											0.016			0.003

編號	區位	2	3	5	6	7	10	11	12	16	18	19	24	維管束	地衣
9-6	A2				0.002							0.007			
9-6	B				0.003		0.006				0.004	0.002			0.094
9-7	A1				0.003							0.001			0.045
9-7	A2						0.008								
9-7	B				0.003										
9-9	A1				0.065						0.03				
9-9	B				0.005						0.009				0.004
9-10	A1				0.013		0.004					0.002			0.023
9-10	B						0.09								
9-11	A2				0.02										
10-1	A1				0.022										0.084
10-1	A2											0.03			
10-1	B										0.004				0.003
10-3	A1														0.054
10-4	A1														0.026
10-4	B						0.025								
10-5	A1											0.008			
10-5	A2											0.004			
10-6	A1											0.006			0.003
10-6	A2											0.002			
10-6	B						0.009								

編號	區位	2	3	5	6	7	10	11	12	16	18	19	24	維管束	地衣
10-8	A1														0.164
10-8	A2						0.019								
10-8	B						0.014								
10-9	A1						0.002								0.018
10-9	A2														0.03
10-9	B										0.012				0.052
10-10	A1						0.008								0.07
11-2	A1											0.004			
11-7	A1											0.004			

樣木：8		取樣日期 2005.3 枯枝條															
附生植物乾重(g)		5.34															
苔蘚植物乾重(g)		4.577															
枝條編號	2	5	6	7	9	10	11	12	16	18	19	21	22	23	24	維管束	地衣
4-1D		0.078	0.002	0.002			0.078				0.072	0.018				0.074	0.002
4-2D			0.026				0.019			0.035	0.082						0.105
4-3D							0.234										0.03
4-4D		0.121	0.006	0.181			0.618		0.006	0.008	0.017			0.002		0.008	
5-1D			0.046			0.019					0.057						0.117
5-2D		0.041	0.048				0.148				0.054					0.04	0.041
5-3D		0.016					0.301				0.011					0.015	0.026
5-6D		0.003	0.025		0.018	0.004	1.008	0.013		0.31	0.055					0.012	0.006
6-3D	0.055	0.52	0.01		0.043	0.011	0.037				0.029		0.016		0.004		0.22
7-5D			0.006							0.009	0.015						
7-6D							0.003										0.022
8-4D						0.005											0.045
8-9D			0.018							0.008	0.006						

樣木：8		取樣日期	2005.3	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.9906							
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	1.0138							
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0960	0.0882	0.0882	0.0001		0.0882	
	NW	0.0960	0.09	0.09		0.0001	0.09	
	SE	0.0960	0.384059702	0.096	0.0001	0.0006	0.096	
	SW	0.0960	0.384059702	0.096			0.096	
1.5-2	NE	0.0811	0.0637	0.0635	0.0002		0.0635	
	NW	0.0811	0.0784	0.0784		0.0001	0.0784	
	SE	0.0811	0.048	0.048	0.00005		0.028	
	SW	0.0811	0.0154	0.0154	0.0002		0.0094	
2.5-3	NE	0.0776	0.0036	0.0034	0.0002		0.003	
	NW	0.0776	0.0145	0.0145			0.006	
	SE	0.0776	0.019	0.0185	0.0005		0.0103	0.001
	SW	0.0776	0.0168	0.0166	0.0002		0.005	
3.5-4	NE	0.0736	0.012	0.0114	0.0006		0.003	
	NW	0.0736	0.0022	0.0022			0.0002	
	SE	0.0736	0.0134	0.0128	0.0006	0.0002	0.0086	
	SW	0.0736	0.0102	0.0102			0.0052	
4.5-5	NE	0.0713	0.0157	0.0155	0.0002		0.0027	
	NW	0.0713	0.0128	0.0124	0.0004		0.0026	

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	SE	0.0713	0.0167	0.0167	0.0001		0.0089	
	SW	0.0713	0.0056	0.0056			0.0002	
5.5-6	NE	0.0654	0.0212	0.02	0.0012		0.0191	
	NW	0.0654	0.012	0.0108	0.0012		0.0033	0.002
	SE	0.0654	0.0187	0.0187	0		0.0187	0.0023
	SW	0.0654	0.01	0.01	0.0001		0.01	
	NE	0.0597	0.0057	0.0054	0.0003	0.00005	0.0034	
6.5-7	NW	0.0597	0.0027	0.0026	0.0001	0.00005	0.0026	
	SE	0.0597	0.0153	0.0153	0		0.0105	
	SW	0.0597	0.0086	0.0086	0		0.0066	
	NE	0.0536	0.0132	0.013	0.0004		0.009	
7.5-8	NW	0.0536	0.0075	0.0074	0.0001		0.002	
	SE	0.0536	0.0129	0.0129	0.0004		0.0085	0.0014
	SW	0.0536	0.0024	0.0024	0.0001			0.0024
	NE	0.0414	0.0033	0.0013	0.002		0.0006	
8.5-9	NW	0.0414	0.0082	0.008	0.0002		0.005	0.0002
	SE	0.0414	0.0045	0.0043	0.0002		0.0001	0.0002
	SW	0.0414	0.0034	0.003	0.0004			
	NE	0.0289	0.0008	0.0008				
9.5-10	NW	0.0289	0.0019	0.0018	0.0001			
	SE	0.0289	0.0035	0.001	0.0025			

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
9.5-10	SW	0.0289	0.0014	0.0013	0.0001			
10.5-11	NE	0.0173	0.0005	0.0005				
	NW	0.0173	0.0005	0.0005				
	SE	0.0173	0.0006	0.0005	0.0001			
	SW	0.0173	0.0001	0.0001				
11.5-12		0.0306						
top		0.0141						

樣木：8		取樣日期	2005.3	活枝條								
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.2977										
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.2627										
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
5-4	A1	3.1	363	81	81	2		60		NE	4.53	1.20
5-4	A2		310	24	24	0.5		21	1			
5-4	B		1458	56	56				12			
5-5	A1	3.2	334	84	76	8		10		SE	4.71	2.77
5-5	A2		305	125	106	3	16	8	6			
5-5	B		2073	84	82	2	1	20	1			
6-1	B	3.4	2941	66	66				57	NW	5.02	2.02
6-2	A1	2.6	220	80	80			54		SE	5.31	2.38
6-2	A2		211	39	39			3				
6-2	B		1414	79	79			2	21			
6-4	A1	4.5	540	133	133			39	55	NE	5.41	1.18
6-4	A2		446	151	149	2		72	20			
6-4	B		2325	38	24	14		8	6			
6-5	A1	3.4	316	56	4	50	2	1		SE	5.59	1.07
6-5	A2		275	90	90	1	4	30				
6-5	B		1810	95	95		2	44	11			
6-6	A1	2.8	346	37	37			8	19	NW	5.82	3.34

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
6-6	A2		283	13	13							
6-6	B		903	9	9				1			
6-7	A1	3.5	292	44.5	44	0.5		6	1	NE	5.92	1.50
6-7	A2		236	60	60				56			
6-7	B		1458	105	105			40	6			
7-1	A1	3.1	368	40	40					SE	6.17	0.91
7-1	A2		325	20	20			4	1			
7-1	B		1414	114	110	4		1				
7-2	A1	2.2	314	98	95	3		4	50	SE	6.24	2.12
7-2	A2		275	45	45							
7-2	B		477	60	60	1			1			
7-3.5	A1	2.7	212	31	31			12	24	SE	6.57	0.68
7-3.5	A2		192	30	16	14			16			
7-4	A1	4.8	419	31	30	1		28	2	NE	6.75	3.41
7-4	A2		386	6	4	2						
7-4	B		2658	84	84				9			
8-10	A1	2.3	216	6	6				2	NE	8	1.35
8-10	A2		201	6	6	0.5			3			
8-10	B		980	32	32							
8-2	A1	3.6	421	43	43			18	25	NE	7.22	1.29
8-2	B		2036	6	0	6						
8-3	A1	4.1	245	13	13	1		3		SE	7.25	2.23

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
8-3	B		3107	55	55			21				
8-5	A1	3.3	509	10	10	2		4	4	SE	7.47	1.69
8-5	A2		441	6	6							
8-5	B		1363	8	8							
8-6	A1	2.6	216	8	8					NW	7.5	1.66
8-6	A2		202	2	2							
8-6	B		1111	10	10				0			
8-7	A1	3.8	283	24	24	2				SE	7.62	2.52
8-7	A2		259	12	12							
8-7	B		2388	10	10				1			
8-8	A1	3	264	6	6			1	5	SE	7.75	1.51
8-8	A2		240	29	29							
8-8	B		1169	24	24	1						
9-1	A1	3.5	271	30	9	21			5	NW	8.05	1.39
9-1	A2		246	16	6	10						
9-1	B		1759	20	20	2						
9-10	A1	1.3	98	30	22	8				SW	8.87	2.17
9-10	B		230	11	11							
9-11	A2	2.4	179	6	6					SW	8.95	1.19
9-3	A1	4.4	396	6	2	4				NE	8.2	1.86
9-4	A1	2.2	185	4	0	4				SW	8.43	0.87
9-5	A1	2.7	229	40	40					SE	8.44	0.97

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
9-5	B		1266	8	8							
9-6	A1	4.2	254	14	12	2				NE	8.67	1.80
9-6	A2		228	12	12							
9-6	B		2011	30	6	24			2			
9-7	A1	3.5	243	18	8	10				SE	8.7	2.43
9-7	A2		212	7	7							
9-7	B		1503	7	7							
9-9	A1	4.4	309	25	25				3	SE	8.75	1.57
9-9	B		2567	24	12	12			3			
10-1	A1	3	194	34	6	28				SE	9.01	1.80
10-1	A2		173	16	16							
10-1	B		1131	12	12	1			1			
10-10	A1	2.5	177	24	16	8				NE	9.87	1.56
10-3	A1	2.9	280	16	0	16				SW	9.16	2.70
10-4	A1	1.8	6	3	0	3				SE	9.36	0.86
10-4	A2		3	3	0	3						
10-4	B		294	17	17							
10-5	A1	3	208	12	12					SE	9.39	2.39
10-5	A2		181	10	10							
10-6	A1	2	116	15	14	1				SW	9.41	1.48
10-6	A2		104	2	2							
10-6	B		553	2	2							

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
10-8	A1	3	130	32	0	32				SE	9.7	5.85
10-8	A2		115	6	6							
10-8	B		1084	6	6							
10-9	A1	3.4	112	12	1	12				NW	9.75	1.98
10-9	A2		102	9	0	9						
10-9	B		1602	11	1	10		1				
11-15	A1	2.1	90	6	0	6				NE	10.67	2.51
11-2	A1	2.2	69	1	1					SW	10.06	1.55
11-7	A1	1.6	82	1	1					SW	10.34	1.28

樣木：8		取樣日期	2005.3	枯枝條							
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.1288									
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.1239									
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚(cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
4-1D	2.9	82	70	70	0.5	16	8		SE	3.2	0.20
4-2D	2.2	106	95	80	9		9	6	NE	3.4	0.15
4-3D	1.8	52	36	34	2		28		NE	3.53	0.20
4-4D	2.7	308	252	252	0	2	126		NE	3.92	0.37
5-1D	2.1	74	70	60	10				NE	4.12	0.51
5-2D	2.5	75	70	68	4	10	16		NE	4.35	0.67
5-3D	2.7	216	81	75	5	4	54		SE	4.48	3.22
5-6D	2.3	491	425	425	2	4	114	15	NE	4.91	0.63
6-3D	1.5	161	130	130	21		6		NW	5.34	0.72
7-5D	1.4	363	14	14				2	SE	6.76	4.15
7-6D	1.7	34	18	12	6		1		NW	6.93	0.01
8-4D	1.8	396	10	2	8				SW	7.45	1.85
8-9D	1.6	448	17	17				1	NW	7.85	1.66

樣木：9		取樣日期 2005.1 主幹																						
胸高直徑(cm)	23	附生植物乾重(g)																		120.8				
樹高 (m)	12.7	苔蘚植物乾重(g)																		116.84				
高度 (m)	方位	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	維管束	地衣
0.5-1	NE					0.5			2.514	0.009	0.002					0.002							0.002	0.002
	NW			0.006		0.521			5.392	0.007						0.002		0.266	0.005	0.788				0.016
	SE					0.016		0.005	3.866		0.001			0.015		0.004				0.034	0.003	0.003	0.003	0.022
	SW					0.972			3.447	0.215	0.001							0.013		0.031	0.002	0.013	0.003	0.003
1.5-2	NE	0.002				0.04			0.426	0.02				0.002										
	NW		0.003	0.002		0.008			1.119							0.003						0.02	0.004	0.053
	SE			0.106		0.01			2.380	0.104	0.006					0.048		0.006						0.028
	SW			0.058		0.286			4.846		0.005	0.006				0.008						0.005	0.002	0.072
2.5-3	NE					2.311			0.693								0.006	0.006						0.002
	NW			0.014		1.244			1.137	0.013	0.003					0.003							0.001	0.049
	SE	0.02		0.11	0.005	0.346	0.01		0.076		0.006												0.052	0.041
	SW		0.008	0.19	0.025	0.439			2.459	2.936													0.081	0.049
3.5-4	NE	0.015		0.166	0.016	0.038	0.008		0.691						0.007						0.004	0.02		0.053
	NW								0.093															0.028
	SE	0.227		0.38		0.085			0.722				0.005					0.055		0.009			0.002	0.064
	SW	0.013		0.24		0.056			0.661														0.002	0.046
4.5-5	NE	0.064		0.025		0.171			0.469						0.008					0.008			0.012	0.002
	NW			0.056		0.094			2.400	0.18										0.013			0.019	0.172

高度 (m)	方位	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	維管束	地衣
4.5-5	SE	0.129		0.113					0.053						0.005	0.018							0.032	0.02
	SW	0.063	0.066	0.471	0.014	0.008	0.107		2.185	1.167						0.038				0.006			0.006	0.226
5.5-6	NE			0.947	0.031	0.009	0.013		1.185							0.002				0.016			0.031	0.02
	NW	0.006	0.017	0.07	0.023				0.123	0.035						0.087				0.026			0.023	0.121
	SE			0.168		0.023	0.013		0.260	0.052													0.002	0.053
	SW	0.022					0.039		0.055							0.009								0.002
6.5-7	NE	0.004			0.008	0.021			0.115							0.064				2.008				0.046
	NW					0.072				0.004					0.004									0.231
	SE			0.021			0.001		0.000							0.002								0.008
	SW			0.009					0.013						0.044									0.163
7.5-8	NE			0.043																				0.002
	NW			0.354					0.106	0.076														0.023
	SE				0.004				0.015						0.013									0.03
	SW				0.341				0.055															0.014
8.5-9	NE																							
	NW														0.022									
	SE														0.108									
	SW																							
9.5-10	NE																							0.006
	NW																							0.019
	SE																							

高度 (m)	方位	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	維管束	地衣	
9.5-10	SW																								
10.5-11	NE																							0.004	0.003

樣木：9		取樣日期	2005.1	活枝條										維管束	地衣
附生植物乾重(g)		5.578													
苔蘚植物乾重(g)		4.321													
編號	區位	2	5	6	9	10	11	13	18	19	24	26	維管束	地衣	
7-26	A1	0.039		0.009			0.013		0.563					0.226	
7-26	A2			0.025					0					0.025	
7-26	B					0.002			0.083	0.002	0.003			0.002	
7-30	A1								0.087						
7-30	B			0.006					0.086					0.208	
7-31	A1	0.003		0.105					0			0.003			
7-31	A2			0.035					0.01	0.005					
8-1	A1	0.003							0.288				0.004		
8-1	A2	0.003		0.001					0	0.003					
8-1	B								0.01						
8-5	A1	0.004		0.002					0.107					0.002	
8-5	A2						0.003		0	0.003					
8-5	B			0.002					0	0.003				0.133	
8-7	A1						0.133		0.056					0.012	
8-7	A2								0.031	0.007					
8-7	B			0.088		0.027			0.024						
8-11	A1		0.02	0.135			0.01	0.002	0.026					0.004	
8-11	A2		0.031	0.234		0.009			0.012	0.02					

編號	區位	2	5	6	9	10	11	13	18	19	24	26	維管束	地衣
8-11	B			0.055		0.031			0.013	0.037				0.004
8-12	A1					0.012	0.005		0	0.032				
8-12	A2					0.014			0.031					0.041
8-12	B	0.012				0.011			0.005					0.092
9-1	A1			0.157	0.005				0.068	0.04				0.002
9-1	A2			0.015					0	0.069				
9-1	B					0.027			0.023	0.063	0.073			0.071
9-2	A1			0.043					0.019					
9-2	A2			0.03		0.012			0	0.021				
9-2	B			0.007					0.023	0.017	0.033			
9-3	A1					0.053			0.046					
9-3	B								0.011					0.022
9-4	A1								0.008	0.061				0.182
9-4	A2								0.074					
9-4	B								0.008		0.017			
9-5	A1					0.012			0.04					
9-5	A2		0.015						0	0.003	0.004			
9-5	B			0.002		0.02			0.004					
9-6	A1			0.094					0.008		0.004			
9-6	A2			0.033		0.017			0					
9-6	B					0.01			0.003	0.032	0.017			0.031

編號	區位	2	5	6	9	10	11	13	18	19	24	26	維管束	地衣
9-8	A1								0					0.061
9-9	A1					0.029			0					
9-9	A2					0.002			0	0.048				
9-9	B					0.02			0.004	0.003				
9-10	A1					0.015			0					
9-10	A2								0.003	0.009				
9-10	B					0.006			0.005					0.003
9-11	A1					0.005			0					
9-11	A2					0.003			0	0.028				
10-1	A1								0.011					
10-2	A1			0.009					0					
10-3	A1								0	0.01				
10-3	A2					0.014			0	0.002				
10-3	B					0.004			0.004		0.007			0.072
10-6	A1					0.006			0					
10-6	A2					0.009			0					
10-10	B								0.014					
10-11	A1			0.002		0.007			0		0.014			
10-11	A2								0	0.003				
10-12	A1								0	0.012				
10-12	A2								0	0.01				

編號	區位	2	5	6	9	10	11	13	18	19	24	26	維管束	地衣
11-1	A1								0.002					
11-1	A2								0.022					0.001
11-1	B								0					0.059
11-6	A2								0.004					

樣木：9		取樣日期 2005.1		枯枝條																		
附生植物乾重(g)		29.188																				
苔蘚植物乾重(g)		26.857																				
編號	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	20	21	23	24	維管束	地衣
4-1D				0.012	0.01										0.462							0.002
4-2D		0.158		0.103	0.113	0.003			0.003					0.022	0.116	0.011				0.009	0.006	0.14
4-3D	0.042			0.052	0.007										0.237	0.003					0.01	0.059
5-4D				0.107	0.035					0.088					0.022	0.01						
5-5D	0.008			0.451	0.034	0.098				0.015					0.216					0.006	0.01	0.015
5-6D			0.005		0.06			0.006		0.022						0.006						0.003
5-7D		0.038		0.081	0.517			0.067	0.013	0.76				0.006	1.523	0.082				0.016	0.029	0.026
5-8D				0.195	0.097					0.006	0.42		0.008		0.063	0.02				0.008	0.002	0.115
5-9D					0.002	0.072			0.008	0.043				0.008		0.009					0.003	0.003
5-10D		0.005			0.004					0.494					0.881							0.018
5-11D					0.005	0.071		0.021		0.017						0.005					0.004	0.152
6-12D		0.006		0.002	0.005			0.16		0.704					0.122	0.231					0.02	
6-13D					0.087										0.557	0.041					0.004	0.006
6-14D		0.003			0.018					0.089					0.013							0.005
6-15D		0.003			0.003										0.245						0.003	0.008
6-16D		0.003	0.027	0.002				0.062		0.391		0.002			0.63	0.02		0.004			0.004	0.163
6-17D		0.003		0.003	0.004					0.072					1.204							0.036
6-18D		0.003		0.403	0.127	0.005		0.003	0.087		0.003	0.001			0.815	0.003				0.014		0.353

編號	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	19	20	21	23	24	維管束	地衣
6-19D		0.004		0.005	0.08					0.861	0.02				0.05				0.003		0.003	0.336
6-20D				0.55	0.622					0.098	0.002	0.002		0.009	0.333					0.006	0.004	
6-21D				1.072	0.023	0.007		0.15	0.191	0.583					0.475	0.111				0.004	0.002	0.035
7-22D		0.012			0.045		0.02								0.841		0.01					0.002
7-23D					0.01				0.003						0.082							0.006
7-24D		0.004			0.007										0.442							0.005
7-25D		0.034		0.003	0.149				0.013	0.018					1.972					0.058		0.108
7-27D				0.022	0.109					0.043					0.604	0.051						0.313
7-28D					0.044					0.064					1.496	0.13					0.007	0.003
7-29D					0.002	0.002			0.009	0.022					0.032						0.002	0.039
8-2D		0.014		0.034	0.041				0.011						0.011							0.034
8-3D		0.006			0.073				0.006						0.031	0.003						0.003
8-4D					0.028				0.102						0.075							0.165
8-6D		0.01			0.009					0.049					0.067							0.038
8-8D															0.05							0.023
8-9D									0.029						0.086	0.008						
8-10D					0.083				0.004						0.095					0.015		0.004
10-4D									0.006													

樣木：9		取樣日期	2005.1	主幹				
附生植物覆蓋面積(m ²)		1.3632						
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		1.3226						
高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	NE	0.0958	0.0287	0.0287	0.00005	0.0002	0.0287	
	NW	0.0958	0.0923	0.0923	0.0002		0.0795	
	SE	0.0958	0.0552	0.0552	0.0002	0.0001	0.0552	
	SW	0.0958	0.0127	0.0127	0.00005	0.0001	0.0127	
1.5-2	NE	0.0864	0.0222	0.0222			0.0222	
	NW	0.0864	0.0228	0.0228	0.0004	0.0002	0.0228	
	SE	0.0864	0.0449	0.0418	0.0003		0.0417	0.0001
	SW	0.0864	0.0427	0.0406	0.0021	0.00005	0.0406	
2.5-3	NE	0.0868	0.0368	0.0368	0.00005		0.014	
	NW	0.0868	0.0294	0.0294	0.001	0.002	0.0193	
	SE	0.0868	0.0267	0.0267	0.0004	0.0008	0.0088	
	SW	0.0868	0.0348	0.0348	0.0003	0.0005	0.0348	
3.5-4	NE	0.0793	0.0147	0.0147	0.0012		0.0156	
	NW	0.0793	0.0211	0.0208	0.0003		0.0032	
	SE	0.0793	0.0045	0.0043	0.0002		0.0196	
	SW	0.0793	0.0297	0.0297	0.0005	0.0002	0.0107	
4.5-5	NE	0.0750	0.0086	0.0086	0.0001	0.0004	0.008	0.0065
	NW	0.0750	0.0364	0.0343	0.0021	0.0003	0.032	

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
4.5-5	SE	0.0750	0.0042	0.0029	0.0002	0.0005	0.0028	0.0001
	SW	0.0750	0.0284	0.0284	0.0014	0.00005	0.0234	
5.5-6	NE	0.0701	0.0185	0.0185	0.0001	0.0003	0.0185	
	NW	0.0701	0.0048	0.004	0.0008	0.0002	0.0022	
	SE	0.0701	0.0131	0.0131		0.0002	0.0101	
	SW	0.0701	0.0019	0.0016	0.0003		0.0016	
6.5-7	NE	0.0628	0.0055	0.0053	0.0002		0.0064	0.0035
	NW	0.0628	0.0039	0.0019	0.002		0.003	0.0003
	SE	0.0628	0.0064	0.0064	0.001			
	SW	0.0628	0.007	0.0025	0.0045		0.001	0.0012
7.5-8	NE	0.0526	0.0071	0.0071	0.00005			
	NW	0.0526	0.0089	0.0077	0.0012		0.0071	
	SE	0.0526	0.0018	0.001	0.0008		0.0069	0.0001
	SW	0.0526	0.0003	0.0002	0.0003		0.0009	
8.5-9	NE	0.0454						
	NW	0.0454	0.0006	0.0006				0.0006
	SE	0.0454	0.0025	0.0025				0.0025
	SW	0.0454						
9.5-10	NE	0.0312	0.0002		0.0002			
	NW	0.0312	0.0009		0.0009			
	SE	0.0312						

高度 (m)	方位	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
9.5-10	SW	0.0312						
10.5-11	NE	0.0187	0.0014	0.0012	0.0003			
	NW	0.0187						
	SE	0.0187						
	SW	0.0187						
top		0.0820						

樣木：9		取樣日期	2005.1	活枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.16085								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.12775								
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
7-26	A1	3.1	363	123	99	24	75	NW	6.55	1.37
7-26	A2		297	36	34	2				
7-26	B		1527	70	59	12	36			
7-30	A1	2.5	332	20	20		20	NW	6.98	0.37
7-30	B		1178	48	18	30	18			
7-31	A1	2.4	236	36	36			SW	6.99	0.96
7-31	A2		221	67	2		2			
8-1	A1	2.5	231	38	38		38	SW	7.07	0.96
8-1	A2		206	5	5		0			
8-1	B		1062	2	2		2			
8-11	A1	4.2	521	57	53	4	3	NW	7.67	2.10
8-11	A2		482	40	40		1			
8-11	B		2903	135	135	1	2			
8-12	A1	3.3	317	18	18			SE	7.73	0.64
8-12	A2		297	19	10	9	3			
8-12	B		2089	32	5	32	0.5			
8-5	A1	3.3	207	15	15	0.5	12	SE	7.27	0.36
8-5	A2		207	42	42					

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
8-5	B		2573	32	18	14	0			
8-7	A1	3.3	349	24	24		9	NW	7.38	0.64
8-7	A2		314	11	11		5			
9-1	A1	3.3	297	18	17	1	8	NE	8.17	1.57
9-1	A2		278	30	30					
9-1	B		1649	29	29	12	1			
9-10	A1	2.4	236	2	2			SW	8.81	0.21
9-10	A2		221	6	6		1			
9-10	B		687	8	5	3	2			
9-11	A1	2.6	216	8	8			SW	8.97	0.87
9-11	A2		198	24	24					
9-2	A1	3.8	297	21	20		1	SW	8.18	0.81
9-2	A2		267	29	29					
9-2	B		1476	47	47		4			
9-3	A1	4.2	415	35	35		5	NW	8.17	1.28
9-3	B		1810	12	1	11	1			
9-4	A1	2.8	93	58	18	40	2	SE	8.31	0.78
9-4	A2		90	12	12		12			
9-4	B		2312	1	1		1			
9-5	A1	1.9	192	15	15		10	SW	8.38	0.46
9-5	A2		176	15	15					

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
9-5	B		567	17	17		0.5			
9-6	A1	4.3	282	44	44		2	NW	8.48	1.54
9-6	A2		228	21	21					
9-6	B		1816	30	24	6	1			
9-7	A1	1.3	218	87	87			SE	8.58	1.67
9-8	A1	3.1	319	15		14		SE	8.65	0.91
9-8	B		1558	1	1					
9-9	A1	2.3	145	20				SE	8.77	0.82
9-9	A2		129	18						
9-9	B		1131	24	24		0.5			
10-1	A1	2.9	242	2	2		2	SE	9.13	0.95
10-11	A1	3.3	201	2	2			NW	9.78	0.13
10-11	A2		185	2	2					
10-12	A1	1.5	0	2	2			NE	9.93	0.11
10-2	A1	1.3	87	16	16			NW	9.14	0.42
10-3	A1	3.5	224	6	6			E	9.2	1.31
10-3	A2		218	8	8					
10-3	B		1838	31	10	31	0.5			
10-6	A1	2.5	211	3	3			NE	9.31	1.23
10-6	A2		202	6	6					
11-1	A1	3.6	123	0.5	0.5		0.4	NE	10.06	2.28

編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
11-1	A2		102	3	2	1	2			
11-1	B		487	8		8				
11-6	A2	2.7	75	2	2		2	SW	10.53	1.22

樣木：9	取樣日期	2005.1	枯枝條									
附生植物覆蓋面積(m ²)	0.4261											
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	0.3692											
編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度	
4-1D	2.1	53	38	38	0.5			38	NW	3.35	0.12	
4-2D	3	225	60	20	39	1		20	SW	3.55	0.30	
4-3D	2.5	113	33	32	2	1		14	S	3.82	0.49	
5-4D	2.8	280	52	51	1		7	3	SE	4.12	1.26	
5-5D	3.3	98	59	59	1	0.5	2	13	NE	4.25	0.52	
5-6D	2.7	287	129	115	1		4		SE	4.49	0.60	
5-7D	2.9	631	202	202	2	8	53	98	NW	4.54	0.79	
5-8D	2.2	361	84	64	20	1	56	7	SW	4.57	0.65	
5-9D	2	67	14	14	1	2	6		NE	4.65	0.21	
5-10D	2.6	405	126	123	3		48	75	SW	4.88	0.51	
5-11D	2.6	111	18	6	12	0.5	3		NW	4.95	0.55	
6-12D	2.2	121	102	75		6	60	15	NE	5.11	0.64	
6-13D	2.1	372	86	86	1	0.5		86	SW	5.13	0.67	
6-14D	2.7	77	15	15	1		15	3	SE	5.27	0.24	
6-15D	1.7	182	91	56	1	0.5	0	26	NW	5.28	0.90	
6-16D	2.9	310	66	40	26	3	30	40	E	5.32	0.92	
6-17D	3.3	1194	124	122	4		12	122	SW	5.4	1.19	
6-18D	3.7	1517	261	186	75		1	45	NW	5.7	2.45	

編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	方位	高度(m)	傾斜度
6-19D	2.4	649	297	279	18	1	100	10	SE	5.68	1.07
6-20D	2.8	238	100	72		2	44	28	NE	5.75	0.91
6-21D	4	1767	371	363	8	0.5	325	38	SE	5.97	1.84
7-22D	1.7	560	251	250	1			70	NW	6.17	1.53
7-23D	1.4	239	30	27	3			27	SW	6.38	0.72
7-24D	1.6	110	56	54	2			54	NE	6.42	0.67
7-25D	2.4	686	416	396	20		10	160	SE	6.49	1.19
7-27D	2	414	152	100	52		12	88	SW	6.63	0.66
7-28D	3.3	911	240	240	0.5	10	21	149	NE	6.7	2.14
7-29D	2.2	551	100	17	2	0.5	11	5	SE	6.72	1.34
8-2D	2.8	881	268	250	6			3	SE	7.15	1.21
8-3D	1.6	422	72	72	0.5			9	SW	7.16	1.51
8-4D	2	707	89	25	64			13	NW	7.26	-0.04
8-6D	1.9	147	46	40	6		9	13	NE	7.34	0.93
8-8D	1.3	90	14	6	8			6	SE	7.47	1.38
8-9D	1.4	93	91	91				16	NE	7.5	1.25
8-10D	1.3	325	105	103	2			15	SW	7.65	1.02
10-4D	1		3	3					SW	9.21	1.35

樣木：10		取樣日期		2003.4		主幹						
胸高直徑(cm)	24.5	附生植物乾重(g)		173.936								
樹高 (m)	11.7	苔蘚植物乾重(g)		159.934								
高度 (m)	5	6	7	10	11	12	18	21	22	23	維管束	地衣
0.5-1	0.514		1.165	0.02	48.366	3.432	0.038		0.047	0.045	0.759	0.083
1.5-2	0.312	0.01	0.638		4.678	1.087	0				0.28	0.363
2.5-3	0.363	0.002			10.155	1.652	0	0.272	0.034		0.033	0.584
3.5-4	0.155	0.003			1.704	0.024	0.042				0.009	1.199
4.5-5	0.85		0.055		1.035	0.01	0.92				0	0.398
5.5-6	0	0.039			0.002	0.001	0.971				0	2.009
6.5-7	0.129			0.195	0.021		0.339				0	0.461
7.5-8	0	0.024			0		0.618				0	0.823

樣木：10		取樣日期 2003.4 活枝條					
附生植物乾重(g)		34.444					
苔蘚植物乾重(g)		33.884					
編號	區位	5	6	10	18	22	地衣
4	A1				0.376		0.034
4	B	0.192	0.017	0.179	2.084	0.005	0.012
8	A1				0.045		
8	B		0.012		0.391		
12	A2		0.005		1.66		
12	B				0.026		
16	A1		0.058		1.396		
16	A2			0.011	0.279		
20	B		0.015		0.83		0.09
24	A1		0.005		0.849		
28	B				0.01		0.004
36	A1				0.013		
40	A1				0.013		

樣木：10		取樣日期 2003.4 枯枝條							
附生植物乾重(g)		9.005							
苔蘚植物乾重(g)		7.782							
編號	5	6	7	11	18	21	22	維管束	地衣
1D	0.154			1.327	0.623	0.117	0.042	0.059	0.007
2D				1.937				0.025	
4D	0.189	0.063	0.007		3.323				1.132

樣木：10		取樣日期	2003.4	主幹			
附生植物覆蓋面積(m ²)	1.308						
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)	1.188						
高度 (m)	表面積 (m ²)	附生 (m ²)	苔蘚 (m ²)	地衣 (m ²)	維管束 (m ²)	鞭蘚屬 (m ²)	真紫葉蘚 (m ²)
0.5-1	0.4257	0.3662	0.3662	0.0004	0.0036	0.366	
1.5-2	0.3566	0.1097	0.109	0.0018	0.003	0.1	
2.5-3	0.3503	0.0755	0.075	0.0012	0.0006	0.068	
3.5-4	0.3055	0.0234	0.0134	0.012		0.0106	0.0004
4.5-5	0.2851	0.0185	0.0142	0.0045		0.006	0.004
5.5-6	0.2576	0.0304	0.01	0.0215			0.0095
6.5-7	0.2026	0.0095	0.003	0.009		0.0009	0.0018
7.5-8	0.1532	0.0208	0.0032	0.0176			0.0049
8.5-9	0.0825						
9.5-10	0.0471						
10.5-11	0.0165						

樣木：10		取樣日期	2003.4	活枝條						
附生植物覆蓋面積(m ²)		0.14								
苔蘚植物覆蓋面積(m ²)		0.1362								
編號	區位	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	高度(m)	傾斜度 (°)
4	A1	6.0	1041	22	20	2		20	4.5	15
4	B		2576	111	110	1		100		
8	A1	2.7	196	4	4			4	4.95	15
8	B		1357	14	14			14		
12	A2	3.0	179	60	60			60	5.4	15
12	B		1037	2	2			2		
16	A1	2.6	362	48	48			48	5.65	30
16	A2		309	15	15			15		
20	B	3.7	1558	36	33			30	6.05	30
24	A1	2.5	198	30	30			30	6.35	15
28	A1	3.0	264	3	3			3	6.7	45
28	B		1313	1	0.5	0.5		0.5		
36	A1	2.8	416	3		3			7.35	15
40	A1	3.6	550	1	1		10	1	7.7	30

編號	基徑 (cm)	表面積 (cm ²)	附生 (cm ²)	苔蘚 (cm ²)	地衣 (cm ²)	維管束 (cm ²)	鞭蘚屬 (cm ²)	真紫葉蘚 (cm ²)	高度(m)
1D	2	0.032232741	131	120	1	10	50	30	0.8
2D	1.8	0.032044245	104	100	0	4	120	0	1.7
4D	2.2	0.087807515	154	150	40	0	0	250	3.6

樣木：10

取樣日期

2003.4

枯枝條

附生植物覆蓋面積(m²) 0.0389

苔蘚植物覆蓋面積(m²) 0.037