

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 94-00-5-13

人工林不同疏伐強度作業對苔蘚植物之影響

The effects of thinning on bryophyte
communities in the Cryptomeria plantation

林善雄

Shan-hsiung Lin



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：私立東海大學

中華民國九十四年十二月

目錄

表目次.....	2
圖目次.....	3
中文摘要.....	4
英文摘要.....	5
壹、研究目的.....	7
貳、研究背景.....	7
參、研究方法.....	8
肆、初步結果.....	8
伍、討論及結論.....	19
陸、未來工作.....	20
柒、參考文獻.....	21
捌、研究人員.....	29

表目次

表一、柳杉及少數闊葉樹上出現的苔蘚植物。.....	9
表二、樣區及鄰近地區苔蘚植物。.....	10
表三、人倫五個樣區中 11 株柳杉，不同區段的環境因子及其苔蘚組成。.....	16
表四、人倫及溪頭 6 株柳杉樹幹上 25 cm ² 方框面積內網苔植株高度及其個體數的測量。.....	22

圖目次

圖一、苔蘚物種在第3株(樣區2)柳杉不同高度上的分佈示意圖。.....	13
圖二、苔蘚物種在第11株(舊樣區3)柳杉不同高度上的分佈示意圖。.....	14
圖三、苔蘚物種在第9株(樣區2,倒木)柳杉不同高度上的分佈示意圖。.....	15
圖四、苔蘚物種在柳杉不同高度上的分佈圖。.....	18
圖五、柳杉樹上的苔蘚。.....	23
圖六、人倫的網苔。.....	23
圖七、南投人倫各樣區地理分佈圖。.....	24
圖八、人倫舊樣區3第一種網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的關 係。.....	25
圖九、人倫樣區6第一種網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的關係。...	25
圖十、人倫樣區2(倒木)第二種網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的 關係。.....	26
圖十一、人倫舊樣區3第一種網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的關 係。.....	26
圖十二、溪頭A株的網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的關係。.....	27
圖十三、溪頭B株的網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的關係。.....	27
圖十四、人倫及溪頭網苔在 25 cm ² 方框面積內高度及其個體數的關係。.....	28
圖十五、綜合圖八到圖十三網苔的高度及其個體數的關係。.....	28

中文摘要

本研究的目的乃在南投人倫柳杉人工林未進行疏伐實驗前，就苔蘚植物物種普查及生態調查進行基礎資料的收集及認識。其初步結果，在七個樣區中，針對 23 株柳杉 0~5 m 處(包括柳杉倒木 0~19 m)及其它基質上的苔蘚植物進行採樣及鑑定，計得 60 種，其中柳杉樹上有 27 種。

柳杉 2 m 以下苔蘚植物的優勢種依次為網苔、鞭蘚、檜苔或同葉苔。

比對第 3 株及第 11 株直立柳杉在 0~5 m 的區段顯示：(1) 隨著區段高度增加，溫度及光度增加而濕度降低；(2) 林道邊第 3 株隨著區段增高，發現溫度差異小，濕度差異小，光度差異大，而細鱗蘚科植物有五種分佈在 1~5 m 處；(3) 遠離林道的第 11 株隨著區段增高，發現溫度差異大，濕度差異大，光度差異小，而細鱗蘚科只有三種分佈於 2~5 m 處；(4) 兩株都有角鱗蘚-1 及細鱗蘚-1；(5) 兩株細鱗蘚科都不分佈在 0~1 m 處；(6) 細鱗蘚科出現在這兩株柳杉 1~5 m 處的種類共達 6 種，這種體型微細，對微氣候敏感而又零星分佈的柳杉附生蘚類，可能具有監測柳杉人工林疏伐造成微氣候變化的功能。

人倫兩種網苔及另一種來自溪頭比對用的網苔，這三種網苔的存活曲線顯示幼體死亡率很高、短期發育到 2(3) mm 就有生育繁殖的能力，似乎在彰顯它們所處的人工柳杉及林地環境的不穩定及干擾壓力大。它們可以說是柳杉樹幹上的優勢份子，進一步有關它們的物候學及族群動態學研究可能有助於瞭解對柳杉林疏伐環境的變化。

關鍵字：柳杉林、苔蘚植物

Abstract

This study is aimed to collecting and discovering the fundamental data of bryophytic inventory and ecological survey before thinning in the *Cryptomeria* plantation in Renlue, Nantou County. The followings are the preliminary results. On the 23 studied *Cryptomeria* trees from trunk base to 5 m height (including one living fallen tree, 0-19 m) and other habitats in seven sample areas, a total of 60 species of bryophytes are recorded, among them 27 species occur on *Cryptomeria* tree.

The order of the dominant species on *Cryptomeria* trunks below 2 m are *Syrrhopodon*, *Bazzania*, *Pyrrhobryum* or *Isoterygium*. Both the change of microclimate and the occurrence of Lejeuneaceae plants on 3rd and 11th trees show their relation to the height between trunk sections of 0-5 m; (1) with increasing the height of trunk sections, temperature and illumination increase and humidity decreases; (2) with increasing height on the 3rd tree along forest track, variation of temperature and humidity become smaller, whereas the variation of illumination larger, and five species of Lejeuneaceae occur between 1-5 m height of trunk.; (3) with increasing height on the trunk sections of 11th tree, variation of temperature and humidity large, on the contrary, the variation of illumination small, and three species of Lejeuneaceae distribute in 2-5 m high; (4) both trees all have *Ceratolejeunea-1* and *Lejeunea-1*; (5) between 0-1 m height of both trees without the occurrence of Lejeuneaceae plants; (6) 6 Lejeuneaceae species occur on 1-5 m height of trunk sections. Since this minute size and scatter occurrence of Lejeuneaceae seem to be sensitive to microclimate change on *Cryptomeria* trunks, they are probably with the function to express and monitor the effect of thinning on microclimate changes in *Cryptomeria* plantation.

After comparing the survivor curves of two species of *Syrrhopodon* from Renlue *Cryptomeria* plantation with that of different species of *Syrrhopodon* from Chitou

Cryptomeria plantation, the three species show their mortality of young plants very great, their time of propagation very young when plant size up to 2(3) mm height. This seems to indicate the environments of Cryptomeria plantation are under an unstable and high disturbant situation. Since the Syrrhopodon is the most dominant plant on Cryptomeria trunks, the further study of their phenology and population dynamics may help to realize the change of Cryptomeria environment made by future differential thinning.

Key words : Cryptomeria plantation, bryophytes.

壹、研究目的

一、全程目標

本計畫全程目標即為取得苔蘚與不同疏伐柳杉林環境間的生態相關資料，進而策略性的找出具有長遠指標性苔蘚物種與對應柳杉林之間的關係。

由於苔蘚植物體形微小，對微棲地及生育基質的變化異常敏感，因此苔蘚植物的壽命與其上之生育基質、棲地的壽命及微環境有密切的關係。柳杉的樹皮及林地環境對有些苔蘚物種異常敏感，有些則容忍度很強。藉著這些物種的生活策略頻譜，找出它們之間的指標性關係。以作為未來台灣人工林生態系經營符合林業永續經營的參考。

二、本年度計畫目標

在預定不同疏伐處理之一公頃樣區內，全面普查柳杉林內的苔蘚植物種類並調查柳杉不同高度區段上的環境因子及苔蘚植物組成關係，以及優勢種的族群生態調查，以探討人工柳杉林不同疏伐程度，對苔蘚植物社會造成的影響。

貳、研究背景

林務局水里工作站人倫分站於民國 60 年間，因為林相變更而需要大量的樹苗提供造林，於是設立了人倫苗圃。人倫苗圃面積共計 10.177 公頃，位於人倫林道 17 公里及 18 公里處，前者面積 3.36 公頃為播種床苗圃，專供育苗箱播種使用，後者面積 6.81 公頃，專為容器育苗、塑膠袋出栽苗使用。針對這次的研究我們所使用的實驗地屬巒大事業區 74、75、76 林班，東經 120° 北緯 23°，海拔 1300~1600 m。根據日月潭氣象站資料顯示，年均溫 19.2°C，年雨量 2404 mm。人工柳杉林上方為人工紅檜林(苔蘚尚未調查)，下方為原始闊葉林(苔蘚部分調查，如樹平苔及羽苔)。

參、研究方法

一、全面苔蘚普查

目前進行樣區 1、2、3、4、6 及舊樣區 3、5 共七個樣區的全面採集及鑑定，包含柳杉樹上(23 株)及地表各種基質，及其它附生植物上的苔蘚植物。標本均收藏於東海大學苔蘚標本館。此項資料仍將在往後的計畫中增補，以作為整體考量的資料背景及未來人倫苔蘚植物生態教材的儲備。

二、模擬疏伐程度不同造成柳杉樹幹 0~5 m 不同區段苔蘚的物種組成

利用樣區在不同海拔高度、不同坡向、離開林道的不同距離、直立木或倒木、每株樹幹上分別在 0~5 m 不同區段的溫度、光度、溼度及苔蘚組成來模擬未來不同疏伐程度造成可能在 0~5 m 區段樹生苔蘚物種的組成變化。

三、進行各苔蘚優勢種的族群生態學研究

初步先以人倫樣區出現的兩種網苔，並以溪頭出現的另一種網苔對照組為例，人倫：從五個樣區中(舊樣區 3，未編號一株及第 11 株；樣區 2，第 9 株；樣區 6，第 6 株)，選三株柳杉直立木及一株倒木，胸徑 30~38 cm(表三)。溪頭：選直立木兩株(A, B)，胸徑 39~40 cm。在各株柳杉樹幹 1 m 下方取 $5 \times 5 \text{ cm}^2$ 方框的網苔，在解剖顯微鏡下測量每個方框內網苔植物體的高度及其個體數，並概算出現無性芽的植株高度。試圖了解人倫及溪頭這三種網苔的存活曲線及它們的第一次繁殖的網苔植株高度(年齡)。

肆、初步結果

第一部份

一、普查苔蘚物種

針對柳杉及少數闊葉樹上的採集與樣區及鄰近地區全面性的採集，初步鑑定結果目前估計柳杉樹上有 27 種(闊葉樹上的苔蘚有 3 種)，地表上有 37 種，共計物種數有 60 種。調查結果如下表一及表二：

表一、柳杉及少數闊葉樹上出現的苔蘚植物：共有 30 種。

學名	附生在柳杉或闊葉樹上
<i>Aerobryopsis subdivergens</i>	柳杉
<i>Bazzania</i> -1, -2	柳杉
<i>Cephalozia</i> -1, -2	柳杉
<i>Cephaloziella</i> -1	闊葉樹
<i>Cololejeunea</i> -1, -2	柳杉
<i>Drepanolejeunea</i> -1, -2	柳杉
<i>Frullania</i> -1	柳杉
<i>Heteroscyphus argutus</i>	柳杉
<i>Heteroscyphus bescherellei</i>	柳杉
<i>Heteroscyphus planus</i>	柳杉
<i>Homaliodendron</i> -1	闊葉樹
<i>Isopterygium</i> -1	柳杉
<i>Leucobryum</i> -1	柳杉
<i>Lejeunea</i> -1, -2, -3, -4, -5	柳杉
<i>Mezgeria conjugata</i>	柳杉
<i>Octoblepharum</i> -1	柳杉
<i>Pyrrobryum spiniforme</i>	柳杉
Sematophyllaceae	柳杉
<i>Syrrhopodon</i> -1, -2	柳杉
<i>Thuidium glaucinoides</i>	闊葉樹
<i>Zoopsis liukuensis</i>	柳杉

表二、樣區及鄰近地區苔蘚植物（石上生、泥上生、壁上生、腐生等）：

共有 37 種。

學名	學名
<i>Bryum</i>	<i>Neobarbella pilifera</i>
<i>Cephalozia-1</i>	<i>Pellia endiviifolia</i>
<i>Cephaloziella</i>	<i>Philonotis</i>
<i>Cephaloziella microphylla</i>	<i>Physcomitrium sphaericum</i>
<i>Conocephalum japonicum</i>	<i>Plagiochila</i>
<i>Distichophyllum</i>	<i>Plagiomnium succulentum</i>
<i>Funaria hygrometrica</i>	<i>Pogonatum</i>
<i>Heteroscyphus bescherellei</i>	Pottiaceae
<i>Heteroscyphus planus</i>	<i>Pseudotaxiphyllum pohliaecarpum</i>
<i>Hookeria acutifolia</i>	<i>Reboulia hemisphaerica</i>
Hypopterygiaceae	<i>Rhodobryum giganteum</i>
<i>Isopterygium</i>	<i>Riccardia multifida</i>
<i>Lejeunea</i>	<i>Riccardia diminuta</i>
<i>Lophocolea muricata</i>	Sematophyllaceae
<i>Marchantia emarginata</i>	<i>Thuidium glaucinoides</i>
<i>Marchantia formosana</i>	<i>Trichocolea tomentella</i>
<i>Marchantia paleacea</i>	<i>Vesicularia ferriei</i>
<i>Marchantia polymorpha</i>	<i>Zoopsis liukiensis</i>
<i>Metzgeria conjugata</i>	

二、針對柳杉的優勢種的目測調查

初步調查樣區 1、舊樣區 3、舊樣區 5 (見圖七)，每區各 4 株柳杉，2 m 以下苔蘚植物的優勢種次序如下：

苔 蘚	環	樣區 1	舊樣區 3	舊樣區 5
	境	1465 m，林道邊	1370 m，中間	1325 m，近溪谷
	溫度：	高	—————▶	低
	溼度：	低	—————▶	高
光度：	高	—————▶	低	
優 勢 次 序	1	網苔-1/鞭蘚	網苔-1	網苔-1/檜苔/蟲蘚
	2	網苔-1/鞭蘚	鞭蘚	鞭蘚
	3	網苔-1/鞭蘚/檜苔	同葉苔	鞭蘚/檜苔

將上述三個樣區 12 株柳杉 2 m 下樹幹上苔蘚植物優勢次序，綜合整理如下：

1. 網苔(*Syrrhopodon*-1)
2. 鞭蘚(*Bazzania*-1)
3. 檜苔(*Pyrrobryum spiniforme*) / 同葉苔(*Isopterygium*-1)

在這 12 株柳杉 0~2 m 高度的其它苔蘚物種尚有：蟲蘚(*Zoopsis liukiensis*)、白髮苔(*Leucobryum*-1)、平葉異萼蘚(*Heteroscyphus planus*)、大灰氣苔(*Aerobryopsis subdivergens*)。此外在柳杉 2 m 以下的樹幹上，尚有細鱗蘚(*Lejeunea*-2)的紀錄。

三、3株不同樣區柳杉1~5m出現的苔蘚物種

柳杉編號	海拔高度(m)	干擾狀況	植物組成(物種代號*)	種數
3	1465	近林道	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,16	14(圖一)
11	1370	中間	1,2,3,4,5,8,9,11,12,13,15,17	12(圖二)
9 (倒木)	1425	近林道	2,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,16,17, 18,19,20,21,22,23,24	14(圖三)

* 1=網苔-2 (*Syrrhopodon*) ; 2=八齒苔-1 (*Octoblepharum*) ; 3=同葉苔-1 (*Isopterygium*) ;
 4=鞭蘚-1 (*Bazzania*) ; 5=四齒異萼蘚(*Heteroscyphus argutus*) ;
 6=雙齒異萼蘚(*Heteroscyphus bescherellei*) ; 7=細鱗蘚-1 (*Lejeunea*) ;
 8=白髮苔-1 (*Leucobryum*) ; 9=角鱗蘚-1 (*Drepanolejeunea*) ;
 10=同葉苔 (*Isopterygium-1*) ; 11=網苔-1 (*Syrrhopodon*) ;
 12=疣鱗蘚-1 (*Cololejeunea*) ; 13=鞭蘚-2 (*Bazzania*) ; 14=角鱗蘚-2 (*Drepanolejeunea*) ;
 15=耳葉蘚-1 (*Frullania*) ; 16=細鱗蘚-2 (*Lejeunea*) ; 17=疣鱗蘚-2 (*Cololejeunea*) ;
 18=細鱗蘚-3 (*Lejeunea*) ; 19=檜苔(*Pyrrobryum spiniforme*) ;
 20=錦苔-1 (*Sematophyllaceae*) ; 21=大萼蘚(*Cephalozia*) ; 22=細鱗蘚-4 (*Lejeunea*) ;
 23=細鱗蘚-5 (*Lejeunea*) ; 24=平叉蘚(*Mezgeria conjugata*)

1. 就倒木的樹冠頂在枝上只出現細鱗蘚-2。

2. 比對第3株(樣區2)及第11株(舊樣區3)直立柳杉0~5m的區段,結果顯示:

(1)隨著區段高度增加,溫度及光度增加而濕度降低。

(2)林道邊第3株隨著區段增高,發現溫度差異小,濕度差異小,光度差異大,而細鱗蘚科植物有五種分佈在1~5m處。

(3)遠離林道的第11株隨著區段增高,發現溫度差異大,濕度差異大,光度差異小,而細鱗蘚科只有三種分佈於2~5m處。

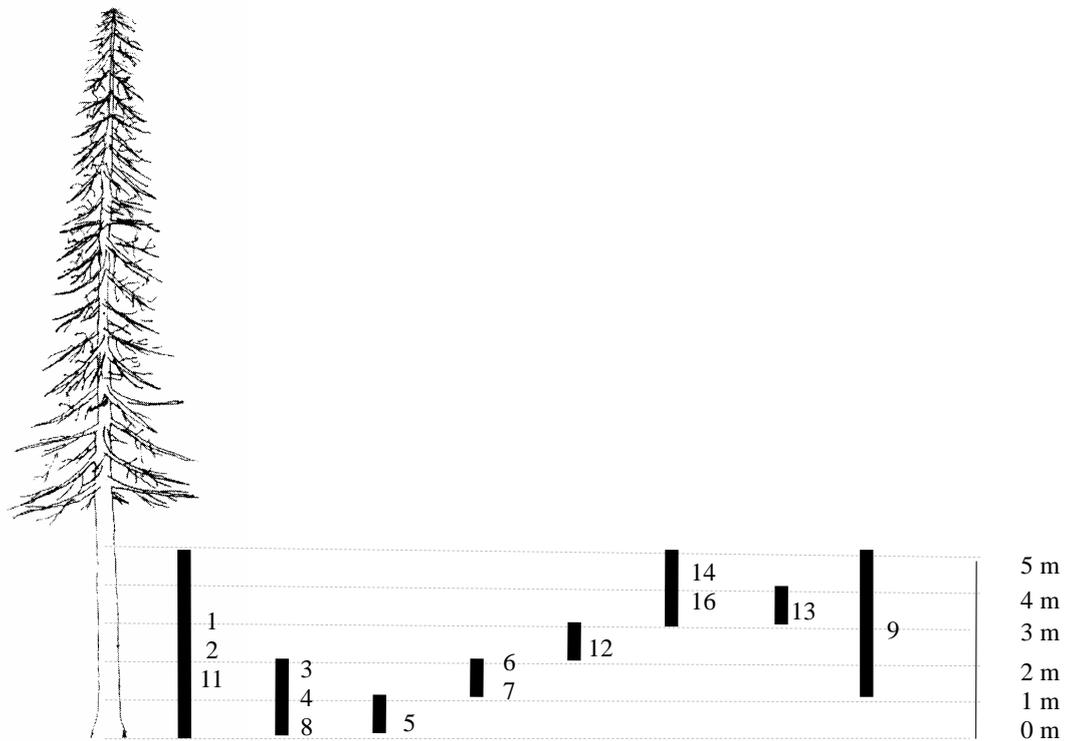
(4)兩株都有角鱗蘚-1及細鱗蘚-1。

(5)兩株細鱗蘚科都不分佈在0~1m處。

(6)細鱗蘚科出現在這兩株柳杉1~5m處的種類共達6種,這種體型微

細,對微氣候敏感而又零星分佈的柳杉附生蘚類,可能具有監測柳杉人工林疏伐造成微氣候變化的功能。

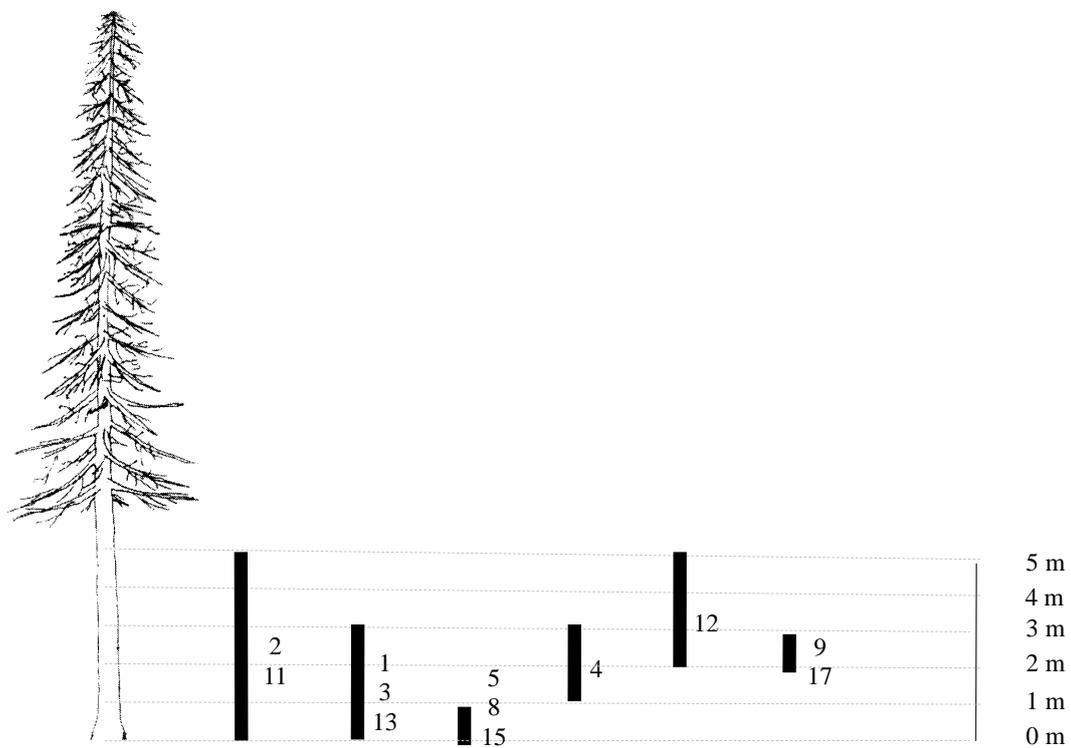
3. 在第9株(樣區2,倒木)8~9m區段的針葉上,發現有一種細鱗蘚-3。



- 1 = 網苔-2 (*Syrrhopodon*) ; 2 = 八齒苔-1 (*Octoblepharum*) ;
 3 = 同葉苔-1 (*Isopterygium*) ; 4 = 鞭蘚-1 (*Bazzania*) ;
 5 = 四齒異萼蘚 (*Heteroscyphus argutus*) ;
 6 = 雙齒異萼 (*Heteroscyphus bescherelei*) ; 7 = 細鱗蘚-1 (*Lejeunea*) ;
 8 = 白髮苔-1 (*Leucobryum*) ; 9 = 角鱗蘚-1 (*Drepanolejeunea*) ;
 11 = 網苔-1 (*Syrrhopodon*) ; 12 = 疣鱗蘚-1 (*Cololejeunea*) ;
 13 = 鞭蘚-2 (*Bazzania*) ; 14 = 角鱗蘚-2 (*Drepanolejeunea*) ;
 16 = 細鱗蘚-2 (*Lejeunea*)

圖一、苔蘚物種在第3株(樣區2)柳杉不同高度上的分佈示意圖。

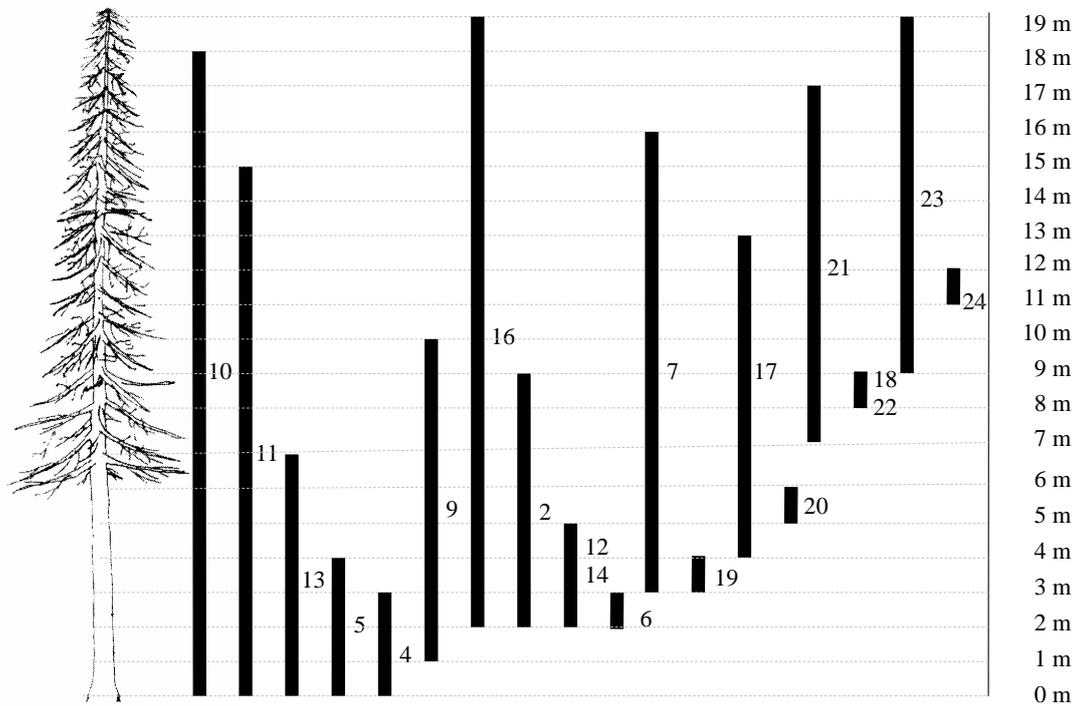
左圖為全株柳杉示意圖，右垂直軸為對應柳杉的不同區段高度，而在不同高度範圍(粗黑直線)內出現的物種以代號示之。物種代號則如上所示



- 1 = 網苔-2 (*Syrrhopodon*) ; 2 = 八齒苔-1 (*Octoblepharum*) ;
 3 = 同葉苔-1 (*Isopterygium*) ; 4 = 鞭蘚-1 (*Bazzania*) ;
 5 = 四齒異萼蘚(*Heteroscyphus argutus*) ;
 8 = 白髮苔-1 (*Leucobryum*) ; 9 = 角鱗蘚-1 (*Drepanolejeunea*) ;
 11 = 網苔-1 (*Syrrhopodon*) ; 12 = 疣鱗蘚-1 (*Cololejeunea*) ;
 13 = 鞭蘚-2 (*Bazzania*) ; 15 = 耳葉蘚-1 (*Frullania*)
 17 = 疣鱗蘚-2 (*Cololejeunea*)

圖二、苔蘚物種在第 11 株(舊樣區 3)柳杉不同高度上的分佈示意圖。

左圖為全株柳杉示意圖，右垂直軸為對應柳杉的不同區段高度，而在不同高度範圍(粗黑直線)內出現的物種以代號示之。物種代號則如上所示



- 2 = 八齒苔-1 (*Octoblepharum*) ; 4 = 鞭蘚-1 (*Bazzania*) ;
 5 = 四齒異萼蘚 (*Heteroscyphus argutus*) ;
 6 = 雙齒異萼蘚 (*Heteroscyphus bescherellei*) ; 7 = 細鱗蘚-1 (*Lejeunea*) ;
 9 = 角鱗蘚-1 (*Drepanolejeunea*) ; 10 = 同葉苔 (*Isopterygium-1*) ;
 11 = 網苔-1 (*Syrrophodon*) ; 12 = 疣鱗蘚-1 (*Cololejeunea*) ;
 13 = 鞭蘚-2 (*Bazzania*) ; 14 = 角鱗蘚-2 (*Drepanolejeunea*) ;
 16 = 細鱗蘚-2 (*Lejeunea*) ; 17 = 疣鱗蘚-2 (*Cololejeunea*) ;
 18 = 細鱗蘚-3 (*Lejeunea*) ; 19 = 檜苔 (*Pyrrobryum spiniforme*) ;
 20 = 錦苔-1 (*Sematophyllaceae*) ; 21 = 大萼蘚 (*Cephalozia*) ;
 22 = 細鱗蘚-4 (*Lejeunea*) ; 23 = 細鱗蘚-5 (*Lejeunea*) ;
 24 = 平叉蘚 (*Mezgeria conjugata*)

圖三、苔蘚物種在第9株(樣區2, 倒木)柳杉不同高度上的分佈示意圖。

左圖為全株柳杉示意圖, 右垂直軸為對應柳杉的不同區段高度, 而在不同高度範圍(粗黑直線)內出現的物種以代號示之。物種代號則如上所示

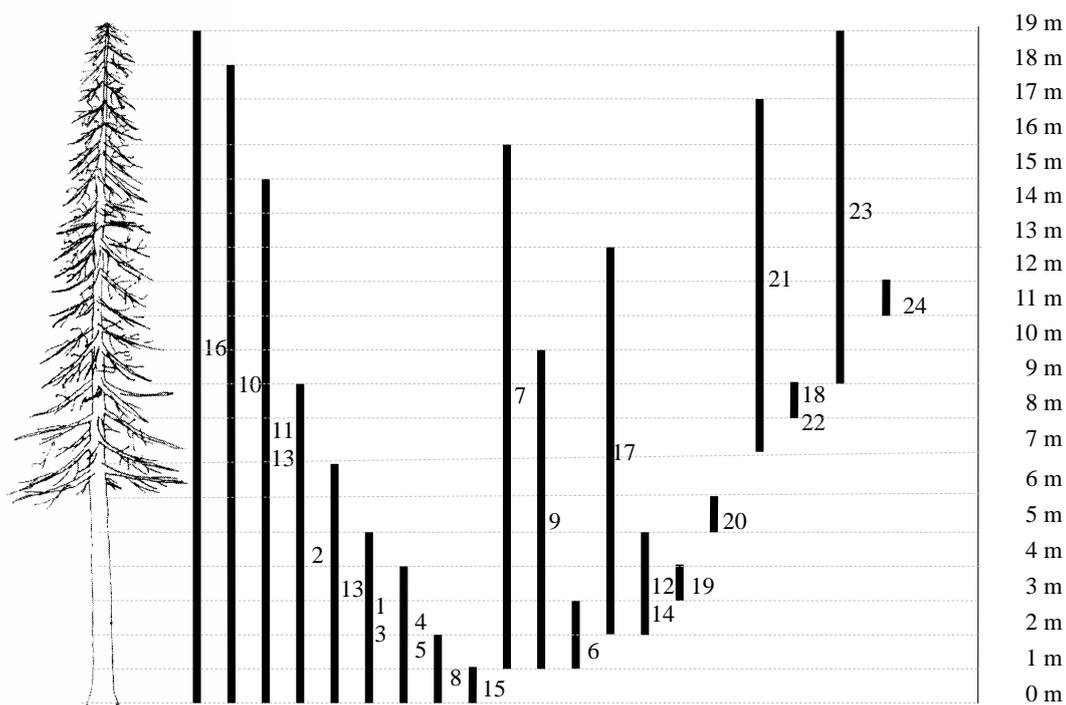
四、人倫五個樣區中 11 株柳杉，不同區段的環境因子及其苔蘚組成。(表三)

柳杉 編號	海拔 高度(m)	樣 區	胸徑 (cm)	樹旁植被 高度(cm)	干擾 狀況	樹幹區 段(m)	溫度 (°C)	溼度 (%RH)	光度 (lux)	植物組成(物種代號*)
1	1480	4	23	87	林道邊 (海拔較高)	0~1	17.7	83.3	446	
						1~2	17.9	84.4	1045	
						2~3	18.0	78.3	1325	
						3~4	18.1	78.8	1377	
						4~5	18.2	78	1542	
2	1475	4	27	98		0~1	19.5	83.1	44.3	
						1~2	19.5	83	1727	
						2~3	19.4	80.9	1332	
						3~4	19.1	76.8	1248	
						4~5	19.6	83.3	1703	
3	1465	2	38	50		0~1	15.4	81.3	0	1,2,3,4,5,8,11
						1~2	15.8	78	0.5	1,2,3,4,6,7,8,9
						2~3	16.7	60.2	3.3	1,2,12
						3~4	17.5	50.9	7.2	1,2,13,14,16
						4~5	17.5	51	13.5	1,2,3,9,11,14,16
4	1450	4	28	110		0~1	18.6	64.3	360	
						1~2	22.1	51.2	786	
						2~3	21	47.7	834	
						3~4	22.4	38.6	710	
						4~5	23.1	38.5	840	
5	1450	4	29	130	0~1	20.7	61.9	272		
					1~2	20.6	53	717		
					2~3	20.6	52.8	833		
					3~4	21.5	49.7	853		
					4~5	21.3	46.5	815		
6	1450	6	30	60	0~1	16.3	85.2	108.8		
					1~2	16.2	83.6	93.9		
					2~3	16.7	73.4	117.5		
					3~4	16.8	72.9	133.2		
					4~5	16.9	73.8	196		
7	1450	6	31	83	0~1	16.5	83.7	30.5		
					1~2	16.5	83.2	87.7		
					2~3	16.5	80.2	98.2		
					3~4	16.5	83.3	101.3		
					4~5	16.5	83	123.1		
8	1450	3	25	50	0~1	19.8	70.8	309		
					1~2	19.7	67.3	460		
					2~3	19.9	66	676		
					3~4	19.4	64.1	917		
					4~5	19.3	63.9	1045		

表三(續)

9	1425	2	39	100	林道邊 (海拔較高)	0~1	19.2	84.2	50.2	4,5,10,11,13
						1~2	19.1	84	53	4,9,10,11
						2~3	18.9	84.5	52.5	2,4,5,6,9,10,11,12,14,16
						3~4	18.7	85.9	56.2	2,5,7,9,10,11,12,13,19
						4~5	18.2	89.4	67.9	2,10,11,13,14,17
						5~6	18	90.5	40.3	2,7,9,10,11,16,20
						6~7	17.7	91.3	70.8	2,7,9,10,11,13,16
						7~8	17.7	92	66	7,10,17,21
						8~9	17.3	92.3	51.3	2,7,10,16,18,22
						9~10	17.2	92.8	64.8	9,10,23
						10~11	17	93.3	60.1	7,10,11,21
						11~12	16.9	93.8	55.4	7,10,24
						12~13	16.8	94.4	41.6	10,17,23
						13~14	17.1	95	46.3	16
						14~15	16.9	95.3	—	7,11
						15~16	16.8	95.7	—	7,10,16
						16~17	—	—	—	10,16,21,23
						17~18	—	—	—	10,16,23
						18~19	—	—	—	16,23
10	1375	舊 3	30	43	遠離林道 (海拔較低)	0~1	25.5	65.5	312	11
						1~2	25.6	56.2	823	
						2~3	26.3	51.5	670	
						3~4	25.7	46.5	632	
						4~5	25.4	46.4	625	
11	1370	舊 3	34	55	遠離林道 (海拔較低)	0~1	23.7	61.3	160	1,2,3,5,8,11,13,15
						1~2	24.5	52.8	332	2,3,4,11,13
						2~3	25.4	48.2	284	1,2,3,4,9,11,12,13,17
						3~4	26.5	48	413	2,11,12
						4~5	26.5	48.2	485	2,11,12

*1 = 網苔-2 (*Syrrhopodon*) ; 2 = 八齒苔-1 (*Octoblepharum*) ; 3 = 同葉苔-1 (*Isopterygium*) ;
 4 = 鞭蘚-1 (*Bazzania*) ; 5 = 四齒異萼蘚 (*Heteroscyphus argutus*) ;
 6 = 雙齒異萼蘚 (*Heteroscyphus bescherellei*) ; 7 = 細鱗蘚-1 (*Lejeunea*) ; 8 = 白髮苔-1 (*Leucobryum*) ;
 9 = 角鱗蘚-1 (*Drepanolejeunea*) ; 10 = 同葉苔 (*Isopterygium-1*) ; 11 = 網苔-1 (*Syrrhopodon*) ;
 12 = 疣鱗蘚-1 (*Cololejeunea*) ; 13 = 鞭蘚-2 (*Bazzania*) ; 14 = 角鱗蘚-2 (*Drepanolejeunea*) ;
 15 = 耳葉蘚-1 (*Frullania*) ; 16 = 細鱗蘚-2 (*Lejeunea*) ; 17 = 疣鱗蘚-2 (*Cololejeunea*) ;
 18 = 細鱗蘚-3 (*Lejeunea*) ; 19 = 檜苔 (*Pyrrhobryum spiniforme*) ; 20 = 錦苔-1 (*Sematophyllaceae*) ;
 21 = 大萼蘚 (*Cephalozia*) ; 22 = 細鱗蘚-4 (*Lejeunea*) ; 23 = 細鱗蘚-5 (*Lejeunea*) ;
 24 = 平叉蘚 (*Mezgeria conjugata*)



- 1 = 網苔-2 (*Syrrhopodon*) ; 2 = 八齒苔-1 (*Octoblepharum*) ;
 3 = 同葉苔-1 (*Isopterygium*) ; 4 = 鞭蘚-1 (*Bazzania*) ;
 5 = 四齒異萼蘚 (*Heteroscyphus argutus*) ;
 6 = 雙齒異萼蘚 (*Heteroscyphus bescherellei*) ; 7 = 細鱗蘚-1 (*Lejeunea*) ;
 8 = 白髮苔-1 (*Leucobryum*) ; 9 = 角鱗蘚-1 (*Drepanolejeunea*) ;
 10 = 同葉苔 (*Isopterygium-1*) ; 11 = 網苔-1 (*Syrrhopodon*) ;
 12 = 疣鱗蘚-1 (*Cololejeunea*) ; 13 = 鞭蘚-2 (*Bazzania*) ;
 14 = 角鱗蘚-2 (*Drepanolejeunea*) ; 15 = 耳葉蘚-1 (*Frullania*) ;
 16 = 細鱗蘚-2 (*Lejeunea*) ; 17 = 疣鱗蘚-2 (*Cololejeunea*) ;
 18 = 細鱗蘚-3 (*Lejeunea*) ; 19 = 檜苔 (*Pyrrobryum spiniforme*) ;
 20 = 錦苔-1 (*Sematophyllaceae*) ; 21 = 大萼蘚 (*Cephalozia*) ;
 22 = 細鱗蘚-4 (*Lejeunea*) ; 23 = 細鱗蘚-5 (*Lejeunea*) ;
 24 = 平叉蘚 (*Mezgeria conjugata*)

圖四、苔蘚物種在柳杉不同高度上的分佈示意圖。

左圖為全株柳杉示意圖，右垂直軸為對應柳杉的不同區段高度，而在不同高度範圍(粗黑直線)內出現的物種以代號示之。物種代號則如上所示

五、進行柳杉樹幹上各苔蘚優勢種的族群生態學的研究

初步以人倫樣區出現的兩種網苔，並以溪頭出現的另一種網苔對照組為例。

1. 存活曲線：

人倫及溪頭的三種網苔均顯示，幼株(1~2 mm 高)有極高的個體數(死亡率)，成熟的個體(3~12 mm 高)數急速減少，表明三種網苔均採取所謂的第三型的生存方式(圖八至十四)。

2. 第一次繁殖的網苔植株高度(年齡)：

初步概算，不論第一次無性繁殖(人倫網苔產生無性芽)或有性生殖(溪頭網苔產生孢子體)，網苔植株的高度須達2(3) mm 以上才有繁殖能力(圖八至十四，以紅色實心圓表示有高出現率的無性芽或孢子體)。

3. 從上述兩點的結果顯示，不論是人倫或溪頭的網苔，其發育至2(3) mm 的高度顯然都是幼體與成體的分界點(圖八至十四)。

伍、討論及結論

- 一、舊樣區5靠近溪流環境較潮濕，種類也比其它樣區多，更能彰顯苔蘚物種多樣性的面貌，並作為林道邊新樣區苔蘚調查結果的對照。
- 二、目前發現的種類之一，*Zoopsis liukiensis* (蟲蘚) 於台灣調查歷史上是第二次出現，而在於國人方面則是首次發現報導。
- 三、人倫兩種網苔及另一種來自溪頭比對用的網苔，這三種網苔的存活曲線顯示幼體死亡率很高、短期發育到2(3) mm 就有生育繁殖的能力，似乎在彰顯它們所處的人工柳杉及林地環境的不穩定及干擾壓力大。它們可以說是柳杉樹幹上的優勢份子，進一步有關它們的物候學及族群動態學研究可能有助於瞭解對柳杉林疏伐環境的變化。有關幼體死亡率的高低、發育到2(3) mm 高度時是有性或無性繁殖的開始以及2(3) mm 高度是幼體與成體的分界點誠屬有待進一步統計分析。

四、從柳杉不同高度上的苔蘚物種的分佈(圖四)(尤其是敏感性物種，如細鱗蘚科植物，及容忍耐受性物種，如優勢種網苔-1)及氣候因子的分佈(表三)，推測當疏伐 50 % 時，隨著溫度及光度的大幅增高，及溼度的大幅下降，柳杉樹上苔蘚垂直分佈可能會明顯的往下推移及可能有物種的遷入或遷出；當疏伐 25 % 時，隨著溫度及光度的略為增高，及溼度的略為下降，柳杉樹上苔蘚垂直分佈可能會稍微往下推移及可能有物種的遷入或遷出。因此未來進一步在每一樣區擇伐一至兩株直立木，進行徹底的苔蘚垂直分佈調查，實屬必要。

陸、未來工作

- 一、本研究採得 514 包標本，鑑定 60 種，完整物種普查及學名仍待進一步完成。
- 二、各株柳杉不同高度區段的微氣候因子(溫度、光度、溼度)的測定時間，未來需要在固定的時間進行測量，避免比對上的困難。
- 三、未來將按每樣區選取特定的柳杉植株進行不同區段的族群動態生態調查，包括各區段的物種組成、環境因子、生活策略、物候學、關聯族群動態學，和乾重的生物量調查。以上的基本資料將作為疏伐後物種組成變化的對照，期能從苔蘚植物的角度對不同疏伐程度造成柳杉林的經營及苔蘚多樣性提供最佳的參考。
- 四、根據兩株柳杉不同區段的環境因子及其苔蘚組成的初步分析研判，細鱗蘚科可能對微氣候的變化有相當明顯的指標作用，所以細鱗蘚科植物與柳杉林疏伐環境之間的關聯族群動態學，在未來工作中有待進一步研究。
- 五、柳杉林調查區外緊鄰的紅檜林及原始闊葉林的苔蘚植物有待進一步調查，才能了解大環境區外周源苔蘚與區內內槽苔蘚之間的互動關係。
- 六、未來柳杉取樣時，將調查樣區相同及不相同的海拔高度、坡向、與林道的距離、區外的植物社會等因素，才能對柳杉樹上苔蘚社會及族群動態的分析取得較為周全的考慮。

柒、參考文獻

- Paton, J. A. 1999. The Liverwort Flora of the British Isles. Harley Books, Essex.
- Schuster, R. M. 1992. The Hepaticae and Anthocerotae of North America, Volume V~VI, Field Museum of Natural History, Chicago.
- Wang, C.-K. and S.-H. Lin. 1974. Mosses found in the China Fir plantations in Taiwan. *Tunghai J.* **15**: 153~167.
- 井上浩。1976。日本産苔類圖鑑(續)。築地書館，東京。
- 林善雄。2000。臺灣蘚類植物彩色圖鑑。行政院農業委員會，臺北。

表四、人倫及溪頭 6 株柳杉樹幹上 25 cm² 方框面積內網苔植株高度及其個體數的測量。

柳杉	苔高 (mm)													總個 體數	網苔 種名	胸徑 (cm)	海拔 高度 (m)
	苔 數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
人倫 舊樣區 3 (未編號)		609	636	634	292	201	147	56	36	6	2	1	0	2620	S. 1*	—	1375
人倫 樣區 6 (第 6 株)		342	327	313	222	177	108	42	22	13	9	8	6	1589	S. 1	30	1450
人倫 樣區 2 (倒木， 第 9 株)		697	355	244	57	18	3	0	0	0	0	0	0	1374	S. 2	39	1425
人倫 舊樣區 3 (第 11 株)		2298	1799	230	12	0	0	0	0	0	0	0	0	4339	S. 1	34	1370
溪頭 A 株		576	505	496	238	219	69	16	3	2	1	0	0	2125	S. 3*	39	1200
溪頭 B 株		672	629	637	365	171	20	2	0	0	0	0	0	2496	S. 3	40	1201

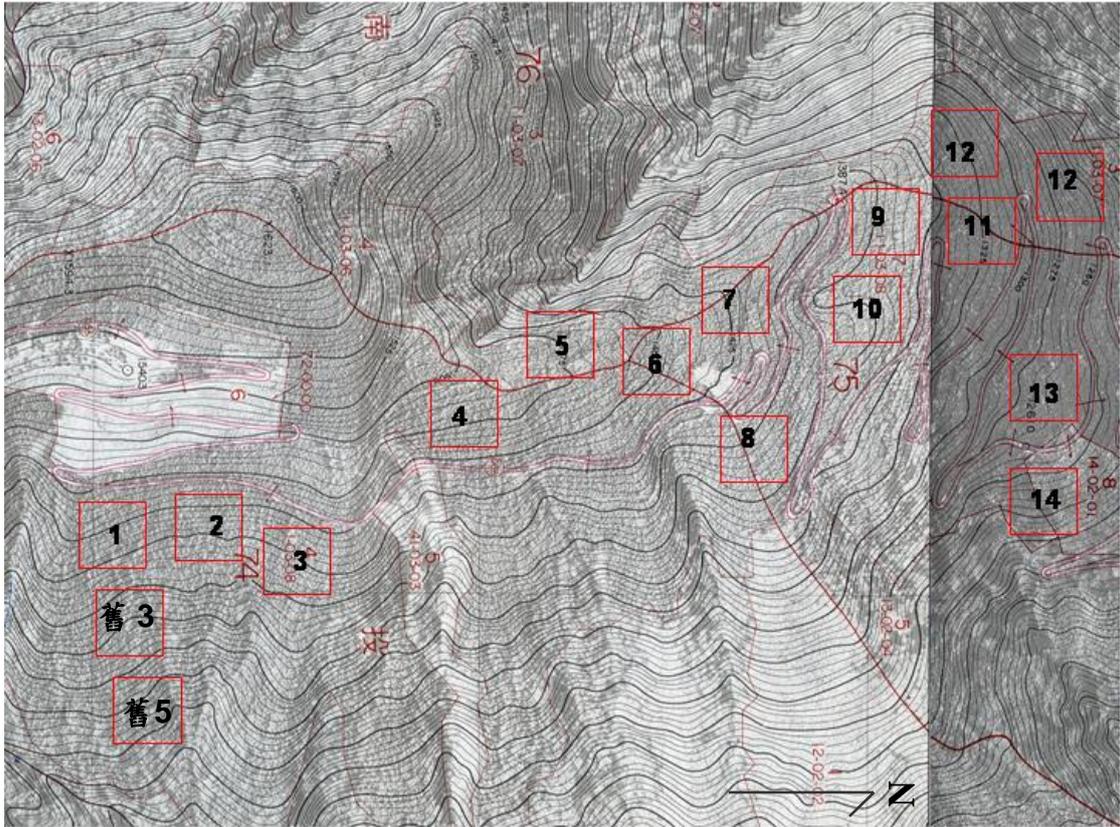
* S = *Syrrhopodon* ; S. 3 = *Syrrhopodon armatus*



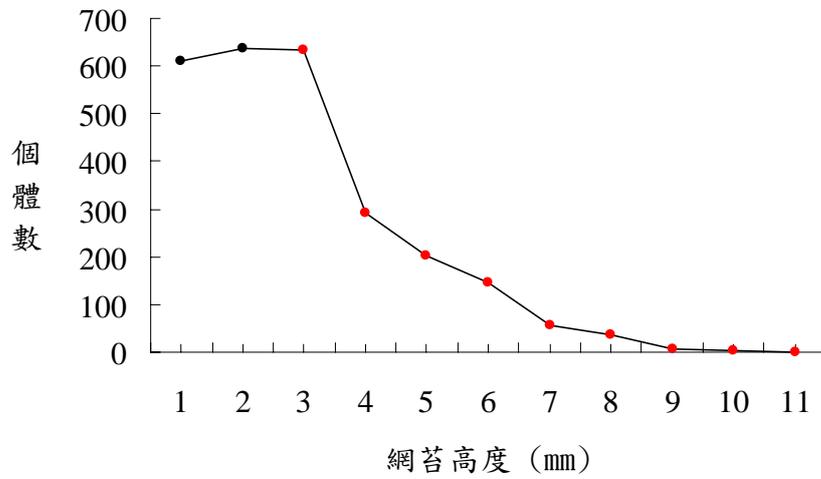
圖五、柳杉樹上的苔蘚。(×0.14)



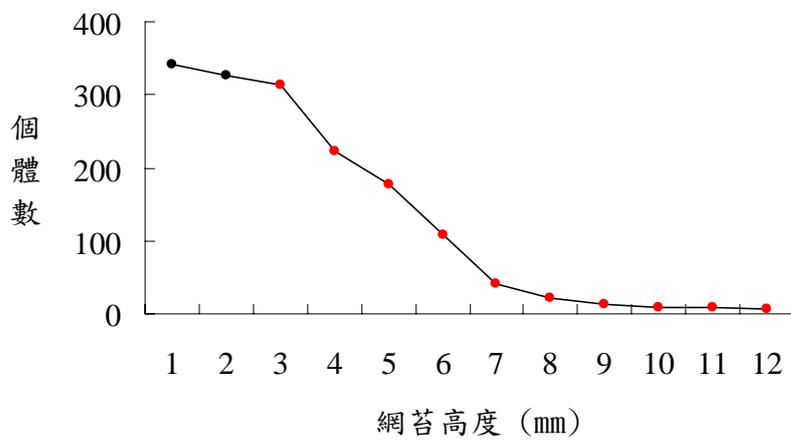
圖六、人倫的網苔。(×2)



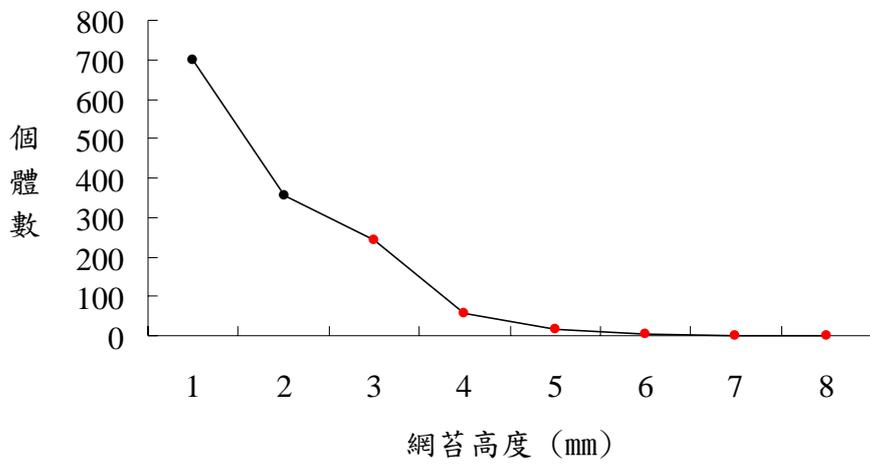
圖七、南投人倫各樣區地理分佈圖。(原航照圖比例尺五千分之一，×0.55)



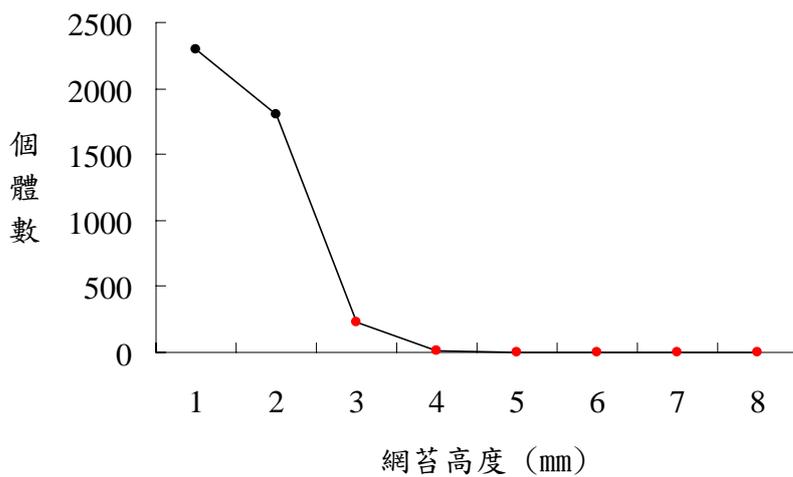
圖八、人倫舊樣區 3 第一種網苔在 25 cm² 方框面積內高度及其個體數的關係。



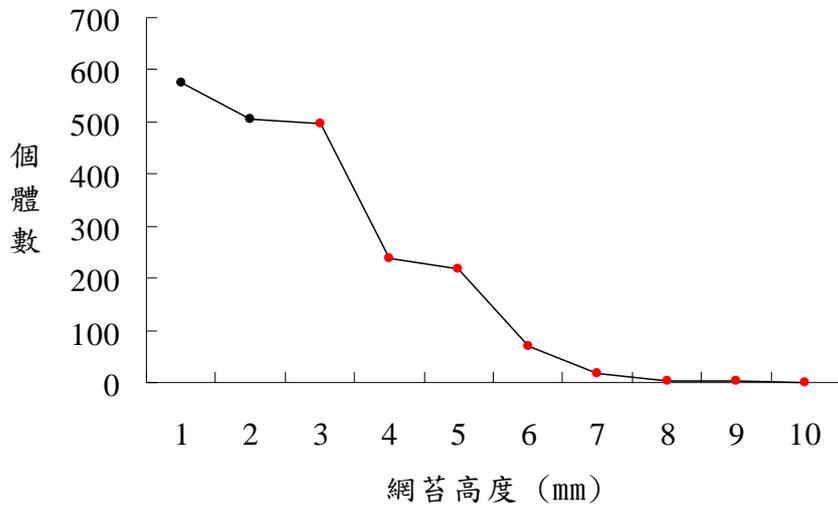
圖九、人倫樣區 6 第一種網苔在 25 cm² 方框面積內高度及其個體數的關係。



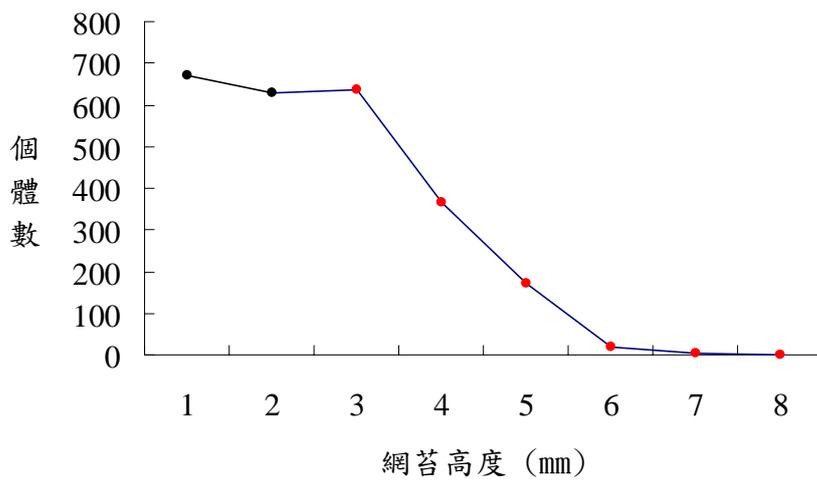
圖十、人倫樣區 2 (倒木) 第二種網苔在 25 cm^2 方框面積內高度及其個體數的關係。



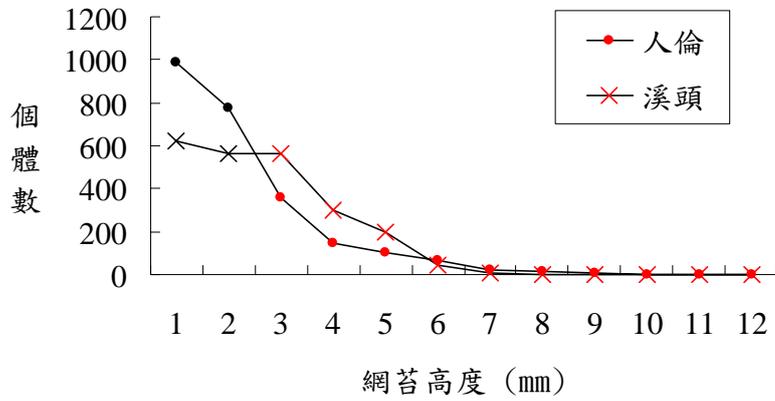
圖十一、人倫舊樣區 3 第一種網苔在 25 cm^2 方框面積內高度及其個體數的關係。



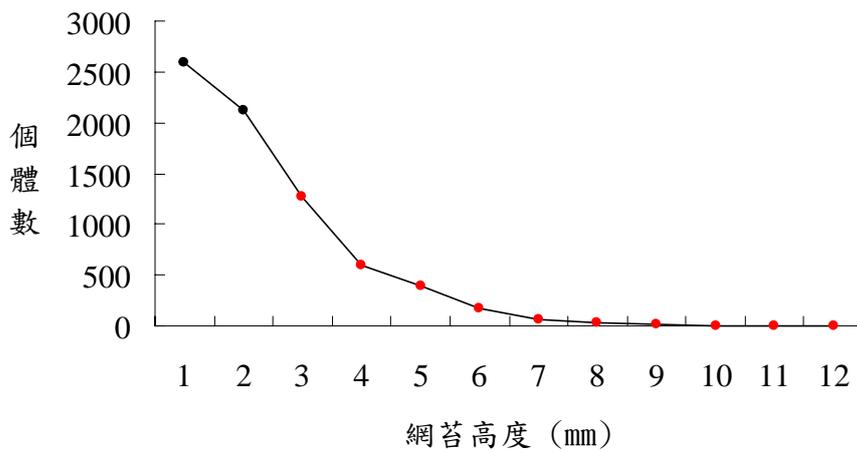
圖十二、溪頭 A 株的網苔在 25 cm² 方框面積內高度及其個體數的關係。



圖十三、溪頭 B 株的網苔在 25 cm² 方框面積內高度及其個體數的關係。



圖十四、人倫及溪頭網苔在 25 cm² 方框面積內高度及其個體數的關係。



圖十五、綜合圖八到圖十三網苔的高度及其個體數的關係。

捌、研究人員

<u>序號</u>	<u>機關名稱</u>	<u>單位名稱</u>	<u>研究人員</u>	<u>職稱</u>
1	私立東海大學	生命科學系	林善雄	計畫主持人
2	私立東海大學	生命科學系	吳佳霖	技術工
3	私立東海大學	生命科學系	顏耀欣	技術工
4	私立東海大學	生命科學系	姚奎宇	技術工
5	私立東海大學	生命科學系	楊嘉棟	研究生
6	私立東海大學	生命科學系	蘇詠超	助教
7	私立東海大學	生命科學系	劉佳鏗	學生
8	私立東海大學	生命科學系	張庭榕	學生
9	私立東海大學	生命科學系	陳彥佑	學生
10	私立東海大學	生命科學系	徐莞佐	學生
11	私立東海大學	生命科學系	洪美秀	學生
12	私立東海大學	生命科學系	李建勳	學生
13	私立東海大學	生命科學系	陳思潔	學生
14	私立東海大學	生命科學系	何懷天	學生
15	私立東海大學	生命科學系	楊書萍	學生
16	私立東海大學	生命科學系	關哲昀	學生
17	私立東海大學	生命科學系	謝適謙	學生
18	私立東海大學	生命科學系	盧宇軒	學生
19	私立東海大學	生命科學系	霍竹軒	學生
20	私立東海大學	生命科學系	李哲安	學生
21	私立東海大學	生命科學系	顏大哲	學生
22	私立東海大學	生命科學系	張家綺	學生
23	私立東海大學	生命科學系	簡珮瑜	學生
24	私立東海大學	生命科學系	楊雅婷	學生
25	私立東海大學	生命科學系	王濬儒	學生
26	私立東海大學	生命科學系	李宗諺	學生