

# 陽明山國家公園及鴛鴦湖自然生態保護區

## 泥炭苔屬植物生態之研究與應用

高中組生物科第二名

國立華僑實驗高級中學

作者：游文楓、沈美卿

王琇儀、蘇荷婷

指導教師：譚天常、潘寧民

### 一、研究動機

在偶然機會中，看到一份報告，談及國外研究機構，嘗試利用泥炭苔作為空氣污染偵測器，國內亦常用泥炭苔當作園藝栽培保濕的材料，但是台灣泥炭苔生態及應用的研究報告，數量相當少，故激發我們對它做一系列的探討與研究。

### 二、研究目的

- (一)陽明山國家公園及鴛鴦湖自然生態保護區泥炭苔屬植物分類及構造之探討：
- (二)泥炭苔屬植物生長環境及分佈之探討：
- (三)泥炭苔屬植物吸水及儲水能力之探討：
- (四)泥炭苔屬植物在空氣污染偵測應用之探討：

### 三、研究內容

- (一)陽明山國家公園及鴛鴦湖自然生態保護區泥炭苔屬植物分類及構造之探討：

泥炭苔俗稱沼澤苔(Bog moss)或水苔(Water moss)其分類地位如下(一)(二)：

Division Bryophyta (苔蘚植物門)

Class Musci (苔綱)

Subclass Sphagnidae (泥炭苔亞綱)

Order Sphagnales (泥炭苔目)

Family Sphagnaceae (泥炭苔科)

Genus Sphagnum (泥炭苔屬)

泥炭苔屬植物常密集生長於酸性沼澤、湖的邊緣、潮濕的草地、山坡地及森林中，屬於分佈較廣的植物，尤其是北半球的北極圈附近，目前全世界約有 400 種，其葉具有大而透明的儲水細胞(hyaline cells)，所以廣泛的應用在農林及園藝上(十一)。台灣泥炭苔屬植物分佈，主要從低海拔的沼

澤地延伸至亞高山森林地。本研究分別選擇台灣北部陽明山國家公園自然生態保護區（圖 1）的翠翠谷（照片 1）（屬於大尖後山中的谷地，海拔約 830 公尺，植物相以草本植物及兩種泥炭苔為主）、夢幻湖（照片 2）（位於七星山東坡，海拔 860 公尺，是一個貧營養的酸性沼澤湖泊，面積 1890 ~ 2700 平方公尺，水深約 30cm，其內植物相以台灣水韭及狹葉泥炭苔等水生植物為主）(三)(四)，及鴛鴦湖自然生態保護區（圖 2）（位於宜蘭、新竹、桃園三縣交界，包括森林地、沼澤地及湖水區三部分，海拔約 1600~2400 公尺，總面積 374 公頃。鴛鴦湖（照片 3）沼澤地面積 2.2 公頃，而湖水面積 3.6 公頃，水深約 30~40cm，為一後天形成之酸性高山沼澤湖泊，其植物相主要是沼澤地的濕生植物及湖水中的水生植物）(六)，進行下列泥炭苔屬植物形態、構造、分類之研究。

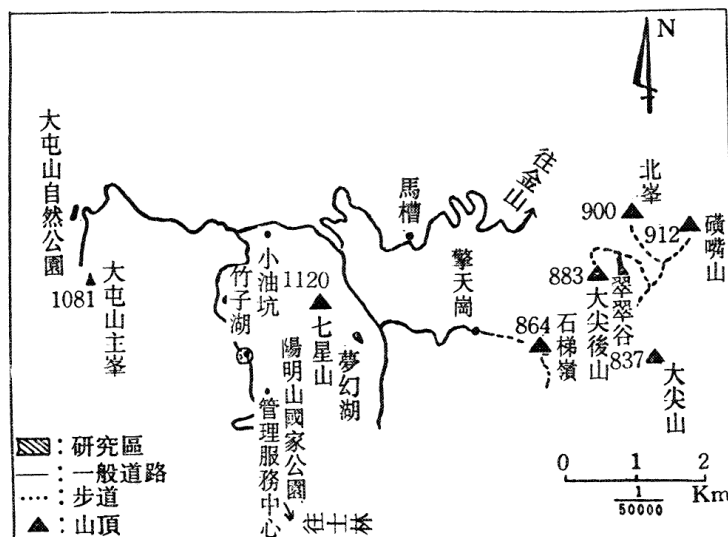


圖 1：陽明山國家公園泥炭苔屬植物研究區及相關位置

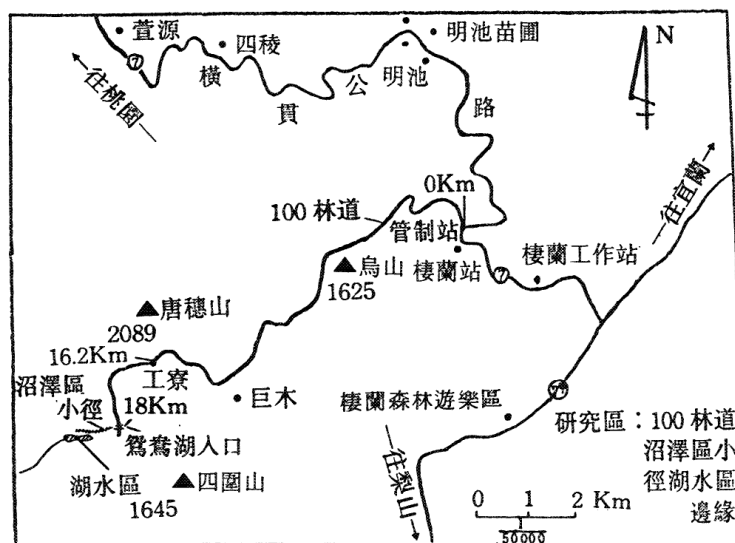


圖 2：新竹縣鴛鴦湖自然生態保護區泥炭苔屬植物研究區及其相關位置

1. 實驗過程：

從研究區採取泥炭苔標本，作外部形態、內部解剖構造分析，並作檢索表表。

2. 實驗結果：（如表 1-2、照片 4-18）

泥炭苔名稱 \ 特徵	枝葉形狀	枝葉葉綠細胞橫切面	枝葉透明細胞壁之螺紋	莖枝透明細胞壁之螺紋
<i>S.sericeum</i>	卵圓形	三角形底部朝腹面	無	無
<i>S.cuspidatum</i>	卵圓形	三角形底部朝腹面	有	無
<i>S.ovatum</i>	披針形	卵圓形	有	無
<i>S.junghuhnianum</i>	披針形	三角形底部朝背面	有	無
<i>S.cuspidatum</i>	披針形（長尖）	三角形底部朝腹面	有	無
<i>S.pseudocymbifolium</i>	卵圓形	三角形底部朝背面	有	有
<i>S.girgensohnii</i>	披針形	三角形底部朝背面	有	無

表 1：七種泥炭苔屬植物枝葉形狀及莖、枝葉內部細胞形態之比較

1a 莖、枝表皮之透明細胞具螺紋，枝葉寬闊，卵圓形，頂端圓頭或多少呈兜形—— <i>S.pseudocymbifolium</i> .
1b 莖、枝表皮之透明細胞不具螺紋，枝葉屬卵圓形或披針形——2
2a 枝葉表皮透明細胞不具螺紋—— <i>S.sericeum</i> .
2b 枝葉表皮透明細胞具螺紋——3
3a 枝葉葉綠細胞橫切面為卵圓形且有孔，沿細胞壁縫口處排列—— <i>S.ovatum</i> .
3b 枝葉葉綠細胞橫切面為三角形且有孔，但未沿縫口處排列——4
4a 枝葉之葉綠細胞橫切面呈三角形，底部朝背面——5
4b 枝葉之葉綠細胞橫切面為三角形，底部朝腹面——6
5a 莖葉尖端平圓，葉尖有毛—— <i>S.girgensohnii</i> .
5b 莖葉尖端尖銳，無毛—— <i>S. junghuhnianum</i> .
6a 枝葉長尖，呈披針形—— <i>S. cuspidatum</i>
6b 枝葉短，呈卵圓形，莖葉上有毛—— <i>S.cuspidatum</i> .

表 2：研究區內七種泥炭苔屬植物檢索表

### 3. 討論：

- (1)由（照片 4-18）及（圖 3）看出泥炭苔屬植物配子體為綠色，配子體除直立莖之外，尚具有多數下垂性側枝，其上長滿葉子，成熟孢子體則多為紅褐色；葉片及莖、枝均具多角形、膨大、失去細胞質的透明細胞（hyaline cell），此細胞因具有很強的儲水能力，故又稱儲水細胞（water-storage cell），某些種類透明細胞之細胞壁上，有明顯加厚之網狀螺紋。環繞透明細胞旁則為主司光合作用之狹長形葉綠細胞，從葉部橫切面，可發現葉綠細胞呈卵圓形或三角形。

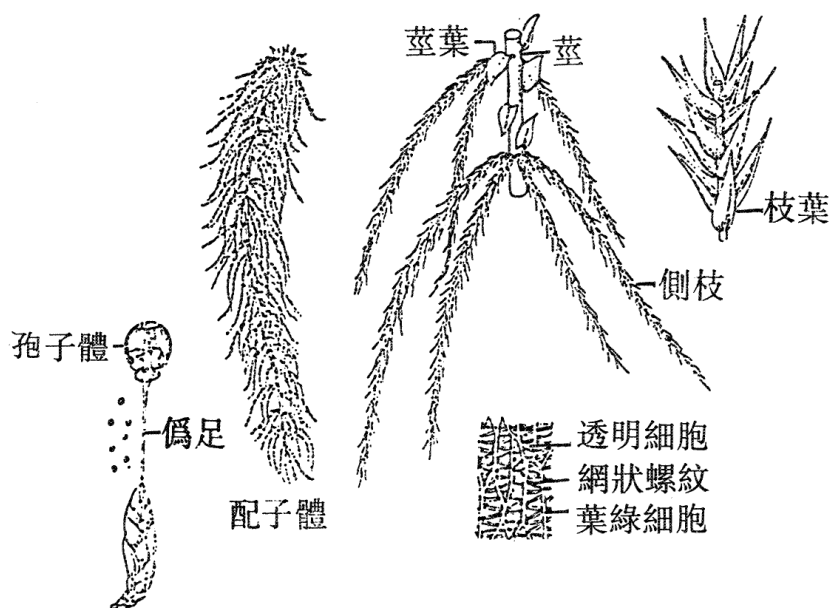


圖 3：泥炭苔屬植物形態構造模式圖

（仿賴明洲教授所繪 *S.cuspidatum* 圖）

- (2)泥炭苔屬植物之分類可根據莖、枝及枝葉表皮透明細胞壁之螺紋的有無（照片 11-14）、枝葉之葉綠細胞橫切面形狀（照片 15-17）及莖葉或枝葉外形（照片 8）作判斷。
- (3)根據研究結果，發現陽明山國家公園及鴛鴦湖自然生態保護區計有 7 種不同種類之泥炭苔（照片 4-10）1981 年賴明洲教授台灣泥炭苔屬之研究報告（十一），共發現台灣有 8 種泥炭苔屬植物與我們的研究結果相似，可見兩個研究區的生態環境極適合泥炭苔屬植物之生長。
- (二)泥炭苔屬植物生長環境及分佈之探討：

#### 1. 實驗過程：

本研究從 80 年 7 月迄 81 年 2 月，分別至陽明山國家公園之夢幻湖、翠翠谷及鴛鴦湖自然生態保護區，作泥炭苔屬植物生長環境（高度、溫度、相對濕度、湖水酸鹼值、溶氧量、導電度、硝酸鹽、磷酸鹽、混濁度及土壤

酸鹼值)及種類分佈之研究，並選擇與此兩研究區同為沼澤生態系之大屯山自然公園(照片19)、明池(照片20)及關渡水筆仔沼澤區(照片21)作比較研究。

## 2. 實驗結果(如表3-5)

研究區	理化因子	高度(m)	溫度(°C)	相濕度(%)	酸鹼值(pH)	溶氧量(mg/l) D.O	導電度(μs/cm)	硝酸鹽(mg/l)	磷酸鹽(mg/l)	混濁度(mg/l)	土酸鹼壤值(pH)	附註
夢幻湖		860	14.6	94.5	4.56	7.81	0.07	2.6	0.01	3.0	4.32	高山湖泊(保護區)
翠翠谷		830	15.1	92.1	4.60	7.21	0.09	2.8	0.02	4.4	4.43	高山谷地(保護區)
大屯山自然公園		750	15.2	93.5	6.50	5.92	0.12	4.6	0.09	10.8	6.22	人工化湖泊
關渡水筆仔沼澤區		0	20.7	78.2	6.90	3.23	0.56	11.8	0.18	30.5	6.70	淡水河出海口(污染嚴重)
明池		1140	14.4	91.0	6.37	7.34	0.04	3.2	0.06	21.4	6.21	高山湖泊略人工化
鴛鴦湖		1670	14.6	95.2	5.37	7.52	0.03	2.2	0.01	3.8	5.25	高山湖泊(保護區)

表3：各研究區生態環境之理化因子比較

研究區	夢幻湖	翠翠谷	大屯山自然公園	關渡水筆仔沼澤區	明池	鴛鴦湖
泥炭苔名稱						
<i>S.sericeum</i>						*
<i>S.cuspidatum</i>						*
<i>S.ovatum</i>						*
<i>S.girgensohnii</i>						*
<i>S.cuspidatum</i>	*					
<i>S.pseudocymbifolium</i>		*				*
<i>S.junghuhnianum</i>		*				

表4：各研究區泥炭苔屬植物發現之種類

附註：\*代表有泥炭苔屬植物出現。

研究區	100 林道																	湖區小徑(站)	湖水區邊							
	管制站→入口(km)																									
泥炭苔名稱	3	6	7	9	9.5	10	10.5	11	14	15	15.3	16.8	18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
S.sericeum									+																	
S.cuspidatum																										
S.ovatum																										
S.girgensohnii																										
S.pseudocymbifolium																										

表 5：鴛鴦湖自然生態保護區泥炭苔屬植物之分佈情形

附註：1. 數量之調查係以泥炭苔出現地點，左右各 10 公尺，山坡地高 2 公尺之範圍為基準，出現面積占  $\frac{1}{4}$  以內者為“+”， $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$  為“++”等依此類推，最高至“++++”。

2. “\*”表示有泥炭苔屬植物出現。

### 3. 討論：

- (1) 根據（表 3），顯示泥炭苔屬植物出現之研究區（夢幻湖、翠翠谷、鴛鴦湖自然生態保護區），多屬於中海拔、低溫、高濕度（多因東北季風關係）的山區。泥炭苔屬植物生活或鄰近的水域，其理化因子均為酸鹼值(4.5~5.4)低、溶氧量(D.O)(7.2~7.8)極高、導電度、磷酸鹽( $\text{PO}_4^{3-}$ )、硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ )及混濁度極低的貧營養酸性沼澤湖泊，而根部著生之土壤為酸性且有機物質含量高、植被豐富(六)。
- (2) 根據報告（三，四），泥炭苔屬植物生長地區之湖水為酸性之原因，除土壤母質本身因素外，主要由於本屬植物具有大量的糖醛酸(Uronic acid)，可釋放  $\text{H}^+$  與湖水中的金屬離子作交換，使湖水酸鹼值下降。此情形可抑制其它水生植物生長，造成泥炭苔屬植物大量繁殖之主因。
- (3) 泥炭苔屬植物出現之研究區湖泊，D.O 值極高，可能因為其為流動性湖泊。而磷酸鹽、硝酸鹽極低之原因可能因為長期水生植物吸收及沈澱於湖底之淤泥中，也使湖水因而清澈（導電度低、混濁度低）。

- (4)同屬沼澤生態系之關渡水筆仔沼澤區，因污染嚴重(五)，而大屯山自然公園及明池則因過度人工化等因素，破壞泥炭苔屬植物生長之生態環境，導致其無法生長。
- (5)由(表4)夢幻湖發現之 *S. cuspidatum*，多生長於湖岸近水區，而翠翠谷發現之 *S. pseudocymbifolium* 及 *S. junghuhnianum*，以前者的分佈較廣且數量多，後者亦僅出現於近水區，甚至於枯水期時，大量死亡，據此推測 *S. cuspidatum* 及 *S. junghuhnianum* 可能吸水及儲水能力較差，故必需近水生長，而 *S. pseudocymbifolium* 則吸水、儲水能力較強，能離水作廣泛之分佈，關於此點將有待後面設計實驗證明之。
- (6)鴛鴦湖自然生態保護區共發現五種泥炭苔屬植物(*S. sericeum*、*S. cuspidatum*、*S. ovatum*、*S. pseudocymbifolium*、*S. girgensohnii*)，由(表4-5)顯示離鴛鴦湖較遠之100林道中，均有此五種之分佈，其中又以 *S. pseudocymbifolium* 分佈最廣，數量亦最多；*S. ovatum* 則是分佈既差，數量又少的種類，其餘三種分佈及數量均差不多，然 *S. girgensohnii* 的分佈雖廣，但數量稍差。離湖水區稍近之沼澤區小徑，只發現四種泥炭苔屬植物，*S. girgensohnii* 已經不見其分佈。而四種中又以 *S. pseudocymbifolium* 分佈最廣及數量最多，*S. ovatum* 最差。最接近湖水區邊緣，只發現 *S. pseudocymbifolium*。概括言之，在整個鴛鴦湖自然生態保護區內，五種泥炭苔屬植物分佈範圍由大至小依次是 *S. pseudocymbifolium* > *S. sericeum* > *S. cuspidatum* > *S. ovatum* > *S. girgensohnii*。數量的多寡則依次為 *S. pseudocymbifolium* > *S. sericeum* > *S. cuspidatum* > *S. girgensohnii* > *S. ovatum*。*S. pseudocymbifolium*、*S. sericeum*、*S. cuspidatum* 等三種為此區之優勢種，其儲水、吸水及耐旱能力均應較強。

### (三)泥炭苔屬植物吸水及儲水能力之探討：

因為泥炭苔具有儲水細胞，可以吸收水分，所以在盆栽植物的培養上常將泥炭苔置於花盆中，協助吸水及儲水，利於盆栽植物之生長。下列實驗，主要想了解八種泥炭苔屬植物中(照片4-10, 22)那些吸水及儲水能力較強，便於推廣。

#### 1. 實驗過程：

- (1)取八種乾燥泥炭苔各 0.1 g，分別置於燒杯中(含 60ml 之水)，於固定時間取出，分別置入含有紗布之漏斗中過濾(去除附著於泥炭苔表面水分)利用微量天平秤重，重複實驗三次，記錄實驗結果，並求其平均

值。

(2)將吸水達飽和（72hr 後）之泥炭苔，分別取出置於鋁箔紙上，曝露於空氣中（溫度 26.3℃，相對濕度 87%）於固定時間，測其重量，並換算求其儲水量百分率。

2. 實驗結果：如（圖 4-7）（表 6）

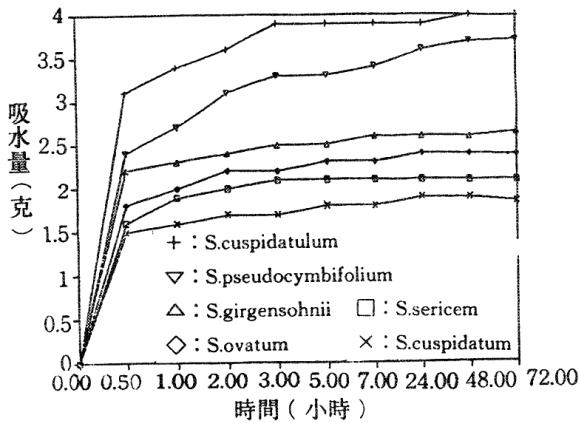


圖 4：六種不同泥炭苔屬植物（各 0.1 g）吸水能力之比較

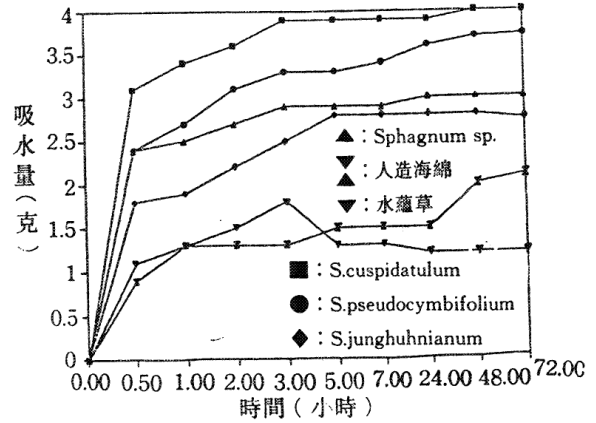


圖 5：四種不同泥炭苔屬植物、人造海綿及水蘊草（各 0.1 g）吸水能力之比較

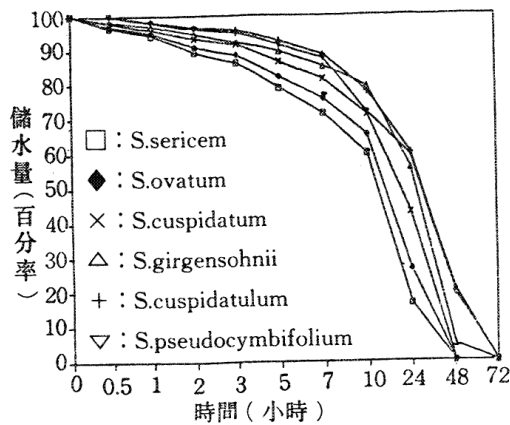


圖 6：六種不同泥炭苔屬植物儲水能力之比較

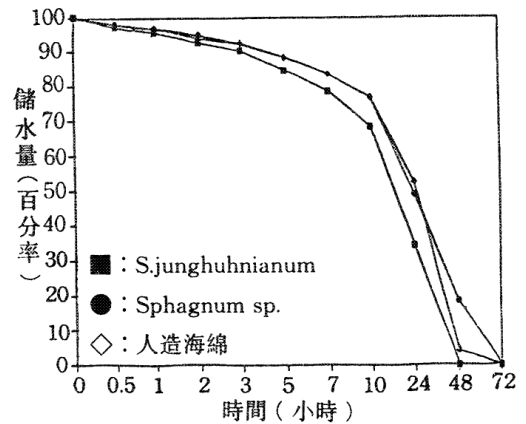


圖 7：兩種不同泥炭苔屬植物及人造海綿儲水能力之比較

泥炭苔名稱	S.sericeum	S.cuspidatumulium	S.ovatum	S.girgensohnii	S.cuspidatum	S.pseudocymbifolium	S.junghuhnianum	S.sp.
項目								
枝條上葉數	35	63	63	65	34	39	54	35
葉單位面積儲水細胞數目	32	24	40	41	37	18	26	15
葉形	卵圓形	卵圓形	披針形	披針形	披針形	卵圓形	披針形	卵圓形
吸水能力	1.09	2.63	1.58	1.59	0.92	2.17	2.08	2.33

表 6：八種泥炭苔屬植物枝葉構造與吸水能力的關係



### 3. 討論：

- (1)由 (圖 4-5) 看出瞬間及持續吸水能力以 *S. cuspidatum* 最好，*S. pseudocymbifolium* 次之，以 *S. sericeum*、*S. cuspidatum* 較差。
- (2)影響泥炭苔吸水能力的因素如枝葉儲水細胞數目、葉數、密度及莖上葉數、內部構造等，今僅就前二因素來討論。相同面積下，儲水細胞數目較少者，其相對的吸水面積較大，再者側枝上葉數較多者，吸水面積亦較大，所以推測吸水能力與儲水細胞數目成反比，而與葉數成正比。由 (表 6) 證明與此推測相符。
- (3)人造海綿雖吸水能力極為穩定，但為人造化合物，若用於園藝栽培協助吸水上，不易分解，易造成污染。水蘊草雖為水生植物，因缺乏儲水細胞，故吸水能力較差。
- (4)由 (圖 4-7) 看出八種泥炭苔屬植物之儲水能力強弱與吸水能力相似。
- (5)八種泥炭苔屬植物中以 *S. sericeum* 之儲水細胞因不具螺紋，推測阻隔能力較差，影響儲水能力。
- (6)*S. cuspidatum* 對水之依賴性強，且由實驗結果得知儲水能力較差，故須生長於湖岸近水區。
- (7)*S. junghuhnianum* 與 *S. pseudocymbifolium* 共同生存於陽明山國家公園之翠翠谷中，當谷底缺水乾涸時，*S. pseudocymbifolium* 仍生長良好，*S. junghuhnianum* 則有減少現象，顯示 *S. junghuhnianum* 吸水及貯水能力均較 *S. pseudocymbifolium* 為差與實驗結果相符合。
- (8)研究區發現之 *S. pseudocymbifolium* 及 *S. cuspidatum* 均大量出現，且其吸水及儲水能力均較市面上外國進口的泥炭苔為佳，值得進一步推廣於盆栽植物 (含蘭花) 保濕及植物嫁接、扦插或接木時防止乾燥之材料。

#### (四)泥炭苔屬植物在空氣污染偵測之研究

近來工礦企業及汽機車排放之廢氣，所造成之鉛污染益發嚴重，鉛污染除了傷害植物外，對人類會造成造血及神經系統的破壞 (+)。故水及空氣中鉛含量的偵測極為重要，一般偵測空氣中鉛的含量，皆利用儀器收集空氣中之落塵，再利用原子吸收光譜儀 (AAS) 偵測所吸附的鉛離子。但由於該儀器較貴，數量較少，故無法普遍設置，且目前各縣市環保局，很少偵測空氣中的鉛離子。根據國外報告，苔蘚植物具有極高的吸附及堆積金屬物質的能力，尤其是泥炭苔屬的植物，具有十分強勁與旺盛的水分吸收機制且植物體表面擁有大量的離子交換官能機，能濃縮空氣中的金屬物質，利用苔蘚類

植物來偵測空氣中之鉛離子含量，較為簡易及普遍(二)。國內利用泥炭苔屬植物，從事空氣污染中鉛離子吸收之研究，尚未有報告提出，故激發我們做下列實驗。

### 1. 實驗過程：

- (1)八種泥炭苔屬植物（乾燥）各取 0.5 g，以 1%的硝酸清洗，再用去離子水，沖去殘餘的酸液，風乾後置於 100ml的燒杯內，放入密閉容器中，利用摩托車廢氣處理 45 天（每天噴氣半小時），另取陸生常見之單子葉、雙子葉（兩耳草、杜鵑花）葉片，及水生植物（水蘊草），作吸收能力比較，45 天後，取上述標本予以灰化(450℃)(二)，並利用 AAS（照片 23）作分析（八，九），比較何者對空氣中鉛離子的吸收能力較強，並將其應用於實驗室外。
- (2)取吸收能力不錯，且數量較多的泥炭苔植物（乾燥）(S. pseudocymbifolium)12 g，製成苔蘚吊球(Moss-bag)（照片 28），分為六組（每組 2 個苔蘚吊球），各置於下列六個研究站〔滄興橋頭紅綠燈口（照片 24）、浮洲橋（照片 25）、新海橋（照片 26）、加油站旁（照片 27）及本校校園內（照片 28）及三峽滿月圓產業道路旁〕，共置放 3 個月，然後取回作灰化及利用 AAS 作鉛離子吸收分析，且比較各研究站鉛污染情形。另取等重量的濾紙（一般環保單位使用），分別置於網狀鐵網內，置於校內及加油站，三個月後收回，與泥炭苔植物比較空氣中鉛離子吸收情形。

### 2. 實驗結果：（如表 7-9）

植物種類	pb <sup>+2</sup> 含量 水溶液濃度 ppm(mg/ℓ)	pb <sup>+2</sup> μg/0.5 g 植物
S.sericeum	1.324	33.1
S.cuspidatum	1.236	30.9
S.ovatum	1.007	25.2
S.girgensohnii	1.065	26.6
S.cuspidatum	0.913	22.8
S.pseudocymbifolium	1.161	29.0
S.junghuhnianum	0.753	18.8
S.sp.	0.578	14.4
水蘊草	0.037	0.93
兩耳草	0.118	2.95
杜鵑花葉	0.287	7.21

表 7：八種不同泥炭苔屬植物及三種種子植物吸收機車廢氣中 pb<sup>+2</sup> 含量之比較

研究站	測定時間	車輛數量	機 車	小 型 車	大 型 車	備 考
			(台/小時)	(台/小時)	(台/小時)	
滄興橋頭紅綠燈	尖峯時間		3650	4900	360	四線道橋樑近板橋市區
	離峯時間		1800	2400	210	
浮洲橋 (板橋—樹林)	尖峯時間		8400	11000	740	四線道(附近工廠工地多)
	離峯時間		3200	3800	420	
新海橋 (板橋—新莊)	尖峯時間		3200	2620	148	二線道
	離峯時間		1620	1050	73	
加油站 (新莊—樹林)	尖峯時間		105	86	0	機車、汽車(有鉛、無鉛汽油均有)
	離峯時間		54	40	0	
本校校內 道路旁	上(放)學時間		53	40	0	近校外四線道馬路約二十公尺
	平常時間		5	3	0	
三峽滿月圓	假日		60	45	3	產業道路旁

表 8：六個研究站車流量情形

研究站	pb <sup>+2</sup> 含量	水溶液濃度	pb <sup>+2</sup> μg/g	pb <sup>+2</sup> μg/g
		ppm(mg/ℓ)	泥炭苔	濾紙
滄興橋頭紅綠燈		4.732	118.3	
浮洲橋		2.144	53.6	
新海橋		3.060	76.5	
加油站		2.064	51.6	10.4
本校校內道路旁		4.180	104.5	23.8
三峽滿月圓		0.824	25.8	

表 9：S.pseudocymbifolium 及濾紙在不同研究站吸收空氣中 pb<sup>+2</sup> 含量比較

### 3. 討論：

(1)由(表 7)看出，八種泥炭苔屬植物，對機車廢氣中鉛離子的吸收能力，依次以 S. sericeum，S. cuspidatum，S. pseudocymbifolium 為最佳，而外國引進之品種最差，本地的泥炭苔屬植物，則以 S. junghuhnianum 為最差。根據實驗結果，發現大部份泥炭苔其吸水能力愈好者，吸收鉛離子的能力愈強，如 S. cuspidatum 及 S. pseudocymbifolium。但是 S. sericeum、S. junghuhnianum 及另一外國引進種，為極明顯之例外，前者為吸水能力差，但鉛離子吸收能力最好，是否其表面具有大量離子交換官能基，尚需進一步探討。後二者則為吸水能力不錯，但鉛離子吸收差，是否亦因離子交換官能之因素造成，亦需探討。而外國報告(二)用來作污染偵測之 S. girgensohnii，其對鉛離子吸收能力，由實驗結果得知，並非最好(4/8)。

- (2) (表 7) 中顯示，泥炭苔屬植物的確有較強之吸收鉛離子之能力，平均 0.5 g 泥炭苔吸收鉛離子的量均高達  $14 \mu\text{g}$  以上。其它水蘊草、兩耳草、杜鵑花葉普遍鉛離子吸收能力不佳，但以陸生的杜鵑花葉最好。
- (3) 由 (表 8-9) 看出，車流量較多的地方，鉛污染較嚴重。由實驗結果看出，本校校內進出之車輛，固然不多，但因鄰近四線道馬路，根據報告 (+)，道路上汽機車排出的鉛離子 50% 降落在距道路兩側的數百公尺內，其餘以氣溶膠形式，在大氣中停留 7 至 30 日，並逐向遠空曠處擴散，因此本校校園內測得泥炭苔吸收鉛離子量極高 (高達  $104.5 \mu\text{g/g}$ )。在此呼籲位於道路兩旁之住家、機關、學校、公司，均應隨時注意空氣污染的擴散，所造成的不利影響。
- (4) 由 (表 9) 得知滄興橋頭紅綠燈口，泥炭苔吸收鉛離子之量為最高 (高達  $118.3 \mu\text{g/g}$ )，可能因車流頻繁，且多數車輛於該處遇紅綠燈後，重新啓動，造成大量鉛離子產生，故呼籲機車騎士，騎車時均應配戴口罩。
- (5) 與三峽滿月圓 (低污染區) 比較，加油站之鉛離子濃度仍然偏高 (為前者之 2.5 倍)，因此加油站工作人員之健康，亦應重視，故建議加油站工作人員，在工作時應配戴口罩，並定期做體內鉛離子濃度之檢查。
- (6) 浮洲橋車流量最多，推測鉛離子污染，應該最嚴重，但由於附近營造業工地密集，造成塵土飛揚，覆蓋本實驗設置之泥炭苔吊球上，因此吸收空氣中鉛離子之實驗，倍受影響，實際測量值稍低。
- (7) 查環保單位偵測空氣中之鉛離子含量，均採用控制空氣流量之抽氣設備，再由濾紙濾得之微粒作 AAS 分析其鉛含量，由實驗得知等重之濾紙所吸附之微粒中，鉛離子含量較泥炭苔者為低，且儀器昂貴，設置難以普遍；如能使用泥炭苔吊球，則不僅花費少，設置容易，兼具吸附及吸收鉛離子之能力，更適合各地區空氣品質之長期調查研究，值得環保單位進一步研究推廣。

#### 四、結論

1. 陽明山國家公園及鴛鴦湖自然生態保護區共發現泥炭苔屬植物七種 (*S. sericeum*, *S. cuspidatum*, *S. ovatum*, *S. junghuhnianum*, *S. cuspidatum*, *S. pseudocymbifolium*, *S. girgensohnii*)。
2. 泥炭苔屬植物之分類可根據莖、枝及枝葉表皮透明細胞壁之螺紋的有無，枝葉之葉綠細胞橫切面形狀及莖葉或枝葉的外形作判斷。

3. 泥炭苔屬植物的生長環境多屬於中海拔、低溫、高濕度的山區，其生活或鄰近的水域理化因子均為酸鹼值低、溶氧量極高、導電度、磷（硝）酸鹽及混濁度極低的貧營養酸性沼澤湖泊，而根部著生之土壤為酸性且有機物質含量高，植被豐富。
4. 陽明山國家公園夢幻湖之湖岸近水區發現 *S. cuspidatum*，具水生性，翠翠谷發現 *S. pseudocymbifolium*、*S. junghuhnianum*，後者具水生性，鴛鴦湖自然生態保護區，最接近湖水區只發現 *S. pseudocymbifolium*，沼澤區小徑，有四種泥炭苔屬植物分佈，而離湖較遠之 100 林道中，則有五種泥炭苔屬植物分佈。整個保護區內，發現的五種泥炭苔分佈範圍由大至小依次是 *S. pseudocymbifolium* > *S. sericeum* > *S. cuspidatum* > *S. ovatum* > *S. girgensohnii*。數量的多寡則依次為 *S. pseudocymbifolium* > *S. sericeum* > *S. cuspidatum* > *S. girgensohnii* > *S. ovatum*。*S. pseudocymbifolium*、*S. sericeum*、*S. cuspidatum* 等三種為此區之優勢種。
5. 八種泥炭苔屬植物中瞬間及持續吸水能力以 *S. cuspidatum* 最好，*S. pseudocymbifolium* 次之，以 *S. sericeum*、*S. cuspidatum* 較差。推測吸水能力與儲水細胞數目成反比，而與葉數成正比。八種泥炭苔屬植物儲水能力強弱與吸水能力相似。
6. 泥炭苔屬植物表面具有離子交換官能機，因此吸水時常能藉離子交換過程吸收金屬離子並放出氫離子，極適合作為重金屬污染之偵測器，也因此其生活之水域概為酸性。
7. 泥炭苔屬植物應用於空氣中鉛離子污染之偵測效果極佳，尤其是 *S. sericeum*，*S. cuspidatum*，*S. pseudocymbifolium*，其中 *S. pseudocymbifolium* 吸水力，吸收鉛離子能力佳且分佈廣，值得推廣。
8. 車流量多之地區，空氣中鉛離子污染嚴重，一般道路之紅綠燈口及加油站的空氣中亦含有相當程度之鉛離子，騎士及加油站人員均應配戴口罩；鄰近道路旁之機關、學校、住家均應注意車輛造成的鉛污染，常帶來嚴重的擴散效應。
9. 泥炭苔吊球吸附及吸收鉛離子能力均佳，取材及污染偵測之設置方便，值得環保單位進一步推廣研究。

## 五、參考資料

- (一)談苔蘚與蕨類 郭長生 幼獅文化事業公司 (1986) P.15-49。
- (二)陽明山國家公園苔蘚地衣類植物之資源調查 賴明洲等四人 內政部營建署陽明山國家公園管理處 (1990)。
- (三)夢幻湖植物生態系之調查研究 黃增泉等六人 內政部營建署陽明山國家公園管理處 (1988)。
- (四)陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究(第一期 期末報告) 鄭先祐等八人 內政部營建署陽明山國家公園管理處 (1987)。
- (五)關渡沼澤地植物生態調查 林則桐 行政院農業委員會 (1987)。
- (六)鴛鴦湖自然保留區周邊森林供遊憩利用規劃 陳昭明等二人 行政院農業委員會 (1987)。
- (七)分子生物學(上册) 張信譯 藝軒圖書出版社) (1987), P. 67-71。
- (八)儀器分析原理 邱承美 科文出版社 (1974), P. 173-190。
- (九)事業廢水處理技術員講習或訓練教材講義(廢水水質分析及實習) 國立中央大學土木工程研究所 (1989)。
- (十)環境污染與健康 王紹漢著 科技圖書股份有限公司 (1990) P. 121-131。
- (十一) Tan-Shui Liu & Ming-Jou Lai: Sphagnum in Taiwan Quart. Journ. Taiwan Museum 34(1, 2) (1981) P. 95-104.

## 致謝

此次實驗非常感激農業委員會及陽明山國家公園管理處之協助，使作者能順利進入保護區內進行研究，亦非常感謝輔大景觀設計系賴明洲教授在泥炭苔屬植物分類上提供寶貴資料、私立光武工專蔡翠菊老師及星輝環保公司在泥炭苔吸收鉛離子測定上的協助、中央研究院分子生物研究所陳菀玲小姐在泥炭苔屬植物蛋白質電泳，提供儀器，並協助分析，及本校校長溫鎮泉先生之協力支持，指導老師潘寧民、譚天常先生辛苦的指導，使本實驗得以順利進行。

## 評語

發現陽明山國家公園及鴛鴦湖自然生態保護區有七種不同種類之泥炭苔植物，本屬植物具有大量的糖醛酸(Uronic acid)，可釋放 H<sup>+</sup> 與湖水中的金屬離子交換，使湖水酸鹼值下降，因而大量繁殖。此植物除含有儲水細胞可保持濕度外，

尚有吸附及堆積金屬物質的能力，例如對  $Pb^{++}$  的吸附能力比其他植物（水蘊草）高了 10 至 20 倍，用此植物和目前環保署所用的標準濾紙做對照試驗時，發現此植物對空氣中含鉛量的測定，較為靈敏 5 倍，故有推廣應用之價值並推薦為環保獎。