尋找地衣的故事

利用地衣作為指標測量空氣污染的情況

第十八隊　閩僑中學

組員名單：陳翠婷 (中四)

陳桂珍 (中四)

范錦如 (中四)

李淑媛 (中四)

葉曉羚 (中四)

指導老師：陳志勇老師

引言

香港有美麗的山林、海景，而且又有很多不同種類的動植物，確實是一個風光明媚的地方。加上香港的郊野公園佔地面積達到 43656 公頃，約是全港總面積的四成，實在難能可貴。但是近年來，香港的空氣污染日趨嚴重，令不少動植物失去寶貴的家園及生長的機會。這次，我們就選了地衣來作為我們的一個研究對象，以地衣作為生物指標來評估香港郊野的空氣污染情況。

地衣，是一種會隨空氣污染而改變其生長覆蓋範圍的植物，這是因為地衣不具有像高等植物那樣嚴密的表皮組織，而且地衣體內的菌絲一般比較疏鬆，污染顆粒很容易進入地衣結構內，影響它的生長。因此，我們以地衣作為研究空氣污染的指標，能夠表達出空氣污染的情況。

加上，地衣是一種在香港較為常見的生物，無論在市區、山野、鄉村和其他地方我們都可以看見地衣的存在。所以，以它作為我們所研究的對象，測量它的覆蓋率，來評估香港郊野的空氣污染情況，是具有代表性的。

我們的研究以鰂魚涌柏架山道為起點，因為柏架山位於市區旁，附近有很多人類活動影響其空氣質素，最後我們以寶馬山山頂旁的緩跑徑為終點，沿途研究地衣在山下至山上的分佈及覆蓋率，從而反映出該地區的空氣污染的情況。

這次研究的結果，不但能夠反映出香港郊野的空氣污染情況，亦同時使人們能清楚了解到一些人類在郊野進行的活動，如：供奉神明、行山晨運等對郊野環境所造成的破壞，讓人們能夠意識到愛護郊野的重要性，為郊野的動植物盡一分力，還給它們一個乾淨、寶貴的家園，讓它們有一個適合的生境來生長。

另外，研究的結果，也能反映出以生物作為空氣污染指標的準確性，說明其分佈、覆蓋率等能否準確地代表空氣污染的情況。

相關背景資料

I. 什麼是地衣？

a. 地衣小檔案

地衣這種生物在全球約有 1.8 萬餘種，是一群非常奇特的生物體，它是由真菌和藻類聯合而成共生生物，因為表面的藻類部份能利用體內之葉綠素，進行光合作用以製造食物；而下方的真菌菌絲部份能吸入水份、氣體及無機鹽，這樣的話，真菌可得到藻類光合作用的產物，而藻類也藉著真菌以固著地面，二者因此而互助互惠，共同生長。而我們肉眼所見到的，只是地衣類生物多樣的外觀，生物學家亦稱之為地衣原葉體，簡稱做地衣。

b・地衣的形狀和結構

地衣的主體通稱為地衣原葉體（Lichen thallus），將其作橫切面切片觀察，可以看到大多數地衣內部的真菌與藻類都有層次的分野，屬於異層地衣，有些地衣原葉體內部的真菌和藻類則是混生一起的，屬於同層地衣，通常從它們的外部的形態中觀察，一般可以簡略地將它們分成三個類別：即葉狀地衣（foliose lichen）、莖狀地衣（fruticose licehen）、以及殼狀地衣（crustose lichen）。然而，每一種地衣都有它特定的形態、構造與生長習性，因此，植物學家們便將它們當作一個獨立的分類群來看待。

i. 葉狀地衣（foliose lichen）

葉狀地衣絕大多數是扁平形的，大小因物種的不同而有極大的差異。原葉體藉共生菌菌絲集結而成的構造，如假根、絨毛、臍等固著於基質表面上，原葉體和基質容易因外力而分離。

ii. 莖狀地衣（fruticose licehen）

莖狀地衣整體外型通常呈直立的灌叢狀，或呈懸垂的絲狀，基部直接與基質相連，或只是以附著器固著在基質上。原葉體具有多數分枝，各分枝形態變

異大，可由圓柱狀乃至扁平的條狀或寬扇形。

儘管外部形態變異大，莖狀地衣的內部構造卻是一致的。由莖狀地衣分枝的橫切面，顯示內部構造均呈現輻射狀，皮層、藻層、髓層都排列成圓環狀，中央部分則為軟質中軸；此外，如樹花屬（Ramalina）的原葉體，其皮層內還有一層內皮層的纖維狀組織。

iii．殼狀地衣（crustose lichen）

殼狀地衣因為其原葉體內部分化程度的不同，通常可以分成三個等級。低等的殼狀地衣缺乏內部組識的分化，原葉體多是深入基質內生長的，僅能就基質表面著生的子囊果，或基質表面的色塊來判斷地衣的存在。

iv.具有明顯分化的殼狀地衣

其原葉體內部往往具有上皮層、藻層和髓層的分野。比較高級的殼狀地衣，其原葉體常呈圓形，中央呈龜裂狀或顆粒狀的硬殼，周緣則分裂成放射狀的裂解，緊密或疏鬆地固著在基質上。

地衣原葉體殼狀，皮層缺如，以下表面髓層的菌絲或下地衣體固著於基質上。原葉體，中央龜裂狀，周緣則分裂呈放射狀裂解。子囊盤網衣型，埋於基質內或貼生於基質上，側絲具分岐、粘著性，子囊內有孢子 1-8 個，孢子無色到褐色，大型，常為多細胞型。分生孢子器埋於地衣原葉體中，分生孢子針狀。

c・地衣的生長環境和情況

i.地衣體中的菌絲纏繞藻細胞，並從外麵包圍藻類。藻類光合作用製造的有機物，大部分被菌類所奪取、藻類和外界環境隔絕，不能從外界吸取水分、無機鹽和二氧化碳，只好依靠菌類供給，它們是一種特殊的共生關係。菌類控制藻類，地衣體的形態幾乎完全是真菌決定的。

ii .有人曾試驗把地衣體的藻類和菌類取出，分別培養，而藻類生長、繁殖旺盛，菌類則被餓死。可見地衣體的菌類，必須依靠藻類生活。

iii . 大部分地衣是喜光性植物，要求新鮮空氣，因此，在人煙稠密，特別是工業城市附近，見不到地衣。地衣一般生長很慢，數年內才長幾釐米。地衣能忍受長期乾旱，乾旱時休眠，雨後恢 復生長，因此，可以生在峭壁、岩石、樹皮上或沙漠地上。地衣耐寒性很強，因此，在高山帶、凍土帶和南、北極，其他植物不能生存，而地衣獨能生長繁殖，常形成一望無際的廣大地衣群落

II. 空氣污染如何影響地衣？

由於地衣不但不具有像高等植物那樣嚴密的表皮組織，而且地衣體內的菌絲一般比較疏鬆，污染顆粒很容易進入地衣體內，同時它又是直接吸收空氣裏面的水份，所以空氣污染的情況會影響地衣的生長。

在工業化的社會，地衣是個空氣污染「指標」，由於地衣在繁殖的過程中需要吸空氣中元素作營養，但因工業城市製造大重二氧化硫等污染物，導致它們沒有足夠的營養供生長，以致大量地衣不能生存而漸漸消失。

III. 地衣如何作為空氣污染的指標?

曾有研究發現：地衣和苔蘚對大氣二氧化硫污染最為敏感，它能直觀地反映出一個地區大氣的污染程度，是一種實用而有效的大氣污染指示植物。

現在人們多選擇附生苔蘚、地衣作為二氧化硫污染的指示植物。其原因在於：①附生於樹皮上的苔蘚、地衣不受土壤條件等差異的影響，可減少多因子分析中造成的困難。②苔蘚、地衣對二氧化硫的敏感度比一般種子植物大 10 倍。 ③附生於樹皮上的苔蘚、地衣，其生長所需水分和養分，依賴於大氣中的濕沉降和乾沉降，因而可以直接反映大氣污染程度。 ④苔蘚、地衣系多年生綠色植物，可提供污染物長時間內的危害累積效應。 ⑤苔蘚、地衣分佈廣泛，取材容易，調查方法簡便。

Ⅳ. 香港常見的地衣種類

香港的地衣種類十分多，約有 260 多種，以下是附生在樹皮上的其中一些例子：

囊子地衣綱 Class: Ascolichenes

被果地衣亞綱 Subclass: Pyrenocarpeae

(1) 穴疣地衣目 Verrucaliales

多核衣 Polymerridium sp.,
小核衣科（灌木地衣科）：Pyrenulaceae
共生藻種類：未明
著生基體：多種樹的樹幹

(2) 小核果衣目 Pyrenulales

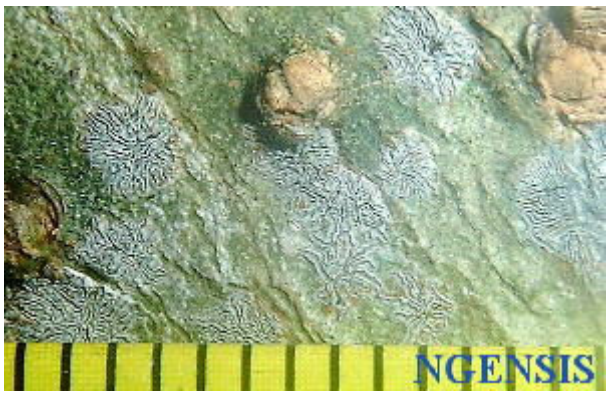
黑突小核衣 Pyrenula neglecta Harris,
小核衣科:
共生藻種類: 未明
著生基體: 樹皮

裸果地衣亞綱 Sublass: Gymnocarpeae

(文字地衣總目 Superorder: Graphidiidae)

(1) 文字地衣目 Graphidales

刻痕衣 Glyphis cicatricosa Ach.,
座盤衣科: Chiodectonaceae
共生藻種類: 橘色藻屬 (Trentepohlia)
著生基體: 多種樹的樹幹



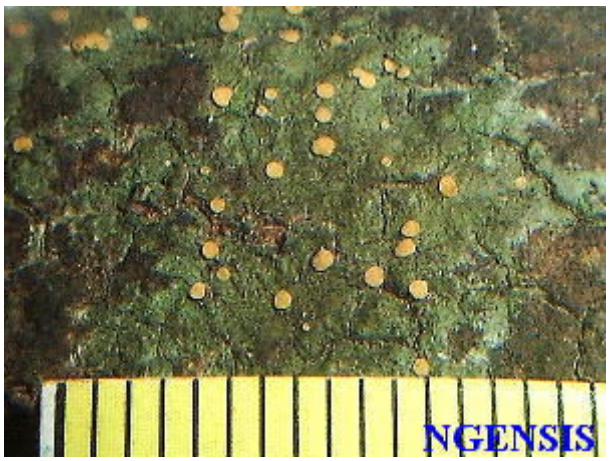
群大星衣
Sarcographa labyrinthica Müll. Arg.,
座盤衣科: Chiodectonaceae
著生基體: 樹皮

大星衣
Sarcographa tricosa Müll. Arg.,
座盤衣科: Chiodectonaceae
共生藻種類: 橘色藻屬(Trentepohlia)
著生基體: 樹皮

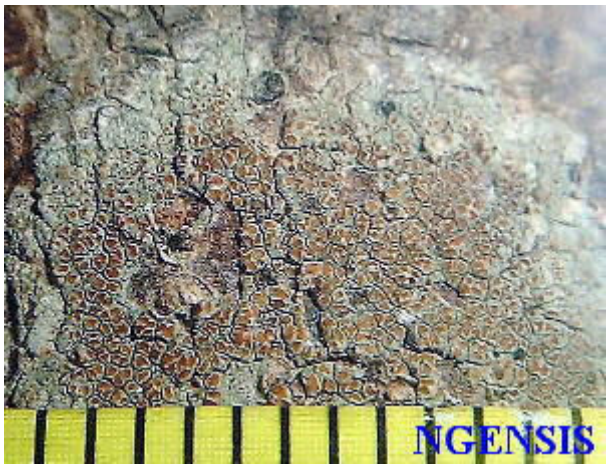
孟德擬文衣
Graphina mendax Müll. Arg.,
文字衣科: Graphidaceae
共生藻種類: 橘色藻屬(Trentepohlia)
著生基體: 樹皮

(盤果地衣總目 Superorder: Cyclocarpiidae)

(1) 網衣目 Lecidales

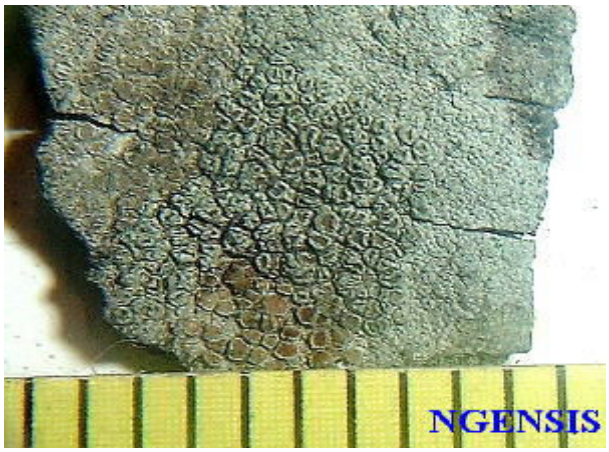


中央桿孢衣
Bacidia cf. medialis Zahlbr.,
網衣科: Lecidaceae
著生基體: 樹皮

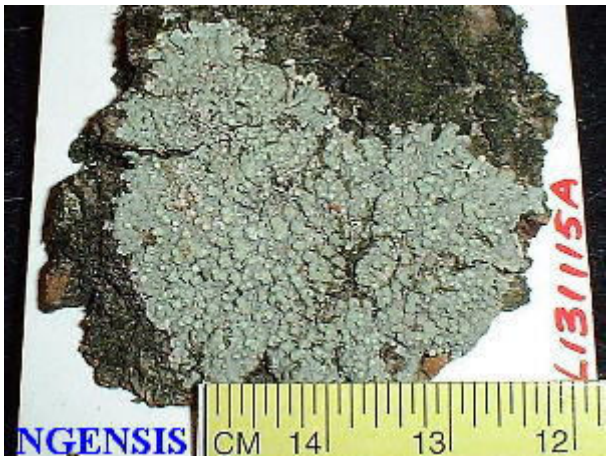


相似赤星衣
Haematomma similis Bagal.,
茶漬科: Lecanoraceae
共生藻種類: 原球類屬(Protococcoid)
著生基體: 樹皮

癩屑茶漬
Lecanora leprosa Fée
茶漬科: Lecanoraceae
共生藻種類: 原球藻屬(Protococcoid)
著生基體: 樹皮



蠟黃橙衣
Caloplaca cf. cerina Th. Fr,
橙衣科: Caloplacaceae
共生藻種類: 綠藻類的一屬
著生基體: 樹皮



彩脊衣
Dirinaria picta Clem. et Schear,
蜈蚣衣科: Physciaceae
著生基體: 樹皮

Ⅴ.不同品種的地衣對空氣污染的反應有何不同

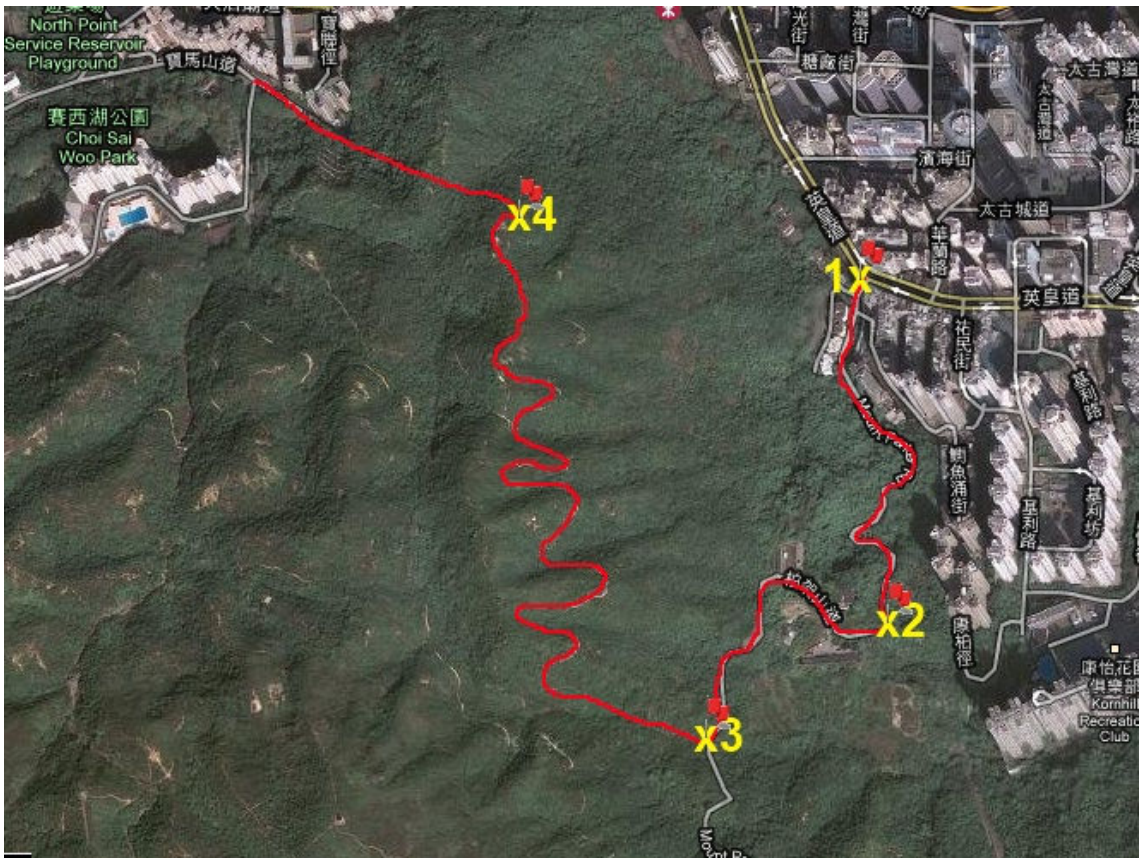
在構造簡單的地衣種類中，因菌絲很少，且生長於藻類的膠質膜鞘中，所以菌類可自藻類吸收養分。但在以菌類為主的地衣中，藻類可以行光合作用製造有機養分以供應菌類利用，而菌類可將地衣原葉體固著於生長基質上，並供給藻類水分及礦物質，形成一種互惠關係（consortium）。但實際上地衣內的藻類是不太依賴菌類的，只是在一些特別乾燥的區域或季節中，菌類可以利用抗旱性的菌絲體從空氣中吸收水分以供藻類生活之需，或提供保護使其不致死亡。但在污染較嚴重的地方，污染氣體的排放量遠多於氧氣供地衣作營養，導致它們死亡。因此，愈是以個體生長的地衣，如膝曲樹花，即該區/地方的空氣較好，而愈是以依附岩石或樹皮且細小的，如彩脊衣，即該區/地方的空氣比以個體生長的地衣之區/地方較差。所以空氣愈好的地方，地衣便愈能以個體生長。

表一：指示空氣污染狀況的地衣種類

樹幹上的地衣的類別	二氧化硫濃度大約值(ug/m^3空氣)
沒有地衣，樹幹上滿佈綠色原球藻	超過 170
椰子黑盤衣，呈鱗狀，但沒有子實體	125 至 170
黃色粉末狀癩屑地衣	約 125
殼狀地衣或呈鱗狀地衣(例如彩脊衣)	70 至 125
葉狀地衣(例如裸緣梅衣)	35 至 70
絲狀或灌叢狀地衣(例如松蘿)	低於 35

研究方法

為了深入了解香港不同種類的地衣的生長及分布情況,我們就進行了實地考察。我們選取了距離市區較近的柏架山自然教育徑至寶馬山一帶的山路進行實地考察。考察時間為 2010 年 3 月 20 日（星期六）上午。



測量點：1　柏架山道英皇道旁的路口位置

2　柏架山道的涼亭附近

3　柏架山道金督馳馬徑的入口

4　寶馬山山頂附近的緩跑徑

所需器材：

兩張 50x18cm 的透明格仔紙

兩支測量杆

兩段繩子

放大鏡

由柏架山道出發之後，我們沿途選擇不同的測量點（包括柏架山道英皇道旁的路口位置、柏架山道的涼亭附近、柏架山道金督馳馬徑的入口及寶馬山山頂附近的緩跑徑）。在每個測量點隨機選擇數棵樹木，把測量杆放在樹木旁，找出離開地面以上 100 至 150 厘米的樹幹範圍，再利用繩子將該範圍標記。

辨認了範圍內的地衣品種後，我們將 50x18cm 的透明格仔紙鋪在樹幹上，紀錄各種地衣的覆蓋範圍。我們亦嘗試辨認測量點附近各種可能引致空氣污染的人類活動，並拍下相關的照片。

收集所有數據後，計算各種地衣在各個測量點的覆蓋百分率，以及所有地衣的總覆蓋百分率。最後對地衣的分佈情況作出討論和比較。

當日天氣情況

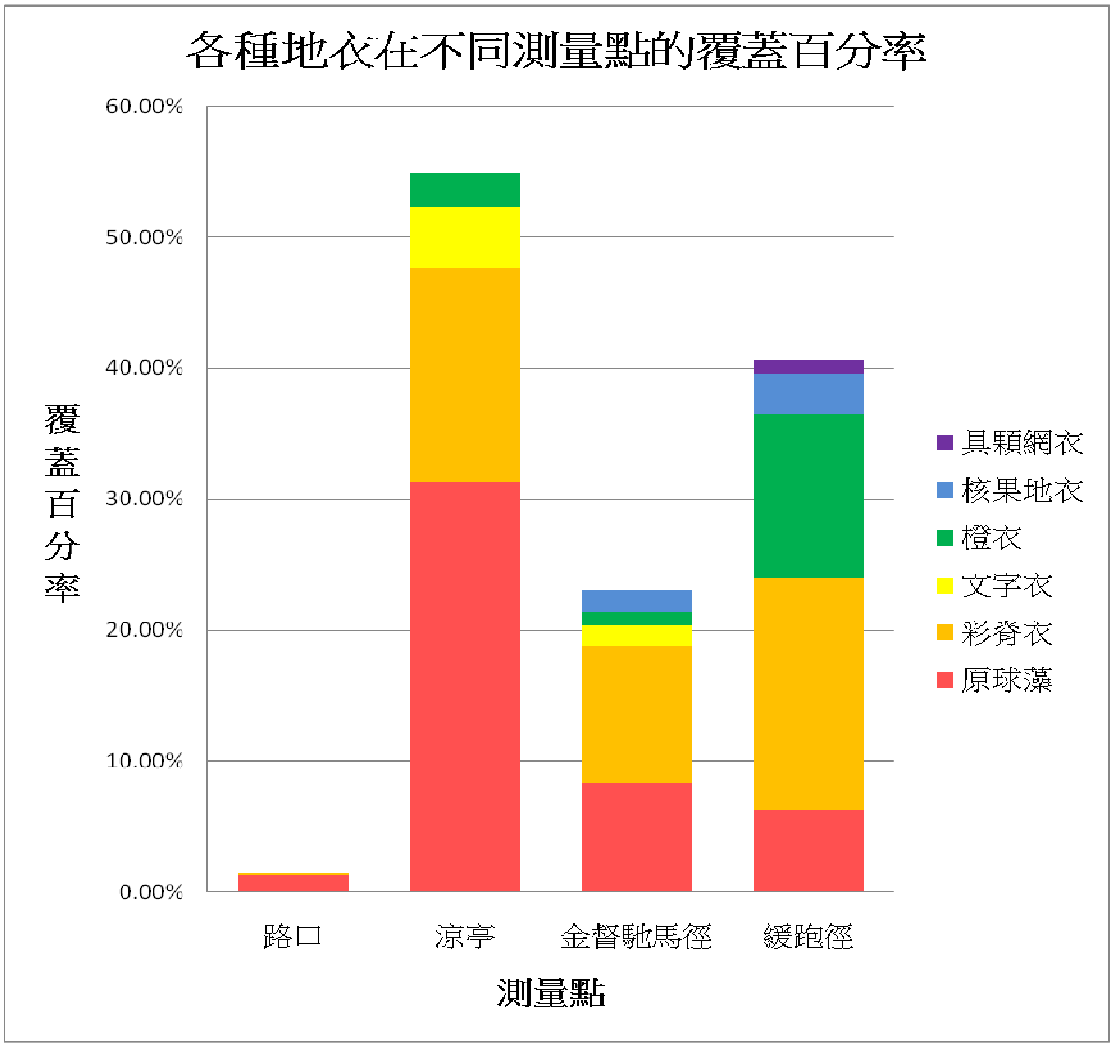
最高氣溫攝氏：24.5 度
最低氣溫攝氏：19.7 度
最低草溫攝氏：18.9 度
相對濕度：68 - 92 %
雨量：微量

結果

表二：各種地衣在不同測量點的覆蓋百分率

測量點 / 地衣	柏架山道英皇道旁的路口（路口）	柏架山道的涼亭（涼亭）	柏架山道金督馳馬徑的入口（金督馳馬徑）	寶馬山山頂附近的緩跑徑（緩跑徑）
原球藻	1.36%	31.25%	8.39%	6.25%
彩脊衣	0.04%	16.38%	10.39%	17.72%
文字衣	0.00%	4.69%	1.54%	0.00%
橙衣	0.00%	2.58%	1.00%	12.50%
核果地衣	0.00%	0.00%	1.76%	3.13%
具顆網衣	0.00%	0.00%	0.00%	1.00%
總數	**1.40%**	**54.90%**	**23.08%**	**40.60%**

圖一：各種地衣在不同測量點的覆蓋百分率



討論

根據我們在實地考察後所得的數據分析，發現四個測量點的地衣覆蓋率都存在明顯的差異。數據顯示，地衣在柏架山道涼亭的覆蓋率是最高的，其次是寶馬山道緩跑徑，相對較低的是金督馳馬徑，而覆蓋率最低的是柏架山道路口。

就以上結果和實地考察所拍下的照片，我們推測導致這個結果的原因：

- 柏架山道英皇道旁路口的地衣覆蓋率最低，由於它接近市區及英皇道，有各種人文活動：如不同種類的汽車絡繹不絕，排放很多廢氣，如二氧化碳，懸浮粒子等；附近有神廟，經常有信者到此供奉神明，燃燒香燭冥鏹；而且附近有街市及不少食肆，人流多；更有地盤在該區長期施工，這些人文活動皆會排放各種令空氣污染嚴重的氣體，再加上周圍高樓林立，造成屏風效應，令空氣污染物難以吹散，由於種種人文活動，導致該區的空氣污染最嚴重，因此地衣亦是最少的。另外用以扶植樹木的鐵柱亦會阻礙地衣生長，令地衣孢子難以附生，因而減少地衣的覆蓋率。

- **金督馳馬徑**位於郊區，空氣污染相對較低，但亦受到各種人文活動的影響，該處有些僭建物，如神廟、帳蓬，各類貢品、香燭、冥鏹對環境造成污染；亦有人在此非法開墾土地用以種植，雖有美化及綠化之意，但也破壞了當地的環境外，因此地衣相對較少。

- **寶馬山道緩跑徑**人文活動相對最少，理論上空氣污染指數最低，地衣覆蓋率最高。但根據數據顯示，它只屈居第二，可能是因為寶馬山道緩跑徑行山人士較多，有小部份樹木受到破壞，減少地衣生長；而且它接近山頂，相對濕度低(土地干裂)，不利於地衣生長。

- **柏架山道涼亭**的地衣覆蓋率雖然是最高，但原球藻居多，超過整體地衣覆蓋率的一半，由於原球藻對空氣的敏感度較低，因此不代表此處的空氣污染低。加上涼亭位於山腰，相對濕度比緩跑徑高，因此較有利於地衣生長。

總結

根據測量所得的結果及上述原因，我們認為單單以地衣覆蓋率作為空氣污染指標是不可靠的。

地衣是一種會隨空氣污染的情況而改變其生長覆蓋範圍的植物，在空氣污染嚴重的地方，污染顆粒很容易進入地衣結構內，令地衣難以生長；在空氣污染較輕微的地方，地衣的覆蓋率不但大幅增加，而且種類繁多。雖然如此，但地衣的覆蓋率亦很容易受其他環境因素影響，在濕度低的環境，即使空氣清新，如寶馬山道緩跑徑，是不利地衣生長的；某些地方樹木種類少，而且樹幹粗幼不同，影響地衣的覆蓋面積。樹木附近的環境如各種人文活動，亦令地衣的生長率降低。

綜合上述各種原因，所以單單靠地衣的分佈情況並不足以準確地代表空氣污染的情況。

限制

在是次實地考察的過程中，我們遇到不少限制：在測量中，由於山路迂迴崎嶇，難以量度所走的距離，所以每個測量點離市區的距離無從判斷。每棵樹的大小、高度及生長的位置都有差異，而考慮到取樣的可行性及公平性，我們選取了樹身 1 m ~ 1 . 5m為量度的範圍，，因此有些地衣生長在這範圍以外的地方我們不能量度；其次，為了符合格仔紙 5 0 x 1 8 cm的面積，樹幹太幼的樹木我們沒有辦法量度。另外，地衣生長的位置不局限於樹皮上，連石頭也成為地衣的生長地，但由於我們的量度範圍已局限在樹上，因此石頭上的地衣不列入量度，所以每個測量點不能作全面量度。

引伸問題

完成這次研究後，我們提出了以下問題，希望能有機會得知答案：

1 . 地衣適合在哪種基質生長？樹木還是石頭？

2 . 不同樹幹對不同地衣的生長有什麼影響？

參考資料

書籍：

何沃光 (2006)，《高級程度生物》。文達出版。

黃，饒，林 (2006)，《郊野研習手冊生物圖錄》。香港，可觀自然教育中心暨天文館。

圖鑑：

伊斯蘭脫維善紀念中學生物科老師，《附生生物 Epiphytes》

網址：

廷陵植物志　FLORA NGIANA

http://www.ngensis.com/flora/lichen.htm

坪洲綠衡者　Green Peng Chau Association

http://www.greenpengchau.org.hk/theme.php?page_id=Lichen&lang=c

百度資源網-科普園地>森林尋知

http://big5.lrn.cn/science/forestknowledge/200809/t20080918_276672.htm

生物網>利用苔蘚、地衣對大氣污染進行監測

http://biology.dzvv.com/biology/449/2008-05/218018.html

自然與人文(數位博學館)——菌類學(地衣)

http://digimuse.nmns.edu.tw/Default.aspx?Domin=f&tabid=87&Field=l7&ContentType=Study&FieldName=&ObjectId=&S

學習資源——國立自然科學博物館 National Museum of Natural Science

http://emuseap.nmns.edu.tw/eduResource/ShowObject.aspx?id=0b81d9e11d0b81d9e1220b81d8c82c