

題目：人造光對地衣的影響

參賽編號：P4_05

學校名稱：鳳溪廖潤琛紀念學校

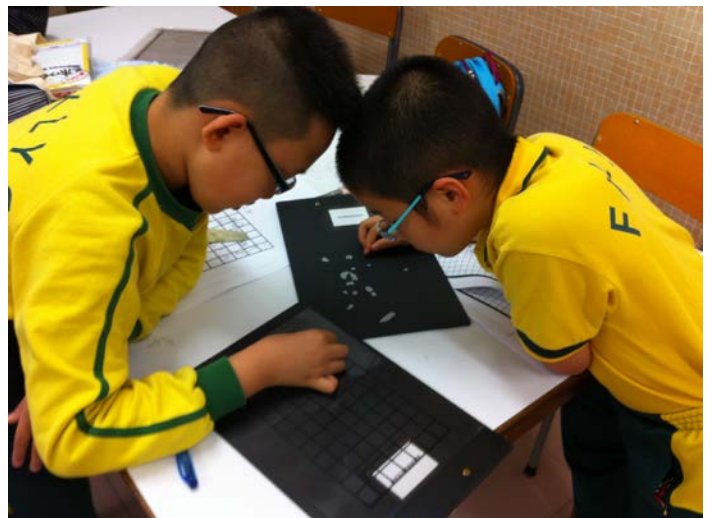
作者	指導老師
1. 廖啟宏 2. 郭澤瑤 3. 梁宛琪 4. 黃梓益	1. 林浩峰



摘要

地衣在地球分布很廣，可以從沙漠到山地森林，從潮濕的土壤到乾燥的岩石，都能找到它們。可是，地衣對大氣中的二氧化硫極為敏感，這成為檢測環境中的大氣質量的指標，特別是在城市中。現今的城市有不同的污染，而光污染是近年較多人關注的。

本研究集中討論光污染對地衣數量的影響和關係。今次的研究，我們選取公園和行山徑的樹木，記錄樹木周圍的人造光，並量度樹幹上的地衣面積和晚間環境的光度，最後分析人造光對地衣的影響。今次的研究結果顯示，人造光的光度越強，地衣的數量會越少。再者，我們發現照明設備的設計對光度的強弱有很直接的影響。最後，我們希望政府能儘快對光污染進行監管。



引言

研究動機

我們的日常生活中，看到不少樹幹上有些灰白色的東西，後來發現這些叫地衣。

在我們校園附近，大多數的地衣在樹幹分布都不平均，這令我們想想究竟是甚麼東西令到它們有這樣的分布。有一次，我們在學校附近的街道上看到一棵樹只有一面有地衣，而另一面完全沒有地衣(下圖)。仔細看，沒有地衣的那邊是被白色射燈照射著，這令我們想起人造光可能影響地衣的生長。

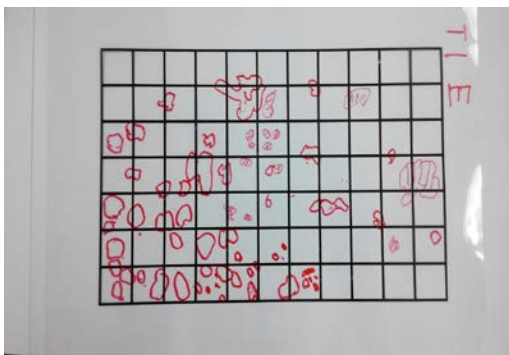
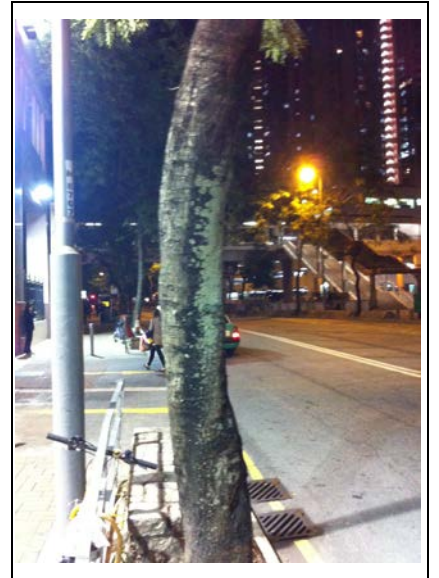
我們希望今次的研究能找出人造光對地衣的影響，亦希望香港的光污染問題可以減少。

研究目的

- (一) 人造光會否影響地衣的數量。
- (二) 人造光對哪種地衣有較大的壞影響。

研究設備及器材

- (一) 相機
- (二) 放大鏡
- (三) 顯微鏡
- (四) 印有網格的膠片
- (五) 指南針
- (六) 測光的應用程式
- (七) 捲尺(100m)
- (八) 酒精棉（用來清潔膠片）



光污染的定義

光污染是近年比較多人關注的公眾議題，不同地方在界定「光污染」都有不同的看法。日本將光污染界定為因不當使用人為照明設備造成光入侵，引致不良影響及騷擾；英國則認為人為光線造成的白晝現象或發出眩光；而美國把人為光源導致夜空光亮的現象界定為光污染。總括以上各國的界定，**光污染的來源都是來自戶外的人造光**，而且它們是被過度或不適當使用因而造成污染，這些人造光包括街燈、霓虹燈和廣告板照明燈。

根據國際黑天空協會對光污染有一個較全面的解釋，它認為光污染泛指人為光線導致光入侵¹、人為白晝現象²，眩光³及混光⁴。

¹ 不必要的光線進入私人空間而造成騷擾

² 在沒有燈光的情況下，城市夜空並不是完全黑暗的

³ 光源照射進入眼所產生的目眩現象

⁴ 指不同的光線混雜在一起對人的視覺產生的影響

光污染對植物的影響

光污染對整個自然生態造成不同程度的壞影響。對植物而言，光污染嚴重影響植物的生長周期和光週期。光強度和光質都會影響植物的生長，某些花需要在晚間生長，若它們長時間生長在強光下，這會影響花中的變色激素，影響它們的生長和繁殖。另外，光污染會影響樹木的生長，樹木會因應受光的程度作出調整，所以路燈照射令到短日照植物落葉與變色的時間延遲。相反，這或會加快長日照植物的葉子生長。

再者，多餘的光會破壞光合作用的機能。不同戶外的人造光對植物有不同程度的傷害，例如白燈對植物傷害最大。台灣學者亦對光污染與水稻植物的關係進行研究，並指出受光害的影響，水稻植株(短日照植物)發育較慢。

香港的光污染情況

根據香港夜空光度監察網絡⁵指出香港的光污染問題非常嚴重，大部分地區都有不同程度的光害，只有在一些較偏遠的新界地區光害的影響較少。事實上，從市民向環境保護署投訴有關光滋擾的統計數字中(下表)，見到有明顯的上升。由2009年至2012年，環保署共接獲1,159宗光滋擾投訴。當中由店鋪招牌和廣告招牌所造成的光滋擾投訴上升幅度是一倍，情況實令人憂慮。國際照明委員會將燈光影響限制定在25 lux水平，而西洋菜南街一個商鋪招牌，光入侵強度高達1200 lux，超標近五十倍。香港光污染問題嚴重是有三大主因，第一：戶外的人造光設計不完善；第二：混合土地利用十分常見；第三：人口稠密。而人口越稠密地方，光害越嚴重，例如灣仔和旺角。

戶外燈光類別	年份			
	2009	2010	2011	2012
店鋪招牌和廣告招牌	49 (23%)	103 (46%)	94 (40%)	101 (45%)
建築物外牆和特徵照明	48 (23%)	47 (21%)	58 (25%)	5 (2%)
其他（例如街燈、馬場及貨櫃裝卸區照明）		35 (15%)	44 (19%)	75 (2%)
運動場和遊樂場地的燈光	13 (6%)	11 (5%)	8 (3%)	4 (2%)
建築地盤燈光(部分為發光招牌)	27 (13%)50 (23%)	20 (9%)	20 (9%)	16 (7%)
總計	213	226	234	225 (33%)

(橙色：投訴增加的類別；綠色：投訴減少的類別)

地衣

地衣是由兩種低等植物：菌類和藻類聯合而成。菌類可以吸入水分、空氣的元素和無機鹽；而藻類則利用體內的葉綠素，進行光合作用以製造食物，它們互助互惠，共同生長。地衣都是用無性的方式進行繁殖，由母體內的粉狀或粒狀的藻米包子，外面纏著菌類的幼絲，形成一個「繁殖體」，成熟後隨風飛到環境適合的地方發芽。地衣都是附於岩石和樹皮上，其外表帶灰色或淺藍色。地衣通常有四種生長型，分別是：殼狀、鱗葉狀、葉狀和枝狀。能夠忍受高濃度二氧化硫 SO₂ 污染的是結構簡單的殼狀和鱗葉狀地衣，隨着離空氣污染來源越遠，開始出現葉狀地衣，最後在空氣淨化的地區出現枝狀地衣。

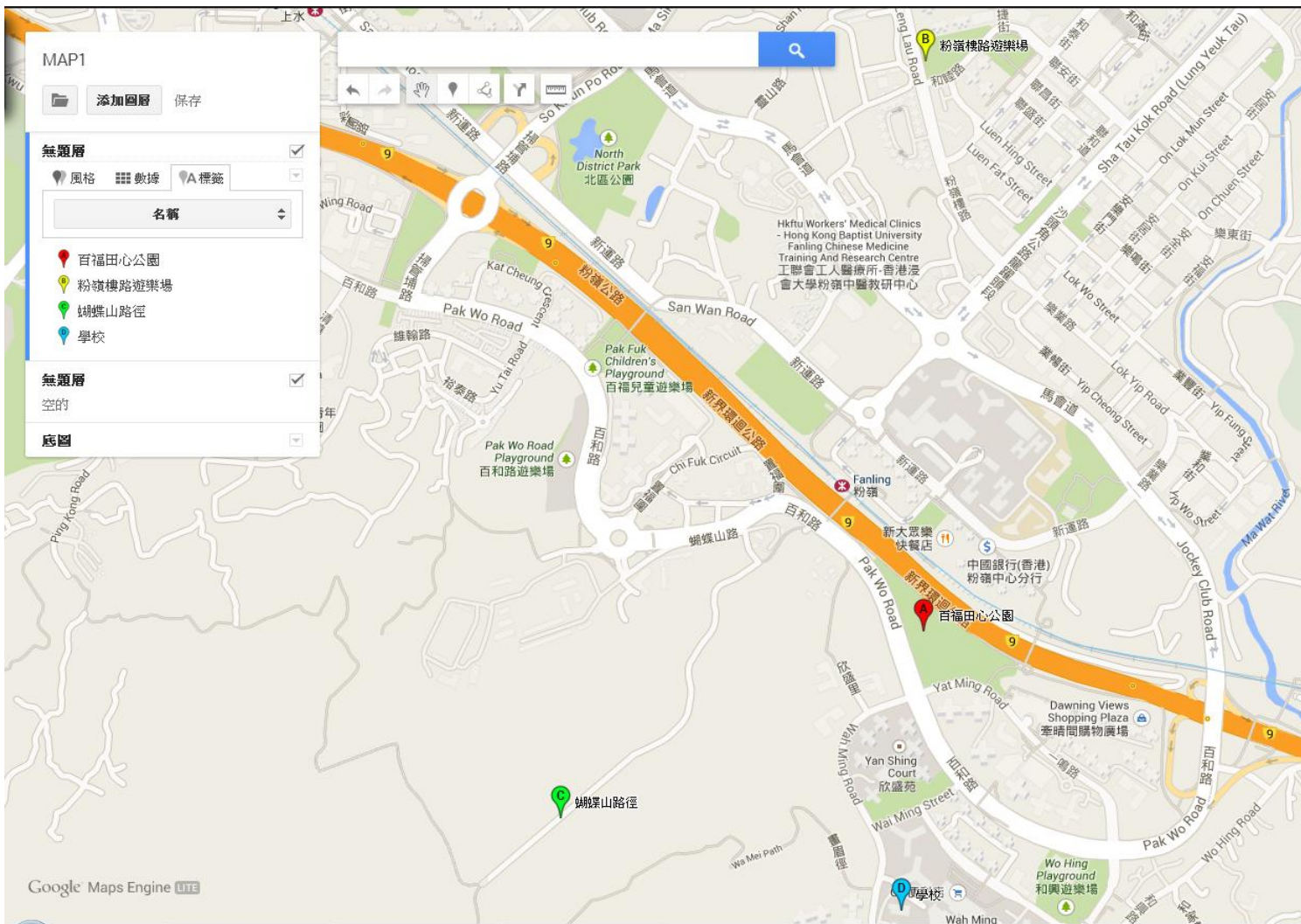
⁵ nightsky.physics.hku.hk/the-seriousness-of-light-pollution-in-hong-kong.php

研究過程及方法

我們在4、5月總共進行了4次實地考察，分別3次日間和1次晚間。日間的考察主要量度地衣的數量和觀察地衣品種；晚間的考察是量度環境光度。在日間的考察時間約在上午11時至下午4時；在晚間的考察在晚上7時至8時。由於蝴蝶山路徑晚上較危險，基於安全理由，該處的晚間光度測量由老師負責。

記録方式

1. 選取**地點**的原則：(1) 交通方便 (2) 較常去的休憩地方 (3) 在學校附近
地點分別是：(1)百福田心公園；(2)粉嶺樓路遊樂場；(3) 蝴蝶山行山徑。
2. 選取**樹種**的原則：(1) 在公園香港常見的喬木 (2) 適應力較高。
所以，我們選擇了**石栗**。
3. 抽取**樣本**的原則：按該區的實際情況，(1)百福田心公園每 10 米選擇一棵；(2)粉嶺樓路遊樂場每 5 米選擇一棵；(3) 蝴蝶山行山徑每 5 米選擇一棵。
4. **地衣表面積（數量）**測量方式：將印有**網格的透明膠片**放在樹幹的表面上，進而畫出地衣在樹幹的面積，而網格分別是 $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 和 $1 \times 1 \text{ cm}^2$ 。
5. 選擇測量樹種的**高度**：在 110cm - 140 cm 之間，較方便我們量度。
6. **記錄樹木**：根據量度次序，以 T1, T2... 方式記錄樹木。
7. 在**觀察地衣品種**方面，我們使用手機外置顯微鏡和放大鏡。
8. 在**測光**方式：我們使用了 iPad 應用程式 lux meter，並在樹幹的四面測量。測光的時間參考當日**日落時間後半小時**，大約在晚上 7:00 - 8:00。



百福田心公園



粉嶺樓路遊樂場



蝴蝶山路徑



學校

戶外考察結果

戶外考察結果表

	1. 百福田心公園	2. 粉嶺樓路遊樂場	3. 蝴蝶山行山徑
環境	1. 此區是公園，內有足球場和緩跑徑，人流活動較多。 2. 晚間時，足球場的照射燈會開至晚上 11 時，周圍的光度大約是 450-160 lux 之間，是標準的 5 - 15 倍。	1. 此區為遊樂場，公園周圍是住宅和馬路，所以人車活動較多。 2. 晚間時，光源主要集中在東面的交通燈和路燈，其他方位的人造光較暗弱。光度測量在 140 - 40 lux 之間。	1. 此區地勢較高，而且是行山徑，四周很少人工建築物，人車活動不頻繁。 2. 晚間時，附近主要有一盞暗弱的街燈，環境亦較黑暗，光度測量在 21-41 lux 之間。
地衣分布情況	1. 面向足球場射燈（東方和南方）的地衣分布較少，而且藻類分布較地衣為多。 2. 由於北面的人造光不多且光度相對不強，所以地衣的數量較多。	1. 面向交通燈和馬路（東方和南方）的地衣分佈較少。 2. 由於鄰近馬路，所以地衣的覆蓋不多。 3. 因為西面的燈光不強，所以地衣的數量較多。	1. 地衣在東面的數量較多。 2. 向街燈的地衣數量較其他多。
地衣的種類	1. 殼狀地衣 2. 橙衣科的蠟黃橙衣 (Caloplacacf.cerina)	1. 殼狀地衣 2. 橙衣科的蠟黃橙衣 (Caloplacacf.cerina)	1. 殼狀地衣 2. 斑衣科類地衣

地衣觀察結果

百福田心公園

橙衣科的蠟黃橙衣



澡類

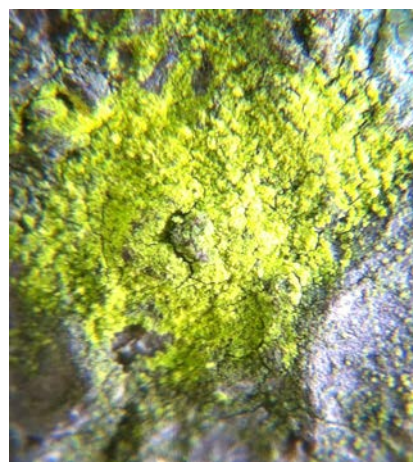


粉嶺樓路遊樂場

橙衣科的蠟黃橙衣

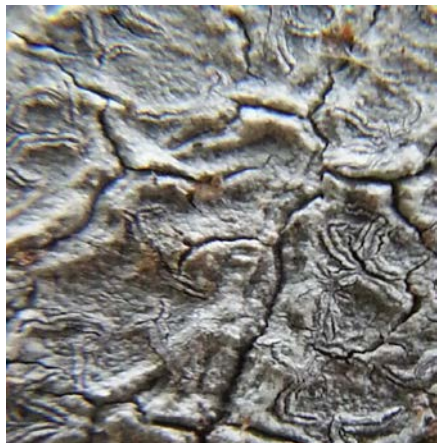


澡類



蝴蝶山路徑

斑衣科



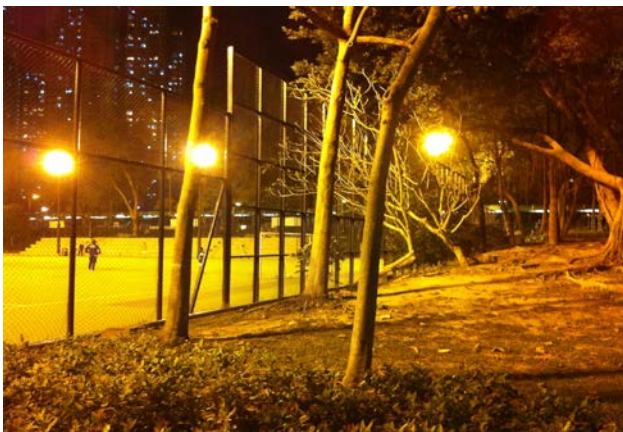
考察地點的環境

百福田心公園

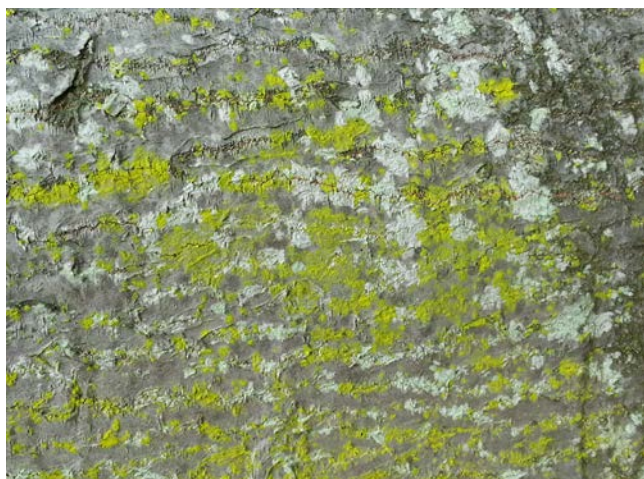
日間環境



晚間環境



(百福田心公園 T3，樹幹面向射燈的一面)



粉嶺樓路遊樂場
日間環境



晚間環境



蝴蝶山行山徑
日間環境



晚間環境由於太黑暗，相片出來的效果都是漆黑一片，所以沒有放在報告內。

地衣記錄表

百福田心公園（12-4-2014 及 24-4-2014）							
			T（ 1 ）	T（ 2 ）		T（ 3 ）	
東	光	光度	301 lux	342 lux		451 lux	
		光源	公園街燈	公園街燈	足球場射燈	公園街燈	足球場射燈
		距離	14.9 m	11m	8m	33m	20m
	面積		29cm ² （地衣）4cm ² （藻類）	19cm ² （地衣）		24cm ² （藻類）	
南	光	光度	311 lux	261 lux		271 lux	
		光源	足球場射燈	足球場射燈	足球場射燈	足球場射燈	足球場射燈
		距離	15.3m	19m	15m	12m	16m
	面積		11cm ² （地衣） 8cm ² （藻類）	17cm ² （地衣） 6cm ² （藻類）		4cm ² （地衣）	
西	光	光度	181 Lux	161 lux		191 lux	
		光源	公園街燈	公園街燈(1)	公園街燈(2)	涼亭燈	公園街燈
		距離	42m	25m	38m	11m	16m
	面積		94cm ² （地衣）	18cm ² （地衣） 20cm ² （藻類） ²		16cm ² （地衣） 42cm ² （藻類）	
北	光	光度	141 lux	181 lux		161 lux	
		光源	公園街燈	公園街燈(1)	公園街燈(2)	公園街燈(3)	公園街燈(1) 公園街燈(2)
		距離	8.24m	9m	19m	28m	33m 50m
	面積		81cm ² （地衣） 21cm ² （藻類）	23cm ² （地衣）		12cm ² （地衣）	

粉嶺樓路遊樂場（24-4-2014）							
			T（ 4 ）	T（ 5 ）		T（ 6 ）	
東	光	光度	151 lux	101 lux		71 lux	
		光源	交通燈	涼亭燈	交通燈		
		距離	約 25m	約 18m	約 37m		
	面積		6cm ² （地衣）	8cm ² （地衣）4cm ² （藻類）		13cm ² （地衣）0.7cm ² （藻類）	
南	光	光度	51 lux	41 lux		41 lux	
		光源	街燈	街燈(1)	街燈(2)	街燈(1)	街燈(2)
		距離	約 12m	約 10m	約 15m	約 18m	約 10m
	面積		10cm ² （地衣）	12cm ² （地衣）2cm ² （藻類）		12cm ² （地衣）	
西	光	光度	41 Lux	41 lux		61 lux	
		光源	---	---		---	
		距離	---	---		---	
	面積		12cm ² （地衣）	13cm ² （地衣）		22cm ² （地衣）	
北	光	光度	81 lux	121 lux		81lux	
		光源	---	公園小街燈		公園小街燈	
		距離	---	約 1m		約 4m	
	面積		30cm ² （地衣）	10cm ² （地衣）0.33cm ² （藻類）		11cm ² （地衣）	

（ 橙色：代表光度較強的一面對地衣數量的影響； 綠色：代表光度較弱的一面對地衣數量的影響）

蝴蝶山行山徑（3-5-2014）

			T（ 7 ）	T（ 8 ）
東	光	光度	21 lux	21 lux
		光源	---	---
		距離	---	---
	面積		46 cm ² （地衣）	22 cm ² （地衣）
南	光	光度	21 lux	31 lux
		光源	---	---
		距離	---	---
	面積		7 cm ² （地衣）	12 cm ² （地衣）
西	光	光度	21 Lux	41 lux
		光源	---	暗弱街燈
		距離	---	6 m
	面積		14 cm ² （地衣）4 cm ² （藻類）	46cm ² （地衣）
北	光	光度	31 lux	21 lux
		光源	暗弱街燈	---
		距離	15m	---
	面積		33cm ² （地衣） 2cm ² （藻類）	20 cm ² （地衣）

戶外考察討論

- (1) 越強光度的人造光會減少地衣的數量。
- (2) 空氣污染對地衣數量的負面影響比光污染為多。
- (3) 人造光對不同品種的地衣有不同程度的影響。

人造光與地衣的關係

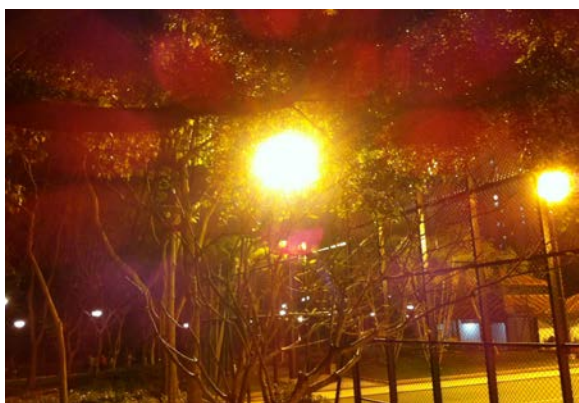
過強烈的人造光對地衣的數量有負面的影響。光照對地衣有很大的影響，光照的多少會影響地衣的品種。在考察地方所發現的橙衣科的蠟黃橙衣(Caloplaca cf.cerina)是一種較喜光的品種，所以它們容易出現在多光的環境中，它屬於殼狀而且較易適應於高污染的環境中。按推斷，這種地衣應該在較多光的環境下更易生長。可是，觀察的結果卻和推斷的相反。人造光所射出的光度越強，地衣的數量卻越少。從觀察百福田心公園和粉嶺樓路遊樂場的樹木中，受光度越強的一面，地衣的數量越少，例如 T1，T2，T3，T4 及 T5。而且，部份樹幹更較多出現藻類，例如 T1 和 T5，更嚴重的是樹幹(T3)只剩下藻類，這可能與藻類因人造光增加而加強了光合作用有關。從考察得知人造光的光度太強烈反而會對地衣的生長有負面影響。

不過，在蝴蝶山行山徑的地衣對人造光有不同的反應。受較多人造光的一面，地衣的數量較多。這可能是光的需求對這兒的地衣是十分重要，因在稠密的林地，地衣很少生長在光線甚少的地方。

縱然人造光對地衣是有不良的影響，但環境對地衣數量的影響亦是十分重要。從觀察百福田心公園和粉嶺樓路遊樂場中，由於粉嶺樓路遊樂場附近是馬路，即空氣污染較嚴重，所以整體地衣的數量較百福田心公園為少。因此，即使百福田心公園的光害較嚴重，但整體地衣的數量比粉嶺樓路遊樂場的為多，例如從 T4 和 T5 中，雖然其受光的強度分別為 151 lux 和 101 lux，但它們的面積比百福田心公園相同光度的 T1 和 T2 少。這可以說明光污染是對地衣的生長有負面影響，但相對下空氣污染的影響較大。

戶外照明裝置的設計與光度的關係

在考察結果發現，戶外照明裝置的設計與光度是有直接的關係。在百福田心公園中，照明裝置是向外照射（圖一），這令到光的照射範圍擴大，使更加多的植物受到光害的威脅。相反，在粉嶺樓路遊樂場中的照明裝置外加了一層蓋（圖二），這令到大部分光線照射在行人路上，減少對植物直接照射的害處，所以粉嶺樓路遊樂場的光度較低。戶外照明裝置的設計是十分重要的，如果能令到大部分光線集中照射在行人路，這不但減少對植物的害處，而且又可以確保市民有足夠的光度照明。



（圖一）



（圖二）

結論

在研究的結果顯示光的強度與地衣的數量有直接的關係，光度越強，地衣的數量越少，這證明不只空氣污染會影響地衣的數量，人造光亦會影響地衣的數量。不過，我們仍未找出人造光會否對哪種地衣有較大的壞影響，原因是所觀察的地衣種類不足夠。另外，研究仍有不足的地方，例如未能找出不同顏色的人造光（例如：交通燈和招牌燈）對地衣有甚麼影響。最後，我們希望政府能夠儘早對光污染進行立法，減少對自然環境的害處。

參考資料

1. Chun Shing Jason Pun. Chu Wing So (2012). Night-sky brightness monitoring in Hong Kong - A city-wide light pollution assessment .
nightsky.physics.hku.hk/.../a-city-wide-light-pollution-assessment.pdf .
Accessed 13 May 2014
2. William R. Chaney (2002). Does Night Lighting Harm Trees.
www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-FAQ-17.pdf . Accessed 13 May 2014
3. International Dark-Sky Association (2008) . Light Pollution and Safety.
www.darksky.org/assets/documents/ida_safety_brochure-bw.pdf. Accessed 9 May 2014
4. 沈允鋼 (2001) 《地球上最重要的化學反應》台北:牛頓出版股份有限公司
5. 杜詩雅 (1992) 《香港地衣》香港:香港市政局
6. 柏谷博之 (2011) 《身邊常見的地衣》台中: 晨星出版有限公司
7. 裘維藩 (2001) 《菌類世界漫遊》台北:牛頓出版股份有限公司
8. 饒玖才 (1999) 《香港古今方物》香港:天地圖書有限公司
9. 簡明宇 (2010, 11 月 19 日) 《都市璀璨致光污 危害生態損健康》文匯教育, A25
10. 林熊, 陳達浩 (2014, 5 月 4 日) 《LED 燈招牌累司機衝燈》蘋果日報
取自 <http://hk.apple.nextmedia.com/news/art/20140504/18709108>
11. 吳雋妍 (2011, 3 月 24 日) 《旺角招牌光污染超標 50 倍》星島日報, 取自
http://www.ccckeiwan.edu.hk/student_con/sci/greenlife/green_1011_13.htm