

新北市 102 學年度中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生物(生命科學)科

組別：高中組

作品名稱：我不想光禿禿—酸化作用對環境的影響

關鍵詞：地衣、酸化汙染、森林監測

摘要：

後火山作用其非爆發性的脫氣作用提供了區域性顯著的硫化物以及酸沉降，會造成當地環境相當嚴重的酸化污染。因此了解火山脫氣作用對於周遭環境生態的影響，有助於預測及減輕火山氣體的危害。台灣北部的陽明山地區就是後火山作用地帶，噴發的酸性氣體是否會對於當地森林生態結構造成影響，目前尚未有相關研究對其進行詳盡的調查。本研究選取地衣作為指標物種，由於地衣離土生長，對生存環境品質要求較高，對空氣環境具有高敏感性，因此利用此特性進行地衣相的調查，以陽明山現地調查研究來了解後火山作用所造成的酸性污染對其周遭森林生態之影響。期望能利用此研究結果，了解受到不同程度酸污染的森林生態其地衣相會有何種現象變化。

壹.研究動機

全球各地都有許多火山地區，火山爆發時所造成激烈性的環境破壞都令大家聞之深刻。然而在火山爆發後的後火山作用，其實對於周遭環境也是具有相當程度的影響。火山非爆發性的脫氣作用提供了區域性顯著的硫化物以及酸沉降，會造成當地環境相當嚴重的酸化污染。因此了解火山脫氣作用對於周遭環境生態的影響，是有助於預測及減輕火山氣體的危害。而台灣北部的陽明山地區就是非常耳熟能詳的後火山作用地帶，其大小油坑之噴氣孔，終年所噴發的酸性氣體是否會對於當地森林生態結構造成嚴重影響目前尚未相關研究對其作詳盡的說明，因此本研究擬探討調查陽明山硫氣噴發孔之周遭森林，其生物相上的差異，以推估其森林結構的健康程度。

所謂後火山運動，是火山進入休眠時期時，底下的岩漿庫未冷卻而持續作用，在表面可觀察到因岩漿庫加熱地層中水分而噴出形成之噴氣孔，噴出氣體主要含有硫化氫、二氧化碳、氯氣等等酸性物質，噴出之硫化物會在噴氣孔旁邊結晶。

在偶然的機會下上課聽到老師介紹地衣這個生物，了解到地衣是由藻類與真菌組成的共生生物，多離土生長，因此主要水分和養分來源受限，多是仰賴接收環境空氣中的水氣以及其他物質以供生長所需，也因此其對於空氣品質要求相當高。許多研究顯示，其很容易受到空氣汙染影響而死亡，並且一地的酸性沉降物會影響其地區之地衣多樣性以及覆蓋面積，可以做為空氣品質的指標物種，尤其對於二氧化硫以及氟化氫汙染相當敏感，所以我們希望藉由地衣對空氣品質敏感的特性，來將其作為我們的指標物種，研究陽明山當地不同酸汙染程度的地區，其地衣相的差異。

陽明山地區是火山地形，雖然目前為休火山，不過陽明山大、小油坑的後火山運動仍持續進行，所以本研究選取陽明山小油坑、作為對照組的竹子湖與七星山二子坪二地作為研究樣地。



↑ 地衣



↑ 在噴氣孔旁結晶的硫化物

日期	二氧化硫	臭氧	一氧化碳	二氧化碳	氮氧化物	一氧化氮	二氧化氮	懸浮微粒	相對濕度	雨水導電度	大氣溫度
	SO ₂	O ₃	CO	CO ₂	NO _x	NO	NO ₂	PM ₁₀	RH	Rain conductivity	AMB_TEMP
	ppb	ppb	ppm	ppm	ppb	ppb	ppb	μg/m ³	%	μS/cm	°C
2013/08	1.8	28.5	0.12	402.74	4.9	1.3	3.6	11	93	13.37	23.6
2013/07	2.0	30.2	0.12	407.17	5.8	1.3	4.4	14	91	26.53	23.6
2013/06	2.2	35.1	0.17	408.70	5.9	1.3	4.7	18	91	20.86	23.0
2013/05	1.7	39.6	0.18	409.56	4.4	1.0	3.4	14	94	15.34	19.7
2013/04	1.6	54.1	0.29	408.35	3.9	0.9	3.0	23	94	21.67	15.1
2012/08	1.6	28.6	0.12	388.27	3.5	1.0	2.5	13	95	36.98	22.2
2012/07	1.9	25.4	0.12	388.96	5.1	1.2	3.9	13	89	17.41	23.1
2012/06	1.2	35.4	0.15	398.80	4.2	1.3	2.9	11	96	16.55	21.5
2012/05	1.6	48.1	0.19	402.20	3.9	1.2	2.6	16	91	20.72	19.6
2012/04	1.9	47.2	0.24	400.76	5.8	2.1	3.6	22	93	20.27	17.2
2011/08	2.7	29.2	0.11	397.27	5.5	1.3	4.2	16	89	77.87	23.5
2011/07	2.2	29.7	0.14	395.50	5.7	1.2	4.4	16	91	28.90	23.1
2011/06	2.0	30.0	0.12	395.77	5.6	1.3	4.3	16	91	22.86	22.5
2011/05	1.7	46.6	0.11	394.96	4.8	1.1	3.7	15	96	19.50	19.0
2011/04	2.9	59.9	0.24	399.01	6.0	1.1	4.9	40	87	68.58	15.9
2010/08	3.1	24.9	0.11	383.40	4.7	1.2	3.4	13	90	37.43	21.8
2010/07	2.7	27.3	0.13	391.85	6.5	1.5	4.9	14	89	32.67	21.7
2010/06	2.0	34.1	0.16	393.47	5.1	1.3	3.8	11	92	27.54	19.3
2010/05	2.0	45.9	0.23	391.40	4.7	1.2	3.4	19	89	35.35	18.0
2010/04	1.8	51.0	0.26	395.13	4.4	1.1	3.3	21	90	42.02	13.4
2009/08	2.3	29.9	0.16	382.43	4.9	1.3	3.6	19	92	36.22	22.8
2009/07	2.5	26.0	0.14	387.40	6.1	1.4	4.6	15	90	24.52	22.6
2009/06	2.7	41.0	0.21	389.74	6.2	1.3	4.9	24	89	41.91	21.5
2009/05	2.5	57.5	0.25	390.62	4.8	1.0	3.8	29	78	18.48	18.8
2009/04	2.2	55.4	0.28	391.98	4.3	1.0	3.3	33	87	73.40	15.1
2008/08	2.8	31.7	0.16	386.58	6.4	1.7	4.7	22	77	36.17	23.2
2008/07	2.8	30.6	0.16	386.76	6.1	1.4	4.7	18	80	28.77	23.1
2008/06	2.7	37.2	0.19	396.81	6.2	1.3	4.9	19	81	26.05	21.9
2008/05	2.6	50.4	0.24	391.00	5.1	1.2	3.9	27	80	53.86	18.5
2008/04	2.6	48.9	0.29	394.22	5.4	1.2	4.2	22	85	106.29	16.5
2007/08	2.7	30.8	0.15	387.19	5.4	1.5	4.0	17	89	24.59	22.6
2007/07	3.1	36.3	0.18	387.98	7.4	1.6	5.9	27	84	39.22	24.0
2007/06	2.5	36.4	0.18	390.50	6.9	1.5	5.4	18	89	30.39	22.2
2007/05	3.1	57.6	0.28	390.47	6.4	1.1	5.2	43	84	43.17	20.2
2007/04	2.4	58.0	0.29	394.22	5.5	1.1	4.4	32	91	70.32	15.1
2006/08	2.7	38.3	0.15	387.99	4.1	1.1	3.0	22	-	32.66	23.2
2006/07	2.4	35.4	0.14	388.65	5.2	1.2	4.0	15	-	24.58	23.6
2006/06	2.8	38.0	0.16	385.35	5.8	1.3	4.5	18	-	19.66	22.0
2006/05	2.4	48.4	0.22	393.36	4.3	1.0	3.3	20	-	24.54	19.7
2006/04	2.4	53.9	0.29	395.71	4.7	0.8	3.9	32	-	65.99	17.3

↑ 鞍部監測站數據

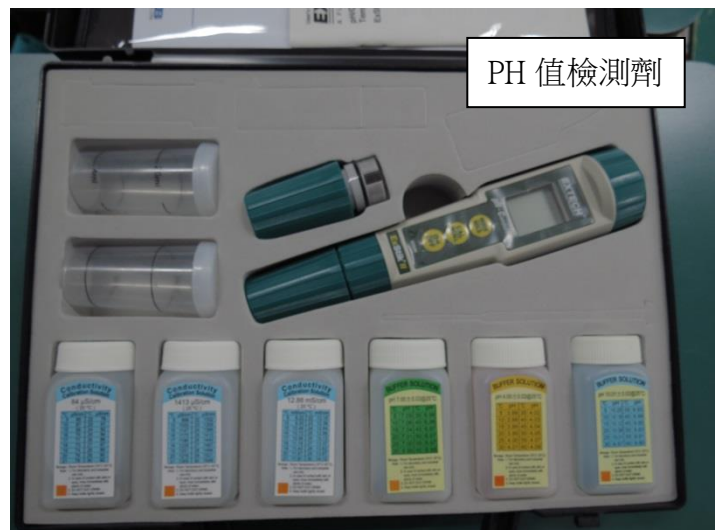
貳.研究問題

陽明山小油坑地區由於後火山作用的關係會噴出大量的酸性氣體，其中分發的氣體主要含量以二氧化硫居多。因此擬調查小油坑附近地區的地衣相，並且再取遠處的竹子湖及二子坪地區做為對照組，用以研究地衣是否會因空氣中硫氣濃度差異即空氣品質而有分布結構上的差異，導致地衣生長面積及種類的不同。故本組想探討以下之問題：

- 一、比較小油坑—竹子湖—二子坪之間，地衣的分布種類多樣性(僅依形態、外觀做分類)，以得知二氧化硫濃度對地衣生長的限制。
- 二、距離硫氣遠近與地衣生長面積關係。
- 三、觀察小油坑向外吹散的風對於地衣生長位置之影響(背風、面風)。

參.研究設備及器材

品項	數量	用途
20M 皮尺	2 條	測量樣帶
相機	1 台	紀錄地衣種類
15cm 直尺	數支	測量地衣面積
指南針	2 個	辨識地衣生長方位
地圖	1 張	標註三地之地理位置
本組設計表格	A4*6 張	紀錄所得數據
PH 值檢測劑	1 組	檢測土壤 PH 值
小燒杯	4 個(50ml)	實驗用
大燒杯	1 個(500ml)	實驗用
蒸餾水	1 瓶(500ml)	清洗用



肆.實驗方法

野外實地調查:

一、觀察、記錄各組地衣生長種類及面積還有生長面向

(一)定小油坑為實驗組，以距離約小油坑 2.5 公里的二子坪為對照組。

(二)將地衣編入代號分類，殼狀地衣為 A，葉狀地衣為 B，枝狀地衣為 C，各類別再以肉眼觀察來計算有幾種不同的樣貌，並拍照和記錄。

(三)以捲尺拉 30M(或是 20M)樣帶三條(地衣與基質皆平均)，以拉定範圍兩旁 150cm 內之喬木及岩石還有土壤(也就是高度兩公尺以下的地上部)，分別測定面積與面向。

※喬木之選定用捲尺量胸徑大於 70cm 者，計算面積之最大高度為樹木 200cm。

※岩石和喬木之地衣面積分開計量

(四)將數據記錄於表格

二、數據整理:

(一)將所得數據分為小油坑區、竹子湖區及二子坪區，再個別進行統整(刪去地衣面積過小、記錄不完整等數據)。

(二)將整理好的數據匯入 EXCEL

1. 不同樣區出現的種類，以族群百分比方式製成長條圖，比較兩地物種多樣性。

2. 不同樣區地衣的面積加總(無論是樹還是岩石地上都加在一起)

→分兩種加總：一個是不同種類加種/一個是全都混在一起，製成長條圖，比較兩地面積多寡

3. 將不同樣區所面的方位其地衣總面積，製成圓餅圖，分析地衣生長所面各方位所占的百分比，並將結果繪於地圖上，便於討論結果。

三、土壤酸鹼分析:

(一) 將 PH 計依使用方法校正以備用

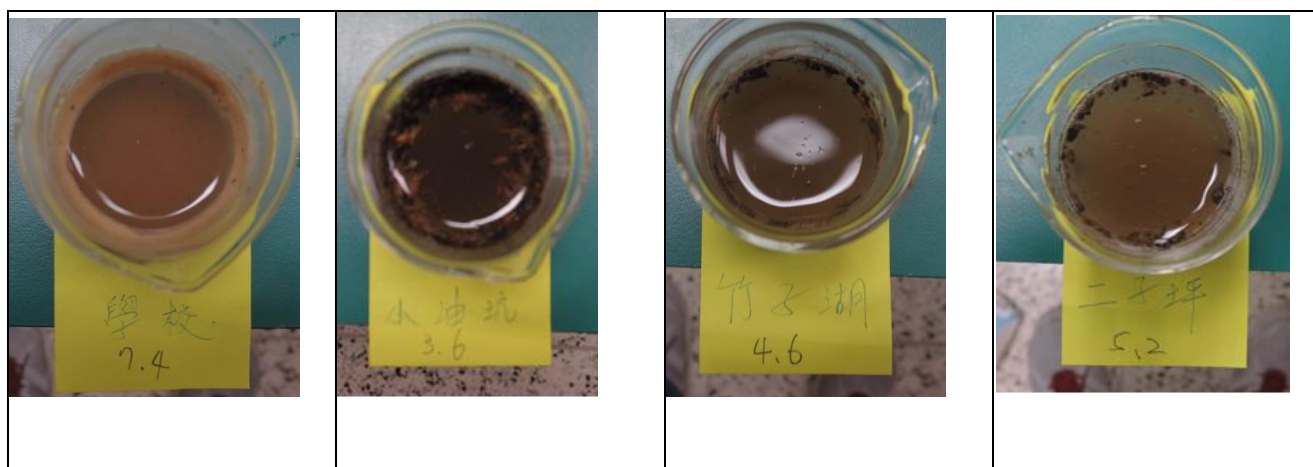
(二) 各區土壤樣本皆取 15g，加入 20ml 蒸餾水於燒杯內攪拌均勻後待土壤沉澱

(三) 測定 PH 值



伍.研究結果

(一)土壤分析結果:



數據:

學校測定之 PH 值：7.4

二子坪測定之 PH 值：5.2

竹子湖測定之 PH 值：4.6

小油坑測定之 PH 值：3.6

土壤酸度相較於學校為小油坑>竹子湖>二子坪

(二)將所得數據紀錄於表格中

小油坑 1：

著生物	地衣種類	方位	面積(cm)	數目
S(岩石)	A1	西南	3660	1
S	A1	西南	48	1
S	B2	西南	2688	1
S	B2	西北	288	1
G(地上)	B1	西南	378	1
T(樹)	無	無	0	0

小油坑 2：

著生物	地衣種類	方位	面積(cm)	數目
T(樹)	A1	東北	7.5X10	1

T	A1	東北	12X5	1
T	A1	東北	45X18	1
T	A1	東	1X1	4
T	A1	東	10X15	1
T	A1	東	4X4	1
T	A1	西南	2X1	8
T	A1	西南	15X5	1
T	A1	南	10X8	1
T	A1	南	2X4	1
T	A1	北	1X1	10
S(岩石)	C3	西北	8X7	1
S	C3	西北	6X6	1
G(地上)	無	無	0	0

小油坑 3 :

著生物	地衣種類	方位	面積(cm)	數目
S(岩石)	A3	西南	3961	53
S	A4	西南	100	1
G(地上)	無	無	0	0
T(樹)	無	無	0	0

竹子湖 1 :

著生物	地衣種類	方位	面積	數目
T(樹)	B4	西北	16.5*7	1
T	A1	環	114	1
T	A4	西北	3*1	9
T	A4	北	15*6	1
T	A4	北	10*5	1
T	A4	西南	3*1	3

T	A3	南	15*200	1
T	A4	西南	44*9	1
T	A4	西	20*56	1
S(岩石)	無	無	0	0
G(地上)	無	無	0	0

竹子湖 2 :

著生物	地衣種類	方位	面積	數目
T(樹)	A4	西北	60*18	1
T	A16	東北	18*7	1
T	A16	東北	23*5	1
T	A16	東北	20*5	1
T	A4	西	45*200	1
T	A11	西	3*14	1
T	B4	西南	92*30	1
S(岩石)	C4	北	1*1	12
G(地上)	無	無	0	0

竹子湖 3 :

著生物	地衣種類	方位	面積	數目
T(樹)	B4	東南	25*77	1
T	A7	東南	25*77	1
T	A3	南	13*9	1
T	B4	東	105*13	1
T	B4	東南	18*110	1
T	B4	西南	23*200	1
T	B4	西南	121*30	1
G(地上)	A16	北	36	1
G	A16	北	42	1
T	B4	北	71*22	1

T	A12	北	6*2	1
T	B4	西南	7*20	1
T	A12	南	10*1	1
S(岩石)	A3	南	1*1	100

二子坪 1 :

著生物	地衣種類	方位	面積(cm)	數目
S(岩石)	B1	東北	440	1
S	B1	東北	750	1
S	B1	東北	532	1
S	A3	南東南	225	4
T(樹)	C1	南東南	110	1
T	C1	南東南	25	1
T	C1	南東南	42	1
T	B3	南東南	6	3
T	B3	南東南	30	1
T	B3	南東南	10	1
T	B3	南東南	18	1
T	B3	南東南	28	1
T	C1	南東南	4	1
T	C1	南東南	2	1
T	A3	南東南	6	1
T	A3	南東南	5	1
T	A5	南東南	10	1
T	A5	南東南	180	1
T	A5	南東南	25	1
T	A4	南東南	21	1
T	A4	南東南	8	20
T	A6	南東南	120	1

T	C1	南東南	132	1
T	A4	南東南	72	2
T	A4	南東南	8	5
T	A4	南東南	40	1
T	B3	南東南	48	1
T	B3	南東南	8	1
T	B3	南東南	5	1
T	A4	南東南	40	1
T	A4	南東南	20	1
T	A4	南東南	3	15
T	A4	南東南	50	1
T	A4	南東南	5	3
T	A7	南東南	27	1
T	C2	南東南	17	1
T	A4	南東南	1475	23
T	A4	南東南	75	1
G(地上)	無	無	0	0

二子坪 2 :

著生物	地衣種類	方位	面積(cm)	數目
T(樹)	A3	北	15X17	1
T	A3	西北	24X6	1
T	A3	北	6X30	1
T	A4	東	3X4	1
T	A4	東南	3X2	1
T	A4	西南	1X1	7
T	A4	西南	15X8	1
T	A4	西	103X6	1
T	A4	東北	7X5	1

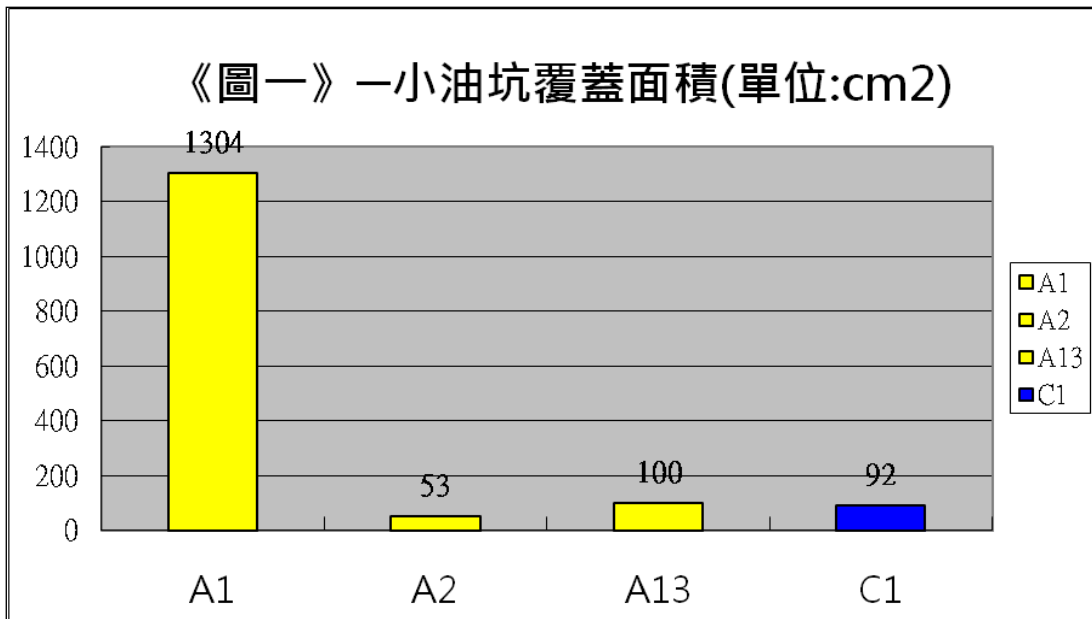
T	A4	東北	10X2	1
T	A4	東北	15X6	1
T	A4	東	3X3	1
T	A4	東	3X4	1
T	A5	西南	13X3	1
T	A5	東南	4X2	1
T	A5	東南	1X1	1
T	A5	東南	3X2	1
T	A5	東南	4X2	1
T	A5	東南	10X8	1
T	A6	東	6X4	1
T	A7	南	2X1	1
T	A8	西南	15X8	1
T	A8	西北	15X12	1
S(岩石)	A8	東南	8X6	1
S	A9	東	13X10	1
S	A9	東	10X1	1
S	A9	東	10X3	1
S	A9	南	160X90	1
S	A10	東北	15X3	1
S	A10	西北	9X10	1
S	A11	東南	15X15	1
S	A11	東南	4X2	19
T	A12	東北	10X3	1
T	A13	東南	10X8	1
T	A13	西南	10X10	1
T	A13	東南	10X5	1
T	B1	東南	7X15	1
T	B1	東南	18X10	1

T	B1	東北	8X5	1
T	B1	東南	4X2	1
T	B1	東南	1X1	7
T	B1	東	3X2	2
T	B1	南	5X5	1
T	B1	東南	7X4	1
T	B1	東南	7X5	1
T	B2	東南	4X9	1
T	B3	東南	10X10	1
S	C3	西北	7X2	1
S	C3	西北	6X2	1
S	C3	東北	2X3	1
S	C3	東北	7X4	1
S	C3	西北	3X2	22
S	C3	東南	2X2	1
S	C4	南	40(圓半徑)	1
G(地上)	無	無	0	0

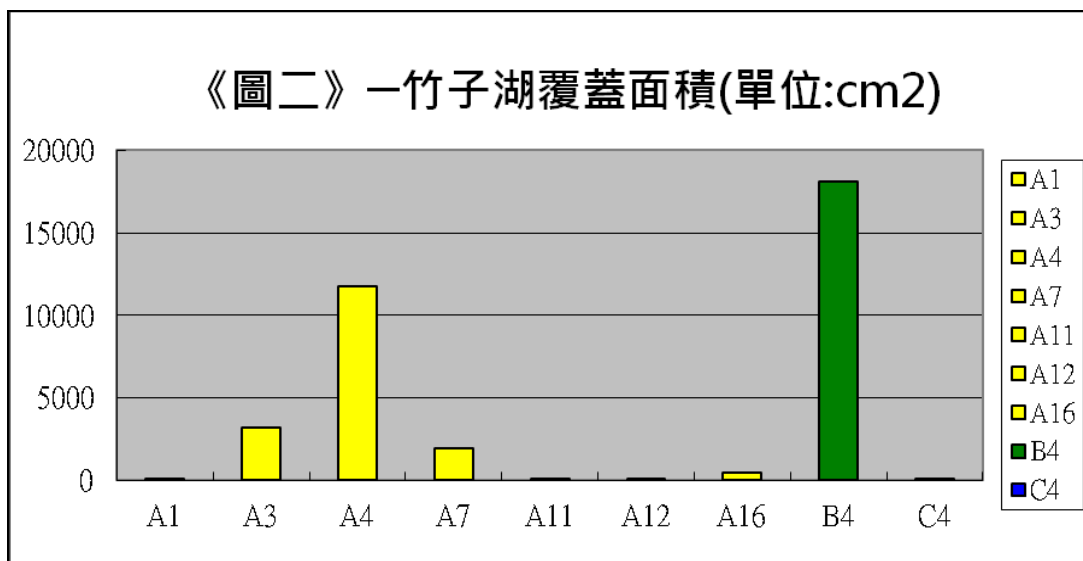
二子坪 3 :

著生物	地衣種類	方位	面積(cm)	數目
S(岩石)	無	無	0	0
G(地上)	無	無	0	0
T(樹)	A3	西北	34	1
T	A3	西北	48	1
T	A4	西北	378	1
T	A4	西北	42	1

(三)實際測得之數據製成長條圖可得以下結果：

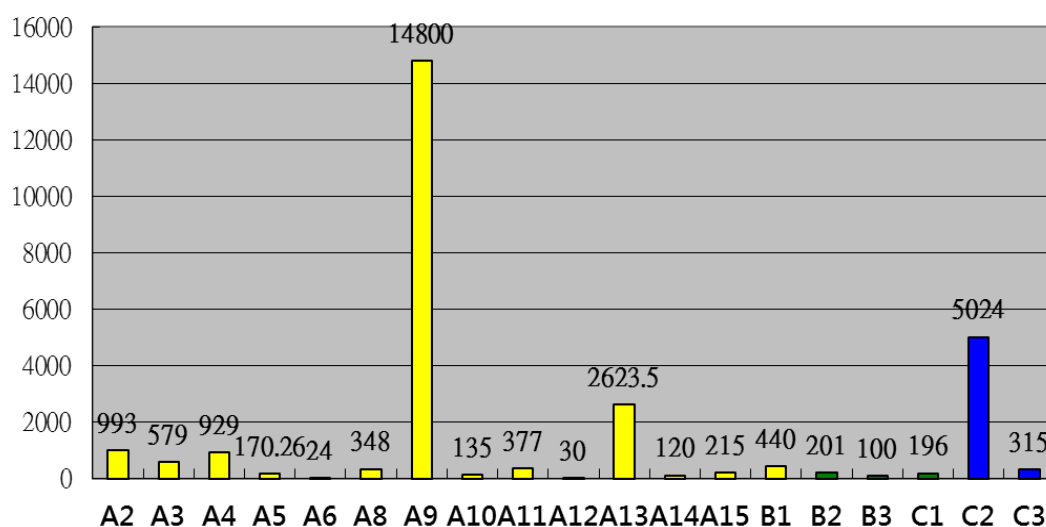


由圖一圖表可以得知，小油坑附近森林只有調查到四種地衣，分別是 3 種殼狀地衣與 1 種枝狀地衣，而主要以殼狀地衣中的 A1 覆蓋面積居多。



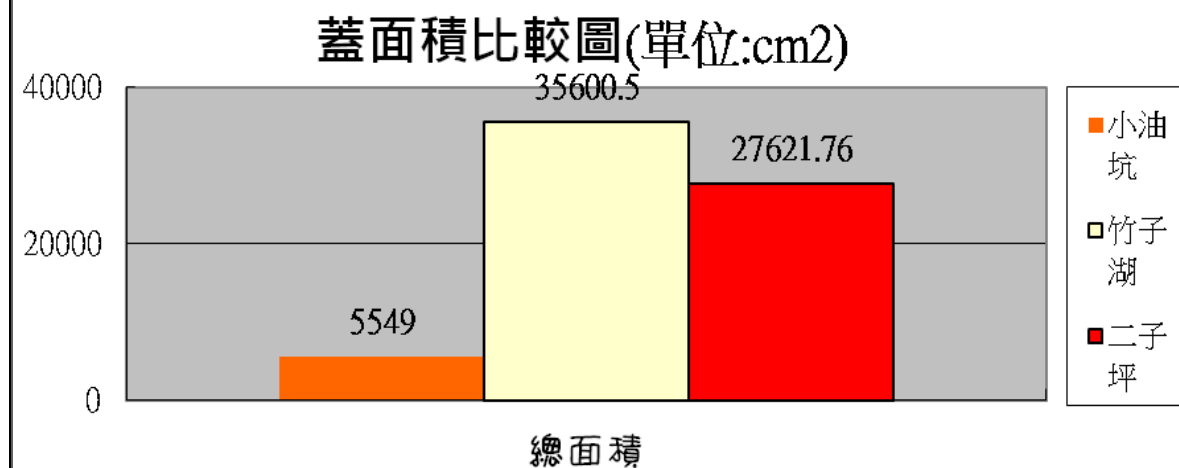
由圖二圖表可以得知，竹子湖調查到的地衣較多樣，有 3 種殼狀地衣、1 種葉狀地衣及 1 種枝狀地衣，而以葉狀地衣中的 B4 覆蓋面積居多。

《圖三》—二子坪覆蓋面積(單位:cm²)

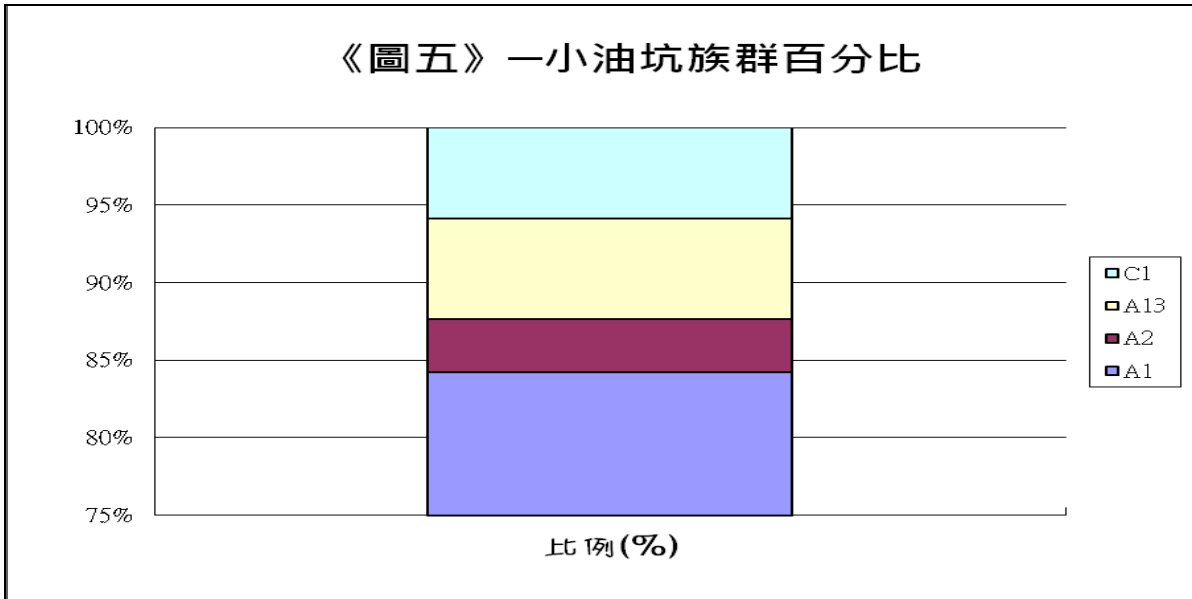


由圖三圖表可以得知，二子坪調查到的地衣雖略少於竹子湖，不過多樣性最高，有 13 種殼狀地衣、1 種葉狀地衣及 2 種枝狀地衣，而以殼狀地衣中的 A9 覆蓋面積居多。

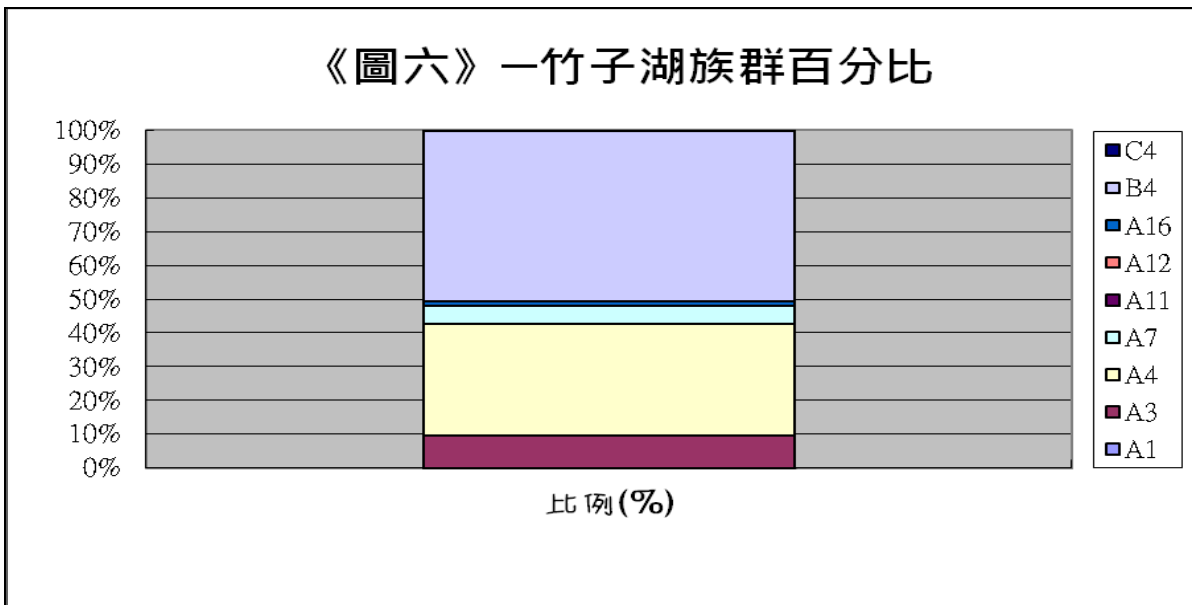
《圖四》—小油坑-竹子湖-二子坪地衣覆蓋面積比較圖(單位:cm²)



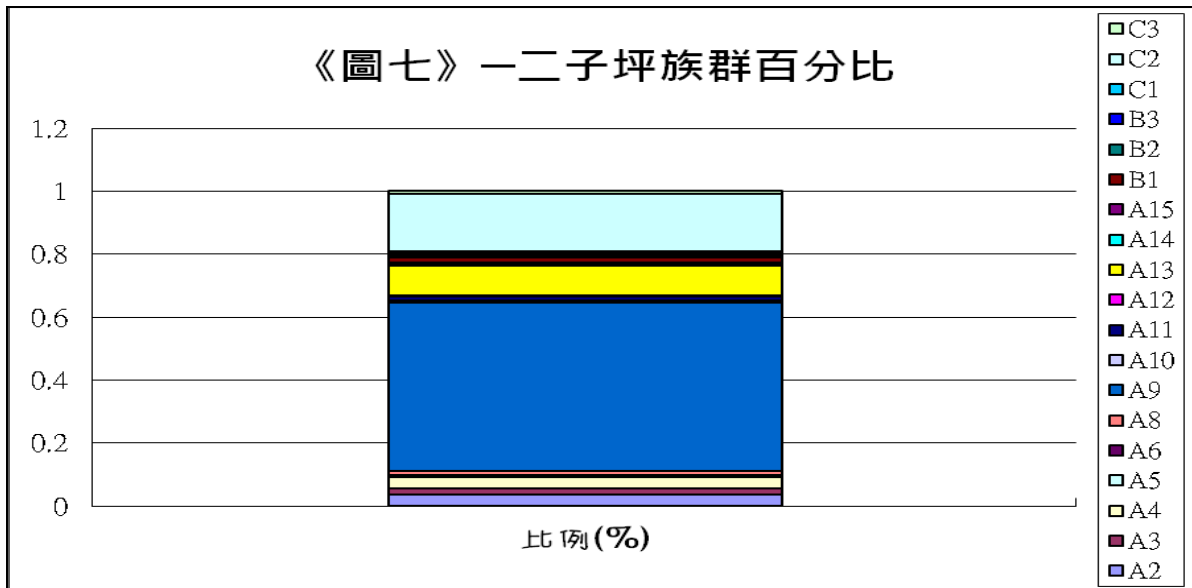
由圖四圖表可以得知，小油坑地衣覆蓋率最低。



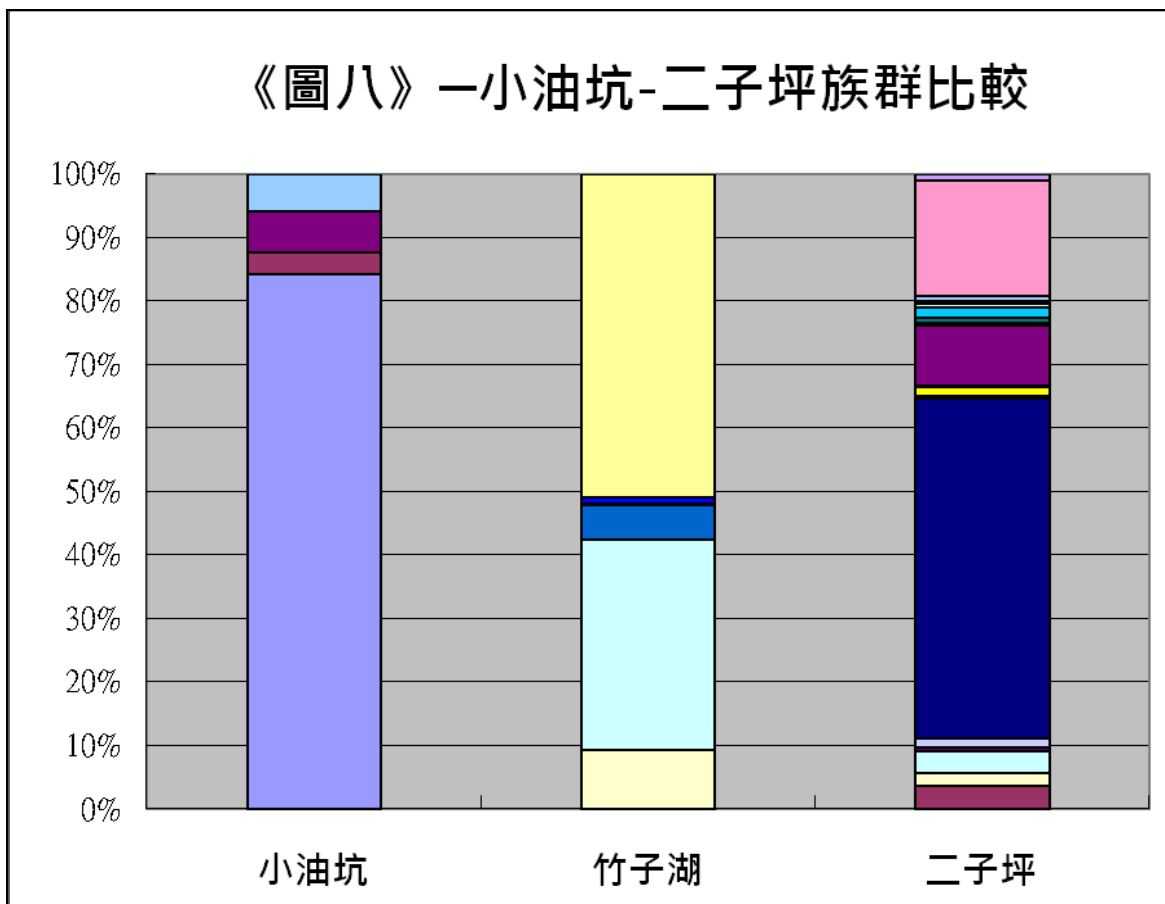
由圖五中可看出小油坑地衣種類少，以殼狀居多。



由圖六可看出竹子湖地衣種類多寡介於小油坑與二子坪之間。

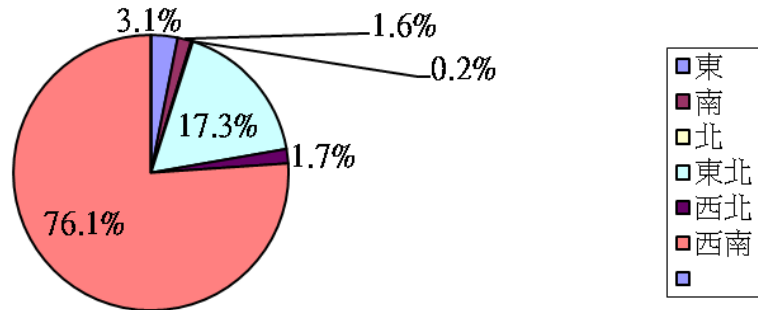


由圖七可看出二子坪地衣種類豐富。

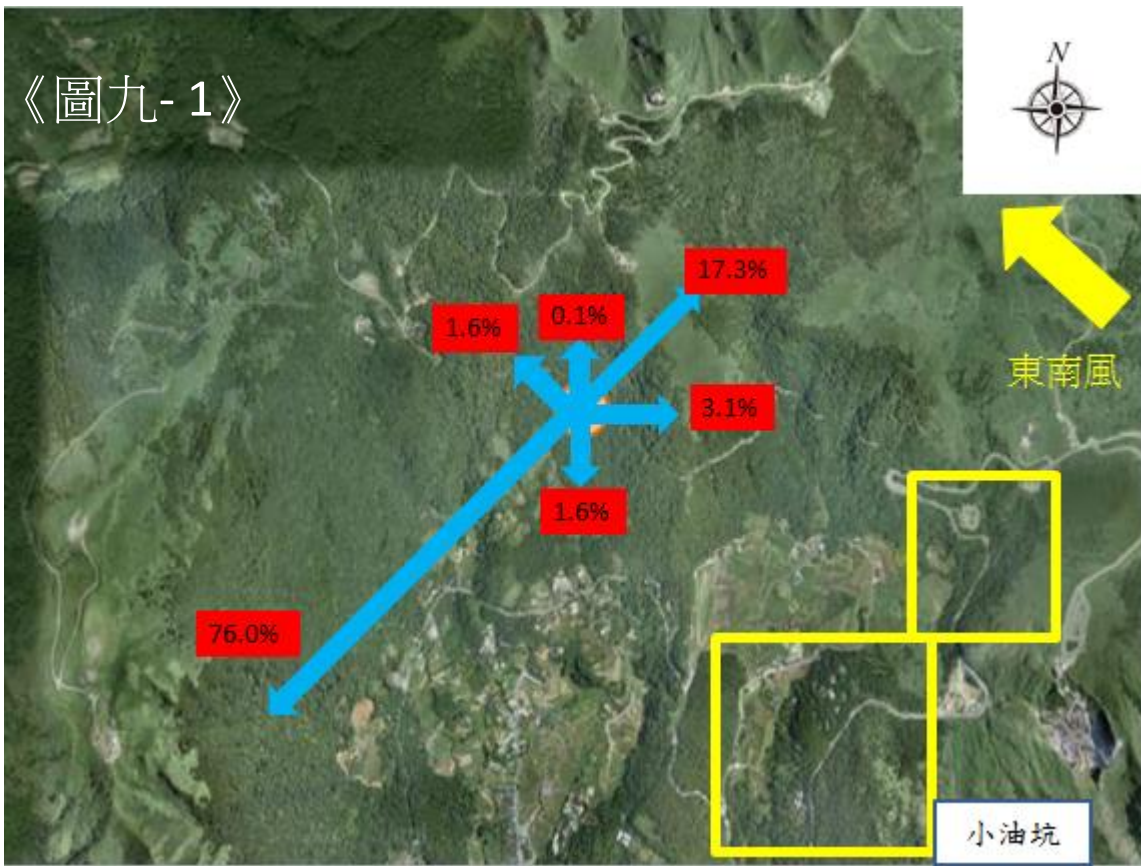


由圖八中可看出三地地衣種類及多樣性比較。

《圖九》—小油坑所面方位其地衣總面積比例圖



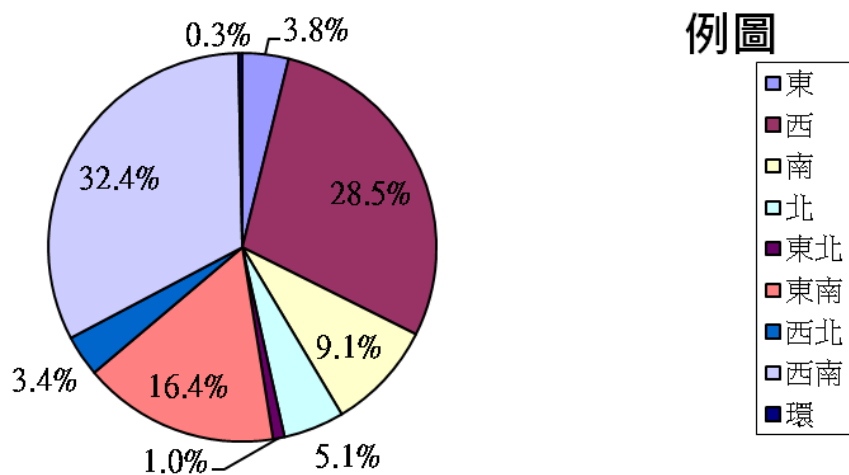
《圖九-1》



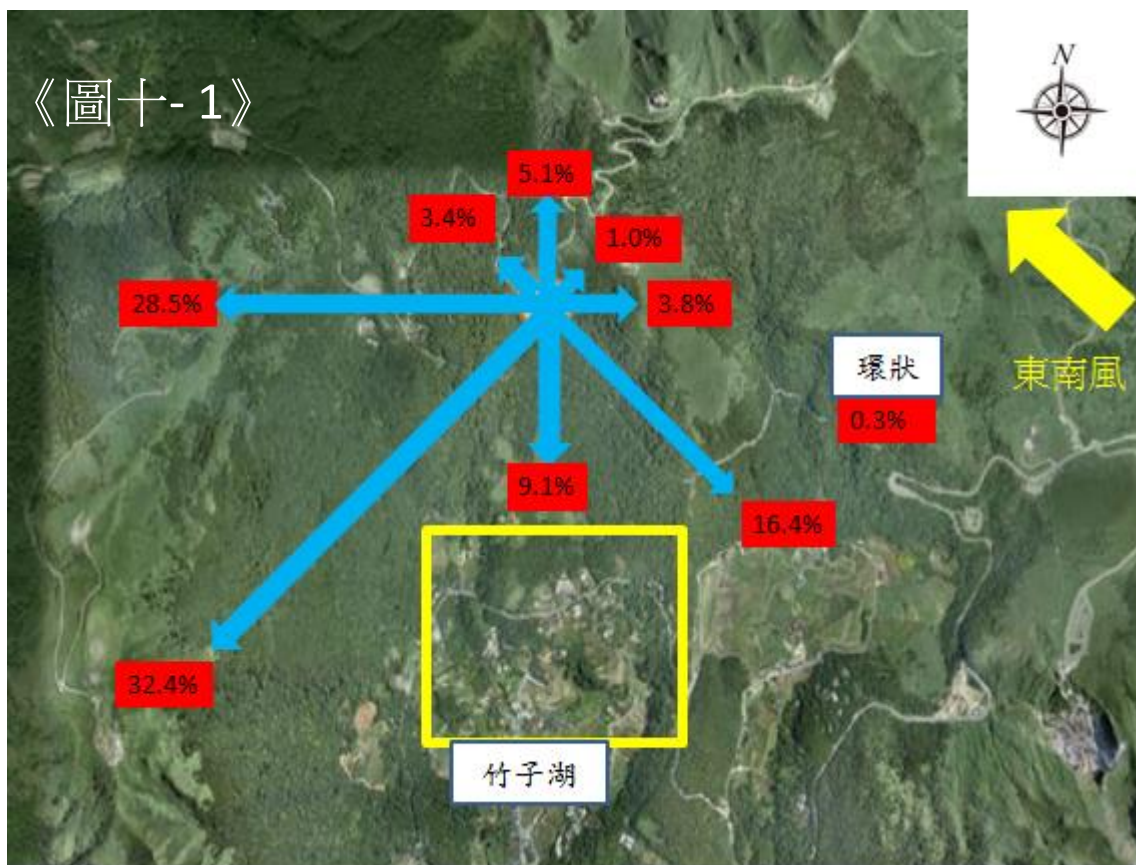
	東	南	北	東北	西北	西南	總面積
面積	170	88	10	945	92	4152	5457
比例(%)	3.115265	1.612608	0.183251	17.31721	1.685908	76.08576	100

圖九、圖九-1 中可得知，小油坑之地衣往西半側生長的占了 77.6%，東半側僅占 20.7%。

《圖十》—竹子湖所面方位其地衣總面積比



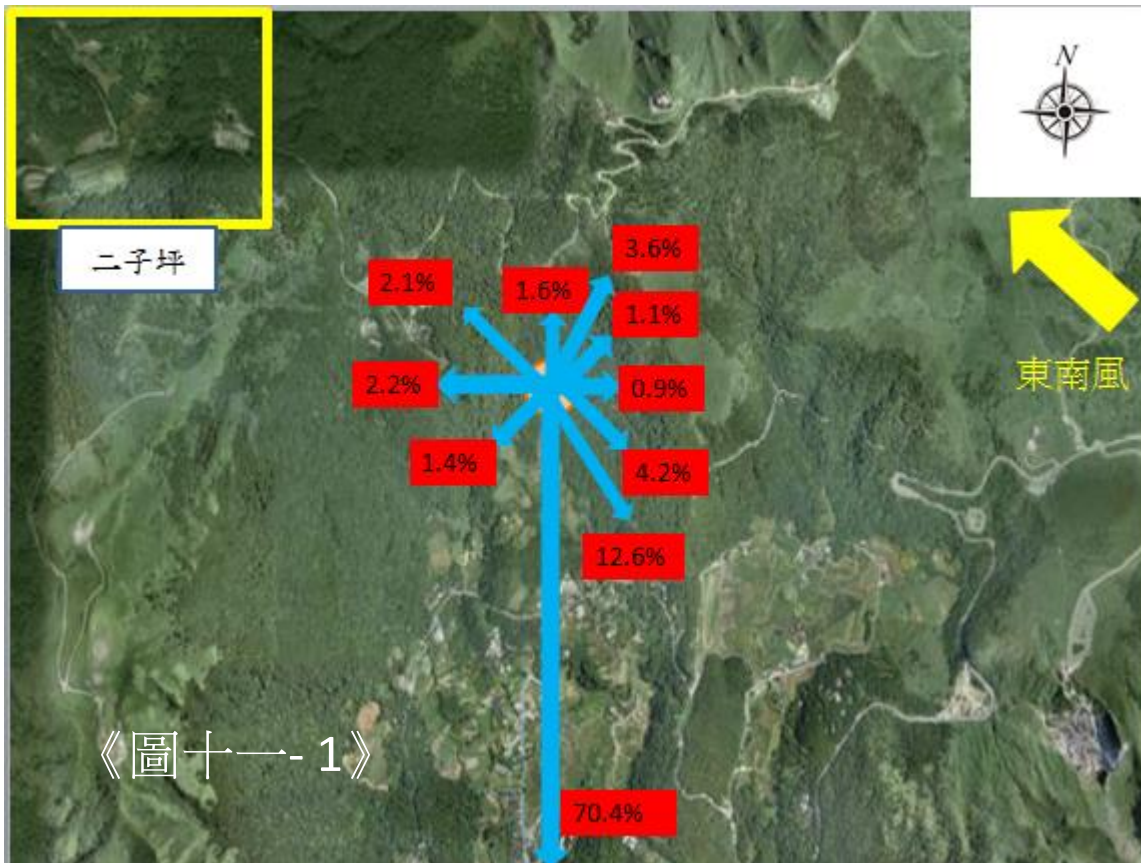
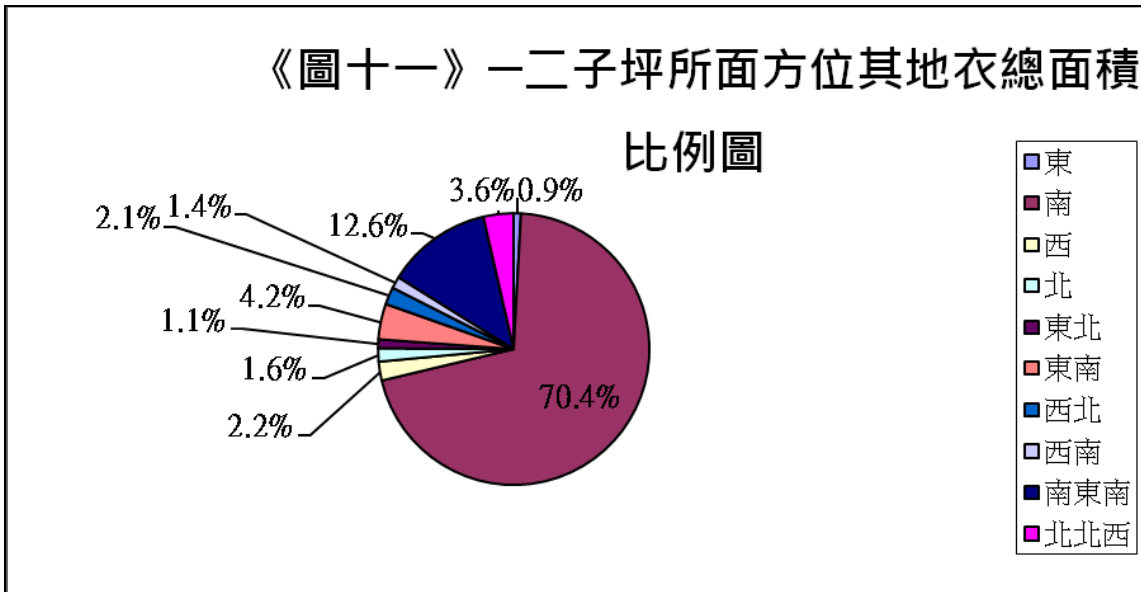
《圖十-1》



	東	西	南	北	東北	東南	西北	西南	環	總
面積	1365	10162	3227	1804	341	5830	1222.5	11535	114	35600.5
比例	3.8%	28.5%	9.1%	5.1%	1.0%	16.4%	3.4%	32.4%	0.3%	100.0%

由圖十、圖十-1 中可得知，竹子湖之地衣往西半側生長的占了 64.3%，東半側僅占 21.2%。

《圖十一》—二子坪所面方位其地衣總面積



	東	南	西	北	東北	東南	西北	西南	南東南	北北西	總
面積	239	19451	618	435	294	1167	572	386	3466.76	993	27621.76
比例(%)	0.9%	70.4%	2.2%	1.6%	1.1%	4.2%	2.1%	1.4%	12.6%	3.6%	100.0%

由圖十一、圖十一-1 中可得知，二子坪之地衣往西半側生長的占了 70.2%，東半側僅占 38.2%。

總述：

一、關於距離硫氣遠近對地衣的影響：

地衣為空氣汙然的指標，對於二氧化硫等酸性物質特別敏感，本組經由實地調查求得以下事實：

(一)由圖一~圖三中，可得各地區各類地衣數量的多寡。

(二)由圖四中，小油坑地區地衣覆蓋面積最少，二子坪地區次多，竹子湖地區最多。

(三)由圖五~圖七中，可得知其地衣族群多樣性二子坪 > 竹子湖 > 小油坑，且由圖八中可看出小油坑地衣種類少且單一。

二、關於風向對地衣的影響:

四~八月北部風向由東北轉東南風，本組根據硫氣的吹散來觀察地衣生長的面向。由數據中發現大部分地衣生長方向多為背風側。

陸.結論

一、根據土壤 PH 值檢測，越接近小油坑地區其 PH 值越低，故本組推測其酸化原因與噴發孔所排放之酸性氣體有密切關係。

二、當一森林環境越靠近硫氣噴發地，其當中的地衣種類越顯稀少。可能暗示著環境酸化程度越高的地方對於當地地衣的生長情形有相當的負面影響，也可間接的暗示當地的森林生態結構可能相對的較不健康。

三、在小油坑—竹子湖—二子坪中，兩地的地衣多數朝向背風側生長，也說明了帶有酸性物質的風向可能會影響地衣的生長位置。

綜合上述幾點，可得之像二氧化硫等酸性物質濃度高低以及遍及區域對於地衣這種對環境高敏感性在物種多樣性或覆蓋面積等確實有高度的相關性，由此可推知當一地發生酸雨或後火山作用

柒.未來展望

近年來因工業等污染造成酸雨問題日趨嚴重，而酸雨含有大量酸性物質，本次的調查發現酸性物質確實會對周遭生態環境造成影響，許多研究也都指出酸雨會造成環境酸化的問題。而脫氣作用的火山也會釋放大量酸性物質進入周圍環境中，藉由調查火山其周圍的森林有助於了解酸化的森林生態其面貌。地衣對於空氣品質十分敏感，未來甚至可以用於監測森林健康狀況的指標之一。2

捌.參考文獻及其他

王也珍、周文能。1995。有趣的真菌。臺北市：國立自然科學博物館。

高善、林怡欣。2003。臺北市內湖區金面山地衣調查與空氣污染對地衣影響之探究。科學教育：第 24-35 頁。

柏谷博之。2011。身邊常見的地衣。台中市：晨星出版社。

賴明洲。1990。陽明山國家公園苔蘚地衣類植物之資源調查。內政部營建署陽明山國家公園。

賴明洲、陳學潛。1977。公害研究方法簡介：都市空氣污染的生物指標-地衣類。中華林學季刊 10(3):113-129。

行政院環境保護署陽明山空氣監測站 <http://edw.epa.gov.tw/resultAirSite.aspx?siteID=210>



A1



A2



A3



A4



A5



A6










A7



A8



A9

		
<p>A10</p>	<p>A11</p>	<p>A12</p>
		
<p>A13</p>	<p>A14</p>	<p>A15</p>
		
<p>A16</p>		



B1



B2



B3



B4



C1



C2



C3



C4