



北坡兩次崩塌的位置



6月12日北坡崩塌的情形



8月2日北坡崩塌的情形



8月2日南坡崩塌的情形

圖 3-5 民國 101 年發生土石流位置的圖片



Impact 1: A 區被水患衝擊的情形



Impact 2: 水道移位的情形



Impact 3: E 池被土砂填滿的情形



Impact 4: N 區被水患衝擊的情形



Impact 5: O 區被水患衝擊的情形

圖 3-6 受土石流衝擊區域的情形

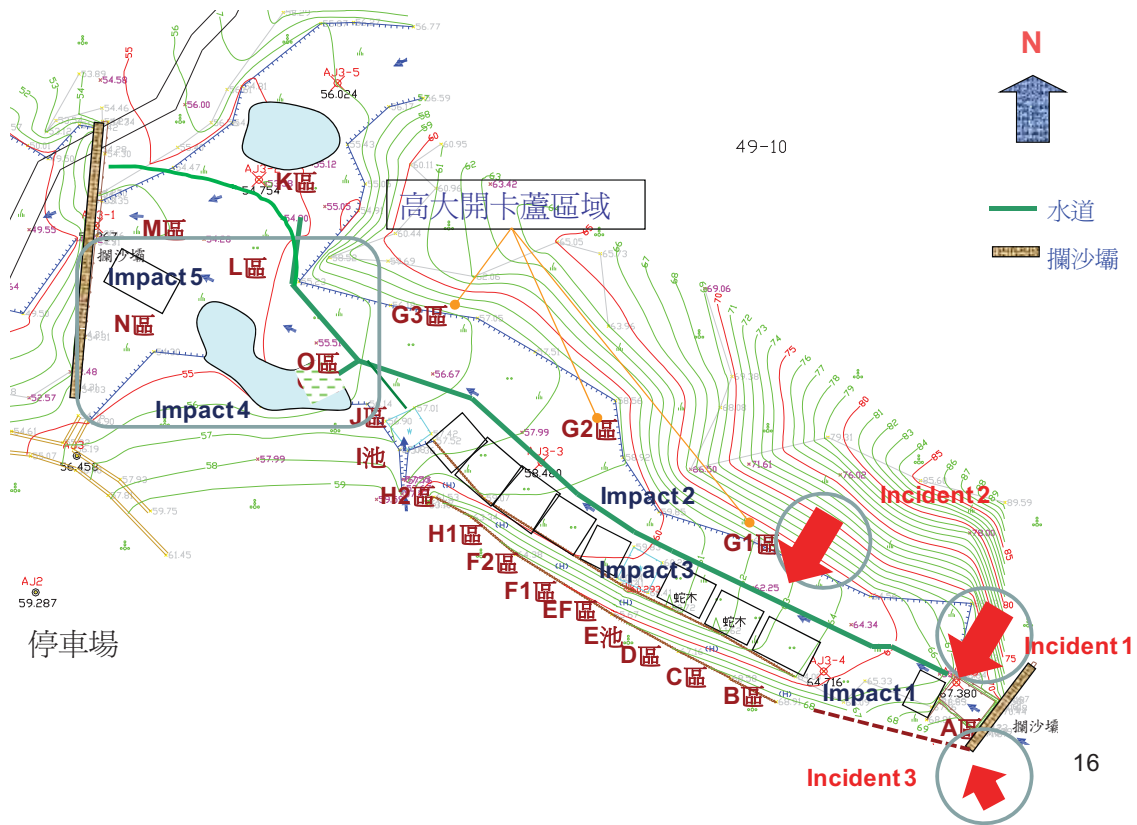


圖 3-7 陷谷草澤區受水患衝擊的情形

3.4 停車場下沙地 Z 區濕度改善

Z 區不像陷谷草澤區有充沛的地下水資源，所以每逢乾旱不雨而陽光普照的時候，土壤就變得十分乾燥，不利標的植物的生長，尤其是長葉茅膏菜棲地之一的 Z1 區，因地勢較高而顯得特別的乾旱，所以才考慮設立引水系統來潤濕該樣區。

引水系統包括兩個 500 公升的水箱組成的儲水槽，以及延伸至 Z 區的管路所組成。水源之一是來自蓮花寺地區的供水系統所供應寺廟邊湧出的地下水，另外是利用雨天所儲存的雨水。水箱的水位靠浮球開關來控制槽，下雨時，雨水進入槽內儲存並切斷地下水的進入。管路配置示意圖，如圖 3-14 至圖 3-17。

每年的十月到一年的六月初，Z 區受東北季風的影響，土壤內還能維持相當的濕度，長葉茅膏菜常利用環境條件有利生長的這段時間展開它的生命週期，引水系統只須待命在旁，真正發揮效益的季節，應該是盛夏之際——六月至九月旱季。如何調整此一系統讓它發揮最大功效，將成為民國 102 年努力的目標。

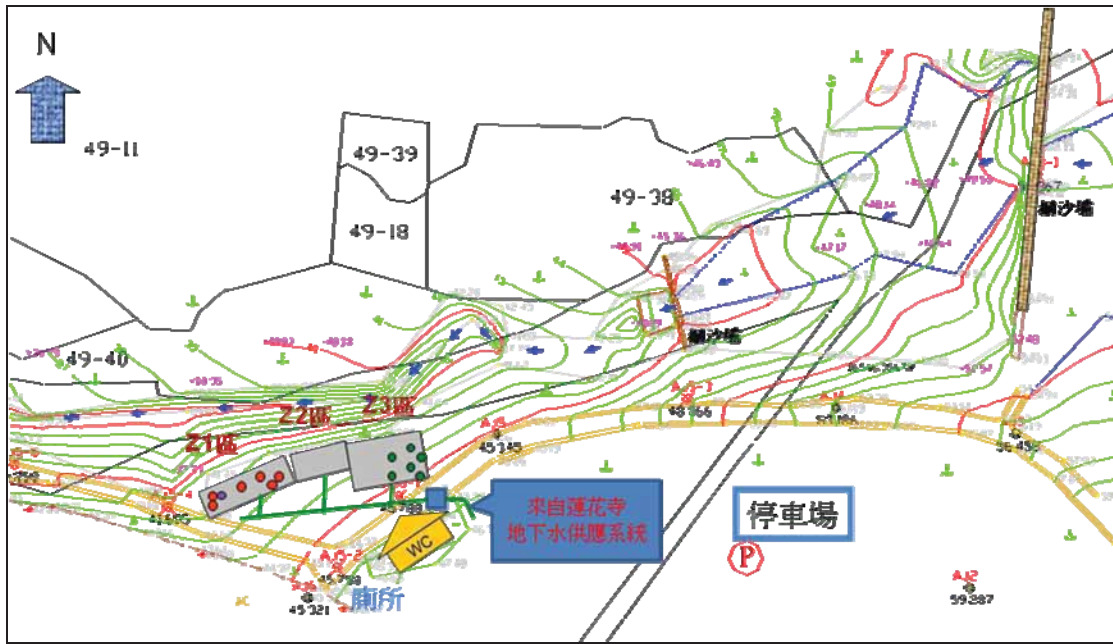


圖 3-8 Z區引水系統路線示意圖



圖 3-9 並聯的水箱，水從右下方流出流至 Z1 區。



圖 3-10 下至示範區的管路



圖 3-11 潤濕 Z1 區的管路

第四章 調查與研究

4.1 昆蟲資源與濕地的生態

目的

民國 100 年 7 月 23 日已針對濕地的昆蟲資源做了第一次的調查，該次調查只針對存在於蓮花寺濕地陷谷草澤區的昆蟲族群，做了包括昆蟲的種類與體型的調查。未涵蓋停車場下沙地是因為當時該區的長葉茅膏菜皆已枯萎，所以今年 5 月 6 日 Z1 區的長葉茅膏菜開花之際，進行第二次的昆蟲資源的調查，包括陷谷草澤區及停車場下沙地兩區，藉此來比較兩個不同形態棲地昆蟲資源的差異。另外，也可藉民國 100 年 7 月 23 日與今年 5 月 6 日兩次取樣的樣品來比較其中的差異。

今年調查的重點，將放在捕捉到昆蟲的食性分析，藉此來了解整個棲地的食物鏈與生態體系。

調查方法

本次調查掃網取樣的樣品(sample)共 3 處，包括停車場下沙地一個樣品，和陷谷草區長葉茅膏菜分布區域的兩端，H 及 N 兩個樣品。在民國 100 年的昆蟲資源調查中發現，樣區靠水道的樣品(G2H 和 NL)所捕捉到昆蟲的種類與數量，遠多於樣區靠蛇籠區域的樣品 HR 與 NR，足以作為該區的指標，所以本次只在這兩個區域掃網取樣並分別命名 H 與 N 樣品。

掃網取樣後，將昆蟲樣品帶回實驗室做分類鑑定，並鍵入昆蟲資源調查表內。今年的調查重點放在「藉由昆蟲的食性來認識整個棲地的生態體系」上，故有別於 2011 年所建立昆蟲資源調查表的加入昆蟲的食性，由於部分物種在成蟲及幼(若)蟲階段的食物有所差異，所以昆蟲的食性將區分為「成蟲」及「幼(若)蟲」兩部分。

雖然捕捉到的樣品中不乏蛛形綱的蜘蛛，但比例相對於昆蟲綱的昆蟲要低，所以本次調查仍使用「昆蟲資源」的名稱來涵蓋所捕捉到的物種。在所取得

昆蟲的樣品當中，對於那些無法鑑定的不做後續的分析與討論。

不同食性的介紹

在昆蟲資源調查表中使用的食性名詞有，腐食性(Saprophagous, S)、分解者(Decomposition, D)、植食性(Phytophagous, Ph)、寄生性(Parasitism, Pa)、掠食性(Predation, Pr)、肉食性(Carnivorous, Ca)，及不取食(X)等7種不同形態。以下是針對這7個名詞作簡單的說明。

其中，腐食性生物是指專門吃腐爛臭掉的水果、動物的糞便或屍體，以及枯木、植物的落葉等等。分解者靠分解像腐葉、糞便及生物體的死屍來吸收其中營養。植食性是以植物組織為食物，這包含植物的葉子、花粉、花蜜、樹液及草液等。寄生性是寄生物從其寄宿的物種中吸取所需的營養，可分為生活在宿主體外的「外寄生的生物」及生活在宿主體內的「內寄生的」。掠食性生物會捕捉另一種生物並予以進食消化。肉食性生物，則以其他生物當它的食物。

調查的結果

陷谷草澤區與停車場下沙地的比較

根據2012年5月6日掃網捕蟲調查的結果，參考表4-1至表4-3。由於三個區域的昆蟲資源都擁有相同的目(order)，表示三個區域的昆蟲資源同質性很高。

表4-4是依照捕捉到昆蟲所屬「目」下的科別數量所整理出來的表。由此表中可以看出，H區所捕捉到的昆蟲科別最多，物種多樣性也最高，表示陷谷草澤區的昆蟲資源最豐富。

表4-5，是以各目依照捕捉數量所分配的比例，由此表可以看出雙翅目(蠅、蚊、蚋、虻類昆蟲)在Z區所佔的比例相對其他目要高很多，這跟該區位於雜木林邊緣及廁所就在旁邊有很大的關聯。而陷谷草澤區較集中的族群，就平均分佈在雙翅目、膜翅目及蛛形綱等三類。

表 4-1 2012.05.06 停車場沙地 Z1 樣區的昆蟲資源表

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性							
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X		
Z1	2012.05.06	直翅目	蝗科	1	Ph		1					Ph		1				
		鞘翅目	花蚤科	3	Ph		3					D, Pr		3			3	
		同翅目	葉蟬科	4	Ph		4					Ph		4				
		同翅目	縐飛蟲科	1	Ph		1					Ph		1				
		同翅目	飛蟲科	2	Ph		1					Ph		1				
		膜翅目	蟻科	7	S, D, Ph	7	7	7				S, Pr, Ph	7		7		7	
		膜翅目	小蜂科	3	Pa			3				Pa, Pr			3	3		
		雙翅目	潛葉蠅科	8	Ph			8				Ph		8				
		雙翅目	蚤蠅科	1	S	1						S, D	1	1				
		雙翅目	黃潛蠅 (程蠅)科	5	Ph			1				Ph			1			
		雙翅目	果蠅科	3	D, Ph		3	3				D, Ph		3	3			
		雙翅目	蚋科	2	S, D	2	2					S, D	2	2				
		雙翅目	瘦蚋科	1	X, Ph			1			1	S, Pr, Ph	1		1		1	
雙翅目	草蚋科	6	S	1						S, D	1	1						
蜘蛛目		6	Pr					6		X, Ph			6			6		
				53	63	11	12	30	3	6	1	72	12	10	27	3	14	6
						17.5%	19.0%	47.6%	4.8%	9.5%	1.6%		16.7%	13.9%	37.5%	4.2%	19.4%	8.3%

表 4-2 2012.05.06 陷谷草澤區 H 區的昆蟲資源表

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性							
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X		
H	2012.05.06	直翅目	蝗科	2	Ph		2					Ph		2				
		直翅目	螽斯科	2	Ph		2					Ph		2				
		鞘翅目	菊虎科	1	Pr					1		Pr					1	
		鞘翅目	小蠹蟲科 (豆象科)	1	D, Ph		1	1				D, Ph		1	1			
		鞘翅目	天牛科	1	Ph			1				Ph			1			
		半翅目	椿象科	1	Ph			1				Ph			1			
		同翅目	葉蟬科	2	Ph			1				Ph			1			
		同翅目	浮塵子科	2	Ph			2				Ph			2			
		膜翅目	蟻科	1	S, D, Ph		1	1				S, D, Ph	1	1	1			
		膜翅目	小蜂科	3	Pa				3			Pa, Pr				3	3	
		膜翅目	蟻形蜂科	1	Pr, Pa				1	1		Pa				1		
		膜翅目	瘦蜂科	2	Ph							Ph				1		
		雙翅目	瘦蚋科	2	X, Ph			2			2	S, Pr, Ph	2		2		2	
		雙翅目	搖蚊科	1	Ph			1				D, Pa, Ph		1	1	1		
		雙翅目	草蚋科	1	D		1					D		1				
		雙翅目	大蚊科	1	X						1	D, Ph		1	1			
		雙翅目	蚋科	1	S, D	1	1					S, D	1	1				
		雙翅目	果蠅科	1	D, Ph		1	1				D, Ph		1	1			
		雙翅目	潛葉蠅科	1	Ph			1				Ph			1			
		雙翅目	食蚜虻科	1	Ph			1				Pr			1			
蜘蛛目		6	Pr					6		X, Ph			6			6		
				34		1	5	17	4	8	3		4	7	24	6	6	6
						2.6%	13.2%	44.7%	10.5%	21.1%	7.9%		7.5%	13.2%	45.3%	11.3%	11.3%	11.3%

表 4-3 2012.05.06 陷谷草澤區 N 區的昆蟲資源表

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性							
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X		
N	2012.05.06	直翅目	蝗科	6	Ph		6				Ph		6					
		半翅目	椿象科	1	Ph		1				Ph		1		1			
		半翅目	緣椿科	1	Ph, Pr			1		1	Ph, Pr		1		1			
		同翅目	葉蟬科	3	Ph		3				Ph		3					
		膜翅目	小蜂科	6	Pa			6			Pa, Pr			6	6			
		膜翅目	卵蜂科	1	Ph, Pa						Pa			1				
		膜翅目	葉蜂科	1	Ph		1				Ph		1					
		膜翅目	姬蜂科	1	Pa			1			Pa, Pr			1	1			
		雙翅目	潛葉蠅科	3	Ph		3				Ph		3					
		雙翅目	果蠅科	3	D, Ph		1	1			D, Ph		1	1				
		雙翅目	蚊科	1	Pr			1			D		1					
		雙翅目	草蛉科	1	D		1				D		1					
		雙翅目	搖蚊科	1	Ph			1			D, Pa, Ph		1	1	1			
		雙翅目	蠅科	1	X, Ph			1		1	S, Pr, Ph	1		1		1		
		蜘蛛目		5	Pr				5	X, Ph			5		5			
				35		0	2	19	7	6	1		1	4	23	9	10	5
					0.0%	6.7%	63.3%	23.3%	20.0%	3.3%			2.4%	9.5%	54.8%	21.4%	23.8%	11.9%

表 4-4 各目底下科別數量的比較 (05 月 06 日的資料)

科別 數目	直翅 目	鞘翅 目	半翅 目	同翅 目	膜翅 目	雙翅 目	蜘蛛 目	合計 科別
Z1	1	1	0	2	2	7	1	14
N	1	0	2	1	4	6	1	15
H	2	3	1	2	4	8	1	21

表 4-5 各目昆蟲數量的比較(05 月 06 日的資料)

區 域	科別 數目	直翅 目	鞘翅 目	半翅 目	同翅 目	膜翅 目	雙翅 目	蜘蛛 目	合計 數量
沙 地	Z1	1	3	0	7	10	26	6	53
		2%	6%	0%	13%	19%	49%	11%	
陷 谷	N	6	0	2	3	9	10	5	35
	H	4	3	1	4	7	9	6	34
		14%	4%	4%	10%	23%	28%	16%	

把 2011 年 7 月 23 的資料的調查資料添加上生物體的食性，如表 4-6 至表 4-11 所示。由表 4-12 可以看出，陷谷草澤區在盛夏之際，開始出現鱗翅目 10mm 尺寸的蝶或蛾出現，這是 5 月 6 日春天時沒看到，我們在長葉茅膏菜也常看到鱗翅目被長葉茅膏菜捕捉到的畫面。

表 4-13 是依照各個被捕捉到目的數量所整理出來。我們可以看出，陷谷草澤區的昆蟲資源仍以膜翅目與蜘蛛為主，雙翅目反而在此地區所佔的比例就不如沙地高。而膜翅目族群當中又以蟻科與小蜂科所佔的比例最高。螞蟻皆在地面活動，比較容易被小毛氈苔所獵捕。

表 4-6 陷谷草澤區 G1CD 區的昆蟲資源表(07 月 23 的資料)

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性							
						S	D	Ph	Pa	Pr	X		S	D	Ph	Pa	Pr	X
G1CD	2011.07.23	直翅目	蟋蟀科	1	Ph			1				Ph			1			
		半翅目	椿象科	2	Ph			2				Ph			2			
		半翅目	緣椿科	1	Ph			1				Pr			1			
		半翅目	網間水濇科	1	Pr	1					1	Pr					1.0	
		半翅目	花椿科	1	Ph			1				Ph			1			
		鱗翅目	弄蝶	2	Ph			2				Ph			2			
		鱗翅目	蛾類	1				1				Ph			1			
		鞘翅目	金花蟲科	1	Ph			1				Ph			1			
		鞘翅目	水蟲科	1	Pr						1.0	Pr					1	
		膜翅目	蟻科	6	S, D, Ph	6	6	6				S, Pr, Ph	6		6		6	
		膜翅目	蜜蜂科	1	Ph			1				Ph			1			
		膜翅目	小蜂科	3	Pa				3			Pa, Pr				3	3	
		膜翅目	瘦蜂科	1	Pa				1			Pa			1			
雙翅目	蚤蠅科	3	S	3						S, D	3	3						
雙翅目	麗蠅科	1	S, Pr	1					1	S, Pr	1				1			
		蜘蛛目		17	Pr					17	X, Ph			17		17		
				43	57	11	6	16	4	20	0		10	3	33	4	12	17
						19.3%	10.5%	28.1%	7.0%	35.1%	0.0%		12.7%	3.8%	41.8%	5.1%	15.2%	21.5%

表 4-7 陷谷草澤區 G2H 區的昆蟲資源表(07 月 23 的資料)

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性							
						S	D	Ph	Pa	Pr	X		S	D	Ph	Pa	Pr	X
G2H	2011.07.23	直翅目	蝗科	6	Ph			6				Ph			6			
		直翅目	蟋蟀科	1	Ph			1				Ph			1			
		直翅目	螽斯科	1	Ph			1				Ph			1			
		鱗翅目	弄蝶科	1	Ph			1				Ph			1			
		同翅目	浮塵子科	3	Ph			3				Ph			3			
		同翅目	角蟬科	1	Ph			1				Ph			1			
		膜翅目	蟻科	17	S, D, Ph	17	17	17				S, Pr, Ph	17		17		17	
		雙翅目	果蠅科	1	D, Ph		1	1				D, Ph		1	1			
		雙翅目	大頭蠅科	1	Pa					1		Pa				1		
				蜘蛛目		11	Pr					11	Ph, X			11		11
				43		17	18	31	1	11	0		17	1	42	1	17	11
						21.8%	23.1%	39.7%	1.3%	14.1%	0.0%		19.1%	1.1%	47.2%	1.1%	19.1%	12.4%

表 4-8 陷谷草澤區 NL 區的昆蟲資源表(07 月 23 的資料)

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性						
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X	
NL	2011.07.23	直翅目	螽斯科	1	Ph			1				Ph			1		
		直翅目	草蟋蟀科	1	Ph			1				Ph			1		
		半翅目	盲椿科	2	Pr, Ph			1		1		Pr, Ph			1		1
		半翅目	長椿科	1	Ph			1				Ph			1		
		半翅目	蟋蟀亞科	1	Ph			1				Ph			1		
		鞘翅目	花蚤科	1	Ph			1				D, Pr		1			1
		膜翅目	蜜蜂科	1	Ph			1				Ph			1		
		膜翅目	蟻科	4	S, D, Ph	4	4	4				S, Pr, Ph	4		4		4
		膜翅目	小蜂科	5	Pa				5			Pa, Pr				5	5
		膜翅目	癭蜂科	2	Ph			1				Ph			1		
		膜翅目	卵蜂科	2	Pa, Ph			2	2			Pa				2	
雙翅目	蚤蠅科	1	S	1						S, D	1	1					
蜘蛛目		12	Pr						12	Ph, X			12			12	
				27	36	5	4	8	7	12	0	5	1	18	7	9	12
						13.9%	11.1%	22.2%	19.4%	33.3%	0.0%	9.6%	1.9%	34.6%	13.5%	17.3%	23.1%

表 4-9 陷谷草澤區 CDR 區的昆蟲資源表(07 月 23 的資料)

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性						
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X	
CDR	2011.07.23	直翅目	蝗科	1	Ph			1				Ph			1		
		鞘翅目	花蚤科	1	Ph			1				D, Pr		1			1
		鞘翅目	金花蟲科	2	Ph			1				Ph			1		
		膜翅目	小蜂科	4	Pa				4			Pa, Pr				4	4
		膜翅目	蟻科	3	S, D, Ph	1	1	1				S, Pr, Ph	1		1		1
		雙翅目	果蠅科	4	D, Ph		4	4				D, Ph		4	4		
		蜘蛛目		4	Pr						4	Ph, X			4		
				19		1	5	8	4	4	0	1	5	11	4	6	4
						4.5%	22.7%	36.4%	18.2%	18.2%	0.0%	3.2%	16.1%	35.5%	12.9%	19.4%	12.9%

表 4-10 陷谷草澤區 HR 區的昆蟲資源表(07 月 23 的資料)

地點	時間	目\中名	科\中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性						
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X	
HR	2011.07.23	直翅目	鉅蟋科	1	Ph			1				Ph			1		
		同翅目	蚜蟲科	1	Ph			1				Ph			1		
		同翅目	菱飛蟲科	1	Ph			1				Ph			1		
		鞘翅目	金花蟲科	3	Ph			3				Ph			3		
		膜翅目	蟻科	10	S, D, Ph	10	10	10				S, Pr, Ph	10		10		10
		膜翅目	胡蜂總科	1	Ph			1				Ph			1		
		膜翅目	小蜂科	2	Pa				2			Pa, Pr				2	2
		蜘蛛目		12	Pr						12	Ph, X			12		
				25		10	10	11	2	12	0	10	0	23	2	12	12
						22.2%	22.2%	24.4%	4.4%	26.7%	0.0%	16.9%	0.0%	39.0%	3.4%	20.3%	20.3%

表 4-11 陷谷草澤區 NR 區的昆蟲資源表(07 月 23 的資料)

標本號	時間	目中名	科中名	數量	成蟲食性						若(幼)蟲食性							
					S	D	Ph	Pa	Pr	X	S	D	Ph	Pa	Pr	X		
NR	2011.07.23	直翅目	鉦蟋科	1	Ph			1				Ph			1			
		直翅目	螽斯科	1	Ph			1				Ph			1			
		直翅目	蝗科	1	Ph			1				Ph			1			
		膜翅目	小蜂科	3	Pa				3			Pa, Pr				3	3	
		膜翅目	蟻科	4	S, D, Ph	4	4	4				S, Pr, Ph	4		4		4	
		雙翅目	蛾蚋科	1	X						1	S	1					
		雙翅目	蚤蠅科	3	S	3						S, D	3	3				
		雙翅目	蚋科	1	S, D	1	1					S, D	1	1				
		蜘蛛目		1	Pr				1		Ph, X			1		1		
				16		8	5	7	3	1	1		9	4	8	3	7	1
					32.0%	20.0%	28.0%	12.0%	4.0%	4.0%		29.0%	12.9%	25.8%	9.7%	22.6%	3.2%	

表 4-12 各目底下科別數量的比較 (07 月 23 日的資料)

科別 數目	鱗翅 目	直翅 目	鞘翅 目	半翅 目	同翅 目	膜翅 目	雙翅 目	蜘蛛	合計 科別
G1CD	2	1	2	4	0	4	2	1	16
G2H	1	3	0	0	2	1	2	1	10
NL	0	2	1	3	0	5	1	1	13
CDR	0	1	2	0	0	2	1	1	7
HR	0	1	1	0	2	3	0	1	8
NR	0	3	0	0	0	5	4	1	13

表 4-13 各目昆蟲數量的比較(07 月 23 日的資料)

科別 數目	鱗翅 目	直翅 目	鞘翅 目	半翅 目	同翅 目	膜翅 目	雙翅 目	蜘蛛 目	合計 數量
G1CD	3	1	2	5	0	11	4	17	43
G2H	1	8	0	0	4	17	2	11	43
NL	0	2	1	4	0	12	1	12	32
CDR	0	1	2	0	0	7	4	4	18
HR	0	1	3	0	2	11	0	12	29
NR	0	3	0	0	0	7	5	1	16
	4	16	8	9	6	65	16	57	181
	2%	9%	4.5%	5%	3.3%	36%	8.8%	31.5%	

結論

表 4-14 是把兩次掃網捕捉到的昆蟲依照昆蟲的食性排列而得。以植物葉子及花粉花蜜為食物的植食性(Phytophagous, Ph)昆蟲佔了很高的比例，這跟草原環境有很大的關係其次是腐食性(Saprophagous, S)、分解者(Decomposition, D)及掠食性(Predation, Pr)等 3 個族群不分軒輊，其他的則佔了很少的比例。

腐食性及分解者扮演食物鏈中分解存在於棲地環境內的腐屍及枯葉很重要的角色，二者合計佔了 30%，足以與植食性昆蟲分庭抗禮。而食蟲植物在整個食物鏈當中，因本身具有葉綠體扮演了植物天賦生產者的角色，同時特化的葉片又具備捕食昆蟲的機能(carnivorous plant)，也是消費者的功能，與所有的昆蟲建立一個複雜的生態體系。

4.2 食蟲植物土壤共生菌的探討

摘要

生長在竹北蓮花池濕地的小毛氈苔 (*Drosera spathulata*)及長葉茅膏菜 (*Drosera indica*)老熟植株根部佔植株比例甚低，根系與鄰近植物之間相互糾纏。根部表面無根瘤構造，根部表面也未發現明顯的菌絲附生，新鮮根部切片經 PDA 培養之後均顯著生長絨毛狀真菌菌絲，根部切片顯示皮層組織細胞內有囊狀體構造，推測其為休眠中的叢枝菌根真菌。菌根真菌的種類，植物與真菌之間共生生活史則有賴進一步研究。

前言

植物體扣除可以游離的水之外，碳和氧元素佔 90% 的重量，氫元素佔 6%，剩下部分比例超過 1% 只有氮與鉀，鈣、磷、鎂和硫比例介於 0.1-10% 之間，其餘的微量元素和量都在 0.01% 以下。植物生長所需的營養除了光合作用所需大量的二氧化碳來自空氣之外，其餘相對微量的化學成分幾乎全部來自土壤經由根部吸收。空氣中的氮(N_2)若要被植物吸收利用，氮就必須被轉換為氨氣 ($NH_3 \rightarrow NH_4^+$)或硝酸鹽氮(NO_3^-)的形式。氮(阿摩尼亞)的來源除了極少量是大氣中自然產生(閃電引發的化學反應)之外，其餘來源有三條主要路徑，一者為固氮細菌的固氮作用，第二為生物代謝產生的廢棄物，第三則是有機質經微生物分解之後產生，第二第三條路徑都是生物新陳代謝的副產物。氮與水化合後形成銨離子，此時植物可以直接吸收，或是銨離子經由硝化菌代謝之後變成硝酸鹽氮再被植物吸收，硝酸鹽氮也可能經由去氮菌的作用變成游離的氮流回到大氣中。植物生存在氮源不足的土壤最常見的適應是透過與固氮根瘤菌(*Rhizobacteria*)共生形成根瘤構造，根瘤菌提供生長所需的氮源。鉀，鈣、磷、鎂和硫等營養素屬於礦物組成，大氣循環與這些元素之間的關聯很小，土壤中又以磷的含量最欠缺，因為磷酸鹽容易被雨水淋蝕而流入河川海洋性成礦物沉積，礦物質如磷等元素的吸收需要廣大的吸收面積來達到生長的需求，植物根系的根毛顯然還不足以完全因應這樣的需求。菌根菌與植物共生的結構進一步讓植物在土壤內非常有效的吸收水及礦物質，根據 Kendrick (2000)所述植物共生

系統的菌根真菌分成外生菌根真菌(Ectomycorrhizae)及內生菌根真菌(Endomycorrhizae or 叢枝菌根真菌 Arbuscular mycorrhizae, AM)兩大群，目前已知大約超過 2000 種木本植物具有外生菌根真菌共生，超過 30 萬種植物具有內生菌根真菌共生。外生菌根真菌主要協助溫帶及熱帶闊葉林木本植物吸收土壤中的含氮養分，對針葉植物而言主要是礦物質的吸收(Deacon, 2006)。叢枝菌根真菌(AM)主要協助植物體從土壤中吸收稀少的磷酸鹽，真菌種類集中在球囊菌門(Glomeromycota) (Deacon, 2006)。球囊菌門又稱聚合菌門，目前已知物種約 400 種，八成的維管束植物中常見的叢枝菌根菌約 300 種 (Brundrett, 2002)。

濕地植物面臨的營養來源與乾燥陸地的生態系統不盡相同，根瘤菌在水中無法取得足夠的游離氮形成複雜的共生結構，但是固氮的藍綠細菌在溼地生態系中扮演相同的角色(Burkea *et al.*, 2003)，固氮菌在稻作的生產上應用最早(Ladha *et al.*, 1983; Roger and Ladha, 1992)。世界各地溼地植物群落組成中有一類群的植物在缺乏含氮營養的狀態下演化出特殊的生活史，利用氣味吸引昆蟲病發展出不同的捕捉方式，植物分解動物的軀體取得氮源，一般稱為食蟲植物。

竹北蓮花寺濕地土壤結構為氧化物土(Oxisol)，土壤已經化育很久(幾萬年以上至幾十萬年)，土壤中主要僅剩餘氧化鐵、鋁等物質，土壤屬於強酸性(pH < 5.5)，土壤深度達 2m 以上，土壤剖面的 B 層有一氧化物層生成物蓄積，土壤肥力很低，這類土壤在紅土臺地上廣泛分佈。目前分布在濕地內的食蟲植物，以茅膏菜科(Droserace)茅膏菜屬 (*Drosera*)的長葉茅膏菜、小毛氈苔、寬葉毛氈苔等三大族群為主。

材料與方法

蓮花寺濕地的食蟲植物以茅膏菜科茅膏菜屬 (*Drosera*)的族群為主，共有小毛氈苔 (*Drosera spathulata*, 圖 4-1)、寬葉毛氈苔 (*Drosera burmanii*) 和長葉茅膏菜 (*Drosera indica*, 圖 4-2) 等三種。由於寬葉毛氈苔的數量最少，而小毛氈苔及長葉茅膏菜的族群最穩定，所以本次實驗只採集小毛氈苔及長葉茅膏菜這兩種食蟲植物。

實驗使用植株取自陷谷草澤區及停車場下方沙地，長葉茅膏菜在停車場下沙地的族群已消失，故 2 棵樣品皆取自陷谷草澤區，小毛氈苔兩區皆有分佈，因此由兩區各取 1 棵。實驗用植株以鐵鏟下挖約 15 公分，將土壤及植株攜回實驗室，土壤及植物根系置於細篩網上以洗滌瓶將根系土壤洗淨。根系連同植株置於解剖顯微鏡下觀察根系基本構造，審視其側根、根毛以及是否有根瘤。

菌根菌形態

取數段根部組織以 FAA (Formalin-Acetic-Alcohol) 進行固定，將此固定後之標本分別進行電子顯微鏡之形態觀察及組織切片觀察，FAA 配方如下：

FAA (Formalin-Acetic-Alcohol) (100 ml)
Ethyl alcohol ----- 50 ml
Glacial acetic acid ----- 5 ml
Formaldehyde (37-40%) ----- 10 ml
Distilled H₂O ----- 35 ml

電子顯微鏡觀察之標本先進行序列脫水，脫水程序如下：

70% ETOH 24 小時 → 75% ETOH 24 小時 → 80% ETOH 24 小時
→ 85% ETOH 24 小時 → 90% ETOH 24 小時 → 95% ETOH 24 小時
→ 99.5% ETOH 24 小時

序列脫水之後的標本必須經過臨界點乾燥(CPD)程序避免標本過度變形，臨界點乾燥之前的標本先置入 99.5% ETOH : Acetone = 1:1; 10 分鐘，再轉入 Acetone 5 分鐘，接著迅速完成臨界點乾燥程序，臨界點乾燥以液態 CO₂ 為介質，最終溫度條件 35°C。經臨界點乾燥之根段以碳膠黏附置鋁台，鍍金 40 秒即可進行掃描顯微鏡觀察。

根部組織切片分別以徒手及冷凍切片兩種方式進行，切片後不經脫水等程序直接以水壓片進行複式顯微鏡觀察，觀察細胞內部是否有叢枝菌絲或是囊狀體等構造。

菌根菌培養

標本採回後立即取新鮮且外表完整的植物根系進行微生物培養試驗，取得之根系充分洗淨後以無菌之解剖刀切下數段長約 1-2 公分根部置入 25ml 無菌水中，根部在 25ml 無菌水充分搖晃靜置 5 分鐘，重複上述動作 3 次，在此之後將樣品進行真菌培養。

真菌培養基配置：

馬鈴薯葡萄糖洋菜膠培養基(PDA)，取馬鈴薯葡萄糖粉末(PDB) 7.20 g，洋菜膠(Agar) 4.50 g，將上述藥品溶於 300 ml 蒸餾水中，於 121°C 滅菌 15 分鐘，作為培養黴菌、酵母菌的基礎培養基及試驗用培養基。

菌種分離

1. 經無菌水清洗之後根部再置入無菌水中以超音波震盪 15 分鐘。取超音波震盪之後水溶液接種至培養基。
2. 經超音波震盪清洗後之根部置入含 0.01% tween 80 之 1%次氯酸鈉 (sodium hypochlorite)溶液中浸漬 1 分鐘後，利用 1% sodium thiosulfatae 中和 1 分鐘，隨後將樣品置於無菌培養皿、器皿或錫箔紙上，以解剖刀將表面殺過菌根部取出其內部組織並切成薄片。
3. 以燒紅過後的鑷子夾取根部薄片放置於 PDA 平板中間，並將平板放入 25°C 培養箱內培養 5 至 7 天。
4. 經 5 至 7 天後，平板上有許多黴菌菌落，以竹籤勾取欲分離黴菌菌落邊緣之菌絲，接種至 PDA 平板上進行菌種純化，並將平板放入 25°C 培養箱內培養 5 至 7 天。
5. 以解剖刀切下菌落邊緣，接種至另一新的 PDA 平板，即完成菌種之分離及純化。若還有其他雜菌的參雜，則可待黴菌產孢後，以孢子劑序純化之。



圖 4-1 小毛氈苔



圖 4-2 長葉茅膏菜

結果

長葉茅膏菜

長葉茅膏菜根系相當脆弱，僅著生在土壤表面深度約 10 公分，軸根系主根末端經常壞死，植株僅由吃土數公分側根支撐，整個根系被濃密的禾本科植物根系纏繞(圖 4-3)。植株因為根系不發達且莖的支撐能力不足，長葉茅膏菜的生長環境中若無其他植物輔助則癱伏地表，再由莖部發展不定根抓握地表，生長在禾本科植物群體中的植株藉由周邊的植物輔助支撐，植株如藤蔓般攀附長可高達數十公分。不論有

無其他植物輔助站立，長葉茅膏菜根系所佔植株總比例不及 1/10。根部表面佈滿細長的根毛，根毛直徑約 10-20 微米，解剖顯微鏡下檢視不具根瘤等構造，根據掃描式電子顯微鏡觀察結果顯示根部表面無特殊菌絲分佈(圖 4-4)。表面殺菌後的根部經培養基 1 週培養後，根部薄片邊緣佈滿棉絮狀真菌菌絲(圖 4-5)，根部組織切片顯示表皮下方部分皮層組織細胞內有囊狀體(圖 4-6)，未觀察到發達的叢枝狀菌絲。



圖 4-3 長葉茅膏菜根系及周邊糾纏的禾本科植物根系

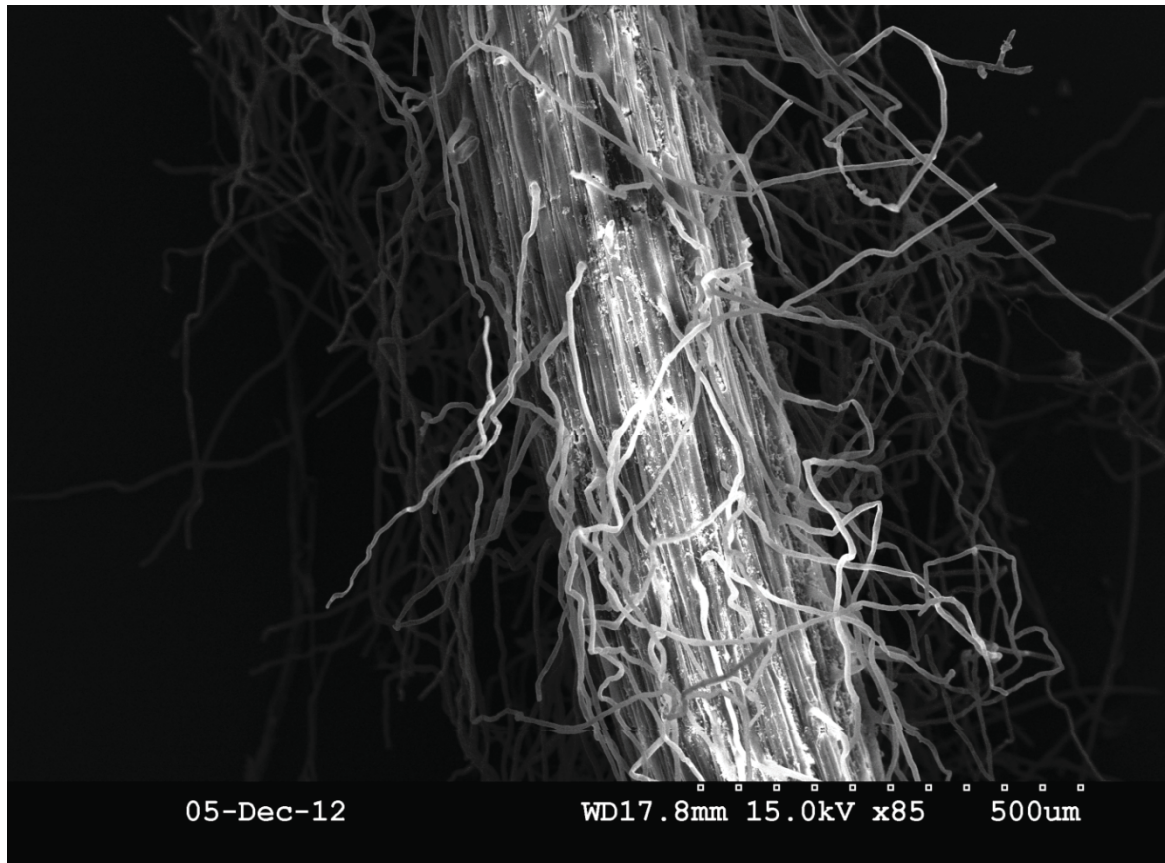


圖 4-4 長葉茅膏菜根部表面構造，表面根毛直徑約 10-20 微米，未發現外生長在根部表面的菌絲。



圖 4-5 長葉茅膏菜根部培養獲取的真菌