中華民國第53屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組　生物科

030309

「蕨」對棒的生長環境

--孢子囊的耐酸性與耐熱性

學校名稱：新北市立林口國民中學

作者：	指導老師：
國二 余芸宜	邱巧詩

關鍵詞：蕨類、孢子囊、耐酸性

「蕨」對棒的生長環境－孢子囊的耐酸性與耐熱性

摘要

台灣被稱爲「蕨類王國」，蕨類資源豐富，蕨類的密度更是世界第一。爲明瞭林口台地蕨類的多樣性，選擇桃園縣龜山鄉長庚村作爲田野調查地點並進行一年的觀察研究。藉由調查蕨類物種的分佈及數量，來探討蕨類植物的特性與生長棲地條件的相關性，並探究蕨類孢子囊的耐酸性與耐熱性是否是決定優勢種蕨類生長的重要關鍵。實驗發現本區數量最多、分佈最廣、最具代表性的優勢種蕨類爲密毛小毛蕨，而不同 pH 值(pH 8~3)及溫度(20~40℃)對密毛小毛蕨孢子囊無明顯破壞效果，對照組則相反，推測其對生長環境的要求不高，像在有陽光處和陰暗處都可以生長，同時具有極強的耐酸性與耐熱性，適應性強，因此容易繁殖而成爲本區的優勢種。

壹、研究動機

周末吃飽飯後常陪媽媽及爸爸沿著居住社區內的環坡道路健行，除了觀賞眼前滿山遍野的綠色植物外，偶而會注意到步道邊那些長得矮小，外表相似，不會開花，幼葉捲曲，葉背有時可觀察到排列型態不同的米白色或褐色的點狀物(孢子)，這種植物不是在所有路段都可被發現，但在某一區段卻長得異常密集。回去詢問老師後，才知道這些植物被稱爲「蕨類」。全世界被發現的蕨類可分爲 33 科其中台灣擁有 27 科，約有六百多種，所以台灣被稱爲「蕨類王國」，不僅蕨類資源豐富，蕨類種類的密度更是世界第一。所以，我們很好奇社區內蕨類生物多樣性的概況如何？有無優勢種蕨類？優勢種蕨類生長與環境條件的關係爲何？引發我們產生想要研究「桃園縣龜山鄉長庚村蕨類田野調查及影響優勢種蕨類生長的關鍵因素」的念頭，因此便開始我們的研究。

貳、研究目的

一、調查長庚村蕨類物種的分佈及數量，並繪製蕨類生態地圖。

二、探討長庚村蕨類植物的特性與生長棲地條件的相關性。

三、探討蕨類孢子囊的耐酸性與耐熱性是否是決定優勢種蕨類生長的重要關鍵。

叁、研究設備器材

一、田野調查工具及器材

修枝剪、小花鏟、橡膠手套、夾鏈袋、放大鏡、三合一測量檢測儀(土壤 pH 值/土壤濕度/光照度)、長庚村行政區域圖暨調查紀錄表、各色簽字筆、數位相機及蕨類圖鑑(郭城孟，2001)。

二、標本製作材料及器材

報紙、重物、美工刀、耐酸台紙、瓦楞紙板、塑膠繩、膠帶、標籤紙、烘箱、培養皿、

天秤、剪刀、鑷子、解剖刀、蓋玻片、載玻片、燒杯、滴管、濾紙、拭淨紙、解剖顯微鏡、複式顯微鏡、Olympus 顯微照相系統、數位相機、計時器、pH 酸鹼度計、1M 鹽酸溶液、1M 氫氧化鈉溶液、去離子水、0.2M 蔗糖等張溶液、pH 3~8 0.2M 蔗糖等張溶液及生理食鹽水。

肆、研究過程或方法

一、文獻探討

(一)從第 42 屆中小學科展國中生物組的「獅頭山蕨饗－台北縣新店市廣明獅頭山蕨類植物調查及研究」文中，觀察他們是以「整座山」的蕨類分佈進行研究，而我們為探討林口台地地理環境及氣候條件對蕨類物種生長的影響，所以選擇居住地「長庚村」作為田野調查地點，並觀察蕨類生物多樣性的變化。

(二)同時參考第 44 屆中小學科展高中生物科「高雄縣旗尾山蕨類資源之調查研究」，其中所觀測的項目及使用的技術，加以修正來應用於我們的研究。

二、研究地點

(一)長庚村的地理位置

長庚村隸屬於桃園縣龜山鄉，東鄰新北市泰山區，北接新北市林口區，地理上位於林口台地南半部(龜山鄉東北隅)，海拔約 240~250 公尺。此區域地勢平坦，缺乏屏障，僅三面由山谷環抱，經常風力強勁。氣候經常高溫多雨，台地上泥土淋溶作用旺盛，易形成強酸、不肥沃的紅土層覆蓋在土壤頂部，其下則為礫石層及砂泥層。

(二)氣候

長庚村氣候型態與林口的氣候型態類似，為亞熱帶季風氣候，夏季高溫、多颱風與豪雨；

冬季寒冷潮濕。根據中央氣象局在 1996~2000 年的資料顯示，年平均溫爲 22.1 度，最冷月均溫 15.1 度，最熱月均溫 28.7 度，年平均相對濕度爲 79.5%，二月至三月間濕度可達 84%，較台北盆地潮濕。

三、蕨類物種分佈及數量田野調查

(一)田野調查期間及次數，從 2011 年 9 月 1 日至 2012 年 8 月 31 日爲止，進行長庚村的蕨類物種田野調查每月一次，共計十二次。

(二)田野調查，以村內道路做爲分界，分爲九個區域。蕨類種類、分佈位置、數量、生活型態(岩生、地生及附生)、生長環境條件(土壤 pH 值、土壤溼度及環境光照度)等資料詳實記錄，並繪製長庚村蕨類生態地圖。

四、蕨類標本的製作

(一)蕨類物種經由 Excel 統計分析計算數量並繪製成表格。

(二)依蕨類物種總數量的多寡決定採集數目，單一蕨類可採集完整的 2~3 棵植株，經壓製乾燥處理後其中一株製成臘葉標本，其餘則交付給長庚大學自然學科專家作爲鑑定蕨類物種之用。

五、蕨類植株影像資料的建立

(一)在田野調查時，透過數位相機拍攝蕨類的根、葉柄、葉、孢子囊群等特徵及棲地環境，並輔以蕨類圖鑑對照，增加物種辨識的準確性。

(二)根據蕨類物種及其總數量的統計結果，以蕨類總數量排序，表列各個蕨類的總數量排名，選擇排序第一位的蕨類物種爲長庚村的蕨類優勢種。

六、優勢種蕨類的形態學觀察及探討影響其生長的關鍵因素

採集優勢種蕨類植株數棵，分別進行下列觀察：

(一)利用解剖顯微鏡觀察優勢種蕨類孢子體世代－根、葉柄、葉、孢子囊堆的結構特徵，並將觀察結果經由顯微照相系統或數位相機拍照記錄。

(二)探討不同 pH 值對優勢種蕨類孢子囊及孢子的影響

1. 配置 0.2M 蔗糖等張溶液，利用 pH 酸鹼度計測量，加入 1M 鹽酸溶液或 1M 氫氧化鈉溶液，分別調配 pH 3、pH 4、pH 5、pH 6、pH 7 及 pH 8 的 0.2M 蔗糖等張溶液。
2. 在解剖顯微鏡下分離孢子囊，然後以尖鑷將其放置於載玻片上，滴數滴等張溶液，用計時器計時三十分鐘後蓋上蓋玻片。
3. 將水埋玻片移至複式顯微鏡，分別利用低倍及高倍物鏡進行鏡檢觀察。
4. 利用滴管吸取 pH 8 等張溶液數滴，打開蓋玻片滴入水埋玻片中，靜置三十分鐘後，立即進行鏡檢觀察。
5. 漂洗後，重複步驟 3 及步驟 4，依序將不同 pH 值(由 pH 高至低)等張溶液滴入水埋玻片，並進行鏡檢觀察。
6. 觀察結果透過顯微照相系統記錄。
7. 除觀察優勢種蕨類外，另採集分佈廣但數量不多的蕨類作爲對照組。

(三)探討不同溫度對優勢種蕨類孢子囊及孢子的影響

1. 利用可調式烘箱分別設定 20、25、30、35 及 40℃環境。
2. 將來自優勢種蕨類及對照組蕨類含有孢子囊的羽葉兩片，分別放置於培養皿內並移至於相同溫度條件下的烘箱內，靜置一小時。
3. 立即分離培養皿內的孢子囊，製成水埋玻片，在複式顯微鏡下進行鏡檢觀察。
4. 觀察結果透過顯微照相系統記錄。

伍、研究結果

長庚村位於林口台地南半部(桃園縣龜山鄉東北隅)，除西南端與相鄰的樂善村有道路相通，其餘區域皆對外獨立，所接壤的地理型態皆是坡度陡峭的山谷，此區域地理範圍及形態呈現於圖一。根據村內道路規劃將調查區域切割分爲九區，在田野調查結束後，以收集的蕨類種類分布調查資料爲基礎，繪製長庚村蕨類生態地圖，如圖二所示。

圖一、長庚村區域圖(資料來源 google map)

圖二、長庚村分區暨蕨類生態地圖

一、蕨類物種分佈及數量概況

(一)分佈及數量調查

1. 長庚村發現的蕨類物種共計 12 科 12 種(表一)。
2. 主要分佈於東側、北側及西側村界鄰近山谷邊緣的土地兩旁，以及西南側大樓群背陽面處的草地及花台。
3. 分佈最廣的蕨類依序爲密毛小毛蕨、熱帶鱗蓋蕨及半邊羽裂鳳尾蕨；芒萁、烏毛蕨及筆筒樹僅生長在特定區域(表一)。
4. 出現頻率最高的蕨類依序爲密毛小毛蕨(70.3%)、伏石蕨(8.8%)及熱帶鱗蓋蕨(7.1%)(圖三)。
5. 區域內的蕨類族群中，優勢種爲密毛小毛蕨，所佔數量及比率大於其他蕨類。

表一、長庚村各分區蕨類種類分布及數量調查一覽表

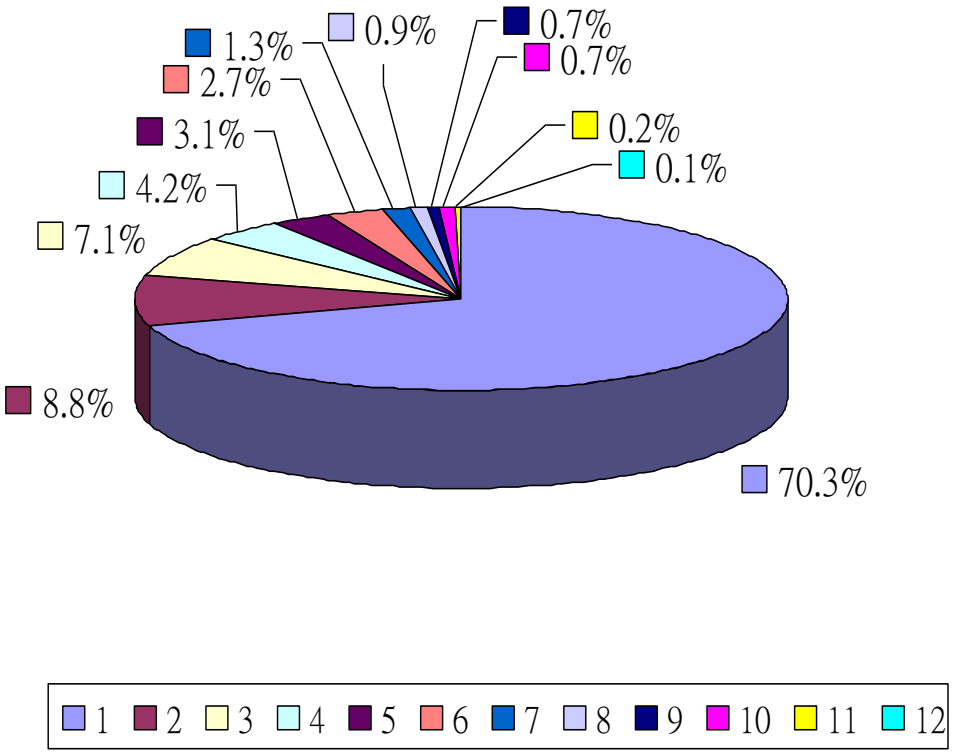
	金星蕨科	水龍骨科	碗蕨科	海金沙科	鳳尾蕨科	水龍骨科	裏白科	鱗始蕨科	鱗始蕨科	腎蕨科	烏毛蕨科	桫欏科
分區	密毛小毛蕨	伏石蕨	熱帶鱗蓋蕨	海金沙	半邊羽裂鳳尾蕨	抱樹石葦	芒萁	烏蕨	圓葉鱗始蕨	腎蕨	烏毛蕨	筆筒樹
1	241											
2	70		11		17					17		3
3	151	133	50	104	29	42		2	8	5		
4	256	113	88	17	5	37		22	9		7	
5	270		22	15	19		42	5	6			
6	277	39	25			8						
7	303				7							
8	277											
9	435		33		22							
數量合計	2280	285	229	136	99	87	42	29	23	22	7	3

6. 密毛小毛蕨每月所佔數量都大於熱帶鱗蓋蕨，不因季節變化而影響，持續維持數量上的優勢(表二)。

表二、長庚村密毛小毛蕨(優勢種)及熱帶鱗蓋蕨(對照組)每月數量調查一覽表

年	2011				2012							
月份	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
密毛小毛蕨	3588	3529	3030	1694	959	712	679	1463	1779	3333	3312	3284
熱帶鱗蓋蕨	343	331	298	186	122	67	56	50	249	320	371	356

桃園縣龜山鄉長庚村蕨類種類及數量(百分率)調查圓餅圖



圖三、長庚村蕨類種類分布及數量(百分率)調查概況

註一：數字 1~12 爲各個蕨類的標示：1,密毛小毛蕨；2,伏石蕨；3,熱帶鱗蓋蕨；4,海金沙；5,半邊羽裂鳳尾蕨；6,抱樹石葦；7,芒萁；8,烏蕨；9,圓葉麟始蕨；10,腎蕨；11,烏毛蕨；12,筆筒樹。

(二)生活型調查

1. 多數蕨類以地生型的型態生長，共計 10 種(表三)。

2. 僅伏石蕨及抱樹石葦爲附生型，其中伏石蕨也以岩生型存在。

表三、長庚村各種蕨類植物的生長環境比較表

	生活型			生長環境				
蕨類種類	岩生	地生	附生	林下	林緣	水溝旁	大樓旁草坪	大樓花台
密毛小毛蕨		2280		1696	139		392	53
伏石蕨	24		261		261	24		
熱帶鱗蓋蕨		229		218	11			
海金沙		136		20	111			5
半邊羽裂鳳尾蕨		99		70	22		7	
抱樹石葦			87		87			
芒萁		42		37	5			
烏蕨		29		27	2			
圓葉鱗始蕨		23		17	6			
腎蕨		22		4			18	
烏毛蕨		7		7				
筆筒樹		3			3			

二、蕨類物種分佈與棲地環境條件的觀察

(一)生長環境調查

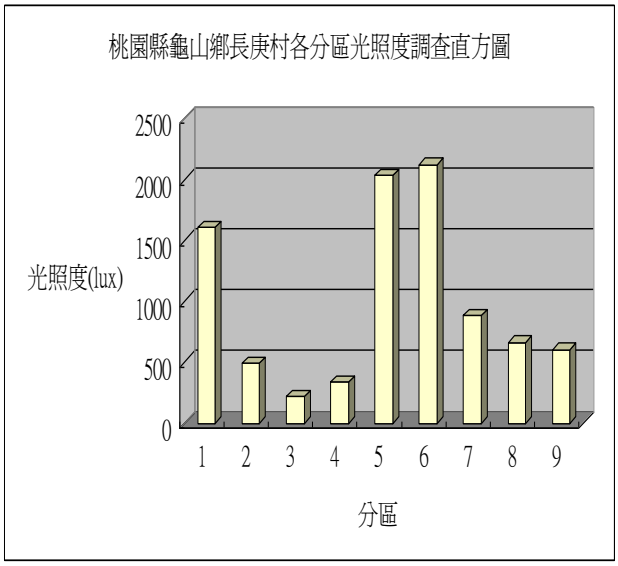
1. 多數蕨類主要生長於林下及林緣處(表三)。

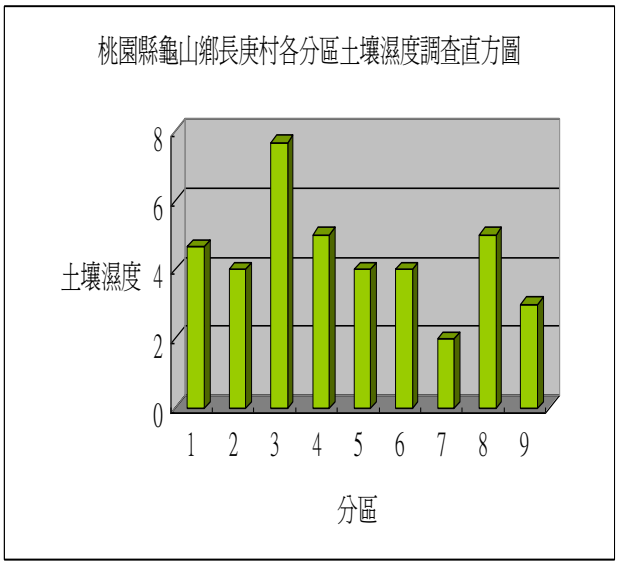
2. 密毛小毛蕨、半邊羽裂鳳尾蕨、海金沙及腎蕨亦可在大樓旁草坪及花台上發現。

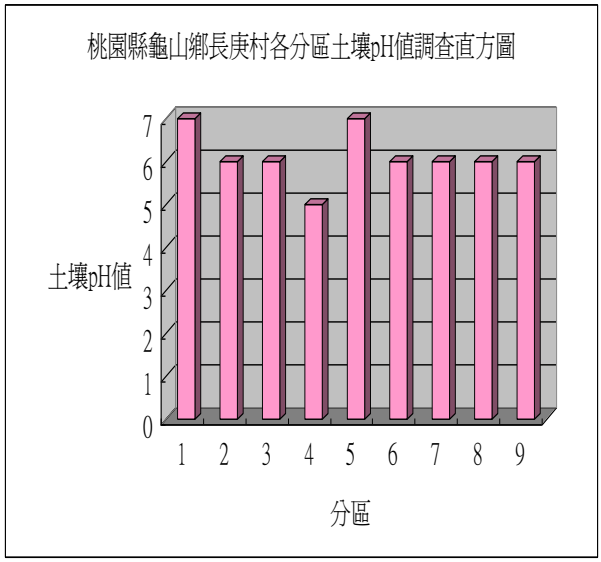
3. 密毛小毛蕨、海金沙及半邊羽裂鳳尾蕨能生長的環境類型較多。

(二)光照度、土壤濕度及土壤 pH 值的調查

1. 調查期間從 2011 年 9 月 1 日至 2012 年 8 月 31 日，每月第一個週末早上 10 點測量一次，共計十二次。
2. 東北側的第 2、3 及 4 區光照度最低，約在 200~500 流明；其次是西側及西南側的第 7、8 及 9 區，光照度約 600~900 流明，而其他分區光照度則落在 1600~2200 流明(圖四(A))。
3. 東北側的第 3 區濕度最高；濕度較低的僅出現在西側及西南側的第 7 及 9 區；而多數分區濕度數值約在 4~5 之間(圖四(B))。
4. 土壤 pH 值除西側第 1 區及北側第 5 區偏中性(pH 7)外，多數分區皆偏弱酸性，pH 值介於 5~6 之間(圖四(C))。







圖四、長庚村各分區(A)光照度、(B)土壤濕度及(C)土壤 pH 值的變化

三、優勢種蕨類－密毛小毛蕨孢子體世代形態學構造觀察

(一)密毛小毛蕨外形

根莖地上生，短匍匐狀。葉叢生；葉柄長 10~40 公分，佈滿絨毛，基部被褐色、線形至披針形鱗片；葉片通常卵形至卵狀披針形，長 30~55 公分，寬 10~18 公分，草質，密布柔毛，二回羽狀分裂；羽片長 7~10 公分，寬約 1~1.5 公分；葉脈游離，裂片側脈 5~8 對左右，相鄰兩裂片最基部一對側脈連結，並由連結點向缺刻處伸出一條小脈。孢子囊群圓形，位於裂片側脈上，孢膜圓腎形，具毛。

圖五、密毛小毛蕨外形

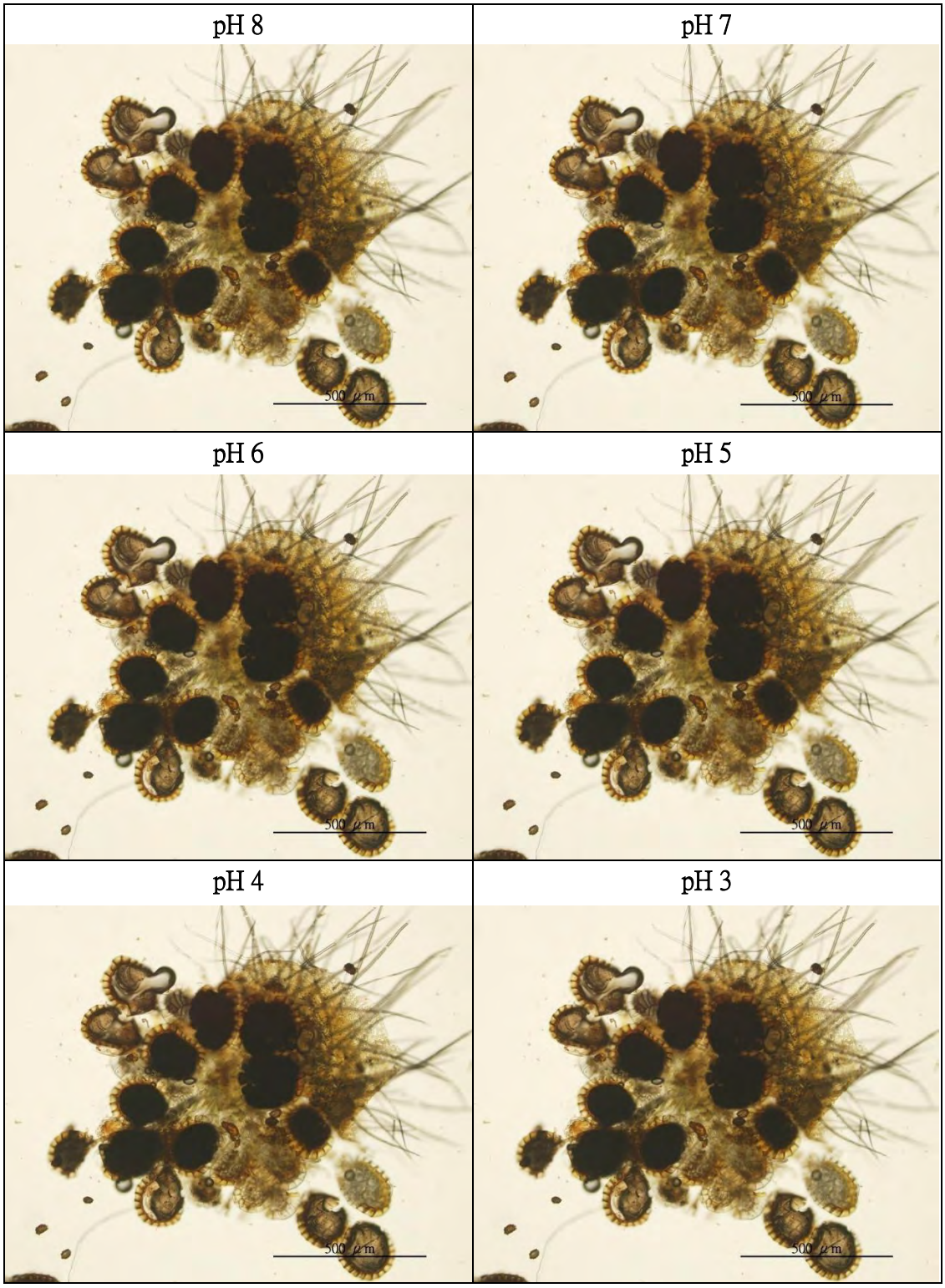
(二) 密毛小毛蕨根、葉柄、葉及孢子囊堆的構造觀察

圖六、密毛小毛蕨根、葉柄、葉及孢子囊堆的構造觀察

四、影響優勢種蕨類生長的關鍵因素

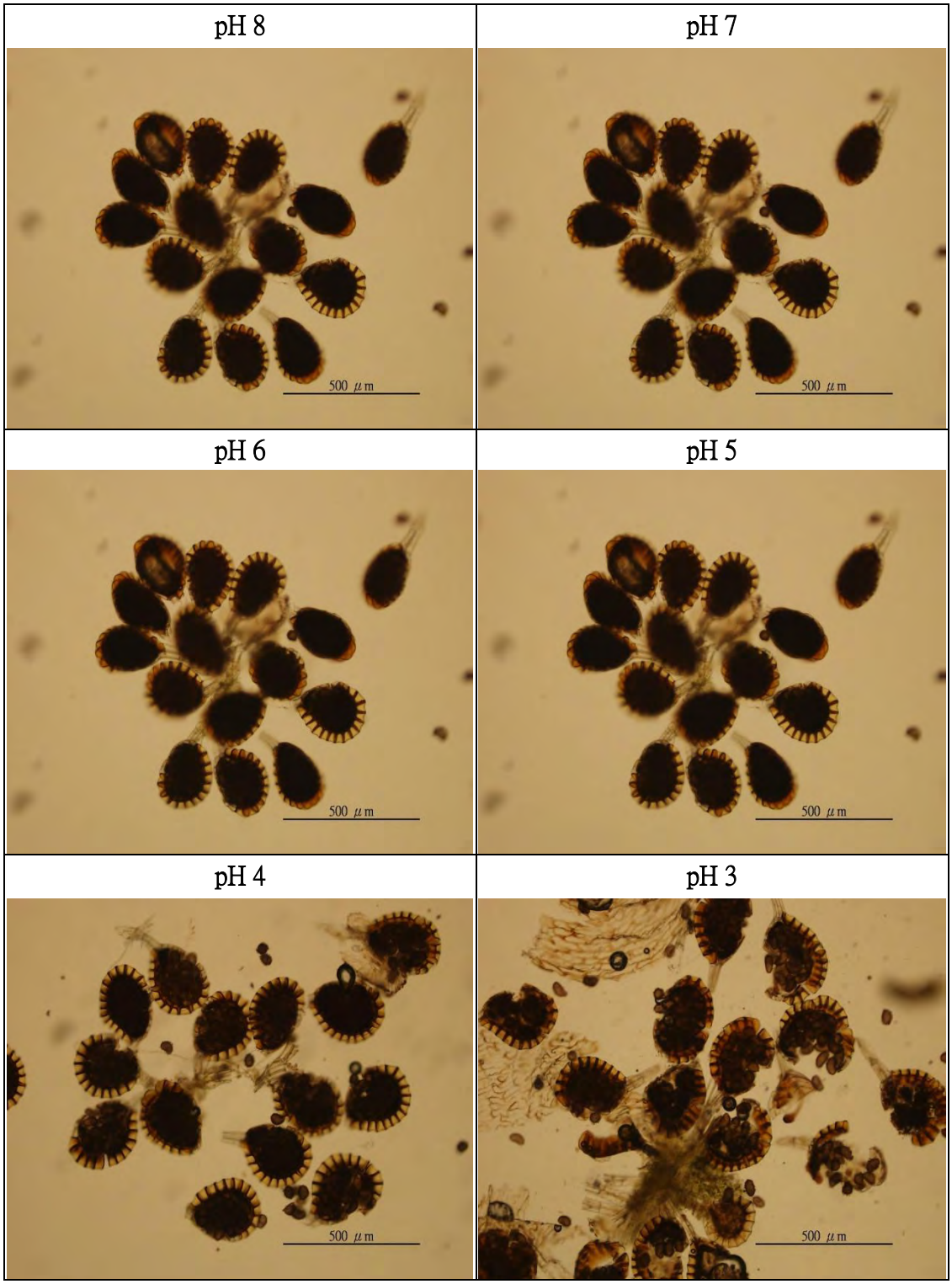
(一)不同 pH 值對密毛小毛蕨孢子囊及孢子的影響

1. 與對照組相較下，弱鹼(pH 8)及酸(pH 6~3)對密毛小毛蕨的孢子囊無明顯破壞效果(圖七)。



圖七、不同 pH 值下密毛小毛蕨孢子囊外形的變化 (100X)

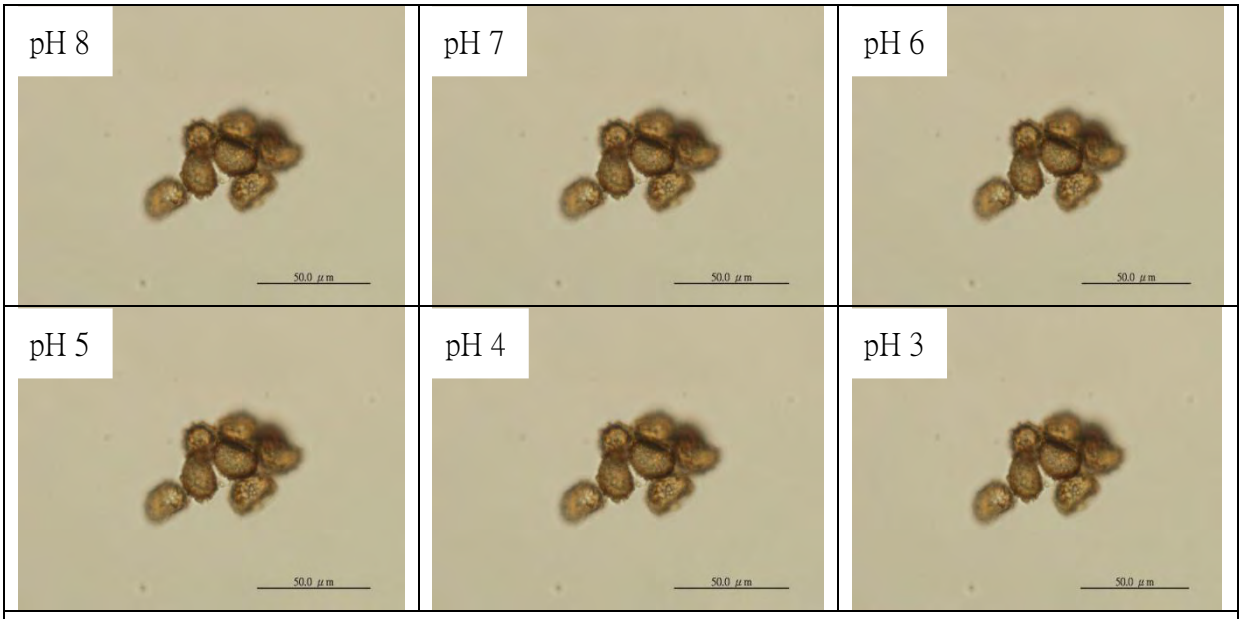
2. 弱酸(pH 4)造成熱帶鱗蓋蕨孢子囊柄連接蓋膜變得鬆散，觀察到部分分離及破裂的孢子囊；強酸(pH 3)明顯破壞蓋膜及孢子囊，觀察到鬆散的蓋膜、多數破裂的孢子囊及釋出的孢子。但弱鹼及弱酸(pH 6~5)並無效果(圖八)。



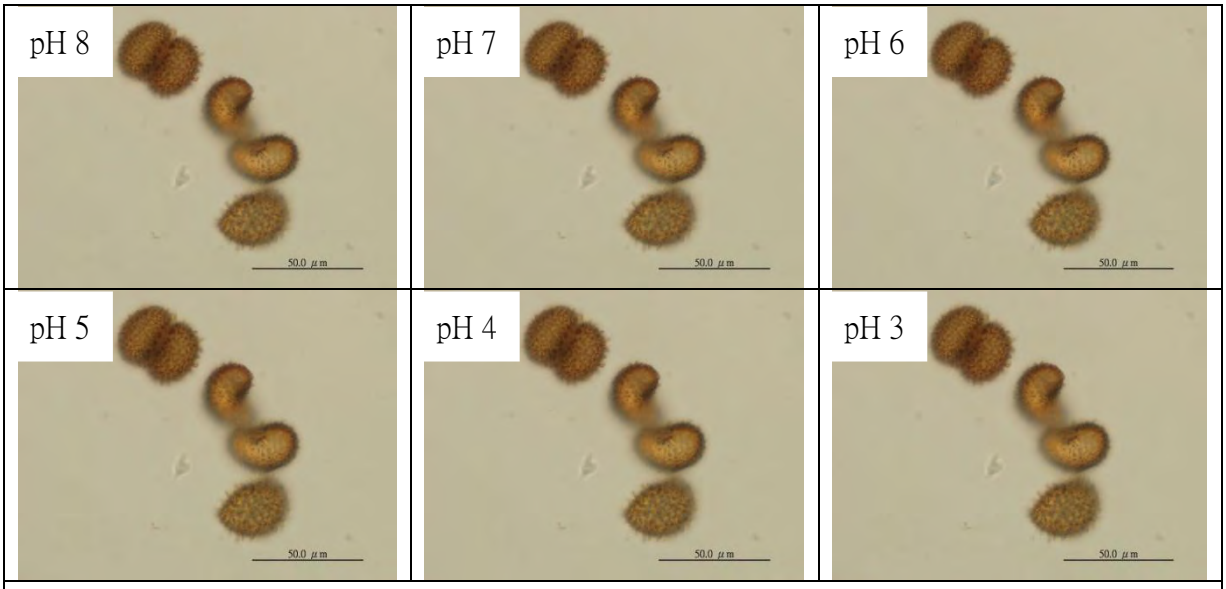
圖八、不同 pH 值下熱帶鱗蓋蕨孢子囊外形的變化 (100X)

3. 與對照組相較下，弱鹼(pH 8)及酸(pH 6~3)同樣對密毛小毛蕨的孢子無明顯破壞效果(圖九)。

4. 弱鹼與酸對熱帶鱗蓋蕨的孢子亦無明顯影響(圖十)。



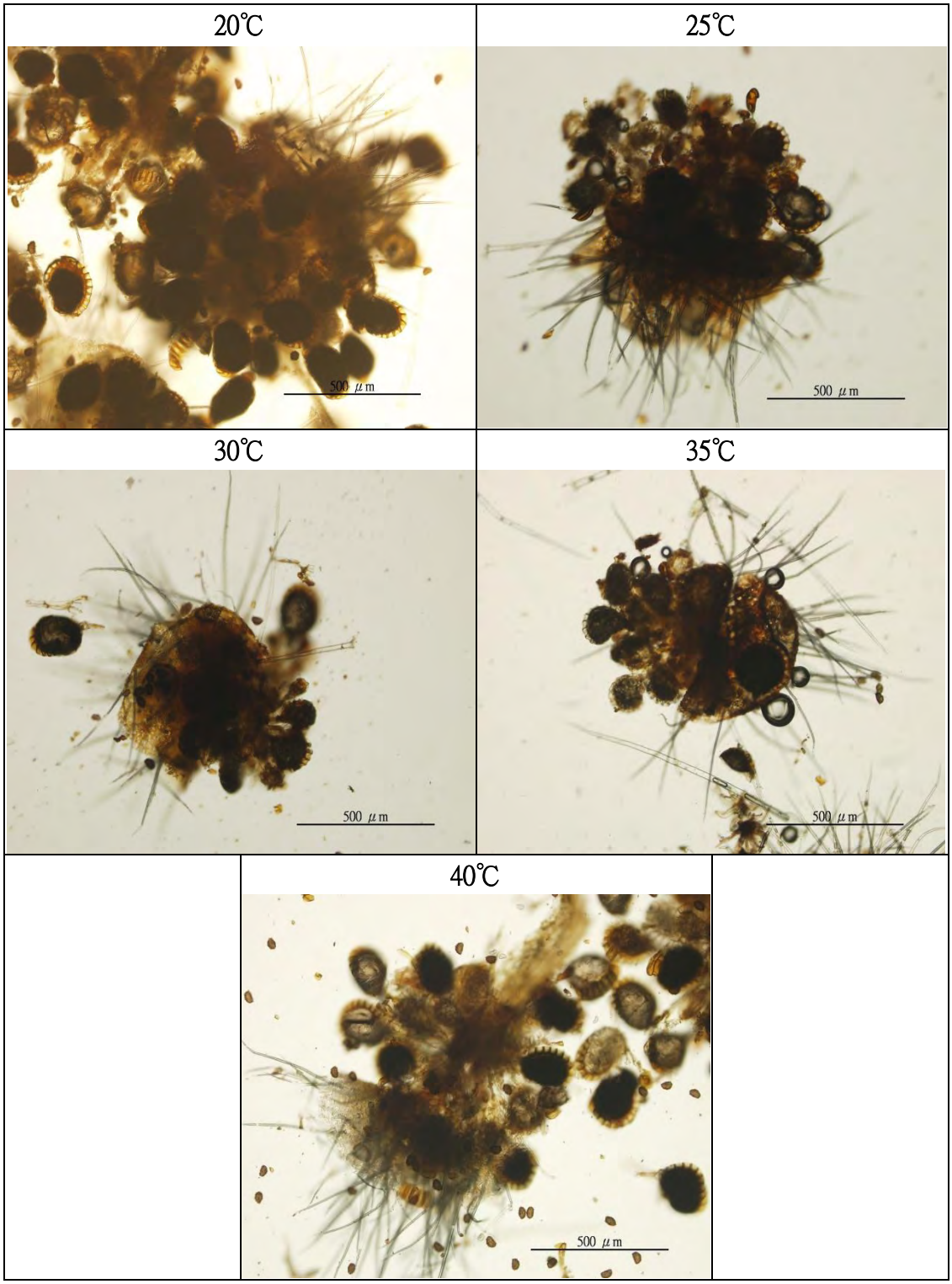
圖九、不同 pH 值下密毛小毛蕨孢子的外型變化 (1000X)



圖十、不同 pH 值下熱帶鱗蓋蕨孢子的外型變化 (1000X)

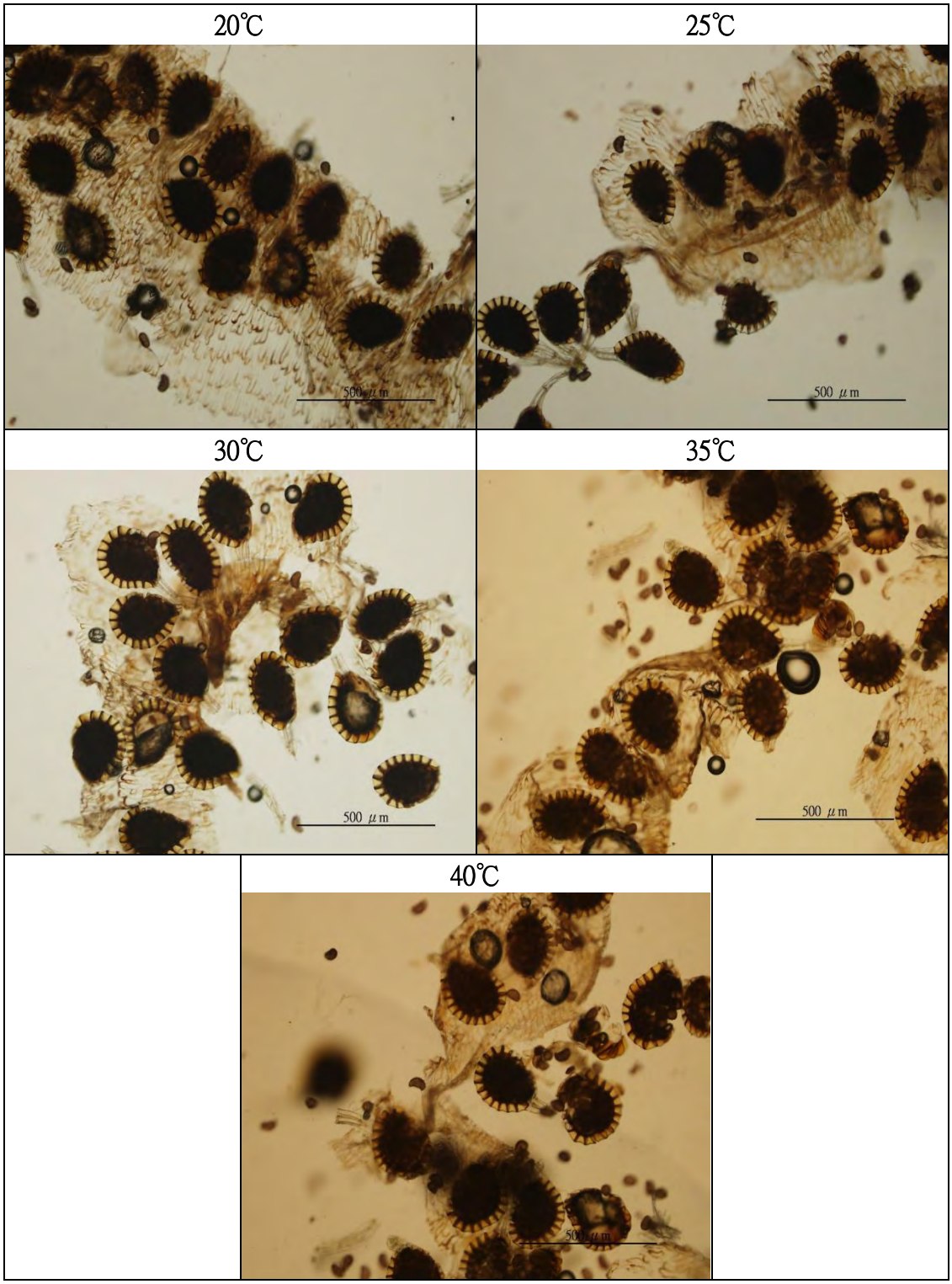
(三) 不同溫度對密毛小毛蕨孢子囊及孢子的影響

1. 與對照組相較下，溫度的變化對密毛小毛蕨的孢子囊無明顯破壞效果(圖十一)。



圖十一、不同溫度下密毛小毛蕨孢子囊的外型變化 (100X)

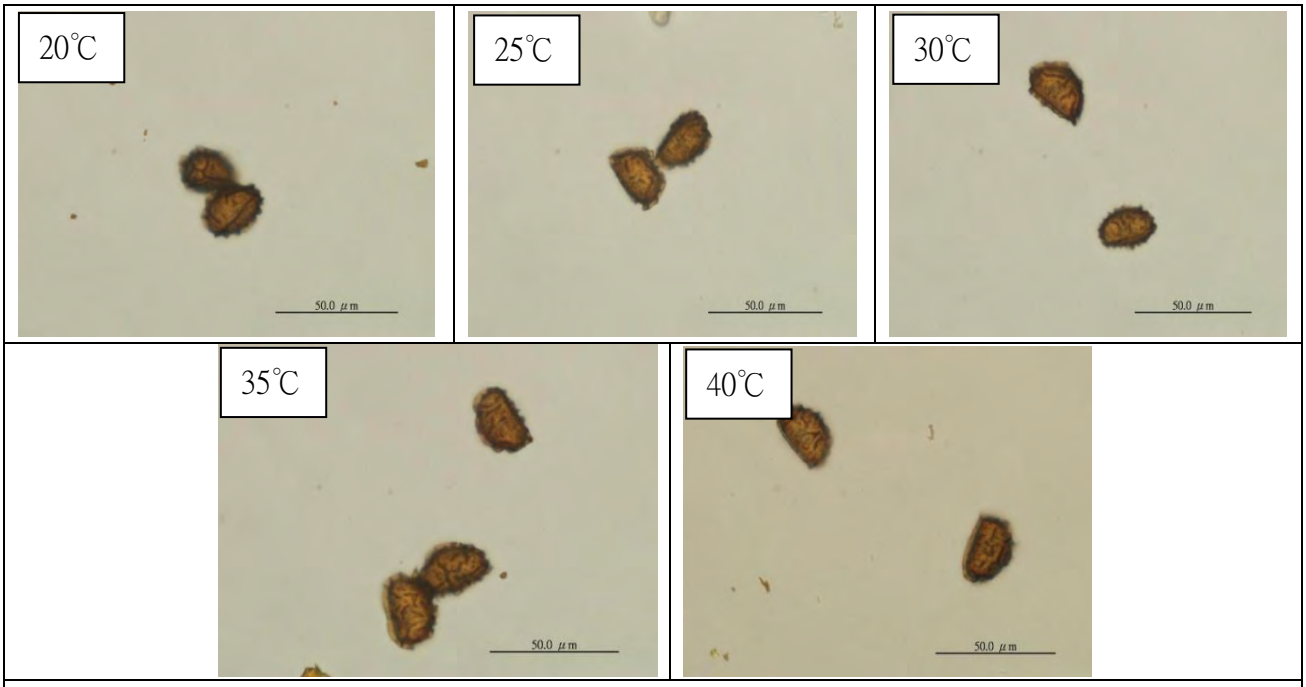
2. 35℃下明顯破壞熱帶鱗蓋蕨的孢子囊與蓋膜的連接，可觀察到鬆散的蓋膜、游離的孢子囊；40℃下多數孢子囊破裂，孢子釋出(圖十二)。



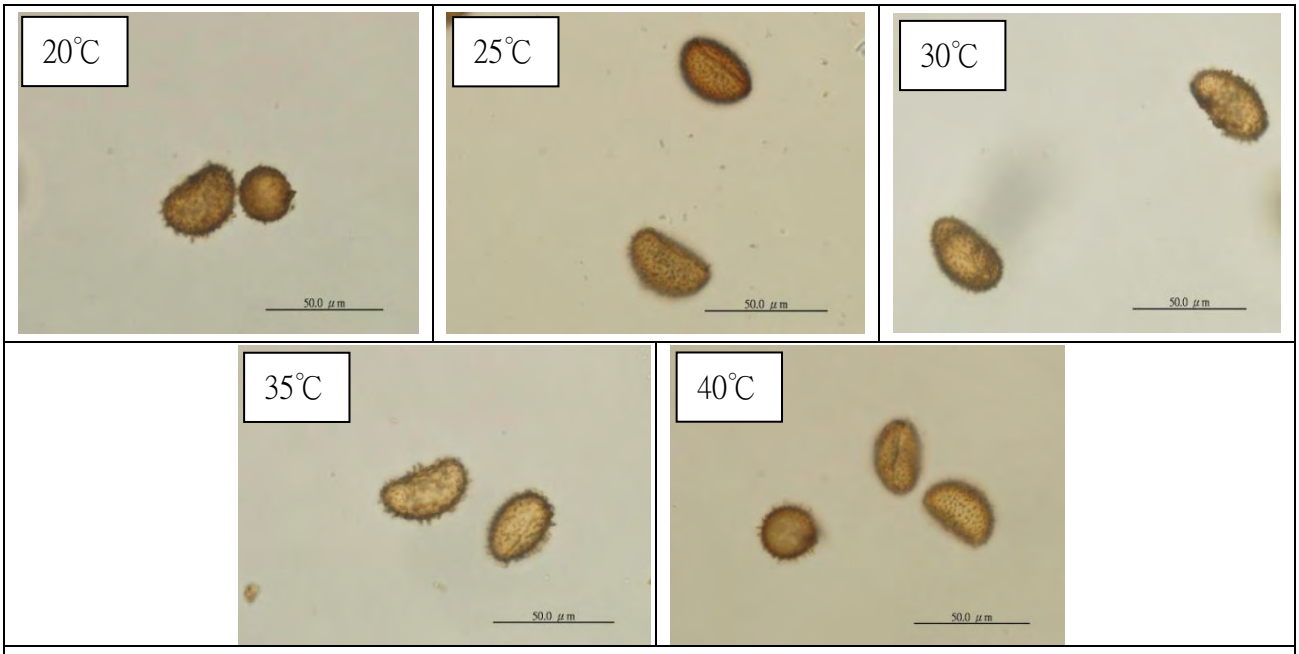
圖十二、不同溫度下熱帶鱗蓋蕨孢子囊的外型變化 (100X)

3. 與對照組相較下，溫度的變化對密毛小毛蕨的孢子無明顯破壞效果(圖十三)。

4. 溫度變化對熱帶鱗蓋蕨的孢子亦無明顯影響，與溫度 35℃開始破壞孢子囊結構的結果不同(圖十四)。



圖十三、不同溫度下密毛小毛蕨孢子的外型變化 (1000X)



圖十四、不同溫度下熱帶鱗蓋蕨孢子的外型變化 (1000X)

陸、討論

一、蕨類分佈與棲地環境的關係

每種蕨類都有其喜好的生態棲地，喜歡陽光的長在向陽處、喜歡陰濕的長在陰濕處，蕨類植物對自然界的氣候及棲地條件的反應非常敏感，不同種類對生態環境的要求往往不同，因此，從蕨類植物的生長常常可以了解該棲地的地質、化學特性或氣候條件等，進而試著找出蕨類生長與棲地環境條件的關聯性。長庚村內發現的蕨類種類雖然只有 12 科 12 種，無法完全呈現出台灣蕨類的多樣性，但我們發現幾個有趣的現象：

(一)從結果分析可知蕨類生長與其棲地環境密切相關。背陽面光照低、土壤濕度高的棲地較易發現蕨類的多樣性，蕨類數目也較其他區域多。

(二)靠近北側村界鄰近山谷的邊緣土地兩旁的第 3、4 及 5 區，發現至少八種的蕨類生長，包括密毛小毛蕨、伏石蕨、熱帶鱗蓋蕨、海金沙、半邊羽裂鳳尾蕨、抱樹石葦、烏蕨、圓葉鱗始蕨等蕨類，此區域的蕨類多數生長在林下或林緣，不僅光照低且濕度較高，符合上述觀察現象。

(三)向陽面光照高、土壤濕度低的棲地與人爲活動頻繁的住宅區或道路旁其蕨類種類及數量皆少。

(四)在村內，林下、林緣或是大樓旁的草坪或花台，皆可觀察到密毛小毛蕨生長，棲地環境光照度、土壤濕度的變化不影響其分佈，它有極強的環境適應力，分布廣且植株數量龐大，所以密毛小毛蕨爲長庚村的優勢種蕨類。

(五)附生型具有常走莖的伏石蕨及抱樹石葦生活在林緣有利獲取陽光，常蔓生在樹幹上，但樹幹上的環境保水不易，所以它生長在低光照度、溼度高的環境，而同時也觀察到它的葉厚肉質可能有利於其生存。

(六)長庚村優勢種蕨類—密毛小毛蕨，與台灣其他區域觀察到的優勢種不同，反映出長庚村獨特的棲地環境特別適合密毛小毛蕨生長。

二、長庚村與歷屆科展台灣各區域優勢種蕨類的比較

表四、長庚村與歷屆科展台灣各區域優勢種蕨類的比較

地點	優勢種蕨類	光照度	濕度	pH 值
台北縣新店市獅頭山	假蹄蓋蕨	中度	70~80%	-
高雄縣旗山鎮旗尾山	生根卷柏、鞭葉鐵線蕨	中度	-	-
連江縣南竿鄉馬祖村	日本金粉蕨、鳳尾蕨	中度	-	-
高雄市左營區左營舊城	鞭葉鐵線蕨、鱗蓋鳳尾蕨	中度	50~60%	8.3~9.0
高雄市左營區北柴山	薄葉三叉蕨、海金沙、小毛蕨	中度	49~51%	6.7~6.9
南投縣埔里鎮油車坑溪	烏毛蕨、愛德氏肋毛蕨	中低度	-	-
桃園縣龜山鄉長庚村	**密毛小毛蕨**	**中低度**	**79~84%**	**5.0~6.0**

綜合整理先前文獻與我們的研究相比較，可以發現在不同地點所做的田野調查，呈現出的優勢種蕨類均不同(表四)。

(一) 這些不同區域的優勢種蕨類普遍生長在中光照的環境下，但是各個區域的溼度變化與土壤 pH 值差異極大。例如，與長庚村濕度接近的台北縣新店市(現在改爲新北市新店區)獅頭山，其代表的優勢種蕨類卻是假蹄蓋蕨。此外，同爲弱酸性的土壤環境，高雄市左營區北柴山的優勢種蕨類卻是薄葉三叉蕨、海金沙及小毛蕨。

(二) 上述觀察再次說明了，各個區域獨特的棲地環境提供適合優勢種蕨類生長的棲地條件，加上優勢種蕨類本身的特性，共同造就出當地獨有的優勢種蕨類。林口臺地上的長庚村提供低光照、高濕度及偏酸性的環境，使得密毛小毛蕨大量生長而成爲本區的優勢種蕨類。

三、優勢種蕨類生長的關鍵因素

根據先前田野調查結果，發現密毛小毛蕨喜好低光照、高濕度及偏酸性的棲地生長。此外，蕨類的發育是由孢子萌芽形成配子體而後進入孢子體世代。所以我們設計以不同 pH 值及溫度來探討其對孢子囊及孢子的影響。目前的實驗結果指出：

(一)密毛小毛蕨孢子囊具有極強的酸鹼耐受性，孢子囊結構不易受到破壞。

(二)密毛小毛蕨孢子囊對高溫具有一定的耐熱性，孢子囊結構亦不易受到破壞。

(三)酸鹼及溫度變化對密毛小毛蕨孢子結構無明顯改變，推測可能與孢子囊的保護有關。

(四)綜觀實驗結果，推測密毛小毛蕨孢子囊的耐酸性與耐熱性可能是決定其成爲長庚村蕨類優勢種的關鍵因素。

四、蕨類分類及採集上的問題

(一)在田野調查過程中蕨類鑑定是一項重要又不易的工作，蕨類的分類，往往找尋羽葉(包括幼株及成熟株)來當作判斷基準。

(二)不僅許多蕨類的幼葉相當類似，而利用成熟葉片來判斷分類時，又會發現同科的蕨類外觀型態差異不明顯，例如：金星蕨科小毛蕨屬的小密線小毛蕨、密毛小毛蕨、小毛蕨及野小毛蕨，或是碗蕨科鱗蓋蕨屬，熱帶鱗蓋蕨、台北鱗蓋蕨及克氏鱗蓋蕨，都是不易分辨的蕨類。

(三)蕨類孢子囊堆的形狀和排列方式是判斷蕨類分類很重要的特徵，例如：密毛小毛蕨的孢子囊群圓形，位於裂片側脈上，孢膜圓腎形，具短毛。圓葉鱗始蕨的孢子囊群著生在小脈頂端的橫向連接脈上，孢膜橫長形，通常連續不斷裂。此外，腎蕨的孢子囊堆圓形，著生細脈末端近緣處；因其孢子囊群的孢膜裂口展開，呈腎臟形，這是它分類上最大的特徵。

(四)大多數的蕨類都有明顯的季節性生長，季節變換會影響蕨類孢子囊及孢子的成熟。不同時期的採集對蕨類分類具有決定性的影響。例如：春季至夏季，是蕨類營養生長最旺盛的時期；夏末至中秋之後，營養生長速度趨於和緩，孢子產生的數量逐漸增加；秋末至冬季，營養生長速度與孢子成熟數量皆隨即降低，蕨類進入休眠而逐漸停止生長，或呈現半休眠狀態；直至明年春季，才自休眠或半休眠中甦醒，同時新的不定根與蕨類羽葉也開始大量分化。

柒、結論

長庚村在一年的田野調查中，發現 12 科 12 種蕨類，包括：密毛小毛蕨、伏石蕨、熱帶鱗蓋蕨、海金沙、半邊羽裂鳳尾蕨、抱樹石葦、芒萁、烏蕨、圓葉鱗始蕨、腎蕨、烏毛蕨及筆筒樹。棲地的光照度、土壤濕度是主要影響此區域蕨類物種的分佈，從結果得知多數蕨類喜愛低光照、濕度高、弱酸性的棲地生長，除了較耐乾旱芒萁，在區域內發現靠近東側及北側的村界邊緣土地是蕨類最蓬勃生長的區域，不僅蕨類種類多同時生長數量也多；此外，本區數量最多，最具代表性的優勢種蕨類爲密毛小毛蕨，推測其對生長環境的要求不高，像在有陽光處和陰暗處都可以生長，同時具有極強的耐酸性與耐熱性，適應性強，因此容易繁殖而成爲本區的優勢種。

捌、參考文獻

1. 林仲剛(1996)。**台灣蕨類植物的認識與園藝應用**。國立自然科學博物館。
2. 郭城孟(2001)。**台灣維管束植物簡誌**〈第一卷〉。行政院農業委員會。
3. 郭城孟(2001)。**蕨類入門**。遠流出版社。
4. 郭城孟(2001)。**蕨類圖鑑：台灣三百多種蕨類生態圖鑑**。遠流出版社。
5. 陳應欽(2002)。**山林蕨響**。人人出版股份有限公司。
6. 周心宇、楊政達、游修銓(2002)。**獅頭山蕨饗－台北縣新店市廣明獅頭山蕨類植物調查及研究**。第 42 屆中小學科學展覽會，國立科學教育館。
7. 郭鳳琴、范義彬(2003)。台北植物園自然教育解說手冊—蕨類篇，行政院農業委員會林業試驗所。
8. 陳品潔、陳捷一、謝瀅鋆、黃佳婕(2004)。**高雄縣旗尾山蕨類資源之調查研究**。第 44 屆中小學科學展覽會，國立科學教育館。
9. 劉浩晨、曹裕彬、曹文馨、邱微庭(2005)。**天后宮步道蕨饗-蕨類植物的調查及研究**。第 45 屆中小學科學展覽會，國立科學教育館。
10. 蔡詩吟、劉薈瑜、何維斌、李欣蓮、陳宛琦、林閔翔(2007)。**一級古蹟再現「蕨」代風華--蕨美古城**。第 47 屆中小學科學展覽會，國立科學教育館。
11. 行政院農委會特有生物保育中心，2008。台灣的蕨類多樣性(DVD)，行政院農委會特有生物保育中心。
12. 鄭偉仲、車珮慈、雷喬茵、詹婷宇、王秉程(2010)。**林蔭下的悄悄話-北柴山蕨類尋跡**。第 50 屆中小學科學展覽會，國立科學教育館。
13. 蔡承哲、傅鈺婷、黃柏鈞、馮伯誠、曹郁婕、洪德淳(2012)。**拍案叫「蕨」－學校後花園生態探索區之蕨地任務**。第 52 屆中小學科學展覽會，國立科學教育館。

【評語】030309

優點：

對蕨類觀察詳細。蕨類種類夠多而有意義。初步觀察土壤與蕨類交互作用的關係值得鼓勵。

缺點：

1. 可提出更科學及應用性問題。為何該區域 pH 低，其對蕨類分佈及生長之影響。與附近產業相關嗎？
2. 可提升實驗精準度。例如孢子囊 pH 值有反應土壤 pH 值嗎？
3. 為何密毛小毛蕨是強勢族群，其生物與環境關係為何。
4. 相關實驗調查在其他區域可否適用。