

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國中-生物科

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：水中的綠精靈 - 水蕨

關 鍵 詞：水 蕨、挺水性植物、孢 子

編 號：030303

---

**學校名稱：**

臺北縣立福和國民中學

**作者姓名：**

許毓珊、陳信樺、葉芷娟、余香瑩

**指導老師：**

朱明黛



## 壹、摘要

水蕨是一種挺水性的水生蕨類，根鬚根，地下莖短不明顯，根莖固定在水中泥土裡。葉分兩型，營養葉扁平，二回羽狀到三回羽狀，小羽葉凹處有不定芽，而營養葉又分水上葉及水中葉，水上小羽葉較水中小羽葉綠且厚。孢子葉狹長，線形分裂，葉緣向後反捲，將孢子囊包含在其中，生長期 12~3 月。孢子囊成圓球狀，孢子則呈貝殼狀。施肥能使水蕨長的更好，而其中又以化學肥最利於生長，蟲害較少。

水蕨經移栽在含不同銅濃度的水溶液中四週後，觀察外表形態及孢子大小。長在 1ppm 銅濃度的植株比長在其他濃度者為佳，甚至比對照組好，孢子大小沒有明顯的差別。把孢子放在含不同濃度的洗衣粉溶液中，四週後，孢子在 10ppm~15ppm 的洗衣粉中，萌芽率最好。

## 貳、研究動機

在一次自然步道協會的活動裡，我們初步認識了蕨類，再從生物課本下冊實驗 10 - 2 裡，透過顯微鏡，迷上了它奇特可愛的孢子囊堆，從此我們愛上了蕨類，為了進一步窺其奧秘，我們積極的查閱相關資料，並請教生物老師，老師就帶著大夥兒到學校的野生植物園觀察。不一會兒，大家的目光都同時被一種挺立於水面中，葉形像鴨掌的植物所吸引，「那是蕨類嗎？」我問，老師笑了笑，點點頭：「那是水蕨」，接著卻惋惜的說：「因為台灣的汙染嚴重，已越來越少了！」頓時在大家的心中，產生了要好好保護這水中精靈的使命感。從此我們沉浸在那水中精靈 - 水蕨的世界，並一步一步去探討各種環境因子對水蕨的影響。

## 參、研究目的

- 一、探討水蕨生長環境。
- 二、仔細觀察水蕨的基本構造及形態。
- 三、探討化學物質（重金屬銅、洗衣粉、洗碗精）對植株、孢子萌芽的影響。
- 四、加強做實驗的能力（學會切片、撕葉表皮，利用數位相機及顯微鏡來觀察記錄，設計變因）。

## 肆、研究設備及器材

- 一、水蕨（採自本校野外求生植物園）。
- 二、顯微鏡、顯微照相器材、顯微測微器、數位相機（Nikon）、電動天秤、尺、pH meter。
- 三、50 毫升燒杯、滴管、鑷子、濾紙、透明指甲油、昆蟲箱（19.5cm×11.5cm×13cm）、廣口瓶、量筒。
- 四、硫酸銅溶液（1%）、化學肥（好康多牌）、有機肥（昶詒牌）、洗衣粉（白蘭無磷）、洗碗精（PAOS 椰子油配方）。

## 伍、研究過程

- 一、野外調查：
  - （一）利用假日和同學由家長陪同到三峽竹崙鄉尋找，沿著田邊找尋，最後於筊白筍田中發現成片的水蕨。
  - （二）以 pH meter、量筒測試兩種生長環境（三峽、野外求生植物園）的 pH 值、清澈度及水中小生物的觀察。
- 二、水蕨的形態觀察：
  - （一）於學校的野外求生植物園中移植數棵到昆蟲箱中以供實驗。

- (二) 隨機抽取 15 片羽狀複葉，測量小羽葉 (pinnae) 的最長及最寬 (附錄一)。
- (三) 徒手切片觀察莖、葉、葉柄的橫切構造。
- (四) 氣孔分布密度：
  1. 以指甲油印模法觀察孢子葉、水上及水中定型葉三種葉片的氣孔及表皮細胞。
  2. 單位面積上氣孔數目平均值的測定：
    - 各選取 20 個視野 (150x)，計數每一視野的氣孔數，求平均值，再換算出每 1 平方公分的數值。

三、施肥的生長狀況：

- (一) 將兩種肥料 (有機肥、化學肥) 放入兩個底部有 6cm 土壤的昆蟲箱內，水深 10cm。
- (二) 定期測量 pH 值，並斟酌加減肥料，使之都達到 pH7.2。
- (三) 準備等高的水蕨兩株，移入三昆蟲箱中 (有一個是對照組，不含肥料)。
- (四) 三盆都置於陽台，使之獲得等量的光。
- (五) 每天觀察生長情形，一個月後測量小羽葉的最長與最寬。

四、重金屬銅對植株的影響：

- (一) 取 1% 硫酸銅溶液稀釋成 1、2.5、5ppm 銅離子溶液。
- (二) 將四種不同濃度的銅離子溶液 (0、1、2.5、5ppm) 各 1000 毫升，置於四昆蟲箱中 (土壤 4 公分高)。
- (三) 將大小相同的植株兩株移入四昆蟲箱中，置於陽台。
- (四) 觀察並記錄生長情形。
- (五) 每十五天測量小羽葉的最長及最寬。

五、孢子萌發生理的探討：

- (一) 洗衣粉、洗碗精對孢子的影響：
  1. 準備數棵成熟孢子葉，用鑷子將孢子葉內的孢子掏出。處理如表一。
  2. 每星期在顯微鏡下觀察並測量孢子大小。(附錄一)
  3. 一個月後各取 10 個視野 (150x) 計算萌芽率，平均之，並測量萌芽管的長度。

表一 孢子在不同濃度的洗衣粉及洗碗精中的處理方式

燒杯	溶液	濃度	溫度	體積
1、2	洗衣粉	0ppm	室溫 ( 25 - 30 )	50ml
3、4	洗衣粉	5ppm	室溫	50ml
5、6	洗衣粉	10ppm	室溫	50ml
7、8	洗衣粉	15ppm	室溫	50ml
9、10	洗衣粉	20ppm	室溫	50ml
11、12	洗衣粉	25ppm	室溫	50ml
13、14	洗碗精	5ppm	室溫	50ml
15、16	洗碗精	10ppm	室溫	50ml
17、18	洗碗精	15ppm	室溫	50ml
19、20	洗碗精	20ppm	室溫	50ml

(二) 重金屬銅對孢子的影響：

1. 準備數棵成熟孢子葉，用鑷子將孢子葉內的孢子掏出。
2. 將孢子移入含 0ppm、1ppm、2.5ppm、5ppm、10ppm 的銅離子溶液中各 50ml。
3. 每種濃度分兩組。
4. 每星期在顯微鏡下觀察並測量孢子大小。

## 陸、研究結果與討論

### 一、水蕨簡介：

- (一) 學名：(*Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.)
- (二) 俗名：小水芹、水芹、水妖。
- (三) 科別：水蕨科 (Parkeriaceae)
- (四) 分布：亞、非、歐洲、熱帶和暖熱帶、中國大陸、台灣。
- (五) 是一種生長期較短的一年生挺水型蕨類植物。
- (六) 常見於海拔 500 公尺的低窪水稻田，沼澤地或水流緩慢的溪流邊，成大片群落生長，或與浮萍、滿江紅等水生植物共生。
- (七) 生長需求：喜富含水的爛泥巴、溫暖且光照充足的生態環境。

### 二、生長地觀察：

- (一) 利用假日，我們請父母帶我們到木柵動物園、雙溪、關渡、臺大、和南投尋找水蕨，卻一無所獲，也去訪問了很多人，才在三峽種滿筍白筍的田裡找到一片水蕨 (附錄二)。
- (二) 生長環境的比較：
  - 1. 結果見表二：

表二 生長地觀察比較

生長地 項目		台北三峽 竹崙鄉	野外求生植物園
觀察日期		90 年 7 月-91 年 2 月	90 年 7 月-91 年 2 月
水 質	流動性	流水	靜水
	PH 值	5.8~6.3	6.6~7.2
	清澈度	> 1000 公分	700 公分
	水中小 生物	眼蟲、綠藻、草履蟲、 瓢體蟲。	鐘形蟲、草履蟲、間生藻、草履蟲、瓢體蟲、 劍水蚤、子子、藍鼓藻。
日 照		+++	++
生長 環境	水深	約一食指長	約一食指長
	土深	很深，無法目測	約 15 公分
		和筍白筍共生	和滿江紅、槐葉蘋共生
土壤上的 生物		蝸牛	沒有

### 2. 討論：

- (1) 野外求生植物園的水蕨養殖環境見附錄二。
- (2) 長在三峽竹崙鄉的水蕨植株 (長在土壤以上部分) 長約 6 - 7cm，養在野外求生植物園中的水蕨植株長可高達 30cm。
- (3) 子子：在靜水中極多，體態肥大，發現水中葉都有被啃過的斑洞，不久，小株的植物就死亡了，將子子取出飼養於培養皿中，2-3 天即成蚊飛動。
- (4) 水中小生物以草履蟲數量較多。
- (5) 養殖在野外求生植物園的水蕨，和其共生的滿江紅、槐葉蘋是從附近的水池飄過去的。
- (6) 三峽竹崙鄉的筍白筍田，農夫會定期噴灑農藥。

### 三、外形觀察(見圖一)

- (一) 根是鬚根(不定根), 幼嫩時白色, 漸轉為深咖啡色(圖一 B), 可在土壤中伸得很長。
- (二) 莖: 地下莖短不明顯(圖一 C)。
- (三) 葉:
1. 叢生於莖, 網狀脈, 分兩型 - 營養葉和孢子葉(圖一 A)。
  2. 孢子葉狹長(圖一 D), 線形深裂, 葉緣向後反捲成筒型, 將孢子囊包含在其中(圖一 E), 幼時與營養葉同色, 成熟後轉為枯乾的褐色。
  3. 營養葉一般扁平, 多重羽狀複葉, 翠綠色或黃綠色, 葉質柔軟, 小羽葉互生, 凹入處常有不定芽, 新葉捲曲。
  4. 由不定芽中可長出圓形的新葉(圖一 H)。
  5. 營養葉又分水中葉和水上葉, 其外形比較如下表:

表三 小羽葉的特徵

		形態	形狀	大小 (cm)		顏色	葉形圖
				長	寬		
水上小羽葉	從頂芽長出	幼葉	捲曲			淺綠	圖一 G
		轉形期葉	羽狀細裂緣	-	-		
	從不定芽長出	定型葉(成長葉)	羽狀, 深裂緣	2.8 - 5	1.9 - 5	淺綠	圖一 H
		剛長出的葉	圓形	-	-		
水中小羽葉	剛長出的葉	卵狀橢圓形	0.5 - 1	0.3 - 0.5	黃綠(越成熟顏色越黃)	圖一 I	
	轉形期葉	鴨掌形	1 - 1.5	0.5 - 1.2			
	定型葉(成長葉)	羽狀, 深裂緣	2 - 3	1.5 - 2			

說明:

- (1) 定型的水上小羽葉和定型的水中小羽葉形狀相同。
  - (2) 水中小羽葉裂緣較淺, 水上小羽葉裂緣較深。
  - (3) 水中葉和水上葉的葉柄皆從土壤中的莖長出。
  - (4) 水中葉的葉柄比水上葉的葉柄細。
  - (5) 水上葉的葉柄靠近土壤的地方較粗, 越靠近頂端越細。
6. 孢子葉比營養葉高, 也具有不定芽。
7. 本來以為孢子葉只能長在水上, 但有一次居然在一家私人的動物醫院的水族箱裡看到長在水中的孢子葉(水族箱水深 30cm), 老闆說, 水蕨養了很多年, 今年五月突然長出孢子葉(圖一 F)。
- (四) 孢子囊:
1. 著生位置: 孢子葉背面, 葉緣反捲處(圖一 E)。
  2. 生長期: 12 月到 3 月。
  3. 外型: 圓球狀。

#### 四、在顯微鏡下：

(一) 莖的橫切面(見圖一 J)，沒有明顯的通氣組織。

(二) 葉柄的橫切面則具有通氣組織(圖一 K)。

(三) 葉的內部構造(圖一 L、M)：

1. 水上葉與水中葉(成長葉)共同點：

(1) 表皮細胞薄。

(2) 葉肉細胞沒有柵狀組織和海綿組織之分(圖一 L、M)。

(3) 靠近上表皮的葉肉細胞顏色較深。

(4) 葉肉細胞沒有發達的氣室。

2. 水上葉與水中葉(成長葉)的不同點：

(1) 水上葉較厚，厚度約 0.13 mm - 0.21 mm。

(2) 水中葉較薄，厚度約 0.11 mm。

(四) 孢子囊：

1. 孢子囊圓形，環帶明顯(圖一 N)。

2. 孢子貝殼狀，呈深咖啡色，具有美麗的橫紋(圖一 N)。

3. 孢子萌芽時是從較尖的一端長出(圖一 O)。

(五) 氣孔數目的比較：

1. 結果如表三：

表三：氣孔分布 單位面積氣孔數(1 平方公分)

葉形 (成長葉)	水上葉	水中葉	孢子葉
上表皮	2114	1480	2282
下表皮	2868	1504	2733

2. 討論：

(1) 同株植物幼小葉和成長葉，單位面積的氣孔數也會有所不同，我們統一選取大小相同的成長葉，以減少誤差。

(2) 一般陸生的蕨類植物，氣孔大都位在下表皮，而水蕨是挺水性的水生植物，三種葉子(水上葉、水中葉、孢子葉)上下表皮均有氣孔(圖一 P~U)。

(3) 下表皮氣孔數多於上表皮。表皮細胞皆成不規則波浪狀(圖一 P~U)，保衛細胞橢圓形。

(4) 水上葉、孢子葉的氣孔數多於水中葉。



A 全形



B 鬚根



C 莖短不明顯 ( 處 )



D 孢子葉



E 孢子囊 (60x)



F 長在水中的孢子葉 ( 處 )

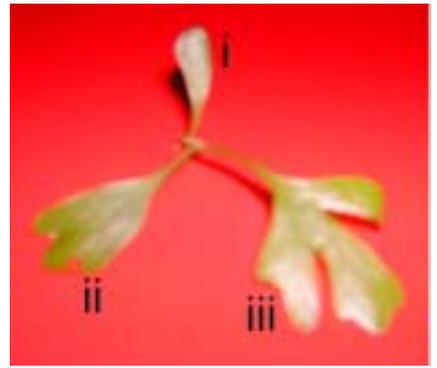
圖一：水蕨



G 水上葉的生長示意圖



H 不定芽的生長示意圖



I 水中葉生長示意圖

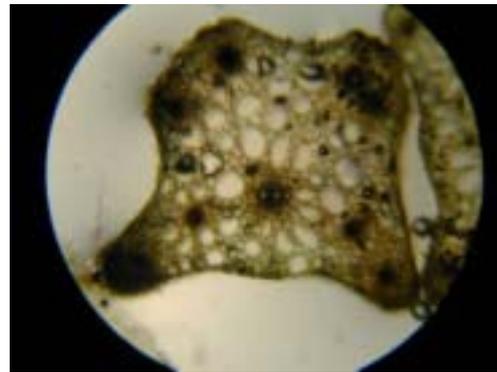
i 卵狀橢圓形

ii 鴨掌形

iii 羽狀深裂緣



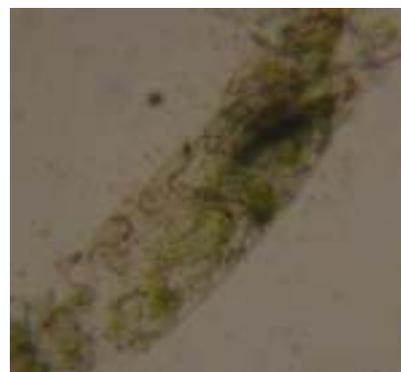
J 莖橫切 (60x) - 為維管束



K 葉柄橫切 (60x) - 有明顯通氣管道

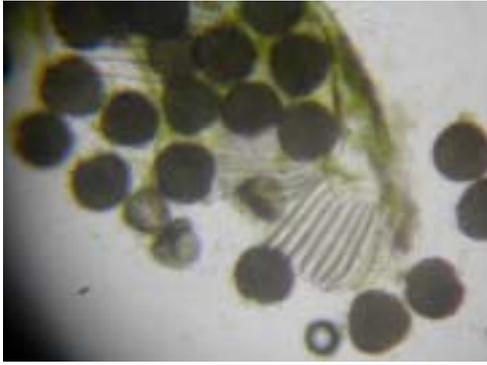


L 水上葉葉橫切 (150x)



M 水中葉葉橫切 (150X)

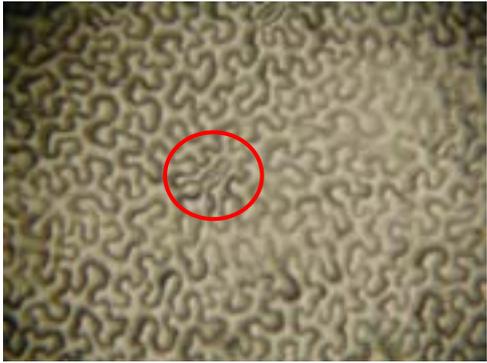
圖一 水蕨



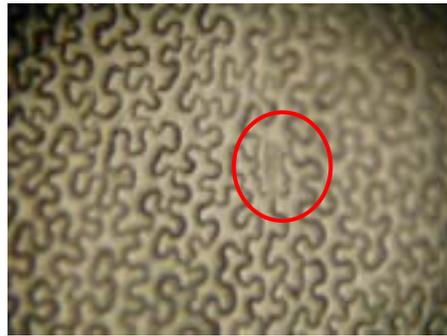
N 孢子囊環帶及孢子 (150x)



O 孢子萌芽 (150x)



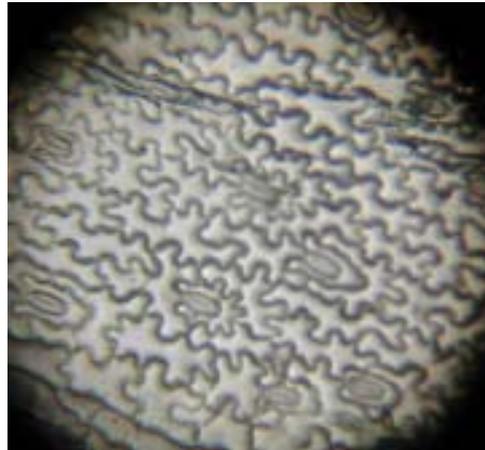
P 水中葉上表皮氣孔 ( 處 ) 及表皮細胞 (150x)



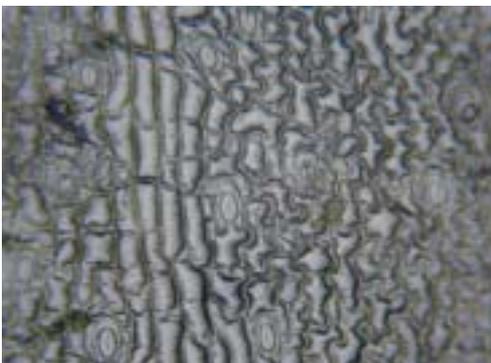
Q 水中葉下表皮氣孔 ( 處 ) 及表皮細胞 (150x)



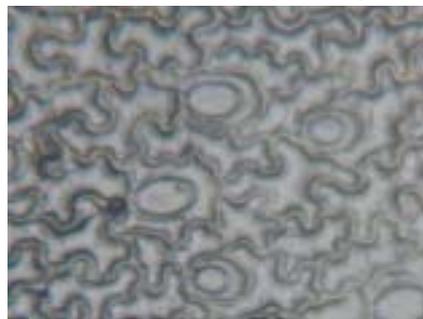
R 孢子葉上表皮 (600x)



S 孢子葉上表皮 (150x)



T 水上葉上表皮氣孔及表皮細胞 (150x)



U 水上葉下表皮氣孔及表皮細胞 (150x)

圖一： 水蕨

九十年十月去三峽的時候還可看到成片水蕨，九十一年一月去的時候，農夫正在噴除草劑，二月再去的時候，已看不到水蕨，有些失望，於是我們設計下列實驗，想探個究竟。

五、影響生長的环境因素：

(一) 病蟲害：

1. 殼蟲常會附著於葉柄上，發現有被蟲附著的葉子，不久，就呈乾褐色，整支倒下，曾試驗用香煙水去阻礙介殼蟲的繁殖，發現並無改善。
2. 子葉葉柄上的介殼蟲數明顯的比營養葉少。



圖二：介殼蟲的成蟲

(二) 肥料：

1. 果如圖三~四、表四：



圖三：種在不同肥料的水蕨生長狀況（兩個月後），左至右分別為對照、有機、化學

表四：養在不同肥料下，小羽葉的大小比較 單位：cm

肥料處理 長×寬 時間	化學肥	有機肥	對照組 (不含肥料)
第一天	2.3×1.7	2.5×1.8	2.5×1..9
一個月後	5.9×5.2	4.1×3.5	3×2.7
二個月後	7×6.25	4.7×4	3.8×3.45



圖四：一個月後，葉子大小的比較

2.討論：

- (1) 我們使用的化學肥，氮佔 70 % ；有機肥中有機質佔 62 % ，氮佔 1.4 % 。
- (2) 長在化學肥的植株明顯長得比有機肥和對照組茂盛(圖三)。
- (3) 長在化學肥組的水蕨營養葉顏色明顯比其它兩組深。
- (4) 三盆水蕨都發現長有介殼蟲，如(圖二)，其中以對照組最多，化學肥最少。
- (5) 長在化學肥中的植株，小羽葉明顯比其他兩組大。
- (6) 1 月的時候，有機肥與對照組的孢子葉都已枯萎，唯獨化學肥的孢子葉仍然很茂盛，一直到 3 月，仍有孢子囊。

(三) 重金屬銅對植物體生長的影響：

1.結果見表五、圖五：

表五：養在不同銅離子濃度下，小羽葉的長度 單位：公分

銅離子濃度 長×寬 天數	對照組	1ppm	2.5ppm	5ppm
	第一天	3.8×3.5	3.6×3.8	3.5×3.7
第十五天	3.85×3.55	3.55×3.4	3.05×2.9	3.7×3.5
第三十天	3.5×3.25	3.3×3.2	3×3	3.5×3.2
第四十五天	3.5×3.3	3.35×3	3.1×2.9	3.5×3
第六十天	3.3×3.3	3.2×2.5	3×2.7	3×2.9
第七十五天	3.1×3	3×2.5	3×2.7	2.9×2.6
第九十天	2.9×2.7	2.8×2.3	3×2.5	3×2.5
第一百零五天	3×2.5	3×2	3×2.5	2.7×2.5



對照組

1ppm

2.5ppm

5ppm

圖五：水蕨在不同銅離子濃度下的生長狀況（四個月後）

## 2.討論：

- (1) 由於莖與根埋在土壤中，故無法觀察根、莖的變化。
- (2) 銅離子對水蕨葉形（水上葉）的大小並無太大的影響，但很容易造成植株枯萎或葉柄變黑。
- (3) 水蕨植株枯萎情形，營養葉又比孢子葉嚴重。
- (4) 長在銅離子 5ppm 下的水蕨，營養葉的葉柄很容易折斷，小羽葉枯黃速度快，種植五個月後，幾乎已沒有水上葉。
- (5) 1ppm 銅離子濃度中的水蕨，水上葉生長最茂盛，5ppm 最差。
- (6) 5ppm 銅離子濃度中的水蕨，水下葉數量長最多。
- (7) 5ppm 銅離子濃度中的水蕨，到五月的時候，仍長有孢子葉。
- (8) 銅為植物生長所需的必要營養元素之一，適量的銅對植物體的生長有幫助，若含量太多，反而會造成傷害。
- (9) 比較化學肥與重金屬銅（1ppm）對植株生長的影響：  
共同點：生長茂盛。  
不同點：在化學肥中葉子大、顏色深綠。  
在含有重金屬銅（1ppm）的環境中，葉子沒有變大顏色較黃。

## 六、污染對孢子萌發的影響

### （一）重金屬銅對孢子的影響：

#### 1.結果如表六：

表六 孢子在不同濃度銅離子溶液中大小變化

微 濃 度	週 次 米	第零週	第一週	第二週	第三週
		對照組	長徑 短徑	125.4 122.2	119 117.9
1ppm	長徑 短徑	119 112.6	109.4 105.2	114.8 114.8	110.5 108.4
2.5ppm	長徑 短徑	111.6 111.5	101 98.8	115.8 112.6	111.6 110.5
5ppm	長徑 短徑	111.6 110.5	105.2 103.1	99.9 97.8	93.5 92.4
10ppm	長徑 短徑	118 114.8	104.1 104.1	105.2 98.8	87.1 75.4

## 2.討論：

- (1) 孢子在 0ppm、1ppm、2.5ppm 的銅離子溶液中，三週後大小變化不明顯。
  - (2) 孢子在 5ppm、10ppm 銅離子溶液下三週後稍有縮小的跡象。
  - (3) 一個月後，在 1ppm、2.5ppm、5ppm、10ppm 的銅離子溶液中，沒有發現有萌芽的孢子。
- （二）洗碗精對孢子的影響：
- #### 1.結果如表七：

表七 孢子在不同濃度洗碗精溶液下的大小變化

單位:微米

週次	洗碗精 大小	對照組		5ppm		10ppm		15ppm		20ppm	
		長徑	短徑								
第零週		119	116.9	119	116.9	113.7	110.5	112.6	111.6	112.6	111.6
第一週		120.1	116.9	112.6	109.4	109.4	99.9	110.5	110.5	113.7	110.5
第二週		120.1	115.8	112.6	110.5	110.5	116.9	115.8	115.8	119	110.5
第三週		122.2	122.2	109.4	107.3	107.3	113.7	104.1	104.1	106.3	104.1
第四週		116.9	116.9	112.6	110.5	110.5	104.1	110.5	110.5	113.7	110.5
第五週		113.7	109.4	114.8	113.7	113.7	114.8	102	102	102	102
第六週		112.6	110.5	128.6	128.6	127.5	126.4	123.3	117.9	123.3	117.8
第七週		116.9	116.7	115.8	114.8	99.9	96.7	107.3	105.2	107.3	105.1
第八週		110.5	108.4	94.6	85	88.2	86.1	86.1	85	86.1	85

2.討論：孢子在超過 5ppm 的洗碗精下，第八週已有明顯縮小現象。

(三) 洗衣粉對孢子生理的影響：

1.一個月後，孢子在不同洗衣粉濃度下大小的變化，如表八：

表八 孢子在不同洗衣粉濃度下的大小變化

單位：微米

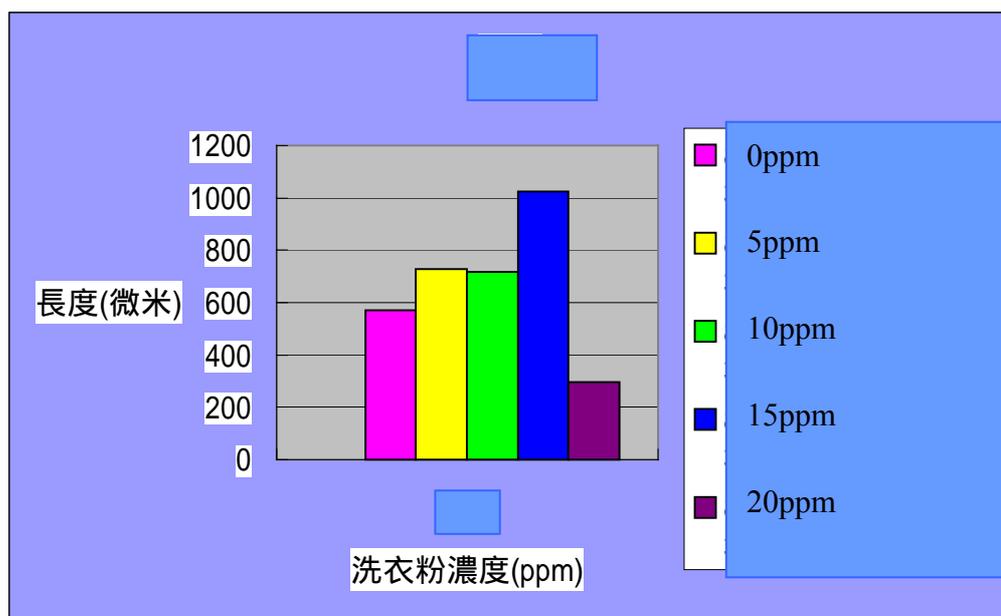
週次	洗衣粉 大小	對照組		5ppm		10ppm		15ppm		20ppm		25ppm	
		長徑	短徑										
第零週		116.9	107.3	116.9	107.3	107.3	116.7	116.8	107.3	116.9	107.3	116.9	107.3
第一週		115.8	113.7	108.4	106.3	112.6	111.6	110.5	108.4	112.6	112.6	104.1	102
第二週		108.4	102	102	102	105.2	98.8	105.2	99.9	99.9	99.9	93.5	92.4
第三週		99.9	97.8	103.1	101	99.9	88.2	99.9	96.7	95.6	95.6	102	97.8
第四週		88.2	82.9	109.4	102	104.1	102	90.3	96.7	92.4	92.4	98.8	98.8i

2.一個月後，不同洗衣粉濃度下孢子的萌芽率，結果如表九：

表九 孢子在不同洗衣粉濃度下的萌芽率(室溫下)

洗衣粉濃度	0ppm	5ppm	10ppm	15ppm	20ppm
萌芽數/孢子數	15/254	12/303	10/178	22/334	6/205
萌芽率	(0.06)	(0.04)	(0.056)	(0.065)	(0.029)

3.一個月後，測量 10 個視野下 5 個最長萌芽管，平均之，結果如圖六：



圖六 不同洗衣粉濃度對孢子萌芽管長度的比較

#### 4. 討論：

- (1) 在 5ppm、10ppm 洗衣粉的濃度下一個月，孢子的大小沒有改變，其他濃度，包括對照組，反而稍有縮小。
- (2) 孢子在洗衣粉濃度 10ppm、15ppm 下，萌芽率最好。
- (3) 孢子在洗衣粉濃度 15ppm 下，萌芽管伸的最長。
- (4) 在洗衣粉濃度 25ppm 下，孢子萌芽率最差，萌芽管也伸的不長。
- (5) 少量的洗衣粉濃度(小於 20ppm)可幫助孢子的萌芽及萌芽管的伸長。

#### 七、水蕨與其他水生植物的比較見表十：

表十 水蕨與其他水生植物的比較

種類	槐葉蘋	水蕨	水豬母乳	水蘊草
類別	蕨類	蕨類	被子植物	被子植物
生長環境	漂浮性	挺水性	挺水性	沉水性
根	鬚根	鬚根	鬚根	呼吸根
莖	漂浮在水中	固定在水中泥土裡	挺立在水中或水上	漂浮在水中
莖內部構造	有發達通氣組織	沒有發達通氣組織	有發達通氣組織	有發達通氣組織
葉	漂浮在水上	分水上葉、水中葉	分水上葉、水中葉	沉在水中
葉內部構造	氣室大	氣室不明顯	氣室不明顯	氣室明顯
葉柄	不明顯	長 內有通氣組織	不明顯	不明顯

說明：槐葉蘋、水豬母乳和水蘊草的資料取自參考資料(九)。

## 柒、結論

- 一、水蕨的分類階層—蕨類植物門，真蕨綱，水蕨科，水蕨屬。
- 二、水蕨是一種挺水性的兩棲性蕨類，根固定在水中泥土裡，葉會挺出水面，但水位高時，亦能往下發展，長出水中葉，可適合用來培育成水族箱的水草。

三、適合水蕨生長的最佳環境—含水的爛泥巴，水質清澈，日照充足，中性，施少許氮肥，若發現白色的介殼蟲，馬上用鑷子夾除。

四、水蕨的形態與適應：

(一) 莖：長在土壤中，皮層內沒有通氣組織。

(二) 葉：

1. 葉內氣室不明顯，但葉柄內具有發達的通氣組織，以填裝空氣，預防水中空氣的不足。

2. 依環境中水量的增減，葉形發生變異，形成水上葉，及水中葉二種形態。

(三) 水上小羽葉與水中小羽葉的外形比較：

1. 共同點：

(1) 成長葉形狀相同 - 羽狀，深裂緣。

(2) 有不定芽，且從不定芽中長出新葉。

2. 不同點：

(1) 顏色不同，水上小羽葉較綠，水中小羽葉較黃。

(2) 厚度不同，水上小羽葉較厚。

(四) 水上小羽葉葉形變化：

捲曲→羽狀，細裂緣→羽狀，深裂緣。

(五) 水中小羽葉葉形變化：

卵狀橢圓形→鴨掌形→羽狀，深裂緣。

五、水蕨的水上葉，水中葉及孢子葉上下表皮都有氣孔分布，下表皮比上表皮多，水上葉比水中葉多，孢子葉亦比水中葉多。

六、施肥能使水蕨長得更好，而其中又以化學肥最利於生長，蟲害較少，並可延長孢子葉的成熟期。

七、微量的銅離子濃度(1ppm)有助於植株的生長，但不利於孢子的萌芽。

八、少量的洗衣粉濃度(10ppm~15ppm)有助於孢子的萌芽。

九、野外的水蕨由於和稻田或筊白筍田共生，因農人噴灑農藥,故已不多見。

## 捌、參考文獻：

一、李銘全、盧虎生、朱鈞 (1998) 重金屬銅對植物之影響，科學農業 46 (11, 12): 253 - 360。

二、李曉菁 小草的旅行。初版。台北市：田野影像，P47，2000。

三、林春吉 台灣水生植物。遠流出版社，2000。

四、郭城孟 蕨類入門。初版。遠流出版社，2001。

五、劉清水 淡水中常見的小生物。中等學校教師研習會出版，1995。

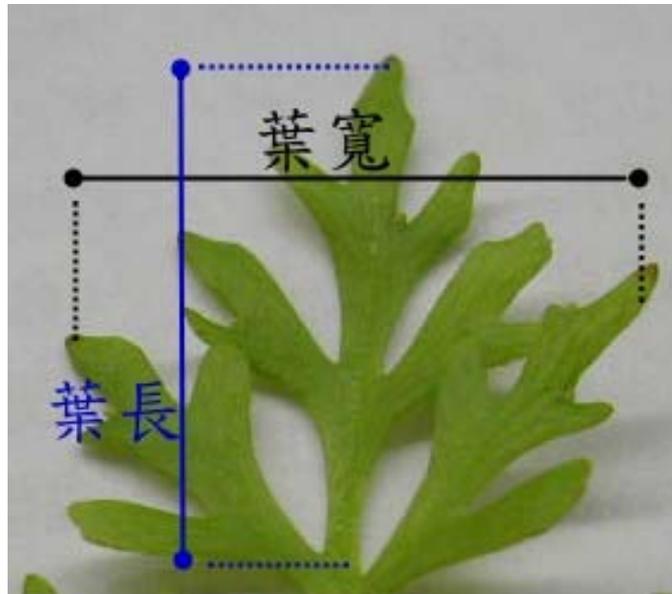
六、台灣植物誌編輯委員會編著 台灣植物誌 第一卷。現代關係出版社，P129~P130，1995。

七、省立基隆高中編印 台灣蕨類植物。台灣省政府教育廳出版，p69，1982。

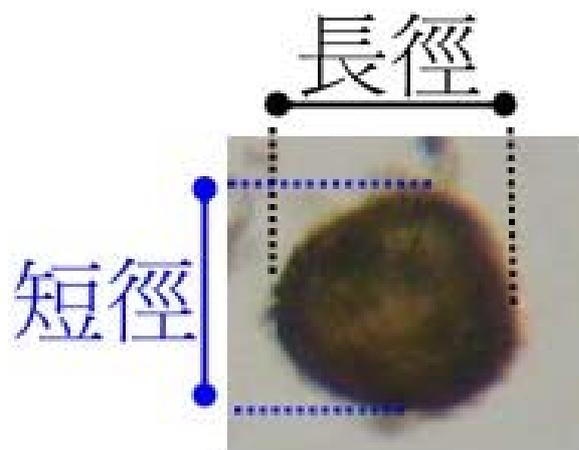
八、歷屆科展優勝作品專輯。

九、水視界 福和國中科展專輯，p8 - 1~8 - 10，2001。

附錄一：



小羽葉最長與最寬



孢子長徑與短徑

附錄二：



地點:台北三峽竹崙鄉



地點:學校野外求生植物園