

# 白花水龍的形態與適應

## 國中組生物科第三名

嘉義市立大業國民中學

作者：邱郁雯、李牧芳、蔡曉倩、李宥昀

指導教師：曾 玉、黃元田

### 一、研究動機

暑假期間，我們到成大生物館參觀，在水池中看到漂浮在水面上開著白花，又長了很多白色根的水生植物，老師說：「那是柳葉菜科的水龍」。奇怪！柳葉菜科的植物，應該是溼地植物，然而水龍卻生長在水面，是什麼因素使它能在這種環境中成長？或是因為偶然的因素，長在這種環境中？引起我們的興趣，而決定做進一步的探討。

### 二、研究目的

- (一)探討白花水龍生長習性。
- (二)研究白花水龍的外部形態。
- (三)探討白花水龍根、莖、葉、花、果實的基本構造。
- (四)測試澱粉、呼吸作用、蒸散作用，以瞭解部分生理現象。
- (五)探討白花水龍芽、葉及根的發育。

### 三、研究設備與器材

三眼解剖顯微鏡（附照相裝置），光學顯微鏡（附照相裝置），顯微鏡、解剖器，大氣成份測定器（ヤットGV-50T），放大鏡、照相機，游標測微尺，水缸、錐形瓶、滴管、導管，微量天平。

### 四、研究過程及方法

#### (一)標本採集

分別自台南成功大學，高雄龍泉寺，嘉義市北興橋下各原生地採集標本，與成功大學及台中自然科學博物館之標本比對確認後，分別栽植於本校水池、實驗室的水族箱及濕潤土壤中。

#### (二)野外調查與記錄

- 1.以pH Meter量測各種生長環境中水質的pH值，並詳實記錄以供比較分析。
- 2.利用假日赴各原生地觀測其生長情形。
- 3.每日觀察測量記錄栽植於本校各種環境中材料之生長情形。

### (三)外部形態觀察

利用各種儀器設備分別觀察(1)呼吸根(2)固定根(3)匍匐莖(4)葉(5)花(6)果實的外部形態並分別拍攝相片。

### (四)內部構造觀察

利用各種儀器設備分別觀察(1)呼吸根(2)固定根(3)匍匐莖(4)葉(5)花(6)果實的內部構造並拍攝相片。

### (五)生理作用試驗：僅試驗蒸散作用、吸水作用、呼吸作用及澱粉測試。

#### 1.蒸散作用及吸水作用

##### 試驗步驟

- A. 取匍匐莖上帶有葉片及紡錘形呼吸根分別為4，6，10，14，18支的試驗材料各5段。
- B. 取匍匐莖上帶有葉片及土壤呼吸根或固定根分別為4，6，10，14，18支的試驗材料各5段。
- C. 取大小相同之匍匐莖及葉片的試驗材料，分別於其葉之上，下表皮夾放氯化亞鈷紙，並將其整株用塑膠袋密封。
- D. 分別測量各項試驗之試紙變色時間，並以記錄。

#### 2.呼吸作用測試

##### (1)呼吸作用之比較：如圖1

- A. 取等量紡錘形白色呼吸根，土壤中白色呼吸根，匍匐莖，葉，各5組。
- B. 每兩個同重量不同材料為一組，分別裝入兩個形狀、大小相同的錐形瓶內。
- C. 以紡錘形白色呼吸根與固定根（或匍匐莖、葉）相比較。
- D. 以土壤中白色呼吸根與固定根（或匍匐莖、葉）相比較。

##### (2)氧與二氧化碳之消耗測量：如圖2

- A. 隨機選取等重量之各種試驗材料，分別投入形狀、大小相同的容器（塑膠袋）內。
- B. 經5分鐘後插入氣體測量器，將容器（塑膠袋）口密封，再經20分鐘後，即可測量容器（塑膠袋）內含氧氣（或二氧化碳）之體積百分率。

#### 3.澱粉含量測試

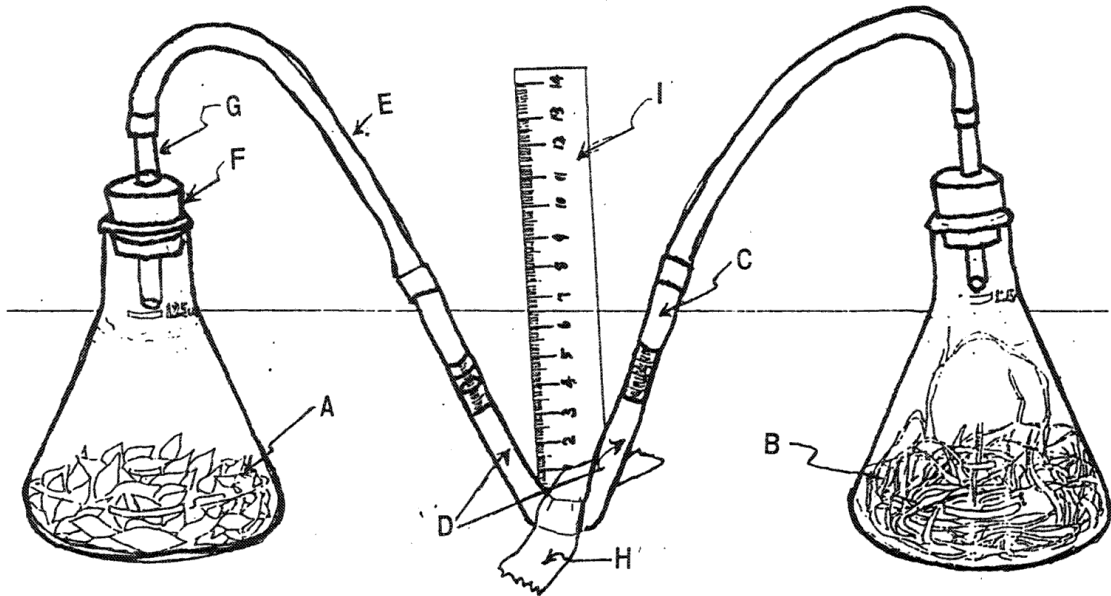
- (1)隨機選取長1.5cm的試驗材料（呼吸根、固定根、匍匐莖）各6支。

(2)分別滴上1c. c碘液。

(3)以解剖顯微鏡分別觀察各種材料之縱、橫切面並拍攝照片。

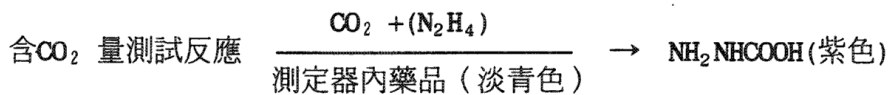
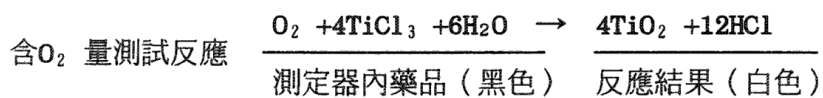
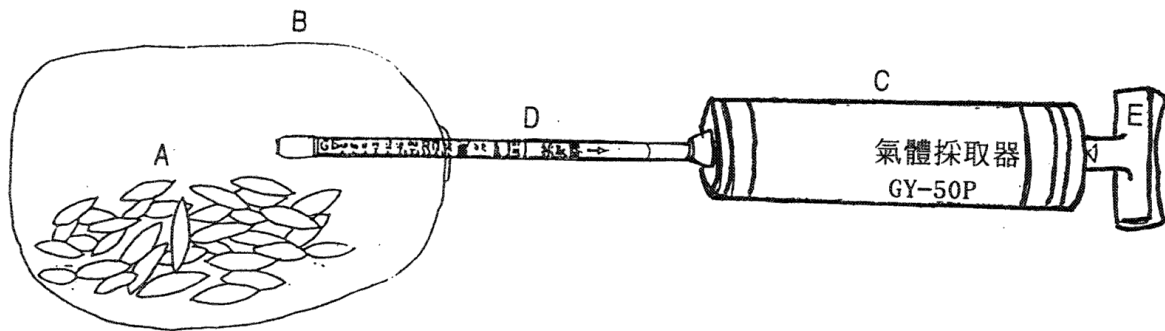
(六)發育情形：觀察匍匐莖之營養繁殖情形。

- 1.取有1或2節的匍匐莖長4cm、5cm之不同材料各5段，置於培養皿的潮溼棉花上。
- 2.每日加水並觀察其生長情形。



■1呼吸作用測試裝置

A：紡錘形白色呼吸根 B：固定根(或莖、葉) C：V形管 D：澄清石灰水  
E：橡皮導管 F：橡皮塞 G：玻璃導管 H：固定膠帶 I：刻度尺



■2：大氣成份測定器(セットGV-50T)

A：測試物 B：塑膠袋 C：氣體採取器 D：氣體測量器（內含測定劑）  
E：把手

## 五、結果與討論

### (一)生長習性

白花水龍[Ludwigia adscendens (L.) Hara]俗稱水甕菜、水江龍、過塘蛇，在分類上屬於柳葉菜科（*anagraceae*）、水丁香屬（*Ludwigia*），為多年生草本雙子葉植物，匍匐生長，先端傾斜朝上，在淺水池塘，水田，溪流岸邊，水溝中的低窪地方占有相當大的面積，匍匐莖蔓延分枝向四面八方伸張，開白色花，花冠基部黃色，葉浮生於水面上，常和水藻、魚類、水蝸牛、菱角等共同生長。莖每節都可生出不同的根及葉，露出泥土的莖，其節向上長出密集的白色紡錘形（*Spindle-Shaped*）的呼吸根，在泥中的走莖則向下長出長條形的呼吸根和固定根。

### (二)生長地觀察：如表一

表一 生長地觀察結果

生長地項目		高雄龍泉寺	嘉義北興橋下	新化虎頭埤橋下	台南成功水池	本校水池
觀察日期		85.6-86.2	85.6-86.2	85.5-86.1	85.4-86.2	85.6-86.3
水	流動性	流水	流水	流水	流水	靜水
	PH值	7.25~8.39	7.28~7.96	7.05~7.80	7.21~7.60	8.20~9.38
質	混濁度	+++	+++	++	++	+++
日照		+++	++	+++	++	++
生長環境		濕地上	濕地上	濕地上	水面上	水面上
備註		陽光充足，流動性及pH值在6.50~8.50，水質的岸邊生長情況最良好				

取樣數n=10

(三)蒸散作用：

表二 蒸散作用測試結果

種類 試紙位置 數量 反應時間 (單位：支)	紡錘形呼吸根				長條形呼吸根				固定根				備註
	葉上表皮		葉下表皮		葉上表皮		葉下表皮		葉上表皮		葉下表皮		
	分	秒	分	秒	分	秒	分	秒	分	秒	分	秒	
4	4	20.31	4	34.33	3	34.68	3	48.79	4	33.27	4	38.63	1. 時間以氧化亞鈷試紙完全變色之反應時間。 2. 測量結果顯示上表皮較下表皮為快
6	4	10.10	4	13.24	3	1.08	3	11.57	4	19.65	4	23.61	
10	2	53.53	3	55.63	2	37.57	2	33.86	3	41.51	3	52.76	
14	2	33.77	2	50.61	2	08.79	2	21.66	3	01.76	3	09.52	
18	2	28.69	2	36.57	1	40.68	2	20.47	2	51.58	2	58.99	

取樣數  $n = 52 \times 3 = 156$

吸水作用

由上表之測試結果得知：紡錘形呼吸根，土中長條形呼吸根及固定根均能吸水。

(四)呼吸作用：

表三 O<sub>2</sub> 與CO<sub>2</sub> 之消耗量（百分率）比較

項目 反應情形	水中呼吸根	土中呼吸根	葉	固定根	匍匐莖
反應情形	O <sub>2</sub> : 黑→白	黑→白	黑→白	黑→白	黑→白
	CO <sub>2</sub> : 淡青→紫	淡青→紫	淡青→紫	淡青→紫	淡青→紫
O <sub>2</sub> 剩餘量	16% ±0.02%	17% ±0.02%	18% ±0.03%	19% ±0.02%	20% ±0.04%
O <sub>2</sub> 消耗量	4.95% ±0.005%	3.95% ±0.005%	2.95% ±0.005%	1.95% ±0.004%	0.95% ±0.001%
CO <sub>2</sub> 剩餘量	0.10% ±0.001%	0.09% ±0.0001%	0.070% ±0.0001%	0.05% ±0.0001%	0.04% ±0.0001%
CO <sub>2</sub> 產生量	0.07% ±0.00007%	0.06% ±0.00006%	0.04% ±0.00004%	0.02% ±0.00002%	0.01% ±0.00001%
結果 (呼吸作用)	水中呼吸根>土中呼吸根>葉>固定根>匍匐莖				

取樣式=6

(五)澱粉測試：澱粉含量經測試結果依序為

葉>匍匐莖>固定根≥長條形呼吸根>紡錘形呼吸根

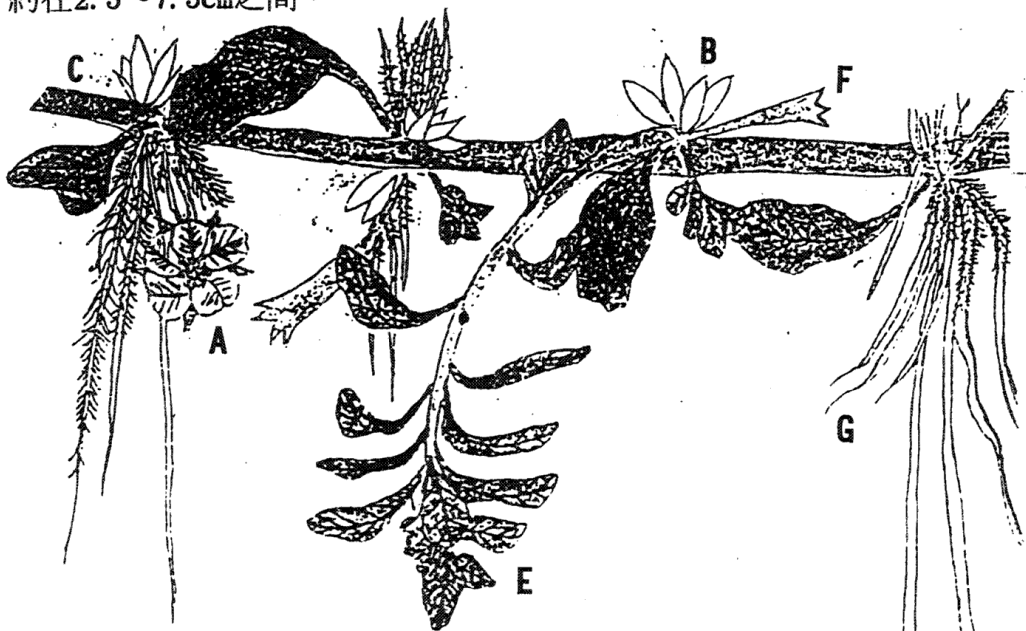
(六)外部形態

1. 根

- (1)固定根：從莖的節上長出細小的白根，經一星期長大後成淺紅色（或白色）根，再經一個月後轉變成棕色。其長度最長可達40cm。外部分成根冠、生長區、延長區、成熟區（又叫根毛區）。
- (2)紡錘形白色呼吸根：從莖向上長出2~6支密集成群輻射狀的細小（長約0.2cm）白根，2~3天後中間膨大，狀似紡錘形（亦稱紡錘形白色呼吸根），有表皮，沒有皮孔及根毛，皮層有通氣組織，中柱。長大後表皮消失，長度在1.5~9.48cm，直徑在0.2~0.5cm之間，漂浮在水中，在陽光充足的低窪地，可存活甚久，在自來水或陽光不足的地方，約7~10天即萎縮而脫落。匍匐莖上的節亦能長出12支之多呈輻射狀之紡錘形白色呼吸根。
- (3)長條形白色呼吸根：亦是從匍匐莖的節向下鑽入泥土中，水分充足的土壤中生長，水分不足的土壤則不能生長，有根毛，周圍細胞柔軟直徑約0.19~0.48cm，可長達70cm。

2. 莖

莖分節與節間，為細長圓柱形，直徑為0.4~0.8cm，能分枝成匍匐莖長可達60cm，莖的節上能生長出葉、芽及根。節間能長出不定根，節間距約在2.5~7.5cm之間。



白花水龍 [*Ludwigia abscondens* (L.) Hard]

A. 花 B. 水中白色呼吸根 C. 匍匐莖  
D. 土壤的白色呼吸根 E. 葉 F. 果實 G. 固定根

### 3.葉

葉長在莖的節，互生，卵圓形，頂端圓形，基部漸窄形成葉柄，表面光滑，長度在1.5~3.0cm之間，寬度在1.0~1.88cm之間，網狀脈，上表皮角質層厚，全緣，無托葉。

### 4.花

花單生於葉腋，白色，有長柄，花冠五片，呈卵橢圓形，花瓣基部變窄黃色，長度1.00~1.47cm，寬度0.70~0.93cm，花萼五片，萼筒與子房相連，雌蕊一枚，柱頭頭狀膨大，雌蕊10枚，花苞長度0.8~1.25cm，寬度0.45~0.60cm。

### 5.果實

果實為蒴果，長圓柱形，長度3.00~3.40cm，寬度0.40~0.75cm。

## (七)內部構造

### 1.根

(1)固定根：有表皮、皮層、中柱、皮層細胞為橢圓形的薄壁組織，沒有髓，有細胞間隙及少量氣室，中柱之維管束有韌皮部及木質部。

(2)紡錘形白色呼吸根：根組織鬆軟且膨脹，幼小表皮細胞明顯，長大表皮細胞向內擴張成通氣組織。

內部皮層未擴張成通氣組織包著中柱，此皮層與中柱細胞呈淺綠色，縱切面呈長條狀，中柱約佔橫切面積12%，有木質部及韌皮部，沒有髓。

(3)長條形白色呼吸根：有表皮、皮層、中柱。表皮細胞較紡錘形呼吸根緊密，排列整齊環繞著皮層，皮層內充滿通氣組織，其構造與紡錘形呼吸根相同。橫切面中柱呈圓形，約佔橫切面積25%，沒有髓。

### 2.莖

莖為圓柱形，內部構造有表皮、皮層、中柱，中皮層之氣室帶約佔橫切面積60%，充滿空氣可漂浮水面，氣室帶向內是木栓形成層。中柱及髓部有很多澱粉粒及結晶物，內有韌皮部及木質部。

### 3.葉

葉表皮都有氣孔，上表皮每平方公厘約190個，下表皮每平方公厘約120個，氣孔呈長半圓形，表皮細胞不規則，二者均有葉綠體，上下表皮均有氣室約佔橫切面積之30%。

### 4.葉柄

葉柄呈腎形，皮層內有大量通氣組織約佔橫切面積之80%，中柱沒有髓，內部木質部呈V型。

## 5.花

胚珠多數個呈長橢圓形，子房下位，中軸胎座。

## 六、結 論

- (一)白花水龍為水生植物，成片長在溪底或水塘邊，定根於土壤上，莖柄內有通氣組織，支撐葉片挺出水面，莖的氣室充滿空氣而浮在水面上。葉內細胞大而壁薄，氣孔分佈於上下表皮，上表皮氣孔密度多於下表皮，上表皮的角質特別發達。此現象可解釋水龍為何生長在濕潤之土壤中，亦正符合Sculthorpe (1967)，所謂水生植物的氣孔大部分分佈於葉上表面。匍匐莖的節可長根葉芽。
- (二)紡錘形白色呼吸根不適用於乾燥土壤中，牠必鑽出泥土外或漂浮水面或露出水面，不能完全離開水，如果離開水則萎縮死亡，所以必須生長在潮溼有水或低窪沼澤地方。
- (三)水龍是濕生植物，但水分愈多地方，則長出更多的紡錘形白色呼吸根，其呼吸作用及吸水作用都較旺盛。土中的呼吸根與水中紡錘形呼吸根的皮層均充滿著通氣組織，均可吸收土中空氣及水中空氣，經莖的通氣通道輸送到葉使葉浮在水面，這些根是典型的水生植物的構造 (Sculthorpe, 1967)。
- (四)本研究發現水中紡錘形白色呼吸根亦是不定根的一種，沒有根毛及皮孔，在幼小時先有表皮，長大後表皮向內擴張成通氣組織，匍匐莖及其他兩種根也沒有皮孔。
- (五)白花水龍雖然屬於柳葉菜科的濕地植物，然而本研究發現其根、莖、葉的特殊形態構造與生理現象均能適應水中的生長環境，所以應該是水陸兩棲植物，謹以此研究資料，提供學術上之參考與應用。



(六)表 白花水龍的形態與適應

器官名稱	外部特徵	內部特徵	適應情形
葉	上表皮角質化	上、下表皮均有氣孔及氣室 上表皮多於下表皮	葉挺出或浮在水面，適合於水中生長。
葉柄	與葉相連	皮層具有通氣組織	充滿空氣，使葉挺起
匍匐莖	向四面八方伸長	皮層充滿氣室	空氣存在於通氣組織中，可使其漂浮在水面。
紡錘形吸白根	柔軟膨鬆 紡錘形 無根毛	通氣組織佔橫切面之88%	漂浮在水中，吸收氧氣及水分。
長條形吸白根	柔軟 長條形 有根毛	皮層有通氣組織佔橫切面之60%	生長於潮濕地，吸收土壤中的空氣及水分
固定根	長條形 根毛多	通氣組織約佔橫切面之30%	生長於潮濕土壤中，吸收土壤中空氣、水分及支持作用

取樣式=6

白花水龍的匍匐莖、根均具有通氣組織，能在水中迅速輸送水中、土中的氧氣和水分至葉，行光合作用及蒸散作用。

## 七、參考資料

- (一)甘偉松校訂(1983)，中國高等植物圖誌(2)。宏業書局印行：1017。
- (二)台灣植物誌編輯委員(1977)，台灣植物誌第三卷，現代關係出版社：954～963。
- (三)T. W. Hsu *Onagra ceae* (1983)，TRIPLOIDY IN LUDWIGIA IN TAIWAN, AND THE DISCOVERY OF LUDWIGIA ADSCENDENS (ONAGRACEAE), BOT. BULL. ACADEMIA SINICA 24:129-134

## 評 語

1. 本作品乃由常見的植物種類，自生長條件的不同而引發其對環境適應的形態了解。結果從葉、葉柄、莖及根的內外特徵得到印證白花水龍此植物對水中生活的適應表現。
2. 本作品在植物生理方面的實驗，稍嫌主題欠明確，並未與其他水生植物相比較，而遽下其具有特殊的生理機能之結論，實需可進一步求證之。
3. 本作品之資料整理，稍為零亂，段落不太分明，部分data與主題未盡配合，如白花水龍在池水與自來水中的成長比較等。