

臺灣水韭適生水位研究

Optimal water level for the growth of
Isoetes taiwanensis DeVol

陽明山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 107 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

臺灣水韭適生水位研究

Optimal water level for the growth of *Isoetes taiwanensis* DeVol

受委託單位：農業委員會林業試驗所

研究主持人：黃曜謀

研究期程：中華民國 107 年 2 月至 107 年 12 月

研究經費：新臺幣陸拾伍萬元

陽明山國家公園管理處委託研究報告

中華民國 107 年 12 月

(本報告內容及建議純係研究小組觀點，不應引申為本機關之意見)

目次

表次	II
圖次	III
摘要	IV
ABSTRACT	V
建議事項內容	VI
第一章 緒論	1
第二章 研究方法	5
第三章 結果與討論	11
第四章 結論	34
第五章 參考書目	35
附錄	39
附件一、期初審查意見回覆	93
附件二、期中審查意見回覆	96
附件三、期末報告意見回覆	100
附件四、期初報告會議紀錄	103
附件五、期中報告會議紀錄	107
附件六、期末報告會議紀錄	111

表次

表3-1、不同水位處理之臺灣水韭存活率(%).....	13
表3-2、不同水位處理之臺灣水韭植株葉片數.....	17
表3-3、不同水位處理之臺灣水韭植株葉片長(cm).....	19
表3-4、不同水位處理之臺灣水韭植株球莖直徑(mm).....	21
表3-5、不同水位處理之臺灣水韭植株孕性比例(%)	23
表 3-6、夢幻湖樣區臺灣水韭地面植株及土壤中球莖調查資料.....	26
表 3-7、夢幻湖土壤中臺灣水韭球莖活力比較.....	28
表 3-8、夢幻湖各永久樣區臺灣水韭活力球莖大小(mm).....	29
表3-9、不同葉子生長狀態之臺灣水韭活力球莖數.....	31
表3-10、夢幻湖永久樣區內臺灣水韭覆蓋度及活力球莖密度.....	33
表3-11、臺灣水韭覆蓋度及活力球莖密度相關性分析.....	33

圖次

圖2-1、挑選健康臺灣水韭植株.....	6
圖2-2、插牌標示臺灣水韭植株編號.....	6
圖2-3、臺灣水韭不同水位處理	7
圖2-4、中央氣象局臺北氣象站氣候資料.....	8
圖 2-5、夢幻湖	9
圖 2-6、夢幻湖永久樣區土壤採樣	9
圖 2-7、土壤樣本分析.....	10
圖 3-1、不同水位處理條件下之臺灣水韭存活率.....	14
圖 3-2、F_群臺灣水韭乾旱處理.....	14
圖 3-3、夢幻湖土壤濕潤狀態，臺灣水韭生長良好.....	15
圖 3-4、不同水位處理條件下之臺灣水韭植株葉片數變化.....	18
圖 3-5、不同水位處理之臺灣水韭植株葉片長(cm)變化.....	20
圖 3-6、不同水位處理之臺灣水韭植株球莖直徑(mm)變化.....	21
圖 3-7、臺北及竹子湖氣象站日均溫變化	22
圖 3-8、不同水位處理之臺灣水韭植株孕性比例(%)柱狀圖.....	23
圖 3-9、樣區內臺灣水韭活力球莖直徑級分布	30
圖 3-10、夢幻湖永久樣區圖	32

摘 要

臺灣水韭天然族群消長受夢幻湖水位變化所影響，本研究透過控制水位高度，檢測水位對臺灣水韭生長及生殖力之影響，提供陽明山國家公園管理處管理夢幻湖水位之依據。當臺灣水韭植株在6種不同的水位下，就植株存活率、葉片數、葉片長度及生殖力整體的表現，以A群_60cm水位(沉水)表現最佳，B群_30cm水位(沉水)次之，C群_10cm水位(挺水)第三、D群_5cm水位(挺空)第四，F群_0(乾旱處理)第五，而E群_0cm(陸生)表現最差。結論是前述6種處理中，較深的水位有利於臺灣水韭植株生長繁衍。此外，在夢幻湖6個不同水位深度樣區進行土壤採樣，檢測臺灣水韭族群生長情形是否有所差異，結果顯示夢幻湖6個永久樣區臺灣水韭植株數量約為土壤中蘊藏球莖3.9倍，植株球莖通常大於埋藏在土壤中的球莖。湖央E樣區及浚深C、D樣區活力球莖密度最高，湖央B、F樣區次之，湖岸A4樣區未發現活力球莖，表示浚深區及湖央區較湖岸區更適臺灣水韭生長，然所有土樣中臺灣水韭小苗比例偏少，反映該區族群更新遇到瓶頸，許多研究報導夢幻湖低水期有利於臺灣水韭小苗的建立，因此，本研究支持夢幻湖季節性水位波動對臺灣水韭的生長及繁衍有正面效益的論點。

關鍵字：球莖、葉片長、葉片數、存活率、水位

ABSTRACT

The population dynamic of *Isoetes taiwanensis* is strongly associated with the change of water level. This study explored the impact of water level on growth and reproduction of *Isoetes taiwanensis* by controlling the water level. Results would offer the discipline for water level management. Under 6 types of artificial water level, group A, immersed in 60cm water depth, performed best, group B, immersed in 30cm water depth performed second, group C, semi-immersed under 10cm water depth performed third, group D, emerged over 5cm water performed fourth, group F_0cm (terrestrial) fifth, and group E_0cm (dry treatment) performed worst based on individual survival rate, the number of leaf, leaf length, and fertility. It is concluded that the deeper water would benefit the plant growth and fertility among these 6 artificial water levels. Futuremore, we collected soil from 6 permanent plots of Menghuan Lake to confirmed the population status. Results showed that the number of living plant was ca. 3.9 times of corms in soil among all 6 permanent plots, and living plants had larger corms than those immersed in soil. The number of viable corms among permanent plots followed: Plot E, at lake center area, and plot C, D at mining area hold the greatest density of viable corms of *Isoetes taiwanensis*, plot B and plot F at lake center area, had middle density of viable corms. Plot A4 at lake edge area did not found viable corm. It indicated that the mining area and lake center area were suitable for the growth of *Isoetes taiwanensis*, but the lake edge area was not. The low rate of young plants indicated the bottleneck of population regeneration. Many papers reported that low water level is good for the establishment of young plant of *Isoetes taiwanensis*. Thus, we supported the view that variable water level had positive effect on the growth and reproduction of *Isoetes taiwanensis*.

KEYWORDS: corm, leaf length, leaf number, survival rate, water level.

建議事項內容

根據本研究之發現，活力球莖數量及大小可視為臺灣水韭族群評估健康度指標，較不易受季節性所影響。

建議一：進行系統性土壤採樣調查。

建議性質：立即

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：林業試驗所

說明：本研究已發現可透過活力球莖數量及大小來評估臺灣水韭族群健康度，夢幻湖臺灣水韭目前雖然生長旺盛，但族群結構卻呈鐘形分布，透過系統性取樣可事先得之夢幻湖哪些區塊臺灣水韭生長/族群更新面臨瓶頸，依據其急迫性，排列出優先復育順序。

建議二：冷水坑生態池臺灣水韭區外保育

建議性質：立即

主辦機關：陽明山國家公園管理處

協辦機關：林業試驗所

說明：期中簡報陳主任彥伯表示冷水坑生態池係採礦廢土堆置而成，土壤鐵質含量高，池水深平均約 1 公尺，不如夢幻湖有水位升降變化，如要選擇冷水坑生態池作為境外復育，或可選擇溪水流入池內之交接帶，水深較淺。林試所蕨類研究團隊願提供人工培養臺灣水韭植株進行試驗。

第一章 緒 論

水韭屬(*Isoetes*)植物約 250 種(PPG I)，其中臺灣水韭(*Isoetes taiwanensis* DeVol)為臺灣特有半水生植物，不論就系統分類、保育或教育方面均有其獨特價值。全球或亞洲地區水韭屬系統分類中，均將臺灣水韭列為關鍵物種，例如：韓國特有同源四倍體漢拏山水韭(*I. hallasanensis* H. K. Choi CH. Kim & J. Jung)，源自臺灣水韭或其它近源種(Kim et al. 2010)，二倍體臺灣水韭疑為四倍體中華水韭(*I. sinensis* Palmer)、六倍體高麗水韭(*I. coreana* Chung et Choi)及六倍體日本水韭(*I. japonica* A. Ar.)的親本(Taylor et al. 2004, Kim et al. 2010)。換言之，臺灣水韭至少在東亞地區曾發生過 4 次同源多倍體化/異源多倍體化事件。文化資產保存法 77 年 8 月 22 日公告臺灣水韭為珍貴稀有植物，由於臺灣水韭天然族群位於國家公園範圍內，於 74 年設置夢幻湖生態保護區並受到國家公園法保護，90 年 9 月 27 日依據文資法解除其指定(特生中心 2018)。張永達與張俊雄(2003)認為臺灣水韭依法被列為珍貴稀有植物名單中，在遷移、域外保育等受到嚴格的限制，對於臺灣水韭等的保育並非有利，解除指定對於其族群之維護應有正面之功效。臺灣水韭是臺灣最著名的石松類植物之一，吸引諸多國內外學者進行研究(林幸助 2017)，也常見政府機關及國際知名機構網站(自然科學博物館 2018, 臺灣國家公園 2018)，甚或新聞媒體，關注的焦點(黃昭國 2017, 楊士範 2017)。

歷年調查研究發現，臺灣水韭族群消長與水位變化密切相關，夏季乾旱時臺灣水韭的生長範圍會被其他植物取代，濕季來臨後，臺灣水韭覆蓋率才逐漸回升；然而，夢幻湖滲漏現象一直存在而朝陸化方向演替(張永達 2006)，復加極端氣候的威脅日趨頻繁，臺灣水韭受夢幻湖水位變化影響倍受重視，曾有學者嘗試將其移植至其他濕地進行域外保育，包括鴛鴦湖、姊妹潭等地，但都沒有成功。儘管臺灣水韭可藉由人工繁殖(林仲剛 2009)，然其天然族群因侷限分布且族群大小波動激烈而被評為國家極危級(National Critically Endangered, NCR)(臺灣植

物紅皮書編輯委員會 2017)。根據謝長富(2011)竹子湖入口溼地生態調查發現，陸化是濕地難以避免的結果且隨著水域的陸化，臺灣水韭重新移入的可能性不大。彙整歷年來夢幻湖水位對臺灣水韭族群生存的報告，大多認為穩定且足夠深度的水位最為適當(附錄1)，陳寧庸與張文亮(2010)就夢幻湖臺灣水韭族群消長觀察，發現臺灣水韭出現最頻繁的樣點水深在25-49cm，因此認為臺灣水韭最適生長的平均水深為50cm，當平均水深低於4cm時，族群可能就會消失，甚或只要連續乾旱超過20天(註:沒有地表水存在即被認為是乾旱)，其族群繁殖率就會受影響(註:此繁殖率應指族群個體增加率，與繁殖行為並無直接相關性存在)，屬於不耐旱的沉水植物。游雅婷(2013)提出類似的結果，臺灣水韭最適生長的平均水深為50 cm，平均水深未達30 cm則無臺灣水韭生長。林幸助(2017)調查發現臺灣水韭最適年平均水深為50.1cm，標準差為12.1cm，且當年平均水深大於50cm時，臺灣水韭將擁有更佳之生長優勢。這種長期以來臺灣水韭被人們認為脫離不了水的觀念，除與它名中帶「水」外，2006年搶救夢幻湖臺灣水韭結果，更是強化了此一看法(鄭恒隆 2007)。夢幻湖為淺碟型濕地，原本湖水深度可達1 m，但20年前平均深度下降至23 cm (劉聰桂 1990)，2004年夏季的幾場颱風所帶來的豐沛雨量，雖然讓夢幻湖水位升高超過1m，但僅能維持7-10天(張永達 2006)，通常平均水深僅數十公分(張永達、陳俊雄 2003)。這種季節性水位劇烈變化，使得豐水期的臺灣水韭為沉水植物，枯水期則轉為挺水植物或挺空植物，嚴格說來，可將臺灣水韭歸為半水生植物(或稱兩棲水生植物)(Huang et al. 2018)；臺灣水韭以夢幻湖生態保護區為原生棲息地，雨水為夢幻湖唯一水源，根據竹子湖測候站2008-2017年資料，夢幻湖一年中通常會出現0-2個月份乾旱季 (中央氣象局 2018)。張永達、陳俊雄 (2003)認為即使在乾旱季，夢幻湖底泥仍保持濕潤狀態，有助於臺灣水韭渡過乾旱季，植株仍可保持正常生長狀態。

臺灣水韭族群棲息在夢幻湖距今時間約5000-6200年(劉聰桂 1990, 陳淑華、楊天南 2010)；近數十年來，夢幻湖水域面積隨年度/季節波動大，曾有完全乾涸之紀錄，生長其中臺灣水韭族群亦隨水位波動而出現族群快速消長現象。臺

灣水韭似乎可承受短暫的無水淹沒的狀態，若遇土壤水分不足且其它伴生物種競爭下，則可能會從地面上「消失」，造成族群滅絕的疑慮。在移除競爭物種及夢幻湖人工晶化處理後，幾乎完全消失的臺灣水韭，可在短期內恢復生長，即便在無乾旱季出現的年度裡，臺灣水韭族群亦出現季節性快速消長情況，臺灣水韭族群消長速度之快，可能非原先學者所提出從土壤孢子長出新植株所能完全予以解釋(張永達 2006)。

Huang et al. (2018)證實臺灣水韭在氣乾條件下($25\pm 2^{\circ}\text{C}$, RH 25-45%)，整棵植株會在2星期內快速脫水，此後重量維持恆定，乾枯植株重量為原先植株鮮重9%，經過一年氣乾後再予以復水，仍有30%的植株可從球莖長出新葉及根，恢復正常生長，推翻了先前認為臺灣水韭屬於不耐旱沉水植物觀點。此種極端耐旱能力，亦在其他少數水韭屬物種中被證實，包括金門水韭(*I. taiwanensis* DeVol var. *kinmenensis* F.Y. Liu, H.H Chen and Y.L. Hsueh)(廖宇賡、葉媚媚 2009)、澳洲水韭(*I. australis* S. Williams) (Williams 1943)、黑孢水韭(*I. melanospora* Englm.)及席墊水韭(*I. tegetiformans* Rury)(Taylor et al. 1993, Engelmann 1882, Musselman 2001)。李婧等人(2015)依據中華水韭(*I. sinensis*)、東方水韭(*I. orientalis*)和雲貴水韭(*I. yunguiensis*)，乾旱後(乾旱時間<25天)葉片的多項生理指標(葉片的相對電導率、丙二醛含量、光合作用、抗氧化保護酶活性、脯氨酸含量)，證實抗乾旱能力最强的是中華水韭(4倍體)，其次為東方水韭(6倍體)，最弱的為雲貴水韭(2倍體)，3種水韭都能通過調節自身生理代謝，抵抗乾旱的傷害，短期的乾旱不是水韭瀕危的主要原因，野生水韭族群都很小，容易受到意外干擾，甚至消亡，自然繁殖能力低弱或繁殖過程受阻，應該是族群小、易滅絕的原因之一，從李婧等人(2015)的報告，讓我們也體會到繁殖能力也應納入評斷族群生長勢的重要項目。

夢幻湖的水位深度是影響植物社會組成之主要因子。臺灣水韭對短期的環境變化具應變能力，但長時間的浸水與乾旱皆不利其族群長期生長，規劃合理的夢幻湖水位管理，將有助於臺灣水韭之保育(林幸助 2015)。本研究將透過人工控

制水位高度，模擬水位對臺灣水韭生長及生殖力之影響，提供規劃夢幻湖水位管理政策之依據。其次，在夢幻湖永久監測樣區採取土樣，預估湖底土壤中臺灣水韭球莖數量與分布，預估臺灣水韭於乾旱季節後的再生情形，作為評估球莖對原地保育的貢獻度，並闡述臺灣水韭族群快速消長之緣故。



第二章 研究方法

一、文獻蒐集

從網路及學術期刊蒐集有關水韭生長環境及生理特性之相關文獻，若無電子檔文獻，尤其是年代已久者，普遍存在的現象，需透過圖書館交換系統或委請國外學者協助取得。

二、植株水深試驗

(一)植株來源

檢測臺灣水韭耐旱之植株均來自臺北植物園人工栽培者，來源係 2010 年取自夢幻湖土壤中孢子攜回實驗室培養，培育出之幼苗後，移植到 3 吋塑膠盆(最上面外緣 9cm，高 7cm)，並在臺北植物園露天苗圃將植株完全浸水進行後續培養，直至本試驗開始進行(2018 年 4 月 2 日)。先從其中挑選出 200 株健康植株(圖 2-1)，洗淨根部泥砂後用吸水紙吸除殘餘水分後，測量重量(鮮重)、植株球莖直徑、成熟葉片長度、葉片數，此處葉片長度係以植株最長葉片 3 片予以平均，另外，計算葉片數時剔除尚未成熟葉片，只將長度超過 1/2 成熟葉片長度列入計算。依據樣本植株鮮重，剔除具極端值者，如過輕或過重者，限定植株鮮重介於 0.52~8.28g 之間，僅選取 180 棵為試驗樣本，均勻分成 6 群(A~F)，每群 30 株；再回植 3 吋塑膠盆並插蘭花牌標示編號(圖 2-2)，栽種後，將盆栽置放在 30cm 深的水箱中進行馴化 1.5 個月(日期由 2018.4.2 至 2018.5.18)。

(二)不同水位處理

將馴化處理後各群臺灣水韭盆栽，移放到對應的試驗透明玻璃水缸中(長×寬×高=120cm×30cm×60cm)，A 群_60cm 水位(沉水)、B 群_30cm 水位(沉水)、C 群_10cm 水位(挺水)、D 群_5cm 水位(挺空)、E 群_0(陸生)、F 群_0(乾旱處理)(圖 2-3)。除 E 群水份來源全賴降雨，F 群隔絕雨水及未予供水外，其餘 4 群在試驗期間固定每週觀察水位並予以自來水補充水量，確保水位穩定。上述水位係自盆

底開始算起至水面的垂直距離，臺灣水韭球莖距盆底約 5cm。每一水缸之 A 群、B 群、C 群、D 群各有 10 株，共 3 水缸(重複)。E 群及 F 群同樣以 10 株為一重複，各 3 重複。參考中央氣象局竹子湖 2008-2017 年氣候資料，推估夢幻湖百年乾旱約 2.8 個月，測試在連續乾旱 3.5 個月(2018 年 5 月 18 日—2018 年 9 月 5 日)的乾旱處理下(F 群)，臺灣水韭的活力，其活力檢測方式，係將乾旱處理後的植株重新浸入 30cm 深的清水中，逐月檢視其復活情形。其它 5 群試驗為期 7 個月(2018 年 5 月-2018 年 11 月)。



圖 2-1、挑選健康臺灣水韭植株。



圖 2-2、插牌標示臺灣水韭植株編號。

(三)形態特徵

除在試驗前測量臺灣水韭植株鮮重、球莖直徑、最大葉長度、葉片數，並在試驗後定期每月觀測紀錄最大葉長度、葉片數，若遇葉片枯萎或不完整，另予文字說明，不列入測量。水位試驗實驗結束後，除測量上述形態特徵外，並檢測球莖直徑大小，另外，每一植株均取 3 個完整大孢子囊，置放在解剖顯微鏡下計算孢子囊內大孢子數。由於此一特徵量涉及拔取葉子至葉柄基部，恐對植株生長有所影響，故僅於試驗後進行單次測量。

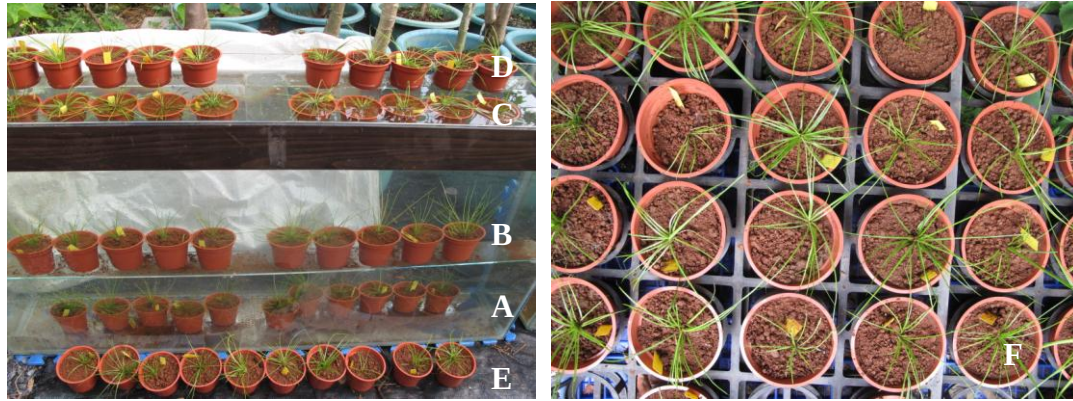


圖 2-3、臺灣水韭不同水位處理。A 群_60cm 水位(沉水)、B 群_30cm 水位(沉水)、C 群_10cm 水位(挺水)、D 群_5cm 水位(挺空)、E 群_0(陸生)、F 群_0(乾旱處理)。

(四)環境監測因子

在實驗期間除控制固定的水位高度外，在各種水位深度(水面下 55cm、25cm、5cm 及水面上 5cm)各設一最高最低溫度計，初測結果顯示白日時段(am 9:00-17:00)各水位之水溫度等同當時氣溫，因此環境因子(氣溫、降水量)及水溫直接引用距本試驗地 750m 的中央氣象局臺北測候站資料。根據中央氣象局臺北氣象站氣候資料顯示 2018 年 4 月 1 日~2018 年 11 月 21 日，各日平均氣溫介於 15.5°C~31.1°C 之間，平均 27.0°C，最高及最低時溫分別為 38.5°C、13.6°C；降雨日數 98 天，平均日降雨量 4.6mm (圖 2-4)。

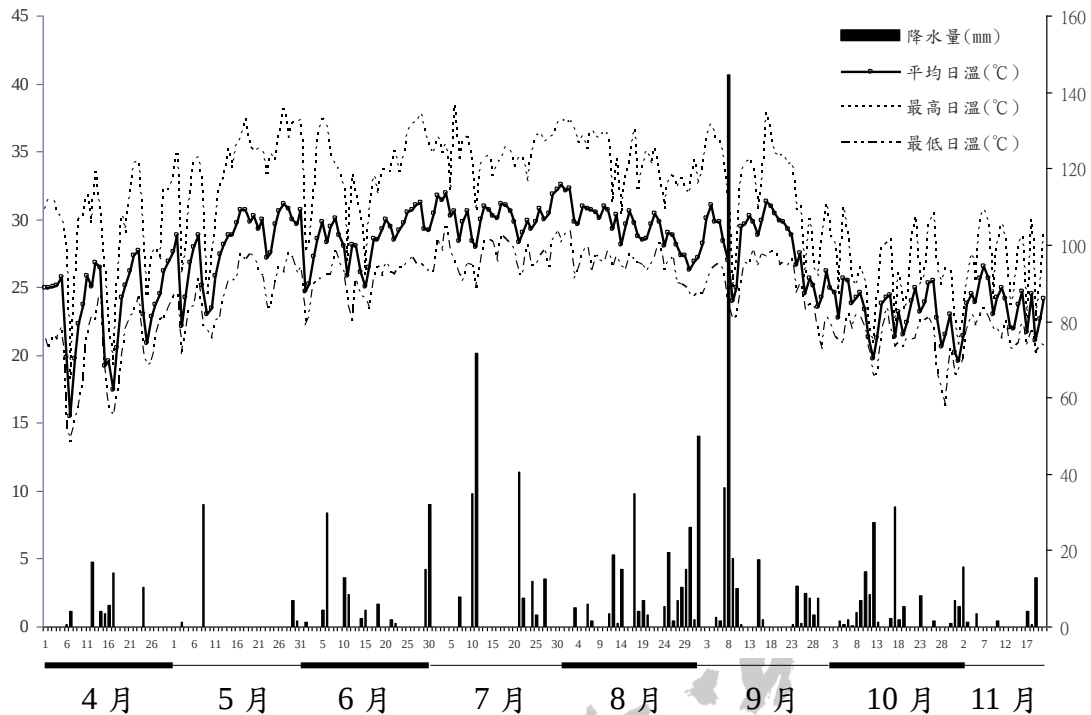


圖 2-4、中央氣象局臺北氣象站氣候資料(2018 年 4 月 1 日~2018 年 11 月 21 日)。
左縱軸為氣溫(°C)，右縱軸為降水量(mm)。

三、夢幻湖土壤中臺灣水韭球莖數量及分布

(一)樣區

調查樣區引用林幸助(2018)106-107(西元2017-2018)年度夢幻湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫樣區設置(圖2-5A)，該計畫於湖區劃設A1、A2、A3、A4、B、C、D、E、F等9個樣區，本研究僅就A4、B、C、D、E、F等6個樣區進行調查及土壤取樣作業(圖2-6)。

(二)土壤取樣

當 2018 年 6 月 6 日適逢夢幻湖低水位之際(圖 2-5B)，於夢幻湖 6 個永久監測樣區—A4、B、C、D、E、F，距樣區中點(有立竿標示)0°、120°、240°方位 1m 處挖取 10cm 深×10cm 長×10cm 寬連同地被植物之表層土壤樣本，裝入塑膠袋中，袋子標示採集地(樣區-小區)，如 A4 樣區 0°、120°、240°方位 1m 處分別標為 A4-1、A4-2、A4-3，帶回實驗室進行後續觀測。

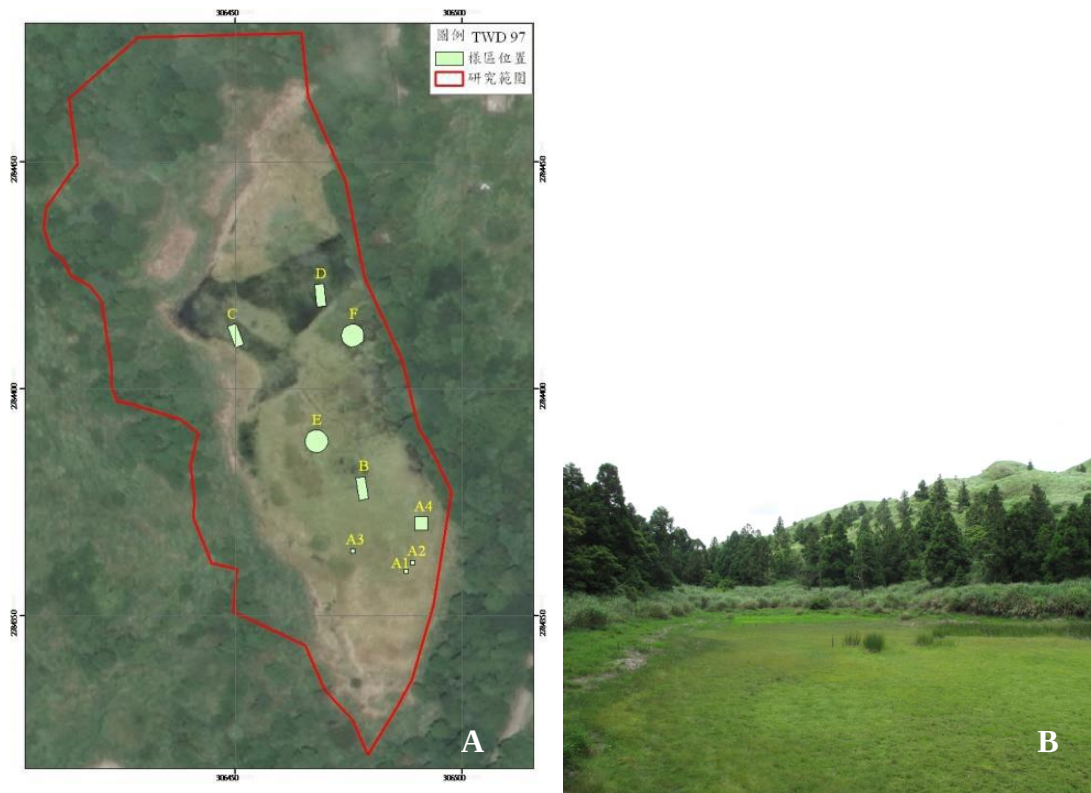


圖2-5、夢幻湖。A:永久樣區位置圖(資料來源：林幸助 2018)；B:2018.06.06現況。



圖2-6、夢幻湖永久樣區土壤採樣。A:確認採樣點 B:採土樣裝袋。

(三)土壤中臺灣水韭組成分析

土壤帶回實驗室後先沉浸到裝有 1000ml 清水的量筒內，直至 2000ml，進行定量，再把地被植物取出，鑑定其種類及優勢度(圖 2-7A)，再用自來水沖洗土壤，篩選土壤中直徑>1mm 的臺灣水韭球莖(係指球莖無葉或最長葉片<1cm 者)，統計各樣點土壤中臺灣水韭球莖大小及數量(圖 2-7B,C)，最後將所有球莖分別移植到插花海綿中，插牌標示，沉放在 1cm 水深的塑膠杯中培養(圖 2-7D)，培養 14 日後(2018 年 6 月 8 日~2018 年 6 月 22 日)後觀察抽芽情形，當球莖抽新葉芽超過 1cm 長度時，表示球莖具有活力(Huang et al. 2018)。地被層植物除紀錄其優勢物種，凡臺灣水韭並再加測其最大葉片長度、球莖大小及葉片生長情形。

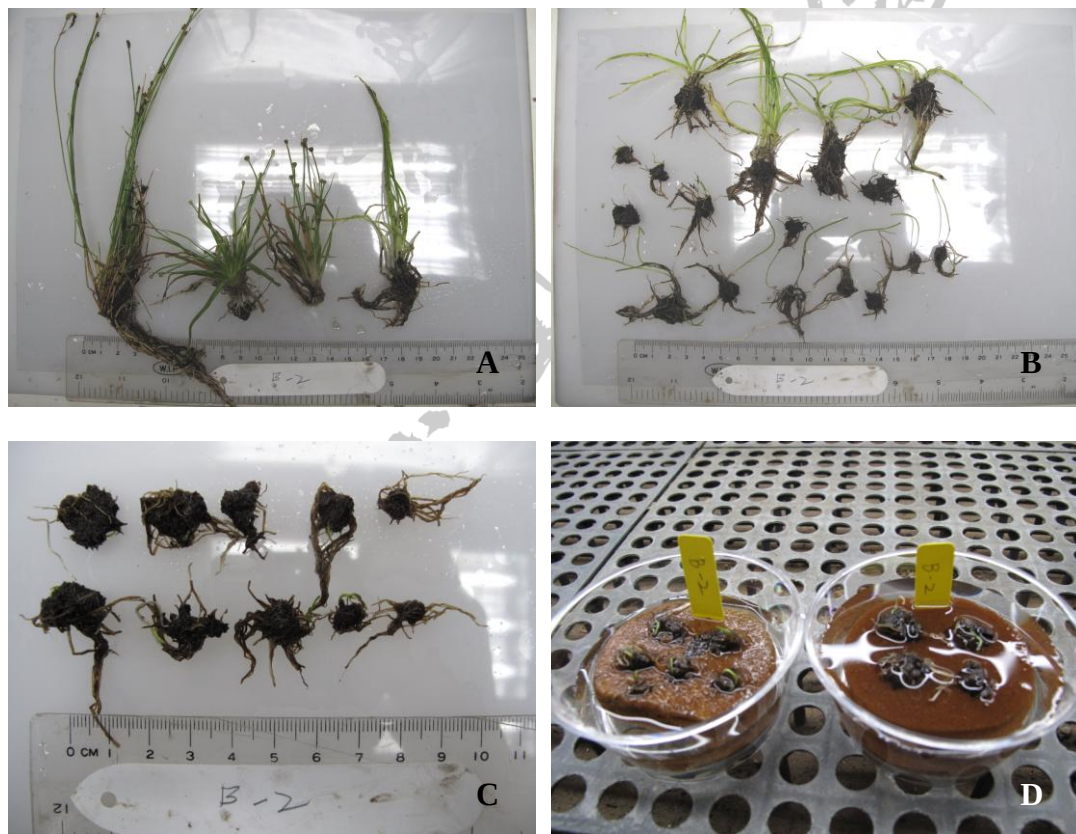


圖2-7、土壤樣本分析。A:優勢地被植物；B:臺灣水韭地上植株；C:土壤中臺灣水韭球莖；D:臺灣水韭球莖浸水培養。

第三章 結果與討論

一、文獻蒐集

目前已蒐集國內外相關文獻二十餘篇，其中直接論及夢幻湖水位對臺灣水韭生長之影響者，計有 12 篇，除了游雅婷(2013)的碩士論文以外，其餘均為陽明山國家公園管理處委辦計畫成果報告(附錄 1)。

搜尋今年(2108)有關臺灣水韭生態研究報告及網路資訊。計有網路報導 4 則—東源濕地水上草原(遠見雜誌 2018)、夢幻湖(荒野保護協會 2018)、存活 3 億年數量稀少-我國 5 種特有水韭全列為一級保護(蕭野 2018)、金曲入圍影片中的驚喜彩蛋:這些臺灣特有蕨類你看過哪幾種?(臺北植物園 2018)。研討會報告 1 篇-A reference genome for Isoetes and the evolution of aquatic CAM photosynthesis (Li et al., 2018)，然上述資料均未涉及水位對臺灣水韭的影響。

現就上述資料略作補充說明如下：

東源濕地水上草原報導中描述「屏東東源部落排灣族人日治時期從枋山溪上游移居至此，地下湧泉豐富，以東源湖、水上草原兩大濕地著稱。...從前居民會在春夏種植水稻維生，為了便於灌溉，在牡丹溪上游興建水閘蓄水，形成東源湖。....這一大片廢耕水田連接形成的沼澤地除了野薑花，長年以來更繁育了臺灣珍稀水生植物臺灣水韭以..等三百多種植物」。由此推知東源濕地為一人工濕地且有臺灣水韭，與先前臺灣水韭侷限夢幻湖分布說法果截然不同，經詢問在東源濕地進行長期調查人員屏東科技大學賴宜鈴助理教授，證實東源濕地並無臺灣水韭，懷疑是當地民眾誤認所致。

荒野協會(2018)說明該協會歷年來在夢幻湖進行臺灣水韭棲地復育的成果，以及對臺灣水韭保育策略建議。

蕭野(2018)提到水韭屬是水韭科中的子遺屬，它們起源於泥盆紀晚期和石炭紀早期之間，是在地球上生活了 3 億年的「活化石」，對研究蕨類植物的系統演化具有重要價值，中華水韭、雲貴水韭、臺灣水韭、東方水韭

和高寒水韭，在地球上已經生活了 3 億年。根據 Larsén and Rydin (2016) DNA 分子顯示 3.8 億年前泥盆紀早期水韭科與卷柏科祖先開始發生分化，且中華水韭、臺灣水韭分化形成的時間距今只有 500 萬年之久，而非 3 億年。

臺北植物園(2018)介紹第 29 屆金曲獎在頒發「最佳原住民語專輯獎」時的舞臺背景出現蕨類，除了觀音座蓮(*Angiopteris lygodiiifolia* Rosenst.)，其餘都是臺灣特有種，包括：深山鐵線蕨 (*Adiantum formosanum* Tagawa)，槭葉石蕨 (*Pyrrosia polydactylis* (Hance) Ching)，臺灣水韭 (*Isoetes taiwanensis* DeVol)，擬笈瓦蕨 (*Lepisorus monilisorus* (Hayata) Tagawa)，臺灣金狗毛蕨 (*Cibotium taiwanense* C. M. Kuo)，大葉玉山蕨 (*Selliguea echinospora* (Tagawa) Fraser-Jenk.)。

Li et al. (2018)初步報導臺灣水韭基因組中哪些基因調控 CAM 光合作用系統，這也是全世界第一篇石松類植物光合作用基因表現報告，目前研究還在持續進行中。

二、植株水深試驗

(一)植株存活率

在人工控制水位下，臺灣水韭在為期7個月(2018年5~11月)的試驗過程中不同處理方式之臺灣水韭存活率明顯不同(表3-1，圖3-1)。A群_60cm水位(沉水)及B群_30cm水位(沉水)除各有1植株最後一個月(2018年11月)被油桐落葉遮蓋住導致死亡，其餘皆存活，最後存活率96.7%(29/30)。C群_10cm水位(挺水)在2018年7月即有1植株被油桐落葉遮蓋住導致死亡，其餘皆存活，最後存活率96.7%(29/30)。D群_10cm水位(挺水)在2018年8月有1植株被油桐落葉遮蓋住導致死亡，9月份又有另外4株被不織布遮蓋死亡，最後存活率83.3%(25/30)。E群_0cm(陸生)及F群_0(乾旱處理)，經過1週處理後，葉片末端開始出現乾枯，處理2週後葉子幾乎全數乾枯(圖3-2A,B,C)，在141日處理期間(2018.5.18- 2018.9.5)雖有出現48日有下雨紀錄，且平均日降雨量12.5mm (圖2-4)，但仍未見E、F群中有植株抽出新

葉芽者；待球莖重新浸入水中後，連續2個月未見E群_0cm(陸生)植株復活，再檢查球莖，發現已全腐爛死亡；F群_0(乾旱處理) 球莖重新浸入30cm深水中後1個月，16.7%(5/30)植株重新抽葉芽，然後續2個月，陸續有植株死亡，最後存活率10.0%(3/30)(圖3-2D)，檢查球莖確認未發芽者球莖已全腐爛死亡(表3-1)。整體評估，目前以B群_30cm水位(沉水) 表現最佳，A群_60cm水位(沉水)次之，C群_10cm水位(挺水)第三、D群_5cm水位(挺空)第四，F群_0(乾旱處理)第五、E群_0cm(陸生)表現最差。

表3-1、不同水位處理之臺灣水韭存活率(%)。

處理方式 ¹⁾	月 份						
	五	六	七	八	九	十	十一
A	100.0 ^{a2)}	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	96.7±5.8 ^a
B	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	96.7±5.8 ^a
C	100.0 ^a	100.0 ^a	96.7±5.8 ^a	96.7±5.8 ^a	96.7±5.8 ^a	96.7±5.8 ^a	96.7±5.8 ^a
D	100.0 ^a	100.0 ^a	100.0 ^a	96.7±5.8 ^a	83.3±20.8 ^a	83.3±20.8 ^a	83.3±20.8 ^a
E	100.0 ^a	-- ³⁾	--	--	0.0 ^c	0.0 ^c	0.0 ^c
F	100.0 ^a	--	--	--	16.7 ^b	13.3 ^{bc}	10.0 ^{bc}

1) A群_60cm水位(沉水)、B群_30cm水位(沉水)、C群_10cm水位(挺水)、D群_5cm水位(挺空)、E群_0(陸生)、F群_0(乾旱處理)

2) 不同數字後面上標號英文字母，表示達顯著差異(two-way ANOVA, Tukey test, $p < 0.05$)

3) 無資料

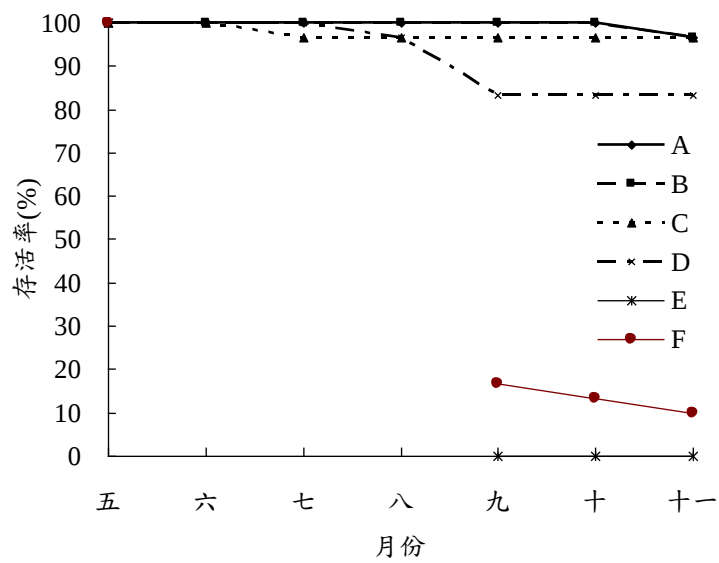


圖3-1、不同水位處理條件下之臺灣水韭存活率(%)



圖3-2、F_群臺灣水韭乾旱處理。A:乾旱處理1週後；B:乾旱處理2週後；C:乾旱處理4週後；D:浸水復活2個月後。

經統計上述4種土壤浸水下之臺灣水韭(A、B、C、D群)，其存活率未達顯著差異，反映出只要土壤濕潤，不論水位高低，在短期內臺灣水韭均可存活，本研究結果與前人認為即使在乾旱季，夢幻湖底泥仍保持濕潤狀態，有助於臺灣水韭渡過乾旱季的論點一致(如 張永達、陳俊雄 2003)，本研究野外觀察亦是如此(圖3-3)。陳寧庸、張文亮(2010)提到臺灣水韭在乾旱0 天的時候繁殖率的中間值最高，說明臺灣水韭為一種不耐旱之沉水性水生植物，於長期淹水下對於其繁殖狀況是良好的，但是一旦連續乾旱約20 天，臺灣水韭的繁殖率就會受影響。根據本研究結果推測，夢幻湖臺灣水韭面臨短期未淹水，僅是葉片枯爛，球莖仍可保留活力，並非真正的死亡，遂而影響繁殖率。

由於本研究工作人員逐週觀察紀錄並清理水缸中雜物，有任何物質遮蓋臺灣水韭植株時間不會超過1週之久，然而，落葉或是其他物品遮蓋明顯造成臺灣水韭死亡，但其原因還有待證實。



圖3-3、夢幻湖土壤濕潤狀態，臺灣水韭生長良好(2018.06.06)。

E群_0cm(陸生)植株的盆栽經過3.5個月反覆的乾濕處理後，受損程度最烈，毫無存活者，推測原因為球莖滋生黴菌腐爛；處於乾燥處理的F群_0(乾旱處理)仍有部分植株(16.7%)保有復活能力(圖3-2)，但相對於Huang et al. (2018)將臺灣水韭置放在實驗室陰乾3個月後80%的植株存活率，明顯低於許多(80% vs. 16.7%)，這可能與處理時期之氣溫高低/波動有關，實驗室氣溫一直維持在恆溫25℃，而本研究F群植株面臨20.9~32.5℃氣溫激烈變化，復加高溫侵襲(最高溫38.5℃)均不利於植株保存活力。

整體評估，目前以A群_60cm水位(沉水)表現最佳，B群_30cm水位(沉水)次之，C群_10cm水位(挺水)第三、D群_5cm水位(挺空)第四，F群_0(乾旱處理)第五，E群_0cm(陸生)表現最差。

(二)植株葉片數

試驗過程中臺灣水韭植株葉片數隨處理方式及季節而有所差異(表3-2，圖3-4)。試驗一開始時(2018.05)，不同處理群間植株葉片數，介於 $23.9 \pm 9.3 \sim 30.0 \pm 13.6$ 之間，未達顯著差異，隨後3個月(2018.06-2018.08)土壤浸水處理A、B、C、D群植株葉片數均明顯減少(註:死亡植株不列入計算)，在2018.08時植株葉片數縮減至 $3.5 \pm 1.9 \sim 7.7 \pm 4.4$ ，水位越淺者葉片數相對越少，到了9月之後葉片數才又逐漸回升，2018.11時植株葉片數 $7.9 \pm 3.5 \sim 12.6 \pm 6.2$ ，D群植株葉片少於ABC群，而ABC群間則無顯著差異，E群處理後無活株出現，無法列入計算，F群浸水復活植株，從浸水後1個月(2018.09)的葉片數 3.8 ± 2.5 ，再經2個月快速增加到 12.3 ± 2.1 ，與A,B,C群已無顯著差異。整體評估，目前以A群_60cm水位(沉水)表現最佳，B群_30cm水位(沉水)次之，C群_10cm水位(挺水)第三、F群_0(乾旱處理)第四，D群_5cm水位(挺空)第五，E群_0cm(陸生)表現最差。

本研究發現在氣溫較高的月份，植株葉片數有相對較少的趨勢，但統計上未達顯著標準。另外，陳德鴻(2002)調查發現夢幻湖臺灣水韭葉片數於民國91年4、

6月的生長狀況為全年最好，其次為8月，10月、2月之間的臺灣水韭葉片則較差；另外，他也發現臺灣水韭葉片數以湖區高於浚深區。由上述資料顯示夢幻湖湖區臺灣水韭葉片數4-6月為高峰期，浚深區高峰期則在6月，可預期的是影響臺灣水韭植株葉片數的野外因子相對較複雜，如氣/水溫、水位波動、人為干擾、植株大小等諸多因子交互作用結果。

表3-2、不同水位處理之臺灣水韭植株葉片數。

處理 方式 ¹⁾	月 份						
	五	六	七	八	九	十	十一
A	25.7±9.5 ^{a2)}	17.8±7.8 ^b	8.9±5.1 ^{cd}	7.7±4.4 ^d	11.2±5.0 ^c	11.3±5.4 ^c	12.6±6.2 ^c
B	25.9±9.4 ^a	16.1±6.6 ^b	8.5±3.4 ^{cd}	7.3±3.4 ^d	10.4±3.2 ^c	11.0±4.0 ^c	11.2±5.5 ^c
C	25.9±8.7 ^a	13.3±7.1 ^c	6.1±3.1 ^d	5.9±2.6 ^e	9.6±3.0 ^{cd}	11.7±4.1 ^c	12.1±4.7 ^c
D	23.9±9.3 ^a	7.7±5.2 ^d	4.6±2.9 ^{ef}	3.5±1.9 ^f	7.2±3.1 ^d	8.2±3.2 ^d	7.9±3.5 ^d
E	30.0±13.6 ^a	-- ³⁾	--	--	0 ^g	0 ^g	0 ^g
F	25.5±7.5 ^a	--	--	--	3.8±2.5 ^f	7.8±3.9 ^d	12.3±2.1 ^c

1) A群_60cm水位(沉水)、B群_30cm水位(沉水)、C群_10cm水位(挺水)、D群_5cm水位(挺空)、E群_0(陸生)、F群_0(乾旱處理)

2)不同數字後面上標號英文字母，表示達顯著差異(two-way ANOVA, Tukey test, $p<0.05$)

3)無資料

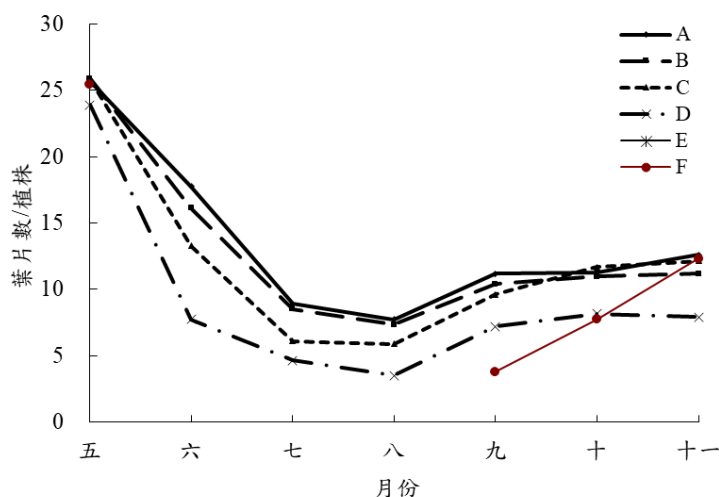


圖3-4、不同水位處理條件下之臺灣水韭植株葉片數變化。

(三)植株葉片長度

試驗過程中臺灣水韭植株葉片長度亦如同葉片數，隨處理方式及季節而有所差異(表3-3，圖3-5)。試驗一開始時(2018.05)，不同處理群間植株葉片長度，介於 $10.9 \pm 2.5\text{cm}$ ~ $11.7 \pm 2.7\text{cm}$ 之間，未達顯著差異，隨後3個月(2018.06-2018.08)土壤浸水處理A、B、C、D群植株葉片長度均明顯減少(註:死亡植株不列入計算)，在2018.08時植株葉片長度縮減至最短階段 $1.2 \pm 0.6\text{cm}$ ~ $4.7 \pm 1.5\text{cm}$ ，水位越淺者葉片長度相對越短，2018.09之後葉片長度才又逐漸回升，2018.11時植株葉片長度 $3.3 \pm 1.1\text{cm}$ ~ $7.0 \pm 3.1\text{cm}$ ，此時水位越淺者葉片長度亦相對越短。E群處理後無活植株出現，無法列入計算。E群浸水復活植株，從浸水後1個月(2018.09)的葉片長度 $2.2 \pm 1.2\text{cm}$ ，再經2個月快速增加到 $4.6 \pm 2.1\text{cm}$ ，與B、C群無顯著差異，較D群植株葉片長度為長。整體評估，目前以A群_60cm水位(沉水)表現最佳，B群_30cm水位(沉水)次之，F群_0(乾旱處理)第三、C群_10cm水位(挺水)第四，D群_5cm水位(挺空)第五，E群_0cm(陸生)表現最差。

臺灣水韭沉水植株之葉片暴露在空氣中，在1小時內，葉子先端便產生萎縮現象，若未能迅速再沉到水裡，枯萎葉部會腐爛死亡，未枯萎的葉部還會繼續存活一段時間，也由於枯萎腐爛開起病菌入侵之管道，因此受損的葉片壽命也相對

較短(現場觀察, 無資料), 臺灣水韭若因淺水位的快速波動, 將另植株的葉片不斷發生枯萎、腐爛、死亡, 將大量耗損球莖所儲存養份於產生新葉, 後續產生的新葉也由於能從球莖分配得到養份越少, 形成水位越淺者葉片長度相對越短的現象。除此之外, 水位越深日照強度相對減少, 臺灣水韭植株發生徒長的現象也較明顯, 此結果與陳德鴻(2002)夢幻湖浚深區臺灣水韭葉片長度高於湖區植株調查結果一致。

表3-3、不同水位處理之臺灣水韭植株葉片長(cm)。

處理 方式 ¹⁾	月 份						
	五	六	七	八	九	十	十一
A	11.5±3.4 ^{a2)}	9.1±2.6 ^b	6.3±1.9 ^{cd}	4.7±1.5 ^{de}	5.5±2.0 ^d	6.3±2.9 ^{cd}	7.0±3.1 ^c
B	11.7±2.7 ^a	9.9±2.3 ^b	6.1±2.4 ^{cd}	3.4±1.3 ^f	4.3±1.1 ^e	4.9±1.4 ^{de}	5.2±1.7 ^d
C	11.6±2.9 ^a	7.0±2.7 ^c	2.0±1.0 ^g	1.8±0.8 ^g	3.0±0.8 ^f	3.8±1.3 ^{ef}	4.2±1.2 ^e
D	10.9±2.5 ^a	5.5±2.7 ^d	2.0±1.0 ^g	1.2±0.6 ^h	3.4±2.0 ^f	3.2±0.9 ^f	3.3±1.1 ^f
E	11.8±2.0 ^a	-- ³⁾	--	--	--	--	--
F	11.7±2.5 ^a	--	--	--	2.2±1.2 ^g	3.9±1.3 ^{ef}	4.6±2.1 ^{de}

1) A群_60cm水位(沉水)、B群_30cm水位(沉水)、C群_10cm水位(挺水)、D群_5cm水位(挺空)、E群_0(陸生)、F群_0(乾旱處理)

2)不同數字後面上標號英文字母, 表示達顯著差異(two-way ANOVA, Tukey test, $p<0.05$)

3)無資料

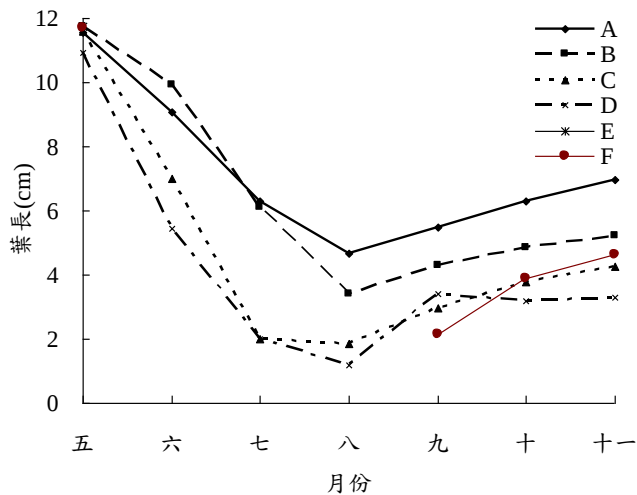


圖3-5、不同水位處理之臺灣水韭植株葉片長(cm)變化。

(四)植株球莖大小

試驗一開始時，不同處理群間植株球莖直徑介於 $7.8 \pm 1.8 \text{ mm}$ ~ $8.0 \pm 2.1 \text{ mm}$ 之間，未達顯著差異，經6個月之後，除了E群所有植株均死亡，球莖腐爛無法測量以外，其餘處理方式之存活植株均明顯減少(註:死亡植株不列入計算)(表3-4，圖3-6)，2018.11時植株球莖直徑 $5.1 \pm 2.6 \text{ cm}$ ~ $7.0 \pm 1.7 \text{ cm}$ ，ABCD群植株球莖無顯著差異，但明顯大於F群。整體評估，目前以D群_5cm水位(挺空)表現最佳，A群_60cm水位(沉水)次之，B群_30cm水位(沉水)第三、C群_10cm水位(挺水)第四，F群_0(乾旱處理)第五，E群_0cm(陸生)表現最差。

如先前所提臺灣水韭若因淺水位的快速波動，將令植株的葉片不斷發生枯萎、腐爛、死亡，將大量耗損球莖所儲存養份於產生新葉，球莖由外緣開始海棉質化腐爛，造成球莖日益縮小。

由於本研究區位於臺北市區中心，約高夢幻湖氣溫 5°C ，僅管ABCD群土壤雖水分充足，夏季高溫還是造成植株葉片數量及葉片長度明顯減少及縮短，也同樣對球莖大小造成傷害。在夢幻湖枯水期，最高土溫可達 35°C (陳德鴻 2002)，是否夢幻湖浚深區/湖央/湖岸因覆水多寡產生土溫差異，也同樣影響到夢幻湖區域間臺灣水韭生長狀況有所不同，則還有待進一步調查。

表3-4、不同水位處理之臺灣水韭植株球莖直徑(mm)。

處理方式 ¹⁾	月 份	
	五	十一
A	8.0±2.1 ^{a2)}	6.6±1.9 ^b
B	7.9±2.1 ^a	6.5±1.7 ^b
C	8.0±1.7 ^a	6.5±1.6 ^b
D	7.8±1.8 ^a	7.0±1.7 ^b
E	8.0±1.9 ^a	0 ^d
F	8.0±1.7 ^a	5.1±2.6 ^c

1) A群_60cm水位(沉水)、B群_30cm水位(沉水)、C群_10cm水位(挺水)、D群_5cm水位(挺空)、E群_0(陸生)、F群_0(乾旱處理)

2)不同數字後面上標號英文字母，表示達顯著差異(two-way ANOVA, Tukey test, $p<0.05$)

3)無資料

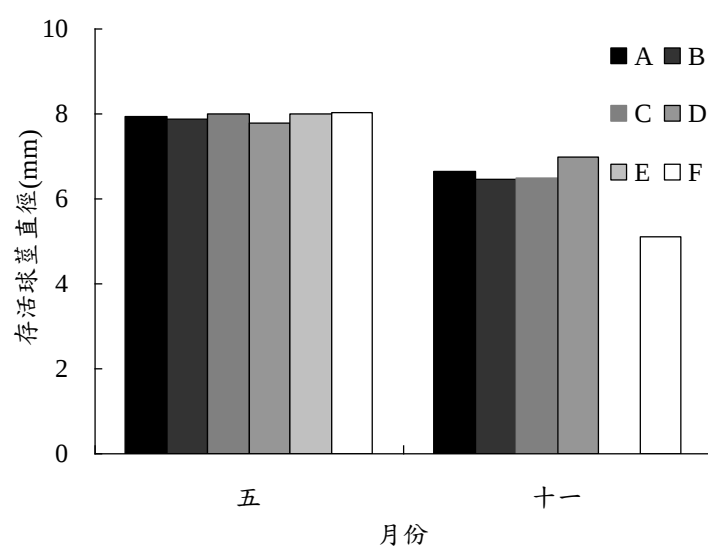


圖3-6、不同水位處理之臺灣水韭植株球莖直徑(mm)變化。

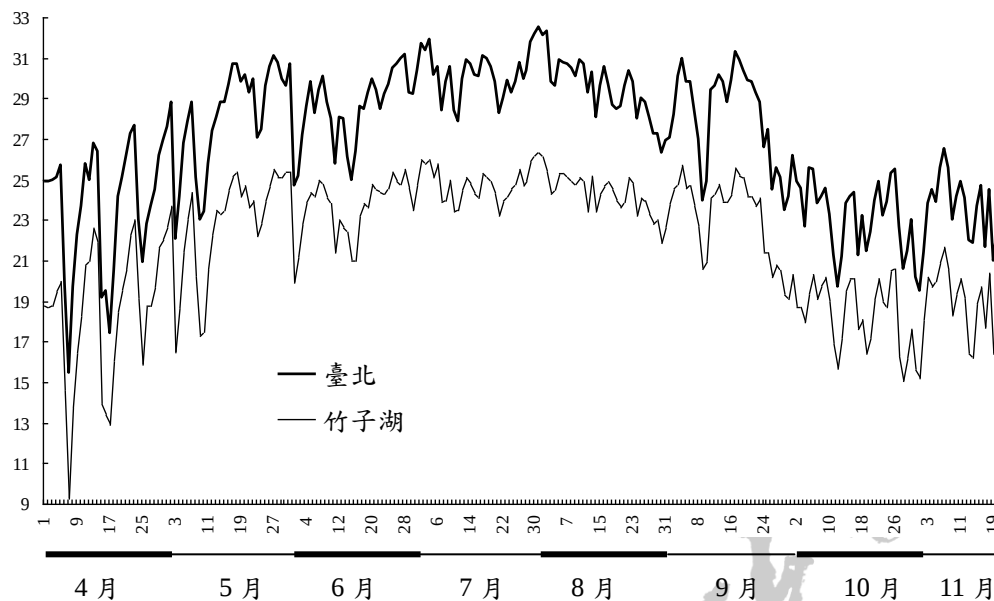


圖 3-7、臺北及竹子湖氣象站日均溫變化(2018 年 4 月 1 日~2018 年 11 月 21 日)。
左縱軸為氣溫(°C)，右縱軸為降水量(mm)。

(五)植株孕性

於試驗結束前(2018.11.21)將所有存活植株之葉片逐一剝開，檢視是否具有生長孢子之葉子，透過解剖顯微鏡檢查葉片是否具大孢子囊或小孢子囊，若有大孢子囊則再計算孢子囊內孢子數，最多檢查3個大孢子囊。結果顯示除了E群植株全數死亡無資料外，其餘5種處理方式，均有部分植株產生小孢子葉，介於66.7%~33.3%，A, B, C, F群具小孢子葉植株比例無顯著差異(66.7%~65.5%)，D群則僅約前四群的一半(33.3%)。具大孢子葉植株A群2株，孢子囊內大孢子數量分別為：植株編號133—數量96,63, 103，植株編號99—數量28。具大孢子葉植株D群1株，植株編號133—101, 88, 63，孢子囊內大孢子數量略低於前人報導(100~200粒，黃增泉等人 1988)，從孢子囊大小研判(<1mm寬)，小孢子數亦偏少。整體評估，目前以A群_60cm水位(沉水)表現最佳，D群_5cm水位(挺空)次之，B群_30cm水位(沉水)第三、C群_10cm水位(挺水)第四，F群_0(乾旱處理)第五，E群_0cm(陸生)表現最差。

表3-5、不同水位處理之臺灣水韭植株孕性比例(%)。

	處理方式					
	A	B	C	D	E	F
小孢子葉	65.5	66.7	65.5	33.3	-- ²⁾	66.7
小+大孢子葉	6.9	0.0	0.0	4.2	--	0.0
合 計	72.4	66.7	65.5	37.5	--	66.7

註:僅計算活體植株

1) A群_60cm水位(沉水)、B群_30cm水位(沉水)、C群_10cm水位(挺水)、D群_5cm水位(挺空)、E群_0(陸生)、F群_0(乾旱處理)

2)無資料

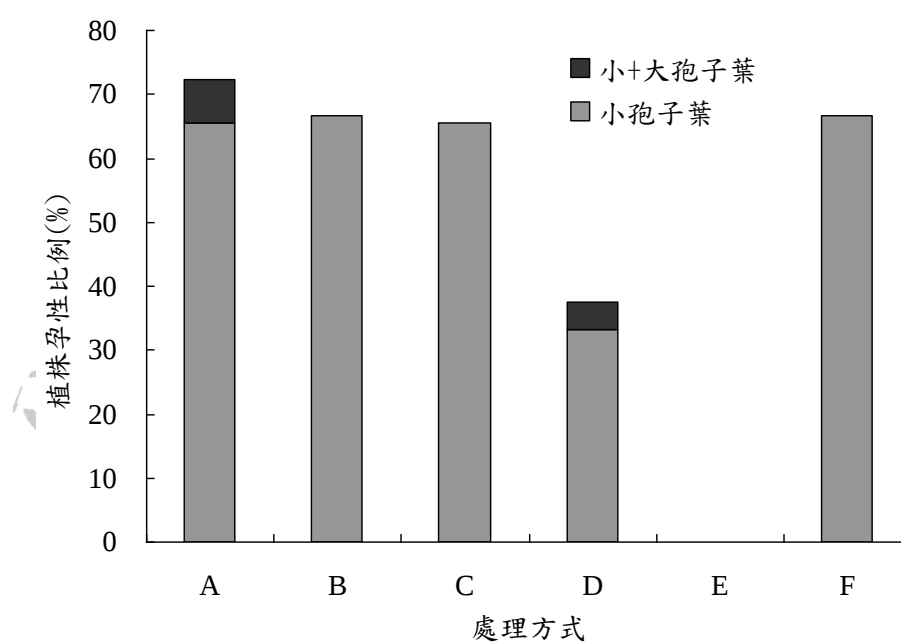


圖3-8、不同水位處理之臺灣水韭植株孕性比例(%)柱狀圖。

三、夢幻湖臺灣水韭球莖數量及分布

(一)土壤中球莖

夢幻湖中臺灣水韭球莖大多位於土壤表面下<5cm深度，數量呈現非均勻分布，每一小區土壤樣本中具有0~15個臺灣水韭球莖，差異性甚大。A4樣區3個小區地被以短穎馬唐為優勢，地被無臺灣水韭植株，土壤中亦未發現臺灣水韭球莖。B樣區地被為針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭型，土壤中球莖25個，發芽率76%，球莖平均直徑 9.2 ± 2.9 mm，球莖之尺寸為所有樣區中之首，球莖大小分佈結構呈鐘型。C樣區地被為臺灣水韭或針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭型，土壤中球莖13個，發芽率77%，平均直徑 6.9 ± 3.8 mm，球莖大小分佈結構呈鐘型；3小區間土壤中球莖大小差異性大($3.0\pm 1.0\sim 12.0\pm 2.4$ mm)，球莖越大發芽率越高。D樣區地被為臺灣水韭型，土壤中球莖8個，發芽率88%，發芽比例居所有樣區之首，球莖平均直徑 4.9 ± 3.2 mm，球莖大小分佈結構呈鐘型。E樣區地被為連萼穀精草-臺灣水韭型，土壤中球莖42個，發芽率67%，球莖平均直徑 3.9 ± 1.1 mm，居所有樣區中最小者，此外球莖大小分佈結構呈L型。F樣區地被為臺灣水韭型，土壤中球莖10個，發芽率70%，球莖平均直徑 8.8 ± 2.2 mm，球莖大小分佈呈鐘型(表3-6，圖3-8)。全數107土壤臺灣水韭球莖，經3天浸水後開始抽新葉芽，兩週發芽率達穩定狀態，未發芽之球莖已開始出現腐爛，2週時具發芽能力球莖80棵，未發芽者27棵，具活力可發芽比例74.8%；兩群之球莖平均直徑分別為 6.7 ± 3.5 mm、 4.1 ± 2.3 mm，兩群之間達顯著差異(表3)，支持臺灣水韭球莖愈大，具有較大的存活率的通論(Huang et al. 2018)。

依本研究結果顯示，在6個樣區之間，土壤中臺灣水韭球莖數量密度由高而低依序為：E樣區(球莖42個/ 1000cm^3 ，連萼穀精草-臺灣水韭)、B樣區(球莖25個/ 1000cm^3 ，針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭)、C樣區(球莖13個/ 1000cm^3 ，針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭)、F樣區(球莖10個/ 1000cm^3 ，臺灣水韭)、D樣區(球莖8個/ 1000cm^3 ，臺灣水韭)、A4樣區(球莖0個/ 1000cm^3 ，短穎馬唐)，各樣區臺灣水韭土壤中球莖

平均大小排列依序為：B樣區($9.2\pm 2.9\text{mm}$)、C樣區($6.9\pm 3.8\text{mm}$)、F樣區($5.9\pm 3.0\text{mm}$)、D樣區($4.9\pm 3.2\text{mm}$)、E樣區($3.9\pm 1.1\text{mm}$)、A4樣區(無球莖)。

若僅將具抽芽能力者列入計算，土壤中臺灣水韭具活力之球莖數量密度由高而低之樣區依序為：E樣區(球莖28個/ 1000cm^3)、B樣區(球莖19個/ 1000cm^3)、C樣區(球莖10個/ 1000cm^3)、F樣區(球莖7個/ 1000cm^3)、D樣區(球莖7個/ 1000cm^3)、A4樣區(球莖0個/ 1000cm^3)(表4)，無論哪一計算方式其樣區排列順序相仿。

當分析臺灣水韭土壤中球莖密度與直徑之相關性時，相關係數 $r=-0.19^{\text{ns}}$ ，未達顯著水準，若再將E樣區(臺灣水韭密度最高，球莖卻最小，屬於分析中的極端值)刪除後分析，相關係數 $r=0.98$ ，呈高度正相關且達顯著水準($p<0.01$)，意謂著土壤中臺灣水韭球莖密度越高，球莖也往往有越大的趨勢。

(二)地面植株

夢幻湖所有6個永久樣區臺灣水韭植株數量較土壤中孕藏球莖明顯多出許多(415 vs. 107)，植株球莖通常大於土壤中球莖($8.8\pm 3.9\text{mm}$ vs. 6.0 ± 3.5)。然而，各樣區間土壤樣本之臺灣水韭植株，不論數量或大小均存在高度差異性。A4樣區未發現臺灣水韭植株。B樣區臺灣水韭39株，球莖平均直徑 $11.0\pm 3.5\text{ mm}$ ，植株數量僅高於A4樣區，球莖之尺寸為所有樣區中之首，植株球莖大小分佈結構呈鐘型。C樣區臺灣水韭102株，平均球莖直徑 $7.6\pm 2.9\text{ mm}$ ，球莖大小分佈結構呈鐘型。D樣區臺灣水韭113株，植株數量居所有樣區之首，球莖平均直徑 $8.6\pm 3.8\text{ mm}$ ，球莖大小分佈結構呈鐘型。E樣區臺灣水韭資料與D樣區相似，臺灣水韭112株，球莖平均直徑 $8.7\pm 3.9\text{ mm}$ ，球莖大小分佈結構呈鐘型。F樣區臺灣水韭型49株，球莖平均直徑 $10.4\pm 4.7\text{ mm}$ ，球莖大小分佈呈M型(表3-6)。

表3-6、夢幻湖樣區臺灣水韭地面植株及土壤中球莖調查資料。

樣區-小區	地被植群型	臺灣水韭球莖 ^{*1}		
		地面植株	土壤中球莖	
		大小(mm)(數量)	大小(mm) (數量)	發芽率
A4-1	短穎馬唐	-- (n=0)	-- (n=0)	--
A4-2	短穎馬唐	-- (n=0)	-- (n=0)	--
A4-3	短穎馬唐	-- (n=0)	-- (n=0)	--
A4總計		-- (n=0)	-- (n=0)	--
B-1	針蘭-連萼穀精 草-臺灣水韭	13.0±3.5 ^a (n=13)	8.8±2.4 ^b (n=9)	44% (4/9)
B-2	針蘭-連萼穀精 草-臺灣水韭	8.9±2.8 ^a (n=17)	8.5±3.3 ^a (n=10)	90% (9/10)
B-3	針蘭-臺灣水韭	12.2±2.6 ^a (n=9)	11.0±2.4 ^a (n=6)	100% (6/6)
B總計		11.0±3.5(n=39)	9.2±2.9 鐘型 ^{*2} (n=25) 鐘型 ^{*2} (n=6)	76% (19/25)
C-1	針蘭-連萼穀精 草-臺灣水韭	8.1±2.6 ^a (n=36)	6.3±2.9 ^b (n=6)	83% (5/6)
C-2	臺灣水韭	7.8±2.8 ^a (n=55)	12.0±2.4 ^b (n=4)	100% (4/4)
C-3	臺灣水韭	4.5±2.6 ^a (n=11)	3.0±1.0 ^a (n=3)	33 (1/3)

樣區-小區	地被植群型	臺灣水韭球莖 ^{*1}		
		地面植株	土壤中球莖	
		大小(mm)(數量)	大小(mm) (數量)	發芽率
C總計		7.6±2.9 (n=102)	6.9±3.8 (n=13)	77 (10/13)
		鐘型 ^{*2}	鐘型 ^{*2}	
D-1	臺灣水韭	8.6±3.5 ^a (n=34)	3.0±1.4 ^b (n=4)	75(3/4)
D-2	臺灣水韭	8.3±3.9 ^a (n=44)	6.8±3.5 ^a (n=4)	100(4/4)
D-3	臺灣水韭	8.9±4.1 (n=35)	--	--
D總計		8.6±3.8 (n=113)	4.9±3.2 (n=8)	88(7/8)
		鐘型 ^{*2}	鐘型 ^{*2}	
E-1	臺灣水韭	7.5±3.5 ^a (n=48)	3.8±2.1 ^b (n=15)	47(8/15)
E-2	連萼穀精草-臺 灣水韭	10.4±3.6 ^a (n=29)	4.4±2.8 ^b (n=11)	77(6/11)
E-3	連萼穀精草-臺 灣水韭	8.9±4.1(n=35)	--	--
E總計		8.7±3.9(n=112)	3.9±1.1 (n=26)	54 (14/26)
		鐘型 ^{*2}	L型	

樣區-小區	地被植群型	臺灣水韭球莖 ^{*1}		
		地面植株	土壤中球莖	
		大小(mm)(數量)	大小(mm) (數量)	發芽率
F-1	臺灣水韭	12.1±2.9 ^a (n=17)	6.0 ^b (n=1)	100(1/1)
F-2	臺灣水韭	10.1±4.3 ^a (n=20)	3.6±1.1 ^b (n=5)	40(2/5)
F-3	臺灣水韭	8.7±6.5 ^a (n=12)	8.8±2.2 ^a (n=4)	100(4/4)
F總計		10.4±4.7 ^a (n=49)	5.9±3.0 ^b (n=10) M型*2 鐘型*2	70 (7/10)

註 *1 同列標示不同上標英文字母表示球莖大小達顯著差異 (t-test, $p < 0.05$)

*2 臺灣水韭球莖大小分布型

表3-7、夢幻湖土壤中臺灣水韭球莖活力比較。

	發芽	未發芽	全數
數量	82	25	107
直徑大小(mm) ^{*1)}	6.7±3.5 ^a	4.1±2.3 ^b	6.0±3.5 ^a

1) 標示不同上標英文字母表示球莖大小達顯著差異 (t-test, $p < 0.05$)

(三)活力球莖

將臺灣水韭植株球莖及具發芽能力之球莖合併，在此統稱為活力球莖，代表對族群的建立及更新有實際貢獻者，各樣區活力球莖數由高而低排列，分別為 E(n=140)、C(n=121)、D(n=120)、B(n=58)、F(n=56)、A4(n=0)，樣區球莖大小分

佈結構多呈鐘型，集合所有樣區495顆活力球莖，亦呈鐘型分佈結構，坡峰落在8mm徑級(7-8mm)(表3-8，圖3-9)，反映出目前夢幻湖臺灣水韭族群小苗補充不足現象，邊緣區域情況較中心區塊更為明顯。

地面上臺灣水韭植株球莖與土壤中臺灣水韭球莖族群結構均呈鐘型，反映出土壤中活性球莖只是族群鐘部分植株短暫性無葉的狀態，然土壤中活性球莖出現高峰落在4-6mm徑級，較地面植株為小，其理由推測有二，首先，較大植株葉片數較多且長，保有葉片的機率較大，另外，埋藏在土壤中球莖會有耗能逐漸縮小的跡象。

黃增泉等人(1988)描述「臺灣水韭孢子囊形成於春末夏初，夏天乾涸期適孢子囊成熟期，配子體形成於雨季(秋末冬初)，新孢子體則形成於春天」，與主持人的觀察經驗略有不同，人工培養之臺灣水韭小苗，培養1年後球莖直徑>2mm具有生產小孢子能力，培養2年後球莖直徑>5mm方具有生產大孢子能力；凡成熟孕性植株，一年四季皆可發現有深褐色成熟孢子囊在外緣葉片內側基部。每片葉子在生長初期已有孢子囊，只是在初期較不明顯，容易被忽略。孢子落入土壤中可能會休眠狀態一段時間，當夢幻湖水位較低或乾涸期發芽、發育配子體受精後長出幼苗。

表3-8、夢幻湖各永久樣區臺灣水韭活力球莖大小(mm)。

樣區	植株	土壤中	全數
A4	-- (n=0)	-- (n=0)	-- (n=0)
B	11.0±3.5(n=39)	9.7±2.9(n=19)	10.6±3.4(n=58)
C	7.6±2.9 (n=102)	7.5±3.7(n=19)	7.5±3.0 (n=121)
D	8.6±3.8 (n=113)	5.3±3.2(n=7)	8.4±3.9 (n=120)
E	8.7±3.9(n=112)	4.4±2.2(n=28)	7.8±4.0 (n=140)
F	10.4±4.7 ^a (n=49)	7.0±2.8(n=7)	10.0±4.6 (n=56)

所有土壤樣本共所取之臺灣水韭495顆活力球莖中，具無明顯受損葉子者，即謂正常者有155顆，佔總數31.3%、抽新葉者100顆(20.2%)、葉先端枯爛者160顆(32.3%)、無葉者80顆(16.2%)，顯示夢幻湖乾涸造成臺灣水韭植株葉片傷害的比例將近7成(表3-9)。從本研究不同水位的控制實驗結果，推測夢幻湖臺灣水韭面臨湖底之乾涸，葉子先端開始出現枯爛，若水位未能及時補充，葉子可能會枯爛脫落，以球莖方式在土壤中保存，保存時間可能長達一年以上(Huang et al. 2018)，待雨季來到再度復甦抽新葉，然有植株在葉子出現枯爛時亦開始抽發出新葉子，根據觀察經驗，這些挺空長出的新葉通常較短，葉子基部有明顯的彎曲現象，讓葉子更為貼近地面；此外，葉子物理性強度增強更不易發生折損。

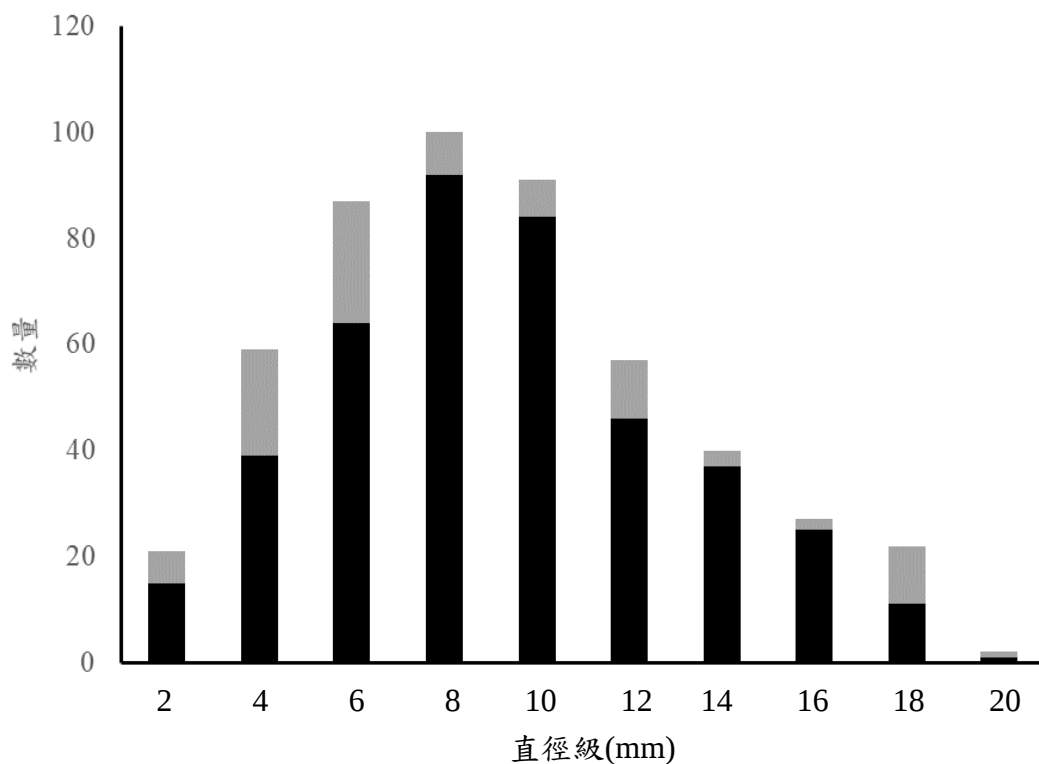


圖3-9、所有樣區內臺灣水韭活力球莖直徑級分布。黑色：地面植株，灰色：土壤中球莖。

表3-9. 不同葉子生長狀態之臺灣水韭活力球莖數量

樣區	葉子生長狀態 ¹⁾			
	正常	抽新葉	葉先端枯爛	無葉
A4	0	0	0	0
B	5	22	12	19
C	27	20	55	19
D	57	11	45	7
E	44	43	25	28
F	22	4	23	7
總計	155	100	160	80
比例(%)	31.3	20.2	32.3	16.2

1) 以該球莖上以表現某一生長狀態之葉片數最多者為準

若比對林幸助(2015)與陳德鴻(2007)歷史資料(2006年10月~2015年10月)，A4永久樣區104(2015)年前，臺灣水韭為優勢物種，104年之後逐漸被禾本科植物所取代；B樣區為針蘭與臺灣水韭優勢相互交替的植群型；C樣區99(2010)年前為淺深區或針蘭優勢植群型，99年後臺灣水韭覆蓋度逐漸增加，成為臺灣水韭與針蘭優勢相互交替的植群型；D樣區一直維持臺灣水韭與針蘭優勢相互交替的植群型；E樣區99年前以水毛花或狹葉泥炭蘚佔優勢，雖有臺灣水韭出現，卻覆蓋度偏低，104年後水毛花及狹葉泥炭蘚已不復見，臺灣水韭取而代之成為絕對優勢物種；F樣區99年前水毛花、狹葉泥炭蘚與針蘭並列優勢的植群型，99年2月~100年2月狹葉泥炭蘚佔絕對優勢，臺灣水韭覆蓋度一直偏低，104年時臺灣水韭已與針蘭、連萼穀精草並列優勢(林幸助等 2015)。現在C、D、E樣區，處於水淹沒時間較長的區域，臺灣水韭生長狀況佳；根據林幸助(2017)引述黃國文2016年「105年夢幻湖生態保護區地形量測計畫分析報告」資料，夢幻湖每年單位面積

平均淤積高度為2cm (圖3-10)。A4樣區自從104年湖岸淤積淤被禾本科植物入侵之後，臺灣水韭覆蓋度大幅減少(林幸助 2018)。

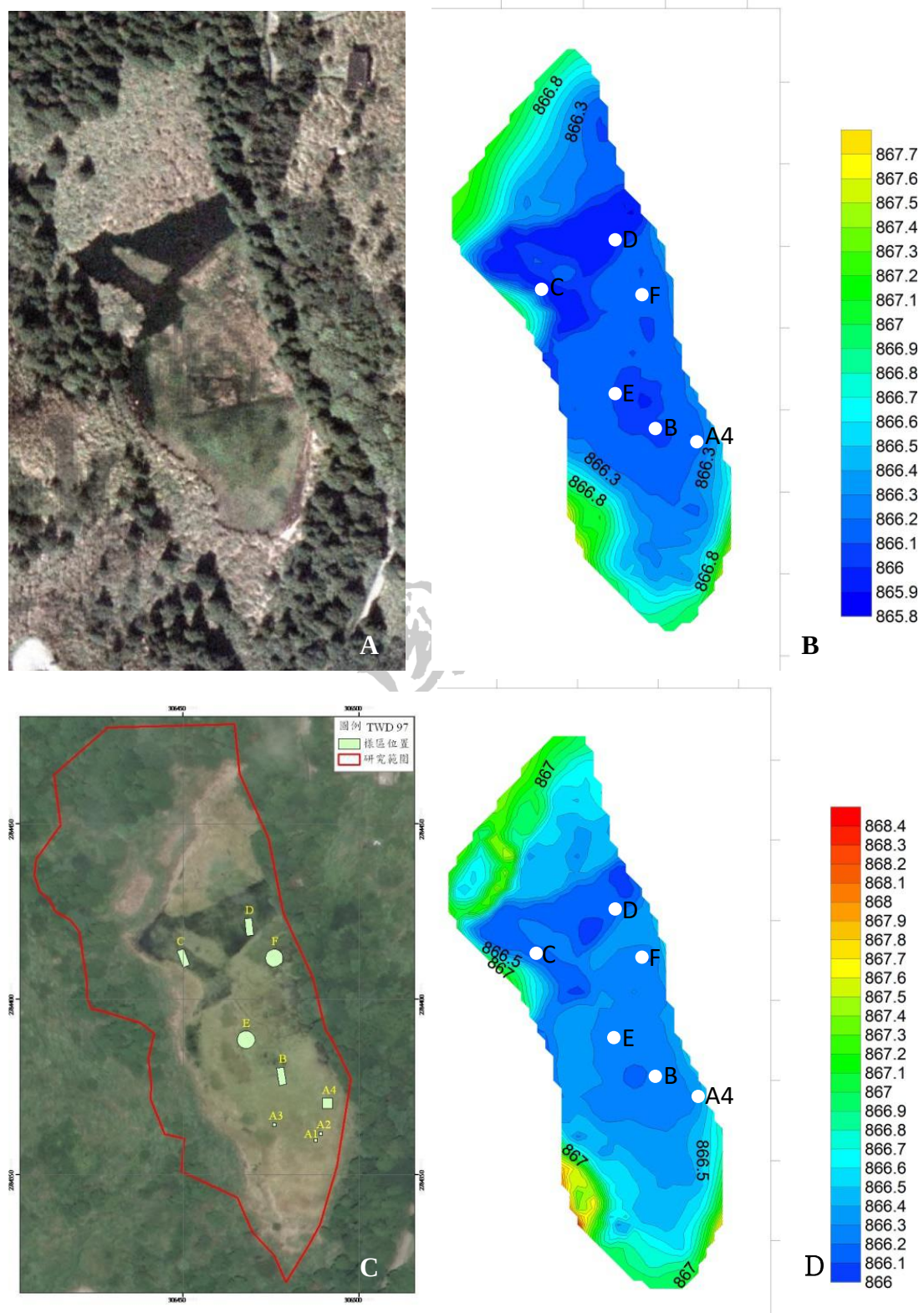


圖3-10、夢幻湖永久樣區圖。A: 2007空照圖；B:2007年地形圖；C: 2016年空照圖；D:2016年地形圖(資料來源：陳德鴻 2009，林幸助 2017)。

夢幻湖永久樣區臺灣水韭覆蓋度可能會隨季節變化而生激烈波動(表3-10)，當進一步分析活力球莖密度與臺灣水韭最大覆蓋度時，結果顯示夢幻湖永久樣區內活力球莖密度與臺灣水韭覆蓋度最大值呈顯著正相關，而與最小值或落差值(最大值－最小值)則無明顯相關性存在(表3-11)。換言之，活力球莖密度是一個預測臺灣水韭最大覆蓋度的一個良好指標，較不易受季節性所影響。

表3-10、夢幻湖永久樣區內臺灣水韭覆蓋度及活力球莖密度。

樣區	位置	海拔高度	2018 年臺灣水韭覆蓋度(%) ¹⁾			活力球莖密度
		(m) ¹⁾	最小值	最大值	落差值	(個/1000cm ³) (n=3) ²⁾
A4	湖岸	866.4	0	45	45	0
B	湖央	866.3	90	97	7	19.3±5.9
C	浚深區	866.1	28	86	58	37.3±23.7
D	浚深區	866.1	81	100	19	40.3±6.8
E	湖央	866.3	50	91	41	42.0±12.1
F	湖央	866.3	28	67	39	18.7±3.1

資料來源：¹⁾林幸助，2017；²⁾本研究。

表3-11、臺灣水韭覆蓋度及活力球莖密度相關性分析(r值)。

	活力球莖密度
覆蓋度最小值	0.49ns
覆蓋度最大值	0.81*
覆蓋度落差值	0.02ns

ns:不顯著,*顯著(p<0.05)

第四章 結論

一、植株水深試驗證實水位較深的植株不論是在存活率、植株葉片數、葉片長度、球莖大小及孕性比例均有較佳的表現，此一結果與前人在夢幻湖的調查結果相符。維持足夠的水位一段時間對保育臺灣水韭是有其必要性。

二、與林幸助教授團隊今年正執行的「106-107年夢幻湖重要濕地國家級基礎調查計畫」資料比對後確認，在季節性臺灣水韭密度波動大的區域與土壤中蘊藏臺灣水韭未抽葉球莖密度無關。活力球莖密度是一個預測臺灣水韭最大覆蓋度的一個良好指標，較不易受季節性所影響。

三、夢幻湖臺灣水韭目前雖然生長旺盛，但族群結構卻呈鐘形分布，推測可能與族群新苗補充遇到瓶頸或低幼苗存活率有關，創造適合臺灣水韭更新的環境，是域內保育一重要議題。

四、各樣區活力球莖大小分佈結構均呈鐘型，波峰落在8mm徑級(7-8mm)，反映小苗補充不足現象，另外，活力球莖密度與現存植株最高覆蓋度呈顯著正相關，因此，檢測活力球莖數量及大小可視為臺灣水韭族群評估健康度指標。

第五章 參考書目

中央氣象局。2018。竹子湖氣象站。<https://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>。

臺北植物園。2018。

<https://www.facebook.com/321991691227057/photos/a.431245643634994/1839778922781652/?type=3&theater>

自然科學博物館。2018。學習資源。

<http://edresource.nmns.edu.tw/ShowObject.aspx?id=0b819d5e7e0b81d9d3470b81d799140b81d7e73b>。

李婧、关昞、范海翔、刘婷婷、刘保东。2015。三种湿地濒危水韭叶片对干旱胁迫的生理响应。湿地科学 DOI: 10.13248/j.cnki.wetlandsci.2015.02.014。

林仲剛。2009。臺灣水韭的繁殖。自然科學博物館館訊 261:1-7。

林幸助。2015。陽明山國家公園夢幻湖生態保護區棲地調查與監測。陽明山國家公園管理處委託研究報告。

林幸助。2017。105-106 年度夢幻湖重要濕地(國家級)基礎調查計畫。陽明山國家公園管理處委託研究報告。

荒野保護協會。2018。夢幻湖。<https://www.sow.org.tw/accomplishment/1090>。

游雅婷。2013。環境因子和人為干擾對夢幻湖濕地臺灣水韭的影響。國立臺灣大學農藝學研究所博士論文。

特生中心。2018。臺灣特有及稀有水生植物族群生態之研究。

<https://tesri.tesri.gov.tw/view.php?catid=1847>。

陳德鴻。2007。夢幻湖長期生態監測與臺灣水韭復育研究計畫。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。

陳德鴻。2008。夢幻湖臺灣水韭原棲地保育監測及維護計畫。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。

- 陳德鴻。2009。夢幻湖臺灣水韭原棲地保育監測及維護工作(2/5)。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。
- 陳德鴻。2010。夢幻湖臺灣水韭原棲地保育監測及維護工作。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。
- 陳淑華、楊天南。2010。陽明山國家公園古氣候之調查。陽明山國家公園委託研究報告。
- 陳寧庸、張文亮。2010。以生態棲位寬度評估臺灣水韭在陽明山夢幻湖濕地適合生長之水深。農業工程學報 56(3): 32-42。
- 張永達。2001。臺灣水韭棲地及族群遺傳之研究，陽明山國家公園管理處研究計畫。
- 張永達。2002。陽明山長期生態研究計畫-夢幻湖生態系及環境變遷之研究。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。
- 張永達、陳俊雄。2003。夢幻湖生態系保護區臺灣水韭保育與植群演替監測。陽明山國家公園管理處委託研究計畫。
- 張永達。2003。金門溼地及水韭之分類與生態調查研究。金門國家公園管理處委託研究計畫。
- 張永達、郭章儀、賴明洲。2004。金門太武山水韭的形態研究。國家公園學報 14: 71-79。
- 張永達。2006。陽明山國家公園夢幻湖陸生植物對臺灣水韭生長的影響。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。
- 黃昭國。2017。夢幻臺灣水韭_極度乾燥 100 天復活。
<http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2176203>。
- 黃增泉。1988。夢幻湖植物生態系之調查研究。陽明山國家公園管理處研究計畫。
- 黃國文。2016。105 年夢幻湖生態保護區地形測量計畫分析報告。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。

楊錫昌。1992。陽明山國家公園稀有及特殊植物繁殖之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。

遠見雜誌。2018。東源濕地 水上草原。

https://www.gvm.com.tw/fashion/article.html?article_id=43363。

廖宇賡、劉媚媚。2009。金門產水韭的耐旱性及其栽培初探。自然保育季刊 68: 23-27。

臺灣植物紅皮書編輯委員會。2017。臺灣植物紅皮書名錄。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、行政院農業委員會林務局、臺灣植物分類學會。

臺灣國家公園。2018。臺灣水韭 http://np.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=2534&Itemid=34。

鄭先祐。1987。陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究。陽明山國家公園管理處研究計畫。

鄭恒隆。2007。夢幻湖的珍稀寶貝——臺灣水韭回來了。源 63: 26-35。

劉聰桂。1990。夢幻湖及附近窪地之剖面分析及定年研究。陽明山國家公園管理處委託計畫報告。

蕭野。2018。存活 3 億年，數量稀少——我國 5 種特有水韭全列為一級保護 環境與生活雜誌。

<https://www.xuehua.us/2018/07/05/%E5%AD%98%E6%B4%BB3%E4%BA%BF%E5%B9%B4%EF%BC%8C%E6%95%B0%E9%87%8F%E7%A8%80%E5%B0%91-%E6%88%91%E5%9B%BD5%E7%A7%8D%E7%89%B9%E6%9C%89%E6%B0%B4%E9%9F%AD%E5%85%A8%E5%88%97%E4%B8%BA%E4%B8%80/zh-tw/>

謝長富、黃增泉、楊國禎、謝宗欣。1990。陽明山國家公園稀有植物族群生態調查。陽明山國家公園管理處委託研究報告。

謝長富。2011。陽明山國家公園竹子湖入口溼地生態調查。陽明山國家公園管理處委託研究報告。

- Engelmann G. 1882. The genus *Isoetes* in North America. Trans. St. Louis Acad. Sci. 4: 358–390.
- Huang Y. M., Y. L. Chang, W. L. Chiou. 2015. Soil spore bank of *Isoetes taiwanensis* DeVol (Isoetaceae). Int. J. Plant Repro. Biol. 7:1–7.
- Huang Y. M., Y. Q. Yap, C. W. Li. 2018. A semiaquatic but desiccation-tolerant plant, *Isoetes taiwanensis* DeVol (Isoetaceae; Lycophyta). Int. J. Plant Reprod. Biol. 9(1) DOI 10.14787/ijprb.2018 9.1.
- Kim C., H. Shin, Y. T. Chang, H. K. Choi. 2010. Speciation pathway of *Isoetes* (Isoetaceae) in East Asia inferred from molecular phylogenetic relationships. Amer. J. Bot. 97(6): 958–969.
- Li F. W., L. Y. Kuo, S. Poplawski, T. C. Lin, Y. M. Huang, T. C. Wu, C. N. Wang, W. Y. Kao, T. Michael. 2018. A reference genome for *Isoetes* and the evolution of aquatic CAM photosynthesis. Botany 2018 Thriving with Diversity. <http://2018.botanyconference.org/> (Abstract).
- Musselman L. J. 2001. Georgia Quillworts. Tipularia 16: 2–19.
- Taylor W. C., N. T. Luebke, D. M. Britton, R. J. Hicky, D. F. Brunton. 1993. Isoetaceae Reichenbach Quillwort Family. In Flora of North America Editorial Committee (eds.) Flora of North America. Oxford University Press, New York Pp 64–84.
- Taylor W. C., R. L. Angel, Q. F. Wang, X. Liu, N. S. Napier, S. B. Hoot. 2004. Phylogenetic relationships of *Isoëtes* (Isoëtaceae) in China as revealed by nucleotide sequences of the nuclear ribosomal ITS region and the second intron of a *LEAFY* homolog. Amer. Fern J. 94(4): 196–205.
- Williams S. 1943 I.—On *Isoetes australis* S. Williams, a new species from Western Australia. Part I. General morphology. Proc. R. Soc. Edinb. Biol. 62 1–8.

附錄 1、夢幻湖水位與臺灣水韭相關研究報告彙整。

文獻	內容
鄭先祐 1987	夢幻湖大部分水域水深<50cm。 湖區主要植物是臺灣水韭與鼓精草。 變動水位保障臺灣水韭免於其他水生植物競爭。
黃增泉等人 1988	臺灣水韭植株在夏季湖床乾涸可存活，秋冬沉浸在水面下 1-2m 生長良好。
楊錫昌 1992	若夢幻湖乾涸太久，臺灣水韭有滅絕危機
張永達 2001	夢幻湖湖區與浚深區臺灣水韭葉片長度具顯著差異，葉面積與葉片數則無；浚深區有些區域太深臺灣水韭不易生長。2001 年 7 月降水不足，完全乾涸，生長狀況不好，生長地點至少要有一點水存在。
張永達 2002	臺灣水韭葉片數以湖區高於浚深區，葉片長度以浚深區高於湖區，葉面積沒有顯著差異。
張永達、陳俊雄 2003	2001-2003 年夢幻湖<20cm 深度在佔年度天數 75~90%。 臺灣水韭分布面積比例下降，同時間夢幻湖平均深度亦有下降之情況。
陳德鴻 2009	水位變化幅度甚大，通常在 5 月及 6 月份容易因此出現全域短暫的乾涸的狀況。至於冬季期間的水位則由於秋季的雨水補注，使得水位皆能保持在 30cm 以上，屬於全年度較穩定的豐水時期。

文獻	內容
陳淑華、楊天南 2010	得知本岩心底部 230cm 深處約為 6200 yr BP，由此推算夢幻湖至少在 6200 年前即已形成。臺灣水韭在整個湖積物中都可發現，證明它早在 6200 年前即已存在夢幻湖內。 土壤深 62 - 38 cm ;距今約 3600 – 2750 年此花粉帶出現大量的水韭小孢子，並連續出現水韭大孢子，由此可見水韭在此時期的繁盛生長，同時也代表了湖水的高漲。
陳寧庸、張文亮 2010	臺灣水韭族群具水深的競爭性，水深需維持在 49 cm 左右；維持臺灣水韭族群數量得以存活的水深為 25 cm，使臺灣水韭族群面臨可能消失的平均水深為 4 cm。具競爭優勢的水深，並不代表全年湖區需維持如此的水深，根據中度擾動學說，偶爾的乾旱對臺灣水韭而言是有助益的，只是連續乾旱的時間不可超過 20 天。
游雅婷 2013	環境因子影響臺灣水韭覆蓋率的主因為水文。臺灣水韭在夢幻湖溼地裡最適生長年平均水深為 50cm，年平均水深 30cm 以下無臺灣水韭的蹤跡，年平均水深 60cm 時，臺灣水韭的覆蓋率高達 90%。人為夯實確實有助於提高水位，而水位上升能抑制稗蓋的生長。同時，人為移除強勢物種也可抑制水毛花在夢幻湖溼地的蔓延。
林幸助 2015	夢幻湖的水位深度是影響植物社會形成之主要因子。臺灣水韭對短期的環境變化具應變能力，但長時間的浸水與乾旱皆不利生長，保育臺灣水韭應著重維持水位之季節性變化更甚於維持水位及環境之穩定。又夢幻湖若一直處於淹水狀態有利於挺水植物(如水毛花)的生長，遮住生長在底層之臺灣水韭光線，產生生育地競爭壓力。

文獻	內容
林幸助 2017	樣區經過浚深處理，長期維持有水狀態，因此大多數樣區以臺灣水韭為絕對優勢，但靠近水陸交界的樣區，因無法持續維持積水狀態，臺灣水韭因水深變化而覆蓋率呈現波動。 臺灣水韭最適年平均水深為 50.1cm，標準差為 12.1cm，且當年平均水深大於 50cm 時，臺灣水韭將擁有更佳之生長優勢。夢幻湖湖區水深介於此最適年平均水深正負一個標準差以內之時間約占總監測時間之 33%，水深大於 38.0cm 之時間(亦即臺灣水韭擁有生長優勢之水深)，則約占總監測時間之 68%。

附錄 2、水位試驗之臺灣水韭植株葉片數(2018 年 5~11 月)。--:無資料。

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
I-A	14	35	30	7	2	16	21	21
I-A	49	31	25	10	11	12	14	15
I-A	23	18	17	8	4.5	11	11	11
I-A	106	12	20	6	3	15	15	16
I-A	115	16	16	5	4	8	7	10
I-A	189	35	27	6	8	11	7	9
I-A	101	41	29	9	8	8	8	11
I-A	30	26	17	4	6	9	8	9
I-A	57	22	19	4	7	10	9	11
I-A	179	12	8	2	1	5	3	8
I-B	98	23	17	5	3	10	13	14
I-B	79	39	22	11	7	11	10	12
I-B	166	15	10	4	6	9	9	7
I-B	59	27	16	15	8	11	11	11
I-B	45	39	16	9	9	12	10	13
I-B	163	48	34	17	15	17	17	20
I-B	177	16	11	7	5	8	9	9
I-B	1	14	13	10	7	9	8	0
I-B	44	24	13	6	5	8	9	10
I-B	90	40	7	6	7	8	8	8
I-C	68	34	15	5	4	11	15	16
I-C	127	20	16	7	6	10	10	10

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
I-C	19	25	22	12	9	12	15	18
I-C	147	28	9	10	4	9	10	10
I-C	48	28	21	7	8	12	10	10
I-C	7	21	17	9	9	11	13	14
I-C	17	13	7	--	--	--	--	--
I-C	24	16	8	7	7	10	10	11
I-C	126	23	10	7	4	10	13	14
I-C	171	22	13	5	4	9	10	10
I-D	27	20	14	4	5	12	9	12
I-D	178	50	23	13	2	8	10	10
I-D	164	18	4	2	1	4	8	7
I-D	100	32	6	5	2	10	10	11
I-D	5	15	10	3	4	9	8	8
I-D	29	28	18	3	3	5	9	10
I-D	103	36	18	4	3	16	19	18
I-D	137	20	10	7	5	10	10	11
I-D	18	18	11	6	3	8	8	10
I-D	8	17	4	11	--	--	--	--
I-E	66	63	--	--	--	--	--	--
I-E	13	31	--	--	--	--	--	--
I-E	84	19	--	--	--	--	--	--
I-E	114	28	--	--	--	--	--	--
I-E	83	45	--	--	--	--	--	--

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
I-E	20	26	--	--	--	--	--	--
I-E	54	31	--	--	--	--	--	--
I-E	47	11	--	--	--	--	--	--
I-E	3	22	--	--	--	--	--	--
I-E	132	24	--	--	--	--	--	--
I-F	128	26	--	--	--	--	--	--
I-F	69	17	--	--	--	--	--	--
I-F	62	43	--	--	--	--	--	--
I-F	93	25	--	--	--	--	--	--
I-F	149	35	--	--	--	--	--	--
I-F	190	20	--	--	--	--	--	--
I-F	51	12	--	--	--	8	10	14
I-F	156	22	--	--	--	4	9	13
I-F	188	30	--	--	--	2	2	--
I-F	122	24	--	--	--	--	--	--
II-A	105	17	13	11	12	11	11	11
II-A	37	28	22	26	18	20	22	25
II-A	125	18	6	7	9	11	12	11
II-A	158	46	25	12	10	12	13	12
II-A	96	24	4	4	4	6	5	6
II-A	31	25	8	8	8	11	10	12
II-A	33	20	13	5	6	7	5	3
II-A	11	15	13	9	6	8	8	11

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
II-A	36	19	18	19	5	6	7	9
II-A	169	27	23	18	12	13	15	13
II-B	21	25	21	13	11	13	12	14
II-B	175	32	19	5	7	10	10	10
II-B	172	25	8	5	5	6	6	4
II-B	109	33	23	14	12	16	18	18
II-B	6	16	13	8	8	12	8	12
II-B	102	24	22	8	7	9	9	10
II-B	187	15	7	4	1	5	6	6
II-B	71	20	10	5	2	7	7	7
II-B	162	36	11	7	7	10	10	10
II-B	35	32	27	10	3	7	12	15
II-C	145	13	7	12	10	5	6	6
II-C	142	38	21	4	2	5	6	6
II-C	120	24	4	3	3	6	5	5
II-C	88	31	25	6	4	11	16	17
II-C	16	26	14	8	8	7	9	9
II-C	39	32	18	6	7	10	14	16
II-C	131	30	12	5	6	6	9	9
II-C	139	28	10	4	4	7	10	11
II-C	52	22	10	8	10	8	13	14
II-C	92	49	9	5	3	12	14	14
II-D	148	37	13	5	2	0	9	7

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
II-D	55	20	5	5	2	--	--	--
II-D	9	12	5	5	5	--	--	--
II-D	77	12	3	1	2	--	--	--
II-D	86	20	6	2	8	--	--	--
II-D	157	17	6	9	2	6	11	6
II-D	146	31	6	3	4	5	6	6
II-D	159	20	3	4	5	6	5	5
II-D	176	22	2	8	3	4	3	2
II-D	151	21	6	5	3	10	10	9
II-E	181	23	--	--	--	--	--	--
II-E	186	36	--	--	--	--	--	--
II-E	112	19	--	--	--	--	--	--
II-E	67	64	--	--	--	--	--	--
II-E	73	16	--	--	--	--	--	--
II-E	111	30	--	--	--	--	--	--
II-E	87	16	--	--	--	--	--	--
II-E	74	27	--	--	--	--	--	--
II-E	46	35	--	--	--	--	--	--
II-E	140	21	--	--	--	--	--	--
II-F	22	26	--	--	--	--	--	--
II-F	76	26	--	--	--	--	--	--
II-F	26	12	--	--	--	--	--	--
II-F	110	12	--	--	--	--	--	--

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
II-F	119	35	--	--	--	2	--	--
II-F	78	29	--	--	--	--	--	--
II-F	155	25	--	--	--	--	--	--
II-F	136	32	--	--	--	--	--	--
II-F	65	31	--	--	--	--	--	--
II-F	81	31	--	--	--	--	--	--
III-A	12	24	17	10	13	19	17	18
III-A	133	31	27	14	14	22	24	30
III-A	80	22	14	8	7	8	9	8
III-A	99	39	34	13	18	26	21	23
III-A	61	26	19	13	13	11	11	--
III-A	116	20	15	6	5	5	5	5
III-A	38	40	10	7	5	7	8	7
III-A	173	28	6	4	2	6	6	6
III-A	153	20	17	8	5	12	15	16
III-A	165	34	21	4	5	10	12	19
III-B	89	26	19	10	9	10	6	6
III-B	94	20	17	10	9	13	14	6
III-B	56	37	14	7	6	9	11	12
III-B	4	22	18	13	10	16	18	20
III-B	107	13	12	6	9	11	13	11
III-B	104	20	14	7	9	9	10	8
III-B	32	24	15	9	11	14	15	17

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
III-B	75	13	11	4	1	6	7	9
III-B	64	22	13	10	7	9	10	9
III-B	91	37	31	10	14	17	23	28
III-C	97	32	5	9	6	6	6	5
III-C	34	17	11	4	6	12	15	18
III-C	174	20	6	5	3	10	9	9
III-C	168	39	12	4	5	8	10	10
III-C	143	22	20	5	9	15	21	22
III-C	25	28	9	0	6	8	11	9
III-C	161	11	5	2	4	9	10	11
III-C	42	15	6	2	3	8	11	10
III-C	85	32	22	3	5	14	16	15
III-C	50	37	34	13	12	18	22	23
III-D	15	15	5	0	6	6	6	7
III-D	95	14	5	5	0	6	9	9
III-D	28	32	11	2	3	9	11	8
III-D	180	39	8	1	7	8	8	7
III-D	167	16	5	1	1	4	4	0
III-D	154	16	3	5	2	8	5	8
III-D	124	32	3	6	4	8	9	10
III-D	72	32	3	4	5	7	8	7
III-D	117	27	10	3	3	5	5	6
III-D	60	28	6	7	7	6	4	4

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
III-E	108	31	--	--	--	--	--	--
III-E	40	27	--	--	--	--	--	--
III-E	41	46	--	--	--	--	--	--
III-E	58	54	--	--	--	--	--	--
III-E	82	16	--	--	--	--	--	--
III-E	123	12	--	--	--	--	--	--
III-E	129	36	--	--	--	--	--	--
III-E	130	36	--	--	--	--	--	--
III-E	170	19	--	--	--	--	--	--
III-E	183	37	--	--	--	--	--	--
III-F	2	28	--	--	--	--	--	--
III-F	43	27	--	--	--	--	--	--
III-F	81	31	--	--	--	--	--	--
III-F	108	31	--	--	--	3	10	10
III-F	185	20	--	--	--	--	--	--
III-F	135	27	--	--	--	--	--	--
III-F	141	33	--	--	--	--	--	--
III-F	144	20	--	--	--	--	--	--
III-F	150	16	--	--	--	--	--	--
III-F	160	18	--	--	--	--	--	--

附錄 3、水位試驗之臺灣水韭植株平均葉長(cm)(2018 年 5~11 月)。 --: 無資料。

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
I-A	14	21.7	12.9	4.3	4.3	6.1	7	7.7
I-A	49	12.6	11.6	9.8	5.4	7	5.8	5.2
I-A	23	11.2	10	6.6	4.8	6.3	5.8	7
I-A	106	11.6	7.8	6.9	6.7	5.5	5.3	6.5
I-A	115	9.1	9.6	5.5	3.8	5.5	5.8	6.4
I-A	189	8.7	11.1	5.9	4.5	4.6	4.2	3.3
I-A	101	17.5	12.6	8.1	4.5	3.8	4.1	3.8
I-A	30	12.4	8.9	5.7	3.3	3.9	4.8	6
I-A	57	9	7.3	4.1	2.8	4.3	4.4	5.4
I-A	179	9.3	4.5	4.3	2	3.5	3.1	4.5
I-B	98	14.4	8.6	3.9	2.3	5.9	6.1	6.4
I-B	79	9.4	9.4	6	3	5.2	5.6	6.2
I-B	166	10.8	5.5	2.6	1.8	1.5	1.5	1.4
I-B	59	14.2	8.4	6.5	3.1	5.3	5.3	5.3
I-B	45	11.9	9.6	5.6	3.8	3.9	3.7	4.3
I-B	163	10.9	12	8.8	4.9	6.1	5.3	5.2
I-B	177	9.9	10.5	5.2	3.2	3.9	3.5	4.6
I-B	1	7	13.9	6.2	4.2	3.9	3.4	--
I-B	44	10.4	10.4	5.2	3.1	3.4	3.2	3.5
I-B	90	13.9	12.3	5.7	2.9	4.3	3.4	4.8
I-C	68	9.4	7.9	1.6	1.4	3.4	3.2	4.5
I-C	127	8.5	9.4	3.3	2.8	3	3.2	4.5

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
I-C	19	12.2	11.3	4.1	3.3	4.5	5.3	5.5
I-C	147	11.5	4.1	2.3	1.4	3.3	2.9	3.3
I-C	48	11.6	5.7	3.2	2.2	3.2	3.8	4.3
I-C	7	11.2	7.7	2.7	1.5	3	3	3.4
I-C	17	7.7	2.7	--	--	--	--	--
I-C	24	7.3	3.9	1.6	1.9	2.8	2.8	3.7
I-C	126	7.6	5.6	2.3	1.6	2.3	3.4	4.3
I-C	171	11.1	6.2	1.5	1.1	3.5	4.3	5.5
I-D	27	13.8	8	2.4	1.6	3.7	4.1	4.3
I-D	178	12.6	9.9	3.1	1	3.5	3.7	4.8
I-D	164	8.8	3	1.4	0.6	1.9	2.3	2.3
I-D	100	10.9	7.2	1.9	1.1	3.5	3.4	3.7
I-D	5	6.9	5.9	3.5	3	3.6	3.3	3.2
I-D	29	11.4	8.6	1.3	1.3	3.3	4	4.6
I-D	103	9.9	8.9	1.6	1.1	5.7	4.9	6.1
I-D	137	9.3	5.4	2.5	1.4	3.4	4.2	4.5
I-D	18	7.5	7.3	1.7	1	2.2	2.9	2.9
I-D	8	11.1	7.5	4.1	--	--	--	--
I-E	66	15.2	--	--	--	--	--	--
I-E	13	13.5	--	--	--	--	--	--
I-E	84	14.4	--	--	--	--	--	--
I-E	114	11.3	--	--	--	--	--	--
I-E	83	11.5	--	--	--	--	--	--

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
I-E	20	11.4	--	--	--	--	--	--
I-E	54	11.4	--	--	--	--	--	--
I-E	47	8.9	--	--	--	--	--	--
I-E	3	9.9	--	--	--	--	--	--
I-E	132	14.4	--	--	--	--	--	--
I-F	128	10.2	--	--	--	--	--	--
I-F	69	11.4	--	--	--	--	--	--
I-F	62	12.8	--	--	--	--	--	--
I-F	93	12.3	--	--	--	--	--	--
I-F	149	11.2	--	--	--	--	--	--
I-F	190	11.2	--	--	--	--	--	--
I-F	51	12.1	--	--	--	3.2	4.8	5.4
I-F	156	9.8	--	--	--	2.4	5.2	6.2
I-F	188	9.7	--	--	--	3.3	3.3	--
I-F	122	11.1	--	--	--	--	--	--
II-A	105	7.5	7.2	6.2	5.9	6.5	6.8	7.9
II-A	37	10.7	11.6	10.6	7.9	9.5	14.4	16.7
II-A	125	13.3	5.7	4.9	4.7	4.6	5.9	6.8
II-A	158	8.3	11.1	7.5	5.8	6.3	6.2	6.8
II-A	96	10.6	8.9	7.1	3.6	3.2	3.3	3.6
II-A	31	15.2	7.6	7.7	5.2	5.7	6.5	7.4
II-A	33	16.8	9.4	6.2	4	5	4	4.7
II-A	11	8.8	9.3	7.2	5.1	4.6	5.2	6.2

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
II-A	36	7.6	7.5	10.7	4.3	5.1	5.2	6
II-A	169	9.7	12	6.9	8.2	9.2	9.9	10.8
II-B	21	13.9	12.9	10.5	6.8	5.6	6.3	7
II-B	175	11.5	10.6	9.2	3	5.1	6.1	7.4
II-B	172	13.5	8.1	5.3	3.9	3.2	3	2.8
II-B	109	10.6	13.6	12.8	6.6	5.5	6.2	6.6
II-B	6	11.8	10.5	7.4	4.3	4.3	5.6	5.1
II-B	102	6.8	9.4	5.9	3.7	3.9	4.4	5
II-B	187	10.8	8	5.7	0.8	4.1	4.7	4.7
II-B	71	9.7	9.1	5.9	2.3	5.8	5.3	6.2
II-B	162	12.2	7.7	4.5	2.9	4.3	5.9	6.1
II-B	35	18.6	12.8	11	1.4	5.6	6	7.7
II-C	145	10.4	3.8	4.3	3.6	1.7	2.3	2.6
II-C	142	17.1	10.4	1.4	1.2	3.5	4.2	4.4
II-C	120	14.4	5	1.3	1.1	1.3	1.9	2.5
II-C	88	12.3	9.5	3.7	1.8	4.9	5.8	5.8
II-C	16	10.5	9.9	3.4	3.9	3.1	4.1	4.7
II-C	39	15.2	9.8	1.7	2.4	3.4	4.6	5.2
II-C	131	12.7	6.9	1.9	1.8	3.4	3.5	4.1
II-C	139	11.1	4.1	1.2	1.2	3.3	4.6	4.8
II-C	52	11.1	6.9	1.5	2.5	2.9	3.7	4.3
II-C	92	7.3	9.4	1.6	1.6	3.8	3.8	4
II-D	148	8.2	7	1.8	0.8	0	4.3	3.3

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
II-D	55	10.7	12.6	2.6	0.4	--	--	--
II-D	9	10.7	2.2	2.6	0.7	--	--	--
II-D	77	10.7	3.2	1	0.9	--	--	--
II-D	86	10.1	3.6	1.3	1.8	--	--	--
II-D	157	19.1	3.1	2.8	0.6	6	3.5	3.5
II-D	146	13.5	5.5	3.5	1.3	5	2.9	3.2
II-D	159	10.7	3	2.2	1.2	6	3.3	3.4
II-D	176	9.8	2.1	3	1.4	4	2.5	1.7
II-D	151	11.2	5.6	2.5	0.9	10	3.3	3.3
II-E	181	14.4	--	--	--	--	--	--
II-E	186	9.8	--	--	--	--	--	--
II-E	112	10.7	--	--	--	--	--	--
II-E	67	14.5	--	--	--	--	--	--
II-E	73	12.4	--	--	--	--	--	--
II-E	111	9.7	--	--	--	--	--	--
II-E	87	11.3	--	--	--	--	--	--
II-E	74	14.1	--	--	--	--	--	--
II-E	46	13.5	--	--	--	--	--	--
II-E	140	12	--	--	--	--	--	--
II-F	22	15.4	--	--	--	--	--	--
II-F	76	16.6	--	--	--	--	--	--
II-F	26	10.3	--	--	--	--	--	--
II-F	110	10.7	--	--	--	--	--	--

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
II-F	119	8.7	--	--	--	1	--	--
II-F	78	9.7	--	--	--	--	--	--
II-F	155	15.2	--	--	--	--	--	--
II-F	136	10.5	--	--	--	--	--	--
II-F	65	10.9	--	--	--	--	--	--
II-F	81	18	--	--	--	--	--	--
III-A	12	13.6	14.7	5.8	5	5	6.7	6.7
III-A	133	12.6	11.1	5.5	5.8	9.3	13.8	13.1
III-A	80	15.4	8.9	6	4.3	3.8	4.7	5.3
III-A	99	9.8	10	6	5.6	9.1	12	12.1
III-A	61	8.8	6.6	8.2	4.7	7	6.3	--
III-A	116	10.4	7.3	4.8	4.2	3.5	4.1	4.4
III-A	38	12.4	5.2	4.5	4.4	3.3	4.4	4.5
III-A	173	12.2	4.8	1.7	2.3	2.5	3.8	3.8
III-A	153	10.5	7.4	4.9	3.7	5.5	9.1	10
III-A	165	9	10.1	5.1	3.2	5.4	6.8	9
III-B	89	12.7	12.4	7.9	3.5	3	2.9	2.3
III-B	94	11	11.5	5.2	5.1	3.8	5.3	3.8
III-B	56	12.7	6.1	3.5	3	2.9	5.6	5.7
III-B	4	9.6	10.2	6.9	4.2	5	7.9	9.4
III-B	107	11.6	12	5.7	3.7	4.1	4.2	4.6
III-B	104	10.3	9.3	3.3	3.3	4.6	5.4	5.7
III-B	32	19.2	7	4.4	3	4.2	5.2	5.1

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
III-B	75	10.4	11.9	5.2	1.1	3.7	4.9	4.3
III-B	64	10.4	6.1	4.4	3.1	2.4	3.5	3
III-B	91	11.9	8.1	3.2	4.2	4.7	6.7	7.5
III-C	97	10.9	4.5	1.6	1	1.2	1.2	1.6
III-C	34	19.1	4.1	1.4	1.6	3.2	5.7	6.2
III-C	174	10.1	7.1	1.1	0.8	2.6	2.3	2.7
III-C	168	12.3	6.5	1.6	1.2	2.1	3	3.2
III-C	143	14.3	7.1	1.5	2	3.5	6.4	6.8
III-C	25	11.1	7.9	0	1.3	2.9	3.8	3.6
III-C	161	10.1	4.2	0.9	1.1	2	3	3.2
III-C	42	11	4	1.6	1.4	2.5	3.2	3.5
III-C	85	11.5	13.5	0.9	2.5	2.6	4.3	4.8
III-C	50	17.7	10.9	2.4	2.4	3	6.1	6
III-D	15	10.3	3.6	0	1.1	0.8	1.8	1.6
III-D	95	7.3	3.6	1.7	0	2.5	2.7	2.9
III-D	28	15	8.2	0.9	1.2	2.5	3.3	3.8
III-D	180	12.8	8.4	0.5	1.8	2.3	2.9	3.3
III-D	167	10.9	3.2	0.8	2.2	2.5	2.7	--
III-D	154	8.8	3.7	2	1.2	3.7	4.6	3.3
III-D	124	9.8	1.9	2	1.3	3	3.1	3.5
III-D	72	11.3	2	1	1.1	2	2	2
III-D	117	12.6	5	1.2	1.2	2.1	2.8	2.6
III-D	60	12.2	4.3	3.5	1.2	2	1.5	1.6

處理方式	植株	月份						
		5	6	7	8	9	10	11
III-E	108	9.2	--	--	--	--	--	--
III-E	40	11.8	--	--	--	--	--	--
III-E	41	13.2	--	--	--	--	--	--
III-E	58	14.1	--	--	--	--	--	--
III-E	82	9.1	--	--	--	--	--	--
III-E	123	10.7	--	--	--	--	--	--
III-E	129	11.5	--	--	--	--	--	--
III-E	130	10.3	--	--	--	--	--	--
III-E	170	10.3	--	--	--	--	--	--
III-E	183	8.2	--	--	--	--	--	--
III-F	2	11.5	--	--	--	--	--	--
III-F	43	11.4	--	--	--	--	--	--
III-F	81	18	--	--	--	--	--	--
III-F	108	9.2	--	--	--	0.9	2.3	2.3
III-F	185	11.8	--	--	--	--	--	--
III-F	135	10.7	--	--	--	--	--	--
III-F	141	11.9	--	--	--	--	--	--
III-F	144	9.3	--	--	--	--	--	--
III-F	150	9.2	--	--	--	--	--	--
III-F	160	10.3	--	--	--	--	--	--

附錄 4、水位試驗之臺灣水韭植株孕性及球莖直徑(mm)。 --: 無資料。

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾	月 份	
		(孢子數/孢子囊)		5	11
I-A	14	1	0	10.7	9.7
I-A	49	1	0	8.8	7.8
I-A	23	1	0	5.9	6.5
I-A	106	1	0	8.5	7.6
I-A	115	1	0	7.7	5.4
I-A	189	0	0	8.5	4.3
I-A	101	0	0	13.2	7.3
I-A	30	1	0	7.9	4.7
I-A	57	1	0	4.8	5
I-A	179	0	0	5.1	5.5
I-B	98	1	0	6.3	5.7
I-B	79	1	0	9.2	4.9
I-B	166	0	0	4.7	3.4
I-B	59	1	0	7.9	6.3
I-B	45	1	0	8.2	4.3
I-B	163	1	0	12.1	6.8
I-B	177	1	0	5.7	5.2
I-B	1	--	--	5.3	--
I-B	44	0	0	6.2	5.7
I-B	90	1	0	9.1	6.6
I-C	68	1	0	10.9	6.5

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾ (孢子數/孢子囊)	月 份	
				5	11
I-C	127	0	0	5.9	4.4
I-C	19	1	0	9.3	6.9
I-C	147	1	0	7.5	5.7
I-C	48	1	0	8.6	5.4
I-C	7	1	0	7.5	5.5
I-C	17	--	--	5	--
I-C	24	0	0	6.3	5.6
I-C	126	0	0	6.5	4.9
I-C	171	1	0	7.3	5.8
I-D	27	1	0	6.8	7.7
I-D	178	1	0	10.8	9.6
I-D	164	0	0	5.6	5.2
I-D	100	0	0	8.3	7.8
I-D	5	1	0	5.7	6.8
I-D	29	1	0	7.6	7.8
I-D	103	1	1 (101, 88, 63)	7.2	9
I-D	137	1	0	7.6	6.7
I-D	18	0	0	5.9	6.3
I-D	8	--	--	6.7	--
I-E	66	--	--	11.1	--
I-E	13	--	--	9.3	--
I-E	84	--	--	7.6	--

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾	月 份	
			(孢子數/孢子囊)	5	11
I-E	114	--	--	8.1	--
I-E	83	--	--	10.9	--
I-E	20	--	--	5.6	--
I-E	54	--	--	8.6	--
I-E	47	--	--	4.8	--
I-E	3	--	--	8.5	--
I-E	132	--	--	7	--
I-F	128	--	--	8.9	--
I-F	69	--	--	6.9	--
I-F	62	--	--	9.6	--
I-F	93	--	--	9	--
I-F	149	--	--	11.1	--
I-F	190	--	--	7	--
I-F	51	1	0	6.6	5.7
I-F	156	1	0	7.1	7.3
I-F	188	--	--	8.6	--
I-F	122	--	--	7	--
II-A	105	1	0	5.1	7.5
II-A	37	1	0	9.8	9.6
II-A	125	1	0	4.8	5
II-A	158	1	0	10.6	7.7
II-A	96	0	0	8.2	3.6

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑 ³⁾	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾ (孢子數/孢子囊)	月 份	
				5	11
II-A	31	1	0	7.7	5.8
II-A	33	0	0	8.5	5.9
II-A	11	1	0	5.6	5.9
II-A	36	0	0	6.6	4.5
II-A	169	1	0	9.9	9
II-B	21	1	0	10.7	9.3
II-B	175	1	0	8.5	7.3
II-B	172	0	0	7.2	5.6
II-B	109	1	0	9.4	9.5
II-B	6	1	0	7.9	5.5
II-B	102	1	0	7.9	5.7
II-B	187	1	0	5.8	5.4
II-B	71	1	0	4.7	6.2
II-B	162	1	0	12.8	8.6
II-B	35	1	0	9.7	7.4
II-C	145	0	0	5.5	4.3
II-C	142	1	0	7.9	7
II-C	120	0	0	8.1	5
II-C	88	1	0	7.7	9
II-C	16	1	0	7.9	7
II-C	39	1	0	9.2	6.7
II-C	131	1	0	9.2	6

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾ (孢子數/孢子囊)	月 份	
				5	11
II-C	139	1	0	10	6
II-C	52	1	0	7.4	7
II-C	92	1	0	10.8	8
II-D	148	1	0	11.1	8
II-D	55	--	--	7	--
II-D	9	--	--	5.3	--
II-D	77	--	--	9	--
II-D	86	--	--	9.2	--
II-D	157	0	0	7.3	6.6
II-D	146	0	0	9.5	5.5
II-D	159	0	0	6.6	6.7
II-D	176	0	0	7.3	3.3
II-D	151	0	0	7.9	6.9
II-E	181	--	--	6.5	--
II-E	186	--	--	8	--
II-E	112	--	--	7.8	--
II-E	67	--	--	11.7	--
II-E	73	--	--	5.7	--
II-E	111	--	--	8.5	--
II-E	87	--	--	6.6	--
II-E	74	--	--	8.5	--
II-E	46	--	--	8	--

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾ (孢子數/孢子囊)	月 份	
				5	11
II-E	140	--	--	8.2	--
II-F	22	--	--	10.5	--
II-F	76	--	--	7.9	--
II-F	26	--	--	5.9	--
II-F	110	--	--	5.1	--
II-F	119	--	--	7.9	--
II-F	78	--	--	7	--
II-F	155	--	--	8.9	--
II-F	136	--	--	9.3	--
II-F	65	--	--	9	--
II-F	81	--	--	6.5	--
III-A	12	1	0	7.7	8
III-A	133	1	1 (96, 63, 103)	10.1	8.9
III-A	80	0	0	6.2	5.3
III-A	99	1	1 (28)	11.2	10
III-A	61		--	6.7	--
III-A	116	1	0	7.6	6.2
III-A	38	1	0	6.6	6.8
III-A	173	0	0	7.7	4.9
III-A	153	1	0	6.9	8.4
III-A	165	1	0	9.9	5.5
III-B	89	0	0	9.1	6

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾ (孢子數/孢子囊)	月 份	
				5	11
III-B	94	0	0	6.7	9
III-B	56	1	0	8.2	5
III-B	4	1	0	7.2	9
III-B	107	1	0	6.4	6
III-B	104	0	0	6.6	6
III-B	32	0	0	9.6	6
III-B	75	0	0	5.3	5
III-B	64	0	0	7.2	6
III-B	91	1	0	10.3	10
III-C	97	0	0	8.6	4.9
III-C	34	1	0	7.6	8
III-C	174	0	0	9.5	5
III-C	168	0	0	9.2	6
III-C	143	1	0	8	8
III-C	25	1	0	7.9	7
III-C	161	1	0	4.7	7
III-C	42	0	0	6	6.7
III-C	85	0	0	8.8	7
III-C	50	1	0	11.6	12
III-D	15	0	0	7.1	6.2
III-D	95	0	0	4.5	5.3
III-D	28	0	0	10.6	7.4

處理方式	植株	孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾ (孢子數/孢子囊)	月 份	
				5	11
III-D	180	1	0	11.8	12
III-D	167	--	--	6.9	--
III-D	154	1	0	6.9	7.3
III-D	124	0	0	8.2	6.8
III-D	72	0	0	9.7	7
III-D	117	0	0	8.1	5.7
III-D	60	0	0	7.3	6
III-E	108	--	--	6.7	--
III-E	40	--	--	7.7	--
III-E	41	--	--	10.1	--
III-E	58	--	--	10	--
III-E	82	--	--	5.8	--
III-E	123	--	--	4.7	--
III-E	129	--	--	9.8	--
III-E	130	--	--	8.7	--
III-E	170	--	--	5.7	--
III-E	183	--	--	10.2	--
III-F	2	--	--	7.1	--
III-F	43	--	--	7.3	--
III-F	81	--	--	11.4	--
III-F	108	0	0	6.7	2.3
III-F	185	--	--	8.4	--

		孕性 ¹⁾		球莖直徑	
		小孢子葉	大孢子葉 ²⁾	月 份	
處理方式	植株	(孢子數/孢子囊)		5	11
III-F	135	--	--	11.8	--
III-F	141	--	--	8.8	--
III-F	144	--	--	6.1	--
III-F	150	--	--	7.4	--
III-F	160	--	--	5.8	--

1)孕性欄數字 1 表示出現, 0 表示無。(2018.11.21 觀測資料)

2)括弧內數據表示孢子囊內大孢子數量。

附錄 5、夢幻湖臺灣水韭土壤球莖資料 (2018.6.6 採樣)

註 *1 生長情形--1 正常, 2 抽新葉芽, 3 葉末端枯爛

*2 發芽能力--0 未發芽, 1 發芽

樣區-小區編號: A4-1, A4-2, A4-3
地被植物型: 短穎馬唐
地面臺灣水韭植株: 無
土壤球莖: 無

樣區-小區編號: B-1			
地被植物型: 針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	11	20
2	3	6.6	15
3	3	9.2	15
4	3	8.7	12
5	3	7.7	15
6	3	8.5	16
7	3	8.5	15
8	2	5.5	10
9	3	7.3	10
10	2	1.6	8
11	2	1.9	8
12	2	1.5	12
13	2	1.7	13

樣區-小區編號: B-1		
地被植物型: 針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭		
土壤球莖		
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2
1	12	1
2	11	1
3	10	1
4	8	1
5	9	0
6	9	0
7	10	0
8	5	0
9	5	0

樣區-小區編號: B-2			
地被植物型: 針蘭-連萼穀精草-臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	1	6	13
2	1	10.5	12
3	1	9	11
4	3	7	14
5	2	1.2	7
6	2	1.5	14
7	2	2.2	9

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
8	2	1.2	7
9	2	1.7	8
10	1	8.5	8
11	2	4.4	7
12	2	1.3	8
13	2	5.4	5
14	2	4.7	8
15	2	2.2	8
16	2	3	6
17	2	4.2	6
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	13	1	
2	13	1	
3	8	1	
4	7	0	
5	5	1	
6	12	1	
7	7	1	
8	10	1	
9	5	1	
10	5	1	

樣區-小區編號: B-3			
地被植物型: 針蘭-臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	7.6	15
2	3	5	12
3	1	7	11
4	2	1.5	15
5	2	7.3	12
6	2	5	15
7	3	3.7	9
8	2	1.5	8
9	2	4.3	13
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力 ^{*2}	
1	15	1	
2	12	1	
3	11	1	
4	8	1	
5	10	1	
6	10	1	

樣區-小區編號: C-1
地被植物型:臺灣水韭
地面臺灣水韭植株

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	8.4	16
2	3	7	10
3	1	12.2	13
4	2	7.2	13
5	2	5.5	11
6	2	9	12
7	3	9.4	9
8	3	10	9
9	3	6.5	7
10	3	9.8	7
11	3	4.5	7
12	3	5	7
13	3	8.7	10
14	3	7.2	10
15	3	4.2	9
16	3	7.4	8
17	2	5	6
18	1	9	8
19	3	6.8	5
20	3	7	7
21	1	7.1	6
22	2	2.8	7
23	2	4.5	5
24	2	2	4

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
25	3	11.2	9
26	3	9.5	7
27	2	3.5	10
28	3	5	9
29	3	2.5	8
30	3	4.7	7
31	3	7.2	8
32	3	6.3	8
33	3	2.2	4
34	3	2.8	7
35	2	1.2	5
36	2	5.4	5
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	12	1	
2	11	1	
3	11	1	
4	8	1	
5	6	1	
6	6	1	
7	6	1	
8	5	0	
9	2	1	
10	5	1	

序號	球莖直徑(mm)	發芽能力 ^{*2}
11	5	1
12	5	1
13	3	1
14	4	1
15	6	1

樣區-小區編號: C-2			
地被植物型:臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	7.7	12
2	1	10.7	12
3	1	9.4	8
4	1	13.3	10
5	3	13.2	12
6	1	10	9
7	1	11.3	8
8	2	4.7	7
9	1	11.5	10
10	3	7	9
11	1	11.1	10
12	1	10	9
13	3	9.6	9
14	1	9.5	10

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
15	3	9.4	11
16	2	8	11
17	3	4.7	4
18	1	7.5	5
19	1	13	12
20	3	7.5	10
21	1	12.1	11
22	2	5.7	10
23	1	10.8	12
24	2	4.5	9
25	3	4.7	10
26	3	7	5
27	3	6.9	7
28	1	11.2	10
29	1	7.2	6
30	2	4.3	10
31	3	7.4	5
32	3	9.5	9
33	3	10.2	10
34	1	8.8	10
35	3	2	2
36	3	9.3	6
37	2	3.2	7
38	3	5	4

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
39	3	2.2	4
40	1	6	4
41	1	10.3	7
42	2	3.7	10
43	1	9	7
44	3	3.4	9
45	3	6.4	5
46	3	8.4	5
47	1	7.3	5
48	1	9.1	6
49	1	8.8	7
50	1	9.8	7
51	1	7.4	5
52	2	1.2	4
53	3	3.7	4
54	2	6.8	6
55	2	2	2
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力 ^{*2}	
1	15	1	
2	13	1	
3	10	1	
4	10	1	

樣區-小區編號: C-3			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	11.5	8
2	3	9	9
3	3	4.7	8
4	3	4.8	5
5	3	1.7	4
6	3	2.2	3
7	3	1.5	2
8	3	2.3	3
9	3	1.5	3
10	3	1.2	3
11	3	1.1	2
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力 ^{*2}	
1	4	1	
2	3	0	
3	2	0	

樣區-小區編號: D-1			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			

序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	1	10.7	12
2	1	15.2	16
3	1	12	13
4	1	12.2	10
5	3	7.2	12
6	3	5.3	13
7	1	6.7	9
8	1	13.4	11
9	3	6.8	12
10	1	9.8	14
11	3	10.2	13
12	1	14.7	14
13	1	13.5	10
14	3	7	9
15	1	13.2	8
16	1	6	7
17	3	9.4	8
18	3	9.9	10
19	1	8.7	9
20	1	6.5	6
21	1	7	7
22	3	10	8
23	3	6.3	7
24	3	6.4	8

序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
25	3	4.5	4
26	3	4.6	5
27	1	9	7
28	3	9	6
29	3	2.7	6
30	3	6.2	5
31	3	2.7	4
32	3	3.8	4
33	3	4.5	3
34	3	3	2

土壤球莖

序號	球莖直徑(mm)	發芽能力 ^{*2}
1	5	1
2	3	1
3	2	1
4	2	0

樣區-小區編號: D-2

地被植物型: 臺灣水韭

地面臺灣水韭植株

序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	8.4	14
2	3	12.3	18
3	3	12	14

序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
4	1	15.7	15
5	3	15.6	16
6	1	16.6	13
7	3	11.4	10
8	3	11.8	11
9	1	15.2	10
10	1	12.2	15
11	1	13.5	6
12	3	5.8	10
13	1	13.4	5
14	1	16.4	10
15	3	6.7	7
16	1	12.2	6
17	3	7.5	9
18	3	8.2	11
19	3	10	12
20	3	10.2	9
21	3	8.7	5
22	3	12.8	8
23	3	6.8	4
24	3	9	7
25	1	12.3	10
26	1	11.5	8
27	1	8.3	4

序號	葉片生長情形 ^{*1}	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
28	2	3.2	10
29	3	8.7	5
30	1	12.5	10
31	1	10.6	7
32	1	6.8	5
33	1	8.6	7
34	1	12.3	7
35	1	8.6	5
36	2	2.2	5
37	3	7.3	8
38	3	5.9	4
39	1	4.7	3
40	2	1.7	3
41	2	3	3
42	3	3	7
43	3	5.3	5
44	2	1.8	3
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	12	1	
2	5	1	
3	5	1	
4	5	1	

樣區-小區編號: D-3			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	1	12.2	15
2	1	12	18
3	1	14.5	12
4	1	11.6	17
5	1	13.5	17
6	1	12.8	13
7	1	14.4	11
8	1	11.1	9
9	1	12.6	8
10	1	12.7	12
11	1	14	13
12	1	13.1	14
13	3	7.5	8
14	3	8.8	9
15	2	3	10
16	1	11.4	10
17	2	6.7	8
18	1	9.8	7
19	1	10.2	10
20	1	10.3	6
21	1	11.5	10

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
22	1	14.3	8
23	1	13.5	8
24	2	3.7	5
25	1	8.8	5
26	2	2.1	5
27	2	3	5
28	2	3	6
29	3	3.5	7
30	1	7.5	5
31	3	4.7	3
32	1	9.7	3
33	1	9.2	5
34	1	7.5	5
35	3	3.7	4
土壤球莖：無			

樣區-小區編號: E-1			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	2	5.6	13
2	2	3.3	12
3	2	1.7	18
4	2	1.5	12

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
5	1	9.5	11
6	1	8.7	10
7	1	8	10
8	2	5	10
9	1	9	15
10	2	4.5	12
11	1	7	10
12	1	9.2	10
13	1	6.5	8
14	2	3	10
15	2	4.6	11
16	2	1	8
17	1	10.5	10
18	1	5.7	10
19	2	5.5	8
20	1	11	7
21	1	8	10
22	1	5.2	8
23	1	7.7	8
24	2	5	7
25	1	6.5	7
26	2	1.7	7
27	1	6	4
28	2	2	8

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
29	2	2	6
30	2	2.5	7
31	1	5.5	4
32	1	9.5	5
33	2	3.4	5
34	2	1	6
35	2	1	5
36	1	6.2	6
37	2	3.5	4
38	2	1.5	5
39	1	3.8	3
40	2	3.7	4
41	2	1	4
42	2	1.3	4
43	2	2	4
44	2	2.8	5
45	2	1	2
46	2	2.2	4
47	2	1	2
48	1	1.8	2
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	13	1	
1	10	1	

序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2
2	6	1
3	5	1
4	4	1
5	4	1
6	4	0
7	4	1
8	3	0
9	3	0
10	3	0
11	3	0
12	2	1
13	2	0
14	2	0
15	2	0

樣區-小區編號: E-2			
地被植物型: 連萼穀精草-臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	3.2	13
2	3	4.4	14
3	3	4.8	12
4	3	5.5	16
5	3	4.2	18

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
6	3	2.1	11
7	3	7.5	13
8	3	2.3	14
9	3	3.6	17
10	3	6.3	12
11	3	2.3	8
12	3	3.5	15
13	2	1.4	12
14	3	2.5	8
15	3	3	10
16	3	10.2	7
17	2	3.2	10
18	3	3.5	7
19	3	2.5	5
20	3	2.2	8
21	3	2.7	7
22	3	3.3	5
23	2	1.4	10
24	2	1.3	7
25	2	2	8
26	2	1.2	5
27	2	1.8	10
28	2	1.2	10
29	2	3.2	10

土壤球莖		
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2
1	12	1
2	6	1
3	5	1
4	4	1
5	2	0
6	3	0
7	3	1
8	3	0
9	3	0
10	5	0
11	2	1

樣區-小區編號: E-2			
地被植物型: 連萼穀精草-臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	1	12.2	15
2	1	12	18
3	1	14.5	12
4	1	11.6	17
5	1	13.5	17
6	1	12.8	13
7	1	14.4	11

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
8	1	11.1	9
9	1	12.6	8
10	1	12.7	12
11	1	14	13
12	1	13.1	14
13	3	7.5	8
14	3	8.8	9
15	2	3	10
16	1	11.4	10
17	2	6.7	8
18	1	9.8	7
19	1	10.2	10
20	1	10.3	6
21	1	11.5	10
22	1	14.3	8
23	1	13.5	8
24	2	3.7	5
25	1	8.8	5
26	2	2.1	5
27	2	3	5
28	2	3	6
29	3	3.5	7
30	1	7.5	5
31	3	4.7	3

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
32	1	9.7	3
33	1	9.2	5
34	1	7.5	5
35	3	3.7	4
土壤球莖：無			

樣區-小區編號: F-1			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	2	15
2	3	4.5	15
3	1	12.6	15
4	1	14.4	13
5	1	12.3	12
6	1	11.8	13
7	1	11.7	15
8	1	11.4	13
9	1	13.7	17
10	1	12.4	12
11	1	11	13
12	1	13.8	10
13	1	7.3	10
14	1	13.3	9

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
15	1	11.7	9
16	1	11.4	7
17	1	13.3	8
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	6	1	

樣區-小區編號: F-2			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	3	5.9	16
2	3	3	13
3	3	12.2	13
4	3	8.7	12
5	3	10.5	14
6	3	4.6	13
7	3	6.5	12
8	3	5.9	10
9	3	6	12
10	3	10.8	7
11	3	6.5	7
12	3	4.8	10
13	3	7.5	15

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
14	1	11.6	7
15	3	9.5	12
16	3	7	9
17	3	4.5	14
18	2	1.2	2
19	2	1.4	2
20	2	1.7	2
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	5	0	
2	4	1	
3	4	1	
4	3	0	
5	2	0	

樣區-小區編號: F-3			
地被植物型: 臺灣水韭			
地面臺灣水韭植株			
序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
1	1	15.4	20
2	1	10.7	16
3	1	9.2	10
4	1	13.6	13
5	3	9.6	12

序號	葉片生長情形*1	最大葉片長 (cm)	球莖直徑(mm)
6	3	9.7	13
7	1	12.7	9
8	1	9.6	7
9	3	1	1
10	3	1.5	1
11	3	1	1
12	2	1	1
土壤球莖			
序號	球莖直徑(mm)	發芽能力*2	
1	8	1	
2	8	1	
3	7	1	
4	12	1	

附件一、期初審查意見回覆

委員意見	計畫團隊回覆
張副教授永達	
一、球莖乾燥處理存活率與濕度相關，也與球莖的大小相關，球莖大小部份可以有實驗證明(大棵，包起聚集萌發率都較高)。	同意，Huang et al., 2018 即已證明這些觀點。
二、短期乾旱水久葉片乾枯，球莖能短暫存活，水位上生時，水久可以迅速長出。	同意，與本研究結果相符。
三、透明玻璃會影響光質因，水韭葉片生長與光的強度相關，建議其他組也應作相同處理，且水位下與空氣中光質會有不同，應加以考量。	1.全數處理均未覆蓋玻璃已求一致。 2.在自然條件下水位影響光質是無法避免的情況，因此本計畫未將此列入考量因素。
四、大孢子囊的生成與溫度相關，大小孢子囊所需之生成溫度不同，與水位關係似不明顯。本研究預期大孢子囊數目已挺空最多、挺水、淺水、深水依序次之，可能需考量光照和溫度的影響。	1.未查到大孢子囊的生成與溫度相關文獻，若能有詳細的數據支持，對臺灣水韭的保育將是一大突破。 2.本研究結果不支持原先的假設，大孢子囊發現在深水區葉片長葉片數多之植株，與植株大小較為相關。
五、球莖數量研究取樣深度預計為 20 公分，建議可以淺化。	修改為 10 公分。
六、水位與伴生物種之相關性可能影響水韭之生存，也可能影響水韭之生存，也值得重視研究。	已有多篇報告提及此一議題並對其論述。

林教授幸助	
一、本計畫目標應是能研擬一套調控夢幻湖水位的標準程序，以永續保育臺灣水韭	本研究證實深水位對臺灣水韭的生長及孕性有正面的效果。
二、臺灣水韭的物候相關研究是否已足夠？球莖大小影響臺灣水韭再生能力，但影響球莖大小的因素是否已釐清。	1.生活史及物候表現受植物本身因素及環境所影響，是未來需進一步探索之處，如溫度對大孢子囊生成相關性。 2.球莖隨植株年齡而逐漸增大。但生長葉片時會耗其養份，當光合作用產物收入少於製造葉片耗能，球莖會縮小。
三、不同水位試驗中之水位操作是否能獨立操作，以避免假重複。	3 個獨立水族箱。
四、不同水位試驗中不同水位是否能比對現場位置？特別是自 2007 年來所設置的永久樣區位置，土壤採樣的 20 個樣點是否亦可與永久樣站配合一致，以利本研究結果與現地調查結果相互驗證。	同意將土樣點設置改設在永久樣區，跟林幸助教授主持之 2018 夢幻湖基礎調查結果結合。
五、建議此研究可建立球莖存活之特徵值。	結果符合。
六、本研究預期 C 群狀況不如 D 群再，現地是否如此？	結果不支持此一假設。
華課長予菁	
一、表 3 水位與水韭相關研究報告彙整，列入 921 地震，相關性為何？	921 地震疑似造成夢幻湖地質鬆軟，出現縫隙水分流失原因。

二、第 21 頁建議探討夢幻湖水位與臺灣水韭生活史的關係，因水韭生活史於黃淑芳博士的研究中已有處理，是否尚有不足之處？	生活史及物候表現受植物本身因素及環境所影響，是未來需進一步探索之處，如溫度對大孢子囊生成相關性。
三、臺灣水韭在夢幻湖中面臨的水位是變動的，研究結果如確定生長於某一水位之臺灣水韭生長狀況最好，將如何應用到現場的水位管理。	目前證據多傾向於深水位有利植株生長，低水位或乾涸有助於小苗生成，得到一個波動水位對臺灣水韭族群生存最好的一個共識。
盧副處長淑妃	
一、臺灣水韭存活狀況與其競爭或伴生植物關係相當密切，是否可將此一因素加入本次實驗設計或將本研究成果與目前林幸助教授主持之夢幻湖基礎調查結果予以結合？	同意將土樣點設置改設在永久樣區，跟林幸助教授主持之 2018 夢幻湖基礎調查結果結合。
二、夢幻湖湖水由豐水轉枯是漸進的，即便進入乾季其底泥濕度仍高，與實驗室中水韭被完全風乾之狀況有出入，本計畫將如何處理此一現地與實驗的差異？	夢幻湖湖岸較類似本研究 D 群土壤恆濕，葉片暴露在空氣中狀況。

附件二、期中審查意見回覆

委員意見	計畫團隊回覆
黃研究員淑芳	
一、除了水位，土壤和水苔對臺灣水韭的生育地也扮演重要的角色。夢幻湖的土壤具有保濕和透氣的功能，且為酸性，能提供適當的營養，本研究實驗應留意所使用之土壤性質。	本研究實驗係使用陽明山土。夢幻湖的土壤雖保濕效果較好，但乾涸時會嚴重龜裂，即使加水短期內也無法回復原狀，影響到實驗之進行。
二、乾季是臺灣水韭孢子的成熟期，建議於觀察球莖大小時亦同時觀察孢子囊的發育情形。	1.依據本計畫主持人觀察經驗，臺灣水韭一年四季都能發現成熟孢子的產生，只是夏季數量較多。與黃增泉等人(1988)描述「臺灣水韭孢子囊形成於春末夏初，夏天乾涸期適孢子囊成熟期，配子體形成於雨季(秋末冬初)，新孢子體則形成於春天」有所不同。 2.人工培養之臺灣水韭小苗，培養1年後球莖直徑>2mm 具有生產小孢子能力，培養2年後球莖直徑>5mm 方具有生產大孢子能力。
三、夢幻湖底泥蘊藏大量臺灣水韭孢子，建議保留採集土壤，並以流動的水進行培育，應能成功培養出臺灣水韭。	已成功從夢幻湖底泥(土壤取樣)培育出臺灣水韭。
四、建議陽管處進行臺灣水韭域外復育，增加小苗補充數量。	請陽管處參酌採納。
高課員千雯	

一、臺灣水韭相關研究整理，請補充國外文獻資料。	國外文獻著重於水韭系統分類，未涉及水位議題，與本研究主軸不符，故未列入。
二、報告書第 2 頁，引用施上栗、黃國文 2017 年研究計畫報告：「族群下降主要原因，乃臺灣水韭唯一天然棲地夢幻湖，湖水滲漏陸化速度加快，直接影響湖內植物相組成及臺灣水韭的競爭優勢」。惟自 104 年迄今所做臺灣水韭族群覆蓋度調查，無明顯族群下降情形，且該計畫主題為水文調查，非針對臺灣水韭族群，建議修正引用資料。	為避免造成誤解，同意高課員千雯建議，刪除本段文字內容。
三、七星山穀精草已被合併為連萼穀精草，建議統一名稱。	已修正。
四、報告書第 18 頁第 2 大段有關夢幻湖植物組成歷史資料(95-104)請註明出處；有關 E 樣區「100-104 年某些干擾，讓臺灣水韭得以適存直至今日」一說，請註明引用資訊。	已修改為「現在 C、D、E 樣區，處於水淹沒時間較長的區域，臺灣生長狀況佳」。
華課長予菁	
一、溫度也是影響球莖活力的因子之一，本研究是否亦針對水溫和日夜溫度變化與臺灣水韭球莖活力表現之關聯進行觀察。	目前研究團隊正進行另一計畫，探索水韭水溫差異和不同乾旱處理條件下，DNA 表現即是否有逆境基因出現。另外，可利用葉綠素螢光反應 Fv/Fm 值來測量植株相對活力。上述研究超越本計

	畫範疇，未納入報告中。
二、報告書第 12 頁表 1 中上標 a,b 符號建議加註明說明其意義。	已補充說明，不同英文字母表示數據間在統計上達顯著差異。
三、跨頁表格建議每頁均標示欄位項目，以利閱讀。	依建議辦理。
陳主任彥伯	
冷水坑生態池係採礦廢土堆置而成，土壤鐵植含量高，池水深平均約 1 公尺，不如夢幻湖有水位升降變化，如要選擇冷水坑生態池作為境外復育，或可選擇溪水流入池內之交接帶，水深較淺。	1.請陽管處參酌採納。 2.願提供人工培養臺灣水韭植株進行試驗。
張秘書順發	
一、第 5 頁「研究方法與進度」建議先行說明研究項目(植株水位試驗與球莖活力)。	遵照辦理。
二、第 8 頁土壤球莖取樣建議說明樣區選定之依據。	已依建議補充說明。
三、本研究發現土壤球莖數量以深度 5 公分左右最多，請再詳述檢測方法與過程。另補充說明球莖大小分布形式之定義。	已依建議補充說明。
四、建議比對實驗結果與現地狀況，如水深、孢子發育情形、地被條件等，以進一步探究 E 樣區臺灣水韭生長最佳的原因。	與林幸助 2018 研究資料結合，在期末報告結果與討論中說明各樣區植被與臺灣水韭活性球莖密度之關聯性

五、本研究目前推測小苗補充不足可能與湖區內臺灣水韭密度過高有關，如確是如此，是否有適當密度之建議？	臺灣水韭高覆蓋區塊，維持現況避免人為干擾，使成為生產孢子來源，對於日益劣化區塊則應予改善，增加小苗數量。
六、簡報「初步建議」一節請納入報告書內容。	已整理納入期末報告「第四章 結論與建議」內容中
盧副處長淑妃	
一、「緒論」關於臺灣水韭之特性以及在系統分類的重要性建議再予詳述，以突顯臺灣水韭之重要珍貴價值。	除在期末報告緒論提到分類議題，另在結果與討論內容中，提到臺灣水韭生態生理與分子表現的重要研究貢獻
二、本研究目前發現小苗似乎有補充不足的情形，惟此現象可能涉及臺灣水韭的生命週期或孢子的生長速度，宜有更完整的討論。建議補充臺灣水韭生命週期相關文獻內容，作為參照。	已依黃增泉等人(1998)報告資料補充說明。請見結果與討論(三)活力球莖內容。
三、期末報告請依本研究成果提供後續進階研究項目建議，如溫度及水的流動性。	期末報告建議進行系統性土壤採樣調查，探索夢幻湖臺灣水韭活力球莖數量及大小空間分佈。

附件三、期末審查意見回覆

委員意見	計畫團隊回覆
黃研究員淑芳	
一、報告書摘要第 5 行：「結論是水位越深越有利於植株生長。」但事實上過深水位是不宜的，由實驗結果建議水深在 60 公分水位有利於植物生長。	修改為「結論是前述 6 種處理中，較深的水位有利於臺灣水韭植株生長繁衍。」
二、除了水位適宜深度與植株存活率研究之外，建議下階段可瞭解孢子囊生成與成熟及小苗與水位關係，尤其瞭解大孢子囊生成比率與環境需求。	接受建議。
三、A4 樣區早年為臺灣水韭主要的生長範圍，本次沒有採到臺灣水韭植株，可能原因為何？	夢幻湖淤積再加植物競爭演替，臺灣水韭被其他植物所取代。
四、很高興由本研究文獻蒐集得知臺灣水韭是亞洲各地水韭的親本，加上其 CAM 特性，更是顯示臺灣水韭重要性與珍貴性！在推廣教育上可善加利用此資訊。	接受建議。
華課長予菁	
一、建議補充說明土壤取樣的定量方法？	研究方法中補充文字說明「土壤帶回實驗室後先沉浸到裝有 1000ml 清水的量筒內，直至 2000ml，進行定量，」
二、圖 3-4、F 組 6-8 月沒有資料，但標示為葉片數 0，似有誤導之虞，建議無資料應修正為不連續曲線。	依建議修改。

三、附錄 2「處理方式」一欄代號意義建議於表末說明，便於參照。	依建議修改。增列文字說明「--:無資料」。
陳主任彥伯	
依據本研究結果，如於夢幻湖復育七星鯉，對臺灣水韭是否有正面影響？	七星鯉鑽洞習性，讓湖底部分淤積得以流失，減緩夢幻湖淤積速度，有利臺灣水韭生長。
高課員千雯	
一、研究結果顯示一段時間的乾涸（土壤仍保持濕潤）臺灣水韭植株球莖較大，亦有利於小苗生長，建議於摘要與結論補充乾涸的影響，以說明適當的乾濕交替對臺灣水韭族群生存的重要性。	摘要中補充文字說明「許多研究報導夢幻湖低水期有利於臺灣水韭小苗的建立，因此，本研究支持夢幻湖季節性水位波動對臺灣水韭的生長及繁衍有正面效益的論點。」
二、夢幻湖地形量測是國立臺灣大學水工試驗所黃國文助理研究員於 105 年執行之計畫，建議修正引用文獻。	修改為「根據林幸助(2017)引述黃國文 2016 年「105 年夢幻湖生態保護區地形量測計畫分析報告」資料，」
三、地面植株大小呈鐘形分布與土壤球莖大小呈鐘形分布，兩者所代表的意義是否相同？	補增文字說明(第 29 頁)「地面上臺灣水韭植株球莖與土壤中臺灣水韭球莖族群結構均呈鐘型，反映出土壤中活性球莖只是族群鐘部分植株短暫性無葉的狀態，然土壤中活性球莖出現高峰落在 4-6mm 徑級，較地面植株為小，其理由推測有二，首先，較大植株葉片數較多且長，保有葉片的機率較大，另外，埋藏在土壤中球莖會有耗能逐漸縮小的跡象。」

盧副處長淑妃	
一、針對夢幻湖臺灣水韭小苗補充不足的問題，是否有建議的管理措施？	請參見建議一。本研究已發現可透過活力球莖數量及大小來評估臺灣水韭族群健康度，夢幻湖臺灣水韭目前雖然生長旺盛，但族群結構卻呈鐘形分布，透過系統性取樣可事先得之夢幻湖哪些區塊臺灣水韭生長/族群更新面臨瓶頸，依據其急迫性，排列出優先復育順序。
二、A-D 組（沉水 60 公分—挺水）的水質狀況如何？	本實驗採用大型水族缸，加注雨水，水位下降才會補充自來水，
三、前人研究結果當水位愈深，臺灣水韭葉片會較長但數量較少，但本實驗顯示水愈深葉片長度和數量均較佳，兩者結果不同的原因為何？	推測兩地水溫與水位波動有明顯差異，所造成兩地臺灣水韭生長有所不同的趨勢。
詹處長德樞	
臺灣水韭是否已確認為 CAM 植物？	張永達老師碩士論文其實已經證實臺灣水韭為 CAM 植物，本所蕨類團隊亦曾做過相同實驗，並設計挺水和沉水進行對照，發現兩種水位的臺灣水韭都表現出 CAM 的生理特性，只是有幾個小時的時間落差。

陽明山國家公園管理處

臺灣水韭適生水位研究

期初會議紀錄

壹、會議時間：107 年 3 月 26 日（星期一）下午 2 時

貳、會議地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處詹處長德樞

肆、出席人員：（詳簽到簿）

伍、業務單位報告：（略）

陸、受託單位簡報：（略）

柒、討論：

一、張副教授永達

- （一）球莖乾燥處理存活率與濕度相關，也與球莖的大小相關，球莖大小部分可以有實證證明（大棵，包起聚集萌發率都較高）。
- （二）短期乾旱水韭葉片乾枯，球莖能短暫存活，水位上升不到陸生植物時，水韭可以迅速長出。
- （三）透明玻璃會影響光質，因水韭葉片生長與光的強度相關，建議其他組也應做相同處理。且水位下與空氣中光質會有不同，應加以考量。
- （四）大孢子囊的生成與溫度相關，大小孢子囊所需之生成溫度不同，與水位關係似不明顯。本研究預期大孢子囊數目以挺空最多、挺水、淺水、深水依續次之，可能須考量光照和溫度的影響。
- （五）球莖數量研究取樣深度預計為 20 公分深，建議可以淺化。
- （六）水位與伴生物種之相關性可能影響水韭之生存，也值得重視研究。

二、林教授幸助

- （一）本計畫目標應是能研擬一套調控夢幻湖水位的標準程序，以永續保育臺灣水韭。
- （二）臺灣水韭的物候相關研究是否已充足？球莖大小影響臺灣水韭再生能力，但影響球莖大小的因素是否已釐清？

- (三) 不同水位試驗中之水位操作三重覆是否能獨立操作，以避免假重覆。
- (四) 不同水位試驗中不同水位是否能比對現場位置？特別是自 2007 年以來所設置的永久樣區位置。土壤採樣的 20 個樣點是否亦可與永久樣站配合一致，以利本研究結果與現地調查結果相互印證。
- (五) 建議此研究可建立球莖存活之特徵值。
- (六) 本研究預期 C 群狀況不如 D 群，在現地是否如此？

三、華課長予菁

- (一) 表 3 水位與水韭相關研究報告彙整，列入 921 地震，相關性為何？
- (二) 第 21 頁建議探討夢幻湖水位與臺灣水韭生活史的關係，因水韭生活史於黃淑芳博士的研究中已有處理，是否尚有不足之處？
- (三) 臺灣水韭在夢幻湖中面臨的水位是變動的，研究結果如確定生長於某一水位之水韭生長狀況最好，將如何應用到現場的水位管理？

四、盧副處長淑妃

- (一) 臺灣水韭存活狀況與其競爭或伴生植物關係相當密切，是否可將此一因素加入本次實驗設計或將本研究結果與目前林幸助教授主持之夢幻湖基礎調查結果予以結合？
- (二) 夢幻湖湖水由豐轉枯是漸進的，即便進入乾季其底泥濕度仍高，與實驗室中水韭被完全風乾之狀況有出入，本計畫將如何處理此一現地與實驗的差異？

五、受託單位回應

- (一) 本人先前進行的臺灣水韭耐旱研究是將水韭先風乾 2 個星期至 1 個月後再包起來；臺灣水韭的耐旱機制屬於誘發性 (inducible)，即須經過一段時間才能產生耐旱機制。
 - (二) 玻璃的確會影響光質，會再修正實驗方法。
 - (三) 本人認為，孢子囊生長與溫度的關係尚待進一步證實，但應與球莖或植株大小相關，本研究會再予觀察。
 - (四) 目前所知影響球莖大小的因素包括植株年紀和水深（挺水時球莖較大）。
 - (五) 三重覆是分別用三個水缸，是各自獨立的。
 - (六) 本研究取樣會依據夢幻湖植物調查永久樣區調整，也會盡可能將實驗水位與現場水位對照。
-

- (七) 根據本人比對 1987 年以來夢幻湖內臺灣水韭分布位置，早期臺灣水韭分布以湖中心居多，但自 2006 年以來臺灣水韭分布趨勢轉以外緣水位變動較大區域為主，即挺水至沉水 30 公分之處，可能是較適合其生長的水位。
- (八) 實驗會囿於缸體及排除競爭者等原因而與現地有所差異，會於報告書中闡釋。
- (九) 因曾有人主張夢幻湖裂隙是 921 地震造成，故列入相關研究列表，會再補充說明。
- (十) 黃淑芳博士所做水韭生活史已相當詳細，如尚有不足，會在本研究後續報告書補充。
- (十一) 生態學上，降雨量低於蒸發量稱為「乾季」，報告書所謂 2.8 個月的乾季是依歷年實際降雨量推估。在現地即使經過 1 年的乾季，土壤中仍會保有少許濕度，與實驗完全乾旱的狀況不盡相同，故本人認為不管任何時間取出夢幻湖土壤內的球莖存活率都會相當高，即使乾旱時間再長也仍有存活機會。

捌、 結論

一、期初報告通過，請依契約書辦理後續請款事宜。

二、往後報告審查，請邀請黃淑芳博士出席。

玖、 散會（下午 3 時 30 分）

陽明山國家公園管理處

臺灣水韭適生水位研究

期初會議

簽到表

時間：107 年 3 月 26 日（星期六）下午 2 時

地點：本處 2 樓會議室

主持人：本處詹處長德振

詹德振

出（列）席單位人員：

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
林幸助 國立中興大學生命科學系	特聘教授	林幸助
張永達 國立臺灣師範大學生命科學專業學院	副教授	張永達
黃曜謀 行政院農業委員會林業試驗所	研究員	黃曜謀

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
本處盧副處長淑妃		盧淑妃
張秘書順發		請假
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課	課長	梅家祥
解說教育課		
小油坑管理站	主任	葉超然
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	陳序白
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	吳子豪

陽明山國家公園管理處

臺灣水韭適生水位研究

期中會議紀錄

壹、會議時間：107 年 7 月 23 日（星期一）上午 10 時

貳、會議地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處盧副處長淑妃

紀錄：高千雯

肆、出席人員：（詳簽到簿）

伍、業務單位報告：（略）

陸、受託單位簡報：（略）

柒、討論：

一、黃研究員淑芳

- （一）除了水位，土壤和水苔對臺灣水韭的生育也扮演重要角色。夢幻湖的土壤具有保濕和透氣的功能，且為酸性，能提供適當的營養，本研究實驗應留意所使用之土壤性質。
- （二）乾季是臺灣水韭孢子的成熟期，建議於觀察球莖大小時亦同時觀察孢子囊的發育情形。
- （三）夢幻湖底泥蘊藏大量臺灣水韭孢子，建議保留採集土壤，並以流動的水進行培育，應能成功培養出臺灣水韭。
- （四）建議陽管處進行臺灣水韭域外復育，增加小苗補充數量。

二、高課員千雯

- （一）臺灣水韭相關研究整理（附錄 2）請補充國外文獻資料。
- （二）報告書第 2 頁，引用施上粟、黃國文 2017 年研究計畫報告：「族群下降主要原因，乃臺灣水韭唯一天然棲地—夢幻湖，湖水滲漏陸化速度加快，直接影響湖內植物相組成及臺灣水韭的競爭優勢」。惟自 104 年迄今所做臺灣水韭族群覆蓋率調查，無明顯族群下降情形，且該計畫主題為水文調查，非針對臺灣水韭族群，建議修正引用資料。
- （三）七星山穀精草已被合併為連萼穀精草，建議統一名稱。

- (四) 報告書第 18 頁第 2 大段有關夢幻湖植物組成歷史資料 (95-104) 請註明出處；有關 E 樣區「100-104 年某些干擾，讓臺灣水韭得以適存直至今日」一說，請註明引用資訊。

三、華課長予菁

- (一) 溫度也是影響球莖活力的因子之一，本研究是否亦針對水溫和日夜溫差變化與臺灣水韭球莖活力表現之關聯進行觀察？
(二) 報告書第 12 頁表 1 中上標 a、b 符號建議加註說明其意義。
(三) 跨頁表格建議每頁均標示欄位項目，以利閱讀。

四、陳主任彥伯

冷水坑生態池係採礦廢土堆置而成，土壤鐵質含量高，池水深平均約 1 公尺，不如夢幻湖有水位升降變化，如要選擇冷水坑生態池作為境外復育場地，或可選擇溪水流入池內之交接處，水深較淺。

五、張秘書順發

- (一) 第 5 頁「研究方法與進度」建議先行說明研究項目（植株水位試驗與球莖活力）。
(二) 第 8 頁土壤球莖取樣建議說明樣區選定之依據。
(三) 本研究發現土壤球莖數量以深度 5 公分左右最多，請再詳述檢測方法與過程。另請補充說明球莖大小分布結構形式（鐘形、L 形）之定義。
(四) 建議比對實驗結果與現地狀況如，水深、孢子發育情形、地被條件等，以進一步探究 E 樣區臺灣水韭生長最佳的原因。
(五) 本研究目前推測小苗補充不足可能與湖區內臺灣水韭密度過高有關，如確是如此，是否有適當密度之建議？
(六) 簡報「初步建議」一節請納入報告書內容。

六、盧副處長淑妃

- (一) 「緒論」關於臺灣水韭之特性以及在系統分類的重要性建議再予詳述，以突顯臺灣水韭之重要珍貴價值。
(二) 本研究目前發現小苗似有補充不足之情形，惟此現象可能涉及臺灣水韭的生命周期或孢子的生長速度，宜有更完整的討論。建議補充臺灣水韭生命週期相關文獻內容，作為參照。
(三) 期末報告請依本研究成果提供後續進階研究項目建議，如溫度及水
-

的流動性等。

七、受託單位回應

- (一) 本研究實驗係使用陽明山土。夢幻湖的土壤雖然保濕效果較好，但乾涸時會嚴重龜裂，即使加水也無法回復原狀。而且本人過往均以陽明山土培育臺灣水韭，生長情況良好。
 - (二) 根據觀察，臺灣水韭一年四季都能發現成熟的孢子，只是在夏季數量較多。過往本人以孢子培育，發芽率僅有 30%，經請教黃淑芳博士，可能需要加入營養液並降低水位。
 - (三) 本次採樣所取得之土壤挑選出球莖後均有保留，目前正進行乾濕環境差異（5 公分水位和土壤濕潤）對發芽率影響之試驗。
 - (四) 境外復育臺灣水韭應考慮復育棲地之水位變化、水的流動性，以及水質和日照條件。
 - (五) 國外文獻彙整和部分文獻引用疑義會再修正。關於 E 樣區「早期處於恆有水淹沒的區域，100-104 年某些干擾讓臺灣水韭得以適存直至今日」一說會再檢視其出處。
 - (六) 臺灣水韭小苗較不耐乾旱，配子體剛受精時亦不耐旱，依現地條件推測 C、D、E 樣區因為有水日數較多，故臺灣水韭生長情況較佳。而 E 樣區水深較淺，光照較充足，又較 C、D 樣區為更適合之環境，故族群數量最多。
 - (七) 本人目前正在研究水溫差異和不同乾旱處理條件下，臺灣水韭 DNA 表現及是否有逆境基因出現？另，亦可以利用葉綠素螢光來測量植株活力。
 - (八) 本研究於 6 個永久樣區採集 10*10*10 立方完整土塊，帶回實驗室依深度逐層清洗，6 公分以下土壤幾乎沒有發現球莖，較大的球莖多位於 5 公分處，較小的球莖在略上層，故記錄以 5 公分以內最多。
 - (九) 現地狀況會再比對林幸助教授團隊的植物調查與水深資料。
 - (十) 臺灣水韭植株和小苗發育情況確實會隨季節或時間有所不同；臺灣水韭生長速度依照以往人工栽培經驗，一年後球莖大小約為 2mm，2 年約 5mm，與物種在現地成長速率之差異尚待確認；臺灣水韭生長週期依照本人觀察，1 年四季都有孢子成熟，只是數量略有差異，孢子發芽率是否隨季節不同而有落差，亦待確認。
 - (十一) 實驗室中培育臺灣水韭之水溫普遍高於現地水溫，因此葉片頻繁
-

掉落、腐爛，葉片數變少、葉片變短，因此高溫確為臺灣水韭之逆境。水缸中的水是靜止的，因為夢幻湖的水也不太流動，而以往培育臺灣水韭也未設計流動水源，發育狀況未受太大影響。

(十二) 冷水坑生態池先前試種臺灣水韭失敗，因土壤含鐵量高，池水濁度高，植物葉面亦容易受礦物質覆蓋，光線不足，且有其他植物入侵。未來如要作為境外復育的場地，要評估維護成本，包括定期整理周遭植物並控管水質。

捌、 結論

期中報告通過，並參酌審查委員等與會人員意見辦理，後續請依契約書辦理後續請款事宜。

玖、 散會（上午 11 時 30 分）

陽明山國家公園管理處

臺灣水韭適生水位研究 期中會議 簽到表

時間：107 年 7 月 23 日（星期一）上午 10 時

地點：本處 2 樓會議室

主持人：本處處長黃淑芳

出席（列）席單位人員：

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
黃淑芳 國立臺灣博物館	研究員	黃淑芳
黃耀輝 行政院農業委員會林業試驗所	研究員	黃耀輝

出席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
本處處副處長淑妃	副處長	陳淑妃
張秘書順發	秘書	張順發
企劃經理課		
環境維護課		
遊憩服務課		
解說教育課	課長	謝文龍
小油坑管理站		
龍鳳谷管理站		
擎天崗管理站	主任	陳清伯
陽明書屋管理站		
保育研究課	課長	高千堂

陽明山國家公園管理處

臺灣水韭適生水位研究

期末會議紀錄

壹、會議時間：107 年 12 月 18 日（星期二）上午 10 時

貳、會議地點：本處 2 樓會議室

參、主持人：本處詹處長德樞

肆、出席人員：（詳簽到簿）

伍、業務單位報告：（略）

陸、受託單位簡報：（略）

柒、討論：

記錄：高千雯

一、黃研究員淑芳

（一）報告書摘要第 5 行：「結論是水位越深越有利於植株生長。」但事實上過深水位是不宜的，由實驗結果建議水深在 60 公分水位有利於植物生長。

（二）除了水位適宜深度與植株存活率研究之外，建議下階段可瞭解孢子囊生成與成熟及小苗與水位關係，尤其瞭解大孢子囊生成比率與環境需求。

（三）A4 樣區早年為臺灣水韭主要的生長範圍，本次沒有採到臺灣水韭植株，可能原因為何？

（四）很高興由本研究文獻蒐集得知臺灣水韭是亞洲各地水韭的親本，加上其 CAM 特性，更是顯示臺灣水韭重要性與珍貴性！在推廣教育上可善加利用此資訊。

二、華課長予菁

（一）建議補充說明土壤取樣的定量方法？

（二）圖 3-4、F 組 6-8 月沒有資料，但標示為葉片數 0，似有誤導之虞，建議無資料應修正為不連續曲線。

(三)附錄 2「處理方式」一欄代號意義建議於表末說明，便於參照。

三、 陳主任彥伯

依據本研究結果，如於夢幻湖復育七星鱧，對臺灣水韭是否有正面影響？

四、 高課員千雯

- (一) 研究結果顯示一段時間的乾涸（土壤仍保持濕潤）臺灣水韭植株球莖較大，亦有利於小苗生長，建議於摘要與結論補充乾涸的影響，以說明適當的乾濕交替對臺灣水韭族群生存的重要性。
- (二) 夢幻湖地形量測是國立臺灣大學水工試驗所黃國文助理研究員於 105 年執行之計畫，建議修正引用文獻。
- (三) 地面植株大小呈鐘形分布與土壤球莖大小呈鐘形分布，兩者所代表的意義是否相同？

五、 盧副處長淑妃

- (一) 針對夢幻湖臺灣水韭小苗補充不足的問題，是否有建議的管理措施？
- (二) A-D 組（沉水 60 公分—挺水）的水質狀況如何？
- (三) 前人研究結果當水位愈深，臺灣水韭葉片會較長但數量較少，但本實驗顯示水愈深葉片長度和數量均較佳，兩者結果不同的原因為何？

六、 詹處長德樞

- (一)臺灣水韭是否已確認為 CAM 植物？
- (二)請業務單位參考過去研究報告，將夢幻湖未受干擾區域點位標示出來，供後續各研究參考。

七、 受託單位回應

- (一)張永達老師碩士論文其實已經證實臺灣水韭為 CAM 植物，本所蕨類團隊亦曾做過相同實驗，並設計挺水和沉

水進行對照，發現兩種水位的臺灣水韭都表現出 CAM 的生理特性，只是有幾個小時的時間落差。

- (二)本研究僅檢視大孢子是否出現，沒有觀察與季節的關聯。張永達老師曾於本案期初會議指出大孢子的形成與溫度有關，但本團隊迄未找到相關文獻，將再尋適當時間請教張老師。
- (三)本研究發現臺灣水韭的小苗只出現在 D 組（挺空、土壤潮濕），其餘有水覆蓋的植株盆栽都沒有出現小苗，某種程度說明臺灣水韭必須無法浸淹時才會出現小苗，這個現象和現場觀察經驗符合。淹水時期不易產出小苗的原因推測是臺灣水韭的配子體在生長過程必須行呼吸作用，而曝露於空氣中較易得到充足的氧氣。
- (四)臺灣水韭葉片挺空後爛掉，長出小苗，約需要 2 個月時間，因此如夢幻湖要進行水位調控，乾涸期（無水淹狀態）至少要 2-3 個月，小苗長出後則最好有水。
- (五)2009 年以前 A4 樣區以臺灣水韭和水苔為主，但根據管理處於 97 年和 105 年兩次的湖區地形量測資料，近 8 年來夢幻湖每年平均淤積達 2 公分，故推測是淤積造成禾本科植物入侵，枯水期時禾本科植物葉片遮閉臺灣水韭的光線，影響臺灣水韭的生存。比較存疑的是，林幸助老師 106-107 年度基礎調查計畫於 A4 的臺灣水韭覆蓋率尚有 15%，但本團隊取樣時確實未見水韭植株，故 A4 的植物組成仍有待確認。
- (六)七星鱧為底棲型魚類，其於夢幻湖底部活動有助於湖底上層沉積物往下填補空隙，推測有助於減緩夢幻湖淤積速率。
- (七)本研究採樣的 6 個點小苗數量偏少，其中一個可能原因是取樣誤差，採樣區以大植株為主，而小苗分布於其他區域，如要確認此推測必須設計較密集的系統性取樣。
- (八)本實驗採用大型水族缸，加注雨水，水位下降才會補充，相較於現地，缸內水溶氧較少、溫度較高、溫度波動大，因此夏季生長情形較不好，但溫度降低後，生長情形有明顯恢復，惟因實驗區間限制，沒辦法紀錄 11 月到明年 2 月的生長情形。另本研究設計臺灣水韭沉水最深僅 60

公分，與現地浚深區達 1 公尺以上深度仍有差距，因此沒有出現葉片較長但數量較少的情況。

(九)地面植株大小呈鐘形分布與土壤球莖大小呈鐘形分布兩者意義不盡相同，土壤內球莖如太小，更不容易生存，因此鐘形會更顯著；臺灣水韭需要 2-3 個月的乾涸期（無水淹）讓小苗生長，但當小苗長出後水位必須可以淹過小苗，並呈穩定狀態，過於頻繁的水位變動會嚴重影響小苗生長。

捌、 結論

- 一、 請依前述討論事項，補充、修正報告書內容。
- 二、 期末報告通過，請依契約書規定繳交成果報告書及相關資料文件，並於期程內完成結案撥款程序。

玖、 散會（上午 11 時 40 分）