

大安森林公園環境基礎調查

大安森林公園新設生態池水位與水質監測工作

期末報告

中華民國 107 年 6 月

目錄

目錄	i
圖目錄	iii
第一章 緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.2 流程與架構	1
第二章 研究方法	3
2.1 水位監測系統	3
2.2 監測系統建置規劃	11
第三章 結果與討論	14
3.1 監測設施建立	14
3.2 水質監測結果	1
第四章 結論與建議	4
參考文獻	5

圖目錄

圖 2-1	系統邏輯架構圖	6
圖 2-2	個人監測設備查詢介面示意圖	8
圖 2-3	監測資料上傳邏輯圖	8
圖 2-4	指令下傳邏輯圖	9
圖 2-5	控制箱內部景象	10
圖 2-6	控制箱設置位置	12
圖 3-1	小生態池水位(2017/11~2018/6).....	1
圖 3-2	小生態池水位(2017/11/1~2017/11/15).....	2
圖 3-3	小生態池水位(2018/1/5~2018/1/10)	1
圖 3-4	小生態池水位(2018/5/20~2018/6/9)	2
圖 3-5	小生態池水溫與氣溫(2017/11~2018/6).....	3
圖 3-6	小生態池濁度.....	2
圖 3-7	小生態池溶氧.....	2
圖 3-8	小生態池電導度.....	2
圖 3-9	小生態池氨氮.....	3
圖 3-10	小生態池總磷.....	3
圖 3-11	小生態池酸鹼度.....	3

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

本計畫進行自計式水位計設置與監測，並藉由晶片組 Wifi 或無線訊號，將水位資料自動傳送到辦公室電腦，藉以瞭解其與降雨間的關係，並期望在設施功能異常前(例如入滲)，及早發現。將來公園若設置低衝擊開發 (LID)的單元，如雨水花園、植生溝，亦可移植此經驗，進行監測。

另外對於螢火蟲生態池的水質問題，進行定期檢測，以瞭解其水質的變化，若有水質問題則提出預警。

(1) 水位監測

對於現有小生態池水位，投入設備，進行自計式的水位監測系統設立，並將資料回傳電腦，進行監控，對於將來的低衝擊開發設施的引入，例如乾式草溝，亦可比照辦理設立監測的水位計，若入滲功能受影響，對照降雨資料而水位計無反應，則可能入滲功能有問題。

(2) 水質檢測

對於螢火蟲生態池的水質問題，進行定期採樣檢測，檢測的項目包含水溫、溶氧、酸鹼度、電導度、濁度、總磷、氨氮等項目，以瞭解其水質的變化。

1.2 流程與架構

本計畫目的為進行水位與水質監測，水位監測因與降雨天候有關，採用自計式監測系統，若傳輸 3G 訊號若因基地台斷訊，則以人工加以重新啟動，再來進行監測結果的分析與研判資料合理性，最後提出結論與建議。研究流程圖如下：

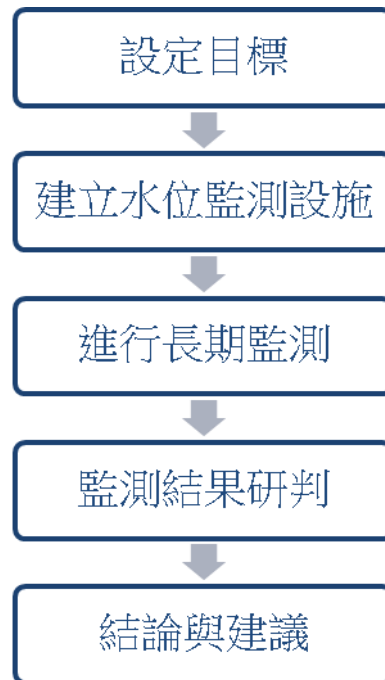


圖1-1 研究流程圖

第二章 研究方法

2.1 水位監測系統

規劃系統：現地資料收集端之「終端監測系統」及資料處理端之「監測伺服系統」。

終端監測系統	用以處理水位資料，接收、儲存、傳送水位計模組回傳之水位資料，同時接收監測伺服系統下達之指令。
監測伺服系統	用以接收終端監測系統回傳之水位資料，並可發送處理指令至終端監控系統。提供圖表化查詢介面供使用者進行查詢，並於水位資料異常時發送 email 警訊通知。

1、系統實體架構

(1)、終端監測系統(屋型)佈設說明

鑒於終端監測系統多設置於開放區域，須同時考量民眾安全、佈線隱密以及日後維修便利等因素，故將終端監測系統使用具上鎖功能之屋型戶外防水箱包覆後，安置於架設在現地較不顯眼且離地面高度一定距離之基座上。此設計具備有效降低天候之影響、減少地面水氣蒸發之干擾、高度適合進行維修、隱密性佳以及具備基礎破壞能力等優點。

(2)、水位計模組佈設說明

由於監測系統目的為瞭解透水鋪面對雨水貯留之影響，故於透水鋪面底下設置水位計模組，以達成監測之目的。

(3)、終端監測系統(屋型)簡要規格說明：

- A、屋型防護外殼：採用經防鏽處理之 1.2mm 厚冷軋碳鋼板，以無縫焊接而成，外覆以室外專用氟碳漆。頂部採用雙坡屋頂形之獨立防水頂蓋，可加裝主動散熱風扇，並於箱體兩側加上柵欄式通風散熱孔，可防止雨水及昆蟲進入箱體內部，並有效排除箱內熱氣。門框採用雨水導流槽及密封膠條之設計，提升防護等級。
- B、終端控制器：具有單晶片、耗電量低、與電子元件連接性高等特色，且由於其尺寸等同於信用卡大小，易於架設配置，加上其開放原始碼的特點，可快速依照不同需求進行程式設計。控制器包含 Micro SD 卡與 Wifi 傳輸模組，可進行資料儲存及無線傳輸等功能。
- C、資料儲存模組：採用可抽換式 Micro SD 卡模組，並不直接安裝於終端控制器上，以降低拔插 Micro SD 卡對整體系統之影響。
- D、電源供應模組：採用具有輸出過載短路保護、高效率、低功耗、超小型之電壓轉化模組，提升供電穩定度及電能耗損率。採用湯淺電池模組蓄電，在斷電情形下，可持續正常運作約 1 星期。
- E、溫溼度感測模組：採用 DHT11 溫溼度感測元件，測量溫度範圍為攝氏-40°~125°(±0.2°)，精確度可達小數點後第一位。
- F、無線傳輸模組：採用 3G 轉 Wifi 模組之元件，更換容易、傳輸穩定、低功耗量，且本身具備電池模組，

能避免因短暫斷電而造成資料傳輸中斷之可能。

G、水位計模組簡要規格說明：採用測量範圍為 1M 之沉水式液位計，特點為防水防塵，並搭配套管包覆以避免水面波動過大導致液位計碰撞損壞之情形。

2、系統邏輯架構

終端監測系統透過水位計模組、溫溼度感測模組收集水位及溫溼度資料，由終端控制器整合後，控制資料儲存模組存放於 Micro SD 卡中，並依設定的上傳時間間隔由無線傳輸網路模組上傳至監測伺服系統(圖 2-1)。

監測伺服系統接收資料後，依定義的資料結構存放至資料庫中，並於成功後發送刪除指令至終端監測系統的終端控制器進行 Micro SD 卡資料刪除的動作，同時判斷水位資料是否異常，若異常則發送警訊 email 通知已設定之帳號。使用者可透過個人監測設備連線至監測伺服系統的查詢介面，依個人所需設定篩選範圍及排序方式進行水位及溫溼度資料查詢。

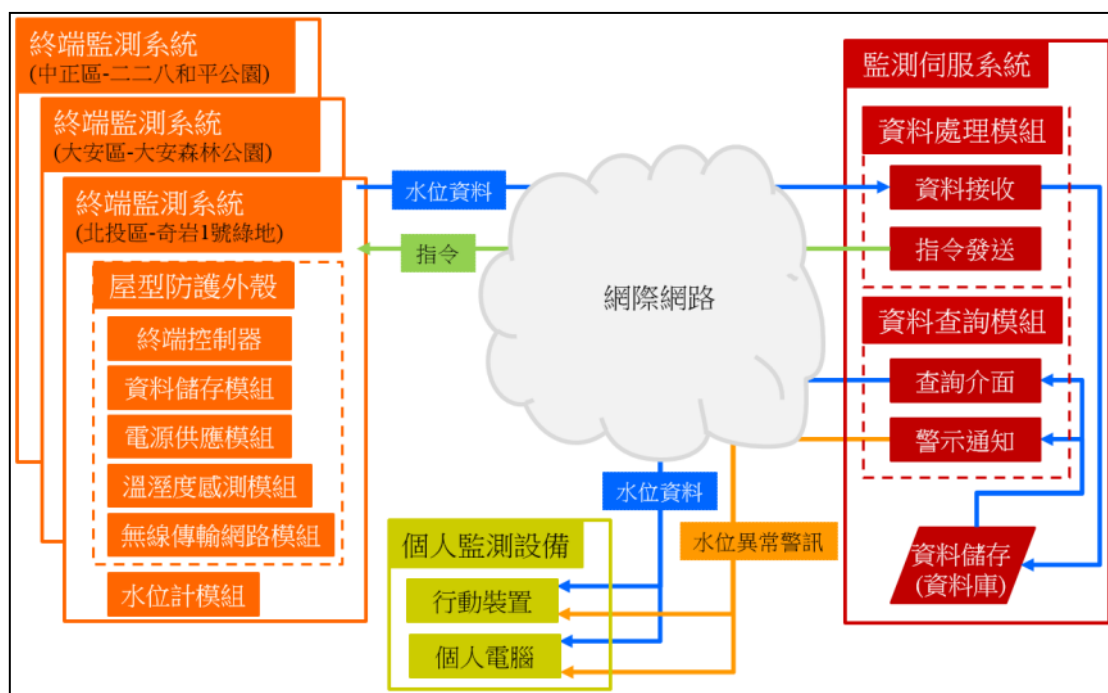


圖2-1 系統邏輯架構圖

3、終端監測系統

功能有：

- (1) 水位計模組：安裝於透水鋪面底下，提供終端控制器偵測水位資料。
- (2) 終端控制器：為終端監測系統之控制中樞，存放執行邏輯，負責接收及整合水位計模組、溫溼度感測模組傳回之資料、控制資料偵測時間間隔、透過無線傳輸網路模組上傳資料及接收指令。
- (3) 無線傳輸網路模組：提供終端控制器可使用 Wi-Fi、GPRS 等無線傳輸技術，透過網際網路將資料傳送至監測伺服系統。
- (4) 資料儲存模組：提供終端控制器對 Micro SD 卡進行資料儲存、修改、讀取、刪除等動作。
- (5) 電源供應模組：提供終端控制器及各模組額外所需之

電源。

- (6) 溫溼度感測模組：提供終端控制器偵測當下空氣中的溫度及濕度。

4、監測伺服系統

功能有：

- (1) 資料接收：接收終端監測系統上傳之水位及溫溼度資料，並依使用者定義之資料結構寫入至資料庫中。
- (2) 指令發送：透過網際網路發送指令給終端控制系統，變更偵測時間間隔或資料上傳時間間隔。
- (3) 資料儲存(資料庫)：提供存放水位及溫溼度資料之功能，並定期進行資料備份，避免資料遺失之風險。
- (4) 查詢介面：提供具有篩選、排序功能之圖表化介面，讓使用者可透過個人監測設備(行動裝置、個人電腦等)並依個人之設定查詢所需的水位資料(圖 2-2)。
- (5) 警示通知：當系統判斷接收的水位資料異常時，會依設定自動發送水位異常警訊 email 告知指定之人員。例如透水磚下方的水位升高到底部，行人踩踏將濺出水花，造成衣物髒汙，若能提前得到警示，可加以維護修繕。



圖2-2 個人監測設備查詢介面示意圖

5、系統運行邏輯

(1)、監測資料上傳邏輯(圖 2-3)

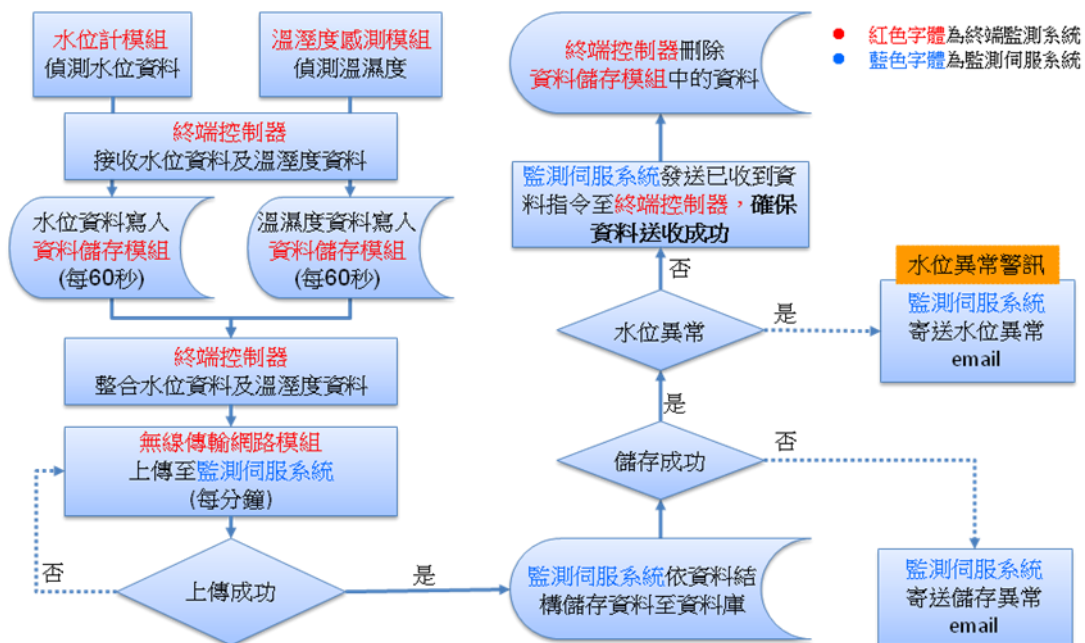
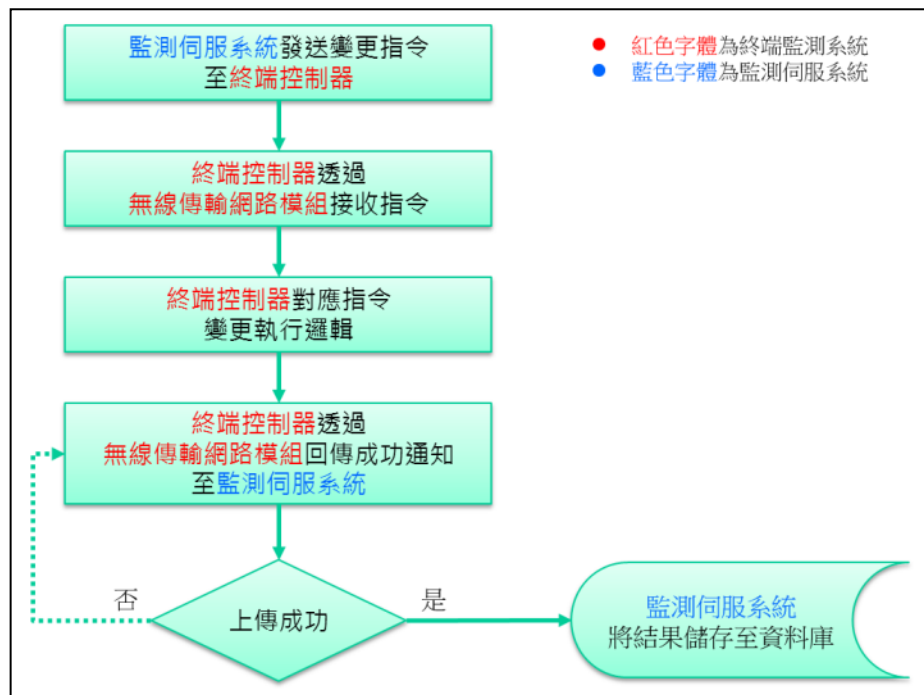


圖2-3 監測資料上傳邏輯圖

(2)、指令下傳邏輯(圖 2-4)



6、系統特點

- (1) **低耗能**：由於需進行長期、持續性的監測，耗電量是系統設計時重要的考慮因素之一，而終端控制器只需要 5V 直流電壓即可運作，各模組也幾乎無需配置額外電源，有效的降低整體能源消耗，達到最大經濟效益。
- (2) **低故障率**：終端監測系統的終端控制器與各模組分工明確，且各自功能非常單純，因此故障率可大幅度降低，一旦故障發生，可快速進行檢測及更換模組，進而降低故障排除時所需消耗之人力物力。
- (3) **即時監控**：使用者可使用行動裝置或個人電腦，透過網際網路連線至監測伺服系統提供之即時水位查詢介面，進行水位資料及溫溼度資料的檢視，並依據需求進行資料篩選、排序。即時水位查詢介面亦提供水位異常警示功能，可於收到水位資料異常時自動寄發

email 通知指定的人員，無須再隨時以人工監控及判斷水位是否正常。

- (4) **遠端操控**：由於終端監測系統具有雙向溝通能力，因此使用者可透過網際網路進行遠端變更水位計模組監測時間間隔、水位資料儲存時間間隔、資料上傳時間間隔等指令之下達，維護人員不需要至現場進行系統設置，進而節省人力配置。

7、控制箱

水位監測設施，設控制箱一個，內部有終端控制元件組、無線傳輸模組，此兩個模組的原理前已述及，布設完成的內部景象如圖 2-5 所示。



圖2-5 控制箱內部景象

2.2 監測系統建置規劃

選址的原則，因為無線訊號傳輸，較為耗電，以電源供應方便及 3G 訊號強度為首要原則，鄰近大安森林公園小生態池旁的器材室，可接電且有訊號。

1、建置點選址

(1)、監測孔及暗管埋設

- A、暗管埋設：待監測孔設置完成，規劃監測孔與終端監測系統之間的暗管佈線路徑，並實施暗管埋設工程。此時須移除暗管路徑上方之透水鋪面，而後開鑿暗管線槽。
- B、復原工作：待監測孔及暗管路徑開挖並埋設完畢後，將水位計投放至監測孔，水位計之連接線放置於暗管線槽並連接至終端監測系統，再將監測孔及佈線路徑上方之透水鋪面重新回填，直至開挖及埋設前狀態即可。

(2)、終端監測系統(控制箱)設置點

選址因素考量：由於考量地面水氣蒸發之干擾、隱密又兼具維修便利性、電子訊號隨距離衰減等因素，故終端監測系統使用具上鎖功能之屋型戶外防水箱包覆後，安置於較不顯眼、離監測孔較近且離地高度 1 公尺左右之基座上。



圖2-6 控制箱設置位置

2、終端監測系統建置

(1)、終端控制器安裝

- A、將 Micro SD 卡插入終端控制器背面之 Micro SD 卡插槽中。
- B、將 LED 燈接腳、溫濕度計接腳連接至終端控制器對應之針腳上。

(2)、屋型防護外殼安裝

- A、將固定外殼用之接腳鎖定至終端監測系統基座上。
- B、將外殼插入至接腳。
- C、將終端控制器固定至隔板。
- D、將隔板固定於外殼內部之固定孔上。
- E、將水位計連接線由外殼底部開孔塞入，並與終端控制器對應之針腳連接。

(3)、無線傳輸模組安裝

- A、開啟無線傳輸模組背蓋，並移開電池。

- B、將 SIM 卡插入至 SIM 卡插槽中。
- C、放回電池，並蓋上背蓋。
- D、按壓無線傳輸模組正面之電源按鈕約三秒，等候所有訊號圖示亮起之後熄滅。
- E、等候約 30 秒，此期間電源圖示、wifi 訊號圖示、3G 訊號圖示會逐一亮起，確認三個圖示皆正常亮起則表示無線傳輸模組安裝完畢。

(4)、系統運作確認

- A、將電源延伸點延伸之電源連接至終端監測系統。
- B、確認紅燈及黃燈亮起，綠燈熄滅表示電源連接無問題。
- C、確認紅燈熄滅，表示網路已連線成功。
- D、確認黃燈熄滅，表示時間已設定成功。
- E、確認綠燈亮起，表示系統已準備完畢，並進入偵測模式。
- F、若綠燈未亮起，則移除電源後等候約 10 秒，再重新連接電源。
- G、等候約 2~3 分鐘，使用行動裝置連線至監測伺服系統的即時查詢介面，確認最新資料時間無誤即可。

(5)、系統安全運作

- A、正常運轉：終端系統會依設定之偵測時間間隔，將偵測資料記錄至 Micro SD 卡中，同時透過 3G 通訊將偵測資料回傳至監測伺服系統。
- B、降級運轉：
 - (A)通訊不穩：系統偵測通訊穩定度不佳時，會自動停用資料傳輸功能，直到偵測通訊穩定後，才自動重新啟用資料傳輸功能，偵測資料仍會安全記錄至 Micro SD 卡中。
 - (B)通訊中斷：當遭遇人為或不可抗力造成通訊完全中斷時，則需由人工手動恢復資料傳輸功能，但偵測資料仍會安全記錄至 Micro SD 卡中。

第三章 結果與討論

3.1 監測設施建立

以下就本計畫水位監測成果，分別加以敘述。

(一)、水位監測設施位置

設置水位監測設施，監測小生態池水位。長期的監測，彙整 2017/11~2018/6 的長期記錄，如圖 3-1 為小生態池水位，水位變化主要受抽水影響，2017/12/1 有水位下降情形，可能是抽光池水。2017/11/1~2017/11/15 短期紀錄，如圖 3-2，降雨影響不大，2018/1/5~2018/1/10，如圖 3-3。由於監測期間沒有強降雨，水位主要受抽水機影響。

將小生態池水溫、氣溫繪圖如圖 3-5，時雨量繪在圖上方，監測期間(2017/11~2018/6)，在夏季時，水溫接近 30℃。

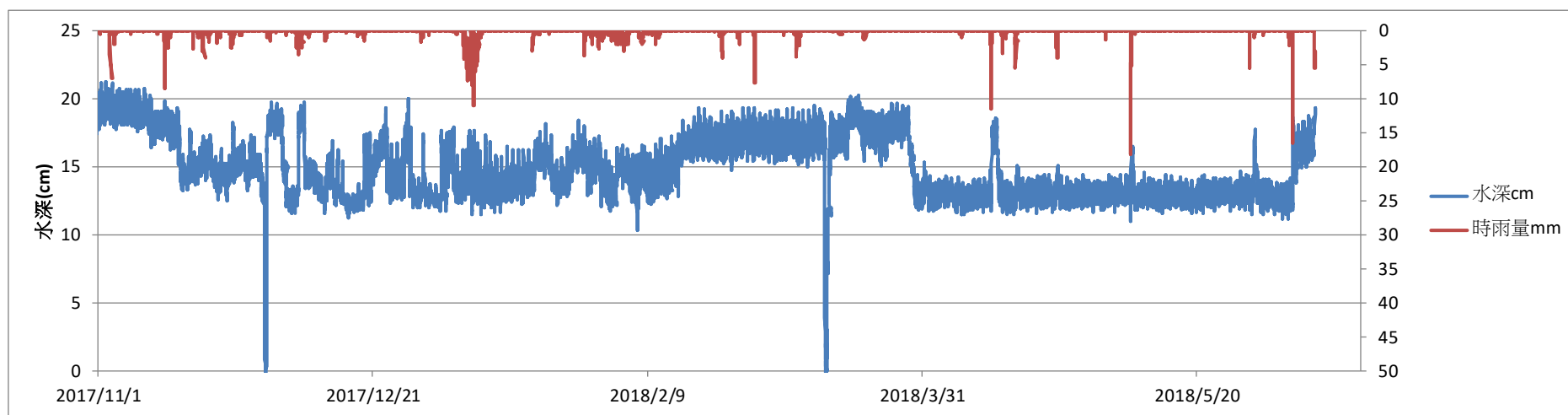


圖3-1 小生態池水位(2017/11~2018/6)

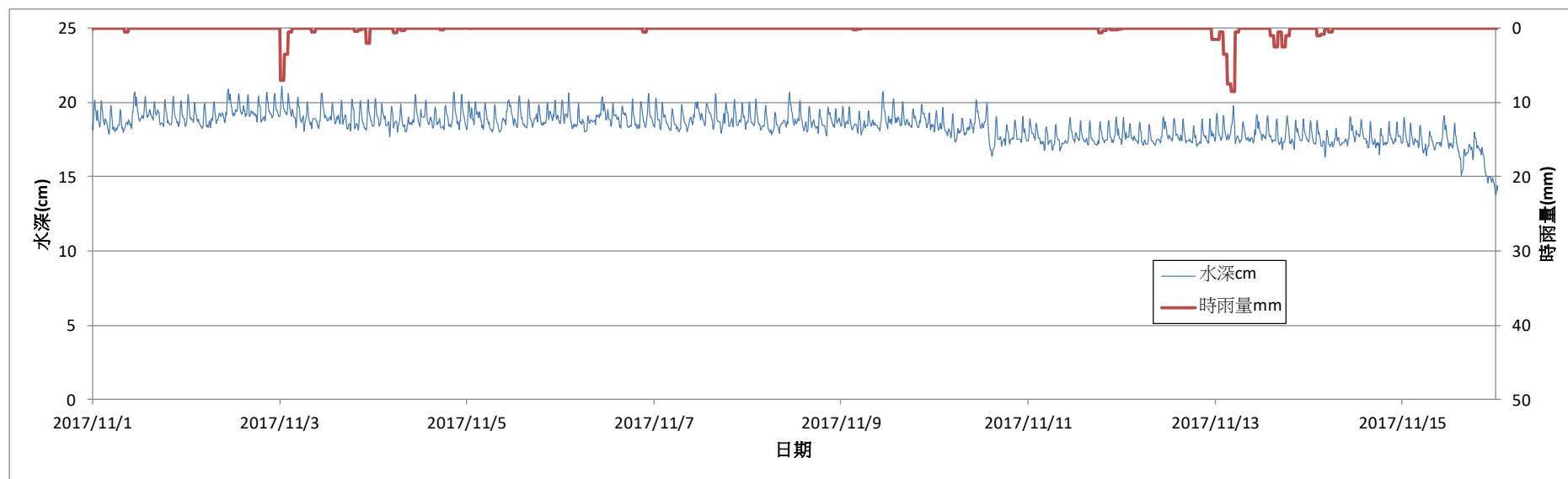


圖3-2 小生態池水位(2017/11/1~2017/11/15)

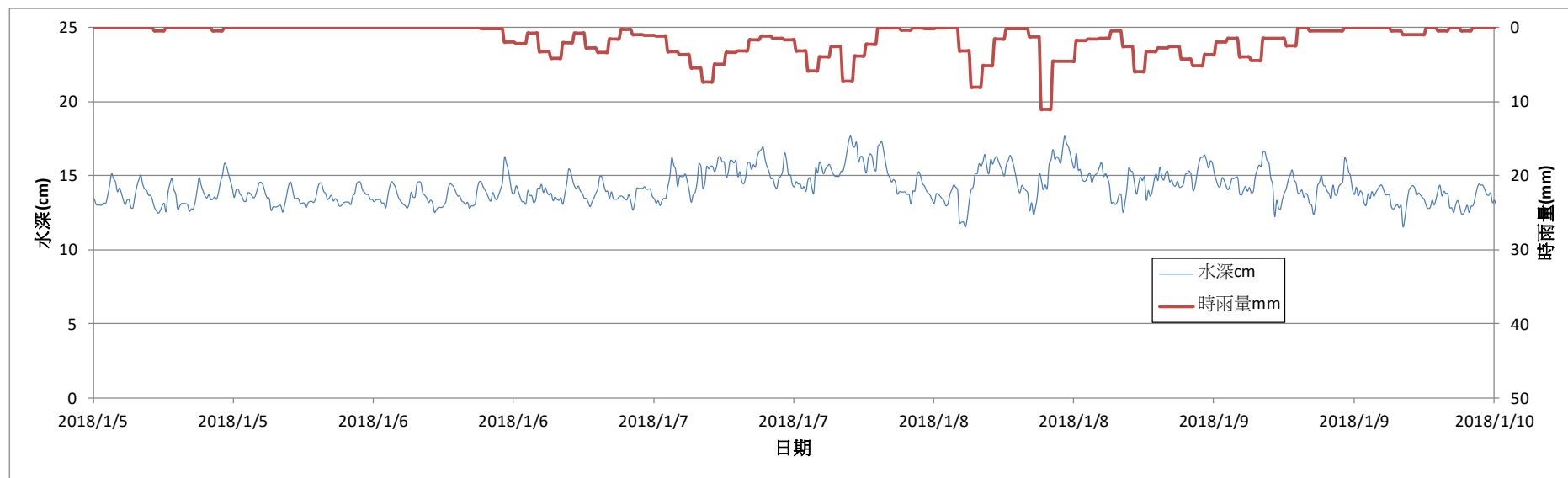


圖3-3 小生態池水位(2018/1/5~2018/1/10)

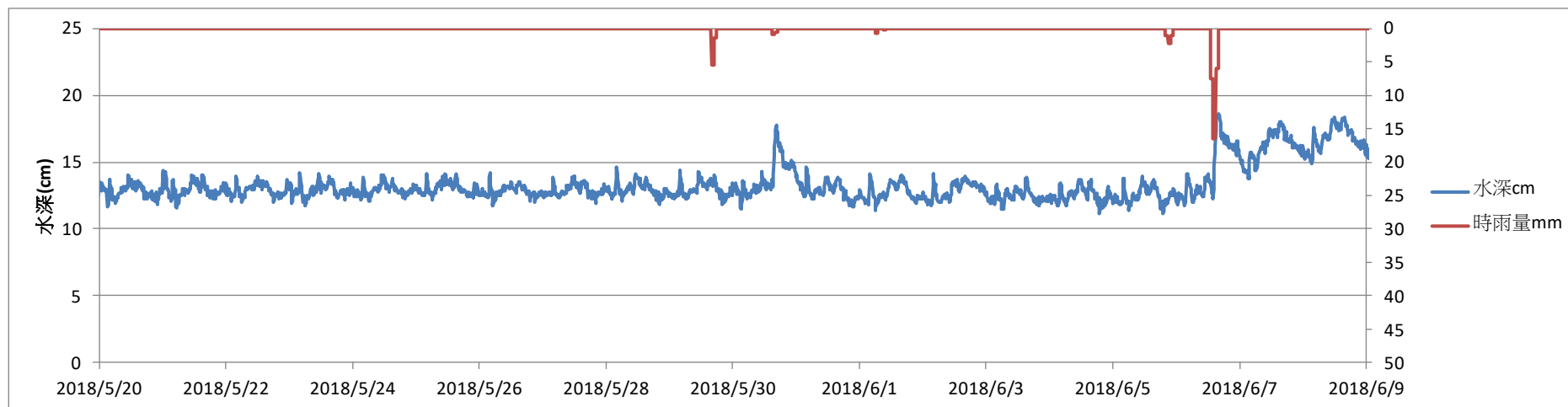


圖3-4 小生態池水位(2018/5/20~2018/6/9)

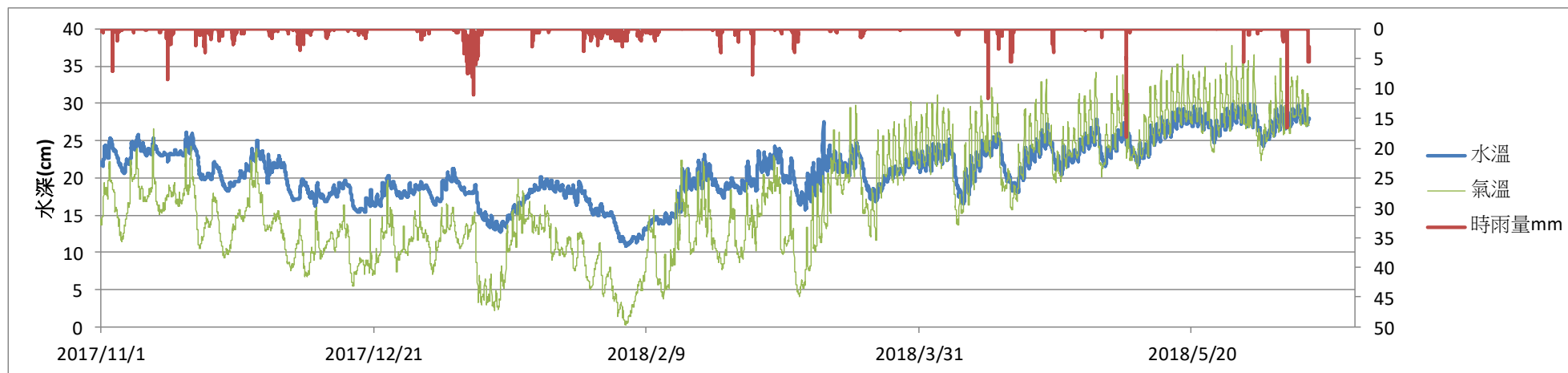


圖3-5 小生態池水溫與氣溫(2017/11~2018/6)

3.2 水質監測結果

小生態池的水質，進行定期採樣檢測，檢測的項目包含濁度、溶氧、酸鹼度、電導度、總磷、氨氮等項目，每月 1 次。

1、濁度

在現場的調查中，採用濁度計測定。結果如圖 3-11 所示，濁度不高，維持良好狀態。

2、溶氧

在現場的調查中，採用溶氧計測定。測定結果如圖 3-12 所示，溶氧不高。

3、電導度

測定結果如圖 3-13 所示，電導度穩定，除了 2016/5 有次抽光換水，新的水源電導度較低。

4、總磷

在現場以 50cc 棕色瓶採樣攜回，以分光比色儀（總氮、總磷測試儀）進行檢測，總磷如圖 3-14。

5、氨氮

氨氮以分光比色儀進行檢測，如圖 3-15，其中 2017 年 8 月份以後未檢出。

6、酸鹼度

採酸鹼度計測定，測定結果如圖 3-16 所示，酸鹼度變化不大。

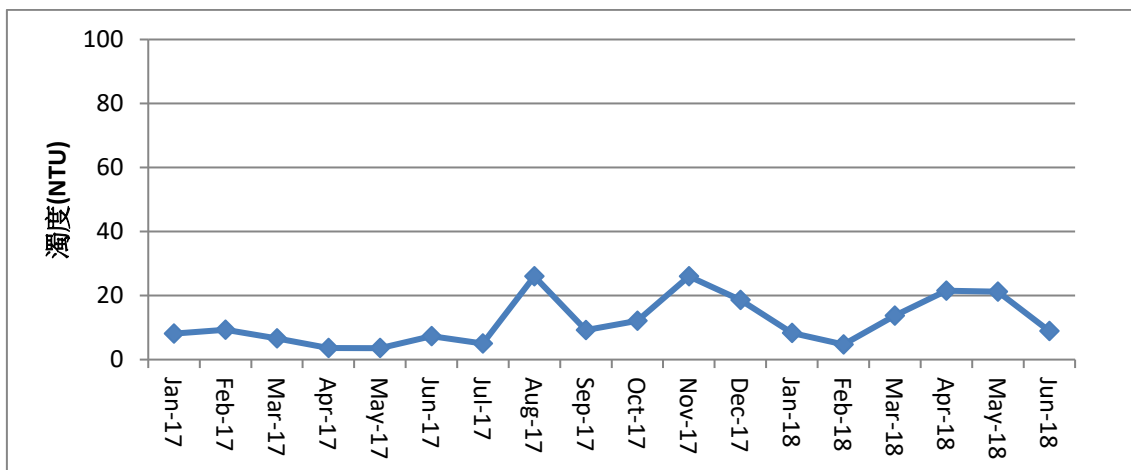


圖3-6 小生態池濁度

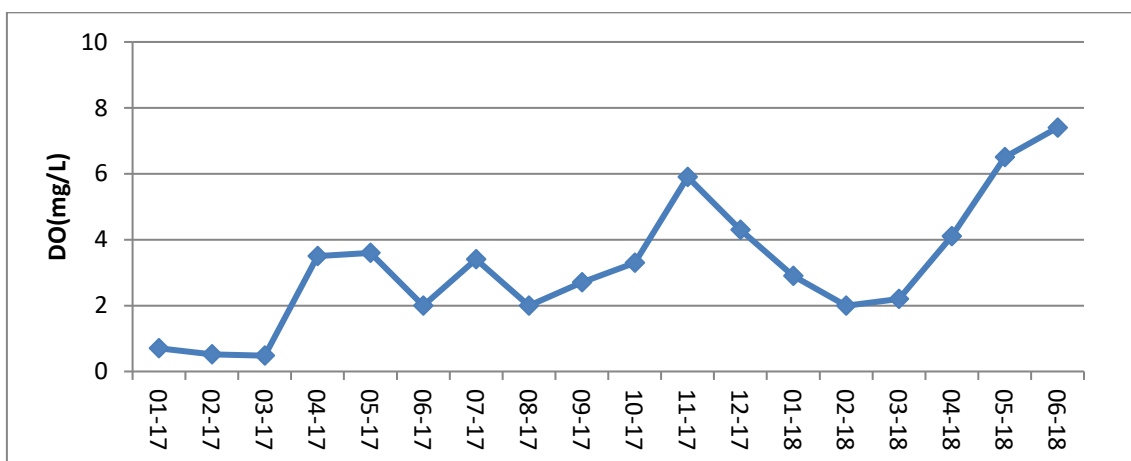


圖3-7 小生態池溶氧

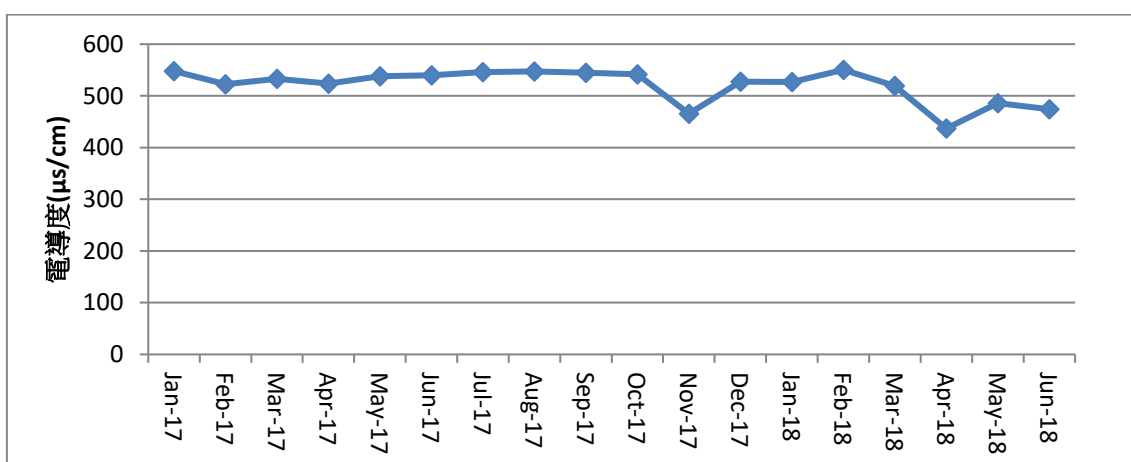


圖3-8 小生態池電導度

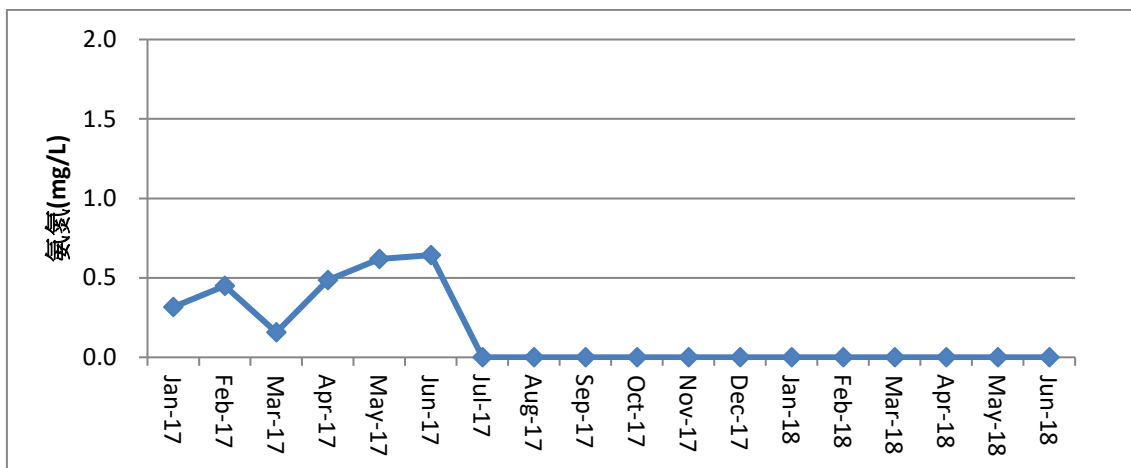


圖3-9 小生態池氨氮

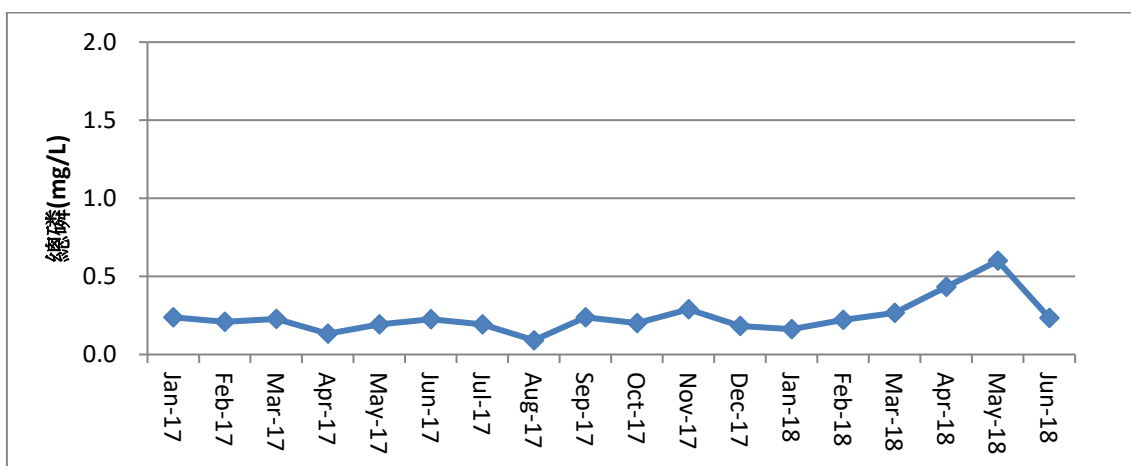


圖3-10 小生態池總磷

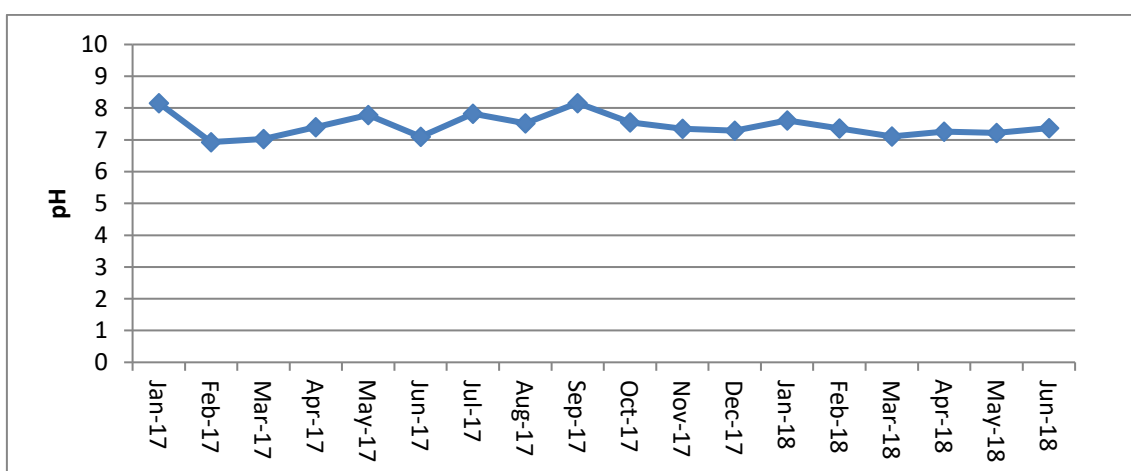


圖3-11 小生態池酸鹼度

第四章 結論與建議

- 1、 本計畫設置水位監測系統，經過運作，可有效的記錄小生態池的水位變化。
- 2、 小生態池的溶氧多次量測偏低，為需要注意的項目。

參考文獻

1. 王雯雯, 趙智杰, 秦華鵬 2012 「基于SWMM 的低衝擊開發模式水文效應模擬評估」 北京大學學報(自然科學版), 第48卷, 第2期, 第303-309頁。
2. 張富銘 2015, 低衝擊開發規劃與設計應用, 國立臺灣大學土木工程研究所博士論文。
3. Bengtsson, L., Grahn, L., and Olsson, J. 2005 "Hydrological function of a thin extensive green roof in southern Sweden" *Nordic Hydrology* 36(3):259–268.
4. Dietz, M. E. and Clausen, J. C. 2007 "Stormwater runoff and export changes with development in a traditional and low impact subdivision" *Journal of Environmental Management* DOI.1016/j.jenvman.2007.03.026.
5. Dietz, M.E. (2007), 2007 "Low Impact Development Practices: A Review of Current Research and Recommendations for Future Directions" *Water Air Soil Pollut* 186:351–363.
6. Guo, James C.Y. (2004). "Hydrology-Based Approach to Storm Water Detention Design Using New Routing Schemes," *ASCE J. of Hydrologic Engineering*, Vol 9, No. 4, July/August
7. Hutchinson, D., Abrams, P., Retzlaff, R., and Liptan, T. 2003 "Stormwater monitoring two ecoroofs in Portland, Oregon, USA" *First Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference, Awards and Trade Show, Chicago, IL.*
8. Monterusso, M. A., Rowe, D. B., Russell, D. K., and Rugh, C. L. 2004 "Runoff water quantity and quality from green roof systems" *Acta Horticulturae* 639:369–376.
9. Moran, A., Hunt, W., and Jennings, G. 2004 "Greenroof research of stormwater runoff quantity and quality in North Carolina" *NC State University, A&T State University, Cooperative Extension* ISSN 1062-9149.