

第四章 參訪行程

4-1 南佛羅里達水管理局

佛羅里達州依據 1972 年之水資源法案（Water Resource Act）劃分水利區，其劃分標準係依水域分界線而非依行政區域。目前佛羅里達州總面積 152,560 平方公里中劃分 5 個水利區，計有西北佛羅里達水管理局（Northwest Florida Water Management District）、史汪尼水管理局（Suwannee River Water Management District）、聖約翰河水管理局（St. Johns River Water Management District）、南佛羅里達水管理局（South Florida Water Management District）及西南佛羅里達水管理局（Southwest Florida Water Management District）。

上開各水管理局之主要任務略述如下：

- 一、豎立各水利區內之最低流量和水位。
- 二、管理水資源和相關土地資源必須依據保持均衡性為原則。
- 三、適當利用地表水與地下水。
- 四、管制蓄水池、集水區水工構造物及其他構造物，使其能增加地表水移動之功能。
- 五、防制洪水、土壤沖蝕及過度排水所造成之災害。
- 六、協助地方政府擬定綜合性的管理規劃，特別是提供相關水資源資料。為達此目標，賦予各水管理局至現場收集資料及研究之權利，以增進水資源之開發。
- 七、水管理局負責缺水時期之各種緊急措施，以維持可航行河川和港口之安全，以增進州民福利。
- 八、參與旱澇災應變措施，澇災後之復建，旱災時之水源調配及保育，維護常淹水或缺水地區。

各水管理局營運與相關計畫推動之經費來源如下：

- 一、聯邦政府撥發指定用途之經費。

- 二、州政府撥發指定用途之經費。
- 三、水權費（permit fees）。
- 四、債券（bonds）。
- 五、房地產稅，依據水資源法之規定，由房地產稅撥付一定比例的經費作為水管理局的專用預算，是水管理局最大經費來源。

本次參訪之南佛羅里達水管理局（South Florida Water Management District, 縮寫 SFWMD）位於邁阿密北方之西棕櫚灘（West Palm Beach），主管佛羅里達州南部之水資源分配，區域從 Orlando 到 Florida Keys 涵蓋 16 個郡，約有 750 萬人。南佛羅里達水管理局於西元 1949 年創立，是佛羅里達州五個水管理局中規模最大且歷史最悠久的一個。

南佛羅里達水管理局主要任務為經營與維護水資源並平衡與改善水質、水患、自然系統及水供應系統。管理局一項最重要的政策為 Everglades 綜合復育計畫，該項計畫為美國歷史上規模最大的環境復育計畫。管理局同時致力於改善 Kissimmee 河與該河川的洪水平原、Okeechobee 湖及河口海岸。

南佛羅里達區域水資源系統包含 2,600 英里渠道、1,300 個水控制設施及 64 處抽水站用來維持區域用水供應與洪水控制。

乾旱、颶風等極端氣候影響南佛羅里達用水供應及洪災保護措施，所以管理局必須更積極操作與維護水資源管理系統、提昇水資源保育工作，以便提供未來用水成長需求。

參訪重點如下：

- 一、Everglades綜合復育計畫（CERP）相關介紹。
- 二、水文模式介紹。
- 三、緊急應變中心參觀。

四、污水淨化抽水站參觀。

五、人工溼地現場參觀。



圖 4-1 學員於南佛羅里達水管理局參訪與陳博士合影



圖 4-2 緊急應變中心設施



圖 4-3 與南佛羅里達水管理局金博士相見歡

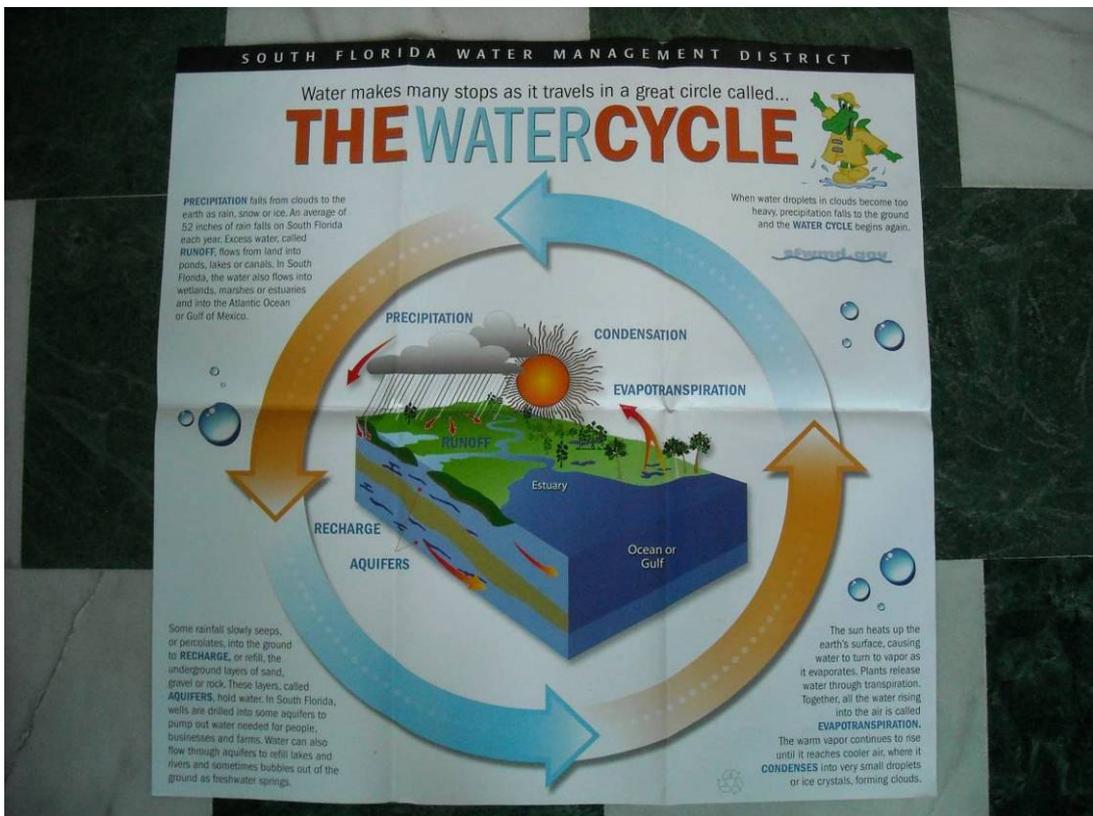


圖 4-4 南佛羅里達州水管局所製水資源循環示意圖



圖 4-5 污水引入人工溼地之抽水站室內設備



圖 4-6 污水引入人工溼地之抽水站進水口設施



圖 4-7 Everglades 復育計畫導覽



圖 4-8 Everglades 人工溼地景觀

4-2 聖約翰河水管理局

聖約翰河水管理局（St. Johns River Water Management District）位於佛羅里達州之帕拉卡（Palatka），創立在 1972 年，轄管面積 12,283 平方英哩，範圍包含佛羅里達州東北部及中部東邊地區，約較臺灣的面積略小。

聖約翰河水管理局轄區內最主要的河川為 St. Johns River，全長約 490 公里，亦是佛羅里達州最長的河流，且為全美少數幾條流向由南往北的河川之一，其河床坡降小於 9 公尺，平均河道坡降約 1：54,000，該河水流速平均約每秒 2 公分，被當地人稱為「懶惰河」（Lazy），由於流速緩慢進而增加其本身對污染物自淨功能的困難度。

另外，聖約翰河上游流域約 70% 的沼澤溼地被築堤排水，作為農地耕作及都市發展的用地，對生態環境造成極大衝擊。聖約翰河水管理局針對河川復育及河川污染等兩大課題，自 1980 年開始進行相關計畫，目標回復 5 萬公頃之沼澤溼地，期以恢復流域原本之面貌。

聖約翰河水管理局兩項合發許可任務為水權核發及環境資源許可核發。水權核發項目包含生活用水、灌溉用水、地下水及工業用水；環境資源許可核發係為確保建設對水道、地下水環境影響在許可範圍內。管理局的核心任務係提供區域內人類及環境足夠用水，而用水的來源主要從佛羅里達州地下水層。佛羅里達雨量平均每年約 50 英吋，大約有 13 英吋補充地下水層。也就是雨水一方面變成地下水後供給飲用、灌溉及工業使用；另一方面必須供應湖泊、河流、溼地等天然環境所需。管理局正執行水供給計畫滿足未來用水需求同時能兼顧水資源環境保育，使地下水資源達到永續利用的目標。



圖 4-9 聖約翰河水管理局



圖 4-10 研習成員與聖約翰河水管理局黃清次博士合影



圖 4-11 聖約翰河流域防洪閘門自動控制站設施現場解說



圖 4-12 聖約翰河流域洪水監控系統



圖 4-13 聖約翰河流域防洪閘門自動控制站之水門



圖 4-14 聖約翰河流域防洪閘門自動控制站上游水位計

4-3 柑橘研究及教育中心(CREC)

在佛羅里達州的柑橘產業歷來是一個國家的重要經濟農業，至今仍是如此。柑橘類水果，包括柑橘、柚子、橘欒果、酸橙，是該州最大的農業商品。

柑橘研究及教育中心（Citrus Research and Education Center, CREC）成立於 1917 年，早期稱為柑橘試驗站現在是歷史就悠久規模最大的校外實驗站，隸屬佛羅里達大學糧食及農業科學學院（University of Florida/Institute of Food and Agricultural Sciences, UF/IFAS）下設之研究單位，研究範圍涵蓋佛羅里達大學 8 個學科之研究所，包括園藝科學、土壤與水科學、植物病理學、昆蟲學與線蟲學、微生物與細胞科學、農業與生物工程、食品科學與人類營養、食品與資源經濟等，另擁有世界最大的柑橘圖書館，藏書超過 15,000 冊。

如今超過 250 人受僱於 CREC，研究機構設施包括超過 200 畝的樹林、溫室，1 個柑橘包裝廠，1 柑橘加工試驗工廠和 40 多個實驗室。CREC 科學家和工程師密切致力於柑橘產業，以解決有關問題，園藝，病蟲害，以及採後加工處理技術；此外利用全球定位系統（GPS）衛星和航照及高科技設備技術，以協助管理研究分析一個柑橘樹木疾病和蟲害，土壤缺陷和其他問題，以提升柑橘產量及品質。

50 年前，柑橘灌溉罕見，1950 年柑橘研究和教育中心開始研究提升柑橘灌溉技術，近年來”精密農業”一詞在中心推動下已相當成熟，也已證明適當的灌溉除了節約用水外更可提高產量，進一步發展出最經濟最有效率的微噴灑器灌溉方式。

早期柑橘防凍的方法，是使用加熱器或風力機以保護樹木和柑橘果實，在 20 世紀 80 年代，CREC 研究人員證明微噴灑器灌溉方式是相當有效的防凍保護法。

柑橘研究及教育中心之科學家與工程師相繼提出柑橘產業發展之關鍵技術與科學見解，包含：

- 一、發展出目前製作冷凍濃縮果汁的技術。
- 二、決定需求後提出施肥的建議，使得肥料使用更有效率，以及持續提升水果產量。
- 三、制定醫治Yellow Spot、Spreading Decline、Greasy Spot及Alternaria Brown Spot等病蟲害的程序。
- 四、證明柑橘灌溉是經濟與有效率的。
- 五、證明微噴灑器灌溉方式對於防凍害是有效的



圖 4-15 柑橘研究及教育中心



圖 4-16 柑橘研究及教育中心參訪研討



圖 4-17 自製簡易空照飛行器



圖 4-18 利用微波偵測 HLB 的病害



圖 4-19 柑橘榨汁設備

4-4 Water Conserv II 再生水中心

需要日益增加污水處理服務和減少地表水的流失的佛羅里達州，經過多項方案漫長和詳細審查，於是成立 Water

Conserv II。 Water Conserv II 係世界知名的灌溉與快速補助地下水滲透盆地 (Rapid Infiltration Basin, RIB) 之水資源再利用計畫。這個計畫從西元 1989 年起，至今已獲得無數與工程應用、環境保護、水資源再利用、健康與安全、社區服務、維護管理的傑出成就獎項。

Water Conserv II 計畫由奧蘭多市與橘郡聯合執行，是世界上相同類型之水資源再利用計畫中最大的一個，也是佛羅里達州第一個由佛羅里達環境保護局 (Florida Department of Environmental Protection, FDEP) 所允許，利用再生水 (Reclaim Water) 來灌溉人類消費型作物的水資源再利用計畫；包括住宅和高爾夫球場，糧食作物，葉子和景觀苗圃，林場，牧場，生產水泥土，也可以用於防火、滅火。

在整個在生水循環過程中有 25 個補充用的水井配置於整個配水管網中。每個水井的容量約從 1,500 GPM 到 3,200 GPM。尖峰時可提供約 56,000 GPM 的補充水。當再生水無法滿足用戶的需求時，用來提供灌溉防凍與防旱所需水量。

Water Conserv II 計畫中快濾滲透盆地是安全回收水再利用於農業及居住灌溉與商業使用時備受肯定的方法，快濾滲透盆地提供超過用戶需求的流量，目前用戶使用了約 60% 的回收水，剩下的 40% 則由快濾滲透盆地補助到佛羅里達的含水層。

再生水用運用於農業灌溉(柑橘種植者)的利益包括：

- 一、可靠的長期灌溉，在乾早期用水不受制。
- 二、減少安裝地表水或深井抽水系統，及相關操作和維修費用。
- 三、促使幼樹生長更快。
- 四、減少某些營養素的施肥計劃。
- 五、增強柑橘遭受凍結之保護能力。

再生水研究及實驗成果包括：

- 一、1987年以來再生水灌溉好處得到證實。
- 二、再生水灌溉對於柑橘嶺（含沙，以及排水）土壤很好反應，可以忍受高達100英寸（每年除了降雨外）。
- 三、再生水並無負面影響。
- 四、再生水灌溉柑橘樹，在樹的條件和規模，產量，土壤和葉片礦質方面的與用井水灌溉樹林通常一樣好。
- 五、再生水灌溉樹如同井水灌溉保持果實品質。
- 六、再生水中有充足的硼和磷，可以減少柑桔施肥方案。
- 七、再生水保持土壤pH值於一定範圍內，柑桔栽種不再需要石灰。
- 八、高品質的落葉水果及堅果可以生長在沙質土壤。
- 九、各種各樣的蔬菜，可有效地增加再生水。
- 十、再生水可使用於栽種飼料作物，如巴伊亞，林波草，多年生花生等。
- 十一、高爾夫球場草皮踴躍申請再生水。

再生水對於環境效益包括：

- 一、減少使用後廢水排到地表水增加環境負擔。
- 二、減少地表水的流失
- 三、將（污水）變為一項資產（再生水）的實益用途。
- 四、證實全年的再生水再利用具有實際的成本效益。
- 五、藉由削減灌溉用井水的需求來降低佛羅里達含水層的需求
加速補助佛羅里達含水層。
- 六、維持植物和動物物種。



圖 4-20 Water Conserv II Distribution Center 參訪研討

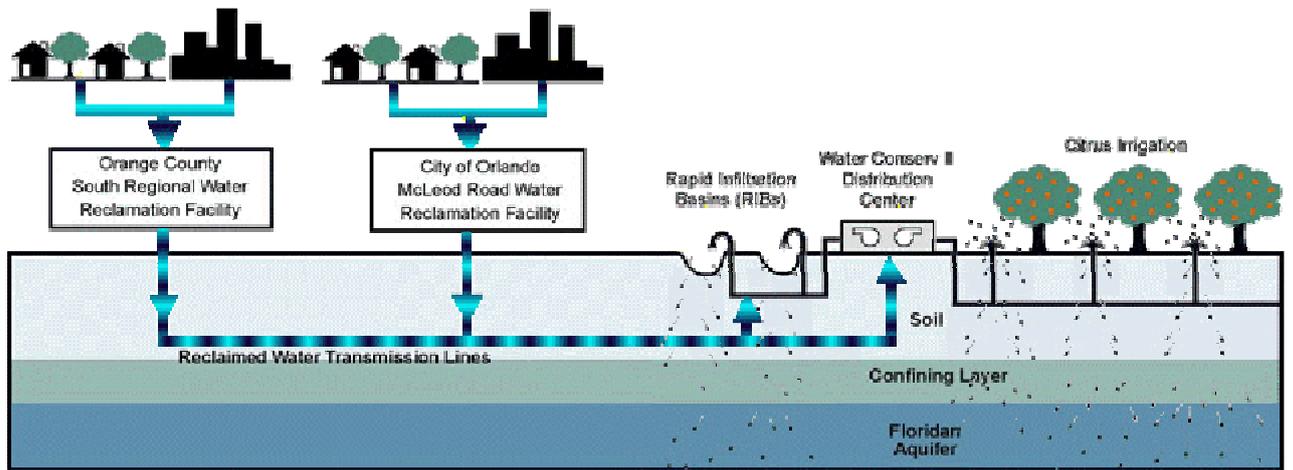


圖 4-21 再生水循環利用示意圖

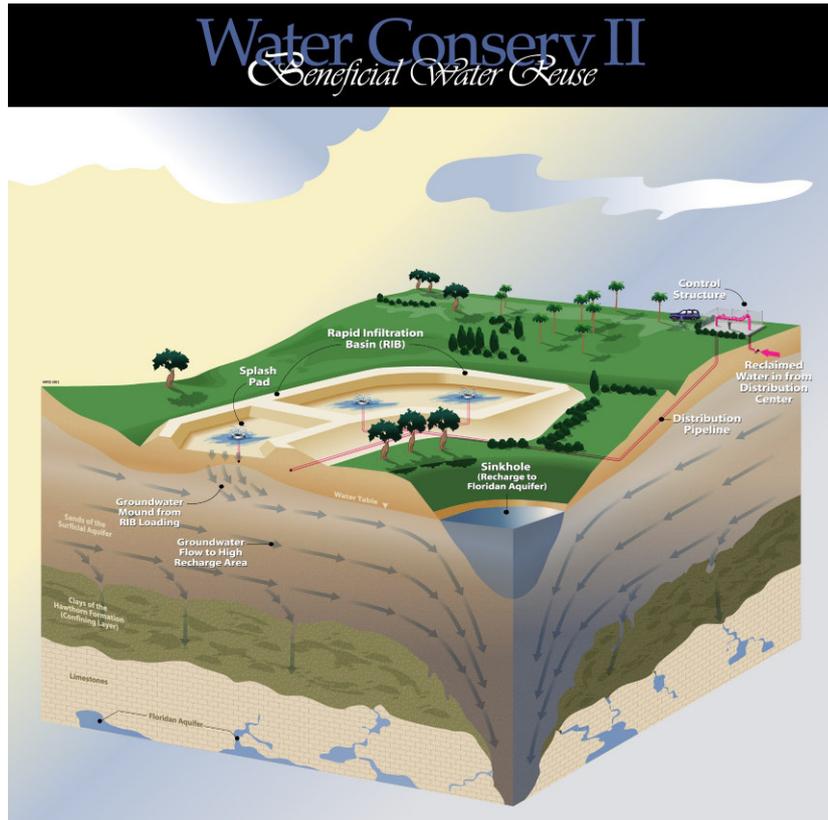


圖 4-22 再生水補助地下水示意圖



圖 4-23 Water Conserv II 的 Mr.Glenn Burden 現場解說



圖 4-24 Water Conserv II 人工快速地下水補注滲透盆地

4-5 Devil's Millhopper 州立地理公園

Devil's Millhopper 是中北佛羅里達州一個標榜地質公園。該公園是完備的一個小露營區，一個小型博物館，一個遠足小徑，小徑可再下到峽谷底部。一旦進入公園，有公園的護林員在服務台是很樂意討論公園的歷史，與它形成的過程。

當步行下階梯到約 120 英尺深的底部山丘。猛一抬頭，你實際上覺得你是在山區，而不是在佛羅里達州的平地。一旦在底部，即使在乾燥的夏天你覺得如果你是在熱帶雨林鬱鬱蔥蔥的枝葉樹影中，這小峽谷實際上是形狀像一個巨大的碗，而水沿著坡面流下沉洞的景觀與聲音提供了這個公園最享受的特色。

石灰石是佛羅里達所在地的地表基礎，雖然這種石頭非常硬，但很容易被弱酸所溶解，雨水接觸到空氣中的二氧化碳會變成弱碳酸；這個沉洞（Sink Hole）深 120 英尺，長寬則都是 500 英尺。有一條半英里長的天然步道環繞著邊緣，還有一座

232 階的樓梯可以到達沉洞的底部。佛羅里達州政府是在 1974 年買下這個地區，並於 1976 年完成階梯。

考古研究人員在這裡學到了很多關於美國佛羅里達州的自然環境史，如：鯊魚牙齒化石，海洋貝殼和化石的發現，陸地動物滅絕的痕跡。遊客可以享受野餐外，透過遊客中心可以了解這裡地質環境歷史。



圖 4-25 Devil's Millhopper 州立地理公園入口



圖 4-26 Devil's Millhopper 階梯步道

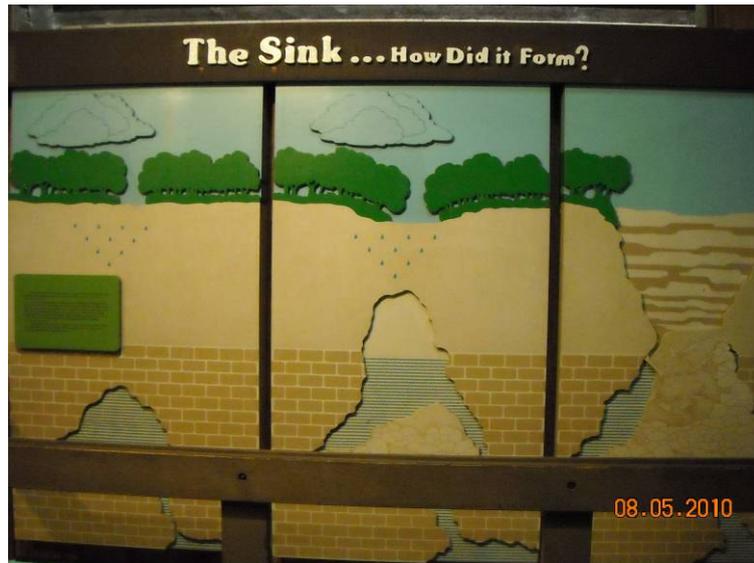


圖 4-27 沉洞 (Sink Hole) 之形成圖解



圖 4-28 沉洞 (Sink Hole) 現況圖解



圖 4-29 沉洞最低處之自然景觀