

出國報告（出國類別：開會）

## 參加與菲律賓 Mapúa 大學及馬尼拉水公司交流及研討會活動報告

服務機關：經濟部台灣自來水公司

姓名職稱：陳文祥組長

派赴國家：菲律賓

出國期間：107年8月19日至107年8月24日

報告日期：107年10月31日

## 摘要

成功大學執行科技部「建置台菲聯合水質研究中心(STIC) (106-2911-I-006 - 302 -MY3)」計畫，於本(107)年8月19日至24日(6天)在菲律賓Mapua大學舉行研討會，依本公司與成功大學簽署之雙方合作協議書之第2條第1款：派遣資深專業人員赴東南亞分享水處理管理及技術經驗及與菲律賓MAPUA大學、成功大學共同簽署之三方合作備忘錄之第 I 部份第1.1條b款參與會議、研討會或講習班，以符合本公司簽署協議書之共同合作要旨，本次之會議交流主軸在於水質問題、分析技術之探討及水處理技術管理等，8月19至21日舉行國際研討會(2018 International Conference On Sustainable Environmental Technologies, ICSET 2018)，陳文祥組長參加並擔任分組研討會主持人，8月22日23日舉辦工作坊(Workshop on Quality Improvement for Drinking Water)，陳文祥組長參加並擔任演講者。

在台灣我們也曾面對著各種自來水水質污染的問題，而這些年來為因應這些水質處理的困境，產官學界共同研究開發了許多高級淨水處理技術，如薄膜技術之開發與運用，而這些技術正可資協助東南亞國家進行改善，提升飲用水品質，目前正洽談水質改善合作的對象除了菲律賓外，還有泰國、印尼、印度等國家，相信再不久台灣水資源產業的實力，將讓南向的友邦的供水品質大步提升。

關鍵字：

水質問題、水質分析技術、水處理技術、新南向合作

# 目錄

摘要

目錄.....	I
壹、開會目的.....	1
貳、開會行程.....	2
參、開會過程.....	3
肆、開會心得及建議.....	24

## 壹、開會目的

2017年12月7日台灣自來水公司董事長郭俊銘至菲律賓Mapua大學拜訪，與成功大學水工試驗所所長林財富教授，一起簽署三方合作備忘錄（MOU），合作研究調查東南亞各國的水源、水質狀況，這是了解各國水源、水質狀況的基礎研究；台灣自來水公司將協助菲律賓，進行不同水源的處理評估模式、自來水廠淨水操作訓練。

三方共同合作備忘錄，此一合作模式可促成我國學界、水處理產業界及管理技術輸出，備忘錄內容以協助菲國進行水源水質調查，並就原水及自來水水質問題，提供台灣淨水處理技術的轉移與經驗的分享，藉以改善提升當地的飲用水品質；後續合作將辦理自來水人才培訓計畫及建立水質人才資料庫，運用台灣自來水公司新建之先進訓練中心，人員得實際操作淨水場設備及進行水處理可能發生狀況的模擬，透過教育訓練及實務經驗的傳承，培植淨水場操作及水質人員的專業技能，提升菲國水處理技術及專業人力養成。

2018年於菲國舉辦國際級研討會，經由研討會溝通交流的互動機會，推動技術發展與國際合作機會，展現台灣自來水公司帶領台灣水資源菁英團隊Aqua A - team. Taiwan(AATT)推向國際市場的企圖心，擴展海外知名度，進而開創更有廣度、更有深度的自來水產業的市場，將台灣的水處理技術及產業推廣至其他東南亞國家。

## 貳、開會行程

開會期間為自 107 年 8 月 19 日至 107 年 8 月 24 日共計 6 日（含例假日）。

開會行程如表 1 所示。

表 1 開會行程

日期	地點
107 年 8 月 19 日	飛機去程(桃園至菲律賓馬尼拉)
107 年 8 月 20 日	2018 International Conference On Sustainable Environmental Technologies, ICSET 2018
107 年 8 月 21 日	2018 International Conference On Sustainable Environmental Technologies, ICSET 2018
107 年 8 月 22 日	Workshop on Quality Improvement for Drinking Water
107 年 8 月 23 日	Workshop on Quality Improvement for Drinking Water
107 年 8 月 24 日	飛機返程(菲律賓馬尼拉至桃園)

## 參、開會過程

### 一、 參加 2018 年可持續環境技術國際會議(International Conference on Sustainable Environmental Technologies (ICSET 2018))

2013 年，Mapúa 大學第一次主辦 ICSET 2013 研討會，今年 Mapúa 籌設準備 ICSET 2018，該會議起源於 2003 年，台灣嘉南藥理及科技大學首次舉辦的亞太地區會議 (APRC)，來自泰國，菲律賓，日本和韓國的代表參加了這次國際會議，在這次啟動會議之後，APRC 不斷在不同國家的不同地點舉辦，該 APRC 於 2006 年在菲律賓 Diliman 大學舉辦，2007 年 APRC 輪由泰國孔敬大學舉辦。由於菲律賓大學於 2008 年慶祝成立 100 週年，第六屆 APRC 成為在菲律賓馬尼拉大都會區奎松市迪利曼主校區舉行，並同步慶祝該校百年校慶，2009 年 APRC 於由越南河內河內科技大學主辦，2010 年由泰國 Ubon Ratchathani 大學主辦，2011 年，APRC 會議改為續環境技術國際會議 (ICSET) 併升級為國際水平，韓國首爾國立大學主辦了 2011 年 ICSET，泰國 Thonburi 國王 Mongkut 大學舉辦了 ICSET 2012。

2018 年 ICSET 的主題是：永續環境與發展的創新與技術創業，包括了下列領域議題：

1. 高級氧化技術
2. 農業結構和環境污染
3. 氣溶膠、空氣污染、質量和氣候變化
4. 環境生物化學、生態學、物理學和地球科學
5. 環境模式和分析方法

6. 環境信息與通信技術
7. 海洋和沿海環境
8. 自然資源、廢物和利用
9. 可再生能源和資源
10. 河流、濕地水和集水區管理
11. 土壤和地下水環境
12. 水處理和資源
13. 廢水處理技術及水回收
14. 建築業及環境可持續性
15. 風險評估和減災
16. 稻田和環境挑戰

會中邀請來自瑞典、台灣及菲律賓的專家進行永續環境議題的分享，其演講內容概述如下：

**1.Sustainable business opportunities using cellulose products other than wood - A domestic challenge using crops from the Philippines**  
**使用木材以外的纖維素產品作為可持續商機 - 使用菲律賓國內作物的挑戰**

Anders Hult, Ph.D.

在瑞典利用天然林的資源進行開發利用，透過加工技術的開發，可以將木製品、紙張和紙漿進行商業化因而增進了財富。自 2016 年以來，KTH 已開始與 Mapua 大學開展新的合作，研究利用菲律賓的國內農作物來進行加工，

該項目研究的目的是以菲律賓的國內作物如海藻和竹子如何利用可持續工程技術作為新型先進材料的原料。為了實現這一長期目標，通過教學和實踐培訓分享知識，讓參與計畫的各大學能分享有關各自領域的信息。

海藻和竹子都可以用作生產超強納米原纖化纖維素（NFC）纖維的來源。此外，海藻也是功能性化學物質的來源，例如氨基酸和脂肪酸（ $\omega$ 3 脂肪酸），它們可以從海藻中提取。菲律賓是當今世界上最大的海藻生產國之一。然而，這種作物通常只是乾燥並出口到韓國和日本。纖維和可提取物的附加值不會留在菲律賓國內。未來人們可以預見在不久的將來在靠近收穫海藻的地方建立小型生物煉油廠，煉油廠將有 3 個產品系列：纖維，氨基酸和脂肪酸。如果將其與來自風車的能源，雨水收集以及廢水再利用相結合，那麼整個生產將是 100%綠色。

Mapua 大學在替代能源，海洋種植以及種植竹子及其可提取物方面有需多的研究成果及技術，而 KTH 在纖維加工技術和提取技術方面具有深厚的經驗，兩者可以相輔相成。綠色工程可提供環境的持續發展和並可促進減貧和為子孫後代創造更美好的生活，對於當代這一代，綠色和可持續工程產生了新知識，從而產生了具有巨大經濟價值的新工藝和產品。

## 2.Oxidation Treatment of Cyanobacteria, Cyanotoxins and Taste and Odor Compounds in Drinking Water Systems

飲用水系統中藍藻，藻毒素，味覺和氣味化合物的氧化處理

Tsair-Fuh Lin, Ph.D.(林財富教授)

藍藻是存在世界上許多湖泊或水庫中的一種重要的微生物，由於它們其中的某些種類可能產生有害的藍藻毒素或味道和氣味化合物，這樣的微生物過量生長可能對人類造成額外的風險並且降低水的美學價值。因此，藍藻及其代謝產物的處理對於保障飲用水的質量非常重要。

氧化是用於淨水處理的重要程序，可用於控制藍細菌和其他水質問題。在本報告中，討論和模擬水處理過程中使用的典型氧化劑與有害藍藻及其代謝物的相互作用。氧化進行實驗以模擬水處理的典型氧化劑對藍細菌細胞或代謝物的影響。利用模式以模擬藍細菌細胞和代謝物的過程。這些模式能夠成功模擬並預測藍藻細胞和代謝物的去除。所開發的模式提供了一種簡單的方法來估計當氧化劑用於控制水處理廠或水庫中的藍藻毒素和 T&O 化合物時所需的劑量和接觸時間。

### **3.Application of advanced oxidation processes for treatment of industrial wastewaters**

#### **應用先進的氧化工藝處理工業廢水**

Ming-Chun Lu Ph.D. (盧明俊教授)

人口的快速增長和工業中的快速發展導致需要處理大量的廢水。在有毒廢水的降解中，化學氧化可以用作後處理，以氧化存在於通過生物過程處理的廢水中的不可生物降解的殘餘物。每種處理技術都具有與適用性，效率和成本相關的考量。

高級氧化技術（AOPs）是高效率，而對生態環境而言也是友好的，使用

產生的非選擇性羥基自由基 (\* OH) 進行氧化。 AOPs 在本文中分為兩類：暗驅動和光驅動 AOPs。演講的內容介紹 AOPs 廢水處理對環境的重要性，並討論高級氧化處理技術的益處和局限性。

在 AOPs 中，芬頓法(Fenton)已被證明可有效分解頑固的有機化合物。然而，有一個缺點是需要進一步處理，就是大量污泥的產生。通過使用流化床 Fenton (FBF) 技術減少了污泥的產生，因其中鐵結晶到反應器中的載體表面上，而降低污泥的產生。

本演講概述了 FBF 技術應用於薄膜晶體管液晶顯示器製造、醫藥以及紡織品工業所產生的苯酚及苯酚衍生物等難降解有機物之處理，這說明了 FBF 技術可能適用於降低廢水中頑固有機污染物，在性能、操作條件和影響去除效率的因素方面，FBF 工藝優於其他基於 Fenton 氧化的技術的優勢得，還包括所涉及的反應動力學和機制以及所使用的載體，最後，介紹了本項技術在相關工業製程中廢水處理的應用。

#### 4.Lessons Learned from International Scientific Journals Editor-in-Chief

##### 國際科學期刊主編的經驗分享

Yu-Pin Lin, Ph.D. (林裕彬教授)

主編 (EIC) 或編輯是擔任期刊編委會主席，EIC 由期刊任命，負責邀請編輯委員會成員，組織會議並與作者和編輯部門溝通，對提交內容進行初步評估，指派編輯或審稿人，以及就提交作出決定。EIC 可能是具有作為審閱

者，編輯委員會成員或副主編的先前經驗的高級研究員。EIC 負責期刊的整體質量，並在推廣期刊的同時實施期刊政策決策。因此，EIC 對期刊出版過程的各個方面負責，例如實現期刊的目標，確保學術質量，以及監督編輯委員會的結構，特殊問題和同行評審過程。

在本演講中，講者分享作為 EIC、副總編輯、編輯和國際期刊評論員的經歷。雖然每個期刊都有各種各樣的略有不同的編輯過程，但是主要目標在確保出版高質量的論文。因此，講者透過一些例子的分享，從 EIC 的角度，在出版過程以及各種編輯職位的責任，歸納出許多符合期刊審編的結論，並提出有建設性的建議。

## 5. Determination of Carbon Stock and Sequestration Potential in Mangrove Rehabilitation: The Maynilad Case

### 紅樹林碳儲量能力和潛力的測試：Maynilad 案例

Francisco Arellano, ChE

Maynilad 是菲律賓最大的自來水和污水處理公司，目前仍不斷擴大其業務其業務，這需要建立新的水及廢水基礎設施和開發替代水源，使用更複雜的處理技術以達到更好的處理目標，也因此增加碳足跡的排放量，自 2010 年以來，其碳足跡每年都在增加。

截至 2015 年，該公司經過驗證的碳足跡（ISO 140064）為 0.0850 克二氧化碳/升水。隨著人們對減輕氣候影響的興趣日益增加，各種相關單位已積極實施改革期盼降低碳的排放量，如紅樹林保護和恢復計劃。紅樹林是重要

的生態系統，因為它們可以有效地儲存碳，減少水污染，保護生物多樣性和保護海岸線。

2013 年，Maynilad 在菲律賓 Cavite 沿海地區啟動了紅樹林修復項目，作為其“生命植物計劃”的一部分。這些地點位於 Noveleta (2.2 公頃)、Cavite City、Bacoor City (2.2 公頃)、Kawit (1 公頃) 和 Rosario (1 公頃)。據 Maynilad 和其合作組織的志願者在過去四年 (2013-2016) 共種植了 8.6 公頃，估計種植了 87,000 個紅樹林繁殖體。該計劃還包括 2006 年開始的流域恢復項目。

進行了 Maynilad 的碳儲量計算和封存研究，以計算評估該方案在紅樹林狀況及其碳儲量和封存潛力方面的現。這將使 Maynilad 減少其溫室氣體淨溫室氣體排放。該研究表明，21,287.16 噸的碳被儲存或捕獲而不是以二氧化碳的形式釋放到大氣中，4,247.91 噸的二氧化碳從大氣中被隔離或吸收，用於紅樹林植物的生長而不是對全球溫室氣體的貢獻。該計劃被證明是有效益的，因為紅樹林比其他森林類型的碳固存量高 3-5 倍 (Donato 等，2011)，從而抵消了公司不斷增加的二氧化碳排放量。

展望未來，Maynilad 公司打算繼續並擴大其復育計劃，並對公司的碳封存計劃進行評估，以實現碳中和最終效益。

後續舉辦分組討論(分組討論表如附表)，陳文祥組長擔任 Session 5:

Information & Communication Technology for Environment 分組住持人(Chair: Dr. Wen-Hsiang Chen)



Parallel Technical Sessions – Oral Presentation Schedule, August 20, 2018						
Time	Session 1: AVR1	Session 2: AVR2	Session 3: AVR3	Session 4: S205	Session 5: S304	Session 6: S209
		Natural Resources Regeneration, Waste Utilization Chair: Prof. Jih-Ming Chyan Assistant: Mary Joy Reginio	Catchment, River Quality & Management Chair: Dr. Yi-Ting Chiu Assistant: Sheina C. Ricarte	Environmental Modelling and Analytical Methods Chair: Prof. Jheng-Jie Jiang Assistant: Karmela Inna Mae Medrano	Water Treatment and Resources Chair: Dr. Chun-Hsi-Lai Assistant: Maria Thea Rane Clarin	Information & Communication Technology for Environment Chair: Dr. Wen-Hsiang Chen Assistant: Cherry Rose Banares
13:30 – 13:50	ICSET18-08-18	ICSET18-12-99	ICSET18-05-27	ICSET18-04-100	ICSET18-06-40	ICSET18-04-103
13:50 – 14:10	ICSET18-03-13	ICSET18-16-03	ICSET18-14-44	ICSET18-07-55	ICSET18-05-52	ICSET18-06-09
14:10 – 14:30	ICSET18-14-21	ICSET18-10-37	ICSET18-10-07	ICSET18-12-62	ICSET18-06-56	ICSET18-15-19
14:30 – 14:50	ICSET18-08-23	ICSET18-10-79	ICSET18-05-32	ICSET18-12-88	ICSET18-06-84	ICSET18-14-45;
14:50 – 15:10	ICSET18-14-36	ICSET18-10-94	ICSET18-05-86	ICSET18-10-95	ICSET18-06-85	ICSET18-15-65
15:10 – 15:30		ICSET18-05-97	ICSET18-05-90	ICSET18-15-96		ICSET18-07-71
15:30 – 15:50	PM Snacks and Awarding Ceremony, Plenary Venue					
16:00 – 17:30	PM Snacks and Awarding Ceremony, Plenary Venue					

Time	Session 7: S208	Session 8: Plenary A	Session 9: Plenary B	Session 10: S308	Session 11: S313	Session 12: S315
		Environmental Chemistry and Sciences Chair: Prof. Allan Soriano Assistant: Anna DG Binayug	Air Quality, Aerosol and Climate Change Chair: Prof. Ya-Fen Wang Assistant: Ysabel Domino	Building Industry and Sustainability Chair: Dr. Yu-Ju Wu Assistant: Hannah Faye Austria	Water, Wastewater Technology Chair: Prof. Liang-Ming Whang Assistant: Marwin Gallardo	Renewal Energy and Resources Chair: Prof. Lemmuel L. Tayo Assistant: Andrea Jasmine Oconer
13:30 – 13:50	ICSET18-08-25	ICSET18-03-48	ICSET18-16-101	ICSET18-13-102	ICSET18-04-12	ICSET18-04-04
13:50 – 14:10	ICSET18-11-47	ICSET18-03-53	ICSET18-14-16	ICSET18-01-14	ICSET18-08-39	ICSET18-06-06
14:10 – 14:30	ICSET18-04-60	ICSET18-03-63	ICSET18-14-17	ICSET18-04-42	ICSET18-08-57	ICSET18-05-10
14:30 – 14:50	ICSET18-03-81	ICSET18-04-69	ICSET18-14-50	ICSET18-13-61	ICSET18-08-64	ICSET18-13-29
14:50 – 15:10	ICSET18-03-82	ICSET18-03-76	ICSET18-14-54	ICSET18-04-77	ICSET18-09-70	ICSET18-15-35
15:10 – 15:30	ICSET18-04-89	ICSET18-03-98	ICSET18-14-83	ICSET18-04-80	ICSET18-09-78	ICSET18-05-46
15:30 – 15:50	ICSET18-04-93					
16:00 – 17:30	PM Snacks and Awarding Ceremony, Plenary Venue					

Note: [1] ICSET18-05-27 & ICSET18-14-44 are online presentations; [2] Shaded paper code means session keynote lecture and shall not be included in oral presentation competition.



ICSET 2018 開幕



ICSET 2018 會場外



與台灣與會教授合影



與分組研討會個簡報人合影



成大林財富教授與 Mapua 大學校長合影



台大林裕彬教授與 Mapua 大學校長合影

## 二、 參加 2018 年飲用水水質改善會議(Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water)

為策進新南向政策，台灣自來水公司扮演前進新南向國家水務市場的領頭羊，積極整合、協助台灣水資源 A-Team 廠商，接觸、洽訪印度、印尼、菲律賓、越南等東南亞國家，除前往拜會、交流，行銷台灣水處理核心能力，亦傳達「To see is to believe」信念，積極邀請國外政府官員、自來水廠家來台參訪我國自來水設施，陸續有印尼、越南、印度、菲律賓等新南向國家官員、自來水業者來台技術參訪。新南向目標國家對台灣的進步、人民的友善、技術的水準、服務的誠信，已有相當的認識，亦建立彼此信任關係。

有交流就有機會，多互動就能建立友誼，這不僅是外交該做的，也是新南向的內涵和精神。過去一年來，台灣自來水公司多次到東南亞國家拜會、參訪，發現這些國家很多缺水的關鍵並非缺乏水源，而在於水處理技術落後，沒有能力淨化水資源，整體水處理技術落後台灣 30、40 年，從中看見巨大的商機。台水結合外貿協會、水資源 A-Team 廠商、在地台商等多重管道，初期以水源污染嚴重，自來水普及率低的印尼、印度為優先目標市場，積極尋找可能案源，希望在新南向目標國家建立淨水廠、污水處理廠示範區，以方便展現台灣軟硬體實力，作為前進新南向國家市場的灘頭堡。

本次會議是台灣自來水公司、菲律賓 Mapua 大學以及成功大學，一起簽署三方合作備忘錄 (MOU),合作研究調查東南亞各國的水源、水質狀況的基礎研究，以協助菲律賓，進行不同水源的處理評估模式、自來水廠淨水操作訓練的一環。

三方共同合作備忘錄，此一合作模式可促成我國學界、水處理產業界及管理技術

輸出，備忘錄內容以協助菲國進行水源水質調查，並就原水及自來水水質問題，提供台灣淨水處理技術的轉移與經驗的分享，藉以改善提升當地的飲用水品質，透過教育訓練及實務經驗的傳承，培植淨水場操作及水質人員的專業技能，提升菲國水處理技術及專業人力養成。

為期兩天的水質分析及處理技術論壇，由菲律賓部分有 Mapúa 大學、馬尼拉自來水公司(Manila Water Company, Inc.)、馬里蘭自來水公司(Maynilad Water Services Inc.)、貝湖(Laguna Lake)管理局、馬尼拉環保局(Environmental Management Bureau)，台灣部分有國立成功大學以及台灣自來水公司參與，會中討論非常踴躍，相關的討論主題及概述說明如下：

**Topic 1: The Taiwan-Philippines Joint Water Quality Research and Innovation Center in Mapúa University**

*Prof. Delia B. Senoro (Mapúa University)*

本此論壇由 Mapúa 大學 Senoro 教授就台灣與菲律賓之交流的歷程進行回顧，就水質安全、水質分析及水質研究的各項合作計畫說明了近 3 年來雙方合作的成果，而這些成果也拓展了個多的單位及研究、技術人力的投入，共同針對菲律賓的飲用水水質而努力，特別是這次參與討論的主題—馬尼拉貝湖(Laguna Lake)，並展示雙方合作初步的成果-水質研究與創新中心的成立。

**Topic 2: Challenges in water treatment of purification.**

*Engr. Ronald Padua (Maynilad Water Services Inc.)*

馬里蘭自來水公司是菲律賓第二大自來水供應公司，馬尼拉貝湖是該公司重要水源之一，但是經年的工業、家庭、農業及漁業養殖的汙染，已經讓這個馬尼拉的珍珠蒙塵，如何做好水質處理是一項極大的挑戰，有賴於其水質監測人員以及操作人員的通力合作，一起面對高濁度、氨氮、鐵錳、有機物等等的水質挑戰，後續將結合跨國的合作以解決所面臨的問題。

**Topic 3: Challenges of Laguna Lake water quality in the fishery sector.**

*TBN Bureau of Fishery*

菲律賓漁業和水產資源局（BFAR），是菲律賓政府隸屬於農業部的機構，負責開發，改進，管理和保護菲律賓的漁業和水產資源。該局針對馬尼拉貝湖中水產養殖及捕撈對於水質影響進行分析，這些行為確實在某個層面上對於水體的水質安全造成傷害，除了加強水質檢驗與管理，該局更期望利用這些資訊，強化經濟水產的效益提升。

**Topic 4: Biological treatment of drinking water.**

*Prof. Langmuir Whang (National Cheng Kung University)*

黃良銘教授以生動有趣的方式，將國際上常用在淨水處理上的生物處理技術進行深入淺出的介紹，在不以傳統的物化處理程序處理技術的限制下，以生物處理更可以有效的控制水質的安全，而且通常更加節省成本，例如氨氮的處理，傳統是利用氧化技術，在水體中添加氧化劑，藉由氧化

作用將氨氮破壞去除，但是大量添加氧化劑會增加水中的鹽類，而且使用氧化劑還有工安的考量，若利用生物處理技術進行，所需的成本約是使用傳統氧化劑的十分之一的價格。

Topic: 5 Treatment of cyanotoxin and T&O compound in drinking water systems.

*Prof. Tsair-Fuh Lin (National Cheng Kung University)*

台灣地區作為飲用水源的水庫水，近來常被關切有關有毒藍綠菌及毒素的問題，要降低水中藍綠細菌濃度最有效的方法之一，是改變取水口的取水深度。水庫優養化，藍綠細菌問題不輕。藍綠細菌屬於產臭藻類及產毒藻類，淡水中以藍綠細菌最常形成藻華而造成生物毒害性，藻種則包括微囊藻、節球藻、顫藻、魚腥藻與束絲華藻等。

長期飲用含低濃度藻毒飲用水，也會對人體造成慢性毒性，如微囊藻毒素會累積在人體的肝臟或膽囊中，形成肝、膽的腫瘤，造成肝癌的發生。部分藻類毒素會累積在人或動物體內，2001年澳洲政府在牛乳及其相關食品中就檢測出藻類毒素的存在，所以藻毒不僅影響飲用水安全，也會因食品造成暴露。藻華常發生在流速緩慢的水庫、河川，因為上下移動性較佳。而據澳洲水質檢測標準值來看，藍綠細菌生長的條件：水溫高於 25°C、營養鹽值大於 100，藍綠細菌生長及藻華生成潛勢就很高，其他如水流慢、濁度低、強光、風等，都會增加藍綠細菌的生長。

會中林財富教授分享了台灣地區以及澳洲相關的藻類及藻毒資訊，這

些案例也將比對於馬尼拉貝湖甚至於其他的菲律賓湖泊當中，可作為相關湖泊改善會防治的參考案例。

**Topic 6: Challenges in water treatment for the Eastern zone of Metro Manila.**

*Danvir Mark Farnazo (Water Forensics Head Manila Water Company, Inc.)*

馬里蘭水務公司為提供了 600 多萬人自來水處理，配水，污水處理和衛生服務，包括廣泛的住宅，半商業，商業和工業客戶。包括 23 個城市，總服務面積 1,400 平方公里。為了適應氣候變遷的影響，馬尼拉水務於 2013 年優先考慮提高資產和運營的氣候適應能力的措施，而不因氣候變遷的影響而增加碳足跡的排放。以可持續發展從公司內部到外部環境，通過提供飲用水和衛生設施的供水服務，馬尼拉水務致力於建設社區關懷和保護環境，意識到安全的供水，是企業永續經營的重要任務及使命。

**Topic 7: Biological pre-treatment of river water slightly contaminated by ammonia for using as a drinking water source.**

*Dr. Yi-Ju Wu (National Cheng Kung University)*

來自國立成功大學吳怡儒博士分享了利用生物前處理技術，在東港溪污染中，有機物與氨氮為主要污染物，其中氨氮為研究之目標污染物，氨氮進入自然水體，對水生動物造成毒害。早期採用前加氯方式除氮，然而氯與水中有機物易形成消毒副產物，危害人體健康，此外也會增加加氯

成本，因此近期受污染原水處理以生物程序為主。

吳博士於鳳山淨水廠設置生物前處理與淨水處理單元之模廠進行東港溪原水氨氮去除，以網狀性泡棉 BioNET 做為擔體，提供大表面積使微生物附著生長，針對以 BioNET 為擔體之生物前處理單元設計批次實驗，探討不同參數對硝化作用之影響，並以分子生物技術分析模廠之 BioNET 擔體中附著微生物之族群變化，了解模廠 BioNET 操作適合條件，作為實廠設置生物前處理之參考。

研究結果顯示，模廠操作 HRT 為 0.5 小時，進流氨氮為 6 mg-N/L，出流濃度可符合飲用水水源水質標準。操作參數中，建議槽內溶氧控制在 4 mg-N/L 以上，以提供硝化微生物足夠溶氧；溫度與擔體 VSS 對硝化效率並無直接關係，VSS 變化則可能與迴流相關。操作期間，原水水量不穩使氨氮進流不穩，可能降低硝化微生物族群，顯著影響硝化作用。

## Topic 8: Nitrification BioNet filter pre-treatment of Dong-Gang river water for drinking water source.

*Dr. Wen-Hsiang Chen(Taiwan Water Corporation (TWC))*

台灣自來水公司組長陳文祥博士報告南台灣東港溪及高屏溪等水庫水源的水質問題。由於近年來氣候變遷與人類活動，使環境逐漸改變，以高屏溪為水源之鳳山淨水廠，其水源之水質與水量亦受到影響，冬天水量低以及夏天濁度高等問題，影響鳳山淨水場民生用水供水量與水質，因此急

迫尋找替代水源。而東港溪作水量較高屏溪穩定且與其他河川相比離淨水廠距離較近，適合作為鳳山淨水廠之替代水源，唯東港溪之水質即使經過鳳山水庫之自淨作用亦未達到飲用水水源水質標準，無法進入自來水淨水程序，因此僅供為工業用水。

東港溪因為高濃度的氨氮及總有機碳問題，建議為工業水源較佳。然而由於高屏溪的濁度及水量等問題，還是需要東港溪成為儲備飲用水水源之一。因此，台灣自來水公司採用工研院專利授權技轉的 BioNET 過濾程序建立一模廠(pilot study)，BioNET 原本廣泛被利用於污水處理廠，現在是第一次使用於自來水處理，原理即包括多孔的海綿載體可以提供原水中的原生微生物(異營菌及硝化菌等)來淨化水源。同時形成活性污泥系統與生物膜系統，具高效率去除 ammonia, COD, 及 TOC 的優點，甚至操作費用低廉且容易達穩定，可能將成為全世界最大的前處理水廠(300,000 CMD water pre-treatment plant)，期待近期可以解決高雄水資源不足的問題。

## Topic 9: Regulatory issues in surface water quality.

### *TBN Environmental Management Bureau (EMB)*

這個議題由地方環保局人員就法令的規定來探討拉古納湖的法令規範，目前拉古納湖已成立專責的管理局來負責，法令的規定也堪稱完善，但是，最主要的還是執法的力度以及民眾的守法觀念，因為拉古納湖是一個多功能使用的湖泊，各個用水標的對於水質要求不一，若以最高要求的

飲用水水質來進行管制的話，將衍生許多抗爭，在執行上也不易。

## Topic 10: Challenges in water quality maintenance in Laguna Lake

*Adelina C. Santos-Borja Laguna Lake Development Authority*

*(LLDA)*

拉古納湖，位於卡拉巴松及馬尼拉大都會，是一個火山堰塞湖，主要流入 21 條河流，長度 41km，寬度 36 km，面積約 949 平方公里，平均深度 2.8 米最大深度 20 米，是菲律賓第一大湖，也是東南亞諸島中的第二大湖，僅次於蘇門答臘島的多巴湖。在國家和區域計劃範圍內，促進拉古納湖地區及周邊省，市，鎮的發展和平衡增長的國家政策，社會和經濟發展政策以及拉古納湖地區的發展，適當考慮和適當規定環境管理和控制，保護人類生活和生態系統的質量，防止不當的生態干擾、水質惡化和污染。

大馬尼拉地區以南的拉古納湖（Laguna Lake），是東南亞第二大湖，也是菲國首都地區重要飲用水水源，但水質問題經常成為關注重點。

為此，成功大學與 Mapúa 大學 2016 年 8 月針對拉古納湖進行了大規模調查，發現水中存在有害藍綠菌、藻類毒素與藻臭味物質等代謝物問題，可能會影響民眾的用水安全及舒適。這是菲國第一次針對拉古納湖水源進行有害藍綠菌的大規模調查，研究結果引起拉古納湖管理局以及馬尼拉水公司的重視。經過深入了解，雙方更發現，拉古納湖除了藻類問題外，也有如錳、濁度、氨氮、總溶解固體以及水廠處理困難等水質問題，

急需解決。

## Topic 11: Manganese Removal in Water Treatment Processes

*Dr. Chun-Hsi Lai (National Cheng Kung University)*

在台灣許多淨水場以水庫主為要水源，而主要水庫普遍有優養化現象。優養化現象造成藻類及其衍生性問題，已嚴重干擾淨水程序與飲用水水質。藻類會造成濾床阻塞，混凝劑量增加，餘氯衰減，生成異臭味，產生消毒副產物前質，增加配水管網後生長潛能等問題。這些問題同時因季節性優勢藻之大量繁殖而更形嚴重。傳統淨水程序對於藻類之控制，以添加前氧化劑，配合混凝沉澱程序為主。可利用之前氧化劑有氯、二氧化氯、臭氧與高錳酸鉀等，但前加氯有生成消毒副產物潛在危害。而使用前氧化劑應儘可能避免破壞藻體細胞，以降低釋出藻體內具毒性或臭味之有機物質之機會。因此，如何有效而安全地去除藻類，便值得深入探討。

來自成功大學賴俊熙博士以臭氧及高錳酸鉀作為替代前氧化劑，進行模型廠與實驗室除藻試驗，主要目的在於探討此兩種前氧化劑對混凝除藻類之作用，及其對混凝除藻之影響。模型廠試驗以澄清湖原水為對象，利用兩套平行模型設備，進行前氧化劑對混凝除藻影響之試驗。實驗室則以含純藻之人工原水，分別進行臭氧與高錳酸鉀之氧化與混凝試驗，進一步探討臭氧與高錳酸鉀氧化去除藻體細胞之機制，同時由實驗室結果與模型廠試驗結果，能相互驗證。

## Topic 12: Monitoring of cyanotoxin and odorant-producing cyanobacteria

in drinking water reservoirs using real-time PCR.

*Dr. Yi-Ting Chiu (National Cheng Kung University)*

隨著工業的進步與生活水準的提升，民眾對於水源的品質與安全也越來越重視，大多數的水庫常有水質優養化的現象，進而衍生出藻類有害代謝物的問題，目前已知部分藍綠菌於生長過程亦會產生二次代謝物 (secondary metabolites)，例如微囊藻毒素(microcystins, MCs)、柱孢藻毒素(cylindrospermopsin, CYN)與二甲基冰片(2-methylisoborneol, 2-MIB)，這些代謝物不僅造成水質之惡化，更會影響了飲用水的安全。因此了解藍綠菌及其代謝物的存在，對於淨水處理單位非常重要。此外，為了瞭解環境水體中產毒/產臭的來源，分離與鑑定菌株是必要的步驟。當完成菌株的純化分離後，即可針對分離菌株進行外觀與生理特性等進行研究。

然而，於一系列的世代培養下，雖然可以簡便地維持菌株的生命，但已有許多研究皆指出，長期的世代培養會導致菌株基本特性的改變，例如型態、生理、生化以及遺傳性質等。因此，發展簡便的長期培養技術，對於菌株分離與保存非常重要，以目前法規規範藻類代謝物之傳統監測方法而言，須經採完水樣後，送之具有複雜儀器設備之實驗室進行分析，由水庫發現藻華開始，採樣、運送樣品、分析、回報結果等，通常至少需要 2-3 天的時間。若水源水質遭到污染進而超過了標準值，不僅無法於第一時間掌握水庫的狀況進而採取相關應變措施外，可能因此增加民眾健康危害

之風險，甚至造成不可逆的傷害。有鑑於此，若能縮短相關檢測技術所需之時間，並進一步將其運用於現地檢測，可讓管理單位及各級淨水廠有足夠的時間提出相關的應對措施以及預警策略，降低飲用水受到污染所造成相關之危害，以提升飲用水安全的保障，應用即時定量連鎖聚合酶反應 (quantitative polymerase chain reaction, qPCR) 系統配合 TaqMan 偵測方法 (qPCR-TaqMan 系統)，搭配專一性引子 (primer) 與探針 (probe)，提供快速分析水中主要藻類風險 (藻類毒素與臭味) 的能力，並結合顯微鏡鏡檢、酵素免疫連結法 (ELISA) 與氣相層析質譜儀 (GC-MSD) 針對台灣地區水庫水樣中的產毒/產臭基因、目標藍綠菌細胞數、藻類毒素濃度以及臭味物質濃度進行監測，並探討三者間的相關性，以期可即時掌握柱孢藻毒素對飲用水體的潛在危害，進一步保障民眾用水安全。



在 Mapúa 大學門口合影



陳文祥組長與 Mapúa 大學校長合影



陳文祥組長專題報告



與拉古納湖管理局人員討論



陳文祥組長答覆與會人員提問



與拉馬尼拉水務公司人員討論

## 肆、開會心得及建議

### 一、心得

- (一) 2018 年於菲國舉辦國際級研討會，經由研討會溝通交流的互動機會，推動技術發展與國際合作機會，展現台灣自來水公司帶領台灣水資源菁英團隊 Aqua A - team. Taiwan(AATT)推向國際市場的企圖心，擴展海外知名度，進而開創更有廣度、更有深度的自來水產業的市場，將台灣的水處理技術及產業推廣至其他東南亞國家。
- (二) 現今飲用水風險已從過去生物致病疾病、消毒副產物，延伸至目前新興微量污染物的檢驗分析，民眾也從過去對水量的基本需求進一步提升要求水質改善，也因此淨水場淨水處理技術以及淨水場管理程面，亦須同步加強，以滿足民眾對自來水公司的期待。
- (三) 在台灣我們也曾面對著各種自來水水質污染的問題，而這些年來為因應這些水質處理的困境，產官學界共同研究開發了許多高級淨水處理技術，如薄膜技術之開發與運用，而這些技術正可資協助東南亞國家進行改善，提升飲用水品質，目前正洽談水質改善合作的對象除了菲律賓外，還有泰國、印尼、印度等國家，相信再不久台灣水資源產業的實力，將讓南向的友邦的供水品質大步提升。
- (四) 鑑於成功大學研究團隊在菲國水質問題有長期的研究經驗，可以分享菲國解決水質問題的經驗，因此，國立成功大學在科技部補助下與 Mapúa 大學共同成立「台菲聯合水質研究中心」。在此之前，菲律賓對於水源毒素及臭味樣品

大多必須送到國外檢測，因此台菲聯合水質研究中心的成立，將結合產業界，包括台灣自來水公司、中字公司及馬尼拉水公司，進行人才培訓、交流，建立菲律賓水質專業人才資料庫，台菲聯合水質研究中心還將協助菲律賓對重要水源進行大規模調查，共同探討菲律賓的水源水質及自來水處理問題，以提升菲律賓水質研究及處理技術能力，這座中心也將媒合台灣的水處理專業技術團隊，將台灣水質的研究及改善經驗，應用於菲律賓水源水質及飲用水的改善，達成學術外交及技術輸出的目的。

## 二、建議

- (一) 東南亞地區部分國家水資源欠佳，甚至有些湖泊有藻毒滋生，嚴重影響供水品質及安全，而在台灣我們也曾面對著各種自來水水質污染的問題，而這些年來為因應這些水質處理的困境，產官學界共同研究開發了許多高級淨水處理技術，如薄膜技術之開發與運用，而這些技術正可資協助東南亞國家進行改善，提升飲用水品質。
- (二) 台水公司有 144 個供水系統，455 座各式各樣的淨水場，可提供第三世界國家依據其需求做實習或場站設計參考，且目前正積極新建全新的訓練中心，這座比照世界級規格的訓練中心，一方面可供公司內部進行人員培訓，另一方面也可以投入國際人員訓練，對於自來水的教育提供了一個重要的基地。
- (三) 在國內自來水相關的廠商，不論是淨水設備、管線、機電控制或是處理藥劑等，亦皆有相當豐富的技术與經驗，藉由與東南亞國家自來水事業的合作，

可擴大產業的市場，續而將台灣自來水相關技術推向至國際市場，擴展海外知名度，創造企業界投資新契機。