

出國報告（出國類別：開會）

## 參加菲律賓 Mapúa 大學「提昇飲用水水質研討會」報告

服務機關：台灣自來水公司

姓名職稱：第六區管理處處長李丁來

派赴國家：菲律賓

出國期間：108 年 3 月 6 日至 108 年 3 月 9 日

報告日期：108 年 7 月 17 日

## 公務出國報告提要

頁數：43 含附件：否

報告名稱：參加菲律賓Mapúa大學「提昇飲用水水質研討會」報告

主辦機關：經濟部台灣自來水公司

聯絡人：黃莉珀（04-22244191-284）

出國人員：李丁來

台灣自來水公司第六區處處長

出國類別：開會

出國地區：菲律賓

出國期間：108年3月6日至108年3月9日

報告日期：108年7月17日

分類號/目：770環境保護

關鍵詞：水質分析、水處理技術

內容摘要：本次參加 108 年 3 月 7 日至 8 日成功大學國際水質研究中心於菲律賓 Mapúa 大學舉行之「提昇飲用水水質研討會」(Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water)，針對菲律賓的水領域研究人員及水公司代表進行培訓與交流水質問題與分析技術。研討會主軸在提昇飲用水水質、水質分析技術及水處理技術交流等。本人由公司奉派參加，並應邀擔任演講者，以「台灣自來水公司之現況與未來展望」為題，就面對氣候極端變遷下，日益嚴苛之台灣水資源環境、水汙染物處理技術及供水系統管理等各面向，進行分析與經驗交流，期待藉由提昇技術及經驗分享，讓台灣水務產業之實力，能協助南向之友邦菲律賓，改善供水處理技術，提昇飲用水品質，進而達成我國自來水處理及管理技術之輸出。

# 摘要

國立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，台灣自來水公司除支持該計畫外，亦為該計畫團隊成員之一，該計畫一項重要工作，為於菲律賓舉辦培訓及技術交流研習會，以期促成我國自來水技術及產業輸出。該計畫於 108 年 3 月 7 日至 8 日在菲律賓馬尼拉 Mapúa 大學舉行「提昇飲用水水質研討會」(Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water)，針對菲律賓的水領域研究人員及水公司代表進行培訓與交流水質問題與分析技術。

依台灣自來水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，以符合台灣自來水公司簽署協議書之共同合作要旨，鑒於台灣自來水公司為該計畫團隊成員之一，且為我國代表性自來水業者，因此邀請台灣自來水公司派員參加並於研習會擔任講員，分享台灣自來水公司之自來水營運管理經驗，俾期促成我國自來水處理及管理技術之輸出。

台灣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，提昇飲用水品質。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，將讓南向友邦的供水品質大步提昇，協助新南向國家自來水事業提昇水資源之有效運用及可靠度。

關鍵字：飲用水水質、水質檢驗技術、水處理技術、新南向政策

# 目 錄

## 摘 要

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 目 錄.....              | 4  |
| 表目錄.....              | 5  |
| 圖目錄.....              | 6  |
| 壹、目的.....             | 7  |
| 貳、過程與內容.....          | 11 |
| 2.1 出國行程.....         | 11 |
| 2.2 研討會概要.....        | 13 |
| 2.3 提昇飲用水水質研討會內容..... | 18 |
| 參、開會心得及建議.....        | 43 |

## 表目錄

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 表 1 | 出席菲律賓 Mapúa 大學「提昇飲用水水質研討會」行程 .....      | 11 |
| 表 2 | 2019 年 3 月 7 日至 8 日提昇飲用水水質研討會議程(一)..... | 14 |
| 表 3 | 2019 年 3 月 7 日至 8 日提昇飲用水水質研討會議程(二)..... | 16 |
| 表 4 | 2019 年 3 月 8 日「實作訓練一」行程.....            | 17 |
| 表 5 | 2019 年 3 月 8 日「實作訓練二」行程.....            | 17 |

## 圖目錄

|   |    |
|---|----|
| 圖 1 成功大學林財富教授、菲律賓 MAPÚA 大學校長 Dr. Reynaldo B. Veal 與<br>台灣自來水公司郭俊銘董事長共同簽署合作備忘錄 ..... | 7  |
| 圖 2 台菲聯合水質研究與創新中心揭牌儀式 .....   | 8  |
| 圖 3 台菲聯合水質研究與創新中心簽約典禮 .....   | 9  |
| 圖 4 台菲聯合水質研究與創新中心「聯合主任 Delia B. Senoro 博士 .....                                     | 18 |
| 圖 5 TPWRIC 活動照片 .....   | 19 |
| 圖 6 TPWRIC 之移動式實驗室 .....  | 20 |
| 圖 7 國立成功大學林財富教授簡介飲用水水質研究概況 .....  | 21 |
| 圖 8 菲國 Maynilad 水務公司工程師 Ronald Padua 簡報情形 .....                                     | 22 |
| 圖 9 菲國 Manila 水務公司 Danvir Mark Farnazo 經理簡報情形 .....                                 | 23 |
| 圖 10 國立成功大學林財富教授簡報情形 .....  | 24 |
| 圖 11 國立成功大學黃良銘教授簡報情形 .....  | 25 |
| 圖 12 Laguna Lake 發展局工程師 Mrs. Osbert Prialdo 簡報情形. <b>錯誤! 尚未定義<br/>書籤。</b>           |    |
| 圖 13 台水公司第六區管理處李丁來處長簡報情形 .....  | 27 |
| 圖 14 中環科技公司陳以暄工程師簡報情形 .....   | 29 |
| 圖 15 參與「提昇飲用水水質研討會」全體人員合影留念 .....   | 42 |

## 壹、目的

106 年 12 月 07 日國立成功大學與台灣自來水公司、菲律賓 Mapúa 大學（MAPUA INSTITUTE OF TECHNOLOGY）於菲律賓馬尼拉 Mapúa 大學共同簽署合作備忘錄(MOU)，三方將合作調查研究東南亞各國之水源與水質狀況；台灣自來水公司亦將協助菲律賓，進行不同水源處理評估模式，以及自來水廠淨水操作訓練。

三方共同推動簽署之合作備忘錄，堪促成我國學界、水務業界，將淨水處理操作及業務管理技術輸出。備忘錄主要內容，為將以協助菲國進行水源水質調查，同時就原水及自來水水質等問題，提供台灣淨水處理技術之轉移與經驗分享，藉以改善並提昇當地飲用水品質。後續合作將辦理自來水人才培訓計畫，以及建立水質人才資料庫，通過教育訓練與實務經驗傳承，培育淨水場操作及水質品管人員之專業技能，進一步提昇菲國水處理技術及專業人力之養成。



圖 1 成功大學林財富教授、菲律賓 MAPÚ A 大學校長 Dr. Reynaldo B. Vea 與台灣自來水公司郭俊銘董事長共同簽署合作備忘錄

國立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 107 年 05 月 25 日由科技部、成功大學及 Mapúa 大學共同建置台菲水質海外研究中心，創立「台菲聯合水質研究與創新中心」(Taiwan – Philippines Water Quality Research and Innovation Center, 簡稱 ‘TPWRIC’ )，設址於菲律賓馬尼拉 Mapúa 大學，揭牌營運，同時簽署為期三年之合作備忘錄 (MOU)。該中心主任由國立成功大學林財富博士擔任，而菲律賓馬尼拉 Mapúa 大學 Delia B. Senoro 博士為聯合主任。



圖 2 台菲聯合水質研究與創新中心揭牌儀式



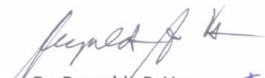


**MEMORANDUM OF AGREEMENT**  
For the Co-establishment of  
the Taiwan-Philippines Joint Water Quality Research and Innovation Center  
(TPWRIC)



By:

By:

  
Dr. Reynaldo B. Veal  
President

  
Dr. Huey-Jen Su  
President

Date: 2018/05/25

Date: 2018/05/21

圖 3 台菲聯合水質研究與創新中心簽約典禮

國立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，台灣自來水公司除支持該計畫外，亦為該計畫團隊成員之一，該計畫一項重要工作，為於菲律賓舉辦培訓及技術交流研討會，以期促成我國自來水技術及產業輸出。

該計畫於108年3月7日至8日在菲律賓馬尼拉Mapúa大學舉行「提昇飲用水水質研討會」(Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water)，針對菲律賓的水領域研究人員及水公司代表進行培訓與交流水質問題與分析技術。依台灣自來水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，以符合台灣自來水公司簽署協議書之共同合作要旨，鑒於台灣自來水公司為該計畫團隊成員之一，且為我國代表性自來水業者，因此邀請台灣自來水公司派員參加並於研討會擔任講員，分享台灣自來水公司之自來水營運管理經驗。

## 貳、過程與內容

國立成功大學依該計畫執行，於 108 年 3 月 7 日至 8 日在菲律賓馬尼拉 Mapúa 大學舉行「提昇飲用水水質研討會」(Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water)，針對菲律賓的水領域研究人員及水公司代表進行培訓與交流水質問題與分析技術。

為期兩天的提昇飲用水水質研討會，由菲律賓部分：有 Mapúa 大學、馬尼拉水務公司(Manilad Water Company, Inc.)、馬尼拉自來水公司(Maynilad WaterServices Inc.)、拉古納湖發展局(Laguna Lake Development Authority, LLDA)、聖約瑟夫自來水公司(St. Joseph Water Services Corp)，台灣部分：有國立成功大學、台灣自來水公司及中環科技事業有限公司等共同參與。

### 2.1 出國行程

本次出國日期為 108 年 3 月 6 日至 9 日，共計 4 日，行程詳如表 1 所示。

表 1 出席菲律賓 Mapúa 大學「提昇飲用水水質研討會」行程

| 日期             | 行程內容  |
|----------------|---|
| 3 月 6 日<br>(三) | 20:30 長榮 BR261 桃園國際機場出發到菲律賓馬尼拉<br>尼諾伊·艾奎諾國際機場<br>22:50 抵達菲律賓馬尼拉尼諾伊·艾奎諾國際機場<br>24:25 抵達旅館 check in |
| 3 月 7 日<br>(四) | 參加研習開幕式、參加主題講座<br>應邀擔任演講者、參加問題與討論   |
| 3 月 8 日<br>(五) | 參加主題講座<br>參加問題與討論   |
| 3 月 9 日<br>(六) | 03:40 長榮 BR262 出發回臺灣<br>06:00 抵達桃園國際機場  |



## 2.2 研討會概要

本次研討會主軸在於提昇飲用水水質、水質分析技術及水處理技術交流等。研討會中主要有九個主題演講及兩場現場實作活動，詳如表2、表3及表4所示。

九個主題演講分別為：

- (一) 國立成功大學飲用水水質研究綜述(Overview of Drinking Water Quality Research at National Cheng Kung University)、
- (二) (菲律賓)國內淨水處理技術和供水質量的進展( Progress in Water Treatment of Purification and Quality for Domestic Supply )
- (三) 飲用水系統中藍綠菌毒素、味道和氣味化合物之處理(Treatment of cyanotoxin and T&O compound in drinking water systems.)
- (四) 自來水的生物處理技術(Biological treatment of drinking water o)
- (五) 強化Laguna Lake水質面臨的挑戰(Challenges in water quality enforcement in Laguna Lake)
- (六) 台灣自來水公司之現況與未來展望(Taiwan Water Corporation:Current status and future perspectives)
- (七) 水質監測與處理業務面臨的挑戰(Challenges in Water Quality Monitoring and Treatment Operations )
- (八) 應用分子生物學技術處理金門太湖之藍綠菌(Application of Molecular Biology Technique for Cyanobacteria in TaiHu Lake )
- (九) 開發另一種方法來量化飲用水水庫中產生2-MIB-與蛤蚌毒素的藍綠菌 (Development an alternative method to quantify 2-MIB- and Saxitoxin-producing cyanobacteria in drinking water reservoirs ) 。

兩場現場實作活動，分別為：第一場實作訓練：藍綠菌鑑定與計數(Hands-on training: Cyanobacteria identification and enumeration)；第二場實作訓練：嗅覺

層次分析法(Hands-on training: Flavor Profile Analysis) (簡稱 FPA)。

表 2 2019 年 3 月 7 日至 8 日提昇飲用水水質研討會議程(一)

| Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water<br>March 07-08, 2019, Mapúa University, Manila, Philippines<br>提昇飲用水水質研討會<br>2019年3月7日至8日，菲律賓 馬尼拉 Mapúa大學 |  |
|--|--|
| 3 月 7 日  | 會議   |
| 08:30<br> <br>09:00  | Registration 報到  |
| 09:00<br> <br>09:30  | Opening Remarks and Presentation: The Taiwan-Philippines Joint Water Quality Research and Innovation Center in Mapúa University<br>開幕式暨簡介Mapúa大學:台菲聯合水質研究與創新中心<br>Prof. Delia B. Senoro<br>Mapúa University<br>Mapúa大學 |
| 09:30<br> <br>10:10  | Topic: Overview of Drinking Water Quality Research at National Cheng Kung University<br>主題：國立成功大學飲用水水質研究綜述<br>Prof. Tsair-Fuh Lin<br>National Cheng Kung University<br>林財富教授<br>國立成功大學                                 |
| 10:10<br> <br>10:30  | AM Break/Snack<br>上午 休息  |
| 10:30<br> <br>11:15  | Topic: Progress in Water Treatment of Purification and Quality for Domestic Supply<br>主題：國內淨水處理技術和供水質量的進展<br>Engr. Ronald Padua<br>Maynilad Water Services Inc.<br>馬尼拉自來水公司  |
| 11:15<br> <br>12:00  | Topic: Progress in Water Treatment of Purification and Quality for Domestic Supply<br>主題：國內淨水處理技術和供水質量的進展<br>Dr. Danvir Mark Farnazo<br>Maynilad Water Company Inc.<br>馬尼拉水務公司   |
| 12:00<br> <br>13:00  | Lunch<br>午餐  |
| 13:00<br> <br>13:50  | Topic: Treatment of cyanotoxin and T&O compound in drinking water systems.<br>主題：飲用水系統中藍綠菌毒素、味道和氣味化合物之處理   |

|                     |  |                                     |
|---------------------|--|-------------------------------------|
|                     | <b>Prof. Tsair-Fuh Lin</b><br><b>National Cheng Kung University</b>  | <b>林財富教授</b><br><b>國立成功大學</b>       |
| 13:50<br> <br>14:40 | <b>Topic: Biological treatment of drinking water.</b><br><b>主題：自來水的生物處理技術</b><br><b>Prof. Langmuir Whang</b><br><b>National Cheng Kung University</b>  | <b>黃良銘教授</b><br><b>國立成功大學</b>       |
| 14:40<br> <br>15:10 | <b>Topic: Challenges in water quality enforcement in Laguna Lake .</b><br><b>主題：強化 Laguna Lake 水質面臨的挑戰</b><br><b>Osbert Prialdo</b><br><b>Laguna Lake Development Authority (LLDA)</b><br><b>拉古納湖發展局（LLDA）</b> |                                     |
| 15:10<br> <br>15:30 | <b>Break/Snack</b><br><b>休息</b>  |                                     |
| 15:30<br> <br>16:20 | <b>Topic: Taiwan Water Corporation:Current status and future perspectives</b><br><b>主題：台灣自來水公司之現況與未來展望</b><br><b>Dr. Tin-Lai Lee</b><br><b>Taiwan Water Corporation (TWC)</b>                                  | <b>李丁來處長</b><br><b>台灣自來水公司(TWC)</b> |
| 16:20<br> <br>17:00 | <b>Discussion / Q&amp;A</b><br><b>問題與討論</b>  |                                     |

表 3 2019 年 3 月 7 日至 8 日提昇飲用水水質研討會議程(二)

| 3 月 8 日             | 會議  |
|---------------------|---|
| 09:00<br> <br>09:30 | Topic: Challenges in Water Quality Monitoring and Treatment Operations<br>主題：水質監測與處理業務面臨的挑戰<br>Ma. Evangeline R. Mellano<br>Asst. Manager, St. Joseph Water Services Corp<br>聖約瑟夫自來水公司  |
| 09:30<br> <br>10:20 | Topic: Application of Molecular Biology Technique for Cyanobacteria in TaiHu Lake<br>主題：應用分子生物學技術處理太湖藍綠菌<br>CENPRO Technology Co. Inc. 台灣中環科技事業有限公司   |
| 10:20<br> <br>11:10 | Topic: Development an alternative method to quantify 2-MIB- and Saxitoxin-producing cyanobacteria in drinking water reservoirs<br>主題：開發另一種方法來量化飲用水水庫中產生2-MIB-與蛤蚌毒素的藍綠菌<br>Dr. Yi-Ting Chiu 邱宜亭博士<br>National Cheng Kung University 國立成功大學 |
| 11:10<br> <br>13:00 | Discussion / Q&A; Lunch<br>問題與討論；午餐   |
| 13:00<br> <br>15:00 | Hands-on training: Cyanobacteria identification and enumeration<br>實作訓練：藍綠菌鑑定與計數<br>Dr. Yi-Ting Chiu 邱宜亭博士<br>National Cheng Kung University 國立成功大學   |
| 15:00<br> <br>17:00 | Hands-on training: Flavor Profile Analysis (FPA)<br>實作訓練：嗅覺層次分析法<br>Dr. Yi-Ting Chiu 邱宜亭博士<br>National Cheng Kung University 國立成功大學   |



**表 4 2019 年 3 月 8 日「實作訓練一」行程**

|   |   |
|---|---|
| <p>Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water<br/>         March 07-08, 2019, Mapúa University, Manila, Philippines<br/>         提昇飲用水水質研討會<br/>         2019年3月7日至8日，菲律賓 馬尼拉 馬普亞大學</p> |   |
| <p><b>13:00 – 15:00 on March 08, 2019</b><br/> <b>Hands-on training: Cyanobacteria identification and enumeration</b><br/> <b>2019 年 3 月 8 日 13:00 – 15:00 實作訓練：藍綠菌鑑定與計數</b></p>                      |   |
| 13:00 – 13:30   | <p>Introduction of microscope and morphology of common algae.<br/>         介紹顯微鏡和常見藻類的形態。<br/>         Using PowerPoint. Stay in the workshop room.<br/>         使用 PowerPoint，留在會議室。</p> |
| 13:30 – 13:45   | <p>Move to the laboratory (microscope).<br/>         移駕實驗室(顯微鏡)</p>   |
| 13:45 – 15:00   | <p>Identification and enumeration.<br/>         鑑定與計數<br/>         Q &amp; A.</p>   |
| <p>Instruments and consumables:<br/>         儀器和耗材<br/>         Microscope with a monitoring screen.<br/>         帶螢幕的顯微鏡。</p>  |   |

**表 5 2019 年 3 月 8 日「實作訓練二」行程**

|   |  |
|---|--|
| <p>Workshop on Water Quality Improvement for Drinking Water<br/>         March 07-08, 2019, Mapúa University, Manila, Philippines<br/>         提昇飲用水水質研討會<br/>         2019年3月7日至8日，菲律賓 馬尼拉 Mapúa大學</p> |  |
| <p><b>15:00 – 17:00 on March 08, 2019 Hands-on training: Flavor Profile Analysis</b><br/> <b>2019年3月8日15:00 – 17:00實作訓練：嗅覺層次分析法</b></p>   |  |
| 15:00 – 15:30   | <p>Introduction of flavor profile analysis.<br/>         簡介嗅覺層次分析法<br/>         Using PowerPoint. Stay in the workshop room.<br/>         使用 PowerPoint，留在會議室。</p> |
| 15:30 – 17:00   | <p>Started the FPA.<br/>         開始使用嗅覺層次分析法<br/>         Q &amp; A.</p>   |
| <p>Instruments and consumables:<br/>         儀器和耗材<br/>         1. Water bath @ 45°C.<br/>         水槽溫度大約 45°C<br/>         2. Deionized water as much as possible.<br/>         儘量用去離子水</p>            |  |

## 2.3 提昇飲用水水質研討會內容

本次研討會之開幕歡迎會，由「台菲聯合水質研究與創新中心(TPWRIC)」聯合主任 Delia B. Senoro 博士主持，簡介該中心創設時之合作備忘錄(MOU)，其活動項目有：

1. 從事實地調查研究菲律賓 Laguna Lake 之水源與水質狀況，著手採樣、進行儀器分析與監測、進而研究和討論，詳如下圖 4。
2. 並且由台灣科技部提供經費，建置移動式實驗室(TP-WRIC) 詳如下圖 5，它可提供現場和準時服務，同時可進行各項與水質相關問題研究、開發及創新！



圖 4 台菲聯合水質研究與創新中心(TPWRIC)」聯合主任 Delia B. Senoro 博士  
簡介 TPWRIC 合作計畫



圖 5 TPWRIC 活動照片



圖 6 TPWRIC 之移動式實驗室

研討會中邀請來自台灣及菲律賓的學者與專家，就提昇飲用水水質、水質分析技術及水處理技術等議題，進行技術研習與交流，以及實務經驗分享，其演講內容概述如下：

1. Overview of Drinking Water Quality Research at National Cheng Kung University

飲用水水質研究綜述

Prof. Tsair-Fuh Lin (國立成功大學林財富教授)



國立成功大學飲用水水質研究之研究團隊，分工系統周延，飲用水水質研究方面，主要研究有氨去除( Ammonia Removal )與模廠研究( A Pilot Plant Study )，以及監測分析技術之精進。

由於人類活動及地球氣候急遽變遷之影響，導致台灣南部供水面臨兩大考驗：冬季缺水、夏季暴雨造成水源的高濁度等問題。研究實例：改善鳳山水庫之水源水質，鳳山水庫之水源東港溪為受汙染之水體，主要物為有機物與氨氮，早期傳統淨水處理採用前加氯方式除氮，但是氯與水中有機物容易形成消毒副產物，危害人體健康，除此之外，也添增加氯之成本。

於是成功大學乃針對高濃度氮問題，使用氮去除法( Ammonia Removal )，進行模廠試驗研究( A Pilot Plant Study )，BioNET 原本廣泛被應用於汙水處理廠，這是第一次使用於自來水淨水前處理，其原理即包括多孔的海綿載體，可以提供給原水中的原生微生物(異營菌及硝化菌等)來淨化水源，進而改善鳳山水庫原水水質。



圖 7 國立成功大學林財富教授簡介飲用水水質研究概況

## 2. Progress in Water Treatment of Purification and Quality for Domestic Supply

(菲律賓)國內淨水處理技術和供水質量的進展

### (1) Engr. Ronald Padua ( Maynilad Water Services Inc. )

Maynilad 水務公司是菲律賓第二大自來水供應公司，而馬尼拉貝湖乃是該公司重要的水源之一，但是經年累月受到家庭、農業、漁業養殖及工業等之汙染，使得這顆馬尼拉的珍珠早就蒙塵了。因此，該如何做好自來水水質處理，是一項艱鉅的挑戰，有賴於其水質監測人員以及操作人員等之通力合作，共同面對高濁度、氨氮、鐵錳、有機物等之水質難題，後續將結合跨國合作的能量，突破現況，以解決所面臨之挑戰。



圖 8 菲國 Maynilad 水務公司工程師 Ronald Padua 簡報情形

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

Manila 水務公司之業務營運，總共供應 600 多萬人之自來水處理、配水、汙水處理和衛生服務，其中包括廣大的住宅區、半商業區、商業區和工業區之客戶。涵蓋 23 個城市，總服務面積達 1,400 平方公里。

為因應氣候劇烈變遷之影響，馬尼拉水務公司乃於 2013 年優先考慮提高資產和運營的氣候適應能力之措施，可以不因氣候變遷的影響而增加碳足跡之排放。努力作可持續性的發展，從公司內部軟硬體到外部生活環境，通過提供飲用水和衛生設施之供水服務，馬尼拉水務公司更進一步致力於建設社區關懷和保護環境，該公司意識到安全之供水，是企業永續經營的最重要任務及使命。



**圖 9 菲國 Manila 水務公司 Danvir Mark Farnazo 經理簡報情形**

### 3. Treatment of cyanotoxin and T&O compound in drinking water systems

飲用水系統中藍綠菌毒素、味道和氣味化合物之處理

Prof. Tsair-Fuh Lin (林財富教授)

藍綠菌乃是存在大自然的許多湖泊、或水庫中的一種重要的微生物，由於它們其中的某些種類，可能產生有害的藍綠菌毒素或味道和氣味化合物。這類微生物一旦過量繁殖生長，可能對人類造成額外的風險，並且降低飲水的美好感受。因此，藍綠菌及其代謝產物之處理，對於保障飲用水水質上，益顯重要。

在淨水處理應用技術中，氧化係為重要之程序，可用於控制藍綠菌和其他水質處理問題。報告中：討論和模擬淨水處理過程中，使用的典型氧化劑與有害藍綠菌及其代謝物之交互作用。氧化進行實驗，乃以模擬水處理的典型氧化劑對藍細菌細胞或代謝物之影響。利用模式，是以模擬藍綠菌細胞及其代謝物的過程。這些模式可以成功的模擬，同時能夠預測藍綠菌細胞及其代謝物之去除。所開發的模式提供了一種簡易的方法，用來估計當氧化劑用於控制水處理廠、或水庫中的藍綠菌毒素和 T&O 化合物時，所需的劑量和接觸時間。



圖 10 國立成功大學林財富教授簡報情形



#### 4. Biological treatment of drinking water

自來水的生物處理技術

Prof. Langmuir Whang (黃良銘教授)

國立成功大學黃良銘教授運用互動有趣的方式，深入淺出地闡述國際上進行淨水處理時，常用之生物處理技術，在不因傳統的物化處理程序、處理技術之限制下，淨水處理以生物處理方式，更能有效地控制水質之安全，同時，通常更加節省操作成本。例如：氨氮之處理，傳統淨水處理方法是利用氧化技術，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之考量，如果利用生物處理技術進行淨水處理，則其所需之成本，約是使用傳統氧化劑的十分之一之價格。



圖 11 國立成功大學黃良銘教授簡報情形

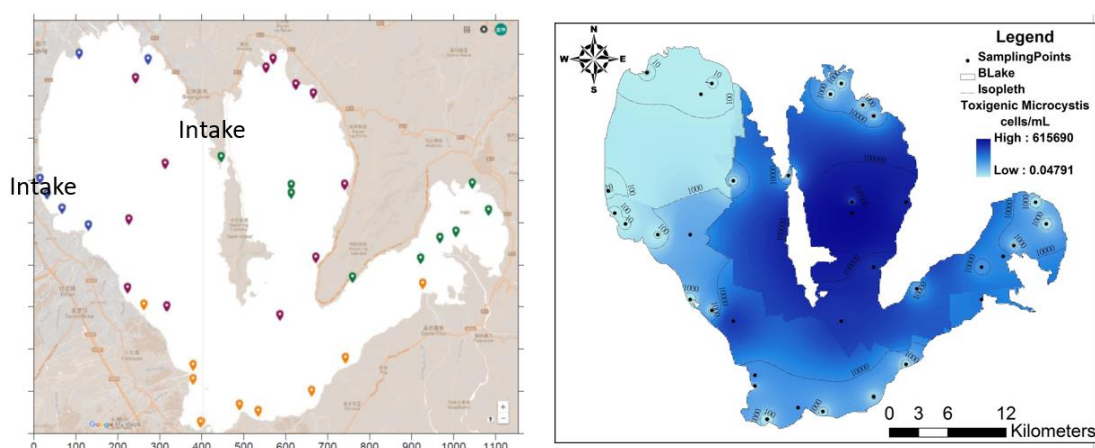
## 5. Challenges in water quality enforcement in Laguna Lake

強化 Laguna Lake 水質面臨的挑戰

Osbert Prialdo, Laguna Lake Development Authority (LLDA)

拉古納湖位處卡拉巴松及馬尼拉大都會區域，是一個火山堰塞湖，主要有 21 條河流匯流注入，長度為 41 km，寬度為 36 km，總面積約 949 平方公里，其平均深度為 2.8 米，最大深度則為 20 米，乃是菲律賓第一大湖，亦是東南亞諸島中的第二大湖，僅次於蘇門答臘島的多巴湖。

拉古納湖也是菲國首都地區重要之飲用水水源，然因其水質問題，每每成為民眾關注焦點。為此，國立成功大學乃與 Mapúa 大學於 2016 年 8 月針對拉古納湖著手進行大規模之調查，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，可能會影響民眾之用水安全及口感舒適度。這是菲國第一次針對拉古納湖水源進行有害藍綠菌之大規模調查，研究結果引起拉古納湖管理局當局，以及馬尼拉水公司之重視。經過一系列深入的檢測與分析，進一步發現：拉古納湖除藻類問題之外，尚有其他水質相關之問題，諸如鐵錳、濁度、氨氮、總溶解固體，以及水廠處理困難等水質問題，亟需通力研究，尋求解決之道。



Laguna Lake 產毒性微囊藻細胞分布情形

## 6. Taiwan Water Corporation: Current status and future perspectives

台灣自來水公司之現況與未來展望

台水公司第六區管理處李丁來處長

自然環境在全球人口都市化與氣候之變遷下，水資源備受衝擊，使得「水危機問題」，成為 21 世紀全球關注僅次於能源之議題。台灣自來水公司供水系統有 144 處，461 座淨水場，管線長度 61,458 公里，12 個區管理處，總出水能力為 1,393 萬 CMD，供水量為 878.5 萬 CMD，售水量為 671.3 萬 CMD，用戶數有 698.2 萬戶，供水人口為 1807.6 萬人，普及率為 92.76%，台灣自來水事業現正面臨氣候變遷、都市化、漏水、民意高漲、基礎設施老舊、水源水質標準提升、濁度及污染、水價低廉等問題。

台水公司經營管理策略上，供水依據正常時期、枯水期、汛期與異常天災等，各有完整的淨水與供水之應變方法。而漏水控制採四大策略，即是調控合理水壓、監測檢漏早期修復、選用管材汰換管線、縮短修漏時間。未來展望朝著發展知識型自來水產業，透過水核心技術課題，現有水單位角色再思考，政府重視水務整合，不斷地研發水相關科技，參與國際科技活動，以及建立國際策略夥伴。



圖 12 台水公司第六區管理處李丁來處長簡報情形

## 7. Challenges in Water Quality Monitoring and Treatment Operations

水質監測與水處理操作面臨的挑戰

Ma. Evangeline R. Mellano

Asst. Manager, St. Joseph Water Services Corp

PA Properties Dev't Corp 是一房地產開發公司，已創立 24 年。St.

Joseph Water Services 公司是 PA 房地產開發公司的水服務之供應商，已有近 18 年的歷史。目前擁有 31 處抽水站(深井)，14,500 個用戶，主要營運項目有三：1.菲律賓北方專案：Pampanga, Bulacan 等地區。2.菲律賓南方專案：Laguna, Batangas, Cavite 等地區。3.馬尼拉專案：Pasig, Pasay 等地區

自來水供水方面，水源水質存有鐵錳過高及其他的水質汙染問題。在水質處理及監測方式上，採用物理化學測試、微生物測試及氯殘留試驗等，而這些營運管理之業務，正面臨水量、深井維護、高鐵錳、消毒副產物及監測與運營成本高昂等挑戰。以往主要供水操作挑戰包括:加強水井維護、正確使用次氯酸鈣(Calcium Hypochlorite)、加強洗管沖洗作業、監視淨水處理及操作成本，目前水處理改善措施包括:引進新消毒劑二氧化氯(Chlorine dioxide) 在 Cabuyao 地區進行試辦，二氧化氯係世界衛生組織(WHO)及環保署認可，可廣泛用於飲用水處理之氧化劑及消毒劑，試辦發現，於淨水處理後會產生另一種消毒副產物-亞氯酸鹽(Chlorite)，但鐵可以將亞氯酸鹽還原成氯化物。



St. Joseph 水公司助理經理 Ma. Evangeline R. Mellano 簡報情形



## 8. Application of Molecular Biology Technique for Cyanobacteria in TaiHu Lake

分子生物學技術於太湖藍綠菌之應用

Steven Chen(陳以暄), CENPRO Technology Co. Inc.(中環科技公司)

太湖位於江蘇省南部和浙江省北部交界處，是中國五大淡水湖之一，由 22 條河匯集流入而成，其水域面積為 2427.8 平方公里，排行中國第三大，平均深度 3.33 公尺，最大深度 4.8 公尺，岸長 400 公里，具有灌溉、水產養殖、蓄水及國家重點風景觀光之用途。湖泊周邊主要城市有江蘇省的蘇州市、無錫市、常州市與浙江省的湖州市，供水人口達 4 億。

太湖因藍綠菌藻華釀災，造成環境有嚴重惡臭味、或學校停課、甚至每桶淨水由 8 元飆升至 50 元(人民幣) 等事件，時有所聞。針對其藍綠菌藻華之監控，設置 24 個現場監測點，採樣分析，然後進行實驗室測試，建立培訓常規及分析法規能力，在數據收集上，確保質量和質量控制，具有獨立分析作業能力，即時監測太湖湖水的毒素與氣味，逐步建立數據庫，提昇分析能力，做好藻華預警，建置一套標準化商業作業系統。



圖 13 中環科技公司陳以暄工程師簡報情形

9. Development an alternative method to quantify 2-MIB- and Saxitoxin-producing cyanobacteria in drinking water reservoirs

開發另一種方法來量化飲用水水庫中產生 2-MIB-與蛤蚌毒素的藍綠菌  
成功大學環工所邱宜亭博士

伴隨工業進步與生活水準之提高，民眾對於水源之品質與安全，日益重視，大多數的水庫常有水質優養化之現象，進而衍生出藻類有害代謝物之問題。目前已知部分藍綠菌在生長過程中，也會產生二次代謝物(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)等，這些代謝物不僅造成水質之惡化，更會影響飲用水之安全。因此，了解藍綠菌及其代謝物之存在，對於淨水處理單位益顯重要。

為瞭解環境水體中產毒/產臭之來源，分離與鑑定菌株是必要之步驟。當完成菌株之純化分離後，即可針對分離之菌株，進行外觀與生理特性等進行研究。然而，在一系列之世代培養下，雖可簡便地維持菌株之生命；然已有許多研究皆指出，長期之世代培養會導致菌株之基本特性改變，例如：形態、生理、生化，以及遺傳性質等。因此，發展簡便的長期培養之技術，對於菌株分離與保存極為重要。

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，送往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標準值時，不僅無法在第一時間掌握水庫之狀況，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，甚至造成不可逆之傷害。有鑑於此，如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釀成之相關危害，得以提昇飲用水安全保障，

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)之能力, 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, 並探討三者間之相關性, 以期能即時掌握柱孢藻毒素對飲用水體之潛在危害, 進而保障民眾之用水安全。



成功大學環工所邱宜亭博士簡報情形

另外兩場現場實作活動，主講者由 Dr. Yi-Ting Chiu(邱宜亭博士)擔任，其主要內容如下：

### 1. 藍綠菌鑑定與計數

A.介紹顯微鏡結構與操作

B.細胞計數( Cell Enumeration )

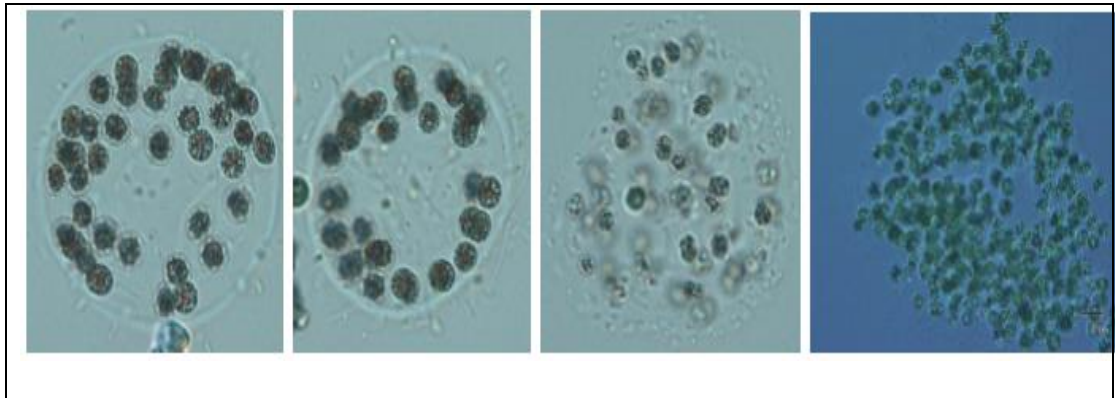
- 使用「玻璃浮游生物計算盤」

(S-52 Glass Sedgewick Rafter Counting Chamber )

C.常見藻類的形態

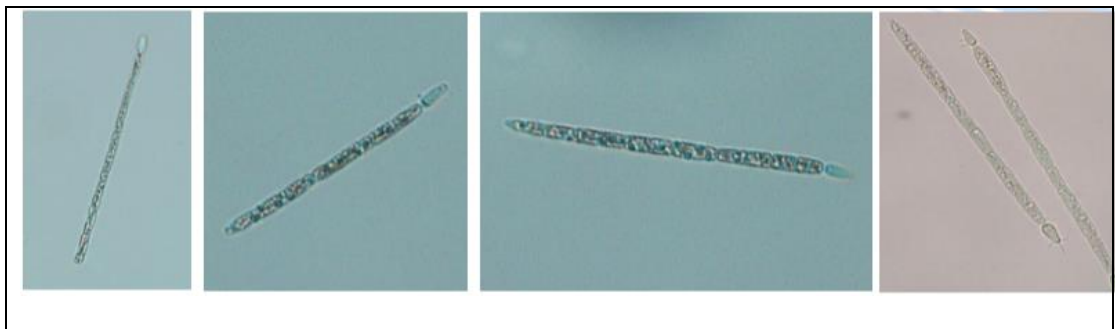
#### Cyanobacteria 藍綠菌 (1)

- 微囊藻( *Microcystis* genus )



#### Cyanobacteria 藍綠菌 (2)

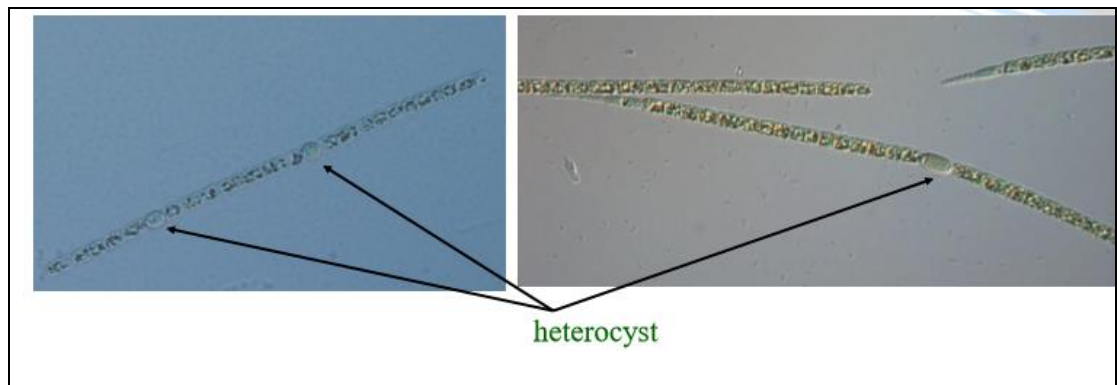
- 柱孢藻( *Cylindrospermopsis* genus )





### Cyanobacteria 藍綠菌 (3)

- 束絲藻( Aphanizomenon genus )



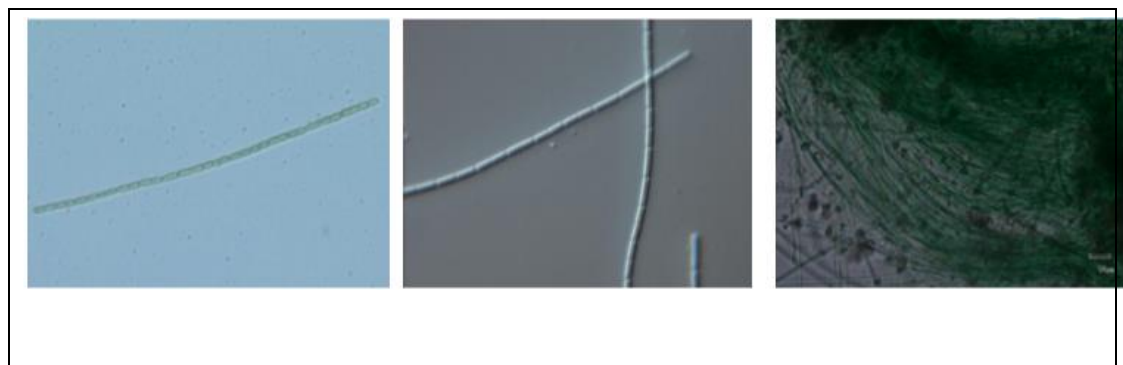
### Cyanobacteria 藍綠菌 (4)

- 魚腥藻 ( Anabaena genus )



### Cyanobacteria 藍綠菌 (5)

- 擬魚腥藻 ( Pseudanabaena genus )



## Cyanobacteria 藍綠菌 (6)

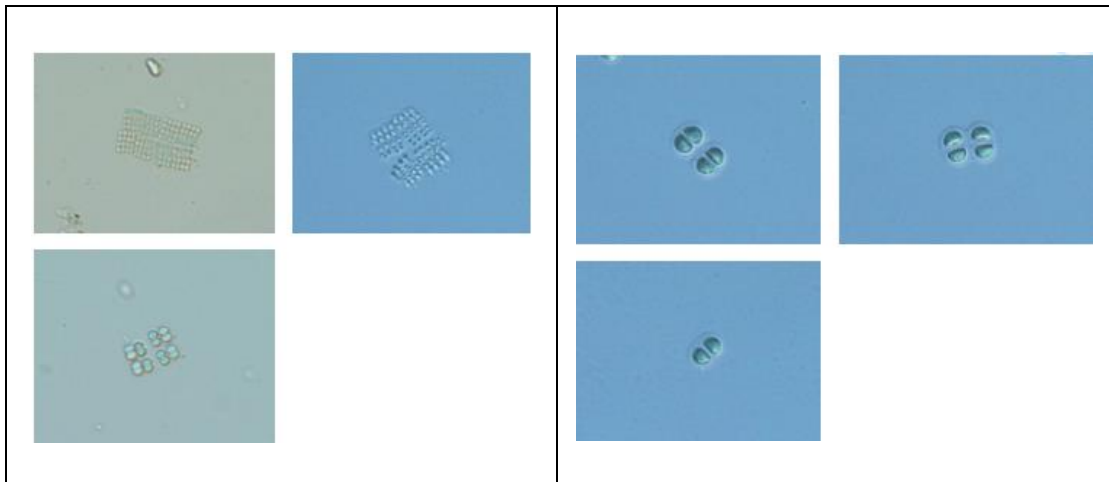
- 顫藻( *Oscillatoria* genus )



## Cyanobacteria 藍綠菌 (7)

- 平裂藻( *Merismopedia* )

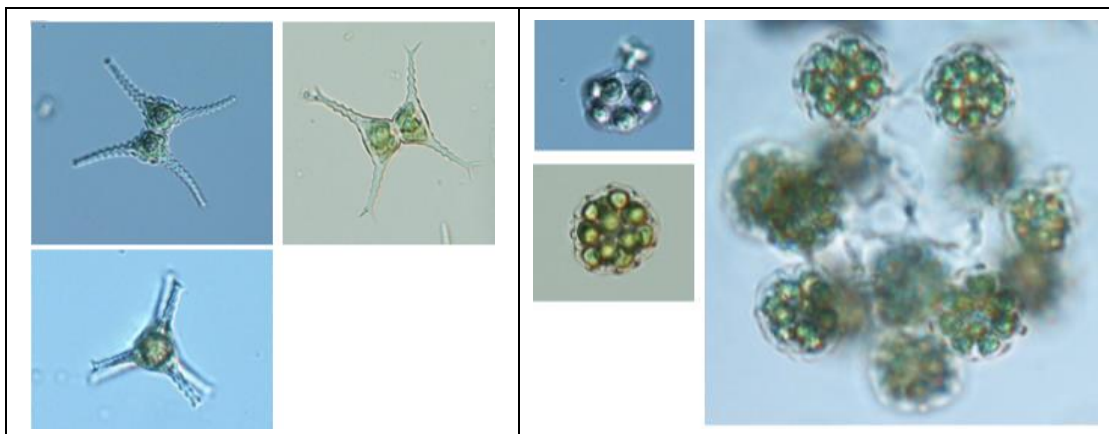
- 色球藻( *Chroococcus* )



## Chlorophyta 綠藻植物門 (1)

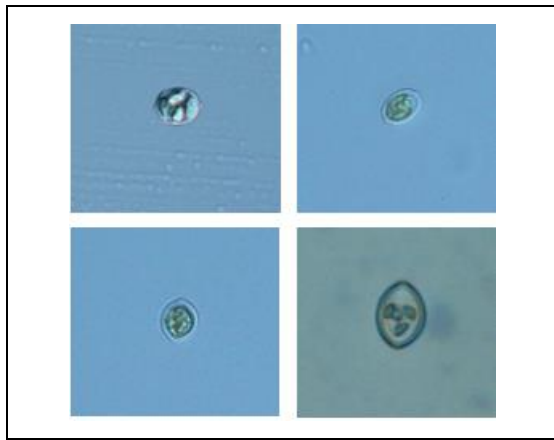
- 角星鼓藻( *Staurastrum* )

- 空星藻( *Coelastrum* )

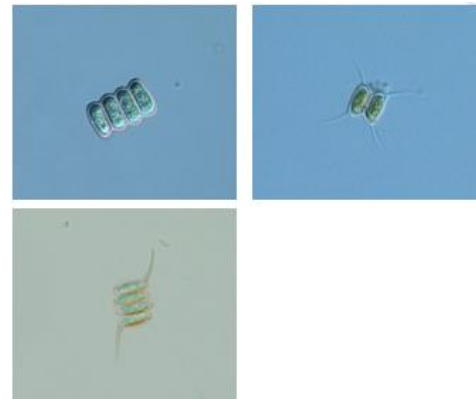


### Chlorophyta 綠藻植物門 (2)

- 卵囊藻( Oocystis )

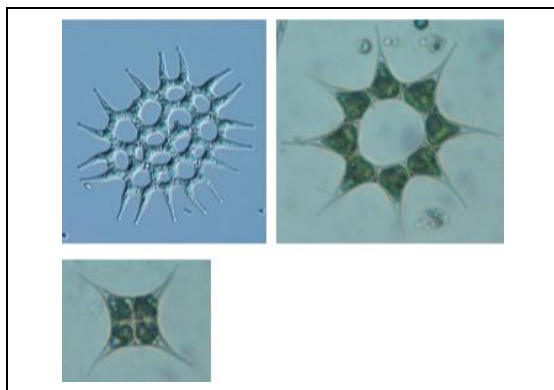


- 柵藻( Scenedesmus )

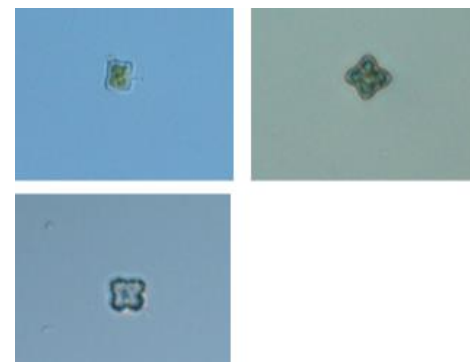


### Chlorophyta 綠藻植物門 (3)

- 盤星藻( Pediastrum )

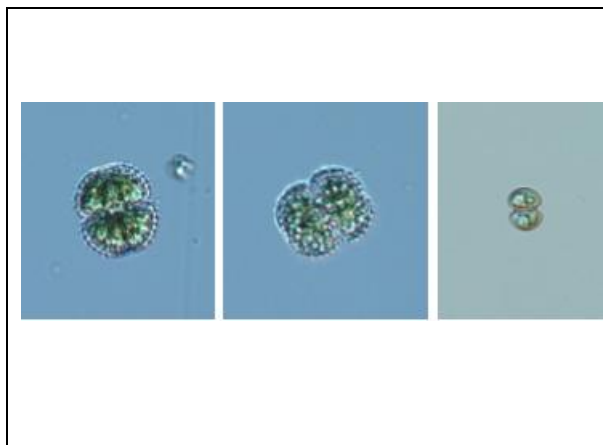


- 四角藻( Tetraedron )



### Chlorophyta 綠藻植物門 (4)

- 鼓藻( Cosmarium )



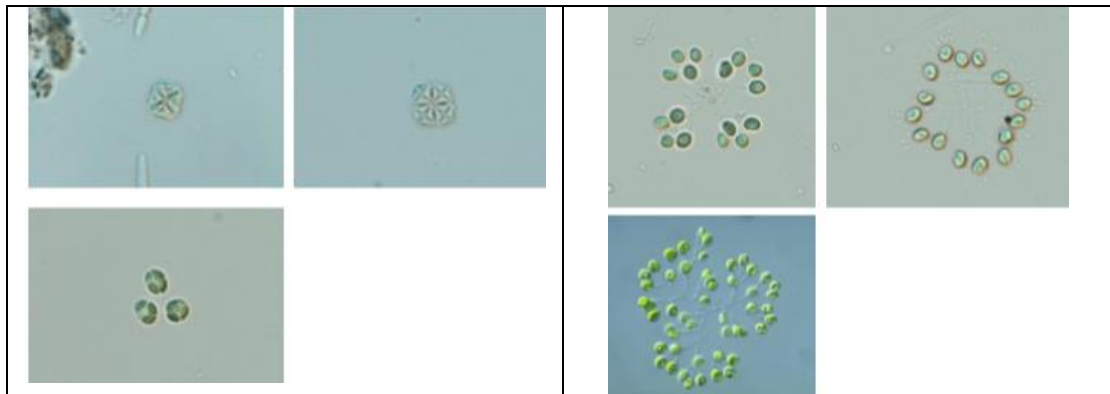
- 紡錘藻 ( Elakatothrix )



**Chlorophyta 綠藻植物門 (5)**

- 十字藻( *Crucigenia* )

- 膠網藻( *Dictyosphaerium* )



**Diatom 矽藻 (1)**

- 小環藻( *Cyclotella* )

- 直鏈藻( *Melosira* )



**Diatom 矽藻 (2)**

- 舟形藻( *Navicula* )

- 菱形藻( *Nitzschia* )



### Diatom 矽藻 (3)

- 橋彎藻( Cymbella )



## 2. 嗅覺層次分析法

### (1) General Guidelines for Odor Testing of Water Standard Method 2170

#### ( FPA for ODORS )

##### 水臭味測試一般準則應用標準方法 2170

- A. Refrain from eating, drinking, or smoking at least 30 minutes prior to odor testing  
在進行臭味測試前 30 分鐘，避免飲食或抽菸。
- B. Do not use perfumes, hand lotions, scented soaps, and similar products that could cause interferences  
請勿使用香水、護手霜、香精肥皂或相關產品，以免影響測試結果。
- C. Excuse yourself from the exercises if you have a cold, sinus attack, allergy flare-up, dental problems, or any related condition that could interfere with smelling.  
如果有感冒、心律不整、過敏反應、牙齒問題，或相關會干擾氣味辨識症狀者，應避免參與實驗。
- D. Take your time. Allow 2 minutes of rest between samples.  
兩個樣本測試之間，至少應間隔休息時間兩分鐘。
- E. Remember that first impressions are usually the best.  
第一印象通常是最好的結果。
- F. Hold the flask with the bottom in the palm of one hand and by the removable top in the other. Keep the neck of the flask clean.  
拿燒瓶時，必須一隻手掌托住瓶底，另一隻手持可移動蓋之頂部。  
保持瓶頸潔淨。
- G. Swirl the flask five times after use and return it to the water bath.

使用後之燒瓶，左右搖動五次，並重新置於水槽中。

#### H. Containers for odor analysis of drinking water

水氣味測試之使用容器。

- 500-mL Erlenmeyer flasks with ST32 ground glass stoppers for any temperature. Fill with 200 mL of solution.

500 毫升之錐形瓶搭配 ST32 磨砂玻璃瓶塞，以應對任何溫度，並於瓶中注入 200 毫升溶液。

#### I. Cleaning Flasks Procedure

清理燒瓶之流程：

- Do not use rubber gloves.

請勿使用橡膠手套

- Before use, heat 200 mL of odor-free water to boiling in the stoppered flask

使用前先注入 200 毫升乾淨水至燒瓶中，並蓋上瓶蓋加熱至煮沸。

- Once the odor-free water has reached boiling, dump the contents of the flask

等淨水煮沸後，將其從容器中倒出。

- Allow the cool to room temperature before sniff testing for residual odors

在開始其他氣味測試之前，應等待燒瓶溫度降至室溫。

- If odors persist, repeat steps 1-3 or use alternative cleaning method.

假如氣味持續存在，則重複步驟一至三，或嘗試其他清潔方法。

- Place 200 mL of sample in flask and stopper

在燒瓶中注入 200 毫升樣本並蓋上瓶蓋。

- Immediately after use, dump the samples, rinse 10 times with hot tap water, add 200 ml of odor-free water, stopper, and store.

在使用後快速移除樣本並使用熱水沖洗 10 次後，加入 200 毫升淨水蓋上瓶蓋並妥善保存。

**(2) FPA Training 嗅覺層次分析法訓練：**

- A. the initial sifting.( At least 75 points to pass the sift.)

初始篩選。(最少要達 75 分才能通過篩選。)

- B. Learning to Recognize Different Water.

學會辨識不同的水質。

- C. Practice session odor reference standard.

標準臭味閥值練習。

- D. Threshold odor test.

臭味門檻測試。

- E. Practice session odor intensity.

臭味強度練習。

- F. Advanced practice session odor intensity.

進階臭味強度練習。

- G. Learning to Recognize an Odor Intensity Standard

學習辨識臭味強度之標準

- These samples will teach you to recognize the intensity of the 2-MIB odor at 3 different concentrations.

這些樣本將會教導你辨識三種不同的 2-MIB 臭味強度。

- The samples should be swirled and smelled using 200 ml solution in a 500 ml FPA flask and heating to 45°C for 15 minutes.



這些樣本使用前，應是在 500 毫升 FPA 燒瓶中裝入 200 毫升溶液，並加熱至 45 度持續 15 分鐘，並在嗅覺測試前，須搖晃均勻。



FPA 訓練程序



FPA 臭味強度訓練



圖 14 參與「提昇飲用水水質研討會」全體人員合影留念

## 參、開會心得及建議

### 一、心得

(一) 菲律賓均降雨量達2640mm，水資源豐富，但因人口高達1.049 億 (2017年)，環境污染(尤其是水污染)嚴重，許多湖泊有藻毒滋生，嚴重影響供水品質及安全，在人均所得僅2,988.95 USD (2017年)情形下，根據聯合國兒童基金會(UNICEF)及世界衛生組織(WHO)2015年之聯合調查報告，菲國自來水普及率，在都市地區約有94%，鄉村地區約有90%的人口，只能享有「最基本自來水("at least basic water")」，很多地區自來水並非24小時供應，且也非以管線供送到用戶，而是以設置供水站點(Stand-alone water points)方式供應，量足質優的自來水取得不易，也代表菲國水務具有潛在商機。

(二)國內以往因應水質問題，產官學界共同研究開發的淨水處理技術，例如「生物網膜 (BioNET)」，倒極式電透析(EDR)水處理技術等，如果積極推廣，應有機會可被採用於協助菲國，或其他面臨類似水質問題之國家，進行飲用水水源水質改善，而EDR水處理技術則可運用在地下水處理、純水系統預處理、廢水回收、電鍍廢水回收等處理，提升飲用水及廢水回收再利用之品質。

(三) 由於受到氣候變遷之影響，伴隨著乾旱與旱災的聖嬰現象正影響菲律賓。菲國馬尼拉地區近期發生部分水庫幾乎完全沒水，馬尼拉地區面臨嚴重缺水危機，供水缺口達10萬CMD，可能將持續至夏季，企盼颱風季節可帶來充沛雨量，解決馬尼拉缺水問題，台水公司以往因應氣候變遷，所採取對於汛期高濁度、乾旱時期停止及限制供水四階段措施等，供水調配及分區供水經驗，應可分享供菲國自來水事業參考，協助因應氣候變遷之挑戰。

(四)由於來自農業逕流、個人護理或藥品或工業廢棄物等，進入水源的新興微量污染物，或因優養化所衍生之致臭味物質，有日漸增多之趨勢，故飲用水水質問題之解決，除須導入新興或高級淨水處理技術因應外，導入先進水質檢測技術(例如成大研發之分子生物技術及即時定量連鎖聚合酶反應技術)或其他水質監測管理技術(例如台水公司引進之"魚活動監測系統( Fish Activity. Monitoring System ,FAMS )"，也甚為重要，成大及台水之相關應用經驗，也可供分享給菲國

自來水事業參考，協助提供更佳之供水服務，達成學術及技術輸出的目的。

## 二、 建議

(一) 經由本次研討會，與菲律賓水務相關單位進行經驗及技術應用交流，透過溝通及互動，發現菲國水務相關單位(例如菲律賓大型自來水和污水處理公司之一，為私營之Maynilad Water Services，主要供應東馬尼拉地區)對於與台水推動技術交流及人員互訪，深感興趣，因此台水公司可派員與該公司進行進一步之接觸，甚至簽訂合作備忘錄(MOU)，逐步增進及深化菲國自來水事業，對於台灣水務技術之發展及認識，藉此也可擴展與台灣Aqua A - team. Taiwan(AATT)各廠商技術能力之認識，提升國外曝光度，進而將台灣的水務技術推廣至其他新南向國家。

(二) 台水公司目前在台南新營斥資9億元興建員工訓練園區，佔地4.1公頃，預定訓練容量200人，計畫興建教學大樓、學員宿舍大樓、專業訓練場所、測量實習場，預定108年12月底完工，此「員工訓練園區」，除可供台水公司內部或國內其他與自來水有關之機構，進行自來水專業技術培育及訓練外，也計畫配合新南向政策，進行國際友邦之自來水事業人員培訓，故可考慮透過與成功大學及菲律賓Mapúa大學共同簽署合作備忘錄，邀請菲國自來水事業派員前來受訓，結合台灣Aqua A - team. Taiwan(AATT)廠商派淨水處理、管線規設、機電控制等專業人員授課，藉機將台灣自來水技術行銷至菲國，乃至新南向國家，創造新南向商機。