

出國報告（出國類別：國際會議）

參加「第九屆供水技術國際研討會」  
出國報告

服務機關：國立屏東科技大學

姓名職稱：陳冠中 副教授

派赴國家：日本橫濱

出國期間：101 年 11 月 19 日至 11 月 23 日

報告日期：101 年 12 月 6 日

## 摘要

International Symposium on Water Supply Technology (供水技術國際研討會) 自 1988 年於日本神戶舉辦第一屆研討會以來，每三年舉辦一次，今年已經邁入第九屆。本屆會議是由 International Water Association(國際水協會)和 Japan Water Works Association (日本水道協會)共同主辦，於日本橫濱舉行。

今年筆者發表之研究海報題目為：Preliminary study on the control of membrane fouling by catalytic ozonation (以催化性臭氧化控制濾膜積垢之初步研究)，研究內容係結合薄膜過濾系統和異相催化性臭氧化技術，用於處理飲用水之原水，探討對於減緩和避免薄膜積垢、維持和回復薄膜滲濾液通量之效果，以及對於處理水水質之影響，如果能夠將研究成果應用於飲用水處理實務上，將有助於降低薄膜系統之操作維護成本，並提供高品質之飲用水水質。研究範疇屬於大會第一議題之研究討論範圍。

關鍵詞：飲用水，薄膜，臭氧化，觸媒

## 目次

一、目的.....	1
二、過程.....	1
三、心得.....	4
四、建議.....	5
五、附錄.....	5

## 一、目的

International Symposium on Water Supply Technology (供水技術國際研討會) 自 1988 年於日本神戶舉辦第一屆研討會以來，每三年舉辦一次，今年已經邁入第九屆，於 2012 年 11 月 20 日至 22 日在日本橫濱舉行。本項會議歷年來均由 Japan Water Works Association(日本水道協會)和 International Water Association(國際水協會)主辦。本次與會之目的包括發表海報論文：Preliminary study on the control of membrane fouling by catalytic ozonation (以催化性臭氧化控制濾膜積垢之初步研究)，並希望能與世界各國以及日本當地的專家學者進行學術交流，除了增進彼此之瞭解外，並希望未來能夠建立起合作研究的關係。

## 二、過程

今年第九屆會議除了由 International Water Association(國際水協會)和 Japan Water Works Association(日本水道協會)共同主辦之外，其他協辦單位還包括 Ministry of Health, Labour and Welfare (日本厚生勞動省)、Japan Small Scale Water Works Association (日本小型水道協會)、Japan International Cooperation Agency (日本國際協力機構)、Japan International Corporation of Welfare Services(日本福利服務國際公司)和 Japan Water Forum(日本水論壇)等，為日本主辦之重要自來水處理和管理之專業國際會議。

本屆會議於 2012 年 11 月 20 日至 22 日在日本橫濱舉行。今年度之大會主題為 Resilient Water Supply System - Pursuing Safety, Sustainability and Environmental Friendliness (具有可塑性之供水系統--追求安全、永續和環境友善性)，其中會議包括了三大議題，分別為：1)安全、保全及環境友善之水處理技術；2)新世代之管線技術；和 3)供水之管理和國際合作。同時，有鑑於去年 311 大地震對於日本受災地區供水系統造成嚴重的衝擊和破壞，凸顯出飲用水供水系統對於類似災害因應對策之重要性。因此，本研討會並特別加入一場特別議題：Toward Water Supply Systems Resistant to Earthquake and Tsunami (研發抗地震和抗海嘯之供水系統) 的討論會，以供與會人員發表和交換意見。

本次會議之舉辦方式主要包括了專題演講(keynote speech and special lecture)、口頭報告(oral presentations, 37 篇)、短篇口頭報告(short presentation, 27 篇)和研究海報發表(poster presentation 43 篇)，同時並有舉辦相關廠商之展覽(Exhibition, 64 家廠商參展)。會議主要受邀之演講者包括了 IWA 主席 Dr. Glen T. Daigger、東京都大學教授 Dr. Akira Koizumi、TU Delft 大學教授 Dr. Gertjan Medema、高麗大學教授 Dr. Suing-il Choi、WHO 專家 Robert Bos 和同濟大學 Dr. Shuili Yu 等人。與會專家學者主要來自日本、美國、中國、韓國、新加坡、荷蘭、紐西蘭、愛爾蘭、辛巴威、印尼、泰國和台灣。

今年筆者發表之研究海報題目為：Preliminary study on the control of membrane

fouling by catalytic ozonation (NSC 98-2221-E-020-002-MY2)，研究內容係結合薄膜過濾系統和異相催化性臭氧化技術，用於處理飲用水之原水，探討對於減緩和避免薄膜積垢、維持和回復薄膜滲濾液通量之效果，以及對於處理水水質之影響，如果能夠將研究成果應用於飲用水處理實務上，將有助於降低薄膜系統之操作維護成本，並提供高品質之飲用水水質。研究範疇屬於大會第一議題之研究討論範圍。以下為出國之行程和與會過程。

#### 第一天(11/19)

從台北松山機場搭機直飛東京羽田機場，再轉搭日本 JR 到橫濱。

#### 第二天(11/20)

上午至會場報到後，領取開會相關資料。上午的會議先由橫濱市林文子市長、國際水道技術研究協會藤原正弘理事長、厚生勞動省健康局石飛博之課長、以及 IWA 理事 Dr. Paul Reiter 共同主持開幕，隨後由東京都大學教授 Dr. Akira Koizumi 進行「Water System Maintenance for the Next Generation Urgent Need for Earth quake Resistance and Renewal」專題演講，本演講中強調，對於日益緊縮的相關建設和維護經費，以及對於供水系統重要性的忽視，都會造成當災害來臨時，供水系統成為維生系統中最脆弱的一環。目前，日本正進行為期三年的 Pipe Stars Project，計畫主要將針對於供水管線的操作、維護和更新，以及供水系統刻正面臨的問題，進行全面的調查和分析，以找出有效和正確的相關技術進行研發。Dr. Glen T. Daigger 則以「The IWA Cities of the Future Approach to Achieving a Resilient Water Supply System - Pursuing Safety, Sustainability and Environmental Friendliness」為題，強調為了因應氣候變遷的影響，目前迫切的需要對於水資源管理、能源管理、營養鹽管理來進行全面性的檢討，同時，要能夠有系統性的對於水資源管理系統進行功能改善。

下午的會議內容為大會邀請之世界各國講者進行海外報告，各報告主題包括：「Water and Sanitation Global Monitoring – to 2015 and beyond」(Mr. Robert Bos, WHO)、「Major Science and Technology Project of Water Pollution Control and Management in China」(Dr. Shuili Yu, 同濟大學)、「Prospects and Approaches for Implementing Water Safety Plans at Thua Hue Province in Vietnam」(Mr. Tran Thi Minh Tam, Vietnam)、「Water Utilities and the Climate Change Imperative」(Mr. Paul Fleming, USA)、「The Research Outling of Intelligent Management System of Water Distribution Network」(Dr. Suing-il Choi, Korea University)和「Safe Distribution of Drinking Water without Disinfectant Residual」(Dr. Gertjan Medema, Delft University of Technology)等共 6 場演講。各演講者以其工作單位之實務面角度，提出對於水質監測、水汙染控制、供水安全、配水系統管理和消毒技術改善等議題之看法。其中 Dr. Medema 提到，從 2005 年起，在荷蘭除了緊急狀況之外，

所有自來水廠已經全部採用氯以外的消毒方式，對於自來水進行消毒，其技術包括臭氧+慢砂濾、UV、臭氧和 UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>，值得我國做為未來改善消毒方式的參考。

### 第三天(11/21)

本日上午大會安排有一特別討論議題(Special Session)，主題為「Toward Water System Resistant to Earthquake and Tsunami」(供水系統對於地震和海嘯之因應)，由金澤大學 Prof. Masakatsu Miyajima 主持，邀請厚生勞動省健康局水道課熊谷和哉室長、石卷地區水道企業團高木純一副技術主任和紐西蘭 University of Canterbury 的 Prof. Misko Cubrinovski，對於去年日本 311 大地震和海嘯，以及去年 222 紐西蘭強震，對於供水系統的破壞情形，進行分析報告。有關日本震災和海嘯的影響方面，估計對於受災當地的供水中斷影響時間累計高達 3 百萬小時，共計有 264 座供水設施受到破壞，因此，建議現階段必須要對於所有的供水設施進行有關抗地震和抗海嘯的評估以及改善，並且持續的尋求更多的資金和國際協助投入相關工作。而在有關紐西蘭的報告方面，在該次的強震襲擊中，受災地區的供水系統的確受到不小的衝擊，但是主要的受損狀況集中在因為土壤液化導致的配水管線破裂，此外，值得特別注意的是，調查受災情形時發現，以 PVC 和 PE 材質作為配水之管線，在災害發生後，其受損程度遠低於以石綿管、鍍鋅鐵管和鋼管作成之配水管線，以上的資訊十分值得參考。

中午到下午為研究海報報告以及口頭報告時間，有多位日本之廠商代表和研究學者有來詢問關於筆者本次報告之結合陶瓷薄膜過濾系統以及催化性臭氧化處理程序之設計，和研究成果及未來應用之可行性，其中有交換名片的廠商為東芝株式會社(Toshiba)環境及水系統研發部門的小林伸次和竹內賢治兩位研究員，由於該單位目前亦正進行以紫外光(UV)進行水處理設備之研究，因此，對於水處理之消毒和殺菌的議題進行意見交流。此外，大會主辦單位的 Minoru Takemura 主任研究員亦前來詢問有關使用之設備和研究方法，對於以臭氧搭配抗氧化之陶瓷濾膜進行水處理之方式，在實際應用上的優點和可行性，作初步之討論。

除了海報報告時間之外，本日下午主要參加之論文口頭發表為第一議題「Water Treatment Technology with Safety, Security and Environmental Friendliness」，由京都大學 Prof. Sadahiko Ito 主持。發表論文單位包括有大阪水道企業團、東京大學、京都大學、北海道大學、阪神水道企業團、哈爾濱工業大學、同濟大學、東京都水道局、千葉縣水道局和 Delft University of Technology 等。其中報告的內容重點包括：以生物處理飲用水之可行性探討、飲用水中氨的微生物處理技術、飲用水消毒後之水質與氯味的去除、有機物造成濾膜積垢之評估、結合光催化及濾膜過濾技術、飲用水的生物穩定性探討等。

### 第四天(11/22)

本日大會議程安排為個別主議題之綜合報告，以及受邀演講來賓之綜合座談。有關第一議題「安全、保全及環境友善之水處理技術」總結為新技術之開發，除了飲用水安全之外，如何確保水質和水量的供應，以及降低處理技術可能對於環境影響之衝擊，未來都必須要一併納入研發的考量，以確保下一世代的用水得以永續保全。第二議題「新世代之管線技術」之總結報告則提出對於日常之管線配置除了要能夠確保水質和消費者之健康外，對於自然環境災害如地震、海嘯的影響必須要納入考量，同時對於目前的供水系統進行全面性的調查分析，以因應一旦災害發生時，能將網管和供水設施的破壞減到最低，並且在最短時間內進行修復和恢復供水。第三議題「供水之管理和國際合作」之總結報告則提出，雖然供水系統和設施之運作，為在地單位之主要工作，但是相關管理和維護系統，以及各種應變經驗，應該作經常性的國際交流，以促進各國民眾和政府對於水資源之保護及管理之重視。最後，在閉幕式時，主辦單位和與會之專家學者都認為這是一次很成功的國際會議，除了帶著滿滿的收穫之外，並期許在供水的事業上，能夠有更進一步的發展，並且相約三年後在神戶舉辦第 10 屆的國際研討會。

第五天(11/23)

從橫濱搭乘 JR 到東京羽田機場，再由羽田機場搭機返回台北松山機場。

### 三、心得

本次參與國際會議，除了發表海報論文，與國外專家學者交換意見和經驗交流之外，最大的收穫在於了解其他國家目前在水處理技術上的發展狀況、面臨的難題和困境、以及對於自然災害的因應對策。目前，傳統的水處理技術發展已經十分成熟，但是，由於近年來的研究發現，有許多的新興汙染物質並非傳統的水處理程序可以有效地去除，而殘存在自來水中的這些物質多有導致健康風險的疑慮，因此，新技術的開發和環境友善技術的開發，未來將是水處理技術發展的主要方向。此外，世界各國的水處理專家均表示，對於水處理的經費均呈現逐年減少的情形，然而，藉由日本 311 和紐西蘭 222 的大地震和海嘯對於災區供水系統及設施的影響來看，目前運作中的供水系和設施，極有必要盡快作出對於這些災害可能造成損害的分析調查，並及早著手進行各種改善和加強措施。唯有民眾、企業和政府都能夠覺醒到供水系統和設施的重要性和對於災害應變的脆弱性，才能夠促使更多的資金投入汰換和更新水處理工程建設，當然，水資源管理和有效的利用，亦將會是和處理技術發展同樣重要的課題。

本次會議在日本橫濱的 Pacific Yokohama 會場舉行，設備極佳，各演講均配有同步翻譯，因此，雖然大會以英語作為主要使用語言，但是演講者如使用日語或是中文，也都能夠透過即時翻譯讓與會者了解報告內容，亦是擴大參與的一種方式，值

得做為未來舉辦國際會議的參考。

#### 四、建議

本次參加這個在日本三年舉辦一次的「供水技術國際研討會」，經過三天與會以及和國際間專家學者們的交流和討論後，提供下列兩點建議：

1. 由於日本地理環境和台灣類似，同屬易受地震、海嘯、颱風的侵襲，且東都會區之人口規模即達 3700 萬人，民眾生活和用水習慣亦與我國相去不遠，飲用水之處理和供水系統的設計及營運管理，均值得我國做為借鏡。因此，建議政府能夠促進和加強雙方有關飲用水和供水產業相關人員的交流和互訪。尤其是去年日本 311 大地震之後，有許多地震對於供水系統影響的調查和研究都在進行之中，如果能夠學習日本相關的經驗，並檢視我國目前供水系統的狀況，將有助於加強我國在相關災害發生時的應變能力，並儲備修復能量。

2. 相較於三年前在神戶舉辦的前屆會議，本屆會議中，中國學者發表的論文質與量均大幅的提升，同時亦有中國留日博士生進行論文發表，由此可以看出日本與中國雙方在水處理和管理議題上的交流已經變得非常密切。由於水量與水質的重要性可以比做一個國家的命脈，國際交流的經驗必然是不可或缺，如果政府單位能夠主動協助辦理相關交流活動作為資訊溝通平台，將有助於我國與鄰近國家結合成區域性的水資源夥伴聯盟，藉此觀摩與互相學習各項與水源和用水相關之策略及經驗，對於我國近年來水資源管理和分配上的問題，以及水處理和回收等技術及策略規劃，將有莫大的助益。

#### 五、附錄：

1. 發表論文摘要：

<Session No. 1>

##### **Preliminary study on the control of membrane fouling by catalytic ozonation**

*Kuan-chung Chen<sup>1,2\*</sup> and Yu-hsiang Wang<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Department of Environmental Science and Engineering, <sup>2</sup>Emerging Compounds Research Center, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung 91201, Taiwan*

Keywords: ceramic membrane, fouling, permeate, ozonation, ultrafiltration

In this research, heterogeneous catalytic ozonation was used in a ceramic membrane system to investigate its effect on the control of ultrafiltration membrane fouling. Humic acid solutions of 8 mg/L were used as model solutions. Ozone and nitrogen gases were injected into the membrane system to study the influence of oxidation on permeate flux

decline. Commercial  $\text{TiO}_2$  (Degussa P-25) was used as the catalysts in catalytic ozonation. Various operating conditions such as gas flow rate, catalyst dosage, and ozone dosage were tested. The hybrid process system integrated oxidation and filtration technologies was expected to promote the formation of hydroxyl radicals, to prevent the occurrence of membrane fouling, and to increase the efficiency of the removal of DBP precursors. Dissolved organic carbon (DOC), ultraviolet absorption measured at 254 nm (UV254), and permeate flux were monitored. Model solutions were first filtered through the ceramic membrane system and the permeate flux gradually declined to around 60% of its initial permeate flux at 240 min. Then nitrogen gas, ozone gas, or catalysts and ozone was added immediately into the hybrid system to evaluate their effect on permeate flux recovery. Experimental results showed that the permeate fluxes were recovered up to 83% and 92% when nitrogen and ozone gas were injected into the experimental system, respectively. The removal efficiencies of DOC and UV254 were both higher than 95% under tested operating conditions. The addition of  $\text{TiO}_2$  only recovered the permeate flux from 60% to 71%. This implied that the scouring effect of  $\text{TiO}_2$  particles slightly removed the deposition layer on the membrane surface. The influence of  $\text{TiO}_2$  combining with nitrogen and ozone in the membrane system on permeate flux recovery was also investigated. It was observed that permeate fluxes were recovered up to 85% and 90% for  $\text{TiO}_2$ /nitrogen and  $\text{TiO}_2$ /ozone, respectively. The difference of permeate recovery rate between these two operating conditions could be concluded by the formation of hydroxyl radicals from catalytic ozonation. The optimal operating condition for maximizing the permeate flux recovery was  $\text{TiO}_2$  3 g/L of ,  $\text{O}_3$  gas flow rate 150 mL/min, and 2.5 mg  $\text{O}_3$ /L. Under this operating condition, the permeate flux was recovered up to 98% of its initial permeate flux. For the maximum removal rate of DOC and UV254, 97% of DOC and 99% of UV254 were removed when  $\text{TiO}_2$  5 g/L,  $\text{O}_3$  gas flow rate 50 mL/min, and 10.0 mg  $\text{O}_3$ /L were applied in the system.

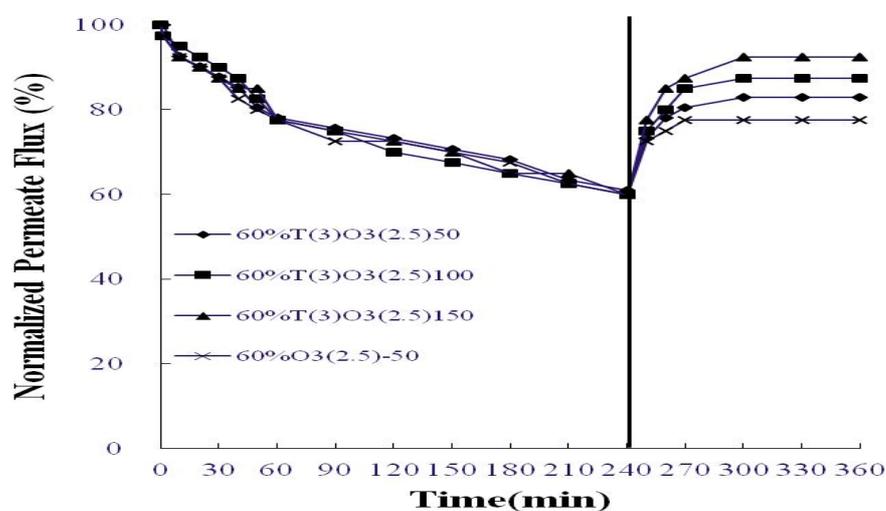
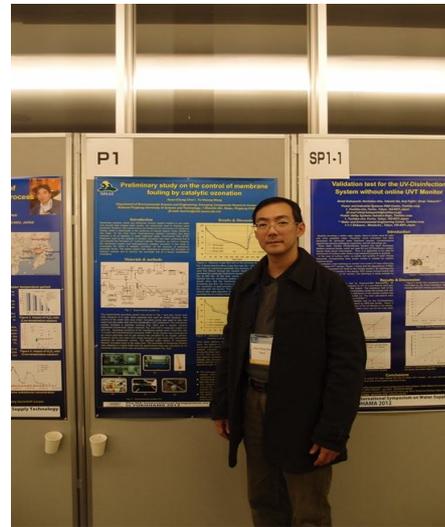


Fig. 1. Effect of catalytic ozonation on permeate flux recovery. (Operating conditions:  $\text{TiO}_2$  3 g/L,  $\text{O}_3$  2.5 mg/L, ozone gas flow rate 50, 100, 150 mL/min, water temperature  $20^\circ\text{C}$ , pH 8.)

## 2. 會場照片



大會議場外之大幅海報看板



會場內海報展示