

**出國報告（出國類別：考察）**

**美國在台協會「文化交流計畫」  
團體考察**

**服務機關：經濟部水利署**

**姓名職稱：簡振源 簡任正工程司**

**派赴國家：美國**

**出國期間：2010年9月10日至10月3日**

**報告日期：2010年12月21日**



## 摘要

本次「水資源保護團體考察活動」交流計畫自 2010 年 9 月 13 日至 10 月 1 日止為期三週，係美國國務院主辦，透過美國在台協會邀請我國派員參加，所需訓練費、膳宿費均由美方負擔。全程三週的課程包含實地參訪當地水務相關機構，除瞭解美國於地面地下水管理之法制架構外，課程重點主要在淡水（fresh water）的管理、分配及處理。

參訪過程中了解美國西南部早期如何透過水資源開發提供充足之灌溉水源，以及 EL PASO 為配合用水需求及解決地下水鹽化問題於 2008 年建置完成全世界最大之內陸鹹水淡化廠（約日產 10.4 萬立方公尺），亦參加當地灌溉供水單位召開之用水分配討論會議，透過充分及科學化資料之提供（包括未來一年之氣候展望與降雨預測）溝通討論後續用水分配事宜；並了解如何透過國際邊界及水利委員會（IBWC）處理美國與墨西哥相關邊界及水利相關問題。

加州州政府已完成氣候變遷水資源調適白皮書（Climate Change Water Adaptation White Paper），其策略主要包含全面實施整合型水資源管理（IRWM）以及大幅提升水資源利用效率。此外，加州已積極推動污水再生利用，所參訪之 San Jose/Santa Clara 污水廠其污水處理量每日約 63 萬立方公尺之汙水。約有 10% 是透過南灣再生水回用公司再生利用於綠地及農業灌溉、工業用水等，供應用戶超過 600 家；其價格亦均比自來水水價便宜（如以 San Jose 工業用水為例，自來水水價約每度 26 元，再生水約僅 11 元），爰有其推動之利基。

芝加哥位於五大湖之密西根湖旁，原本以為芝加哥位於五大湖旁應有充沛之水資源可供運用，然而限於最高法院判定依利諾州每日從密西根湖引取之水量不得高於約 21 億加侖/天（約每天 800 萬噸），因此由密西根湖取水有其限制；此實為水資源開發總量管制之最明顯方案。

為因應芝加哥都會區持續發展之用水需求，州政府成立區域水源供應規劃

小組(RWSPG)，成員共 35 位分別代表相關地方市與其他利益相關者，自 2007 年至 2010 年為期 4 年討論提出芝加哥 2050 年水計畫，其廣泛邀集各界討論確立綱要計畫之方式，實可減少後續相關計畫推動之阻力，可為我國相關水資源綱要方案訂定之參考。

由於受限於密西根湖取水量之限制，芝加哥都會規劃局所完成之 2050 年水計畫，主要策略仍為提高用水需求管理，即加強節約用水推動，綜觀其 2050 年計畫中並無水資源開發方案，此種完全以需求端管理之策略，或可提供我國水資源管理另一思考方向。

本次交流計畫參與國家達 20 國計 21 人，各國參與人員其業務除與水資源有關外，工作範疇亦十分廣泛，舉凡政府機關、學術單位、研究單位、保育團體、非政府組織、雜誌工作者等等，於三週之相處除可針對各國文化層面進行交流外，各團員亦針對不同業務層面之經驗相互學習分享，而回國後並持續以電子郵件保持聯繫，並建立 Facebook 討論專區分享相關經驗與學習，實為參與本次計畫最大之收穫。

## 目錄

摘要 .....	1
目錄 .....	3
一、背景與目的 .....	4
二、行前概要 .....	5
三、團員介紹 .....	8
四、考察過程 .....	12
五、心得與建議 .....	48
附件 .....	52

## 一、背景與目的

美國在台協會（AIT）主辦之文化流計畫宗旨，在於使其它國家專業人士有機會與美國在地人士當面溝通，並廣泛考察美國社會、經濟、政治、新聞、科技及藝術等領域。此項交流計畫在美國境內係由美國國務院（文化教育局）統籌規劃，每年均舉辦一些訓練或研習活動，茲該院訂於 2010 年 9 月 13 日至 10 月 1 日舉辦水資源保護團體考察活動，並保留 1 名名額給予 AIT 推薦台灣專家參加；AIT 將該名額提供經濟部水利署人員，所需訓練費、膳宿費均由美方負擔，本署人員需自付交通費（飛機機票款）及行政手續費用。全程三週的課程包含實地參訪當地水務相關機構，除瞭解美國於地面地下水管理之法制架構外，課程重點主要在淡水（fresh water）的管理、分配及處理，有鑑於該考察活動有助深入瞭解美方最新水資源管理技術，及增進台美雙方合作情誼，故由水利署推薦水源經營組簡振源 1 人參加本次文化交流計畫團體考察，期藉考察活動期間，與各國專家、學者們交換經驗與心得，加強推展國際事務聯繫及技術交流等相關事宜，俾利我國未來相關水資源保護相關業務之推動。

## 二、行前概要

本次美國國務院辦理之國際文化交流計畫 (International visitor leadership program)，主題為「美國水資源保護」(Water resources protection in the U.S)；水利署推薦水源經營組簡振源簡任正工程司參加，經 AIT 於 99 年 6 月 4 日正式函邀參加(附件 1)，並將相關資料轉送美國國務院審核，於 6 月 14 日電子郵件通知通過美方審核。

本交流計畫共計 20 國 21 人參加，考察期間為 99 年 9 月 12 日至 10 月 2 日，並依美方要求需於 99 年 9 月 11 日抵達美國華盛頓以利後續聯繫安排，考察行程如表 1。

表 1 國際文化交流計畫-「美國水資源保護」考察行程表

日期	星期	行程	地點
9/11	六	抵達美國華盛頓	華盛頓
9/12	日	安排華盛頓特色景點介紹	華盛頓
9/13	一	考察與討論	華盛頓
9/14	二	考察與討論	華盛頓
9/15	三	考察與討論	華盛頓
9/16	四	考察與討論、移動	華盛頓-賓州阿凡德爾
9/17	五	考察與討論	賓州阿凡德爾
9/18	六	移動	賓州阿凡德爾-紐約
9/19	日	自由活動、移動	紐約-德州阿爾帕索
9/20	一	考察與討論	德州阿爾帕索
9/21	二	考察與討論	德州阿爾帕索
9/22	三	移動	德州阿爾帕索-加州沙加緬度
9/23	四	考察與討論	加州沙加緬度
9/24	五	考察與討論	加州沙加緬度
9/25	六	移動	加州沙加緬度-

日期	星期	行程	地點
			加州舊金山
9/26	日	自由活動	加州舊金山
9/27	一	考察與討論	加州舊金山
9/28	二	移動	加州舊金山- 芝加哥
9/29	三	考察與討論	芝加哥
9/30	四	考察與討論	芝加哥
10/1	五	計畫評核	芝加哥
10/2	六	機場離境	芝加哥



# Water Resources Protection

September 11, 2010 – October 2, 2010

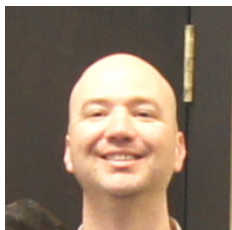











行程地圖



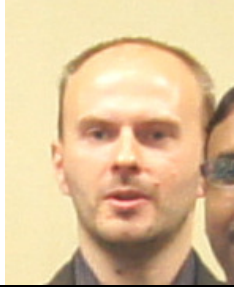



### 三、團員介紹






本國際文化交流計畫 (International visitor leadership program) 共計 20 國 21 人參加，各國參與人員其業務除與水資源有關外，工作範疇亦十分廣泛，舉凡政府機關、學術單位、研究單位、保育團體、非政府組織、雜誌工作者等等，於三週之相處除可針對各國文化層面進行交流外，各團員亦針對不同業務層面相互分享其經驗並共同學習。詳細團員名單詳如表 2。

表 2 國際文化交流計畫-「美國水資源保護」團員名單

編號	姓名/國家	照片	職稱、單位
1	Mr. Joe Owen  AUSTRALIA (澳洲)		Senior Regulatory Advisor, Water Reform, Queensland Water Commission
2	Mr. Md. Aminul Haque  BANGLADESH (孟加拉)		Senior Scientific Officer, Water Resources Planning Organization (WARPO), Ministry of Water Resources
3	Mr. Geoffrey Michael Khwarae  BOTSWANA (玻次瓦納)		Water Component Manager, Harry Oppenheimer Okavango Research Centre (HOORC), University of Botswana
4	Mr. Aung Myo Chit  BURMA (緬甸)		Coordinator, Irrawaddy Dolphin Project, Wildlife Conservation Society (WCS)

編號	姓名/國家	照片	職稱、單位
5	Mr. Fidel Alberto Pardo Ojeda  COLOMBIA (哥倫比亞)		Specialized Professional, Hydrology, Meteorology and Environmental Studies Institute (IDEAM)
6	Ms. Abeer Albalawneh  JORDAN (約旦)		Researcher and Projects Coordinator, National Center for Agricultural Research and Extension
7	Mr. Igor Shenberger  KAZAKHSTAN (哈薩克)		Research Officer, Institute of Geography
8	Mr. Zeqir Veselaj  KOSOVO (科索沃)		Director of the Regional Environmental Center, Kosovo Office
9	Ms. Siham Laraichi  MOROCCO (摩洛哥)		Engineer in Water Management, Directorate of Research and Water Planning, Ministry of Energy, Mines, Water and Environment
10	Ms. Saima Angula  NAMIBIA (那米比亞)		Senior Development Planner, Environmental Legislation and Protection, Directorate of Environmental Affairs

編號	姓名/國家	照片	職稱、單位
11	Mr. Shakil Ahmad  PAKISTAN (巴基斯坦)		Head of Climate Change Study, Sustainable Development Policy Institute (SDPI), Member of Prime Minister' s Task Force on Climate Change
12	Mr. Nasir Ali Panhwar  PAKISTAN (巴基斯坦)		Program Coordinator, Indus for All Program, World Wildlife Fund (WWF)
13	Mr. Tomasz Pasierbek  POLAND (波蘭)		Head of the Education Department, Babia Gora National Park
14	Ms. Livia Cimpoeru  ROMANIA (羅馬尼亞)		Editor-in-Chief, "Green Report" magazine
15	Ms. Naila Umubyeyi  Rwanda (烏干達)		Acting Department Head, Center for Innovation and Technology Transfer (CITT)
16	Mr. Zenon Mikle  SLOVAK REPUBLIC (斯洛伐克)		Spokesman, Head of Press Office, Bratislava Water Company

編號	姓名/國家	照片	職稱、單位
17	Mr. Mohamed Ahmed Abtidoon  SOMALIA (索馬利亞)		Chairperson, Aragti Relief and Development Organization
18	Mr. Eisa Osman Sharief Hajana  SUDAN (蘇丹)		Director General, Ministry of Rural Development and Water Resources, Southern Kordofan State
19	Mr. Chen-Yuan Chien  TAIWAN (台灣)		Section Chief, Water Resources Management Department, Water Resources Agency
20	Ms. Khanh Thi Nguyn  VIETNAM (越南)		Deputy Director of the Center for Water Resources Conservation and Development and Coordinator of Vietnam Rivers Network
21	Mr. Salem Bashuaib  Yemen (葉門)		President for General Authority for Water Resources

## 四、考察過程

### 9月12日(星期日)

時間：10:00-1:00

地點：華盛頓特區

目的：安排華盛頓特區知性旅程

行程內容：

華盛頓特區為美國首府，各重要政府機構接座落於此，透過各主要景點包括白宮、美國國會、林肯紀念館等，了解美國政府制度進程、聯邦制度、民主價值等，此項行程安排亦為本計畫之一部分，讓每位團員經由現場探訪及解說深入了解美國文化。



團員參訪白宮

### 9月13日(星期一)

時間：8:30 - 12:00

地點：Washington Plaza Hotel 會議室

目的：課程簡介、團員介紹

內容：

本次美方主辦單位美國國務院教育文化交流局(Bureau of Educational and Cultural Affairs U.S. Department of State) Ms. Janice Brummond，以及協辦單位 Meridian International Center 之 Ms. Joanne Clark 等，共同說明本計畫行程內容、相關安排及注意事項等，並請各團員一一自我介紹及對本計畫課程之期望。

時間：14:00 - 15:00

地點：Meridian International Center 辦公室

目的：考察期間費用支付

內容：

持續上午之課程解說，並針對本課程美方支付之旅行支票及相關文件進行說明及簽收等作業。

時間：15:30 - 17:30

地點：Meridian International Center 辦公室

目的：美國聯邦政府系統整體介紹

內容：

由巴爾的摩大學政府及公共事務系教授 Dr. Lenneal Joseph Henderson 說明美國聯邦政府系統概要。

## **9月14日(星期二)**

時間：8:30 - 1:30

地點：美國聯邦環境保護署(EPA)國際事務辦公室

目的：EPA 州與地方關係、水質議題、水相關法規執行問題

內容：

環境保護署 (EPA) 負責領導全國的環境科學、研究、教育及考核。環保署與其他聯邦機構、州和地方政府依局印第安部落制度與現行的環境法律法規密切合作。環保署負責研究和制定國家標準的各種環境方案和代表的國家和部落負責簽發許可證，以及監測和強制遵守。凡不

符合國家標準，環保署可以發出制裁和採取其他步驟，協助各州及各部落確保優質環境。該機構並與單位及各級政府在各種各樣的志願污染防治方案和節能工作。

時間：13:00 - 14:30

地點：Meridian International Center 辦公室

目的：美國國家海洋大氣管理局國家氣候數據中心業務說明

內容：

附屬於商務部之美國國家海洋大氣管理局 (NOAA)，主要進行海洋和大氣科學相關研究。它發布的天氣預報和警報對於公眾安全和國家經濟、海洋資源調查、開發和實行政策、國際漁業、海洋哺乳動物保護、國家環境維護等甚為重要；其國家氣候相關數據主要由衛星觀測，以及其他包括氣象、海洋、大地測量和地震數據中心等，並準備和提供航海和航空圖和地圖。其中提供社會大眾氣象預報之國家氣象服務 (The National Weather Service)，是該管理局主要之一部分。

時間：15:00 - 17:00

地點：U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation  
Main Interior Building

目的：墾務局於水政策、西部地區水源開發、法規中有關印地安水權部分

內容：

本會談由美國墾務局代表介紹墾務局之過去與未來發展重點。墾務局成立於 1902 年，最著名的為於美國西部 17 州建置大壩、發電廠及輸水渠道等。這些水利設施成就了美國西部的繁榮及經濟發展基礎。墾務局已建造超過 600 多個水庫，包括位於科羅拉多河最知名的 Hoover 水庫，以及哥倫比亞河的 Grand Coulee 水庫。如今墾務局是美國最大供水單位，它供應超過 3100 萬人用水，並且提供了 1/5 西部農民(14 萬人)約一千萬畝之灌溉用水，生產約 60%全國蔬菜及 25%水果。



壑務局也是美國西部第二大水力發電供應單位，其 58 處水力電廠每年提供超過 4410 億仟瓦小時之電力，接近 10 億美元發電收入，及提供 350 萬家庭所需用電。

如今，壑務局是一個具有包含眾多方案、策略與戰略計畫之當代水管理機構，所提出之眾多方案、倡議及活動，將有助於美國西部各州、印第安人部落以及其他需求者滿足其用水需求，以及在各用水衝突層面獲得平衡。壑務局的主要任務是協助滿足西部地區日益增長的用水需求，同時也保護環境和公共投資。

未來美國壑務局將由以往之開發而轉向強化管理層面，透過既有設施有效及永續運用滿足西部用水用電需求。



壑務局討論情形

### 9 月 15 日(星期三)

時間：9:30 - 11:00

地點：Woodrow Wilson 國際學者中心

目的：水戰爭或水的災難-如何透過溝通協調解決水管理和衝突管理

內容：

Woodrow Wilson 國際學者中心是紀念威爾遜總統於 1968 年由國會成立，總部設在華盛頓，它是一個無黨派的機構，透過公共和私人資金

支持而運作，從事相關國家和世界事務，主要建立並維護一個活潑、自由和中立的論壇與知情對話。

而環境變化與安全方案（Environmental Change and Security Program, ECSP）為該中心方案之一，於1994年成立，ECSP一直致力於促進有關環境、健康、人口動態及與其相關之衝突、人類安全、外交政策等之溝通協調。ECSP之組織分為四個主題：(1)中國環境論壇(2)環境與安全(3)人口、健康和環境(4)水。製作與傳播無黨派研究國際和國內的政策制定者，該方案強調和平環境之建構，以及透過環境管理建立在衝突各方間之信任與信心。

本次會談由 Dr. Geoffrey Dabelko 說明 ECSP 之運作過程與內容，透過 ECSP 所建立之溝通對話機制，提供了便利決策者、從業者、記者和學者之間的聯繫，努力解決目前複雜的環境、人口、發展、衝突和安全性相關問題。他目前的研究主要集中在環保途徑來建立信任和建立和平，特別強調了管理跨境淡水資源。

### Number of Countries Sharing a River Basin

NUMBER OF COUNTRIES	INTERNATIONAL BASINS
3	Asi (Orontes), Awash, Cavally, Cestos, Chiloango, Dnieper, Dniester, Drin, Ebro, Essequibo, Gambia, Garonne, Gash, Geba, Har Us Nur, Hari (Harirud), Helmand, Hondo, Ili (Kunes He), Incomati, Irrawaddy, Juba-Shibeli, Kemi, Lake Prespa, Lake Titicaca-Poopo System, Lempa, Maputo, Maritsa, Maroni, Moa, Neretva, Ntem, Ob, Oueme, Pasvik, Red (Song Hong), Rhone, Ruvuma, Salween, Schelde, Seine, St. John, Sulak, Torne (Tornealven), Tumen, Umbeluzi, Vardar, Volga, and Zapaleri
4	Amur, Daugava, Elbe, Indus, Komoe, Lake Turkana, Limpopo, Lotagipi Swamp, Narva, Oder (Odra), Ogooue, Okavango, Orange, Po, Pu-Lun-T'o, Senegal, and Struma
5	La Plata, Neman, and Vistula (Wista)
6	Aral Sea, Ganges-Brahmaputra-Meghna, Jordan, Kura-Araks, Mekong, Tarim, Tigris and Euphrates (Shatt al Arab), and Volta
8	Amazon and Lake Chad
9	Rhine and Zambezi
10	Nile
11	Congo and Niger
17	Danube

Note: From "International River Basins of the World" by Aaron T. Wolf et al., 1999, *International Journal of Water Resources Development* 15(4), 387-427. Adapted with permission of the author.

各河流流經國家數目統計表

時間：14:00 - 15:00

地點：Meridian International Center 辦公室

目的：美國水務協會(American Water Works Association)之設立宗旨為提供飲用水供應商及相關專業之服務，並通知決策者和公眾對飲用水的問題。

內容：

本次會談由美國水務協會(AWWA)立法主管 Mr. Tommy Holmes 向本團學員介紹該協會設置目的及運作概況，美國水務協會是世界最大的教育和科學組織，致力於促進建立安全的飲用水。該協會約有 6 萬個會員，其會員包括社區水供應者、聯邦與州政府監督管理者、環境保護人士、學者和科學家，會員來自美國各大州、波多黎各、美屬領地、加拿大及墨西哥等。該協會 4500 位公共成員所服務之範圍包含百分之八十的美國人口。AWWA 自豪地贊助了許多教育計劃、研究投資、發展更科學和技術資訊以用於提高飲用水產品質與量。保障公眾健康部分一直是該協會長久以來之傳統。

時間：16:00 - 17:30

地點：美國國務院海洋及國際環境和科學事務局辦公室

目的：美國國務院於國際水資源政策之角色。

內容：

本次會談為拜訪美國國務院海洋及國際環境和科學事務局(United States Department of State Bureau of Oceans and International Environmental and Scientific Affairs, OES)，該局由負責水資源領域之特別協調員 Mr. Aaron Salzberg 負責介紹美國國務院於國際水資源政策之角色及該局業務內容等。

海洋及國際環境和科學事務局 (OES) 主要工作為協調美國國際海洋、環境和衛生政策，並結合美國國內的利益與地緣政治的關注。OES 目的在推廣通過雙邊、區域和多邊論壇，全方位思考美國於海洋範疇以增進包括國家安全、促進商貿、管理魚類資源、促進科學認識和保護海

洋環境等領域。OES 整體考量於美國利益、自然資源保護與經濟議題已取得平衡，確保國際上淡水、森林、危險化學品及大氣等有效管理。OES 管理超過 35 個雙邊和多邊科學和技術 (S&T) 協定，並促進國際合作以提升美國太空利益。該局持續與行政執行、商業團體和其他利益相關者保持聯繫，參與國際海洋、環境、科學和健康問題，並與他們進行協商，以形成美國政府於該領域之立場，主導與外國政府和國際組織之協商。

## 9 月 16 日(星期四)

時間：9:00 - 10:00

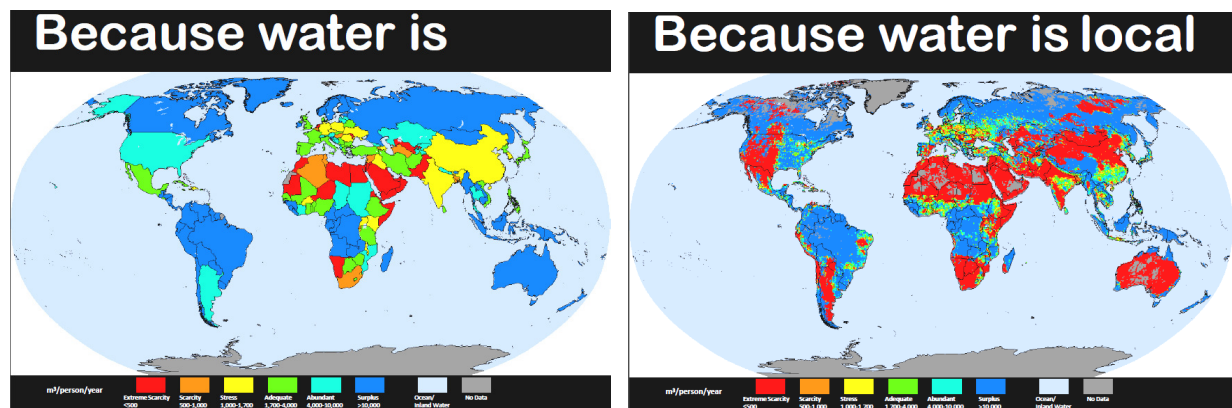
地點：世界資源研究中心(World Resources Institute)

目的：世界資源研究中心工作介紹，國內和國際之水政策和方案

內容：

世界資源研究中心 (WRI) 是一個非營利、無黨派的政策研究中心；WRI 設置目的係透過分析新問題與創造性政策之提出，以掌握全球資源和環境條件並提供正確訊息。該中心亦召開研討會、講習班等，將各種報告和文件適時公佈與公開，並提供素材供媒體使用。

本次會談由 Mr. Cy Jones 介紹並討論。Mr. Cy Jones 亦談及該中心針對氣候變遷所作之相關研究，其中亦展示以往討論水資源匱乏區域時多以國家別為展現，惟如以區域(local)方式呈現時，更能顯示出其水資源匱乏之真實層面。



以區域(local)方式呈現時，更能顯示出其水資源匱乏之真實層面

時間：11:00 - 12:30

地點：世界資源研究中心(World Resources Institute)

目的：了解美國河流協會(American Rivers)針對河川推廣、普及和教育之作法

內容：

本次會談由河川保護副主席 Mr. Andrew Fahlund 負責說明並討論。American Rivers 是美國國內以強化社區健康河流為目的之唯一的全國性組織，成立於 1973 年，美國河流協會有超過 65,000 個成員和支持者，並在全國設有分支機構。透過全國性宣導，不斷創新與發展之網絡解決方案。可保護和促進與人民健康至關重要之河流寶貴資產。透過協會在五個關鍵方案領域 - 河流和全球變暖、河道整治、河川保護、清潔水和供水等，美國河流協會正努力保護其餘的自然遺產，已造成之損害儘量撤消，期為河流與後代創造健康的未來。

時間：13:30 - 17:00

地點：華盛頓(Washington D.C)-賓州阿凡德爾(AVONDALE, PENNSYLVANIA)

目的：移動

## **9 月 17 日(星期五)**

時間：9:00 - 17:00

地點：Stroud 水研究中心(Stroud Water Research Center)

目的：了解 Stroud 水研究中心實際研究內容

內容：

Stroud 水研究中心於 1981 年成立，當時被指定針對淡水問題進行生態保護區的實驗，並支持長期的實驗和實地研究，以及教育推廣方案。訪問過程中，團員將評估已經推動進行保護 New York, New Jersey, Delaware and Pennsylvania 等州水資源供應之 Delaware 流域方針(行

動倡議)。該中心的宣傳教育計劃的研究結果，作為科學教師資源，提高管理的流域。為學生打下人民的所有年齡和水平的科學的學習，課程包括小學可親自動手之科學項目、工作人員在當地大學教授的課程、公眾研討會、講座和論壇，以及擔任暑期學院中等學校教師等。



Dr. Arscott 介紹模擬不同流速及磷含量下對水藻生長之影響試驗

本日行程由 Stroud 水研究中心安排全天課程及實務導覽，包含中心介紹、供應紐約之 Delaware 流域水質監測計畫、熱污染對河川魚類之潛在影響、河流生態系統之碳循環、賓州河流水質即時監測系統、實驗室參觀以及地區環境教育推廣等。



Dr. Arscott 介紹水質監測儀器運作情形



Stroud 水研究中心課程說明及討論



全體團員於 Stroud 水研究中心合影

### 9月18日(星期六)、9月19日(星期日)

紐約市後，本團將分為三組，前往美國西南部乾旱地區。在每一個地區行程中，團員將討論水資源管理和保護策略，以解決該地區供給缺乏且多重需求之水資源。團員將與州及地方之水資源規劃、管理、教育等工作人員、美國原住民及基層組織等進行會面，針對各種不同的角

度對水資源管理問題，包括衝突解決。另亦安排家庭招待及景點觀光。由賓州阿凡德爾(AVONDALE, PENNSYLVANIA)移動至紐約，並於紐約短暫休息後，於9月19日上午前往紐約機場，搭機前往德州艾爾帕索(ELPASO, TEXAS)。

## 9月20日(星期一)

時間：8:30 - 11:30

地點：美國墾務局 El Paso 分處

目的：西南部乾旱地區水資源開發與調配

內容：

USBR 於 El Paso 分處主要負責提供位於新墨西哥州南部之 Elephant Butte 灌溉區、德州西部 El Paso 水供應第一區(County Water Improvement District No. 1)，以及墨西哥之灌溉用水。El Paso 分處亦負責管理 Elephant Butte 水庫及 Caballo 水庫之 Rio Grande 計畫，並與 Rio Grande 合作委員會以及國際邊界水利委員會(the International Boundary and Water Commission)充分合作提供穩定水源。

Rio Grande 計畫是美國墾務局於 1905 年開始推動之灌溉、水力發電、防洪及引水工程，其灌溉面積達 710 平方公里，主要沿著 Rio Grande 河寬度 4.5 公里內為其灌溉範圍。該計畫主要包括 Elephant Butte(庫容 25.47 億)及 Caballo(庫容 4.24 億)兩個大型水庫、959 公里之引水路，以及超過 740 公里之排水渠道等。



Elephant Butte 水庫

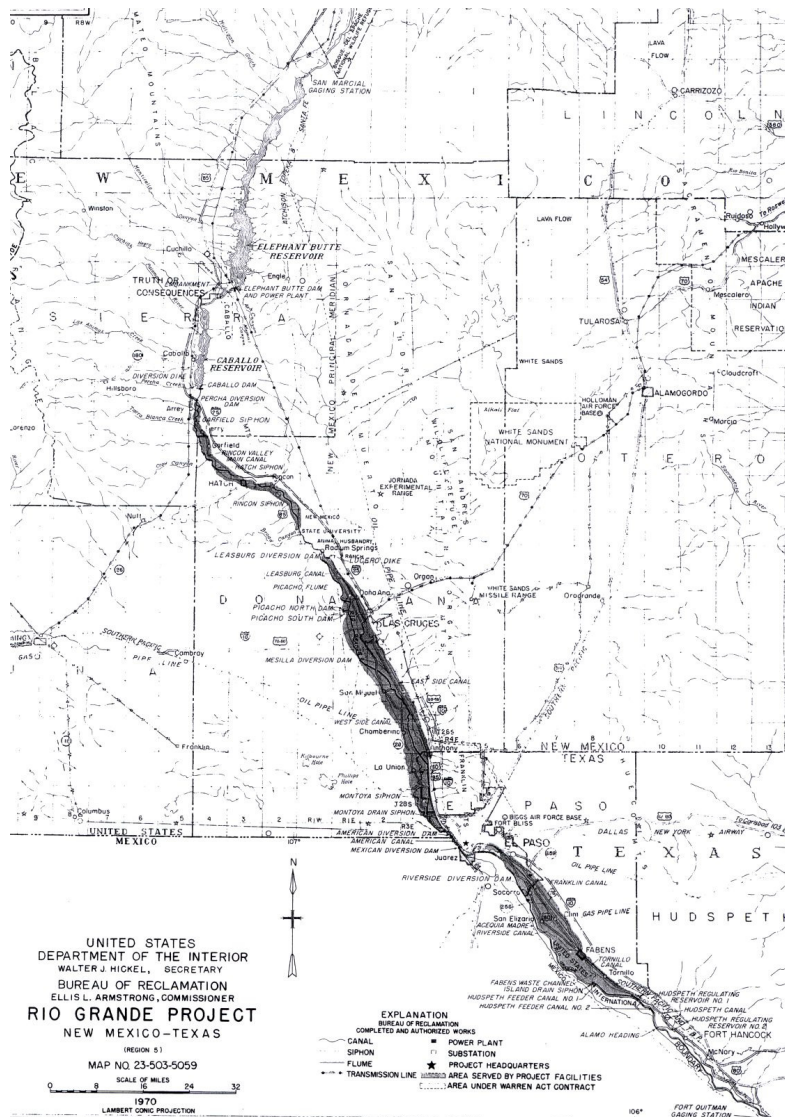


Caballo 水庫





壑務局(USBR)現場討論



Rio Grande 計畫

時間：11:30 - 13:30

地點：El Paso 水供應第一區辦公室

目的：灌溉區事務實際運作、農民用水分配與權益

內容：

El Paso 水供應第一區為該灌溉區之供水單位，其水源係項墾務局所購買(經洽詢其購買水價換算約每噸水 0.4 元台幣)，在 1980 年以前該灌溉區由墾務局所操作維護，其後才成立 El Paso 水供應第一區負責灌溉供水事宜。目前該供水區負責供應之水超過 3 萬 2 千餘用戶。雖然因應 El Paso 城市發展，許多土地已被再細分為不同用途，惟灌溉仍然佔大多數。

本次拜訪亦同時參與該辦公室與農民討論後續用水分配事宜，其討論內容亦類似本署各區水資源局討論水源調配方式，透過上游水庫目前蓄水情形，以及後續用水需求檢討分配水量。



El Paso 水供應第一區辦公室討論用水分配

時間：14:00 - 17:00

地點：德州大學 EL PASO 分校 環境資源管理中心

目的：跨境水資源協調

內容：

該中心環境研究和管理提供了全校性的領導和協調與環境有關的研究，教育和宣傳活動。CERM 的優先領域包括：環境衛生、水量和水質、沙漠和濕地生態、再生能源等。

由於德州 EL PASO 位處美國與墨西哥邊境，邊境之相關議題即為德州大學 EL PASO 分校環境資源管理中心所研究討論之重點，本次討論亦從世界其他地區之跨境水資源衝突談起跨境水資源管理之重要性，其水資源衝突尤以中東地區為甚，如 1948 年阿拉伯軍隊曾切斷瓦特耶路撒冷的水供應；1953 年敘利亞發起軍事行動，以阻止以色列建造的國家型水利渠道，最終迫使以色列將其取水口移至加利利海。1967 年以阿戰爭爆發期間，以色列摧毀阿拉伯於約旦河上游之引水工程，以色列隨即佔領了戈蘭高地和約旦河西岸。



中東地區水衝突關係區域

## 9 月 21 日(星期二)

時間：9:00 - 11:00

地點：環保署美國邊境聯絡辦公室

目的：邊境水資源問題

內容：

環保署於 1994 年於德州 EL PASO 設立邊境聯絡辦公室，以作為新墨西哥州及德州之對外(墨西哥)聯繫工作，其主要處理工作包括涉及兩國事務及重要之水環境議題，透過結合邊境社區並加強其參與程度以改

善地區環境。

邊界水問題係屬國與國之外交重大問題，如美國與墨西哥於 RIO GRANDE 河流中下游段係以河川為邊界，早期亦曾發生洪水造成河流改道，產生領土



B 組團員於美墨邊境(邊界圍籬)合影

變化之爭議，因此雙邊為求領土確定，遂辦理河道治理工程；台灣屬海島型國家，尚無邊境問題，減少河道治理之複雜性。

時間：13:30 - 15:00

地點：EL PASO 水公司(Water Utilities) 鹽水淡化廠(TecH<sub>2</sub>O)

目的：參觀鹽水淡化廠

內容：

早期 EL PASO 主要以地下水為供水來源，惟因高度抽取地下水，造成地下水水位嚴重下降，鹹水地區之地下水開始侵入地下淡水，EL PASO 水公司(EPWU) 遂於 1989 年開始減少抽水，其不足之水量則轉而向墾務局購買 Rio Grande 計畫之水源；此外，並透過各種水資源管理措施，包括增加水源涵養、地表水補注等。地下水減抽後地下水水位雖穩定回升，然而鹹水入侵地下水仍然是一個問題。

EL PASO 水公司經過十餘年對地下水文之研究及試驗，於 2008 年建置完成日產 27.5 百萬加侖(約 10.4 萬立方公尺)的鹹水淡化廠，此為全世界最大之內陸鹹水淡化廠，完工至今運作近 2 年，目前實際產水量約每日 2~3 萬噸，其未滿載產水之原因並非水質或設備之因素，主要係因配合用水需求產水。

由於鹹水地下水之水質甚佳，其 TDS 也僅約 4000~5000 ppm，遠低於海

水之 2~3 萬 ppm，因此並不需要複雜之前處理設施，且其 RO 膜預估使用年限可達 5 年。



原水與淡化後水質比較  
(左側為原水，十分清澈)



TechH<sub>2</sub>O 場區合影圖

時間：15:30 - 17:00

地點：國際邊界及水利委員會(International Boundary & Water Commission)

目的：了解跨國邊界及水資源處理問題

內容：

國際邊界及水利委員會(IBWC)成立於 1889 年，主要著眼於美國南方與墨西哥為界，為解決雙方針對邊界可能衍生之領土、水域、水質、洪水控制等等問題，故成立代表雙邊政府處理相關協議、授權、協調及執行等工作。

IBWC 是一個分由美國部門和墨西哥部門共同組成的國際機構，美國部門總部設在 EL PASO，是屬於美國聯邦政府機構，而墨西哥部門則隸屬於墨西哥外交部，總部設在 Ciudad Juarez, Chihuahua 州。

雙邊協議程序主要針對欲談論之議題，各分由雙邊草擬初稿，再於談判桌上協議(當然必須各自準備英語及西班牙語版本)以達成共識後簽署，而簽署之版本亦須同時包含兩種語言。



美國與墨西哥邊境，以及締結之姊妹城市

### 9月22日(星期三)

本日結束於德州 EL PASO 之三日行程，上午 10 時搭機飛經鳳凰城轉往加州沙加緬度，抵達時間為下午 3 時 30 分。並於沙加緬度與其餘兩組團員會合，了解有關保護 Sacramento 之 San Joaquin 三角洲區域之重要性，該區提供加州三分之二之用水量（超過 2500 萬人）。藉由與農民、州政府聯盟及基層推廣團體等之會面來補充州政府的觀點，團員也將與州政府官員討論水資源管理及水質議題。

### 9月23日(星期四)

時間：9:00 - 17:00

地點：加州州政府市政廳會議室

目的：與加州政府單位(環保署、州政府水利局、東灣水務局)、民意代表(州議會特別委員會)、學界(加州大學)及民間團體(環保基金會、北加州水協會)等單位共同討論加州水議題

內容：

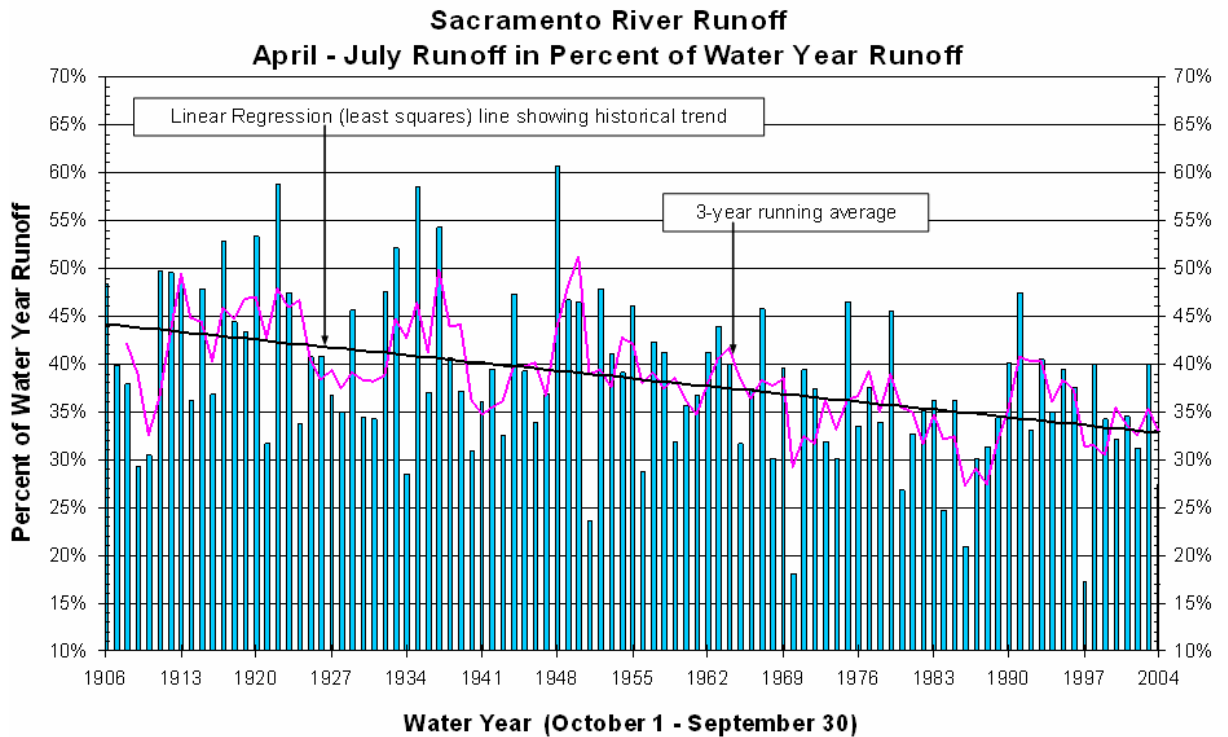
加州目前人口約 3600 萬人，約 2/3 人口分布於南加州，而水資源分布恰與人口分布相反，約 2/3 水資源分布於加州北部，為因應從 1800 年代起大量增加之農業用水需求，以及 1900 年代起之都市用水需求，從

聯邦政府、州政府至地方政府間陸續提出相關水資源計畫。加州每年用水量約 548 億噸，其中約 45%係由地方政府超過 3000 個水供應單位供應，另由州政府供應約 8%，而聯邦政府供應部分約 17%。州政府之水權、法律規定以及契約等，結合州政府與聯邦政府相關蓄水及輸水設施，使區域水務局能保持相互合作與競爭有序。

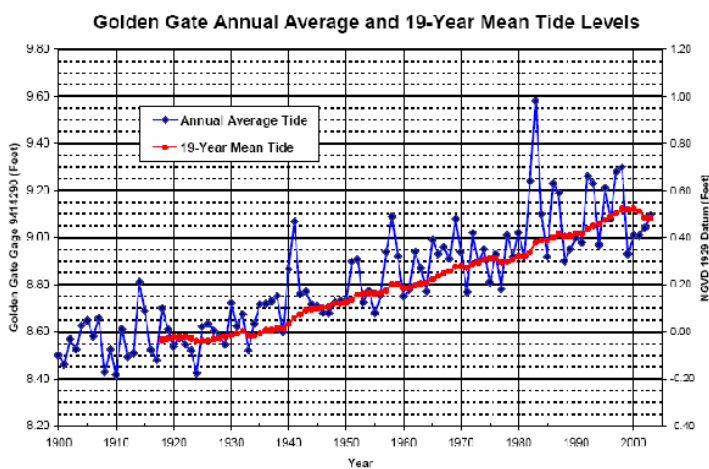


加州水資源設施系統圖

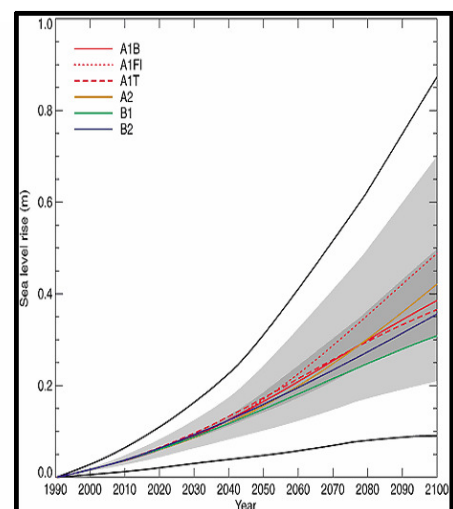
而針對氣候變遷對加州地區水資源之影響，主要包括(1)積雪減少影響供水和供電(2)融雪提前導致水庫防洪空間需求增加(3)水溫升高影響生態系統(4)海平面上升影響三角洲地區堤防安全與和鹽度增加(5)各標的用水需求增加。



沙加緬度 4-7 月河川流量比例逐年減少



金門大橋測站海水面逐年上升





至於如何採取調適策略部份，加州州政府已完成水資源調適策略白皮書(Climate Change Water Adaptation White Paper，可參考網站

[www.climatechange.water.ca.gov](http://www.climatechange.water.ca.gov))

在區域性策略部份，主要包含全面實施整合型水資源管理(IRWM)以及水資源利用效率大幅提升；在州政府層次策略部份，主要為落實及提升綜合洪水管理、強化與維持生態系統、提升與擴大地表地下水聯合運用，及三角洲修復等。此外，在提升

管理與決策能力部分，則包括監測及數據分析與管理維護之提升、海平面上升之規劃和調適、加強氣候變遷影響研究分析工作等。

氣候變遷對加州水資源確實面臨重大挑戰，加州水資源管理必須著眼於緩解，特別是適應。而氣候變遷的行動必須審慎結合穩定供水、環境保護、公共安全與公共衛生而加以完整考量，因此針對水資源規劃和管理仍需進一步再檢討樹立一種全新的思維方式



加州州政府水資源白皮書

## 9月24日(星期五)

時間：8:30 - 16:00

地點：加州三角洲

目的：實地參訪加州三角洲(Delta)了解三角洲面臨之水質、地層下陷及河防安全等議題

內容：

加州三角洲約位於北端沙加緬度(Sacramento)及南端斯托克頓(Stockton)間約 1000 英里的水道。主要水流來自北端之沙加緬度河(Sacramento River)以及南端之聖華金河(San Joaquin River)，從而流經舊金山灣後流入太平洋。據統計，三角洲提供三分之二加州之飲用水，以及一半以上之農業與工業用水。由沙加緬度河(Sacramento

River)及聖華金河(San Joaquin River)流入本三角洲之淡水，透過運河及其他輸水系統輸送之其他地方，以因應人口成長以及加州南方農業用水增加之需求。同時，卻也造成三角洲生態系統嚴重危機，尤其是危及本地魚類種群，目前三角洲正處於生態系統危急狀態情況，主因仍為過量使用本區之淡水。

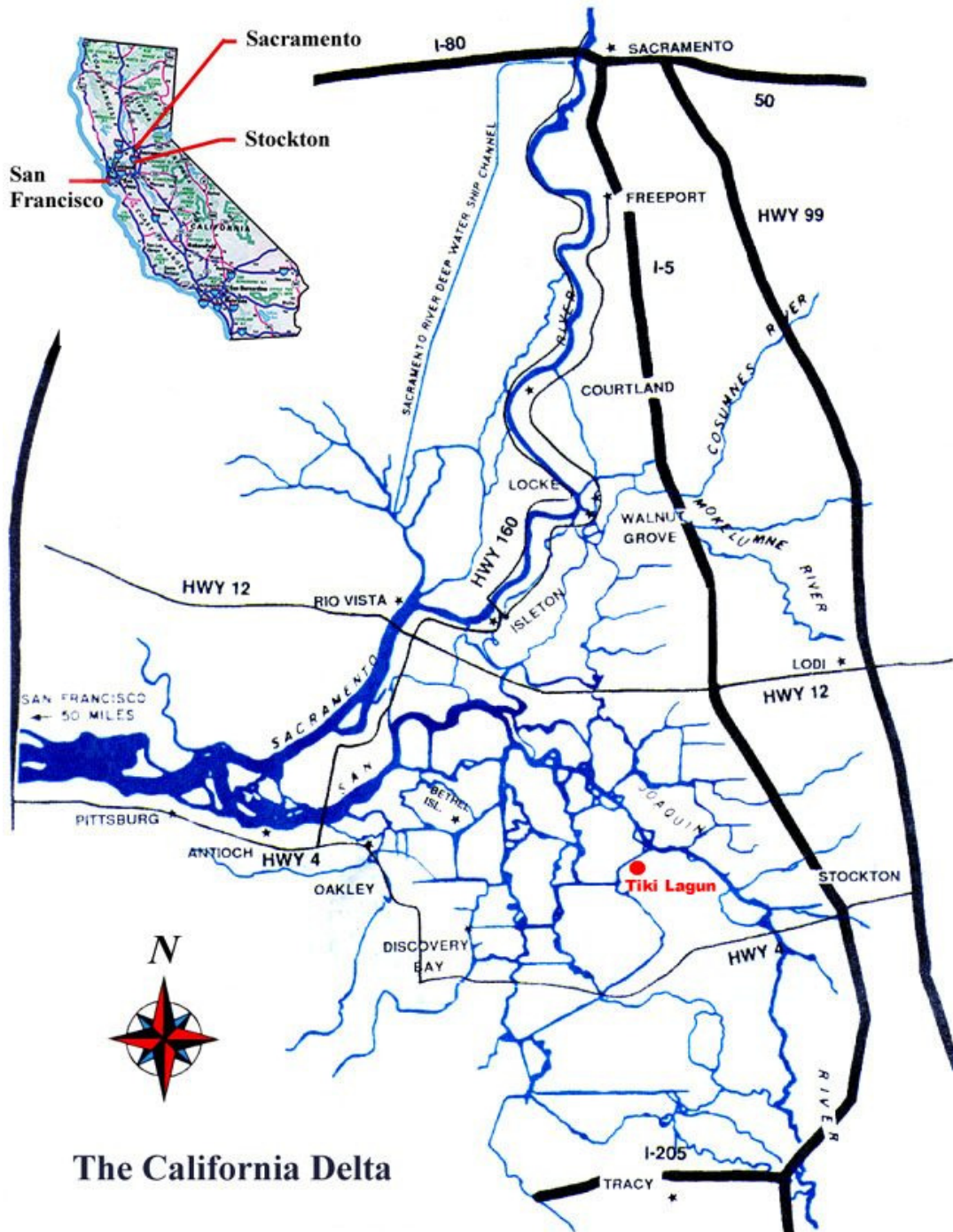
除了提供生態棲息地，本三角洲亦包含超過 738,000 英畝之土地面積(約 3000 平方公里)，主要作為農業。於 1992 年訂定之三角洲保護法(Delta Protection Act)，在它的主要區域(primary zone)，超過 60 個島嶼所組成約 50 萬英畝不得開發。其餘之次要區域則為限制性開發，而次要區域中尚有部分開發中之鄉鎮如斯托克頓(Stockton)、西沙加緬度(West Sacramento)等則須透過安全的堤防以防護洪水。

除了保護農業和城市社區以及自然棲息地，堤防亦保護整個三角洲內之電力線路、公路、石油和天然氣管道，以及深水航道等。因此，振興三角洲對於加州整體環境健康與經濟發展是至關重要的。

由於本三角洲因地形因素早期在地質上即為泥炭和泥炭沖積層之淡水沼澤區。1800 年代末期開始，因應金礦開發所引入之大量移民，配合農業開發，遂於三角洲內開發沿防洪堤修建河道以保護土地。雖然現在三角洲是一個非常豐富的農業地區，大片的堤防與島嶼有利於保護南部三角洲海水入侵，保持良好的淡水狀態。然而，堤後地盤下陷將導致堤壩穩定性大幅降低，進而威脅到河防安全以及龐大的北到南水輸送系統。

目前不論聯邦政府、洲政府或地方主要權利關係者，均將三角洲生態系統恢復以及水資源管理提升等之長遠計畫視為最重要之工作，並共同提出合作計畫推動。該計畫包括堤防外下陷量較小之島嶼等辦理濕地和棲息地之恢復。目前對於在三角洲中央區域下陷量較大之地方並沒有相關計畫。主要係因該大幅下陷區域並無有效恢復計畫，可能僅能持續辦理監測，或儘量維持既有狀況。隨著下陷持續發生，堤防系統將變得越來越容易受到洪水或地震而導致災難性破壞。此種三角洲地層下陷、水質與野生動植物棲息地等相互關聯之議題將持續成為

加州水資源管理之重大困境。



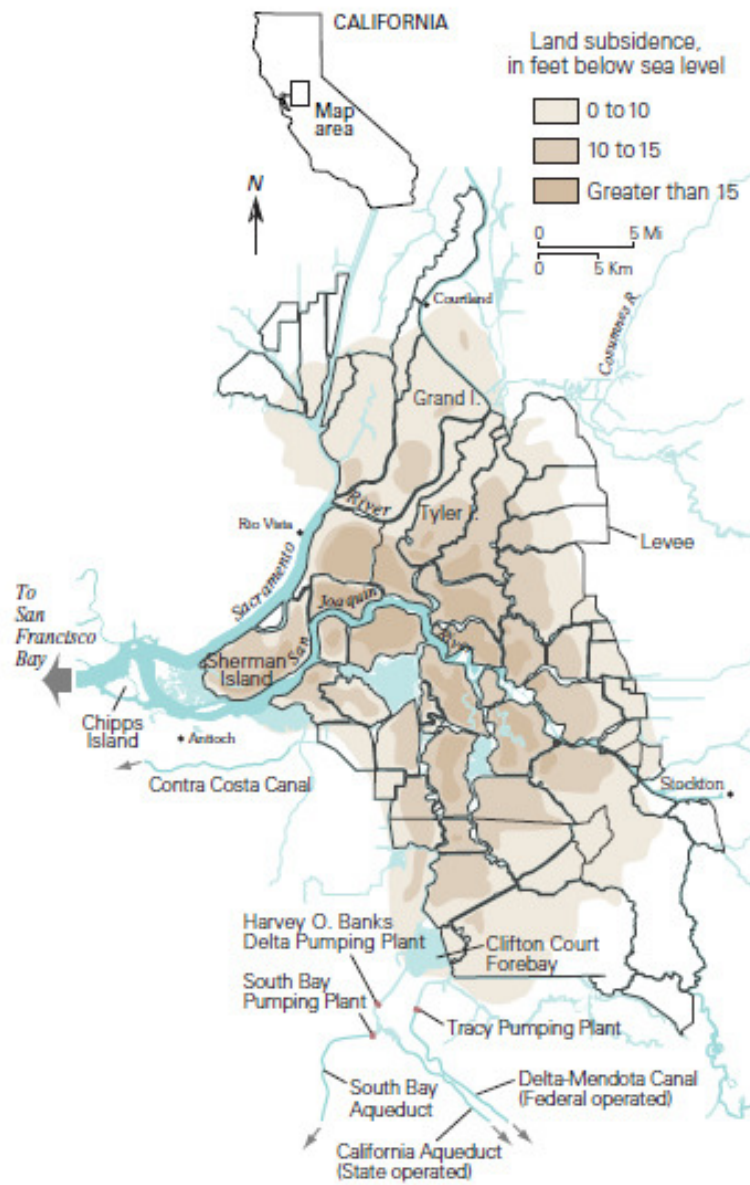
加州 Delta 區域範圍



Delta cross channel 閘門合影



USBR 專家解說 Delta 概況



加州 DELTA 區域地層下陷情形

## 9月25日(星期六)、9月26日(星期日)

本日結束於加州沙加緬度之二日行程，上午九時搭乘巴士前往舊金山，並於六、日期間休息及體驗舊金山城市風情。

## 9月27日(星期一)

時間：10:00 - 12:00

地點：太平洋研究中心(Pacific Institute)辦公室

目的：地區及區域水資源管理研究與政策分析

內容：

本日前往位於奧克蘭之太平洋研究中心，該中心為1987年成立之非營利單位，為大眾所認知屬於獨立、創新之思維，且跨越傳統的切割領域的學習，透過跨學科方法不僅可以與其他領域聯結，亦能與對立集團合作，建立有效的實際解決方案；其研究與探討之主題包括水、社區戰略的可持續性、正義、全球化等。

本次討論係由該中心負責水議題之 Heather Cooley、Ms. Meena

Palaniappan 等介紹該中心最新提出之簡易飲水方案協助系統，

主要係考量目前全球超過十億人缺乏安全飲用水，雖然許多獲得安全飲用水之技術和方法經存在，然而在部分貧窮或偏遠之國家與地區卻仍不易取得。該中心即發展專家系統評估現有的資源及識別迫切需要性，建構綜合決策工具，可以幫助評估與確定最好的技術或方法，以滿足他們的衛生用水需求。該系統依中心實際操作，主要是透過對需水社區之瞭解(如需水人數、範圍、迫切等級、水源狀況、地下水情形等等)，藉由資料輸入後提出合適水源之建議(如鑿井深度及口數)。

時間：14:00 - 17:00

地點：San Jose/Santa Clara 水污染防治廠

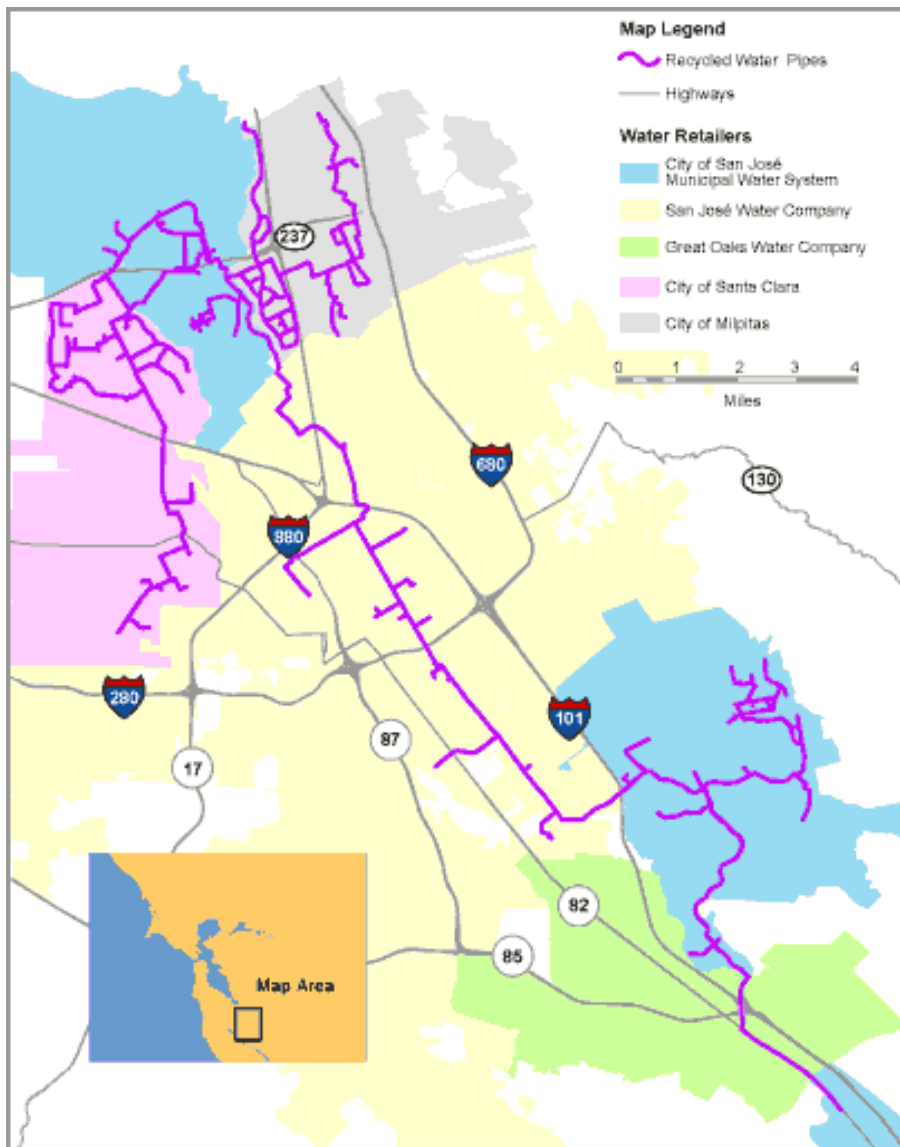
目的：污水處理場參觀及了解水再生利用推動情形

內容：

San Jose/Santa Clara 水污染防治廠是加州一個最大的先進污水處理

設施之一，其處理超過 150 萬人的生活污水，範圍包括 300 平方英里。污水處理能力為每日約 63 萬立方公尺之污水。大部分的最終處理後的排放水係放流至南舊金山灣。約有 10% 是透過南灣再生水回用公司之管道再生利用於綠地及農業灌溉、與工業用水等。

南灣水回用公司 (SBWR) 透過超過 100 英里的管道供應如 Milpitas、Santa Clara 及 San José 等城市。在夏季，平均每天約 5.3 萬噸之再生水的生產和分配供應超過 600 家客戶。其價格亦均比自來水水價便宜(如以 San Jose 工業用水為例，自來水水價約每度 26 元，再生水約僅 11 元)，爰有其推動之利基。



南灣水回收公司再生管線配置圖



汙水處理廠



耙汙機

南灣水回收公司水價費率表

Retailer (1)	Potable Rate (\$/HCF)	Recycled Rate (\$/HCF)	Difference in Rate (\$/HCF)	Difference in Rate (\$/AF)	Percentage Savings (%)
<b><u>City of Milpitas</u></b>					
Irrigation	\$4.62	\$3.70	\$0.92	\$400.75	20%
Industrial	\$4.04	\$2.02	\$2.02	\$879.91	50%
Agricultural	\$4.62	\$0.37	\$4.25	\$1,851.30	92%
<b><u>City of San Jose - Municipal Water</u></b>					
Irrigation	\$2.44	\$1.59	\$0.85	\$352.84	34%
Industrial/ Agricultural	\$2.44	\$1.01	\$1.43	\$622.91	59%
<b><u>City of Santa Clara</u></b>					
Irrigation	\$2.74	\$1.64	\$1.10	\$479.16	40%
Industrial	\$2.74	\$1.29	\$1.45	\$631.62	53%
<b><u>San Jose Water Company</u></b>					
Irrigation	\$2.52	\$2.01	\$0.51	\$222.16	20%
Industrial/ Agricultural	\$2.52	\$1.55	\$0.97	\$422.53	38%

備註：1HCF=2.832M<sup>3</sup>；1AF=1223.48 M<sup>3</sup>

**9月28日(星期二)**

本日結束於加州之行程，前往本次研習計畫之最後一站-芝加哥。於上午七時出發至機場，由於與芝加哥之時差與舊金山差3小時，因此抵達芝加哥時間已下午3時30分。本計畫最後階段程序段將集中於五大

湖區保護議題。團員將學習五大湖區水資源有關兩國間治理，管理和監測之規範，以及如何透過州與地方政府間之行動方針達成流域範圍內之目標。本團亦將針對氣候變遷對五大湖生態系統之潛在影響進行探討。此外，亦將與美國工兵團進行會議以了解其於水資源開發、防洪、海岸線保護及其他與水有關議題之任務。

最後於 10 月 1 日(週五)進行計畫結案評核。

### 9 月 29 日(星期三)

時間：8:30 - 12:00

地點：美國環保署(US Environmental Protection Agency)辦公室

目的：五大湖(Great Lakes)水質保護

內容：

芝加哥位於五大湖中密西根湖之西岸，因此芝加哥不論在水源來源、水質汙染層面與五大湖息息相關，因此本次由美國環保署第五區(Region 5)Mr. Mark Elster 及 Mr. Jamie Schardt 等介紹五大湖之概況及環保署於五大湖水質防制相關作為。

五大湖包括蘇必略湖(Lake Superior)、休倫湖(Lake Huron)、密西根湖(Lake Michigan)、伊利湖(Lake Erie)和安大略湖(Lake Ontario)；除密西根湖全屬於美國之外，其它 4 湖為加拿大和美國共有。

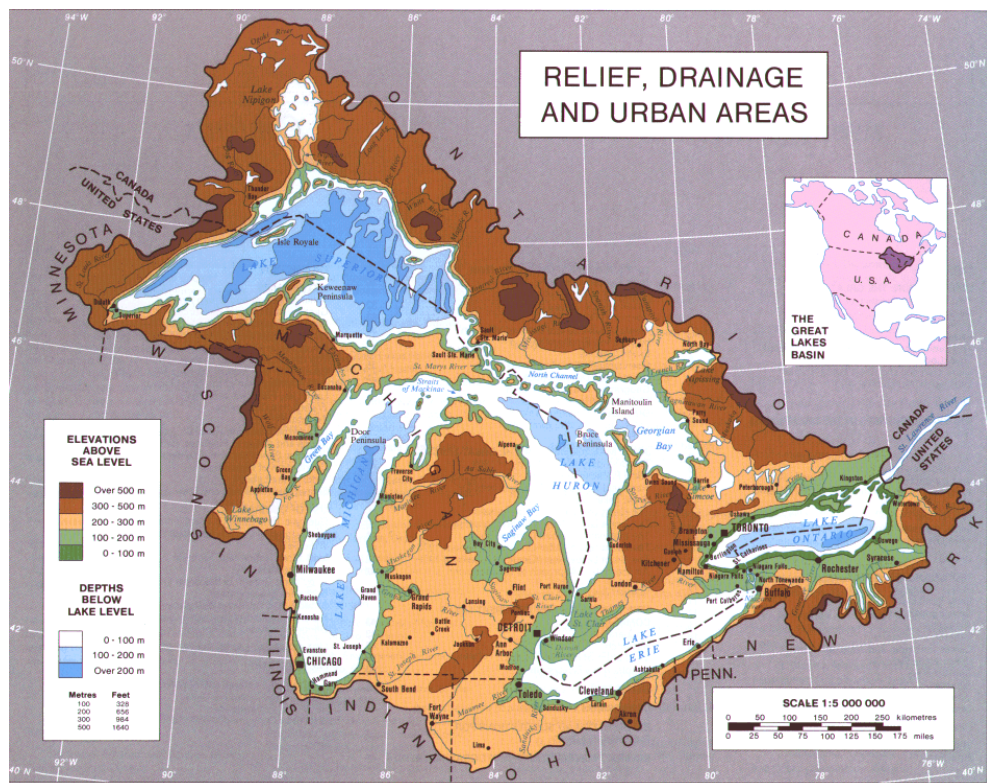
五大湖是地球上最大淡水系統(體積約有 22,684 立方公里)，約百分之 84 的北美地表淡水，以及約百分之 21 之世界水資源供應。除此之外，僅極地冰層中含有之淡水大於五大湖。近 25% 的加拿大農業生產以及 7% 的美國農業的生產皆位於位於五大湖盆地。超過 3 千萬人口生活在大湖盆地 - 大約百分之十的美國人口和百分之三十以上的加拿大人口。而這些人為及農業之活動產生之汙染進而影響到五大湖的環境。儘管五大湖的範圍極大，五大湖區對於影響範圍廣泛之汙染仍為十分敏感，主要包括毒物及營養源汙染，其來源包括農地之土壤及化學藥品隨著逕流入湖區、外來物種和棲息地退化、城市汙水或工業廢水排



放或滲流等。而大面積的湖泊也使其易受大氣污染物隨著降雨直接落入湖區，五大湖流出海洋量相較於總體積（少於每年1個百分點）相比，污染物進入湖泊多保留在系統中，並隨著時間的推移變得更加集中。

解決五大湖污染問題十分複雜，主要除大湖流域包括兩個國家(美國和加拿大)，而在美國又包括環保署、其他約9個聯邦機構等共超過140個不同的聯邦計畫贊助或推動五大湖之相關恢復和管理工作。

2004年5月，布希總統簽署一項行政命令，於美國環保署督導下建立五大湖團隊推動策略(Great Lakes Interagency Task Force)。該推動策略整合所有十個局和內閣成員，對五大湖提供聯邦政府策略方向、優先推動事項及具體推動方案。



五大湖地形圖

環保局則透過成立五大湖國家計畫辦公室(Great Lakes National Program Office)負責處理相關工作。與加拿大之間則是基於1909年所簽訂的邊界水協議(Boundary Waters Treaty)與1987年簽訂之五大湖區水質協定(Great Lakes Water Quality Agreement, GLWQA)之

基礎共同推動該共享資源。目前環保署所提五大湖區的 5 年策略方案，主要包括五大湖生態系統管理，以及制定個別湖區之管理計畫。

時間：15:00 - 16:30

地點：芝加哥文化中心會議室

目的：民間團體於五大湖水源水質保護工作

內容：

本日下午與五大湖聯盟(Alliances of Great Lakes)負責有關水質保護計畫之 Mr. Lyman Welch，以及自然資源保護委員會(Natural Resources Defense council)之 Dr. Thomas Cmar 等共同討論民間團體於五大湖水源保護之工作。

五大湖聯盟於 1970 年成立，主要係強調不必等待政府或任何人來保護密歇根湖，可藉由民間力量採取措施恢復湖泊，該聯盟致力於保護和恢復世界上最大的淡水資源，通過政策、教育和地方的努力旨在維護大湖地區為國寶。並與地區居民溝通宣導，提高民眾理解及參與。

自然資源保護委員會是全國最有效的環保行動組織，透過法律、科學和 1.3 萬成員支持與網路活動，以保護地球上的野生動物和野生的地方，以確保安全和健康的環境。自然資源保護委員會成立於 1970 年，由一群法律系學生和律師推動成立。自然資源保護委員會律師幫助寫一些美國的環境法的基石。如今，該委員會員工超過 300 名律師、科學家及政策專家，其中辦公室包括紐約、華盛頓、芝加哥、洛杉磯、舊金山以及北京。

## **9 月 30 日(星期四)**

時間：8:30 - 12:00

地點：芝加哥都會規劃局(Chicago Metropolitan Agency for Planning, CMAP)辦公室

目的：芝加哥都會區未來用水成長需求及因應對策

內容：

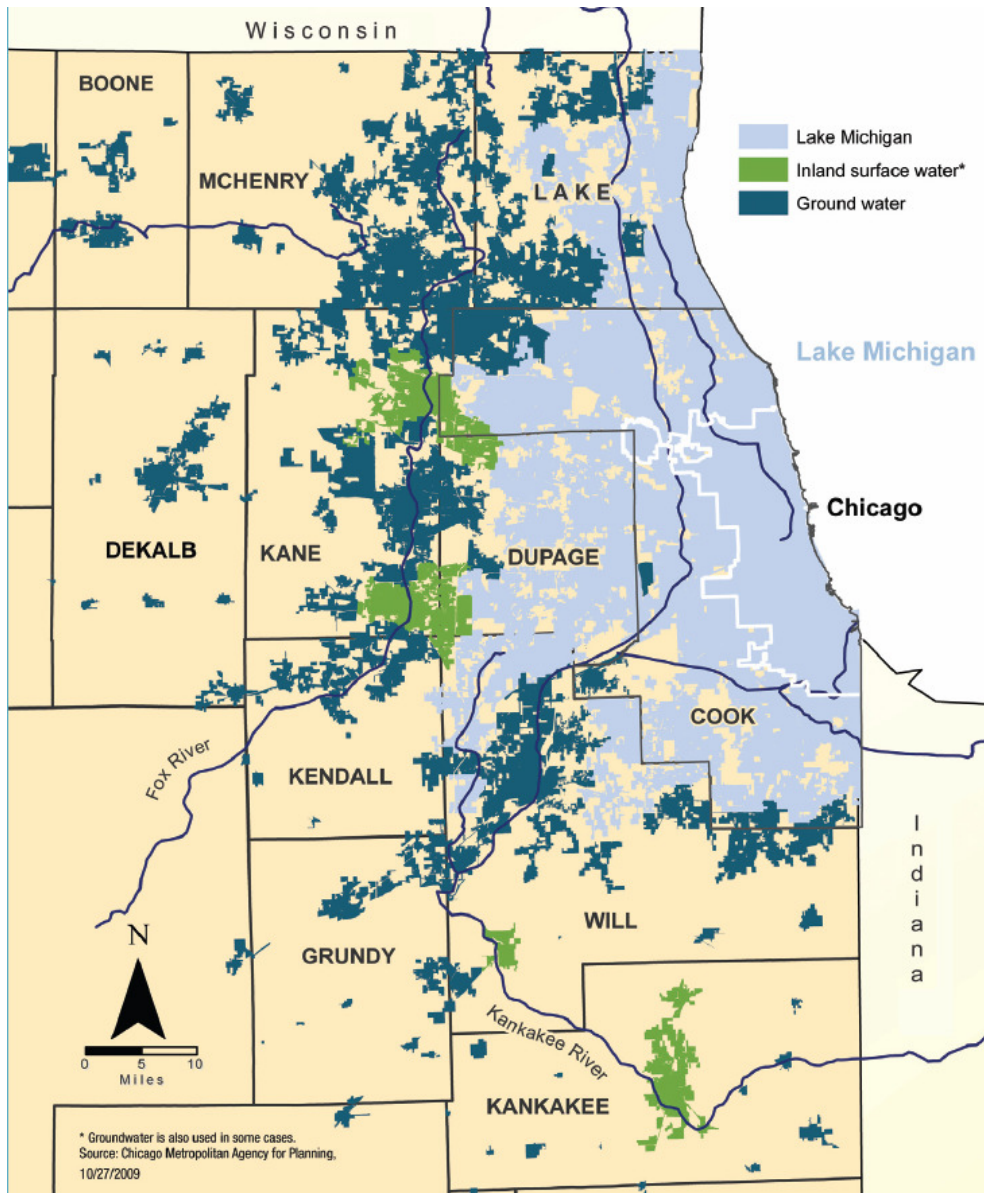
CMAP 為依利諾州東北部各大郡之區域規劃官方單位，透過聯邦及州政府之法律規定，CMAP 負責規劃芝加哥至 2040 年之都會法展相關公共設施，由於芝加哥都會區人口目前仍持續成長，預估至 2040 年將較現況增加約 200 萬人，對於都會區內之交通、房屋、公共空間、環境、水、電與其他設施之需求均需加以考量。

本次討論主要由 CMAP 負責水資源規劃之 Dr, Loftus 針對該局水供應規劃團隊近三年之相關成果進行討論。

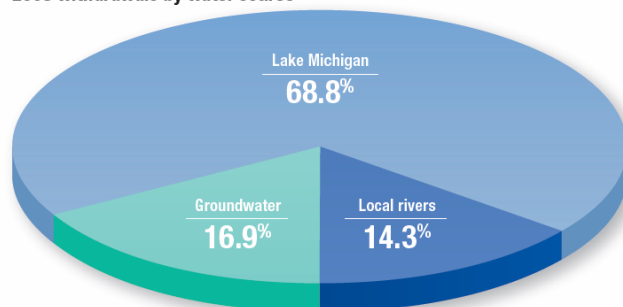
芝加哥位於五大湖之密西根湖旁，其主要水源來源包括密西根湖(約 69%、內陸地面水(約 14%，包括 Fox River 及 Kankakee River 等)以及地下水(約 17%)等。原本以為芝加哥位於五大湖旁應有充沛之水資源可供運用，然而限於最高法院判定依利諾州每日從密西根湖引取之水量不得高於約 21 億加侖/天(約每天 800 萬噸)，再加上部分地區在地理上之因素距離湖區太遠，因此由密西根湖取水有其限制。無法由密西根湖取水之地區則須透過區域地面水源或地下水。

多年來芝加哥地區似乎視水資源可無限供應而快速發展，土地、經濟發展、水源利用已相互影響，在密西根湖無法供應之地區，其近年來區域人口快速成長已導致地下含水層水源枯竭，於是 2006 年底，州政府自然資源部委託芝加哥都會規劃局(CMAP)成立區域水源供應規劃小組(Regional Water Supply Planning Group ,RWSPG)，以關係團體為基礎(stakeholder-based group)，成員共 35 位分別代表相關縣市與其他利益相關者之類別，例如水供應、農業、工業和電力、污水處理、環境保護、學術界甚至房地產界等。該小組自 2007 年 1 月至 2010 年 1 月在每月的會議邀請專家及各界了解與討論該地區至 2050 年之供水問題，最後於 2010 年 1 月通過 2050 年水計畫（資料可上網

[www.cmap.illinois.gov/waterplan](http://www.cmap.illinois.gov/waterplan) 查詢)



2005 withdrawals by water source

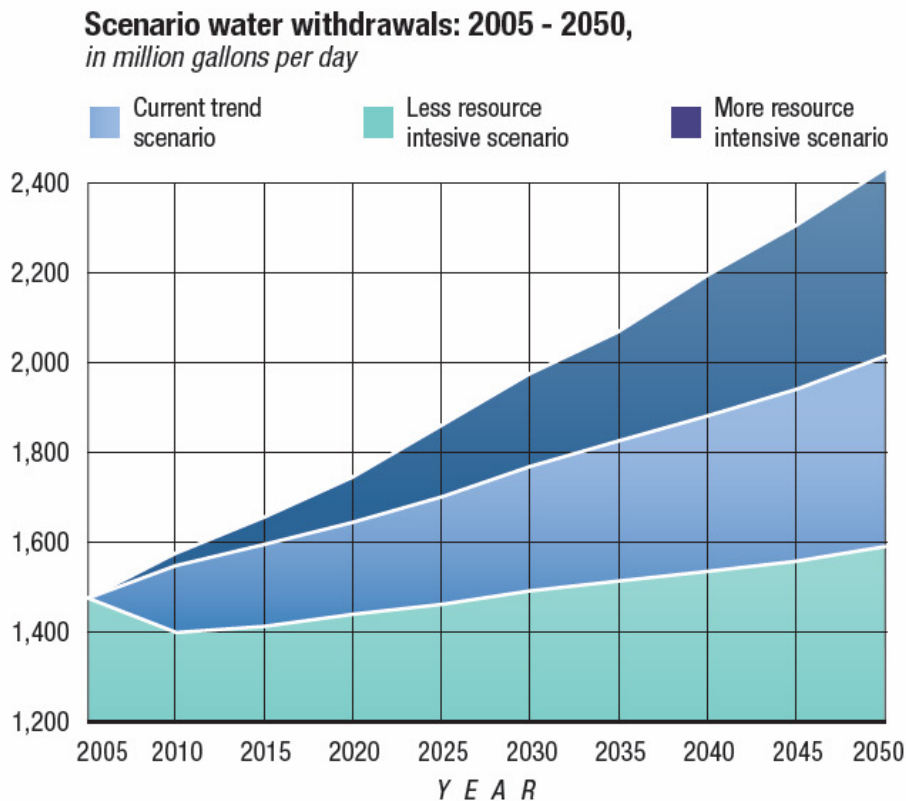


Sources: B. Dziegielewski and F.J. Chowdhury, Southern Illinois University Carbondale; Chicago Metropolitan Agency for Planning

芝加哥都會區水源來源

依據芝加哥都會規劃局所完成之 2050 年水計畫，該用水推估係以 2005

年為基礎年，採用三種情境推估，包含趨勢成長、低成長以及高成長，其中低成長於未來 45 年在人口增加 38% 之情形下用水需求僅成長約 7.24%，而趨勢成長及高成長用水需求則分別增加 36% 以及 64%，此兩種成長情形對於目前並無具體可實施水資源方案而言，未來均將產生缺水情形。



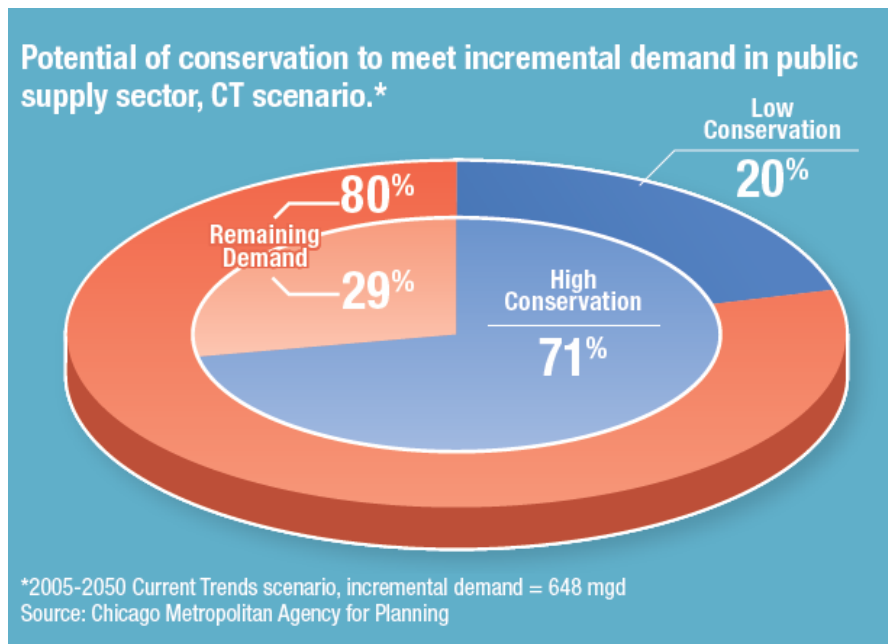
Source: B. Dziegielewski and F.J. Chowdhury, 2008, Southern Illinois University Carbondale

芝加哥 2050 年用水成長趨勢圖

因此在 2050 年計畫中，由於地下水、地表水與密西根湖之水源均受到限制，故其計畫主要策略為提高用水需求管理。強調中水(住宅的活動如洗碗、洗衣、洗澡)與廢汙水之節約使用、價格化及再利用，計畫主張數種小區域企業和家庭之節水措施，包括：

1. 更換舊廁所、高效率洗衣機
2. 禁止廢水排放
3. 用水計量
4. 水系統滲漏和其他低效用水檢測
5. 住宅配水管更新

此外，冬季道路除冰灑鹽以及其他污染物可能損害該地區的淺層含水層系統，根據 2050 水計畫，亦建議使用替代方法去除道路結冰，其他該計畫主要建議包括節約用水推廣、“全成本定價”也是一種選擇，這種方法將消除公共補貼，以反映實際用水成本，以增加用水效率。



積極推動節約用水，將可使新增用水需求由 80%大幅下降至 29%

時間：13:00 - 14:30

地點：Hampton Inn 2 樓會議室

目的：美國陸軍工兵團於水資源管理及發展之相關推動方案

內容：

本次會議由美國陸軍工兵團(U.S Army Corps of Engineers, USACE, Chicago District) Mr. Col. Quarles 介紹芝加哥水資源管理及開發。芝加哥區負責芝加哥大都會水資源開發與管理，其區域面積約 5,000 平方英里，人口約 800 萬人。該區負責之工作包括防洪、海岸線保護、環境保護、災害應變及管理。

1833 年陸軍工兵團於芝加哥河口建造港口，也因此帶動整個城市發展於是在 1870 年成立芝加哥辦公室，其後該區參與了各種軍事和民生建

設工程，近期則主要辦理加強環境保護計畫，包括伊利諾伊州和印第安納州西北部主要防洪工程，以及許多抗洪救災和損失評估工作。

時間：16:00 - 17:30

地點：芝加哥河與密西根湖河口

目的：芝加哥河與密西根湖現地解說

內容：

本行程安排團員由河口搭乘遊艇，先往內陸航行，導覽芝加哥城建築物如何與河川結合，並最後通過河流閘門航向密西根湖。芝加哥城位於芝加哥河會流入密西根湖之處，其中原本芝加哥河係流入密西根湖，惟因為城市快速發展，同時也將芝加哥的城市污水注入湖中，19世紀末，為了徹底根除城市污水對密西根湖湖水的污染，芝加哥通過修建一系列的水閘，成功地倒轉了芝加哥河的流向。河水從本來流入密西根湖，改為由密西根湖流出至芝加哥河。



芝加哥河旁建築物下層即與河流相通，除可作為遊艇停泊，亦可吸納較多洪水



芝加哥河聯通密西根湖閘門關閉



閘門打開後，密西根湖湖水(水位較高)流入芝加哥河



## 10月1日(星期五)

時間：9:30 - 12:00

地點：Hampton Inn 2樓會議室

目的：考察課程結束評量，團員意見分享

內容：

本次課程結束評量由美國國務院文化教育局 Ms. Janice Brumond 主持，原本 Meridian International Center 之 Ms. Joanne Clark 亦共同參與，惟臨時未能出席，改透過電話連線方式討論。討論方式分三組作總結報告，



最後再由每位團員報告結訓心得，而 Ms. Janice Brumond 頒發結業證書  
B組部分由來自澳洲之 Jeo Owen 負責  
說明。最後由 Ms. Janice Brumond 頒給每位學員結訓證書，最後全體  
團員合影留念，為本次三週之考察課程留下完美句點。



全體團員結業合影

## 五、心得與建議

- (一) 美國政府每年均辦理相關文化交流計畫(IVLP)，惟針對水資源部分並非每年舉辦，而今(2010)年針對水資源保護辦理之文化交流計畫，並邀請我國參與，機會實屬難得。
- (二) 透過三週考察期間與各國團員代表交流，了解不同國家所面臨之不同水問題，其許多是身處台灣所未曾面對之問題，諸如葉門國家境內並無任何河流，因此葉門代表於討論會議中所詢問之問題均集中於地下水；而蘇丹則雖有豐沛之水資源，惟因軍政府腐敗，致無預算投入相關公共建設，導致仍有多數民眾無法取得乾淨水資源，而衣索比亞亦限於財力無法進行水源開發，因此僅能就近採用地下水，故衣索比亞代表則多詢問有關地下水鑿井設備相關問題。
- (三) 美國在水資源相關研究單位或非營利組織眾多，其可獲得之財務及人力資源十分充沛，而政府亦於經費上大力支援相關研究工作，至其成果十分豐碩，且其成果亦回饋至政府施政政策，形成良好之合作機制。
- (四) 美國西南部德州屬枯旱地區，其水資源缺乏，透過美國墾務局早期於RIO GRANDE之水資源開發，提供充足之灌溉水源；惟參訪過程中發現其水價並未因位於枯旱地區而有較高之現象(供應農業用水亦僅約每度水0.4元台幣)，且發現其生活用水之節約推動似未如美東地區(華盛頓、紐約等)積極。
- (五) 早期EL PASO因高度抽取地下水，造成地下水水位嚴重下降，鹹水地區之地下水開始侵入地下淡水，EL PASO水公司經過十餘年對地下水文之研究及試驗，於2008年建置完成全世界最大之內陸鹹水淡化廠(約日產10.4萬立方公尺)，完工至今實際產水量約每日2~3萬噸，未滿載出水主要係配合用水需求；而我國受限於審計與監察制度，如設施完工後未能達到原先預估效能則恐遭調查或糾正，造成計畫推動過於保守，似宜以整體供水系統角度整體思考個別水資源開發案之合宜性。
- (六) 於參訪El Paso水供應第一區(該灌溉區之供水單位)發現，該區之功

能類似於水利會，除定期邀集相關用水人共同討論用水分配問題外，其資料之準備亦十分充分，除包括未來一年之氣候展望與降雨預測（係由 USBR 與學術單位合作透過模式模擬），亦針對上游 Elephant Butte 水庫及 Caballo 水庫目前水位與歷年比較，來判斷後續用水分配事宜，透過充分資料與各用水人溝通，因此會議過程十分平和；可供我國各水資源局、水公司或水利會辦理水源分配時之參考。

- (七) 邊界水問題係屬國與國之外交重大問題，如美國與墨西哥於 RIO GRANDE 河流中下游段係以河川為邊界，早期亦曾發生洪水造成河流改道，產生領土變化之爭議，因此雙邊為求領土確定，遂辦理河道治理工程；台灣屬海島型國家，尚無邊境問題，減少河道治理涉及跨國領域問題之複雜性。
- (八) 美國與墨西哥相關邊界及水利問題主要透過國際邊界及水利委員會 (IBWC)，由雙方國家各自成立代表處理相關協議、授權、協調及執行等工作。雙邊協議程序主要針對欲談論之議題，各分由雙邊草擬初稿，再於談判桌上協議達成共識後簽署，而簽署之版本亦須同時包含兩種語言。
- (九) 加州州政府已完成氣候變遷水資源調適策略白皮書 (Climate Change Water Adaptation White Paper)，在區域性策略部份，主要包含全面實施整合型水資源管理 (IRWM) 以及水資源利用效率大幅提升；在州政府層次策略部份，主要為落實及提升綜合洪水管理、強化與維持生態系統、提升與擴大地表地下水聯合運用，及三角洲修復等。
- (十) 加州三角洲 (Delta) 原本即為淡水沼澤區，早期因開發修建河道保護土地，然而地盤下陷導致堤壩穩定性大幅降低，進而威脅到河防安全以及龐大的北到南水輸送系統，因此不論聯邦政府、州政府或地方主要權利關係者，均將三角洲生態系統恢復及水資源管理提升等之長遠計畫視為最重要之工作，惟目前對於在三角洲中央區域下陷量較大之地方仍無有效恢復計畫，僅能持續辦理監測或儘量維持既有狀況。
- (十一) 加州已積極推動污水再生利用，所參訪之 San Jose/Santa Clara 污水廠其污水處理量每日約 63 萬立方公尺。約有 10% 是透過南灣再

生水回用公司之管道再生利用於綠地及農業灌溉、與工業用水等。而南灣水回收公司(SBWR)則透過超過 100 英里的管道供應如 Milpitas、Santa Clara 及 San José 等城市超過 600 家客戶。其價格亦均比自來水水價便宜(如以 San Jose 工業用水為例，自來水水價約每度 26 元，再生水約僅 11 元)，爰有其推動之利基。

(十二) 芝加哥位於五大湖之密西根湖旁，原本以為應有充沛之水資源可供運用，然而限於最高法院判定依利諾州每日從密西根湖引取之水量不得高於約 21 億加侖/天(約每天 800 萬噸)，因此由密西根湖取水有其限制；此實為水資源開發總量管制之最明顯方案。

(十三) 為因應芝加哥都會區持續發展之用水需求，及其水資源利用限制，州政府自然資源部委託芝加哥都會規劃局(CMAP)於 2007 年 1 月成立區域水源供應規劃小組(RWSPG)，係以關係團體為基礎(stakeholder-based group)，成員共 35 位分別代表相關地方與其他利益相關者之類別，例如水供應、農業、工業和電力、污水處理、環境保護、學術界甚至房地產界等，並由該小組密集召開會議討論芝加哥都會區至 2050 年之供水問題，最後於 2010 年 1 月通過 2050 年水計畫，其成立小組並廣泛邀集各界討論確立綱要計畫之方式，實可減少後續相關計畫推動之阻力，可為我國相關水資源綱要方案訂定之參考。

(十四) 由於受限於密西根湖取水量之限制，加上區域水源及地下水保育之考量，芝加哥都會規劃局所完成之 2050 年水計畫，在未來 45 年人口增加 38%之情形下，趨勢成長及高成長用水需求則分別增加 36%以及 64%，此兩種成長情形對於目前並無具體可實施水資源方案而言，未來均將產生缺水情形。因此在 2050 年計畫中，主要策略為提高用水需求管理，即加強節約用水推動，以及“全成本定價”消除公共補貼，以反映實際用水成本，增加用水效率。綜觀其 2050 年計畫中並無水資源開發方案，此種完全以需求端管理之策略，或可提供我國水資源管理另一思考方向。

(十五) 芝加哥河原本係流入密西根湖，惟因為城市快速發展，為解決城市污水對密西根湖湖水的污染，19 世紀末修建一系列的水閘，其中於芝

加哥河口處設閘門與密西根湖阻隔，船舶通過時再開啟閘門，可發現高於河川水位之湖水流入芝加哥河中；此基於河川環境保護觀點所為之工程設施，可見其對於河川環境保護之重視。

(十六) 本次考察除學習美國有關淡水管理、分配及處理等技術與經驗外，由於係屬國際文化交流，參與國家達 20 國計 21 人，各國參與人員其業務除與水資源有關外，工作範疇亦十分廣泛，舉凡政府機關、學術單位、研究單位、保育團體、非政府組織、雜誌工作者等等，於三週之相處除可針對各國文化層面進行交流外，各團員亦針對不同業務層面之經驗相互學習分享，而回國後並持續以電子郵件保持聯繫，並建立 Facebook 討論專區分享相關經驗與學習，實為本次計畫最大之收穫。

附件

美國在台協會邀請函

Director  
AMERICAN INSTITUTE IN TAIWAN  
TAIPEI OFFICE  
7, Lane 134, Hsin Yi Road, Section 3, Taipei, Taiwan  
Telephone: 2162-2000 Fax: 2162-2251

美國在台協會台北辦事處  
台北市信義路三段134巷7號  
電話：2162-2000  
傳真：2162-2251

June 4, 2010

Mr. Chien Chen-Yuan  
Section Chief of Water Resources Management Department  
Water Resources Agency  
Ministry of Economic Affairs

Dear Mr. Chien:

The American Institute in Taiwan (AIT) is pleased to invite you to participate in a three-week International Visitor Leadership Program in the United States entitled "Water Resources Protection in the U.S." The program is scheduled to begin on September 13 and conclude on October 1, 2010. You will join an international group of participants in this program and will visit Washington, D.C. as well as other U.S. cities.

Our office will pay for your transportation within the United States and an allowance for daily living expenses. International air transportation to and from the United States will be the responsibility of your organization.

If you are able to accept this invitation, a representative of AIT's Public Affairs Section will coordinate the arrangements with you. If you have any questions, please feel free to contact Ms. Rei-shang Wang at (02) 2723-3959 ext.224.

I look forward to your favorable reply.

Sincerely,



William A. Stanton  
Director

參訓證書



*United States Department of State  
Bureau of Educational and Cultural Affairs*

*This is to certify that*

***Chen-Yuan Chien***  
*participated in the  
International Visitor Leadership Program*

*on*

***“Water Resources Protection in the U.S.”***

***September 13 – October 1, 2010***

A handwritten signature in black ink, reading "Alma R. Candelaria".

Alma R. Candelaria  
Director  
Office of International Visitors

