

出國報告（出國類別：參加國際會議）

美國生態工程學會 （AEES）2006年年會



服務機關：行政院公共工程委員會
姓名職稱：謝副主委定亞 黃技士雅娟
派赴國家：美國
出國期間：95/04/12~95/04/16
報告日期：95.07.08

目次

摘要-----	2
壹、目的-----	3
貳、行程-----	3
參、會議摘要及心得-----	5
肆、感想及建議-----	8
附錄一：活動照片-----	9
附錄二：會議資料-----	14

摘要

本次參加會議名稱為「美國生態工程學會 2006 年年會」主題為 Efficient Sustainability in a Dry Land，美國生態工程學會(AEES)自 2001 年以來每年定期舉辦之經常性會議，該學會成立目的在於為發展整合人類社會發展與自然環境之永續生態系統，透過加強教育及社區延伸服務達到增進自然環境整體利益，擴展專業性及組織性、促使政府正視生態工程議題及鼓勵原創性研究。

2006 年年會於加州大學柏克萊分校舉行，共包含下列七項議題：

- I. 「生態工程於都市發展之應用」
- II. 「生態系統模式與分析」
- III. 「河川溪流棲地復育」
- IV. 「永續農業工程」
- V. 「生態工程及廢棄物管理」
- VI. 「生態復育監測」
- VII. 「生態工程應用於水質淨化的管理」
- VIII. 「發展中國家之生態工程」

美國地域幅員廣大包含多種氣候類型，原本境內多數為農業，早期因為過度農業開發發展各種產業及人口聚集都市化結果，使得大規模溼地成為農田及建設用地，衍生諸如水質污染、物種滅失、自然河溪棲地嚴重破壞、水資源浪費、植物物種單一化等多項問題。

美國國內以學者發起推行生態工程理念，加上政府機構及民間顧問公司積極參與，配合理論基礎與實務經驗，應用於溪流整治、水資源管理、污染去除、濕地保育及永續農業經營等相關領域，逐漸回復自然生態環境。

相較於美國大陸型氣候特性，境內河川流線甚長、山林坡地較緩等地理特性，台灣的地貌及亞熱帶氣候條件較為特殊，如海島地形、地震頻繁、降雨量集中、河川流線短小水流湍急、坡地陡峭等條件均與美國差異甚大，但 AEES 過去在生態工法的發展史上，將學術研究試圖結合實務應用，對學術界及工程界貢獻不遺餘力，特別是在生態復育及河川溪流、濕地生態工法方面，其經驗非常值得我們瞭解、學習。

壹、目的

本次會議名稱為「美國生態工程學會 (AEES) 2006 年年會」，美國生態工程學會 (AEES) 自 2001 年以來為一每年定期舉辦之經常性會議，該學會成立目的在於為發展整合人類社會發展與自然環境之永續生態系統，透過加強教育及社區延伸服務達到增進自然環境整體利益，擴展專業性及組織性、促使政府正視生態工程議題及鼓勵原創性研究；本次參加會議在於為瞭解美國生態工法相關技術研發、學術理論、實務發展及國際間交流。

貳、行程

美國生態工程學會 2006 年年會議程訂於 95 年 4 月 12 日至 4 月 16 日假美國加州州立大學伯克萊分校舉行，會議議程共分為「主題會議-論文發表」及「溼地參訪」等兩個部份。其中「主題會議-論文發表」於 4 月 13、14 日於柏克萊分校員工聯誼廳舉行，與會人員逾百餘人；而「溼地參訪」行程則於 4 月 12 日及 4 月 15、16 日分別參觀位於 Wine Country 及 Lake Tahoe 兩地之溼地，就其濕地建置及復育情形進行實地參訪，惟基於考量本會 95 年度經費編列有限，此行並未參與濕地參訪行程。

一、會議行程表

日期	工作紀要
95 年 04 月 13 日	飛抵舊金山
95 年 04 月 14 日	上午：報到、開幕致詞及會議綱要講題「乾燥氣候之生態工程」 下午：主題會議-論文發表與成果展覽 晚上：社交時間
95 年 04 月 15 日	上午：主題會議-論文發表 下午：學生設計競賽頒獎、會議閉幕典禮
95 年 04 月 16 日	飛離舊金山返國

二、開幕致詞及會議共同講題發表

開幕式假柏克萊大學土木系 Bechtel Engineering 會議廳舉行，由大會主席 Dr. Alex Horne 代表致詞，隨後發表共同講題，探討乾燥氣候中生態工程之應用。

三、主題會議-論文發表

本次會議論文發表主題共分為下列七項議題：

- I. 「生態工程於都市發展之應用」
- II. 「生態系統模式與分析」
- III. 「河川溪流棲地復育」
- IV. 「永續農業工程」
- V. 「生態工程及廢棄物管理」
- VI. 「生態復育監測」
- VII. 「生態工程應用於水質淨化的管理」
- VIII. 「發展中國家之生態工程」

上述每項議題發表 3~6 篇研究成果，議程安排於柏克萊員工俱樂部之 Howard Room 及 Hynes Room 兩間會議室同時發表研究成果，由與會者自行選擇參與之主題。

四、看版展示部份

看版展示部份共有 7 大主題，分別為「河川復育及管理」、「生態工程應用於都市發展」、「自然濕地與人工濕地」、「生態工程對於水資源及廢水之管理」、「其它重要之生態工程主題」、「暴雨及灌溉管理」、「柏克萊校園之雨水蒐集及處理設計」等，依序於陳列室中展示，與會者可利用休息時間自由參觀展示內容。

參、會議摘要及心得

國際生態工程學會 (International Ecological Engineering Society, IEES) 及美國生態工程學會 (American Ecological Engineering Society, AEES) 為國際間有關生態工程較具知名度的兩個組織。前者在 1993 年於瑞士成立，主要成員為生態學家，較偏向學術性組織；後者於 1999 年首先由學者提案成立組織，主要成員為工程師及學術人員，於 2001 年成立並召開第一次年會，迄今已召開第 6 屆年會。

2006 年第 6 屆 AEES 年會在學術界計有美國加州州立大學柏克萊分校、俄亥俄州州立大學、馬里蘭州立大學、紐澳良大學、孟菲斯大學、華盛頓州立大學、喬治亞州州立大學、阿肯色州州立大學、佛蒙特州州立大學、加州大學 Davis 分校、佛羅里達州大學..等學校代表出席與會，產業界有 AMEC Earth & Environmental 工程顧問公司、Malcolm Pirnie 工程顧問公司、Bachand & Associates 工程顧問公司、Stillwater Sciences 工程顧問公司..等公司與會參加，政府部門有美國環境保護署、Laboratory 柏克萊國家實驗室等單位，與會人數共計約 100 餘人。

本次會議所討論的主題內容豐富並具深度及廣度，議題包含生態工程模式分析與建置及應用於乾旱地區、都市發展、河溪復育、農業、水質管理等方面之研究成果，分成八大議題，以下就每項議題介紹其中之一項主題。

一、生態工程於都市發展之應用—評估綠屋頂對增加建築物效益及降低建築物的影響

本議題首先探討城市中綠屋頂對增加建築效益及降低建築物對環境影響之評估方法，因為綠屋頂的採用可增加綠建築指標，因而在房屋建築設計中被廣泛使用。綠屋頂標榜可減少暴雨逕流量，及降低建築屋空調的負載，然而卻缺乏定量的數據評估方式。喬治亞大學在校園中以土壤濕度變化及建築物能源消耗作為綠屋頂效能的評估指標，其中的參數包含土壤密度、熱傳導係數、孔隙率、土壓力係數等，只要能夠得到足夠的氣象資料，便可預估其它工址建築物之暴雨逕流量及建築物能源負載。研究中並挑選了七個城市進行模擬，評估結果顯示綠屋頂可降低約 70% 的暴雨逕流量及降低空調能源耗損約 5~10%。

二、生態系統模式與分析—生態系分析中的模型建置問題

生態系統是自然界中深奧的一環，就本身而論卻又必須單獨抽離去分析以理解生態系統之功能、性質。以往的這些抽象的模式發展自經驗數據或觀察者的主觀意見。然而最新的分析模式具有較大的廣度，採用數學方

程式、常用的數值統計方法去評估個別差異性的重要。這模式可反映觀察者個人對原始生態系統的偏見，以較客觀的角度對原始系統做出分析後提出建議。

三、河川溪流棲地復育－在低沉積物補充情況下河床之形成過程

本議題探討河床在低沉積物供應下之形成過程，美國西部河川通常可在壩或橫向構造物的下游觀察到沉積物粗造度下降的河川，固定的河床狀況嚴重影響鮭魚迴游產卵及其棲地環境。研究建議為增加河床的粗造度，亦即增加卵石在河床表面的排列，河床表面的構造物基本上應不同於壩後方封閉的條件，它影響顆粒的分布及而顆粒間彼此間交互影響。研究包含一連串的物理模型實驗，進行探討當沉積物減少時對卵礫石河床之影響、構造物河床如何增加抗侵蝕的能力及新注入之礫石與原河床之交互影響。

四、永續農業工程－以較省能的方式設計農業系統

研究單位俄亥俄州州立大學表示，在接下來的數十年，農業將被迫面臨因石油減產而導致的低能源時期。一些高度仰賴工業化農業國家，例如美國，將需要持續地改變食物的生產及運輸方式，以順應低能源時期的來臨。舉例來說，美國目前農作物之生產方式，石油佔灌溉及施肥成本的90%，因此必須仰賴新能源開發及生態程序。此外，本土原始的方法可提供選擇，使的農業生產更永續，以減少石油的使用及工業方法。然而採用本土原始方法可能會因為減少能源的使用，使得農業產量相對於工業化的方法來的低。這將導致一個重要的挑戰，如何在減少石油的使用下，讓農產品維持一樣的產量。Cuban 的農業經驗提供一些設計參考法則，在大量減少石油用量下，Cuban 的農業被重新調整設計，從對石化工業的依賴，轉變為自足，同時農產品產量仍維持不變。

五、生態工程及廢棄物管理－採用生態處理系統移除廢污水中致病成分

在要求增加永續處理的選擇中，水生植物淨化系統，例如溼地及生物處理系統已經成為熱門的選擇。大部分生態系統的研究，面臨要求檢視此系統移除廢水中剩餘養分、濁度、及生化含氧量的能力。然而，另一個關鍵課題在於該系統是否能夠成功地確保自廢水中移除引起疾病成分的能力，因為廢污水的主要來源是生活排泄物。研究顯示經由生化處理系統可自生活廢污水中完全移除大腸桿菌。俄亥俄州州立大學於 2005 年夏天至秋天期間，在校園進行實驗並達到自廢污水中移除致病物質。實驗設計以廢污水與乾淨水比例為 1:3，經一個月的水質淨化處理後，廢污水與乾淨水比例為 1:1，再經一個月後即達到 2:1，並且大腸桿菌數降低 96%。實驗

結果證明，生物處理系統具有具有移除廢污水中致病物質的能力。

六、生態健康監測—阿肯色州之國家河川評估計畫

最近幾年關注河川的焦點多放在基礎資料不足而無法進行大規模的水質評估，因此 2004 年美國 EPA 組織主導進行調查工作，試圖開始解決現有問題，名為「美國境內可行性溪流及河川之國家評估計畫」。阿肯色州州立大學主導進行此計劃位於阿肯色州境內的河川，以平原、森林、海岸等三部份做簡單的生物區域劃分，從平原到高山的廣泛生物區分範圍，提供檢視該方法用於不同區域之可行性。簡單的程序包含地形學、棲地、水底無脊椎微生物及水中化學物質分析等項目，當全面性的品質控制得以確保、訓練、標準化，這些數據將以不同的數值統計方式分析後，經 EPA 會議確認代表此生態區域的數據。

七、水質管理之生態工程技術—以湖魚體內組織中的甲基汞累積狀況觀察湖水的營養狀態

由於有三分之一的美國湖泊被公告遭汞污染魚類食物，因此汞污染湖泊生物圈的議題最近引起關注。當汞溶解於氧中將在湖床面上形成生物性甲基汞，在缺氧的新陳代謝狀態下硫將抑制細菌而產生甲基汞副產品。從食物鏈的底層如蚯蚓類到上層的魚類和鳥類都可發現吃進甲基汞沉機物的現象。在 2001 年和 2002 年華盛頓州生態部就針對 18 個州內不同的湖泊進行魚體組織與湖床上汞沉積物的調查。藉由此一調查之結論，可增進人們了解湖泊管理技術上的長程發展目標以減低甲基汞之生成及其隨之而來在湖泊生物圈中的生物性累積。

八、「發展中國家之生態工程」—發展中國家的低成本水處理科技---永續性的論據

在鄉村與都市邊緣再平凡不過的配管送水與自來水都顯然得難以實現，因此不論是用水或是改變輸水與處理水的機制都因而越發重要。以下幾個參數常被引用：成本效益、社區參與及永續生態。本研究結果提供一種科學論證下的經驗式輪廓，並導論出對永續性不同的評價、實行或阻礙。

肆、感想及建議

相較於美國大陸型氣候特性，境內河川流線甚長、山林坡地較緩等地理特性，台灣的地貌及亞熱帶氣候條件較為特殊，如海島地形、地震頻繁、降雨量集中、河川流線短小水流湍急、坡地陡峭等條件均與美國差異甚大，但 AEES 過去在生態工法的發展史上，將學術研究試圖結合實務應用，對學術界及工程界貢獻不遺餘力，特別是在生態復育及河川溪流、濕地生態工法方面，其經驗非常值得我們瞭解、學習。

由於近年來因全球氣候變遷，溫室效應、環境汙染、過度開發及棲地破壞等因素，在世界各地造成非預期的災損。而台灣位於菲律賓板塊與歐亞板塊之交界處，且全島土地面積多為高山、丘陵及台地，坡度陡峭河川下切極深，屬容易引發崩塌的自然環境。自 921 地震後，脆弱的地質在豪大雨後常造成災難，以生態工程作為治山防洪的對策，已經是現今明確的政策方針，但國內生態工程政策推動，因在理念推廣層面仍有待突破，常造成社會大眾認知落差，在推動過程中引發諸多阻力。

美國地廣物博，但在歷經多次人口膨脹及高度工業化成長之衝擊，土地及自然資源大量開發，生態環境面臨嚴峻的挑戰。AEES 自 1991 年邀集學界召開生態工程會議以來，以生態學及系統生態學為基礎，加入政府部門及產業界參與，經由對生態系統嚴謹的探討，延伸出許多如溼地、河川、農業等應用工程學門，另對社會開發、保護生態環境等議題勇於提出建言，逐漸在各界發揮影響力。2001 年以後，更進而成立年會會議，提供技術經驗交流平台，積極對生態與工程在科技及理念上的整合，並落實於工程實務應用上，逐漸奠定 AEES 在生態工程的演進及推動扮演著重要的角色。

台灣在推動生態工法方面除可借鏡 AEES 在美國研究推廣的經驗外，對於產、官、學、研界並應有更建設性的作為，積極研究發展，建議主要研究課題如下：

水質淨化：自然濕地、人工濕地、生態滯洪池、系統生態學。

都市生態工程：綠屋頂、暴雨逕流量、建築能源效率等。

落實教育體系：環境教育、推廣民眾及工程建設人員教育等。

評量指標：棲地評量、護岸穩定度、物種歧異度、污染去除率等。

國際交流：國際知名度期刊發表論文、強化與民間及官方組織之交流。

附錄一：活動照片



圖 1. 加州大學柏克萊分校大門



圖 2. 學生活動中心



圖 3. Bechtel Engineering 會議廳



圖 4. Bechtel Engineering 會議廳前



圖 5. 柏克萊員工俱樂部



圖 6. 俱樂部內部



圖 7. 開幕式



圖 8. Dr. Alex Horne 報告



圖 9. Seaborg Room



圖 10. Hynes Room

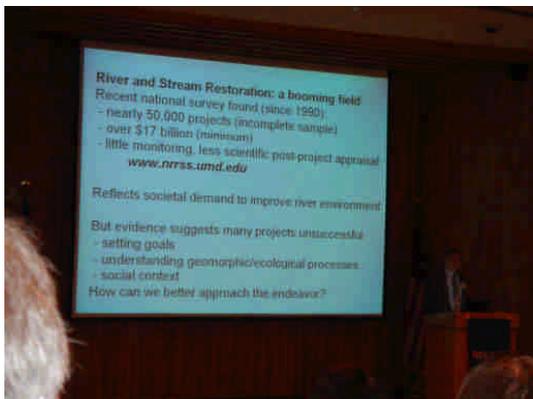


圖 11. 研討會內容

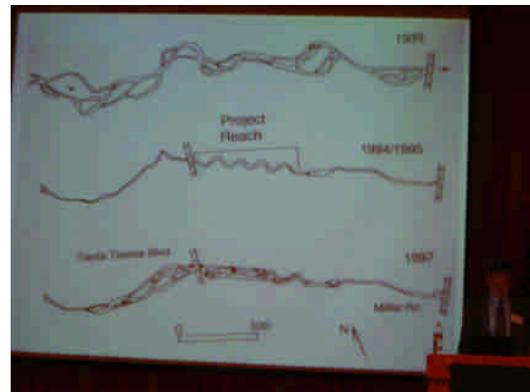


圖 12. 河溪復育主題研討會



圖 13. Coffee Break



圖 14. 海報展示-1



圖 15. 海報展示-2

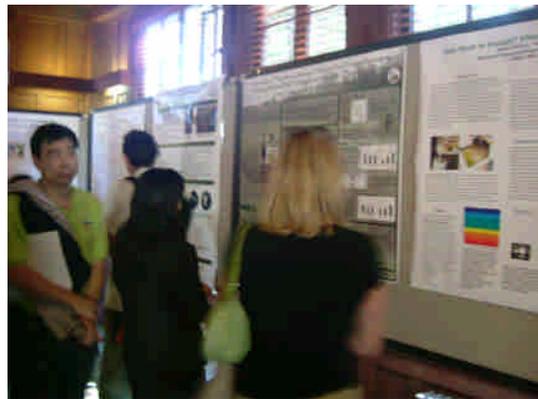


圖 16. 海報展示-3

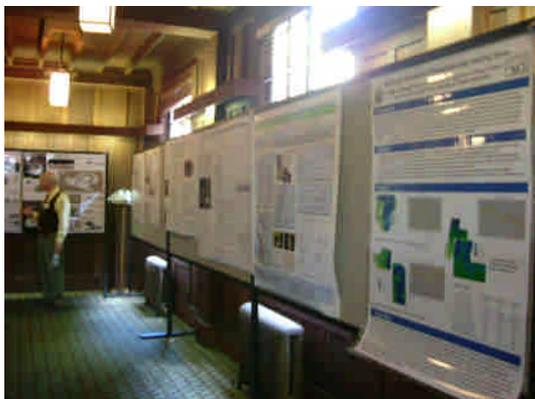


圖 17. 海報展示-4



圖 18. 海報展示-5