

出國報告（出國類別：參加國際會議）

美國生態工程學會（AEES）  
2007 年年會



服務機關：行政院公共工程委員會

姓名職稱：徐技士肇晞

派赴國家：美國

出國期間：2007/5/22～2007/5/28

報告日期：2007/7/20

## 目錄

摘要 .....	1
壹、目的 .....	2
貳、會議行程 .....	2
參、會議摘要 .....	3
肆、心得與感想 .....	11

## 摘要

美國生態工程學會 (American Ecological Engineering Society) 美國生態工程學會於 2001 年成立，宗旨在於發展整合人類社會與自然環境的永續生態系統，並透過教育宣導及社區服務達到增進自然環境整體利益，同時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。

本次參加會議名稱為「美國生態工程學會 2007 年年會」，於今年 5 月 23 日至 25 日假堪薩斯州立大學召開。共同會議部份，由來自 U. S. Army Corps of Engineers 的 David Derrick 分享他在紐約州的 Delevan 進行 McKinstry Creek 的復育工作，包括河川多樣性環境的營造及與當地民眾共同努力的過程。

而在主題會議方面則討論了包括「生態工程之定義與設計」、「都會區系統」、「生態工程與廢棄物管理」、「溼地生態系」、「河川生態系」、「草原生態系」等 6 項議題，可以窺見生態工程所涵蓋的範圍與領域相當廣泛，包括生物學、生態學、資訊科學、管理學、地球科學、土木工程、水利工程、環境工程、軍事工程…等等各種領域的結合。

此外主辦單位也安排前往當地 Konza Prairie 自然保護區參觀，除了介紹當地特殊的草原生態系以外，也讓所有與會者了解研究團隊如何有計畫的劃定各種區域，進行系統性的資料收集與分析，建立長時間的生態資料庫以提供重要的參考資料。

美國生態工程學會自 1999 年邀集學界召開生態工法會議以來，一直以系統生態學為基礎，並重視與工程應用的整合，建立起其在美國生態工程演進及推動中的重要角色，建議未來除可持續保持交流外，亦可舉辦或參與其他相關的國際研討會，邀請國外專家學者對台灣的特殊環境提出建言。

## 壹、目的

美國生態工程學會 (AEES) 於 2001 年成立，宗旨在於發展整合人類社會與自然環境的永續生態系統，並透過教育宣導及社區服務達到增進自然環境整體利益，同時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。該學會於成立當年召開第一次年會，主要成員為工程師及學術人員，本次參加之會議即為其第七屆年會—「美國生態工程學會 (AEES) 2007 年會」，藉此瞭解美國生態工法近年之技術研發、學術理論、實務發展及國際交流。

## 貳、會議行程

本年度會議於 96 年 5 月 23 日至 25 日假堪薩斯州立大學 (Kansas State University) 舉行，與會人員包括設計顧問公司、大學相關科系教授與學生、其他協會或組織等約 120 餘人，主要分為「生態工程之定義與設計」、「都會區系統」、「生態工程與廢棄物管理」、「溼地生態系」、「河川生態系」、「草原生態系」等 6 項議題，每項議題



約有 3-6 篇論文發表，分別於 Fiedler Auditorium 及 Paslay Auditorium 進行簡報與討論，期間並於 24 日傍晚安排前往當地的 Konza Prairie 自然保護區參訪，瞭解當地特殊的草原生態系。

## 會議行程表

日期	工作紀要
96年5月22日	台北 → 美國
96年5月23日	下午：報到、會務會議 晚上：社交時間
96年5月24日	上午：開幕儀式、共同議題、主題會議-論文發表 下午：主題會議-論文發表 傍晚：Konza Prairie 參訪
96年5月25日	上午：主題會議-論文發表 下午：主題會議-論文發表、頒獎典禮、生態工程論壇、閉幕儀式
94年5月25-28日	美國 → 台北

## 參、會議摘要

### 一、共同議題

5月24日上午的共同議題，由來自 U.S. Army Corps of Engineers 的 David Derrick 分享他在紐約州的 Delevan 進行 McKinstry Creek 的重建工作。

在重建計畫範圍內的 McKinstry Creek 大約在 1939 年以前就已截彎取直，坡度約 1%，河床質多為礫石，很有可能是當時配合 Gooseneck Road 的闢建所完成，近年因為當地居民擔心 McKinstry Creek 緊鄰道路且利用垂直鋼板作為擋土牆，一旦發生意外，衝出

車道的車輛將完全沒有緩衝帶保護，因此建議政府當局予以改善，因此 D.Derrick 便利用這個機會，建議將河道向山側重建並重新塑造出河川型態的多樣性。(以下圖片摘自 D.Derrick 之簡報資料)



#### (一) 崩坍地的處理：

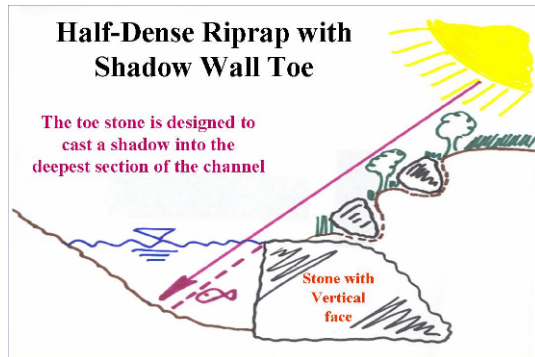
緊鄰河岸的一段崩塌地，每逢大雨便有土石沖刷至河中，D.Derrick 將主河槽向外移動，並以河床之砂石重新堆砌護岸，規劃寬約 10 餘公尺之泛洪區，以當地的草本植物進行植生，藉此穩定坡趾，照片中可以看出經過約 7 個星期的生長，整個坡面已趨於穩定。



#### (二) 深潭的創造

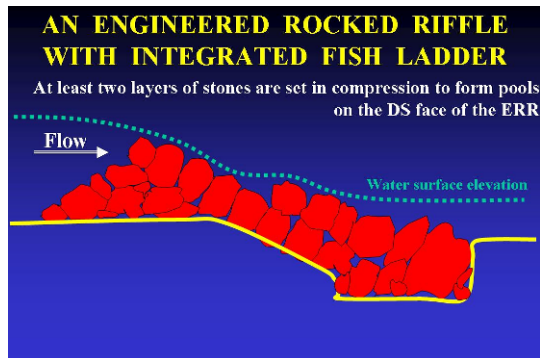
深潭是魚群棲息的重要區域，也具備滯留洪水減低流速的功能，在 D.Derrick 所規劃的深潭，特別強調「陰影地帶」的設計，他利用一面垂直的大石塊，作為右岸的基礎，並以階梯狀逐漸向上填土，堆砌塊石護岸，另一側則為坡度較緩的自然土坡。此外，他

也利用了當地的木材，其中一端頂住土坡，一端則埋設在石塊中，不但提高了階梯式河岸的穩定性，也使深潭的遮蔽性更好，更易於吸引魚群居住。



### (三) 淺灘的設計

淺灘及激流是河川環境多樣性所必要的，由於 D.Derrick 他們最初的設計遭受颱風所造成的洪水破壞，他們修正並建議的堆砌方式有主要二項重點：首先是將下游面河床挖深，並以最大的塊石固定作為基礎，以兩層的方式向上堆砌，坡度大約 1/20，以傳遞水流衝擊的力量；第二點在於第二層的塊石僅堆砌至約淺灘一半的距離，以提供於魚類暫時休憩的區域，創造類似魚梯的功能。



### (四) 民眾參與

雖然大部分的工程都在 2004 下半年及 2005 年執行，但 D.Derrick 在 2001 年時就陸續召開多次公聽會、說明會，聽取當地居民的意見，尋求地區意識的支持。興建的過程中也利用週末假日，號召民眾一同前往河岸邊種植樹苗及草種，使當地居民對這條

河溪產生認同感，以行動支持河道重建的工作。

整個工程大約在 2005 年下半年完成，截至 2006 年 3 月歷經了 3 次達滿槽的洪水及 1 次溢流出河岸的洪水規模，僅有少數淺灘的礫石堆被衝毀，其餘狀況良好。最後 D.Derrick 也強調，完成的復育工作，不要吝於讓人知道，要廣為宣傳，歡迎大家的參觀才能讓生態工程更有意義。



## 二、主題會議—論文發表

本次會議所討論之議題內容豐富，並兼具理論及實務，每項議題約有 3-6 篇論文發表，分別於 Fiedler Auditorium 及 Paslay Auditorium 同時進行簡報與討論，茲就每項議題介紹其中一項主題：

### (一) 生態工程之定義與設計

本項主題主要是在探討生態工程的歷史、定位與範圍等等，利用問卷、訪談等社會學的方法來尋求答案，雖然大部分人認同生態工程已經是專業而且重要的領域，但對於對生態工程的定義與認知仍有非常多樣的論述，演講者也提出：生態工程極力想在「工程」這樣的領域中尋求他的定位，反而容易成為學術體制發展上得一項困境。

例如其中一篇論文目前正與美國 NASA 太空總署合作發展在有限金錢及空間下，建立自給自足的生態系統，他所定義的「穩定



度 (Stability)：一個系統回覆初始狀況的能力」便有其特殊性；另一篇則提出利用 Google Earth 建立一套偏遠河岸緩衝區因為農業發展、颱風、植被等因素影響，造成土砂侵蝕或淤積的評估方法；還有一篇則是談論到虛擬生態系統的開發，期能建立生態系發展的預測。上述的幾項研究，也都可稱作是生態工程的範疇，但卻遠超出我們所想像的工程。

## (二) 都會區系統

Rock Creek 集水區包含堪薩斯州強森縣東北角一處高度都市化的地區，而本計畫便是這個集水區為基礎，運用有限資源並與充分與當地合作的案例。Mission 城過去曾經邀請了來自 Army COE、鄰近市政當



局、Black & Veatch 工程顧問及堪薩斯州立大學的專家學者，共同發展了一套集水區的整治計畫，本研究除了提出具體的發展策略外，將近一步試著改良並提出適合美國中西部的河川評估策略。

目前 Rock Creek 集水區內的防洪設施正面臨老化及品質降低的問題，而許多地區正在研擬區域的重新開發，剛好製造了絕佳的機會進行河川復育、政策檢討等工作，以達到減少暴雨逕流、改善水質的目標。本研究中將以兩種方式來進行評估，第一是針對河道的穩定性進行評估；第二則是利用堪薩斯野生動物與公園部所建議的方法進行生物棲地的評估。最終的結果將結合河川復育、暴雨管理、BMPs，研擬 Rock Creek 的集水區整治計畫。

## (三) 生態工程與廢棄物管理

紡織染料在世界上許多地區是最主要的污染源，雖然有許多不同等級的處理方法，但所應用的原理都很類似—採用 Polyaromatic 的複合物（大部分屬於合成樹脂或奈酚環系的衍生物），而上述這類化學物質較難被傳統以細菌為主的的污水處理場所分解。因此研

究中試著篩選出幾種具有分解紡織染料能力的代表性植物，其中當水栽的太陽花植於染料濃度達上百 mg/L 的水中 3 星期後，除了少數頑強的染料外，含其他類型染料的污水都已被淨化，而研究中也發現部份染料對植物有害，另有些染料雖然能完全被植物的根所吸收，但幾乎沒有被分解。過去曾有一些研究在探討 fungal peroxidases 及 laccases 如何催化分解染料，但很少是利用植物。研究初步的結論是利用水栽植物池或溼地的污水處理系統，能有效將水中的紡織染料分解或移除。

#### (四) 溼地生態系

可再更新的生態處理系統已經很成功的應用在都市區及工業區排放水的處理，不但能處理大量的污水，而且較傳統的方式更為經濟。為了要將這樣的生態處理系統應用在農業上，必須要了解這樣的系統對農業上主要廢水的處理能力，而這些資訊是目前較為缺乏的，因此本研究將針對不同濃度的乳品廢水進行評估。在 2006 年夏天，研究單位將乳品廢水：乾淨水以 1：3、1：1 及 2：1 等不同比例混合，分別注入生態處理系統 2 個月，並分析排放水的 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、TN、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>。在最低乳品廢水濃度的樣本中，PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>減少了 36%，TN 減少了 77%、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>減少了 73%，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>則增加了 48%；而在最高乳品廢水濃度的樣本中，PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>減少了 36%，TN 減



少了 65%、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>減少了 65%，NO<sub>3</sub><sup>-</sup>則大量增加。雖然在比例上沒有大幅度的降低，但即使是最高的混合比例，污染物的濃度依然沒有超過設計規範，也就是說整個系統的處理能量是足夠的。

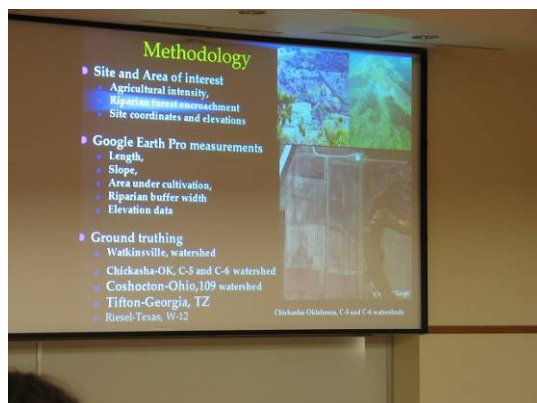
#### (五) 河川生態系

俄亥俄州的 Rural 流域主要都屬農業用途，這些排水系統大多被加深或截彎取直以加速水量的排入、排出，避免洪水溢流。這些

人工化的改變常常造成整個河道系統的不穩定、生物棲地的減少及污染物向下游運輸，因此俄亥俄州 Fayette County 的地主們希望能透過 Pone Creek 的改造達到改善區域排水系統的目的。因此這個計畫的目標在於找出造成區域排水不良的原因，並設計出能夠改善排水能力、水質及創造生物棲地的排水系統，而且還必須考量不超過目前傳統的清淤方式，以及後續的維護費用的經濟性。在研究中所提出的方案，至少包括了維持 Pone Creek 的現況不予建設或處理、傳統的河道清淤或挖深河床的方式、建構階梯式的渠道斷面或是採兩側加寬的方式，並針對各方案的優缺點加以分析評估。

#### (六) 草原生態系

減少大草原的焚燒或是土地利用的改變，可能使樹林的範圍擴大而改變了原本地表植生的狀況，一旦草原型態變更為樹林的型態將改變地表大氣間碳及水分蒸發的交換模式。本研究將利用 Eddy Covariance 方法來比較 tallgrass 草原及紅杉林地（年紀約 50 年）間碳、水分及能量的通量（利用林地內的儀器測量降水的截留量及落地量）。林地在較涼爽的春、秋兩季能涵養大量的二氧化碳，但在盛夏的月份卻是二氧化碳的來源之一，反觀草原無論是在春季或夏季都能涵養一定數量的二氧化碳。而碳通量在林地中主要是受到環境溫度的影響，在草原中則主要受土壤含水量所控制。此外相對於草原，林地具有較高的 Sensible heat fluxes 和較低的 latent heat fluxes。



### 三、Konza Prairie 參訪

Konza Prairie Biological Station(KPBS)為一片大約3,487公頃原生的 tallgrass 大草原，是整個 Konza Prairie Long-Term Ecological Research(LTER)的核心區域，由 K-state Division of Biology 負責當地進行的多項研究計畫。



其地理位置在堪薩斯州西北方的 Flint Hills(北緯 39.05 度，西經 96.35 度)，坡面陡峭且多屬石灰岩地質，不利於耕作。氣候為典型的大陸型氣候，夏天溫暖潮濕的，冬天寒冷乾燥。年平均降雨量約 835 毫米，雖足以支援林地或者草原植物的生長，但乾旱、火災和放牧對維持草原植被型態有著重要的影響。KPBS 高程大約在 320 至 444 公尺之間起伏，一般而言，土壤在較低窪的地方為類似



淤泥的黏土，夾雜著礫石及沖積的沉積物，厚度大約可達 2 公尺，而地勢較高的地方也相當類似，但深度較淺，土壤下方為大約 10 層石灰岩和頁岩或砂岩交錯的岩盤，也使地下水的流動及分佈較為複雜。

Konza Prairie 超過 90%的植物都是原生的 tallgrass，主要為多年生 C4 草種，例如 *Andropogon gerardii*、*Sorghastrum nutans*、*Panicum virgatum* 和 *A. scoparius* 等等，另外還分佈著多樣化的草本及木本植物，共計超過 600 種的植物。在動物方面，有大約 40 種的哺乳動物、200 種的鳥類、34 種的爬蟲類和兩棲類、20 種的魚類和超過 700 種的無脊椎動物，具有非常豐富的多樣性，因此，Konza Prairie 非常值得進行監測及草原生態系受到環境變遷影響的相關研究。

Konza LTER 計畫從 1977 年就開始執行，主要是以集水區為範圍的大型現地試驗，目的在收集 KPBS 的生態環境數據及變遷情形，包括火災或不同放牧型態下的變化及影響，並建立長期性的資料庫。除此之外，也有許多針對氣候因子、環境變化趨勢、河川特性、物種數量及大小、土壤性質…等等所進行的小範圍的長期性研究。這些成果的整合不但對 Konza Prairie 的發展有正面助益，對於世界上其他的中溼度草原生態系也提供了許多重要資訊。



## 肆、心得與感想

台灣位處歐亞版塊與菲律賓版塊交界地帶，山勢陡峭，地震頻仍，河川短小而水勢湍急，與美國幅員遼闊，山坡林地坡度較緩，境內河川流線甚長的自然環境條件差異甚大，尤其我們屬亞熱帶的海島型氣候，平均雨量較大，降水集中，更顯出台灣河川整治與水土保持工作的重要性。

美國生態工程學會（AEES）在生態工程的發展上，致力於學術研究與實際工程應用的結合，而從本次論文與海報的發表中，可窺見其所涵蓋的範圍與領域相當廣泛，包括生物學、生態學、資訊科學、管理學、地球科學、土木工程、水利工程、環境工程、軍事工程…等等各種領域的結合，這也和工程會去年將生態工法改名為生態工程的理念一致，希望藉由正名傳達出生態工程跨領域的特性，並提昇至一個重視生態觀念的層次，避免執行機關在只知其然而不知其所以然的情況下，刻意的使用某些特定工法，或是認為加強綠美化就是生態工法…等，反而不利於當地生物的生存發展。

台灣特殊的氣候、地質及水文條件，使的目前大多數的河溪工程都是以整治為主，復育的工作受限於人力、物力，數量及規模都較小。因此如何善用當地資源、使用適當方法、加強地區意識與結合民眾力量可以說是推動上的重要關鍵，而完成後宣傳，更是值得我們加強的一環，不但能提供大眾更多的休憩空間，透過導覽、教育的手段，也能提昇大眾對生態環境的重視。

此外，在 Konza Prairie 的參訪當中，可以瞭解生態資料庫的建立，對於生態工程的發展有著舉足輕重的影響，研究當局從 1977 年就開始監測各種數據，並且有計畫的劃定各種區域，對於不同的環境條件與外在因子影響，進行有系統的資料收集與分析。這些長期且基礎性的工作，不但值得借鏡，更重要的是如何喚起工程界對這些工作的重視與應用，都是將來值得我們持續推動的方向之一。

AEES 自 1999 年邀集學界召開生態工法會議以來，一直以系統生態學為基礎，並透過生態工程嚴謹的討論，延伸出許多如溼地、河川等應用工程學門，另對社會開發、保護生態環境等議題勇於提出建言，逐漸在學術界及政府部門發揮影響力，2001 年起更每年舉辦年會，積極於生態學與工程應用的整合，建立起其在美國生態工程演進及推動中的重要角色，建議未來除可持續保持交流外，亦可舉辦或參與其他相關的國際研討會，邀請國外專家學者對台灣的特殊環境提出建言。