

出國報告（考察）

大陸及香港水土保持及坡地防災管理 工作考察暨參加 2015 海峽兩岸水 土保持學術研討會

服務機關：行政院農業委員會水土保持局

姓名職稱：孫副局長明德等 9 人

派赴國家：大陸地區及香港

出國期間：104 年 8 月 29 日至 9 月 5 日

報告日期：104 年 10 月 25 日

摘要

為瞭解大陸西北地區及香港，水土保持之研究及坡地防災之策略與政策方向與相關工作推行情形，至大陸陝西省西安楊凌、長武縣、山西省太原市、香港參訪，考察期間拜會中科院水利部水土保持研究所及香港土木工程拓展署土力工程處進行雙方之座談與交流，並參與「2015年海峽兩岸水土保持學術研討會」，會中報告「大規模崩塌及坡地防災策略」及發表「2014年莫拉克中部及東部災區潛在大規模崩塌地區危險度評估與簡易觀測系統建置」、「降雨驅動指標應用於土石流及崩塌警戒之研究」及「2014年藤枝林道3.5k及九份二山崩場地監測與後續因應措施研究計畫」、「人為落石產生的震動訊號特性」等文章；亦實地參訪長武黃土高原農業與生態試驗站、王東谷試驗示範區、黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室、中國旱區節水研究院、楊凌水土保持試驗觀測場、香港世界地質公園。

此次考察對大陸西北地區及香港之水土保持工作現況及未來發展目標，有所認識及瞭解，大陸方面之水土保持著重基礎研究，近年逐漸與產業結合發展，並對開發建設水土保持之技術進行研究，另兩岸互訪方式，建議仍先以學術交流為主；香港與我國同為高度開發及地狹人稠環境，坡地旁常為都市住宅人口密集區，對於坡地安全均特別重視，希望對彼此之坡地管理及防災工作經驗，能有更進一步之認識，建議雙方人員能以短期駐地，參與對方工作實況，深入瞭解坡地管理及防災工作之實務。

目次

第一章 考察目的與行程	1
1.1 考察目的	1
1.2 考察人員	1
1.3 考察行程	2
第二章 考察過程及內容說明.....	5
2.1 中國科學院水利部水土保持研究所、西北農林科技大學參訪	5
2.2 參加 2015 海峽兩岸水土保持學術研討會	22
2.3 拜會「香港土木工程拓展署 土力工程處」	28
第三章 心得與建議	39

第一章 考察目的與行程

1.1 考察目的

台灣及大陸皆具特殊之生態、水文與地質環境背景，均常受暴雨、山洪、地震及相關氣候變更等自然外力之侵襲造成土石流、地滑、水土流失等坡地災害，對人類賴此生存空間造成莫大威脅，尤其是對於如何因應全球氣候變遷，更是兩岸各界關注焦點。

此次考察目的主要希望能瞭解大陸西北地區及香港水土保持之研究及坡地防災之策略與政策方向與相關工作推行情形，並提供本局近年來在山坡地水土保持治理、管理及土石流防災應變之經驗技術參考與學界的防災課題，並藉由參加2015 海峽兩岸水土保持學研討會，促進學術、技術交流，共享最新災害資訊及學習災害危機處理經驗。

1.2 考察人員

本次考察人員主要有水土保持局人員、國立中興大學及國立屏東科技大學等一同進行考察、學術交流。人員名單如下：

單位	職稱	姓名
行政院農業委員會水土保持局	副局長	孫明德
行政院農業委員會水土保持局臺中分局	副分局長	邱啟芳
行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心	正工程司	羅文俊
行政院農業委員會水土保持局監測管理組	正工程司	游韋菁
行政院農業委員會水土保持局臺東分局	工程員	黃瀨瑩
國立中興大學農業暨自然資源學院	院長	陳樹群
國立中興大學水土保持學系	主任	馮正一
國立屏東科技大學水土保持系	副教授	陳天健
國立中興大學水土保持學系	研究生	林聖豪

1.3 考察行程

考察行程自 2015 年 8 月 29 日出發至 9 月 5 日返程，共 8 日，分別參訪陝西省西安楊凌及長武縣、山西省太原市及香港等地區，行程如下。

【8 月 29 日 (星期六)】

1. 桃園國際機場搭乘中國東方航空班機起程前往大陸西安咸陽國機場。
2. 大陸水利部水土保持研究所、西北農林科技大學人員接機。

【8 月 30 日 (星期日)】

1. 中國科學院水利部水土保持研究所、西北農林科技大學 - 長武黃土高原農業生態試驗站參訪。
2. 中國科學院水利部水土保持研究所、西北農林科技大學 - 陝西省長武縣洪家鎮王東谷試驗示範區參訪。

【8 月 31 日 (星期一)】

1. 中國科學院水利部水土保持研究所、西北農林科技大學 - 楊凌旱農研究院及水土流失試驗場、楊凌水土保持試驗觀測場參訪。
2. 中國科學院水利部水土保持研究所、西北農林科技大學 - 雙方水土保持研究防災及管理方向交流座談。

【9 月 1 日 (星期二)】

1. 台灣團隊參訪資料整理及座談成果討論。
2. 樓觀台造林及生態保育參訪。
3. 搭乘動車由陝西西安北站前往山西太原南站 (車程約 4 小時)。
4. 2015 海峽兩岸水土保持學術研討會報到。

【9 月 2 日 (星期三)】

1. 2015 海峽兩岸水土保持學術研討會。(孫明德副局長主題報告 - 大規模崩塌及坡地防災策略(主題報告)、邱啟芳副分局長論文發表 - 2014 年莫拉克中部及東部災區潛在大規模崩塌地區危險度評估與簡易觀測系統建置、羅文俊正

工程司論文發表 - 降雨驅動指標應用於土石流及崩塌警戒之研究)

2. 水土保持防災及管理學術交流。

【9月3日(星期四)】

1. 2015 海峽兩岸水土保持學術研討會。(游韋菁正工程司論文發表 - 2014 年藤枝林道 3.5k 及九份二山崩塌地監測與後續因應措施研究計畫、孫明德副局長擔任主題報告主持人、馮正一主任-發表：人為落石產生的振動訊號特性(主題報告))

2. 水土保持防災及管理學術交流。

【9月4日(星期五)】

1. 太原武宿機場搭乘中國東方航空班機起程前往香港赤鱗角國際機場。

2. 香港土木工程拓展署土力工程處參訪(羅文俊正工程司報告 - 台灣土石流防災與警戒機制)

【9月5日(星期六)】

1. 香港世界地質公園參訪。

2. 與香港土木工程拓展署土力工程處送行人員道別，搭乘中華航空班機返抵台灣桃園國際機場。

第二章 考察過程及內容說明

本次考察主要分為「參訪中科院水利部水土保持研究所」、「參加 2015 海峽兩岸水土保持學術研討會」及「拜會香港土木工程拓展署土力工程處」三部份，茲分述如下：

2.1 中國科學院水利部水土保持研究所、西北農林科技大學參訪

一、中國科學院水利部水土保持研究所（西北農林科技大學）簡介

於 1956 年建所，是大陸中科院在西北地區建立的第一個水土保持研究機構，1987 年實行中科院與水利部雙單位管理制度，故定名「中國科學院水利部水土保持研究所」，該所於 1998 年被中科院列為知識創新工程首批試驗點，於 1999 年與楊凌 6 個科教單位聯合共建「西北農林科技大學」。

中國科學院水利部水土保持研究所，以黃土高原為重點，致力於土壤侵蝕過程與模擬、水土保持與生態修復、旱地農業與水土資源高效利用的研究，解決水土保持與生態建設中的重大科學技術問題，提供黃土高原特有地質下水土保持及生態建設之理論依據配套技術。

其下設有長武黃土高原農業與生態試驗站、神木侵蝕與環境試驗站、固原生態試驗站、安塞水土保持綜合試驗站等 4 個野外試驗站、黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室、國家節水灌溉楊凌工程技術研究中心、水利部水土保持工程技術研究中心等 2 個工程研究中心、流域生態與管理研究室、區域水土保持與環境研究室、林草生態研究室 3 個研究室，並建有人工模擬降雨大廳和人工乾旱環境氣候室等重要科研實驗設施，形成了集應用基礎研究、試驗與示範、決策服務於一體的水土保持科研體系，主要研究如下：

應用基礎研究：針對大陸西部生態建設的科學問題，在土壤侵蝕與旱地農業及其交叉領域取進行研究及創新。

應用研究：為國家水土保持宏觀決策提供科學依據，為黃土高原生態建設提供科技支撐，發展流域生態與管理學科領域，完善水土保持科學體系。

應用發展研究：以降雨逕流調控與高效利用為核心，在水土保持與節水灌溉

工程方面進行技術創新，加速成果轉化進而帶動產業。

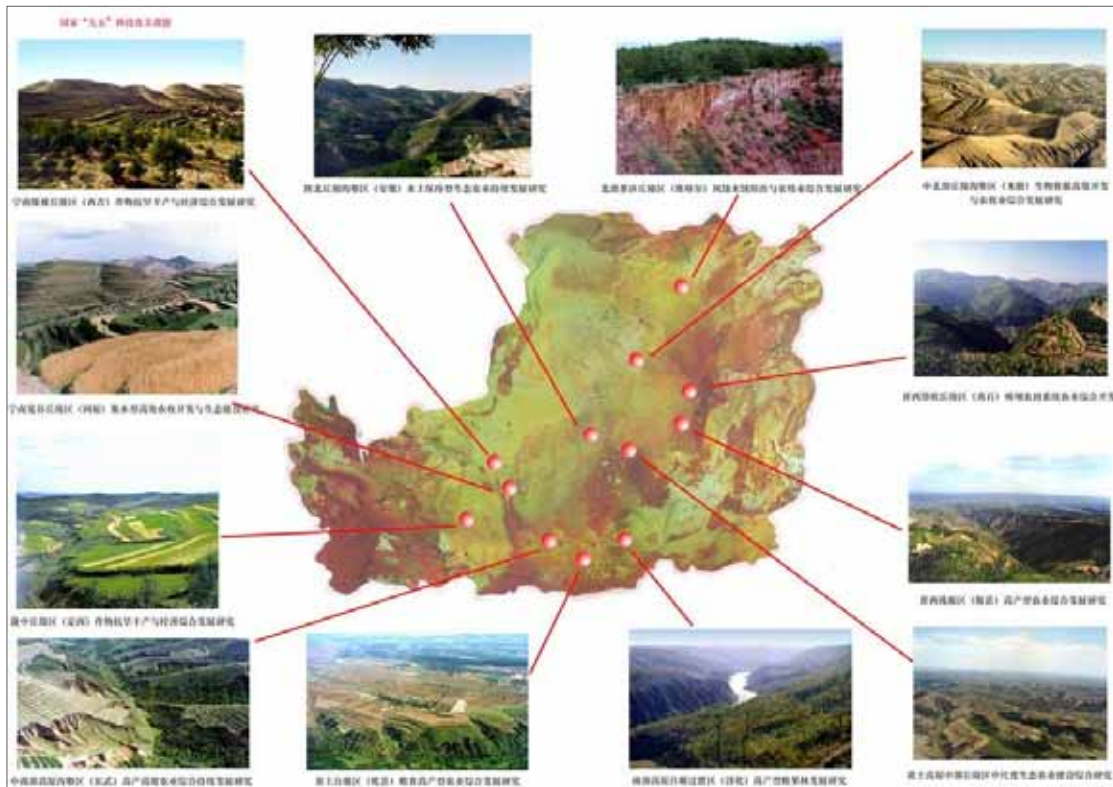


圖 1 中國科學院水利部水土保持研究所相關試驗場所

二、長武黃土高原農業與生態試驗站及王東谷試驗示範區（8月29日、8月30日）

8月29日下午1:30搭機前往陝西省西安市，並由中國科學院水利部水土保持研究所人員接機，翌日（8月30日）前往距離西安約200公里之長武黃土高原農業與生態試驗站。

黃土高原依其地形主要分為塬、梁、峁三大地形，前往試驗站路途中，並短暫停留於高速公路旁，觀察及瞭解黃土高原之地形及其形成之原因，及其土地利用現況。

塬之地形在黃土高原上主要有三處，分別為洛川塬、董志塬及長武塬，長武試驗站位於黃土高原南部高塬溝壑區的陝西省長武縣之長武塬上，於1984年成立，為農田生態系統國家野外科學觀測研究站，2007年入選水利部「水土保持科技示範園區」，該站亦為西北農林大學地球與生態觀測網絡（CERN）及陝西省科普教育基地。



圖 2 黃土高原相關理位置及地形瞭解

長武站所在武東村年均降雨約 580-600mm，面積約 8.3km²，站內地形分為塬、梁、溝三大類型，屬黃土高原人口高密度區。該站主要研究方向以高溝壑區農田生態系統為重點，研究農業生態系統的結構、功能及其環境效應，建立節水生態農業的理念與技術體系，為區域農業持續發展與生態環境改善提供科技支撐。

本站參訪由張曉萍副站長陪同，其主要野外監測設施有旱塬農田生態系統長期定位試驗場，大型稱重式農田蒸滲儀；Mini lysimeter 系統、自動及人工氣象觀測系統、輻射與通量觀測系統、中子水分儀等，同時也見識大型坡長沖蝕試驗場所，通量塔則主要是利用雷達量測塔頂以上 800~1000m 高度之空氣中水氣(濕度)及二氧化碳通過的量體。

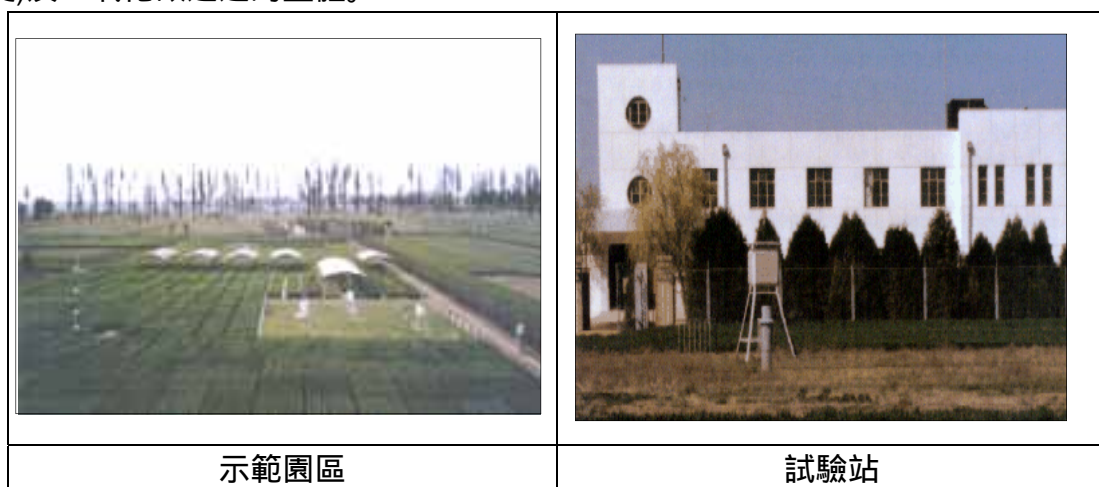


圖 3 長武黃土高原農業與生態試驗站(中國水土保持研究所提供)

<p>參訪長武黃土高原農業與生態試驗站</p>	<p>長武站同為西北農林大學地球與生態觀測網絡及陝西省科普教育基地</p>
<p>長武站亦為水土保持科技示範園區</p>	<p>參訪人員於長武站前合影</p>

圖 4 長武黃土高原農業與生態試驗站參訪

<p>小型人工降雨設備</p>	<p>不同坡度之沖蝕試驗場</p>

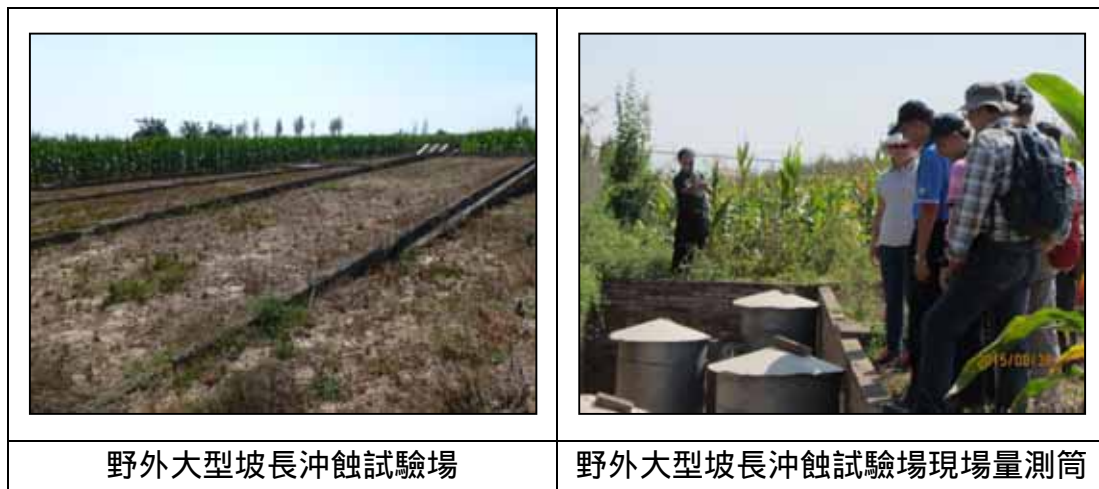


圖 5 野外沖蝕試驗設備

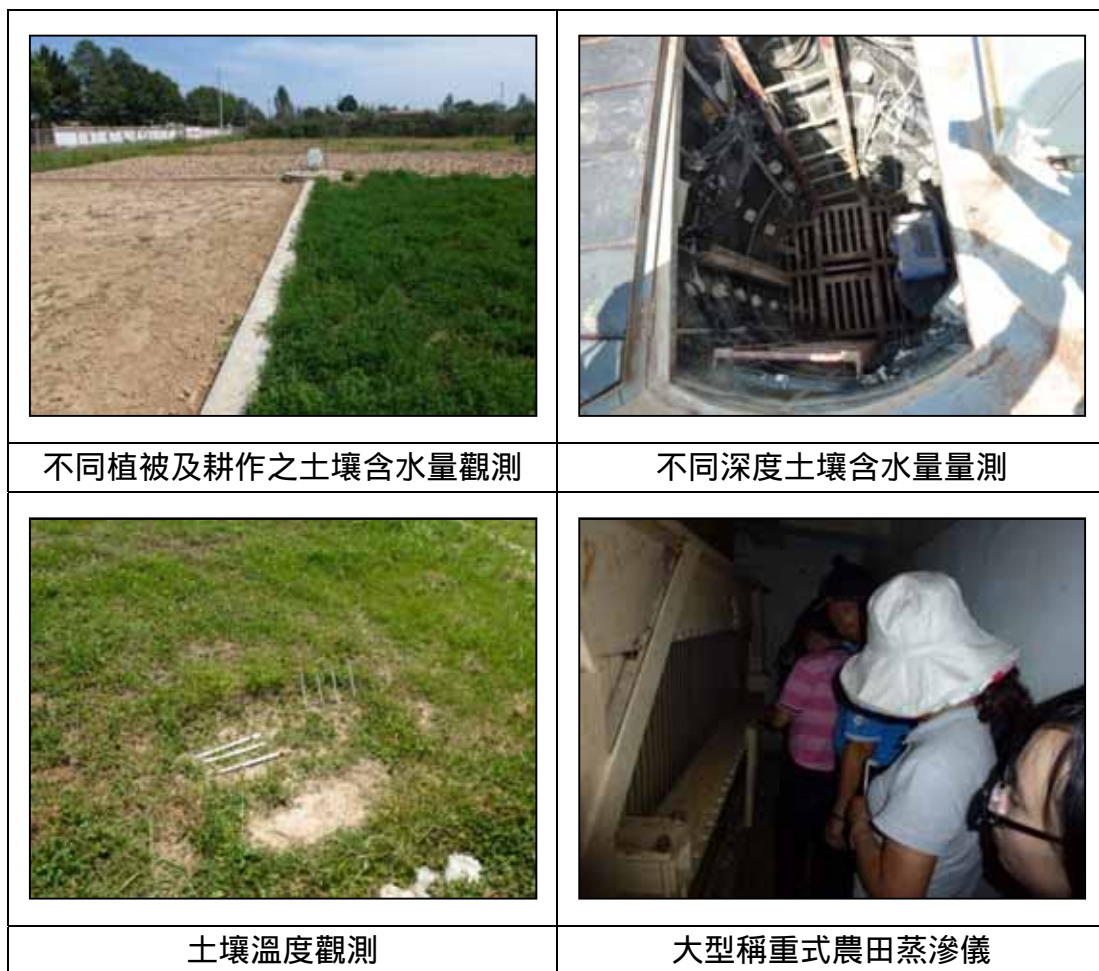


圖 6 土壤水份及溫度觀測設備



圖 7 氣象觀測設備

王東谷位於陝西省長武縣洪家鎮，為長武站內之示範區，其主要為黃土高原上之塬，因自然侵蝕影響而形成之溝谷地形，該站同仁帶領我們由塬地形一路往下坡走，經過塬地型與溝地形，到最後山谷，高差達 200 公尺，見證黃土高原沖蝕之發展及其形態，其壯觀及面貌實著令人稱奇，對黃土高原水土流失與黃河間影響關係有了更深層之概念。

黃土高原是黃河泥砂淤積主要來源，由高原頂部逐漸向下沖蝕，與台灣南部泥岩沖蝕型態類似，王東谷地區引用外來植物-刺槐來被覆裸坡，成效良好，但其莖有刺，沿途上多人被刺傷。

早期大陸農民於溝谷邊坡上因農業全面墾殖，原有森林及草原植被所剩無幾，土層的蓄水保濕能力降低，為保水土永續利用，大陸於 2003 年起，施行退耕還林政策，以營造生態林為主，限制坡度在 25 度以上的坡耕地（含梯田）水土流失嚴重或風沙嚴重、及一切生態地位重要地區必須營造生態林，要按照先陡坡後緩坡的原則進行退耕還林，還林後實行封山管護。因此，為觀察退耕還林政策實行後，土地復原、土壤沖蝕及崩塌情形，於谷底設置觀測站，進行地表逕流量及土沖蝕量觀測。



圖 8 王東谷示範區

三、楊凌旱農研究院、水土流失試驗場及座談會（8月31日）

（一）黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室

黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室位於陝西楊凌農科城，其包括人工模擬降雨大廳、人工模擬乾旱大廳等。

1. 人工模擬降雨大廳：面積為 1,296 平方公尺，其規模為世界上第二大模擬降雨大廳，提供大陸土壤侵蝕與水土保持科學定量化研究之平台。降雨大廳的模擬降雨系統由下噴式和側噴式降雨系統組成：

(1) 下噴式降雨系統：系統裝置由日本引進，降雨高度 18m，降雨強度變化範圍為 30~250mm/h 小時，降雨均度大於 80%，最大持續降雨壓時為 12 小時，雨區由二個獨立降雨試驗區組成，且可以組合降雨。單一實驗區有效降雨面積為 27m×18m。

(2) 側噴式降雨系統：降雨高度 16m，降雨強度變化範圍為 40~250mm/h 小

時，降雨均度大於 80%，最大持續降雨壓時為 12 小時，雨區由二個獨立降雨試驗區組成，且可以組合降雨。單一實驗區有效降雨面積為 4mx 9m。

	
<p>人工模擬降雨大廳</p>	<p>水土保持研究所人員解說相關設備及操作流程</p>
	
<p>沖蝕試驗進行中 人工模擬降雨大廳相關設備</p>	<p>土壤過篩及充填</p>
	
<p>大型人工模擬降雨設備 下噴式降雨系統</p>	<p>大型人工模擬降雨設備 側噴式降雨系統</p>

圖 9 黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室-人工模擬降雨大廳

2. 人工模擬乾旱大廳：可以模擬各種氣候環境，包括自然界乾旱環境過程及各種極環境下(低溫、濕、高強光、高二氧化碳等)物生理變化過程，為植物培養實驗提供人工可控條件其設備包括常態人工氣候室、超低溫超強光人工氣候室、智能人工溫室以及植物生理生態、分子生物學、土壤-植物營養、土壤微生物、全球變化模擬等實驗室。其主要研究方向包括：旱地作物抗旱生理生態理念基及調控，生態恢復植物抗旱生理機制、抗旱生態恢復植物品種開發等。
- (1) 人工智能溫室：可對較大面積(50、100、150 平方公尺)內環境溫度、濕度、光照進行較精確的調控，包括：光照調控(遮陽網減光、補光燈補光)、溫度調控(濕簾降溫、暖氣升溫)及濕度調節(通風降濕、噴霧加濕)。
- (2) 常態人工氣候室：溫度控制 0~40 度、濕度控制 30%~95%、二氧化碳控制範圍 2000ppm、光照控制 $180\sim 1200\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。
- (3) 超低溫、超強光人工氣候室：溫度控制-10~40 度、濕度控制 30%~95%、二氧化碳控制範圍 2000ppm 光照控制 $180\sim 1400\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 。





圖 10 黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室-人工模擬乾旱大廳

(二) 中國旱區節水研究院

為西北農林科技大學於 2010 年 6 月成立跨學院之獨立學術研究機構與多學共享的研究平台，占地 230 畝，實驗室面積 6,000 平方公尺，設有 4 個研究所，針對乾旱、半乾旱地區農業發展中的重大問題及早區節水農業發展及技術之研究。

1. 根系監測控水試驗場：由地上大跨度抗旱大棚及地下玻璃觀察土柱及發發台秤等設施組成，可直接觀察作物根系的生長狀態；對作物不同層的土壤分析試驗、作物根系各種生理、生化指標測試分析試驗；植物發發和根系土壤水份、溫度全天候監控試驗；作物不同土層斷根試驗等。
2. 農田水分轉化試驗場：由移動式遮雨棚、76 個土下測坑及 2 台大型蒸滲儀三部分組成，主要用於農田蒸發蒸散量和水肥運移與轉化研究。
3. 作物抗旱節水鑒定試驗場：由二個電動折合式降雨大棚之試驗區和稱量式盆栽區二部分組成。可作為作物抗旱節水需水過程水分調控試驗、作物遺傳基因的抗旱節水性篩選和鑒定、作物抗捍節水鑒選指標及技術體系等研究。
4. 植物耗水連續測定和自動補水系統：由美國猶他州立大學提供，主要由植物培養容器、懸掛式稱量微型傳感器、灌水自動控制及數據採集系統組成。最大稱重 100 公斤、最小 30 分鐘測定 1 次，補水量根據植物蒸散

量分別設定。可為植物抗旱性和水分利用效率研究提供穩定的環境條件，連續監測植物不同時間 / 時期的需、耗水規律，為灌溉提供可靠之理論依據。系統現以棗樹需水規律研究，以促進陝北部分地區紅棗產業發展。

以上各試驗系統及研究室研究各種材料之老化及噴頭阻塞 溫濕度關係等，相關儀器比長武站更加精密，更加現代化，更利用即時傳輸之先進科技，來觀察水份對作物之影響，以確認作物可生長之灌溉含水量，維持黃土高原缺水情形下小麥及玉米等作物所需水量。其中根系測控水試驗場深入地下一層，整個地下室佈滿土壤不同深度下監測儀器，以了解土壤不同深度下根系生長速度及需水之情形。此外我們也參觀了水土流失試驗場，由於室內試驗場所寬廣，可用以模擬各種降雨強度對土壤沖蝕之影響；戶外也設置一台自走式噴灌機，約 90~100m 長，噴頭採低壓式，蓄電池可供 2 天電量；另有一台捲揚式噴灌，長 300m，採太陽能板蓄電，可進行大面積試驗無虞。

	
<p>根系監測控水試驗場</p>	<p>作物根系監測室</p>
	
<p>農田水分轉化試驗場</p>	<p>作物控水監測廊道</p>



稱重式蒸滲儀



稱重式蒸滲儀監控系統



作物抗旱节水鉴定试验场



移動式作物控水試驗場



植物耗水連續測定和自動補水系統



懸掛式稱量微型傳感器



圖 11 中國旱區節水研究院-實驗設備考察情形

(三) 楊凌水土保持試驗觀測場

試驗站於 2001 年成立，海拔 431~559m，以渭河一、二、三階地為主體，設置 24 個標準實驗小區投影面積 5m×20m，坡度為 10 度和 20 度。集雨試驗監測每個試驗小區的逕流泥沙狀況，分析不同逕流調控措施對逕流泥沙的影響，為坡面逕流提供調控之新技術。

2015 年為強化開發建設與水土流失之研究，再建置 10 個堆積體坡面標準小區投影面積 5m×20m，，坡度分別為 40、36、32、28、24 度，2 個挖方邊坡、1 個超長邊坡、2 個地方試驗小區、1 個堆積體全景平台、1 個向源侵蝕小區。

近年來之試驗初步結果：

1. 平均產沙速率與水流量、坡度呈線性正相關，坡度較水流量對產沙速率之影響更為顯著，所以降低堆積體邊坡坡度是有效減少侵蝕的最簡單之措施一。
2. 產生土壤侵蝕的臨界水流量隨著坡度的增大而減小，重力侵蝕作用凸顯的臨界坡度在 24~28 度之間。
3. 平均流含沙量與坡度存在線性正相關關係，坡度越大，重力侵蝕動力就越大。
4. 0~6m 坡長範圍內逕流與邊坡相互作用強烈，是土壤蝕發生的主要部位；而在 6~20m 坡長範圍內，坡面逕流和邊坡的相互作用不大。故工程堆積

體應注重邊坡頂部 0~6m 範圍內的水土流失防治，以分散逕流及增加土壤抗蝕性為主要目標。

5. 由於堆積體產沙量與逕流量之間存在顯著的線性關係，因此調控坡面逕流大小、維持坡面流的均衡，是減少坡面沖蝕的重要措施。

	
<p>楊凌水土保持試驗觀測場</p>	<p>全景平台</p>
	
<p>坡面標準試驗小區(不同植生)</p>	<p>坡面標準試驗小區</p>
	
<p>堆積體坡面試驗區(尚在設置中)</p>	<p>堆積體坡面試驗區現場</p>

圖 12 中國旱區節水研究院-實驗設備考察情形

(四) 中國科學院水利部水土保持研究所座談會

當日下午於中國科學院水利部水土保持研究所內會議室進行座談，首先分別由劉國彬所長針對水土保持研究所概況、研究方向及未來目標等及孫明德副局長針對臺灣農村再生運作模式進行共計約 1 小時的簡報，接下來雙方分別針對簡報內容提問及說明。

於氣候變遷上，大陸西北地區平均溫度有上升現象，但總雨量呈減少趨勢，故水保所主要透過現地推估與實驗研究如何節水，近年來針對城市建設快速發展，亦逐步針對其相關水土保持進行研究；反觀台灣雖年雨量不變，但乾濕落差大、降雨建時縮短，致於時間內之豪雨，易釀成嚴重災害，所以希望透過衛星影像科技避災，主要重排水，雖然台灣與大陸水保所現階段工作重點有所不同，但一致認為水土保持教室及水土保持基礎研究均有其不可欠缺之意義。

1. 水土保持研究之目標需與產業結合，抑或是處理、預防災害等，才能持續發展，雙方均希望藉由此管道，針對農村再生、防災管理方式及策略，相互交流。
2. 基礎研究部分，雙方研究單位希望藉由於暑期以交換學生方式，甚至設立學分，相互學習；師資部分，則由授課講師互訪到校說明研究主題及優勢，吸引學生參與。



	
<p>劉國彬所長簡報介紹水土保持研究所</p>	<p>孫副局長簡報介紹 臺灣農村再生運作模式</p>
	
<p>雙方座談討論情形</p>	<p>雙方與會與會人員合影</p>

圖 13 中國科學院水利部水土保持研究所座談會情形

四、考察及座談會資料整理、觀樓台參訪（9月1日）

上午於飯店內初步整理 8 月 30 日及 31 日現場考察資料及照片，並進行簡單之討論後，利用搭車前時間，順道前往觀樓台參觀造林及生態保育，其泥作擋土工程及排水系統建置仍屬完善，不受時間之摧毀，可見先人在科技不盡發達之昔日，仍致力於兼顧安全及工藝品質。

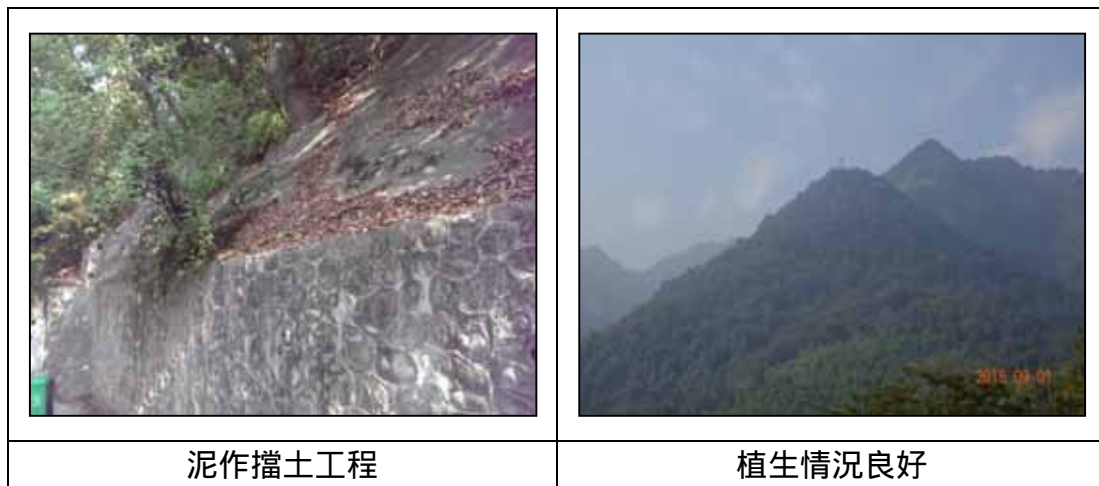


圖 14 觀樓台參觀情形

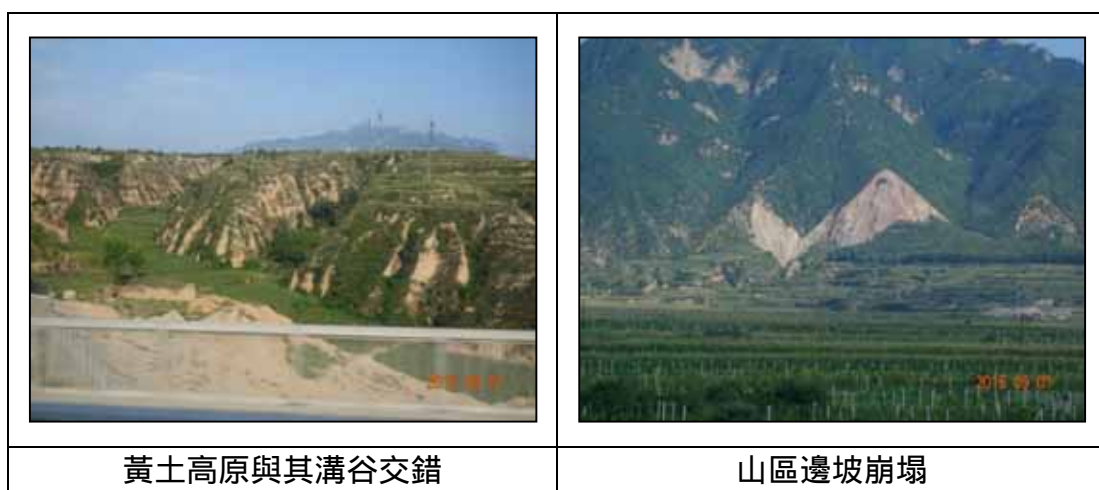


圖 15 動車上黃土高原景觀

下午搭乘動車由陝西西安北站前往山西太原南站，途中一望無際之黃土高原與其溝谷交錯之特殊地形盡覽無遺，發現其間之小型崩塌下方似曾有農業使用遺跡，現況植生情形良好，似已無人居住，亦無治理措施；於傍晚至太原 2015 海兩岸水土保持學術研討會會場辦理報到。



圖 16 2015 海兩岸水土保持學術研討會
報到現場

2.2 參加 2015 海峽兩岸水土保持學術研討會

本次「2015 海峽兩岸水土保持學術研討會」係為中華水土保持學會與中國水土保持學會共同簽署「海峽兩岸水土保持學術交流框架協議」後之第二屆學術研討會，訂於 104 年 9 月 2 3 日於山西省太原市召開「2015 海兩岸水土保持學術研討會」，本次會議由中華水土保持學會與中國水土保持學會主辦，山西省水土保持學會承辦，台灣屏東科技大學、山西省水土保持科學研究所及山西大學黃土高原研究所協辦，大會主題是「水土保持與生態文明建設」，主要研討水土流失防控技術及其生態服務功能、水源地保育與面源污染防控、工程建設城鎮化中的水土保持、山地災害預測預警與防治、水土保持與區域可持續發展、水土保持政策法規與科普教育等議題；論文投稿主題可分類為：1.土壤侵蝕、2.石漠化、3.水土保持、4.山地災害、5.面源污染、6.區域持續發展、7.生產建設、8.森林水文及 9.植物生理等。

大會邀請海峽兩岸水土保持領域之學者及專家，進行 10 篇主題報告，並收錄 108 篇論文，其中 95 篇進行現場報告及學術交流，並有海峽兩岸水土保持研究、管理部門、大專院校等學者及規劃設計、工程技術領域之專家、工程師、技師和地方水土保持學會代表等 200 多人參加本次研討會。

學術研討會開幕式由水利部水土保持司司長劉震先生主持，介紹與會來賓，並分別由山西省水利廳廳長潘軍峰先生、中國水土保持學會會長劉寧先生及中興大學農資學院院長暨中華水土保持學會理事長陳樹群先生致詞。劉寧先生致詞時提到加強水土保持、促進生態保育，攸關兩岸人民生命財產安全及福祉的。陳樹群理事長則說明近年來，台灣在水土保持建設、水資源保育、水土保持管理、坡地災害防治和科學研究等方面獲得了的相當大的成果，希望在兩岸學會和水土保持工作者的共同努力下，藉由學術合作交流，互相借鏡及提昇，為兩岸水土保持的發展及賴以生存的生態環境，做出水土保持工作者應有的貢獻。潘軍峰先生致詞中亦簡要介紹了山西的概況以及近年來水土保持治理成果，希望通過此次研討會，加強兩岸溝通與合作，相互學習，開闊視野，推動和促進海峽兩岸水土保持事業之持續發展。



圖 17 2015 海峽兩岸水土保學術研討會開幕

此次學術研討會特別邀請本局孫明德副局長進行主題報告，題目為「大規模崩塌及坡地防災策略」，報告台灣在坡地上大規模崩塌之防減災策略、管理作為及未來目標等，提供台灣在坡地水土保持防災及管理之經驗分享。



圖 18 孫明德副局長主題報告「大規模崩塌及坡地防災策略」



圖 19 2015 年海峽兩岸水土保持學術研討會主題報告

主題報告結束後，緊接著於五個分會場分別進行為期二天之論文發表及學術交流。9月2日下午由邱啟芳副分局長於區域可持續發展分會場發表 - 2014 年莫拉克中部及東部災區潛在大規模崩塌地區危險度評估與簡易觀測系統建置、羅文俊正工程司於山地災害分會場發表 - 降雨驅動指標應用於土石流及崩塌警戒之研究；9月3日上午游韋菁正工程司於水土保持分會場發表 - 2014 年藤枝林道 3.5k 及九份二山崩場地監測與後續因應措施研究計畫；發表內容，現場與會人員均有高度興趣，討論情形熱烈，三人均獲於該研討會之宣讀證明，其中「降雨驅動指標應用於土石流及崩塌警戒之研究」獲優秀論文獎。





水土保持局邱啟芳副分局長報告「2014 年莫拉克中部及東部災區潛在大規模崩塌地區危險度評估與簡易觀測系統建置」



水土保持局邱啟芳副分局長報告現場與會人員提出問題



水土保持局羅文俊正工程司報告「降雨驅動指標應用於土石流及崩塌警戒之研究」



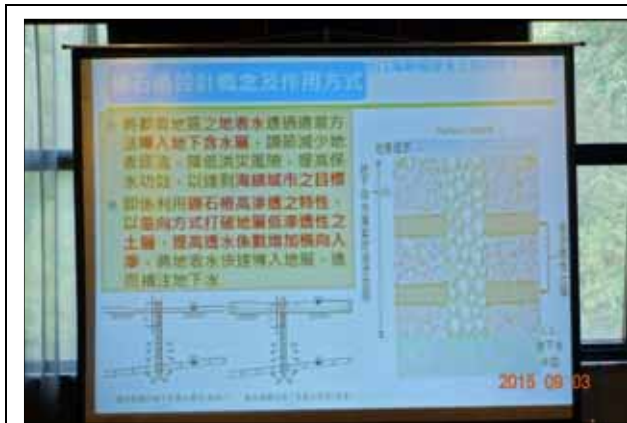
水土保持局羅文俊正工程司現場回復與會人員提問



水土保持局游韋菁正工程司報告「2014 年藤枝林道 3.5k 及九份二山崩場地監測與後續因應措施研究計畫」



水土保持局游韋菁正工程司現場獲頒宣讀證明



逢甲大學水利工程與資源保育學系許少華教授報告「礫石樁-都會區保水措施之新工法」



屏東科技大學陳天健副教授報告「高屏溪流域大規模岩體滑動類型調查與分析」



北京市水土保持工作總站李世榮報告「北京市水土保持類型區劃分研究」



華梵大學環境與防災設計學系鄭清江主任報告「颱風豪雨驅動坡地變位門檻值之制定與防災應變系統整合之研究」

圖 20 2015 年海峽兩岸水土保持學術研討會發表情形

9 月 3 日下午孫明德副局長及大陸水利部國際泥沙研究培訓中心主任寧堆虎擔任主會場主題報告主持人，主持 5 項主題報告，並由中國水土保持學會秘書長吳斌主持頒獎典禮及閉幕式，研討會圓滿落幕。

由本次發表文章內容樣態及研究大致可看出大陸水土保持仍偏重在基礎科學研究面，包括土壤沖蝕、作物生長、旱地農業、森林植被、生態發展、土壤利用...等。雖然顯著重在基礎科學，但從其研究方法及規模，不難看出其水土保持研究根基穩固，面向多元，利用科技輔助研究等優勢。台灣所發表文章則偏重在災害防治、監測建置、模式推導、山崩地滑等方向，主要著重於科技及防災議題，與大陸水土保持方向迥異，但職認為台灣與大陸水土保持應可互補，相互合作，

將大陸地區所做之基礎研究成果和台灣高科技之技術結合,互蒙其利,共創雙贏,塑造兩岸水土保持合作之新頁。

	
<p>孫明德副局長及大陸水利部國際泥沙研究培訓中心主任寧堆虎擔任主會場主題報告主持人</p>	<p>中興大學水土保持學系馮正一系主任報告「人為落石產生震動訊號特性」</p>
	
<p>屏東科技大學水土保持學系許中立係主任報告「黃壤、紅壤與泥岩添加改良藥劑之土壤物理與力學性質變化」</p>	<p>9月3日下午研討會閉幕式</p>

圖 21 2015 年海峽兩岸水土保持學術研討會主題報告及閉幕式

2.3 拜會「香港土木工程拓展署 土力工程處」

9月4日一早赴太原武宿機場搭機前往香港赤鱗角機場，由香港土木工程拓展署土力工程處人員接機後，赴土力工程處進行交流座談。

一、香港土木工程拓展署土力工程處座談（9月4日）

土木工程拓展署土力工程處由汪學寧處長率土力工程處潘偉強副處長、孫向榮高級土力工程師、董文高級土力工程師、謝淑欣高級土力工程師、林雨霞土力工程師等接待，首先由土力工程處由潘偉強副處長針對土力工程處業務進行簡介，接下來分別由該處工師進行山泥傾瀉警報系統、土力工程處緊急服務及斜坡資訊系統簡報，本局則由羅文俊正工程司進行台灣土石流防災與警戒機制簡報。

簡報過後，由汪學寧處長主持討論，並進行雙方交流座談。



圖 22 拜會香港土木工拓展署

（一）土力工程處簡介

1. 土力工程處於 1977 年成立，專責各項岩土工程工作，使土地的運用和開發符合安全及經濟效益。
2. 轄下設有 11 個部別，提供岩土工程管制和土地規劃、推行長遠防治山泥傾瀉計畫、山坡山泥傾瀉的風險管理、山泥傾瀉勘測、岩土工程標準及測試、山泥傾瀉緊急服務、山泥傾瀉警報系統、公眾教育和社區諮詢

服務及斜坡資訊系統等。



圖 23 香港土木工拓展署主要業務

(二) 山泥傾瀉警報系統

1. 山泥傾瀉警報系統是全港性的警報系統，除提供民眾將要面的的山泥傾瀉風險和採取必要的安全防護措施外，同持啟動政府相關的緊急服務。
2. 由香港天文台預測未來 1~3 小時的空間雨量分佈，每 6 份鐘更新，提供土力工程處預測滑坡數量，以人造斜坡（如削土坡、護土牆、石坡及填土坡等）的「降雨-滑坡概率」作為基礎，計算在同一降雨量地區的滑坡概率。
3. 當預測滑坡數量達到 15 時，土力工程處與香港天文台決定是否發出山泥傾瀉警報，香港天文台尊重土力工程處專業決定，並由香港天文台發布警報。



圖 24 山泥傾瀉警報系統

(二) 天然山坡山泥傾瀉警示

1. 突然極端暴雨可能引發廣泛地區的天然山坡山泥傾瀉，故需要建立天然山坡山泥傾瀉的預警系統，加強政府部門對廣泛地區發生天然山坡山泥傾瀉時的備災工作和緊急應變能力。
2. 以降雨 - 天然山坡滑坡密度相互關係為基礎，配合空間降雨資料，推算降雨級別，再按天然山坡地地質、斜度作模擬，預測發生山泥傾瀉的數目，作滑坡預報。
3. 不對外發布，只作內部警示作用，亦不影響現行的山泥傾瀉警報系統。

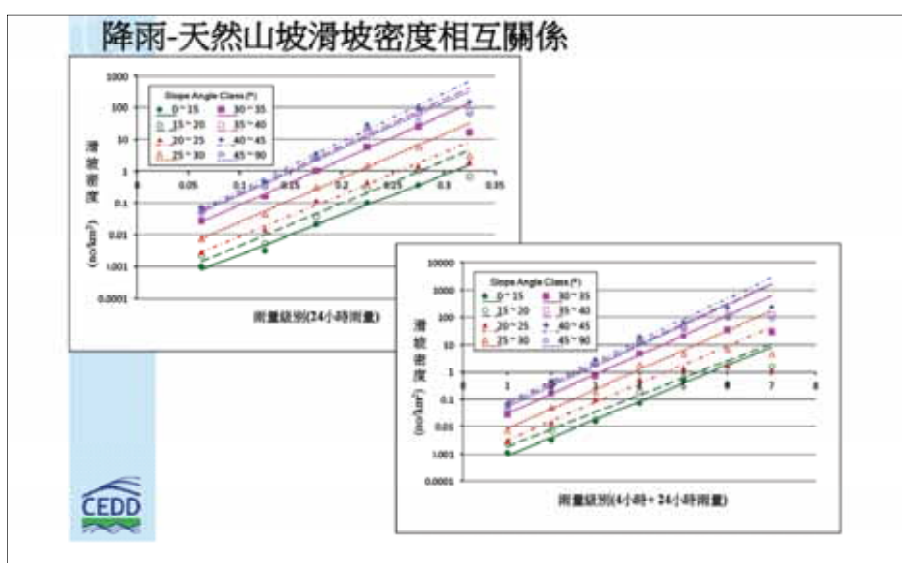


圖 25 降雨 - 天然山坡滑坡密度關係

天然山坡山泥傾瀉警示基準架構		
預測天然山坡滑坡數量	警示級別	嚴重程度
≥500 to < 1000	1	有可能在廣泛地區發生天然山坡山泥傾瀉
≥1000 to < 2000	2	廣泛地區發生天然山坡山泥傾瀉
≥2000	3	非常廣泛地區發生天然山坡山泥傾瀉

圖 26 天然山坡山泥傾瀉警示基準架構

(三) 斜坡記錄冊及斜坡資訊系統

1. 土力工程處於 1944 年起針對香港較大型的人造斜坡,展開有系統的鑒定、分類及登記,內容包括斜坡構造、形狀、外貌、建造歷史等,並以斜坡記錄冊(Catalogue of Slopes)建檔。此記錄冊擁有全球同類記錄冊最大的資料庫,除能協助相關工程技術人員進行斜坡維修工程,並可讓民眾快捷方便的透過網路自由查閱斜坡資料。
2. 現在斜坡記記錄冊內登記大約六萬個人造斜坡,斜坡之統一分類方式如圖,依權責區分為私人及政府維修斜坡,其中政府維修斜坡部分,再詳細區分權責機關,同時依人命風險區分一至三類別;相關資訊建置於於 1999 年完成斜坡資訊系統中。

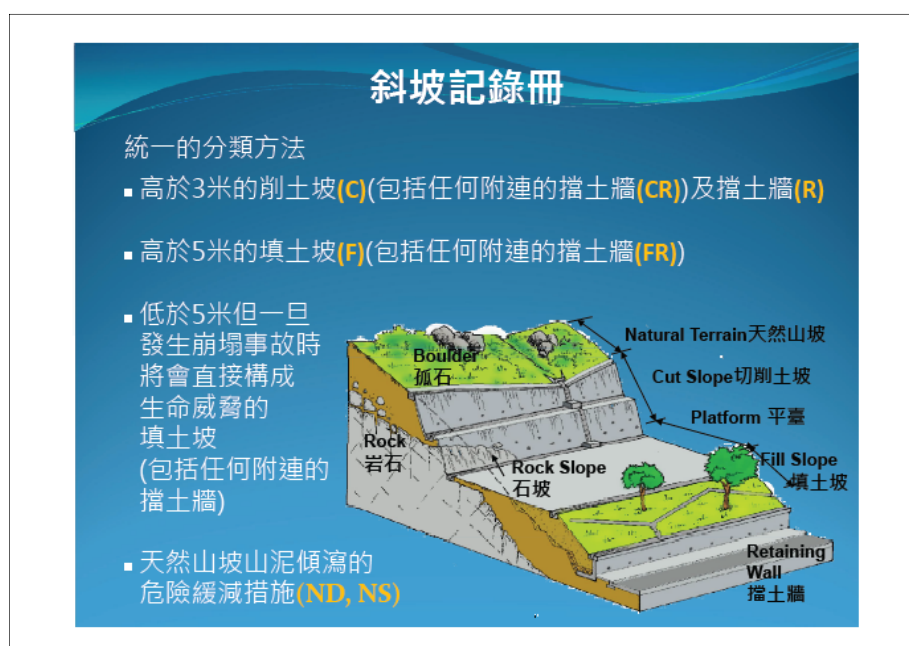


圖 27 天然山坡山泥傾瀉警示基準架構

3. Geotechnical Information Infrastructure (簡稱 GInfo)則結合斜坡資訊系統及其他斜坡維修記錄，如地質圖、斜坡維修責任資訊、維修記錄、土松勘查資訊、航空照片、即時雨量圖、山泥傾瀉記錄等，讓政府人員及顧問能更有效進行斜坡維修視察、山泥傾瀉調查、審理建築及工程專案或其他斜坡工程。

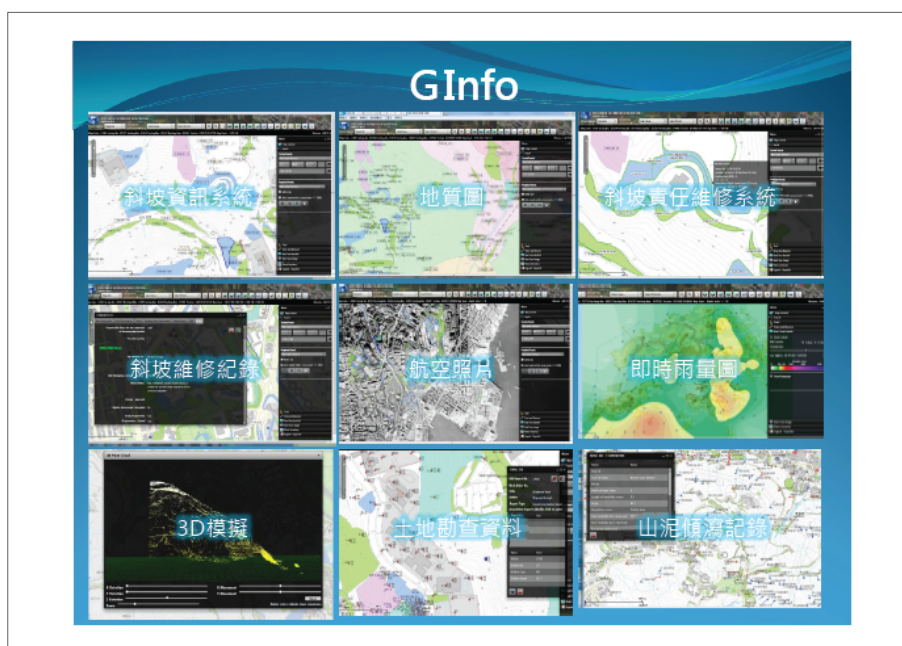


圖 28 Geotechnical Information Infrastructure

(四) 土力工程處緊急服務

1. 緊急服務宗旨：承諾每當有緊急事故發生，以致對人民的生命財產或公眾安全構成威脅時，迅速採取有效的應變措施和善後工作。
2. 緊急服務主要由署內土力工程師(約 150 人)提供，當下列情況發生時，緊急控制中心運作，並由 13 隊緊急服務隊伍輪班當值，約 8 小時換班一次。
 - (1) 山泥傾瀉警報發出
 - (2) 八號或以上颱風信號生效
 - (3) 其他緊急情況
3. 當接到山泥傾瀉求助報告，當值人員依其嚴重性和破壞程度，按序提供

緊急服務，包括派遣工程師前往調查瞭解。

- (1) 嚴重：涉及人命傷亡，或需大型疏散、全面封閉主要公路。人員 2 小時內到場。
 - (2) 重大：構成重大干擾（例：需疏散居民、道路堵塞）。人員 8 小時內到場。
 - (3) 輕微：沒有重大影響或發生在偏僻地區。人員盡快到場。
4. 應用綜合山泥傾瀉資訊系統，就山泥傾瀉造成的即時或潛在危險，以及採取之因應措施向政府部門提供專業意見。
 5. 簡報最後提及全球氣候加速變化，自然災害難以避免，政府需積極準備隨時候命，除加強行動系統管理和裝備之靈活性，部門間充分合作溝通，發揮協同效應。



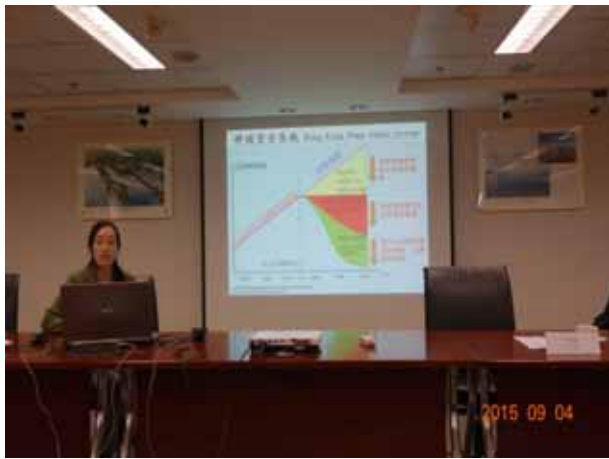
圖 29 綜合山泥傾瀉資訊系統



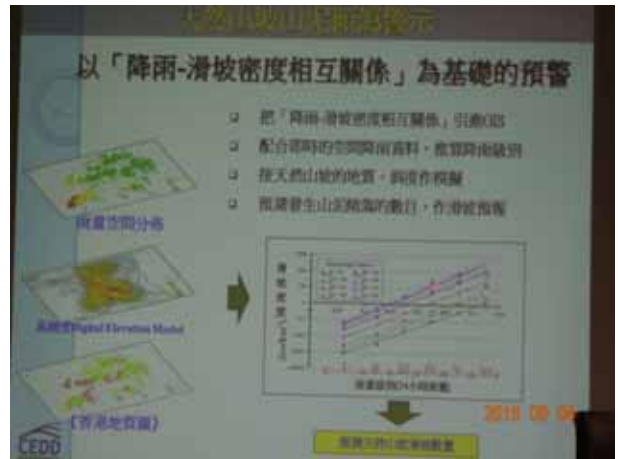
土力工程處潘偉強副處長
土力工程處簡介



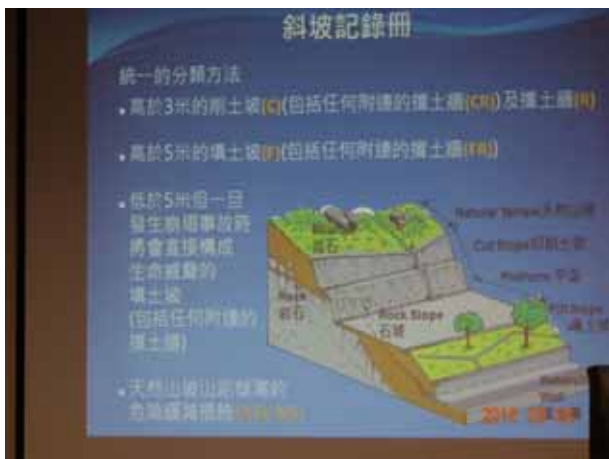
羅文俊正工程司
台灣土石流防災與警戒機制簡報



土力工程處謝淑欣高級土力工程司
土力工程處緊急服務簡報



土力工程處董文高級土力工程司
山泥傾瀉警報系統簡報



土力工程處林雨霞土力工程司
斜坡記錄冊簡報



土力工程處林雨霞土力工程司
斜坡資訊系統簡報

圖 30 土力工程處及本局簡報情形



圖 31 土力工程處座談雙方提問及交換意見



圖 32 孫副局長代表本局與土力工程處汪學寧處長互贈紀念品



圖 33 土力工程處與本水土保持局考察團共同合影

二、香港世界地質公園參訪（9月5日）

9月5日在土力工程處地質人員帶領下，參觀位於糧船灣景區萬宜水庫旁世界地質公園，其地形為1億4千萬前，一次極端猛烈的火山爆發，厚厚的火山灰在破火山口盆地內沉積。以火山灰逐漸冷卻收縮，形成壯觀的六角石柱，大多數六角石柱皆略有傾斜，仔細觀察發現石柱在某些地點形成一種淺S型區線，經地質人員解釋，這是由於在漫長的冷卻過程中，火山盆地局部塌陷，以至火山灰在沉積時緩慢蠕動，導致石柱塑性之變形。

更令人驚訝的是，在深層彎曲剖面裂縫處出現了與周圍不同岩性地質，據了解，係熔岩冷卻後期遇外力（如地震）影響，產生裂縫，地下岩漿從地底沿裂縫侵入，冷卻後成為深灰色的不同岩盤，這種情形記錄香港歷年來火山活動及地殼運動，是一份珍貴的地質記錄。

在參訪過程沿途看到水庫內邊坡僅約3~5公尺，也有斜坡資訊標示，其牌面上，註明斜坡編號、維修部門及聯絡電話。



香港世界地質公園



萬宜水庫東壩六角柱狀火山岩出露



萬宜水庫內斜坡登記標誌



土力工程處鄧麗君高級土力工程師說明
基性岩牆



萬宜水庫大壩



萬宜水庫內斜坡登記標誌

圖 34 香港世界地質公園參訪情形

第三章 心得與建議

為瞭解大陸西北地區及香港，水土保持之研究及坡地防災之策略與政策方向與相關工作推行情形，考察期間拜會中科院水利部水土保持研究所及香港土木工程拓展署土力工程處進行雙方之座談與交流，並參與「2015 年海峽兩岸水土保持學術研討會」，過程中亦實地參訪長武黃土高原農業與生態試驗站、王東谷試驗示範區 黃土高原土壤侵蝕與旱地農業國家重點實驗室 中國旱區節水研究院 楊凌水土保持試驗觀測場、香港世界地質公園等。在大陸方面之水土保持著重基礎研究，近年逐漸與產業結合發展，並對開發建設水土保持之技術進行研究，而香港與我國同為高度開發及地狹人稠環境，坡地旁常為都市住宅人口密集區，對於坡地安全均特別重視，提出以下心得：

- 一、黃土高原是黃河泥砂淤積主要來源，其沖蝕順序首為表土剝除，再因逕流集中形成-小蝕溝，往下切割形成溝蝕，此種型態之沖蝕與台灣泥岩相類似，其治理方式為引用外來植物-刺槐來被覆裸坡，成效良好，或許可提供台灣治理泥岩之借鏡。
- 二、大陸 3 年前制定水土保持法，規定 25°以上坡度不能有開發行為，25°以下山坡若採適當水土保持措施下，可准開發為梯田利用。黃土高原經近幾年來休養生息，明顯植被及生態恢復情形良好，由水保所近年來調查黃河淤泥減少可見一斑。因此限制崩塌陡坡利用或開發對水土保持而言甚大效益。
- 三、大陸水土保持所致力水土保持基礎科學研究，尤其是沖蝕、作物覆蓋、經營管理等方面，對水土保持 USLE 公式參數之適用性提供學術之肯定，再加上實驗室及戶外現地試驗，相信所推估的不同土壤之 K、C、P 等值之正確性可相對提高，此部份之研究方式確可作為台灣學習。
- 四 大陸在丘陵地採 ” 搭埧淤地 “ 及 ” 引水拉砂 “ 方式與台灣整治野溪方式原理一致，理念相同，由此可見，對水土保持做法是一樣的，僅是需求重點不同而致工作方向不同。
- 五、大陸黃土高原屬北方氣候，雨量少，年降雨量最多也不足 1000mm，故重點工作為如何節水、保水，就此部份應可對台灣山坡地如何涵蓄水源提供一些

可行方式。

- 六、由田間試驗得知水份入滲土中深度因植生不同而有所不同，且土壤中易有不透水層（結皮）形成，即地表水入滲有其限度。另根系固土與崩塌臨界點之關係也是值得研究。
- 七、大陸西北農林科技大學試驗室從滴灌產品開發研究、加工、成品、專利申請一系列作業，其噴頭材料由塑膠進階至陶瓷，不斷的投資研究，對農業發展實有助益，更對“產、學、研”跨域合作提供另類思維。
- 八、本次參訪感覺，台灣對土石流預警及機制建立相較香港模式，有過之而無不及，對長期投入此工作之同仁應予以肯定，並投以無限掌聲與鼓勵。

此次赴大陸及香港參訪行程，對大陸西北地區及香港之坡地管理、防災政策與目標有所瞭解，針對此次參訪及考察提供下列建議：

- 一、隨著時空背景及氣候等大環境因素之改變，水土保持技術規範所訂之參數（如 K、C、P 等）的確需要斟酌修正，若能借此機會，成立相關試驗單位或長期研究水土保持基礎科學，相信對 USLE 公式適用性更有助益。
- 二、中國水土保研究所之各個野外試驗室均有其設置目的及背景方向，此次僅參訪長武站，對其土壤沖蝕之監測及設施獲益良多，希水土保持局能多與水土保持所交流，多安排時間參訪其他野外試驗室。
- 三、台灣近年來推動水土保持戶外教室及農村再生之成果，大陸專家學者著實讚許，可以將經驗與大陸方向交流。
- 四、香港斜坡記錄冊方式值得學習，台北市政府同樣模式亦有一定效果，惟此種方法對城市區可行，但對幅員廣闊地方及交通不易到達又有保全對象之地區是否適合，值得再探討。
- 五、香港土力工程處對滑坡或崩塌非常重視，每月均會出版類似文章，除有教育民眾意義外，對資料傳承及訓練有很大成果，也是值得參酌之處。
- 六、大陸西北地區亦面臨農村人口外流之問題，故針對臺灣之農村發展策略及方式有高度興趣，惟兩岸互訪方式，建議仍先以學術交流為主；香港與我國希

望對彼此之坡地管理及防災工作經驗，能有更進一步之認識，故建議雙方人員能以短期駐地，參與對方工作實況，深入瞭解坡地管理及防災工作之實務。

七、本次赴大陸考察行程能順利完成，主要感謝水土保持局、中興大學水土保持系、中興大學農業暨自然資源學院、屏科大水土保持系等單位人員全力支持及協助安排行程，同時感謝中國水利部水土保持研究所及香港土力工程處人員之陪同，使得考察任務能順利完滿達成，特此一併致上誠摯謝忱。