

## 工程地質研討會專欄

### 工程地質研討會(23)~九黃世界遺產與汶川世紀大震 與會報導

高秋振\*

#### 一、活動內容與行程

地工技術研究發展基金會於民國 101 年 9 月 4~9 日，舉辦第廿三次戶外工程地質研討會，本次活動的勘查重點為 2008 年汶川地震災害遺跡與重建狀況，包括映秀鎮、百花大橋(岷江支流牛圈溝)、都江堰及擁有特殊地質與地形景觀的黃龍和九寨溝世界自然遺產。本次活動由國立海洋大學河海工程系林三賢教授擔任領隊，共計 32 位學、業界人員參加，在國立台灣大學土木系林銘郎教授與成都理工大學環境與土木工程學院的唐川教授精心引導與帶領下，讓與會的地工界同好們領略地質的豐富內涵。

#### 二、成都理工大學參訪

成都理工大學(原成都地質學院)是大陸地質災害防治與地質環境保護唯一的國家重點實驗室，實驗室下設 4 個研究室、5 個研究中心和 13 個裝備先進試驗室，現有儀器設備總值為 7000 餘萬元人民幣；擁有獨立的學術實驗大樓。

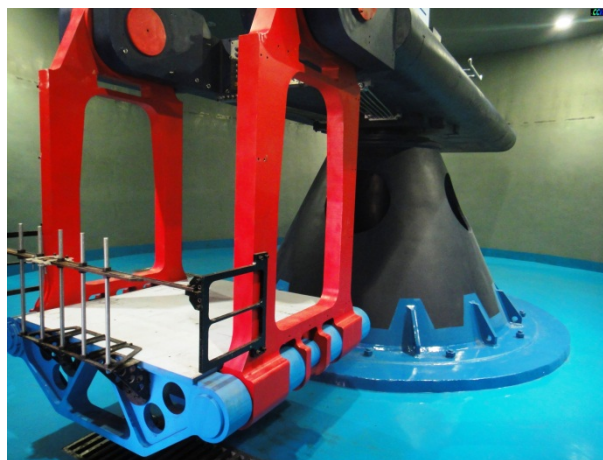
本次參訪活動由理工大學唐川教授帶領參觀校內各項先進試驗室，包括現代土力學試驗室、大型岩土離心機、大型泥石流試驗室、地質力學模擬試驗室、岩土體流變試驗室等，並在林銘郎教授與唐川教授精心安排下針對汶川地震重建與土石流防治等課題進行技術與經驗交流座談。



成都理工大學參訪交流座談(何樹根攝)



地質力學模擬試驗室-滑坡模擬試驗(高秋振攝)



大型岩土離心機(高秋振攝)



大型泥石流試驗室參觀(高秋振攝)

\* 富國技術工程(股)公司

### 三、2008-汶川世紀大震(牛圈溝-映秀鎮)

於成都理工大學參訪後次日，由唐川教授帶領至紫坪鋪水庫、映秀鎮、紅椿溝等地瞭解當地地形、流域與地質特性，並詳盡解說致災成因與減災對策等。

2008年5月12日大陸四川省汶川縣發生規模 Ms8.0 的大地震(一般簡稱汶川地震)。由於地震震央位於人口密集的四川省成都平原西緣的龍門山山區，導致人員、財產重大損失(林銘郎等，2008)；強烈地震後山地區域的地質環境更加脆弱，導致泥石流活動更加頻繁、危害更加嚴重。

汶川縣映秀鎮屬四川盆地邊緣，位處岷江與漁子溪匯流處，為汶川地震的震央位置，是災害高強度區，全鎮大部分房屋倒塌，到處山體滑坡(陳聯光等，2008)。紅椿溝則位於映秀鎮東北側，岷江左岸，溝口堆積扇區為映秀鎮震災後重建規劃區。紅椿溝係由寒武紀花崗岩、閃長岩組成的斜坡體，受汶川地震強烈作用導致溝谷兩岸坡體大面積失穩，形成較大規模滑坡體。2010年8月14日強降雨過程導致汶川震區映秀鎮紅椿溝泥石流暴發，泥石流堰塞堆積體堵斷岷江主河道，導致河水改道沖入映秀新鎮，引發洪水氾濫；造成映秀鎮 13 人死亡、58 人失蹤。(唐川等，2011)

隨後再順道考察地震遺址紀念館、震央百花大橋(岷江支流牛圈溝)。在主辦單位充份準備及解說老師的精闢講解下，參加學員不僅飽覽當地地質地貌，並從中吸收致災與減災之教訓與經驗，行後皆感收穫豐碩。

### 四、都江堰與青城山(2000世界文化遺產)

第二天下午在主辦單位精心規劃下，前往聞名古今並被譽為“世界水利文化的鼻祖”-都江堰，以及道教名山-青城山考察。

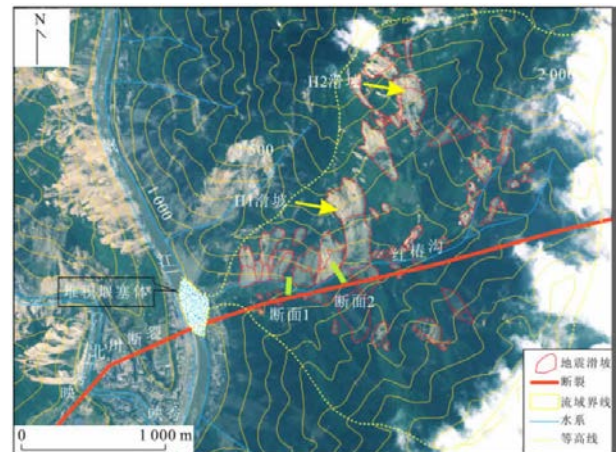
都江堰是中國古代建設並使用至今的大型水利工程，位於四川省岷江上游處。是由戰國時秦國蜀郡太守李冰及其子於公元前約 256 年至

251 年主持建造的。經過歷代整修，兩千多年來都江堰一直在發揮巨大的作用。整個都江堰樞紐分為堰首和灌溉水網兩大系統，堰首包括魚嘴(分水工程)、飛沙堰(溢洪排沙工程)、寶瓶口(引水工程)三大主體工程；灌溉水網則遍及整個成都平原，因而造就了聞名天下的「天府之國」。

青城山為中國道教發源地之一，屬道教名山之一。位於四川省都江堰市西南，於都江堰水利工程西南 10 公里處。主峰老霄頂海拔 1600 公尺。在四川名山中與劍門之險、峨嵋之秀、夔門之雄齊名，有「青城天下幽」之美譽。青城山於 2000 年與都江堰共同作為一項世界文化遺產被列入世界遺產名錄。2008 年汶川地震中青城山受到比較大的影響。



唐川教授解說紅椿溝整治工程(高秋振攝)



紅椿溝泥石流流域特徵(唐川等，2011)





映秀鎮重建區位於岷江與漁子溪匯流處(高秋振攝)



都江堰之魚嘴分水堤(高秋振攝)



在岷江左岸遠眺映秀鎮重建區地形特徵(高秋振攝)



青城山入口處之道觀建築(高秋振攝)



紅椿溝整治工程大型攔土石壩考察(高秋振攝)



於汶川地震的震央牛圈溝大合照(高秋振攝)

## 五、黃龍(1992世界自然遺產)

俯瞰景區似一條黃金色巨龍，故名黃龍。黃龍距成都僅 300 多公里，主要由黃龍溝主景區和丹雲峽、紅星岩、雪寶鼎、牟尼溝等週邊景區以及松潘古城組成，面積達 1340 平方公里，以彩池、雪山、峽谷、森林之奇、絕、秀、幽「四絕」著稱於世，是中國大陸唯一保護完好的高原濕地。這一地區還生存著許多瀕臨滅絕的動物，包括大熊貓和四川疣鼻金絲猴。黃龍於 1992 年被聯合國教科文組織列為世界自然遺產。

黃龍位於青藏高原東部邊緣，屬石灰岩之喀斯特岩溶地貌，幾萬年來黃龍溝四周高山上的冰雪融水和地表水不斷流淌下來，滲入冰積物中，在鬆散的石灰岩下部形成淺層潛流，並在流動過程中溶解了大量石灰岩的碳酸鈣物質。隨後，飽含碳酸鈣質的潛水出露地表，形成無數小溪散流而下。這時因水溫和壓力降低，二氧化碳氣體逸出，使溶解於水中的碳酸鈣又結晶析出，澱積於植物的幹莖、倒木或落地枯枝上，日積月累，形成了厚數十公分、高 10 餘公分至 2 公尺不等的



堅固碳酸鈣圍堤。

隨著地勢的高下和地形的起伏，結成的鈣華呈階梯狀疊置。漫山遍野的灰華圍堤，圍成各種集天成、形狀絕妙的水池，高低錯落，層層相連，仿佛神州仙境中的蓮台瑤池，因而被譽為「人間瑤池」。

黃龍景區內的主要景點有：轉花玉池、五彩池、龍王廟、石塔鎮海、黃龍寺、黃龍洞、映月彩池、中寺、玉翠彩池、龍背流金瀑、爭豔彩池、盆景池、金沙鋪地、金瀑瀉銀、飛瀑流輝、迎賓彩池等。



黃龍彩池俯瞰照片(何樹根攝)



被鈣華沉積物埋沒的石屋與石塔(高秋振攝)



日積月累形成的堅固碳酸鈣圍堤(高秋振攝)



黃龍景區地理位置及鈣華景點位置圖(鄭貴平, 2011)



黃龍彩池側視照片(何樹根攝)





河灘沉積了大面積的鈣華-“金沙鋪地”(高秋振攝)



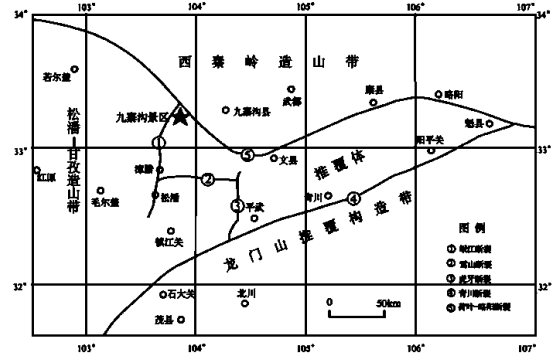
紅樺，樺木科樺木屬落葉喬木，是中國大陸的特有植物，被列為亞洲珍稀樹種(高秋振攝)

## 六、九寨溝 (1992世界自然遺產)

九寨溝景區位於大陸西部四川省阿壩縣藏族羌族自治州南坪縣。因為九個藏族村寨坐落在这片高山湖泊群中，因而被稱為“九寨溝”。全區面積約 720 平方公里，大部分為森林所覆蓋，溝中現存 140 多種鳥類，還有許多瀕臨滅絕的動植物物種，包括大熊貓和四川扭角羚。九寨溝與黃龍於 1992 年被聯合國教科文組織列為世界自然遺產，1997 年再列入「世界人與生物圈保護網路」。

九寨溝地處岷山山脈南段尕爾納峰北麓，是長江水系係嘉陵江源頭的一條支溝，也是青藏高原向四川盆地過渡的地帶，地質背景複雜，碳酸鹽分布廣泛，褶皺斷裂發育，新構造運動強烈，地殼抬升幅度大，多種營力交錯復合，造就了多種多樣的地貌景觀，發育了大規模喀斯特作用的鈣華沉積，以植物喀斯特鈣華沉積為主導，形成九寨溝艷麗典雅的群湖，奔瀉湍急的溪流，飛珠濺玉的瀑群，古穆幽深的林莽，連綿起伏的雪峰，這些地貌景觀的和諧組合，構成獨具特色的風景名勝區。

九寨溝由東支的則查洼溝(長 31.96km)與西支的日則溝(長 28.55km)匯流至主溝樹正溝(長約 14km)，在平面上呈“Y”字形分布，總長約 50 餘公里。溝中分布有多處湖泊、瀑布群和鈣華灘流等。水是九寨溝景觀的主角，碧綠晶瑩的溪水好似項鍊般穿插於森林與淺灘之間。色彩斑斕的湖泊和氣勢宏偉的瀑布令人目不暇接。



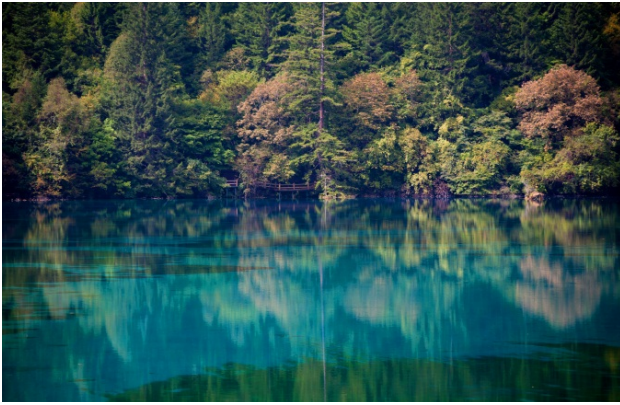
九寨溝景區所處大地構造位置圖(鄭貴平，2011)



九寨溝的山岳與地質景觀(何樹根攝)



九寨溝景區地圖



湖水清澈、色彩斑斕、倒影若鏡(何樹根攝)

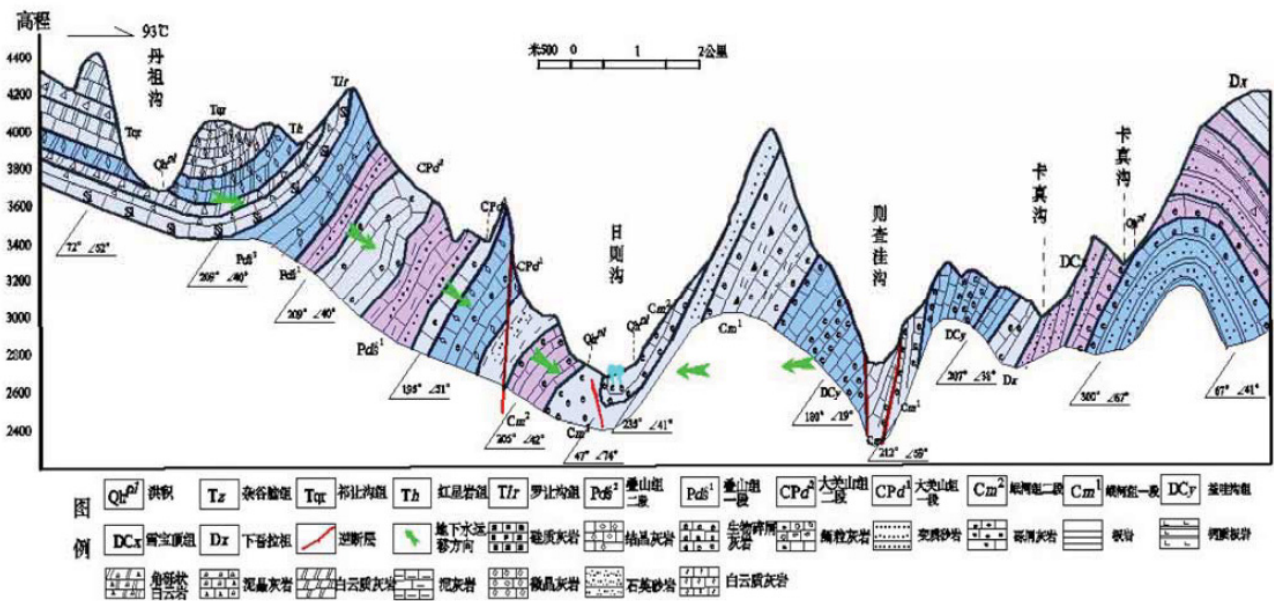


樹在水中長，水在林中流的樹正群海(高秋振攝)

## 九寨溝景區地貌景觀分布及特徵(鄭貴平, 2011)

主要類型	景觀名稱	位置	特徵	
山岳	扎依扎嘎山	扎如溝	主峰海拔 4400m, 山峰尖削崢嶸, 像一柄銀色的巨劍, 直刺蒼穹, 傳說是萬山之祖扎依扎嘎的化身	
	達戈山	樹正溝	主峰海拔 4106m, 山勢挺拔雄健, 呈金字塔形, 傳說是勤勞勇敢並與沃洛色嫫相戀的藏族青年達戈的化身	
	沃洛色嫫山	則查洼溝與日則溝之間	主峰海拔 4114m, 山腳蜿蜒 48km, 山腰多霧氣繚繞, 峰頂霞光普照, 一片金黃。面向鏡海, 遙對達戈山, 傳說是聖潔美麗女神的化身	
峽谷	則查洼峽谷	上、下季節海之間	峽谷長約 6km, 寬 20-30m, 兩岸岩崩發育, 堵塞河谷形成窪地	
	天鵝海峽谷	天鵝海出口地段	峽谷長約 1km, 寬近百公尺, 左岸岩壁直立, 倒石堆發育, 倒石堆將峽谷上游河谷堵塞, 形成天鵝湖	
	高瀑布峽谷	高瀑布與珍珠灘之間	長約 1km, 寬 50m, 兩岸直立, 崩塌發育。谷底鈣華堆積十分發育, 河谷中林木茂密, 與鈣華堆積組成若干大小形態各異的梯池, 形成獨具特色的峽谷梯湖景觀	
象形山石	寶鏡岩	扎如溝溝口北側	是一座背北面南, 傾角大於 70° 的灰岩峭壁。寬約 1300m, 高差達 800m 左右。峭壁面即石灰岩層的層面, 平直光滑, 呈淺灰色, 遠望似一面巨大的明鏡	
	色嫫女神像	黑角溝溝口北側、蘆葦海東側	高約 15m, 寬約 10m 的石灰岩崖壁上。因岩石的自然風化形成一端莊秀麗的少女臉龐像, 維妙維肖, 似與九寨溝傳說的色嫫女神暗合。女神頭像旁側還有一側身裸體女神像, 也十分逼真	
	劍岩	芳草海南端	高 500m, 上尖下寬, 宛若一柄出鞘的寶劍, 直指藍天, 峰壁如削, 孤峰擎霄, 巍然屹立	
岩溶地貌	侵蝕	藏馬龍里漏斗	藏馬龍里溝進溝 1.5km	湖水呈旋渦狀往下沿管道轉入伏流, 致使湖泊之下無地表水流
		鷹爪洞	天鵝海北端東側	海拔 2900m, 洞高和寬均為 4m, 深 6m, 洞壁上有“鷹爪痕” - 菊花狀天青石而得名
		羊洞	九寨溝溝口北側山坡上	海拔 2100m, 洞高和洞寬均為 5m, 深 6m, 洞口正對九寨溝溝口, 可俯視溝口全景。洞口有一高 3m 的陡坎, 沿石縫可攀登至洞內
	堆積	鈣華堆積	日則溝、樹正溝水域	為地表鈣華堆積, 在景區分布很廣, 日則溝、樹正溝水域均有分布, 形成艷麗多姿的群湖、疊瀑、湍流等
冰川地貌	侵蝕	長海 U 谷	則查洼溝長海	為典型 U 谷, 兩岸谷坡陡立, 常在 60°-90° 之間, 且多懸崖, 兩岸倒石堆發育, 森林茂密, 盪舟長海, 甚有群臨長江三峽之氣勢
		原始森林溝尾冰川遺跡	日則溝原始森林	主要發育有冰川遺跡, 有刃脊、角峰、冰川 U 谷等特徵地貌
	堆積	長海終碛壘	則查洼溝長海北岸大堤	呈一典型的大型複合冰川終碛壘。分布標高 2900-3100m。終碛壘長 670m, 底寬 700m, 頂寬 100m, 壘高 145m。壘南側呈 35° 斜坡伸入海子, 北側為連綿起伏的丘崗、壘崗狀地貌。而壘崗之間夾有不少洼地, 深 5-20m 不等。整個終碛壘西側為崩塌倒石堆疊覆, 使其地貌形態更加複雜化
		長海冰漂礫	則查洼溝長海北岸	位於長海北端, 距老人柏 200m 的公路旁。冰漂礫岩石為產犬齒珊瑚(Caninia)和簡單福米契夫珊瑚(Fomichevella simplex)的生物灰岩, 長 2m, 寬 0.8m。灰岩面上嵌鑄“藍球”大小的硅質白雲岩, 當地藏胞稱之為“藍寶石”。它是長海成因最有力的佐證之一





九寨沟景区水文地质剖面图(郑贵平, 2011)



氣勢宏偉的日則溝-珍珠灘瀑布(高秋振攝)



景區規劃完整之步道(何樹根攝)



以徒步健走探勘九寨沟地景的八好漢(何樹根提供)



## 七、結語

俗語說：「讀萬卷書不如走萬里路」，地工技術基金會舉辦的工程地質研討會向來精采，每次活動除了可實地學習與技術交流外，研討之領域亦涵蓋了人文、景觀與生態，使單純的工程思維逐漸多元化與豐富化。本次活動考量工作與學校開學時程，特規劃六天精緻行程，但所謂「黃龍歸來不看山，九寨歸來不看水」，黃龍九寨山水景觀之美、地質之奇(更多精彩照片詳何樹根Google+個人網頁)，令與會成員深覺有意猶未盡之感，期待下一次還有如此精采的邂逅。

## 參考文獻

- 陳聯光、陳樹群、周憲德、王文能、林銘郎(2008)，「汶川地震坡地災害勘查與集集地震比較探討」，中華水土木保持學報，第39卷第四期，第403-421頁。
- 林銘郎、董家鈞、胡植慶、劉桓吉、陳江淮、孫思優、劉說安、李錫堤(2008)，「向大自然學習我們準備好了嗎？~從地工角度看四川汶川地震之相關議題」，地工技

術，第116期，第97-112頁。

唐川、李為樂、丁軍、黃翔超(2011)，「汶川震區映秀鎮“8·14”特大泥石流災害調查」，中國地質大學學報，第36卷第一期，第172-180頁。

鄭貴平(2011)，九寨溝世界自然遺產地旅遊地學景觀成因與保護研究，成都理工大學博士學位論文。

黃世傑(2011)，「九寨溝與黃龍風景名勝區」，中興工程，第110期，第146-150頁。

九寨溝地質公園，九寨溝自然保護區管理局編輯。

## 網路資源

黃龍風景區管理局，2012/09/30 查詢黃龍商務網站  
<http://www.huanglong.com/index.asp>

九寨溝世界遺產管理局、九寨溝風景名勝區管理局、九寨溝國家級自然保護區管理局，2012/09/30 查詢  
<http://www.jiuzhai.com/>

維基百科，2012/09/23 查詢【都江堰】、【青城山】，  
<http://zh.wikipedia.org/wiki/>

何樹根 Google+個人網頁

<https://picasaweb.google.com/110988710757746308940/20120904?authuser=0&feat=directlink>



九寨溝入口處之大合照