



文、圖／王士偉

「喀斯特」字源

「喀斯特」(karst)——發育於石灰岩、結晶石灰岩、白雲岩、石膏、硬石膏和岩鹽等可溶岩，主要經由溶蝕作用所形成，包含了滲穴(sinkhole；亦稱灰岩坑或溶坑)、洞穴與地下水系等的特殊自然景觀。「karst」源於日耳曼語，意指斯洛維尼亞地區(Slovenian region)典型喀斯特地形發育地帶的Krs地方；在斯拉夫語(Slavic)中，"krs" 或 "kras" 的語意是「無水的荒野」(Glossary of Geology, 5th edition, 2005)。

古籍中的「喀斯特」

西方文獻中，「karst」一詞最早是在西元 1774 年印行的 *Ducatus Carnioliae* 地形圖中被提出；但事實上，在中國古籍中早就有不少對喀斯特石灰岩洞穴次生(化學)沉積物(= speleothem——1952 年由 Moore, G. W. 提出的名詞)形態與成因觀察的紀錄，並且也將其做醫藥上的運用。例如：現在仍舊延用的「石鐘乳」一詞，最早即見於西漢時期(西元前 206~西元 24 年)的《神農本草經》，書中並對其各部位予以詳細劃分，如：將石鐘乳的基部稱「殷孽」，其下較細部分稱為「孔公孽」；同時也提到「石床」、「石腦」、「石花」等名稱。至於有關石鐘乳成因的認知，三國時代(西元 220~280 年)魏人吳普即已記載：「石鐘乳，一名虛中，生山谷陰處岸下，溜汁成，如乳汁…」其後，包括西晉(西元 265~316 年)葛洪、唐代柳宗元(西元 773~819 年)、宋朝沈括(西元 1031~1095 年)、范成大(西元 1121~1193 年)等人，也都對

喀斯特石灰岩洞穴的各種次生(化學)沉積物(包括石柱、石鐘乳、石筍等)做了不等程度的觀察與推論(註 1)。直至明朝，旅行家徐弘祖(號霞客)(西元 1587~1641 年)連續 3 年(西元 1637~1639 年)實地考察了中國東南、中南與西南部喀斯特最發達的地區(相當於今日湖南、廣西、貴州、雲南等地)，探查三百餘處洞穴，全面紀錄此一地區地貌、分布、類型與成因，並且在石鐘乳、石筍、石柱和穴珠等的形態與成因議題上，得到基本上合乎現今洞穴相關研究成果的結論。這些考察遊歷的日記手稿，被後人季夢良與王忠初一併編輯成書(西元 1642 年初版)，成為舉世聞名的「徐霞客遊記」，而這也是世界上第一本記述喀斯特地貌並詳細考證成因的書籍。

「喀斯特」地形的發育與分布

如前文所述，喀斯特地形的發育主要是經由溶蝕作用所形成(註 2)，與岩石的可被溶解性密切相關，但僅具可溶性岩石條件，並不足以形成喀斯特地貌；一般認為，塊狀、質純、緻密且具顯著裂隙的可溶性岩石，可發育出絕佳的喀斯特地形；不過，



石鐘乳橫切後磨平拋光面，顯示緩慢週期性「生長」所形成的紋層。



「生長」中的石鐘乳(stalactite)

如果原岩的孔隙度過高(約 30%~50%)，喀斯特地形的發育狀況反而通常很差；因此，在喀斯特的發育上，岩石的構造、岩性與可溶性同樣重要。據估計，喀斯特地貌的地理分布約佔全球總面積的十分之一；主要分布地區包括亞得里亞海東岸喀斯特地區、法國中央山地科斯區(Causés = 石灰岩地區)、英、法白堊地層海岸、美國肯塔基區，以及中國南方等地區。其中，中國南方地區為面積最大的喀斯特區，地理上涵括了貴州、廣西、四川、雲南等省區；今年，由雲南石林、貴州荔波與重慶武隆組成的「中國南方喀斯特」，甫在紐西蘭舉行的聯合國教科文組織第 31 屆世界遺產大會中通過審議，成為「新的」世界自然遺產之一。

「喀斯特」與水資源

「喀斯特」的原始語意是「無水的荒野」，但是巨大溶洞、地下溶蝕管道、孔洞與地下河等，卻蓄積了相當大量的淡水資源。例如(註 3)：美國佛羅里達地下喀斯特含水層儲積的地下水，是全球最大的淡水儲積層之一，地理分布範圍涵括阿拉巴馬州與喬治亞州南部、南加州東部，以及幾乎整個佛羅里達州等地區；在地表上，已發現 320 處水泉，每日總共大約可湧出 120 億加侖的純淨淡水。這個地下水系統，

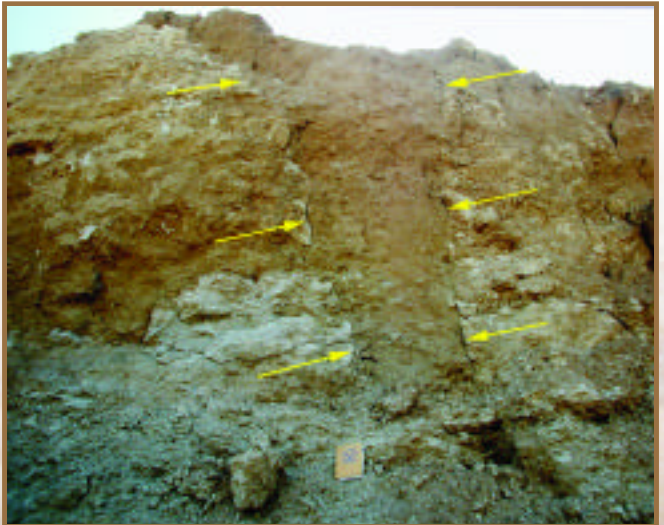
不但涵養了特有洞穴生物、造成地面上的廣大溼地與沼澤、提供了包括美洲短吻鱷等動物、柏樹與橡樹森林等植物各種獨特的生存棲所，湧出地面的豐沛水量，也稀釋了耕作與洪水沖刷所造成的混濁河水。據

估計，全球約有 1/5~1/4 人口的用水，端賴於「喀斯特」儲積的地下水。但相對地，由於人口增加隨之而來的高度開發與污染(包括農業與工業)，勢必對這絕大部分「看不到」的珍貴水資源造成永續經營危機；尤其比較特別的是『「喀斯特」地下水循環亦可發育於地表無明顯『喀斯特』發育的地區』——只要地下有足夠厚度與規模的可溶性岩層。

註 1：有關中國古籍中，對石鐘乳、石筍、石柱等石灰岩洞穴次生化學沉積的觀察與紀錄文獻回顧，可參見：朱學穩(1990)我國灰岩洞穴次生化學沉積物的沉積類型及其主要形態劃分。喀斯特地貌與洞穴研究，中國地理學會地貌專業委員會—喀斯特地貌與洞穴研究編輯組編輯，科學出版社出版，第 99~106 頁。

註 2：天水(= 雨水)溶解大氣中微量二氧化碳，或者在由表土向下滲濾過程中，再溶入土壤生物新陳代謝所產生的二氧化碳，被認為是碳酸鹽岩石形成喀斯特地形，與各種石灰岩洞穴沉積物的主要原因。

註 3：邱玉玲譯(2001)極境科學—自然探險與科學研究的交會。商周出版。



高雄大崗山石灰岩頂部的古喀斯特溶蝕坑(箭頭所夾區間)，其內沉積礫岩。