

美國國際發展局及科羅拉多大學合作亞洲山區水資源研究

駐休士頓臺北經濟文化辦事處文化組

科羅拉多州大學博德(Boulder)校區的研究團隊跟美國國際發展局(the United States Agency for International Development ,USAID)合作研究雪和冰川對高山亞洲地區水源的影響，該研究範圍是高山亞洲地區的十個國家。

在科大的二位教授 Richard Armstrong 和 Mark Williams 領軍下，這個四年計畫的主要的研究重點是對”高山亞洲”地區淡水資源進行廣泛性和系統性評估，計畫涵蓋五個山系範圍和流域，面積計達1百萬平方英哩，研究區域大概有三分之一個美國本土的面積。

這個評估研究對於預測該區域未來水資源的充足性和潛在的威脅極為重要，研究區分出融化冰原和季節性融雪對水源補注的貢獻量，計畫所搜集的資料有助於了解該地區面臨全球氣候變遷的影響下逕流的產生量和產生時間。

高山亞洲地區的冰雪水注入恆河(Ganges)、雅魯藏布江的下游布拉馬普特拉河(Brahmaputra)、印度河(Indus)、阿姆河(Amu Darya)、錫爾河(Syr Darya)等主要河川流域，本研究所包含的高山亞洲地區有喜馬拉雅(Himalaya)、喀喇崑崙(Karakoram)、興都庫什(Hindu Kush)、帕米爾(Pamir)、天山(Tien Shan)，山區分布在不丹、尼泊爾、中國、印度、巴基斯坦、阿富汗、哈薩克、烏茲別克、吉爾吉斯、塔吉克等國境內。

科大與來自十個國家的組織和科學家與研究生組成合作研究團隊，科大提供衛星資料處理及負責當地政府組織及觀測人員的訓練，以便在計畫執行期間收集水理資料和降水樣本。

科大自然降雪和冰山資料中心(National Snow and Ice Data Center, NSIDC)的資深研究員 Armstrong 說道，雖然全球約有三分之一的人口不同程度地仰賴高山亞洲地區水系提供的淡水水源，然而有關該處河水及季節降雪和冰川融雪的資料非常不足，所以無法正確地了解整體水資源的狀況。

研究團隊非常需要高山亞洲地區主要和次要河川流域的正確數值資料，例如印度河匯集來自喜馬拉雅山、喀喇崑崙山、興都庫什山流下的水於巴基斯坦的巴札市(Besham)之後，旋即成為全世界最大的農業灌溉系統，Williams 表示，高山亞洲地區的水源提供山腳下

廣大人類聚落的生活所需，這是本研究之所以重要的地方。

Amstrong 則說，目前有許多關於冰河流域的公開資料是有誤的，例如，有些報導說明喜馬拉雅山的冰河退縮的速度比世界上其他任何地區都要快，若融化的速度繼續下去則河水就會暴漲，接下去河川就會乾涸，但”這些報導的內容都是不正確的”。

美國國際發展局是美國聯邦政府內的獨立機構，專責提供全球的經濟、開發、人道援助，以支援美國政府的對外國際政策。

Amstrong 同時也擔任科羅拉多大學環境科學研究中心(the CU-headquartered Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences)的研究人員，其表示:”美國國際發展局想要知道高山亞洲的水資源如何影響當地的人口趨勢，並從永續的角度來看待這個環境議題，其中包括印度河和布拉馬普特拉河在未來 20 年可能的狀況”。

身兼科羅拉多大學地理系教授暨北極及阿爾卑斯研究中心(Institute of Arctic and Alpine Research)的 Williams 表示，北極研究人員將使用 NASA、歐洲太空署(European Space Agency)、日本航太署(Japanese Space Agency)的遙測衛星資料繪製不同時點的地圖來顯示季節降雪量和冰河範圍的近期變化情形，高山亞洲研究區各地的地區氣象和河川排流量資料也會被研究單位使用。

Williams 也說明:”促使本研究進行的動力是去真正了解水流的安全性，國際間的研究單位普遍都對取得高山亞洲地區的正确水資源資料以及水流安全的問題有高度的興趣，其中原因不外是國與國間對水資源取用上的衝突日益升高，本研究將對提供正确的水資源資料和導正錯誤的概念有相當的貢獻”。

Armstrong 表示:”一旦我們有了近期和正確的資料，就可以跟據不同高層的溫度作進一步的”融雪模型”的電腦模擬，也就能清楚地區融雪及冰河融化的趨勢和時間關係，然後我們會針對各別河川因融雪和融冰產生的的水量作估算”。

模型推導的結果將會使用科大開發的地球化學和水同位素追蹤技術來進一步確認，該項技術讓研究人員可以根據山系的特徵來確認水資源的狀況，Williams 及其團隊之前的研究顯示，科羅拉多州融雪的狀況主導高山地區的地下水補注，融雪在流入下游河川之前會被鎖在地下水層達數十年之久，Williams 說:”這些同位素及地球化學的測量方法提供獨特的”指紋”紀錄，類似 CSI 的追蹤方法讓我們可

以探索水資源的變化情形”。

這個計畫最重要的地方是藉重科羅拉多大學 NSIDC 在遙感測量的專門技術(例如:評估地球上冰雪的覆蓋率)及 INSTAAR 在關鍵區(critical zones, 意指從樹冠到地下水之間的區域)的物理、化學、和生物過程之研究經驗, INSTAAR 中心目前還負責數項國家科學基金(National Science Foundation)的計畫案, 包括博德市西側的 Niwot 山脊基地的長期生態研究和博德河谷流域的關鍵區觀測計畫。

Williams 說, 本計畫的一個最大挑戰就是在地球上最人跡罕至的地區之一搜集資料, 由計畫合作夥伴在研究區所搜集到的水、雨、雪水等樣本將被送到科大進行分析。

本研究將整合高山亞洲各國的科學家和政府官員, 比較那部分的河水來自於冰川和季節融雪, 因為亞洲的河川大多穿越許多國家的邊界, 所以資料的分享是很重要的, 在美國國際發展局的支持下, 科大將產出一些新的冰雪資料, 並提供各國及其人民能夠輕易地使用這些資料。

科大團隊將雇用亞洲的計畫主持人, 並整合許多亞洲研究機構的科學家, Armstrong 說明:”我們在該地區已經有一些重要的科學研究網絡, 這些研究人員都是可以仰賴的”。

許多科大的大學生及研究生將會參與這個研究計畫, 亞洲當地的學生也會透過亞洲地區的研究夥伴予以研究經費上的援助。

Armstrong 並說:”本計畫的主要目的之一就是將科學的知識轉換並提供給當地人民, 以後, 即使美國國際發展局的研究計畫告一段落後, 這些環境評估和分析的工作還能持續下去, 當地的人民將被提供所需的資訊, 以便在土地使用及氣候變遷下能作出有益永續發展的決策”。

資料來源:科羅拉多大學博德校區新聞, December 6, 2011

<http://www.colorado.edu/news/r/1532110e4cb437833d540101475c87bb.html>

譯稿人:林莉萍 撰譯