

出國報告（出國類別：研究與考察）

華東新生代火山岩標本 蒐藏研究計畫



服務機關：國立自然科學博物館
姓名職稱：何恭算 副研究員兼展示組主任
派赴國家：中國大陸
出國期間：104/08/16~104/08/29
報告日期：104/09/18

— 摘要 —

本計畫前往中國大陸東北地區進行新生代火山岩調查與標本採集，從 2015 年 8 月 16 日至 29 日共計 14 天，會同吉林大學地球科學院研究人員共同合作完成。此行蒐集龍崗火山群、長白山火山群、鏡泊湖火山群之火山岩及地函包體 80 餘件，並調查、紀錄火山岩野外產狀和地質地形景觀。回程赴中國地質科學院地質研究所、中國地震局地質研究所進行學術合作交流，並到北京自然博物館，實地參訪地質相關展覽。

封面照片：鏡泊湖北端的吊水樓瀑布流過第四紀玄武岩

— 目次 —

目的·····	3
行程規劃·····	4
成果與心得·····	5
檢討與建議·····	9
附圖及說明·····	10

— 本文 —

目的：

本次前往中國大陸主要目的為：

- (1) 進行東北龍崗火山群、長白山火山群及鏡泊湖火山群晚新生代玄武岩、鹼流岩和粗面岩之野外調查與標本採集
- (2) 勘查第四紀火山噴發產狀及其地質地形景觀
- (3) 拜會地質及博物館專業人員洽商研究合作及展覽交流事宜

行程規劃

8月16日早上搭乘華信航空班機直飛長春，先拜會吉林大學地球科學院葛文春教授，在確認野外調查路線、備妥調查區域地質圖幅、野外採集車輛與工具後，隔日便啓程進行野外調查與標本採集。

8月17日從長春出發經伊通至輝南後，隨即展開龍崗火山群晚新生代火山岩及地函包體之野外調查、露頭描述與標本採集，工作範圍包括輝南、靖宇、撫松等地，19日轉往松江河、長白縣、漫江、白頭山天池、和龍一帶進行長白山火山群第四紀火山岩標本採集及火山噴發之地質現象調查。22日從和龍出發，經延吉前往汪清、牡丹江、寧安、鏡泊、敦化等地，採集鏡泊湖火山群新生代火山岩。25日返回長春，進行標本整理及野外工具清理等工作。

8月26日搭乘火車轉往北京，拜會地質科學院地質研究所及中國地震局地質研究所洽商研究合作事宜，並順訪位於天壇附近的北京自然博物館，進行展示現場與古生物庫房參觀。29日結束行程，搭機返台。

成果與心得

中國大陸新生代火山岩是環太平洋火山活動帶的重要組成部分，它以持續時間長（早第三紀至近代）、岩性多樣（鉀質熔岩、鈉質鹼性橄欖玄武岩和矽質玄武岩，以及少量粗面岩、安山岩與粗安岩）而著稱，這些不同年代噴溢的火山岩，在空間的分布上，受到大地構造明顯的控制。依照地理位置，可分為兩大區域：一為中國東部及其相鄰地區，另一是青藏高原及其周邊地區。前者由於受到太平洋板塊朝西北方向隱沒（早第三紀時期）、日本海的張裂到停歇（32~10 Ma），以及印澳與歐亞兩大板塊的碰撞（晚第三紀）等地質作用，導致中國大陸東部陸地和渤海、黃海、東海及南海等陸緣海或邊緣海引發深部斷裂，形成許多斷陷盆地和裂谷，而大量玄武質岩漿便沿著這些深斷裂帶或裂谷噴發到地表。後者主要是受到印澳與歐亞兩大板塊相互碰撞的影響，除玄武岩外，還有安山岩和粗安岩的分布。

近二、三十年以來，有關太平洋板塊與歐亞大陸板塊碰撞帶的火山活動受到相當多的關注，對於島弧火山岩的種類與成分變異研究取得了豐富的成果，進而對於遠離碰撞帶所引發的板內玄武質岩漿活動之地化特性與噴發機制也有廣泛討論，而東北地區新生代火山岩即是研究的熱點。

中國大陸東北地區之地質架構大致分屬兩個大地構造區，北部位於中亞造山帶（Central Asian Orogenic Belt）東部之興安—蒙古造山帶（Xing'an Mongolian Orogenic Belt），而南部卻是屬於華北克拉通（North China Craton）範圍內，兩者的分界線大致在北緯 43°30′~43°的赤峰—和龍一線，為一近東西向的斷裂帶。相對於長期穩定的華北克拉通，中亞造山帶乃是一個在古生代期間板塊向南隱沒，造成弧與弧、弧與陸和陸與陸相互碰撞，使得奧陶紀至二疊紀的洋弧和蒙古微大陸均被併入華北克拉通之活動性邊緣所形成的構造堆疊區。由此可見，自古生代以來，斷裂帶南北兩側的地質構造特徵截然不同，說明經歷了不同的構造運動和地質演變歷史。

筆者近年來持續執行中國大陸火山岩採集研究計畫，為了進一步瞭解東北地區兩大構造體系下，新生代火山產物的岩石類別與地球化學性質是否存在明顯差異？本次與吉林大學地球科學院共同合作野外研究（圖一），並選定龍崗、長

白山和鏡泊湖三個火山群進行野外調查與標本採集，前兩者屬於華北克拉通，而鏡泊湖火山群則隸屬興安—蒙古造山帶。工作範圍包括吉林省東部與黑龍江南側之輝南、靖宇、漫江、長白山、松江、汪清、松花江、鏡泊湖及敦化一帶，共計採集 80 餘件中新世、上新世、更新世至全新世之玄武岩、鹼流岩和粗面岩質熔岩與浮岩標本，並拍攝火山岩野外產狀、火山地貌和後火山作用景觀影像 300 餘張。而為了進行學術合作與博物館展示交流，也順訪地質科學院地質研究所、中國地震局地質研究所及北京自然博物館等單位。茲將調查採集與參訪心得，概述如下：

（一）野外調查與標本採集

（1）龍崗火山群

龍崗火山群位於長白山西麓，主要分布於輝南及靖宇縣境內，火山呈群式噴發，噴發方式都是以中心式噴溢為主。在東西長約 70 公里，南北寬 20 多公里的一千餘平方公里範圍內，火山口及火山渣錐密佈，數量多達 160 餘個。區內熔岩和火山碎屑大部分為鹼性橄欖玄武岩，少量為橄欖矽質玄武岩和碧玄岩，並在許多地方發現有地函包體和輝石巨晶（圖二）。根據前人定年資料顯示，僅在四方頂子有較老噴發岩體，其鉀—氬年齡為 27.3 Ma，而區內多數玄武岩的噴發範圍為 1.49 到 0.48 Ma，也就是說這個火山群主要是更新世時期噴發的產物。早更新世與晚更新世以玄武質熔岩流為主，中更新世則多為玄武岩質火山碎屑。值得注意的是龍崗火山群最晚期玄武質火山渣，經定年結果是全新世時期的產物。

此行除了在該火山群採集不同時代的火山岩外，也紀錄火山岩及火山錐之產狀與地貌。工作範圍包括輝南的大椅山、方寶村，金川的三角龍灣，以及靖宇的龍灣公園（圖三）、四方頂子、永安村、一蔘場等地。由於多處地區正開挖火山岩和火山渣（圖四），以作為建築石材或輕材之用，因此，不但新鮮標本容易取得，而且岩石產狀與岩層剖面也清晰呈現。

（2）長白山火山群

長白山火山群是華東地區新生代以來噴溢活動強烈、規模巨大的地區之一，它從中新世直到現代的長時間延續噴發，且岩漿具備從鹼性玄武岩到石英粗面岩

的完整分異演化特性，因而受到地質學界的高度重視。根據前人發表資料顯示，區內火山活動可分為七期，分別為中新世早期的甄峰山期玄武岩、中新世中期的奶頭山期玄武岩、上新世中期的坪頂村期玄武岩、上新世晚期的軍艦山期玄武岩、更新世早期的廣坪期玄武岩、更新世中晚期的白頭山期粗面岩、全新世的白雲峰期粗面岩質熔岩與浮岩。本次野外沿著往長白山天池之公路（圖五、六），以及長白山山脈西側出露之岩體（圖七），從中新世玄武岩到全新世鹼流岩、粗面質熔岩與浮岩作系列調查與採集。

長白山火山群的另一個重要地質特徵是區內以白頭山天池為火山噴發中心，於 1597 年、1668 年、1702 年及 1990 年曾有多次噴發紀錄，噴出物堆積厚達 700 餘公尺，構成白頭山火山錐之主體（圖八）。它是中國大陸最年經的火山區之一，與東北黑龍江的五大連池和雲南的騰衝，均是大陸著名的第四紀火山噴發區，並被列為具潛在噴發的休眠火山。白頭山完整的火山口，積水後造成水面直徑達 4.5 公里的火山口湖，而在該地還出現諸如溫泉的後火山活動徵兆，以及沿著高聳岩壁宣洩而下的長白瀑布（圖九）。因此，在採樣的同時，除探究這座近代噴發火山的岩性變化外，針對其特殊的地質地形景觀，也作進一步勘查。

（3）鏡泊湖火山群

鏡泊湖火山群位在撫順—密山斷裂帶的牡丹江、鏡泊湖、敦化一帶，它也是東北地區第四紀玄武岩分布較大面積的區域之一。區內隸屬牡丹江市寧安縣的鏡泊湖，係以風景秀麗著稱，為一重要旅遊景點。S 形狹長湖面長約 45 公里、寬度為 2~3 公里，總面積約 90 平方公里，是過往多次火山熔岩順著山谷流溢而堵住牡丹江河道所造成，為中國大陸最大的火山堰塞湖。

在岩性上，該火山群以鹼性橄欖玄武岩為主，並有少量碧玄岩，而在一些地區則有地函包體出露。根據前人定年資料顯示，除了在牡丹江西邊零星出露古第三紀玄武岩外，區內絕大部分火山活動的年齡範圍可從早更新世至全新世。其中在牡丹峰火山渣中發現的炭化木，其碳—14 年齡為 5140 年，代表在近 5000 年前區內仍有零星火山噴發。本次採樣範圍由最東側的汪清起，北至牡丹江市，經鏡泊湖，南至敦化一帶（圖十、十一、十二）。

（二）進行學術合作及地質展示交流

（1）拜訪地質研究單位洽商合作事宜

本次在完成野外調查採集後，順訪位於北京的中國地質科學院地質研究所及中國地震局地質研究所，以增進彼此之學術合作交流。在中國地質科學院地質研究所由劉焰博士接待，參觀了該所新購置的儀器，包括激光剝蝕多接收感應耦合電漿質譜儀（LA-MC-ICP-MS）、熱場發射掃描電子顯微鏡能譜陰極發光光譜儀（SEM-CL-EDS），以及高分辨場發射聚焦離子束分析儀（Focused Ion Beam, FIB），這些納入國家級實驗室儀器群的建置與使用，對於推展地質科學尤其是地球化學的研究，將帶來更大的助益。另一行程是參訪中國地震局地質研究所，該所對於第四紀火山活動之調查研究已有豐碩成果，為確立這些年紀較輕火山岩的噴發年代而建立的鉀—氬和氬—氬定年實驗室，已發表許多分析數據並受到國內外廣泛的引用。筆者多次委託該實驗室進行定年分析工作，並將成果在學術期刊上發表。本次親訪實驗室李大明主任，除進一步瞭解實驗室運作現況外，也藉此機會洽商未來合作事宜。

（2）參觀北京自然博物館地質相關蒐藏與展示

北京自然博物館毗鄰天壇公園西側，主要採集和蒐藏古生物、現生生物和人類學標本，相較專責以地質標本為蒐藏目標的中國地質博物館，並無岩石礦物專題展示，相關標本的蒐藏也寥寥可數。因此，本次參訪以該館古生物為主，在 9 個基本陳列展廳中，參觀了生命起源和早期演化、古爬行動物、古哺乳動物以及無脊椎動物的繁榮等展示。

生命起源和早期演化廳主要闡釋生命起源的理論，介紹生物從原核生物向真核生物發展地演化歷程，除復原了寒武紀生命大爆發的場景外，還詳述澄江、埃迪卡拉、甕安等世界上早期幾個著名的動物群（圖十三）。

古爬行動物廳是述說 2 億多年前地球上的生物群，闡釋了脊椎動物從水域向陸地發展的複雜過程。代表性標本計有魚石螈、總鰭魚、蚓螈，以及位在展場中央的許氏祿豐龍、馬門溪龍、恐爪龍、沱江龍等恐龍骨架群和位於展場過道周圍的恐龍蛋和恐龍腳印化石（圖十四）。其中挖掘自四川井研地區的井研馬門溪龍

為古爬行動物蜥腳類，長 26 公尺，肩高約 4 公尺，是中國大陸數一數二的大型恐龍。

古哺乳動物廳分別介紹了長鼻類、奇蹄類、偶蹄類、食肉類、靈長類的演化歷程，這些是在中生代恐龍滅絕之後活躍在地表的生物群。在展場內也展示龐大的象類家族（圖十五），尤其高達 4 公尺的黃河象，以及具有特殊齒型的鏟齒象，總會給觀眾留下深刻印象。

無脊椎動物的繁榮廳是該館今年 2 月重新對外開放的展廳，整個展覽以生命演化的故事為主軸，敘述化石的形成、生命的起源、寒武紀大爆發，一直到無脊椎動物的崛起與興盛。展廳中的大型額頭貝化石，觀眾可親自觸摸（圖十六），而許多展品也利用現代科技技術展現億萬年前的遠古生態環境。例如：在埃迪卡拉動物群的復原景象時，可見海洋中水母以曼妙的舞姿悠游其中；而在展覽奧陶紀海洋景象中，除了出現 3 公尺長的直角石復原型態外，還利用多媒體形塑直角石的生活情景。

檢討與建議：

- （1）華東地區新生代火山岩之蒐藏與研究，為本館地質領域持續推動之年度計畫。經多年耕耘，有系統的執行火山岩採集與研究，不但成為本館的特色典藏，同時也增進兩岸學術機構間的合作與交流。
- （2）近年來中國大陸經濟起飛，各項建設進步快速，便利的交通縮短了城市間或城市與鄉村間的距離，因而能夠在短時間開展更大範圍的野外工作。不過，隨之而來的是各項消費不斷上漲。因此，在有限經費下，如何發揮最大效益，將是未來規劃大陸蒐藏研究計畫時應詳加考量的地方。

附圖及說明



圖一 吉林大學地球科學院建築外牆白色圖樣有如鴿子飛舞，又稱鴿子樓。



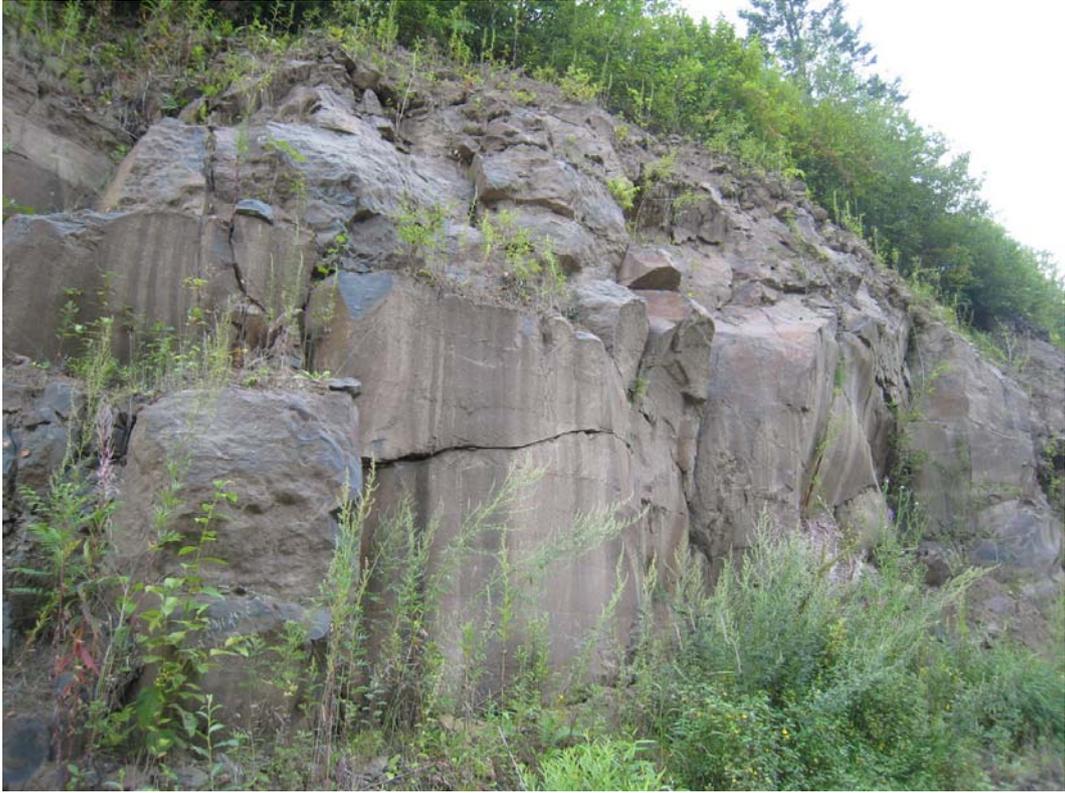
圖二 輝南縣大椅山火山渣內挾帶源自地函的橄欖岩包體。



圖三 靖宇縣龍灣公園附近的巨厚玄武岩體



圖四 輝南縣境內火山渣開採現場



圖五 從撫松前往白頭山天池的 302 省道旁經常可見長白山火山群之岩體出露



圖六 長白山火山群內發現的繩狀熔岩



圖七 松江鎮郊出露的火山岩體，上下兩層各自發育不同型態的柱狀解理。



圖八 白頭山天池是火山噴出口，四周堆滿浮石及火山渣。



圖九 長白山瀑布從巨厚的火山岩體宣洩而下



圖十 寧安市溫春地區出露的第四紀玄武岩



圖十一 玄武岩岩體內的大型氣孔構造



圖十二 鏡泊湖附近之熔岩台地被人工挖掘成一道溝渠



圖十三 北京自然博物館生命起源和早期演化廳場景一隅



圖十四 古爬行動物廳展示的恐龍足跡化石



圖十五 古哺乳動物廳內展示的象類家族化石



圖十六 無脊椎動物的繁榮廳內陳列大型額頭貝化石，可供觀眾親自觸摸。