

歷史地質學在中國的發展 (1912~1937)

楊 翠 華

- 一、前言
- 二、歷史地質學之涵義
- 三、歷史地質學之開創
- 四、古生物學之研究
- 五、地層學之研究
- 六、結論

一、前 言

在民初各門科學的發展之中，地質學是發展最早也較有成就的科學之一^①。美國地質調查所研究員趙景德，在研究中共的地質學發展之餘，曾經對民國時期的地質學發展下過中肯的結論，他說：「在一九五〇年以前的中國地質學，不像物理或工程學一樣，並不比西方落後很多。」^②由此導引出一個問題，即是：為什麼是地質學，而不是物理或化學，在中國發展最早而且較有成就？由此問題出發，作者試圖以科學史研究中「內在」與「外在」交互運用的研究取向^③，探討地質科學在近代中國的發展。本文僅以地質科學中的「歷史地質學」為一個案研究，探究地質研究與教育機構的形成與組織；外國科學家與財力支援對我國地質學發展的影響；以

① 丁文江認為我國「現代科學」之起源，是始於民國元年地質調查所之前身地質科（隸屬於南京政府實業部）的成立，參見 V.K. Ting, "Modern Science in China," *Asia* 36, 2 (Feb. 1936): 131-134。吳大猷亦云：「我國的地質科學，發展最早。數學、物理，化學等則在一九三〇年代開始。」見吳著，回憶（臺北：聯經，民國六十六年），頁二九。

② Edward C.T. Chao, "Progress and Outlook of Geology," in Sidney Gould ed., *Science in Communist China* (American Association for the Advancement of Science, 1950), p. 500.

③ 有關科學史之內在與外在研究取向(internal vs. external approach)的區分與調和，參見 Thomas Kuhn, "The History of Science," in *International Encyclopedia of the Social Sciences* (1968, Vol. 14), pp. 74-83.

及我國地質學家在其專業學科內的成就與限制等等問題。

二、歷史地質學之涵義

地質學是一門研究地球之起源、構造、組成物質、以及地球上一切地質作用及生物演化的科學。其範圍很廣，所包含的分支學門亦多，例如岩石學、礦物學、地層學、古生物學、地文學、經濟地質學與構造地質學等等。地質學在中國的發展，主要的可以從經濟地質學、歷史地質學及構造地質學等三個脈絡來探討，其中尤以歷史地質學最具特性。

歷史地質學乃研究地球歷史之科學，亦可簡稱為地史學。與人類歷史一樣，地球歷史的建立必須仰賴可靠的證據，地球上層狀岩石的分佈、岩性、新舊關係、以及其中的生物化石等，即是編纂地史的一手資料。對層狀岩石的系統研究即謂之「地層學」。地層原則上是以堆積物構成，向水平方向延伸擴展，層層重疊於地表，不論水中、陸上，其堆積物之特性、組織，及其包含的生物化石，均代表其形成的自然環境及順序。地層堆積方向既是由下而上，那麼下伏地層定比上覆地層來得老舊，此即地層學中最基本的原則，也就是「地層累覆法則」(the law of superposition)。根據地層的對比，可以比較出岩石的相對年代，經過幾個世紀以來地質學家的努力，大致確定了一個以紀、代區分的地質年代表^④。一般而言，地質年代可區分為古生、中生、新生三代，古生代包含了寒武紀、奧陶紀、志留紀、泥盆紀、石炭紀及二疊紀；中生代包括了三疊紀、侏羅紀與白堊紀；新生代包括第三紀和第四紀。

地質時代的劃分，除了憑藉地層的對比以外，還必須仰賴化石的對比，化石動植物羣的變遷代表不同時代的生物演化。研究化石的學問即謂之「古生物學」，古生物學的內容包羅甚廣，包含了古植物學、古動物學、古人類學、微體古生物學等等，是一種介於地質與生物學之間的科學。十九世紀歐洲古生物學家多致力於化石的分類，地質學家也多將古生物學視為地層對比的工具。但是隨著進化論的演進，古生物學受到極大的刺激，因為地史上生物遺跡的演化，以及每一個地質時代生物的特殊性，都給進化理論提供了有利的證據，古生物學不能解釋生物演化的原因，卻能提出演化的規律，所以二十世紀初年的古生物學家大都在進化理論的架構下進

^④ 在放射性元素分析尚未發達以前，地質時代的推測主要依據地層及古生物學的證據，並無全球公認的標準。隨著同位素研究的發達，地質的絕對年代為之確定。茲將一般所通用的地質年代表列於下：

行古生物學的研究^⑥。

雖然歷史地層學之研究必須建立在岩石學、地貌學、構造地質學等分支學科的基礎之上，但其最根本的依據還是地層學與古生物學，本文即以此二脈絡來探討歷史地質學在近代中國的發展。

三、歷史地質學之開創

代	紀	絕對年代 (紀元前百萬年)	主要動物	主要植物
新生代	第四紀 現代 更新世	2	人 類	被子植物
	第三紀 鮮新世	12	哺 乳 類	
	中新世	25		
	漸新世	38		
	始新世	55		
	古新世	65		
中生代	白堊紀	135	爬 行 類	裸 子 植 物
	侏羅紀	180		
	三疊紀	225		
古生代	二疊紀	275	兩 棲 類	羊 齒 植 物
	石炭紀	350	魚 類	
	泥盆紀	410		
	志留紀	430		
	奧陶紀	500		
	寒武紀	600	無脊椎動物類	菌 藻 植 物
前寒武紀		2500		

⑥ 有關十九世紀後半至二十世紀初年之古生物學發展及其與進化論之關係，參見 Ronald Rainger, "The Understanding of the Fossil Past: Paleontology and Evolution Theory, 1850-1910," Ph. D. dissertation in the Department of History and Philosophy of Science, Indiana University, 1982.

中國之地質事業與民國俱始，民國元年一月南京中央政府成立，即於實業部下設地質科，以章鴻釗（一八七七～一九五一，日本東京帝國大學地質系畢業）主之。政府北遷，於工商部鑛政司下置地質科如舊，以丁文江（一八八七～一九三六，英國 University of Glasgow 畢業，主修地質與動物學）長之。除了主事者之外，此地質科中缺乏專材，徒具空名，彼時各大學無一設有地質科系，人才來源更無著落。為培養人才計，工商部於民國二年另設一「地質研究所」，以章鴻釗為所長，聘請翁文灝（一八八九～一九七一，比利時 Louvain University 地質與物理博士）為專任教員，同時改地質科為地質調查所（以下簡稱調查所），仍以丁文江主其事。

民國五年六月地質研究所有畢業生十八人，悉入調查所工作，這批生力軍的加入，使得中國地質事業得以開展，經過十數年野外調查之磨練與再深造，他們之中有許多成為日後中國地質學界的中堅與領導份子^⑥。丁文江卻於此時停辦地質研究，因為他認為教育與訓練地質學生並非是政府機構的責任，應該是屬於各大學的工作，所以他於停辦地質研究所之同時，說服並商請蔡元培於北京大學之中恢復地質科系^⑦。地質調查所自民國五年起始有專任所員、獨立預算、特別所址、及正式工作。但是調查所在行政體系中的地位並不穩定，前屬工商部，後併入農商部、農礦部，民國十九年改隸實業部，抗戰時期又屬於經濟部。其人員編制亦無長足進展，調查所成立之初有編制人員二十五人，至民國二十四年亦不過增加一倍多，有人員五十四人。其經費也極為拮据，辦公室、圖書館、陳列館、及研究實驗室，必須靠着鑛業公司及工商界私人的捐助，才得以興建與修葺。民國十二、三年至十七年間經費經常不足，甚或完全斷絕，中華教育文化基金董事會及洛克菲勒基金會之財力支援，對調查所工作的推動影響甚巨^⑧。

調查所成立之初的主要任務在於鑛產、地質之調查及測繪地質圖，但是隨着調查工作的日益進展，所蒐集的化石標本也日漸累積，所中卻無專才能够鑑定與研究。丁文江有鑑於此，乃於民國九年透過美國地質調查所的推薦，邀請葛利普

⑥ 例如：謝家榮成為北大地質系系主任，李學清為中央大學地學系主任，朱庭祐為貴州地質調查所所長，李捷、徐淵摩、葉良輔為中央研究院地質調查所研究員。

⑦ 北大之前身京師大學於一九〇九年曾設有地質科，聘有德國教師 Friedrich Solger，然因少有學生對此有興趣，旋即停辦，終無畢業生，僅有一學生王烈，至德國深造礦物岩石學，歸國後於民國七年任教於北大地質系。

⑧ 有關調查所之沿革、組織、經費、出版、調查與研究工作，參見：中國地質調查所概況（北平：地質調查所，民國二十年，成立十五週年紀念特刊）。有關中基會與洛氏基金會對中國科學之影響，參見 Laurence A. Schneider, "The Rockefeller Foundation, the China Foundation, and the Development of Modern Science in China," in *Social Science and Medicine* 16(1982): 1217-1221.

(Amadaus William Grabau) 來中國協助古生物學的發展。葛利普生於一八七〇年，德裔美人，一九〇〇年獲哈佛大學地質博士後，任教於哥倫比亞大學。他在一九二〇年來中國之前，已經是位著名的古生物學專家，已出版了一百四十多種論著。他的「北美標準化石」(North America Index Fossils, 1910)一書，成爲出版後三十多年來的標準參考書；葛氏的「地層學原理」(Principles of Stratigraphy, 1913)，也成爲二十世紀初年最具影響力的地層學教科書；他在古生態學、古地理學、沖積岩石學以及古生物學上所創立的一些原則，也廣爲日後的地質學家所採用^⑨。

民國九年葛氏來華後，對我國歷史地質學之開創，貢獻至大，影響深遠。葛氏來華兩年後，即建議調查所創刊「在中國古生物誌」(Paleontologia Sinica)，至民國二十六年爲止，共出版了一一四冊，其中甲種有八冊，記載古植物學的研究；乙種有四七冊，記載無脊椎動物化石的研究；丙種四六冊，記載古脊椎動物研究；丁種一三冊，爲古前人類的研究著作，均以西文爲主。民國十七年調查所得到開灤、北票等鑛公司的捐助，增建了古生物研究室，任葛利普爲主任，古生物研究乃得以奠基。

葛氏同時還在北京大學地質系任教。蔡元培自民國七年任北大校長後，即接受了文江之議恢復了地質系。地質系成立之初師資設備均不充實，僅有王烈、何杰二位教授，課程偏重在經濟地質學與礦冶工程方面。葛利普來到北大以後，由於他的國際名聲，吸引許多學生修習歷史地質學方面之課程，學風爲之一變。葛氏因腿疾不良於行，無法帶領學生做野外考察工作，但是他的苦幹、熱忱和嚴謹之治學態度，贏得學生的愛戴。民國十九年一月，北大學生爲了慶祝葛氏六十誕辰，紛紛在「中國地質學會誌」上發表專文，彙成一卷「葛利普先生紀念專冊」。葛利普於民國三十五年逝世於北平，北大學生根據他生前遺志，把他的骨灰葬在該校地質館前。葛氏在中國二十六年之中，對中國地質教育的貢獻極大，他自己即曾說過：「中國古生物誌乙種專刊四十三篇論文之中，就有三十二篇爲我的學生所作。」^⑩在這些學生當中，張席禔、趙亞曾、孫雲鑄、田奇璣、陳旭、黃汲清、斯行健、楊鍾健、

⑨ 有關葛利普，參見 V. K. Ting, "Biographical Note," *Bulletin of the Geological Society of China* (此後簡寫爲 BGSC), 10(1931): iii-xviii; Marshall Kay, "Grabau," in *Dictionary of Scientific Biography* (Vol. 5, 1972), pp. 486-488; 潘云唐, 「葛利普—中國地質科學工作者的良師益友」, 中國科技史料, 一九八二年第三期, 頁二二~五〇; 楊靜一, 「葛利普傳略」, 自然科學史研究, 三卷一期(一九八四), 頁八三~九〇。

⑩ A. W. Grabau, "Contributions to Geological Science by Graduates of the National University," *Science Quarterly of the National University of Peking*, 2(1930): 235-250.

樂森璿等，日後均成爲傑出地質學家。

李四光（一八八九～一九七〇）與葛利普同時來到北大地質系任教，李四光早年在日本學習造船機械，曾參與孫中山先生於一九〇五年在日本組織同盟會之成立大會，是當時同盟會年齡最小的成員，一九一〇年回國後參與革命活動，民國二年赴英留學，次年考入伯明翰大學，開始學習採礦，後改習地質，民國八年獲碩士學位，次年應蔡元培之請，任北大地質系教授，民國十年任地質系主任^①。

雖然李四光在北大教授的是岩石學與構造地質學，但是他對歷史地質學也有濃厚的興趣。爲了解決華北上部古生代煤系地層層位問題，李四光開始研究紡錘虫化石，紡錘虫化石是一種兩端尖細、中部膨大的微體化石，日本人從外文翻譯時，把它譯成紡錘虫。在我國古代紡錘稱之爲“筵”，李四光乃改稱此種化石爲蠨科化石，同時還對蠨科化石的分類提出了獨到的看法；他不僅用蠨科化石對石炭二疊紀地層做了新的划分和對比，而且還透過此一時期的地層古生物研究，發現了我國南北沈積古地理的差異，進而初步揭示了海水運動有從兩極到赤道，又從赤道到兩極反覆進退的規律。他的論文「中國北部的蠨科」(“Fusulinida of North China”，刊於*Paleontologia Sinica*, 乙種第四冊, 一九二七), 使他獲得了伯明翰大學的博士學位。

北大地質系由於成立較早，而且薈集了不少地質、古生物學方面的知名學者（丁文江、翁文灝、孫雲鑄、楊鍾健等陸續到校），是北大理科和國內同專業中教授最多的一個系。課程內容亦較豐富，除了一般地質礦物課程以外，還開設了一些有關中國地質、鑛產和古生物的課程。比起國內其他大學的地質系來，北大地質系不但有較多的畢業生^②，而且在學術研究上所受的訓練亦較充實，該系師生聯合組織了一個北大地質學會，陸續出版了會刊及地質叢書，其中不乏佳作。

民國十七年李四光應蔡元培之邀，至南京、上海籌建中央研究院，旋被任命爲中央研究院地質研究所所長，北大畢業生陸續到所工作，至民國十八年，已有研究及助理人員二十七位，在當時中研院（自然科學）各研究所之中，算是編制最大也較有成就的一所^③。雖然李四光本人此後的興趣，已轉移至地質力學及冰川問題上

^① 李四光生平與著作，參見：李四光紀念文集（北京：地質出版社，一九八一）；陳羣等，李四光傳（北京：人民，一九八四）。

^② 據章鴻釗，中國地質學發展小史，（上海：商務，民國廿九年，頁四〇～四一），全國各大學地質系前後畢業人數，至民國二十五年有二六四人，其中北大地質系畢業人數有一八八人，中央大學有三十一人，中山大學有三十二人，清華大學有十三人。然此數字並不完全可靠，例如據清華大學校史稿（北京：中華，一九八一，頁二一五）所載，自一九三一至一九三七年止，清華地學系畢業生計有四十四人。

^③ 參見陶英惠，「蔡元培與中央研究院」，中央研究院近代史研究所集刊，第七期（民國六十七年），頁四三～四四。

面，但是他仍然積極鼓勵與支持他的學生與同事，從事歷史地質學方面的研究。例如他的學生陳旭就在他的指導之下，把蠕科化石研究擴展到中國南部地區，終於民國二十三年出版了「中國南部的蠕科」(刊於 *Paleontologia Sinica*)，隨後又在李四光推薦之下，獲得了中基會研究獎助金去耶魯大學修習微體古生物學，終成爲此行中之翹楚。

地質教育與研究機構之陸續成立，以及外國科學家及科學團體在中國進行探險或調查研究之日漸增多^⑭，使得地質工作者覺得有成立學會的必要，早在一九〇九年，國內已有一個「中國地學會」，我國學者最早編制的一幅地質圖——鄭榮光編繪之「直隸地質圖」，就是發表在此會「地學雜誌」的第一號(一九一〇年)之上，章鴻釗也陸續在這雜誌上發表過幾篇論文，但那時「知道地質兩字的人還是甚少」，甚至「國人幾不知道地質爲何物」^⑮，中國地學會在這種情況下，自然難以維持。

及至民國十一年，章鴻釗倡議邀請中國地質調查所，北京各高等院校的地質教師以及臨時在京從事研究工作的學者，共商成立學會之計劃，終在二十六位「創立會員」(Charter members)的努力之下，成立「中國地質學會」，選出了正副會長(章鴻釗爲正，翁文灝、李四光爲副)與職員，並且通過章程，訂定了「本會以促進地質學及其相關科學之進步爲宗旨」之目標。

地質學會會員人數成長迅速，第一年有會員六十八人，會友(學生)九人，計七十七人，至民國二十五年，已有會員四二九人，是成立之初會員人數的五倍多。學會自成立時即具有世界性，入會的會員不受國籍的限制，第一年會員中即有二十二位外國籍會員，其中美國籍十人，瑞典五人，俄、法、英各三人，日本二人，比利時、捷克、奧地利各一人；及至民國十五年，外籍會員有六十三人，幾佔全體會員人數之半^⑯。李四光在第十八屆年會(民國三十一年三月二十日)所發表的演講中，即強調：“Our Society, though carries the usual banner of a national organization, is in fact international in character”(我們的學會，雖然照例是一個樹着

⑭ 自清末起就有不少科學家或科學團體來我國探險，或做些生物、地質調查工作。例如美人龐布來(Raphael Pumpelly)，德人李希霍芬(Ferdinand von Richthofen)，以及卡內基研究所(Carnegie Institute of Washington)的中國調查工作，均或多或少的爲中國地質學奠定了初步的基礎。民國以後，更有大批外國人來華調查，美國自然歷史博物館即在一九二一~三〇年間數度派出考察團，在中亞蒙古一帶做自然科學調查；同時亦有德國航空公司贊助的中瑞科學考察團，在西北新疆一帶做自然氣候地理等調查；此外亦有法國、日本、俄國等在西南、東北及西北等地之調查研究。

⑮ 章鴻釗，前引書，頁一六，頁二二。

⑯ 有關中國地質學會之成立、組織、會員、經費，出版及日後發展等等，參見夏湘蓉、王根元，中國地質學會史(一九二二~一九八一)(北京：地質出版社，一九八二)。

國家旗幟的組織，但事實上卻是帶有國際性的) ⑭。即使是其學報「中國地質學會誌」，亦是以英文為主，至民國三十六年止，此學會誌出版了十七卷七十冊，計有四三九篇論文，就論文內容而言，歷史地質學之研究佔絕大部份，其中尤以古生物學研究為最多 ⑮。

四、古生物學之研究

自十九世紀中葉以來，外國探險家，考察團以及旅行者、傳教士，陸續來到中國調查自然生態與地理地質，他們帶走了不少化石標本回國去請專家學者鑑定，因此早期有關中國地質古生物的研究報告，多出自外國人之手。自從中國地質調查所成立以來，國人也開始蒐集化石標本，丁文江在民國三年的雲南之旅，即收集了一系列的化石標本，但是彼時國內沒有一個專家能夠鑑定研究，調查所只得將這批化石送往美國鑑定。直到民國九年葛利普來華以後，古生物學才開始在中國發展。

葛氏認為研究中國化石，可以解決全球古生代動植物羣的起源與分佈等問題，但是僅憑藉着當時零星片斷的化石標本，連化石彼此間的關係都無法確定，自然不足以構成解釋這類大問題的條件。葛氏因此認為，中國地質學家的當務之急在於描述及決定化石的標準羣類 ⑯。第一代的中國古生物學家，在葛氏的指導之下，大多是朝着這個方向去努力。

民國時期古生物學發展之中，最見成績的是無脊椎動物的研究。葛利普於民國十二年所出版的「中國北部奧陶紀之動物化石」（編為「中國古生物誌」乙種第一卷第一冊），為無脊椎動物研究開啟先河。孫雲鑄在民國十三年出版的「中國北部寒武紀動物化石」（「中國古生物誌」乙種第一卷第四冊），是第一本由國人所撰寫的古生物學專著。

趙亞曾 是葛利普宣稱中國最傑出的古生物學家，他於民國十二年北大地質系畢業後，從事教學與研究工作，卻在民國十八年於雲南的地質調查途中遭土匪殺害。在這短短的六年之中，他在「中國古生物誌」上發表了四篇重要論文，又在「中國地質學會誌」及調查所出版的「地質彙報」等期刊中，發表了十五篇專論，其中尤

⑭ J.S. Lee, "Reflections on Twenty Years Experience," BGSC 22 (1942): 22.

⑮ 計榮森，中國地質學會概況（重慶：中國地質學會，民國三十一年），頁三〇～三一。

⑯ Grabau, "Palaeontology," in Sophia H.C. Zen ed., *Symposium on Chinese Culture* (Shanghai: China Institute of Pacific Relations, 1931), p. 178.

以對長身貝的新分類，受到國際地質學界的重視^⑳。除了趙亞曾以外，孫雲鑄對於三葉虫和筆石的研究；李四光、陳旭對於蠃科；黃汲清對於腕足類；尹贊勳、田奇璠對於頭足類；俞建章、計榮森、謝家榮對於珊瑚類；均有獨到的研究成果。由於葛利普首先研究中國珊瑚，著有「中國古代珊瑚」二卷，對於中國珊瑚之構造、分佈及種類，有摘要之說明，我國古生物學家受葛氏熏陶，研究珊瑚類者特多。

就整個有關無脊椎動物研究的論着而言，至民國二十六年為止，計有一七三種專論出版，不僅為古生物學研究奠定了紮實的基礎，而且為古生代及中生代地層划分及對比，提供了可靠的資料。

比起無脊椎動物來，脊椎動物研究在中國的發展較為遲緩。民初對中國脊椎動物化石從事收集與研究工作者多為外國人。美國自然歷史博物館收藏了中亞科學考察團長期在蒙古發掘的大量材料，主要包括了中生代恐龍和爬行類，以及新生代的哺乳類化石；法國神父德日進也將原藏在天津北疆博物館的史前骨器、石器化石，運往法國；此外，日本及俄國在東北及蒙古新疆一帶，均發掘收藏了不少古脊椎動物化石。這些資料經由歐美古生物學家的整理，自民國十二年至廿一年之間，發表在國外刊物中計有三百三十多篇^㉑。

由於脊椎動物化石較為稀少而且體積龐大，無論在採集或研究方面，均需大量的人力及財力的支持，在洛克菲勒基金會沒有資助地質調查所成立新生代研究室以前，國內沒有一個機構能夠負擔得起大規模的野外調查及採集工作，也沒有一有實驗室能夠承擔脊椎動物化石的分析與研究工作。楊鍾健對華北齧齒類動物的研究，算是一個特例。

早在民國七年，地質調查所的瑞典顧問安特生(J. G. Andersson)就於河南、山西等地收集了大量龍骨化石，送往瑞典烏堡薩拉大學(Uppsala University)以及德國慕尼黑大學(University of Munich)，由舒羅塞(Max Schlosser)教授鑑定研究。楊鍾健自北大地質系畢業以後，即往慕尼黑大學在舒羅塞教授門下修習古脊椎動物。藉著這批來自中國的化石標本，楊鍾健於民國十六年完成了對中國北部齧齒類動物之研究。他回國後任職於北大及地質調查所，同時還於民國十八年發起組織了一個「中國古生物學會」，積極推動古脊椎動物的研究。他日後所發表的一百多篇論著之中，尤以對雲南祿豐龍動物羣的長期研究成果，得到國際古生物學界

^⑳ Grabau, "Memorial of Yatseng T. Chao," BGSC 8(1929): 257-259; 黃汲清, 「傑出的青年地質學家趙亞曾」, 地質論評, 二六卷(1980), 頁一六七~一七九。

^㉑ 此數目根據阮維周, 「地質學」, 載李熙謀主編, 中華民國科學誌(臺北: 中華文化出版事業委員會出版, 民國四十四年), 第三冊, 頁十六。

的重視。

民國十八年新生代研究室的成立，為古脊椎動物研究開創了一個新的研究途徑。此研究室的成立主要是為了研究周口店龍骨山洞穴內所藏大量的哺乳類及古人類化石，以及對華北各省新生代地層與生物羣做有系統的搜尋。早於民國十年瑞典顧問安特生與奧國古生物學師丹斯基（Otto Zdansky）開始在周口店做小規模挖掘，發現了人形牙齒。民國十五年地質調查所與北京協和醫學院合作，展開了較大規模的挖掘工作，協和醫學院解剖系教授布達生（Davidson Black）以挖出的化石標本做研究，發現這些介於人與猿之間的原始人類化石，與已發現的其他原始人都不同，而將之命名為「中國猿人北京種」（*Sinanthropus Pekinesis*），俗稱「北京人」^②。

周口店的發掘工作，隨著民國十八年裴文中發現北京人的頭蓋骨而有了新的轉機。由於北京人頭骨的發現受到世界學術界廣泛的重視，龍骨山的挖掘亦隨之擴大工作範圍。大體而言，民國十六年以前的發掘工作是屬於古生物學的範疇，目的在發掘動物骨骼化石；民國十七年至十八年的工作是屬於古人類學的，目的在發掘人類化石；民國十九年以後則屬於考古學的工作，重點在搜尋石器和用火的痕跡^③。北京人的發現之所以受到世界學術界廣泛的重視，除了它代表人類進化的一個重要階段以外，更因為它給各門學科提供了研究人類、文化、及其生態與自然環境的豐富材料。

在古植物學方面，中國學者從事這方面研究者很少。由於植物化石通常沈積在含煤的地層之中，地質學家常用它來當做尋找煤礦的指南。周贊衡於民國十二年所發表的論文「山東白堊紀之植物化石」，是第一篇國人所著的古植物學論文，此後，張席禔、潘鍾祥、計榮森等，也都曾發表短文，描述廣東及北平西山等地的植物化石。基本上，這些論文大多是地質調查之下的副產品，並不是一種就古植物學觀點而寫的著作。

民國時期最著名的專業古植物學家是斯行健。斯行健曾在民國二十至二十二年間至德國柏林大學專研古植物學，回國後任教於諸所大學，於民國十九至二十六年之間，他共發表了四十三篇古植物學論文^④，除了對某地植物化石的辨認及描述以

^② 有關布達生及北京人的發掘工作，參見：Dora Hood, *Davidson Black: A Biography* (Toronto, 1964); Davidson Black, "Fossil Man in China: The Choukoutien Cave Deposits with a Synopsis of Our Knowledge of the Late Cenozoic in China," *Geological Memoirs*, Ser. A. no. 11, 1933.

^③ 裴文中，「回憶中國猿人第一個頭蓋骨的發現」，中國科技史料，一九八二年第三期，頁二～五。

^④ 阮維周，前引文，頁十七。

外，他特別注重陸相岩層的地層對比。除此之外，其他還有一些零星作品，然就整體而言，此一時期的古植物學研究，無論在質與量上，都較古脊椎動物與無脊椎動物的研究相距甚遠。

總結此一時期的古生物學工作，重點放在化石的發現以及對化石的基本描述與分類，像北京猿人的發現；雲南祿豐原蜥腳類動物羣的發現；以及蜓科、筆石、長身貝類、腕足類等無脊椎動物的分類，都對整個古生物學知識有相當的貢獻，在對於地層劃分和基本地質構造的認識上面，也提供了可貴的基礎資料。但是限於客觀條件，此一時期古生物學的發展並不平衡，古植物學研究還在萌芽階段；古脊椎動物的研究門類也不完整；脊椎動物研究也只限於哺乳類及古人類，除了少數爬蟲類以外，對其他魚類、鳥類及兩棲等門類，幾無涉及。

五、地層學之研究

地層學中充滿了不同的分類名詞，以及對岩層與結構的特殊術語。在地質學史上，地層術語一直是一個爭論不已的課題，直到今天，西方地質學家仍然定期聚會討論釐清地層術語的定義和範圍。我國對地層的劃分及命名，幾乎完全依照西方的標準，但是歐美的分類標準往往不適用中國乃至東亞大陸。民初留日地質學家章鴻釗即曾為文，對地質學上所謂「時的等值」(time equivalency) 或「同時」(Synchronism) 的涵義表示懷疑²⁵。李四光也舉了幾個例子來提醒他的同僚，不可太依靠別處既定的化石或地層標準，因為中國的化石及地層帶狀分佈，與世界其他地方並不完全一致²⁶。在地質學家的警覺之下，「Sinian System」(震旦系) 一詞成爲中國地層學中最獨特而且爭論最多的術語。

早在十九世紀中葉，美國地質學家龐布里 (Raphael Pumpelly) 來華考察地質，他發現東亞最顯著的地質結構是一種東北走向的摺皺 (folds) 類型 (亦即水平堆積的岩層受壓力擠壓而變形爲各種摺曲型態)，龐氏將之稱爲「Sinian type」(中國類型)。一八六二年德國地質學家李希霍芬 (Ferdinand Von Richthofen) 在中國的地質調查發現，這種摺皺類型分佈在中國東北部廣大的水成岩層之中，李氏將此岩層稱爲「Sinische Formation」(中國系)，並且劃分爲上、中、下三個時代，歸屬於前寒武紀及奧陶紀之間。Sinian system 這個名詞後來由章鴻釗翻譯

²⁵ 章鴻釗，前引書，頁六六~七〇。

²⁶ J.S. Lee, 前引文，頁二一~四七。

成「震旦系」，取自佛經上震旦即中國之義。

地質學界對震旦系的時代歸屬及地層對比問題，一直有諸多爭論，地質調查所爲了解決這個問題，敦請葛利普重新釐定震旦系的涵義。葛氏旁徵博引而將震旦紀視爲古生代最古老的地層，位於五臺系之上寒武紀之下^②。雖然有些地質學家仍然不同意葛氏的界定，但是震旦系地層的研究從此展開。民國十二年田奇璣進行對南口震旦系的研究；十三年李四光修正了長江三峽東部前寒武紀地層的劃分，並確定了冰碛層的層位，奠定了南方震旦系的分層標準；民國廿三年高振西研究北方震旦地層，而將冀東剖面做爲我國北方震旦地層的標準區；廿五年趙金科從全球古地理學的觀點，探討震旦大地槽的起源與性質。有關震旦系的研究及爭論一直延續到一九七〇年代，在一九五九年中共的全國地層會議當中，震旦系問題成爲討論的重點，他們對於震旦系的上限、時代歸屬、以及與其他地層之間的關係與對比問題，還是沒有取得一致的意見^③。儘管如此，震旦系一詞已經在中國地層學上確立了鞏固的地位。

對中國地層學研究影響最大的是葛利普所著二大冊「中國地層學」（民國十三及十七年出版），第一冊討論古生代及更古老的岩層，第二冊探討中生代地層。此書總結了當時中國各時代地層發育和分佈的基本特點，同時把亞洲一些國家以及歐洲和美國各時代的地層分層、分類和對比做了系統論述，書中還繪製了一系列亞洲古地理圖，說明各地質時代的海陸分佈輪廓，特別指出存在中國的兩個前寒武紀古大陸：華夏古陸和西藏古陸。從今天的科學水準來看，葛利普書中的許多推論已經過時，但是他的研究方法對當時的地質學家有絕大的啟發作用。

在古生代地層方面，最受中國學者注意的是寒武紀地層研究，因爲李四光、趙亞曾、謝家榮、王竹泉等在長江流域以及孫雲鑄在北方所發現的三葉蟲化石，提供了豐富的對寒武紀地層研究的材料。丁文江、黃汲清等在雲南、貴州、廣西、及四川等點的地質調查，也給志留紀泥盆紀地層研究工作建立了基礎。石炭紀地層的分層所引起的爭論最多，民國十三年以前，山西太原系的下部石灰岩層是公認的標準下石炭紀地層，後來經過李四光等人所發現對長身貝及石燕動物羣的研究，而斷定太原系應屬中石炭紀。經過他們進一步的研究，終將原來華北的石炭紀分成三個系：本溪、太原、以及山西系，分別歸屬於不同的地質年代。

古生代末期海水的全面退落，造成淺灘生物的絕滅，海相與陸相的對比乃成爲

^② Grabau, "The Sinian System," BGSC 1(1922): 72-73.

^③ 「六十年來我國前寒武紀地質工作的回顧與展望」，地質論評，二八卷二期（一九八二），頁一六五～一七〇。

中生代地層研究的特色。計榮森、潘鍾祥、王竹泉等人在北平西山以及陝北綏德、延長一帶，所發現的三疊紀岩層有上下兩部，下部含爬行動物碎骨，上部含魚類及植物化石，但岩石俱呈陸相而非海相，因此他們推論在下三疊紀時候，北方完全是陸地而南方大半是海洋。侏羅紀地層較受中國地質學家的重視，因為其地層都是陸相煤田，北平西山門頭溝煤系以及南京鍾山層等，都是侏羅紀最著稱的地層。譚錫疇在山東萊陽附近發現的恐龍、魚類、昆蟲類、葉腮類與植物等化石，為白堊紀地層研究提供了可靠的證據。

中生代在我國是一個造山、造陸運動最普遍的時代，中生代地層的研究因此與大地構造問題發生密切關聯。在這些地層學研究的基礎之上，翁文灝、謝家榮等人開始對中生代晚期的火山及造山運動進行研究，這種構造地質學上的研究，必須先對整個地球構造有廣泛的了解。葛利普即曾提醒中國地質學家，必須把區域地質研究放在一個全球大陸的演化架構之中來看²⁹。他自己即根據全球海進與海退的現象，把全世界的地層重新分類，而創立了「脈動學說」(Pulsation theory)，脈動的意思是指海水同時進退之時，一進一退即各成一個脈動單位。脈動是海棲生物盛衰消長的主要原因，從海水進退和生物盛衰消長之間的關係，即可對全球地層做系統的分類³⁰。葛氏的脈動學說以及他在地層古生物學的成就，使得美國國家科學院於一九三七年頒發葛氏一枚瑪莉、湯普遜獎章(Mary C. Thompson Medal)。

葛氏理論上的創見雖然獲得國際學術界的肯定，但是卻對中國地層學研究影響不大，因為沒有幾個地質學家能够像葛利普一樣，掌握如此淵博的全球性地質知識。比起其他實驗科學來，歷史地質學的解釋往往建立在許多假設與推論之上，葛氏的脈動及兩極控制理論，雖然沒有對中國歷史地質學發生大影響力，但是其中幾點推論，卻為日後中國地質學家對大陸漂移學說(Continental Drift)及板塊學說(Plate Tectonics)的接受³¹，奠定了平坦的基礎。

²⁹ Grabau, *Stratigraphy of China* (Peking: The Geological Survey of China, 1924-1928), Vol. 2, p. viii.

³⁰ 有關葛氏脈動學說，參見 Grabau, *The Rhythm of the Ages; Earth History in the Light of the Pulsation and Polar Control Theories* (Peking: H. Vetch press, 1940); *Palaeozoic Formations in Light of Pulsation Theory*. (Peking, 1936-38).

³¹ 大陸漂移學說是魏格納(Alfred L. Wegener, 1880-1930)於廿世紀初所提出的一套有關地球表面大陸與海洋分佈的理論，他認為：在古生代，全球只有一塊巨大陸地，名為泛大陸，周圍是一片廣闊的海洋，名為泛大洋。中生代以來，泛大陸開始分裂、漂移，成為今日所見的幾個大陸與島嶼，並把泛大洋分割成幾個大洋和許多小海。此一學說的出現，動搖了大陸固定論和海洋永存論，引起了當時世界科學界的巨大震動和辯論。及至五十年代，隨著海洋學、地磁學，及其他尖端科技的迅速發展，大陸漂移說滲入新的革命理論——板塊學說，其大意是：大地構造活動是由幾個巨大岩石圈板塊的相互作用引起的，板塊強度極大，主要的變形發生在板塊的邊緣部份。有關這些理論的淵源，發展和學說內容，參見 Charles J. Cazcau and other, *Physical Geology: Principles, Processes, and Problems* (New York: Harper and Row, 1976), pp. 374-393. Robert P. McArthur and Harold R. Pestana, "Is Continental Drift/Plate Tectonics a Paradigm-theory?" in *14th International Congress of the History of Science, Proceedings* (Tokyo: Science Council of Japan, 1974), no. 3, pp.105-108.

總括而言，此一時期的地層學研究，偏重在古生代和中生代，對新生代地層之研究甚為簡略。經過中國地質學家廿多年來之努力，他們初步樹立了東部地區地層的基本層序和代表性剖面，並在此基礎上，進行了區域範圍內的地層劃分和對比。但是由於實驗室的設備不夠，當時的地層學家無法對岩石標本做進一步的分析。爲了要了解岩層在時間、空間上的位置，沖積作用及岩石學是基礎知識，但是彼時岩石學在中國地質學研究中是最薄弱的一環，地層學的研究也因而顯得實證基礎的薄弱。

六、結 論

綜觀此一時期歷史地質學的基本工作，仍然偏重於發現、描述、與分類，本質上還是遵循十九世紀歐洲歷史地質學發展的軌道。自從十九世紀末期以來，遺傳及進化理論給歷史地質學帶來極大的革新，生物的個體發育史 (Ontogeny) 以及種族系統史 (Phylogeny) 在歷史地質學上開始扮演重大的角色。中國地質學家在這方面少有研究，因而也不重視生物遺傳關係與演化規律在歷史地質學中所扮演的重要角色。其根本原因在於彼時的中國地質學家缺乏對生物學的深刻了解，丁文江在民國十三年即指出：「北大地質系從來沒有嚴謹的生物課程，使得學生無法去了解歷史地質學的根本原則²⁹。」生物及岩石學等基礎科學的訓練不夠，延誤了歷史地質學發展的腳步。

儘管此一時期的歷史地質學沒有進展到一個高層次專業化的階段，但是當時的地質學家多少已經擺脫了西方學者對中國歷史地質學所建立的窠臼，從而建立起他們自己的分類體系與解釋架構，例如，震旦系的建立，以及斐文中長期在周口店發掘與研究的工作成績，不僅是當時地質學上的重大突破，同時也爲中國科學界樹立了楷模。

比起其他科學來，爲什麼地質學在中國發展較早而且進步較快呢？從歷史地質學這條線索來看，可以歸結出三個重要原因。第一，地質學之應用有其經濟價值。工業資源（如煤岩、石油、金屬礦物、沙礫、粘土、大理石等）的取得，公路、鐵道等工程建設，必須基於對地殼的了解以及對地質學的基本認識。就歷史地質學而言，地層古生物學在煤田、石油、天然氣勘探上的應用最爲顯著。廿世紀前半，中

²⁹ V. K. Ting, "Presidential Address: the Training of a Geologist for Working in China," BGSC 3(1924): 10.

國的工業資源主要仰賴煤礦，由於歷史地質學對尋找煤層礦脈的功效，自然受到政府、學界及工業界的重視與支持。

第二、地質學是一種具有地方性或區域性特質的科學，對於科學的「國際性」(Univesalism) 與「地方性」(Localism) 這個問題，我國科學家們早有爭論。任鴻雋曾經把科學就其研究對象分成兩大類，一類是物理、化學、數學、天文等屬於國際性科學；一類是生物、地質等具有地方色彩的科學。他認為科學家的任務首在將地區科學材料充分研究，然後才能在全球性的科學知識上有所突破^③。古脊椎動物專家楊鍾健也有相同的看法，進而對研究有地方性科學之基本工作多所闡述^④。中國這片佔世界十分之一強的廣大土地，本身就提供給地質學家一個區域研究的實驗場所，在這塊土地上，任何地層古生物的發現，就足以對地質學知識有所貢獻，如此自然吸引有志於科學工作者獻身於地質發現與研究。

第三、地質學在方法上與一般實驗科學有許多不同之處，野外的調查與勘測為其顯著的特徵。就歷史地質學而言，其方法與歷史方法關係密切。傅樂詩在「丁文江」一書中，就認為地質學基本上是一種歷史科學，其所用的經驗方法(Empirical method) 與中國傳統學術中所用的方法甚為類似，二者所提出的是有關「起源」與「成長」等歷史問題，推理所用的多是分類與歸納的方法，所得的結果也是用一種普通的日常語言來表達，不像數理語言一般抽象難懂。傅樂詩認為，這就是為什麼許多第一代中國留學生，喜歡選擇醫學、生物、地質等具經驗性及歷史性科學為其專業學科的主要原因^⑤。

雖然傅樂詩以上的說法過於簡化地質學的內容與性質，但是民初地質學家本身就持有與傅氏同樣的看法。例如楊鍾健即認為地史與歷史所用的方法相同，不同的是所根據的材料，以及所研究的對象和時間上的不一樣^⑥。這樣側重地質學中歷史主義的觀念，不獨有偶，一九四〇年代日本有批所謂的「草根地質學家」，也認為地質學是一種描述自然歷史的科學，應該採用歷史方法，自然歷史不像物理或化學原則一樣，可以拿來反覆試驗，歷史事件自有其在時間、空間上的獨特性，必須透過區域性的實地調查方可獲知^⑦。

^③ H. C. Zen, "Science: Its Introduction and Development in China," in Sophia Zen ed. *ibid.*, pp. 171-172.

^④ 楊鍾健，「論研究有地方性科學之基本工作」，科學，十八卷一期（一九三四），頁五～一一。

^⑤ Charlotte Furth, *Ting Wen-chiang: Science and China's New Culture* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1970), p. 56, 229.

^⑥ 詳見楊鍾健，「地質學與史學」，文史雜誌，一卷五期（民國三十年六月），頁一～四。

^⑦ Shigeru Nakayama, "Grass-Roots Geology," in *Science and Society in Modern Japan* (Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1974), pp. 270-289.

以上這些對地質學本質的了解，就今天的眼光來看相當浮淺。地質學的方法不僅僅只限於歷史方法，理化式的分析與實驗也佔了重要角色，例如岩石的結構與特性必須藉著顯微鏡及分光儀器來實驗分析，又如無法由實地觀測而獲知的構造地質學，其有關岩層受壓力而變質的作用與過程，必須藉著力學實驗與理論演繹，才能獲得推理與結論。當時中國地質學家對地質學本質的了解，相當有限，也正是因為這種有限的認識，推動了地質學（尤其是歷史地質學）在中國的發展。