

鐘指集

翁文顯自題

自序

二十年來携錐入山，學爲地質觀察，亦嘗東涉黑水，西視流沙，於自然現象稍有領略。惟以拘於職務，限於體力，實地工作每多淺嘗。追溯前游彌深慚怍。亦復以職務關係，獲識當代專家，廣讀調查報告。既多見聞時有記述，每因演講輒肆論談。積集既多，散漫難稽。因思擷存一冊稍免佚亡，略爲詮次以便觀覽。專研之篇既有別刊固無需於複印，易讀之著通俗可喻或有助乎津梁。敢言發明，聊存紀念。莊子云，以管窺天，以錐指地，不亦小乎。地質學以錐指地之學也，而吾之所得爲尤少，以此名集亦自誌其小而已。

民國十九年五月翁文灝序於北平兵馬司九號地質調查所

自序

錐指集目錄

翁文灝著

通論

爲何研究科學如何研究科學	一—六
如何發展中國科學	七—一八
對於自然科學的大概觀念	一九—三〇

地質學

惠民大陸漂移說	三一—四二
中國地史淺說	四三—六〇
中國地質談	六一—七六
中學地質教授之商榷	七七—八三
地質時代譯名考	八四—九〇
中國北部水平動所成之構造	九一—九八
中國東部中生代造山運動	九九—一四

地震學

中國地震區分布簡說·····	一一五—一二五
甘肅地震談·····	一二六—一三六
民國十四年三四月雲南洱海附近地震述要·····	一三七—一四四
礦床學	
地球化學述要·····	一四五—一五三
中國鑛產區域論·····	一五四—一七一
中國金屬鑛床生成之時代·····	一七二—一七九
地質學在鑛業上之應用·····	一八〇—一八八
古生物學及考古學	
地質學上之生物進化觀·····	一八九—二〇四
宜昌石龍辯·····	二〇五—二〇七
駁龍解·····	二〇八—二二三
中國書中之科學材料·····	二一四—二一六
爲中國古代鐵兵問題進一解·····	二一七—二二一
北京猿人學術上的意義·····	二二二—二二七

地理學

中國山脈考……………二二九—二六一

中國地理學中幾個錯誤的原則……………二六二—二六八

中國地理區域與其人生意義……………二六九—二七四

目
錄

通

論

爲何研究科學如何研究科學(1)

說起研究科學，往往有人想到爲什麼要研究科學。有的說：研究科學只爲的探討真理。有的說：研究科學爲利益人生，增進人類之智識，即所以改善人類之生活。這學問，爲研究而研究。有的說：研究科學爲利益人生，增進人類之智識，即所以改善人類之生活。這一個問題雖已成老生常談，但今年（即1925年）英國科學會（British Association for the Advancement of Science）會長演說猶且以此爲題，反覆討論，累數百言。中國科學方才開始發展，學者心目中此種問題恐亦不免。即如今日南開大學科學館開幕紀念，外界觀念對於莊麗建築歡喜贊歎之餘，總不能不希望就此能夠產生一些於民生國計實在有益的结果。但是純粹的科學家聽了此說，恐有一大部份反對；以爲此等實用主義的論調，對於科學是外行的，是不明而且淺量科學的。試想中國自咸同以來，即重洋務，即講西學，也就是現在所謂科學，設局印書出洋留學，提倡甚是出力，但所謂西學者，僅視爲做機器造槍礮之學。惟其只知實用不知科學真義，故其結果不但真正科學並未學到，而且因根本不立，即做機器造槍礮之實用亦並未真正學好。而且只知讀他人之書，不知自己研究，結果譯書雖多，真正科學並未發生。例如江南製造局三十餘年間成書一百七十多種；其用心之勤，至今猶有人稱道以爲不可及。其間如華蘅芳諸人之盡心編譯，誠亦可敬，但試想此等事業會否養成幾個專家，於真正科學有所貢獻？平心而論，可謂絕未發生效力，不過供人抄襲，作爲時務通考，格致課藝一類的材料



罷了。從此可見不明科學的真正意義，且不從真正研究入手，雖肯極力提倡，亦是不得效果的。所以我們講學，工科之外別有理科。工科重實用，理科重研究。理科研究又復只知探尋真理，並不問其對於人生日用是否直接有用。

但實用與學理二說似若反對，實非矛盾。科學目光固不能專注目前之急就之功，但因科學研究之結果，對於自然公律逐漸明白，則自然界種種勢力及物類自然的容易供我們的支配與利用。設一譬喻：譬如十九世紀初英國電學名家法拉第 (Faraday) 等研究電學及磁學的時候，用一張厚紙，蓋在磁石棒的上面，將鐵屑撒在紙上，振動紙片，鐵屑即排成曲線，證明磁力的方向。諸如此類，研究完全是學理的；絕未想到後來發電機由此發明，電車電燈電報都由此發生。再舉一例：三年前天津曾有人爲他大做百年紀念的巴斯篤 (Pasteur) 用很簡單的試驗證明空氣中有微生物的種子；微生物祇能因種傳種，不能憑空的自然發生，亦是就事論事，誰也不想到現在醫學上衛生學上種種應用，因此救了無數人的性命，延長了許多人的壽數。所以科學應用往往出於意外：現在以爲有用，研究下去也許無甚結果；現在以爲無用，也許研究下去，可以生出驚天動地的結果。所以研究科學的人，不管他無用有用，也不知什麼叫有用，什麼叫無用，但祇知道我可以研究的東西拿來研究，研究的結果便是研究者最高之獎賞。莫說這種純粹科學的精神是無用的，天下最大的善，莫過於能信真理，使天下人人皆能信仰服從真理，則人類和平早已實現了。天下最大的樂，莫過乎能得真理，試想科學給我們的知識，

大至無外空間最大的望遠鏡所望不到的地方，小至原子電子頂強的顯微鏡所顯不出東西，我們都能推想得到，於人生的擴大有何等重要意義，也可說即此便是他的大用。

但是也不能說純粹的科學家，是祇知研究不管實用的。剛纔所說的法拉第是一位純粹學者，大家知道毫無可疑的，他在 1836 年曾受 *THE LAMP WORKS* 公司的雇用，研究用弧光做照海燈的方法。他受極微的薪水，在驚風駭浪中辛苦工作，於身體健康大受損害，他從未懈怠，亦從未要別的酬報。他在七十歲上猶自去海邊看察，自謂但能使航海的減少危險，保全生命，便是自身無上的獎賞。這便是科學家的實用精神，科學知識便是人類的照海燈，須要照得人類平安纔見得他的用處！

現在要說如何研究科學，科學學生讀的是科學教科書，教科書所教的都是前人研究已得的結果，讀了之後——尤其是在物理學一類的科學——往往覺得各種事情都已研究完了，既已盡善盡美無以復加，從何再做新的研究？再不然便覺得天下事物浩如煙海，一部七十史，都不知從何處說起，天下事物之繁，叫我們從何下手研究呢？我們於科學初入門徑的人，恐怕都不免有這二種感想；因此徘徊瞻顧，不能進行。

研究科學入手工夫，自然各種科學各各不同，既貴有天才，又須有指導，萬不是一言可盡，知識信隘如我，更不敢強不知以為知。但是從個人經驗所及，或者可以對學生諸君貢獻一些極粗淺的意見，作為參考。

我以爲入手研究的次序，大約可分三步：第一是找問題，須要先知什麼問題尙未解決，然後可以下手研究。我嘗想現在專門教科書以及高等教授——中外都說在內——都有一普遍缺點，就是只教人什麼是已知的，但不大肯說什麼是未知的，因此所以使學生生出盡善盡美無可研究的感想，不能激發他們好奇探勝的興味。但是我們當學生的——凡是研究科學者，年紀雖大也都可叫做學生——也儘可獨具眼光，用心去尋他們的漏洞。譬如學地理學的教科書上正面的說直隸省某年統計人口多少，我們就要反面的想西藏的人口沒有統計，不知到底多少。又如學重力學的，聽人說倫敦的巴黎的重力加速度是多少，我們便要問他是否知道天津的是多少。凡是未知的問題，都應該也是可以研究的。

第二步就是找方法：有了問題，須要想方法去解決他，有的問題是可以用現成方法解決的，那最容易，把已知的方法去研究未知的東西，一來就有成績了。也有的問題現成方法不甚適用，須要因時制宜，或因地制宜，加以改良的，那便要研究如何改良，如何適用，便已引上研究的路了。更有的問題須要想新方法來解決的，如果能想得出，便是更有價值的發明了。

第三步——也許就是第二步的變相——是找材料：研究一個問題，第一要知人家對於這個或與他相似的問題曾否研究，結果怎樣，所以參考書是不能不充分的。科學書的做法大抵淵源有自，徵引有據，所以我們從這書便可引到那書，逐一尋去，參考書就完備了，這是一種材料。研究一個問題往往須要取得研究的東西，譬如研究動植物須要先採動植物的標本，研究物理化學也要有適當試驗的物質

，這又是一種材料。再加試驗的儀器，也須一一設備，所以材料的設備便成了研究科學的要素，也就是現在科學研究不能個人的閉戶獨修，必須設立專門機關的理由。但是設備的次序儘可照研究的需要次第做去。有一部份人以爲必先有完全的設備，然後可以着手研究。我以爲必先有研究的題目，研究的方針，然後儘必要的或有益的範圍內極力設備，方能容易成功，事半功倍。否則不問是否有用，是否能用，樣樣都要設備，到那一天纔算完全呢？

照以上次序做去，是否就能做到科學發明，得到重要貢獻呢？當然不能完全保險。須知科學發明不是輕易的事，得些新的貢獻亦非十分容易。而且科學愈進步，發明愈難了！試讀西洋科學發展的歷史，在十七八世紀以及十九世紀之前半期，科學界草萊初闢，光燄萬丈，從極簡要的事實使得極重要的發明。譬如見水沸而知蒸汽的力，因蘋果落地而悟重力之理，雖是過份說的簡單，但在現在科學眼光看來，總也覺得是很便宜的事。拿愛因斯坦相對論的證明來與牛頓的重力律來比較，難易繁簡，相去得多少！就是起頭所說的法拉第，巴斯篤一流的試驗，在現在看起來，亦豈不是十分簡單？容易工作既已作去，現在的工作便要繁難了。所以由今思昔，覺得當時真是科學發明的黃金時代！

但是我請諸君不必以錯過了黃金時代自餒。現在的問題固是愈難，現在的方法却是愈精，所以我們的研究能力亦是愈大。況且我們中國真叫作地大物博，各種事物未經科學方法研究者很多很多，一經研究必有所得；凡有新得即是貢獻。所以我們即使不承認還在科學發明的黃金時代，我們也不能不

慶賀尙在科學發明的黃金世界。

我們不聽見近年美國博物院亞洲調查隊在外蒙古研究古物的成績麼？許多人都說他們三年調查的結果，勝如歐美數十年的成績。就是我們中國人的研究，記得去年中國地質學會開年會的時候，有北京大學及地質調查所人員的許多論文，有一位法國地質學會的副會長聽了，告訴我說：我們法國地質學會三年的貢獻，也沒有你們這一年的多。這固然是他太恭維了，但也要有些實在。所以然的理由：並不是我們的研究能力高，實因爲我們材料太多太好太容易了。歐西二萬分之一的地圖都已做得不少，我們的整座的大山還有沒調查過的。所以研究材料俯拾皆是，就是所謂科學發明的黃金世界了。

用這一種眼光，或者可以許我推己及人，添別種科學來上一個找問題研究的條陳。我們不是想物理學理論高深方法精密，一時間不容易做什麼新的研究麼？但如果從地域觀念着想：在中國黃金世界裏找題目，那就容易了。姑且舉一個我所想到的例：從前人想地面上各地重力的加速率是跟緯度高度定的，既知某地的緯度高度，便可算出他的重力。但是精密測量的結果，却往往與算得的數目不同。二者都很可靠，其間的差異乃是另有一種極重要而從前設想不到的現象，就是地殼的疏密輕重各處不同，而且大致是高山區域疏而輕，大洋區域密而重。但是在中國這麼大的地方——除了印藏交界的喜馬拉耶山以外——究竟是否如此，抑另有別的變化，至今沒有測驗過，這豈不是現成的一個很好問題麼？我提出這個問題，並不定認他是物理學上最重要的一個——物理學我是不很高明的，——但由此

可以說明雖具普遍性質如物理學的科學，也可以用地域關係幫助我們來找問題而且這是於地質學極有關係的，所以格外關心，那就所謂三句不離本行了。

至於其他科學地域關係更深了，如生物學之類，機會更多，可以不必一一盡說。

諸君須知黃金世界是人人羨慕人人要想利用的。所以中國的科學材料我們自不利用，外國科學家就來利用了。各國每年來華的探險隊調查團，後先相接，是來作什麼的？就是因為中國是科學發明的黃金世界，都來叨些光罷了。從世界科學的眼光來看，學術無國界，我們應該歡迎他們來早些發明尚未發明的寶藏，促進人類知識的進步。但是就中國人的地位着想，我們自己的材料，自己的問題，不快樂的自己研究，以貢獻於世界，却要勞動他們外國人來代我們研究，我們應該感覺十二分的慚愧，應該自加十二分的策勵。

以上所說，都是很粗淺的話，我的意思無非想要鼓起科學學生奮起研究之熱心我們須記着眼前科學上未開闢的荒地尚是甚多，專待我們來耕耘來收穫！我們應該大家努力！

(1) 民國十四年天津南開大學科學館開幕時講演，曾載南開週刊第一卷第八號及科學第十卷第十一期。

如何發展中國科學(1)

中國科學社例於夏間舉行年會，此為其十一次。曠觀近來科學界之大勢及吾國之特別情形，殊不

能不一種應時感想；而此後如何進行，如何發展，更不能不有所希望，敢就個人思慮所及，略貢管窺之辭，竊附贈言之義。

吾人所處時代，實為科學歷史上極可紀念之秋，科學界重大進步如相對論之發明，不過近二十年內之事。相對論之價值不僅在其理論之精闢，而尤在其能有事實之證明。愛斯坦氏嘗自言相對論之能成立或失敗，全視乎三種天文現象之能否實驗。三者維何：一曰行星繞日軌道之變化；二曰日光分光象之趨近紅色；三曰星光受日球吸力之偏倚。此三事者，第一事未幾即已證實，次者若望 (Dr. O. F. St. John) 博士亦在維爾孫天文臺證明之。第三事今又於 1922 年九月日蝕時在澳洲觀察實驗之矣。由理想之推論而得事實之證明，此誠科學家最高之快慰，抑亦人類思想無上之光榮也。又如化學原子之研究，由物質單位之舊觀念進而達到原子之破碎，遂以打破質力之分界。從前科學家對於以太 (ether) 之假想，能力 (energy) 之探討，非不言之津津，具有至理；而按之實際，終嫌空虛，不脫假設。今之物理學及化學乃由原子進而研究電子 (electron)，其重可量，其速可測，驗之物質，則元素之變換既已成功，證之能力，則質力之互通，無復疑義。此誠物質科學極大之勝利，可謂宣洩造化之秘者也，而吾人躬與其盛，及身見之，抑亦幸焉。

即就個人聞知較親之科學——地質學——言之，向者所學，蓋猶為康德 (Kant) 或拉普拉斯 (Laplace) 之緒餘，冷凝縮緬海陸迭乘之成說；今則因經緯度及重力之精測，地殼均衡 (isostasy) 已

成證明之事實，海山變遷之原因，遂得較確之說明，而如若里 (John) 地殼放射能之研究，惠格納 (Wegeuer) 大陸漂流之學說，諸地震學家地球內部彈力密度之測量，此皆為地質學開闢新蹊徑征獲新疆域者也；而其發明進步，皆不過近三十年間事。吾輩出校未久，鬢毛未衰，而環顧學術潮流，早已澎湃直前，一瞬千里，苟非捷足窮追，即成落伍疲卒，可不慎歟！

當此世界科學猛進之中，我中國學術界貢獻幾許，位置如何，言之良堪愧怍，今試證之旁觀者言，或可藉為借鏡之用。1924年英國老地質學兼地理學家格雷哥利 (Prof. J. W. Gregory) 嘗於自然週刊 (Nature) 中著一文曰：『中國之科學復興』(The Scientific Renaissance in China)。其中列舉事業，大要可分為二類：(一)關於教育及文化者，格氏列舉國語之統一，注音字母之實行，教育課程之討論及各大學之創立，以為皆於中國文化大有影響。(二)專門學術機關之成立，格氏所手屈一指者，在北為協和醫學校，在南為香港大學，此皆為外人經營者；中國所自辦者，格氏於教育機關則首及北京，東南，廈門，清華諸校，於研究機關及團體，則舉及地質調查所，工程學會，化學會，地質學會等。格氏所論自係局外者言，不無誤會掛漏之點，然亦足以代表外國一部分學者對於吾國科學事業之大概觀念。

格氏復綴以結論曰：(中國政治紛亂，以上事業，或竟不克善終，種種計畫未可遽抱樂觀，然中國歷史足以鼓勵對於將來之希望……現時亂狀，或尚有數年，然和平終當有恢復之日，雖暫時困於

政治之混亂，軍閥之摧殘，而新中國之復興，仍極有進步之望也。）

“It may be felt that the outlook of those schemes is not promising and that the existing political chaos in China may bring them to naught. But Chinese history encourages confidence as to their future.....Though the present disorder may last for years, peace will assuredly be restored. In the near time the new Chinese Renaissance promises to make good progress in spite of the political turmoil and military misgovernment.”

吾國近年來所發生之科學事業實尚不止格氏所列舉；語其要者，如醫學，生物學，氣象學，工程學之研究，皆已有一部分之貢獻與相當之成績，故吾國科學事業謂之幼稚草創誠無可辭，若欲一概抹殺而漫曰：中國尚無科學，如間有一部分人所云云者，此則自暴自棄之言吾人所絕不願承認者也。惟當此時局混紊，方始萌芽之科學事業，誠有岌岌不可終日如格氏所慮者，斯則大可惜耳。試回顧以往之歷史，民國以前，國人之言學者，只知言編譯外國之成說，而不知自圖新鮮之貢獻；只知重路礦槍礮之造作，而不知為自然真理之探求；偶有科學名著之譯印，如天演論等書，亦不過供文士揣摩抄襲之資料，而未有以為實際觀察試驗之針導，當此之時，誠可謂未嘗自有科學。今則有志之士，排萬難耐艱苦以從事於研究事業，而冀有所貢獻於人類知識之進步者，大有其人。徒以時期未久，環境不良，重要績效尚不甚多，然研究功效，固非可期於旦夕之間，專門研究即有重要結果，亦未必為盡人

所能驗。惟近十餘年來，中國人科學精神之漸次發達，世界科學紀載中漸見有中國學者之新鮮貢獻，而此類貢獻中，亦間有爲世界學者所傾服而稱引者，此則不可掩之事實，而足可引爲民國以來歷史的紀念者也。

當此科學研究方始發軔之期，幼稚缺憾之處，白所難免，則試更引旁觀之論，借爲吾人警惕之資。

洪廷棟 (Ellsworth Huntington) 者美國著作極富之名地理學家也，近作太平洋之西 (West of Pacific) 一書，中有一段述其參觀福州造船廠後之感想，言該廠正在製造飛機，有中國技師 (2) 告之曰：『吾輩力求新式，時讀專門雜誌，惟苦不易瞭解，竟不知應仿何式爲佳；故就大概而論，惟有俟製造方法見之教科書後始能利用，尤以英國教科書爲最善』，洪氏乃繁以論曰：『夫製造飛機有數時期，研究試驗其第一期也，苟不自行研究試驗，即不能有最新製造。第二期則以研究試驗之結果表之公衆，使他人亦能仿造，非有此第二期，則航空事業不能望有新發展。第三期則所有發明成立已久，著書者探入教本成爲常識。在此時期較新發明又復續出；若抱此自足，則必後於人矣。中國今日去教科書時期猶或未至，蓋中國人不自著書，僅用他國人之書而已，中國程度大抵不脫此時期也。』其後數語原文如下。

Chinese are, scarcely in the textbook stages, for they do not make their own books, but merely follow those of other countries. In most things, the Chinese are in this stage.

洪氏因此即謂中國革新，非有外國人指導不可，(Another illustration of what I fear will happen if China tries to modernize herself without external guidance). 此其所譏，誠不無過甚，然其所謂教科書時期也者，則吾亦嘗有同感焉。大學畢業之士，固不之以能瞭解講義或教科書為盡求學之能事者，不可謂非一部分中國學者重大之迷誤也。有中外學者二人於此，學相同，年相若，業復相似，乃數年或十數年之後，外國學者研究著述卓然名家，而中國學者則拘守師說，故我依然，若此之例，蓋嘗屢覩，誠大半由於環境使然，然亦半由求學觀念不無歧誤故耳。

學問意義有兩種：瞭解前哲研究之結果享受既得之知識復傳之於後人，此其一也。就前人所未解決或未注意之問題，從事研究，有所發明，於學術有貢獻，即為人類知識求進步，此其二也。二者固各有所宜，不可偏廢，亦因人之性質而各有所近，然在今日中國則亟應提倡自動研究之精神，庶有學術發展之希望，美國某專門學者近為予言：中國留學生曾從為學者，類多頭腦明晰，讀書能得要領，以為教授當頗相宜，然多不好為實物之觀察，並不屑為瑣細之注意，則學術研究希望甚少，此誠洞中肯綮之談，而吾輩所當聞而自警者也。夫使有學問而不研究，僅求現成知識之傳習，而無自動發明之精神，則充其量不過如洪廷棟氏所謂讀他國人之書而已，中國科學，豈有能自立之一日哉。而况科學理論，不驗不明，不用不顯，吾儕畢業大學者在初等教科書中儘多不能澈底瞭解之處，往往因經過新問題之研究而舊理論之意義始克充分明瞭，以聞托夫(Van't Hoff)氏之天才領學，而自言對於化學中

亞服格德羅氏律 (Avogadro Law) 且歷久未能瞭解，故不自起研究而僅知讀書受課者，不特不能自有貢獻，即對於現成知識是否真能精通，恐亦有未易遽言者；於是皮相文飾之風因之以起，而學問之真意寢以失矣。

中國一部分青年學生者有時對於學術貢獻視之過高；以爲發明新得此何等事，我儕初學詎能希冀；而不知行遠自邇，登高自卑，科學問題隨在皆是，奮起研究非異人任也。惟科學研究既貴精確，又貴有恆，不可以一得自滿，不可以瑣屑見輕；浮光掠影之談，不足以稱實學，機械模仿之作，亦不足以當研究；實事求是，誠心求真，始克有濟。昔德國名化學家奧斯華德 (W. Ostwald) 氏嘗作科學名人傳，分科學家爲二大類：一曰天才者，思想奮發，著述豐富，觸處皆機，隨在有得，於短時期內所得知識突越前人，鴻篇巨著陸續不絕；然與會易竭，意念時遷，早歲倦勤，有如才盡；二曰力學者，守一定之範圍，研少數之問題，孜孜孜孜鏗而不舍，不輕於發表，不好爲空談，以此終身不厭不倦。奧氏以此分類，歷證前賢，若皆默契，而於二類學者對於科學貢獻之功，實不能有所軒輊，蓋一則勇往直前，一則強聒不舍，各盡其能，各致其力，此其精神皆有足爲吾輩取法者。

吾人對於學術研究不必視爲過難，然亦不可視爲過易，視之過難，則妨進取之心，視之過易，則輕於發表而錯誤過多，失一已學術之信用，增他人研究之困難，甚可惜也。關於此點，外人之在中國研究科學者，似亦往往不能無所遺憾，蓋外國科學家或有成爲科學家之志望者，來至中國，殆莫不抱

有一種發見熱，以爲新鮮材料俯拾卽是，凡所接觸皆是發見；此則吾向所謂學術的黃金世界之觀念之流弊也。因此心理，凡所觀察研究，若在歐美非經過詳密之考證，專精之參研，所不敢遽爲發表者，在中國則對國內既不慮專門之評判，對遠方復易爲新奇之宣傳，遂不免意存誇大，掉以輕心。實則科學研究務在真實，苟有錯誤，雖足以塗耳目於一時，決不能泯是非於永久，其間錯誤誠大抵出於無心，且以參考缺乏，種種困難大可原諒。然歷觀往史，好名廢實者，蓋亦非無其人。證之地理，例如俄國普理世華爾世基 (Prejevalsky) 抹殺中國元清兩朝探察河源之前功，而改名扎陵諾陵二湖曰俄國湖 (Rusian lake) 及探險湖 (Expedition lake) 以自矜其發見，此可謂學術界之笑談；證之地質，有如法人戴普勒 (Deprat) 之於雲南地質竟至有故意僞造之嫌，(此係據法國學者所證明，其故意之程度是否如其所言之甚似不無問題。) 此可謂學術界之不幸事；而中國學者所應取以懲惑者。研究惟以求真，宣傳不宜失實，而況中國學術研究發軔方始，信用未立，更宜惟精惟確，實事求是，始足與世界學者相見，而確立中國科學之基礎。卽發表文字，亦必須參考精詳，記載確實，研究精神固須注意，著作形式亦宜講求。吾國昔賢著書有數易稿而猶不敢問世者，外國從前科學界對於科學著作亦極慎重。體文迭喜於物理化學造詣極精，發明甚多，而其著作及身公表者不及百頁，達爾文 (Darwin) 對於生物進化之研究經過二十年繼續不斷之觀察，始行著書發表其天演學說；其所以能風動一時者，不惟以其理論之堅實，抑亦因其文字之精審。近代印刷較易，發表較速，益以學術之研究仍不免國際之競爭，

難忘好名，爭思捷足，然高等學者對於重要著作亦仍再三校讀始肯付刊；青年學子之初執筆爲文者，尤必就教於較有經驗者閱讀指正始敢發表；亦必如是始能得重要刊物爲之登載，真理價值不因發表之且暮而大異，研究精神卻視記載之得當與否而不同，承學之士，不可不勉。吾國科學成績，必賴外國文字爲之宣達，既已多一困難；而排印西文製造圖版，又復缺乏經驗難臻完全；雖似末節，實亦我國科學界之一大問題也。

嘗聞之比國地質學者谷酒 (Cornet) 氏言一國地質學之進步，可分爲三時期：一曰開創時代 (Pioneer period)；二曰紊亂時代 (chaotic period)；三曰整理時代 (synthetic period)。蓋言初研究一地方時，新發見新觀察殆觸處皆是，學者因其新奇，爭先發表，錯誤之處，在所難免，紊亂情形因之而起，凡此程序各地皆然，故吾嘗曰：發見者開創者 (Pioneer) 應盡之本份，而錯誤亦即開創者必有之副產也。迨粗略之觀察漸周，則精密之研究即起，於是而入其所謂整理時期焉。此其所言，凡各自然科學皆可適用之，然以此衡量中國現在情形，則頗有數種學科似并紊亂時代而尤未至也。就吾所知，如生物學氣象學地質學，今已頗有研究之人，於谷氏所謂開創或紊亂之程度，亦或庶幾近之，而就吾所知較近者，則地質學中近年研究如太原系之確實時代，上新統之確定界線，黃土之成因，造山之時代，人主一說，各不相謀，雖在宿學難免反對，而頗有紊亂之象焉，豈誠有不可免者乎，然亦未可盡以爲輕率者解也。尙有數種學科則似尙少爲新創之研究以作開創之工程者，至於所謂整理工作，則

無論何科最多不過十居一二，偶見而已。而且就進步程度言之，必先多有詳細的觀察而後能作精密之歸納，歸納過早，容易致誤，或亦非所尙也。

十餘年前吾國對於科學僅知有教科有編譯，而不知有研究，近數年來則公私團體漸知以自動研究爲事，其爲進步夫何待言，惟研究之人既漸多，研究之機關既相繼設立，則彼此間相互關係必須完滿愉快，始能望充分發展，則合作精神爲必要焉。

昔者美國古生物學初興時有哥布 (Cope) 與馬世 (Marsh) 二氏輒在同一地方爭相探掘動物化石，互相侵奪，各不相下，科學家至今惜之，引爲深戒。反之如英國達爾文費二十年之研究，始發明物競天擇之理，同時沃拉斯 (Wallace) 亦悟及適者生存之義，達氏不願爭名欲讓沃氏先爲發表，經友人之勸始同時印行，而沃氏亦充分承認達氏研究之廣博，雅量互尊，科學家引爲美談，莫不欽仰。蓋學人研究固不妨有競爭之心，以鼓其進取之氣，然競爭有道，絕非攘奪傾軋之謂，必互相尊重然後有真正價值可言也。

近代科學機關愈設愈多，然凡一機關之設立，莫不對於同類或相關機關間之關係鄭重考慮，以免衝突，對於性質相同者必尊重優先而力避重複之工作，或商定界線而各守應盡之範圍，蓋分工則用力專，合作則成功速，二者相成非相反也。卡迺吉學院 (Carnegie Institution) 美國學術機關規模之最大者也，其創立宗旨在設法使美國在學術發明中能得領袖地位，並期利用新能力以造福於人羣；達此目

的之途徑，復定爲積極及消極二類。屬於積極者（A）提倡新穎研究，（B）促進高等教育，其消極方面亦經正式議定具體原則：有可注意者如（a）他機關已進行之事業勿復辦；（b）他機關較適宜之事業勿爭辦；（c）現在機關之已有設備者或能有設備之事業勿侵入。

a. Not to do anything that is being well done by other agencies.

b. Not to do that which can be better done by other agencies.

c. Not to enter the field of existing organizations that are properly equipped or are likely to be so equipped.

蓋學術之範圍甚廣，研究之方法甚多，羣趨一途，則途徑隘而擠軋起，分流並進，則致力易而績效多；吾故曰相互尊重他人之工作，而各自發展特有之精神，實爲科學機關必守之要則，抑亦其成功之祕鑰也。消極原則明文規定若卡迺吉學院者雖不多見，然其分功合作之精神，則爲近代科學界一般所公認，雖同一國內科學機關間有外表或名目視若類似者，然其性質組織辦法事業則大抵絕不雷同，絕不侵犯；各就他人所未舉事而特致其力，或共就一方所未能充分發展之業而合助其成焉，夫如是始能多一種組織即多一種效用，而不致因互相衝突而彼此抵消也。

中國學術機關及團體現尙不爲甚多，但近者風氣既開發展可期，尤可注意者如各國退還之庚款，大抵以全部或一部份提倡學術研究爲原則，用之得當，則合助一定之事業，或分舉各異之研究，固於

中國學術大有裨益。用之而不得當，則各自分立同類之機關以相角逐，或互爲重複之研究以相侵陵；種種流弊將不可勝言，此有識之士所應早爲覺悟思患預防者也。

美國著名物理學家米立根 (R. A. Millikan) 嘗論美國科學組織曰：「美國科學機關誠已甚多，而合作精神則殊嫌缺乏；……換言之，必須設法使美國科學家互相合作，攜手進行，在美國且有此言，況在我國可不引爲前車乎？」

米立根氏同時並詳論提倡提科學研究之方法，其言洞見本源，識見之高，迫出一般美國學者之上，撮其要點，可分數項：一曰，多設機關，多增設備，不如多養成更能研究之人才，復論之曰：

"I should regard it as a calamity if the research funds available in America went exclusively or even primarily in the founding of central research laboratories. The country already has scores of magnificently equipped laboratories which produces one tenth as much as European laboratories one fourth as well equipped. We do not want more bricks and mortars.....we want more and better men."

二曰，養成研究人才之法，在多設立研究獎勵金及研究教席，三曰。大宗研究經費之用途及各機關間之分配，應由至少五人以上最高科學家或工程師組織之委員會就各機關研究計劃審查補助。其言

曰：

“If the allotment of research funds within each state can be placed in the hands of men who know what research is and if the institutions of a state can be stimulated to a rivalry in the development of research programs there will develop in existing laboratories of which we have already an abundance, an atmosphere of research which is now wanting. It is only through the creation of such atmosphere that research men can be developed.”

此其所論，固專為美國救偏補弊而發，按之吾國容不盡同；然其根本精神實為吾國有發展科學之責者所應取法，蓋我國科學界之最需要者，亦猶是此 *research atmosphere* 也。

(1) 民國十五年為科學社第十一次年會作，科學第十一卷第十期。

(2) 按此項談話後經更正當係洪氏誤聽。

對於自然科學的大概觀念(一)

無論何種科學，一言研究，即含有兩個觀念：研究者及所研究者；所研究者就是研究的目的物——對象——。因為有這兩方面，於是觀察點生有兩種：一曰主觀 *Subjective*；是專注重研究者的方面，也就是以人為標準。一曰客觀 *Objective*；是專重被研究者的方面，也就是以目的物為標準。在自然科學講起來，自然界就是他的對象。

在自然科學未發達的時候，一般人對於自然界的觀念，多注重主觀；因為如此，於是有人本主義和實利主義發生。前者即以人爲本位，以『人爲萬物之靈』；甚且以『人爲宇宙之主』的種種觀念，去觀察自然界，以爲萬物存在的原因，即在吾人，或云植物何以開花結實？其答語爲供人賞玩食用，此係一個粗淺的譬語，驟聞之很覺可笑。但人本主義的結果，實際上必至於此。

在近代科學的觀念，對於植物何以開花結實的問題？大多數人當答說，爲傳留他的種類。如此說法，就是想物自物，人自人，人之外物自有他的存在之理由，這就是科學觀念之一步。至於實利主義，大致承認自然界事物，並非役屬於人，但仍認定我們人類，對於自然界事物的態度，應當以人類自利爲標準；我們人類爲什麼要研究自然界的東西；自然界的事情？就是要想從此種東西，此種事情中，爲吾們人類取得若干好處。

我們研究礦物，應當要分別他的種類；承認他的成分；可以想提出些物質，供吾們利用。我們研究植物，應當要知道他那一種可作什麼食料，那一種可作什麼藥品，那一種要怎樣使他長的快生的肥，這就是吾們研究自然界事物的目的。如果沒有實用，那就物自物，我自我，何必管他。所以就火星有人的問題說：先要問此種人能否直接或間接的，跳過空間，跑到地球上來嗎？如果能來，則我們應如何預備和他交通，與他和好，或與他戰爭，這是要研究的。如果說絕不能來，則彼我之間，不發生利害關係。究竟有沒有人，是什麼樣子？吾們問他幹什麼；那就要攢在研究之外了。如此說法，要攢

棄的事物恐怕很多。這樣觀察，可以說是人本主義的變象；至今在中國似很通行。

對於新學的觀念，都說歐美富強之道，由於科學發達；吾國仿而効之，志在步人後塵。以求造槍砲，造兵船，開礦產，造鐵路等等用處。所以派留學生出洋，以及在國內辦的學校，最初多是學船的，學海陸軍的。次後多是學開礦造路，及化學工藝的。至於學純粹科學者，絕對沒有。直到今年教育界的教育宗旨，還天天說求實用。所以現在學校裏的教員，教農學的有，教開礦的也有，所謂實用的還容易請。要尋幾個教純粹科學的專門人材，絕對難得。因為從前沒有人養成他，現在沒有人看重他，專門的人，從那兒來呢？現在絕無僅有的幾位科學的人材，還是他們自己偶然湊巧學來的。大學上說過，『事有本末』現在我國，却要本末，而齊其末。他的結果，就是求實利而反不得實利，因為沒有純粹科學的精神和基礎，單講皮毛枝節的實用，是不成功的。

所謂純粹的自然科學，其觀察點專注重客觀的方面，故一般研究者，對於自然界，須抱三種態度纔對！

(a) 唯物的：只有物沒有我，絕不許主觀的我，摻雜其中，這是研究自然科學的一個真正態度。否則為我所蔽，真理不明。新近有一實例；即數月前美國 Kentucky 的議會，通過一議案，係反對進化論學說。主張此論者，對會衆演說，其中有一段理由謂；依進化學說『人猿同祖』果如是吾人當承認各人先祖為猿了！普通人眼青光來，自然是怒目相待，絕不承認。但是這種說法，只可為議會聲

聽的一種方法，絕不是科學辯理。正當論據。所以美國博物院院長奧斯本氏駁他說，人類的祖先不但不是猿，而且是出自爬蟲類魚類，至其進化程度，尚不及猿。真理自真理，事實自事實，是避不了，抹不殺的。吾們人類所謂榮辱之見，尊卑之分，都是自然界裏用不着的東西。

(b) 虛心的：從前有一派哲學者，謂可以人類理性，來篩圍自然界之事物。其言曰；犬耶貓耶，厥類繁多，何以他們不來研究人，而吾人反去研究他們呢？因為人類有理性的本能，善於推理，期求真理之當然。此種天賦的理性，除人而外，他動物絕對沒有。所以吾人對於自然界各種觀察，各種學說，只要衡之理性，便可知其真假。要知自然界事物之真象，我們只能從實際上觀察得來，絕不能從吾們腦子裏冥想胡造。關在門裏的哲學家，對於自然界的智識，絕不能會有進步的。

(c) 獨立的：舊說，『萬物皆備於我』人身就是一個小宇宙；或是宇宙的一個影子。所以自然界有金木水火土五行，人身中亦有金木水火土五行。但是要想以此及彼，推及其餘，是靠不住的。因為人是自然界一份子，與全個絕不一樣。即使有時有些相像，亦只好作一個譬喻，不能就說完全一樣。彼化學家所用之原子 *Atom*，謂與太陽系同，四周也有許多電子，圍繞回轉，此不過一種譬喻，人與自然界亦不過如是。

以上三者；是對於自然界，吾人應取之態度。至於研究自然界之方法，分述之有三：——

(一) 觀察 *Observation*：吾人既承認物體，是自然界裏的獨立者，所以纔有觀察的必要。就觀

觀察的必要。就觀察而細加分晰，又可分作三步：——即一曰實地觀察；如在某山的岩石，生某地的植物；能就其生產的狀態，而觀察之者。二曰實物觀察：即能將實物取來，再加以精細的考究。三曰記載：從觀察得來的結果，必須詳細記載，否則等於沒有結果。上述三者，是觀察的大要。然在觀察之先，必有兩項觀念；就是空間和時間的關係。

空間的觀察是什麼呢？如觀察某種植物，不但觀看他的鮮美的花，和繁茂的葉。更須注意他生產所在的地方，和環境的氣候等等；否則所得事實，必孤立，而沒有結論。什麼是時間的觀察呢？如某種岩石，生在某地；和他經過的時間怎樣？若欲觀察這點，必須和旁的岩石去比較，而後他生成前後古今遠近……等差別，自然比較的出來。

(2) 分類 Classification：分類是研究自然科學的很要緊的方法；也是必須經過的一個階級。可是初學的人，往往覺得非常麻煩，以為沒有存在的必要。如犬，貓，兔，鼠，知其重要之三種 Species 而，何必一一分類。此種理想誤謬的很。怎麼說呢？例如有研究一顆樹，枝葉花實，研究非常詳細。而對於他株，則茫然不知。這樣研究，是否合宜，吾人易知。然欲免除，非旁搜廣探，觸類旁通不可。

科學研究之目的，在於得到包涵極大之真理，在森羅萬象裡邊，尋他的差異，求他的相互關係，以期發見所以然之理。在物理化學，雖似不講分類，而其中各定理，確由分類裏產出，是毫無疑義

。博物學開卷就講分類，是因為這種科學，對自然物體有格外密切的關係。而討論的對象，尙未十分離開事物的實際，故先要將紛紜萬象，略為整理一番，然後纔能說話。

自然科學的分類，大致有二種：有所謂形態分類 *Morphological Classification* 者，係觀看物體外部的形態，而斷定其屬於某類。如就植物花的構造，而分爲某科某屬；就礦物的色澤，而分爲金屬和非金屬。這種方法，多有誤錯，有時把根本不同的東西，因爲外表偶然相似，往往誤爲同類；例如鯨魚屬魚類，就是一個實例。因此又有人別爲二種分類：就是人造分類法 *Artificial Classification* 和自然分類法 *Natural Classification*。在最初研究分類的人，爲便利起見，必先由人造出假定而後達到天然，這是一定的。總上所言，由觀察而分類，已及於整理；科學的研究，至此又進一步。

(3) 推論 *Interpretation*；爲研究自然科學真正之目的。其步驟可分三段：就是 a. 說明 *Understandings*：吾人若見一種現象，若能說明，則覺很有興趣。譬如挖井，在冬日則上冷下溫；在夏日則上溫下冷。又如開礦時，挖鑿隧道，愈下而愈暖，冬夏一衣，即可支持。此種現象，常人習慣，不以爲異，但亦莫名其妙。若以科學的研究，則從而爲之說曰：地面以下，溫度漸高。且此溫度，是不受地外冬夏的變遷。既不受地外的影響；又是愈深愈熱。所以這種熱力不是從太陽來，乃是從地內來的，故名曰地溫 *Geotherm*。這句話就是地質學內很重要的一個基礎。由此推闡演繹，可得出許多結論

。但所謂地溫，並不必先行假定地球生成的學說；不過是從實際觀察領會其真意而已。

又如河水的流，係自上而下；且能挾帶砂泥，沉集河底，此乃普通的觀察，人人皆知。若是以科學眼光看來，必要加上一層說明：如云水有搬運作用 *Transporting*，和淘汰作用 *Sorting*。水流急則作用大，緩則作用小。細察所言，也不過在目擊的現象上，加上一點說明而已，並無若何新奇意義，添加其中。但因有此一說，而水成岩之成因，即得脫穎而出。故遇一種現象，即加一種說明，這是研究科學最緊要的一項。科學家發明真理，發見新事實，最重要的本事，就是這一種領會的能力。吾人對於自然界事物，不必先假定什麼奧妙新奇的學理，套上去，看他對不對。只要就實在的觀察，以誠懇的態度，問他這是什麼？這是怎麼的就得啦。

b. 比較 *Comparison*：有兩種或兩種以上的現象，始有比較。如甲乙有何相同，有何差異，由比較而始定。論理學言之甚詳，其規則有二：一曰 *Law of Concomitance*；二曰 *Law of Difference*。如有甲種礦物，比重很高，且含有原子量很重的金屬。乙種丙種，其他性質不同，但凡是含有原子量很重的金屬礦物，都是比重很高。則可斷定，金屬的原子量，和礦物的比重，有因果的關係，這就是第一個法則。或云平地植物和高山植物相比較，大有不同。而得出一種結論，即云地面的高低，和生物的生長有如何的關係。又如喜游海面的魚，眼睛銳敏；棲居海底者，或不發達，甚至於盲。由此比較，亦能得一個結論，即云魚眼發達與否，日光有密切的關係。有上述之說明和比較兩項，科學研究

的程度，已竟很高，再進而至於假說。

c. 假說 Hypothesis：『假說』不一定是對。然欲證明其與自然界的真相，實在對否，其法有三，一曰解釋 Explanation，如云地球上之生物有進化，其中確有可循之跡，是毋容疑。然欲解釋緣何而有此進化？不得不以假定而說明。假定因人而異，如達爾文 Darwin 以爲進化原因，在於天擇。例如一父五子，其性質形狀，各不相同，然適於環境者生，不適於環境者死。因此故世代遞傳，所謂適於生存的形態，能力，逐代發達，發達到一定程度，與原始種性相去太遠，於是成爲新種。這是假定天演淘汰，而說明生物的進化。例如達氏所云奇拉夫 Giraffe 頸長的原因，由於天擇的關係。因爲短頸鹿仰食樹葉，難以維持生活，於是短頸者死，而長頸者存，積世相沿，始有今日之 Giraffe。總之生物種類的嬗變，是觀察的事實，物競天擇，是拏來解釋進化的假定，要看他說得通說不通。

二曰徵實 Verification：更進一步，要向所謂物競天擇，究竟實在有沒有這會事呢？就事實看起來，同種的生存競爭，不能說是沒有。但同種的偶然變異，能否遺傳到後代？偶得的勝利，能否代代保存，且能增高繼長？這都是不能徵實的，那就有些靠不住了！所以有 De Vries 一流人，又創驟變 Mutation 說：他們以爲植物種類，突然變易，他們是曾經徵實的。拏來說明物種的進化，自然是更進一步了。

三曰實驗 Experimentation：即用試驗的方法，來證明假說。此法達爾文也曾用過，來說明他的

學說。因為有些動植物，可以人工的變他的形態 *Artificial Selection*。達氏即用此法，證明他的 *Natural Selection*。他的理論的根據，就是人力可以做得成，在自然界裏，也應該是一樣的做法。這種實驗的方法，在物理化學的方面，應用尤廣。因之研究理化者，大概都相信，凡事可以試驗的，就是真的，不能試驗，都是靠不住。此種心理在自然科學中，是不能有的。自然界中，有許多的的確的真理，是吾們不能試驗的，譬如說幾萬度的溫度，幾萬氣壓的壓力，我們能做麼？幾百萬幾千萬年的變化，我們能試驗嗎？也有我們實驗，以為如此的，自然界中，却不是如此。例如化學室內，可以從無機的元素，造成煤油。但吾人開採的天然煤油，是從有機物生出來的。須知自然界，可以容納許多許多試驗室，而試驗室恐不能包涵自然界。換言之；試驗是科學方法之一，不是試驗，就是科學。總上所述，吾人可知自然科學，研究的方法。也可明曉此種科學的本體。再進而研究自然科學的性質，他的特性可分三種。

(a) 學理是相對的，真理是絕對的。嚴格的，說一種學說，或對或不對，沒有中立的餘地。但是現在能知絕對的真理，怕還沒有。我們所講的學理，都是離真理不遠，而尚未達到絕對的真理，所以學理，還是相對的。故科學上的記載，大半是 *It is most probable; it is probable; it is possible; it is not impossible; it is likely; ……* 等話頭。所以地質旅行時，可云『此地或有此現象』如見一斷層，往往說『這或是斷層』見某岩系，往往說『或是某時代成的』因為說話所表示的，不好超過證明的程度

，所以不肯遽下定論。但是也有許多，實實在在的一看就可明白，毫無疑意的。倘然也學作懷疑的口氣，強裝科學家的腔調，那就令人好笑了。

(b)材料是積累的。科學的材料，廣漠無垠，浩瀚無際，絕不是一人一氣作成，係由許多古今中外的人，積累成的。從這一點，吾們可得三種教訓。即(一)吾人若得一事實的解答，須告他人，以及來者，不可秘爲家傳。(二)須尊重前人；從前有人想到的真理，和察出的事實，應該尊重他的優先權，不可一筆抹殺。例如吾們北京高師，每年往山東烟臺去做動物旅行，採集許多動物，鑑定名稱，開會展覽，發表報告，雖然沒有多大功勞，但是也有一些實在的事實。若是別的學校，也往烟臺去了一趟，做個報告，或者應該說明，北京高師看見過什麼，他們也見了什麼新的。或者簡略一些，也許可以略過不說。但若竟說如此好地方，中國人從來沒有人知道，他們是第一次發見的，那就有些太失科學家的體統了。如果每一次看見都說是發明，那還成話麼？(三)不可抄襲前說，冒爲己有；個人又有一個感想，就是近時我國做科學文章的人，有時極喜歡引用外國人的話，就是極不相干的，也是某氏某D.引用滿篇。而中國人自己的成績，却或置之不顧，或是攘爲己出，不加審察。例如講氣象學，專講英國美國，不講本地，固是可笑。但是講美國英國的氣象，可以詳細引證某氏某氏的著作。講到本地的氣象，却一句不提觀象臺——如北京觀象臺——好像都是自己得來的，那是更好笑了。

(c)進步是無窮的，科學的研究，浩無止境。有時此法告終，又有他法來代替；如礦物學，就今

日言，似無進步，即有結晶及性質上，少許之發明，亦不能算長足的進步。將來或有人發見出一種新方法，給他一種新途徑，那就又有進步了。如岩石學，在成立之始，一般研究者，多以小錘和手鏡去研究他，不過是看岩石的組織，和岩石的硬度。後來有人用植物學的顯微鏡片來研究；又有人想出用尼高爾 Nicol 來研究，於是觀察入微，進步大著。至二十世紀之初，進步似又終止，於是有 Washington, Iddings 及 Pirsson……等，又創出岩石成分的研究，岩石學又競尙一時。然在今日看來，似又停止。而近日來華調查地質之培爾克 Berkeley 等，又創出新的研究法，叫做新岩石學 *New Petrology*；係研究岩石怎樣生成？怎樣變化？使岩石學在地質學上，格外重要，格外切實，這也是一種新的研究趨向。

總之自然科學，只要就實在事物，平平實實的去觀察他，說明他，人人都可以研究。至於精密的儀器，寬大的房屋，和華美的書籍，有時作高深的研究，固然是不能省。但是說沒有他們，什麼科學的研究，全不能做，這話也是大大的錯誤。試看創造各種科學基礎的大家，都是辛辛苦苦，簡簡單單的做出來的。再則研究科學第一是在個人的興味，不是設官立司所可奏効的。

吾們對於自然界，應該懇懇切切的和他接近，老老實實的看看他是什麼東西？平平正正的思想他是怎樣一會子事。然後清清楚楚的把他寫下，誠誠懇懇的告訴給人。這樣做法，雖然成不了什麼達爾文赫胥黎，或者許可以做他們的學生。

以上所講，都是臨時湊集，雜亂無章，只算一時的感想罷了，不是嚴正的講演，請原諒。

(1)十二年九月北京高師博物雜誌——高師講演吳鴻鈺記

地
質
學

惠氏大陸漂移說(1)

關於海陸分布新舊學說之關係

地球上何以某處有海，某處有陸，其原因安在，從來研究之者其說不一，綜分之可分二大派：一派謂海陸分布古今無定，滄海桑田數經變換，今日所見之海陸分布，不過為地質時代數萬萬年以來迭次推移之結果耳，是可稱為海陸變遷說，例如英國名地質學家許士 (Suess) 氏極力主張現在之太平洋在第四紀以前猶為大陸，而如大西洋北端原有大陸，至第四紀初始沉沒為海，尤為地質學家公認之事實。又一派則謂地質時代之海陸變遷，淺而且暫，現在大陸上所見誠不乏古代海相地層，但皆係淺海所成，若如現代大洋深海底所沉澱之細土等，則在古代地層中從未發現，從前地質學家如法國霍格 (Hug) 氏所主張，謂今日所見太平洋及大西洋六千公尺以下之深淵，即為現代之大內斜 (Geosync-line)，而當為將來之喜馬拉耶或阿爾卑斯者，今日地質學家已漸知其誤。今如承認沿海低地之旋被浸沒，旋復露出，於海陸分布不生根本關係，則可信自地質時代數萬萬年以至於今，地球上海陸分布並未經根本變易，今日所見之大洲大洋，在地質時代中早已形成，不過其邊隅或其他一部略有升降而已，是可稱為海陸固定說。說明其所以然之因素者，有如英國格林 (Laurhian Green) 氏之四面體說 (Tetrahedral Theory)。其說謂現今大陸，略成四區，歐非二洲為一區，亞澳二洲為一區，南北美又

爲一區，其形皆上寬下銳，如三角形之有底有頂，第四區則爲南極大陸，凡是四大陸區之對面則皆爲大洋。試設想以一固體的四面體，插於一軟體的球中，使四面體之一角合於南極，則穿出球面之四角與稜，適合地球面上大陸之形勢。推原其故，蓋由球體爲同面積而包容最大體積之形體；四面體則爲同體積而被包容於最大面積之形體。試更設想地球冷縮，地殼先成，內部更凝更縮，則已成固體之外殼，勢不能不受其影響而趨近於四面體，此其說可謂辯矣。

主張海陸變遷說者，其假定太平洋大陸等終嫌缺乏確證，且如今日大洋昔爲大陸，則當時何地容納此多量之海水尤爲疑問。然若如四面體說之主張海陸分布絕對固定，則又有許多地質學事實不易說明，例如地質學中證明中生代時代印度與南非洲之間常有陸地連接，至第三紀初其地陷落，印非遂分，又知第三紀時代北美與西歐之間常有陸地連貫，至第四紀初而其地始沒歐美遂離，當其合時動植物往來傳播，種屬多同，一經分離則各自進化分支歧出；欲爲說明，似惟有謂各大陸之間有陸地爲之遙接，時起時沒，此爲大多數地質學家及古生物學家所常用之學說，若是者可謂之橋地說 (Land Bridge Theory)。

地殼冷縮說 (Contraction Theory) 從前最爲通行，即對於山脈之構成亦大抵以此爲解，然自張伯倫 (Chamberlin) 氏等星子說 (Planetesimal Theory) 出，而拉伯拉斯 (Laplace) 星雲說 (Nebular Theory) 已失其獨尊之勢，且冷縮應逼全體，而褶曲皆局於一隅，證之造山作用實亦格不相入。更據

姚里 (Joly) 氏等精密研究，知岩石中所含有放射能之物質頗不爲少，所生熱量當使地球不冷而反熱，是則地殼冷凝之說雖嘗盛極一時，在今日科學知識中，則已漸成過去矣。

關於海陸變遷之原因，近時復有極有勢力之一學說曰地殼均衡說 (Isostasy Theory)。蓋按照重力理論，地心吸力與測量地之高度有一定關係，故已知山之高度者，山上所測之重力可以計算而得，乃多數實測之結果，在大山脈上如喜馬拉耶等，所得之數常較應得之數爲小，而在大洋上，如太平洋等，所得之數則又常較應得之數爲多，其結果即使山上海面地心吸力趨向平均，並不如理論上相差之甚。此其原因所在，學者又有二說：一謂大陸區與海洋區地殼之成分不同，陸高而質輕，海低而質重，互相平均者以此，柏拉脫 (Pratt) 海福特 (Hayford) 諸氏主之。又一說爲愛里 (Airy) 斯惠達爾 (Schweydar) 等所倡導，則謂陸輕海重者，乃因地殼厚薄不同之故，地殼之下當爲鎔質，大陸殼厚而下沉，海底殼薄而上浮，如水載舟，舟有大小，而或浮或沉，必達均衡而後已。然無論何說，似皆明海陸有根本之區別，故持海陸固定說者，又多恃以張目。

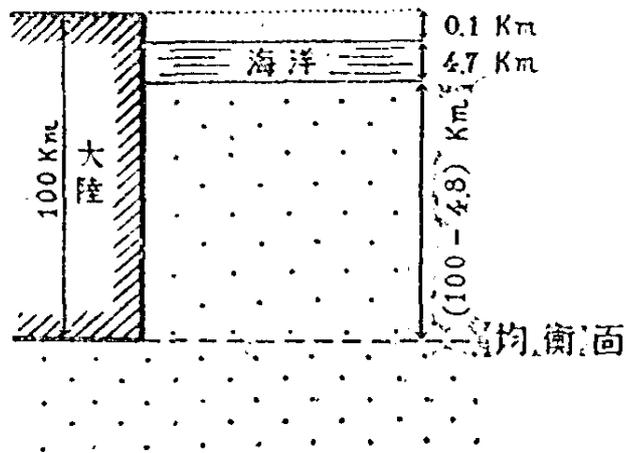
在此衆說紛紜之中，近時復有一獨闢蹊徑之嶄新學說曰大陸漂移說 (Displacement Theory)。爲奧國學者惠格納 (Alfred Wegener) 氏所倡導。其說於 1912 年初次發表，自 1915 年以來，始引起多數學者之注意，亦稱爲海陸成因論 (Origin of Continents and Oceans)，又稱爲大陸橫移說 (Theory of Continental Shift)。其大意謂今代所見之大陸，固自古已然，並不如主張海陸變遷說者

所想像之滄桑屢易，但其經緯度上之地位，實屢有移動，又不如主張海陸固定說者所想像之確定。惠氏理想以爲古生代之時，今日之各大陸猶合而爲一，其間雖有淺海，但深度甚弱，並無大洋。其後今之所謂各洲者逐漸分離，有如拋木排於水面，而散其結，各部份隨流漂泊，而侵入其間之水則又成爲洋面，如今之大西洋印度洋在惠氏之意，卽於中生紀以後，始如是發生者也。

地球物理學上之證明

大陸浮移說之第一前提，爲海洋大陸二者性質上有根本分別，絕不相同，其不同之點，爲大陸地殼較輕而厚，海底地殼較重而薄，此其分別，從重力測量上已可間接推知，從地震波傳導之速率，更可得直接證據。丹姆斯(DAMS)氏嘗計算通過太平洋之震波 $8\frac{1}{2}$ 次，其傳導速率平均爲每秒鐘 $8\frac{1}{2}$ 公里，又嘗計算通過歐亞及美洲大陸之震波四十五次其平均速率爲 $8\frac{1}{2}$ 公里，兩相比較，其差約爲 $2\frac{1}{2}$ 公里，震波之傳導愈速者，其所經過之物質愈密，故以上震波研究實直接證明海岸地殼較爲重密。且上言震波皆指地面波而言，故又證明海洋下之地殼並無較輕外殼，卽此可見海洋之底確與大陸之成分不同。

但此海洋底下究爲何物，欲得多數標本而直接考察之，爲事極難，就現在所知者，偶得碎瑣多屬火山岩一類，若就化學成分言之，大陸岩石多含鉛錫，其平均成分尙近於花崗岩，海底岩石多含鐵鎂，其平均成分當近於玄武岩。海福特等用各種方法，計算大陸地殼之厚度，平均爲 100 公里，大陸露出海面之平均高度爲 1000 公尺，海洋平均深 5000 公尺。



欲使此 100 公里厚之大陸浮出於海洋底 4800 公尺之上，則依水力學之公律，必須海陸二方輕重均衡，假如名大陸地殼之比重為 x ，海底地殼之比重為 y ，則此均衡可以下列公式表出之。

$$100x = (100 - 4.8)y + 4.7 \times 1.03$$

海底地殼之成分前既推定為近乎玄武岩，其比重為 ∞ ，則以上公式內 x 之價值當為 2.9，按大陸岩石之平均比重岩石學家有作為 2.6 者，亦有作為 2.7 者，要與以上假定相去不遠矣。

與玄武岩成分相近之岩漿其熔融時其液性即流動性 (fluidity) 較其他岩漿為高，海底地殼既為此質所成，固體者又復不厚，故大陸之浮於其間者，又如舟浮於水，不難漂移，此惠氏學說之根據也。

地理學及地質學上之證明

前既證明海陸性質之根本不同，茲更當證明大陸移動之遺跡，此類證據甚多，不勝盡舉，茲僅舉其最為顯著者數端，

試取普通輿圖，一觀大西洋之兩岸形勢，即見此凹彼凸，莫不遙相呼應。試將北南美二洲向東移動四十度左右，則美洲東岸與歐洲及非洲之西岸乃一一吻合無間，尤以非洲與南美之關係特為簡單明

瞭。此其關係一經道破，無論何人殆常莫不首肯，且此關係不但表面之形勢如此，即按之二岸地質亦皆遙相連接，例如南非洲與巴西之地層，自最古之花崗岩起，以至侏羅紀之地層爲止，岩石性質以及褶曲走向莫不相同。今如有破名片兩半張，其上之字跡或花紋可以兩相湊合，則吾人必斷定此二張其先必原係一片，後經分裂者。由是可見美洲在中生代以前，亦必與歐非連屬爲一，自中生代以後始離開歐非，向西漂去，此即所謂大陸漂移也。

亞洲移動之歷史較爲複雜，但一經惠氏指明，亦覺瞭然。惠氏以爲馬達加斯加與非洲原相連屬，而馬達加斯加又與印度相連屬，試觀印度西岸與馬達加斯加東岸海岸線同一直率，且同爲片麻岩所構成，其中且含同類礦物，馬達加斯加西岸地形與非洲東南岸又可吻合無間，則其由合而分形跡已極顯然。侏羅紀以後亞非二陸始漸分離，第三紀之初印度與馬達加斯加猶仍相隔以一極窄海峽，至第三紀中期以後，印度始與非洲隔離，其原因蓋以亞洲大陸南北擠縮，故印度向東北方向漂移。

惠氏更謂澳洲與南極大陸原亦與印度南非洲互相連接，當印度北漂時此二大陸一向東漂，一向南漂，又各分離，其運動較爲複雜，茲不盡述。

惠氏又謂大陸漂移卽爲造山褶曲之原因，蓋因大陸漂移時海底物質雖曰流動，究屬黏性甚高，阻力甚大，移動之大陸受此阻力則其移動之前方因生褶曲而成山脈，故由此可得二公律，一曰山脈方向大致與漂移之方向直交，二曰大山脈常在漂移向之前面。如美洲離開歐非向西漂移，故其大山脈皆在

美洲之西邊。亞洲曾有東向之漂移，故其東面沿岸皆成山脈，嗣又向西南退縮，故已成之山脈乃脫離而爲東海及南海一帶之長島。又亞歐二洲之中部，原有一帶東西方向之淺海，其後南北二端向此中部緊擠，故湧起成爲阿爾卑斯，喜馬拉耶一帶之高山，此項擠迫在地質學中往往稱爲橫壓力在亞洲者範圍尤廣，試觀中亞細亞東西向之山脈，如波濤起伏，其橫斷面實較歐洲阿爾卑斯山脈尤爲長遠，可以想見其擠迫之緊。擠迫愈緊，則其南部之向北退縮也愈多，此印度之所以與馬達加斯加愈離愈遠也。

生物學上之證明

研究古代動植物化石者，常覺時代愈古，則同時代之生物各地所見者差分愈少，時代愈新，則同時代之生物各地所見者差分愈多，又覺近代或今代動植物在地理上之分布常與現代之海陸分布規則不同，此爲研究古今生物學者人人共有之感想，其說有二，主橋地者謂現代陸地之間有大陸連接，時沒時見，又一說卽爲大陸漂移說，證據甚多，茲僅略舉其最著者。

古生代之末中生代之初，印度澳洲及非洲所有植物化石殆完全相同，故地質學家以爲當時印度洋中猶有陸地，使此三洲連屬爲同一大陸，名之曰貢佛那(Gondwana)大陸，又曰印非大陸。一方面非洲與南美巴西一帶之植物化石，又幾完全相同，地質學家又以爲大西洋南部當時猶有陸地，使此二洲連貫爲同一大陸，名之曰非巴大陸。此二陸質又相連，於是地質學家不能不承認凡南美洲南非洲，馬達加斯加大島，印度半島，以至澳洲當時皆相連接。惟其所以連接之法，普通理想均以爲現代陸地之

間，當時另有陸地爲之橋接，後乃沉沒，此項橋地之存在，完全出之理論，今若如惠氏之說，則係現代陸地在當時直接接觸，不必另爲假定此無從證明之橋地矣。

且如澳洲現代動物與非洲之關係，猶不如與南美洲之密切，例如澳洲之有袋類動物俗名袋鼠極爲特別，往北往西一至宋達(Sunda)羣島動物已大不同，乃南美洲則復有相近動物，諸如此類，一般地質學家欲爲之說，又不難理想一橫渡太平洋南部之大橋地，至第四紀初始沒於海。在惠氏大陸漂移說，則以爲澳洲與非洲之交接，原不完全，惟澳洲與南極大陸舊本相接，而南極大陸又與南美洲相接，此其說明較之橋地之說爲較勝矣。與達爾文齊名之生物學大家華拉斯(Wallace)氏之於澳洲動物也，亦曰愛熱之爬蟲與南美洲關係頗少，但耐冷之雙棲類及淡水魚類，則二洲所見者極爲相似，此事實華拉斯當時極覺費解，以惠氏之說觀之，則固當然之事矣。

古氣象學上之證明

地質時代中世界各地氣象與現代差異甚遠，爲地質學家公認之事實，而原因所在說明之極感困難。氣象之變化之尤異者如現代珊瑚動物之生活皆在熱帶，不能超過緯度二十八度，而古生代之珊瑚，則亞歐美之極北部猶甚多。南美洲南非洲印度澳洲現代氣候皆極熱，但古生代之末冰河極廣，有如現代之格林蘭，與北極相近之斯畢次島(Spitsbergen) 現代氣候極寒，而在第三紀時代多銀杏葡萄等植物，較現代溫度至少當高二十度。即如中國北部現代氣候係屬溫帶，且頗乾燥，而在石炭紀時代，則所

有植物皆證明溫度甚高，水份充足，如現代赤道附近。地質學家對於此種現象之說明，惟有謂地球之南北極之地位，古今不同逐漸變遷，然其所以變遷之規律，地質學家聚訟至今，迄無定說，且往往互相矛盾，不易自圓其說。且謂數千萬年之中而南北極能移動至數十度之遠，在天文學家視之，尤覺其不合常理，少肯輕信。蓋地軸輕微之移動，天文學固早知之，然已知其一定之規律，且有不可逾越之範圍，今謂其能遊行無度如此，則如地球已定之形體何，如天體力學之規律何。

在惠氏之說，則謂地軸或不過於移動，而大陸則易於漂移，其結果皆使大陸之緯度變化。吾人觀察不能直接見及真實原因之究為地軸移動，抑或大陸漂移，吾人惟見其表面相對之結果而已，而古代氣象之變化即基於此。

據惠氏之說以研究石炭紀時代氣象之分布，則當時南極確在非洲之東南，約居現代經緯度之南緯二十五度東經二十五度，當時南美洲印度半島澳洲及南極大陸，皆尚互相鄰接，故此各地皆多冰河，然總其冰河分布之面積，要亦無以逾於第四紀歐美二洲之冰河。若以橋接說觀之，則其時冰河面積之廣，當大過想像可能之範圍以外矣。凡此南極附近諸地皆為 *Glossopteris* 植物化石分布之區，而蕨類植物繁植之區，亦即世界最重要煤田生成之地，則分布於北美北歐及中國，蓋即當時之赤道附近也。至石炭紀時代之北極，則約居現代經緯度之北緯二十度，西經一百五十五度，蓋正在太平洋北部之海中，故其附近冰河之遺跡不得而見焉。

第四紀之初及更新世時代，北美及歐洲冰河之廣亦爲地質史中最重要之事實，據惠氏之說，則謂當時北極應在今北緯七十度，西經十度，約在冰島之東北海中，惟當時北美格林蘭猶未甚離開歐洲，冰河分布亦不過環極周圍，理固當然，不必別設何種特別理由。嗣而大陸漂移，漸離漸遠，而北美北歐亦離北極漸遠，於是冰河漸消，致成現代氣象，此其說明較之他說至少應以簡單勝矣。

測地學上之證明

如果大陸漂移確爲事實，則其漂移之動作是否可以直接測量得之，實爲最重要而最有趣味之問題，據惠氏計算格林蘭與蘇格蘭相離之速率應爲每年 $1\frac{1}{2}$ 乃至 $2\frac{1}{2}$ 公尺，紐芬蘭與冰島相離之速率應爲每年約一公尺左右，馬達加斯加與非洲約每年九公尺，印度與非洲約每年四公分，凡此皆從地質時代中漂移現象，而約計平均速率，以見一斑而已。

如果漂移速率略如上說，則吾人應可以直接測量得之。惠氏以爲或可作爲此類證明者，有格林蘭經度之變遷，格林蘭之經度1823年初次測量後至1870年測量時，向西增加 150 公尺，即平均每年向西漂移九公尺，至1907年第三次測量時，較之1870年又差1190公尺，即平均每年漂移 33 公尺，此項測量之平均差誤，不過二百公尺左右，則以上結果或不無實際意義。又美國康勃里治 (Cambridge) 與英國格林尼斯間經度之差，在1872年測量時爲四時四十四分三十一秒又千分之一六，至1914年則爲四小時四十四分三十一秒又千分之三九，相去殊不甚多，大約此類大陸漂移之速率，在

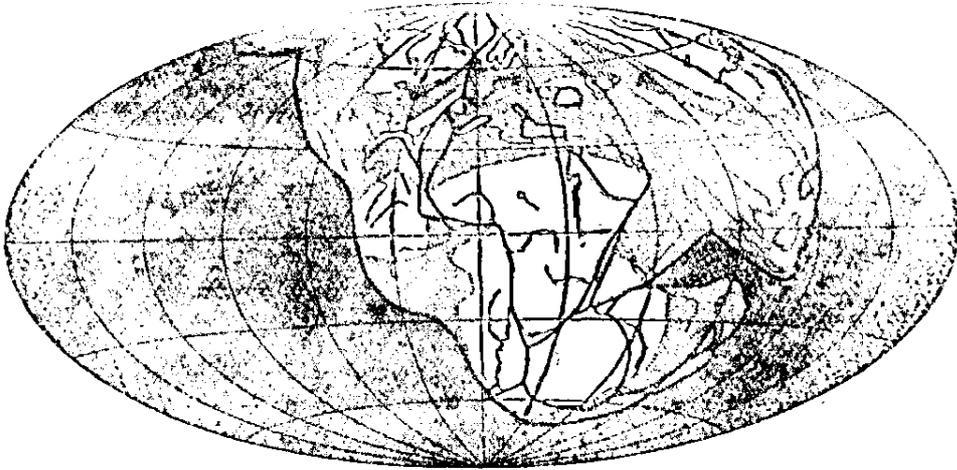
適當地方三四十年之觀察當不難發見，現在應用無線電以測定經度，日易而日精，究竟大陸漂移是否事實，惜從前測量不多，有之又復不其精密，此後留心測量，證據當漸多，研究之材料亦當漸豐也。

又各處緯度亦有變化者，據霍爾(A. Hall)氏統計，如巴黎二十八年中減一分三秒，華盛頓十年中減四十七秒，格林尼斯十八年中減五十一秒，苟尼斯堡二十三年中減十五秒，然他處亦有見為緯度加高者，此後以大陸漂移說之眼光觀之或能更有所發明也。

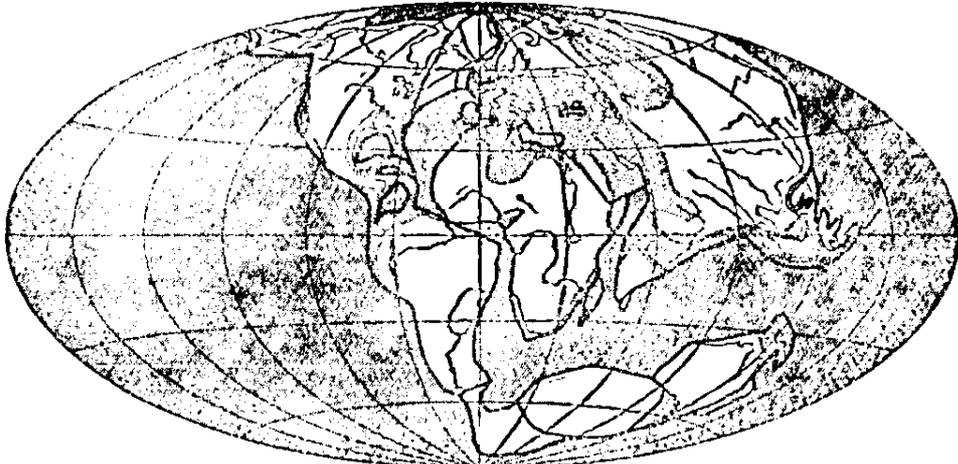
結論

以上各節意在述說惠氏學理之大概，未敢加以批評，此說理想極為新穎，其說明地質時代之海陸分布，誠有勝過前人處，而於地史學詳細事實，未能充分說明者，則亦頗不少。惠氏所欲援為實證之格林蘭經度變遷等，反對之者或謂係測量之錯誤，或基於他種原因之變化，不盡足以證明漂移事實之存在，然就今所知，亦實無以證明其說之非真。故惠氏此說，實尚未脫理論假設之程度，然為吾人別開一新觀念，或將以此引起新研究新觀察，則亦言地學者所不可不知者也。

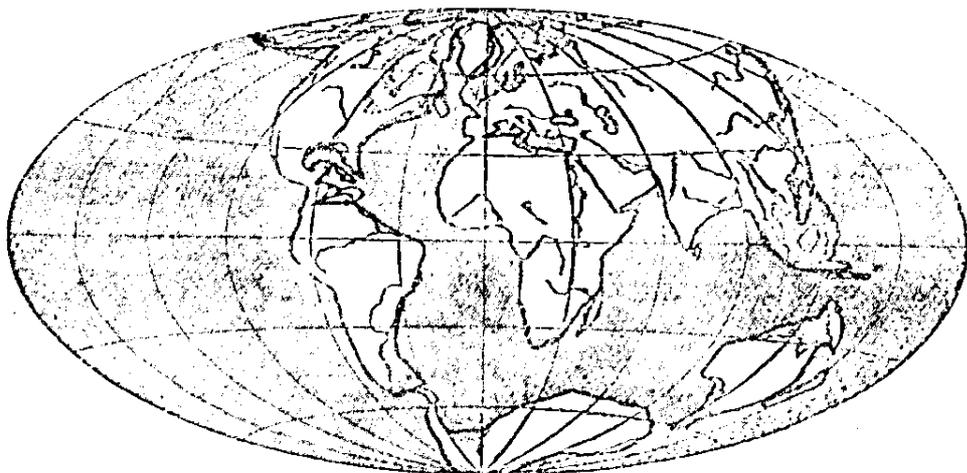
(1) 民國十四年一月二十七日在中國天文學會講演，科學第十卷第三期民國十四年六月。



(前以年萬萬一) 紀炭石



(前以年萬千一) 世新始



(前以年萬十五) (統積洪) 世新更

中國地史淺說

緒言

地史者自地殼生成以至人類歷史以前地質上種種變遷之歷史是也。地殼生成以前地球當作何狀屬於天文學研究之範圍，人類發生以後其遷移發展之跡又爲考古學考察之目的，此二者雖與地史有密切之關係而究非其所專注，然其間界限極難分析，故學者於其互相發明之處不可忽也。

地史所注重之事實即所謂地質現象者是，所謂地質現象者例如地殼構造之變動，內部熔體之發洩，地面形勢之變化，各種沉澱之生成，以及氣候之改變，動植物之進化，凡有關於地殼變遷之經過皆當藉地層學岩石學化石學地文學之研究而求其自然進行之順序，以進推其所以然之原因，與夫其不得不然之規律。地球之所以能至今日之狀態者實爲其已往變遷自然之歸宿，正猶一國家一民族之所以有今日之境遇者，皆爲其已往歷史當然之結果。今代地理上之一山一川一邱一壑莫不於地質歷史上有其當然不獲己之原因，亦猶人類遺跡中之一城一寨一碑一器莫不於人類歷史中有其確當不可易之來歷。故有一地而不知其地之史，猶之有一國而不明其國之歷史。過關塞而寄感於興亡，撫碑碣而馳情乎往蹟，此固人類思想之有所不能自己者，地理學之必兼通於地史者亦猶是也。

地史學之目的原在根據現代之遺跡以上推古代之情狀，然其應用於地理學者尤在利用已知之地史

，以說明現代之情形。茲編所述期爲未經專習地質學者略明中國地史之梗概，並以示地史之根據及其研究之方法，而尤注重於地文地理之關係，其純屬於地質學範圍者則較略焉。

(一) 最近代之地史

地史變遷在科學研究原屬確有證驗，而在初學者驟聞之餘轉或疑爲渺茫，故先述與今世較爲親切最近代之變遷，以上溯地質時代之現象。山河帶礪若以爲固定而不移，滄海桑田固已知其歷久而必變。中國歷史之古超越萬國，當中國有史之初猶在他國有史以前，他國所必以地質學方法間接以得之者，在中國或已有文字記載可以考證，是又言吾國地史者所應引以爲榮者也。惟文字記錄最遠亦不過三四千年，在悠久之地質時代中不啻滄海一粟，故引用範圍亦殊不可過爲推廣。

海岸之變遷 中國海岸截然有二。錢塘江以北爲江淮河濟四瀆之沖積平原，以南則概爲高峻海岸，巖壁削露河流突出，幾成峽谷，而江口三角洲亦迥不如江河諸流之發達。由是觀之可證東南海岸在近代必有沉降之勢，而黃海渤海沿岸則或較固定，或僅稍有昇隆。就歷史可考者言之，渤海沿岸之進退學者頗有異說。主淪陷之說者謂禹貢碣石淪於海水，遼河大凌（古白狼水）昔會今分，足證二千至四千年前渤海範圍必不如今日之廣。甚且以渤海當禹貢之逆河，而引漢書海溢西南出浸數百里之說以爲證。惟禹河自經天津至永平入海，按之地勢究難盡信，逆河之解亦復人異其說，故淪陷之說證明雖多亦殊少力量。近人俞肇康氏（渤海地域之研究民國五年）以遼東山東南半島在夏商二朝同隸青州，

鳥居龍藏氏 (*Etude Anthropologique de Manchourie, 1911*) 以旅順石斧與登萊所見者頗有類似，皆欲證明兩島古代交通之較便，似亦可為新經淪陷之證據。然在主昇隆之說者以為海岸向外延伸確無可掩。天津昔濱於海今已相距百里，入海諸流頻告淤塞，沖積之速即隆起之證。俾克莫氏 (*A. S. Bickmore, Some Remarks on the Recent Elevation in China and Japan, 1868*) 且約計為每百年昇高六尺，其證據似亦不甚充足。至江蘇海岸之延伸則歷史證明較為確鑿。近經丁文江氏 (*Geology of Yang-tze Estuary below Wuhu, 1919*) 研究更為明瞭。其證有二：(一)詳考沿海州縣創立之年代，試在江浙地圖作南北綫，經過東台，復自東台折向東南經過太倉，復折而經過嘉善以南抵於海，此綫之西各縣創立大多數皆遠在紀元以前，其少數在紀元以後者如泗陽寶應興化泰興溧陽高淳等縣，或由湖地之淤積，或因繁殖而分析，皆有其理由可尋。而沿東各縣所以第五世紀以前絕未設治絕無記載者，則除當時尚淪於海水外別無解釋之法。證以崇明一島紀元六二〇年 (唐武德三年) 始見沙洲，至今日不過一千三百年間而面積已寬至七百平方公里，住民多至一百餘萬人，可見地質建設作用之神速矣。(二)比較古代海塘距海之遠近，可以推想海岸之進退，例如南漚老塘築於一四七二年 (明成化八年)，至一五九〇年 (明萬曆十八年) 因海水漸遠又築一塘以推廣其間耕地，二塘相距約一英里，至一八八四年 (光緒九年) 又向外推廣築第三塘，與第二塘相距約五英里。假定海塘之外移約略等於海水之退嬰，則山上記載可以推定海岸伸漲之率為平均每八十八年延伸一英里，就最後速率計則約

每六十年延伸一英里。以上皆係就歷史上推論之結果。而海定施丹氏(H. von Heidenstam, Report on the Yang-tze Estuary, 1917)嘗就現代揚子江沙量及沉澱之速率推定五千年以前海岸綫當在江陰，嗣後漸向外展約每二十年伸漲二千尺，即約每六十年伸漲一英里。此項純粹水利地質上之推論與歷史研究之結果若合符節，互相證明益見可信。然以上研究僅足確證海岸之伸漲，究竟海岸是否有昇隆之勢則仍屬問題。蓋海岸進退實有二種原因，一為地盤之升降，二為河流之沖積，地盤降則海岸退，沖積盛則海岸進，故此二種勢力實相對抗。中國東岸入海諸流沖積甚盛，黃河衝溝橫決範圍尤廣，所謂沿海平原殆其三角洲耳。究竟二種勢力孰為因果，蓋有不易遽判者。然有一事實於此項問題極有關係者，則為沿海一帶湖中之介殼層。自太湖微山諸湖以至天津一帶皆有海生介殼積聚成層，最近天津濱河亦有發見。夫此一帶既有海生介殼則當時必有海水可知。獨惜此項介殼層之離海平面高度尙未精密測量，以定海水退降之率。就現在約略所知，則是地一帶似大致與海水齊平，未可遽以為地盤隆起之確證。即如廣東三角洲亦於廣利圍之地下（廣東治河報告民國四年）恒見介殼，與澳門所見者相近。足見歷史以前海岸綫當必深入至於羚羊峽，今之所以退出者實由三角洲因沖積而延伸之作用，未可遽言地盤昇隆也。

河流之變遷 河流之改道在最近時期內有史可證者大抵以下游在平原中一部分為限，河流之在山中者旁受夾束遵道而馳，不能橫決，故少變遷，有之亦極緩非數千年短時期所及見。其下游則沖積

作用較盛，旁無攔阻泛濫甚易。河流變遷之速而且大全世界中殆莫過於黃河，蓋河自潼關以上經行山地間往往懸崖壁立河牀緊束，潼關以東地勢漸低，孟津以下乃入平原。自大禹治水以迄今日其變遷殆難盡計（詳見康熙四十年胡渭禹貢錐指）就其最重要者以今地證之。當禹之初河會沁水以後即折向東北，經汲縣潞縣循衛水北流至臨清，復北向達天津而入於海。禹治水（紀元前二二七八年告成）作二渠，一自滑縣北流至鉅鹿縣西，分爲九派，東北流入海，一爲漯川自滑縣西（宿胥口）東流至千乘入海。歷一千六百七十七年至周定王五年（紀元前六〇二年）河決宿胥口東行漯川至濮陽西，（長壽津）又岐而東北經館陶平原東光至成平（倉縣西交河西北）合禹故河至天津（古章武）入海。歷六百十二年至新莽始建國二年（西十一年）河決於濮陽北（古魏郡），經平原禹城間至千乘入海。後漢明帝永平中修之遂成經流。歷一千零三十七年至宋仁宗慶歷八年（西一〇四八年）河又決於濮陽（古商胡）分二派，北流略合漳水經靜海倉縣間（古乾寧軍）至天津入海，東流經高唐平原以北至慶雲（古無懋）以東入海。歷一百四十六年至金章宗明昌五年（即宋光宗紹熙五年西一一九四年）河決陽武，東流至鉅野鄆城間（古梁山灤）分爲二派，北派山北清河（約當今黃河自東阿以下一段）入海，南派山南清河（約當今運河沿微山南陽諸湖一段）入淮，是爲黃河經流行於山東半島以南之始。歷三百年至明孝宗弘治七年（西一四九四年）築太行堤，自汲縣至銅山四百餘里，北流遂絕河全入淮，即今之所謂淤黃河是也。歷三百六十一年至清咸豐五年（西一八五五年）河決蘭封銅瓦廂，乃又北遷而爲今河。河之所以易

遷者根本原因首在其沖積之盛，砂土多則淤積易淤積厚則地勢高，久之河牀高度反出平原之上，一有漲溢卽生衝決，（河牀剖面可分爲數部河槽爲終年有水處，低灘水稍漲卽上亦名小河牀，高灘水高漲時及之亦名大河牀，再漲過堤岸卽生泛濫）。水勢就下往而難返，遇有他流或有故道尤易奪而據之。當其初據河牀較低水流亦順，積而久之淤積又起。例如一八五五年河徙大清至一八七五年秦勒氏（Tyler, Notes on the Yellow River）測勘時二十年間河底已增高十五尺，預計十五年內當有遷徙之患，至民國元年果有濮陽之決。繼今以往必更他遷可以斷言。豫察其徙流之趨向而防止其泛濫，此則今日治水者之責也。惟河流之變遷固屬出之天然實亦助以人事，築運河以利交通引溝渠以利灌溉，則水有可據之道，而侵佔更易。築堤防以禦泛濫，則沖積之範圍愈隘，沉澱之速率愈增，河牀之高漲愈速，而水流之潰決也亦愈易。此皆證之歷史屢驗而不爽者也。然人事之設施固無定準，天然之趨勢必有原因，禹河至今分合徙移往復不一，而綜其大要則王景以前河東北行而多南遷，故施工目的在挽之使北，元代會通河成以後河東南行而多北決，故施工目的又在抑之使南，而自孟津入海最短之徑似終爲河流最適之道，此又治河者所不可不知者也。黃河之外凡沿海平原諸流莫不隨時變遷，不勝殫述，惟揚子江下游因有山地夾束變動較少。

（二）自地文學上觀察之地史

歷史以前地殼變動，無文字記載可以考證。然其變遷之跡，猶往往可藉今代之地形逆溯而推定之

，茲先說明地質現象之梗概，再進論中國近代之地史。

甲 地質現象之說明

地質現象自其原因上言之，大致可分二類，一曰內力作用，蓋以地球內部熱度猶高，自地面下掘每深三十三公尺，熱高一度，以此推算深至一百公里以下溫度之高可以熔融一切岩石而有餘，故地球外固內熔始為最初星雲凝聚之遺跡。惟內熱日益減低，則體積日益減少，而外殼已凝其面積之收縮不能隨內部為比例，於是遂因收縮而生橫壓力，因壓力而生摺曲，因摺曲而生斷裂，因摺曲斷裂而地面上遂生俯仰昇降之變動。水成地層當原生時本屬水平，迨受內力作用則生摺曲，或生斷裂。摺曲有二種，曰背斜使地層崛起而成鞍形者是，曰向斜使地層中陷而成船牀者是。斷裂又有不同，有裂而不斷者成為巖石之節理，有裂而並互相移動者名為斷層。斷層面或直或斜，而要使被斷之地層或上或下易其原位。摺曲斷層皆係遠古時事，其發生非今日直接觀察所能及，而其影響所至結果所在則今日猶及見之。此外又有一種變動現象曰造陸作用，使面積甚廣之區域向上昇降而無重大之摺皺其原因所在學者尙少定說，而事實所示則至今已無疑義。謂之造陸作用者對於以摺曲造成大山脈之造山作用而言也。就巖石所留變動之遺跡而研究之是為構造地質學 就其影響於今代地形者而考論之則屬於地文學。

二曰外力作用，地質現象之主動力發於地殼以外者也。水蒸而成汽，汽凝而為雨，雨水落地大致三分之一滲入于地成為潛水，（地下水）三分之一復受蒸發而還入空間，又三分之一則由涓滴而入溪

澗，彙細流而成巨川，支脈相尋終皆匯集而朝宗於湖海。湖海爲最低之水面，流入其間之江河皆自高趨下以此爲歸宿。當其奔流之際所遇岩石受衝擊而碎裂，更因互相磨擦而碎裂愈甚，大者成爲礫石細者成爲泥沙，大抵水勢愈急則此項破壞作用亦愈烈。所成砂礫泥土即隨流下移，粗巨者因水力不勝而即行沉澱，粒細者因沖動較易而搬運頗遠。然河中礫石何自而得則又大半出于岩石之崩裂。蓋山岩受日晒冰凍風打雨擊，雖至堅硬而積以歲月亦莫不罅裂成爲碎塊，由山嶺而墮於溝壑，流水乘之遂成砂礫。故此類作用之結果實足使高山夷爲平地，巨巖碎爲泥沙，總而言之名爲侵蝕。例如揚子江在蕪湖測驗每秒鐘流量爲一百萬立方尺，內含泥沙三百五十五立方尺。以此例推則揚子江自上游沖下之泥沙爲每年一一〇〇〇〇〇〇〇〇立方尺，聚而積之於四十平方英里之面積，可深至一丈。復以揚子江上游受侵蝕地方總面積約五十萬平方地理里除之，可推定其平均每一千二百五十年間應因侵蝕而低削一尺 (H. von Heidenstam, Report on Yangtze Estuary, 1917)，即此可見侵蝕作用之普遍而偉大矣。侵蝕所得之殘片因流水搬運或沿途沉澱或流入湖海而沉澱，即爲造成岩石之原料。

外力作用如果進行無已則高山受侵蝕而平夷，窪地因沉澱而淤積，積而久之地面將漸無隆窪之跡，是即所謂侵蝕平原，及沖積平原是也。隆窪既夷侵蝕亦息，地質現象殆將完全歸於靜止。實則未達此期以前往往以內力作用乘機發動，使地面上高下易位頓改舊觀，而漸衰垂竭之侵蝕力亦隨之俱新。地文學家對於侵蝕力進行之程序因是分爲三期。地動初起之後山原高峻水道未定，背斜之隆起猶存斷

層之崖壁（斷層仰側未受侵蝕者謂之斷崖）未泯，水流所經大抵以地質構造定其方向，河牀斜度急劇而少規則，河岸巖壁嶙峋而難攀躋，若是之地謂之少年時代。迨進行既久山嶺漸平溝壑漸廣，丘陵星列溪谷縱橫，水流所經以岩石對於侵蝕作用抵抗力之強弱為標準，而不盡隨原生之地質構造為轉移，谷廣岸平斜度緩慢，當是之時磨削作用雖未大殺而已失其凌厲狂烈之氣概，且水道既定進行亦較循軌轍，故謂之壯年時代。至老年時代則侵蝕衰而沖積亦弱，地勢平坦一望無涯，溝渠交錯縝密刻縷，間有培塿小山孤立平地有如海島，則以岩質堅緻偶而遺留，此外大部分土地固已夷為平野矣。繼是以往若無他力外加則迂遲緩慢近乎死境。必至地動發生乃克周而復始，又入少年時代。此地文輪迴之說也。

乙 中國近代之地史

中國今代以前之地史以普通地層學方法推究頗難，而自今代地形上觀察則迥溯較易，重要時期至少有三。

最近造陸作用 中國各部除盆地及平原外大抵狀如高原，以海拔高自一千至二千餘公尺之地為最多，西部一帶則有高至五六千公尺者。然在同一區域之內則峯巒大致齊平，惟流水所經大抵峽谷巖深巖岸壁立，大如龍門以上之黃河宜昌以上之大江，近如永定滹沱上流莫不皆然，足證其尚在少年時代，去地動之期猶未甚久。詳考河流方向與古代摺曲固不相符，即揆之今代地形亦復往往橫越山嶺而出。推求其故殆以河流之成已在今代地形造成以前，嗣以地盤昇隆漸而不驟，河流侵蝕力足勝之，因是

流向如故而峽谷漸深。由是言之可見最近期內必有一時期焉，爲中國山原高湧之期，而此項高湧並非摺曲所成，乃係各地並起，是即所謂造陸作用是也。迄今山原與平原分界之線猶極整齊單簡，連互不斷，例如沿海平原之西界所謂太行山者是。足見湧起之期必非甚久，蓋湧起較久則侵蝕作用必已使陡然突起者漸削成坡也。此造陸作用發生時期在秦嶺以北者維理士氏嘗名之爲汾河期，在秦嶺以南者嘗名爲揚子期 (Bailey Willis, Research in China, 1907)，在雲南及西藏東部者戴普勒氏又嘗稱之爲金沙江期 (J. Deprat, Etude Geologique du Yunnan Oriental, 1912)。

壯年地形期 汾河期諸大河谷所切之山地，河谷雖新山形較舊，近視之雖若蜿蜒起伏難得常規，而登高遠眺則見羣峯波湧不出一定水平，山巒雖有高低而海拔相距要不甚遠，是皆爲壯年時期之地形。由是可見汾河期前必有一時期焉侵蝕甚盛，使中國地形已近壯年。當此時期侵蝕方在進行而突起造陸作用，致使侵蝕輪迴中道變亂，而舊時地形乃得尙有遺留。此時期在北部謂之唐縣（直隸）期，在雲南謂之翠微山（阿迷東）期（根據皆見前）。

老年地形期 唐縣期壯年地形以前地形當作何狀似尙有遺跡可尋。最著者爲山西之五台山，其最高台地海拔在三千公尺以上，突出於附近高原者幾千公尺，乃不爲尖峯而成平台，似爲古侵蝕平原之遺。惟此類老年地形之遺跡在東部各地因侵蝕較深保存殊少，至西部各地乃較多而廣，例如洪廷棟氏 (E. Huntington: Research in Turkestan 1907) 所見疏勒以北之天山，斯坦因氏 (A. Stein, Mountain

Panorama from Pamir and Kwen-Jun, 1908)所見和闐以南之崑崙山，戴普勒氏(J. Deprat見前)所見之雲南北部烏蒙山地，皆爲侵蝕平原之遺跡，其高度皆在四千至五千米突之間，蓋北台期內中國各部因地動不作侵蝕已久，殆已削爲平地，而磨削及沉澱現象亦已幾將息絕，至唐縣期而侵蝕又盛，北台期之平地亦大部份爲所磨削刻鏤，僅留地勢較高多數台地，若上述諸例猶獲保存其原來形狀，而吾人卽因此得以推知當時之狀態焉。

以上爲中國地史自今代地形可以逐次上溯之時期，與上述地形觀察可以互相發明者，則爲近代地層之研究。近代地層分佈最廣爲中國所特見者尤推北方之黃土。論黃土之時代者有二說，李希霍芬氏謂黃土所覆之地形與今日地形初無二致，則今日地形之生成必在黃土之前。維理士氏以黃土所覆之地形屬壯年期，與少年期之峽谷深毫無黃土者顯然不同，故黃土生成當在唐縣汾河二期之間。今日所見之黃土所以低自沿海平原高至陝西山地，不分高下到處皆是者，不特爲風力沉積之特徵，亦實爲受汾河期地動之結果。黃土研究近來頗有進步，茲姑勿詳。南方新地層中有紅砂巖及紅土分佈甚廣，其對於地動時期先後之比較，以及化石之搜尋皆近代地質極關重要而尙鮮注意之問題也。

(三) 地層比較所得之地史

甲 地層學之原則

地文學研究所得之地史以古代地形至今日尙有遺留之時代爲限，其以前時代所有地形現已屢經變

遷，無復遺跡可尋，則其地史亦無從推定。惟地質現象實無時或息，侵蝕之遺跡雖泯，沉澱之地層猶在，而地層所受之種種褶曲斷裂亦往往於地層中留有明確顯著之跡象。就地層之性質次序及其所含動植物化石之種類組織以推定其沉澱時之狀態者，謂之地層學。就地層之褶曲斷裂以推定內力作用發生之時期及其影響之範圍者，謂之構造地質學。實則地質研究之方法雖極複雜，而其根本原則則殊簡易。(一)水成巖沉澱之初原近水平，觀其上下之位置即不難斷定其沉澱先後之次序。(二)同時生成之地層除海陸深淺寒熱之分別外，所有生物遺跡大抵相同。蓋生物種類隨時進化，此固進化論之理想而古生學研究之結果實足以證明之。故古生物之比較常為鑑定地質時代最簡要之標準。若在同一區域之內則同時地層其巖石性質亦大致相同，故巖石之研究亦往往可助時代之分別，惟例外甚多不可不多方以證明之耳。

乙 地史之分代

地質研究於同一區域內所以巖石層次之上下定其生成之先後，復以一處所見之次序推之於他處，缺者補之，參差者整齊之，由全球地質調查之所得比較而彙集之，則地殼歷史之大致可得而言。分代名詞大抵就時間的及地層的關係而分為二種。

地質時代

地質系統

代 Era

界 Group

紀	Period	系	System
期	Epoch	統	Series

自最古至現代地質時代區分如左。

太古界	Archaean	前寒武紀	Pre-Cambrian
元古界	Algonkian		
古生界	Paleozoic		
寒武紀	Cambrian	下部古生界	
奧陶紀	Ordovician		
志留紀	Silurian	中部古生界	
泥盆紀	Devonian		
石炭紀	Carboniferous	上部古生界	
二疊紀	Permian		
中生界	Mesozoic		
三疊紀	Triassic		
侏羅紀	Jurassic		

白堊紀 Cretaceous

新生界 Cenozoic

第三紀 Tertiary

第四紀 Quaternary

丙 中國地史

中國地質與外國既多異同，即國內諸地亦以幅員廣漠可分為多數區域，各具特點。大抵東北各省成陸較古，西南一部則海相較久，變動最新，茲就各大時期分叙如左。

太古界 太古界為最古之地層，其深殆難數計，因露頭觀察所及但見其頂不見其底也。其巖石以片麻岩為主要，花崗岩次之，各種結晶片巖又次之。花崗巖質極堅硬，侵蝕極緩，故太古界露出之地以片麻岩為勝者雖坡地低緩，而花崗岩或片麻花崗岩為最多者則大抵高峯陡立，如山東之泰山山西之霍山皆是也。分佈之地以東北諸省如奉直魯晉豫等為最著，南方如四川西北大雪山脈，福建江西間及廣東沿海一帶，片麻岩及花崗岩分佈甚廣。次之如秦嶺伏牛淮陽山脈花崗及片麻岩亦極為發達，或亦屬於太古界。然在褶曲山脈中往往有後代地層因變質而近似太古界者，其間分別不可不慎。

元古界 元古界地層之變質已深者往往與太古界不易分別，惟亦有確在寒武紀以前毫無化石，而岩石變質並不甚著者，亦屬元古界範圍。我國北方元古界之研究最詳，大致可分二部，各不整一。下

部曰五台系，以片麻岩結晶片岩大理石英岩綠泥片岩等爲最要成分。山西五台山附近發育最盛。元古界之上部曰南口系，或名溇沱系，今又名震旦系，露見於熱直晉豫諸省區，至山東則層厚頗減，時或不見。其岩石下部爲石英砂岩或頁岩，上部爲含燧石之石灰岩，互相整一。岩石變質甚淺與古生界各層殆無以異。惟化石蹤跡渺不可見。太古界及元古界岩石既多變質，故當時海陸分佈之狀態頗不易明瞭，卽如南口石灰岩變質雖淺而範圍甚小，究係海成抑係湖內沉澱，學者亦尙有異說也。

下部古生界 指寒武紀及奧陶紀而言當時中國各處海水漸進漸深，沉結頁岩及石灰岩層以不整一式覆於太古或元古界之上，其岩層在直魯晉豫諸省所見者大致可分爲三部，下部曰饅頭頁岩以紅色頁岩爲主要岩石，厚自數十至一百五十公尺，其上曰九龍石灰岩內多繡狀及礫狀石灰岩（俗名花石）厚自二百至五百餘公尺。此二系爲寒武紀，地層中含三葉蟲化石極多。又上爲奧陶紀之濟南石灰岩，成分甚純而化石不多，厚達八百至千餘公尺，東北諸省所用以燒石灰者殆皆出自此層，蓋以其質純而層厚迥非他層石灰岩所能及也。東南諸省下部古生界研究不詳，惟南京附近崑山石灰岩中曾得奧陶紀化石，鄂陝蜀三省交界之間則下部古生界仍爲厚層石灰岩所成，總名爲雞心嶺石灰岩。其時代有三葉蟲及腕足類化石可證。總厚達千數百公尺。惟其下無饅頭頁岩而有數十公尺之石英質砂岩及礫岩，夾有細泥巨礫劃痕宛然，爲冰河遺跡之證，名之爲南沱冰碛層。自湖北宜昌至湖南貴州間均見此層，由是可見元古界末寒武紀初，是地已有冰河爲世界最古冰河地之一也。雲南東部寒武紀化石與山東相似，而

岩石則以黃綠色頁岩及砂質頁岩爲多，其見於建水宜良間者爲層尤厚，殆達千二百餘公尺。奧陶紀岩石以泥灰岩及砂岩爲主含有最古之魚類化石。由上所述可見下部古生界之世中國海面甚廣，惟蒙古遼東及山東半島之東部，浙贛閩粵沿海一帶，皆未見有相當地層。上部古生界及中生界以後之地層大抵直覆於變質岩石之上。殆以是地當時已成大陸，故未有沉澱歟。

中部古生界 指志留紀及泥盆紀而言。此時期內中國東北部陸地更爲增廣，直魯豫晉諸省下部古生界地層極爲發達者至此而蹤跡杳然，無可考見。惟陝省以西甘新境內則泥盆紀時代猶爲大海，故成厚層石灰岩，天山南路及陝甘交界間均得有腕足類標準化石，秦嶺山脈以南大河（四川）玉帶河（陝西）白水河（甘肅至四川）諸谷歷經調查，中部古生界地層亦甚完備，下與奧陶紀上與石炭紀均相整一。繼雞心嶺石灰岩而上者爲綠色頁岩，含鐵色灰質之結核，復繼以四五尺厚之砂質岩層，此即所謂過渡層也。其上爲六十餘公尺之灰色石灰巖及五百餘公尺之含鐵或夾煤之綠色頁岩，內夾晶片狀石灰岩薄層。在寧羌廣元間曾得志留紀珊瑚類及腕足類化石，復上即爲厚層石灰岩，色青或灰，化石頗多，其時代屬泥盆紀，皆海成岩也。雲南所見之志留紀亦以砂頁岩爲多，間以石灰岩薄層，厚不過一二百公尺，下泥盆紀亦仍爲砂頁岩泥灰岩所成，至中泥盆紀而石灰岩大盛，其中珊瑚類及腕足類化石極多。東至於貴州廣西以迄湖南西南，尚有泥盆紀中上部之石灰岩確可證明。復東至於湘鄂皖贛蘇浙等省則確定化石迄今未見，僅有所謂南京砂岩者，分布甚廣就其層序觀之至少有一部份屬于泥盆紀

，蓋卽非陸成，亦已近於海岸矣。

上部古生界 上部古生界兼括石炭紀及二疊紀而言，此二紀各地已成淺海或竟成陸地，氣候卑濕故植物甚盛，遂成重要煤礦。惟其間先後各地亦頗不一致。東北諸省煤層時代多屬於上石炭紀至二疊紀，其地層直覆於濟南石灰岩之上，互相並行，有如整一。足證與陶紀後東北諸省之成陸實爲造陸作用所致，故能隆起而不摺曲。惟石炭紀煤系之內薄層石灰岩猶數見之，則以當時地勢低平又復近海，故猶屢受海水侵入也。秦嶺以南長江一帶之石炭二疊紀則陸成岩層較薄，而海成之石灰岩較厚，若所謂鷄頭石灰岩若所謂巫山石灰岩皆上部古生界物也。其時代則石炭紀二疊紀上中下三部均各完備，非如東北諸省之殘缺。其厚度則至少在千公尺以上，非如東北諸省之僅有三百公尺左右。蓋南方諸省除東南沿海一帶外向沉大海，至此乃旋成低陸旋成淺海也。雲南石炭紀二疊紀除下石炭紀砂岩層及中石炭紀上部尚有煤層外，其餘皆以石灰岩爲主要岩層，蓋其沉於海底者爲較深而較久矣。至上二疊紀時代始有地殼變動，並有極厚之火山熔岩噴出，此類熔岩多屬於輝綠岩類，夾於厚石灰岩之上礫岩及砂岩之下，雲南東部及北部分佈極廣，蓋當古生界之末中生界之初，南北各地皆有湧起成陸之勢，而火成岩之侵入及噴發亦於此稱盛，卽各地之大塊花崗岩（除屬於太古界者外）亦皆於此時侵入者也。

下部中生界 下部中生界指三疊紀侏羅紀及古生界與中生界過渡而言，蓋中國地質二疊紀與三疊紀間初不易得一定之界線也。其時地層大抵皆爲陸相以砂岩頁岩煤層爲多，北方如山西大同等處侏羅

紀中並有煤層，陝西侏羅紀砂岩中並含石油。南方中生界分佈極廣，而四川盆地之地質與陝西盆地隔秦嶺而遙相對稱，並有鹽層及石油。此上即為紅色砂頁岩層，各地多有之，亦侏羅紀物也。雲南四川三疊紀尚有石灰岩，旋以成陸，並有煤層。侏羅紀之後中國全國陸地業已鞏固，所有內湖淺海亦復蒸發乾涸，而膏鹽油礦亦于是乎成。雖猶屢有地動，而下沉於海者蓋鮮矣。

白堊紀以至第三紀初期，中國各地殆毫無相當地層。以中國面積之廣而歷此長期毫無沉澱殊難索解，不得已而為之說則必以距地動之期已遠，地形削平入於老期，故侵入沉澱皆歸靜止。然則就今代地形推論所得之北台期殆指此乎。第三紀之中部當喜馬拉雅山脈湧起之期，中國亦受其影響或生斷層或生隆起，或因氣候之變化而已衰垂竭之侵蝕力亦隨之俱新，遂成所謂唐縣期之地形。至第三紀末而造陸作用又復盛起，遂生今日之高地，而巨河峽谷亦於是焉成。至最近數千年內則如沖積層之增廣，三角洲之生成，河流之改造，湖水之淤淺猶有可證，至於地盤大概之動作則殊少確據。由是益見直接觀察及歷史考證之結果雖若較確，而其範圍之廣造詣之深則遠不如自地文及地質研究間接推論之所得，地文及地質研究根據不同而所得之結果乃相一貫，則又可見科學理論之必非虛妄也。

（加註按此篇作於民國九年曾刊於民國十一年之博物學雜誌，後節所述地史多係根據李希霍芬維理士等舊作，自此文成後中國地質進步甚速，故于此篇應加修改補充者不一其處，須閱地質調查所及地質學會各出版品。拙作中可以補正參考者如下。一九，一，三〇。

Geology of China, China Year Book, successive editions up to 1928.

Crustal movements in Eastern China, Proc. Third Pan-Pacif. Sc. Congr. 1926.

中國地質談

(一)

地質學在中國完全是一種新的科學，故一般人對於地質學的推論往往不是以爲渺茫無憑，便是覺得乾枯無味，實在因爲地質學的教法把通論與地史截然分爲兩概，所以學地質學的人通論覺其太淺，地史覺其太深，並且一切根據外國地質，人云亦云，所得觀念便不親切。此篇要想用淺顯的文字，說明中國地質的大意，只得脫去一般地質書的窠臼，不拘體裁，實實在在的講去，不求完全，但望易解。

(二)

欲知中國地質專在書上找，不如多向地上看。且從近者說起，我們在北京掘一口井，就見地下有泥有砂，有時且有較大的礫，更向四旁掘開去看，便見泥土砂礫都是一層層的平鋪，此種泥土砂礫是同現在河流——例如北京附近的永定河——谷中沖積一樣成的，所以總名之爲沖積層，推廣的說凡是京津，京浦，京漢鐵路所經過的大平原都是爲這種沖積所成，故可稱爲沖積平原，就是說這一片茫茫平原，都是被自西東下的河流——例如現代的黃河漳河濼沱白溝永定等河——所衝刷出來的砂礫泥土所堆積填平的。但是有一件可奇的事，河流的河牀照理總在海平面上，所以他的沖積也不能深在海

平面以下。但是以上所說的中國大平原高出現代海面不過數尺至一百數十尺，而他的沖積層據北京東城深井所見已深至七百尺尙不見石底，就是說沖積層直深到現代海面六百尺以下，在離山較遠的地方沖積層想當更深。這種表面上矛盾的事實，只有用地史上變遷來說明，河流沖積當然從前也是常在海平面以上進行，但是一面沖積一面地盤低陷，所以沖積層漸積漸厚，而平原面部並不甚高。此種現象世界上亦有其例，印度的恒河平原即是如此，深到一萬多尺尙不見石底，他們也是用地盤逐漸低陷來作說明。因此我們可以斷定沖積平原生成的時期，在中國東部有一種地盤升降的運動。大略的講，太行山以西升爲高原，太行山以東降爲平原，一升一降相距恐不下四五千尺。此種升降的運動要需若干年數，那是另一問題，我們只知道有一個時期有這種現象。

(二)

因此我們於地形上可以得不少瞭解，太行山東麓沿山一帶便是東降西升的一種軸線，所以在平原西望只見巖巖壁立，雄險難攀，除非找到從高原出來的河流谷口，纔得比較可走的道路。此種嵌在山中的河谷，北方的俗語叫做溝，太行山一帶的專名叫做陘，重要者八，故有太行八陘之說。初入溝中但見兩岸懸巖峭如刀削，漸近上游河牀漸高，比較的便見山嶺漸低，到了高原頂上，更覺得平夷曠衍，目光無阻，幾自忘置身在沖積平原一二千尺以上。以上所說凡在自西東下的谷中逆流上溯，皆可見有此種景象。欲知他的原因，我們只要設想太行山東西從前都是一片平地，雖有幾個山頭相差也不甚

多，後來地盤西升東降，高的地方的水天然往低的地方流，水流所經必要把那個地方的岩石逐漸的擊碎衝去，高低相差的愈多水流的愈急，水流的愈急沖刷的力量愈大。太行山一邊在那裡漸漸的升高，自西東下的水却漸漸的在那裡侵蝕，河流的侵蝕力譬如木匠的鋸子，太行山脈譬如逆鋸提升的一塊木板。木板提高了，近鋸的地位便被鋸成一條縫，山脈升高了，河流的所在便成了一道溝或一個窪。所以削壁對峙的溝，也是地盤升高的證據，這種地形在長江上游叫做峽，峽的字義是兩山相夾，形容甚為得當。

從以上的觀察，我們便知道平原的沖積，峽谷的生成，高原的升起，幾種現象都有連帶的關係，在差不多同一時代內發生。

(四)

現在我們要問一塊地方，如何會一部份升高一部份低陷，這兩個問題的遠因甚為複雜，暫且不提。他的近因便是因為一升一降的二部份之間有了斷層，斷層也就是左右分離升降移動的意思。與太行山情形相類的斷層實例甚多，即如我們搭京綏火車從北京往張家口，從北京到南口一片平原，北望燕山絕壁陡起，形勢天然，與太行山同，即為一東西走向之斷層所限。自南口北上，崇墉峻壁，漸進漸高，上至二千尺左右，地勢卻又開曠。車行半日至張家口以北，復見懸巖壁立隔絕南北，蓋又為一東西走向之斷層所限。出綏北上，方入蒙古高原，蒙古高原與中國本部之關係殆皆為此類階梯形之斷層

所成，北升南降，致成此象。

斷層也能造成另一種形勢，舉一個例，就是山西汾河的兩旁，東邊是霍山，西邊是呂梁山，皆是因爲斷層而升高，夾在其間的汾河沖積平原，却是因爲斷層而低陷。所以從太原直至平陽以南，天然爲山西南北交通的大路，餘如陝西的渭河奉天的遼河都有類似的形勢。

但是以上所講的斷層不必定是簡單的一個斷面，也許是許多斷面此起彼伏，不過方向大畧一致，且不出一定地帶之外，也許是左右地層並未全斷，不過一升一降，中間有了褶折仍相連屬。如後一說在地質學上名爲拗褶，或曰單褶，此等情形各處當然不同，但其結果皆能使地盤升降。

以上所說的斷層拗褶及升降運動，其結果皆是現代可以直接觀察得到的，其發生時代，在地質學上說，皆不算甚遠。因爲如果時代更遠，他們所造成的重疊疊障，經風雨的摧殘，溪河的衝刷，都能夠漸漸的侵夷剝削，成爲平地，決不能保存到現在了。因其發生時代去今未遠，故他們的破裂影響往往尙有可見：第一是此類斷層或其相近地帶每見火山噴發的遺跡，或是有溫泉湯泉或較大的泉水，第二就是此類地帶有時發生地震，尤其是雲南陝西山西從前更有較大的地震。

(五)

上節曾說河流沖積的力量，河流作用在山地時是侵蝕，在平地時便是沖積。但是河流中所含的泥沙在平原沉積的究竟還不及隨水流入海洋裡的更多。據近年的測算，從黃河每年沖入海內的砂量，假

如堆積在一百萬平方英尺的面積上，可以堆成一萬七千五百尺的高山。每年從長江流入海內的砂量堆在同一面積，可成一萬一千尺的高山。一年如此，幾千年幾萬年又當何如？所以海底的沉積定可以成極大的數量。一千三百年之間，就可以漲出一個崇明大島，何況在極長的地質時代。但是海底沉積如果愈積愈多，經過幾萬萬年的地質時代，直到現在，豈不是應該把海水幾乎填滿了麼？事實上卻並不如此。因為陸上因侵蝕作用物質減少，海底因沉積作用重量增多，勢必使浮在地心溶液上的海陸地殼，重輕失其均衡。起先重者愈沉，輕者愈升；到了相當時期，重者不能再沉反湧起成爲山嶺或高原；輕者不能再升，反陷落成爲海底或平原。於是海陸易位而侵蝕及沉積現象周而復始，如是循環相繼不絕。這是地質學的最新學說，現在且不細加討論，先從淺近的觀察看去。

我們試在山上去找，在許多地方都可以得到動物遺跡，例如山東蝙蝠石，湖北的寶塔石，以及藥鋪所賣的石燕，那都是不講地質學的人也知道注意的。此類化石皆爲海底動物之遺骸，可見此類地方在昔曾沉沒海底，海陸變遷確非虛語。但是從動物化石推想滄桑之變，宋朝哲學家已早經想到；現代的地質學研究卻並不止此，不但能知地層之爲陸成海成而且要知地層生成之誰先誰後；就他先後的次序，推定地殼的歷史。

(六)

所以我們且向各處地層仔細去找，山上而下即由新而古，逐步上溯。最新的地層當然是沖積層；

比沖積層稍古或與一部份沖積層同時的有黃土。在中國北方特別雄厚，爲他處所罕見。黃土的分布不分高低，三千尺的高原及與海面相去不遠的地方皆能存在。黃土的厚度能到一千多尺；不大有明顯層次，但容易循垂直面剝裂，故黃土發達的地方常有直壁深溝，造成一種很特別的地形。以上性質似乎都證明黃土爲風力吹集，不是流水沖積，從此可以斷定在這個時期中國北部天氣甚爲乾燥。果然黃土之中曾經發見駝鳥的卵，與現代非洲的駝鳥卵相同。在那個時代中國已有人類，止用極粗的石器，在河套地方曾經發見許多東西。

黃土底下有一種紅土，除顏色分別之外，黃土多成直壁，紅土多斜坡，實地上甚易辨別。紅土裏往往發見動物遺骸，俗名叫做龍骨，藥鋪中用做止血之劑。山西保德陝西府谷挖掘甚多。實在並不是什麼龍，大多數乃是與犀象等屬相近的哺乳動物。此等動物須在水草豐富天氣較熱的地方生活，可見當時情形與黃土時代大有不同，人類遺跡毫無所見，恐尙未發生。

黃土時代的長短，據各國相當時代的估計，大約有五十萬年。紅土既在其前，至少當有一百萬年以上。上節所說的斷層升降峽谷侵蝕種種現象，皆在此時期內進行。等到現代地形生成，人類也漸發生了。在人類尙未發生以前，火山噴發甚爲利害，當時火山噴出來的熔岩現在還分布甚廣。例如吉林長白山一帶熱河察哈爾區域，以及江蘇浦口以西至安徽交界的地方，都有火山遺跡。雖然現代不見噴發，但幾十萬年或一百萬年以前，火山噴發，是無可疑的。

(七)

黃土紅土以下的地層都已膠結堅固，成爲岩石。其中比較最新的多是砂岩礫岩頁岩，尤以砂石爲主。仔細看去又可分爲好幾部份，最新的一部份含有哺乳動物的骨骸。稍下便不見哺乳動物，止見爬行動物。但當時的爬行動物與現代的卻不一樣。現代的龜蛇蜥蜴等物，皆不甚大；當時的爬行動物大抵軀幹雄偉。在山東所見的一條腿骨，長及人身一倍，動物全體之大可知。此類動物在分類學上與蜥蜴路近，但種已久滅。日本學者爲便於稱呼起見，叫他做龍，故有恐龍禽龍等名；實在與中國歷史上之龍並無關係。因爲爬蟲時代猶在哺乳時代之前，離人類時代爲時更遠，計時至少在五百萬年至一千萬年以前。活的大爬蟲，人類既從未見過，如何與文字歷史會生關係呢？

照以上所說我們已講了三大時代：黃土及沖積層爲人類時代，紅土及砂岩最上的一部爲哺乳動物時代，其次的砂岩爲爬行動物時代。此三大類動物在分類學上分別甚大，在生物階級上亦高下不同，由此大可窺見生物進化的歷史，亦可作爲地史分代的標準。

爬蟲時代砂岩的下部有時能含煤質，例如山西大同直隸雞鳴山山東坊子的煤皆屬此時代。其中化石以蘇鐵科的植物爲最多，也能有介殼的形跡，都是淡水動物；再下去仍是砂岩，其中有一部份特別堅固，可以做磨，故俗語稱爲磨石。

(八)

在北數省有開鑛經驗的人，大概都知道磨石之下必有煤鑛，在開平臨城磁州棗莊各大煤鑛去看都是如此。但是磨石層以下的煤系內所得化石，都與磨石以上煤系內所見者不同。下煤系內植物化石以羊齒類封印木等爲最多，上煤系內最多的蘇鐵科則甚不多見。動物化石多夾在石灰岩內。有珊瑚腕足介有孔蟲等類，皆爲海內生活的動物，由此可以推想在此種地層沉積的時代那一帶的地方一定曾經沉沒爲海。但是含植物的頁岩與含動物的石灰岩既然相間成層，可見當時海水旋進旋退，變遷甚多。因此可以知道上煤系完全在大陸盆地以內生成；下煤系生成之時則在濱海低平之地，不時受海水浸沒。

在下煤系內哺乳動物及爬行動物皆從來未見，所有動物皆是無脊椎各類，所以可稱爲無脊椎動物時代。但此時代爲期甚長；在北方幾省煤系之下便是很厚的石灰岩，成分甚淨，可做燒石灰的材料；其中最多的化石是一種與湖北寶塔石極相近的東西。中國學者新定名字叫做珠角石，也是海內生活的無脊椎動物。珠角石石灰岩之下又是一種石灰岩，成分不大純淨，往往有圓的顆粒，形如魚子，故名節狀。其中化石大多數爲三葉蟲，山東出名的蝙蝠石就是其中之一種，這便是最古的化石。再下去地層尙甚多，但可靠的生物遺跡便沒有了。

以上地層在長江流域情形略有不同，在煤系之下寶塔石石灰岩（與珠角石相當）之上另夾許多地層，也是含有海生無脊椎動物化石。此種夾入地層，愈往西南愈厚，到雲南四川更爲重要，在黃河流域則完全不見，但以下含三葉地層則到處相同。講到此層已到無脊椎動物時代最古的時期，去今已有一萬

數千萬年之久了。

(九)

從各處攷察的結果，我們可以相信生物種類隨時代進化；反而言之，即比較化石可以分別時代以上所說四個時代：(一)無脊椎動物時代；(二)爬行動物時代；(三)哺乳類動物時代；(四)人類時代。此四時代也可稱為(一)古生代；(二)中生代；(三)新生代；(四)靈生代。每一代又可分為數紀，每一紀又可分為數期，詳細研究便是地史學，但是普通知識只要能通其大概已足。

(十)

如上所述地層的次序頗有一定：例如古生代的煤系底下總有石灰岩到處皆然；又如在北方諸省磨石層的底下總有煤層；所以知道地層的次序，不但學理的方面能夠推想古代各種變遷，而且實用方面能夠知道何地應有何層，及何種可以利用的岩石及礦物。因此之故，地質學不但是自然科學的一科，而且於鑛業農業都有很大的關係。但是各種地層有時又未必按照次序應有盡有。那並不是地層學規則不可靠，實因此種規則並不如是簡單。複雜之處可有三種原因：第一地層沉積時各地情形原來不一，例如在四川湖北寶塔石灰岩以上尚有許多頁岩石灰岩——在宜昌上游峽谷中最看得清楚——然後乃是古生代煤系；一過秦嶺山及伏牛山以北，到寶塔石灰岩之上直接便是煤系。就因為南方所有的中間地層生成的時代在南方是海，在北方都是陸地，所以在南方有海底沉積，在北方便沒有。又如在山

西大同及北京西山都於磨石層以上更有中生代煤系；但在山西南部或魯豫等省及多數的地方，磨石層之上來了許多紅綠砂岩，都並不見有煤層，即使偶有一些黑色含炭的頁岩，亦不大可以開採，也是因為在中生代的中古時期，中國北方陸地上成了好幾個盆地，但其間氣候及其他情形各有不同，有幾處植物茂盛，有幾處植物不繁，或者容易完全氧化。

其次：要知同一地方地層沉積，並不是從古到今繼續不絕，但是中間往往有間斷的時期。間斷原因多是為的地盤運動或是一升一降或是左右推移，其結果都能使已成的地層變成了平鋪的方位，使後來的沉積鋪在時代極不同的已成地層之上。最近的例就在北京西山，我們知道妙峯山鬚髻山一帶的地層是屬於爬蟲時代即中生代之比較的上部一部份，在他之下應該是中生代地層之下部，即與九龍山門頭溝一帶相當的山層，在鬚髻山前面的情形確是如此；但在他的後面以及妙峯山的腳下，則理想上應有的中生代下部古生代上部的地層一概不見。鬚髻山層直接覆在古生代下部珠角石石灰岩以及侵入其中的花崗岩之上。為什麼有這種變化呢？因為鬚髻山層未生成以前經過一次地盤變動，原來的盆地一部份湧成高山，高的部份復受侵蝕，將上面的山層削去。因原來升降各處不同，所以侵蝕露出的地層亦各處不一；後來復成低地，復有鬚髻山層的成立，所以鬚髻山層與時代很不同的地層相接觸。至於現在的地形，妙峰山鬚髻山一帶的高山，還是最近一期地盤升起所造成的。

其三：因斷層的結果能使地層發現不按時代次序，可以用山東泰山附近的地質作證。我們試在泰

安下車，就見車站對面有一座小山名蒿里山，山頂有塔翼然，甚易認識。山上岩石都是帶鱗狀的灰岩，內含三葉蟲化石。據以前所語，可以斷定他是無脊椎動物時代即古生代之最古的一層。蒿里山石灰岩都往東或東北傾斜，照常理推測往東北行去，應該看見比蒿里山較新的地層；按照次序就是珠角石石灰岩。但我們越過鐵道，走到泰山一看，卻大大不然。整個的泰山都是片磨岩片麻花崗岩等變質岩石。在別處未經擾亂的地方——例如在張夏車站的南面或在大汶口附近雲亭山後——此種泰山地層都是在三葉蟲石灰岩的底下，所以他的露頭照理應該逆石灰岩的傾斜方向去找；現在泰山地位卻在蒿里山層的傾斜方向的前面，而且高出蒿里山在四千多尺以上；此種次序顛倒的原因，就為的是泰山蒿里山之間，有一道斷層，東升西降，將蒿里山底下的變質地層提升上來，成了泰山。

這種地盤變更，或是上下升降，或是左右推移，原來平鋪的地層成爲一起一伏的曲褶，很是常見。我們能夠直接觀察各種地層，亦全靠此。因爲以上所說每一代的地層止少有五六萬乃至二十萬尺，總共快到或超過一百萬尺。地面上高低相差不過二萬多尺，人工能掘的井最深不過一萬尺，如果地層全是平鋪未經變動，那末，我們只能看見最新的地層；至於壓在下面的較古地層便永不能直接顯露供我們研究了。

(十一)

泰山地層屬太古代，因爲想他是再古沒有的，他的底下人力直接看得見的常是這樣，再不見別的

地層了。但是泰山層的上而三葉蟲石灰岩的底下，有的地方還另有重要地層。參觀開平煤礦的人，如從趙谷莊一直往北去走一盪，所見地層便愈走愈古。先見珠角石灰岩次見三葉蟲石灰岩，再次到青龍山一帶直至魯潤縣北面大山便見另是一種石灰岩，層甚厚，中含燧石結核，形狀甚不一定；燧石石灰岩之下，又有從砂岩變化的石英岩；稍折往東在石佛寺附近，又見許多結晶片岩，如雲母片岩之類；直到濼河岸旁，盧龍附近，纔又見真正的泰山地層。可見太古代和古生代之間，尚夾有極長的時間；就上所見可分爲二部份：在石佛寺附近的結晶片岩，因爲與山西五臺山的地層相當，所以屬於五台系。青龍山一帶的燧石石灰岩及其下的石英砂岩，因爲與北京南口的地層相當，所以叫做南口系，現在也有人稱他爲震旦系。二系的時代可以合併稱爲元古界。

所以我們在北京的人要看元古界的地層，最近是往南口。從南往居庸關約畧二十來里路，試從鐵路左面步行走去，先見燧石石灰岩，山勢最峻，次見白色及微紅色的石英岩，皆向南傾斜；稍近山勢漸漸低平，乃是五台系的片岩及片麻岩；更北約在東原小車站的對面經過一道斷層，又是燧石石灰岩，直到居庸關皆是此層。

(十二)

我們在南口還可以觀察到另一種事實：在南口進口往東的山脚，曾經開採石礦的地方，一望便見灰色的石灰岩裡有二道黑色的脈，與石灰岩的層次全不一致，石灰岩是水底沉澱的，那黑色的脈是後

來加入的，試將脈內岩石敲下來，磨成一公釐千分之二厚的薄片，在顯微鏡下去看，學過礦物學的人便能認識有斜長石輝石等結晶礦物，從這種成分及其結晶狀態可以推知此種岩石從一種溫度很高的熔液，——猶如鍊鐵爐內的熔汁——慢慢凝固成的。我們大概聽見說過地心溫度是很高的，地心物質是熔融的，這種物質侵入石灰岩的裂縫內凝固成石，就成岩脈。南口一帶子細去看，這類的岩脈甚多，因為是從高熱熔液凝成的，所以叫做火成岩，與水裡沉積的水成岩作對待的名詞。

岩脈種類甚多，顏色亦黑白不一。白色的岩脈多為長石或石英所成，在太古代地層內石英脈大抵含有黃金鑽，即如北京的昌平密雲一帶常常可見，南方的錫鑛鎢鑛鑽鑛亦往往生在石英脈內。

火成岩有時能成甚大的體積，居庸關以北八達嶺的花崗岩就是一例，四圍皆是石灰岩，當中突然有了一大塊的花崗岩，就是熔液侵入凝固成的，京東的盤山，京西的羊坊及周口店西北，都有同類的情形。火成岩侵入的周圍水成岩曾經受高熱度的影響，應該發生一種變化，這種變化亦實地可見，石灰岩結晶成了大理岩，周口店的煤層包含許多四方長柱形的白色或微紅的礦物，皆是此種接觸作用之結果。接觸作用有時且能發生可以開採的礦物，例如湖北大冶，安徽桃沖，山東金嶺鎮的鐵鑛都是生在一種火成岩侵入體及石灰岩的中間。

說起了火成岩，往往有人就以爲是火山岩，曾見近年名人遊記，因泰山有花崗岩，就說此山從前曾有很大的火山噴發，現在已熄，因而做其滄海桑田的老套文章，其實並不是這麼一回事。花崗岩一

類的火成岩是在很深的地方侵入的，當他侵入的時代，假使地面上有人，並不能覺得。即如北京平原底下幾萬尺的地方，也許有花崗岩在那慢慢結晶，我們也無從知道，須等到地盤變動把他翻上來，再等到他的上覆地層被侵蝕作用慢慢的剝去，在地面上的人始能看得見他。至於真正的火山作用，是有地下的高熱物質直接噴出到地面上的。現代噴發的火山，中國簡直沒有，文字歷史期內止有黑龍江嫩江縣的烏雲和冬吉，據說雍正年間曾經噴發一次，冒烟噴火，除此之外書中所記中國火山多不可靠。但是在文字歷史以前，而且爲時並不甚古，中國火山現象却也不弱，遺跡甚多，上面已經說過，此處可以不贅。

(十二)

從以上所說，可見地質學研究方法甚簡單，而所得的結論却甚遠大。現在我們對於中國地史已經大致明瞭，大略的說，在古生代之初有一海股，經過奉天，山東，直隸，山西，河南的大部份從湖南，貴州，雲南，向西南與西藏以南喜馬拉雅海（當時是海不是山）相連接。海中動物有三葉蟲，但其種屬與歐洲寒武紀三葉蟲頗有不同，所以可知當時的海與歐洲的海不甚連接。其餘地方則已成陸，如是過了很長的時間，這一帶的海往北與西比利亞的海，往西與歐洲的海都連接了，於是海中動物爲之一變，有了許多頭足類動物，寶塔石珠角石就是他們的化石。到了古生代的中期，中國境內海面大爲縮小秦嶺山脈以北的地方全都成了陸地，只有新疆西面西藏南面還有二股海，西藏南面的海西與歐洲

相接，東向延長至中國南方，雲南四川湖南都在海下，海裏的動物與歐洲簡直差不多。但海水愈東愈淺至江蘇地界已是半海半陸的景象。至於福建廣東沿海一帶在當時早已成了陸地。其時東方陸地之廣北起西伯利亞，南包南洋羣島及澳洲，止有中國西南角上剩一海灣罷了。但等到古生代後期這個海灣又漸漸擴大，中國本部幾乎全被浸沒，西伯利亞及蒙古大陸與澳洲大陸（連現代中國沿海在內）交通幾乎隔絕。不過當時在中國的海並不甚深，且旋即逐漸退去，退出時便露出一片平原，且因當時氣候溫潤，如現在熱帶的天氣，所以植物繁盛，成了我們現在所燒的煤炭。

自從此次海水退去之後，即到了中生代，中國地方幾已完全成陸，不過陸地之中仍還留了許多盆地，有幾個盆地之中，也還要留下了一部份海水，好象現在的裡海鹽海的樣子。這種盆地圍在四面山地之中，逐漸蒸發，水中所含的鹽質便沉澱下來，成了鹽層，四川盆地的鹽層——有名的自流井一帶的鹽礦——就是在古生代中生代之間如此成的。他的盆形直到現在還是顯然，三峽不過是盆口的小小漏縫。

還有陝西北部也是一個中生代的大盆地，所以中生代的沉澱堆積極厚，雖然沒有鹽層，但與四川一樣的都有石油，石油是水中動物及藻類植物或其他植物的子腐爛成的，所以一定是生在盆地。直到現代陝北盆地之形狀還有一部份保存，所以成了『關中四塞之地』。

中生代的中期直至現生代的初期，一方面盆地內沉積愈積愈厚，一方面地盤的動作漸為明顯，地

層褶曲頗爲猛烈，地面上起了許多高山，最重要的是天山，北嶺（即秦嶺），及南嶺山脈。當時所成的山脈一部份，現在已受侵蝕，一部份現在尚甚重要。山脈造成的時期也是地下熔液很活動的時期，大塊的花崗岩和許多其他火成岩都在此時侵入，直接噴出到地面上成了火山的也不少，與火成岩有關的許多五金鑛質，也大多數在此時生成。

地下的作用慢慢的和緩了，地上的侵蝕作用便大大的有力進行。因爲地動之後，地面的形勢愈峻，風雨流水的侵蝕也愈大，所以地文學家稱之爲少年時期。侵蝕復侵蝕，到後來地動所生的高度漸被磨平，所留的地形高低，不過因爲岩石有堅有鬆，鬆者易平，堅者留時，在那個時代叫做壯年時代。如再繼續下去，雖有堅岩亦歸剝削，成爲一片平原，就要成爲老年時代。在那時水流不急，侵蝕作用亦無力了。但是本篇所說的新生代終期的地盤升降又起來了，侵蝕將平的地形又發生相差很遠的高度了，於是又是一次火山作用，又是一番侵蝕作用，返老還童周而復始，弄到現在，離海較近或變動較早的地方，谷寬水緩，已到了壯年地形。但在離海較遠或變動較新的地方，急湍深峽，尚猶在少年時期。甚且前週的老年時期，至今尚有好好保留的。例如蒙古地方海拔甚高，自北京平原，北上拾級而登，猶如天上，但一到山頂便成高原，汽車通行縱橫無阻，那都是中生代末的侵蝕平原到新生代又復升高的結果，此種地形與人類歷史也有絕大的影響。

中學地質教授之商榷(1)

余對於教育學爲門外漢，於中學教授更少經驗，故雖嘗應高師博物學會擬爲此文，遲遲未敢操筆。茲姑就地質學方面，一爲申論，固未敢以爲定論也。

現行中學課程，以動植礦物三課並列，而地質實附屬於礦物，其於課時所佔極少，教者學者均以此爲不足措意。嘗默察一般教育家之心理，其於礦物教授，蓋有二種根本誤解。(一)謂博物學以認識名類爲要務，其於礦物學之目的，亦惟謂多識礦物種類而已。而於其生成之原因，分佈之規則，輒以爲事涉理想，非普通知識所必要。以是礦物教科書中，於礦物各論往往資多務博，而學者亦往往炫於金碧燦爛之標本，以爲礦物學之旨趣不外是焉。夫一種科學必有其特殊之精神，而中學教授亦惟在養成學者條理之思想，而灌輸是科根本之常識。若以撫摩賞鑒爲盡博物之能事，則是好古者收藏古董之所爲，大失礦物學科學之精神矣。按之實際，則所授愈多所得愈少。嘗聞某教育家言，有某中學礦物課極爲重視，其學生熟聞石榴石柘榴石紅柱石綠柱石等等諸名辭，能誦之如數家珍。一旦示以煤炭小塊，則或謂爲角閃石，或謂爲黑曜石，紛爭而莫能決。進而語以產地地層之狀態，岩石之種類，仍未能有所助其推斷。此雖不免言之過甚，然尊重名類之教授，其弊固不能免也。且即使真能辯識矣，吾終以爲多識名物不如明理解之可貴。況中等教育，重在普通知識，固不在專精一科乎。(二)謂礦

物學之應用，惟在礦業，而礦物教授之旨趣，亦當注重實用。不知科學惟真理之是求，枝節之致用無關根本之宏旨。而中學教授，亦自有其應趨之目的，舉其要者，尤當在養成青年之理解及判斷能力及培養其普通及基礎知識。彼實用教授，自有專門或職業學校任其責，決不容撥入於普通中等教育。獨怪今之言教育者，輒好以實用主義相標榜，甚且有所謂實用礦物學實用植物學實用動物學者，欲以爲中學之教本。姑置他科不論，僅論地質。使學者不究礦物分類之原則而但熟記其用途，不識眼前常見之岩石礦物而但注重於稀見可貴之金屬礦石，不明地殼表面之普通現象及地質研究之方法而但之熟讀某時代有某礦床某地層有某金屬，即在專門探礦冶金科中，如此教授猶嫌其太無科學精神。況在中學庸有當乎。吾非謂實用方面完全不足措意。若今之所謂實用教科書者，於師範生參攷固亦頗有價值。然在中等教育則斷不當棄根本之原理，而但講枝節之應用。吾國舊思想對於科學，原不過以爲富國強兵之一術，以是僅習皮毛永無心得。不謂與學數十年，而此誤解的實用主義，猶自流毒未盡。教育宗旨之錯誤，一時風氣所趨，極其弊必至於學問則成爲一知半解之談，於人格則養成急功近利之輩，此今世之大恙，有教育之責者所當亟起而挽救者也。彼主張誤解的實用主義者，其最動聽之理由，輒謂中學畢業十九不能繼續受專門教育，故爲謀校外之生計，尤重在實用之知識。然彼之所謂實用者，詎真有實用乎。吾嘗見某中校礦物課試驗，有以漢陽鐵廠鍊鋼法命題者，（此校並不在湖北）以言實用，誠莫是過矣，然彼教者學者詎真能鍊鋼者耶。

由上二種誤解，對於教材之分配暨學科之關係，復生二種結果。(一)礦物學與地質學輕重之倒置。現行課程所以僅列礦物而不列地質者，蓋以礦物與動植物對待而言，廣義之礦物學，原可兼括地質。(此亦外國舊習。近代科學則大抵以地質統括礦物，北京大學僅有地質門亦即此意)。非謂地質在中學爲不必授也。乃現行諸中學礦物教科書，其中分配礦物通論及各論大抵佔全書百分七十或八十以上。所餘區區，岩石分類復佔大半，於是地質一項乃置于若有若無之例。地質本不易授，今復故爲蔑視，故中學畢業生於地質現象，除一二誤解外殆毫無觀念之可言。此譬之授動植物課者，不講生理之作用，不究進化之規律，而惟觀察形象分別種類之是務。是否適於教育原理，不言可知矣。(二)礦物課失其獨立之性質。如上所言，礦物課所教者不過結晶學大意，簡單化學分析，及礦物認識而已。誠如是則但於化學物理課中分別加授已足。礦物一課殆無獨立之必要。而教育結果亦必至於礦物界之自然現象，一無所知，其爲中學教育極大缺憾不待言矣。

今請進言地質教授之本身價值。吾以爲中學之所以有礦物課，在明礦物界之自然現象而已。吾人生息滋殖于地球之上，則凡環我而處之一山一水一邱一壑莫不與我有切己之關係。故了解地質現象，不特爲純粹地質學研究所必要，亦即爲對於自然界一切知識之基礎。例如植物種類之分佈，農事土性之肥瘠，與構成地質之岩石極有關係。欲明岩石分佈之規則，非略有地質知識不可。又如河流之變遷，湖沼之漲縮，泉源之枯潤，土地之動靜，皆有其自然不易之原因，簡易可知之規則，誠能略知梗概

，即不能爲思慮預防之謀，亦可免蹈少見多怪之病。遇水災而乞靈于龍神，因地震而驚心於世變，不明自然之現象，即生迷信之陋習。欲求社會常識之充足，自非注意於中等教育不可。以上云云，偶舉數例，而地質知識爲人生所必備非僅爲專門技術之養成，已可概見。

抑地質現象寬廣而偉大。地質時代悠久而綿長。其於正確宇宙觀念之助力，遠非他種科學之偏于一物一時者所可幾及。地質知識之不備，不特使生物進化之歷史，化學原料之來源，失其基礎無可考證。而使學者孜孜於蟲魚草木之微末，原子分子之玄妙，而於人生常見之山河原隰岩石泥沙，反漠然而不一究其性質及歷史，按之論理亦覺未安。吾人局居斗室，塵務羈身，往往心思窒滯志氣頹落，而不易自爲振拔。及乎登泰山而俯視，置身萬尋之表，或臨滄海而望溟嶽，浩無際涯，輒爲之志氣清明，精神激爽，心思奮發，而視雞蟲得失爲可憫而可鄙。夫以地質研究所得之空間及時間的觀念，其鴻偉而博麗，固有不止於登泰山而望滄溟者，則其所予於青年品性之養成者，又當何如耶。

惟地質教授，亦誠有未易言者，而在中學之地質教授爲尤難。蓋地質研究必先之以礦物學及岩石學之知識，而礦物及岩石學之知識，又非旦夕所能盡得。中學課時，至爲短促，偏重于礦物岩石之認識其弊既如前所言。若舍此而驟言地史，則桑田滄海適近道家欺世之談，兩棲爬蟲有如山經誌怪之作，不但無益實學，而且使學者習聞渺無根據模糊影響之言，尤失科學教育之本旨。然此二端之間，亦非盡無折衷之道。獨惜今之通行各教科書，則於兩端之病兼而犯之。論礦物岩石則偏重其種類，而不

問其成因，論地質又懸述地史之時代而不知根據之所在。故言礦物學則如本草綱目之論金石，言地質學則如山海經之記禽獸，而於科學之興味，乃索然而不可得。以是教授，其於青年教育之功效，誠無可望。若其侈言外國而昧于本國材料，使教者學者失其親切之意味，尤其失之易見者耳。

今請進言余對於中學礦物課各部份配之意見。

礦物學所佔課時最多當不過礦物課全部二分之一。其中結晶學一部份，非普通知識所必要，當節述之至最少限度。其要點在說明結晶物質與非結晶之區別，及結晶體之物理的特性，不必如專門習礦物學者之專重各晶系之晶形晶面。關於化學一部份，當說明礦物各大類之化學成分，及其主要性質，例如硅酸鹽類硫化物類等等之分別，及其主要之反應。然不必過重詳細之分析。礦物學各論勢難將各種礦物一一盡及，則當使學者澈知分類之原則及其標準，然後僅就礦物之最常見者述之。就現行諸教科書中，約可去其二分之一。與其博而不精，不如約而得要。至此少數礦物，則每一種必有標本數枚，表示其各種變態，使學者能熟知而確識之。

岩石學不當直接礦物之後。礦物學完後，或與礦物學同時，當授地質現象之大概。如侵蝕沉澱諸作用，及火山地震諸現象。此項知識，於地理（實則地文地理之大部份，殊可併入地質學中授之。因地理教授往往以此為困難，而會學地質者授之，必可游刃有餘也）。及動植物各課，均有互相發明之益也。授普通地質現象時，即當注意於岩石之生成，然後更進而授以岩石之分類，自覺頭頭是道矣。

。普通岩石僅二三十種，性質迥殊，鑒別甚易。至顯微鏡下之研究，固為專門岩石學之基礎，然非普通教育所必要，竊以為不妨完全省略。彼歐洲地質學之基礎，固創立於顯微鏡未發明之先者也。

如上所擬，岩石學僅地質學之一小部，其教授次第，且當在普通地質現象之後，既知岩石大概，則當進而授以風化及變質，（化學的變化）更益以構造地質學。（幾何的變化）以二者實為地質學之根本知識，必須特加注重。地質學之是否真能領悟，全係於此。教授時更當於各種礦物之生成，及其在地殼中之分佈，隨時注意。使以前枯而無味之礦物各論，一變而為有意義有統系的智識。而礦床學及其他實用方面之精神，亦即寄寓於此。

地史學為中學教授最難問題。不但全世界地史，太為複雜。及一國一省之地史，亦非旦夕可以盡授。而關於動植二界之進化，地殼構成變動之歷史，在學理上又至極重要。今為折衷之計，似可將生物變遷之跡於動植物課酌為分擔（例如專立進化論一章酌述各時代化石之遺跡）而地質課中則注重於學校所在地附近之地史，因而推及於本國及世界地史之概略。然此類事實之記述，究非中學生所易于記憶，而於普通教育究亦非甚必要。故教材之選用，亦必甯缺毋濫。所應注意者，在使學者于地質觀察之方法，推論之步驟，知其梗概，而於地史時代得有相當正確之觀念而已。

博物教科，最好能就本地材料進而說明。是固不但地質學為然，而在地質學為尤要。教者必須於學校所在地附近，便於施行之地質，詳為研究，並購讀以前調查報告，融貫而澈知之。然後用歸納的

方法，就實事而推及規則，溯其原因，或先明學理，舉例以證，均足使學者得親切之觀念，而引起其自爲觀察之興味。嘗見歐洲之中學生，大概於博物諸課，最喜學習，而亦最少困難。於數理化則往往驚爲玄妙，未易澈悟。蓋在青年頭腦中，歸納的方法易於分析的理論，實物的指導明於抽象的觀念，理固然也。今在吾國則反是。學者於博物功課，往往以爲徒苦記憶，毫無興趣。是何也，教博物者但知死守書本故耳。此真所謂虛者實之，實者虛之，大失科學教授之本旨矣。

欲救上述實學虛講之弊，自須先注意師範教育。中學教員之任務，固不僅死守書本，傳習師說而已。而必須於所在地之自然物，自能有所研究，有所發明，庶能使所教確有實際。此項研究能力之必要，在外國科學較昌參攷較多之地，或尙不見其迫切。在中國則各種研究機關未備，更兼版圖廣漠，所在皆爲科學上未經開闢之地，師範生畢業於北京南京武昌等都會之地，一旦就事他方，於其本地教材，皆須自爲探求而發明之。使其但能傳說而不能研究，則侈談倫敦之地層，日本之火山，爪哇之猿人，而於本地常見之事物，反瞠目而不知所云，其不使學者目爲空疏，望望然而去之者幾希。若其假名實用，強談採礦冶金，希冀利用學者淺薄重利之心理，以敷衍一時，已所勿有欲施于人，則其弊前固詳言之矣。（2）

故吾以中國師範教育，除普通應知者外，尤當養成其科學基本觀念，及其自身研究能力。復當鼓勵已畢業諸生，就其所在中學地方，搜集研究，以其所得報告本校，俾得有所糾正切磋而臻于至當。

有教育之責者或不以此爲非教育者言而河漢視之。

(1) 九年十一月北京高師博物雜誌第三期

(2) 虛重賞，猶是十年以前情形，今則又多好高騫遠喜談理論矣。

十九年三月加註

地質時代譯名考 (1)

地質學家就各種地質現象繼續之順序，而分爲時代。凡言地層之新舊，礦物之生成，生物之演化，海陸之變遷等，種種經過歷史，莫不以此項時代爲經緯，以使事有所附，而言有所準。故地質時代，實爲吾人普通常識必具之一部。其名詞亦必各有一定，始足以資稱道而免混淆。乃吾國譯書數十年，而於此項重要名詞，迄今猶人各一詞，甚且人創一名，無所終極。區區少數常用之名詞，且毫無定準，而欲使閱者能於地質現象得有明確之觀念，不亦難乎。

嘗考吾國言地質者，莫先於地學淺識一書，此書譯自地質學界極負盛名之英人雷俠兒 (Charles Lyell) 氏所著之 *Principle of Geology*。譯者爲美國瑪高溫 (D. J. MacGowan) 及金匱華衛芳二氏。於前清同治十二年，即西曆 1872 年，由江南製造局出版，距今蓋正五十年也。於地質時代均有譯名。當時日本地質學猶未萌芽，地質名詞之見於亞洲文字者，茲書實爲首創。讀華氏原序有云「書中名目之繁，頭緒之多，其所記之事迹每離奇恍惚迴出尋常意計之外。……譯至十七卷余忽恙血痢之症，日夜數十次，無復人色。自思所譯之書不可中廢，……甫一交睫則覺高山巨壑，水陸移遷，其中鱗介

之說，奇獸之骨，種種可駭可靈之物，層見叠出……可見其經營締造之艱難，其中譯名如 *Trochons* *Locks* 作鑄結岩，*Sedimentary Rocks* 作水岩層，*Metamorphic Rocks* 作熱變岩，命意遺辭均尚恰當，惜後無繼者，未能習用。茲所欲論則為其地質時代之譯名，列之如下。

Laurentian	落冷須安
Cambrian	堪字里安
Silurian	西羅里安
Devonian	提符尼安
Coal measure	可完美什
Permian	潑而彌安
Trias	脫來約斯
Jurassic	求拉昔克
Cretaceous	克斯兌
Eocene	溱育新
Miocene	埋育新
Pliocene	沛育新

以上名詞，其完全音譯者，誠無臧否之可言，然有儘可譯意者，如 coal measure 今通作煤系，日譯夾炭層，其時代則曰石炭紀，而華氏則曰可完美什，此則過重音譯之弊，有無可諱言者矣。

繼地學淺識而作者爲求礦指南，英國傅蘭亞及烏程潘松譯，光緒二十五年，即西曆 1899 年，江南製造局印行。岩石分爲火成，水成，變形三類，地質時代則節錄如下表。

Laurentian	羅倫細恩層
Cambrian	幹波里恩層
Silurian	希路利恩層
Devonian	代芬層
Carboniferous	產煤層
Permian	剖密安層
Trias	脫里阿斯層
Lias	里阿斯層
Cretaceous	白石粉層
Eocene	伊哇辛
Miocene	米哇辛

Pliocene

波里哇辛

同一名詞，同一音譯，同一製造局出版之書，而譯名字面乃無同一者。蓋音譯西文，至少須參考前人已譯之名詞，苟無正常理由，勿予更易，始能供人參閱，傳之永久。若但求與西文偶合，任意創造，則十人十名，名愈多而意愈紊，譯者愈多而讀者愈苦，又何賴有此譯名爲乎。試一爲比較上列二書，米哇辛與埋育新，希路利與西羅里，在未知西文者，豈易知其爲一物乎。

又有一義爲當時操觚譯書者所未解者，西文地質時代名詞，有出自地名全無意義者，如 Cambrian, Silurian, Devonian Permian 等。亦有原有意義，儘可意譯者，如 Eocene Miocene, Pliocene 等，此項分別，至日本譯者始有利用之者。日本地質學譯名，始創於明治十餘年間，聞日本地質學先輩小藤文次郎橫山又次郎二氏實主持之。其於時代名詞，原文出自地名者，則用音譯，具有意義者，則用意譯，即通用英文出自地名，而他國舊名有可假借者，如 Dyas 之於 Permian，亦儘用意譯。且譯者既爲斯學先輩，後起學者，皆其及門，故尤能尊重前修始終遵用，蓋不假集會之審定，政府之公布，而自然統一矣。茲復列舉如次。

Archean

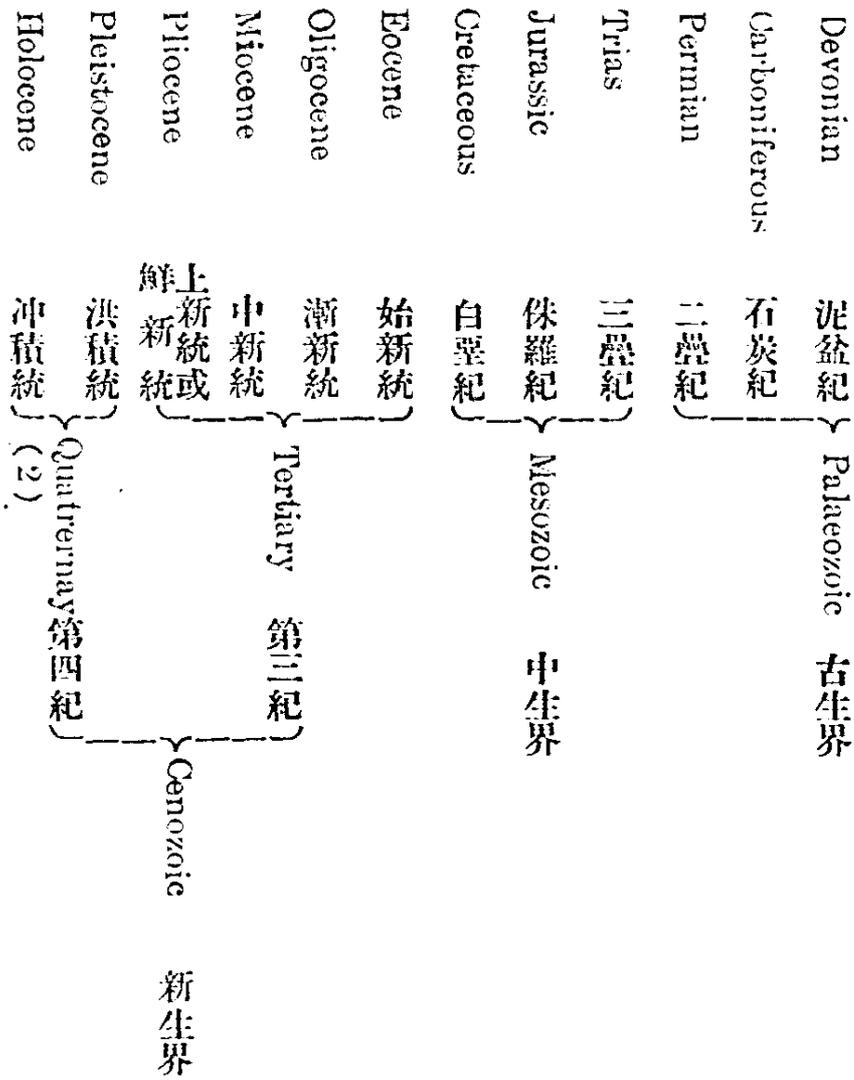
太古界

Cambrian

寒武紀

Silurian

志留紀



以上意譯諸名，較之華，潘舊譯，自屬較勝，其音譯諸名，如寒武，志留，泥盆，侏羅，則亦屬隨意切合，無所取義。然在彼能始終一貫，在我則紛歧錯出，至今未艾者，竊思其故，蓋由於吾國譯者，多率爾操觚，於舊著及並時著述，不暇參考。而彼邦譯者，則大抵師承相同，傳授有自，系統既

一，紛歧自少也。

近時吾國地質學出版品，於地質時代名詞，有適從日譯，僅於未有日譯之名詞，另立新名者，如地質調查所各種書報即從此例。亦有仍用其意譯諸名，而於音譯諸名，則以為不合國音，另為新譯者，亦有無論音譯意譯，均有所酌改者。茲僅就最近所出之書，其中地質時代譯名之最不統一者，列表於下，於其紛歧錯出之狀況，可見一斑矣。

書名	譯著人	Cambrian	Ordovician	Silurian	Carboniferous	Permian	Jurassic
物種原始	馬君武	康布利亞	——	西魯利亞	煤炭紀	——	鱗 啞
地質學	麥美德 堪 便	阿德危先	西路連	煤盛期	培耳米	注拉司	
中國地形變遷小史	李仲揆 寒 武 奧 陶 志 留 葭 蓬 二 壘 侏 羅						
科學大綱	胡先驥 甘布利亞 鄂多維先 西魯利亞 石 炭 自耳米亞 二 壘						
歷史教科書	傅運森 坎布里安 —— 錫魯里安 石 炭 二 壘 侏 羅						

以上譯名中，惟葭蓬，鱗啞二名，音義兼備，較有理由。奧陶為中日舊譯所未備，別創新名，初非得已。其他則隨意湊用，殊無成立之餘地。蓋科學名詞之取捨，有二原則，一曰從先，一曰從衆，而字面之雅俗不與焉。就創造之優先言，則堪索幹波既早於甘布與康布，西羅希路亦先於西魯與錫魯，論字論音，今既無山較勝於昔，則五十年前地學淺識之名詞，固自有其優先援用之權，未可過為

蔑視，人自作古也。就習用之普遍言，則日譯名詞，既用漢文，即可仍用，曾幾見德法之人，有因 Cambrian, Devonian 等名，皆源本英地，而拒絕使用者乎。况日本造名之初，亦嘗詳考漢文，凡中文所通行者，亦多仍用（3），以故礦物種類，十九皆是華名，（多採本草等書）科學無國界，同文易交通，我又何必故示偏隘乎。

沿用日名困難之點，惟在音譯諸名，例如寒武志留，於彼國則恰如西音，在吾國則有同懸造，別譯新名者，率多以此爲說。愚則謂從地諸名，原無深意，但便稱呼，或用英地，或用日音，等是外物，何分彼此。若謂譯音正確，可以返尋原文，則凡在知者，卽稱寒武亦能尋索，若非素修，雖康布幹波，未易通也。况泥盆一名，不合原音，且含歧義，較之寒武志留，尤多可供指摘，而近時譯者，雖於侏羅石炭間有更張，而於泥盆一名乃反一律沿用，豈非以其習用已久，憚於改作乎。至如葭蓬較合西音，侏羅不如峭崿，誠哉無疑，然文字雅俗，初無定程，意見臧否。亦少定準。以愚所見，新名之創當慎之於始，既已創立，既已通行，而中途改易，則繼我而作者，後之視今，又豈異於今之視昔，輾轉紛更，將無已時。與其出奇制勝，致統一之難期，不如因利仍便，庶稱謂之一貫。若在專精著作，取質專家，或不妨別提新義，以供討論。其在學校教本，或通俗叢書，尤不宜故立新義，致歧觀聽。以吾國科學程序之幼稚，專門學者當以覃精研究爲急務，似不必多創新名，徒糜時力。一般讀者尤需有普遍劃一之名詞，必須能捨己從人，庶免紛淆。故因考地質時代之譯名，敢懸從先從衆二義，以

質之同志。(4)

(1) 科學第八卷第九期，民國十二年

(2) 洪積沖積二名譯自 Diluvium, Alluvium, 揆之今義已有未妥。今用 Pleistocene, Holocene 周大玄譯古動物學稱為布勃衣士多塞侖紀及俄洛塞侖紀，信屬殊甚無人能記，余嘗擬譯為更新統及全新統，從原義也。

(3) Ordovician 譯為奧陶紀始自民國五年地質研究所師弟修業紀，近時日本作者亦漸採用，因日文向從舊法以此紀附屬于志留紀故尚未譯有專名，中譯既有所創日譯從而效之理宜然也。

(4) 地質調查所董常君曾編有礦物岩石及地質名詞輯要十二年七月出版，所定名詞雖未致盡善完善，然檢查有資，推行日廣，國內各地質機關之出版品已一律採用，統一之效庶已可觀，所望後之作者勿更為無意義之更張，則國文地質學著作庶幾可能矣。

十九年二月加註

中國北部水平動所成之構造 (1)

緒言

中國北部之地質構造，從前多數地質學者之觀念，以為地層平衍，少劇烈之摺曲，多垂直之斷層，從而知其地殼運動垂直者多，而水平者弱，試觀以前中外學者所著之地質剖面圖，殆莫不明認或隱含上述觀念，為其根本原則者也。

余自民國十年開始漸念及北方諸地之構造有時頗含水平運動之暗示，並且覺水平運動影響之重要似遠過于以前一般之想像。民國十二年在南京科學社講演及以後數次在北京地質學會討論時均嘗有所論及，期引起實地觀察者之注意。迄於近今，水平運動之廣泛及劇烈已有多地得有切實之證明，蓋已

由理論而進于事實。今後所當注意者惟在於其分布之範圍，動力之方向，及其發生之時代，期更得較為明晰之了解而已。

茲篇之意期在略述水平運動業經證明之重要諸地，次言其大概的意義及應待更為進求之重要問題，期望後之從事此學者更有所貢獻焉。

甘肅賀蘭山之逆掩斷層

賀蘭山之東麓除其東南部有花崗岩侵入外，皆為摺曲變質甚烈之石炭紀 (C) 地層，如石嘴子以西及甯 以西宿窰口一帶所見皆是，但稍進至嶺嶺，則顯見滹沱系即震旦紀 (H) 地層駕乎其上，此其關係既非斷層，又非不整合，舍逆掩斷層 (Overthrust, charface) 外殆無二說之可能。此項構造余嘗於民國十年偕王霖之謝季華楊警吾三君親證之。至於黃河以東余等僅於磴口石嘴子等處隱約遠望，嗣得德日進君調查，乃知其間構造頗與賀蘭山遙相連續如第二圖 (2) 剖面所示。

賀蘭山之逆掩斷層自西向東推進，既毫無疑義，而河東構造又確有自西南向東北推移之勢，足見是地一帶，即賀蘭山脈及其附近，水年運動之重要已為極顯明之事實矣。

綏遠大青山之摺曲及逆掩

大青山地質構造經王竹泉君於民國十四年調查後始確實證明水平運動之重要，其詳細報告已見地質彙報第十號。各部份構造據王君所言極為複雜，茲據王君觀察，以意貫穿，似薩拉齊以北水晶溝

(又作水澗溝)一帶，即約當大青山中段，南北剖面大致如第四圖所示。入溝之南段見五台系地層(W)覆蓋於石炭二疊紀(C)之上，在谷滿銀店附近有一小帶石炭紀露出於五台系之間，殆與構造地質學中之所謂『窗』(Window, fenetre)者近似。自此以北五台系又復覆于石炭紀之上。即王君所稱爲白石頭溝逆掩斷層者，據其蹤跡所見東西延長凡六十餘里。復北經過前燈場等處，地層大抵皆向南傾斜，然上下實皆倒置，故石炭紀煤系(C)之下爲二疊三疊紀紅砂岩及紅頁岩(P.T)，復下爲侏羅紀煤系(J.c)。至此則傾斜又由垂直漸轉爲向北，故煤系之上乃順序的見上侏羅紀砂岩(C)。此項構造之說明今亦著之於第四圖，蓋亦因由南向北之橫壓力使諸水成地層被迫而褶曲，大致成一背斜及向斜之形勢，又因擠迫特緊，故背斜向北倒傾，有覆壓于向斜之上之勢，因此遂使背斜及向斜間之地層上下倒置，此皆觀第四圖之意像線即可瞭然者也。至逆掩斷層與上述褶曲間之關係，則更進一步推論亦不難想像得之。蓋前述之背斜既倒傾側摺如是之烈，則其底翼因受力最甚，不勝橫壓力之迫壓，遂致發生近於水面之斷面，使其上部份向北推移，因致背斜中心之較古地層被推向覆蓋于底翼較新地層之上。由是言之，則第四圖中左端虛綫所示殆爲逆掩斷層將生未生時之形勢，而右端逆掩構造乃即背斜倒側所生之結果也。如是則全部構造皆可以摺曲斷層(fold-fault, pli-faille)之說一以貫之，而不必逐步爲枝節之說明，於理論上之了解似較透澈。然無論如何說明大青山一帶由南向北推動之普及及重大，則固已無復疑義也。

宣化雞鳴山之逆掩斷層

宣化涿鹿懷來間之地質岩石已經譚錫時君等測製成圖，爛然可考。然其所言地質構造（見地質彙報第十號譚君及王君各篇）則不無修正之餘地。竊謂是地一帶水平動所成之橫移構造亦甚重要。若能持此觀念再加研究，則對於以前所視為不可解之諸問題，或勉為假定無數無規則之垂直斷層以強為說明者，將來定當探本溯源迎刃而解也。

水平推移之最為明顯者莫如鷄鳴山附近。此山陡起于涿鹿保安一帶之平原，有壁立千仞之勢。然環山所見東北西三面，皆為侏羅紀煤系（*㉔*）之砂頁岩，而鷄鳴山則為震旦紀之石灰岩（*㉒*）。以垂直斷層說明之者勢必假定三面皆有或曲成環狀而後可，其為牽強附會百喙莫辭。實則確為一逆掩斷層所成（第五圖），逆掩接觸在鐵路綫旁可以目擊，固不僅想像而已。此平推斷層渡河而西延長至沈庄以西，觀譚君地質圖亦甚明瞭。可知此種構造在實地實居主要，非僅一小部份之關係而已。以前所作剖面圖太少，於構造方面亦未甚特別注意，後有作者必能更進一步也。

熱河北票區域之逆掩構造

北票煤田及附近地方去年余曾偕王恒升君往觀，嗣復偕黃汲清李春昱朱森楊會威四君作一部份之測量。測量結果黃君等另有報告。茲綜合各部作剖面如第七圖。是地原生地層（*autochthonous formation*）為白堊紀之凝灰砂岩（*㉖*）內夾粗面岩（*㉗*）。橫移運動發生以前似在北票台吉營與隆溝一帶以北

某地（其原始距離或甚遠）先經劇烈摺曲，成數個背斜及向斜。背斜中心爲震旦紀石灰岩（三），向斜軸帶淺者爲侏羅紀煤系（二），深者爲白堊紀火山岩（六）。惟因橫推甚力，背斜向斜皆南向傾側，甚至背斜之頭向北傾斜者倒向南傾。復發生水平斷層將此地層大規模的向南撥移。於是侏羅紀地層有反在白堊紀之上者，震旦紀地層有反至侏羅紀或白堊紀之上者。如此複雜構造，如僅以垂直斷層爲解定覺到處困難。而且逆掩狀態在楊樹溝南大門等處皆形跡顯然，即初學地質者臨之亦覺毫無疑義。而如台吉營子北山之構造且另有間接證明。於是知該地一帶煤田皆屬 *Nappe de charriage* 而且又有數片 *Lumbeau* 參雜其間。小區域內而具橫移構造，明顯如此，殆歎觀止。雖各斷層間之連屬尙有討論餘地，然在所謂醫巫閭山之背後確有如此明確之造山運動，此則前所未知而今已確定者也。

造山運動之分布

上述諸例僅就余個人見知較切者舉之。類此構造，在其他區域中亦尙有之。例如開平煤田大致成一向斜盆地，然非南北對稱之向斜也。北翼趙谷庄馬家溝一帶地層傾斜甚急，有時垂直，有時且有反向北傾者。南翼林西一帶則一律向北緩傾矣。即此狀態實已明示有自北向南之橫壓力，與北票附近觀察之結論正相一致。唐山西北並附近曾有露頭可見有奧陶紀石灰岩逆掩于石炭紀煤系之上，更可見水平運動在此甚劇烈也。

各處水平運動之主要方向，此時似尙難作確定結論。自賀蘭山以東迄於太行山，水平運動有漸趨

衰弱之勢，然其推移方向則皆自西向東，至今未聞例外。河套以北之陰山山脈從前地質名家皆假定其造山動力自北向南，以鄂爾多斯爲造山運動之前衝，即所謂 *Avant Pays* 者是。今據王竹泉君之觀察及理想，則適相反，以爲一律山南向北推移，似亦言之有據。證以鷄鳴山區域之逆掩斷層，其推移方向亦復如此。則陰山山脈及其南山脈其造山動力悉向北進，似屬可信。然則所謂 *Avant Pays* 者，其在蒙古高原矣。

奈何熱河直隸間之造山運動又復明顯的自北向南，或自西北向東南如上所言。豈其間有一中互地帶爲動力所自生，而分向兩旁發展耶，則此動力之來又當如何說明。抑同一地帶固不妨有二個動力方向耶，亦覺不甚易于了解。抑不同方向之動力發生於不同的造山時期耶，似亦未有充份證明。凡此問題之解決皆吾儕今後所應有事也。

造山運動之時期

中國北部地質自震旦系以至侏羅紀殆皆構造整一，凡歐美所見之 *Caledonian* 及 *Hercynian* 二期造山運動皆不之見，此實中國北部地質構造之特色也。侏羅紀與下白堊紀之間至少在東部各地往往呈不整合狀態，然下白堊紀亦嘗受摺曲，故白堊紀之前及其後皆嘗有地殼運動。前者吾嘗名之爲燕山期，後者猶未及詳。

賀蘭山之造山運動僅能知其後于石炭紀而已。大青山之造山運動僅能知其後于侏羅紀而已。故吾

昔者嘗以爲凡此造山運動皆在吾所謂燕山期，蓋從地層之不整合觀之，就今所見固以此爲最重要而明顯也。

然從最近在北票附近觀察之結果，則下白堊紀之火山岩系固與以下諸系同受摺曲，而逆掩斷層又皆覆蔽其上。然則最重要之造山運動又當在其後矣。是地情形既屬如此，則其他地方亦未必不如此。然則吾向所謂燕山期者，殆不過此造山時期之緒動。經此緒動，然後有火山噴出，再後乃爲主要動，而發生逆掩構造焉。

此主要動之時期，就地層上可觀察者，僅可知其在下白堊紀之後，中新統之前而已。然由上述發生之次序言之，則似去下白堊紀不能甚遠。王竹泉君研究山陝地質，曾主張其屬中白堊紀，余嘗病其尙少充份證明。然今就構造史上加以推想，亦頗覺其合理也。

以上推想當然尙屬目前工作的假定而已，不足以爲最後定論。而所謂白堊紀云者，亦尙待古生物專家繼續研究予吾輩以更精確之分界也。

造山運動發生之地域

歐美學者大抵皆謂造山運動發生于大向斜 (Geosyncline)，然所謂大向斜者從前觀念皆以爲應在海浸地帶，隨積隨沉，致成極厚之海成層者。近來學者觀念漸變，如葛利普先生以爲大向斜之水浸時期可以不問海陸，但有甚厚之沉積而已。瑞士地質名家亞崗 (Argand) 教授亦有旱地的摺曲 (Pliose-

ment's sec) 之說。今中國北部水平運動之廣布及猛烈既不讓于歐美著名之造山帶，而其地地史自二疊紀以後即未受海浸，則固所謂旱地的摺曲也。然即陸地沉積似亦並未見較摺曲較弱之地特為雄厚。例如陝北盆地中生代地層堆積極厚，而並未見有劇烈摺曲與斷層。而賀蘭山等處中生代地層較薄或絕無者，反有甚烈之摺曲或逆襲焉。是則中國北部造山現像似有不少可以推廣或校正歐美學者之造山理論者，是在詳求證據，精思其意義，而復發為論解，庶足以盡吾輩貢獻之責耳。

劇烈之摺曲遠大之逆掩斷層如何發生乎。多數學者之觀念似謂應在相當覆蓋之下。當其橫壓猛進之時，因上有覆蓋，則地層上湧不易，故多旁溢也。今在中國下白堊紀方成之後，中新統未成之前，足以當覆蓋之用者何物乎。既無覆蓋之地層，復無淹蔽之海水，則如北票附近所見之構造，不但為旱地的摺曲，且當謂露天的摺曲矣。露天的摺曲為可能耶，為不可能耶。青天白日之下，竟有挾泰山而飛越者，此誠自然現象中之出人意料者。若謂不然，則又何說之辭乎。總之研究愈進則問題愈多，學然後知不足，知不足然後乃愈感學問之可樂也。

(1) 北大地質研究會會刊第三期民國十七年

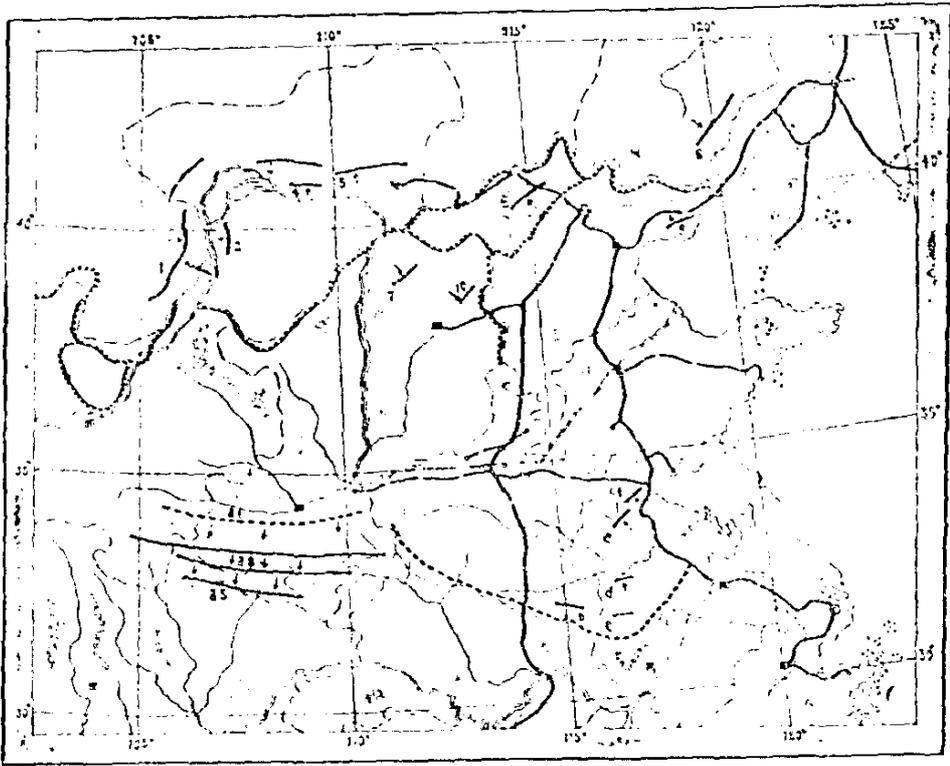
(2) 此篇之圖均與下篇相同號數亦與下篇同

中國東部中生代造山運動 (1)

此篇大意與余在第四次太平洋科學會議所宣讀之英文論文大略相同，惟緒言及尾言二段均為英文所未有

歐洲地質學家言造山運動 (Orogenic movement) 者，大抵以爲世界山脈之生成，不外乎休羅寧 (Huronian)，客利多寧 (Caledonian)，海西寧 (Hercynian)，阿耳賓 (Alpine) 卽喜馬拉拉引 (Himalayan) 之四時期。卽彼等研究中國地質時，亦以同一眼光將中國山脈強納之於海西寧及喜馬拉引諸時期。但稍加注意，卽覺頗有難通之處。吾輩在歐洲留學時，熟見中生代地質與古生代地質之不整合，在中國東部則不易得見，余自始卽以爲怪。十餘年來見聞稍廣，乃知其確有特殊之意義。蓋中國東部海西寧期之地殼變動極不顯著，或竟無之，而其重要之造山運動則實在中生代之中部，謂之海西寧已太遲，謂之喜馬拉引則尙太早，余嘗創一新名，稱之爲燕山期之造山作用。此一點幾經研究，似已達確定之域，而非徒爲設想之辭，今後研究惟在進求其詳細分布而已。

又一點爲地質構造之性質，自李希霍芬等主張中國多爲高原構造之說，以後中外學者之言中國地質者，遇有二種地層間不自然之接合，幾一律以正斷層解之。卽余之早年報告亦皆從此說，嗣後更加思考，頗以爲異。卽如余初作之大青山調查，所作剖面草圖，測勘不精確固早自聲明，而解釋不恰當則後始覺悟。其後經王竹泉君之調查，始校正余初次調查之錯誤，而證明余以後理想之正當。又如譚錫時君調查山東及熱河等處地質諸作，其觀察之精確詳明，切實周到，貢獻之豐，良所十分心折。但其解釋斷層處則有時稍覺有所未安，尤其是對於中生代地層與太古界之接觸，一律以正斷層解之，以



致計算所得，斷移距數目之巨，往往至五六千公尺以上，頗出尋常想像之外。初固心疑之而

第一圖 東部陰山及秦嶺山脈構造分

布圖

- 1 賀蘭山 2 亞爾布斯山 3 色爾騰山
- 4 烏拉山 5 大青山 6 宣化南部
- 7 靜樂西馬坊 8 朝陽北票 9 開平唐山
- 山 01 太原整州山
- a₁ 秦嶺結晶山脈 a₂ 摺曲帶 (大背斜及大向斜)
- a₃ 逆掩帶 b 河南光山
- c 安徽霍山 d 安徽舜耕山 e 安徽烈山
- f 江蘇白土寨

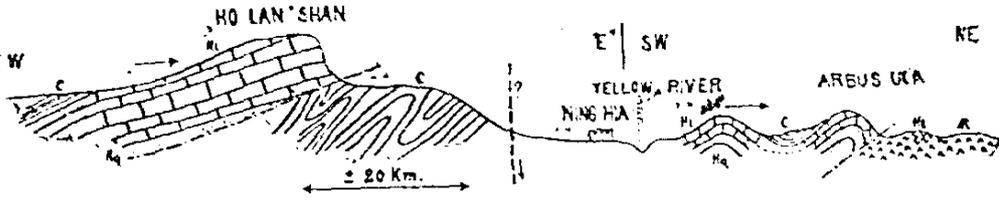
未得其說，於今乃知此類接觸實有二種其他原因之可能，即 (一) 不整合 (Unconformity)

與(一)逆掩斷層(Overthrust)是也。山東不整合較多，熱河則逆掩斷層往往有之。以此見解重勘舊地，則於構造意義即可豁然貫通。凡此理解原極爲平凡，然意想障礙最難解除，成見在胸則真理難顯，必須經幾許之推勘，始能達破的之一語，濫用正斷層之解說，蓋已不知遲誤中國構造地質學幾許正確之理解矣。

對於中國東部逆掩斷層之存在，劉季辰君調查蘇皖北部地質時實嘗首先認識，而斷然肯定之，且其所說明皆經礦井及鑽探工程一一證實，早應爲吾人所深切注意。但其所觀察雖早已發表，(地質學報第一號)而其他學者似僅視爲局部之現象，而未能明見其整個的意義，故於中國全部地質研究之理論觀念上，殆未嘗發生其應發生之影響。

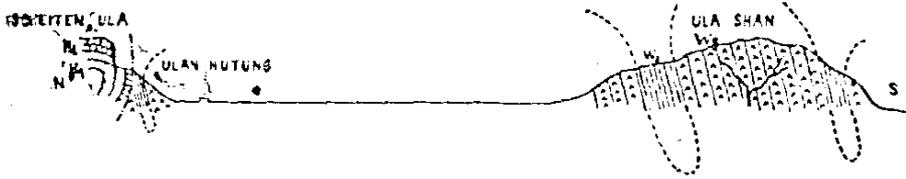
最近余於北票宣化諸區域內所持逆掩斷層之說，或者以爲不無矯枉過正之感，但余以爲詳細研究誠大有更爲修正之餘地，惟根本觀念則已可爲大體之肯定。所謂根本觀念者，卽謂燕山期造山運動橫壓力殊甚猛烈是也。

故余以爲關於中國構造地質有三要點應爲充份注意者，即(一)中山代中部或後部爲重要造山期，(二)造山帶內橫壓力甚爲猛烈，致多倒摺(Overturning)及逆掩(Overthrust)諸構造，(三)不整合之存在不能盡於地層傾斜之不一致求之，如異種地層之接觸，及礫岩礫石之來源等亦應予以深切注意。前二則爲從觀察所得之結論，後一則則原爲當然之事，茲特申言之者，殆以救正以前一部分之疏漏云



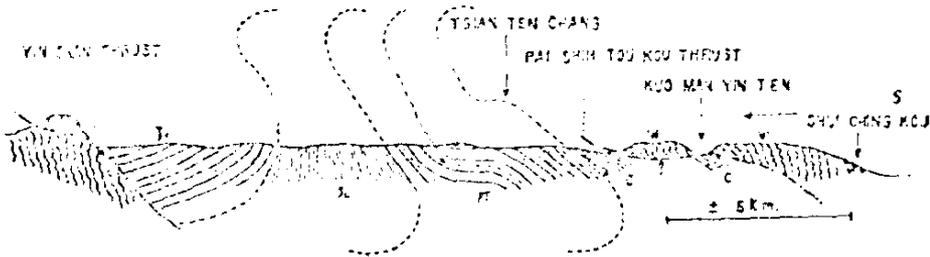
第二圖 賀蘭山至
套內諸山剖面圖 (翁文
灝, 德日進)

Ar 太古界片麻岩
Hq 震旦紀石英岩
Hl 震旦紀石灰岩
C 石炭二疊紀煤系
以後地質記號皆仿此



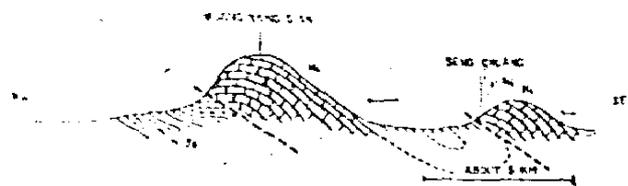
第三圖
烏拉山至
色爾騰山
剖面圖 (德日新)

Wg 五台系片麻岩
Ws 五台系片岩
H 震旦系理岩

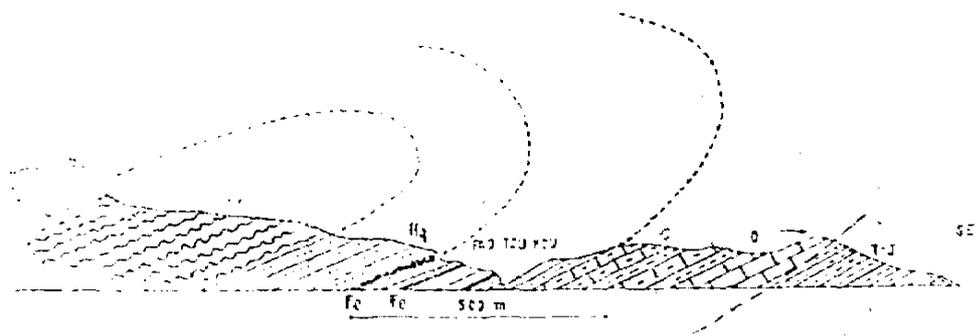


第四圖
大青山剖面圖 (王竹泉)

W 五台系
C 石炭紀
PT 二疊三疊紀
Je 侏羅紀
Js 侏羅紀
砂岩



宣化南部構造圖 第五圖



耳。

中生代造山運動之重要，至少在陰山山

第六圖 脈及秦嶺山脈之東部已證明甚確，茲分別述

靜樂西 之。(第一圖)

馬坊剖 陰山山脈

面圖(陰山爲蒙古高原之天然界限，唐僧一行

王日倫 所謂北戒，天之所以限華夷者是也。構造研

究發明較早者如賀蘭山，此山之逆掩斷層自

尊) 西而東，俄國地質學者俄勃洛索夫(V. A.

寒武紀 Oruchel) 於一九〇〇年已經認識，余於一

石灰岩 九二〇年亦嘗親履其地，其橫移運動之顯明

Fe鐵鏽 殆毫無可以疑義(第二圖)。黃河之北色爾

除同上 勝山及烏拉山亦有擠迫之形勢(第三圖)，大

青山經王竹泉君之研究，有南北二大逆掩斷

層，在北者名陰山斷層，在南者名白石頭溝

斷層(第四圖)，皆東西延長。陰山斷層長一百餘公里，白石頭溝斷層亦長六十公里。加以古生代及中生代地層之完全向南倒摺歷百餘里而不變，此決非局部的偶然現象，在構造上實有深切之意義焉。

又有一區域其構造上之意義為從前測圖時所未及充份瞭解者，即宣化南部是也，黃陽山雞鳴山一帶逆掩構造甚為顯明(第五圖)，周圍皆中生代砂岩而震旦紀石灰岩之大山突起其間，從前皆以垂直斷層為解。若然則此垂直斷層必係圓筒形狀之包圍此石灰岩而後可，何以垂直斷層不作直綫形，而必為此圓筒形之上升，力學上殊不可解。實則除一部分為不整合的接觸外，餘皆逆掩斷層之表顯。蓋斷層面愈近水平則其露頭愈曲折，斷層面愈近垂直則其露頭愈近直綫。反而言之，露頭曲折迴環如此者，即為斷面斜角平緩之極好指示。近經孫健初，王曰倫二君詳細實地觀察，已證明此說之非虛矣。

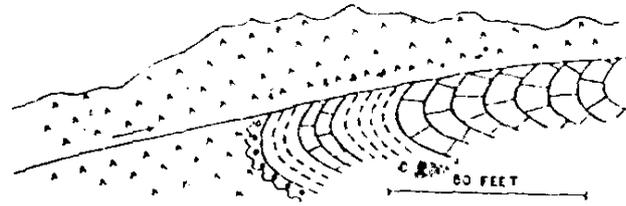
王曰倫君年前在山西靜樂縣西馬坊查勘鐵礦，亦曾發現震旦系地層，自西北向東南之倒摺(第六圖)，復橫移於中生代砂岩之上，此皆證明中生代橫壓力之重大者也。

熱河北票附近之構造余已有專篇詳述(2)，綜其大要可以第七圖代表之，如楊樹溝，如南天門，如台吉營子，皆逆掩構造極為明顯之地，其所以必為浮面的逆掩而非垂直的斷層，各種證據余已於原文詳悉言之，自謂已無疑義。受橫移之各地層中其最新者為下白堊紀，故地殼運動時代必當略後於此也無疑。

以上對於中國北部燕山期之造山運動現在所知之事實已略述大概。橫壓力進行之方向則各地似頗



第七圖
北票附近
地質構造
圖
(翁文灝)
K 白堊紀
an 安山岩
tr 粗面岩
餘同前



第八圖 擊州山剖面圖 (維理士)

不同，在北者如大青山及宣化南部，其摺曲及逆掩之方向似皆由南向北。在南者如靜樂之西馬坊，及朝陽之北票則似皆由北向南，或由西北而向東南。更向東南，則逆掩構造僅偶一見之，如維理士在山西擊州山，(第八圖)及丁文江在平西長溝峪(西山地質誌)所見者均是，其方向亦皆由北向南，或由西北向東南。

造山運動之時期大略定之，當在中生代中期或晚期，其地層上之次序略如下表。

地 方	北平西山	宣化南部	北 票	山 東
觀察者	葉良輔等	譚錫時	譚錫時翁文灝	譚錫時
下侏羅紀及中侏羅紀	門頭溝煤系	鷄鳴山煤系	下煤系	坊子煤系
上侏羅紀	九龍山砂頁岩	砂岩	上煤系	萊陽系砂岩
不整合 A				
下白堊紀	髻髻山凝灰礫岩	砂礫岩及熔岩	礫岩及熔岩	蒙陰系或青山系凝灰礫岩
不整合 B				
上白堊紀	無	無	無	王氏系砂岩

以上各系之比較關係，與原觀察者所定稍有出入，但自以為如此關連，較近實際。例如譚君在熱河所見之上煤系，向以為白堊紀者近由王恆升及黃汲清君植物學的研究，（參閱地質彙報十一及十三號）證明其為上侏羅紀，在地質上亦殊覺其較為近理也。A期不整合實在其上而不在其下。此不整合往往不易於傾斜角度上見之，然在地層性質上則其存在極為顯明。例如下白堊紀之底部皆為礫岩，且時與時代老少極不同之地層逕相接疊，底部礫岩中有時礫石甚巨，為太古界之花崗岩或片麻岩所成。侏羅紀內礫岩較少，有之亦為石英岩等所成之礫石，惟下白堊紀之礫石中則太古界岩石較為常見。例如北票沙金溝一帶花崗岩礫石之巨，有如一屋者，沙金即由此出，驟視之幾疑為花崗岩山地，細察之

乃知其爲下白堊紀中之礫石也。凡此皆以證明此層沉澱之時侵蝕作用之猛烈而深入，即以證明此層生成以前造山作用之急劇而偉大。余前論燕山造山期（3）所以爲最重要之主期者此也。然就今觀之，則此說頗有修正之餘地。蓋如余在北票所見諸逆掩斷層，既將震旦系或侏羅系逕覆於下白堊紀之上，則此斷層之生，必當在下白堊紀之後。更逐觀北平西山地質髻髻山系固亦明顯曾受摺曲擠迫之象，礫岩中礫岩剖裂割如刀削，足見動力之重大。凡此皆以證明B期不整合之存在，及其重要。然此不整合以上之地層往往不全，惟在山東則有王氏系存在於凝灰礫岩之上，其不整合之跡亦比較明顯（王恆升君觀察）。由此種種余頗信B期運動恐較A期尤爲劇烈。故茲擬分燕山運動爲A B二期，A在侏羅紀之末，而B在白堊紀之中。且此所謂某紀云者，其時代亦已大致確定，雅有化石可證，非盡託之空言。侏羅紀下上二部既均有多數植物，下白堊紀在山東熱河者亦有昆蟲介殼及爬蟲等數類動物化石可以共相證明。由是言之則A B二期之時代自亦有所歸束而不至有何變更矣。山上研究余擬分燕山期爲下列三分期。

A期地殼變動 此期在侏羅紀之末或白堊紀之初，地層起寬緩之摺曲或拗曲，大部份傾斜不甚急，而局部的上下升降則頗大。

中間火山期 大多數地方在白堊紀之初，火山噴發甚盛，亦有小數地方從侏羅紀之終，火山作用即已開始。其岩石先爲安山岩，漸變爲粗面岩，或流紋岩，更繼以花崗岩及閃長岩之侵入。

B期地殼變動 火山作用之後，地殼變動復烈，而在特別地帶更發生劇烈褶曲，與逆掩構造。在造山帶外之地方則褶曲較爲和緩。

秦嶺山脈

狹義的秦嶺山脈，即指甘陝南部橫亘於渭河以南之山脈而言。此山脈之地質從前有俄人俄勃洛索夫 (Obuchet)，奧人洛采 (Loewy)，德人李希霍芬 (Rihthofen) 等諸名家先後考察。近經地質調查所趙亞曾，黃汲清二君重加研究，更爲精密，發見前人所載有應更正者不少。然趙黃二君現方在途，其研究尙未屆發表之期，茲姑先就前輩學者之觀察，綜合述之如下。

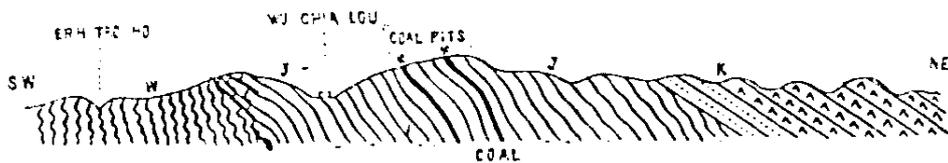
秦嶺山脈之最北部，亦即最高諸峯如太白終南所在處，岩石以變質甚深之片岩片麻岩爲主，而花崗岩侵入其間，聳爲中峯，亦與山脈同作東西延長。在此脈之南爲古生代地層，呈褶曲形勢較顯，雖因岩石變質時代往往不易確定，然大致形勢頗近一大背斜，向南倒側。此大背斜至少起自鳳縣以南，向東進行至武關附近。大背斜以南復有一向斜，亦向南傾側。從略陽以北起，經過留壩，延長至荊紫關與浙川之間。更南又有一第三帶，經過漢中與石泉之間，延長至朝天，鎮坪之間。此即漢水谷中所見者。古生界岩石雖有變質，然其時代已較易認識，但褶曲仍甚烈，有時幾成等摺。無論向斜，或背斜，二翼皆斜向南。逆掩斷層甚爲明顯而數見，皆山北向南移動，使寒武奧陶紀石灰岩（亦有寒武紀前石灰岩在內）逆掩於中生代砂岩之上。例如漢陰附近所見者是。此逆掩帶南延至四川邊境，其方向

皆自北向南。最近地質研究所李捷，朱森二君在湖北西北部漢水谷中，亦見多數逆掩構造，亦皆由北向南，即爲陝川間逆掩帶之南東延長，可見此帶東西範圍之廣遠。綜上所述觀之，可見渭河谷與長江谷間之山脈，實分二系，在北者爲狹義的秦嶺山脈，變質較深及花崗岩侵入甚多，爲其特色。在南者爲漢水流域之大巴山脈，自北向南，褶曲甚烈，逆掩甚廣，爲其特徵（第一圖）。平常所謂秦嶺山脈者，特泛言之而已。

秦嶺山脈內石炭紀多受變質及變動，故石炭紀以後必會有地殼變動。洛采及李希霍芬二氏在四川北部，皆曾見二疊三疊紀石灰岩不整合的屬於較古的古生代地層以上。因此觀察，迄今學者皆以爲秦嶺山脈之時代應屬於古生代末即海西寧（Hercynian）時期。但美人維理士氏（Bailey Willis）在稍東一段，已頗以未見李希霍芬，洛采二氏所言之海西寧期不整合爲奇。維理士氏所見之不整合係在彼所稱爲石泉系及歸州系之間。石泉系爲中生代砂岩，李希霍芬在漢中，洛采在商縣及荆紫關與浙川之間，亦均見有一種砂岩不整合的覆蓋於已褶曲的古生代地層之上。此項砂岩李四光君在揚子峽谷中曾名之爲東湖砂岩。其時代則屬之於第三紀之初。既無化石證明，則爲中生代之末，或第三紀之初，似均無不可。如此則其下之不整合當在中生代之末期無疑。至維理士氏之所謂歸州系，在其模範區域內曾經李四光，謝家榮，趙亞曾諸君重爲研究，其上部實有下白堊紀在內。如此互相比較，則維理士氏所見之不整合，當在下白堊紀之後而在白堊紀之中。此種比較皆就湖北西北部之地質爲根據，所得結論不期

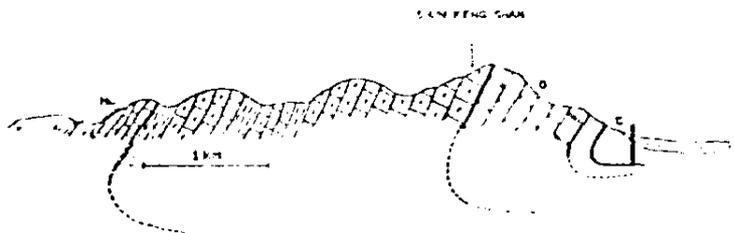
的恰與余在華北所謂
燕山運動期之結論相
合。如果以中部地質
與北部比較，則維理
士所謂秦嶺造山期當
與余華北燕山期之B
期相合。

狹義的秦嶺即其
北部之結晶山脈，東
向延長，折向東南。
在豫南為伏牛，在皖
北為淮陽。但在此線
以南，則構造情形極
不明瞭。此線以北則
較有可靠之觀察。據



（時錫譚）圖面剖質地山光南河 圖九第

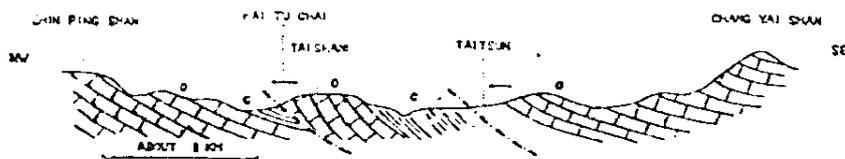
譚錫時君研究光山，商城一
帶，結晶山脈以北即為含煤
之侏羅紀，傾斜頗急，變質
甚深，煤皆無烟，間成石墨
，而其下則為下白堊紀之凝
灰礫岩。侏羅紀與白堊紀之
間極明顯的不相整合（第九
圖）。安徽霍山之北，劉季
辰君亦曾見有礫岩及礫岩際
結晶山脈而向北傾斜。（地
質彙報第一號）復東則山脈
又折向東北，此山脈方向之
轉折似為從東南向西北之一
種橫推力所致。此橫壓力之
存在可於淮河流域中之多數



（辰季劉）圖面剖山耕舜遠懷 圖十第



(瀨文翁) (辰季劉) 圖面剖鑛煤山烈縣宿 圖一十第



(辰季劉) 圖面剖鑛煤寨土白縣蕭 圖二十第

逆掩斷層證明之。蓋淮陽山脈以北凡有逆掩及倒摺，就今所知莫不由南向北，或由東南推向西北，迄今從未見有例外者也。

舉例言之，淮河岸旁懷遠縣之舜耕山（第十圖）自寒武紀起至石炭紀之地層皆有上下倒置之勢。蓋為山南來之橫壓力將一向斜南翼向北推擠而成。又在皖北宿縣烈山（與符離集相近）地方，劉季辰君曾發見奧陶紀地層被一斷層橫移，向西北逆掩于石炭紀地層之上，故開採煤鑛者皆從石灰岩之下採煤。從多數煤井及鑽探之結果，可見烈山逆掩斷層面向東南緩斜約二十一二度（第十一圖），此乃實際上確已證明之事，毫無疑義者也。

在江蘇最北境徐州稍南有白土寨煤鑛，據劉季辰君觀察，其間亦有二逆掩斷層（第十二圖），使奧陶紀石灰岩逆覆於石炭紀煤系之上。其斷層之向東南傾斜，及奧陶紀石灰岩之向西北橫移，亦均經探鑛工程實際證明。

以上所舉淮河區域之倒摺及逆掩，其發生之時代只能確知其在石炭紀以後，究在何時以前則因無較新地層，故不能直接測定。以理度之。當亦不外與上述之燕山及秦嶺同時。然究爲燕山期之A期或B期，則尙不能確定。淮河流域山陵侵夷殊甚，沖積埋沒甚多，故地質觀察不能甚詳。但就所知之數處構造觀之，則造山力之劇烈及其推移之方向皆已一致證明，毫無疑義矣。

尾言

以上各節不過就目前觀察較明之事實，爲簡單明瞭之敘述，而中生代造山現象固已躍然如見，無待多贅矣。復以上述結論與世界構造地質相較，則覺此中生代地殼變動不但在中國東部爲然，凡在沿太平洋岸各國殆莫不蜘蛛馬跡，有其線索可尋。此其關係暇當更論。最明顯而易爲比較者，似莫如坎拿大及美國西部之所謂侏羅山期 (Jurasside)，及拉拉漫期 (Taramide) (4)。侏羅山期者指侏羅紀末之造山運動，拉拉漫期者指白堊紀之造山運動而言，質言之，蓋卽余所謂燕山期之A B二期是也。

在科學研究中凡一事實之證明，或一問題之解決，其惟一價值卽在引起他問題之待決，與此事實之更明白的了解。燕山期造山運動今雖已有一知半解，然因此而引起之問題則正自甚多。

第一問題即華北華中雖已略明，而華南究又如何？余前雖嘗有所假說，然對於華南部份固自認爲向壁虛造，姑爲假定之辭。然迄今三年，猶未有可以推翻或證明吾說者，則吾輩地質調查工作進行之

遲緩爲何如，良足自愧矣。即在華北華中，吾所謂 A B 二期，究竟孰最重要，余前後所述固已猶夷其辭。實地觀察究尙不甚明瞭，有待于詳勘重證者，何可勝道？復就其摺曲及摺斷之方向言之，秦嶺中段（陝川鄂間）結晶山脈以南，一致向南。秦嶺東段，結晶山脈以北則又一致向北（第一圖）。南北之異同其故安在？陰山正脈王竹泉君曾推翻衆說，力持向北推移。然如熱河及關內各處之倒摺及逆掩，則又見莫不向南（第一圖）。錯綜如此，又將何說？或者嘗謂倒摺與逆掩之方向實無一定，不足以證明橫推力之真向。此固然矣。然謂橫推力之真向未必定如舊說對倒摺逆掩之解說則可。謂其間毫無關係，恐未必然。但看同一區域內，例如秦嶺中段摺斷方向何等固定而整齊。即如淮河流域，雖露頭零落如此，而每有逆掩皆向北或西北，豈偶然所致？然則不一致之處始必當另有原因，爲吾輩所尙未了解者明甚，不可以不知而遂謂其無可知也。

中生代之造山運動既可細別 A B 二期，各期摺曲之方向相同乎否乎？亦一問題。蓋時代不同之摺曲往往方向亦異，如觀察較廣則往往有可以方向之異同，以反證摺曲時代之先後者。但中國此類問題注意者尙甚少，即有分別亦未覺察。然 A B 二期相距較近，故不易覺察，亦未可知。

中國東部地質或與西部頗有分別，例如客利多寧及海西甯造山期在東部似甚不顯著，在西部則似甚重要。據丁文江先生在廣西調查之結果，似確證明客多利甯及海西甯二期均有造山運動。趙亞曾，黃汲清二先生近在四川北部，亦發見客利多寧期不整合。此皆爲近年內構造地質上極重要之貢獻。若

然，各造山期之方向異同如何？何以西部造山作用獨古而東部不顯？其分布之範圍又如何？甚企其詳細觀察早得發表，庶足以互相比較以資探討也。

要之中國之地質構造至今已得嶄新之途徑，舊日之錯誤漸除，而新起之問題反甚多。甚願吾國地質學者隨時留心此新問題之解決，勿爲常見所囿，而同時又盡力利用他國或他地之舊經驗，庶有進步之望。凡一科學或一學科，常有一定學說爲衆公認無可非難之時，則應用或多而進步甚少。當此之時若能發見其錯誤或其不足之處，或能發見可以代起而尙待充份證明之新觀念，則新問題一時紛起，實爲專門學者正好用武之時抑亦此學最有進步之機，持此以衡中國地質學，則吾輩責任爲非輕矣。

(1) 科學第十四卷第四期英 原著見地質學會誌第八卷第一號民國十八年

(2) 翁文灝著北票附近地質構造，地質彙報第十一號。

(3) W. H. Wong: Crustal Movement in Eastern China, 第三次汎太平洋學術會議論文集第一冊日本東京出版。

(4) R. W. Brock & S. T. Schofield: Geological history & metallogenic epochs in Western Cordillera of Canada, 第三次汎太平洋學術會議論文集第一冊。

地

震

學

見，多以中國地震見詢，乃爲削繁節要，草成此篇。

恆人之情，莫不亟欲確知科學研究，能否預告地震。欲答此問，當分二端。就空間言，則何地震多，何地震重，科學研究頗能有所指示。若就時間言，欲於未震之前，而知將震之實，則今日科學實尙未能預言。蓋地震與日中黑子，地軸移動，北極微光等諸天文現象，雖約略似有因果，究尙未得定律。地震與岩漿內潮，磁力驟變，氣壓低降，等諸地質現象，卽有關係，亦尙無法預測。近代地動儀雖至精密，測及毫芒，但僅研究震浪於既震之後，未能預報警信於未震之先。充其極亦不過如漢代張衡，預報隴西地震於驛報未至之先而已。而當其長安預報之時，固已在隴西震動之後。雖遷張衡於隴西，固無濟於其震災。古今儀器，雖精粗迥異，而效用相去，尙不過遠。間或臆測偶中，要非確有把握。此亦一時之無可如何者也。但當繼續研究，力求進步，庶有能之之一日耳。

地震現象在時間上之分布雖至無定，而在地理上之分布則較有規律。尋此規律，厥有二途。一曰歷史經驗，二曰地質構造。人類歷史雖短，然文明悠久如中國者，亦幾三千餘年。易震不穩之地，在此時期內，地震勢力未必能久於緜匿，無所發揮。徵之實際，且往往屢見端倪。由此經驗，察其分布（5），則見地震區域不期而與一定地質構造相合。於焉推知此一定地質構造，當卽爲發生地震之原因。復考之記載不完之地，有此構造者亦卽發生地震，則此因果證明愈確。如此互相證驗，則震區分布，不難指分。雖未足以稱絕對確定，然亦殆盡吾人今日之能事矣。

準上原則，以研究一國震區之分布，可以約知何地多險，何地較少。中國（6）地震載籍可考者，計達三千五百餘次，（二十四正史所記僅五百餘次）記載完備者二百餘次。古人記此，原出於災祥五行之迷信，乃足為科學推論至珍之材料。雖出無心，亦足見文化貽留之厚焉。

地震之源（7），深在地下。達於面者，則曰震中，亦稱震央。理論上限於一點，事實上大抵面積頗廣。精算中心，必需新式儀器。茲所有事，僅論大概。且根據歷史，參考地質，往往無從確定某點，僅能約指何方。故茲所述，不曰某點，而曰某帶，以其所包者廣也。

汾渭地塹帶。陝西渭河谷，山西汾河谷，及其延長地帶，其地質構造皆為地塹。德文所謂 Graben 者是也。其地勢二岸高峙，一谷中陷。所以然者，厥以斷層。山西霍山斷層上下變位達萬餘尺。西南延長，至於華山，斷裂之鉅，約亦稱此。北自太原以上，西自西安以上，同類構造，綿延尚遠。斷層時代，古不過始新統，新或至洪積統。迄於今代，餘動未熄。故地震之象，數見不鮮。自周漢二代，已有記載。唐貞觀二年至清道光十年一千一百八十一年間，記有破壞地震即傾毀建築傷亡人畜者三十二次。平均約三十七年一次。其中為災尤烈者，如宋寶元元年忻州死二萬人，元大德七年趙城孝義平陽等處衙署房舍盡毀。尤甚者為明嘉靖三十五年，災及陝甘三省。明史載稱死亡八十萬人。（數目或稍夸大，但災重可知）。其震中似在華縣朝邑蒲州之間。他如明崇禎十一年西安白水之震，清康熙三十四年平陽之震，皆毀及城垣房舍，傷人甚衆。清季以來未聞大震。民國九年，因受甘肅

大震之影響，此帶感應亦較附近各地爲烈。自動而震，殆不免乎。

太行山拗摺帶 直晉之間平原東陷，太行西峙。其間地層東傾爲多。灰岩逼於山嶺，煤系埋於平原。一昇一降，是曰拗摺。摺之較烈，又生斷層。昇降之形跡，迄今未泯。即摺斷之發生，爲時猶新。是帶地震之多，不及前帶，爲災之烈，亦較次之。然自唐大歷十二年至清道光十年間，平均每九十六年間，猶有破壞大震一次。其間最烈者，爲元至元二十六年，保定附近，地裂屋毀，喪人數萬。清道光十年，磁縣一帶，喪人數萬，震歷一年。可見是帶地震雖不甚多，間亦頗烈焉。最近（十二年九月十四日）高碑店附近稍有地震，即屬此帶。太行山以西，地質構造甚爲簡單。惟澤路之間亦有斷層。偶有地震，究不甚重。此帶地震，北京亦受影響，但已不甚烈耳。

燕山拗摺帶。北京之北，山嶺陡起，李希霍芬氏所稱爲南口山脈者是也。實則稱爲燕山，似較適當。此帶地震與北京最有關係，然記載反不甚完全。最大者惟有曾元康四年，涿鹿地震，死人數百餘。嗣後自宋嘉祐二年至清雍正八年，六百七十三年間，共有較重之地震九次，即平均約每七十五年一次。然其中殊少重大災情，足與下列二帶比者。不過稍有破壞作用，建築未固，傾圮較易，未必盡由於震動之特重也。

山東濰河斷裂帶。山東地層平鋪，而斷層縱橫交割。其中較爲重要者，多作西北東南或近於南北走向。其斷移常東北上昇，西南下降濰河谷約與此類斷層之一相合。山東半島與山東西部，即以此

爲分界。其構造上意義之重要，李希霍芬氏已先言之，其爲地震中心，罷羅（9）哥添愛（10）諸氏，亦已注意。考之史乘，漢宣帝本始四年諸城長樂之震，死人六千，宗廟傾覆，黃河東南震動者四十九州。清聖祖康熙七年莒縣諸城之震，死五萬餘人，震區之廣遠及直魯蘇皖諸省，府州縣志記此地震者百四十三處，故其分布狀態中心所在，至今歷歷可考。除此二次以外，其餘震動，多不甚重。故此帶地震特少而特烈，推原其故，殆以斷層發生，爲時較古故歟。

山東西南斷裂帶。山東西南，山地與平原之界綫，亦原於上述西北東南走向斷層之一。兗州以南一帶山地，多爲太古界片麻岩所成，而隱約出沒於沖積平原之低山反爲時代較新之寒武奧陶紀之石灰岩。其間斷裂，不問可知。此斷裂帶向南延長達於蘇皖北部。地震始見記載者，爲漢文帝元年山崩二十九處。自宋熙寧二年以後記載漸全，迄於宣統三年，八百零二年中，有破壞震九次。即約平均九十四年一次。然震災尙不甚重。

甘肅賀蘭山斷裂帶。賀蘭山高時於寧夏以西，有一自西向東之逆掩斷層，使震旦紀地層倒置於石炭紀地層以上。此斷層延長，北自平羅，南至中衛，長至一百公里以上。其間地震，自唐會昌六年起，至清光緒十五年止，共有大震十二次。平均每八十六年一次。其中以乾隆二年之震爲最烈。新渠寶豐二縣，全部毀滅，至今未復。寧夏府城向爲西夏首都，城廓完固，亦幾全毀。次年重修，即現在所存者，範圍大縮。他如中衛等城，現在所見者亦多乾隆四年重修，死五萬餘人。成災之烈，概可見。

矣。

甘肅涇原斷裂帶。民國九年十二月十六日之大震，即源於此。其震中區域當在海原固原靖遠靜寧隆德會寧通渭諸縣之間，而尤集中於海原固原間。地質原因迄今不甚明瞭。度其地勢，適在隴山西麓，或亦為斷層所致。古來所稱隴西地震，當多屬此。除漢代所記者外，自隋開皇十三年至民國九年，一千三百二十七年間，計得大地震二十二次，即平均每六十五年一次。最烈者如南宋嘉定十二年，固原隆德平陽鎮戎死萬人。元大德十年，固原官署民舍盡毀，死五千人。清順治十一年，秦州等處城垣衝舍盡毀，死萬人。民國九年震災之重，尤為空前浩劫。至今猶震動頻作，未歸靜息云。

甘肅武都折斷帶。秦嶺山脈，橫斷中原，作東西走向。乃至甘肅南部，則山脈方向驟成西北，與祁連山脈遙相呼應。轉折最烈之處，武都西和成縣文縣一帶，即為震中區域。地震記載之最古者，為漢高后二年武都之震，時歷數日，山崩，死七百六十人。又晉太康七年，成縣之震，山崩屋毀。嗣後自明崇禎六年，至光緒七年，二百四十八年間，共有破壞震五次。即約每五十年大震一次。其中最重者，為光緒五年之震，階州文縣皆山崩地裂。階州死九千八百餘人，文縣死一萬餘人，嗣後屢有餘震，至光緒十五六年始已。

河南南陽折斷帶。河南伏牛山脈至方城南陽一帶，忽焉終止，向南推移而為桐柏山脈。（外人又稱淮陽山脈）。此二山脈移離之處，似應為地震發生之區。乃考之於史，殊少左證。惟清順治十七

年，南陽地震，毀屋甚多，似卽導源於此。

安徽霍山折斷帶。豫鄂二省間。桐柏山脈原作西北至東南走向。乃走入皖境，至霍山潛山之間突變方向，而成爲西南至東北走向。折轉角度，幾逾九十。其間地震發生甚頻。自元至元二年至民國六年，五百八十一年間大震六次。平均每九十七年一次。是地地震破壞作用尙不特烈。且震中偏在山地，不當城市，成災自亦較小。惟一經震動，往往餘震頗多。如清乾隆三十四年震後，七八年間時見小震。即民國六年一月間震後，亦時有餘震，至二月復有大震。至四五月間，地質調查所派人考察時餘震猶未盡息云。

四川南部斷裂帶。蜀滇二省之間，金沙江曲成弧形間側向北。約略沿此弧形，有一極大逆掩斷層。使江北高原移向西南，與此逆掩斷層相關係者，或更有其他斷層。其地震自古著名。最古者爲漢河平三年，隄爲之震，山崩塞江，江水倒流，淹沒城郭。唐貞觀十二年之震，源在西昌松潘。唐元和九年之震，一日間震八十次，西昌死百餘人。自明成化十四年至萬曆三十八年間，大震五次。卽在此區域內，平均每二十六年一次。此爲四川最重要之震源矣。

雲南東部湖地斷裂帶。雲南東部大斷層甚多，且斷層發生之時代甚新，故此區域地震特烈。斷層結果，大抵旁昇中陷，形成地壘。水流所滯，遂成湖地。大致言之，重要斷層可分二系。第一系南北走向，第二系西北至東南走向，第一系之重要斷層，產生撫星楊宗等湖，自東川以迄通海南北延長

逾三百公里。稍東又一斷層，經過路南，延長亦二百四十公里。復東又有彌勒斷層。第二系之斷層，在建水蒙自一帶見之，亦多陷成湖地，自明宏治七年至清宣統三年，四百十九年間此區域內共有破壞震二十四次。即約平均每十七年一次。其間尤可注意者，如明宏治十二年宜良之震，房屋盡毀，死數萬人，餘震歷四年。萬曆三十四年臨安（今建水）之震，毀房宇祠廟，死千人。震歷六月。清道光十三年，路南激江間之震，毀房八萬數千間，死六千七百餘人，震歷三月。光緒十三年石屏之震，城垣傾圮，死二千餘人。類此者史不絕書，誠一大震區也。

雲南西部湖地斷裂帶。大理麗江一帶，多狹長形湖地，如劍湖洱海等，與雲南東部相似。雖地質調查，尙未遍及，而大致構造，仍多斷層，則可斷言。自明成化十年至清宣統末年止，共有破壞震十九次。即平均每二十一年一次。亦云數矣。其中尤烈者，如明宏治十二年大理之震，屋宇盡毀，死數萬人，歷時四年。清順治九年，蒙化之震，輔以巨聲，屋宇盡毀，地裂泉竭，死三千人，歷一年餘。

廣東瓊雷斷陷帶。雷州半島與瓊州之間，相距不逾三十公里，頗似斷層陷落，因而分開。即不然，瓊島附近，亦必不乏重要斷裂。重要地震，如明嘉靖五年儋縣之震。萬曆三十三年瓊州房舍盡傾，地如雷鳴，死者千計。清雍正二年，崖州全城盡毀，震動之烈可見一斑矣。

福建泉州沿海陷落帶。福建泉州至廣東汕頭之間，海岸曲折，多經崩落。自古以來地震數見。

(口) (日本大森博士謂民國七年大震，以前向無地震記載者，似未深考)。有破壞作用者，如宋治平四年潮州泉州等處地裂屋毀。元至元二十七年，武平泉州官民死者七千餘人。明正統十年，漳州龍巖震百餘日，鳥獸驚走，山石崩墜，屋舍盡毀。萬曆三十二年，泉州海陸搖動，城中尤甚等，皆是其例。民國七年二月之震，震中帶在泉州之間，作狹長形，與海岸平行，則其間關係更明瞭矣。

山東登萊海岸陷落帶。山東登州與遼東半島相隔一衣帶水，寬僅百公里，且中有廟列島，以相連屬，其爲陷落中斷，形勢上甚爲顯然。山東沿海地震，亦以登萊一帶爲最烈。自宋慶歷七年至清光緒三十四年，八百六十四年間，計有較重之地震九次。即約每九十六年一次。其間較重者，如明嘉靖二十七年，登州之震，毀城垣房屋多處。較久者，如萬曆三十七年，萊城之震，雖烈度不大，而時歷數年。最近者(12)，爲清光緒三十四年烟台至黃縣間，曾有輕震。

以上各帶，僅舉中國本部發生地震之地，亦即震害較烈之區。各區以外，而與之鄰近之地，因受影響而覺震動，則夫震中愈遠者，其受震亦愈輕，反是則愈重。然有時一震中發動，而他震中隨之，有若迴波蕩漾，此呼彼應。有時一震中發動，而他震中受其影響，同時起應。其受震較之附近第一震中之地，且尤劇烈。此類關係，前於甘肅地震嘗有所實證，另見他文，茲不贅焉。

上述諸地震帶中，其地震輕重頻稀之分，往往與地質構造之性質及時代，有一定之關係可尋，詳見法文原著，茲亦從畧。

更有應聲明者，所謂地震帶云者，原以取便稱謂，約略區劃。實則一帶之中有可分爲多數震中區者，如汾渭地壑，滇東湖地等，皆是，其間自尙有詳細分析之餘地。是在遇有地震發生時，利用機會，詳細考察，一面更於地質構造，加詳研究，庶震源所在，皆能確指。今茲所言，僅其概畧，模稜影響之病，固知不能免也。

除上述各帶外，尙有較輕之震區。如江蘇南京鎮江間，湖南洞庭附近，湘水流域，福建長汀一帶，甘肅西寧附近，及涼州至甘州一帶，四川西北等處。惟尙少重大震災，茲姑略焉。

除本部諸省外，邊遠諸區，尙有震地區。如新疆川邊民國以來皆曾發生重大震災。惟人口稀少，地方篤遠，故注意者鮮耳。

談地震學理者，多謂世界地震區之分布，不外二大帶。一環（13）太平洋，一沿地中海（廣義的）。考之事實，固有其證。揆之地質學理，則此二大帶實爲褶曲作用最新之地，亦即高峯深淵相距最遠之地，亦即火山噴發最盛之地。謂爲地殼之最不穩固部份，自在意中。然中國地質，實出乎此二大帶之外。既無中生界新生界之大地槽，又非喜馬拉耶山脈之延長線，（14）（大森博士強以喜馬拉耶山脈經過山頭，按之地質，並無根據。所謂預言，恐屬偶合。）更無現在活動之火山，罷羅氏至疑中國地震記載爲不可信。實則地震現象爲多數人共見共聞之事，決不能同壁虛造，以無爲有。雖古人記載，不免挾有陰陽五行，主觀見解。然其所記客觀的事實，則初不容懷疑。且自民國以來，十二年中，地

震成災，傷人毀屋，山崩地裂者，新疆雲南安徽福建甘肅川邊相繼見告，尤予吾人以絕對證據。夫以並世之見聞，前人之記載，地質構造之觀察，三者相揆，若合符節。則吾人對於中國重要震中帶之分布，誠已確實證明，非復僅憑理想者矣。更於焉知震中區域，不必專限於環太平洋及沿地中海之二大帶。外此地方，亦所注意。至其所以致此之原因今雖尙未有簡單明顯，如關於二大帶之造山學說，然要不外乎地質構造之所致。是在精密測定震源地點，詳細考定發生地震之構造，比較推闡，庶漸有塗轍可尋耳。

- (1) 科學第八卷第八期民國十二年
- (2) 地質調查所編民國六年一月至三月地震調查報告(農商公報第三十五期)。
- (3) 翁文灝民國九年十二月十六日甘肅的地震(科學第七卷第二期) 謝家榮民國九年十二月廿九及其他各省地震情形(地學雜誌第十三年第八及第九期)。
- (4) 翁文灝 *L'influence Seismogénique de certaines structures géologiques en Chine* (C. R. du Congrès Géol. Intern. NIII, session Bruxelles).
- 翁文灝 *Earthquakes in China* (中國地質學會誌第一卷)。
- (5) *Montagnes de Ballore, Géographie Seismologique.*
- (6) *Imung, Catalogue des tremblements de terre signalés en Chine d'après les sources Chinoises.*
翁文灝甘肅地震考(地質彙報第三號科學第六卷第十一二期)。
- (7) 翁文灝地震淺說(北京高師博物雜誌第四及第五期)。地震(百科小叢書第三十二種)
- (8) 此篇所言每若干年一次之平均數值就記載之可考者言之，而記載完缺地震輕重之標準各地不同，頗難比較。且地震發生是否按一定週期，理論上似無此必要，事實上亦未有充分證明，不過言地震者均不免有一種迷信週期之趨向耳。
- (9) *Montagnes de Ballore* 見上。

- (10) Gauthier et Tobar, Catalogue des tremblements de terre signalés en Chine, complément, 第八十六圖。
- (11) Omori, Earthquake zones in and around the Pacific (Proceed. of the First Pan. Pacific Conference, 1920, 日本震災豫防調査會紀要第十一卷第十一號)。
- (12) 據上海徐家匯天文臺報告。
- (13) Montessus de Ballore, Omori, 均見上 Milne, Earthquake.
- (14) Omori, Bull. of the Imp. Earthq. Invest. Comm., Vol. I, 1907, also seismol. notes, No. I, 1921, p. 7.

甘肅地震談(一)

一 中國的地震

地震是自然現象中最可怕的，因為牠何時發生雖然竭現代科學的能力，還至今沒有人能預知；牠發生的時候突如其來，在最短的時間能成多數的犧牲；自然界的破壞力比牠更大的雖然不少，但都沒有比牠更快的，所以更能使人害怕。近代各國科學家做了許多地震學的研究，雖然得了不少理論上的材料和推想，但所得實用的效果，似乎不過能知道地震帶的分布，——即何地會有地震的危險何地沒有——以及一些改良建築等略為減小震災的方法。

中國地震的地方我在民國十一年曾根據許多材料做了一幅中國地震區分布圖，將能有大震的區域都畫在圖上。在商務印書館百科小書叢內也縮印了一張。此後民國十二年三月川邊鎭霍出了一次大震，十四年三月雲南大理出了一次大震，今年五月甘肅武威又出了一次大震，大震的中心皆在我圖上所

畫的地震區內。可見中國地震區域是已經大略知道的了。現將此圖略加修飾仍印於上（圖見上篇中國地震區分布簡說），圖中綫陰的地方表示應有大震的區域；粗黑圓圈表示果有大震曾經研究的中心；圈旁數字表示最近大震的民國的年份，再照年份的次序列表於下：

六 民國六年一月安徽霍山地震

六 民國六年七月雲南大關地震

七 民國七年二月福建泉州地震

九 民國九年十二月甘肅隴西地震

十二 民國十二年三月川邊鎭霍地震

十四 民國十四年三月雲南大理地震

十六 民國十六年五月甘肅涼州地震

震災的程度姑且以死人的約數來代表：霍山之震死百餘人；大關之震死二千人；泉州之震死二百人；涇原之震死十五萬人，——官廳報告死二十餘萬人——鎭霍之震死二千餘人；大理之震死七千餘人；最近涼州之震死亡數目尙未調查。如此看來，中國的地震亦真不算小了！

二 甘肅的地震

除了雲南之外，甘肅大約是中國地震最多的省份了。而且甘肅的地震特別猛烈，災情特別的重

大。

甘肅地震的地方我曾把他分爲五大區，照圖上所記的次序說：甲是武都區，即文縣武都徽縣一帶，也許延長到天水；乙是隴西區，即隴坂以西海原固原寧靜通渭一帶；丙是寧夏區，即賀蘭山東平羅寧夏中衛一帶；丁是西寧區，比較的不很重要；戊是武威區，即涼州至甘州肅州一帶，本年大震即發生於此區的東頭。

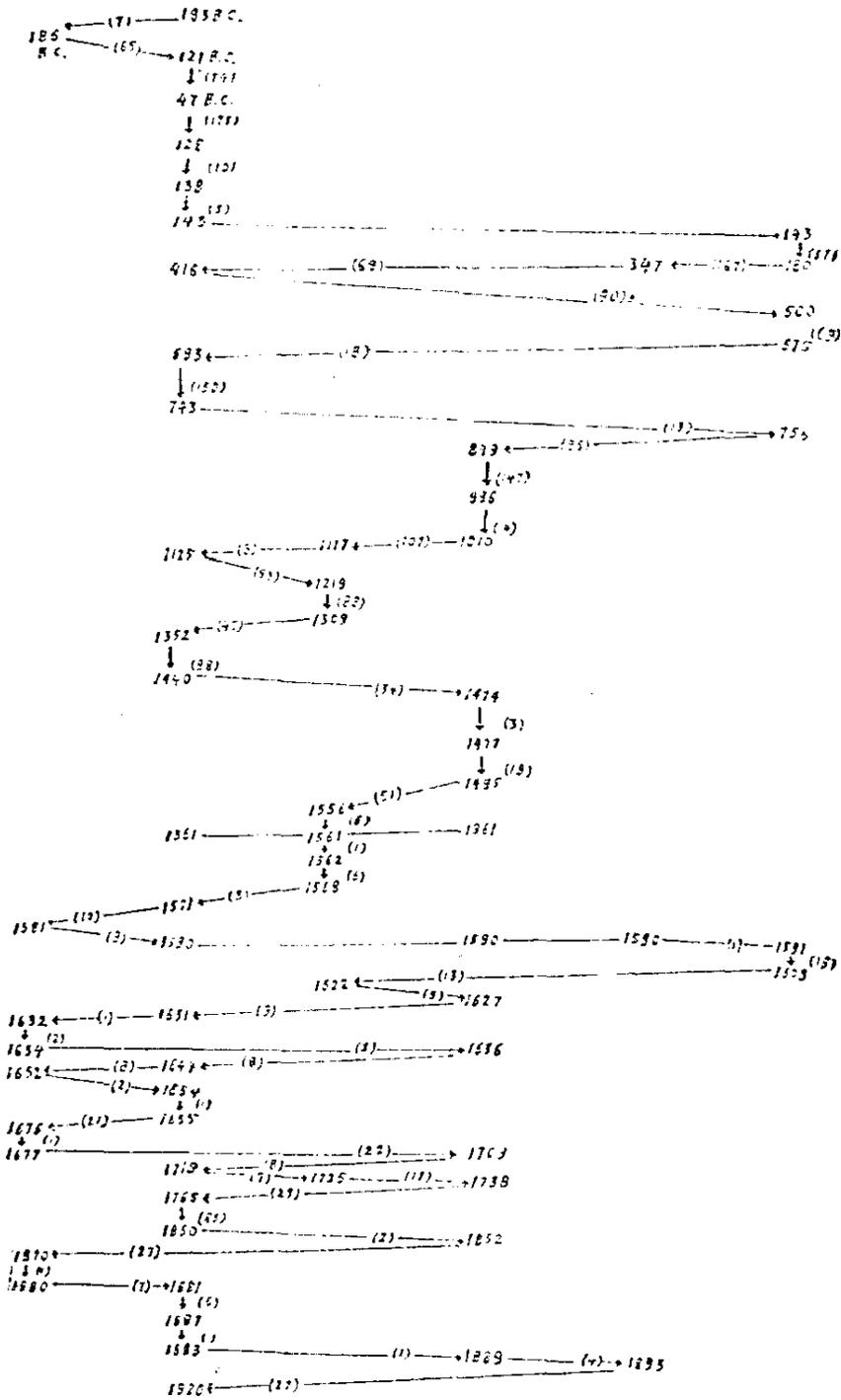
這幾區地震的發生在歷史上考據起來好像是此息彼起，有些次序似的。我在地質彙報第三號內曾經做了一個表，表示此各區地震的次序。表內數字標明大震的年份，用西歷計數；括弧內的數字注明先後二大震相距的年數。這表上有一個錯誤是隴西與涇原應併作一區，不必分而爲二。再要簡明一些，或者西寧區亦可附屬於武威區內。如此看去從表的左邊到右邊，周而復始，頗像有些道理。一八八八年（光緒十四年）隴西區大震後，過了五年，有一八九三年（光緒十九年）武威區的大震。自一九二〇年（民國九年）隴西區大震後，過了七年便有今年武威區內的大震。震區依舊，相隔的期間亦極相近，那不是意想中應有的事麼？但這樣巧合究竟是偶然的事，我向不信這種週期及根據週期的預言，這次我自己說準了，也只當是偶合的，決不能常常如此準確。

據歷史上看來，甘肅地震最多的是隴西區，其次是寧夏區，再次就是武威區，武都區的地震卻也不少。民國九年十二月十六日隴西的地震，我曾同幾位朋友實地調查，故所知較詳。茲將較有趣味的

甘肅地震區大震次序圖

區西武 區西寧 區原涼 區夏寧 區寧西 區武威

錄
指
序



照片選印於此；那次地震的猛烈，也可以約略想見的了。

三 甘肅地震區的地質

甘肅地震區爲何如此震動的多，其實在原因確也不甚明瞭，但是照他地理上分布看起來，覺得脫不了地質構造的關係。

假定我們從陝西，西安往蘭州走，到了平涼之西必須經過一座南北走向的大山，山勢甚高，度越不易，古時名爲隴坂，現在稱爲六盤山，此山以東地震甚少，即有亦甚弱；此山以西則地震頻繁而且往往釀成世界無匹的大震災。民國九年的大震即在此隴西區內，現將該次大震的照片選印幾張，可以看見大震時的情形。

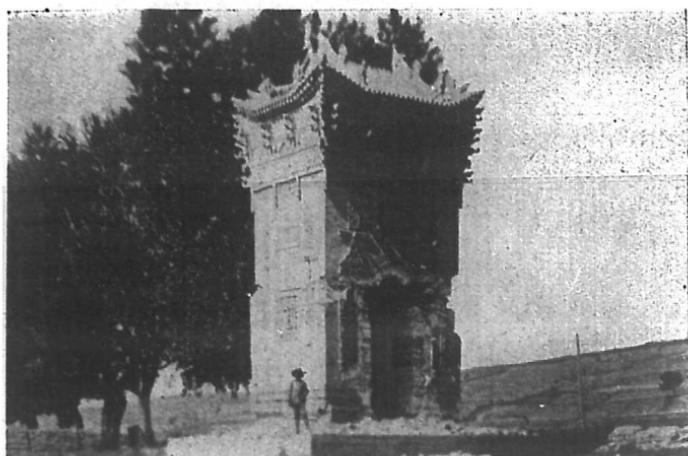
隴山（六盤山）的地質大部份爲中生代最上部的白堊紀地層。此種地層以頁岩爲主，夾薄層石炭岩，在陝西北部祇成平層，緩緩的向西傾斜，地形上亦成爲高原，到了隴山乃突然湧起成爲山脈，山上的地層皆被一種自然力摺曲甚烈，並且有許多處生了斷裂，所以隴山的構造的確是與別的地方迥不相同。至於隴山以西的地質因爲黃土甚厚，真是漫山遍野皆是此物，所以下面的岩石構造就不能十分的清楚。而且黃土甚厚亦便是震災特大的一個原因，因爲土厚所以山崩便格外廣大，甘肅的山崩現象之大在世界上恐怕是有一無二。試看附刊的照片，當民國九年十二月地震之後，寧靜的山崩下來便把陝甘交通的大道都堵塞了。河流被土堵塞，則上流的水湧積成湖，發生水災，廢了許多以工代賑的疏



絕堵道大途塞崩山溝家孫寧靜肅甘



湖成水積河塞崩山舖里七寧靜肅甘



甘肅固原董福祥碑亭地震後中斷振轉



甘肅固原提督署門地震後塌壞



甘肅靖遠鎮罕堡全村崩毀



甘肅靜寧文廟西廡地震後塌毀

濬工作，纔把牠勉強開通。山坡上土厚的地方人民皆穴土而居，名爲窖洞，地震山崩則坡上窖洞首先坍塌，人在其中當然壓死。即使有房屋的人他的牆垣亦全用土築，容易倒塌，所以黃土多的地方地震死人便格外多。外國的地震即使人烟稠密的地方，死亡上萬便驚爲奇災；而甘肅地廣人稀，地震死人達十餘萬，此便是一個大原因了。而且隴西地震餘震甚多，九年大震後經過一年多，常有小震。

寧夏地震區也是在一個山脈的前面。賀蘭山的地質是全國山脈中最有趣味的。出寧夏城向西北六十里，入宿篋口，初見變質極深的石炭紀砂岩頁岩，幾乎成爲結晶片岩。但牠的石炭紀時代我們曾得有化石爲證。地層的次序完全上下倒置，應在下面的古地層反而倒置在較新地層的上面，所以入溝稍深，便見震旦紀（南口系）的石灰岩高踞在石炭紀的頁岩之上。古稱賀蘭如駿馬者，卽此所成。在賀蘭山前，又有上下斷層使上升者成爲山脈，下降者落爲平原。是否此種構造一定會生地震，我亦不敢斷定；但從經驗上所知地震的區域正與此種構造線平行而相合，想來不是偶然。此區內已有三十多年沒有大震，但從經上驗揣測恐怕我們這一輩子的人終還要聽見一次罷。從前大震最可記憶的是清乾隆三年。當時寧夏以北有二個縣城一名新渠一名寶豐地震後完全毀滅，至今未復。雖然市上所售有幾種地圖尚有寶豐地名，——想是抄清初老圖，陳陳相因至今未改的，——但實際上早不存在了。偌大的寧夏城以及其南的中衛城都是地震之後乾隆四年澈底重修，這都有志書碑記互可印證的。這種可怕的天災，殷鑒不遠，不可不防。

武威區狄義言之就是涼州附近，廣義言之可向西延長包括甘州肅州一帶，其中震源恐怕不止一個。要而言之，大略與祁連山脈不能無關。祁連山脈的地質十分複雜非片言能盡。應注意之點乃是太古界片麻岩極爲稀少，古生代以上之水成岩格外完備，而且曾受極烈的褶曲與斷裂，北面的合黎山亦同此情形。南北高山聳立，中間隔以一道平路，從涼甘肅諸州直至安西，爲中國通中央亞細亞最重要之孔道，此孔道之生成大約與山脈平行的斷層陷落頗有關係，地震也許就是這種斷裂移動的餘波。

從地質構造來說明地震，可以設一譬喻。譬如一座房屋，牠的牆垣棟梁有不堅固的地方，在那裡慢慢的傾圮或破裂。這種傾圮或破裂的運動是很慢很慢的，譬如幾百年內止動了一尺，（那已不是頂慢的）誰能覺察？但是有幾個區域有時發生一些稍爲急劇的運動，那就要地震了。地震的波動二三個生的米突已算是甚大的了，牠的危險乃是在牠波動的速率。

以上不過是一個極粗——太粗的——譬喻。構造不堅固的原因是否在材料的性質，還有在材料配合的關係；破裂或移動的分布與地殼全部構造成什麼一定的因果的關係；專門家正在研究，現在姑且不說。

僅從以上幾個實例表面上看來，我們已可相信地震與幾種特別山脈原有密切的關係。

以上所說三個地震區，牠的延長方向都與山脈大致平行；惟有武都區的方向——假定我的畫分不錯——卻與秦嶺山脈的方向不平行，幾乎直交。這當然又是一種特別的構造：似乎是爲山脈突然改變

方向的原故。在此區內自從光緒五年連震數年之後，至今未聞大震，輪到的日子也怕不甚遠了。

四 武威的地震

武威地震最早的記錄是漢順帝建康元年（西曆一四三年）涼州地震，凡百八十日，山谷圻裂，壞敗城市，傷害人物；雖史文簡單，其震象之烈已可概見。此後至第八世紀記載尚多。但第九世紀至第十四世紀則未有記載，並非那幾百年並無大震，實為自唐末至明末西北一帶為中土史家未及注意之故。因此地勢偏僻的關係，所以武威區的地震好像是較別區特少，實在未必。他的地震危險恐怕不在隴西區及寧夏區之下。

果然民國十六年五月二十三日武威發生大震。牠的震波遠到美國，各處觀象台的地震計就當即有所記錄。地震的情形各處報告現尚不甚完全，現在所知的如下。

武威縣於五月二十三日早五時地震，連震數次，至九時後始止。一時間山土崩塌，日暗無光，田地罅裂，有多數湧出黑水。據官廳統計，全縣死亡人口二萬五千餘人，馬牛羊畜二十二萬餘頭，倒塌村莊一萬九千餘座，房舍四十一萬八千餘間。

武威為河西古郡，古來佛教甚盛，故佛教建築極是壯麗，尤其是古塔窟窿，向稱名勝。這一次據說被地震毀壞的為數甚多。像塔一類的高建築受地震影響時，有時很可以看出震動的方向。民國九年甘肅隴西地震後，我親見固原董福祥——即拳匪時代圍攻使館的有名人物——的神道碑及碑亭橫截為

二、上段與下段裂而不坍，顯示出旋轉的運動。因為上段因物質惰力而緩移，下段隨地盤略為旋轉，所以二段之間成捩轉的關係。照片上還依稀可認，這一次涼州不知有無同類現象。

古浪縣的震災聽說也極烈，房屋全坍，連縣長等都壓死了。此外距中心稍遠故震亦較弱，所得各處的消息列表如下。

縣名	地震時間	地震現象	烈度之數
金塔	一次早五時半	靜坐靜臥及行動者皆覺房屋倒坍不少有聲如雷如風	六
循化	三次自早五時至下午五時	睡者驚醒少數人驚逸時鐘停	五
湟源	三次早五時又六時二十分又十時五十分第一次最大	房屋動搖不堅固者倒坍人人皆覺	六
大通	二次早五時晚七時半	屋內多數覺之屋外少數懸物稍動天起大風	四
燉煌	早四時半	少數人覺之不畏無聲懸物微動	三

照以上所記尚未完全的消息看來，這一次地震大約比民國九年的隴西地震範圍較小。但中心的地

方烈度也很高，不過不如前一次的較廣。震災較大的也是在黃土較厚的地方。近到南山脚下石山較多的地方，地震的烈度也覺很快的減小，那也與九年隴西的地震一樣，一到隴山的石脈烈度便小了。

武威的地震牽動一種下述的現象，大足以增重災情，就是祁連山上的積雪和冰，似乎是被地震衝動了，或是一部份被震衝坍下了，一到夏季融化的比常較多。所以六月十七日晚，洪水暴發，洪流澎湃，聲如雷鳴。人畜房屋田地被牠沖沒的聽說很是不少。外國的地震常間引起火災，我們卻有因此引起水災的，亦足為地震記錄中別開一格。

五 甘肅地震的意義

甘肅不但是中國地震很多的地方，即在世界上的也可不愧列於頭等地震區域。歷史上的經驗既然很多很烈，我們親自經驗的七年之內亦已有大震二次。牠的震動的烈度據精密的儀器觀察，較世界最大的地震——例如一九二三年日本關東地震——並無遜色；牠的災象的重大——例如山崩之廣，人死之多——在他國似乎未有其匹；所以甘肅的地震實在是有世界意義的。

地質學家對於世界地震區的分布向來以為可以歸納於二大地帶，一曰沿地中海帶，如意大利印度等地震區屬之；二曰環太平洋帶，如日本加利福尼亞南美西岸等皆屬之。按此種理論說，甘肅深居大陸的中央，應該是很穩固的了。所以從前的外國學者曾表示不信中國的歷史記載。但是我早曾說明中國歷史記載是大致可靠的，現在天然現象一再證明，難道還不信麼。

地震的原因科學家的想像應該在地質史最近一期的造山運動最新的地方；又從地球物理的方面觀察，大陸的地殼厚而輕，海洋的地殼薄而重，二者相抵趨向均衡。但因大陸漂移，銜繫生動，所以海洋之地震動最多，日本地位即是如此。在此想像之下甘肅地方也似乎不應是頭等地震區域。但是這種不合理想顯然出規的地方世界上實在甚少。所以甘肅地震的原因實是世界科學中的一個難題。我的研究雖然略為貢獻了一些部份的地質說明，但終尚不是最後最完全的理論。如說大的斷層能夠繼續生動，然則別的地方同類斷層為何不一定亦生同等的地震？如說甘肅地方斷層有些特殊的性質，然則此類構造為何獨集於甘肅，而在他處不到同等的程度？凡此問題皆尚難索解。所以我想甘肅的地震實是於世界科學很有關係的一個大問題，我們應該再為盡力研究。如有人將地震時常地事實，個人經驗，寫信告訴我，定當極表歡迎。

末了我要聲明，所附照片有幾張是謝家榮君攝的，從前調查隴西地震的時候亦與他一路同行。

(1)此文曾用東方雜誌第二十四卷第十八號民國十六年但略有修正照片亦不盡同

民國十四年三四月雲南洱海附近地震述要

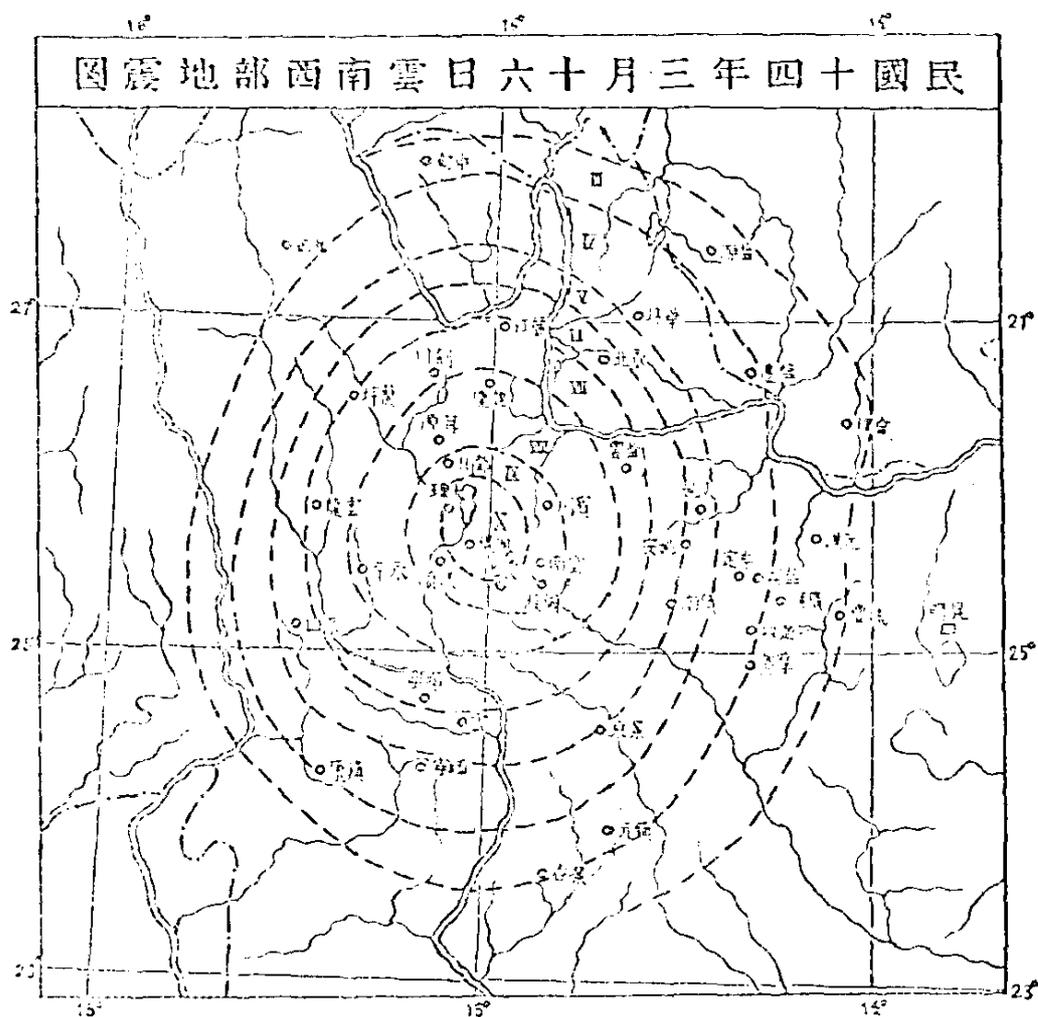
(二)調查方法

此次雲南地震，震後當即由地質調查所印就調查表式分寄雲南及四川鄰近各縣知事公署，請其調

查填覆，截至七月底止計收到雲南祿勳楚雄牟定姚安蒙化賓川永北麗江鹽豐鎮康中甸保山鳳儀鎮南景谷洱源鄧川四川會理等十九縣，又承雲南大理等屬震災籌賑事務所所以所編地震圖說見示，於災情較重之大理鳳儀彌渡祥雲賓川蒙化鄧川七縣情形均有記載，益以京滬報紙新聞互相參考，輯爲此篇。

從前調查皖閩甘等省地震烈度，均以羅西福來地震表之度數爲標準，此次改用梅卡里 (Mercalli) 表爲標準，其分度如下表。

- 一 人不能覺。
- 二 甚少數靜坐者覺之，樓上較易。
- 三 少數人覺之，不恐慌，經他處報告，始確信地震。
- 四 屋內覺者多數，屋外少數，器物微動，地板或響，懸物稍動。
- 五 屋內人皆覺之，屋外人多覺之，睡者驚醒，少數人驚逸，搖鈴鳴，時鐘停，懸物搖。
- 六 人人皆覺，恐慌爭出，器物墜落，不堅固之房屋稍有損傷。
- 七 鐘鳴，烟突倒，屋瓦落，多數房屋稍有損傷。
- 八 少數房屋毀壞，多數重損，少數人受傷，無死者。
- 九 少數房屋全毀，多數重損，不能復居，人烟稠密之處死人頗多。
- 十 多數房屋毀壞，人口多數死亡，地裂山崩。



此表試用之結果，殊未能視前者爲佳，各縣查報於七八兩度多不能認清，幸多附有記載，於當地情形不難遂爲揣度，因得以更正度數焉。

(二) 大震前之預震

此次重要地震，釀成重災一者，係發生於三月十六日午後九時半，然有與他處不同者，他處如民國九年十二月十六日甘肅涇原之震，大震突然發生，其前並無小震，茲則不然，大震之前數日先有小震，若爲預報也者，例如三月九日午後三時，楚雄縣已有小震，烈度

二。十三日楚雄聞鳴聲甚大，而地不覺震，但同日午後七時四川會理地震，烈度四，十四日大理順寧祿豐皆報告地震，烈度均在三四度之間。十五日報告地震者，有大理鳳儀蒙化劍川姚安楚雄五縣，約計洱海三百里以內，皆覺震動，大理鳳儀烈度約等於六，其他烈度不過四五之間，震動次數亦以大理鳳儀爲多，其中以午前十一時及午後八九時之震爲較重，人多逃避，屋稍毀傷。十六日午前二時七時十時午後二時四時七時，地皆震動，至九時半遂有最劇烈之大震。故此次地震。由少而多，由輕而重，頗有漸激漸高之勢，而並非突然而至，此與大震常例頗有不同者也。

(三) 三月十六日午後九時之大震

大震烈度之分配，如第一圖。觀此圖，則地震與洱海之密切關係，頗爲明瞭。茲將九十兩度內各地情形節述如下。

大理。十六日午後九時半，地大震有聲，如萬鼓齊鳴，自北而南，四城女牆城樓公私房舍完好者百無一二。城北三十里上關民居多已震倒。城南二十六里下關關旁有跨洱海洩水河之黑龍橋已截爲二段。富滇分銀行鐵柵震壞，附近牆壁幾全數傾倒。到處火災漫延，繁盛之處盡成灰燼。南門之火直至次日始息，城西蒼山低陷數尺，山頂中和峯薄生裂縫。山頂三塔中頂震落。未倒屋柱左右扭轉。（因有旋轉運動之故。）各鄉各大關邑南北二路以及濱于洱海各村，無不罹此鉅劫。濱海之白塔邑馬久邑慶浪莊等處地生裂縫，長數丈或里餘，寬數寸至數尺，湧出紅水或黑水（以上據震災籌賑所）。死

亡者約五十人（華洋義賑會報告）。未死者亦因驚恐多失感覺，狀如癡聾。

鳳儀 震時有聲如雷，火延各處，城內繡衣街一帶完全燒毀。災情東北最重，西南較輕，沿洱海各地水淹沙埋，受禍尤慘。普河村居民有全家埋沒者。城西八里華營村六十餘戶，中有二十餘戶全行壓斃。城南樂和村倒影碑二處平地湧出洪水二股，沖壞田廬（以上據震災籌賑所）。田間薄生裂縫，寬數寸至尺餘，長四五尺至十餘丈。城東三十餘里龍王廟山崩，長十餘丈，東區房屋倒平者七八千間，北區二三千間，全縣人民死亡者一千二百餘人，傷者五百五十人（以上據縣知事張君調查）。

彌渡。新建防匪土城及四角碉樓均受損壞。公私房舍亦均傾圮，城內外（四鄉不計）房屋全毀者六百餘間，約合全數十分之三；半毀者一千四百餘間，約合全數十分之六；幸得保全不過十分之一。近城村落約亦稱是。城內居民死亡四十三人，傷五十人，近城村落如姚旗營居民，死者至四十餘人；城外著名之永渡石橋已被震毀；地面震裂數丈寬達數尺（以上據籌賑所）。全縣死亡二百數十人（賓川縣知事李君通信）。

祥雲。地震火災與上述略同，城內外房屋舊者均倒，新而較堅者牆壁亦皆裂開。西南鄉接近鳳儀彌渡一帶，稍舊房屋亦崩塌無存。死亡四五十人，傷未查明。（賓川縣知事李君通信）。

賓川。十六日上午地震烈度已在七八之間。下午九時地震更甚。鳴聲如鼓，自東而西。沿洱海一帶災情尤重，與大理相埒。震動之時火災並發，尤以牛井賓居康郎挖邑海東海西等村震災為最重。

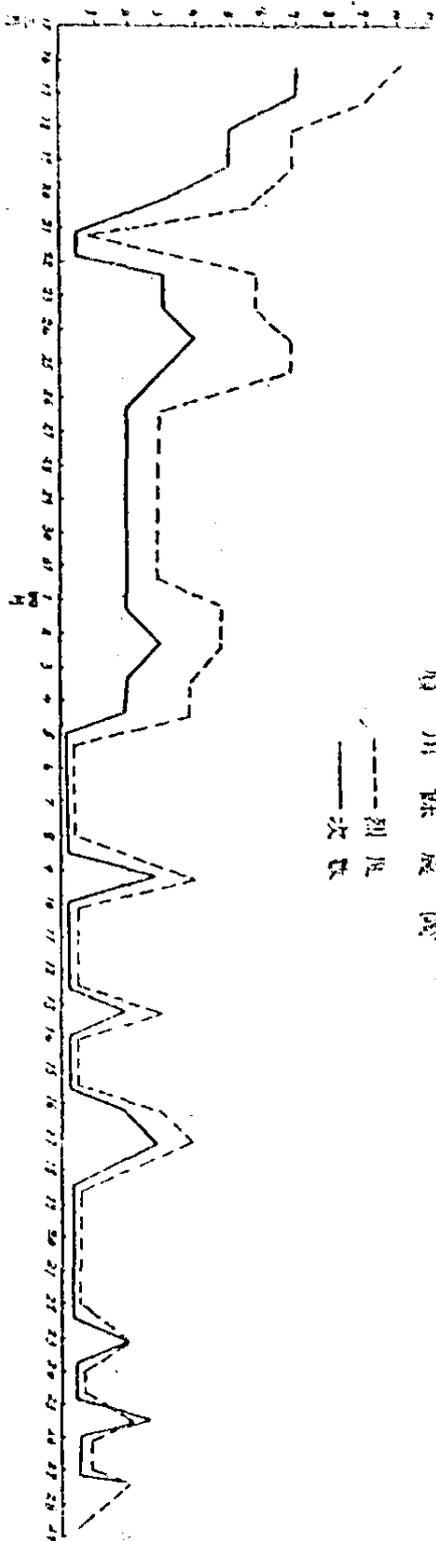
全屬死亡八百數十人，傷五百餘人，房屋倒塌六千餘間。智井之泥沙翻騰於田。石洞出水，盡皆混濁。城西一百六十里石頭村及城西南七十里烏龍壩岩崩落，打毀房屋，阻塞道路。（據縣知事李君調查）

以上共計死亡約七千餘人。因大震災發生時，尙未夜深，且連日震動，人多警備，大抵聞聲奔避，因以獲免。否則死亡者，當不止此數也。震中所在，似偏於洱海南部，故大理鳳儀及賓川西部，震災最烈。而近在洱海北端之鄧川，則受災已較輕。洱源距洱海，尙不及蒙化之遠，而其受震不及蒙化之重。由是觀之，殆可推定此次震中當在洱海之南端。原因所在，雖以滇西地質尙未調查，不易懸揣。然洱海成因，當爲一陷落湖，此殆可以自地形推測而少有疑義。陷落時代，證以滇東地史，約當相去不遠，即約當在洪積世之初期，迄今當猶未達均衡，時一動作。此次震動，殆亦由是。

（四）鳴聲

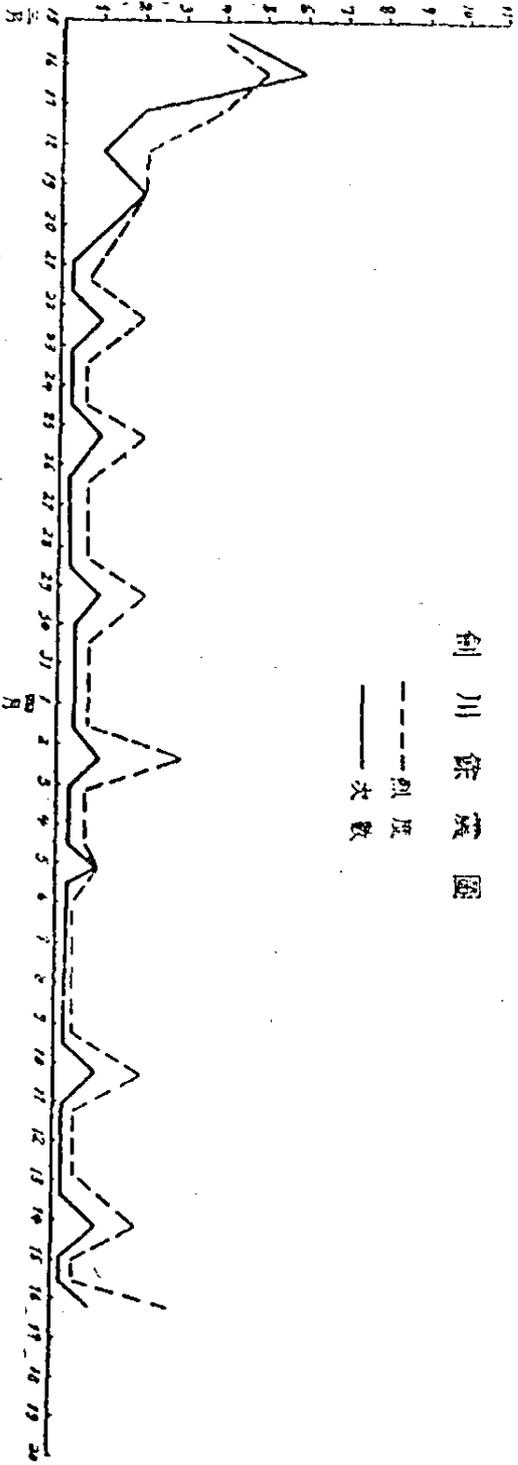
地震之前或地震時，輒有鳴聲。有甚鉅者，如大理報告謂聲如萬鼓齊鳴。比外有稱鳴聲如鼓者，如賓川牟定等縣。有稱如雷者，如鳳儀鹽豐等縣。有稱如吼者，如蒙化等縣。然鳴聲與地震關係，似頗複雜。震前震後皆能有之。有鳴而不震者，亦有震而無聲者。楚雄於三月十三日聞鳴聲，始如波濤，繼如狂風，終如爆竹，而不覺震。至三月十六日以後，歷次地震則鳴聲均甚微。中甸距此次震中約四百里，而猶有鳴聲。劍川在中甸大理之間，距大理較近而反無之。牟定四月九日，蒙化至四月十六

劍川餘震圖



第二圖

劍川餘震圖



第三圖

日，復有鳴聲如鼓或如吼。蒙化所聞其聲尤鉅。

(五) 餘震

各處餘震有至二閱月以後所未息止者。惟惜各處報告記載不詳，精密研究根據無從。然所得報告，亦有頗可參考者。例如賓川劍川二縣均有逐日記載。一至四月二十七日爲止，一至四月十七日爲止。茲以日數爲經，每日之地震次數及其最高烈度爲緯，將二縣餘震分別爲圖（第二圖及第三圖）。圖中實線表示次數，虛綫表示烈度，互相比較，則餘震演進之趨勢，約畧可見。誠知常人記載不及儀器記錄之精密；事後調查因而追憶，不及預定計畫隨時記載之詳盡。然則此約略比較，亦已可得頗有把握之結論。茲就所得條述如下。

一。同一地方餘震次數之演進綫，與其烈度之演進綫，雖不必絕對一致，而大致互相平行。賓川劍川二處之餘震，皆遵此規律，前圖表示已極顯然。

二。同一地震所發生之餘震，在不同一地方雖烈度強弱及次數多少不必一致；而彼此之演進綫仍大致平行。現知二地中賓川近於震中，劍川則距震中稍遠，然二圖趨勢仍約略一致，足以證明此律。

三。餘震固由強而弱，由數而稀。但並不逐漸下降，而往往有較強較數之震中途崛起。前圖所示已極明顯。大抵三月十六日大震後，十七至二十餘震尙盛；二十以後勢力漸衰；二十四五復見

颯起，繼又衰落；至四月初間復稍發動；五日以後又見低退，九十及十三十四之間又稍活動；至十六十七又復加劇；而繼此以往，則漸衰漸竭。上述趨勢，不但賓川劍川二處爲然，卽在他縣，雖記載較略，而大致似亦不外此規律。

以上三律，按之事實，似極明顯，證之理論，當非偶然。擴而充之，或於地震研究不無壞流之助。惟盼以後有調查記載之機會者，能於此類記錄更加注意，勿以其瑣屑而忽之，斯爲幸耳。

鑛

床

學

地球化學述要 (1)

地球化學 Geochemistry 者，研究地球之化學成分之科學也。化學之研究已至精微，而對於地球全體之成分則研究者殊少，地質化學書中均言之不詳，欲得一明瞭之觀念蓋至不易。近十餘年來，地質學者始有起而專攻之者，所得結果往往出乎意外。蓋科學進步，每得一新途徑即開闢一新境地。習之既久，推究垂盡，必另一方找出，始復有嶄新之發明。即以人人習知之事實，而觀念一新，意義自隨之而異矣。地球化學者殆近代地質學中之別開新徑者也。爰介所聞，以告同好。

地球外圈之成分：一言地球者按其部位，分爲數圈。包圍其外之大氣謂之氣圈 (Atmosphere)。地面之上海洋居其大半，雖號陸地，亦有潛水，凡此全體稱爲水圈 (Hydrosphere)。陸地成分即爲岩石，上覆水氣，更下則非直接觀察能及。然地質研究推知深入稍遠溫度必高。岩石厚度至多殆不過百里，比之全球半徑僅得百一。凡此岩殼謂之石圈 (Lithosphere)，或亦謂之地殼 (Earth Crust)。石圈之下直接難見，狀態如何僅憑推想。然此直接可見之氣水石三圈，惟氣水二者各處成分大致從同，而石圈成分則隨在而異。欲得平均之數目，須得多數之分析。從事於此者，如英國赫克 (Harker)，美國克賴克 (Clark) 華盛頓 (Washington) 諸氏。一九一六年克氏發表各類岩石之平均成分如下表。

岩石成分	岩石種類		頁岩	砂岩	石灰岩	石圍成分
	火成岩	頁岩				
(佔石圍成分之百分率)	95	4	0.75	0.25		
矽	59.83	58.10	78.33	5.19	59.77	
鋁	14.98	15.40	4.77	0.81	14.89	
鐵	2.65	4.03	1.07	0.54	2.69	
鐵	3.46	2.45	0.30	—	3.39	
鎂	3.81	2.44	1.16	7.89	3.74	
鈣	4.84	3.11	5.50	42.57	4.86	
鈉	3.36	1.30	0.45	0.05	3.25	
鉀	2.99	3.24	1.31	0.33	2.98	
氫	1.89	5.00	1.63	0.77	2.02	
磷	0.78	0.65	0.25	0.05	0.77	
銻	0.02	—	—	—	0.02	
炭	0.48	2.63	5.03	41.54	0.70	
磷	0.29	0.17	0.08	0.04	0.28	
硫	0.11	—	0.07	0.09	0.10	
硫	—	0.64	—	0.05	0.03	
氮	0.06	—	—	0.02	0.06	
氮	0.10	—	—	—	0.09	
鎳	0.10	0.05	0.05	—	0.09	
鎳	0.04	—	—	—	0.04	
錳	0.10	—	—	0.05	0.09	
鎳	0.025	—	—	—	0.025	
鉻	0.05	—	—	—	0.025	
鈳	0.025	—	—	—	0.025	
鋰	0.01	—	—	—	0.01	
炭	—	0.80	—	—	0.03	

觀上表有可注意之點如下：(一)各種元素中除鐵為常用金屬外，餘如銅鉛鋅錫汞等人類工業所習用不可少之金屬，在地殼成分中所佔分量微至不可表示。而金屬中一般想像以為少見者，如鎳鉻鎢鎢等，分量之多反遠過之。

(二)表中項目雖多至廿餘種，然在百分之一以上者實僅矽鋁鐵鎂鈣鈉鉀氫八元素之氯化物。計其總數，已達百分之九七零五九。其他各種在地殼成分中，不過佔百分之二零四一而已。

克氏之平均數屢經覆加研究，微有變更，然大數仍無以易。最近發表者為一九二〇年克賴克及華盛頓會同研究之結果。得自多數火成岩之平均數，加以體積比例之較正。水成岩最初皆出自火成岩，故即以此代表地殼平均之成分可也。各元素之百分率如下。

次 序	元 素	百 分 率	次 序	元 素	百 分 率
1	氫	46.43	14	氮	0.055
2	矽	27.77	15	硫	0.052
3	鋁	8.14	16	鎢	0.048
4	鐵	5.12	17	鎳	0.038
5	鈣	3.63	18	鉻	0.028
6	鈉	2.85	19	炭	0.027
7	鉀	2.60	20	鈳	0.021
8	鎂	2.09	21	鎳	0.019
9	鎳	0.629	22	錳	0.018
10	磷	0.130	23	錳	0.003
11	氫	0.127	24	銅	0.002
12	錳	0.096	25	鎢	0.001
13	氯	0.077			

此外各元素無確數可計，但克華二氏約略計定其次序如下。

次 序	元 素	次 序	元 素
26	鋅	36	鉬
27	鈷	37	銀
28	銻	38	鎢
29	銻	39	鉍
30	鉛	40	碲
31	碲	41	金
32	鐳	42	溴
33	錫	43	銻
34	汞	44	鉑
35	銻		

試以前項結果與化學週期表相比較，可得極明顯而頗出意外之關係。先列週期表如下然後再為說明。

類	行	零	一	二	三	四	五	六	七	八
	1		甲 乙							
	2	氣 4	鐵 7	錳 31	硫 11	炭 12	氣 14	氣 16	氣 19	
	3	風 20	銅 23	鐵 24.4	鉛 27	砂 28.3	磷 31	硫 32	氣 35.5	鐵 55.9
	4	氣 19.9	鉀 39.1	鈣 40.1	銅 45	磷 48.1	帆 51	鎳 59.1	錳 55	鈷 59
	5		銅 63.6	錳 65.4	鉛 70	鉍 72.5	砒 73	硒 79.2	溴 79.9	鍊 48.7
	6	氣 82.9	鐵 85.5	錳 87.6	鐵 88.7	錳 90.6	鉍 93.5	鉍 95		釘 101.7
	7		銀 107.9	錳 112.4	錳 115	錫 118.7	錳 120.2	碲 127.5	碘 126.9	鍊 103
	8	氣 130.2	鐵 132.9	鉍 137.4	銀 138.9	錳 140.3				鉍 106.5
	9									
	10						鉍 181	鉍 184		錳 191
	11		金 197.2	汞 200.6	鉛 204	鉛 207.1	鉍 181			鉍 193.1
	12			錳 226			鉍 232.5		錳 238.2	鉍 195.2

細觀此表及前述地殼成分有可注意之點如下：(一)造成地殼之主要元素不出第一至第八類第二至第四行，皆為原子量較輕之原質，大多數在五十以下。(二)如在週期表中作一曲線，如上表中粗線所示，可將各元素分為二部，第一部為造岩元素 (Petrogenic elements) 於普通岩石中見之，第二部為造鑛元素 (Metallogenic elements)，於金屬鑛床中見之。(三)造岩元素多成氫化物及矽酸鹽。造鑛元素至少在其原生狀態中，多成硫化物砒化物碲化物等。造岩元素中各金屬不成自然金屬，造鑛元素中則往往成游離狀態。以上各種分別，惟鐵類元素頗似兼屬二部，不易確定。

夫一定元素在他殼中分量之多少，與其原子量輕重，及其在週期表之位置，驟思之若無何等關係之必要，而細考之彼此關係之深切著明乃如此。謂為偶然，其孰信之。然其真實原因之所在。則迄尙未有 證公認之學說，下述說明其最近是者也。

金屬鑛床成鑛之深淺

在學理說明之先，茲再述從鑛床學研究所得關於地殼成分之結論，有足與前節所述互相發明者。主張其說者則法人特羅南氏 (De Launay) 是也。

就鑛床之研究，而惟定地球內外物質之分配，又分七層如下。

(一)原始空氣及空氣之外周 氫氮

(二)空氣 氫氮炭

(三) 矽酸鹽之石圍：矽鉛鎳鉀(鎳鎳) 鎳鈣(鎳鎳)

(四) 助鑛質 (Mineralisateur) 氮硫磷砷

(五) 深造分泌鑛質 (Ségrégations basiques de Profondeur) 鐵錳鉻鐵

(六) 與前項相近之近凝鑛質及脈鑛 (Gites de départ immédiat, Gites filoniens reliés aux ségrégations basiques) 鎳鉛銅

(七) 脈鑛 (Gites filoniens) 鋅鉛銀錫鉬鎢金汞銻銻

以上自三至七類之次序，皆自鑛床學研究而推定其來源之深淺，而此深淺之次序實與各元素原子量之次序頗有不謀而合之點。茲依原子量之約數列表如下。

(一) 氫(一) 氮(四)

(二) 炭(一二) 氮(一四) 氫(一六)

(三) 鈉(二三) 鎂(二四) 鋁(二七) 矽(二八)

(四) 磷(三一) 硫(三二) 氣(三五)

(五) 鐵(四八) 鈾(五一) 鉻(五二) 錳(五六) 鐵(五六)

(六) 鎳(五七) 鈷(五九) 銅(六四)

(七) 鋅(六五) 鉬(九六) 銀(一〇八) 錫(一一八) 鎢(二八四) 汞(二〇〇) 鉛(二〇七) 鉍(二〇八) 銻

(三二五) 鈾(二三九)

以上二表互相比較，即見大致相合。其不可避之結論，即原子量愈重者在地球之位置愈深，原子量愈輕者在地球之位置愈淺。此其上下輕重之關係，斷非偶然所能致矣。然細觀之亦有不相合之點，而又難得其原因。例如就地質關係言鈉鉀鎰同類，而就原子量言，則不相等。就地質關係言，硫硒碲相近，就原子量言則相去頗多。然有爲之解者，謂門德里夫氏(Mendeleef)嘗已發見此類原子量間之關係。例如 鈉原子量(23) || 鎰原子量(7) + 16 || 鉀原子量(39 - 16)

硒原子量(79) || 硫(32) + 47 || 碲(127) - 47

一似此同類元素間，互有整數之關係，而在地質位置中，有其一即可代表其餘者。以此爲說，則以上二表間之出入，或亦可得一部分之瞭解矣。

地球內部之成分

地殼以內地球之成分如何，從來無法以確定之。間接推論之根據如(一)石圈之比重爲二·七七，而地球全體之比重爲五·五五。以此推知內部之物質必較重。(二)地球磁性甚強，故內部似多鐵類金屬。(三)隕星多富鐵類金屬，故地球內部當亦如之。以上皆假定石圈與內部之差異，然此種差異決非突然而判，而必逐層遞變，內重外輕。約略計之至少可分爲三層。先有矽酸鹽之石圈，石圈下之岩漿成分又大抵酸性者居上，而鹽基性富鐵質者居下。復下則富於鐵鎳之帶，再下而深入內部者則爲各種

原質金屬質之所從出。

此項次序研究地球化學者如 Adams, Williamson, Washington 等皆承認之矣。愈深處之原質則上升至殼地也愈難，故吾人之得之也愈少。故知各原質位置深淺之次序，則其分量多少之故亦可瞭然矣。

美人亞婆脫氏(C. H. Abbot)嘗以分光鏡研究日球之物體並以分光鏡光線之顯隱，分別其原質在日球位置之淺深。因得結論謂最淺十質爲鈣鐵氫鈉鎂矽鋁鎳。造鐵元素則較深，如鉍銅鋅鎳銀錫及鉛等。此外鉑鎢銻汞則光線隱約微弱其位置當更深遠。凡此結論，雖與地球化學間有小節出入，然就大致而論，則輕者居上，重者居下之關係，更可互相印證矣。

原子量大者何以必深處，原子量小者何以必上浮，欲爲說明必先假定二則。一曰，當其上下分配之時，必各原質皆有流動浮沉之自由。二曰，當各原質移動自由各就位置時，必尚在游離狀態，未經化合。故原子量之輕重，獨能影響於其位置之深淺。由是推論，即可想像地球以前必有一時熱度奇高，一切化合皆不可能，原子游離自由移動。唯一節制厥在重力，於是輕者上升，重者沈降。迨熱度稍降，化合斯起，繼以凝固，乃成石殼。然在包藏之中者，熱度猶高受壓猶重，遇有機會時一發洩，吾人得之，卽曰鑛藏。而內部之所蘊，太初之歷史，亦於是略得窺測焉。

就今吾人所知原子量最重之原質，厥惟有放射性之銻類金屬。(卽週期表中，第十二行)地殼所

含份量最微之原質，亦惟此類。由是可知其在地球內部之深，亦當超過其他原質。或謂此類金屬原子量所以特大者，殆以深處地內。受壓最甚物質歛聚之故；以是一經上升，即行放射，以化成較小之原子。此說而信，則地球內部殆當極富於具放射性之物質，而磁性電性或於此可得一解歟？

言地球最初之成因者，現有二說：一曰星雲說 (Nebular Theory)，一曰星子說 (Planetesimal Theory)。後者較新，從者頗衆。然此篇結論如果不虛，則似星雲說勝矣。

(1) 北京高師博物雜誌第七號民國十三年

中國鑛產區域論 (1)

一 緒言

金屬鑛產地理上之分佈並非漫無規則，實有地質原因使之不得不然者。研究此項原因，不特能知某地鑛產如何生成（普通鑛床學所重者多屬此點），且能知其何以獨生於此地而不生於他地。是即對於鑛產不特求知其如何生成之塗術，且思進一步而求知其為何生成之原因也。在實用方面言之，鑛產區域之研究，於一地鑛物之富源能冀得其真解。既知其地地質狀態，則其地何種鑛產最為豐富，何種鑛產最少希望，均有可得而言之者。

近代此類研究，以法人特羅南氏 (De Launay) 最為著名；亦嘗以此種方法研究中國鑛產。惟特氏

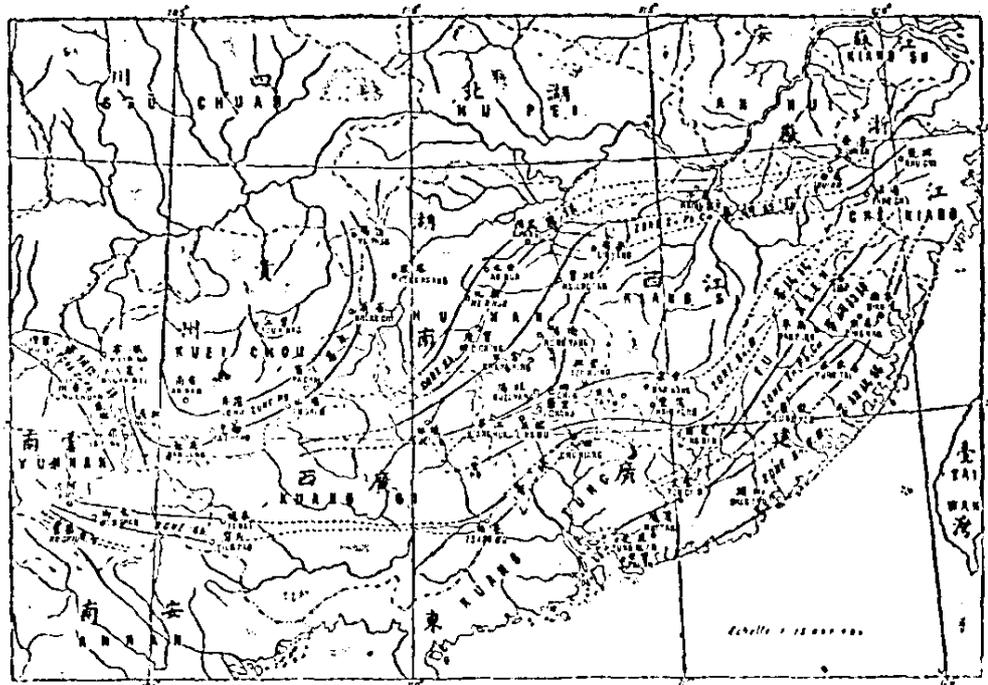
當時依據以得自法俄二國之調查爲多。法人偏重雲南，俄人多詳西北，其關於中國交通較便於經濟發展上較有關係之其他各部份，則材料較少，故其研究之結果亦覺不無遺憾。

中國地質調查所自設立以來，於鑛產地質特爲注意。所長丁文江君嘗有英文著作，於各鑛地質言其概要。最近余亦有『中國鑛產誌略』之作，紀述較悉。近以此類研究於法文爲最詳，嘗闡大要，述以法文。茲更譯爲是篇，海內同志有賜以教正者，爲深幸焉。

二 中國南部金屬鑛產之分帶

金屬鑛產分帶之學說，恐當以中國南部爲最合模範之實例。特羅南氏已嘗注意雲南錫鑛與花崗岩之關係，而未鑛所在則常離花崗岩爲最遠。然猶僅就一隅言之。今試推廣之於揚子江以南之各省，則見分佈規則愈加顯明。特羅南氏嘗謂金屬分佈可分爲錫，銅，鉛，鋅，汞諸帶；在中國則錫汞之間當更加一銻帶，銅，鉛，鋅三者則可合爲一帶惟銅鑛對於鉛鋅時呈有獨立之形勢耳。茲分帶述之：

錫帶。錫帶之中，尙有其他金屬如鎢鉬等。先就此帶之最顯明易見者言之：自廣西省東北賀縣起，至湖南南部及江西南部，花崗岩顯露極廣，綿連不絕，侵入於古生代地層之中，湖南南部殆無縣無錫，尤爲著名者如華南縣南之上五堡，錫石（卽酸化錫）卽生花崗岩之中，此村之東北及西北則花崗岩及其接觸之石灰岩風化所餘均成易採之錫鑛。臨武縣北之香花嶺尤爲著稱，其地有含白雲母之花崗岩侵入於假定爲泥盆紀之石灰岩中。錫石多生於石灰岩，伴生者有毒砂，黃鐵鑛，黃銅鑛，螢石諸



第一圖

鑛物，因岩石各部份所含鑛物種類多少之不同，往往致成層層包圍之構造。近年並於探盡已廢之錫鑛中發見錫鑛。湖南錫鑛產額之最多者，實爲郴縣之安源，有花崗岩侵入於石炭紀之石灰岩，錫石即產於其中，有毒砂螢石等伴生。有時並有方鉛鑛，但方鉛鑛與錫石之量常成反比例，此長則彼消，殆有定則，錫鑛最多之地爲郴縣，宜章資興三縣交界之瑤岡仙，有花崗岩侵入於石灰岩及石英岩二層之間，錫鐵鑛皆生於石英岩或花崗岩中之石英脈，要皆不離二岩之接觸帶，在石灰岩中者則殆絕無。由湖南往東入於贛南，則花崗岩之盛況如前，而錫

鑛漸失其重要，錫鑛乃佔最重要之位置，前數年以歐戰影響，錫價暴增，錫產之多最盛時年產達五千噸。今雖暫歇，鑛實甚多。大庾，上猶，南康，信豐，定南等縣莫不有之。自此復東。則爲贛閩二省間之武夷山脈，亦爲花崗岩地。古時亦稍產錫，今則無聞。以上所述諸地實連成一帶，大致作東東北至西西南走向。此帶之西北爲經過常寧，桂林間之銻鉛帶，又西北爲經過益陽，新化，安化，寶慶之錫帶，又西北則爲貴州之汞帶，後先相踵，分佈之規則井然不紊。

上述錫帶以西或西南，廣西及貴州省內花崗岩極稀，至雲南南部個舊附近始又見花崗岩侵入於石灰岩之中，而錫鑛亦隨之復見，產錫之多年達千噸，爲中國錫產冠。石灰岩之時代大致爲石炭紀，或謂爲三疊紀。與花崗岩接觸之處皆有錫石。或成細脈，或如浸染，如馬落甲是也。有時亦有在含電氣石之花崗岩中者，如賈石龍是也。含錫石灰岩風化之結果，成爲一種紅土，其中含錫雖不甚富，而因其性質疏鬆，易於採洗，故鑛業所資尤多出於此焉。與錫石伴生者時見黃鐵鑛，亦間有方鉛鑛，後者於錫鑛價值有損無益，因冶金上鉛錫二質不易分析故也。毒砂在湖南錫鑛所習見者至此乃絕稀，可見鑛床性質不無大同小異之處。

在湘贛二部錫帶之後者又有一帶，在於廣東及福建二省之沿海，花崗岩之發育視前尤甚。惠陽，紫金，東莞，寶安諸縣以及汕頭附近均有錫鑛或錫鐵，或二者並有。近年且曾發見銅鑛，尤以福建永泰，甯德二縣花崗岩中尤多含有輝鉬鑛之偉品花崗岩脈，浙江青田近時亦有發見。

故錫帶至少有二，一前一後。今擬以甲乙分別之。個舊一隅孤懸西南，果與甲帶遙應，抑與乙帶連續，頗難斷定。惟就錫帶之關係觀之，殆以遙接乙帶爲近。

錫帶內錫鑛爲聯生鑛物如前所述，按鑛床學理言鉬鉛等鑛亦爲常有之物。今鉬僅於乙帶中見之，錳則甲乙二帶均尙未發見有待探勘。

鋅鉛銅帶。此帶各金屬之分佈較少規則；其原因殆以此類鑛床生成離母岩較遠，故受各地圍岩構造之影響爲較易耳。鋅鉛二質常共生，然在大多數鑛地鋅量常過於鉛，則此與古代變質地層中之鉛多鋅少適相反矣。

今仍先自湖南述之：最爲有名之鋅鉛鑛殆莫過於常甯縣之水口山，就現在探採所及三百公尺深度中所得見者言之，有六或七個袋形鑛床，生於石炭紀石灰岩中，離閃長岩之接觸帶不遠。自1903年開採起至1916年止，共採出鉛鑛石七萬一千噸，鋅鑛石十八萬四千噸，鋅多於鉛概可見矣。其他鋅鉛鑛在瀏陽，湘潭，醴陵，衡山，衡陽，資興，桂陽，江華等各縣所在有之。廣西省內則桂林之鉛銀鑛尤爲著稱。故甲帶花崗岩地之前，鋅鉛帶之存在殆屬無可疑者。而銅鑛則頗爲缺乏。錫帶與鋅鉛帶之間雖有一部份互相重複，然獨立之存在究自甚顯。此帶向東如何延長，頗不明瞭。因安徽及江西之南部皆有古代變質地層佔地頗廣，岩石以千枚岩爲主要，此項地層原曾深陷，殆出花崗岩岩汁成鑛作用範圍之外，嗣因變動始升起，少見鑛質，殆以此故。自此復東，則一出變質區域又見鋅鉛帶綫，浙江湯

溪，諸譬等處鉛鑛及鋅鑛頗多，大抵與細粒斑狀之火成岩相關係，卽其例也。

乙帶花崗岩地之前，鋅鉛亦甚多，惟地質狀態尙難知其詳。閩浙兩省爲明末產銀最多之地。銀所從出不外方鉛鑛，而方鉛鑛所在大都兼有閃鋅鑛，惟古代於鋅往往不甚注意耳。以此可證乙帶之前鋅鉛帶之存在亦必非虛。

雲南一方面鋅鉛銅鑛最爲豐富。銅鑛之多，尤爲他處所少見。然其中有當分別論者：銅鑛之中有純附二疊紀後三疊紀前之輝綠玢岩而生者。玢岩層位既介於二疊三疊兩紀之間，銅鑛位置自亦隨之。在雲南東部構造錯亂褶斷甚多之地，礦床分佈不能不受其影響，惟銅鑛區域猶大致介在錫礦地及汞鑛地之間，差可稱爲未背分帶之規則耳。然雲南銅鑛之重要者實不在此，惟真自鑛液沉澱之鑛床其帶狀分佈乃更明顯。此帶包含四川之會理，貴州之威甯，雲南之東川，巧家，宣威，平彝，羅平等縣，大致走向近乎西北至東南。會理銅鑛多在斑糲岩與砂頁岩之接觸帶，如天寶山通安廠等處皆是其例。東川之銅年產約八百噸，產額之多爲全國冠。湯丹，因民，落雪，大水諸地，硫化銅鑛或爲磨盤，或如餅片，大抵生於石炭二疊紀之石灰岩中，殆以熱液與石灰岩起交換作用而成。其在茂麓鐵廠諸地者，則多爲變質地層中之碎散小脈，殆另成一類鑛床。東川縣東鑛山嶺地方鉛鋅二鑛均甚豐富，鑛石爲碳酸鉛及碳酸鋅，就淺探所及者，鋅鑛之量尤多於鉛。平彝與羅平之間爲卑浙廠鑛地，閃鋅鑛有成大塊者。

錫帶。此帶中火成岩較少，且與錫礦似無直接關係。最重要之中心點皆在益陽，安化，新化，寶慶一帶。新化之錫礦山名雖曰錫，實乃爲錫，鑛量之豐，冠於全國，卽在世界亦少其比。嘗就露頭估計，所含淨錫已達二百萬噸；加以深入地下之鑛儲量，殆可數倍。輝錫鑛產於一厚約五十公尺之石英砂岩層中，此層之上爲頁岩，又上爲含泥盆紀化石之石灰岩。含鑛地層位居既下，必有褶曲凸起而成背斜之地，上層侵蝕，下層乃露。鑛塊之大小甚不一致，有大至數百噸者，有小至不可見者。益陽之鑛則與此異，脈形整齊，延長至五百餘公尺，其寬度則自數公分至一公尺半不等。各處錫鑛大抵鑛石均極純淨，除石英外絕少伴生鑛物。沅陵錫鑛中屢有少量金質，錫鑛山曾稍見辰砂蹤跡，如是而已。自此帶以西以至貴州之銅仁，零星錫鑛爲數猶多。此帶以東則錫鑛極少。惟散見他省者如江西之星子，浙江之遂安，雖鑛量無多，而跡其位置，猶足見錫鑛之大致走向，尙約略與鋅鉛帶及錫帶相平行焉。

上述帶錫以外尙有一錫帶，似與乙帶花崗岩地相關係者。此帶經過廣東北部，曲江卽爲廣東最大錫鑛之所在。自此西延經蒼梧而入於廣西，中經間斷，至廣西西部奉議天保等處，錫鑛又見，西向而至雲南南部文山，阿迷二縣猶見錫鑛，頗有採者。此二錫帶，就方向言似遙遙相呼應，此長彼消，就位置言則一先一後，足證同類金屬之分帶，複見二次。

汞帶。汞殆貴州專有之金屬。除貴州及湘蜀二省沿近貴州之諸地外，殆絕無稍爲重要之汞鑛。假如有人在中國地圖上作一線，經過四川酉陽，湖南鳳凰，貴州之省溪，八寨獨山，羅斛，冊亨，南

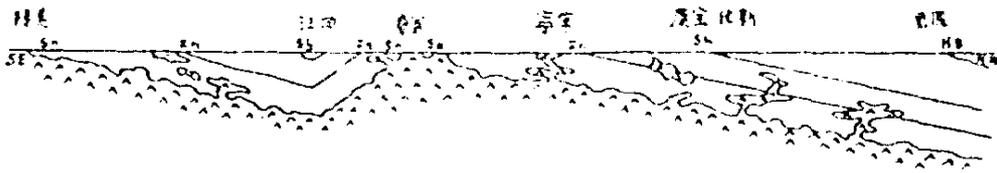
籠，興義等縣，則可繪成一曲綫，凹向西北，凡有汞鑛皆在其中。汞鑛之較爲重要者爲銅仁之大洞喇，省溪之萬山場，紫江之白馬洞，安南之南木廠，八寨之羊朗寨等處。汞之鑛物爲辰砂，次抵生於石灰岩中。石灰岩之時代大抵屬上部古生界，或竟屬三疊紀。鑛石成分多甚低，少有含汞達百分之五者。辰砂色紅，其含錒者則不甚透明，色亦較暗，常呈美麗之結晶及雙晶。自然汞不甚多見。又昔曾發見硒化汞鑛物一次。汞鑛中往往有瀝青質，是亦一特色也。貴州高原尙有大部爲侏羅紀含煤地層所覆，汞鑛多生於較古地層，從未聞有入於侏羅紀煤系者。

貴州地層大致構造似近盆狀向斜，中部爲中生界含煤地層；金屬鑛帶之形勢愈近向斜者亦愈受其構造之影響。錫帶最遠殆全獨立，鋅鉛帶猶未甚變，錒帶則在湖南已受一大折，趨近盆邊，一至汞帶，殆完全與盆邊相平行而與錫帶不一致矣。

由是可見中國南方金屬分佈綜分二系，系分數帶。自錫而鋅鉛銅，而錒，而汞，次序井然，不必先假定何種學理，而事實所在有不可掩者。今即以名花崗岩地者名此項帶系，爲甲乙二系：甲系較北，自錫至汞四帶皆全。乙系較南，汞帶未備，分佈次序亦似稍晦。

中國地質研究，方始萌芽，上舉諸省調查猶爲缺陷，以此不完全之知識遽欲依爲根據，轉下斷語，人人知其少當。然事實所在，必有原由，以理推之，不外二說：或係各帶金屬之沉澱，時期相距較遠，因時代之不同，故遠近之互異；或係大致同時沉澱，而因沉澱之處，離母岩之遠近，距地面之淺

深，各金屬各有定則，故能按次分佈。二說之中，必有一是。在中國則成鎊時代不出石炭紀與侏羅紀之間，以上所述已屢有證明。花崗岩侵入在石炭紀之後，汞鍍生成在侏羅紀之前，其他金屬當不出此範圍。以此為徵，自當採用後說。如從此說，則實際現象可以第二圖表明之。



第二圖

圖中之乙為今代地面與各金屬鍍帶相切。今更約計深度以明觀念；假定錫帶與汞帶帶面之間直交距離為四十公里，即約等於地殼全厚三分之一。（地殼厚度最近計算作為七十五英里，即一百二十公里。）既知各帶間之水平距離，則各帶之直交距離及各地花崗岩源之深淺可約計而得，列表如下：

系帶	地	水平距離	直交距離	帶面傾斜	
甲	錫—銻	益陽至常甯	二〇公里	二〇公里	〇度
甲	銻—鎳	常甯至寶慶	二〇	一一〇	〇度
甲	鎳—汞	新化至鳳凰	一七.五	一七.五	〇度
甲	錫—汞		四〇	四〇	〇度
			(假定)		〇度
乙	錫—鎳	惠陽至曲江	三二.五	三二.五	〇度

上表作法，先就各帶中選定最爲標準，而其相互距離又最與該帶走向之直交線相近之地點，量其水平距離，然後算其直交距離，使錫汞間之總數恰等於四十。如上所假定，甲系錫汞二帶間之水平距離量得爲 400，恰等於假定直交距離之十倍，殊覺巧合。又乙系惠陽至曲江之水平距離，恰等於甲系益陽至常甯及常甯至寶慶間距離之和數，是亦出於意料之外者。又因錫汞間直交距離之總數全出懸想，故其餘各數均少實在之價值；但理論上既假從此說，姑推論之如此耳。

抑吾人固明知花崗岩之接觸面甚不規則，故金屬各帶亦必不成爲理想的平面，且各金屬帶之間，亦決非界劃井然，毫無重複及替渡之處。由是而言，實際現象之複雜，決不如理想略圖之簡單，固無可疑。然因各帶傾斜大致甚小，故能使較近之直交距離，成爲極遠之水成距離，而各帶之區分不啻因之放大而更爲顯明。反之若傾斜急劇，則各帶之區分恐有不能如吾人所見之明瞭者。甲乙二系各部份之變化，其原因或在是歟。

三 石英閃長岩（即花崗閃長岩）之接觸變質

特羅南氏所稱罷那式 (Le type de Banat) 之接觸變質，在中國極爲發達。母岩大抵稍含石英，在顯微鏡下時能見之。正長石斜長石均有，多少無定。鐵鎂礦物爲角閃石及黑雲母。此類火成岩命名不一，花崗岩閃長岩正長岩等均有用者，似可總名之爲 *Granodiorite* 石英閃長岩，較爲統括，便於稱引。

石英閃長岩與水成岩接觸之處常起變質作用，圍岩爲石灰岩時大抵生接觸變質鑛物，如石榴子石綠簾石輝石以至風信子石維蘇佛石等。有時並有大塊磁鐵鑛或赤鐵鑛之生成，成爲重要鍊鐵之原料。中國鐵鑛石中質富而量足探者，殆莫過於此類鑛床。

接觸鑛物中尤以石榴子石最爲重要，各處殆均有之。惟多少無定：有鐵鑛無多而石榴子石甚富者，如河南武安之紅山，又有鐵鑛甚富而石榴子石不常見者，如湖北之大冶。凡接觸帶所生之石榴子石，就今所知。皆呈一種光學變性。外形雖如等軸晶系之十二面體或二十四面體，而光學性質則恰如十二個斜方晶系之小品集合而成。河南安徽浙江江蘇四省之標本皆曾見此性質，由是見此種光性與接觸變質有成因之關係，可卽此以推見其生成之狀態焉。

接觸鑛床地理上之分佈極不規則。最多之地爲自漢口以下之長江南岸，例如湖北之大冶鄂城，江西之瑞昌九江，安徽之銅陵，繁昌，當塗，江蘇之南京附近，皆有此數鑛床。何以上舉一帶此類鐵鑛鐘聚獨多，驟視似頗可異。然實際上此種鑛床並不限於長江下流之南岸：在江以北者如浦口附近六合縣內亦有同類鑛床，復北又見之於江蘇北部之利國驛，濟南東北之金嶺鎮，河南北部之紅山，即遠至吉林亦復有例可舉，土耳其斯坦，日本，西伯利亞亦均曾見有同類鑛床，由是可見其分佈範圍甚爲寬廣，亦並無一定規則可以確指。至長江下流所以較他處特富者，或以交通較便，探勘較周，因而發現較多，或以適有循江斷裂，使石英閃長岩易於侵入，於理似亦可通。有一事實足爲注意者，卽石英閃

長岩之接觸鑛床，在中國北部及中部雖極常見，然迄今尙未發見於中國南方金屬分帶之地是也。此項消極之結果，或僅因現在調查未周之故，然未始不出於各岩汁成分不同之原因。蓋石英閃長岩汁必含鐵極富，故往往有母岩並不甚大而接觸鐵鑛極爲重要者。在上節所述南方金屬分帶之地，則錫銻銻汞等鑛雖多而岩汁含鐵或不甚富，故確定之接觸鐵鑛至今無聞焉。如上說果與實際相符，則中國鑛產可以總分爲二大區域：在南者以花崗岩爲主，附生鐵以外諸金屬，在北部及中部者以石英閃長岩爲勝，附生鐵鑛。此說如確，殊足爲鑛床學中增一重要之新事實焉。

接觸鐵鑛生成之時代，或疑南北頗有不同，河南山東以及安徽江蘇之北部圍岩皆爲奧陶紀之石灰岩，長江南岸則皆爲石炭紀地層。由此似見侵入時代北古而南新。然在河南北部曾見鐵鑛母岩之石英閃長岩，大體雖在奧陶紀，而支脈則往往侵入於石炭紀，即此可證侵入時代實在石炭紀以後。更就各地此類岩石鑛床及鑛物性質之類以觀之，似可證明其生成時代無論南北，均在石炭紀以後。在此時代，各地岩汁挾其鐵質，皆有上昇之勢，隨所遇之岩層及應至之深度而侵入焉。

石英閃長岩所生之接觸鐵鑛，其位置初無一定。多數鑛床常適生於母岩及圍岩之間，亦有全在母岩或圍岩之內者，要亦去接觸面不遠。例如大冶鐵鑛大石門野雞坪之鑛全在石英閃長岩中，而體積較大之獅子山，象鼻山，及鐵門坎，則均在此火成岩與石灰岩之間。火成岩之接觸面傾斜緩急既不一律，加以各地侵蝕深淺亦有不同，故此類鑛床遂顯種種形狀。有幾成直立者如湖北之大冶，又有傾斜四

五十度者如山東之金嶺鎮，亦有近於水平者，則上覆之石灰岩一經爲侵蝕揭去，鐵鑛面積視若甚廣，而下質不繼，測鑛量者誤爲豐富，往往由此。

石英閃長岩所生之接觸鑛床除氧化鐵以外有時亦有硫化鑛物，例如黃銅鑛及黃鐵鑛。硫化銅鑛有時聚集一隅，成分較富，可資開採，故有數處鐵鑛均以一部份含銅，古時曾經開採，因而稱爲銅鑛，如安徽之銅官山等皆是。實則銅本無多，不特無益，且往往以含硫過多，而鐵鑛大減其價值焉。大冶鐵鑛開採已有多年，據歷年經驗，鑛石含硫之成數有愈深愈增之勢，此殆可視爲此類鑛床之通例。硫化鑛物與氧化鑛物原相共生，近在地面者以次生富集作用之結果，故鐵鑛成分特爲純淨焉。

硫化鑛物如再增多，則鐵鑛漸成爲銅鑛。湖北陽新縣內牛頭山，父子山，歐陽山等處銅鑛皆生於石灰岩及花崗岩之接觸帶，此所謂花崗岩未經專門研究，殆亦石英閃長岩之類耳。硫化鑛物與赤鐵鑛、磁鐵鑛等共生，接觸帶中並曾發見石榴子石、輝石、輝石、輝石等鑛物，足爲此類接觸變質之特徵。吉林延吉之天寶山盤石之石咀山殆亦屬於同類。石咀山已曾發見石榴子石，大寶山除黃銅鑛之外兼有方鉛鑛及閃鋅鑛，昔時且經以產銀著名一時。由是可見由純粹氧化鐵鑛而硫化銅鑛，乃至硫化鉛銀，其間逐漸替換，殆無定界，鑛質殊殊鑛床猶一也。

然有應聲明者，上述諸鐵鑛雖大抵性質已明，而銅鑛則研究尙未盡詳，將來檢察之結果當不免影響於學理之論斷。惟現今調查雖未甚周，而大致結果似已可得而言，此類接觸鑛床在中國鐵產中特佔

重要地位，言地質者所宜注意者也。

四。 古代變質地層中之鑛產

中國古代變質地層顯露之廣，閱全國地質圖者不難一覽而知。其中尤為重要之區域如蒙古高原，山東，及遼東半島均為自古生代以來未經海浸之台地。秦嶺山脈構造及歷史均較為複雜，所見變質岩石之一大部份或屬於古生界，然太古及元古地層分佈自亦甚廣。秦嶺以南皖贛南部及湖南之一部份亦有變質區域，尤以千枚岩為多，地質研究尙未甚詳。各區域中鑛產性質隨地而異。就大致立論，可先分為三大區如下。

蒙古高原山東遼東半島以及中國北部諸變質地。此區域中變質地層可分三大系：一曰太古界之舊片麻岩系。岩石為片麻岩及片麻花崗岩；各種侵入火成岩及偉晶花崗岩石英脈等極多，此即所謂泰山系者是也。二曰新片麻岩，岩石多呈繡狀構造；白色含長石英較多之部份，及黑綠色含角閃石或雲母較富之部份上下相間。地質構造亦較簡單，傾斜走向較有定則，火成岩亦略少。三曰五台系。其中又可分為數統，各不整一，大致下部以結晶片岩為最多。中部常有一大理岩層（其性質見後），上部則以綠泥片岩最為發達。以上三系原頗分明，惟以各地調查尙多簡略，故往往有新舊二片麻岩及下五台系三者不能確指者。

古代變質地層中最為常見之金屬厥惟黃金。太古片麻岩區域中之石英脈，殆無有不含金者；其地

鄉人輒以山中白石爲金鑛之苗，非盡無因也。除石英脈外片麻岩中或亦含金，俄國學者在阿穆爾一帶之研究似足證明此說。惟無論如何，合金成分爲數極微；普通金鑛每噸合金自三十公分至僅見痕跡，平均開採者約在五至十公分之間。中國自古迄今所恃爲產金之源者實在砂金，而不在綫金。惟砂金易採亦易盡，鑛業歷史約略可指。古時產金多在內地，前清之際內蒙金鑛始見重於時，熱河尤爲重要。同光之間，滿洲金鑛又繼武而起，其間繁衰又自南而北，隨採隨移；先採者爲時稍久，溝老砂殘，屆苗採金者乃復棄而之他。最後開發之地爲黑龍江及外蒙，庫倫以北諸地，迄今產金猶鉅，然盛極而衰，爲期當亦不遠矣。

砂金之多似足預兆綫金之富，將來鑛業趨重綫金，殆亦勢所必至。然就地文學上觀察之，似亦有不適過於樂觀者。古代變質區域大抵侵蝕尙未甚深，是以風化帶入地較淺，次生富集作用限於浮淺之地；開採綫金之經驗大抵入地二三百尺卽見金量驟減，職此故也。

奉天南部，直隸東北，變質地層中特富鐵鑛。其時代當屬太古界之上部或元古界之下部。本溪，遼陽，海城，瀋縣等皆有此類鑛床，赤鐵鑛或磁鐵鑛與石英相雜成一特層，位於一雲母片岩之上，石英岩之下，此石英岩有時已爲侵蝕作用揭去。鐵鑛含鐵並不甚多，大致在百分三十至四十五之間。除上述各地外，他處尙未見有重要同類鑛床。

銅鉛鋅鑛則分佈較廣，硫化銅鑛時於片麻岩或結晶片岩中，成細脈或浸染鑛床。山西西南，湖北

西北，以及陝西南部之銅鑛，大抵皆屬此類。平均成分多不甚高，如能鑛量較富亦足重也。山東曾見鑛錳物與銅共生，僅爲偶見之鑛物而已。

片麻岩中時見方鉛鑛及閃錳鑛鑛脈，以石英螢石方解石及重晶石爲伴生鑛物。此類鑛脈大抵形體不甚整齊，量亦不多。就大致而言；鉛多於錳，與南方諸省之錳多於鉛者適相反對。

中國北方初發見鑛鑛者爲直隸省之遷安及撫寧。作者曾于七年及九年二至其地。含錳鑛物有錳鐵（錳鑛及錳鐵鑛（不含錳者）二種。含鑛之脈亦有二式：第一式石英脈中錳鐵錳鑛與氣成鑛物共生，如螢石電氣石等。第二式中錳鐵鑛與重晶石共生，多少殆相等，結晶先後亦相若，石英之量反相形見細。此式僅於遷安鷄冠山見之。錳鐵鑛與重晶石之共生似屬創見，殆爲熱液沉澱之徵。圍岩時代亦有分別，第一式錳鑛生於片麻岩中，第二式則生於一種千枚岩中。此數處鑛床及鑛物研究雖多興味，於鑛業開採則價值無多，蓋量太少也。

鉬鑛惟泰山片麻岩中曾略見蹤跡，偶見而已，無足稱鑛者。

五台系之上鑛質極富，此事實似爲從前地質研究之所忽，而今所證明無疑者。若蛇紋石（纖維狀者成爲石綿），滑石，陽起石，綠泥石，皆爲含鑛甚富之鑛物。生於同地者並有苦土石，大抵結晶如大理岩，層位頗有一定。直隸西部山西各處以及河南省內均有之，從前僅知其爲大理岩而不知其含鑛也。奉天蓋平，海城一帶近年始見開採。日本地質學家嘗以爲奧陶紀白雲石灰岩聚鑛較富之特別部

份，實則此項地層屬於五台系，而所謂白雲石石灰岩者實絕少白雲石在內也。

秦嶺山脈。秦嶺山脈在中國地質上佔極重要之位置，自元古界以至石炭二疊紀，南北地質不同均以此山爲界。此山脈之大部份，至少山之北部，地質當與上節所述大致近似，惟調查未周，地層鑛產尙少記載。自河南以東山勢漸低，然在蘇，皖北部猶爲江淮之分水。蘇北東海縣內近時發見燐灰石，殊有希望，燐灰石之成因大抵當由石灰岩變質而成，此石灰岩位於片麻岩之上，結晶片岩之下，位次頗覺井然。此外湖北鄂縣有綠松石（亦名土耳其玉），想亦出於變質岩中。

長江以南諸變質區域。江西鄱陽湖有一變質區域，範圍甚廣，東向更推拓至安徽南部，西向似漸緊縮，延長入於湖南最普通之岩石爲千枚岩，有時夾有石英岩層；地質時代尙不甚確定，觀其變質狀態當屬於元古界（按此系現知爲志留或泥盆紀），此區域內往往有金，然成分極微。景德鎮磁業原料之高嶺土產地似皆在此區域中，其地質情形則尙不甚明瞭。

湖南洞庭湖西亦有一變質區域；桃源產金，慈利及石門產砒（雌黃及雄黃）。

此外尙有其他變質區域，惟地質鑛產均所知不詳，姑從略焉。

五。鑛產時代

一地鑛產生成之歷史，與其地地質構造及火成岩發動之歷史，有密切關係。後者研究未詳而欲先知前者，殆無可望。然即就現在所知，重要事實亦有可得而言者。

中國鑛產生成最重要之時期似可分爲二代：第一代在前元古界之末而寒武紀之前，中國各地岩石中之金鑛多成於此時。太古石英脈之無金者與寒武紀後石英脈之多金者，殆同一少見。古代變質岩中之錳鑛銅鑛以及浸染狀之銅鑛，皆爲本時代之鑛產。北方之含錳鑛物，南方之磷酸鹽類，殆亦於本時代內生成。抑更有進者，寒武紀以前，時期悠久，殆難意計；茲之所簡括爲一時代者，實際當包括數時代。至少太古與元古之間亦有分別。例如金鑛在太古界爲尤多，錳鋇二質亦似爲太古界之鑛產。

第二成鑛時代在古生界之末至侏羅紀之初。此時代內重要火成岩之侵入及噴出亦極盛大，多數火成岩侵入時代均可確證其於是時侵入。南方諸省金屬分帶之地，其成鑛時代皆在石炭紀之後侏羅紀之前，前已詳論。北部及中部石英閃長岩接觸變質皆在石炭紀之後，亦已確有證明。除此二種成鑛現象之外，似尚有一種關係較小而時代相同者，如北部古生界中所見零星鉛鋅銅等鑛，卽古代變質岩中之鉛鋅鑛，是否全無第二時代加入之鑛，亦屬疑問，蓋同一區域內如果有二次成鑛現象，時代不同而鑛床相似，則今日僅見重複之結果，殊未易盡爲成因之分析也。

除上言二大時代外，或尙可加一關係較小之第三時代。上侏羅紀之末各地火成岩又頗活動，直隸會見有少量銅鑛，與安山岩相關係。浙江，福建，廣東等省斑狀岩石分佈甚廣，其中鉛鋅銅鑛亦屢有所聞；其火成母岩究爲侏羅紀以前所侵入而屬於分帶金屬之系統，抑爲較新較淺之岩石，均以觀察未詳，不易懸定。且此類岩石，調查地質者不遑細別，概以斑岩名之，於鑛產研究更少標準，良爲可惜。

。然無論此第三成礦時代是否存在，即或有之，亦必以侵蝕尚淺，礦床猶少出露，其於現代礦產不能
有重要關係，概可知也。

(1)地質彙報第二號民國九年又見科學第六卷第六期。關於此篇詳細材料可參考拙作中國礦產誌略。

(2)當著此篇時，所知鉬礦祇有永泰一處，鉍礦尚未聞知。現在則江西南部鉬礦產額已超過永泰，而鉍礦更于錫礦帶內，所
在多有，可見當時理論今已一一證實矣。民國十八年二月加註

中國金屬礦床生成之時代 (1)

自從我作中國礦產區域論以後，數年以來對於中國金屬礦床尚少詳細研究之新工作，其原因在乎
(一)礦產區域交通不便地方不靖，(二)調查礦產者不甚注意於學理問題，而調查地質者又不甚注意
於礦床問題，(三)或有若干研究工作尚未整理出版。既無新鮮根據再加推論恐非必要，且易錯誤。
但是近數年來各省地質研究略有進步，對於構造史之造山期及火成岩活動期所知較詳較確，從此推論
對於金屬礦床生成的時代亦可略有進步。不妨懸揣若干結論以待將來發見之事實來證明，修改或竟推
翻。

震旦紀前之礦床生成

照葛利普先生之定義震旦紀為南口石灰岩及其下石英岩所代表之時代，在此時代前各處所見地層

莫不已受變質。震旦紀之地層在綏遠甘肅湖北江西以及四川雲南間近來皆已發見，所以此地層真如葛利普先生嘉名所象，不但是李希霍芬的南口，貝雷維理士的溱沱，而確成爲中國的矣。震旦紀以前變質地層內之礦產可以大概列舉如下。

金 中國爲多金少銀之國，金從何來，甚爲有味問題。據我所知惟一重要的來源乃出於太古界的片麻岩系，即所謂泰山複雜層者是。我的證據是山東泰山山脈所到之處莫不多少產金。黑龍江向有金國之名，雖所採皆爲砂金不知來自何層，但我總覺得泰山系在黑龍江分布甚廣，金之來源當不外此。據哈爾濱深知北滿礦產情形之阿也耳特及慕爾章斯基二位俄國專家口告，曾有人見出於中生代地層之金礦，我總覺不甚深信。而且又有一說，在朝陽北票地方，後有震旦紀石灰岩，前有白堊紀火山岩，中爲侏羅紀煤系，理應毫無金礦矣，乃確有一砂金溝，溝中又確曾產金，細加考察原來白堊紀地層之下部有一礫岩層，有時礫大如屋爲太古界花崗片麻岩所成，此岩風化沖積乃成砂金。黑龍江偶有中生代之金或亦當作如是觀。北平最近之昌平金礦有二種花崗岩，一有金脈而一無之，當然是屬於不同時代，一古一新迥然不同。外蒙古庫倫以北之金就今所知亦屬於太古界。可見中國金礦後代者未嘗沒有特別是在南方，但產量最多者當以太古代者稱首。

鉬 泰山系偉晶花崗岩脈中有少量輝鉬礦我曾在泰山親見之，以後未再發見，因量少不易引人注意，且調查地質者一見泰山系輒以爲是固素識不屑細觀也。然安知不偶有可採之處。

銅—鎳 山東歷城縣泰山系中曾發見含鎳之銅礦，詳情不明。其他銅礦多為黃銅礦一類，泰山系中時或見之，然量皆不豐。

鎢 河北遷安撫寧二縣五台系中有石英脈及重晶石脈皆有鎢鐵礦。此礦亦他處或者有之，非子細調查，鄉人不能認識。

鐵 震旦紀前變質地層中之鐵礦為中國鐵礦之最富者，遼寧河北熱河三省均有，報告已詳，不必贅述。

鉛—錫—銅 太古界或五台系中之鉛銀銅等礦脈，生於震旦紀前，或係以後各期成礦時代所加入，不易分別。然細細考求或亦不無鑒定之法。

總之震旦紀前變質地層礦物學搜求尚有許多發見可能。例如河北平山前曾發見許多銅玉，近來我們又從山西渾源得了幾個極完全美麗之黃玉結晶，此外必尚有許多有趣礦物，願以後調查地質者於變質地層勿輕輕忽過，地層上岩石上及礦床上均有許多問題可供研究，細心探求總有成績的報償。

古生代之礦床生成

古生代末中國是否有重要造山運動，真是近年中國地質中之一怪問題。照向來說法海西寧期（即古生代末）造山運動是極重要的一期。維理士已經詫異未曾實見，我會以為中國東部並無此期山脈，中國西部則李希霍芬洛采及俄勃洛索夫等既均言之鑿鑿或當有之。近來趙亞曾先生等在陝西甘肅間詳

細調查又已證明秦嶺山脈及以南實並無顯著的海西寧造山運動，然則李希霍芬以次諸人之考察殆未免爲歐洲成見所囿而致誤歟。同時趙亞曾先生又證明有客利多寧期（卽古生代中）造山運動在西部甚爲明顯，在東部則減輕爲造陸運動。此結論丁文江先生在廣西亦曾見到，但丁先生又謂海西寧期在廣西亦確是存在，並信廣東北部如果李希霍芬觀察可信亦可有之。故照現在所知者言之，客利多寧期在中國西部有重要造山運動至東部則只有造陸運動，海西寧期在西南或極南部有造山運動此外亦止有造陸運動。與客利多寧期地殼運動有關之礦產生成至今尙未有確證，此其原因或爲此期運動之重要以前過於忽畧未甚注意，或爲運動範圍略小火成岩活動不多故礦產生成之現象亦不著。至於海西寧期之運動對於金屬礦產之生成則現在已知確有關係，可以舉例爲證。

銅 雲南東部有二疊紀之玄武岩岩流，其岩石成分實近輝綠岩一類，其中時有含銅礦物更因風化而成爲自然銅，頗曾見稱一時。此類銅礦既然常在岩流之內，自當與此岩流有關，而確爲中生代末之礦床。但此類礦床他省未見其例。

鉛—鋅—銀—銅 古生代地層內時有鉛鋅銅之鑛脈，現知之地已不少，但皆脈小量微。此類礦床爲古生代末所生成乎，抑爲較晚時代所加入乎，甚難確定，亦未經有人特爲注意分別。

中生代至新生代之礦床生成

由近數年之調查研究，已證明至少在中國東部中生代之造山運動甚爲重要。現在所見之陰山秦嶺

等大山脈均受中生代後半期之褶曲。此時代謂之海西寧已太遲，謂之喜馬拉耶引則太早，故我嘗創立一名謂之燕山期。更加考察又知燕山期內容又可分為二段，前段在侏羅紀之末與坎拿大之侏羅山 (Jurasside) 期相當，後段在白堊紀與北美西部之拉拉埋 (Tannu-ida) 期相當。在此二段之間又有一重要的火成岩活動時期。火成岩之歷史大要可分為三段。最早為安山岩一類中性岩石的噴出，次之為粗面岩或流紋岩一類酸性岩石之噴出及侵入，又次為花崗岩或正長岩或閃長岩類之侵入。此一類歷史德日進先生在熱河巴爾博先生在張家口王恒升先生在宣化涿鹿及北平西山，均有詳細闡明，在南方亦大致相同。此項造山運動尤其是其連帶之火成岩活動當然與礦床生成甚有影響，故研究礦床學者應該特別注意。而且以上所說中國燕山期構造史及火成岩史之發明，與近五六年來日本加藤武夫先生等研究日本朝鮮的結論不謀而合大致相同，有許多花崗岩或花崗閃長岩從前以為甚古者，彼等現在皆認為甚新，甚且謂多數花崗岩及花崗閃長岩皆係中生代之產物。

火山岩與鑛產之關係當然較少，但有時亦有關係，例如黑龍江熱河浙江中生代之流紋岩內皆有細小螢石脈，安徽浙江之流紋岩可提取明礬。亦有金屬者，例如平西齋堂安山岩內就有若干銅鑛，桑乾河谷中流紋岩內曾發見少量水銀鑛。但重要金屬鑛床究與侵入岩最有關係，重要實例如下。

鐵 北部及中部之接觸變質鐵鑛最有名者如湖北之大冶安徽之桃冲山東之金嶺鎮皆在燕山期花崗岩侵入與被侵入之古生代石灰岩或其他火成岩之接觸帶中。火成岩之性質有時為花崗岩有時為正長

岩更有時爲閃長岩，因受圍岩成分之影響而時有變化，但終不出此諸類。嚴密言之，鐵鑛床之生成或當稍後於火成岩之侵入，而爲其剩餘岩汁中所出之溶液帶來。但此分別並不長遠，終而言之不能脫火成岩侵入之直接關係。

銅 同類接觸變質鑛床中磁鐵床外有時兼有黃銅鑛及其共生諸銅鑛，有時硫化銅鑛反較多例如湖北陽新大冶之間最可作爲此類鑛床模範區域，許多銅鑛及鐵鑛皆生於幾塊侵入閃長岩體之接觸邊上。

以上所說同類火成岩及鑛床日本朝鮮亦均有之，日本學者已共認爲侏羅紀以後之產物，與我輩在中國所稱爲燕山期者結論正同。

但有一重要問題爲我在中國鑛產區域論內已經指出而未能解決者，即是中國南部有帶狀金屬鑛床之區域二，其中與花崗岩直接有關者爲錫鑛鉍銅等鑛，而接觸鐵鑛則甚不多見。此類花崗岩之時代在江西湖南等省均尙調查未詳只能知其後于古生代，究後若干並無確證。但依理推論至少當與燕山期同時，而其附屬鑛質之所以不同者，我第一次說明假定爲岩汁成分之同時異地之差異，北富銅鐵而南富錫鑛。第二次說明則以爲因生成時代之先後故有金屬性質之區別，北部及中部之銅鐵爲中生代之產物，南部之錫鑛及其附帶諸鑛則爲新生代初期之產物。但我的意中當然止有侵入先後之差別，並無地質時代之絕對證據。如欲得進一步之確定，可以坎拿大地質學者勃洛克及斯各裴爾特諸先生研究香港地

質之結果作爲比較。

香港地層惟下侏羅紀確有化石證明，有假定爲上侏羅紀之火山岩流等不整合的覆蔽其上。此情形頗與中國燕山期所生之構造相合。以上諸層皆爲戴搭木 (Taitama) 花崗岩所侵入，此花崗岩之時代勃洛克先生等以爲頗與坎拿大之侏羅山期相當，亦即與中國之燕山期第一段相當。但在香港又另有一花崗岩則稱爲香港花崗岩，更侵入於戴搭木花崗岩之後，並與錫鎢銅等礦床生成有關。此香港花崗岩英國學者現假定爲成於坎拿大之拉拉埋期，換言之即與中國燕山期第二段相當。如果此說不誤則可以此反證中國鎳產區域，或即可謂中國北部及中部發生銅鐵接觸鎳之花崗閃長岩相當於戴搭木花崗岩，而中國南部發生錫鎢銅鉍之花崗岩則相當於香港花崗岩，二者皆屬於燕山期而稍有先後之別。如此比較似甚恰當。但香港花崗岩，即推廣言之稱爲南方金屬鎳花崗岩，究爲白堊紀如坎拿大諸學者所假定，抑爲第三紀初期如我第二次說明時所懸擬，二說孰是仍至今尚無確證。在我現在想像頗以爲二期花崗岩皆有較新之可能，即戴搭木花崗岩或當爲燕山期第二段而香港花崗岩則屬於第三紀之初期。此種假定固不取說有何證明，而使我作此假定者則有下列理由。

從中國北部及中部實地考察之結果皆見花崗岩侵入係在流紋岩之後，即中生代火山噴發將告終息之時，此時實近燕山期第二段而非第一段。即戴搭木花崗岩之侵入亦在香港火山岩噴出之後，其關係亦正同。如照我輩現在北方之說法，香港之太摩山 (Tai Mo Shan) 火山岩層約相當於平西之鬚髻山

，其下之不整合爲侏羅山期而其上乃爲拉拉埋期。如此比較則戴搭木花崗岩應屬拉拉埋期，香港花崗岩應入第三紀矣。此照中國現在引用之說法實當如此而施之香港亦並不見何扞格者也。

更有一比較積極之理由，則照我鑛產區域說至今猶認爲不錯者，南方花崗岩直接相關者固爲錫鎢銅銻四鑛，而間接相關者尙有銅銻鉛帶銻帶及汞帶。其中銅銻鉛諸鑛因同鑛質而異成因或異時代之鑛床太多，故致種類不清，區域易淆，因而有人懷疑我之鑛帶學說不甚可靠。但如除去異成因或異時代之鑛外，鑛帶原則固仍屹然存在不能動搖，而銻汞二帶因成因時代較爲簡單固自尤爲清晰。總之山鎢錫而銻汞因深淺而別遠近，其爲同一成鑛時代同一岩汁迸出之產物似甚少可疑之餘地。照世界汞鑛成例如西班牙如克利福尼亞等皆與第三紀之造山運動有關，中國鑛帶既如此完備或亦不外此例也。

從以上討論感覺實地觀察之尙甚缺乏。現在所最需要觀察者有下列諸點。(一)中生代火山岩之詳細層次及其相與先後水成岩中化石(特別是植物化石)之鑒定。(二)中生代花崗岩已知有侵入安山岩者，但與流紋岩是同時，抑更後，抑二者均有。(三)二期花崗岩岩石的性質及其化學成分是否有一定之分別可作爲辨別之標準。(四)南方諸省中最好能找到類似香港情形中生代地質較爲完全而有火成岩及金屬鑛床關係可見之地則亟須詳求化石並考察岩石間之關係以確定其時代。

(1) 北大自然科學季刊第一卷第二號民國十九年

地質學在鑛業上之應用 (1)

一

吾國科學研究方始萌芽，對於科學之效用，宣傳者不免言之過甚，徒成空談；而實行家又不肯細心體會，不但對於科學研究實心提倡者不數數觀，即對於現成知識能為利用者亦殊少見；學與用兩不相謀，良可惜也。

地質知識對於鑛業上可以應用之處計有多端，而地層時代及岩石性質之認識實其初步。若並此不知，則冤枉之失敗往往難免。

就余個人所見聞者言之，嘗於民國七八年間至直隸易州車站附近，見有某公司在彼處開鑿大井，計畫頗大，詢之照料工程者謂該公司資本百餘萬，已用一二十萬，開井地點係由英國鑛師在中國久有經驗者所指定；據言其地煤苗與開灤酷似，希望甚大煤層不久可見云云。實則其地地層為元古代之南口系，所謂煤苗者係南口石灰岩中所夾之黑色頁岩，其中炭質誠有一些，但要開煤鑛實無希望，與開灤之石炭紀煤系尤風馬牛不相涉。其間區別在稍知北方地質者不需半日之功，即可確定無疑，但只認識煤苗不知地層時代者則每每致誤。京兆三河邦均附近之煤鑛亦同此例。見黑頁岩即認為煤苗而不知此項地層時代太早，最多不過偶爾有數寸厚之合煤頁岩，實不足以稱真正煤層，更不足以辦大規模煤

鑛，可斷言也。在此時代之地層內開採煤鑛者只有俄國松鳴地方，然亦不過薄層多灰之無煙煤而已，決不足大規模開採。在此地層內冒險探煤，大可不必，與石炭紀併爲一談，尤爲不當也。

鑛業上之錯誤尙有更出意外者；有一次在山東膠州間人言在南鄉數十里地方新發見煤鑛已有人招股開採。當時即以該處地質大略早有所知，發見煤鑛，頗出意外。後乃知彼輩所謂煤鑛者乃是黑曜石（黑色玻璃質之一種火山岩）之誤。蓋黑曜石亮而有光，斷面呈介殼狀，頗似鏡面紅煤。更可笑者當時竟有人謂確可燃燒，深信爲煤，蓋以黑曜石投於火中，其中水份燒失，岩石爆裂，竟有如西山硬煤之入火炸響也。此種錯誤稍有岩石學知識即可避免，可不待言，在大鑛中究尙不至如此。

近來往京西各處閒遊，在隆恩寺之西，三家店之東北，見已開大井一口，深至三百二十餘尺，檢視井中所出石樣，上面數十尺尙有略近變質頁岩者，稍深即純爲顯然火成之輝綠岩，一直到底全是此物。輝綠岩中當然不能有煤鑛；即使上面有一小部份屬於煤系頁岩，但有大塊輝綠岩橫衝其間，煤層當然無望。實則此種情形在民國八年農商部地質調查所出版之北京西山地質圖上已表示甚爲明白，稍一參考，便可免虛擲數萬元之資本。即謂地質圖有時不免錯誤，認爲有望不妨一試，意亦未可厚非；但掘至十丈下已見確實無疑之輝綠岩，直到二十餘丈仍於此物，如此至少已經可以充份證明地質圖並不錯誤，何以一往直前到三百餘尺仍是此物猶尙不肯歇手？由此可見粗淺之地質知識便可避免許多不必要之錯誤。今者聞尙有人在石府村高井兒之間爭領鑛區，按照我們地質圖說，恐所得亦盡是輝綠岩

毫無煤層，即鑽探亦不甚值得。此種太非必要之錯誤在會學地質學者聞之或未免引以為異，實則亦大可原諒，蓋西山輝綠岩性質變化甚多，粗看有時大似水成岩，難免有人誤為黑色頁岩，因即以爲煤苗；而且有時因斷層關係，竟在岩縫內生有灰色粘土，當然有人當作于子，亦是一種苗線，竟成一種天然欺人之局。此種情形爲他處所罕見，專靠實地經驗者，有時致誤，毫不足怪。

老法經驗家之看煤鑛大抵不外二種標準，一看煤層之脈線，即從確有煤層之地察其走向傾斜推想其延長之處。二看附近煤層之岩石之苗露，如黑頁岩，如于子土，如鬆砂岩，皆北方看煤鑛者所注意之物，此其根據實甚合於科學的原則。學地質者走到生地僅爲短時期之大略觀察，所得結論往往尙不如久在其地之經驗家所知之詳確，此亦理之自然無可怪者。但經驗所及合於此者未必兼合於彼，遷地勿良往往而然，凡知其然而不知其所以然者，一出其素常範圍，即覺茫然失據。若用科學的方法詳細研究，當然有許多經驗家所不能解決之問題，可以不費大力，斷定無疑。

二

以上僅據見聞所及說明應用地質學的知識可以消極的避免極粗淺之錯誤，不必要之損失。今從積極的方面言之，地質學應用往往能發見重要之鑛產，推察有望之鑛床。

就今所知北方鐵鑛之最佳者莫過於龍煙，龍者指龍關，煙者指宣化之烟筒山。龍關發見在前，按照龍關地質因知南口系石英岩及石灰岩之間往往夾有輓狀鐵鑛，循露頭近行，便發見烟筒山之鑛。又

在太行山脈中同地層內探尋，果又得井陘一帶之鑛。反之在山東各處此地層不甚發育，同類鐵鑛當然亦無甚可望。

地質研究有時能探到意想不到的鑛床，例如山奧陶紀石灰岩而石炭紀煤系而二疊紀砂頁岩，由古而新即由下而上，此為稍學地質學者所熟知之北方普通層序，即土法開鑛之經驗家亦知之甚悉。因此凡見二疊紀之砂頁岩者便知其下之必有煤系；凡見奧陶紀石灰岩者便謂其下之決無煤層；此乃常理百不爽一。但在地層受擠逼較烈之處有時能有一種反層（又稱逆掩斷層），將較古地層推移於較新者之上，使其次序顛倒。如此則奧陶紀石灰岩之下又未始不可有煤。證明此例者莫善於江蘇蕭縣之白土寨煤鑛。在此煤田內從鑽探之結果現已證明石灰岩之下尚有煤系保存，（見劉李辰江蘇地質誌）適如從前地質研究之所預料。從同類研究，即從構造地質而推察次序顛倒之地層，在法國北部及比國南部亦曾發見從前意想不到極重要之深藏煤田，實為地質研究應用之明效大驗。惟此類研究乃應用比較的深一層之地質研究，非有真實學問及經驗者往往不能集事。

三

應用地質學以研究鑛床者錯誤之處亦誠屢見。錯誤原因可分二類：一類係墨守成說不知變通之錯誤；又一類在乎不及詳細研究鑛床成因及狀態，看得過為簡單。前數年歐洲戰爭期內鐵價飛漲，中國欲辦鐵鑛者甚多，其間以鑛床研究之錯誤而致受損失者亦頗不少。例如江蘇安徽之鐵鑛，初次研究時

往往估計鑛量爲數過多，嗣後探採結果不符初望，進行過速者不免損失。此項錯誤歐美日本之鑛師以及中國專門家均嘗蹈之。錯誤之原因一方面在乎資本家進行過速；因一二鑛師勿違觀察即依爲根據，甚且並無正式報告，得之傳聞遽行開採。不知鑛量估計爲事至難，匆促一看，或且並未專促注意，其所記述或僅憑一時感想並未有對人負責之意思，此類報告用之者原應格外審慎。然地質報告原以供人利用，凡所記述不可不切實聲明，知之爲知之，不知爲不知，此爲科學研究根本精神，不可過於輕率強充專門。如研究不全強以爲知，倘有錯誤，正不可以未經詳查自寬其責也。

又一方面則純在乎看鑛者理論過爲簡單，蓋中國現採鐵鑛以接觸變質一類最爲重要，大冶鐵鑛尤爲此中巨擘，因此凡見大略相似之鑛便相提並論，名爲接觸鑛床；復因此即謂凡是此類閃長岩與水成岩接觸之處皆爲鐵鑛所在；更因此一見鑛石露頭便從頂到底統括在內，作爲高度，將長寬高及比重四者一乘，即作爲儲量。當時中外看鑛者大多數皆如此作法。

後來詳細研究之後，始知以上設想皆不可靠。即如安徽南部之鑛從前統謂之接觸鑛床，據近來研究始知有真正接觸變質者；有爲高溫度中所成之鑛脈者；有爲高溫度中交代作用所成者；有純粹交代鑛床毫無變質作用者；又有低溫度中充填或交代而成者；成因大不相同。從前亦非毫未想到，不過以爲此種成因分別純係學理研究，於實用無大關係，不必費事。不知成因不同則鑛床形式，共生鑛物，以及深度變化等種種情形均隨之而異，以根本不同之鑛床而強爲一談，概用同一方法估計鑛量，不

合實際自在意中。此學理應用最好之實例也。

即使同爲接觸變質鑛床亦萬不可一律概論謂有接觸卽有鐵鑛，而鐵鑛構造又隨各處地質構造而異。大冶鐵鑛幾乎垂直插入，金嶺鎮鐵鑛斜入石灰岩下約成半個直角，紅山鐵鑛止蓋在山之上部並不向下深入。如果不管此種分別，自頂到底籠統計算，當然不免錯誤，此理至明無待贅說。

是故經驗所示看鑛間有錯誤者並非學理之不可應用，乃在應用者有時過於輕視學理。蓋地質學之應用必須隨事隨地求知其所以然，而後乃能知其當然；切不可拘守成說，不問其與實際適合與否而強施之。

吾人欲裝一電燈，配一火車頭，可以憑電學及機械學一定不易之成法爲之，不必詳求燈線何故能發光，汽力何故能起重也。若欲推究一鑛床之變化或測估其儲量，則不能完全離開學理研究，僅用機械的作法。何則？一基於人爲一施於天然故也，此藝與學之所以分也。

四

吾國有一普通心理謂學理與事實無關係而且不相容，故治學者不管實際問題，而辦事者又相率以勿涉理論爲戒。此實根本誤會也。學理而不適合事實乃是妄想，不足以稱學理，治事而不加研究亦不免爲成法所誤，而致不必要之錯誤。如上所論執黑曜石爲煤鑛者乃真是理論；而不研究鐵鑛成因而漫施估計者乃真是不用理論偏重實驗也。

治應用地質學而輕視學理研究者外國專家亦往往不免。民國四五年間美孚公司重幣聘來調查中國煤油之地質專家於陝西地質時代全未分清，近來王竹泉先生研究乃始確定當時所謂石炭紀之陝西系者實係侏羅系之誤，因知中國重要油田皆在中生界下部。彼輩聞知即著文辯護，謂當時注重實用無暇涉及地質時代。以吾意論之，研究錯誤往往為學者不可免之事，毫不足怪，若因錯誤在先使謂此乃理論，不足輕重。此則未免失言矣。如謂石炭紀中有油，則山西省內煤田甚廣，油鑛希望當更大，無怪乎尚有外人欲在山西取得油鑛鑛區也。今乃知事實並不如此，詎得謂學理研究盡無用乎。

輕視學理者尚有一種誤會以為研究某鑛只要專就已見鑛苗之一坏土，詳細考察之可矣，此外不相干之事與地可不過問。如此作法於詳細研究非不甚佳，然不足以盡地質學之效用也。外國專家初到中國看鑛者，如於一般地質尚未研究，則比較無從，依據無著，往往不免有茫然無據之感，而覺往日經驗無從用起。例如在英國地質磨石（可以做磨之堅質粗砂岩）常在煤層之下，而中國北方則磨石常在煤層之上，苟此常規之不識，詎不倉皇而失據？又如美國煤油常在古生界，而中國煤油多產中生代，苟未先有所研究，自即據彼以律此。故外國鑛師之來中國者如係真正學問之士莫不於種種一般的地質問題留心考察，以為其研究特種鑛產之背景，決不肯就事論事，蔑視其他也。吾人在本國研究亦何莫不然。

故地質學之知識實全部的有應用之可能及必要。然事實上一人精力勢難盡專各門，而且受任研究

一鑽之時，任務有定，時間有限，勢不容從容盡及範圍以外之研究，如是則參考尙焉。參考者卽利用既得之知識及經驗，以應用之於一定目的之研究是也。地質調查所或其他類似機關以較長之歲月，就較廣之範圍，積漸調查刊爲圖說；不專爲一鑽而工作而其結果則爲各鑽之所得共用；不限定一事一地而致力，而所得結果容爲各事各地之所應共知；是惟在鑽業界之善爲利用之而已。

五

地質學爲探礦者必要之知識，吾國初譯應用地質學時名之曰相地採金石法，良有以也。今之探礦者有不用地質研究而儘先打鑽者，亦有地質學者不先詳細研究，而姑以須打鑽爲推委者，皆大誤也。

又如探鑽打鑽如僅看煤層之有無厚薄而於煤層上下之岩石之性質狀態均棄置不顧，則無論得煤與否，其探鑽費至少一半等於虛擲。蓋此類觀察之結果苟善爲整理研究，其所指示之價值或且過於煤層自身者數倍。如能了解地下之構造，往往一鑽或數鑽可定全局，如不能了解則有時打數十百鑽而仍莫明其妙也。大抵從地面研究可以先行約略推想地下構造，如此項推想以爲只有一種構造之可能，即可不必鑽探立可決定矣。但大多數不能如此簡單，必以爲或如此或如彼，有二種以上之可能，究竟如何地面上看不出，故必須在扼要之處打鑽以決定其究竟。夫如是始足爲有目的有意義之鑽探，而所定之鑽點及深度亦始有一定之標準可言也。否則不先有一定問題而貿貿然東開一井西鑽一眼，幸而見煤尙算一半值得，如不見煤則工程完全虛費矣，可不惜乎。

吾在比國嘗見於 *Service de la carte geologique* 外，另有 *Service de la carte des mines*。前者專做地面觀察著之於圖，後者專收集各煤鑛打鑽開井所得之剖面圖，無論其見煤與否，一律記錄而保存之，並加以整理研究，作為綜合的總圖，畫出地下之地質構造，以供鑛業界之參考。此其應用價值當然遠在普通地質圖之上。且如此則一鑛一井之經驗，得永久的為全國之用，實屬法良意美。中國各鑛打鑽大抵只看煤層，不甚鑒定其所遇見之岩石化石及其性質位置；更不甚加以整理保存。此項經驗之損失殊大可惜。倘願信任北京地質調查所將剖面紀錄或並及石樣送交保存，深願盡力加以整理，即一時間或未必有用，然費款費力所得之結果不致傷失，總必有人有時研究有得為中國鑛業界造福，此則不勝其期望者也。

古生物學及考古學

地質學上之生物進化觀 (1)

緒論 凡諸科學之進步，胥恃一種根本原則之發明，以植之基礎，而導其先路。天文學不得萬有引力之定律，則觀星測斗而已。化學不得原子分合，質量不滅公律，則調鉛化汞而已。無中心之觀念，無整列之統系，枝枝節節而爲之，雖有研究，非科學也。世界生物，種類特繁。昔之學者，整理類別，描相記形，已爲盡學之能事。自拉馬克動物哲學之書出，而知物種有變遷之可能。自達爾文物種原始之論出，而世益曉然於物種遞傳演而愈進。雖現世學者，對於進化之最後原因，及其實在途徑，尙各分門戶，不一其說，而對於生物之進化，則幾已視爲天經地義，絕無疑義。自有此說以爲生物學之基礎，而各項研究，始覺有意義之可言，其有功於近代之科學進步，誠非淺也。

雖然，人類智識，固不易一蹴而驟躋于絕對之真理。科學研究，尤應純守批評的態度，而不容盲從或泥守一定之成說。雖以牛頓 (Newton) 萬有引力之精理，尙有愛斯坦 (Einstein) 相對學說之廣賅，更出其上。以賴伏齊 (Lavoisier) 質量不滅之定律，而猶有放射物質之發明。以彼例此，則生物進化論不明瞭不完善之點，固猶甚多，殆未可遽自引滿而以爲無可進修也。

研究生物進化之途徑有二：就現代之生物察其種類系統之聯屬，考其個體發生之程序，此其一也。就古代生物之遺迹，定其先後生滅之次序，求其彼此比較之關係，此其二也。前者屬現代生物學。

後者則屬之古生物學 (Palaeontology)。

夫生物進化，如果事實，則自古至今，由簡而繁，由下等而高等，必有其遺迹可尋，而此遺迹，則必當求之於古代所成之地層，即所謂化石是也。如果有此遺迹，則不但生物進化之事實可以充分證明，即進化論中，所有漸變驟變自變他變種種異議，似亦當於此遺迹中，可望求得解決之證據。蓋現代生物學對於進化問題，最感困難者，在進化現象過為遲緩，而人類觀察過為短促，故迄難得其真相耳。若求之未有人類以前之各代古地層中，則生物進化，非復理想而可以目覩矣。此古生物證據之所以於生物進化之研究，特為重要也。

所難者，古代地層沉澱固多，侵蝕亦盛。不克保全至今者，往往然也。地層克保全矣，所含生物遺迹，或以體軟而化分，或受變質而消滅，其不能全留真相以貽吾人者，尤往往然也。且現代生物學，大抵憑藉生物全體內外靜動之一切性質，以為種屬之分別，古代化石之所貽留者，則形相而已，骨骸而已，雖關重要，究非全豹。積枝葉而推論其根株，集鱗爪以想象其音容，事固可能，誤亦難免。此又言古生物者，不可免之困難也。

然古生物證據，究為生物進化論最重要之證據，茲故介紹所知，以供言進化論者之參考。

地球上生物之原始

生物之化學成分，單簡言之，不外炭輕養諸原素，而一經圍集，便成神奇，生命之所從來，竭人

類思慮之能，迄未能有所解決。地球上最初生物之由來，要而言之，可分三說：一曰創造說，謂先有創造而後有進化，進化循物性之本能，而創生則賴超於自然界之特種能力，以作之始。二曰化合說，謂生物亦化合物之一類，地球上物理的環境，適於生活時，則生物自應運而生，殆無須於神秘之創造。三曰外來說，謂地球上生物種子，當自己已有生物之他星球飛來，然信如是說，則此他星球之生物，又何自來乎。總之此項問題，尙不能有確切之解決，姑暫置之不論。從事實上觀察，則當於最古地層中，求其生物之遺迹，然孰爲含最古化石之地層，則古今地質學者，又幾費考求。一八四〇年，英國地質學者，謀起遜氏 (Murchison) 著書曰 *Siluria, the history of the oldest fossiliferous rocks*, 研究英國志留紀 (Silurian) (古義) 地層卽當時以爲含化石最古之層。謀氏所得動物化石，共有九百五十種之多，分隸于海綿珊瑚水螅棘皮瓣蟲腕足斧足腹足諸類，即水母蠕蟲等軟體印象，亦尙有留者。然各類動物中發育最繁者，尤爲節枝動物，其中有蔓脚 Cirripeda 介形 Ostracoda 三葉 Trilobite 大甲 Gigantistrea 四類。而二葉蟲尤爲特繁。此類動物體分頭腹尾三部，而三部又各以直溝分爲三葉，足數甚多，間有存者，則分爲二節，互相鉸鏈，故其爲節肢動物當無疑義。其生存獨限於古生物界，以後絕對未見，而在謀起遜氏，所謂志留紀地層中，尤爲其全盛時代，種計九百，屬計七十有五。夫節肢動物在動物系統中，固非最簡單而最初等者，而乃爲英國最古化石。不但此也，在英國志留紀地層中，已有光鱗魚 (Ganoid) 及甲冑魚 (Placoderm) 等魚類，是脊椎動物亦已發生矣。陸地生物遺

迹雖極少見，然確有蠍類動物，則已有呼吸空氣之動物矣。惟高等脊椎動物，如兩棲爬虫飛禽哺乳等類，尙未見耳。

由是觀之。當時以爲含最古生物之志留紀，其時生物已極繁榮複雜，殊不足以當吾人想像中生生物發生初期之狀況。實則謀起遜氏，所謂最古含化石層，原非絕對最古。法人巴倫氏 Barrande 在奧國歐婆喜米亞 Bohemia 研究化石。一八五二年復有 *Système Silurien du centre de la Bohême* 之著，說精圖詳，至今言化石者，奉爲模範。其所得動物化石之一部，視謀起遜氏之志留紀爲尤古，故巴倫氏名之爲最古動物羣 *faune primordiale*。其中以三葉虫最爲發達分爲七大屬，尤以兜頭虫 (*Perrinites*)，及球接子 (*Agnostus*) 二屬，最爲重要，其他動物，僅有腕足類數種，翼足類一種，及近於海林檎之破片而已。與巴倫氏最古動物羣相當之地層，在英國亦有之，且自一八三五年，即由綏德威克氏 (*Sedawick*) 命名爲寒武紀，惟綏氏未見有化石耳。自巴倫氏最古化石之說出，而世界學者，大加搜討，各國均有發見。惟搜討之結果，不特知巴倫氏最古動物羣分布甚廣，且知其並非絕對最古，而尙有較古者在焉。蓋就現在之知識言之，巴倫氏之最古動物羣，乃屬於中寒武紀，生於其前者，尙有下寒武紀也。中寒武紀動物之研究者。專家甚多，而以美國華爾可脫氏 *Ch. D. Walcott* 一八九〇年之 "*The Fauna of Lower Cambrian or Olenellus Zone*" 一書最爲重要。然就大致觀之，全寒武紀之化石，所與志留紀異者，惟脊椎動物至今絕無所有，此外則三葉虫極爲繁盛，珊瑚類業已發生，

棘皮動物已有海林檎、海百合、盤車等二類，腕足類已甚多，其中海豆芽一屬，與現代殆無多異，軟體動物誠較現代爲少，然亦已見其端。且軟體動物中之比較最進步之頭足類，在寒武紀中，亦已有近乎直角石之 *Volborthella* 一屬爲之代表。總而言之，寒武紀動物，視其後各紀誠較爲低退，而就本身而論，則組織已甚完善，卽此爲第一代創生之生物乎？抑更有其較古之種類，爲寒武紀生物所從出者乎？則仍須求之於實地之觀察。

寒武紀之下，有直接爲變質地層者，有先有未變質地層，而後再見變質地層者。例如中國北方寒武紀以下，尚有所謂滹沱系者（或稱震旦系）時屬元古代，其石灰岩中有時含頗似藻類生物之遺跡，今多暫稱之爲 *Collenia*。美國哥洛拉多大峽谷中，此項相當地層，尤爲發達。華爾可脫氏 Walcott:

Pre-Cambrian fossiliferous formations (1899) 研究最詳，曾得近似孔層虫 *Stromatozoa* 之 *Cryptozoon* 軟體動物之錐圓狀介殼名 *Ctena circularis* 及近似三葉虫之碎片一枚。稍北至蒙他納省寒武紀前之地層中，多蠕虫類，軟體類，介殼類之形跡模印。又有甲殼虫一種曰 *Beltina danai* 者，尤爲繁富。由是觀之，則寒武紀之前，尚有生物，且在進化系統中尚非最低退之種類，事實所在固已無庸疑矣。

然自此更古之地層爲太古界，在世界各處，莫不深受變質而成爲結晶片岩、大理岩、片麻岩等，雖有生物亦絕少保留至今之希望。雖一八六五年，Logan, Dawson, Carpenter, Sterry Hunt, 諸氏嘗有 "on the occurrence of fossil remains in the Laurentian Rocks of Canada" 之刊，以片麻岩中之條

狀方解石，及蛇紋石，指為原始生物 *Fozoon canadense* 且有以為有孔虫者。然大多數學者究以此項形跡太無規則，未敢必其為有機體所生成。

要而論之，寒武紀為含有生物形跡最為繁富明顯之最古時代。寒武紀以前，元古代中，確有生物，而形迹遺留已較少見。考其種類，仍非最初等之物，則依理推想，前乎此者，必尚有生物為所從出。然太古代地層，一律變質，即有生物，必難保留，則欲從化石研究而確定生物進化之最初起點，殆有不可能之勢。惟元古界生物詳為搜集，或尚能有所發見耳。

生物進化之證據

就地質各時代化石之全體觀之，生物種類之變化，與時俱進，殆無疑義，所以證明之者，可分析言之如左：

一 各大類生物組織愈完備，生活愈進化者，其在地質史中，發生之時代亦愈新。反之生物之愈簡單低下者，其發生之時代亦愈古。茲將各大類生物發生之次序，列表如左：

地質時代 約計層厚 約計層厚 初見動物 初見植物

(甲) (乙)

○ 寒武紀	一六〇〇〇尺	一二〇〇〇尺	} 無脊椎
○ 奧陶紀	一七〇〇〇	一五〇〇〇	
			} 動物

志留紀	一五〇〇〇	七〇〇〇	魚類
泥盆紀	二二〇〇〇	四〇〇〇	隱花植物
石炭紀	二四〇〇〇	一二一〇〇	兩棲類
二疊紀	一二〇〇〇	一五〇〇	爬虫類
三疊紀	一三〇〇〇	三〇〇〇	哺乳類
侏羅紀	八〇〇〇	五〇〇〇	(二穴類或有袋類)
白堊紀	一四〇〇〇	二五〇〇	鳥類
第三紀	二八〇〇〇	一六〇〇〇	哺乳類
第四紀	一七三〇〇〇	七八〇〇〇	人類

被子植物
單子植物
被子植物
雙子植物

(有胎盤類)

上表數字，係各時代地層之最大厚度，甲據美人奧斯木氏 (Osborn) 乙據英人胡得華氏 (Smith Woodward)，觀二氏數目相距之遠，可見此項研究，尙極幼稚。由地層之厚度，可以約略想像其歷時之悠久。據諸家計算，自第三紀初，哺乳動物有胎盤類發生以來，歷時約五百萬至一千萬年。第四類有人類以來，約五十萬至一百萬年。即此以推其餘，雖未足盡信，亦可見一斑矣，就上表觀之，則

植物發生之次序，先隱花而後顯花，先裸子而後被子，又先單子葉而後雙子葉，發生先後之次序，與組織之進步，不謀而合。其間嬗化演進之關係，已至明顯。更觀之動物，則志留紀以前，僅有無脊椎下等動物，志留紀以後，始之以魚類，繼之以兩棲爬虫，終乃為具有熱血自保溫度之走獸飛禽。而哺乳類中腦之發達，亦循序漸進，至最後而始有性靈超越之人類，是生物進化之次序，已為證明之事實，而非無憑之理論矣。然所謂某時發生某類云者，亦不過暫時觀察之結果。例如魚類之發生，大抵以為在志留紀，而今則中國美國奧陶紀地層中均已見有光鱗魚之碎片。雙棲類大抵以為始見於石炭紀，而在比國則上泥盆紀中，已見其蹤跡。爬虫類昔多以為與中生界以俱始，今則法俄紐絲綸等地，均在二疊紀中已見進化已高之種族。諸如此例。皆是證明各大類生物究於何時始生，頗不易驟為斷定。調查愈詳，則始生之時期亦愈移前。然就今所知，則發生之時期，雖有移動，而比較之次序，則迄未變更。事實昭彰，殆非偶然歟？

二 自海格爾氏 (Haeckel) 創個體發生 (Ontogeny) 與系統發生 (Phylogeny) 相平行之說，言進化者，遂得一基礎規律，以為確定系統之標準。個體發生，可證之於現代觀察，而系統發生，則證之古代化石，亦誠不少與個體發生符合之例。例如近代魚類，自幼至長，脊椎遂漸骨化，所經階級，皆可於志留紀至侏羅紀各代之魚化石，依次見之。又如石炭紀之鰓龍 (Branchiosaurus) 為環椎類 (Lepospondyli)，椎體為指環狀薄片所包圍，椎體則尚軟薄。至二疊紀之太祖龍 (Archaeosaurus) 等則

爲分椎類 (Temnospondyli)，脊體爲數個骨片所成而不相連屬。至三疊紀之迷齒龍 (Labyrinthodonta) 則爲全椎類 (Sterespondyli) 椎體全化爲骨。今試考之現代兩棲類，及爬虫類動物個體之發生，則此環椎分椎全椎諸階級，皆依次發生，厯歷可按。又如現代海羊齒 (Antedon) 之幼虫，與古代已長成之海百合極爲相似。又如今代酸醬介科 (Terebratulina) (或穿孔介科) 之腕足，其自幼至壯所經變遷之階級，皆於古代化石中，有其相當代表。以上皆就古代成年化石，與今代幼稚狀態比較言之。更進一步，古代化石，有時亦有幼稚狀態可見，則化石個體之發展，即可於化石自身求之。研究最易者，當推頭足類之菊石一門 (Ammonoidea)。研究此類動物者，尤注意於其縫合線 (Suture) 即骨片及貝殼片之接合處也。見於石炭二疊紀者爲稜角石 (Coeloceras) 其縫合線成極簡單之屈曲，鞍 (即凸處) 腰 (即凹處) 相間，均無齒狀。至三疊紀則爲菊面石 (Ceratites) 縫合線之鞍，尙爲完形，而其腰則曲折成齒狀，至菊石 (Ammonites) 則爲侏羅紀白堊紀海中最繁殖之動物，其縫合線之鞍及腰，一律呈複雜之曲折，此其系統發達之歷史也。菊石殼形由內而外，層層捲轉，試細察其最初數條之縫合線，則皆單純如稜角石，稍進則稍曲折如菊面石，又進乃見菊石之本相。夫菊石個體之發生，必自內及外，次第生成，是其幼稚之狀態適同較古之種類，海格爾之律驗矣。若此之例，可舉尙多，然統生物全體觀之，則較古生物之化石，與較高較新生物之幼稚狀態適相符合者，固有甚切之例，究尙未至最多之數。保存有所未全歟？觀察有所未周歟？抑自然現象誠有未易盡納於規律者歟？蓋難言

之。

三 生物進化論之第一基礎，厥在物種之能變 (Variability of Species)，達爾文鄭重證明者即在乎此。然達爾文所舉之變化，大抵甚小，即德佛里斯 (De Vries) 從植物研究所發現之驟變 (mutation) 亦不過於一屬之中，發生新種。誠以現代生物之觀察，為期甚暫，故實見之變化，亦有所限也。惟攷之古代生物之化石，則物種之能變殆確無疑義。假如有未受倒轉之地層，自下而上，即自古而新，地層上下之相距愈遠者，其所含之化石愈異。地層愈近者，其化石亦愈相似。以是在古生界之下部，現代最重要之動物，如兩棲，爬虫，飛禽諸類，皆未發生。而當時最為繁殖者，如四射珊瑚 (Tetracoralien) 筆石 (Graptolithes) 海林檎 (Cystoid) 海瀰 (Blastoid) 三葉虫 (Trilobites) 等，則今代均不可見。上古較新之地層，此類生物逐漸絕滅，而代之以去古未遠與今較近之種屬，至第三紀之後，第四紀之初，則大多數生物與今日已無根本之區別。故自生物之變化全體觀之，殆不必先有何種理想成見，而令人自然起物種變化逐步演進之感想。試更一步，而為詳細之觀察，例如上新統以至今代之田螺 (Paludina) 中新統以至今代之納螺 (Cancellaria)，中生界各紀之菊石等等，又如歐洲中新統下部之住齒象 (mastodon) 體小而齒脊三排，中新統上部之柱齒象 (Stegodon) 體大而齒脊四排，然其間體軀之山小而大，齒脊之由三而四，過度之階級甚多 (據 Depéret)。凡此皆逐漸變異，積而愈烈。察其微小變化不過同種之偶異，至積成重要分別則或為別創屬名焉。於焉知種屬之成初非有一成不變之標準

，嶄然不可越之界限。如一線然，執其兩端若不相合，而循其中段實相貫連，夫種屬之界破，則進化之證立矣。雖然，在吾人現代之知識，循序漸變之種系雖屬不少，而尙遠未普及。各大類生物之間，雖似若有關，而過渡證據亦實頗不完全。例如鳥類之與爬虫間連絕少，雖有始祖鳥 (Archaeopteryx) 之一屬，進化論者輒以爲此二類間之中介。然何以由普通爬虫能一變而爲始祖鳥？又何以由始祖鳥能一變而爲普通鳥類？其間距離猶極廣遠，迄今未能明也。哺乳類亦然，突焉其來，未見有逐漸變成之中介。其他綱與綱間，目與目間，科與科間，所以溝通而連貫之者，缺乏實證，正猶甚多，所謂缺少之鎖鏈 (Missing link) 者，豈惟人猿間已乎？

四 實際研究，古代生物學者，往往特爲注意於一定器官之變異，以定其進化之階級。最着之例有如鳥類足趾之進化，初爲五趾，逐漸變爲三趾，又變而爲一趾，以北美洲所發見者最爲完備 (歐亞化石與此不同)，可以表明之如次

種屬	始新統	漸新統	中新統	上新統	第四紀
馬祖 (Eohippus)					
始新馬 (Orohippus)					
漸新馬 (Mesohippus)					
中新馬 (Anchitherium)					
馬 (Equus)					
前足	五趾	第四趾收縮	第四趾收縮	原馬 (Protohippus) 三趾 上新馬 (Pliohippus) 一趾	一趾
後足	五趾	三趾	三趾	三趾	一趾

此表以示五百萬年（據Orbigny）以來，馬足之進化，其循序漸進，明瞭至極。他如菊石類縫合線之曲折，哺乳類牙齒之構造等等，古生物學家皆於是定進化之程度。法人哥德禮氏（Cuvier）有言，生物進化具有規則，進化程度與地質時代，有一定之關係。故一定化石，應有一定時代。當地質學家以脊椎動物骨骼持付吾儕以求定其地層之時代，吾儕古生物學者並不必斤斤於鑒定其屬於何種何屬，但當先視其相當器官進化之程度可已。有二地層於此，其所含生物進化程度高者，地層之時代較新。反是者則較古。此種方法稍嫌簡單，且不免持一端以概全體，用之過濫難免舛誤。然以前實確有證明，且應用甚為便利。故實際上古生物研究，根此原則以立論者，比比然也。

總而言之，古生物研究，對於進化論證明之程度，可引德人齊德爾氏（Zittel），在瑞士萬國地質學會議講演之末段，以為此章之結論。其說曰，物種進化之說，實為自然科學開闢嶄新之途徑，而懸以較為高尚之目的。然吾儕應知此說究原為理論，而有待乎證明。古生物學研究可以證明此論者極多，而證據未充足者，亦尚不少。科學最先之目的，在求真理。我輩愈承認根基之薄弱，亦愈應進而為實際之觀察，以期得可以確奠此根基之事實。齊德爾氏為十九世紀末之唯一古生物學大家，其所言如此，可以代表純正科學家，對於進化論之態度矣。

新種類之發生 進化之原因 生物之遷移

前嘗言之地質時代中，各類生物之發生，有自他類嬗變，逐漸進化，過渡形態歷歷可證者，亦有

突然而生與以前生物關係較遠，至今未得過渡之物者。在現代生物學中，亦原有二說。一為漸變說，謂物類變化，均由微小變異遺傳積累而成。達爾文一派所注重者，尤在乎此。一為驟變說，德佛里斯氏研究植物變異始發見其事，和之者往往推廣其說，以施于一切生物。證以古生物學，二說果以何者為重，亦難確定。主漸變者，固確有證據 *Waugen, Neumayr, Hyatt* 等諸氏之研究，均能搜得多數化石逐漸進化，執其二端種屬迥異，而跡其嬗渡則界線茫然，漸變事實，確無可疑。誠知各類生物間缺少過渡者，例尚甚多，然世界各地未及精細調查者，猶屬甚廣，今之所未見者，安能預定其必無。在昔爬蟲鳥類判然無關，自發見始祖鳥，究已得有連鎖，繼此搜求，安知不能有中間形態繼續發見。故凡諸驟然發生之新類，皆可以假定大有發生較早之祖先，尚未發見。例如中新統之柱齒象 (*Mastodon*) 頗似突然而生，今則已於漸新統中發見其祖先 (*Palaeomastodon*) 矣。又如始新統內有胎盤之哺乳動物，突然發生，且已分類數門形態繁複，毫不似最初最低之物，何自而生為古生物學中之一大問題。說者多以為尚應有較古之祖先，生於中生代為現今所未發見。而此尚待發見之祖先，或謂應在北極大陸驟難探獲，或謂應在太平洋古陸，今已沉沒，證明無從，似涉曲解。近年有人在南美洲白堊紀地層中，聞曾發見有胎盤類之哺乳動物。如果非誣，則此類動物誠非復肇生於始新統之世矣。然在主變之說者，亦固有辭。種屬之變遷，誠有實證。而範圍較廣，分別較深之科門綱目，以及更上分類之間，則實覺界限較嚴過度甚少，謂盡偶然殆不可信。而今世觀察既實見驟變之可能，又何必謂地

質時代內定無同類之現象？況進化現象甚爲迅速。例如山祖馬而今馬，爲期僅三百萬年，山猿類而人類，閱時僅數十萬年。衡以文字記載之年月固甚悠久，而揆之漸變進化之說，則猶遠嫌其過於短縮。由是可見二說各有根據，未易偏廢，並行不悖未可知也。

生物進化之原因，生物學家派別甚多，主奴自是：（一）生存競爭（Struggle for life）及自然淘汰（Naturelle selection）之說 Darwin, Wallace, Huxley, Haecke. 等諸名家主之。（二）持適應環境（Adaptation to the environment）之說，其間又分二支派，一謂生物對於環境，自爲努力以求順應，Lamarck, Herbert, Spencer, Cope, Osborn, Hyatt 諸氏均有此想。一謂生物係被動的，而受環境之影響，Jeoffray-st-Hilaire, Semper, Dali. 等諸氏，頗主其說。（三）尙有在古生物較難證明諸說，Weissman 之遺傳論，Naegele 之謂生物有自然趨向進化之天性。凡此諸說，欲知究竟，推論過遠往往流于哲理之空談。要而言之，自然淘汰，誠爲進化原因之一份子，然其影響之範圍極爲窄隘。以此說明變種副屬之發生或尙可能，以此適用於重要門類之創立則確難通。且生物變化之形態往往有並無關於生存競爭者，例如菊石之縫合線，屈曲稍少有何不便？屈曲稍繁又有何勝利？而謂自然淘汰乃能橫加干涉，使其逐漸變化耶？又如深海動物，因深潛海底，視管殘廢，別成盲種。夫誠悉從物競天擇諸說，是必器官之有益于生存者，乃能演而愈進，至成新種。若視管之殘廢，乃消極的變化，于生存競爭，有何利害之可言耶？而環境之影響，則已爲大多數學者所公認。如光線對於皮膚之

色澤，視覺之存廢，關係密切，歷有證驗。又如貝殼之厚薄，可驗水勢之動靜；種屬之異同，可定氣候之寒暑；地質學者或且以此爲推想當時地史之根據，其影響于新生物之發生，自較自然淘汰，尤爲重要。自然淘汰不過就有關生存競爭者，從而爲之助。然而細察古代生物進化之歷史，大抵一時代中，某類突然繼長增高，倍極繁榮。若應愈進愈適於其所處之環境焉矣，乃無何而突然銷滅，以讓渡于另一新類，稱雄一時。例如寒武紀之三葉虫，志留紀之筆石，泥盆石炭之石燕，侏羅紀之菊石，諸如此類，其間生滅盛衰之機，夫豈盡適應環境所能解。進化之事實，既不可掩，而進化之原因，又不能一以貫之，動多扞格，好爲神秘之說者，乃謂各大類生物，其生也突焉，其滅也忽焉，行乎其所不得行，止乎其所不得止，其間殆有命焉，有數焉，一定而不可逃者。乃按之無生物界，乃大異是。第三紀之煤炭，無異於石炭紀之煤炭也。第三紀之砂岩，無異於古生界之砂岩也。故挾有宗教氣味之哲學家，至以能進化，與不能進化，爲生物與無生物間天然根本之大區別，而此生物特具進化之本能，既爲無生物質之所本無，則又從而以爲超然創造力所賦予之特徵。此其說固甚辯，然欲就事實爲之證明，殆未易也。

生物新種類之發生，就地質學上可以說明者，殆莫過於生活區域之隔絕 (Geographical isolation) 以及異地種類之遷移 (Migration)，奧人 Meunayr 者在十九世紀研究古生物學之功，殆不下於 Sues 氏之於地質，其於物種與地理之關係，尤有心得。即就近代言之，如意大利西里之 Helix Iberus 地

中海之 *Melanopsis* 等，皆變異極細，照此種與鄰種之間，分別極少。然各變種之分布，大抵不出一定範圍，地理上相距愈遠，則形態上亦相差愈多。統而觀之，難得種別之界，析而離之，則中有一失，種別昭然矣。如夏威夷之 *Salmiell* 即可爲此類離析 (*Dissolution*) 之例証。此類動物在 *Sandwich* 羣島者，計二百種，夏威夷 (*Hawaii*) 大島，僅得六種，其旁之 *Oahu* 島面積較小六倍，則所有之種，爲數極鉅，在此島中，幾於每一溝各有其特種，相近之溝，其種之判別亦大，然在最近之地質時間，曾以地質變象，使多數變種歸于絕滅，故今日竟有判然各別之種，同島種別之鉅，竟不下于異島之種，於此可見原係漸變結果，或如驟變而新種新屬之發生，往往由于過渡變種之中絕，所以致此者則環境之影響要爲最大。

生物變化之原因，或爲其自然之趨向，或因生存之競爭，或因環境之影響，茲姑勿論。然一地之生物，久而久之，不能不稍有變化。異地之生物，各自變化不相交通則變化之途徑不必盡同，變化之速率更有緩急，其結果自難完全一致，此則揆之理想而可通，即徵諸事實而可驗者也。然在地質史中，河山帶礪，瞬息變遷，海陸滄桑，迥非神話，則所以爲生物交通之阻隔者，實暫而不久。交通或自阻而通，生物即由分而合。譬如甲乙二地，原屬相通，生物種類無多差別，忽焉阻絕，則二地生物處境不同，各由其道，變化愈進，差別愈大。迨交通恢復，甲地新生物驟入乙地，與乙地生物較，有若突如其來，絕少過渡。揆之進北原則，若不可通，創造之說，因之而起。而不知別有地理上之遷移關

係，存乎其間也。

此種關係，在古生物學中，極為重要，且證明尤極充分。無論陸上脊椎動物，或海中無脊椎動物，皆可用此原則以說明種種古生物學上之事實。蓋統觀各大類生物進化之歷史，其全在一定區域繼續演進者數蓋極寡，最大多數則皆由彼適此，屢經遷移，故其來也有若甚驟，而其滅者亦有若甚速。遂使進化論諸說，得之於現代生物之觀察者，一遇古代化石，頗若失其依據。非進化學說之果窮也，乃適用此學說者，往往拘執成見，強欲於同一區域，窮究一類之始末，而不知各類進化之歷史，大抵分別段落，消於彼者或長於此，缺於此者，或具於彼，窺管一斑，固不足以盡豹也。

(一)北京高師博物雜誌民國十三年

宜昌石龍辯(一)

武昌高等師範學校博物學會雜誌第一期馬振雲君記宜昌神龍山石洞產恐龍化石之一種。據英人 J. O'Malley Irwin 君之說，以為當屬恐龍類 *Dinosauria* 之 *Morosaurus camperti*。是說也，按之地質學理，竊覺有所未當。

就恐龍類時代言之，最古者見於三疊紀，最新者不過白堊紀。中生代以前，及中生代以後，舉未有也。宜昌所產，如果屬此，則茲地地質必當屬於中生界無疑。中生界地層中，白堊紀岩層，吾國各

處尚未發見。三疊紀地層，在揚子江中流亦不甚發育，惟侏羅紀則各處發育頗廣，高君即以屬諸此紀，是也。

然侏羅紀化石，當生於侏羅紀地層。而今則不發見於地層，而發見於山洞。夫吾人所見之山洞，何時造成乎。蓋必在今代地形生成之後，考之中國地史之變遷，今代地形之生成，最早不過第三紀之後半期，遲或至第四紀之初。美人 Bailey Willis 氏曾名之爲揚子時期。無論如何，今代山洞之成，必遠在侏羅紀之後，無疑義矣。然則「吾誠不解」侏羅紀之恐龍，果以何術而能死而復活，以奔入於此第四紀之山洞中耶。

神龜山成山之岩石，原著未據確定。然就 Ormuley Irwin 氏所記山洞之狀態而推測之，吾敢斷其必爲石灰岩所成。揚子江谷中石灰岩之時代，最新不過二疊紀。凡寒武奧陶泥盆石炭各紀，皆能有厚層之石灰岩。故神龜山之岩石，雖不敢懸斷其爲何紀，要不能出於古生界以後。恐龍類動物，不能見於三疊紀以前，已如上所述。若是則即謂此項化石，原生於此岩石中，而與山洞無關。亦仍不可通之論也。

就歐美地質學之經驗而論，大抵巨大爬蟲類之化石，皆生於地層，而哺乳類動物化石，則多有得之於山洞者。蓋重要爬蟲類，多爲中生界化石，自不能復入于近代之山洞。而近代大動物，則以哺乳類爲多。且往往穴居野處，故山洞中往往見其遺留之骨骼也。以是推論或將謂所謂宜昌石龍者，原非

侏羅紀之爬蟲，而爲第三或第四紀之哺乳動物。則種類之鑒定雖誤。而化石之發見猶爲事實。考之以前 Schlosser, Owen, Caudry, Lydekker, Koken 諸氏，關於中國哺乳動物化石之研究，其時代多屬第三或第四紀，而其中如四川所產者，亦往往得自由洞。以此例推，則宜昌石龍或即此類。細考之，則又不然。O'Malley Irwin 所記神龍山化石，至少長達七十尺，且有鱗甲，能自信其觀察無誤。信然，則近代乳哺類中實無物可以比擬。吾誠不解此龐然大物，果胡自乎而來此也。

况即以化石論，大抵最容易保存者，爲骨骼。而筋肉則久已消滅，雖在第三第四紀化石，千萬中不易見其一二。鱗甲雖與筋肉稍別，然亦不易保存。今乃云恐龍鱗甲尙可得見，且有解離鱗甲，可以取出。又誠不解其何幸而獲此也。至此謂斯種爬蟲，因當時火山爆裂，而奔入洞內遂以餓死。則已假定侏羅紀時代已有此洞矣。恐稍知地學者，皆期期以爲不可也。

由是言之，此項化石在地質學理中，殆百思而不可解，吾敢斷其非恐龍，抑且非化石也。石灰岩洞中，有時因流水所經，縱橫交錯，遂成鱗紋。或以石筍所積俯仰起伏，有似動物。今茲所見，無乃類是。吾嘗獲見其一部分之影片，足證理想之非誤。假或真爲動物骨骼，亦當埋於洞底，必不能昂首如生，如 O'Malley Irwin 所云云也。宜昌石龍之非龍亦非龍化石，章鴻釗先生石雅中已詳言之。今更著其理論上之不可能如此。誠恐初學不察，輾轉傳誤，而以爲宜昌山洞誠有所謂恐龍者，則與其聽學者多一謬誤之見解，毋寧使楚省失一化石之虛名，因不憚辭費更爲之辯，亦欲使中國學人自有意見

，勿盡爲外邦浮言所左右也。

(1) 博物雜誌民國八年

(2) 中國白堊紀現已發見山東陝西蒙古新發現龍江皆有恐龍化石。

駁龍解(1)

某君著龍解，刊於科學第八卷第一期。其結論大意，謂地質時代有載域龍地龍等等爬行動物，黃帝去古未遠，崑崙西土或尙存其種。卽令死滅，而其形狀或尙有傳說，故黃帝假之流傳至今云云。此其說蓋認定地質時代所有之某龍某龍云者，至少在人類發生之初尙未盡滅，或且至黃帝時代猶有遺種。實則此項認定絕對不能成立，稍知地質學者斷不肯信。惟既經某君言之歷歷，恐遺學者誤會，故不憚辭費爲之糾正。

原文所謂某龍某龍云者，皆爲中生界之生物。茲據德人齊德爾(Von Sibir)之古生物學書(2)，將其時代考定如下。

中 名	西 名	地質時代
1 載域龍	Archiosaurus	侏羅紀
2 帝 龍	Allosaurus	同 上
3 單角龍	Ceratopsus	同 上
4 鴨嘴龍	Hadrosaurus	同 上

5	梁龍	Diplodocus	同上
6	劍龍	Stegosaurus	同上
7	三崎龍	Triceratops	白堊紀
8	宮龍	Naosaurus	二疊紀
9	滄龍	Miosaurus	白堊紀
10	蛇龍	Oidastis	同上
11	滑齒龍	Tylosaurus	同上
12	魚龍	Ichthyosaurus	三疊紀至白堊紀
13	蛇頸龍	Plesiosaurus	同上

總而言之，其時代皆不出中生界。自中生界以至現代，其間時代之次序如下。

中生界

三疊紀
侏羅紀
白堊紀

新生界

亦名第三紀

始新紀
漸新紀
中新紀
上新紀

靈生界

亦名第四紀 (洪積紀
沖積紀)

欲知中生界末至現在相距時代之長短，須知第三紀及第四紀之長短。然地質時代重在次序，計其年數為事至難，茲先將諸家計算所得年數(3)，列表如下。附誌根據以資徵信。

根據著者	第三第四紀 年 齡	計 算 根 據
Dana	共 3,000,000	水成岩沈澱速率及厚度
Wallace	第三紀 4,000,000 第四紀 200,000	侵蝕速率水成岩厚度及黃道偏度
Walcott	共 2,900,000	北美水成岩厚度及沈澱速率
Upham	第三紀 2,400,000 第四紀 1,000,000	冰河現象
Knight	始新至中新 2,500,000 上新至洪積 2,584,000	以松根顯密定侵蝕速率
Sollas	第三紀 2,800,000 第四紀 400,000	水成岩沈澱速率及厚度
Penck	第三紀 7 第四紀 520,000至840,000	侵蝕速率及冰河現象
Osborn	第三紀 3,000,000 第四紀 500,000	冰河現象

諸家數目雖不一致，然大體所差無多。約而言之，第三紀約三百萬乃至四百萬年，第四紀約四十萬乃至一百萬年，此所謂雖不中不遠者也。

黃帝事績，學者至今猶不能無疑。姑從史說，則其生也距今（民國十二年）不過四千六百二十七年，其卒也不過距今四千五百一十八年。中生界所有某龍某龍諸爬行動物，是否能歷此三百數十萬年之時代，種族流傳，形狀無改，使黃帝時代猶得見之。極地質學之所知，殆屬絕不可能。不特黃帝時不能見之。即人類之初亦不得見之。蓋人類發生之時期，固至今尚無定論，要當不過第四紀之初，第四紀之所以稱爲靈生界者亦即以此。中生界之所謂龍，決不能歷三百萬年而猶與人類同生存，則其形狀又何由流傳而至黃帝之世乎。

茲請申言中生界之所謂龍，不能與人類同時生存之理由。蓋生物進化，隨時而異。舊物銷滅，新種代生，古生物學中證據鑿然。雖其所以然之原因，猶或學說不一，而事實如此，則無可疑者。中生界爲爬行動物最盛之世，故或亦謂之爬蟲類世界。一至新生界，則以前奇形怪狀之爬蟲類相繼絕滅而哺乳動物代興。故新生界或亦謂之哺乳類世界。其時動物已於今爲近，故稱之爲新生界。此皆從無窮數之實際研究所得之大體結論也。如果中生界某龍某龍至靈生界猶未絕滅，則必新生界時代亦必尙爲存在，而何以新生界地層中從未見有此類爬蟲之化石。豈生物種類能滅而復活歟，抑進而復退，以返其初歟。此皆根本違反進化公律，稍有科學常識者所不敢信者也。

吾知某君輩之心理，殆嘗有聞某處某種古代動物今猶生存之傳說，故推而廣之，以爲龍者亦猶是耳。實則此類發現最多不過第三紀或第四紀之物。蓋第三紀或第四紀地層曾見化石，而現代未見，因以爲已滅。然地球之大，查勘未周，一旦發見，始知其誤。例如中國北方第四紀之初，象類甚繁，今則絕無。假有僅見化石局於一隅者，殆將謂今世象種已滅。迨其一遊西南，見暹羅印度之象，則始恍然其尙存在。此事之所嘗有，亦理之所可通者也。若謂中生界之某龍某龍者至第四紀而尙生存，則相去太遠矣。所謂一九一四年新芬島附近海中之所見，是否爲蛇頸龍之遺族，純正科學家必不敢輕信。晨曠蒼茫中隱約一見，海客談瀛，詎盡可信，以此爲證無乃不倫。與此近似之事實，如民國五年湖北宜昌石龍之發見。以石灰岩山洞中之鱗狀石符，而以爲化石，不特以爲化石，而且知其爲恐龍，某屬某種，言之鑿鑿。中外雜誌，均有載者。信如其言，則此第三紀或第四紀所成之石洞，當時猶爲侏羅紀之恐龍所出入，此其學理上之不可能，吾亦旣爲文以辯之矣（十）。使某君見此，殆又將以之證明其說乎。

吾又知所以起某君之誤會者，實龍之一名有以致之，考日本動物化石之名辭，大抵爲日本古生物者三十年前所創譯（五）。其所以以龍名中生界之爬行動物者，誠未知其真實理由之所在。然推其原意，決不以爲此類之龍猶及與人類共生，亦決不以爲黃帝時代之龍由此想像而出，此則可以斷言者也。此類譯名至爲困難。若盡音譯，則聲牙佶屈，等於不譯。若欲譯意，則如 *Quadruped* 之尾號，不可不有

一簡單字面，姑借龍字，以便稱呼。原意所在，恐不外此。不然，三靈解作者之章鴻釗先生固以地質學家而精通古籍者，且嘗受教於橫山氏者，苟其中生界之龍，與黃帝時之龍有幾許連帶關係之可能，章君當早見及之，又奚勞某君之望文生義爲耶。借不相干之名詞，而遽作不可能之結論，吾惟有借某君之原文以還評之曰：「以今日科學之理考之，固無足道也。」

今如有人於崑崙之墟第四紀地層，掘得形似所謂某龍某龍之骨殖，吾知純正科學者以其與已往知識不盡相容，猶必經再三考究，至證據確實，然後始敢發表新見，打破舊說。斷不敢遽據疑似不定之事實，以抵抗歷久樹立之學理。且即使有此項發見，是否卽爲歷史時代之所謂龍，要亦無從妄斷。卽有意見，亦決不敢輕率確定。以上假定，皆爲未必有之事，然即使有之，猶當審慎如此。而乃撫集二三名辭，遽遂矜爲創見，刊之科學。夫文人附會，誠無足怪。若以爲科學之發明，則吾僑國內學者誤謂科學方法果如是其疏而濫，而科學結論果如是其輕而易也，故爲辯而明之。

(1) 科學第八卷第五期民國十二年

(2) K. A. Von Zittel: Grundlege Der Paläontologie II. Abteilung: Vertebrata

(3) 參觀 H. F. Osborn, The Age of Mammals, p. 68.

(4) 參觀武昌高師博物學會雜誌第一期高長雲記宜昌神龍山恐龍及北京高師博物雜誌第一期翁文灝宜昌石龍辨。

(5) 橫山又次郎古生物綱要。

中國書中之科學材料

近年來中國學術界有一重要呼聲：卽以科學的方法整理國故是已。然科學方法誠有益於國學，而國故研究有時亦未嘗不有所貢獻於科學。蓋中國曆史悠久，記載綦詳；積集材料實至豐富。記之者出於無心，或且別有用意，而善爲利用有時頗能爲可靠之根據，助科學之推論。夫以科學方法研究國學，其所發明猶僅一國之曆史；而以國故材料研究科學，如有貢獻乃及科學之本體。願多數學者似猶獨重前者，而忽於後者；茲舉數例以明此類材料之可用，苟再精求或更有得，則亦吾國對於科學研究意外之貢獻也。最近此類研究足可稱述者，有如東南大學教授竺可楨君關於曆史上氣候變遷之證明。蓋氣候變遷爲近代地理學上一大問題。美國有名學者亨丁頓(Huntington)氏等研究尤多，謂古今來人類文化之進退，迨大半受氣候變遷之影響。關於美國數千年來氣候之變化，既嘗與杜曠拉斯(Douglass)等就植物年輪有所發明；對於中亞之氣候，亦嘗就土耳其斯坦及新疆調查考察，以爲自漢迄今二千年來時有變化，其間雨量多少之變遷卽爲人文盛衰之原因。竺氏據此理論，欲求中國歷史上直接之證明，因統計歷代各省雨災旱災之次數，比較參證，所得結論計有多端；尤要者在發見（一）第四世紀（約當兩晉時代）雨災極少而旱災極多，第十五世紀（約當明建文至宏治）亦雨災之數不見多而旱災之數則大加。可見此二世紀爲二千年來氣候特旱之時，此與亨丁頓氏用不同方法在中亞研究所得之結論

若合符節。於焉見此兩時代之乾旱爲亞洲氣候之普遍現象。(二)南宋時代黃河流域旱災與雨災之比例常在平均以上，而長江流域則此比例常在平均以下；因以斷定當時黃河流域雨量減退，長江流域雨量增加。可見金元內侵，文化南移，雖曰人事，亦關天時。(三)不特知其然而且更進而推求其所以然。蓋就二十四史所記日中有黑子之年數每一世紀鮮有及十年者，而十二世紀(約當南宋)則有十六年之多。復考之宋史記載春雪之時期，南宋時杭州平均終雪期爲四月一日(合算作陽曆)，而現代平均終雪期則爲二月二十三日；於焉推定其時實因日中黑子之影響，足使氣候較寒雨量較多。而當時南北兩陽不同者，竺君亦可以氣象學理說明之。夫世界各國日中黑子之記載以吾國爲最古，水旱災情之紀錄亦以吾國爲特詳，此皆中國文化足以自豪者。然而不明意義，不知利用，則雖多雖早亦奚以爲。今出吾之所特有以補人之所不足，使學論得以證明，推想有所憑藉，其有功科學豈待言哉。

然利用歷史材料而結論未盡符事實者，科學史中例固甚多。中國地震記載之多而古，亦世界稀有之材料也，利用而加以推論者已不乏人。較著者如前徐家滙天文臺托罷及哥添滿(Tobias & Gauthier)二氏，嘗統計各處地震次數，繪之於圖。所得結論固頗有可觀者，然其謂北京西安洛陽武昌南京等皆爲地震中心，此則一望而知其無當於事實。都會所在記載特備；荒僻之區雖震無聞，理至明也。前東京帝國大學教授大森房吉氏繼之，援據史實作爲圖表。對於四川福建之震中推論至當，而於陝北之震中則位置頗乖。三四年前余嘗增集材料，詳加比較，而推求以前研究一部份失敗之故，乃知地震統計

不可盡以數量爲標準，而尤須加以性質之判別。必先求主從所分，而後能分配得當。本此原則，另作新圖，計得中國震中區域二十餘處。按之地質皆可有所說；證之近年事實如甘肅涇原之震，雲南大理之震，發震中心皆不出吾國範圍之外。至地震對於地質之關係，從前通行學說如法人而爲智利地震觀測所所長巴羅氏 (Monsieur de Ballou) 各書所倡導者，輒謂地震區域萃於第三紀新生山脈，如日本等地；反乎是者如泱泱大陸之中國，卽應無慮震災。因之昌言中國歷史記載爲張大其辭，不可盡信。然從中國地質與中國歷史參考互證，實見確有數種大陸構造發生重大地震無可致疑。乃吾文方出而巴氏去世；質證無人，正深引憾。近讀巴氏遺著，則已改變初見，以地震現象分爲造山作用所生及造陸作用所生，兩類並峙，不可偏廢。卽對於中國地震，亦深信不疑，並非例外。足見真理所在，終必自顯。推究所極中外同符。然中國地震近雖有之，究並不多，而足以資爲論據者，則固歷代記載貽留之厚也。

由歷史材料推論之結果有時有可以實測證明者：如丁文江君嘗爲上海滄浦工程局研究長江下游之地史，根據江浙海塘建築之時期，以推究海岸沖積層伸縮之速率。南滙海塘初築於一四七四年，至一五九零年又築外塘，相距約一英里；一八八四年又築一外塘，與前者相距又五英里。綜計之卽四百餘年間海岸推展達六英里，平均爲每六十九年漲起一英里。同時滄浦工程局技師海德生氏 (Heidgenstein) 根據長江沙量水量之實測數目，推定沖積速率爲每六十年漲起一英里。歷史推論與實測結果乃不謀而

合。研究結論殊途同歸，互相證明彌可珍貴矣。

又有不用統計方法而逕以史料佐證學說者：近時陳楨君對於金魚變異之研究。蓋生物演化之說直接觀察頗非易易。達爾文(Darwin)藉人工選擇之經驗，而倡爲物競天擇之原則；佛里斯(Do Vries)就植物試驗之結果，而創立物種突變之新說。然於一定時期內發生新種之事實，固不易數數觀也。金魚爲中國特產，而究其種族實出於鯽魚。陳君稽之古籍，謂宋時僅稱金鯽，是猶易識其爲鯽魚也；以後悉名金魚，蓋已不易辨其種所自出。即分類學大師李納斯(Linnaeus)亦嘗爲之別立種名。由是遂斷定金魚發生實始於宋時，不啻使吾人目擊一千年來新種或新變種發生之事實。苟無古昔記載，又將何自明之。以上所述僅以示例，既以見此類材料之可用，並欲以明適用方法之不可不慎。至於科學研究途徑甚多，搜輯陳編究非本務。以此自限，又未可也。

(1)長報七周增刊民國十五年

爲中國古代鐵兵問題進一解⁽¹⁾

半年以來，朱希祖先生「中國古代鐵兵始於南方」的論文引起了大公報文副及晨報副刊中許多討論。綜合章鴻釗，朱希祖及其他諸位先生的文章，我覺得可以結論：在春秋戰國時代，吳，越，楚始用鐵兵，其用漸廣，以次推及全國。章朱二先生立論雖稍有出入，其實都站在同一戰線。雖然我們對

於中國古書不及諸位先生博洽的人也可以相信此種結論大致不至甚錯。

南方二字的意義：雖然有人以爲不甚明白，但是在當時的文化區域說來，當然不能指廣東一帶的極南地方。在春秋戰國的地理說來，揚子江流域當然可算南方，因爲秦嶺山脈——從陝西秦嶺延長至河南伏牛，桐柏，安徽潛山以至張八嶺。——的確是劃分中國北部與揚子江流域的天然界線，地形，氣候，種種情形都是南北不同。我們如果拿牠作界，南北的劃分並不是完全空虛或相對假借的名辭。此種自然區域古今當然一樣，不過照現在疆域說起來：揚子流域不能稱爲南部，只能稱爲中部罷了。所以春秋戰國時代的南方實在可以指揚子流域。推廣一些，也可以包括秦嶺山脈本身兼及淮河流域；至少牠的南部，因爲秦嶺山脈向東漸低，所以在淮河流域內牠的隔絕南北影響漸少。如此說法，我們很可以相信春秋戰國時代南方鐵製的兵器漸次通行，北方還是甚少，恐怕要等到東漢的時候方可算完全通行於全國。此種結論不用說章鴻釗先生的石雅裏早已證之鑿鑿，用不著我們再說了。

但是中國鐵兵何以始於南方？就是說我們相信中國古代鐵兵始於南方，有何理由可以證明這個文字歷史上所記載的事實？周朝時代中國文化中心原在北方，而且北方的泱泱平原有的是戰爭征伐，爲什麼北方還是用銅兵而南方反先行鐵兵？再說春秋戰國時代北方並非不知用鐵，管子孟子（參閱中裝再版石雅附錄第二十頁後面）記載甚明，而且都可以推見鐵的用途已經甚廣。雖然章先生以爲管子爲後人假作不可盡信，但何以孟子也如此說？而且政治及哲學的學說或者後人喜歡並且能夠假託；但如

海王篇輕重篇所說的這樣詳細明確，即使追記似乎亦有所本。所以我們可以相信那時代北方也已經用鐵，不過並不用做兵器罷了。否則輕重一篇列舉了許多一什麼一什麼，爲何並沒有一樣屬於兵器？因此我們的問題又是春秋戰國時代中國南北都已用鐵。但北方僅做鐵的農器而南方乃先用鐵來做兵器，這又是什麼理由？

據我的意見，南方先用鐵兵一定是因爲那時候南方的鐵比北方的好。我們知道鍊鐵不算甚難，要鍊成堅韌可以製作鋒芒的鐵却是不易。試看現在山西老法的鐵工業所鍊的鐵，拿軸來做鍋，做板做種田的用具，做大車上的東西都還可以；做釘已經不大行，做刀做鎗更不常見，要做也非經過好幾道的精鍊不可。我想管子的時候一定也是如此。鐵是儘有的是，但可以做刀做鎗的鐵尙不會鍊，至少是覺得甚不好鍊，所以農器已經用鐵，而兵器還是用銅，至少兵器的鋒芒部份須用銅做。因此我們可以明白羅振玉先生說的：（見石雅附錄第十九頁）『古銅刀……中實以鐵……。古矢鏃其鋒刃以銅爲之而挺則用鐵。』的確是有這種情形。

用鐵做刀劍實是困難，所以吳越春秋說：『干將作劍采五山之鐵精，六合之金英，候天伺地，陰陽同光，百神臨觀，天氣下降，……』真是好不容易呀！但是鐵兵既成究竟勝於銅兵，所以楚人宛鉅鐵鉞，慘如蠶蠶（荀子），所擊無不碎所衝無不陷（呂氏春秋），大可想見當時鐵兵的利害。我們試追想春秋時代的初期，尙是齊晉稱霸，淮河以南完全屬之化外，他們也不敢過問中原的政治。但是

後來便是吳楚的天下了。揚子流域的兵隊，屢次打到北方平原。齊，魯，三晉等國都抵抗不住。這是什麼理由？我想除了當時政治的關係外，南方兵器的利害一定也是一個最大的原因罷。等到秦始皇收天下兵器，聚之咸陽，鑄爲金人（銅的）十二，恐怕南方的鐵兵，未必就能收盡。所以亡秦者楚（泛指南方）畢竟還是他們兇些，單靠山西或河南人的鐵椎一擊究竟不行。

然則當時南方的鐵何以能比北方好？我想有二種解說：第一，北方如山西，河南，山東各省鐵礦是最多的，但是大概屬於水成的一類，成分不大高，不大純粹，就如現在在山西鍊鐵所用的都是這樣，長江流域之內，這種鐵礦幾乎沒有。可用的鐵礦，大概是地質學家叫做接觸變質礦石。例如湖北大冶所開的這種鐵礦，成分是甚高的。還有一種是河谷裏或是沿海邊的鐵沙，福建，浙江甚多，安徽北部和河南極南部也有一些。這種砂礦最容易鍊成頂好的鐵。所以歐冶子鑄劍就在福建，至今還有劍池古碓存於福州。鐵沙北方不是沒有，例如河北易州就有，但是河水太少不夠淘洗，所以不易利用。第二，南方鍊鐵是用木炭的，現在還用，古時也必如此。北方現在鍊鐵如山西所用的，皆是無烟煤。竟究古代從何時起，我還找不到文字的證據。但無烟煤鍊鐵，現在既如此普通，想必由來已久。山東省內無烟煤雖然不多，但如淄川，博山，章邱一帶，古時齊國的境內有的是水成鐵礦，也有半無烟煤，也許以煤煉焦（至少是不好的焦）用焦鍊鐵古人也已知。所以齊國鐵冶之利，著名當世。由此我想古代北方用煤鍊鐵，南方用木炭鍊鐵，鍊的方法不同，所以鍊出的鐵用處便不同了。因爲鐵的種類很多

成分上或鍊的火候上稍有不同，所得的結果便大有分別，各有所宜，各有所不宜，不但是簡單的好壞問題。不過就做兵器上看，當時北方的鐵不及南方罷了。但是論數量的多少，恐怕還是北方勝過南方，北方鐵兵雖遠沒有，但鐵却早已作爲『賤金』。所以我想當時用鐵北方以量勝，南方以質勝。這種現象在中國古書上字裏行間細細看來，似乎確是如此。

再進一步想：鍊鐵的還原劑何以北方用煤（或不好的焦）南方用木炭呢？我們立刻可以想到南方雨量豐沛，氣候溫和，所以樹木茂盛遠過北方。今日如此，當時大概也無大異。所以木炭之用南方廣於北方。再則北方水成鐵礦大概與煤相近，同一地方二者俱全，更有可以做耐鍋的干子土，天然的有用煤鍊的便利。南方的接觸變質鐵礦或沙鐵礦與煤礦的所在大概沒有關係，古人鍊鐵決不會想到去用老遠不易得的煤，自然的就去用附近山上的木柴來燒炭了。

我們知道中國鐵製的刀劍向來是不很高明的。稍爲好一些的就叫做『寶劍』『寶刀』，遇着別的就是削鐵如泥。那被削的鐵其壞可知了。一直等到明朝及清初，最好的還說是倭刀；倭刀大概是用木炭來鍊沙鐵成的。所以干將，莫邪，龍淵，泰阿，工布，古代有名的幾把寶劍莫不出於南方，亦莫不是用木炭鍊成的。北方的劍兵。或是太壞的鐵兵，遇着南方的好鐵一定當不住了。所以吳越春秋也說：『使童女童男三百人鼓橐裝炭融鐵刀濡遂以成劍』。男女的童不童當然與鐵無關。但是『鼓橐裝炭』已把鍊鐵的方法都說盡了。

南北鐵礦之不同是自然生成不成問題的。但南方用木炭鍊鐵北方用煤有什麼證據？考古先生們一定是問的。我曾請教過章鴻釗先生，他說『你的說明也許不差，但春秋戰國時代已經用煤，書上並無證據。』只要書上沒有反證，我的理論也還可以存在。書上沒有說起也許是『書缺有間』並不足以證明當時不用。當然我們知道煤是很晚起的名詞，古書上決不會叫煤。炭，墨，石炭，石墨，黑石，烏金，墨玉，石涅……都說的是煤。照石雅所引似乎石炭這個名詞始見於漢書，同時也有北方以石炭鍊鐵的證明（石雅中篇第二十三頁）。桓寬鹽鐵論『鹽冶之處大概皆依山川近鐵炭』，這個炭字定是指煤，章先生解的不差。水經註裏更早已明白的說起北方用石炭冶鐵了。我想石炭之用似乎不必定等到漢朝，希望博學先生們再細找一下，也許有可以證明我的說法的記載，雖然我並不以為必要。

我常想文字引證止可作為攷古之一助，必須從實際情形上著想，方能得到真理。『盡信書則不如無書』在眼前事實尙有的是錯誤記載，何況一鱗一爪的古書？但是我也相信中國古書內所有的寶藏還值得考古學家長時期的抗掘。

(1) 認識週刊第七號民四十八年

北京猿人學術上的意義 (1)

北京猿人 (*Sinanthropus Pekinensis*) 是一種新發見的化石，近年以來中國新發見的化石種類實

已甚多，發見幾個新屬新種在古生物學中原是常有的事，不足爲奇。但是猿人的發見大家格外注意，因爲近於人類的原故。人類的山來從前或是無人注意，或是說超自然的創造，都不能得科學的證明。自從達爾文著了物種山來及人種山來二書，方始主張人類的發生進化是與其他動物一樣的，從簡單而進步，其間一步一步的進化都應該有相接的連鎖。普通人把達爾文的學說格外簡單化了，就說人是猿變成的，因爲在現代動物中看起來猿是與人類最相近而較低的動物。但是在現代動物比較上說究竟猿是猿人是人，中間相差的距離還是很遠。所以理想上說人與猿之間總應該尚有中介的動物爲現代所未見的，這就叫缺少的連鎖，英文叫 *Missing Link*。其實這種缺少的連鎖是找不完的，因爲即使找到了一個，既然與現代人不同，當然中間還是有缺少的連鎖。但是如此一步一步的逼進正是科學推求真理的方法。

在這種找尋人猿連鎖的理想中，如果有人能夠發見果然有人與猿之間的化石，主張進化論的學者自然是十分高興，因爲科學假說的證明實在是人類知識戰勝自然界謎的一種凱歌。從這樣眼光看來一八九一年第一次在爪哇發見的『猿人』(原名 *Pithecanthropus* 爲 *Pithecus* 猿與 *anthropus* 人之合名) 實有很大的意義。其後一九〇七年德國又見了『古人』(*Palaeanthropus*)，一九一二年英國又發見了『曙人』(*Boonanthropus*)，這幾種骨化石的解剖學的性質，皆是介乎人與猿之間，故皆可謂之人與猿之間的連鎖。至於彼此間時代的先後，進化的程度，那就各有各的說法，專門家的意見至今不甚

一致。大致的說還是爪哇猿人最早。德國古人比較最新也許已經算是石初的人類，可以脫離了猿的名號。英國曙人的標本不大完全，大約也是人猿之間動物。此外研究不大充份的在歐洲非洲澳洲也有數起發見，所以人猿連鎖總算已經得了不少。但是科學的欲望是永不能滿足的，發見的愈多待解決的新問題也愈多。例如猿人究竟是否是人的祖宗，發生於何處，如何傳布於各處，各猿人是否出於一祖，他們的生活環境進化程序如何……種種問題都相因而起。

亞洲是地球上最大的陸地，東通美洲，西連歐洲，在北半球中又居適中地位，若講人類肇始，亞洲原是最適的地方。學者的推論終是有事實會來證明的。自從一九〇三年德國學者舒維塞在北京藥舖子裡所買「龍骨」中發見人牙起，到去年十二月在地質調查所做事的北京大學畢業生斐文中先生發見周口店猿人頭蓋骨止，中間經過許多專門工作，中國猿人的存在已經是充分的證明了。中國猿人的確實性質，年代與以上所說幾種猿人比較，專門家正在研究之中，他們都持很慎重的態度，要研究一步纔發表一步，不肯亂說，決不是和普通報紙上所記載的那樣簡單與武斷。現在初步的發表，中文的印在科學雜誌，英文的印在地質學會誌，將來詳細的中英文報告都要在地質調查所的中國古生物誌中發表。

但是除了專門的詳細研究外中國猿人發明的大概意義，是已經可講的了。就我個人的見解來說，中國猿人在學術上的意義可分作四點。

(一)即使不能證明亞洲爲人類肇始之地，也已指示亞洲爲猿人已甚發達之區。照現在所已得的材料看起來，在房山縣那一處地方猿人有老的小的決不止一個。一處現有若干猿人他處決不能沒有，而且舒羅塞第一次發見的猿人牙也許並不是周口店出的，因爲那時候還沒有人在此洞開灰窰。如此看來如果好好的搜尋，將來中國別的地方總還可有所發見，只要有人用心去找。

(二)中國猿人共生的動物化石格外豐富，已經鑒定的已經有幾十種，所以他的地質時代比較已經確定，就是至少在黃土生成之前。黃土是中國北方最廣最多的浮面地層我們已可斷定北京猿人生活的時候這種黃土決尙未有，年代之遠可以想見。與爪哇猿人英國曙人的比較雖然專家意見還未一致，但是大概看來至少是互相伯仲。所以彼此間的關係與其說是誰先誰後，不如說是同一祖先分遷三處，後因環境不同各別演化，演到不甚相同的結果。誠如此說，那末共同祖先究竟生在何處呢？既然中國猿人特別的多，地理上的地位對西歐與南洋比較起來又最爲適中，很像是在中國。但是所謂共同祖先者，也不過暫時比較之辭，當然他的上頭還有祖先正如剛纔所說的連鎖一樣，步步緊逼沒有窮盡。

(三)如此說法究竟這樣理想的祖先發生在何處呢？有的說應在新疆，有的說應在蒙古，有的說應在中國南方或亞洲南部，都是理想之談並無絕對證據。我想或者就在當地——中國北部——更古的地層，就能發見比北京猿人更古的猿人或人猿。好好的找總有希望。倘能果然發見比北京猿人更古的近人動物，當然他的意義更大，因爲如此也許可以希望知道猿人的來歷。現在所說的猿人離猿的距離太大

了。

(四)但猿人固非猿，猿人亦非人。我們不要誤會北京猿人就是中國人種的直接祖先，其實猿人與現代人的分別比現代各人種間的分別相差遠多了，所以猿人與中國人種或任何人種的小分別真是毫無關係的。照現在的想像最多只能說北京猿人與現代人種似乎是（其間並無證據）出於同一祖先（尚未找到）。但猿人與我們真祖宗（尚未找到）各別演化，猿人的演化到相當的時代就絕了種，我們這種人却逐漸的進步到現代的模樣。所以我們對北京猿人最多只可叫他很遠很遠的堂房伯叔祖，但並不是我們的直系祖宗。其實照進化論講來我們的遠房伯叔祖原是很多的。

照上講法猿人在動物進化上地位實很是複雜。脫節連鎖 (Disarticulation) 的觀念還是一種簡單化的說法。

現在我們再想北京猿人生活的環境如何，照地質學及古生物學研究，我們可以知道當時天時地形與現在均大不相同。在當時北京附近天氣溫暖濕潤與現在中國南部的情形相似，因為有犀象水牛等動物。當時森林一定甚多所以也有別的真正猿猴。但是還有許多豺狼熊虎肉食的動物骨出在同一洞內，猿人雖凶，何能與此類惡獸共生？也許是此進彼出經過好幾次變遷。這種猿人是否有人類的性靈，實在並無證明，什麼用火用器的指示都一概沒有，不但中國如此爪哇及英國猿人發見的地方也從沒有找到猿人有什麼文化的蹤跡。從此也可見猿人實在還離人很遠。因為我們一說人總想到他多少有些文

化，但是猿人的文化現在尚不知道。雖然在歐洲有幾個學者以爲曾經發見始石器 (Old Stone) 時代的器具，但是這種器具實在粗糙已極，與舊石器 (Palaeolithic) 相差甚遠，甚且有許多學者不肯承認他爲器具。即使真爲石器，但此種始石器雖然在地質上看有許多認爲與猿人同時，然而事實上已有好幾處猿人發見但從不見有始石器在旁。而始石器發見的地方又從未找到猿人骨骼。從此看來要說是猿人的文化至少現在尚毫無證據。我們如果說人是文化的動物，那末猿人實還沒有可以稱人的證據。

(1) 北京大學紀念週講演北大日刊十九年四月

地
理
學

中國山脈考(一)

(一) 緒言

余以研究中國地質構造，於中國山脈新舊各說有所涉獵，因覺舍地質而論山脈，無論中外均不免矛盾穿鑿之病；而言地理而不知山脈，即在普通教學亦感無所歸納之苦。本年中華教育改進社第三屆年會地理組論文雲霄吳有容君亦同時提出：中國山脈究竟是怎麼樣？之問題。吳君言嘗就近時通行之地理教本及坊刊地圖互相比較，關於山脈系統者不特人各其說，而且往往同一書中，圖與說間或圖與圖間，自相矛盾，而又無從見其理由之所在。誠心求是者，殆莫不慊然於心，欲明究竟。然吳君又謂嘗以此遍質海內地理名家，迄未得正當解釋，則又見此項研究之尙未得國內學者之注意。

余以爲：欲知中國山脈究竟是怎樣？，決非僅參考現行地理教本圖說而折衷其間者所能得其真相。蓋現行教本圖說之編輯，至少對於山脈一部份，並未經澈底研究，自有見解。推其所本，大抵雜參明清言山者之舊說，及英美日本所出簡單而非科學的圖說，略加己見，姑備一格。又復輾轉傳襲，訛誤愈多。若仍以此爲根據而互相校勘，勢必用力多而成功少。此亦不足盡爲編輯教本者咎，中國現在地理材料之散漫，誠亦一時不易着手也。

蓋欲就中國山脈一一考正，自非博考中外新舊探險遊覽測量所得種種記述不爲功。其書散在各國

文字各種專門書報，綜合論述在外國文字亦尙未見善本。憑藉既少，創作自難。博考精研，當爲今日中國地學之一重要事業。而尤要者在先正山脈之觀念；必先知：什麼是山脈？而後能明：中國山脈是怎麼樣？，理至明矣。

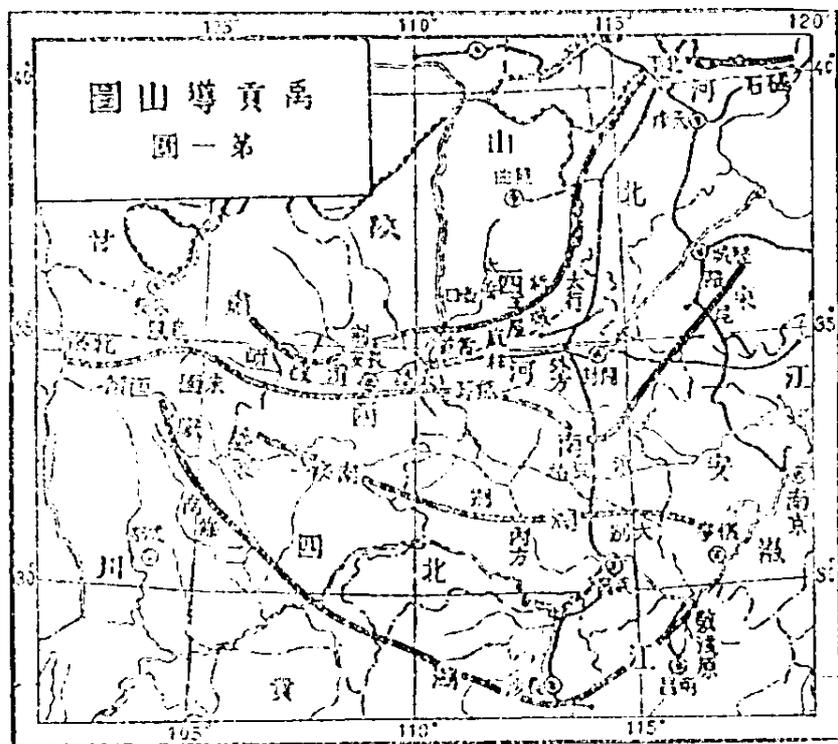
此篇之作，意在略述歷來中外學者對於中國山脈之大體的調查研究而考較其異同得失，以期能了解山脈之意義，而於中國山脈能得正確之概念。若夫各個山脈之具體論述，則願以俟諸異日。

(二) 中國山脈學說之變遷

中國歷代對於地理一科，向極重視，鴻篇鉅著不在少數。卽十七八九世紀(2)西人之言亞洲地理者亦多依據中籍，珍爲鴻寶。且均謂按之實地，大致相符。惟輒謂中國地理精於水道而疏於山脈，言水多詳而山多誤(3)。此誠有所見而云然，然中國於山脈固亦未嘗無所研究者。

中國言山脈者，多祖禹貢，且倡爲三條四列之說。第一列(第一圖)自岍，岐，荆(在今陝西)崑口，雷首，太岳，底柱，析城，王屋，太行，恆山，至於碣石，爲北條。蓋卽渭河黃河之北岸也。第二列爲西傾，朱圉，鳥鼠，至於太華；熊耳，外方，桐柏，至於陪尾(在今山東)，爲中條。蓋漢淮與渭黃之分水嶺也。第三列爲嶓冢至荆山，(在今湖北)內方至大別，爲中條之支脈。亦約當漢淮與大江之分水。第四列自岷山之陽至衡山過九江至敷淺原(今江西廬山)爲南條。則與水系關係，殊不明顯。然此條列脈絡之觀念，實皆出後人所解釋，禹貢原文初無此說。其殆列舉治水所經之重要山名，而未必

第一圖



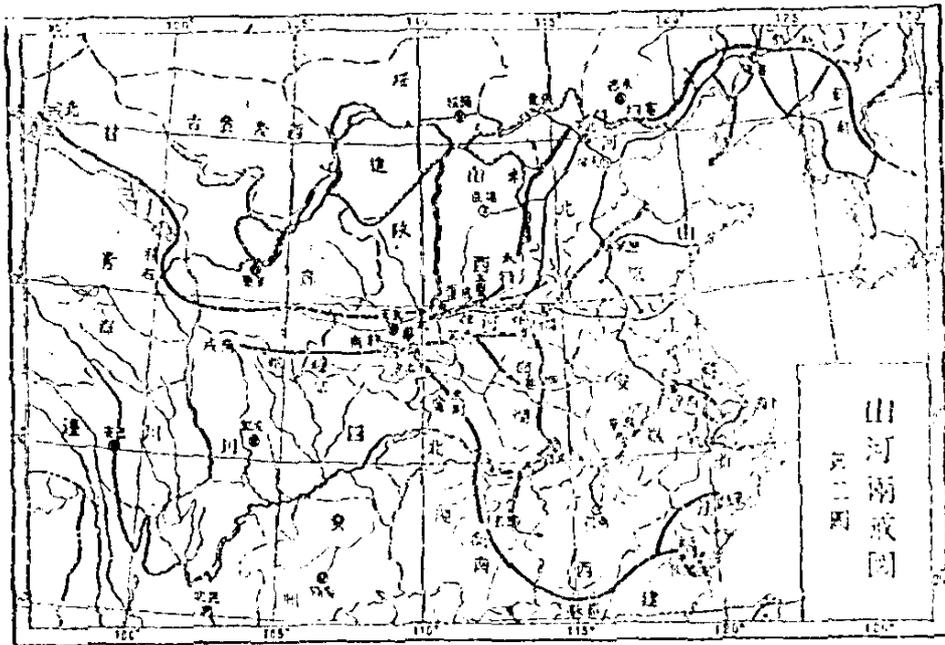
錄
指
集

定有脈絡相連之意歟。就山勢論之，則桐柏大別顯相連貫，何以分隸二列；岷山衡山若風馬牛，何能合為一條；以何標準，殆未易言也。

惟脈絡觀念發生固亦甚早，至少秦漢時代已有地脈(4)地絡(5)等名詞。惟以此理論而具體適用之於山脈之研究者似尙無聞。

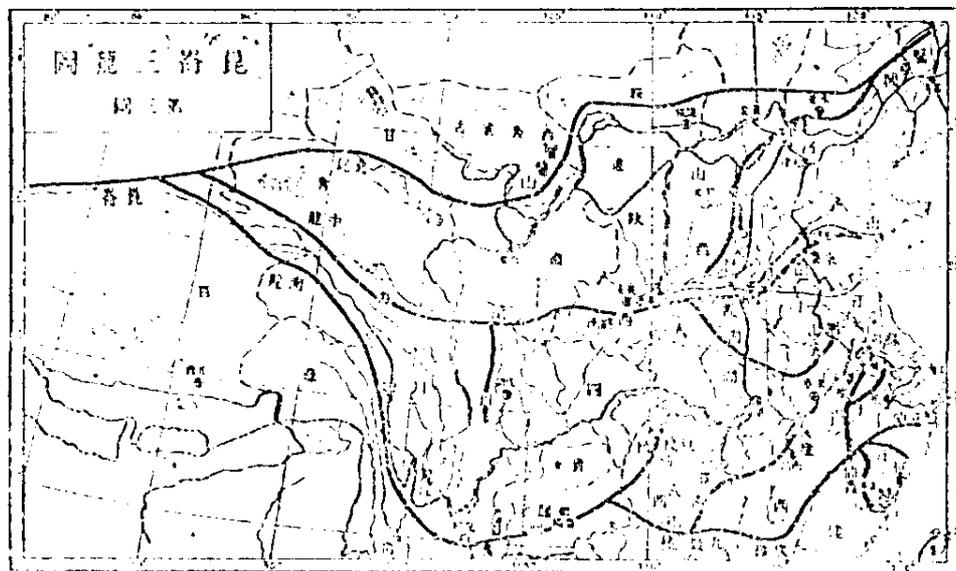
言山脈之最明切者，殆始於唐開元間僧一行山河兩戒之說(第二圖)。其言曰：「自三危積石負終南地絡之陰：東及太華，逾於河；並雷首，底柱，王屋，太行，北抵常山之右；乃東循塞垣，自濊貊朝鮮，是為北紀；所以限戎翟也。自岷山嶓冢負終南地絡之陽：東及太華，連商山，熊耳，外方，桐柏；自上洛南逾江漢，携武當，荆山，至於衡陽；及東循嶺徼。」

圖 二 第



達東甌閩中；是爲南紀：所以限蠻夷也。一行南界之說，蓋以山脈爲上應天文，下關人事。夫天文分野之說，在近代科學觀之，全屬附會，絕非事實。若所謂戎蠻蠻夷之界限，則表示自然地理對於人生之關係；近代地理學之精義不逾是矣。至其所論山脈，以今日之眼光觀之，三危積石一段，即今所謂南山（祁連山）山脈。王屋太行以至恒山，即今所謂太行山脈。此二山脈成因時代，頗各不同，介乎其間者，尤當有許多性質不同之構造，混而一之，未免過當。至其所謂南紀，又分二脈，自岷山嶓冢至外方桐柏爲一脈，約當今之所謂秦嶺山脈，或曰北嶺山脈，河漢之分水也。自上洛逾江漢達閩越爲一脈，則合今之所謂大巴山脈及南嶺山脈而一以貫之。無論地形及地質上均覺少可根據，而超越江漢，又絕不能以分水線爲說，其標準所在，殊不易解。至若北方及西南諸山之遺漏，

第三圖



固可謂爲時代知識所限，然亦由於一行言山之目的，本不在地理，而在天文，不在明山脈，而在辨星野，故雖大致尙是，而究不免牽強附會舉隅忘全之病。

唐時堪輿之說亦頗盛。是說爲地理而言地理，視爲天文而言地理者尙居較勝。楊益（字八竒）龍經（6）云：崑崙山是天地骨，中鎮天心爲巨物；如人骨脊與項梁，生出四肢龍突兀；四支分出四世界，南北東西爲四脈；西北陸鬪數萬程，東入三韓陷杳冥；惟有南龍入中國，分宗孕祖來奇特。此以中亞高原爲歐亞大陸之脊，及其一切山脈之所自出，十八九世紀歐洲學者對於亞洲地理所窮究博論者，要不外此，而其發明之早，則固遠遜唐人。

自有堪輿家龍脈祖宗之觀念，淵源有自，系統愈明。歷宋迄明，遂有三龍之說（第三圖）。茲據明人王士性（7）之言，以爲此派代表。其言曰：

崑崙據地之中，四旁山麓各入大荒，入中國者

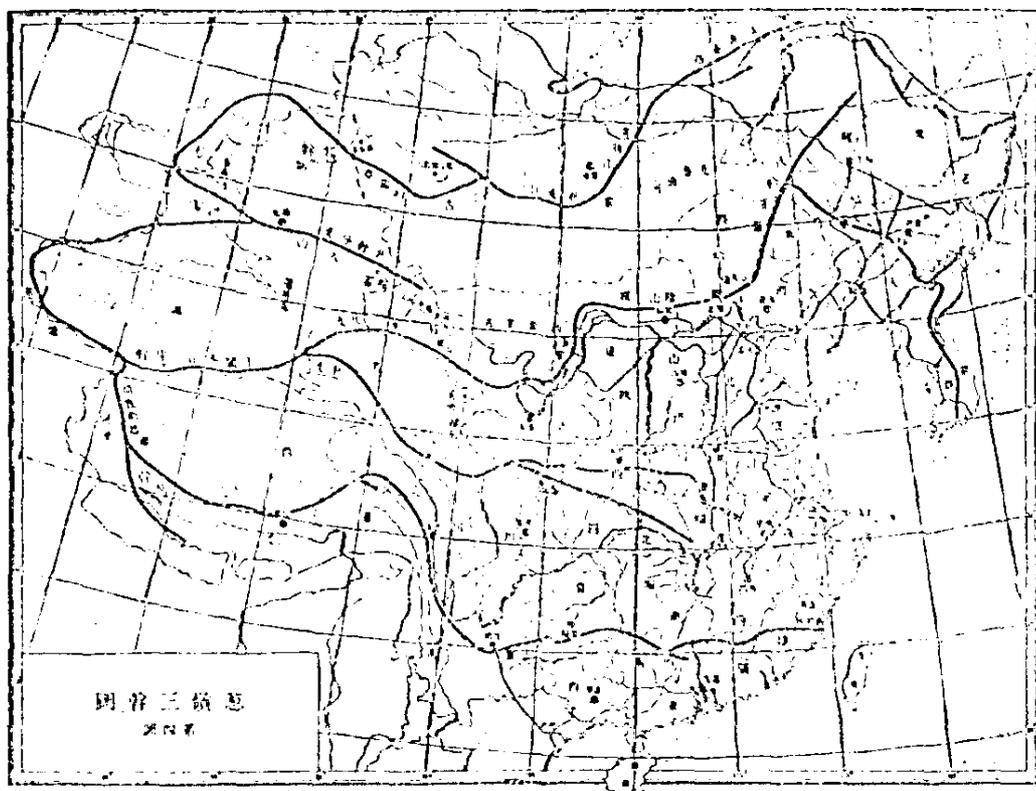
東南支也。其支又於塞外分三支：左支環陰山賀蘭，入山西起太行，數千里出爲醫巫閭，渡海而止，爲北龍。中支循西蕃入趨岷山，沿岷江左右，出江右者叙州而止；江左者北去趨關中，脈系大散關；左渭右漢爲終南太華，下秦岳起嵩山，右轉荆山，抱淮水，左落平原千里，起秦山人海爲中龍。右支出吐蕃之西，下麗江，趨雲南，遶雷益貴州閩峯，而東去沅陵；分其一山武關出湘江，西至武陵止；又分其一山桂林海陽山過九疑衡山，出湘江東趨匡廬止；又分其一過庾嶺；渡草坪，去黃山，天目，三吳止；過庾嶺者又分仙霞關，至閩止；分循爲大拌山，右下括蒼，左去爲天台四明，渡海止；總爲南龍也。

此其以全國名山歸納於崑崙一系，脈絡井然，實集數代之大成；所少者惟漢北諸山。至三龍分脈之標準，實在重要水系之分水。故明末徐宏祖(8)言：「北龍夾河之北，南龍抱江之南，而中龍界之特短。北龍亦祇南向半支入中國，(其他半支似即指漢北山脈而言)惟南龍磅礴半宇內，而其脈亦發於崑崙與金沙江相持而下。」且徐氏言山純爲山脈而言，不雜星野之見，亦非爲風水之談，視前爲大進步矣。

清代疆域既廣，且於西北地理尤多新得，故於山脈研究亦更進步，其大體可以魏源(9)葱嶺三幹之說(第四圖)爲之代表。源之言曰：

「葱嶺即崑崙，其東出之山分三大幹，以北幹爲正。北幹自天山起祖，自伊犁繞宰桑泊之北

第四圖



經
指
集

，而起阿爾泰山；東走杭愛山，起肯特嶺，爲外興安嶺，包外蒙古各部，綿互而東，直抵混同入海，其北盡於俄羅斯阿爾泰山爲正幹。故引度長荒，東趨巴里坤哈密者乃其分支。分支短，盡乎安西州之布隆谷河。中幹自於圖南山起祖，經青海，由三危積石，繞套外爲賀蘭山陰山，歷歸化城宣府至獨石口外之多倫湖而起內興安嶺，至內蒙各部而爲遼東之長白山，以盡於朝鮮日本。復分數支，其在大漠內黃河北者爲北支；在黃河南漢水北者爲中支；漢水南江水北者爲南支。南幹自阿里之岡底斯山起祖，起阿里東爲衛藏，入四川，雲南，東趨南粵，起五嶺，循八閩，以盡於臺

溷琉球。

此殆可以為中國地理學家言山脈之正宗，其劃分山系之標準所在當以重要水系之分水綫為第一。所謂葱嶺三幹云者，皆可以此釋之。北幹之北水皆入北冰洋；北幹與中幹之間水皆入戈壁沙漠之內陸盆地；惟極東一段由黑龍江入海，中幹又分為北中南三支，北中二支間為黃河流域；中南二支間為漢水流域；中幹與南幹之間為長江流域，南幹之南則水皆南流而入南海，條理蓋至明晰。

今試復綜述以上山脈諸學說，可以大致比較如下表。

禹貢三條說			北條	中條	中條分支	南條
山河兩戒說			北戒			南戒
崑崙三龍說	北龍北支	北龍南支		中龍		南龍
葱嶺三龍說	北幹	中幹北支		中幹中支	中幹南支	南幹

就根本觀念而論：蓋山分野之說一變而為堪輿家言，又一變而為純粹地學。就分脈標準而論：則由禹貢之列舉主義而漸知認定一定標準，分別脈絡，且多歸結於以分水綫為最重要之根據。此蓋觀察

漸近於實際之結果，亦地學演進必經之一階級也。惟流風所被，愈趨愈甚，試觀近人所作山脈圖，更幾以山脈與分水二者二而一之，以「三水之間必有一山」爲絕對不易之原則，畫山脈圖者但就水系圖中重要水道之間，各引一線，連而接之，無餘事矣。

(三) 分水果卽爲山脈乎

分水綫果常足以爲山脈之標準耶？是必水道常與山脈平行而後可。實則平行者固有之，斜交或直交者亦甚多。試舉一例：舊說言四川山脈者多於嘉陵江與涪江之間繪一山脈，曰劍門山；涪江與岷江之間繪一山脈，曰鹿頭山；岷江與大渡河之間繪一山脈；曰印徠山。川流之方向皆自西北而東南，故以爲山脈之走向亦稱是。按之實際則四川山脈大多數實皆作自東北趨西南走向，除川西一部份外，地面形勢地質構造莫不皆然。故夔萬以西以至瀘叙，長江流向實與地勢大致平行；而嘉陵涪沱岷諸流則大部份實與山脈相橫截。所謂劍門鹿頭印徠諸山，論山之個體則誠有之，若以爲西北東南之山脈，則僅有理想之存在耳。

同一錯誤，見之於四川長江以北者，復見之於陝西渭河以北。蓋言渭北山脈者，輒於渭水與涇水之間作一山曰隴山或曰岐山；涇水與洛水之間作一山曰橋山；洛水與黃河之間作一山曰梁山。諸水方向皆自西北流向東南，故以爲山脈之方向亦稱是。按之實際，則地層走向及地面形勢，皆作東北趨西南或東北至西南南或南北方向。獨自西北趨東南之方向則未之有也。水之所經必有侵蝕；侵蝕所餘

成爲岡阜；所謂梁山橋山云者，山則有之，山脈則未可據也。欲明所以然之故，非詳論地質構造不爲功，苟有懷疑者，請更以太行山脈驗之。太行山之成一山脈世所共信者；然苟繩以二水之間必有山脈之原則，則必於滹沱，泚，沙，漳，衛諸水之間，各繪一東西走向之山脈而後可。知滹沱，泚，沙，漳，衛諸水之不足以易太行山脈之南北爲東西，卽知四川之嘉陵涪沱，陝西之涇渭洛黃之不足以證西北走向山脈之存在；而山脈與分水嶺二者似同而實異，亦於此可以證明矣。因分水線而理想假定之山脈尙有如所謂幕府山者，實則江西湖南之間地層走向皆作東西或東北西南；湘東之泊，瀏，潁，攸，贛西之修，蜀，表，吉，章，諸水，皆循此方向。惟因湘贛二巨流，自五嶺而北下洞庭鄱陽二湖；滙集衆水，侵蝕較深。故二省之間遂有分水。然初未嘗有南北走向之山脈，如近時山脈圖所謂幕阜山或羅霄山或萬洋山者也。

如上之例可舉者尙多。然舊說之言山脈者，亦未嘗不知山脈與水道之不必平行，故又有山脈爲水所斷之說，又有山脈伏而後起之說。秦嶺山脈與泰山脈，卽由是二說強聯爲一者。蓋禹貢既有外方桐柏至於陪尾之言；後之言崑崙山脈者，更不憚由秦嶺伏牛而聯之泰山。若以爲地軸之中（崑崙）與五嶽之首（泰山）固應共出於一系也者。實則山東地質構造與河南不相連屬。伏牛山脈東南走爲桐柏大別，以至於皖北之大柱，按之地勢，揆之地質，莫不皆然，與泰山殆風馬牛之不相涉。卽其附屬旁峙之嵩山，亦復成因時代，各不相同。泰山山脈自西徂東，橫亘於膠濟路線之南，固自成一役者。明代堪輿

家因信泰山連於崑崙，遂謂黃河南遷截斷地脈。信如是言，則自咸豐五年河復北徙，豈復有關於氣數耶。

泰山而可連於崑崙自無不可越海而聯於長白。前清帝者遂創爲泰山導源長白之說，以自尊崇其發祥之地。一時學者亦殊無以難之。蓋山東半島與遼東半島形勢遙接，人所共知，而自千山摩天嶺，以達長白山，亦固以若相聯也。在今日地質學觀之，則長白山與泰山，岩石時代成因蓋無一同者。

夫兩不相聯之泰山脈，而爲之說者乃或系之於崑崙，或屬之於長白，各執一解，左右逢源，至於如此；可見山脈觀念不明之爲害。不確知何爲山脈之定義，而欲強定山脈之如何，必無當矣。

以分水線而誤認山脈，尤甚者如外興安嶺是。當清康熙二十八年尼布楚中俄會議，中國代表提議自格爾畢齊（Gorbitski）額爾古納對面自北流入黑龍江之小河）以東，凡水流入東海者皆屬中國。換言之。即以此段入太平洋諸水及入北冰洋諸水之分水嶺爲國界也。正式議定，謂自此河源向東北，循外興安嶺脊至海，凡嶺陽流入黑龍江之河道悉屬中國，嶺陰悉屬俄羅斯；蓋即遵此。中國所謂外興安嶺者，俄國嗣後稱爲斯他諾尾（Stanovoi），作東北西南走向；其西南一段在額爾古納以西者，又名耶勃羅諾尾（Yablunovoi）。實則其地地理，當時中俄（10）二方皆極不明瞭；但皆默認有一分水嶺即應有一重要山脈，爲不可易之地學原則而已。嗣後俄國地理家迭經調查，漸知其誤。一八七五年克魯包德金（Kropotkin）（11）氏經過多次實地觀察之後乃明白發表，謂從前所想像自庫倫東北趨至岡札加

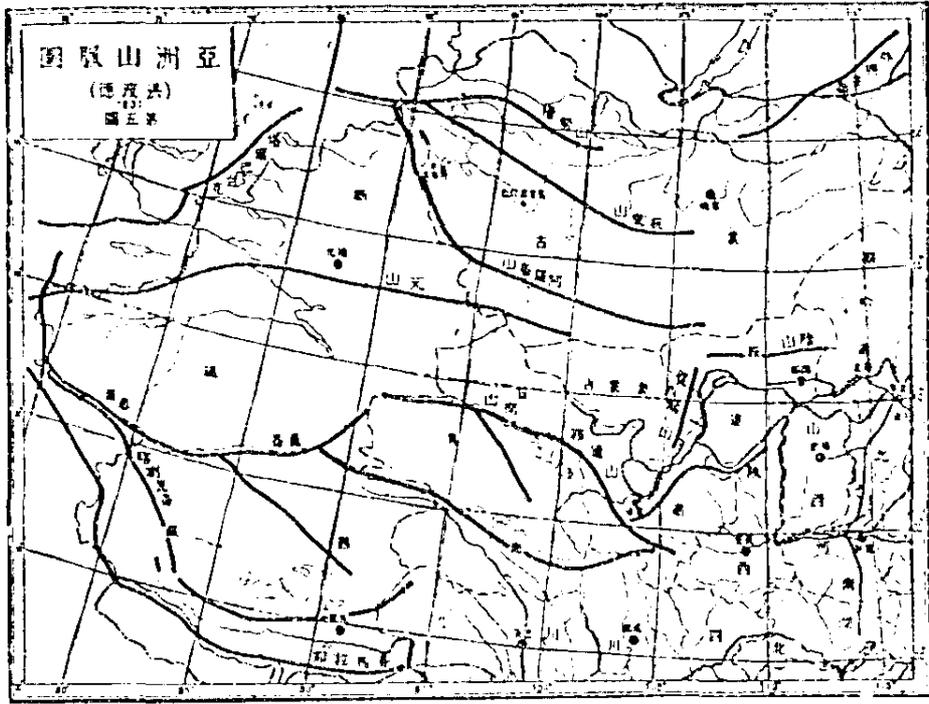
Kametchuk) 而以為北冰洋與太平洋間分水線之大山嶺，僅有理想上之存在，實際並無其事。所謂斯他諾尾山之高度且尙不及威丁(Vitin)與鄂立克馬(Oukema)二小河間之分水。今之通行地圖猶於此作一簡純長互之山脈者，其失蓋正與陝西之橋山梁山等。由是可見純以分水嶺山脈之不足為訓，其錯誤之結果甚且牽及國際關係有如上例，亦足戒矣。

以上諸例冀以證明對於山脈實有科學研究之必要。善夫德人李希霍芬(12)氏之言曰：吾人對於山脈之智識，其進化程序可分三期：第一期係分水嶺必與山脈相合；第二期知二者相合並非絕對；第三期乃從地質構造研究山脈。中國之言山脈，殆至今未脫第一期此所以往往自陷於矛盾而莫能拔也。

(四) 山脈研究漸歸重於地質構造

十九世紀初西人之言中國山脈者常推德國地質學家洪波德(A. von Humboldt) (13) 為最精，初歐人之言山脈者多斤斤於山峯之高度，洪氏首明主峯高度不足以為山脈之標準，而當先視山脈構造地質時代及山地點平脈之關係。以此標準洪氏遂分亞洲山脈(第五圖)為四大系：(一)阿爾泰山系；(二)天山系；(三)崑崙山系；(四)喜馬拉耶山系。至今言中國山脈者猶多宗之，而與中國所謂崑崙三龍葱嶺三幹諸說亦多暗合。實則洪氏所親歷者僅及阿爾泰山之一隅，此外對於天山崑崙之地理其所根據原多出於克拉柏勞脫(Klaproth)氏等所譯前清康乾二朝之圖籍；惟對於喜馬拉耶山，當時歐人所知略詳。然則此大山系之發明，固猶大半為我中國地理學之成績也。

第五圖



錢
指
集

洪波德之論山脈僅詳中亞，未及亞東。蓋中

國本部山脈之分布原不如中亞之顯明，故自1863

至1864年間彭伯利氏(Pumpelly)(14)(第六圖)

至亞東考察，於山脈情形猶多茫然。惟於東北走

向之重要，特為注意，而特名之曰中國山系。以

為東亞之有中國山系(15)，海陸形勢均由是定，

猶東美之有阿伯拉輕山系也。然亦承認崑崙山系

東走而為秦嶺，更由河南折而延入湖北安徽，大

致成自西至東走向。西南部則復有自喜馬拉耶山

系趨下東南之支脈。此二系與東北西南之中國山

系相遇，乃成種種複雜之構造；其詳則彭氏未

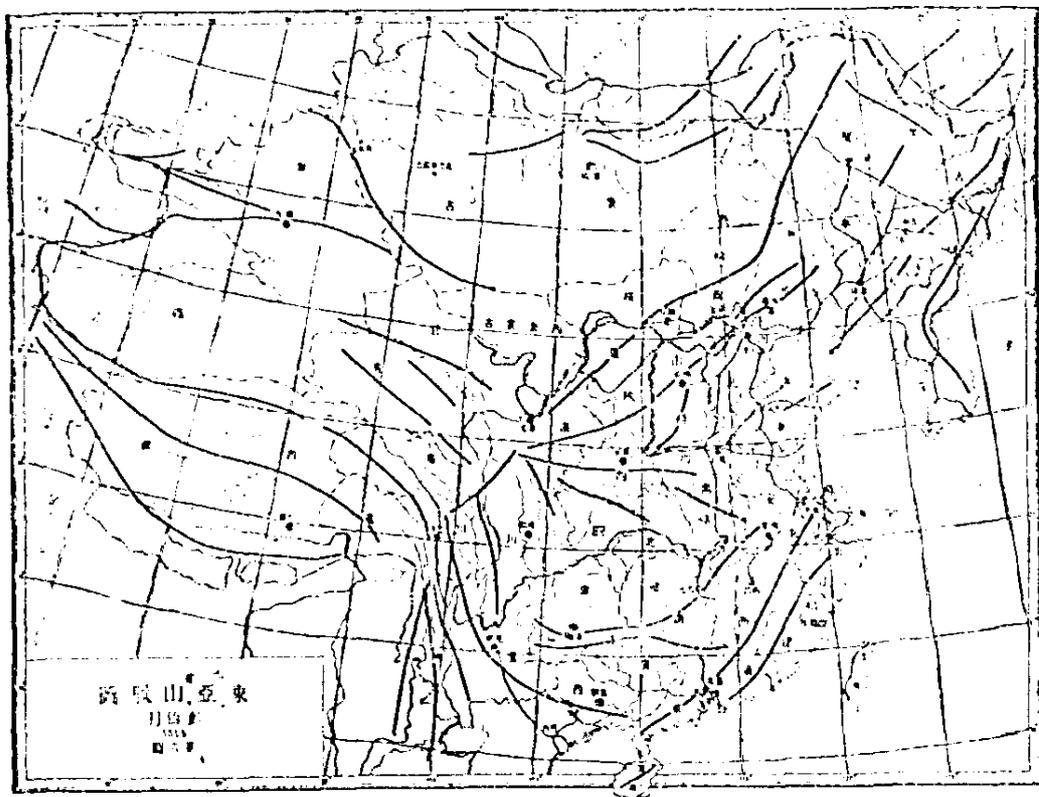
能明焉。

十九世紀下半期以至二十世紀初期地質學既

漸發達，學者對於山之成因，山之種類，觀念既

日漸明確，分析亦日益精詳，迥不如從前漫言山

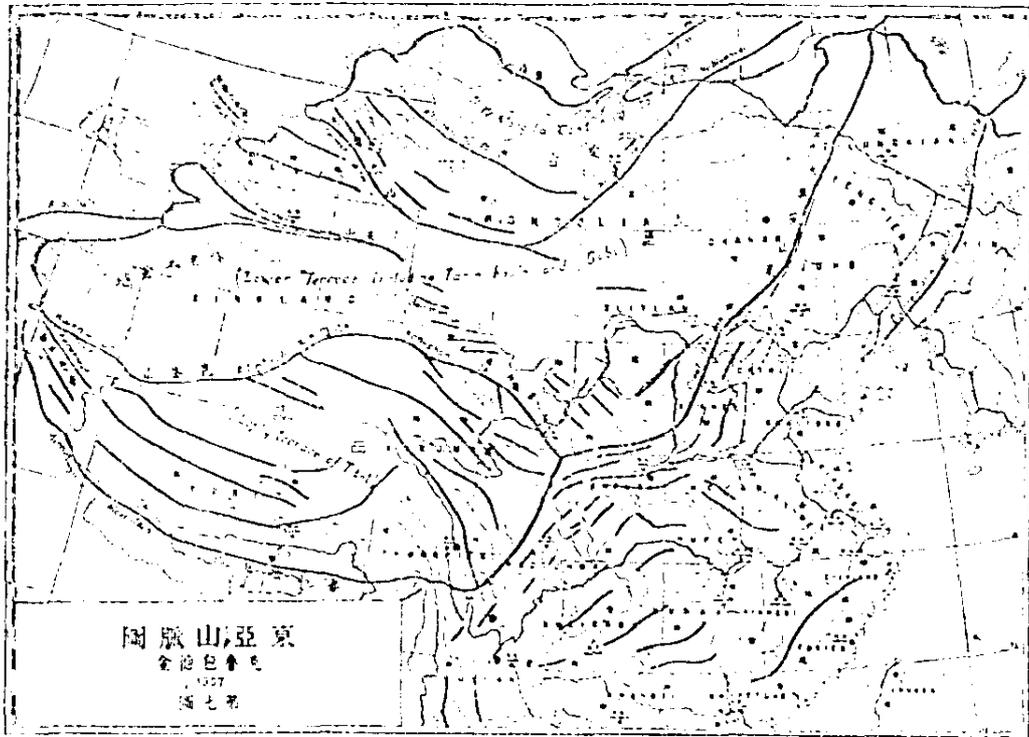
圖 六 第



派者之失之籠統。同時中國地質亦日有所發明，其間尤以德人李希霍芬 (V. Riechthofen) 奧人洛紀 (V. Loeb) 美人維理士 (B. Willis) 及勃拉克威爾特 (Eliot Blackwelder) 四大師之調查為最精且博。然一方面科學的發明雖日新月異，一方面舊式的地理學家仍專就山脈而言山脈；冀以錯綜紛紜之山脈歸納於簡單一定之系統。為此者尤以俄國地理學家為多；而其中如波德寧 (Potanin) 朔斯瑞斯基及馬素斯基 (Sossnowsky and Masousky) 羅陀羅斯基 (Rodorowsky) 俄勃洛促夫 (Obruchef) 包格達諾維世 (Bogdanowitch) 木斯開篤夫 (Musketof) 諸氏於中亞北亞諸山脈廣為探索，亦誠多所發明。惟於中國山

第 七 圖

維
指
集



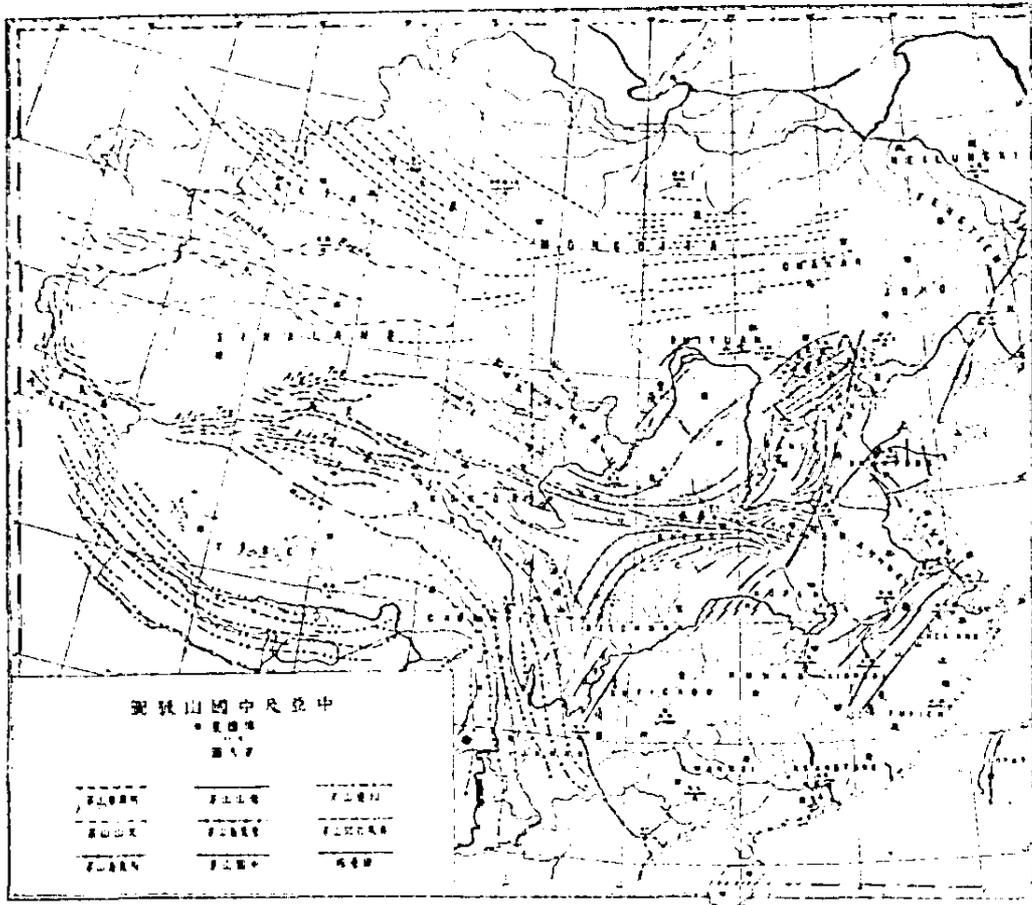
脈大體之概念有時似尙未能探源握要。此觀於 1904 年克魯包德金 (P. Kropotkin) (16) 氏之著而可見者也。克氏之東亞山脈圖 (17) (第七圖) 中，尤可異者，在以大興安嶺經過山西呂梁山，陝西渭北，以及蜀西大雪山，而連屬於喜馬拉耶山脈；此說也，證之地質，或按之地形，均未見其當。雖於渭北山脈之走向，及其與呂梁山之關係，若有所得，頗勝於中國近世地理家之專以分水定山脈者，而以渭北諸山強聯於大雪山脈，復強歸於喜馬拉耶山系，則於山脈方向及地質構造，皆絕不相容。然克氏亦未嘗無所根據：其意蓋欲以 (一) 阿爾泰 (二) 崑崙及南山 (三) 喜馬拉耶三大山系，界分 (一) 蒙古 (二) 戈壁及塔里木及 (三) 西藏三大內陸盆地；而以彼所稱為大興安山系為其東界，按之

地勢，亦非絕無理由。然有此大興安山系之東界，遂使界西山脈與界東山脈一若各自獨立，毫無關係也者。而中國本部山脈更若無所歸納。此其過在執一端而廢全局，不足以爲定論也明矣。

以地質學眼光而言山脈，首在辨構造而定時代。必同時代同構造者始得確成同一山脈；而所謂脈者，亦於此始有真實明確之意義，而少穿鑿附會之餘地。在此嚴格標準之下，則山之種類殊極繁複，並非籠統的山脈一語所能概括。幅員廣漠若中國者，其山脈之造成不一時，山脈之構造不一式，欲詳論中國山脈，自絕非在縮尺甚小之略圖上，簡單的畫幾條脈綫所能盡其真相，且以此類簡單籠統之方法，而治御錯綜複雜之天然現象，勢必至執一偏而忘其全。或重分水，或準地形，或視地層，或涉人文，見智見仁，各有所偏，卽山脈之聚散分合各不相侔。雖有詳密之觀察，而無一致之標準，則異論紛紜，無所折衷，中外同然，無足怪也。

山之地質成因雖至不一，其最爲重要足以造成綿亘連續如普通所謂山脈者，則莫如褶曲作用。褶曲作用之所以起，其真實原因，今猶未脫理想之域。然地層之有褶曲，其必要的機械的說明，則舍地殼內部之橫壓力莫屬。橫壓力之行施，及強烈褶曲之發生，勢必萃集於易受褶曲之地帶，而少及於已成堅實之區域。易受褶曲者大抵爲久沉海底之地帶，謂之褶曲帶(24)。已成堅實者大抵爲成陸較古之地域，謂之古陸區(23)。在同一褶曲帶之內，外受古陸區之擠迫，橫壓力有所範圍，故力之所施必有其一定方向；而褶曲之軸線又應與動力之趨向正交，故褶曲軸亦互相平行，且與古陸區之周圍有遙相

第 八 圖



經 緯 集

映帶之勢。如上所述，重要山脈既由褶曲所生，故褶曲軸亦即為山脈之真實意義；而普通所謂山脈之走向亦不能外上述關於褶曲軸方向之規律。至山脈之或高或低，或峻或坦，或斷或續。則視乎褶曲之先後，侵蝕之久暫，氣候之乾濕，種種情形而異。然此皆次要的或後天的異點；若求山脈之本體則舍褶曲軸（19）外殆無可屬也。

褶曲作用之外，於山現象最有關係者，莫如斷層。斷層之影響於地形者，莫如上下動之升降。沉降者陷為低地，隆起者湧為高山，而同一區域內重大斷裂之方向往往有定，故其所成山脈之趨勢亦大致具有規則，此

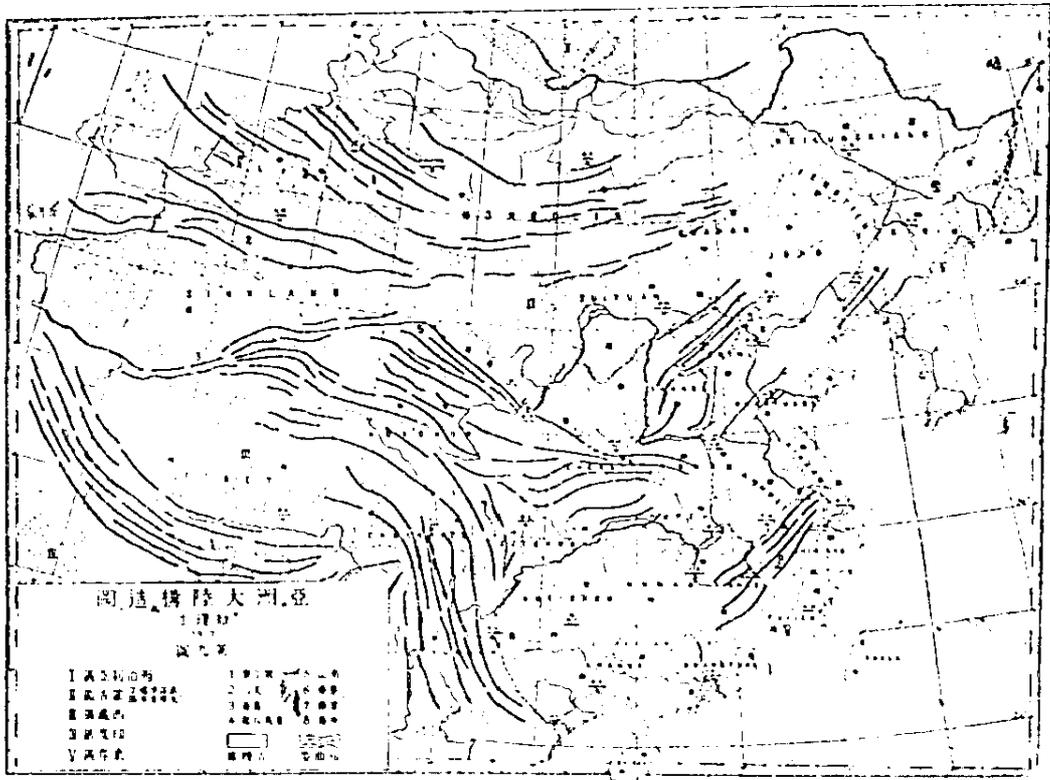
又一種山脈也。惟其延長之遠，往往較遜於褶曲山脈。

從地質構造以研究中國山脈者，十九世紀後半期著者輩出，其中以德人李希霍芬 (Richtshofen)

(20) 與人洛紀 (Loess) 二氏爲尤精；而於西北諸山以俄人包格達諾維世 (Bogdanovich) 及俄勃洛
促夫 (Obutclief) 二氏爲最詳。諸氏之說非茲篇幅所能盡述。惟 1890 年德人傅德賚 (Futterer) (21)
嘗綜述諸家學說而著之於圖。觀傅氏之圖(第八圖)中亞及中國山脈可分爲八大系：(一) 阿爾泰山系
成山原因皆爲斷層。(二) 天山系其山脈分布以畢尤宿夫 (Pownoe) 之說爲根據。(三) 西崑崙山
系，其山脈分布以包格達諾維世之說爲根據。(四) 南山系，卽祁連山系，以俄勃洛促夫之說爲根據
。(五) 東崑崙山系，以李希霍芬氏之說爲根據。(六) 中國山系，蓋卽襲彭伯利之說而復據洛紀氏
較詳之調查者。(七) 印度山系，(Hinterindens) 說據洛紀氏，實卽李希霍芬所稱爲印度馬來山系
者是也。(八) 喜馬拉耶山系，亦以李希霍芬氏之說爲根據，此外復據李希霍芬之說，而於中國北方
之上下動斷層，圖中記載頗詳。其中如山西汾河岸西陝西河岸之斷層，皆有成山影響。沿太行山之斷
層延長尤極廣遠。山東斷層更見縱橫交錯。觀此圖者於中國山脈之分布，可以得一極明瞭之表示。雖
其間詳細構造以及學理說明，尙多有待於後來之修補，然於中國山脈之大概情形，雖在今日，固舍上
述諸氏之調查外，尙未聞有更確之基礎也。

地質研究不特以明山脈之系統，且更求知其所以發生之原因。此類研究李希霍芬，洛紀諸氏已迭

第九圖



維
指
集

有所作，最近而集其成者則為 1907 年維理士(22)氏之亞洲大陸構造圖。(第九圖)由圖可見(一)西伯利亞(二)蒙古(三)西藏(四)印度(五)亞洲東岸皆為大陸區；而介乎其間者即有褶曲帶。其中之褶曲軸即為主要山脈。以此圖與前述諸山脈相比較，即見崑崙山系東走而為秦嶺，吾國先民早經洞囑。若克拉包德金之所謂大興安山系包舉內陸橫斷東西者，則迥非事實。惟崑崙山系之在塔里木及西藏二古陸區之間者，二岸夾束，故山脈窄而簡明。一出此界，脈勢即行開展。自青海而東，則其北雖有蒙古古陸之阻隔，其南已不復有西藏大陸之東延。反之自北緯二十五度以南，則東岸古陸峙於東，印度古陸位於西，而褶曲帶實介乎其間。蓋南北夾峙

之二陸，至此一易而爲東西遙對之形勢；故褶曲軸之走向，亦不得不隨之變化，自西東一易而爲北南；此雲嶺山脈之所山起也。喜馬拉耶亦然。緊東於藏印二區之間，繼乃折展而南趨於麻六甲半島。就地形言：大抵古陸區多成高原，褶曲帶多成山脈。而山脈隆起之時代既較新，故其地勢亦較高。高原之爲山脈所圍繞者，水流不能外洩於海，卽成爲內陸盆地。蒙古新疆西藏之地史大抵如斯。又如天山山系之所以橫亘於準噶爾，塔里木二區之間；阿爾泰貝加爾帶諸山之所以由西北至東南，折而爲西南至東北以包圍西伯利亞之古陸。以及因蒙古古陸區與東岸古陸區之斜角對峙，且因其皆在貝加爾之東南，故中國東部山脈大致皆作東北至西南走向；凡此事實，皆可證明，而且各有其不得不然之理由。不特知其然，而且求知其所以然；且惟能推知其所以然，故於當然之事實亦覺豁然貫通，見之愈爲明切；此則科學的研究之效也。惟中國地質調查尙遠未普及，維理士氏足跡所經，尤非甚廣。其所論列，勢不能不以一隅之觀察，推及於廣遠之區域；故其推論結果，亦僅得大要之綱領，而未能免部份之缺誤。例如賀蘭山陰山與安嶺諸山派之漏略，長江流域山脈之簡略等，其有待於地理家之補訂者，實不一其處，然其科學的理解，固足爲凡言山脈者師矣。

(五)山之成因及分類

雖然，向既言之，山之種類爲數頗多；僅言褶曲軸猶不足以盡山脈也。簡單言之，山之成因有五

大類，略釋如下。

(一)有因劇烈褶曲 (folding) (25)而成山者，如前節所論者是。成山之地層多因強烈壓力而變質，故其岩石以片麻岩結晶片岩千枚岩大理岩等爲主，並多大塊花崗岩等。

(二)有因拗褶 (flexure) (26)而成山者。山之二側，常不對稱，一側急斜，一側緩傾。地層不變質。太行山可爲最佳之例，東臨沿海平原，西接山西高原。

(三)有因斷層 (faulting) 陷落而斷岩聳立者。例如山東泰安平原與諸山之間，即有一大斷層，其斷距至少在一千六百公尺以上。而斷層又有多類，與成山直接有關者，有如階級斷層 (step fault) ，例如由蒙古高原而至沿海平原，自西北而東南級級下降；張家口以北爲一級，居庸關一帶

又爲一級，每下一級地勢愈低，卒抵於北京平原。又如中陷斷層，凡二平行斷層中間陷落，而兩旁高峙者，其中間即成地壘 (terrapen) 或裂谷 (rift valley) 而兩旁即成山脈。如山西汾河谷旁之霍山及呂梁山是也。又如中凸斷層，凡二平行斷層中間昇隆而兩旁陷落者，其中間即成山脈。如上所舉呂梁山及霍山，不但汾河谷陷落，即呂梁之西太岳之東亦有斷層，使山脈高湧。若是者亦名地壘 (horst) 。惟上述東西二側之斷層，其上下斷距不如汾河方面之大耳。

(四)有因火山噴出物堆積成山，尙未侵夷者。如吉林之白頭山 (27) ，即由第四紀火山岩所堆積，其上之火山湖至今猶在。

(五)有因侵蝕作用歷時既久，各類岩石弱者先夷而堅者聳峙者，如峨嵋，衡嶽，匡廬諸山多是。

又如江寧，句容，江浦，六合各縣之平頂小山，名爲方山印山孤山以象其形者，原爲整片玄武岩流；侵蝕所餘乃成今狀；亦皆屬此類(28)。

以上各類復綜合之，前三者皆原於地質構造，故皆可謂之構造山脈。其造山關係之重要，即略如上述一二之次序。後二者一爲火山，一爲蝕餘山，其脈往往不長，或且不成其爲脈。故欲明山脈之統系，必先辨其種類。而實際上山之成因又遠不如此節所言之簡單，一山之成，往往兼有數因。例如泰山霍山之陡臨平原，固由漸層二側之昇降，亦因其組成岩石爲太古界片麻花崗岩，對於侵蝕作用抵抗特強，故尙能保留其高度也。又如重大拗褶大抵附生斷層，故如太行山等發生之原因究竟拗褶爲重，抑斷層爲主，論者或猶不能無疑。又如秦嶺(29)誠爲褶曲山脈，但褶曲時代去今已遠，考之山頂形勢，即見從前實曾經一度爲侵蝕作用所夷平。今猶高峙者，當於較近時代復經一度爲沿邊之拗褶或斷層所昇隆。而褶曲軸帶內大抵花崗岩片麻岩之存在又增長其對於今代侵蝕之抵抗。則是秦嶺成因實兼二者或三者乃至四者而有之。此皆多種不同原因，其相趨合以發生同一結果者也。然各種原因在同地所生之結果，並不必常相一致。例如秦嶺山脈之走向，在秦嶺熊耳伏牛諸段，皆自西至東；自方城以東；則突向南移而爲桐柏大別；其間蓋有一橫截斷層發生於褶曲現像之後，而其方向又與褶曲方向大不一致者。又如東南沿岸，原屬於前所謂古陸區，而常有隆起之勢者。但又有沿海斷層，其結果使東南陷落久沉於海，即現成大島之香港及臺灣在中生代末猶全淪於海，凡此先後動力不一致之結果，皆

使地質構造益爲複雜而因此又見構造研究中時代觀念之必要。卽專就所謂山脈者言，不但當別其成因，亦並須辨其時代。今日所見之山脈並非一時代之產物，其間實大有先後新舊之分別，偉大博麗之歷史。不明其成毀之經過，卽莫能知其實際之關係。總之，應用地質學知識不可。

昔之地理家一言地文，卽論山脈(orphography)水道(hydrography)，幾以爲無復餘事。今之地理學，則有所謂地質構造(geological structure)者，有所謂地面形成(surface modeling)者，有所謂地形雕刻(sculpturing of earth surface)者，而不甚言山脈。近代最完善自然地理教科書之一，法國馬東(30) (de Martonne)氏所著者，全書九百餘頁，後附地學名辭索引四千五百言，而orphographie一名竟歸掃地，迄未一見，則近代科學之趨勢概可見矣。

(六) 從地質構造上說明中國重要山脈

詳論中國地質構造非此文篇幅所能及，茲惟能略述關於山脈研究之成說，自北至南次第言之。

關於中國西北部之山脈者俄人調查最多。最近之綜合的研究考證最博者，似猶爲俄國裘斯(Дюсс)氏之作，費賽(31) (Fischer)氏復取其說，繪之於圖。由此圖(第十圖)可見蒙古高原中褶曲現象甚非重要，故亦無甚顯著之山脈。推斷層陷落甚多，發生多數重要地壘。其大致方向亦與其地之構造軸線相應。約以東經一百零四度爲分，(卽經過於三角形的西伯利亞古陸區之南角者)在其西者，大致作西北至東南走向；至界線附近漸轉爲東西；復東則又轉爲西南至東北，成爲向北包圍之弧形。



細察費賽氏之圖，可見中國北部山脈可分二大類，在北者多斷層山脈，在南者多褶曲山脈。從前所謂葱嶺北幹諸山脈，實與其中幹諸山脈性質迥異，而亦絕無理山可以同隸之於葱嶺。所謂葱嶺北幹者，即蒙古（32）諸山脈，其造成之最大原因厥為拗褶，（此間與撓曲 *warping* 同義）及斷層。因此二現象往往相連，故總名之為斷層山脈。例如阿爾泰山，自西北西走向東南東，山之北斷層陷落地先後相接，且愈陷愈深，湖泊之牛即原於此，至烏布薩泊殆達陷落最深之點。其北隆起之區即為唐努山，與阿爾泰山隔複雜之陷落地塹而遙相對峙。阿爾泰山以南復有階級斷層，北升南降，致成準噶爾盆地。故阿爾泰山者，簡單言之，實可稱為西蒙古與準噶爾二陷落盆地中間之一地塹。凡是諸地之地質，屬於地壘者大抵為時代甚古之結晶岩石，蓋以其上之較新地層多已受剝蝕而去也。凡屬於地塹或盆地者大抵為中生代

或新生代之沉澱，蓋因其原爲盆地沉積，且因地勢較低，故猶不甚受侵蝕也。

自北緯四十五度以南，褶曲作用漸見重要(33)，天山山脈於焉發生。所謂天山者，在迪化以西爲博羅霍落山至汗騰格里山間之諸脈，或作西北西至東南東走向，或作正西東走向，大致互相平行。迪化以東山脈較爲開展，在北者爲博格多山，向東南東延長，至東經九十六度半；在南者爲闊克帖克山，延長至哈拉泊附近。此皆褶曲山脈。惟介於博格多與闊克帖克二山之間，有自吐魯蕃至哈密之陷落帶，卽裘斯氏所稱爲 *Pri-Tianshan'scher Graben* 者是也。闊克帖克以南，又有庫爾塔格山，西接汗騰格里，東抵布隆吉河，亦爲一褶曲軸。由是可見從地質構造上立論，阿爾泰與天山一爲地壘，一出褶曲，其成因性質多不相同，實有未可同年而語者。

自是復南即屬蔥嶺中幹，隔塔里木盆地而聳起者卽爲崑崙山脈。自于闐南山而東，脈勢漸爲開拓，在北一股山托古茲達坂分枝錯出，勢如花瓣。經歐洲地理學家(34)歷次調查之結果，分爲阿勒騰塔格山，齊門塔格 (*Tschimentag*) 山，南柴達木 (*Süd Tsaidam*) 山，哥崙布 (*Columbus Kette*) 山等。在南一股爲阿爾噶塔格 (*Arkatag*)，卽普里斯佛爾斯基 (*Przewalsky*) 山。阿勒騰塔格東延爲祁連山，其走向原爲西南西至東北東，至是折而爲西北至東南。祁連山亦稱南山，然皆總名耳。分析言之，魏時於酒泉張掖之南，以迄於黃河右岸者，今名爲李希霍芬山 (*Richthofen Mt.*)。其南復有托來 (*Tolai*) 山，亞力山大第三峯 (*Alexander III Mount*) 山，大雪山，洪波德 (*Humboldt Mt.*) 山，

李德 (Ritter) 山，木斯開篤夫 (Musketof) 山等蜿蜒於青海以西；又有馬林山，青石山，洛紀 (Loogy) 山，波德寧 (Poianin) 山等起伏於青海以東。其橫亘於青海以南者，則尚無專名，僅稱爲青海 (Qinghai Kulkunor) 南山。上舉山名中，多有以歐洲地質學者及地理學者之名爲名者，蓋以是地重山疊障，原無定稱，故學者爲之肇錫新名，以誌不忘云耳。以上諸山皆在黃河以西，柴達木以北，其在柴達木以南者，則有菩克菩達 (Burch Buddha) 山，東向而爲積石西傾，以遙接於秦嶺。以上所言青海諸山脈，視我國舊日知識稍爲加詳。嗣是以東，則裴斯氏所綜述者頗與我國舊說多相暗合。崑崙東延而至秦嶺，此即昔之所謂崑崙中龍，或葱嶺中幹之中支也。自李希霍芬山折而向東，至黃河轉折處，又復折而向北爲賀蘭山。又折而向東爲陰山。此即昔之所謂崑崙北龍或葱嶺中幹之北支也。凡此山脈之成，據歐洲學者研究之結果，以出於褶曲作用爲多。由今觀之，雖在較近時代中斷層撓屈亦未嘗不與有力，而至少古生代（或並有中生代初期在內）地層多受劇烈褶曲，誠爲崑崙北龍及崑崙中龍諸山脈之特徵。此非中外學說之偶合，蓋實以今代地形既爲前代地質歷史演化之結晶，則或據地形或據地質，其所論之犖犖大者，殊途同歸，互相證明，固勢所必然也。

中國北部及中部地質構造之研究最精者，當推李希霍芬氏，而近年來中國地質調查所考察加詳，可以爲之矯正補充者亦不在乎少數。茲仍以李氏之地質構造圖（第十一圖）爲底本（35），而說明其大概並指明其誤會太甚之處。李氏之根本觀念，在以褶曲區域與斷層區域截然分爲二類。屬於斷層區域者

第四紀初所噴出者。又其所謂煤田區域者，爲古生界及中生界水成岩沉積甚厚，除沿邊一部份外，未受劇烈褶曲之地。從地質構造上言之亦可稱爲盆地。此項盆地李氏又分爲二種，一爲陝西山西之古生界煤田，一爲大同及北京西山之中生界煤田。由今觀之，則陝西盆地中實兼有中生界煤系地層，而大同及北京西山亦兼有中生界地層，二者殊無根本分別；不過大小不同已耳。山西及陝西煤田之沿邊爲下部古生界及太古及元古界之一部所成，亦有背斜褶曲，又受同走向之斷層及拗屈；其軸線初爲東北至西南南，即太行山及呂梁山是也。嗣又折而向西南西以成黃河及渭河北岸之屏障，呈間向西北之弧形，而一遇秦嶺山脈即劃然截止。凡此形勢皆證明秦嶺山脈生成在先，當自西北發生之橫壓力向東南擠逼時，東阻於山東古陸，南阻於業已生成之秦嶺山脈，不克成爲東北西南直線的褶軸，故由此起之太行山中條山及呂梁山皆呈凸向東南之弧形。此又從山脈形勢而分別其時代先後之一法。用同一方法以觀察秦嶺以南之山脈，則見南嶺山脈原作極有規則的東北至西南走向，即彭伯利氏所謂中國山向者是。迨一遇秦嶺，即折而爲東東北至西西南走向，而使折曲軸線成凸向西北之弧形(36)；與秦嶺以北凸向東南之弧形構造線遙遙相應。於此更足證明李氏秦嶺折曲較先之理論。惟李氏之圖於山西北部及北京西山(37)之構造，設想未免過爲簡單。於甘肅方面觀察，更嫌未足。凡諸細節頗多可議。然其根本的概念及研究之方法，固自有不可沒者。

中國南部之山脈今日科學知識較之以上各部更爲缺略，綜述較詳者爲法人戴普勒(Depiret)其所

作中國南部山脈圖(38)(第十二圖)首列西藏古陸區，(連接蒙古古陸區)及東南古陸區三者；大致根據維理士之說，無甚差異。惟於褶曲帶研究較詳。南嶺山脈，據戴氏理想以爲自東北趨西南，至雲南東南部，漸折而自北至南，又轉而爲西北至東南，以成一包圍東南古陸之弧形，謂之中國安南一脈。崑崙山脈李希霍芬氏以爲南支歧出者，應自川邊南下以成大雪山，雲嶺，怒山諸脈，而總名之曰印度馬來山系 (Indo-Malay System)，謂其山印邊以直下馬來也。戴氏則以爲雲南北部另有一系褶曲極烈之山脈，其褶軸屈作弧形向南凸出，故名之曰雲南弧形山脈 (Arc du Yunnan)。並以爲金沙江之由東南流突折而成東北流之揚子江者，實與此種弧形構造有關。其介時於紅河湄公河怒江之間之雲嶺怒山諸橫斷山脈，則總稱之曰湄公帶形山脈 (Palaean de Mekong)；謂山勢由東而展，象其形也。怒江以西自喜馬拉耶自西東向之山脈折而南下緬甸者，則名之爲緬甸弧形山脈 (Arc de Birmanie)。除南嶺及崑崙餘脈外，其餘諸脈戴氏皆以爲生成於第三紀之褶曲作用，與喜馬拉耶山同時。戴氏之說誠若井然頗有條理，然中國南部諸山，究嫌實地觀察尙多不足，是否盡然，尙待證明。最近英國格萊哥雷(39)父子乃主張喜馬拉耶山正系，實穿度橫斷山脈，東延而爲南嶺。其自緬甸南下而成所謂緬甸馬來弧形山脈者，則僅爲喜馬拉耶山系向南錯出之一分支，其關係猶之歐洲亞平寧之於阿爾伯斯。此蓋爲克魯包德金，戴普勒等以後，主張喜馬拉耶山系東入中國之第三說。然就今日所知之地質，平心論之，謂南嶺山脈爲喜馬拉耶東出正系，與謂大興安嶺爲喜馬拉耶北上正系，終覺同

期間，介有中生代全部及新生界前半之平和時期；相隔既遠，故前後二造山期辨別甚為易易。以此眼光觀察亞洲，大抵以阿爾泰及崑崙山系為海西寧山脈；喜馬拉耶為阿爾伯斯山脈；而其關於中國山脈結論之矛盾出入又有如上所述，足徵其未臻至當。實則中國地史與歐洲頗有不同。歐洲古生界及中生界地層常不整合。中國則除秦嶺西部少數地方，此二界間顯明的角度的不整合 (angular discordance) 為極稀見之事實。據地質調查所歷年考察，重要褶曲時期不在古生界之末期，而在中生界之中期(40)。此為近年考察極有實據，且極有遠大影響之結果。此褶曲時期較之海西寧期則太遲，較之阿爾伯斯期則太早，自屬中國特別情形。嗣是以後至第三紀中葉，雖續有變動，然以斷層及撓屈為主，而劇烈之褶曲則殆未之有。故中國現存之山脈其生成先後，既未必有甚遠之睽隔；而成山原因除褶曲作用外，斷層與撓屈又居極重要之地位。此皆與歐洲情形迥不相同之處。若必強此以同彼，何曾削足以就履。此又在乎吾國學者之以獨立眼光，自為發明，以圖貢獻於世界科學者也。

(1) 科學第九卷第十期民國十四年一部份曾在燕京大學講演

(2) 例如法國唐維勃 (D'Arville) 德國克拉拍勞脫 (Klaproth) 言亞洲地理之圖說，多係譯持清初康乾二朝之著作

(3) 如克拉拍勞脫 (Klaproth) 斯文海定 (Sven Hedin) 等皆有此論

(4) 史記蒙恬傳：恬日起臨洮屬之遼東城壘萬餘里此其中不能無絕地脈哉

(5) 後漢書陳昱傳分列郡國斷絕地絡

(6) 見正覺樓叢書

(7) 見天下郡國利病書

(8) 徐宏祖：湖江紀源又名江源考。

(9) 見小方壺齋地理叢書魏源藏苗三幹考。

(10) 中國言外輿安嶺者皆謂自肯特山分支東北行逆峯不斷直達東北海隅圖扎加牛島處在嶺之東南何秋濤：朔方備乘：俄羅斯諸國皆從此說與俄人之言斯他諾尾山脈完全相符但尼布楚界約又有烏地河以南外輿安嶺以北方皆行存放再議之言則其所謂外輿安嶺者又應為黑龍江烏地河間之小分水嶺走向近乎東西何秋濤：北徂山脈考：亦復據之與其圖實大有出入即與其所謂山脈長遠幾及萬里之說亦不符。

(11) P. Kropotkin: Orographie de la Sibirie orientale. 1875.

(12) Richtofen: Verhan dlungen der Gesellschaft für Erkunde zu Berlin, 1898, Band II, p. 72.

(13) A. von Humboldt: Mémoire sur les Chaines de Montagne et des volcans de l'Asie Intérieure. 1831. 又見 Central Asien, 1844.

(14) Raph. Pumpelly: Geological Reserches in China, Mongolia and Japan, 1896.

(15) Simian System of Elevation in Eastern Asia.

(16) P. Kropotkin: Orography of Asia, 1901.

(17) Orographie Map of Eastern Asia.

(18) 褶曲轉德文名 Leitlinien 法文譯為 directrice de plissement 英文或即作為 directrice of folds 奧地質家 Ed. Strans 研究甚精著有 Das Antlitz der Erde 法文譯本 La face de la Terre 言中國地質構造尤詳。

(19) F. von Richtofen: China, 1877.

(20) Von Loezy: Reise der Grafen Bela Szechenyi in Ostasien, 1893-1899.

(21) K. Fentler: Die allgemeinen geologischen Ergebnisse der neuen Forschungen in Zentral Asia und China Pt I Gehirgesysteme von Zentral Asia und China, 1906.

(22) B. Willis: Continental Structure of China R Research in China, Vol. II, Systematic Geology, Chap. VIII, Pt. VIII.

(23) 維氏稱爲 positive element, 謂其常有向上昇高之勢，故隨侵蝕隨昇降，不至淪沒於海。

(24) 維氏稱爲 *negative element*，謂其在成山之前，常有下沉之勢，故久淪於海，但自經褶曲即成高山

(25) 參看拙著中國地震區與地質構造關係圖見中國地質學會誌第二卷第三，四期合刊第九頁。又新著同類構造圖如李四光 A Sketch Map of China Showing Its Tectonic Outlines (見 Geol. Mag. Vol LVIII 又見科學社論文專刊第一卷) 及 F. Mathien: Carte montrant les grandes lignes directrices de la tectonique Chinoise (見 La géol et la rich. min. de la Chine) 皆可參考。

(26) 本篇所用地質名詞皆遵董常編地質名詞輯要，(未集全書名詞並皆一致)

(27) 參看白頭山火山湖照片見章鴻釗著火山(商務印書館百科小叢書第三十三種)第四十八頁

(28) 參看董常著江蘇西南部之火山遺跡及玄武岩流之分布(見科學第八卷第八期 829 至 835 頁)

(29) 泰嶺之生成可參考 B. Willis: Research in China, Part I, pp. 326-339.

(30) Enun. de Martonne: Traité de Géographie physique, 1920.

(31) Hans Fischer: Essai de représentation schématique des fautes de l'Eurasie 見 Ed. Suess: Face de la Terre, Tom III, pl. III, 1922.

(32) 言蒙古地理及地質最詳者爲俄人 Obrutchev 之作美國博物院近正在派人調查中關於現代地形之生成通俗的說明可閱

Ch. Berkey: Geological Reconnaissance in Central Mongolia, Nat. Hist., Vol. XXIV, No. 2, pp. 160-173.

(33) 參閱 Fuerterr: Durch Asien, 1902.

(34) 此等山脈之調查以俄地理學家著作爲最多大抵於地理觀察較爲注重而於地質研究或未甚精故此間所分諸脈亦仍難作爲最後定論

(35) F. von Richthofen: China, Vol. II, 1862, pl. V, p. 754.

(36) 參閱傅德資中亞及中國山脈圖(見前)又石井八萬次郎之揚子江流域山脈排列略圖於弧形趨勢亦頗明顯

(37) 參閱地質專報甲種一號北京西山地質誌

(38) Deprat: Etude Géologique du Yunnan Oriental, 1912, pl. 7, p. 300, fig. 15.

(39) J. W. Gregory and C. J. Gregory: The Alps of Chinese Tibet and Their Geographical Relation, 1922 張其鈞

譯文見科學第八卷第五期格氏父子另有 *To the Alps of Chinese Tibet* 一書1923年出版，

(40) 參閱本集內中國東部中生代造山運動

中國地理學中之幾個錯誤的原則 (1)

自然科學研究之程序，先以分類，繼以歸納，歸納之結果成爲若干認爲當然或業已證明之原則，然後更執此以爲種種推論。若此原則證明不確，則根本觀念既屬錯誤，其所推論亦一無當矣。中國舊式地理學驟視之似僅敷陳事實不加連貫，幾不成爲一種科學(2)。然細察之實亦有若干理論存乎其間，且亦嘗從此理論以觀察事實驗其確否，復以所得觀察還證理論，此于山脈河流之研究皆有確例可證。故地理學在中國舊學中實爲較合學理性者之一。獨惜其研究之精神雖是，而憑藉之原則多非，故其結果實有澈底改造之必要。然此項原則之存在及其錯誤似現代中國治地理者猶有不能覺察，沿襲至今者，或觀念不明，或積非成是，足爲斯學革新進步之阻，茲故不辭冒昧舉而出之。

(一) 天下山脈發源於一

此說謂天下山脈發源於一，幹支分走乃呈殊觀。其說大抵初出於堪輿家言，然後純粹地理學家亦隱宗之。唐代崑崙三龍之說既以中國山脈盡歸之於崑崙，清代葱嶺三幹之論(3)復歸之於葱嶺，其後中亞地理較明，復以帕米爾高原爲天下羣山之祖，至今地理教本皆承此說。且不特中國而已，即中國

以外之山脈亦謂應共出一源。魏源(4)嘗言歐羅巴利未亞(即非洲)之山脈皆發脈葱嶺，蓋魏氏以爲地球大陸只有二洲，南北美全爲一洲，大洋包環別一世界，亞，歐，非合爲一洲，則葱嶺位其中央，羣山於焉發脈，凡其論山皆本此旨。

此原則施之全球其誤易見，施之中國則信者猶多。欲證其誤莫如觀其所生結果之自相矛盾。蓋羣山如果有祖，則祖峯必須歸一，求之舊說約計有三。一，歸之葱嶺或崑崙，楊松筠曰：『崑崙山是天地骨，中鎮天心爲巨物，如人骨脊與項梁，生出四肢龍突兀，四支分爲四世界，南北東西爲四脈。』王鑿曰：『天下之山起於崑崙。』丁謙曰：『自古皆稱崑崙爲羣山之祖。』(5)曰葱嶺，曰崑崙，或謂同地或謂毗連，實無大異。二，歸之於後藏岡底斯山，清康熙中理藩院主事勝住偕喇麻繪西藏及青海地圖，歸言：後藏岡底斯山譯言衆山水之根，天下三條四列之山皆祖諸此。三，爲清代帝王之理想，謂天下山脈導源長白，一支以醫巫閭接陰山，一支過海由泰山之脈以接於崑崙，復一支由朝鮮過海以接於南嶺。諸說既各有理由，可見祖山實並無一定。必欲加以評判，則或以高大爲準，或以水流爲衡。持高大之說者，如魏源謂岡底斯爲祖山之說曰：『其高大不及葱嶺十分之一，安能爲宇內最高之山？』丁謙欲證崑崙爲祖山說曰：『羣山之祖，自必體勢高大，脈絡綿長，和闐南山實與相符』。此皆以最高大者當爲祖山之原則，然就今所知崑崙山實高不過喜馬拉耶，寬不過青海前後之祁連山脈，以此爲準，庸有當乎。以水流爲衡者，如釋典言阿耨達山出四大水，注四大海。魏源有言，『衆山之太祖

必爲衆水之天潢，『欲證葱嶺爲天下祖山乃至謂阿被河（6）爲自葱嶺潛源北流，而以之與阿母河，印度河黃河湊成爲山祖山四出之四河。以今考之，則此四河發源之地實相距甚遠，溝谷縱橫，無從得一支山。』

蓋立論之出發點既誤，則勉強附會所得結論自必紛歧錯出，莫衷一是，異辭詭辯因之以起，盈篇累牘之討論，實皆無實在意義可言。由近代地理學言之，則天下山脈原非出於一祖，不同之山脈在地位上互相交錯則有之，並非同一之祖山分支旁出於四方也。故論亞洲山脈如阿爾泰山系，天山山系，崑崙山系，喜馬拉山系等與其強并爲一致失其實，不如分立爲系以存其真。

（二） 山脈與河流平行

此原則在中國地學書中最爲公認，語曰二水之間必有一山，又曰二山之間必有一水，又曰山之所趨水亦從之，（魏源語）又曰不審龍脈所以不辨江源，南龍與江同發於崑崙，（徐宏祖語），措辭不同其意則一。現今坊間所出中國簡明地圖所繪山河實皆隱宗此項原則，即現代中國地質學報告中亦往往不免受此舊觀念之影響。此其錯誤余前著「中國山脈考」中，已詳切論之，茲可勿贅。其不符實際之處任取一地質圖或一較爲精密之地形圖，而熟察其水流與山脈之關係，皆能見之。近代地理學確經証明河流與山脈方向之關係實視其生成歷史而不同。故谷之方向既有縱橫之分：縱谷與山脈平行，橫谷則橫截矣，如滹沱，漳，沁之橫斷太行是也。又有順向後成之分：順向者順地層之傾向，而與其走向

則往往直交。後成者爲順向河之支流往往與地層走向平行。凡峽谷崩深之河流大抵皆屬於前者，而與山脈不平行者也。自然現象燦然雜陳，強而一之，詎可能乎。

(三) 河流多潛源重發

河流潛流重出原爲事實上所能有，在廣大石灰岩區域河水過罅隙而沒入，稍向下游，過隙復現，若此事實尤爲數見。然中國地理學中則于此種現象過爲重視，往往濫用之以證明似是而非之學說。

考此項理想導源甚古，爲中國地理學之一特色，古書中幾乎公認無疑者，如濟水絕河復出之說。考濟水出濟源縣，原分東西二源，至溫縣會合爲一，流入黃河，黃河之南有滎澤，說者謂爲濟水沒而復出。蓋禹貢有『沈水東流爲濟，入于河，溢爲滎』之文，故學者從而爲之辭，甚至有濟水絕河而南三伏三見之說。夫濟水既入於河而混于河水矣，又豈能獨復再出。即使伏入地下，而其地皆沖積層，水入其中，百流皆合，濟水又豈能獨自保存。無論禹貢原文應如何解釋，而濟水絕河復出三伏三見，在物理要絕不可能。善夫顧祖禹之言曰：『發源之處或有伏見之分，入河而後未嘗伏而復出也，』(7)是有識之士已早有定論，奈何後儒猶迷而不悟。魏源曰：『濟水絕河而南三伏三見，使不出中國而傳自域外，其不斥爲誕妄者幾希』。嗚呼！雖出自中國，又何救於其說之誕妄哉。

黃河重源之說爲中國地理學中一大問題，其說蓋源于漢書(8)，蓋張騫既得于闐河源，當時以爲卽是黃河之源，而又無解於禹貢『導河自積石』之文，故遂設潛源重發之說以解之。迨後唐長慶中之

劉長慶，元至元中之都實，清康熙中之錫拉，乾隆中之阿米達，四次實地調查，黃河源之在星宿海附近已毫無疑義。入蒲昌海之塔里木河與黃河實毫無關係。就地勢言，自蒲昌海至星宿海中有阿斯騰塔格大嶺之阻隔，以爲其間分水，地上流水決不能通。就地形言，蒲昌海（即羅布泊）海拔僅二千六百尺，星宿海上游之鄂稜泊則高至一萬四千尺，地下潛水更不能上湧至如是之高。就地質言，塔里木盆地原屬沙漠，氣候乾旱，水滲成湖，被沙吸沒，所有之水亦不過存於浮面之砂，不能多入于其下地層，更無單獨潛流千五百里外之可能。而黃河重源之說至今傳之勿衰，蔑視事實于斯已甚。歷來學者所不能忽然者，不過山海經爾雅等古書均有「河出崑崙」之語，然張騫探勘所及在當時已有「烏視所謂崑崙者」之歎（司馬遷語）（9）。今之所謂崑崙者原不過漢武帝據張騫誤會之報告以其爲河源而名之，以後遂爲定名。今既已證明張騫河源之非真（10）。則崑崙地名雖不妨仍舊，而其與黃河之關係自不得不分而離之，又何遲疑之餘地哉。

中國地理學自古相傳潛流重發之二大實例既皆不可靠，乃復有用此原則欲以說明其他水流者，其誤更可知矣。魏源海國圖誌曰：「縛芻河（即阿母河）出池（即葱嶺上之阿赫達池）以後，始滙於雷霧海（即鹽海），而後再出潛源。阿被河則不出池，即伏流地下，發于烏拉嶺爲源」，又曰：「凡葱嶺以東之水皆滲蒲昌海，葱嶺以西之水皆滲鹽海，蒲昌海之水伏流潛發於星宿海爲黃河，以入東溟，則裏海之浩蕩淵渟，斷無永滲而不發之理，故嘗謂裏海以西之大乃河長二千四百里，分三道入墨河的湖（即

黑海)以達地中海者，當爲裏海潛源重出之河』，如此立說，雖絕不相干之河流亦莫不可連爲一源。蓋魏氏懸定天下大水應皆出於葱嶺，按之事實既多相左，乃利用此重源潛出之原則以強爲證明；而不知此原則固脆弱不值一擊也。中國地理向來言山脈多神秘，言水道則極明晰，但如魏氏濫用潛源之說，則極明白之水道亦將有所謂『卓詭之狀隱潛之絡』矣，逞臆妄論，莫過於此。

(四) 鹽水湖爲古海涸底

瀚海或作旱海，原以象其廣漠，非必謂其爲古時海底，海涸成陸乃成此象也。乃一部份地理學者既望文生義曲爲之說，復捭拾似是而非之地質學說以爲之證，十九世紀俄國地理學者普什華爾斯基(11)英國地理學家摩爾根(12)諸氏亦均主之。然此皆不明地質學理者附會之辭，有識者早知其非。乃現代中國地理教課書中猶多承襲其說，以爲中國西北鹽水湖泊皆爲古海之遺，一時學子皆信仰用之。夫此類湖泊如美國西部亦皆有之，其成因早有定論，並非最近退出海水之所遺留；乃因其地爲內陸盆地，水不外流，復以天氣乾旱，蒸發過於雨量，故水量乃漸減而鹽份漸多耳。至沙漠之沙乃由就地砂岩(尤以中生代及新世代之砂岩爲多)天然分解，爲風所吹成。內陸沙邱與海濱沙邱，原非一物，不可強同。

地質學之應用于地理學原甚重要，但用之不當致誤反易，最爲動聽者尤莫如滄海桑田之說。然中國各地大抵成陸甚古，滄桑變遷爲時遙遠，不可濫用之于最近時代。如以歷史時代文字記述輕相比附

，尤爲危險，且少成功之望。

以鹹水湖爲海跡，以淡水湖爲河跡，此原則絕不能成立，而且事實上往往相反。蓋河跡湖因氣候乾旱即可成爲鹹水，而海跡湖因水量充足亦儘有變爲淡水之可能，沿海平原上如太湖，西湖，微山湖等或能證明其爲沖積沙層所包圍之海跡湖，後因河水豐富乃成淡水湖者，此當於其生物種類及就地地質地形詳考定之，絕不可僅以水之鹹淡遽定其成因之爲海爲陸也。

- (1) 科學卷十三第一期民國十七年
- (2) 參閱竺可楨著何謂地理學見史學與地學第一期。
- (3) 諸說皆見拙著中國山脈論，科學第九卷第十期
- (4) 魏源著海國圖志卷七十四
- (5) 丁謙著崑崙山考(浙江圖書館叢書)
- (6) 阿祇河即鄂畢(Obi)河
- (7) 讀史方輿記要卷一三四
- (8) 西域傳：河有兩源，一出葱嶺，一出于闐，……東注蒲昌海……潛行地下，南山積石爲中國河。
- (9) 史記大宛傳：漢使窮河源，河源出于闐，天子按古圖書名河所出山曰崑崙，可見當地當時並無崑崙地名，漢武帝據舊錫名遂以流傳，迄今研究中亞山名者如Stein等諸氏猶云當地土人並不知有所謂崑崙者。
- (10) 此問題顧祖禹亦論之甚精，其言曰：河源本在西南，而張騫乃求之西北，所謂差之毫厘，謬以千里者歟，可見顧氏議見遠出僥輩，不愧爲中國地理學宗師。
- (11) 丁謙譯爲普古瓦爾即Przewalsky.
- (12) Delmar Morgan, Proceedings of R. G. S. London, 1887.

中國地理區域與其人生意義 (一)

地理區域有兩種：一種是行政區域，是不管山高水低，只從歷史上相沿下來的區分；另一種是自然區域，乃是按自然的地形來劃分的。例如數年前有幾位學者，研究中國歷史上人物之地理的分配，就是看二十四史中的人物，按今日行省去看各省人物之多少。我當時即覺得以行省為單位，恐不如用自然區域作標準，更容易顯出地理的影響。因為現在行省的劃分，非常之不自然。在唐初分全國為十道，還比較地與自然情形相合；經宋朝以來，尤其是元明兩代的變更，行省之劃分日去自然愈遠。此種單位，對行政上也許有些方便，但以之作歷史上人物分配之研究，便不適合。譬如陝西南部的各種情形，與北部即大不同，但現在歸在一省中。後來又有幾位作中國學者之地理分配的研究；又有將明清以來的進士按地理分配，其結果多不能將地理與人生的關係充分證明。其原因，就因為行省的劃分，是很不自然的。所以欲得可靠的結論，應以自然區域為單位：如此則平原與高原，近山與近水，氣候，地位等，都可以分類研究其影響。自然區域之重要大約一般都能承認，但苦於不知自然區域應如何劃分？

自然區域劃分的研究，在中國還不很發達。近幾年來我個人想從此點努力，以使此種劃分，易為一般人所了解。到現在，這種研究，還不能說完全。現以時間關係，不能詳細講，只大畧的將中國全

土分大五類：

第一類是平原，地勢平坦，土壤肥沃，最適農業。第二類是盆地，四面高地，中央低平；亦適農業。第三類是邱陵地（英名Hilly Region, Mature Land）有山，山多參差，但非本來如此，乃以風雨侵蝕而成。有河，谷多寬廣，沖積已多。如長江以南，山東，遼東半島等地；北平附近，亦有此種地。第四種是高原，地勢高而平，雨量少，不宜農業。第五種是山脈，形勢多極雄偉，是自然生成而非由風雨侵蝕的，大抵土壤瘠薄不能耕種。

五種區域所佔面積，大致如以下的統計：

平原	三八〇，〇〇〇方哩	佔全國總面積百分之十
盆地	六〇〇，〇〇〇方哩	百分十六
邱陵地	三四〇，〇〇〇方哩	百分九弱
高原	一，四〇〇，〇〇〇方哩	百分三四
山脈	一，二〇〇，〇〇〇方哩	百分三十

就此統計看，高原與山脈，共佔了百分之六十四，而前三種加起來，才佔百分之三十五；這種情形對於人生，文化等方面的發展是不利的。我們常常聽說中國地大物博；地大地小是一個問題，地好地壞又是一個問題，如果是『石田』，雖大也是沒用處的。

就上分五類看，以平原地爲最好，最有用。在中國共有幾塊；巧得很，有幾塊的面積，竟是差不多一樣大的。一塊在東三省松花江遼河兩流域之間的平原，可稱松遼平原，面積約十萬方哩；第二塊是華北平原，（從前稱畿輔平原，現在當然不適用了）面積也約是十萬方哩；再往南，在淮河及長江中下游流域的平原，稱江淮平原，面積恰好也是十萬方哩。在中國最南的珠江，有一個三角洲，面積却小得多：大約只五千方哩；如說得稍寬一點，再加上西江流域內其他平原，也不過一萬方哩。

現在中國內地，人口太密，而邊地上人口則很稀少。如松遼平原每方哩只才一百人左右；而西江流域，每方哩達五百人；江淮一帶，還要多些，華北平原，及江南平原且有每方哩七八百人的樣子。所以移民實邊，實在是一件目前當務之急。說到移民，我們還可以加上幾塊地方，都是可以容一些人的。

在綏遠，河套一帶地方，土壤，氣候，雨量等，都宜於農業；總面積約一萬方哩，即不過松遼平原之十分之一。往西有寧夏平原，面積也不過三千多方哩。再往西，如涼州，甘州，肅州等，很有一些水草地，也是歷史上有名的屯田地方；旁邊山很高，水量也可足用，但須加以人工，才能利用於農業。到新疆天山南北，及崑崙山北坡水量也相當的可用，但要施用大量的人工，現在都是荒涼着。又如陝西渭河流域在黃河區域內已是較好之地，但必須有人工灌溉方好。從郿縣以下到洛口可以用涇水灌溉的最多也不過三千方哩。合這幾塊地方加起來，姑從寬處說，也只不過五萬方哩。所以爲發展農

業計，所謂「西北」，實在不如一般所希望的大。

盆地也可以說是好地方；在中國有蒙古的烏梁海科布多兩地；有塔里木河一地；還有四川一地。四者之中，只有四川盆地是好的，共約十萬方哩。其餘三塊皆不甚好，合起來可折半從寬的算作三十萬方哩。

總合平原，盆地，陵邱地三種，大致每種約有三十餘萬方哩的可耕地，合計為一百萬方哩；改成畝數，約為四，〇〇〇，〇〇〇，〇〇〇畝，以四萬萬人來分配，每人可分十畝，合英畝不足二畝。這和外國比起來，（如美國每人分八英畝）是很少的。

這個數目是否可靠，我們還可以從別方面來印證一下：

（一）就地形的高低——從前東南大學地學系曾製成一個很簡明的中國地形圖，內載地勢高低的分配。從此地形圖來計算，中國國內高度在一千公尺下的面積，共一，三〇〇，〇〇〇方哩。對人生有利的高度，大約不能超過一千公尺，所以此數與我們的估計相差不多。

（二）流域——中國的河流，或入太平洋，或入北冰洋，或入印度洋；還有不入外洋的內陸流域。內陸流域內多乾旱缺水，對農事等無利。就全國的河流說，入太平洋的流域，佔百分之五十；入北冰洋的，佔百分之五；入印度洋的，佔百分之六；共佔百分之六十一。內陸流域共佔百分之三十九。總計前項流域面積，為二，六〇〇，〇〇〇方哩；其中除開沙漠及山地瘠土等約佔一半，其餘一百多萬方

哩可是耕地。——這也是和我們的估計，很相近的。

(三)此種算計，外人也曾算過；如一九二八年美國 *Foreign Affairs* 雜誌中有倍開君 (Baker) 按氣候，雨量來計算中國可耕地面積，共有二百萬方哩。從此中減去地形上不適合的面積，約百分之四十；還要減去土壤之不適宜的面積，約百分之五；餘下面積為一百一十萬方哩。

就上四個數目看，我們差不多可以確定說，中國可耕地面積，約在一百萬至一百三十萬方哩之間。即約四十萬萬乃至最多五十萬萬畝。

底下我們再看此五十萬萬畝地，已種了多少。倍開君有一種估計；同時中國經濟討論處劉大鈞君也有一種估計，但劉先生的估計似乎可靠一點。他說，現在我們才耕種了四十萬方哩，就是全面積的三分之一。那末，現在每人只分四畝多一點。與外國比較：美國現在每人分十七畝，英國十四畝，德國十畝，中國數目還是太小。

人口生殖一問題，就大處計算：松遼平原方面每方哩平均現只一百餘人，如可增至四百人，則是還可加上三千萬的移民；華北平原，已經太多，應當向外移一些；江淮一帶，雖有五六百人，但還不算太充滿，因為水利等方面，還可以開發一些，算他可增加三百萬人；西江平原，算他可增二百萬人；綏遠河套一帶，可增二百萬人；寧夏一帶及渭北平原各可增五十萬人；此外各地合計，或可容二百萬人。就以上總計，大約可安置下四千多萬人。這樣，平原的開發，也許可以算達到 *satiated* 的

程度；過此便算要「人口過剩」了。但以上只就平原來計算，還沒有說到盆地及邱陵地。

現在這種計算，很不精密，因為只是我一個人抽餘暇去大畧估計的，如能有多一點的人，利用地形氣候土壤各種根據，作較大規模的研究，結果應當更精密得多。

以上只就農業說，但地理的區分，不但對農業有影響；別的方面，對工業，也有大關係。對工業的關係，最大者有二：一為原料之供給，一為交通之便利，二者是不可分離的。如果從此方面去研究，也應當有很有價值的結果；但現以種種關係，只就此點略講一講。

(1) 清華大學校刊第一百期，民國十八年十月，清華大學紀念週講演，牟乃群記，略有修改。

書名

錐指集

著者

翁文灝

出版期

民國十九年五月

發行處

北平西城兵馬司九號地質圖書館

售價

每册五元

4/15

8

0

L