

萬 有 文 庫

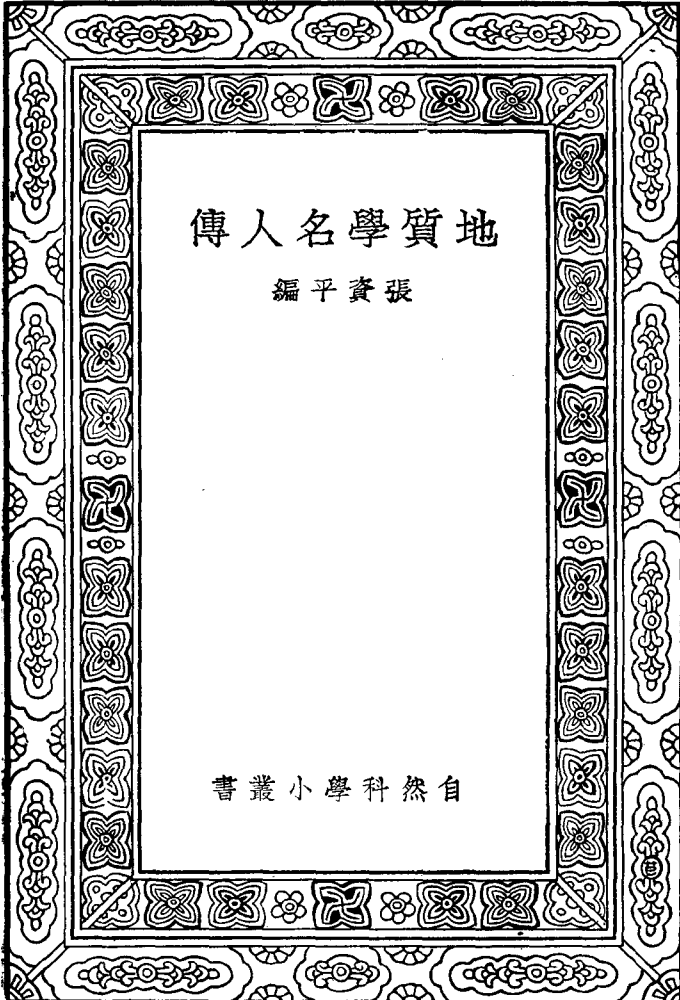
第 二 集 七 百 種

王 雲 五 主 編

地 質 學 名 人 傳

張 資 平 編

商 務 印 書 館 發 行



地質學名人傳

張資平編

自然科學叢書

編主五雲王  
庫文有萬  
種百七集二第  
傳人名學質地  
究必印翻有所權版

中華民國二十六年三月初版

編纂者 張 資 平

發行人 王 雲 五  
上海河南路

印刷所 商 務 印 書 館  
上海河南路

發行所 商 務 印 書 館  
上海及各埠

◆E六四九

朱

萬有文庫

第二集七百種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

# 目次

第一章	布芳氏	一
第二章	葛塔氏	一〇
第三章	淮那氏傳	三七
第四章	哈頓氏傳	六一
第五章	史密斯·賴耳等地質學者列傳	八七
(一)	史密斯氏	八八
(二)	賴耳氏	一〇六
(三)	繆齊孫氏	一〇九

- (四) 塞特維克氏……………一一五
- (五) 梭貝氏……………一二二
- (六) 棲契爾氏……………一二三
- (七) 羅生布斯氏……………一二四

# 地質學名人傳

## 第一章 布芳氏（一七〇七——一七八八）

一般地質學史多忽略布芳氏在地質學上的貢獻，本書爲彌補這個缺陷，所以特別要先介紹這位宇宙開闢論者同時是著名自然科學家的布芳氏（G. L. Leclerc de Buffon）。他在法國科學史上最露頭角的一人。他在治學的初期，專愛研究物理學和數學。到後來，他應用他的特殊的天才，擴大了他的眼界，而注意於大自然界之一切問題了。他具有偉大的綜合力與判斷力，同時具有傑出的智力與辯才。這些天賦的才智卽是他在他的時代能够成就他的聲名之唯一原因。在當時，法國已經產出了不少的卓越的科學家，然而布芳氏仍然能够在他們羣中作中心人物，法國的科學之能前進，固然有賴於他的領導；更進一步，他也爲現代地質學奠定了一個基石。

他於一七四四年寫成一部鉅大的名著『自然歷史』(nature history)。在這部書的緒論中，他詳論關於地球的理论，對於今日之地質學其貢獻頗大。布芳氏對於化石不僅極感興趣，並且曾加以長期的思索與考究，以圖闡明化石的真義。他懷疑在構成地殼的岩石中何以產化石如此之豐富，經詳加思索的結果，他認識這些化石是示明地球會經過與今日狀態完全不同的情狀。他並且說，如果欲研究關於地球的真理，必須追溯地球的歷史至於星的時代。這種見解真可以說是布芳氏的卓識。他像笛卡兒 (Descartes) 和來本之 (Leibnitz) 等哲學家一樣，主張研究地球的歷史必須和太陽系的發展史取得聯絡。因為地球實在是構成太陽系的一員。故他說，各個行星 (planet) 原來不外是佔太陽質量的一部分，行星之所以脫離太陽完全是受了彗星的牽引的影響。由彗星的引力作用，各行星就起了一種運動——略在一平面內自轉和公轉。各行星既然是由太陽脫胎下來的天體，故牠們的成分實在和牠們的母體太陽相類似，不過在溫度一點不相同而已。布芳氏更加以說明，他說，這些行星在初期溫度還是和太陽的溫度一樣，非常之高，自身也能够發光，不過到後來因為逐漸冷卻，便暫變為黑暗的天體了，唯有中心的太陽質量過巨，仍然能



够保持她的灼熱的狀態。

關於受彗星的牽引的假說，在今日雖未能獲得科學的證明，但是我們仍然不能不稱讚布芳氏的理想力之偉大，因為他是應用力學的法則以解決行星進化的第一人。

在他的理論中，關於地質學的部分固多粗率的見解，誠無可諱言。但在當時地質學尙未萌芽的時代，而他早具有這種卓見和炯眼，寧不令吾人五體投地產量既多，分布又廣的化石對於他的想像，影響甚大，促進他下了一結論：即現代的陸地在過去曾經過長期間沈沒於海底。不過他無法說明這些海底何以能上昇爲陸地這個問題而已。

邦涅氏 (Burnet) 對於這個問題提出了一種奇妙的解說。他說，地殼內部原來就包藏着有原始海，後來因地殼受太陽熱而生裂隙，地殼內之水遂洶湧而出。此說在表面上似可以減卻布芳氏之假說之困難。布芳氏則顛倒邦涅氏所解說的事實順序。氏看見海產化石之豐富，因深信地表在過去必爲一普遍的大洋，後因地殼之裂開，其一部分的水即流入於地殼內部之洞穴中，其他一部分的則露出水面，變爲今日之山岳及早陸。

布芳氏發表這種理論後的三十餘年間，對於博物學的各部門仍然繼續他的熱心的研究工作。至一七七八年，關於地球的起源這個問題，經過他長期間的思索，遂發表他的名著「自然的分期」(epoques de la nature)一書。他在這部著作中分劃地球歷史爲六個時代。關於每時代的長短，雖然沒有十分決定。但他以爲他所想像的期間亦不至十分謬誤。關於這個問題他曾加以多次之技巧的實驗。不幸的是都沒有達到可信的結果。因此，他的期間計算不能獲得科學的證明。但是這種分期法確有其歷史的意義。因爲他最先根據物理的觀察以約計地球及行星的年齡。關於這個問題，他的分期法可稱爲最早的常試。其次他根據傳統的觀念，判定地球自成立以來僅經過約六千年之久。關於舊約的創世紀的問題，布芳氏很勇敢地反問他們宗教家：上帝在六天之中創造萬物，這六天若不解釋爲六段極長的期間，實在是不能令人無疑。他說：創世紀裏面所謂一天決不是我們現代的一天那樣短促。創世時代的一天之長一定要解釋爲能與物理學上的真理相合纔妥當。

據布芳氏的見解，在創世紀的第一期實包括地球從太陽分離下來的期間，在這期間中，地球

仍然是一個熔融體，後來受了其本身自轉的影響，纔變為一個扁球體了。因由地球外表之逐漸冷卻，遂由熔融體暫變為固體，由光體暫變為暗體。地殼即由此作用而成立的。但在地殼外部一切物質仍然是在蒸氣的狀態中。譬如空氣和水的溫度都很高，在繼續蒸發。至於在地殼內部仍然是融流體狀態。他計算由地球的灼熱時代起至固化達到地球中心的期間，須經過二九三六年。不過固化之後溫度仍然很高，不適於生物之生存，再約經過三五〇〇〇年後，纔見生物的發現。

第二期是由熔融球體的固化結果，在地球表面生成凹凸不平的地形，有山有谷，丘陵起伏，而在地殼內部則玲瓏多孔。這種現象亦可發見於在冷卻中之熔融金屬體。構成地殼的岩石，因有花崗岩，片麻岩及其他結晶片岩等種類不一的岩石，因作成今日最高而最古的山陵與河谷。又當固化的期間中，在地殼內部發生種種的裂罅，由熔融及昇華作用而生成的金屬礦脈即充填其中。在這第二期的末期，地表溫度尚非常之高，而水分仍然在氣圈內以蒸氣的狀態而存在。

第三期是從地球生成經過了約三五〇〇〇年之後纔開始。在這期間中，水分開始冷凝下降，而停貯於既充分冷卻的地殼表面。在初期，水所流溢的面積非常廣大，較之今日的海面約高九〇

〇〇——一二〇〇〇英尺，這便是山岳地方岩石中發見有海產生物遺骸的原因。這海水在初期是沸騰着的，到後來逐漸冷卻至於能適合於生物的生存。這些生物和現代的海產生物當然具有種種的異點，其中最古的種既不能生存於現代了。然在這個原始的汪洋大海繼續一萬至一萬五千年的期間中，卻是這種最古的生物之最繁榮的時代。又若覆載於地球表面的水其溫度尙高，則對於地表的岩石遂起一種融蝕作用，岩石分解之後，化爲多量的黏土。這些黏土由水的運搬作用而流入於海，因構成種種的泥質岩，這便是我們今日在陸地上所看見的種種黏板岩和頁岩。又因在海中石灰質生物的繁盛，故沈積許多含有化石的石灰質岩層而構成現存地層的大部分。布芳氏推算堆積這樣多量的含化石地層的大海，其淹覆全地面最少當經過了三二〇〇〇年之久，其中一部分露出爲陸地，在這陸地表面，則繁植着森林。

第四期是低窪地帶的浸水期。這是因爲地表水的沈降，經過地殼裂隙而達至於地殼內部的孔穴。據布芳氏之計算，從原有的海面低降至現今的海面，其間至少經過了兩萬年。關於地球的構造，他曾經加以種種的考究。不幸的是他三十年間對於陸地的生因之研究，不見有絲毫的進展。關

於火山現象他也不見得比他的先進者有更進一步的說明。他推算：有約占地表百分之一乃至百分之二都是植物繁茂的區域，而這些植物的大部分到後來都飄流到地表的低窪部分或岩石的裂隙裏面，在這些地點，遇着由地球內部的熱力所引起的昇華物，遂發生變化，結果生成許多碳質堆積物，這些便是火山材料的前身。據布芳氏的見解，火山作用完全是起因於具有發火性及燃燒性的岩石與由地震所引起的地下的電力作用相結合而成的現象。因為他深信地震的結果會發生種強烈的地中發電的作用。故他說：火山現象的活動不外是由於多量的水和大火之互相衝突，這就是火山常爆發於近海地方的原因。布芳氏推算最初的火山的爆發最少亦是在地球經過了五〇〇〇〇年之後。因為要經過這許多年數，纔能够蓄積充分的燃燒性的材料。他繪了一幅圖畫以表示我們地球同時受水火夾攻的可怖的情狀。等到這種災變停息了後，纔逐漸看見動物之出現。在這個期間中，因洪水之向大海退卻，遂引起偉大的海流，結果便在比較柔軟的水成岩層中穿鑿了許多的孔道。這便是今日的河谷。再加以長期間的削蝕，故一天一天的增加了牠的面幅和深度。

第五期是比較平靜的時代，這是由厚皮動物——例如象，犀及河馬等——之出現可以證明的，這些動物大都產於北部地方，在那時代氣候比較溫和的地域，由亞洲迤西，經過歐、美而延續至於美洲。據布芳氏的推算，這些陸生動物之出現是在地球成立後五五〇〇〇乃至六〇〇〇〇年之後，距現代約一五〇〇〇年以前的時代。

第六期是新舊兩大陸的分離時代。因為在這兩大陸的地層裏面發見有同樣的哺乳類化石，所以相信這兩大陸在從前是相聯絡的。布芳氏以為這個新舊大陸的分離時代實距現代一〇〇〇年以前。在同時代，尚看見格林蘭因陸地的沈降而脫離歐洲大陸。坎那大和牛西蘭亦以同樣理由而脫離西班牙。結果在北大西洋中遺下了許多小小的孤島。至於地中海波斯賀路斯海 (Bosphorus) 及黑海之成因則是由於後期的由地溝湧出的洪水的氾濫。

布芳氏最後又增加第七期一個時代，這便是人類的時代。

認識了河流和海洋的偉大的洗刷作用，他深信陸地的一切材料到後來都會由水的作用而完全流入於大海裏面。同時，他也想像到若同樣的變化繼續進行，則在將來也必然有新陸地的生

成。在傳統的教義上，幻想到地球的最後是天地同時焚滅於大火的裏面。至於布芳氏的見解卻不相同。他預想到這個作爲萬物之靈的舞臺的地球，今後是逐漸冷卻下去。他並且推定這種冷卻須經過約九三〇〇〇年的歲月，到最後地球便變爲一個比冰塊還要冰冷的物體。到那時代，這個美麗的大自然便完全消滅了。即是說，我們的生物界從初期至最後，僅僅能維持一三二〇〇〇年的壽命。

以上是布芳氏對於地球歷史的見解。衡之於今日的科學，當然有不少的謬誤。但是，在他那時代，確是斬新的理論，遠勝於前人的關於地球的解說，何啻千萬！特別是對於日後的地球歷史的研究啟發甚多，這是值得我們深加紀念的。

## 第二章 葛塔氏(一七一五——一七八六)

當英國、瑞士、意大利、德意志等國的學者對於化石都加於熱烈的研究及論爭而獲得長足的進步的時代，在法國這門學問的進展卻異常的遲緩。若回溯至一五八〇年時代，在法國有名的業技術家巴里西氏 (Bernard Palissy) 也確曾發表過關於木材的化石現象的觀察，同樣也注意及於岩石裏面的魚類和介殼類的遺骸。由這些化石的存在，因證明了在這些化石發現的地方的前身必然是或爲海，或爲湖。不過巴里西氏僅僅是介紹一下他的見解而已，對於學術界並不會發生如何的影響。一直到十七世紀末期，在法國的地質學界尚未發見有一個有力量的化石學者。但是，在將進入十八世紀初期的時候，在法國的科學界卻產生了一位偉大的地質學家，能夠和其他各國的站在地質學的最前線的地質學建設者並駕齊驅。今略介紹這位地質學者的研究經過及業績如下。



當布芳氏正在熱烈地探究地球的成因和歷史的時候，在法京巴黎尙有一位專心研究大自然的信徒。他的研究方式卻和布芳氏的完全兩樣。這位自然科學的信徒並不以理論爲重要。他專熱心於實際的觀察構成地殼的岩石及實物的搜集。他的這種歸納的研究對於今日的地質學之貢獻實至偉大。這位學者便是有名的葛塔氏（Jean Etienne Guetard）。距巴黎西南約三十英里，有一小市鎮名叫愛潭埠（Etampes）。葛塔氏卽於一七一五年在這愛潭埠最初發出他的呱呱之音。他是一個藥劑師的長孫，所以運命便把他決定了做配製和販賣藥品的小商人。在他爲受職業教育而離開他的家庭之前，他對於博物已經懷着熱烈的研究心。他在童年，常陪伴着他的祖父到處散步。在這時候，採集植物便是他的唯一的快樂。他常向祖父詢問植物的名稱而認識其特徵。到後來，他走遍了愛潭埠村鎮的任何地點。他日成爲一個熟練的自然科學者之後，仍然喜歡他的故鄉，舊地重遊，以憑覽他在幼年時代曾經陶醉的景色。在他的著作中，每一引例，他決不會忘記故鄉的植物和地質。例如在他的一篇論述山岳低削的長篇論文的序論裏面，便引用了他在童年時代所常親炙的地方，第一個例證他引用了俯瞰優茵村（Juine）的山岳岩石之崩壞。因爲這個

優茵村是他在童年時代和他的小朋友們常常一塊兒遊玩的地方，在他的腦中尚印着很深刻的印象。

他因為獲得了有名的植物學家荳秀氏 (Jussieu) 兄弟的優遇，同時他的祖父也允許了他選擇他所熱愛的研究自然科家的自由。最後他成爲一個醫生，當了奧爾斯公爵 (Duke of Orleans) 的侍醫。他常陪伴着這位公爵旅行，同時做了公爵的博物館的保管人。公爵死後，他由公爵的繼承人領到了相當的補助費和一所小房屋。

在初期，他所孜孜不息加以研究的完全是在植物學方面。但當他在法國全部及至其他國家採集植物的期間中，他發見了植物的分布狀態和礦物岩石的種類有重大的關係。於是他發生了一種興趣去探究此中的關係，經過了多數地方的觀察，他更加注意於岩礦的研究了。到後來，所謂礦物學的這部門的學問反佔據了他的最大部分的思索和工作。

其實葛塔氏不僅僅是一位礦物學者。在當時雖然沒有地質學或地質學者這一類的名詞，（在約半世紀後纔有這等名詞）但他的著述已經證明了他是一位十足的地質學者了。他努力

於真摯的實際的觀察，而以空汎的投機的理論爲不足取。他和研究礦物一樣的熱心去研究岩石，並且探求各種岩石在全歐的分布狀態。因此，他發見了有所謂天然的營力實在是促進地表地形變化之重大原因。結果，他發表了好些關於地文學的重要論文。因爲他在生物上有充分的經驗與素養，所以他能够解決他從岩石中所發見的一切生物。故他又成爲一個古生物地質學的一位建設者了。關於自然科學，他在廣博的範圍內發表了有二百多篇的長短論文，也印行了六大冊的開本的重要報告，滿載他的經驗和觀察，並附有多數鮮明的圖幅。

在那時代，他已經是法國巴黎科學院的最有聲望的一會員了，同時他也能和少數的先進地質學者相並立而不愧。最可惜的是在英國的地質學界，並沒有人知道這位卓越的先進。關於學術真有國界或派別的偏見耶？在他死後，最先介紹他的文獻要算是他的友人康多塞（Condorcet）的輓詞。他的研究到後來也收進到狄達羅（Diderot）和達藍柏（D'Alembert）所主編的模範百科大辭典（Encyclopedie Methodique）裏面了。這部百科大辭典是發刊於葛塔氏長眠後的第十三年。裘維裕氏（Cuvier）在他爲得斯瑪勒斯特（Desmarest）而作的輓詞中，對於葛塔氏的

偉大的業績亦曾加以贊仰。不過葛塔氏的研究結果大部分確是沒有獲得一般的注意而湮沒了。到了一八六二年及一八六六年，只有達奇亞 (Comte d'Archiac) 曾詳細介紹他在地質學上的貢獻，一直到十九世紀末期，纔有些人知道葛塔氏在地質學上的地位。至在英國的地質學文獻中，卻很難看見關於葛塔氏的紀載。祇有著名的古籍康尼柏爾 (Conybeare) 和非律普士 (Phillips) 所著的『英格蘭與韋爾斯地質學要攬』 (Outline of the Geology of England and Wales) 中，曾稱讚葛塔氏為製作地質圖的第一人。史庫洛普 (Scrope) 著有『法國中部之熄火山及地質』一書，多本尼 (Daubeny) 也著有『活火山及熄火山』 (Description of Active and Extinct Volcanoes) 一書。因為葛塔氏曾踏查過奧佛尼 (Auvergne) 地方的地質，故他們都在報告中提及葛塔氏的著述。但是有名的英國地質學家賴耳氏 (Lyell) 在他的名著中綜論地質學的發展時，並沒有提及葛塔氏的名字，可稱一件異事。

他的著作何以為一般所忽略，此中理由頗難加以說明。大概是因為他的著述寫得太紛亂了，同時其內容也太過繁瑣了。故我們可以這樣說：葛塔氏的聲譽完全是受了他蒐羅的巨量材料的

壓抑，不能表露出來了。

以下當略介紹葛塔氏在地質學上的貢獻。

第一、我們要先檢討葛塔氏在地文學上的研究工作。換句話說，即是注意他的『岩礦在地表的分布』之研究。最重要的問題是：我們必須能了解他是由植物的採集而逐漸進於岩礦的研究，結果他在一七四六年向巴黎科學會提出了一篇專論岩礦之分布的論文。當他發見某一種礦物盛產於甲地而不發現於乙地，於是他想像這些礦物的分布一定是受着比他從前所想像的更為規則的法則之支配。最後，他推定這些岩礦決不是無規則的分布，而是相集而成一帶狀構造，在這帶內礦物作一種特徵的積集，且具有一定的方向，若一經測定了這個帶的幅寬及方向，那末，沿着這個方向走進從未經踏查的地方，也可以預先斷定沿此方向所發達的礦物和岩石的種類。

他在他的名著『礦物分布圖』(Memoire et Carte Mineralogique)序詞裏，曾主張關於地球之物理的及一般的理論之建設，除藉對於種種岩石及其中所含化石之豐富的觀察以外，別無方法的時候；那末最好是把種種的觀察結果作成一幅礦物分布圖，便於一覽無遺，這是最切實

用而最有效果的研究方法。他又說：他曾應用此種研究法旅行各地，以記載他的豐富的觀察，同時也是聽從巴黎科學院的勸告，作成岩礦分布的圖幅，在這幅圖中實包括着他的種種觀察的結果。

其實用地圖表示種種礦物分布的方法，決不是葛塔氏或巴黎科學院的創舉。在十八世紀末期，李斯達氏 (Martin Lister) 早已經將這種方案提出於英國的皇家學會了。但我們未能證明葛塔氏是勸襲英國人的這種研究方法。他雖然也介紹了不少的英國礦物的資料，大概他是從法文譯本的英國著作抄集下來的。因為他不懂英文。葛塔氏根據他在法國中部與北部的觀察，因斷定他所發見的多數岩帶及礦帶是以巴黎為中心而分布於這都會的四郊。在中部地域略作不規則的卵形，由砂礫構成其地質。故葛塔氏稱這一帶為砂質帶。在這帶中，我們可以發見砂岩、白石 (millstone) 堅固的建築石材，石灰岩及燧石等。第二帶是泥灰帶，環繞着第一帶，地質是和堅固的泥灰岩相類似的岩石。在這岩石裏面，發現有種種的介殼和化石。第三帶是片狀帶，或稱金屬帶，包圍着第二帶，這帶的特徵是包藏着多數的礦區和種種的礦物，到處有礦坑和採石場，所採礦物岩石計有瀝青黏板岩、硫黃、大理石、花崗岩、煤炭、砂化木等。

葛塔氏因爲看見法國北半部的礦物分布狀態確可以爲他的研究的結論作後盾，於是他開始將他所蒐集的研究資料記入於他的礦物分布圖中。他採用化學的符號或他種符號附記於既發見的特種礦物的產地。他在圖面上更採用一種陰影以表示巴黎盆地的界線及位置。泥灰帶包圍着第三紀的砂質層區域，表示着從布朗（Boulogne）與狄弼（Dieppe）兩地間的海岸，其侵入內陸的淺海沈積層經過皮卡特（Picardy）及法國東部而達到布幫那（Bour Bonnais）。在布幫那折向西進而達到陪桃（Poitou），由是再轉向北方，達到塞茵（Seine）河口之西岸。葛塔氏的岩礦分布圖雖多謬誤，譬如把中生代和古生代合併在一處，或又把中生代和第三紀聯結成一系，和現代的地層分類不能劃然一致；但在大體上已經表示着地層的分布狀態了。

葛塔氏把他研究所得記入於法國地圖內之後，更進一步，他想踏查他所決定的三帶是怎樣受了英吉利海峽和道瓦海峽的急激的截斷。他因爲固持着他所創造的原則，所以推定這三帶必然從海底通過，而達到英國海岸。他爲要實證他的這種假說，他不惜費盡心力去搜檢種種的古籍。他引用了兩種曾有名一時的英國古典的法文譯本，一種是「英國天然奇觀」（Jashua Child。

rey's Britannia Baenica or the Natural Rarities of England etc.) 其他一種是『愛爾蘭的博物』(Gerard Boate's Ireland's Naturall Historie) 他從這幾卷書中發見了許多材料足以爲他的推論的後盾。於是他添製了一幅英國的礦岩分布圖，應用他從前所採用的符號以表示他所決定的三帶通過英格蘭東南部的概況。這項資料完全是間接蒐集的，並非他自己實地的觀察，故多不準確。

試舉一例來證明，葛塔氏製作地質圖之苦心與熱誠。例如他所採用的諸種符號中的一種以之表示海產化石或介殼的，在地圖上到處散布着這種符號。由於他的自信，在英國的地圖中亦到處記入這種符號。特別是由瓦斯(Wash)至撒塞斯(Sussex)一帶的地方。在法國的地圖中，他加用了一種符號以區別在粗鬆砂土中的介殼和構成堅固岩石的一部分之介殼化石。在第二幅規模較小的地圖中，亦記入相似的種種符號。這地圖實包括全歐洲的西部從愛斯蘭(Iceland)以至比勒尼山(Pyrenees)及地中海。在這地圖中，葛塔氏使用他的符號註明既發見的各種金屬礦物及岩石的產地。按此方法，他能够把多數的物質之地理的分布之研究結果置於一鳥瞰之下，一



覽無遺。

巴黎科學院對於他的這種論文及岩礦分布地圖似甚讚許。試看他的研究報告。不僅載入於每年的會報中，即在該學院的更重要的研究刊物，例如會誌及年刊裏面，也是滿載着葛塔氏的研究論文。學院方面也竟爲之宣言：葛塔氏已經在地理學上開闢了新的研究途徑。即葛塔氏不注重地圖上的政治的界線，而專從在地表下埋藏着的物質的性質去聯結不同的領域。他們還鄭重的申明，葛塔氏的工作是爲地理學家和博物學家開闢了新天地，在從前完全是漠不相關的兩種科學已經由他的發見與研究而聯結起來了。

以上所介紹葛塔氏的早期的工作在地質圖學上實具有重要的意義。因爲這些圖幅可稱爲表示地表之岩礦分布狀態之最初的紀錄。這位天才的法國學者在這個意義上說實在是配稱爲今日世界各國的地質調查的導師。現在不論新舊世界各文明國都有地質調查所的設置，謂係完全由於葛塔氏的岩礦分布圖有以促其進步，決非過言。

在地質學方面說，岩礦分布圖之製作僅僅是葛塔氏之初步的工作。所以他常說：假如我能够

得到一幅詳確的法國地圖，那麼我可以告訴你在各地域地面下埋藏着的礦物和岩層。當加西尼（Cassini）的地圖出現之後，更促進了實行他的計劃的決心。他以著名的化學家拉瓦錫（Lavoisier）為助手，經過一番可信的努力與調查，完成不下十六幅的礦物分布圖幅。這項勞作曾經多次的旅行及極長的踏查期間。據約略的計算，他們在法國內實在走遍五千多英里的路程。末了，他知道這項工作非他個人的力量所能結束，於是把餘剩工作遺留下來給他的繼承人蒙涅氏（Monnet）。經蒙涅氏之手，十六幅的地圖及一大篇的註釋纔獲得實際的出版。

我們須承認葛塔氏對於地層及地質構造之順序似尙未明瞭。最少，我們可以說，關於這個問題，他在岩礦分布圖及論文中並未特別為之標識。故他所製作的岩礦分布圖在那時代雖可稱優秀的地質圖，但若以之和現代的詳確地質圖相比較，就望塵莫及了。現代的地質圖不僅示明各種岩石之地理的分布，並且明示這些岩石在構造上及時代上之相互的關係，同時亦表明其與現存地形的關聯。

葛塔氏在他的研究旅行途中由踏查所得的資料甚為豐富。故在他的岩礦分布圖中無法完

全容納。他隨時按各地域寫成巨冊的論文。就中最長而最重要的是三篇專論巴黎隣近地域所產礦物的論文。在這篇大著中，除詳述礦物及岩石之分布外，並注意於有關係地域所產之生物遺骸，並且描繪極多種類的介殼圖譜。由今日的知識加以判斷是屬於中生代及第三紀的化石。

由於他的偏愛博物物的性癖，故他對於種種化石特別感着興趣。這些化石有些是由他本人親手採集的，有些是由村間寄至巴黎請他鑑定的。他爲敘述這些化石，常苦心寫成很長的論文，並描繪有數百種的化石圖幅。關於葛塔氏的這項工作，值得吾們注意的便是他最初在安開 (Angers) 地方的志留紀黏板岩地層中發見了三葉蟲的化石。由這地方的採石場寄到巴黎科學院來的好些標本裏面，他根據他的生物學上的印象，認爲是海藻類和甲殼蟲 (Crustacea) 的遺骸，並且他拿現代的蟹及曲蝦 (Drawn) 和後者相比較。其實我們很容易辨認這些動物是三葉蟲。因爲葛塔氏所描繪的化石圖幅至爲精緻，不僅表示了這種動物的屬 (Genera) 的特徵，並且有些圖幅很明瞭的表示了種 (Species) 的特徵。葛塔氏所繪的發見於下部志留紀黏板岩中的後頰類三葉蟲 (Iliaenus) 圖幅是特別的明瞭。這篇論文於一七五七年提出於巴黎科學院，至一七六二年始

出版，實是地質文獻上的一篇劃期的著作。因爲其發表期早於繆齊孫 (Murchison) 的『志留系』 (Silurian System) 者八十年。(此年繆齊孫發表他在韋爾士的志留紀岩層中發見多量有系統的化石。)

葛塔氏在古生物學上的努力淹及於廣大的地域間。他曾有一次注其全力於海棉化石及珊瑚化石之精細的研究。在另一方面，他又忙於中生代及第三紀的軟體動物化石之鑑定工作。此外如魚類、食肉類、厚皮動物、鯨類等化石，在他都是津津有味材料，而認此等生物爲指示地質年代的最好的標準。他的分類當然未能稱爲有詳明的科學的系統。因自林尼 (Linne) 的分類法發明以後纔見有系統的生物分類法。不過在現代古生物學上亦有採用他所創用的屬名，例如 *Graptaria* 卽是他所創用的白聖海棉的學名。他具有真摯的自然科學者的精神。他固然熱心於求知各種生物的性質和類屬，但他更熱心於研求各種生物之科學的命名法。他的記述和鮮麗的圖幅已經足以證明他是法國古生物學的鼻祖了。

回溯至一七五一年，當他三十六歲那年，曾向巴黎科學院提出一篇論述性質不詳之某種化

石的論文從那時代起，他對於化石已經略摸着端倪了，而他日後從事此途的學術生涯的運命也是在那時代決定了的。從前的學者也曾觀察過這些古代的生物遺骸，同時也相當認識了這些化石的意義。故葛塔氏在論文中曾略敘述了前人的功績。他特別推崇巴里西氏（Pallissy）。因為巴里西氏比他前兩百年即注意於化石的意義，主張這些化石實為海產生物，並非陸面生物之遺骸，因推論法國在往昔曾經一次沈沒於海洋中，後來因海水之退卻，即遺下多量的海產生物遺骸。在那時代竟能有這樣的見解，豈不令人驚歎耶？

葛塔氏早期所採集的化石標本多來自諾曼蒂（Normandy）地方。在這地方的住民最初看見化石的形狀有些像各種的果物，因視作昔日的梨子與蘋果從樹上掉了下來，日久之後埋在地土裏面，逐漸化而為石了。這是當時該地方村民對於化石的愚見。到後來，葛塔氏把這個問題解了。他從這些化石發見了許多的動物的特徵。他決定了村民所謂桃梨、蘋果其實是屬於珊瑚類的化石。（其中有大部分現在既鑑定其為海棉化石了。）

在葛塔氏的多種巨部論文中，在討論古生物的性質上最足以表示他的近代的及哲學的性

癸的論文便是標題「介殼化石所經歷的災變和現代古生存的介殼所遭遇的災變的比較」(On the accidents that have befallen fossil shells compared with those which are found to happen to shells now living in the sea)之三大篇的鉅著。

衡之於今日的地質學的進步情形，葛塔氏在當年的研究固甚平庸。不過，我們要想及在約二百年前的自然科學界的情形，由今日的地表狀態以推論及說明其在往昔的情狀，確實不易。就此一點而論，葛塔氏實足稱爲吾人的先師。他的論文也在地史的研究上啓開了一個新園地。同時，要如何耕耘這塊新園地，他也提出了新的方法給我們了。

其次對於自然地質學或地形學，這位法國學者也有極大的貢獻。我們可以舉出他的一篇關於這方面的論文來證明。這篇論文題標爲「由豪雨、川河及海水等作用所引起之現代山岳之低削」(on the degradation of mountains effected in our time by heavy rain rivers and the sea)。這部大著印成四開本二百頁，詳論地表流水及於地形之影響。最初他敘述幼年時代的觀察的回憶，而將這種回憶應用於地表之無窮的低削現象。他詳述范濱布萊(Fontainebleau)砂

岩的巉巖絕景。在這山地，各方面的山腹中均形成了一個小村谷，而這砂岩的山地因受風化作用，約略成爲一個天然的雕刻品，有如一一位母性抱着一個嬰孩，所以該地的村民稱這座山岳爲聖母山（*rock of the good virgin*）。在這巉巖的山下，他在童年時常常和他的同學一同遊戲。可是這個聖母山的形貌隨着歲月的進展而逐漸變化，不到半世紀之間，既經崩潰下來，由水流作用堆積於山麓了。在鄰近地域的山岳地方經他繼續的觀察，所有高峯峭壁也決不是前期的地貌。這些山地地形是常在變化中的。綜合他的種種觀察，他假定地表最初是一面的平地。山岳的隆起是由於周圍的岩屑受了流水作用的侵蝕與運搬。同樣溪澗之益深，也是由於流水經過長期間的深鑿。葛塔氏曾加以實地踏查，故知道在數年前尚無的溪流，現在居然流水潺潺了。像這些顯明的地形上的變遷，令他不能不歸因於綿雨或豪雨之繼續不斷的作用。

根據他早期的觀察，葛塔氏或從他所研究的結果，或從他讀書的結果以證明他的說明之無誤，即用種種的實例以證明豪雨及洪水之偉大的影響。由此等天然營力的作用，不僅堅固的岩石碎裂崩潰，以其岩屑掩沒了下面的山坡，並且在山側湧出急流而作成狹小的峽谷，有如諾曼蒂地

方的魔峽 (Devil's Gap) 在伊梭亞 (Issoire) 地方，於一七三三年曾發生地陷現象。從前一般學者皆認為起因於地殼內部之火或風的作用。但葛塔氏則堅決地加以反對。祇有一位前人主張這種地陷 (Landslide) 是由於地表水滲進山地內部的結果。葛塔氏即同意於這位學者的主張。故他認為對於地形之變化，地表水和地下水是同樣具有絕大作用的。

他亦深信海洋對於陸地是最主要的破壞者。他曾舉例說明海水的破壞力之偉大。例如法國西北海岸的白聖海崖明明是一大山脈的殘跡，因為其大部分已經受了海蝕作用，被運搬至於海底了。他尚加以說明，當山地受了海浪。受了雨水及受了由雨水所促成的洪水的洗刷，岩屑雖然被運搬至於海底，但並非消滅，這些材料仍然是堆積於陸上或沿岸。他更進一步指出凡不同的河流，其河床的岩屑即大不相同。又由甲地被水運搬至乙地的岩屑性質亦完全和乙地原有的岩石大有差異。當討論礦石礦物及有用石材的來源等問題的時候，葛塔氏即適用他的這種觀察之實際的應用。

關於法國的地質，葛塔氏已經有賅博的經驗與學識。於是他為要詳細表示各河流河床的岩



石性質及各河流所運搬的岩屑性質，作成了多數的圖幅及記載。其次，他再詳細踏查由萊茵河至喀斯康尼 (Gascony) 海岸間流入大西洋的諸河流，及觀察朗諾河 (Rhône) 及其向地中海方面的各支流，結果，他說明由地表之浸蝕及風化而生成的岩屑並不是完全流入於海中，其中大部分實在是沈積於河流的兩岸。縱令這些河岸堆積有被浸蝕及運搬至海的一天，但必需極長久的年代。現在河谷的水準面仍然是刻刻在增高。河水能淹及的河原是敷着一面的砂礫。流水的方向在其間也常在變化。故流水是挨次流在這些洪涵地的任何部分。由河水運搬下來的岩石碎屑物愈趨向河口，則愈增加。至在水源處，則岩屑的堆積僅屬外表的一部分，並且還繼續向下方流動。

據葛塔氏的見解，堆積在海邊的岩屑物質有些是由河流運搬而來的，有些是由海水本身的作用堆積而成的。總之，兩者都由長期不斷的海浪的磨擦作用而變成粉末狀的砂土。海水不但對於海岸起破壞作用，即對海水面下的岩石也起破壞作用。故在這些岩屑裏面常混有珊瑚，介殼，魚骨及海產植物等的碎片。

在葛塔氏的時代，關於海底狀態的研究是比較貧弱。故當時一般學者對於他的新發表都極

注意而覺其有趣。葛塔氏又說，除靠近海岸堆積有大部分的岩層以外，尚有其他一部分岩層卻被海水運搬至於海外而逐漸堆積於海底。因為他深信海底沈積物是來自海岸的堆積物。故他就於法國海岸在大西洋岸和地中海岸兩方面的堆積物的礦物成分曾加以詳細的考查。

他深信溶解的物質一定會受水流作用運搬至離陸地很遠的地方，並且也會溶解在海水裏面，而以溶解狀態經過很長久的期間。他還推想海水之為鹹水是由於這於這些物質所含有的鹽分。

根據那時代之測量，他斷定海底大部分是被砂土所掩覆，但並非完全由河水運搬而來的岩層。他認為是由於海底岩石受了海水本身的磨削作用的結果。但是，他仍然主張海水的運動雖然是激烈的，不過受海浪的影響最大的祇限浮出水面的岩石。又暴風浪的作用也僅是及於其表面或稍為低於水面距離甚微的部分。

其後關於海底之砂的分布，他又覺得祇藉海水的侵蝕作用不能影響及於這樣廣大的面積。故他仍然是歸因於在過去長久的地質時代間之山岳崩壞的結果。他認為現在所測知的海底岩

石無疑的是從前被破壞的山岳的遺跡。同樣，所發見的那些碎散的礫塊也無疑的是這些岩石之破壞的結果。他對於遠洋海底沈積層雖無法加以說明，但關於海水之有破壞作用則未始非他的卓見。

最後尚須敘述的葛塔氏在地質學上尚有一重要的貢獻，即是氏之火山的研究。他是最初在法國中央部發見舊火山羣的人。在當時他的這個貢獻在地質學上似比較不甚引吾人的注目。但在一部分的有眼光的自然科學者看來，這些火山之發見確是地球發達史上的一個進步，同時也是由十八世紀末期至十九世紀初葉間的科學上的大論爭的起點。

現在又要回述到一七五二年上半年期的事情了。那年的五月十日葛塔氏在巴黎科學院宣讀他的論文『Memoir on Certain Mountains in France Which Have Once Been Volcanoes』他申明：他因為要搜集更詳確的資料以修正及增訂他的法國地質圖幅（特種礦物作帶狀分布的地圖）曾作範圍更為擴大的踏查，同伴有舊日的研究同事及他的知友馬式比氏（Mallesherbes）到了阿利耶州（Allier）的穆林（Moulins）地方，他發見用作道程標石的一種黑色岩石別

具一種特性。當時，他便認定這種岩石是屬於火山的生因，於是他詢查這種黑色岩石的產地，後來知道這種黑色岩石是由「禾威克」(Volvic)地方運來的。這 Volvic 一字，明明是暗示着在往昔的村人已經告訴後人，這些岩石是屬於火山的生因的岩石 (Volcani Vicus)。於是他跟着這種黑色岩石的分布路線進行，愈發見多量的黑色岩石。到後來，看見沿道傍的房屋完全是由這種岩石建築的了。在良謨 (Riom) 地方，他看見幾乎全市鎮的房屋都是由這種黑岩石構成的，於是他想，他已經達到了可以發見所謂地球的本質的地方了。詢問了一下村人，知道距採石場尙有六七英里之遠。他加緊地趕到那個地方去調查，果然不出所料，他發見了這種黑色岩石明明是一種已經固定了的溶岩流，從高處的花崗岩質山頂流落來，一直流到下面的平地距山脈約五英里的地點。同時他發見了這種熔岩流所由噴出的火山錐及火山口。

嗣後，他對於火山岩的性質常加以熱心的研討。他從前雖未見過火山，但他由現在的既被浸蝕的狀況可以略推知當時的火山的輪廓。登上了採石場的山上，他就約略認識了火山的標式形狀的圓錐形。又當他攀登那個巉巖的山坡時，他發見了那些黑色和紅色的浮石的碎屑物。此外還

混有粗糙的海棉狀，渣滓狀的石塊。他斷定這些岩屑與石塊都是從往昔的活火山頸崩毀下來的。等到他達到了缺頂山峯上時，他不禁歡呼起來。因為他發見了在他的下面有一個孔道，兩側具有滑斜面，這明明是火山口了，但不噴發蒸氣或火山灰，祇見全面滿長着淒淒的芳草，環境異常幽靜。數百年來，牧羊人都在這些斜坡上牧羊，石工也在這裏採掘熔岩運出去作修築道路及房屋的石材，經過了這樣長久的期間，竟無人留意到這樣幽邃的境地實在是曾經過地殼內部運動的大波瀾的遺跡。

當他走進採石場裏來時，便詳細調查這一面大熔岩流的構造。他立即辨識了這種火成岩的性質和法國其他各地的岩石完全不同。他看見這種岩石可以分裂成片狀，和地面作若干的傾斜角。在片與片之間夾有砂土或黏土層。有如水成岩的層狀構造，岩質非常的堅固，容易向任何方向碎裂，故易於採掘。

葛塔氏和馬式比氏沿着風景如畫的普埃 (Puy) 山嶺的山麓，更向南進。當他們達到了克勒蒙 (Clermont) 的時候，得着當地一個藥劑師的幫助，調查工作更有發展。因為這位藥劑師極有

科學的知識，並且詳悉這些山地的地勢。他們攀登了傾斜高急的普埃峯 (Puy de dome)——這山因曾經帕斯加 (Pascal) 的介紹，是一座名山。他們在這山中也發見了火山岩的碎屑，一部分既爲植物羣所掩覆。當葛塔氏等立在這個全無火口遺跡的高山上，俯瞰環境時，天然美景一瀉千里，真如一幅圖畫，又如一幅地形圖展開在他們的目前；當時的愉快較之攀登 禾偉克山時何啻倍蓰。又當他們發見了許多舊火山在花崗岩的山脊上前前後後排列成的一串的乳嘴形，輪廓明瞭。因此他們深信這些火山之爆發當在有史時代以後的事實。

葛塔氏不僅發見了十六七個火山錐，並且他注意到這些火口並不取同一的方向，因此他斷定這些火山的噴發期是或先或後不相一致的。

嗣後，他還踏查過幾處地方，但都沒有獲得怎樣的大收穫。不過他已經算搜集了充分的材料可以證明他的重要論題，——在法國中心部會經過一系列活火山的爆發。回巴黎後，即整理這些材料，於一七五二年五月十日提出巴黎科學院。葛塔氏的這篇論文，關於火山的研究雖未能謂爲詳細正確，但在法國最初注意於火山分布的學者當推他爲第一人。其後，在法國雖有比他研究火山

更爲詳確的學者對他多加攻擊，這種態度是吾人所不敢贊同的。因爲較之前輩有更進一步的研究及調查，本是我們後進應有的任務，本無足誇耀的。

葛塔氏提出了火山報告於巴黎科學院後，十八年，又發表一篇論文，題爲「古代與現代的玄武岩」(On the Basalt of the Ancients and the Moderns)從來關於玄武岩的生因，論爭甚多。有許多學者主張玄武岩是火山岩。葛塔氏因有上述的調查與經驗，在我們的想像，他當然也應主張玄武岩是一種火山岩纔合理。誰知有大謬不然者。他一向不贊成玄武岩是一種火成岩，他祇承認是發見於火山性岩石中的一種岩石。他的解釋是：這玄武岩或在火山噴發之前既先存在的，或是在熔岩固結之後沈積於熔岩之上的岩石。他說：「如果柱狀的玄武岩是一種火山岩，何以最近的維蘇威火山(Vesuvius)及其他活火山的噴發又何以不產生玄武岩呢？」他通讀了許多關於玄武岩生因的著述之後，他作了一個結論：「玄武岩是一種玻璃質岩石，由某一種水溶液之固結而生成的岩石，決不能視作火成的融流體的產物。」

在那時代，一般對於熔岩的知識實甚貧弱，無怪乎葛塔氏有這種的錯誤。他所以會誤論玄武

岩的生因，即是由於他不明瞭火山作用的性質。

葛塔氏在地質學史上確是扮演着一個奇妙而矛盾的腳色。因為他的研究和主張實代表了互成極端的兩學派。葛塔氏在奧佛尼地方 (Auvergne) 的調查，無異於作成了火成派的陣線。但他的玄武岩生因論卻又爲水成派張目，並且也爲淮那氏 (Werner) 的學說着了先鞭。

葛塔氏在那時代是一位孤高自立的學者。他的體質先天的本甚健康，加以日後種種勞苦生活的鍛練，故日見強壯。不幸的是，到了晚年常患一種昏睡症，將多數的時光消磨於牀褥之中。結果他的一隻腳起了癱瘓，不能自由行動。經過了長期的治療，雖稍見轉機，但不能根治。最後他再不能忍耐那些痛苦的治療，認那些療法是無結果的。於是他放棄了根治這疾病的希望。他雖然知道這種疾病或許會影響及於他的生命，但是他決不因此而有一點煩惱。他仍然愉快地過他的學術的生活。他也繼續熱心地出席科學院的會議，並且是一個人慢慢的走路去。不過在他衣袋中常帶着一張詳細列明姓名住址的紙片，防備着萬一昏倒在街路上時，纔有人能够把他擡回家中去。嗣後，他便不常和他的友人們聚餐，更不去訪候他們。因為葛塔氏是很知自重的一位紳士。他是擔心



着朋友們會厭惡他的病態及臨終的狀況，他終於一七八六年一月七日與世長辭了，享年七十一歲。

我們從康多塞氏 (Condorcet) 對他的弔辭中，尙可以推知葛塔氏的人格與氣質。他在幼年，是極端信仰宗教。他的性質是異常的坦直而誠摯，純朴而無野心。他每遇討論或應付一件事情，他的態度是十分嚴謹而周密的。他不喜有半點的虛偽及狡詐。他到處能交結許多朋友，完全由於他的透明如水的誠懇。不過他容易惱怒，有時出人意表的表示決絕的態度。因有此種性癖，所以稍減少了他的人格上的美點，同時也常陷他於種種的謬誤。試舉一例來說，他曾爲一友人投了一張選票，這位友人便走去謝他的盛情。但是他怎樣回答那個友人呢？他率直地說：「關於這一票，你無須謝我。如果我認爲你不應享此一票的權利，我決不投票選舉你，因爲我不喜歡你的爲人。」然則在西歐亦有解狐其人。

按巴黎科學院的慣例，每遇會員逝世，便要舉行追悼會並公獻一篇悼詞。詞中無非是頌贊死者，在過去的業績及其高尚的人格等，千篇一律的公式文章。在一次的追悼會上，葛塔氏聽見那篇

悼詞中並無一句實話，通是飾詞，便生氣了，於是跑去對那常務秘書說：「你是撰了一大篇的謊話。如果我死了之後，我希望你照我過去的事實，說誠實的話吧。」唯有康多塞能够體會他的知友的希望。在他的悼詞中完全描述了亡友的缺點與美點。嚴格地說來，這纔是真實對亡友表示敬意呢。

在科學史上，葛塔氏無疑的可以佔有一個位置的。他賦有犀利的觀察力，熟練的探討力，及在智力上另具一種獨創性。故他在野外的踏查都能新闢途徑，而獲得相當的結果。他不喜歡無根據的理論或投機的假說。在地質學上，如前所述，他是創作地質圖的第一人，同時是在法國中部發見火山的第一人，並且是研究化石及作化石圖譜的第一人。此外，關於地表的剝蝕，最初注意及大氣與海水的侵蝕作用者亦是葛塔氏其人。總之，他的詳細而勤勞的研究，實促進了關於地球的真理的發達，遠勝一般所謂哲學家的空汎理論實不止千萬倍！

### 第三章 淮那氏傳 (Abraham Gottlob Werner)

被稱爲水成派的元祖淮那氏於一七四九年九月二十五日生於德國上部魯沙西亞 (Upper Lusatia) 刮斯州 (Gneiss) 之威勞村 (Wehrau)。他的祖先在德國歷代都是經營鐵工業，有三百年之久。他的父親也是梭爾謨公爵家的鐵廠督辦。在那時候，這位未來的礦物學者已經是頭角崢嶸，既具有能够繼承這種世代相傳的職業的能力，他從幼年時代，即熱心於岩石的辨認。他常喜歡以敲碎砂岩或泥灰岩等爲遊戲。自他開始念書之後，他的父親看他能勤習功課，便允許他於讀書餘暇去觀摩老人自身在長期中所採集的礦物，並且和他討論這些礦石的生因及用途。所以後來淮那氏能够辨認種種的礦物，就連他的父親所不能認識的他也能辨認了。當他能够翻讀各種專門書的時候，他最愛讀的是關於採礦工業的辭書。他特別喜歡關於礦物學的那些條項。他在幼期就有研究礦學的傾向。加以他的父親的指導，並告訴他以種種礦山的歷史，他的研學的路線

便早被決定了。

當他十歲那年，在西勒西亞 (Silesia) 的軍事要塞邦茲勞市 (Bunzlau) 的一家學校肄業。數年之後，至一七六四年，他便回來幫助父親在威勞鎮 做了鍊鐵廠的監督。但他的志願還是在礦物的研究，所以在鍊鐵廠服務了五年之後，便決意進剛開辦兩年的富萊堡礦山學校 (Mining Academy of Freiberg)。因為他是早就很仰慕這家學校的聲譽。他對於學校裏的功課發生十分的興趣，所以他極熱心的用功。他不僅研究教授們授給他的採礦的理論，並且也實地去踏查撒克遜 地方所有的有名礦山，特別是注意於富萊堡 地方的礦區。他親身走進坑道裏去跟礦夫習練初步的採掘工程。後來他熟習了坑裏面和坑外的一切工事及情形了。他的熱誠與能力，不久便為富萊堡 的當局所注意了。故他在礦山中工作不久，便給當局調回去作撒克遜 的礦山局長。但他不願意接受這個委任，因為他覺得他是應當去再求更高深的學問。故他決意進萊普齊希 (Leipzig) 大學，再研究數年的學問。

在礦務方面服務了二年餘，到了一七七一年春，他進了萊普齊希 大學兩年之間，他幾完全置

身於法律的研究。到了第三年及最後一年，他也曾就各項的學術問題加以研究，特別是研究現代言語學。不過到末了，他仍然回復到他所最喜歡的學問礦物學方面來了。故他到二十五歲那年，他仍然是一個研究探礦科學和律例的大學生。最後他發表了一篇論文，十二開本約三百頁，專論究礦物的外部性質。他這篇論文發表之後，一般愛研究礦物學的人都視爲至寶，一時紙貴洛陽。因爲從來關於礦物學的文獻大都是東鱗西爪，斷卷殘篇，無一定的系統。至於淮那氏這篇論文卻有一定的研究方式，有整齊劃一的敘述，決非往昔的礦物學文獻所能望其項背。

從萊普齊希大學出來，淮那氏回到他的故鄉刮斯市的家中來了。從前很惦記着他，並極關心於他的職業的富萊堡當局，此時似忘卻了他的存在，也聽不見有人來聘他的消息。於是他不能不自己決定今後的生活計劃了。其實當局雖未立即任用他，但仍然很留意於這位人材，並且他們都知道他在萊普齊希大學的成績，特別佩服他的那部著作。故到了一七七五年的二月杪，富萊堡的探礦學院遂聘他爲探礦學兼礦物學的講師，領三百泰拉（Thaler，從前德國的銀幣）的年俸。當他就此教席時，尙未滿二十六歲。但以後他並不改業，一直在該校服務至四十餘年之久。他在地質

學界的榮譽也是在這學校掙贏得來的。他藉他的天才與聲譽，把僅僅想造就幾個礦科技術人才的鄉村職業學校提高了水準，在中世時代一躍而為世界聞名的大學了。全歐文明國的學子對他聞聲思慕，負笈到富萊堡來。由遠地來聽他講學的人，年見增加，不僅是青年學生，還有些在學術界既聞名的學者也趕緊學習德文以便聽他的地質學講義。

淮那氏一生對於私人生產完全置之不理。唯每日浸潤於研究室內的工作，真可謂數十年如一日。他每年必須加以改訂的唯有他的講義。故關於他的私生活的傳記至為單調，無足述者。就他的著作生涯而論，他雖在青年即從事著述，但其後除在雜誌上發表些短篇論文而外，並無何等的大部著作遺留下來。我們祇能從他的學生的作品中約略窺見他的行狀及他在教學上的特性而已。

在他的一本著作前面，附有他的小影。我們認識他有銳利的巨眼，有寬廣而高聳的前額。他的頭部也是裝着那時代最流行的假髮式的鬚髮，即在兩耳的後邊分卷着一大錘的鬚髮。豐滿的臉，剃得非常光滑，雙唇緊閉，表示着他有強毅的決斷力。上唇兩側的曲線和雙頰上的笑靨相連結，卻

給吾人以一種可親的印象，並使人起一種談諧的感覺。由他的外貌觀測，他似個極馴謹而不好多事的人。他在個人的裝束上異常的整飾，即可以表示出他的性格是一絲不苟的。

淮那氏的態度和藹可親，尤足令人注目。法國的地質學者裘維裕（Cuvier）曾說：淮那氏之對學生有如父母之對其子女，態度慈祥。他不願意學生們在光陰上與精力上有些許的犧牲。當學生們在經濟上遇着急需時，他亦毫無吝惜的拿出他的微少的收入以援助他們。又若有大多數的學生羣圍擁着他，祇有一部分學生能望見他及聽見他的講義時，他便把學生們分爲數班，願意再次三次爲他們講義。

他的講演態度和技巧也極引人入勝而賦有刺激性的。因此，能吸引學生的注意，並促他們熱心研究他所希望於他們的功課，激動他們去應用他所授給他們的方法。表面上他是教授礦物學——這門功課是最難使學生發生興趣的。但淮那氏的礦物學是包羅萬象，自然界的一切都歸納到他的礦物學裏面了，甚且涉及人類學方面的事象。祇有數片的石塊凌亂地陳列在他的案頭，他便從這些石塊的來源說起，一直論到礦物和岩石對於地理和地形的影響。他就於由花崗岩及

結晶片岩所構成的山岳風景和由砂岩及石灰岩所構成的低原風景，他能作對照的比較。他在全歐的地表追溯這種對照的界線。他並且說明這種地質能够影響及於國民之聯合及特性。他按着這種理論，更進一步論述到他們德國民族在過去的移動，言語的分布狀況及文明的進步。他並且說明礦物分布與技術工業之重大關係。他又說，所有戰爭及一切軍事計劃亦完全起因於礦物之爭奪。甚且主張凡是藝術家、政治家、歷史學家、自然科學家都應當研究礦物學，因為礦物學可以促進他們的事業的成功。

照他的這種解釋，礦物學的範圍是廣大無垠的。所以一般學子便不視礦物學爲乾燥無味的科學了。又他的明確的教授法，諧談的態度及善辨的口材，無一不足以引起聽者的熱情。故淮那氏的地質學的影響真可以說是風靡全歐，古今獨步。在那時代，其他地質學者的聲譽無能與之比肩的。

現在我們試探討一下他的學說的重要性質，及其在當時對於科學進步上的影響。他的才氣橫流，傍徵遠引的態度固然是他所以吸引多數聽衆的原因。但他的講義實在是另具一種牢不可



拔的特性，能够使他的門徒盡熱心致力於研究他所授與他們的學問。縱令在從前不信奉他的學說的門人，一經他的薰陶，便立即改變了他們從前的主張，而信從他的學說了。

我們第一要注意的是，在他的生涯與業績上表現得最明瞭的是他的極端嚴謹的性格和一絲不苟的治學方法。他常購買許多書籍，但與其說是要讀破這些書籍，毋寧說是把這些書籍系統分明的陳列在他的小圖書室中。總之，他對於餐室、圖書室、書齋及寢室都是同樣有一定的秩序。

他的這種有秩序的方法和習慣，在礦物學之系統的研究上實大有裨助。當淮那氏最初研究礦物的時候，祇是一些零星的資料和不相連續的斷片的知識。自有他的第一篇論文纔把礦物學整理出一個頭緒，並導出一種研究方法。這研究方法實與數年以前林尼氏（Linne）研究植物學的方法相同，最切實用。他又創造了許多術語及名詞，可以正確表示他所欲明示的礦物的特性。因為有這些用詞，一般礦物學者在鑑定礦物上就獲得了許多的便利。他因為要創造礦物學上的用詞，便利用了他本國的語言作成了一種語彙。這些語彙雖然過於人工化及過繁瑣，但在那時代卻大有用處。因為多粗俗的德文，所以譯成他國文字不甚醇雅。例如硬（hard），半硬（semihard），

軟 (soft), 極軟 (very soft), 極冷 (very cold), 冷 (cold), 頗冷 (pretty cold), 稍冷 (rather cold), 凌亂的曲片狀 (indeterminate curved lamellar) 及極端的脆弱 (particularly diffen-  
itly frangible) 等用詞, 在文氣上是十分生硬的。

淮那氏表示礦物的外部的性質是用這種詳確的規則的用語, 所以在實際的鑑定礦物種類時甚為便利。但是最足使吾人驚異的便是在當時淮那氏何以忽視了礦物的最重要的性質結晶形。他每就——礦物必研究其分布, 物理性, 及其來源——所由產生的各種岩石。關於這一分科的研究, 他特別命名為地殼物質學 (geognosy)。他說: 這門學問是按一定的方法告訴我們所謂地球全體究竟是怎樣的東西, 特別告知我們在地殼內部構成種種礦層的物質, 並明示我們這些礦層的位置及相互關係, 最後指示我們以這些礦層之生因概念。在那時代尚沒有地質學這個名詞。在富萊堡礦科學院, 淮那氏和他的同事都從未使用地質學這個名詞以替代地殼物質學。他們都偏重事實而反對理論。他們裏面的一位曾批評英國哈頓 (Hutton) 和普勒惠爾 (Playfair) 所寫的關於地球的理論一類的論文。他說: 如果相信所謂『地球的理论』(Theories of the Earth)

裏面所寫的魅魍鬼怪的空論，則對於淮那氏一派的地殼物質學將不能獲得正確的認識。已經有了這許多事實和有目共見的地殼的構造，對於礦物學或大地的構造等問題尙能牽強附會再作異樣的解釋耶？淮那氏一派祇是誇示他們學派領袖的學說之詳細與正確。又把他們所發見的實際的結果和其他學者的理論作對照的比較，而批評那些理論爲曖昧的空想或無根據的投機的幻論。

淮那氏把地殼按順序分劃爲數層系。他分劃層系的方法是和標本室中的礦物分類一樣的詳細。並且他主張他所分劃的層系在世界各處都是同樣遮覆着地球，不單具同一的順序，並且具同一的性質。所以他所遣發出來的門人盡都深信他們已經獲得了萬驗不爽的鑰匙，無論到任何地方都能解決該地方的地質構造的問題，其實這個見解完全是在當時的淮那氏一派的錯覺。到了今日，他們的謬誤也無庸更多事指摘了。

淮那氏的最初論述地殼構造的著作是一本薄薄的四開本，僅二十八頁，於一七八七年在都勒斯登市發行，通篇多屬見聞的紀述，而缺少理論，唯其敘述極正確而有系統，實表示着作者的特

色。他所特有的系統精采已經完全在這本簡單的書本裏表現出來了。其後數年，因有更豐富的經驗，於是就他的系統略加改訂及擴大，但仍不變更其主張的基礎概念。有一件很可注意的事，即是淮那氏並不把改訂的部分編入再版以後的著作裏面，而讓那初版本繼續發行下去，唯時時將新的發見加入他的講義裏面而已。日後由他的門人的著作，吾人纔知道他已經改訂了他的原作。就中最熱心而最著名的門人便是後來任愛丁堡大學的博物學教授的詹孫氏 (Robert Jameson) 他是介紹淮那氏的學說至英國最出力的人。有一個時代，他也是最熱心擁護淮那氏的人。

淮那氏學派有一個基本的假定，即是所謂普遍的層系 (universal formations) 之存在。當他發表他的地質系統時，他實在未曾出國門一步。他所踏查的範圍祇是限於撒克遜及其最鄰近的地方。故關於地殼，他實際所知也是祇限於他自己所實際看見的事象。他祇以僅小的部分以推斷地球全體，縱令讀過了其他學者的論文，但也不願意參酌他們所觀察的結果。這確是淮那氏的偏見。譬如說，在學識上他本來從勒曼和富塞爾 (Lehmann and Fuchscl) 兩位地質學者獲益不少，但他總不願參酌他們的見解，而祇固執自己的主張，誠為可惜。他僅以這些微少的觀察結果

爲根據，因主張地球全體曾經一次受海水的淹覆，海水之高至少亦達到與今日最高的山岳相等。並且他深信由這海水的化學的沈澱作用，在地表堆積多量的物質，是爲今日陸地上的各種岩石。他又主張這種原始的地層極爲普遍，其分布實包括全地球而，其間雖然受些微小的阻礙，但大體說來這些層系是有一定的先後順序。他肯定的說，最初的一層系完全是由於化學的生因而沈積的，因稱之原始系 (primitive system) 或第一紀系，其中包括最古的岩石，例如片麻岩雲母質黏板岩、泥板岩、蛇紋岩、玄武岩、斑岩等，並且將花崗岩和新近的正長岩 (syenite) 也一並包括在這層系中了。在原始系之次沈積的是遷移層 (transition rocks)，大部分仍屬於由化學作用而生成的岩石，例如硬砂岩 (graywacke)，硬砂質黏板岩 (graywacke slate) 及石灰岩；但其中含有最初期的機械的堆積物，卽是暗示海水面之逐漸低落。其次的層系爲水平層系 (floetz rocks) 或稱第二紀系，包含一部分的化學性的岩石，但大部分是機械的堆積物，例如砂岩、石灰岩、石膏、岩鹽、煤炭、玄武岩、黑曜石、斑岩等。這層系是指示由海水之繼續退卻而沈積的岩石最後一層系爲沖積系，包含最近的砂土 (loam)，黏土、砂礫、砂華、石灰華及泥炭等。

在當時一般對於地殼構造尙未明瞭，故多信奉淮那氏的學說。其實淮那氏所以倡地球全體曾經一次之海水淹覆到後來纔逐漸退卻之學說，亦有他的主張理由，即：（1）他發見最古的地層佔有最高的山地，較新近的岩石則逐漸分布於較低的地域，最後則爲現今的沖積平原及海岸；（2）因爲他看見最古及最高處的岩石是完全由化學沈澱作用而生成的，其他由機械的作用而堆積的岩石則屬於較後的時期，且其容量因地勢之愈低下則愈增加，最低的地域則完全是由機械的作用堆積而成的岩層了。

關於淮那氏的主張，尙有一問題值得我們加以考究的便是這個會汎濫於地表全部的原始大海是怎樣地退卻下去？從前史登那（Steno）來本之（Leibnitz）及其他學者的見解是海水逐漸流入於地殼內部的大孔穴中。但是真正的淮那氏學派的信徒卻不贊成這種解說。因爲他們是注重實際的觀察而反對投機的理論。不幸的是偏查淮那氏學派的著作，對於這個問題都無具體而確當的解答。據淮那氏本人的解釋，則地表的水分是不斷地向空中消失。故他說：「當某一天體之運行接近我們地球之時，將吸取地球的大氣圈及海水的一部分，」按諸今日的學理當然是

不能成立之理論。

又淮那氏一派學者之岩石分類亦未能稱爲有合理的根據。衡之於今日自然科學的學理，其謬誤亦可無待贅述了。

淮那氏學派尙有一種特別的見解，即對地殼變動之解釋完全反對地殼曾經一次之普遍而有力的火成作用。距淮那氏約百年前，史登娜氏曾經指摘意大利北部地層之傾斜及爆裂是起因於地殼之變位，當時許多意大利的觀察者，特別是摩羅氏（Moro）主張這是由於地殼內部的力的作用，因影響及於其外部。因爲他們都是熟悉該國的地震和火山現象的。但是這種真理之初期的表現卻完全給富萊堡一派人排除淨盡了。我們不妨試檢討一下淮那氏的這個極端的謬誤，到底是由於那一種見解促成成功的？我們現在可以一考察他和撒克遜玄武岩的關係歷史，這是一個是極有興趣的問題。

當淮那氏被委任爲礦物學教授的次年，他到史安片地方（Stolpen）去觀察風景如畫的有名的玄武岩山。遠望此山，這種柱狀岩石似構成一個高高的城堡。大概他即在觀察此地玄武岩的

時候，開始有由水溶液沈澱生成岩石的想像。不過在那時候，他並非完全不知道已經有許多的先進曾主張玄武岩是一種火山岩，故在相當的期間中，他對於玄武岩的生因仍然是躊躇莫決，最後纔下決心武斷這種岩石亦為一種岩層。關於史安片地方的玄武岩，他告訴我們，他並未發見絲毫的火山作用或火山遺跡，故他毅然決然的斷定一切玄武岩並非火山岩，因硬證史安片地方的玄武岩無疑的是屬於非火山岩的部門。最初他的這種見解碰着許多的反對者。但過了相當的時期後，多數的地學者都贊成了他的主張。他並且申明他的這種見解是以一七七七年在波咸米亞 (Bohemia) 中部地方觀察所得結果為根據。因為在該地方有玄武岩和班狀黏板岩所構成的山。在這山周圍都是煤田。有一次，煤田坑道中因故失火，故淮那氏認為係一種地殼內部的燃燒作用，而火山之生成即由於地殼內部的煤炭的燃燒，影響所及，故生成中部的偽火山。他又說，他曾經更進一步的研究與推敲，他斷定玄武岩並非一種之火山岩，而是屬於原始系或水平層系的水成生因的岩石。由是更經十年的反覆研討，他更加積極的支持這種主張。他不僅決定玄武岩為化學沈澱岩，並且把這種岩石屬之於原始系的岩層中。淮那氏發表了這種見解後，剛滿一月，便接到沃特



氏 (J. K. W. Voigt of Weimar) 的反駁。因爲沃特氏是絕對主張史安片地方玄武岩實具有火成岩的性質。淮那氏最初亦加以反駁，但過後他不再和沃特氏論爭，而祇是盡其全力於補強自己的理論。

關於玄武岩的論爭尙有一段有趣的插話。在貝倫 (Berne) 地方本無玄武岩，亦無火山作用的遺跡。該地方的博物協會因懸賞徵求論文，論文題目是『何謂玄武岩？玄武岩是否火山岩？』論文最優者卽獎與二十五泰拉。由多數火山學者所提出的論文，經嚴格的審查，得獎者仍然是贊成淮那氏學說的人。

假定我們以火山及火山作用爲地球內部和外部間的一種有力的作用的表現，那麼，這種見解便和淮那氏的地球構造及歷史的理論不能相容了。一言以蔽之，若絕對主張岩石的生成爲海水的沈澱或沈積作用，則再不能承認地球內部的火成作用了。若按淮那氏的層序理論，必須將火山解釋爲最現代的偶發的自然現象，決不能屬之於地殼構成過程中的一段。故他的最初期的岩石分類論文中，將火山岩歸入於最新的層系，並且至最後，仍支持這個見解。他似完全未注意於從

最初的地質時代即有火成作用的存在，並且在世界各處地殼的構造上實負有最重要的任務。

火山乃起因於地殼內煤層之燃燒的假說，由來已久。淮那氏看見這個假說與他的主張相符，故採用了這種見解，並且在他的周圍的地質現象正是適合於這樣的條件。一七八九年，即是他發表了岩層簡單分類法（*Kurze Klassifikation*）的後兩年，他更加肯定的宣言：縱令不是全體，但是大多數的火山都是起因於地殼內煤層的燃燒，這等煤層完全是由於自然發火而燃燒，最強烈的火山即是代表最厚的煤層的燃燒。因為要證明這種推論，必須在火山周圍發見煤層的存在，故他費盡心力去搜羅了許多的實際的例證，不僅限於煤層，凡是可燃性的物質都援引過來作地殼內部的燃燒作用的材料。

第二必須證明的是火山屬於比較現代的自然現象。故淮那氏告訴我們，當第二次之水平層系沈積了大量的可燃性物質之後，立即發生了火山現象。故火山在大自然史上是個新的存在，同時這火山現象在地球是外在的狀態而非由於內的作用。

玄武岩實在和許多既決定其為火山岩的岩石相類似。這個現象決難逃卻淮那氏的洞鑒。但

是，他並不因此即以玄武岩屬於火山岩的類羣中。他所主張「玄武岩是由於氾濫的海水中之化學溶液的沈澱結果。」正是他所提倡的地殼物質學所由成立的不變的原則。他說明玄武岩與熔岩何以相似的方法正足以證明他的巧智。他說：「火山不僅發生於煤層的存在區域並且發見有在煤層上覆有玄武岩及玄武質凝灰岩 (wacke) 的地方。因下部煤層之燃燒，玄武岩及玄武質凝灰岩遂融解，故見熔岩之流溢。凡有人質問他關於玄武岩的生因的高見，他必然的以上的解說作他的偏見的護身符。若玄武岩存在於孤立的山頂，則他必然謂係由海水之化學的作用而沈積的第二紀地層之一部分。若玄武岩的狀態與熔岩相類似，則解釋爲受了下部煤層的燃燒的影響。因爲有上述的詭辯爲防護及應用，故由富萊堡礦山學校出身的學徒可以自由地否認火山在地殼構造上的重要意義，亦可以隨意反駁他們的反對者，同時也可以解決當接受他們的領袖的教義時所發生的一切疑難。假如你對他們說：玄武岩之生成是由於火成的生因。他們必然的指斥你的見解爲完全錯誤，因爲富萊堡的偉大的科學領袖已經宣言玄武岩是由海水沈積而成的岩石。你若再指出玄武岩的柱狀構造以證實該岩石之爲火成的生因，則淮那氏學派必然會再教

訓你說：『凡熔岩並非必以這種構造爲條件，並且由熱的作用而生成或變質的岩石和那些組成地殼一部分的大塊狀岩石當然在構造上有極明顯的差異。』又你若更拿黑曜石 (obsidian) 給他們看，問他們這個黑曜石是不是玻璃質火山岩？他們決然的加以否認，他們的解釋是：『黑曜石的確是和完全融解了的石質相似，也發見於火山區域，但從未發見這種岩石之火成生因的證據，因爲從未見有和熔岩共同產生的黑曜石，不過是接近着熔岩而存在，並且黑曜石裏面含有多量的水分爲其成分，故可以決定黑曜石並不是火山岩。』你若仍不願輸服指出浮石 (pumice) 的泡沫狀構造及其產生於火山岩區域等事實給他們看，證明其爲火成的生因。但他們仍然是固守着他們的領袖的見解，作同樣迅速而決絕的否定的答覆。他們的回答是：『從來一般的見解皆認浮石爲一種火山岩，因其產生於火山區域中，故推定其爲火成的生因；但現在根據下述諸事實已經決定其爲水成岩了，即 (A) 浮石亦和玄武岩、斑岩等同樣隨海成岩類而變化，(B) 浮石具有極明瞭的層理，(C) 浮石逐漸變化爲黑曜石及真珠岩 (pearlstone)，並與玄武岩松脂石 (pitchstone) 等相連接，(D) 含有水分爲其成分，這是水成岩所無的現象，(E) 在火山口或火山兩傍從

未見有浮石作岩流狀，即在熄火山區域亦未發見有作岩流狀的浮石。

對於地殼變動的解釋，淮那氏仍然固持着他曾加於火山現象的意見，但不信地殼內部有何等熱力的能（energy）。他說，地球外形之所以略為迴轉橢圓體，正是起因於曾經一次氾濫於全地表的原始海。他承認地殼具有許多的裂罅。但從這些裂罅的研究也找不出地球內部起熱力作用的證據。關於這個問題，他的解說也居然言之成理。他說：『最初構成岩石的那些物質沈澱之後，仍然含多量之水，極為柔潤，富於撓性，及後漸次乾燥及收縮，自然生成無數的裂罅，其沈積量最豐富而作成高層者，是為山岳。』至於沈積層何以因地點不同而有厚薄之差，則淮那氏並未加以說明。

根據淮那氏的見解，地殼中的一切裂罅都是由於山岳兩側的物質之乾燥及收縮而起的表面現象。因此，他推論充填於這些裂罅裏面的礦質無疑的是由高處流落下來。故他以為礦脈和深成岩脈是沒有區別的。舉凡花崗岩脈、玄武岩脈、斑岩脈、石英脈、方鉛礦脈、及黃鐵礦脈都是同樣由海水的化學作用沈積而成。至地面尚為海水所淹覆，岩石何以能乾涸及裂開，又若海水一經退

卻之後，以如何方法再淹浸這些裂罅將新的礦質充填於其中等問題，淮那氏都沒有加以合理的說明。

淮那氏之岩石分類法至爲明晰而單純。他曾參考勒曼 (Lehmann) 與福塞兒 (Füchsel) 兩氏的見解，但以他的固有主張，一切「岩石皆由海水中的物質繼續沈積的產物」爲基礎，而作成他的特殊的岩石分類法。他從構成地殼的岩石的排列，追溯原始海的發展經過，也發見了花崗岩，片麻岩，及雲母片岩是在最早期由海水沈積的岩石。又從地質的層系順序發見了海水成分之逐漸的變化。於是他毅然地發表了他的主張。當時對於物理化學的原理無甚研究，或雖研究而根柢薄弱之輩聽見淮那氏的這種新奇的學說，一時有如風起雲湧，爭相奉迎。不幸的是淮那氏的這種學說完全是一種幻想，實無觀察或實驗之真實基礎。

淮那氏確有一種主觀的偏見。當他的學術經驗尙淺的時候，即發表了這種分類法以決定各種層系。此種系統一經採用，他便想維持到底，而不肯稍加改訂。他的愛整齊劃一的性質，常要求一種能在生因上連繫一切關於地殼構造的現實之理論或假說。由此種岩石分類法之不健全，即可

以推知淮那氏在野外之實際觀察之貧弱。他所決定的原始層系所含岩石僅十二種，並且其中尚有極罕見的岩類。嗣後他再加入新岩類，並就遷移層系再分門類別。又因發見某種岩類同時屬於原始層系與第二紀層系，因在原始層系中增加此類岩石。因有上述的種種改訂或變更，這個有名的地層分系法遂得維持至於最後。故撒克遜地方的礦山無一不按照淮那氏學派的的地層系統而作成極規則的坑道，每一坑道都有固定的年代上的位置。例如你若佇立於花崗岩之上，你便知道你已經達到了地殼的最後一層。又你若站在第二紀的水平層的山上，便有往昔的普遍的大海沈澱之最後一幕展開在你的眼前。

但是，大自然的岩礦的排列不能像礦物陳列室那樣按照人工的順序及方法。淮那氏所創立的系統雖可適用於曾經他詳細調查的撒克遜王國的一部分地域，但未能適用於世界全部。等到他的經驗愈見豐富及新發見材料愈見增加，因此，他的系統不能不經多次的修訂，而這系統所由成立的基礎觀念也就發生了動搖。事實上他發見花崗岩並非全部位於原始系的黏板岩之下，有些花崗岩是掩覆着這原始系的黏板岩，並且發見有些綠岩（Greenstone），不僅屬於原始系，同

時亦屬於第二紀層系。其後又發見有許多從前認為完全屬原始系的斑岩亦存在於第二紀層系中。淮那氏因為遇着這許多的矛盾，不得已，唯有在這些同類的岩石名詞之前冠以『最古』或『最新』等形容詞；或按其層序而附加以號數以示區別。故有最古或最新的花崗岩，又有最古或較新的蛇紋岩，又有第一，第二，第三等斑岩層系。

淮那氏天性不喜執筆，故遺著甚少。其門人及信徒常引為莫大之憾事。他常逞其辯才就於種種的地學問題舉行公開的講演。但他從不將其講稿作書面的發表。他的習慣是每在講義前，必須有十五分的休憩，以鎮靜他的思潮。當他走上講壇上和聽衆相見時，除一二紙片塗寫有數行簡單的文字外，別無所謂講稿或書籍。他決不編輯講義，故他最厭惡那些不得他的許可而印行他的講義或理論的出版業者。因為他有此種怪癖，故希望他的講義出版的人反愈增多。於是他的講義錄遂在市場成爲一種投機的商品。他看見一般出版業者專偷印他的講義等去賺錢，實在鬧得太厲害了，他就想出一個方法以防制他們往後的濫版。即他將曾經發表的多方面的科學著述，一部一部的加以修訂，並根據他最新的觀察及發見，而增補極豐富的材料。他雖曾和一家書肆訂了這種



修訂及出版全部著述的契約，但終未見實行，誠爲可惜。

淮那氏最不喜歡動筆。至最後他連對於親友所要求的覆函也不願作答了。但是，讀了友人來信，心中總不能無所芥蒂，嗣後便把友人來信擱置案頭，不加拆閱了。在當時的作者欲將他的巨著出版時，常常將原稿循環寄與多數有名學者，請他們爲之評閱或作序。可是這種珍重的包裹寄到淮那氏這裏來時，便作了洪喬之失，永遠不見天日。經許多作者的追尋，纔在淮那氏的書房裏發現數百件巨部的稿件。又巴黎科學院也曾寫信給他徵求他的同意，聘他爲八個外國會員之一，他亦不加答覆。倘他不讀閱這類紀事時，可以說他從未聽見過學術之有國際的聯絡。但裘維裕對淮那氏的這種失儀卻加以諒解，並且舉了一個例爲淮那氏辯護，即當巴黎科學院徵求淮那氏爲外國會員之時，淮那氏的妹妹同時寄一件關於家庭的文件與他，請他簽名，亦竟候了兩個月之久。由是可以略知淮那氏的性格了。

綜淮那氏一生，除聽見有人偷印他的講義時感覺着懊惱之外，他常過着平穩而幸福的生活。他祇熱心致力於他所喜歡的研究工作，及受着門人及友人等的景仰與愛慕而已。他的健康本極

尋常。因為講義的勞苦，有時也會影響及於他的精力。有時他傾其全部的身心之力於重大的講演，至於汗流如雨。講演完了後，常須更換其所穿的衣服的全部，其熱心於宣揚學術有如此者。他常欲保持其身心健全的平衡，故他絕對戒酒，不和他人爭論，甚至不願讀外界的一切刊物，外界對他的批評他概置不理。在這種平穩無波瀾的生活中，假如他不因所寄寓的撒克遜城為拿破崙所攻陷而受重大的打擊時，他當可以更延長他的壽命。不幸的是，這位法國英雄的侵略對於他的刺激至為深刻，因此罹了種種的內傷症，終於一八一七年六月三十日在他的妹妹看護之下，溘然長逝了，時寓都勒斯登，享年六十八歲。

## 第四章 哈頓氏傳 (James Hutton, 1726-1797)

當全歐洲的地質學界正鬧着激烈的論爭的時候，淮那氏的信徒到處擔着水成派 (Neptunist) 的大旗爲他的教祖的學說而宣傳。由於他們的熱心的奮鬥，竟着着成功。最後他們的理論遂成爲當代地質學的一種基本原理了。現在我們試觀察一下英國北部地質學界的當時情形吧。在蘇格蘭的愛丁堡地方，有一位青年地質學者，他對於這門學問，別具天才。最初他注意於種種主要的地質變化，同時他致力於觀察這些變化所引起的影響，並搜集在這變化過程中的種種證據。最後他遂綜合由他的觀察和思索所得的結果，而作成一理論系統。我們若詳細調查他的研究經過，卽可以發見他對於地的環境實別有見解，同時亦可以了解蘇格蘭的海岸，山岳，谿谷及低原，在地質學理論的發展上佔有如何的外形及色彩。這位學者卽是有名的火成派元祖哈頓氏 (Hutton)

哈頓氏於一七二六年六月三日生於愛丁堡。其後亦在該市受高等學校及大學的教育。他的

父親本係該市的著名紳士，曾任市政府財務官。但在他的兒子尙未成年之前，他遂棄之而長逝，僅在巴偉克沙（Berwickshire）地方遺留若干的地產而已。哈頓氏在大學裏有一次聽論理學的講義，聽見教師說：『單一的酸足以溶解更鹽基性的金屬，兩種酸相結合可以使純金溶解。』那位教授不過用化學上的例以說明論理學上的某種原則而已。至於這種舉例對於學生有怎樣的影響，他是不問的。殊不知他的這種解說並未能使哈頓氏成爲一個論理學家，卻把他作成了一個化學家了。因爲哈頓氏聽見了這位論理學教授所引用的化學的例解後，便傾其全心力於化學這門功課了。到了十七歲那年，他已經達到了應當擇選職業的時期。因爲生活的關係，他被送至某律師事務所當了一名見習生。不過天才的發展是不會受約束的。在繁瑣的法律條文裏面，這位青年書記仍常常會表現他的化學的天才。他常從事化學實驗以自娛，並約與他同事的見習生共同欣賞他的實驗。他的主人看見他的性格並不適於研究法律條文或審察案情，於是允許他解約，並勸他去另尋適合於他的智能的職業。

在律師事務所鬼混了一年之後，他便決定去當藥劑師。因爲這種職業和化學的關係頗深，同

時也適合於他的偏愛自然科學的性質。其後經三年之久，他完全從事於藥學的研究。在那時代，一般研究藥學的人都有一種習慣，即要到歐洲大陸去遊學，以增長職業上的經驗。因此，他寓居巴黎有二年之久，專致力於化學及解剖學之研究。後來經過比利時，荷蘭等國回至蘇格蘭。一七四九年九月他在萊登 (Leyden) 獲得了醫學博士的學位。

但是，醫生的生涯在他是索然無味的。因歲月的經過，他達到了他的生涯事業的絕大決定期了。在數年前，他曾和他的一位有同樣嗜好的友人共同研究礬砂 (Sal ammoniac) 的性質及製法，既有相當的發明與成功。這種化學藥品的製造在經濟上亦有極大的希望。但是他終於放棄了這種實際營利的工作，而決意致身於農村之經營。他的性質是不能長久從事一種工作的，對於任何研究或經營，未及其半，即易生厭倦。最初他極熱心於從事農業。他決意研究種種適於農業之最實際的方法，故於一七五二年至諾爾霍 (Norfold) 與該地方的一位農業家同居，每日共同勞作，以增長在農業上的經驗，這時候他年僅二十六歲。

就是在逗留於東部安格利亞 (East anglia) 的期間中，哈頓氏忽然改變了他的研究態度，

放棄了農業的研究而轉注意於地質學和礦物學了。他在英格蘭各地方作徒步旅行。諾爾霍地方的地質也極端引起了他的注意。在該地方，到處發見有白堊層。在這種地層中混有一列一列的作奇形怪狀的黑色燧石。在其東部，則有克拉格層 (Crab)，延長至數英里，其中多海產介殼類的化石。在其北部，海水橫斷由漂礫及黏土構成的崖嶺，其中含有白堊岩屑及外來的石片。這種地質在當時的研究者實為一個不易解決的難題。在其西部為瓦斯 (Wash) 海岸，表示着紅色白堊層及石灰岩的地層，層理明瞭。這地層在層序上位於白色白堊層之下，而在這海岸卻露出於水準之上。哈頓氏在這時候曾致信與他的友人說，他對於地表問題感着莫大的興趣了。他又說，他在旅行中所看見種種的谿谷河流及河床等也覺得極有研究的價值。

他在諾爾霍住了約二年之久，便轉往富蘭達地方 (Flunder) 旅行，目的是在考查該地的農業，並以之與英格蘭的農業相比較。這時候他亦留意於農產地的地質及土壤。因此他細心觀察沿途的岩石與礦物。到了一七五四年的夏季，他回到巴偉克沙村來了。在這裏有他的父親所遺留下來的他的農田，約十四年間，他用盡種種最良的方法去耕植這些農田。在這十四年間，他都是埋頭

於農業之經營，其間不過常赴愛丁堡及有時到英格蘭各地去旅行而已。村人僅當他是一個最有知識，最進步的農民，同時也喜歡他的活潑而談諧的天性。他們都極敬愛他，但沒有一個村人能夠知道他是一位不世出的天才。在這時期中，他雖然似極熱心於農業之研究，但他常為地球歷史這個最玄妙的問題而深加思索，並常搜集許多資料以圖解決前人所未會着手研究的重大問題。

在這期間中，礪砂工業亦成功了。由一七六五年起，哈頓氏當然是該公司的合辦人，他的農場也整理得很有秩序了，他比較有了餘暇，可以從事其他的研究。故於一七六八年，他放棄了他的田園生活，而再卜居於愛丁堡，因為他欲利用他的餘暇以完全從事於科學之探求。

在那時代，愛丁堡在經濟上尙未十分受倫敦的影響，仍然是蘇格蘭的社會的中心，也仍然保持着古王國固有的文化與學術。哈頓氏從幼年時代起即和愛丁堡有特殊而密切的關係，故在該地方有不少的朋友。當他回到他曾經久居的古城市來時，便加入了這地方的最優秀的社會。他的知友之一便是最初發見碳酸的著名化學家布拉克氏 (Dr. Joseph Black)。這位知友對於哈頓氏的地質理論最感興趣，也多加助言，以促進該理論之成立與發展。哈頓氏本身亦承認他所提

倡的原則之一，由熱作用而起的壓力的影響完全是應用布拉克博士的提議。這位化學大家的冷靜的判斷和賅博的知識對於這位衝動而武斷的青年地質學者實在是一個絕妙的參考。故吾人可以說，布拉克博士的助言實構成了哈頓氏學說的中心。

哈頓氏的第二親密的良友是克勒克氏 (John Clerk of Eldon)。他是有名的海軍戰略家，在這方面的著述頗富。他曾劃策擊破敵人的戰線，使大不列顛艦隊獲得了最大的勝利。哈頓氏的第三良友是一位哲學者兼歷史學者福開森氏 (Adam Ferguson)。

哈頓氏既有如此優良的環境，又能自由分配自己之工作時間，故他仍想繼續研究適合於他的素性之自然科學。最初他委身於實驗化學。在今日，吾人由哈頓氏的著作，即不難推知他在當時研究如何之勤苦，涉獵如何之淵博；不過在他再來愛丁堡居住之前，並未發表何等的著作。他在那時候唯博覽羣書而已。他除數學之外，幾可謂無書不讀，尤傾心於航海、旅行等類書籍及博物學。他讀這些書籍似欲貯蓄豐富的材料以爲日後研究地球歷史的預備。他不僅研究化學與礦物學，並且對於雨水之研究頗多貢獻，是即證明他又爲一位實際的氣象學家。他又曾發表關於物理學與



形而上學之一般系統，及由科學與哲學雙方論究知識之原理與理性之進步等問題之著述。又在老年臨終之前，尚與某出版業者訂立發表「農業初階」的著作。總而言之，哈頓氏的學問所涉及範圍實至廣汎。

他在愛丁堡不僅有優良的社交環境，即環城的山水亦極佳麗，最足以促進他對地質學的傾倒。他每次旅行都可獲得一些材料以解決他正待解決的學術上的問題，他向東部旅行，看見阿塞錫特 (Arthur's Seat) 和撒斯貝克 (Salisbury Crags) 兩山，即知道這兩山正是古代火山爆裂的遺跡。他向西部旅行，看見勒斯 (Leith) 地方的諸河流，即知道水蝕作用 (Erosion) 之偉大，及認識了石炭紀海底的層系的順序。即在城市中環城牆而躑躅，看見既頹廢的城堡附近的岩石，亦推知這些岩石在古昔是一種融熔的物質，從地殼內部迸流到地表來的。

總之，哈頓氏當時的地質環境實為研究地殼變化之最便利而適當的條件。因為愛丁堡附近的山河結構變化無窮，儘足以供地質學者的研究。但地尚以為未足，更走向遠方去踏查，以證明他的推論是否正確。他最初走遍蘇格蘭範圍內各地方，已經證明了他所觀察的地質現象到處有一

致的表現；於是擴大他的調查區域至英格蘭及韋爾士。嗣後約三十年間，他都繼續不懈以研究地球的歷史，尤注意於古昔時代之地變運動，並追究這地球的成因。他綜合了種種零星的資料，已經作成了一個理論系統，足以說明一切的地質現象了。不過他不敢立即以之向世界發表。他祇將他的見解告訴了他的幾位知友。就中，布拉克博士與克勒克氏兩人對他的見解表示了最誠懇的批判與贊賞。一七八三年，在愛丁堡成立了國立學會的分會。假如在那時候，哈頓氏對於這學會不感興趣而不願參加，那麼，他的『地球的理論』這篇論文的發表，恐怕仍遙遙無期。幸得他參加了這個國立學會的分會，在一次的會議席上，他發表了他的『地球的理論』之概略，登載於該會會誌第一卷。這篇論文到後來益見增補，加了許多的實例及適用多種科學原則以說明現存的地質諸現象。至一七九五年，此篇著述擴大為兩卷八開本之長篇論文了，書名為『地球的理論及其證明與解說』(Theory of the Earth with Proofs and Illustrations)。哈頓氏死後，至一八〇二年他的友人普勒惠爾(Playfair)復發表『哈頓氏理論之解說』(Illustration of the Huttonian Theory)。由這兩部著作，我們可以明瞭哈頓氏的理論大概及其理論所根據的地質事象。在討論

他的理論之前，最好是一先檢查他生前的平穩無波瀾的研究生涯，便可以明瞭他的研究情狀及作他的結論根據之試驗材料的性質。

哈頓氏所提倡的基本原理之一便是地球內部的熱力作用在往昔曾逞其激烈的作用，其原因則由於有巨量的熔融物質由深部上昇，侵入於地殼裏面。他在愛丁堡附近及蘇格蘭低原地方發見了許多可以作這種理論根據的地質現象，唯規模較小而已。但他深信在其他地方，此種火成作用當具更大的規模。例如巨大容體的花崗岩的突起便是最明顯的例證。即淮那氏一派深信其爲由原始大海的化學沈澱作用而生成的岩石，經哈頓氏推定其爲由於火成生因的火成岩了。哈頓氏說，若就於花崗岩及其附近的地層作詳細的比較檢查，即可以明瞭他的推論之正確。蘇格蘭的地質亦可以作他的理論的證明。例如在該地方的山岳地帶（highlands）與南部高原地方（south uplands）巨大的花崗岩體實構成了該地方的主要的山羣。哈頓氏在這些地方曾經多年的調查，也搜集了許多的資料，足以證明他的結論之正確。他一時忙於格蘭平山（Grampian hills）基礎之調查，一時又忙於實測喀羅威（Galloway）的平野，或探查阿蘭（Arran）山的絕

壁與幽谷。他調查替爾谷 (Glen Tilt) 的結果，曾見於普勒惠爾的一篇簡明的論文中。哈頓氏斷定在山岳地帶的花崗岩實橫截着附近的結晶片岩，並且以替爾河的河床爲證明。故普勒惠爾氏在他的論文中說：『沿河路一英里之間，有六條以上的紅花崗岩大岩脈，實橫斷黑色的雲母片岩間，縱合是無地質調查經驗的人，由兩種岩色之不同，也很容易辨認這種地質的現象。這個現象正是在他的理論系統上的多數重要結論的證明。當時的嚮導人也像發見了金銀礦脈一樣，非常的驚喜。』

哈頓氏的第二法則也獲得了實證的成功。他告訴我們前一世界的遺跡常受其次時代的地層的掩覆，兩者間有明瞭的關係，即所謂地層的不整合 (unconformability)。他在蘇格蘭各地的觀察，都證明了這種地層不整合關係之正確。但他仍欲作更進一步之證明，因至藍麻漠山脈 (Ua. immeruir hills) 與海相接的地方，調查沿海岸兩羣岩層相接續的關係狀態。同伴者有霍爾 (Hall) 與普勒惠爾兩人。當日天氣晴朗，三人乘着小艇，沿着風景佳麗的海岸蕩槳前進，一直到發見了兩種岩系間的不整合關係而後已。取垂直方向的志留紀頁岩與粒砂岩 (sandstone) 插入於紅色

砂岩及角礫岩中，換言之，前兩者受着後兩者的包圍。普勒惠爾說：當哈頓氏初看見這兩種岩系的不整合關係時，其快慰的情狀是難以筆墨形容的。大家由這種現象所得到的印象也永不會忘記。這種明瞭的例證在地球歷史的研究上實在是最重要的資料，因為再沒有更明顯的地質現象可以說明這兩羣層系的關係及由前層系至後層系的長期間的經過。

哈頓氏有活潑的體格，從容不迫的態度，故有堅強的意志和持久的毅力。他的前額頗高，沈着的姿態，銳利的眼光，鷹嘴式的鼻，則表示他具有超羣的智力。但是他的面部卻常滿溢着慈祥之光，這正是表示他的溫厚仁慈的性質。他的簡陋的服裝常限於一種顏色，這亦是表示他的性格之純樸。他的生活方式亦與他的性格相髣髴。他日間在研究室中工作，但在晚間則和友人們相聚，高談闊論，幾成爲一定的習慣。在他們一羣人中，他算是第一個健談者，他的議論亦極新奇而富於機智。由此即表示他的知識之淹博。每當討論一個問題，由於他的博學常發揮無窮的高論而加以說明。他因爲是化學工業的一位合辦人，分得了相當的財產。但他不因此而改變他的樸素的生活。至一七九三年夏季，因罹重疾，健康大受打擊。病愈後，雖略恢復了活潑的生活，但至一七九六年冬，

舊疾復發，呻吟於床褥間者數月。至次年三月二十六日遂與世長辭矣。享年七十一歲。

哈頓氏在地質學之建設者羣中所以能佔有最高一列的地位者，並非由於他有宏富的著述，亦非如淮那氏有一羣的私淑弟子爲之宣傳。他在地質學界之有今日的地位，實由於他的唯一的著述「地球的理論」及兩知友與門人爲之表彰。

一七八五年三月七日及四月四日，哈頓氏在愛丁堡的國立學會宣讀「地球理論」的論文，內容是論究地表陸地之構成，解離及恢復諸法則。這篇論文，就量而言，僅爲九十六頁之四開本，篇中文章亦全用平心靜氣，適合羅輯的筆法，無一誇張的詞句，唯小心謹慎以簡明的文章表示作者的意見而已。可惜在那時代竟無一人能了解這篇論文在地質學史上是一篇劃時代的作品。一直到數年後，不論是友人或反對者，尙未見有人對他的這篇大作加以或贊或否的批評。他的論文所以不得當時學者之注意亦有種種的原因。第一是論文的題目不甚適宜。因爲「地球的理論」數字，實與一般投機的哲學者所常用的空幻理論相類似，對於萬物的生因加以牽強附會的說明。一般人對於這類的套語不單發生了厭倦，也完全失掉了信用。故他們誤解哈頓氏的「理論」亦是

一邱之貉。其次哈頓氏的老友普勒惠爾氏亦承認論文內容有不能引人注意的缺點，因為內容實在過於簡縮。關於理論部分也缺乏詳細的說明。第三，在當時科學尙未見發達，故雖載於國立學會報，但至後年始獲得一般識者的注目。

哈頓氏的「地球的理论」發表了五年之後，都拉克氏（De Lue）果然寫了數封公開信在一七九〇及一七九一年的科學月刊上發表，培擊哈頓氏之所謂「理论」。但哈頓氏對這個攻擊並不作答。他尙保存有許多證據及說明材料可以證明他的「地球的理论」之正確，故他的友人們都慫恿他著手寫更完全更詳細的「地球的理论」。但他終把這部重要的工作延遲下去了。一直到他的第一次大病的恢復期，他又接到了愛爾蘭的著名化學家兼礦物學家企爾文氏（Ri-  
hard Kirwan）給他的一篇攻擊他的理論系統的文章。企爾文氏不僅誤認及誤解了哈頓氏的見解，並且攻擊哈頓氏爲侮蔑宗教。當哈頓氏接到企爾文氏的批評時，他強扶病後的衰弱老軀，立即修改他的原稿，經過千辛萬苦，卒達到了上梓的目的。至一七九五年，正是他在國立學會宣讀第一次論文後的十週年，他的修訂版的論文終於出世了。這次出版的著作，除保存原版所有的內容

之外，增加了他十年來所觀察及發見的豐富的實例與說明，裝成八開本兩卷。普勒惠爾氏告訴吾人，尚有第三卷，因原稿尙待整理，故未及同時出版。

哈頓氏的這部大著在文體及結構上確有許多缺點，而其文章之冗長亦爲令讀者易於發生厭倦的一原因。不過其內容豐富，多正確的觀察及合理的推論。凡是志望研究地質學及留意於地質學發達史的人必須一讀也。

哈頓氏之能有今日的聲譽，及地質學之能有今日的進步，則應歸功於普勒惠爾氏（John Playfair, 1798-1819）。他是一位數學家兼自然科學家。在哈頓氏晚年與普勒惠爾氏交遊至密。他對於哈頓氏的地質主張是最有理解的一人，故他是最適於介紹哈頓氏的勞績於世界的人。在哈頓氏死後，他即決意寫一篇最通俗最明瞭的論文以解釋哈頓氏的理論。他在這篇論文裏，第一就於哈頓氏的系統原則先作簡明的敘述，其次則詳論該系統之各部門，並附加作者本人的觀察及推論，材料至爲豐富。此書出版於一八〇二年，在哈頓氏死後五年，即前述之『哈頓氏的地球理論之解說』。此書爲名貴的著作。蓋基氏謂：凡是研究地質學的人均須各手一卷，一讀再讀，終至於



熟讀而後可。

綜上所述，故知欲研究哈頓氏的地質學的理論系統，當參讀下舉三書。第一是哈頓氏的初期著作，發表於一七八五年。第二爲哈頓氏的修訂本，共三卷之八開本，首次卷發行於一七九五年，第三卷則印行於一八九九年。第三是普勒惠爾氏的名著『哈頓氏的地球理論之解說』。今試就哈頓氏的理論系統略加以檢討。

哈頓氏對於地球的見解和往昔一班宇宙開闢論者所提倡的空理泛論完全不同。往昔的投機派哲學家常妙想天開，以一種假說造成許多的空中樓閣而說明萬物之起源。至於哈頓氏的理論則完全以實際的觀察爲根據。他深信科學的任務第一須先就地球本身爲研究以圖獲取確實的理論根據，然後適用之以說明其他遊星的生成歷史。他不預先設定某一種推論或假說。他唯有努力於搜集最外層的實際的資料與事象，並觀察這些資料及事象的變化經過。他並不像淮那氏預先設立一種原則以概括岩石的生因。他是逐步的搜集及觀察種種不同的事實，然後加以比較判斷，以圖獲得能夠說明這一切事實而毫無矛盾的理論。

哈頓氏對於地球的根本概念最重要者即他深信地球在過去的變化也必然和現在或不久以前的地表變化相同。故他的哲學是以「現在即是釋明過去之鍵」爲主要的基本觀念。在現代，我們已經熟知了這個觀念，特別是當說明地質學上的問題時常適用此種觀念，故不覺其新穎。但在哈頓氏當時竟能洞察此種大自然的真理。對於他的天才，真令我輩後人除歎服之外無話可說。哈頓氏發明了這個基本觀念，遂奠定了現代地質學的基石。

他在青年時代常遊行於諾爾霍的鄉間。當他發見了許多的事象證明這地表的現狀決非永久無變化的狀態。故頗致驚異。他在各地方到處都發見在一層土壤之下潛伏着昔日的地表狀態，和目前所見者完全不同。在大多數之例，他看見那些岩石都是層狀構造，一片一片的排列着，互相平行，有些地層是灰礫岩 (Pudding-stone)，有些是砂岩，有些是頁岩，又有些是石灰岩。這些岩石的性質皆大不相同，但其間有完全的一致點，即這些岩石都是由更古代的岩石的碎屑物質組織而成，又他相信這種層狀構造唯有在海底的沈積物纔有的狀態。由他看來，灰礫岩是由緻密的砂礫構成的，砂岩是由固結的砂構成的，石灰岩是大部分由海產石灰質生物遺骸相積集而成的，而

頁岩則是由淤泥之固結而成的。並且由這些層狀岩分布區域之廣大，他推定唯有在水量佔有廣大面積的大海中始能沈積這些岩層。至構成這些岩層的材料則由於從前的大陸之崩潰，岩石碎屑流至大海中，堆積成層。他又認識這些岩層並不是在同一時代堆積而成的，各時代有各時代的岩層，即是表明地表有連續的變革。他稱最古的一羣岩層爲第一紀層。但這個第一紀並非表示地球生成初期的岩石，而是在吾人所能發見的岩石種類中之最古的岩石。屬於第一紀層者有種種結晶片岩及黏板岩，即與淮那氏所謂化學的沈澱岩相當。但哈頓氏則解釋爲由於從前海洋的機械堆積物之硬化及變質而成的岩石。在第一紀層之上爲第二紀層，此第二紀層系佔有更廣大的陸地面積。

但是，這些堆積岩最初當然是含多量水分之柔軟的物質，其後逐漸固結爲堅硬的岩石。哈頓氏將此種岩層之固化歸因於地殼內部之熱的作用。在那時代地球化學尙極不完全。故哈頓氏的見解仍難免錯誤，不過較之淮那氏的學說則完備得多了。例如二氧化矽之能溶解及能藉水溶液而充填於岩石的裂罅及孔穴中等作用，在當時的人卻未能了解。故哈頓氏以爲白堊岩中的燧石

及矽化木的瑪瑙都是由火成的融熔物質侵入於地層中的結果。在那時候，哈頓氏有這些小小的錯誤實無足怪。哈頓氏對於堆積岩層所由固化及藉碎屑物粒子間的浸潤與積集，由粗鬆的岩屑變化為緻密的岩石時所需要的壓縮力（Compression）程度問題，尚無充分的理解。他祇能想像在這些地質的作用間必然有一種的壓縮力存在着，是無可容疑的事實。至於是如何的壓縮力的問題，他卻無能下明確的定義。他唯根據布拉克博士所貢獻的意見，深信地熱對於岩石的影響大部分是藉壓力而促成的。比較揮發性的成分本來在高溫度之下容易向地表外發散。因為有壓力的作用，這些揮發性成分纔能存在於地殼的內部。哈頓氏相信石灰岩亦曾經融解，因受壓力的抑制，故能保留其二氧化碳。

哈頓氏的第二步的理論是如何說明現存地層之分布狀況。地層原來是海底沈積物。但在現代有高出海面一五〇〇〇英尺作極高峯的地層。據淮那氏的見解，則原始層自從原始海沈澱而成之後，一直到今日，完全未變更其位置及方向。又因海水之逐漸退卻，遂露出為種種形狀的山地。至哈頓氏對於地層的現狀卻另有見解。他認為陸地之露出原因，若僅為海水的退卻，則各地層相

互間的位置必不致有若何的變化，即最先沈積者當位於最下層，其最後沈積者當位於最上層，而全體亦應當保持其原有的平坦的狀態。

但是，據哈頓氏的意見是，對於地層，縱令作極粗率的觀察，亦可以看出一般地層的實際排列狀態與上述理想的排列順序完全不同。古代的地質學家史登諾氏（Steno）也曾有這個經驗。即哈頓氏在所到地方都看見那些沈積岩層之大部分，並不表示水平或極緩傾斜的層位。若按尋常的沈積方法當然是呈水平的或稍作緩傾斜的層狀構造。但實際上大部分地層的層位傾斜卻變化百出，無一定的規則，有作極急傾斜的地層，其極端者則呈鉛直的層狀，有些地層且起激烈的褶曲及碎裂。

哈頓氏謂此種地層變化實起因於地殼之某種大變動。地殼受了此種變動後，即起一種震動。並且此種大變動不限於一次，在各地質時代皆有此種變動之發生。第一紀層受了激變而破碎，或顛倒為急傾斜層或垂直層之後，始見第二紀層之沈積。因為他在巴偉克沙海岸曾實地觀察下部較古之垂直地層實受上部較新的地層之掩覆及包圍。又在後者的岩石中包裹有前者的碎礫。哈

頓氏觀此現象後，遂推定在兩者的沈積期間實經過了極悠久的歲月。

哈頓氏經過了多次的觀察，深信原來的海底沈積層因受某種的大變動後，遂隆起為陸地，其沈積物亦因此變動而固化，傾動，褶曲，及碎裂，最後遂變為今日吾人所目擊的陸面狀態。其次他更進一步去探求這個大變動所由發生的原因。他推論這個大變動必然是起因於地球內力之向上發動。其後此種作用更與重力及其所作用的物體的反動力相結合，遂發生種種方向不同的橫壓力及斜壓力，終使地層起了極大的變位運動。他對這種地球內力的性質及作用雖未加說明，但他深信其主要原因必為地球內部的熱力作用。他不相信從來之錯誤的傳統觀念，以火山為起因於可燃物質之燃燒。他將火山現象歸因於地球內部的極高的熱力作用。他視火山為地球內部極熱火爐的排洩孔，所以調節陸地之不必要的隆起及地震的慘禍。

哈頓氏以為無論任何可燃物質的燃燒亦不足以擬地球內部的高溫度。即地殼內之高熱決非普通燃燒熱所能望其後塵。其熱的發生無需空氣的循環，亦無需炭素物質為燃料。故地球的內核應當是融熔狀的流體，但不因熱作用而起變化。哈頓氏按照這種研究法逐步以自然界的事

象爲證明，因得創立其不朽的理論之第一部。他所舉的大多數實例大都爲一般人所常見的現象。由這些實例誘導出來的理論則亦爲曾經前人介紹過來的。唯最初就這些散漫的事例及理論綜合成一系統以釋明地球的歷史，則當推哈頓氏爲第一人。

他在蘇格蘭各地調查地質時，在多數地方發見有不作層狀構造的岩石，有存在於第一紀層系中的，亦有存在於第二紀層系中的。他由此等塊狀岩石，便聯想到高熱的地殼內部和溫度較低的地殼間的互相反應；由是他達到了一個結論，即這些塊狀岩的前身本是地殼內部的融熔狀物質，當地殼起大變動的期間內，遂由深部上昇，注入於地殼裏面，久後遂固化爲塊狀岩。前述地層之所以傾動，褶曲，及碎裂，即是這種大變動的結果。他辨認出有三種的塊狀岩。第一類爲黑色岩（*hinstone*），包括一切比重較大的黑色鹽基性岩石，例如粗粒玄武岩（*dolerite*）玄武岩（*basalt*），輝綠岩（*diabase*）及安山岩（*andesite*）等屬之。第二類爲斑岩（*porphyry*）類，包括矽長岩（*felsite*），正斑岩（*orthophyre*），及石英斑岩（*quartz porphyry*）等。第三類爲花崗岩，其中尙含一部稍屬鹽基性的深成岩，例如正長岩（*syenite*），蒙梭岩（*monzonite*）等。

哈頓氏謂第一類的黑色岩在構造及成分上與現今的熔岩極相近似，故屬之於火山岩類。但在他的名著的第八章裏面，他又懷疑此類岩未必完全和熔岩流相同，即似非噴發於地表的岩石。他尚發見此類岩石有作垂直的脈狀者（蘇格蘭語稱之爲岩脈（*Dykes*）），今在一般地質學皆沿用此名詞，有作不規則的岩株（*Cores*）者，又有在兩地層間與地層平行作岩床者。哈頓氏相信呈現上述諸產狀的岩類必非噴發於地表之熔岩流，而仍係從地殼內部上昇侵入地層中的融流體。他又指出花崗岩和黑色岩間的種種異點，特別注意花崗岩的產狀。此種塊狀岩的位置較之其他一切岩類爲低下，即常位於最低的位置，但其突起部分又常高出於其他岩類之上，即花崗岩較其他岩類常隆起於較高及沈降於較深的位置。關於這種產狀上的性質，哈頓氏的見解和淮那氏的主張不同。即哈頓氏不因花崗岩位於最低的水準，即認爲最古的岩石。他以爲覆載於花崗岩上面的岩層，實較花崗岩爲古，因爲他深信花崗岩原爲地殼內部的熔融流體，侵入於其周圍的岩層中，其頂部即穿出岩層的部分。外觀上，花崗岩位置較岩層爲低，但事實上岩層實先花崗岩而存在。他曾引用種種的論證以支持他的理論，就中較明顯的證據即是花崗岩脈貫穿於其母岩中的現



象。吾人固不能謂母岩之沈積較遲於岩脈的生成也。

欲明瞭哈頓氏的學說之真價當先一覽在哈頓氏以前的地質學界的程度及傾向。譬如從前的地質學者大都認花崗岩爲水成岩。淮那氏固然以花崗岩爲原始海的第一期沈積物，即有名的都邵修氏 (De Saussure)，其觀察花崗岩與其他岩石的關係之經驗實較淮那氏及其他地質學家爲富，但仍承認花崗岩爲水成岩。這位瑞士的地質學大家死後，至一八一〇年，法國的地質學者裘維裕氏 (Cuvier) 仍踏襲都邵修氏的見解，謂都邵修氏本反對火成的理論，不承認地熱之存在，而主張花崗岩是由水溶液沈積而成的最古的地層。在哈頓氏之前，竟無一人能想像到地殼內部有高熱的融流體的岩漿，由此岩漿之向地層中侵入，遂固化爲花崗岩。嗣後，凡宗仰哈頓氏的這種地熱作用的理論的地質學派特稱之爲火成派 (plutonists)，與淮那氏一派的水成派，取了敵對的見解及態度。

關於岩脈及礦脈的生因，水成派謂係完全由於海水之化學沈澱作用，至火成派則極端的主張由於火成的融熔物質侵入及充填於裂罅的結果。各走極端。衡之於今日的地質學原理則均有

謬誤。

因哈頓氏之倡火成的理論，故日後賴耳氏藉此理論以完成他的變質原理（doctrine of metamorphism）。哈頓氏既說花崗岩並非水成岩而為火成岩，並舉阿爾卑斯山的結晶片岩類（其中實含有砂岩，頁岩，及黏板岩）亦受花崗岩之侵入為證明。此時，他附帶說明在花崗岩周圍的母岩不僅在構造及位置上因花崗岩之侵入而起大變化，即在成分上亦起變化，且變為更堅固的岩石。其原有的海成性成分之大部分則消失無存了。並且在其中產生多數的礦脈。由是知原為海成層的岩石受了地熱及壓力的作用，即其中礦物種類亦起了重大的變化。到後日，賴耳氏即稱哈頓氏所述的岩石之質的變化為變質作用。

哈頓氏對於地形的變化亦甚有貢獻。即當他在英國內各地方勘查地質時，常注於種種自然營力對於地質的影響經驗既久，觀察既富，他在地質學上發見了一大原則，即陸地表面是時時刻刻都在變化中的。他從一切的地質現象能洞察到一件偉大的事象，誠足令人驚歎。自他注意於這個現象之後，常從山頂至海濱觀察地表由自然營力所受的影響，以圖證明他所想像的原理。他深

信這地表是無刻不在崩解之中。所謂桑田滄海，唯有在地質現象中能領會這種偉大的變化。其次他更注意於這些自然營力的原因。經他的慧眼加以分析之後，始知其不外爲物理的及化學的兩種作用。他立於海濱，望見顯礁 (Stack)，危崖，及岸壁上的孔穴等，卽知道這些地質上的變化是由於海浪的侵蝕的結果。又他從多次的觀察證明了雖最高之山，最堅之石，亦難抵抗水蝕的作用。在哈頓氏以前亦並非無人注意於陸地之日見削蝕的現象，但從來無人能說明其原因。至哈頓氏卻獨具慧眼。卽他發見了陸地之所以日見削蝕，其重要原因完全是在河流的侵蝕。因爲他發見了各河流常破壞其本身的流域，而在不斷的流水，下面的岩石受削蝕的形跡亦更爲深刻。在動力地質學極爲發達的今日，對於這個其實，固不足以爲奇。但在哈頓氏時代而能有此創見，不能不說是難能可貴。

自哈頓氏提倡河蝕作用之理論後，得其知友普勒惠爾氏爲之作詳細的解說，其理論因之而益彰。及後有賴耳氏，霍爾氏 (Hall)，朱克氏 (Jukes)，藍塞氏 (Ramsay) 等地質學家相前後應用哈頓氏的理論，以研究地形學或動力地質學，河蝕理論遂日見發展。後進者得前人之啓示而獲得

研究的途徑，先輩則因後學之更詳盡的研討，而其理論遂得益見顯彰。此即英國地質學所以最早發達的唯一的原因。

哈頓氏在地質學界的成功，由上述觀之，完全賴有多數良友爲之後援。縱令他有特出的天才，但若無愛丁堡學術界的交遊，恐怕他仍然是以一個平凡的化學者而終其身吧。當他在研究『地球理論』的途中，關於化學上的問題，有知友布拉克氏作他的顧問及後援。又他需要一助手伴他作野外的地質調查時，則有聰明的海軍戰略家克勤克氏可以陪他到處旅行，並以藝術的畫筆爲之描繪地質的外形及切面圖。又當他遇着疑難的數理問題時，則有良友普勒惠爾氏作他的參謀，一一爲之解釋。哈頓氏藉這些友衆的援助，在地質學上遂成就了偉大的事業，倡立了不朽的理論。在這一點，是值得我們效法的。

## 第五章 史密斯·賴耳等地質學者列傳

當十八世紀初葉，在英、法兩國，地質學者研究化石之傾向特爲顯著。在法國多注重第三紀的化石，並闡明化石在層位學上的意義之重大，更進而創立所謂地層學上的諸原則。一方面，在英國則注重第二紀層即注重中生代之層位的研究，其詳細及進步情形決不在法國之下。但兩國之地層研究卻有一共通之點，即在未認識化石在層位學上的意義之先，已從事於層序之類別。

在十世紀初期，史特拉琪氏 (Strachey) 即曾發表由煤層至白堊層間的地層順序。至一七六〇年，美契爾氏 (Michell) 亦發表一篇論文，詳論水成岩層之層狀構造及其一般性質，並謂岩層在長距離的範圍間，仍能確保其一般性質而無變化。氏又謂在平坦的低地，其地層即呈現水平層狀構造，愈接近山地則地層愈見傾斜。他更指摘出山岳地方之岩石大都位於較低之水準，且屬於比較古代的岩石，至在平原地方則多屬上部之岩層，具有水平的層狀構造。他更作一步的證明，謂

上述地層現象可驗之於橫斷英國本部而至海岸之各地層，至橫斷方向則爲由北北東至南南西。對於英格蘭的地層順序，美契爾氏至爲詳悉。他曾作一地層表，詳細示明由約克沙地方（Yorkshire）之煤層至白堊紀層間之岩層順序。此表似成於一七八八與一七八九年間，但至氏死後始見出版。

在英國對於地層曾加觀察及發表意見的學者尚有惠浩斯特氏（John Whitehurst 1713-1788）其人氏於一七七八年發表『地球之原始層及其狀態』一文，這部著作是表示英國幻想學派之宇宙開闢論者的最後的一幕。他在這篇論文中，關於宇宙的狀態，除敘述許多空理空論之外，他曾提及地層中生物的遺骸，並表示他在德比沙（Derbyshire）及英格蘭之其他地方曾詳細觀察各地層的層序。他說，地層是有一定的層序，猶之二十六字母有先有後，循一定的秩序。故知氏雖爲一個幻想派的哲學者，但就其介紹地層一點，在那時代，不能不說是難能可貴的卓見。

嚴格說來，在號稱『英國地質學的始祖』史密斯氏之前，雖有二三先進曾略討論地層學上的問題，但在英國認真研究地層的學者，仍當推這位史密斯氏（William Smith 1769-1839）爲

第一人。他是最次將韋爾士地方的企拉斯層 (Killas Series 卽寒武紀及志留紀) 至與倫敦盆地的第三紀層間之地層編成層序的地質學者，他對於中生代層系之研究尤爲詳細，最少可以說，限於侏羅紀地層 (魚卵狀岩層) 他確有詳確之分類。他的分類法不僅可適用於英國，且可適用於歐洲之其他各地。在地質學名人傳記中，最足令人羨佩的，不能不推舉史密斯其人。在他研究地層的道程中，不知遇着了多少的艱難困苦，但他有不屈不撓的毅力，始終絕不動搖。他最初所抱的信念而勇往前進，終獲得了最後的成功，並且他能及身看見他的理論竟成爲一種指導原理而獲得世界地質學者之信仰與應用。在學者，這是最愉快不過的安慰。

史密斯氏生於中農之家，祖先數代住於奧斯霍沙 (Oxfordshire) 與格洛塞斯達沙 (Gloucestershire) 兩州，在這兩州均有薄田數畝，藉自耕爲生活。他於一七六九年三月二十三日生於奧期霍沙州之邱吉爾村 (Churchill)。法國的地質學家 裘維裕氏 亦於同年生，此亦爲地質學界之一佳話。史密斯氏未及八歲卽喪父，其母亦再醮，此時真是焚燹子立，形影相弔。嗣後生活及教育費便全靠他的一位叔父。但在村中的學校所受教育異常淺薄，實不能滿足他的知識慾。他終費苦

心纔購得幾本幾何學和測量術等書籍，由是他學習了這兩門學問的大概。在這時期，他既有觀察及搜集岩石興趣，特別注意於鄰近地方侏羅紀岩層中的完美的化石。因為在這地層中所產化石極爲豐富。其後他對於河系之研究亦發生相當的興趣。此外對於土地問題亦甚注意。但都是由於自動的研究，而獲得了相當的進步。到十八歲那年，他便當了一名測量技師的助手。不過他所受教育僅限於村中的學校及由獨學得來的粗淺的知識，少年失學，影響於他日後的科學事業頗大，這是無庸諱言的。

史密斯氏的才能和毅力不久便在他的職業上表示出來，而獲得了他所屬上司的信賴。在相當的期間中，他不僅負擔一般土地測量的任務，並且兼任土木工程師所應負擔的工作。當就測量職務的初期，他即留意於各工作地方的土壤的差異，同時注意於土壤及其下面的地層的關係。他曾通過英格蘭中部及西南部的紅土地，即是三疊紀的泥灰岩及砂岩所在地。又從這些地方橫斷利亞層系 (Trias) 的黏土及石灰岩地帶，並常來往於侏羅紀魚卵狀岩系 (Oolites) 發達的地方。因這些岩類之不同，其所表示的景色亦各有別。即各岩層帶亦各有其固有的外狀。此等現象在



他無一非觀察與思索的對象。

測量工事逼着他須跋涉更遙遠的區域，因此他得與更古的地層相接觸。有一次他被派至瑪塞 (Somerset) 的煤層地方來了。在此地域，頗多斷層，岩層斷面更覺明瞭。此時他年僅二十四，完成了一條預定的運河的平面測量。在此期中，他解決了他一向所抱的疑團。因為在以前他所認識的岩層外觀上似作水平層狀，當他測量運河地方時，纔發見他所常見的岩層是在東面與水平略作緩傾斜的角度，而岩層本身則向西面尖滅，很像一片一片的麵包和奶油塊。他發見了此種地質現象後，更覺興致勃勃，並深信此等地層表現必具有更深的意義及更廣大的應用，決非他從前所想像的那樣簡單。

他最初從事於地質的踏查是在測量運河之次年，即一七九四年。因為運河工程將要開始了，公司方面派他跟隨兩位工事委員一同出發，繼續數星期的實地勘查，目的是在調查有關構造工程、工程管理及與其他內陸航線的交通等事件。他們三個一直旅行至北方的紐厥塞 (Newcastle) 地方，回程則經過史洛普沙 (Shropshire) 及韋爾士，最後達到巴士城 (Bath)，往返計經過九百

英里的路程。這位青年測量技師盡量的利用了此次旅行的機會以觀察種種的地質現象。結果他發見這種岩層的順序除在實際應用上有重要的意義以外，尚具有重要的科學意義。因此他對於此行之收穫甚覺滿意，不過尙待更廣泛的實驗再加以實證而已。

在這次的旅途中，史密斯氏的年齡最輕，常走在前面，熱心於檢查沿途兩傍的田野，山嶺及高原，同時亦注意於各地的土壤及地形的變化。每當他發見了一種地質現象和他平時所想像的原則完全相吻合時，他便情不自禁的表示出無限的歡快，頻頻回首去告訴那兩位比他年長的旅伴。可惜他們並不理解他的研究目的，因為他們實缺乏地質學的知識。故他們對於他的熱心研究並不表示同情，唯以他的狂熱的研究態度爲笑樂的材料而已。

其後約六年之間，史密斯氏在梭瑪塞煤礦廠任開辦人兼監督。因爲工事的繁忙，由表面推測他似乎沒有多少機會可以增長他的地質學方面的知識。關於層位學的原理，也似不能有更詳細的研究。但實際上在這六年間，他對於層位的研究，在他的全部的學術生涯中，實佔最重要的部分。因爲坑道之開掘使他對於地層有更接近的觀察與研究的機會，特別對於地層中所有的化石，他

更爲注意。他在童年時代卽有搜集化石的習慣，但從未曾以之與其所存在的地層作對照及聯絡的研究。此次他纔留意於化石的分布狀況。研究結果使他達到了一結論：各地層各含有特殊的化石。就中雖有一部分尙待研究，但一般由化石種屬之不同，可以識別其地層間之差異。

就是在這個煤礦區服務期間中，他準備整理他所觀察的結果，並擬公表之於社會。他對於筆記及感想的記錄都有規則的習慣，並不間斷，並附日期。但他缺乏編輯其所集資料的技能，故不能編成爲一部著作。不過他深信他所達成的研究結果是極有科學的意義與實用的價值，必爲社會識者所贊許。故他將大部分的工作皆耗費於地質圖的製作。在這地質圖中，他將曾經他詳細研究的各種岩層一一記入於適當的位置，並確定其分布範圍。又就於局部的地質切面及各岩層的層序，亦有明確的說明。他不僅可由化石種類決定地層，同時能够將他的研究結果在工程上之應用貢獻於測量技師及土木工程師，使他們明瞭地層調查與土木工程關係之重大。例如農業，探礦，鐵道，水利等工程盡與地層有重大的關係。由是，史密士氏的發見在各種工程上的用途至爲廣大。

至一七九九年，他在煤礦區的責任漸告結束。他爲生活計，不能不應用他的地質學知識以圖

職業。嗣後，他常承辦種種的測量及工程，他在英格蘭各地由東至西，由南到北，承辦了許多的工程，到處都表示他的獨特的才能與創造。故他的聲譽益隆。他對於自然界之觀察最爲詳密，對於一切自然作用有獨特的眼光，故大有助於他的職業。例如對海浪的作用，地下水的的作用等，他都有週到的眼光，在工程上能防患於未然。他的外甥曾爲之作傳，據稱，他所契約的水利及灌溉工程常使他每年跋涉約一萬英里的路程。

因爲職業上的關係，常往來於英格蘭境內各地方，結果他對於該國的地質構造有更詳細的認識了。他寫了不少的筆記。他的暗記力也極強，使他能保存着更豐富的材料至於久後。祇有一回的視察，他便永久不會忘記。但是他總難得有餘暇來整理他在長期中所搜集的資料。年復一年，積稿如山了。而整理及出版的準備工作仍遙遙無期。

一七九九年，史密斯認識了住於巴士地方的李嘉生 (Rev. Benjamin Richardson) 牧師，李嘉生見他在鄰近採集化石頗感興趣，因和他攀談。史密斯便告訴李嘉生以化石與地層的關係。這在李嘉生真是聞所未聞。關於史密斯的研究結果得以出版，我們可從日後李嘉生寄給有名

的塞特維克氏 (Adam Sedgwick) 的信中得其詳細。他信中論史密斯之鑑定化石及其所由出的岩石，且鑑定極其神速，並且謂史密斯能測知地底某處即有某種的岩石。李嘉生又說，他有一位朋友譚生氏 (J. Townsend) 當時住於巴士市亦會注意於化石，經四五十年之久，不得解決，後遊歐洲各文明都會，請教過許多學者，亦無能解答這個問題。史密斯氏因託李嘉生將他的研究結果送交與譚生氏。譚生氏得報告後，亦極驚佩。最後，李嘉生告訴塞特維克說，最足令人驚異的便是在英格蘭，不論任何地方，凡是同種屬的化石必發見於同樣的岩層中，至在其他岩層中則完全不見存在。因史密斯氏希望將其所發見結果公之於世，使社會人士盡都明瞭其研究之價值，故李嘉生於一八〇一年，曾將史密斯氏地層圖表寄與挪威的繆拉博士 (Dr. Müller)。

上述地層圖表即是列記由煤層至白堊層之各地層，並列舉此等地層中所特有的化石及各種岩石的特質。此圖表於一七九九年，在史密斯氏本人指導之下，由李嘉生作成三幅，即分配與史密斯、李嘉生及譚生三人。史密斯氏所有者則於一八三一年寄贈於倫敦地質學會矣。

史密斯氏的地層圖表雖未得正式出版，但在地質學界已經獲得了意外的聲譽。故吾人可以

斷言，在十八世紀之前，獨立研究層位學的人實唯有史密斯一人而已。唯關於化石可以決定地層時代的問題則論爭頗多。有一部分的學者則謂對此問題，史密斯實未有確切的研究與表示。但他的門人化勒氏 (Farey) 則爲之證明史密斯確曾宣言：『地層中的化石決不是偶然的存在。特種的生物唯限於特種的地層中始能發見。』可惜的是史密斯氏的地層及化石圖表之公開出版太遲，故關於發見『由化石鑑定地層的原則』之先得權未能絕對歸之於史密斯氏。不過，縱令他的發見不能獲得這種人工的擁護，他在層位學上的地位實佔首席，則是不能否定的。

史密斯氏所承辦的工程雖多，但他在經濟上並無積蓄。因爲他始終熱心於研究英格蘭的地層之分布，故他的收入所得多耗費於調查旅行及地圖之製作。

因爲有友人李嘉生的鼓勵，他進行他的調查及研究工作亦愈急。又因李嘉生警告他，若不將研究所得儘先發表，恐怕有人將捷足先登，則一場勞績終歸流水。但他一方面受着職業的牽累，而經濟又無甚餘裕，故常在夜間旅行以補償晝間所耗費的光陰。自經李嘉生的忠告後，他最先急於作成他的研究大綱，然後擬就英格蘭及韋爾士兩地的各種地層詳加說明，並添附地質分布圖及

切面圖多幅。在倫敦也約好了一位出版業者爲其印行。其研究大綱的流布亦頗廣。可是他的著作始終不見出版。

史密斯氏最後遷居於倫敦了。因爲他深信爲他的職業計，這國都纔是最適宜的中心地。故於一八〇五年，在倫敦租下了一座的大房屋，就其中劃出一室陳列他所採集的標本及所製的地圖，以備同好者之來參觀。參考着這些學術資料，他完成了一幅的梭瑪塞州地質圖。他告訴一般來參觀者，英格蘭各州的地層分布圖都應當以這幅地質圖爲標準。這圖幅似曾送至農業局展覽，因是當局勸告他應當聯合當時正在英格蘭全島從事調查的技師團體共同努力。但是這個理想終未見實現。他的地質圖至約三十年之後曾經柏琪氏 (De la Beche) 爲之修訂及印行至英國地質調查所成立後，遂歸該所保存矣。

初在一七九九年，史密斯氏即欲出版他所觀察的結果。從那時候起，他所有的調查旅行無非是欲作成最完美的英格蘭地質圖幅。其後於一八一二年他纔認識一位出版業者。此人甚願意冒險爲他印行這幅地圖。此項工作由一八一三年開始，至一八一五年八月出版。史密斯氏將此地質

圖獻給國立學會會長邦克士 (Sir Joseph Banks) 以作紀念，因為邦克士常鼓勵他及援助他的研究工作。

在地質圖的古典文獻中，史密斯氏的地質圖也算是最古的一種。他的圖幅原來計劃不僅是表示英格蘭的地層分布，並且也表示地層的層序。道布孫氏 (D'Aubursson) 曾稱讚史密斯的研究工作說，在德國許多最著名的礦物學者費了半世紀的歲月僅完成了一小部分的工作，但在英國全英格蘭的工作，僅史密斯一人便足以當之了。由他的著作之風靡一時，即可以證明其工作之完美。英格蘭的地層之層序分明，且其後亦可以無加修改，其研究之正確既屬可貴。又他發見同種的地層，雖相距甚遠，亦產同種的化石之原則，尤足令人驚佩。

在地圖學的技術上說，史密斯氏的大地質圖並未足令吾人欽佩。他的著作之發表祇是在地層學方面劃了一個新紀元。因為他為我們今日的地質學作成了許多的命名法及術語。史密斯氏本無何等高深的學識，故他創立術語並不故意從希臘或拉丁詞典選取音調鏗鏘的名詞。他僅以本地的方言或地名為滿足，唯求一般能了解則足矣。他就於岩石每冠以發見地方之地名為形容



詞。例如倫敦黏土層，肯特士粗岩 (Kentish rag)，蒲柏克岩 (Purbeck stone)，克蘭齊 (Clunch) 黏土，森林大理石 (forest marble) 等。因為不便於學術上之應用，故一般地質學文獻多不採用此等名詞。

史密斯氏在地質圖上對於地層分布之着色亦甚注意。凡屬一層系之下部着色較爲濃厚，愈及上層則愈淺淡。故層序之區別因着色鮮明而一目瞭然。其次因爲有各層系之柱狀圖表，及由韋爾士至泰晤士河谷間的斷面圖作參考，故地層之研究更爲詳細。他爲此項工作費去二十四年之久。在英格蘭境內到處都會經他的詳細踏查。

最能表示他的創造性及最有價值的工作要推他的侏羅紀層系之研究。他就於這層系有最詳確的分類。他的第一版地質圖印行之後，復細分侏羅紀層系，在地質圖中增加粗岩層 (crag)，波特蘭岩層 (Portland rocks)，珊瑚粗岩層 (coral rag) 及契拉威士岩層 (Kollaways stone) 等。

在地質圖的附本中，將一七九九年所訂定的地層分類作成系統表，在豎欄註入地層名稱，並

註明各層系所特有的化石。

史密斯氏之最大勞績厥爲就於中生代層系之詳細分類。由新赤砂岩層 (new red sandstone) 至白堊層間之層序均有詳細之說明。又此等各地層間互有明瞭的區別。至其區別標準不僅以礦物的性質，並且藉特種化石之羣集。又應用地名的命名法他作成了許多音調更佳的地層名稱。例如：

Purbeekian

Portlandian

Callovian

Corallian

Bathonian

Leassic

這些卽在今日都是熟見於英國地質學教本中的地層名稱。

史密斯氏因爲傾其全力於更完全詳盡的地質圖的製作，在經濟上耗費頗多，故致入不敷出，因影響及於生活。他曾將初期的收入投資於巴士市附近的鐵道及建築石材之運輸。但因爲石質及色澤不良，影響及於營業，探石公司終於宣告了歇業。他的轉運企業也就隨之失敗了。最後，迫不得已，須拍賣他的一切產業了。幸得他對於世情素抱達觀，故雖債臺高築，仍不能壓倒他的豪氣。因爲受了這個打擊，他不得已把他所蒐集的化石標本賣給倫敦博物館。最後他連維持那所住了十五年的大洋房的經濟能力也沒有了。不單如此，命鄙的他，終於要拍賣他的傢私及書籍等項了。所保留的祇是那些地質圖，地質斷面圖，大堆的原稿及插圖等。因爲這些文件在他是在這世間最寶貴不過的東西，同時也沒有一個人肯出代價向他購買這些文件。嗣後約七年之間，他真可以說是無家可歸，祇飄泊於英格蘭之北部，因爲在這邊尚有些職業可以維繫他的生活。在這時代，他的生活是時常發生動搖。他的收入也異常的減少。但是在這種酸辛的暗雲之下，他仍然能固持他的勇氣與熱情去調查地質。

像史密斯氏這樣的天才仍須過這樣痛苦而貧困的生活，我們不能不說那是他祖國的社會

虐待了他，而當時英國的學術界同人是應當負這個責任的。可憐像他有那樣堅強的獨立的性格，在學術的研究上從沒有領受過或公或私的經濟的接濟。他的生活之維持及研究的膏火全賴出賣勞力所換來的僅少而不安定的工費。這並非因為英格蘭人不認識他在學術上的勞績，實在是由於他們對於他的勞績理解得太遲緩的結果。到了一八一八年，飛頓氏 (Fitton) 始在愛丁堡學術月刊二月號 (Edinburgh Review) 上詳細介紹他的業績，並對這位先進表示滿腔的謝忱。可是他的聲譽雖然獲得了社會的敬仰，至他的經濟狀態仍然是一樣的不安定。嗣後他在英格蘭北部漸次變為一位地質技師兼探礦技師以應一般企業家的顧問了。於是他決定卜居於斯加波羅地方 (Scarborough)。由一八二八至一八三四年，他在約克沙州 (Yorkshire) 的大地主哈克涅斯 (Hackness) 處當地產經理。一八三一年他獲得了倫敦地質調查所的禾拉斯東名譽獎章 (Wollaston Medal)。該會會長塞特維克氏即乘此機會代表英國的地質學者以熱烈而豐美的頌詞向史密斯氏致敬，並尊稱他為英國地質學的始祖。次年他又領受了王室獎學金一百鎊。嗣後他的榮譽雖日見增加，但他的學術生涯也就快近結束了。他雖然在繼續寫了許多稿件，但他並

沒有作計劃的整理以備出版。至一八三九年八月二十八日，史密斯氏遂以七十一之高齡溘然與世長辭矣。

史密斯氏身軀偉梧，此為一般英國鄉間農業勞動者所特有的體格。他的風貌也表示着純粹一個誠懇而聰明的農民。他的前額寬廣，雙脣緊閉，則表示着他的毅力和決斷力。但不容易令人相信他是一位熱誠的科學信徒。他的研究是非常的簡明而切實，完全根據他所觀察的結果決不流於虛浮的投機的理論。他的地質學的見解範圍也祇限於他自身所習得的一部分。他在地質學上之結論似乎是達到得太匆促了一點。即當他贏得相當的聲譽時，便告了終結。故他的研究，在以後便沒有一步的進展。他的全生涯完全是為擴大英格蘭各地方的地層的調查及研究而犧牲。他的這種擴大調查的工作，在英國雖算是極為重要，但在學術的進步上卻是次要的工作。

除卻那一大幅英格蘭地質圖之外，他尚發行了一套各州地質圖幅，其中就於各地方的地層及化石產地有更詳細的記載。他於一八一九年又會印行一套的地質斷面圖以表示英格蘭各部分的層序，至為明瞭。這些斷面圖之製作是在補助地質圖之不充分，不僅能表示英國地層的特徵，

並且也表示歐洲其他中生代地層順序之主要的輪廓。又他尙有一部重要著作書名「由化石鑑定地層」(Strata Identified by Organized Fossils)發表於一八一六年。在這書中，他附有極精美的化石圖幅多張以表示各層系中的種種化石的特徵。這些圖幅應用他的特異的考案，所用紙張的顏色種種不一，例如從某種色澤所表示的地層中所發見的化石卽用該種色澤的紙張繪圖。他完全沒有古生物學上的知識，關於化石的記載並不完備。故這篇著作僅印成一冊薄薄的四開本。但他卻利用這些化石以決定地層的層序。在記載化石的古文獻中，算是一種極有興趣的作品。

其次尙有一位研究中生代地層的地質學者，其勞績亦值得我們爲之作一番的紀念。這人是韋布斯達 (Thomas Webster 1773-1844)。這位聰明的藝術家兼爛眼的地質學家，於一八一一年卽開始調查威島 (Isle of Wight) 及多爾塞 (Dorset) 地方等海岸的地質斷面，繼續了三年餘的調查工作。當史密斯氏發表他的地質圖的那一年，卽在一八一五年，韋布斯達氏亦發表他調查所得的結果。這兩位地質學家的工作是全無聯絡的。韋布斯達也曾詳查威島的第三紀層，會

爲之發表一篇重要論文，詳述該第三紀層亦如法國之巴黎盆地，爲淡水與海水的互層，因是他致其全力於層序圖表之製作，由最上部之漸新統（oligoene），中經第三紀下部以至侏羅系之金謨莉芝頁岩層（Kimmeridge shale），並且就於白堊系中的各重要層系有明瞭的決定。他年飛頓氏（William Henry Fitton 1780-1861）就於該系所以能作更詳細的研究，實韋布斯達氏的著述有以啓發之。韋布斯達氏就於南部英格蘭及鄰邦法國由白堊層下部至魚卵狀岩層間的白堊系及其標準化石有極詳細之研究，特別示明綠砂岩層系間之關係及重要性。他的這些論文在英國的古地質學文獻中亦佔有重要的位置。

英國地質經過了史密斯、韋布斯達及飛頓等大家筆露襤褸的創造時代之後，日見發達。其間可得而舉者，有康尼貝爾氏（W. D. Conybeare 1787-1857）及菲律普氏（W. Phillips 1775-1828）。他們對於英國地質學——其實是全世界的地質學——的貢獻亦甚大。限於篇幅，未能詳述其研究的生涯，不過吾人所不能亦不應遺忘的即是他們兩人合著的『英格蘭與韋爾士之地質綱要』（Outlines of the Geology of England and Wales）發表於一八二二年。其後

有柏琪氏 (H. F. De la Beche) 亦著有『地質學綱要』(Manual of Geology) 此書一出，風靡全歐。他的聲譽亦幾遍全球。此書不僅被譯成爲德、法兩國文字，並且亦在美國印行。柏琪氏尙有『理論地質學之研究』(Research in Theoretical Geology 1831) 及『地質觀察法』(How to Observe in Geology 1835) 書中所述多屬他的科學的觀察及在野外所得關於岩石的知識。其對於地質學的貢獻亦甚爲重要。

關於一般地質學的理論，在地質學史上能劃一新紀元的著作則當推賴耳氏 (Charles Lyell 1797-1875) 的『地質學原理』。這部書對於英、美的地質學界影響極大。賴耳氏以哈頓氏的原理爲基礎而加以極端的發展。其運用哈頓氏原理之妙，真是天衣無縫，故無人能辨識其爲脫胎於火成派的原理的學說。其基礎原理爲何？即是『現在爲過去的鑰匙。』他傾其全力於整理他所觀察的結果，使成爲一完美的系統以證明此原理之爲真理。他一絲不紊的去測驗現存的種種天然作用後，以之測量過去的地質變化。他應用哈頓氏原理作成合理的結論。他拒絕採用在過去及現在的自然界中都未見發生的一切作用。又若不根據實際的經驗，徒藉一種幻想，對過去的地質



營力作誇大的推測的態度，亦爲彼所不取。他最後遂成爲等速變說 (uniformitarianism) 的偉大的導師。這個等速變說卽一種現實論 (actualism)，反對天災地變說 (catastrophism)。在他的時代實風靡全英國，但其影響卻未能及於歐洲之其他各邦。卽在今日，各國亦無完全信仰此說的極端論的地質學者。賴耳氏在『地質學原理』(Principles of Geology) 中極力論述在過去地質時代對地球發生作用的種種營力，卽在現代亦仍在進行。此書在今日雖亦爲古典地質學文獻之一，但凡有志於地質學的人仍應當加以一讀。此書之後部發表於一八三八年，別名『地質學要素』(Elements of Geology)，其大部分是論述含有化石的岩層系統。此書內容在當時是最新的理論，是最主要的一部地質學著述，每個英國地質學者莫不各手一冊。

賴耳氏的主要任務多費於批評及說明當時地質學界之種種研究，併就地質現象作合理的解釋。其一部分的力量則用於觀察及聯結散漫的資料，使成爲一科學的系統。故藍塞氏曾對蓋基氏說：『我們蒐集了資料，賴耳氏便會指教我們去理解這些資料的意義。』

賴耳氏於一七九七年生於蘇格蘭，及長，就學於牛津之埃塞達大學 (Exeter College) 一八

二八年，借繆齊孫 (Murchison) 視察奧佛尼 (Auvergne) 火山地帶及調查挨省州 (Aix-en-Provence) 之第三紀層，並表發關於此兩地方地質的論文。其後又調查意大利第三紀海底沈積物中之化石，將該地方地質時代加以分類，並商同惠爾博士 (Dr. Whewell) 創立現今地質學上所用之始新世 (eocene)，中新世 (miocene)，近新世 (pliocene) 等地質時代名稱。又由德謝伊氏 (Dehayee) 之援助作成此種分類上所需要的介殼類化石分類表，對於地質學界之貢獻殊大。

他的第三部著作『古人類的製作』(The Antiquity of Work) 則完成於一八六三年，在此篇論文中，就於梭母 (Somme) 溪谷及其他近新世以後之地層中所發見燧石，詳加討論，並由是論述關於人類最初出現的問題，最後對於冰河堆積物亦稍加論究。賴耳氏特別讚賞在當時達爾文氏所發表的進化論。

在地質學上，賴耳氏的百分率法 (Lyell's percentage method) 最爲有名。他參酌德謝伊氏等人研究第三紀介殼類化石的結果，推知第三紀層中其含現代介殼種數最多者則爲最新的地

層，其含現代介殼種數最少者則為最古的地層。故於一八三二年發表決定第三紀系中諸層系的百分率法。即

更新世	九五——九〇%
近新世	五〇——三五%
中新世	一八%
始新世	三·五%

但因其後的各種調查經驗，他自身亦知道這種百分率法實不可靠，特別不適用於距離遠隔的地層之對比。唯限於同地方同狀態之下所堆積的第三紀層，尙略可適用，但亦非絕對的正確。

繆齊孫 (Roderick Impey Murchison) 於一七九二年生於羅斯沙州。他的祖先數百年來都是住於蘇格蘭高原帶 (Highlands) 西北部的荒山中。因該地方偏僻，文化落後，住民的習性粗野，故繆齊孫亦難免此例。他至十五歲，加入軍隊，參與半島戰爭，抵抗拿破侖的侵略。當偉美埃拉 (Vimiera) 之役，他擔着他所屬團部的大旗。當敗退至柯命那 (Corunna) 地方時，他欲潛逃，卻遇

着法國的追兵，他便被擒爲俘虜了。因爲反拿破侖戰爭告了結束，他看見他在軍事方面再沒有什麼前途也並無怎樣的目的，於是脫離了軍隊生活，回家與一位女子結了婚。嗣後他在鄉間很悠閒的過他的游獵的生活，目的多在獵取狐狸，因爲他喜歡室外的運動。不過他具有天賦的才智，決不是僅以一獵師終其身的人。他的夫人比他富於教養，常指導他去親近藝術與歷史。及後德偉氏勳爵 (Sir Humphry Davy) 認識了他的才智，鼓勵他去研究自然科學，他的夫人也極力勸他要聽從德偉氏勳爵的忠告。他最後決意轉變方向，賣掉了他的一切獵具，負笈倫敦，在國立科學院選讀化學及地質學兩科。

他在這時候已經三十二歲了，纔感着科學之趣味。他的熱烈而活潑的性質鼓舞着他的進取心，故他的學問有神速的進步。嗣後他加入地質學會，獲得了布克蘭氏 (Buckland) 的賞識，卽在這位天才教授指導之下，至牛津地方從事實地調查地質。他在這時候纔知道在野外調查地質的重要意義，並發見大部分的地形及風景是受着地下的岩石性質的支配。他回到倫敦之後，研究地質之心日見熾烈，急欲將其所習的種種原理適用之於實際的調查工作。他最初在他的岳父原籍

撒塞斯州 (Sussex) 調查白堊紀地層，其後擴大其範圍至於蘇格蘭、法國、阿爾卑斯山等地方。每次回來都是細載而歸，所得資料極其豐富。不過他前期所發表的論文都是平凡的紀述，無甚新穎的研究。在地質學的領域中亦未見有重要的發見。

其後，經六年之久，他和塞特維克氏在蘇格蘭西部及北部完成了地質構造上的野外調查工作，同時亦刻苦努力以圖解決東部阿爾卑斯山的複雜構造。他也常和賴耳氏一路至法國中部及南部觀察火山區域。在那時代，英國有所謂「無垠的硬砂岩」(interminable greywacke)，是他自身所命名的層系，位於舊赤砂岩 (old red sandstone) 之下，究屬於何時代，在地質學上尙屬一疑問。繆齊孫便決意致力於這個「無垠的硬砂岩」的解決。一八三一年夏季，他即開始從事調查這層岩所在地。這地方幾可以說是無人之境，交通不便的荒野。故從前的地質學者不容易在那邊找出一點頭緒來。繆齊孫這回赴南部韋爾士算是最初的冒險。他攜着夫人和女僕，兩匹灰色小馬，一輛小馬車，也帶有韁鞍，以備遇險阻的道途須棄車騎馬前進時之用。在這地方既經明瞭的地層僅是達到舊赤砂岩層爲止。舊赤砂岩層所包圍的範圍內盡是硬砂岩。我們祇要讀他在這地方

調查時的自述，即可以明瞭他的發見的重要。他說『沿希埃霍沙（Herefordshire）的公路從布勒康（Brecon）至貝爾特（Builth）地方，有一峽谷，即偉河（Wye）的發源地點。在隔岸，灰色岩石構成低段丘式的山脊，向東南作緩傾斜。這灰色岩層似與希埃霍沙的舊赤砂岩相整合。在加汶禰（Cavanham）渡頭乘船渡到彼岸後，即攀登到山嶺上去，作詳細的踏查，此時真是喜不可言。因為我發見了在這這些岩層中充滿着遷移層（指石炭系以前的古地層全部）的化石，及後加以鑑定，始知其與法國路特羅（Ludlow）層（即上部志留系）中的化石完全相同。假如我沿層向調查至東北端都能得同樣的結果，這化石便是解決這個灰色硬砂岩之鑰匙了。』

他循着這岩跡向北行數英里，其中所含化石仍無變化。他覺得從前作獵師時之發見狐狸，並沒有此時發見化石時的那樣歡欣。從舊赤砂岩層的最下部起，向下追溯，此種遷移層的化石種類都有規則的變化，加以布克蘭氏的指導，在偉峽谷附近發見了此種岩層的上層斷面及其與上部層系之關係，極為明瞭。他再向北調查，一直到了齊沙（Cheshire）地方，看見這岩層消失於白堊層平原之下而後止。故他說：『在這次最次的調查，我發見了上部灰色硬砂岩（Gratuacke）的

性質了。因爲在許多地方，這種岩石是不相聯續的，但都是靠着南偉爾斯（South Welsh）的邊界至史洛普沙及希埃霍沙則暫次高聳，而略與下部之舊赤砂岩相整合。並且我發見了各層中各含有特殊的化石。……這是英國地質學新進了一階段。總合我費四個月的工夫所調查的結果，我可以說今年是在我的研究生涯中的最有結果的一年。因爲我實奠定了志留系的基石。我今年二十九歲了，今後欲再作如此的工作，在心身雙方都比較困難了。」

繆齊孫氏的這種發見不僅在英國地質學史上作成了一個新階段，這個普遍全球的遷移層的神祕的幔幕也由他揭開來了。

他挾着他的新近發見的重要結果，於一八三一年赴約克州（York）出席第一次的全英國學術大會。至一八三三年春，他又在地質學會宣讀他的「上部硬砂岩層系之細別」的論文。其後他仍努力於他的研究工作。他根據他所決定的各地層製繪地質圖，並精細的作成種種斷面圖以明示各層系的關係。一八三四年，他再修訂他的地層圖表，並詳細列明岩石的特性，化石的種類。至一八三五年夏，因保蒙特氏（Elie de Beaumont）及其他地質學者的勸告，他決定爲他所發見

的層系創立一名稱。他想，這種層系的命名第一要與其分布範圍相符，其次要適合位於英格蘭和韋爾士的領域的涵義，因為硬砂岩在此兩地的邊界上至為發達。最後，他發見在羅馬帝國時代有一種號稱志留族 (silures) 的民族即分布於這些地方。於是他採用了志留系 (silurian) 這名稱。同時，他又發表一種斷面圖解以明示他的層系分類，除其中有一特例外，其餘均沿用至於今日。他統名新發見的地層為志留系。更細分此系為上部與下部兩層系。因為在此兩者之間有明瞭的界線。下部志留紀即今日的奧陶系。

繆齊孫之調查所以能常保持其正確者，完全是因為他能適用史密斯氏所用以整理中生代地層的方法。他可以以不顧岩石性質之不同，要以特種化石羣之結集決定地層的時代。因為岩石的性質僅示局部的差異而已。不幸的是史密斯氏的方法僅解決了英國的中生代，未見有人以之適用於其他各國。故繆齊孫用化石羣的連系以決定地層先後的方法，在當時亦未見採用於歐、美各邦。其實繆齊孫的發見實增添地球歷史的更前期的一章，也是最新的一章。

嗣後他尚繼續蒐集化石，並作成更詳細的分類。按其羣集的遞變以決定地層之先後。至一八



三八年冬，他完成了他的空前大著『志留系』(The Silurian System)，印成四開本八百頁，並附有多幅化石圖、地層斷面圖及彩色地質圖。因此書的刊行在現代地質學史上實劃了一個重要的新紀元。此書作者也就成爲地質學建設者之一人了。

在地質學史上，英國尚有一位大家值得我們注意的，便是前面曾略爲介紹的塞特維克氏 (Adam Sedgwick)。他於一七八五年生於登州 (Dent) 的德爾村 (Dale)。此村位於約克沙州的西境上，村中風景美麗，民情純樸。他一生實不能忘記他的美麗的故鄉，因爲他在幼年時代的全生涯都是在這小農村中渡過去的。特別是那些慈祥的村人對於他的印象特別的良好。他也和其他的村民一樣有誠懇而樂天的性質。他的父親是村中的一位牧師。他在鄰村塞柏鎮的學校受了普通教育之後，便赴劍橋進了杜荅尼特大學 (Trinity College)。嗣後他就永住於這劍橋地方了。當他三十三歲那年領受了笏瓦 (Woodward) 教授的地質學獎金。不過在那時候他對於地質學並未感着怎樣的興趣，僅讀了一些關於這類問題的論文的確，在當時，他的地質學知識未必能高出於他的同學，但自得了獎學金之後，他便決意要做到自己的學問名實相符。故致其全力與熱情

於地質學的研究了。他賦有不平凡的智力，種種學術上的訓練，犀利的觀察，及在野外的豐富的實習，終使他立於當時一班從事研究地質學的學徒的前線，而在他所肄業的大學中，在這門科學上也獲得了月桂冠。

他當教授的時候，因為地質學的素養尚淺，故相信以淮那氏為導師的水成派理論。他最初的著作是關於德旺與康禾（Devon and Cornwall）兩地的主要山脈及其附屬岩層的研究。此篇論文發表於水成派協會的論文集。至晚年，他又改宗為火成派了，曾為文表示他在過去的錯誤。又經長期間在野外的努力的探求，最後他對於地質學原理纔有了真正的理解。在全英格蘭境內幾無地不印着他的足跡，每季旅行，都帶着豐富的標本回來以充實他的小小的博物館，並蒐羅了許多的資料，由是他寫成了一篇論文，博得了劍橋哲學協會的贊賞。他也加入了倫敦地質學會，由是找着了更廣大範圍的野外調查工作。不久，繆齊孫亦加入了地質學會。他兩人之間便成立了真摯的交情，而他們的友情在地質學的進展上實有偉大的效能。他們兩人偶然被派於同一的研究部門。一八二七年，他們同時出發至蘇格蘭西北部旅行。嗣後在多年之間，又常在英國之其他各地

及歐洲大陸共同從事調查地質的工作。

關於中生代地質學之研究，塞特維克和繆齊孫兩人有種種相關聯的勞績，此處未能詳作比較的敘述。我們祇能注意於他們各人在地質學上的開拓及古生系之正確的建設而已。塞特維克氏初次看見坎巴蘭及韋斯特摩亞蘭（Cumberland and Westmoreland）兩地之岩層凌亂複雜，且含有化石，故覺驚異，因加以調查。結果，他寫成一篇報告文，提交地質學會，專論述該地方的地層構造。他雖發見了許多的化石，但不知利用化石決定地層的方法，僅藉岩石的特徵以決定層序而已。在他的研究中最引吾人注意的便是他在這地域之海成層中，發見了火山岩。此即今日所熟知的布羅德爾火山岩系（Borrowdale volcanic series），屬於下部志留紀。此項發見，對於火山地質學之貢獻頗大。

一八三一年夏，塞特維克與繆齊孫同在韋爾士地方開始調查地質。繆齊孫從南部韋爾士的舊赤砂岩向下部調查，即從事於硬砂岩之探討。至塞特維克則向北部調查。那些最高，最凌亂，最複雜的山地。次年再回至原來的調查區域，研究發達於這地方的更古的古生代地層。他詳查了這地

層的褶曲及斷層，遂得解決該地方的構造，同時亦決定了其一般的層序。這種研究在地質學上亦至偉大。

但是塞特維克氏的這種研究對於英國一部分的構造地質學雖大有貢獻，在一般層位學上則並不見重要。因為他的地層之類別完全是根據岩石的性質，不獨不能適用於其他外國，就連在英國的其他地域亦不能適用。在這些岩層中，本來產多量的化石，但他不知利用。因此，欲以之與其他地方的地層相對比，既無所根據，又其在廣大的硬砂岩範圍中佔有如何的位置，亦無從斷定；其次此地層將以如何的關係與其他時代既明瞭的地層相聯絡，更無頭緒。因為這地層和其他諸種較新的地層之間，表示着極強烈的不整合關係。在這個老地層的倒褶層上，覆蓋着石炭系和舊赤砂岩系。至其間尚有若干的缺層 (hiatus) 卻不明瞭。

繆齊孫的志留系直接位於舊赤砂岩系之下，這是既明瞭的事實，以之與塞特維克氏在北部韋爾士所研究的層系相比較，明明是較新期的地層。塞特維克氏亦發見他所研究的層系確係位於志留系之下部，並且一直發達至於韋爾士的中心地域。此中心部地方本屬繆齊孫氏的調查範

團。最初，塞特維克以爲自己所研究的層系當係繆齊孫氏所研究的地層之一部分，因想放棄其調查了。他們兩人也無法將其所調查區域劃清明瞭的界線。不過他們都深信志留系岩層較北部韋爾士的岩層爲新。

繆齊孫氏既以志留系命名其所研究的硬砂岩系，因亦慫恿他的知友對於這部更古的層系加以適當的名稱。至一八三五夏，便選用了『寒武系』（Cambrian）這個名稱。此時繆齊孫亦發見在下部的寒武系與上部的志留系之間，並不見有缺層的模樣。

塞特維克氏細分寒武紀爲上中下三部。但他是根據岩石性質爲區別，尙未能利用化石的特徵以區別這三部。其後繆齊孫氏發見上部寒武系中的化石還是和下部志留系中所發見的一樣，因此發生了一個難題，即這兩地方的地層是否有採用兩種名稱的必要？又當時地質調查所的技巧亦加以詳細調查，以爲塞特維克所命名的寒武系和志留系之間實無須加以時代的區劃。於是主張合併兩者爲一系。繆齊孫因爲可以增擴他的志留系的範圍，當然不加反對。但是塞特維克氏卻表示強硬的爭論。因此這兩位老友之間，便發生了誤解。他們的友情也終於變成永久的睽離。

塞特維克氏由一八五一年至一八五五年間所發表論文，皆堅持他的寒武系完全不屬於志留系，而是另一時代的地層。這兩位老友의 論爭一直繼續至於一八七一年繆齊孫死後纔告終歇。其後由撒爾達 (J. W. Salter) 卻克 (H. Hicks) 等氏之研究，知道在寒武紀中亦有多種特殊的化石，和志留系的化石完全有別。於是寒武系在右生物學及層位學上始佔有獨立的地位。

繆齊孫承柏琪氏之後，於一八五五年接任英國地質調查所所長，一直連任至一八七一年他逝世時爲止。他在老年仍保持着他青年時代的魁偉的風采。以七十歲的老齡尙能每日步行十二英里，以其犀利之觀察環境的地形和地質的現象。他的姿態修偉而有威儀。至老年，對人接物的態度益見懇切而謙和。最初接見他的人常會誤解他爲傲慢，懷疑他是一個難於高攀的老物。其實在這樣的外表之下，實滿溢着熱烈的友誼與同情。由於他的治事的毅力，探討他所嗜的科學的熱情，對於他的研究領域外的學術研究之贊助，以及由他的富財與社會地位所發生的廣大影響等素因，英國的科學實獲得長足的進步。他的健全的身體也使他得享七十九歲的高齡。

塞特維克氏的性格風采恰和繆齊孫的相反。他的強有力的外表完全表示着他的故鄉的強

悍民族的面影。他的常作凝視的瞳子似乎是要直刺着那些最疑難的地質學問題的中心。在青年時代，他常愛踏破最巉巖的山岳，最嵬立的山坡，或最高急的山峯。他的身體甚強健，所以能肩任最繁苦的工作。不幸的是他的健康常發生變化，因而影響及於他的精神。故他常患昏睡病及時時意氣銷沈，結果不論在手斧方面或鋼筆方面，研究工作常因之擱淺。但他有一種最可敬愛的性癖，卽在他病中，亦常能對人強爲歡笑。他的歡快而樂觀的性質常使他佔有他所參加的團體的中心。他的坦直的態度，慈祥的性質，素樸而透明的童心，愛人不倦的溫情與義俠將他造成爲一個最可敬愛的長者。他的雄辯尤易惹人的敬服。塞特維克氏逝於一八七三年，享年八十七歲。

最後關於岩石之顯微鏡的研究法，（以下略稱鏡檢法）有數位地質學家不能不略爲之介紹。淮那氏的岩石分類法雖屬謬誤，但在那時代，能以礦物成分爲根據，堪稱卓識，實爲淮那氏在地質學史上的不朽的勞績。不過關於岩石的生成，能細別爲深成岩，火山岩，水成岩等數種則應歸功於火成派的元祖哈頓氏。

在十九世紀中葉以前的岩學尚不脫藉肉眼所能鑑定的礦物與石理（卽組織）爲辨識岩

石的根據之範疇。一八一三年，布朗涅爾氏（Brongniart）根據石理的狀態，區別岩石為均質類（isomete）即全部由礦物構成者，非均質類（anisomete）即主要礦物受着石莖的包圍的岩石。即今之所謂斑狀組織，及岩石成分由機械的積集而成之岩類，共三種。這種分類算是岩石學之第二段的進步。

但近代岩石學的發達完全是藉泥科爾稜晶及偏極光顯微鏡的發明。蘇格蘭的地質學者泥科爾氏（Nicol）於一八二七年，將矽化木的薄置於顯微鏡下加以檢查，是最初發見用顯微鏡研究岩石的方法，同時亦發明用偏極光顯微鏡以研究礦物之結晶。但在當時的岩石學者採用此鏡檢法者殊少，大概是因為製作岩石薄片的技术尚未進步的緣故。

一八三九年埃荅堡氏（Fhrenberg）亦用鏡檢法，發見白堊岩完全是由矽藻（diatom）及有孔蟲的遺骸所構成。經十五年之後，因著『微地質學』一書，痛論鏡檢法在岩石研究上之重要。唯堅牢的火成岩實不容易製成透明的薄片。

利用偏極光顯微鏡研究岩石的性質，在岩石學上作劃期的躍進之學者亦是英國的梭貝氏



(Henry Clifton Sorby) 他於一八五〇年最先用偏極光顯微鏡研究侏羅系石灰質粒砂岩。至一八五八年，在地質學會季刊中，發表一篇論文，闡明造岩礦物之構造，並示明在結晶中有種種的包裹物。這篇論文在地質學者、礦物學者間引起了絕大的衝動。其後韋布斯基氏 (Webster) 利用鏡檢法研究礦物，亦獲得良好的成績。至棲契爾氏 (F. Zirkel 1838-1912) 遂集其大成。

一八六二年，梭貝氏勸告德國 蚌市 (Bonn) 大學 (即後日之 Leipzig 大學) 教授棲契爾氏，這種岩石的鏡檢法之研究實有使之發展的必要。棲契爾氏亦極表示贊同，因搜集世界各地的結晶質岩石，作成薄片，置於偏極光顯微鏡下，加以研究。於是梭貝氏的鏡檢法遂見完成。棲契爾氏的岩石學教科書於一八六六年出版，岩石學由這部著作遂獲得了新的生命。這種鏡檢法至今日實為最新穎最完美的岩石研究法。最初利用棲契爾氏的岩石學獲得了最大效果的人是霍格爾山氏 (Vogelsang)。由氏的研究，關於班狀岩的知識更加明瞭。又關於岩漿之固結經過，流狀構造及脫璃化作用 (devitrification) 等問題，亦發表有正確的論文，並在礦物的某種包裹物中發見有二氧化碳。

棲契爾氏於一八七〇年亦發表其研究響岩 (phonolite)、白榴岩 (granulite) 及玻璃質岩等的結果，又研究玄武岩，知其因所含礦物有長石、霞石及白榴石之不同，故區別之為三種。同時茶麥克氏 (Tschermak) 亦在偏極光顯微鏡下辨別了輝石、角閃石、雲母三礦物之差異；在造岩礦物的研究上更獲得了一段進展。

一八七三年，棲契爾氏發表『岩礦之顯微鏡的檢查法』。同年，羅生布斯氏 (H. Rosenbusch 1836-1914) 亦發表『造岩礦物之顯微鏡的研究』。這一年是岩石學的最光榮的一年。羅生布斯氏應用裝置改良了的偏極光鏡與迴轉鏡臺去研究雙折射性的結晶，區別單軸性與雙軸性的晶體，並決定會經過種種結晶過程的礦物的光學性。他由此研究，一躍而為足與棲契爾氏相比肩的岩石學大家了。至一八七七年，羅生布斯氏更發表『塊狀岩之顯微鏡研究法』。於是他再躍而為新岩石學領域的開拓者了。嗣後他的兩部鉅著每遇改版，必增補許多新的資料，遂成為後世研究岩石學者的指南針。

自羅生布斯氏的岩石研究法發表之後，各國地質學者皆競相傾其全力於岩石之鏡檢法。自

一八七〇年以來，關於此項論文真是汗牛充棟，茲不再爲之贅舉。

以上數章，僅就在地質學建設史上有名的各分科大家略述其行狀及研究業績而已。此外各國的地質學名人真是多於過江之鯽，舉不勝舉，限於篇幅，祇有從略。

其次試將編者所以選述上舉數位地質學者的理由略述之如下。

(1) 布芳氏是關於地球的發生史最初發表彗星與太陽相作用的學說的學者。其後的星雲說及流星說都是脫胎於他的假說。數典不可忘祖，故讓他佔了首席。

(2) 葛塔氏在地質學尙未萌芽的時代，即能如該章所述關於地質學的問題能涉及多方面的檢討。例如地質分布圖，火山學，動力地質學，地形學，古生物學等的起源，不能不說都是發源於他的提倡，故亦爲建設地質學的一大家。但世間對於他在地質學上的業績卻多忽視。編者以此理由，故從法國的地質學者羣中選取了這一位多材多藝的學者。

(3) 淮那氏是水成派的鼻祖，其在地質學上的地位早有定評，無庸再贅。

(4) 哈頓氏是火成派的導師，不僅是英國的地質學建設者，實在是世界的地質學建設者，亦可無用作多餘的頌詞。

(5) 史密斯氏是地層學的老祖宗，亦為研究中生代系的專家。若無史密斯氏，層位學決不能今日的發達吧。並且他有「英國地質學始祖」的榮譽，在地質名人傳記中，豈能讓其遺漏。

(6) 賴耳氏是現代地質學的建設者，且為研究新生代地層的專家。

(7) 繆齊孫氏是志留系的發見者。

(8) 塞特維克氏是寒武系的發見者。

(9) 梭貝、棲契爾、羅生布斯等人則為岩石之顯微鏡的研究方法之發明者或大成者。今日岩石學的發達實多負於這幾位學者，故特略為介紹。

最後關於地質學名人傳記的文獻較之其他科學的名人傳記比較稀少。就中最詳細而重要的要推蓋基氏 (Geikie) 的『地質學建設者傳記』 (The Founders of Geology)。此外則唯有

讀地質學史了。

一九三六年十一月初稿於唐山旅寓

一九三七年一月十七日夜十時改稿於上海郊外望龍小農居