

科學圖書大庫

童子軍科學叢書

地 質 學

譯 者 林碧初
校閱・主編 劉 拓

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

童子軍科學叢書

地 質 學

譯 者 林碧初
校閱・主編 劉 拓

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十四年三月二十日初版

童子軍科學叢書

地 質 學

基本定價 0.60

譯者 林碧初

校閱・主編 劉拓博士

(63)局版臺業字第0116號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 783686號
發行人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第15795號

發行所 臺北市徐氏基金會

承印者 高山彩色印刷有限公司

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力，在整個社會長期發展上，乃人類對未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同把人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之成就，已超越既往之累積，昔之認為絕難若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人有無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的基本任務。培養人才，起自中學階段，學生對普通科學，如物理、數學、生物、化學，漸作接觸，及至大專院校，便開始專科教育，均仰賴師資與圖書的啓發指導，不斷進行訓練。從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學。旨趣崇高，至足欽佩！

科學圖書是學人們研究、實驗、教學的精華，明確提供科學知識與技術經驗，本具互相啓發作用，富有國際合作性質，歷經長久的交互影響與演變，遂產生可喜的收穫。我國民中學一年級，便以英語作主科之一，然欲其直接閱讀外文圖書，而能深切瞭解，並非數年所可苛求者。因此，本部編譯出版科學圖書，引進世界科技新知，加速國家建設，實深具積極意義。

本基金會由徐銘信氏捐資創辦，旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利。民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，返國服務者十不得一。另贈國內大學儀器設備，輔助教學頗收成效；然審度衡量，仍嫌未能普及，乃再遴承國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林碧濤氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱。「科學圖書大庫」首期擬定二千冊，凡四億言，叢書百種，門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。從事翻譯之學者五百位，於英、德、法、日文中精選最新基本或第

用科技名著，譯成中文，編譯校訂，不憚三復。嚴求深入淺出，務期文圖並茂，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，有教無類，效果宏大。賢明學人同鑑及此，毅然自公私兩忙中，撥冗贊助，譯校圖書，心誠言善，悉付履行，忘人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬菲薄，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，報國熱忱，思源固本，僑居特切，至足欽慰！

今科學圖書大庫已出版七百餘冊，都一億八千餘萬言；排印中者，二百餘冊，四千餘萬言。依循編譯、校訂、印刷、發行一貫作業方式進行，就全部複雜過程，精密分析，設計進階，各有工時標準。排版印製之衛星工廠十餘家，直接督導，逐月考評。以專業負責，切求進步。校對人員既重素質，審慎從事，復經譯者最後反覆精校，力求正確無訛。封面設計，納入規範，裝訂注意技術改善。藉技術與分工合作，建立高效率系統，縮短印製期限。節節緊扣，擴大譯校複核機會，不斷改進，日新又新。在翻譯中，亦三百餘冊，七千餘萬字。譯校方式分為：(1)個別者：譯者具有豐富專門知識，外文能力強，國文造詣深厚，所譯圖書，以較具專門性而可從容出書者屬之。(2)集體分工者：再分為譯、校二階次，或譯、編、校三階次，譯者各具該科豐富專門之知識，編者除有外文及專門知識外，尚需編輯學驗與我國文字高度修養，校訂者當為該學門權威學者，因人、時、地諸因素而定。所譯圖書，較大部頭、叢書、或較有時間性者，人事譯務，適切配合，各得其宜。除重質量外，並爭取速度，凡美、德科學名著初版發行半年內，本會譯印之中文本，旋即出書，欲實現此目標，端賴譯校者之大力贊助也。

謹特掬誠呼籲：

自由中國大專院校教授，研究機構專家、學者，與從事科學建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究學人、留學生；

大專院校及研究機構退休教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或聯袂而來譯校叢書，或就多年研究成果，撰著成書，公之於世。本基金會樂於運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。祈學人們，共襄盛舉是禱！

要求事項

1. 任選做一題

(a) 蒐集不同的礦石、形成岩石的礦物、和各種化石。指出每一種的名稱和用途（或年代）。（最少蒐集二〇個標本）

(b) 蒐集不同的水成岩（Sedimentary rock）、火成岩（Igneous rock）、和變質岩（Metamorphic rock）。指出每一種岩石中所發現重要礦物的名稱。說出這些岩石所能作出的用途。（最少蒐集一〇個標本）

2. 任選做一題

(a) 訪問一礦場或採石場；油田或天然氣產地；礫石、黏土、沙、或介壳的坑；或其他類似的事業。解釋沈積物。說明這些產品是怎樣被移動、運輸、銷售、和使用。使用那些安全保護措施？

(b) 訪問你居住地的給水系統，敘述你所居住城市的水源、水質、和所需的水量。指出它與地質學的關係。

3. 獲得一張你住宅的地形圖 研究它。解釋圖上所顯示的重要地質特性。（如果無法獲得一張本地的地圖，研究其他你所知道的地方的地圖也一樣，空中照相圖也可用來替代地形圖）

4. 任選做一題

- (a)製作一份包括你所知道某一地區地面上或地面下的地圖或地質特性圖的報告。
- (b)敘述你居住地的土壤是怎樣形成的。說出這些土壤是從那一類岩石變來的。
- (c)敘述你家或某一公共建築物所用的泥土材料。說出它來自何處。列出你每天所用到的泥土材料，說出它們來自何處。

選擇事項： 你的顧問可能作出一份有類似功用的計畫來替代第 4a 或 4c 題的作業。它必須用到你所居處某些有趣的地質特徵。



目 錄

要求事項	
甚麼是地質學？	1
地球	4
侵蝕	6
冰河	9
地下水（潛水）	9
海洋	11
波浪	14
河流	16
火山	16
地球的運動	19
不整合岩層	21
山嶽的造成	24
岩石	26
水成岩	26
一般岩石名稱表	27
火成岩	29
變質岩	30
經濟地質學	33
金屬的經濟礦物	33
一些常用的礦物及其性質	35
非金屬的礦物	37
礦物燃油	37
給水	39
生產最有用金屬的普通礦石	44
地球的歷史	49
地球歷史大綱	50
過去地質時代的生物	53
非脊椎動物	54

脊椎動物.....	56
植物.....	59
生物群的簡單分類.....	59
何以要作一位地質學家？	61
有關地質學的書.....	69

甚麼是地質學？

許多動物會適應大自然以滿足它們自己特殊的需要。有的掘洞，有的築堤，海獺築土壩防河水，還有些昆蟲用木製的像紙一樣的物质來建造家園。人類從無數世紀以來，就不斷地利用大自然的材料來改善環境，力求進步。最初，人類撿取石塊作為武器或器具。不久，經驗教會他，有些類的石頭對於某種事體會比其他類的石頭更為有效。之後，為了使他的工具和武器更為有用，開始學會利用破片來改善它們的尖銳性。其次，他發現天然的金屬會提供更好的工具。

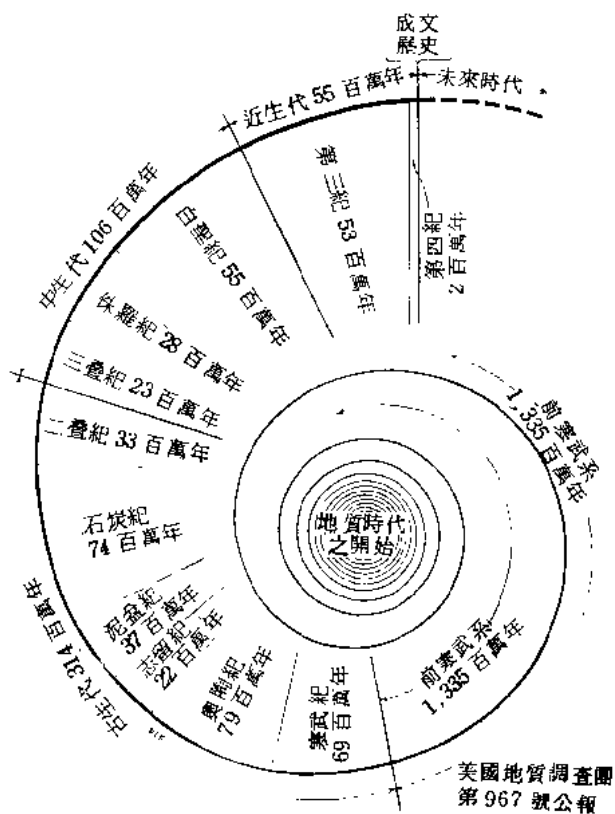
用相似的方法，他學會了利用突出的岩石或洞穴會比樹林來作為隱蔽所更具有保護作用，而且用石塊堆置在洞穴前面能增加防禦食肉動物和風霜雨雪的侵襲。不久，人類又學會了掘土尋找物質作為許多用途，挖掘洞穴作為捕獲動物的陷阱，因而人類開始改造或設計地球的表面來求得許多方便。在人類製造語言以前，經驗已經教會他許許多多地質學上的原理。

但是，甚麼是地質學呢？地質學簡而言之就是地球的科學。因為，要對地球作完整的研究，就該配合着對陸地、海洋、天空、和雲層都作研究，地質學家如未想充分了解它自己的科學，就必須具備有許多其他科學方面的知識。地球是太陽系內的一個行星，它的根源是與太陽和其他許多行星（天文學）有着密切的關係。

研究氣象（氣象學）應視為研究地質學的一部分，這樣才能了解氣象對地質學的影響。雨水、風、和霜所做的功非常重要。地理學家對現在的山和谷進行工作，但地質學家則告訴人一些目前不復存在的山和谷。博物學家（生物學家）了解活着的植物和動物以及那些環境（位置和氣候）對它們最為適合；但是地質學家研究的植物和動物，已經消滅好幾千年，或者

←「時間之齒」左圖是在美國新墨西哥州西馬朗（Cimarron）附近的非耳蒙童子軍農場和探險者基地大門口所眺望之景象。

螺旋形所表示的地質時代



地質時期劃分的長短(代和紀)，是由分析放射性礦物的
的蛻變物而決定的。(參閱第 50-53 頁附表)

甚至好幾百年了。化學和物理（地球化學和地球物理學）方面的知識，會幫助他了解岩石、礦物、和礦石如何形成，它們由甚麼所組成，而且有甚麼用處。

地質學的沿革或者地球的歷史可分成好幾章，就像我們所讀過的許多書分成幾章一樣。地球的歷史對於陸地和海洋所發生過的變化，以及各種植物和動物所依以生存了數個地質時代所曾經發生過的變化，常充滿了神秘和怪異。

美國新墨西哥州卡斯巴式洞穴內雙晶穹地附近的岩洞沈澱物



地 球

如果我們着手來寫一個國家的歷史，我們可能開頭要說它是起自某一個日子，在某一個地方，作為某種特殊事件的結果。在研究地球的歷史時，我們必須從某些半信半疑的年代開始。我們不知道地球的起緣要回溯到百億年前還是要回溯到三十億年以前。你很可以這麼說：「有甚麼不同呢？」，因為我們所討論的時間是那麼悠久，在時間的衡量上年代已無多大意義。我們可以開頭這麼說：「很久很久以前……………」。

好吧，很久很久以前，並沒有像我們今天所知道的固體的地球。替而代之的，是一團充滿着熱的氣體比我們現在的太陽系還要大得多的空間。這些氣體慢慢冷卻下來，最後縮小變成較小的「硬塊」，然後凝結成為許多熱的液團環繞着一團熱中心在旋轉，那就是太陽。這許多硬塊最後變成我們太陽系的許多行星，而離太陽第三個遠的行星就成為聞名的「地球」。

地球冷卻成為液體時，較重的元素停留在當中，而較輕的元素就停留在靠近熔化球體的外面。當表面的液體凝固時，地球終於獲得一個固體岩石的堅硬外壳。

現在地球內部的性質只能從間接的方法來了解。大部份地球內部的資料，是由觀測地震波在地球內進行的活動狀態而獲得的。此等地震波進行時並不經過地球的核心，而且我們始終相信這個地心（直徑約4,000哩）始終是熔化的岩漿，理由是因為這一類的波不會通過液體進行的。雖然地心可能是液體，但並不像我們所知道的地球表面的任何液體一樣。巖漿岩石的巨大重量和物質的性質——記住較重的元素集中在地心——使得這個地心不能成為流體。為了任何實用目的，均認地心為一固體，而地心之外尚有兩層，外面較輕的一層厚約37哩，中間的一層厚約1,800哩。但是，外面的地層在物理或化學的組成上並不一致。這些地殼部份是由較重的岩石做成，位於一般地面層的下面，而此等低窪地區被注入水之後成為海洋。突出海洋上面的較輕岩石區域就成為山脈、山谷、和大陸平原。

雨水下降到地球表面使地球充分冷卻下來之後，雨水由高處流下注入山



地球是九大行星之一，而且是由岩石地殼環繞着金屬的地心組成

谷和平原，地球表面開始起了變化。每一滴泥濘水匯成河流，表示岩石質點是從高處被攜帶到低窪地區。從那時候起地球開始起了變化，而這種變化到現在還在繼續進行中。雨、雪、風、和許多其他動力交替作用在地球表面上。雖然這種變化似乎發生得太緩慢，但是很重要，只要記住這種交替作用已經進行了很久，時間已無法去理解，而其總作用却是巨大的。



這些岩石是因礦物的化學風化作用和冷熱等各種作用而行分裂的



這棵樹因其樹根深入許多大岩石的裂縫而使岩石分裂

侵蝕

過去的大山脈曾經多少次由地質的過程建立起來，又經由地質的過程剝削夷為平地（過程：一種事件的連串變化因而完成某種事情）。事實上，所有的陸地表面都在緩慢地被片片剝削而夷平。這種現象我們叫做侵蝕。

岩石雖然似乎永遠那麼硬，但是要抵抗經年累月風霜雨雪的侵襲，硬岩石確實會變成軟弱的。最微小的裂縫——任何大小的岩石都會有一些裂縫的——也會容許雨水或者雪融化成的水進入的。這些水在裂縫內，凍結、膨脹，使到裂縫更大一些，以便能容納更多的水。岩石可含有某些能溶解在水裡的礦物，當這些礦物溶解了，就會有空間使更多的水流入。雨水從地球的大氣中下降時，會從空氣中吸取一些氧氣和一些二氧化碳。雨水浸入土壤時，可能會有更多的雜質加入。這些溶解在雨水內的各種成分，使得凡是和這些雨水接觸的岩石都要發生化學變化。這些化學變化發生得很慢，但是在雨量多的地方，變化就會快，如果氣候乾燥，變化就會慢。但是慢慢地，非常慢慢地，許多岩石腐蝕開來而成為泥土和沙。

其他的各種過程會促進堅硬的岩石裂開成為較小塊的岩石。人類本身，利用炸藥、動力鋸等，也有助於岩石的裂開。樹木和其他植物的根尋找它們的途徑進入岩石的小裂縫內並使裂縫逐漸加大。枯萎的植物產生酸類促使岩石分解，而且其他種類的生物也做了它們的那一份工作——蠕蟲、昆蟲、老鼠、和野兔等，就如你所知道的，都在挖掘着它們的洞穴。

大部分的岩石都是由各種不同的礦物混合而成。這些礦物被太陽晒熱就會膨脹，而在夜晚冷卻時又會收縮。每一種礦物在岩石內會以不同的方法和不同於其他礦物的份量來膨脹或收縮。這些由各種礦物所造成的不同的膨脹

一塊正六面體岩石的崩解



一塊正六面體的岩石受到風化作用而行分裂；在地球表面被冲刷進入河川，最後成為沙子和泥濘沈積在洋流內。

和收縮，使得附近的岩石表面裂開，或者形成小裂縫，水就沿裂縫而入進行破壞的工作。所有使大岩石分解成爲較小岩石的過程叫做風化，但是風化作用只是侵蝕的開頭部份。岩石裂開之後，在完全被侵蝕之前，還要被沖刷而去。

岩塊被沖刷而去之後，或在某處堆積或被夷平，全視受氣候影響之程度而定。雨大勢猛時，岩石粒子會被沖刷入小河，再由小河沖入大川，最後歸入海洋。如果岩石曾被風化成爲土壤（土壤是非常細小的岩塊和某些腐爛的植物枝葉混合而成）而又不加限制地讓水放乾，則有用的農田會被沖刷而成荒地。在乾旱氣候區，風會磨損地表，曾在短時間內將數千噸的土壤輸送到許多哩以外（一九三三——一九三六年間，美國中西部的「長期受到旱災和沙風災害」即爲一例）。風化少的岩石粒子會被風吹起而携離；較大的岩塊會隨風滾動猛撞其他的岩石而撞裂成更多的小岩石。被強風吹起的沙，撞擊在岩石的表面，爲一有效的沖刷劑。在乾燥氣候區，下雨常爲傾盆大雨，急速的排水會帶走大量的岩石。被滾滾水流所携走的岩石碎片，也有助於風化過程。滾動的岩石沿着河川的底部或隨波逐流撞擊着其他的岩石，並擦過河床的底部和旁邊。被輸送的岩石在水流內裂成更小更小的岩塊，或爛成爲岩石粉末。



美國國家公園管理局攝

大沙丘見於風吹動大量沙子的區域。本圖爲美國加利福尼亞州大死谷國家遺蹟之「火風烟衝凹坑」附近所見者