

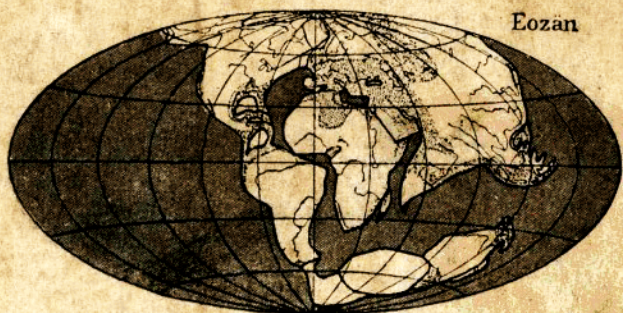
自然科學小叢書

地球物理學

寺田寅彥 坪井宗二 著

郝新吾 譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

地球物理學

寺田寅彥 坪井宗二著

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館

目錄

緒論

..... 一

第一章

地球地理學之範圍及本書之內容

..... 一

第二章

地球物理學之沿革

..... 四

第一編

地球之形狀與大小

..... 一

第三章

地球圓形說

..... 一一

第四章

地球橢圓說

..... 一七

第五章

均衡地球面

..... 三六

第一節	水平面·····	三六
第二節	水準測量·····	三九
第三節	重力之測定·····	四二
第四節	重力之分布及均衡地球面之形·····	四九
第五節	鉛直線之異常與均衡地球面之形·····	六一
第六節	定壓均衡面說·····	六七
第七節	厄特法斯重力偏差計·····	七七
第八節	地球形狀之天文學的研究法·····	七三
第九節	迴轉液體所呈平衡之形·····	七五
第十節	均衡地球面之變形·····	七七
第十一節	地球表面之外形·····	七八

第二編 地球內部之構造……………八七

第六章 地球之比重分布……………八七

第一節 地球之平均比重……………八七

第二節 內部之比重分布……………九三

第七章 地球之彈性……………一〇三

第一節 地球內部之應力……………一〇三

第二節 地殼岩石之彈性……………一〇四

第三節 地球之平均剛性……………一〇八

第八章 地球內部之溫度……………一四二

第一節 地下溫度……………一四二

第二節 地球內部之溫度狀態……………一四七

第九章 地球之年齡……………一五六

第十章 關於地球內部狀態之一的考察……………一六〇

地球物理學

緒論

第一章 地球地理學之範圍及本書之內容

同以地球爲研究對象之科學，每因其主要之點不同，分爲種種派別。例如認地球爲天體之一而研究其運動等，則屬於天文學（astronomy）之範圍；考查構成地殼之岩石所具之性質，與其分布、排列等，而研究其年代之新舊、生成之原因及其變動等，則屬於地質學（geology）之範圍；闡明地球表面水陸分布之狀況，研究各種地貌之所由成，則屬於地理學（geography）之一部分是也。所謂地球物理學（geophysics）者，廣義言之，係指論究地球全體及其各部之物理的性質，與其

所起之一切物理的現象之科學，故其一部分與天文學、地質學、地理學等相接觸，其間且難有劃然之區別。又因其爲應用物理學之一分科，除記載地球之諸現象外，同時又須深入此等諸現象之內而探究其原因之存在。由上所言，廣義之地球物理學，範圍既如此之廣，故必然又分種種之派別。今先將地球分爲三部分而各歸其研究之範圍：第一研究圍繞地球表面大氣（氣圈 atmosphere）之物理學，屬諸氣象學（meteorology）；第二研究水圈（hydrosphere）（海洋）之物理學，屬諸海洋物理學（physical oceanography 或 oceanophysics）；第三研究地殼及其內部（lithosphere）之物理學，則屬最狹義之地球物理學。此中，氣象學已大有進步，成爲一獨立之學科；海洋學，前此雖曾目爲極難之一分科，但其後已漸見進步，入於精密科學領域之內；最後之地殼物理學，則與地質學、天文學等最爲接近，無明瞭之境界存在，且其中有一部分之問題，自昔已爲星學者及地質學者研究及之。氣象學及海洋學，應行研究之事實，材料極爲豐富，然關於地殼，尤其關於地球內部之狀況，能直接得而觀測之範圍，卻極爲狹小，大多數問題均僅憑極少之材料爲基礎推論之，故其最緊要之利器，當爲數學的解析。不寧惟是，地殼之自然現象，既複雜，又龐大，不能如在實驗室內

所作之研究，可以人力使其簡單化，觀測實驗，亦有不少困難，實不足以稱爲真正的物理學研究。此狹義之地球物理學之中，尙有特別分科，卽地震學（seismology），及地磁之研究，是也。前者成立爲特別之學科，爲時尙不甚久，後者雖尙無一定之名稱，然事實上已成爲一研究地球上磁力之分布變動等之特別分科，且與空電、地電等之研究，有密切之關係。

本書範圍，僅限於最狹義之部分，卽所述及者僅爲關於地球之大小形狀及地殼與其內部之構造等之問題，關於氣象、海洋、磁、電現象等，則一律從略。又關於地震事項，在論述地殼構造處，雖稍涉及，然其全體，則並未含於此書中也。

第二章 地球物理學之沿革

試一上溯地球物理學發達之歷史，則與星學等同達太古之時代。中國日本，固不待論，即其他各民族，繙其歷史傳說之第一頁，其所記載，莫不及於天地創造之顛末。此等天地開闢論，在今日觀之，固不足稱爲科學，然由此可以窺見古代人類之宇宙觀，自然觀，則甚饒興味。又若對於自然發生驚異之一念，爲產生哲學之因，則古代希臘之哲學家，關於地球物理學問題，曾加思索，當非偶然。此輩見解涉及今日科學之根本問題，及成爲現代學說之萌芽者，似頗不少。

此等歷史沿革，固饒興趣，然非本書之目的，故不詳及，僅舉二三代學者之名，以見地球物理學問題發生之久遠。

退利斯 (Thales) 認萬物之本源爲水，在紀元前約六百年之古昔，已有「吾人棲息之地，爲與諸天體同樣之物」之思想。其後亞拿薩哥拉 (Anaxagoras) 更明言「月爲與地球同樣之物，太

陽不過灼熱之石塊」據傳因此被逐出雅典云。由隕石證明地球與天體爲相同之物質所成，在當時誠不可不謂爲卓見。至畢達哥拉斯學派，更明言地球爲球形。此等諸人，一方面固潛心於形而上學，他一方面則在自然界中，從事客觀事實之蒐集說明。如赫羅多特（Herodot），如希波革拉第（Hippocrates）等，即稱之爲科學家之前驅，亦無不可。彼等對於今日之自然地理學、氣候學中之問題，亦曾作種種饒有興味之說。例如前者曾說明各季節雨之分布，後者曾說明風之原因等，是也。亞里斯多德（Aristoteles）出，將其以前傳來材料，加以系統蒐集，形成一大學派。對於天體現象，如銀河、彗星等，固不待論，對於氣象方面如風、雨、雷、電等，亦論及之，甚至地震，亦曾論及，其再傳弟子斯特拉頓（Straton）可稱爲今日地貌學之始祖。又據傳較亞里斯多德稍後，有庇退亞斯（Pytheas）者，爲希臘人最初作遠洋航海，試行種種新觀察，對於地學上曾有重大貢獻。然再至其後起一種非科學的學風，僅以記載事實爲能事，對於說明的研究，反生閒卻之傾向，致地學之進步，與他科學，同受頓挫。此時唯埃及派之學者，放一異彩，側重數學的考察，置物理的事實觀察於度外，有名之普托勒密（Ptolemy）等，亦汲其流焉。此等事實，在今日固不能不謂爲陷入邪途，然在自然學科研究過

程中，亦未能認為過也。據傳此時獨有斯特拉逢（Strabon）者，致力於地理學的研究云。

古代之羅馬人，對於自然科學，雖非所長，然其對於地學方面，似未必然。例如有名之歷史家普利紐斯（Plinius）兄弟，關於地文學之著述，其兄雖僅為材料之蒐集，未作系統的研究，然其弟塞涅加（Seneca）則研究頗有系統，對於地學上之智識，如水陸之影響等，述之甚詳。記載一如百科全書，即其對於地震等之地理學的關係，所述亦不失為今日之正鵠。

古代之阿剌伯人，長於數理者甚多，從事研究地球物理學者，亦復不少。例如亞爾琴第（Al-kindi）關於今日氣象學上所討論之各種問題，曾有著述，惜其內容早已失傳，他如卡里夫·亞爾·馬孟（Kalif Al Mamun）曾測地球之大小，亞爾哈仁（Alhazen）曾由曙光以測大氣之高等，皆著名之例也。

印度、中國、日本，關於此學之科學的研究，似未多聞。中國在堯舜時，已有天文曆數之學，禹及周公時代，已闡明山河之地理，然古來中國人對於自然，似常抱一種主觀，以之解釋外界事物。孔子之所謂格物，其中雖或含有自然之客觀的研究，然不為後世所重，一般多由不充分之自然現象之觀

察，即試爲綜合的應用於宇宙間之事理。縱其解說自然現象，近於正鵠，亦不過爲不完全之類推於精神界人事界之手段耳。

歐洲自耶穌紀元由宗教時代入於教父時代後，其文化早已爲北方蠻人蹂躪殆盡。其後雖斯哥拉學派興起，綿延頗久，然於自然科學之發達，並未有功。祇少數之學者如馬格努斯（Albertus Magnus）培根（Roger Bacon）輩，稍致力於切實之研究。馬格努斯對於緯度及地表狀況，影響於氣候之問題曾加以研究。此時有名「水與陸」De Aqua et Terra一書，相傳爲詩聖丹提（Dante Alighieri）所著。其真僞，茲姑不論，此書對於當時學者聚訟紛紛之地球重心與地球上水之重心是否一致之問題，有所論列，於一致之說，予以肯定。

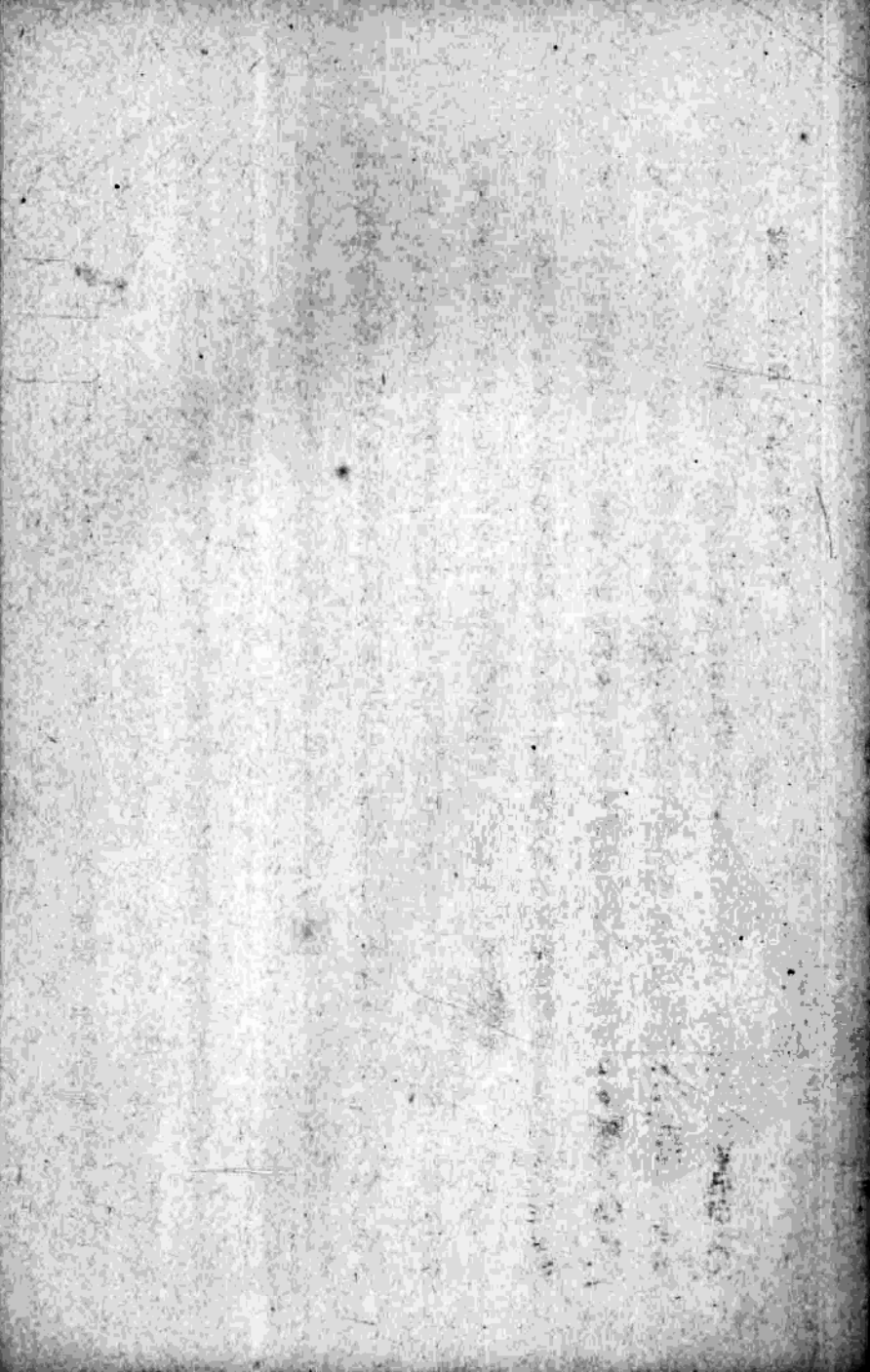
自十五世紀末葉，哥倫布（Columbus）發見新大陸後，地球智識始獲一大進步，此次航海之結果，不惟使一般人對於地球大小之概念，爲之一變，關於地球上磁力之分布及海流等，亦發見不少新事實。至十六世紀，所謂自然地理學（Physiography），乃見於中等學校之課程中。據傳創力學物理學之伽利略（Galilei），最初亦曾執教於巴茲亞之大學，擔任當時所謂地文學之講義。及

十六世紀將終，吉爾伯特（Gilbert）創地磁論，謂地球上磁力之分布，可由地球之中心有磁棒存在之理，以說明之，至是現代科學之基礎研究，方始出現。與伽利勒同時，尚有刻卜勒（Kepler），亦爲此學有力之研究者。伽利勒對於形而上學與物理學之間，予以明瞭之區別，自此由數學與力學之堅固立場以研究自然界現象之傾向乃生。以論理的分析的方法替代直覺的綜合的方法，以數量的測定替代不精密之觀察，至今日止，其發達之徑路，殊未遑一一列舉也。

古來哲學家對於自然界之考察，往往的中正鵠，雖爲可驚之事，然由今日科學之立場言之，其觀察此種事實，或是不正確，或是不充分，恆帶主觀的色彩。現代的物理學之成爲科學，乃以結合數量的測定與論理的推論爲基礎。地球物理學之成爲真正的科學，自亦必須如此。對於地球，若只言其成爲球形，則極爲漠然。若不知其直徑爲幾何，與真正之球形差異如何，則不可謂爲已知地球之形。即使知之，亦僅限於幾何學的，於自然科學的關係猶淺。必進而窮究其何以成此形狀，則問題方始不限於地球，乃擴大而爲與一般天體相關聯之物理的力學的大問題，更進而測定地球水準面之局部的凸凹。若僅行測定，仍不外爲好事家的興味，然若論及其成因，考察其地殼及其內部之構造，則

已非僅限於地球之問題，而與此相聯關之一般物理學上之諸種問題，乃得陸續發生，如後所述。

研究地球物理學，須先具一切精密的基礎科學之智識。故必此等學科進步發達，地球物理學方始發生反響。例如鐳之發見，使吾人對於地球內部之思想，爲之一變，數學上有積分方程式之研究，方得由地震波以知地球內部之彈性等是也。故將來地球物理學之進步，有待於此等基礎科學者甚多，同時地球物理學之研究，亦將予此等基礎科學以新問題而促進其發達，可以想像而知也。由是言之，地球物理學之興味，當非僅限於以地球爲一遊星而爲博物的研究已也。



第一編 地球之形狀與大小

第三章 地球圓形說

哥倫布信地球爲球形，遂發見新世界，固爲世俗有名之故事，相傳當時之僧侶輩，反對其說，發爲類於今日之滑稽議論。考始唱地球爲球形者，爲哥倫布以前約千九百年，卽西曆紀元前約四百餘年之畢達哥拉斯學派諸人，其後亞里斯多德更藉（1）愈登高處，地平線上之視界愈廣；（2）向南行或向北行，則北辰之高度起變化；（3）月蝕之際，月面上所投之影爲地球之影，此影呈圓形等之事實爲之證明。然此說雖爲當時多數學者所承認，而實行測其大小者，則爲埃及之埃拉托色尼（Eratosthenes, 220 B. C.）在今尼羅河東岸，近於北回歸線之處有稱爲亞斯安（Assuan）地方，昔時稱爲悉厄納（Syene）。此處昔時有垂直之井，每年夏至之正午，太陽昇至井頂，直射其底。