

書叢小科百

齡年的球地

著光四李

編主五雲王

行發館書印務商

書叢小科百

地 球 的 年 齡
江蘇工業學院圖書館
著 光 四 季
藏 書 章

編主五雲王

行發館書印務商

114119

中華民國十六年十月初版
中華民國二十六年四月國難後第一版

(54129)

百科小叢書
地球的年齡一冊

每冊實價國幣貳角
外埠酌加運費匯費

著者 李四光

主編者 王雲五

發行者兼印刷者 商務印書館
上海河南路

發行所 商務印書館
上海及各埠

版權所必
翻印必究

地球的年齡

目次

一	緒言·····	一
二	純粹根據天文的學說求地球的年齡·····	五
三	根據天文學上的理論及地質學上的事實求地球的年齡·····	九
四	由累積岩層的總厚求地球自受侵蝕以來所歷的年齡·····	二三
五	由海中所含的鹽量求地球上自有海洋以來的年齡·····	四〇
六	據地球的熱歷史求他的年齡·····	五二
七	據放射原質每年產生的氦氣求地球的年齡·····	七〇

地球的年齡

一 緒言

地球的年齡，並不是一個新穎的問題。在那上古的時代早已有人提及了。例如那加爾底亞人（Chaldeans）的天文家，不知用了什麼方法，算出世界的年齡爲二十一萬五千歲。波斯的瑣羅亞斯德（Zoroaster）一派的學者說世界的存在，祇限於一萬二千年。中國俗傳世界有十二萬年的壽命。這些數目當然沒有什麼意義。古代的學者因爲不明自然的歷史，都陷於一個極大的誤解，那就是他們把人類的歷史，生物的歷史，地球的歷史，乃至宇宙的歷史，當做一件事看待。意謂人類未出現以前，就無所謂宇宙，無所謂世界。

中古以後，學術漸漸萌芽，荒誕無稽的傳說，漸漸失卻信用。然而西元一六五〇年時，竟有一位

有名的英國主教阿瑟 (Bishop Usher) 曾大書特書，說世界是西元前四〇〇四年造的！這并不足爲奇，恐怕在科學倡明的今日，世界上還有許多人相信上帝祇費了六天的工夫，就造出我們的世界來了。

從十八世紀的中葉到十九世紀的初期，地質學、生物學與其他自然科學同一步調，向前猛進。德國出了偉爾納 (Werner)，英國出了哈同 (Hutton)，法國出了蒲豐 (Buffon)，陸謨克 (Lamarck)，以及其他著名的學者。他們關於自然的歷史，雖各懷己見，爭論激烈，然而在學術上都有永垂不朽的貢獻。俟後英國的生物學家達爾文 (Charles Darwin)，華勒斯 (Alfred Russel Wallace)，赫胥黎 (Huxley) 諸氏，再將生物進化的學說公諸於世。由是一般的思想家纔相信人類未出現以前，已經有了世界。那無人的世界，又可據生物遞變的情形，分爲若干時代，每一時代大都有陸沉海涸的遺痕，然則地球歷史之長，可想而知。至此，地球年齡的問題，始得以正式成立。就理論上說，地球的年齡，應該是地質學家劈頭的一個大問題。然而事實不然，哈同以後，地質家的活動，大半都限於局部的研究。他們對於一層岩石，一塊化石的考察，不厭精詳；而對於過去年

代的計算，都淡焉漠焉視之，一若那種的討論，非分內之事。實則地質家并非拋棄了那個問題，祇因材料尚未充足，不願多說閑話。待到克爾文（Lord Kelvin）關於地球的年齡發表意見的時候，地質家方面始有一部分人覺得克氏所定的年齡過短，他的立論，也未免過於專斷。這位物理家不獨不願地質學上的事實，反而嘲笑他們。克氏說：「地質家看太陽如同薔薇看養花的老頭兒似的。薔薇說道：養我們的那一位老頭兒必定是很老的一位先生，因為在我們薔薇記憶之中，他總是那樣子。」

物理學家既是這樣的挑戰，自然弄得地質家到忍無可忍的地步，於是地質學家方面，就有人起來同他們講道理。

所以地球年齡的問題，現在成了天文、物理、物質，三家公共的問題。我們且看他們的議論的根據及結果如何。

先說天文家的意見。他們的意見大概可分為兩項：第一項根據潮汐與地球旋轉率的關係，第二項根據一種學說；謂過去各時代地球上氣候的變更，乃地軸移向，及地球的軌道略變其形所致。

地球的年齡

的前項純是天文學上的問題，後項參了地質學上的問題。

二 純粹根據天文的學說求地球的年齡

一七四九年，丹索（Dunthorne）依據比較古今日蝕時期的結果，倡言現今地球的旋轉，較古代爲慢。其後百餘年，亞當斯（Adams）對於這件事又詳加考究，並算出每一百年地球的旋轉遲二十二秒，但亞氏曾申明他所用的計算的根據，不是十分可靠。康德在他宇宙哲學論中曾說到潮汐的摩擦力，能使地球永遠減其旋轉的速率，一直到湯姆孫（J. J. Thomson）的時代，他又把這個問題提起來了。湯氏用種種方法證明地球的內部比鋼還要硬。他又從熱學上着想，假定地球原來是一團的熱汁，自從冷卻結殼以後，他的形狀未嘗變更。如若我們承認這個假定，那是由地球現在的形狀，不難推測當初凝結之時，他能保平衡的旋轉速率。至若地球的扁度，可用種種方法測出。旋轉速率減少之率，也可由歷史上或用旁的方法求出。假若減少之率通古今不變，那麼從他初結殼到今天的年齡，不難求出。據湯氏這樣計算的結果，他說地球的年齡頂多不過一、〇〇〇、〇

〇〇、〇〇〇年。但是他又說如若比一〇〇、〇〇〇、〇〇〇年還多，地球在赤道的凸度比現在的凸度應該還要大，而兩極應較現在的兩極還要平。湯氏這一回計算中所用的假定可算底不少。頭一件，他說地球的中央比鋼還硬些。我們從天體力學上着想，到是與他的意見大致不差；但從地震學方面得來的消息，不能與此一致。況且地球自結殼以後，其形狀有無變更，其旋轉究竟是怎樣的變更，我們無法確定。湯氏所用的假定，既有些可疑的地方，他所得的結果，當然是可疑的。

達爾文佐治(Geo. Darwin)氏從地月系的運轉與潮汐的關係上，演繹出一種極有趣的學說，大致如下所述：地球受了潮汐的影響，漸漸減少旋轉能，是我們都知道的。按力學的原則，這個地月系全體的旋轉能應該不變，今地球的旋轉能既減少，所以月球在他的軌道上旋轉能應該增大，那就是由月球到地球的距離非增加不可。這樣看來，愈到古代，月球離地球愈近。推其極端，應有一個時候，月球與地球幾乎相接，那時的地球或者是一團黏性的液質，全體受潮汐的影響當然更大。據達氏的意見，地球原來是液質，當然受太陽的影響而生潮汐。有一時這團液質自己擺動的時期，恰與日潮的時期相同，於是因同擺的現象，擺幅大為增加，一部分的液質就凸出了很遠，卒致脫離原

來的那一團液質，成了他的衛星，這就是月球。當月球初脫離地球的時候，這個地月的系運轉比現在快多了，那時一月與一日相等，而一月不過約與現在的三點鐘相當。從日月分離以來，一月一日的時間都漸漸變長了。達氏據他的學說計算得各時期距現今最少的年代如次：

年	代	每	日	之	長	每月之長（現今之日為單位）
○			二三	小時五	六分	二七・三二
四六、三〇〇、〇〇〇			一五	三〇		一八・六二
五六、六〇〇、〇〇〇			九	五五		八・一七
五六、八〇〇、〇〇〇			七	五〇		三・五九
五六、八一〇、〇〇〇			六	四五		一・五八

近來辰柏林 (T. C. Chamberlin) 等，考究因潮汐的摩擦使地球旋轉的問題，頗為精密。他們曾證明大約每五十萬年一天延長一分。這個數目與達氏所算出來的數目是相差太遠了。達氏

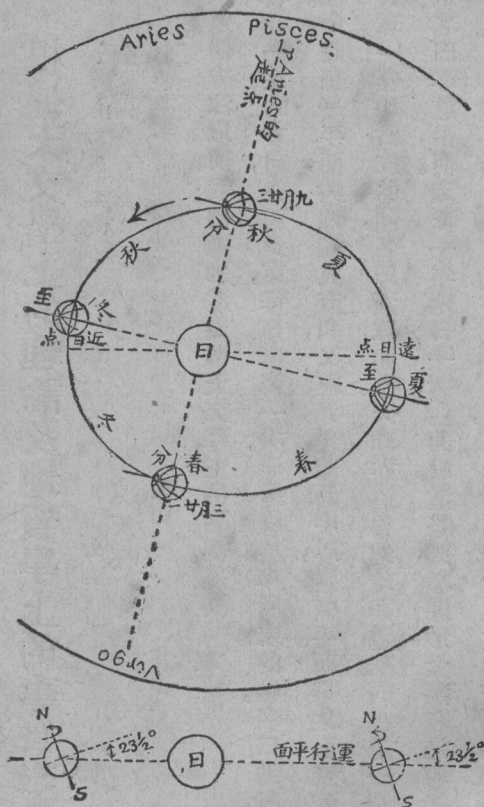
主張的潮汐與地月轉運學說，雖不完全，他所標出來地球各期的年齡，雖不可靠，然而以他那樣的苦心積慮，用他那樣數學的聰明才力，發揮成文，真是堂堂皇皇，在科學上永久有他的價值存在。

三 根據天文學上的理論及地質學上的事實求地球的年齡

在討論這個方法以前，我們應知道幾個天文學上的名詞。

地球順着一定的方向，從西到東，每日自轉一次，他這樣旋轉所依的軸，名曰地軸。地軸的兩端，名曰南北極。今設想一平面，與地軸成直角，又經過地球的中心，這個平面與地面交切成圓形，名曰赤道；與「天球」交切所成的圓，名曰天球赤道。天球赤道與地球赤道既同在這一平面上，所以那個平面統名曰赤道平面。地球一年繞日一週，他的軌道略成橢圓形。太陽在這橢圓的長軸上，但不在他的中央。長軸被太陽分爲長短不等的兩段，長段與地球的軌道的交點名曰遠日點，短段與地球軌道的交點名曰近日點。太陽每年穿過赤道平面兩次。由赤道平面以北到赤道平面以南，他非經過赤道平面不可，那個時候，名曰秋分。由赤道平面以南到赤道平面以北，又非經過赤道平面

不可，那個時候，名曰春分。當春分的時候，由地球中心經過太陽的中心作一直線向空中延長，與天球相交的一點，名曰白羊宮（Aries）的起點。昔日這一點在白羊宮星宿裏，現在在雙魚宮（Pisces）



形 情 之 行 運 球 地 圖 一 第

星宿裏，所以每年春分秋分時，地球在他軌道上的位置稍稍不同。逐年白羊宮的起點的遷移，名曰春秋的推移 (precession of equinoxes)。在西元前一二四年，喜帕卡斯 (Hipparchus) 已經發見這件事實。牛頓證明春秋之所以推移，是地球繞着斜軸旋轉的結果。我們也可說是日月及行星推移的結果。春分秋分既然漸漸推移，地軸當然是隨之遷向，所以北極星的職守，不是萬世一系的。現在充這個北極星的是小熊星 (Ursæ Minoris)，他並不在地軸的延長線上。他與地軸所成的角約一度又六分之一。約百四十年後，這角度當減至二分之一度，過此以後，相差之角漸漸增加，我們不能不另找出適當的星做我們北方的嚮導。在四千六百年之前天龍 (Draconis) 曾充北極星。萬二千五百年以後，天琴座 (Lyrae) 將要做我們的北極星了。

春分秋分逐年移上前去，計二萬六千年成一循環。但同時近日點也逐漸變遷，兩項遷變湊合，每一循環期，平均約二萬一千年，所以今後約一萬年的時候，北半球在短日點的時候爲夏，而在遠日點的時候爲冬。那時冬季較現在的冬季更長，因之積雪更多，而夏季較短而較熱。於是北半球的氣候，平均起來，自然比現在冷得多了。

拉普拉斯 (Laplace) 曾確定一件事實，那就是地球受其他行星的牽擾，其軌道的扁度按期略形增減，有時較扁，有時與圓形相去不遠。但是據刻卜勒 (Kepler) 的定律，行星的週期，與他們的軌道的長軸相關密切，二者之中，如有一項變更，其餘一項，不能不變。又據蘭格倫日 (Lagrange) 的學說，行星的牽擾，決不能永久使地球軌道的長軸變更，所以地球的軌道，即令變更，其變更之量必小，而其每年運行所要的時間，概而言之，可謂不變。

阿得馬 (Adhémar) 首唱地球軌道的扁度變更與地上氣候有關之說。勒未累 (Leverrier) 又表示如何用數學的方法，可求出過去或將來數百萬年內，任何時地球軌道的扁率。其後克洛爾 (James Croll) 發揮這個學說甚詳，並用勒氏所立的公式，算出過去三百萬年內地球軌道的扁度最大及最小的時期。扁度最大的時期，他找出三個：

(甲) 從二、五〇〇、〇〇〇年至二、六〇〇、〇〇〇年以前

(乙) 從七二〇、〇〇〇年至九八〇、〇〇〇年以前

(丙) 從八〇、〇〇〇年至二四〇、〇〇〇年以前

祇要春分秋分線不與地球軌道的長軸一致，無論何時，地球的軌道愈扁，冬夏二季時間的差愈大，那就是一半球平均的氣候愈冷，同時其他一半球的氣候愈暖。

從以上兩項天文學上的事實看來，地球南北兩半球氣候應該相反，而又按期循環變更。比如在某某時南半球氣候極冷，而同時北半球的氣候溫和或甚暖。過了若干年代，北半球的氣候極冷，而同時南半球的氣候則甚暖。我們還可綜合以前所說的事實，用極簡單的方法把氣候變更的原因解釋清楚。

設 a 為地球距日的平均距離。命單位時間在平均距離與日光成直角的地球切面上所受太陽送來之熱量為 $\frac{2H}{a^2}$ ，命 δ 為太陽向北的傾斜角 (declination)。那麼，北半球所受熱量應為：

$$\frac{H}{a^2} (1 + \sin \delta).$$

南半球所受的熱量應為：

$$\frac{H}{a^2} (1 - \sin \delta).$$