

豊科町	五、三三	屋代町	三、三三
穂高町	五、六四	松代町	八、〇七
各村合計	四、七四	各村合計	五、三七
北安曇郡	五、五三	上高井郡	五、七二
大町	八、五三	須坂町	一、三三
池田町	四、三九	各村合計	三、二四
各村合計	四、五六	下高井郡	三、四四
更級郡	七、三〇	中野町	八、七五
稻荷山町	三、七三	各村合計	四、六九
篠ノ井町	四、〇一	上水内郡	一〇、八五
各村合計	七、五七	下水内郡	四、八四
埴科郡	五、三三	飯山町	七、六〇
坂城町	五、〇八	各村合計	二、三三

質疑應答

問 鑛泉の種類と其分布を決定する條件 (文檢)
 答 鑛泉の種類は其の標準を異にするに従ひ種々あり

(一)湧出の仕方によれば

(イ)不斷泉、(ロ)脈搏泉(間歇噴湯泉)あり。

(二)温度によれば

(一)冷泉(湧出地の平均気温よりも低きもの)、(二)微温泉

(三)温泉

(三)固形分の性質によれば

(一)單純泉(溶解固形分千分一より少なきもの)
 (二)炭酸泉、(三)鹽類泉、(四)アルカリ泉、(五)舍利鹽泉
 (六)芒硝泉、(七)硫黄泉、(八)鐵泉あり。
 次に鑛泉の分布を決定する條件は、(一)地質構造線、(二)火山脈、(三)斷層、(四)岩層の裂罅(節理)、(五)附近鑛床の分布、(六)岩脈、(七)地下水脈等である。

本邦山陰道や九州に於ける鑛泉の分布は、大體に於て地質構造線に平行で、是を横切る處の弱線との交叉點附近から湧出するものが多い、又温泉嶽や阿蘇、霧島等の火山地方に於ける温泉の分布は明かに火山脈と密接の關係がある、即ち温泉嶽や阿蘇地方では主に東西で、霧島地方では北東と北西との兩方向がある、又斷層に沿ふて温泉の配列して居る例は、石川縣山中温泉や山形縣赤湯温泉がある、凡て鑛泉は岩盤の弱處から最も湧出し易い譯であるから、岩盤の裂罅(節理)は鑛泉の分布を決定するに當つて、重要な條件たる事勿論である、岩脈も有用鑛物の鑛床も、岩盤の裂罅に沿ふて存在するものが多いから、矢張是によりて鑛泉の分布を決定し得る場合がある、例せば大分縣馬上金山の鑛脈の走向は、別府温泉の分布と平行なものがあり、別府温泉場の西に在る木村金山では、坑内から數箇所温泉の湧き出た事がある、又地下割合に淺い處から湧き出る鑛泉は、地表に近い地下の水脈に影響せらるることが割合に多い譯であるから、此種の鑛泉の分布には、地下水脈の分布をも考察せねばならぬ。(石川)

問 地球の年齢に關する諸假説

答 地球の年齢を推定するといふ事は古くからも試みられたものらしいが、其方法が數量的になつて來たのは一八六二年のケルビン卿の發表を以て始めとする。現在の地表から凡そ二千米餘の深さまでの温度は實測されて居るが、特別の事情のある所を除けば温度が深さと共に増す割合は大抵一定して居るやうである。ケルビン卿は之を論據とした。先づ地球は初め全く熔けて液態であつたとする。此時代には地表で冷えて比重の増した部分は沈み、下の温度の高い部分が表面に上り、即ち地球の内部には對流が行はれて概略一様の温度となつて居た。此狀態で冷却して行く内に次第に粘性を増して遂に對流が止んだ時期に達したと考へる。此時も地球内部の温度は全體一樣であつたのであるが、此時から後は地表から熱を放散して、地下では熱の傳導が行はれるから、地表が最も早く冷えて地下深く進むに従ひ温度が高いまゝ残る。熱傳導の理論によつて計算すると、冷却が始まつて後なる時期に於ける地表よりの深さに伴ふ増温率 $\frac{d\theta}{dx}$ は始めの温度 θ と地殻の岩石の熱擴散率 k と其時期とによつて定まるものであつて此關係は次の式で表はされる。

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{\theta}{\sqrt{4kt}}$$

當時知られて居た材料を用ひ、て計算すると上式から t の値は一億年となる。其後幾分か改めて之を二千萬年乃至四千萬年とした。

此推定は熱學の理論と實測の材料とを用ひて計算したものと

であるが、其推論に含まれる二つの假定がある。第一は對流が止んで熱傳導のみで冷却が行なはれる様になつた時に、地球内部は温度が一樣であるとした。第二の點は地球の内部に新に熱が發生するといふ事を無視して居る。然るに近來の研究によると地殻の岩石にはラザウムを含んで居て絶えず熱を發生して居るものであつて、然も其量も相當に大きいから之を無視しては大きな誤りを生ずる。實際にケルビン卿の推定は短か過ぎるといふのが今日の定評である。

之と全く別の方法を用ひたのは一八九九年にジョーイ教授の發表した研究である。現今の海水は普通鹽分を百分の三・五程含んで居て、ナトリウムの量で云へば百分の一・〇八だけを含んで居るので、地球上の海水の全體の中にあるナトリウムの總量は 1.21×10^{18} グラムとなる。此のナトリウムが如何にして海水中に含まるゝに至つたかといふに、地球上に海の出來た始めには其水は淡水であつた。其後河水が陸地を浸蝕し鹽分を溶かして海中に運び、水分は蒸發して再び雨水となり陸地から鹽分を海に運び出す。斯の如く運び出された鹽分が次第に海水中に蓄へられて、遂に今日の程度にナトリウムを含むに至つた。さて現今地球上の河流に就て、其水が溶解して運び出す鹽分の量を測つて見るに、地球の總ての河流が一ヶ年に海に運ぶナトリウムの量は 1.6×10^{16} グラムである。此作用の速さは昔も今も變らなかつたと假定すると、海陸の別が出來てから今日までの年数は八千百萬年程となる。之には尙鹽分から岩鹽の出來る事、風の爲に海水と共に鹽分

も陸上に吹きあげられる事、海岸の浸蝕による影響等をも考へに入れて、地球の年齢は九千萬年位であると推定された。此の方法では海水は始めには淡水であつた事、河水の鹽分を運ぶ速さは昔も今も變らなかつた事を主な假定とし、海水中の鹽分の總量及び河水の運び出す鹽分の量に就て測定の結果を用ひて計算を行ったのである。」

水成岩の成立を據所として地球の年齢を推定する事も出来る。河水が海に運ぶ物質の内、浮いて運ばれたもの、及溶けて運ばれた物質の内、主として炭酸石灰分等は陸棚の上に沈澱する。此の如き物質の量を貫測すると地球全體では一ヶ年に 200×10^6 グラム程である。陸棚全體に之が分布されて沈澱し、比重二・六の水成岩を作ると、其厚さは百年の間に三・〇九糶づゝとなる。さて太古代以來の水成岩を總て積つて見ると、陸棚の上に十萬米餘の厚さに出來た事になる。之から計算すると地球の年齢は三億三千萬年といふ事になる。此考でも亦之に關係ある現象が昔から變らなかつた事を假定して居る。

最近になつて地球の年齢の推定に用ひられたのは放射能を有する元素の性質である。火成岩の中には放射能元素が在る。其元素變遷の結果としてヘリウム及び鉛が出来る。ウランニウム一グラムからは一年間ヘリウム 188×10^{-11} グラムと鉛 1.23×10^{-10} グラム出来る。トリウム一グラムは此點に於ては恰もウランニウムの〇・二六と同じ効果を生ずる。火成岩或は特殊の礦物を分析して見ると、其中にあるウランニウムの量と之に

伴ふヘリウム若くは鉛の量との比は其岩石礦物の地質代によつて畧一定して居る傾向がある。従つて此實際に岩石中にある之等の物質の量を前記の一年間に生成する量と比較すると、之によつて其蓄積に要した年数がわかる筈である。此方法で最も古い地質年代の火成岩の年齢をきめると十六億年位となる。此方法は單に地球の始まりから今日までの年齢をきめるだけでなく、各地質年代の岩石に就て其年齢をきめる事も出来る。例へば第三紀の終は今から凡そ百萬年前といふ如きである。

さて此方法の中には第一に放射能元素の變遷の速さが昔から變らなかつたと假定する。次に分析される岩石の中には元素變遷によつて出来る以外のヘリウム或は鉛を含まず、又新に出來たヘリウム或は鉛が他に逃れ去らなれなかつた事を假定する。最後に元素變遷の始祖たるウランニウム若くはトリウムの量が其年代の間に増減しなかつたと假定する。

以上の外尙又氷河の終端に出来る粘土層には一年毎に疎密の縞が出来る。之を數へて年數を知る事が出来る。スカンヂナビヤ半島を中心とした氷河が獨逸方面から退き始めてから今日までの年數を此縞で數へると、此氷河の退き始めたのは今から凡そ一萬七千年の昔である。

参考書

Holmes, A., The Age of the Earth.

松山基範 地球の話(萬有科學大系第四卷)