

- 十、遠藤隆次(三の三十七—三十八頁)
- 十一、尾崎金右衛門(昭和二年)滿洲奥陶紀頭足類の一新種に就いて(地質學雜誌第四百一號四十五頁)
- 十二、青地乙治(四の九頁)
- 十三、小林貞一(六の二—三頁)
- 十四、遠藤隆次(三の三十八頁)
- 十五、尾崎金右衛門(十一の四十五頁)
- 十六、青地乙治(四の九頁)
- 十七、青地乙治(四の十一頁)
- X. T. Chao. Bull. Geol. Soc. China, No. 8, 1926. p. 19. 青地乙治(大正十三年)大連圖幅地質説明書(三十八頁)
- 十八、松下進(昭和五年)關東州金州附近ノ地質ニ就キテ(旅順工科大学報告第一卷第一號二十九頁)
- 十九、W. H. Wong, 1926, Crustal Movement in Eastern China, Proceedings of the Third Pan-Pacific Science Congress, Tokyo, Vol. 1, pp. 470—475
- 二十、中村新太郎(昭和二年)朝鮮地質構造論序説(日本學術協會報告第三卷二百三十六頁)

本邦花崗岩のラヂウム含有量(豫報)

初 田 甚 一 郎

一、緒 言

岩石のラヂウム含有量は古くストラット、⁽¹⁾ジヨリー⁽²⁾其他に依つて測定され、最近ではエルスワ⁽³⁾ー

本邦花崗岩のラヂウム含有量

三

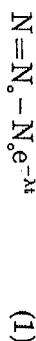
二一

ス、⁽⁴⁾ピゴット等の研究が有るが、未だ日本の岩石に就ては誰も手を着けて居ない様である。筆者は本邦岩石の放射能研究を企圖し、漸く數ヶ所の花崗岩其他に就き測定を行ふ事を得たから、茲に其概略を報告する次第である。

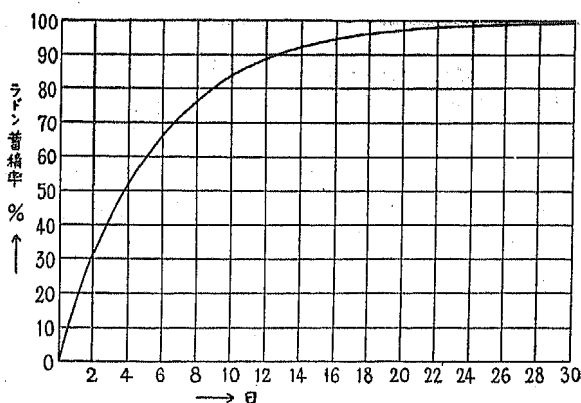
二、測定原理の概要

岩石に含まれてゐるラヂウムの量は通常質量にして一兆分の一程度である。此微量のラヂウムも其特性（壞變性と放射性）を利用すれば可なり精密に定量し得る。測定の方法はラヂウム竝に其壞變生成物から發する放射線を直接利用するものと、ラヂウムと放射能的平衡に在るラドンをラヂウムから分離して、ラドン竝に其壞變生成物の呈する放射能を測定する方法とである。筆者の行つたのは後者の中、ラドンを水溶液から驅逐して其電離作用を測定し、之より元のラヂウムの量を計算する方法である。

ラヂウムは溫度、壓力其他の外圍の條件如何に拘らず一定の速度を以て自ら崩壞してラドンを生成する。ラドンは更に更に崩壞してラヂウムAになる。今一定量のラヂウムが壞變する状態を考へると、ラヂウムから生成されるラドンが次第に蓄積して其量が多く成ると共に、其れが更に崩壞する量も増加し、遂に或時間の後には單位時間に生成されるラドンの原子數と崩壞する原子數とが等しくなり平衡状態に達する。此場合のラドンの原子數を N_0 、最初から t 時間後に存在する原子數を N で表せば次の式が成立する。



茲に λ はラドンの壊變恒數と稱するもので、 t を秒單位で表せば、 $\lambda = 2.097 \times 10^{-6}$ である。此場合最初存在したラヂウムの原子數は勿論崩壞に依て減少するのであるが、ラヂウムとラドンが平衡に達する如き短い時間に對しては實際上無視し得るのである。何とならば或一定量のラヂウムが崩壞して半減するに約一千六百年を要する故である。第一圖は



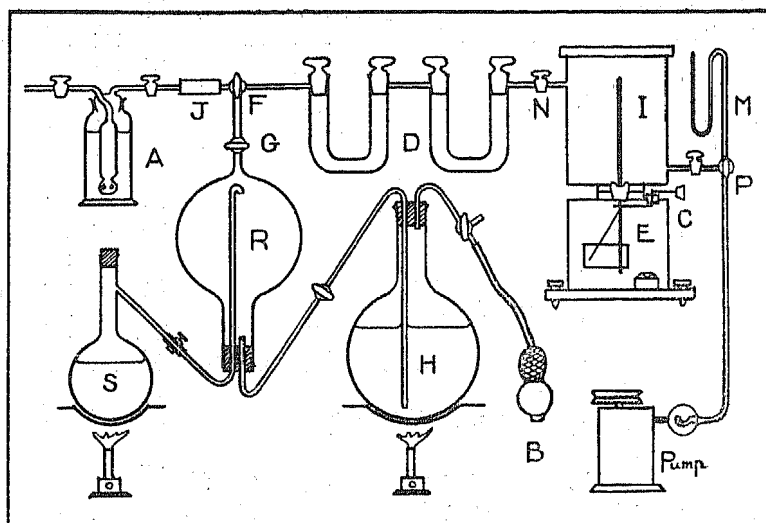
第一圖 ラドン生成曲線

(1)式より計算したるラドン蓄積の状態を示す曲線である。之に依て平衡以前の任意時刻に於けるラドン量を測定して、平衡量を算出し得る譯である。

測定に際しては溶液中より沸騰に依つて驅逐されたラドンは電離槽に入り、順次壞變してラヂウムA、ラヂウムB、ラヂウムC等を生ずる。之に伴ひラドン及此等の呈する全放射能は次第に増大して電離槽に收容後約三時間にして極大に達し、爾後約一時間の過渡的平衡を保つて其後は漸衰の傾向を示す。測定は通常この平衡時に行うた。

三、試料の準備

測定に供すべき岩石の約百瓦を鐵製及び瑪瑙製乳鉢を用ひ



第二圖 測定装置

て微細の粉末と爲し、此十瓦に對して無水炭酸ナトリウム三十二瓦の割合に混和したものを白金坩堝中にて熔融する。斯くして得た融塊は冷却後水にて充分崩壊せしめ鹽酸を加へて溶解し、蒸發乾固せしめて硅酸を不溶性と爲し、之を瀘過に依つて除去する。一箇の試料坩に十瓦の試料に相當する瀘液を收容し一應煮沸してラドンを全部追ひ出したる後密封して後の測定に備へる。除去せる硅酸をラヂウム鹽が汚染し居る懼あらば、之を弗化水素酸で處理して得たる残渣を酸に溶解して初めの瀘液に加へる。然し乍ら三回の實驗結果より推せば此必要は無い様である。右に概述した方法はストラット、ジョリー等の試料溶液調製法を筆者が多少改良したものである。

四、測定装置

測定装置の主要部は電離槽、檢電器、ラドン集

溜壩より成つて居る。第二圖は其等の排列を示すものである。

圖中Sは試料を容れたフラスコで、活栓を附したゴム管でラドン集溜壩Rに連結されて居る。Rは容量一、五立の倒立フラスコでGなる活栓を具へた管を有して居る。之は三路活栓Fに依り、一方は濃硫酸を容れた瓦斯洗滌壩Aを経て戸外の空氣に通じ、他方は鹽化カルシウムを充したU字管Dを経て電離槽Iに通じて居る。電離槽は金箔驗電器Eと直結され、中央電極は驗電器の帶電部と電氣的に連結されてゐる。Hは沸騰水を容れた大フラスコで三路活栓、手働輻B等の操作によりR中に熱水を充滿せしめ得る様にしてある。

五、測定操作

自然漏電度の測定 元來檢電器は電離槽内にラドンを收容せざる場合に於ても幾分かの所謂自然漏電を爲すものである。之は金箔片を含む帶電體を支持せる絶縁物の表層及び内部を微少な電流の通過する爲、又空氣中に自然に存在せるイオン、放射性物質或は宇宙線に基く電離作用等の外、使用を重ねた電離槽では槽壁に残存せる放射性沈澱物の影響等である。従つてラドンを槽内に收容して測定した箔片の降下速度から、自然漏電の影響を取去つたものが試料の呈する放射能に相當する譯である。自然漏電の測定は試料の放射能測定の前直前に其都度行つた。其れには新鮮なる空氣を乾燥器を通じて電離槽に充して測定した。通常約一時間餘で實際的に一定となる故に其時の値を採用した。

ラドンを電離槽に移す操作 先づラドン集溜壺RにH中の沸騰水を送り込み、Sを熱し沸騰せしめて溶液中よりラドンを追出し之を含める空氣及び水蒸氣を以てR中の熱水と置換する。茲に熱水を用ひたのはラドンの溶解度なるべく小にする爲である。次にR中に集溜された氣體を豫め排氣せる電離槽内へ乾燥器Dを通じて吸込ませる。之に隨ひR内の水面は漸次上昇して遂に球狀部を全く充すに到れば直ちにGを閉ぢ、以下前述の操作を反覆した。二回目以後はR内外の壓力差を利用して新鮮なる空氣を其中に導き、以て電離槽内へのラドン收容を有效ならしめた。通常四回此操作を反覆し最後に電離槽が一氣壓に達する迄空氣を通じてD内其他通路に残存せんとするラドンを全部收容した。

電離度の測定 電離槽に收容されたラドンは其壞變生成物と共に各々固有の放射線を發して槽内の空氣を衝突電離せしめる。槽内の中央電極は前以て高電壓に帶電せしめてあるので槽壁との間に形成されてゐる電場内をイオンは運動を起し、茲に中央電極と槽壁間に電離電流が流れる。従つて電極は漸次荷電を失ひ、此電壓降下は金箔片の開きの減少と成つて表はれる。故に其速度を以て放射能の強さを比較する尺度と爲し得るのである。實際には讀取顯微鏡の内部に裝置せる目盛を金箔片の先端に附した微細な指示纖維の像が通過する速度を測定する。

普通試料は調製後一ヶ月以上靜置してラドンとラヂウムが平衡した場合に測定したが、時には其以前に測定して(1)式より平衡時のラドン量を計算した。

驗電器の恒數決定 ラヂウム含有量の既知なる溶液から平衡に在るラドンを煮沸に依て驅逐し、

之を電離槽に收容して約三時間後に金箔片の降下速度を讀取る。之に依て單位降下速度が幾何量のラドン、從つてラヂウムに相當するかゞ知れる。使用した驗電器では毎分一目盛の降下速度はラヂウム 24.66×10^{-11} 瓦に相當する事が實測によつて判明した。

此恒數決定に使用したラヂウム標準溶液は、理化學研究所内飯盛研究室にて調製せられたるものを測定の場合上一壘約五百立方厘の溶液中にラヂウム 7.39×10^{-11} 瓦宛を含む如く、充分注意して稀釋せるものである。恒數決定の結果を表示すれば次の通である。

第一 表

標準溶液の番號	V	VI	VII
漏電度(測定値)	〇、三一七	〇、三二四	〇、三三二
自然漏電度	〇、〇二〇	〇、〇二三	〇、〇一〇
標準溶液に基く漏電度	〇、二九七	〇、三〇一	〇、三〇一

此結果は相當によく一致して居るから其平均値を取ると、漏電度毎分 〇、三〇〇目盛がラヂウム 7.39×10^{-11} 瓦に相當する事となる。而して之より前に擧げた驗電器恒數を得たのである。

化學藥品の放射能 岩石を熔融して完全に溶液と爲す迄に使用した炭酸曹達、鹽酸等も時とすると不純物の爲に微弱な放射能を呈する事がある。從つて岩石のみの放射能を求むる爲には之を顧慮する必要がある。然し乍ら實驗の結果此等の呈する放射能は實驗誤差の範圍内で無視し得る狀態で

ある事が判つた。

六、測定の結果

産地を異にする七箇の花崗岩、二箇の脈岩並に褐簾石のラヂウム含有量を測定した結果を第二表に掲げる。測定値として擧げた數値は同一の試料から調製した相異なる溶液に就て得たもので岩石百萬斤中の含有量を應單位で表はしたものである。此中煌斑岩の熔融には特に試料の五倍量の融劑を

岩 石	産 地	ラヂウム含有量	
		測定値	平均値
花 崗 岩	京都市白川	1.41 1.41 1.36 1.41 1.48	1.41
半花崗岩	京都市白川	1.53 1.53 1.53	1.53
煌 斑 岩	京都市白川	0.37 0.37	0.37
花 崗 岩	京都府船井郡八木	1.98 1.90 1.88	1.92
同 上	香川県小豆郡當濱	0.89 0.79	0.84
同 上	香川県木田郡庵治	0.72 0.79	0.76
同 上	鳥取縣東伯郡三朝	2.47 2.29	2.38
同 上	岐阜縣恵那郡苗木	2.27	2.27
同 上	岐阜縣土岐郡釜戸	1.65	1.65
(褐簾石)	京都市白川	48.6	48.6

使用した。又褐簾石の試料溶液は田久保助教の調製せられたものを使用したので此機會に厚く同氏に感謝する次第である。

七、二三の考察

以上の如き僅少なる材料を以て何等かの結論を下す事は正に暴虎馮河の譏を免れないが、唯二三氣付いた

點に就て言及したいと思ふ。

多色性量とラヂウム含有量 測定に供した岩石中、白川、八木、苗木、釜戸産の花崗岩を顯微鏡下に覗ふに黒雲母中に可なり多數の多色性量を認めた。之に反し庵治^{あぢ}、當濱^{あてはま}産の花崗岩には非常に

稀であつた。三朝



第三圖

京都府船井郡八木産花崗岩の黒雲母中に於ける多色性量、約百四十倍。

花崗岩中の黒雲母は全く新鮮を缺き、概ね綠泥石に變じ分解甚だしく假令多色性量が存在したとしても到底之を明に認め得



第四圖

京都市白川産花崗岩中の黒雲母に於ける多色性量、約百四十倍。

ない。而して測定の結果を見るとラヂウム含有量は當濱、庵治花崗岩に最も少く、白川等は其二倍に近く、三朝等は遙に多い。若し三朝の花崗岩も多色性量を有するも上記の理由で明かならざるものと考へると、少くとも試験に供した花崗岩に於ては、黒雲母中の多色性量の多少が其構成せる岩石のラヂウム含有量と密接なる關係を有する如く思はれる。觀察した多色性量の代表的な例を第三圖第四圖に掲げる。

半花崗岩と煌斑岩のラヂウム含有量

試材は京都市の東北部白川附近の黒雲母花崗岩域中より採

集した。此兩種の脈岩は *Erögger* 氏の所謂補岩の關係に在るが、其ラヂウム含有量は第二表より明かなる如く、假りに其單純平均値をとつて見ると其地の花崗岩のものよりも遙に少い。尤も詳しく言へば兩脈岩の進入量も考慮すべきであるが、之は試材が必ずしも成分的に嚴密な *Complementary* の關係に在つたとは限らず、又一面には白川花崗岩には褐簾石が相當に存在する等の事情と關聯して尙よく攻究すべき事項であると思はれる。唯茲に注意すべきは半花崗岩が煌斑岩の四倍に近い含有量を示してゐる事であつて、酸性の火成岩程ラヂウム含有量が大であると稱されてゐる事實と對照して甚だ興味ある結果である。

他著者の結果との比較 ⁽⁷⁾ ストラットが測定した廿八種の岩石中、花崗岩のみ十種を採り其ラヂウム含有量の平均を求むると岩石一瓦中 2.80×10^{-12} 瓦と成り、其中にはイングリランド、スコットランド、エジプト、ケープランド等各地のものを含み、最大 4.78×10^{-12} (ローヂシャ産) より最小 0.36×10^{-12} (ラム島産) に亘つて居る。又ホルムスが一般酸性岩のラヂウム含有量として記載する所に依れば次の如くである。

測定者

試料數

ラヂウム平均含有量

ホルムス其他

四一

 2.51×10^{-12}

ジョリー

八六

 3.01×10^{-12}

ジョリーの結果は常に他の人の測定より過大の値を示す傾向があるので、右の様に區別して表示してある。又 ⁽⁹⁾ジョリーが六十三種の花崗岩の等量混合物に就き測定した値は 2.7×10^{-12} であつ

た。⁽¹¹⁾ ビゴットが測定した北米東海岸地方の岩石十八種中花崗岩のみ十三種の平均を作ると 1.40×10^{-12} となる。此中彼が示してゐる如く特に放射能鑛物を伴ふ二者を除いて計算すれば、十一種の平均は 1.00×10^{-12} と成る。茲に少し注意を加へて置き度い事はビゴットが後に⁽¹²⁾ ハワイ諸島の熔岩と比較する場合に、十六種の花崗岩のラヂウム平均含有量として 0.9×10^{-12} なる値を擧げて居るが、之は前記の十八種中他とかけ離れて大なる放射能を示す所の花崗岩二を除いた残りで、此中には實際は斑糲岩二、雲母片岩二、片麻岩一が含まれて居るので、其事は彼の⁽¹²⁾ 原論文から明白である。従つて之を以て花崗岩に對する平均値とする事は正に誤りと言はねばならない。地球に於ける放射性元素の分布に關する種々の假説を吟味するに當つて⁽¹³⁾ ウキリスも亦右の事實を誤つて引用して居る。

翻つて第二表に列擧した本邦産岩石中、花崗岩七種のラヂウム含有量の平均は 1.60×10^{-12} とする結果に成る。而て最小値は庵治花崗岩の 0.76×10^{-12} で最大値は三朝産の 2.38×10^{-12} である。測定に供した岩石は前述の如く、其多くは多量の多色性量を有するものであり、又右の平均値の中には温泉の強力な放射能を以て著名なる三朝の花崗岩も含まれて居る。此等の事を考慮に入れ、ば、右の値が本邦各地の花崗岩ラヂウム含有量の總平均よりも著しく小なる事を豫想するのは無理の様に思はれる。従つて本邦の花崗岩全體としては、ビゴットの平均値に近く、其他の測定者の平均値よりも多少とも小なる平均含有量を有するのでは無からうかと推測される。勿論之は全くの推測に過ぎず、今後新しきデータの蓄積を待つて明かにさるべきものである。

終に臨み、本研究の端緒を興へられ、懇切なる御指導を賜りつゝある松山教授に厚く感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) Strutt, R. J., Proc. Roy. Soc. London, 77 A, 472, (1905); 78 A, 150, (1907).
- (2) Joly, J., Phil. Mag. (6) 16, 190, (1908); 17, 760, (1909).
- (3) Ellsworth, H. V., "Radium-bearing Pegmatite of Ontario," Geological Survey of Canada, Summary, Report, 1921; Part D. 51—70, (1922).
- (4) Riggot, C. S., Radium in Rocks, I. The radium content of some representative granites of the eastern seaboard of the United States. Am. Jour. Sci., (5), XVII, 13—34, (1929).
- (5) Strutt, R. J., (1) 参照。
- (6) Joly, J., Radioactivity and Geology, London, P 261, (1909). 及 (2) 参照。
- (7) Strutt の測定値を Eve が新しい係数を用ひて訂正した。Eve, A. S. and Mc Intosh, Phil. Mag. (6) 14, 231, (1907).
- (8) Holmes, A., The Terrestrial Distribution of Radium; Science Progress, 9, 15, (1914—15).
- (9) Joly, J., Phil. Mag., (6), 24, 694, (1912).
- (10) Pigot, C. S., Radium in Rocks; II. Granites of eastern North America from Georgia to Greenland; Am. Jour. Sci., (5), XXI, 28—36, (1931).
- (11) Pigot, C. S., Radium in Rocks; III. The radium content of Hawaiian lavas; Am. Jour. Sci., (5), XXII, 1—8, (1931).
- (12) Pigot, C. S., Radium in Rocks; II. 前出。
- (13) Willis, B., Radioactivity and Theorizing; Am. Jour. Sci., (5), XXIII, 195, (1932).