

温泉の放射性成分

特に温泉ガスの放射性成分について

(第八回日本温泉科学学会大会特別講演要旨 昭和30年7月24日)

鎌 田 政 明

(鹿児島大学文理学部助教)

温泉、鉱泉の放射性成分に関しては本邦に於ても既に多くの研究があり、Rn含有量が世界の最高水準を保持する増富鉱泉、池田鉱泉等が発見され、温泉としては三朝温泉の一泉源が世界最高のRn含有量を示すことが明かにされた。他の温泉に就いても、又Rn以外の放射性成分についても詳細な研究が続行されて居り、本邦は世界有数の温泉国であると同時に又世界有数の温泉研究の国であると言えよう。

従来此等放射性成分は主として“温泉水”について研究されて来たのであるが、“温泉”を正しく理解するためにはより広く温泉ガス、温泉沈澱物、母岩等まで含めて研究することが必要であり、放射性成分の問題に於ても然りである。殊に元来気体元素たるRn等を考える場合には温泉ガスについての研究が特に重要な意義を持つことになる。

既に岩崎岩次博士等によつてこの点の重要性が強調され、或る温泉では放射性成分Rnが温泉ガス中に著しく濃縮して居り、かゝる場合に温泉水のRnだけを見たのでは、“温泉”全体のRn含有量を低く見積り過ぎる事が指摘された。はじめてこの現象が見出されたのは阿蘇湯ノ谷温泉に於てであつて、本温泉は阿蘇火山の爆裂火口跡に存在する所の噴気孔活動を伴う温泉なのである。同博士等はこの温泉の研究にもとづいて、「火山地方の“温泉”に於ては温泉ガス、若しくはそれと密接に関連をもつ噴気孔ガス中にRnの相当量がまづ本質的に分布して居り、この種の温泉水に含まれる微量のRnは温泉ガスから供給される可能性があること」を示唆されたのである。

さて当地方即ち南九州地方の温泉をその放射性成分から見ると、この種のタイプの温泉が存在して居りしかもそのRn含量が1915年既に測定されて居たのであつて、その意義が明瞭にされて居なかつたとは言え本邦温泉研究史上興味ある一頁となつて居る。霧島火山西北端の栗野岳温泉がその温泉であり近藤平三郎博士によつて本温泉の温泉ガスが最高51.8マツヘ余のRnを含むことが知れて居たのである。ただこの温泉が通常の放射性能泉に比し甚だ高温（当時の測定値の最高96°C）でありしかも酸性であると言う事実、及び温泉ガスについての測定値であるのに温泉水についての測定値と誤解された事等の理由からしてこの測定値は永く疑問視され、且等閑視されて来た。

演者がかねてより本温泉が正しく前述したタイプの温泉であらうと予想して居たが、霧島火山の別の地域丸尾に、又揖宿火山の鰻温泉に、Rnの相当量を含む噴気孔ガス、温泉ガスを見出した後本温泉の研究に着手し、この予想を確かめたのである。

爾来、南九州の諸温泉を、全国の、特に火山地方に在つて噴気孔活動を伴つている温泉と比較して、研究した結果、この地方には温泉ガス中に異常に多量のRn、Tnを含む温泉が多いと言う結論に到達した。即ち南九州地方はこのタイプの温泉を研究するには甚だ好都合なフィールドなのであつてこの地方の温泉の研究から種々興味ある問題が提起されて居る。

まづこの地方にRn含量約800マツへの噴気孔ガス、温泉ガスが見出された。この含量値は演者等による全国の同種の即ち火山地方にあり噴気孔活動を伴う温泉の測定値に比しかなり大きいのであつて、これを超える値は未だ得られて居ない。霧島火山金湯の温泉ガス、Rn含量830マツヘ、 3020×10^{-10} キュリー/L、揖宿火山上湯郷噴気孔のRn含量762マツヘ、 2774×10^{-10} キュリー/L、その他数百マツへのものはめづらしくない。これらの含量は放射能泉として著名な諸温、鉱泉の温泉ガスの

それに比しても決して小さくならない。

さてこの現象は、かゝる温泉ガスと共存する、或は附近に湧出する温泉水中に Rn が相当量含まれて居るならば一応尤もな事であるが、かゝる試料と共存するもしくは近接する温泉水の Rn 含量は 1 マツヘ以下、多くても数マツヘを越えないのである。水蒸気分圧をも考慮して気～液両相への Rn の分配を考えて見ても、気相中にその温度に於ける Rn の分配係数から求めた理論値の数倍、多きは実に 29 倍もの Rn が含まれているのである。かような気相への過剰分配はいわゆる放射能泉に於ては殆んど認められない事実であつてこの種の“温泉”の特殊な性格の一つと見做される。しかも興味あることに一つの火山地方例えば霧島火山の全域についてしらべてみるとこの異常な分配状態が認められるのは、噴気孔活動と温泉活動とが密接に関連して居る言はば中心部のみであつて同火山周辺部の温泉ガスを伴う普通の温泉に於ては認められないのである。これは Deville の法則が成立する一例とも考えられ、前述した火山地方に於ける Rn の行動のあり方を示す重要な事実であらう。

次に Rn の同位元素 Tn の分布に関し多くの新しい知見が得られた。既に別府、九重山等の噴気孔ガス中に Tn が予想外の量 $Tn+ThA$ で約 1000 マツヘも含まれて居ることが報ぜられたが、南九州にも分布が予想外に広くその含量も $Tn+ThA$ で約 10000 マツヘ以上のもまで知れて来た。霧島火山白鳥温泉の温泉ガスの Tn 含量、 $Tn+ThA$ で 11300 マツヘ、恐らく世界最高の測定値であらう。ただ Tn はその短寿命（半減期 54.5 秒）から予想される通り、同じ温泉群、又は噴気孔群に於て孔別の含量差が著しいのであつて、全く検出出来ない場合もあり、又火山地方によつては全く認められない事もある。然しとも角上述した 1000~10000 マツヘと言う値は強放射能泉の温泉ガスの Tn 含有量に比し桁違ひに多く、Rn 含有量も小さくないのであるからこの種の“温泉”の放射能が決して小さなものではないことは明かであらう。殊に強放射能泉の湧出量は一般に小であるのに、此等の温泉ガスの噴出量は遙かに大きいのであつて、放射性能成分の絶対噴出量も巨大と言はなければならぬ。Tn については余りにも予想外の含量であるためその存在すら一応問題となるが、その壊変生成物 ThB がガス中より捕集検出されその量が吟味されて存在が確実に証明されて居る。なほ霧島火山地方に於て中心部と周辺部の温泉ガスの Tn 含有量を比較して見ると周辺部に於ては甚だ小であつて殆んど検出することが出来ない。

この様な現象の原因は何であらうか？ 幸い本邦に於ては強放射能泉の研究が進みその成因等について或程度の解決を見て居るからそれを参考として、考察をすすめて見る。

Rn、Tn は周知の如く同位元素である。その供給源、即ち Ra、Th X 等の存在位置は同じであるか、別々にあつたとしても短期間でそれぞれ一定と考えて見る。同位元素であるからその行動は殆んど同一と期待出来、差があつたとしても僅かの質量差、もしくは熱原子化学的な性質の差にもとづくものだけである。ただ両者の半減期が相当に異り Tn は Rn に比し約 6000 分の 1 の 1 分弱の半減期である。供給源に於て両者が火山ガス中に同様に供給され又は一定の供給が行われるとすれば、噴出までに要する時間の長短により、両者の存在比は大きく変り、しかも数分内外の時間差を示すことになるであらう。しかも今考えている試料中には両者がそれぞれ相当量存在する機会が多いのであるから両者を併せて殊にその存在比を見て行くことは火山ガスの放射性成分の問題、或は火山ガスの研究そのものに対しては有力な指標となるはずである。演者は Tn/Rn の比（便宜上噴出時に於ける両者の示す電離電流比で代用している）に注目し一つの噴気孔群に於けるその異同、一孔に於ける変動等を見ることにして居る。

さて先に岩崎博士等は噴気孔ガスの Rn 含有量と噴出量との関係を見て、両者は一般に逆の関係にありこれは強放射能泉に於ける傾向に一致するとして居る。演者は更にこの他 Tn/Rn と噴出量との関係を考え、噴出量が大きくなると Rn 含量は小になるであろうが、噴出量と噴出勢力は併行するものであるから Tn/Rn は大となるであろうと予想した。事実、一つの地域、例えば栗野丘温泉に於ては

この予想は確められたが、同じ火山に属しながら噴出勢力更に強大な別地域の試料では Tn/Rn が逆に小さく (Rn 含量はむしろ小さい) Tn は確認出来ないと言う、やゝ予想外の事実と直面した。当初は霧島火山のみの傾向かとも、又個々の試料の性格の差だけでも疑はれたが、全国各地の噴気孔について調査した結果一般的な傾向の様である。栗野岳温泉の様に火山の古い爆裂火口跡にあり、噴気孔活動と温泉活動が併行している場合と、非常に活性化試料例えば噴気孔でも噴火口の近くにあるものとは、噴気孔ガス中へ Rn 、 Tn を供給する供給源の実体及び存在位置が異なることも考えられるのである。

火山であればどの火山でも噴気孔ガス中に少くとも数マツへの Rn が見出される。この事実は Rn の供給源が火山活動に例外なく附随しているもの、例えば比較的地表近くに存在する岩漿溜、火山熱により熱せられた岩石等であるとの想定を可能にする。もとより気体元素の放散に好適な条件一例例えば多数の裂隙の存在と言う如き地質的環境に於てである。

併し前述した様な数百マツへの Rn を含む試料の存在、 Tn/Rn が小さいと予想されるものに大きいものがあること、噴出量と Rn 含量との関係、又演者等が見た或る噴気孔に於ける Tn/Rn の値の変動が割に小さい例の存在等は Rn 、 Tn の供給源が噴出地点に近く、しかも集中して存在すると考える必要を示すものである。前に述べた供給源はいはば岩漿起源であつたが、之は温泉沈澱物説に似た Ra 、 ThX 等の濃縮母体起源説と言えよう。ただかゝる濃縮母体は未だ仮説の域を脱し得ないのであつて、噴気孔ガス、或は之に関連した温泉ガスが著量の Rn を含む場合でも、附近の昇華物、温泉沈澱物、母岩、母岩変質物等に Ra が著しく濃縮している例は未だ見出されていない。強放射能泉に於ては多くの場合 Ra 等を多量に含む温泉沈澱物が実際に見出されて居り、温泉水中の Rn 起源を温泉沈澱物に帰する考え方に確かな根拠を与えているのである。従つて濃縮母体説にも問題は多々残されて居ると言えるが、しかし以上の現象そのものが確かに異常であり、重要であることには変りがない。

最近種々の立場から地殻上層部に於ける放射性元素の分布についての関心が高まつて居り、この線に沿うた本現象の研究の進展が期待される。

前記した様に興味あるフィールドたる南九州に於てこの講演を行う機会を与えられたので、多くの先進及び演者の研究の一端を御紹介して、一般温泉研究者各位が本現象に一層の関心を寄せられんことを切望する次第である。

業 大 回 大 會

泉 山 山 山 山 山 山 山 山 山 山
 山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

山 山 山 山 山 山 山 山 山 山
 山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

山 山 山 山 山 山 山 山 山 山
 山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

山 山 山 山 山 山 山 山 山 山

(山 山 山 山)