

温泉分類に関する一試案

木村健二郎・島 誠

(東京大学理学部)

(科学研究所)

(28. 11. 12受理)

1) 緒言

温泉の分類については、古來多くの試みがなされている。温泉を地質学的に研究し、その湧出機構および含有化学成分と地質構造との関係を明らかにし、さらに温泉の成因などを考えて、これらを明瞭に示す分類法を得ることは望ましいが、温泉を岩漿水性のものと、地下循環水性のものとに大別することすら、現実には困難である今日、このようなことを一應抜いて、單に地質学的見地から、温泉の分類を試みてみた。

2) 温泉の分類

温泉の分類は E. Hintz および L. Grünhut (1907) 以來、種々の提案があるが、多くはその化学成分を分類の基準としている。地質構造との関係をつけた分類法には、Kirk Bryan¹⁾のものがある。この分類法は筆者等のものと似ているが、あまりにも細分化し過ぎて、実際の温泉を分類する時に混乱を來すおそれがある。これとは別に、小林儀一郎博士²⁾は熱源を主とし、これに地質時代を加味して、分類されており、また露木利貞氏³⁾も Bryan と似た分類法をとられている。

筆者は温泉の湧出機構を主とし、附随する種々の因子をも合せ考えて、つぎの3種を分類の基本とした。実際には、一つの温泉地区にも、この分類による異種の温泉が混在している場合がある。これら同一地区の温泉についてもこの分類法は適用される。

- 1) 活火山性温泉
- 2) 割れ目性温泉
- 3) 地表性温泉

以下各分類単位の一つ一つを説明する。

活火山性温泉 活火山性の噴氣孔、硫氣孔などに関連深き温泉で、新しい火山の多い本邦ではかなり重要なものである。すなわち地表水または地下水が噴氣によつて加熱され、溶在成分を増加して、温泉となるもので、栃木縣塩原温泉中の湯では人工的にこの現象を見られる。他にも同縣那須温泉、福島縣横内温泉にても、これに属するものが見られる。中の湯の場合を示すと第1表に示すごとく谷川の水の成分が噴氣孔を通過することによつて、温

	通過前	通過後
温 度	13.4°C	73.0°C
PH	6.7	2.9
蒸発残物	70mg/l	776mg/l
Cl	4.4 //	5.6 //
SO ₄	25.6 //	393.4 //
NH ₄	0.02 //	6.6 //
Fe	0.3 //	3.7 //
HBO ₂	5.4	5.4 //

東大・化学教室 池田長生氏分析

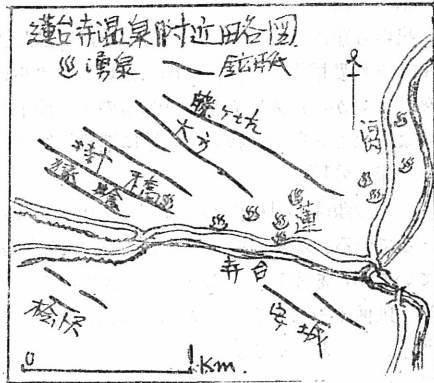
度は60°Cも上昇し、PHも著しく酸性となり、蒸発残物も硫酸根も激増する。

活火山、休火山附近に存在する温泉ではこの分類に属するものが多いと考えられるが、このような機構が地下深所または見えない所で行われている場合には、地表においてこれを(2)あるいは(3)の分類と区別することは非常に困難である。しかし眞の地下機構が判明していず、利用可能な範囲で考察を行うことを前提としているので、地上の観察によつて、(2)あるいは(3)の分類に属するものと認めるときは、これを(2)又は(3)の分類に入れる。(1)の分類に確実に属する前述の諸実例の場合などは(2)(3)の分類に入れることが困難なので、1つの分類単位とした。

割れ目性温泉 湧出する温泉が岩石の割れ目または節理、断層に沿っているものを称する。地質学的に考えると(1)の分類に属する活火山性温泉も廣い意味では、地質構造線に沿つた火山の附近にあるので割れ目性温泉の一種であるが、本分類法には、地質構造線を極く限定した地区について考えるので火山脈構造線の如きは除外した。群馬縣万座、伊香保、草津、山梨縣増富、神奈川縣湯河原、兵庫縣有馬の各温泉の大部分とか、栃木縣塩原、静岡縣蓮台寺、長野縣白骨の各温泉などがこれに属するものと考えられる。地質調査などで構造線が比較的推定され難いときは決定が困難であるが、この場合も放射能の調査⁴⁾、地温の調査⁵⁾、または土壌流水などのCl、SO₄の含量などの調査⁶⁾などによつて、ある程度推定することができる。しかし地表において、岩石の節理または割れ目の方向性あるいは貫入している火成岩の岩脈などの方向性を大略調査し、または温泉水、噴氣で変質を受けている岩石の詳細な調査などを行い、ある程度決定し得る場合も多い。(3)とは岩質の難透性なること、静止水頭のほぼ

一樣なること、湧泉相互の影響の著しいことなどにより区別し得る。静岡縣の蓮台寺温泉⁹⁾について一例を述べる。この温泉附近に存在する鉾山の鉾脈は N50~40°W の方向性を有する。この鉾脈は変朽安山岩を貫いている。温泉湧出口についてもこの方向性は見られ、温泉は鉾脈の鉾先の所に湧出して来る。また坑内で湧泉に掘り当てると、地表の温泉の一部が非常に影響をうける。なお、隣接地区に湧出している河内温泉は地下3~4mの所に水位があるが大略南北の線と N40°W の線に支配されて分布しており、湧泉間相互の関係は密である。ただしこの両温泉においても一部表土の厚いところは(3)の分類に属するものもある。

地表性温泉※ 構造的には地下の一点または数点から湧出して来た温泉が、たとえば沖積紀の砂礫層のようなまだ膠結していない孔隙に富んだ層中に存在しているものである。この種の温泉では(1)(2)の分類の温泉と異り、地下水と同じような分布を示す。また湧出量は地下からの眞の湧出水と、地表循環水の混和したものとなる。この温泉の特徴の一つは冷地下水との境界が見られることがある。すなわち温泉水圧と地下水水圧との相互関係が平衡を保っているから両圧力の強大なところでは、境界面が明瞭に見られ、いずれか一方が弱まると両者が混入して境界面は不明瞭になつてくる場合が多い。混合の割合は各々の含有化学成分または比重などを測定することにより、概算できる。またこの事実と土壌水、井戸水などの化学分析⁸⁾、温度測定などを細かに行うことにより源泉の所在の探査が可能である。この種温泉層は2層又は数層あり、これは砂岩、頁岩の互層の間とか扇状地などで2層又は数層の透水層があるためである。もちろん温泉水は地下深所に由来している場合が多いが、湯層は前述の如く、2層又は数層に分散して見出される。この分類の代表的なものは大分縣別府、鹿児島縣指宿、静岡縣熱海温泉の海岸帯とか、北海道屈斜路湖畔温泉とかに見られる。熱海、別府の場合には海水の影響⁹⁾を受け、潮の干満などに非常に関係がある。この影響度は現在の海岸線からの距離よりむしろ岩質などの構造に関係がある。なお山梨縣甲府温泉⁹⁾については氣象研究所秋山梯四郎氏らの詳細な研究が行われた。その結果を見ると、この温泉は(3)に分類できる好例である。同氏はこの地域の多くの井戸水中の水温、含有成分の変化を見て、温泉と地下水の混合して行く過程を明らかにした。同様の例が長野縣下諏訪温泉¹⁰⁾にても吉村信吉、三沢勝衛両氏により見出されている。この場合は湧出温度の分布図を見ると、低温の地下水の混合によることが明らかであり、地下水の混入による地表性温泉の特徴を多く有しているものの一つである。



3) 結 語

実用的見地から温泉を以上の3種に分類できるが、含有化学成分については(1)(2)に属する温泉は比較的地质構造との関係が薄く、1例として群馬縣万座温泉¹¹⁾の場合をあげると、同一岩種(安山岩)の割れ目が三本平行して存在し、これに各々湧き口を有しているが割れ目ごとに含有化学成分が異り、特に硫化水素は100mg/l以上のもの、50mg/l程度のもの、10mg/l程度のものと三種に分類できる。割れ目が異なると硫化水素の含有量が著しく異なっている。同一地质状況で距離もあまり離れていない地域でも、このように変差があり、含有成分と地质構造との関係は見出し難い。また登別温泉の場合のごとく極く限られた区域内に各種の温泉の湧出の見られるような場合などは一つ一つの湧き口の分類をなす必要がある。このような不便さを有し、かつまだ完全なものではないが、実用的に大略このように分類することは適当と考える。今後温泉の化学成分と、附近の地质構造、地质時代の関係を見出す方向に研究を進め、ついには温泉の成因、すなわち岩漿水によるものか、または地下深所における二次的な因子による成因であるかなどの研究を行いたいと考えている。

温泉脈と鉾床との間に非常に密接な関係が存在する例¹²⁾(静岡縣土肥、北海道八雲)も見出されており、これは(2)の分類に属するものである。これを逆に利用して、温泉の所在または鉾床の所在探査などに應用することも可能である。

要するに本分類法は一つの試案の区域を出ないが、化学成分によらざる分類法として、非常に便利であり、また温泉の所在探査などに應用ができるものである。

※これは水理学でいう伏流に類似のものであるが、伏流との差異は温度、含有成分などで見出せる。

- | | 文 | 献 |
|---------------|---|--|
| 1) Kirk Bryan | : | Jour. Geol. 27,361, (1919) |
| 2) 小 林 | : | 地質学雑誌 26,466, (1914) |
| 3) 露 木 | : | 鹿兒島大学理科報告 1,31, (1952) |
| 4) 島 | : | 日本化学会年会講演 1952. |
| 5) 島, 山縣, 鳥居 | : | 未 発 表 |
| 6) 木 村, 島 | : | 日本化学会地球化学討論会講演 1952. |
| 7) 木 村, 島 | : | 未 発 表 |
| 8) 黒 田 | : | Bull. Chem. Soc. Japan. 15,156, (1940) |
| 9) 秋 山, 山 本 | : | 日本化学会地球化学討論会講演 1951. |
| 10) 吉 村, 三 沢 | : | 地理学評論 7,239 (1931) |
| 11) 山 縣 | : | 日本化学会年会講演 1951. |
| 12) 木 村, 島 | : | 科研報告投稿中 |
- ~~~~~