

日本温泉科学会第25回大会講演要旨

日時 昭和47年7月24~27日

開催地 山梨県東八代郡石和石和温泉

座 談 会

1. 未開発温泉地域について

山梨大学 浜野一彦

温泉湧出の条件は地熱、断裂、水源である。

しかしこれらの条件がそろっておりながら高温の温泉が発見されていない地域がある。

一方これらの条件が明確でないのに温泉の湧出をみる地域がある。

山梨県の温泉湧出地で地熱、断裂、水源のそろっているのは甲府盆地地域である。しかしここでみられる火山作用は鮮新世—洪積世のもので、今から700万年から200万年以前のものであるから温泉熱源の火山作用は今もなお継続して地下に存すると考えられる。

富士山に鮮新世—洪積世—現世と継続して地表で火山作用が見られる地域である。しかし温泉は今までのところ発見されていない。その理由としては富士山に新しい噴出物が覆われているために地熱を地表にみちびく断裂がみつけにくいことと、その噴出物が多孔質で、地表水の浸透性がよく、冷却または拡散のために地熱が地表まで到達しないと考えられる。一方この区域にみられる $N10^{\circ}W$ $N70^{\circ}E$ の断裂系に富士山噴出の通路で、地熱をみちびく通路となっているはずである。

糸魚川・静岡構造線と藤の木・愛川構造線はともに山梨県にみられる大構造線で、前者は早川に、後者は桂川に平行している。前者には高温な温泉の湧出があるのに後者には未だ発見されていない。両者の走向は異なっているが、その他の地質条件はほとんど同じである。

花崗岩中のもも湧出温度に差があるが、湧出する断裂の規模に支配されている。規模はその方向と位置に関係する。

2. 温 泉 の 化 学

東邦大学 野口喜三雄

温泉は概して火山地に多いことは知られている。温泉の成因については地下深所に横たわる岩漿の揮発性成分が上昇し、これに途中で地下水が混合して湧出したとする考えと地下水が地中深く滲透して地熱で温められ再び湧出したとする考えが古くから有名である。何れにしても温泉は通常の地下水とは稍違う組成を示すのでこのことが温泉を入浴などに利用した場合通常の地下水を川水を温めたものとは異なる治療効果を示す一原因とせられている。一般に一つの温泉地に幾つかの源泉が存在する場合それらは一つの熱水か地下水で薄められる度合が異なるに過ぎないことが少なくない。然し、し細に見ると地下で熱水が分れその一つ一つが通過した通路は必ずしも同一ではないから泉質が違うものが生じて不思議ではない。特に温泉水に炭酸ガスや硫化水素などのガス成分が含まれている場合はこれらのガスの溶解度や周囲の岩石との反応が温度や空気との接触によってかなり異なるから違った泉質のものが生じ易い。温泉水が地表面に湧出すると圧力の低下により溶存ガス成分が逃失する。増富温泉の場合には地表面で水中の炭酸ガスが空気中へ逃失するため気中に溶けていた重炭酸カルシウムが分解して炭酸カルシウムが白い結晶となって

析出する。又一方水中に重碳酸鉄がとけている場合は炭酸ガスの逃失か空気による酸化作用で褐色の水酸化第二鉄が沈積する。増富温泉では水中に存在する放射性的のラドンも常温でガス体であるから温泉水が空気中に出ると迅速に逃失する。かく考察すると温泉水を入浴などに利用する場合はなるべくガスを逃さないようにすること、空気で酸化されないようにすることが望ましい。それには引湯途中滝を作らないこと、パイプで引湯する場合温度が下らないようにするほか、湯でパイプが常に充満している方が望ましい。又温泉水には非常に多数の成分が含まれていることを忘れることが出来ない。

3. 温泉の医学

埼玉医大 大 島 良 雄

一部の例をあげても山梨県の温泉には“きず”の湯としての下部、胃腸の湯としての下部、西山、神経痛リウマチの湯として、積翠寺、増富などが昔から知られており、石和にはリハビリテーション施設が次々と建てられて温泉を利用しているが、温泉医学的にその効果や作用機序が明らかにされているものは案外に少ない。日本では泉質分類に従って分析表に適応症や禁忌症がつけられているが、温泉療法を正しく行うには温泉医学的な裏付けと、温泉の専門医による療養指導とが望まれる。

医師の数が日本よりもむしろ少ないイタリーでさえ、2000人の温泉専門医がいて、社会保障（保険）によっても、温泉の予防医学的、治療学的ならびにリハビリテーション医学的な応用が行なわれている。

葉害や大気・水の汚染が看過できない時代となるにつれ、汚されない自然を利用する治療法への関心が世界的に再びたかまってきた。健康保養地としての温泉環境の管理保存の重要性とその適正な利用の意義の再認識とを強調する次第である。

4. 温泉の管理について

中央温研 益 子 安

われわれが利用している温泉は、地下の温泉水体から採取されるものであって、その温泉水体へは、より深部より温泉水が供給される。供給量と採取量とのバランスがとれていれば、温泉水体は安定しているが、採取量が供給量を越えれば、温泉水体は縮小して温泉の低下、成分の変化、湧出量の減少といったみかけの源泉枯渇が生じてくる。このように考えると、開発は採取量を増加して供給量に近づけることであり、保護は採取量が供給量を越えないようにすることである。

温泉水体の形や大きさは、地質構造や周辺の他の水系、深部からの温泉水の供給量などによって規制される。したがって、温泉水体は他の水系（冷地下水）の状況によってその状態が異ってくる。たとえば、冷地下水の水位に応じて温泉水位が上下し、採取の難易が異なってくる。

1つの温泉水体から温泉水を採取して利用している人々は、自分達の温泉水体が本来どのようなものであり、現在どのような方向に変わりつつあるかを把握していなければならない。温泉水体を十分に保護しつつ、いかに無駄なく、利用するに必要なそして十分な温泉水を採取するかの方策が樹てられる。

源泉を適正に配置し、各源泉の採取量と採取方法を定め、しかもいろいろな故障などの不測の事態に備えて融通ができるようにするには、利用面をも含めて、1つの温泉水体全体をカバーするような管理が行われるべきである。

5. 温泉権と温泉地の整備

弁護士 大崎 康

温泉権は貴重な財産である。そこでこれを保護しなければならない。温泉法の掘さく許可制度は、乱掘防止のために立法されたものであるから、間接的に私人の財産を保護するに役立つ。そこで一步すすめて掘さくを禁止すべきであるという議論になる。そのような必要があるところではもちろん掘さくを許可すべきでない。

しかし、温泉は、保護するにたる価値を有し、その保護は、公益を増進することにつながるから、法律で保護するのである。採取量を適正にし、過剰の温泉を捨てるというようなことがないようにしなければならない。そこで温泉を合理的に使用する機構が必要になる。いわゆる集中管理である。集中管理は、私権を前提として、温泉利用の合理化をはかり、温泉のもっている公共的性格を明確にすることができる。

温泉法第 14 条に温泉の公共的利用増進のために温泉利用施設の整備及び環境の改善に必要な地域を国が指定する制度がある。この規定により全国にわたって温泉地が指定されているが、いろいろの事情のため所期の目的を達していない。しかし、環境問題が緊急に解決を要すべきものとされている折から、この条文は、もう一度見直されて然るべきではないか。自然保護と開発の調和という角度からもう一度あるべき温泉地の実現をはかってみる必要がないか。そのばあい問題となるのが私権たる温泉権の性格であり、集中管理における法律関係をどのように構成するかということである。私権としての温泉権を確立するには、どうしても温泉権を登録する制度を全国的に統一実施するのがなによりである。集中管理の法律関係は、管理主体によって異なるけれども、標準的ないくつかの型を試作してみる必要があろう。これらを明確にして全国的な基準をもつことが、また温泉地の整備改善の前提条件である。

浜野一彦山梨大学教授、野口喜三雄東邦大学教授、大島良雄埼玉医科大学教授、益子安中央温泉研究所長、大崎康弁護士の各講師の講演の後、多数の活発なしかも熱心な質疑応答が行なわれ、盛会のうちに座談会を終了することができ、一般聴講者にも大変有益な座談会であった。講師の皆様方をはじめ関係者の方々に深く感謝の意を表する次第であります。——第 25 回日本温泉科学会大会準備事務局記す。——

一 般 講 演

1. 温泉水のケイ酸含量に影響を与える因子について

名工大 神 谷 宏
中部工大 下 方 敏 蔵

温泉水には必ずケイ酸が含まれている。物理化学的には温泉水のケイ酸含量を支配するもっとも重要な因子は温度である。またその含量が与えられた温度におけるケイ酸の溶解度によって決められる場合もあるろうし、溶解速度による場合もあるであろう。このほか温泉水の pH や共存塩なども上に関係があると考えられる。本実験においてはケイ酸の溶解速度に対して、温泉水に溶存することの多い Cl^- と SO_4^{2-} の影響についてしらべた。

HCl と H_2SO_4 、 NaCl と Na_2SO_4 によって pH 0 から中性にわたる種類の塩濃度の溶液を調製した。これらの溶液を 30, 60, 90°C の各一定温度に保ち、石英粉末を投入し、一定速度で 30 時間かきまぜた。この実験においては容器、冷却器などすべてポリエチレン製のものを用いた。上記溶液から数時間毎に一部をとり、ミリポア濾紙を用いて濾液中のケイ酸含量を求め、その溶解速度を測定した。

この結果ケイ酸の溶解速度は 60, 90°C においては、pH に関して pH 2~3 を最低とする U 字型となる。また塩を加えると pH 1 以下では影響がないのに対し、pH 2 から中性にわたって溶解速度が大となる。この効果は温度の高いほどまた塩濃度が大いほど（本実験においては最高 0.5M まで）著しく、さらに同濃度で比較すれば、 NaCl より Na_2SO_4 の方がこの促進作用の強いことがわかった。

以上の結果は高温の場合 Cl^- や SO_4^{2-} などの配位子がケイ素と作用することによって、その溶解速度を大きくしていると考えられることができる。

2. 石灰華中の微量成分

都立大・理 荒 木 匡

温泉の沈殿物の中で、石灰華は特に普遍的なものとして知られている。その成分は大部分が炭酸カルシウムで、その他の成分の濃度は一般に低い。石灰華に含まれる微量成分の研究は今迄に数多く行なわれているが、本報は主として、Na, K の行動について研究した。試料は伊豆南部の温泉一熱川、峰、谷津温泉などで生じたものを使用した。これらの石灰華は、高温の温泉水から生成したので、アラレ石が大部分であるが、方解石も少数存在している。Na, K 含量はそれぞれ 0.019~0.13% 及び 0.0016~0.0056% であった。一方温泉水の Na, K 濃度はそれぞれ 365~780 mg/l、及び 26~48 mg/l であり沈殿物中に入り込む量はごく僅かであった。そして石灰華中の Na, K の濃度は、沈殿を生じた温泉水中のそれらの元素の濃度にほぼ比例していた。

3. 温泉水中のルビジウムについて

京大地球物理研 山下 幸三郎

温泉水中の Rb は K と行動を共にしているが、全般的にみるとその溶存量や、K との溶存比には可成の差がある。九重火山地域にある各種の温泉及び九州電力株式会社の地熱発電井の掘さくによって得られた地下岩石について分析した結果溶存量や、K との溶存比は熱水の性質によって可成の差があり、Cl が主要なアニオンで中性又はアルカリ性の温泉では両者間に一次関係が成立する。硫酸酸性の温泉では K の量が多く Rb/K は小さくなる。HCO₃ を主要アニオンとする温泉では溶存量は著しく少なく、Rb/K は

前2種の温泉に比較して更に小さい。地下岩石の含有量や、K との含有比は岩石中を流れる熱水が酸性条件であるか又は中性或はアルカリ性の条件であるかによって差異がある。この結果はこれらの元素は壁岩からの溶出であり、溶存量や Rb/K は溶出に関与するアニオンの種類や、流動の過程における温度 pH 圧力など物理化学的な環境による熱水と壁岩との間において溶出や、熱水中からの離脱などの関係によって規制されるように思う。

4. 温泉水中の Cd 含量について

山梨大学 杉原 健・川合 照美

山梨県内の温泉としては、増富温泉、西山、奈良田、石和、下部の各温泉、忍野八海の湧水ならびに富士五湖の一つ西湖の湖水について、山梨県以外の温泉としては、秋田県玉川、富山県立山地嶽谷、兵庫県有馬、島根県湯抱の各温泉と岐阜県湯の島ラジウム、島根県池田、柿木の各鉱泉ならびに静岡県蒲原海岸の海水等について、 Cd^{2+} 含量を報告する。

山梨県増富温泉の 19 源泉において Cd^{2+} 含量を測定したところ、倭成寮の湯において最高値を示し、 $0.04\sim 0.06\text{ mg/l}$ で、平均値は $0.045\pm 0.005\text{ mg/l}$ であった。これについて吐月庵ならびにその附近の源泉に $0.024\sim 0.040\text{ mg/l}$ を示した。不老閣に $0.028\sim 0.038\text{ mg/l}$ 、津金楼に $0.012\sim 0.030\text{ mg/l}$ 、不老閣岩風呂に $0.030\sim 0.033\text{ mg/l}$ 、金泉湯に $0.012\sim 0.030\text{ mg/l}$ 、大六天に $0.012\sim 0.028\text{ mg/l}$ 、岩風呂南に $0.005\sim 0.015\text{ mg/l}$ 、大六天下に $0.005\sim 0.014\text{ mg/l}$ 、丹生沢に 0.012 mg/l 、日暮淵に 0.01 mg/l 、湯橋下に 0.005 mg/l の Cd^{2+} 認められた。

西山温泉には、 $0.001\sim 0.006\text{ mg/l}$ の Cd^{+2} が 5 源泉検出された。

奈良田温泉白根荘の湯には、 0.003 mg/l の Cd^{2+} が測定された。

石和温泉さいきの湯は、そのままでは Cd^{2+} の検出ができなかった。

下部温泉の 4 源泉には、 $0.0015\sim 0.007\text{ mg/l}$ の Cd^{2+} が測定された。

忍野八海では、 $0.000\sim 0.002\text{ mg/l}$ 、西湖の湖水は 0.000 mg/l でそのままでは検出できなかった。

群馬県草津温泉は $0.005\sim 0.034\text{ mg/l}$ 、富山県立山地嶽谷に $0.010\sim 0.031\text{ mg/l}$ 、島根県柿木鉱泉に 0.012 mg/l 、湯抱に $0.033\sim 0.036\text{ mg/l}$ 、池田鉱泉に $0.029\sim 0.032\text{ mg/l}$ 、岐阜県湯の島に $0.000\sim 0.003\text{ mg/l}$ 、秋田県玉川に $0.09\sim 0.096\text{ mg/l}$ 、兵庫県有馬に $0.22\sim 0.30\text{ mg/l}$ で平均 0.24 mg/l の Cd^{2+} が測定され最高値をました。泉温と Cd^{2+} 、 Cl^{-} 濃度と Cd^{2+} との間にはいずれも正の相関関係が認められたが、pH と Cd^{2+} との間には、明瞭な関係が認められなかった。

5. 山梨県下部温泉の化学的研究

山梨大学 杉原 健・川合 照美

下部温泉の pH は 8.0 以下であるにもかかわらず、フェノールフタレンを赤色に着色するもので、フェノールフタレンを活性にする何物かが存在するものと思われる。源泉館の 4 つの源泉を採水し、分析した結果は次表の通りで、 Ba^{2+} が特に多く、最高は神泉の $197\pm 9\text{ mg/l}$ Ba^{2+} で、 Na^{+} 、 Ca^{2+} より遙かに多く、バリウム泉とも名付けられる。また陽イオンと陰イオンとの釣合がとれないことも指摘する。 SO_4^{2-} — HCO_3^{-} 、 Cl^{-} — HCO_3^{-} 、 Na^{+} — HCO_3^{-} との間には、それぞれ負の相関関係が認められた。 Na^{+} — Cl^{-} 、 Ca^{2+} — Li^{+} 、 Na^{+} — Ba^{2+} 、 Ba^{2+} — Cl^{-} 、 Ca^{2+} — Cl^{-} 、 SO_4^{2-} — Cl^{-} 、 Na^{+} — Ca^{2+} 、 F^{-} — SO_4^{2-} 、 Cl^{-} — F^{-} 、の間には、それぞれ正の相関関係が見出された。 Ba^{2+} はどこから供給されるか明らかでないが、 HCO_3^{-} の多い地下水でうすめられることによって上記の関係が生ずるものと思われる。

下部温泉、源泉館の湯の分析結果

	神 泉 (S)	別 館 (流) (A)	別 館 (湧) (B)	本 館 (C)
採水年月日	1972. 4. 6	1972. 5. 12	1972. 5. 12	1972. 5. 12
泉 温 °C	33.0	20	—	22
pH	7.4 (8.0)	6.50 (7.33)	6.58 (7.36)	6.52 (7.42)
Na ⁺ mg/l	80.2	54.4	75.8	55.0
K ⁺ mg/l	0.49	1.29	0.58	2.25
Ca ²⁺ mg/l	56.0	33.0	41.8	33.8
Mg ²⁺ mg/l	0.24	0.73	0.21	1.25
Fe ²⁺ mg/l	0.11	0.040	0.020	0.000
Mn ²⁺ mg/l	0.015	0.012	—	—
Al ³⁺ mg/l	0.10	0.10	0.21	0.40
Li ⁺ mg/l	0.025	0.0135	0.0165	0.010
Zn ²⁺ mg/l	0.033	0.089	0.024	0.019
Cu ²⁺ mg/l	0.013	0.006	0.012	0.016
Pb ²⁺ mg/l	0.045	0.045	0.062	0.034
Cd ²⁺ mg/l	0.0075	0.003	0.003	0.0015
Cr ^{3+, 6+} mg/l	0.005	0.004	0.007	0.009
NH ₄ ⁺ mg/l	0.01	0.02	0.03	0.03
Sr ²⁺ mg/l	0.018	0.018	0.036	0.026
Ba ²⁺ mg/l	197±9	162±3	196±4	176±5
Cl ⁻ mg/l	88.6	62.4	81.6	66.8
SO ₄ ²⁻ mg/l	165.4	122.4	148.0	95.8
HCO ₃ ⁻ mg/l	25.0	36.6	29.9	42.7
NO ₃ ⁻ mg/l	2.95	3.00	1.15	0.55
NO ₂ ⁻ mg/l	0.008	0.018	0.046	0.008
HPO ₄ ²⁻ mg/l	0.084	0.28	0.036	0.21
H ₂ PO ₄ ⁻ mg/l	0.017	0.05	0.030	0.04
F ⁻ mg/l	0.63	0.57	0.67	0.55
H ₂ SiO ₃ mg/l	36.7	29.3	30.8	29.6
HBO ₂ mg/l	10.85	9.50	12.28	12.12
HAsO ₂ mg/l	0.010	0.010	0.006	0.000
H ₂ S mg/l	5.0	0.0	0.0	0.0
Rn 10 ⁻¹⁰ Ci/l	0.3	0.41	—	0.57

6. 山梨県櫛形山附近の鉱泉の化学成分

東邦大学 野口喜三雄・相川 嘉正・今橋 正征

山梨県櫛形山地方には温度の低い鉱泉が多数存在することが古くから知られている。これらの鉱泉の化学成分についてはこれまで詳細には調査されていないようである。著者らは、1972年3月26日、27日現地に出張し芦安、赤石、十谷、中島鉱泉など12種について調査したのでその結果をここに報告する。水泉は22.0°Cを示し概して低温であった。pHについては、最低が5.8で最高は芦安鉱泉の8.3であ

った。蒸発残渣については十谷鉱泉は 1125 mg/l、中富鉱泉は 728 mg/l でこれらは他の何れより含量は大きい。Cl については十谷鉱泉 575 mg/l、中富鉱泉 376 mg/l が大きい値を示した。SO₄ については概して少なく芦安鉱泉 B の 54 mg/l が比較的大きく他は何れも小さい。HBO₂ については、何れも含量少なく中富鉱泉の 8.4 mg/l が最高値であった。Fe については赤石鉱泉の 2.75 mg/l が最高であった。又 Li は極めて少く最高値は中富鉱泉の 0.02 mg/l であった。尚 Na については十谷鉱泉の 128 mg/l、Ca 249 mg/l を示し明かに他の湧水とは異なる。又中富鉱泉は Na の最高値 248 mg/l を示した点で注目される。K、Mg、NH₄ に関しては差は認め難い。以上を要約すると今回調査した櫛形山附近の鉱泉については、①十谷鉱泉と中富鉱泉とは蒸発残渣及び Cl、Na、Ca などに富む点で他の試料とは明に異なることが判明した。②十谷鉱泉、中富鉱泉を除いた試料については Cl と HBO₂ の間に正の相関が認められた。③十谷鉱泉を除いた試料についてはアルカリ度と Ca+Mg の間に正の相関が認められ Ca と Mg は主として重炭酸塩として含有されている。④十谷鉱泉に含まれる Ca は重炭酸塩の外に塩化物として含有される部分が多いと考えられる。

7. 山梨県石和春日居温泉の湧出状況の変遷

中央温研 佐藤 幸二

昭和 45 年以降の泉温、湧出量の計測結果加えて、石和、春日居温泉の湧出状況の変遷を述べる。源泉は笛吹川の左岸に増えつつあり、温泉伏在の範囲が拡がりつつある。しかし、左岸では一般に深い、泉温は低下しつつあり、平均泉温は昭和 40 年頃の 50°C から現在は 40°C 前後となっている。温泉水はすべて自噴で得られているが、源泉数は増加したにもかかわらず、総湧出量は昭和 42 年項より 20 t/m 程度と、やや横這いの状態に近い。したがって総湧出熱量は低減しつつある。

このような状態を、白浜、伊東温泉などの場合と比較する。

8. 下部温泉および西山温泉について

中央温研 田中 昭・甘露寺泰雄・佐藤 幸二・益子 安

最近演者等が調査した資料にもとづいて、地質構造、湧出状況、泉質および経年変化等について報告する。

下部温泉は甲府の南方約 35 km にあり古くから湯治場として名高い。地質構造は下部温泉の西にフォッサマグナの一部である静岡一糸魚川線が南北に走っており、泉質は単純温泉である。

西山温泉は身延より富士川の支流早川に沿って北方へ約 35 km の所にあり、さらに北約 2 km に奈良田温泉がある。地質構造として著しいものは、ほぼ早川沿に走る断層があり、これはフォッサマグナの一部である静岡一糸魚川線に属する。泉質は 41~44°C の芒硝泉であり奈良田温泉は食塩泉である。

9. 群馬県四方温泉の地球化学的研究

東邦大・名工大・都立大 野口喜三雄・相川 嘉正・今橋 正征

国友 香子・米田 礼子・神谷 宏・荒木 匡

群馬県四方温泉の主成分並に微量成分を調査し次の結果を得た。

(1) 水温 51~81.0°C, pH 6.2~8.6, 蒸発残渣 1167~2404 mg/l, Na 109~548 mg/l, K 5.6~97 mg/l, Li 0.03~1.4 mg/l, Ca 116~213 mg/l, Mg 1.2~7.3 mg/l, Fe 0.02~0.32 mg/l, Al 0 mg/l, アルカリ度 0.27~1.29 meq/l, NH₄ 0.00~0.16 mg/l, Mn 0.043~1.01 mg/l, Cl 39~960 mg/l, SO₄ 200~652

mg/l, SiO₂ 38~117 mg/l, HBO₂ 1.7~66 mg/l, CO₂ 0~47 mg/l, H₂S 0 mg/l, PO₄ 0.08~2.31 mg/l, Mo 0.0002~0.0046 mg/l, V<0.0002~0.0010 mg/l, Th 1.1×10⁻⁶~8.0×10⁻⁵ mg/l.

(2) 田村旅館岩根の湯は 81.0°C を示し、この地域の熱水の代表と見做すことができる。日向見温泉御夢想の湯はこの熱水から水蒸気などの揮発物質が気化して上昇し、これに硫酸塩に富む地下水が混合して湧出したものであろう。

10. 宮城県鳴子温泉鬼首地域の化学的考察

東北学院大・工 渡 辺 淳 夫

鳴子温泉の鬼首地域の主なる 19 源泉について、昭和 46 年 7 月 24 日より 28 日迄の 6 日間サンプリングを行い、主成分と共に若干の微量成分について分析を行った。

イ オ ン	含 有 量	イ オ ン	含 有 量
泉 温 °C	94 ~ 99	Zn mg/l	0 ~ 0.08
pH	7.21~ 8.86	Cl mg/l	69 ~253
蒸 発 残	560 ~845	SO ₄ mg/l	1.2 ~ 74.7
K mg/l	8.8 ~ 29.2	HCO ₃ mg/l	40.2 ~ 68.1
Na mg/l	57 ~165	H ₂ SiO ₃ mg/l	112 ~230
Ca mg/l	6.2 ~ 23.4	HBO ₂ mg/l	5.4 ~ 39.8
Mg mg/l	0.2 ~ 1.47	CO ₂ mg/l	trace~ 18.2
Fe mg/l	0 ~ 0.39	H ₂ S mg/l	0 ~ 0.08
Cu mg/l	0.01~ 0.11		

昭和 30 年宮衛研佐藤氏らによって示された結果のうち、同一源泉と目されるものについて比較検討した結果、主成分である Na 濃度は 40%, Cl 濃度は 30%, SO₄ 濃度は 30% とそれぞれ減少しているのが目立った。

Cl, SO₄, HCO₃ の 3 成分を三角座標に表わしてみると Cl 型の温泉が大部分である。蒸発残留物と Na, Cl, HBO₂; 泉温と Cl, Na と Cl, HBO₂; Cl と HBO₂ との相関関係はいずれも正の関係を示し、Cl と K の場合も正の相関にあった。Cu と Zn の関係においては、泉温, Cl, SO₄, HBO₂ との間に Cu は比較的 正の 関係の如く見受けられたが、Zn においては明瞭に判断がつきにくかった。Cu と Zn は必ずしも同一行動をとるものでないことを意味しているものであろう。主成分の関係からは、鬼首温泉の湧出機構としては Cl 型の水の一水系から成り立っていると考えられ、鳴子湯元、東鳴子地域に見られるように 2 水系およびその派生的水系の副数的水系は考えられない。また高温の割合には単純泉の比較的希薄な温泉群を形成しており、浅所を流動している地表水が直接混入することなく、比較的深い地点から溶存成分の少い温泉源流水が湧出してくるものと解されてよいであろう。

11. 温泉の熱源の岩石学的考察

北大理 石 川 俊 夫

湯原浩三 (1970) は温泉の世界分布図をつくり、温泉は多く火山帯に存在するか、同時にまた新しい火山とは関係のない、褶曲、地溝、断層の著しい造山帯や構造帯に分布する温泉の少ないことを指摘した。世界初めてのこの温水分布図は温泉学界、火山学界への著しい貢献であり、何れかの機関によって有効な縮尺で印刷公表されることが望ましい。

筆者は1970年の大会において温泉の熱源として酸性火成岩の関係しているものが多いことを述べた。温泉は第四紀の新しい火山地域に多いことは若い熱源に由来するものとして当然であるが、玄武岩の火山に温泉を伴うことは少く、流紋岩、石英安山岩、安山岩の火山に温泉の多いことも明らかな傾向である。第三紀地域の温泉には流紋岩、石英斑岩のような酸性侵入岩に関係しているものが比較的多く、また第三紀および先第三紀侵入の花崗岩が温泉湧出の母岩となっているものが少なくない。このことは酸性火成岩の温泉生成への寄与することを示している。

1969年の本大会においては温泉の成因と造山帯が論議された。しかし温泉熱と造山運動との直接関係は考え難い。湯原は世界の温泉について、火山帯にないものでは、花崗岩流紋岩に関係している温泉の多数あることを述べている。造山運動に伴って褶曲軸に沿って花崗岩質岩の侵入している例は多く、造山帯の温泉はそのような花崗岩の潜在に由来するものと解したい。

温泉生成には地下洩部に長く熱を保有していることが必要であり、そのためには玄武岩よりも粘性の強い火成岩が地下に根を抜けている方が有利である。同時に酸性のものほど揮発性成分の濃集が温泉生成に都合がよい。また花崗岩には先第三紀の古いものが多いが、それに関係ある温泉の熱源としては花崗岩の放射性元素含有量と発熱量の岩石中で最も大であることも考慮に入れる必要があるであろう。

12. 土肥町町営温泉給湯システム改良後に於ける坑内水位と他の源泉の影響について

中央温研 細谷昇
土肥町 温泉課 小沢 詔

土肥町温泉給湯設備の不備により受湯者への給湯に不満があったのを、システムの改良によりこれを解消した後、従来より問題であった坑内水の排除の電力費を削減するため、排水量を減らす手段を取ったのであるが、この手段によって起こった源泉(5#)の影響について報告する。

- i) 坑内水位とは同様に変動する傾向がある。
- ii) 坑内水位の上昇に伴ない、坑内より湧出する温泉の泉温は低下するが、坑内以外の源泉の泉温は上昇のみであり、湧出量は増大する。

以上の点を基に熱量配分の点よりみた場合の坑内水位の経済性を述べる。

13. 水位、化学成分および有効利用熱量の解析による適正総採取量の推定法

中央温研 甘露寺泰雄・細谷昇・益子 安

ここ数年来各温泉地で温泉水の過剰汲み上げによる水位、泉温、湧出量および化学成分の変動が大きな問題となっている。温泉地全体としての適正採取量を求めることは、泉源保護の面で最も基本的かつ重要な問題である。演者らは、水位、化学成分ならびに有効利用熱量を解析することによって適正採取量の推定を試みた。両対数グラフに総採取量とそれに対応する(1)平均水位(2)主要化学成分(Cl⁻)の平均値(3)総有効利用熱量 Σ (泉温-43) × 湧出量をプロットする。各プロットを結び、その変曲点を求めて適正採取量を推定する。

修善寺温泉について解析した結果、適正採取量は1200 l/m 前後と推定された。その他の温泉についての、解析例を報告する。

14. 医学からみた日本の温泉と西欧の温泉

東北大・医・温研 杉山 尚

本学会のように温泉に関する各領域を包含する学会では、温泉という共通の土俵で、各科学分野の専門

家が、何が知り度いか、何が問題かを相互に理解し合えることが必要である。このような立場から、本報告では医学から見た日本の温泉と西欧の温泉の相違について、他温泉分科の方々の理解に供したい。

I. 温泉そのものの差異

日本の温泉は西欧のそれにくらべて、1) 高温であること、2) 一般に比較的稀薄で、1~2 g/dl のものが最も多いこと、3) 遊離鉍酸（硫酸ないし塩酸酸性）を含有する酸性泉があること、4) 西欧の硫黄泉は H_2S , SH' の含有が多く、日本の H_2S を含む酸性硫黄泉とは異なること、5) ホウ酸、ヨード含有泉がかなりあること、などの差異がある。

II. 温泉療法の差異

また湯治方法の上でも、1) 浴療法が主役をなすこと。2) 43~45°C 間歇入浴、1日 3~5 回という高温頻回浴であること、3) これに反し飲泉療法はほとんど行われず、4) 吹入、含嗽、洗浄、圧注、蒸気浴、鉍泥浴などの特殊療法もほとんど行われていないこと、などの差異がある。

III. 温泉の人体への作用機転の差異

このような、温泉と湯治方法の差異からみて、湯治の人体への作用機転についても、当然大きい相違があることがわかる。即ち、日本の湯治では、1) 温熱作用。2) 水圧や浮力などの機械的作用、さらに 3) 含有成分の薬効学的作用よりも、高温、頻回浴、しかも刺激のつよい酸性泉への高温頻回浴では、これら 1)、2)、3) が総合して人体に非特異的刺激として作用し、人体が、この刺激に反応して機能度調を示す、いわゆる“湯あたり”が、人体への作用機転として大きい要因であり、湯治効果発現の大きい因子であることが証明される。西欧の 1日 1回浴、飲泉を主とする治療で、含有成分の作用が大きい効果発現因子であるのとは大きい相違である。

IV. 温泉の社会的利用 (Badewirtschaft) に対する考え方の差異

さらに、温泉の社会的利用に対する考え方が彼我の間に大きい差異がある。つまり、日本では温泉開発すなわち観光開発であり、西欧の温泉地はすなわち静養地、保養地 health resort であるという考え方は大きい相違がある。日本の温泉は多くの場合私有物であり、西欧の公共用という考え方ではない。その結果、日本では温泉科学 (Badewissenschaft) と温泉利用 (Badewirtschaft) との連繫はほとんどなく、温泉協会と温泉科学会との関係もないといってよい。

このように、日本と西欧の温泉を医学的にみると、彼我の間に大きい相違のあることに驚く。全国に 18000 以上の源泉を保有し、1700 以上の温泉地に恵まれているわが国で、温泉の枯渇という言葉が聞かれるのは不可解というほかはない。むしろ問題は温泉の利用が科学的であり、適正であるかどうかにある。温泉地すなわち観光地一辺倒から、少なくとも一部を静養地保養地として科学的に利用すべきことを、温泉科学者の共通の課題としてとり上げるべきことを強調したい。

15. 職業性局所振動障害（いわゆる白ろう病）の温泉治療に関する実験的研究

北大医・温研 斎藤幾久次郎

機械的局所振動によって起る職業性レイノー症候群の治療は従来内科的には交感神経遮断剤の服用、外科的には交感神経の切除、星状神経節のブロックが行なわれて来たが、著効はなかった。それで白ろう病の治療には局所治療と同時に全身の療法が必要であると考えられ、温泉療法と物理療法の併用療法が試みられた。われわれは白ろう病患者 10 名を対象として、1年目に 31 日間、2年目に 2週間この療法を試みた効果を検定するため、温泉治療法開始前と終了後及び 1年後の治療開始前と終了後に検査を行なった。

一般臨床検査に於ては著しい変化はなかった。特殊検査成績に於ては (i) 握力は 10 例全般に改善が認められ、2 例のみ片手の握力の悪化がみられた。(ii) 指尖冷水浸漬試験 1. 皮膚温、試験前直では 10 例中 3 例悪化、冷法浸漬中では 1 例のみ不変で、他はいづれも改善が認められた。浸漬解除後に於ても総体的

に改善が認められた。2. 爪圧迫テスト冷水浸漬試験前値、解除直後、5分後に於て殆んど例に於て改善が認められた。(iii) 知覚検査、大多数に於て治療終了時に改善を示した。(iv) 寒冷凝集素は9例中6例に於て高い値を示したが、治療終了時にはこの6例中4例が正常となった。

1年後の検査成績は問診によると白ろう様変化の発作回数は9名中7名が治療後1年間に減少したと云い、又患者の印象は全例効果ありと認めた。血清寒冷凝集素は1年後に於ては9例中2例のみ異常高値であった。

2ヶ年にわたる検査成績を総合的に考察すると、第1年次の温泉療法終了時とその1年後の成績を比較検討した場合、筋粗大力、知覚機能、末梢循環試験に於ては悪化したもの多く、その他の検査は殆んど不変であった。然しいずれの検査成績も第1年度と第2年度の治療開始前の成績を比較すると第2年度の方が改善されていることが多いことが認められた。

16. その後の別府原爆センター

原爆被爆者別府温泉療養研 八 田 秋

昭和35年2月、いわゆる別府原爆センターの設立後、10年間に迎えた原爆被爆者は16,500名、延べ124,600名に及んだ。10年を機に鉄筋コンクリート4階建に改築し、昨年4月に月落成した。

温泉の効果がみとめられるにしたがい、温療に対する要望が高まり、最初の温泉津温泉古湯をはじめ、被爆者を対象とした小浜温泉保養所、有福温泉療養研究所、湯田福祉会館などが設けられ、年々多数の被爆者を迎えている。

改築後の別府原爆センターは、収容定員72名、延坪1,306m²で、診療施設としては、男女別浴室(各高中微温浴槽)、500mrの出力をもつレ線透視台、マイクロ波、低周波治療器などを備え、一般臨床検査と心電計、眼底鏡検査、簡単な分析のための炎色分析器や分光光度計などがある。

最近俄かに注目される気候因子をふくむ環境に関しては、後に山や林を負い、前に別府湾を一望する、まれな療養環境である。

事業再開後1年間の利用者は、3,709名、延べ20,427名、平均1日56.84名、利用率はほぼ80%であった。

利用者は60才以上が過半数、男女比は2:3、1週間以上の滞在者が約1/3であった。温比前後の検査で、従来通りバラつき頻度の減少と正常化傾向をみとめ、特に診察を希望した50名では、高血圧がもっとも多く、消化器疾患、偏々、肝炎などがこれにつぎ、症状軽快は76%である。興味あることは一般に被爆者は冷房を好まない傾きがあることである。

本センターは病院とホテルとの中間的なサナトリウムの性格を有し、温療上必要なものであるが、国民皆保険制度の中での位置づけがむづかしく、公共的な援助が望まれる。

17. 皮膚温度に及ぼす温泉の影響

国立白浜温泉病院 有地 滋・岡田 雄作

各種温泉で健康人、白浜温泉で関節リウマチ患者及び脳血栓症片マヒ患者の入浴による人体各部位の皮膚温度の経時的変化を測定した。

入浴温度、時間は41°C、5分間とし入浴前後5分、15分、30分目にエラブ社製、熱電対式温度計(TE3型)で測定した。

水道水(41°C、5分間)入浴、入浴と同脉搏数になる運動を負荷したものをコントロールとした。

測定部位は中心部(乳房下部)と末端部(足背部)である。

1. 健康人の皮膚温度の経時変化は、水道水は入浴前より後が低くなり湯冷めの現象がみられる。温泉

の種類により相違があるがいずれも湯冷の現象はみられず、 $32\sim 34^{\circ}\text{C}$ の範囲に至り、中心部の温度は著明な変動はないが、末端部は上昇し中心部に近づき左右の差も無くなり正常化作用がみられる。

2. 関節リウマチ患者は入浴により重症程中必部と末端部の接近はみられない。結合織の炎症度に関係すると思われる。

3. 脳血栓症片マヒ患者は中心部と末端部、左右の温度差は重症程著明である。入浴によりこの差は無くなり正常化作用を呈するが重症程この作用が弱い。

18. 入浴の各種臓器温度に及ぼす影響

国立白浜温泉病院 有地 滋・岡田 雄作

温泉浴の臓器温度変化は温泉効果研究上重要なことである。

私は温泉浴の内臓々器正常化作用は皮下結合織の電解質の変動、ヘパリン、ヒアルロン酸、DNA、ATP の変化を起させそのことによっても起ることを究明したが、このことは結合織、内臓々器の温度と関連性があると考え入浴によるその温度変化、脂肪酸の消長を検じた。

(1) 家免は真皮 (a)、結合織 (b)、節膜 (c)、節肉 (d) の順に温度は高い。健康家免室温 38.5°C 、20 分放置 (A) 後、その後 5 分、(以下同様)、水道水 (38.5°C 以下同) (B)、白浜温泉 (重曹食塩泉) (C)、竜神温泉 (重曹泉) (D) 入浴 (20 分) で a, b, c, d の温度変動は相違する。(D) と肝障害家免竜神同投入浴 (E) とでも a—d の温度変化は大きな違いが起る。A—D とも筋肉では温度変化は僅かである。真皮、筋膜特に結合織の変動が大で、竜神 (D) が著明である。B と C, A と D は傾向が似ておる。

(2) D の肝温度上昇率大である。E の肝温度は下降線を辿る。肝温度は B と C, A と D は相似したものである。(1) (2) より間葉系に影響大であると考えた。

(3) ラットの結合織で非入浴群はシス—12:13—エポキシオレイン酸、シス—12:13—ジエポキシスアリノ酸は大量認められるが入浴群 (水道水 38°C , 30 分) では僅微であった。

(4) 同じことはエストロン、エストラジオールでも認められた。

(5) ラット肝では非入浴群 (A'), と入浴群 (水道水 38.5°C , 15', 30') (B') のみでスレオ—12:13—クロロヒドロキシオレイン酸が認められ、白浜 (C'), 竜神 (D') 温泉 (38.5°C , 15', 30') 入浴では証明されなかった。

(6) 同血液ではシス—12:13—エポキシオレイン酸, 12—ヒドロオレイン酸は B', C' 30 分, D' 15 分, 30 分で認められたが A', B' 15 分, C' 15 分では認められなかった。

(7) シス—12:13—エポキシオレイン酸は入浴群の結合織では減少する。肝では殆んど認められないか僅少証明される。血液では多量に認められることがある。入浴により結合織, 肝, 血液の脂質代謝に相関した変動が起ることを知った。

19. 温泉水とカテコールアミン

岡山大・温研・医 森永 寛・御船 政明

Bychowskaja は微量の Rn 家免耳の血管拡張作用をのべ [H. Hogt: *Lerb. d. Bäder—u. Klimaheik I*, 579; (1940)], 小野田は「がま」後肢血管灌流試験で、新鮮三朝温泉水による灌流量の増加を報告した [岡大温研報 8, (1952)]. また三朝と同程度の Zn を含有する Badgastein 泉水が試験管内でエピネフリンを不活性化すると Weise は報告している [Strahlentherapie, 98, 464 (1955)].

近年ガスクロマトグラフ装置並びに充填剤の改良に伴い高沸点微量成分の分析が可能となったので、演者等はエピネフリン (以下 EPN と略す) 温泉水とを反応させた後、トリフロロアセチル化合物に導き、ガスクロマトグラフィーにより上記の実験を追試し次の成績を得た。

1. 温泉水と EPN との反応に要する時間は1時間で充分であることが判明した。
2. 老化した温泉水による EPN の分解作用は新鮮温泉にくらべ減弱していることがわかった。
3. シューカーで振盪しガス成分を追い出した温泉水による EPN の分解作用は新鮮な温泉水にくらべ、減弱が認められた。
4. 実験試料として再蒸留水、湧水、水道水、放射能泉水などを比べると、新鮮な放射能温泉水による EPN の分解作用が認められるが、他方水道水にも同様の影響がうかがわれた。
5. EPN は鉄、銅、亜鉛その他の金属によって酸化が促進されることが知られている [日本薬局方第 6 版 88 頁, (1953)]. 従って放射能泉水による EPN 分解作用は温泉含有のラドン、その他のガス成分とともに溶存無機物質の影響をも考慮すべきであると考えられる。

20. フターリン反応における異常値についての研究と考察

第一薬品産業 K K 松岡敬一郎

フターリン反応による微量元素の示す触媒能に関する研究で、 10^{-6} ppm とか、はなはだしい場合には 10^{-10} ppm というような、異常に低い O 値または P 値を示すものがあるとの報告があるが、これらの異常値を示す原因を明らかにするための実験を行なった。まずはじめに、異常値を示すものが、すべて弱酸の塩なので、試料が加水分解して示す pH と、フェノールフタレインの発色との相関関係について検討した。すなわちフェノールフタレインの発色度は pH によって左右されるので、試料溶液の pH の差がフェノールフタレインの発色に及ぼす影響について検査したところ、フターリン反応に用いる試料は、いずれも極く希薄な溶液であるため、試料溶液の pH に多少の差はあっても、フターリン反応における試薬を全部加えたのちの溶液の pH にはほとんど差がなく、その結果試料溶液の pH の差がフターリン反応の異常値を生む原因とはならないと結論した。つぎに異常値を示す試料の大部分は難溶性物質であるので、難溶性物質であるということと、フターリン反応における異常値の相関について検討する実験をおこなった。すなわち、異常値を示す試料の微粉はフターリン反応活性であることが明らかとなり、これら試料溶液を遠心分離によって不溶物を除去したものの濃度を定量した溶液についてフターリン反応における P 値または O 値を測定したところ、異常値は示さないことが明らかとなった。したがってフターリン反応における異常値は難溶性物質の微量沈殿が惹起したものと思われる。

21. 飲用泉中の有害性金属について

大分県衛研 溝口 昇・二宮 俊隆

近時 As, Cd 有機水銀等の有害性金属による公害事件が各地で問題になっているが、温泉水においても昭和 45 年 5 月、秋田県内の温泉で As による中毒事件が報道された。

大分県は全国でも有数の温泉県であり、また一般に飲用による治療等の行なわれている温鉱泉も少なくないので、その実態をはあくするため、昭和 45 年 10~12 月、主として飲用に供されている温鉱泉について、その飲用状況の調査および Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd, As についてその含量を測定した。その結果は別表のとおりである。

As については湯の平および別府市の一部で水質基準をこえており飲用量に対する注意が必要である。Cd はいづれも痕跡以下で問題はないが Mn では 10 ppm をこすものがあった。この分析結果により飲用療法を指導する際の一助となれば幸である。

別表 1

地 区	源 泉	pH	泉温	Fe mg/l	Mn mg/l	Zn μg/l	Cu μg/l	Pb* μg/l	Cd μg/l	As μg/l	折 質		検 採 体	
											固型物 総量 (mg/kg)	泉		
湯の平	大砂銀町の湯	湯	7.30	0.250	0.200	17.0	29.0	—	—	277.6	1515	弱食	温36号	45.11.5
		湯	6.64	0.833	0.371	11.5	9.5	—	—	136.0	1140	"	温37号	"
		湯	7.78	0.383	0.286	7.0	14.5	—	—	122.1	1465	"	温38号	"
		湯	8.32	1.167	0.094	157.5	69.5	±	—	36.8	1650	含重曹弱食塩泉	衛827号	"
塚原	1232の南	湯	1.60	57.14	2.273	172.0	24.9	—	—	±	6778	含緑ばん酸性明ばん泉	温63号	45.12.17
		湯	1.73	166.7	1.057	161.5	84.0	—	—	—	17495	含緑ばん酸性明ばん泉	温65号	"
		湯	1.42	173.3	6.818	36.0	60.0	—	—	7.2	18350	含緑ばん酸性明ばん泉	衛200号	"
塚野	1232の北	湯	1.17	300以上	10.91	63.0	103.5	—	—	8.9	10355	含ホウ酸炭酸重曹食塩泉	温85号	45.11.5
		湯	6.30	3.615	0.257	16.0	9.5	—	—	—	6741	含炭酸重曹弱食塩泉	衛790号	"
白水	黒岳の湯	湯	6.70	2.182	0.171	—	5.0	—	—	6.1	—	含重曹重炭酸土類泉	衛831号	45.11.17
		湯	5.03	0.083	0.143	11.5	106.5	—	±	—	—	含重曹炭酸土類泉	衛197号	"
		湯	5.03	0.083	0.143	13.5	53.5	—	—	—	—	含重曹炭酸土類泉	衛260号	"
		湯	5.36	0.100	0.171	19.5	30.5	—	—	—	—	含重曹炭酸土類泉	衛538号	"
(アソノ)	アソノの湯	湯	6.47	0.500	0.012	96.5	5.0	—	—	—	1142	含重曹重炭酸土類泉	衛831号	"
		湯	6.45	4.308	0.771	—	32.5	±	—	±	4017	含重曹炭酸土類泉	衛197号	46.11.25
		湯	6.45	5.192	1.086	—	72.5	120	—	—	3087	含重曹炭酸土類泉	衛260号	"
		湯	6.50	4.461	0.943	22.5	124.5	120	—	—	5.0	旧3214号	衛538号	"
長湯	天愛の湯	湯	6.32	4.461	1.314	12.5	124.5	120	—	±	3849	含炭酸土類泉	温76号	"
		湯	6.58	6.154	1.371	11.5	34.0	100	—	—	3544	含重曹炭酸土類泉	衛423号	"
		湯	6.63	4.231	0.771	4.5	58.0	50	—	—	4703	含重曹炭酸土類泉	衛618号	"
		湯	5.80	12.83	1.028	51.5	—	—	—	—	(4963)	(炭酸含有弱食塩泉)		45.12.18
六ヶ迫	元葉の湯	湯	6.25	9.980	1.457	64.0	56.5	—	±	—	6610	含重曹炭酸弱食塩泉		"
		湯	6.00	18.67	1.486	57.0	97.0	—	±	—	—			"
三光村	中畑の湯	湯	6.80	2.000	0.235	116.5	85.5	—	—	—	1564	含重曹炭酸土類泉	衛830号	45.11.12
		湯	6.96	3.692	0.942	219.0	155.0	±	—	29.2	922.9	単純温泉	衛821号	"
		湯	7.42	2.182	2.636	26.0	101.5	±	—	27.8	4692	含塩化土類弱食塩泉	衛824号	45.10.29
		湯	7.40	1.000	0.565	60.0	164.5	—	—	186.0	1637	含食塩重曹泉	衛820号	"
別府	信や三	湯	2.50	3.846	0.235	—	—	—	—	—	629.8	単純酸性土類泉	衛822号	45.10.30
		湯	6.40	0.833	0.071	3.5	—	—	—	—	1276	含食塩土類重曹泉	衛832号	45.11.6

(別府は特に飲用として使用してはいいないが、対照として加えた。)

検出感度(Pb 20 μg/l
他 1 μg/l)

22. 高血圧に対する温泉療養指導

別府市矢野内科 矢野良一

石和温泉の分析表には、単純泉で硫化水素臭を有し、40~60°C と記されている。塩類からみれば重曹が最も多く、pH も 8.4 といわれるから日本の各地にみられる単純アルカリ性泉である。水硫イオンは 1,306 mg を算え、硫黄泉に近い。

日本で中風の湯と称せられるものは 38~40°C で pH も 8~9 前後のいわゆる単純アルカリ性の微温泉が多く、この点からいえば石和も中風の湯に準ずる。ただ、温度が 40°C 以上あってはいけない。中風という脳血管障害のほかに高血圧、動脈硬化症、リウマチなどに単純アルカリ性泉が良いことは温泉医学者の研究で知られており、石和温泉も観光以前に医療、保健に利用されることが望ましいが、ここにも日本に共通の悩みは温泉指導医いわゆる外国の“泉医”の不在である。

泉医による高血圧患者の指導は、ドイツではおよそ次のようである。最初は2日間の休止期をおいて入浴を行なわしめ、経過を見て毎日行なわせるが、治療期4週の間には計 10~12 回、多くとも 15 回とされている。泉質、温度、浴法についてもこまかい指示がなされており、日本におけるように1日数回ということとは断じてない。

温泉には不健康ないし病的状態を正常化させるという調整作用（正常化作用）のあることは本来知られているが、最近 Gorden (1970) も 8,000 名の療養客について次のようなことをみている。温泉療養（4週間?）により肥満者は脂肪がとれ、やせている者は体重が増加し、バランスがとれる。収縮期血圧（最高血圧）については、血圧を年齢相応の標準値にさせるような作用があることを 6319 名について調べている。すなわち温泉の成分、温度、その他の諸要因のはたらきによって正常化作用がもたらされる。

23. 皆生温泉水位に影響を及ぼす外国の推定

皆生温泉観光 坂内 昭夫・森野 寿夫・松本 忠男・前田 和久

昭和 44 年 45 年の 2 回にわたって、皆生温泉被圧地下水の水位の短期及び長期の変化の様子を報告したが、今回はこれらの原因について調べた結果を報告する。始めに 40 m 地下水位、温泉水位にみられる短期の日変化と上流地域の地下水取水の関係調べたが、直接の関係はみられなかった。皆生地区の雑用水の汲上げが、長期の水位変化に ±5 cm 程度の日変化として重畳し、毎日の日変化の凹凸を繰り返しているものと思われる。又温泉汲上げによる変化も調べたが、今のところまだハッキリ表われていない。

次に長期的な変化をみると、皆生温泉の水位は主として田植の入水時に上昇し、落水時に下降してこの差が 70~80 cm に及びこれを毎年くりかえしている。これは降雨量の影響をはるかに上回っている。又皆生地区の上流にあたる日野川周辺の地下水が工場用水、上水道、工業用水道などに 15~20 万トン/日採水され、これが年々増加しているため、皆生全体と皆生周辺の水位は年々低下していると考えられる。

温泉地の周辺地区の都市化、工業化が進むにしたがい上記の如く温泉水位の低下はまぬがれないものと思われる。これをどの様にして防ぐかは、今後の大きな問題であろう。

24. 鉱泉水の放射化分析

嵯峨美術短大 初田 甚一郎

京大・数養 西村 進

放射化分析は種々の金属元素の微量分析にきわめて有効である。とくに、Ge (Li) 検出器による γ 線スペクトロメトリーと電子計算機によるスペクトル解析法を利用すれば、分離分析の手法によらず、極めて微量の試料から多数の金属元素を定量することが可能であり、現在多くの目的に利用されている。

一方、鉱泉水、温泉水中のこれら微量元素の含有の仕方を検討することにより、その由来、開発の問題の一つの手掛りとなると考えて、今回、予備的実験を行なった。分析試料は、滋賀県大津市平津鉱山坑内水（阪府大浅山教授により開発され南郷、石山温泉として使用されている）、三重県渡会郡南勢町のマンガン鉱山（廃坑）坑内水である。これらの坑内水の蒸発残渣（一部水のまま）約 50 mg を京大原子炉 Pn-1 にて、5 分間、30 分間照射し、各々適当な冷却の後測定した。標準試料としては分析標準試薬を混合して作製したものおよび標準岩石 BCR-1, G-2, JB-1, JG-1 を用いた。その結果、平津鉱山坑内水では 18 元素、マンガン鉱山坑内水では 31 元素定量できた（第 1 表）のでここに報告する。また、U 量は Fission-track 法、Ra 量は振動容量型電位計を用いた Rn 法、Rn 量は HS 泉効計を用いて測定した。

Hiratsu radioactive mineral spring, Shiga Pref.	Mine drainage, Nansei-cho, Watarai, Mie Pref.
Evaporite 65 mg/l	Evaporite 1013 mg/l
Ba 0.045 mg/l	Ag 0.0073 mg/l
Ca 1.5	As 0.53
Cd 0.00005	Al 11
Ce 0.0042	Au 0.000010
Co 0.00040	Br 0.012
Cr 0.0045	Ca 98
Cs 0.0010	Cd 0.16
Cu 0.0008	Ce 0.012
Eu 0.000065	Cl 2.5
Fe 1.8	Co 0.0058
Hf 0.00031	Cr 0.012
Lu 0.00005	Cu 1.8
Mn 0.050	Cs 0.012
Na 2.5	Eu 0.00040
Sc 0.00065	Fe 15
Sm 0.00045	In 0.0068
Th 0.00135	K 4.9
Yb 0.00025	La 0.0058
	Lu 0.0012
	Mg 32
	Mn 82
	Na 52
	Rb 0.046
	Sc 0.00082
	Sm 0.0019
	Sn 0.29
	Ta 0.0003
	Th 0.0035
	V 0.018
	W 0.68
	Zn 3.1
U 0.0033 mg/l	U 0.0008 mg/l
Ra 0.042×10^{-12} g/l	Ra 0.003×10^{-12} g/l
Rn 150 Eman	Rn —

25. 鳥取県関金温泉における探査より新泉源開発にいたるまで

嵯峨美術短大 初田 甚一郎
 京大・理 桂 京造
 京大・教養 西 村 進

鳥取県関金温泉では従来の温泉源以外に新泉源を求めて昭和37年4月～11月、延3回にわたり関金宿、滝川口、安歩地区において京大、理、大阪府大、教養により地表地質踏査、放射能探査、電気探査、地温探査（-1m）、が実施され数本の構造線が推定された。これにもとづき昭和37年12月～38年2月に滝川口で深度20～30mの調査で6本が掘さくされた結果地温が広範囲にわたり異常に高く増温率最高5°C/10mが見出され泉源の存在が有望視されるにいたった。以上までは昭和38年の第16回大会で‘関金温泉における物理探査’として初田他により報告されている。

その後昭和39年8月～9月、滝川口に深度150mの試掘が行なわれ筆者らの温度検層の結果増温率2.5°C/10m（70mまで）、1.3°C/10m（70～150m間）、全体として20°C/100mが検出され孔底温度も57°Cと高く新泉源の湧出が確実視された。

更に昭和40年10月～45年5月には約100mの間隔において温泉井が5本掘さくされそのうち4本で泉温最高50.5°C、50 l/min.（1号井）の採湯に成功した。筆者らはそのうち3、4、5号井について昭和45年5月に温度検層を行ないその結果さきに推定した構造線が泉温を規制していることが判ったので、当時工事中であった深度302m、35.5°C、80 l/min.の5号井は作業の打ち切りを、深度205m、自噴温度32°Cのまま放置してあった3号井を増掘するよう指示した。

また昭和45年5月安歩地区で放射能探査と地温探査（-1m）を実施し55mの試掘で孔底温度24°Cを得た。

関金宿矢送川畔でも昭和37年の調査結果にもとづき昭和47年4月～6月に深度251mの6号泉が掘さくされ39°C、90 l/minの採湯に成功した。

これらの新泉源は従来の源泉が谷間に限定され、深度が概ね1～30m、深いので150m、湧出量も30 l/min.以下に比較して掘さく深度こそ200～300mに及ぶが湧出量が多く、またその位置から判断して相当な広範囲で温泉源の存在が推定され安歩地区とも相まって更に新泉源の獲得が可能なことが判明した。

26. 草津町振子沢事故調査について

群馬県衛研 滝島 常雄・福島 一郎
 群馬県薬務課 朝倉 義臣

昨年12月27日、群馬県の草津温泉地の西方の草津白根山振子沢のスキーコースでボーリングにより採取した蒸気熱を温泉の造成に利用していた際、6名のスキーヤーが温泉造成槽から漏れた、硫化水素によりスキーコース上に重なるようにガス中毒死と思われる事故が発生した。

当所は、この有毒ガスの発生源の確認と、そのガス中毒死の原因の究明、事故の再発の防止、スキーヤーの安全性を確保するために本調査を実施したので報告する。

調査の内容は、ガス分析、気象観測、気流調査、表流水の分析、噴気ガスの小動物を用いての毒性実験、大気観測を現場にて行った。現場は本白根山の熔岩帯にはさまれた馬蹄型の谷間にあり、事故当時、異常低層気流の発生、温泉造成槽からのガスの流出と振子沢に低迷していたことと推定された。

死亡者は、標高差470mをスキー滑降により1軒のコースを10～30分で事故現場に到達している。

原因として、温泉造成槽から漏れたガスが谷間に低迷し、蒸気熱の主成分である硫化水素が、使用水（pH 2.2）に吸収されず、少なくとも2,000～3,000 ppmに濃縮されていた。

死亡者は、このコース上のガスのかたまりを通過し、呼吸により体内に吸収されたものであって、動物

実験の結果から、呼吸中枢の麻痺により失神状態に陥った。又、ガス成分中の炭酸ガス量を考えると酸素の欠乏も思慮すべきと推定された。これらの状況下において死に到ったものと意われた。

県は、その後酸性硫化水素泉利用時の安全性飲用温泉について総点検を行なった。

現在、硫化水素ガスについて動物実験を継続している。なほ、ボーリング孔は本年1月末に完全密閉作業も終り、5月に入って事故付近の硫化水素ガスの検知を行ない、その安全を確認している。

27. 草津温泉総点検について

群馬県衛研 酒井 幸子・滝島 常雄・福島 一郎

昭和46年12月27日の草津町振子沢事故により、群馬県下の含硫化水素泉の環境調査を行なった。今回は、そのうち草津温泉の調査結果について報告する。調査目的は、浴室中の硫化水素濃度の実態把握を中心として、昭和47年2月22日から、3月16日のうちの5日間に行なわれた。

草津温泉は旅館が多いために、主な源泉を中心として、その源泉を利用している旅館を任意抽出した。対象となった源泉は17であり、旅館数は78である。

浴室換気状態、脱衣場温度、浴室温度、泉温、浴槽取水口上10cmの硫化水素ガスを、北川式ガス検知管真空法高濃度用及び低濃度用を使用し、及源泉水についても分析を行なった。その結果、17の源泉水は、pHは1.65~2.00、蒸発残留物は1249.6~2070.0mg/l、N/20ヨウ素消費量は0.0~10.7mg/l、塩素イオンは306.2~472.2mg/l、泉温は50.0~66.0°Cであった。脱衣場と浴室との温度差は、過半数、1~5°Cであった。今回問題となった浴槽取水口上10cmにおける硫化水素濃度は78件中70件が0~5ppmであり、最高で39ppmを示すものが2件あった。又浴室における硫化水素濃度の変化は、源泉からの引湯距離、あるいは時間と密接に関連があるという結果が得られた。

浴室中の硫化水素は、浴室の換気状態、入浴利用状況、測定地点によって著しく異なる。浴槽取水口より採水した温泉水100mlを、内容種2.4lのポリビンに入れて1分間振とうした時のポリビン中の硫化水素濃度を測定し、振とう時間とヨウ素消費量の関係より30秒間振とう後はヨウ素消費量が一定となることがわかったので、上記の方法で、硫化水素濃度を測定して比較もおこなった。

28. 火山性温泉の成因に関する2,3の問題点について

東工大・理化 小沢竹二郎

温泉が地下でどのような機構で生成するかという問題は多くの研究者によって論じられている。演者は多くの協同研究者と協力して、日本各地の火山ガスおよびそれに伴う温泉の化学成分などについて研究して来た結果をまとめて火山ガスの化学組成の分化の観点から温泉の生成機構を考えてみた。高温のマグマから放出される火山ガスは、大島三原山、ハワイなどの溶岩湖から得られたガスの分析値が示めているように、水蒸気の他にHCl, HF, SO₂, CO₂, H₂, N₂などを含んでいる。約1000~1200°Cのこれらのマグマガスは地表までの過程で冷却されて100°C位までの噴気孔が日本の活火山で多く観測され、それらのガスの組成の変化はガス成分間の化学平衡の移動がみられる他にはあまり認められない。つまり100°C前後の噴気孔でもHCl, SO₂などが検出される。したがって温泉が生成するためには、マグマからのガスが地下水によって冷却されなければならないことになる。このような機構で日本の各地でみられる酸性泉はその陰イオン間の関係と火山ガスの成分を併せて考えると充分説明できることが分かった。一方他の代表的なタイプである食塩泉は、White氏らの主張するようなマグマからの高温高圧の水蒸気が食塩を含みそれが地下で凝縮して食塩泉を生成するという考え方は火山ガスの見地からは素直には受け入れられない。何故ならばマグマからは水蒸気の他にNaClだけではなくSO₂も噴出するのであろうし、NaClよりも

HClの方がずっと揮発性に富んでいると考えられるからである。演者は火山ガスの立場をとると最初に生成した HCl を含む酸性泉が地中に留っている間に中和されて食塩泉が生成するものと考え、この証明には温泉の年代決定 (^{14}C , ^3H 法) が有力なものと考えている。

29. 十勝川温泉の調査 (その 1)

北大・理・地球物理 浦上 晃一・大槻 栄・三好日出夫・池田 隆司他

北海道の依頼によって十勝川温泉の調査を昭和 46 年 10 月 12 日～23 日にわたって実施した。電気探査, 1 m 深地温調査, 管中水温の鉛直分布の測定等の結果から温泉湧出機構, 温泉水の分布する範囲等を推定した。

30. 十勝川温泉の調査 (その 2)

北大・理・地球物理 浦上 晃一・大槻 栄・三好日出夫・池田 隆司他

1 泉源の湧出を 1 時停止させ他の泉源の静止水頭の変化を測定し十勝川温泉の温泉帯水層の物理的な定数を決定し, 数値計算によって影響半径を推定した。また北海道帯広保健所によって測定された各泉源の湧出量の変化からも影響半径を決定できる。

31. 北海道白老の温泉調査

北大・理・地球物理 浦上 晃一・大槻 栄・三好日出夫・池田 隆司他

昭和 46 年 10 月 28 日～11 月 6 日および昭和 47 年 4 月 3 日～7 日の 2 回にわたって白老町全域の温泉調査を実施した。虎杖浜, 竹浦地域については前回, 昭和 44 年 11 月, の調査結果と比較し湧出状況の変化について報告する。

32. 定山溪温泉における温泉静止水頭と河川水位との関係

北大・理・地球物理 浦上 晃一・大友 和雄

札幌市定山溪温泉において昭和 41 年 6 月 19 日から温泉静止水頭と豊平川の水位を 1 週間巻ロール式水位計で自記させている。札幌市の依頼によって, この記録を整理し温泉水頭と河川水位との関係, 定山溪温泉の長期間にわたる変動等について考察する。

33. 北海道仁伏温泉における温泉水の流動

北大・理・地球物理 浦上 晃一

温泉水が帯水層を流動する際熱伝導等によって地表に熱を放出して冷却する。冷却過程においては先の大会で発表したが, 今回は仁伏温泉を例にとって冷却の割合から温泉の流動方向, 流速さらにこの地域の帯水層中を流動する温泉水の総量等を推定した。

34. 帯水中の温泉水の流動

北大・理・地球物理 浦上 晃一

帯水層中の地下水および温泉水の流速はダルシー法則によって

$$v = -K \text{ grad } h$$

と記述される。透水係数は帯水層自体の特性、流体の粘性係数によって異なる。粘性係数は、流体に含まれている化学成分の組成の違いによる効果を見捨てる、温度によって大きく変化する。均質な帯水層中に温泉水と地下水が存在する場合、両者の境界面はそれぞれの温度、特に温泉水の温度によって大きく変化する事が予想される。最も簡単な例として温泉水が point source として帯水層中に湧出す場合の温泉水の温度による境界面の形の変化を考える。

35. 島根県西南地域の鉱泉地周辺放射能と電気比例抗の分布について

島根県工業試 飯塚 勉

当地域は後期白亜紀の火山活動に伴う酸性岩類と一部に本地域の最下位の関門層群、非変成古生層及び青野山火山と一連の第四紀火山岩が認められる。この地域の5地区に放射能鉱泉の分布が認められる。

- (1) 柿木鉱泉周辺の r 線は 1~174 N で等 r 線曲線の指向性は鉱泉湧出地点を中心とし、大略 NS・NE 方向に延びる。
- (2) 栗ノ木鉱泉周辺の r 線は 1~5 N で曲線の指向性は NS を示し、 $\rho=1.7\sim 1280 \Omega\text{-m}$ を示した。
- (3) 木部谷鉱泉周辺は 1.7~70 N を示し、その主力は NE 方向を示し、之と平行する 3~5 N 等 r 線曲線が可成広範囲に分布し、 ρ は 1~730 $\Omega\text{-m}$ を示した。
- (4) 田丸鉱泉では1地区で 1~9.8 N, 2地区で 1~7.8 N を示し、両地区の r 線の指向性から特に NW 方向の一連の弱線が同鉱泉の湧出を支配しているものと推定された。

36. 赤外線放射温度計による温泉観測

防災センター 湯原 浩三
防衛大 関岡 満

赤外線放射温度計は、物体より放射する赤外線を検出して物体の温度を測定する計器であって、その最大の特徴は物体に接触することなく温度を測ることができる点にある。この特徴を生かした効果的な使用方法としては、

- (1) 近接することが不可能なものの温度測定 (例: 火山の火口の温度測定)
 - (2) 接触することが困難または危険なものの温度測定 (例: 地獄、湯沼の観測)
 - (3) 接触することによって温度が擾乱をうけるような物体の温度測定 (例: 泥火山、泥池の観測)
 - (4) 遠距離からの広範囲の温度測定 (例: 地表面温度分布測定)
- が考えられる。また、応答速度がはやいことを利用すれば、
- (5) 温度変化がはやいものの温度測定 (例: 間欠泉観測)

にも有効である。一方、赤外線放射温度計の欠点をあげれば次の如くである。

- (1) 物体表面が完全な黒体でないため、また、放射エネルギーの大気中の透過ロスのため温度が低目になる。
- (2) 測定物体以外からの放射エネルギーが影響する。
- (3) 測定物体と温度計の間に水滴があると温度がはかれない。
- (4) 瞬間視野内の平均温度を測定するので、小さな物体の温度ははかれない。

このような欠点を補うために、理論的、実験的な考察を行ない、測定値に対する補正について論じ、間欠泉、湯沼、泥火山等における観測例を紹介する。

37. 秋田県玉川温泉の溶存成分の経年変化

東邦大理・東工大理 吉池 雄蔵・岩崎 岩次・小沢竹二郎

日本で代表的な活火山性酸性泉である。秋田県玉川温泉に於いて、火山現象の一面として温泉活動を考え、温泉の生成機構を解明するため、温泉そのものの相当長期の性質の変動、例えば温度、pH、流量、濃度、溶存成分の変化等を測定する事が重要である。特殊な酸性泉で、十勝岳新々噴火口の温泉、吾妻一切経山等は成分、濃度の変動もはげしく極めて一時的であるが、玉川温泉の大ブキは、その活動状況が定性的に相当長期間、成分、流量、熱量に極端な変動がないように思える。これらを確める目的で1960年以後の成分変化を調べた。

温度はこれまでと同様 97° 以上あり、流量はこれまで 9.3×10^3 l/min とは言われている大噴泉であるが、昨年8月10月の測定で $1.3 \times 10^4 \sim 1.4 \times 10^4$ l/min 程に増加している様である。同じく秋田県の測定値も同じ流量値を示しているが、さらに測定する必要がある、pHは変化が見られなく成分は Cl, SO₄, SiO₂, Fe, Al, Ca, Mg, Na, K, B, F について分析した結果、Cl は年々わずかずね増加している。SiO₂, B はほぼ一定であり、Fe, Al, Ca, Mg, K, Na, F は年々わずかずつ減少している。1960年頃までは Cl と SO₄ は共に増減していて水と火山発散物との量比の変化が考えられる。1960年以後前者と全く異り、Cl は濃度が増加しているが、逆に SO₄ が減少している。この事は火山発散物の量と水との量比だけでの変化では説明出来ない。SO₄ は火山発散物として SO₂ あるいは H₂S が酸化されなければならないが1960年以後はこの酸化機構の途中で変化しているのかも知れない。温泉の性質が火山活動のみによって変化するものとすれば1960年以後火山活動に変動が認められる。この変動は火山発散物の分化現象から考えて活発化していると考えられる。また湧出量からも Cl の量が増大していることが知れ、これを証明していると思われる。

38. 温泉水の酸化還元電位の測定とその意義

九大温研 古賀 昭人・野田 徹郎

温泉水中の成分の内、鉄をはじめとする重金属元素は pH と酸化還元電位にその酸化状態を左右されている。この電位は一定のものでなく、湧出後、刻々と変化するし、各温泉でも異った値をとる。この変化をもたらす最大の要素は気体成分の出入である。即ち、地下の還元性の環境でほとんど零であった溶存酸素が空気中の分圧と平衡になるまで増加し電位を高める。又、硫化水素が逃げ出すことにより、還元性が低下する。これらの他に、高濃度のアニオンの存在と high acidity は金属錯体の生成に好都合であり、酸化還元電位にも影響を及ぼす。エチオピアの一部の温泉に、その例をみることが出来るが、一般の温泉ではこの効果は小さい。これらの関係で電位に引きづられて鉄の酸化状態も変化する。

電位の変化が最も著しいのは硫化水素を多量に含む温泉で、硫化水素量の減少と共にかなりの変化がみられる。硫化水素量の少ない温泉では、酸素の溶解速度が遅いために、電位の変化は小であり、ほぼ1カ月で平衡になる。

この充分放置した後の電位には規則性があり、当然のことであるが高電位で Fe³⁺/Fe²⁺ は大きい。この時点では、酸化還元平衡は鉄と溶存酸素のみで決まっていると考えられる。更に、地域的にみると、別府の温泉の方が、地熱発電地域の八丁原井より高い電位群をなす。これは八丁原井の方がより深い還元的な環境、Fe³⁺ より Fe²⁺ が卓越しているような環境からきていることを示唆する。

これを推し進めれば、熱水中の金属（特に鉄）の起源についての何らかのヒントを得られるかも知れない。

39. 鹿児島県垂水の強放射性温泉沈殿物について

東大・理・化学 齋藤 信房・佐藤 純・石塚 博昭

鹿児島県垂水市大河原大字新御堂字猿ヶ城に湧出する温泉に伴って、主として灰黒色の温泉沈殿物が見られる。この沈殿物は放射性が強いことを知ったので、半導体検出器を用いるアルファ線及びガンマ線のスペクトロメトリーにより放射能の分析を行なった。その結果は次の通りである。

U-234 $(2.0 \pm 0.2) \times 10^{-10}$ Ci/g, U-238 $(1.8 \pm 0.2) \times 10^{-10}$ Ci/g,

Ra-226 $(5.6 \pm 0.6) \times 10^{-8}$ Ci/g, Th-230 $< 2 \times 10^{-10}$ Ci/g

この結果から、その Ra-226 含有量は外国の沈殿物ではオーストリアの Bad Gastein のもの、本邦の沈殿物では三朝 OTR 泉のものと同程度である。本邦産の新放射性温泉沈殿物として記載しようものと考えられる。

40. 新潟県瀬波温泉の化学的研究

東京農工大・工・工化 阿部 修治・池谷 文恵・蒲谷 清

瀬波温泉は、新潟県村上市西部の日本海岸にある新潟県有数の温泉である。

源泉は、いずれもボーリング泉で、1905年から1969年までに23ヶ所のボーリングが行なわれた。本研究では、このうち1967年から1971年にわたり揚湯中の8源泉の主要成分の化学分析を行なった。

8源泉のうち、最古の三嶋屋源泉については、東京大学理学部化学教室による研究(1940年)があり、次に古い竜泉閣源泉については、地質調査所中村久由氏による研究(1962年)があるが、その他の源泉を含めた総合調査が本研究の目的である。

分析法は、 Mg^{2+} が微量であるので、キシリジルブルー II による比色法を用いたことと、 F^{-} の定量はフッ素イオン電極による電位差法を応用したこと以外は従来の常法を用いた。

8源泉の泉質、溶存成分を要約すると、泉温; 100.3~49.3°C, pH; 8.7~7.3, 蒸発残渣; 4.064~1.472 g/l, Na⁺; 1275~765 mg/l, K⁺; 77.5~20.5 mg/l, Ca²⁺; 104.9~4.28 mg/l, Mg²⁺; 27.4~0.57 mg/l, 全鉄; 0.26~0.05 mg/l, Al³⁺; 0.42 mg/l~n. d.; Cl⁻; 2055~658 mg/l, SO₄²⁻; 254~29.2 mg/l, Br⁻; 13.7~2.9 mg/l, F⁻; 6.5~5.6 mg/l, B; 8.6~3.6 mg/l, SiO₂; 141~53.5 mg/l, であった。炭酸分は定量しなかったが含まれている。

溶存成分相互の比は、源泉による差異がほとんどなく、一部の源泉では、泉温ならびに溶存成分量よりみて、著量の浅い地下水の混入が推定されるが、元来、いずれも高温の弱アルカリ性食塩泉で、同一起源に由来するものと考えられる。

本実験の範囲では、本温泉水の起源について、明瞭な理解を得ることはできなかった。しかしながら、瀬野の定義による海水組成からの偏度は20~29で、本温泉水の起源を考察する場合、海水を無視し得ないことを示している。また、一方 F/Cl は約 3×10^{-3} で、火山性の供給源の潜在も示唆されている。さらに、Br/Cl が約 5×10^{-3} であり、B/Cl が約 3.5×10^{-3} であるので、油田塩水の寄与も充分考慮すべきであろう。

なお、蒸発残渣と SiO₂、および Cl⁻ と Br⁻、B との間には正相関があるが、Cl⁻ と NH₄⁺ との相関は認め難い。

41. エチオピア・アフレラ湖の温泉

九大温研 古賀 昭人

アフレラ湖はダナキリ低地の最南部にあり -108 m の高度で最深 160 m の深度、凡そ 70 km² の

面積をもっている。湖水成分量は 160 g/l で海水の 5 倍近い高濃度である。周囲はすべて半砂漠の乾燥地帯で湖からの流出口はなく降雨量は年間 10 ミリ、蒸発量は逆に 600 ミリに達するといわれる。

この湖に多くの 50°C 前後の温泉水が流入している（全流入量は 2100 l/秒 だが湖底からのものは含まない）。この湖がダナキル低地のダロールのように海水がダナキルアルプスの隆起により閉じこめられ、蒸発濃縮により形成されたという説は考えにくい。つまり、この湖水は海水が $\text{Mg} \gg \text{Ca}$ なのに比し極端な $\text{Ca} \gg \text{Mg}$ であり、両者の違いは 35 倍に達している。もし、海水が周囲岩石とのイオン交換反応によりそうなったとすれば周囲岩石は極めて Mg に富むことになり、そこを通過して来る温泉水は Mg 飽和にあるはずである。しかし、現実には Ca/Mg のモル比は $1.0\text{--}40.1$ で $\text{Ca} \gg \text{Mg}$ の温泉が多くて旧海水説は捨てられ、やはり closed basin 説をとらざるをえない。湖水に流れこむ温泉水は salt bed を溶しこんで来ると考えられる。

湖水には白い泡が多いが、これは有機物質であり、温泉水および湖水中の有機物量と Cl 含量間に正比例の関係がある。このことは、温泉水は湖辺の evaporite 中の Cl および堆積層中の有機物質をともに溶解して来たことを示す。

湖辺周囲の温泉水の化学成分は極めて規則的であり、各地区の salt bed の性質の反映である。熱源は温泉の直下でなく数 km 離れた山岳にある。そこで加熱された水は浅く横に流れて salt bed を溶しこんでいると考えられるので SiO_2 含量は低く、地下温度も大きいとは思われない。

42. エチオピアの温泉についての補遺

秋田大 近藤 忠三

エチオピアに初めて渡航したのは 1957 年であるが、1971 年 2 回にわたって同国の地下水および温泉を調査した。その結果、(1) 1967 年提唱した「エリトリア高温泉帯」および「中央高温泉帯」の外に、後者から分岐する「湖沼地方高温泉帯」を加うべきこと、(2) この高温泉帯のギダボ温泉 (45.5°C) は電気比抵抗 ρ が $1500 \Omega\text{-cm}$ で、同国の温泉としては最も高く、瓶詰鉱水として活用すべきこと、(3) 温泉・冷泉の区分は、2000 m 以上の高地では 25°C でもよいが、1000 m 以下の低地では 33°C とすべきこと、(4) 同国の自然水は地上或いは地下を流下するに伴い、高温・高 pH・低 ρ となり、 ρ の最小限度はふつう $370 \Omega\text{-cm}$ であるが、温泉水は高温・低 ρ ・低 Eh で、ふつう高 pH である。(5) 中央高温泉帯のウォリソ温泉水 (43.7°C) はその地方の地下水・河水と同系統のものである。(6) これらから判ずると、エチオピアの温泉の多くは重曹泉であるが、その水は深層地下水を主体とし、主成分を岩石から溶脱によって得ていると考えられる。(7) アジス・アベバのフィロハ温泉は、筆者の指示に基づき、245 m のボーリングによって 78.0°C の湯を得、生れ変わった。(8) 飲用に用いられている泉水や井水は、大部分が $5000 \Omega\text{-cm}$ 以下で、温水や鉱水の上昇水が少なくないなどを知った。

43. ヒマラヤ温泉の一例

東大・教養 綿拔 邦彦・高野 穆一郎

東京大学ネパールヒマラヤ遠征隊は 1971 年にチューレンヒマール (7371 m) の登山計画、高所地域の学術調査を実施した。その一環としてガンダキ流域の水系の調査を行ない、その際に 2ヶ所の温泉水を採取した。

雪、氷はこれを現地で溶解し pH を測定し、帰国後 pH、電気伝導度などの測定を行なった。pH は $6.4\text{--}8.0$ 、伝導度測定による NaCl 換算 ppm は $6\text{--}10 \text{ ppm}$ で、氷河水では $6\text{--}40 \text{ ppm}$ であった。同時に測定した野沢温泉で採取した雪をとかした水は pH 5.25 、 6 ppm であった。

河川水についての測定結果によると、pH は 7.6~8.0 で NaCl 換算 ppm は 12~110 ppm であった。当然の事であろうが、氷河末端の砂泥を含まない氷は塩分含有量が少なく、下流へ行くに従って塩分含有量は増加する。完全に系統的に採取された訳ではないので充分なことは云えないが、一般に重量比で $\text{Na} < \text{K}, \text{Ca} > \text{Mg}$ で、同一系統では下流ほどに含有量が増加し、Ca 含有量が増加する傾向がみられる。Ca/Mg の値は氷河末端では一般河川水と類似しているが、下流になるほど大きくなりヨーロッパなどの河川水より大きい 10~30 の値を示している。

温泉水は 1000 ppm 程度の塩分を含み、河川水とは異なる化学組成を示し、A では 50°C, pH 7.8, Cl^- 362, SO_4^{2-} 25.6, Ca^{2+} 37.5, Mg^{2+} 8.2, Na^+ , 420, K^+ 54, BO_2^- 67 (mg/l) で、主成分は Na^+ , Cl^- であるが、 K^+ もかなり多い。B は pH 7.8, Cl^- 348, SO_4^{2+} 19.7, Ca^{2+} 104, Mg^{2+} 33.1, Na^+ 268, K^+ 62 で、 Ca^{2+} , Mg^{2+} の含有量が多いが、B はほとんど検出されなかった。B は採水時の水温の測定値がなく、推定は困難であるが、A は化石水に何らかの熱水が供給されて生成したものであり、後者は自由地下水が構造的要因により単純に加熱されてきたものであるかも知れない。

44. ヒマラヤ、マルジャンディー谷の温泉の化学成分について

信州大* 東邦大** 長野内山小***

山田哲雄* 野口喜三雄** 相川嘉正** 今橋正征** 岡村知彦***

1971 年春信州大学アンナプルナ II 峯登山隊に参加した岡村が、この温泉水とマルジャンディー川に沿って表流水 7 試料を採水した。これらの試料を分析し、温泉の化学成分について考察したのでその結果について報告する。中部ネパール、マルジャンディー川流域には、チャメ部落の本流の左岸床に温泉が自然湧出している。海拔 3000 m を超える地点で、水温 31°C、湧出量も少ないため住民は利用していないが、すこし掘りさげれば水温、湧出量ともに増大するだろう。この地域の表流水は、一般に成分が濃く、同じ中部ネパール、ランタン谷の表流水(山田ほか, 1963)にくらべても、中部日本の高山湖の水にくらべても、それぞれの成分が約 1 桁濃いのが特徴である。チャメ温泉の成分をマルジャンディー流域の表流水に比較すると、Cl, Na, K にいちぢるしく富む。しかし、たとえば NaCl 比だけをみれば、表流水の Na/Cl 比にほぼ等しいようにみえるが、K/Na 比でみれば表流水の K/Na 比から大きくはずれる。これはが少ないことによるがそのほかの成分比をとってみても表流水との直接的関連をしめすような成分は少ない。参考までに、チャメ温泉の成分組成に似たものを本邦の温泉でさがすと北アルプスの宇奈月、祖母谷、平湯温泉あるいは山陰の三朝温泉(後者はが多い)によく似ていることが注目される。また中部ネパールの温泉分布とあわせてチャメ温泉の起源を考えると、大部分は中央ヒマラヤ帯の変成岩中にあり、構造性的温泉と考えられるがチャメ温泉の化学成分の特徴とも矛盾しない。