

一般講演要旨

(1) 温泉に付随するガスの組成について

— 北海道西南部・中央部 —

道立地下資源調 〇二間瀬 冽, 横山英二

北海道のほぼ3/4を占める地域において、地熱および温泉の化学分析をおこなった。調査泉源(25℃以上)は413点で、そのうち147泉源から温泉に付随するガスを採取することができた。

これらのガスの組成はCH₄, N₂etc およびCO₂の各系統に分類することができる。各地域における系統別泉源数とその比率はつぎのようである。

地域名	CH ₄ 系	N ₂ etc系	CO ₂ 系
西南北海道中南部	4 (10)	10 (27)	23 (63)
西南北海道 北部	8 (15)	34 (66)	10 (19)
北海道 中央部	20 (34)	26 (45)	12 (21)

ガスの組成は地域性がつよくあらわれており、これらの相異は温泉が胎する地質環境に大きく支配されているようである。そして、ガスの組成変化は、温泉の泉温および泉質にも大きく反映していることが判明した。

(2) 宮城県秋保温泉の表層土中のHg およびCO₂含有量について 含有量について

東北学院大工, 宮城県衛生部* 〇渡辺淳夫, 後藤時夫*

地熱の徴候が地表面に全く表われない地帯における地球化学的探査法の有効な方法として、古賀、野田らは、早くから国の内外の地熱地帯の土壌および表層土中のCO₂, Hg量の測定を行い、CO₂, Hg量の多寡はその地帯のアクティビティーを示したり、断層の所在を指示する可能性を示唆し本法を賞用し注目されている。

演者らは、新生代第三紀中新世の地層地帯にあって、温泉活動の活発でない地帯の宮城県秋保温泉においても、古賀、野田法が適用できるか否かを検討し、一応の知見を得たので報告をしたい。

測定範囲は東西約2km, 南北約1kmであり、測定点は炭酸ガス93地点, 水銀は55地点である。CO₂量の最高値は1.1ppm, Hg量の最高値は209μg/m³であった。

これらの結果からコンタを画き秋保温泉の温泉賦存状態の概略を推定することができた。

(3) 白浜温泉におけるCO₂の分圧の変化と塩水化現象

中央温研 〇甘露寺泰雄, 佐藤幸二, 田中 昭

白浜温泉は大量のCO₂の放出を伴う高温噴騰泉として特異な存在であり、CO₂が湧出機構と密接な関係をもっていることは、吉川、光田、佐藤らによって報告された通りである。

一方、白浜温泉はかつてHCO₃⁻型の温泉が主力を占め、その後塩水化の進展によりCL型の温泉が出現したことも演者らによって明らかにされたところである。

このような塩水化の原因は、地下の温泉水体の圧力の低下、いかえれば自噴力の低下と密接な関係があると推定されるが、これを具体的に定量的に把握する事は大変興味ある問題である。

演者は、湯河原温泉について鈴木らによって検討された $\text{CaCO}_3\text{-CO}_2$ 系の反応を利用する CO_2 の分圧推算法を白浜温泉に適用し、昭34年と48年の分析値を用いて、地下の温泉水中の CO_2 の分圧の推移を検討したので報告する。

(4) 和歌山県川湯・湯の峯温泉の化学成分 および地球化学温度計による推定地温

中央温研 甘露寺泰雄, 佐藤幸二, ○田中 昭

昭和50年51年に和歌山県本宮町川湯, 湯の峯温泉について総合調査を行った。その中から化学成分の経年変化や地球化学温度計による推定地温等について報告する。

川湯温泉では、泉温は冬季より夏季が高くなっており、湧出量は揚湯の方法により若干の変動があるが、季節的な変化は明らかでない。化学成分では大塔川の下流域で増加し、上流域で減少の傾向を示している。

湯の峯温泉では、温度で最大 10°C の変動があるが必ずしも冬季に低いという傾向は認められない。湧出量は2~3源泉で冬季に減少し化学成分は増加の傾向があるが、その変動中は小さい。

なお熱水中の K^+ , Na^+ の挙動が岩石-熱水反応の平衡に支配されていることはよく知られている。そこで Ellis and Mahan および Fauriee and Truedell により提案された Na-K および Na-K-Ca 温度計を使って、川湯湯の峯地区の地温について計算値と実測値を比較した結果を述べる。

(5) 山梨県内の温泉の化学的研究 (第1報)

山梨大教育 杉原 健, ○島口たけみ

山梨県内の温泉67源泉について主要成分を分析したのでこの結果を報告する。ただし甲府市内、石和、春日居町の温泉を除いた。

陰イオン Cl^- - HCO_3^- - SO_4^{2-} のミリバール値による三角座標では、山梨県北西部のグループ、南西部のグループと青梅街道沿いのグループの3つに大別されることが明らかとなった。

Cl^- 濃度の最高値は増富温泉俊成寮の $4,267 \text{ mg/l}$ SO_4^{2-} は御座石鉱泉の 885 mg/l , HCO_3^- の最高値は奈良田温泉白根荘の 512 mg/l , Na^+ は増富温泉俊成寮の $3,280 \text{ mg/l}$, K^+ は俊成寮の 175 mg/l , Ca^{2+} は御座石鉱泉の 246 mg/l , Mg^{2+} は、御座石の 58 mg/l であった。pH の最高値は三条の湯の 10.26 であった。

(6) 伊豆七島の温泉の化学成分 (第2報)

東邦大医化学, 都立大名誉教授* ○相川嘉正, 野口喜三雄*

伊豆七島の温泉中八丈島汐間温泉の場合は海岸線に源泉が存在したがその附近一帯に白色析

出物が見られた。この温泉の化学組成は、1973年2月26日及び1977年10月1～2日〔()内に記す〕の分析に依れば、水温45.2 (48.3), pH6.5 (6.5), 蒸発残渣2580 mg/l, Cl 947(1005) mg/l, SO₄ 157 mg/l, HBO₂ 8 (8) mg/l, SiO₂ 159 mg/l, Na 360(395) mg/l, K26 (32) mg/l, Ca 215(213) mg/l, Mg 96(103) mg/l, Fe (0) mg/lアルカリ度7.13 meq/lであるが、析出物については塩酸を加えた処盛んに炭酸ガスが発生し溶解し僅に不溶物質が残ったので試料は炭酸塩であることが判明した。次にこの塩酸溶液について、EDTAを用いて分析した結果、CaCO₃ 78.23%, MgCO₃ 13.59%, FeCO₃ 5.53%であることが判明した。また塩酸不溶成分は0.72%であった。更に又、X線回析並に示差熱分析も行なったので、その結果についても合わせて報告する。

(7) 塩山市重川周辺にみられる強アルカリ性泉について (第二報)

東邦大医・化学 相川嘉正, ○今橋正征*, 高松信樹*, 加藤尚之,
東邦大教養・化学* 塚本邦子, 下平京子*

塩山市重川沿いにpH10ちかい強アルカリ性泉が湧出しており、その調査、結果については昨年の本大会において相川、秋山により一部報告がなされた。今回はさらに重川周辺一帯の湧出分布と強アルカリ性の成因を究明する目的で裂石地区を中心にやや広い地域にわたり調査した。なお裂石地区ではこの強アルカリ性の水を飲料に供していたこともあり、この点も考慮して調査した。今回調査した湧水は昨年報告した林金次氏、山楽荘などの他に岩間温泉、塩山温泉、川浦温泉、一の橋温泉などであった。成分含量は一般の地下水とあまり変わらなかったが、蒸発残渣の最大値は350 mg/l、またpHの最大値は10.0であった。他の成分の最大値はCl 68 mg/l, SO₄ 115 mg/l, Na 60.5 mg/l, K 2.05 mg/l, Ca 23.4 mg/l, Mg 1.40 mg/l, SiO₂ 56.0 mg/l, HBO₂ 2.4 mg/lなどであった。これらの分析結果をもとに強アルカリ性の成因についても考察したので報告する。

(8) 福井県における温泉水の微量元素について

福井県衛研 松井利夫, 高塚英男, ○増永信六, 多田哲夫

県内には大小24ヶ所の温泉があり、県北部の芦原温泉(総源泉数74)を除いて、他は小規模である。昭和50年環境庁自然保護局長から温泉の利用基準について通知があり、それをうけて県内の温泉9ヶ所及び芦原温泉14源泉について温泉利用基準項目(硫化水素、ヒ素、銅、フッ素、鉛、総水銀、遊離炭酸)の調査を行なった。また、あわせて他の微量金属元素、および主要成分の分析を行なった。その結果はフッ素濃度が高濃度(0.8 mg/kg以上)検出された地域が16ヶ所(芦原温泉13源泉)で最高値は6.01 mg/kgであった。ヒ素濃度は高濃度(0.05 mg/kg以上)検出された地域として芦原温泉の3源泉のみであった。他の5項目については低濃度または不検出であった。また芦原温泉14源泉のヒ素とフッ素について温泉項目との相関を調べたところ、ヒ素と塩素イオン、ヒ素と泉温において正の相関が認められた。ヒ素とpH、フッ素と泉温、フッ素とCa²⁺において相関は認められなかった。

(9) 別府温泉におけるトリチウム

地質調査所, 九大温研* ○川村政和, 野田徹郎*

別府温泉のトリチウムについてはかつて古賀・吉川によって研究されているので、今回の測定結果と比較してその分布や変化について考察した。全体として北部域の方が濃度が低く、 C_{Tf} 量との間に負の相関が見られる。前回より T濃度が増大した泉源は北部の山側から海岸にほぼ直線的に分布している。T濃度と共に C_{Tf} 濃度の低下している泉源については温泉開発によって温泉層の下部から C_{Tf} 濃度の低い地下水の涵養を受けていることによると考えられる。全体として水爆実験以降の雨水の涵養率は小さいようである。大岳・八丁原の地熱発電用熱水については、大岳で T濃度の低下に対し C_{Tf} 濃度はやや増加しているが、八丁原では T濃度があまり変化していないのに対し C_{Tf} 濃度が大幅に増えている。これは熱水の還元に伴う濃縮効果と思われる。両者を比較すると大岳の T濃度が低く、ピストンモデルではそれぞれ36年、28年程経過した水であると計算された。

(10) 噴気・沸騰泉の熱量測定の際の化学成分 (Na) 濃度の利用について

九大温研 野田徹郎

化学成分を用いて、噴気、沸騰泉の熱量測定の際に流体密度を算出し熱量を見積った例(1)と、温泉造成を行っている場合の源泉泉についての熱量を求めた例(2)について報告する。

(1)では次式から求められる蒸気中の熱水混入率を利用して熱量を算出する。 $R=C_c/C_t$ ただし、R:熱水混入率、 C_c :凝縮流体中の化学成分濃度、 C_t :熱水中の化学成分濃度である。

(2)では、源熱水、造成用水、造成温泉水の流量をそれぞれ W_1 , W_2 , W_3 , 化学成分濃度をそれぞれ C_1 , C_2 , C_3 とすると次式が成り立つ。

$$W_1 + W_2 = W_3$$

$$C_1W_1 + C_2W_2 = C_3W_3$$

この関係から上記項のうち4つが既知であれば他の2つが算出でき、熱量計算に役立てることができる。

これらの目的に使用される化学成分としては、温泉成分としての普遍性、各過程での保存性、分析精度から考えて Na が最適である。

(11) スペクトラスパン・プラズマ発光分光光度計による 温泉水中のホウ素の定量

岡山大温研 ○御船政明, 鉄本潤子, 古野勝志, 森永 寛

ホウ素 (B) の各種分光分析法による検出限界 ($\mu\text{g/ml}$) は、プラズマジェット: 0.05, 高周波プラズマ: 0.08, スパーク: 0.50, 炎光発光: 30で、原子吸光は B の分析には不相当といわれている。演者らはプラズマジェットの一つであるスペクトラスパン・プラズマ発光分光光度法による温泉水中の B の定量分析を試みた。

B濃度と発光強度との関係は 0~500 $\mu\text{g/ml}$ に互って直線関係を示し、検出限界は 0.05 $\mu\text{g/ml}$ であった。Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, A³⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ などによる影響を検討し、標準添加法により温泉水中の B は容易に定量されることを知った。三朝温泉水 (B: 1.0 $\mu\text{g/ml}$ 含有) 1.0 ml に B 5.0 μg を添加し分布した際の標準偏差: 0.12 $\mu\text{g/ml}$, 変動係数: 2.02%, 回収率 95.00~101.67% であった (検量線法使用, Na⁺ による影響について補正)。本分析

法による鳥取県下10温泉地12源泉、島根県下(12温泉地)16源泉中のBの含有量は夫々0.6~8.8, 0.5~25.0 mg/l前者では鳥取温泉, 後者では三瓶山麓の温泉と温泉津温泉が高値を示した。B含有量と泉温, pHとの間には相関関係は認められなかった。なおB濃度とNa⁺濃度, Li濃度との間には正の相関関係が認められた。

(12) 栃木県の温泉 (1)

—原子吸光法とイオンクロマトグラフ法による リチウムの定量について—

栃木県衛研, 安部商事技術* ○世取山守, 岡田幸治*,

福富 清, 志賀信雄

本県では温泉水中のリチウム(Li)の定量はなされてなく, 測定法について, 原子吸光法(AA法)とイオンクロマトグラフ法(IC法)の検討を行なった。その結果, AA法ではNa⁺ 500 ppm, K⁺ 50 ppm, Ca²⁺ 50 ppm, Mg²⁺ 200 ppm, SiO₂ 400 ppm, SO₄²⁻ 500 ppm, PO₄³⁻ 50 ppmまでは影響なく, また酸およびアルカリについては0.01 N-HCl 0.01 N-NaOH, 2.0 N H₂SO₄ 濃度まで影響なく測定できた。また感度を上げることにより0.02 μg/mlまで測定が可能であった。IC法は各種イオンをイオン交換樹脂で分離し, 検出器に電気伝導度を用いて測定する方法で, 試料100 μlを注入することによりLi⁺, Na⁺, K⁺, およびCa²⁺, Mg²⁺, また陰イオンについても測定が可能であった。Liに関して前処理なしで, 適当に希釈することによりAA法で測定でき, IC法による測定値とも例数は少ないがかなりの相関があった。IC法については少量の試料で多種イオンが測定できるので, Li以外についても現在検討中である。

(13) 温泉水中のクロムの測定法と6価クロムについて

千葉大理, 日本分析センター* ○中川良三 ・荒木 匡*

温泉水中の微量Crの測定法として, 1)ジフェニルカルバジド吸光光度法, 2)ゼフィラミン-M I B K抽出原子吸光法, 3)トリオクチルアミン-M I B K抽出原子吸光分析法および直接原子吸光分析法について検討を行った。

その結果, 塩分濃度が少ない試水については, ジフェニルカルバジド法が, 塩分濃度が高い試水についてはゼフィラミン-M I B K抽出法が適当であった。

また, 自然湧水中にはCr(VI)が存在しないであろうというのが学問的通念であり, 温泉水中にCr(VI)が検出されたというデータはない。しかし, 温泉ではないが, 千葉県南部に位置する嶺岡山系から湧出する弱アルカリ性水にはCr(VI)が検出される。溶出実験の結果, クロムを微量成分とするケイ酸塩鉱物相からの湧水中にCr(VI)が存在することがわかった。そこで, 温泉中水にもCr(VI)が存在する可能性があると考え, 各種温泉についてCr(VI)の検出を試みた結果を報告する。

(14) シリカから見た高温深部熱水の地下還元への留意点

九大温研 古賀昭人

地熱発電からみ, 環境問題からの高温地熱水の地下還元方式は, できるだけ熱水を有効利用したのち地下へ戻そうとする案と相対立する事が多いと思われる。たとえば, 高温の深部熱

水は温度に比例してシリカを多量に含み、湧出後は過飽和となるために温度の低下や時間の経過と共にスケールを作り易く、パイプラインや還元井を閉塞させている。

そのため、湧出後の熱水中のシリカの挙動を、温度、pH、濃度、時間などについて追跡した結果、地下還元について次のような留意点を考察した。すなわち、1) 高温ほどよい、2) 湧出後の時間が短いほどよい、3) シリカ濃度は低いほどよい、4) 異種の水の混合還元は止めた方がよい。5) 空気を引きこまない方がよい、などの諸点である。その結果、セパレーターから蒸気と分離した熱水は直結した還元井へ直ちに圧入した方がよいとの結論を得た。多目的利用については、蒸気を利用するなど他方法を用うべきである。

(15) 三朝温泉—配湯管内の温泉沈殿物について

岡山大学温研、動燃人形峠* ○古野勝志、青木宏子
御船政明、森永 寛、福島 寛*、和田洋明*

鳥取県三朝温泉は含食塩・重曹放射能泉(含放射能—ナトリウム—塩化物・炭酸水素塩泉)に属し、蒸発残渣は2 g/kg以下であり、従来その沈殿物については、あまり注意をひくに至らなかった。昭和53年1月、岡山大学温研6号泉の配湯管取替えに際し、管内に著量の沈殿物が観察された。演者らはスペクトラスパン発光分光分析法および蛍光X線分析法によって沈殿物の定性分析を、さらに定性で(+)以上のものについて定量分析を行った。その結果(+)以上のものはFe, Ca, Mn, Zn, Cu, Mg, As, Ba, Al, Pb, Sr, K, Na : 定量分析(mg/g)はFe 508.7, As 26.4, Ca 7.85, Mn 2.00, Al 1.80, Na 1.60, Zn 1.33, K 0.80, Cu 0.67, Sr 0.47, Mg 0.35, Ba 0.33, B 0.30であった。

沈殿物のオートラジオグラフィーとラジオラクスグラフィーで α 線を放出する放射性元素の存在が認められ、Ra含有量は 313.0×10^{-12} Ci/gであった。

(16) 温泉地の適正総採取量と利用施設の規模からみた必要湯量

中央温研 ○甘露寺泰雄、細谷 昇、益子 安

前大会においては伊豆長岡温泉及び湯ヶ島温泉の例を報告したが、今回は白浜温泉と修善寺温泉について検討した結果を報告する。

白浜温泉は、大正末年に堀さくによって高温噴騰泉の出現をみて以来、昭和に入ってから堀さく数が増加し、総湧出量は同16年におよそ $16 \text{ m}^3/\text{min}$ のピークに達したのち減少傾向をみせている。昭和10年から20年代にかけて塩水化が著しく進展し、現在でも除々ではあるが進行傾向が認められる。総湧出量の変化のパターンを解析し適正総採取量の推定を試みた。

修善寺温泉では、演者らにより、総湧出量と水位、湧出熱量、化学成分間の関係を解析した結果が報告されているが、今回は更に揚湯馬力の変化などを加えて解析した結果を報告する。

※

試料	^{212}Pb ($\times \text{pCi/g}$)	^{228}Ac ($\times \text{pCi/g}$)	^{214}Pb ($\times \text{pCi/g}$)	^{232}Th (ppm)	^{238}U (ppm)
No.4 (80.5 g)	1.71 ± 0.19	2.71 ± 0.46	1.14 ± 0.13	25 ± 4	3.4 ± 0.4
No.5 (43.0 g)	0.73 ± 0.21	1.30 ± 0.79	1.26 ± 0.20	12 ± 7	3.8 ± 0.6

(17) 温泉の送配湯に関する研究 (その6) — 計画送湯量の決め方について —

中央温研 細谷 昇, 飯塚真二, 中島国夫, 大塚一夫

温泉水を長距離輸送する場合の計画送湯量についてはいまだ検討されたことはない。そこで、演者等は、温泉水の利用目的が入浴であるという前提条件を基に、計画送湯量を伝熱工学の立場より検討し、知見を得たので、報告する。即ち、計画送湯量は次の式によって決めたことが合理的である。

$$W \geq \frac{(T_1 - T_0) k \cdot L + q}{(T_1 - T_B)}$$

ここで、記号は次の如くである。

- W : 計画送湯量 (l/hr)
- T₁ : 出発温度 (°C)
- T₀ : 外気温度 (°C)
- T_B : 浴槽運転温度 (°C)
- k : 輸送管の熱貫流率 (°C)
- L : 輸送距離 (m)
- q : 目的地域の全浴槽運転必要熱量 (kcal/hr °C)

(18) ニュージーランドの間歇泉並に台湾の北投温泉と 関子嶺温泉 (スライド及び映画) 20分

都立大名譽教授, 東邦大医学部化* 野口喜三雄, 相川嘉正*

ニュージーランドの間歇泉は主に Rotorua の Whakarecoarewa Hot Springs にある。その中 Prince of Wales Feathers, Pohutu, Waikorohihi 等がよく噴騰する。その中でも Pohutu の噴騰が最も雄大でアルカリ性の熱湯を 20~30m 吹上げる。噴騰の週期は隣接した間歇泉が相互に影響するため不規則で一定していない。通常 Prince of Wales Feathers が先に噴騰を始め約 12m 吹上げ暫くすると隣の Pohutu が噴騰を開始するが、この時その隣の Te Horu の水位が上昇する。またここには Ngapuna Tokatoru と呼ぶ mud pool がある。これは別府の坊主地獄とよく似ている。台湾の北投温泉は北投石 (組成は放射性鉛含有硫酸バリウム) の産地として著名であるが塩酸を多量に含む酸性高温泉である (温度 100°C)。源泉は岩石が崩壊して生じた砂地にあり、崩れ易い為か強い放射能は検出されなかった。北投石が微量附着していると推定される弱い放射性的砂礫を採取して持帰り、都立大学村上悠紀雄教授研究室で γ 線スペクトルを検した結果 Th 系列の ²¹²Pb, ²¹²B, ²²⁸Ac, ²⁰⁸Tl, U 系列の ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi, ²²⁶Ra 等の γ 線に相当する光電ピークが得られた。この光電ピークの面積から上記核種の放射能を求めた。(結果は左頁下※に示した。)

(19) 強酸性火口湖と温泉活動

東大教養化学 ○綿抜邦彦, 高野稔一郎, 伊藤正紀

群馬県草津白根山の火口湖である白根湯釜は、pH 1 前後の水をたたえる強酸性火口湖で世

界的にも最も酸性の強い水をもった火口湖の例である。草津白根火山の1882年の活動では、湯釜は熱湯になったといわれているが、その後も1963、1976年に湯釜のとなりにある水釜で小規模の水蒸気爆発があり、これに伴って、火口湖の湯釜の水質が変動することが認められ、現在なお、火山活動により火口湖に酸性の噴気ガスが供給され、湖中で酸性の温泉水が生成していることが明らかとなった。火山活動の記録としては、1897、1899、1903年に夫々記載があり、その都度湯釜の水は変化したものと考えられる。

湖沼水と火山活動を比較するために、過去20年間に採取された湯釜の試料を分析整理し、比較検討した結果を報告する。なお1977年10月の湯釜の水質を示すと、水温17.7°C、pH 1.1、Cl⁻ 2891、SO₄²⁻ 2197、Na⁺ 16、K⁺ 12、Ca²⁺ 110、Mg²⁺ 10.2、Fe (全) 100、Al³⁺ 116、各mg/lである。

(20) 大地変が残した長崎県島原温泉の根源

秋田大学名誉教授 近藤忠三

雲仙火山の東方有明海に臨む島原市にはボーリングによって微温泉（最高34.3°C、含土類重曹泉—重碳酸土類泉）が誕生した。この地は寛政4年（1792）の眉山大崩壊により1万人の犠牲者を出した島原大変の際の埋積地である。演者は嘗ってこの地で自然電位法と抵抗法による電気探査を行い、ENE方向の二つの断層を検出、2断層間は岩屑流帯で、浅層地下水が高温に過ぎることや自然電位負異常の所在から、温水がこれら断層沿いに上昇、今もある新山鉦泉（最高19.6°C）はその枝分れて、上昇の中心を山手側に推定、今では眉山大崩壊は二つの断層の交るあたりの断層地すべりに始ったと考えている。温泉熱源が島原市川尻町付近地下にあらうとの意見もあったが、その後掘られた井のうち水温25°C以上の温水井は全部二つの断層に挟まれたもと海域だけに限られ、温水は外来流下水のようである。

(21) 四万温泉の湧出機構について

中央温研 佐藤幸二、○高橋 保

群馬県北部地域は谷川岳などを構成する石英閃緑岩の深成火成活動を伴う上越グリーン・タフ地域に属している。この地域には東方から水上・四万・川原湯など多くの温泉が分布しており、いわば温泉の密集地である。昨年、このうちの1つ四万温泉について地質学的調査を実施した。この時併せて数源泉の主要化学成分の分析をも行なった。ここにその概要を報告する。

四万温泉は中之条の北方約12kmの四万川の谷合にあり、上流から日向見、新湯および山口の3区域に分割される。その地質構成は大部分が谷川岳石英閃緑岩体の活動に先行する玢岩類によって占められているが、一部にはこれを貫く石英閃緑岩、さらに石英粗面岩岩脈もみとめられる。温泉は日向見では石英閃緑岩に、新湯では玢岩類の温泉変質帯に、また山口では石英粗面岩にそれぞれ関連して湧出している。主要化学成分からは日向見と新湯山口地域とはその性質を異にしている。

(22) 秋田県銭川温泉の間歇泉について (I)

地質調査所, 防衛大*, 関東学院大工**

○川村政和, 関岡 満*, 伊藤芳朗**, 斎藤輝夫**

秋田県鹿角市トロコの銭川温泉にきわめて特異な間歇泉の存在が知られ(昭和49年), これまでに数度にわたって行った調査結果について解析を行った。この間歇泉は同温泉旅館の裏を流れる熊沢川の河原にあり, 直経約2 m程の池を形づくっている。その周期はきわめて不規則であり, 30分前後から長い場合は3時間以上にもおよぶ。噴騰は30cm程度の高さまで噴き上げる程度であるが, 一つの周期において2・3分毎に数回の噴騰をくり返すいわば噴騰群を形成している。その回数も各群毎に不規則で, これまでに1~7回が記録されているが, ある時期の間では2つの噴騰群をあわせた回数は一定である。又, 噴騰回数と噴騰時間の間には正の相関があるのに対し, 噴騰回数と小周期の間には負の相関がある。周期と噴騰時間との間には段階別に正の相関がみられる。噴出量は2, 3回の噴騰(約20分間)に対しそれぞれ平均730 l, 850 lが記録されている。

(23) 銭川間欠泉に伴う流動電位 (II)

関東学院大学工 ○伊藤芳朗, 斎藤輝夫, 南雲政博

温泉水の噴出, 流動に伴って流動電位が発生する。特に温泉噴出が間欠的に行われる場合は, 流動電位の発生は明瞭に観察される。温泉活動の観測方法の一つとして, 流動電位の測定は有効な手段として採用できるだろう。

秋田県八幡平の銭川温泉にある小規模な間欠泉について, 鉛電極を用いて地表電位の変化を, サーミスタ温度計を用いて噴出活動を観測し, 流動電位の明瞭な発生の測定結果をえて, その第1報はすでに報告した(地熱, Vol. 15, No.1, 19-27, 1978)。

今回はその第2報である。流動電位の時間的变化に寄与するであろう諸要素について測定した。間欠的噴出活動中の圧力変動の連続測定, pHと電気伝導度と泉温の同時連続測定を行った。流動電位の変化と圧力変動は比例するも, 細部では複雑である。また, 間欠泉の, 静止, 静かな湧出, 突然の噴とう, そのあとの急激な逆流の活動経過を, 湯池にAl粉を散布して, その動きの模様を, 時刻付カメラで連続撮影した。融雪水が流入すると噴出は止むも, 周期的湧出はある。

(24) 北海道虎杖浜・竹浦地域温泉における地温低下

北海道大工 浦上晃一

北海道虎杖浜・竹浦地域では, 昭和37年に最初の泉源が掘さくされて以来, 10年間に90泉源が掘さくされ, 現在では温度27~56℃の温泉がおよそ7400 l/min湧出している。この地域の温泉は開発当初水圧が著しく高く, いづれも自噴していたが, 利用量の増加にともなって水圧が急激に低下し, 自噴泉は東部地域にわずかに泉源を残すのみとなった。昭和50年8月に17泉源において鉛直地温分布を測定したが, 湧出温度や昭和46年11月の測定結果と比較すると, 孔底(深度700m)でも最大約20℃におよぶ地温低下が認められた。この地温低下は深さとともに減少する傾向があり, 温泉水圧の急激な低下にともない, 地下深部から地表に向かう上昇流が衰えたためと解釈された。その後昭和52年8月に地温分布を測定した。この2年間に2~3℃の

地温低下が観測されたが、低下量はかなり小さくなった。

(25) 草津温泉時間湯の発生とその原因について

群馬大医学草津分院，東大医物療*，中沢温研**
 小嶋碩夫，布施正美，木暮 敬*，○中沢晁三**
 草津温泉の時間湯は幕末に「ねつの湯」で発生し，明治の初めにその浴法が確立した。慶応元年に草津を訪れた国文学者堀秀成が草津繁昌記の中に記述したのが初見である。
 明治2年に草津湯治を試みた石坂白友が発生当時の時間湯を記録している。「ねつの湯」は草津温泉の浴場の中で最も高温に属する湯の一つであって，江戸時代から他の浴場と異なる入浴法を用いた。文政年間の記録に日に三度温熱が変るとあり，高温時入浴の適応として，当時蔓延度が高く適確な治療法がなかった梅毒が挙げられている。「ねつの湯」は浴槽底の敷石間から温泉が湧出している。湯もみで浴槽内泉温を下げて入浴するが，浴後は浴水温は低下するので，浴水を全部一旦払い出す。温泉は浴槽底より湧出し，浴槽にほぼ充満すると（深さ約90cm），水压により湧出が停止する構造であり，高温浴を目的とする者はこの高温温泉水の充満するのを待って，一斉入浴，短時間浴を行ったのである。

(26) 草津温泉時間湯の「浴法選定記」および「治療の歴」について

群馬大医草津分院，東大医物療*，中沢温研**
 ○小嶋碩夫，布施正美，木暮 敬*，中沢晁三**
 時間湯発生当初における対象疾患やそれに対する浴温や回数，入湯日数など適用の実態は詳かでない。明治42年松の湯湯長高橋民蔵はそれまで口伝されて来た浴法の実際を整理し，自らの入湯体験や指導の経験を勘案して，「浴法選定記」を記述したが，その後更に入湯者の体験記録を累積し，又来草した医学者の意見をも参考にして，昭和10年頃に改訂完成した。入湯方法，各疾患別の浴温や回数など詳細な指示の他，湯あたり，湯ただれをその注意処置など内容は詳細に互っている。急性症状あるものや内科系疾患に対しては番外湯（微温浴）を指示するなど医学的に見て適当と考えられる他参考になる点が多い。又「治療の歴」には大正5年から昭和5年の間の入湯者80例（梅毒，淋病が多い）の体験が参考資料として記録されている。客観的観察記述が少ないが，時間湯の効果を考える上に貴重である。近年は皮膚病，リウマチ性疾患が入湯者の過半をしめている。

(27) 富山県の温泉史

富山県立富山北部高 岡田正二
 富山県の温泉利用の主力は疲労回復を中心にした冷鉱泉の加温入浴の湯治であった。それを支えた人々は農民であり漁民であった。その根本には富山県の農業や漁業の特長が介在している。一方で熱泉は山間や溪谷にあって，観光的にすぐれている場所は敷地がなく，敷地的に可能

な所は引湯せねばならないので大温泉郷が育ちにくい。

このような特長をもつ富山県の温泉を古代から現在までどのように変化して来たかを概括的に述べようと思う。だが、私は全くの門外漢なので間違や独断が多いかも知れないがその点はお許してください。

内容的には、(1)伝説期(奈良・平安時代)
 (2)古湯期(鎌倉・江戸初期)
 (3)復興期(江戸時代・化政期)
 (4)鉱泉の黎明期(江戸末・明治初)
 (5)湯治全盛期(明治10・昭和20)
 (6)戦後の開発
 の六章である。

(28) 別府旧市内における浅層地下水の長期変化

京大地理地球物理研 山下幸三郎

別府旧市内の開放温泉脈上における浅層地下水の水位水温について1959年より連続観測を行っている。これについて気象要素との関係を解析した結果、水位の変動と降雨とは密接な関係がある。一連の降雨による水位の変動には2種の型があり、一つは同じ雨量に対し水位の上昇が小さく自然減衰が大きい。他は水位の上昇が大きく自然減衰が小さい。59~70年までは前者の型が多く出現し、その後は後者が多く出現する。66年より水位は漸次降下したが71年からは略安定状態にあり且つ降雨による水位変動が大きくなっている。水温の年変化は地中温度の地下3m附近における年変化と略一致するが、年平均温度は水温が5~8℃高く、浅層地下水中に温泉水が流出していることを示している。年平均水温は65年に一時高くなり、その後は水位の降下と共に低下している。この様な変化は都市化に伴う雨水の浸透量の減少と温泉開発による温泉水頭の降下に原因があると思う。

(29) アナログ計算機による地下水・層状泉のシュミレーション

国士館大教養 山崎良雄

地下水や層状泉で観測される水位降下量は揚水量に従って連続的に変化する典型的なアナログ量である。アナログ計算機は、コストや取り扱いかいの面を考慮すると、地下水や層状泉の解析には有効な手段である。アナログシミュレーションの結果を実際の揚水試験と比較してその有効性を示したい。

演者は、シンクロスコープを用いたくりかえし型高速アナログ計算機を設計・製作した。シミュレーション実行地域は石川県手取川扇状地を選んだ。ボーリングデータが豊富で滞水層をモデル化しやすかったからである。アナログモデルは滞水層を電気的R-C回路で置きかえた。最初に平面的なアナログモデルで検討を重ね、次に立体的アナログモデルを使用した。シミュレーションの期間については、最初に短期における適合性をチェックし、その後長期にわたる試算をした。

アナログ計算機によるシミュレーションは実際の水位変動を良く再現した。

(30) 皆生温泉にみられる潮汐の影響

皆生温泉観光 坂内和夫, 松本忠男, 森野寿夫, ○前田和久

日本海は潮汐の干満の差が少なく, 皆生温泉も今まで潮汐の影響はないものと考えてきたが, 7号線(深さ167m), 20号泉(深さ400m), 24号泉(深さ300m), No.1(深さ5m), No.3(深さ40m)の被圧地下水位, 地表地下水位の連続測定記録を詳細に調べたところ, やはり一部に潮汐の影響と思われる現象がみられたので, これについて報告する。

境水道における測候所の潮汐記録によると, 美保湾の潮汐の干満差は, 一日大体20~50cmであるが, これに応じて7号泉, No.3のそれぞれの被圧地下水位に, 程度の差はあるが同じ周期で5~20cm前後上下するのが認められた。

なお, 湧出量との関係については, 潮位の変動に伴う湧出量の変化が少なく, また温泉汲み上げ量の変化が不定期であるため, 今回影響はあまりはっきり観測されなかった。

(31) 八幡平温泉郷について(第一報)

秋田県衛科研 ○北林敏郎, 武藤倫子, 勝又貞一

近年石油にかわるエネルギー資源として全国で地熱開発がさかんである。

秋田県においても, 昭和49年に国立公園八幡平の大沼に地熱発電所が開発され, さらに小安, 秋の宮方面でもテストボーリングがなされ, かなり有望視されている。

大沼における調査井の深度は800m~1700mで, 孔井から噴出する蒸気, 熱水は各々分離され不用の熱水は還元井から地下深部にもどされる。この熱水の地下還元により, 一応環境異変はないとされているが, しかし確証のないのが現状である。我々はこの点に注目し, 八幡平の温泉を対象に環境調査を行い, 若干の知見を得た。即ち八幡平の温泉は大むね二つに分けられる。一つは志張, 銭川温泉など内容成分その他において変動がきわめて少ないもの, もう一つは大沼, 赤川温泉など変動の大なるもので, 大沼との地理的条件からみてこの後者については, さらにその動向を追跡調査する必要があるとの結論を得た。

(32) 温泉水等のウラン・ラジウム含有量とその同位体比

—主として六甲山周辺について—

金沢大・理, 神戸商船大* ○阪上正信, 矢島 充

大久保隆*

温泉水中の放射性核種についての情報は, 温泉の成因等についての地球化学的課題の解決に有意義なことがある。今回はラジウム泉として知られ, しかも食塩濃度が海水のそれにも匹敵する有馬温泉とそれに近い宝塚その他数ヶ所の温泉水, 湧水, 沢水などについてウラン, ラジウム含有量と $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の測定を行い, 地球化学的考察を行った。

認料水80lに ^{232}U をトレーサーとして加え, BaSO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 共沈後, BaSO_4 沈殿で γ スペクトロメトリーを行いRa同位体比を求め, ウランは $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 溶解溶液より放射化学分離, α スペクトロメトリーにより求める。

Ra 濃度は高塩分泉では多いが必ずしも Cl⁻ 濃度と相関せず ²²⁸Ra/²²⁶Ra 比を 1 以上で、付近の花コウ岩から溶出が主要因と考えられる。U 濃度も六甲山系の湧水等では高く ²³⁴U/²³⁸U 比は 1.0~1.8 の範囲には入る。ただし Ra 濃度と U 濃度は必ずしも比例せず、Ra の化学的性質、壊変系列の位置等も考慮せねばならない。

(33) 上宝村温泉水中の ²²²Rn 濃度の測定

金沢大医療短大, 富山医薬大* ○真田 茂,
天野良平, 本田 昂*, 柿下正雄*

自然放射能からの内部および外部照射による年線量への寄与を知ることは重要である。特に温泉地域での ²²²Rn の寄与は、興味ある課題である。今回、我々は当地上宝村温泉地区の源泉水中の ²²²Rn 濃度測定を行った。さらにその源泉を使っている宿の浴室内空気中の ²²²Rn 測定も行った。

²²²Rn 測定法は、堀内*らの液体シンチレーション法と同様な方法で行った。結果は表に示すように、新穂高>平湯>一重ヶ根>蒲田の順になることが判った。しかし、これらの値には、常にサンプリングの難しさが伴っていた。

源泉水中の ²²²Rn が多い場合、その湯を使っている宿の浴室内空気中の ²²²Rn も、やはり多いということがわかった。この ²²²Rn 放射能が人体呼吸器系の年線量にどれくらい寄与するかを試算してみたので、あわせて報告する。

表：源泉水中の ²²²Rn 濃度

新穂高	1.9~2.3	$\times 10^{-10}$ Ci/l	平湯	0.07~0.10	$\times 10^{-10}$ Ci/l
蒲田	0.008~0.013	$\times 10^{-10}$ Ci/l	一重ヶ根	0.02~0.05	$\times 10^{-10}$ Ci/l

〔* 堀内, 村上, 温泉科学27, 23 (1976), *ibid* 28 39 (1977)〕

(34) 北海道洞爺湖温泉における水位観測

北大・工 浦上晃一

昭和52年12月~53年5月までの6ヶ月間、洞爺湖温泉において、触針式自記水位計を用いて温泉の水位変化を観測した。昭和52年8月洞爺湖温泉から約3kmにある有珠山が噴火して以来、現在でも毎日有感地震が発生しているが、記録をみると、地震の際1cm位のステップ状の水位低下があり、数時間程度でそれが回復している。このような水位変化は1968年十勝沖地震の際定山溪温泉でも観測されており、1974年5月の伊豆半島沖地震の際には地下水位が広範囲にわたってステップ状の変化を示したことから、このような水位変化は地震による strain step によると考えられている。しかし、水位の回復は地層の力学的性質からは説明できないので、地震によって歪が解放されるためステップ状の水位変化が生じ、地層の変形に対して free な水(海, 湖, 川など)からの供給によって水位が回復すると考えた。この場合 pumping test によって得られた帯水層の貯留係数から、ステップ状の水位変化と歪との関係を見積ると、被圧帯水層で10cmの水位変化を生じさせる歪は $10^{-7} \sim 10^{-10}$ 程度である。