

## 日本温泉科学会第24回大会講演要旨

日時 昭和46年8月3~6日

開催地 山口県長門湯本温泉

## 1. 皆生温泉の温泉使用量の日中変化

皆生温泉観光株式会社 坂内 和夫, 森野 寿夫, 松本 忠男, 前田 和久

皆生温泉地区の温泉井の大部分を皆生温泉観光株式会社が所有している為、会社は皆生温泉の泉源保護に対して常に積極的な努力を払っている。

今回は皆生温泉全体の温泉使用量の日中変化の傾向が、ここ4~5年の間に著しく変化したのでこれについて報告する。即ち昭和40~43年頃までは夜中の使用量が少く、昼間少し多くなり午後2時頃又少し少く、夕方多くなるという凹凸の激しい傾向を示してきたが、昭和44年頃から次第にその傾向が小さくなり昭和46年には殆んど日中変化が平坦になって来た。その原因について次のいろいろな点より調査してみた。

1. 浴槽設備1石当りの利用人員の変化について調べてみた。利用人員の方はここ数年ほぼ直線的に増加を示しているが、浴槽設備石数の方は最近になって増加が鈍くなって来ている、従って45、46年になって1石当りの利用人員は著しく増加した。

2. 次に浴槽設備石数別についてその変化をみた、浴槽設備石数15石以下の浴槽についてはあまり増減はないが、15石以上の浴槽は全浴槽設備石数の伸びと同じく著しい増加を示している。

以上要約すると温泉使用量の日中変化が少くなって来た事は、浴槽設備石数1石当りの利用人員が増加した為に入浴時間が拡がるとともに、大浴槽の増加により常時温泉を流し放しにする旅館が増えて来た為と考えられる。事実皆生温泉では団体客数が伸びるとともに浴槽の大型化が進んでおり、入浴形態の変化と大浴槽の増加が進んでいる。

## 2. 邑智町の温泉の物理探査

島根県工業試験場 飯塚 赴, 調枝 勝幸

## 1. 邑智町の地質と温泉分布

本地域は主として、後期白亜紀~古第三紀の流紋岩類・酸性深成岩類からなり、湯抱・湯谷・塩ヶ瀬の各温泉は前記の基盤を湧出母岩として分布している。

## 2-1. 湯抱温泉

同温泉は流紋岩中より湧出する放射能泉であり、湧出地点とその周辺の岩体にはEW・NS・N60°W系の開放性の節理がよく発達している。

共同・山崎の両泉源を中心として測点を配置して、 $\gamma$ 線探査と二極法による電気比抵抗水平探査を実施した結果、 $\gamma$ 線強度は1~17Nを示し、 $\rho$ は $a=40$ mで、5~452 $\Omega$ m、 $a=60$ mで8~278 $\Omega$ mを示した。低比抵抗曲線と強 $\gamma$ 線曲線は一致しなかったが、強 $\gamma$ 線曲線の指向方向は大略N60°Wの岩体の亀裂方向と一致した。

## 2-2. 湯谷温泉

同温泉は角閃石英英閃緑岩中より湧出し、泉温34°Cを示す弱食塩泉である。湧出地点とその周辺の岩体にはNS、N60°W系の解放性の亀裂が発達する。この地区では $\gamma$ 線探査、自然電位探査および低電位

帯の一部に二極法による垂直探査を実施した結果低電位曲線と強  $r$  線曲線の一部は大略一致するものも認められる。これ等の曲線の指向性は岩体の亀裂の方向とほぼ類似の方向を示した。垂直探査の結果得られた  $\rho$ - $a$  曲線は  $a=10\sim 70\text{m}$  以上では急激に  $\rho$  の値を減じて  $1\Omega\text{m}$  以下の値を示した。

### 2-3. 塩ヶ瀬 鉱泉

同鉱泉は沢谷川の右岸に一部露出する黒雲母花崗中から湧出し、 $17^\circ\text{C}$  を示す。沢谷川の左右両岸に測定点を設定し、 $r$  線探査、自然電位探査および低電位帯で一部垂直探査を実施した結果低電位曲線と強  $r$  線曲線の一部は一致しこれ等曲線の指向性は NE~EW であり、泉脈の方向を暗示している様である。 $a=46\sim 60\text{m}$  では  $\rho$  の値は急激に低下し  $1\Omega\text{m}$  以下の値を示した。

## 3. アフガニスタン、オペー温泉水中の若干の化学成分について

都大・理 安部 喜也

アフガニスタン、ヒンズークーシヨ山脈南西部山中、海拔高度約 2300m のところにあるオペー温泉の温泉水と付近における湧水および河川水のいくつかの化学成分について測定を行った。(1970年8月27日)。地質的には源泉付近が、丁度緑泥片岩と黒雲母花崗岩の境界にあたり、その間から湧出している。周辺には火山性の岩石はみられず、火山活動とは直接の関係をもつた温泉ではないと考えられる。湧出量は毎秒約 20l で温度は  $43^\circ\text{C}$  無色、透明、無味、無臭で、源泉より約 2Km のところにホテルがあり、保養地として浴用に利用されている。

測定結果は表に示すが、成分含量は例えばわが国の温泉の平均的な値とくらべて全体として小さく、中性単純泉ということになると考えられる。また、水の起原については、近くの地下水や河川水とちがった別の系統の水が、二種の岩石のさかいにそつて出て来ているものと考えられる。

	温泉水	冷 泉	河川水
流量 (l/sec)	20	2	50
温度 ( $^\circ\text{C}$ )	43.0	19.0	20.0
pH	7.2	7.4	7.3
アルカリ度 (meq/l)	1.08	2.55	2.31
Na <sup>+</sup> (mg/l)	58	11	8.5
K <sup>+</sup> (mg/l)	2.8	0.9	0.8
Ca <sup>2+</sup> (mg/l)	9.8	41.3	31.6
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	0.07	0.5	3.2
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	19.1	2.6	3.6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	100	6	1
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	48	21	21

## 4. 箱根大涌谷における湧水及び河水の微量成分

都大・理 荒木 匡, 東邦大教養 野口喜三雄, 相川 嘉正

箱根大涌谷に湧出する酸性の湧水及び河川水の主要成分については野口らにより別報で述べられているが、本報告は微量成分の一つであるバナジウムの行動について研究したものである。

湧水、河川水中のバナジウム濃度は 痕跡 $\sim 1.1\text{mg/l}$  程度で、その含量は水の pH に依存している。水の pH が 2.4 以下の場合は  $0.1\text{mg/l}$  以上の濃度であるが、pH 2.5 を越えると急激に濃度は減少する。水中のバナジウムは、地下水 (特に酸性) が周辺の岩石に接触した時、鉄、アルミニウムなどと共に岩石

から溶出したものと考えられる。そして一般に pH 2 付近までは V/Fe 比は周辺の岩石のそれと類似しているが、大涌谷の湧水においては、V/Fe 比はおおむね  $n \times 10^{-3}$  で周辺の岩石の V/Fe 比  $4.1 \times 10^{-3} \sim 4.7 \times 10^{-3}$  に近かった。一方河川水は鉄が多く V/Fe 比は  $0.n \times 10^{-3}$  のオーダーとなり極めて小さかった。また大涌谷上部の噴騰泉 (水温 98.0°C) は pH 2.1, V 0.22 mg/l, Fe 47.0 mg/l で V/Fe 比  $4.7 \times 10^{-3}$  となり、これも周辺の岩石の V/Fe 比に近かった。

## 5. 箱根火山大涌谷における湧水及び河水の化学成分について (続報)

東邦大・理 野口喜三雄, 相川 嘉正, 今橋 正征

箱根火山大涌谷には酸性泉が存在することは古くより知られているが、近年ボーリングによつて著しく塩酸に富む水が発見され注目されている。演者らは数年前よりこれら酸性水の主成分並に微量成分を調査する目的で研究を行ない、その結果の一部は昨年 11 月、日本火山学会秋季大会並に本年 4 月、日本化学学会年会で報告した。前回の調査は夏期 7 月の増水期に行なったものであったので、今回は最も渇水する 2 月を選び本年 2 月 18 日～20 日に調査を行なつたのでここに報告する。調査地点は総計 40 点である。まず大涌谷河水の水量は、上流で 10.6 l/min 下流で 40.7 l/min を示し前回の水量と比較すると、およそ 5% 程度であった水温 1.8～96.0°C, pH 1.9～7.6,  $\text{SO}_4$  29～6130 mg/l  $\text{HBO}_2$  144～2048 mg/l, Fe 0.3～640 mg/l, Al 3～2385 mg/l, Ca 10～466 mg/l, Mg 52～284 mg/l 等の結果が得られた。これらの結果をみると著しくホウ酸が多い点は前回と全く同様である。

なお河水 No. 3, 4 について化学成分を前回と比較すると Ca, Mg,  $\text{HBO}_2$ , Al については著しい差は認められないが、 $\text{SO}_4$ , Fe については明らかに今回の方が大きい値を示した。又水平ボーリングによつて今回新たに見出された源泉 2 ケについて調査し次の結果が得られた。

新水平ボーリング 1, 温度 95°C, pH 7.6,  $\text{SO}_4$  466 mg/l,  $\text{HBO}_2$  928 mg/l, Ca 198 mg/l, Mg 40 mg/l, 新水平ボーリング 2, 温度 67°C, pH 6.0,  $\text{SO}_4$  397 mg/l,  $\text{HBO}_2$  1460 mg/l, Ca 150 mg/l, Mg 186 mg/l, 硫酸は地表面付近で S を含む火山ガスが酸化されて生成されるもので、傾斜面に水平ボーリングを行なつて得られた温泉は高温ではあるが中性ないし弱アルカリ性であることは前回の結果と良く一致した。

## 6. 由布院温泉における揚水影響

京大・理 山下幸三郎, 川村 政和

由布院温泉は別府の西方約 20 Km のところにあり、約 4 Km<sup>2</sup> の地域に 600 孔以上もの泉源を有するが、その半数が自噴しており、大分県では別府温泉につぐ温泉密集地である。このほぼ全域にわたる 19 ケ所で揚水試験を行ない、その結果、この地域では地下の温泉帯水層間に交流があり、滲出に関する係数と温泉密集度の間には一次関係が成立した。この関係から、温泉孔の増加が滲出に関する係数に与える影響は別府温泉に比較して著しく大きく、新泉源の揚水による既設温泉への影響を求めると、由布院温泉では半径 100 m の範囲内に泉源が 15 孔以上になると温泉開発の意義が失われることが知られた。

## 7. 別府温泉水中のアルカリ金属イオンについて

京大・理 山下 幸三郎

別府温泉中約 200 口の温泉についてアルカリイオンの分析を行った。これらのイオンは食塩泉である沸騰泉水の如き高温熱水に多量に含まれ、その溶存割合は他の陸水より大きい。

これらのイオン含有量には  $\text{Na} > \text{K} > \text{Li} > \text{Rb} > \text{Cs}$  の関係があり、海岸部にある海水が混入している温

泉や地下水の多く混入している温泉ほど Li, Rb, Cs の含有量は少ない。海水が混入している温泉を除けば各イオン相互間には相関関係があり、特に Na, Li, Cs 相互間と K と Rb との間には一次関係が成立する。したがって Na, Li, Cs 及び K と Rb とは緊密な関係をもつて行動していると思われる。

温泉水が賦存する地帯の原岩について Li, Rb, Cs の Cl に対する存在割合と温泉水とを比較すると次表のように、温泉水中の溶存割合は岩石中より小さい。したがって温泉水中の Cl が岩石中の Cl の溶出であるとすれば温泉水中のアルカリイオンは全て岩石からの溶出によって供給し得ることが認められた。

岩石及び温泉水のアルカリ含量比 (重量比)

種 別	Li/Cl $\times 10^{-3}$	Rb/Cl $\times 10^{-3}$	Cs/Cl $\times 10^{-4}$
角閃安山岩	31	125	12
輝石安山岩	11	21	5.0
鉄輪温泉	4.51	1.55	4.42
亀川温泉	3.86	1.22	3.03
別府南部温泉	5.22	1.14	3.32

### 8. 九重八丁原地熱発電井の化学成分

九大・温研 古賀 昭人, 野田 徹郎

大分県八丁原地区の熱水は大岳地区の熱水が豊肥火山岩類の中層をなす tuff breccia 層, 深度 700 m 前後からのものであるのに対し, 深度 1,000 m 前後にも達し, 豊肥火山岩のさらに下層の珍珠層を帯水層とする熱水を噴出している。

八丁原井は大岳地区に比べると勢いも強く, それを裏付けるように Cl 濃度も 2,000 mg/l 程度, Li, Rb, Cs など深部熱水に特長的な元素も多く, SiO<sub>2</sub> も多い。しかし, 注意すべきは, 2号井が 3.4, 3号井が 4.9 と低い pH を示すことであり, 大岳地区の熱水がすべて弱アルカリであるのと比べると興味深い。酸性であるために NH<sub>4</sub><sup>+</sup> が他に比べて多く溶けこみ, Ca, Mg さらには Fe, Mn, Al, F などその起源たる岩石が酸性水によく溶けるために, その含量が他に比べて多い。この酸性が何によるものであるかを考えると, ここでは普通の硫酸酸性熱水にみられる pH と SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> の相関がみられず, さらに検討の余地を残している。八丁原井熱水の原子比 Na/Li, Na/K は小さく, Na/Ca, Ca/Mg は大きく, いずれも深部熱水の特質をあらわしている。Rb/Cs, Cl/B 比にはきわだつた変化はみられない。Cl/F は F が酸性水によく溶けるために酸性であるほど小さく, pH の順に並んでいる。

溶存化学成分を基にして求めた地下推定温度は SiO<sub>2</sub> 法によれば 1号井から順に 292°C, 241°C, 270°C, 282°C, Na/K 法によれば 285°C, 248°C, 257°C, 285°C といずれも八丁原井熱水貯溜温度の高いことを示している。

以上のように, 八丁原井は同熱水の化学成分, 推定貯溜温度からみて, 優秀な地熱資源と推察される。

### 9. 沖縄の海底温泉

東大・教養 綿抜 邦彦, 高野穆一郎

沖縄の海底から, かなり高温の水の湧出が認められ, 周囲の海水と共に著しい上昇流がある。また同時に多量のガスの発生を伴う。東海大学の調査によるこの水試料の恵与をうけたので, この化学成分について検討した。

温泉水はポリエチレン袋に採取されたが、海水の混入が考えられる。そこで、海水の化学成分と対比した。

温泉水は pH 8.60,  $\text{Cl}^-$  17,671,  $\text{SO}_4^{2-}$  1,765,  $\text{Ca}^{2+}$  489,  $\text{Mg}^{2+}$  1,029,  $\text{Na}^+$  10,700,  $\text{K}^+$  445, B 12.4 (mg/l) で、蒸発残留物は 36.8g/l であった。これに対して 35‰ の海水は  $\text{Cl}^-$  19,832,  $\text{SO}_4^{2-}$  928,  $\text{Ca}^{2+}$  423,  $\text{Mg}^{2+}$  1,326,  $\text{Na}^+$  11,034,  $\text{K}^+$  413, B 4.6 (mg/l) であり、化学成分間の比は海水の場合、ある範囲内では一定である。

海水の pH は表面水で 8.2~8.3, 深層水で 7.9 程度である。実験室での測定ではあるが pH 8.6 を示すことは何らかのアルカリ性の水の供給が考えられる。

特に海水と異なるのは  $\text{SO}_4^{2-}$  であり約 2 倍多く含まれている。また B は海水では  $\text{Cl}^-$  に対してほとんど一定の比を示し 0.23~0.24 であるが、温泉水では 0.7 (mg/g) を示す。このことは B の供給源が海水と異なることを示す。地球化学的には B は  $\text{CO}_2$  と似た行動をとるともいわれ、堆積層中には蓄積されるといわれる。しかし、一般に  $\text{Cl}^-$  に伴って、いわゆる熱水中には B が多いことが知られており、また高温の温泉水中には B が多く、噴気ガス中にも B が多く含まれている。

これらのことを合せて考えるとき、この温泉水には、海水と起源を異にする、いわゆる熱水性の B の供給を受けていることは明らかである。沖縄はサンゴ礁地帯であるが、これがどのように寄与しているかは現在のところ不詳である。

## 10. 温泉のトリウム含量の放射化分析方法

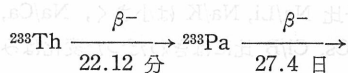
中部工大 下方 敏蔵

名工大 神谷 宏, 尾崎 敦子

本邦各地の温泉のトリウム含量を放射化分析の方法により定量した。

従来著者等は温泉のメズトリウム 1 およびラジオトリウム含量を、ローリツェン検電器を用いて、トロロン法により定量した。しかし、この方法では、試料水を 30 リットル採つた場合、トロロン含量が約  $0.4 \times 10^{-5} \text{ g Th u}$ 。以下のものは測定することが困難であるため、多くの試料水について、その含量を知ることができなかった。また、温泉水中においてトリウムからトロロンに至るまでの元素の間に放射平衡が成立しているかどうか判らないので、測定されたトロロン含量からトリウム含量を算出することができなかった。

トリウムは中性子照射によって  $^{232}\text{Th}$  (n, r)  $^{233}\text{Th}$  なる核反応を起こし、生じた  $^{233}\text{Th}$  は次のように壊変する。



ここに生じた  $^{233}\text{Pa}$  を分離し、その  $\beta$  線強度の測定値と、トリウム標準試料を同様に処理して得られる  $^{233}\text{Pa}$  のそれとを比較して、試料中のトリウム含量を決定する。

この方法によって、トリウム含量が  $10^{-9} \text{ g/l}$  のものまで測定することができた。

トロロン法によるメズトリウム 1 含量と、放射化分析によるトリウム含量とを比較して、試料水中ではこれら 2 つの元素の間に放射平衡が成立していないことが判った。また約 150 個の試料水のトリウム含量は  $10^{-9} \sim 10^{-5} \text{ g/l}$  の範囲内にあり、トリウム含量  $2 \sim 3 \times 10^{-8} \text{ g/l}$  のものが最も多かった。

## 11. 鉄質沈殿物のトリウム含量

名工大 神谷 宏, 尾崎 敦子

中部工大 下方 敏蔵

鉄質沈殿物にもいろいろあるが、本報では主として水和酸化鉄(III)を扱った。これはトリウムが鉄より

加水分解されやすく鉄に伴って定量的に共沈濃縮するからである。沈殿物中のトリウムは鉄と共に湧出したものと考えられるから、沈殿物のトリウム含量からいろいろの条件下におけるトリウムの行動を推定できる、水和酸化鉄(III)の生成には二通りの様式がある。一つは硫酸酸性溶液として二価鉄イオンが湧出し、空気と接触して酸化されて沈殿するもので、他の一つは炭酸水素鉄(II)として湧出し、二酸化炭素の放出と酸化によって沈殿するものである。

本報では秋田鉱山産の褐鉄鉱と現在生成しつつある浅間山蛇堀川産の沈殿物を試料として用いた。前者は硫酸酸性(pH 2以下)の溶液から生じたものと考えられ、後者は炭酸水素塩溶液として湧出するものと硫酸酸性溶液(pH 2以上)として湧出するものとが共存している。

一般に温泉水や鉱泉水中のトリウム含量は小さく、またトリウムの起源としては周囲の岩石から溶出されたものとするのが妥当である。浅間山の沈殿物については硫酸酸性溶液から生じたものは、二酸化炭素を伴う溶液から生じたものよりトリウム含量は大であり、秋田鉱山産の褐鉄鉱はこれよりさらに大である。これは秋田鉱山産の褐鉄鉱の生成時におけるpHは浅間山の場合より小さかった事を示すものと考えられる(表参照)。沈殿生成においてチタンはトリウムとほぼ同じ挙動を示すのでTh/Ti比を各試料について比較すると、秋田鉱山の褐鉄鉱は岩石における比とほとんど同じであるのに対し、浅間山の沈殿物は岩石における比より一般に小さい。これらの事実はpHが2より小さい場合は、トリウムとチタンはほぼ同じ容易さで岩石から溶出されるのに対し、浅間山のようにpHが2より大きい場合にはトリウムはチタンより溶出され難くなることを意味するものであろう。

要約すれば炭酸水素イオンを含む溶液より、硫酸イオンを含む溶液の方が岩石からトリウムを溶出する作用は強く、同じ硫酸イオンを含む溶液でもpHの小さいほどその作用が強いことがわかった。

	岩 石	秋 田	浅間(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	浅間(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Th/Fe×10 <sup>7</sup>	400~5000	43~470	2.7~20	0.4~5.8
Th/Ti×10 <sup>4</sup>	4~50	11~43	1.2~4.7	1.1~12

## 12. 俵山温泉の研究およびその後報

九大・温研内科 矢野 良一

俵山温泉の発見は1056年の昔にさかのぼり、古来神経痛、リウマチ泉として名声をはせている。医学的に着目されたのは昭和4年高安博士の観察にはじまり、昭和15年8月より16年7月にわたって高安教授指導のもとに大内は22名の患者について臨床実験を行なっている。浴治経過と尿所見を詳細に研究し、日本温泉気候会誌8巻2,3号に発表されている。

岡大関教授は本泉の強アルカリ性、pH 9.5に注目し、含有硫黄成分との共同作用によって斗病に有力な腺組系細胞を増加する作用のあることをマウスを用いて長期に実験した。

演者は昭和28年7月より3カ月にわたり、九大温研研究員約20名(内科、外科、皮膚科、温泉分析担当技官ら)との出張研究によって文部省特別研究費による研究を完成した。ことに臨床方面に重点をおき、入湯者の協力によるデータが数多くえられたことは幸いであつた(温研報 俵山温泉研究特別号II, 昭和29年6月号)。本誌は入湯者に供覧されている。

長門病院内科の秋富は健康人を対象として、本泉の38°C 20分浴が同条件の淡水浴に比べて離浴後の後効果が強く、いわゆる温泉が湯ざめをしないことに一脈相通ずる成績を発表している。人体痛覚閾値の実験によつた(温研報11巻4号昭34)。また秋富は俵山泉の7日間連浴が高血圧に対する著しい効果があることを発表している。

昭和30年7月には全国4番目の国民保養温泉に指定されている。その後最も注目すべき事業として、昭和37年に糞尿と下水の共同処理が国と地元の共同によつて総工費20,320,000円で完成し、全町が水洗便所を有するに至つたことで、全国に類をみない。当時の組合長高橋医師は現在長門市長としてなお活躍されている。本泉の浴客はほとんどリウマチ、神経痛患者であり、「川の湯」新館の竣工とともに浴客はますます増加している。昭和45年の療養客21万、九州が最多で日本全国に及んでいる。最も多い時期は7~8月である。

### 13. 温泉治療により奏効した慢性関節リウマチの1症例

九大温研・内科 大門 剛

非特異的変調療法としての温泉治療が最も効果を示すのはリウマチ疾患群であり、特に慢性関節リウマチに対してよい適応であることは内外諸家の多岐にわたる科学的な検索によって明らかである。温泉理学療法（運動浴、温泉泥浴、マッサージ、機能訓練）により奏効した慢性関節リウマチの1例を経験したのでその治療の概要を報告する。

症例は35才、女 stage IV class III. 10年来罹患、関節症状の増悪時には副腎皮質ホルモン剤を使用してきた。入院時、両膝、両足関節の炎症が特に強く両膝関節屈曲位拘縮、松葉杖歩行。入院後薬物療法とともに運動浴、温泉泥浴を隔日交互に施行、2週目には諸関節のいたみ、はれ、局所熱は減少し、3週目には両膝関節の拘縮性屈曲は消失して、無杖歩行可能となる。6週目にはマッサージ、9週目には機能訓練を追加し、諸関節の炎症症状軽減、3カ月目にはリウマチの炎症活動性を示す血液の生化学的検査所見はほとんど正常化、関節局所の炎症症状も著明に改善され日常生活に対する機能障害度は class II となった。

本症例における自覚的症状の改善は抗リウマチ剤の効果とあいまって、温泉治療を中心とする理学療法をあわせて行なうことが最良の治療であることを示唆するものである。なお一般に温泉療法の適用における応用手技や入浴の温度、時間、回数などは患部の個人的特質を考慮しながら、階段式プログラムを組んで、医師の監督の下に選択、調節することが肝要と考える。

### 14. 2, 3の泉質を異にする温泉地の児童、生徒の生理学的研究

大阪・教育大 伊東 祐一、後藤 英二、赤塚久兵衛、須藤 勝見  
野口 陽二、後藤 章、仲井 正名、今井 英夫

和歌山県湯ノ峯温泉、(泉温 91°C、弱酸性の硫化水素臭を有する含重曹硫化水素泉)、島根県温泉津温泉、(泉温 45°C、弱酸性の含土類食塩温泉)と山口県俵山温泉、(泉温 41°C、アルカリ泉 pH 9.7 の単純温泉)。以上三地域の温泉地区に於て、常時(2年以上)温泉入浴児童生徒と非温泉入浴児童生徒、更に男女別について調査を行つた成績は以下の如くである。

#### 1) 血液像

赤血球数については湯ノ峯、温泉津については男女共に5%の危険率を持つて温泉入浴者の方が非入浴者の方よりも高い有意の差が認められた。

又白血球数については俵山温泉地区児童生徒について入浴者の方が非入浴者よりも高い数値を示した。血色素は入浴者の方がやゝ高い数値を示したがヘマトクリット値は両者間に有意な差は認められなかった。

#### 2) 血圧

血圧は女子には有意な差は認められなかったが、男子に於て最大血圧が低い値を認めた。

## 3) 眼球圧迫試験

非入浴者に陽性に出る者が 5% の危険率に於て有意の差が認められた。

## 4) Rumpel-Leede test

男子より女子の方が陽性率の出現率が多かった。

## 5) 尿検査

早朝時、起床時の尿について検査を行った結果 pH, 蛋白, 潜血反応共に月経時の女子 3 名を除いてすべて正常であった。

## 15. 湯田温泉病院の現況

国立・湯田温泉病院 高岡 久雄, 小松田弘之, 岩井 秋人, 三木 静枝

当院の有する温泉の泉質は pH 9.1 の単純硫酸泉であり、治療効果として第一に脳血管疾患による運動麻痺、第二に高血圧、第三に糖尿病等に対して効くものである。

この温泉の理化学的特徴として何か顕著なものを示せるとなると、次の実験の示すような一種の還元作用である。臨床医学で酸化還元の色剤として近時多用されているオルトトリジンの呈色を新鮮温泉は阻止し、陳旧温泉は対照と同じくなくて阻止作用がない。

オルトトリジン 4g/95% アルコール 100 ml : 1 容 + 30% 酢酸 1 容を呈色試薬とし、8 万倍希釈血液 ( $H_2O_2$  を含む) をそれぞれ新旧温泉水、井戸水、対照 (蒸留水) で希釈して実験材料とした。また、寒天平板上で V.C 注射液の還元力と新温泉の還元力とを比較してみた。V.C 液には劣るが、この温泉水には還元作用がある。

本態については実験をすすめていないが、湧出直後の所謂  $H_2S$  臭と表現されている微量な  $H_2S$  のためかも知れない。ともかく、人体に理化学的還元作用、アルカリ作用を与えている訳であるが、温泉治療医学の教える如く、運動麻痺の治療に使用される。これらの適応患者 80 名に温泉浴、気泡浴そして機能訓練を行っているが、当院の昭和 21 年から現在まで (46.3.31 まで) の集計を表示すると、片麻痺、高血圧が過半を占めている。また患者出身地は山口市が過半で、その他県内、県外である。

支払区分では健保家族が過半である。(以上)

## 16. 地表面の条件が異なる場合の 1m 深地温の差

北大・理 浦上 晃一, 三好日出夫

1m 深地温は地下熱源の状態、地質、浅層地下水の流動状況、地表面の状態によって異なり、また季節的にも変化する。温泉地域で測定された 1m 深地温分布から熱源を推定するさいの参考とするため、地質、地下熱源の状態が同一と思われる場所で地表面の状態のみが異なる場合 (地表が草地であるとか、裸地であるとか、家屋がある等) の 1m 深の温度差を測定した。地表面の境界条件としてニュートンの冷却則を考えると、この温度差は放熱係数のちがいでによる。

## 17. 川湯温泉の湧出機構と湧出状況の変化

北大・理 浦上 晃一, 大槻 栄他

昭和 45 年 11 月に実施した調査の結果と福富孝治氏が昭和 27 年 10 月および昭和 30 年 10 月に行なった調査の結果とから、川湯温泉の湧出機構と湧出状況の変化について 2.3 考察してみたい。



## 18. 川湯温泉および仁伏温泉の調査

北大・理 浦上 晃一, 大槻 栄他

北海道庁の依頼により, 昭和 45 年 11 月 12~20 日の 9 日間, 川湯温泉および仁伏温泉において地球物理学的調査, すなわち各源泉の湧出温度, 湧出量,  $\text{Cl}^-$  濃度の測定, 1m 深地温の測定, 比抵抗法による電気探査, 管中水温の鉛直分布の測定, 揚湯試験による源泉間の相互影響の調査等を実施した. この結果以下の結論が得られた.

川湯温泉について

1. 川湯温泉は源泉 A (温度  $65^\circ\text{C}$ ,  $\text{Cl}^-$  濃度  $1680\text{ mg/l}$ ), B (温度  $52.5^\circ\text{C}$ ,  $\text{Cl}^-$  濃度  $1800\text{ mg/l}$ ) および C (温度  $42.0^\circ\text{C}$ ,  $\text{Cl}^-$  濃度  $1000\text{ mg/l}$ ) の混合水が湧出している.
2. 1m 深地温の高温部は温泉湧出地域から硫黄山に至る帯状の地域に分布しており, 電気探査の結果から推定される温泉水の平面的な拡がりとはほぼ一致する. また電気探査は温泉水が存在する範囲を推定する非常に有効な手段であると考えられる.

仁伏温泉について

3. 湧出温度は  $41.0\sim 50.0^\circ\text{C}$  であり,  $100\text{ mg/l}$  前後の極めて低い  $\text{Cl}^-$  濃度を示す. 温泉帯水層の上端は屈斜路湖水面下  $16\sim 18\text{ m}$  にあると推定され, 温泉水は被圧されており静止水頭は湖面上  $0.5\sim 0.8\text{ m}$  である.

## 19. 愛媛県の温泉の化学的研究

愛媛県立・衛生研究所 御手洗 清

愛媛県にはほぼ県下全域にわたって温泉源が開発されている. これまでに化学分析をおこなった 127 源泉について, 水素イオン濃度 (pH 値), 溶解性固形物総量, 泉温およびフッ素イオンをとりあげ, 本県の温泉の化学的特長を次の通り報告した.

- (1) 水素イオン濃度 弱アルカリ性 (pH  $7.5\sim 8.5$ ) を示す源泉が 127 源泉のうち 30% を占め, アルカリ性 (同  $8.5\sim 10$ ) のものが 40% を占めている. pH 値の最高は 10.4, 最低は 4.4 である.
- (2) 溶解性固形物総量  $1\text{ g/kg}$  以下が 105 源泉で全体の 83% を占めている. 残り 17% は含炭酸食塩泉である.
- (3) 泉温 冷鉱泉 ( $25^\circ\text{C}$  以下) が 100 源泉で 79% を占めている. 最高値は  $54.2^\circ\text{C}$  である.
- (4) フッ素イオン 温泉の規定量 (2 ppm) 以上含有する泉水が全体の 50% ある. 最高値は 19.2 ppm.
- (5) 溶解性化学成分のうち陽イオンは  $\text{Na}^+$  が非常に多く, 源泉数の 50% は  $\text{Na}^+$  の m. val% が 80 以上を示す.  $\text{Na}^+$  量と溶解性固形物総量の間には正の相関がある. 陰イオンについては源泉数の 44% は  $\text{HCO}_3^-$  と  $\text{Cl}^-$  の m. val% の合計値が 90 以上を示し, 源泉数の 84% はこの値が 70 以上を示す. このことから溶解性化学成分は  $\text{NaHCO}_3$  または  $\text{NaCl}$  が主成分をなす泉水が多いことがわかる.
- (6) 松山市付近で領家帯花崗岩類の南端が和泉砂岩層と接する帯状の地域には, 集中して温泉源が存在し, 泉温が高く, フッ素イオン, ラドンなどを多く含む源泉がある.
- (7) 三波川帯の結晶片岩類からゆう出する泉水は含炭酸食塩泉に属する.
- (8) 秩父帯 (古生層) 内では野村町, 脇川町, 五十崎町あたりにまとまって特長をもつ冷泉源の一群がある.
- (9) 四万十帯 (中生層) 内には散発的ではあるが, 注目すべき源泉が発見されている.

## 20. 山梨県石和、春日居温泉のアルカリならびにアルカリ土類含量について

山梨大 杉原 健, 杉原まゆみ

山梨県石和、春日居温泉を昭和45年5, 7, 9, 11月の4回にわたって採水分析したのについて次のような結果を得た。湧出量は2100(県営3号)~20l/min. 泉温は68.4(春日居町営)~17°C, pHは9.35(県営6号)~7.23(小松2号),  $\text{Li}^+$ は0.41(加茂川)~0mg/l,  $\text{K}^+$ は14.9(一ノ瀬)~0mg/l,  $\text{Na}^+$ は262(一ノ瀬)~21(弘玉園)mg/l,  $\text{Mg}^{2+}$ は3.75(古屋佐喜雄)~0mg/l,  $\text{Ca}^{2+}$ は25.1(加茂川)~0.2(香昇)mg/l,  $\text{Sr}^{2+}$ は0.08(一ノ瀬)~0mg/l,  $\text{Rb}^+$ は0.03(小松1号)~0mg/l,  $\text{Ba}^{2+}$ は0.34(老人福祉センター)~0mg/l, 掘さく深度457(一ノ瀬)~90(小松1号)m,  $\text{Cl}^-$ は261(春日居町営)~3(弘玉園)mg/l,  $\text{HCO}_3^-$ は100(一ノ瀬)~20(加茂川)mg/l,  $\text{SO}_4^{2-}$ は110(神田)~0mg/lの最高・最低値を示した。 $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Li}^+ > \text{Ba}^{2+} > \text{Sr}^{2+} > \text{Rb}^+$ の順位の含量を示し、陰イオンは $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-}$ の順であった。 $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Cs}^+$ は10倍に濃縮しても原子吸光法で測定できなかった。

また同一 $\text{Cl}^-$ 濃度に対して、一般に低温であるが、 $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ 含量が高く、 $\text{Li}^+$ 含量の少ない山側の地域の温泉群と、一般に泉温が高く、 $\text{Li}^+$ 含量が多く、 $\text{K}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ 含量の少ない中心部地域の温泉群と、 $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ 含量が多く地下水の多量に含まれた北東部ならびに南西部地域の温泉群に大分され、それらがお互に混合してできているものと思われる。

## 21. 山梨県石和温泉の地球化学的研究 一温泉の経年変化について一

山梨県立女子短大 秋山 悌四郎

石和(いさわ)温泉は1961年、146m掘さくし、47°C、湧出量1376l/minの温泉を得てから現在までの短期間に狭い地域に約50口の温泉井の掘さくが行なわれた。

そのため、湧出量および発熱量の著しい減少と共に温泉水の化学成分も大きな変化を示してきた。

A地区を北辺の大蔵経字山山ろく、平等川および笛吹川に沿った周辺とし、B地区を近津用水に沿った温泉湧出地の中心部として、掘さく当初と現在との化学成分の頻度分布をとり、A, B両地区の化学成分の変化を比較検討した。その主な点は次の通りである。

A地区 pHが掘さく当初は8.0~8.2位のものが現在は7.4~8.0と酸性側に移行した。

B地区掘さく当初pH8.5位のものが現在はpH10位のものが多くなり、アルカリ側に著しく移行した。A地区のpHの酸性域への移行は周囲の河川等の伏流水の影響と考えられ、B地区のアルカリ域への移行については、山梨県下においては地下水、湧水および温泉水においてpH10近いものは他所には見られなかったが、石和地方から約20Km 笛吹川上流の大菩薩嶺の山ろく、塩山市上荻原裂石地方にpH10のこれと極めて類似した水質の湧水を発見したので、これとB地区の現在の温泉水質とを比較検討した。

## 22. 山梨県石和温泉のその後

中央温泉研究所 佐藤 幸二

1965年までの山梨県石和温泉の状況についてはすでに報告した。その後1970年までの状況について報告する。

源泉の分布は、笛吹川の北岸ではその範囲は1965年までにほぼ定まり、その後笛吹川南岸にその範囲を拡げるようになった。掘さく深度は北岸の200m程度から南岸の500m程度となった。

沖・洪積層下の安山岩類の伏在深度は、笛吹川北岸では伏在する ridge の下流側で非常に深いことがわかった。南岸でも一部安山岩類の伏在深度が明らかにされた。

温泉群の湧出量・湧出熱量などの変遷をみると、依然として低減の傾向がみられる。

各源泉の泉温・湧出熱量の計測結果から、その変化の状況を見ると、いわば湧出量・湧出熱量の半減期が 21 源泉について推定された。また温泉群全体としては、湧出熱量が 10 年で、湧出量が 14 年でそれぞれ半減するが、1 源泉平均としては、湧出熱量が 5 年、湧出量が 5 年半でそれぞれ半減すると推定された。

### 23. 温泉水の過剰採取とその問題点

中央温泉研究所 益子 安, 細谷 昇, 甘露寺泰雄

ここ数年来温泉水の過剰採取による水位、泉温の低下、湧出量の減少、成分の変化(地下水化と塩水化)が大きな問題となっている。演者等はこれまで主として過剰採取と成分変化の問題を検討してきたが、今回は主として温泉工学的な意味からこの問題を取り上げてみた。

本邦では温泉利用形態の大部分が浴用である故、浴槽が満身に運転出来るかどうかはその温泉地にとって大きな問題である。この見地から、特に有効熱量(=[泉温-43]×湧出量)が、温泉地の発展段階につれて、総湧出量や総湧出熱量と共にどのように変るかを検討した。その結果、温泉地の発展の初期の段階では、総有効熱量は低いが、開発と共に該熱量が増加し、やがて開発が著しく進むと、熱量は減少するといった一般的な形をとることがわかった。そして、総有効熱量がピークとなって、やがて減少する段階以後が過剰採取といわれる状態であると考えられる。

演者等は、有効熱量が増加する段階では開発を、熱量がピークとなる付近では開発と保護を、熱量が減少する段階では保護を中心に考えて行くことが必要であると考えている。

### 24. 温泉水の送配湯に関する研究(その2)

#### 開水路による温泉輸送の冷却効果について

財団法人・中央温泉研究所 細谷 昇, 益子 安

温泉輸送の重要課題の一つにあげられるのは、温泉スケールの処理であるが、この事については種々な対策が研究されている。

しかし古くは温泉スケール対策として、開渠により或る巨り輸送し、その間にスケールを開渠に沈殿させ、沈殿物が少なくなった後閉管路にて輸送する方法を採っていた。

これは開渠であれば、沈殿物が生じても容易に取除くことが出来るからである。

しかし開渠による温泉輸送中の熱損失については未だ検討された例がない。

又開渠による輸送はスケール対策ばかりでなく、輸送中の損失熱量を利用して暖房(例えば、農作物、植物採培)する場合など、その機構概要を知ることは重要な事と考えられる。

そこで演者は一つの仮定をおけば開渠による温泉輸送の温度降下も閉管路によるそれと同型の理論式となることを提案した。

即ち開渠壁よりの熱損失よりも大気に接している湯面の熱損失の方が非常に大きい場合には

$$(T-T_0) = (T_1-T_0)e^{\frac{-K_a}{W \cdot C} x}$$

となる。

ここに  $T$  : 到着温度(°C)

$T_1$  : 出発温度(°)

$T_0$  : 外気温度(°)

$K$  : 湯面よりの総括伝熱係数 ( $\text{Kcal}/\text{m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ )

$a$  : 開渠の巾 (m)

$W$  : 流量 ( $\text{kg}/\text{hr}$ )

$C$  : 比熱 ( $\text{Kcal}/\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}$ )

である。

## 25. 霧島火山西部地域の微温泉について

鹿兒島大・理 露木 利貞, 鎌田 政明

霧島火山群周辺には、その西南部、北部などには高温な温泉が散在している。しかし東部、南部では従来温泉として記載されているものは少ない。

演者らは、この地域に分布する湯穴、狭野、湯之元、蓮太郎、柿川内その他の  $25^\circ\text{C}$  前後の微温泉について、その地質的環境、化学組成のほかから、これら炭酸鉄泉、重曹泉の成因について述べ、霧島火山との関連性にまで言及する。

## 26. 原子吸光分析法による温泉中の銅、鉛、マンガン、亜鉛の同時定量 —酢酸エチル抽出溶媒による定量法について—

長野県衛生公害研究所 久保田 昌利

前回演者は原子吸光分析法による温泉中の銅の定量で、硫酸アンモニウムを添加し 25% 水溶液とすれば、酢酸エチルの水溶性を防止し分離は定量的かつ迅速であると報告した。温泉中の銅、鉛、マンガン、亜鉛についてはそれぞれジエチルジチオカルバミン酸法、ジチゾン法、過ヨウ素酸カリウム酸化法などによって定量されている。今回これらを酢酸エチルに抽出し、原子吸光分析法によつて同時定量する方法について検討した。マンガン錯塩の有機相から水相への逆抽出が指摘されているが、硫酸アンモニウム・クエン酸アンモニウムの添加により逆抽出は抑制され、定量的に抽出できた。また鉄が含有される場合はあらかじめ分離操作が必要であるが、これらの4元素と反応せず有機相に抽出されない鉄ニトロソ化合物を pH 6~7 で形成させた後、他の元素をジエチルジチオカルバミン酸錯塩として選択的に酢酸エチルに抽出し原子吸光分析法によって測定した。

検水適量を取り、検水中の鉄 1mg について 1% ニトロソ R 塩 2.5~3ml 添加した後アンモニア水で pH 6~7 とし緑色~緑黒色の鉄ニトロソ化合物を形成させる。50% クエン酸アンモニウム 1ml, 50% 硫酸アンモニウム, 2% クエン酸アンモニウム 25ml を添加(いずれもガラス電極で pH  $7 \pm 0.2$  に調整したもの)し、全容 50ml とする。つぎに 10% ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム 2ml をゆっくり添加し錯塩は 10ml 酢酸エチルに抽出し 20分以内に分離する。測定は分離後1時間以内にマンガンから分析する。本法によって長野県内の温泉について定量したところ次のようである。

銅は 0.000~0.011 ppm, 鉛 0.000~0.005 ppm, マンガン 0.002~6.90 ppm, 亜鉛 0.004~0.627 ppm でマンガン、亜鉛は pH 9.1 のアルカリ性の温泉にもそれぞれ 0.002 ppm, 0.004 ppm 以上含有されている。