

# 愛媛県川内鉱泉の研究

\*愛媛大学文理学部

\*\*愛媛大学教育学部

高津寿雄\*・宮久三千年\*・御手洗 清\*

河淵計明\*\*

(昭和37年 5 月20日受理)

## 1. 緒 言

川内鉱泉は愛媛県温泉郡川内町北方にある。本鉱泉源の位置は松山市の東方約 16km、川内町北方字且の采(だんのうね)の小溪谷にあつて、図1および図2に示すように松山市に注ぐ重信川の支流、宝泉川上流、俗に唐子谷(かりこ谷)という地域の間にある。

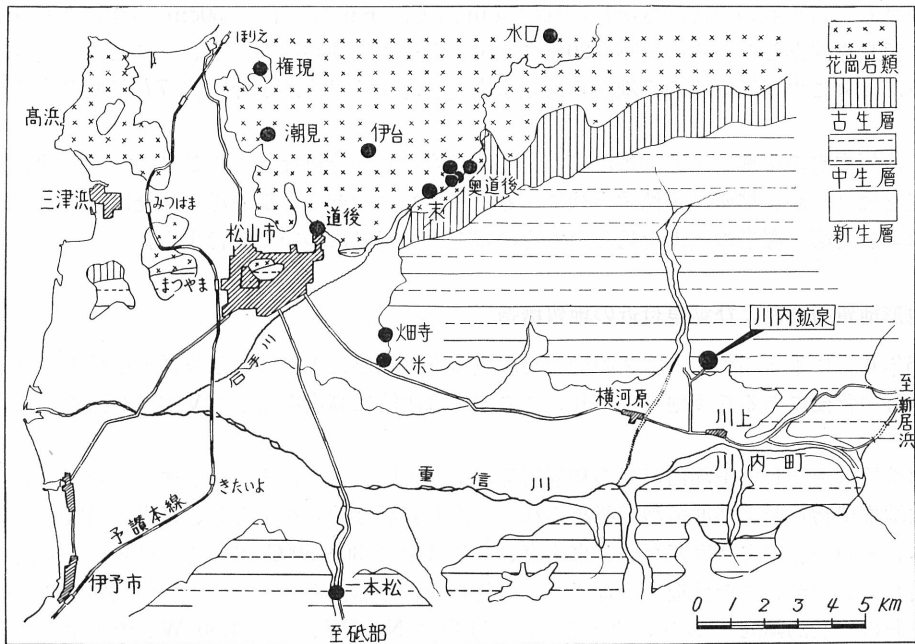


図1 川内鉱泉位置交通および地質略図(●印は鉱泉所在地)

本鉱泉源の発見は相当に古く、小溪谷に露出する砂岩・頁岩互層の割れ目からの自噴泉水が硫化水素臭を有することから、古老の談話によれば松山市道後温泉によく似た鉱泉と推測し、明治24年頃付近の民家ではしばしばこれを浴用に利用したといい、大正10年には再度現場付近にバラック小屋を作つて共同浴場として利用したこともあると伝えられている。

昭和7年より同8年にわたつて鉱泉源の開発を企画し、鉱泉水の自噴現場付近2カ所に手掘りにて

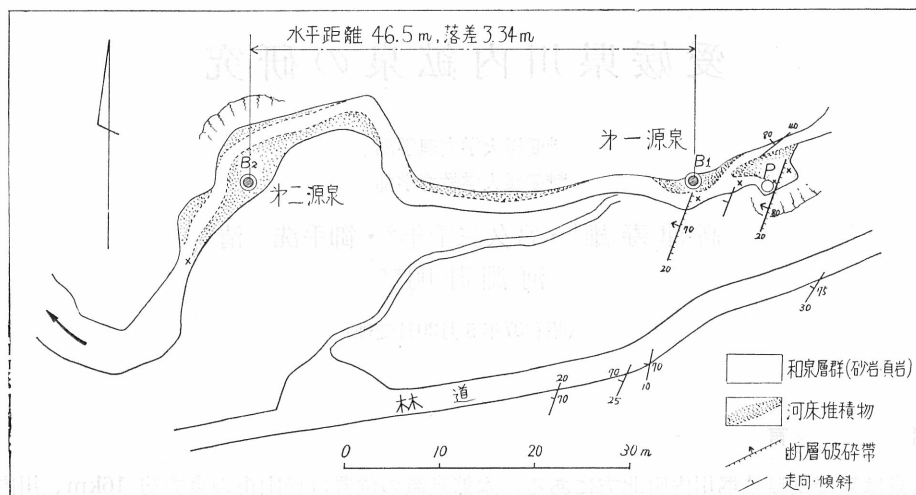


図2 川内鉱泉第一、第二源泉付近平面図

自然湧出の割れ目にそう掘さくを行つたのであるが、いづれも自噴箇所が掘進と共に東南東に漸次偏るので断念し、自噴孔の上に深度それぞれ約4mおよび6mで直径約50cmのコンクリート製井筒を用いて源泉を保存した。その後昭和20年の水害によつて両井戸共埋没し、そのまま放棄されていのであるが以来この埋没箇所の窪地から硫化水素臭を有する泉水が1分間約7l程度自噴を続けていた。

筆者らは川内町の依頼により試錐地点の決定、泉水の化学分析などこの鉱泉の地質学的、化学的、調査研究を続けたが、鉱研試錐株式会社によるボーリングの結果、鉱泉源の開発に成功し川内鉱泉第一源泉および同第二源泉の竣工を見たのでその調査研究経過について報告する。

## 2. 地形地質概要および鉱泉付近の地質構造

昭和36年6月に筆者らの一人宮久の行つた地質概査の結果によれば、鉱泉湧出地付近は重信川流域の沖積平野の背後にある丘陵地帯であり、この北方は次第に高度を増してV字谷が深くこれをきぎむ。

付近の地質は主として上部白亜紀の和泉層群によつて構成され、それを不整合におおう洪積層（礫層、扇状地堆積物）および沖積層が認められる。白亜紀層は砂岩を主とし、頁岩、凝灰岩および礫岩をはさみ、その一般走向は東西ないし東北東、傾斜は南に $30\sim 50^\circ$ である。鉱泉はこの白亜紀層中より湧出しているが、この付近では青灰～灰白色の砂岩と黒色頁岩～シルト岩の互層よりなつてその構造は上記の一般的傾向と異り、湧出地東側では走向 $N20^\circ W$ 、傾斜 $E60^\circ W$ 、湧出地点およびその西方では $N30^\circ W$ 、 $W70\sim 80^\circ$ を示し、両者の間に背斜軸または断層の存在が考えられる。

鉱泉は唐子谷の谷底に数カ所の徴候が認められるが、いづれも溪流にそつて $10\sim 15m$ の狭い範囲にある。試錐実施以前からもつとも多量の自噴をみていた部分（深度約5mの打抜き井戸の据設された部分すなわち第2図P点）では、 $N20^\circ E$ に走り、 $W80^\circ$ に傾く巾5cm程度の断層角砕帯があつて、それ自身およびその上下盤の割れ目に黄色の硫酸第一鉄ないし酸化鉄の沈着があり、その西方7.5mの付近にも、 $N20^\circ W$ に走り $W70^\circ$ に傾く黒色破碎帯があつて、付近の砂岩中には硫化鉄鉱（黄鉄鉱）が鉱染している。これらはいづれも現在または過去の温泉水上昇に伴う低温熱水鉱化作用の産物

と考えてよいであろう。

すなわちこの鉱泉は NNE または NNW に走り、西傾斜する地層面にそつて剪断が働き、同方向の平行割目群が形成された部分を通路として上昇するものと推察される。

以上述べた資料にもとずいて試錐地点を第2図のように、自噴地点の西方に設定したのであるが、試錐を行った結果については後述の通りである。

### 3. 化学的調査研究

筆者らが川内鉱泉の調査および研究に着手したのは昭和35年11月30日以降のことである。当時上述の唐子谷溪谷の鉱泉湧出現場付近では硫化水素臭を感じ、鉱泉水の湧出する所は既述の手掘井戸の埋没した場所で広さ約 1.5m<sup>2</sup> の不規則な随円形の窪池の部分で底部は泥土が沈積し、数カ所よりガスと共に無色透明な泉水が自噴し、その量は1分間約 7l であつた。本窪池の水深は 15~30cm で試に鋼鉄棒を挿入すれば容易に 2m 程度押込むことができる。この自噴泉水の泉温は 16.4°C、pH 6.72、化学的定性試験によればホウ酸、硫化水素およびフッ素を含むことが認められたのでこれを川内鉱泉旧源泉と仮称し、自噴泉水について鉱泉試験法<sup>1)</sup> に基いて化学分析を行い<sup>1-5)</sup> 第1表に示す結果を得た。

第 1 表

温 泉	16.40°C	気 温	15.10°C
pH	6.72		
蒸発残留物	388.6 (mg/kg)		
K <sup>+</sup>	1.5 ( " )	F <sup>-</sup>	0.50 (mg/kg)
Na <sup>+</sup>	90.0 ( " )	Cl <sup>-</sup>	9.12 ( " )
Ca <sup>2+</sup>	31.79 ( " )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	29.92 ( " )
Mg <sup>2+</sup>	8.91 ( " )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	199.0 ( " )
Fe <sup>2+</sup>	0.10 ( " )	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	3.066 ( " )
Fe <sup>3+</sup>	0.20 ( " )		
Al <sup>3+</sup>	0.83 ( " )		
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	38.79 (mg/kg)		
H <sub>2</sub> S	0.12 ( " )		
HBO <sub>2</sub>	2.284 ( " )		
遊離 CO <sub>2</sub>	95.70 ( " )		
Rn	な し		

第1表の結果から見ると、各成分について鉱泉としての規格量に達していない。しかし採取した試水中には渓流水の滲出混在が想像されるので旧源泉がかつて手掘りによつて作られた後に埋没した現場であることから、最も多量に鉱泉水を自噴する所に約 5m におよぶ打抜井戸を作りこの井戸より、汲み上げた泉水について再度化学分析を行い第2表に示す結果を得た。

すなわち本泉水はホウ酸を含有する単純泉であることが確認された。これにより、前述の地質調査を実施して試錐を計画し、新源泉開発に着手したのである。

#### (1) 川内鉱泉第一源泉

第 2 表

温 泉	16.50°C	気 温	18.45°C
pH	7.45		
蒸発残留物	380.4 (mg/kg)		
Li <sup>+</sup>	0.05 ( " )	F <sup>-</sup>	0.57 (mg/kg)
Na <sup>+</sup>	94.5 ( " )	Cl <sup>-</sup>	17.90 ( " )
K <sup>+</sup>	2.25 ( " )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	27.41 ( " )
Ca <sup>2+</sup>	30.33 ( " )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	318.3 ( " )
Mg <sup>2+</sup>	8.54 ( " )	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.480 ( " )
Fe <sup>2+</sup>	0.50 ( " )	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	痕 跡
Fe <sup>3+</sup>	0.15 ( " )		
Al <sup>3+</sup>	1.32 ( " )		
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	39.01 (mg/kg)		
HBO <sub>2</sub>	14.58 ( " )		
H <sub>2</sub> S	0.225 ( " )		
遊離 CO <sub>2</sub>	30.84 ( " )		
Rn	な し		

川内鉱泉第一源泉の試錐工事は図 2 B<sub>1</sub> の地点に昭和36年12月8日より着手した。工事の進行ならびに周囲の状況については図 3 に見るように地盤は砂岩厚層および頁岩薄層の互層をなし、いずれもしばしば粘土化～熱水変質の程度著しく、また亀裂も頗る多く、担当工事者の記録によれば掘進中の注水が孔内で逸水し、地表面にまで排水されずスライムの除去が困難であり同時にしばしば掘さく孔の崩壊を懸念したという。鉱泉水の湧出は割れ目の分布をもとにして深度 29m 付近から想像されたが昭和 37 年 1 月 10 日掘進深度 37.45m に達して初めて地表面への自噴を見たのであつた。以後更に掘さくを継続したが予想した鉱泉水の増量は得られず、深度 45m に至つて掘さく工事困難となり遂に中止した。この深度では岩盤の軟弱層の中に部分的に硬質の砂岩がある程度で、特に注目されるのは掘さく注水が全工事中掘さく孔内に逸水することが多く、地表に自噴鉱泉を見た際でも錐を抜

第 3 表

温 泉	16.90°C	気 温	4.50°C
pH	7.50		
蒸発残留物	390.4 (mg/kg)		
Li <sup>+</sup>	0.50 ( " )	F <sup>-</sup>	1.267 (mg/kg)
Na <sup>+</sup>	127 ( " )	Cl <sup>-</sup>	6.245 ( " )
K <sup>+</sup>	1.75 ( " )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	15.23 ( " )
Ca <sup>2+</sup>	2.800 ( " )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	390.2 ( " )
Mg <sup>2+</sup>	7.273 ( " )	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.720 ( " )
Fe <sup>2+</sup>	0.13 ( " )		
Fe <sup>3+</sup>	0.033 ( " )		
Al <sup>3+</sup>	痕 跡		
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	46.92 (mg/kg)		
HBO <sub>2</sub>	2.159 ( " )		
H <sub>2</sub> S	0.461 ( " )		
遊離 CO <sub>2</sub>	30.02 ( " )		
Rn	な し		

いた後であり、同時に流出したスライム中には硫化鉄鉱の微粉が相当多量に混在していた。本工事は昭和 37 年 1 月 18 日深度 37m まで側面に有孔の鋼管を使用してケーシングを施設し、地表上 45 cm の鋼管より毎分 27l 程度の自噴鉱泉水を得る状態で一応竣工としたのである。なお自噴口よりサイフオンを使用して湧出口を地表面に求めると毎分約 45l の鉱泉水の湧出量が得られた。

この川内鉱泉第一源泉について化学的試験研究を行つた結果を第 3 表に示す。

すなわち化学分析の結果から見れば、本源泉の泉質は硫化水素およびホウ酸を含有し、重炭酸ナトリウムを主成分とする単純泉と認められる。

(2) 川内鉱泉第二源泉

図 3 第 1 源泉 (1 号孔) 試錐柱状図  
および掘進当時の状況

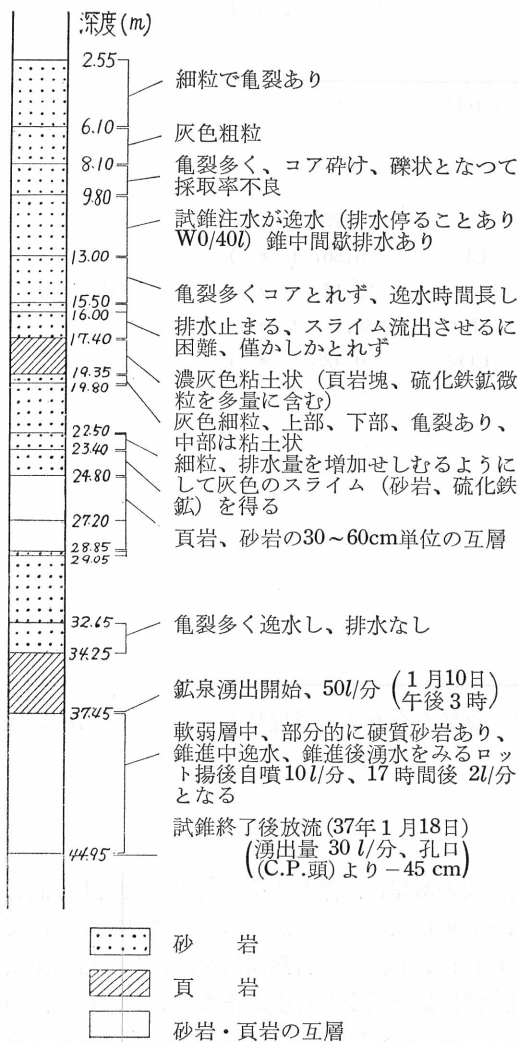
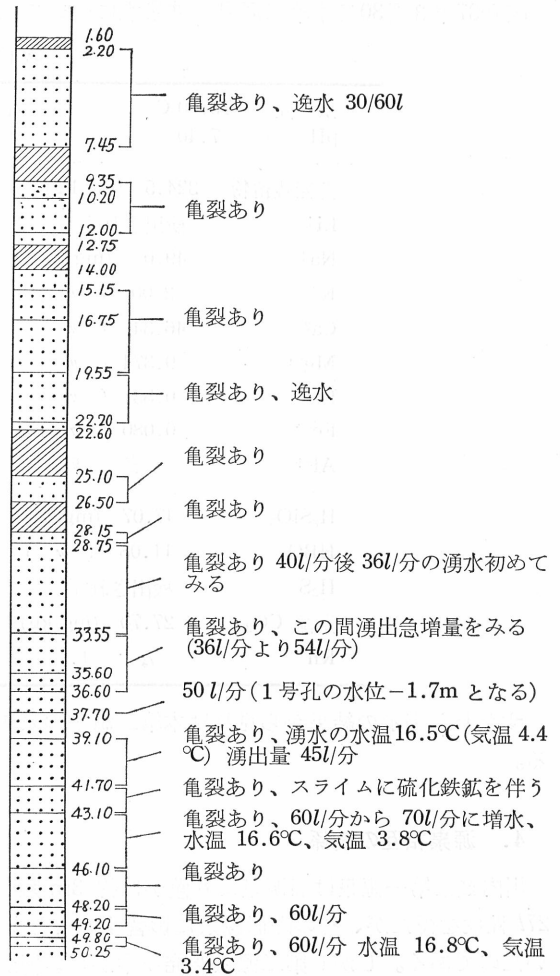


図 4 第 2 源泉 (2 号孔) 試錐柱状図  
および掘進当時の状況



(凡例は図 3 に同じ)

川内鉱泉第一源泉竣工後その湧出量が予期に反して少なかつたため、本地区付近を再度調査考察し、この源泉より西方約 50m 隔つた溪流の下流に露出している母岩の細隙より鉱泉水の湧出跡を認めためたので、図 2 より考えて第二の試錐地点 B<sub>2</sub> 点を定めて、川内鉱泉第二源泉の開発を計画し、昭和 37 年 1 月 22 日より試錐工事に着手した。

本第二源泉も第一源泉とほぼ同様に約 1.6m の沖積層を経て頁岩よりなる岩盤に到達し、更に 0.6m で砂岩層となり以下図 4 に示すように頁岩・砂岩の互層中を掘進した。この工事もまた工事者の記録を見ると概況は第一源泉の場合とほぼ同様であるが、頁岩層よりも砂岩層が比較的厚く、いづれも母岩盤中亀裂多く、第一源泉同様に掘さく中の注水が孔内で逸水しスライムの除去が困難であつたという。掘進 33.5m で初めて 1 分間約 36l、36m で約 54l、46.1m で約 70l の湧出鉱泉を得たが、以後掘進するも増量は得られず、また泉温上昇もなかつたために錐深 50.25m で試錐工事を中止し、第一源泉同様鋼管で 47m までケーシングを行い一応工事を竣工とした。第二源泉掘進中には第一源泉の場合のようにスライム中に多量の硫化鉄鉱の微粉末は混在していなかつた。

昭和 37 年 3 月 30 日日本第二源泉の鉱泉水について化学的試験研究を行つて、第 4 表を得た。

第 4 表

泉 温	16.80°C	気 温	7.0°C
pH	7.40		
蒸発残留物	324.5 (mg/kg)		
Li <sup>+</sup>	検出されず	F <sup>-</sup>	0.75 (mg/kg)
Na <sup>+</sup>	49.0 (mg/kg)	Cl <sup>-</sup>	5.867 ( " )
K <sup>+</sup>	2.00 ( " )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	19.14 ( " )
Ca <sup>2+</sup>	46.34 ( " )	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	288.1 ( " )
Mg <sup>2+</sup>	9.374 ( " )	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0.425 ( " )
Fe <sup>2+</sup>	0.83 ( " )		
Fe <sup>3+</sup>	0.080 ( " )		
Al <sup>3+</sup>	痕 跡		
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	47.07 (mg/kg)		
HBO <sub>2</sub>	11.08 ( " )		
H <sub>2</sub> S	検出されず		
遊離 CO <sub>2</sub>	27.70 (mg/kg)		
Rn	な し		

すなわち表示の結果から見れば本第二源泉の泉質はホウ酸を含有する単純泉と認めることができる。

#### 4. 源泉相互の関係

川内鉱泉第一源泉は旧源泉より僅かに約 3m 離れた溪流の対岸に試錐してその湧出鉱泉量 1 分間約 27l 程度を得たが、その際旧源泉に影響すること少く、約 5l 程度の鉱泉水がガスと共に自噴を続けていたのである。しかし第二源泉開発途中から影響があらわれ、旧源泉は自然湧出を停止し、第二源泉の竣工近くでは遂に潤渇の状態となり、第一源泉も順次湧出量を減少し自噴が止まり、更に鋼管内の水位が 48cm まで低下した。第二源泉竣工後、旧源泉の打抜井戸はポンプを利用すれば鉱泉の汲み

出しは充分であり、また第一源泉も同様のことが考えられる。

次に泉質については旧源泉および第二源泉ではホウ酸の含有量が多いが、第一源泉ではその量が著しく少ない。硫化水素については旧源泉及び第一源泉に比較して第二源泉ではほとんど検出しかねる状態である。すなわち旧源泉および第一源泉付近の下部に硫化鉄の鉱化作用が主として行われていることが考えられ、第二源泉の地下ではそれが微弱であるといえることができる。

## 5. 結 語

愛媛県温泉郡川内町では川内鉱泉の開発に成功した。第一源泉はボーリングの深さ約 45m、第二源泉では約 50m でそれぞれ単純泉としての泉質をもつ鉱泉水の自噴を見ている。第一源泉では硫化水素臭をもち、重炭酸ナトリウムを主成分とするもので第二源泉ではホウ酸を含有することで、それぞれ特徴をもっている。ホウ素は①花崗岩マグマに関係する鉱化作用と、②火山活動に伴つて供給される場合、とが一般に考えられるが、川内鉱泉の成因が花崗岩、火山岩のいずれにも関連していないように考えられるので、ホウ素の根源については未解決の地球化学的問題として残される。

終に臨み本鉱泉の研究に関して御尽力を賜つた川内町長大久保晴市氏、同総務課長菅野寿明氏、同町中学校長八木茂氏に謝意を表し調査研究に協力された本学工学部学生水舟淑朗君に謝意を表す。

なお本研究の費用の一部は文部省科学研究費によつたものであり謹謝する。また研究成果の一部は日本化学会中国四国支部地方大会ならびに愛媛県総合技術協会において発表講演したものである。

## 文 献

- 1) 厚生省、“衛生検査指針Ⅳ”(1957)
- 2) 高津・河淵：愛媛大学紀要第Ⅱ部 2、No. 3、139 (1956)
- 3) 高津・細原：愛媛大学紀要第Ⅱ部 3、No. 1、117 (1958)
- 4) 高津・河淵：愛媛大学紀要第Ⅱ部 3、No. 2、119 (1959)
- 5) 高津・河淵：愛媛大学紀要第Ⅱ部 3、No. 2、111 (1959)

## Studies of the Kawauchi mineral spring, Ehime Prefecture

Toshio KOZU, Michitoshi MIYAHISA, Kiyoshi MITARAI and  
Kazuaki KAWABUCHI  
(Faculty of Science and Literature, Ehime University)  
(Faculty of Education, Ehime University)

The Kawauchi mineral spring region is situated at about 16 km east of the center of Matsuyama City.

This region is geologically composed of layers of sandstone and thin ones of shale. In 1961, a boring was attempted to find a new source of spring water and two sources were obtained.

The water temperatures of the two sources are 19.6°C and 16.8°C, and their pH's are 7.50 and 7.40, respectively.

It has been found that they belong to the simple spring which contains, as special constituents, a small amount of hydrogen sulphide, fluoride, bicarbonate and borate.