

# 愛媛県大洲鉱泉の研究

愛媛大学文理学部 高津 寿雄・宮久三千年・御手洗 清

(昭和42年3月25日受理)

## Studies on Ozu Mineral Springs in Ehime Prefecture

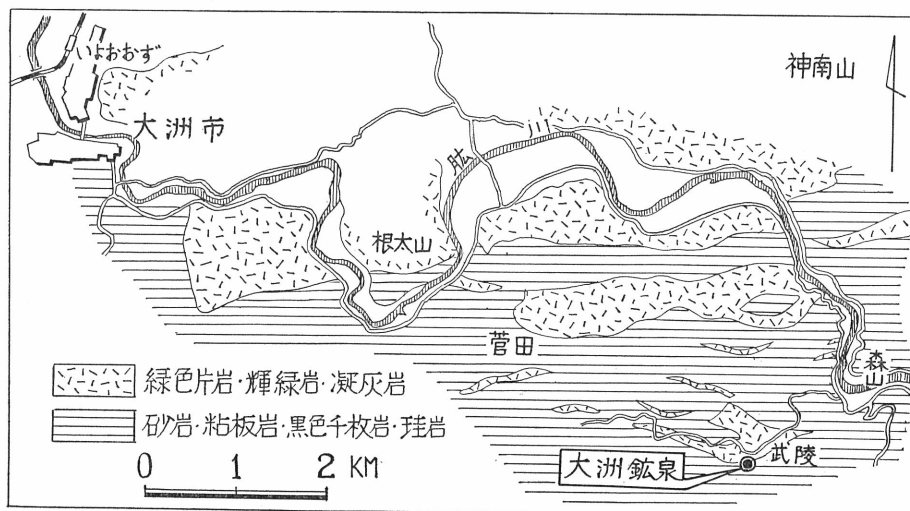
Toshio KOZU, Michitoshi MIYAHISA and Kiyoshi MITARAI

(Faculty of Science and Literature, Ehime University)

At about 12 km ESE of Ozu City, Ehime Prefecture, there are found Ozu Mineral Springs. At the mineral spring area five wells were made by boring to get more mineral water. It was observed that mineral water flowed out of the fissures in black and green phyllitic rocks of the Paleozoic age. The rate of flow and pH-values of water were 50 l/min. and 7.50-8.40 respectively. By the chemical composition, the waters were classified to a weak alkaline spring or a weak alkaline, bicarbonate containing sodium chloride type. As a minor constituent, lithium, fluorine and hydrogen sulfide were contained in the water.

### 1. 緒 言

大洲鉱泉は愛媛県大洲市森山武陵 80 番地の 2 にあって泉源の位置は第 1 図に示すように大洲市の中心部よりほぼ東南東直距離約 8 km 隔てて肱川に注ぐ小支流武陵川の流域にある。泉源の基盤は黒色ないし緑色千枚岩および黒色千枚岩よりなる。昭和 38 年 1 月 12 日筆者等の調査研究に着手した当初は武陵川に沿う山道の東側の竹林中高さ約 13 m の黒色千枚岩の



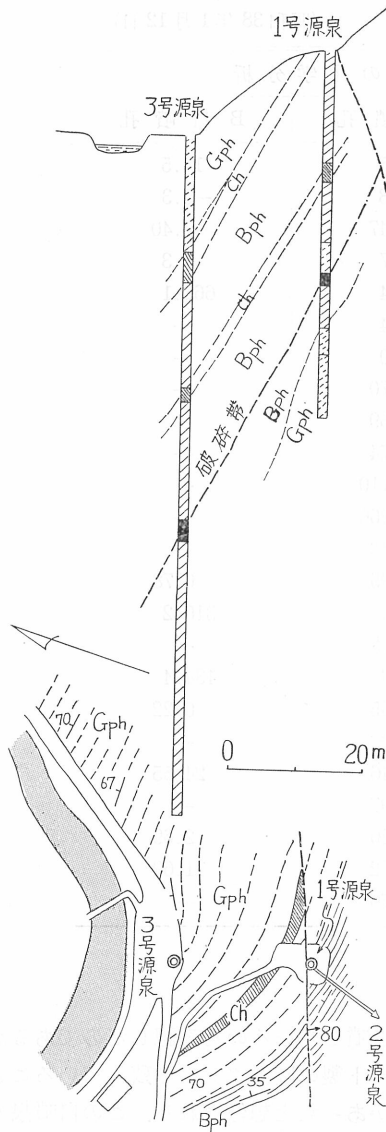
第 1 図 大洲鉱泉位置交通および地質略図

第 1 表

(昭和 38 年 1 月 12 日)

大洲鉱泉露頭自噴泉水の化学分析			A 自噴孔	B 自噴孔
泉 温	°C		14.5	14.5
気 温	°C		-0.3	-0.3
pH			7.47	7.40
自 噴 量	l/分		0.7	0.3
蒸発残留物	mg/kg		712.4	662.1
Li <sup>+</sup>	mg/kg		0.4	—
Na <sup>+</sup>	"		240.0	—
K <sup>+</sup>	"		6.70	—
Ca <sup>++</sup>	"		22.39	—
Mg <sup>++</sup>	"		9.74	—
Fe <sup>++</sup>	"		0.110	—
Fe <sup>+++</sup>	"		0.260	—
Al <sup>+++</sup>	"		痕 跡	—
F <sup>-</sup>	"		0.95	0.78
Cl <sup>-</sup>	"		340.7	316.2
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	"		痕 跡	—
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	"		191.3	184.4
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	"		0.35	0.22
HPO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	"		痕 跡	—
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	"		23.46	24.55
HBO <sub>2</sub>	"		21.97	—
H <sub>2</sub> S	"		3.20	2.69
遊離 CO <sub>2</sub>	"		14.72	11.69
Rn	マッヘ		0.79	—

露頭中数箇所の亀裂よる硫化水素臭を感ずる鉱泉水の自噴しているのを確認したのであるが、この自噴泉源の発見はこれより古く、付近にコンクリート製の貯湯タンクの残っていることから、あるいは近隣の民家でこれを浴用に利用したことがあったと想像される。この自噴泉水についてもっとも自噴量の多いと思われる、約 1.5 m 程度相接近する A, B の 2 箇所で試水採取し予備化学試験をおこなった結果は第 1 表に示すように、いずれも硫化水素を特殊成分とする弱アルカリ性単純泉としての泉質を示す鉱泉水であると認められた。この結果から大洲市観光課では、この地域に鉱泉泉源を開発することを企図し、筆者等の協力を求めて来たのでこれに同意し、昭和 38 年 10 月にまず付近の地質調査をおこないボーリング地点を選定し、以下記述するとき箇所に源泉を竣工したのである。この 5 箇所の源泉は同一地区に開発したもので、相互にもっとも隔ったところでも僅かに 9 m 程度であり、源泉間にそれぞれ影響は認められるが、現在では 1 箇所の源泉にエヤリフトポンプを使用して汲み揚げ操作をおこない、他の 3 源泉からの自噴泉水を合せて大洲市内に引湯し、加温の上大洲市営の国民宿舎臥竜苑において浴用として利用している (第 2 図参照)。



第2図 大洲鉱泉付近地質図および試錐柱状断面図  
 Gph 緑色千枚岩, Bph 黒色千枚岩  
 Ch 珪岩

## 2. 源泉付近の地質

大洲鉱泉付近は四国外帯の秩父累帯北帯に属しているが、その北方に三波川結晶片岩帯があって変成度は南から北へむかい次第に上昇し、その間は連続している。すなわち源泉の北方には緑色片岩や変質はんれい岩からなるみかぶ型緑色岩が分布し、その南に千枚岩を主とする累層があって鉱泉のよう出岩盤となり、南方には秩父古生層が広く分布する。

よう出地付近は黒色千枚岩を主とし、緑色千枚岩と紫赤色千枚岩(輝緑凝灰岩)をはさみ、また各所に珪岩(チャート)層をみとめる。地層は走向 N80 W~EW~E58E, 傾斜 N50°~75° の単斜状を示し、一部にみられる線構造は ENE に 30°± である。

## 3. 化学的研究

### 3.1 大洲鉱泉第一号源泉

大洲鉱泉第一号源泉は既述のように他の源泉同様に愛媛県大洲市森山武陵 80 番地の 2 に開発された源泉で第2図に示すように予備的に化学分析研究をおこなった露頭黒色千枚岩岩盤の亀裂より自噴する自噴孔のほぼ中心にあたる地点を選定して昭和 38 年 7 月 11 日より垂直ボーリングに着工し同 7 月 29 日までに掘進深度 52m で中止した源泉である。当初の目的は予備試験の結果から考えて硫化水素泉としての鉱泉源が得られるものと予想したのであるが、ボーリングの進行するに従って岩盤の質を多少異にし、同時に泉質も順次変化したのである。すなわち地表黒色千枚岩岩盤の露頭より垂直に軟弱で破碎された粘板岩状の岩盤中を掘進し、17.20m の深度に達して珪岩層に相遇し、この際 1 分間約 8l の自噴鉱泉水を得たが、

本自噴泉水中には硫化水素、炭酸ガスを含み塩素イオンも 423 mg/kg を溶存する程度に増加してきた。この珪岩層は約 2m で再び千枚岩層になり、深度 34m 付近はとくに圧碎千枚岩状となって破碎帯の存在を想定することができるが、深度 41.00m まで掘進する間に順次自噴鉱泉量は減少し、ついに炭酸ガスと共に自噴する鉱泉水量は 1 分間 2l 程度に減少した。さらに掘進するも自噴鉱泉水量の増加は見られず、かつ著るしく泉質の相異なること

第 2 表 大洲鉱泉の化学組成 (採水日: 昭和 32 年 12 月 25 日)

鉱泉	第一号泉	第二号泉	第三号泉	第四号泉	第五号泉
気温 °C	11.36	10.38	10.38	10.38	10.70
泉温 °C	15.42	15.17	17.05	16.30	15.53
pH	8.00	7.38	8.08	8.40	7.55
深 度 m	52	25	100	62.5	50
自噴量 l/分	0.9	7	30	5	7
蒸発残留物 mg/kg	3265.0	331.4	3159.2	2708.0	684.0
Li <sup>+</sup>	4.0	0.25	5.00	2.2	痕跡
Na <sup>+</sup>	1345.	117.5	1320.0	1140.0	325.0
K <sup>+</sup>	34.0	3.20	28.0	28.0	9.0
Ca <sup>++</sup>	19.04	9.91	22.93	17.49	20.21
Mg <sup>++</sup>	14.15	5.42	14.86	10.61	4.48
Fe <sup>++</sup>	0.69	4.94	0.36	0.39	0.36
Fe <sup>+++</sup>	0.09	2.04	0.11	0.16	0.11
Al <sup>+++</sup>	0.47	0.01	痕跡	痕跡	0.86
F <sup>-</sup>	9.64	2.52	7.92	8.74	2.45
Cl <sup>-</sup>	1947.1	94.29	1840.0	1612.0	368.8
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0.02	49.39	0.41	5.76	16.46
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	405.0	102.4	536.8	365.2	194.5
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>	2.39	0.15	3.96	5.39	0.46
HPO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6.38	9.73	7.44	5.58	10.41
H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	18.77	24.34	22.87	19.35	20.53
HBO <sub>2</sub>	—	痕跡	—	—	—
H <sub>2</sub> S	0.00	2.80	1.13	1.40	1.61
遊離 CO <sub>2</sub>	9.74	9.84	10.32	3.52	11.69
Rn	マッヘ	0.00	0.00	0.00	0.00

からボーリング工事を中止し、ボーリング孔内の上部に鋼鉄製ケーシングをおこないこれを大洲鉱泉第 1 号源泉と名付けて一応その竣工を見たものである。

当時このケーシングは地表上 28 cm の高さにおいて炭酸ガスを伴って自噴する鉱泉水は 1 分間 2l 弱であった。その後各源泉の竣工を見た後は自噴量は 1 分間 0.9l 程度にまで減少していた。本自噴泉水について化学分析をおこなった結果は第 2 表に示すように硫化水素は含有せず、フッ素、リチウムおよび重炭酸ナトリウムを主成分とする弱アルカリ性含炭酸弱食塩泉としての泉質をもつ鉱泉であることが確認されたのである。しかしその自噴量は少く、エヤリフトポンプによる汲み揚げ操作を試みたが 1 分間約 23l を得る程度であった。以上のようによろリング工事の進むに従って自噴泉水量の減少を見ることは従来愛媛県下の鉱泉源ではしばしば見られた現象であり、鉱泉の流動する通路としての断層破碎帯は上昇ゆる出せしめる場合のほか、ボーリング孔内における漏水を助ける場合もあると考察している。

### 3.2 大洲鉱泉第二号源泉

大洲鉱泉第一号源泉の自噴水量が僅少であることと、第一号源泉の開発から考慮して硫化水素を含有する鉱泉源はこの地域では比較的浅いところにあるものと想像して、硫化水素泉源を

得る目的で第一号源泉の南東 2.1 m の地点より 520°W の方向へ水平より 45° の傾斜ボーリングを昭和 38 年 8 月 6 日より着工し同年 8 月 31 日までに 25 m 掘進して 1 分間の自噴量約 7 l 程度の鉱泉水を得たのである。これを大洲鉱泉第二号源泉と名付けている。本源泉の基盤は第一号源泉と同様に上部は黒色千枚岩で相当に風化が進んでいるが約 9 m 以下では緑色千枚岩および黒色千枚岩の互層あるいはほとんど混合した状態になっていた。

本源泉の竣工後、第一号源泉の自噴量には影響は見られず、自噴鉱泉水について化学分析をおこなった結果は第 2 表第二号源泉にみるように、フッ素および硫化水素を特殊成分とする単純硫化水素泉としての泉質を有するものと認められた。

### 3.3 大洲鉱泉第三号源泉

大洲鉱泉第一号源泉および同第二号源泉の竣工後、両源泉の自噴量の不足から同第三号源泉の開発をおこなったのである。この第三号源泉は第一号源泉の北方約 20 m 隔て、さらに約 13 m 下方の位置にボーリング地点を定めて、昭和 38 年 9 月 3 日垂直ボーリング工事に着工し同年 10 月 6 日掘進深度に達した時 1 分間約 30 l の自噴鉱泉水が得られたので竣工とし、これを大洲鉱泉第三号源泉と名付けたものである。本第三号源泉の基盤は地表より約 1 m 以下は緑色千枚岩岩盤となり、掘進深度 17 m で黒色千枚岩に変わり初めて 1 分間約 10 l 程度の自噴鉱泉水を得られたがさらに掘進し深度 18.2 m で堅硬な珪岩に達した頃急に自噴が止まり、放置すればボーリング孔内の水位が約 2 m も下降する現象をみた。以後そのまま掘進を続行し深度 21.5 m で上記の珪岩から千枚岩に変わった時再び自噴量 1 分間約 7 l の鉱泉水が得られ、以下黒色千枚岩岩盤となり、掘進とともに再度自噴量が 1 分間 3 l 程度に減少したことがあったが、掘進深度 60 m に達した頃より急激に自噴量が増加し 1 分間約 30 l の鉱泉水が得られるに至った。この部分は前述の一号泉孔 34 m 付近の破碎帯の傾斜方向への延長部と考えられる。それ以後掘進するも岩盤の層にはほとんど変化がなく、所々石英斑岩粒を混在する状態にあった。掘進深度 100 m に達する間は基盤の岩質の変化もなく、また自噴量にも変化が認められなかったのでボーリング工事を休止し、竣工とした。これを大洲鉱泉第三号源泉と名付けたのである。

本第三号源泉の開発工事中にみられるようにボーリングの進行に伴って鉱泉水の自噴量に変化があることは基盤の岩盤中に異状な部分があって、自噴泉水の漏水が考えられ本源泉のように深度 60 m を越えた時急激な自噴量をみるのは、その部分で特に自噴量の多いことが考えられ以下 100 m までは異状が認められないことは漏水の原因をなす亀裂あるいは細隙のないことが想像できる。

なお注目すべきことは本第三号源泉のボーリング工事中およびその竣工後も第一号源泉および第二号源泉の自噴量に変化はなかったということである。

この自噴泉水について上述同様化学分析をおこなった結果は、第 2 表第三号源泉に示すようにリチウム、フッ素および硫化水素を特殊成分として含有する弱アルカリ性含重曹弱食塩泉としての泉質を有するものと認められる。

### 3.4 大洲鉱泉第四号源泉

大洲鉱泉第三号源泉の竣工後、頭初鉱泉源を発見した地点すなわち第一号源泉より約 13 m 下方の第三号源泉は鉱泉水の自噴量が多く、また第一号源泉に比較して掘進深度 100 m におよぶもなお硫化水素を含有することが認められることから、第三号源泉の西方約 2.3 m 隔て

た地点を選び、SW 方向に伏角  $80^\circ$  で昭和 38 年 10 月 17 日ボーリング工事に着工し、同年 11 月 19 日までに掘進深度 62.5 m の源泉を開発したのである。これを大洲鉱泉第四号源泉と名付けている。基盤は上述同様千枚岩の岩盤ではあるが、掘進深度 33 m 付近までは緑色千枚岩でそれ以下は黒色千枚岩に変わり所々に珪岩を交えていた。鉱泉水の自噴は掘進深度 14 m まではみられず、深度 20 m でボーリング孔内の水位は 2 m を示し、35.5 m で 0.5 m、52.5 m で水位 0 となり、54.5 m の掘進深度で始めて 1 分間 2 l 程度の鉱泉水の自噴が認められ、以下掘進するに従って自噴量が増加し、62.5 m に達して 1 分間 5 l の鉱泉水の自噴があった。しかし、この際第三号源泉の自噴量に著しく影響することがわかったのでボーリングを中止し、大洲鉱泉第四号源泉の竣工としたのである。本源泉の自噴鉱泉について化学分析をおこなった結果は、第 2 表第四号源泉に見るようにフッ素および硫化水素を含有する弱アルカリ性含重曹弱食塩泉としての泉質を有するものと認められ、第三号源泉の泉質に酷似している。現在では本源泉は利用していない。

### 3.5 大洲鉱泉第五号源泉

大洲鉱泉第三号源泉および第四号源泉の竣工をみた際、同第一号源泉ならびに第二号源泉にはほとんど影響がなかったので、第三号源泉より東方約 1.9 m 隔た山麓から昭和 38 年 11 月 24 日より水平角  $10^\circ$  で EN 方向に傾斜ボーリング工事を着工し、同年 12 月 11 日までに 50 m に達する源泉を開発した。基盤は上述同様千枚岩岩盤で、沖積層なく露頭緑色千枚岩岩盤中を掘進し、約 12 m に達して漸く自噴鉱泉水を得たが、深度 13.5 m におよんで岩盤は黒色千枚岩に変わり、この頃より 1 分間約 5 l の自噴鉱泉水を得るに至った。外観は無色透明であるが硫化水素臭を帯び、掘進を継続するも他の泉源に何等影響することなく、以下掘進するに所々で珪岩を交えた黒色千枚岩に変わり、鉱泉水の自噴量には時々 1 分間 1 l 程度の消長はあったが掘進深度 50 m に達して 1 分間 7 l 程度の自噴鉱泉水が得られたのでボーリングを中止し、付近を整備しこれを大洲鉱泉第五号源泉と名付けたのである。本第五号源泉の竣工するまでは遂に第一号源泉より第四号源泉までの泉源の自噴量には何等影響はなかった。

本第五号源泉の自噴鉱泉水について化学分析をおこなった結果は、第 2 表第五号源泉に示したようにフッ素および硫化水素を特殊成分として含有する単純硫化水素泉としての泉質を有するものと認められる。なお、本源泉では他の 4 源泉と異って特に硫化水素臭は強かったのであるが、定量値ではそれ程の差は認められなかった。

なお大洲鉱泉第一、三号源泉については第 2 図を参照されたい。

本研究をおこなうにあたってその経費の一部は文部省科学研究費および愛媛大学地域社会総合研究所より支給された研究費によったので感謝の意を表し、調査その他について協力された大洲市観光課長梶原志郎氏に敬意を表する。

## 文 献

- 1) 高津, 細原, 宮久, 河淵: 愛媛大学紀要 II 部, 4, 51 (1960); 高津, 河淵, 佐伯, 御手洗, 中須賀: 愛媛大学地域社会総合研究所報告 B (自然), 1 (1962); 高津, 宮久, 河淵, 御手洗: 温泉科学, 13, 93 (1963); 高津, 宮久, 御手洗: 温泉科学 16, 24 (1965); 高津, 宮久, 河淵: 愛媛大学地域社会総合研究所報告 B, 17, 1 (1965).