

小 簔 鉞 泉 の 研 究

高津寿雄* 宮久三千年** 河淵計明*** 御手洗清*

(* 愛媛大学文理学部 化学 教室)

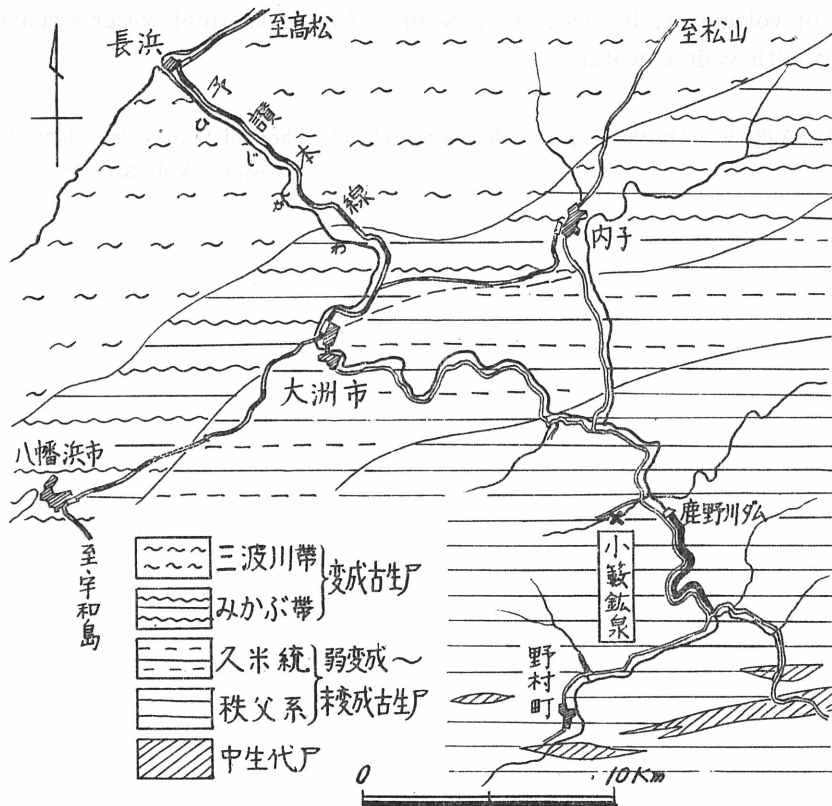
(** 愛媛大学文理学部地質学教室)

(*** 愛媛大学教育学部 化学 教室)

(昭和37年1月10日受理)

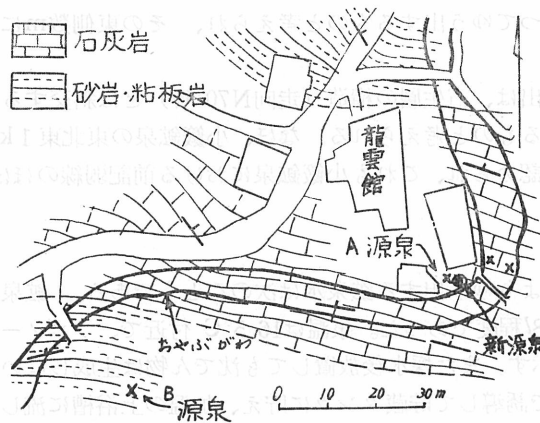
緒 言

小簔鉞泉は愛媛県喜多郡肱川町大字宇和川甲571番地にあつて第1図に示すように愛媛県大洲市より東南約23kmの距離にある。鉞泉源は、肱川の上流にある肱川町鹿野川で合流する支流小簔川の中流域で、標高約160mの狭い山間盆地を流れる溪流の両側にあつて、A・B 2箇所からゆう出している。A源泉は石灰岩を母岩とし、鉞泉水はその細隙よりゆう出しており、B源泉は砂岩の露頭よりゆう出している。いずれも徳川時代の初期に発見されたものといわれている。この他、A源泉付近の河床の所々からも炭酸ガスの気泡が上昇し図中×印の2箇所は特にその量が多いところである。これらの地点からも同時に少量ではあるが鉞泉水の自噴が想像される。



昭和20年以降、同町の谷本義光氏の手によつてA源泉は小籤温泉場として小規模に開発されて来た。A源泉よりのゆう出水は、深さ1m、巾1.2m、長さ1.5mのコンクリート製の水槽に貯えられ、その一部は加温の上浴槽に流し浴用として利用している。小籤温泉場には竜雲館という温泉旅館があり、付近は景勝地で小規模ながら鐘乳洞などもある。また、溪流には落差約10mの「美妙の滝」および落差約8mの「竜王の滝」と呼ばれる有名な滝があつて、ともに入湯客の散策を誘っている。

本鉱泉源について筆者等は昭和32年以降、地質学的ならびに化学的に調査研究を行なつて来たのでその結果を報告する。



小籤鉱泉付近の地質概要

小籤鉱泉付近は四国外帯に広く分布する秩父帯の古生層山地に属し、基盤はすべていわゆる秩父古生層よりなっている。その外、小籤川の河床に沿つて少量の新紀(第四紀)砂礫堆積物がうすく発達している。古生層は砂岩を主とし、珪岩、粘板岩および石灰岩をはさむ厚い累層よりなっているが、小籤部落付近には層厚約40mの一枚の灰白色石灰岩層が露出し、その上下盤は暗色砂岩よりなっている。石灰岩層は「フズリナ」の化石を含むのでその時代は上部古生代(おそらく二畳紀)であろう。この石灰岩は地下水に溶蝕されて所々に石灰洞をつくり、特に鉱泉ゆう出地の近くに存在する竜雲鐘乳洞は全長28mに過ぎない小洞であるが、一部に鐘乳石筈が保存されている。また石灰岩中には数cmの粘板岩の薄層をはさんでいる。

以上の各岩層よりなる秩父古生層の構造は走向ほぼEW~N70°W、傾斜N30°~50°で褶曲することは少なく北に単斜している。四国外帯の古生層の一般的傾向にくらべるとWNWに走ること、緩傾斜であることなどの特異性が見られる。石灰岩は均質であつて節理や割れ目に乏しいが、その中にはさままれる粘板岩層にそつてときに滑り面を認め、また石灰の生成がほぼ走向傾斜にそつていることから、地層面にそう破断が行なわれたことは考えられる。またゆう出地点を連ねる線は後述のようにほぼENEの方向を示すので、そのような何らかの弱線も考えられる。

鉱泉ゆう出と地質構造との関係

小籤鉱泉の源泉は2個所にある。そのうち西部のB源泉は小籤川南方の砂岩中よりゆう出し、いずれもほぼ垂直のN80°E(節理群)、N75°W(同左)、N70°E(一枚の割目)の3系統の弱線に支配されている。このうち最も主要なものはN70°E系統であつて、破碎化と滑動の後がみられ、また粘

土化とともに黄鉄鉱の微晶も鉱染している。この方向を東北東に延長すると次述の東部源泉にあたる。東部のA源泉は当時利用されていたが筆者等の一人、宮久が昭和34年11月、次いで同35年8月、地質調査所の近藤信興氏がこの地区の地質調査をした結果、東京鉱研試験株式会社に依属して昭和36年4月、A源泉に接近して試験工事に着手し、同年6月約50日間に深度100mにおよぶ現在の小籠鉱泉新源泉の竣工を見たものであるが、岩盤の調査ができなかつたので、詳細は明らかではないが、垂直掘進中約20mまでは石灰岩であり、それ以下は砂岩に変わり鉱泉水は掘進深度30m付近よりゆう出しはじめた。以後掘進と共にゆう出量を増加し、100mに及んだがそれ以上のゆう出量は認められなかつたので一応100mの深度で掘進工事を終えた。本源泉のゆう出量は現在1分間約6lである。これらの鉱泉水はほぼEWにならぶ線に沿ってゆう出するものと考えられ、その東側数mにある小籠川河底からもゆう出するのが認められる。

要するに小籠の鉱泉水ゆう出は、古生層の構造（走向N70°W）とは斜交するところのN70°~90°Eの方向に走る弱線に支配されるものと考えられる。なほ、小籠鉱泉の東北東1kmのところにも、砂岩中の割目より湧出する鉱泉水が認められ、これも小籠鉱泉における前記弱線のほぼ延長部に相当している。

鉱泉水の化学成分と泉質

ボーリング以前のA源泉よりゆう出する鉱泉水は次のごとくである。鉱泉水はガスを伴って自噴しそのゆう出量は1分間約3.8l程度であった。泉温は16.5°C付近で、フェノールフタレン反応は顕著でありpH値は17°Cで9.8を示す。また採水後放置しても沈でん物は生成しない。鉱泉水は源泉口より直ちに鉛管で高さ約2.2mまで誘導して貯蔵タンクに貯え、加温の上浴槽に流しているが、この鉛管の出口ならびにコンクリート製タンクの底部および壁部、特に液面に接する付近には白色の沈積物を附着しているがその量は少なく、その成分の大部分は炭酸ナトリウムとメタ珪酸である。

本鉱泉水について概ね衛生検査指針にもとづき化学分析を行ない第1表に示す結果を得た。pH値の測定は東亜電波製DM-1型硝子電極pH計を使用し、比色ならびに点光分析には日立製EPU-型分2光電光度計を使用した。分析法については、アルカリ元素は炎光法、カルシウム、マグネシウムはEDTA法、第一鉄、第二鉄は2,2'ジピリジル法、アルミニウムはアルミノン法、弗素はトリウム-ネオトリン法³⁾、硫化水素はメチレンブルー法⁴⁾をそれぞれ適用した。

第1表(1)

採水年月日	昭和32年3月12日			昭和32年10月26日			昭和34年3月4日		
気温(°C)	15.1			19.9			13.7		
泉温(°C)	16.2			17.7			15.5		
PH	9.71			9.80			9.70		
蒸発残留物	239.9 mg/kg			245.6 mg/kg			242.7 mg/kg		
陽イオン	mg/kg	m. val	m. val %	mg/kg	m. val	m. val %	mg/kg	m. val	m. val %
Li ⁺	—	—	—	0.100	0.014	0.35	0.070	0.010	0.27
Na ⁺	88.62	3.854	95.53	87.49	3.804	95.11	81.00	3.522	94.06
K ⁺	0.310	0.008	0.20	0.490	0.013	0.33	0.750	0.019	0.51
Ca ⁺⁺	2.210	0.110	2.73	1.670	0.083	2.08	2.100	0.105	2.80

Mg ⁺⁺	0.220	0.018	0.45	0.202	0.018	0.45	0.500	0.041	1.10
Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	0.030	0.001	0.02	0.030	0.001	0.03	0.070	0.003	0.08
Al ⁺⁺⁺	0.390	0.043	1.07	0.590	0.066	1.65	0.400	0.044	1.18
合計	1.040	4.034	100.00	1.422	3.999	100.00	3.744	100.00	
陰イオン									
F ⁻	2.970	0.156	3.83	3.100	0.163	4.30	2.400	0.126	2.64
Cl ⁻	6.990	0.197	4.83	7.520	0.212	5.60	8.200	0.231	4.85
SO ₄ ⁻⁻	17.21	0.358	8.78	10.54	0.219	5.78	14.40	0.300	6.29
OH ⁻	—	—	—	1.100	0.065	1.72	—	—	—
HCO ₃ ⁻	132.3	2.168	53.18	138.9	2.276	60.08	161.3	2.643	55.46
CO ₃ ⁻⁻	35.96	1.198	29.38	25.60	0.853	22.52	44.0	1.466	30.76
合計		4.077	100.00		3.788	100.00		4.766	100.00
その他									
H ₂ SiO ₃	28.46			31.84			30.80		
H ₂ S	—			0.200			0.250		
free CO ₂	0.063			0.100			0.072		
Rn(マツヘ)	0.330			0.470			0.420		

第1表(2)

採水年月日	昭和32年3月12日			昭和34年3月4日		
気温(°C)	15.7			13.1		
泉温(°C)	17.4			13.7		
PH	9.00			9.10		
蒸発残留物	189.6 mg/kg			194.8 mg/kg		
陽イオン	mg/kg	m. val	m. val%	mg/kg	m. val	m. val%
Li ⁺	—	—	—	0.050	0.007	0.23
Na ⁺	66.6	2.896	85.86	61.00	2.653	86.78
K ⁺	0.790	0.020	0.59	0.500	0.013	0.43
Ca ⁺⁺	4.090	0.204	6.05	3.800	0.190	6.22
Mg ⁺⁺	1.410	0.116	3.44	1.100	0.090	2.94
Fe ⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺	0.120	0.004	0.12	0.100	0.004	0.13

Al ⁺⁺⁺	1.200	0.133	3.94	0.900	0.100	3.27
合 計	3.373	100.00	3.057	100.00		
陰 イオン						
F ⁻	3.200	0.168	4.88	2.000	0.105	3.16
Cl ⁻	7.920	0.223	6.47	7.800	0.220	6.63
SO ₄ ⁻⁻	13.02	0.271	7.86	15.90	0.331	9.97
OH ⁻	—	—	—	—	—	—
HCO ₃ ⁻	151.71	2.486	72.14	141.3	2.316	69.79
CO ₃ ⁻⁻	8.950	0.298	8.65	10.42	0.347	10.45
合 計	3.446	100.00	3.319	100.00		
そ の 他						
H ₂ SiO ₃	30.30			28.70		
H ₂ S	0.210			0.200		
free CO ₂	0.365			0.272		
Rn(マツヘ)	0.370			0.470		

第1表(1)より考察するとA源泉の鉱泉水はアルカリ泉に属し、可溶性成分より本源泉は、単純泉で特殊成分の含有量も少なく弗素の含有量において源泉と認められる程度である。なほ含有成分の大部分は重炭酸ナトリウム、および炭酸ナトリウムで、四季を通じてその泉質には大きな変化は認められない。

第2図に示すB源泉はA源泉より約100mの西南西の山麓に接した畑畔にあつて砂岩の露頭よりゆう出している。源泉口は通常は約40cmの泥土で埋まっているが、この層を通じて鉱泉水が自噴している。本源泉水の自噴量は1分間約0.78l程度で筆者等が調査した当初以後も利用することなく放流の状態に現在に至っている。B源泉についても上述同様化学分析を行なつた結果を第1表(2)に示す。表示のごとく本源泉もA源泉に酷似したアルカリ性単純泉ということが出来る。

これらの化学分析の結果と地質学的調査から、上述のようにA源泉に接近して新源泉を開発するための試錐を行なつた。新源泉竣工後の源泉水は口径約5cmの鉄管のケーシングより気泡を伴つて自噴し、これを上述のタンクに汲み上げて貯蔵し一部は加温の上浴用に利用している。この自噴泉水について同様化学分析を行ない第2表に示す結果を得た。

第2表

採水年月日	昭和36年12月16日			陰イオン			
気温(°C)	9.9			F ⁻	1.860	0.098	3.05
泉温(°C)	16.9			Cl ⁻	7.986	0.252	7.85
PH	9.20			SO ₄ ²⁻	1.372	0.029	0.90
蒸発残留物	220.9	mg/kg		OH ⁻	—	—	—
陽イオン	mg/kg	m. val	m. val%	HCO ₃ ⁻	145.2	2.380	74.10
Li ⁺	—	—	—	CO ₃ ²⁻	13.60	0.453	14.10
Na ⁺	72.00	3.131	94.14	合計		3.212	100.00
K ⁺	0.500	0.013	0.39	その他			
Ca ²⁺	1.839	0.092	2.77	H ₂ SiO ₃	33.28		
Mg ²⁺	0.803	0.066	1.98	H ₂ S	0.340		
Fe ²⁺	0.330	0.011	0.33	free CO ₂	0.220		
Fe ³⁺	0.233	0.013	0.39	Rn(マツヘ)	なし		
Al ³⁺	—	—	—				
合計		3.326	100.00				

表示のように、その泉質をA源泉に比較すると各成分ともいずれも減少している。ただし自噴泉水量は約2倍に増加している。恐らくは鉱泉水に地下の混入が想像される。

現在では本新源泉を利用して小簀温泉と称して営業しているのであるが、脇川町においてもこの地さらに開発して多量の鉱区を泉を得てこれを鹿野川まで導き付近の愛媛県鹿野川ダムの景勝と合わせて観光資源としてその開発を企画している。

本研究を行なうにあたって、研究費の一部は文部省科学研究費によつたもので謹謝する。また研究にあたっては本学、佐伯政勝氏および中須賀仁氏の協力を得たので深謝する。

なお、本研究の一部は昭和34年11月21日、高知大学において開催された日本化学会中四国支部常会で発表講演した。

文 献

- 1) 厚生省編纂：衛生検査指針(Ⅵ) 鉱泉分析法指針(1957)
- 2) 高津寿雄 河淵計明：愛媛大学紀要(Ⅱ) 3,119(1959)
- 3) 高津寿雄、河淵計明：同上 2,139(1956)
- 4) 高津寿雄、河淵計明：同上 3,111(1956)

表 2 續

Chemical Studies on Oyabu Mineral Spring

Toshio KÖZU, Michitoshi MIYAHISA, Kazuaki KAWABUCHI, Kiyoshi MITARAI

Oyabu Mineral Spring is situated about 23km SE of Ōzu City, Ehime Prefecture. The spring water issues from a small fissure in the lime-stone. Our recent investigations have shown that A and B sources yield about 3.8ℓ. and 0.78ℓ. of mineral water per minute, respectively, and that their water temperature are 16.5°C and 17.4°C, respectively, and their pH's are 9.7~9.8 and 9.0~9.1, respectively. Both springs belong to the alkaline simple spring and contain fluorine as special constituent. In 1961, a new boring was attempted, and the spring water gashed forth from a fissure which is about 40~80 m deep in the sand-stone. The properties of this spring water are the same as those of A and B springs.

摘 文

- (6621) 淡路島近代温泉 (II) 淡路島温泉調査報告書 第 2 号 1 (1967)
 (6622) 911-3 (I) 温泉学大要第 2 号 1 (1966)
 (6623) 911-3 (II) 温泉学大要第 2 号 2 (1966)
 (6624) 911-3 (III) 温泉学大要第 2 号 3 (1966)