

原 著

松山市権現温泉の化学的研究

高津寿雄, 細原匡一, 河淵計明

(愛媛大学文理学部)

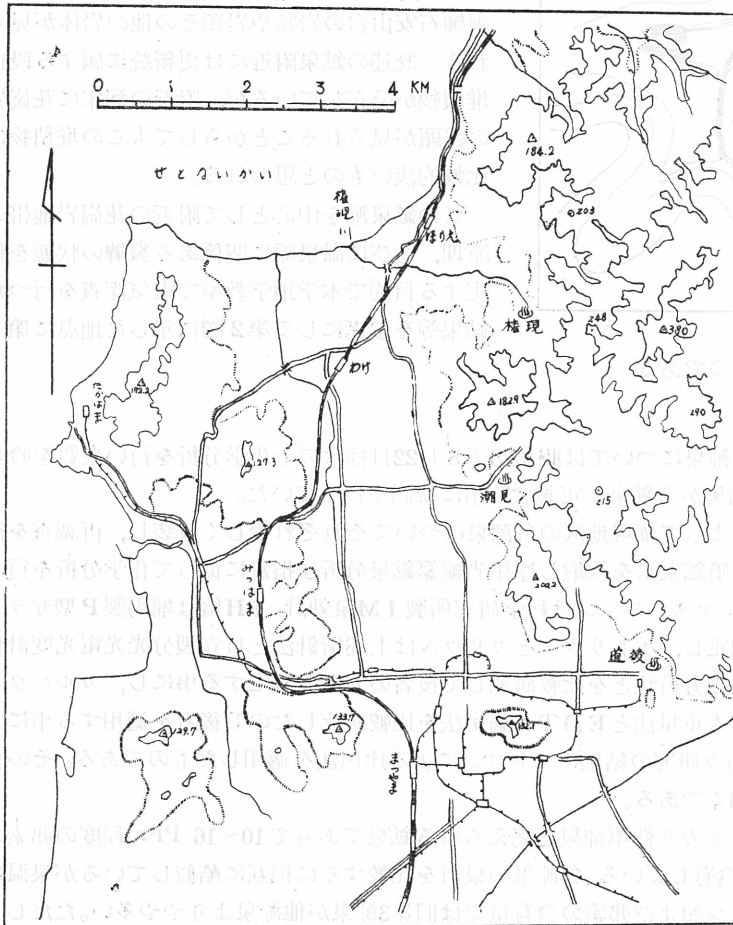
(愛媛大学教育学部)

(昭和35年1月11日受理)

緒 言

権現鉱泉は松山市権現町大字楠井にある。昭和28年頃の鉱泉源は第一図及び第二図に示すように国鉄堀江駅を經る東南東約1.4 km, 既設潮見鉱泉の北方約2.4 km, 道後温泉より北北西約5.6 kmの地点

第 1 図

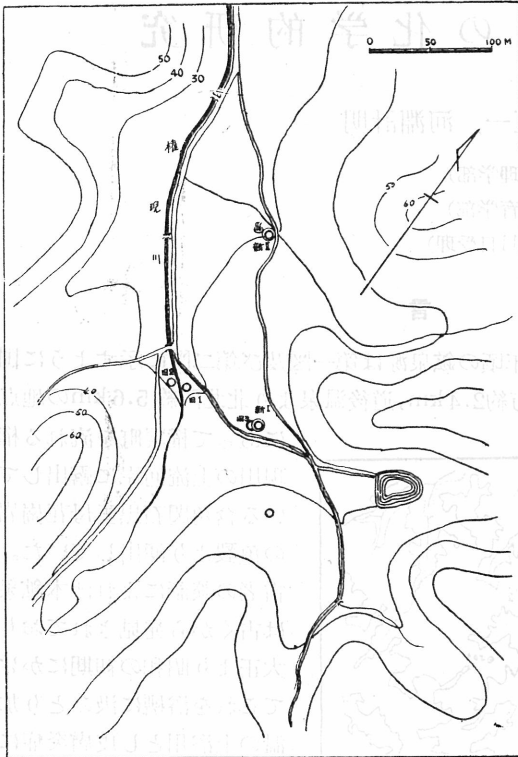


にあつて権現町を流れる権現川の upstream 河岸に露出している含角閃石黒雲母花崗岩の亀裂より湧出していた。古老の談話によれば本鉱泉は古くから発見されており大正より昭和の初期にかけてこれを浴槽に汲みとり加温の上浴用とし皮膚炎症には特に治療効果があるというので遠く他県より湯治に来ていたという。これを旧第一源泉と名付ける。昭和の初年に至つて本源泉の対岸の露頭母岩の細鱗からも自噴している鉱泉源を発見し、これを約1 m 穿つて毎分約2 l の自噴鉱泉水を得、これを貯蔵タンクに流しその一部を随時加温して浴用とし権現温泉と称し営業していたというが、その後浴場は壊されたまゝで残されている。この源泉を旧第二源泉と名付ける。更に昭和25年頃になつて旧第二源泉の東方約50 m の地点に自噴鉱泉水の湧出する箇所を発見し深さ約1.5 m 掘り下げ岩盤に到達し、こ

こ

より1分間1.5ℓ程度の自噴鉱泉水を竹筒を通じて放流していた。これを旧第三源泉と名付ける。筆者等は昭和25年4月以降これらの各源泉について調査並に化学的研究を行い、その含有成分および泉質を明らかにしたので松山市観光課ではボーリングにより新しく源泉を開発し昭和33年10月より開湯営業させるまでに発展したのでその結果を報告する。

第 2 図



権現鉱泉附近はこの地区を西北に流れる権現川により巾約200 mの谷間を形成している。この地点附近の基盤をなしている岩石は閃雲花崗岩又は花崗閃緑岩からできており、これらは高縄半島南部および東部に広く分布している花崗岩の一部であって権現川附近においてはかなり深くまで風化が進んでおり、これら花崗岩類被覆あるいはこれを貫いて新第三紀と考えられる両輝石安山岩の岩脈や岩頸その他の岩体が見られる。既述の鉱泉附近には更新統に属する段丘堆積物が分布しているが、附近の河床に花崗岩の露頭が見られることからしてもこの堆積物は比較的浅いものと思われる。

地形および地質

権現鉱泉附近はこの地区を西北に流れる権現川により巾約200 mの谷間を形成している。この地点附近の基盤をなしている岩石は閃雲花崗岩又は花崗閃緑岩からできており、これらは高縄半島南部および東部に広く分布している花崗岩の一部であって権現川附近においてはかなり深くまで風化が進んでおり、これら花崗岩類被覆あるいはこれを貫いて新第三紀と考えられる両輝石安山岩の岩脈や岩頸その他の岩体が見られる。既述の鉱泉附近には更新統に属する段丘堆積物が分布しているが、附近の河床に花崗岩の露頭が見られることからしてもこの堆積物は比較的浅いものと思われる。

この鉱泉源を中心として附近の花崗岩地帯の節理、並びに温泉脈に関係ある裂隙の状態を推定する目的で本学地学教室で電気深査を行った結果等を参考にして第2図に示した地点に第I、

第IIの2源泉の試錐を行ったものである。

旧源泉の泉質

権現鉱泉の源泉のうち旧第2源泉については昭和28年8月22日採水の上化学分析を行い泉質を吟味したが既報¹⁾のごとくにその結果から鉱泉と定義する事に疑問を持っていた。

昭和30年2月松山市の委嘱によって権現地区の各源泉についてそれぞれ少しく改装し、再調査を行う事になり、これら各源泉の自噴鉱泉水を採取し厚生省編纂鉱泉分析法指針に従って化学分析を行った。ただしラドン即ちラジウムエマネーションは科学研究所製IM泉効計、pH値は堀場製P型ガラス電極pHメーターを使用して測定し、ナトリウムとカリウムは上述指針法と日立製分光光電光度計付属炎光装置H2型を使用する焰光分析法とを比較研究して後者の方法で測定する事にし、カルシウムとマグネシウムの定量についても重量法とEDTA滴定法を比較研究したのち後者を適用する事にした。弗素の定量²⁾については種々研究の結果ネオトロンによる比色法を適用したものである。その化学分析の結果は第一表に示す如くである。

第1表を見るに各源泉ともアルカリ性単純泉と考えられる鉱泉であって10~16 PPM程度の弗素および1~2.4マツへのラドンを含有している。各源泉の泉質を比較するに相互に酷似しているが泉温については旧第2源泉が高く、ラドンおよび弗素の含有量では旧第3源泉が他源泉よりやや多い。ただしこの化学分析の結果から見ればこれら源泉はいづれも鉱泉であり、含弗素アルカリ性単純泉であることが確認される。これに基づいて松山市観光課では新しく鉱泉源を開発することを企画し筆者等にその

試錐地点の指示を委嘱して来た。そこで筆者等は昭和32年7月12日より本学地学教室の協力を得て上

第 1 表

源 泉 名	旧 第 1 源 泉		旧 第 2 源 泉			旧 第 3 源 泉	
	32.8.24	32.9.22	32.1.27	32.8.31	33.1.30	32.1.27	32.6.19
採水年月日							
気温(°C)	28.8	26.9	15.8	29.7	11.7	15.5	26.0
泉温(°C)	18.7	18.0	21.2	22.0	20.4	17.8	19.8
湧出量 l/min.	—	—	—	2.4	—	1.5	—
pH	9.10	9.16	9.61	9.77	9.86	9.63	9.69
蒸発残留物	0.1701※	0.1687	0.1789	0.1795	0.1761	0.1688	0.1786
K ⁺	0.0009※	0.0012	0.0023	0.0010	0.0025	0.0035	0.0010
Na ⁺	0.0297	0.0306	0.0337	0.0369	0.0409	0.0355	0.0393
Ca ⁺⁺	0.0033	0.0031	0.0046	0.0027	0.0021	0.0036	0.0031
Mg ⁺⁺	0.0004	0.0002	0.0006	0.0002	0.0004	0.0006	0.0005
Fe ⁺⁺	0.0007	0.0007	0.0010	0.0003	0.0003	0.0005	0.0008
Al ⁺⁺⁺	0.0004	0.0003	0.0006	0.0004	0.0014	0.0003	0.0007
F ⁻	0.0042	—	—	0.0117	0.0122	0.0136	0.0122
Cl ⁻	0.0083	0.0091	0.0114	0.0101	0.0085	0.0123	0.0122
HCO ₃ ⁻	0.0506	0.0497	0.0513	0.0381	0.0435	0.0529	0.0545
OH ⁻	2.2×10 ⁻⁴	2.7×10 ⁻⁴	6.8×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	6.8×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻⁴
CO ₃ ⁼⁼	0.0037	0.0047	0.0121	0.0141	0.0198	0.0125	0.0161
SO ₄ ⁼⁼	0.0116	0.0122	0.0145	0.0123	0.0164	0.0136	0.0109
PO ₄ ⁼⁼⁼	0.0002	0.0002	0.0011	0.0004	0.0007	0.0008	0.0007
SH ⁻	0.0001	0.0004	0.0010	0.0007	0.0006	0.0011	0.0002
遊離CO ₂	9.7×10 ⁻⁵	7.5×10 ⁻⁵	3.1×10 ⁻⁵	1.5×10 ⁻⁵	1.4×10 ⁻⁵	3.2×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻⁵
H ₂ SiO ₃	0.0328	0.0313	0.0371	0.0366	0.0354	0.0389	0.0347
Rn(マツヘ)	1.07	1.44	2.07	1.99	2.03	2.45	2.09

※ (g/kg)

述の鉱泉源附近の地質調査並びに河水、池水および井水の水質調査等に着手した。地質については権現鉱泉附近一帯より南方潮見鉱泉に涉って調査したのであるがこの地区では断層は認められず、鉱泉源を中心に附近の詳細な地表調査を行うと同時に自然電位と比抵抗を測定し、一方水質調査では主としてラドン及び弗素の分布を求め、これらの調査結果と京都大学助教授瀬野錦蔵博士および地質調査所中村久由技官その他各位の意見をき、旧第3源泉に近接した松山市権現町字楠井660番地の1およびこゝより約150m北西方の同町楠井669番地の2箇所を撰定し、昭和33年2月12日より工業技術院地質調査所に依頼して試錐を行ひ現在の権現温泉第I源泉及び同第II源泉の開発に成功したものである。

権現温泉第I源泉開発の経過

本温泉源の試錐工事は昭和33年2月12日より開始し同年3月9日までに予定試錐の深度100mを越え120.12mまで掘進して一応工事を停止したものであるが、本試錐工事における掘進と共に地層岩質等の変化、孔底温度および自噴温泉水温の変化並びに中間深度における自噴温泉水の含有成分の

変化状況を観察し、測定あるいは化学分析を行った。その結果は第2表および第三図に示すごとくである。

第 2 表

採水年月日	33. 1.30	33. 2.19	33. 2.25	33. 4. 8	33. 5.30	33.10.14	34. 8. 4
深度 (m)	0.0	51.3	88.0	120.1	120.1	120.1	120.1
気温 (°C)	9.7	12.1	14.1	20.8	31.0	28.9	30.5
泉温 (°C)	17.8	22.6	26.5	26.9	26.8	26.9	27.1
湧出量 (l/min.)	3.6	35.0	265.0	250.0	250.0	250.0	--
pH	9.76	9.40	9.30	9.56	9.75	9.88	9.40
蒸発残留物	0.1771*	0.1747	0.1770	0.1635	0.1631	0.1664	0.1809
K ⁺	0.0005*	0.0005	0.0005	0.0005	0.0008	0.0007	0.0005
Na ⁺	0.0490	0.0500	0.0490	0.0480	0.0490	0.0483	0.0500
Ca ⁺⁺	0.0023	0.0028	0.0039	0.0025	0.0019	0.0021	0.0017
Mg ⁺⁺	0.0004	0.0005	0.0006	0.0003	0.0002	0.0003	0.0002
Fe ⁺⁺	0.0002	0.0002	0.0007	0.0002	0.0002	0.0001	0.0009
Al ⁺⁺⁺	0.0009	0.0010	0.0011	0.0007	0.0003	0.0004	0.0013
F ⁻	0.0168	0.0147	0.0154	0.0142	0.0123	0.0130	0.0153
Cl ⁻	0.0085	0.0089	0.0146	0.0090	0.0103	0.0098	0.0110
HCO ₃ ⁻	0.0486	0.0701	0.0716	0.0548	0.0430	0.0423	0.0570
OH ⁻	1.1×10 ⁻³	4.3×10 ⁻⁴	3.4×10 ⁻⁴	6.8×10 ⁻⁴	1.1×10 ⁻³	1.4×10 ⁻³	4.3×10 ⁻⁴
CO ₃ ⁻⁻	0.0179	0.0103	0.0084	0.0129	0.0159	0.0192	0.0052
SO ₄ ⁻⁻⁻	0.0161	0.0109	0.0112	0.0102	0.0132	0.0120	0.0165
PO ₄ ⁻⁻⁻⁻	—	—	0.0009	—	—	0.0002	—
SH ⁻	—	—	0.0004	—	—	—	0.0003
遊離CO ₂	1.9×10 ⁻⁵	6.7×10 ⁻⁵	8.6×10 ⁻⁵	3.3×10 ⁻⁵	1.7×10 ⁻⁵	1.3×10 ⁻⁵	5.5×10 ⁻⁵
H ₂ SiO ₃	0.0362	0.0364	0.0331	0.0320	0.0377	0.0410	0.0394
Rn(マツヘ)	4.32	5.31	8.64	9.02	8.37	8.61	7.33

* (g/kg)

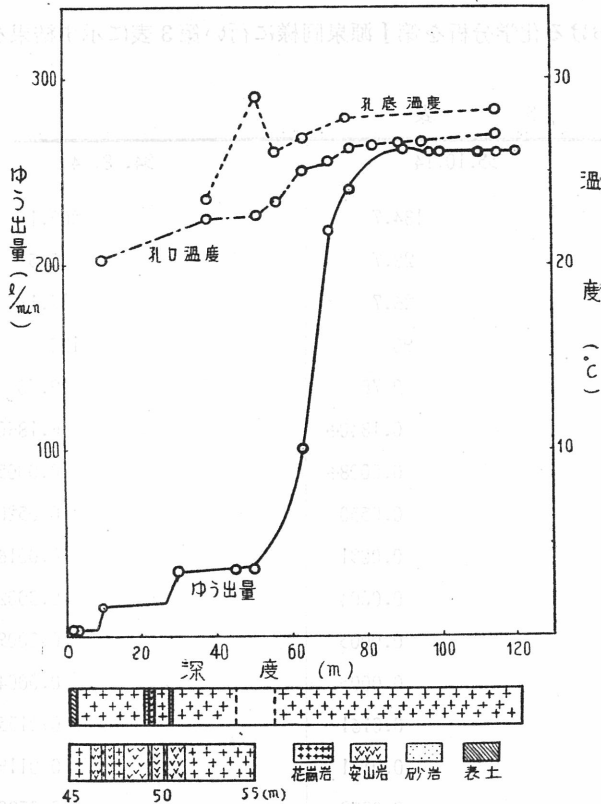
図に見るように地層の変化状況は地表下約 1.5 m までは所謂沖積層で砂利を伴った土壌層を経て風化の進んだ軟質花崗岩盤に達し更に約 6 m, 即ち地表下約 7.5 m 以後は硬質の灰白色の花崗閃緑岩となり 20.6 m におよんで安山岩の岩脈に遭遇した。本岩脈は 60° の傾斜で進入し約 2 m で切れ再び花崗岩層になり更に掘進 45 m で再度安山岩および花崗岩の薄層の重り合った層にあたり、この層を約 5 m 通過して再び硬い灰白色の花崗岩になっていることを観察した。

孔底温度の上昇変化は予期に反して少なく第三図の曲線に示されるように 51 m 附近で 1 時急激に 29°C を示し大いに期待したものであるが、その後掘進と共に約 1.4°C の低下を見、再度徐々に上昇を見るという現象を呈した。この理由については温泉水の自噴が孔底温度の測定に影響したものと考えられるが詳細は不明である。微温泉水の自噴する孔口の温泉水温は普通一般に考えられるように自噴水量が多ければその温度も上昇する傾向にあるものであるが、深度 80 m 以後においては深度の増加と共に僅少の上昇を見るに過ぎなかった。

温泉水の自噴量については深度10 m, 30 mに至ってそれぞれ増量がみられ57 mに至って以後 85 mにおよぶ範囲では急激な増量を得ている。

即ちこの間に微温泉水脈として走る裂隙あるいは細隙に到達したものと考えられ試錐によって得ら

第 3 図



権現温泉第二源泉開発の経過

昭和33年3月9日権現温泉第Ⅰ源泉の試錐工事を終え、深度 120.12 m で1分間約 250 l の微温泉水の自噴を見、泉温 27.1°C, pH値9.4を示し、弗素、硫化水素およびラドンを含むアルカリ性単純泉を得たのであるが、更に高温の温泉水を求める目的で第Ⅰ源泉の北西方 150 m の地点即ち松山市権現町楠井 669 番地に昭和33年9月2日より試錐工事を開始し、同年10月19日までに深度 203 m, に達して試錐工事を中止し第Ⅱ源泉を得たものである。本試錐工事における岩質の変化は殆んどなく、地表より深度 9 m までは砂礫を含む粘土質よりなる沖積層でそれ以後は花崗閃緑岩盤に達し、掘進 158 m におよんで孔底温度 27°C を示し1分間約

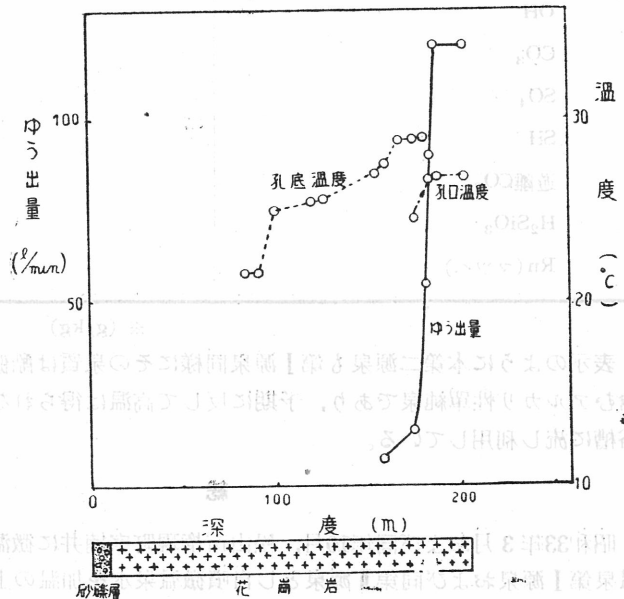
れたコアも黒緑色を呈し細裂が多かった。

以下 120 m までは自噴量は殆んど一定し、一分間 250 l 程度であった。試錐工事は掘進120.12mで停止しその後はそのまま放流状態におき、温泉場の建設竣工と共に本源泉の温泉水を加温の上浴槽に流し現在権現温泉と称して営業している。

化学分析結果

権現温泉第Ⅰ源泉を試錐以前の自噴当時より順次掘進していく途中および急激なる自噴増量を得た直後において夫々採水し化学分析を行ったが、その結果は第2表にみるように泉温は順次上昇するが高温は得られず、自噴量に急激な増量を見た際でも含有物質のうち普通成分については大きい変化はなく、ラドンのみが深度の進むと共に増加しているなお本試錐工事を中止して約2ヶ月、5ヶ月、および一年間経過後逐次本源泉の化学分析を行って第2表を得たがその結果はどれも変化なくラドン含有量においても深度90 m以降ではほぼ一定しているようである。

第 4 図



77の白噴温泉を得たものであるが、更に掘進を続け 181 mより 188 mに至る間に孔底温度 29°Cで温泉 26.8°C の温泉水を 1 分間約 120 l 自噴する状態になり、以下 203 mまで掘進したが孔底温度、温泉および湧出量に変化が認められなかった。第四図はその試錐経過を示したものである。

化学分析の結果

本権現温泉第二源泉の試錐工事完了後における化学分析を第 I 源泉同様に行い第 3 表に示す結果を得た。

第 3 表

採 水 年 月 日	99.10.14	34. 8. 4
深度 (m)	184.7	209.1
気温 (°C)	28.7	20.5
泉温 (°C)	26.7	27.1
湧出量 (l/min)	90	120
pH	9.70	9.70
蒸発残留物	0.1840※	0.1860
K ⁺	0.0008※	0.0005
Na ⁻	0.0550	0.0520
Ca ⁺⁺	0.0031	0.0016
Mg ⁺⁺	0.0004	0.0002
Fe ⁺⁺	0.0005	0.0009
Al ⁺⁺⁺	0.0003	0.0004
F ⁻	0.0161	0.0155
Cl ⁻	0.0121	0.0119
HCO ₃ ⁻	0.0352	0.0580
OH ⁻	8.5×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻⁴
CO ₃ ⁻⁻	0.0104	0.0171
SO ₄ ⁻⁻	0.0165	0.0161
SH ⁻	—	0.0003
遊離CO ₂	1.7×10 ⁻⁵	2.6×10 ⁻⁵
H ₂ SiO ₃	0.0426	0.0432
Rn(マツヘ)	6.66	9.47

※ (g/kg)

表示のように本第二源泉も第 I 源泉同様にその泉質は酷似していてラドン、弗素および硫化水素を含むアルカリ性単純泉であり、予期に反して高温は得られなかったが現在この微温泉水をも加温の上浴槽に流し利用している。

総 括

昭和33年 3月および同年10月、松山市権現町字楠井に微温泉源 2 源泉の開発に成功し、これを権現温泉第 I 源泉および同第 II 源泉とし自噴微温泉水を加温の上浴槽に流し権現温泉と称し営業している。

第一源泉は深さ約 120m で pH 値 9.40, 泉温 27.1°C の微温泉水を 1 分間約 250ℓ 自噴しており, ラドン, 弗素および硫化水素を含有するアルカリ性単純泉に属する。第Ⅱ源泉は深さ 203 m で pH 値 9.70, 泉温 27.1°C の微温泉水を 1 分間約 120ℓ 自噴しており, ラドン, 弗素および硫化水素を含有するアルカリ性単純泉に属する。

両源泉の泉質および含有成分は酷似しているが第Ⅱ源泉のラドン含有量が第Ⅰ源泉より僅かに多い。

終りに臨み本調査研究を行うにあたり種々御便宜と御尽力を賜った松山市の黒田政一市長, 西原侃一局長並びに浅香正生主事に敬意を表する。なお本研究は昭和 34 年 7 月 16 日~17 日長野県上諏訪市で開催された日本温泉科学会 12 回大会に於て発表講演したものであり, その研究費の一部は文部省学術振興会科学研究費および愛媛県総合技術協会並びに松山市の委託研究費によったものである。こゝに深甚の謝意を表する。

文 献

- 1) 高津, 須賀, 細原, 豊田: 愛媛大学地域社会総合研究所研究報告 B, 4 (1955)
- 2) 高津, 河淵: 愛媛大学紀要 Ⅱ・2・(1). 27 (1954)
- 〃 Ⅱ・2・(2). 41 (1955)
- 〃 Ⅱ・2・(3). 131 (1956)
- 〃 Ⅱ・2・(3). 139 (1956)

Chemical Studies on Gonge Hot Spring

Toshio KAZU, Kyōichi HOSOHARA, Kazuaki KAWABUCHI

Summary

Gonge Hot Spring is situated about 5 km NNW of Dogo Hot Spring, Matsuyama City, Ehime Prefecture. Two new borings were successfully attempted in 1958, and spring water gushed forth from a deep fissure in the granodiorite. Our recent investigation has shown that both sources yield about 370 ℓ of spring water per minute, that their water temperature is 27.1°C, and that their pH range is 9.4—9.7. Both springs belong to the alkaline simple spring and contain radon, fluorine and sulfide as special constituents.