

栃木県塩原温泉付近にみられる 温泉沈澱物について

東京教育大学理学部地質学鉱物学教室 山崎良雄

(昭和48年12月1日受理)

On the Hot Spring Deposits near Shiobara, Tochigi Prefecture

Yoshio YAMAZAKI

Institute of Geology and Mineralogy, Faculty of Science,
Tokyo University of Education

ABSTRACT

The purpose of this Paper is to make clear the nature of some interesting hot spring deposits in Shiobara, Tochigi Prefecture. The data presented in this paper are based on field observations, X-ray diffraction method and other methods. The results obtained are summarized as follows:

(1) Hot spring deposits in the Shiobara region are located in the area between Shiogama and Yahatashita where the Shiobara group of sediments (Pleistocene paleo lake deposits) were deposited and also hot springs are found. Moreover, the distribution of those hot spring deposits is confined to the area near the south side of the Hōki River.

(2) Hot spring deposits in this region are composed of opaline silica and calcite.

Opaline silica that consolidated sand and gravel in the river-bed of the Hōki River (called the Furumachi conglomerate) is found at Furumachi where the springs of about 70°C are located in the Shiobara basin.

Calcite deposits were created at Genzankutsu Cave, Sumaki, the Sodegasawa Valley and Hataori. In this area, hot springs of about 40-50°C are found.

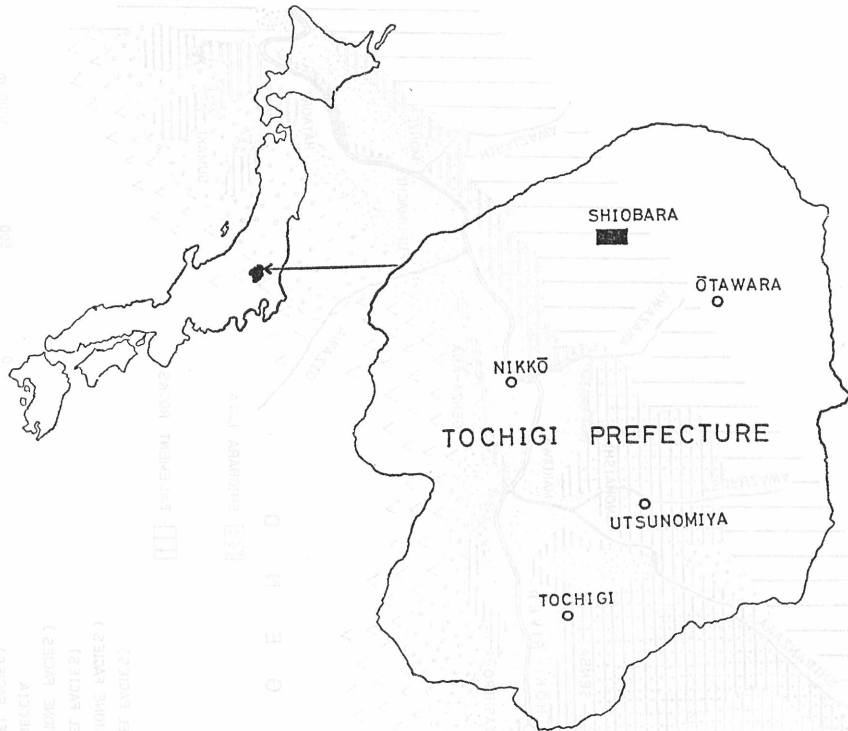
1. ま え が き

塩原温泉は栃木県でも古くから知られた温泉の1つであり、高原火山の北側を流れる箒川の流域にある。温泉地には石灰華などの温泉沈澱物がよく存在するが、塩原では“源三窟”と呼ばれる石灰華の中にできた洞窟が有名であり名所の1つになっている。

筆者は1970年以来塩原盆地の地質調査を行ってきたが、門前から畑下付近の箒川河床にみられる古町礫岩と呼ばれる特殊な礫岩を調べたところ、温泉沈澱物に深い関係があることが判明した。そしてX線回折や偏光顕微鏡による観察の結果、古町礫岩を固結させている物質は、従来塩原付近に知られていた温泉沈澱物とは化学成分が異なるものであることがわかった。古町礫岩を固結させている沈澱物と塩原盆地内にある他の温泉沈澱物を比較検討した結果をここに報告する。

2. 研 究 方 法

塩原盆地内の5地点で温泉沈澱物を採集し、各試料から偏光顕微鏡で観察するための薄片を



第1図 塩原地域の位置

とった。そして各沈澱物を実体顕微鏡下で観察しながら沈澱物だけを注意深く約 2 g ほど集め、それをメノウ乳ばちで粉末にしてX線回折の試料とした。

3. 塩原層群について

塩原付近にみられる温泉沈澱物は、塩原層群と呼ばれる湖沼堆積物（洪積世）の分布する地域内のみ限られた分布を示す。ある種の沈澱物は塩原層群との関係が問題になっていたりするので、塩原層群を中心にして塩原盆地に分布する地質の概観を述べる。

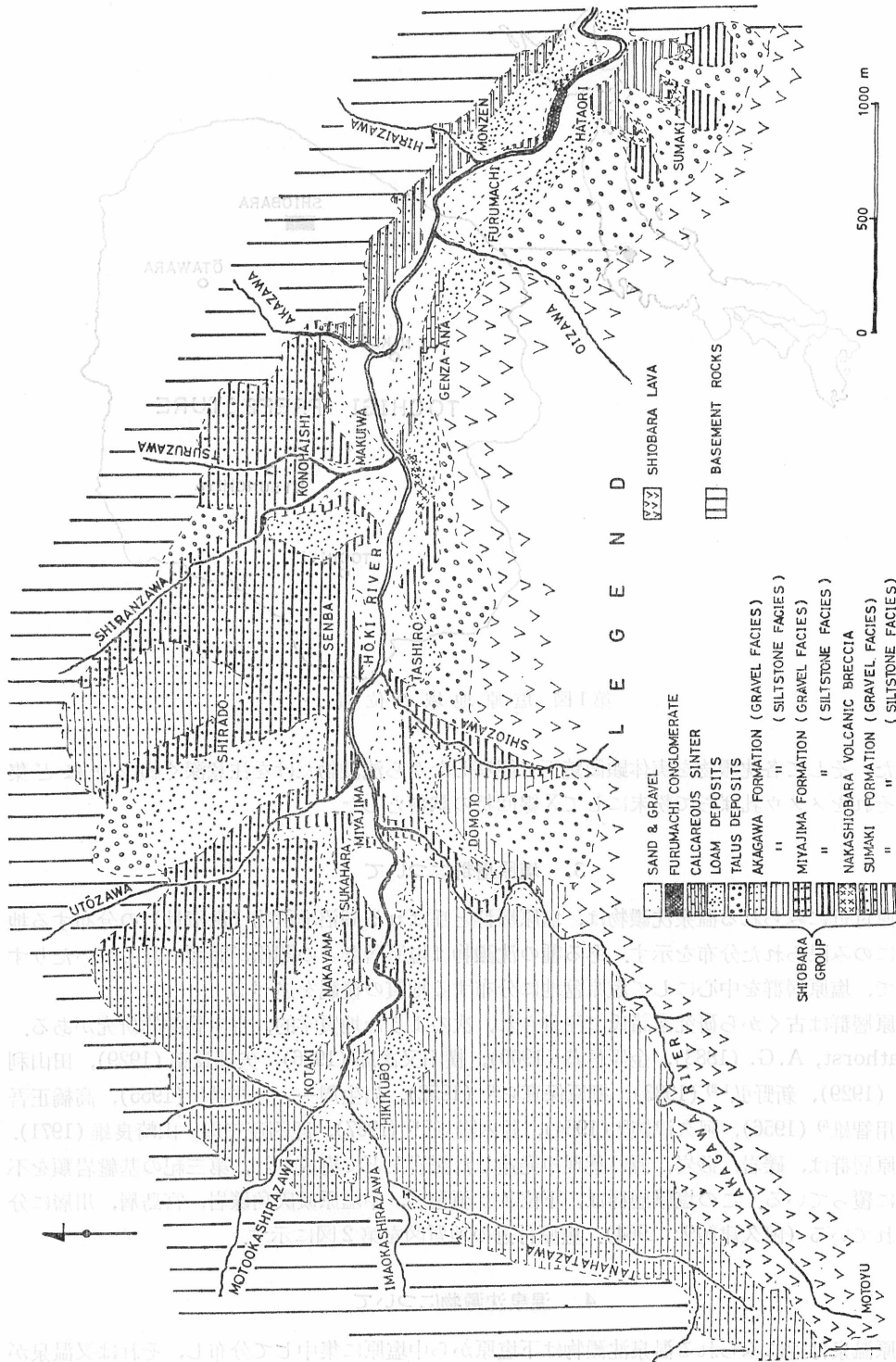
塩原層群は古くから研究家諸氏に注目され、次のような地質学的、古生物学的研究がある。

Nathorst, A. G. (1883), 金原信恭 (1900), 横山又次郎 (1926), 矢部長克 (1929), 田山利三郎 (1929), 新野弘¹⁾ (1933), 郷原保真²⁾ (1952), 岩生周一・今井功⁴⁾ (1955), 高橋正吾・内用智雄⁵⁾ (1956), 阿久津純⁶⁾ (1964), 鈴木陽雄^{7,8)} (1967), 鹿沼茂三郎・山崎良雄 (1971)。

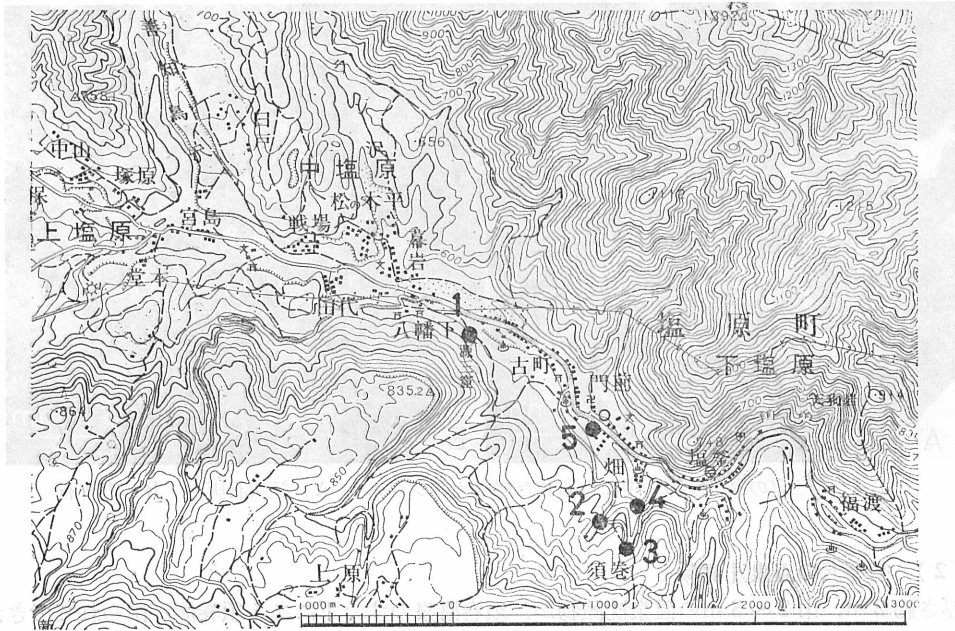
塩原層群は、礫岩、砂岩、薄い葉理の発達した泥岩などで構成され、第三紀の基盤岩類を不整合に覆っている。この塩原層群は、下位より須巻層、中塩原凝灰角礫岩、宮島層、川層に分けられている (阿久津純⁶⁾: 1964)。塩原付近の地質図を第2図に示す。

4. 温泉沈澱物について

塩原温泉付近にみられる温泉沈澱物は下塩原から中塩原に集中して分布し、それは又温泉が湧出する地域で、しかも塩原層群が分布する地域に限られている。次に、源三窟、須巻、畑下



第2図 塩原付近の地質図



第3図 温泉沈澱物分布図

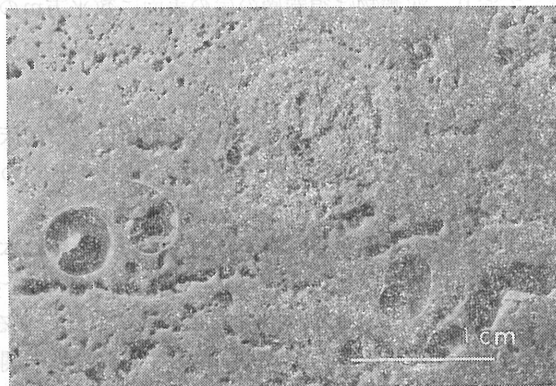
1: 源三窟 2: 須巻 3: 袖ヶ沢 4: 畑下 5: 古町礫岩

そして古町付近にみられる温泉沈澱物について述べる。

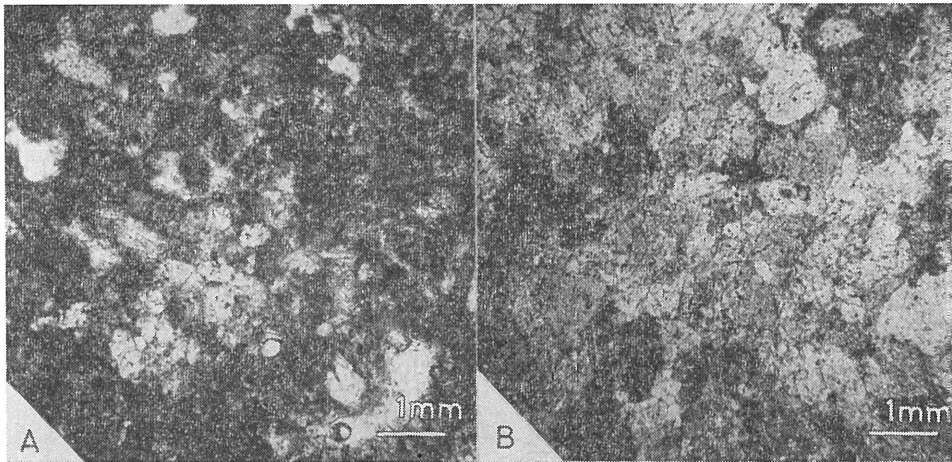
(1) 源三窟の温泉沈澱物

この温泉沈澱物は古町西方約300mの位置にあり、常川右岸にある。須巻層とその上位にくる段丘礫層を不整合に覆っている。この温泉沈澱物の中に生じた洞窟が“源三窟”と呼ばれて塩原の名所の1つになっている。

沈澱物は多孔質の石灰岩であるが、中には厚さ2～5mmの層状をなした緻密な石灰岩もはさまれている。陸棲の巻貝を中心にして直径5～10mmの結核が形成されている部分もあった。



第4図 源三窟の温泉沈澱物中に取り込まれた陸棲の巻貝、結核がありそれらの間を鮞状石灰岩が充填している



第5図 源三窟の温泉沈澱物中にみられた炭酸カルシウム： A. 鱗状石灰岩 B. 方解石

(2) 須巻沢の温泉沈澱物

厚さ約2m、巾2～3mの温泉沈澱物が、須巻温泉のすぐ下にある須巻層が削られてできた崖の表面に付着している。淡褐色でもろい沈澱物が薄い葉理状をなしており、葉や樹枝の雌型が多くみられ、巻貝の殻も多く含まれている。

(3) 袖ヶ沢温泉沈澱物

本地点は塩釜から須巻に致る道路に面した崖である。その付近には温泉が湧出し、赤褐色の湯あかが沈澱していた。温泉沈澱物は巾2m以下の小規模なもので、つらら状をなしてほぼ垂直な崖の表面に付着している。この沈澱物は砂岩と泥岩が互層をなしている須巻層と、その上位の段丘礫層を不整合に覆っている。

小規模なためか、葉や貝殻は含まれていなかった。

(4) 畑下付近の温泉沈澱物

本地点は、畑下と塩釜のほぼ中間地点で箒川右岸にある。そこでは砂礫層から成る須巻層が第三紀層を不整合に覆っており、沈澱物は須巻層の崖の表面に数平方mの広さで付着している。この沈澱物中には植物の葉や種子が含まれている。

(5) 古町礫岩

古町礫岩とは、温泉町を貫流する箒川に沿った門前から畑下付近の河床に露出する礫岩で最大直径150cmほどの安山岩、石英斑岩などの亜角礫～半円礫とそれらの間を充填している粗粒砂が共に非常に硬く固結したものである。

この礫岩については層序と成因の上で問題があった。層序については本礫岩が塩原層群とどのような関係にあるかが問題とされ⁶⁾⁸⁾⁹⁾、成因については崖錐堆積物とする見方¹⁾²⁾、温泉沈澱物とする見方¹⁾²⁾⁹⁾、あるいは熔岩流や火山噴出物により固結したとする見方⁵⁾などがある。

筆者の見解では、古町礫岩とは河川堆積物が周囲に湧出する温泉水に関係して過去のある時期にきわめて特殊な環境下で作られた温泉沈澱物であり、層位的には塩原層群よりも上位にある。門前橋のたもとでは、古町礫岩の割れ目から約70°Cの温泉が湧出している。



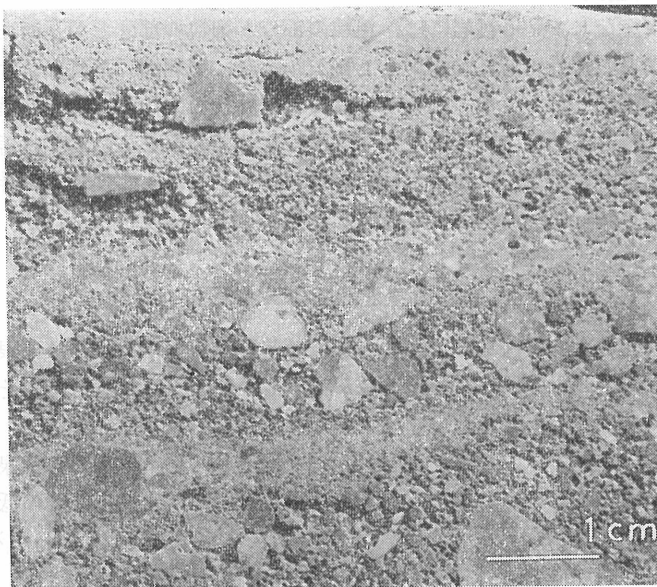
第6図 袖ヶ沢の温泉沈澱物

5. 温泉沈澱物の顕微鏡観察

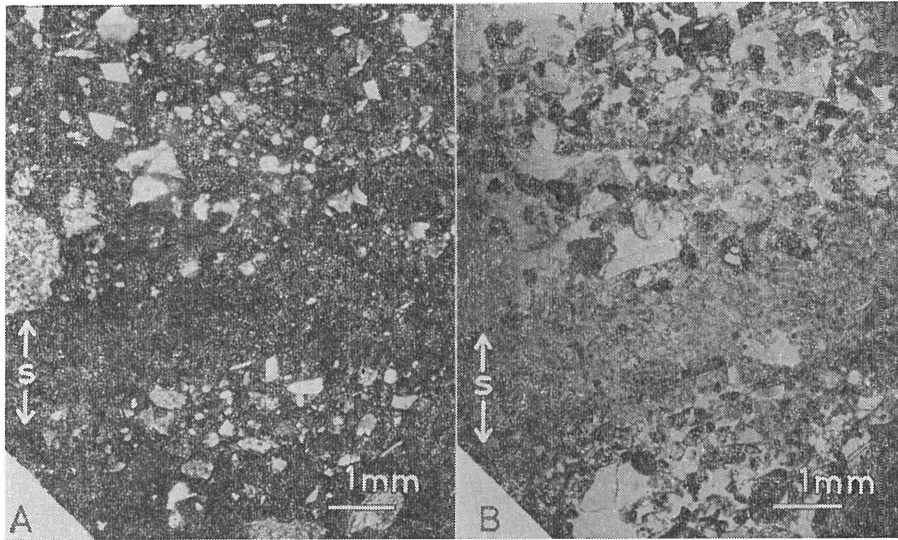
前に述べた5地点の沈澱物を少量ずつ採集し、実体顕微鏡及び偏光顕微鏡下で観察した。

5.1 源三窟、須巻沢、袖ヶ沢そして畑下付近の温泉沈澱物

上記4地点で採集した試料はすべて塩原層群が削られてできた崖に付着していたものであ



第7図 古町礫岩の基質中にみられる分級



第8図 古町礫岩の基質の顕微鏡写真 A. 十字ニコル B. 平行ニコル
十字ニコルで暗黒色になっている部分Sは非晶質シリカ

温泉沈澱物のX線回折

る。これらの沈澱物はすべて炭酸カルシウムできており、多孔質の部分と緻密な部分とが認められた。多孔質の部分は一般的に結晶度が悪く、直径0.3mmほどの鯛状石灰岩が点存する間を微小な方解石の結晶が充填していた。緻密な部分は直径0.5~1mm位の方解石が発達しており、鯛状石灰岩はみられなかった。

5.2 古町礫岩の基質

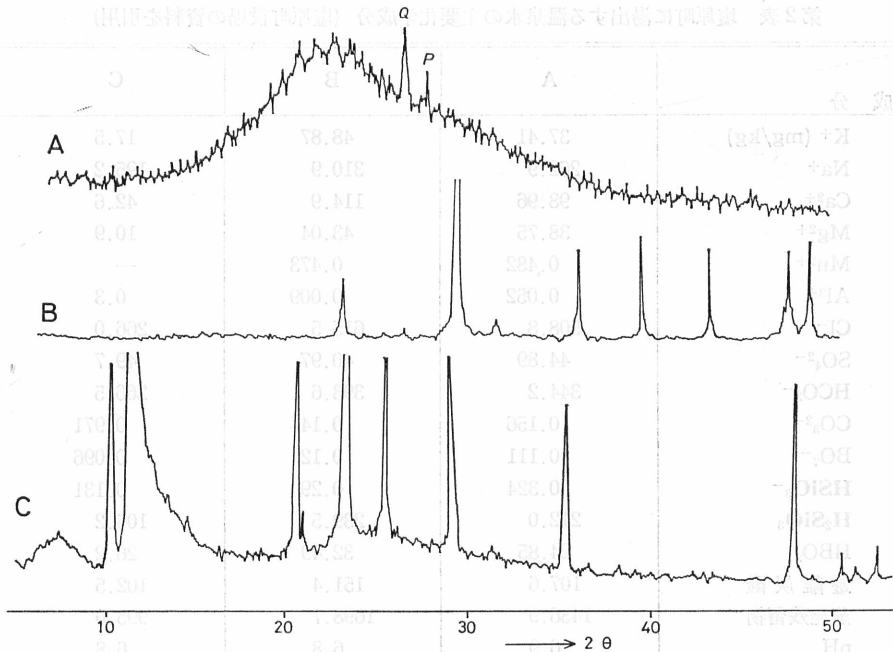
古町礫岩の基質をなしている砂岩には、粗粒の部分と細粒の部分とが互層をなしている部分があった。その基質の部分野外で採集して持ちかえり、層理面に垂直な薄片を作った。それを偏光顕微鏡下で観察したところ、粗粒部には石英、斜長石、角閃石など結晶質の鉱物が多くみられた。それに対して細粒の部分は十字ニコルの状態で観察すると消光状態になった。そこで浸液によって屈折率を測定したところ1.443~1.470であった。この物質が非晶質のオパール($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)ならば約3%の H_2O を含んでいる。

6. 温泉沈澱物のX線回折

各温泉沈澱物を約2gほど採集した。古町礫岩の基質を採集する際には双眼顕微鏡下で沈澱物を分離したが、礫の間を充填している砂粒が混入しないように注意した。そして各試料をメノウ乳ばちですりつぶしてガラス板上にうすくのばしたものを測定した。

その結果を第9図に示す。源三窟、須巻沢、袖ヶ沢そして畑下付近の各温泉沈澱物は方解石で作られており、霰石は確認されなかった。又、古町礫岩の基質は結晶度の低い鉱物であることがわかる。40°付近に反射がないことから、アロフェンではないことがわかる。又、比較のために石膏の曲線も調べたが、石膏でもないことがわかった。

以上の結果をまとめて第1表に示す。



第9図 温泉沈澱物のX線回折図

- A: 古町礫岩の基質, P, Qは各々混存する微量の石英, 斜長石に起因するピーク
 B: 源三窟の温泉沈澱物, 方解石
 C: 石膏

第1表 温泉沈澱物の特徴

温泉沈澱物の採集地点	化学成分	鉱物	組織・構造	包有化石	産出状態
(1) 源三窟	CaCO ₃	方解石	鱗状および結晶	貝殻	須巻層・段丘礫を不整合に覆う
(2) 須巻沢	CaCO ₃	方解石	鱗状	植物体殻	須巻層を不整合に覆う
(3) 袖ヶ沢	CaCO ₃	方解石	鱗状	—	須巻層を不整合に覆う
(4) 畑下	CaCO ₃	方解石	鱗状	植物体	須巻層を不整合に覆う
(5) 古町礫岩	SiO ₂ +nH ₂ O	シリカ	非晶質	—	須巻層を不整合に覆う

7. 門前から古町周辺の温泉水

塩原温泉に湧出する温泉水は、基盤の緑色凝灰岩中の亀裂から湧出するものと、その上位に不整合で重なっている塩原層群から湧出するものがある。前者の泉質は食塩泉で約 60°C 以上の温度を保ち、後者の泉質は弱食塩泉ないし硫化水素泉で 50°C 以下の温度であることが多い。門前から古町付近では古町礫岩が分布する付近が最も高温で約 70°C 位であるが、古町礫岩の分布範囲をはずれると低温になり、約 50°C 位になる。

第2表 塩原町に湧出する温泉水の主要化学成分 (塩原町役場の資料を引用)

成分	A	B	C
K ⁺ (mg/kg)	37.41	48.87	17.5
Na ⁺	262.9	310.9	195.2
Ca ²⁺	98.96	114.9	42.6
Mg ²⁺	38.75	43.04	10.9
Mn ²⁺	0.482	0.473	—
Al ³⁺	0.052	0.009	0.3
Cl ⁻	508.8	615.5	266.0
SO ₄ ²⁻	44.89	40.97	49.7
HCO ₃ ⁻	344.2	393.6	266.5
CO ₃ ²⁻	0.156	0.144	0.971
BO ₂ ⁻	0.111	0.12	0.096
HSiO ₃ ⁻	0.324	0.293	0.131
H ₂ SiO ₃	212.0	239.5	105.2
HBO ₂	24.85	32.49	26.2
遊離炭酸	107.6	151.4	102.5
蒸発残留物	1436.9	1698.7	995.0
pH	6.9	6.8	6.8
温度 (°C)	54.3	64.0	69.0

A: 塩谷郡塩原町大字下塩原687, 河川敷地内.

B: 塩谷郡塩原町大字下塩原602, 塩原温泉トンネルの湯.

C: 塩谷郡塩原町大字下塩原684.

温泉沈澱物と温泉水との関係を見ると、珪酸質沈澱物が分布する所には高温の食塩泉が湧出していることが多い。これは古町礫岩を固結させている物質が非晶質シリカであることと矛盾しない。

8. 結 論

塩原温泉付近でみられる温泉沈澱物について以上述べたことを要約すると次のようになる。

(1) 塩原付近にみられる温泉沈澱物は塩釜から八幡下の間であり、その分布は温泉水が湧出する地域でしかも塩原層群が堆積した地域内に限られている。そして箒川流域およびその南側に分布範囲がある。

(2) 塩原盆地内にある温泉沈澱物は、非晶質シリカで構成されているものと方解石で構成されているものとの2種類がある。

(3) 古町礫岩を固結させている非晶質シリカは塩原層群中に湧出する温泉の中で最も高温の食塩泉が存在する地域にある。源三窟などにある方解石でできている温泉沈澱物は古町礫岩の分布する地域を囲むように存在し、古町礫岩の分布地域で温泉水の温度が高い。

この論文を読んでいただき、御指導をいただいた東邦大学野口喜三雄教授、相川嘉正助教授、研究の便宜を計って下された東邦大学団野隆暉教授、東邦大学付属東邦高校小室彬教頭、

そして地質学的な御教示、御指導を下された東京教育大学渡部景隆教授、千葉大学干坂武志教授に深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 新野弘：地質学雑誌，**40**，517-532 (1933).
- 2) ———：地質学雑誌，**40**，578-585 (1933).
- 3) 郷原保真他：地球科学，**8**，31-39 (1952).
- 4) 岩生周一，今井巧：地質調査所，塩原図幅地質図，同説明書 (1955).
- 5) 高橋正五，内田智雄：横浜国大理科報告，**2**，(5)，77-108 (1956).
- 6) Akutsu, J.: Tohoku Univ., Sci. Rep., 2nd Ser. (Geol.), vol. **35**, 211-293 (1964).
- 7) 鈴木陽雄：宇都宮大研究論集，**12**，61-67 (1962).
- 8) ———：工業用水，**106**，44-59 (1967).
- 9) 鹿沼茂三郎，山崎良雄：東京学芸大紀要，**23**，164-178 (1971).

会 員 鑑 別 〇

東京学芸大学 地質学部 鹿沼茂三郎 先生
 東京学芸大学 地質学部 山崎良雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 鈴木陽雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 高橋正五 先生
 東京学芸大学 地質学部 岩生周一 先生
 東京学芸大学 地質学部 郷原保真 先生
 東京学芸大学 地質学部 新野弘 先生
 東京学芸大学 地質学部 渡部景隆 先生
 東京学芸大学 地質学部 干坂武志 先生
 東京学芸大学 地質学部 鹿沼茂三郎 先生
 東京学芸大学 地質学部 山崎良雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 鈴木陽雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 高橋正五 先生
 東京学芸大学 地質学部 岩生周一 先生
 東京学芸大学 地質学部 郷原保真 先生
 東京学芸大学 地質学部 新野弘 先生

内 容 審 査 会 大 回 査 査 〇

(京語田忠康) 前会論文会録印刷部 1
 東京学芸大学 地質学部 鹿沼茂三郎 先生
 東京学芸大学 地質学部 山崎良雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 鈴木陽雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 高橋正五 先生
 東京学芸大学 地質学部 岩生周一 先生
 東京学芸大学 地質学部 郷原保真 先生
 東京学芸大学 地質学部 新野弘 先生
 東京学芸大学 地質学部 渡部景隆 先生
 東京学芸大学 地質学部 干坂武志 先生
 東京学芸大学 地質学部 鹿沼茂三郎 先生
 東京学芸大学 地質学部 山崎良雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 鈴木陽雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 高橋正五 先生
 東京学芸大学 地質学部 岩生周一 先生
 東京学芸大学 地質学部 郷原保真 先生
 東京学芸大学 地質学部 新野弘 先生

会 員 鑑 別 〇

東京学芸大学 地質学部 鹿沼茂三郎 先生
 東京学芸大学 地質学部 山崎良雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 鈴木陽雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 高橋正五 先生
 東京学芸大学 地質学部 岩生周一 先生
 東京学芸大学 地質学部 郷原保真 先生
 東京学芸大学 地質学部 新野弘 先生
 東京学芸大学 地質学部 渡部景隆 先生
 東京学芸大学 地質学部 干坂武志 先生
 東京学芸大学 地質学部 鹿沼茂三郎 先生
 東京学芸大学 地質学部 山崎良雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 鈴木陽雄 先生
 東京学芸大学 地質学部 高橋正五 先生
 東京学芸大学 地質学部 岩生周一 先生
 東京学芸大学 地質学部 郷原保真 先生
 東京学芸大学 地質学部 新野弘 先生