



Title	2. 層雲峡神仙橋地域の温泉について
Author(s)	大谷, 清隆; OHTANI, Kiyotaka
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 9, 11-19
Issue Date	1962-03-06
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.9.11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13833
Type	departmental bulletin paper
File Information	9_p11-19.pdf



2. 層雲峡神仙橋地域の温泉について*

大谷 清 隆**

(北海道大学理学部地球物理学教室)

— 昭和 36 年 8 月受理 —

I. 序 言

層雲峡温泉については、1958年7月末に北海道大学理学部地球物理学教室によって調査が行なわれ¹⁾、著者も同調査に参加した。1960年5月8~12日迄の5日間、'58年の調査の際未調査に終わった神仙橋北西約300~600mの地域について調査の機会を得たので、その結果と多少の考察とにつき以下報告する。調査内容並びに調査方法は前回の調査とはほぼ同様である。

II. 1 m 深地温分布

1 m 深地温の測定法は従来の方法と同様である²⁾。5月8~11日に神仙橋北側の地域について61地点の1 m 深地温を測定した。第1図中黒丸は測点の位置、測点に付けた数字は1 m 深地温の値である。石狩川右岸の22地点については'58年7月の地温測定値があるのでバツ印をもって第1図に記入した。カッコ内の数字は前回調査の際の1 m 深地温の値である。温泉の影響のないと思われる場所の地温として、前回には12°Cを採用したが、今回調査の値として4.5°Cを採用した。従って両時期の1 m 深地温の値には $7.5 \pm 1^\circ\text{C}$ 程度の差がある。判りやすいために図には4.5°Cを基準にし、5°C毎に9.5°, 14.5°, 19.5°, 24.5°Cの等温線を示した。

図で示されるように、9.5°Cの等温線は図中央部で二部分に分れている。最高地温部は石狩川左岸にあって、崖錐基部から河原上を川岸に向かって高温となり、高温部は石狩川に開口し、河沿いにのびている。この地域は石狩川の河床であり、高さ約1 m 毎の三段の小段丘をなしている。図北東部石狩川右岸に見られる14.5°Cの等温線にかこまれる小地域は前回の調査においても見出されたものである。

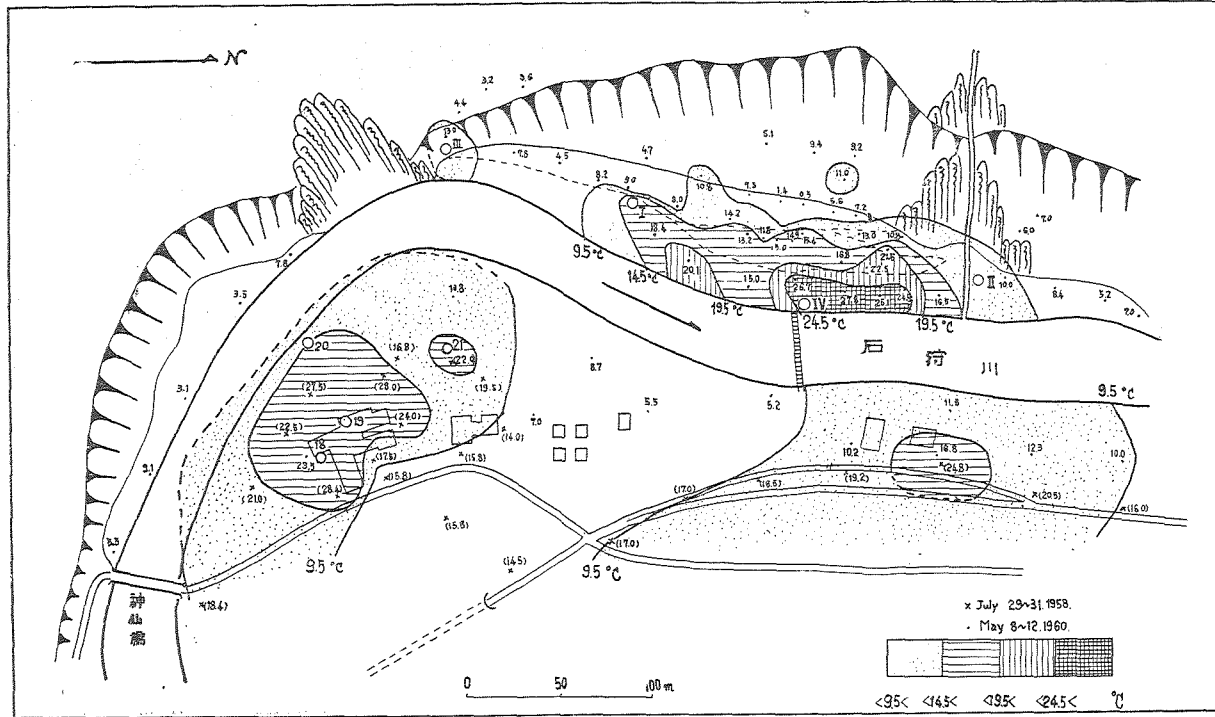
III. 泉源調査の結果

湧出口は前回調査された神仙橋北側約100~200 m の範囲の4湧出口の他に石狩川左岸の河原上に数箇所天然湧出の湧出口と、手掘りで掘られた2個の湧出口がある。これらはいず

* 北海道大学理学部地球物理学教室第15回談話会(昭和35年6月23日)において発表。

** 現在は北海道大学水産学部海洋学気象学教室勤務

- 1) 福富・藤木・須川・梶原・大谷：層雲峡温泉の調査。環境衛生に関する報告第16号，北海道温泉調査報告VII，昭和35年3月。
- 2) 福富孝治：1 m 深の地中温度より温泉探査の可能性。北大地球物理学研究報告1(昭和26年)，1~14。



第1図 層雲峡温泉神仙橋下流域に於ける1m深地温と泉源の分布

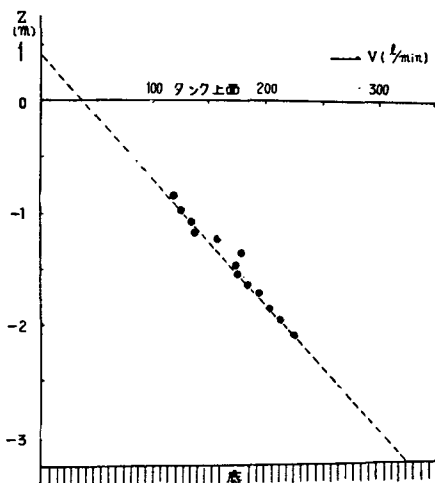
Fig. 1. Geographical distribution of underground temperature at a depth of 1m and sites of hot spring orifice in the Shinsen bridge region in Sōunkyō hot spring locality.

Black circles and numerals attached to the circles indicate respectively sites of measurement and values of underground temperature.

White circles and numerals attached to the circles indicate respectively sites of hot spring orifice and the number in Table 1.

れも高地温帯の中に存在している。第1図中の白丸は湧出口を示し、付けられた数字は第1表中の温泉番号である。18~21の湧出口については先に調査されているのでここでは省略する。湧出口Iは手掘りによって約3mの深さに掘られコンクリートわくの3.5m²×2mのタンクになっていて、温泉はタンク底部の粘板岩の数個の割れ目より湧出している。湧出量測定のためタンク内の温泉水をくみ出し、回復水位と時間との関係から湧出量を求めた。その結果を第2図に示した。図中-125, -135cmの二点がばらついているのは、タンク内側の横木のため、

見掛上湧出量が大きくなったためである。一見してわかるように水位と湧出量の間には直線関係が見られ、Darcy の法則が成立していることを示している³⁾。II, III は天然湧出であり II は湧出量大であるが泉温低く、灰黄色の沈澱物が見られた。III は湧出量、泉温共に小であり沈澱物も認められなかった。IV は以前水際に天然湧出していたのを手掘りで大きく掘り、温泉を確保しようとしたが、河水増水のため現在ほとんど埋没している。工事にあった人の話では、湧出量も大であり泉温も 72°C あったが、温泉は地下真下から湧出するのではなく地表下 2~3 m の砂礫層中を水平方向に流れていたという事である。これらの他、高地温帯に含まれる石狩川左岸水際には数箇所の天然湧出の温泉が見られる由であるが、調査当日は増水期のため、確認出来なかった。これらの湧出口は 1958 年調査の地質班報告⁴⁾に述べられている。銀の湯下流の湧出口に相当するものである。調査の結果は第 1 表に示した。



第 2 図 水位と湧出量の関係

Fig. 2. Relation between water level and volume out-put in orifice I.

IV. 地温、泉源調査の結果に対する考察

各湧出口について Cl⁻ 含有量と泉温をとり、先の調査の結果を一緒にして第 3 図を得た。

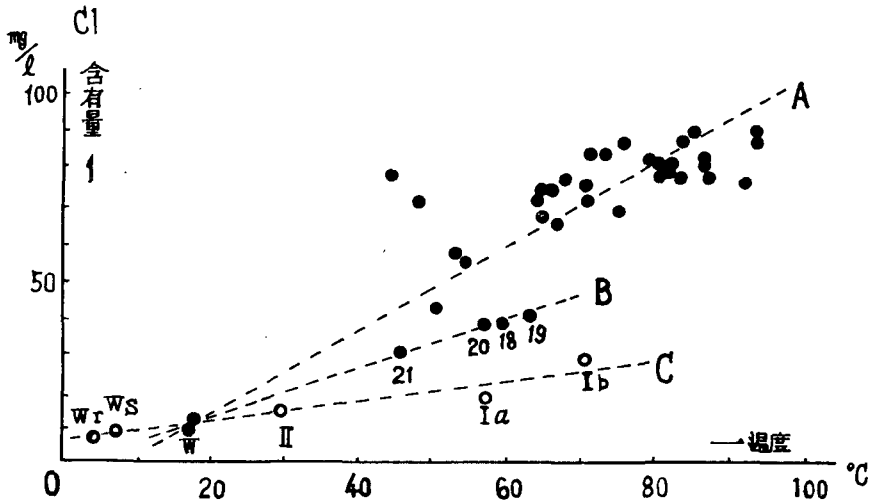
第 1 表 層雲峽温泉神仙橋地域の泉源調査の結果
May 8~12, 1960

Table 1. Result of Investigation of the Shinsen bridge region
Hot Springs in Sōunkyō Hot Spring.

No. in Fig. 1	温 度 (Temp) °C	湧 出 量 (Volume out-put) l/min	Cl ⁻ 含有量 (contents) mg/l	SO ₄ ⁻ 含有量 (contents) mg/l	備 考 (Note)
I _a	58.0	} 300	17.2	38	
I _b	71.5		29.8	42	
II	30.5	(200)	16.5	35	湧出量は目測
III	20.8	微	—	—	
IV	(72)	—	—	—	地表下 5.3 m で青色粘土 地温 78°C
W _r	5.6	—	7.5	28	石狩川水
W _s	8.5	—	9.0	18	沢 水

3) 福富・須川・藤木：川湯温泉の地球物理学的研究。北大地球物理学研究報告，4（昭和 31 年 3 月），39~64.

4) 鈴木・石川・鈴木（淑）・勝井：層雲峽温泉地質班調査報告。環境衛生に関する報告第 16 号，北海道温泉調査報告 VII，昭和 35 年 3 月。



第3図 Cl⁻ と温度の関係

Fig. 3. Relation between Cl⁻ contents and water temperatures of Sōunkyō hot springs. Numerals attached to circles indicate the number in Table 1.

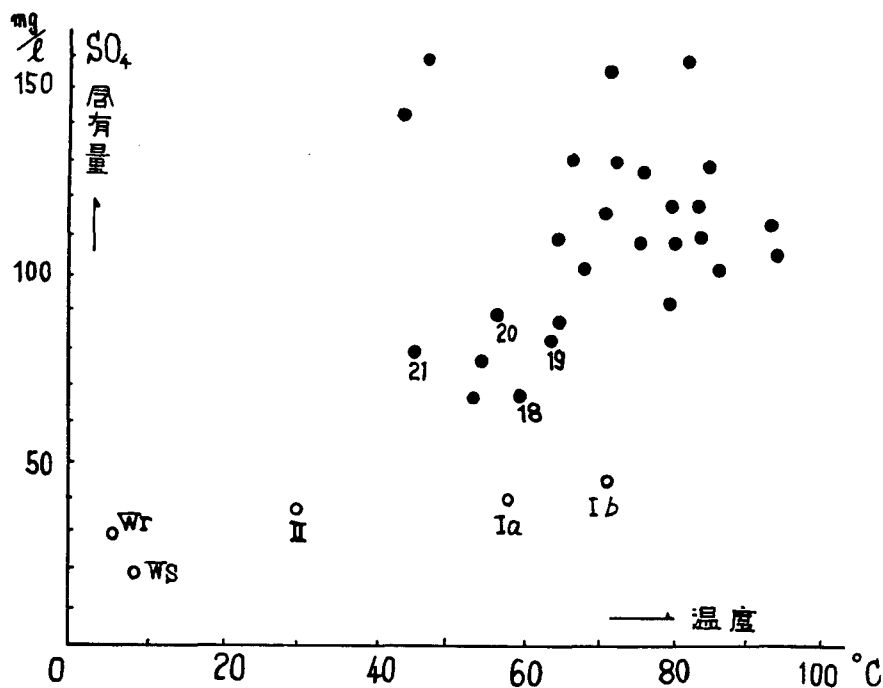
黒丸は1958年調査のものであり、白丸は今回調査のものである。

白丸に注目すると、Cl⁻含有量と温度との間には W_r と C を結ぶ略々直線関係が見られる。このような関係は従来屢々見られるように⁵⁾、1源泉、1地下水混入の層状泉の型に多く見られるものである。この場合、 I_b に近い C という源泉と石狩川 (W_r) の伏流水と考えられる地下水とが地下浅所で混合した結果、 I_a 、 II 等の Cl⁻ 含有量少なく、温度の低い温泉が生じたと考えられる。

先の調査の結果、層雲峡温泉の湧出機構として、“日赤分院附近の温泉を源泉とし、旧石狩川河谷堆積層中の滞水層に沿って流下する带状被圧層状泉”と推定された。1源泉を持つ带状被圧層状泉と考えるなら、下流になるに従って地下水混入量が大きくなるであろうから、泉温並びに含有成分量は低下すべきである。従って第3図では、この地域の地理的位置から $W-A$ の直線近傍に湧出温度、Cl⁻含有量の点があるべきである。しかし、 I_b の泉温は71.5°Cであり、湧出口18, 19, 20, 21より下流に存在するにもかかわらずいづれの湧出温度より高く、且つCl⁻含有量が少ない。このことは先の結論に矛盾するものである。故に I_b という温泉並びにこの地域に存在する温泉は、日赤分院附近の温泉を源泉とする系統ではなく、 I_b 又は I_b 附近の温泉を源泉とし、石狩川の河床浅所を比較的短い距離を層状泉として流動し、その間に石狩川の伏流水と混合して生じていると考へられる。

第1図において、石狩川左岸の14.5°Cの等温線が波状を呈している事は山側への突起部

5) 例えば、福富孝治：地域的な温泉系統とそれにより推定した地下構造。地震，14（昭和17年）3)に同じ。



第4図 SO₄²⁻と温度の関係

Fig. 4. Relation between SO₄²⁻ contents and water temperatures of Sōunkyo hot springs. Numerals attached to circles indicate the number in Table 1.

近傍に、この源泉と考えられる温泉を湧出させている粘板岩の割れ目が比較的浅く（比抵抗法による実測では地表下4~7m）にある事、そして伏流水と混合しながら河に向って流動し、水際近くになるに従って浅くなるため、地温の高温部が河の近くに存在し、且つ河に向って等温線が開いていると考えれば説明される。

第4図は各湧出口についての温度とSO₄²⁻含有量との関係を示すものである。この図においても温度とSO₄²⁻含有量との間にはI_bとW_rとを結ぶ直線関係が見られ、且つ他の点とは明らかな相違が見られ、上の推論を支持している。

同様な考えをもって第3図を見るなら、18~21の各点も又他の点とかけはなれており、WとBを結ぶ一直線上に並ぶ関係を示している。これらの点は地理的にも他の湧出口から約500~1000m離れており、先の調査の地温分布図⁶⁾に於ても隧道東口附近に於て、日赤一層雲橋地域の高地温帯と必ずしも連続とは言い難い。第4図においてSO₄²⁻と温度との間には明瞭な関係が見られず、18~21の各温泉と他の温泉との間にも明らかな相違は見出されない。しかし先の調査のSO₄²⁻含有量とCl⁻含有量との関係を示す図⁷⁾を見ると、明らかに相違が見られ、日

6) 1)に同じ, p. 14.

7) 1)に同じ, p. 20, 第4図.

赤一層雲橋地域にある湧出口の Cl^- 含有量の同程度のものについて大きな SO_4^{2-} 含有量の差があり、むしろ横軸に対し縦軸への変化が大である。

ここで大胆なる推論が許されるなら、次の事が考えられる。先に述べた **C** なる源泉と同様に、湧出口 18—21 の地域に **B** なる源泉が存在し、比較的狭い範囲を層状泉として流動している。結局層雲峽温泉の湧出機構は、日赤分院附近を源泉 (**A**) とし、層雲橋附近に至る帯状被圧層状泉の一系統と、神仙橋附近に **B**、その下流約 300~600 m の地域に **C** なる **A** より比較的規模の小さい源泉が各々存在し、狭い範囲を被圧層状泉として流動している二系統、合計三系統の温泉群が存在する。以上のように推論した方がより合理的ではないだろうか？。

但し、泉温、湧出量共に日赤分院が大であり、下流においてそれが減少していること並びに含有成分が比較的近似している事は、**A**、**B**、**C**、各源泉が地下より深い所（粘板岩内の割れ目又はそれ以深）では同一のものであるのかも知れない。

V. 神仙橋北側 300~600 m の地域より出る熱エネルギー

先の調査で、温泉として湧出する熱量 Q_1 ; 8.6×10^7 cal/min、熱伝導により地表から放出されている熱量 Q_2 ; 2.8×10^7 cal/min と計算されている。今回調査の地域についても同様な計算を行なった。 Q_1 については全湧出口についての湧出量測定をしていないので、測定したもののみ値である。 θ_i 、 V_i を夫々各温泉の温度、湧出量、 n は温泉数、 θ_0 は石狩川の水温 5.6°C をとり、 $\rho c = 1$ とすると

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n (\theta_i - \theta_0) V_i$$

で求められる。

θ_i 、 V_i は求められているので

$$Q_1 = 2.04 \times 10^7 \text{ cal/min}$$

が得られた。

第 2 表 $\sum_i (g_i - g_0) S_i$ の計算

Table 2.

等地温線の両部温度 (Successive temps. of equi-ground temp. line) $^\circ\text{C}$	平均温度 (Mean temp.) $^\circ\text{C}$	等地温線間の面積 S_i (Area between two successive equi- ground temp. line) cm^2	$g_i - g_0$ $^\circ\text{C}/\text{cm}$	$(g_i - g_0) S_i$ $^\circ\text{C}/\text{cm}$
4.5~9.5	7.0	99.6×10^7	1.7×10^{-2}	1.69×10^7
9.5~14.5	12.0	14.7×10^7	5.1×10^{-2}	0.75×10^7
14.5~19.5	17.0	4.7×10^7	8.5×10^{-2}	0.40×10^7
19.5~24.5	22.0	1.3×10^7	11.9×10^{-2}	0.16×10^7
24.5~	26.1	1.3×10^7	14.8×10^{-2}	0.20×10^7

$$\sum_i (g_i - g_0) S_i = 3.20 \times 10^7$$

この値は I, II の 2 湧出口のみの値であるから、この地域全体としては約 2 倍以上になると思われる。

Q_2 の値の求め方は従来の方法と同様である。地表下 0.75 m における地温勾配 g_i 、同緯度同高度における普通の場合の同深度における地温勾配を g_0 、土壤の熱伝導度を K 、同じ g_i を示す面積を S_i とすれば

$$Q_2 = K \sum_{i=1} (g_i - g_0) S_i$$

で与えられる。

第 2 表に $\sum (g_i - g_0) S_i$ の計算を示した。 K の値は先の調査で求められた⁸⁾

$$K = 0.83 \times 10^{-3} \text{ c.g.s.}$$

を採用した。 g_i, g_0 は第 5 図によって求められる。

g_0 は地温 4.5°C の地点での地温勾配 $\left(\frac{\partial t}{\partial z}\right)$

$$g_0 = -3.0 \times 10^{-2} \text{ }^\circ\text{C/m}$$

を採用した。

即ち

$$Q_2 = 0.16 \times 10^7 \text{ cal/min}$$

が得られた。従ってこの地域全体として

$$Q' = Q_1 + Q_2 = 2.2 \times 10^7 \text{ cal/min}$$

を得た。これは従来層雲峡温泉として求められていた

値 Q の約 20% にあたるものであり、層雲峡温泉全域として新に

$$Q = 13.6 \times 10^7 \text{ cal/min}$$

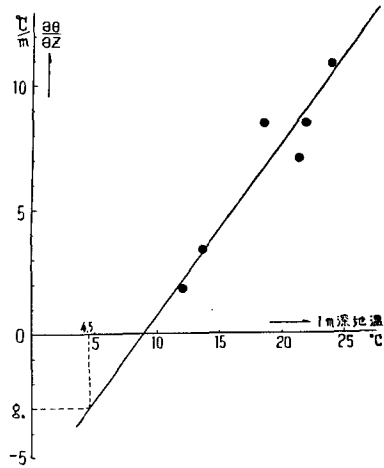
が求められた。

VI. 総括及び結語

昭和 35 年 5 月 8~12 日に層雲峡温泉、神仙橋地域の調査を行なった。その主な結果は次のようである。

1) 1 m 深地温分布から見ると、高温部は観光ホテル附近と神仙橋北側約 400 m 附近にあり、両者は二つの地域に分けられる。最高地温部は石狩川左岸、神仙橋北約 400 m に見られる。

2) 神仙橋北約 400 m の石狩川左岸河原上には多くの天然湧出の温泉が見られ、泉温は 72°~20°C、Cl⁻ は 16~30 mg/l、SO₄ は 35~42 mg/l の間で変化しているが、塩素量と泉温と



第 5 図 深さ 0.75 m における地温勾配と 1 m 深地温との関係

Fig. 5. Relation between underground temperature gradient at a depth of 0.75 m and underground temperature at a depth of 1 m in Sōunkyo hot spring locality.

8) 1) 同, p. 22.

の間にはほぼ直線関係が見られる。しかし化学成分の含有量はそれと同温度をもつ神仙橋南側地域の温泉より少である。従って、日赤分院附近の温泉を源泉とした、1源泉、1地下水の混合の結果生じたものではなく、この地域に I_b に近い源泉が存在し、それと石狩川の伏流水又は地下水との混合によって、比較的小範囲を層状泉として流動していると思われる。

3) 同様に第3図を見ると、18~21の湧出口についても神仙橋南側地域の温泉とは違った傾向が見られ、この地域に同様な源泉が存在するもののようである。

従って、層雲峡温泉の湧出機構としては、先の調査報告に述べられている如く、“日赤分院附近地下より源泉が湧出し、地下浅くに存在する滞水層中を帯状層状泉して”層雲橋附近に流動して来る系統と、他に神仙橋附近とそれより約400m下流の地域に比較的規模の小さいそして含有成分の少ない源泉が各々1つづつあって、小範囲を層状泉として流動している2系統、合計3系統の温泉群が存在すると推定される。

4) この地域から出る熱量は、温泉として湧出する熱量； 2.04×10^7 cal/min、熱伝導により地表から放出されている熱量； 0.16×10^7 cal/min、であった。層雲峡全体としては先に求められた値 11.4×10^7 cal/min に加わり、 13.6×10^7 cal/min である

終りに臨み、本調査を行なうにあたり御援助頂いた大雪山調査会理事長天野市太郎氏、並びに現地調査に同行され測定に協力された北大地球物理学教室堀田宏氏、旭川市小笠原八郎氏その他の方々に厚く感謝の意を表します。

2. On the Hot Springs of the Shinsen Bridge Region in Sōunkyo Hot Spring, Central Hokkaido.

By Kiyotaka OHTANI

(Department of Geophysics Faculty of Science Hokkaido University)

An investigation of the hot springs of the Shinsen Bridge region was carried out on May 8-12, 1960. The results are summarized as follows:

1) The geographical distribution of underground temperature at the depth of 1 m in this region (Fig. 1) indicates that two high underground temperature zone exist. The highest underground temperature is observed in the left side drainage basin of Ishikari River.

2) 4 hot spring orifices exist in the right and left sides drainage basin of Ishikari River respectively. Positive linear relations were ascertained between orifice temperature and Cl^- contents in each sides of the river respectively as shown Fig. 3 and they indicated the mixing of cold underground water (may be water of Ishikari River) to two original hot springs.

3) It is estimated that a large original spring and two small original springs exist in Sōunkyo Hot Spring locality and the large original spring is in the neighborhood of the Red Cross Hospital.

4) Sum of the heat quantity Q_1 , discharged as hot water from hot spring orifices (based on the normal temperature of ground water 5.6°C in this region) is calculated from the volume out-puts and temperatures shown in Table 1 as 2.02×10^7 cal/min. And the total heat flow Q_2 emitted from the ground surface to air through soil by heat conduction in this region is calculated as 0.18×10^7 cal/min. Accordingly, total heat $Q' = Q_1 + Q_2$ is estimated as 2.2×10^7 cal/min.