



Title	5. 青森縣野邊地町附近の温泉調査
Author(s)	福富, 孝治; FUKUTOMI, Takaharu; 藤木, 忠美 他
Citation	北海道大學地球物理學研究報告, 2, 31-48
Issue Date	1952-12-31
DOI	<a href="https://doi.org/10.14943/gbhu.2.31">https://doi.org/10.14943/gbhu.2.31</a>
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13793">https://hdl.handle.net/2115/13793</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_p31-48.pdf



## 5. 青森縣野邊地町附近の温泉調査\*

福富孝治・藤木忠美

(理学部 物理学教室)

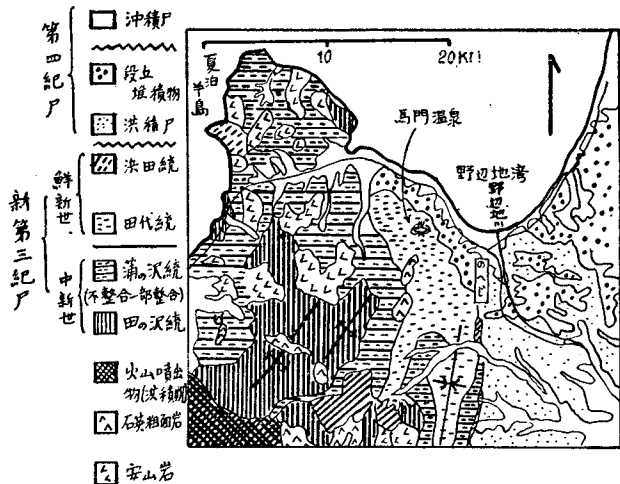
—昭和27年9月受理—

### I. 序 言

青森県上北郡野邊地町の依頼により、昭和25年7月19~23日及び昭和26年5月16~20日、同町附近に存在する微温泉調査の目的で附近一帯の1m深地温の調査、自噴する穿井につきその深さ、底の温度、湧出量、湧出温度の測定、湧出する水について硫酸イオン含量、メタ珪酸量、塩素イオン量、溶在酸素量の分析を行ひ、又穿井の一つに於てその湧出を止め放置後管中の温度の垂直分布を測定した。其の他、附近の掘井戸についても水温、深さ等の測定を行つた。これらの調査の結果について概略を報告する。

### II. 微温泉地域周辺の地形及び地質の概況

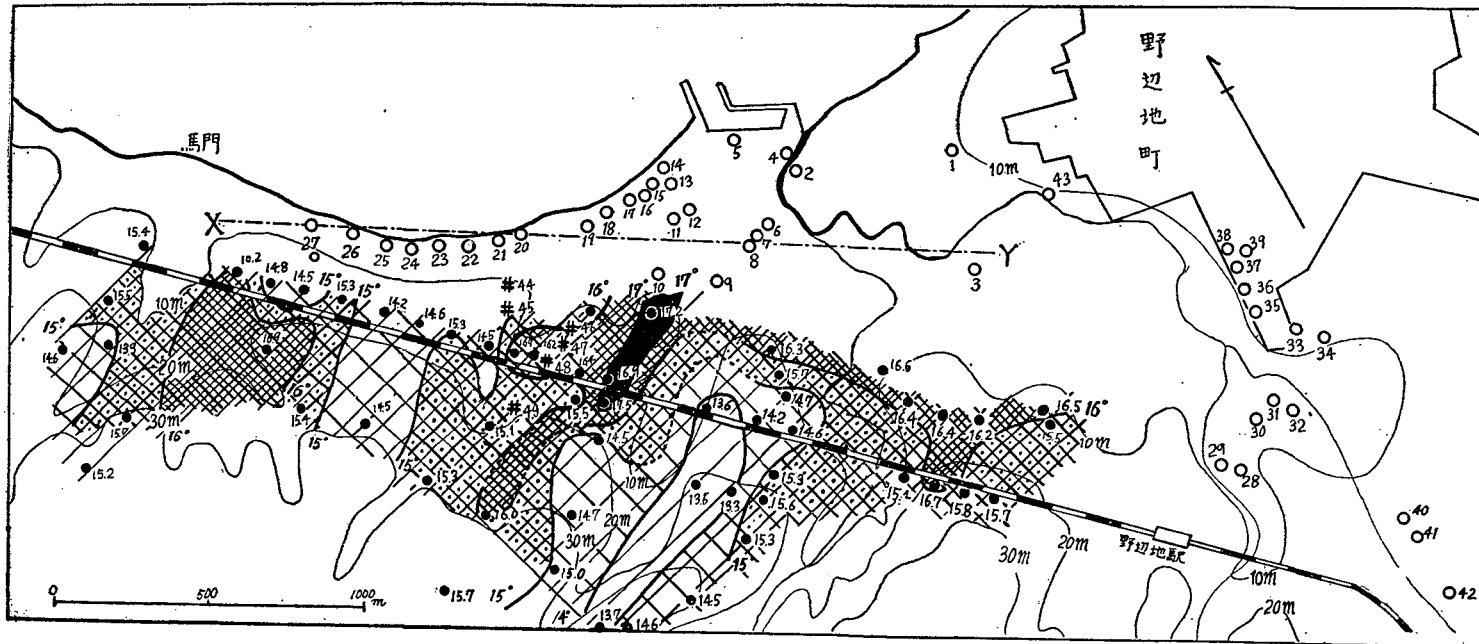
野邊地町は、北方は下北半島と陸奥湾中の夏泊半島との間にある野邊地湾に臨み、野邊地川下流の沖積平野並に洪積世に属する台地上に位する。青森県地質調査報告<sup>1)</sup>によれば附近の地質は第1図の通りであるが、野邊地川を堺として東西やや地質が異つてゐる。その西部は野邊地川口附近から馬門まで海岸沿ひに50~500mの帯状の沖積平野があり、これは野邊地川の下流域の沖積平野に連つてゐる。この海岸平野の南には高さ10~40mの台地があり砂、砂利、粘土よりなる段丘堆積物(洪積世)で覆はれてゐる。尙その南方の山地には新第三紀田代統(鮮新世)に属する細粒砂岩又



第1図 附近の地質図(青森県地下資源調査報告による)

\* 昭和27年9月27日の日本物理学会北海道支部第7回例会において発表。

1) 青森県; 青森県地下資源調査報告(昭和24年3月)。



第 2 圖 丘陵地における 1 m 深地温の地理的分布

(黒点: 1 m 深地温の測点, 白丸は穿井位置, # は掘井戸の位置)  
 (黒点に付けた数字は地温, 白丸・# に付けた数字は第 1 表中の番号)

はその下に集塊岩があり、所々にその下部の石英粗面岩（第三紀中新世？）が露出してゐる。野辺地町西方5kmにある馬門温泉はこの石英粗面岩中の割目から湧出し温度38°Cである。この田代統の南西方にはこの下方に位する蒲の沢統（中新世）に属する主として頁岩が田代統に整合で存在するといふことである。これらの第三紀層には皺曲が認められ、第1図に示されてゐる様に野辺地町南方の田代統には向斜軸が発見せられてゐる。

野辺地川下流域及び前述の海岸平野の所々には掘抜井があり何れも自噴してゐるが、海岸平野に湧出するものはやや水温が高く微温泉となつてゐる。市街地の湧水は飲料水として、平野の湧水は飲料水又は水田用水として使用されてゐる。

### III. 1 m 深の地温調査

昭和25年7月19~23日附近一帯の1m深の地温の測定を行つた。測定方法は前報<sup>2)</sup>と全く同様であつたから、ここには述べない。測定は夏で地温が概して高く、温泉による地温上昇との差が比較的小さい不適な時期であつたことと、晴天が続いて平野の水田の表面が日射で熱せられ、流動の少ない場所では40°Cにも達した所があり、1m深の地温にもこの影響が及んでゐると思はれるので、平野の地温は除外し丘陵地の地温測定値のみを採用して地温の水平分布図を作つた。第2図はその結果で、図中黒丸は測点位置、黒丸に付けた数字は1m深地温、実線は1°C毎の等温線である。図を見ると1m深地温は13.3°Cから17.5°Cの範囲にあり、その差はあまり大きくないが、16°C以上の地温を示す区域が3ヶ所存在し、その中でも中央の区域は比較的高温で17°C以上の部分はWSWからENEの方向に帯状をなし、その延長は後に述べる様に海岸平野にある穿井の湧出温度の高温部（第5図参照）や45m深の地温分布図（第9図）中の最高温部に連なつてゐることは注意すべきである。

### IV. 地温の垂直分布の實測

野辺地川口西方約500m附近にある石川氏方穿井（穿井番号No.13）は昭和26年5月16日附近穿井一勢調査の際は深さ57.7m、孔底温度24.2°C、湧出温度24.1°C、湧出量11.6L/min.であつたが、5月16日19時湧出口上に約1.2mの鉄管を継ぎたして継目を粘土で固めて漏水を防ぎ、湧出を停止せしめて後凡そ38時間経過の後、18日9h~14.5hに管中の水温の垂直分布を上方から順次測定した。測定には棒状の最高寒暖計をガラス管中に封入熔接した一種の防圧感寒暖計を2本使用した。この結果は第3図に示す通りであるが、これはこの場所の地温の垂直分布であると考へられる。即ち、地表では16.4°Cであるが、深さ5m位までは温度が急激に増加し、深さ5mで24°Cとなる。それ以深30m位までは24~25°Cのほとんど一定の値を示してゐるが、30~55mの間では22.6~34.6°Cの広範囲に温度が変動し、測定の最

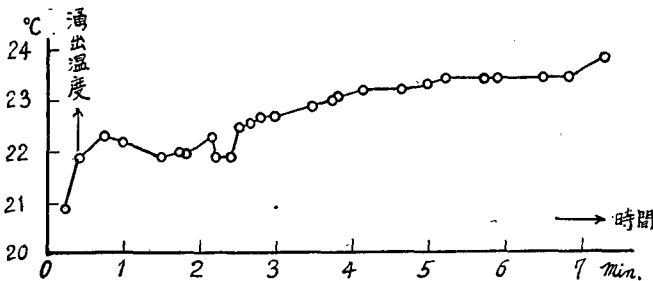
2) 福富孝治；1m深の地中温度より温泉探査の可能性について（第1報）、北大地球物理学研究報告1(1951), 21.

高値は45mで34.6°Cであつた。又、孔底では大体25.3°Cであつた。図中黒丸は8.7h~12h(干潮に近い頃)の測定値で、白丸は14h頃(満潮に近い頃)の測定値である。穿井の位置は海岸から93mの距離にあり、静止水頭の湧出口上の高さは潮位の変化に伴ひかなり変化した。即ち、18日8.7hには45cmであつたが、14.5hには76.7cmでその差は31.7cmであつた。図中には参考として近くの測点No.5の掘穿当時の土質の垂直分布図を掲げた。

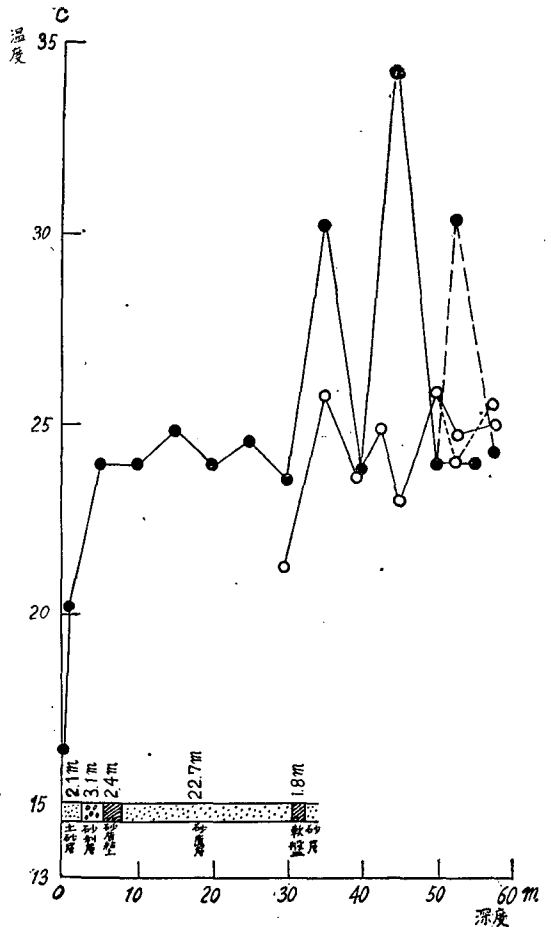
測定終了後、湧出口に連結した鉄管をとり去りその湧出量と水温を測定したが、湧出量は30.2 L/min。(当時の静止水頭の高さは湧出口上76.7cmであつた、又湧出口上鉄管の長さ45cmの場合の湧出量は7.1 L/minであつた)、水温は湧出開始の時間の経過に従つて第4図の様に変化した。

以上の結果を総合すれば、地下5m以深一帯には24~25°Cの微温泉の脈があり、30~55mの深さには更に数ヶ所異なつた温泉脈が存在するらしく、しかもその温泉脈は上流において34.6°C以上の比較的高温な温泉と地下水とが混合して生じてゐるもの様で、潮位の変化によつて両水系の

混入の割合が変化する結果、この深さの温度が図の黒丸と白丸の様に変動するのではないかと思はれる。この高温水の流量が少ないことは、この穿井からの湧出温度が平時24°C位で孔底



第4図 穿井No.13において湧出再開後の水温の変化



第3図 穿井No.13(石川氏方穿井)における地温の垂直分布(黒丸:干潮に近い場合、白丸:満潮に近い場合)

温度を大体示し、ほとんど中層の高温部の影響が見られないことから判る。この穿井からの湧出水の主要部は底部からの湧出水であると思はれる。

兎に角、この測定の結果で最も重要なことは、この穿井の位置からあまり遠くない所の地下

に少なくとも 34.6°C 以上の温泉脈が存在するに相違ないといふことである。

### V. 穿井の深さ, 湧出量, 湧出温度, 孔底温度並にその水の主要化学成分

微温泉附近の穿井の中, 筆者等が測定した穿井の位置は第2図(1m深地温分布図)中に白丸で示し, 掘井戸は井印で示した。これらに付けた数字は第1表中の穿井又は掘井戸番号である。穿井の湧出口は口径4~6cmの竹管で, これは穿井の深さの途中まで入れてあると云ふことである。

野辺地駅附近にある穿井については昭和25年7月19日に, 深度を所有者より聞き湧出温度を測定し, 野辺地川口附近から馬門に到る海岸平野に存在する微温泉については昭和26年5月16日に穿井の深さ, 孔底温度, 湧出温度, 湧出量の測定を行ひ, 湧水について現場で溶在酸素の固定を行ひ, 酸素の定量, 塩素イオン量, 硫酸イオン量, メタ珪酸量については弘前大学野辺地分校製造化学実験室を借用して分析を行つた。又微温泉地域南方の丘陵地にある掘井戸については昭和26年5月19日その地下面水面までの深さ, 水深, 底の水温の測定を行つた。これらの結果は第1表に示した。

第1表(1) 海岸平野に於ける穿井調査表

穿井番号	所有者	穿井の深度(m)	湧出量(L/min)	湧出温度(°C)	孔底温度(°C)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 含有量(mg/L)	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 量(mg/L)	Cl <sup>-</sup> 含量(mg/L)	溶在酸素量(cc/L)	記 事
1	立花 新太郎	—	2.3	8.7	—	152	4.0	117	3.82	
2	柴崎 岩松	50.0	56.0	19.2	21.4	168	3.5	13	1.10	
3	村木 専太郎	45.0	9.7	15.3	15.7	235	7.4	—	—	
4	青森県土木課	—	8.4	14.0	—	—	—	—	—	
5	同上	1.6	2.5	15.0	15.1	204	5.5	14	0.72	途中で埋没
6	柴崎 長吉	52.7	56.0	23.2	23.7	359	7.4	14	1.41	
7	田中 久松	53.6	22.7	22.5	24.1	301	25.1	12	0.40	
8	上野 己之助	43.6	12.0	20.9	21.5	395	28.8	11	0.29	
9	杉山 喜太郎	46.3	14.5	21.1	23.4	362	26.0	25	0.25	
10	柴崎 与助	44.5	8.8	23.1	24.4	271	24.5	18	0.80	
11	柴崎 幸次郎	5.2	16.8	23.6	23.8	272	11.6	16	0.43	途中で埋没
12	横浜 富雄	47.3	20.5	24.5	25.3	223	18.1	11	0.15	
13	石川	57.7	11.6	24.1	24.2	237	5.5	11	0.49	
14	横浜 松太郎	40.0	7.5	19.5	22.1	—	—	—	—	
15	横浜 三郎	16.8	4.0	18.8	19.5	—	—	—	—	途中で埋没
16	倉内 徳太郎	46.6	10.8	21.8	23.8	278	—	13	0.71	
17	熊谷 治助	5.3	10.9	19.8	20.0	201	11.3	30	0.77	もと51m掘穿, 途中で埋没
18	須藤 昭三	9.9	16.8	19.0	19.2	299	12.2	38	0.27	途中で埋没
19	角谷 太郎	52.6	9.9	20.3	20.8	248	5.3	21	0.27	
20	須藤 大助	15.3	21.0	15.7	16.6	333	6.4	20	0.46	途中で埋没

21	荒川 さの	37.8	28.0	17.3	18.8	—	—	—	—
22	柴崎 藤助	42.8	7.9	15.2	17.0	—	—	—	—
23	熊谷 市三郎	30.2	11.1	13.8	14.3	258	20.4	68	—
24	木村 栄蔵	12.0	5.3	11.5	12.6	—	—	—	—
25	熊谷 清蔵	46.2	93.0	17.6	19.8	243	3.6	31	0.19
26	横浜 やえ	32.0	15.0	13.0	14.0	—	—	—	—
27	柴崎 勇次郎	30.3	6.9	12.5	12.9	155	5.5	15	1.40

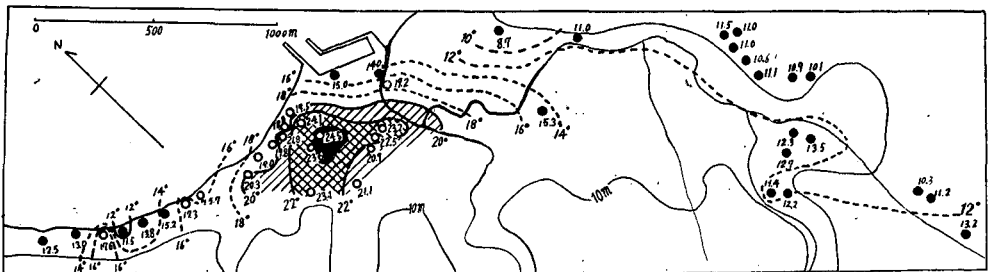
第 1 表 (2) 野辺地駅附近 (下町, 鳴沢) 及び新田における穿井調査表

穿井の番号	所有者	穿井の深度 (m)	湧出温度 (°C)	穿井の番号	所有者	穿井の深度 (m)	湧出温度 (°C)
28	蛭名 松蔵	40	12.2	36	熊谷 仁太郎	16	10.6
29	大山 善次郎	38	11.4	37	横浜 竹次郎	—	11.0
30	阿部 重三郎	—	12.7	38	桑野 清太郎	—	11.5
31	上野 清次郎	9	12.3	39	三上 昌雄	—	11.0
32	宮部 秀郎	—	13.5	40	不明 (新田)	—	10.3
33	上原 子福太郎	22	10.9	41	不明 (新田)	—	11.2
34	杉山 徳三郎	—	10.1	42	不明 (新田)	67	13.2
35	東北 パルプ	—	11.1	43	野辺地 高橋 プール	—	11.0

第 1 表 (3) 海岸平野南方の丘陵地における掘井戸調査表

掘井戸番号	所有者	深度 (m)	水深 (m)	井底温度 (°C)	掘井戸番号	所有者	深度 (m)	水深 (m)	井底温度 (°C)
44	田中 竹治	3.0	2.0	10.0	47	今リンゴ園	4.5	3.0	10.8
45	木村 三次郎	3.5	1.5	10.1	48	村中リンゴ園	6.5	5.0	9.6
46	今リンゴ園	4.0	2.0	9.6	49	石川 苗圃	4.5	2.5	9.7

第 1 表の結果から、深度、湧出温度、孔底温度、化学成分等の間関係、地下構造、水系等につき以下に多少の考察を行った。



第 5 圖 穿井の湧出温度の地理的分布

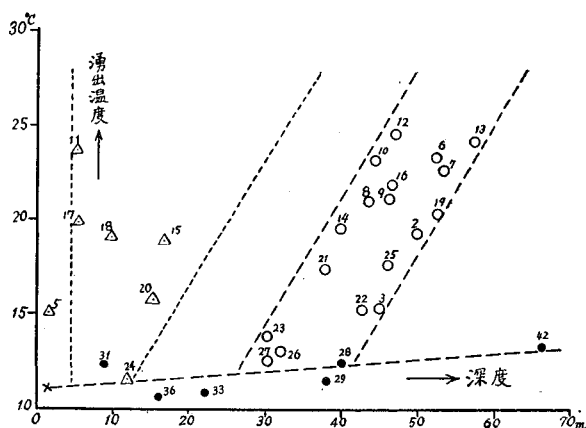
1) 湧出温度の地理的分布

3) 福富孝治； 微温泉と冷泉との境界温度に就いて，北大地球物理学研究報告 2 (1952), 17.

第1表の結果から穿井の湧出温度の地理的分布図を作つてみると第5図が得られた。図中白丸・黒丸は穿井の位置で、白丸は微温泉〔湧出温度が(土地の年平均気温+7°C)<sup>3)</sup>以上でこの場合15.4°C以上の湧泉〕である。又2°C毎の等温線を示した。湧出温度の最高は測点No.12で、24.5°Cであつた。図から判る様に、湧出温度の高い地域は野辺地川西側の川口附近にあり、1m深地温分布図(第2図)中の地温の最も高い地域の北東側に接してゐることは注意に値する。又馬門寄りの測点No.25においても湧出温度が多少高いが、これも1m深地温の比較的高い部分に連なつてゐる様に見えることは興味がある。

### 2) 湧出温度と穿井の深さの関係

各穿井の深度を横軸に、その湧出温度を縦軸にとつて関係を調べると第6図が得られる。図中には野辺地駅附近の穿井は黒丸で、野辺地川口附近から馬門までの海岸平野の穿井は白丸で示してある。但し後者の中には掘穿当初の深度に比較して測定のときの深度がかなり小さいものがあり、これは途中で湧水のためそれより以下が埋没したものと考へられるので、これらは三角印で示すことにした。印につけた数字は第1表及び第2図中の穿井番号である。以後本論文の中の白丸、三角印はこの意味である。



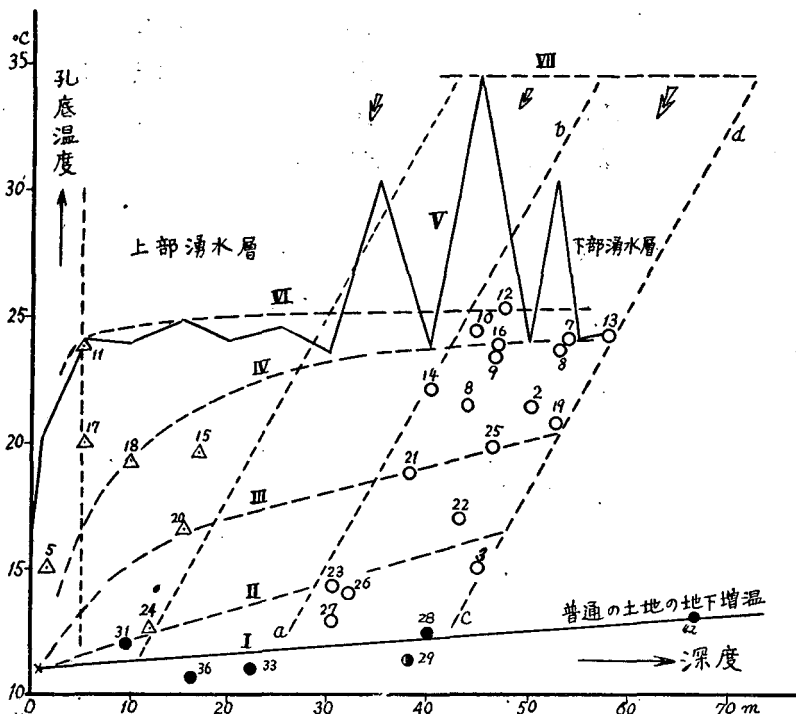
第6図 湧出温度と穿井の深さとの関係

野辺地駅附近の穿井の湧出温度と深さとの関係は孔底温度と深さとの関係の項に述べる様に普通の場合の穿井と湧出温度との関係であつて何等特異な点はないが、海岸平野に存在する穿井は図から判る様に湧出温度は駅附近の穿井と比較して同じ深さに対して温度がかなり高い。しかも、その点の分布に2群あり、1つは5~20m位の深度から湧出して10~24°Cを示し、他は30~60mの深度から湧出して12~25°Cを示すものである。この事實はこの地方の地下には優勢な湧水層が大体2層存在することを示してゐる。しかも、第1表から判る様に浅層に源をもつ穿井の湧出量は、多少の例外はあるが、深い層に源をもつものより概して少量である。これらの事實は穿井No.13における地温の垂直分布(第3図)と比較すると興味深い。即ち、深さ30~55mの地温が大きく変動してゐる部分を除き上下に優勢な湧出層が2層あることを示してゐる。

### 3) 孔底温度と穿井の深さとの関係

次に横軸に穿井の深さをとり、縦軸に孔底温度をとつてその関係を図示すれば第7図が得ら

れる。図中、黒丸、白丸、三角印等は第6図と全く同様である。この関係は湧出温度と深度との関係にかなり似てゐる。これは湧水の大半は孔底附近から湧出する水であることを示すものと思はれる。



第7圖 孔底温度と穿井の深さとの関係

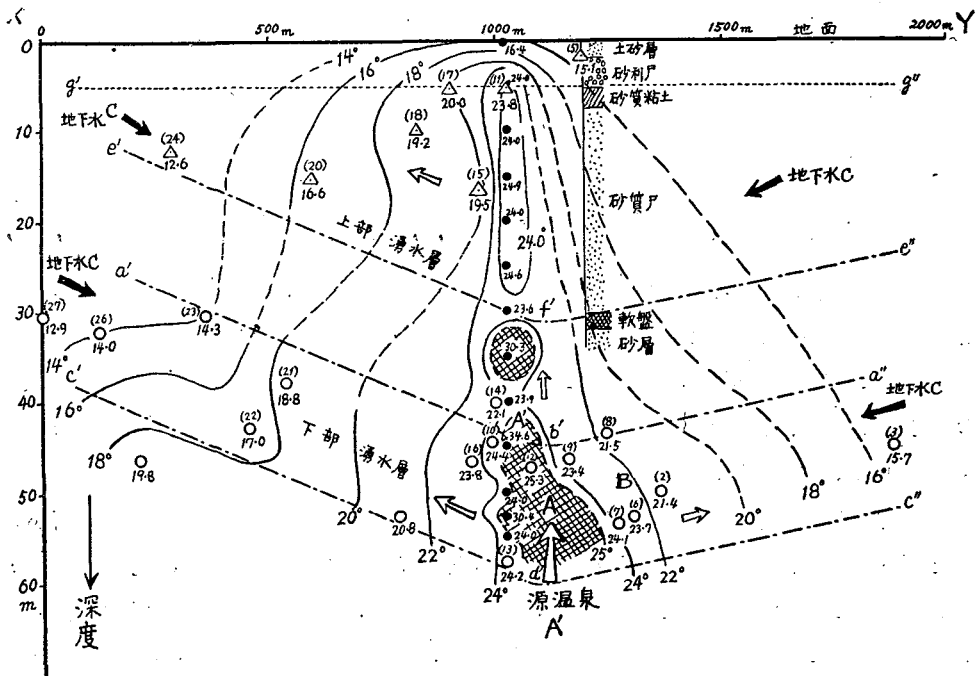
野辺地駅附近の湧泉（黒丸）についての孔底温度（測定したのは湧出温度であつたが、湧出量が何れも大であつたから、これを孔底温度とみなした）と深度との関係は地下1mの地温11°C（これはこの土地の緯度40°53'に対する年平均の1m地温である）を起点として普通の場所の地下増温率即ち100m下る毎に3°C上昇の割合（図中実線I）に大体一致してゐる。即ち、これらの湧泉は普通の湧泉であると考へられる。

次に海岸平野の湧泉については図から判る様に孔底温度は普通の土地の地中温度に比較してかなり高い。孔底温度は孔底から湧出する水の温度であると共に、孔底における地温とも考へられる。従つて、互に近接してゐる穿井の孔底温度を一緒に考へて地温の垂直分布の傾向を調べてみると、先づ穿井No. 22, 23, 24から図中点線IIの様な地温垂直分布が想像される。同様に、穿井No. 19, 20, 21等から点線IIIが、穿井No. 15, 16, 17, 18等から点線IVが、穿井12, 11, 5から点線VIが想像される。穿井13については既に述べた様に実線Vが実測されてゐる。この場所では地下30~55mの間に少くとも3ヶ所干潮時に34.6°C~30°Cの比較的高温な、しかし劣勢な湧水が存在することが判つてゐるから、附近の地下には34.6°Cかそ

4) 荒川淳, 東 晃; 日本列島における地温の分布について, 科学21 (1951), 144.

れ以上の源の温泉脈が存在するであらうと思はれることは既に述べた。しかも、後に述べる様にこの源温泉が上層・下層の微温泉を養つてゐると考へられるのであるから、この附近の地下に於て下の湧水層又はそれ以深から湧出してゐると考へられる。即ち、源温泉が湧出する場所では点線 VII に近い地温の垂直分布を示してゐるであらうといふことである。或は尙高温であるかも知れないのである。そして、測点 13 に見られた中層の高温帯や上下両層の微温泉帯はこの温泉が水平に流れながら地下水と混入して生じたものと考へられるのである。それではこの様な源温泉はどこにあるのかが問題になる。これは仲々むづかしいが、地温曲線 VI・V を示す穿井即ち No. 12, 11, 13 に隣接した地域で、しかも IV, III, II, I なる地温の垂直分布を示す穿井の位置の近傍ではない方向の地域の地下といふことになる。この様な条件を満足する場所としては穿井 12, 11, 13 附近の地下か、穿井の 12, 11, 10 の南西方向の丘陵地の地下があげられる。斯様に考へることは 1 m 深地温分布から見ても不都合ではない。

次に第 7 図の下層の湧水層について考へれば、湧出は点線 ab 及び cd なる 2 つの平行線で限られた範囲内に起つてゐる。しかも、この湧水層では地面下の深度が深い場所へゆく程温度が深さ 10 m につき平均 7°C 位の急激な割合で上昇してゐる。従つて、地下湧水の温度は湧水層の地面下の深さの最大のところで大体最高となつてゐる筈である。今第 2 図中海岸平野中に多



第 8 圖 第 2 図中の X Y 鉛直断面における湧水層の形及び地温分布  
 A': A 水系の源温泉, A: A 水系の位置を示す, B: B 水系の位置を示す。  
 C: 冷地下水の位置。  
 白矢: A' 源温泉又は A 微温泉の流動方向を示す。黒矢: 地下水の流動方向を示す。

くの湧泉の位置を連ねる XY 線を含む鉛直断面を考へて、この面に各穿井の位置を投影し、孔底の深さを第 8 図中に白丸で示した。白丸に附けた数字は穿井番号と孔底温度であるが、穿井番号には括弧を施してある。即ち、白丸はこの場合  $a'b'a'$  と  $c'd'e''$  の 2 線の間が存在し、この部分が下の湧水層であることが判かる。次に穿井 No. 13 における地温の値（干潮時の値のみ）をも記入し、この値及び孔底温度の値を用ひて  $2^{\circ}\text{C}$  毎の等温線を曲線で示した。即ち、下の湧水層中における水温は野辺地川口西側の穿井 No. 12 附近が最も高くここから西方又は東方へ遠ざかると湧出層の深さが浅くなるとともに水温も漸次低下することが判かる。下の湧水層は同一の滞水層であると考へられるから源温泉は当然  $d'$  の部分の地下の割目から湧出し、この滞水層に沿つて  $e'$  及び  $e''$  方向に拡散し地下水と混合して水温が低下したものと考へられるのである。又上の湧水層に存在する穿井についても全く同様な方法でその孔底の深さ（三角印で示す）及び地下における水温又は地温の分布を調べると図の様になる。温度は下層の場合と同様に穿井 No. 12 附近に最も高く西測又は東側へ遠ざかると温度は低下する。即ち、穿井 No. 12 附近の地下から湧出した源温泉は、この部分で割目を伝つて上層まで湧出し、そこで横へ拡散して地下水と混合し温度が低下してゐるものと思はれる。穿井 No. 5 は現在はその深さは 1.6 m となつてゐるが、掘穿の当時は凡そ 32 m であつたといふ。その地質を青森県土木現業所野辺地出張所の御好意により知ることができたので、第 3 図及び第 8 図中にその様子を記入した。第 8 図から判かることであるが、上の湧水は地下 5~7 m にある“砂質粘土層”と地下 30 m にある“軟盤”との間にある“砂質層”中に存在する被圧地下水と考へられ、三角印の分布や第 3 図の地温曲線が凡そ 30 m 附近で不連続を示すことなどから、上の湧水層の基底は第 8 図中に  $e'f'e''$  で示される様に、下の滞水層に平行な形をしているのではないかと思はれる。

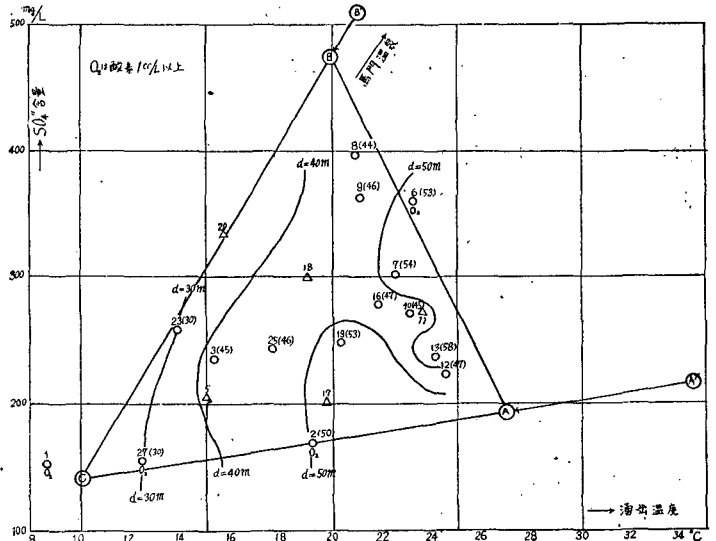
この様に下の滞水層及び上の滞水層の基底が  $d'b'f'$  附近で折れ曲つてゐることは、 $d'b'f'$  附近が地層の向斜軸に當つてゐると考へるのが一番妥当の様である。即ち、第 1 図に示した地質図によれば、前に述べた様に野辺地町南方の田代統の中に向斜軸があり、この延長は丁度この部分を通つてゐるからである。この様に考へれば、微温泉地域の地下 5 m 位の深さから 60 m 位の深さまでは少くとも新第三紀に属する地層（おそらくは田代層であらう）である筈である。地面下 5 m 位までは恐らく沖積層であらうと思はれる。

即ち、この地域の微温泉は、新第三紀層中の向斜軸に存在する割目を伝つて地下深所から湧出した  $34.6^{\circ}\text{C}$  以上の源温泉が、下の滞水層及び上の滞水層に沿つて拡散し、地下水と種々の割合で混合して微温泉を生じたものと考へられるのである。地下からの湧出地点に近い穿井 No. 12 等においても、その下の湧水層の温度が  $25.3^{\circ}\text{C}$  であまり高温でないのは地下水の量に比較して源温泉の量が少なく、僅かの距離を流動する間に源温泉と地下水とが同程度に混じて了うことに依ると思はれる。穿井 No. 12 の地温測定に際して干潮時には中層で  $30^{\circ}\text{C}$ ~ $34.6^{\circ}\text{C}$  の温度が測られたのに、満潮時には温度が  $23$ ~ $26^{\circ}\text{C}$  に低下したことも、潮圧のため温泉に比較して浅く海底にまで地下に充満してゐる地下水の水圧が増大し、地下水混入の割合が増加し



先づ横軸に湧出温度をとり、縦軸に  $SO_4^{''}$  含量をとつて各穿井ごとに点を記入すれば第11図が得られる。図中白丸は下の湧水層から主として湧出すると思はれる穿井で、三角印は上の湧水層から湧出する穿井である。図を見ると  $SO_4^{''}$  含量は  $140 \sim 400 \text{ mg/L}$  の範囲であるが、白丸及び三角印は水温が凡そ  $10.1^\circ\text{C}$  (丘陵地の堀井戸の底温の平均値)、 $SO_4^{''}$  含量が  $140 \text{ mg/L}$  の冷

下地下水 C と、温度が  $27^\circ\text{C}$ 、 $SO_4^{''}$  含量が  $193 \text{ mg/L}$  なる微温泉 A と、温度が  $20^\circ\text{C}$ 、 $SO_4^{''}$  含量が  $473 \text{ mg/L}$  の微温泉 B を頂点とする三角形 ABC 内に大体分布してゐる。C はこの地域の地下いたるところに存在する普通の地下水で穿井 1 や 27 に近い泉質のものである。A は温度は比較的高いが泉質は単純泉で、穿井 12 附近の下の滞水層中にある。又 B



第 11 図 湧泉の硫酸イオン含量と湧出温度との関係

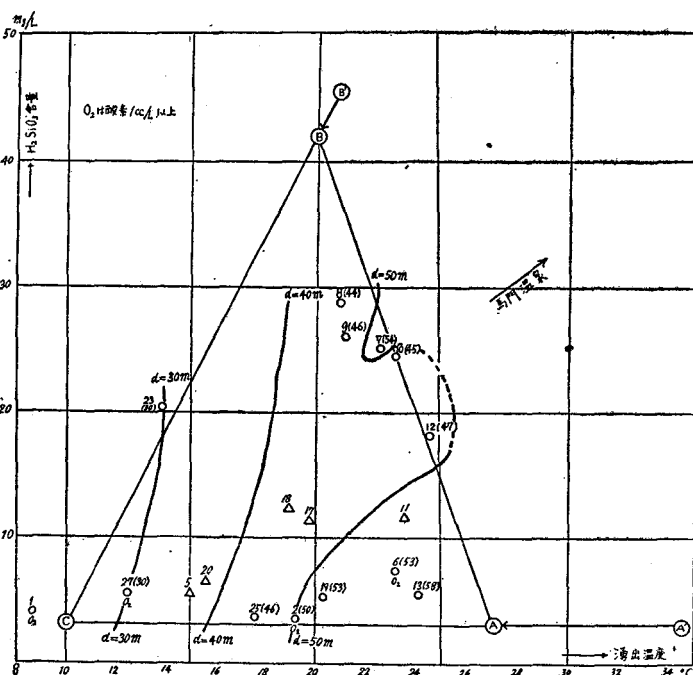
は温度はあまり高くないが、 $SO_4^{''}$  含量がかなり多い微温泉である。即ち、この穿井群の存在する地域の地下  $0 \sim 60 \text{ m}$  の範囲に於ては、A・B・Cなる3つの微温泉及び地下水が種々の割合で混合して温度や化学成分の異なる微温泉を生じてゐると考へることができるのである。

次に第11図の白丸又は三角印にその穿井の深度を記入し(括弧内の数字が深度、括弧のないものは穿井番号)、10 m 毎の等深線を実線で示した。等深線は大體 BC 線に平行であるが、50 m 線は穿井 12, 11, 10 で A の方へ入りこんでゐる。即ち、これらの点は同じ深さの他の点よりも著しく温度が高いのであつて、第8図や第9図から判る様に、これらの地点附近の A では地下の地層に割れ目があつてその地下深所から  $34.6^\circ\text{C}$  以上の温泉 A' が湧出してゐるものと考へられる。A' が下の滞水層中に入ると直ちに地下水と混入して A となり温度が  $27^\circ\text{C}$  位まで低下するものと考へられる。しかし、局所的には地下水の混入が少ないため  $30 \sim 34.6^\circ\text{C}$  の泉温を示す部分があり、穿井 No. 13 の地温の垂直分布測定の際、中層でこの様な高温が測定せられたことは既に述べた。下の滞水層中で A 水系の東側に接して B 水系が存在しているが、この様に近いところで両者があまり混合してゐないのは不思議に思はれる。B 水系は第2表に示した様に温度は低いが、成分の割合は馬門温泉の泉質とよく似ている。微温泉 B がどこから湧出してゐるのかについて筆者らは、下の湧水層中の向斜軸に沿つて南南西の丘陵地の地下の方向から略々水平に穿井 9・8・7 に向つて流出して生じたものと考へてゐる。しかし、源にさかのぼつた場合地下水混入の減少に伴ひ温度は上昇するであらうが、温度がどの位まで上昇するであ

らうかは判らない。何故なればこの場合 B 微温泉の温度又は成分の変化は第 11 図に於て CB 線の延長に沿つて行はれると思はれるが、図中の等深線は CB 線にほぼ平行であるからその深度の増加はあまり大きくはないと思はれる。即ち、B 微温泉の源は深度があまり増加しない方向、換言すれば下の滞水層に沿つて略々水平に流動してきたとみるべきである。又その方向が丘陵側からであることは B が穿井 9・8・7 等に近い泉質のものであることから推察されるのである。

次に湧水のメタ珪酸含量と湧出温度との関係を第 12 図に示した。図中の記号は第 11 図と全く同様であり、穿井の等深線も同様に記入してある。この場合、地下水 C 微温泉 A・B のメタ珪酸含量は夫々、3 mg/L、

3 mg/L、42 mg/L で温度は前と同様である。この関係から推論される水系の状態はほとんど  $SO_4^{2-}$  含量の場合と同様であつた。只、注意すべきは上の湧水層中のメタ珪酸と湧出温度との関係を示す三角印は、穿井 11 と地下水 C とを結ぶ線上にほぼ分布しており、これは穿井 11・12 附近の地下から湧出した微温泉が上の湧水層に沿つて周囲に拡散するにしたがつて地下水 C の混入の割合が段々増加して温度が低下して湧出すること

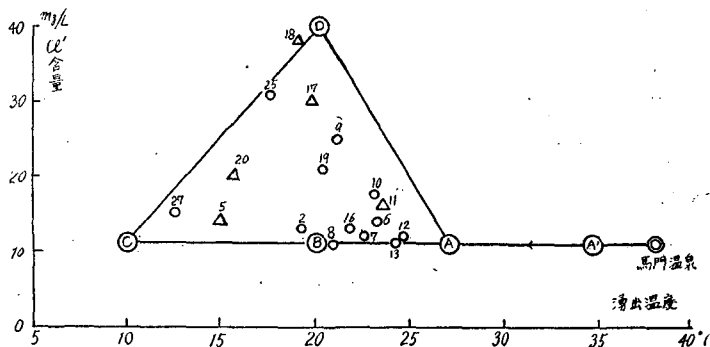


第 12 図 湧泉のメタ珪酸量と湧出温度との関係

を示しており、これは第 8 図の関係とよく一致してゐる。又図から判る様に下の湧水層については、穿井 No. 12, 2, 13, 19, 25, 27 等野辺地川口附近から馬門に到る海岸沿ひの微温泉は、何れも微温泉 A と冷地下水とが主として混入して生じ、微温泉 B はあまり混入してゐないと思はれるに反し、穿井 7, 8, 9, 10 等丘陵寄りの微温泉は微温泉 B と地下水 C とが主に混合したもので微温泉 A の混入は少ないことを示してゐる。

次に  $Cl^-$  含量を縦軸に湧出温度を横軸にとつて各湧水毎にその関係を点で表はすと第 13 図が得られる。穿井 1 及び 23 の塩素含量は夫々 117 mg/L 及び 68 mg/L で他の湧水に比較して非常に大きい。この原因はよく判らないが、前者は市街地にあり、しかも採水場所が直接湧水口でなかつたので人為的影響があつたのではないかと思はれ、後者は海岸近くであつたから多

少海水の影響を受けてゐるのではないかと思はれる。この2ヶ所を除けばみな40 mg/L以下である。この2ヶ所の値は図には除外してある。図を見ると、点は大体微温泉A(温度27°C, Cl'含量11 mg/L)と、地下水C(温度10.1°C, Cl'含量11 mg/L)とD水(温度:20°C, Cl':40 mg/L)とを頂点とする三角形内に分布してゐる。B微温泉は



第 13 圖 湧泉の塩素イオン含量と湧出温度との関係

AC線の途中にあり、Cl'含量はA・Cと全く同様に微小である。塩素量20 mg/L以上の湧水は何れも上の滞水層から湧出するものか、又は海岸近くの湧水であり、この部分の地下水に多少海水が混入してゐるのではないかと思はれる。其他の湧泉では15 mg/L以下のものが多い。

次に湧水中の溶在酸素の量の分布をしらべるために、第11図及び第12図に就てO<sub>2</sub>が1cc/L以上の湧泉には点の傍にO<sub>2</sub>なる印をつけて、それがどんな成分の水に多いかを調べた。その結果はあまり明瞭ではないが、冷地下水に溶在酸素が多く入つてゐる傾向がある。

次に海岸平野に湧出する微温泉と野辺地町の西方3 kmの山地にある馬門温泉との泉質の比較をしてみよう。第2表には馬門温泉の泉質(青森県温泉調査表による)と微温泉Aに近い穿井No.12と微温泉Bに近い穿井No.8の泉質を比較のために示した。又No.12及びNo.8の下欄の値は、馬門温泉の湧水を地下水CでNo.12及びNo.8の湧出温度となるまで薄めた場合の泉質である。

第 2 表 A・B両微温泉と馬門温泉との泉質の比較

温 泉 名	湧 出 温 度 (°C)	SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> 含 量 (mg/L)	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 含 量 (mg/L)	Cl' 含 量 (mg/L)
馬 門 温 泉	38.0	1064 (971)*	45	11.1
A 微 温 泉 (穿井 No.12)	24.5 (24.5)	223 (585) (540)	18.1 (23.3)	11 (11)
B 微 温 泉 (穿井 No.8)	20.9 (20.9)	395 (475) (441)	28.7 (18.3)	13 (11)

\* は筆者らの測定値

即ち、どちらかといへばB微温泉の方が馬門温泉に其の泉質に近いことが判る。

湧出温度と化学成分との関係から推定された結果を総合すれば、海岸平野一帯の深さ5~60 mの穿井から湧出する水は冷地下水C(温度:10.1°C, SO<sub>4</sub><sup>''</sup>:140 mg/L, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>:3 mg/L)と、硫酸イオン・メタ珪酸に富む微温泉B(温度:20°C, SO<sub>4</sub><sup>''</sup>:473 mg/L, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>:42 mg/L)と、温度が比較的に高いが硫酸イオン・メタ珪酸ともに僅かしか含有しない単純泉である微温

泉A（温度：27.0℃， $\text{SO}_4^{2-}$ ：193 mg/L， $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ：3mg/L）との3水系の水が種々の割合で混合して生じたものと思はれ、第12図及び第11図から判かる様に、穿井No.12, 11, 5, 13, 19, 2, 25, 27等野辺地川口附近から馬門までの海岸沿ひの湧水は何れも微温泉Aに冷地下水Cが混入して生じ、穿井No.10, 9, 8, 7等山寄りの湧水は微温泉Bに地下水Cが主に混入して生じたものと思はれる。微温泉Aは野辺地川口西岸の第5図及び第9図の最高温地域即ち穿井No.12附近の下の湧水層中にあり、これは地下尚深い所から割目を伝つて湧出してきた源温泉A'（温度34.6℃以上）が下の滞水層への出口附近で地下水と混合して微温泉Aとなつてゐるものと思はれる。微温泉Bは、微温泉Aの南方の矢張り下の湧水層中にこれに近接して存在するが、これは、南方丘陵地の地下の下層の滞水層中に存在する源温泉B'（温度不明）が、この滞水層の向斜軸の部分に北流しながら地下水と混合し、微温泉Bを生じたものと思はれる。地下水Cはこの地域の上下の滞水層中に存在する被圧地下水で、これは微温泉地域の西又東の周縁から主として傾斜した滞水層沿ひに補給されてゐるものと思はれる。

## VI 總括及び結語

青森県野辺地町附近の海岸平野に湧出する微温泉の存在する地域の地下構造、微温泉の水系等を調査するために、1m深の地温分布、湧井の深さ、湧出量、水温、孔底温度、湧出する水の主要化学成分（ $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{SiO}_3$ 、Cl<sup>-</sup>）及び溶在酸素量等の測定を行ひ、湧出温度が比較的高い1穿井については、地下の0~60m範囲の地温の垂直分布の測定を行つた。その結果、次の事柄が明らかになつた。

- (1) 湧出温度及び地下45mの地温の地理的分布をしらべた結果、その高温部が野辺地川口西岸近くに存在すること（第5図及び第9図参照）が判つた。
- (2) 海岸平野南方の丘陵地における1m深地温の分布図（第2図）を見ると少々高温な地域が3ヶ所あり、その中央の最高温地域が(1)に述べた最高温部の南南西方向に連なることが判つた。
- (3) 湧出温度又は孔底温度と穿井深度との関係（第6図及び第7図）から湧水層が地下5~20m及び30~60mの2層の範囲にあること、上の湧水層は局所的であるが、下の湧水層の拡がりは大であることが判つた。又これらの湧水層は野辺地川口西岸近くの地温の高温部で最も深く、これから西又は東に遠ざかると浅くなること、地下5~60mの地層は新第三紀（田代層？）に属すると思はれ、滞水層の最深場所は向斜軸に當つてゐることが判つた。
- (4) 湧出温度、湧水の主要化学成分の分布から、この附近の地下0~60mの範囲には、普通の地下水Cと、水温が20℃位で硫酸イオン・メタ珪酸を比較的多量に含有する微温泉B（馬門温泉の泉質はこれに近いと思はれる）と、温度が27℃で比較的高いが泉質は単純泉である微温泉Aとの3つの源泉があり、この3水系が種々の割合で混合して種々の温度・泉質の微温泉が生じてゐると思はれること。A微温泉は野辺地川口西岸近くの地温の最高

温部（穿井 No. 12 附近）の下の滞水層中にあり、B 微温泉は A 微温泉の南に近接して、矢張り下の滞水層中に存在すること、地下水 C は微温泉地域周縁一帯の地下にあり、微温泉地域の東側及び西側から中央に向つて傾斜した上及び下の滞水層中を流動し微温泉中に混入してゐると思はれること。特に海岸寄りの湧泉は微温泉 A と地下水 C との混合により生じたものであり、山寄りの穿井 10, 9, 8, 7 附近の湧水だけが、微温泉 B と地下水 C との混合の結果生じたものと思はれる。

- (5) 穿井 No. 13 の穿井の湧出をとどめ、長時間放置した後、測定した地温の垂直分布の結果（第 3 図）に於て、地下 30~55 m 附近に 30~34.6 °C の地温が測定せられたことから、この附近の地下に 34.6 °C 以上の源温泉 A' が存在することが確認された。但し湧出の状態から見て、あまり有勢なものではないらしい。
- (6) 海岸平野穿井の孔底温度と穿井 No. 13 における地温の垂直分布とから、第 2 図中の XY 鉛直断面における地温の分布、上及び下の滞水層の傾斜状況、A・B・C 3 水系の存在位置を示す第 8 図をつくつた。この図から、上下の滞水層を含んでいる新三紀層中の向斜軸に沿つて、割目が存在すること、この割目の深所から 34.6 °C 以上の高温な源温泉 A' が湧出し、これが下の滞水層の割目附近で地下水と混合して A 微温泉となること。A 微温泉は下の滞水層に沿ひ水平に拡散して地下水と混合してゐること、又 A 微温泉は割目に沿つて上の滞水層まで上昇し、上の滞水層に沿つて水平に流動拡散しながら、地下水と混合してゐることが推定された。又 B 微温泉については、第 11 図及び第 12 図の関係から、南方の丘陵の地下に存在する B' 源温泉が、この下層の滞水層の向斜軸に沿つて、地下水を混入しつ穿井 No. 8, 9, 10 附近にまで北流して、B 微温泉となつて湧出するものと推定された。但し、B' 源温泉の温度は未だ判らない。

以上が調査結果の概略である。

終りに臨み、本調査に際し一方ならぬ御援助を賜つた野辺地町長吉田昌三郎氏始め町役場の方々に対し、又常時使用中の湧水の湧出を長時間にわたり停止し且つ地温の垂直分布を測定することを許された石川氏に対し、湧水の分析のために快く化学実験室をお貸し下さつた弘前大学野辺地分校の諸先生に対し、又第 1 回の調査に同行され地温調査に協力された影浦均理学士に対し、又第 1 回調査に同行され駅附近の穿井調査に協力され、且つ附近の地質に関し御教示を戴いた北大理学部地質学鉱物学教室の石川俊夫教授に対し、ここに厚く感謝の意を表する次第である。

## 5. On the Tepid Springs in the Neighbourhood of the Nohezi Town, Aomori Prefecture.

By Takaharu FUKUTOMI and Tadaharu FUJIKI

(Department of physics, Faculty of Science.)

Recently, we had an opportunity of measuring the depths of the artesian wells, the orifice temperatures, the volume outputs, and the bottom temperatures besides analysing some of the chief chemical constituents of the water of the tepid springs (white circles in Fig. 1) in the neighbourhood of the Nohezi Town, Aomori Prefecture. And also we measured the vertical distribution of the underground temperature down to 60 m depth in a well (Fig. 3), and observed the distribution of the underground temperature at 1 m depth in this region (Fig. 2). The results of this investigation are briefly summarized as follows:

- (1) Figs. 5 and 9 show the geographical distribution of the orifice temperature and the underground temperature at 45 m depth respectively. High temperature region exists near the western shore of the River Nohezi as shown in the figures, adjoining to the high temperature region of the underground temperature at 1 m depth as shown Fig. 2.
- (2) The vertical distribution of the underground temperature at the well No.13 suggests that a hot water-vein A' of more than 34.5 °C may exist in the deep of the neighbourhood of the well.
- (3) Figs. 11, 12 and 13 show the relations between  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , and  $\text{Cl}^-$ -contents of the springs and the corresponding orifice temperatures respectively. The figures indicate that the springs in the region are the mixture of two tepid waters A (temp. = 27 °C,  $\text{SO}_4^{2-}$  = 193 mg/L,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  = 3 mg/L), and B (temp. = 20 °C,  $\text{SO}_4^{2-}$  = 473 mg/L,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  = 42 mg/L) and one cold underground water C (temp. = 10.1 °C,  $\text{SO}_4^{2-}$  = 140 mg/L,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$  = 3 mg/L).
- (4) Fig. 8 indicates the existence of the upper and the lower water-bearing layers and the distribution of the underground temperature in the vertical section XY of Fig. 2. From the figure and the above-mentioned facts, we arrived at the following conclusions: (i) the primary hot spring A' (temp. > 34.6 °C) flows out of the deep through the fissure, which exists at the syncline of the Neogene formation, into the lower water-bearing layer and joins with the cold underground water C, to changing to the tepid spring A.  
 (ii) One part of the tepid spring A diffuses through the lower water-bearing layer, and the other part, after ascending through the fissure into the upper water-bearing layer, diffuses horizontally along the layer.

We could infer that the tepid spring B is discharged from the underground of the southern hill through the lower water-bearing layer along the neighbourhood of the syncline, for the reason that from Figs. 11 and 12 the primary hot spring B' may be assumed to exist at almost the same depth with the tepid spring B, which exists only in the narrow

area of the southern hill-side in the neighbourhood of A.

---