温泉と地すべり

中村久由　前田憲二郎　山田隆基　山田営三

温泉

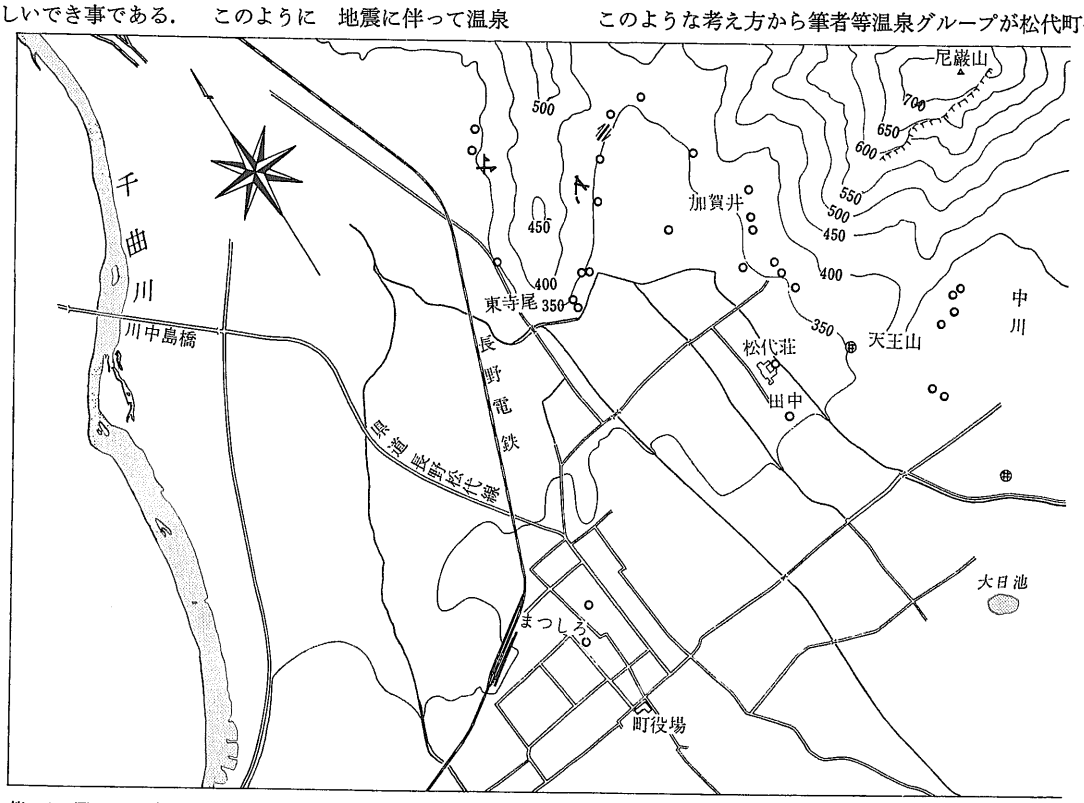
松代地震がおき始めてから3ヵ月たった11月4日　震度4の地震で　松代町加賀井温泉にある一陽館旧源泉（深度90m）の孔口から40l/mの温泉が出始めるようになった．　もちろん　この源泉は　それまで地表下かなり深いところに水位面があり　全く湧出がみられなかったものである．　地震に伴って温泉の水温　湧出量に変化をきたした例は　今まで多くの場所で知られている．古くは明治32年兵庫県有馬の鳴動に前後して37℃の温泉が47.7℃まで上ったといわれ　昭和8年の伊豆伊東の地震の際　床下から突然　温泉が噴出したと報ぜられている．　また　昭和21年の南海地震の時には　四国道後の温泉が温度　湧出量ともに急激に減退して一時　地元でおおさわぎしたことがある．　近くは4年前の新潟地震の時にも新潟県から山形県さらに群馬　長野県にわたる多くの温泉が多かれ少なかれ変化を示したことはまだ耳新しいでき事である．　このように　地震に伴って温泉の水温　湧出量が変化した例はさして珍しいことではない．　また　どの温泉も　たいていある時間が過ぎるともとの状態に復するのが普通である．　そしてこれには地震の震動で一時的に地下の温泉の通路に物理的な変化が生じ　このため湧出量に減退とか増加とかいう現象をもたらすが　時間がたつに従い　通路の状態がもとの姿に戻るため水温　湧出量の方も　もとの値に戻るのだと説明されている．

さて　松代町の周辺にも幾つかの温泉がある．　近いところでは　町内の加賀井温泉　それに幾つかの微温泉さらに外側になると　更埴市の森地区や石杭地区の温泉北に接する若穂町の保科温泉等がこれである．

冒頭でも述べたように　これらの温泉のあるものはすでに変化を起こし　他のものは目につかないまでも実際には多少とも変化を来しているものと思われる．

ただ　今回の松代地震は　群発地震という今まで日本でもあまり例のない性格の地震であり　しかもその発生が火山説（岩漿説）とも構造説ともいわれて世論を賑わしていることを考えると　地震の予知とまで行かなくとも　温泉を媒体としてその水温　湧出量　化学成分等の変化を継続的に測ってみれば　地震といういわば大きな地質現象を解明する上に幾らかでも役立つような資料が得られるかもしれない　といって過言でないであろう．

このような考え方から筆者等温泉グループが松代町付



第1図　松代町周辺地域湧水・地割れ・地すべり分布図

近の幾つかの温泉をとり上げ　水温　湧出量　化学成分の継続観測を始めたのは昨年の２月の初めからであった．

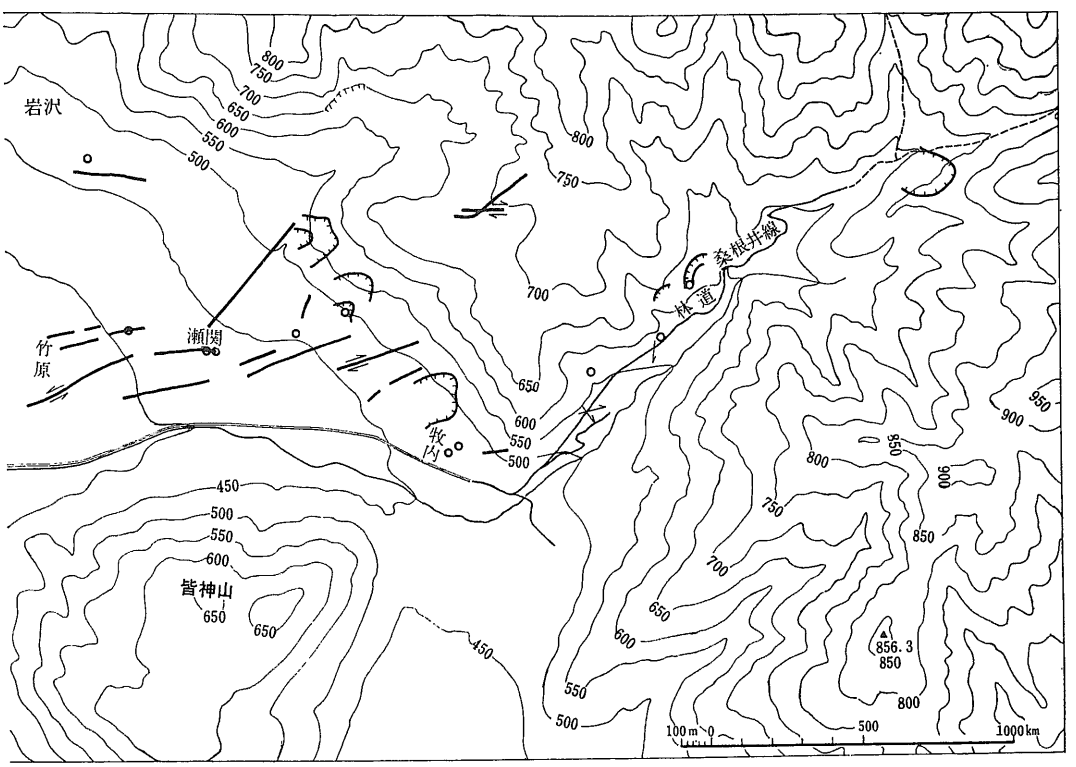
参考までに　調査地点と調査内容を示すと　次の通りである．

調　査　内　容	調　査　地　点
孔内温度測定および流速測定	松代町東寺尾町営２号井 〃　加賀井町営新１号井 更埴市森　原山延安氏所有井
水温継続測定 （自記記録温度計による）	松代町東寺尾町営２号井 〃　加賀井一陽館旧源泉 更埴市森　原山氏所有井 〃　石杭自然湧泉 若穂町保科温泉
湧出量測定 （１日１度三角ノッチによる）	松代町東寺尾町営２号井 〃　加賀井一陽館旧源泉 更埴市森　原山氏所有井
化学成分分析 （10日に１度採水）	松代町町営２号井(32.2℃) 〃　町営１号井(32.5℃) 〃　一陽館新源泉(40.2℃) 〃　〃　旧源泉(34.5℃) 〃　中沢俊夫氏所有泉(20.0℃) 〃　児玉己之作氏所有泉(26.5℃) 更埴市森　原山氏所有泉(31.5℃) 〃　石杭　自然湧泉(21.5℃) （水温は２月２日測定の値）

継続測定は現在なお続行中であり　得られた資料も豊富なため詳細な解析はまだ行なわれていない．　ここでは取あえず　これまでに判った事柄だけ説明することにとどめ　また折をみて報告することにしたい．

1)　まず観測結果を取り上げる前に　この付近の温泉の特徴に触れておかねばならない．

松代町周辺の温泉の分布については　すでに述べた通りであるが　化学成分の上から見ると　この地域の温泉は次の２つの型に大別できる．　１つは Cl^- HCO_3^- ならびに CO_2 の含量で特徴ずけられるものである．　そして注目すべきことにはこれらの温泉は松代の山根　加賀井　瀬関に連なる地帯にだけ湧出するということである．　他の１つは同じ松代でも市街地とか更埴市の森　石杭　さらに若穂町の保科などから湧出するもので　前者に比べるとはるかに塩分含量の少ない一群である．　便宜的に前者を食塩・重曹泉　後者を単純泉と呼ぶことにしよう．この両者が成因的に直接つながりをもつかどうかがまず問題になるのであるが　後者の単純泉が　上で示した場所にとどまらず　河東山地一帯に点々と存在するのに対して　後者の食塩・重曹泉が松代の東側の限られた地帯にしか存在しないことを思いあわせると　一応切離して考えた方がよさそうである．また　この種の食塩・重曹泉が第三紀層中に含まれ



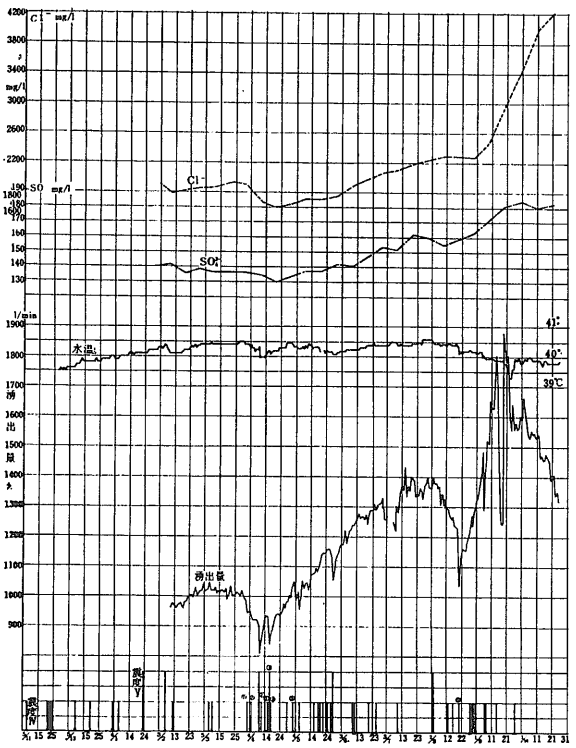
る化石海水の疑いもない訳ではない．　しかし Br^-/Cl^- の比率が一般の温泉の値をとること　I^-含量が油田かん水などより低く海水に比べると遙かに高いこと　また温泉に伴うガスの95%近くがCO_2であり CH_4 がわずかに　1%程度に過ぎないことから推して　この型の温泉はまずいわゆる温泉起源のものであるとみて間違いない．　いいかえると　かつて松代町付近で生じた火山ないし火成活動の名残りとして地中に閉ぢこめられていた古い温泉水ということになる．　この食塩・重曹泉が　さらに地すべりをおこす上に大きな役割りを演じたことはまた後に述べることにしよう．

2）さて　水温　湧出量の方であるが　相続く地震によって最も著しい変化を示したのは松代町加賀井にある一陽館の新　旧源泉を含む一群である．　続いて松代町東山根の町営２号泉　更埴市森地区の花山氏所有泉の変化も　みのがせない．
いま松代一陽館の源泉と更埴市花山氏所有の湧出量の変化を比較してみると　幾らかフェースのずれはあるが傾向として湧出量が４月10日すぎに減退しそれを過ぎると急激に増加していることが判る．　一陽館源湧の方は地震に対し非常に敏感であって地震の直後に水温・湧出量に直ちに影響がみられることは　記録計の上にも明瞭に記されている．　この傾向は松代町の町営２号井でも同じである．

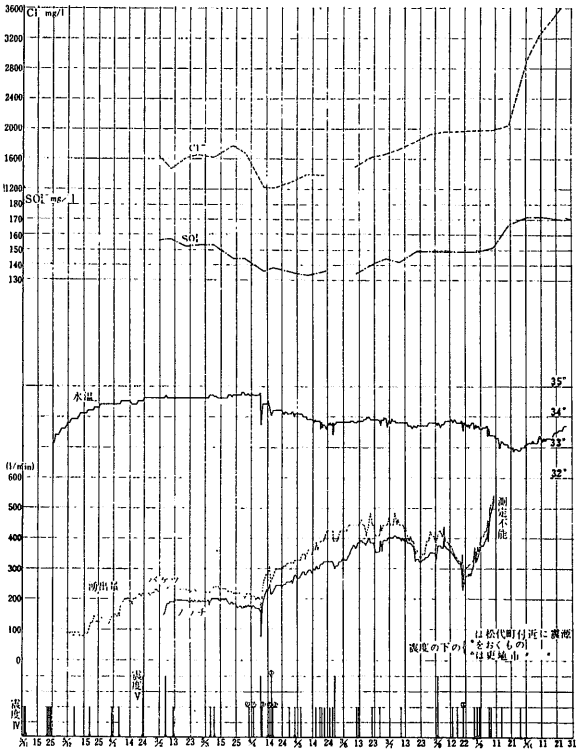
3）一陽館や原山氏所有泉の湧出量の変化は　この地域全体の水系の変化を代表しているようである．　すなわち　松代ではこの春頃から湧水に異変を生じ今までなかったところから湧水が出はじめたとか湧水の量が多くなったという声が方々で聞かれた．これが今回の瀬関や牧内の地すべりを起こすもとに通じるのである．

地すべり

今年の夏に入ってから　松代町の瀬関　竹原など皆神山の東北部に当る一帯に地震に伴って地割れが頻繁に生じるようになった．　そして　９月17日牧内に地すべりが発生したのである．　その後　瀬関にも地すべりが起き　川を堰とめて鉄砲水になるのではないかという危険まで伴ったが　今のところ大事を起こすまでに至っていない．　この付近にはこの他　まだ大きくすべりそうな場所が２,３個所ある．　このような地割れや地すべりが生じたところでは　おどろくほど多量の湧水がみられ今でもこれらの水を集めた藤沢川は場所によって橋すれすれまで増水しいつ水が引くか見当がつきそうにもない．
ところが驚いたことに　これら瀬関　牧内さらにこの地域の東南端に近い桐久保などの地割れ　地すべりの頭



第２図　松代町一陽館新学泉



第３図　松代町一陽館旧源泉

から湧出する水の化学成分は　加賀井温泉と全く同じ食塩・重曹泉で代表されるということである．　ただ水温は　加賀井から遠ざかるに従って低下し　最南端の桐久保近くでは全く食塩・重曹泉でありながら15.7℃を示すに過ぎない．

結局　この春から湧水に異変を生じたというのは　今まで地表に全くその片鱗さえみせなかった食塩・重曹泉が各所から湧き出し始めたということになる．　そしてこの種の水が春から夏にかけ基盤の閃緑岩とその風化した粘土との間に充満し　地すべりを起こしやすい素地を作ったと考えてよい．　今でもややすべりかけた地割れの頭まで行ってみると　岩盤とその上にのる粘土との間からさかんに水が湧き出しているのがはっきりみえるがこれなどもいまいった事柄の裏づけの１つであろう．

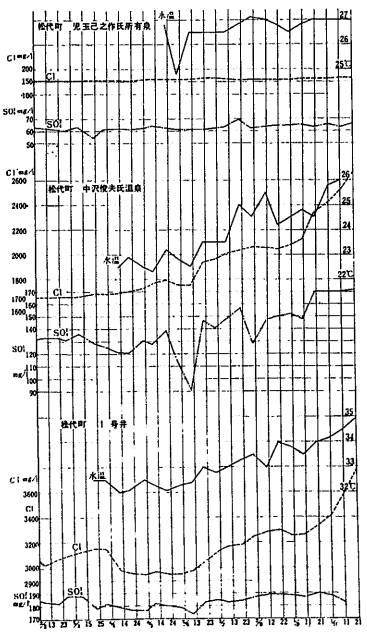
要は　今度地すべりをおこした元兇は　地震もさることながら　岩盤の中に閉ざされた食塩・重曹泉といってよい．　もともと加賀井温泉は北西から南東方向に走る幅広い破砕帯の中に位置し　特に温泉の出やすい条件に恵まれた場所であったと考えられる．　そしてこの破砕帯の存在は地震に伴う地割れの方向や湧水の化学成分によってその本性をあらわした訳である．

温泉の観測の項目で述べたように　一時　温泉の湧出量が減ったのは　岩盤や岩盤をおおう地層の中に割れ目が生じた時　一時それを満すため食塩・重曹泉がその方に引かれたためであろう．　割れ目を満した後は地表に出やすい通路が方々にできたため　逆に湧出量が増えたに違いない．　しかし　これほどに水量が増えたことに対して単に割れ目ができただけということでは解決できない問題がある．　それは水の水圧もまた高まったようにみうけられるからである．　なぜ岩盤内に閉じこめられていた食塩・重曹泉の水圧が高まったのか．　水に溶けこんでいる炭酸ガスのガス圧のためか　あるいは大きな岩圧のためか．　この解答はまだ得られていない．

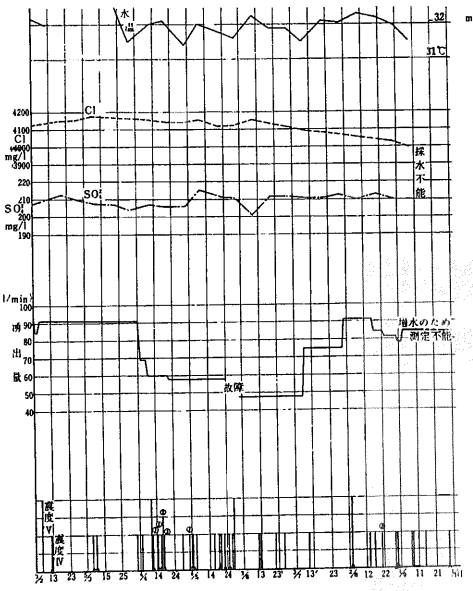
いずれにしても　現在なお　瀬関　牧内地区から湧出する10数ﾄﾝ/分の水が早く引かない限り　この地域の人人は地すべりの恐怖から開放されないであろう．

この観測は現在なお続行中であり　これには長野市松代支所（旧松代町役場）および更埴市役所の関係諸氏のなみなみならぬご協力によるところが多い　　また　松代町加賀井温泉の一陽館春日功氏は連日新源泉　旧源泉の水温　湧出量の測定を行ない　筆者等の観測事業についても献身的に協力をいただいている　　本文でもその一部に同氏の貴重な資料を借用したが　この紙上を借り　上記の方々のご好意に対し　深甚の謝意を表するものである

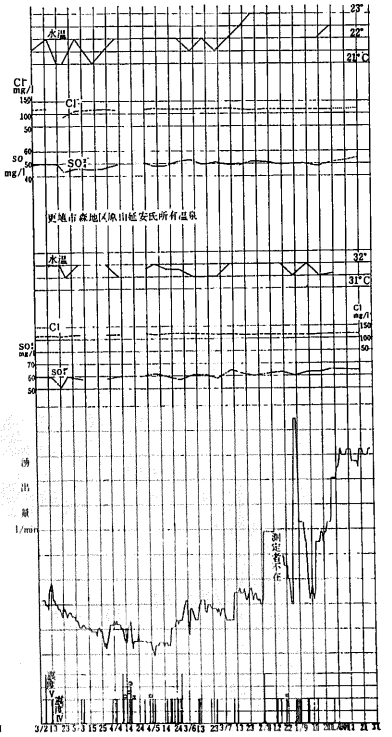
（筆者等は温泉調査グループ）



第4図　松代町児玉己之作氏所有泉



第５図　　松代町２号井



第６図　更埴市石杭地区自然湧泉