

第 15 回 松代地震センター談話会発表記録

1. 日 時：昭和 45 年 3 月 30 日
2. 場 所：松代地震センター
3. 発表題目：ボーリング孔周辺の湧水変化
4. 発表者：気象庁 地震観測所 相原 奎二

ボーリングと観測点の相対的な位置、ここの所が一陽館の源泉、これが松代荘に引いている 3 号の源泉、ここら辺が田中の腰巻という沖で、その中に出ている湧水、それからここが先ほど恒石さんからご説明があった池田の宮の地殻変動、地割れ観測点のすぐしたにある湧水。

圧入の範囲は、第 1 回がここの範囲、第 2 回がここら辺の所。だいたいそれを挟んで、ちょうどまい具合に湧水点を探し観測しました。この地域は昭和 41 年、この前の地震の最盛期に、地震の第 2 の山にかかった 5 月 20 日頃に、ちょうどこの辺の所からボーリングの真上の所で湧水が発見された。それから、25 日にここで発見されている。6 月 20 日にここの湧水が出だした。現在続いています。7 月 11 日には一陽館の構内で、道の真ん中から水が出だした。

どういふことかよくわからないけれども、このボーリング孔を挟んで左右対称に湧水が広がりだしたような気がします。ことによると、さっき恒石さんのお話にあったように、1,000 m まで真っ直ぐに入ったものが、何かしら弱線に沿ってそのままスーッと曲がってしまったように考えてもよろしいんじゃないか、という感じもします。垂直断面を書けば、こんなふうになっているということです。

肝心なのはこれです。水質検査をすればよろしいんですけども、それだけの能力がないので、防災センターの方から水の伝導度計、水の比抵抗を測るポータブルの簡単な機械をお借りし、毎日だいたい午後定時に、観測点の水の温度と比抵抗とを測ってもらった。

第 2 回の圧入が始まってから計画したので、前の方が測られていません。1 月 31 日に第 1 回の圧入を始めた。2 月 4 日頃から測りだすと、最初抵抗が少し減ってきた。各点とも全部減っている。結局、電気伝導度が良くなった。言い換えれば、温泉水の塩分濃度が濃くなったと言ってよいと思います。ほとんど並行して変化を進めている。みんな一緒に下がりだし、一緒に上がりだして行く。そして 3 号の源泉、そして一陽館の浴場の **** (以下不明)**。

第 2 回の圧入が 1 月 31 日から 2 月 12 日の夜中まで行われた。ちょうど十日目ぐらいから濃度が薄くなりだした。入れた水が出たと考えてもよろしいかもわかりません。そして、だんだん薄くなってきて 2 月の終わり頃に一番薄くなり、またそれがだんだんと濃くなりだした、そういうように見えます。

一陽館の構内に出ていた、古い温泉の壊れた所も同じ傾向を示した。池田の宮のものも、多少途中で肩が曲がったけれども、やはり同じ傾向である。田中の田圃の中も、池田の宮とほとんど同じ傾向を示している。松代荘のすぐ南にある公民館の脇のため池、防火用水に出ているものも、ここまで上がってきて、途中で曲がっている。こちらの深い所から出ているものと傾向がちょっと違う。これも、ここまで来て途中曲がっているといえ曲がっているわけですが、ちょっと傾向が違うといったようなことです。

ここに出てきたものが、気温の変化と関係ないかというので、測定時に測った気温と比べるとピークがはつきり違う。おそらく、気温の変化による測定器の誤差以上に何か変化がある。やはり、水質が直接変わったものだと言ってよろしいと思います。ともかく、谷は同時に出てきている。山の位置も一番

高いのはここで、このところはひどく出ているけれども、これは雪が降ったため、池の中に雪が落ちたので薄くなっただけで、無視してよろしい。この辺のピークはどちらが高いか、こっちが高いのかも知れない。池田の宮はこの辺、3号の源泉と一陽館はこの辺かも知れない。少しずつピークがズレているといっても、せいぜい3~4日分ぐらいで同じ傾向を示している。案外単純な機構でもって、もし入れた水が影響しているとすれば単純な機構で、こういう湧き水に効いていると考えてよろしいと思います。

一番上に書いてあるのが、一陽館の浴場の温度で38点何度。細かい一つの段階が0.1度で、このへんは測定の誤差もあり測定者の誤差もある。場合によると、持って歩いた温度計が違うこともある。もうこれは一定と見てよろしい。このところにずうっと下がっているのは、庭に出ている古い温泉の温度で、だんだん湧出量が減ったのでだんだん温度が下がってしまった。

これは他の部分、松代荘の源泉の付近 ** (以下不明)。源泉の湧出温度は36点数度。見方によっては、多少温度上昇の傾向があるかも知れませんが。池田の宮は31度いくらずで、まず変化がないと言ってよろしい。それから、田中腰巻沖の中の湧水もちょっと波を打っているけれども、1度以下で誤差のうちである。公民館の湧き水は明らかに減少の傾向を示しているけれども、あるいは気温の影響、あるいは他から流れ込んでいる地表水の影響が多分に効いているので、こうなっているんだろう。

そんなわけでして、今のようなものは白いプリントの上から3枚目までに書いてあります。これをまとめて考えてみると、先ほど「1,000 m 付近まで真っ直ぐ入って、そこから曲がった」と。その辺の所にいろいろ破碎帯や温泉帯があって、どこからか供給される。それに対して上から水を入れてやった、大部分の水はここに入ってしまった。ところで、この温泉タンクからいくつも細いパイプが出ていて、これにさらによそから水が入り込む、地表水が入り込む、両方混ざったものが地表に吹き出す。

こういうふうに考えてみれば、元の塩分濃度が変わると地上のものは一切変わる。それから、よそから入る水と、こちらから流れ出す水との混合比によって、見かけ上の塩分濃度の減少の割合が違ってくる。下から行くのが猛烈に多ければ、少々水がこちらから入っても変化は少ない。こっちから行くのが少なければ、割合少しの水が入っても変化は大きく見える。そんなようなことで、ただいまの見かけ上のいろいろな変化が出たんじゃないだろうか。

ここには入っていませんが、一陽館のお湯、それから町で持っている1号の源泉のお湯とは、お互いにかなり関係があると言われてはいますが、おそらくこの辺の所から枝分かれしている。元のパイプが細いのに、片方が出が良くすれば、こちらの出が悪くなる。相互に関係するんじゃないか。3号の源泉を掘った時にも、一陽館のお湯に関係がなかったと言われるけれども、おそらく細いパイプでタンクにつながっている、この辺からお湯を採っても影響しない、そういうことで説明がつくんじゃないだろうか。

このタンクの位置は、先程お話しのように1,000 m、あるいは1,000 数百 m ぐらい。ともかく1,300 mよりは浅い所に、こんなモデルを考えてもいいんじゃないだろうか、こういう程度のものです。

あと、ここに入った水の影響が、いつになったらなくなるか。この比抵抗の変化の図を外挿してずうっと見当をつけてみると、おそらく4月の終わりになれば、だいたい初めの状態に戻る。ここで薄くなった水が、適当に拡散していたものが全部上に押し出されてしまい、元の状態に戻る。そういう考えでよろしいんじゃないか。あるいは、もっと遅くなるかも知れませんが。少なくとも4月中頃までは水道水の影響が残るんじゃないだろうか、そんなふうに考えています。

この比抵抗の変化の図に書いている抵抗値は、どうもいろいろ測っているうちに、比抵抗の電極にいろいろと塩分、カルシウム分が付いて、電極の状態が変わってきています。絶対的なものではありません。

ん。やはり途中で水を採って、それを分析したもので図を補正しないといけないと思いますが、現在はとてそこまで手が回らない。ここではそれだけの能力もない。どこかにお願いしてやっていただくことになると思います。相対値として、これを見ていただきたいと思います。

【質疑応答】

質問) 湧出量はどんなんですか。

答) 量のほうは、実はあんまりよくわかりません。しかし、目で見えた範囲ではあまり変わっていません。一陽館の人の話を聞いてみると、浴場のお湯はもう去年あたりからだんだんと息をするようになってきていると言っています。そこに来ているお客さんの話でも、最近少し息が激しくなり、時々ちょっと止まっていることがあると言っています。それはむしろ今度の圧入の影響というよりは、去年のちょうど1年かかってボーリングをし、だいぶ途中で水が出たり、あるいは水を入れたりし、掘削の途中でいろいろ水が出たというほうが効いているんじゃないかと思います。

質問) その近所で相当に雨が降ったというんですが、何日でしょうか。

答) 3月の初めですね。3日頃からです。その頃は4日ほど続けて雪が降っていて、この比抵抗の変化の図のピンと跳ね上がっているところに「雪」と書いて横線が引いてあります。ここでは毎回午前中に雪が降り、降水量にすれば大した量ではないけど、毎回降ったということになっています。 ** (不明) **、その頃もたしかにあるんですけども、このところには書いていませんし、 ** (以下不明)。

質問) 雨は何日になりますか。

答) 1月30日の18時から31日の午前6時までの間に20 mm。この図だと左の端に出てしまいますね。図に入っていない。それから2月になってからは、そう凄まじい雨は降っていないはず。しかし、とにかく雨が降ると多少細かいでこぼこの範囲内で、濃度が薄くなり比抵抗が増える。そういう傾向は、いままでも数日見られています。

質問) ** (不明) **、せっかく注入した水が、すでに拡散状態になっている。そうすると、せっかく地震を起こそうとして入れた水を、起こす前に4月の中頃に無くなってしまうという訳ですか。

答) そう見てもいいんじゃないかということです。これも1つの仮定でして、こんなふう to 考えればこの図がうまく説明できるし、こちらの方ともあまり矛盾しないようだからと、こういうふう to 考えてもいいんじゃないかと思います。そういうことで水が全部ここに溜まっているかどうか、違ったところに行っているかもしれない、どこか to んでもない所で何かをするかも知れません。

質問) 水道の水の比抵抗はどのくらい？

答) このメモリでいうと数百、たぶん千ぐらいになっているはず。これが10 Ω cm で、100とか一番多い所は300くらい。30 \times 10です。水道はだいたい万です。

このとき測った測定器では測れないぐらい、とにかく測定器では針が真中辺か、むしろ右の方に振れる。水道の水を入れるとゾンデを空中に出した状態から、わずかに振れた状態。万の程度で、はっきり違っています。

質問) 先ほどの温度変化と比べたら違うとおっしゃっているけれども、かなり似ている点もありますからね。2月の間だんだん上がりましたね。では、むしろアフター・エフェクトの問題があり

ますから ** (以下不明)。多少地下水の影響ということに ** (以下不明)。

答) その都度、湧水の温度は測っていますが、こういう激しい変化をしていない。

質問) 地表水といっても、かなり入りますね。雪解水というものは、中に入って ** (以下不明)。毛細管現象的に集まってくれば、 ** (以下不明)。

答) ただ、いまの場合、要するにこういう所に水が貯まると溢れ出す。ここのところの温度と比抵抗を測る。島さんのおっしゃるのは、こちらでもって温泉水ができ、こちらから地表水が流れ込む、これが冷えれば当然効くはず、ということですが、少なくともここの温度が変わらないということは、地温の影響と三者の温度のバランスが一番効いているんじゃないか。

質問) むしろ温度が変わらない程度に、毛細管現象的に集まっているんじゃないか。

答) その程度でいいんじゃないだろうか。測っている温度計も 1/5 度刻みのしょっちゅう同じものを使っています。少なくとも、0.1 度ぐらいの温度で抵抗値がひどく変わるようなものではないと思います。今度は、測定器の電気回路のほうは空気中に裸で出ていてつながっている。こちらのほうの気温自体とは関係がないようだから、こちらは考えないでよろしい。気温のほうは考えないでいいだろう。

質問) そこで、どうも水温がそんなに敏感には効かないように思うんですけどもねえ。

答) 先ほど出した短い図は水温です。例えば、池田の宮だったら 31.2℃、田中の湧水が 30.6℃、だいたい最初からここのところを見れば、水銀柱がそこに上がっているという状態です。

質問) 気温が間接的に雪を解かすことによって、水が入って比抵抗を変えることはないのか、というんです。

答) そういう問題が ** (以下不明)。水が付着するわけですね。そういう問題はかなりあると思います。そこで、比抵抗のマキシмумになった位置が多少ズレているのは、そういうことに関係するのじゃないか。

質問) 最近ちょっと寒くなりましたね、寒くなると下がりますね。その辺の ** (以下不明)。ところが、寒くなりだしてからしばらく経って、この比抵抗のマキシмумが出ている。時間はズレますよ。

答) そういうことはあると思います。結局は、こちらとこちらとの混合比の問題だと思います。検討してみます。

質問) この観測点で、一番水の出た所から遠い所はどこですか。

答) 一番遠いのは池田の宮だと言ってよろしいと思います。ここの所になります。この辺で孔の深さが 1,900 m ある。

質問) ** (不明) ** 、非常に近いんですね。

答) 水平距離でいうと、一番離れたところで二百数十メートルしか離れていません。断面でいうと、入れたのがこの辺だから、各点とも距離はほとんど違いはないと言ってよろしいんじゃないですか。途中から色々な温度の地表水が流れ込んでくると、いまおっしゃったように、いろんな違いが出てくる。

質問) 他に湧水する所はなかったんですか。

答) あったけれども、非常に足場が悪かったりということでやっていません。実を言うと、変な所に落っこって ** (以下不明)。いままでに数回、温泉に落っこっていますので敬遠しました。いま島さんのおっしゃったことは、もう少しいろいろ検討したいと思います。

質問) これが、逆の現象でしたらいいですね。

答) ちょうどそういうことで、しかも入れた水もなくなりかけている。どっちがどういうことか、

ちょっと分かりません。もう少し様子を見て ** (以下不明)。本当は、これと全く関係ない遙か彼方の相当離れたものも、比較の意味でやらなければいけなかったんですが、それはサボりましたので、ちょっと不行届でした。

測った温泉、湧水はかなりの量が出ている。そうじゃない、チョロチョロと出ているのは地表水の影響をよく受ける。下の方からの影響を直に見るのには、一番適していた所だったと思います。

質問) 割目は南東に延びているから、何かありそうな感じですね。

答) あったんですけども、この辺のはほとんど枯れてしまった。いま言い落としましたが、田中のたんぼの中の所が毎分 40 リットルぐらいの感じで出ております。断層の下ですね。この所が ** (以下不明)。

質問) 水圧はどのくらいと推定していますか。

答) だいたい 10 m で 1 気圧とすれば、100 気圧ということになると思いますが、その他にどういものがどの程度効いていますか・・・。

質問) 何十気圧かで入れるでしょう。それがもっと圧力の高い所に入って行くのだろうか。

答) そこのところは分かりかねます。結局どこに入ったか、せめて地上で追跡してみようじゃないかということから始めた程度のことですから。

質問) あなたの言ったのは、そのタンクの所に入るだろうというわけでしょう。

答) はい。

質問) タンクのほうが圧力が高いんじゃないですか。ああ、そうか。余分のプレッシャーがかかって ** (以下不明)。

答) 水柱圧プラスこれですから、ここで既にここにあるだけの圧力はかかっている。ただそれだけのものでも中空のタンクじゃないから、どの程度うまく浸みこんだかよく分かりません。かなり、ある部分には良く入ったんじゃないだろうか。

それから、現在ボーリングの孔の口から湧きだして自噴している水を見ていて、時間によって湧出量が多くなったり少なくなったり、息をしている時によって、測定の誤差の範囲内だと言ってしまうまでもですけども、いくらかずつ比抵抗が小さくなっている。この中でいくら細かいでこぼこを示している。どうもタンクの中に入っても、この中で割合と真水 ** (以下不明)。水の濃度の濃いところ、薄いところというふうにポツンポツンと団子になっているんじゃないか。ちょっと薄いものが出てくると比較的數字が増え、濃いのが出てくると數字が減る、ということがあるんじゃないかという気がしています。