

第 11 回 松代地震センター談話会発表記録

1. 日 時：昭和 43 年 10 月 30 日
2. 場 所：松代地震センター
3. 演 題：牧内地滑り地区周辺の地殻水圧について
4. 発 表 者：農林省農業土木試験場 岸本 良次郎

牧内の地滑りの原因は被圧地下水だろう、といま大平室長から話がありました。そういう見当をつけて地下水の水圧を測ってみようということで、測った結果を報告します。

なお、この調査時は長野地方事務所耕地課、長野県耕地二課にいろいろ大変ご協力いただきました。感謝いたします。

地下水の水圧を測るのに、ただボーリングの穴に有孔(穴の空いた)エンピ管を立てるということでは水圧が出ない。それでこの図の 2 に書いてあるように、ボーリング孔に 1/2 インチという非常に細い鉄管を立て、例えばこの辺だけの水圧を測ろうという時には、ここら辺だけを砂の層に、もちろんこれには小さな穴をたくさん開けておきます。この砂の部分だけ鉄管に小さな穴を開け、そして目が詰まってはいけないということでフィルター布を巻きます。このところが、水圧を測る溝になるわけですが、セメントで充填しました。ひとくちに「セメントで充填する」というと、非常に簡単なようだけど、水があまり出ていない所ではそれほど難しいことでは無いけれども、ことに図 1 の地図にある B13 と牧内の地滑り地区のすぐ下の所では、地下水がどんどんどん湧いてきて、セメントを入れてもすぐ流れてしまい、粘土を入れたりセメントに急結剤(非常に早く固まる材料)を使ったりして、この辺の穴を全部セメントで充填しました。なお、1/2 インチという小さい細いガス管を使ったのは、下の表にあるように ** (以下不明)。

その前に、大変プリントが悪くて申し訳ないんですが、B13 という図にあるように、こういうものを 2 ヲ所入れてあります。この B13 については、ここが砂になっていて、ここら辺にセメントを充填する、というように 2 本入れてあります。あまり太いと 2 本入らないので細くしました。

余談になりますが、現在これを改良してだいたい 3 段まで入れることができるようになっていきます。それから、一番下の表の右の欄に「歪計設置深さ」と書いてあります。これはこういう鉄管の外側にエンピ管を入れ、これにゲージを貼るといいうわゆるパイプ歪み傾斜計というもので、地下何メートルで滑るのかを検出しようということで、このように二重三重とボーリング孔を利用しました。

次に、測定した地点は図 1 にあるように、下からいくと B9 というのは部落の中、B13 は牧内の地滑り地区の水がじゃんじゃん湧いている滑落崖のすぐ下、B14 は牧内の地滑りのだいぶ下の方に下がった所、B10、B15 は瀬関南付近の牧内と同じように湧水が沢山出ている地点、B11、B12 は土石流跡地(昔の土石流跡地だと言われている)のすぐ側です。それぞれの図 1 にあるようなものを設置した深さは、B9 は 48 m の所に砂の層をもってきた。B10 は表 1 ですが 42 m、B11、B12 は 26 m、B13 は 2 段で浅い方が 20 m で深い方が 33 m、B14 は 48 m、B15 は 53 m というところにいけました。

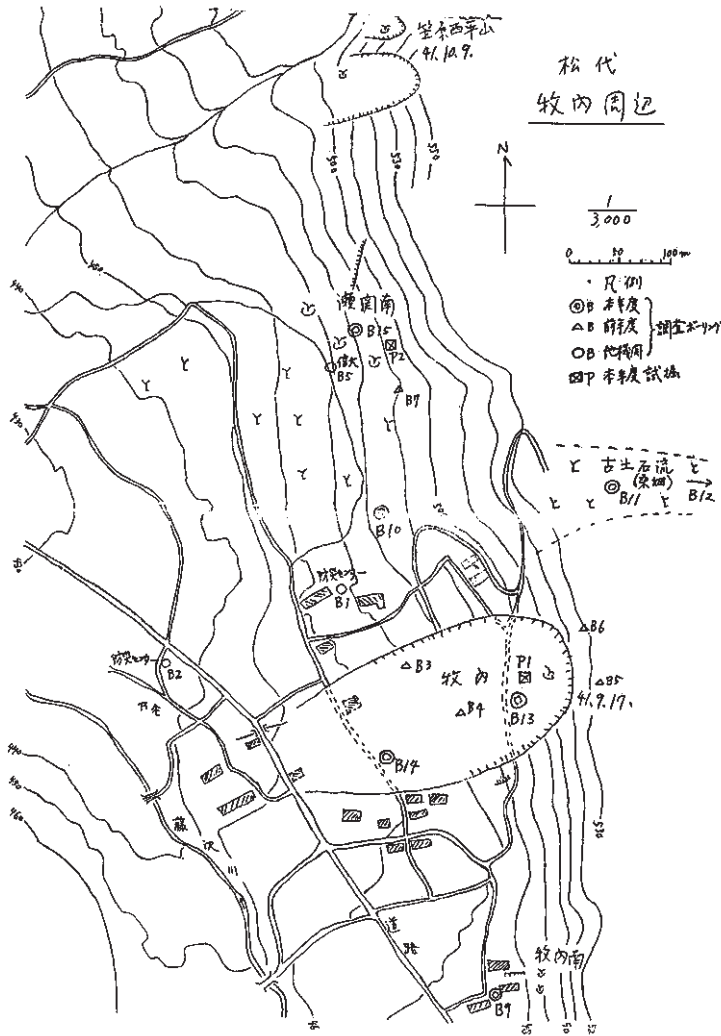
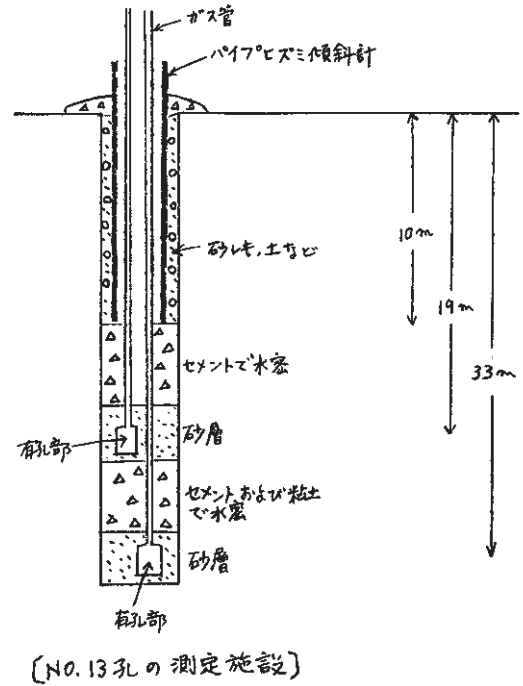


図1 牧内周辺図



〔No.13孔の測定施設〕

表1 ピエゾメーターの諸元と観測結果

② ピエゾメーターの諸元と観測結果

孔番	孔位置	孔深 (m)	ピエゾメーター設置位置		水圧面の地表面の高さ(m) (プラスは地表上、マイナスは地表下)		水圧面の概略の標高(m)		水圧面の 低下率 (%/日)	前線発生時の 推定水圧 面高(m)	観測期間	備考
			深さ(m)	地層	最高	最低	最高	最低				
B9	牧内南	50	48.3	内礫岩	-19.40	-20.70	455	453	0.13	-17.9	42.11.1 ~43.3.20	
B10	古石流下部	55	41.7	沖積土	4.55	2.57	480	478	0.43	10.8	42.12.1 ~43.3.31	
B11-2	古石流中部	26	25.6	風化内礫岩	-5.65	-11.55	527	521	0.12	—	42.12.13 ~43.3.31	低下率は 43.1.12 ~3.31の 期間で計算
B13	牧内滑礫岩下	35	20	沖積土	10.00	7.90	487	485	0.59	17.5	42.11.1 ~43.3.3	
			32.55	内礫岩	13.10	10.35	490	487	0.65	20.8	42.11.1 ~43.3.3	
B14	牧内前土下部	50	47.6	沖積土	-6.70	-8.90	454	452	0.25	-1.9	42.11.15 ~43.3.20	
B15	預内南 古石流北方	55	53	内礫岩	0.54	-1.68	488	485	0.54	7.8	42.11.1 ~43.3.20	

ここに「地層名」と書いてありますが、ざっぱくな分け方で申し訳ないけれども、礫混土と閃緑岩との二通りに大掴みに分けています。だから、地層名というのは、例えば B9 の 48 m の所は閃緑岩があったということです。

測定の方法ですが、いまのパイプを立てて、地下水の水面が管内である場合には、上から電気水位計を垂らして、ここでショートさせ、それで水深を測る、ということを行いました。それから、これも後で申し上げますけれども、上に溢れ出すものがだいぶあり、それについては、図 3 にあるように、この先にずうっとホースを延々と付けて、ここからの高低差、例えばここに水面があると、この高低差を測ったわけです。

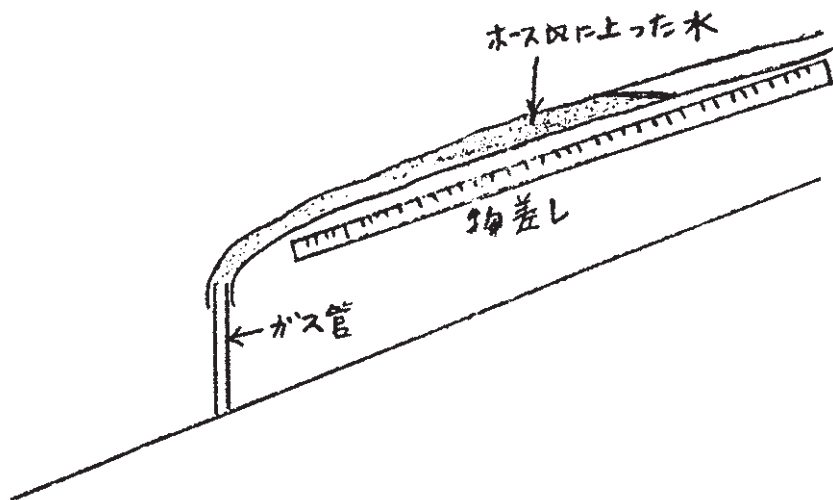


図 3

実は、こういう中でガスがでてきているものがあります。そのガスの量などは測定していません。とても測定し切れません。もう一つは冬とか夏とか、ことに地表に出てきているものはガスがあると、ことに温度の影響でだいぶ体積が違ってくると思いますが、その温度の補正もしていません。その意味では、これから申し上げる測定は、あんまり細かい小さな変動を論ずるにはちょっと不適當なんじゃないかと思います。全体的な傾向(水圧がどのように変わっていったか)をお話したいと思います。

いま、この 6 項の中でだいたいいくつかのグループに一応分けてみました。こう分けられるかどうか、ちょっと疑問があるけれども ** (以下不明)。一つのグループは B13、B10、B15、湧水が沢山出ている付近に掘ったものの水圧です。これはちょっと見にくいかと思いますが、次のページにグラフが付いています。B15、B13 は浅部と深部と二つ書いてあります。B10 とこの三つは、だいたい同じような経過をしています。細かい変動は抜きにして全体的な傾向として同じような割合でだんだん水圧が減ってきているということです。このうち特に注目したいと思うのは、B10 ** (以下不明)。ちょっと申し忘れましたが、観測期間は地滑りが起こった約 1 年後で、42 年 11 月から 43 年 3 月までの間ですが、1 年後でもなお観測期間約 4.55 ~ 2.57 m というような地表上に水位面があります。

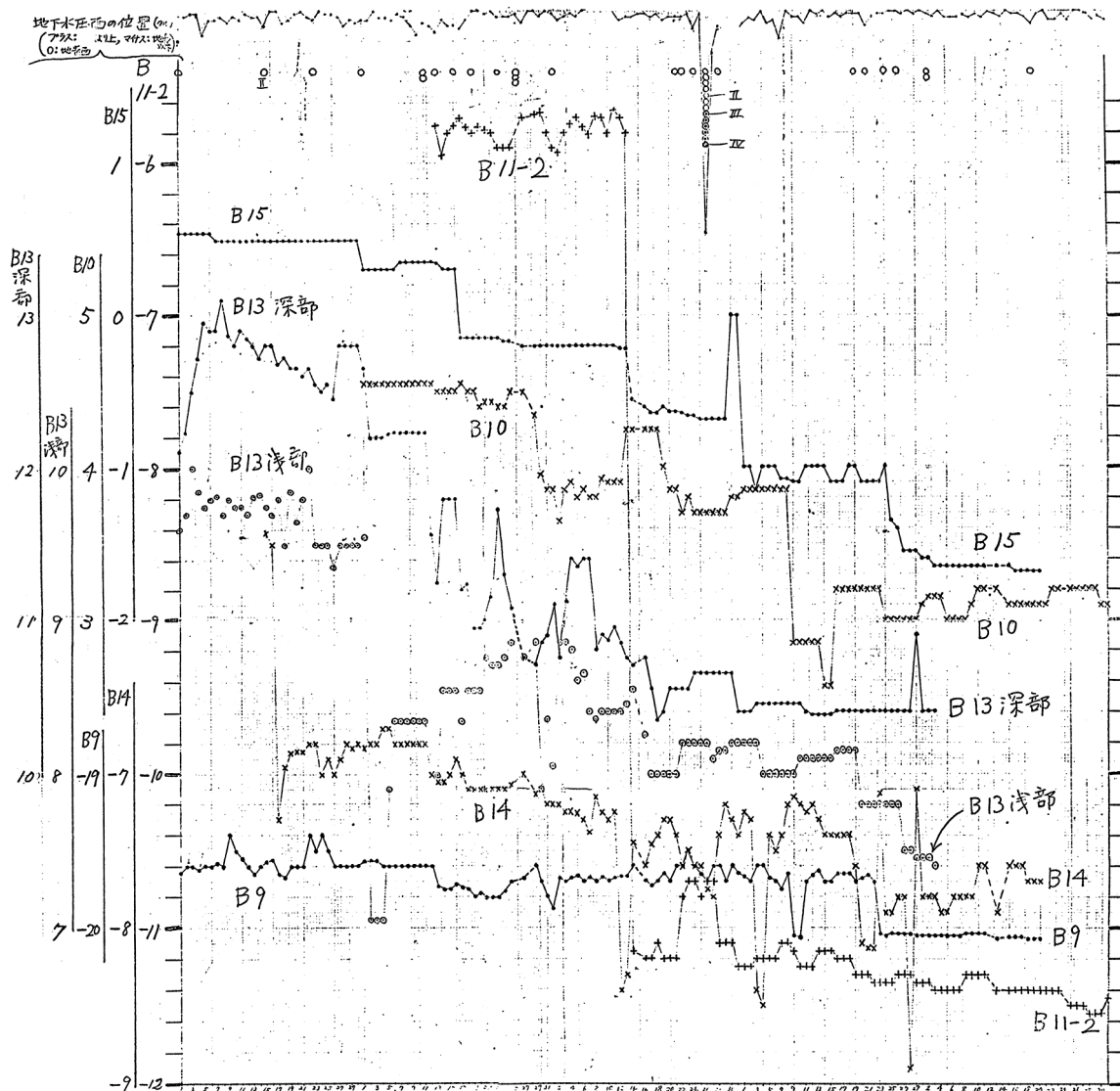


図 4

今のは、この表 1 の真ん中あたりに「地表からの深さ(m)、max、min」とありますが、このうち(一)が付いているのは地表面よりも下、(+)のものは地表面よりも上をこれでは表しています。これで見ても分かるように、4.55 ~ 2.47 というのは B10 です。B13 は、深い方と浅い方とちょっと違い深い方がより水圧が高い、そしてこの観測期間でも、地表面でも 13.1 ~ 10.35、この位の高い所まで水圧が上がっています。これは 20 m の浅い方は 10 ~ 7.9 です。それから、B15 も僅かですがやはり地表面から上に出ています。そして、この三つは今の欄の右を見て頂くと分かりますが「標高」というところがありますが、この欄から分かるように、だいたい 480 ~ 490 くらいです。その三つは同じ位の水圧の高さを示していました。

それから B13 の浅い方と深い方の問題ですが、深い方は閃緑岩の中に入っている部分で、浅い方はその閃緑岩の上の礫混じりの中に設置された計器です。これから見ても分かるように、下から高い圧力で噴き上げ、上に行くほど地表に近づくほどどんどん水圧がなくなっていく、そんな姿が描けると思います。

同じようなことが、今度は B13 と B14 とを比べてみると言えます。つまり、牧内の滑落崖のすぐ下の水がどんどん出ている所と、牧内の地滑りのずっと下の方、藤沢川に寄った所とこの二つを比べてみると、B13 が実に 10 m 前後の被圧水がありますが、B14 は地表面よりもはるかに 6 m も 8 m も下にきています。これから考えるのに、この被圧水の所は、湧き出した大部分は地表流出してしまい、そしてまだ他の方には、それほど地下を通ったものが流れて行っていないのではないかと、そのように考えたわけです。

次に、B9 は、このグラフで見ても分かるように、ほとんど一定しています。ちょっとは減る傾向があるけれども、だいたい一定しています。しかも、この深さは地表面から実に 20 m 下に水面があります。これから考えると、B9 というのは水系が全然違うのか、或いは B13 と B14 との関係のように、湧き出した被水圧があんまり影響していない地点なのかどうか、そのへんはあまりはっきり分かりませんが、**** (以下不明)**。

次に、地滑りが発生した当時、一年前の地下水圧面の高さはどのくらいか推定してみます。大変雑駁な議論ですが、一応直線的に減ると考えて、その低下率を計算したのが右の標高の右の欄の「低下率」というもので、m/日です。これから計算すると、41 年 9 月 17 日当時の推定の深さが次の右の欄です。これは本当の目安のためにやっただけで、それほど根拠があるわけではありません。これでいくと、B13 は実に現在の地表から 20 m ほど高い所に水圧面があったんじゃないかと考えられます。現在の地表から 20 m というと、当然当時の地滑り前の地表面よりももちろんはるかに高い所にきているだろうと推定できるわけです。

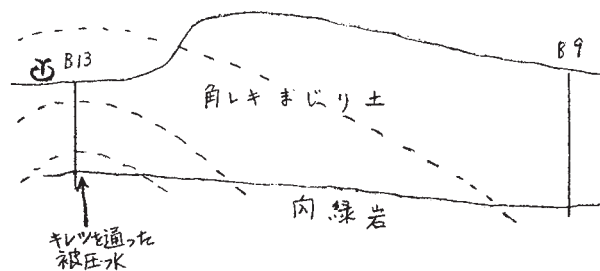
最後に、図 5 はまだちょっと問題があるのであまりはっきりしていませんが、一応それぞれこんな所にあったんじゃないかというふうに考えて書いてみたわけです。なお、B11 の 2 は図 5 では亀裂を下から書いて、上にまで続いているような亀裂の中に入っているのではないかというふうに書いてありますけれども、その後、これはグラフで見ると 2 月と 1 月の間に急に下がっており、7 m 近く急激に低くなっています。これが何故か、ちょっとはっきり分かりませんが、考えられることは、続いていた亀裂が急に閉じて水がこなくなったとか、下からの被圧水がこなくなるとか、上の昔の土石流の地表から入ってくる、普通の地表から浸透する地下水だけが出てくるようになったとかいうことじゃないか、と考えています。

左表にもとづいて、各水圧面図（概念図）を画けば下図のようである。

孔 NO.	測定部設け深	水圧面 深さ
9	48~50	15m前後*
13	19.5~21	-5~-8*
	32.5~35	-10~-15

* (山内 地表下
山内 地表上)
毛管水

旧地盤の
上下分層
110% 現在不明



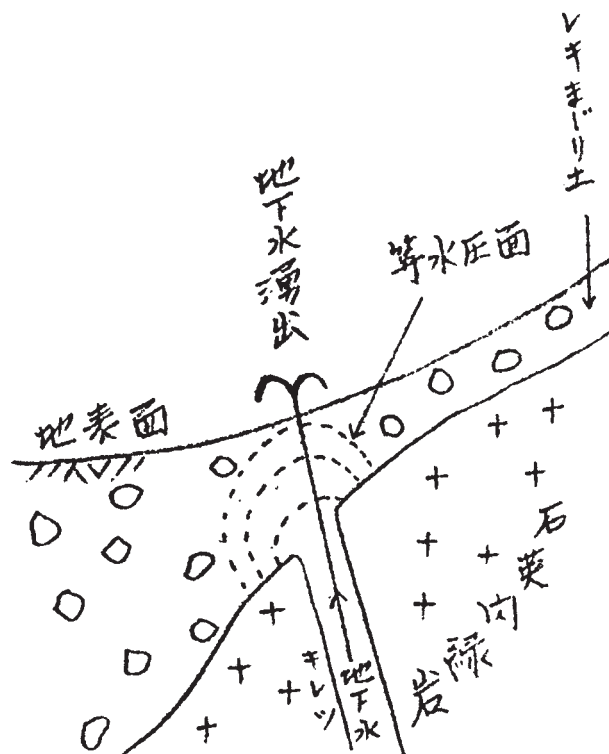


図5 等水圧図面

なお現在、各ボーリング孔から採水し、先生方が沢山おやりになっているように、いろいろ分析してみようと考えて採水を工夫しているわけですが、何しろさっき言ったように1/2インチという非常に細い管なので、上に出ているのはすぐ採水できるけれども、深く潜っているものはなかなかできません。現在工夫して採水して水質の面からも水系を確認しようと考えています。なお現在も水圧観測は継続中で、今回のお話しはそういう意味では中間報告という性格にさせて頂きたいと思います。

【質疑応答】

質問) 細くて採水ができないというのは、水圧が ** (以下不明)。

答) ええ、ことに深い20mも下の方のものは、ちょっと簡単には採水できません。ペンか何か付けた細い管でも入れてやる以外にないんじゃないか、と現在考えています。

質問) 自然には上がって来ないですか？

答 質問) 自上がってきません。

質問) ** (不明) ** たぶん塩分も少し ** (不明) ** より少ないんじゃないかという気もするんですが。

答) 実は、さっき大平室長から話がありましたが、この辺は電気伝導度をやってみましたが、これまた伝導度を測るメーターが中に入れられない、その付近の地表に出ているものなんです。牧内の地滑り地の付近が、つい9月に測ったものでは電気伝導度が1万 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、同じように瀬関南のB15、B10付近でも8,000位、B9とか牧内地滑り地区とB10の間位の地域とかが4,000前後位だったと思います。水系が違うのか、或いは地表の地下水が混ざり合っているのか、ちょっと分かりませんが、何か良いお知恵がありましたら教えて頂きたいと思います。

今の9番あたりが、水量も非常に減ってきていますね。山際から出ていた湧水はほとんどない、
** (不明) ** あそこに従井戸 8 m 入れました ** (不明) ** 今朝見たら底に 70 cm 位溜まっ
ています。あれはまだ排水施設を造っていない、造る必要があると思います。

そのあった翌年の春に、この牧内の ** (不明) ** の少し上の中腹位で崩落があった
** (不明) ** あの辺にはあるけれども、こっちの方には生じない、9番に近い方ではみ見られ
ないようで、むしろそういう石英閃緑岩の中から出てくる被圧水というのは、こっちの方では
なくて、むしろ桐久保の方へ山を横断して行く、何かの割れ目を伝って上がってくる、向こう
の方に行ってしまうんじゃないか ** (以下不明) 。こっちの方が急速に弱まってしまった
んじゃないか、という気がするんですけども ** (不明) ** B13 は盛んだと思います。しかし、
水圧はまだ誰も測った人がいない、非常に貴重な結果で、非常に有益だと思います。終わりの
方までやって頂くと良いと思います。

質問) 現在も続いて観測していますか。

答) はい。観測しています。

深さ 32.5 m から取り出した水圧が 6.6 m。浅い方、深さ 20 m から取り出したものが 4.7 m。
やはり、だんだん減少している傾向が考えられる。減少の率も、まだプロットしていないんで
すが、だいたいカーブの延長上にきます。

塩分の濃度もこの一年位だいぶ少なくなってきたような気がするんです ** (以下不明) 。うち
は塩素だけしかやっていなくて、「それでは不完全だ」と怒られています。 ** (不明) ** 沢山
できない、目安だけでもいいと ** (以下不明) 。

質問) 濃度の他に温度なんかも変化していますか。

答) 温度も少しずつ上がっていたけれども、それも上がらないような ** (以下不明) 。。下がっては
いないようです。温度が下がっている所は塩分も下がって、他の地下水の本流とか、その他そ
ういうことでこういう変化をしているように思われます。

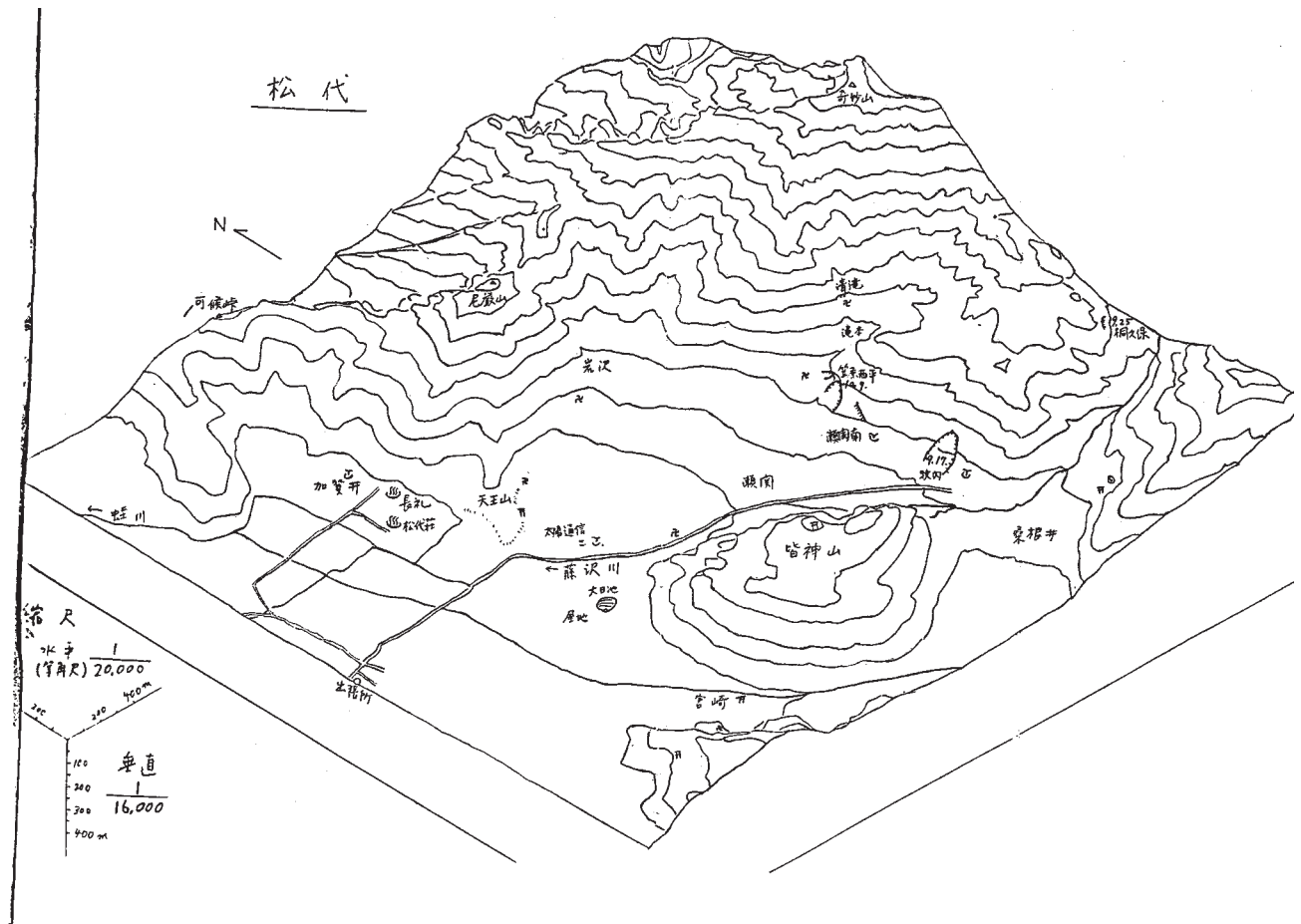
それから、ボーリングの中からいろんなものを採っているものですね、これは地表に流出し
ているものよりも一層強い角度で塩分がどんすかどんすか上がるということになっていたんで
すが、それがかなり寝てきた。温度の上昇があまりなかった。ごく僅かコンマ以下の上昇だっ
た。それもだんだん頭が寝てきて ** (不明) ** 放物線になっているのはボーリングの ** (不明) **
** (不明) ** それでも大変寝てきた、だいたい頭打ちになってきたような気がします。あれが下がるか
どうかは分からない。

うちの立石沢とかずっと奥の方で川の水で、やはり場所によると、まだ塩分がちょっと上が
り過ぎていんじゃないかと思うような所があります。こちらの方になると一生懸命そこらを探
してもなかなかよく分からない、どこから出ているか分からない。若干向こうの方に少しそれ
ほど衰えていないような話はあるが、場所が突き止められないので ** (以下不明) 。おそらく、
やはり牧内・桐久保を通った線が、まだ先の方まで行っていて、地表近くまで出て来る位のプ
レッシャーを持っている。

これで談話会を終了しますが、ただいま松代地区で2,000メートルのボーリングをやろうという話が出ており、それについて、そういうことが必要かどうか、もちろん必要だと思いましたが、その案を推進するために、やはりいろいろと現地調査をする必要がある。それをやるについていろいろちよつと地元として打合会を開き、どういう項目について調査する必要があるか、と言ったことを調査しなければいけないと思います。まことに忙しいところを恐縮ですが、これから申し上げる方々にはちよつとお残り願いたいと思います。

大平先生、岸本先生、長野台長さん、防災課の武田さん、それから防災課の方々、耕地課の耕地二課の柳沢さん、市の方もお願いいたします。他にも関心のおありの方はお残り戴きたいと思います。他に観測所の方も残って下さい。今日はありがとうございました。

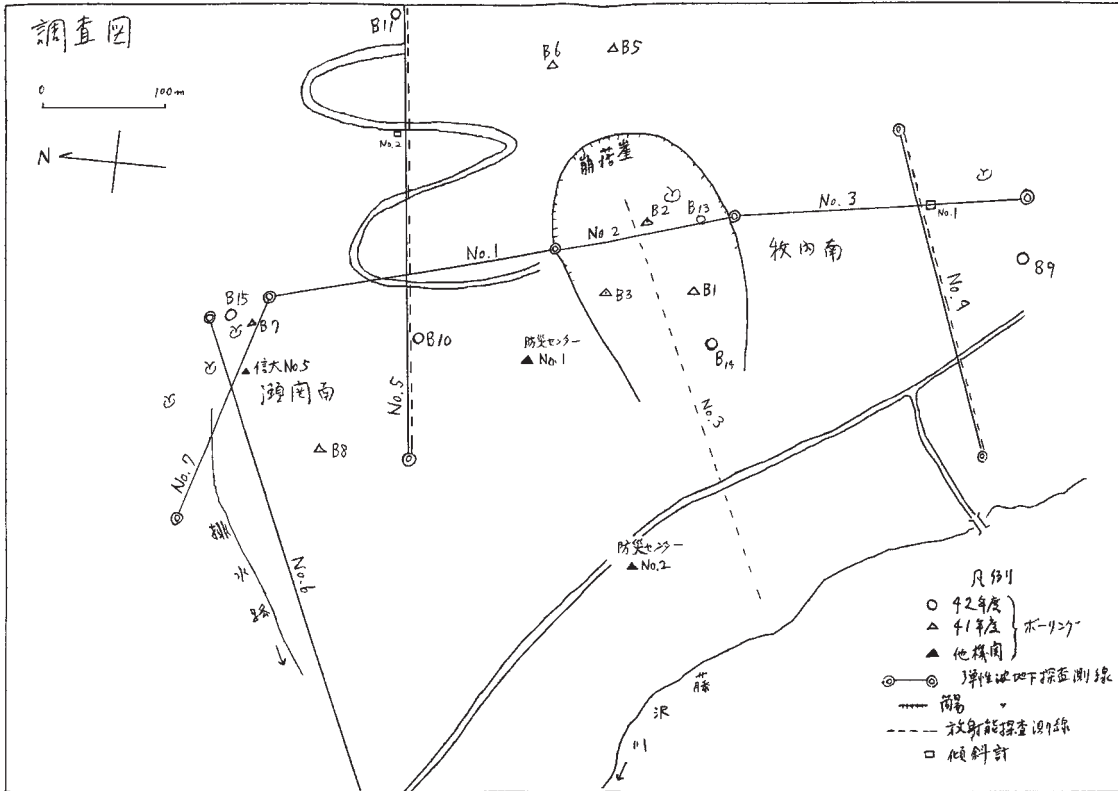
(関連スライド)



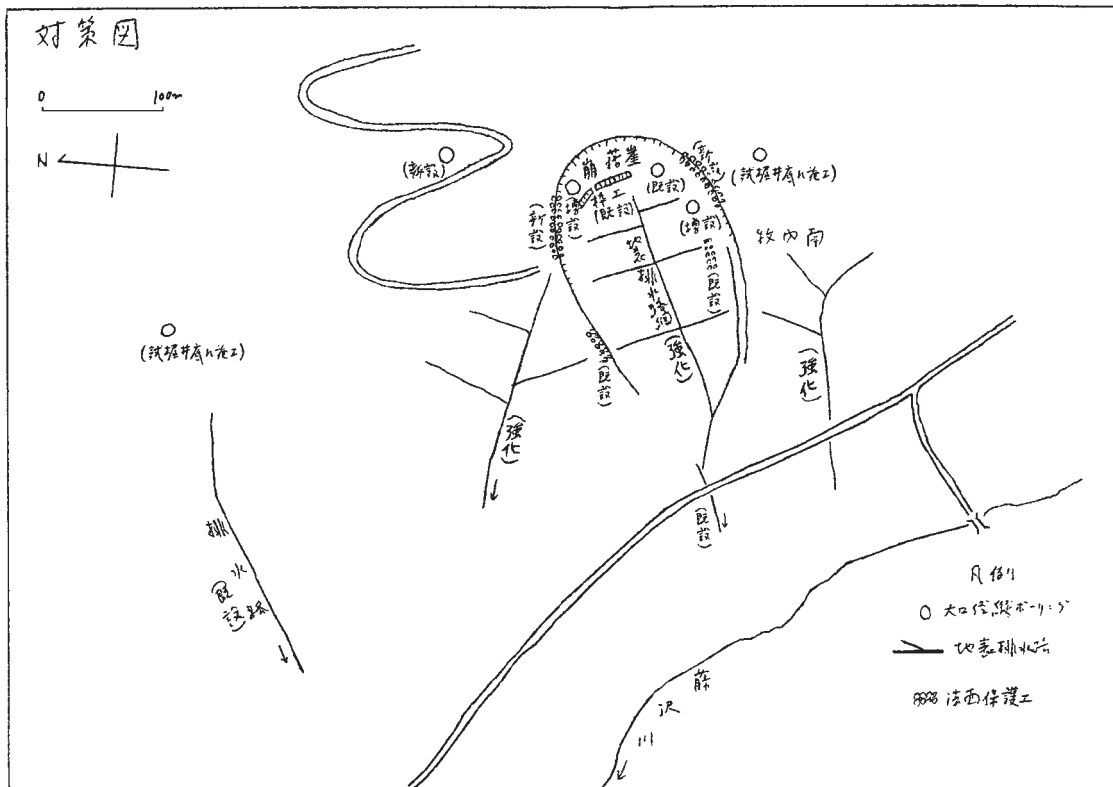
スキャン画像(2)

ホーリングNO.	ホーリング地質	ヒズミ計 設置深さ(m)	観測期間
B9	牧内南	1.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5, 7.5, 8.5, 9.5	42.11.1 ~43.3.20
B10	古土石流下部	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	42.12.1 ~43.3.31
B13	牧内滑落崖下	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	42.11.1 ~43.3.20
B15	湯内南 古土石流北方	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	42.11.15 ~43.3.18

岸本(表1)



調査図



対策図