

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：地質構造
4. 発表者：国立防災科学技術センター 大八木 規夫

お手元に配った長い地質柱状図をご覧ください。題が大きいけれども、今日は地質柱状図とボーリングの孔内で見られた破碎帯、断層といった構造の特徴的なことをお話しするに止めておきたいと思いません。

概略を上から見ていくと、まず千曲川周辺のシルト粘土層、その下に礫層、砂層、粘土、こういうものの互層帯があります。これが 190 m ぐらいまであります。それから下、P と書いてあるのが閃緑岩質のひん岩です。そのというのが約 100 m ぐらいあります。それから頁岩が出てくる。頁岩に括弧して「FSS」とありますが、細粒砂岩と頁岩の互層で、頁岩が非常に多いという表現です。約 500 m ぐらいまでの間、ひん岩、安山岩質の凝灰岩（「PE」と書いてある）が多い。その右側に三角の印がいくつか書いてありますが、顕著な破碎帯を表しています。

上部に、わりあい破碎帯が出てきた。そして火山岩類の優越した地帯を越して 500 m から下、頁岩の非常に優勢な所がきます。これが厚さは 200 m ぐらいある。ここではほとんど砂岩などの挟み物を持ってきません。それから火山岩類もほとんど入ってこない黒色の頁岩です。

その下、ごく薄いひん岩ないし凝灰岩類が挟まってきます。そして、ちょこちょこ挟まってくるわけですけれども、だいたいにおいてやはり頁岩が非常に優勢です。だいたい 1,100 m 前後から、また凝灰岩とひん岩類が増えてくる。この辺にまた破碎帯が優勢になってきます。ちょうどこの真ん中辺ですが、「T」とあるのが二つ三つ並んでいて、「TPPTP」と書いてありますが、この辺りの右側に大きな三角があり、これがだいたい 1,050 ~ 1,100 m までの間に非常に破碎したゾーンがあり、ここの破碎帯では一つ一つのボーリングのコアで上がってくる岩石が、1 cm 角位の非常に角礫状のものに分離しています。それがコアで上がったときに分離したわけですが、掘削前の状態に還元しても、考えても、非常にそういう小さい割れ目が多かったゾーンだということがわかります。

それから粘土を挟んでいるゾーンが 2, 3 枚あります。これ別に湧水の話で出てくると思えます。湧水も多かった。それから、ボーリングで送る送水の引き水をしたゾーンでもあります。その下から頁岩類、これがまた優勢になってきます。それでいくつかの破碎帯があるわけです。そういうゾーンを越して、1,400 m 付近から急に変わった岩質の岩石が出てきた。

これは「L」字のマークを付けていますが、変質したというか、変玄武岩ないしは変輝緑岩といえるような岩石で、緑色の非常に緻密な比重の大きな岩石です。比重が 2.7 ~ 2.8 前後あります。これが約 200 m 以上あり、その下に安山岩が少し出てきます。50 m ぐらいの安山岩を挟んで、その下に石英閃緑岩が出てきた。1,685 m その辺から下まで閃緑岩が出てきました。孔底の 1,930 m まで閃緑岩が出てきました。

破碎構造であげられるもう一つの特徴が、断層に沿ってできたと思われる鏡肌で、下部でかなり多数発見されました。全部の箇所数でいうと、約 60 箇所の断層の鏡肌が見つけられました。

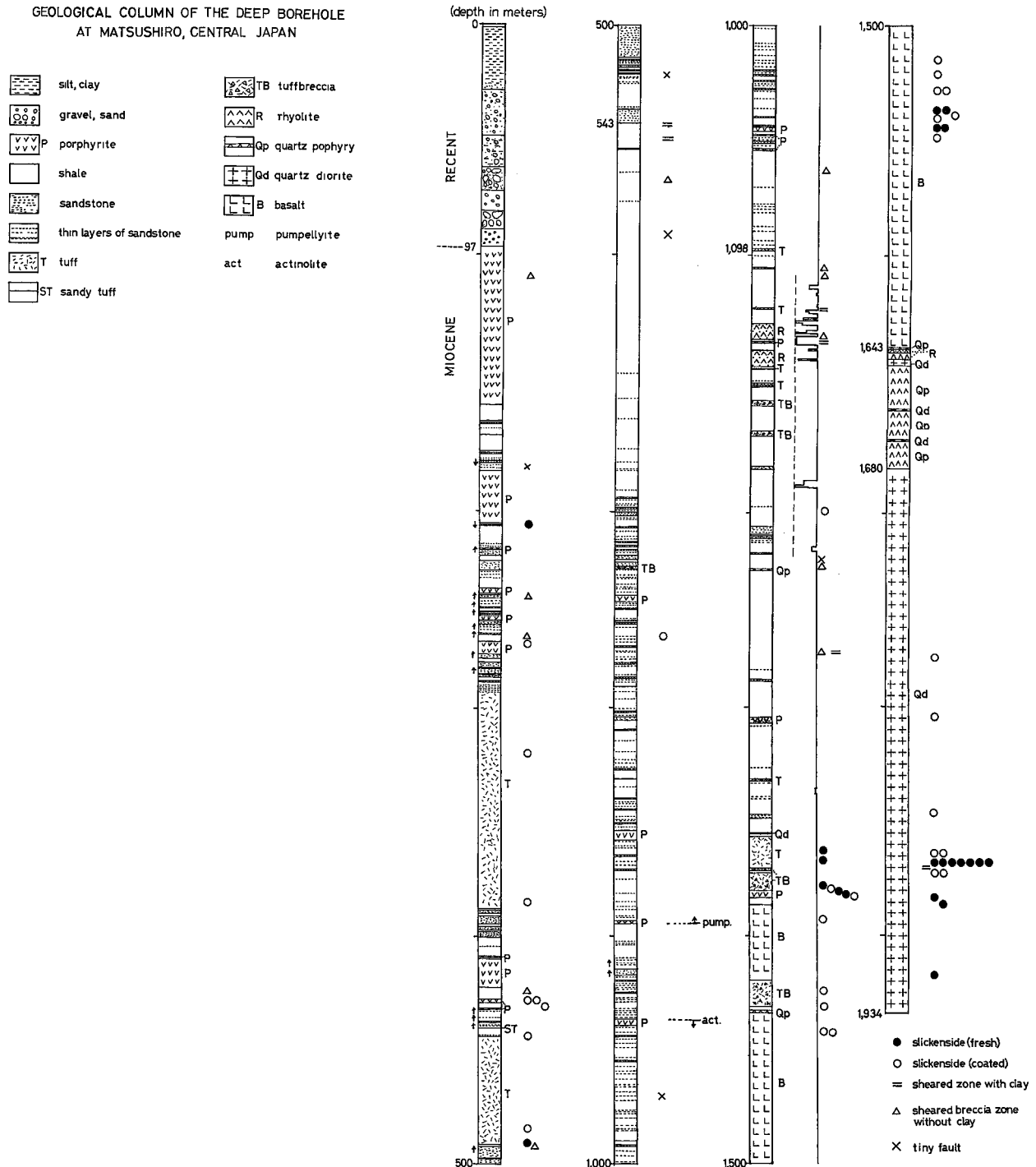


図1 地質柱状図

一つ非常にきれいな例を写真で撮ってあるので・・・これが断層です。傾斜が50度ぐらいで、ここに筋がついていますが、断層で滑った時のすべり筋だと思っています。この辺にねずみ色で輝いている所がありますが、おそらく鉱石鉱物でしょうが、何かは判定していませんが ** (不明) ** で、たぶん鉄の鉱物だと思います。それが擦られて光った。その周りに少し粘土っぽいのが付いています。

今の同じサンプルの1の写真の面がこれです。その上にもう一つの割れ目があります。これは裏側の写真です。ここに白く写っているのが石英の脈石です。これがボーリングの穴に対して斜めに入っていた。これが断層で切られているわけです。こちら側の石英の脈石がこちら側に繋がっていない。どっ

ちか、下か上かにとんでいるわけです。この続きは近くでは見られなかったので、かなりの距離を動いているんじゃないかと想像します。

この図の印では、一番下に書いてありますが、黒丸と白丸とがそういうすべり筋です。黒丸の方は比較的新しいすべり面ではないかと思われるもので、白丸の方は古いんじゃないかと思われるすべり面です。その古い方は滑った筋が付いていて、しかもその上に新しく方解石とか緑れん石とかいった鉱物が、また皮膜でかぶさっているものを指している。そういうサンプルの中のいくつかには、そういうすべりがオーバーラップしたサンプルがありました。つまり1回滑って筋ができた所に方解石や緑泥石などの脈鉱物がコーティングし、いったん固結してその破碎帯がだいたい数ミリぐらいの厚さになるわけですが、いったん鉱物で固結してしまって硬化したところ、また剪断されて断層によってずれ動いて、また新しい筋ができた。そういう例もあります。

このボーリングのコアの方向と、そういったすべり筋の付いた面との交角がどのくらいあるか、いろいろ測って見たけれども、特にどの傾斜が一番強いということは見つからなかったようです。それと、このボーリングのコアがもっと垂直だと傾斜がでるわけですが、かなり傾斜したために傾斜坑道と鏡肌との傾斜角を統計的に処理するのは断念しました。実際の傾斜と違った角度になっている。水平の場合も垂直の場合も同じ角度ででてくる。そういうことがあるので、いちおうそういう統計的な処理はやっていません。

コアの方向に対して、かなり垂直的なところもあるし、かなり平行的なところもあります。斜行しているものもあります。新しい筋のものではすべり方向が分かるものもあります。そういうのが数個あった。ものによっては、レフトラテラルで **** (以下不明)**。ライトラテラルも **** (不明) **** 両方あります。つまり、時計回りのものもあるし、反時計回りにすべったものもあります。これもいまのところ、どちらが多いかと統計的にいえないようです。

さきほどコーティングの話がでたけれども、どの辺から鉱物の再結晶作用が多いか、ここの地質のコアで見られる岩石は非常に変質を受けた岩石で、その程度が非常にひどい。いろんな変質を受けているということがあります。まず特徴的なやつは珪化作用を受けたもの、珪酸分が非常に濃縮して硬化した。それから方角石化作用、主に火山岩類ですが緑泥石化作用、緑簾石化作用、そういうものを受けています。

主に頁岩についてみると、珪化作用の方は600～700 m ぐらいから非常に激しくなっています。最下部の緑色玄武岩類が出てくるあたりまで、ほとんど珪化作用を受けています。特にコアで見て特徴的な色というと、やや茶色味があった非常に硬い緻密な岩石になっています。そういう珪化作用を受けた頁岩類が **** (以下不明)**。そのあとから方解石の脈石で切られたり、局所的にそういう方解石の脈石の周りが方解石化作用を受けている場合もあります。

方解石の脈石は、頁岩といわず火成岩といわず、ほとんど100 m 前後の所から始まります。ずっと下の深い所まで、ほとんど方解石の脈石が現れています。岩石としては方解石化作用の非常に顕著な所は500～550 m ぐらいの所です。

それから緑泥石化ないしは緑簾石化作用は、主に火成岩の中に非常に顕著に見られます。特に緑簾石の脈石が多くなるのは、1,100 m ぐらいから下です。緑簾石、緑泥石もだいたい1,100 m ぐらいから多くなっています。金属の鉱物として黄鉄鉱、それからごくまれに黄銅鉱も付きます。あと閃亜鉛鉱とか鉛の方鉛鉱とかも付いています。黄鉄鉱の非常に多い所はだいたい600 m あたりから出てきて、1,000 m ぐらいまでの間にかなり多く出ています。

先ほど間違えました。沖積ないし洪積の礫層の礫底がだいたい97 m、ただの97 m です。そこから閃緑岩質のひん岩が出ています。

コアのだいたいの様子はそういうことです。地表の地質、特に地質調査所などで行われた地質層序とどう関係にくるか、下部の 1,400 m 前後から始まる緑色の玄武岩類は、おそらく保科玄武岩類ではないかと思っています。松代盆地の中では露出がないけれども、隣の保科から須坂にかけて広く出てきます。

その上の頁岩、砂岩の層、それから火山岩類の互層の地帯が、北信層群のうちの地質調査所で言っている第 1 累層と第 2 累層とに当たるのではないか。第 1 累層と第 2 累層との境がどこにくるかははっきりしないけれども、地質調査所の断面図から見ると、第 2 累層の 2/3 ぐらいがひっかかっているはずで。ただ、第 2 累層は黒色頁岩が主体であって、火山岩類が入ってこないのが中心になっているので、どこにすっきりあたるのか、その辺はちょっとはつきりはわかりません。

この下の緑色の玄武岩と最下部の石英閃緑岩との間の安山岩類は、コアで見る限りでは石英閃緑岩よりも安山岩の方があとから貫入したような組織を示している。その点からいくと、保科の玄武岩類よりも下に、松本の地域ではさらに安山岩類が出てくるそうですが、そういうさらに古い安山岩に対応しているのだろうと思います。だいたいこういうところですよ。

【質疑応答】

質問) いくつかの資料に、新しい筋がある。新しいのは今度の地震でできたんですか。

答) あるいはそうかも知れないと思いますが、時間的なことははっきりしません。非常に新しい感じがします。

質問) 古いのはどれくらい昔のものですか。

答) はなはだ申し訳ないんですが、絶対的な年代はわからない。今のところ ** (以下不明)。

質問) 僕はぜんぜん地質を知らないので、非常に大雑把なところを ** (以下不明)。それもぜんぜん見当がつかないでしょうか。

答) 下から温泉性の地下水が上がってくるわけですが、炭酸分も非常に多いしカルシウム分も多いから、ちょっとした周囲の圧力や温度の条件の違いでコーティングする可能性がある。だから、コーティングしているからといって、何十万年も古いというんじゃないかも知れません。もう少し熱力学的な解析の方法があるのかも知れません。今のところ、ちょっと手をつけてはいません。

質問) ここまで取ってくる時に割れてしまうのはあるでしょう。

答) それはだいたいわかります。明らかにすべり面の筋は非常に強烈に付いています。それと最初の時の破碎の力とは、かなり違います。

質問) 例えば断層じゃなくて、ひび割れができていた時がある。そういうひび割れと、コアから持ってくる時の割れとは区別つきますか。

答) それはちょっと区別つきません。鏡肌のようなものでないとわからない。割れ具合からみて、上げた時の割れとそうでないのとはわかる。上げる時の割れは、一つは繋がってくるのをちぎって持ってくる。そういうための割れは、コア・チューブの長さが 5 m だから、条件のいい時は 5 m 分を全部持ってくる。持ってくる時に碎ける。ちぎって持ってくるわけで、そういうのは割れ方がぜんぜん違うからわかります。

もう一つ、途中のやつが割れたやつの中でどちらか ** (以下不明)。掘削の最中に割れたか、そうでないか、下ですでに割れていたのか、それがわかりにくいんですけども、その割れた状態なんかを見ると、下ですでに割れていたと思われるのもある。割れるのも切ったために壊

れたというより、すでに非常に割れやすい ** (以下不明)。すでに割れていて、その間に例えば薄い方解石の脈などが入っていて、そういうのでくっついていたのが、持ってきた時に割れたとか、あるいはすでに下で割れていた。つまり、クラックみたいなものがあったから割れたとかいうことじゃないかと思うんです。持ってくる途中で割れるというやつですね。

そうでないとききれいな割れ方はしていないはずなんです。掘削そのものによっては回転するピットで切っているからすでに割れているか、非常に割れやすい状態に元々なっているかでない限り、パサッときれいな割れ方をしないはずなんです。割れているものの多くは、すでに割れていたか、それともすでにほとんど割れる寸前の状態になっていたと思います。

質問) 新しい筋と古い筋とは、同じくらいの数ですか。

答) そうですね、ほぼ。実はこれは代表的なところだけ挙げたので。

質問) だいたい同じだとすると ** (以下不明)。

答) 同じではないですね。新しい方が少ない。

質問) 例えば、何万年か何十万年かの中に地震が何回かあって、その間に入った数と同じくらいのここ数年の間に地震で造ったのか、それとも、かつて非常に遠い昔に今と同じような群発地震があったのか。古い方の筋の年代がだいたい数年間の間にできたものか、それとも長い年月の間にだんだんいくつかできたのか。

答) 今のところ手掛かりがないけれども、そういう古い割れ目は昔の群発地震だとすれば ** (以下不明)。

質問) ** (不明) ** 地震の積み重ねなのか。

答) あるいはそういう群発地震か、えらく古い地震でできた割れ目で、そのあとたくさん割れ目ができてしまったので、この地域としてはストレスを解放してしまった。そのあと ** (不明) ** が入ってきて、次第に割れ目をセメンティングした。つまりゼメダインで方解石とかを固めていった。だいたい固まったところで、またストレスが集中したために、またその割れ目が割れた、という考え方もあります。

質問) そうすると何万年かは大丈夫、また完全にセメンティングするまでの間は大丈夫だ、という考え方もできると ** (以下不明)。

答) 方解石の方に脈の所がまたスリッペンサイド(鏡肌)で筋が付いているやつがある。そこから切れているやつがある。だから、この土地は初めて地震を経験したんじゃないくて ** (以下不明)。ここは中央隆起帯と言われていて、第3紀にフォッサマグナの大陥没帯ができた中で最初に上がってきた所だから、とにかくそれに伴って地震が何回かあったんじゃないか。

むしろ、茂木さんなんか考えている「群発地震はモザイクのところで起こる」という、そのモザイクの中味がどういうものか、非常に僕らも興味があるんです。そのモザイクというのは、箱根細工みたいにいろいろなものがただ集まっているだけではなくて、それに類した ** (以下不明)。岩石は同じでも、それに類した構造になっているじゃないか、という気もするんです。

質問) 一番下の安山岩は、その上の玄武岩よりも新しいわけですか。

答) 直接の関係は見つからなかったけれども、下の石英閃緑岩がおそらく玄武岩よりも新しいんじゃないかと思います。安山岩と石英閃緑岩との関係は、安山岩側の方がチルドマージンのような組織をしていたから、これはあとから入ったものじゃないかと ** (以下不明)。

質問) ** (不明) ** に安山岩が入ってきたという感じでしょうか。

答) もっと詳しく言うと ** (以下不明)。実際は少し空いているんです。頁岩が入っています。

一番上に A とあって、その上に玄武岩がくるけれども、この間にシェルがあります。かなり薄くなっています。ここはちょっと狭くて書ききれなかった。

質問) 玄武岩、安山岩、石英閃緑岩の 3 つの中で一番新しいのは？

答) 安山岩です。それから石英閃緑岩で最後が玄武岩層です。

質問) そこに書いてある ** (不明) ** のとこれとは、こっちの方が新しい・・・。

答) そうということです。

質問) 鑑定がかなり難しいということもあるんでしょう。

答) 鑑定が時々変わったんです。砂岩の所の薄片を見てなかったとか、薄片を見てそれでバサルティックのものとかわかった。

質問) その古いものが上に来ているというわけですか。閃緑岩よりも玄武岩の方が古いというわけですね。

答) そうです。閃緑岩から上の ** (以下不明) 。閃緑岩と玄武岩との間の安山岩を除いて、上のものはだいたい中新世の時代の古いもので、石英閃緑岩も中新世ですが、こういうものが堆積している間に石英閃緑岩が終わりごろ入ってきた。そのあと、その間に挟まった小さい安山岩が入ってきたということです。

質問) 安山岩とか閃緑岩とかが貫入してきた恰好ですか。

答) そうということです。

質問) 三角印はどのような形態をしていますか。

答) これはかなりクシャクシャに碎けたゾーンです。石のかけらとか粘土とか、粘土の多い所もあるし、石の角礫状にかけてしまったゾーンも ** (以下不明) 。

質問) 例えば横ずれがあるかどうか。

答) そうすることは、ここでは全くわからない。

質問) 丸の方ですが、統計的なお調べはだいたいお終いだというお話でしたが、地震屋として大変興味を持っているので、何とかならないでしょうか。

答) 実は割れ目の方向がわからない。どちらを向いているのか、回転して持ってきますから。特にボーリングのコアは傾斜していると、コアの方向と割れ目とが 40 度傾斜したとすると、水平方向になっているのか、こういうふうになっているのか傾斜すらわからない。垂直だとすると、とにかく傾斜の分布だけでも捉えることができるけれども、下部は特に寝ってしまったので、あまり意味がないんじゃないかと思ってやっています。方向は完全にわからない、どちらを向いているか・・・。

質問) 丸と三角は地質が違うから、丸が三角になったんだと解釈していいんですか。上と同じような地質だったら破碎帯になったかも知れまい。

答) そうかも知れないし、むしろ破碎帯の方が大きな断層の可能性もあります。三角印の方ですね、ずれた量としてはかなり大きなもので、バランスするんじゃないかと思います。

質問) でも、この丸印もかたまっていますね。

答) ええ、非常に狭い範囲に。

質問) けれども、大きな目で見ると、わりに広いような感じもしますね。

答) そのへんよくわからないんですが、例えば地表の崖の面などで見られるものですね。そういう例でいくと、やっぱり破碎で粘土を持っていたり、かけらになっていたたりしたゾーンの方が変動量も大きい。