

松代地震 3 周年特別講演会記録（その 3）

1. 日 時：昭和 43 年 10 月 5 日
2. 場 所：松代中学講堂
4. 主 催：松代地震センター
3. 発表題目：松代の地下構造について
4. 発表者：通産省工業技術院地質調査所応用地球物理課長 瀬谷 清

地震がどのような原因で起きるか、ということは昔から問題になっておりますが、今だに解決していませんので、これはなかなかむずかしい問題であります。これはむしろ萩原先生のほうが御専門であります。そのためにはこの地殻の成因・構造というものをよく把握しておかないといけないと思います。松代地震に関しましてもこの地震の性格を理解するためには、この地域の地下構造を知る必要があります。それでまずこの地域の土地のなりたち、それを概略お話し致します。

この付近の大きな構造としては、日本列島を真二つに切るような地殻の大きな裂け目が丁度、糸魚川から静岡に達して入っております。そしてその東部で落差がございまして、かなり落ちこんでいる。そしてこの東側と西側とでは地質状況がまるっきり違ってまいります。それを我々はフォッサマグナと呼んでおりますが、それが丁度長野県では大町・松本あたりを通過しております。そしてこの東側では大きな地震、或いは現在の松代地震というようなものが昔から非常に多く発生しています。このようにそもそも日本列島のなりたちと地震との間に密接な関係があるのではないかということは当然考えられるわけでありまして。更にこの地域だけの地質をお話ししますと、この地域一帯は、長野盆地から北西部にかける区域と先程萩原先生からお話しがありました、現在地震が頻発している地域と、それから小諸とこの三つの区域に大きく分けることができます。これはどのような分け方かといいますと、地質学上の年月は非常に長い範囲であります。新第 3 紀の中新世、今から 2 千 5 百万年位前あたりから、この辺でだいぶいろいろ地殻の動きがありまして、この北部地域は長野堆積区といひまして非常に深く陥没して、かつては海であった。そこへ多くの堆積が行われて現在の地層を形成しているという所であります。ところが現在地震が頻発している所は信州大学の飯島先生などの命名で中央隆起帯といひますが、この中新世の中頃からこの部分だけが基盤が上昇してきた、そしてついには陸になったが、この両側は依然として陥没した地域である。この中に花崗岩のような地下の堅い所のできる岩、これを深成岩といひますが、それが昇ってきて、かたまって今この辺に存在する花崗閃緑岩や閃緑岩というような

ものになっている。たまたま、松代地震が須坂から坂井村までのほぼ長いだ円形状に分布しており、その範囲と中央隆起帯とがほぼ一致しているわけです。すなわち、中央隆起帯のなかで地震が発生している。これは非常におもしろいことでありまして、そこでこの部分を調べて見ようということをお考えのわけでありまして。（スライド説明）

これが私ども地質調査所の地質調査班が調査した松代地域の地質図であります。松代皆神山・戸倉・屋代・須坂とありますが、赤く塗った所が閃緑岩や花崗閃緑岩で深い所のできる深成岩というものでありまして、桃色で書いてあるが、これに付随してできてきた岩石を示しております。それですから非常に堅い、かちかちの重い岩石からなっております。それから水色、或いはブルーで塗った所が今から 1 千万年から 2 ～ 3 千万年前にできた古い岩石でありまして、南に行く程古い岩石であり、内村

層とか別所層とかいわれておりますものが広く分布している。そして、平野部との境の所に非常に若い地層がある。若いといいますが第3紀の終りから、今から数百万年前にできた地層ですが、そういうものがある。かつては海であって今のような地層をつくった場所である。それが1千万年位前に隆起して現在のような陸地になっているわけです。今回の地震が初期の頃は皆神山を中心として発生していたのが、それがこの部分に南北にずっと広がっていったわけでありませう。

尚、この平野部の方は非常に新しい地層で覆われているために、なにも判らない所であります。又、山の方で白くなっている所は熔岩や火山灰に覆われて、やはり地下の地質状況がわからない所であります。

次は、重力探査といひまして、皆さんご承知のように、地球の引力、これを重力といっておりますが、この重力を調べて地下の状態を探る。この調査の結果についてお話し致します。重力は、実は皆さんが教科書で習ったような簡単なものではございませんで、地殻の構造・地表付近の構造まで反映して、地域地域で非常に異った値をもってきます。これは一般に地下深い所ほど古い堅い、重い岩石がありまして、その分布が一様でない。例えば、ある区域では深い所に、別の区域では浅い所に存在している。そういうことを反映して浅い所の重い岩石ほど強く引張る。いわゆる重力値が大きくなることを利用して重力を計って、地下を調べようという方法が重力探査法であります。この結果をみますと、細かいことは略しまして、この重力の値を見ますと、ここらではマイナス15、こちら（山地）ではプラス15というように山ほど重力値が高く、平野部ほど重力値が低くなっている。すなわち、山の方ほど昔の古い岩石が地下の浅い所にきているだろう。そして、平野部ではそれがかなり落ち込んでいるだろうということがわかるわけでありませう。

次のスライド、これは今の重力図から、局部的に小さな異常だけをとり出したものですが、それをとり出して見ると、赤が（+）の異常であります。これらがこのようにほぼ平行して存在している。その間に（-）のものが入っている。それが平野部では全然ない。これは非常に重要なことを意味している。すなわち、山の方では地下の構造なり、岩石の分布が非常に複雑だ。しかし、複雑は複雑なりに或る一つの規則性をもっている。ただ平野部の方ではこのような異常を示すような現象はない。すなわち、火成岩がここにポコポコ入って来たようなことはおそらく無いだろう。また、地層も一様に積み重なっているだろうということを表しているわけでありませう。次は更に小さな異常をとり出したものですが、だいたい同じようなことがいえる。

このように山側と平地部で様子が全く違っているということは、千曲川沿いになにか地域を二分するような大きな構造があるいいじゃないかということが推察されるわけでありませう。すなわち、ここに構造線が推定されるわけです。なお、小さな異常のなかで面白いのは皆神山の所に現われてくる異常であります。これを調べますと、深さ400m・半径800mの落込みがあるんじゃないかということが推察される。それを計算して補正して見ると、こういう顕著な重力の異常がなくなっている。この事は地震の原因として、火山説が一部で云われていることと関連して非常に重要なことであろうかと思ひます。

このようにして重力の方から大雑把に地域の構造を推定されるようになったわけでありませう。すなわち、千曲川の北西の方では地層が一様に重なっているのに対して、山側の方はでこぼこである。そして、その間に多くの古い火成岩が入って来ていることが推測されたわけでありませう。それをもう一度わかりやすく断面をとって見ますと、このように平野部分の重力は、急激ではあるがだいたい一様に変化している。それが山の方ではかなりまちまちになっています。この地域の基盤、これを我々現在古生層といひまして、今から数億年前の岩石からなっていると考へております。これなどは中国地方でい

うと、もう地上に出ているものですが、先に述べたフォッサマグナという大きな裂け目の落込みのために、この地域では非常に深い所にあるだろうと考えられている。それが、このように山の方で非常に高まっているということを仮定しまして計算します。その結果が平野の方で(-)15 という値が出ておったものが殆んどなくなってしまう。ただ、山の方では依然として複雑な状況が残ってくる。それを最初のスライドと対照して見ますと非常に面白いことがいろいろ判るわけですが、細かいことは割愛したいと思います。大きくいって古生代の岩石、もっともこれは中生代の花崗岩かも知れませんが、これが山地部ですと高まっている。すなわち、古い岩石は皆神山から上田のちょっと北の傍陽側の真田町の北までかけて高まっている。その両側で地下海拔(-)3 km 近くまで落ち込んでいる。そういう傾向を示しているわけで、これが後程お話しする地震探査の計算からの見積りとほぼ一致しているのであります。

次にこの地域で行いました調査は電気探査というものを行いましたので、それをお話し致します。電気探査といいますのは、このように A 点から B 点に電流を流す。そしてその中間の 2 点において電位差を計るわけです。この電流を流す電極を遠くにやれば遠いほど深い所に電流が流れ、地下の状態を反映してくる。近ければ電流も浅い所に流れ、浅いところしか反映しないという原理を利用して地下状態を調べる方法でありまして、A 測線では松代と皆神山の北側を通って更北村に伸びる測線をとったものですが、その地下の状態は浅い所は別としまして、深い所での地層は平野の中にもぐり込んでいく。それもただもぐって行くのではなくて、このようにと切れと切れに階段状に落ち込んでもぐっていくんだということがわかってまいりました。すなわち、地質の方でいいますと断層ということになるわけですが、やはりこの平野と山を区切る大きな断層が存在するんだということが判ったわけです。

次は、B 測線といたしまして若穂から長野の東にとった測線であります。これも同じように地下の抵抗の高い岩石、これは電気抵抗の高いものですが、やはり落ち込んでいる。これも今お話ししたようにガクンガクンと階段状に落ち込む断層である、ということが判っている。その他電気探査の結果では、この外いろいろの細かいことが判っていますが、大きく千曲川を境として地層が変っている。それもただ変っているのではなくて、大きな階段状に落ち込んで変っていくんだということも判ったわけです。このことは、先に重力探査の結果推定した構造線の裏付けともなる事柄であります。

次に昨年地震探査を行いました。これはどういうことかと申しますと、ところどころでダイナマイトの爆破をやりまして、その爆破の震動が地下を伝わってまいります。この伝わって来る時間を精密に計りまして、それと距離との関係を書いたものを走時曲線といっていますが、これから計算しますと地下がこのようになっていくということが判るわけです。この地震探査は、A 測線と B 測線 2 本行ったのであります。A 測線は山の内町から南は四賀村に至る、およそ 65 km の距離ですが、ここではこの基盤は、地震の波の伝わる速さが 6 km/sec の層をいうわけですが、この境の面の動きはこのようにあまりたいしたでこぼこはありません。実際はでこぼこはしておるんですが、地震探査にひっかかる程大きなでこぼこがないということで、これは著しい特徴であります。これがほぼ地下 1 km 前後に存在しております。それでは B 測線、皆神あたりを通過して長野市内の西側を通過して戸隠山に至るおよそ 46 km のもの、いわゆる上田から戸隠にかけて測ったわけですが、これはどうかといえますと、この地域の基盤、この 6.2 km/sec となっている部分は、このように千曲川をはさんで山側で非常に著しく隆起してきている。そういうことが判ってきた。そして、上田付近でドカンと落ち込んでいる。これは非常に面白い結果でありまして、先程の重力探査の結果にこの A 測線と B 測線の両方の結果を併せますと、この基盤が急げきに高まっている部分が、この地域では千曲川の川沿いにかなり北の須坂の北の方から坂井村を通過して四賀村の方まで伸びている。ただ一様に伸びている区間がど

の位あるか、これはいかなながら結論が出ていないが、かなり伸びている可能性がある。このことは先程萩原先生からお話しのこの地震の震源域がずっと広がっている。

この広がっている範囲が丁度基盤の高まっているベルト状の地域と一致するわけでありまして、これは今後地震の発生する原因機構を考える場合、非常に重要なことがらであろうかと思えます。

このようにして得られたいろいろな調査結果をまだ全部総合して見てはおりませんが、総合することによって今お話しした以外のことでいろいろ出てくるのではないかと考えております。

尚、この調査を行うに当たりまして地元の皆様方のご協力を頂きまして、これだけのことができたわけでありまして、この機会に感謝の意を表します。