

## 松代地震 3 周年特別講演会記録（その 2）

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：地震予知について
4. 発表者：東京大学地震研究所教授 萩原尊礼

松代地震は地震予知の研究に非常にプラスになったとよく言われますが、今日は、それがどういう点で貢献したかということについてお話ししたいと思います。

地震予知、大きい地震が起こる前に、まえもってわからないものか、これは日本のような地震国におきましては、誰もの願いであります。ところがこの地震の予知というものがなかなか難しいことで、いままで実用化しておりません。これはなぜ、難しいかということになるわけですが、その前に地震がどうして起こるのかを知っていなければならないわけです。どうして起こるか、これはいろいろの説がありますが、地殻をつくっている岩石が急に破壊するという考えについては誰しも異論がないことであります。地殻と申しますのは地球をとりまいて上側の部分であります。大陸の下では平均 30 キロ位であり、太平洋の真中のような海の底では平均 5 キロ位と非常に薄くなっている。どちらにしても地球の半径 6,300 キロに対して 5～30 キロメートルは非常にわずかな上側の部分である。その地殻をつくっている岩石は、長い地質時代をとおして、もちあがって山になり、或いはへこんで海の下になり、或いは摺曲して山脈をつくる。という変動を繰り返してきている。こういう変動を私共は地殻変動といっておりますが、これは現在でも続いている。

これは地殻をつくっている岩石に有る原因で非常に大きな力がかかるために地震は起こるのです。この力は地球の外側から加わるわけではありませんから、その原因は地球の中、地殻の下にあると考えられているわけです。地殻の下にある厚い層のことをマントルといっていますが、これは地球の中心にある核という部分を包んでいる非常に厚い岩石層であります。このマントルの中に動きが起こる。或いは膨張することもあるかも知れないが、とにかくそういったマントルの動きにともなって地殻が非常に大きな力を受ける。地殻に働くこの力が実際にどういうふうな形で起こるかということに対してはいろいろのいくつかの考え方があるわけです。そういったことで地震の起こる原因については、いろいろ説がある。地震の原因はわかっていないんだといったことがよく言われているわけです。

しかし、地殻の岩石に力が働いて、それが急に壊れる。そういうことについては、総ての学者が皆な同じ考え方を持っていると言えます。地殻の岩石は非常にもろいものである。鉄とか銅とかのような金属性のネバリの物質ではありませんので、ポロッとかける非常にもろい性質をもっている。そういうものが破壊する現象であります。そういうふうに簡単に割り切って、地殻はもろい物質の破壊で起こるといふふうに考えましても、それがいつ壊れるか、いく日の何時何分に壊れるかということは、なかなか難しい問題であります。

例えば、ヒモでバケツをぶらさげておいて、水をだんだんに入れていくと、糸に加わる力が増えていって、糸はいつか切れるわけですが、その糸が何時何分に切れるという予報をするのは非常に難しいわけです。このような実験をなんべんも繰り返していきまると、加重がある値に達した時に糸が切れることがわかりますが、同じことを何回も繰り返してみると、決して同じ重さの処で糸が切れるということは

ない。相当そこにバラツキがあるわけです。地殻の上の方をかたちつくっている岩石の代表的なものは花崗岩であると言われていますが、そういう岩の切れはじを実験室に持って来て、それに力を加えて壊してみます。除々に力を増していきますと、或るところで急に破壊が起こるわけです。その急な破壊が起こる前になにか特別な現象が起こるのではないかということが考えられる。もし、そういったものを見つけると地震は何時何分に起こることまではわからなくも、もうそろそろ地震が起こるぞという危険性が近づいていることは予測できるはずであります。

実際に実験室のなかで岩石を壊してみますと、いろいろな現象があらわれる。まず、一つの現象は、同じ割合で力を増していっても、大きな破壊が起こる前に変形の手が非常に早くなってくる。これはみかけ上、地殻の弾性というか、力に対する抵抗力が非常に弱くなってきて、変形が急速に進行するということです。これは実際の地殻の場合について考えてみますと、地表面の上がり下がり、或いは水平の位置の変化が大きく起こってくるにちがいないということでもあります。要するに地殻変動をたえず測定していれば、大地震の起こる前に、地殻変動が急に進むという特殊な現象があらわれるにちがいないということが予期できるわけです。それではこの地殻変動をどうしてもはかったらよいかということになるわけですが、一番確実な方法は測量であります。日本中の正確な測量は国土地理院でやっておりまして、皆さんが山のぼりをしたり、或いはハイキングに行く時には5万分の1の地形図をおそらくお持ちになるとと思いますが、あの地図は正確な測量によって、つくられております。あの地図を見ますと山頂に三角の印がついております。これは三角点といい、測量の基準になる石がそこに埋まっております。もう一つよく見ますと、主な国道に沿って2キロ間隔に四角なマークがついており、ここに正確な高さが記入されております。ここには水準点といって、高さを正確に測ってある標石が埋まっているわけです。このような三角測量・水準測量というものを或る時期に行いまして、又、何年か経過して同じ測量をして見ますと、日本のような処では、場所により大小の差はあるが、或る地点は上がっており、或る地点は下がっている。或いは横に移動している。そういう地殻の変動が測定できるわけです。このような測量を日本全国にわたって、たびたび行えば、日本の地殻変動というものの移り変わりがわかるわけですが、実際には測量をそう頻繁にやるというわけにもいきません。地震はどこで起こるかわかりませんから、これを日本中くまなくやるということは大変なことです。

1等三角点にしても全国で330点、更にその間に2等・3等三角点と非常に沢山の三角点があるわけです。又、高さを測る水準点にしても国道沿いに2キロおきにあつて、延べ2万キロありますから、1万個あるわけです。この外に補助の点があります。そのためにこれを毎年測量することは到底できない。しかもこれは日本の正確な地図をつくるのが目的でありましたので、今までは三角測量は明治の始めに1回ありまして、最近になってやっと2回目が行われたというようなわけです。また、水準測量も30年に1回しか行われておりませんでした。これではいけないので、もっと頻繁に測量を繰り返して地殻変動の移り変わりをはつきりとらえる、それが近頃言われています地震予知研究計画の一つなのであります。

実は、新潟付近でこの水準測量が頻繁に行われた例があるのです。これは地震予知が目的ではなかったのですが新潟平野で地盤沈下が起こり、それは人間が水の中にとけているガスを採って色々な工業に使うために沢山の地下水を汲み上げたために地盤が収縮しまして沈下が起こり、陸に海の水が入って来たという事件が起こった。そのためにあの付近で非常に広い範囲にわたって水準測量が頻繁に行われていたのです。そこへ新潟地震が起こった。震源地付近の土地は毎年1ミリの割合でゆるやかに上昇していたが、地震の起こる5～6年前から急に早くなって、1年に5ミリから6ミリもの速さで上昇していき、そして大地震が起こった。こういう事実がわかったわけです。つまり、このような測量が地震予知に非

常に役立つということが、はっきりわかったのです。

では、まだほかに地震の起こる前に異常現象があるのではないかとということが考えられるわけであるが、実験室の中で岩を壊して見ますと、大きな破壊が起こる前に非常に小さな割れ目が入っているということがわかります。目では見えないような小さな割れ目がたくさんできてくるのです。これは岩石に小さなピックアップをつけておいて、それを増巾して記録するとか、或いはそれにレシーバーをつけて耳で聞けばよいわけですが、増巾を高くして聞いていますと、ポンポンという音が聞えてくる。これは大きな破壊の前に小さな破壊が起こってくるということを示しているわけです。これを実際の場合に当てはめて見ますと、地殻の岩石に大きな破壊が起こって大地震が起こる。その前に非常に小さな破壊が起こるということになります。つまり、私共が微小地震とか極微小地震と呼んでいる非常に小さい地震、倍率が10万倍とか100万倍という大きな倍率の地震計で初めてとらえることができる地震が沢山起きるに違いないということです。実際に微小地震・極微小地震が大きい地震の前微として沢山起こるということは、これから後、スライドでお話ししますが、松代地震の場合に非常にはっきりあらわれています。

松代地震の場合は水準測量を皆神山の周辺で非常に頻繁におこないまして、活動の最盛期には10日に1度の割合で測量したこともあります。ところでこの測量を連続してやることはなかなか大変である。そこで考えだされたのが土地の傾きの変化をはかる傾斜計、或いは土地の伸び縮みを測る伸縮計です。こういう器械を使うと連続的に地殻の変動を測ることができまる。そこで、松代の地震観測所の横穴の中に水管傾斜計を据えまして、土地の傾斜の変化を連続に計ったわけですが、これが非常に成功しまして、水管計のあらわす変化、これは要するに地殻変動の一種であります。これと地震活動と密接な関係があることがわかりました。傾斜変化が非常に激しいとき、つまり地殻変動が急速に進んでいるときは、地震活動も又非常に活発に続くということがはっきりした。こういうことで傾斜計を中心とする地殻変動の観測を行い、一方、松代を中心にして広い範囲に微小・極微小地震をはかる地震計をあちこちに据えまして、微小・極微小地震の活動状態と大きい地震の起こることとの関係を見極めまして、今後どのような活動になるかという長期予報ができるようになったわけです。これは先程竹花所長からもお話がありましたように、或る意味での長期地震予知、長期予報の成功といってもよろしいと思います。しかし、松代の皆さんにとりましては、長期予報はいろいろ生活上、お役にたったとは思いますが、尚、できれば、震度ⅣやⅤが起きる30分でも1時間前でもよろしいから、もっと差し迫ったときに“もうじき起こります”といったような短期予報が欲しかったものと思います。松代地震の場合は、このような短期の警報を実際に出すまでにはいかなかったのでありますが、水管傾斜計の微小な変化を見ておきますと、大きい地震つまり震度Ⅴがおきるような3時間・4時間位前からごくわずかであるが、急に変化をさせたという例がいくつか出てきた。これは地震予知について非常に明るい資料になったわけです。この調子だと、大きい地震(震度Ⅴ)の起こる直前に警報が出せるのではないかと、そういうことも考えられてきたのでありますが、そのうちに地震がだんだんおだやかになってきたわけです。

このように地震の予知というものに対して非常に沢山の資料が出てきたわけでありまして。次にスライドで極微小地震の観測がどのような役割をしたかということについてお話し致します。(この間スライド説明を略す)

さて、地震の予知はどういうことをしたらよいかということがおぼろげながら理解されたと思いますが、そこで現在進められている地震予知の研究計画についてお話ししたいと思います。このような地殻変動の測量を沢山やるということ、或いは傾斜計や伸縮計のような器械観測を沢山やるということ、それから地震観測は現在気象庁がやっている、大・中小地震に加えて微小地震・極微小地震観測という小さい地震の観測を沢山の場所でやる。或いは移動観測班をつくってパトロールをして歩く。こういうこ

とを組織的にやっていく。こういうことが考えられているわけです。この他に岩石が非常に力を受けたときに玄武岩のような磁気的な性質のある岩石では磁性というものが変わる。そのために地上の地磁気というものが少し変わるような現象もあります。従って地磁気の精密観測もやっていく。こういうことを続けていき、そしてもしどこかで新潟地震の前に起こったような地殻の変動が見つかり、或いはある地域で極微小地震が沢山起こり出したといったような異状を少しでも発見したならそこで観測を強化しまして、他の種類の観測も行う。そして、異状というものが確認されて、これは地震と結びつく異状であるということになったら、更にそこに観測を集中していくということを計画しております。この最後の観測集中は、どういう規模でやるかといいますと、これは松代地震の時に行了ましたようなあらゆる種類の観測陣をしくということで、松代地震の教訓をそのまま生かしたものであります。こうしたことを続けていけば、必ずや地震の予知ということは達成できると思う次第であります。

地震の予知というのは、まず、長期的な予報に成功しまして、それからだんだん短期的予報、差し迫った予報とそういうものに進んで行くのではないかと思っております。それにつけても地震予知計画が最近このように具体化してきたということは、松代地震が非常に大きな役割を演じたわけであります。松代地震は松代の住民の方にとっては、非常に長い間の苦しみであったわけでありますが、長く続いたということのために、この研究には非常に大きなプラスになり、将来、日本の地震予知研究達成のために大きな役割を演じたわけであります。これをもって私のお話は終わります。