日本の地殻構造

浅田 敏*

The Crustal Structure of Honshu, Japan

By

Toshi ASADA

A model of the crustal structure of Honshu, Japan, deduced from the data obtained by the Research Group for Explosion Seismology is as follows:

- 1) The velocity of the shallowest layer is 5.5 to 5.8 km/sec and its thickness is less than several km. In some localities this layer does not exist and a layer with the velocity 6.1 to 6.3 km/sec is found just below surface layers.
- 2) The depth of the Moho discontinuity is about 20 km in north-eastern area, about 25 km in Kanto, and about 35 km in the central mountainous area. These values are deduced under the assumption that the crust is mostly composed of the material with the velocity of 6.1 to 6.3 km/sec.
- 3) The velocity of P wave below Moho discontinuity is slower than 8 km/sec.
- 4) According to the results obtained in the recent observations in the central and Kinki areas, a layer of about 6.6 to 6.7 km/sec exists below the layer of 6.1 to 6.3 km/sec. The part of the crust between this layer of 6.6 to 6.7 km/sec and the Moho discontinuity may have the velocity bigger than 7 km.
- 5) If we assume that a "hidden layer" of 6.6 to 6.7 km/sec exists in the areas described in (3), the calculated depth of Moho is about 10 to 20 percent deeper than the depth given in (3).
- 6) The "discontinuities" in the crust might not be so sharp as Moho discontinuity.

1. ここでは私は日本の地殻構造, それも地震波の速度から見た構造について話をする事になつて居ります。地殻構造を調べるには今のところ二つの方法があります。その一つは周期が数秒から数十秒の表面波を用いる方法で, もう一つは所謂爆破地震学の方法であります。後者は周期数サイクルから十数サイクルのP波を用いて居ります。前者は大体的見当をつけるのに適して居り, P波よりS波の速度とより深く関連して居ります。後者はよりくわしいことを調べるのに適して居りますが, S波の速度による地殻構造の分りにくいこと, 又あまり細かなデータが出すぎて, 時としてはかえつて自信がもてなくなるのが欠点であります。ぎやくに云えば表面波による方法は理論と観測の不十分な面もあるために場合によつてはかえつて「自信が持てすぎる」のが欠点とも申せましょう。1940年代以前は地殻構造は多くの場合自然地震のP及びS波の走時を用いて研究されて来ました。この方法は震源の位置及び時刻が十分精密には分らないと云う欠点があります。しかし爆破による波動にくらべるとより波長の長い波を含むとか, S相がはつ

* 東京大学理学部地球物理学教室

第 1 図

きりしているとか、又勢力がつよいとか云う、すて難い長所もありますので、観測方法の進歩にともないもう一度とり上げられるべき方法とも考えられます。

ここでは、しかし、今のところ一番くわしいことが分ると考えられている 爆破地震動のことについて、その方法では日本の地殻構造はどのようになっていると考えられるかと云うことにふれたいと思います。

2. 日本の地殻構造に具体的にふれる前に、一つアメリカのモンタナで行なわれた研究について簡単にふれたいと思います。それは爆破地震学は今たえず進歩しつつある部門であり、モンタナでウィスコンシン大学の人々の行なつた研究は、爆破地震学の進歩の一つの段階を、はつきり表現しているからです。

まず第1図に示されたものは走時図です。この図上の点は“相”であります。はじめに各観測点のきろくについて初動をはじめ多くのレータフェーズがよみとられ、図上にプロットされます。その図の上に色々な条件をみたす走時“直”線がえられかき加えられます。一見して分るように多くの相がこれ等の線上に乗って居ります。色々な条件のうち一番決定的なものは正逆の走時の夫々対応するもの、クロージュアタイムがゼロになると云うことで、これはつまり2点のうちどちらを爆破点にしても走時は一致すると云うことです。

色々な相の上に直線をあてはめると云うことは各層中の速度は一樣であると云うことと境界面は平面(たとえ傾きがあつても)であると云うことを仮定して居ることになります。いずれにせよ色々な条件をみたす第1図及びその逆測線の走時図が得られましたら、上記の仮定の下に地下構造を計算することが出来ます。それを第2図に示しておきます。各境界面が傾いていることに御注意下さい。

第 2 図

アメリカ合衆国内では他に多くの場所で、爆破地震学の観測が行なわれて居ります。それ等の結果によると、たとえばメイン州では 6 km/s 位のものが、ほぼ地表面まで出て居ります。アーカンソーでは $6.6 \sim 6.8 \text{ km/s}$ もの速い velocity を持つ岩石が、これも又かなりあさいところまで来て居ります。地殻中の不連続面ははつきりしている場所もそれほどはつきりしない場所もあり、モホ面下の速度も場所によつてことなつて居ります。要するに地殻を一樣な水平層で近似することは、(又は所謂コンラッド不連続面と称する一つの不連続面をおいても) むりであるようにみえます。Gnome 爆発の時の観測によると P_n の速度は東の方は 8.4 km/s 、西の方は 7.9 km/s となつて居り、観測結果をくわしく見ると、さらに地殻の不均一性を示して居ります。

3. 日本の地殻構造については爆破地震学ではモホ面のコントロールがかかる位くわしく調べられているわけではありません。しかし年とともに次第にある“picture”が出来つつあります。まず鉾田爆破の結果を見ます(震研彙報 37, pp. 509-524)、正逆両測線とも P_n の速度は 8 km/sec よりおそくなつて居ります。又御母衣爆破のとき東方の測線も西方の測線も P_n の速度は 8 km/sec より遅くなつて居ります。今のところ日本のモホ面の直下の P 波の速度は 7 km/sec 台と結論してよいようで、これは他の自然地震観測による結果とも一致して居ります。

「地殻」中の P 波の速度は 6.0 及び 6.2 km/s (震研彙報 36, pp. 349-357; 39, pp. 327-349) となつて居ります。地殻の上部には 5.5 乃至 5.8 km/s の層がある(震研彙報 36, pp. 349-357; 37, pp. 81-121) (ないところもある)のですが、ここに注意すべきことは、いまのべた $6.0 \sim 6.2 \text{ km/s}$ なる速度は 5.5 km/s

の層の直下での速度であることと云うことであります。爆破地震学ではある層の下部の速度は分り難いのです。ところが紫雲寺の爆破のときの測線では 6.7 km/sec のはつきりした走時がみられました。これは地殻の下部に 6.7 km/sec かそれに近い速度をもった比較的厚い層があることをしめしています。たとえこの層があつたとしても、若し厚さがうすければ、その走時はレーターフェーズとしてのみ現われる。つまり確信のもてるものとはならないのです。この速度をもつ走時線は 1963 年の倉吉爆破の測後にもあらわれて居ります (未発表)。

紫雲寺以前の観測の解析は、走時図にこのような速度の線が初動として現われていないために、地殻は Moho 面まで $6.0 \sim 6.2 \text{ km/s}$ の物質よりなると仮定して解析されて居ります。たとえ初動として走時図にあらわれなくても、 6.7 km/sec 位の速度をもつ層があると仮定しますと、今までに日本の爆破観測であつていたモホ面の深さに $4 \sim 5 \text{ km}$ 位は加えなければなりません (島悦三氏論文を参照下さい)。

紫雲寺及び倉吉の爆破の観測ではこの層の存在は仮定ではありません。又このような層が地殻下部に存在することは、金森氏が重力のデータから推論又は論断されたことと一致します (震研彙報 41, pp. 761~780)。

日本での爆破地震動解析では地表付近には前述の如く 5.5 km/sec 位の層があることになつて居ります (勿論、この上にさらに $2 \sim 4 \text{ km/s}$ 位の速度のうすい層がある場合が多い)。この速度の層が多くの場合で存在することは全くたしかでありますけれど、この層と $6.0 \sim 6.2 \text{ km/s}$ の層との境界面の形については多少問題があります。この部分の構造をしらべるのは、その目的のために設計された実験をすれば、もつと信頼性の高い結果を得ることが出来ます。

5.5 km/s の層と 6.1 km/s の層及び 6.7 km/s の層の夫々の境界 Moho 面が本当に不連続面であるかどうかと云う疑問があり得ます。走時図はいくつかの直線から作り得るのみではなく、曲線をあてはめることも可能です。しかし今のところレーターフェーズの研究からみましても、境界はかなり鋭い“不連続面”であることと云う考えを否定する理由はみあたりません。各層中の垂直方向への速度分布は爆破地震学にとつて大へん難しい問題です。と云うのは、ある層中である程度の垂直分布の変化があつては走時は直線から大きくはずれないからです。しかし、この点についても研究が行なわれていないわけではありません (Carnegie Institution of Washington, Year Book 1963)。水平方向への速度の変化も又むづかしい問題で、ほとんどすべての場合、その測線の範囲内では水平方向にも一様との仮定に基づいて解析されて居ります。いずれにせよ、日本に於ける地殻又は上部マントルでの波の速度の場所によるちがいは、北アメリカ大陸に於けるほど変動の幅の大きいものではないようであります。