日本の地殻構造の特徴

安 芸 敬 一*

Nature of Upper Mantle in Japan

By

Keiiti AKI

Abstract

Several evidences are presented to support the hypothesis that the asthenosphere low velocity channel reaches to the M discontinuity in Japan. Informations from gravity, refraction and phase velocity studies are combined in a comparison of crust-upper mantle structure in Japan with those in other regions where the velocity beneath the M discontinuity is also lower than normal.

日本のモホ不連続面直下の弾性波速度が大陸や大洋の標準の値より小さいということには、いくつかの証拠がある。先ず第一に爆破地震動研究グループがこれまで日本の各地で求めた値が7.7とか7.8 km/secという低い値である。これについては、浅田が本シムポジウムでくわしい議論をしている。次に、日本の各地域でのレーリー波の位相速度を、爆破の結果とつきあわせると、日本の地殻及びモホの速度が大陸の標準より5%位小さいという結論がでてくる。これについては、神沼が本シムポジウムでくわしく述べている。

一方、マントル・レーリー波ラブ波の研究から、Gutenbergの提出していた低速層の仮設が支持されて、深さ100 km前後から下に速度のおそい層があるということが多くの人によつて認められてきている。この低速層のはじまる深さについては、未だ異論があつて、大陸では、Lehmanの模型におけるように120 km位とか、Gutenbergのようにすでに60 km位からへり始めるとか、云われて確定していない。しかし、少なくとも太平洋では60乃至70 km位の深さから低速層があらわれると考えられている。さて、日本のモホの速度は、このマントル低速層の速度と殆んど同じであるので、日本のような地殻活動のはげしい所では、マントル低速層がモホ境界面まで顔を出しているのではないかという考えが、極めて素直にでてくることになる。

これに対して、日本のこれまでモホと考えられていた境界面は、本当のマントルが顔を出しているのではなくて、その下には一種の中間層があり、その又下に本当のマントルがあるのだという考え方もある。この本当のマントルは、大陸や大洋と同様8 km/sec以上の速度をもち、低速層はあるとしても、もつと深い所のことであると考ええる。しかしこの考え方は、次のJeffreysの結果と矛盾すると思う。Jeffreysは自然地震の観測資料を整理して、世界の各地域について、震央距離10°までのP波速度を求めた。その結果は北米東部:8.18, 北米西部:7.97, ヨーロッパ:8.14, 中央アジア8.15, そして日本は7.87という小さい値が得られている。震央距離10°までという、かなり深い所まで地震波線が達する筈であるから、この結果は、日本の下のマントルがかなり深い所まで大陸の下のマントルより小さい速度をもつことを示

* 東京大学地震研究所

している。

日本のこれまでモホと考えられていた境界面は、やはり本当にモホであつて、おそい速度のマントルが顔を出しているのだということを支持するもう一つの有力な証拠は、ソヴィエットの地震学者が行なつた千島地方の人工地震の結果から得られる。彼らは、千島列島を各所において、太平洋からオホーツク海へ横切る測線をつくり、モホ直下の速度が太平洋下で大きく、千島列島に近づくと連続的に次第に小さくなつて、その直下では、日本での値と同じ 7.7 km/sec になることを示した。つまり、モホ直下の速度は、決して一様なものではなく、 7.7 というような小さい値も、マントルと呼ばれる資格をもっているということである。

さて、このようにおそいモホは日本だけのことではない。よく知られている例は、East Pacific Rise や Mid-Atlantic ridge, Iceland のようないわゆる Mid-ocean ridge である。大陸では、北米西部の Basin and Range 地方を中心とした地域が、明らかにおそいモホを示している。この地方は、地図で見ると East Pacific Rise の延長上にのるような位置にあることは興味ぶかい。これらの地域、とくに、Mid-ocean ridge は、千島や日本のような Island arc とは、地形的にも造構的にもいちじるしい対比を示している。Mid-ocean ridge の地形が tension によつて生じたようなワレメを示していることはよく知られているし、又 ridge の上につている Iceland の地震は tension によつて生じることが多いらしい。たとえば、1912 年の Iceland の地震では 30 km にわたつて 6 m の幅のワレメがぱつくりと口を開けたという (Triggvason の話)。これに対して、深い海溝をもつ Island arc の地形や地殻構造は tension というよりは compression の働いたことを示している。この他 heat flow が ocean ridge で大きく、trench の近くで小さいことなどもあつて、ridge はマントル対流の昇り口、trench はそのおち口という考えが、かなり多くの人の頭にしみこんでいる。

したがつて、ただおそい速度のマントルといつても、日本のような Island arc のものと Mid-ocean ridge のような所のものとは、何かちがいが予想される。

これらモホ速度のおそい地域のうち、現在、かなりの精度で、いろいろの面から日本と地殻構造を比較できる所は、北米西部の Basin and Range 地方である。人工地震の結果からは、この地方は、日本の東北地方と大体同じ地殻の厚さをもち、おそいマントルを含めて速度も殆んど同じものが得られている。しかるに、この二つの地方は、重力とレーリー波速度において著しい相違をしめしている。重力の Bouguer 異常の値は、実に 200 m gal 東北地方が大きく、又波長 110 km のレーリー波位相速度の値は、 0.15 km/sec やはり東北地方が大きい。レーリー波の速度は、主として S 波速度に依存するので、このことは、東北地方の地下の S 波の速度が Basin and Range 地方より大きいことを示すものである。事実、Basin and Range 地方のレーリー波と人工地震の結果をつきあわせると、 7.7 km/sec の速度をもつ層は Poisson 比が 0.3 位でなければならないという結論がでてくる。一方、東北地方は 0.25 程度の普通の値で充分観測を説明できる。

一方、重力の差異は地下物質の密度の差異に帰されねばならない。何故なら、この二つの地方では地殻の厚さは殆んど同じだからである。重力の差異の定量的解釈は、多くの仮定なしには得られないが、少くとも、東北地方の 7.7 km/sec のマントルは、Basin and Range 地方の同じマントルより密度が大きいということは確かであると思われる。ただ、その差がいくらであるかとか、どの位の深さまで差がつづいて存在するかとかいうことはわからない。

さて、このように、同じ 7.7 km/sec というおそいマントルでも、地域によつて Poisson 比や密度に相違のあることはわかつた。この相違が、造構運動やマントルの物性、状態とどう結びつくかというのが今後の一つの問題であらう。