

# 地震波で地球の中を見る

堀川 晴 央<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

これからご紹介するのは地球の中を「見る」話です。やっていることは、医者が超音波診断機などの機械を使って体の内部を「見る(診る)」のと原理は同じです。地球の中を通過してくる波を使って(もう少し正確に言うと波の伝わる様子を)調べて得られた像で、地球の中を「見て」います。

以下では、活断層を見る場合を横倉(2000)をもとにしてまずお話しします。次に、地球規模での地球の中の様子を「見る」場合の話をしします。

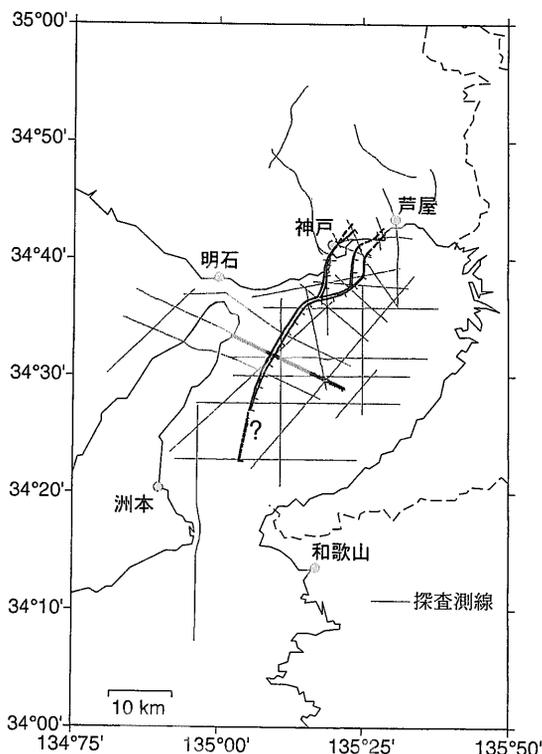
## 2. 活断層を見る

私たちが住む日本列島の地下には、活断層と呼ばれる内陸直下型地震の「種」があります。活断層の位置や性質を知る手がかりを得るために、反射法探査という方法で調査がおこなわれます。反射法探査では、たくさんの地震計を線上に並べ、同じ線上で地震波を人工的に起こします。そして、地下の地層の境界などから戻ってきたものを地震計でつかまえ、そのデータをもとに地下の様子を調べます。

1995年に起きた兵庫県南部地震の震源域の近くの大阪湾でおこなわれた調査では、海底にある大阪湾断層という活断層が詳しく調べられました。第1図に調査地域を示します。灰色の実線の場所で調査がおこなわれました。このうち、太い実線できがかれている部分で得られた結果を第2図に示します。この図の上側で、ほぼ横方向に広がって見えている黒い縞々が、大阪湾にたまってできた地層(堆積層)です。ところが、図のまん中付近で、地層の並びがねじれているように見えます。このねじ

れは断層がずれて(つまり、大阪湾断層で地震が起きて)できたと考えられています。基盤岩の上面の深さが図の右側と左側とで大きくずれているのも断層の活動によるもので、ずれの大きさはおよそ1 kmにもなることが見てとれます。ただし、このずれは1回の地震で起きたわけではありません。地震が何度も繰り返し起きて生じたと考えられています。

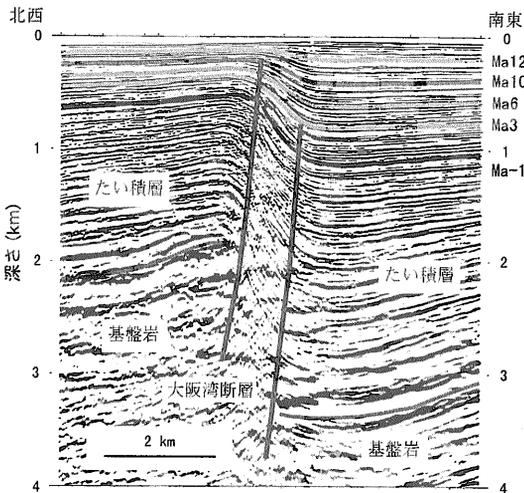
第1図で測線がたくさんあるのは、活断層を「輪切り」にするためです。たくさんの断面をとって、ど



第1図 大阪湾断層の位置と探査測線の分布。二重線が大阪湾断層で、ケバがついた側が沈降している。実線が探査測線で、太い線が第2図で断面図を示したところ。

1) 産業技術総合研究所 活断層研究センター

キーワード：地震波、活断層、地球内部、速度構造



第2図 大阪湾断層を含む反射法断面の例。測線の位置は第1図を参照。たい積層内の海成粘土層Ma-1, Ma3, Ma6, Ma10, Ma12と基盤の上面を太線で示す。基盤上面での垂直落差は1 kmに及ぶ。

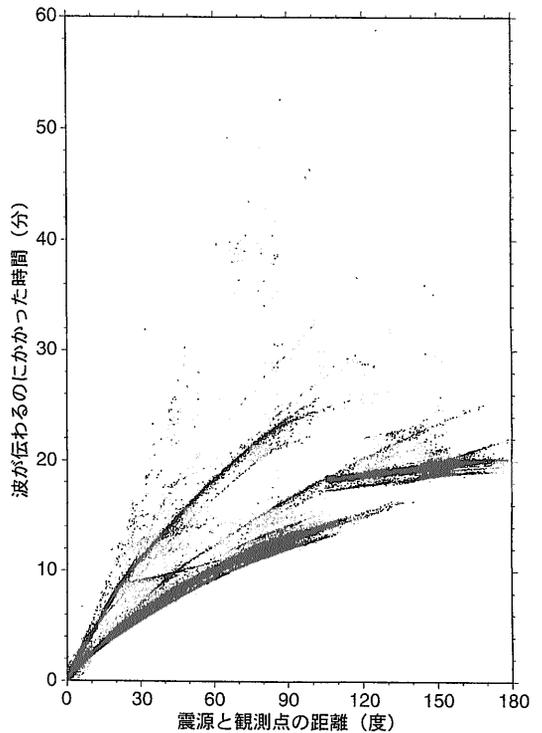
ここまで断層がのびているかを調べます。地図上の太い破線が推定された大阪湾断層の位置で、長さは30 kmをこえています。“?”が付いている部分は調査が足りないので断層があるかどうかはわかりませんが、この位置まで断層が延びているとすると、40 kmをこえる断層となります。

断層が長いほど地震の規模が大きくなるのが経験的に知られています(松田, 1995)ので、断層の長さが推定できると将来そこで発生する地震の規模を見積もれます。もし大阪湾断層が一度に破壊したとすると、予想される地震はマグニチュード7に近い大地震になってしまいます。発生する地震の規模によって、地面の揺れの強さは変わりますから、断層の大きさを知ることは地震による災害予測を立てるうえで大事な研究活動の1つです。

### 3. 地震波で地球の深いところまでを見る

地球を大きく分けると4つの部分、すなわち、地殻、マントル、外核、内核にわかれることはよく知られています。このような地球内部の像は地震波で「見えた」ものです。では、実際にどのようにして推測されていったのかをお話ししましょう。

まず、観測された波形から色々な波の到着を読みとるところから始まります。現在では計算機を使



第3図 波形からの波の読み取り値の分布。米国地質調査所(USGS)のNational Earthquake Information Centerに報告されている1990年に起きた深さ50kmより浅い地震の波の読み取り値をプロットした。

った自動読みとりもおこなわれていますが、正確に読みとるのは今もって難しいので、最終的には人手に頼らざるをえません。

このようにして得られた読みとり値(データ)を集めた例を第3図に示します。データの数は約130万です。横軸は震源と観測点の距離で、震源と観測点と地球の中心を結んでできる扇形の中心角を使って表します。また、縦軸は震源から観測点までに波が届くのにかかった時間で単位は分です。波の到着はでたらめではなく、震源と観測点の距離によって到達時刻が変わる何本かの曲線にそって分布していることがわかります。

この曲線は地球内部の速度分布で決まります。逆にいうと、この曲線を手がかりに地球の中の速度分布を求めることができます。そして、深さ方向で速度がどう変わるかが推定されてきました。先に書いた4つの部分は、速度が大きく変わることから発見されたのです。

一方で、温度や圧力を高くした実験で岩石の地震波速度や密度をはかることが行われています。この実験結果と地震波から推定される速度とを比べることで、地球の内部にどんな物質があるのかわかってきました。

実際に曲線を描くと、観測値が曲線の周りにばらついてしまいます。この原因は、波の到達を読みとるときの間違い(誤差)も考えられますが、深さ方向でしか速度が変わらないという考え方では表せないことが地球の中にはあるとも考えられます。つまり、波が伝わってくる途中には、ここで考えているモデルよりも速度が速いところや遅いところがあるということです。

現在では、トモグラフィーと呼ばれる手法で、このばらつきを注意深く解析して、地球内部の速度分布を詳しく見る研究がさかんにおこなわれています。そして、得られた速度の分布から地球内部でど

んなことが起きているかを議論しているのが地球科学の最先端の1つです。なお、地震波で得られた地球の内部構造から、どのような地球観が得られつつあるかについて書かれたものとして、丸山(1993)があります。

謝辞：第1図と第2図を作成するにあたって、地質調査所地殻物理部の横倉隆伸氏に図を提供していただきました。第3図を作成するにあたって、米国地質調査所で公開されているデータを使用しました。以上記して感謝いたします。

#### 文 献

- 丸山茂徳(1993)：46億年 地球は何をしてきたか？ 岩波書店。  
 松田時彦(1995)：活断層。岩波書店。  
 横倉隆伸(2000)：大阪湾断層-海底下にひそむ活断層-。科学, 70, 1, 16-18.

---

HORIKAWA Haruo (2001) : Seismic waves as probe of the Earth's interior.

---

<受付：2001年1月31日>