

# P 波・S 波の意味

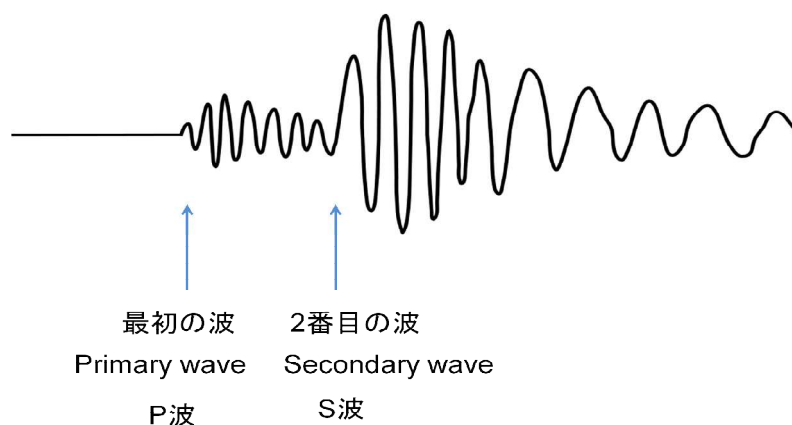
2013 年 5 月 29 日

関西ナマズの会 梅田康弘

## 1. はじめに

今から 130 年余り前の明治 13 年 (1880 年), 横浜で地震があり, 煙突が折れるなどの被害がでました。当時日本で活躍していた外国人技術者たちは非常に驚いて, さっそく地震の観測装置を考案して観測を開始しました。地震の波形はたいてい図 1 のようなもので, 最初に小さな波, しばらくしてやや大きな波が現れます。なぜこのように顕著な 2 種類の波があるのか, わかりませんでした, とりあえず区別するため, 「最初の波」と「2 番目の波」を意味する英語の「Primary wave」と「Secondary wave」と名付けたのです。簡単のため頭文字をとって P 波, S 波と呼ぶようになり, 今日でもその呼び方が一般的にも専門用語としても使われています。

図 1 地震の波形 (これは手で書いたものです)



## 2. P 波と S 波の意味

物理学的な意味はわからなくても, とりあえず最初は分類上の名前を付けるのは, どの分野でも同じような事情です。実は弾性体の中を伝わる波には 2 種類ある, という物理学的意味は, 横浜地震がおこる 30 年ほど前にわかっていたのですが, その 2 種類が図 1 に示したような 2 種類の波だと, 最初に観測した人たちは気が付かなかったようです。

物理学的意味とは, 図 2 に示すように, P 波は波の進行方向に対して押したり引いたりしながら伝わる波で, S 波は波の進行方向に対して横に (直交方向に) ずれるようにしながら伝わる波です。日本語では前者を縦波, 後者を横波と呼んでいます。英語は Longitudinal wave と Transverse wave, または Dilative wave と Shear wave などと呼びますが, 名前

が長ったらしいので論文などでも、たいていはP波、S波が使われています。

図2 P波とS波の伝わり方



### 3. 縦波と横波は、縦揺れと横揺れとは違います。

「縦揺れ」「横揺れ」という言葉もよく聞きますが、この2種類の揺れは、地表面で上下に揺れたか、水平に揺れたかを言い表すもので、前節の縦波・横波とは違います。前節で述べましたように、縦波・横波は波の進行方向に対する振動（揺れ）の方向をいい表すものです。わかりやすく極めて単純化した場合を図2で言いますと、波が真横（水平方向）に伝わって行くとすれば、図のように縦波は横方向に揺れ、横波は上下に（縦に）揺れることとなります。つまり縦波が横揺れに、横波が縦揺れになってしまうのです。このように縦波と横波は、縦揺れと横揺れとは本質的に異なることが分かります。

### 4. 物理的には違うのに、感じとしては同じになるわけ

地震の揺れを経験した人に聞くと「はじめに下から突き上げるような縦揺れがきて、その後大きな横揺れがきた」というような話をされます。証言された方は最初に縦波（P波）を縦揺れと感じ、次に横波（S波）を横揺れと感じられたのです。前節の説明からすると、地震波が水平方向ではなく、真下から来ればこのようになります。

震源が真下であれば、波の進行方向も下から上になりますから、縦波・横波が縦揺れ・横揺れになります。ところが震源が真下でなくても、たいていの場合は地震の波はほぼ真下から来ます。和歌山で起きた地震の波も大阪ではほとんど真下から来ます。その理由は図3のP波、S波の進み方でわかると思いますが、なぜ図のように曲がって伝わるのかは別の機会に説明します。このように縦波と横波は、縦揺れと横揺れとは物理的意味は異なるのに、結果的には証言者のおっしゃるようになるのです。

## 5. 爆発はP波しか出ない

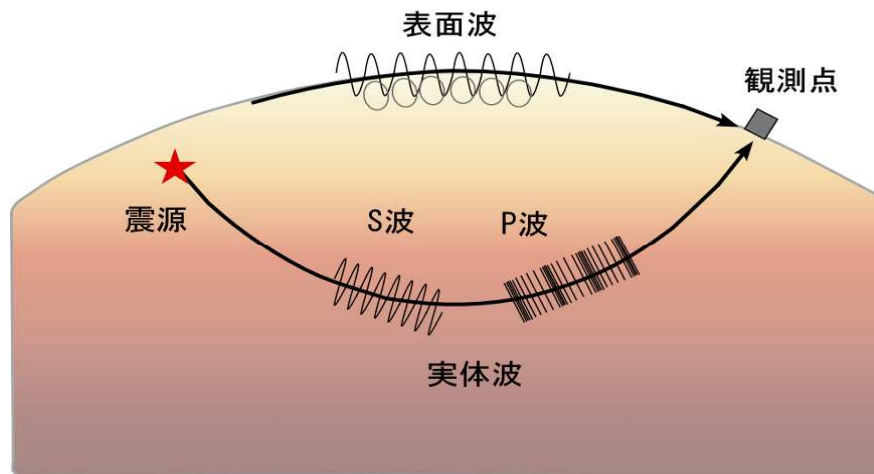
地下核爆発があった場合，地震記録で爆発があったかどうかを判別することがあります．爆発は押し波（外へ押し出す波，つまりP波）しか出ませんので，図1でいえばS波の無い波形になります．もっとも地震の波は地下深部で反射や屈折を繰り返しますので，その際にS波が生成されて弱いS波を観測することはあります．

ではなぜ地震からはS波が出るのでしょうか．答えは簡単で，地震は地下で断層が出来ること，つまり岩盤が「ずれる」ことですから，初めから「ずれ」によるS波が生成されるのです．

## 6. 液体の中はS波は伝わらない

S波は横に「ずれ」ながら伝わっていく波ですので，物質が「ずれ」なければ伝わりません．水のように液体は「ずらす」ことができませんので，S波は伝わりません．火山の下にマグマがあるかどうかはS波が観測されるかどうかでわかります．もっとも完全にS波が消えることはなく，いくらか観測されます．その程度によってマグマの溶け具合を知ることができます．地球の中心には「核」がありますが，そのうち外核が液体であることはS波を通さないことからわかりました．

図3 P波，S波，表面波



## 7. 地球の表面だけを伝わる波もある

ここまでP波とS波について話して来ましたが，このふたつの波は地球の中を伝わる波です．これらとは別に地球の表面だけを伝わる波が，あと2種類あります．これらは表面波（Surface wave）と呼ばれています．P波やS波が，地表と地下の層との間で反射を繰り返しているうちに，地球の表面を刺激してこの種の波が出来ます．P波やS波は最初から，つまり震源から出て来るのに対して，表面波は後から徐々に生成されますので，震源距離が短い場合は図2のようにP波やS波だけですが，だんだん遠くになりますと，表面

波が観測されるようになります。

ちょっと小難しいですが、P 波や S 波は地球の中を立体的に（3 次的に）伝わるのに対して、表面波は名の通り表面だけを平面的に（2 次的に）伝わるものですから、P 波や S 波に比べて波の減少の仕方が少ないのです。そのため、震源距離が大きくなればなるほど、表面波のほうが相対的に大きくなります。震源の深さにもよりますが、浅い地震ですと震源距離が 100km を超えると、ほとんど最大振幅は表面波になります。マグニチュードを決めるときは最大振幅を使いますが、そういうわけで、ほとんどの地震のマグニチュードは表面波で決められています。

余談ですが、水面を伝わる波は表面波です。