

レイ先生と大地君の 謎解き地震学

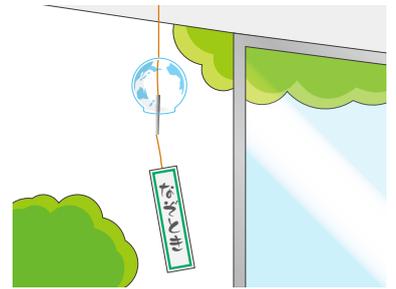
津波発生メカニズム

海辺の町で生まれ育った僕が大好きな季節だ。夏は海。遠く水平線までまぶしく光る水面、等間隔にならぶ白波、心地よく繰り返す波音。今年の夏はどこに行こう。・・・という空想から、レイ先生が僕を現実に戻した。

津波の恐ろしさ

- レイ よかったわ、文系のご出身で。古文はお得意よね？
大地 ええ、まあ。

災害を書き記した古い文献のようだ。パラパラとめくって、思わず手が止まった。津波の被害を描写した災害絵図だ。ゾッとするほどリアルで、僕は震えた。



明治三陸地震の災害絵図 出展:『風俗画報』臨時増刊第百十九号(東京大学地震研究所図書室蔵)

- レイ 明治三陸津波の災害絵図です。1896年6月15日の午後8時頃に三陸沖で起きた地震で大津波が発生しました。死者約2万人、流出・全半壊家屋1万戸以上という、日本の津波災害史上最大の被害を生みました。
大地 2004年のスマトラ島沖地震による津波を観光客が撮った映像を思い出しました。ホテルの部屋から撮影している人

が、浜辺にいる人に“Run! Run!”と叫んでいるのに、海水浴場の人々はのんきに白波を眺めていました。次の瞬間、彼らはみんな津波に吞まれてしまった。もちろん撮影者の声は浜には届かないのだけど、でもどうして浜辺にいる人たちはただ白波を眺めていたのだろう？ 高さ数メートルにも及ぶ津波が押し寄せているというのに。

レイ いい機会だから津波について調べてもらなさい。津波が発生するメカニズム、津波とふつうの波との違い、そして津波のもつ破壊力。さっきの疑問に答えが出るはずよ。

津波発生メカニズム

レイ まずは津波を引き起こすような地震について考察してみましょう。プレートの運動と地震の発生の関係は？

大地 年間数センチメートルのゆっくりとした速度で沈み込む海のプレートの一部は、陸のプレートとくっついています。くっついたままこれ以上沈み込めなくなった限界で、一気にはがれるのが「プレート境界地震」です。

大地くんはホワイトボードに沈み込むプレートの絵を描いた（図1）。

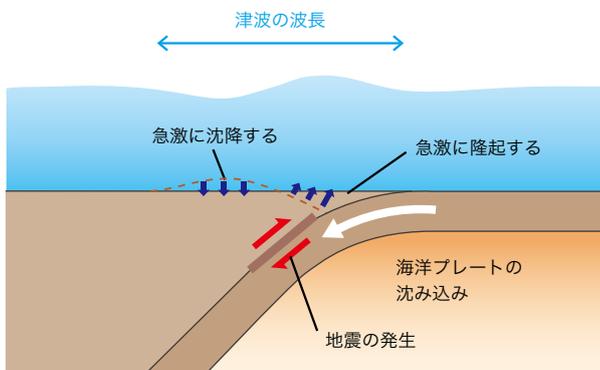
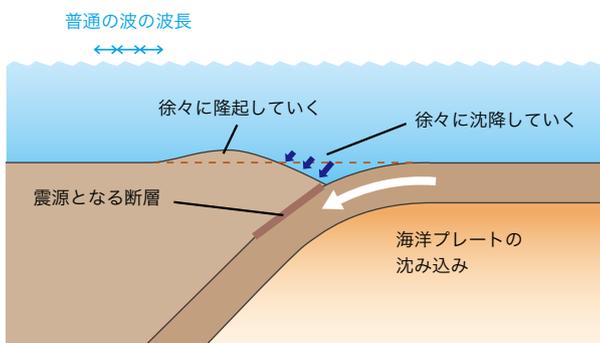
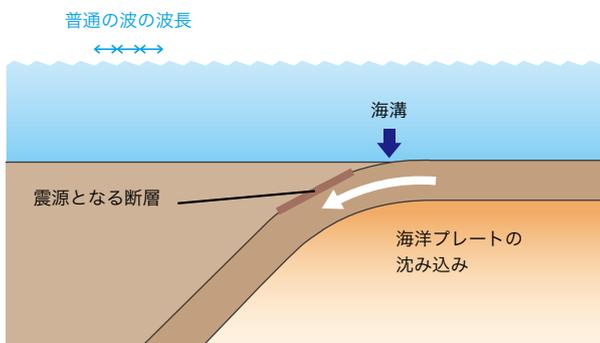


図1 プレートの沈み込みと地震の発生によって起こる地殻変動

レイ 『地震と地震動、マグニチュードと震度』で学んだとおり、地震は断層での急激なすべり運動でしたね。プレート境界地震では、海と陸のプレートの境界そのものを断層面としています（図1上）。

それから、部分的にくっついていることを「固着」と言うのよ。固着したまま沈み込んでいくと陸側の海底面のようなすはどうなるかしら？

大地 海溝近くでは陸のプレートの海底面は徐々にへこんでいく？（図1中）

レイ そう。地表面がへこむことを「沈降」と言います。一方で、陸のプレートの海溝から離れたところでは地面の盛り上がりである「隆起」が観測されます。

大地 板をたわめると真ん中が盛り上がるのと同じですね。地震の発生とは、固着がはがれて陸のプレートが一気にはね返ること。すると、地震発生まで沈降だったところは一気に隆起して、隆起だったところは沈降する（図1下）。

レイ こういった海底面や地表の動きを「地殻変動」と言います。この地殻変動で海面はどうなるでしょう？

大地 海水は海底の地殻変動と同じように一気に移動する。この水の塊の上下方向の移動が津波のきっかけとなるのか。

レイ 一部だけ沈降したり隆起したりした海面は平らに戻ろうとして振動しますね。これがいろいろな方向に伝わっていく現象が津波です。さて、押し波から来る津波と引き波から来る津波があるのもわかったかしら？

大地 なるほど！ この図では海溝より左側にある地域には引き波で、右側にある地域には押し波で、津波が到達するのでですね。



ふつうの波との違い

- レイ** この図で、海でのふだんの波との違いもわかるわね。押しでは引く海の波の波長、つまり波頭から波頭までの距離はどのくらい？
- 大地** 長くても数メートルですね。でも津波の場合は、図から考えたら数キロくらいでしょうか。
- レイ** 長いときには数百キロメートルにもなるのよ。2010年2月の南米チリ中部地震を覚えている？ 震源近くの村々を襲った津波を、現地の方が「コブラが海を背負って襲ってきたようだった」と表現していたのが印象的だったわ。頭を持ち上げたまま、その背後には大量の水を尻尾の先までずっと背負って襲ってきた、ということでしょうね。
- 大地** 押したり引いたりする海の波とは根本的に違うんだな。押したらしばらくは押し続ける。
- レイ** 浜辺にいる人がどうして津波に気づけなかったのか、これでわかったかしら？
- 大地** 海面と同じ高さにいると、津波の先端とふつうの波頭との区別はつかないんですね。津波の場合は大量の水の塊が何キロメートルにもわたって続いているというのに。これが沿岸に達すると大量の水の流れとなって押し寄せ続ける。
- レイ** 押し寄せ続ける威力というのは絶大で、そうね、大地くんでもきっと50cmの津波に耐えられないわよ。
- 大地** えっ！ そんなに強いのですか？ 膝くらいの高さで大人が立ってられないほど？！
- レイ** 押しでは引く海の波を思い浮かべてはダメよ。激流の川の中、ポツンと立っているところを想像してごらんさい。

大地くんは再び震えた。

新堂教授の素朴な質問

津波についてのレポートを新堂教授に見てもらった。

- 新堂** 津波の波長についてや、引き波と押し波のどちらから来るかなどが理解できたようだね。ところで、君は災害絵図の古文書もすらすら読めただろう。地震の揺れについてはなんと書いてあったかい？
- 大地** 「合計十三回の地震ありし。いずれも微弱震に過ぎざりし。」とありました。あれほどの大津波なのに「微弱震」とあったことが意外でした。
- 新堂** そう、それが今回の質問だ。調べたかな？

明治三陸地震ではあれだけの津波被害を出したのに、地震そのものによる揺れは小さなものだった。通常の地震と何が違ったのだろう？



新堂教授の素朴な質問

- 大地** はい。「津波地震」と呼ばれる地震があることがわかりました。地震が発生するとさまざまな周期の波が出ます。津波地震では僕たちが感じるような短い周期の揺れが少ないため、体で感じる揺れである「震度」は小さくても、大きな津波を発生させます。
- 新堂** なぜ短周期の波が少なくなるのかな？
- 大地** 断層での破壊がゆっくり進むためです。『地震と地震動、マグニチュードと震度』の時に勉強した、「ゆっくり地震」の部類ですね。通常の大きな地震では断層の破壊時間は長くても1、2分ですが、津波地震では5～10分ほどと本に書いてありました。それから、地殻変動の量も大きくなるため、津波がより大きくなる、とも。

新堂 よく調べているね。津波についてはまだまだ知らないことが多いことがたくさんある。引き続き調べてまたレポートを持ってきてくれたまえ。

津波が発生するメカニズムは、地震が断層運動だということから考察できた。考察の中で、津波の波長がふだんの海の波とは異なることや、引き波から来る場所と押し波から来る場所があることも理解できた。一度押し寄せたら押し寄せ続ける津波、その破壊力は僕の想像以上だ。それを記した災害絵図や古文書。昔の人はどんな想いでこれを描いたのだろうか？災害科学を学べば学ぶほど募る僕の想いときっと同じはずだ。後世の人間がもう二度とこんな目に遭わないように、と。



大地君の学習ノート

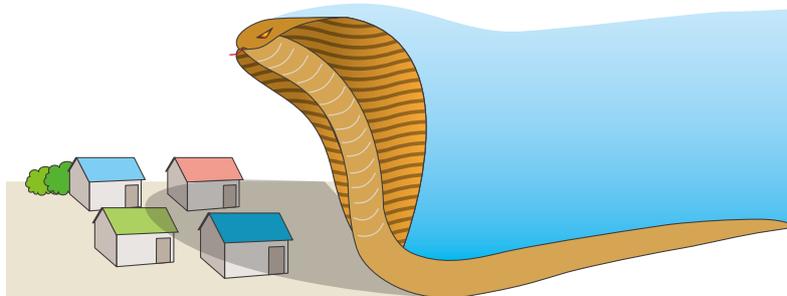


津波発生のメカニズム

1. プレート境界地震の発生に伴って、陸側で沈降・海側で隆起の地殻変動が起きる
2. 海水が地殻変動に伴って動き、海面も上下方向に変化する
3. 水平に戻ろうとした海面が振動し、いろいろな方向へ伝播する

津波の恐ろしさ

- ・波長が長いので、一度押し寄せたらしばらく押し寄せ続ける（押しでは引くふだんの海の波を想像してはいけない!）
- ・大人でも膝の高さの津波で立っていられない
- ・浜辺ではふつうの波と津波との区別がつかない（海で地震を感じたら、すぐに高いところへ!）



『謎解き地震学』 Web版はこちら → <http://outreach.eri.u-tokyo.ac.jp/charade/>

次号へつづく

大木 聖子 (おおき さとこ)

東京大学地震研究所広報アウトリーチ室助教。高校1年生の時に起きた阪神・淡路大震災を機に地震学を志す。2001年北海道大学理学部地球惑星科学科卒業、2006年東京大学大学院理学系研究科にて博士号を取得後、カリフォルニア大学サンディエゴ校スクリプス海洋学研究所にて日本学術振興会海外特別研究員。2008年4月より現職。



デザイン・イラスト/溝口 真幸