

「熊本地震の鯨」考

地震予知は夢のまた夢



大地震に引っ張られて地盤が伸びた？



工学博士 西尾 宣明

元・東京ガス(株) 基礎技術研究所

熊本地震のこと

与太郎 大家さん、熊本地震（2016年4月14日～）は大変でしたね。震度7の地震が2回も起きて——あれは震源地が浅かった所為ですか？

大家 それもありますね。4月14日の布田川断層での震源は深さ11キロメートル、16日の日奈久断層での震源は12キロメートルとされていますから、かなり浅い——両方ともいわゆる直下地震ですね。

マグニチュードはそれほど大きくなくても震度は大きくなります。範囲は狭いですがね。

与太郎 マグニチュードが6.5と7.3だったそうですが、結構大きい地震だったんじゃないですか？

大家 金森博士が提唱したモーメントマグニチュードで表せば、マグニチュードはそれぞれ6.2と7.0になりますが、7.0というのは7.9の関東地震に比べてエネルギー換算で約23分の1です。兵庫県南部地震の7.3に比べると約3分の1です。

マグニチュード7級で直下地震となると被害も大きくなりますね。ちなみに、兵庫県南部地震も直下地震でした。

与太郎 それにしても被害は随分大きかったですね。それに震度3ぐらいの余震が随分長く続いているじゃないですか。

大家 そうですね。他の地震に比べても随分多いようです。もしかしたら、地殻のひずみ分布が複雑だったり、地質に特別な性質があったりして、断層が小刻みに破壊するという傾向があるのかもしれないですね。

そして、被害が大きかったのは直下地震の他に、九州全体の地盤が軟らかいことが関係していますね。

九州は火山でできた島と言ってもいいぐらいです。火の国と言われて来ただけあって、火山灰由来の軟らかい地盤が厚く堆積しています。

建物の被害が多かったのは全体に地盤が弱かったことにもよると思います。同じ地震でも、軟らかい地盤の方が揺れ幅が大きくなる傾向があります。

硬い地盤だと加速度は大きくても揺れ幅は小さくなります。

与太郎 そうなんですか。

それに、建物だけじゃなくて、大きな地滑りや道路の被害も軟らかい地盤のせいなんですかね。

大家 私はそう思いますね。

与太郎 こんどの地震は阿蘇山から大分県の方まで広がったけど、あれは日奈久断層と布田川断層で起きた地震に大分の方の活断層が刺激されたんだそうですね。

その先には四国を横切る中央構造線っていうのがあって、伊方原発もその上にあるんで、みんな心配してましたね。

大 家 中央構造線が大きな活断層だとして、そこにどれだけ大きなひずみが溜まっているかが分からないので、果たしてそこまで飛び火するかどうかは私には分かりませんね。

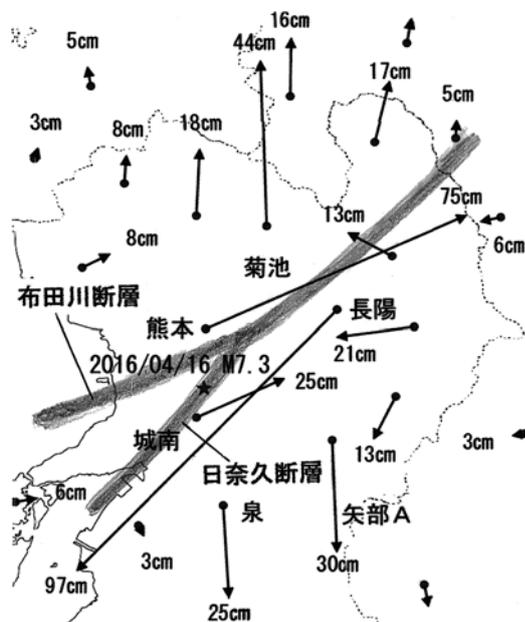
地盤の変位とその原因

与太郎 大家さんは活断層が自分から動き出すことはないって、前から言っていましたよね。

大 家 そうですよ。地殻の中のひずみが大きくなると一番弱いところから壊れ始めます。活断層と言っているのは何千年も何万年も前に壊れたことがあって、そのあたりでは一番弱いところになる可能性が高いと考えられるような場所なんです。

与太郎 そのひずみって言うんですか？ 熊本地震では断層を挟んで地盤が南と北に引っ張られたんだそうですね。

大 家 テレビに出てきた学者がそう言っていましたね。あれはとんでもない話です。



熊本県周辺の地盤移動量 (国土地理院)

ここに国土地理院が発表した地盤の動きの図があります。確かに、断層の北側は北に、南側は南に向かって動いていますね。これを見て地盤が南北に引っ張られたと考えるのはあまりにも単純すぎます。

地震学者って初歩の材料力学さえも大学で習っていないんですかね。

与太郎 でも、斜めの線以外は南と北では全部反対の方向に動いてますね。

大 家 それはただ動きの方向だけの話です。

断層の近くと遠くでは動いた距離が違いますね。

近くでは大きく動いて、遠くでは少ししか動いていません。つまり、断層の近くと遠くの間の地盤は縮まったこととなります。ゴムを引っ張ったらゴムは縮みますか？

与太郎 とんでもない。引っ張ったら伸びますよ。押したら縮むけど。

大 家 そうですね？ 鉄でも岩石でも地盤でも同じことです。一般の人は学者が言うことは正しいと思うのですが、こんなことでは信用できませんね。

与太郎 この図で、斜めに大きく動いている線はどう見ればいいんですか？

大 家 熊本と書いたところの地盤は東北東の方向に75cm動いていますね。一方で、長陽と書いてあるところは南西に97cmです。

この二つの動きは断層の北側と南側で地盤が反対方向にずれるように動いたことを表しています。この場合、断層に向かった時、断層の向こう側の地盤が右に動く、右横ずれ断層と呼ばれます。

確か、断層を南側から見て、こちら側の地盤が上の方にも動いて、向こう側の地盤は沈下したという報道があったように記憶しているので、横ずれ断層と逆断層が混ざったような動きだったのではないかと思います。

与太郎 そういう地盤の変動はどういう力が働くと起きるんですか？

プレートテクトニクスが教えること

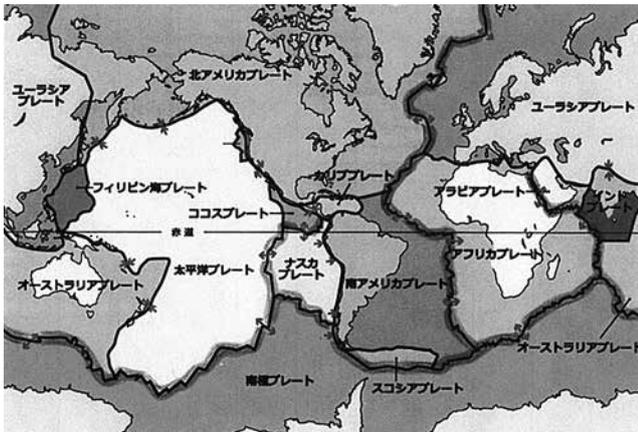
大 家 それぞれ。その質問がとても大事なことです。テレビで見る専門家たちはそのところを何も言わないんですね。

私の考えでは日本列島全体に東から西に向かう方向に圧縮力が加わっていると思います。真西よりは少し北寄りに向かっていますがね。

これは私の素人考えなどではないんですよ。

プレートテクトニクスという地球の陸地と海洋の成り立ちなどを研究する学問で認められていることです。

その証拠がこの図です。



地球表面を覆うプレート（影をつけた線は海嶺を示す）

地球の表面は図によれば、大小取り混ぜて16枚ほどのプレートに覆われていると考えられています。

プレートはマントル対流で動かされていて、その方向が矢印で示されています。そのほとんどはプレート同士がぶつかり合う方向になっています。

与太郎さん。物がぶつかり合うときにはどんな力が働きますか？

与太郎 ぶつかるってことは相撲みたいに押し合うってことですね。押し合うってことは、つまり、圧縮力っていうんですか？ そういう力が働いてるっていいことでしょうか？

大家 そうそう。その通りです。プレート同士はみんな圧縮力を及ぼしあっているんです。

与太郎 あれ？ でも、プレートが離れるような向きに矢印が書いてあるところもありますね。

大家 ああ、それはとても大事なところですよ。

プレートが動く原動力は高温のマントルが地球内部から上昇してくるところですが、上昇したマントルは対流を作って左右に流れていきます。その流れに乗って表面のマントルはやがて硬い、プレートと呼ばれる岩石の板になって左右に動いていくわけですよ。この図で影をつけた線がその主なものです。

与太郎 そうですか。プレートがぶつかり合うところに比べるとずいぶん少ないですね。

大家 そうですね。ただ、うんと小さなプレートの下でもマントル対流が起きていると思うんですが、海嶺ができるほど強くないんだと思います。

与太郎 カイレイって？

大家 マントルが強く湧き出すところは盛り上がって海の底に山脈のような形を作るので、海嶺と呼ばれ

ています。山脈と言うほどではなく、少し盛り上がって海底を広げるような役をしているところは海膨と呼ばれています。

与太郎 ああ、そうですか。海膨っていうのはあんまり大きな働きはしてないんですね。

大家 そういことですね。

その海嶺の中で一番有名なのが、大西洋のど真ん中を南北に走る「大西洋中央海嶺」です。この海嶺が海面の上に姿を現している場所がアイスランドです。

そして、この海嶺の形が南北のアメリカ大陸とアフリカ大陸とぴったり同じだということで、大陸移動説、そしてプレートテクトニクスというものが確かことの証拠になったんですね。

与太郎 そう言えば、アフリカとアメリカの形はぴったり合ってますね。

大家 ざっと一億年前にはくっついて一つの大陸になっていたんですね。ユーラシアもオーストラリアもインドも全部一つの大陸の一部だったんですよ。

与太郎 それがこの海嶺に押されてばらばらになったってことですか？

大家 そういことですよ。

日本での地震に関係するのが太平洋プレートとナスカプレートの境界になっている「東太平洋海嶺」、そして、それと一緒に太平洋プレートを日本海溝から千島列島、アリューシャン列島それにアメリカのアラスカに押し付けている「太平洋南極海嶺」。

この二つの海嶺に押されている四つの「押され領域」はマグニチュード9クラスの地震の常習領域です。ただ、日本海溝の3.11地震は日本の有史以来初めてのマグニチュード9だと思えますがね。

「東太平洋海嶺」はまた、ナスカプレートを南アメリカプレートの下に潜り込ませています、ここがまたマグニチュード9クラスの地震の常習領域で、日本にまで大津波を送り込んだりしています。

与太郎 ふう～ん。海嶺ってすごいですね。

大家 そして、インドプレートをユーラシアプレートに押し付けてヒマラヤ山脈を盛り上げる原動力となった「中央インド洋海嶺」、アフリカプレートを北西に押し上げている「南西インド洋海嶺」、オーストラリアプレートを押し上げてユーラシアプレートの南端のジャワ海溝にぶつけて、2004年のマグニチュード9.1というスマトラ島沖地震を起こした「南東イン

ド洋海嶺」

以上の六つの海嶺がプレート全部の運動の原動力になっていると言っても過言ではありませんね。

与太郎 そうなんだ。

あの一、日本海溝やスマトラ島沖などの海溝では片方のプレートがもう一方の下に潜り込んでいるでしょう？ ところがヒマラヤ山脈を造ったユーラシアプレートとインドプレートは、なんか、正面衝突みたいになって盛り上がり山を造ったんでしょう？

それはなんで違ったんですか？

大家 それはいい質問ですね。私も十分わかっているわけではないけれども、大まかに言えば、太平洋プレートのように海の中で形成された岩石と、ユーラシアプレートのように大陸として形成された岩石とでは密度が違うんですね。大陸でできた岩石の方が軽いです。それで海洋側のプレートは大陸のプレートの下になって沈んで行くんですね。

プレートはね返り説は漫画

与太郎 その時に陸のプレートが引きずられて、それが跳ね返ると地震になるって言われているんでしょう？ 大家さんはそうじゃないって言ってるけど。

大家 もし、海側のプレートに引きずられているとすれば、引きずられるのはプレートだけではなく。プレートが乗っかっているマントルも一緒に引きずられているわけです。その引きずる力は沈み込むプレートの先端で一番強く、浅くなるほど弱くなります。

与太郎 そこんところがよくわからないんだけど。

大家 それは陸側のプレートの下のマントルとの間にも同じように摩擦力が働いている筈だからです。摩擦力のために、沈むプレートが陸のプレートを引き付ける力はうんと弱まっている筈です。

与太郎 なんかわかるような気もするけど、いまひとつピンと来ません。分かりが悪くてスイマセン。

大家 うどんを食べる時、絡まったうどんの中から1本だけ引っ張り出そうとしても、摩擦が強いために井の底まで引っ張る力がなかなか伝わりませんね。

与太郎 そうですね。無理に引っ張ると途中で切れてパチンと顔の方に汁がかかったりしますよ。

大家 この井を逆さまにして考えると、井の底が地球の表面で、引っ張ったうどんが沈み込むプレートの

先端ということで、引っ張る力は途中のマントルとの摩擦に食われて、大陸のプレートにはいくらか力が伝わらないと思いますよ。

だから、「プレートはね返り説」はただの漫画だと私は言うのです。日本は漫画大国だからと言って、学者まで荒唐無稽な漫画を描いていたのでは困りますよ。

与太郎 今のうどんの話でよく分かりました。大家さんのの方が正しいことも。

ところで、プレートとプレートの間には基本的に圧縮の力が働いているというのはわかったんですが、熊本地震の場合もそうなんですか？

大家 先の図にも示されているように、太平洋プレートは東から西に向かって北米プレートを押し付けています。ただし、「太平洋南極海嶺」からの力がやや北を向いているためか、その力の方向は真西よりも少し北に向いています。この力は当然フィリピンプレートにも同じようにかかっていると思います。したがって、西日本や九州が載っているユーラシアプレートにも同じ方向の力がかかっているはずですよ。

その力で九州の地殻が壊れるとすれば、壊れてできる断層は力の方向から45度前後傾いた方向にできると考えられます。横ずれ断層の場合ですがね。

そう思って見ると、日奈久断層も布田川断層もその条件をほぼ満足していると思いませんか？

与太郎 なるほど、熊本地震では大分県の方までたくさんの余震が起きてるけど、みんな東西から45度くらい傾いた活断層で起きてるんですね。

大家 このように、活断層が動いて地震が起きたと考えるのは全然意味がなくて、日本の地殻にどんな力が働いているかということが大切なんです。

地殻に働く力が、震源として「どの活断層を選ぼうか？」それとも「あんまり良いのがないから新しい活断層を作ろうか？」というようなことを決めているんです。

与太郎 ああ、そういうふうを考えればいいんだ。

…でも、活断層の地図なんか見るとその方向が随分バラバラで、大家さんが言うようには必ずしも行っていないんじゃないかと思うけど…。

大家 いいところに気がきましたね。

でも、私の考えは変わりませんよ。まず、断層が逆断層の形をとっている場合は断層が走っている方向は力の方向に直角になる傾向があるはずですよ。

東日本のように太平洋プレートからの力がモロに東西方向にかかっているところでは南北の方向の活断層がほとんどですね。この場合も地殻が壊れる方向はほぼ45度で理屈に合っています。この場合は地表面に対して45度になっているんですがね。

熊本地震の断層のように横ずれ型だと断層の向きが力の方向と水平に45度前後になるということです。

兵庫県南部地震も横ずれ型でしたね。だから断層の方向も熊本地震に似ています。

与太郎 なるほど、力の方向とその45度という考え方で随分色々と説明できるんですね。

大家 でもその力の方向がわからない場合も多いと思います。特に、フィリピン海プレートというものがどれだけ自発的に動いているかも問題です。

自発的な動きは弱いとすれば、太平洋プレートからの圧力の影響がそのままユーラシアプレートに伝わって南海トラフや日向灘トラフに影響を及ぼすでしょう。

これはさっき考えた熊本地震の原因になった断層の話に結びつく訳です。

もし、オーストラリアプレートからの北に向かう圧力がフィリピン海プレートを介して南海プレートなどに北向きの圧力を及ぼしているとするれば、その影響も加味して考えなければならぬので、厄介になります。

与太郎 その辺のことで言うと、まだ解明されていないということですか？

大家 多分、地震学者や地球学者はプレートの相互作用を力学的な数値に表して解明することは考えてもいないと思います。地震のたびにテレビなどに登場する学者や専門家の解説を聞いている限りではね。

与太郎 そんなもんですかねえ。

大家 今の話のついでですが、東北地方太平洋沖地震で、太平洋プレートの圧力による莫大なエネルギーが解放されたわけです。

その結果、日本に関係するプレート同士の圧力の配分がかなり変わってしまったと思うんです。特に東海地方から西の方のね。

それが計算できると、どの地方の、どの方向を向いた活断層が次の地震に狙われやすいかなどが分かってくると思うんですがねえ。

与太郎 その計算は難しいんでしょうね？

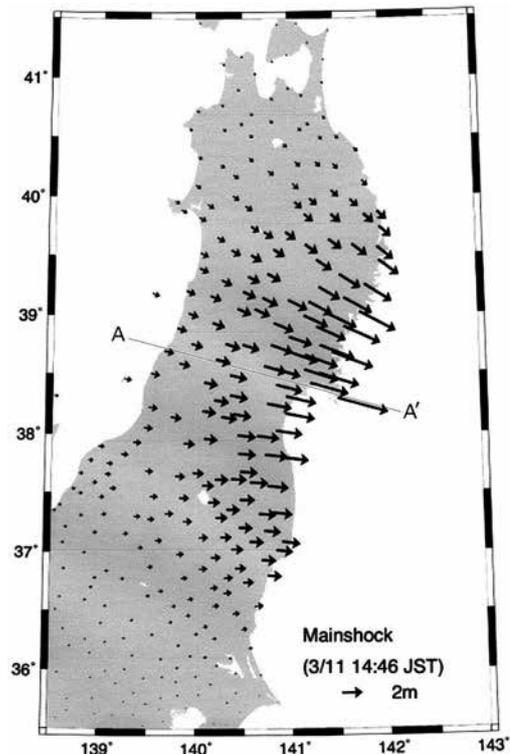
大家 とても難しいとは思いますが。マントル対流がどのようにして起きているのかだって、定量的には

何も分かっていないのではないのでしょうか。だから、「Aのプレートが沈み込む力でBのプレートが引きずり込まれて、跳ね返る時に地震が起きる」などという考えが今でも通用してしまっています。

与太郎 大家さんの考えはマントル対流がプレートを動かして、二つのプレートがぶつかる時の圧縮力が地震の原因だということでしたね。

大家 そうです。よく覚えていてくれましたね。

その圧縮力が地震で解放されると解放された分だけ地盤は伸びます。東北地方太平洋沖地震の場合、石巻市のあたりで地盤は約5メートル東に移動しました。この図ですね。



東北地方太平洋沖地震本震による地盤移動量分布図
(京都大学防災研究所地震予知研究センターによる)

図のA—A'に沿う地盤変位を外挿すると、石巻の東200キロメートル先の日本海溝での北米プレートの地盤変位は50メートルになります。これは実際とよく合っています。

それから、地盤沈下も起きていますが、石巻での沈下量約70センチは圧縮ひずみが解放されたために、上下方向のひずみがゼロに戻ったと考えた時の沈下量とほとんど同じです（本誌76、77号の小文「地震のイロハ」, 「津波は防げない」を参照）。

「プレートはね返り説」でこれらの数値を説明することは不可能です。

与太郎 大家さん。大家さんの考えをまとめて学会に出したらどうですか？

大家 それには学会に入会しなければなりません。論文を出そうとすると、「どれだけ沢山の文献や論文を参照しているか」などということが審査の大きな条件になったりして、とても私の論文など通るわけがありません。特に日本ではそういうことにうるさいですからね。

まあ、与太郎さんに聞いてもらって憂さ晴らしをするのが関の山です。言わば負け犬の遠吠えですね。

与太郎 う～ん、じれったいなあ。

大家 もしかして、与太郎さんとの対談をうまく英訳してくれる人がいて、それをイギリスの「ネイチャー」などの学術雑誌に投稿したら、意外に受け入れてくれるかもしれないですね。ユリ・ゲラーの論文も受け入れられたぐらいですからね。

まあ、夢物語ですがね。

推進工事技士試験 過去14年間(平成14～27年度)

試験問題と模範解答・解説集

推進工事技士試験問題研究会編

推進工事技士試験は、推進工法に係わる技術、技能を適正に認定することを目的に(公社)日本推進技術協会が平成4年度より実施している制度で、管渠施工の安全性と品質を確保する上で有益な制度です。

解答付きの解説書に対する受験者の皆様からのご要望に応じて、この程、推進工事技士試験過去問題集を刊行しました。受験対策書としてご利用いただければ幸いです。



2015年度版発売中!!

1. 内容と特長

- 過去14年間の試験「学科」と「実地」問題を一年単位に収録
- 各年度の試験問題と模範解答・解説集は別冊になっており実力テストに最適
- 解説には設問に採用された図書(推進工法体系)の出典箇所を明記

2. 価格

各年度単位に1set 2,000円(消費税・送料込)

3. 申込方法

本図書のお申込は前金でお願いしています。

ご購入ご希望の方は、郵便局備え付けの払込取扱票に①「通信欄」に購入したい年度と冊数②「ご依頼人」欄に発送先の郵便番号、住所、会社(団体)名、氏名、電話番号を記入して郵便局からお申込下さい。

これらのことをインターネットでご案内しています。

お問い合わせ先

株式会社 LSプランニング
<http://www.lsweb.co.jp/shiken/annai>

〒135-0033 東京都江東区深川2-12-4-201
電話 03-5621-7850 FAX 03-5621-7851 E-mail oda@lsweb.co.jp