

東日本の日本海溝付近で発生する地震について その1

茨城県沖地震について

はじめに

この地球上では、世界各地で地震が発生しているが、とりわけ日本では、その周辺に幾つかのプレートが重なり合い、それらが独自の動きをし、互いに力を及ぼしあっているため、これによりエネルギーが蓄積し、これが限界を超えると地殻の破壊を引き起こし、地震を引き起こしている。地震がこうした地殻の破壊に伴い起きることは疑う余地のないところであるが、地震の発生には、その規模から考えてもこのプレート同士の力のやり取りのほかにも、太陽、月の引力による地球規模での変形が起きており、こうしたエネルギーの影響により地震が起こる可能性も考えられる。とりわけ、筆者は、地殻内に出来た断層のずれはこのエネルギーの蓄積が限界を超えたときに発生するのではと考えているが、このことについては、別途、検討してみたい。ここでは、特に、プレート同士が及ぼす相互作用による地震について考察する。

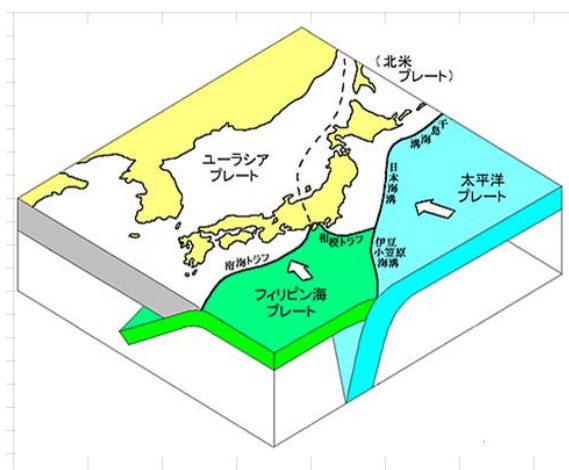


図-1 日本周辺のプレート構造 1)

日本の周辺には、北米プレート、ユーラシアプレート、太平洋プレート、そして、フィリピンプレートがぶつかり合っている。とりわけ、大震災をおこした東北地方の太平洋沖では、北米プレートの下に太平洋プレートがもぐり込んでおり、これに起因して地震が起こると言われている。そこで、近年（2010～2016年にかけて）発生しているこの地域における地震について、その震源地と、このもぐり込みの状況を詳しく調べてみた。その結果、この地域における地震の発生状況は、従来説明されているような地殻のもぐり込み構造よりも、北米プレートが長い歴史の中で、もっとずっと大きく引きずられており、ここに膨大な歪のエネルギーが蓄えられ、これが開放されることで地震が発生していると考えるのが妥当であるということが分かった。

1. 地震の震源地と、震源の深さの分布

地震による揺れの目安として、震源地との距離がある。地震は震源地の揺れが大きくても、距離があれば、揺れは減衰することが知られている。そのため、地震については、その地域での揺れの大きさと、震源地に関する情報が与えられる。過去の地震履歴が、日本気象協会から夫々の地震の強度により分類されて、地震の発生時間、震源地の場所、震度が与えられている。²⁾

ここでは、この地震情報履歴の中から、2010年から2016年に掛けて、震度4以上の揺れを感じた地震について、その震源地と深度との関係について整理した。

こうした地震のうち、日本の内陸で発生している地震については、地殻に出来た断層のずれが生じて地震が発生する、あるいは、火山性の地震が主である。これに対し、東日本、あるいは、関東から紀伊半島、四国から、九州にかけての太平洋岸では、プレートの相互干渉による歪がおこり、これが限界を超えたときにその歪が解放されるといって形で地震が発生すると説明されている。

したがって、ここでは、こうしたプレートの相互干渉、とりわけ、日本列島を形成している北米プレートと、その下にもぐり込んでいると言われている太平洋プレートとの間での摩擦による歪みが解消されて発生する地震について、茨城県沖、福島県沖、宮城県沖、岩手県沖、青森県沖、そして、北海道の十勝地方、ならびに、釧路地方で発生した地震について検討した。

震源地については、先の報告書に記載されており、これに従って地震の発生場所を特定した。また、震源の深さについても、同報告書に記載の地震ごとに、震源の深さが報告されているので、これに従った。

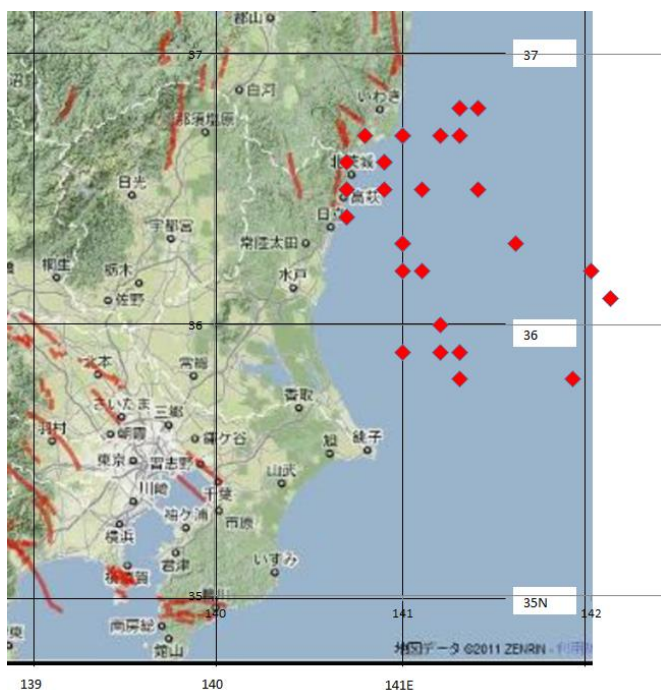
表-1 茨城県沖地震

1.1 茨城県沖地震について

太平洋岸の地震では、千葉県の東方沖で起きる地震が観測され、ここも、北米プレートの下に、太平洋プレートが沈みこんでいると考えられているが、そこには、フィリピンプレートも北米プレートの下にもぐり込んでいるようとも言われているので、震源地の場所によっては、太平洋プレートよりも、フィリピンプレートが関与している可能性がないわけではない。そのようなことから、ここでは、北米プレートの下に太平洋プレートが沈み込んで出来る日本海溝に沿って発生する地震の中で最も南に分布する茨城県沖の地震から検討する。

前述の気象庁の発表による、茨城県沖で 2010 年から 2016 年の間に発生した地震は、表-1 の通りである。このデータを下に、地震の震源地を実際の地図の上に図示したものが、図-2 である。震源地は、北のほうでは比較的陸地に近いところでも発生している。因みにこの図の日本の陸地部に図示されている赤色の線は、その場所で確認されている断層であり、断層の向きでもある。したがって、茨城県沖の地震であるとは言え、こうした地震の発生に、断層の破壊が関係していることが予測される。こうした断層の破壊が起きるのは、プレートの中の地殻でのことであり、震源の深さが比較的浅いのではないかと思われる。

図-2 茨城県沖地震・震源地の分布



発生時刻	震源地	Magnitude	最大震度	経度	緯度	深さ
2015年11月22日 8時20分頃	茨城県沖	M4.7	4	140.7	36.5	50
2013年10月20日 10時7分頃	茨城県沖	M4.4	4	140.7	36.5	50
2013年10月12日 2時43分頃	茨城県沖	M4.9	4	140.7	36.4	50
2013年9月30日 22時37分頃	茨城県沖	M4.4	4	141	36.7	50
2013年9月13日 4時49分頃	茨城県沖	M4.4	4	141	36.7	50
2013年2月9日 13時43分頃	茨城県沖	M5.4	4	141.4	36.8	20
2013年1月22日 4時46分頃	茨城県沖	M5.2	4	141	35.9	20
2012年12月15日 14時46分頃	茨城県沖	M5.0	4	141.3	36.8	30
2012年10月24日 16時5分頃	茨城県沖	M4.5	4	140.9	36.6	50
2012年2月8日 6時41分頃	茨城県沖	M4.1	4	140.7	36.6	10
2012年1月28日 14時21分頃	茨城県沖	M4.9	4	141.4	36.8	20
2011年9月15日 17時0分頃	茨城県沖	M6.2	4	141.6	36.3	10
2011年9月13日 2時42分頃	茨城県沖	M4.4	4	140.9	36.6	50
2011年9月10日 15時0分頃	茨城県沖	M4.8	4	140.7	36.4	50
2011年8月27日 14時5分頃	茨城県沖	M4.3	4	140.8	36.7	20
2011年6月9日 19時38分頃	茨城県沖	M5.7	4	140.9	36.5	2
2011年5月20日 6時46分頃	茨城県沖	M5.8	4	141.3	35.8	30
2011年4月30日 14時6分頃	茨城県沖	M5.3	4	141.3	36.8	20
2011年4月25日 18時0分頃	茨城県沖	M5.0	4	141.1	36.2	30
2011年4月11日 6時36分頃	茨城県沖	M5.2	4	141.2	36.7	40
2011年4月7日 11時40分頃	茨城県沖	M4.9	4	140.9	36.6	50
2011年4月5日 5時44分頃	茨城県沖	M4.2	4	141	36.3	30
2011年3月30日 22時19分頃	茨城県沖	M5.0	4	141	36.7	50
2011年3月24日 5時33分頃	茨城県沖	M4.7	4	141	36.3	40
2011年3月18日 17時1分頃	茨城県沖	M5.4	4	141.3	35.9	10
2011年3月17日 21時55分頃	茨城県沖	M5.8	4	141.3	36.7	30
2011年3月14日 10時2分頃	茨城県沖	M6.2	5弱	141.1	36.5	10
2011年3月13日 10時26分頃	茨城県沖	M6.4	4	141.9	35.8	10
2011年3月12日 4時8分頃	茨城県沖	M5.6	4	141	36.3	40
2011年3月12日 0時13分頃	茨城県沖	M6.6	4	142.1	36.1	10
2011年3月11日 23時44分頃	茨城県沖	M4.8	4	141	36.7	50
2011年3月11日 23時0分頃	茨城県沖	M5.4	4	141	36.2	30
2011年3月11日 20時21分頃	茨城県沖	M5.6	4	141.3	35.9	20
2011年3月11日 17時19分頃	茨城県沖	M6.7	4	142	36.2	2
2011年3月11日 17時12分頃	茨城県沖	M6.4	4	141.4	36.5	40
2011年3月11日 15時37分頃	茨城県沖	M6.1	4	141.2	35.9	20
2011年3月11日 15時15分頃	茨城県沖	M7.4	6弱	141.2	36	80
2010年11月24日 20時9分頃	茨城県沖	M4.9	4	141	36.3	40
2010年3月31日 6時18分頃	茨城県沖	M4.6	4	140.7	36.4	60

こうしたことから、これらの地震の震源地の深さがどのようになっているかをみた。

茨城県沖の地震と限定した場合には、震源地の緯度は自づと限定されるので、震源地の経度をその地震の位置の目安とし、その深さを表示した。地表からの位置であるので、震源地の深さは、マイナス表示となる。こうして、図-3 に、夫々の地震の震源地の深さ表示した。

この図から、

- (1) 震源地の経度が大きくなると、震源地の深いところでは地震は見られず（1つの例外があるが・・・）東経が小さくなる（日本の陸地に近くなり、海溝からは離れる。）と、深度が深いところでも地震が発生している。
- (2) また、全体に渡り深度の浅いところでも地震が発生している。
- (3) 黒い点線で囲まれた部分では、地震の発生が確認されていない。

こうしたことが、茨城県沖だけで言えることなのかどうか、あるいは、地震の発生した時期（2010～2016年）が限定されているためなのかは、今後の問題である。

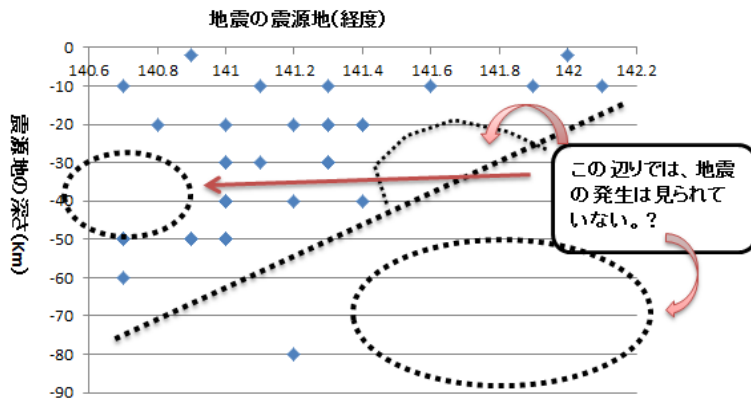


図-3 震源地の位置と深さ

これらの地震の発生は、日本海溝の西で起きている。従来、日本海溝が、北米プレートの下に太平洋プレートが潜り込んで出来ていると説明されているので、この震源の深さを断面図として表示した。

地震の震源地の緯度に弱間の差はあるか、北緯36度辺りで発生したものの震源の深さを示したものが図-5である。この図で注意していただきたいのは、プレートの厚みである。プレートの厚みについては、明確な表現をされたものはないが、プレートテクトニクスで説明されているプレートとは、非常に硬い地殻と粘度の高いマントルとの合計であり、その下に粘度の低いマントルがある。この二つのマントルの境がモホロビッチと呼ばれる境界面で、ここから上部がプレートと呼ばれ、動いている。地殻の厚みは、大陸プレートの場合には、30Kmにも達することがあるが、海洋プレートの場合には、これよりも薄く、数 Km と言われている。ただし、

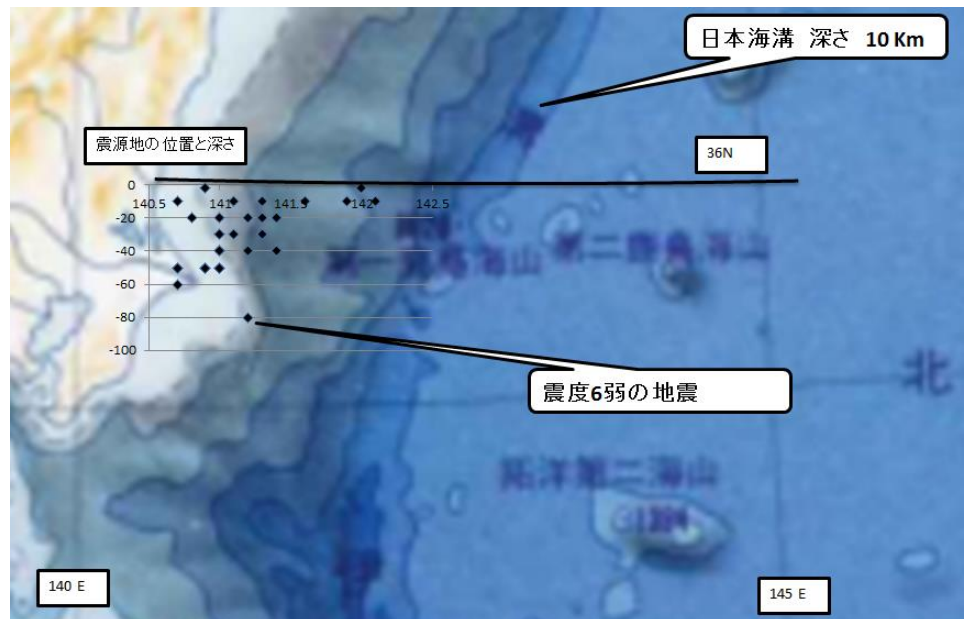


図-4 茨城県沖地震の位置と震源の深さ

この二つのマントルの境がモホロビッチと呼ばれる境界面で、ここから上部がプレートと呼ばれ、動いている。地殻の厚みは、大陸プレートの場合には、30Kmにも達することがあるが、海洋プレートの場合には、これよりも薄く、数 Km と言われている。ただし、

海洋プレートの地殻のほうが比重が高く、より硬いといわれる。その海洋プレートが大陸プレートの下に沈み、その境目が海溝となっている。従って、ここでは夫々のプレートのうち、上層部を示していることになる。必ずしも、地殻の厚みではないことに注意していただきたい。

茨城県の場合、海岸から海溝までの距離は、経度にしておよそ 2 度であり、この辺りの北緯におけるこの間の距離は、約 200Km 程である。

この地域で発生した地震の深度を見ると、地震の発生は、海岸線から 100Km ほど離れたところに集中していることが分かる、このあたりの地層に太平洋プレートの沈み込みによる応力が集中していることがわかる。一方、それよりも陸地側では、深度 20~60Km の辺りには、震源の空白地帯があり、ここには歪が蓄積されていない、つまり、歪が蓄積しない構成になっているのだろう。つまり、北米プレートのこの部分と太平洋プレートの地殻とのすべりによる歪が少ないことが予測できる。この深さになると、北米プレート側は、マントルの上層部になっているが、ここのマントルには歪が解放される性質があるのかも知れない。

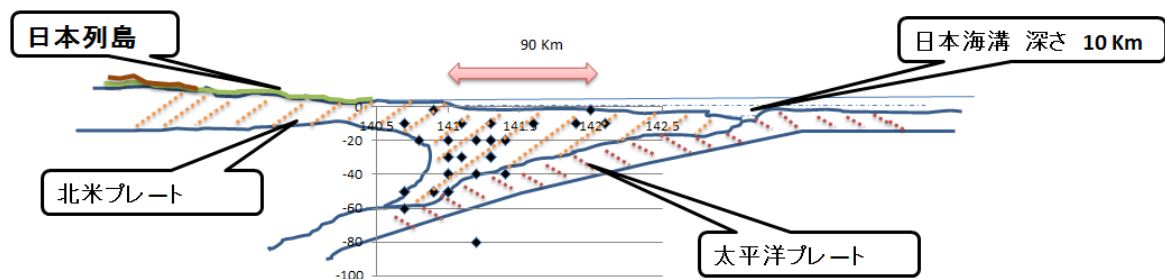


図-5 北緯 36 度辺りの地震の震源地の経度と深さ (Km)

1.2 茨城県南部地震について

ここまで、茨城県沖の地震について、検討してきたが、地震の震源地が、陸地側に近づくにしたがって、震源地の深さが深くなっていることが分かった。と言うことは、茨城県南部で発生する地震は内陸地震ではあるが、当然、その深度によっては海洋プレートの沈み込みによる歪が関与していることも容易に想像がつく。

そこで、茨城県沖の地震について行った手法に従い、茨城県南部地震と言われているものについても、その地震の発生位置と深度との関係を見た。

図-6 は茨城県南部地震の 1 つの例で在るが、海岸線からかなり内陸に入っていることが分かる。しかしながら、これらの地震について、その震源地の緯度を見ると、殆ど茨城県沖地震のなかに含まれている。そこで、経度と深度との関係を先の図-5 に当てはめて示したのが、図-7 である。

この図から、南部地方の内陸部で発生した地震ではあるが、これらの地震は、茨城県沖の地震で見られたように、日本海溝から離れた場所の、かつ深度の深いところで起きたものであり、北米プレートと太平洋プレートのすべりによる歪が蓄積した結果地震が発生していると考えるのが自然であると思われる。ただし、ここで注目すべきは、深度を調べると、緯



図-6 茨城県南部地震

度的には、ほぼ同じであるが内陸に行くに従い深度が深くなっていることである。

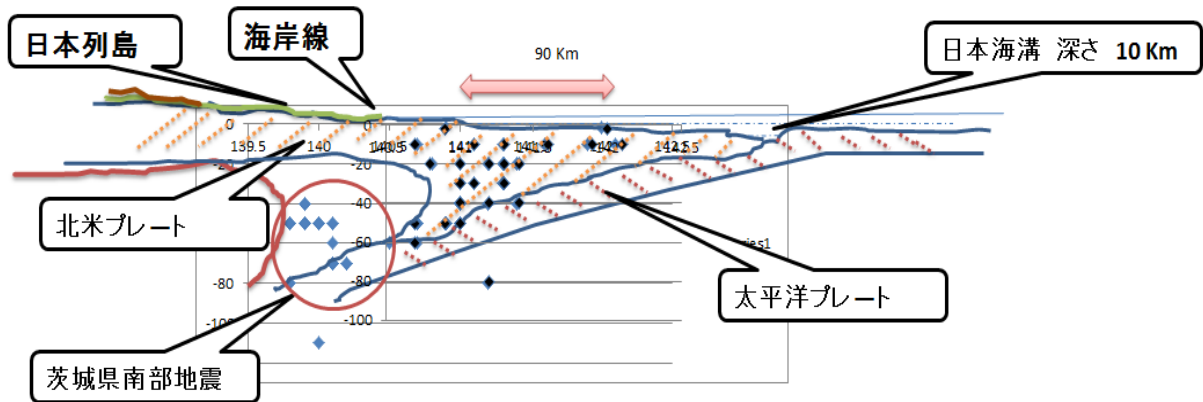


図-7 茨城南部地震と茨城沖地震、
北緯 36 度辺りの地震の震源地経度と深さ (Km)

茨城県北部地震

茨城県には、さらにこれらの地震とは区別されて、茨城県北部地震というのが多発している。緯度的には、北緯 36.5～37 度近辺で、若干北にかたよっているが、海岸線の近くで発生して



図-8 茨城県北部地震

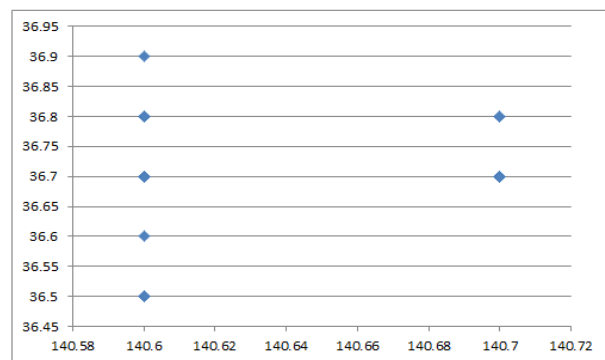


図-9 茨城県北部地震の震源地

いる。つまり、日本海溝により近くなっているのだ。そういうことから、これらの地震についても、

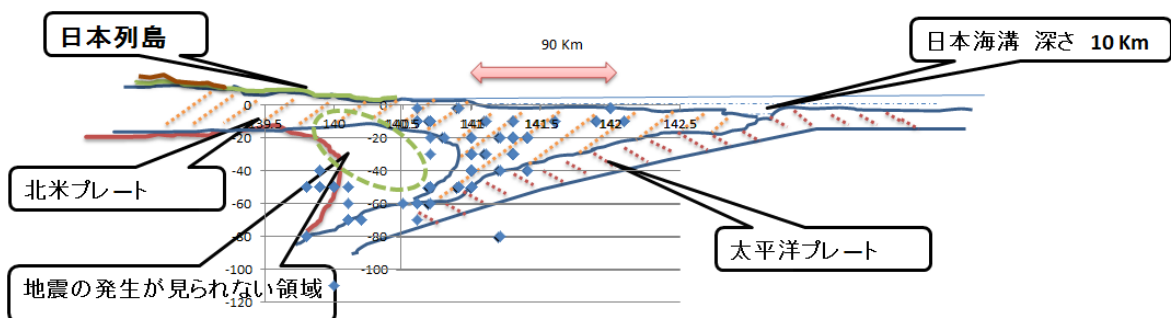


図-10 茨城南部・北部地震と茨城沖地震の
震源地経度と深さ (Km) 日本列島の位置は北緯 36 度

太平洋プレートの沈み込みによる歪の蓄積が考えられるので、茨城県沖地震、茨城県南部地とともに整理してみた。その結果が、図-10 である。これから

- (1) これら、茨城県沖、南部、北部で発生している地震の分布と地震の深度との関係は、北米プレートの下に潜り込んでいる太平洋プレートとのすべりによる歪の蓄積が原因と考え、統一的に整理することが出来る。
- (2) もぐり込んでいる距離、地震の深度から考え、太平洋プレートは、北米プレートをかなり深くまで引きずり込んでいる。
- (3) この引きずり込みにより、海溝から内陸に向けて、かなり深いところまで、地震が発生している。
- (4) 海溝から大陸プレートの内陸部に入ると、北米プレートの上部マントル内でも、深度 40 ～60Km 辺りでも地震が起きている。しかしながら、北米プレート内に、殆ど地震の発生しない領域がある。ここには、プレート同士のすべりによる歪が蓄積しにくい性質になっている領域と考えられる。しかし、これが、このマントルの性質になるものか、あるいは、観察の地域、期間の問題かは、今後の課題である

以上のようなことが分かった。

おわりに、

日本海溝の南端に位置する茨城県沖の地震を中心にこの地域における地震と、日本海溝を構成している北米プレート、太平洋プレートとの関係を考察した。従来、こうした地震は、海洋プレートである太平洋プレートで発生していると説明されているが、実際の震源地の位置と日本海溝の位置関係を調べると、地震はむしろ、大陸プレートである北米プレートで起きているとしたほうが自然のように思われる。ここでは、プレートの最表層を構成している地殻の特質から、北米プレートと太平洋プレートのすべりによって生ずる歪は、より密度が低いと言われる北米プレートのほうに蓄積し易いと考えた。そして、太平洋プレートにより北米プレートがかなりの厚み（数十 Km）で、引きずり込まれており、ここにすべりで生じた歪が蓄積され、これが原因し地震が発生しているのではないかと考えた。

こうした、想定をしたのは、従来、学術誌、解説本などにより説明されている、プレートの構造に関する説明は、プレートの距離とその深さとが全く現実とはかけ離れており、日本海溝付近で起きている地震が極身近な場所で発生しているかの誤解を与えている。ちなみに、図-11³⁾ は、日本

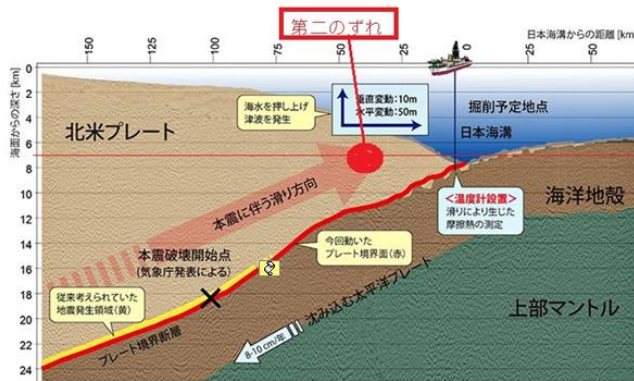


図-11 北米プレートと太平洋プレート

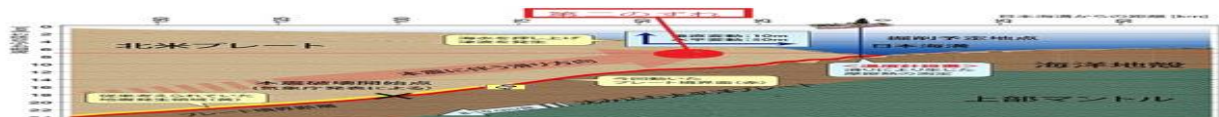


図-12 現実の位置関係（図-11の縦軸と横軸の距離をあわせた場合）

海溝の状況を説明した断面図であるが、よく見れば、この図の水平距離は全体で 200 Km であり、一方、縦軸の深さは、全体で 24Km である。つまり、横軸は 10 分の一に縮小されている。ここに日本列島は記されていないが、それは海溝から 200Km も離れているのである。この図で、太平洋プレートが北米プレートにどのようにもぐり込んでいくかと言うことを議論するときには、実際の位置については図-12 のようなものを考える必要がある。そのような意味では、プレートの沈み込みの状況は、図-13 が最も適切ではないかと考え

ている。④ つまり、移動しているプレートの厚みは、ほぼ 100Km と言われており、その表層に地殻があり、その厚みは、大陸プレートでは 20~30Km、海洋プレートでは 5Km 程度ということである。この図は、東北大学によるものであるといわれているが、文部科学省が地震の起こるしくみを説明する資料で用いているものである。この図からも、

- (1) 日本海溝は、日本からは 200Km 程度離れている。
- (2) 大陸プレートの地殻は、ほぼ 30Km。これに対し、海洋プレートの太平洋プレートの地殻、かなり薄い。(数 Km?)
- (3) 沈み込んでいる太平洋プレートは、ほぼ 100Km 程度の厚みを持っている。
- (4) 大陸プレートの北米プレートの厚みは示されていないが、この厚みはほぼ 100Km 程度か?
- (5) 内陸の深層地震と言われているものが、この大陸プレートに沈み込んでいる海洋プレートとのすべりによる歪に起因している

とも考えられる。

その他にも、この図では説明が十分でないところもあるが、筆者はこの図が沢山の日本海溝近辺で多発する地震の説明をしたプレートの沈み込みの現象した図の中では、最も的を得ているものではないかと考えている。是非、専門家の方には、これらのことをよく検証していただきたい。

■東北日本の東西断面で見る地震の分布

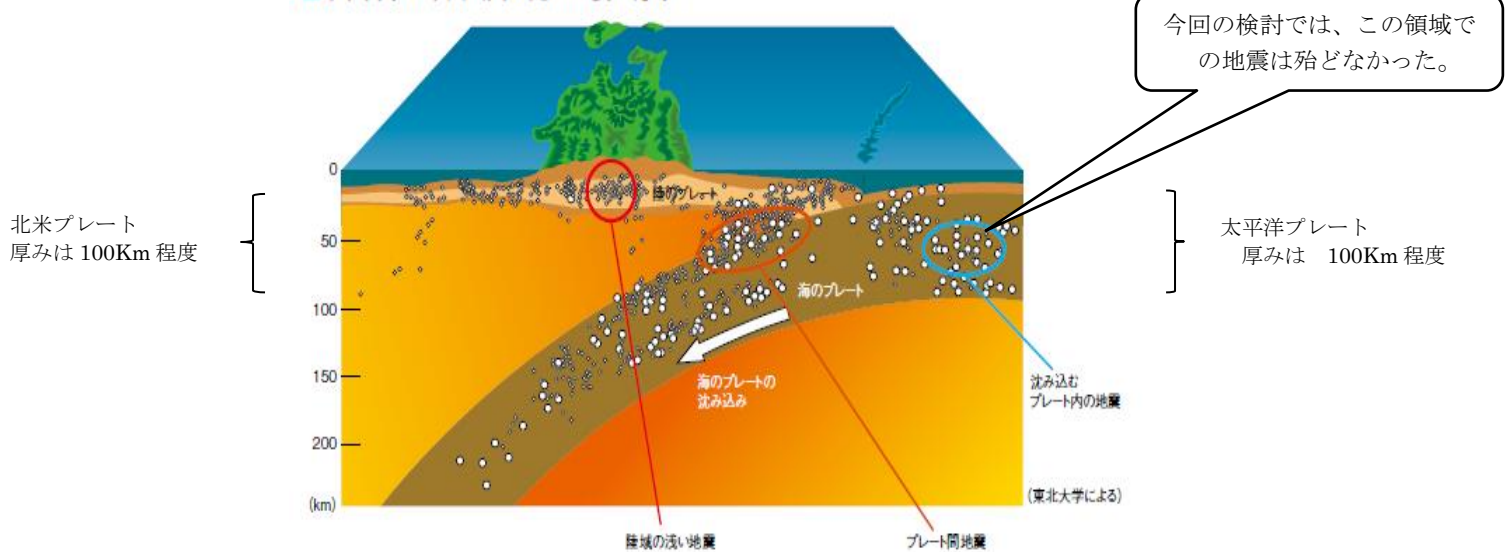


図-13 日本海溝付近における太平洋プレートの沈み込み状況（一部、筆者書き込み）

- 1) 萩原樽穂編 「日本列島の地震、地震工学と地震地体構造」 鹿島出版会
- 2) 気象庁 ； 過去の地震情報履歴
http://www.tenki.jp/bousai/earthquake/entries?max_level=level_3&desc=1?max_level=level_3&desc=1
- 3) 防災科学技術研究所 資料より
- 4) 文部科学省 「地震の起こるしくみ」 解説資料より
http://www.jishin.go.jp/main/pamphlet/wakaru_shiryo2/wakaru_shiryo2_4.pdf