

東北地方太平洋沖地震 (M9.0)

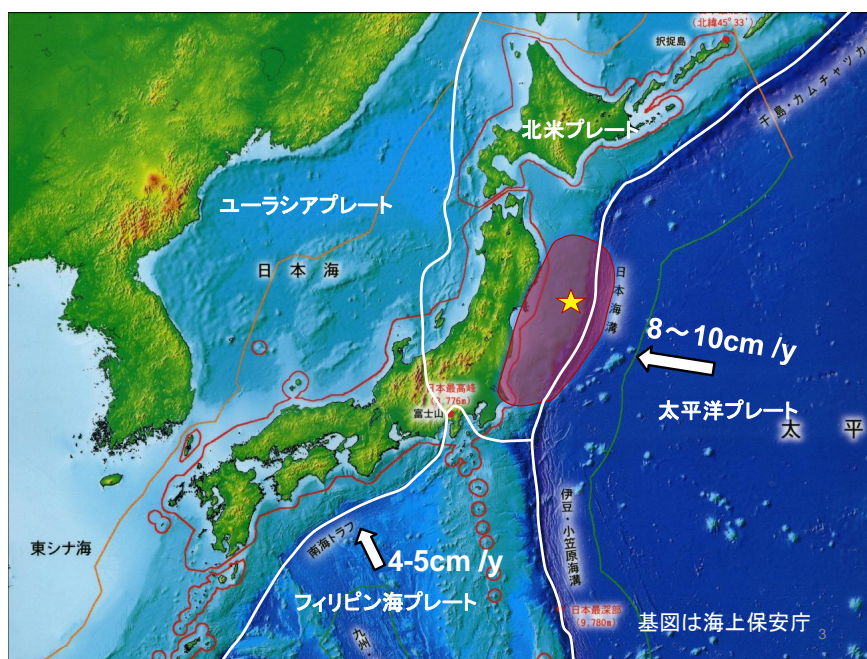
講演用スライド (PPT) 梅田康弘

スライド1. 目次

1. 想定をどのように超えたのか
2. 大津波になったのは
3. 最大余震は起きたのか
4. 誘発地震はなぜ多発するのか
5. 連動するか南海トラフの巨大地震



スライド2. 日本列島周辺のプレートとその境界 (白い線). 数字は各プレートの相対運動速度/年. 星印は本震の震源 (破壊開始点, 地震が起こり始めたところ). 薄い赤色の部分は本震の破壊域で南北約 500km 東西約 200km. 破壊域は震源域とも呼ばれる.

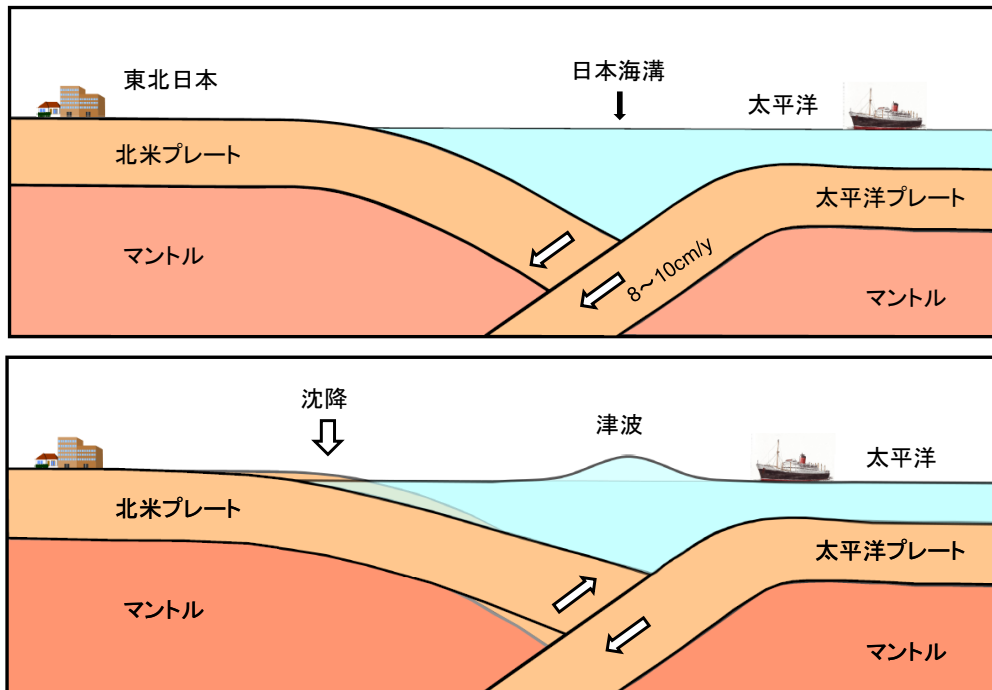


スライド 3.

東北地方のプレート境界地震の発生メカニズムを示す模式図。スライド 2 の破壊域を中心にほぼ東西に切った断面。

上の図：東の太平洋プレートは年間 8-10cm の早さで西に進み、日本海溝の少し東から沈み込み始める。東北地方を乗せた北米プレートとはしっかりくっついて（固着して）いるので、北米プレートの先端部も同じ速さで引きずり込まれている。

下の図：くっつき（固着）が外れた瞬間が地震で、図のように北米プレートの先端が跳ね上がる。大きな揺れが生じると同時に津波も引き起こす。先端部の跳ね上がりの反動で陸側の 1 部は沈降する。津波の引いた後も仙台平野などが水浸しになったのはこの沈降が原因である。



3

スライド 4.

右の地図：東北地方太平洋沖で過去に起きた地震。丸ないし楕円で囲った部分はそれぞれの破壊域。

左の表：宮城県沖地震の発生年，発生間隔，マグニチュードなど。宮城県沖では平均 37 年に 1 回の割合で M7.5 程度の地震が発生している。

2011 年 1 月の時点では，前回の地震から 33 年経過しており，30 年以内に発生する確率は 99%とされた。（地震調査研究推進本部 HP より）

・ 想定地震のもとになった過去の地震

・ 例えば
宮城県沖の場合

地震発生年	前回の地震からの経過年数	マグニチュード	備考
1793		～M8.2	連動の場合
1835	42.4	～M7.3	単独の場合
1861	26.3	～M7.4	単独の場合
1897	35.3	M7.4	単独の場合
1936	39.7	M7.4	単独の場合
1978	41.6	M7.4	単独の場合

平均37年でM7.5程度の地震が発生

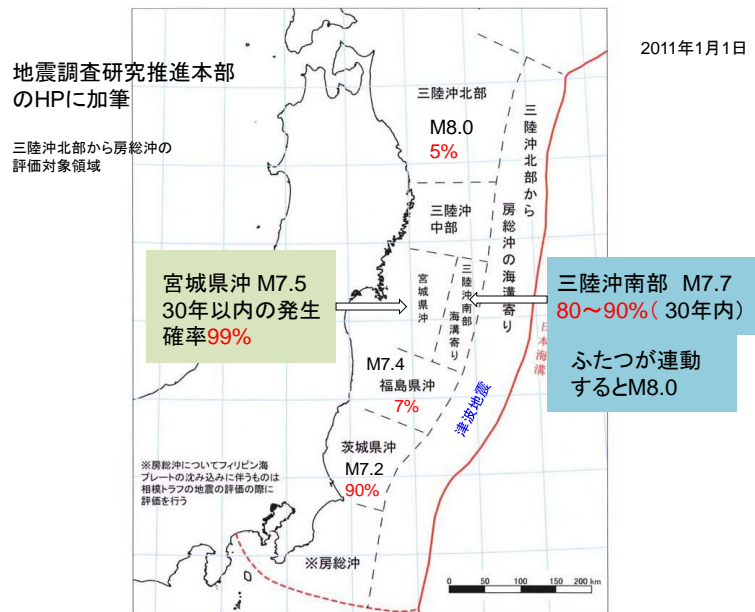
前回から27年経過した2005年8月にM7.2の地震発生したが想定宮城県沖地震ではないと判断

本年(2011年)は33年経過した



地震調査研究推進本部HPより

スライド5. 過去に起こった地震(スライド4)を基に、将来起こるであろう地震の地域分けをし、それぞれについて想定地震規模(マグニチュード)と発生確率を示した(地震調査研究推進本部)。宮城県沖ではM7.5が30年以内に99%の確率で起こると予測。その東の三陸沖南部海溝寄りではM7.7が30年以内に80~90%の確率で発生と予測。また宮城県沖地震と後者が連動するとM8.0になると想定。以上が地震調査委員会による想定地震



だった。

スライド 6. 防災科学技術研究所の石巻観測点における本震の地震波形.

加速度計の 3 成分 (上から順に, 東西・南北・上下方向の地震動).

1 分ほど隔ててふたつの地震が起こったことがわかる. 初めの地震は宮城県側で, ふたつ目はその沖合で起こった. 破壊 (地震) がどのように大きくなっていったかは, 筑波大学の八木勇治先生のホームページ

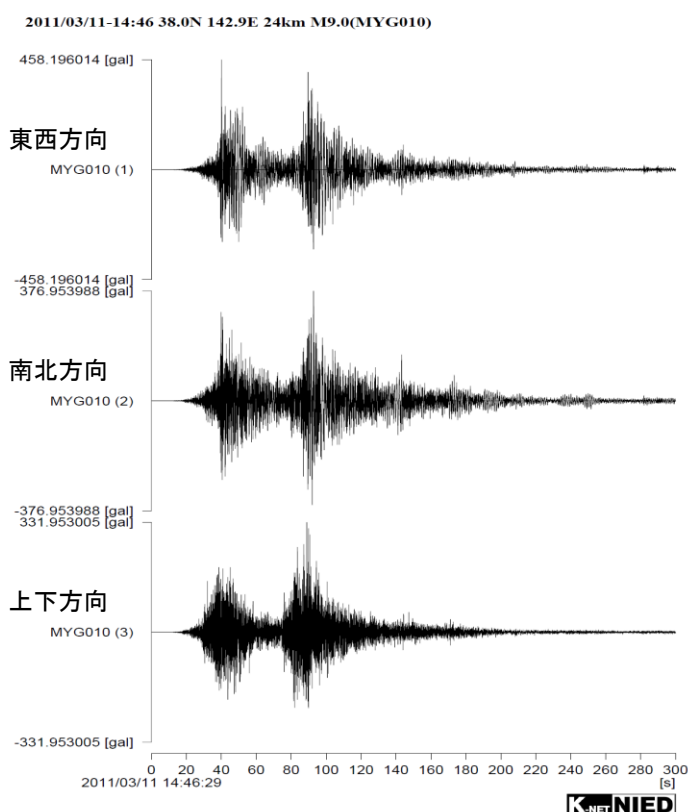
<http://www.geol.tsukuba.ac.jp/~yagi-y/EQ/Tohoku/>

「2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震」の「断層面上のアニメーション」で見ることができる.

本震(M9.0)の
地震計記録

観測された場所:
石巻

防災科学技術研究所



スライド 7. 港湾空港技術研究所が GPS 波浪計 (釜石沖, 水深 204m) でとらえた津波の記録. 第一波の部分を拡大した下の図を見ると「緩やかな上昇」のあとに「急な上昇」の波が乗っている. これらふたつの波はスライド 6 で見たふたつの破壊 (地震) によってできた津波と思われる. 最初の緩やかな波は高さ 1 m 以上の潮位が約 20 分続く. 20 分間海面が盛り上がっていたため仙台平野などでは内陸部まで津波が遡上した. ふたつ目の波は短時間だが振幅は大きい. 釜石の巨大防波堤などを破壊したのはこの波ではないかと思われる.

海底津波記録

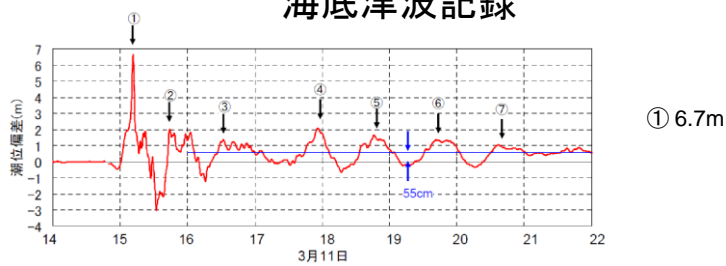


図-2 岩手南部沖GPS波浪計で捉えた津波の初期の波形

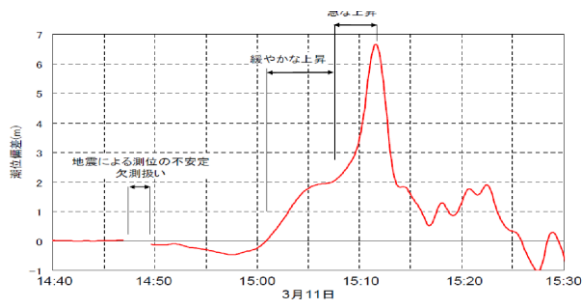
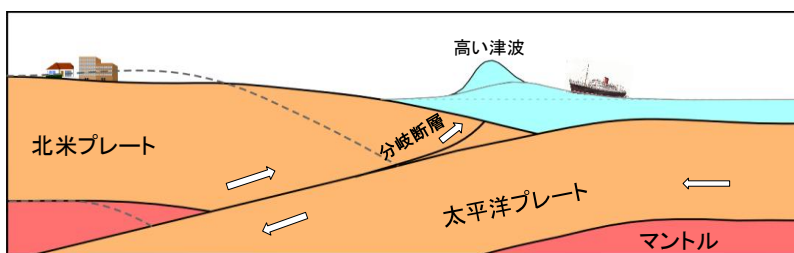


図-3 岩手南部沖GPS波浪計で捉えた津波の第一波

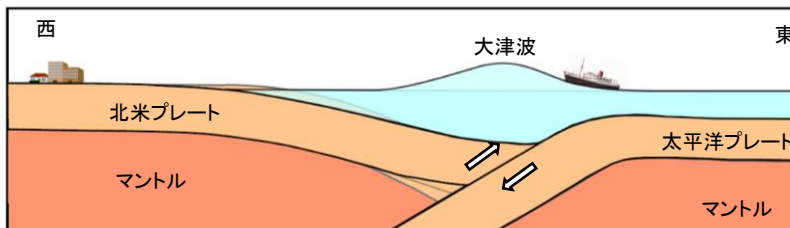
独立行政法人港湾空港技術研究所 海洋・水工部海洋情報研究領域海象情報研究チーム 河合・川口 HPより

スライド8. 前のスライドでふたつ目の「急な上昇」の津波を説明する2種類のモデル。
 上は分岐断層が動いた。下はプレートの先端がさらに滑った（オーバーシュートした）。

分岐断層が跳ね上がった→津波を大きくした



プレートの先端がさらに跳ね上がった→津波を大きくした



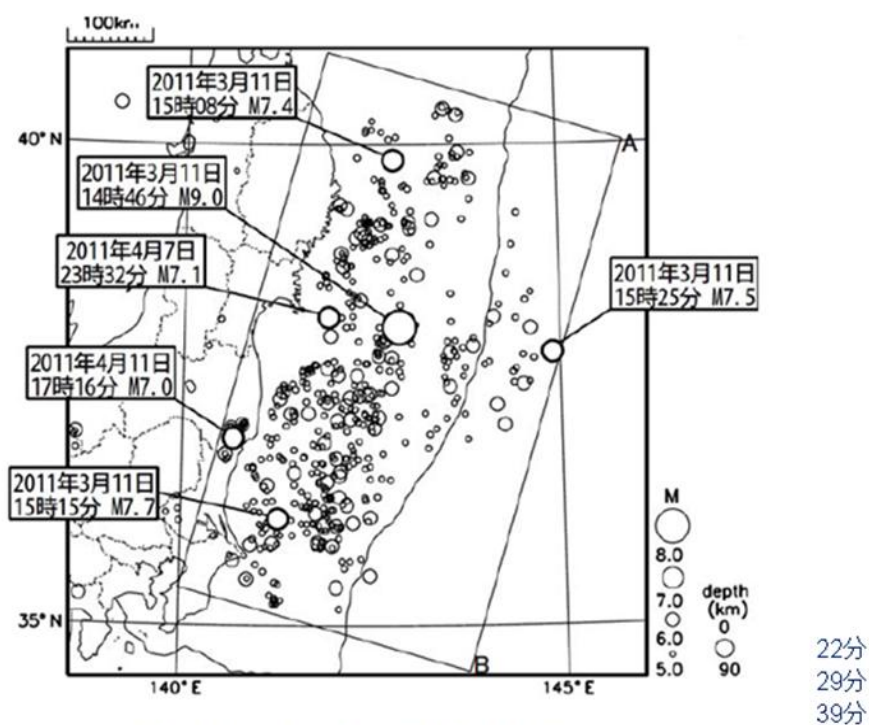
スライド 9. マグニチュード5以上の地震をプロット (気象庁報道発表資料)

本震の 29 分後に茨城県沖で M7.7 の余震が起きている。現時点での最大余震だが、これが結果的に最大余震となるかも知れない。

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震 余震の発生状況

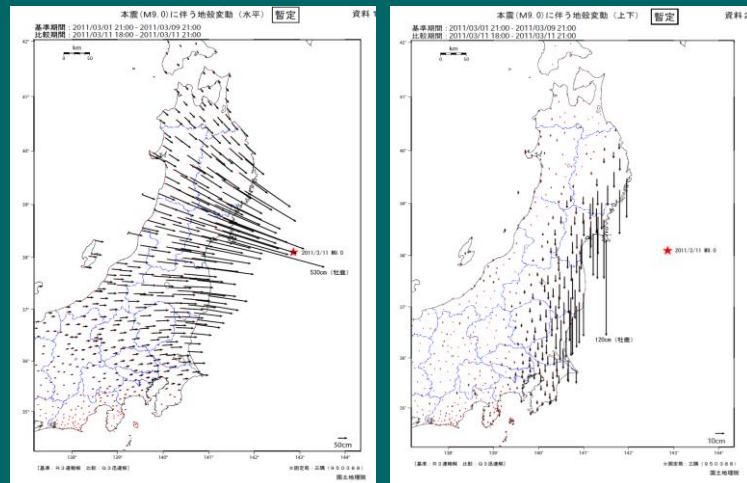
震央分布図

(2011 年 3 月 11 日 12 時 00 分 ~ 5 月 27 日 15 時 00 分、深さ 90km 以浅、 $M \geq 5.0$)



スライド 10. 本震による地殻変動。矢印は GPS による水平変動 (左) と上下変動 (右) 東北地方の太平洋側では本震によって最大 4m 東にずれた。一方日本海側では 1 m 程度の東向きずれである。この差により東北日本を中心に関東から中部地方まで全体が東に引き延ばされた。右の図の下向き矢印は土地の沈降を示す (図は国土地理院 HP による)

4. 誘発地震はなぜ多発するのか



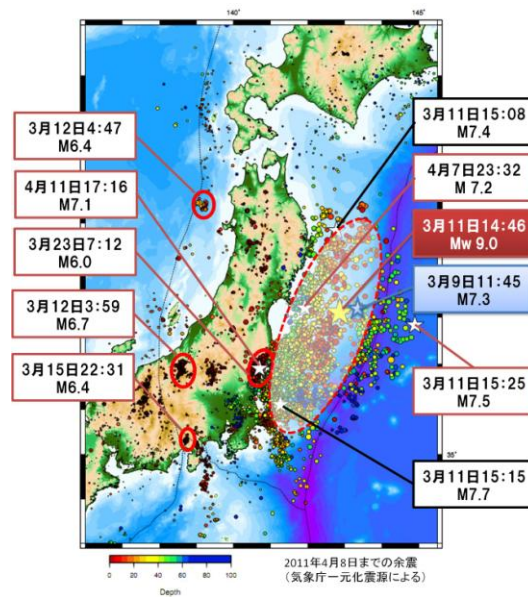
10

スライド11. 日本列島が歪んだため、あちこちで誘発地震が発生した。4月11日の福島県浜通りの地震（M7.1）は余震域に近いが、深さは10kmと余震の深さ約40kmより浅いところで起きた。東に引っ張られて起きた正断層型地震。余震は逆断層型。

誘発地震

赤丸印は誘発地震,

箱根や北アルプス
でも活発化



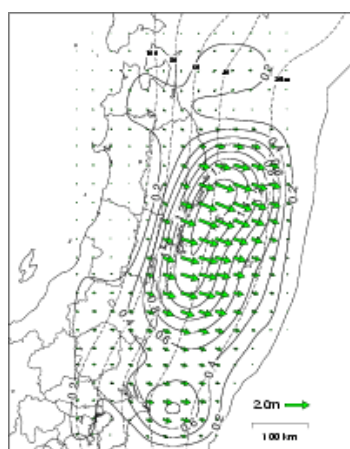
東京大学地震研究所のHP(大木・都司・西田, 2011)から引用

11

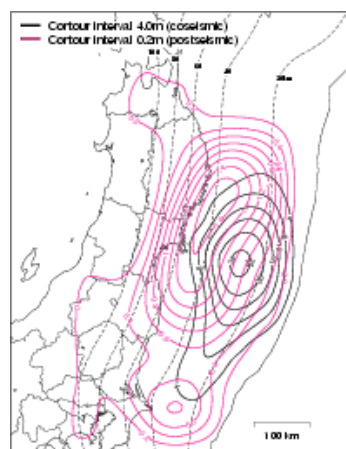
スライド 1 2. 本震の後も滑りが続いている. 左図は GPS データから推定した本震後の滑り (余効変動) 分布. 右図は本震の滑り (黒線のコンター) と本震後の滑り分布. 銚子沖にも目玉があることに注意. (図は国土地理院 HP による)

= 余効変動が続いている
本震の破壊域より陸側の深い所と銚子沖

2011/03/11 18:00 - 2011/05/12 3:00
(日本時間)
地震後の滑り分布モデル



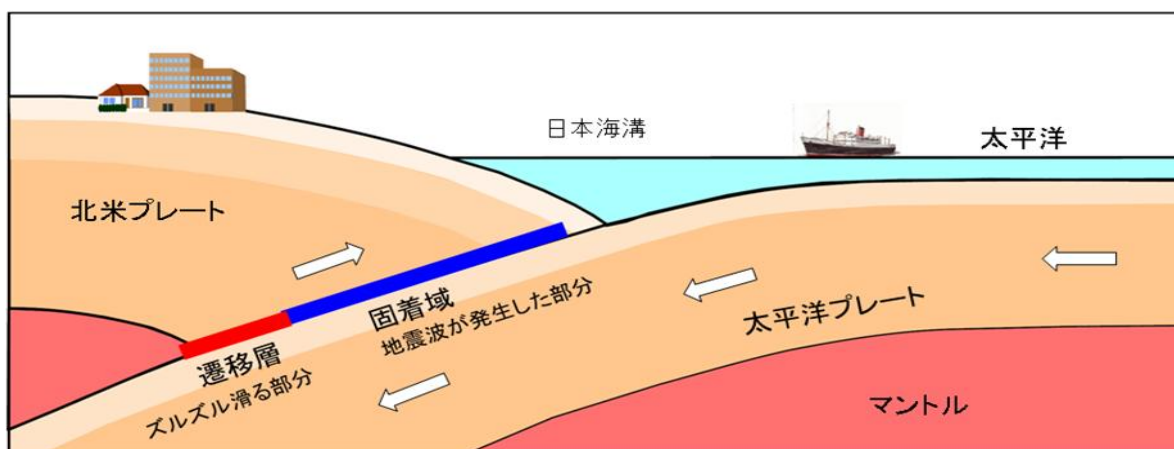
地震時と地震後の滑り分布の比較



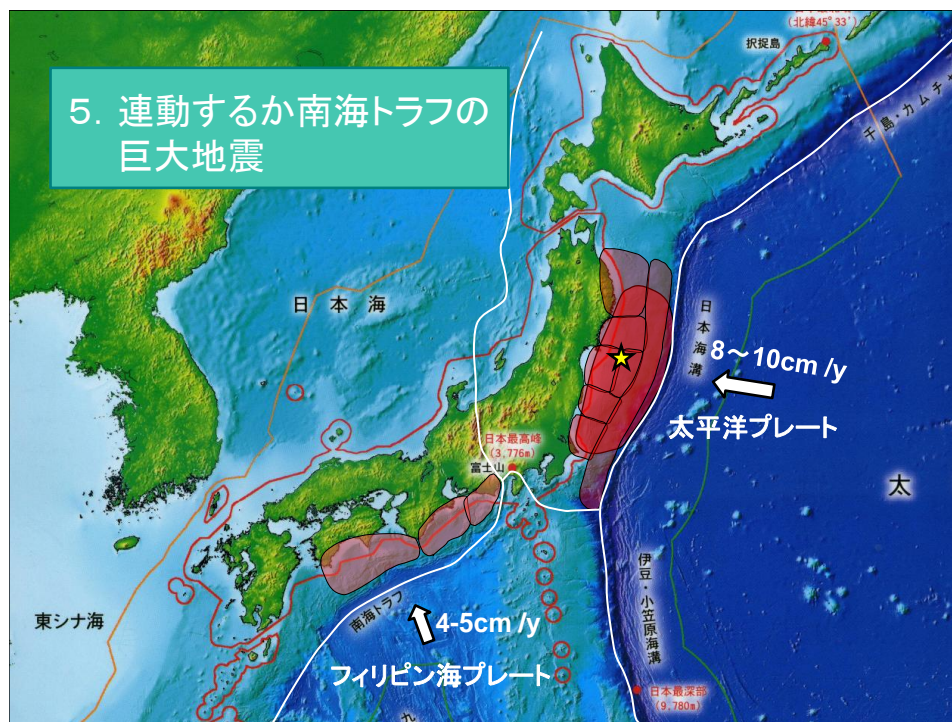
国土地理院のHPより

12

スライド 1 3. 余効変動を説明する簡単なモデル. スライド 12 の右図で余効変動は本震の滑りよりも陸側 (プレート境界の深いところ) であることから, 深部の遷移層が滑っていると推定される.

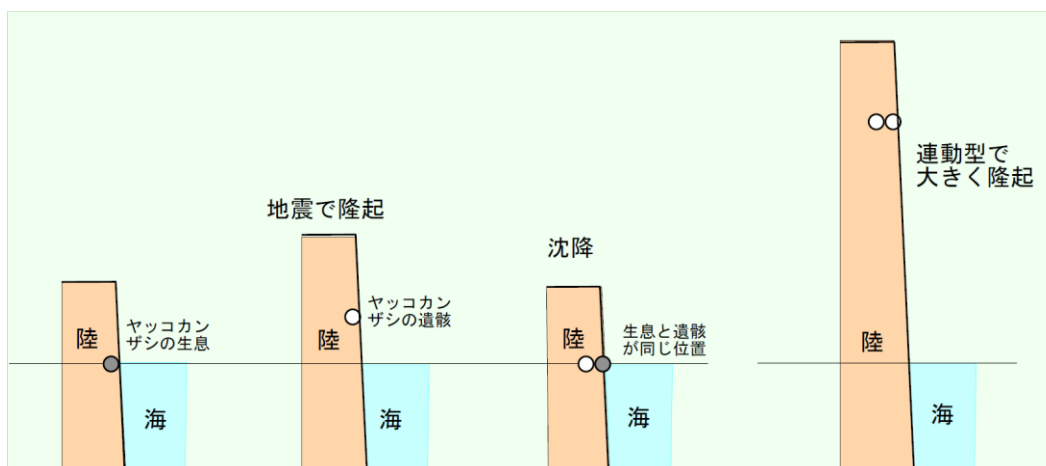


スライド14. 東北地方太平洋沖の想定地震の震源域（薄い赤色）と3月11日の震源域、及び南海トラフ沿いに想定されている東海・東南海・南海地震の想定震源域。3つの地震が連動すると破壊域は南海トラフ沿いまで拡大し、いずれも現在の想定より大きくなると思われる。

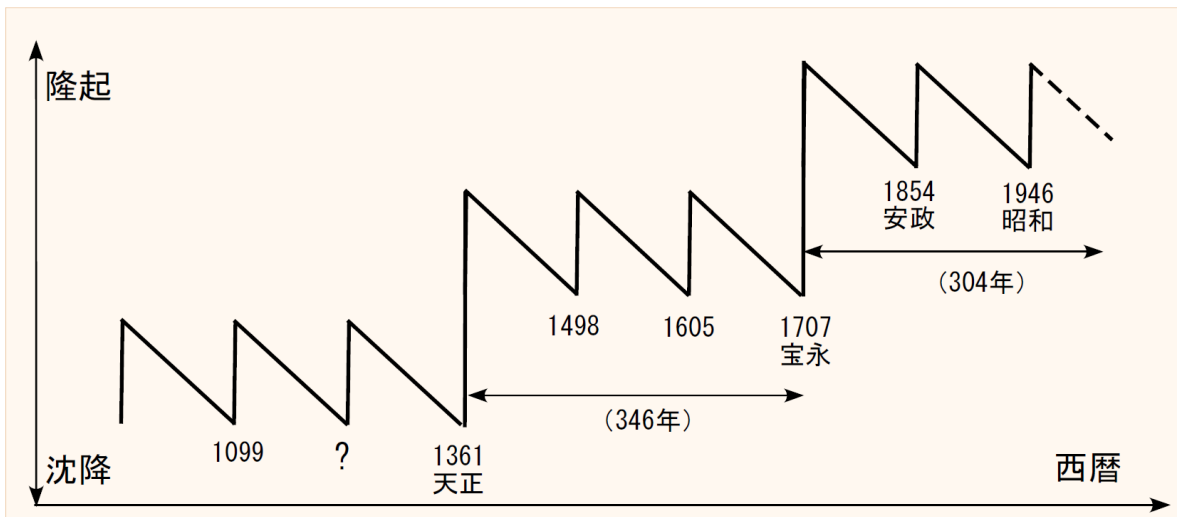


スライド15. ヤッコカンザシの遺骸から過去の地震を調べる。

ヤッコカンザシは汀線（ていせん：ここでは平均海面）に生息し、チューブ状の棲みかを作っている。海岸が隆起する度に、ヤッコカンザシ（の棲みか）も上昇し、遺骸として残るので、各段階にある遺骸の高さと年代を測定すれば、過去の隆起を知ることができる。



スライド 16. 産総研の穴倉等によれば 400 年～600 年に一度，東海～南海の連動型地震が起きているという。最近の連動型地震は 1707 年宝永地震，その前は 1361 年の天正地震という。次回，連動するかどうかはわからないが，連動を前提に備えをするべき。



全体のまとめ

1. 想定地震, それを超えた地震
2. 大津波になったのは
3. 最大余震は起こったか
4. 誘発地震はなぜ多発するのか
5. 連動するか南海トラフの巨大地震