

### 3-5 過去の地震の断層モデル構築のための地震・津波シミュレーション

佐竹 健治（東京大学地震研究所）

#### 1. 研究の目的

東北地方太平洋沖で発生する地震の発生履歴・発生様式の解釈に寄与するため、サブテーマ(3-1)～(3-4)による海底・海岸の堆積物などの地質学的データから得られた過去の地震痕跡、サブテーマ(2)、(4)による地形・地質データ、本サブテーマで収集する古文書等の歴史資料から得られる過去の地震の震度・津波高さ、地震波形・津波波形等を総合的に活用し、地震・津波シミュレーションを用いて過去の地震の発生履歴の検討及び断層モデルの構築を行います。

#### 2. 研究の実施

##### 2.1 過去の地震の断層メカニズムの再検討

2011年東北地方太平洋沖地震の震源域において過去に発生した地震のうち、地震波形、津波波形記録があるが、発生メカニズムの解釈が十分ではない1938年福島県東方沖地震と1927年房総沖の地震に関して、記録の収集と断層モデルの検討を行いました。

1938年に群発的に発生したM7クラスの福島県東方沖地震(①5月23日  $M_{JMA}$ 7.0、②11月5日  $M_{JMA}$ 7.5、③  $M_{JMA}$ 7.3、④11月6日  $M_{JMA}$ 7.4、⑤11月7日  $M_{JMA}$ 6.9)に関して遠地波形記録を収集し、地震計の特性や極性が分かっている Christchurch (CHR)、Pasadena (PAS)、Pulkovo (PUL)、De Bilt (DBN) のP波上下動、S波水平動の波形を比較して、メカニズムの違いについて検討しました(図1)。①と②のCHR、PASでの波形は、DBN、PULに比べてパルス幅は短く、④と⑤はその逆に見えます。これは、破壊の指向性による可能性が考えられます。④と⑤のメカニズムはこれまで同じと考えられてきましたが(Abe, 1977)、PUL、DBN、PASの上下動の極性は逆なので、④と⑤のメカニズムは異なると考えられます。

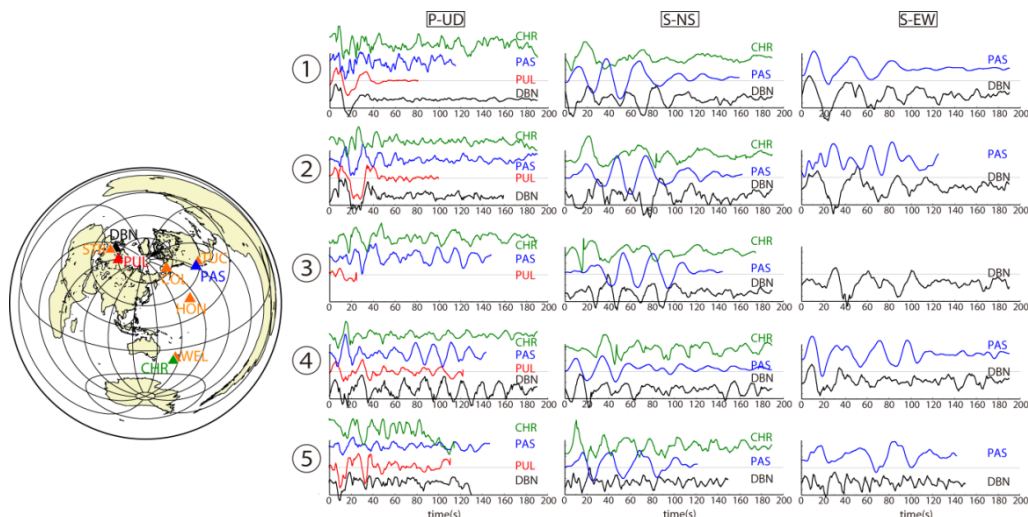


図1 1938年福島県東方沖地震の地震波形記録を収集した観測点(左)と波形記録が利用可能なCHR、PAS、PUL、DBNのP波上下動、S波水平動の比較(右)。地震計の特性は取り除き、振幅はイベントごとの最大値で規格化しています。

1927年房総沖の地震 ( $M_{JMA}6.4$ ) について、現存する地震波形、津波波形、観測所報告 (P波・S波到達時刻等) を収集し、震央と津波波源域の再検討を実施しました。この地震の気象庁 (2004) による震央と羽鳥 (1975) による津波波源域の位置は、大きく異なります (図2)。各観測点の初期微動継続時間を調べると、房総沖で発生している他の地震 (例えば1953年) に比べてかなり長い継続時間でした。そこで、再度地震波形や各観測所による地震報告の見直しを行いました。その結果、当時はS波到達時刻ではなく、表面波の到達時刻とP波到達時刻の差を初期微動継続時間として報告している観測所が多くあり、観測所報告に記載されていなくても地震波形の記象紙にP波やS波等の走時が記載されている観測点もありました。これらの見直したP波・S波到達時刻、S-P時間を用いて震央の再検討をしたところ、1927年の地震のS-P時間は1953年のS-P時間に近い結果となり、震央も1953年 ( $M_{JMA}7.4$ ) に近い、これまでよりも約100 km北西に推定されました。

1927年の津波波形は千葉県 of 布良と銚子の2か所の検潮記録が残っています。銚子までの伝播時間は34分と報告されていますが、布良への津波の伝播時間は、34分 (和達, 1928)、22分 (羽鳥, 1975) と異なります。そこで、検潮所の位置を再調査し、津波逆伝播図を作成しました。本研究で推定された震央位置との比較から、布良における走時は22分であると考えられ、羽鳥 (1975) よりもやや南側へ広がる波源域が求まりました (図2)。

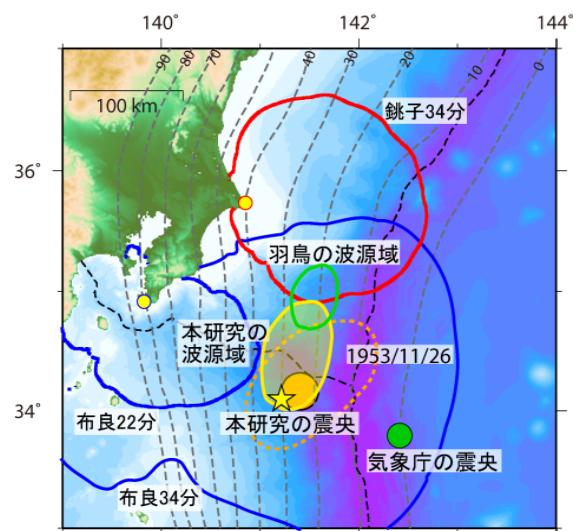


図2 本研究で推定した1927年房総沖の地震の震央 (☆) と津波波源域 (黄コンター) 赤コンターは銚子からの走時34分の津波波面、青コンターは布良からの走時22分と34分の津波波面、黄色○は検潮所を示します。気象庁 (2004) の震央と羽鳥 (1975) による波源域 (緑) も併せて示します。橙○と波線は、1953年の震央と波源域を示します。

以上の震央と津波波源域に合うような断層パラメータをいくつか設定し、津波波形を計算して観測波形との比較を行いました。図3に、断層長さ80 km、断層幅20 kmの (a) 傾斜角  $10^\circ$ 、断層上端深さ5 kmの逆断層、(b) 傾斜角  $60^\circ$ 、断層上端深さ5 kmの正断層、(c) 傾斜角  $10^\circ$ 、断層上端深さ40 kmの逆断層、(d) 傾斜角  $60^\circ$ 、断層上端深さ40 kmの正断層

層の4パターンによる結果を示します。すべり角は、逆断層の場合は $90^\circ$ 、正断層の場合は $-90^\circ$ 、すべり量は一律に0.6 mと仮定しました。銚子の波形の比較を見ると、(a)のパラメータによる計算波形が津波到達から30分間の観測波形をよく説明しています。(c)や(d)のパラメータによる計算波形は、観測波形に比べてかなりの長周期成分が見られることから、この地震の断層は浅く、フィリピン海プレートで発生した逆断層の可能性があると考えられます。布良の観測記録は説明できていないため、断層パラメータについては更なる検討が必要です。

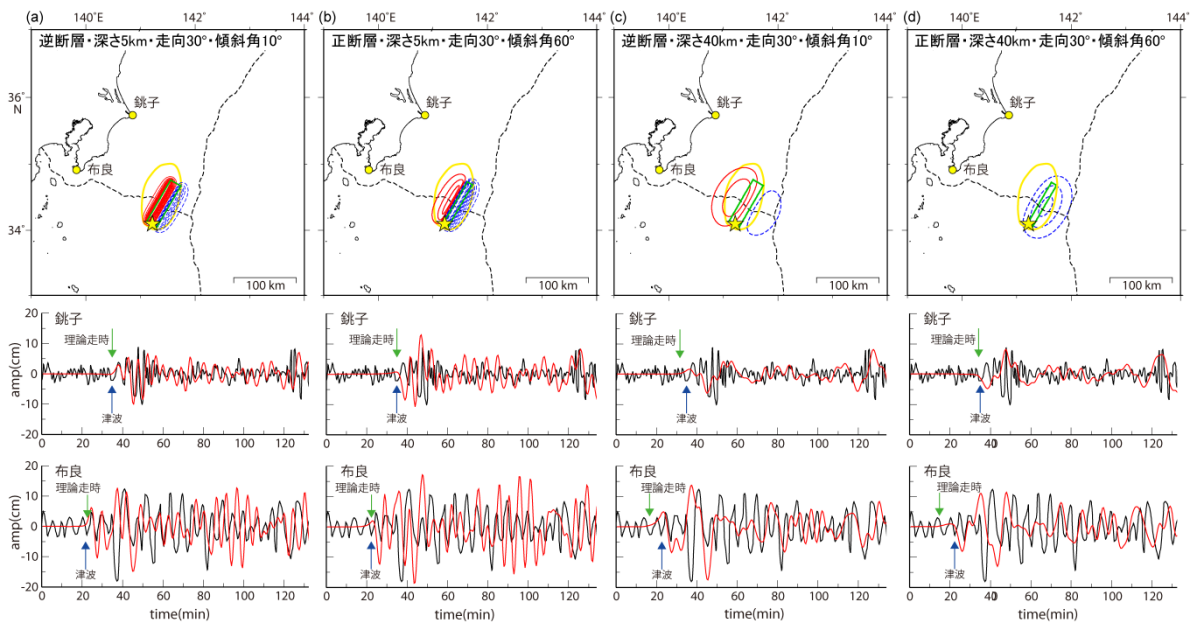


図3 4つのタイプのみかづむで計算した地殻変動（上段）と観測（黒）と理論（赤）の津波波形の比較（中・下段）。(a)は傾斜角 $10^\circ$ 、断層上端深さ5 kmの逆断層、(b)は傾斜角 $60^\circ$ 、断層上端深さ5 kmの正断層、(c)は傾斜角 $10^\circ$ 、断層上端深さ40 kmの逆断層、(d)は傾斜角 $60^\circ$ 、断層上端深さ40 kmの正断層による結果です。上段の黄色い☆とコンターは本研究での震央と波源域、○は検潮所を示します。緑の矩形は仮定した断層面、赤と青のコンターは、それぞれ隆起と沈降を示します（コンター間隔2 cm）。

## 2-2 歴史資料のデジタルデータ化

2011年東北地方太平洋沖地震の発生以降、古文書等の歴史資料の見直しを行い、過去の大地震の発生履歴を解明することが重要であると言われています。『新収日本地震史料』や『日本の歴史地震史料』等には、歴史地震に関する多くの史料がまとめられていますが、信頼性が低いと思われる史料も含まれています。本テーマでは1793年（寛政5年）三陸沖の地震に関する歴史資料について信頼性の高い史料を選定し、デジタルデータ化を実施しました。これによって、地震の発生日時や史料名等、地震に関するキーワードによって検索が可能なデータベースを作成することが可能となりました。

### 3. 今後の課題

1938年福島県東方沖地震の④11月6日 ( $M_{JMA}7.4$ )、⑤11月7日 ( $M_{JMA}6.9$ )の地震のメカニズムは同じではないということと、1927年房総沖の地震はフィリピン海プレートで発生した逆断層の可能性があるということが示されましたが、詳細なメカニズム推定にはさらなる解析が必要となります。様々なタイプの地震が繰り返し発生している東北地方太平洋沖での発生履歴・発生様式の解釈に寄与するためには、海底・海岸の堆積物などの地質学的データから得られた過去の地震痕跡や、海岸地形・地質データ、古文書等の歴史資料から得られる過去の地震の震度・津波高さ、さらには地震波形・津波波形等を総合的に活用し、地震・津波シミュレーションを用いて過去の地震の発生履歴の検討及び断層モデルの構築を行うことが重要です。また、太平洋沖で発生した地震に関する歴史資料も、1793年の三陸沖の地震の史料をデジタルデータ化したのみに留まったため、その他の地震に関する史料のデジタルデータ化やそれらの校訂作業、最終的にはデータベースを作成することが重要です。

### 引用文献

Abe, K., Tectonic implications of the large Shioya-oki earthquakes of 1938, *Tectonophysics*, **41**, 269-289, 1977.

気象庁, *地震年報*, CD-ROM, 2004.

羽鳥徳太郎, 房総沖における津波の波源—延宝(1677年)・元禄(1703年)・1953年房総沖津波の規模と波源域の推定—, *地震研究所彙報*, **50**, 83-91, 1975.

和達清夫, 深海地震の特異性及び三種類の地震に就いて, *気象集誌*, **2**, 第6巻, 第1号, 1-43, 1928.