

# 東北地方太平洋沖で発生する地震の波形の複雑さとその要因 —震源決定精度向上を目指して—

小菅 正裕 (弘前大学理工学研究科)

## 1. はじめに

日本海溝沿いでの地震活動を詳細に知る上で、そこでの震源深さの決定精度の向上が重要な問題である。図 1 は岩手県沖で発生した地震について、気象庁一元化震源と F-net による CMT 解の震源を比較したものである。それによると、東経 144° 以東での深さが大きく異なる。CMT 解は表面波の観測波形が理論波形と合うように震源の深さを決めており、通常の震源よりも深さの信頼性が高いと考えられている。震源深さの問題は、現在建設が進められている日本海溝海底地震津波観測網 (S-net) の本格運用によって解決できる面があるが、これまでのデータを活かす面からも、既存データで震源の深さ向上を目指す必要もある。ここでは、筆者がこれまで取り組んできた試みを紹介する。

## 2. 波形の類似性と複雑性

海域の地震深さの精密決定を困難にする要因の一つとして、地震波形、特に S 波の波形の複雑さに起因する位相読み取りの困難さがある。波形が震源位置によってどのように異なるかを、エンベロップ波形を用いた地震のグルーピングを行って調べた。図 2 の上段はグループ番号によって色分けした震源分布で、基本的には震源が近い地震が同一のグループとなるが、波形の複雑さはグループ間で大きく異なる。図 2 の下段は、特に複雑な波形を示す東経 142.8° 付近のグループの例である。これらの波形は、S 波振幅がピークとなる時刻が初動よりも 5 秒程度遅れ、形が紡錘形を示すなど、典型的な broadening の特徴を示す。これは、経路において強い前方散乱が起こっていることを示唆する。

## 3. テンプレートを用いた震源推定

Matched filter 法とも呼ばれるこの方法は、ひな形 (テンプレート) との波形相関を用いて

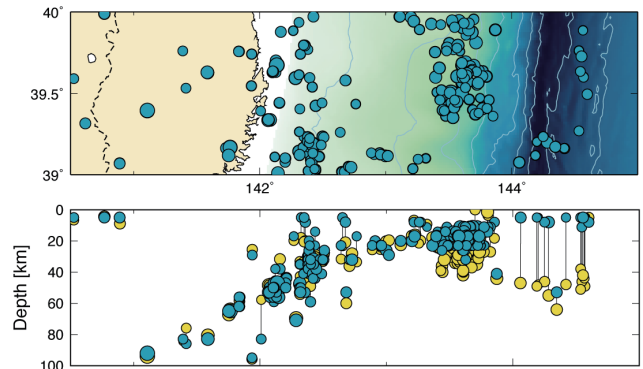


図 1 岩手県沖で発生した地震の震源分布。気象庁一元化震源 (黄色) と防災科学技術研究所 F-net による CMT 解の震源 (青) を線で結んでいる。

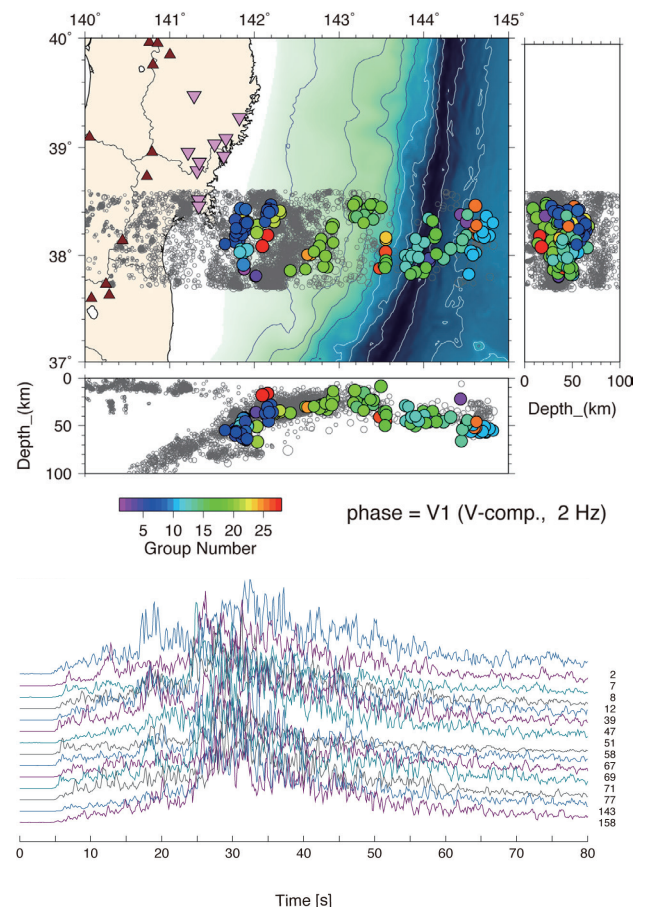


図 2 エンベロップ波形を用いた地震のグループ分け (上段) と、グループ 19 (東経 142.8° 付近を中心とした緑色のグループ) の波形。中心周波数は 2 Hz で、波形は一関舞川観測点のもの。

地震を検出する方法であるが、位相差を使つての震源決定も行われている。原理として、震源位置とメカニズム解が同じであれば、地震波形が同じになることを利用している。

図3はテンプレートを用いて地震を検出した例である。各地震について、テンプレート(赤丸)の中で相関が最も高かった地震と、気象庁一元化震源(黄色の丸印)を線で結んで示している。基本的には、震源が近い位置のテンプレートが選ばれているが、平面図において線が北東-南西方向を向いており、この方向でのエンベロープ波形の変化があまりないこと、すなわちその方向の震源位置に対する抑えがあまり効かないことを示している。

S-netによって震源決定された地震をテンプレートに用いることは将来有効な方法であるが、テンプレートを空間的にもれなく準備できるかという問題はある。

#### 4. 反射波を用いた震源推定

図2の波形は複雑であるが、S波の前に振幅の増大が見られる例がある。それがsP波(震源から放射されたS波が海底面でP波に反射変換されて伝わる波)であれば、震源深さの決定に使える可能性がある。図4は、波の振動特性(polarization特性)を利用してP波を検出した例である。すなわち、振動が震央方向を向き、振動の傾斜が大きく、直線的な振動をしている波動をP波と見なした。その到達時刻と振幅を複数読み取り、多点で連続的に見えるかどうかのスクリーニングを行って震源決定のデータを得た。しかし、震源決定の結果は一元化震源の深さを系統的に変えるものではなかった。その理由として、一元化震源から期待されるsP波の到達時刻の周辺のウィンドウ(図4の水色の枠)内でsP波を検索したことが挙げられる。

#### 5. 今後に向けて

多数の地震の検出と震源決定において、テンプレートを用いる方法は有効であるが、波形が複雑で位相の読み取りがしにくい地震(図2下段のような地震)について、震源位置の精度の良いテンプレートを用意することが重要である。そのためには、振動特性を利用した位相読み取りと、sP波の併用ということが考えられる。

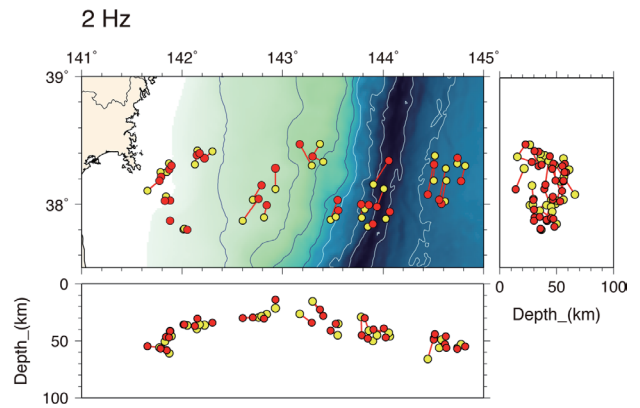


図3 テンプレートを用いて震源を推定した例。2 Hz 帯での結果を示す。赤丸が波形相関から推定した震源位置(テンプレート地震の位置)で、黄色の丸が一元化震源の位置を表す。

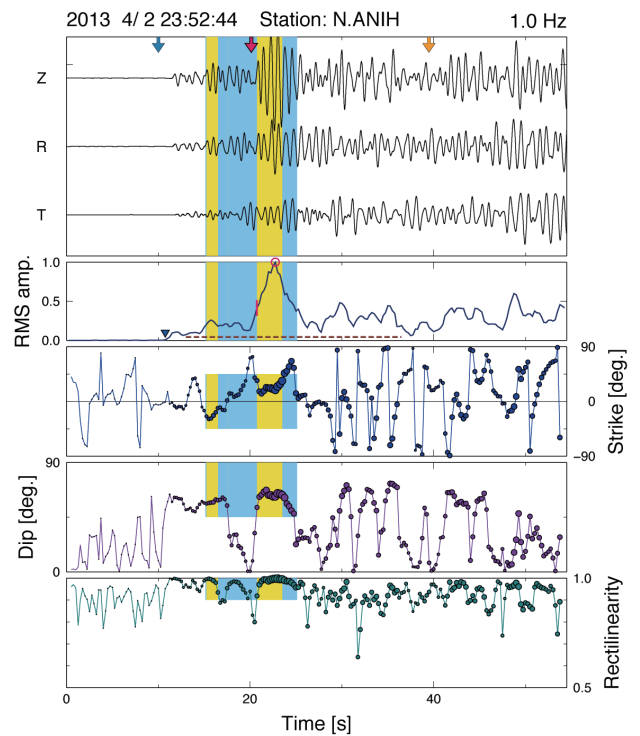


図4 sP波の検出の例。上から順に3成分のフィルター波形、エンベロープ波形、polarization楕円の長軸の方位(0°が震央方向)、長軸の傾斜角(90°が鉛直)、振動の線形性を表す。水色の枠が、sP波抽出用に設定した時間ウィンドウと、長軸方位・傾斜角・直線性のしきい値の範囲を表す。しきい値の条件を全て満たしたウィンドウが黄色で示されている。

**謝辞:** 解析には、防災科学技術研究所 Hi-net 及び気象庁の観測点の波形データを使用した。震源要素は気象庁一元化震源カタログのデータを使用した。記して謝意を表します。