

高密度地震観測網で明らかになった T波エネルギーの局在化とその原因

小菅 正裕・橋本 一勲（弘前大学理工学研究科）

1. はじめに

2008年7月24日に発生した岩手県沿岸北部の地震（M6.8）の発生から約50分後、継続時間が長く特定の位相をもたない地震動が東北地方において広域的に観測された。この波群は、上記地震によるT波が天皇海山列で反射して戻って来たものであることが、Obara and Maeda (2009) によって明らかにされた。このT波は内陸の観測点においても高いS/N比で観測された。これまでT波の陸上伝播の特徴はあまり調べられていないので、ここでは、波形・波動伝播・振動様式の特徴を調べて波の種類を推定し、音波から地震波への変換が起こった場所と変換機構について考察する。

2. 波動伝播の特徴

解析には、北海道から関東地方のHi-net観測点で収録された連続波形記録を用いた。観測さ

れたT波のスペクトルの特徴は、1-2 Hzの波が卓越し、卓越周波数が観測点の位置や場所にほとんど依存しないことである。観測点間でコヒーレントな位相は見られないことから、1-2 Hzの帯域のバンドパスフィルターを通したRMSエンベロープ波形（図1）を作成して、以下の解析に用いた。

エンベロープ振幅の時空間変化を見ると、T波はまず北海道の南東部に、次いで岩手県沿岸北部に到達した。ただし、北海道では目立った振幅増加は見られなかった。東北地方ではT波が岩手県から秋田県にかけて広がって行く様子が観測された（図2）が、青森・宮城・山形県では顕著な振幅増加は見られず、T波の振動エネルギーの局在化が見られた。この局在化は、地震波の減衰構造では説明ができない。

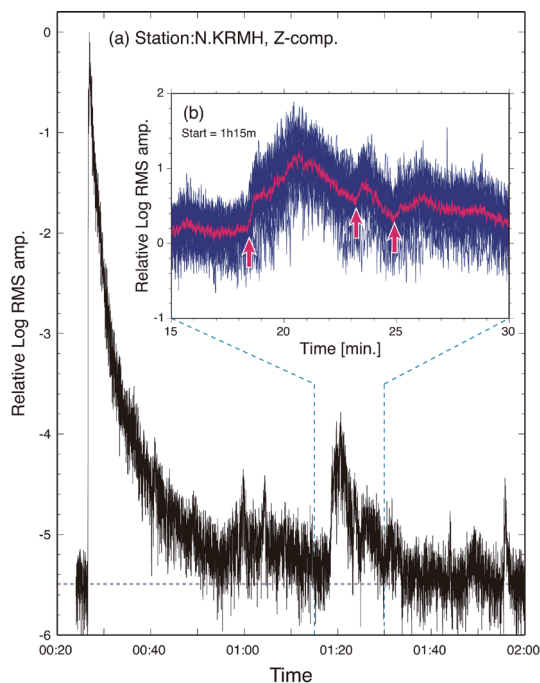


図1 1-2 Hzの帯域の上下動成分のRMSエンベロープの例。(a)はN.KRMH観測点でのエンベロープで、縦の破線の間の振幅増加がT波によるもの。(b)は岩手・秋田県の観測点でのエンベロープを重ね描きしたもので、赤い線は平均エンベロープを表す。矢印はT波の到達を示す。

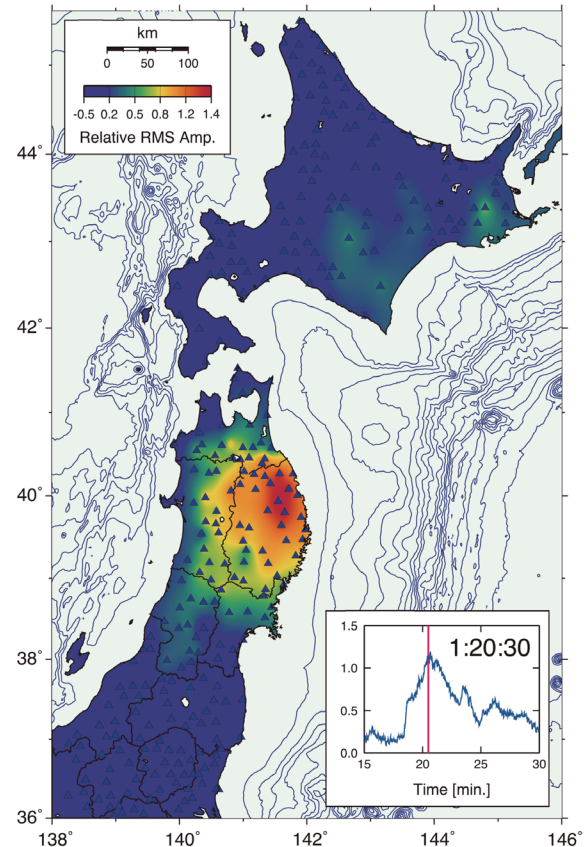


図2 RMS振幅の空間分布の例。図1に示した平均エンベロープとこの図を描いた時間ウィンドウ（赤い線）を右下に示す。三角印は観測点を表す。

Polarization 解析による T 波の振動様式の特徴は、振動方向は東西に近く、振動の平面性が高いことである (図 3)。また、エンベロープ波形から T 波の伝播の速さを求めると約 3 km/s で、地殻内での S 波速度よりもやや遅い。これらのことから、T 波は陸上をレイリー波として伝わったものと推定した。

3. 変換源と変換メカニズムの推定

エンベロープ振幅を用いて、音波から地震波への変換源の推定を行った。変換の時刻を仮定し、仮想の変換点からレイリー波として観測点に到達する時刻におけるエンベロープの 2 乗振幅値を仮想変換点での振動エネルギーとして評価し、各観測点での結果を足し合わせて、変換時刻ごとの振動エネルギーの空間分布図を得た。振動エネルギーの大きい地点は円弧の一部を成すような形をしており、変換時刻の経過に伴い千島海溝から東北地方に向かって移動するが、これは見かけ上の現象である。岩手県の北東沖の北緯 40.5 度、東経 143.5 度付近を中心とする、広がりが 100 km 程度の領域では時間変化が小さいので、ここが変換領域と考えられる (図

4)。ここでの水深は 1500 ~ 3000 m 程度であり、音波を伝える SOFAR チャネルと陸側斜面とが交差する領域にほぼ対応する。

天皇海山列で反射された T 波は東北東ないし東側から進んで来てこの場所でレイリー波に変換されたと考えられるが、T 波エネルギーの局在化を説明するには、変換が非等方的に起こったと考えなければならない。T 波の生成メカニズムとして、陸側斜面と海面間での多重反射 (downslope conversion) が考えられている。音波から地震波への変換として upslope conversion を考えると、海中音波の進行方向と陸側斜面の傾斜方向に依存した、前方散乱的な変換が生じることが期待される。

4. おわりに

高密度地震観測網のデータは、T 波の陸上伝播の様子を詳細に明らかにし、音波から地震波への変換領域と変換機構の推定に極めて有効であった。今後はさらに事例研究を積み重ね、陸上伝播や変換機構の一般的な性質を明らかにする必要がある。

謝辞：解析には、防災科研 Hi-net で収録された地震波形データを利用させていただきました。記して謝意を表します。

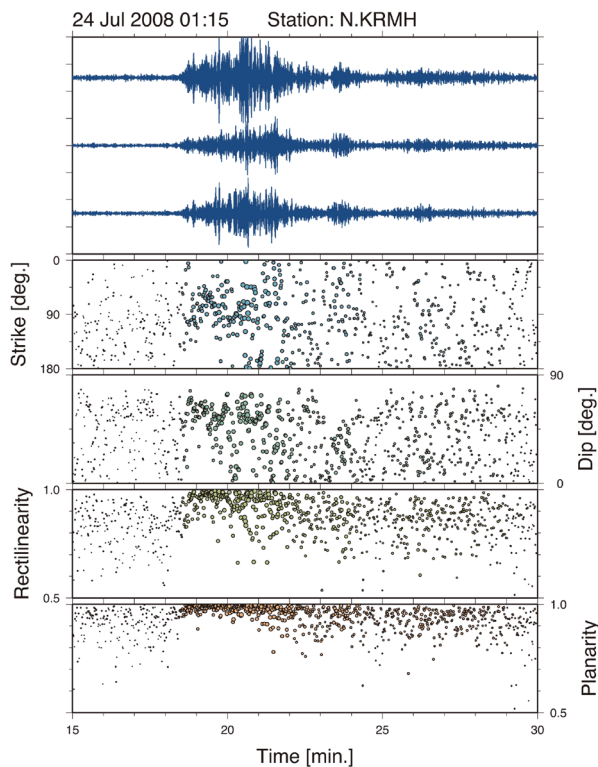


図 7 Polarization 解析の例。上から順に、3 成分波形 (U, N, E の順)、振動の方位、傾斜角、振動の直線性、平面性を示す。解析の時間ウィンドウの長さは 5 秒間。丸の大きさは RMS 振幅の大きさに対応する。

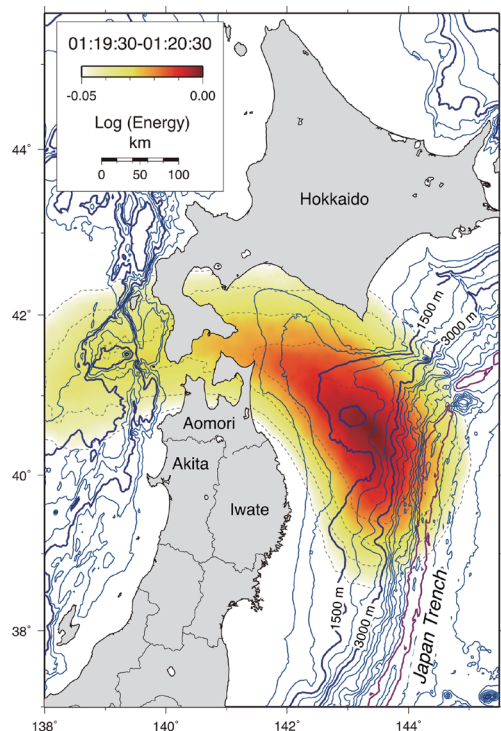


図 4 規格化した振動エネルギーの分布。時間ウィンドウはカラースケールの上に示す。