

森吉で観測された後続波の時間変化

小菅 正裕 (弘前大学理工学研究科)

1. はじめに

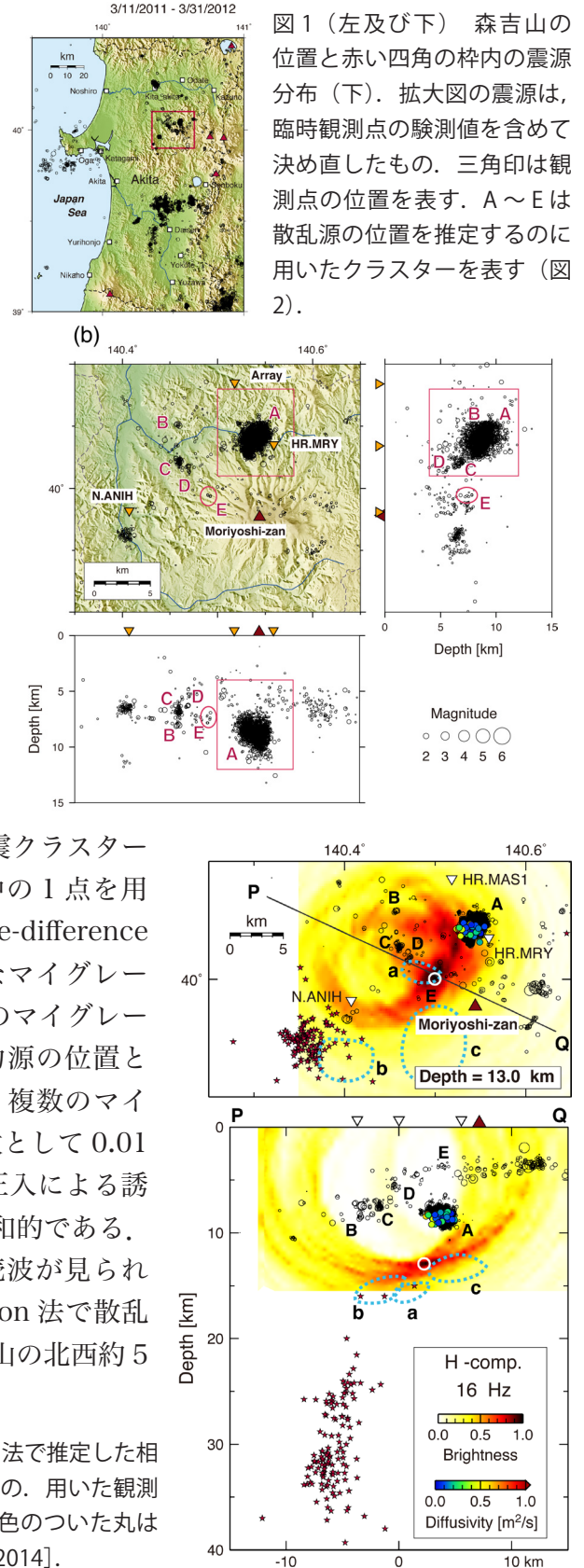
2011 年東北地方太平洋沖地震後に活発化した秋田県北部の森吉山周辺 (図 1) での地震活動は、震源のマイグレーションが明瞭で、観測波形の S 波の後には顕著な後続波が見られる。また、この地域では過去に群発的な地震活動が繰り返し発生しており、森吉山の西方 15 km 程度の領域は深部低周波地震の発生域ともなっている。これらの観測事実は、地震活動に地殻流体が関与していることを示唆する。そこで、震源の時空間変化を圧力の拡散で解釈し、圧力源の分布を推定するとともに、後続波をもたらす散乱源の位置を推定した。さらに、散乱源の実体を解明することを目的に、後続波の時間変化を調べた。

2. 震源移動と散乱源

我々は、森吉山付近における震源決定精度の向上を目的とした臨時地震観測を 2012 年 9 月から行っている。震源決定には、最も活発な地震クラスター直上の 1 点と、その 7 km 程度北西のアレイの中の 1 点を用いた。これら臨時観測点のデータを加え、Double-difference 法を用いて震源の再決定を行った。震源は顕著なマイグレーションを示し、そのパターンは複雑である。震源のマイグレーションを間隙流体圧の拡散によると解釈し、圧力源の位置と圧力増加が生じた時間、及び流体の拡散係数を、複数のマイグレーションに対して求めた。その結果、拡散係数として $0.01 \sim 1.0 \text{ m}^2/\text{s}$ の値が推定された。この値は、水の圧入による誘発地震活動などから推定した先行研究の結果と調和的である。

観測された地震波には、S 波の後には顕著な後続波が見られる。これを S-S 散乱波と仮定して、back-projection 法で散乱源の位置を推定をした。その結果、散乱源は森吉山の北西約 5

図 2 平均残差エンベロープをデータとして、back-projection 法で推定した相対的な散乱強度 (brightness) の分布。断面図は P-Q に沿うもの。用いた観測点は白抜き逆三角形で、震源クラスターを A ~ E で表す。色のついた丸は震源の時空間分布から推定した圧力源の位置を示す [Kosuga, 2014]。



km, 深さ 13 km 付近に存在することがわかった (図 2)。この深さは、森吉山付近の深部低周波地震の震源深さの上限にほぼ対応する。このことも、森吉山周辺での地震活動が地殻流体にトリガーされていることを示唆する。

3. 後続波の波形の時間変化

散乱波が流体起源であれば、流体の移動に伴って散乱波の出現時刻や波形が変化する可能性がある。後続波の時間変化を検討した。そのためには、震源位置が同じ地震を抽出する必要がある。ここでは、震源に最も近い定常観測点の Hi-net 阿仁 (N.ANIH) の波形を調べた。図 3 に示される 265 個の地震について、S 波到着前 0.1 秒、到着後 0.5 秒の区間の 3 成分波形の相互相関を計算した。次に、相関係数を基に地震のグループ分けを行った。その結果を図 3 に色分けして示す。

図 4 は、8 Hz 帯において最も数が多いグループ 2 について、S 波と後続波の波形の時間変化を見たものである。下段は振幅を色で表している。S 波初動から 1.5 秒程度の範囲の波形は、発生時期が変わってもあまり変化していない。しかし、後続波が現れている (図 4 上段で水色の振幅が大きい) 時間帯では、スタック波形の振幅が顕著に小さく、個々の波形の位相が揃っていないことを表している。下段の波形を見ると、黒い枠で囲んだ部分の波形は、それ以前の期間 (図では下) とは異なっているように見える。これが波形の時間変化であることを確認するには、異なる震源位置の地震波形、及び他の観測点での波形も用いて詳細に検討する必要があるが、変化の可能性を示す結果として興味深い。

文献

Kosuga, M., Seismic activity near the Moriyoshizan volcano in Akita Prefecture, northeastern Japan: implications for geofluid migration and a midcrustal geofluid reservoir, Earth Planets Space, 66: 77, 2014

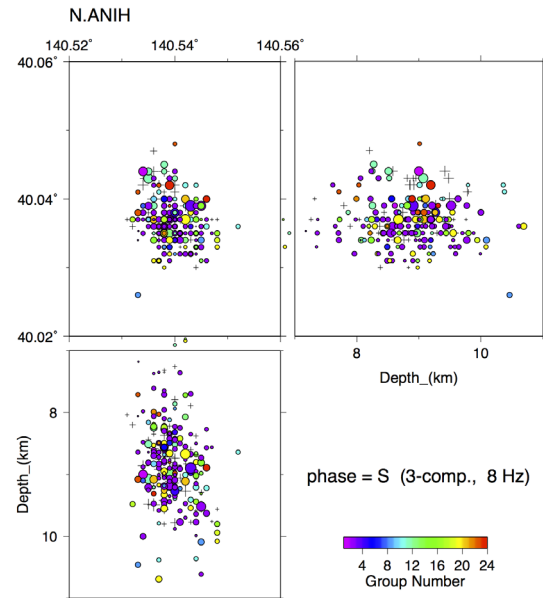


図 3 阿仁観測点の S 波部分の 3 成分波形の相関を用いて分類した震源。丸の色がグループ番号を表す。震源要素は気象庁一元化カタログを用いている。

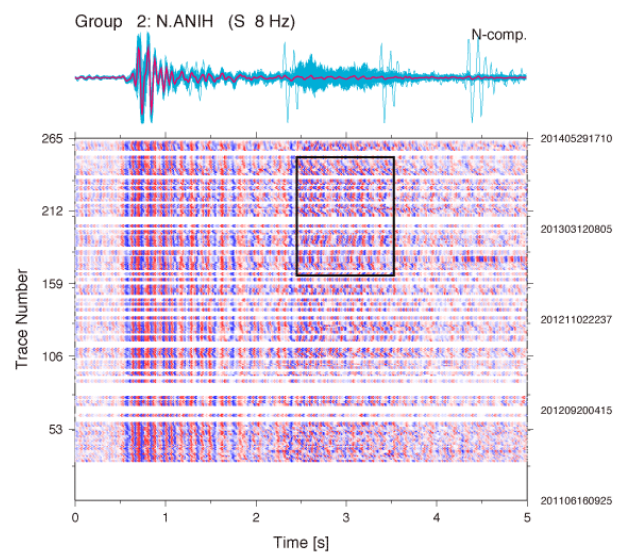


図 4 8 Hz 帯の波形相関からグループ 2 に分類された地震について、阿仁観測点の S 波とその後続波部分の 3 成分波形。S 波が 0.5 秒の位置にあるように示している。上段は、水色が個々の波形で赤がスタックした波形を表す。下段は振幅を色で表し、地震の発生順に並べたもの。黒い四角で囲んだ部分の波形がそれ以前とは異なる。

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と気象庁一元化震源カタログを利用させていただきました。記して謝意を表します。