

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540488

研究課題名(和文) 内陸地震震源域における地震波減衰構造の時間変化の研究

研究課題名(英文) Study on temporal change of attenuation structure in the the inland earthquake's source region

研究代表者

津村 紀子(Tsumura, Noriko)

千葉大学・理学(系)研究科(研究院)・助教

研究者番号：00272302

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：能登半島地震震源域の地震波減衰構造とその時間変化を調べるため、2011年および2012年にそれぞれ3か月と5か月の臨時地震観測を実施した。P波とS波のスペクトル比データから Q_p/Q_s 分布を求める方法を開発し、2007年の観測で得られた地震波形データに適用した。

その結果、能登半島西岸部を通る波線で Q_p/Q_s が高くなること、半島内部を通る波線で Q_p/Q_s が低くなる傾向が示された。同様の方法を2011年、2012年の観測データに適用したところ、2007年度のデータで求められたのとほぼ同じ値となり、両者の間で地震波減衰構造に対し、顕著な時間変化があったとは言えないことが分かった。

研究成果の概要(英文)：Tsumura et al.(2012) mapped a seismic attenuation (Q_p) structure in the source region of the 2007 Noto Hanto earthquake. The results show low Q_p zone is seen at the main shock fault, where aftershocks' activity is high. Next we made Q_p/Q_s estimation for several ray paths by using spectral ratio method. Obtained Q_p/Q_s for the low Q_p zone in the main shock fault is higher than that of the surrounding area. In conjunction with other geophysical data, these attenuation features might be caused by the rupture of the main shock.

To detect the temporal change of seismic structure near the source region, we made the other temporary seismic observations in 2011 and in 2012. In these observations, we set seismic stations, whose locations were the same as those of 2007 observation. The result for 2011 and 2012 observation data shows that ray paths having high Q_p/Q_s concentrated on the west coast area of Noto Peninsula where high Q_p/Q_s was observed in 2007, and temporal change of Q_p/Q_s was not clear.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：Q値 能登半島地震 地震波減衰

1. 研究開始当初の背景

- (1) 近年、高品質な地震波形データが使用できるようになり、地下構造把握のため、地震波速度のほか、地震波減衰が研究されるようになった。
- (2) 内陸地震発生域の不均質構造把握のため、稠密な地震観測網を敷いて自然地震観測が行われるようになった。特に本研究の対象地域である能登半島震源域では2007年の本震発生直後に、観測点間隔2、3 kmで約80点の臨時地震観測点が設置され、本震直後の波形データが収録された。
- (3) 地震波の減衰を引き起こす原因はクラック、水やマグマなどの流体の存在、温度の影響などが挙げられるが、地殻内での地震波減衰に関しては、流体やクラックの影響が支配的であると考えられている [e.g. Winkler and Murphy(1995)]。特に流体に関する減衰では、流体の存在形態によって、P波とS波で減衰の度合いに差があるため、P波に関する減衰とS波に関する減衰を求めることによって、地下の状態に関する新しい知見が得られる可能性があった。
- (4) このように岩石の破碎や流体の存在に敏感である地震波減衰から、本震から4、5年たった研究開始時に、地殻浅部における地震断層の状態が本震直後と変化したことを検出できる可能性があった。

2. 研究の目的

- (1) まずS波減衰を表す Q_s を安定的に求める方法を新しく開発し、それを使って2007年能登半島地震本震震源域周辺の詳細な地震波減衰構造を求める。
- (2) 2007年の本震直後に行われた臨時地震観測の観測点と同一の場所で自然地震観測を行い、当時と本震数年後の地下の状態に変化があるかどうか明らかにする。

3. 研究の方法

- (1) S波減衰について調べる前に、2007年に能登半島地震震源域で実施された稠密地震観測(図1 x)の波形データを用いて、同領域のP波減衰構造を3次的に推定する。
- (2)(1)で求めたP波減衰の値を使い、P波とS波のスペクトル比から、 Q_p/Q_s を求める手法を開発する。
- (3)(2)で開発した方法を2007年の観測で得られた地震波形データに適用し、2007年における Q_p/Q_s の空間的な特徴を明らかにする。
- (4)(2),(3)の作業と並行して2011年

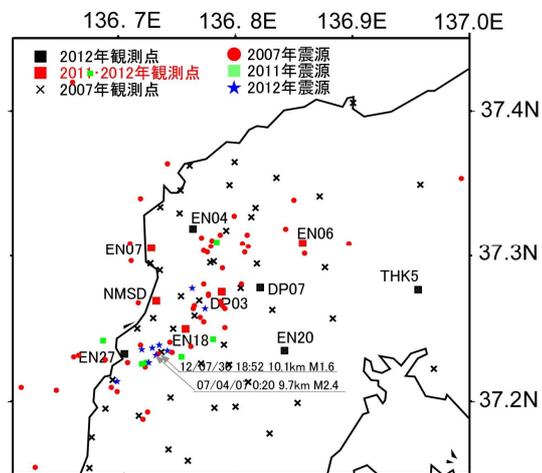


図1 2007年、2011年、2012年に行われた余震観測および臨時観測点と、 Q_p/Q_s 値を求めるために使った地震の震央分布

および2012年度に能登半島地震震源域で臨時自然地震観測(図1 2011+2012年、2012年)を行い、本震から4~5年経過後の地下構造推定のための地震波形データを収集する。

(5)2011年、2012年に行った臨時地震観測で得られた地震波形に(2)の解析方法を適用し、 Q_p/Q_s の特徴を求める。

(6)(5)で得られた Q_p/Q_s の結果と(3)で得られた結果を比較することにより、本震震源域における地震波減衰に変化があった否かを考察する。

4. 研究成果

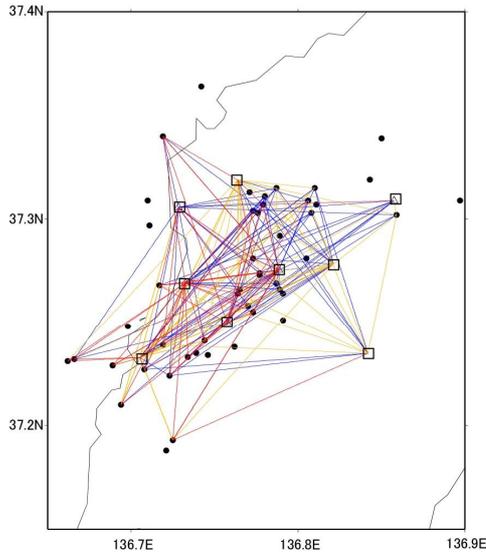
(1)まず初年度は、稠密地震観測網で得られたP波初動スペクトルから能登半島地震震源域の地震波減衰構造を明らかにした。その結果、能登半島西岸の下で震源断層に沿って地震波のQ値が低下する領域があることが明らかになった。陸域下では余震の発生している領域で周囲より地震波減衰が大きくなる傾向が見られた。

(2)次にP波とS波のスペクトル比を取り、その傾きと Q_p 値を用いて Q_p/Q_s 値を推定する方法を2007年の稠密地震観測点10点で得られた波形データに適用した。その結果を図2と図3に示す。

図2からわかるように波線に沿って平均された Q_p/Q_s 値が相対的に大きいもの(赤線)は能登半島西岸付近に集中する傾向がある。一方、内陸側の波線では Q_p/Q_s 値は海岸部より相対的に低い。

図3は Q_p/Q_s の求められた波線を、P波減衰構造に重ねて描いたものである。 Q_p/Q_s が2.25以上となった波線はP波の減衰の大きかった領域付近を通っているのに対し、 Q_p/Q_s が1~2.25となった波線は相対的に減衰の小さかった地域を通っていることがわかった。

2007年能登半島合同観測時



赤線 : $Q_p/Q_s > 2.25$
 オレンジ線 : $Q_p/Q_s < 1.0$
 青線 : $1.0 < Q_p/Q_s < 2.25$

図2 波線ごとの Q_p/Q_s 値の分布

2007年

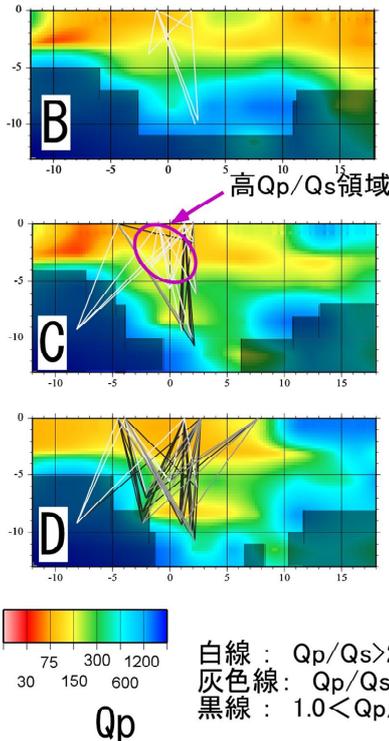


図3 波線ごとに平均した Q_p/Q_s の分布を Q_p 構造に重ねたもの

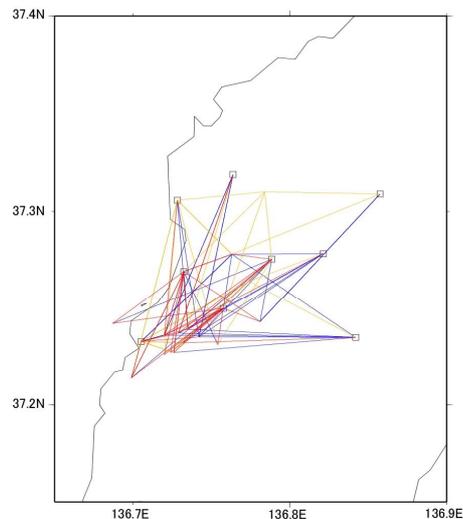
波線が通過する岩石の種類によっても Q_p 値に差がでるが、同じ岩石の同じ Q_p 値に対し、 Q_p/Q_s が大きいとは、 Q_s がより小さいことを表す。地殻浅部において Q_s の低下する原因と

して指摘されているのはクラックや流体の存在である。また流体の飽和度も Q_p/Q_s 値に影響を与えと言われ、完全飽和状態での Q_p/Q_s 値は部分飽和状態での Q_p/Q_s 値より大きくなるという実験結果を踏まえると、得られた減衰の結果は、能登半島地震本震で破壊された震源断層付近に存在する破碎領域に、水などの流体がほぼ完全に入り込み、S波を特に減衰させていた、もしくは破碎自体によって地震波減衰が増加したことを示すと解釈される。

(3)2012年度からは2011年以降の観測データで得られた地震波形に Q_p/Q_s を推定する方法を適用した。ただ、2011年以降の地震観測は、観測期間が短いうえ、余震活動も少なくなってきた時期なので十分な個数の地震が確保できなかった。そこで2007年に収録されたのと同様経路を通る波形データを選別し解析を行った。

図4、図5に2011年以降のデータについて Q_p/Q_s の求められた波線を描いたものを示す。この結果でも、 Q_p/Q_s 値が相対的に大きいデータは能登半島西岸付近に集中する傾向が見られた(図4の赤線)。これは2007年の結果で見られた特徴と一致していた。

2011年・2012年 臨時観測時



赤線 : $Q_p/Q_s > 2.25$
 オレンジ線 : $Q_p/Q_s < 1.0$
 青線 : $1.0 < Q_p/Q_s < 2.25$

図4 波線ごとの Q_p/Q_s 値の分布

図5を見ると、 Q_p/Q_s 値が高い波線は少なくなっているが、2007年に得られた結果(図3)と比較すると、同じ経路に対しほぼ同じ Q_p/Q_s の値が推定された。このことは Q_p 値が2007年時と変化していない場合、顕著な Q 値の変化がなかったことを示唆する。ただし、今回の波形データから2007年時とP波の減衰が時間的に変化したかどうかの検証は十分行

2011年, 2012年

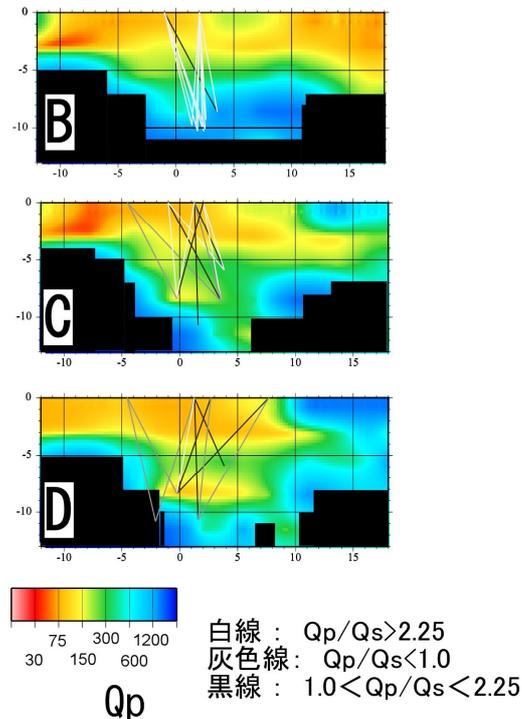


図5 波線ごとに平均した Q_p/Q_s の分布を Q_p 構造に重ねたもの

えなかったもので、クラックや流体の状態に影響を受けやすいS波減衰が実際に各領域で変化したかどうかを厳密にいうことは難しい。今後このような研究を行う時には本震から時間が経過した後のP波の取り扱いをどのようにするか検討が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

東海地域下の三次元地震波減衰構造—微小地震スペクトルを用いた推定—, 高岡宏之, 津村紀子, 高橋福助, 野崎謙二, 加藤愛太郎, 飯高隆, 岩崎貴哉, 酒井慎一, 平田直, 生田領野, 國友孝洋, 吉田康弘, 勝俣啓, 山岡耕春, 渡辺俊樹, 山崎文人, 大久保慎人, 鈴木貞臣, 地震 2, 65, 175-187, 2012 (査読有)

〔学会発表〕(計 5件)

American Geophysical Union Fall Meeting, (Dec. 9-13, 2013) サンフランシスコ The attenuation structure in the source region of 2007 Noto-Hanto Earthquake, northern part of central Japan, N. Tsumura, T. Emoto, G. Takahashi, Y. Kazato, K. Miyagaki, Y. Hiramatsu, S. Ueno, Y. Hara, R. Koizumi, K. Hirano, H. Takaoka, M. Totani, A. Kato

日本地震学会秋季大会(10月7-9日, 2013年) 横浜 能登半島地震震源域における地震

波減衰構造(2) 津村紀子・高岡宏之・江元智子・高橋豪・戸谷真亜久・風戸良仁・宮垣敬一郎・平松良浩・浦野駿・原雄斗・小泉亮・堀野一樹・加藤愛太郎・能登半島地震合同観測グループ

地震学会秋季大会(10月16-19日, 2012) 函館 能登半島地震震源域における地震波減衰構造 津村紀子・吉住武倫・小林理紗・能登半島地震合同観測グループ

AOGS-AGU Joint assembly (Aug.13-17, 2012) シンガポール 3D-Q structure in the source region of 2007 Noto Hanto Earthquake, central Japan, N. Tsumura, T. Yoshizumi, R. Kobayashi, Group for aftershock observation of the 2007 Noto Hanto Earthquake

地震学会秋季大会(10月12-14日, 2011) 静岡 濃尾地震震源域周辺の3次元地震波減衰構造 津村紀子・加藤愛太郎・中島淳一・濃尾合同観測グループ

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計 0件)

種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等 準備中

6. 研究組織

(1) 研究代表者

津村 紀子 (Tsumura Noriko)
千葉大学・大学院理学研究科・助教
研究者番号: 00272302

(2) 研究分担者

平松 良浩 (Hiramatsu Yoshihiro)
金沢大学・理工研究域・准教授
研究者番号: 80283092