

ピーク遅延時間を利用した立山火山下における減衰構造の推定

#岩田晃治・川方裕則・平野史朗（立命館大）・土井一生（京大防災研）

中部日本に位置する飛騨山脈には焼岳や乗鞍岳など、活発な火山活動が確認されている活火山が多数存在している。飛騨山脈を対象として行われた研究は過去に複数あり、その1つである Katsumata et al. (1995, GJI) では臨時の観測点群を飛騨山脈の北部に並べ、P波のコーダ部分を使用することで減衰領域の推定を試みている。この研究の結果、飛騨山脈の地下5 km~15 km 付近に強減衰領域の存在が示唆され、また同時に低速度領域、低密度領域の存在も示唆されている。飛騨山脈の北部には立山火山(弥陀ヶ原火山)が存在する。立山火山の火山活動は飛騨山脈内の他の活火山と比べると静穏である。また、気象庁によると立山火山において溶岩の噴出を伴った噴火活動は有史以来確認されていない。岩田ほか(2014, 地震学会) では立山火山を含む飛騨山脈を研究対象とし、S波の二重スペクトル比の形状の比較からどの空間領域において地震波の減衰が顕著かを調べ、立山火山の南あるいは南東に南北に細長い形状の強減衰領域が存在すること、そして強減衰領域での減衰の値を $Q_s = Q_0 f^n$ とした場合に、 Q_0 の値がおおよそ50~200程度、 n の値がおおよそ0.1であることを示した。しかし手法の特性上、この領域での減衰が散乱減衰と内部減衰のいずれが支配的であるかの判別はできなかった。

本研究では立山火山を含む飛騨山脈において散乱減衰と内部減衰のどちらの影響が支配的であるか、そしてより詳細な減衰構造の推定を行うためにピーク遅延時間(S波が到達してから振幅がピークに達するまでの時間)に着目することにした。ピーク遅延は震源過程、散乱減衰、内部減衰の寄与により発生する。本研究ではピーク遅延が内部減衰の影響のみによって発生すると仮定した際にどの程度観測波形を説明できるかを調べた。

解析に用いた地震は、2012年1月から2013年12月の間に発生した、立山火山からの震央距離が20 km~140 km、M 2.5~4.0、震源深さ30 km 以浅のものである。ただし、使用観測点でP波、S波の主要部分のS/N比が十分大きい地震のみを解析に使用した。観測波形は立山近傍に位置する5つのHi-net観測点で記録されたものを使用した(図1)。

今回の解析では、震央から見て解析対象領域を挟みほぼ同一直線上にある2つの観測点を使う。震央から見て解析対象領域の手前にある観測点で記録された波形(手前側波形とする)は対象領域を通過しない波線上で記録され、震央から見て解析対象領域の向こう側にある観測点で観測された波形(奥側波形とする)は対象領域を通過する波線上で記録されたものと考えられる。同一の地震の波形記録は共通した震源過程の影響を含むと考える。そして、それら2つの波形記録のピーク遅延時間の差を減衰によって発生したピーク遅延時間であると考えられる。

解析では岩田ほか(2014)で求めた強減衰領域での減衰の値 Q_s を初期パラメタとして、内部減衰を考慮した計算波形を作成する。波形の作成に際しては井出(2002)に用いられている式を使う。この式では Q は一定とし、Azimi et al. (1966, Izvestia, Earth Physics) によって提唱された、速度分散とインパルス波のピーク遅延を関連付けた式を用いている。こうして求めた計算波形と観測波形が似ていれば立山

火山下における減衰は内部減衰が支配的であり、形状が異なれば散乱減衰の影響も無視できないと結論付けることができる。ただし、使用している地震のマグニチュードがおおよそ3.0前後であるため、地震継続時間は0.1秒程度とピーク遅延時間よりも十分短いと仮定し、距離減衰項は震源距離を r として、 $1/r$ であるとした。また、S波到達時刻は気象庁によって検測値が求められているものはその値を使い、求められていないものは理論走時を基に定めた。

観測波形の三成分 RMS エンベロープ結果から、立山近傍では、手前側波形と奥側波形それぞれのピーク遅延時間間に大きな差はなかったが、立山火山の南方領域では、両者に明確な差があった(図2)。このことは、立山火山周辺とその南方との間で減衰構造が異なっている可能性を示唆している。

岩田ほか(2014)で求めた減衰の値($Q_0=50\sim 200$)を基に作成した理論波形と観測波形を比較してみたところ、理論波形のピーク遅延時間は観測波形と比べ短くなった。また、コーダ波が尾を引く時間も観測波形より短かった。このため、立山火山下では散乱減衰の影響も無視できないと考える。

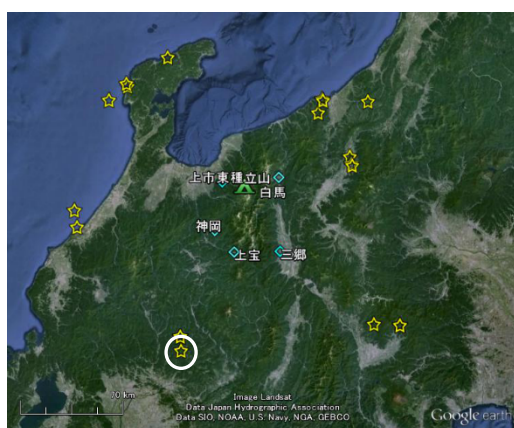


図1. 立山火山(三角)、観測点(ダイヤモンド)、震央(星)

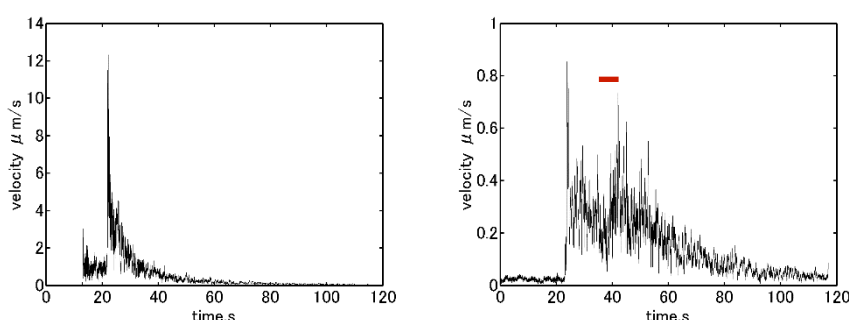


図2. 立山火山南方領域通過前後の三成分 RMS エンベロープ波形。使用した地震の震央は図1の白丸で囲まれた星の位置。左のグラフは上宝観測の波形記録(手前側波形)。右のグラフは白馬観測点の波形記録(奥側波形)。図中の横線はピーク遅延の大きさを示す。

謝辞:本研究では防災科学技術研究所の Hi-net 高感度地震観測網の波形データおよび気象庁の一元化震源データを使用した。