

二重スペクトル比を用いた立山火山下の地震波減衰構造の推定

岩田晃治・川方裕則(立命館大学)・土井一生(京都大学防災研究所)

活発な活動が確認されている活火山に対しての地震波減衰構造の研究はこれまで広くおこなわれており（例えば、及川ほか，1994；須藤ほか，1996）、その結果として火山下に強減衰領域が存在することが示されている。その一方、活動が比較的静穏である火山の多くはその地下構造についてあまり詳しく調べられていない。

防災科学技術研究所により Hi-net（高感度地震観測網）が整備されて以来、日本全国の地震波減衰構造が推定されるようになった（Jin and Aki, 2005; Carcole and Sato, 2009）。しかし局所的な構造については未だに空間分解能が不足している。活火山など特異な構造を持つ地形では局所的に周囲と異なる地盤特性を示すことも考えられ、その構造を調べることは有意義である。

立山火山(弥陀ヶ原火山)は、飛騨山脈立山連峰(富山県南東部)に存在する活火山である。現在、立山火山は火山性ガスの噴出など活動そのものは確認されるものの比較的静穏であり過去においても大規模な噴火活動は確認されておらず、立山火山下の構造を詳細に調べた例は少ない。そこで本研究では Hi-net による地震波形データを用いて立山火山下の地震波減衰について調べた。

用いる観測点は立山近傍に位置する上市東種、白馬、三郷、上宝、神岡の計 5 つのである。解析対象とした地震は M2.5~4.0、震源深さ 30km 以浅、各観測点で P 波、S 波の主要部分の S/N 比がスペクトルの全帯域で 2 倍程度を超えるもののみとした。ただし、20Hz 以上は、いずれの波形においても信号とノイズのスペクトル振幅がほぼ同じになるため解析対象から除外した。また、解析期間は 2012 年 1 月から 2013 年 12 月までである。計 39 個の地震を用い、各地震は震源位置の近いもの同士で便宜上 6 つのグループに分けている。第一グループは能登半島沖を震源とする 4 つの地震、第二グループは山梨県北部を震源とする 3 つの地震、第三グループは新潟県中越地方を震源とする 4 つの地震、第四グループは岐阜県中部を震源とする三つの地震、第五グループは長野県北部を震源とする 3 つの地震、第六グループは石川県南部の西方沖を震源とする 2 つの地震である（図 1）。

解析の際には二重スペクトル比を用いた。1 つの地震に対してほぼ同じ方向に位置する 2 つの観測点で得られた地震波形のペアについてスペクトル比をとると、震源の特性を取り除くことができる。さらに別の地震について同様にスペクトル比を取り、スペクトル比同士の比、すなわち二重スペクトル比をとると、観測点近傍の影響を取り除くことができる。

本研究では、立山火山を挟んでほぼ対象に位置する 2 つの観測点に注目し、観測点のほぼ直線上に震源が存在する 2 つの地震の波形記録を使用する。こうすることにより、火山下以外の地殻構造の不均質性が強くない場合には、二重スペクトル比によって立山火山下

の減衰構造を抽出することができる。

観測点と震源位置の関係上、立山火山下を北西、南東方向に横切る地震と観測点のペア(第一・第二グループの地震、上市東種・三郷観測点)、北東、南西方向に横切る地震と観測点のペア(第三・第四グループの地震、白馬・上宝観測点)、立山の北側を東西方向に横切る地震と観測点のペア(第五・第六グループの地震、上市東種・白馬観測点)、立山の南側を東西方向に横切る地震と観測点のペア(第二・第六グループの地震、神岡・三郷観測点)の計4つの波線の組の二重スペクトル比を作成した。

立山火山下を北西、南東方向に横切る地震波のペアを用いて得られた二重スペクトル比では 5Hz 以上の高周波部分で二重スペクトル比の値が急激に低下することが確認された(図2)。同様に立山の南側を東西方向に横切る地震波についても二重スペクトル比の高周波部分での値の低下が見られた。

一方、立山を北東、南西方向に横切る地震波、あるいは立山の北側を東西方向に横切る地震波の二重スペクトル比においては、周波数帯による値の変化はわずかだった(図3)。特に立山の北側を東西方向に横切る地震波の S 波の二重スペクトル比はほぼ傾きのない平坦なものになった。

結果として、多くのグループのペアについて二重スペクトル比の低下が確認でき、その中で二重スペクトル比の低下の度合いに違いがあることが分かった。またグループのペアによる二重スペクトル比の違いは P 波より S 波の方が大きいことが確認された。そして二重スペクトル比の低下が始まる周波数は、P 波で 6~7Hz、S 波で 4~5Hz だった。

なお、同一グループから 2 つの地震を選んだ場合の二重スペクトル比も作成したところ、スペクトル比の値は全域に渡っておおよそ 1 であり、それぞれの地震波の伝搬経路に大きな違いがない場合には、スペクトル比が一定になることが確認された。

これらのことから立山火山下には波の減衰に影響を与える領域が存在することが示唆される。また、グループのペアによって二重スペクトル比の低下の度合いに違いが見られたことからその領域は、細長い形状をもっているか、媒質が異方的な減衰特性を持っていることが考えられる。

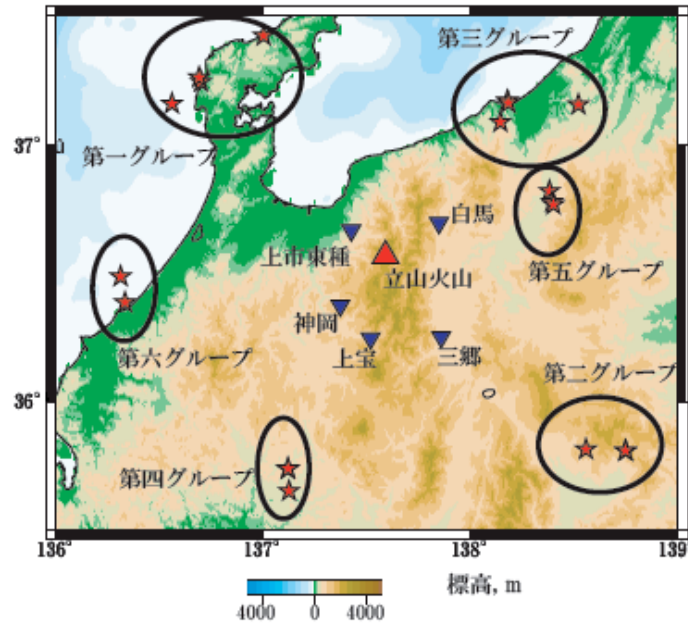


図 1. 立山火山(赤三角)、観測点(青三角)、震源(赤星)の分布。各グループは黒枠で示す。

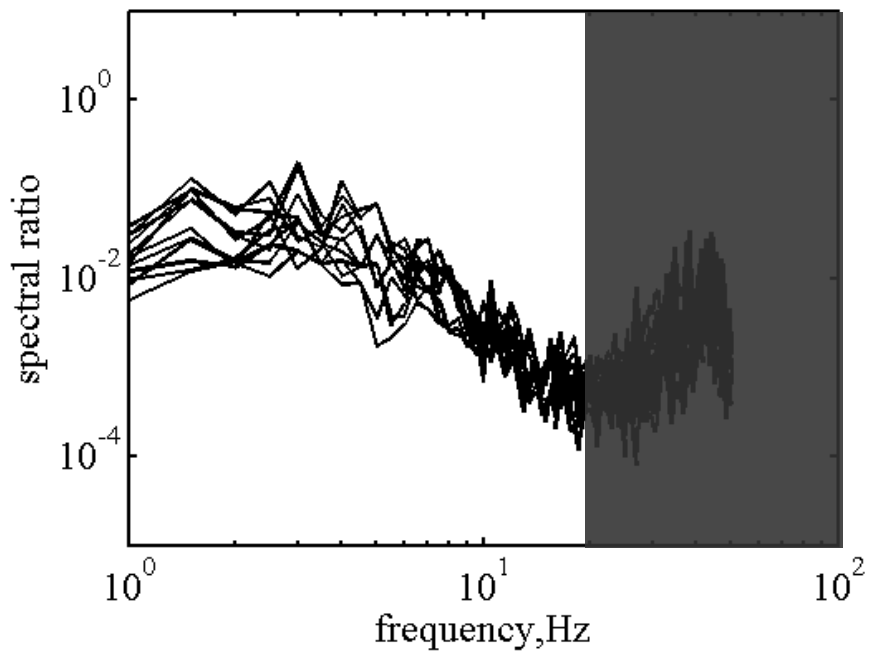


図 2. 立山火山下を北西、南東方向に横切る地震波の S 波部分の二重スペクトル比。第一、第二グループより地震を各一つ選んだ。使用観測点は上市東種、三郷。20Hz 以上はマスクされている。

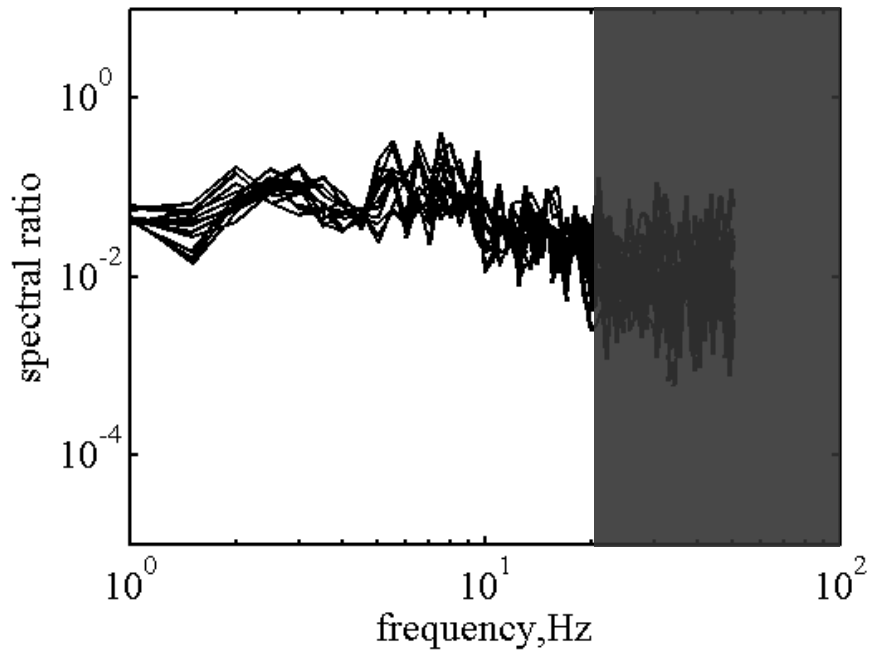


図 3. 立山火山下を北東、南西方向に横切る地震波の S 波部分の二重スペクトル比。第三、第四グループより地震を各一つ選んだ。使用観測点は白馬、上宝。20Hz20Hz 以上はマスクされている。