

2000年の有珠山の噴火に伴って発生した低周波地震の波形解析

Waveform analysis of low frequency earthquakes associated with the 2000 eruption of Mt. Usu

松原 わかな[1], 蓬田 清[1]

Wakana Matsubara[1], Kiyoshi Yomogida[2]

[1] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

2000年の有珠山の噴火活動に伴って3月31日13時から4月5日の間に発生した約40個の低周波地震を含む、約670個の地震について震源決定を行い、低周波地震と通常の地震について、異なる震源の時空間分布を示すことを求めた。4点以上の観測点で観測され、しかもノイズレベルが低く、初動が比較的明瞭な低周波地震について、遠地地震波形記録から求めたサイト増幅特性の補正を行った。その結果、比較的高周波な波(3Hz)の後に継続時間の長い(約10秒)低周波(1Hz)が続くという特徴を持つ地震で、各成分の波の励起には系統的な方向依存性が認められた。

2000年の有珠山の噴火活動に伴って、3月31日13時から4月5日の間に発生した約670個の地震の震源決定を行った。これらの地震の中には1Hz程度に明瞭な卓越周波数を持つ低周波地震が約40個含まれている。通常の地震の震源は、今回の噴火によって形成された火口を中心に分布しているが、低周波地震は、有珠山の西側でほぼ北東-南西方向に帯状に分布し、北東の洞爺湖側で震源が深くなっている。また、低周波地震が多く発生している地域では、通常の地震がほとんど発生していないこともわかった。通常の地震は4月5日以降も数は減少したものの、依然として発生しているにも関わらず、低周波地震は、4月2日以降はほとんど発生しておらず、最初の噴火から2~3日の間にその活動を終了させている。本研究では、3月31日13時から4月5日の間に発生した1Hz程度に明瞭な卓越周波数を持つ地震のうち、4点以上の観測点で観測され、ノイズレベルが低く、P波の初動が比較的明瞭に見られる5つ地震についてサイト増幅特性を補正した後、詳しく波形解析を行った。

これら5つの低周波地震は、有珠山の北西側の深さ約1km~6kmで3月31日13時から4月1日の間に発生した地震である。低周波地震は、はじめに卓越周波数が5Hz程度の高周波の波が、続いて長い継続時間(10~15秒)の卓越周波数が1Hz程度の低周波な波が到着している。これらの地震の波形から観測点と地震計の特性を取り除くために、まずサイト増幅特性の補正を行った。今、サイト増幅特性を、ある地震について各観測点で観測されたS波スペクトルのその地震の平均的なS波スペクトルからのずれとして定義する。観測点-震源間の距離が、各観測点間の距離に比べて十分に長いとき、その地震の波形に対するパスの影響はすべての観測点で共通であると仮定することができる。このような仮定が成り立つ遠地地震の波形記録を用いて各観測点でのサイト増幅特性を求めた。本研究では、各観測点からの震源距離が約300km離れた、4月13日に岩手県沖で発生したモーメントマグニチュードが4.9の地震の波形を用いた。この地震は、震源-観測点間の距離が各観測点間の距離に比べて十分に長いので、パスの効果がすべての観測点で共通であると仮定することができ、サイト増幅特性を求めた。得られた結果から、各観測点の各低周波地震の波形に対してサイト増幅特性の補正を行った。

この観測点補正後の波形では高周波部分の卓越周波数が3Hz程度で、低周波部分の卓越周波数が1Hz程度と多少卓越周波数に変化があったが、観測点ごとの波形の特徴に大きな違いはなかった。高周波部分と低周波部分の継続時間は震源-観測点間の距離とマグニチュードによって多少異なるが、高周波部分で約5秒程度、低周波部分では10秒以上となっている。また、この高周波部分と低周波部分の振幅の比は各地震ごとに異なるが、ほとんどの地震で震源の北西側と南東側の観測点(HNWD, HGSN)で高周波部分が明瞭に見えるが、南側(ZNKJI)の観測点では高周波部分が不明瞭で、高周波部分と低周波部分の卓越周波数がほとんど変わらない。普通の地震ではこのような特徴は顕著ではないので、これらの低周波地震は等方的な励起ではなく、割れ目面内での流体運動のような発震機構を示唆している。

このような波形の特徴を持つ低周波地震の波形をRedoubt火山で発生したhybrid地震(Chouet, 1996)と呼ばれる地震の波形と比較する。この地震の波形にはサイト増幅特性の補正が行われていないため一概にその特徴を比較することはできないが、最初に高周波な波が来て、その後に低周波な波が続くという特徴は同じである。しかし、周波数で比較すると、低周波部分の卓越周波数が1Hz程度でどちらの地震でもほぼ同じであるのに対して、高周波部分ではhybrid地震と呼ばれる地震波形の卓越周波数は約6-8Hz程度であり、有珠山で観測された地震に比べ、有意に高周波である。しかし、これはサイト増幅特性を補正していないためだとも考えられ、今回有珠山周辺で観測された1Hz程度の卓越周波数を持つ低周波地震をRedoubt火山のhybrid地震と同様な発震機構を仮定して、その物理パラメータを推定する。