

## 火山噴火に伴い発生する地震波形と空振波形の同時解析

### Simultaneous waveform analyses of seismic and acoustic signals accompanying explosive volcanic eruptions

# 大湊 隆雄 [1]

# Takao Ohminato[1]

[1] 東大震研

[1] ERI

近年、火山における多項目観測が一般的になりつつある。特に、地震と空振の観測が同時に行われている火山は少なくない。爆発的噴火に伴い、様々な波長域の地震波と空振が発生するが、それらは火道内や火口周辺における噴火時の物理プロセスを反映しており、それらの波形の解析から様々な情報を引き出すことができる。

2004年の浅間山噴火において観測された地震波形の解析では、震源域において鉛直方向のシングルフォース成分が卓越する解が得られた。得られたシングルフォースの時間関数は、火道内浅部に蓄積された高圧ガスが噴火時に放出されたことに対する地面への反作用と、それに続いて火道内で起きた物質の鉛直方向への加速減速の様子を反映している。

地震波形がほぼ同じであっても、空振波形は大きく異なる場合がある。例えば、2004年浅間山噴火時に観測された中規模噴火に伴う空振波形と地震波形とを比較すると、地震波形のいくつかは互いに良く似ているが、空振波形はそれぞれ大きく異なり、互いの類似点は少ない。これは、火道内で起きる現象と火道の外で起きる現象は必ずしも一対一に対応しないことを示しており、空振波形の解析により地震波形だけでは得られない独立した情報が得られることを示唆する。

空振波形の解析例については、イタリア・ストロンボリ火山やアラスカ・パプロフ火山で観測された空振波形と解析的に得られた空振波形とを比較した例が知られている。これらの波形解析は地震波形解析における forward modeling に相当するものであり、波形のインバージョンを行っているわけではない。それでは、空振波形の解析において、地震波形インバージョンに相当する解析を行うためにはどのような条件が必要となるのであろうか？

地震波形解析では観測波形のインバージョン解析により震源域に働く力源の幾何学的情報と時間関数が得られる。これは、力源の時間関数と観測波形との間で線形性が仮定でき、グリーン関数と震源時間関数の畳み込みで観測波形を表現することが可能だからである。一方、空振波形については、大振幅のために線形性を仮定できない場合には地震波解析のような「波形インバージョン」を行うことは困難である。しかし、振幅が小さく線形性を仮定できる場合は、ソースにおける時間関数を推定することは可能である。Monopole source を仮定した場合、空振振幅は空振ソースから大気中への質量の流入率の時間微分、即ち mass acceleration に比例するので、この場合の時間関数とは空振ソースにおける mass acceleration の時間変化である。

微小振幅の空振波形については、グリーン関数を用意することにより地震波形解析と同様に、ソースにおける時間関数を求めることができる。実際の地形の効果や大気層構造を考慮する場合、グリーン関数は数値的に計算する必要がある。

空振解析において地震波解析における力源の幾何学的情報に相当するものはソースの方位依存性であろう。最も荒い近似としては空振ソースを等方的な点震源と仮定することである。この場合、求めるものは mass acceleration の時間変化のみである。観測された空振波形の方位依存性が小さい場合、あるいは観測波計の方位依存性が伝播の効果で説明できる場合にはこのようなソースを仮定することができる。

非等方ソースの最も簡単な例としては、火道から大気中への質量流入に方向性がある場合である。爆発的噴火において火道をふさぐ蓋が非等方的に壊れることにより、高圧ガスの大気中への注入が非等方的に起きる場合がこれに該当するであろう。