

## 中距離スケールの空振伝播特性と火山活動把握への意義

## Characterization of middle-distance infrasound propagation and its utility for grasping volcanic activity

市原 美恵<sup>1\*</sup>, 岩國 真紀子<sup>2</sup>, ラカンナ ジョルジオ<sup>3</sup>, 武尾 実<sup>1</sup>, 井口 正人<sup>4</sup>, リペペ マウリチオ<sup>3</sup>Mie Ichihara<sup>1\*</sup>, Makiko Iwakuni<sup>2</sup>, Giorgio Lacanna<sup>3</sup>, Minoru Takeo<sup>1</sup>, Masato Iguchi<sup>4</sup>, Maurizio Ripepe<sup>3</sup><sup>1</sup> 東大・地震研, <sup>2</sup> 日本気象協会, <sup>3</sup> フィレンツェ大学, <sup>4</sup> 京大・防災研<sup>1</sup>ERI, University of Tokyo, <sup>2</sup>JWA, <sup>3</sup>University of Florence, <sup>4</sup>DPRI, Kyoto University

今や、火山観測の主要な項目の一つになっている空振の観測・研究は、二つの異なるスケールに集中して行われている。一つは、火山近傍(10km以内)、もう一つは、数百から数千kmも離れた長距離観測である。その間をつなぐ、中距離(数十km)の研究は極めて少ない。東京大学地震研究所による霧島火山周辺の空振観測網では、約40km離れた桜島からの空振もよく観測される。各観測点と、桜島の昭和火口から3.5kmの観測点との振幅比には、季節変化と思われる全体の年周変化と、爆発毎の大きなばらつきが見られている。これは、大気構造の変化によるものと推測されるが、爆発源からの放射パターンの変化も寄与しているのかも知れない。この観測に端緒を開き、本研究では、中距離における空振伝播特性を理解することを目指す。伊豆大島やストロンボリを含め、多くの活動的な火山は離島にある。これらの火山が大噴火を起こすと、島内に入ることができなくなり、近傍の観測点も壊れてしまう、という事態も考えられる。そのような時、近づきうる最近接の陸上観測は、多くの場合、中距離スケールにある。

本研究では、2012年11・12月における桜島の爆発空振を扱う。この期間には、霧島の定常観測網に加え、霧島と桜島の中間地点である国分市、反対方向(南南西)の指宿市、その東方向の垂水市など、様々な方向、距離、高度において、臨時観測を行った。指宿市の観測波形は、霧島の波形と全く異なっており、振幅も非常に小さかったり、検出できないこともあった。霧島方向と垂水市の観測点の波形と、桜島島内の波形は、互いにほとんど変わらない場合もあったが、時によっては、40kmより離れたところで明瞭な波のスプリッティングが見られた。これらの特徴を理解するために、鹿児島の高層気象データを用いて、温度・風速・風向を考慮した波線計算(田平: [http://www.senior.aichi-edu.ac.jp/mtahira/IFS/IFS\\_propagation.htm](http://www.senior.aichi-edu.ac.jp/mtahira/IFS/IFS_propagation.htm))を行った。空振の伝播速度は、風の影響で風下方向に大きくなる。一般に、気温は上方で低くなり、音速は低下するが、上空の風速が大きければ、風下方向で実効的な音速が上昇する逆転層が形成される。本観測期間中、風は東方向に流れる傾向があり、霧島方向や垂水市方向でそのような逆転層が見られ、指宿市の方向では希であった。逆転層が形成されると、空振の上方への伝播は跳ね返され、波がそれより下の層に捕獲される。霧島の高度の高い観測点で大きな振幅が観測された日には、ちょうどそのくらいの高度に波線が捕獲されるような大気構造になっていた。また、波のスプリッティングが見られた日には、通常より高い高度から反射する波線が計算された。さらに、逆転層が霧島連山のピークよりも高ければ、向こう側の観測点でも大きな振幅が観測されるが、低い場合には、桜島側に比べて顕著に振幅の落ちていることも分かった。このように、中距離の空振伝播では、大気構造の影響と地形の影響が結合して現れるため、両者を考慮した解析が必要となる。さらに、構造が時々刻々と変化するところがやっかいである。現段階では、1日2回、1地点のみの大気構造を用いているが、より定量的な解析の為には、時空間分解能の高い大気構造データが不可欠である。

次に、一つの爆発イベントによる空振に注目する。それは、最初の大きなパルスと、緩やかに減衰する後続波からなっており、時として、小さい爆発がいくつか、後続波に重なることがある。一続きのシグナルの継続時間は5~10分程度であり、この間では大気構造は大きく変化しないと考えるだろう。実際に、最初のパルスと後の小さいパルスの振幅比は、観測点間でほとんど同じであることが多い。一方で、後続波部分の最初のパルスに対する振幅比やその時間変化は、観測点毎に大きく異なっており、15kmより遠くで、非常に大きく見られることがある。後続波・パルス振幅比が、全観測点で同じような挙動をする場合もあることから、観測点固有の地形効果や大気の不均質の散乱によって必然的に起こる現象ではなさそうである。むしろ、この現象は、パルス(爆発音)と、後続波(ジェットノイズ)が異なった放射パターン・音源を持っていることの一つの証拠ではないかと考えている。Matoza et al. (2009) は、スペクトル構造の相似性から、火山噴火に伴う連続空振が乱流ジェット的一种である可能性を指摘した。そのようなジェットノイズは、上方に強く放射され、また、音源も火口ではなく、上空になる。火口からの直達波が届きにくい中距離観測点では、爆発音が弱くなり、相対的に、ジェットノイズが大きく観測されている可能性がある。中距離空振観測の意義の一つとして、さらに詳細に検討していきたい。

キーワード: 空振, 火山, 噴火, 大気構造, 爆発, ジェット

Keywords: infrasound, volcano, eruption, atmospheric structure, explosion, jet