

桜島における空振ラインアレイ観測

Line-Array infrasound observation for volcanic eruptions at Sakurajima volcano

横尾 亮彦^{1*}, 鈴木 雄治郎², 井口 正人¹

YOKOO, Akihiko^{1*}, SUZUKI, Yujiro², IGUCHI, Masato¹

¹ 京都大学地球熱学研究施設, ² 東京大学地震研究所, ³ 京都大学防災研究所

¹AVL, Kyoto University, ²ERI, University of Tokyo, ³DPRI, Kyoto University

2010年のEyjafjallajökull火山や2011年のGrimsvotn火山、Puyehue火山群の噴火のように、大量の火山灰がひとたび噴煙として放出されると、火山近傍だけに限らず、広範囲にわたる地域において、航空機の飛行制限などに起因した多大な社会的影響が発生する。そのため、火山噴火発生の有無、噴火規模の判定、噴煙の追跡などに対する要請が火山観測研究に求められてきており、空振観測はその一部に対して貢献をしている(例えばFee et al, 2010JVGRなど)。近年では、ブルカノ式~プリニー式噴火に伴う空振記録の周波数特性が、実験的な乱流ジェットの振動周波数と比較的類似した傾向を持つことが示され(Matoza et al., 2009GRL)、噴煙ジェットによる空振についての研究を進めることで、将来的に、空振観測から噴煙ジェットの半径や速度、体積フラックスや流体特性などに迫れる可能性があることが指摘されている。もしこれが実現されれば、噴火活動モニタリング手法のひとつとしての、空振観測の重要性がよりいっそう高まる。しかしながら、現在のところ、噴煙運動そのものや噴煙放出過程と空振放射の具体的メカニズムの関係性について、きちんと理解されているわけではない。噴火に伴う空振活動の特性や正確な波源、またそれらの時間推移などを明らかにすることが先決である。そこで我々は、火山噴煙の噴出、拡大、上昇過程に伴う空気振動現象について、その放射過程の詳細を定量的に解明することを目的とした空振アレイ観測を桜島において実施した。

桜島の噴火活動度は日本屈指であり、2006年に南岳南東斜面に開口した昭和火口では、今も散発的なブルカノ式噴火が繰り返されている。気象庁の火山活動解説資料によれば、2011年にはその数は1000回近くに及んだ。噴火活動の大半は噴煙高度1 km程度の極小規模なブルカノ式噴火であり、噴火回数にカウントされないような灰放出はほぼ日常的に発生している。また、表面的には目立った噴火活動が認められない時間においても、現地では大音響の鳴動が聞こえる場合もあり、その表面現象の多様性は空振現象の観測研究に適している。空振アレイ観測は、2011年7月末から12月にかけての半年弱、昭和火口から3.3 km東に位置する京大防災研神観測室近傍において、5台の低周波マイクロホン(Datamark SI102)を使用して実施した。2011年12月の数日間は、さらに4台の同型マイクロホンを使用した追加観測も行った。観測点配列は50~100 m間隔で火口方向に直線状とし、追加観測時には、全体として十字型アレイになるよう、これに直行する方向に80~100 m間隔でマイクロホンを配置した。データ収録には3台の近計EDR-X7000(1kHzサンプリング)を(追加観測ではDatamark LS8800を4台;200Hzサンプリング)使用した。

この観測によって、明瞭な爆発型の空振(~200 Pa)や、2Hz弱の周波数だけにピークをもつ0.1 Pa程度の微弱な微動型空振など、さまざまなタイプのものが記録された。ここでは、特に多点観測を実施した12月16日、17日の噴火イベントの解析結果を紹介する。火口に一番近い観測点を基準点とし、それ以外の各観測点との間の空振位相の時間差を相関法によって求めた。そして、空振伝播速度を大気音速340 m/sとして、求めた観測点ごとの時間差から、到来方位や火口における波源高度に変換した。解析結果は、噴火開始後のおよそ10秒弱は、火口方向から空振が到来していることを明瞭に示す。波源高度は基本的には火口部の標高でほぼ一定であるが、噴煙塊噴出のタイミング(火口部における巨大渦構造の形成)に呼応して、わずかな高度の増減が認められる。その後の数秒間で到来する位相は、観測点の北西側からくるが、時間経過とともに北側へ遠ざかる。桜島山体北東稜線部からの回折波だと考えられる。その後、観測点からの方位角180度~90度に位置する始良カルデラリムの一部からの反射波が支配的になる。往復相時の増大で説明されるように、時間経過とともに反射位置はカルデラ地形の南から東方向へ移動していく。この反射によって、空振振幅はおおむね1/50~1/150ほどに減衰する。噴煙噴出が続いていたとしても、噴火開始から1分以上にわたって、噴火最初期の爆発空振の位相の影響が強く残るため(すなわち、爆発の主位相が回折波、反射波として北西側、南~東側から到来し続けるため)、そのあとに放射され続けていると考えられる空振位相を認識することは難しい。当初の研究目的である、噴煙挙動と空振特性との詳細な対応性は明らかにするためには、このような空振波形記録からでも、本来の火口起源のシグナルを抽出する方法を構築する必要がある。