

学 位 論 文 題 名

A Study on Volcanic Infrasonics as Revealed by
New Observational Tools for Volcanology

(新しい火山観測装置による火山性超低周波音の研究)

学位論文内容の要旨

爆発音に代表されるように火山噴火が音響を伴うことは古くから知られていた。この噴火に伴う音波は地下から大気中への物質放出過程に起因し、火山噴火のメカニズムを解明する上で重要な情報を含んでいる。しかしながら、噴火に伴う音波についての研究はごく最近まで限られていた。近年、高感度で、野外での取り扱いの容易な低周波マイクロフォンが利用できるようになったことから、火山噴火メカニズムの解明のために、噴火に伴う音波の放出過程が研究されるようになってきた。

一方、火山噴火の研究には低周波マイクロフォンのみならず、様々な手法や観測装置が用いられてきた。しかしながら、しばしば長い休止期間をはさんで突然始まり、物質放出や爆発地震など様々な現象がほぼ同時に発生する火山噴火を観測するためには、これらの装置だけでは不十分であることも事実である。そこで、火山噴火の持つこれらの特徴を考慮し、2つの新しい火山観測用記録装置を工夫した。

本研究では、これらの記録装置を用いて得られたストロンボリ式噴火および火砕流に伴うインフラソニック波と地震波を調べ、次のような新たな知見を得た。

新たに開発したパーソナルコンピュータによる連続収録システムはマヨン火山（フィリピン）の1993年の噴火に際して行われた地震と空振の同時観測に使用され、ストロンボリ式噴火に伴う微動とインフラソニック波の完全な収録に成功した。これまでストロンボリ式噴火に伴う微動の観測記録例は多いが、微動とインフラソニック波が同時に、かつデータの欠落なく記録されたのはこれが初めてである。微動は1) 間欠的な空振を伴う微動、2) 正弦波的な空気振動を伴うほとんど正弦波的な単色微動、3) 空振のほとんど認められないハーモニック微動に区分された。この観測事実はストロンボリ式噴火のメカニズムを理解する上で重要な制約条件を与える。

また、時間同期精度を高めるために映像と地球物理学データを一括して記録するシステムを考案し、雲仙火山で多発した崩壊型火砕流の映像と、これに伴うインフラソニック波と地動を同時観測した。これらの観測データと映像を対比し、一回の崩落により発生した火砕流は1) 溶岩塊の落下・破碎、2) 破碎された火砕物の急速な流下・拡散、3) 拡散領域から峡谷に沿う火砕流の流下の3つのフェーズに区分されることを明らかにした。落下・崩壊フェーズで顕著なインフラソニック波が放出され、流下・拡散およ

びそれに続く流下のフェーズでは振幅の大きい地動が励起される。インフラソニック波は低周波成分に大振幅のパルスが重ね合わさったものであり、さらに、いくつかのパルスは小さな岩塊やガス・火山灰の放出現象にもとづくものであると同定された。また、流下・拡散のフェーズで励起されている地動はこれに続くフェーズの地動に較べて低周波成分に富むことが明らかにされた。低周波のインフラソニック波の定量解析は、映像解析から見積もられる落下岩塊の破碎による体積変化をもとに計算した理論波形が観測波形を良く説明することを明らかにした。これは大気中で発生する火山現象の解明にインフラソニック波が有効であること示すとともに、最近の定量的な火山性音波研究の解析例として新たな1頁を加えた。

最後に、これら2例の観測を通して2つの記録装置が実用的でかつ有効であることが確かめられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 岡 田 廣

副 査 教 授 西 田 泰 典

副 査 助教授 岡 田 弘

副 査 助教授 前 田 亙

副 査 教 授 石 原 和 弘 (京都大学大学院理学研究科
(京 都 大 学 防 災 研 究 所))

学 位 論 文 題 名

A Study on Volcanic Infrasounds as Revealed by New Observational Tools for Volcanology

(新しい火山観測装置による火山性超低周波音の研究)

火山現象は、地下深部から熱を伴った物質が地表および大気中に放出されることで特徴づけられる。従来よりその現象を理解するため、地震、測地、熱、電磁気などの観測・研究が多くなされてきた。一方、爆発音に代表されるように火山噴火が音響を伴うことは古くから知られていた。この噴火に伴う音波は地下から大気中への急激な物質放出過程に起因し、火山噴火のメカニズムを解明する上で重要な情報を含んでいる。しかしながら、噴火に伴う音波についての研究はごく最近まで限られていた。近年、高感度で、野外での取り扱いの容易な低周波マイクロフォンが利用できるようになったことから、火山噴火メカニズムの解明のために、噴火に伴う音波の放出過程の研究が比較的容易になってきた。しばしば長い休止期間をはさんで突然始まり、物質放出や爆発地震など様々な現象がほぼ同時に発生する火山噴火を観測するためには、さきに述べた種々の観測に加え、音波も含む総合的観測が重要である。そこで申請者は、火山噴火の持つこれらの特徴を考慮し、2つの新しい火山観測用記録装置を開発した。さらに申請者はこれらの装置を用い、雲仙普賢岳噴火の際に発生した火砕流およびフィリピン、マヨン火山のストロンボリ式噴火で発生したインフラソニック波と地震波の観測、解析を行い、次のような新たな知見を得た。

1) 申請者は、実際に起こった表面現象の視覚的情報と地球物理学的データを時間同期精度高く、また総合的に比較する目的で、映像と地球物理学データを一括して記録するシステムを考案した。さらにこの装置を用い、雲仙火山で多発した崩壊型火砕流の映像と、これに伴うインフラソニック波と地動を同時観測した。これらの観測データと映像を詳細に対比したところ、一回の崩落により発生した火砕流は1) 溶岩塊の落下・破碎、2) 破碎された火砕物の急速な流下・拡散、3) 拡散領域から峡谷に

沿う火砕流の流下の3つのフェーズに区分されることが明らかになった。落下・破碎フェーズで顕著なインフラソニック波が放出され、流下・拡散およびそれに続く流下のフェーズでは振幅の大きい地動が励起される。インフラソニック波は低周波成分に大振幅のパルスが重ね合わさったものであり、さらに、いくつかのパルスは小さな岩塊やガス・火山灰の放出現象にもとづくものであると同定された。また、流下・拡散のフェーズで励起されている地動はこれに続くフェーズの地動に較べて低周波成分に富むことが明らかにされた。さらに申請者は低周波のインフラソニック波を定量的に解析した。映像解析によると、高温の落下岩塊の破碎によりその体積が急激に膨張していることがわかった。このことは、インフラソニック波の圧力源がモノポールの的に変化していることを示唆している。そこでモノポールの的に膨張する圧力源を仮定し、その圧力の大気伝播の理論波形を計算した結果、観測波形を良く説明することがわかった。以上の研究は、雲仙型火砕流の発生、発達過程を明らかにすると同時に、その初期過程を定量的に説明したことになり、火山学上の貢献は大きい。大気中で発生する火山現象の解明にインフラソニック波が有効であること示すとともに、最近の定量的な火山性音波研究の解析例として新たな1頁を加えたことになる。

2) 申請者は新たにパーソナルコンピュータによる連続収録システムを開発し、それをマヨン火山(フィリピン)の1993年の噴火に際して適応した。その結果、ストロンボリ式噴火に伴う微動とインフラソニック波の完全な収録に成功した。これまでストロンボリ式噴火に伴う微動の観測記録例は多いが、微動とインフラソニック波が同時に、かつデータの欠落なく記録されたのはこれが初めてである。微動は1) 間欠的な空振を伴う微動、2) 正弦波的な空気振動を伴うほとんど正弦波的な単色微動、3) 空振のほとんど認められないハーモニック微動に区分された。この観測事実はストロンボリ式噴火のメカニズムを理解する上で重要な制約条件を与える。

以上、申請者の開発した小型・軽量の可搬型観測装置が実用的であることを示すと同時に、その装置を用いた観測から、火砕流の発生過程を定量的に明らかにするなど、火山学上重要な知見を得た。

よって審査員一同、申請者が北海道大学博士(理学)の学位を授与される資格を有するものと認める。