

Tephra - stratigraphical and lithological study on the
phreatic - phreatomagmatic sequence near the crater : Case study
on the 1977-1978 eruption of Usu volcano, southwestern Hokkaido

(一連の水蒸気爆発—マグマ水蒸気爆発に関する噴出火口付近での
火山灰層序学および記載岩石学的研究 : 1977-1978年有珠山噴火を例に)

学位論文内容の要旨

噴火現象の推移が克明に記録された一輪廻の噴火活動について、岩相と目視観測記録とを照合することは重要である。それらの情報は、目撃されていない噴火様式・噴火過程を岩相から論ずる際に、重要な基礎資料となるからである。しかし、これまでの研究では、一輪廻の噴火様式の推移については、主要な噴火による堆積物の岩相を中心に断片的にしか議論されておらず、より連続的な分析が望まれていた。

噴出火口付近では、分布域が狭く噴出量が小さい層も確認できるため、堆積物の岩相から噴火活動の過程を探る解像度が上がる。すなわち目視観測された一輪廻の噴火活動に関して、連続的な噴火様式の変化や個々の噴火の詳細な噴火過程を、堆積物の岩相から検証し、かつ不明な点を新たに解明することが期待できる。しかし、このような研究の対象となるのは活動が活発な火山が多く、給源近くの良い露頭に接近するには危険が伴う。したがって研究例は少なく、火口付近の堆積物岩相それ自体、非常に情報が限られている。また、数少ない研究例においても、議論は一輪廻の噴火全体の推移に重点がおかれ、個々の噴火中の岩相変化についてはほとんど不明である。

噴火時には、一般に噴火微動が観測される。噴出勢力の増大に伴って微動の振幅も増大する事例が報告されている。しかし、1噴火中の微動の振幅変化が堆積物の岩相変化とどのように対応しているのかについて、これまで明らかにされた例はない。

本研究では、噴出火口付近で詳細な火山灰層序学的・記載岩石学的調査結果に基づいて、噴火様式・噴火過程および噴火微動との対応を論じた。研究対象は、有珠山1977-1978年噴火により噴出した火砕物である。とくに、1978年に生じた水蒸気爆発—マグマ水蒸気爆発に重点を置いている。

本論文は、以下に示す10章で構成されている。第1章では、火口付近で層序・岩相を調べる意義と、有珠山の堆積物がその研究対象として適していることを述べている。第2章では、有珠山の地質・地形・噴火史の概略と、1977-1978年噴火について、これまでの研究で明らかにされていることをまとめている。第3章では、火口付近の堆積物を分類し、その岩相を説明している。第4章では、火口付近の層序を明らかにし、岩相と分布に基づいて部層区分を行っている。第5章では、各部層と主要噴火の堆積物について噴出時の同定をしている。第6章では、水蒸気爆発—マグマ水蒸気爆発による堆積物の噴出量を求めている。第7章では、一連の水蒸気爆発—マグマ水蒸気爆発による堆積物について

連続的な岩相の変化を明らかにしている。第8章では、主要なマグマ水蒸気爆発による堆積物を詳細に分析し、個々の噴火中の岩相変化を明らかにしている。また、噴火微動のペンレコーダー記録（気象庁提供）を基に、主要噴火中の微動振幅変化を求めている。第9章は、本研究の結果に基づく議論である。岩相変化と目視観測記録との対応、マグマ水蒸気爆発の噴出量を見積もる際の問題点、一連の噴火過程における火道の状態変化、個々の主要噴火中の噴火過程、噴火微動振幅変化と岩相との対応について議論している。第10章では、本研究で得られた成果をまとめ、火口付近の堆積物岩相を明らかにすることの重要性について結論を述べている。

本研究で得られた結論は、以下の通りである。

- (1) 火口付近の1977-1978年堆積物は分布および岩相上、4つの部層に区分できる。上位より、部層1, 2, 3, 4である。各部層の主要な堆積物は次の通りである。部層1：粗粒火山灰主体の火砕サージ堆積物、部層2：弾道噴出物・降下火砕物（噴煙柱からの落下物）・火砕サージ堆積物の混合堆積物、部層3：細粒火山灰主体の火砕サージ堆積物、部層4：新鮮なデイサイト質軽石を多く含む降下火砕物。また、調査結果と噴火当時の記録を照合し、主要な噴火の堆積物を同定した。さらに、主要噴火の堆積物を鍵層として、各部層の給源と噴出時期を次のように同定した。部層1：N火口・1978年10月17～27日、部層2：銀沼火口（J-M'火口）・1978年8月16日～10月17日、部層3：銀沼火口・1978年7月5日～8月16日、部層4：第1～3火口・1977年8月。部層3から部層2への岩相変化は、銀沼火口期の当時の目視観測記録、すなわち、連続的で穏やかな噴煙噴出を特徴とする小規模な水蒸気爆発・マグマ水蒸気爆発が卓越した前半から、単発的でやや規模の大きなマグマ水蒸気爆発が顕著であった後半への変化とよく対応する。このように火口付近では、噴火様式や噴火規模の推移が、堆積物の層厚・粒度組成・枚数などの岩相の連続的な変化として良好に保存される。
- (2) 火口付近に特有な運搬・堆積過程が見られる。例えば、比較的大規模のマグマ水蒸気爆発により、火口付近では弾道噴出物・噴煙柱からの落下物・火砕サージ堆積物が混合した堆積物が形成される。
- (3) 火口付近の層厚データを含めた等層厚線図を求め、噴火直後の研究において見積もられていた1978年噴火の噴出量を再検討した。その結果、いくつかの主要噴火の噴出量に関して、噴火直後の見積もりが量を過大評価していたことがわかった。これは、噴出物の分散の度合いが噴火毎に異なることに大きな原因がある。マグマ水蒸気爆発の噴出量を見積もる際に、火口付近の層厚データを得ることは重要である。そのデータが欠ける場合には、堆積物の正確な分散度を把握することは困難である。
- (4) 部層3と部層2を通した岩種構成比の変化を調べた結果、本質デイサイト岩片の含有率が、増加・減少を繰り返していることがわかった。このことは、銀沼火口期を通じて、火道が拡大・縮小を繰り返していたことを示唆する。このように、火口付近の堆積物の岩種構成比を詳しく調べることににより、火道の拡大・縮小に関する連続的な情報が得られる。
- (5) 主要なマグマ水蒸気爆発による堆積物は、一般に混合堆積物薄層と粗粒火山灰を主体とする火砕サージ薄層との互層で特徴づけられる。堆積物岩相を詳しく調べると、下部では大きなサイズの弾道噴出物と火砕サージ成分が卓越し、一方上部では比較的小さな弾道噴出物と降下火砕物成分が優越する。また、主要噴火による個々の堆積物の岩種構成比変化を調べた結果、本質岩片の含有率が上位へ向けて単調に増加するか、一度減少してから再び増加する傾向を示す。

1978年9月12-13日のマグマ水蒸気噴火時には、目視により噴出勢力の消長が繰り返し観測された。この噴火による堆積物について岩相変化の分析をおこなった結果、混合堆積物薄層は噴出勢力の高まりによる噴出物に、一方火砕サージ堆積物薄層は一時的な減衰時の噴出物に、それぞれ対応することがわかった。また、各薄層の粒度組成と岩種構成比から、噴火の進行に伴って火道が拡大・安定していったことが示唆された。

- (6) 主要噴火時に観測された噴火微動の振幅は、増大・減衰を繰り返した。このことは、堆積物が薄層の互層で特徴づけられることと調和的である。また、噴火中に3度見られる大きな振幅の高まりは、3枚の顕著に厚い混合堆積物薄層に対比できる。これらの結果から、堆積物の岩相から推定した噴火過程が、噴火微動振幅変化からも検証された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 小 野 有 五
副 査 教 授 平 川 一 臣 (大学院地球環境科学研究科)
副 査 助 教 授 新 井 田 清 信 (大学院理学研究科)
副 査 助 教 授 岡 田 弘 (大学院理学研究科)

学 位 論 文 題 名

Tephra-stratigraphical and lithological study on the
phreatic-phreatomagmatic sequence near the crater : Case study
on the 1977-1978 eruption of Usu volcano, southwestern Hokkaido

(一連の水蒸気爆発-マグマ水蒸気爆発に関する噴出火口付近での
火山灰層序学および記載岩石学的研究 : 1977-1978年有珠山噴火を例に)

噴火現象の推移が記録された一輪廻の噴火活動について、岩相と目視観測記録とを照合することは重要である。それらの情報は、目撃されていない噴火の様式・過程を岩相から論ずる際に、重要な基礎資料となるからである。しかしこれまでの研究では、主要な噴火による堆積物の岩相を中心に、一輪廻の断片的な噴火様式・噴火過程の推移しか議論されておらず、より連続的な分析が望まれていた。また、一つの噴火中の詳細な噴火過程を岩相に基づいて論じた研究例も、非常に少なかった。さらに、噴火微動の振幅変化から推定される一噴火中の噴出勢力の増大・減衰と、その噴火による堆積物の岩相変化との対応に關しては、これまで研究例がなかった。

噴出火口付近では、分布域が狭く噴出量が小さい層も確認できるため、堆積物の岩相から噴火活動の過程を探る解像度が上がり、連続的な噴火様式の変化や個々の噴火の詳細な噴火過程を解明することが期待できる。本研究は、噴出火口付近でおこなった詳細な火山灰層序学的・記載岩石学的調査結果に基づいて、噴火様式・噴火過程および噴火微動との対応を論じたものである。研究対象は、有珠山1977-1978年噴火により噴出した火砕物である。とくに、1978年に生じた水蒸気爆発-マグマ水蒸気爆発に重点を置いている。

論文は、10章で構成されている。第1章では、本研究の意義と、研究対象としての有珠噴火堆積物の適性を述べている。第2章では、有珠山の地質・地形・噴火史の概略および1977-1978年噴火に関しReviewしている。第3章では、火口付近の堆積物を分類し、その岩相を説明している。第4章では、火口付近の層序を明らかにし、岩相と分布に基づ

いて部層区分を行っている。第5章では、堆積物の噴出日時を同定している。第6章では、水蒸気爆発—マグマ水蒸気爆発による堆積物の噴出量を再検討している。第7章では、一輪廻の連続的な岩相の変化を明らかにしている。第8章では、主要なマグマ水蒸気爆発による堆積物を詳細に分析し、個々の噴火中の岩相変化を明らかにしている。また、主要噴火中の微動振幅変化を求めている。第9章は、本研究の結果に基づく議論である。岩相変化と目視観測記録との対応、マグマ水蒸気爆発の噴出量を見積もる際の問題点、一連の噴火過程における火道の状態変化、個々の主要噴火中の噴火過程、噴火微動振幅変化と岩相との対応について議論している。第10章では、本研究で得られた成果をまとめ、火口付近の堆積物岩相を明らかにすることの重要性について結論を述べている。

本研究で得られた結論は、以下の通りである。(1) 堆積物の岩相を詳細に調べた結果、連続的で穏やかな噴煙噴出を特徴とする小規模な水蒸気爆発・マグマ水蒸気爆発が多発した時期から、単発的でやや規模の大きなマグマ水蒸気爆発が顕著であった時期への変化が、堆積物の層厚・粒度・枚数の変化とよく対応することがわかった。このことから、火口付近では噴火様式や噴火規模の推移が、堆積物の岩相の連続的な変化として良好に保存されることが明らかになった。(2) 火口付近に特有な運搬・堆積過程が見られることがわかった。例えば、比較的大規模のマグマ水蒸気爆発により、火口付近では弾道噴出物・噴煙柱からの落下物・火砕サージ堆積物が混合した堆積物が形成される。(3) マグマ水蒸気爆発の噴出量を見積もる際に、火口付近の層厚データを得ることは重要である。そのデータが欠ける場合には、堆積物の分散度を把握することが困難であり、したがって正確な噴出量を見積もることも難しい。(4) 火口付近の堆積物の岩種構成比を詳しく調べることにより、火道の拡大・縮小に関する連続的な情報が得られる。(5) 主要なマグマ水蒸気爆発による堆積物は、一般に混合堆積物薄層と粗粒火山灰を主体とする火砕サージ薄層との互層で構成される。当時の遠望観測記録と照合すると、混合堆積物薄層は噴出勢力の高まりによる噴出物に、一方火砕サージ堆積物薄層は一時的な減衰時の噴出物に、それぞれ対比できる。各薄層の粒度組成と岩種構成比を調べた結果に基づき、噴火の進行に伴って火道が拡大・安定していったことが示唆された。(6) 主要噴火時に観測された噴火微動の振幅は、噴火勢力の消長に応じて増大・減衰を繰り返した。このことは、堆積物が薄層の互層で特徴づけられることと調和的である。また、噴火中に見られる大きな振幅の高まりは、顕著に厚い混合堆積物薄層に対比できることがわかった。これらの結果から、火口付近の堆積物の岩相が、噴火勢力の推移を良好に保存することも検証された。

本研究では、噴火過程を、火口周辺の堆積物岩相を基に従来には無い精度で、しかも連続的に分析している。これらの情報は、これまでの火山研究の中で、極めて不足していた部分である。本論文の成果は、今後、噴火様式・噴火過程を岩相から論ずる際に、重要な基礎資料となる。

審査担当者一同は、これらの成果を高く評価し、また申請者は研究者として堅実かつ熱心であると考え、大学院課程における研鑽や単位取得なども併せ、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。