

Geological study of plinian eruption co-generating pyroclastic flow

(火砕流をともなうプリニー式噴火の地質学的研究)

学位論文内容の要旨

近年、プリニー式噴火に関する研究は物理的に首尾一貫したモデルが提出され、それにもなって発生する火砕流についても従来考えられてきたより異なる条件で発生する可能性が問題となっている。これまで報告されている爆発的噴火の堆積物に関する研究はそうした可能性を考慮しておらず、新たに噴火の堆積物を検証し、制約条件を与えることが必要である。そこで本研究では活動的火山である樽前火山の噴火活動史を定量的に解明し、とくにプリニー式噴煙の挙動とそれにともなう火砕流の発生原因を検討した。

樽前火山は西南北海道支笏カルデラの活動後にカルデラ縁上に形成された後カルデラ火山である。樽前火山の活動はおよそ1万年前に始まり、現在までに約 3km^3 のマグマを噴出した。その活動様式はプリニー式噴火で特徴づけられ、とくに同じ噴火の中で火砕流をともなって発生している場合が多い。そのなかで西暦1667年と1739年の噴火は、樽前火山の活動の中でもっとも規模が大きく、またプリニー式噴火および火砕流の各堆積物の層序関係がよく追跡できる。そこでそれらの堆積物について詳細に検討した。

西暦1667年と1739年の噴火推移を堆積物の層序関係から復元した。降下火砕堆積物はいずれも粒径や構成物などの岩相の変化から複数のユニットに区分されるが、それらのあいだに顕著な時間間隙を示す証拠はなく、全体をプリニー式噴煙の推移の記録として扱うことができる。火砕流堆積物はかならず降下火砕堆積物のあいだに挟在されているIntra-plinian型で、プリニー式噴火に密接に関連して発生した可能性を示唆する。火砕流堆積物が谷地形を埋積している場所での岩相変化の検討から、火砕流の灰かぐらの堆積物と考えられる降下火山灰層をのぞいて火砕流と同時異相関係にある降下火砕堆積物は存在しない。よって火砕流の発生はプリニー式噴煙の部分的崩壊では説明されず、それぞれ独立に火口から噴出したものと考えられる。

火砕流堆積物の上下の降下火砕堆積物を検討することで、火砕流発生の前後の噴煙の挙動の変化が読みとれる。従来のモデルにもとづいて降下火砕堆積物の最大粒径から噴煙の到達高度を検討すると、終端速度が小さな粒子ではほぼ一定の値を示すものの、終端速度が大きい粒子では高度が低く与えられる。これは終端速度の小さな粒子は噴煙の上部の傘型領域まで到達しているものの、終端速度の大きな粒子はそこまで上昇せずに堆積していることを示す。このような粒子の終端速度の違いによるtrajectoryの違いは噴煙の上昇速度構造の変化と解釈される。終端速度の小さい領域の示す噴煙到達高度は噴煙の上昇速度構造の違いに関わらず、噴煙の噴出率ないしはエネルギーフラックスによって決まる。火砕流発生の直前の降下火砕堆積物では噴煙到達高度は低くなる傾向が見られ、火砕流発生の前に噴出率が低下していることを示している。また示される噴煙到達高度が一定である終端速度の範囲は火砕流発生前にはせまくなる傾向がある。このことは噴煙柱高度の低下とともに噴煙の最小上昇速

度が低下していることを示す。

また降下火砕堆積物の全体の粒径分布の水平変化を検討し、噴煙の挙動と火砕流発生との関係を検討した。噴煙がうける風の影響を見積もるために降下火砕堆積物の粒径毎に堆積重量分布を求めた。その結果、堆積重量は距離に対して規則的に変化し、その変化率は粒径の違いに対応していることがわかった。このことは降下火砕堆積物の分布が粒径ないし終端速度の違いで説明できることを示し、粒子が風によって運搬されることが主要なプロセスであることが示唆された。また細粒になるほど等距離での分散が大きくなり、多成分の風が存在が示唆される。そこで風の影響を取り除くために堆積重量を距離について積分し、噴煙の傘型領域の火口直上での粒径分布を求めた。求められた粒径分布と噴火の推移を比較すると、火砕流発生の直前の層準では粒径分布が細粒になる傾向が見られる。これは火砕流発生の前に噴煙の上昇速度の低下が起こったことを示す。このような噴煙の上昇速度構造の変化が火砕流発生前に変化することが検出された例は他になく、今後の噴火推移の予測やモデリングに制約を与えることが期待できる。

最後に、地質学的手法に基づいて樽前火山の噴火活動史を定量的に解明し、プリニー式噴煙の火口直上における粒径分布の変動を復元した結果、火砕流が発生したとき、プリニー式噴煙の最小上昇速度および噴出率が減少したことを明らかにした。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宇 井 忠 英

副 査 助 教 授 新 井 田 清 信

副 査 助 教 授 岡 田 弘

副 査 助 教 授 小 屋 口 剛 博(東京大学大学院理学系研究科(地震研究所))

学 位 論 文 題 名

Geological study of plinian eruption co-generating pyroclastic flow

(火砕流をともなうプリニー式噴火の地質学的研究)

近年、プリニー式噴火に関する研究は物理的に首尾一貫したモデルが提出され、それにともなって発生する火砕流についても従来考えられてきたより異なる条件で発生する可能性が問題となっている。これまで報告されている爆発的噴火の堆積物に関する研究はそうした可能性を考慮しておらず、新たに噴火の堆積物を検証し、制約条件を与えることが必要な状況にある。

本論文は、この様な状況にあるプリニー式噴火について、活動的火山である樽前火山の噴火活動史を定量的に解明し、とくにプリニー式噴煙の挙動とそれにともなう火砕流の発生原因を検討した。

樽前火山は西南北海道支笏カルデラの活動後にカルデラ縁上に形成された後カルデラ火山である。樽前火山の活動はおよそ1万年前に始まり、現在までに約3km³のマグマを噴出した。その活動様式はプリニー式噴火で特徴づけられ、とくに同じ噴火の中で火砕流をともなって発生している場合が多い。そのなかで西暦1667年と1739年の噴火は、樽前火山の活動の中でもっとも規模が大きく、またプリニー式噴火および火砕流の各堆積物の層序関係がよく追跡できる。そこでそれらの堆積物について詳細に検討した。西暦1667年と1739年の噴火推移を堆積物の層序関係から復元した。降下火砕堆積物はいずれも粒径や構成物などの岩相の変化から複数のユニットに区分されるが、それらのあいだに顕著な時間間隙を示す証拠はなく、全体をプリニー式噴煙の推移の記録として扱うことができる。火砕流堆積物はかならず降下火砕堆積物のあいだに挟在されているIntra-plinian型で、プリニー式噴火に密接に関連して発生した可能性を示唆する。火砕流堆積物が谷地形を埋積している場所での岩相変化の検討から、火砕流の灰かぐらの堆積物と考えられる降下火山灰層をのぞいて火砕流と同時異相関係にある降下火砕堆積物は存在しない。よって火砕流の発生はプリニー式噴煙の部分的崩壊では説明されず、それぞれ独立に火口から噴出したものと考えられる。

火砕流堆積物の上下の降下火砕堆積物を検討することで、火砕流発生の前後の噴煙の挙動の変化が読みとれる。従来のモデルにもとづいて降下火砕堆積物の最大粒径から噴煙の到達高度を検討すると、終端速度が小さな粒子ではほぼ一定の値を示すものの、終端速度が大きい粒子では高度が低く与えられる。これは終端速度の小さな粒子は噴煙の上部の傘型領域まで到達しているものの、終端速度の大きな粒子はそこまで上昇せずに堆積していることを示す。このような粒子の終端速度の違いによる軌跡の違いは噴煙の上昇速度構造の変化と解釈される。終端速度の小さい領域の示す噴煙到達高度は噴煙の上昇速度構造の違いに関わらず、噴煙の噴出率ないしはエネルギーフラックスによって決まる。火砕流発生直前の降下火砕堆積物では噴煙到達高度は低くなる傾向が見られ、火砕流発生前に噴出率が低下していることを示している。また示される噴煙到達高度が一定である終端速度の範囲は火砕流発生前にはせまくなる傾向がある。このことは噴煙柱高度の低下とともに噴煙の最小上昇速度が低下していることを示す。

また降下火砕堆積物の全体の粒径分布の水平変化を検討し、噴煙の挙動と火砕流発生との関係を検討した。噴煙がうける風の影響を見積もるために降下火砕堆積物の粒径毎に堆積重量分布を求めた。その結果、堆積重量は距離に対して規則的に変化し、その変化率は粒径の違いに対応していることがわかった。このことは降下火砕堆積物の分布が粒径ないし終端速度の違いで説明できることを示し、粒子が風によって運搬されることが主要なプロセスであることが示唆された。また細粒になるほど等距離での分散が大きくなり、多成分の風の存在が示唆される。そこで風の影響を取り除くために堆積重量を距離について積分し、噴煙の傘型領域の火口直上での粒径分布を求めた。求められた粒径分布と噴火の推移を比較すると、火砕流発生直前の層準では粒径分布が細粒になる傾向が見られる。これは火砕流発生前に噴煙の上昇速度の低下が起こったことを示す。このような噴煙の上昇速度構造の変化が火砕流発生前に変化することが検出された例は他になく、今後の噴火推移の予測やモデリングに制約を与えることが期待できる。

最後に、地質学的手法に基づいて樽前火山の噴火活動史を定量的に解明し、プリニー式噴煙の火口直上における粒径分布の変動を復元した結果、火砕流が発生したとき、プリニー式噴煙の最小上昇速度および噴出率が減少したことを明らかにした。

著者は、プリニー式噴火に伴う火砕流の発生機構について新たな知見を与えたものであり、火山噴火機構論に対しての寄与するところが大きい。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。