



Process of the silicic phreatomagmatic volcanism: a case study from A.D. 886 eruption of Niijima Island

伊藤, 順一

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1991-03-31

(Date of Publication)

2013-10-24

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

甲0981

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/3057165>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1000981>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



氏名・（本籍）	いとう じゅんいち 伊 藤 順 一 （兵庫県）
学 位 の 種 類	学 術 博 士
学 位 記 番 号	学博い第179号
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
学位授与の日付	平成3年3月31日
学位論文題目	Process of the silicic phreatomagmatic volcanism : a case study from A. D. 886 eruption of Niijima Island (珪長質マグマによるマグマ水蒸気爆発の噴火過程) —伊豆, 新島西暦886年噴火を例として—
審 査 委 員	主査 教授 宇 井 忠 英 教授 藤 井 直 之 教授 伊 東 敬 祐

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は伊豆諸島の新島で西暦886年に、浅海で発生した流紋岩質マグマの噴火活動を地質学の立場から野外調査に基づいて研究し、噴出した火砕物の流動・堆積機構を混相流工学の知見にもとずいて解析することを試みたものである。

本論の主要部分は次の3つの章からなる。

第4章では、流紋岩質マグマによるマグマ水蒸気爆発の噴火活動変遷史を論じた。野外地質調査と古文書記録とを対比したことにより、噴火活動の変遷に時間の尺度をいれることができた。新島、向山火山は西暦886年に黒雲母流紋岩マグマによる噴火活動を開始し、その活動はその後1年以上におよんだ。噴出物の体積は現在残されているものだけで 1.4km^3 におよび、その総噴出量は 6km^3 達したものと推定された。噴火は次のような経過をたどったことが明らかとなった。

- (1) 羽伏浦火砕流の噴出：西暦886年6月29日夕方より、新島南方の水深30m以浅の海中および旧山体上に火口が開き噴火活動が始まった。海中からの噴火活動は爆発的なマグマ水蒸気爆発を発生し、断続的に火砕流を噴出した。その噴出回数は総計40回以上におよんだ。また同時期に旧山体に開いた火口からは非常に運動性に富む火砕流が噴出し、向山北方の旧火山体を覆った。特に爆発的な噴火は7月1日早朝に発生し、向山から80km遠方の房総半島に降灰をもたらした。
- (2) 向山ベースサージの噴出：羽伏浦火砕流堆積物からなる山体の一部に新たな火口が開き、ベースサージを噴出する活動が始まった。1)および2)の活動は噴火開始から3日間で 5km^3 の火砕物を噴出した。
- (3) 大峰火砕丘の形成：噴火様式は比較的穏やかなマグマ性の活動へと遷移し、向山ベースサージの

噴出源周辺に少なくとも5つの火砕丘の複合体を形成した。

- (4) 向山溶岩流の流出：少なくとも3枚の溶岩流が流出し、その大部分は火砕丘内部を埋めた。しかし一部は火砕丘を破壊して外側にまで流れ出した。3枚の溶岩流流出の間には火山灰を噴出するような爆発的な活動が挟在した。また溶岩流の上には湖成堆積物が形成されるなど各溶岩の噴出には比較的長時間間隙があった。これら溶岩流流出に伴う爆発的な噴火活動の開始から1年後に起こっていた。
- (5) 向山火山最後の活動して向山溶岩流上の少なくとも二ヶ所に火口が開き、小規模な火砕流と火山灰を噴出した。

第5章では向山火山からマグマ水蒸気爆発により発生した羽伏浦火砕流堆積物の噴出・運搬機構を地質学的手法により議論した。

羽伏浦火砕流堆積物が噴火活動の変動に起因する6つのタイプに区分されることを示した。本火砕物は多量の水蒸気を含む湿った火砕流堆積物であり、各タイプの堆積形態と含水状態の碎屑性堆積物の物性との比較から、タイプの相違いは含水率の変動に対応性があることが明かとなった。

この様に羽伏浦火砕流は相互作用したマグマと水の量比が不規則に変化する、ほぼ断続的な噴火活動により発生した。このような水-マグマ比の連続的な変化は火口の拡大やマグマ噴出率の変化等に起因すると考えられたが明確にすることはできなかった。

羽伏浦火砕流堆積物は層厚1mから十数cmの単層が40数層重なった火砕物で、波長80mから20mに達する大規模なデューン構造や斜交層理が発達している。このような波うつ堆積構造を示す火砕物は乱流状態にある希薄な流動堆積物であると想像されていた (Fisher, 1979)。本火砕物の流動中の平均密度、空隙率の推定を行った結果、本火砕物は比較的高濃度の流れからの堆積物で、その粒子運搬機構は Fluidisation に近いものであった、と推測された。従来、乱流状態にある火砕サージと流動化状態にある火砕流は明確に区分されるものと見なされていた。しかし羽伏浦火砕流はそれら両方の性質を合わせ持つ火砕堆積物であることが分かった。

第6章は火砕サージ堆積物に認められるデューン構造を流れの中に形成された乱流の組織構造を反映したものとみなし、固液混相流の実験データに基づき、その形成モデルを提唱した。このモデルでは物理・工学分野の研究成果を取り入れることで、モデルと堆積物との対応性を向上させることができた。

火砕物に発達するデューン構造の波長 (L)・波高 (H) データをコンパイルした結果、その形状には以下の特徴があることがわかった。① 波長・波高の大きさは噴出物毎に異なるが、いずれも噴出源から遠ざかるほど指数関数的に小さくなる。② 波長 (L) を波高 (H) で割った値 (Vertical Form Index, VFI) は噴出物ごとに特徴的な値を示す。③ VFI は噴出源からの距離によらずほぼ一定値をとる。

水槽実験および固体粒子の流体輸送実験の結果を引用してデューンの形状を規制する物理パラメータを求めた。その結果は、① デューンの波長は構成物の粒度組成と比例関係にある。② 波長・波高は平均流速に依存するが、流速が速いほどそれらは小さくなる。しかも流速変化に対して同じ変化

傾向を示すので、その比の値（VFI）は流速変化に対して無関係である。③ 流体中の固体粒子濃度は一定限度内で波高と比例関係にある。

火砕サージに伴うデューン構造の形成過程は以下のようにモデル化された。盛大な噴火活動とともに火砕サージが噴煙柱底部から噴出する。徐々に噴火がおさまるにつれサージの噴出速度も減少するので、最終的には噴出源方向に流速が減少した速度断面を持つ火砕サージが形成されることになる。サージの Body の下部には各部の平均流速に応じた間隔で渦が形成し、波うった堆積構造が作られる。しかも一枚の火砕サージの内部に多数の渦が形成されるので、火砕サージが通過する地点で観察すると、それぞれの渦の通過に対応して浸食作用と堆積作用が繰り返して発生する。従って、一枚の火砕サージの流動により多数のラミナからなるデューンが作られることになる。デューンの大きさは運搬される火砕物の粒度組成に依存するが、その形状（VFI）は平均流速の変化、すなわち噴出源からの距離によらずほぼ一定で、固体粒子濃度が小さいほど、また一定以上濃度が高くなりすぎると偏平となる。これにより、波うつ堆積構造を形成する火砕サージと無層理な堆積物をつくる火砕流はフロー内の固体粒子濃度からみて、漸移関係にあると推測された。

論文審査の結果の要旨

この博士論文は以下に挙げる 8 章に分けられる。第 1 章はこの研究の目的を述べている。第 2 章では新島における従来の火山研究の成果を要約して紹介している。第 3 章では新島及び周辺諸島の地質について記述し、単成火山群であることを示している。

第 4 章では、西暦 886 年の噴火が次のような経過をたどったことを明らかにした。

- (1) 羽伏浦火砕流の噴出：西暦 886 年 6 月 29 日夕方より、新島南方の水深 30m 以浅の海中および旧山体上に火口が開き噴火活動が始まった。海中からの噴火活動は爆発的なマグマ水蒸気爆発を発生し、断続的に火砕流を噴出した。その噴出回数は総計 40 回以上に及んだ。また同時期に旧山体に開いた火口からは非常に運動性に富む火砕流が噴出し、向山北方の旧火山体を覆った。特に爆発的な噴火は 7 月 1 日早朝に発生し、向山から 80km 遠方の房総半島に降灰をもたらした。
- (2) 向山ベースサージの噴出：羽伏浦火砕流堆積物からなる山体の一部に新たな火口が開き、ベースサージを噴出する活動が始まった。(1)及び(2)の活動は噴火開始から 3 日間で 5 km^3 の火砕物を噴出した。
- (3) 大峰火砕丘の形成：噴火様式は比較的穏やかなマグマ性の活動へと遷移し、向山ベースサージの噴出源周辺に少なくとも 5 つの火砕丘の複合体を形成した。
- (4) 向山溶岩流の流出：少なくとも 3 枚の溶岩流が流出し、その大部分は火砕丘内部を埋めた。しかし一部は火砕丘を破壊して外側にまで流れ出した。3 枚の溶岩流流出の間には火山灰を噴出するような爆発的な活動が狭在した。また溶岩流の上には湖成堆積物が形成されるなど各溶岩の噴出には比較的長時間間隙があった。これら溶岩流流出に伴う爆発的な噴火活動は噴火活動の開始から 1 年後に起こった。

(5) 向山火山最後の活動として向山溶岩流上の少なくとも二ヶ所に火口が開き、小規模な火砕流と火山灰を噴出した。

第5章ではこの噴火の主フェーズである羽伏浦火砕流の噴出・運搬機構を地質学的情報に基づいて議論している。

羽伏浦火砕流堆積物は噴火活動の変動に起因する6つのタイプに区分される。本火砕物は多量の水蒸気を含む湿った火砕流堆積物であり、各タイプの堆積形態と含水状態の碎屑性堆積物の物性との比較から、タイプの相違は含水率の変動に対応性があることを明らかにした。羽伏浦火砕流はマグマと水の量比が不規則に変化するほぼ連続的な噴火活動により発生した。このような水-マグマ比の変化は火口の拡大やマグマ噴出率の変化等に起因すると考えられる。

羽伏浦火砕流堆積物は層厚1 mから十数cmの単層が40数重になった火砕物で、波長80mから20mに達する大規模なデューン構造や斜交層理が発達している。このような構造を示す火砕物は従来乱流状態にある希薄な流動堆積物と考えられていた。流動中の平均密度と空隙率を推定して、本火砕物は、比較的高濃度の流れからの堆積物で、その粒子運搬機構は流動化状態に近いものであったと結論した。従来、乱流状態にある火砕サージと流動化状態にある火砕流は明確に区分されるものと見なされていたが、羽伏浦火砕流はそれら両方の性質を合わせ持つ火砕堆積物であることが分かった。

第6章では前章で検討したデューン構造を流れの中に形成された乱流の組織構造を反映したものとみなし、固液混相流の実験データに基づき、その形成モデルを提唱した。

地質情報からは火砕物に発達するデューン構造の波長・波高の間には、① 波長・波高の大きさは噴出物に異なるが、いずれも噴出源から遠ざかるほど指数関数的に小さくなる、② 波長を波高で割った値 (Vertical Form Index, VFI) は噴出物ごとに特徴的な値を示す、③ VFI は噴出源からの距離によらずほぼ一定値をとる、ことが判明した。

水槽実験および固体粒子の流体輸送実験の結果を引用すると、① デューンの波長は構成物の粒度組成と比例関係にある、② 波長・波高は平均流速に依存するが、流速が速いほどそれらは小さくなり、しかも流速変化に対して同じ変化傾向を示すので、その比の値 (VFI) は流速変化に対して無関係である、③ 流体中の固体粒子濃度は一定限度内で波高と比例関係にあるといえる。

これら地質情報と混相流の実験結果から、火砕サージに伴うデューン構造の形成過程を以下のようにモデル化した。盛大な噴火活動とともに火砕サージが噴煙柱底部から噴出する。徐々に噴火がおさまるにつれサージの噴出速度も減少するので、最終的には噴出源方向に流速が減少した速度断面を持つ火砕サージが形成されることになる。サージの Body の下部には各部の平均流速に応じた間隔で渦が形成し、波打った堆積構造が作られる。しかも一枚の火砕サージの内部に多数の渦が形成されるので、火砕サージが通過する地点で観察すると、それぞれの渦の通過に対応して浸食作用と堆積作用が繰り返し発生する。従って、一枚の火砕サージの流動により多数のラミナからなるデューンが作られることになる。デューンの大きさは運搬される火砕物の粒度組成に依存するが、その形状 (VFI) は平均流速の変化、すなわち噴出源からの距離によらずほぼ一定で、固体粒子濃度が小さいほど、また一定以上濃度が高くなりすぎると偏平となる。

第7章は新島の火山岩の岩石学的な記述である。第8章は以上の論述の結論をまとめたものである。

以上のようにこの本論文は、伊豆諸島の新島付近の浅海で西暦886年に発生した流紋岩質マグマの噴火活動の推移と噴出物の堆積過程を野外調査と混相流工学の知見にもとづいて解析したものである。マグマと水の混合比の変動が大きい火砕流と火砕サージの中間的性質を持つ噴出物の堆積過程について、一つの噴出物の流動により多数のラミナからなるデューンが作られるという指摘は全く新しい見解である。この成果は火山地質学に新たな寄与をもたらしたものと判断される。

よって論文提出者伊藤順一は、学術博士の学位を得る資格があると認める。