

氏名・(本籍)	なか 中	むら 村	よう 洋	いち 一
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	理博第	580	号	
学位授与年月日	昭和53年3月24日			
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当			
研究科・専攻	東北大学大学院理学研究科 (博士課程)地学専攻			
学位論文題目	Petrology and Geochemistry of Bandai and Nekoma Volcanoes (磐梯および猫魔火山の岩石学と地球化学)			
論文審査委員	(主査)			
	教授	青木謙一郎	教授	植田良夫
	教授	荻木浅彦	教授	砂川一郎

論 文 目 次

ABSTRACT

Chapter 1 INTRODUCTION

Chapter 2 GEOMORPHOLOGY

Chapter 3 GEOLOGY

3-1 Basement

3-2 Nekoma Volcano

3-3 Bandai Volcano

Chapter 4 THE 1888 ERUPTION OF BANDAI VOLCANO

4-1 Events

4-2 Ejecta

4-3 Volcanic dry avalanche

4-4 Flow mechanism

4-5	Aspects of the eruption
Chapter 5	PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY
5-1	Petrography
5-2	Bulk chemistry of the rocks
5-3	Chemistry of phenocrystic minerals
Chapter 6	PETROLOGY
6-1	Fractional differentiation of magma
6-2	Theory of Stoke's Law
6-3	Application of Stoke's Law
6-4	Estimation of residual magma
6-5	Fractionation of andesite magma
6-6	Fractionation of basalt magma
6-7	Fractionation of basaltic andesite magma
Chapter 7	SUMMARY AND CONCLUSION
	ACKNOWLEDGEMENTS
	REFERENCES CITED
APPENDIX	Geological map

論文内容要旨

1 緒言

磐梯および猫魔火山は、それぞれ互いに隣接して東北日本に位置する第四紀成層火山である。とくに磐梯火山は、1888年に大規模な水蒸気爆発型の噴火をしたことで世界的にも著名である。

磐梯および猫魔火山は東北日本のほぼ火山フロント上に分布し、しかも噴出した岩石のほとんどはカルクアルカリ安山岩である。一方、日本を含めて環太平洋地域にはこうした第四紀火山が特に多く分布し、これらの噴出岩の多くはカルクアルカリ安山岩であることが知られている。これらの安山岩について、1960年代の後半から数多くの研究がなされてきたが、決定的な成因はまだ確立されていない。現在までに提出された可能性の高い安山岩の成因としては、①玄武岩質マグマの分別結晶作用、②玄武岩質マグマの混成作用、③下部地殻の融解、④上部マントル物質の部分融解、などである。

以上の様な観点に基づくとき、島弧系における第四紀火山の安山岩噴出活動を考察する上で、磐梯および猫魔火山は適当な対象のひとつであるといえる。本研究では、磐梯および猫魔火山について、地質学的に考察し、また両火山の噴出した岩石について地球化学的特徴を整理し、それらの結果をもとに安山岩の成因的な考察を行った。

2 地質

磐梯および猫魔火山の分布する地域は地質学的には、会津構造盆地の北東縁にあたり、この北東縁を特徴づける川桁断層は棚倉破砕帯の延長部に相当している。両火山の基盤を構成するのは、川桁断層の東部地域では先第三紀の黒雲母花崗閃緑岩とこれに伴う黒雲母片岩類である。また西部地域では、中新世・鮮新世の砂質、シルト質、泥質および凝灰質の堆積岩層である。北西部ではこれにデイサイト質溶結凝灰岩が介在する。更新世に入ってもデイサイト質の火砕流の噴出は続き、溶結凝灰岩として広く分布している。これらを基盤として、まず猫魔火山が活動し、続いて磐梯火山が活動した。磐梯火山が活動を開始したのは34,000年前頃と推定されている。

猫魔火山の噴出物は安山岩質の溶岩および砕屑物で、その活動史は活動様式の違いから、第Ⅰ期から第Ⅴ期までに区分される。第Ⅳ期後期には山頂部で直径約2kmのカルデラが形成され、その後の第Ⅴ期にこのカルデラ内に溶岩円頂丘が形成され、活動を終止させた。これらの活動による噴出物の総量は約35km³で、基底直径で約10kmの山体が形成された。猫魔火山の有史時代の活動記録は残されていない。現在では山頂部付近での噴気活動は認められず、山頂には雄国沼カルデラ湖が形成されている。

磐梯火山の活動様式は比較的単純で、大別して第Ⅰ期と第Ⅱ期とに区分される。更に第Ⅱ期は第Ⅱ₁期から第Ⅱ₄期までに細分される。第Ⅰ期では砕屑物の噴出が多く、第Ⅱ期では溶岩の流出が多い。これらの活動による総噴出量は約25km³で、基底直径が約8kmのほぼ円錐形の成層火

山が形成された。おもな有史時代の活動には、806年頃と1888年の噴火活動がある。有史時代を通して山頂付近での噴気活動はかなり活発であった。

3 磐梯火山の1888年噴火

磐梯火山の1888年(明治21年)の噴火は、7月15日朝の強い地震に引き続き、7時45分頃から開始され、おもな活動は約2時間位続いた。噴出物はすべて碎屑物で、マグマ起源の高温本質物は含まれていない。噴出物はその運動様式の違いから、降下物、放出物、流下物に区別される。降下火山灰は東南東に扇形に分布し、山麓部で約0.3mの層厚で、太平洋岸でうっすらと積る位であった。放出物は火口から直接に周辺山麓に飛んでくる岩塊や火山礫である。

流下物は多量の碎屑物が火口から直接に高速流動したことによる堆積物である。この流動の際の速度は約80km/h、堆積物の総分布面積は総3.5km²、総体積は約1.5km³であった。これにより小磐梯山の山体北半部が失われ、北方に開いた爆裂火口(1.5×2.5km)が形成された。この際の碎屑物の流動機構の特徴は、噴火の際のガスの効果的な作用と山腹傾斜による運動エネルギーの獲得で十分な流動化が行われたことである。したがって高温本質物の遅延性発泡の寄与や、滑剤としての水を必要としなかった(供給し得る水も存在しなかった)。この様な特徴は狭義火砕流(熱雲)とも火山泥流とも異なり、ここではVolcanic Dry Avalancheと名称した。

4 化学組成

両火山を構成する岩石はすべて普通輝石・シソ輝石-安山岩で、比較的斑状であることが多い(石基のモード組成比で75-60 vol, %)。斑晶鉱物は、斜長石、シソ輝石、普通輝石、チタン磁鉄鉱で、含量はこの順に減少することが普通である。少量のカンラン石、融食石英、まれに角閃石が含まれることがある。これら岩石の約40個の化学分析の結果によれば、SiO₂ wt. で58-62と比較的に狭い範囲に入ることが多く、ノルム値ではQ=15-20%に達する。両火山の岩石を比較すると、猫魔火山のものはややK₂O含量に乏しい傾向があるなどの違いがある。MFAダイアグラムなどで第四紀東北日本の火山岩と比較すると、両火山の岩石のほとんどはカルクアリカリ岩系に属することがわかる。猫魔火山の一部の岩石はソレイト岩系に属している。

磐梯火山の岩石のおもな斑晶鉱物の組成をEPMAによって分析した。その結果によれば、斜長石はOr_{0.4-3.5} Ab_{18.4-49.5} An_{47.0-81.2}、斜方輝石はWo₃₋₄ En₅₃₋₇₃ Fs₂₄₋₄₃、単斜輝石はWo₃₁₋₄₁ En₄₀₋₄₅ Fs₁₆₋₂₃、チタン磁鉄鉱はUsp_{19.0-25.6}であった。またビジオン輝石(Wo₁₀₋₁₁ En₅₁₋₅₃ Fs₃₆₋₃₉)とシソ輝石、普通輝石が平衡に晶出した温度は1,064~1,078℃と推定された。

5 成 因

いま斑晶鉱物の径粒と比重およびその斑晶鉱物を晶出しているマグマの粘性と比重が既知とすれば、斑晶鉱物のマグマ中での沈降速度はストークスの法則によって推定し得る。この結果によれば、径粒が同一であるときに磁鉄鉱はカンラン石や輝石の約5倍の速度で沈降する。斜長石は普通の斑晶鉱物のなかでは最っとも低い沈降速度をもち、カンラン石や輝石の約5倍の径粒をもつときこれら鉱物と同一速度で沈降する。玄武岩質マグマ中での斑晶鉱物の沈降速度は安山岩質マグマ中でそれより約4倍の速さである。

これらの結果をもとに、磐梯火山の安山岩質マグマが玄武岩質本源マグマから斑晶鉱物の分別結晶作用で導かれる可能性について吟味した。玄武岩質本源マグマ ($\text{SiO}_2 = 50 \text{ wt. } \%$) が、斜長石(4) + カンラン石(1)の分別結晶作用を行えば、鉄に濃集するような玄武岩質安山岩マグマ ($\text{SiO}_2 = 60 \text{ wt. } \%$) を形成し得る。安山岩質マグマが玄武岩質本源マグマから導かれる際には、分別されたマグマの量は最初のマグマの10%以下程度である。しかもその際に沈積される鉱物の組み合わせと量を考慮すると、多量の安山岩質マグマがすべて玄武岩質本源マグマから斑晶鉱物の分別作用だけで導かれ得るのは困難であるといえよう。

論文審査の結果の要旨

磐梯火山の1888年の大噴火は世界的にも非常に有名であるが、今日までこの噴火を含む地質学的火山学的研究は殆んどなされていなかった。

中村洋一提出の博士論文は磐梯山と猫魔山噴出物について詳細な野外調査と室内実験から、それら両火山の性質を明らかにしたものである。その結果を要約すると

- (1) 猫魔火山と磐梯火山は更新世紀末期から火山活動を開始しているが、活動様式には大きな差が認められ、前者は活動末期に山頂部にクラカタウ型カルデラを形成しているが、後者は溶岩と火砕岩の交互噴出による成層火山を形成している。
- (2) 磐梯火山の1888年噴火は大規模な水蒸気爆発型（ウルトラブルカニアン型）の噴火で、噴出物は降下火山灰、火山岩塊、火山礫および火山砕屑流で、これらはすべて既存の山体構成物であり、高温本質物は含まれていない。火山砕屑流の規模は世界的にみても非常に大きく、小磐梯山の北半分山体が失われた。この火山砕屑流は熱雲や火山泥流と特徴を明らかに異にするタイプである。
- (3) 両火山の岩石は化学的にはカルク・アルカリ岩系安山岩で、その斑晶鉱物は斜長石はラブラドライト（ An_{81-45} ）、斜方輝石は En_{50-70} 、単斜輝石は $Wo_{39} En_{43} Fs_{18}$ 、磁鉄鉱は Usp_{19-26} 。ピジオナイト温度計による噴火時のマグマの温度は $1,060 \sim 1,080$ ℃である。
- (4) 磐梯火山の安山岩は玄武岩質マグマを本源マグマとする分別晶出作用のみでは生成し難いことを成因的に説明している。

以上の研究結果は火山地質学、岩石学および地球化学の分野に大きく貢献をなしたものと評価される。

よって審査員一同は、中村洋一が独立して研究を行なうに足る十分な能力をもつと判断し、中村提出の論文を理学博士の学位論文として合格と判定した。