

## 学位論文の要旨

氏名

マリア ハナ テルビオ ミラブレノ

学位論文題目

フィリピン、マヨン火山の噴火史

本論文は、フィリピン、ルソン島において長期にわたり噴火活動を続けるマヨン火山の噴火史を解明するために行われた詳細な地質学的な研究と各種分析を総括したものである。

第1章では、本研究の目的、内容を概説し、マヨン火山がテクトニクス的に活動的な場に出現した成層火山であることを紹介した。マヨン火山は均整のとれた美しい成層火山として世界的に有名であり、海拔2000 mに達する。活動的な地溝帯の縁に出現した火山にもかかわらず、山体崩壊の痕跡は認められない。

第2章では、マヨン火山の歴史時代の噴火についての研究の総括を行い、噴火様式、噴火の推移、休止間隔や岩石化学的な特徴を明確にした。噴火様式はおもにストロンボリ式～ブルカノ式噴火であり、溶岩の流出を伴っていた。またしばしば火砕流が発生するのも特徴的である。噴火は爆発的から流出的まで変化にとむが、岩石の化学的な特徴には顕著な変化がなく、ほとんどが玄武岩～玄武岩質安山岩である。

第3章では、西暦1814年噴火について、噴出物の層序、構成物質の特徴をもとに噴火の推移を議論した。この噴火は記録に残るマヨン火山の噴火では、最大規模で、かつ最も甚大な火山災害を引き起こした。記録によると噴火は数時間しか継続しなかったが、地質学的調査により、プリニー式噴火が2度繰り返し発生し、それぞれの噴火直後には火砕流が発生し、さらにラハールが発生したことを明らかにした。1814年噴火は歴史時代に発生した唯一のプリニー式噴火であり、先史時代に多発したプリニー式噴火の規模・様式等において比較検討のできる唯一の研究対象である。

第4章では、降下テフラの層序について詳細な記載を行い、それをもとに行った年代測定の結果を示した。その大半は先史時代の噴火堆積物である。最古のテフラの年代は約20,000年前であり、その後は16,000年前から現在まで、ほぼコンスタントに活動を続けていることが判明した。しかし火山発達史の観点からは、約300年前から噴火様式が変化し、現在の山頂部が形成されたと考えた。

第5章では、マヨン火山の山麓に散在する単成火山の地形・地質的な特徴を記載し、テフラの層序をもとに噴火様式や隣接する単成火山との前後関係について考察した。すべて地形的には侵食が進み、かつマヨン火山からの厚いテフラに覆われている。それゆえ全体的にマヨン火山よりも古い火山体と判断した。噴火様式は水蒸気マグマ噴火が主体で、火山地形はタフコーン特有の形態を示している。なお1つの単成火山の山頂火口内で広域テフラを発見した。鉱物組成をもとに、マヨン火山の南80 kmにあるイロシンカルデラ起源と判明した。そのデータをもとにBicol島弧における火山活動を考察した。

第6章では、先史時代の噴出物の化学分析の結果を示した。噴出物の大部分は玄武岩質安山岩の組成であったが、2つの噴火期のサンプルだけが、その特徴とは異なっていた。1つは約5000年前に噴出したデイサイト・安山岩組成の軽石であり、他の1つは最初期の約20,000年前に噴出した安山岩質の噴出物である。特にデイサイト軽石は、玄武岩質安山岩のテフラに挟在しており、比較的短期の間だけ存在していたことが推定された。

第7章では、火山の誕生から歴史時代の噴火を網羅した噴火様式の多様性について議論した。先史時代の噴火期では、最初期は水蒸気マグマ噴火が主体であったが、その後(16 ka以降)は大規模なプリニー式噴火が卓越した時代が続いた。しかし歴史時代になると主にブルカノ式噴火が主体の活動様式に変化した。先史時代の噴出物、特に16 ka以降の噴出物の化学組成は玄武岩質安山岩であり、歴史時代のマグマの組成とほぼ同じであることが判明した。

第8章では、テフラ層序、地質、年代測定、全岩化学組成のデータを総合し、マヨン火山の発達史、特に3つの噴火ステージの特徴を議論した。まず火山の誕生は約20,000年前にさかのぼり、その初期段階では安山岩質マグマの水蒸気マグマ噴火が特徴的な噴火様式であった。この噴火のステージは比較的短期間(数千年程度)で終了したものと推定される。第2期は最も主要なステージで、16,000年前から数100年前までをカバーしており、大規模なプリニー式噴火で特徴付けられる。マグマの組成は玄武岩～玄武岩質安山岩が主体であるが、5 kaのころにはデイサイトの噴火が発生した。第3期は現山頂部の急峻な中央火口丘を形成した時期に相当し、300年前から現在まで継続している。この最後のステージは歴史時代に相当し、マグマの組成は玄武岩～玄武岩質安山岩であり、噴火様式はストロンボリ式～ブルカノ式噴火が卓越し、時には流出的な噴火であった。

第9章では、本研究によって得られた成果をもとに、マヨン火山における火山災害の可能性について議論した。噴火による直接的な災害としては、火砕流や火砕サージが最も頻度が高く、次いで降下テフラの災害が推定される。ラハールも深刻な災害を引き起こしている。これまでの災害予測図はブルカノ式噴火を想定して作成されているが、本研究で明らかになったように、プリニー式噴火の発生を考慮した災害予測図の作成が急務であることを指摘した。

第10章では、本研究によって得られた成果を総括した。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第313号	氏名	Maria Hannah Terbio Mirabueno
審査委員	主査	小林 哲夫	
	副査	仲谷 英夫	山本 啓司
<p>学位論文題目 Eruptive History of Mayon Volcano, Philippines (フィリピン, マヨン火山の噴火史)</p> <p>審査要旨</p> <p>提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文はフィリピン, ルソン島におけるマヨン火山の噴火史を解明したもので, 全文10章より構成されている。</p> <p>第1章は本研究の目的, 内容の概説であり, 第2章はマヨン火山の歴史時代の噴火の様式, 噴火の推移, 休止間隔や岩石化学的な特徴の総括である。噴火様式はおもにストロンボリ式-ブルカノ式噴火であり, 火砕流や溶岩の流出を伴うのが特徴的である。噴火は爆発的から流出的まで変化に富むが, 大半の岩石は玄武岩-玄武岩質安山岩であり, 顕著な組成変化は認められない。</p> <p>第3章では, 歴史上最大規模で, かつ最も甚大な火山災害を引き起こした1814年噴火の噴出物の層序, 構成物質の特徴をもとに噴火の推移を議論した。この時にはプリニー式噴火が2度発生し, それぞれの噴火直後には火砕流やラハールが発生したことを明らかにした。</p> <p>第4章では, 先史時代を含めた降下テフラの層序の記載と, 年代測定の結果を示した。最古のテフラの年代は約2万年前であり, 現在まで, ほぼコンスタントに活動を続けていることが判明した。しかし約300年前から噴火様式が変化し, 現在の山頂部が形成されたと考えた。第5章では, 山麓に散在する単成火山のテフラの層序をもとに, 噴火様式や隣接する単成火山との成因関係について考察した。層序的にはマヨン火山よりも古い火山体であり, 水蒸気マグマ噴火によるタフコーンの形態である。なお1つの単成火山の火口内で, マヨン火山の南80 kmにあるイロシンカルデラ起源の広域テフラを発見し, そのデータをもとにBicol島弧における火山活動を考察した。</p> <p>第6章では噴出物の化学組成の特徴をまとめた。マグマ組成は全期間を通じて玄武岩質安山岩であるが, 最初期と5000年前期には, やや分化した安山岩とデイサイトが噴出した。第7章では噴火様式の多様性について議論した。過去にはプリニー式噴火が頻発したが, 歴史時代になると主にブルカノ式噴火が主体の活動へと変化した。第8章では, テフラ層序, 地質, 年代測定, 全岩化学組成のデータを総合し, マヨン火山の発達史を議論した。全期間を通じ, 少なくとも16回の大規模なプリニー式噴火が発生し, その間は穏やかなストロンボリ式-ブルカノ式噴火が発生していた。現在の火山地形は, 基底の成層火山と急峻な中央火口丘からなり, 一連の噴火サイクルの後期に相当するものと判断した。</p> <p>第9章では, マヨン火山における火山災害について議論した。これまでの災害予測図はブルカノ式噴火を想定して作成されているが, 本研究で明らかになったように, プリニー式噴火の発生を考慮した災害予測図の作成が急務であることを指摘した。第10章は総括である。</p> <p>以上, 本論文は最も活動的なマヨン火山の噴火史を解明したものである。その結果, マヨン火山は約2万年前に誕生し, 少なくとも16回以上の大規模噴火を繰り返し, 現在はその最新期のサイクルに相当することを明らかにした。またフィリピンでは最初となる広域テフラを発見し, フィリピンにおける火山研究の新たな方向性を見出した。このような成果は, 火山地質学のみならず噴火災害の軽減の方面からも大いに評価されるものであり, 審査委員会は博士(理学)の学位論文として合格と判定した。</p>			

## 最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第313号	氏名	Maria Hannah Terbio Mirabueno
審査委員	主査	小林 哲夫	
	副査	仲谷 英夫	山本 啓司

平成21年2月13日、午後4時30分から行われた学位論文発表会において、審査委員を含む約20名の前で学位論文の内容が説明され、その後、以下に示すような質疑応答が行われた。いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

Q：1814年の噴火では軽石噴火に伴って火砕流が発生した可能性はないのか？

A：野外で直接的な証拠は見出せなかったが、降下軽石の基底に薄い火砕サージ堆積物が存在する箇所があり、やはり噴煙柱崩壊型の火砕流が発生したものと考えている。

Q：非常にたくさんのテフラ層が存在するが、マヨン以外の火山からきたという可能性はないのか？

A：フィリピンの火山研究者からも同様の質問をうけたが、マヨンの周辺には同時代に大規模な活動をした火山が存在しない。またすべてのテフラの平均粒径は類似しており、かつマグマの組成も1つの例外を除けば玄武岩質安山岩～安山岩であり、マヨン火山以外からのテフラとは考えられない。

Q：なぜ歴史時代の溶岩や火砕流は、南側の山麓にだけ流下しているのか？

A：主な原因は南側の火口縁が欠けているためである。活動期には噴出する溶岩によって欠落部分が拡大したこともあり、火口地形の修復は容易ではなさそうだ。

Q：マヨン火山は美しい均整のとれた成層火山であるが、崩壊する可能性はあるのか？

A：マヨン火山の高さは約2500 mであり、山体上部は30～40度の急傾斜となっている。またマヨン火山は活動的な地溝帯の上に存在しているため、将来的には山体崩壊を起こす可能性はある。これまでの火山災害予測図には盛り込まれていなかったが、しっかりと評価していかなければならないと考える。

Q：あなたの研究所（PHIVOLCS）では、火山災害軽減のためにどのような活動をしているのか？

A：地域の行政機関だけでなく、小さな集落単位であっても講演会を開催したり避難訓練を実施したりしている。またフィールド調査の時なども、できるだけ機会をつくって広報に励んでいる。

Q：広域テフラの発見はフィリピンでは最初とのことであったが、なぜこれまで見つからなかったのか、また今後あらたに発見される可能性はあるのか？

A：熱帯的な気候のため、風化しやすく、また浸食されやすいためと考える。今回の発見された場所は火口の窪みであり、かつ堆積直後にすぐ隣の火山からのテフラに覆われたため、保存されたものである。湿原や海底等であれば、さらにたくさんの広域テフラが発見される可能性があると考えられる。

その他、活火山の認定方法等や他分野との共同研究の可能性についても質疑がなされたが、それらすべてに対して的確な応答をしていた。以上のことから、本委員会は本人が博士後期課程の修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士（理学）の学位を与えるに足りる資格を有するものと認定した。