学 位 論 文 題 名

20世紀の有珠火山噴火後の地殻変動と
中長期的前兆地殻変動の特性

学位論文内容の要旨

有珠山は、20世紀に4回の噴火活動を行っている、わが国有数の活動的火山である。本研究では、わが国の活火山のなかでも珍しいデイサイト質マグマの活動により生ずる大規模隆起域の、活動終息後の沈降変動に注目した。解析の結果、有珠山近傍では20世紀の4回の噴火後のいずれも隆起から沈降に転じ、静穏期には常時沈降しているという、わが国の他の一般的な安山岩質や玄武岩質の火山に見られない特性が明らかになった。

さらに、その4回の活動後の沈降が同じパターンではなく、噴火形態の違いによって異なっていることも示した。1910年明治新山生成活動及び2000年新山生成活動の2回の水蒸気爆発活動直後の沈降は、他の2回のマグマ爆発活動直後の沈降には見られない、急激な沈降を示している。また、沈降率が2~3年の短期間の間に急減し、マグマ爆発後の沈降率に近づくという特性も有している。この現象と同様に短期間で急減する現象として、噴気・噴煙活動の急速な低下がある。

この2つの急激に変化する現象を、2000年噴火を例として検討し、両方の現象が関連している可能性を明らかにした。マグマ爆発型の噴火の場合には、大量の本質物質とともにほとんどの揮発成分も放出されてしまい、浅部に停滞したマグマ内部に揮発成分が残らない。一方、水蒸気爆発がたの噴火では、浅部まで上昇してきたマグマ内部に多くの揮発成分を残しており、活動終息後2~3年かけてマグマ中の揮発成分を火山ガスとして放出することにより急速沈降が起きており、脱ガスのほぼ完了とともに、マグマ爆発型噴火後と同程度の沈降率まで低下し、その後は、4回の活動後の沈降率の低下がほぼ同じ時間変化を示すことを明らかにした。

以上述べた噴火後の近傍における沈降は、次期噴火直前まで継続するため、中長期的前兆地殻変動が有珠山近傍だけの観測では検知し得ないという問題があった。本研究では、この問題について、明治以来蓄積のあり、わずかな変動も検出できる一等水準測量のデータを解析して、解決の大きな可能性を示した。20世紀の噴火活動を含まない時期の水準点変動について、近傍の大きな変動の影響のほとんど無い有珠山より10km以遠の水準点のデータから、わが国の一般的な安山岩質の火山で観測されていると同様の隆起が検出できることを明らかにした。その隆起のパターンがほぼ同心円状であることから、等方圧力源モデルをもちいて、隆起のソースである深部マグマ溜りの位置の推定を試みた。その結果、水平位置は有珠山南東部の有珠山直下であり、深さは10km程度と推定された。従って、有珠山のマグマは洞爺カルデラとの関係は薄いと考えられることが示された。

また、2期間の静穏期の深部マグマ溜りの蓄積率の違いから、休止期間の長さの違いが生じた可能性を指摘した。すなわち、中長期的前兆現象として蓄積率の違いが採用できる可能性が大きいことが示された。しかし予測される変動量が年率1mm未満と小さいことから、現時点ではGPS観測網のデータからの中長期的変動の検出は非常に困難であり、一等水準測量の有用性が再認識された。数年~10年程度の間隔で、広域の一等水準測量を繰り返せば、今まで不可能と考えられてきた、有珠山の中長期的噴火予知の実現可能性は大きいと考えられる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 笠 原 稔
副 査 教 授 岡 田 弘
副 査 教 授 茂 木 透
副 査 教 授 中 川 光 弘

学 位 論 文 題 名

20世紀の有珠火山噴火後の地殻変動と 中長期的前兆地殻変動の特性

有珠山は、20世紀に4回の噴火活動を行っている、世界でも有数の活動的火山である。本研究は、有珠山のマグマが粘性の高いデイサイト質であることに起因して、噴火時には100mオーダーの大規模な地殻変動が生じるが、噴火形態と隆起域の活動終息後の沈降変動に注目して、水蒸気爆発型噴火とマグマ爆発型噴火の違いを地殻変動の側面から検討している。また、火山活動の本源である深部マグマ溜りの位置と量を推定する為に、100年の間、一貫した精度の保持されている、水準測量による広域のデータを解析した。最近の測地測量の手法や精度は著しく高度化しているが、100年という時間スケールで、十分な精度での議論が可能なデータとして、広域の水準測量データに注目した点に、著者のユニークな視点が見られる。

まず、最初に、20世紀4回の活動直後からの、大きな隆起を示した有珠山近傍での地殻変動を吟味している。4回の活動は、1910年明治新山生成活動及び2000年新山生成活動の2回の水蒸気爆発型噴火と1943-45年昭和新山生成活動と1977年有珠新山生成活動の2回のマグマ爆発型噴火の2形態がある。この噴火形態の違いによって活動後の大きな隆起を示した近傍での沈降パターンが異なることを明らかにしている。2回の水蒸気爆発型噴火直後の沈降は、同じパターンを示すが、他の2回のマグマ爆発型噴火直後の沈降には見られない、急激な沈降を示すことが特徴である。その急激な沈降率は2~3年の短期間の間に急減し、その後は2回のマグマ爆発型噴火後に見られる沈降率に近づくという特性も有している。水蒸気爆発型噴火後の、この沈降率の急激な変化と同様な現象として、噴気・噴煙活動の急速な低下がある。

この2つの急激に変化する現象を、2000年噴火を例として検討し、両方の現象が関連している可能性を明らかにした。マグマ爆発型噴火の場合には、大量の本質物質とともにマグマ中の揮発性物質も放出され、噴火後の残存マグマ中には揮発性物質がほとんど残らない。水蒸気爆発型噴火では、上昇してきたマグマの上部は地表に達することなく、地中に残る。活動終息後2~3年かけてマグマ中の揮発性物質を放出することにより急速な沈降が生じる。これは、

水蒸気爆発型噴火後の噴煙活動の急激な減少と関連付けられる。脱ガスの完了とともに、マグマ爆発型噴火後と同程度の沈降率まで低下し、その後は、4回の噴火活動後すべて同程度の沈降率での時間変化を示すことを明らかにした。

噴火後の近傍における沈降は、次期噴火直前まで継続するため、中長期的前兆地殻変動が有珠山近傍だけの観測では検知し得ないという問題があった。本研究では、この問題について、明治以来蓄積のあり、わずかな変動も検出できる一等水準測量のデータを解析して、解決の大きな可能性を示した。近傍の大きな変動の影響のほとんどない有珠山より10km以遠の水準点のデータから、水準測量の繰り返しの間に、4回の噴火活動を含まない時期の水準点変動について吟味してみた結果、いずれの期間でも、わずかながら隆起が進行していることを明らかにした。この期間は、引き続き2つの噴火の間であり、噴火の準備期間としてみる事が出来る。

その隆起のパターンがほぼ同心円状であることから、等方圧力源モデルの適用が妥当であると考えられるので、隆起源である深部マグマ溜りの位置とその量（蓄積率）の推定を試みた。その結果、水平位置は有珠山南東部の有珠山直下であり、深さは10km程度と推定された。従って、20世紀4回の噴火を引き起こした有珠山のマグマ溜りは洞爺カルデラとの関係は薄いと考えられることが示された。また、2期間の静穏期の深部マグマ溜りの蓄積率の違いから、休止期間の長さの違いが生じた可能性を指摘した。すなわち、中長期的前兆現象として蓄積率の違いが利用できる可能性が大きいことが示された。しかし予測される変動量が年率1mm未満と小さいことから、現時点ではGPS観測網のデータからの中長期的変動の検出は非常に困難であり、一等水準測量の有用性が再認識された。

以上のことから、本研究の成果は次のようにまとめられる。①大規模な隆起を伴う有珠山の噴火は、マグマ爆発型噴火と水蒸気爆発型噴火の2形態があるが、後者の場合、大きな隆起を示した近傍での噴火後の顕著な沈降が特徴で、これは地表に出なかったマグマからの揮発性成分の急激な脱ガス現象で説明できる。②噴火の準備過程としての深部マグマ溜りへの蓄積過程を、広域の水準測量データの再検討によって、明らかにした。その深さは、約10kmで、有珠山の南東部にあることを明らかにした。③その結果を基にすれば、数年～10年程度の間隔で、広域の一等水準測量を繰り返せば、今まで不可能と考えられてきた、有珠山の中長期的噴火予知の実現可能性をしめした。

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があるものと認める。