

平成30年度学生による地域フィールドワーク研究助成事業

研究成果報告書

- ・機関及び学部, 学科等名: 富山大学大学院理工学教育部地球科学専攻
- ・所属ゼミ:(地球進化学講座) 石崎研究室
- ・指導教員: 石崎泰男
- ・代表学生: 山本大貴
- ・参加学生: 松本弥禄

【研究題目】弥陀ヶ原火山地獄谷新大安火口のモニタリング: 次の水蒸気噴火の発生時期の予測に向けて

1. 課題解決策の要約

弥陀ヶ原火山は富山県で唯一の活火山であり, 過去 1 万年間, 予測困難とされる水蒸気噴火を繰り返してきた. 同火山での最近 1500 年間の水蒸気噴火は, 地獄谷西域の新大安火口もしくはその近傍で発生している. これまでの研究(石崎, 2016, 2017)により, 新大安火口には, 火口の窪地が土砂に埋積された後に小規模噴火を起こすという“癖”があることが分かっている. そこで本課題では, 次の水蒸気噴火の予測に向けて, ドローンによる可視像・赤外線像の撮影とタイムラプスカメラによる定点観測を新大安火口で実施し, 新大安火口の地形変化(土砂による埋積状況)と火口内での噴気活動・熱水活動の変化をモニタリングした.

本課題のモニタリングによって, 新大安火口では昨年度よりも火口壁の崩落が進行し, 火口底の噴気孔の一部が埋積されつつあることを確認し, 火口壁の崩落箇所を特定することができた. 赤外線熱画像の解析からは, 火口内が周辺と比べて高温であることが明らかになった. 昨年度火口内に見られていた熱水が全く確認できないことも明らかになった.

今回の観測結果および過去の研究結果をもとに, 新大安火口が噴火を発生させるまでの活動段階を4つのステージに整理することができ, 現在の新大安火口が噴火の準備段階(火口埋積ステージ)に入ったことが明らかになった. 本課題で得られたこれらの知見は, 今後の新大安火口における噴火予知・予測への貢献につながるだろう.

2. 調査研究の目的

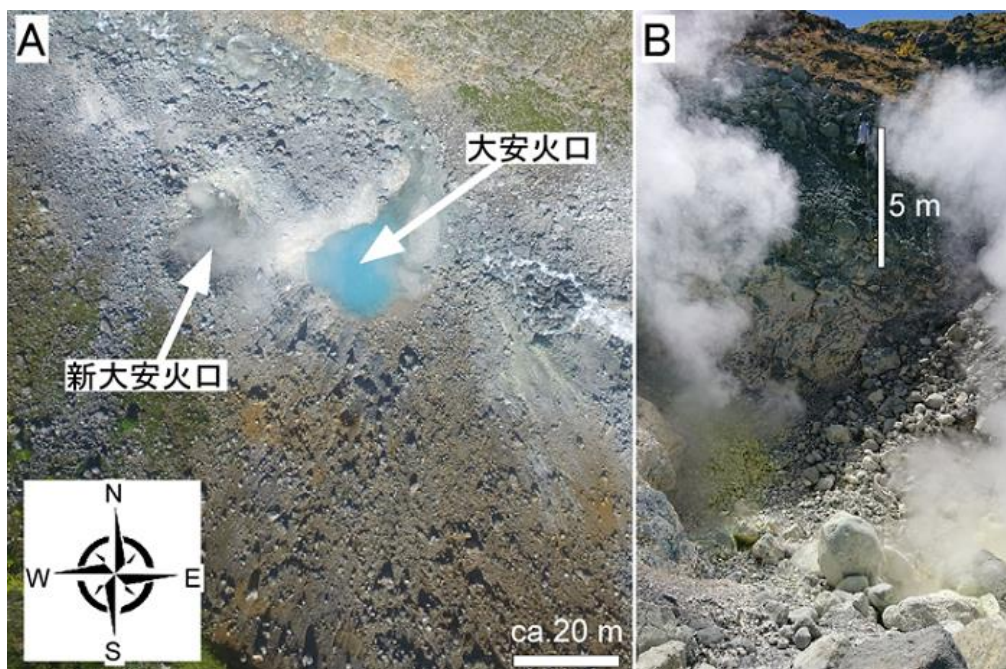
近代観測が始まって以降に噴火した活火山では, 噴火前にその火山に特有の前兆現象が発生することが分かっている. 本課題の研究対象である弥陀ヶ原火山においても噴火に至るまでの“癖”が分かれば, 将来の再噴火の予知・予測に必ず役に立つはずである.

弥陀ヶ原火山では, 過去 1500 年間に地獄谷西域の新大安火口付近で複数回の水蒸気噴火が起きている(石崎, 2016). 過去の写真記録の解析から, 新大安火口での最新の噴火(2006 年噴火)は, 火口の窪地が土砂に埋積された後に発生したことが分かっている. そこで, 本課題では, 新大安火口で火口窪地の埋積状況や噴気活動の状況についてモニタリングを行い, 噴火予知・予測に直結する知見の取得を目指した.

3. 調査研究の内容

本課題の観測対象である新大安火口は小規模水蒸気噴火によって形成された小火口であり, その規模は直径約 8 m, 火口底からの比高約 15m である(第 1 図). 過去の富山气象台記録, 立山カルデラ砂防博物館の丹保学芸員の調査及び現地撮影された写真記録から, 1946 年には新大安火口もしくはその近傍域

で、2006年には新大安火口で小規模な水蒸気噴火が発生したことが明らかになっている。また、2006年以前に撮影された航空写真及び現地写真の解析から、一旦土砂に埋積された新大安火口で2006年に噴火が発生したことが明らかになっている。



第1図 (A)ドローンによる新大安火口周辺の空撮写真と(B)新大安火口南側の火口壁

本課題では、まず、2台のドローン(第2図)を用いて地獄谷全域の可視像及び熱画像の撮影を行い、新大安火口及びその周辺域の噴気活動・熱水活動などの火山活動に関連した熱活動の状況を把握した。観測に用いたドローンは、可視カメラを搭載したDJI社製 Phantom4 proとFlir社製赤外線サーモカメラを搭載したDJI社製 Phantom3 advancedである。また、ドローン調査で得られた熱画像をもとに現地調査を行い、コンパクト赤外線カメラ(Flir社製C2)を用いて噴気孔と熱水孔を近距離から温度測定した。



第2図 (A)Phantom 4 proと(B)Phantom 3 advanced及び(C)Flir社製サーモカメラ

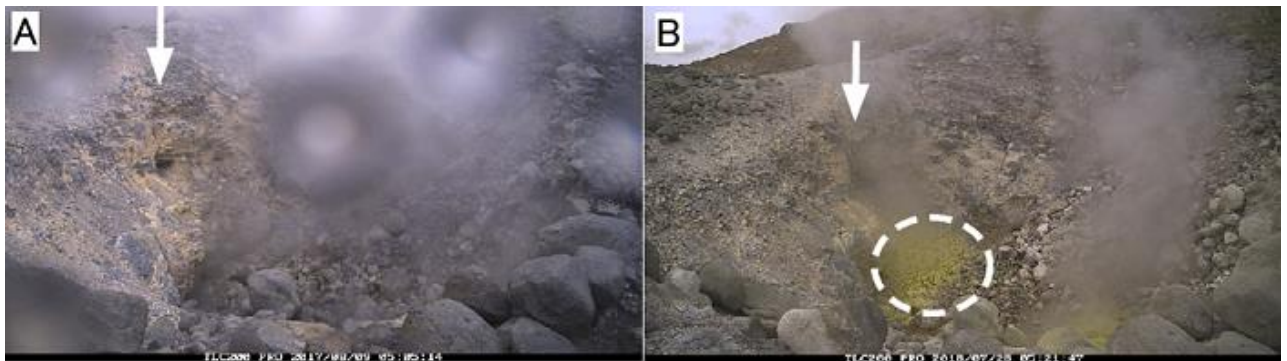
新大安火口の地形変化と熱水・噴気活動の状況及びその時間変化を明らかにするため、2018年7月26日から11月1日までタイムラプスカメラを2台設置して定点撮影を行った。新大安火口の火口縁北側からはBrinno社製 TLC200Pro, 西側からはハイクカム社製 SP2を用いて10分間隔で撮影を行った(第3図)。



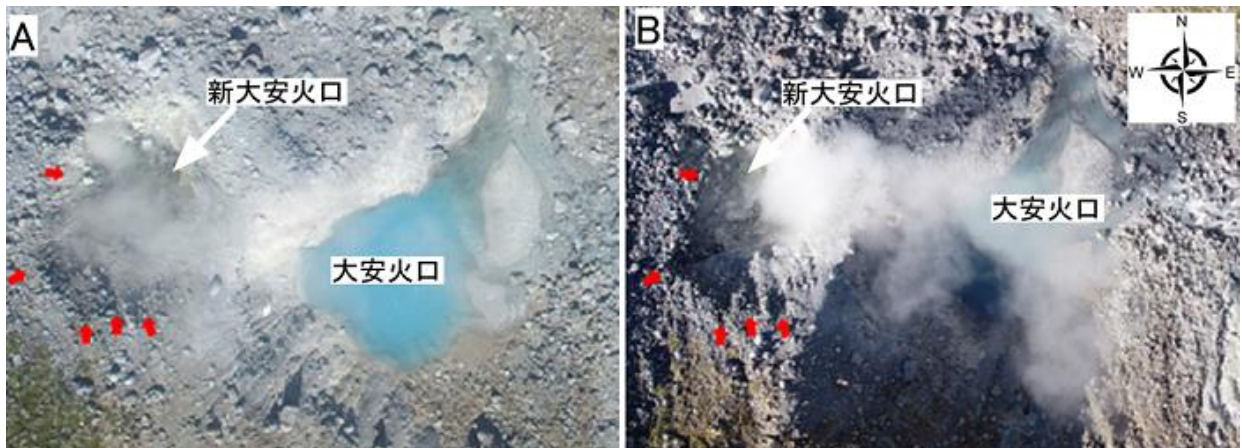
第3図 新大安火口での定点観測に用いた(A)Brinno 社製 TLC200Pro と(B)ハイクカム社製 SP2

4. 調査研究の成果

前年(2017年)に定点観測で撮影した画像と比較することにより、最近1年間に火口壁の崩落が進行していることが確認できた(第4図)。また、ドローンによる観測では、火口壁の崩落により火口の縁が拡大していることが確認できた(第5図)。

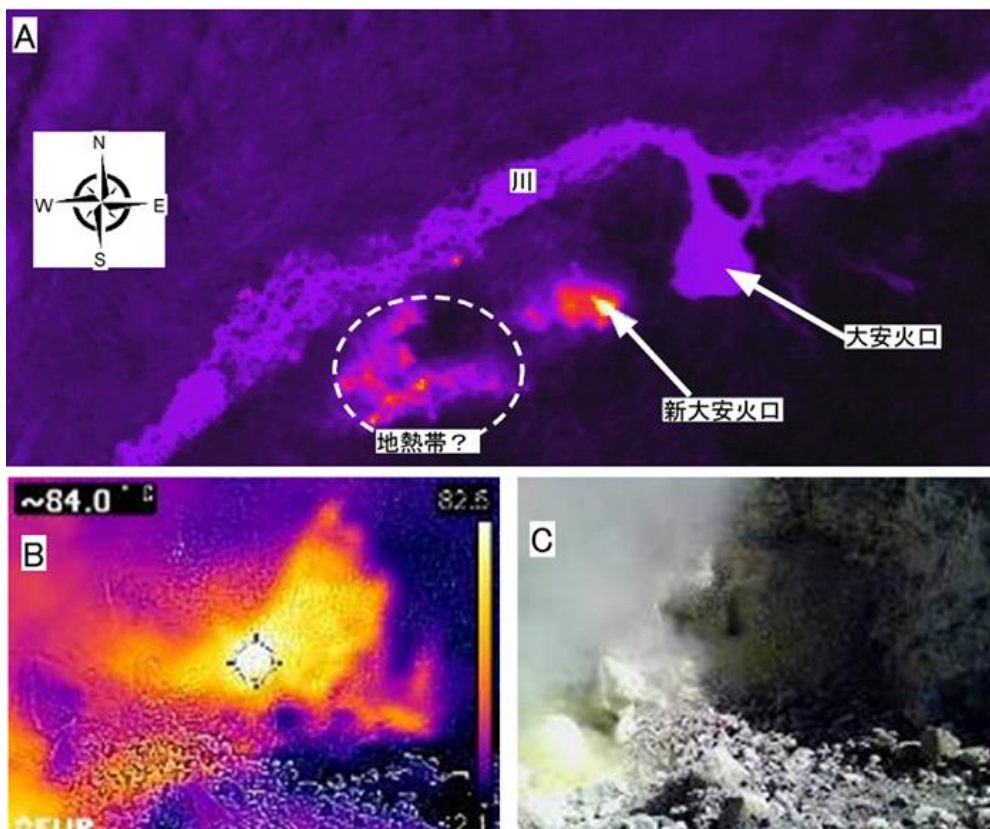


第4図 (A)2017年8月9日5時5分14秒の画像と(B)2018年7月28日5時21分47秒の画像(いずれの画像もTLC200Proで撮影)。これらの画像の比較により、最近1年間に白矢印で示した火口壁の一部が崩落し、火口の縁が拡大していることが分かる。崩落部の下には土砂が堆積し、火口を埋積しつつある(白破線の領域)。



第5図 (A)2017年9月19日の空撮画像(Phantom 3 proで撮影)と(B)2018年10月3日の空撮画像(Phantom 4 proで撮影)。赤矢印の部分が最近1年間で崩落した箇所である。

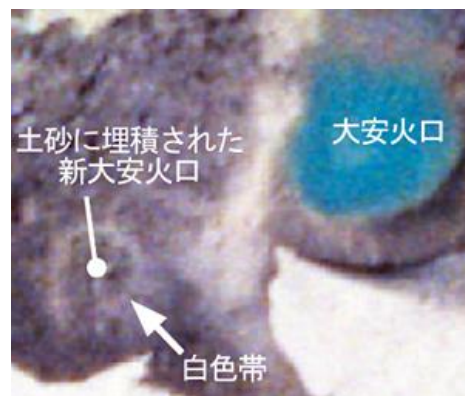
現地調査により新大安火口内に2か所の噴気孔を確認できた。噴気孔の温度は周囲と比べて高温であり、80℃以上の噴気を噴出していることがサーモカメラC2の測定で明らかになった(第6図)。噴気孔の周辺は、噴気から昇華した硫黄の堆積により黄色に変色していた。2017年には、間欠的に火口内に熱水が注入していたが、2018年には熱水の注入は一度も確認できなかった。そのため、観測期間を通して火口内が乾燥した状態であり、当初予定していた熱水混濁物の採取・分析を行うことはできなかった。



第 6 図 (A)ドローンによる熱画像, コンパクトサーモカメラC2 による(B)熱画像及び(C)可視画像(B と C は同じ場所から同時に撮影した画像. 画像 A から, 新大安火口が非常に高温になっていることが分かる. 新大安火口の西側(破線範囲)にも高温域(地熱帯?)が存在するが, その詳細は不明である. 画像 B からは火口底の噴気孔から 80°C以上の噴気が噴出していることが分かる.

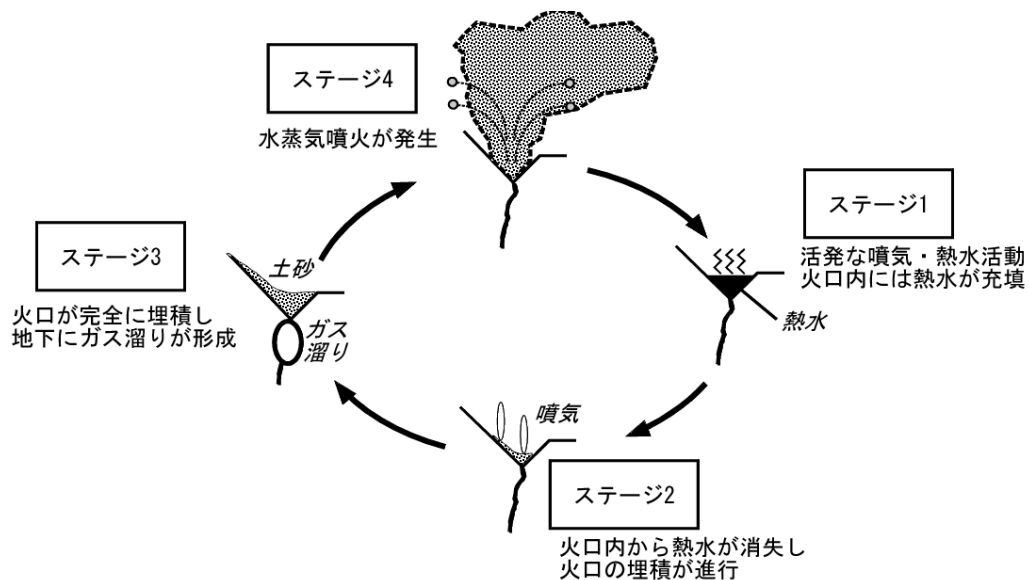
石崎(2016)による過去の写真記録の解析から, ①1997 年 9 月には新大安火口が土砂に埋積されていた(第 7 図), ②2006 年 12 月 6 日に発生した小規模な水蒸気噴火により新大安火口の窪地が再生された, ことが分かっている. このような観察事実から, 新大安火口は, 第 8 図に示したような 4 つのステージからなる活動輪廻をもつと推測される.

第 7 図(右) 1997 年 9 月に撮影された航空写真. 新大安地獄は土砂に埋積されている. 写真は中野俊氏(産業技術総合研究所地質調査情報センター)から提供して頂いた.



- ステージ 1: 噴火直後の火口が最も深い状態. 火口底で活発な熱水活動や噴気活動が起きる.
- ステージ 2: 火口壁の崩落により, 火口の深さが浅くなる. 噴気活動は高温のまま継続するが, 熱水活動は徐々に沈静化する.
- ステージ 3: 火口壁の崩落や土砂崩れにより火口が完全に埋積される. 地表への噴気の放出が阻害されるため, 地下浅所にガス溜まりが形成される.
- ステージ 4: ガス溜まり内の圧力が高まり, 小規模な噴火を引き起こす.

現在の新大安火口は, 火口壁の崩落が起きているため(第 4 図, 第 5 図), ステージ 2 もしくはステージ 2 からステージ 3 への移行段階であると考えられる. すなわち, 新大安火口では再噴火の準備が進行中であることは間違いない.



第8図 新大安火口の活動輪廻

5. 調査研究に基づく提言

私たちは、昨年度と合わせて2年間新大安火口の状態をモニタリングし、現在この火口が再噴火の準備段階(ステージ2)に入ったことを明らかにした。本課題で得られた知見は、本課題の指導教員である石崎教授により、弥陀ヶ原火山防災協議会を通して、富山県・気象庁等の関係機関に情報が提供される予定であり、今後の観測網の再構築・改善のための基礎資料となるはずである。

本課題で得られた知見は、弥陀ヶ原における火山災害リスクの低減に貢献し得るものである。なぜなら、弥陀ヶ原火山は私たちにとって地元の火山であり、地域の事情をよく知る私たちが主体的にモニタリングを行うことで、研究成果の迅速な発信と共有が可能となるからである。また、本課題を通じて、私たちは、ドローンによる火山の熱活動モニタリングに習熟してきた。このような技術を将来的には地元气象台に移管することで、火山監視能力を向上しつつ現地職員の安全を守ることができるようになって考えている。本課題の調査手法を今後も改良・改善し、社会実装という観点からも重要な貢献ができるようにしたい。

6. 課題解決策の自己評価

御嶽山及び草津白根山での水蒸気噴火は、小規模な噴火であるが故に予兆が乏しく、事前に適切な警戒区域の設定ができず、死傷者を含む被害を生じた。これらの火山災害を踏まえ、国内の活火山における水蒸気噴火発生履歴の解明、熱水等の火山性流体の蓄積がもたらす地下構造の解明や地表噴出に至る過程等に関する研究が現在国内で盛んに行われている。このような「小規模・高リスク噴火現象」に対しては、迅速・的確な防災情報の提供を可能とするモニタリング体制の充実が必要である。弥陀ヶ原火山でも、過去の噴火履歴から今後も「小規模・高リスク噴火」の発生が想定されるが、モニタリング体制が現時点では不十分であり、“地獄谷の地下でいま何が進行しており、これから何が起こるのか？”が実質的には全く分かっていなかった。本課題は、このような現状を改善するため、その第一歩として、新大安火口での噴火前兆現象の検出を目指してきた。大学コンソーシアム富山からの援助による2年間の調査により、当初の目的は十分に達成できたと確信している。新大安火口での噴火予測を実現するためにも、本課題の継続実施を強く希望する。

引用文献

- 石崎泰男 (2016) 平成27年度富山県受託研究「弥陀ヶ原火山の完新世噴火履歴解明」報告書。富山県, 31 p.
- 石崎泰男 (2017) 平成28年度富山県受託研究「弥陀ヶ原火山の完新世噴火履歴解明」報告書。富山県, 18 p.