

(案)

火山防災対策を検討するための
口永良部島の噴火シナリオ

令和 6 年〇月

口永良部島火山防災協議会

目次

1. 作成の目的	1
2. 噴火資料等の整理	1
2.1. 口永良部島の概要、地形等	1
2.2 過去の噴火実績の整理	3
(1) 口永良部島火山の形成史	3
(2) 有史以前の噴火活動	5
(3) 有史以降の火山活動	9
2.3 火山活動の特徴の整理	23
(1) 噴火活動の特徴	23
(2) 噴出物の種類、到達距離、分布範囲	24
(3) 噴火の区分と影響範囲	25
3. シナリオの作成	27
3.1 検討対象とする噴火の想定	27
3.2 影響範囲の予測	28
3.3 シナリオで想定される火山活動推移の時系列での整理	31
4. 今後の課題	38
4.1 大規模噴火に伴う大量降灰による影響範囲	38
4.2 山体崩壊	38
5. 留意事項	38

1. 作成の目的

口永良部島では、2014年8月3日に34年ぶりに噴火が発生した。2015年5月29日にも噴火が発生し、いずれの噴火でも火砕流が発生した。2014年の噴火では、火砕流が新岳火口から西側に2km程度まで達した。また、2015年の噴火では火砕流が一部の集落を含む北西側海岸まで達し（新岳火口中心から2km以上）、全島民が島外へ避難することとなった。2018～2019年にも火砕流を伴う噴火が発生したが、2015年噴火と比較して規模は小さかった。また、2023年5月頃から古岳付近の膨張を示す地殻変動が観測され、6月頃からは古岳付近を震源とする火山性地震が増加した。8月には古岳火口の噴気活動の活発化と地熱域の拡大が観測された。

噴火シナリオは過去の噴火記録や噴火の経験を踏まえ、防災関係機関が将来の噴火に対して共通の認識を持ち、噴火災害の軽減に向けて種々の火山防災対策を検討するための基礎的な資料として作成されるものである。本噴火シナリオ初版は、主に有史以降の噴火記録を参考に作成されたものであるが、2014年8月以降の噴火活動において数回におよぶ火砕流が発生し、一部は居住地域に到達した。これらの経験を踏まえ、口永良部島火山防災協議会では、噴火シナリオの見直しを実施することとした。

噴火シナリオは、過去の噴火実績や数値シミュレーション等を基に想定したいくつかの噴火ケースについて、各々のケースにおける火山活動の時間的な推移とその影響範囲を表現したものである。噴火時にどのような現象がどのような順序で発生し、それらの現象により、いつ、どの範囲にどのような被害が発生するのか等について関係機関が共通のイメージを持ち、様々な防災上の課題を抽出し、時間や場所等を考慮した具体的な火山防災対策の検討に資することを目的として作成されるものである。

2. 噴火資料等の整理

2.1. 口永良部島の概要、地形等

口永良部島火山は屋久島の西方約14kmにある安山岩質の火山島である（図1）。北西—南東方向に約13km、最大幅約6km、面積約38km²で、薩南諸島の火山島の中では最大の火山島である。島は全体として北西—南東方向に伸びた「ひょうたん」型をしており、活動時期や噴出中心の異なる複数の火山体からなる。島の最高点の標高は古岳山頂の657mであり、周辺の高底は水深500～600mで、火山体の比高は約1,200mである。島の東側約3kmの高底には、口永良部堆と呼ばれる比高約420mの火山地形が存在する。島の中央部は最近約15,000年以内に活動した野池、鉢窪、古岳、新岳からなる。これらの山頂部には明瞭な火口地形が確認でき、また、山腹には新鮮な溶岩流地形が残されている。また、古岳には南側と北西側に開いた2つの崩壊地形が認められる。

口永良部島火山の活動開始時期について詳細は分かっていないが、50万年前頃までには海面上まで成長していたと考えられている。口永良部島に存在する火山体は、その地形および火口の位置、噴出物の流下方向、被覆関係等から9つの火山体に区分されている（下司・小林, 2006）。島の北西部は番屋ヶ峰火山からなり、島の中央部はふるだけ、しんだけを中心として、のいけ、たかどうもり、みね、はちくぼ、ごきょう、じょうがはな火山から構成される（図2）。



図1 口永良部島の地形図

(国土地理院発行の5万分の1地形図(口永良部島、屋久島西北部)及び数値地図50mメッシュ(標高))



図2 口永良部島火山を構成する火山体(下司・小林, 2007)

2.2 過去の噴火実績の整理

(1) 口永良部島火山の形成史

前述したように、口永良部島火山は9つの火山体に区分されている。それらの火山体の概要について述べる（図3）。

① 後境火山・城ヶ鼻火山

後境火山と城ヶ鼻火山は、島の北部～北東部の海岸線に沿って露出する火山岩からなり、口永良部島の陸上に露出する火山体の中では最も古い。後境火山の噴出物は屋久島北東部に分布する小瀬田火砕流（約58万年前）に対比される堆積物に覆われている（小林・成尾, 1998）ことから、後境火山の活動は50万年以上に遡ると考えられる

② 番屋ヶ峰火山

番屋ヶ峰火山は、島の北西部を構成する火山で、活動時期や活動中心の異なる複数の火山体の集合と考えられている。火山体の構造、岩相や熱水変質の程度から、大きく古期山体と新期山体に区分されている。番屋ヶ峰の東山麓に流下している新規火山体最上部の溶岩流が野池火山の溶岩流に覆われていることから、野池火山より古い時期に活動していたと考えられる。

③ 高堂森火山

高堂森火山は島の北東部を占める成層火山である。火山体の西半分は野池火山、古期古岳、新岳の噴出物に、東端部はカシ峯火山の噴出物に覆われている。高堂森火山の表層部の噴出物の間に、約95,000年前に噴出した鬼界葛原火山灰（長瀬火砕流堆積物）が見出されていることから、約10万年前頃までに形成されたと考えられている。

④ カシ峯火山

カシ峯火山は島の東端部に位置し、湯向南方の256.6mピークを取り巻く火砕丘とそこから流下した溶岩流で構成されている。城ヶ鼻火山・高堂森火山を基盤とし、始良Tn火山灰（約29,000年前に始良カルデラより噴出）に覆われていることから、約30,000年前より以前、おそらく50,000年前頃までに活動を終了したと考えられている。

⑤ 野池火山

野池火山は、高堂森火山の西側を覆って成長した火山体で、島中央部の北側を占める。北西部の山麓に分布する複数の溶岩流とそれを覆う火砕物からなる。野池火山の噴出物の大部分は始良Tn火山灰に覆われていることから、約29,000年前までにはほぼ現在の大きさまで成長していたと考えられている。

⑥ 鉢窪火山

鉢窪火山は島の南端に位置する小規模な火山体である。新期古岳火山（後述）の南側に位置し、新期古岳火山の溶岩流の上に成長しているが、山麓部は新期古岳火山の表層部の溶岩流に覆われていることから、新期古岳火山の活動時期に形成されたと考えられる。

⑦ 古岳火山（古期古岳火山・新期古岳火山）

古岳火山は島の南部を構成する火山体で、約13,000年前以降、野池火山の南側で成長を開始した。南に開いた崩壊壁をはさんで北側の古期古岳火山と南側の新期古岳火山に分けられる。古期古岳火山は口永良部島最高点（657m）のピークを構成し、山体の南側に100～150mの

崩壊崖が認められる。新期古岳火山は古期古岳火山の崩壊地を埋めて成長している。山麓には山頂部から流下した複数の溶岩流が認められる。新期古岳火山の北西斜面には、古期・新期古岳火山体を切るように北側に開いた比高最大 200m の崩壊崖が認められる。

⑧ 新岳火山

新岳火山は古岳火山と野池火山の間に成長した、口永良部島火山の中で最も新しい火山体である。古岳火山北西側の崩壊地で成長を開始した。山頂部には直径約 250m、深さ約 130m の山頂火口があり、火口の東側には南北に伸びる延長約 800m の割れ目火口が開いている。山体には複数枚の溶岩流が認められ、約 1,000 年前に相次いで噴出したと考えられている（味喜・他, 2002、Matsumoto et al, 2017）。記録に残っている噴火はすべて新岳山頂火口およびその周辺部で発生している。

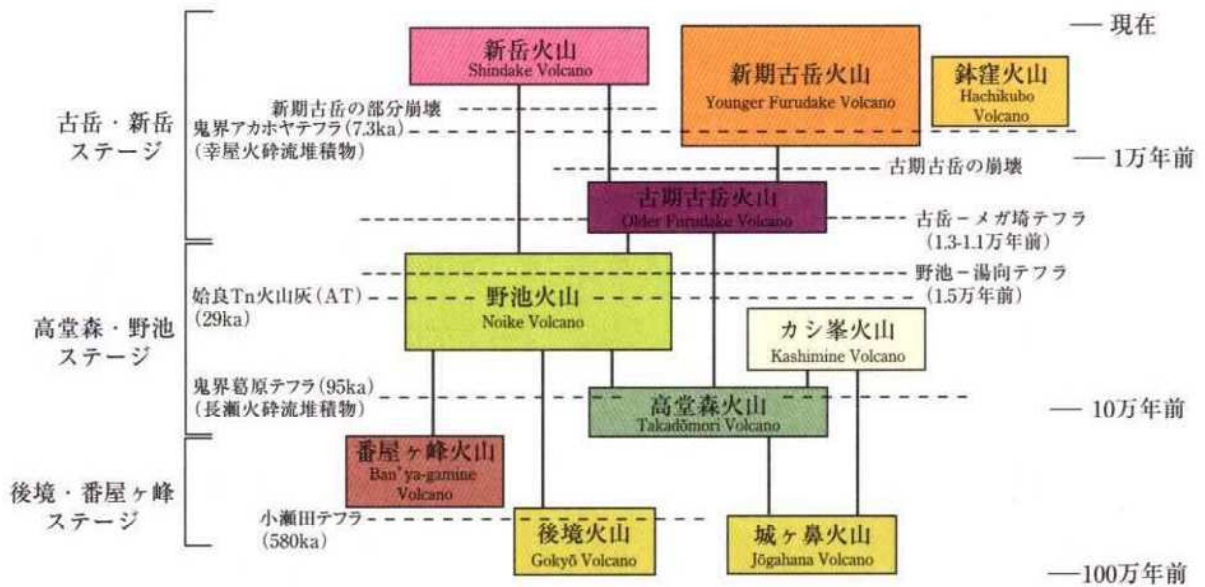


図3 口永良部島火山を構成する火山体とその被覆関係（下司・小林, 2007）

※テフラ：火山灰・軽石・火砕流堆積物等降下物の総称（溶岩は含まない）

(2) 有史以前の噴火活動

口永良部島火山は複数の火山体から構成されており、少なくとも数10万年前から活発な噴火活動が継続してきたと考えられる。しかしながら、後境火山、城ヶ鼻火山など古い時期に活動した火山の活動について詳しいことは分かっていない。

図4は口永良部島東部での調査により示された約3万年前よりも新しい時代の噴出物を模式的に示した地質柱状図である(下司・小林, 2007)。図中、下部に示された「AT」が約29,000年前に噴出した始良 Tn 火山灰にあたり、それより上位の層(野池—湯向テフラから上位)は約15,000年前以降に噴出した堆積物を示している(下司・小林, 2006)。

ここでは、地質調査等により比較的詳細な活動経過が判明している約15,000年前以降の活動について述べる。

(以下の内容は、主に下司・小林, 2006、下司・小林, 2007、下司・小林, 2009による)

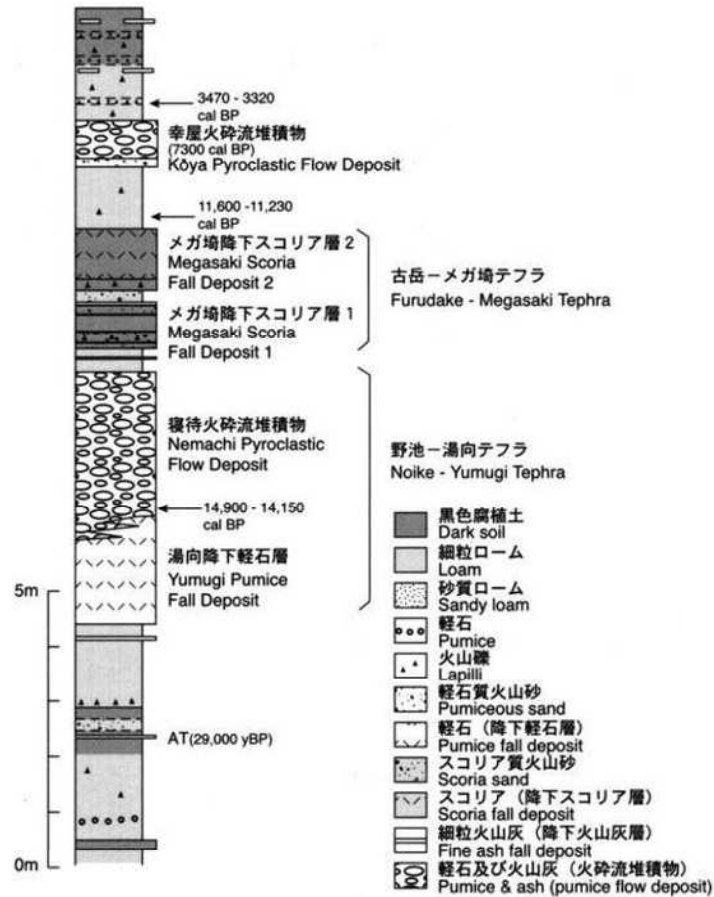


図4 口永良部島東部における約3万年前より新しい噴出物の模式的層序(下司・小林, 2007)

① 野池火山

野池火山山頂部から主に北から東山腹にかけて軽石質噴出物が広く分布している（図5）。これらは「湯向降下軽石堆積物」と「寝待火砕流堆積物」からなり、「野池－湯向テフラ」と呼ばれている。湯向降下軽石堆積物は口永良部島の広い範囲を覆っており、その主軸は野池火口から北北東に伸びている。寝待火砕流堆積物は野池火山の北～北東山腹を広く覆っている。これらは野池火山活動末期（約 15, 000 年前）の大規模なマグマ噴火による噴出物である。なお、この活動後に、南山腹で発生した小規模な水蒸気噴火で生じた小火口～火口列の周囲には、わずかながら変質したテフラが分布している。



図5 約 15, 000 年前に噴出した野池－湯向テフラの分布（下司・小林, 2007）

② 古岳火山

約 13, 000 年前以降、野池火山の南側で古期古岳火山が活動を開始した。約 13, 000 年前～11, 000 年前にかけて、現在の古岳火口付近からマグマ噴火（スコリア噴火）が頻発した。これらの噴火による噴出物は「古岳－メガ崎テフラ」（図4）と呼ばれている。少なくとも2回は大規模なスコリア噴火が発生し、島東部を中心として島のほぼ全域に降下スコリア層（図4の古岳－メガ崎降下スコリア層1、2）が堆積した（図6）。また、これらの噴火に伴い、周辺にはスコリア質火砕流が流下した。古岳－メガ崎テフラの噴出に伴って形成された古期古岳火山体は南側に向かって崩壊している。

その後、崩壊地内部で新たな噴火活動が始まり、新期古岳火山が形成された。新期古岳火山の表層部に見られる最も古いテフラは約 4, 500 年前のものであることから、この頃までには新期古岳火山はほぼ現在の大きさまで成長していたと考えられる。その後、山頂火口から東山腹に南七釜溶岩、南山腹に平床溶岩が流下した（図7）。これらの溶岩流の流出と前後して、古岳山頂部ではブルカノ式噴火が繰り返され、火砕丘を形成した。これらの火砕物の一部は火砕流として山麓部まで流下している。古岳火山の最も新しい噴出物は、約 200 年前に古岳火口の東側約 1 km まで流下した七釜火砕流堆積物（藤野・小林, 1993）である（図7）。

鉢窪火山は新期古岳火山の南側に位置する小規模な火山体である。鉢窪火山は新期古岳火山の溶岩流の上に成長しているが、山麓は新期古岳火山の表層部の溶岩流に覆われている。したがって、鉢窪火山は新期古岳火山の活動時期の途中に形成されたと考えられる。

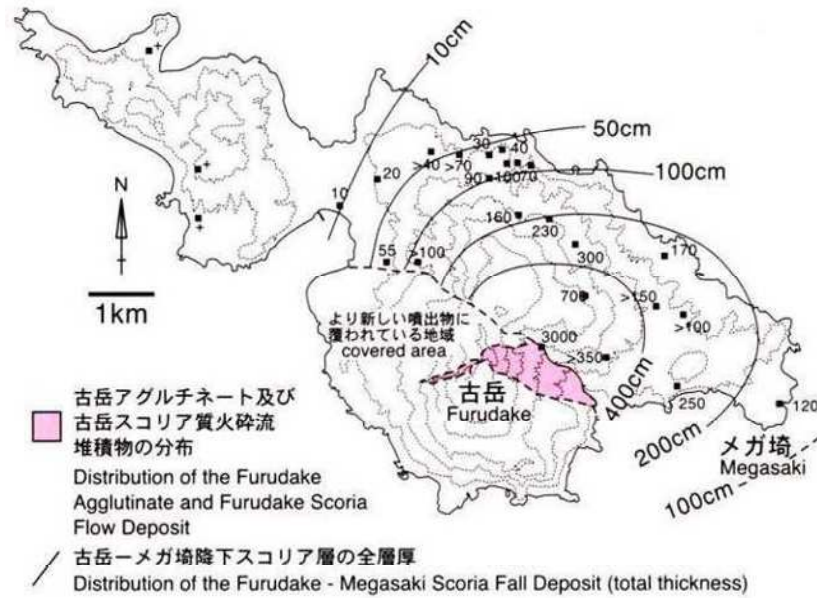


図6 約13,000~11,000年前に噴出した古岳-メガ崎テフラの分布 (下司・小林, 2007)

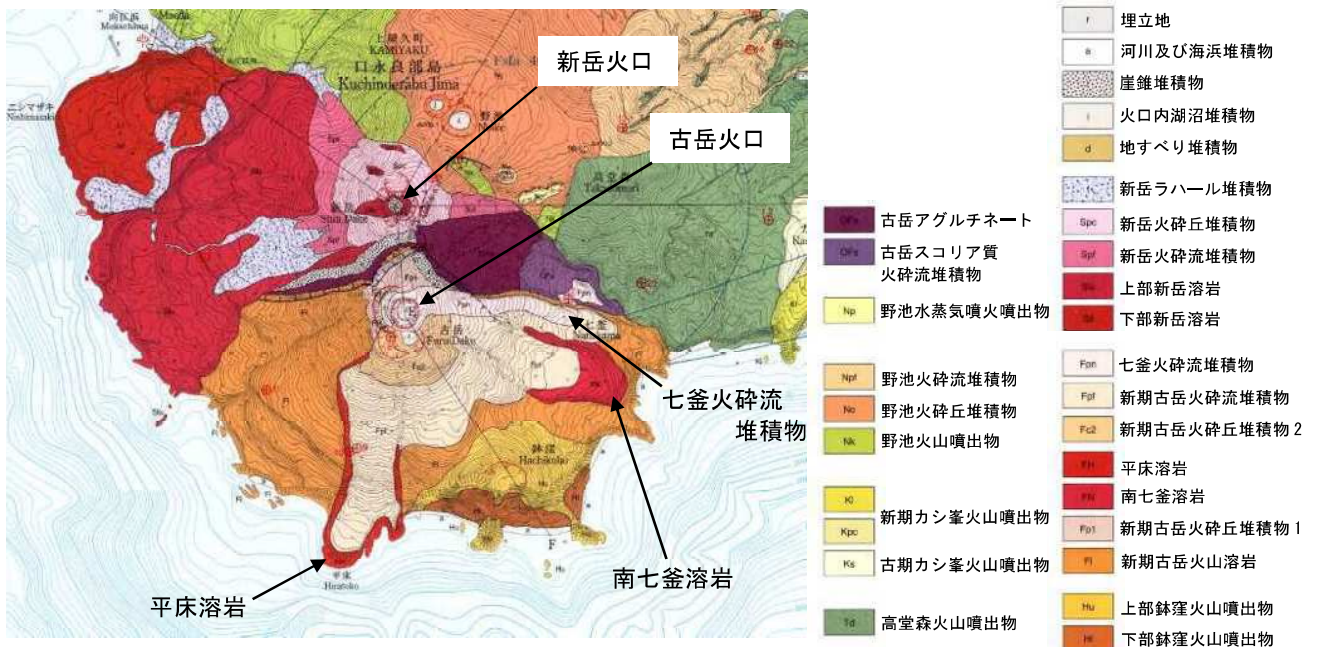


図7 古岳・新岳周辺の地質図 (下司・小林, 2007)

① 新岳火山

数千年前に新期古岳火山の北西側山腹が崩壊し（図8）、その崩壊地内に新岳火山が成長を開始した。新岳火山は、約1,000年前（味喜・他，2002、Matsumoto et al., 2007）に相次いで噴出した複数の溶岩流ユニットからなる新岳溶岩と、その上を覆う新岳火砕丘からなる。新岳火砕丘は新岳火口からのブルカノ式噴火やマグマ水蒸気噴火の噴出物からなり、山腹部では岩片に富む火砕流堆積物からなる。新岳火山山頂部には直径約250mの中央火口が開口しており、また中央火口の周辺には径数10～100mほどの火口が多数認められる。そのうちのいくつかは1930年代の噴火によって開口したことが知られている。また、新岳火山体の東側には、南北に約800m連なる割れ目火口が存在するが、1945年および1980年噴火で形成された。向江浜周辺には1930年代に発生した土石流による堆積物が分布している。

新期古岳火山・新岳火山の噴出物は、北西部を除く口永良部島のほぼ全域に降下した。火山礫と火山灰からなることからブルカノ式噴火が頻発したことを示している。新期古岳火山・新岳火山の山頂火口からおよそ3kmの範囲の地表には、衝突クレーターを伴う直径数10cm以上の投出岩塊が多数みられる。

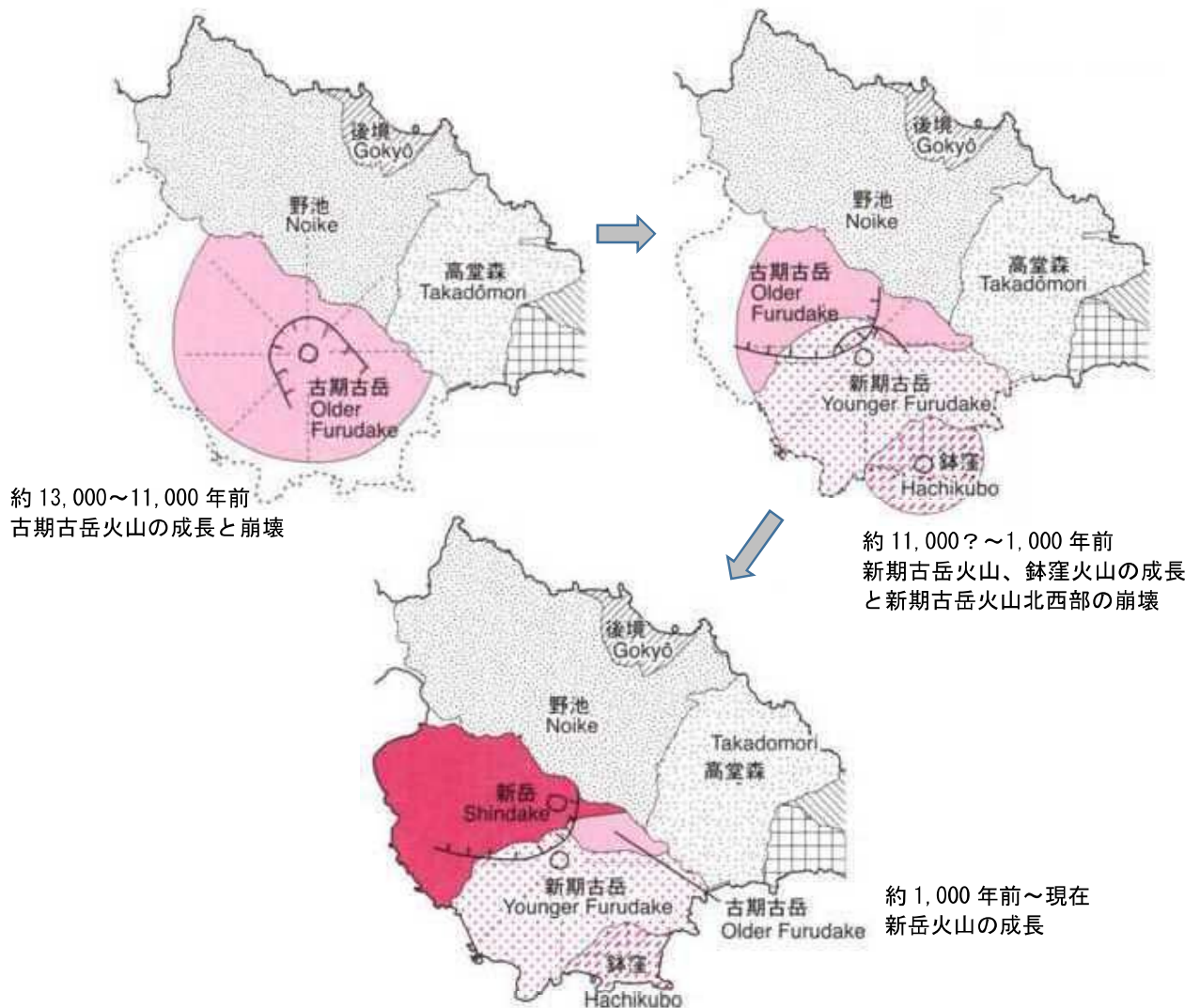


図8 約13,000年前以降の口永良部島古岳・新岳火山の成長模式図（下司・小林，2007）

(3) 有史以降の火山活動

(ア) 1841年～1980年

口永良部島で記録に残る最古の噴火は1841年(天保12年)であるが、その詳細は不明である。新岳火口から噴火し、元村集落(向江浜～前田集落付近?)の多くの家屋が焼失し、住民の多くが本村に移住したらしい(小林, 2017)。

1931年から1934年にかけて新岳火口で噴火活動が活発化し、しばしば噴火が発生した(本間, 1934; 田中館, 1938)。噴火に伴い赤熱岩塊の投出が目撃された。主な噴火は1931年4月2日、5月15日、6月6日、1933年12月24日、12月31日、1934年1月11日に発生した。1931年4月2日の噴火では、火口から約2.1km離れた向江浜集落に直径50cm程度の噴石が飛散した。集落一帯は熱を帯びた噴煙につつまれ、人の頬は熱く感じ息が詰まるほどだったが、10分ほどで黒煙は薄れた(田中館, 1938)。1933年12月24日の噴火では、東麓の七釜集落に高温の噴石が降下し、集落が全焼し死者8名を出している。七釜集落付近に落下したのはこぶし大の噴石が多かったが、それらは本質物質ではなく火口内で赤熱した岩塊であった。また、新岳北西山麓に位置する向江浜集落は、1931年から1935年にかけて二次的な土石流が襲来したが、特に1935年の土石流は大規模で大きな被害を発生させた。

1945年11月3日には、新岳山頂東側に開口した割れ目火口から噴火が発生しているが、詳しい記録は残っていない。

1966年11月22日の新岳の噴火は、前兆的な地震は観測されなかったが、噴火の1ヶ月前から直前にかけて噴煙量が非常に減少した(鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967)。また、噴火の20～30分前に新岳8合目付近に帯状に点在する白煙が目撃されるなど、噴煙や温泉の温度の異常などの前兆現象が報告されている。この噴火では、島の南部から東部を中心に降灰があったほか、北側山腹の広い範囲に噴石が飛散し、新岳火口から3.5km北方に離れた寝待温泉の海上にまで到達し(図9)、本村一湯向間の道路が寸断された。北側山腹を中心とする広範囲で山林火災が発生した。噴煙高度は5,500mに達し、降灰は屋久島・種子島まで到達した(産業技術総合研究所, 2014)。また、小規模な火砕流が発生し、新岳中腹まで流下した。重軽傷者3名および牛1頭の死亡が確認されている。一方、荒牧(1969)によると、噴石は山火事を起こすほど高温であったが、熔融状態のマグマ由来の本質物質はなかった。また、海拔300m付近まで斜面を流下する火砕流のような黒煙が認められた。黒煙の形態および樹木の被害状況をもとに、低温の火砕流が発生したと推定した。しかし山腹での堆積物はごくわずかしかなかった。

その後、1970年代にかけて新岳火口から断続的に噴火が発生した。主な噴火は、1968年12月～1969年3月、1972年9月2日、1973年11月5～19日、1974年6月3日、1976年4月2日などがあり、これらはすべてブルカノ式噴火であった(下司・小林, 2006)。

1980年9月28日には、新岳火口東側に生じた割れ目火口から水蒸気噴火が発生した(図10)。

これら記録に残る噴火のうち、やや規模の大きな噴火に共通する現象として、第1に高温の噴石を放出する噴火であったこと、第2に「火砕流」のように流下する噴煙を伴ったが、火砕流の堆積物はほとんど確認できていないこと、第3にいずれの噴火も長期にわたる活動ではなかったことがあげられる(小林, 2017)。



図9 1966年11月22日噴火による噴石・降灰等の分布
(鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967)

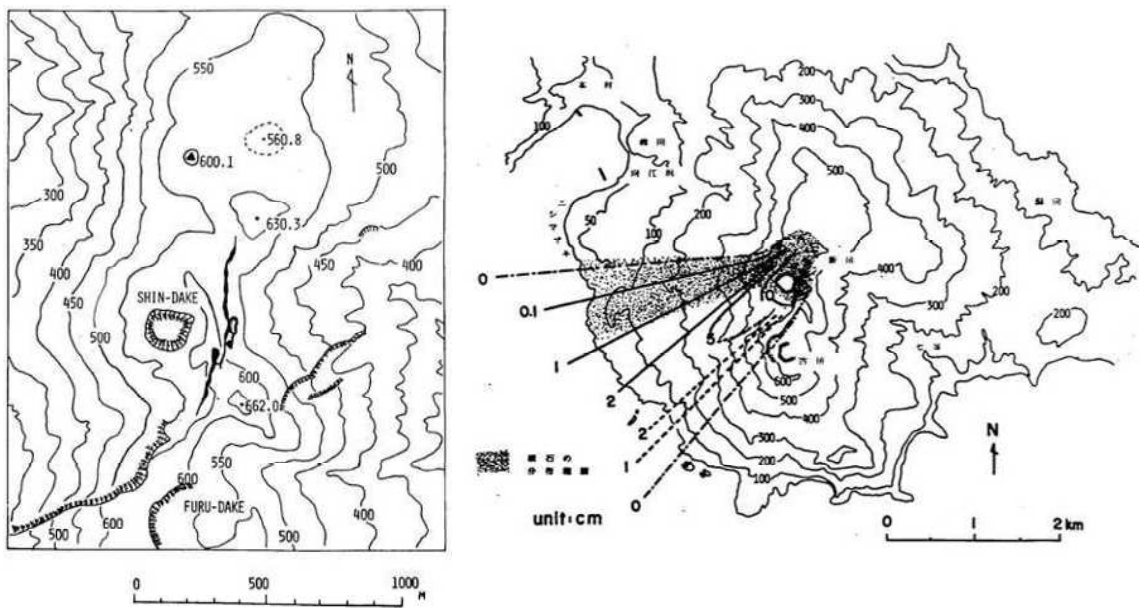


図10 1980年噴火による割れ目の位置と噴出物の分布 (京都大学・他, 1981)

(イ) 2014年8月噴火前の活動状況

1991年から京都大学防災研究所により新岳火口近傍にて地震計による常時観測が開始された(京都大学防災研究所, 1992)。観測開始以降、地震活動は比較的静穏な状態で経過していたが、1999年7月から活発化し、たびたび群発的な活動が発生した。1999年6月以前の火山性地震の発生頻度は0.63回/日程度であったのに対し、1999年7月以降は3.01回/日と明らかに増加した(Iguchi et al., 2017)。図11に1992年から2014年8月3日までの火山性地震の日回数及び月回数を示す。これらの地震は主に、新岳直下の浅い所を震源とする地震である。

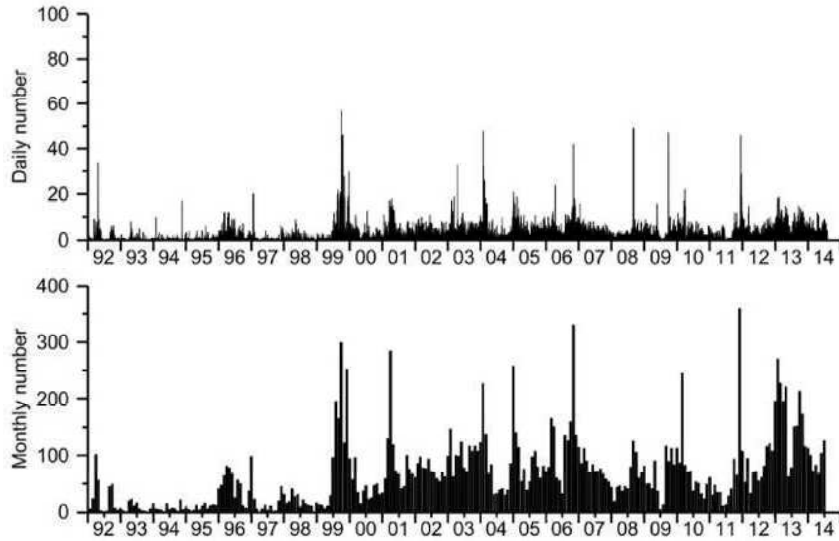


図11 火山性地震の日別回数(上)と月回数(下)(Iguchi et al., 2017)

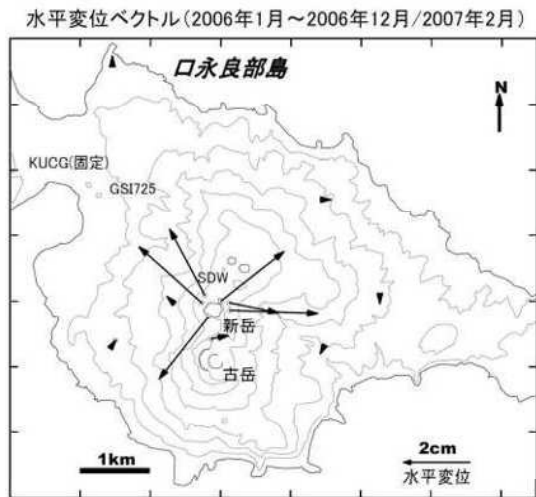


図12 GNSS繰り返し観測による基線長変化から推定された変位ベクトル(井口・他, 2007)。

1995年から実施されているGNSS繰り返し観測(井口・他, 2007)や連続観測(斎藤・井口, 2006)では、新岳浅部の山体膨張を示すと考えられる変化が捉えられている(図12)。新岳火口周辺の観測点で変位が大きく、山麓付近の観測点の変位は小さい。このことは、膨張源が新岳火口直下のごく浅い所に存在していることを示唆している。基線長変化では複数回の膨張加速期が観測されており、その時期には火山性地震の増加も確認されている(斎藤・他, 2015)。2006年1月から2014年8月の間にGNSS繰り返し観測により観測された基線長変化からは、新岳火口直下の標高400mに圧力源が推定されている(Hotta and Iguchi, 2017)。全磁力観測においても2003年頃から山体膨張に同期するように新岳火口直下浅部の蓄熱を示すと考えられる変化が観測されている(Kanda et al., 2010)。

これら地下の増圧・蓄熱を反映して、地熱域の拡大や温度上昇も観測された（井口，2007）。この後も、2011年くらいまでにかけて、南西側斜面の地熱域拡大、南側火口壁の噴気増加、南側火口壁での新たな噴気孔の出現等、熱活動の活発化が観測された（福岡管区気象台・鹿児島地方気象台，2014）。また、2006年頃からは火山ガス（二酸化硫黄）放出量の増加が観測され、山体膨張に同期した急激な増加も認められた。図13に各種データの2002年から2014年8月噴火前までの経過を示す。

以上のように、新岳では、1999年の地震活動の活発化以降、新岳浅部の山体膨張、山体浅部の蓄熱等が観測された。これらの進行に伴い、新岳火口付近での新たな噴気や地熱域の出現など、表面現象の活発化、火山ガス（二酸化硫黄）放出量の増加も認められた。これらは新岳浅部への火山性流体（火山ガス、熱水等）の供給と蓄熱など、2014年8月3日の噴火発生へ向けた準備過程を見ていたものと考えられる。

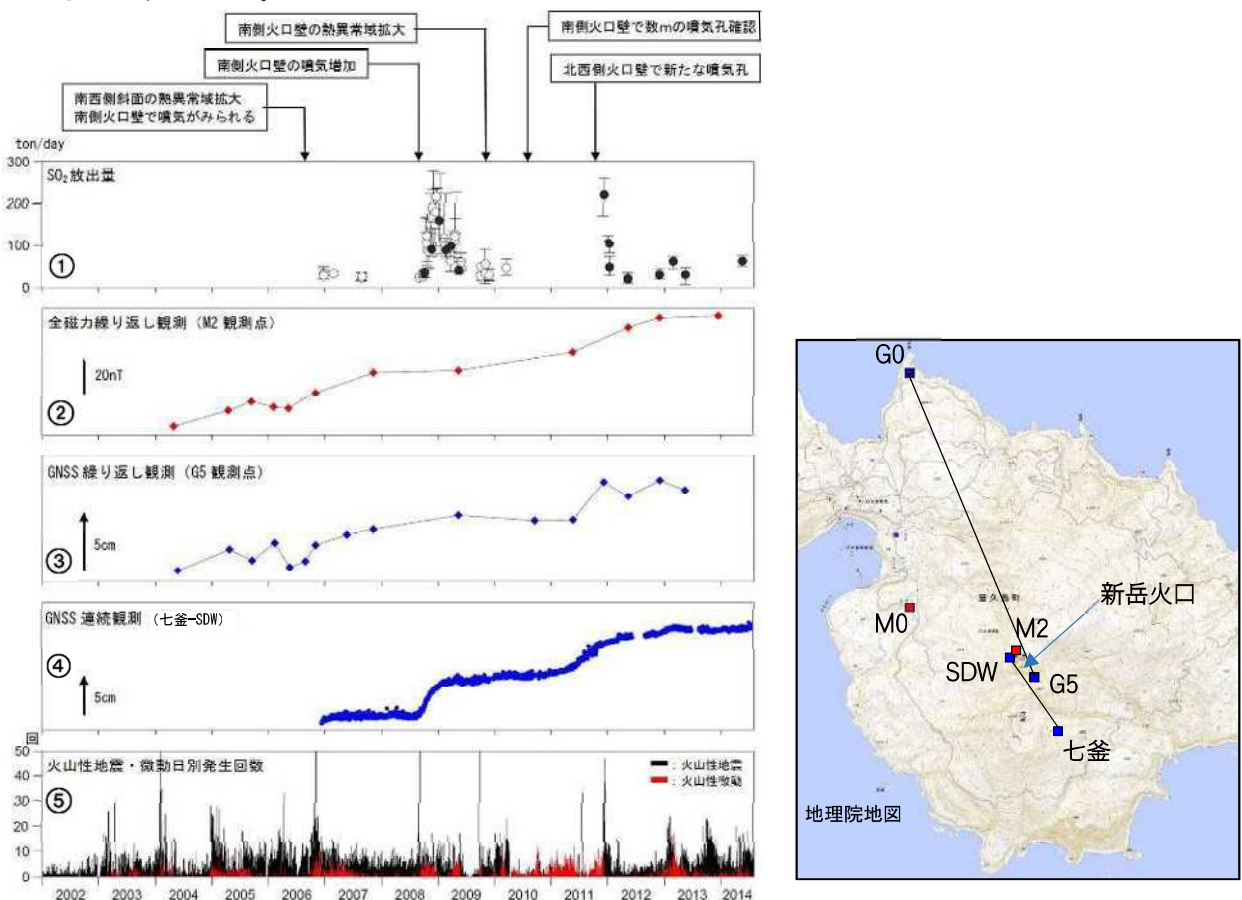


図13 (左) 火山活動経過図（福岡管区気象台・鹿児島地方気象台，2014）、(右) 観測点配置図

- ①：火山ガス（二酸化硫黄）放出量。観測は気象庁及び
国立研究開発法人産業技術総合研究所による（○：産総研、●：気象庁）
- ②：火山活動による変化を検出するために M0 と M2 の差分を見ている。
M2 の観測値増加は新岳火口直下の温度上昇を示唆している。
- ③：GNSS 繰り返し観測の結果。G0—G5 間の基線長変化。
- ④：GNSS 連続観測の結果。七釜—SDW 間の基線長変化。③、④とも基線が伸びており、
新岳付近の膨張を示している。
- ⑤：火山性地震及び火山性微動の日別発生回数

(ウ) 2014~2015年噴火

2014年8月3日、新岳で1980年9月28日の水蒸気噴火以来約34年ぶりに噴火が発生した。この噴火では灰色の噴煙が800m以上まで上がり北に流れるのを確認した(山体が雲に覆われていたため詳細は不明)ほか、火口周辺に火砕流が流下するのを確認した(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2014)

(図14)。後の上空からの観測では、火砕流は新岳火口から北西方向に約1.5km、南西方向に約2.2km程度まで流下したことが確認されたほか、新岳火口の東縁を縦断する南北の割れ目火口及び北縁から西側山腹上部に伸びる東西の割れ目火口が形成されていることも確認された(産業技術総合研究所, 2014, Geshi et al., 2016)(図15)。



図14 2014年8月3日の噴火に伴う火砕流
(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2014)

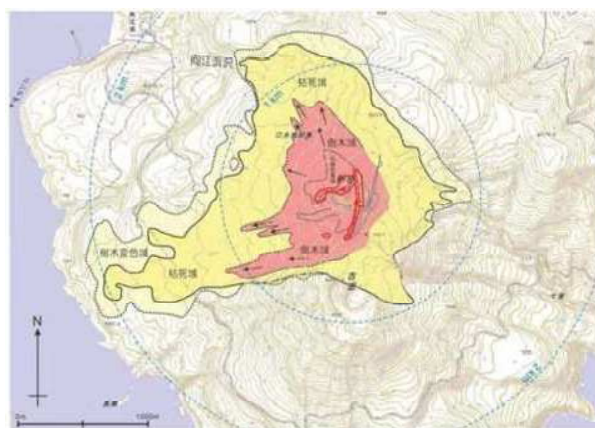


図15 2014年8月3日の噴火に伴う火砕流の分布
(京都大学防災研究所・産業技術総合研究所, 2014)
赤線は噴火で形成された割れ目火口、ピンク色領域は倒木域、黄色は枯死域及び樹木変色域を示す。

この噴火では、新岳火口中心の北側約200mに設置された傾斜計において、噴火直前に火口側隆起の急激な変化が観測された(Iguchi et al., 2017)以外に、顕著な前兆現象は認められなかった。前述したように、地震活動は長期的には活発な状態ではあったが、短期的な変化は認められなかった。地殻変動、熱活動、火山ガス(二酸化硫黄)放出量も同様であった。

2014年8月3日の噴火以降、地震活動や地殻変動、熱活動に特段の変化は認められなかった。しかしながら、火山ガス(二酸化硫黄)放出量は徐々に増加し、1日あたり200~600トン程度で推移していたが、2014年12月に1日あたり約3,000トンと急増した。その後も明らかに多い状態が継続し、1,000~3,000トン程度で推移した(Mori et al., 2017)(図16)。また、同時期からGNSS連続観測により、山体膨張を示すと考えられる地殻変動が認められるようになった(図16)。2015年1月頃からは火山性地震が増加し始め、火口直下浅部だけではなく、西側山麓でも地震が発生した(図16)。Yamamoto et al (2017)は、2014年8月と2015年3月に実施した水準測量で、山体膨張と考えられる上下変動を検出し、その圧力源は新岳直下の深さ7km、体積増加量を $2.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ と推定している。これは2014年8月噴火前に観測された山体浅部の体積増加量よりもはるかに大きな量である。2015年1月24日には西側山麓の深さ約5kmを震源とするやや大きな地震(M2.2)が発生し、島内で震度1を観測した。また、2015年3月24日以降、監視カメラで夜間に火映が認められるようになった(図16)ほか、新岳火口西側割れ目の地熱域の温度上昇が認められるようになった(図17)。山体膨張を示すGNSS基線長

変化は 2015 年 2 月頃には停滞に変わったが、膨張が維持された状態が継続し（図 16）、地震活動の活発化、地熱域の温度上昇など、火山活動は次第に活発化へと向かっていたと考えられる。そして、2015 年 5 月 23 日（噴火の 6 日前）には西側山麓の深さ約 1 km を震源とする地震（M2.3）が発生し、島内で震度 3 を観測した（図 22 参照）。

このように火山活動はさらなる活発化の傾向を示していたが、2015 年 5 月に入って火山ガス（二酸化硫黄）放出量が減少傾向となり、500 トン程度まで低下した（図 16）。また、5 月 29 日の噴火数日前からは監視カメラで噴煙量の減少が観測されたほか、現地に駐在していた気象庁機動観測班も数日前から明らかな噴煙量の減少を確認している（宇平・通山，2015）。さらに、新岳火口西側割れ目の地熱域の温度低下も認められた（図 17）。地震活動では、噴火数日前から調和型あるいは尾長地震がまとまって発生した（Iguchi et al., 2017、篠原・他，2022）。これらの観測結果は、噴火発生前に何らかの原因で火口の閉塞が起こったことを示していると推定され、噴火の前兆現象と考えることもできる。

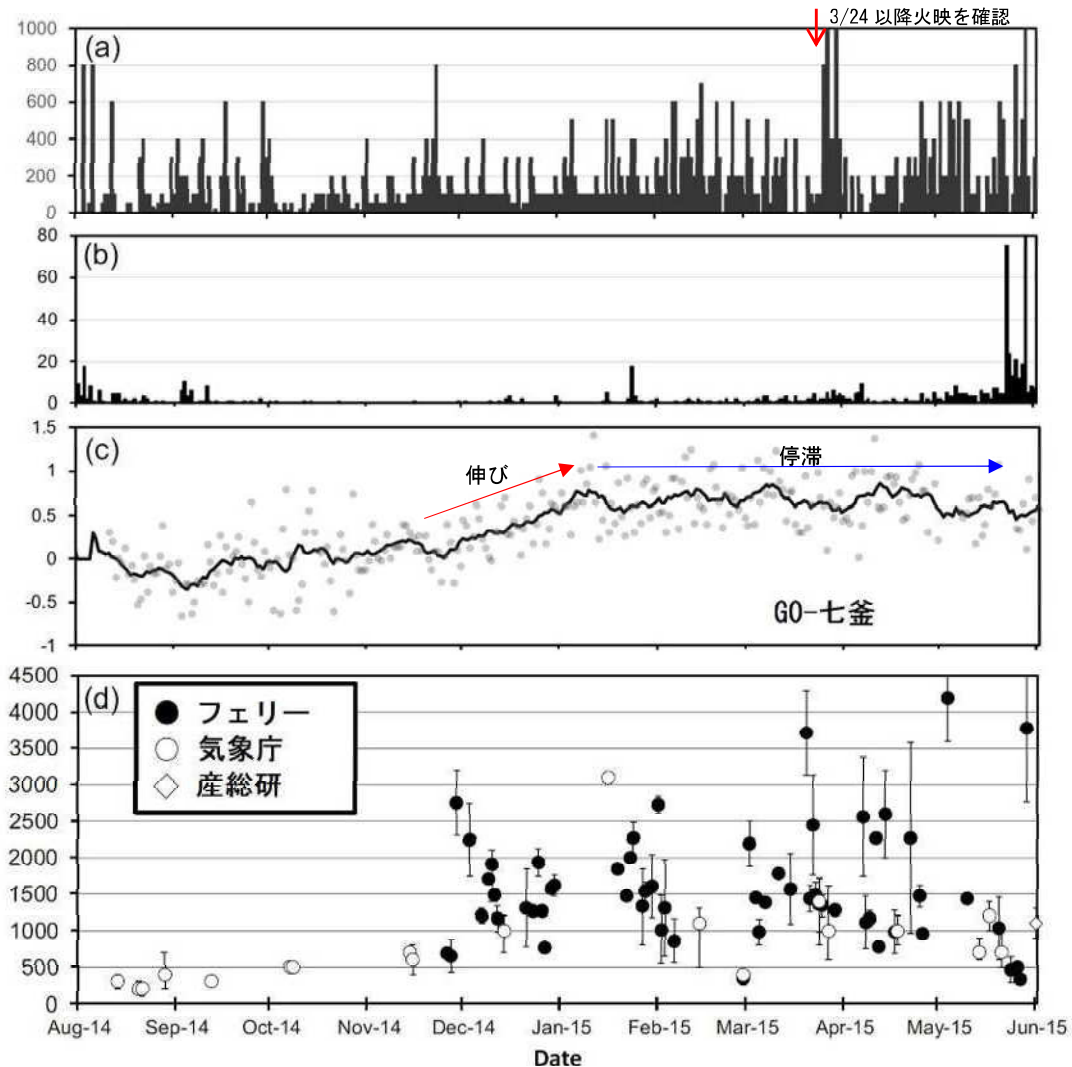


図 16 火山活動経過図 (Mori et al., 2017)

- (a) 日別噴煙高度
- (b) 火山性地震の日別回数
- (c) GNSS 連続観測による基線長変化 (GO-七釜, 図 14 参照)
- (d) 火山ガス (二酸化硫黄) 放出量

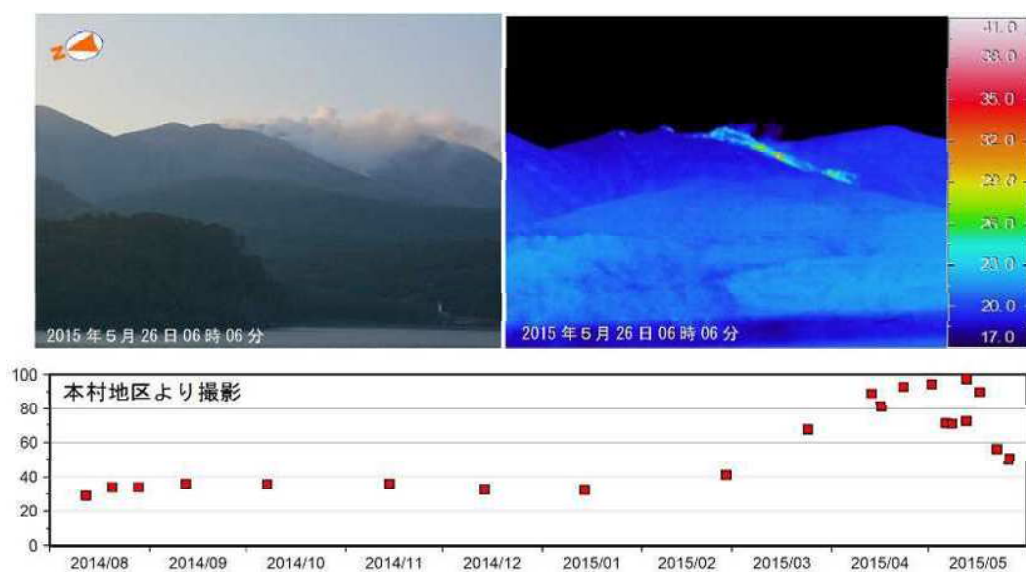


図 17 本村地区から撮影した可視・熱画像及び地熱域の最高温度
(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2015)

2015年5月29日に再び噴火が発生した。この噴火では、火口周辺に多数の大きな噴石が飛散したのを確認した。噴煙は9,000m以上まで上がり、火砕流がほぼ全方位に流下し、北西側では海岸まで達した(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2015)。新岳火口から北西側斜面では海岸付近まで倒木が見られ、広い範囲で噴出物による変色域を確認した(図18~20)。北西から西にかけて流下した火砕流は監視カメラの映像から平均で約150km/hの速度で下ったと考えられている(Geshi and Ito, 2018)。また、火砕流堆積物に覆われた領域では多くの樹木が枯死していること、一部溶融したプラスチックが見つかったこと、燃えた樹木がないこと等からこの火砕流の温度は100°Cから樹木の発火温度(240~270°C)の間程度であると推定されている(Geshi and Ito, 2018)。

この噴火による噴出物量は、見積もり誤差は大きいものの、数10万トン程度と推定されている(田島・他, 2015)。

この噴火後、6月18日にも噴火が発生した。天候不良のため噴煙等表面現象の確認はできなかったが、噴火に伴う火山性微動が30分程度継続したことから比較的規模は大きかったと思われる。また、第十管区海上保安本部によると、当日、口永良部島の東海上の巡視船で、この噴火に伴うと考えられる0.5~2.5cm程度の小さな噴石が数分間に渡り降り注いだことが報告されている。

なお、これらの噴火による噴出物からは本質物質(新鮮なマグマ物質)が少量含まれていることからマグマ水蒸気噴火であったと考えられている(Geshi et al., 2016)。しかしながら、2014年噴火、2015年噴火の本質物質は微量であり、また、発泡した火山ガラスは認められないことから、水蒸気噴火の範疇との考えもある(小林, 2017)。



図 18 2015 年 5 月 29 日の噴火の様子。(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2015)
噴煙は 9,000m 以上まで上がり、北西側に流下した火砕流は海岸まで達した。



図 19 2015 年 5 月 29 日噴火による火砕流の痕跡と倒木域
(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2015)
(左) 白破線内が新岳北西側の火砕流流下による変色域
(右) 新岳北西側の倒木域と変色域



図 20 2015 年 5 月 29 日噴火による火砕流の分布

(エ) 2018～2019年噴火

2015年6月19日に発生したごく小規模な噴火以降、噴火は発生せず、2016年以降、GNSS連続観測による基線長は山体収縮を示すなど、口永良部島の火山活動は低下傾向を示していた。ただし、火山ガス（二酸化硫黄）放出量は2014年8月噴火前の状態までは低下せず、1日あたり数百トン程度を維持していた（図21）。2017年11月頃から山体浅部を震源とする火山性地震が明らかに増加したほか、山体収縮を示す基線長変化も2018年4月頃からは停滞した。

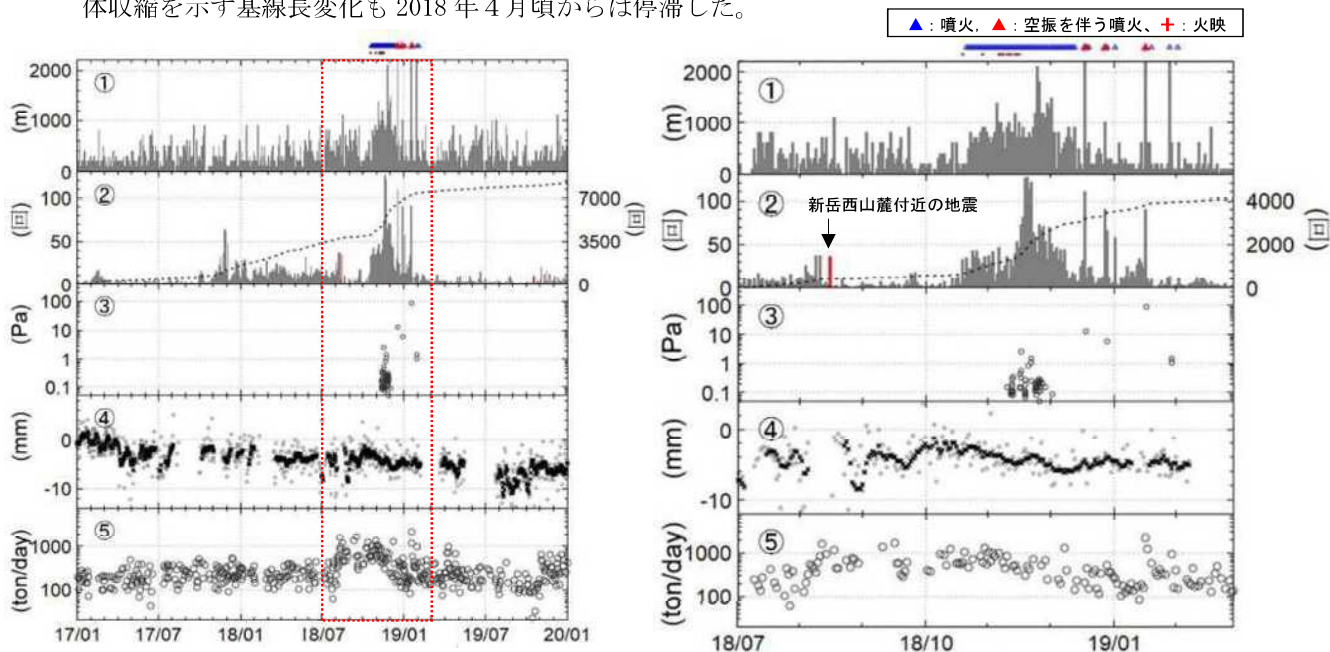


図21 火山活動経過図（篠原・他，2022）

左：2017年1月～2019年12月、右：2018年7月～2019年2月（左図赤枠の範囲）

- ①火口縁上の噴煙の高さ（日最高）
- ②火山性地震の日別回数（赤：新岳西山麓付近の地震）
- ③噴火に伴う空振の振幅
- ④GNSS連続観測による基線長変化（湯向-ヘリポート）
- ⑤火山ガス（二酸化硫黄）放出量

2018年8月に入って火山ガス（二酸化硫黄）放出量が増加し始め、1日あたり1,000トンを超えるようになった。

徐々に活動の活発化が進行する中で、8月14～15日にかけて、新岳西側山麓（新岳火口の西側約2kmの深さ約5km）でまとまった地震活動が発生した（図22）。この活動は2015年1月24日に発生した地震と同様の活動であると考えられる。また、8月に実施された水準測量では、2015年噴火前と同様の地盤の隆起が観測された（京都大学防災研究所・他，2018）。これらの観測事実は、口永良部島直下のやや深い所にマグマの供給があったことを示唆している。8月中旬以降、火山性地震は減少していたが、10月19日から再び活発化した。また、同日から新岳火口で、2015年5月28日以来となる火映が観測された。2015年の火映は新岳火口西側割れ目で見られていたが、2018年は新岳火口上で確認された。

10月21日18時31分に新岳火口から噴煙を火口縁上100m程度まで上げるごく小規模な噴火が発生した。この噴火開始以降、12月13日に噴火が停止するまで、数分から数時間間隔で間欠的に噴火が継

続した。

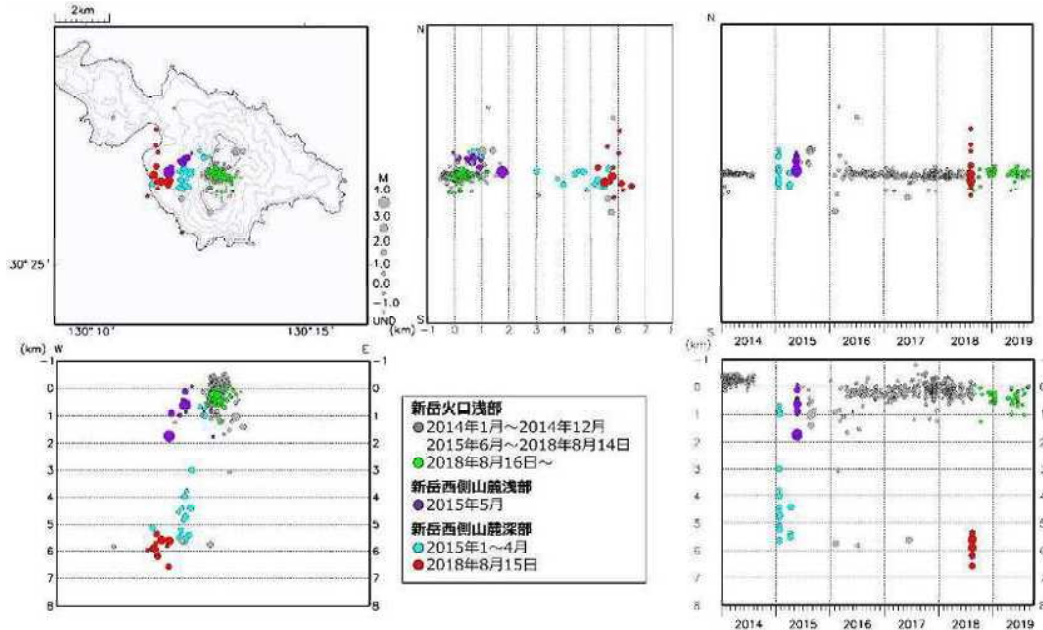


図 22 震源分布図 (2014~2019 年) (菅井・他, 2019)

これらの噴火は大きな噴石の飛散を伴わず、比較的穏やかに火山灰を噴出する噴火であった (以下、灰噴火と呼ぶ)。

この噴火活動中に採取された火山灰は、2014 年 8 月噴火や 2015 年 5 月噴火の火山灰よりも含まれる本質物質の割合が高く (産業技術総合研究所, 2018)、マグマが直接関与した可能性が高い。また、それら粒子の特徴から、山体浅部で結晶化の進んだマグマであったと考えられており (Minami et al., 2022)、やや深部へ供給されたマグマの一部が浅部まで上昇していた可能性が考えられる。

この噴火活動中、11 月中旬頃から火山活動に変化が認められるようになった。まず、10 月 19 日から断続的に観測されていた火映が認められなくなった。火山ガス (二酸化硫黄) 放出量に減少傾向が認められるようになり、火山性地震にも減少傾向が認められた。また、噴火時に微弱な空振が観測されるようになった。このような中で、灰噴火は 12 月 13 日に停止し、以降はより爆発力の強い噴火活動へと移行した。

12 月 18 日 16 時 37 分に空振を伴う噴火が発生し、大きな噴石が火口から約 700m まで飛散したほか、火砕流が約 1 km 流下した。この噴火は 2018~2019 年にかけての噴火活動で初めての爆発力の強い噴火であった。この噴火は 2 日程度継続した。その後、12 月 28 日にも空振を伴う噴火が発生したが、18 日より規模は小さな噴火であった。

2019 年 1 月 17 日 09 時 19 分に、この活動期間中最大の噴火が発生した (図 23)。噴煙の高さは雲のため正確には把握できなかったが、衛星画像から火口縁上約 6,000m まで上がっているのを確認した。大きな噴石が火口から最大で約 1.8km 飛散しているのを確認したほか、火砕流が北西側と南西側へ約 2.0km、東側へ約 1 km 流下した (Minami et al., 2022) (図 24)。この火砕流の流速は方向によって異なるが、最も早く流下した南西側での流速は、監視カメラ映像から約 140km/h と見積もられた (篠原・他, 2022)。火砕流発生直後から立木が燃える様子が複数個所で見られた。後日の調査で、

立木に焼け跡は見られたものの表面積全体に占める割合は少なく、焼け跡以外には変色は認められなかった。古岳付近の調査においても、立木表面の変色やごく薄い炭化層は認められたが、燃焼したものは認められていない。これらのことから、火砕流の温度は樹木の発火温度には達していなかったと推定されている（篠原・他，2022）。2015年5月29日噴火による火砕流でも同様のことが推定されている（Geshi and Ito, 2018）。

この噴火後、火山性地震は少ない状態が続いたものの、火山ガス（二酸化硫黄）放出量は1日あたり300～400トン程度とやや多い状態であった。そのような中で、1月29日17時11分に空振を伴わない噴火が発生した。しかし、噴煙高度は火口縁上4,000mまで達し、噴出量は2018年12月18日と同オーダーと推定された（防災科学技術研究所，2019）。この後は、2月2日にごく小規模な噴火が発生したのを最後に噴火活動は終息した。

一連の噴火活動中、比較的規模の大きな噴火の発生前にいくつか特徴的な観測データが得られた。噴火前から明らかに噴煙が減少し、火山ガス（二酸化硫黄）放出量も減少する、また、火口浅部を震源とする高周波地震の増加、調和型あるいは尾長型とよばれる特徴的な火山性地震の発生などである。噴火前の火道閉塞により噴煙量が減少し、また、閉塞による地下の増圧により周辺岩体で破壊が起こり、高周波地震が発生したと考えられる（篠原・他，2022）。調和型・尾長型地震は流体が関与した地震であると考えられており、地下の増圧により、火道周辺で高温流体に満たされたクラックが発達した可能性などが考えられる。

なお、2018年12月18日以降の噴火による火山灰には本質物質はそれ以前と比較してわずかしこ認められず、ほとんどが火道や火口底などを構成する変質岩片であったことから、灰噴火時よりもマグマの関与は少なかったと考えられる（防災科学技術研究所，2019）。

灰噴火開始時は火映が観測されるなど火口底は比較的高温な状態であったと推定され、火山灰の分析結果からも比較的高い割合で本質物質が含まれていることが分かっている。この時期には固結しつつあるマグマの連続的な破碎と排出が続いていたものと考えられる。また、構成鉱物の分析からは、噴火には次第に熱水の関与が増加したと推定されており、地下水の混入により熱水系の発達が進行していたと推定されている（Minami et al., 2022）。灰噴火中に火映が見られなくなったことも調和的である。熱水とマグマの接触が可能となったことから、より爆発的な噴火へと噴火様式が変わった可能性も考えられる。

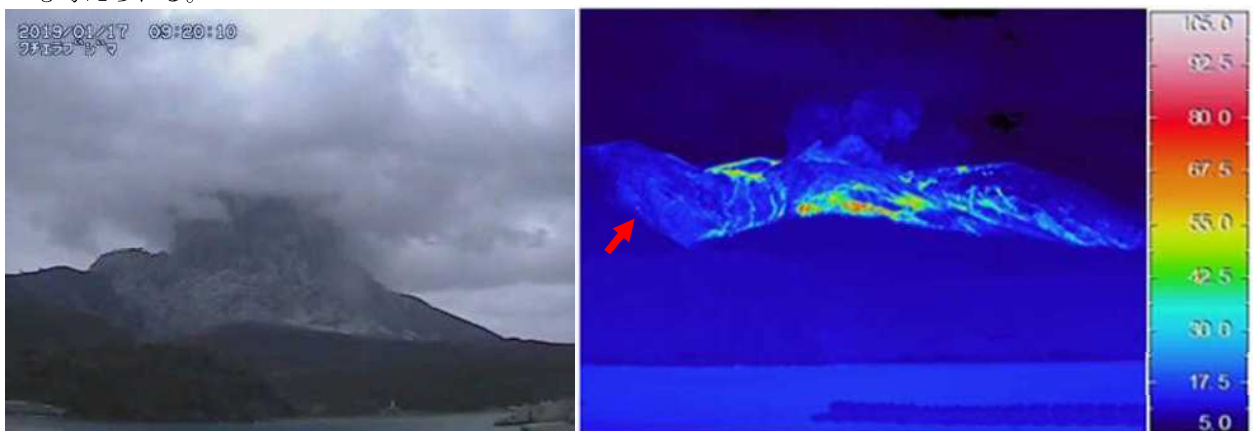


図 23 2017年1月17日の噴火の様子と噴火後に撮影した熱画像
 ・噴煙は火口縁上500mで雲に入り、火砕流が流下した。
 ・火砕流の流下跡に高温域が認められる。
 ・赤矢印は火口から飛散した大きな噴石による高温域。