

2022年トンガ・フンガ火山噴火による 降灰の影響に関する事例紹介

令和5年11月14日

日本火山学会火山防災委員会

(富士山科学研究所富士山火山防災研究センター)

石峯康浩

謝辞：本発表は文部科学省科研費（特別研究促進費）突発災害調査研究「トンガ海底火山噴火とそれに伴う津波の予測と災害に関する総合調査」テーマ4「社会的影響・社会的側面の調査」（分担者：関谷直也・地引泰人・佐藤翔輔・秦康範・吉本充宏・石峯康浩）の一部として実施された現地調査に基づくものです。

発表の内容

- ① 日本火山学会火山防災委員会の紹介
- ② トンガ・フンガ火山2022年1月噴火の概要
- ③ トンガにおける現地調査の概要
- ④ 聞き取り調査で得られた火山灰影響の概要
- ⑤ まとめ

火山防災委員会の概要

火山学会としての火山防災への取り組みを強化するため、臨時委員会として2004年から活動。2013年に常設化。

設置目的：

- ①火山災害の予防・軽減に関わる基本的な問題点を評価し、その解決に適切な背策・方法について検討した上で、その推進を社会に向けて提言する。
- ②官民を問わず火山防災に関する助言、啓発活動のための情報発信を進める。

主な活動：

- ① シンポジウムの開催
- ② 啓発用資料の作成
- ③ 地域安全学会との連携によるオンライン勉強会
- ④ 内閣府「火山防災協議会等連絡・連携会議」への参加
- ⑤ その他

火山防災委員会メンバー

現在、下のメンバーで活動しています。

委員会担当理事兼委員長 石峯康浩（富士山科学研究所）

委員

上澤真平（電力中央研究所）
江川香（アジア航測）
及川輝樹（産業技術総合研究所）
熊谷英憲（学習院女子大学）
久利美和（気象庁）
佐藤公（磐梯山噴火記念館）
宝田晋治（産業技術総合研究所）
千葉達朗（アジア航測）
新堀賢志（火山防災推進機構）
三輪学央（防災科学技術研究所）

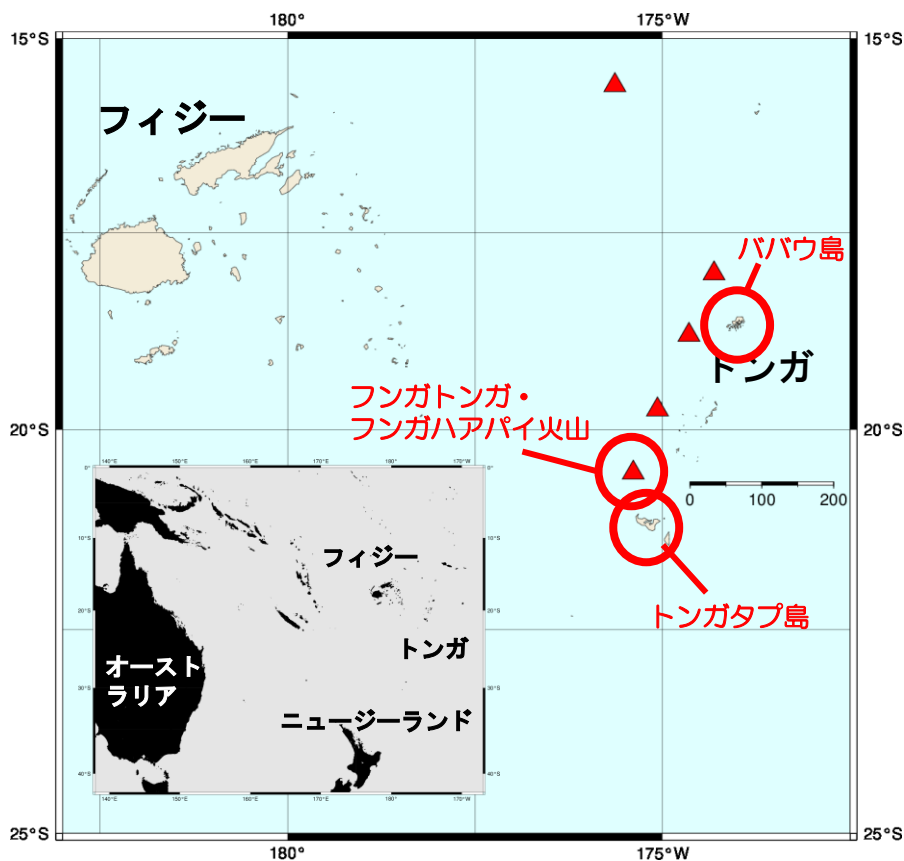
（五十音順）

火山防災委員会からのお願い

- ◆ 火山学会火山防災委員会で取り組むべき活動等についてご助言、意見等がございましたら、ぜひ、お声かけください。口頭でもメールでも、構いません。
- ◆ 特に、シンポジウムや勉強会で取り上げてほしいテーマがあれば、ぜひお知らせください。
- ◆ 協議会での取り組みについても、ご質問等ございましたら、ぜひ、ご相談ください。可能な限り、対応させていただきます。

フンガトンガ・フンガハアパイ火山の噴火

トンガ王国はオーストラリア東岸沖約3000km、フィジーとニュージーランドの間に点在する約170の島々からなる王国。人口は約10万人。



- フンガトンガ・フンガハアパイ火山はトンガ王国の首都ヌクアロファがあるトンガタブ島北方約65kmにある火山。
- 2022年1月15日に大規模噴火が発生。
- 噴煙は観測史上最高の約57 kmに到達。
- 太平洋全域で潮位変動が観測されて、日本でも広域で津波警報・注意報発令。



トンガ首都から見た1月15日の噴煙
(写真提供：トンガ在住・中曽根円香さん)

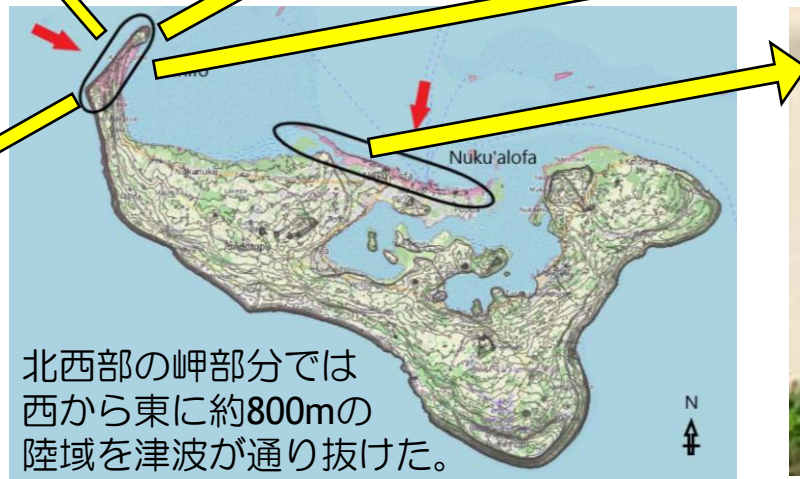
現地調査の概要

- ◆ 目的：トンガにおける噴火被害の状況に関する情報収集
- ◆ 課題名：「トンガ海底火山噴火とそれに伴う津波の予測と災害に関する総合調査」に関する突発災害調査研究
(文部科学省科学研究費特別研究促進費)
- ◆ 訪問者：石峯康浩（山梨県富士山科学研究所）
- ◆ 期間：2023年1月6日-1月20日（機内泊含む14泊15日）
- ◆ 訪問地：トンガ王国トンガタプ島ヌクアロファ市（首都）
ババウ島ネイアフ市（ババウ州都）
- ◆ 訪問先：トンガ地質局（TGS：トンガ王国の公的機関）
世界保健機関（WHO）トンガリエゾンオフィス
国際協力機構（JICA）トンガ支局
滞在ホテル周辺（トンガ在住日本人からの聞き取り）

訪問時の現地の状況 (トンガ首都における津波による被害の痕跡)

トンガ首都があるトンガタプ島では、島の北西部を中心に多くの家が津波にのまれた。特にビーチ沿いにあるリゾートホテルが壊滅的な被害を受けた。

全写真、発表者撮影



北西部の岬部分では
西から東に約800mの
陸域を津波が通り抜けた。



噴火直後の現地での対応 (噴火による降灰への対応)

首都ヌクアロファ市があるトンガタブ島をはじめ周辺の島々で大量の降灰を観測。現地では屋根から集めた雨水を飲み水に利用しており、火山灰への影響が懸念された。



2022年1月16日のトンガ首都の家屋の状況
(写真提供：トンガ在住・中曽根円香さん)



2022年1月16日のトンガ首都の車の状況
(写真提供：トンガ在住・中曽根円香さん)



トンガ王国ババウ島の民家と雨水タンク
(写真：2023年1月11日、発表者撮影)




2022年1月27日のババウ島での屋根の清掃状況
(写真提供：トンガ在住・ルイ敬子さん)

(参考)水支援担当者向け資料の作成・配布

IVHHN（火山噴火による健康影響に関する研究者らが情報共有をするための国際火山学地球内部化学協会の専門委員会の一つ）はSPC（太平洋共同体）、WHO、UNESCOと共同で1月21日付で水衛生支援者向けの“**Draft for early circulation to WASH* partners**”という資料を作成。ネットで公表

Draft for early circulation to WASH partners



This question-and-answer brief was prepared on 21 January 2022 by the Pacific Community (SPC), UNICEF, WHO, ESR NZ and the International Volcanic Health Hazard Network (IVHHN) for the information of Pacific WASH Cluster partners in order to provide further context on water resources in the Kingdom of Tonga and the likely water security risks posed by the 15 January 2022 Hunga volcanic eruption. This material is general in nature and should at no point displace the need for up-to-date, locally-sourced information this becomes available, and Government advice and direction, which should take primacy at all times.

1.The Hunga Tonga - Hunga Ha'apai eruption event

What is the Hunga Tonga - Hunga Ha'apai Volcano?

The Hunga Tonga and Hunga Ha'apai Islands were the tip of a much larger underwater volcano called the Hunga volcano, around 1,800 metres high and 20 kilometres wide. The Hunga volcano is part of a chain of volcanoes stretching from New Zealand to Samoa and is located approximately 65 km north of Tonga's capital, Nukunono.

What was the nature of the eruption event?

In the four weeks from 20 December 2021, the Hunga Volcano erupted three times. The first two eruptions, on 20 December 2021 and 13 January 2022, were moderate in size. The third eruption on 15 January 2022 was one of the largest eruptions seen in the region in modern history and equivalent to a 1' in 100-year event. This extraordinary eruption generated a 30 km high plume of ash and gas, triggered a tsunami which travelled across the Pacific Ocean and radically changed the top of the volcano.

What are the substances of concern in a volcanic plume?

The volcanic plume generated in an eruption event consists of ash and gases. Ash (or tephra) is broken up pieces of sharp, gritty rock, which are generally coarser close to the volcano, and further away can be fine grained and dusty. Ash can stay in the atmosphere for several days and gradually settles to the ground as ashfall deposits. Gases, including sulfur dioxide, carbon dioxide, water vapour, hydrogen chloride and hydrogen fluoride, float with the ash particles. These gases can impact people and their environments. Acid rain (rainfall acidified by falling through a gas plume) can also affect crops, buildings, infrastructure and fish in freshwater ponds. The plume from the 15 January eruption has largely dissipated from Tonga and Fiji and most of the ash has already fallen out, whereas the gas is now high in the atmosphere and has blown towards Northern Australia and Indonesia.



According to the 2016 census...

80%

of all households access tank (rain) water

89%

of all households access groundwater

10%

of all households use bottled water or other sources

What are the potential impacts of volcanic ash on the quality of harvested rainwater?

The main impact on harvested rainwater associated with ash is the fine particles, which should be allowed to settle and where feasible removed by simple filtration techniques. Some people may report unusual metallic tastes in drinking water following ashfall. This is almost always due to elevated concentrations of copper, iron, manganese, and/or zinc, for which taste threshold values in drinking water are generally lower than any health-based guideline values. In general, water affected by volcanic ash will become unpalatable before it presents a significant risk to health.

As drinking water guidelines for most potentially toxic elements are based on a lifetime's exposure to those concentrations, short-term increases may not necessarily present a public health concern. As such, collected rainwater should be safe to drink over the short term and shouldn't be wasted unless there is an abundance of alternative supplies. As always, safe practices such as boiling should be encouraged to protect from pathogens, particularly during times of disaster.

Can volcanic ash impact rainwater harvesting infrastructure?

Most definitely. While prolonged exposure to low pH water can cause corrosion of pipes and fittings, the most common impact of ash on rainwater harvesting systems is physical. Even ash deposits of a few centimetres can accumulate in gutters and cause them to collapse due to the weight, particularly if they are old or poorly affixed. Accumulation of ash sediment in rainwater tanks can prove difficult to remove, particularly where the tank is not readily or safely accessible for cleaning.

Can fluoride pose a serious risk to rainwater harvesting systems?

In some cases, yes. Fluorine is often associated with volcanic eruptions. It is an element that is all around us and essential to life but can have health impacts if exposure is high over a prolonged period. Fluorine rich aerosols that become attached to fine ash particles in volcanic plumes have in some cases impacted the safety of harvested rainwater, however this is a more significant issue for eruptions that occur over months or years and for volcanoes with magma rich in fluorine. Mitigating factors in the Tonga event include the relatively low levels of fluorine estimated in the volcano's magma, and the fact that only one significant ash exposure event has occurred to date [5]. The analysis of ash samples will strengthen our understanding of this issue.

Should harvested rainwater be tested for contaminants?

If there is a specific health concern or public apprehension about volcanic ash contamination of drinking water, rapid analyses of drinking water may be useful, provided monitoring and analysis facilities are available, the rationale for the monitoring is clear, and results are rapidly interpreted and effectively reported to the public and decision makers. Suggested parameters to monitor in water supplies after ashfall can be found in material published by WHO and by the International Volcanic Health Hazard Network (IVHHN) (https://www.ivhnn.org/uploads/IVHHN_briefing_note_water_quality.pdf)



[5] Advice of Professor Sherrill Cozart, University of Auckland

https://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/GSD/Public_Reports/General/Joint_QA_brief_on_water_security_and_the_Hunga_volcano__Draft_for_early_circulation.pdf

WASHはWater Sanitation & Hygieneの略称。災害時等に人道支援を実施する際のグループとして位置付けるために利用されることが多い用語である。

(参考)水支援担当者向け資料の作成・配布

英語版資料を1月27日にMassay大学 Stewart 博士からのメール経由で入手し、翻訳。関係機関（国立保健医療科学院、社団法人エピナースメンバー）と相談の上、JICA、JDRメンバー、DMAT事務局、民間ボランティア団体等に提供。

(暫定版) 水の安全・衛生対策関係者向け資料

トンガの噴火災害 における 水の安全対策



このQ&A集は、2022年1月15日に発生したフンガ火山の噴火で引き起こされている水に関連する課題や、トンガ王国における水資源の基礎情報について、まとめたものです。支援に当たる太平洋地域の水の安全・衛生対策従事者のために太平洋共同体 (SPC)、UNICEF、WHO、LSR などらびに国際火山災害健康リスク評価ネットワーク (IVHHN) が、2022年1月21日時点で作成しました。本資料はあくまで一般論を示したものです。本資料を過信せず、現地の状況に即した最新情報ならびに政府からの指導・指示を随時、入手し、それに基づいて行動してください。

1.フンガトンガ・フンガハアパイ火山噴火の概要

フンガトンガ・フンガハアパイ火山とは？

フンガトンガ島ならびにフンガハアパイ島は、フンガ火山と呼ばれる、より大きな火山の先端部分です。フンガ火山は底面の直径が約20kmあり、深さ約1,800 mの海洋底から海面付近に達する円錐形の火山です。ニューージーランドからサモアに達する火山列の一部で、トンガの首都ヌクアロハの北約65kmにあります。

噴火の状況は？

フンガ火山は2021年12月20日以降の4週間に3度、噴火しました。最初の噴火は2021年12月20日で、その次が2022年1月13日でしたが、これらは、それほど大規模ではありませんでした。2022年1月15日の3回目は、1000年に1度程度の頻度でしか起きない、この地域で発生した歴史上、最大規模の噴火でした。このケタ外れの噴火で噴煙は上空30kmに達し、太平洋全体で津波を引き起こしました。この噴火の結果、山頂部分の島の地形も大きく変化しました。

噴煙に含まれる危険な成分は？

噴火で発生した噴煙には、火山灰と火山ガスが含まれています。火山灰は噴火の勢いで粉々に砕かれ、角張った表面を持つ石の粒です。火山の近くでは大きなサイズものが混ざっていますが、遠くではほとんどがホコリのように細かいものになります。火山灰は数日間、空中を浮遊した後、次第に地面に降り積もります。火山ガスには二酸化硫黄、二酸化炭素、水蒸気、塩化水素、フッ化水素が含まれていて、火山灰と一緒に空中を浮遊します。これらの火山ガスは、人や環境に影響を与えます。火山ガスを含む噴煙に接した雨粒が、酸性雨となって降り注ぎ、農作物や建物、インフラ、淡水の湖沼等にすむ生物に影響を与えます。1月15日に発生した噴煙はトンガやフィジー等の広範囲に広がりました。火山灰のほとんどは、すでに地上に落下していますが、火山ガスは上空を漂い続けていて、オーストラリア北部やインドネシアに達しています。



2016年国際調査
によると...

80%

雨水タンクの未使用
している世帯の割合

89%

地下水を利用している
世帯の割合

10%

飲み水にろ過入り飲料水
を利用している世帯の割合

火山灰が雨水に与える影響は？

火山灰の雨水への主な影響は、細かい粒子が混ざることです。細かい粒子は沈殿させるか、簡単なろ過手法によって除去できます。飲み水に通常とは異なる金属のような味を感じるという報告がされる場合もあります。この原因の多くは、火山灰によって銅、鉄、マンガンもしくは亜鉛のイオン濃度が上昇するのですが、これらの味を感じる下限値は、健康に影響が出る値よりも低いことが一般的です。通常、火山灰の混ざった水は、健康に影響が出るよりもはるかに低濃度で、その味に受け入れがたい変化をもたらします。

健康に影響のある成分に関する水質基準のほとんどは、一生飲み続けた場合の量に基づいて設定されており、一時的に濃度が上昇しても、ただちに健康に影響が出るということではありません。すなわち、雨水を集めた水も短期間であれば飲むでも問題がないので、他に十分な水を確保できないのであれば、これらの水を有効に活用すべきです。よく言われるように、煮沸消毒をするという安全対策は、特に災害時には推奨されます。

火山灰が雨水の集水装置へ与える影響は？

雨水の集水装置は火山灰の影響を強く受けます。火山灰の影響で水の酸性度が高い状態が続くと、パイプや金属が腐食しますが、典型的な影響は火山灰の重みによる破損です。火山灰は数cm積もっただけで両辺には大量に溜まり、古くなっていたり、しっかりと取り付けられていなかったりすると重みで壊れます。貯留タンクの火山灰を取り除くのも、特にタンクが洗浄することを想定した構造になっていない場合は困難です。

フッ化物が雨水の集水装置へ与える影響は深刻か？

深刻になる場合があります。フッ素は多くの火山噴火で噴出します。日常生活で利用され、身の周りにありふれた元素ですが、長期間、高濃度の状態が続くと健康に影響が出ることがあります。フッ素を含むエアロゾルが噴煙中の火山灰に付着していると、雨水に影響を及ぼす可能性があります。この影響が深刻な問題になるのは、噴火が数カ月から数年にわたって続く場合や、フッ素を大量に含むマグマが噴出した場合です。フンガ火山は比較的、フッ素の含有量が低いため、現状では大規模噴火は一度だけなので、あまり心配ありません[5]。火山灰の今後の分析によって、この問題に関する理解が深まると期待されています。

雨水の汚染物質を検査すべきか？

火山灰の混ざった飲料水について特定の健康上の懸念や不安がある場合は、迅速に調査することが有効です。この際、観測や分析を実施した施設を明示し、観測の根拠も明確にした上で、速やかに解釈された結果の情報が、一般市民や行政に効果的に提供されることが重要です。降灰後の水質監視のための指標は、WHOならびに国際火山災害健康リスク評価ネットワーク (IVHHN) が公開している資料に掲載されています。
(https://www.ivhhn.org/uploads/IVHHN_briefing_note_water_quality.pdf)



ハアパイ地域リフカにある家庭用の集水装置 (SPC)

[5] Advice of Professor Shane Crum, University of Auckland

訪問時の現地の状況 (首都圏街地の火山灰の堆積状況)

首都圏クアロファ市では、市街地の舗装道路（主に路肩）に相当量の火山灰が残っている（噴火から約1年後の2023年1月時点）。



(写真：2023年1月13日発表者撮影)

訪問時の現地の状況 (首都での火山灰清掃作業)

側溝にも大量の火山灰が流れ込んだようで、市中で作業員が清掃活動をしていた。
(噴火から約1年後の2023年1月時点)。



(写真：2023年1月17日発表者撮影)

まとめ

- ◆ トンガ王国で発生した火山噴火では同時発生した津波で家屋が流されるなどの深刻な被害を一部地域にもたらすとともに、広域で降灰の影響が発生した。すなわち、自然災害だけでも複合災害的な特徴があった。
- ◆ CoVID19に伴うロックダウンによる物流・支援の停止ならびに海底ケーブルの破断による情報途絶が災害対応の大きな障害となった。すなわち、社会状況や情報技術の冗長性の欠如が被害を増幅した重層的な複合災害であった。
- ◆ 火山灰が降ったのは半日程度だったが、飲用水の確保が困難になったほか、側溝に灰が詰まって降雨時に車両の通行が困難になる状況が長期間、続くなどの影響が発生していた。
- ◆ 今回の噴火災害は、災害の備えとして、十分な量の備蓄、ならびに複数の情報伝達手段の確保が重要であることを示唆している。