

降灰観測の気象依存性が火山砂防対策に与える影響

株式会社 建設技術研究所 ○小尾 亮, 鴨志田毅, 片嶋啓介, 家田泰弘,
内柴良和, 河野 元, 伊藤 巧, 矢作和樹, 山里 平

1. はじめに

火山噴火を受け砂防が行う土砂災害対策のうち、応急的な対策は“緊急減災対策砂防計画”として全国 49 火山で計画が整備された。これらの計画は、国内における過去の噴火災害 (H12 有珠山, H12 三宅島, H23 霧島山, H26 御嶽山等) の対応経験を活かしながら、より実効性のある内容となるよう更新が続けられている。

しかし、国内陸域で 100 年以上に渡り大規模噴火が発生していない (萬年, 2020) 現状において、火山災害に対する砂防の対応実績の蓄積は十分とはいえず、次期噴火対応時に想定外の事象・現象に直面し、計画上の不備が明らかになる可能性も想定しておく必要がある。

特にこの種の災害対応計画では、アナログ的な現場感覚が見逃されがちであることが指摘されている (Matharage *et al.*, 2025)。砂防調査においては、例えば植生繁茂による視認不良、熊・ヒル等の生物による活動阻害、天候不良による計画延期といった状況は、現場では高頻度で発生するにもかかわらず、事前計画で考慮の対象となっていないことも多い。

本研究では、この中でも特に不確実性が高く対応が難しい【気象条件】をテーマに、火山砂防対策 (主に降灰後土石流対策) における障害事例とその影響について考察した。

2. 噴火時の気象条件

2.1. 天候

噴火時に降雨がある場合、噴火の検知やその後の調査・観測は、晴天時に比べて不利となる。例えば、噴火初動期の調査で活用が期待される UAV は、原則として雨天時の飛行が推奨されていない (国土交通省, 2025a)。また、防水仕様の UAV であっても、カメラへの水滴付着による視認性低下や、雨滴等の誤検知により自動制御が困難となる可能性が指摘されている (金ら, 2023)。

以下 (表-1) では、過去の国内噴火時における降雨状況について整理を行った。

表-1 近年の噴火における初降雨までの猶予

火山	噴火日	時刻	雨量計	1mm/h以上の雨	10mm/h以上の雨
浅間山	H21/2/2	1:51	軽井沢	9日後	118日後
新燃岳	H23/1/26	7:31	えびの	13日後	33日後
御嶽山	H26/9/27	11:52	御嶽山	5日後	8日後
阿蘇山	H26/11/25	10:11	阿蘇山	23時間後	51日後
箱根山	H27/6/29	7:32以降	箱根	38時間後	52時間後
阿蘇山	H28/10/8	1:40	高森	14時間後	20時間後
新燃岳	H29/10/11	5:34	えびの	3日後	11日後
草津白根山	H30/1/23	10:02	草津	24時間後	148日後
新燃岳	H30/3/1	11:00頃	えびの	48時間後	4日後
えびの高原	H30/4/19	15:39	えびの	5日後	5日後
浅間山	R1/8/7	22:08	軽井沢	19時間後	19時間後
浅間山	R1/8/25	19:28	軽井沢	48時間後	14日後
阿蘇山	R3/10/20	11:43	高森	5日後	157日後
新燃岳	R7/6/22	15:25	霧島(国交省)	12時間後	3日後
雌阿寒岳	R7/9/12~	不明	阿寒湖畔	1日後?	1日後?

統計的に、国内 20 年内の主な噴火で噴火開始時点で雨が降っていた例はなく、直後の降雨までの猶予は最短 12 時間、最長 13 日であった。R1 浅間山で噴火 19 時間後に 18mm/h の雨が降った例があるほか、R7 新燃岳は 5 時間前に 20 mm/h の雨が降った後の噴火であった。

因みに、噴火と雨の関係については、噴火に伴う上昇気流により降雨が生じやすくなるとする説 (鎌田, 2021) がある一方で、これを否定し別要因を指摘する研究も報告されている (Meunier *et al.*, 2025)。ただし、この関係は火山の地理的条件や場の状況に大きく依存すると考えられ、不明確な点が多い。

2.2. 雲の有無

多くの火山はピークを持った山型を成しているため、一般に平地に比べて雲がかかりやすい。地上が晴天であっても山体に雲がかかるケースも多く、早朝に見えていた山が午後にはいつも雲がかかるという例はよく確認される。



図-1 新燃岳噴火中の鹿児島県監視カメラ画像に加筆

山体が雲に覆われると、目視観測が困難となるほか、監視カメラによる確認や、ヘリコプター・UAV による空撮調査も制約を受ける。

統計によると、日本を代表する火山である富士山では、日中の約 46% の時間で雲等により山体が全く視認できず、R7 年中には年間の約 21% (77 日) もの“1 日全く見えない日”が存在した (富士市, 2025)。上記統計は一方向からの観測結果であるうえ、火山毎に地理条件が異なるために一概には言えないものの、国内の多くの火山でも、年間の一定割合は山体が視認できないという同様の傾向があると予想される。

2.3. 噴火時刻 (日照)

単純に考えれば、噴火時に日中である確率は 50% であり、残りの半分は、夜間に発生すると仮定しなければならない (表-2, 図-2)。

近年は超高感度カメラの普及により、夜間でも比較

表-2 近年の噴火で夜間に噴火した例

火山	噴火日	噴火時刻
浅間山	H21/2/2	1:51
	R1/8/7	22:08
	R1/8/25	19:28
阿蘇山	H28/10/8	1:40



図-2 浅間山監視カメラ画像（2019 気象庁資料より）

実際に著者らが行った野外試験では、夕暮れ時の UAV 空撮において、ISO 感度上昇に伴うノイズにより視認性の低下が確認されている（別稿：伊藤ら，2026）。

3. 降灰調査等が実施可能な確率

噴火は 365 日・昼夜を問わず、どの時期・時間帯にも同じ確率で起こりうる。

そういった中、調査・観測には①雨が降っておらず、②山体に雲がかからず、③日中、という良好な調査条件が必要であり、その条件にあたる統計的な確率は、50%（日中：一日の半分）×54%（雨がなく、日中に山が見える時間の割合；富士山の例）=27%程度である。

上記条件は噴火直後の一時点を捉えたものであり、天候は時間とともに変化するため、悪条件が長時間継続するとは限らない。ただしこれは、良好な条件についても長時間維持される保証がないということでもある。この点は、変わりやすい山の天気を相手にする砂防業界では自明の現場感覚であるが、計画立案時には見落とされやすく、盲点となりがちである。

4. 火山砂防対策への影響の考察

火山防災における砂防の主たる役割は噴火の有無や降灰厚の把握そのものではなく、その先の土石流発生の急迫性を評価することにある。特に降灰後土石流は、降灰後に降雨があって初めて発生する現象のため、噴火直後に調査が実施できない場合でも、直ちに計画が停滞する状況にはないと考えられる。

ただし、R7 新燃岳噴火では、噴火翌日から数日にわたり山体を雲が覆い、噴煙を確認できない状況が長く続いた（気象庁，2025）。このような状況が続くと、ヘリ調査など、現在想定されている初動対応が数日間機能しない可能性もある。降灰後土石流に関しては、麓の

鮮明な映像の取得が可能となっている。また、噴火は高温で発光を伴うこともあるため、噴火の発生自体は夜間でも確認できる場合がある。一方で、火山灰が堆積した地表状況や色調変化を夜間に詳細に把握することは依然として難しく、仮に夜間に噴火した場合、夜明けを待ってからの本格調査とならざるを得ない。

降灰厚が数mmであっても、源頭部の降灰に起因するとみられる土砂流出が発生した事例（国土交通省，2025b）もあり、有用な情報を得るために火口近傍の調査が必要となる場合も想定されることから、安全の確保ができない地上踏査以外の遠隔観測が求められる。

以上を考慮すると、現状では、降灰後土石流対策は特に緊急性が高い場合（例：噴火後に山が雲に覆われた状況で、翌日に大雨予報が控えているようなケース）は対応が困難であることを前提とした割り切りが必要であり、それに基づく計画立案が求められる。

また、（主に融雪型）火山泥流対策に関しても、前兆現象を含めた噴火初期の現象の検知が必須条件であり、対応における課題はさらに増える予想される。

いずれにしろ、噴火時に「想定外に天気が悪かったので砂防は何もできなかった」という状況に陥ることが、最も避けるべき事態であると考ええる。業界として知恵を絞り、悪条件下でも人命・財産・生活を守る体制を確立していくことが望まれる。

5. 今後取り組むべき課題

以上の考察を踏まえ、今後の火山砂防対策（緊急減災対策砂防計画）に必要な検討項目を以下と考える。

- 現計画において、噴火時に悪天候下でも実施可能/不可能な調査・観測及び対策項目の整理
 - 悪天候の影響で実施困難となる現計画項目に対する代替実施メニューの可能性及びタイミングの検討
 - 悪天候下でも調査・観測等が可能となる手法・機器（空振計、地震計、レーダー、衛星 SAR 等の可視外の手法）の検討及び平常時・緊急時整備
- また、現在進展中のものも含め、今後必要となる研究・技術開発として以下を挙げる。
- 悪天候下でも観測可能な調査機器・ロボット（自律型 UAV、地上四足歩行、ヘビ型）等の開発
 - 火山灰と雨滴が混ざって降る“灰雨（泥雨）”の土砂災害への影響に関する研究
 - 積雪時・融雪時期の降灰後土石流とその対策研究
 - 降灰後土砂・洪水氾濫とその対策研究

6. 結論

- ◆ 火山噴火直後に調査に良好な気象・日照条件が揃う確率は低い（約 27%）。何かしらの悪条件があることが“普通”である。
- ◆ 緊急減災対策砂防計画は、噴火後に気象条件等が整わないケースも想定することで想定外を減らし、より実効性を高めていく必要がある。
- ◆ 悪天候時でも調査・観測ができるようにするための研究開発が必要である。

<参考文献> 萬年一剛(2020):最新科学が映し出す火山. Matharage, S. S. ら(2025): *Int. J. Disaster Risk Manag*, 15-1. 207-234. 国交省(2025a): 航空局標準マニュアル. 金奉根ら(2023): 計測と制御, 62-5, 208-284. 鎌田浩毅(2021): 国際環境経済研究所, 2021/10/18. Meunier, V. ら(2025): *Earth Interactions*, 29-1. 富士市総務部(2025): 富士山観測の記録. 伊藤巧ら(2026): R8 年度砂防学会研究発表会概要集. 気象庁(2025): 火山の状況に関する解説情報(新燃岳) 第 49 号～. 国交省(2025b): 霧島山(新燃岳) 噴火の対応(令和 7 年 7 月 23 日).