

北海道の火山防災対策に影響を与えた2つの噴火



宇井 忠英 (うい ただひで)

北海道大学名誉教授、理学博士

東京大学・米国オレゴン大学・山形大学・神戸大学を経て1994年4月から北海道大学大学院理学研究科教授。2000年の有珠山噴火当時は気象庁噴火予知連絡会委員・北海道防災会議専門委員。04年に大学を定年退職後はNPO法人環境防災総合政策研究機構に所属して火山噴火や地震の防災啓発活動に従事。著書『火山噴火と災害』（東京大学出版会）ほか。

米国セントヘレンズ火山の1980年噴火と南米コロンビアのネバデルルイス火山の1985年噴火は、火山のハザードマップ（以下HMと表示）を作成して住民に配布し噴火に備えることの重要性を認識するきっかけとなりました。後に日本の火山防災を進展させた経緯を紹介します。

セントヘレンズ火山の1980年噴火

北米大陸の西岸にはカナダ南部から米国のワシントン州・オレゴン州を経てカリフォルニア州北部まで連なるカスケード火山帯があります。日本列島の火山帯と同じくプレートの沈み込み帯に形成された火山帯で、成層火山がいくつもあります。セントヘレンズ火山の地質学的な手法による噴火履歴の研究報告や火山泥流（土石流）の発生履歴の調査が米国地質調査所火成作用・地熱作用研究部門の研究者達により1960年代から行われてきました。その結果、セントヘレンズ火山は過去4500年間に数百年続く火山活動の静穏期と降

灰、溶岩流や火砕流の発生、溶岩ドームの生成、火山泥流の発生などが起こる活動期が繰り返されており、最新の活動期は1800-1857年であったことが明らかとなりました。

この研究成果を踏まえて1978年に出版された政府刊行物には「セントヘレンズ火山は1857年噴火以降ずっと静穏であるが、過去の噴火履歴から判断すると今後数百年以内、早ければ20世紀のうちにも次の噴火が起こるとみられる。」と明記されていました。報告書には溶岩流、溶岩ドーム*1、降灰、火山ガス、火砕流、火山泥流、洪水の解説とHM（図1）が添付されました。当時岩屑なだれ*2の発生は普遍的な噴火現象として研究者の間で認識されていませんでした。

米国地質調査所の対応

123年間の沈黙を破って1980年3月20日に火山性地震が始まりました。サンフランシスコ近郊にある米国地質調査所メンローパーク支所は現地に近いワシントン州南端のバンクーバー（カナダ南西部にある同名の大都市とは別）に拠点を設け、臨時観測点を設置して観測を開始しました。27日には山頂で最初の小規模な水蒸気噴火が発生しました。その後水蒸気噴火を繰り返しつつ山頂部には正断層群を作る変位が次第に現れ、北山腹斜面は次第に膨らみ始めました。その変位量は最大1日あたり2m、累積変位量は最大120mに達しました。山体の内部で溶岩ドームが上昇し始めた

*1 溶岩ドーム

粘性の大きい溶岩が火口上に盛り上がったドーム状の火山。高さ数百mまでのものが多い。

*2 岩屑なだれ

マグマの上昇に伴う火山体の変形・水蒸気噴火・強い地震などにより火山体の一部が急速に崩れ落ちる現象。



図1 セントヘレンズ火山のHM。(Crandell and Mullineaux, 1978)

と判断し、HMを用いて火砕流や泥流の発生に備えた山麓住民の避難と観光客の立ち入り規制が始まりました。また、大手林業会社は伐採作業を停止しました。山体から山麓の峡谷を挟んだ北側の尾根上部には変形の進行をレーザー測量で監視する観測点が設けられ、研究者1名が交代で駐在する体制が執られました。

快晴の朝を迎えた5月18日に山体内部で発生したM5.1の地震をきっかけとして、変形していた火山体の山頂部を含む部分が滑り落ち始め岩屑なだれを発生しました。岩屑なだれの大部分は山麓の谷に沿って山頂からの高度差2,600mを28km遠方まで10分以内に到達しました。岩屑なだれの一部は比高400mの正面の尾根を乗り越えて背後の谷間に流れ下りました。上昇中であったマグマにより過熱されていた火山体の地層は、崩れ落ち始めたことによる荷重が急減したため自爆し、ブラスト（爆風）を生じました。ブラストは山麓の山林の樹木を剥ぎ取りなぎ倒し（図2）、500km²の山林を破壊しました。崩壊跡には長径3km、短径2km、元の山頂からの深さ1,040mの馬蹄形カルデラ地形が生じました（図3）。30分後にはマグマ噴火が始まり、噴煙は成層圏に達して広範囲に降灰を起こしました。0.1km³の火砕流堆積物が北山麓に堆積したばかりの岩屑なだれ堆積物を覆いました（図4）。岩屑なだれの先端から発生した泥流は森林や橋梁を襲いつつ120km先のコロンビア川まで流れ込みました。

この噴火により57名が犠牲となりました。その大部分は立ち入り規制をかいくぐって見物目的で侵入していた者でしたが、変形の測量当番であった研究者一人が殉職しました。ブラストに襲われずに済んだ2名がそれぞれ山体崩壊発生を捉えた一連のステル写真を撮影しており、山体崩壊のプロセスを検討する貴重な資料となりました。HMを活用した立ち入り規制がなかったら数千名規模の犠牲者が出たであろうと推測した報告もあります。

私は文部省の支援を受けて岩屑なだれ発生の約1ヵ月後から3週間米国地質調査所の観測班に参加することができ、日本での岩屑なだれの先行研究の成果を伝える機会も持ちました。

ワシントン州バンクーバーにはその後カスケード火山帯全域を担当する米国地質調査所カスケード火山観測所が創設されており、開発途上国の火山観測の支援

部門も併設されています。

国立火山モニュメントの創設

セントヘレンズ火山の1980年噴火は初めてHMが防災対策に活用され、岩屑なだれの発生現象が初めて認知された場所でもあります。米国政府はその被災現場を保存して今後の火山災害軽減を目指した野外研修施設とする国立火山モニュメントを創設しました。被災した北山麓は国有林と民有林が混在していたので土地



図2 山体崩壊に伴う爆風でなぎ倒された森林、中央下部を林道が通る。(1980. 6.21撮影)



図3 山体崩壊により生じた馬蹄形カルデラと山麓に積もった岩屑なだれ堆積物。(1981. 6.29撮影)



図4 岩屑なだれ、ブラスト、火砕流と泥流の分布、矢印はブラストにより樹木が倒された方向。原図はKieffer (1981) による。

交換を実施して国有林はトレイルと展示施設、そしてそこに至る自動車道を作り、トレイル以外は一般の立ち入りを禁止して自然のまま生態系が回復する状況を保つことにしました。一方、民有林を所有する林業会社は計画的に植林を進めることとしました。

噴火から40年が経過した今、現地は森林やそこに育まれる生態系が回復途上にあります(図5)。現地は高緯度の山岳地帯にあるため、冬季はほとんど閉鎖され、容易にアクセスできるのは6月から9月の4カ月間に限られます。米国の長い夏季休暇期間にあたるので、火山を学び自然に親しむことを目指して国内各地から多くの人々が訪れています。この施設の存在は日本ではほとんど知られておらず、現地では日本からの来訪者を見かけないのは残念なことです。

ネバドデルルイス火山の1985年噴火

南米大陸のコロンビアにあるネバドデルルイス火山は、アンデスの中央山脈の海拔4,100mに達する尾根の上に成長した成層火山です。山頂の海拔高度が5,400mもあるため海拔4,800m以上は氷河に覆われています。1970年代に公表された論文によると1595年と1845年に泥流が発生しており、1845年の噴火では東山麓で約700名の犠牲者がでたとのことです。

1984年11月から有感地震が始まり、山頂部にある直径700mのアレナス火口で火山活動が始まりました。国立地質鉱山局は内外の研究機関や研究者の協力を得て観測を開始しました。1985年9月には小規模な水蒸気噴火が発生して、東方への降灰とアスフラド川への火山泥流の流下が確認されました。地質鉱山局は火山活動の活発化の可能性を考慮してエクアドル・コスタリカ・イタリア・ドイツ・米国の研究者達と国連の協力を得て解説書付きのHMを作成し、関係機関と地元自治体当局に配布しました(図6)。

11月13日の15時頃に山頂火口から噴火が開始、東山麓のアルメロでは17時に降灰が始まり19時には降雨が激しくなりました。21時08分に本格的なマグマ噴火に移行し火砕流が発生、山頂部の氷河の上を覆ったため融雪泥流が発生しました。泥流は南東方向のレシオ川以外の峡谷をHMの予測どおりに流れ下りました。西方のチンチナ川に流れ下った泥流はチンチナ付近の川沿い低地で約2,000名の犠牲者を出しました(図7)。

ラグニジャス川峡谷を東に流れ下った泥流は山頂から約65km離れた峡谷の出口で河床からの深さが40mに達しました。扇状地の上に広がるアルメロ市街地を襲ったのは23時30分頃でした(図8)。北西山麓の泥流被災情報を得た消防車が、危険を知らせるため、電力不足で停電している市街地を走り回りましたが、寝静まっていた住民は避難することなく人口29,000名のうち約21,000名の犠牲者が出てしまいました。泥流は北東山麓のマリキータとオンダの一部も襲いました。

HMができており、実際の泥流被災域もHMのとおりであった(図9)にも関わらず、市民への情報伝達



図5 岩屑なだれ堆積物の上に再生中の森林とトレイル沿いに設置された解説看板。(2017.7.3撮影)



図6 1985年噴火直前に制作されていたネバドデルルイス火山のHM。(勝井, 2008)



図7 北西山麓に向かってチンチナ川を流下した泥流に襲われた川岸の民家。(1985.11.19撮影)

体制と市民がそれを理解する能力が整っていなかったために、犠牲者数が20世紀第二の火山災害となってしまったのです。

私は3日間在京テレビ局のスタッフに同行して、まだ救助活動が継続している東山麓アルメロやマリキータと、北西山麓チンチナの被災状況や避難所の様子を取材しました。「同様の泥流災害は十勝岳1926年に発生しており、寒冷地の火山噴火では今後も起こりうる」との私の現場コメントが入った報道特集が23日の夜にTBS系列（北海道ではHBC）で流れました。

文部省の支援を受けて北海道大学の勝井義雄教授を団長とする調査班が12月後半に現地入りして火口周辺を踏査し、各機関の対応状況の聞き取り調査を行って詳細な報告書が作られました。

現在コロンビアでは米国などの支援を受けて火山の研究者・技術者が育ち、2カ所の火山観測所が創設されて観測・監視業務が行われるようになりました。

泥流に覆われてしまったアルメロの市街地は再建をせず広大なCamposanto de Armero（アルメロ墓地）に指定され、半ば埋没した建物はそのままだけに残されました。現在アルメロの跡地には幹線道路が通り、被災したままの建物を見ることができるようになっています（図10）。また、ネバドデルルイス火山と共にユネスコの世界ジオパークにする運動が始まっています。

日本の火山防災対策に影響を与えた2つの噴火

ここで紹介した2つの噴火災害からHMの有効性と活用に応じた課題が明らかとなりました。勝井教授はコロンビアから帰国後直ちに1926年に泥流災害を発生していた十勝岳の地元上富良野町・美瑛町それぞれの防災担当者にHMの有効性を説きました。HMを制作して住民に配布し終えたのは1987年で、その翌年の暮れには噴火が始まり、HMを使って住民と観光客の避難が実行されました。その後国土庁（当時）が火山専門家のワーキンググループを招集してHMの作成指針を検討し、雲仙普賢岳など10火山でHMが試作されました。有珠山の2000年噴火でHMの有効性が防災関係機関に知れ渡り、現在では50の常時観測火山の大部分でHMが作られています。



図8 アルメロ市街地の中でラグニジャス川扇状地の扇頭部付近は全ての建物が流れ、大木のみが残っている。（1985. 11. 20撮影）

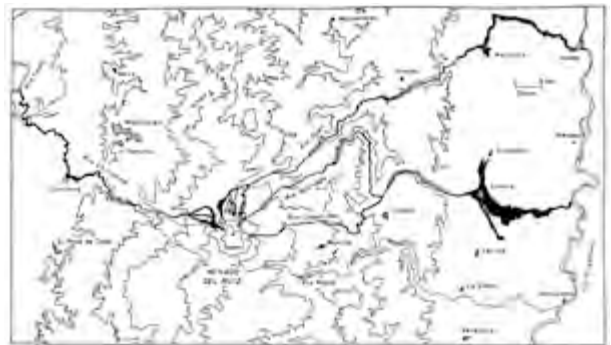


図9 1985年噴火に伴って発生した泥流の分布。（Sigurdsson and Carey, 1986）



図10 泥流に埋まったアルメロ市街地の扇中央部。開通した国道沿いにあるこの建物は1階が半ば埋没している。（2019. 7撮影のGoogle Earth Street View）

参考文献

- ・ Crandell, D.R. and Mullineaux, D.R. (1978) Potential hazards from future eruptions of Mount St. Helens volcano, Washington, U.S. Geological Survey Bull., 1383-C, 26pp.
- ・ 勝井義雄 (2008) ネバドデルルイス、火山の事典第2版 553-554.
- ・ Kieffer, S.W. (1981) Fluid dynamics of the May 18 blast at Mount St. Helens, US. Geological Survey Professional Paper, 1250, 379-400.
- ・ Sigurdsson, H. and Carey, S. (1986) Volcanic disasters in Latin America and the 13th November 1985 eruption of Nevado del Ruiz volcano in Colombia, Disaster, 10, 205-216.
- ・ 宇井忠英 (2008) セントヘレンズ、火山の事典第2版 545-547.