

米国の火山防災対策

建設省土木研究所 山田孝

米国の火山防災対策を考える上で、筆者が滞米中(1994年9月～1995年9月)に特に印象を受けた事は、①迅速な緊急対策②科学的な防災教育③迅速かつフルタイムの国際技術協力、である。以下にそれらの概要を記す。ただし、本論では西海岸の Cascades 山脈に分布する火山のみを対象としている。

1. 米国西海岸の火山と噴火災害¹⁾

Cascades山脈の火山活動は、Juan de FucaプレートがNorth Americaプレートに沈みこむ事に起因した溶融マグマの上昇によって起きている。約60の火山が、北端はBaker火山(Washington州)から、南端はLassen Peak火山(California州)まで、全長1800kmにも及ぶ範囲に縦列して分布している。過去200年間では、Baker火山、Glacier Peak火山、Rainier火山、St.Helens火山、Hood火山、Shasta火山、Lassen Peak火山が相次いで噴火しており、特に近年では大規模な山体崩壊を発生させた1980年のセントヘレンズ火山の噴火が記憶に新しい。それらの噴火形態は、粘性の高い安山岩、デイサイト質マグマが噴出するため、一般的に爆発的である。

Cascade山脈の火山地域での人口は1998年現在、約4000万人にものぼり、年々、増加の一途をたどっている。火山泥流等の想定危険区域内での住宅開発等も進められており、災害のポテンシャルは増大しつつある。

2. 1980年のセントヘレンズ火山噴火災害に対する米国関係機関の対応

2.1 迅速な緊急対策²⁾

Washington州南部のセントヘレンズ火山は、1980年5月18日に大規模な山体崩壊(崩壊土砂量:2.5km³)を伴う噴火を起こした。噴火によって、火砕流、岩屑流、プラスト(火砕流熱風部)、火山泥流などの土砂移動現象が発生し、流域が広い範囲に渡って荒廃し、以下の緊急的な問題が生じた。

①岩屑流堆積物(総堆積土砂量約80億m³ 堆積深10～60m程度)がNorth Fork Toutle川沿いの多くの支渓出口を閉塞した。そのため、溪流水位が上昇して天然ダムが形成され、これらの決壊による大規模泥流の発生が危惧された。

②大規模な火山泥流が、Toutle川、Cowlitz川を流下し、大量の土砂・流木が河川を閉塞した。そのため、雨期におけるCowlitz川沿川での洪水災害、フリーウェイ、鉄道への多大な影響が危惧された。

③大量の土砂がColumbia川に流入し、その水深が平常時の12mから5mに減少したため、周航への多大な影響が危惧された。

これらの問題を解決するために、噴火後直ちにUS Army Corps of Engineers、Washington州政府、Washington州Cowlitz郡政府らによって、今後の火山泥流・洪水災害を防止・軽減する上で必要となる様々な緊急対策(以下①～④)が迅速になされた。その目的は、恒久対策がなされるまでの間、岩屑流堆積物によって閉塞された Split lake, Coldwater lake, Castle lake などの決壊を防止すること、火山泥流ならびに洪水が下流集落に与える影響を最少限度に低減させる事である。これらの緊急対策はかなりの程度効果が認められ、結果的には下流域の保全に大いに貢献した。

①下流 Cowlitz 川沿川での河床上昇区間での既設堤防の嵩上げ(1980年5月18日～23日)

②周航復旧のための土砂掘削箇所による Cowlitz 川、Columbia 川合流点付近での堆積土砂の除石(噴火直後～1980年11月:総掘削土砂量約2000万m³)

③North Fork Toutle 川、South Fork Toutle 川における土盛りダム工(水通天端はRC)の施工(1980年冬期)

④岩屑流堆積物によって塞ぎ止められた Coldwater lake, Castle lake, の決壊を防止するための排水路工の施工(1980年冬期)

⑤岩屑流堆積物によって出口を塞ぎ止められ、水位が上昇した Split lake でのポンプ排水(1982年11月)

これらの緊急対策のうち、③、④、⑤は、上流域の岩屑流堆積区域という二次災害の危険が非常に高い場所での工事となったため、火山活動・火山泥流モニタリングを担う USGS との全面的なタイアップで成された。

火山噴火直後に短期間で様々な緊急対策を実施し得た事、火山地域の状況変化に応じ臨機応変に緊急対策を行う事ができた事の背景には、緊急時における既製の制度にとらわれない合理的かつ柔軟な防災システム、防災関係機関の強い連携意識と各機関の責任の明確化等によって生み出されるメリットが最大限に活かされたことが考えられ、この点が米国の危機管理の先進性の一つであると考えられる。

2.2 噴火後の科学的な防災教育システム³⁾

1982年に、セントヘレンズ火山(450km²)は、連邦議会の議決により国立公園の一種としてのNational Volcanic

Monumentに指定された。そこでは、農務省林野庁の管理の基に人為の介入が排除され、噴火の影響や破壊された自然の回復メカニズムを学び、研究するための場となった。現在までに5つのビジターセンター(Monument外も含む)が建設され、地質、噴火のプロセス、噴火に伴う土砂移動現象、災害、火山泥流の土砂濃度の時間的変化、岩屑流による地形変化、噴火時での動植物の生存手法、噴火後の自然の回復過程などのテーマごとに、模型やサンプル、図表、写真、絵、ビデオ、CG等により、一般人が理解しやすくかつ興味をわくように科学的に説明されている。また、林野庁のレンジャーや専門家(大学や政府関係の防災担当者)による観光客などを対象としたフィールドツアーも積極的に行われており、彼らの指導の下に効果的な野外学習が出来るシステムとなっている。

Monumentでの防災教育システムの特徴は以下の用である。

- ①ビジターセンターは要所毎に設置されている。それらの管内の展示物は「なぜ」という問いかけを主体とした「科学的に考えさせる」ものが多い。単にパネルや写真等での説明に留まらず、模型やCG等によってビジュアルに訴えたものが非常に多い。
- ②展示物の幾つかは常に更新され、最新の調査成果等を含む情報提示されている。そのため、展示物が陳腐化しない。
- ③ビジターセンターではガイド用パンフレット(無料)の配布や係官の説明により、フィールドツアーや講演会等のイベントに関する情報を容易に入手出来る。これらの情報はインターネットでも検索できる。
- ④野外学習のための一般車道道路やトレイル(歩道)、それらの沿線での展示物等が充実良く整備されている。
- ④Monumentを効果的に運営するための学術的な知識・経験を備えた人材が投入されている。

3. 迅速かつフルタイムの国際技術協力⁴⁾

USGSは海外で発生した火山災害に対して緊急に救援するためのプログラムを有している。その内容は、火山活動のモニタリング、火山泥流等のハザードマップ作成等からなるソフトな対策であり、これまでにメキシコ、グアテマラ、コロンビア、エクアドル、ペルー、北マリアナ諸島、チリ、フィリピン、パプアニューギニア、インドネシア、ザイールの11ヶ国での火山噴火に対して、噴火前、噴火中、噴火後の各ステージにおいて様々な技術的支援がなされて来た。年間の平均対応件数は2件である。最近では、1991年のフィリピンのピナツポ火山噴火、1993年の同国マヨン火山噴火、1994年のインドネシアのメラピ火山噴火、メキシコのポポカテトル火山噴火、1997年のモンセラ火山噴火に適用されている。

米国が主にこれまで救援を行って来た国において、噴火の兆候があり、緊急の火山活動に関するモニタリングが必要となる場合、噴火によって大規模な災害が発生した場合には、火山活動、災害状況、援助要請に関する情報が、救援要請国からUSGSのCascades Volcano Observatory (在Washington州以下、CVOと呼ぶ)ならびにUSAID(国際開発庁)あてに送信される。CVOは直ちにUSAIDと協議を行い、USGSのモニタリング技術による援助が必要かつ可能な場合には、援助要請国が至急、米国外務省の外交ルートを通じて公式の援助要請をUSAIDに行うよう援助要請国に依頼する。この公式の援助要請がなされると、CVOにおいて直ちに火山研究者と水理研究者からなるグループが結成され、フルタイムで災害対応に従事する。援助計画の作成、観測・監視機器の被災国への配送、VCATメンバーの被災国への短期派遣(1週間~数ヶ月)が、通常、数日の間になされる。派遣された専門家は、①火山活動のモニタリング②火山の地質調査と危険度評価の実施③現地研究者への助言、短期的な技術指導の実施を行う。特に、①と②は、現地到着後、1~2週間以内に終了させる事を目的としている。

援助に必要な緊急物資(土石流検知センサー等の各種モニタリング装置)はCVO内にあらかじめ荷造りされた状態でストックされており、必要時直ちに相手国に搬送できるように準備されている事が大きな特徴である。また、現地用のテキストや広報用のビデオ等も数多く製作され、相手国に防災教育のための材料として配布されている。

4. その他

CVOでは、1994年からカスケード山脈の主な火山を対象として、最新版のハザードマップを作成するための作業が行われている。各火山毎に、火山研究者、水理研究者からなるプロジェクトチームが結成され、各担当者の作業責任が明確化される。現地調査は、相応の時間(数年程度)をかけ、かなり詳細に行われる。危険区域のゾーニングにあたっては、数値解析によるところは少なく、各担当者の豊富な経験によって想定溢流区域等が決定されている。これらの作業は全て直営で成される。作成されたハザードマップは、USGSのプロフェッショナルペーパー内の資料として発行されるとともに、各火山地域内の関係行政機関や大学、公的施設、地域住民に配布され、一般に公表される。

参考文献

- 1)山田孝(1995):米国アラスカ、カスケード山脈の火山、砂防学会誌 Vol.48 No.4(201),pp.49-57.
- 2)山田孝(1996):米国セントヘレンズ火山における土砂災害対策、土木技術資料 38-3, pp.4-5.
- 3)山田孝(1996):アメリカ合衆国の土砂災害に対する防災教育システム、土木技術資料 38-7, pp.2-3.
- 4)山田孝(1995):アメリカ合衆国の海外の災害対応のしくみ、砂防学会誌 Vol. 48 No.2(199),pp.50-54.