

## 離島三宅島 2000 年噴火における火山砂防対策の特徴と留意事項について

朝日航洋株式会社 ○松井宗廣, 長野英次, 安海高明, 江藤稚佳子, 櫻井由起子, 藤本拓史, 森本洋一

### 1. はじめに

日本における代表的な活火山の一つである三宅島で 2000 年 7 月に始まった噴火は 9 月 2 日島民 3 千人余の島外避難に至り、島民は避難解除となる 2005 年 2 月 1 日まで 4 年 5 ヶ月の長期間島外避難生活を余儀なくされた<sup>1)</sup> (写真-1)。

島外避難後、一刻も早い帰島の実現を目指して国・東京都・三宅村を始めとする関係機関は懸命に対策をとった。

それにもかかわらず、4 年 5 ヶ月もの長期に及ぶ島外避難とならざるをえなかった原因は

- i) 「離島」しかも「火山島」であること (三宅島の地域特性)。
- ii) 8 月中旬頃から始まった有毒「火山ガス (SO<sub>2</sub>) 放出」の長期化。
- iii) 噴火による降灰に起因して全島の的に発生した「土石流被害」。

である。iii) に関連して、青山 侑 東京都副知事 (当時) は帰島が実現した理由について「問題を単純化してひとことと言うと、土石流を防止する工事を行ったから帰れたのである。」と三宅島噴火災害誌<sup>1)</sup> の結びで述べており「土石流対策」は安全な帰島条件の中で最大の懸案であった。上記 i) ~ iii) は土石流対策実施の各過程に影響を及ぼした。本稿は、上記の様な困難な条件下における火山砂防対策を顧みて、主な留意事項等を取りまとめたものである。

### 2. 三宅島の火山活動と被害概要

三宅島の噴火記録は古文書などから最近 500 年間に 17~69 年、平均すると約 50 年間隔で 13 回の噴火が発生している<sup>2)</sup>。1940 年以降に限れば、ほぼ 21~22 年ごとに噴火を繰り返しており<sup>2)</sup> 2000 年噴火も昭和 58 年 10 月 3 日の噴火から約 17 年目となる。2000 年噴火は島内で始まった地震活動が徐々に西方沖に移動し海底噴火に至り、その後、山頂直下での地震活動の開始~山頂噴火・カルデラ形成へと推移した<sup>2)</sup>。2000 年 7 月 8 日の最初の噴火から 9 月初めまでの度重なる降灰により約 2,200 万 m<sup>3</sup> の火山灰<sup>3)</sup> が雄山山麓周辺の斜面に堆積し、降雨の度に浸食 (写真-2)、流出し土石流が発生した。最初の土石流発生は 7 月 26 日の降雨 (総雨量 90mm、時間最大 40mm) によるもので、島の東部、北東部の住民に避難勧告が出た。その後、8 月 18 日の大噴火により全島の的に降灰がもたらされて以降、土石流被害が全島の的に続出した。被害は都道三宅一周道路や村道、林道の寸断のみならず住宅地にも及び、早急な対策が求められた (写真-3)。東京都建設局河川部の平成 12 年 12 月 4 日時点での調査結果によれば、伊ヶ谷沢の共栄橋上流で家屋 10 戸程度が土石流被害を受けるなど、8 溪流で家屋被害、道路は一周道路が立根 (沢) での道路決壊、大沢での道路施設流失などを含め全 16 か所など全島の的に被害を受けた<sup>4)</sup>。

### 3. 火山砂防対策の留意事項等

#### 3.1 調査について

##### 3.1.1 航空写真判読

複数年の航空写真判読結果の比較によるガリーやリルの分布、変化状況が把握された。【留意事項】①噴煙の影響で確認できない範囲 (南西部) が存在する。②航空写真判読ではリルの幅の詳細判読が困難なため、1m と想定してリル面積の相対的变化による土砂流出量の多寡を判断せざるを得なかった。③噴火直後は土砂移動が顕著なため、顕著な降雨のたびごとに写真撮影が必要であるが、調査のタイミング、予算的なコンセンサスが必要となる。

##### 3.1.2 ヘリコプターによる目視調査

島外避難の状況であることから、リル・ガリーの幅・深さの把握のためにヘリコプター (以下、ヘリ) からポール (L=2m) を投下してリル等の幅や深さを目視により把握された。【留意事項】①各流域の全体を上記の方法で実施することは困難で、調査箇所は限定的、かつ局所的にならざるを得ない。②調査箇所の選定のあり方に十分な検討が必要、ポール投下による目視調査は精度が数 10cm オーダ程度となること。③ポール投下地点がどの流域にあたるか、また、投下されたポールの姿勢によって目視が困難な場合が生じるなどに留意が必要である。

##### 3.1.3 レーザープロファイラーデータによる計測

定量的な土砂移動状況把握のため 4 時期のデータを購入または国土地理院提供により入手、新たに 2001 年 6 月 (梅雨前) と同年 9 月~10 月 (台風後) の 2 時期の全島のレーザー計測が行われた。【留意事項】①ノイズ除去処理より作業速度を優先した。②ヘリや航空機による上空からの計測に共通することとして、2015 年 7 月改正の「活火山対策特措法」に基づき気象庁が発表する「噴火警戒レベル」等に連動して民間において飛行が自粛される場合がある。

火山噴火時のヘリ等の飛行安全管理に関して官民学による検討が望まれる。

##### 3.1.4 衛星画像による状況把握

降下火砕物堆積域、リル・ガリーの分布状況の把握のため、2001 年 4 月の撮影画像 (購入) と同年 9 月新規撮影の 2 時期の画像が比較検証された。【留意事項】①地上解像度は 1m 程度であること。②航空写真同様、噴煙の方向に留意が必



写真-1 2000 年 8 月 18 日の噴火



写真-2 山頂付近のガリー (2000 年 12 月)



写真-3 伊ヶ谷沢 (2000 年 9 月)

要である。

### 3.2 計画について

#### 3.2.1 流域界の再設定

流域界の設定は、噴火前(平成7年)の1/2,500地形図を用いたが、流域が不明瞭であったこと、2000年噴火に伴う地形変化や土砂流出に伴う地形変化があったことから、噴火後の1/5,000地形図(国土地理院作成)により再設定された。【留意事項】地形図の縮尺(精度)より噴火後の地形変化に着目して地図を選定する必要があった。

#### 3.2.2 段階的な対策計画

0字谷流域が228、1字谷流域が98溪流あることから、優先順位をつけて対策を講じる必要があった。

【留意事項】優先順位は①土砂流出の可能性が高いこと。②空港、港、通信施設等、及び生活上重要な施設(村役場、診療所、発電所、清掃工場、学校等)の存在。③復旧したライフラインの再度災害防止、の3条件とし、緊急対策の必要な41溪流が選定された。また、対策を、i)「応急対策」ii)「緊急対策(41溪流)」iii)「恒久計画(227溪流)」の3段階に分け、実施の目標期間はi)1年以内、ii)1~5年間、iii)相当期間と設定された。なお、ii)の目標期間内の土砂整備率は当面50%程度とされた。

### 3.3 設計について

#### 3.3.1 資材運搬の制約<sup>5)</sup>と施工性

離島であるため資材運搬の制約、島内のコンクリートプラント供給能力と復旧工事に伴うコンクリート需要のバランスを考慮、早期完成が可能な設計とされた。【留意事項】①現地発生土砂を有効活用する設計方針とされた。

②既製品(鋼材、コンクリートパネル等)を用いた構造が多く採用された。③2001年7月からはクリーンハウスの整備により作業員の島内宿泊が可能となるとともに生コン供給能力の回復等により資材調達環境が大きく改善したため①、②によらず、現地条件に適した設計とされた。

#### 3.3.2 鋼材の経年劣化<sup>5)</sup>

火山ガス(SO<sub>2</sub>)の影響、またこれによる流水の酸性化により多くの砂防施設で採用された鋼材が腐食したため補修が必要とされた。【留意事項】鋼材の採用時点で火山ガスの影響、海に近いことから腐食の問題が将来起こり得ることは想定されていた。しかしながら施工性、早期の工事完成、当時の施工環境の優先度が高いと判断された。

なお、三宅島は観光が経済の柱であり島一週道路から腐食した砂防施設が人の目に入り島のイメージ低下、景観への配慮の必要から、砂防堰堤前面に周辺環境に適合した溶岩パネル等を用いた景観対策が後に実施された。

### 3.4 施工について

#### 3.4.1 島内での作業環境の整備

火山ガス(SO<sub>2</sub>)放出の長期化により施工に係わる作業員が島内に留まれないことは最も大きい施工上の障害であり、島内に作業員が寝泊まりできる環境整備が急務であった<sup>1)</sup>。【留意事項】室内の空気を清浄に保つことができる「脱硫宿舎(クリーンハウス)」の整備という世界的にも類例を見ない対応がとられた(写真-4)。これは施工における最も大きい特徴といえる。

#### 3.4.2 火山ガス高濃度地区における施工

島の東側で特に火山ガスの濃度が高く最大15ppmに達することがあった。沢のくぼみなど火山ガスが滞留しやすい箇所では5ppm(5分値)を超え、砂防工事等は作業中断を余儀なくされた。【留意事項】作業員の健康管理、安全確保が第一優先であるため、雲仙普賢岳火山噴火対策で開発された無人化施工が適用された(写真-5)。

### 4. おわりに

2000年三宅島噴火の特徴は雄山山頂陥没と巨大カルデラ形成、そして「有毒火山ガス放出長期化」である。このうち「有毒火山ガス放出長期化」は世界的にも類例を見ない。これは島民の帰島の妨げとなっただけでなく火山砂防対策のうち特に施工のあり方に大きく影響を及ぼした。火山ガスに関連して、参考文献1)の9章に、三宅島2000年噴火の「教訓」が記載されており、その(1)として「噴火災害での火山ガスの想定」が挙げられていることを紹介して本稿の結びとする。

以上、本稿で紹介した留意事項等は参考文献1)を含む多くの文献から読み取れるものからのごく一部、しかも概要にしか過ぎないが、今後の同様な条件下における対策実施時において幾ばくかの参考となれば幸いである。

謝辞 本稿は国土交通省九州地方整備局九州技術事務所が火山地域における減災対策の効率化に資するために実施された検討報告書を同事務所の許可を受けてご提供頂いたものを基礎資料としている。資料提供に快諾頂いた同事務所の関係各位に紙面を借りて深くお礼申し上げます。

#### 【参考文献】

- 1) 東京都総務局総合防災部(平成19年3月):平成12年(2000年)三宅島噴火災害誌,p258-260
- 2) 東京都建設局河川部、東京都三宅支庁(平成23年3月):平成12年三宅島火山噴火に伴う土砂災害誌-砂防事業-,p1-17
- 3) 東大地震研究所とりまとめ(2001年10月21日)
- 4) 東京都建設局河川部、東京都三宅支庁(平成18年3月):平成12年三宅島火山災害への取り組み,p1-45-1-46
- 5) 末吉 満:2000年三宅島噴火災害における災害調査及び対策施設設計の紹介,建設の施工企画'09.10,p29-33



写真-4 三宅支庁屋上脱硫装置<sup>1)</sup>



写真-5 無人化施工状況<sup>1)</sup>  
(三池地区,2003年8~10月)