

# 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

末 吉 満

三宅島において2000年（平成12年）6月26日に始まった火山活動によって、大量の火山灰が噴出・堆積し降雨のたびに泥流や土石流が発生した。これにより家屋や道路、橋梁が損壊するなど島内全域で土砂災害に見舞われた。本報告では三宅島噴火災害に対して実施した災害調査、対策施設の計画・設計及び施工後の状況など、災害対策に係わる砂防事業の取り組みについて紹介するものである。

キーワード：火山活動、噴火災害、土砂災害、泥流、災害対策

## 1. はじめに

三宅島は東京から約180km南方の太平洋上に位置する火山島であり、島のほぼ中央に位置する雄山を取り囲むように神着・伊豆・伊ヶ谷・阿古・坪田の5つの集落が点在している。島の直径は約8kmで雄山山頂部には中央火口丘（2000年の噴火で崩壊）を有する大火山口があり、山腹部は所々に火口列跡がみられる<sup>1)</sup>。

2000年の火山活動では大量の火山灰が噴出・堆積し、降雨のたびに発生する泥流や土石流は、島内の至るところに大きな被害を与えた。さらに、同年9月には島民全員の避難措置がとられるなど、2000年の噴火は泥流と火山ガスに苦しめられた国内でも例を見ない火山災害となった。

## 2. 三宅島火山活動の状況について

2000年の火山活動は、6月26日の群発地震に始まり、7月の雄山山頂における断続的な水蒸気爆発により大量の火山灰が島内の北東～東側に降下堆積した<sup>2)</sup>。これを踏まえ実施した緊急調査により、火山灰の付着等による森林被害と併せて、降雨による泥流発生が危惧される状況にあることが判明した。

8月にはいと噴火活動は活発となり、大量の噴石や火山灰の噴出、さらに地震・泥流・火山ガス等により島内全域に被害が及んだ<sup>2)</sup>。このため、復旧作業は困難を極め、当初は防災対策要員がホテルシップを拠点に対応を行っていたが、特に火山ガスによる人体への影響を考慮し、2000年10月7日に拠点を神津島に移し、船舶にて三宅島に通い作業を実施した。

なお、三宅島では、表1に示すように、2000年の噴火以前にも過去幾度となく火山活動が繰り返されていたが、主に山腹からの割れ目噴火が主体で、溶岩流の流出とスコリアの噴出を繰り返しており、2000年噴火に見られたような大量の細粒火山灰を放出する噴火はまれである。さらに過去に大規模な土石流が発生した痕跡も確認されていない<sup>2)</sup>。

1900年以降では1940年、1962年、1983年に噴火活動がみられたものの、このときの噴火も山腹の割れ目噴火によるマグマ流出が主体であり、比較的短期間

表1 三宅島の噴火史（西暦1000年以降）<sup>1)</sup>

年月日	噴火間隔	噴火発生・溶岩流出場所	噴火期間
1085(応徳2)年	69年	西側山腹	不明
1154年11月 (久寿元年10月)	315年	北東山腹	不明
1469年12月24日 (文明元年11月12日)		西側山腹	不明
1535年3月 (天文4年2月)	66年	南東山腹	不明
1595年11月24日 (文禄4年10月21日)	60年	南東山腹	不明
1643年3月31日 (寛永20年2月12日)	48年	南西山腹	約3週間
1712年2月4日 (正徳元年12月28日)	69年	南西山腹	約2週間
1763年8月17日(宝暦13年 7月9日)～1769(明和6)年 1811年1月27日 (文化8年正月3日)	51年	山頂・南西山腹	6年間
1811年1月27日 (文化8年正月3日)	42～48年	北東山腹	約1週間(噴出時間6時間程)
1835年11月10日 (天保6年9月20日)	24年	西側山腹	約10日間(噴出時間12時間程)
1874(明治7)年7月3日 ～6日	39年	北側山腹	4～5日
1940(昭和15)年7月12日 ～8月5日	66年	北東山腹	約23時間(山頂) 約25日間(山腹)
1962(昭和37)年8月24日 ～26日	22年	北東山腹	約30時間
1983(昭和58)年10月3日 ～4日	21年	南西山腹	約15時間
2000(平成12年)6月26日～	17年	山頂	—

で終息している<sup>3)</sup>。

### 3. 被害の発生状況

#### (1) 火山ガスによる被害

火山ガスによる被害は主に樹木の枯死であり、特に風下側にあたる東部斜面の被害が顕著である。また、森林被害面積は2004年1月から2007年3月までの約3年間で30%増大しているとの報告もある<sup>2)</sup>。

#### (2) 泥流による被害

雄山噴火以降最初の泥流・土石流の発生は7月26日の降雨によるものであった。当初、泥流の発生は降灰のあった島の東側が中心であったが、8月18日の大噴火により島内全体に火山灰が堆積すると、その後は連続雨量30mm程度の降雨でも島内全体で泥流や土石流が頻発することとなった<sup>2)</sup>(図-1)。これにより、家屋被害や都道・林道の通行不能、水道ポンプ施設の損傷や、送・配水管、電気・電話線の切断など生活の基盤となるライフラインにも被害が生じた<sup>2)</sup>(図-2)。

なお、現地調査の結果、三宅島における土砂流出形態は次の2種類に大別することができる。

- ①破壊力の大きい50cm～1mの礫を伴った泥流で、大量の流木を伴う場合がある。家屋全壊・半壊が多く見られ、都道の被害も大きい。
- ②礫を含んでも粒径1～5cm程度の河床侵食による土砂流出である。家屋の構造に関わる被害はなく、床上・床下浸水となり、都道も土砂の堆積・水没程度となっている。

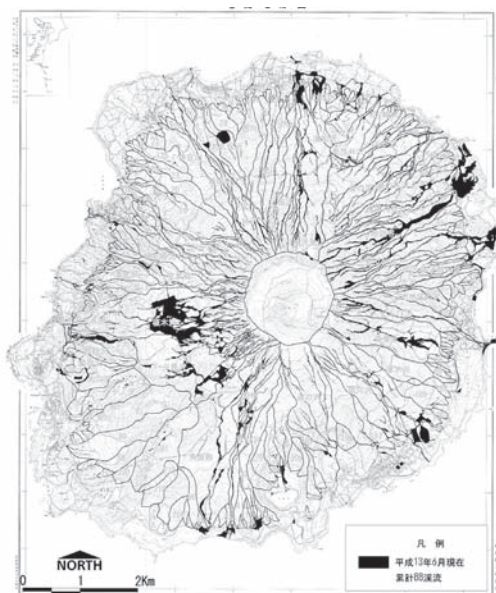


図-1 泥流流出状況、氾濫区域



図-2 泥流による被害状況

#### (3) 応急対策

泥流に対する応急対策として、大型土のうを使用した仮設流路や簡易流木止などのキャッチネットの設置(図-3)、中空コンクリートブロックによる護岸の嵩上げ、既設堰堤の除石などのハード対策を行った。また、ソフト対策として、泥流感知センサーやITVカメラなどの泥流監視装置を設置し二次災害防止を図った<sup>4)</sup>。

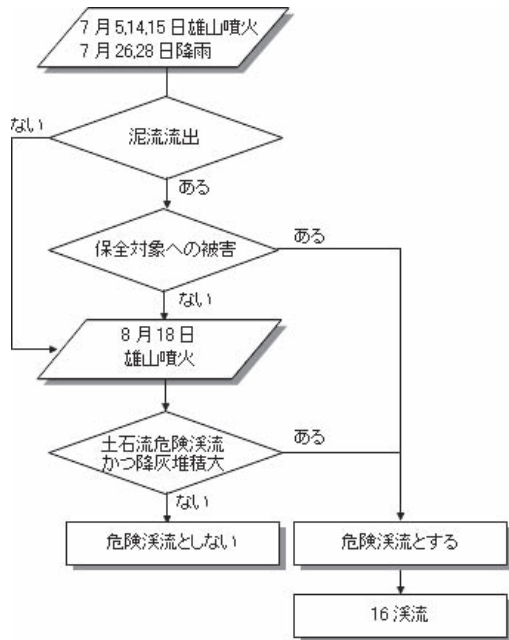


図-3 キャッチネットの設置状況

### 4. 施設配置計画

2000年7月～8月の噴火後、降灰堆積状況の確認、溪流の荒廃状況等についての現地調査を実施した。そ

の調査結果、被害が予想される 16 溪流を抽出し（図一 4）、砂防堰堤や溪流保全工などの施設配置計画を策定した。この調査・計画に基づき、東京都は「平成 12 年度災害関連緊急砂防事業」（以降、「H12 災関」）を申請し、事業を実施した。



図一 4 「平成 12 年度災害関連緊急砂防事業」の対象溪流選定フロー

その後、噴火に伴う降灰により、泥流発生危険性が高い 11 溪流を「火山砂防激甚災害対策特別緊急事業」（以降、「激特事業」）の対象溪流とし、先の 16 溪流と併せ 27 溪流を激特事業として計画を策定し採択を受けた。さらに、平成 13・14 年度に「激特事業」対象外の溪流において泥流災害が発生したため、災害関連緊急砂防事業として 10 溪流を新たに追加し採択を受けた。

また、砂防堰堤等のハード対策と併せて、ソフト対策として泥流ハザードマップを東京都ならびに三宅村共同で作成し、2003 年 4 月より実施された島民の在宅型帰宅事業に合わせて公表した。

こうした火山砂防事業の基本的な考え方は、三宅島火山活動及び神津島近海地震による伊豆諸島の災害対策について専門的見地から検討する目的で平成 12 年度に設置された「伊豆諸島土砂災害対策検討委員会」の提言や助言に基づくものである<sup>4)</sup>。

(1) 「H12 災関」における施設配置計画の基本方針

施設配置計画の基本方針として、100 年超過確率規模の計画流出土砂に対して、土砂整備率で概ね 50% 以上を目標として砂防施設の整備を実施した。なお、砂防施設の整備に当たっては、砂防堰堤と溪流保全工・

導流工を適切に組み合わせ、泥流被害の軽減を目指した施設配置とした<sup>4)</sup>。

また、設置する堰堤については、流域最下流端堰堤は保全対象としての人家がなければ透過型堰堤とし、人家がある場合は不透過型堰堤を原則とした。ただし、流木が多く、ダムサイトの設置条件が限定される溪流で、下流に人家がある場合は部分透過型堰堤とした。

流木については透過型堰堤（部分透過型堰堤を含む）によって捕捉する（流木対策技術指針（案））ものとして配置を行った。

(2) 施設配置計画

「H12 災関」における施設配置計画の基本方針に基づいて施工された砂防施設は、不透過型砂防堰堤 6 基、部分透過型砂防堰堤 3 基、透過型砂防堰堤 6 基、ならびに沈砂土工 1 基、流路工 1.9 km である。

砂防事業施工箇所を図一 5 に示す。



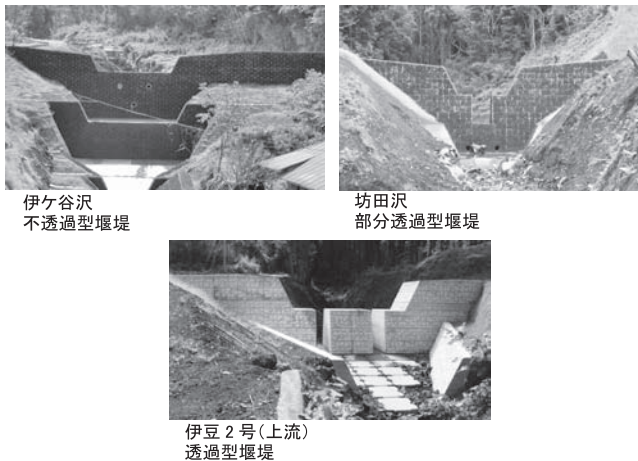
図一 5 「平成 12 年度災害関連緊急砂防事業」配置計画箇所

5. 対策施設の概要

(1) 施設の分類・特徴

三宅島に整備された砂防堰堤には不透過型、透過型、部分透過型の 3 種類があり、不透過型砂防堰堤は河床侵食による土砂流出が想定される溪流を対象とし、洗掘防止を図ることを目的として配置するものである。

不透過型に対し、透過型は流木や巨礫の捕捉を主な目的とし、平常時の土砂流出が少ない溪流を対象としている。さらに部分透過型は土砂流出が想定され、なおかつ流木や巨礫を伴う溪流を対象としている（図一 6）。

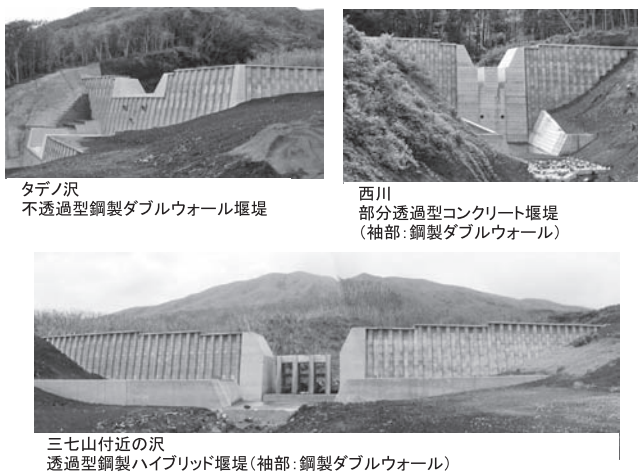


図一6 不透過型・透過型・部分透過型堰堤

## (2) 設計上の工夫

三宅島は離島のため資材運搬が制限されることから、砂防堰堤を設計・計画する上で可能な限り現地発生土砂を有効活用すると共に、以下の理由から図一7、8に示すダブルウォール構造の砂防堰堤を積極的に整備した。

①コンクリートダムと比較して経済性に優れる。



図一7 ダブルウォール構造堰堤



図一8 ダブルウォール構造堰堤の施工状況

- ②掘削残土処理と島内の火山灰処理に僅かであるが貢献できる。
- ③地質構成が不均一で許容地耐力が小さい地盤であることから有利である。
- ④現場内工期についてコンクリートダムと比較し工期短縮が図れる。

「H12 災関」においては当初透過型砂防堰堤で計画した箇所は、すべてHB（ハイブリッド）工法で行う予定であったが、島内のコンクリートプラントの復旧が予想以上に早かったため、最初に着手した「三七山付近の沢」の堰堤をHB（ハイブリッド）工法にて施工を実施したが、透過部に鋼材を使用するような工法は材料の調達・加工および現場への搬入に時間がかかることが判明した。また、災関ダムは二次災害を起こさないためにも早期の施工が義務づけられているため、現場条件にて総合的に判断した結果、透過型堰堤については時間が短縮できるコンクリートスリット形式を採用した。

ただし平成13年度からは、物資の調達等についても大きく改善されてきたため、鋼製またはコンクリートスリットを比較検討し、適材適所で優れた形式のものを採用した。

## (3) 苦勞した点

三宅島での災害復旧作業ならびに現地調査については、作業員用の脱硫装置付宿舍が完成する2001年7月まで神津島から渡航して行っていたため、港から作業現場に移動する車両の確保が重要であった。特に着岸する港は火山ガスの噴出状況によって変わるため、車両を分散して各港に配置する必要があった。

また、三宅島では水の確保ができず、休憩場所の確保も困難であった。さらに、火山ガスの噴出が継続していたため、作業員の安全確保に十分注意する必要があった。

なお、神津島から船で渡島しての作業の場合、三宅島での作業は開始から終了までが5～6時間程度しか確保することができなかった。このため作業効率は悪く、天候によっては三宅島へ渡航することができないことや、雨の日には泥流が発生し作業を中止することもあった。このようなことから、作業が予定通り進まず精神的なストレスが溜まると共に、渡船による疲労の蓄積も相まって、長期間にわたっての作業従事が困難であった。

災害対策本部を神津島から三宅島に移設してからは、宿泊施設が不足し人員確保がままならず、脱硫装置付宿舍では集団生活による精神的負担も多く職員管

理が困難であった。

## 6. 対策施設の施工状況

三宅島での厳しい作業環境の中においても、いち早く火山砂防計画を策定し本格的な工事に着手したことにより、計51基（平成13年度から平成17年度の5年間で40基、平成18年度以降11基）の砂防堰堤が整備<sup>2)</sup>されるなど、ほとんどの施設が完成し、着実に土砂・流木を捕捉し二次災害もなく現時点に至っている。

ただし、火山活動開始から9年が過ぎた現在、土砂堆積が進行している砂防堰堤もみられる。また、ダブルウォール構造を取り入れた砂防堰堤については、堰堤に使用されている鋼矢板が火山ガスにより腐食するなど、除石や補修が必要とされる箇所が現れはじめている状況にある。

## 7. 今後の課題

砂防堰堤の整備が進んだ結果、泥流などによる被害を防ぐことが可能となったが、土砂堆積の進行により、泥流や土石流に対する捕捉能力が低下している砂防堰堤も現れ始めている。このため既設の砂防堰堤の堆砂状況を調査すると共に、必要に応じて除石などの措置を施すことが求められている。

また、2000年の噴火活動以降、火山ガスが溶解した酸性雨等が地盤に浸透・蓄積されたことで酸性土壌が形成され、三宅島は非常に強い酸性環境下となった<sup>2)</sup>。このため、先述したようにダブルウォール構造を取り入れた鋼製砂防堰堤では腐食の症状が現れはじめてきている。さらに、コンクリート堰堤においても変色が認められるなど、酸性雨などの影響が出始めていると想定される<sup>2)</sup>。このため、今後は鋼材やコンクリートの腐食状況等を継続的に調査すると共に、構造物としての健全性を検証し、必要に応じた対策を講じる必要がある。

## 8. 終わりに

2000年6月に始まった三宅島の火山活動では、火山ガスによる樹木の枯死や、火山灰に起因する土砂流出による被害が島内全域にわたって発生した。

これを踏まえて東京都は「H12災関」、続いて「激特事業」を策定し砂防堰堤等の整備を促進してきた。この結果、泥流による保全対象への被害は現時点において報告されておらず、一定の成果をあげることができたといえる。

平成17年2月の避難指示解除により島民の生活が再開されるとともに、生活基盤の確保と観光産業の復興のために、砂防施設の担う役割は大きい。しかしながら、土砂整備率が概成目標に達していない溪流もあり、更なる砂防施設の整備が必要であるとともに施設の適切な維持管理と継続的な調査と対策が求められている。

本報告にあたり、東京都建設局高橋係長、足立係長並びに島内施工会社の皆様に貴重なご意見を頂きましたことに心より深く感謝の意を表します。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) ㈱東京都地質調査業協会：技術トピックス「三宅島」—2000年噴火と火山災害、技術ノート、No.33、P.1-38、2001.9
- 2) ㈱地盤工学会関東支部：委員会活動報告および三宅島2000年噴火に関する論文集、三宅島火山噴火災害の復興に関するシンポジウム、P.2-4～4-22、2008.5
- 3) 平野祐康：平成12年三宅島噴火災害と砂防・治山、砂防学会誌、Vol.60、No.2、p1-2、2007
- 4) 峰岸正孝、足立 健：三宅島火山砂防事業の取り組みについて、砂防学会誌、Vol.56、No.2、P.37-41、2003

### 【筆者紹介】

末吉 満 (すえよし みつる)  
アジア航測(株)  
事業推進本部 防災地質部  
SABO課 主任技師

