

海外の火山地域における扇状地対策の実態と課題

建設省土木研究所

石川芳治・山田 孝

八千代エンジニアリング(株) ○下田義文・永田謙二

1. はじめに

本研究は海外の火山地域の扇状地における土砂流出の実態、扇状地での土砂災害対策などに関する資料を収集・解析し、海外の火山地域における適切な土砂災害対策手法を検討するものである。

2. 海外の火山地域における砂防計画の概要

海外の活火山における砂防計画は、基本計画と緊急対応計画の2つに大別される。これらの砂防計画について、1) 対象とする現象、2) 流域区分と基準点、3) 計画規模、4) 計画土砂量、5) 土砂処理方針、6) 施設計画、をとりまとめ、表-1に示した。

3. 火山の扇状地対策の現状と問題点

(1) 計画の規模

計画規模は、1) 降雨の発生確率(50~100年確率)が4火山、2) 噴火周期(25年~50年)が4火山、3) 実績災害と同程度規模が2火山、の3通りに集約されるが、いずれも25~100年に1回発生する現象を対象とした砂防計画となっている。

(2) 対象とする現象と計画流出土砂量

対象とする現象は、火口湖の水や融雪水に起因する火山泥流と降雨によって発生する土石流である。

計画流出土砂量は、一洪水型と毎年流出する土砂の累積量型の2種類がある。1火山で対象とする計画流出土砂量は $10^6 \sim 10^8 \text{ m}^3$ の範囲であり、累積量型であるアグン火山では $127 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、クルー火山では $66 \times 10^6 \text{ m}^3$ と非常に多い。

比計画流出土砂量(1 km^2 当り)は $10^4 \sim 10^6 \text{ m}^3/\text{ km}^2$ の範囲である。1洪水型の土石流を対象としたスメルとマヨン火山が $10^4 \text{ m}^3/\text{ km}^2$ と最も小さく、最も大きいのはメラピ火山の $10^5 \sim 10^6 \text{ m}^3/\text{ km}^2$ である。

(3) 土砂処理方針

海外の火山における土砂処理方針としては以下に示す傾向が見られる。

- 火山活動による生産土砂の分布が一様でないことから、同一火山であっても流域により土砂処理方針は異なる。
- 流出抑制(貯留)を採用する例が多く、次に生産抑制が多い。流出土砂調節方式は少ない。
- 累積量型の計画流出土砂量を対象とし、流出抑制方式の土砂処理計画を持つクルー火山等は、サンドポケットが既に満砂状態となり、次の噴火に対する空容量不足が問題となっている。
- 十勝岳を除くすべての火山で流出土砂を貯留するサンドポケットが用いられている。
- 火口湖の水に起因する火山泥流対策のための排水トンネルがクルーとガルングン火山で計画されている。
- 流向制御として転流やある方向の締切りがスメル、クルー、メラピ火山で効果をあげている。

(4) 砂防施設

インドネシアの火山地域では、土石流氾濫後の緊急対策として氾濫域を取り囲むように導流堤が建設されることが多く、その結果として、導流堤による流向抑制と扇状地における遊砂池が火山地域の土砂対策の骨格を成す場合が多い。砂防ダム、サンドポケットの計画サイトは溪床勾配 $I = 1/20 \sim 1/10$ に多い。サンドポケットは $I > 1/10$ 、砂防ダムは $I < 1/50$ に計画されたものはない。砂防ダムの高さ H は、 $H < 10\text{ m}$ が70%あり、 $H \geq 15\text{ m}$ のダムはほとんどない。

サンドポケットの幅(B)と長さ(L)の関係は、大きな傾向としては $B/L \approx 0.8$ 程度であり、その規模はクルー火山周辺のもの比其他と比べて2~14倍大きい。サンドポケットの幅(B)と水通し幅(b)の比 B/b は、クルー火山を除くと $B/b = 1 \sim 20$ 程度であるのに対し、クルー火山は $B/b = 60 \sim 240$ と大きいのが特徴である。このような場合、土砂が均等に堆砂せずにサンドポケット容量の有効活用が困難になることが多い。クルー火山では実際に不均衡堆砂により土砂が導流堤を越流している。

表-1 海外の火山地域における砂防計画の概要

火山・計画名 (国名・作成年)	対象 とする現象	流域	計画規模・基準	土砂処理方針と 主な対応施設	砂防施設数 (計画)
メラピ火山緊急 砂防計画 インドネシア 1985	土石流	ブロンケン川 プティ川 バタン川 クラサク川	一洪水型 噴火周期： 25年に1回	A 導流堤 B サンドボケット C - D 分散ダム E -	サンドボケット：11基 砂防ダム：6基 導流堤(km)：13km 床固谷止工：2基
スメル火山砂防 マスタープラン インドネシア 1984	土石流	ムジュール川 レジャリ川 グリディック川	一洪水型 降雨確率： 100年	A 導流堤 B サンドボケット C 砂防ダム D 低ダム群 E 転流水路	サンドボケット：4基 砂防ダム：29基 導流堤(km)：28km 床固谷止工：34基
スメル火山緊急 復旧砂防計画 インドネシア 1991	土石流	ムジュール川 レジャリ川	一洪水型 実績泥流規模： 1981年5月泥流 と同規模	A 導流堤 B サンドボケット C サンドボケット D - E -	サンドボケット：2基 砂防ダム：8基 導流堤(km)：16km 床固谷止工：6基
クルー火山砂防 マスタープラン インドネシア 1969	土石流 火山泥流	コント川 ンゴボ川 テルモスコジョ川 パダックテマス川 プティ川 等合計9河川	累積量型 実績噴火規模： 標準規模の噴 火(0.2km ³)に 対応	A 導流堤 B サンドボケット C 砂防ダム D - E 火口湖水位低 下用トンネル	サンドボケット：7基 砂防ダム：20基 導流堤(km)：- 床固谷止工：30基 排水トンネル
アグン火山砂防 長期計画 インドネシア 1988	土石流	ウンダ川 プフ川 ダヤ川	累積量型 実績噴火規模： 1963年噴火で 噴出した火砕 物に対応	A 砂防ダム B - C 砂防ダム D 砂防ダム床固 E -	サンドボケット：7基 砂防ダム：19基 導流堤(km)：45km 床固谷止工：44基
ガルングン火山 暫定防災計画 インドネシア 1983	土石流	チクニル川 チロセ川 南斜面	累積量型 実績噴火規模： 1982年噴火対 応の一部と思 われるが不明	A 導流堤 B サンドボケット C - D 砂防ダム E -	サンドボケット：5基 砂防ダム：15基 導流堤(km)：13km 床固谷止工：3基
ガルングン火山 砂防マスタープ ラン インドネシア 1988	土石流 火山泥流	チクニル川 チロセ川 南斜面	一洪水型 + 累積量型 降雨確率： 50年	A 導流堤 B サンドボケット C - D 砂防ダム E 火口湖水位低 下用トンネル	サンドボケット：5基 砂防ダム：15基 導流堤(km)：13km 床固谷止工：3基
マヨン火山砂防 マスタープラン フィリピン 1983	土石流	キランガイ川 マサラワダ川 ナシン川 アヌリン川 等合計9河川	一洪水型 降雨確率： 50年	A 導流堤 B 遊砂堤 C - D 砂防ダム床固 E -	サンドボケット：25基 砂防ダム：6基 導流堤(km)：- 床固谷止工：8基
有珠山激特砂防 事業基本計画 日本 1978	土石流	北斜面 東～南斜面 西斜面	一洪水型 降雨確率：50年 噴火周期が30 年であること から	A - B 遊砂池 C 砂防ダム D 谷止工・床固 工・山腹工 E 流路工	サンドボケット：7基 砂防ダム：41基 導流堤(km)：5km 床固谷止工： 1092基 流路工：5km
十勝岳富良野川 砂防基本計画 日本 1980	土石流 火山泥流	富良野川	一洪水型 降雨確率： 100年	A - B - C 砂防ダム D 床固工	サンドボケット：- 砂防ダム：13基 導流堤(km)：- 床固谷止工：31基

(注) A：流向抑制 B：流出抑制 C：流出調節 D：生産抑制 E：その他