

メラピ山麓におけるサンドマイニングについて

八千代エンジニアリング株式会社 下田義文, 溝口昌晴, ○西尾陽介, 矢野孝樹

1. はじめに

インドネシアのジャワ島中部に位置するメラピ火山（標高 2,986m）は、3～5 年に 1 回の頻度で噴火する非常に活動的な火山である。乾季と雨季がはっきり分かれており、噴火後の雨季には降雨によって堆積した火山砕屑物が侵食され、土石流となって頻繁に流下する。メラピ火山の山麓には、土石流災害を軽減するため、これまでに約 250 基の砂防施設が配置されてきた。メラピ火山の砂防計画では、除石管理型の不透過型砂防堰堤および透過型砂防堰堤について除石を実施する計画としている。一方、河道内に堆積した土石流堆積物は、建設資材としての価値が高いため、近隣住民や民間業者の現金収入源として合法・非合法に採掘される（以下、「サンドマイニング」と呼ぶ）。このサンドマイニングは、適切に管理されれば砂防堰堤の空き容量を回復させるのに有用であるため、既存の砂防計画ではこの適切な管理を提案している¹⁾。しかしながら、利権がからむ社会的背景を受けて、サンドマイニングが適切に管理されるには至っていない。

サンドマイニングの実態と課題はこれまでも報告されてきたが（例えば Jazaul IKHSAN ら²⁾）、2016 年時点の実態を調査する機会を得たので、ここに報告する。

2. 調査方法

2.1 調査対象：調査対象範囲は、メラピ山麓で砂防事業を実施している河川とし、2016 年時点における既設砂防堰堤とその前庭保護工を調査対象とした。なお、過去の火砕流流下によって大きく破損し、2016 年時点において復旧していない施設は調査対象外とした。したがって調査対象施設数は 235 施設となった。

2.2 調査方法：各砂防堰堤の現地調査を実施し、既設砂防堰堤の諸元等を確認するとともに、各砂防堰堤周辺でのサンドマイニングの実施状況について確認した。

2.3 着眼点：各施設の土砂の採取状況から、サンドマイニングによる砂防構造物への影響について確認した。（空き容量の回復、砂防構造物の機能低下、等）

2.4 調査結果のとりまとめ

各砂防堰堤の構造諸元及びサンドマイニングの実施状況について一覧表形式でとりまとめた。とりまとめ項目は、砂防堰堤の状況（河川名、施設構造、諸元、施設利用状況）、サンドマイニングの実施の有無、土砂の採取方法、堆砂地の空き容量、土砂の採取場所（溪岸・堆砂地・堤体下流・側壁導流堤）とした。（表 1）

表 1 現地調査結果のとりまとめ項目

調査項目	整理項目	備考	
砂防堰堤の状況	河川名		
	構造	透過・不透過	
	諸元	堰堤高等	
	利用状況	橋・取水堰・集落、等	
サンドマイニングの実施状況	有・無		
土砂の採取方法	人力・重機		
堆砂地空き容量	有・無		
土砂の採取場所	溪岸		
	堆砂地	計画河床より上・下	施設機能への影響評価
	堤体下流	計画河床より上・下	施設機能への影響評価
	側壁・導流堤	脚部・背面、等	施設機能への影響評価

3. 調査結果

3.1 サンドマイニングの実施状況

透過型砂防堰堤では約 56% (45/81) の施設でサンドマイニングが実施されており、約 89% (72/81) の施設で空き容量が確保されていることが確認された。このことから、透過型砂防堰堤はサンドマイニングによって概ね空き容量が確保されていると考えられる。（図 1 上グラフ参照）

一方不透過型砂防堰堤は、サンドマイニングが実施されている施設は約 31% (48/154) あったが、空き容量が確保されている施設は約 8% (13/154) であることから、現時点では除石管理型の不透過型砂防堰堤として評価できる施設は少ない状況にあると考えられる。（図 1 下グラフ参照）

3.2 サンドマイニングが実施されている地域

調査対象範囲においてサンドマイニングが実施されている砂防堰堤は 93 施設確認された。サンドマイニングを実施している砂防堰堤の分布を図 2 に示す。

これによると、2006 年噴火及び 2010 年噴火で火砕流

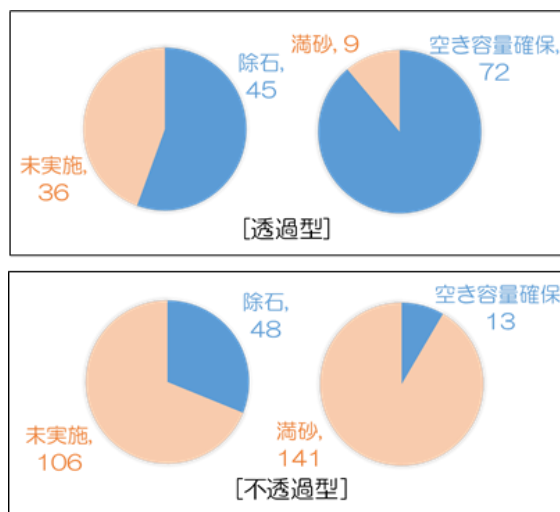


図 1 サンドマイニングの実施状況

が流下して土砂が供給された南側山麓では、山頂から10km 以内の上流域にサンドマイニング実施の砂防堰堤が多いが、2006年噴火及び2010年噴火で火砕流が流下していない西側山麓では、下流域の砂防堰堤においてもサンドマイニングが実施されていることが確認された。

このことから、メラピ山麓では土砂が豊富にある場所（上流域）に採掘活動が集中するが、資源が少なくなると、多少効率は悪くとも土砂がある場所（下流域）に活動が移動していく傾向があると考えられる。

3.3 土砂の採取方法

メラピ山麓のサンドマイニングは、過度な採取を抑制するため人力掘削により土砂を採取しているケースが多い。ただし、採掘許可を取得している業者は重機を使用して土砂を採取している。現地調査では、重機使用13施設、人力掘削80施設であった。

なお近年、非合法の採掘業者において、ポンプによる放水を利用して細粒土砂を効率的に採取する手法が採用されつつあり、過剰な採掘につながる懸念されている。

3.4 土砂の採取場所

現地調査結果による土砂の採取場所を図3に示す。ここでサンドマイニング実施堰堤の約82% ((50+26)/93)において堆砂地側から土砂を採取していることが確認できた。

この結果からメラピ山麓では、概ね砂防計画に準じた砂防堰堤の除石が実施されていると考えられる。

しかし一方で、前庭保護工下流側で土砂を採取しているケースが、サンドマイニング実施堰堤の68%程度 ((50+13)/93)において確認された。このうち、副堰堤の基礎部より低い位置までの掘削しているケース(図5)や、導流堤及び護岸工の脚部や背面から土砂を採取しているケース(図6)が確認されており、サンドマイニング実施堰堤の約25% (23/93)において、サンドマイニングが砂防施設の安定性低下につながってしまっている状況が確認された。(図4)

4. 課題と対応

4.1 除石管理型砂防堰堤の選定

現地調査結果から、不透過型砂防堰堤を除石管理型として活用できない状況が確認された。メラピ山麓の不透過型砂防堰堤には、主ダム天端に取水設備が設置されているケースが多く、これらの砂防堰堤では河床高を下げるできないことから、除石が抑制されていることが想定される。このことから除石管理型とする不透過型砂防堰堤は、取水設備等が設置されていない施設を選定する必要があると考える。

4.2 構造物によるサンドマイニングの抑制

現地調査結果から、一部の砂防施設においてサンドマイニングによる砂防施設の安定性低下が確認された。この結果から、今後の砂防施設整備にあたっては、不適切な箇所でのサンドマイニングを抑制するため、堰堤工上下流や側壁周辺にコンクリートブロック工や天端保護工を設置し、土砂の採取ができないようにすることが有効であると考えられる。

参考文献

- 1) Review Master Plan (2001)
- 2) Jazaul IKHSANら ; 「Sustainable Sand Mining Management in Merapi Area Using Groundsills」, 京都大学防災研究所年報 第52号B (平成21年6月) P647

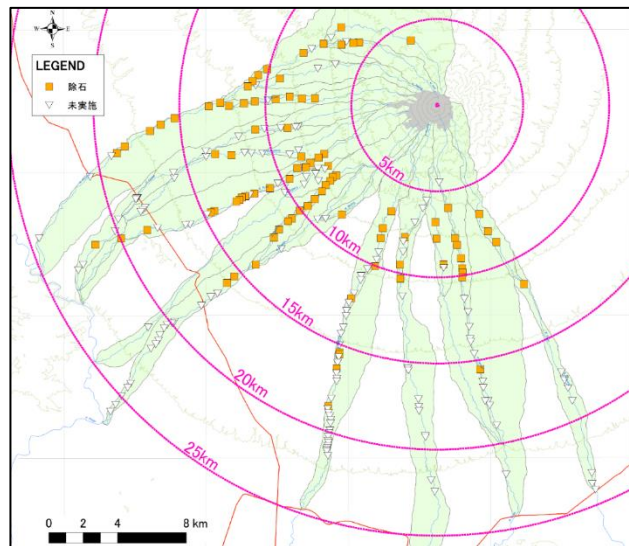


図2 サンドマイニングが実施されている地域

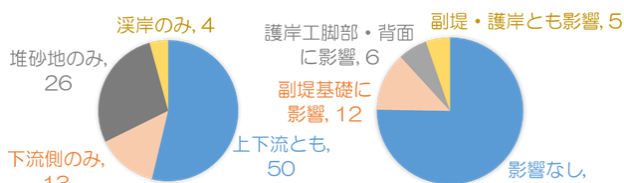


図3 採取場所

図4 施設への影響



図5 副堰堤下部までの掘削事例



図6 護岸工背面側までの掘削事例