

メラピ火山噴火後における河床低下と砂防堰堤の破壊に関する考察

東京工業大学 国際教育推進機構 横倉順治

1. メラピ火山噴火後における砂防堰堤の破壊

インドネシアのメラピ火山における2010年の火山活動は10月26日の噴火に始まり、11月22日の火砕流を最後に終息した。火山噴出物の総量は1億4千万 m^3 と見積もられ、1872年以來の規模となった。この噴火で西～南斜面では噴煙柱に起因する火山灰が堆積し、南斜面では火砕流が流下した。現地では11月に雨季が始まり、そのため噴火後に山麓河川では洪水と土石流が頻発し、249基の砂防堰堤のうち17基では本堤を含む全構造物が破壊・流失、35基で本堤の一部流失・副堤全部あるいは一部流失、などの被害を受けた。その原因と発生件数は、①下流河床の低下に起因する基礎洗掘43件、②水通し天端の摩耗20件、③本堤袖からの越流・河岸侵食6件、(以上重複を含む)などであった¹⁾。図1に示すようにメラピ火山南西斜面を流下するPabelan川のPA-C(Prumpung)～PA-C(Tlatar)の河道では、6基の砂防堰堤が上述①により被災した。そのうちPA-C(Prumpung)とPA-C5では副堤の全部が流失、その上流のPA-C3～PA-C(Tlatar)では構造物全体が流失した。Pabelan川の支流Senowo川のSE-C1とSE-C2でも下流河床の低下で副堤が流失した(図2～図4)。本論文ではこれらの河床低下現象を明らかにし、砂防堰堤の破壊について考察した。

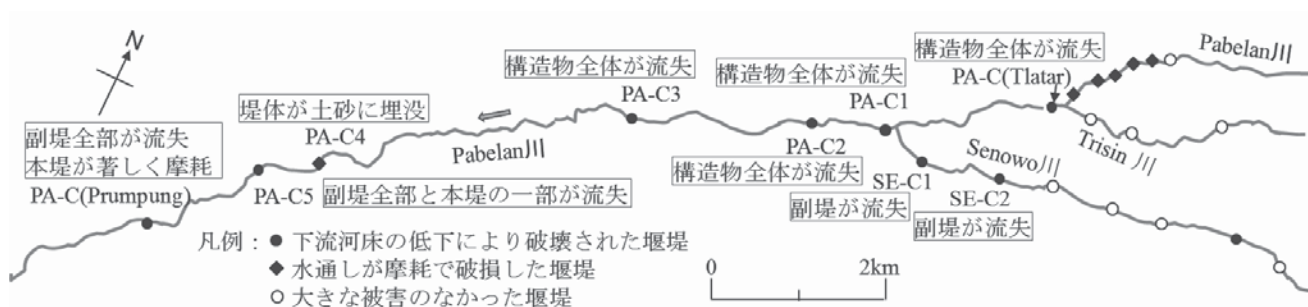


図1 Pabelan川とその支流での砂防堰堤被災状況

2. 大きな侵食力の発生 - SE-C2 下流における河床低下 -

Pabelan川の支流Senowo川ではSE-C2の副堤前面の河床が8.2m低下した(図2)。これは副堤からの落水エネルギーによる局所洗掘ではなく、その下流にも同規模の河床低下が続いている(図3)。この河道区間に大きな侵食力が働いた結果と考えられる²⁾。このときSE-C2の下流にある堰堤SE-C1では副堤は破壊されたが本堤は無事で土砂を保持しており(図4)、SE-C1～SE-C2では堆砂流失に起因する河床低下は発生していない。SE-C1～SE-C2の河床勾配は1/28であり、一方PA-C3下流1.6km付近～PA-C(Tlatar)の元河床勾配は1/29であって概ね一致しており、また河床材料も類似していることから、同様な侵食力がこの区間でも生じたと考えられる。このように大きな侵食力が噴火直後に発生したのは、上流域が火山灰で覆われて流出率が上昇して流量と流速が増大し、さらに土砂・土石を含むので流体の比重が増加したためと推定される。SE-C2の副堤は2011年5月12日に再訪した際に崩壊していることが確認された。



図2 SE-C2 副堤前面の河床が8.2m低下した。

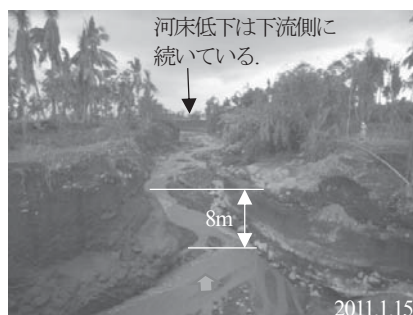


図3 SE-C2 本堤天端から下流側を見る。



図4 SE-C1では本堤が堆砂を保持している。この状況は2011年2月17日にも確認された。

3. 砂防堰堤の破壊による堆砂の流失 - PA-C(Tlatar) 上流における河床低下 -

PA-C(Tlatar)では噴火後に下流河床が低下して副堤が破壊・流失した。噴火前後の比較を図5～6に示した。本堤の前面河床は4.5m低下した(図7)。そのあと2011年1月15日の洪水時にPA-C(Tlatar)本堤の基礎地盤が洗掘されて底抜けし(図8～9)、ここから堆砂が流失して上流側河床が侵食された(図10)。この洪水で形成された侵食の形状は幅20～33m、深さ3～10m、長さは約

120m となった (図 11) . 本堤基礎地盤が底抜けしてから上流への侵食が終息するまでの時間は 35 分であり (表 1) , この間に流失した土砂量はおよそ 2 万 m³ と見積られる. 本堤は同年 7 月 4 日に再訪した際には流失していることが確認された. 他の堰堤で本堤が破壊した事例でも, 同じようにして堆砂が流失して上流河床が低下したと考えられる.

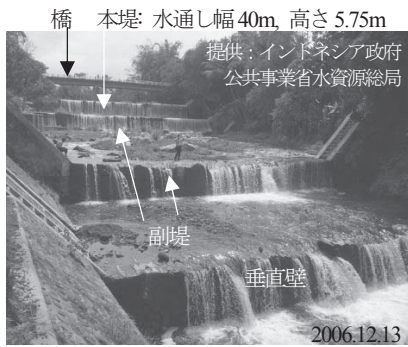


図 5 噴火前の PA-C(Tlatar)とその上流の橋

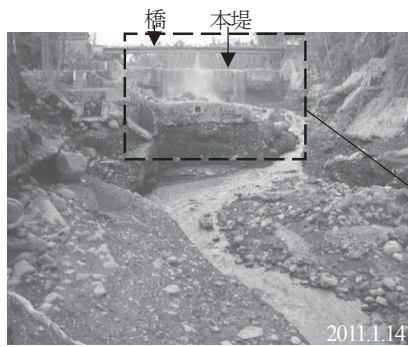


図 6 噴火後に副堤と垂直壁が流失した.



図 7 本堤前面の河床が 4.5m 低下した.



図 8 堆砂流失前の本堤上流河床



図 9 本堤基礎地盤が底抜けして堆砂が流失



図 10 堆砂流失がさらに進行した.

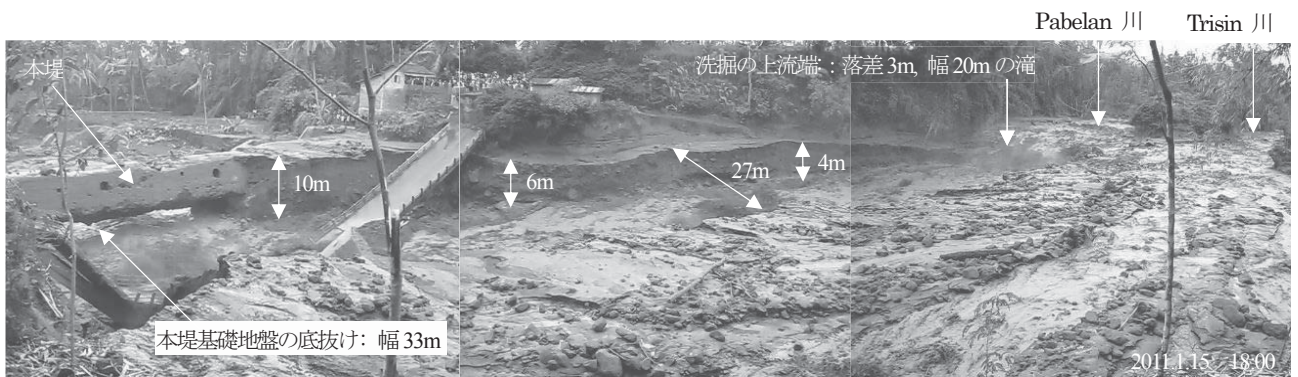


図 11 堆砂の流出が継続して 30 分経過した後の状況. 橋脚は倒壊し橋桁が落下した. 侵食は本堤上流方向に 120m 遡上した.

4. まとめ

以上より, Pabelan 川 PA-C3 では, 噴火後に河道に働く侵食力が増大して下流河床が低下し, 副堤と本堤が破壊されて堆砂が流失, 河床低下はさらに上流に伝播して同様な現象を次々と発生させながら PA-C(Tlatar)と SE-C1 に至ったと推定される. このような現象は PA-C(Plumpung)-PA-C5 でも起こったと思われる. 今後メラピ火山の砂防施設の整備計画を策定するにあたっては, 今回の災害によって得られた情報をフィードバックすることが重要となっている. 具体的には最下流副堤根入れ深さ, 堰堤の間隔などの再検討の他に, 土砂流送制御の代替案として遊砂土工も考えられる. 海外では日本のマニュアルを必ずしもそのまま適用できるとは限らず, 現地の環境条件に見合った対策を講じる必要がある.

参考文献

- 1) 溝口昌晴, 福島淳一, 下田義文: メラピ火山 2010 年噴火における砂防施設の効果と被災, 平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. A-56-57, 2014
- 2) 福島淳一, 溝口昌晴, 池田誠, 下田義文: メラピ火山山麓における砂防堰堤破壊現象の分析と対策, 平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. A-58-59, 2014

表 1 PA-C(Tlatar)上流での河床侵食

時刻	現象
17:30	本堤基礎地盤の洗掘・底抜け
17:48	橋脚倒壊
18:05	河床侵食の終息