

# ピナツボ火山噴火後の地形変化と土砂災害 (その4)

日本工営株式会社 広瀬典昭、井上公夫、井上美公、白石眞之、○深澤 浩  
砂防エンジニアリング株式会社 大石道夫

## 1. はじめに

1991年6月ピナツボ火山の噴火は東麓斜面に、約14億m<sup>3</sup>もの火砕流噴出物を流下・堆積させた(JICA,1996)。火砕流台地上では高温の碎屑物により、二次爆発が頻発し多量の火山泥流(Lahar)が平地へ流下した。流域のひとつパッシング川(Pasig-Potrero)では1993年10月に隣接するサコピア川(Sacobia-Bamban)の上流域(20.3km<sup>2</sup>)を河川争奪した。その結果、泥流流出量が増大して下流に大きな被害を及ぼした。現在、ピナツボ火山東麓では二次爆発の発生回数はかなり減少したものの、多量の火砕流が上流域に残存しており泥流モニタリングは今後も重要な調査項目のひとつとなっている。そこで本稿では1997年雨期の現地調査に基づいて、1995年までのJICA Teamを中心とした調査報告に引き続き1996年と1997年における河道変遷状況について特にパッシング川を中心に報告する。なお1995年までのピナツボ東麓斜面に起こった地形変化に関しては、井上ほかによる平成6、7、8、10年度砂防学会研究発表会予稿集および新砂防47巻2号に詳しい。

## 2. 1996年雨期の河川状況

1996年雨期は通常と比較して総降水量が少なく大規模でかつ急激な土砂移動は発生しなかった。唯一、8月後半の台風によって既設の横堤(Transverse Dike)中央を流下していた河道が、洪水流のために約1km上流から流路を約50度北側へ移動させた(Avulsion)(図1)。そのため横堤一部のカルバートやコンクリート壁が破壊された。泥流堆積物からなる扇状地面は、河床の側方浸食や下刻作用で段丘化し始めた。扇状地面上の河床は、雨期前後を比較すると緩やかに上昇する堆積傾向(Aggradation)にあった(DPWH,1996)(図2)。堆積量はおよそ3,000万m<sup>3</sup>と見積られる。河道平面形状は扇頂部のWatch Point No.5(WP5)\*1より下流へ約1kmの地点から扇中央部の約9km地点までがメアンダー河道で、それより下流が直線状流路になる。上流側には蛇行の屈曲度が非常に高い地点もみられる。

## 3. 1997年雨期の河川状況

### 3.1 1997年アンバー台風以前

1996年時の河道形態と比較すると、全域にわたって流路幅が大きく拡大した。7月時点での調査によれば、WP5から約5km区間にみられるメアンダー河道に特徴的な湾曲部の急勾配が堆積土砂の移動で平衡化しつつあった。一方、より下流側の扇中央部では、攻撃斜面上で浸食が活発に進行していた。つまり、この時点ではメアンダーの発達区間が下流側に移動しつつあることがわかった。ちなみに扇状地区間の河床粒度組成は、90%粒径(D<sub>90</sub>)で3.0mm、中央粒径(D<sub>50</sub>)で0.3mmとなる分析結果が得られた。粒度分布の特徴としては、扇状地区間の上下流で粒度分布組成の変化がみられず、上流の火砕流堆積域で計測された値と近似なことである。

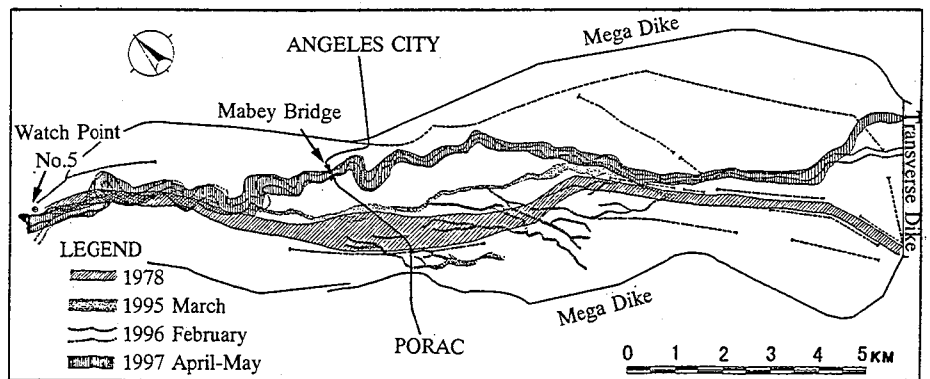


図1 パッシング川の河道変遷図(1978~1997)

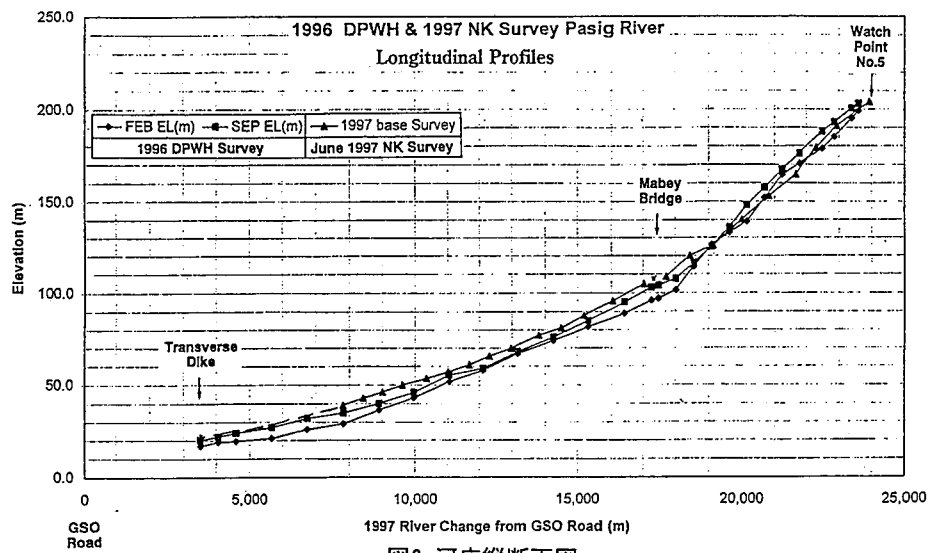


図2 河床縦断面図

### 3.2 1997年アンバー 台風通過

8月中旬、ルソン島より数百 km 東部を通過中のアンバー台風 (Typhoon AMBER) は、ルソン島方向へ北西に進むにつれて島の西側にあった巨大な低気圧雲を強烈に東に引きずり込む形でルソン島に大雨を降らせた。アンバー台風が通過した間の 18 日から 21 日までの 4 日間における総降水量は、サコピア上流で 466.09mm を記録した (PHIVOLCS, 1997)。また急激な河道変化が起きた日の 20 日午前 6 時から翌 21 日午前 6 時までの 24 時間雨量は約 350mm にのぼった。これは降雨確率にすると 20 年確率規模に相当する。これにより扇状地面上で急激な河床上昇 (Rapidly Uprising) とその後続く突然の下方浸食 (Suddenly Down-Cutting) という地形変化の現象がわずか 12 時間以内に発生・完結した。また隣接するサコピア川でも同様の現象が起きていた。WT5 での Flow Sensor 結果をみると 20 日午後 9 時頃と午前 0 時前、そして 21 日午前 1 時頃に振動のピークがあり、おそらくこの時間帯に段階的に下方浸食が起こったものと推定できる (図 3)。浸食の影響範囲は、WT5 から上流側約 5km、下流側約 15km で合計約 20km の延長区間に及び、下方浸食深は WT5 付近の約 18m を最大として平均約 7.8m であった (図 4)。平面的には Mabey Bridge より下流側では穿入蛇行 (Incised Meander) の屈曲が進み、横堤に近い区間では Avulsion が起こった。洪水流の土砂濃度は、純粋なラハールというよりも高濃度土砂流 (Hyperconcentrated Flow) に近いものであった。再移動土砂量は、合計約 5 千万 m<sup>3</sup> と見積もった。以下に Mabey Bridge\*2 での定点観測による経時変化を述べる。

8月19日：Mabey Bridge の右岸側アバットメントが河道の側方浸食により抜け落ち、通行不能になった。河床は徐々に上昇しつつあった。河道内では反砂堆 (Antidunes) 現象が頻繁に発生した。

8月20日：正午前後 - 巨大なうろこ状砂州 (Diamond Channel Bar) が橋より下流側中央に形成されていた。水深は平均して約 50cm 以浅と浅い。波長約 170m 前後の 2 本の谷線 (Talweg) が兩岸沿いを通過していた。河床は 19 日より 2m 近く堆積した。午後 5 時頃 - 河床は橋桁まで上昇し、その後下方浸食を起こして Mabey Bridge をほとんど倒壊させた。

8月21日：Mabey Bridge より約 500m 下流側で河道が大きく左岸側へ蛇行した。そして左岸側の扇状地面上に洪水氾濫した。この地点は災害以前にメアングーが活発になる区間という予想をしている場所であった。

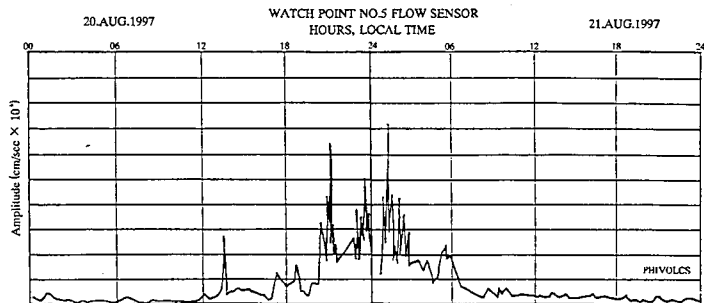


図3 WT5地点での8月20, 21日のFlow Sensor Chart

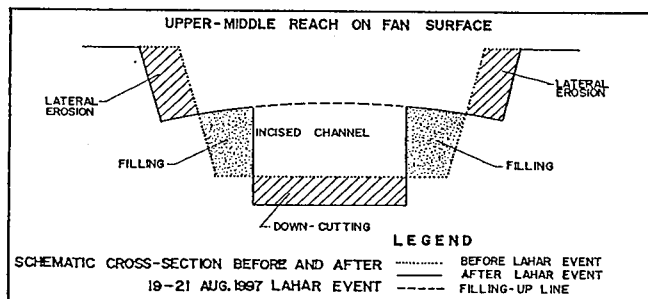


図4 河道断面模式図

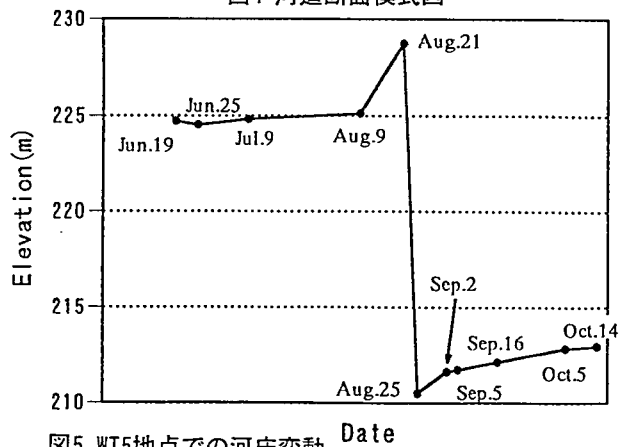


図5 WT5地点での河床変動

### 3.3 1997年アンバー台風以降

扇状地内の河道では、8月21日以降ふたたび河床が上昇し始めた。WP5 地点では 8月25日から 9月2日の 8 日間で河床が 1m 上昇し、その後 10月14日までに加えて 1.3m 上昇した (図 5)。

### 4. まとめ

二次爆発が頻繁に発生し大規模なラハールが起こっていた 1995 年までと 1997 年現在の状況とでは、明らかに土砂移動の過程、形態が変化している。災害現象としては、Next Stage に入ったといえよう。火砕流堆積量は、指数関数的に減少しているが、1997 年 8 月のような現象が今後も数年に一度の割合で起こることが予測される。山地中下流部には、移動可能土砂がまだ多く堆積しているし、また扇状地面からの土砂再移動も考慮に入れなければならない。そして、災害影響範囲も新たにデルタ地帯への Wash Load や扇状地面上の側方への Avulsion などを想定しなければならない。

\*1 Watch Point No.5: 扇頂部の高台に位置する PHIVOLCS の泥流監視所。

\*2 Mabey Bridge: パッシング川を横断する唯一の仮設橋で道路自体ラハールよりしばしば位置が変更している。