



ピナツボ火山砂防事業の現状について

赤松巧一*

1. はじめに

去る7月22日から25日の日程で、フィリピン共和国のケソン市において、ESCAP/WMO台風委員会主催の「水災害の危険度評価と管理に関するワークショップ」開催された。台風委員会は、アジア太平洋経済社会委員会（ESCAP）と世界気象機関（WMO）とが合同で運営する機関であり、日本をはじめ東アジア・東南アジアを中心とする14カ国が加盟している。（2002年3月現在）

このワークショップへ出席した後、ピナツボ火山を訪れる機会に恵まれたので、噴火から10余年経ったピナツボ火山砂防事業の現状について報告します。

2. フィリピン共和国の火山について

フィリピン共和国は7,109もの島からなる面積299,404km²（日本の8割程の広さ）、人口7,650万人の国である。（図1）

この国には200以上の火山があり、そのうち活動中か、若しくは近い将来噴火の可能性がある火山が約50あるといわれており、戦後だけでも7つの火山が噴火している。その一つ、ピナツボ火山では1991年6月に20世紀最大の噴火といわれる大噴火が起こり、フィリピン共和国火山地震研究所（PHIVOLCS）によれば約67億m³の火山灰が生産されたと推定されている。

堆積した火山灰は降雨の度に泥流化し、麓を襲い集落を壊滅させた。10年以上経った現在も、Lahar（ラハール：火山岩屑による土石流、泥流の総称。）が発生し、大量の土砂が流出している。ピナツボ火山東部については、1994年の国際協力事業団（JICA）による調査や、1995年には米軍による緊急計画が立案されるとともに、対策工事も鋭意行われ、サコピアー・バンバン川については概成しており、パッシングボトレロ川においても「メガダイク」と呼ばれて

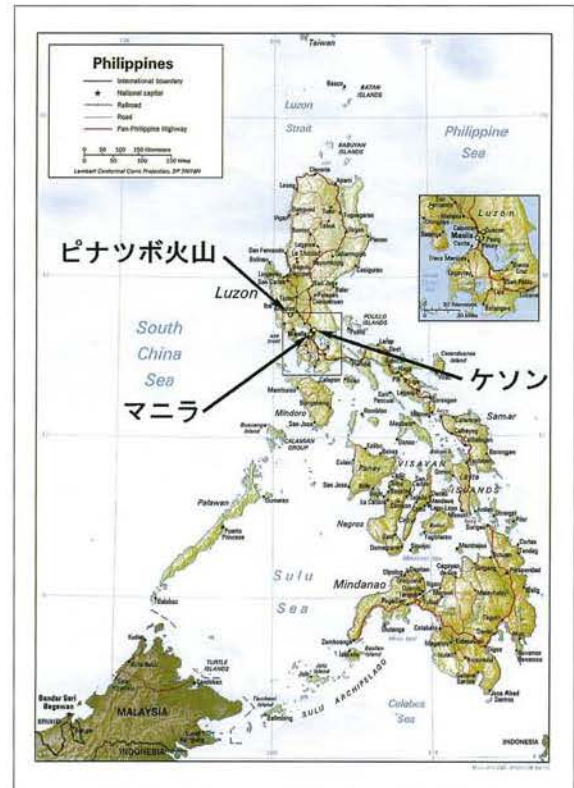


図1 箇所図

表1 行程

7月22日	出国	成田→ケソン
23日	ワークショップ (洪水ハザードマップ)	ケソン
24日	ワークショップ (土砂災害予警報システム)	ケソン
25日	ピナツボ火山西部: (ブカオ川、サントトマス)	ケソン→ ピナツボ
26日	ピナツボ火山東部: (サコピアー・バンバン川、 パッシングボトレロ川)	ピナツボ→ ケソン
27日	帰国	ケソン→成田

いる堤防の建設が急ピッチで行われている（図2）。これらの流域では噴火直後、緊急避難していた住民が戻り、再定住も始まっている。ただし、アバカン川については、住民による工事の反対等もあって事

*（財）砂防・地すべり技術センター 砂防部



図2 位置図

トによるブカオ川、アロマ川、サントトーマス川の3流域を対象としたマスタープランの作成が行われている。JICA専門家によれば、フィリピン共和国政府としても対応が遅れていた西部の状況に危機感を持っていたようで、日本の支援に対する期待は大きいそうである。

3. 行程

今回の全行程は表1の通りである。25日の早朝、ケソン市内のホテルから車で移動し、約4時間後にアンヘレス市内に到着した。現地に向かう道路は相当傷んでいるところもあり、移動に時間を要した。

午後から早速ピナツボ火山西部のブカオ川とサントトーマス川を調査した。翌26日には東東部のサコビアー・バンバン川、パシグポトレロ川の調査に向かった。図2の黄色の○が2日間の調査ポイントである。

あいにく、25、26日とも曇で、ピナツボ火山の山頂は残念ながら見ることはできなかった。

4. ピナツボ火山西部の砂防対策の現状

(1) ブカオ川

最初に、ブカオ川とバリン・バケロ川合流点を訪れた。ブカオ川流域は1991年の最初の噴火でもっとも火山生成物の降下・堆積が激しかった箇所で、Laharによって噴火前と比べて15～20mほど河床が上昇したといわれている（写真1）。

PHIVOLCSによれば噴火直後約31億 m^3 の火山灰が流域に堆積し、その内の約14億 m^3 が下流へ流出し、上流域には、いまなお17億 m^3 の不安定土砂が堆積していると推定されている。PHIVOLCSによって図3のとおりハザードマップが作成されており、エリアは赤のハイリスクから、青の注意喚起までの5段階に分類されている。



写真1 ブカオ川、バリン・バケロ川合流点

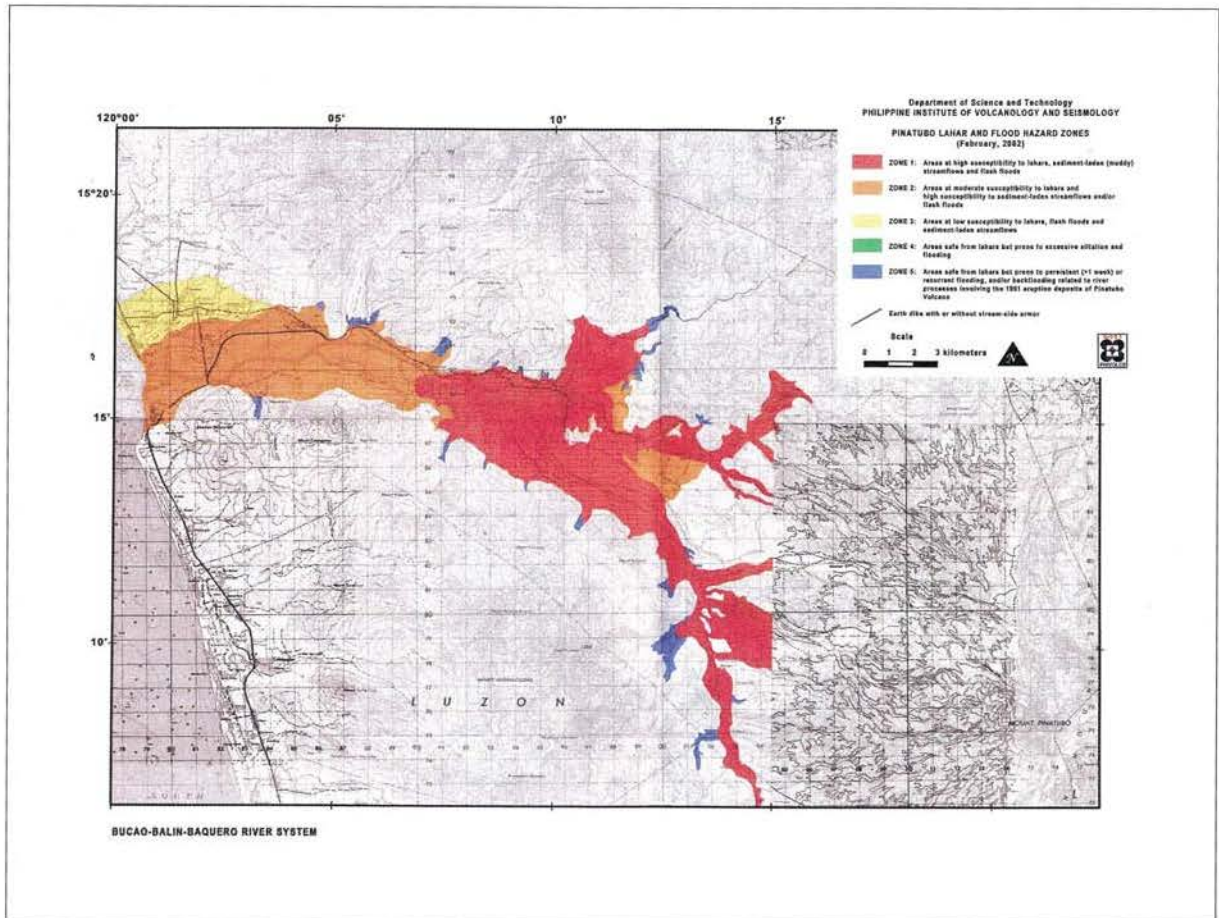


図3 ブカオ川流域ハザードマップ

ブカオ川には上流の町へと通ずる橋が架かっているが、Laharによって河床が上昇し、高欄が水面からのぞく程度となっている。対岸の浸食状況から、橋を完全に埋没させた堆積物は、約1.5m程の層厚分が、その後の洪水で下流へ流出した状況が伺える(写真2)。

道路の復旧については、現在バイパス道路が新たに建設中であった。写真1は右岸側の道路建設現場から撮影したものである。左岸側も切土工がはじまったばかりであるが、時にはLaharが発生する悪条件下での工事であり、完成までには相当の工期を要するものと思われる。(写真3)

寸断された道路に住民が集まり、川の中には浮輪を持った人がいたため、「川の渡」でもやっているのだろうかと思ったが、そのうち上流で人々の大きな声があがり、浮輪を持った男性が川に流され、岸にいる人が長い竿を男性に差し伸べていた。さては川遊びをしていて溺れたに違いないと思い、心配し

て見ていたところ、実は、キャッサバ(イモの一種)を上流から運んでいたのだとわかって一安心した。彼らに一袋買わないかと勧められたが、持ち運びに苦労するので丁重にお断りした。(写真4)

続いて、国道7号線に架かるBucao橋へ移動した。



写真2 埋没した橋(ブカオ川)



写真3 建設中のバイパス道路（フカオ川左岸）



写真4 収穫したキャッサバを勧める女性



写真5 国道7号線に架かるBucac橋



写真6 Bucac橋上流の護岸流失状況



写真7 Laharを眺めながらコーヒーでも…



写真8 Maculcol橋

この橋梁は1939年に建設されたトラス橋梁であるが、1991年のLaharによって右岸側の一部が流失し1992年に一端復旧されたものの、その年のLaharによって、またもや流失した。1993年に再度復旧され、現在の姿となっている（写真5）。

しかし、右岸側は水衝部となっているため、張コンクリートが流失し、堤防が大きくえぐられており、再度、道路災害が懸念される（写真6）。護岸は法面整形した後に、厚さ10cm程度の無筋コンクリートが張られた簡単な構造である。激しい河床変動のた



写真9 天井川となっているサントトーマス川



写真10 サントトーマス川中流部

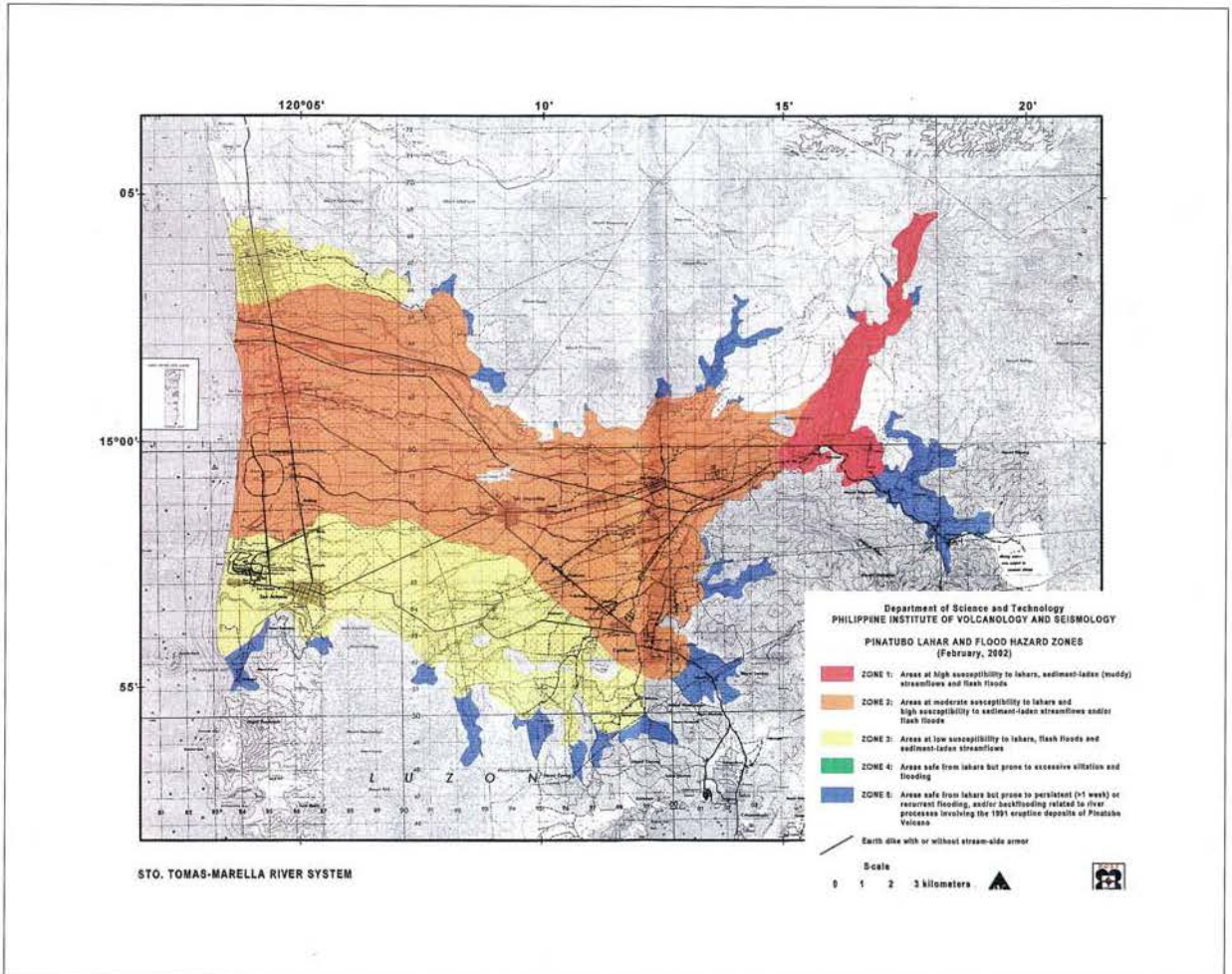


図4 サントトーマス川流域のハザードマップ



写真11 マバナエベ川が堰止められて出来た湖



写真12 今ではさびれたVIEWDECK



写真13 サントトーマス川とマバナエベ川の合流点（手前の法面が開削跡）

め、根入部が洗掘され被災したものと考えられる。

ここは国道沿いということもあって、往来する人にLaharを観せることができる絶好の場所であり、住民もすっかり観光スポットにしていた(写真7)。

(2)サントトーマス川

ブカオ川から国道7号線を南下し、サントトーマス川へと向かった。移動の途中4つの河川を横断したが、どの橋梁もLaharの堆積物がほぼ床版にまで達しており、特にサントトーマス川に架かるMaculcol橋梁は毎年洪水で埋没するそうで、フィリピン共和国公共事業道路省(DPWH)が重機を投入して掘り起こしている。橋梁上流側には布団籠でパラベットが設けられていた。これは橋自体が川を堰き止めており、洪水の越流を防止するために築造されたものである(写真8)

ここより、サントトーマス川の左岸堤防を上っていき、マバナエベ川との合流点へと向かった。

この堤防は、1992年にDPWHによって築造された

ものだが、堆積した土砂によって河床が堤内地より8m程度高くなっている(写真9)。写真9中央の堤防天端と右側の河床とは比高差が5mほどしかないが、川幅が2~5kmと十分あるため計画洪水量(30年確率降雨量)の流下能力には問題はなさそうである。ちなみに、我々のドライバーの実家がちょうど対岸の山裾にあるそうだが、噴火以来家族でマニラに避難しているとのことであった(写真10)。

さらに5kmほど上流へ上ったところで、合流点に着いた。

PHIVOLCSでは噴火直後約13億 m^3 がサントトーマス川流域に堆積し、その内の約12億 m^3 がすでに下流へ流出し、上流域に残存する不安定土砂は1億 m^3 となり、安定してきたとしている。

サントトーマス川流域のハザードマップは図4の通りであって、マバナエベ川合流点(赤色から橙色への変化する地点)はサントトーマス川の河床勾配が、1/70から1/250へと急変する箇所、土砂が堆



写真14 テレメーター



写真16 JICA専門家・現地の子供と記念撮影

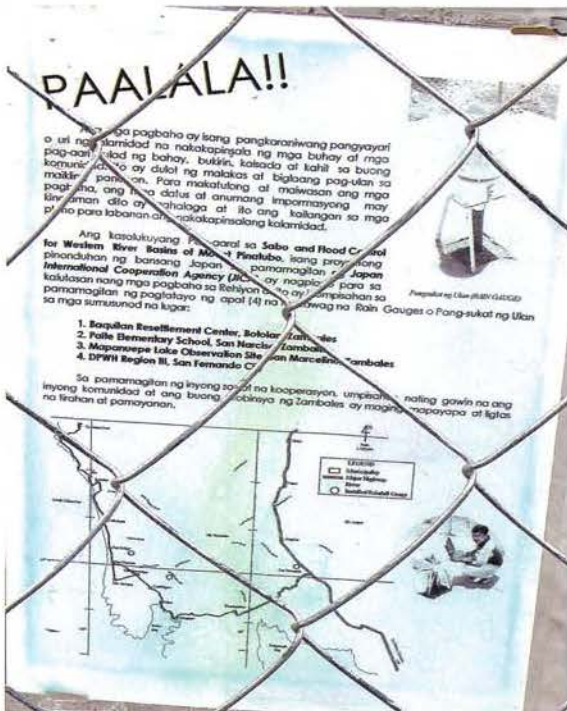


写真15 タガログ語で書かれた雨量計の説明書



写真17 朝の交通渋滞（国道1号線）



積しやすい地形条件となっている。このため、河床は20m程上昇し、堆積した土砂によってマパヌエペ川が堰止められ、水深17~18mの天然湖ができている。(写真11)

一時期は、この湖に訪れる観光客も多かったであろうが、東屋とトイレが備わった立派な展望台が建設されていたが、いまではすっかりさびれていた。(写真12)。

堰き止められた直後から、湖の水位が上昇し、大

雨の度に下流に洪水の被害もたらされたため、1993年にDPWHによって山の一部が開削され、現在は水位が、一定にコントロールされている。(写真13)

また現地にはテレメーターが設置されていた。(写真14) タガログ語と英語が併記された看板には、現地の人への警告と説明書きとなっているようで、「砂防と洪水対策のためにJICAの協力によって設置された雨量計です。」と書かれている。(写真15)



写真18 神風特攻隊平和記念モニュメント



写真19 Bonsai for sale !

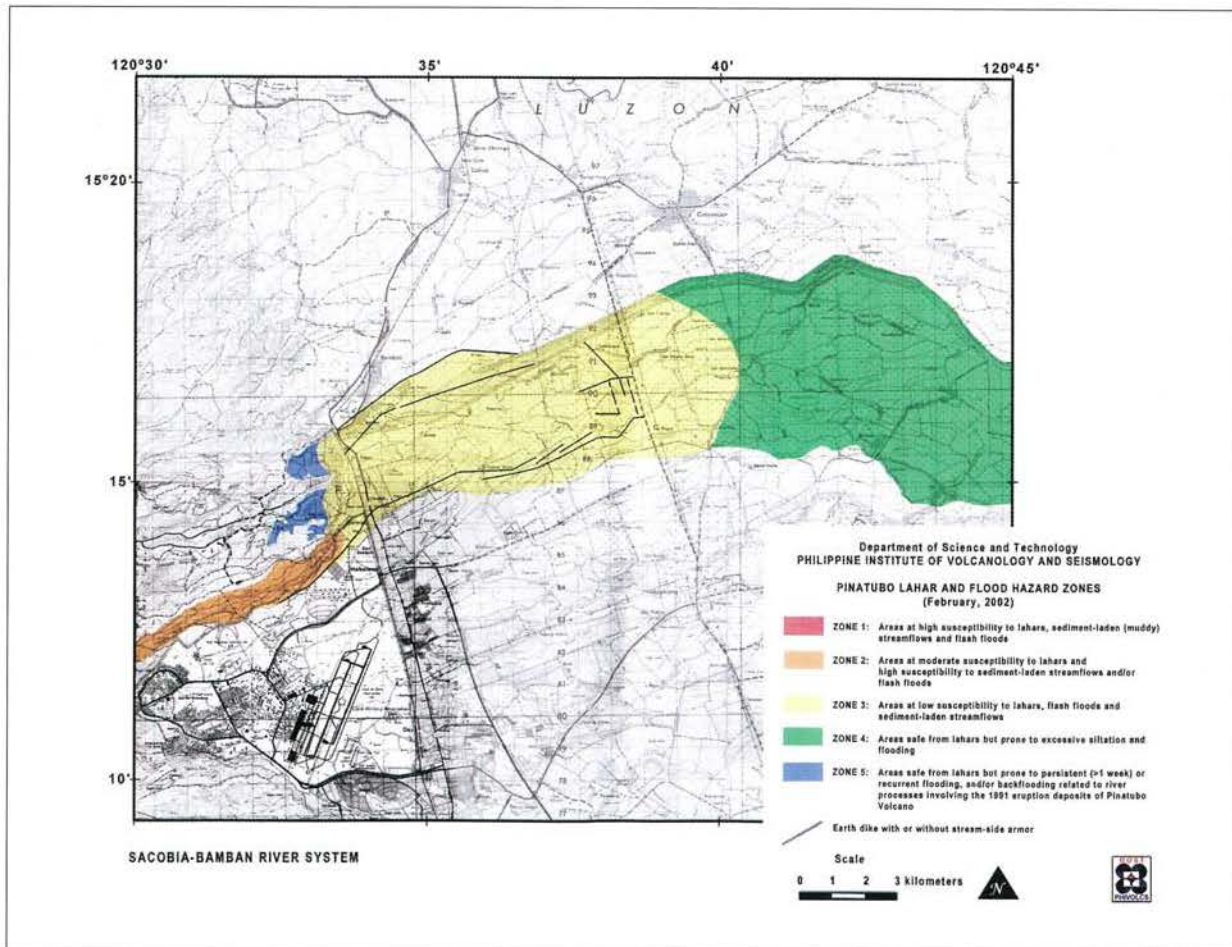


図5 サコビア・バンバン川流域ハザードマップ



写真20 国道1号線に架かるバンバンブリッジ



写真21 バンバンブリッジ下流



写真22 バンバンブリッジ上流



写真23 砂防ダム全景

我々が調査していると現地の子供が興味深そうに近づいてきたので、一緒に写真を撮ろうと誘うと、喜んで入ってくれた。(写真16)

5. ピナツポ火山東部の砂防対策の現状

(1) サコビアー・バンバン川

26日はサコビアー・バンバン川の調査から始めることにした。アンヘレス市内の宿泊先から現地へ向かう途中、国道1号の交通渋滞に巻き込まれた。大型バス、ジープニー、トライシクル、自家用車と様々な車が縦横無尽に走っており、なかなか交差点に進出出来ない。聞いた話では、交差点直進方向に高速道路のランプがあるため、このあたりはよく混むのだという。(写真17)

ドライバーの巧みな運転で何とか渋滞を抜け、国道1号線を北上し、最初の目的地であるバンバンブリッジへと向かった。

間もなく到着というときに、石で出来た鳥居の前

で車が止まった。そして、ドライバーが何やら聞き覚えがある「KAMIKAZE! KAMIKAZE!」と言っている。ここは、太平洋戦争中の神風特攻隊出撃基地跡で、現在は平和記念モニュメントとなっている。(写真18)

さらに、途中で興味深いものを発見した。しかし、技術力は今一步といった感じを受けた。(写真19) サコビアー・バンバン川のハザードマップは、図5の通りである。マップからも判るように、居住区の危険度は相対的に中程度以下となっている。

ルソン島北部とマニラを結ぶ動脈、国道1号線に架かるバンバンブリッジ(写真20)は新しく架替えられており、上下流とも改修が終わっている。バンバン川では流量が少ないようで、植生が入ってきていた。(写真21・写真22)

次にサコビアー川へと向かった。ここにはダム高5mの砂防ダムが設置されており、約1000万 m^3 の貯砂量があると言われている(写真23)。このあたり



写真24 流下する河床堆積物



写真25 うねりが発生した状態



写真26 うねりが収まった状態



写真27 浸食により流失した河岸道路



写真28 SOUTHWEST MEGADIKE



写真29 堤防嵩上げの状況 (h=5m)

での河床勾配は1/170程度で比較的緩やかではあるが、前日からの雨で増水しており、大きいもので粒径15cm程度の河床堆積物が、ダムから流下する様子も確認された(写真24)。

続いて、国道1号線橋梁下流へと移動した。国道

より200m下流では、激しい河床変動が発生していた。(写真25・写真26)

写真25及び26は同じ場所で撮影したものである。写真25の通り大きなうねりが見られたが、5~10分ほど経つと、写真26の通りうねりが全くなくなり、

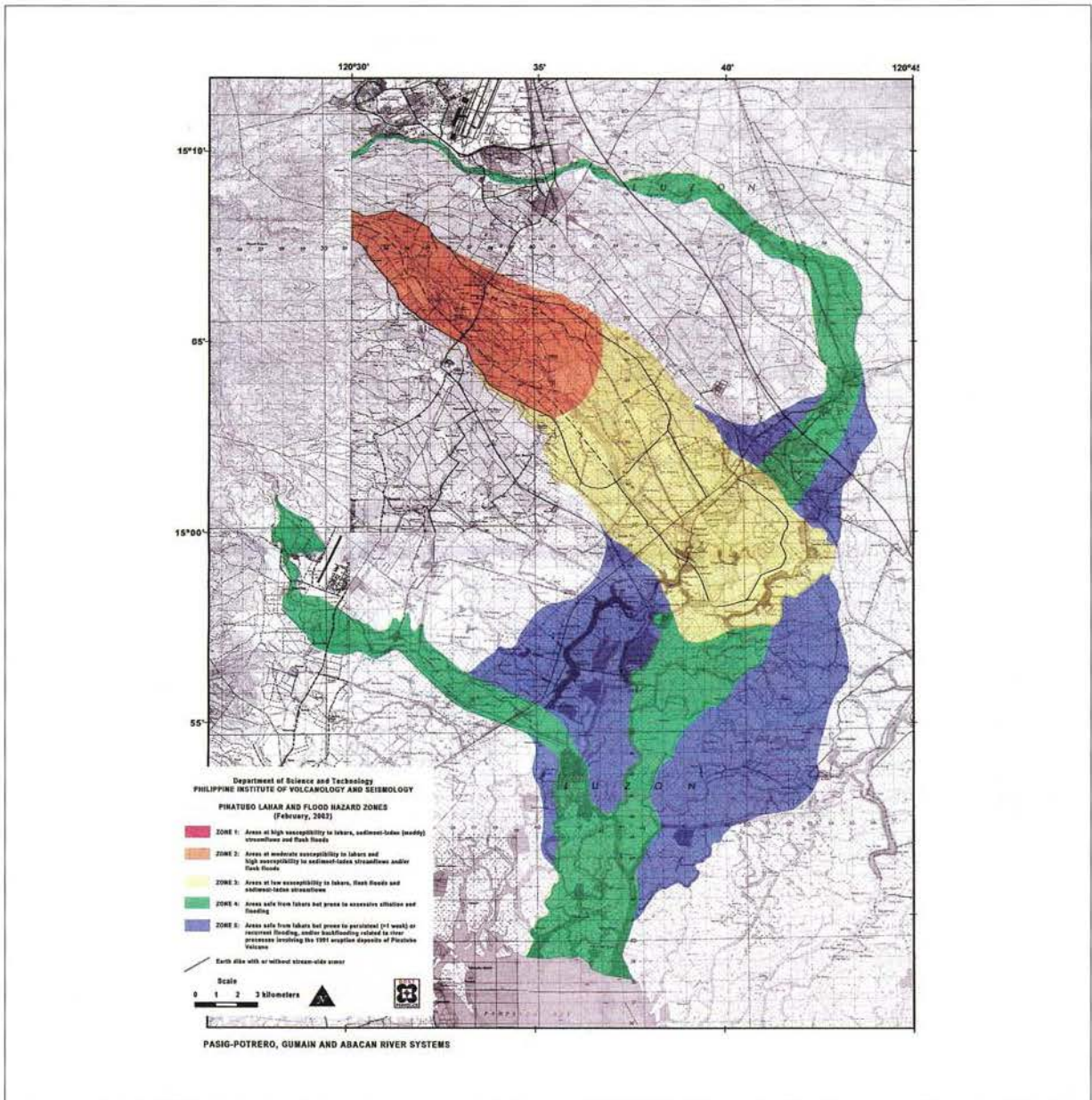


図6 パシグポトレロ流域ハザードマップ

穏やかな流れに戻った。

一見、河床が均されたのだろうとぐらいにしか思わないのだが、さらに5~10分ほど経つと、再びうねりが発生するというサイクルを、しかも50mほどの区間だけで延々と繰り返す様子は非常に興味深かった。河床の状況は濁流のため確認することは出来なかった。

さらに下流へ移動しようと堤防道路を走ったが、先日まであった道が流失してしまっており（写真27）、迂回するにはかなりの時間を要するため、行

程の都合、残念ながらサコビアー・バンバン川の調査はここまでとし、パシグポトレロ川へ向かうこととした。

(2)パシグポトレロ川

パシグポトレロ川のはザードマップは図6に示すとおりである。

パシグポトレロ川ではLaharから下流都市を守るためにメガダイクが建設されている。これは、3つのサンドポケットからなり、流出土砂をここでカットしてから下流へ洪水（20年確率降雨量で設計され



写真30 TRANSVERSE DIKE



写真31 BARBARA BRIDGEの改修状況



写真32 1階部分が埋もれた民家



写真33 2階が入り口になっている教会

ている。)を流す計画となっている。
実施計画は7工区からなり、現在5工区が工事中であり、進捗率は15～95%となっている。残る2工区は、今年度若しくは来年度から着工の予定とのことである。

最初に訪れたのは、「SOUTHWEST MEGADIKE」と呼ばれる最上流のダイクである。構造は、既存堤防を5m程嵩上げして、1割勾配でぐり石を敷き均し、張りコンクリートを打設したもので、5m毎に小段が設けられていた。(写真28・写真29)

本体は完成しており、本年度中に埋め戻しを行って、この工区は完成するとのことである。

兩岸のメガダイクを横断する「TRANSVERSE DIKE」はフィリピン共和国政府によって先行して施工されている。ダイクは数箇所開口しており、スリット型砂防ダムの効果がある。(写真30)

メガダイクの堤外地にはまばらではあるが家が建ちはじめている。これは緊急避難していた住民が自

分たちの所有する土地に再定住をはじめたことを示している。このメガダイクの建設では、提体が掛かる土地のみが補償されており、堆砂敷の私有地は一切補償されていない。そのため、住民はその場所の意味を十分理解はしているものの、他に行くあてもなく、自らの所有地に戻らざるを得ない状況となっている。このことについてはフィリピン共和国政府でも問題意識を持っているとのことであった。

メガダイクの現場からLaharの氾濫の被害を受けた下流のパコロール市へ向かう途中、バカラブリッジの改修している現場を見ることが出来た。(写真31)

現橋梁の右側が一段あがっているのはLaharの堆積物で、このあたり一帯では1995年10月の台風による大規模なLaharが発生し、3m以上堆積したものである。このため、桁高を5m程嵩上げするようである。

このLaharによってパコロール市内にも大量の土



写真34 PHIVOLCSに展示されていたパネル

砂が堆積した。建物の1階部分が完全に土砂に埋もれており（写真32）、被災前の教会と被災後の比較から6m以上もの厚さで土砂が堆積したことがわかった。いまでは、教会の2階部分が入り口となっている。（写真33・写真34）

バコロールでは住民の再定住が進んでいる。埋没した民家もLaharに備え、現状のまま柱を継ぎし、高床式の家に復旧したケースも見られた。（写真35）

6. PHIVOLCSへ訪問

PHIVOLCSは、1984年に前身である火山委員会（COMVOL）と、フィリピン共和国気象庁（PAGASA）の地震の調査部門とが合併して出来た研究所であり、火山の噴火及び地震の発生の予知に関する調査研究、ハザードマップの作成などを行っており、自然災害による被害の軽減を計り、社会経済の発展に寄与することを目的として設立された機関で、1987年にフィリピン共和国科学技術省の所管



写真35 高床式で復旧された民家



写真36 PHIVOLCSにて

となり現在に至っている。

PHIVOLCSの組織は、所長以下、経理部（FAD）、広報課（GDAPD）、地質調査開発課（GGRDD）、地震観測予知課（SOEPD）、火山観測予知課（VMEPD）の5部署からなっており、火山活動に係る警戒避難体制は図7の通りとなっている。

PHIVOLCSでは、これまでにピナツポ火山をはじめ5火山についてハザードマップを作成しており、我々はこれらの資料を収集するためPHIVOLCSを訪問した。建物内には訪れる学生の教育のために、世界中から集められたパンフレット類が掲示されている。その中には伊豆大島の噴火に関するものなど多数展示されている。

ここではPunongbayan所長、VMEPDのSolidum課長、GGRDDのCorpuz課長とにお会いし（写真36）、2日間の調査結果について意見交換をすることが出来た。おかげで、我々が得た情報の中に錯誤があることを指摘して頂くなど大変有意義であった。その

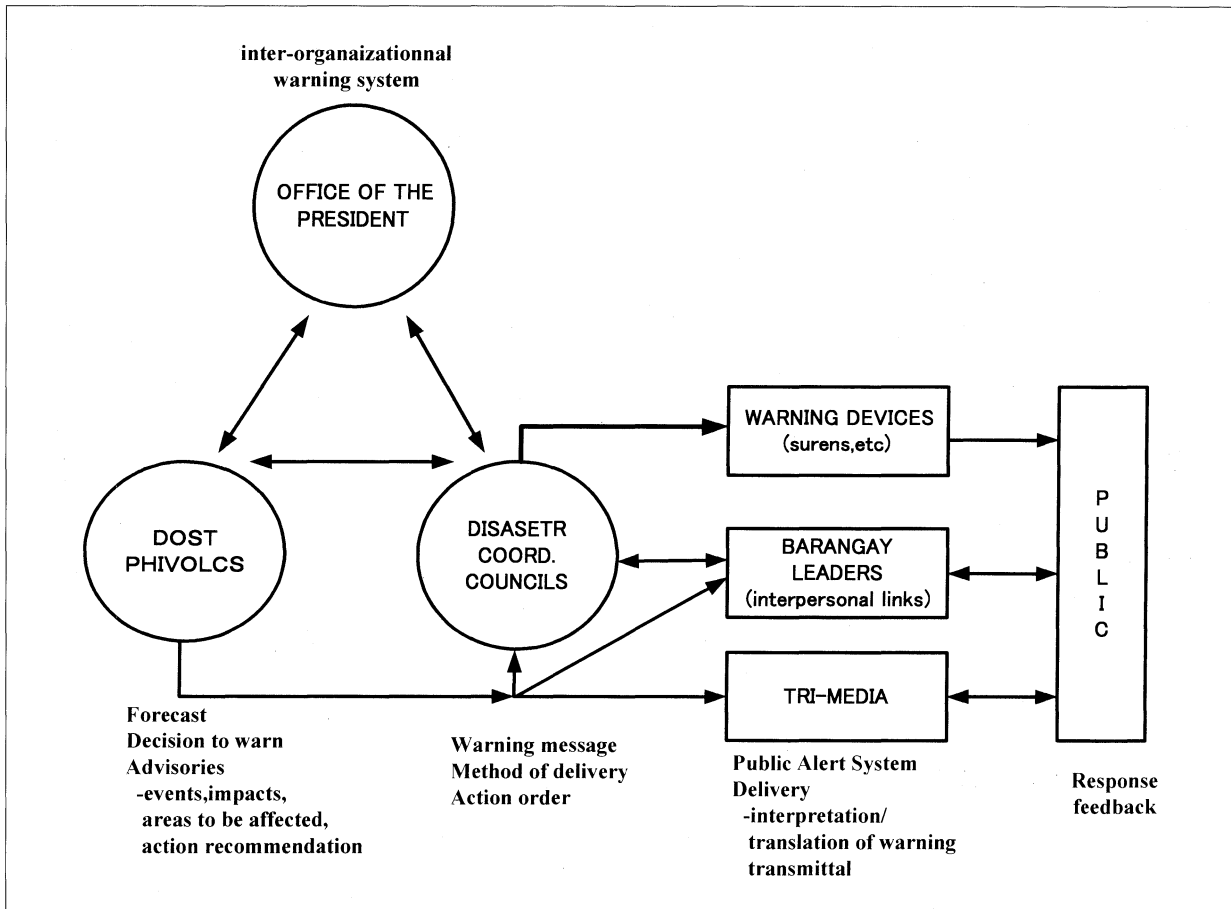


図7 WARNING SYSTEM FOR VOLCANIC EVENTS

後、火口湖のMaraunot Notchの情報については PHIVOLCSのホームページにも掲載されており、大変参考となった。

(<http://www.phivolcs.dost.gov.ph/breakout/breakout.html>)

7. おわりに

噴火から11年余りが経過し、再定住がはじまるなど、市民生活に対策工の成果が現れているが、上流域に、いまなお膨大な量の不安定土砂が残っており、Laharによる被害が続いていることも事実である。

しかし、これは決して対応が遅れているということではない。むしろ限られた予算のなかで、効率よく対策が講じられているというのが率直な感想である。

最後に、フィリピン共和国の早期復興を祈念するとともに、今回の調査で何かとお世話になったフィリピン共和国でご活躍中のJICA専門家の皆様並びに現地でピナツボ火山砂防対策にあたられている日本人技術者関係各位に、紙面を借りてお礼申し上げます。