

**集団研修「火山学・(火山)砂防工学」
ソフト型フォローアップ
(アジア地域、中南米地域フォローアップセミナー)
報告書**

平成18年3月
(2006年)

**集団研修「火山学・（火山）砂防工学」
ソフト型フォローアップ
（アジア地域、中南米地域フォローアップセミナー）
報告書**

平成18年3月
(2006年)

独立行政法人 国際協力機構
東京国際センター

序 文

当機構では、2005年3月に「JICA改革プラン第2弾」として、「研修事業を単に研修で終わらせることなく、帰国後の活躍やJICA事業にどのようにつながっていくのかという視点でのフォローアップ」の必要性を打ち出しております。

集団研修「火山学・総合土砂災害対策」は、1989年から実施され、多くの研修修了者を抱える研修コースですが、上記の方針に沿い、こうした帰国研修員への新たな知識情報の提供や帰国研修員のネットワーク化を図り、これにより地域の防災能力の向上に役立てることを目的としてフィリピンとパルーにおいてそれぞれアジア、中南米地域からの帰国研修員を対象としたフォローアップセミナーを実施いたしました。

両セミナーは、総勢49名の帰国研修員の参加を得て成功裏に終了いたしました。その実施によって、どのようなインパクトを引き出し得るのかを考え、またセミナーを通じて明らかになった課題に丁寧に対応し、集団研修「火山学・総合土砂災害対策」の更なる改善に努めていく必要があります。さらには、帰国研修員が研修を通じて得た知識や技術、本邦関係者との間に築かれた信頼関係をいかにして今以上に現地の防災・減災への取り組みに活かしていくことができるか、あらためて関係者の方々とともに検討を進めて参りたいと思います。

世界では、2004年12月のインド洋沖大津波、2005年11月のパキスタン地震、2006年2月のフィリピン・レイテ島地すべりと、多くの犠牲者を出した大規模自然災害が続いています。このような中で、防災大国日本に対する世界の期待はますます大きくなっています。集団研修「火山学・総合土砂災害対策」が取り上げるテーマである火山防災と土砂災害対策はともに日本が最も経験とノウハウがあると目されている分野で、今後さらに注目されるでしょう。

終わりに、本件フォローアップセミナーの開催にご協力とご支援をいただいた関係者の皆様に御礼申し上げますとともに、今後とも皆様のご指導・ご助言をいただきながら、研修事業を通じて開発途上国の防災・減災への取り組みを支援して参りたいと考えております。

2006年3月

独立行政法人国際協力機構

東京国際センター

所長 山口 公章

写真（フィリピンセミナー）



全員の集合写真（セミナー会場ホテル前）



ハザードマップポスターセッション（第一日）



ピナツボ火山方面への現場視察（説明する PHIVOLCS 職員：第二日）

写真（フィリピンセミナー）



PHIVOLCS ピナツボ火山観測所の機材について説明する所長（第二日目）



ピナツボ火山からのラハール流出を制御する DPWH 整備のメガダイク（第二日目）



PHIVOLCS タール火山観測所で説明する所長と職員（帰国研修員）（第三日目）

写真（ペルーセミナー）



全員の集合写真（セミナー会場）



参加者より提出されたハザードマップ



Chili River Canyonへの現場視察

写真（ペルーセミナー）



Chili River Canyon での専門家による解説



Institute Geofisico del Peru での現場視察



Room of Volcano での現場視察

目 次

序 文	
写 真	
要 約	1
第1章 概要	
1-1 背景・経緯	2
1-2 目的	3
第2章 フィリピンセミナー	
2-1 セミナー概要	4
2-2 団長所感	5
2-3 講義	6
2-3-1 「アフリカプレート内部の火山活動と災害について」	
2-3-2 「ハザードマップ活用へのアプローチ」	
2-4 現場視察	9
2-5 帰国研修員発表	10
2-6 アンケート結果	12
2-7 オープンセッション	12
第3章 ペルーセミナー	
3-1 セミナー概要	14
3-2 団長所感	15
3-3 講義	16
3-3-1 「火山防災のためのハザードマップ」	
3-3-2 「早期警戒システム」	
3-4 現場視察	19
3-5 帰国研修員発表	21
3-6 アンケート結果	23
3-7 オープンセッション	24

第4章	まとめ	
4-1	成果	25
4-2	今後に向けての課題	27
第5章	付属資料	31

要 約

近年、防災分野では行政と地域社会が一体となった取り組みの必要性について、国際的な認識が拡がりを見せており、その手段としてハザードマップや予警報システムが注目されるようになってきている。

こうした観点から、帰国研修員に対する追加的な情報提供および彼らの帰国後の活動のフォローをすべく、帰国研修員を対象としたフォローアップセミナーを開催した。アジア地域については2004年12月にフィリピンにおいて、中南米地域については2005年11月にペルーにおいて、それぞれ1週間のセミナーを開催したが、フィリピンには5カ国26名、ペルーには11カ国23名の計16カ国49名の研修員の参加を得た。これは、本フォローアップセミナー実施計画時（2004年9月）での帰国研修員140名のうち3分の1にあたる。

セミナープログラムとしては、日本人講師による講義、現場視察、帰国研修員発表、オープンセッションが行われたが、これにより以下のような成果が得られたものと考ええる。

- (1) ソフト防災対策に係る理解・認識の深化
- (2) 帰国研修員の本邦研修成果活用状況の確認
- (3) 帰国研修員ネットワークの構築
- (4) 本邦研修改善に係るアイデアの取り付け

特に、これまで十分にフォローできていなかった研修員のその後の活動状況と本邦研修成果の活用状況について、具体的に明らかにできたことは、今後のプログラムを考える上で貴重な情報となる。

一方で、今次フォローアップセミナーの実施を通じ、浮き彫りになった課題も、以下のとおりあった。

- (1) 現地の状況に適合した本邦研修の技術レベルの設定
- (2) 帰国研修員のJICA事業への戦略的な取り込み
- (3) 協力の地域的な戦略性

1989年に開始された集団研修「火山学・火山砂防工学」は、1999年に「火山学・砂防工学」となり、さらに2004年から「火山学・総合土砂災害対策」として、内容の更新・改善を図りながら火山防災および土砂災害対策の分野で開発途上国の中核的な技術者・研究者の育成に寄与してきた。これからは、今回のフォローアップセミナーの実施を通じ明らかになった課題を解決すべく、さらなる内容の改善・充実に向けた具体的・継続的な取り組みが期待される場所である。

また、JICAとしても当該分野の協力の方向性を明確にした上で、これに則した本邦研修コースの位置づけや帰国研修員の活動促進に活かしていく方策を検討していくことが重要である。

第1章 概要

1-1 背景・経緯

国際火山学地球内部化学協会および国際測地学地球物理学連合の勧告を受け、さらには1990年から始まった「国際防災の10年」を踏まえて、1989年に開設された集団研修「火山学・火山砂防工学」および右研修の継続案件として1999年から始まった集団研修「火山学・砂防工学」の帰国研修員数は、過去15年間で24カ国140名（2004年9月時点）になっており、当該国の火山観測および砂防技術を含む防災力の向上に寄与してきた。

「火山学・（火山）砂防工学」は、6ヶ月にわたる長期の集団研修で、前半は全員もしくは火山学・（火山）砂防工学の各専攻で主に基礎理論に係るプログラムを行い、後半では研修員それぞれが大学の研究室（観測所）や研究所に入り、各人の関心事項に沿った実践的な専門技術の習得に係る個別プログラムを実施するという特徴を持つものである。

一方、わが国を含む国際社会は、特に開発途上国の防災力向上のために協力事業を数多く推し進めているが、多くの国では依然災害リスクが開発事業の弊害になったままである。ISDR（国連国際防災戦略事務局）によると、2003年に発生した約700の自然災害による死者は5万人に上るとし、被害が開発途上国に集中することによって、各国の開発に向けた努力が脅かされているとしている。

このような背景の中、国際的には「国際防災の10年」をきっかけに各国・国際機関の防災分野に関する取り組みは急速に統合されつつあり、最近では、災害による被害の軽減に向けた教育、メディア、環境、開発等様々な分野との連携などのソフト防災対策の重要性が注目されている。

わが国においては、1999年6月の広島災害（土砂災害発生件数325件、死者24名）を契機に「有効な防災情報の提供や警戒避難措置についての備えの必要性」「安全性が確保されない土地への住宅等の立地抑制」等の課題に対応するため、土砂災害防止法（平成13年4月施行）が制定され、危険区域の周知、警戒避難体制の整備、宅地等の新規抑制および既存住宅の移転等のソフト対策が法体系で位置付けられ、計画的にソフト対策を推進している。あわせて、地域防災力の向上のために、ハザードマップや自主防災組織の整備も進められている。

また、火山防災分野でもハザードマップの作成および住民への周知といったソフト対策への関心が高まっており、2004年7月現在、主要な30火山でハザードマップが作成されているほか、未作成の火山でも作成が進められている。富士山では、地元都県、市町村および国の関係機関が富士山火山防災協議会を設立し、ハザードマップの作成をはじめ火山防災対策の推進が図られている。

このように防災分野の中で注目されはじめているソフト対策であるが、集団研修「火山学・火

山（火山）砂防工学」の中では同内容についてはほとんど取り上げられていない。集団研修の帰国研修員は、当該国で火山観測および砂防分野に従事しているが、より地域社会を巻き込んだ総合的な防災対策を推進できるように、ソフト対策に係る国際的な動向およびノウハウについて、追加的に研修することの必要性が高まったことが今次フォローアップセミナー実施の背景である。

1-2 目的

上記背景により、集団研修「火山学・（火山）砂防工学」の帰国研修員を対象にセミナーを実施することとした。右セミナーの実効性を確保するために、アジア地域の帰国研修員をフィリピンに集めることとし、中南米地域の帰国研修員をペルーに集めてそれぞれ1回ずつセミナーを開催することとした。なお、アフリカ地域3カ国10名の帰国研修員については、アプローチする困難さを鑑み、今回は見送ることとした。

2004年9月2日にJICA内部の実施決裁が了したことを受けて、フィリピンセミナーは2004年12月6日～10日、ペルーセミナーは2005年11月21日～25日にそれぞれ開催し、各々講師および運営要員から成る調査団を派遣した。

なお、この機会に、多くの帰国研修員が一堂に会するため、本邦研修から帰国した後に十分にフォローできていなかった本邦研修成果の活用状況についても明らかにし、帰国研修員の視点から本邦研修の内容等に係る改善事項についても吸い上げることとした。

今次ソフト型フォローアップの目的をまとめると以下のとおりとなる。

- (1) ソフト防災対策に係る追加的研修を実施すること。
- (2) 帰国研修員の本邦研修活用状況を調査すること。
- (3) 本邦研修・帰国研修員リソースの更なる発展について意見交換し、提言を取りまとめること。

第2章 フィリピンセミナー

2-1 セミナー概要

アジア地域5カ国（中国、インドネシア、イラン、ネパール、フィリピン）60名の帰国研修員に対して、JICA在外事務所および大使館を通じて応募奨励をしたところ、5カ国26名の参加を得て2004年12月セミナーを開催するに至った。

当初設定したフォローアップセミナーの目的を達成するため、セミナーでは以下5つの活動が行われた。

- (1) 講義（火山・砂防）
- (2) 現場視察
- (3) 帰国研修員発表
- (4) アンケート
- (5) オープンセッション

また、本邦関係機関と協議・調整した結果、本セミナー開催のために派遣した調査団は以下のとおり：

氏名（担当業務）	所属先・役職	派遣期間
濱口博之（総括・火山防災）	東北大学名誉教授	2004.12.5～12.11
山口真司（砂防）	国土交通省国土技術政策総合研究所総合技術政策研究センター建設マネジメント技術研究室・室長	2004.12.5～12.11
山下 望（企画・評価）	JICA東京国際センター環境・管理チーム・職員	2004.12.1～12.11
藤田久美子（業務調整）	財団法人砂防・地すべり技術センター企画部国際課・専門職（国際協力担当）	2004.12.1～12.11

フィリピンセミナーの開催にあたっては、JICAフィリピン事務所を通じてフィリピン地震火山研究所（PHIVOLCS）の全面的な協力を得ることができ、同研究所と共催というかたちで実施した。PHIVOLCSは、集団研修「火山学・（火山）砂防工学」に過去17名と多くの研修員を送り込んでおり、かつJICA地球環境部所管の技術協力プロジェクト「フィリピン地震火山観測網整備プロジェクト」も実施しているため、良好な協力関係で準備を進めることができた。

また、セミナー実施にあたっては、同じくJICA地球環境部所管の技術協力プロジェクト「フィリピン治水・砂防技術力強化」の実施機関であるフィリピン公共事業道路省（DPWH）および同省に派遣されている長期専門家（国土交通省所属）の側面支援を得ることができたことも特筆すべき点である。

なお、調査団の行程を含む、セミナーのスケジュールおよび5カ国26名の参加者リストについては添付資料として後掲した。

2-2 団長所感（濱口博之東北大学名誉教授）

火山学・（火山）砂防工学で初めての試みである本フォローアップセミナーは、フィリピン、インドネシア、中国、ネパール、イランの5カ国から26名の帰国研修員の参加を得て、フィリピン・ケソン市で開催された。参加国のうち、インドネシアとフィリピンは、世界でも有数の火山国であり、噴火災害に加えて土石流などの二次的災害発生の多い国である。一方、中国やイランは、火山災害は無いが、自国内に降雨量が極端に異なる地域が並存し砂防対応等が複雑な国である。これら5カ国は、置かれている自然環境に歴然とした違いがあるが、それぞれ異なった状況下で起きる多様な自然災害に立ち向かい災害の軽減をめざしている。本セミナーは、テクトニクスと自然環境の異なる国の災害現場の巡検を通して、あるいは、成果発表・討論を通して、防災技術に関する知識と経験を学ぶ良い機会を提供する場となった。今回のセミナーの最大の収穫は、生の災害軽減に向けた情報の交換を媒介にして、参加者の間に相互の連携への芽生えが生まれたことである。この芽を今後いかに育てていくかは、研修のあり方を含めJICAの研修プログラムに関わる課題でもある。

今回の反省点として、開催通知から実施までの期間が短かったことが挙げられる。このため参加者が報告内容を十分に吟味して準備する時間が足りなく、成果の発表内容には総花的な内容のものが散見されたが、全体的には過去15年間の火山学・（火山）砂防工学の研修成果を概観することができたように思う。

火山学分野では、観測に基づく噴火予測や異常活動へ対応、警戒レベル判定などの面でわが国での研修成果が確実に現場に応用され、それぞれの国の火山防災に寄与していることが確認された。また、砂防分野では、ハザードマップの作成、危険地域の設定、各種プロジェクトのプラン作成・実施などで研修成果が上がっていることが確認された。さらに、集団・個別の研修成果を自国組織内の防災関連職員の再教育に応用するなど、それぞれの国で独自に人材の育成や災害軽減のための組織強化に取り組んでいる姿が認められた。特に、インドネシアやフィリピンのように毎年1～2名の研修員が受け入れられ来日している国では、それぞれの分野の成果に積分的な効果が顕著に認められた。

一方、研修に関していくつかの問題点があることも成果発表、総合討論、アンケート調査を通して明らかになった。その1つに日本と各国のテクノロジー・ギャップに起因する帰国研修員の現場での苦悩がある。本邦滞在中の個別研修等では高度なデジタル機器等を使って研修が実施されるケースが少なくない。帰国していざその成果を自国に適用しようとしても機材が無い、あるいは購入の予算が無い、などの理由から研修の成果を十分に発揮できず、宝の持ち腐れになって

いるケースがある。自国では安価な“low technology”で十分に効果が上がる場合もあり、研修でもこのような視点に十分配慮して欲しいとの要望が多々聞かれた。翻って、わが国では、“high technology”志向が強く“low technology”は廃れる一方で、そのような機材の入手もままならない。このため“low technology”を背景にした研修はいやおう無しに少なくなっている。砂防施設見学においても“high technology”の現場が視察対象にされるケースが多いが、そのような施設は自国には不向きであると感じている研修員もいるように見受けられた。ともあれ現状では、研修を行う側と受ける側それぞれがこのテクノロジー・ギャップに悩まされている。一見単純に見えるがこの問題の解決は容易ではない。現場を正しく把握する以外に解決の糸口は見出せない。JICAで人材育成を担当する研修部門と機材供与を担当する部門の連携のあり方も深く関係している。

集団研修での到達目標は発足以来一貫して、火山学分野や砂防工学部分野で自国の防災にかかわる中堅の技術者の人材育成を目指してきた。この目標は達せられつつあるとの認識を上記に示した。しかし、他方では、他ドナーの同様な人材育成のプログラムとの比較を行うと中堅技術者の人材育成のほかに、自国防災の中核部分を担う高度な知識を持った人材育成のための特別研修コースの設定なども今後の検討課題となる。

参加者からは2年に1度の割合でセミナーを開催して欲しいと要望されるなどフォローアップセミナーには大きな反響があった。これは、帰国研修員が日本から学ぶばかりでなく、隣国の現場を具に見学し、その成果からも学びたいとの横の連携への意志表示とも受け取れる。これにどのように応えるかは新しい組織となったJICAの姿勢がかかっている。

セミナー開催に際しては、地元PHIVOLCS、並びに、JICAフィリピン事務所から絶大な支援を受けた。これらの機関の関係各位に参加者一同を代表して謝意を表したい。

2-3 講義

2-3-1 「アフリカプレート内部の火山活動と災害について」

火山学分野では、濱口団長が「アフリカプレート内部の火山活動と災害について」をテーマに講義を行った。

コンゴ民主共和国の東部でルワンダとの国境に近いニイラゴンゴとニアムラギラ火山は、ホットスポットの中でハワイの火山に匹敵する活動度を示し、玄武岩質で高温の溶岩を噴出する火山として知られている。しかし、その活動度や災害の実態はあまり一般には知られていない。そこで、フィリピンやインドネシアなど環太平洋の火山と全く異質な特徴を持つこれら2つの火山の噴火活動（溶岩湖活動）と高速に流下する高温の溶岩による災害の実態を紹介し、地球上の火山活動とそれに伴う災害の多様性の一面を示した。講義の内容は次のとおりである。

- (1) はじめに
- (2) アフリカプレートと火山活動
- (3) 1977年ニイラゴンゴ火山噴火
- (4) ニアムラギラ火山の噴火活動
- (5) 1994～1996年の社会的噴火危機
- (6) 2002年ニイラゴンゴ火山噴火と災害
- (7) まとめ

この講義は、JICA火山学・(火山) 砂防工学コースで筆者が行ってきた地球内部構造と火山活動に関する「The Earth's Interior and Tectonics」を基礎にしてプレート内の火山活動とそれに伴う火山災害の様子を紹介する。上記の講義を受けていない火山砂防工学の研修生の理解を助けるため、最初に、地球内部構造の最近の成果やプレートテクトニクスなどの新たな知見を解説した。

アフリカ大陸は、エチオピアからザンベジにいたる巨大な地殻の隆起 (Doming)、東アフリカ地溝帯 (Rifting) および、地溝帯に沿った多数の火山活動 (Volcanism) で特徴付けられる。これらの火山のうち、現在も活発な活動を伴うニイラゴンゴ火山とニアムラギラ火山の噴火とそれに随伴する火山災害を紹介した。1921年以来火口内に継続的に溶岩湖 (Lava lake) を持つニイラゴンゴ火山は、1977年に大噴火を起こし、山腹割目から流出した多量の溶岩が時速40kmの猛スピードで麓を流下し多くの人命が失われた。1990年に始まる「国際防災10年」計画実施に際しては「防災10年の火山」として認定され、観測が強化された。また、この火山に隣接したニアムラギラ火山は、1921～1938年にかけて存在した溶岩湖活動を含め、過去100年間に30回以上の噴火を繰り返すなど地球上で最も活動的な火山であった。2つ火山の噴火活動の実態を写真で示すとともに、地震、光波測距 (EDM) などの観測データを基に前兆現象、噴火メカニズム、溶岩湖の長期的変遷などを紹介した。

1994～1996年には、2つの火山が同時に噴火活動を開始した直後にこれらの火山のすぐ傍に隣国ルワンダから80万人の難民が流入し、大都市並みの人口密集地域が出現した。もし噴火が起きれば大災害の可能性も危惧され、これに対応するために地元の火山観測所 (CRSN/GVO)、国連難民高等弁務官事務所 (UNHCR) と文部省 (東北大学) は協同して監視観測態勢を緊急に整備し防災対応を強化した。約2年後には難民は自国に帰還し、また、この間に噴火も起らず事なきを得た。このような特異な状況下での火山活動の監視と防災対応を紹介した。

2002年にニイラゴンゴ火山は再度大噴火したが、現地研究者による噴火予知が成功し、予知情報が地元の住民に流された。観測に従事した研究者はJICAの地震学コースや火山学・(火山) 砂防コースで研修を受けた者であり、日本での研修成果が火山防災面で寄与した事

例であった。予知情報の基礎となった観測データは、噴気温度変化、目視による火口内外の噴気活動の異変の発見、溶岩湖面の推移の目視観察、有感微動の検出、火山性地震の異常などである。これらばらばらの情報を総合し噴火発生1週間前に噴火時期や場所の予測が行われた。火山から20kmから離れたこの地方の中核都市のGoma（人口約30万人）は噴火による溶岩流に直撃され甚大な災害が発生した。Goma空港の3,000m長の滑走路のうち1,000mが溶岩に埋没し空港の機能は半減した。また、街の中心部を厚さ2～3mの溶岩が流れ、流路にあたる住宅、商店街、学校、病院、ガソリンスタンドなどは埋没あるいは火災で壊滅的な被害を受け、街の機能は完全に麻痺した。被災の実態とその後の復旧状況を写真や地図などで紹介し、多様な噴火様式とそれに随伴する災害の実態を示した。

2-3-2 「ハザードマップ活用へのアプローチ」

砂防分野では、山口団員が「ハザードマップ活用へのアプローチ ～日本とネパールでの実践を通じて～」をテーマとして以下の項目についてパワーポイントを用いた講義を行うとともにハザードマップポスターセッションを行った。

- (1) 日本における火山災害ハザードマップ
- (2) ハザードマップが活用されるためには ～防災行政と地域コミュニティの関わり～
- (3) 参加型土砂災害軽減の取り組み ～ネパール王国ダハチョークモデルサイトでの経験～
- (4) ハザードマップの効果と課題 ～洪水ハザードマップ活用分析より～

火山災害が広域かつ長期に渡り大きな被害をもたらす特徴を有しており、短時間に施設整備を完了することは困難でありまた莫大な費用が必要であることから、施設整備のみならず、ハザードマップの活用といったソフト防災対策を併用することはきわめて有効かつ現実的な対策である。ハザードマップを活用し防災効果を発現させるためには、対象とする災害現象およびハザードマップの目的を明確にし、災害時において関係防災機関や住民が適切にマップを活用し防災活動や避難行動を行うことができるようハザードマップを作成・配布することが必要である。そこでハザードマップの目的、作成方法、活用方法および課題について日本とネパールにおける事例およびハザードマップに対する住民の評価状況について説明を行った。こうした講義に対して、日本でハザードマップ作成が促進された契機や若年層ほどハザードマップを見ていない理由、ハザードマップ作成主体者と中央政府の支援状況、マスメディアによる災害時の情報提供状況等について質疑応答を行った。またハザードマップポスターセッションでは、各国の作成マップは対象とする災害現象をよく捉え危険エリアの提示は十分できているものの、伝えようとする情報を正しく伝えようとする余り専門知識を有した者でないと十分な活用が困難であることを指摘するとともに、今後のハザードマップ整備

と改善に向けた討論を行った。そのため専門技術者として関係機関の理解を促進させ地域住民の視点での活用が図られるように、関係機関との連携構築のリーダーとしての役割を果たしていくことが必要であることを指摘した。

こうした討論を通じて、今後、関係機関や地域住民を巻き込んだ活動を予定している、わかりやすい説明を行っていく等の抱負や計画も発言され、①防災に係る各関係機関の対策（ハザードマップ含む）に関する情報共有の必要性、②各機関の専門家による草の根レベルの視点での継続的なハザードマップ整備、防災に関する日常的な啓発活動を通じた住民等への周知の取り組み、について理解・認識を共有することができたと思われる。また他国のハザードマップに対する積極的な質疑も見られ、自国の悩みは他国と同様なものであり、今回のような機会を通じての意見交換は情報収集としてだけでなく互いの意識向上に対する良い刺激となったと感じるとともに、今後も活発な情報交換がなされることを期待している。

2-4 現場視察

ピナツボ火山東部域（Sabobia-Bamban River, Passig-Potorero River）における被害状況とハード・ソフト対策状況について、各ポイントでPHIVOLCSおよびDPWHの説明、質疑応答により現状と課題の把握を行った。当該地域のハザードマップは、PHIVOLCSにより1993年、1994年、1997年、2000年、2004年に現地調査および解析結果を踏まえ改訂配布し、関係機関および地元行政機関（Province, Municipality, Barangay）に現象ごとに危険エリアを周知している。またDPWHはラハール流出制御のためメガダイクや護岸工等を整備しているが、長期的な流出による河床変動による災害防止を目的とした計画とはなっておらず、また施設メンテナンスの考えを持っていないことが説明、質疑応答により明らかになった。

ラハールに対する安全性（または現段階での危険性）を的確に沿川住民に周知するためには、PHIVOLCSとDPWHの両者による取り組みを反映した情報提供とすべきであるが、PHIVOLCSは災害実績調査に基づくハザードマップ作成および情報提供、DPWHは20年確率の施設整備の実施をしているものの具体的な安全度向上情報提供はなされておらず、また相互の情報交換や連携も不十分であることが質疑応答により明らかになった。そのためか、ハザードマップによる危険エリア周知にもかかわらず、危険エリア内に新たな教会や学校建設をBarangayが許可している等の現象が起こっていた。これについては、「過去の災害や避難状況を教訓としてハザードマップ作成や現地への活用指導に反映したことがあるか」との質問に対して、「そうしたことは行っていないが、ハザードマップの内容はBarangayに情報提供している」との回答があったことをあわせて考慮すると、Barangay等がハザードマップの内容を十分理解できていないことが考えられる。

また、同地域の被害と対策を巡検の途中、旧クラーク基地内にあるPHIVOLCSのピナツボ火山観測所（PVO）を見学した。職員は4名。観測項目は地震、火山ガスと目視の3項目である。地震

観測はJICA機材供与によるテレメータを用いた短周期地震計（3点分）とPCをベースとしたデジタル収録・解析装置から構成される。震源決定は自動処理によりなされていた。ピナツボ火山周辺の地震活動は、最近では低調で1か月当たり5～10個程度の震源が決められる状況である。注目すべきことは深さ10～20kmとやや深い地震が依然として発生していることである。（1991年の噴火直前には地殻下部ないしモホ面近傍で発生する深い前兆的地震活動が確認されていた。今回のやや深い地震がこれと同じものかには分からなかった）

翌日のタール火山巡検では、タール湖岸あるTaal Volcano Observatory（TVO）を訪問した。観測所の入り口の看板にはTaal Volcano Science Houseと表示があり、建物内には一般の見学者用にタール火山の活動史や噴火写真、ハザードマップ等が分かりやすく展示してあった。地震観測システムはピナツボ観測所と同じくJICA機材供与のものでその構成も同一のものであった。短周期地震計は火山島内3ヶ所に設置されている。その1つは火口湖の湖岸近くの噴気地のすぐそばに置かれていた。地形の具合で無線が直接届かないためリピーターと称する中継点が2ヶ所設置されるなどやや複雑な構成である。無線地震信号はTVOで受信・解析されている。地震活動は10月に群発活動で一時高まったが、それ以外は低調で1日当たり0～1個で推移していた。震源の深さは0～3kmと浅いものが多い。

タール火山におけるソフト対策状況について、PHIVOLCSによる説明と質疑応答により現状と課題の把握を行った。タール火山ではDPWHによるハード対策は行っておらずPHIVOLCSによるハザードマップによる危険地域周知と関係機関および地元行政機関（Province, Municipality, Barangay）に対する危険度伝達によるソフト対策を実施している。ソフト対策の対象は火口のある小島（人口約5,000～6,000人）とカルデラ内地域がメインであり、避難は、Barangayから伝達され実施するとのことであった。

「火口のある小島からの避難は短時間であり、また小さな船での避難は困難なのではないか」との質問に対しては、「島民は日頃から火山活動をよく見ていることもあり、また避難用の大型船も用意してある」との回答があり、ハザードマップだけではなく日常からの島民の自己防災意識にも期待していることが明らかになった。また「噴火活動予測に基づくハザードマップは作成しないのか」との質問に対しては、「予測マップのとおりにならない可能性もあり、また予測や想定内容の説明性も欠くことから実施していない」との回答があり、情報提供に対する行政責任を気にしていると感じられた。

2-5 帰国研修員発表

以下、発表をした各帰国研修員のタイトルについてまとめる。発表資料については、CD-ROMに格納することとする。

- (1) Mr. Wu Zhengfang (中国) 東北師範大学地理学部教授
"Flood Disaster in Songhua River Valley and Risk Management Training"
- (2) Mr. Muhamad Hendrasto (インドネシア)
 Chief, Central Java and East Java Section,
 Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation
"Volcano Monitoring System at Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation"
- (3) Mr. Kristianto (インドネシア)
 Staff, Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation
"Eruption Activities of Awu Volcano, June 2004"
- (4) Mr. Hariyono Utomo(*), Mr. Khoirul Murod(**) (インドネシア)
 Project Manager, Ministry of Settlement and Regional Infrastructure (*)
 Head, Ministry of Settlement and Regional Infrastructure (**)
"Integrated Sediment-related Disaster Management"
- (5) Mr. Hooshang Hemmati Far (イラン)
 Assistant Manager, Hormozgan Jihade e-Agriculture,
 Watershed Management Office
"Natural Disasters such as Earthquake, Drought, Flood, Erosion, Water & Soil - from past to present have been as tragedy in arid to semiarid regions"
- (6) Mr. Afshin Gharemani Dangharalou (イラン)
 Expert of Design, West Azarbaejan Jihade e-Agriculture,
 Watershed Management Office
"Erosion & Sediment Control in North West of Iran (West Azerbaijan)"
- (7) Mr. Gyani Raja Chitrakar (ネパール)
 Department of Mines and Geology, National Seismological Center
"Water Induced Disaster in Nepal"
- (8) Mr. Soma Nath Sapkota (ネパール)
 Department of Mines and Geology, National Seismological Center
"Remote Sensing and GIS Based Studies of Change in Terrain Condition due to Chamoli Earthquake"
- (9) Ms. Bella S. Tubianosa (フィリピン)
 Science Research Specialist II, PHIVOLCS
"Monitoring Philippine Volcanoes"

(10) Mr. Leonardo A. Lingan (フィリピン)

Department of Public Works and Highways

“Sabo Works in Philippines –Mount Pinatubo–”

2-6 アンケート結果

帰国研修員の本邦研修活用状況を明らかにし、今後の研修内容改善に資するために、6項目にわたるアンケートを実施した。26名の参加者のうち20名から回答を得ることができ、集計結果および具体的コメントについてとりまとめて5章付属資料として後掲した。

本アンケート結果から、以下の2点のことが明らかになった。

- (1) すべての回答者が本邦研修の成果を現在の職務に活かしていると実感しており、どのように活かしているかについても具体例を挙げて回答できている。このことから、本邦研修がそれなりのインパクトをそれぞれの業務に与えていることが伺える。
- (2) 14名の回答者が、本邦研修帰国後にJICA、JBIC、UNDPなどのプロジェクトに関わったと回答しており、それぞれの所属先において中核的な人材として位置づけられていることが伺える。

2-7 オープンセッション

本フィリピンセミナーを総括し、今後の本邦集団研修・帰国研修員リソースの更なる発展について意見交換し、提言を取りまとめることを目的として、参加者間の自由な意見交換・討論を実施し、当該セッションの取りまとめとして、文書を作成し、参加7機関および調査団から1名代表として内容を確認するという意味で署名をした。意見交換・討論の結果を参加者で合意された内容をまとめると以下のとおり。(取りまとめ文書の原文は第5章に後掲)

- (1) より防災力のある組織および制度構築について
 - ア 国内の各省庁の構造物および非構造物対策に係る情報を共有する。
 - イ ハザードマップの整備・更新のために関係機関・専門家は継続的に取り組むべき。
- (2) 集団研修内容の向上について
 - ア 個別研修の目的を事前にもっと詰めて具体化する必要がある。
 - イ 個別研修は、事例研究を取り入れるなど、更に実用的な内容にすべき。
 - ウ 6ヶ月の研修期間はその内容を考慮すると妥当なものである。
 - エ 個別研修期間中に研修員の指導に係る空白を作らないために、副指導者をあらかじめ指名するなどの指導体制強化が必要である。
 - オ 日本の最新技術は高価なものが多いため、より安価な技術や対策の習得を考慮すべきである。

- カ 本邦研修期間中に、補完研修として海外での研修を実施することも検討されるべきである。
 - キ 今次フォローアップセミナーに参加している各機関は「カ」補完研修のロジ的手配を実施することが可能である。
 - ク 今次フォローアップセミナーの参加者は、これから毎年その時に取り組んでいる業務内容等について報告書を作成して、JICAおよび本邦指導者に提出する用意がある。
- (3) 帰国研修員のネットワークについて
- ア 今次フォローアップセミナー参加者間のコミュニケーションは大切である。
 - イ コミュニケーション促進のために、メーリングリストを構築する。
- (4) フォローアップセミナーについて
- ア 今回のようなフォローアップセミナーを定期的に他国でも開催するよう検討すべきである。
 - イ 今次セミナーで最も有益だったのは、防災分野に係る最新の経験、知識、技術を共有できたことである。

第3章 ペルーセミナー

3-1 セミナー概要

中南米地域13カ国（アルゼンチン、エクアドル、エルサルバドル、グアテマラ、コスタリカ、コロンビア、チリ、ニカラグア、ペルー、ボリビア、メキシコ、ホンジュラス、ベネズエラ）63名（2004年9月時点）の帰国研修員に対して、JICA在外事務所および大使館を通じて応募奨励をしたところ、11カ国23名の参加を得て2005年11月にセミナーを開催するに至った。（アルゼンチンとボリビアからは不参加）

フィリピンセミナーと同じく当初設定したフォローアップセミナーの目的を達成するため、セミナーでは以下5つの活動が行われた。

- (1) 講義（火山・予警報）
- (2) 現場視察
- (3) 帰国研修員発表
- (4) アンケート
- (5) オープンセッション

また、本邦関係機関と協議・調整した結果、本セミナー開催のために派遣した調査団は以下のとおり。

氏名（担当業務）	所属・役職	派遣期間
荒牧重雄（総括・火山防災）	東京大学名誉教授	2005.11.19-11.28
佐藤一幸（砂防）	財団法人河川情報センターデータベース部・部長	2005.11.19-11.28
比留間雅紀 （コミュニティ防災）	財団法人砂防・地すべり技術センター 企画部国際課・課長	2005.11.15-11.28
服部容子（企画・評価）	独立行政法人国際協力機構東京国際センター 業務第一グループ環境・管理チーム・職員	2005.11.15-11.30

本セミナーの開催にあたっては、JICAペルー事務所を通じてCISMID、INGGEMETの協力を得ることができ、同研究所と共催というかたちで実施した。過去、集団研修「火山学・（火山）砂防工学」にCISMID、INGGEMETからの研修員を受け入れてきている。また、CISMIDには「日本・ペルー地震防災センタープロジェクト（2000.4-2001.3）」を実施しており、両機関と良好な協力関係で準備を進めることができた。

なお、調査団の行程を含む、セミナーのスケジュールおよび11カ国23名の参加者リストについては添付資料として後掲した。

3-2 団長所感（荒牧重雄東京大学名誉教授）

この集団研修「火山学・（火山）砂防工学」が始まって以来15年が経過したが、意外であったのは、中南米からの研修者がアジア・オセアニア地域からの研修者とほぼ同数を維持してきたことである。研修者の総数147名のうち、中南米から67名（2005年12月現在）が参加されている。中南米からは13カ国の参加があり、アジア・オセアニアの7カ国と比べても重要な重みを持っている。

参加者のうちの少なからぬ方々が、母国語ではなく、慣れない英語を使って研修を受けられるのを見て、その努力は大変なものだろうと感じていたが、一方、日本における6ヶ月間、果たしてどのくらい役に立つのだろうかという思いもなくはなかったのである。火山関係に絞っても、当時の中南米各国の火山監視網はきわめて小規模、弱力であり、各国間の協力もほとんど存在しないような印象であった。

今回のフォローアップセミナーに参加して、もっとも印象が強かったのが、充実した参加者の顔ぶれであり、報告・討論の中身であった。参加者23名のうち、火山関係が15名、砂防関係が8名であったが、火山関係者はチリ、グアテマラ、コスタリカ、エルサルバドル、グアテマラ、メキシコ、ニカラグア、ペルーと主要な火山国を網羅していた。

各国からの発表は、災害対策、ハザードマップに焦点を当てることが、あらかじめJICA側から要請されていたのだが、各国から報告されたハザードマップの内容は大変充実しており、国を超えての討論の内容も高度で、議論がよくかみ合ったことは、私にとってはうれしい驚きであった。その理由として、参加者の多くが母国において防災のキーパーソンの役割を果たされていることが伺われ、過去15年間にわたって日本が提供してきた、ささやかな技術援助の効果が最大限に発揮されているという印象を受けた。

参加者全員がペルー、アレキパ市へ出向いて、現地の斜面・土石流災害およびミスティ火山などの火山災害の実態や観測研究施設を見学し、防災当局の専門家から説明を受けた時も、活発な討論が続き、議論が白熱してくると、皆スペイン語で話し出して、英語しか分からない私などは、置いてきぼりを食うくらいの盛り上がりであった。

このような内容の充実の原因としては、いろいろなファクターの偶然的な組み合わせも考えられるだろうが、最近15年という期間が、中南米においては、丁度ある程度の防災監視体制の充実期とハザードマップが実用期に入ったという時期に相当したということが関係しているのではないと思われる。

現象の監視体制や防災がらみのシステムの構築や運営に関しては、各人からそれぞれ「ポリ

ティカル」な困難性があるという発言が繰り返され、やはり此処でもか・・・という感慨もあったが、逆にそのような人為的な困難性を越えて、専門家として国境を越えての相互協力がよりいっそう可能ではないかとの感を強くした。

アンケートによると、フィリピンでのセミナーの場合と同様、参加者のほぼ全員が、従来の研修内容に肯定的な意見であった。例えば、6ヶ月という、JICA研修としては例外的に長い期間についても異論は出ず、また、単一のプロジェクトの中に火山学と砂防学の二つの領域が並存することについても、肯定的な意見しか聞かれなかった。このことは、日本側の当事者の見解と一致しており、これまでの研修の理念が再確認されたものと受け止められるだろう。

中南米という地域的なまとまりは、火山・砂防に関しては、案外まとまったグループを形成するようであり、今回の成果から見ても、今後とも日本が中南米諸国と緊密な関係を持ってゆくことに、異論はないように見られる。特に日本と同じ環太平洋火山地域に属し、火山・砂防現象がきわめて類似した特徴を持った地域であることは疑いない。しかし、今後の技術的、学術的發展によっては、研修内容に変化を加えるような、総合的なストラテジーの議論が必要であろう。

中南米は当然、米・加両国や、ヨーロッパ諸国からの援助協力をより多く受けているわけであるが、過去15年間にわたって、地球の反対側にある日本からの貢献が意外と顕著であり、また当事者たちから高く評価され、感謝されているという事実を強く感じた、これを我々はどうのように総括し、また今後の活動方針に組み入れてゆくべきかは、研修当事者の間で早急に議論されるべき問題であると感じた。

セミナー開催に関して、現地のJICA事務所の表所長以下の皆様、CISMID、ペルー側のINGEMMETなどの関係者から大きなご援助をいただいた。これらの方々に心からお礼を申し上げます。

3-3 講義

3-3-1 「火山防災のためのハザードマップ」

火山学分野では、荒牧団長が「火山防災のためのハザードマップ」をテーマに講義を行った。

このセミナーは、過去15年間の研修コースの修了者に向けたものであったが、今回のペルーでの会合には、各国で作成されたハザードマップをそれぞれ持参して、報告するようにとの要請がなされた。そのため、当方の講義の内容も、火山防災のためのハザードマップの方法論や実際の問題点などに主眼を置いた。

先ず日本における「活火山」の気象庁による定義は、過去1万年以内に噴火の実績がある火山を含めるというものであり、その定義によると、108個の火山が活火山と定義される。毎年約10件の火山噴火ないしは噴火にいたるかもしれない異常現象が発生し、狭い国土に高

度の文化社会が存在する環境では、火山災害のリスクはきわめて大きく、世界的に見ても火山防災の最重要地域であるといえる。

過去の事例の中で、目立つものの2例は、1986年伊豆大島の噴火と2000年三宅島の噴火である。前者の場合は、1週間ほど続いた三原山の山頂噴火（ストロンボリ式）のあと、カルデラ内に噴火割れ目が発生、数時間にわたって激しい溶岩噴泉～サブプリニー式噴火が発生、降下スコリア堆積物と溶岩流を生じた。この噴火は予知されなかったため、全島の住民約1万人が結果的には、きわめて突然島外へ避難することになった。カルデラの外側斜面にまで割れ目が伸張したため、島最大の集落である元町へ溶岩流が流れ出したためであった。突然の避難にもかかわらず、整然と行われたため、死傷者はゼロであった。しかし、島民は東京都内の施設などに収容され、約1ヶ月の避難生活を送ることになった。

2000年の三宅島噴火の場合も複雑な事情があった。噴火開始から3日間の、防災担当者の対応はきわめて有効であった。島内での火山性地震群発開始の数時間以内に緊急火山情報が発令され、島の東部への避難が指示された。群発地震は速やかに島外西方沖に移動したので、翌日には避難が解除された。しかし、その後に、これまでの数回の噴火とはまったく異なった事態が発生した。三宅島から北西方30kmにわたって、海底地殻上部に巨大な割れ目が発生し、マグニチュード6クラスの地震が多発した。おそらくこれに関係して、三宅島直下のマグマ溜水位の低下が起これ、カルデラ陥没が生じた。約3000年前の事件と類似した現象が起きたのである。その後数年間にわたり火口から大量のSO₂ガスが放出され、全島民は島外避難を強いられた。

日本列島は狭い国土に高度な社会が発達しているため、相当数の活火山が噴火を繰り返すと、災害リスクはきわめて大きい。世界的に火山防災の実を効果的に上げられる最適の場所であろう。ただし、物損的金額と死者の数という統計量から見ると、横綱級は気象災害（風水害）であり、やや落ちて地震災害となる。それらに比べると火山災害は幕下的な規模である。しかし社会に与えるインパクトの量は、2種の数字だけではなく、心理的・社会的なダメージなども考慮すべきであろう。

逆に、災害の繰り返し頻度は気象災害がもっとも頻繁であり、地震がそれに続き、火山災害は繰り返しの間隔が圧倒的に長いという特徴がある。そのため、災害の教訓などの伝承が不可能となり、災害のイメージづくりがきわめて困難であるという特徴がある。

ハザードマップは火山防災の重要な方法のひとつであるが、もちろんそれだけで十分というわけではない。日本の状況は、ハザードマップは約30個の火山について完成しているが、地域防災計画自体はきわめて少数の地方自治体でしか備えられていない。日本の行政の3層構造や地方自治体（市町村）の首長に過大の責任を嫁する点など、多くの問題点が困難性を増加させている。

国レベルが積極的に広域火山防災に乗り出したのは、富士山が最初であり、2000年から始まった長周期火山性地震の群発に端を発している。富士山をめぐる火山防災の検討委員会などの成果を紹介し、今後の諸問題について議論した。

3-3-2 「早期警戒システム」

砂防分野では、佐藤団員が「早期警戒システム」をテーマとしてパワーポイントを用いた講義を行うとともに簡易型雨量センサーの紹介を行った。

災害を減らすことを防災ではなく、減災と呼ぶことが多くなってきている。従来の防災という概念には、施設的な対応を前提としていたところがある。ところが近年の世界的な風水害の多発にも見られるように、万全の施設的な対応が図れていないなかでも、如何に災害を減らすかが大きなテーマとなってきている。

過去の研修では、施設的な対策計画や防災計画の策定を主なテーマとして扱っていたが、被災者を減らす、被災リスクを減らす、自然災害発生時の危機管理情報を的確に運用するという新たなテーマについて、日本の状況を紹介し意見交換を行うことによって、帰国研修員の各国での減災対策に反映させることを目的とした。

講義の概要は以下のとおり。

(1) 日本の防災対策の背景

- ・ Natural Hazardの定義を述べ、その総合指標を危険さ、脆弱さ、被害の大きさの3つで説明し、日本は総合指標で世界一（ワースト）のハザード国であることを示した。
- ・ しかし、日本は総合指標は大きいですが、被害を受けたときの脆弱さ（都市計画やインフラの）は相対的に小さいことを示し、リスクと付き合い、被害を減らすことの重要性を強調した。

(2) ハザードマップの活用と社会的な課題

- ・ 日本における、ハザードマップ作成と情報提供に関する法律整備状況を説明し、砂防と河川は法律整備がされているが、地震、火山は努力目標とされていることを示した。
- ・ ハザードマップには、災害実績図、災害予測地図、災害避難行動支援地図のようなレベルの違いがあり、一般的には災害実績図や災害予測地図の段階までのものが多いことを示した。
- ・ 住民に配布し、その後実際の洪水被害が発生した福島県郡山市での2時期の事例を紹介し、ハザードマップの配布、住民説明の重要性、防災教育の重要性を強調し、災害避難行動支援地図の事例を示した。

(3) 統一河川情報システム

- ・ 災害発生の早期警戒システムの事例として河川情報システムを説明し、様々なところで

独自に整備されたシステムを統合化し、全国共通のシステムにすることのメリットと活用事例を紹介した。

- ・まとめとして、①日本においては発生頻度の高い災害は土砂災害、水害であり、その施設的な対応は必要であること。②計画を超える現象にも柔軟に対応する減災対策はきわめて重要になっていること。③予算的な制約、環境保全、その高揚の観点からもIT技術の活用は発展性があること。④日頃からの情報公開と情報発信は災害時の対策としても重要であることを重ねて強調した。

講義後、日本の早期警戒システムそのものにかかわる質問はなく、その前提条件であるハザードマップの整備に関する質問が多く寄せられた。例えば、ハザードマップの配布の仕方、作成マニュアルとはどのようなものか、防災教育の内容等の質問である。すべての参加者から、ハザードマップにかかる関心の高さが窺われ、今後の非施設的な防災対策として、早期警戒システムの整備が求められているが、その前提条件であるハザードマップの作成とその活用は、減災対策としてますます重要になるとの感を改めて強くした。

今回参集した帰国研修員は火山専門家および砂防技術専門家として、それぞれ各国で活躍しており、その活動を支援することは、国づくり人づくりの観点から有効であるだけでなく、国境を越えた防災対策の広がり視点からもきわめて意義深く、今回のようなセミナーのフォローがぜひ必要と考える。

そこで、早速やるべき具体策として、国境を越えた交流の場としてWEB技術を活用した情報共有化デバイスの導入と、寄せられる情報のアーカイブ化（データベース化）が有効と考えるので、JICAプロジェクトとしての検討を強く提案したい。

3-4 現場視察

INGMMET（Geological Mineral Metallurgical Institute）のMs. Cruz（2004年度本邦研修参加）が中心となって調整・準備した結果、ペルー第2の都市アレキパ市近郊の3つの火山（ミスティ：5,821m、チャチャニ：6,075m、ピチューピチュー：5,571m）に関連する現場を視察した。

概要は以下のとおり。

- (1) Chili River Canyon
- (2) Geophysical Institute of Peru
- (3) Room of Volcanoes
- (4) Geophysical Institute of the National University of San Agustin
- (5) INGMMET
- (6) Civil Defense

チリ川（Chili River Canyon）はビクター川の1支流で、ミスティとチャチャニの2火山の間を通過して両火山の噴出物を下刻しつつ、アレキパ市へと流れ込んでいる。雨は1～4月の3ヶ月間に降る他は減多に降ることはなく、周辺は乾燥して斜面の木本植生はまれである。このため、アレキパ市近郊農業の大切な水源となっており、上流には利水ダムが2基あるほか、他の水系から導水して水量を確保している。チリ川の両岸は、玄武岩質の溶岩と火山灰、スコリアの混合物となっており、溶岩の地質年代は80万年前と同定されている。

近年市街地が人口増大によって広がってきており、特に低所得者層が川近傍やガケ近くに住むようになってきている。相対的に、火山災害だけでなく、土石流や洪水、がけ崩れによる被災危険度が高まっていることが観察された。なお、こうした土地利用の傾向は、南米の大都市周辺では一般的になってきている由。

Geophysical Institute of Peruではミスティ火山のハザードマップについて説明があった。同ハザードマップはフランスの技術協力をうけ、2000年に作成したが、特に住民の警戒避難には使っていないとのこと。ハザードマップを「災害予測地図」と認識すれば、起こりうる現象の予測に係るファクターが含まれるべきであるが、既往噴火災害履歴図の域をでないものであった。

また、災害発生時の住民の安全確保については、政府組織、自治体および研究機関が共通の認識を持った上で、情報共有をしながら危機管理を進めていくべきだとの議論がなされた。このためには、相互理解の場や機会が必要であり、強いリーダーシップを求める声が上がった。

Room of Volcanoesでは3つの火山の立体模型や3D写真、地質の説明、南米の火山災害写真などが展示されており、住民等に対する啓発活動の拠点としての役割を担っていた。

INGMMETは政府系の研究機関である一方、CISMIDはペルー国立工科大学の附属機関としてJICAプロジェクトで設立したアカデミックな研究機関である。両者は本来、有機的に協力し合うことにより、ペルーの防災行政に寄与すべきだが、両者の役割分担が不明確であるとともに、協力体制も不十分との印象が残った。この原因としては、様々な機関に分散している防災に係る機能を総合的に取りまとめる上位機関が存在しないことが考えられる。

3-5 帰国研修員発表

以下、各帰国研修員の発表概要についてまとめる。発表資料についてはCD-ROMに格納することとする。

- (1) Mr. Juan Antonio CAYUPI YAÑEZ (チリ)
Seismologist/Volcanologist, Civil Protection Dep.,
National Emergency Bureau, Ministry of Interior
“National Early Warning Center”
- (2) Mr. Diego Mauricio GÓMEZ MARTÍNEZ (*) (コロンビア)
Mr. Jaime Raigosa Arango (**) (コロンビア)
Coordinator of the Volcanological Observatory of Pasto, Geohazard Area, INGEOMINAS (*)
Researcher, Volcanological Observatory of Popayan, Geohazard Section, INGEOMINAS (**)
“The Colombian Active Volcanoes Monitoring, Activity and Hazard Maps”
- (3) Mr. Rodolfo VANDER LAAT VALVERDE (*) (コスタリカ)
Mr. Gerardo Javier SOTO BONILLA (**) (コスタリカ)
Professor/Researcher, Volcanology and Seismology Observatory,
National University (*)
Consultant, National Prevention of Risks and Emergency Commission (**)
“Volcano Reformation Studies in Costa Rica”
- (4) Mr. Remigio Hernán GALÁRRAGA SANCHEZ (エクアドル)
Principal Professor/Research and Extension Commission Advisor,
Department of Civil and Environmental Engineering, National Polytechnic School
“The experience of learning SABO in Japan, First steps of SABO in Ecuador, Experience of SABO in Ecuador”
- (5) Mr. Francisco Antonio BARAHONA (*) (エルサルバドル)
Mr. Rodolfo Antonio OLMOS GUEVARA (**) (エルサルバドル)
Professor, School of Physics, Faculty of Natural Sciences & Maths, Univ. of El Salvador (*)
Professor, Faculty of Natural Sciences & Maths, Univ. of El Salvador (**)
“Geochemical station network of El Salvador, Volcanic monitoring system and challenges that its facing”
- (6) Mr. Byron Rubén PEREZ ALVAREZ (グアテマラ)
Head, Laboratory of Soil & Materials, National Institute of Electricity
“Volcanic monitoring system and challenges that its facing”

- (7) Mr. Martín Roberto PEREZ LARA (*) (ホンジュラス)
 Mr. Claudio Enrique CÁLIX PADILLA (**)
 Head, Hydraulic Work Department, Public Works General Direction,
 Ministry of Public Works, Transport and Housing (*)
 Assistant Manager, Regional Office of San Pedro Sula,
 Ministry of Public Works, Transportation and Housing (**)
*“Volcanology and SABO engineering in Honduras, Present projects
 developed by the hydraulic work department”*
- (8) Mr. Carlos de Jesús NAVARRO OCHOA (メキシコ)
 Technical-Academic, Volcanic Observatory, Colima University
*“Universidad de Colima Observatorio Vulcanologico–monitoreo del volcan de Colima (Colima
 大学火山観測所、Colima火山観測)”*
- (9) Mr. Esteban RAMOS JIMENEZ (メキシコ)
 Research Sub-director, Civil Protection Institute of Mexico State
*“Propuesta para implementacion de obras de retencion de escombros en la parte nw del volcan
 Popocatepeti, para mitigar el riesgo por posibles flujos de lodo (ポポカテペトル火山北西地域
 における土石流被害軽減対策計画)”*
- (10) Mr. Carlos Manuel GUZMAN ALVAREZ (*) (ニカラグア)
 Mr. Emilio Adán TALAVERA MARTINEZ (**) (ニカラグア)
 Seismology Div., National Institute of Territorial Studies (*)
 Seismological Director, Seismology Div.,
 Nicaragua National Institute of Territorial Studies (**)
“Volcanoes in Nicaragua, Type of Hazard Maps”
- (11) Mr. Jorge Luis CAPUÑAY SOSA (ペルー)
 Evaluator of Environmental Impact Studies, Ministry of Mining and Energy
“Introduction”
- (12) Mr. Juan Carlos GOMEZ AVALOS (ペルー)
 Research Aggregate, Geologic Hazard Division, Area of Research on Internal Processes of
 the Earth and Disaster Prevention, Geophysic Institute of Peru
“Volcanic monitoring–General aspects”
- (13) Ms. Vicentina CRUZ PAUCCARA (ペルー)
 Scientific Assistant in Volcanic Geochemical,
 Geological, Mining & Metallurgical Institute (INGEMMET)

“Thermal monitoring and the project of volcanic hazard map”

- (14) Ms. Katherine Kelly GONZALES ZUÑIGA (ペルー)
Support Engineer, National Commission of Investigation and Aerospace Development
“Insar-based survey for detecting ground deformation in Sabancaya, Ubinas and Misti volcanoes”
- (15) Mr. Zenon AGUILAR BARDALES (ペルー)
Head of Department, Academic Department of Soil Mechanics,
Faculty of Civil Engineering, National University of Engineering
“Strong ground motion accelerograph network and seismic microzonification projects”
- (16) Mr. Jaime Martin ARTEAGA LIMACHI (ペルー)
Associate Researcher, Institute for Mitigation of the effects of ENSO-IMEFEN, CISMID
“Management plan for floods in the Chillón river and Jepeza project–Gallito Ciego dam”
- (17) Mr. Enrique Jesus VALDIVIA FRISANCHO (ペルー)
Engineer, Compañía Minera Oro Candente S. A. (Private Company)
“General comments”
- (18) Mr. Luis Ernesto MELO GARCIA (ベネズエラ)
Geologist, Geological Operations, Eastern Exploration,
PDVSA rock physics Lab
“Disaster prevention in Venezuela”

3-6 アンケート結果

帰国研修員の本邦研修活用状況を明らかにし、今後の研修内容改善に資するために、8項目にわたるアンケートを実施した。23名の参加者のうち22名から回答を得ることができ、集計結果および具体的コメントについてとりまとめて5章付属資料として後掲した。

本アンケート結果から、以下の2点のことが明らかになった。

- (1) 21名の回答者が本邦研修の成果を現在の職務に活かしていると実感しており、どのように活かしているかについてもハザードマップの作成・発行等の具体例を挙げて回答している。このことから、本邦研修がそれなりのインパクトをそれぞれの業務に与えていることが伺える。
- (2) 12名の回答者が、本邦研修帰国後にDFID、カナダ、フランス、GTZ、JICAなどドナー国・機関のプロジェクトに関わったと回答しており、それぞれの所属先において中核的な人材として位置づけられていることが伺え、本邦研修がある程度当該国の中核人材の育成に寄与していることも判明した。

3-7 オープンセッション

本ペルーセミナーを総括し、今後の本邦集団研修・帰国研修員リソースの更なる発展について意見交換し、提言を取りまとめることを目的として、参加者間の自由な意見交換・討論を実施し、当該セッションの取りまとめとして、文書を作成し、参加11カ国および調査団から1名代表として内容を確認するという意味で署名をした。意見交換・討論の結果を参加者で合意された内容をまとめると以下のとおり。(取りまとめ文書の原文は第5章に後掲)

- (1) ハザードマップの作成には労力とコストがかかるが、自然災害の被害を軽減する有効なツールである。
- (2) 同じく、火山観測および砂防工学は自然災害の被害を抑止・軽減する有効なツールである。
- (3) 各国における新たな候補者の掘り出しについて、帰国研修員のつながりを活用したり、民間企業やNGOからも受け入れたりすることも考慮すべき。
- (4) 本邦研修の個別コースでの指導教官が事前に決定し、コミュニケーション体制を築ければ、個別コースでの研修がより効果的に行うことができる。
- (5) 今回のようなフォローアップセミナーはそれぞれの帰国後の経験を共有するいい機会であり、定期的(2~3年)に開催することが望ましい。
- (6) また、共通の課題を抱える近隣諸国の帰国研修員と協議ができることは有益で、将来実施するフォローアップセミナーは、テーマを絞って深い議論ができるようにすべき。
- (7) 帰国研修員間の継続的なコミュニケーション体制の確立が必要。帰国研修員主導のメーリングリストを立ち上げる。

第4章 まとめ

4-1 成果

集団研修の帰国研修員を第三国に集めてフォローアップセミナーを開催することはJICAとして初めての試みであり、フィリピン事務所およびペルー事務所とお互いの役割分担をいかに分けるかなど試行錯誤しながら準備を進めたが、大きなトラブルもなく無事に終了することができた。

第3章までに記述したように、フィリピン、ペルー双方のセミナーでソフト防災対策に係る講義・視察を実施したこと、アンケート・研修員発表による帰国研修員の本邦研修活用状況を明らかにしたこと、さらにはオープンセッションで参加者の共通認識を文書化したことにより、当初本件フォローアップセミナーとして設定した目的はほぼ達成できたといえる。

特に、これまで本邦研修関係者がフォローできていなかった研修員の帰国後の具体的な研修成果活用状況が確認できたこと、また帰国研修員ネットワークの構築に象徴されるように本セミナーを機に形成された関係を将来に向けてさらに発展・強化しようという動きが自発的にできたことは特筆に価する。

2回にわたるフォローアップセミナーの成果をまとめると以下の5点。

(1) ソフト防災対策に係る理解・認識の深化

それぞれのセミナーで、本邦から派遣された専門家による講義をはじめ一連のプログラムを踏まえたオープンセッションで、防災に係る各関係機関の対策（ハザードマップ含む）に関する情報共有の必要性、各機関の専門家による草の根レベルの視点での継続的なハザードマップ整備、防災に関する日常的な啓発活動を通じた住民等への周知の取り組みについて、参加者による積極的な発言が相次いだ。

このことから、参加者のハザードマップの作成・活用さらには地域住民を含めた関係機関の連携や情報共有の重要性といったソフト防災対策についての理解・認識が深化したといえることができる。

(2) 帰国研修員の本邦研修成果活用状況の確認

参加者による発表およびアンケートにより、火山観測分野では、観測に基づく噴火予測や以上活動への対応、警戒レベル判定などの面で本邦研修の成果が確実に現場に適応されていることが判明した。また、砂防分野でも、ハザードマップの作成、危険地域の設定、各種プロジェクトのプラン作成・実施時に本邦研修の成果が活用されていることが確認された。さらには、本邦研修で習得した技術や知識を基に帰国後に自分の所属組織の職員を対象とした研修会などを開催して、研修成果の普及に努めている例も認められた。

このように、本邦研修の成果は各国に確実に還元されており、一部では地元地域の予警報システムの強化等、当該地域が抱える課題の解決にも寄与していることも確認することができた。

(3) 帰国研修員ネットワークの構築

両セミナーを通じて各国、各地域で多様な火山・土砂災害に対応するためには、帰国研修員および本邦関係者が連帯して継続的な情報交換・共有の場を持つ必要があるとの共通認識が形成され、試行的に帰国研修員が主体となるメーリングリストを立ち上げることとなった。

このように本邦研修参加年度の異なるJICA帰国研修員が、本セミナーに参加したことを契機に「火山学・（火山）砂防工学」ネットワークを構築して、情報共有・交換していくことが合意され、自発的に帰国研修員側で同ネットワークの運用に携わることになったことはJICA事業の「自立発展性」の観点から注目すべき動きだといえる。

今後、JICAとして帰国研修員ネットワークの構築に取り組む場合に、今次実施した両セミナーの参加者を核にしつつも、諸事情により今回出席できなかった帰国研修員も多くいるため、そのような帰国研修員も含めて考える必要がある。

(4) 帰国研修員の取り組み状況の報告体制確立に係る合意

さらには、フィリピンセミナーにおいて、本邦研修関係者（火山学会、国土交通省河川局砂防部、(財)砂防・地すべり技術センター、JICA）が帰国研修員の研修成果を継続的にフォローすることの重要性について理解が得られ、各帰国研修員が年に1回各々の取り組みに係るレポートを日本側に提出することについて合意がなされた。

このような「仕組み」は、本邦研修関係者にとっては、自分たちが実施した研修が当該国でどのような成果および社会的インパクトを及ぼしているかを継続的に把握できるようになることを意味し、一方で帰国研修員にとっては、スキルアップのための継続的なサポートを本邦研修関係者より得られる体制が確立されるようになることを意味する。

今後の課題として、具体的にどのような形で帰国研修員に対してレポートに係るアナウンスをするのか、またどのように上がってくるレポートに対して本邦関係者として責任ある対応するのかといった「仕組み」作りについて本邦研修関係者と詰める必要がある。なお、この際に、上記のような有機的な双方向のコミュニケーション体制を確保すること、および前述(3)のネットワークとの関係について留意する必要がある。

(5) 集団研修改善に係る提案

また、両セミナー参加者より今後の本邦研修内容の改善に係る具体的な提案およびコメントを取り付けることができた。主なものを抜粋すると以下のとおり。

ア 指導教官が不在でも研修に係るサポートが受けられるよう個別研修の指導体制の充実を図るべき。

イ 高価な最新の技術のみならず、途上国でも適応可能な安価な技術についてもバランスよくプログラムに含めるべき。

ウ 事例比較のために本邦研修を補完する在外研修を組み合わせるべき。

このような提案・コメントをいかに今後の本邦研修プログラムにフィードバックして内容の改善を図るか、本邦関係者で検討する必要がある。

なお、本邦研修内容に対する提案とは別に、今回のようなフォローアップセミナーの定期的な開催について、現場レベルの技術者・行政官が常に新しい知識を得ることは有効であり必要だという意見が相次ぎ、右点についても今後の検討課題である。

4-2 今後に向けての課題

本フォローアップセミナーの実施により大きな成果があったが、今後の本邦研修やフォローアップセミナー運営のあり方について課題も浮き彫りになった。上記3-1の記述内容と一部重複するが、以下抽出された課題をまとめる。

(1) 本邦研修の技術レベル

集団研修「火山学・(火山)砂防工学」は6ヶ月と長期にわたっており、前半で火山学・(火山)砂防工学の各専攻で主に基礎理論に係る共通プログラムを行い、後半では各人の関心事項(当該国の懸案事項)に沿った実践的な専門技術の習得を目指す個別プログラムを実施するという特徴を持つものである。このため、当該集団研修は一般的なJICA集団研修に比して時間をかけて丁寧に技術移転をしているという性格を持つといえるものである。

本セミナーでは、本邦研修で研修員に対して移転が図られている各技術について、そのレベル設定が果たして妥当かという点が議論になった。高度なデジタル機器による分析技術や、経費がかさむハードインフラとセットになった観測技術といった防災技術等は、本国でそのような技術を活かせる環境にないと研修成果の普及・定着の観点から問題がある。過去の本邦研修のプログラム内容には、一部右のような傾向もあったとの指摘があり、より途上国に対する適応に焦点を当てたプログラムにすべきとの提案があった。

一方で、集団研修の特徴の一つとして、世界にアピールできるわが国の優れた技術の移転・普及が挙げられる。本集団研修のテーマである火山防災および砂防技術は、まさにその歴史的・地理的背景によりわが国が世界で最も先進的な防災体制を構築していると目されている分野である。個別プログラムで研修員の指導を担う教官も、技術レベルの設定について「世界にアピールできる日本らしい技術」と「途上国に適応可能な技術」のバランスをいかにとるかを常に考慮しているが、それぞれがわが国の第一線の人材であるためにより前者に比重がかかる傾向にあるといえる。

今回の問題提起は、より一層、研修員本人の問題意識、研修員の所属先が抱える課題、当該国の防災力向上のための方策、さらには本邦で研修を実施する意義等を総合的に勘案し、本邦研修、特に後半の個別プログラムで「最適な」技術レベルを設定することが求められたといえることができる。

(2) 帰国研修員のJICA事業への戦略的な取り込み

フィリピンおよびペルーで実施したアンケートの結果、回答した総勢42名の帰国研修員のうち15名が帰国後に技術協力プロジェクト、開発調査もしくは専門家等のカウンターパートとしてJICA事業の実施に関わったことがあると判明した。集団研修「火山学・（火山）砂防工学」によって本邦で育てられた人材が、当該国におけるJICA事業に貢献するという好循環が部分的にあることが明らかになったといえることができる。

しかし、この好循環はJICAとして戦略的に帰国研修員だから活用したというよりも、たまたまJICA事業に関わったカウンターパート等が帰国研修員だったという側面の方が大きいと思料される。

JICAとして本邦研修で育成したそれぞれの国の中核的な人材を軸に事業を進めることができれば、協力スキームを越えたより効果的・効率的な事業を展開できる可能性が広がるのである。このためには、本邦研修実施機関であるJICA東京国際センターと、海外における防災プロジェクトを担当するJICA地球環境部防災チームとの日常的な情報共有が不可欠である。本件ソフト型フォローアップについては、すでにJICA地球環境部防災チームと共有しているため、今後の展開が期待される場所である。

(3) 地域的な戦略性の必要

一方で、帰国後にJICA事業に関わった15名の内訳を見ると、アジア地域11名、中南米地域4名であった。これはJICAとして、当該分野でインドネシア、フィリピンなどに対して技術協力プロジェクトなどの大規模かつ集中的な投入をしているアジア地域と小規模な投入を限定的に実施している中南米地域という地域的な実績の差が影響していることが考えられる

が、両地域とも環太平洋造山帯を形成しており、火山活動が活発であり、地震、台風、ハリケーン、集中豪雨などによる土砂災害が頻発するという地形学的な類似があることを考慮すると、JICAとして戦略的にこれらの地域にどのようにアプローチしようとしているのかが問われているといえる。

特に、ペルーセミナーで明らかになったことだが、中南米地域では文化的・地形的に似ている国が多く、防災に係る多国間の共同プロジェクトが促進されており、帰国研修員を含む技術者のネットワークがある程度形成されている。JICAとしても、近年、「中米防災センター（CEPREDENAC）」に対する専門家派遣や技術協力プロジェクト「カリブ災害管理プロジェクト」などにより、当該地域ではより広域的なアプローチを取るようになっているが、本邦研修の成果を考える際にも、このような多国化、広域化の流れを考慮に入れる必要がある。

また、アフリカ地域にも2002年に噴火したコンゴ民主共和国のニイラコンゴ山など活火山が存在しており、周辺住民はそのリスクにさらされている。

このように、集団研修「火山学・（火山）砂防工学」はアジア地域と中南米地域を中心に実績を積み上げてきているが、より効果的な協力を推し進めるためにも、より戦略的にどの地域にどのようなアプローチをしていくのかを明確にする必要がある。そのベースになるのが、JICAの防災分野に係る協力方針であり、同方針の早急に策定が望まれる。

以上、本章で取り上げてきたように、本件フォローアップセミナーを実施したことにより、集団研修「火山学・総合土砂災害対策」（2005年よりタイトル変更）の改善に向けた課題が抽出されたといえる。これからは、本邦研修の具体的な改善策について、当座は以下の点に絞って、関係者と協議を重ねて、実施できるところから実施に移していくこととしたい。

(1) 帰国研修員ネットワークの構築

- ア 帰国研修員による年次活動報告の取り付け
- イ インターネットを活用したコミュニケーションツールの提供

(2) 本邦研修の実施体制の改善

- ア 来日前の指導教官の絞込み
- イ 個別研修の指導体制の強化
- ウ 個別研修における帰国後に適用可能な研修内容の徹底
- エ 在外補完研修の実施可能性

(3) 本邦研修リソース（帰国研修員、本邦研修関係者）に係る情報のJICA関係部署での共有

これら具体的な改善に係る取り組みが実現されてはじめて、本件フォローアップセミナーが一

過性のものではなく、15年の成果の積み重ねを束ね、さらには将来のよりよい協力に向けた起点になり、「火山学・火山砂防工学」、「火山学・砂防工学」、「火山学・総合土砂災害対策」という一連の集団研修の変遷・改善の流れの中に位置づけられるのである。

以 上

第5章 付属資料

- (1) 参加者一覧（フィリピンセミナー・ペルーセミナー）
- (2) 調査団行程（フィリピン・ペルー）
- (3) フィリピンセミナー現場視察資料
- (4) アンケート集計（フィリピン・ペルー）
- (5) オープンセッション議事録（フィリピン・ペルー）

*フィリピン・ペルーセミナーの講義および帰国研修員発表で使用された資料については、CD-ROMのみに入れることとする。

フィリピンセミナー参加者一覧

	氏名	国籍	所属	本邦研修 参加年度
1	Mr. Afshin Gharemani Dangharalou	イラン	Expert of Design West Azarbaejan Jihade e-Agriculture, Watershed Mgt. Office	2003 年度 砂防
2	Mr. Hooshang Hemmati Far	イラン	Assistant Manager, Hornozqan Jihade e-Agriculture, Watershed Mgt. Office	2002 年度 砂防
3	Mr. Hariyono Utomo	インドネシア	Project Manager Ministry of Settlement and Regional Infrastructure	1998 年度 火山砂防
4	Mr. Khoirul Murod	インドネシア	Head, Ministry of Settlement and Regional Infrastructure	2002 年度 砂防
5	Mr. Kristianto	インドネシア	Staff, Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation	1998 年度 火山
6	Mr. Muhamad Hendrasto	インドネシア	Chief, Central Java and East Java Section,, Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation	1991 年度 火山
7	Mr. Gyani Raja Chitrakar	ネパール	Seismologist Dept. of Mines and Geology National Seismological Center	1998 年度 火山砂防
8	Mr. Soma Nath Sapkota	ネパール	Seismologist Department of Mines and Geology National Seismological Center	1999 年度 砂防

9	Mr. Wu Zhengfang	中国	Professor Northeast Normal Univ., Dept. of Geography	2001 年度 砂防
10	Ms. Bella S. Tubianosa	フィリピン	Science Research Specialist II VMEPD/ PHIVOLCS	1992 年度 火山
11	Mr. Seginando G. Manlangit, Jr.	フィリピン	Science Research Specialist I VMEPD/ PHIVOLCS	1993 年度 火山
12	Mr. Allan R. Loza	フィリピン	Science Research Specialist I VMEPD/ PHIVOLCS	2003 年度 火山
13	Ms. Rebecca J. Roces	フィリピン	Engineer III Maintenance Division/ Roads & Bridges Sec DPWH Regional Office No. V	1994 年度 火山砂防
14	Mr. Alejandro A. Sosa	フィリピン	Project Manager I PMO for Major Flood Control and Drainage Projects Cluster II, DPWH	1995 年度 火山砂防
15	Mr. Leonardo L. Lingan	フィリピン	OIC Engineer IV Hydraulics Division, Bureau of Design, DPWH	1991 年度 火山砂防
16	Mr. Jessie Felizardo	フィリピン	Engineer IV Sabo Division, PMO FCSEC DPWH	2000 年度 砂防
17	Mr. Apolinar M. Simara	フィリピン	Engineer II DPWH Batangas I District Engineering Office	2003 年度 砂防
18	Ms. Eleanor A. Bertillo	フィリピン	Engineer III Construction Division, DPWH Region V	1996 年度 火山砂防
19	Mr. Alvin A. Ignacio	フィリピン	Engineer II DPWH Northern Samar 1st Engineering District	2000 年度 砂防

20	Mr. Danilo Calimlim Itay	フィリピン	Engineer II Planning and Design Division DPWH-Cordillera Administrative Region	2002 年度 砂防
21	Mr. Paul Karson B. Alanis	フィリピン	Science Research Specialist I VMEPD/ PHIVOLCS	2002 年度 火山
22	Mr. Teodorico A. Sandoval	フィリピン	Science Research Specialist II VMEPD/ PHIVOLCS	2001 年度 火山
23	Mr. Juan M. Cordon, Jr.	フィリピン	Science Research Specialist I VMEPD/ PHIVOLCS	1995 年度 火山
24	Mr. Elmer R. Gabinete	フィリピン	Science Research Specialist II VMEPD/ PHIVOLCS	1997 年度 火山
25	Mr. Ramses A. Valerio	フィリピン	Science Research Specialist II VMEPD/ PHIVOLCS	1991 年度 火山
26	Mr. Jose Joel D. Marilla	フィリピン	Science Research Specialist I VMEPD/ PHIVOLCS	2000 年度 火山

ペルーセミナー参加者一覧

	氏名	国籍	所属	本邦研修 参加年度
1	Mr. Juan Antonio CAYUPI YAÑEZ	チリ	Seismologist/Volcanologist, Civil Protection Dep., National Emergency Bureau, Ministry of Interior	1995 年度 火山
2	Mr. Diego Mauricio GÓMEZ MARTÍNEZ	コロンビア	Coordinator of the Volcanological Observatory of Pasto, Geohazard Area, INGEOMINAS	1994 年度 火山
3	Mr. Jaime RAIGOSA ARANGO	コロンビア	Researcher, Volcanological Observatory of Popayan, Geological Hazard Section, INGEOMINAS	1995 年度 火山
4	Mr. Rodolfo VANDER LAAT VALVERDE	コスタリカ	Professor/Researcher, Volcanology and Seismology Observatory, National University	1990 年度 火山
5	Mr. Gerardo Javier SOTO BONILLA	コスタリカ	Consultant, National Prevention of Risks and Emergency Commission	1991 年度 火山
6	Mr. Remigio Hernán GALÁRRAGA SANCHEZ	エクアドル	Principal Professor/Research and Extension Commission Advisor, Department of Civil and Environmental Engineering, National Polytechnic School	1990 年度 火山砂防
7	Mr. Francisco Antonio BARAHONA	エルサルバドル	Professor, School of Physics, Faculty of Natural Sciences & Maths., Univ. of El Salvador	2002 年度 火山
8	Mr. Rodolfo Antonio OLMOS GUEVARA	エルサルバドル	Professor, Faculty of Natural Sciences & Maths., Univ. of El Salvador	2003 年度 火山
9	Mr. Byron Rubén PEREZ ALVAREZ	グアテマラ	Head, Laboratory of Soil & Materials, National Institute of Electricity	1990 年度 火山

10	Mr. Martín Roberto PEREZ LARA	ホンジュラス	Head, Hydraulic Work Department, Public Works General Direction, Ministry of Public Works, Transport and Housing	1993 年度 火山砂防
11	Mr. Claudio Enrique CÁLIX PADILLA	ホンジュラス	Assistant Manager, Regional Office of San Pedro Sula, Ministry of Public Works, Transportation and Housing	1997 年度 火山砂防
12	Mr. Carlos de Jesús NAVARRO OCHOA	メキシコ	Technical-Academic, Volcanic Observatory, Colima University	1991 年度 火山
13	Mr. Esteban RAMOS JIMENEZ	メキシコ	Research Subdirector, Civil Protection Institute of Mexico State	1997 年度 火山砂防
14	Mr. Carlos Manuel GUZMAN ALVAREZ	ニカラグア	Seismology Div., National Institute of Territorial Studies (INETER)	1990 年度 火山
15	Mr. Emilio Adán TALAVERA MARTINEZ	ニカラグア	Seismological Director, Seismology Div., Nicaragua Institute of Territorial Studies (INETER)	2001 年度 火山
16	Mr. Jorge Luis CAPUÑAY SOSA	ペルー	Evaluator of Environmental Impact Studies, Ministry of Mining and Energy	1990 年度 火山砂防
17	Mr. Juan Carlos GOMEZ AVALOS	ペルー	Research Aggregate, Geologic Hazard Division, Area of Research on Internal Processes of the Earth and Disaster Prevention, Geophysic Institute of Peru	1993 年度 火山
18	Mr. Zenon AGUILAR BARDALES	ペルー	Head of Department, Academic Department of Soil Mechanic, Faculty of Civil Engineering, National University of Engineering	1993 年度 火山砂防
19	Mr. Jaime Martin ARTEAGA LIMACHI	ペルー	Associate Researcher, Institute for Mitigation of the effects of ENSO-IMEFEN, CISMID	1996 年度 火山砂防

20	Mr. Enrique Jesus VALDIVIA FRISANCHO	ペルー	Engineer, Compania Minera Oro Candente S.A. (Private Company)	1999 年度 火山
21	Ms. Katherine Kelly GONZALES ZUÑIGA	ペルー	Support Engineer, National Commission of Investigation and Aerospace Development	2003 年度 火山
22	Ms. Vicentina CRUZ PAUCCARA	ペルー	Scientific Assistant in Volcanic Geochemical, Geological, Mining & Metallurgical Institute (INGEMMET)	2004 年度 火山
23	Mr. Luis Ernesto MELO GARCIA	ベネズエラ	Geologist, Geological Operations, Eastern Exploration, PDVSA rock physics Lab	2002 年度 砂防

フィリピン調査団行程

(太字はセミナープログラム)

2004 年	内容	宿泊
12月1日 (水)	13:30 マニラ着 (JL741 便) (山下団員、藤田団員) 16:00 フィリピン事務所打ち合わせ	Somerset Salcedo Makati
12月2日 (木)	10:00 PHIVOLCS 打ち合わせ 12:00 公共事業道路省 (DPWH) 桜井長期専門家打ち合わせ 午後 セミナー開催準備	Somerset Salcedo Makati
12月3日 (金)	終日 セミナー開催準備	Somerset Salcedo Makati
12月4日 (土)	12:00 セミナー会場ホテル移動 午後 セミナー開催準備	Sulo Hotel
12月5日 (日)	13:30 マニラ着 (JL741 便) (濱口団長、山口団員) 夕方 セミナー開催最終準備	Sulo Hotel
12月6日 (月)	10:00 JICA 事務所長表敬 14:00 セミナー開会、オリエンテーション、自己紹介 導入:「最近の日本の火山、土砂関連災害について」 15:00 講義:「アフリカプレート内部の火山活動について」(濱口団長) 17:00 ハザードマップポスターセッション	Sulo Hotel
12月7日 (火)	【ピナツボ火山周辺現場視察】 07:00 ホテル出発 08:30 Sacobia-Bamban River 10:00 Pinatubo Volcano Observatory (PVO) 11:00 Mancatian Section of Pasig-Potrero Mega Dike 12:00 Transverse Dike, GSO section of Pasig-Potrero 14:30 Lahar-affected areas near Mega Dike (Bacolor, Pampanga) 16:00 ホテル帰着	Sulo Hotel
12月8日 (水)	【タール火山周辺現場視察】 06:00 ホテル出発 09:00 Buco Volcanological Observatory (BVO) 10:00 Pira-Piraso Vocano Observatory 11:00 Hike to Main Crater 14:00 Tagaytay Picnic Grove 16:30 ホテル帰着	Sulo Hotel

<p>12月9日 (木)</p>	<p>09:00 講義:「ハザードマップの活用に向けて」(山口団員) 11:00 総括:現場視察・ハザードマップポスターセッション 13:30 発表:中国 14:40 発表:インドネシア 15:50 発表:イラン</p>	<p>Sulo Hotel</p>
<p>12月10日 (金)</p>	<p>09:00 発表:ネパール 10:10 発表:フィリピン 14:00 オープンセッション 17:00 取りまとめ文書作成・署名 17:50 セミナー閉会式 (PHIVOLCS 所長、JICA 事務所長) 18:30 フェアウェルパーティー 20:00 経費精算 (JICA 事務所)</p>	<p>Sulo Hotel</p>
<p>12月11日 (土)</p>	<p>14:50 マニラ発 (JL742 便)</p>	

ペルー調査団行程

(太字はセミナープログラム)

2005 年	内容	宿泊
11月16日 (水)	06:25 リマ着 (LA531 便) (比留間団員、服部団員) 10:00 ペルー事務所打ち合わせ 午後 セミナー開催準備	Garden Hotel
11月17日 (木)	10:00 CISMID 打ち合わせ 午後 セミナー開催準備	Garden Hotel
11月18日 (金)	終日 セミナー開催準備	Garden Hotel
11月19日 (土)	終日 セミナー開催準備	Garden Hotel
11月20日 (日)	06:25 リマ着 (LA531 便) (荒牧団長、佐藤団員) 午後 セミナー開催最終準備	Garden Hotel
11月21日 (月)	8:00 参加者受付 9:00 セミナー開会、オリエンテーション、自己紹介 導入:「最近の日本の火山、土砂関連災害について」 10:30 講義:「Development of Mt. Fuji Hazard Map」(荒牧団長) 14:00 講義:「Early Warning System」(佐藤団員) 17:00 アレキパ現地視察に向けてのオリエンテーション 19:40 リマ発 (LA107 便) 21:10 アレキパ着	Hotel Posada Del Monasterio Arequipa/ Hotel Mirador Del Monasterio
11月22日 (火)	【アレキパ現場視察】 07:30 ホテル出発 08:00 Chile River Canyon 10:30 Geophysical Institute of Peru (Instituto Geofisico del Peru) 11:30 Room of Volcanoes 13:30 Geophysical Institute of the National University of San Agustin (Instituto Geofisico de la UNSA), INGEMMET (Geological Mineral Metallurgical Institute) 15:30 Regional Direction of Civil Defense (Direccion Regional de Defensa Civil) 21:35 アレキパ発 (LA106 便) 23:05 リマ着	Garden Hotel

11月23日 (水)	10:00 JICA 事務所表敬 14:00 発表: チリ 15:30 発表: コロンビア 17:00 発表: コスタリカ	Garden Hotel
11月24日 (木)	09:00 発表: エクアドル 10:10 発表: エルサルバドル 11:20 発表: グアテマラ 14:00 発表: ホンジュラス 15:10 発表: メキシコ 16:20 発表: ニカラグア	Garden Hotel
11月25日 (金)	09:00 発表: ペルー 10:30 発表: ヴェネズエラ 13:30 フィリピンフォローアップセミナー報告 (服部団員) ハザードマップ総括 オープンセッション 17:30 取りまとめ文書作成・署名 18:30 セミナー閉会式 (CISMID acting director、JICA 事務所長) 19:00 フェアウェルパーティー	Garden Hotel
11月26日 (土)	終日 資料整理、レポート作成	Garden Hotel
11月27日 (日)	0:25 リマ発 (LA061 便) (荒牧団長、佐藤団員、比留間団員) 終日 資料整理、レポート作成	Garden Hotel
11月28日 (月)	10:00 経費精算 (JICA 事務所) 午後 資料整理、レポート作成	—
11月29日 (火)	0:25 リマ発 (LA061 便) (服部団員)	—

JICA GROUP TRAINING COURSE ON VOLCANOLOGY AND SABO ENGINEERING 2004



FIELD TRIP GUIDE Pinatubo & Taal (7-8 December 2004)



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)
and
PHILIPPINE INSTITUTE OF VOLCANOLOGY AND SEISMOLOGY (PHIVOLCS)
Department of Science and Technology (DOST)



JICA GROUP TRAINING COURSE ON VOLCANOLOGY AND SABO ENGINEERING 2004

Pinatubo and Taal Field Tour
(Prepared by PHIVOLCS)
7-8 December 2004

DAY/TIME	PLACE
Day 1	
6:30-7:00	Assembly at Hotel (Metro Manila)
7:00 A.M.	Departure
7:00-8:30 A.M.	Travel time to Mabalacat/Bamban, Tarlac
8:30-9:00 A.M.	STOP 1a: Sacobia-Bamban River –Mabalacat section/Briefing by Art Daag & Peejay Delos Reyes
9:00-9:30 A.M.	Travel time to Mascup
9:30-10:00 A.M.	STOP 1b: Sacobia-Bamban River-Mascup
10:00-10:30 A.M.	Travel time to Pinatubo Volcano Observatory (PVO)
10:30-11:00 A.M.	STOP 2: PVO/Briefing by Jimmy Sincioco (RV)
11:00 11:30 A.M.- 11:30 A.M.-12:00	Travel time to Mancatian STOP 3: Mancatian section of Pasig-Potrero/Mega Dike
12:00-1:30 P.M.	LUNCH BREAK
1:30-2:30 P.M.	Travel time to San Fernando/TransverseDike
2:30-3:00 P.M	STOP 4a: Transverse Dike/Pasig-Potrero
3:00-3:30 P.M	STOP 4b GSO section of Pasig-Potrero/Mega Dike
3:30-4:00 P.M	Travel time to Bacolor Church
4:00-4:30P.M	STOP 5: Lahar-affected areas near Mega Dike/Bacolor, Pampanga
4:30 P.M.	Departure for Metro Manila
4:30-6:30 P.M.	Travel time to Metro Manila
Day 2	
5:30-6:00 A.M.	Assembly (Metro Manila)
6:00 A.M.	Departure
7:00-7:30 A.M.	Breakfast stop along South Expressway
7:30-8:30 A.M.	Travel time to Buco, Talisay, Batangas
8:30-9:00 A.M.	STOP 1: Buco Volcanological Observatory (BVO)
9:00-9:45 A.M.	Travel time to Taal Volcano Island
9:45-10:45 A.M.	STOP 2: Pira-Piraso Volcano Observatory/Briefing by July Sabit Hike to Daang Kastila
10:45-11:00 A.M.	STOP 3: Daan Kastila/Fissures and Thermal Area/View of Main Crater
11:15 -11:30	Hike back to Pira-Piraso
11:30-1:00 P.M.	LUNCH BREAK at Pira-Piraso (packed lunch)
1:00-2:30 P.M.	Boat trip around the Taal Island/Briefing by VMEPD personnel
2:30-3:15 P.M.	Travel time to BVO
3:15-4:00 P.M.	Travel time to Tagaytay Picnic Grove
4:00-4:30 P.M.	STOP 4: Tagaytay Picnic Grove (View of Mainland & Taal Island)
4:30-6:30 P.M.	Travel time to Metro Manila
6:30-7:00 P.M.	Arrival at hotel

FIELD TRIP GUIDE

Pinatubo & Taal

(7-8 December 2004)

Field guide for participants of the Japan International Cooperation Agency (JICA)

Training Course on Volcanology and Sabo Engineering 2004

(7-8 December 2004)

Philippine Institute of Volcanology and Seismology (PHIVOLCS)

Department of Science and Technology (DOST)

Pinatubo Volcano Profile

LOCATION:

90 km NW of Manila, situated at the boundaries of ZAMBALES, PAMPANGA and TARLAC in West Central Luzon (15.14°N – 120.35°E) nestled at the center of the Zambales Range (Figure 1, red box)

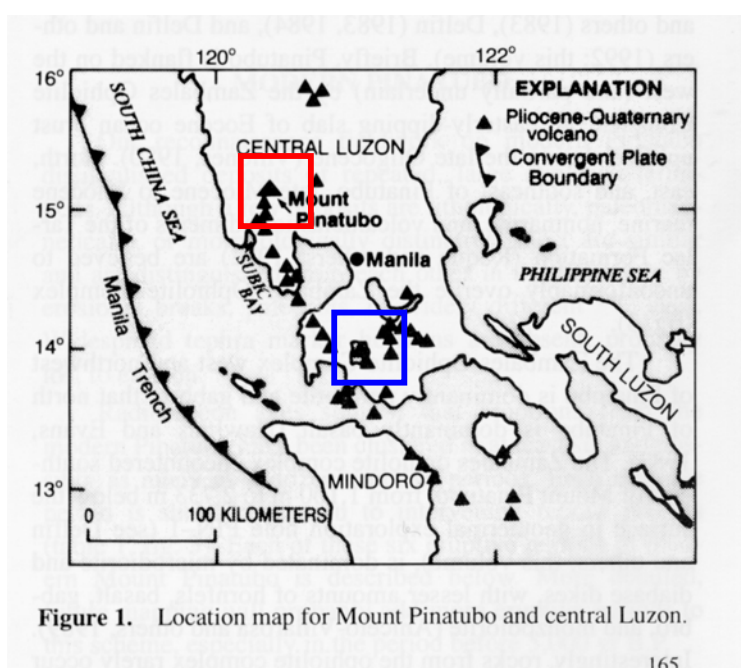


Figure 1. Location map for Mount Pinatubo and central Luzon.

PHYSICAL CHARACTERISTICS:

Height Before the 1991 Eruption: 1,745 m asl; highest peak along the Pinatubo-Mariveles volcanic belt

Height After the 1991 Eruption: 1,445 m asl

Type of Volcano: Active hornblende andesite-dacite stratovolcano and dome complex with thick sequences of pyroclastic flows

Summit Caldera: About 2 km diameter. And 600 to 800 m deep; the crater lake was formed in September 1991; pH values of the lake water ranged from 6.0 to 1.9; pH became very acidic (1.9) during the dome growth.

Composition of Lava: Dacite with andesitic xenoliths/inclusions and compositional banding

Gas Chemistry – monitoring of sulfur dioxide emission using Correlation Spectrometer (COSPEC)

Crater Lake Chemistry – occasional sampling and analysis of water from the crater lake

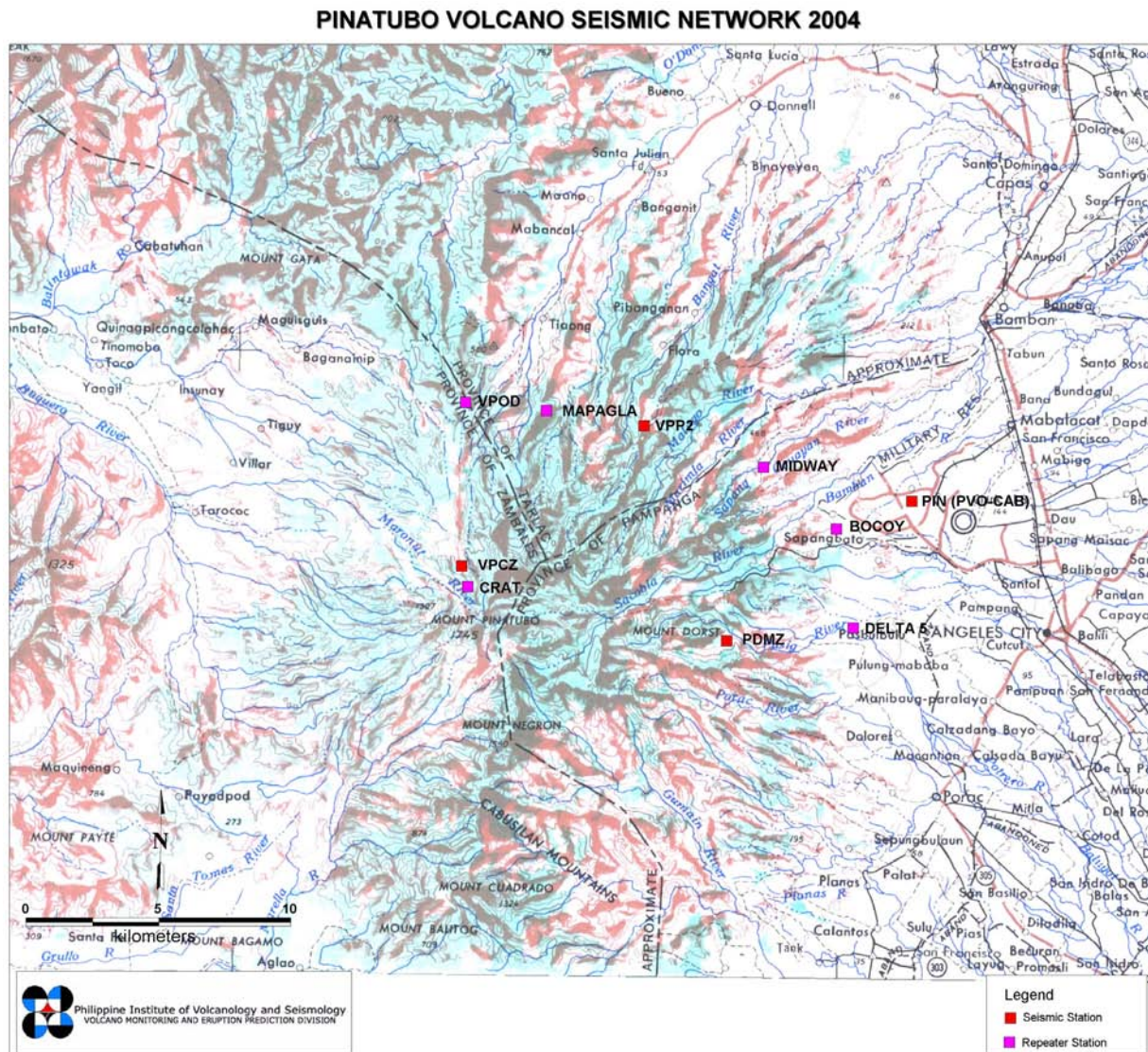


Figure 2. Pinatubo Volcano Seismic Network 2004.

HAZARD ZONES: 10 km radius permanent danger zone (PDZ)

PINATUBO VOLCANO ALERT SIGNALS (Revised November 1992):

ALERT LEVEL	CRITERIA	INTERPRETATION
No alert	Background, quiet	No eruption in foreseeable future
1	Low level seismic, fumarolic, other unrest.	Magmatic, tectonic or hydrothermal disturbance; no eruption imminent.
2	Low to moderate level of seismic, other unrest with positive evidence for involvement of magma	Probable magmatic intrusion; could eventually lead to an eruption.
3	Relatively high and increasing unrest, including numerous b-type earthquakes, accelerating ground deformation, increased vigor of fumaroles, gas emission	Increasing likelihood of an eruption, possibly within days to week.
4	Intense unrest, including harmonic tremor and/or may "long period" (=low frequency) earthquakes or quiet lava emissions and/or dome growth and/or small explosions	Magma close to or at earth's surface. Hazardous explosive eruption likely, possible within hours to days
5	Hazardous explosive eruption in progress, with pyroclastic flows and/or eruption column rising at least 6 km or 20,000 feet above sea level	Explosive eruption in progress. Hazards in valleys and downwind

STAND-DOWN PROCEDURES:

In order to protect against "lull before the storm" phenomena, alert levels will be maintained for the following periods AFTER activity decreases to the next lower level:

From level 5 to level 4: **Wait 12 hours after level 5 activity stops**
 From level 4 to level 3 to 2: **Wait 2 weeks after activity drops below level 4**
 From level 3 to level 2: **Wait 2 weeks after activity drops below level 3**

NOTE:

Ashfall will occur from secondary explosions for several years after the 1991 Plinian (calderagenic) eruption, whenever rainfall and lahars come in contact with still hot-hot 1991 pyroclastic flow deposits. These secondary explosions will occur regardless of alert level.

The 1991 Pinatubo eruption and subsequent lahars
Factors to prompt and accurate prediction of the Pinatubo Volcano eruption:

- 1) effective instrumental and visual monitoring – seismic; measurement of sulfur dioxide flux measurement with the use of the Correlation Spectrometer (COSPEC)
- 2) geologic mapping and hazard assessment and the generation of hazard maps – successful prediction of pyroclastic flow-prone areas (Figure 3)
- 3) prompt information dissemination of the geologic and seismic observations to the authorities and the public

The paroxysmal phase of the 1991 eruption

- Pinatubo Volcano erupted on 15 June 1991, after almost 400 years of quiescence with 3.7-5.3 km³ and 4 km² pyroclastic flow materials and 4 km³ dacitic pumice-fall deposits
- Devastated more than 400 km² and blanketed most of Southeast Asia with ash
- Resulted in the collapse of the volcano's summit to form a 2.5-km diameter caldera and reducing its summit elevation by at least 300 meters
- **Considering that at least 1,000,000 people were threatened, accurate prediction and interpretation of observed events remarkably reduced the number of casualties to a few hundreds.**

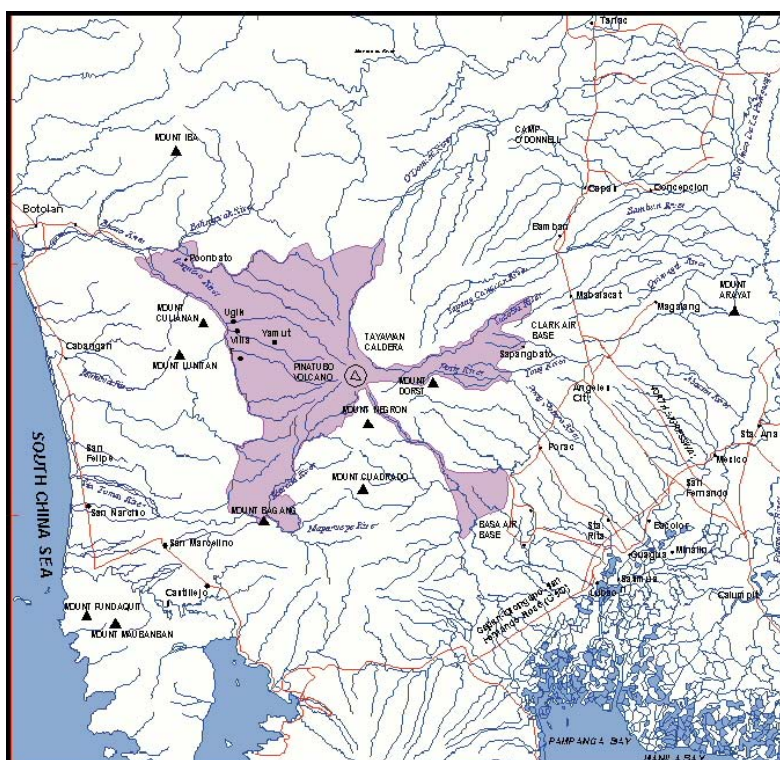


Figure 3. Pyroclastic flow hazard map released May 1991 by PHIVOLCS prior to the 1991 eruption of Pinatubo Volcano.

Lahars activity at Pinatubo Volcano

- After the 15 June 1991 eruption, the new and metastably perched pyroclastic flow and fall deposits were subsequently remobilized into devastating lahars by monsoon and typhoon rains.
- Lahars in 1991 affected eight major drainages of Pinatubo Volcano. From the north clockwise, these are the O'Donnell-Tarlac (N), Sacobia (NE), Abacan (E), Pasig-Potrero (SE), Porac-Gumain (SSE), Sto.Tomas-Marella (SW), Maloma (W), and Bucao-Balin Baquero (NW) (Figure 3)
- Frequency and magnitude of lahar events and the number of lahar-affected river systems has dwindled as source materials are gradually being depleted.

- Significant reduction in lahar hazard zones is reflected in the 2004 edition of the Pinatubo Lahar and Flood Hazard Zones for O'Donnell (NE), Sacobia-Bamban (E), Pasig-Potrero (SE), Sto. Tomas-Marella (SW) and Bucao-Balin Baquero (NW).
- The lahar and flood hazards maps were generated and available to the public for proper land use planning and preparedness measures. Classification is based on highest probable hazard (lahar hazard is greater than flood hazard). Forecast of probability/frequency of occurrence is based on geological-historical precedence, sediment yield trends, erosion rates, triggering rainfall, physical modelling, etc.

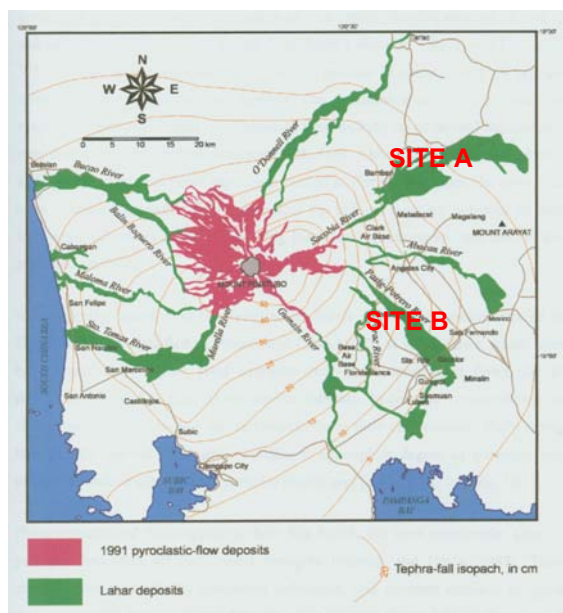


Figure 4. Deposit map of the 1991 eruptive products at Pinatubo Volcano. Between 3.7 to 5.3 cubic kilometers (km^3) of pyroclastic flow materials and more than 4 km^3 of dacitic pumice-fall deposits erupted. Map also indicates Site A to D of the field tour.

LAHARS ALONG SACOBIA-BAMBAN RIVER (SITE A)

- **Sacobia-Bamban** drains the northeast portion of the 1991 Sacobia pyroclastic fan (Figure 3, 4).
- From 1991 to 1993, more than 200 million cubic meters of sediment was deposited at the fan head towards and beyond the Bamban stretch of the McArthur Hiway.
- A secondary explosion and secondary pyroclastic flow event occurred on October 1993 that resulted in stream capture and reduced flows along the Sacobia-Bamban River.
- From 1994 to present, muddy streamflows and flooding had been observed with minor siltation resulting from remobilization of already emplaced lahar deposits along the channel.
- Potential for Sacobia to regain access to its upper watershed is now nil considering the fact that the difference in elevation between Pasig and Sacobia is still more than 100 meters (may continue to increase with no significant lahar activity in the upper reaches of the pyroclastic flow fan area).

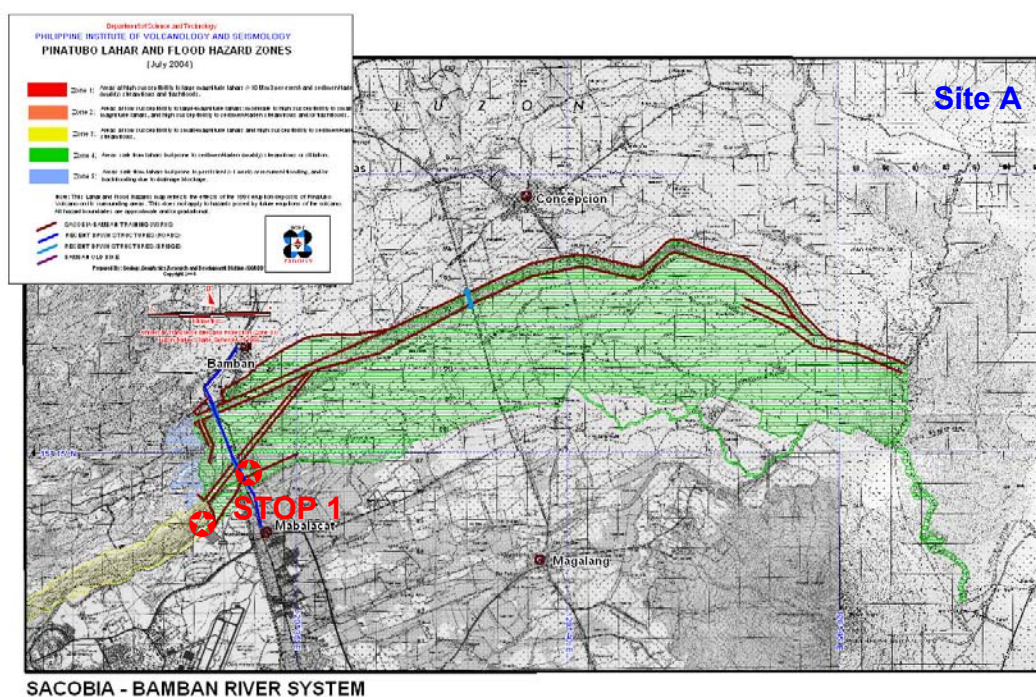


Figure 4. Site A. The 2004 Pinatubo Lahar and Flood Hazards Map for Sacobia-Bamban River System. In general, the middle to downstream areas are covered by Zone 4, meaning areas safe from lahars but prone to sediment-laden (muddy) streamflows or siltation.

Mabalacat Dike-McArthur Hiway, Sacobia-Bamban River (Site A, Stop 1)

- Located 26 km NE of Pinatubo Volcano
- Mabalacat and Bamban diking systems were constructed in 1993 prior to the onset of the rainy season in June 1993; never fully tested because Sacobia-Bamban River ceased to be an active lahar avenue since the stream capture in October 1993
- Mabalacat Dike is armored on the riverside and landside while the Bamban Dike was armored on the riverside but sodded on the landside (soil embankment).

LAHARS AT PASIG-POTRERO RIVER

- Pasig-Potrero drains the southeast portion of the 1991 Sacobia pyroclastic fan (Figure 3, 5)
- From 1991 to 1998, almost 400 million cubic meters of lahar materials were deposited at the fan head at Delta 5 watchpoint (235masl) downstream towards and beyond the Gapan-San Fernando-Olongapo Road. Moreover, as a result of the October 1993 secondary pyroclastic flow event, there was enhanced sediment yield in the Pasig-Potrero River due to stream capture of the Sacobia River.
- Through time, with depletion of lahar source sediments, lahar activity had been greatly reduced. Reduction in lahar and flood hazards is reflected in the 2004 Lahar and Flood Hazards Map for Pasig-Potrero River (Figure 5).

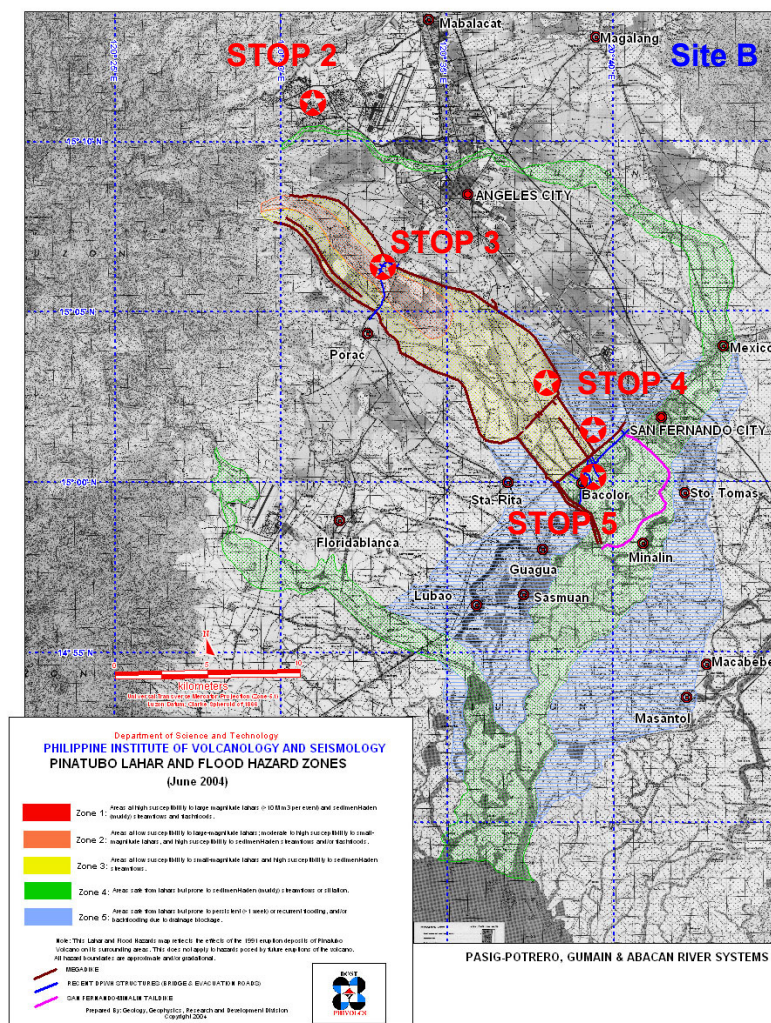


Figure 5. Site B. The 2004 Pinatubo Lahar and Flood Hazards Map for Pasig-Potrero River System. Hazard zones 2 and 3 mainly confined within the Mega Dike system. Zone 5, areas safe from lahars but prone to persistent or recurrent flooding, and/or backflowing due to drainage blockage, is confined in the distal portion of the river.

- Significant lahar events which resulted in major deposition farther down the fan are:
 - **Lake breakouts** from secondary pyroclastic flow-dammed tributary of the Pasig-Potrero River at Mount Cutuno in 1991, 1992 and September 1994 conveyed additional sediments towards the Bacolor area,
 - **Intense and prolonged rains associated with passage of typhoons** like the 1 October 1995 Typhoon Mameng lahars and the 18 to 21 August 1997 Typhoon Ibiang lahars.

Pinatubo Volcano Observatory (Stop 2)

- Pinatubo Volcano Observatory (PVO) was established inside the Clark Airbase compound, Pampanga during the Pinatubo crisis in order to augment the established temporary seismic station on the northwest sector of the volcano

- State-of-the-art seismic telemetry and ground deformation networks were set up with PVO as its central station
- Due to the difficulty and harsh environmental conditions in maintaining remote monitoring stations, the telemetry system was pulled out after Pinatubo Volcano's activity returned to quiet and normal conditions.

Mancatian-Manibaug area, Pasig-Potrero River (Site B, Stop 3)

- Brgys. Mancatian-Manibaug in Porac, Pampanga lies along the middle reach of the Pasig-Potrero River System (Figure 3, 5).
- From 1991 to 1994, this stretch of the river channel was observed to be the site of the main deposition during major lahar events.
- Presently, continuous minor aggradation can be observed which are generally caused by siltation during muddy streamflow events.

Mega Dike System/Tranverse Dike (Site B, Stop 4a)

- Mega Dike System was constructed in 1996 after two previous unarmored lahar dikes were breached/buried/destroyed by major lahar encroachments
- Total length of the dike is around 24 km. The river side of the dike has concrete armoring while land side is sodded (soil embankment)
- Designed as a sediment retention structure to prevent lahars from flowing further downstream and protect the southern section of Pampanga
- Connected to both east and west lateral dikes of the Mega Dike System is the Transverse Dike located 3 km upstream of the Gapan-San Fernando-Olongapo (GSO) Road and stretching to more than 3 km
- Transverse Dike was designed to trap sediments and prevent them from flowing further downstream and ultimately prevent clogging of the waterways of the Pampanga Delta area
- A section of the Transverse Dike along the San Fernando Spillway failed and breached in August 3, 1996

Gapan-San Fernando-Olongapo (GSO) Road (Site B, Stop 4b)

- GSO is about 14 km downstream of Mancatian and more than 30 km from the summit of Pinatubo Volcano
- GSO is a major transportation route connecting Olongapo City (where SBMA is situated) and other municipalities of the provinces of Zambales, Bataan, and parts of Pampanga to the rest of Central Luzon
- Repeatedly hit by lahars and floodwaters from 1991 to 1998. After the lahars in 1991, a segment of the road was raised to about three meters to keep it operational. During the September 1994 lake breakout-related lahar event, the road was swamped by lahars and rendered it temporarily impassable. Up to the present time, the GSO Road had been raised to a total of 15 meters.