

7-4. 土砂災害対策施設計画

7-4-1. 計画目標を決定するための前提条件

1981年の基本計画で対象地域に含まれたボンガ谷で、1984年に発生した火砕流が堆積して流域の地形が大きく変化したのは偶然ではない。Newhall(1977)によるマヨン火山の推定断面や他の谷の堆積地形もこのことを示している。

また、ガリーの規模が火口周辺にある部分を除いて小さいこと、噴火の頻度が大きいことから、侵食作用よりも噴火による堆積物の供給がはるかに勝る成長中の山体であることも明白である。

噴火による土砂生産・侵食による土砂生産・土砂の移動・堆積地形・扇状地の土砂収支等一連の土砂移動の過程とそれらに伴う土砂災害の実態が総覧できるという意味でボンガ谷は格好の場所を提供しているといえる。

7-4-2. ボンガ谷の地形

標高 2,400m の火口から落下する溶岩・火砕流ならびにこれらの侵食による土砂は斜面の勾配遷緩点である標高 600m - 500m の地点で停止し始める。この地点はボンガ扇状地の扇頂部となり、ここまでガリーを落下してきた土砂は拡散しはじめる。この点では溶岩も流動方向を変えている。扇形の火砕流堆積は火口壁のボンガ・ガリーにつながる元のボンガ谷を埋めると同時に表面流の分布を変化させたので、堆積の西縁にそったマビニ流路を発生させた。新規のマビニ流路は標高 100m の等高線にそった道路を切断し、マビニの集落を脅かし、標高 50m のリニョン丘との間にある農地を荒廃させる。ボンガ谷の縦断形は図-7のようになっている。

マビニ集落の方向に谷が発達するのを防止するために、標高 200m の位置に導流堤を建設して流れを元のボンガ流路へ戻そうと計画した。

導流堤の機能は作動して導流効果はあったが、導流堤に沿った流路は次第に上昇してラハル-の氾濫の可能性が大きくなった。弱い堤防であれば切れた所で氾濫が始まるがコンクリトで強化された堤防の場合は氾濫の場所が特定しがたい。一様に溪床が上昇して氾濫する危険箇所も不特定である。氾濫による被害面積が大きくなる。

7-4-3. 計画目標

うえに述べた危険性を除きたいという欲求は砂防計画では次のような第1次計画目標に翻訳される：

- A-1) 流路を元のとおりボンガ流路の位置にしたい,
- A-2) 流路を平面的に固定したい(フラフラと位置を変えるのは困る),
- A-3) 土石流モードの流れにしない(標高 100m の位置が流れが土石流モードをとる限界区域),
- A-4) ラハールが氾濫しない。

グループAの第1次計画目標は下に示す第2次計画目標(Bグループ)に翻訳される：

- B-1) 流れが固定された線形を溢れないように流れるためには縦断形が平衡もしくは固定された状態で十分な断面積をもたなければならない。
- B-2) 縦断形の平衡もしくは固定された状態を維持するためには、与えられた水位でどの区間をとっても土砂量の収支がゼロでなければならない。
- B-3) 土石流モードで運動する粒径の材料は標高 120m 地点では取り除かれていなければならない。

7-4-4. 技術目標

自由落下 - 土石流 - ラハールというようにモードが変化する流れを収容して、しかも平衡を保つ縦断勾配を設計することは現実には不可能である。したがって、Bグループは次のような技術目標(Cグループ)に翻訳される：

- C-1) 標高約 120m の位置までで土砂濃度を低下させる,
- C-2) 標高 120m よりも低い区間では流砂のモードを掃流状態にする。

7-4-5. 工 法

グループCの目標を実現させる機能をもつものは次のとおり：

- D-1) サンドポケットを用いて流れを拡散させる。拡散して水深を減らした流れの流送能力は低下し流れに含まれる土砂の流径は小さくなる。
- D-2) 流路は堀込みとする,
- D-3) 渓床は落差工で固め、側面は護岸工で固める。

土石流やラハールというモードで動く土砂がある流域の治水のキメ手は、遊砂池（サンドポケット）を建設して流れの土砂濃度を掃流モードまで低下させることである。サンドポケットはやがて貯留容量を失うので、時期をみて隣接するかまたは下流に位置する箇所と同様のポケットを確保していく。この手順を土砂の流出が続くかぎり継続していくことになる。これは、自然の扇状地形成過程に従うことである。

土砂濃度の低い流れは勾配と水深に応じた力で溪床から土砂を拾いあげようとする。土砂を拾い上げた流れは勾配がさらに緩くなるか水深が浅くなる場所で再び土砂を堆積させるから、氾濫もしくは流路が移動する箇所が下へ順に移動させたにすぎないことになる。

対策は次のように考えられる：

- 1) 溪床が上昇した分を掘削する。
- 2) 低い土砂濃度の流れが土砂を拾って土砂濃度を高めつつ流れることを許さないようにする。

サンドポケットの建設には選択の余地はないが、その下流の溪流の固定と維持の方法には選択の余地がないわけではない。1)と2)のいずれを選択するかは洪水の流出量と頻度で決まる。

1) の場合はもともと十分に深く掘込まれた流路であることが前提である。天井川の状態にある流路の河床上昇を掘削だけで維持しようとするのは危険である。

2) の場合は、

- a) 床固工で落差を作り、個々の落差の区間を十分に緩勾配にして流れの掃流力を小さく保つか、
- b) 流路を固定床（アーマコート）にして拾われる土砂を流水から遮断することであるが、

一般に、火山噴出物できている溪床材料の粒度分布は良くないので、アーマコートが自然に形成されるまでには時間がかかる。その間に膨大な土砂が輸送されるので人口的に作らなければならない。aとbのいずれの方法をとるかは費用・工期を考慮して決める。

住民の生活と農業水利のために流水の浸透を阻害しないことが必要である。

7-4-6. 遊砂地（サンドポケット）

マヨン火山の噴火および大規模ラハールの発生に対処するために、特に南東方向斜面の各流路に相当の規模の遊砂地を設けるべきである。パワ・ブラボド川およびアリンバイ流路に

については旧ボンガ谷系として一体化した遊砂地とすることが考えられる。緊急に建設する必要がある。

遊砂地は土砂を貯留して下流への供給を量的に減少させるほか、粒径を減少させる。洪水流のピークカット効果もある。サンドポケットの下流の流路は固定するので、突発的なラハールの来襲におびえることはない。計画的な土地利用が可能となる。既存の導流堤はポケットの内部の仕切り堤として機能する。この考え方は、ファンセグメントシフト方式として既に提案されている。

7-5. 維持管理計画

マヨン火山地域のほとんどの流路では、河床上昇が見られる。とくに標高200mより下流域で顕著である。一部の流路ではブルドーザによる流路内の再掘削(押土)が行われているのが見られたが、土砂の運搬排土は全く行われていない。粗く見積もって、主な流路あたり百万立法メートルを越える土砂が排土される必要がある。

排土が行われていない理由の一部は、ブルドーザ、パワーショベル、ダンプトラックといった重建設機械の不足にある。予算的な制約もあるが、重建設機械能力の強化が必要であろう。とりわけ、アリンバイおよびパワ・ブラボド川の堆積区域の排土は急がれる。

河床に存在する大径礫は容易に採取可能と思われるので護岸工の材料や堤防・堤脚の保護に利用できる。

施設の建設と維持管理のために工事用道路の改良が考慮されるべきである。ほとんどの工事用道路が村落間の連絡道路として利用されている状況であるから、道路の改良は建設作業の能率向上ばかりでなく、プロジェクト区域の生活条件の改善につながる。

コンクリート護岸の破損箇所がいくつか見受けられる。そのほとんどは河床の洗掘によるものであるが、修繕には僅かな予算しかあてられておらず、ほとんど破損したままで放置されている状態である。維持修繕のための予算は、1989年には14ヶ所 641,102ペソが、1993年には6ヶ所 1,090,350 ペソがそれぞれ支出されているが、他の年度の報告はない。新規施設施工のための予算と比較すると、例えば1989年の44,325,000ペソに対して、維持修繕費は僅か1.4%である。その他の年度では、維持修繕費がゼロの年もある。砂防施設の健全な機能を維持し、信頼性を確保し、その効果を高めるには、言うまでもなくもっと修繕工事に力を入れる必要がある。

被災した施設については、現地の技術者が十分に研究を行い、被災原因が何か、どうすれば洗掘を防ぐことができるか、最適な解決策はなにか等を追求することが重要である

第8章総合防災計画

8-1. 総合的な発展計画

防災対策は、マヨン地域の社会・経済の再活性化の一つの手段でなければならない。換言すれば、様々な面での社会経済の発展が、災害に強い地域形成をもたらすものである。このような観点に立ち、様々なセクターにまたがる総合的な開発が、災害対策にとっても極めて重要である。我々が知り得た、この地域の幾つかの開発計画を例示すると、レガスピーリガーナガ沿線開発、タバコ国際空港開発、工業センター開発がある。それら開発プロジェクトは総て、地域の社会経済の発展、土地資源の管理、土地利用の最適化、災害に対する安全性の確保など、多角的な側面から企画されなければならない。

恒久的な災害対策としての住民移住は、農地や就業機会の確保、職業訓練、税の軽減など様々な困難を抱えているものの、総合的地域開発プロジェクトとみなすことができる。

計画段階から関連するプロジェクトの総合化を十分に検討することが重要である。例えば、移転先の土地の確保や工業区域の開発に関しては、新たな土地造成を考慮する必要がある。大規模な遊砂地プロジェクトとリンクさせて大量の土砂を土地造成に結び付けることが考えられる。工業区域や宅地の新規開発、道路建設もまた、土砂を利用した造成と関連した計画が必要である。住民の移住、農地造成その他も、総合的な計画によって、その役割と効用を最大化することができよう。プロジェクトの総合化については、さらに詳しい調査が必要である。

8-2. 防災対策の基本的な考え方

防災対策はすでに述べたように、構造物による対策、構造物によらない対策およびそれらを実施するのに必要な補助的対策を含む幅広い観点から構成される。それぞれの対策手法は技術・経済・環境、社会制度の面で実現可能な方法で準備されなければならない。

8-3. 優先度の高い事業

さし迫った災害の可能性に対処するために、次に掲げるようないくつかの緊急対策が必要であろう。

1) 緊急工事

- a) アリンバイ、パワ・ブラボド流路のための遊砂地
- b) アリンバイ床固工および排土
- c) アリンバイ国道橋の補修

2) 火山活動のモニタリングおよび予警報のための設備

火山観測の精度を上げて噴火の予知の能力を高めるために高精度の地震計と歪計をノイズを避けられる場所に置く。そのため、北東斜面で溶岩や火砕流に対して比較的安全なレストハウスの近傍に観測用のトンネルを掘る。

3) ハザードマッピング等正確な防災計画のための航空写真撮影および図化

縮尺は空中写真が1/40,000, 図化が1/10,000 がよい。

現在は1985年にPHIVOLCSが作成したハザードマップが用いられているが、1993年の噴火以降、噴火口やその割れ方、斜面や流路の状況が著しく変化したにもかかわらず、ハザードマップのベースになる地形図の作成は行われていない。したがって、あらゆる防災対策を有効に機能させるために地形図とハザードマップの更新作業が必要である。衛星写真の利用も効果がある。PHIVOLCSは、この作業の中心的役割を果たすものと考えられる。

8-4. 予警報

8-4-1. 予警報システムのために必要な調査

(1) 流域状況の詳細把握

現在の地形図は1980年撮影の空中写真に基づいて作成されており、1984年、1993年の噴火による噴出物により流域界ならびに地形が大きく変化している。そのため、空中写真を撮影し、詳細な最新の地形図(1/10,000程度)を作成することが最も重要である。

空中写真を用いた地形判読による現在の土砂移動状況の確認や、地形図を用いた地形条件の把握は、警戒避難に必要な氾濫範囲の予測や今後の砂防計画ならびに河川計画検討の基本となるものである。

(2) ハザードマップの詳細な検討

マヨン火山においてはPHIVOLCSによりハザードマップが作成されており、住民の警戒避難を対象としたレベルにおいては十分なものと考えられる。しかしながら、現在の地形を反映させた今後の火砕流、溶岩流、土石流のハザードマップを新たに作成することが望ましい。

これらについては、数値シミュレーションを用いて定量的な危険度評価が可能であり、今後の火砕流ならびに土石流等の土砂移動現象に対する対応策を検討する上での基礎資料となるものである。

また、現行砂防施設ならびに計画施設の効果評価を行うことができるため、有効な土地利用、一時避難場所の適否、さらには周知啓蒙など、様々な検討の基礎資料とすることができる。

(3) 既存雨量観測システムの調査・解析

既存の雨量観測システムに関して、データ内容やシステム系統などの具体的な状況を調査し、予警報システムへの利用が可能かどうかの検討が必要である。特に、1983年の予警報関係のJICAプロジェクト成果について再調査する必要がある。

また、これらのデータに基づいて土石流発生に関する雨量についての解析を行う必要がある。

8-4-2. 緊急に必要とする設備

(1) 土石流に対する予警報装置

ラハールおよび洪水の発生は降雨を観測していればある程度は予測可能であるが、山体が雲に覆われている時に山頂付近の降雨の状態を観測する施設はない。土石流やラハールの発生予測と警報には標高の高い位置の降雨データが重要である。標高の高い地域の降雨は一般に低地よりも多いからである。

標高の高い地点の降雨がわからないとすれば、土石流やラハールの発生や流下の検知はラハールセンサーをできるかぎり上流に設けることで可能となる。予測に続いて迅速な情報伝達および警報が、住民が避難行動をタイミングよく行うための鍵である。

土石流発生危険度および保全対象の危険性を考慮し、土石流の検知センサーをマビニ、パウブラボド、アリンバイ川の3溪流に設置する必要がある。また、土石流発生雨量の把握のため、雨量計を1基、監視局装置をPDCC(MDCC)に1基、警報装置(サイレン等)を3基を各バラングイに設置する必要がある。

以下に、予警報装置の概要について示す。

- (a)雨量計 : 土石流発生域の雨量を監視するために、マビニ流路上流の標高700メートル付近に雨量計を1台設置する。
- (b)検知センサー : 土石流発生検知センサーをマビニ流路の標高500m付近に設置する。パウブラボド川の標高300m付近、アリンバイ川の200m付近にセンサーを設置する。後者2溪流の設置位置については、砂防施設の計画や溪流の特性を考慮し振動センサーの設置も検討する必要がある。
- (c)監視局 : 雨量計ならびに検知センサーに連動した解析・警報システムをもつ監視局をPDCCに設置する。
- (d)警報局 : 土石流の警報装置をMabinit, Bonga, Matanagのバラングイに設置する。

(2) 火山活動に対する予警報装置

うえの土石流予警報装置の導入に加え、火砕流や溶岩流等の発生監視を加えた広域的なマヨン火山全体をカバーする火山災害予警報システムの導入を早急に検討する必要がある。その要点は次のとおりである：

a) 観測機器の更新

現在の3地点の観測所および、1地点の臨時観測点の地震計を更新する必要がある。特に、主力の地震計として用いられている、旧式の保坂式を早急に新型に変更すべきである。さらに更新される、それぞれの観測点の地震計は3成分の地震計とし、震源決定をあらたに行えば、より予知に効果的である。

b) マヨンレストハウス観測所の整備（観測トンネルの建設）

この観測点は火口に最も近く、建物およびそこへの道路もすでに完備されており、現状では最も重要と考えられる。この観測点で良質の地震波データを得るためには、機器の更新と同様に、地震計の設置場所にも留意しなければならない。理想的にはbore hole中に設置する必要があるが、費用の点から、長さ10～20m程度のトンネルでも十分に有効である。この観測トンネルの奥に地震計を設置すれば、ノイズの少ない良質のデータが得られるはずである。

c) 低周波マイクロフォンによる常時観測

山頂火口での前兆現象が認められることの多いマヨン火山では、その監視が噴火予知のために重要である。現在の目視による観測では、天候により連続観測は困難である。そこで連続的に、爆発現象、落石などによる空気振動を、天候に関係なく24時間体制でモニターできる低周波マイクロフォンを、地震計と同様な観測手段として導入すべきである。現在は暫定的にLighon Hillの観測所に設置されているが、すべての観測点に設置することが望ましい。

d) テレメーターおよびデータ処理システムの完備

上記にあげた観測機器のデータはテレメーターでセンターに集める必要がある。そして集められたデータは、コンピューターを用いたデータ収録装置を使用して管理する。このことは、通常時の機器の維持を簡便にするだけでなく、噴火時の観測所員の安全のためにも重要である。理想的にはケソン市のPHIVOLCSまで送ることが望まれるが、当面はレガスピ市のLighon Hill観測所をセンターとして、データの迅速集約システムを構築することを提案する。

e) 地下水水位の連続観測

今回の噴火では直前の異常現象として地下水水位の低下が報告されている。この現象は前回の1984年の噴火でも報告されており、噴火に関連した重要な情報である可能性が高い。そこで早急に複数の観測井を設定し、モニタリングを行う必要がある。これらのデータも、上記のテレメーターシステムに組み込み、観測センターに集約する。

f) 臨時観測の充実

噴火が差し迫った時の異常を明確に捕えるには、静穏時の活動レベルを定期的にモニターする必要がある。これには常設の観測点のほかに、より観測点を増やし、より火口近くでの地震観測、水準測量、光波測量、および火口での火山ガスの採取・分析が観測項目として含まれる。PHIVOLCSでも臨時観測班を設け、国内の常時観測火山を対象に観測に続けているが、機器の数・種類などが不足している。効果的な臨時観測のために、観測機器の数・種類を増やし近代化をはかることを提言する。

8-5. . 移転/移住計画

構造物を用いた対策は一定の計画規模の現象に対して計画されるもので、計画規模を超える現象に対しては無力である。計画規模を低くせざるを得ない場合構造物による対策は意味がないことにもなりかねない。予警報を出して人命の損傷を避けることができたとしても、農地や集落が頻繁に土砂に覆われるようでは社会を維持していけない。構造物による対策と予警報の組み合わせにしても計画規模をどの程度大きくすることができるかは費用/効果の大きさによって決まる。

費用/効果た大きい場合は集落の移転/移住が必要になる。これには、農地・住宅・学校・保健施設等のほか就業機会の確保、職業訓練、移住にかかわる費用負担、行き先の社会との折り合いなど多くの問題が残されており、単純に進められるものではない。

8-6. 避難所（シェルター）

RDCCの移転/移住計画は、基本的には火山活動の危険にさらされる永久危険区域（PDZ）の中居住している住民が対象であるが、対象外の区域には洪水やラハールの危険にさらされているバランガイがある。

したがって、総合復旧計画にもプログラムされているとおり、被害の軽減のためにシェルターや避難所の確保が考えられなければならない。ここで認識しておかなければならないのは、本対策があくまで人命への被害防止策で、災害後の生産活動を保障する恒久対策ではないことである。具体的な対策には、さらに調査を行う必要がある。

8-7. ラハールに対する抵抗力の強化

道路構造の変更もしくは強化、避難路の舗装強化、配電設備や給水施設の耐ラハール対策、家屋の構造強化、災害時でも障害が発生しないような各種施設の確保など、必要な抵抗力強化策について十分に検討する必要がある。

8-8. 避難と救援

災害に備えた避難体制の強化については、これまで述べたシェルターなどの構造物による対策以外に、次のような準備が必要である：

- 1) 救援物資および水防資材の備蓄
- 2) 警報、情報伝達、救援に従事する人材の組織化
- 3) 防災教育と訓練

8-9. 植林および農業

浸透および流出抑制機能の増大、土砂堆積の促進などを期待するために、裸地化した火山扇状地の緑化が必要である。遊砂地の堆砂面でも予警報体制が整備されれば平常時の堆砂計画の枠のなかで農地としての利用が可能である。

8-10. 住民参加と啓蒙活動

構造物による対策・構造物によらない対策のどちらも、幅広い分野の総合的な開発計画に基かなくてはならない。マヨン周辺の土地利用を今後どうするかが、住民の将来の生活環境を方向付ける最も重要な政策である。

このため、計画・実施・維持管理プロセスの各段階で、民主的な住民参加が図られなくてはならない。特に移転・移住計画においては、対象住民の意向を十分に把握したうえで、基盤整備などに力を入れる必要がある。

同時に、防災に関する知識の普及にも努め、災害時の住民の迅速な対応を引き出す努力が必要である。現在も避難訓練は実施されているが、さらに加えて講習会、セミナー、広報などを通じた科学的知識の普及が望まれる。

上記の各種住民参加と啓蒙活動の充実のために、その実施ガイドラインを設定することは有用であろう。

8-11. 環境および社会経済面への影響調査

すべての対策について、技術的、経済的、社会的そして自然環境の面でも優れた解決策を見出すために、影響調査が必要である。

第9章 今後の対応

1993年の災害からわれわれが学ばなければならないことは多い。その多くはこれまでに説明してきたが、ここで改めて優先度をつけて整理する。

9-1. 緊急に実施すべき事業

9-1-1. DPWHによる最緊急工事

- 1) アリンバイ流路の上昇部分の排土
- 2) ボンガ流路の上昇部分の排土
排土工事のための重機械の取得が必要
- 3) アリンバイ国道橋基礎の補強

9-1-2. DPWHによる緊急工事

- 1) アリンバイ流路の床固工
- 2) ボンガ流路の床固工
- 3) ヤワ橋の橋脚の基礎部分の補強
- 4) 災害の復旧、とくに川右岸地点の堤防
- 5) 河口部の堆積土砂の除去
- 6) ボグトンからヤワ橋の間の砂利採取の規制
- 7) 雨量・水位観測所の設置と継続的な雨量・水位観測の実施
- 8) 溪流の縦横断測量

9-1-3. RDCCの調整下で行われるべき事業

- 1) PDZ内部の住民の移住と生活再建問題の合理的な解決
- 2) マヨン火山地域の空中写真撮影と図化
- 3) マヨン火山の観測設備の近代化計画の作成と実行
とくに観測用トンネルの掘削
- 4) ラハール検知設備の計画と設置

9-2. 早急に実施すべき事業

- 1) アリンバイ、パワ・ブラボド流路を一体とした遊砂地の計画と建設
- 2) マヨン火山の観測設備の近代化
- 3) 火山現象に関する予警報システム
- 4) マヨン火山地域土砂災害防止基本計画の作成と
この作業に沿った技術移転
- 5) マヨン火山地域総合開発事業に関する共同研究事業

9-3. 中期対応事業

- 1) マヨン火山地域土砂災害防止基本計画の段階的実行
- 2) マヨン火山地域総合開発計画の作成
- 3) マヨン火山地域土砂災害防止事業のモニタリングと計画の修正
- 4) 河川の横断工作物（ヤワ・アリンバイ・ブイアン・バスード川の堰）の改良
- 5) レーダ雨量計の導入
- 6) 現地の実状にあった技術基準の作成とトレーニング

9-4. 長期対応事業

- 1) マヨン火山地域総合開発計画の段階的実行
- 2) マヨン火山地域総合開発事業のモニタリングと計画の修正

9-5. マヨン火山地域土砂災害防止基本計画

9-5-1. 計画の基本

まえにも述べたように、マヨン火山地域は、既成の山地が解体する過程で土砂の生産・輸送が行われて堆積地形が変化するという場ではない。山地が形成されている最中であるため山地全体の地形が変化する。したがって、産業開発・社会開発・防災等全ての計画は地形の形成過程に従順なものでなければならない。

地形の形成過程に従順とはどのようなことであろうか？

まず、火山学・地形学の知見と災害の記録をもとにして精密な危険地域分類を行うとともに常時の観察・観測の成果を加えて改訂していくのである。

この危険地域分類をもとにして土地開発利用計画をたて、全ての開発計画はこの土地開発利用計画に盛り込まれた規制を厳格に守る。

9-5-2. これまでの基本計画の見直しと対策の実施

前項に述べた基本に則り、1983年の土砂災害防止のための計画は当然見直さなければならない。前提となる地形の認識が違っているのに加えて、基本計画作成の当時と比べ、度重なる噴火等によって流域の形態は大きく変化しているからである。

基本計画を見直すに当たって基本的な考え方は次のとおりである。

(1) 砂防計画

遊砂地を扇状地のセグメントと考えるとセグメント単位で土砂を捕捉して下流の流路へ入る流れの土砂濃度を低下させる。

遊砂地の内部では流路は常に変動するが、遊砂地の下流では流路は固定される。

遊砂地の貯留量が無くなればあらかじめ準備された別の遊砂地流で土砂を受け入れる。この手順を無限に継続する。

遊砂地の取得が課題であるが、遊砂地で占用される土地の所有者が不利益を被らないようにする必要がある。遊砂地内部の定住目的以外の土地利用は予警報に従うことを条件に認めてよい。

(2) ヤワ川の洪水対策計画

土砂は、支川（Anuling川、Budiau川、PawaBurabod川）の中上流に遊砂施設を作って貯留し、できるだけ支川の下流部並びにYawa川本川に流出させないようにする。

同時に砂防施設を流過型にして適度の土砂を下流へ供給することによって上下流のバランスのとれた流路を維持できる計画とする。

中上流に堆積した土砂は、緊急的にはPublicセクターが除去するが、Privateセクターによる計画的な除去並びに砂利の有効利用を推進する。上流部ですべての土砂を止めることは困難であり、下流に流出堆積する土砂は、しゅんせつ等によって除去する。

現在の堤防はその重要度に比べ、流下能力、堤防強度等が十分でないと考えられるので、基本計画に基づいた設計で堤防の建設を行わなければならない。

(3) 被害の復旧

洗掘により壊れた施設は早急に復旧する。そのさい、基礎部分を十分強化する。

9-6. マヨン火山地域総合開発計画

地域社会の経済力を高めない限り効果的な防災事業は成り立たないことはまえに説いた。砂防事業と河川改修事業を進めることによって道路・鉄道・通信等インフラストラクチャーの整備と産業用地の開発が手戻りなく進められる。安定した社会基盤のうえに産業投資が行われて経済開発が進み、地域住民の生活水準が向上するというのが望ましいシナリオである。

政府は防災事業の進捗に努めると同時に産業資本の導入に努めなければならない。この二つの努力は独立に行われていては両方ともうまくいかない。

産業を誘致するにはインフラや資源の他に治安と人の勤労と熟練が必要である。これは教育の成果に負う。

9-7. マヨン火山地域総合開発事業に関する国際共同研究センターの設立

途上国の貧しい地域社会の防災は、工学的な対抗手段だけを考えていては実現できない。

生産力を増強するための努力、環境を改善するための努力、啓蒙・教育のための努力が防災の

ための努力と並行して行われなければならない。そして、防災のためのイニシアティブとコストの負担を自らの地からでできるようにしない限り社会が発展の軌道に乗ることはない。何よりも大切なことは、うゑに述べた様々な努力が住民の就業機会を作り出すことにつながらなければならないということである。防災のインセンティブは就業機会を保障された安定した社会でないと生まれえないからである。

そこで、地域の開発の可能性を天然資源・人的資源・社会基盤・経済基盤・分か・防災等の観点から総合的に検討する枠組が必要になる。

この研究成果に基づいて投資（促進・受入れ）計画をたて、実行される過程をモニターするのである。地元の大学・PHIVOLCS・PDCC・NEDA等政府機関・ドナー国・国際機関等の共同の力で地域総合開発の指針を作る企画が考えられる。

防災技術に関する研究開発の分野からみると、短期間のうちに噴火を頻発しているマヨン火山は、上記の研究のための格好のフィールドである。この地に、火山学および火山災害防止のための国際研究センター部門を組み込むことが必要である。ここでは日本・米国・フィリピンを中心として、同じく島弧火山をかかえるインドネシア・ニュージーランド・中南米の研究者・技術者にも参加を呼びかけて、マヨン火山を対象に、活動的火山の火山地質学・地球物理学・地球化学的研究・土砂水理学・河川地形学の先端を目指す。さらに火山に伴う災害軽減のための技術のテストフィールドとし、技術の確立を計る。

この提案は現地の災害防止が第一の目的であるが、噴火・災害の頻度の低い日本の研究者・技術者にも得られるところは大きい。その意味でのこのセンターの設立による最大の恩恵を受けるのはフィリピンの人々ではなく、実は日本の研究者・技術者であるといえる。

第10章 結論と提言

貧しい地域社会に自然の加害力が作用すれば地域社会はひとたまりもなく崩壊する。そのような地域社会では、人口増—環境悪化—貧困の悪循環が始まっている。この悪循環のリングを切断するのに小さな力を限られた部分に作用させるだけでは無意味である。

大きな防災力をもつ社会を作るにはしっかりした総合的な分析と明確な効果を上げるためのシナリオが要る。

差し迫った事業には総合的なアプローチを議論する暇がないが、期待する効果が大きくなればなるほど多面的なアプローチを長期間にわたって必要とする。

「災害のない社会」—「強い防災力をもつ社会」というのは極めて大きな目標である。加害力が大きいほど達成が困難な目標になる。投じた資金が生きるという明快な説明が要る。地域社会の人達が本気だという証明が要る。大きな目標に総合的なアプローチが必要になるのは自明

の理である。

途上国で、マヨン火山地域のような大きな地域で「防災力の大きい社会を再建する」と

いった困難な事業が成功した例はまだないと思われる。災害と貧困の悪循環が廻り始めると、気休めのその場しのぎの対策は意味をなさない。

国際防災の10年の企画の一つとして、火山との共存の可能性をマヨン火山に即して研究し、その成果に基づいた総合開発行政が国際協力の枠組みのなかでできれば人類史的な成果になるだろう。

この観点に立ってフィリピン政府がイニシアティブをとり、日本政府が人材・機材・ノウハウを提供することができればよい。

引用および参考文献

1. Provincial Planning and Development Office, Province of Albay (1991)
Socio-Economic Profile 1991, Philippines
2. Philippine Institute of Volcanology and Seismology, Department of Science and
Technology (1990) Operation MAYON, Philippines
3. JICA and DPWH Survey Team (1993), Survey Report on Mayon Volcano Eruption
of February 1993, Philippines
4. WATANABE M. (1987) Some problems in disaster prevention and water resources
development in the river basins in which much sediment yield and
transportation take
place in developing countries, Shin Sabo Vol.39, No.4, Japan
5. JICA.(1981) フィリピン共和国マヨン火山砂防基本計画調査主報告書
6. JICA.(1993) フィリピン共和国マヨン火山砂防計画調査報告書
7. CATane, J.P.(1987) Steady state volcanism for Mayon volcano. PHIVOLCS.
Observer
8. Newhall, C.G.(1977) Geology and petrology of Mayon volcano southern Luzon,
Philippines. Unpubl. M.S. Thesis, Univ. Calif. Davis, U.S.A.
9. 岡田 弘 (1993) 1993年フィリピン・マヨン火山の噴火と災害の調査研究.
平成4年度文部省科研, 総合研究(A) 研究成果報告書
10. Punongbayan, R.S. (1985) An approach for estimating ages of activ volcanoes.
Phil. Jour. Volcanol. 2.
11. Ramos-Villarta, S.C., Corpuz, E.G. and Newhall, C. G. (1985) Eruptive history of
Mayon volcano, Philippines. Phil. Jour. Volcanol., 2.

JICA