

ピナツボ火山防災計画調査（1）

国際協力事業団派遣専門家（建設省）大野宏之
 国際協力事業団専門員 渡辺正幸
 日本工営 ○広瀬典昭、井上美公
 砂防エンジニアリング 大石道夫

1. 背景

フィリピン国ルソン島中部に位置するピナツボ山は、1991年6月に400～600年ぶりに噴火した。これは今世紀の世界最大級の噴火であり、その火山噴出物は50～70億 m^3 と推定されている。フィリピン政府の発表によるとこれまでの被災者数は51万世帯247万人、被害金額は約1,000億円にものぼる。

火山周辺に堆積した火山噴出物は噴火後の降雨により泥流となって幾度も山麓部を襲い、河川構造物を破壊し、随所で氾濫を繰り返し集落や広大な農地を土砂に埋没させてきた。噴火後3年を経過した現在でもなお泥流の氾濫地域は拡大しており、今後数年間はこの状態が続くものと思われる。

フィリピン政府は噴火直後より全力をあげて救援復旧活動を実施してきた。また国際機関や日本をふくむドナー各国も緊急援助を始めとするさまざまな支援をおこなってきている。このなかで日本の国際協力事業団（JICA）は建設重機や土石流の予警報システムの無償供与、砂防ダムなどの緊急対策の提案をおこなってきた。一方、今後の火山噴出物の流出による2次被害を最小限にとどめ、被災地の本格的な復旧をすすめるため、フィリピン政府は、洪水および泥流制御の調査計画の実施をドナー各国に要請し、そのうち日本はピナツボ山東部斜面のサコビア／バンバン川およびアバカン川流域を担当することになった。このため国際協力事業団は計画調査団を編成し1993年11月に現地に派遣し調査を開始した。

本文ではその第一報として調査の計画概要とこれ迄の調査をもとにした緊急対策の考え方について紹介する。なお、アメリカは陸軍工兵隊が担当の南東斜面のバシグ・ポトレロ川の調査と共に全河川流域の長期計画も作成し1994年3月に提出している。スイスは北東部のオドンネル川を担当し主に地形学的なアプローチによる調査を実施した。西側斜面は、ドイツ、EU、デンマーク、オランダが担当することになっているが、まだ具体的な活動は行われていない。

2. 調査の概要

JICA調査団の調査はサコビア／バンバン川とアバカン川流域を対象としておこなわれ、調査の概要は以下のように計画されている。

(1) 目的

サコビア／バンバン川とアバカン川流域の洪水／泥流制御の全体計画を策定し、そのなかから優先順位の高い事業を選定しそのフィージビリティ調査を実施する。

(2) 調査期間

全体計画	1993年11月から1995年3月まで17箇月
フィージビリティ調査	1995年4月から1996年3月まで12箇月

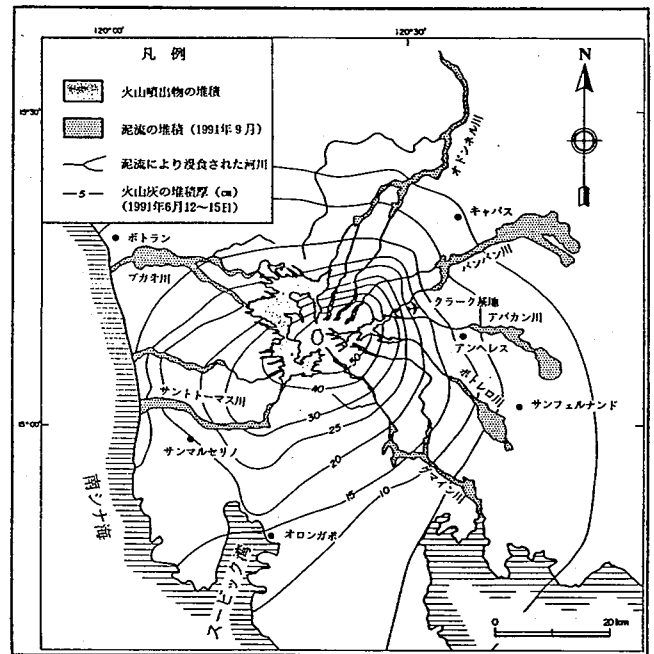


図-1 火山噴出物および初期の泥流の堆積状況
 (PHIVOLCS 作成、1991)

(3) 調査の手順と手法

- 1) 噴火とその後の泥流／洪水による自然条件の変化の把握
 水文観測機器の設置と観測、航空写真測量による火砕流堆積物／泥流堆積物の分布と量の推定、火砕流堆積物／泥流堆積物の物性調査、数値解析による泥流／洪水の流出過程の再現と予測
- 2) 被災地域の社会的、経済的影響の評価
 噴火以降引き続いている災害被害の算定、コミュニティの崩壊／変貌による社会的、経済的影響、政府あるいはその他の団体による被災民救済対策の状況
- 3) 被害想定地区の評価
 泥流／洪水氾濫地域の予測、想定被害額の算定、緊急避難体制の評価、ハザードマップの作成
- 4) 防御計画案の抽出
 泥流の氾濫抑止と河道の安定のための構造物による対策と、泥流／洪水監視、警戒体制や土地利用規制のような非構造物による対策の立案、両者の調和のとれた、また被災住民に受け入れ可能な対策案の策定、氾濫地域の再利用のための長期計画の提案
- 5) 全体計画の策定
 設計、施工、費用など技術的評価、社会、経済、環境的側面からの実施可能性評価、計画に含まれる事業の優先順位の決定、段階的实施計画策定
- 6) フィージビリティ調査
 選定された事業の設計、施工計画、積算、事業の経済性評価、事業実施による環境影響評価

上記の手順は一般的な開発計画手法とはほぼ同じであるが、本調査の場合には災害がまだ継続中であり、今後の降雨ごとに洪水や泥流氾濫が予想され、現場では応急対策を実施している様な状況下での計画立案であるので、単にプログラムに従って調査計画をするのではなく、各々の時点における必要な対策について提言すると共に変化しつつある自然状況に柔軟に対応できる計画を立案することが求められている。

本年も雨期の始まる前に緊急対策工事が計画されているので、調査団は2月末にこれまでの調査期間中にえられた知見をもとに緊急対策工の提案をおこなった。ただしこれは極めて限られたデータをもとに作成したものであり、現在実施中の理論的検討をまわって最終的な案とする。

3. 氾濫の被害範囲

1991年の雨期には大量の火砕流堆積物と降灰堆積物が流下しアバカン川、サコビア／バンバン川とも泥流は約50km下流まで流下し広大な地域に氾濫した。ただし、アバカン川では上流からの供給がなくなったため1992年以降は泥流氾濫は起こっていない。サコビア／バンバン川では1992年、1993年とも繰り返し泥流が発生している。大規模な土石流あるいは泥流は、山頂部付近での2次爆発とそれに伴う地滑り崩壊等の結果、ルーズになった火砕流堆積物が引き続く降雨によって下流におし流されたものと考えられる。フィリピン火山地震研究所（PHIVOLCS）の推定によればサコビア／バンバン川における土石流／泥流によって流出した火砕流堆積物は1991年と1992年で約1億6000万～4億m³、1993年は約4500万m³である。

サコビア／バンバン川およびアバカン川の泥流による被災地域の面積はPHIVOLCSの泥流氾濫地図をもとに右表のように推定した。ただし、1991年は氾濫面積の合計、1992年と1993年はその年に新たに被災した面積を示す。氾濫図は航空写真とリモートセンシング写真から推定したもので、すでに堆砂している地域については新旧の区別は難しい。

	泥流氾濫面積の推定値 (単位: Ha)			
	1991	1992	1993	合計
サコビア				
バンバン川	8,125	2,183	1,267	11,575
アバカン川	2,930	0	0	2,930
合計	11,055	2,183	1,267	14,505

4. これまでの砂防洪水対策事業の概要

噴火直後から1993年にかけて、アバカン川で10基、サコビア川で2基の砂防ダムが公共事業道路省（DPWH）によって建設された。このうちアバカン川の1基は埋没し、2基は下流側が損傷しているが機能

は果たしている。その他のダムは損傷を受けたがすでに補修されている。サコビア川の2基は1992年の雨期中に泥流堆積物によって埋没したが、泥流の流出抑止に一定の効果があったと評価される。

河川工事としては、アバカン川下流部の通水能力を確保するため旧河道と平行して新しい放水路を開削し、サンフェルナンド川に合流させた。堤防は、アンヘルズ市郊外から下流合流点までの区間を両岸とも泥流堆積物を利用して築堤した。高速道路の橋付近では侵食防止のため蛇籠の水制工を設置している。

サコビア／バンバン川では1991年6月の噴火直後から泥流がバンバン川の堤防を越流あるいは破堤し堤内地への泥流氾濫が頻繁におこった。サコビア川と支川マリムラ川の合流点付近で河道が泥流堆積物で埋没したため支川の出口が閉塞しいくつかの湖が出現した。1991年8月21日にマリムラ川の合流点付近の天然ダムが決壊し、これによる洪水によってバンバン橋が流され、この付近の河床が20mも上昇した。DPWHは1992年の雨期前にバンバン川のバンバン地先から下流端リオチコ川との合流点までの全区間にわたって泥流堆積物を利用して堤防を建設した。1992年の雨期には泥流は国道3号を越えてバンバン川右岸側に氾濫し約20km²に堆砂した。このためDPWHは1993年の雨期前にサコビア川の右岸にコンクリートで護岸された高さ5mの堤防をクラーク基地からドロレスの町（国道3号ぞい）までの長さ6kmの区間にわたって建設した。左岸側ではバンバン付近の堤防のコンクリート護岸を建設した。1993年10月4、5日の泥流はバンバン川右岸側の泥流氾濫地帯を流下し国道329号に達し、その一部は国道を越えてさらに下流に1kmほど流下した。氾濫原は幅約3km長さ約9kmにおよぶ。バンバン川の流路の堆砂も著しく国道329号のサンフランシスコ橋のフリーボードもわずかとなった。このため雨期明け後この付近の浚渫が集中的に行われた。

5. 緊急対策工の考え方

5.1 今後の見通し

アバカン川では上流部に堆積している土砂の侵食流下がみこまれるが、氾濫の危険性は少ない。一方、サコビアーバンバン川では引き続き相当量の土砂の移動が予想される。1993年の堆積量4500万m³と既往の低減率の事例からみて1994年の雨期の流出土砂量は3000万m³程度と推定される。ただし、サコビア川上流部での流域争奪を考慮にいとさらに少ないかもしれない。現状ではサコビア川はドロレス付近で旧河道からはなれて直進し氾濫原を流下している。堆積面は比較的低平な複数のロープから形成されており顕著な谷型地形は存在しない。今後の氾濫流はバンバン川右岸の既往堆積域を覆い、さらに下流に複数個ロープ状に拡散するものと推定される。一方、支川マリムラ川とサパンカウアヤン川はバンバン川の旧河道を流下しているが、これらの流域には火砕流堆積物が少ないことからバンバン川の旧河道はこれらの支川からの洪水流出により今後侵食現象に移行するものと考えられる。

5.2 対策の考え方

緊急対策は次の雨期（5～6月頃はじまる）の泥流氾濫に対処すべき方策であり、雨期前に実施可能なものでなければならない。最も重要な防御目標は幹線道路の確保と氾濫原の拡大防止である。国道3号はマニラとルソン島北部を結ぶ幹線道路であるが、すでにバンバン橋が破壊されているので、雨期中の交通は不可能であり、バンバン川をわたるのは国道329号のサンフランシスコ橋のみである。このため氾濫原の下流端を横切る国道329号とサンフランシスコ橋の確保がまず第一にあげられる。さらに氾濫原をこれ以上拡大しないことは地域住民の重大な関心事である。

緊急対策は上記2つの目標を対象に、今後策定される全体防御計画との整合を考慮して以下のような提案とした。

- 1) 国道329号の上流側に平行して横堤をつくり、土砂の流下を防ぐ。
- 2) バンバン川右岸の既存氾濫原をサンドポケットとして利用し、その下流端は上記横堤とする。このサンドポケットの広さは約25km²であり今後の堆積砂量の総量を7～8000万m³と想定すると全体計画でも平均堆積厚を3m程度にとどめることができる。
- 3) 横堤部の排水処理のため横堤部は3列の千鳥状の不連続堤とする。次の雨期中の土砂の堆積の様態と堆積量、流下する洪水現象とその流量に対する安全性を考慮して、堤防の高さと開口部幅を決めた。
- 4) 不連続堤の下流には集排水路を設け、既存の排水路／小河川に接続する。これらをつめてサパンバレン川に流下させる。これらの既存水路は一部土砂で埋没しているので浚渫拡幅する。

5) サンドポケットの右岸端の上流部は既設の堤防である。これを3km下流に延長し、その下流には霞堤を設け土砂の拡散を防ぐとともに流水をサンドポケットの外側に排出し堆積域の再侵食を防ぐ。霞堤の延長は3kmである。

6) 霞堤はサパンバレン川にはほぼ平行して配置されるのでサパンバレン川を排水路として利用する。埋没部分の浚渫拡幅が必要である。

この対策は限られた予算と短期の建設期間で実施可能な対策として提案したもので次の雨期をのりきるためのものである。また、この対策工のうち堤防の高さ、構造については極めて限られたデータをもとに決められたもので長期的なものではない。今後得られるデータと解析により、修正が必要である。しかし、ここで提案したサンドポケットによる泥流防御の考え方とその位置については全体計画でも踏襲する必要がある。全体計画としてのサンドポケットの規模、構造については本調査でおこなう調査解析と次の雨期中の泥流流出やサンドポケット内での泥流の挙動の観測とをもとに検討、作成する。

6. おわりに

ピナツボ災害の復旧には2次災害の防御軽減、被災民の救済、移住計画、被災地の復興など非常に多分野の人々がかかわってきている。本調査もそのうちの一翼を担うものであり、調査の実施にあたってはフィリピン政府担当者のもとより、国際援助機関、ドナー各国の担当者や調査団、あるいはNGOなどとの情報交換や協議をつうじて互いに齟齬のない活動をおこなっていくことが重要であると考えている。

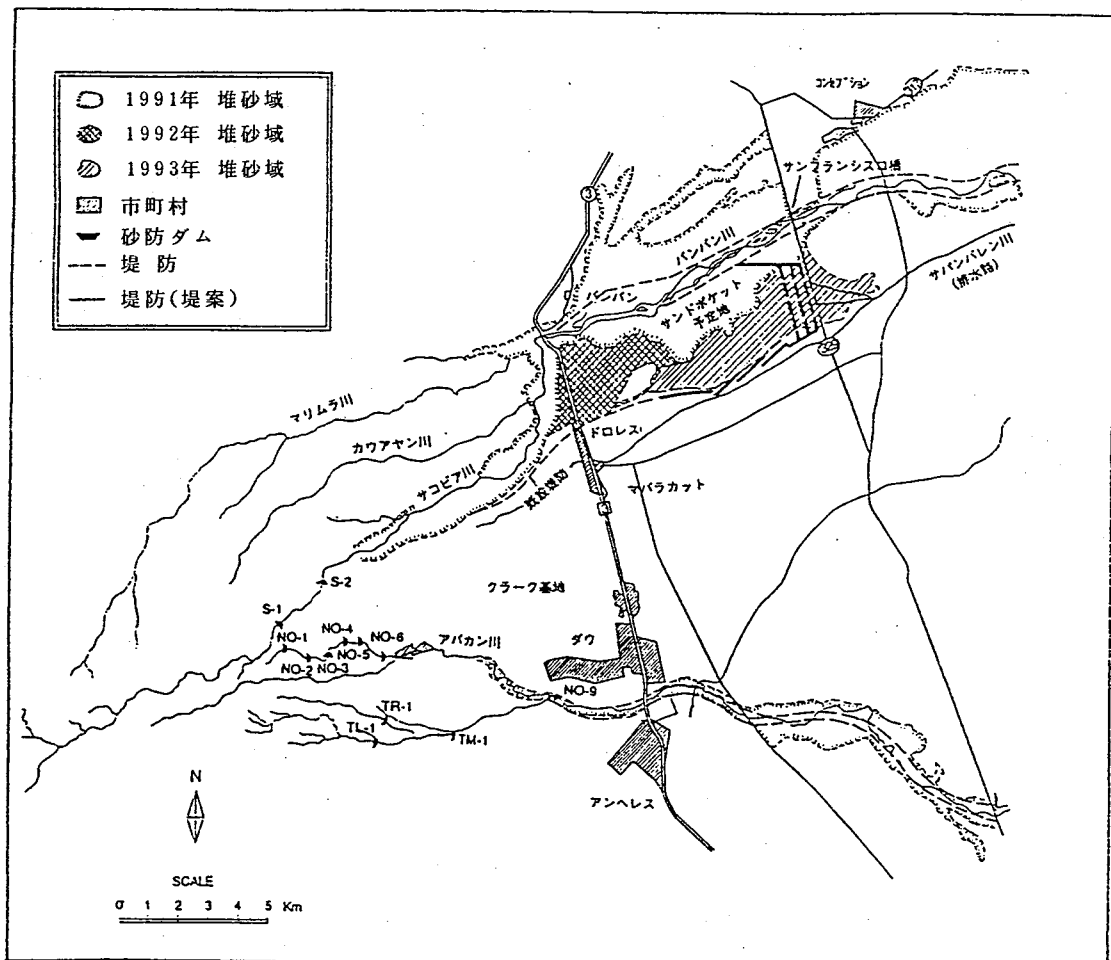


図-2 計画地域の泥流堆積範囲と対策工の配置