

特集3

アンボン島で決壊した天然ダム対策 緊急調査について

萬徳 昌昭

まんとく まさあき

(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部長

1. はじめに

2013年7月25日、インドネシア共和国(以下、イ国という) マルク州アンボン島のワイエラ (Wai Ela) 川流域では、約1年前から発生していた天然ダム **写真-1** が決壊し、下流のネグリ・リマ(Negeri Lima) 村に大きな土砂・洪水災害を発生させた。この災害では村の扇状地部分の建造物の大半を失うなど甚大な被害を与えたが、事前に天然ダムの湛水位が観測されており、これによって事前に住民約5,000人の避難が行われていたことが功を奏し、人命被害は3名の行方不明者に留まった。

イ国政府は次の3点について我が国政府に協力を依頼した。

①残っている天然ダムと周辺地域の状況評価、②監視計画の策定支援、③緊急対策の策定支援

我が国は国土交通本省及びJICAそれぞれの調査団を結成し、それを合同した調査団を編成した。そして上記の内容を実施するため、2013年8月18日～24日までの行程で現地調査を行いイ国政府に依頼内容を報告した。

筆者はこの調査団に参加して、現地の状況把握と今後起こり得る土砂・洪水対策に必要な技術的提言を行った。



写真-1 天然ダム、ワイエラ川とネグリ・リマ村の位置関係

ここにその調査団派遣について報告するものである。

2. 調査団の構成

調査団は国交省調査団の石塚忠範土木研究所土砂管理研究グループ上席研究員と山越隆雄国土交通省砂防計画課長補佐の2名に加えて、JICA調査団の野村康裕国総研砂防研究室研究官、野呂智之北海道大学大学院国土保全学研究室特認准教授と筆者の3名、合計5名で編成され、石塚上席研究員が団長を務めた。

3. 現地調査行程

8月18日(日)に日本を出発し、24日(土)に帰国という行程のなかで、ワイエラ川流域の天然ダム崩壊状況調査と被災したネグリ・リマ村の被災状況並びに避難状況調査を行い、プレゼンテーション等の資料を作成し、現地事務所、ジャカルタの公共事業省、日本国大使館、JICA事務所それぞれへの報告をこの短期間で行う必要があったため、大変タイトな行程となった**表1**。

4. 天然ダムの決壊まで

今回決壊した天然ダムは2012年7月に発生し、その高さは約150mもあり、湛水地の最大容量は約2,500万m³にも達するものであった。

昨年も我が国政府はイ国側の要請により、すぐさま調査団を派遣し、現地を調査するとともに技術的支援を行った。また土木研究所ではイ国と協定を結び、土研式水位観測ブイ(投下型)の現地据え付けを行うなど多方面からの協力を実施した。



日付	行程
8/18 ㊸	成田12:30発 — 仁川17:15発 — ジャカルタ22:15着
8/19 ㊹	ジャカルタ0:30発(機内泊) — アンボン07:35着 マルク地方河川事務所打合せ 現地調査(1日目)
8/20 ㊺	現地調査(2日目)
8/21 ㊻	マルク地方河川事務所打合せ
8/22 ㊼	アンボン08:25発 — ジャカルタ11:15着 公共事業省水資源管理局长打合せ
8/23 ㊽	公共事業省水資源総局長打合せ、 JICA事務所・大使館へ報告 ジャカルタ23:45発(機内泊) — 仁川08:55着
8/24 ㊾	仁川10:00発 — 成田12:10着



写真-2 越流開始前の余水吐施工状況



写真-3 余水吐の破損と非越流部からの崩壊開始



写真-4 天然ダム崩壊後の湛水地の状況



写真-5 崩壊した天然ダム位置を下流側から望む

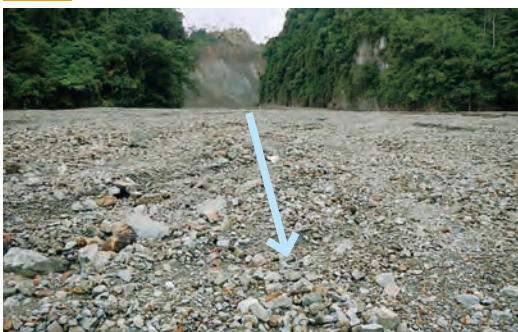


写真-6 天然ダム下流300m付近の河道幅拡大と上昇

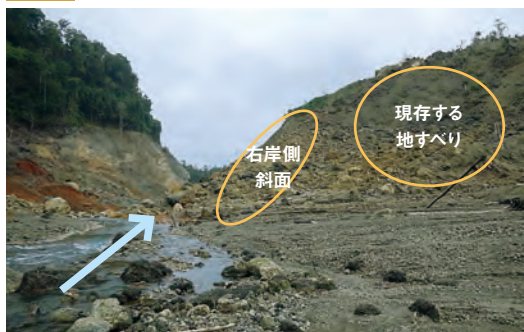


写真-7 天然ダム部分を上流から望む

イ国政府は湛水位を低下させるために応急的な排水ポンプの設置を進めるとともに、堤体からの湧水及び湛水位のモニタリングを実施した。

一方、天然ダムからの余水吐工事は遅れており天然ダムの決壊までの進捗率は上部で進んでいたものの、中部下部においては基礎工事程度の状況であった。

天然ダム決壊当日の7月25日未明3時過ぎには、差し迫る危険性から村民に避難を呼びかけ、5時過ぎ余水吐の仮締め切りコンクリートブロックを越流水が流下し始め、天然ダムの浸食が始まった(写真-2,3 (マルク河川事務所撮影のビデオより))。

10時過ぎには余水吐側壁が倒壊し、11時には天然ダムの非越流部の崩壊が始まった、その後、洪水流量はピークを迎え、15時過ぎ頃谷の中での土石流が収束し始め、16時前扇状地での流量が平常に戻った。

5. 調査の背景と結果・報告

5-1 位置、地質概要

アンボンには首都ジャカルタから東方約2,300kmにあり、マルク州の州都である。古くからマルク州の経済や交通の要衝として栄えてきた港町で、広大な約1000の島々から構成されるマルク州はクロープ、ナツメグそしてシナモンなどの香辛料を特産としており、スパイスアイランズの異名を持っている。

アンボン島の地質は堆積岩を基盤として花崗岩が貫入しており、これらを凝灰岩、凝灰角礫岩、安山岩等が広く覆っている。また、地震の多発地帯でもあるため、雨季には斜面崩壊や地すべりが頻発している。

天然ダムを形成した地すべりはワイエラ川中流部右岸側の凝灰角礫岩を主体とする山体で発生しており、前兆現象として2006年から地すべり頭部でのクラックが確認

されていた。

5-2 天然ダムの現状評価

現在の水位は、決壊前の最高水位より50m近く下がっている(写真-4)。

決壊後の天然ダムから水が越流しているが、天然ダムの上面は大きな岩石で覆われており、縦断勾配は緩やかになっているため、堤体は侵食されていない(写真-5)。

現在の流路の左右岸は急斜面を呈している。なお、天然ダムからの漏水は認められない。

5-3 天然ダム下流の河道における不安定土砂の堆積状況

大量の不安定堆積物が天然ダム下流の河道に蓄積されている。河道幅は拡大し、河床高は相当上昇したと考えられる。河床の縦断勾配は、一部に急勾配化している部分が見られる(写真-6)。

5-4 斜面の評価

斜面には依然として大量の地すべり土塊(天然ダムを形成した土砂の一部)と不安定斜面が残っており、3つのパートに分けて安定性の評価を行った。

①残存する地すべり土塊の安定性

天然ダム決壊後に斜面に残された巨大な地すべり土塊について踏査を行ったところ、地すべり土塊が全体として滑動している変状は見当たらなかった(写真-7)。

②河道の右岸側斜面の安定性

斜面の法肩には50cm程度の段差や開口を伴う長さ数mのクラックが、法肩周辺に幅約30mにわたって多数見られ、短期的に崩壊が発生する可能性がある(写真-8)。

③地すべり土塊より上方の斜面の安定性

地すべり土塊の滑落崖周辺斜面について斜面直下から目視で調査を行ったところ、明瞭な開口亀裂や断続的な小崩壊等の変状は見られなかった。



写真-8 右岸側斜面法肩周辺のクラック



写真-9 右岸の洪水痕跡



写真-10 左岸の洪水痕跡

5-5 集落のあった氾濫原の状況

集落の建物は、扇状地の両サイドに位置するものを除き完全に破壊されている(写真-9、10)。

旧河道は完全に土砂で埋没し、調査時点では扇状地内に明確な河道を確認することはできなかった。

5-6 警戒避難行動の実態

今回、特に功を奏した警戒避難の実態について、村のリーダー等にヒアリングしたところ、事前の行動として「避難場所及びルートを把握していた」、「避難ルートが未整備だった左岸側では、州政府の予算で住民がコンクリート舗装の避難ルートを整備した」、「避難訓練を実施(2回)した」また決壊時の行動として「天然ダムの水が溢れ出してから10分毎に湛水位の報告を住民に対して行った」ことなどが判明した。

5-7 考えられる対応策(ハード)

①対策に関する流域の状況

下流域では洪水による被害が心配される状況にある。これは、河道がなくなっていることが原因である。中流域では河床がかなり上昇しているが、今後、河床洗掘が顕著となり河床が下がり続け、下流に大量の土砂を供給し続ける恐れがある。上流域では河道の右岸側斜面及び残存する地すべり土塊が現在は安定しているが、地すべり滑動を開始する恐れがある。

②対策工の考え方

対策工は4段階に分けられ、それぞれの目的に合致するよう施設設計を行う。

第1段階は河道の掘削と導流堤の整備。これは河道を固定することで洪水流を安定化させ、下流住民の洪水被害を減らすことを目的とする。

第2段階は扇頂部に遊砂地を整備。これは土砂を捕捉し、集落を流れる河道への土砂堆積を防ぐことを目的とする。

第3段階は砂防ダムの整備。これは河床浸食を制御し、河床勾配を安定化させることを目的とする。

第4段階は決壊後の天然ダムと周辺斜面の保全。これは残存する土塊と今後天然ダムを形成する恐れのある不安定土塊を、切土や盛土で除去することを目的とする。

5-8 その他インドネシア側に示した提言

- 現状では天然ダム決壊に伴う洪水で浸水した地域には、再び洪水被害の危険性があるため、ある程度の対策工が実施されるまで、住民が戻ることは勧められない。
- 対策の一部は、次の雨季の前に速やかに完了する必要がある。
- 新たな橋梁架け替えなど河川横断工作物は、河川整備の設計が完了するまでは、暫定的とするべき。
- アンボン島内の類似の地質・地形条件を有する他河川の危険度評価が必要である。
- ここで提言した対策については、現地の土砂の堆積状況等が大変不安定であるため、今後、状況に応じて順応的に見直される必要がある。

6. おわりに

これら調査結果をもとにインドネシア政府に対して報告を行ったものであるが、今後のインドネシア側での対応に期待したい。なお、今回の調査では現地へ同行頂いたイ国公事業者出向中の守安専門家には大変お世話になった。記して深甚なる感謝を申し上げる次第である。



世界の土砂災害 (第13回)

(一財)砂防・地すべり技術センター 企画部国際課

2013/4/1~2013/9/30

発生日	国名	種別	概要
2013年4月23日	アフガニスタン	洪水・土石流	北部で豪雨による鉄砲水が発生、11名が死亡、3名が行方不明となった。周辺は洪水により約1,000軒の家屋が全半壊した。
4月25日	エクアドル	崩壊	冬末期の豪雨により、ここ数週間で洪水や崩壊が多発した。中でもエスメラルダ(Esmeraldas)州タバテ(Tabete)、キャントン・キンデ(Canton Quinindé)で発生した崩壊により、16名が死亡、住宅や畑にも大きな被害が生じた。