

2010年10月25日

2010 ベトナム中部地域洪水被害調査（調査結果報告）

1. 調査の背景

国土交通省は、2010年10月8日、ベトナム国農業地域開発省（MARD）との間で「治水及び気候変動適応策の分野における協力に係る覚書」を締結したところであり、洪水によって被災したベトナム中部地域へ6名の専門家からなる調査団を10月16～27日に派遣した。これは、「覚書」に基づく国際協力の第一弾となるものである。

注）ベトナム中部地域では、10月1～5日と12～16日に連続して洪水被害が発生

2. 調査団メンバー

名波 義昭*	国土交通省 総合政策局 国際建設管理官	——
大槻英治**	国土交通省 河川局 水利技術調整官	グループ A
佐々原秀史	(独) 水資源機構 総合技術センター国際グループ チーフ	グループ A
松村 貴義	(独) 水資源機構 木津川ダム総合管理所 管理課長	グループ B
松木 洋忠	(社) 国際建設技術協会 研究第二部長	グループ A
三浦 博久	JICA 専門家 (ベトナム国中部地域災害に強い社会 づくりプロジェクト)	グループ B

*調査団長 **現地調査隊チーフ

3. 調査行程

- 10月16日（土）出発→ハノイ（ビン行きの乗継便欠航のため行程修正）
10月17日（日）ハノイ→ドンホイ、ハーティン省カムスエン県の被災地調査
10月18日（月）ハーティン省、クアンビン省合同対策会議に参加

グループ A（クアンビン省）

- 10月19日（火）クアンビン省 DARD からの情報収集、
クアンチャック県の河川・ダム被災状況調査
10月20日（水）ボーチャック県のダム被災状況調査、レチュイ県市街地冠水状況調査
10月21日（木）クアンビン DARD への調査結果速報および意見交換

グループ B（ハーティン省）

- 10月19日（火）フンケー県河川・ダム管理状況調査
10月20日（水）ハーティン省 DARD からの情報収集、ダム管理状況調査
10月21日（木）ハーティン省 DARD への調査結果速報および意見交換

グループ A+B

- 10月22日（金）フエ省 DARD からの情報収集、
フンチャ県およびクアンディエン県河川被災状況調査
10月23日（土）フエ省 DARD への調査結果速報および意見交換
10月24日（日）フエ→ハノイ
10月25日（月）MARD への調査結果速報および意見交換
10月26日（火）→帰国

注）MARD: ベトナム中央政府の防災担当（農業地域開発省）、DARD: 各地方省の防災担当（農業地域開発局）

4. 確認事項

	ハーティン省	クアンビン省	フエ省
総降雨量	1,900mm（ケゴ②） 1,802mm（ハーティン②）	1,491mm（ミンホア①） 661mm（タンミー②）	635mm（キムロン①）
死者数	① 20人 ② 12人 合計 32人	① 45人 ② 12人 合計 57人	----

冠水 家屋	① 26,350 家屋	① 109,596 家屋	① 7,200 家屋
	② 175,110 家屋	② 57,320 家屋	
	合計 201,460 家屋	合計 166,916 家屋	

注) ①: 1 回目の洪水による被害、②: 2 回目の洪水による被害

4.1 被災地の特徴

被災要因

- 降雨量: 記録的豪雨による降雨が、山地部のみならず低平地部にも発生
- 潮位: 洪水ピークと高潮位期が重なり、洪水の海域への流出を阻害
- 堤防の信頼性: 堤防破壊により、市街地への洪水流入防止の機能を喪失
- ダムの安全性: ダムの崩壊により、下流域の洪水を助長、水資源を放出

脆弱性

- 地形的特徴: 洪水氾濫が想定される危険区域が広範囲に分布
- 土地の開発: 低平地に市街地や農地が開発されるとともに、都市施設や堤防道路などの開発によって、土地の排水機能が低下
- 予警報の不備: 十分な避難行動をとる時間を確保するための、降雨観測や洪水予警報の機能が不十分
- 避難行動: 避難場所・施設の不備、または、洪水に対する安全性が不十分

4.2 省政府によって提案された対策

- 被災施設の修復/再整備: 堤防、護岸、かんがい水路、道路、橋梁、ダムについて
- 被災住民や集落に対する緊急支援: 非常食、医薬品、種籾など
- 将来の洪水リスクの低減対策: コミュニティベース防災対策、洪水被害への住民意識向上、避難経路の整備、防災ステーション（小学校、コミュニティーセンターの嵩上げなど）、救助用可搬式ボート、雨量と水位の自動観測・通報システム、天気予測と洪水警報の改良など

4.3 洪水による特徴的な被害

- 国道 1 号および南北鉄道への 1 週間以上の影響。洪水被害は、各省に被害を与えるばかりでなく、南北交通の途絶・遅延によるベトナム経済全体への影響を及ぼすことが懸念される。
- 1970 年代から 1980 年代に建設された多くのかんがい目的のアースフィルダムの質的低下。崩壊を未然に防止し、各省の経済被害リスクを低減させるために、既存ダムの適切な修復・維持管理が必要。

5. 技術的観点からの提言

5.1 短期的な対策のための提言

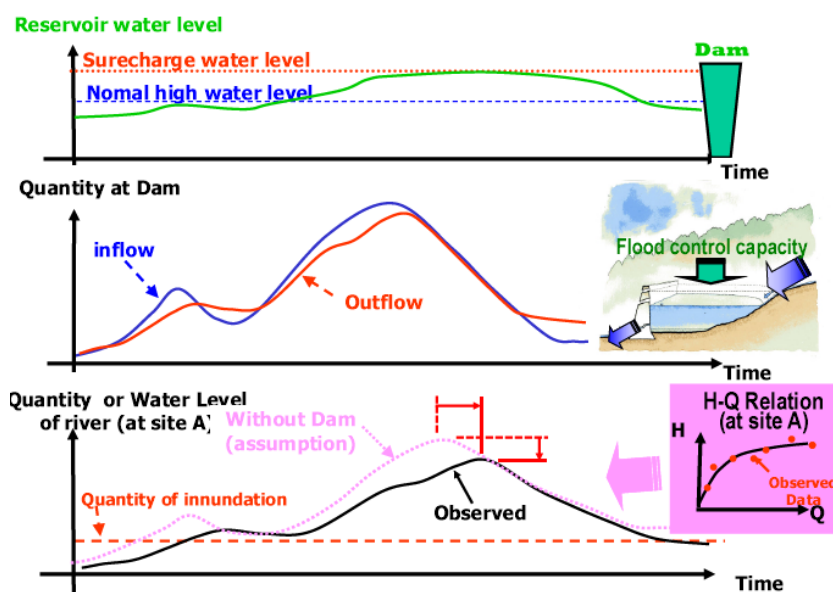
- 各省から提案のあった対策は、すべて速やかに実施されることが望まれる。その際には、次の検討が必要である。
 - 地図上での空間的な被害分析
洪水の被災要因、脆弱性、被害、復旧対策、将来計画は、地図上に視覚化し議論されるべきである。それによって、洪水実態について、関係者の間で情報共有を図るとともに、水防活動、救助活動、応急対策、施設復旧のための適切な意思決定が可能となる。



例 1: 衛星写真を活用した人的被害の被災原因分析（ジャン川の下流氾濫原の場合）

➤ 時系列の洪水・被害経過分析

すべての水理現象は、時系列に整理しなければならない。とくに、ダム
の洪水調節効果の評価にあたっては、放流量と下流水位の詳細な分析が必要
である。



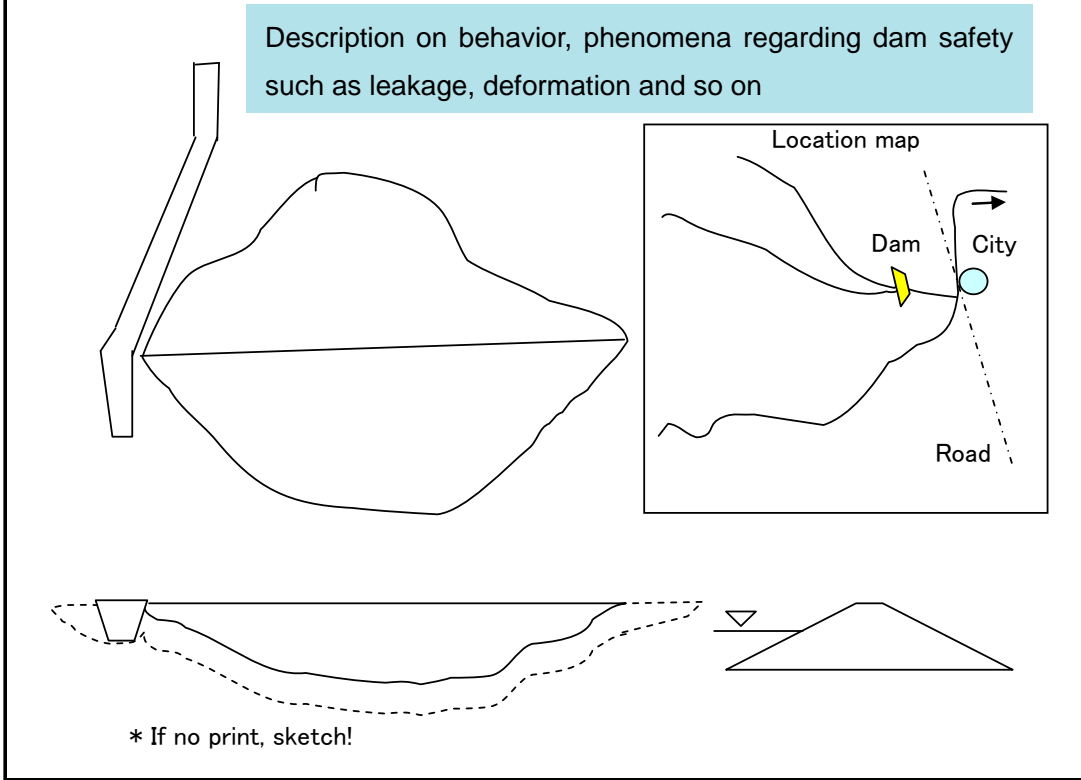
例 2: 水理情報の時系列分析 (ダムの放流量と下流水位のイメージ)

➤ 既存ダムの維持管理と機能修復

1970年代から1980年代にかけて建設されたダムは、30年以上が経過し
ており、経年変化による質的低下を起こしている。既にいくつかは崩壊し
ている。下流の住民や社会基盤安全を確保するためにも、ダムの状況を正
確に把握し、適切な対策を検討する必要がある。そのためには、ダム専門
部局が、複数の主体が管理するすべてのダムを、技術的観点から横断的に
調査することにより、修復・再開発の必要なダムの優先順位づけを行うこ
とを提言する。

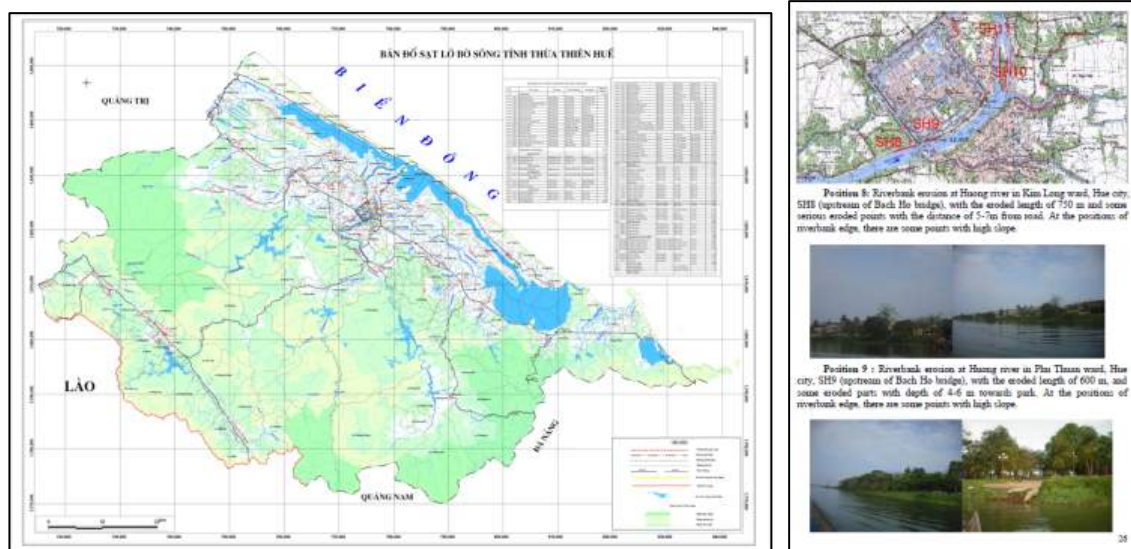
すべてのダムについて、ダム材質、周辺地質、基礎地盤、ダム構造、下
流住民への影響などをまとめた、技術的・社会的判断のための点検表（下
記参照）を作成するべきである。この点検表は、ダム全体の管理に関する
政策的、財政的な意思決定の基礎資料となるものである。

なお、点検表は、複数のダムの統合管理を行う場合にも必要である。流域
内におけるダム群の治水・利水効果を最大化するためには、管理者の異なる
ダムの間で水理情報の観測・共有体制を構築しなくてはならない。

Dam Chart				Date:	Written by:		
Province	District	Commune	Ward	River	Main river	Tributary	Affiliation
Year of completion	Dam Type	Elevation of dam crest	Height	Water level			
				L.W.L.	N.W.L.	S.W.L.	D.W.L.
				m	m	m	m
Reservoir @completion @latest	Total cap.	Function	Flood Contrc	Irrigation	Urban	Maintenance	Electricity Others
Dam body Volume	Spillway Capacity	Size	Gate	Intake Capacity	Size	Type	
Annual precipitation @dam @near place	Othre information such as situation at the time of flood Geology data, hydro-data						
Record precipitation							
<p>Description on behavior, phenomena regarding dam safety such as leakage, deformation and so on</p>  <p>* If no print, sketch!</p>							
Comment from the technical viewpoint							

➤ 各省 DARD の機能・能力強化

各省防災担当機関である DARD による河川管理施設の情報整理は、洪水対策や被害復旧の適切・迅速な実施に有効である。一例として、フエ省での取組を例示する。



例 3: フエ省の河岸侵食の現状報告書（平面図情報と個別現場状況）

➤ 地域住民の洪水適応力強化

洪水痕跡の明示は、住民の洪水に対する防災意識向上の有効な手法である。住民のみならず、省政府や地域コミュニティにとっても、洪水ハザードマップなどを作成するための必要な情報となる。2009 洪水後のフエ省における JICA ベトナム国中部地域災害に強い社会づくりプロジェクトの取組事例を示す。



例 4: フエ省での洪水痕跡プレート設置

5.2 中長期的な対策のための提言

- 自然災害は決して歓迎されるものではないが、ベトナムは、その気候と地形条件から災害を避けることができない。とくに、2010年10月の洪水被害はベトナム中部の防災の重要性を認識させるものであった。
- クアンビン省とハーティン省の豪雨は、ハノイとホーチミンの間の物流の要である国道1号と南北鉄道を長期間麻痺させた。これは、ベトナム全体の経済活動に影響を及ぼすことが懸念される事態である。これに対し、ベトナム国政府は、困難な状況を克服し、国全体のすべての省における持続的な経済発展を実現しようとする意志をもっている。そのための中長期的な対策の鍵は、洪水管理と地域開発のマスタープランの策定であり、これには統合水資源管理の概念の導入が有効である。
- 何度となく繰り返される水関連災害を防止し、将来の経済活動の持続性を確保するためには、統合水資源管理の概念を、複数の流域をもつ各省政府が取り入れるべきである。各省政府は、流域単位の開発計画の作成主体となり、中央政府は、それらを統括して、開発効果を最大化し、全体として被害とコストを最小化する機能をもつ。
- このような統合水資源管理の考え方を取り入れた防災マスタープランづくりには、次の点に留意する必要がある。
 - 中央政府がマスタープランづくりを指導し、省スケールだけでなく、国全体のスケールで洪水リスクの低減効果を確認すること。
 - 関係するステークホルダーの参加を得ながら、各流域規模の開発計画を作成すること。
 - 洪水リスク管理と地域開発は、地域の持続性と貧困対策を目的とすること。
 - 洪水調節、水資源確保、発電などの複数の効果を高めるため、既存ダム施設の再開発、統合、維持管理体制の構築などの全体方針を検討すること。
 - 築堤、排水施設などの種々の施設整備を、効果を検討し、実施すること。
 - DARD、地区（コミュニオン）、村（ワード）単位で実施されるさまざまな対策の実施効果を検証しながら、コミュニティ防災能力を強化すること。
- 短期的な対策について提言を速やかに実施するとともに、長期的なマスタープランづくりにも着手することが望ましい。国土交通省調査団は、ベトナムの中央政府と省政府が確固たる行動をとるとともに、これを日本政府が支援できると考えている。

2010年10月21日

2010 ベトナム中部地域洪水被害調査（クアンビン省報告）

日本国国土交通省調査団クアンビン省班

大槻 英治

佐々原秀史

松木 洋忠

1. はじめに

今回の洪水によって発生した甚大な被害を受けたクアンビン省の人々に、国土交通省調査団として、心からお見舞い申し上げます。また洪水被害からの、速やかな復旧・復興をお祈りします。

2. 調査経緯

10月19日（火）クアンビン省 DARD からの情報収集

クアンチャック県の被災概要説明

ラオナン川の河岸侵食現場

クアンチャック県内のダム被災現場

ドゥックホア村、チャックホア村の被災状況

ホーベータムの要注意箇所

10月20日（水）ボーチャック県の被災概要説明

ジャン川の状況確認

ケーカイダムの被災現場

ケータッタムの被災現場

クアゲータムの要注意箇所

ドンランダムの要注意箇所

レチュイ県の被災概要説明

キーンジャン川の市街地冠水状況の視察

10月21日（木）クアンビン省 DARD への調査結果速報および意見交換

3. 現地の状況

3-1 指摘事項

1) 国道1号の状況

10月17日、ドンホイ空港からハーティン省に向かう途中、数カ所で国道1号が通行止めとなっていた。また、南北鉄道も16日から運休となっている。これらは、ベトナムの南北物流のための基幹インフラであり、通行止めが長期におよんだ場合には、ベトナム経済への影響が懸念される。

なお、国道1号の盛土構造による流水遮断、上流側の湛水が指摘されている。これは、国道に限ったことではなく、鉄道、かんがい水路などの影響も散見された。氾濫原の開発を行う場合には、洪水の流れへの影響を十分に検討する必要がある。



通行止めとなった国道1号（10月17日撮影）



国道に並行するかんがい用水路（10月18日撮影）

2) ジャン川下流の状況

ジャン川下流では、17日時点では極めて水位が高く、左岸堤防はほぼ水没していた。これより水位が高い状態で、海の波浪があった場合、波は容易に堤内地へ大きな影響があったものと心配される。



ジャン川左岸の国道1号上流側と下流側（10月18日撮影）



ジャン川右岸の国道1号下流側（10月18日撮影）

3) ラオナン川の状況

ラオナン川頭首工およびかんが水路は、1977年に建設されている。その当時の設計洪水は4.8mに設定され、かんがい水路の天端は5.1mで建設されている。しかし、近年は、この水位を洪水が流入するようになり、2007-09年に6.3mの水除け筒が設置されている。今回の洪水時は6.0mまで水位上昇している。

このことは、当初設計の安全度が低めの設定、もしくは、当初設計時に比べ洪水外力が増大を示している。いずれにしても、水文資料を分析し、現在の施設の洪水耐力（脆弱性）を評価するべきである。なおこの洪水流に対して、頭首工直下流の一部の蛇籠護岸は原形を保っている。ベトナムの高い施工能力が認められる。



ラオナン川頭首工のかんがい水路と蛇籠護岸（10月19日撮影）

ラオナン川上流の道路崩壊現場では、流入支川対策が必要である。被災の初期段階では、左支川の洪水流が道路を越流して道路の護岸を破壊し、その後本流の水位上昇で被害が拡大したものと考えられる。この現場では、道路の早期復旧が図られると聞いているが、単純な原形復旧ではなく、流入支川対策を再検討するべきである。



ラオソン川左岸の道路崩壊現場（10月19日撮影）



被災現場と左流入支川の状況（10月19日撮影）

4) ジャン川上流の状況

ドックホア村の左岸道路の浸食について、道路全面の水当たりを弱める必要がある。この現場では、直線に近い河道の左岸水衝部区間に川側に張り出すかたちで道路が新設されている。河積が縮小されたこの現場では、洪水時には被災箇所前面の流速が高まり、局所洗掘が発生していたと考えられる。道路を復旧するとともに、流速を弱める構造物と、護岸構造物が河岸侵食対策施設の配置が求められる。



被災箇所の状況（10月19日撮影）

5) ジャン川流域上流の状況

ジャン川下流域では、13人の死亡者と10人の行方不明が報告されている。これらの方が被害に遭われた場所と、洪水の流れを分析することにより、再度災害の防止などの対策に向けた基礎情報を得ることができる。ここでは、日本から持参した衛星画像を用いて、概略の検討を行う。

まず被災者の分布は、図のとおりである。一見すると平野部に広く分布しているように見えるが、地形的な特徴から、被災には4つの要因があったと考えられる。

第1はジャン川の本流の「洪水直進」である。河川は、通常時には水色の河道に沿って湾曲しながら流下しているが、流量が増加すると氾濫原を直進しようとする。堤防を越えるような洪水の場合、赤線で示した強い流れが発生していたと考えられる。このような場所は後背湿地と呼ばれ、通常時は良好な田地として利用されている。ところが急に洪水流



に襲われるリスクももっており、人的被害の可能性が高い。ここでは、土地の特徴を理解してもらうため、ハザードマップの作成などを通じて洪水の特徴を住民に十分説明する必要がある。

第2はラオナン川の越流である。洪水時は兩岸の堤防を越える流量が発生していた。ただし、この川は山地に挟まれており、被災者は河川近傍に留まっている。洪水時には川に近づかないことが優先される。

第3はコン川の蛇行。コン川上流域は、今回もっとも雨量が多かったと考えられ、記録的な洪水が発生し、川は通常の洪水よりも大きく蛇行しようとしたと考えられる。とくに盆地と平野部では、湾曲部の外側に洪水流が溢れ、多くの人命を奪ったものと考えられる。このような場所で、施設のみによる防災を検討することはできない。

最後に沿岸の海岸砂丘周辺である。今回の洪水は流量が大きかった時間帯が、高潮と重なっている。海岸の波浪は河川に侵入し、容易に堤防を超えたと考えられる。ここは砂丘に守られた場所であるが、今回の洪水時には、地上を移動することは大変危険であり、強固な建物の上への避難が行われるべきであったと考えられる。

クアンビン省、および、クアンチャック県では、今回の洪水を教訓に防災ステーションの整備を考えていると聞いているが、上記のような、洪水の流れと被害の関係を分析し、被災する可能性の少ない場所に防災拠点を配置することを検討するべきである。



6) アースダム の 状 況

クアンビン省内のダムでは、多くが1970年代に築造された中小規模のアースダムである。困難な時代であったにも関わらず、数多くのダムをほとんど同時に整備していったことに対して驚くばかりである。また現在は、人民委員会、DARD、管理会社といった複数の管理者がそれぞれのダムを管理・運用している。

しかしながら、ダムは時間とともに劣化するものであり、現実には複数のダムが崩壊している。現地調査の結果、崩壊ダムには共通の要因が見られた。そのひとつは取水施設近傍が草に覆われていることである。草の根は、やがてダム内部の水道となり、実質的な堤体断面を縮小させてしまう。そのため適切な管理が必要であるが、通常時の管理はほとんどなされていないように見受けられた。

また、ゾーニングのない単一的な堤体であることや、洪水吐の容量不足、カーテングラウトによる基礎岩盤の遮水処理がなされていないことも被災の一因である。



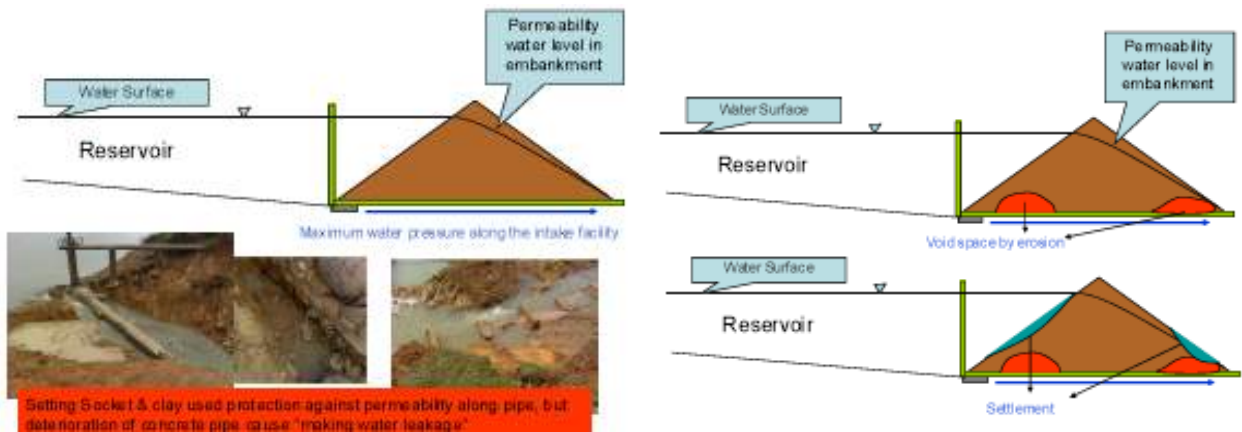
クアンタンダム



ケーカイダム

ケータツダム

アースダムの貯水池に貯水すると、ダム堤体の中は湿潤状態となり水圧が発生している。特に取水施設はダムの底部に位置しており、そのダムでは最大の動水圧が発生する。クアンビン省のダムでは、取水樋管は粘土とソケットで浸透流対策が施されていた。しかしながら、管のコンクリートの劣化によって漏水が発生し、管の回りに水道が形成されて最終的に堤体崩壊に至ったものである。



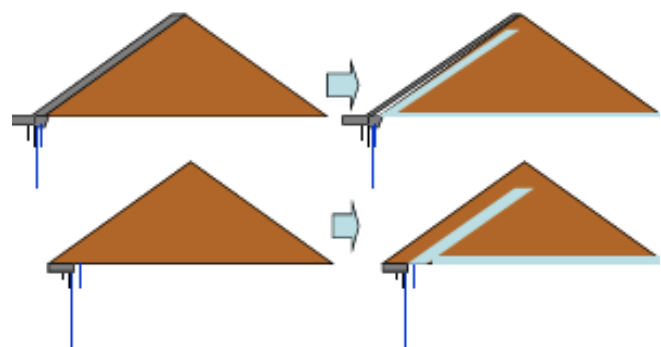
ダム堤体、取水施設と被災原因の関係

また崩壊していないダムについても、樋管の周辺の劣化に起因すると見られる、漏水及び陥没が見受けられた。これらは、幸いにも崩壊していないが、いつ崩壊してもおかしくない状態、ということができる。早急な対策と監視・管理体制の構築を行うべきである。



ドンランダムの漏水・陥没（左）とホーバーダム上流側の補修状況（右）

貯水池を安全に運用し続けるためには、既存ダムのゾーニングとカーテングラウトが有効と考えられる。ここではその概念図を提示しておく。



ゾーニングとカーテングラウト

ベトナムでも最近は大ダムが造られているが、この当時の中小規模のダムは現在のダムの施工技術の考え方とはそぐわず、また人力によるものであり、建設後約 30 年程度で寿命を迎えており、リハビリは不可避である。

加えて、既存のかんがいダムでは、洪水吐きの能力不足が見受けられる。これはダムによっては洪水吐きの無い場合もあるが、洪水吐きがある場合にあってはシュート部までの導流部の幅、側壁高さが流域規模から見て不足し、また導流部の敷高が高いと思われるものが多く見られることである。これらかんがい用の古いダムは、貯水時の安全性のためか低い水位で通常時は運用されており、洪水時に急激な水位上昇をダム天端付近まで構造上行うこととなり、決壊リスクの増大と決壊時の被害を拡大させるリスクを含んでいる。

ベトナム側の **DARD** でもこれらを認識しており、今後の対応が期待される。一方、ダムのリハビリは、その劣化の状況、原因に対する対応方法案がダム毎に異なることため、優先順位付けが必要となる。

さらに、単純なリハビリではなく、新たに治水容量や新規利水容量を加えるなどの検討も含めて検討することが望ましい。これらは既存のダム高さを変更せず、適切な技術による再施工で実施可能であり、現在のダムによる水没区域以外の環境を改変するものではなく、現実的な選択肢の一つと考えられる。

いずれにしても、流域全体の治水、利水計画の視点に加え、決壊リスクの考慮とリハビリにかかる財政的裏付けなど、中央、地方での判断が必要となる。このためのダム毎のカルテの整備と情報共有が重要である。

4. 対策への提言

(1) 空間的分析と時系列分析

効果的で現実的な対策をとるためには、洪水被害とその原因は、空間的に、また、時系列的に把握し、分析することが必要である。

- ・雨量は？流量は？浸水深さは？これらは、地区によって異なり、常に変化する
- ・どのような対策が考えられ、効果が想定されるのか
- ・どのような施設改善、体制改善が必要なのか
- ・どのような解決策が実施可能か、どの時期に、どこから着手することが有効か
(例えば避難支援では、避難場所と経路を考慮し、十分な避難時間を確保できる洪水警報が求められる)

(2) 過去の洪水検証と将来のリスク把握

このような分析は、今回の洪水だけを対象とするのではなく、過去の大災害の事例も対象とすることが望ましい。さまざまなタイプの洪水を元に、将来の洪水リスクを把握し、短期的、長期的な対策をとっていくロードマップが検討されるべきである。

(例えばキーンジャン川では、1979年の洪水は今年を上回っていた。当時の被害、対策および効果は、今回、追加対策を検討する際に有効である)

(3) 既存ダムリスク軽減対策

既存ダムの洪水リスク対策については、早急な対応が必要と考えられる。すべてのダムのダム堤体や放流設備について、現状と問題点を検査表として、まとめるべきである。その上で、集水面積や過去の洪水実績を十分考慮して、放流施設の再設計と改修を実施するべきである。そのための、ダム貯水池の機能保全は、下流の安全と水資源の安定供給のためにきわめて重要である。

5. おわりに

今回の調査団は、10月8日に締結された「ベトナム国農業農村開発省と日本国国土交通省間の水関連災害軽減および気候変動対応分野における技術協力の覚書」に基づく活動として実施しました。われわれの調査に対し、災害直後の多忙を極める状況の中、また再度の大雨で日程修正があったにもかかわらず、円滑な調査のためにご協力いただいたことに感謝いたします。

2010年10月21日

ベトナム北中部地域洪水被害調査 報告書(速報：ハーティン省)

日本国国土交通省調査団ハーティン省班
松村 貴義
三浦 博久

1. はじめに

今回の調査団は、10月8日に締結された「ベトナム国農業農村開発省と日本国国土交通省間の水関連災害軽減および気候変動対応分野における技術協力の覚書」に基づく活動である。全体としては、ハーティン省、クアンビン省、トゥア・ティエン・フエ省へ調査団が派遣された。調査目的は 1)流域内に異常雨量が発生したダムの改修、維持管理、操作に関する提言、2)予警報システム向上のための水文気象データの収集、3)政府とコミュニティでの災害対応活動の情報収集、4)気候変動対応を考慮した長期的総合治水計画の提案、である。今回の調査結果は、今後の日本国国土交通省とベトナム国農業農村開発省の水関連災害および気候変動対応に関わる技術協力に資するものである。ハーティン省では、(i) 河川管理施設(発電ダム、農業用ダム、堤防、農業用水施設)の現地調査、(ii) 水関連災害関連機関への訪問および情報収集 (iii) 洪水形態把握のための氾濫地域における現地調査、を実施した。

訪問した機関および施設を下記に示す。

10月19日(火)

La Giang 堤防、Trung Luong 農業用水取水口、Duc Xa 農業用取水口、Phuong My Commune(Huong Khe District)、ホーホー発電ダム、

10月20日(水)

ハーティン省風水害対策委員会事務局、ハーティン省地方气象台、Ke Go 農業用ダム

2. 現状把握・情報収集結果

2.1 ラム川右岸地区の調査

国道1号線橋梁より上流に向かい、ラム川の右岸堤防(ラ・ジャン堤防:19.4km)を視察。堤防は堤内地も浸水被害を受けていたにもかかわらず、良好な状態。但し、堤外に住む住民が堤頂でのテント生活を余儀なくされている。堤防は1978年の災害を受け、堅固に築堤し、十分に維持管理されている。

大きな水門は2門ありすべて水利農業会社が管理しているとのこと。排水ポンプを有しないため、内水排除ができず、堤外の住居も浸水被害を受けている。水利会社の水門操作責任者によると水門は河川水位が上昇したため、10月15日に閉じられたとのこと。

2.2 ンガンサウ川流域の被害

ンガンサウ川はラム川の右支川であるが、ラム川合流地点の上流、ンガンホー川との合流地点の直上流に狭さく部があり、狭さく部上流で支川からの流入による浸水被害が発生している。狭さく部上流の標高は15m、下流は7～8mで流下能力が極めて小さいと考えられる。10月14日からの洪水により、浸水被害は拡大を続け、10月18日には、フンケ県のホーチミンルートの一部が浸水した。1978年の浸水被害より約50cm高く、ホーチミンルートが浸水するのは初めてとのこと。この地域の標高は約15mで、浸水被害が頻発しており、地元住民からも治水のハード整備（治水ダム・放水路）を求める声が聞かれた。

この地域の下流支川では約7億m³の治水ダムの計画がある。

2.3 発電ダム(ホーホーダム)における管理

ホーホーダムにおいて、停電によりゲートが開かず、ダムの天端を洪水が越流したとの情報があり、現地を視察した。ホーホーダム提体は2009年末に完成したものの、管理設備を整備中のダムであり、2010年10月に完成予定であったが、10月2日の出水により商用電源が停電となり、予備発電機を設置していなかったことから中央ゲート開度8m、左右のゲート開度5mの状況でゲートを動かすことが出来なくなり、放流能力不足により洪水がダム堤体を越流することとなった。

ダムの放流ルールは標高70mを超えたら、ゲートを順次あけていくこととしているが、10月2日の出水では1時間に1m水位が上がり、降雨のピークから約4時間で堤体越流する水位となった。

なお、放流のルールはMOITの作成例に従ってコンサルタントが作成したものにMOITがサインしており、サインにあたっては、MARDやMONREと協議している。

2.4 利水ダム(ケゴダム)における管理

ケゴダム下流で浸水被害が発生しているため、ケゴダムの管理状況について現地を視察した。ダムの管理情報については、適切に記録されており、10月16日に630m³/s、18日から19日にかけて430m³/sの放流を行っていることが確認できた。水文観測施設、放流施設ともに正常に作動しており、利水ダムとしての適切な管理が行われている。

2.5 政府およびコミュニティにおける災害対応

ハーティン省風水害対策委員会より、今回の被災の状況について確認。死者の多くは避難地から住居に帰ろうとした途中、水に流される等で死亡。避難遅れによる死者は無かった。

2.6 予警報システムと水文気象データ観測

ハーティン省内では雨量・水位観測所が12箇所あり、必要に応じ12時間毎、6時間毎、3時間毎、洪水時は1時間毎の観測を行っている。データ伝達は各観測所より主に無線、電話およびFAXで確実に行われている。予測に関しては中央政府からの情報と観測データを元に実施されている。

3. まとめ

- 1) ラ・ジャン堤防では年間 2,000 万円をかけて、適切な施設維持管理が行われているため、堤防の状態が良好であった。既存河川管理施設の適切な維持管理および運用を継続されたい。
- 2) ダムによる洪水軽減を向上させるためには、管理操作ルールの見直し、ダムの多目的化(貯水量再配分)、発電ダムを含めた貯水池データを一元管理する組織設立など、実現可能性、効果を考慮し、適切な方法の検討が必要
- 3) 避難所からの帰途中に被災する住民が多いため、避難解除の決定方法、危険箇所の認識など、コミュニティ・住民の防災意識の向上が有効と思われる。
- 4) 将来の洪水被害軽減には長期的な総合計画が必要であり、構造物対策と非構造物対策の調和が不可欠である。



ラ・ジャン堤防。維持管理は行き届いているが堤外に住居有



フンケ県にて既存・計画施設の確認作業中



ホーホーダム左岸より右岸側の発電施設流出箇所を望む



ホーホーダム左岸。堤体越流により岩盤の一部が損傷



上流域では浸水深は地盤高より 3m(家屋床から 2.4m)



省風水害対策委員会事務局での氾濫域、水文観測所位置の確認



ケゴ農業用ダムにて、管理会社トップとの現地調査



ケゴダムの管理・操作記録

2010年10月23日

2010 ベトナム中部地域洪水被害調査（フエ省報告）

日本国国土交通省調査団

大槻 英治

佐々原秀史

松村 貴義

松木 洋忠

三浦 博久

1. はじめに

今回の洪水によって発生した甚大な被害を受けたトゥア・ティエン・フエ省の人々に、国土交通省調査団として、心からお見舞い申し上げます。また洪水被害からの、速やかな復旧・復興をお祈りします。

2. 調査経緯

10月22日（金）フエ省 DARD からの情報収集

フオン川の河岸侵食現場

ターチャック川の被災現場

ポー川下流の被災現場

10月23日（土）フエ省 DARD への調査結果速報および意見交換

3. 現地の状況

3-1 指摘事項

1) フオン川の河岸の状況

フオン川は、たびたび河岸侵食を起こしている。今後の河道管理にあたって、継続的な侵食が起きる可能性がある場所を、衛星画像上で指摘する。



継続的な河岸侵食が懸念される地点



緩傾斜の安定した河岸（左）と岩盤露出（右）



急傾斜の不安定な河岸（左）と河床土砂浚渫船（右）

2) ドンプック村の護岸の状況

2009年にフエ省が施工したドンプック村の護岸について、今回の洪水では被害がないことを確認した。この場所は、激しい水衝部ではなく、竹柵工の基礎は安定しており、植生護岸部分の土砂流出もなかった。良好な状態が保たれている。



ドンプック村の護岸の状況、2009 施工直後（左）と 2010 洪水後（右）

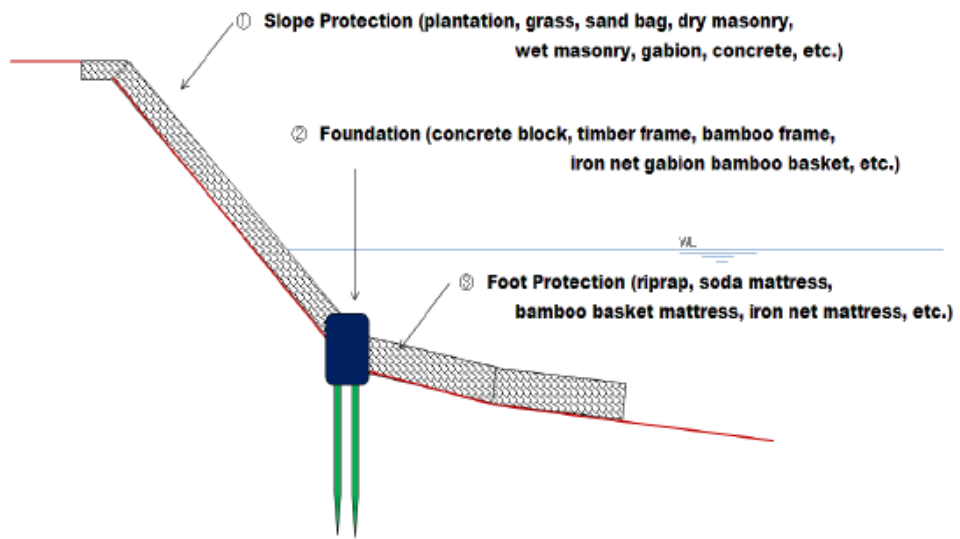
3) キムゴック村の護岸の状況

2009年に施工されたキムゴック村の護岸について、法面保護工の一部に洪水の影響が見られる。これは工事に伴う排水処理が不十分な箇所があったためと考えられる。ただし、すでに補修作業に着手しており、適切な対応が取られていることを確認した。



キムゴック村の護岸の状況、2009 施工前（左）と 2010 施工・洪水後（右）

この現場は、フオン川ではじめて基礎工の前面に根固めを設置している。今回の調査では、基礎工は安定していると見られる。根固め工については、水位低下時に再度モニタリングを行うことが望ましい。



「根固工」と「基礎工」と「法面保護工」による河岸侵食対策



Firstly, slow the flow.



Secondly, build the protection.

蛇籠による「根固め工」、竹柵による「基礎工」、石張りの「法面保護工」



Thirdly, monitor and maintain the river and the structure.



Fourthly, upgrade the protection by nature-interactive engineering.

今後は維持管理（視察と補修）が必要、さらに柳植栽による強化を推奨

4) アースダム の 状 況

今回、フエ省のダムは調査していない。しかしながらダムの管理は、地域の安全と発展のために重要であるので、クアンビンでの調査結果について報告する。

ベトナムでは、多くが 1970 年代に築造された中小規模のアースダムである。困難な時代であったにも関わらず、数多くのダムをほとんど同時に整備していったことに対して驚くばかりである。また現在は、人民委員会、DARD、管理会社といった複数の管理者がそれぞれのダムを管理・運用している。

しかしながら、ダムは時間とともに劣化するものであり、現実に複数のダムの崩壊している。現地調査の結果、崩壊ダムには共通の要因が見られた。そのひとつは取水施設近傍が草に覆われていることである。草の根は、やがてダム内部の水道となり、実質的な堤体断面を縮小させてしまう。そのため適切な管理が必要であるが、通常時の管理はほとんどなされていないように見受けられた。

また、ゾーニングのない単一的な堤体であることや、洪水吐の容量不足、カーテングラウトによる基礎岩盤の遮水処理がなされていないことも被災の一因である。

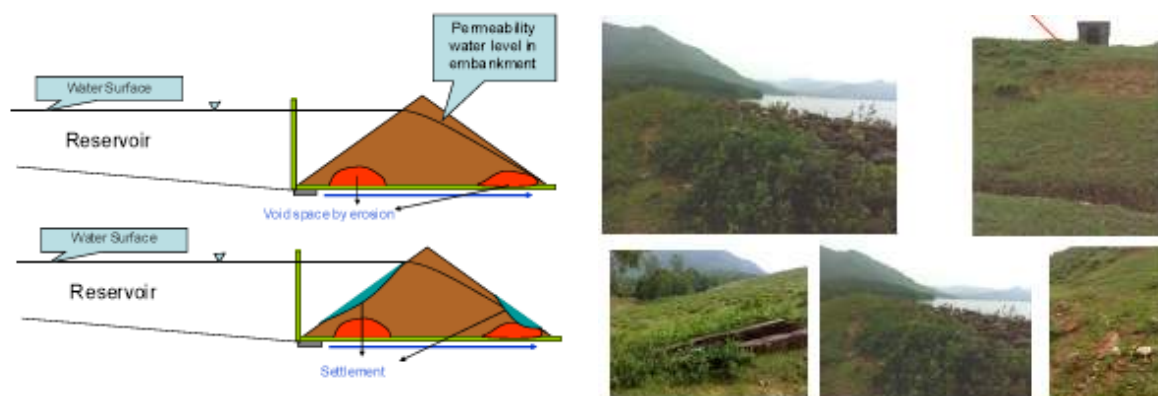


ケーカイダム

ケータツダム

アースダムの貯水池に貯水すると、ダム堤体の中は湿潤状態となり水圧が発生している。特に取水施設はダムの底部に位置しており、そのダムでは最大の動水圧が発生する。クアンビン省のダムでは、取水樋管は粘土とソケットで浸透流対策が施されていた。しかしながら、管のコンクリートの劣化によって漏水が発生し、管の回りに水道が形成されて最終的に堤体崩壊に至ったものである。

また崩壊していないダムについても、樋管の周辺の劣化に起因すると見られる、漏水及び陥没が見受けられた。これらは、幸いにも崩壊していないが、いつ崩壊してもおかしくない状態、ということができる。早急な対策と監視・管理体制の構築を行うべきである。



ダム堤体、取水施設と被災原因の関係（左）とドンランダムスの漏水・陥没（右）

ベトナムでも最近は大ダムが造られているが、この当時の中小規模ダムは現在のダムの施工技術の考え方とはそぐわず、また人力によるものであり、建設後約 30 年程度で寿命を迎えており、リハビリは不可避である。

加えて、既存のかんがいダムでは、洪水吐きの能力不足が見受けられる。これはダムによっては洪水吐きの無い場合もあるが、洪水吐きがある場合にあってもシュート部までの導流部の幅、側壁高さが流域規模から見て不足し、また導流部の敷高が高いと思われるものが多く見られることである。これら灌漑用の古いダムは、貯水時の安全性のためか低い水位で通常時は運用されており、洪水時に急激な水位上昇をダム天端付近まで構造上行うこととなり、決壊リスクの増大と決壊時の被害を拡大させるリスクを含んでいる。

ベトナム側の DARD でもこれらを認識しており、今後の対応が期待される。一方、ダムのリハビリは、その劣化の状況、原因に対する対応方法案がダム毎に異なることため、優先順位付けが必要となる。

さらに、単純なりハビリではなく、新たに治水容量や新規利水容量を加えるなどの検討も含めて検討することが望ましい。これらは既存のダム高さを変更せず、適切な技術による再施工で実施可能であり、現在のダムによる水没区域以外の環境を改変するものではなく、現実的な選択肢の一つと考えられる。

いずれにしても、流域全体の治水、利水計画の視点に加え、決壊リスクの考慮とリハビリにかかる財政的裏付けなど、中央、地方での判断が必要となる。このためのダム毎のカルテの整備と情報共有が重要である。

4. 対策への提言

(1) 空間的分析と時系列分析

効果的で現実的な対策をとるためには、洪水被害とその原因は、空間的に、また、時系列的に把握し、分析することが必要である。

- ・雨量は？流量は？浸水深さは？これらは、地区によって異なり、常に変化する
- ・どのような対策が考えられ、効果が想定されるのか
- ・どのような施設改善、体制改善が必要なのか
- ・どのような解決策が実施可能か、どの時期に、どこから着手することが有効か
(例えば避難支援では、避難場所と経路を考慮し、十分な避難時間を確保できる洪水警報が求められる)

(2) 過去の洪水検証と将来のリスク把握

このような分析は、今回の洪水だけを対象とするのではなく、過去の大災害の事例も対象とすることが望ましい。さまざまなタイプの洪水を元に、将来の洪水リスクを把握し、短期的、長期的な対策をとっていくロードマップが検討されるべきである。

(例えばキーンジャン川では、1979年の洪水は今年を上回っていた。当時の被害、対策および効果は、今回、追加対策を検討する際に有効である)

(3) 既存ダムリスク軽減対策

既存ダムの洪水リスク対策については、早急な対応が必要と考えられる。すべてのダムのダム堤体や放流設備について、現状と問題点を検査表として、まとめるべきである。その上で、集水面積や過去の洪水実績を十分考慮して、放流施設の再設計と改修を実施するべきである。そのための、ダム貯水池の機能保全は、下流の安全と水資源の安定供給のためにきわめて重要である。

5. おわりに

今回の調査団は、10月8日に締結された「ベトナム国農業農村開発省と日本国国土交通省間の水関連災害軽減および気候変動対応分野における技術協力の覚書」に基づく活動として実施しました。われわれの調査に対し、災害直後の多忙を極める状況の中、円滑な調査のためにご協力いただいたことに感謝いたします。

[1] 既存ダムの維持と補修

[2] 河川流域でのダム群の統合的なマネージメント

2010年10月の大量の降雨により、1970年代に建設された位来るかのダムが決壊した。

「(今回の洪水で決壊せず)生き残ったダムは安全か？」

ベトナムのダムは人民委員会(PPC)、省農業農村開発局(DARD)、また工業省/ベトナム電力の元で運営されている。しかし多くの中小規模のダムは地元コミュニティの管理下にある。

特に、多くのダムは驚くべきことに戦争直後に地元住民の手で建設されたものである。

しかしながら、これらダムの安全性の低下について配慮する必要が生じている。加えて、統合的なダム運用が求められている。

(クアンビン省クアンタン地区のダム)



ダム決壊原因の類似性

- ・取水施設の近くで発生
- ・植生が被覆
- ・単一のゾーニング
- ・地下水浸透のためのカーテングラウト無し



(クアンビン省ポーチャック地区ケーカイダム)



ダム決壊原因の類似性

- ・取水施設の近くで発生
- ・植生が被覆
- ・単一のゾーニング
- ・地下水浸透のためのカーテングラウト無し



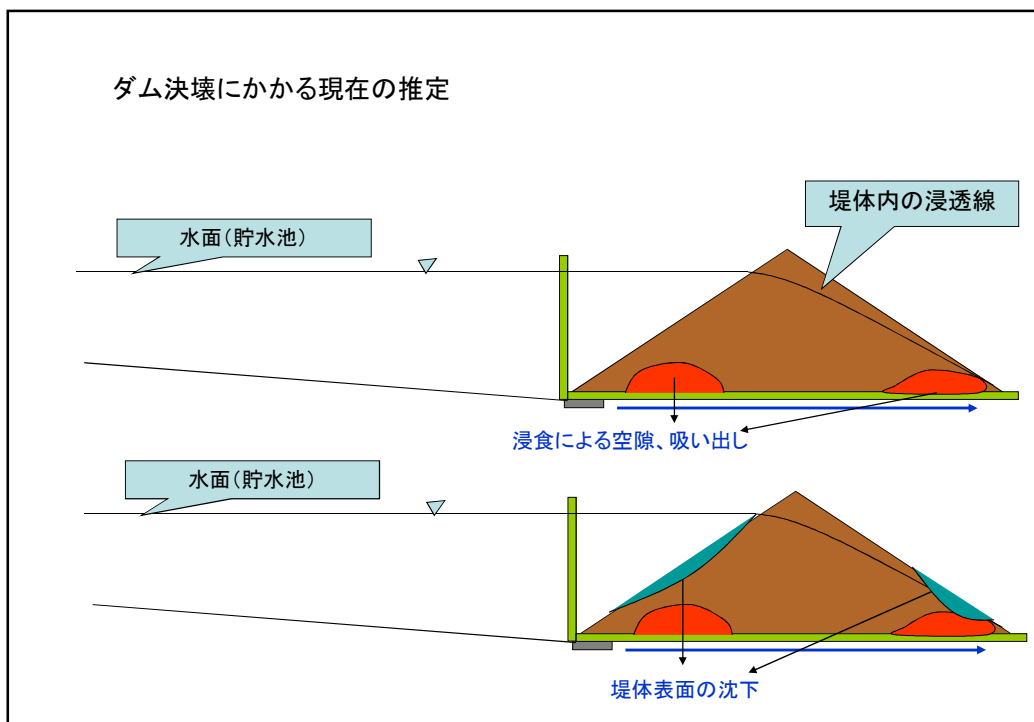
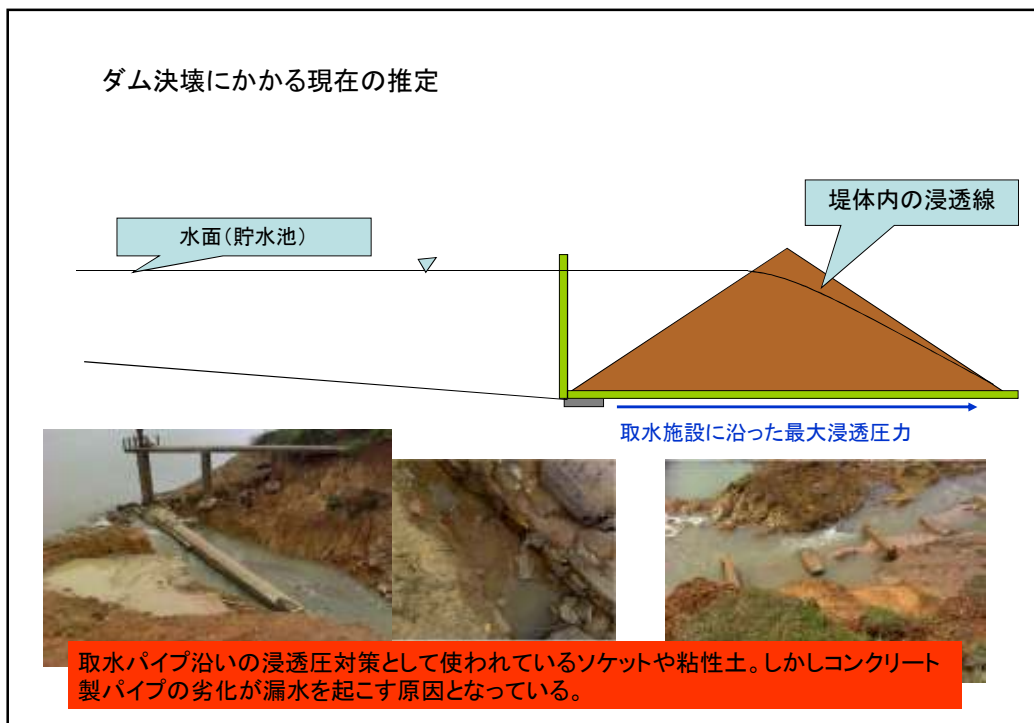
(クアンビン省ポーチャック地区ケータツダム)

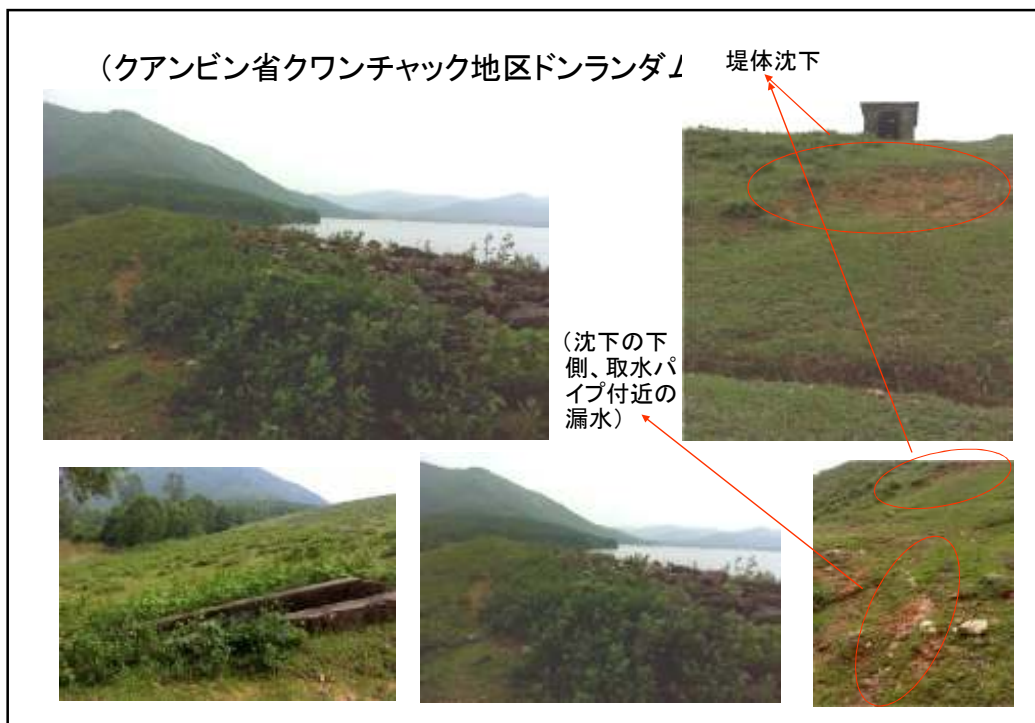


ダム決壊原因の類似性

- ・取水施設の近くで発生
- ・植生が被覆
- ・単一のゾーニング
- ・地下水浸透のためのカーテングラウト無し







(クアンビン省クアンドン地区のダム:ハーティン省との境界付近の国道沿い)



ダム決壊の(理由)の他の要因推定

a) ダム堤体の構造的な安全性

繁茂する植物の根、降雨による浸食、またその他の要因によりダム堤体(上下流方向)を薄くし、ダムの強度を弱める。

b) 以上な出水に対して洪水吐きの能力不足

c) ダム基礎岩盤の浸透

→ カーテングラウトもしくは他の対策手段が見られない

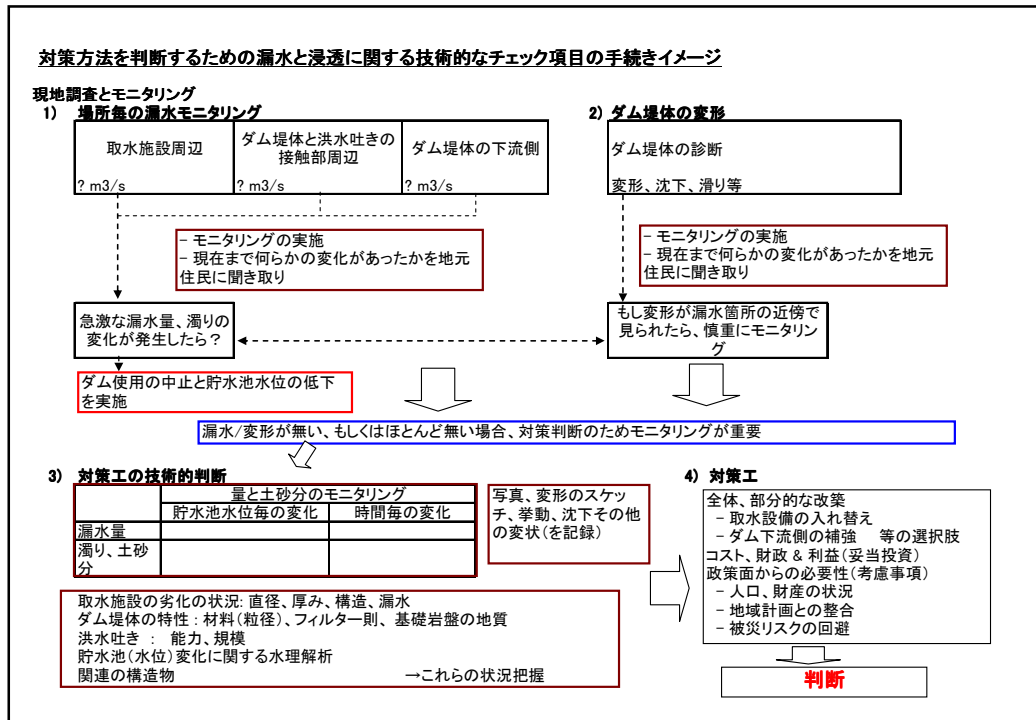
ダム安全を確保するために

➤ 全てのダムについて以下の点を踏まえてカルテを作成する。

- 1) 漏水と浸透の視点
- 2) ダム堤体が適切な強度と形状を有しているかを評価
- 3) 洪水吐きの(吐き出し)能力の安全率を再確認

➤ ダム堤体の安定解析

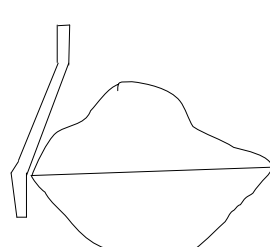
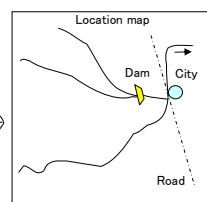
(これらはダムリハビリの優先順位を判断する技術的根拠となる)



ダムカルテのイメージ

ベトナムにおける現在の調査ルールと手続きを踏まえ、カルテのフォーマットを作成すべき

ダムカルテ	日付:	記録者:
省 地区 コミュニオン 村	河川	〇〇水系 〇〇川
完成年	ダム構造	ダム天端標高 ダム高
貯水池	容量	機能
完成時点(計画)	洪水調節	灌漑
最新	都市用水	不特定(維持発電) その他
ダム堤体	洪水吐き	取水
体積	能力	規模
	規模	ゲート
	能力	規模
	形式	
降雨(平均)	ダム地点	近傍地点
最大雨量記録	その他情報 洪水時の状況、地質データ、水文特性	

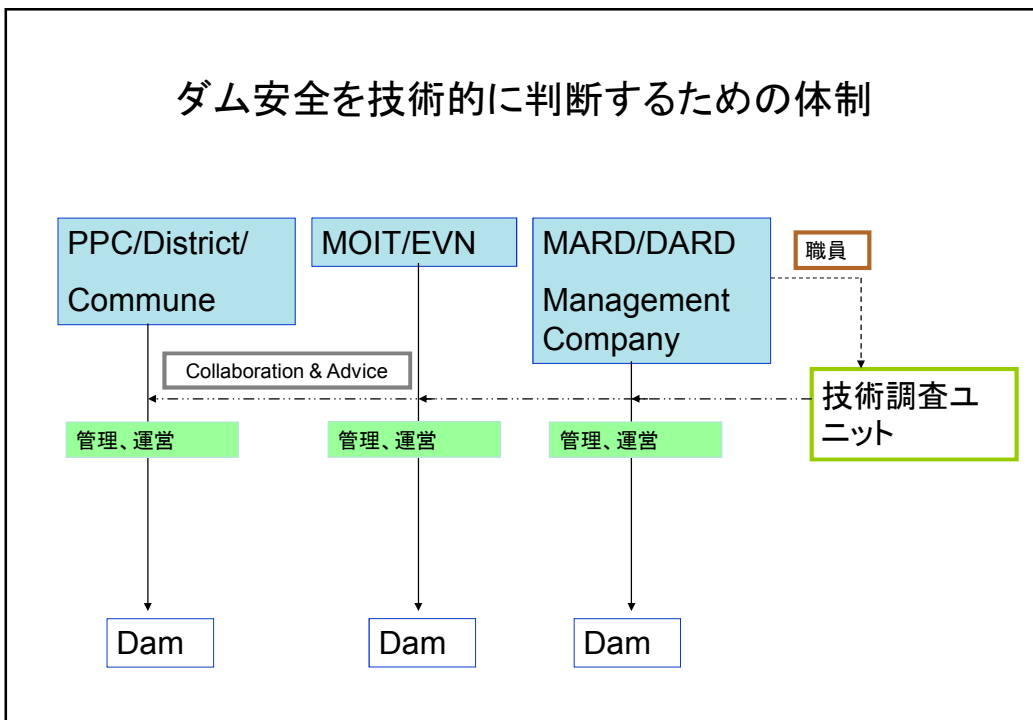



* If no print, sketch!

技術的見地からのコメント

例: 技術的に早急に改築すべきと判断される 等

ダム安全を技術的に判断するための体制



河川流域のダムの統合的な管理

現在のダム効果の状況

