

農業用ダム管理における豪雨災害に備えた防災行動計画の策定

大久保 天

1. はじめに

大規模な自然災害による被害の発生を完全に防止することは困難である。しかし、その被害から人命や財産を守る災害対応は確実に実施されなければならない。実際に地震災害や豪雨災害時には、地域の防災担当者や大規模施設の管理者は災害対応に奔走している。しかし、そうした災害対応の実態を顧みて評価する試みや課題解決に向けた方策を探究する試みは必ずしも十分に行われていない。本研究は、この点を問題意識として、基幹的な農業水利施設である農業用ダム（以下、単に「ダム」）を対象に、豪雨災害時のダム管理において想定される課題を抽出し、その課題解決に資する新たなダム管理の計画策定を提案する。

以下、2. では、ダム管理者への聞き取り調査から、現行のダム管理の概要を整理する。3. では、豪雨災害時におけるダム管理の遂行を阻害する原因を特定し、その対策を明らかにする。4. では、豪雨災害時のダム管理を強化する方策として防災行動計画を提案する。5. では、今後の課題を述べる。

2. 豪雨災害時における現行のダム管理

筆者は、北海道の畑作地帯に灌漑用水を供給するダム（以下、「Aダム」）の管理者から、大雨時におけるダム管理について聞き取り調査を行った。その結果をもとに、本章では、大雨に備えて計画されているダム管理の流れ、および豪雨災害時において実施したダム管理の事例を整理した。

2. 1 豪雨災害に備えたダム管理の体制と計画

Aダムの管理の概要を図-1に示す。ダム管理および農業用水路の管理はダム管理主任技術者1名とその補助技術者4名の計5名（以下、「ダム管理者」）で行われている。平常時、ダム管理者は市中の役場庁舎に隣接するダム中央管理センターに勤務している。ダムサイトの管理棟には、ダム堤体のデータ管理を委託された業者（以下、「委託管理者」）が勤務し、ダム管理主

任技術者の指示のもとに実務を行っている。ダム管理者は、通常ダム中央管理センターにおいて、ダム管理棟から送信されるAダムへの流入量、貯水位、ダム地点の降水量などのデータを監視している。大雨時には、ダム管理主任技術者は警戒体制をとり、ダム流入量とダム地点の降水量および気象庁が発表する降水量に注視する。そして、そのいずれかの値が所定の基準を超過すれば、直ちに洪水警戒体制をとり、ダム管理者はダムサイトへ急行して、ダム堤体の詳細な点検および監視に当たる。

2. 2 豪雨災害時におけるダム管理の事例

平成28年8月北海道大雨激甚災害は、道東地域に甚大な被害を引き起こした。その大雨地域内に位置したAダムにおいて、ダム管理者の対応行動は困難を極めた。図-2に示すように、ダム管理者はダムサイトへ移動困難となり、ダムサイトとの電話回線は寸断され、商用電力は停電した。しかし、Aダムのダム管理は途絶えることなく継続的に実施された。それは備えていたバックアップ機能が的確に作動したためである。す

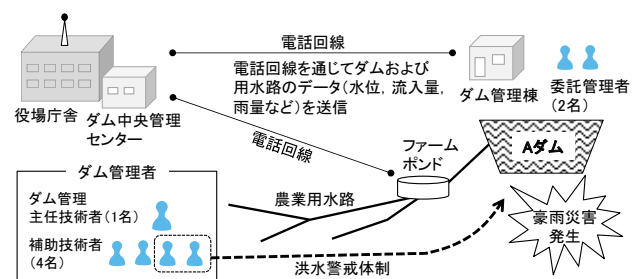


図-1 Aダムの管理体制の概要

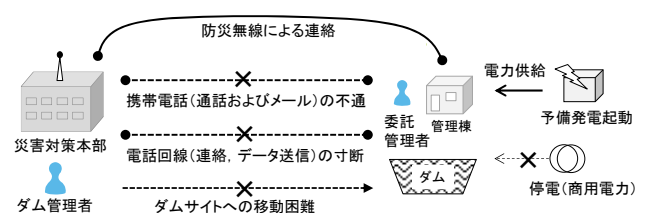


図-2 平成28年8月北海道大雨激甚災害時におけるダム管理の事例

なわち、Aダムでは、ダム管理者、電話通信、商用電力の代替として委託管理者、防災無線、予備発電がそれぞれ機能したことで、極めて甚大な豪雨災害時においてもダム管理を継続的に実施することができた。この観点から、Aダムにおける現行のダム管理体制は有効であると評価できよう。

3. 豪雨災害時におけるダム管理の遂行を阻害する原因の特定と対策の検討

2.2に記した豪雨災害時のダム管理は、二重の備えが功を奏した貴重な実績である。しかしながら、今後地球温暖化に伴い豪雨災害が頻発化・激甚化するとの予測¹⁾を鑑みれば、将来起こり得る豪雨災害に、これまでと同様な管理体制で臨めばよいという保証はない。それゆえ、ダム管理の遂行を阻害するリスク（望ましくない結果が生じる可能性）を低減していく努力が、今後とも継続的に必要であろう。そのため、本研究では、Aダムにおける豪雨災害時の管理をいっそう強化する対策を検討する。

3.1 ダム管理の遂行を阻害する原因の特定

既報²⁾において、筆者らは、FTA手法を用いて、水田灌漑用幹線水路の施設管理における大規模地震対

策を明らかにした。FTA手法とは、解析対象とする望ましくない事象（頂上事象）を出発点にして、その発生原因となる事象（中間事象）を、表-1の記号を用いたFT図と呼ばれる樹形状の図に整理していくことで、根本的な原因となる事象（基本事象）を網羅的に特定し、頂上事象の発生を低減する対策を明らかにする方法である³⁾。FTA手法は、多種多様な事象をFT図上で整理できるので、機械設備の故障からヒューマンエラーまで複合的な事象が関連する災害対応のリスク解析方法として有効である。

そこで、筆者は、本研究においてもFTA手法を適用してダム管理におけるリスク解析を実施した。Aダムの管理者による協力を得て、筆者およびダム管理者は、図-3に示すような「ダム管理の遂行不能」を頂上事象とするFT図を作成し、ダム管理が豪雨災害によって遂行不能となる23の基本事象を特定した。

表-1 FT図に使用される記号

記号	名称	内容
□	頂上事象	頂上事象: 解析対象とする事象
□	中間事象	中間事象: 頂上事象と基本事象の間的事象
○	基本事象	これ以上展開不能な最小レベルの事象
∩	ORゲート	入力事象のうち1つが発生する場合に出力事象が発生
∩	ANDゲート	入力事象のすべてが発生する場合に出力事象が発生

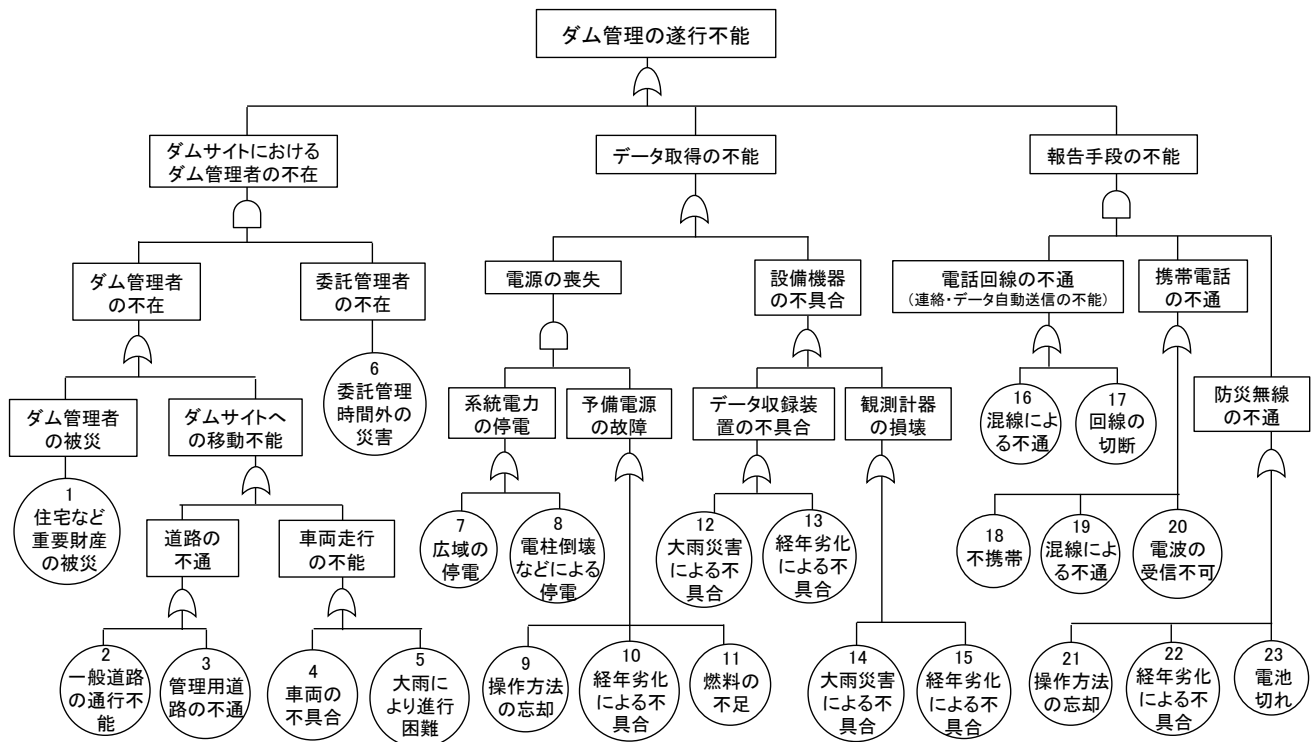


図-3 「ダム管理の遂行不能」を頂上事象とするFT図

3. 2 対策の検討

前節において明らかにした基本事象に対する対策の検討結果を表-2に示す。まず現行のダム管理を想定した対策（対策1）を検討し、対策が同種となる基本事象をまとめて、第1群～第6群に整理した。第1群の基本事象「操作方法の忘却」の対策として、「操作手順の見える化」（操作手順を分かりやすく記した張り紙の掲示など）や「定期的な操作方法の確認」（操作方法確認の業務化・習慣化）が挙げられた。第2群の対策としては、「定期的な点検・動作確認の実施」（点検、動作確認の業務化・習慣化）が、第3群の対策としては、「観測機器の保護強化」（外力に対する保護の強化）が考えられた。また、第4群～第6群の対策（網掛け部分）は、社会インフラのハード対策の強化などダム管理者単独では実施困難な対策である。

しかし、第4群と第5群に対しては、他の対策（対策2）として、台風や低気圧が接近する前にダム管理者はダムサイトへの移動を完了してしまうという対応行動が挙げられた。このような対策は、2. 2に記した、大雨時に土砂崩れのためダムサイトへ移動が困難になったダム管理者の経験から生じた意見である。さらに、ダム管理者が早期にダムサイトへ移動すれば、第1群～第3群の基本事象に対しても対策の強化が図られる。すなわち、ダム管理者は、本格的な降雨前にダム管理に必要な設備機器の最終的な点検や動作確認（対策2）を行うことができ、かつそれらの作業に時間的、精神的な余裕をもってあたることにより、ヒューマンエラーなどのリスクを低減できると期待される。

対策1に加えて対策2を実施すれば、FT図によって挙げられた23の基本事象のうち16の基本事象の発生を回避することができる。さらに、対策2は対策1で実施する対応の最終チェック機能を果たす。両対策を実施することによって、豪雨災害時のダム管理が遂行不能になる事態は確実に低減されよう。

4. 豪雨災害に備えたダム管理における防災行動計画策定の提案

4. 1 ダム管理への防災行動計画の導入

近年、災害の発生時刻を予見して、そこから遡って事前に対応行動を起こす防災行動計画（タイムライン）が注目されている。国土交通省⁴⁾によれば、防災行動計画は、「災害の発生を前提に、防災関係機関が連携して災害時に想定される状況を共有した上で、「いつ」、「誰が」、「何を」を時間軸に沿って整理した計画」

表-2 基本事象に対する対策

群	No.	基本事象	対策1	対策2	
第1群	9, 21	操作方法の忘却	操作手順の見える化 定期的な操作方法の確認		
	4	車両の不具合			
第2群	10, 13	経年劣化などによる不具合	定期的な点検、動作確認の実施	大雨災害発生前に確認・点検	
	15, 22				
	11	燃料の不足			
	18	不携帯			
	23	電池切れ			
第3群	12, 14	大雨災害による不具合	観測機器の保護対策の強化		
第4群	2	一般道路の通行不能	道路の防災対策の強化	大雨災害発生前にダム管理者のダムサイトへの移動完了	
	3	管理用道路の不通			
第5群	5	大雨による進行困難	(対策困難)		
	6	委託管理時間外の災害発生			
第6群	1	住宅など重要財産の被災	住宅や社会インフラの防災対策の強化		住宅や社会インフラの防災対策の強化
	7	広域の停電			
	8	電柱倒壊などによる停電			
	16, 19	混線による不通			
	17	回線の切断			
	20	電波受信不可			

と定義される。現在、各自治体を中心に地域レベルの防災行動計画の策定が推進されている。このような防災行動計画に、対策2の考え方はほぼ合致していると言えよう。台風や低気圧の進路からローカルな降雨の発生まで一定精度の予測が可能になった現代では、対策2を実施することに困難はなかろう。そこで、筆者およびAダム管理者は、ダム管理における防災行動計画（対策2の実施計画）の策定を試行した。

4. 2 ダム管理における防災行動計画の策定

表-2における基本事象と対策から、図-4に示すようなダム管理における防災行動計画が考えられる。まず、台風の接近等に伴い災害対応体制が発動される。ダム管理者は台風や降雨の情報、ダムの水位や流入量に注視するとともに、ダムサイトへ移動するための車両の点検・整備を行う。そして、ダム管理者は降雨前の早い段階でダムサイトへ移動する。ダムサイトに到着したダム管理者は、堤体監視に必要な準備やデータを取得するための観測装置の点検および通信機器の確

認を行う。また、万一の被災時に必要な防災無線や予備発電機の点検および動作確認を行う。このような事前の対応行動をすべて完了して、台風の到来や大雨のピークに備える。さらに、防災行動計画では、各対応行動を実施する具体的な時間を設定することが重要である。防災行動計画では、一般に台風の到来など主要な災害の発生時点を「ゼロ・アワー」と定めて、そこから時間を遡って個々の対応行動を実施する時刻を設定する。このような対応行動の実施時間を記した防災行動計画は、ダム管理者が的確に災害対応を遂行していくためのスケジュール表であるとともに、その対応行動に漏れがないかを確認するためのチェックリストにもなる。

本研究は、以上のような農業用ダム管理における防災行動計画の策定を提案する。

5. 今後の課題

近年、農業用ダムにも治水機能が期待され、積極的な事前放流の実施が求められている。事前放流の作業は防災行動計画の中に組み込まれ、同計画はより煩雑なものになろう。その場合における計画策定および課題の抽出、対応策の検討が今後の課題である。

参考文献

- 1) 気象庁：気象業務はいま2020、特集 激甚化する豪雨災害から命と暮らしを守るために、2022。
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/hakusho/2020/index1.html> (2022年5月20日確認)
- 2) 大久保天、本村由紀央、中村和正：基幹的な灌漑

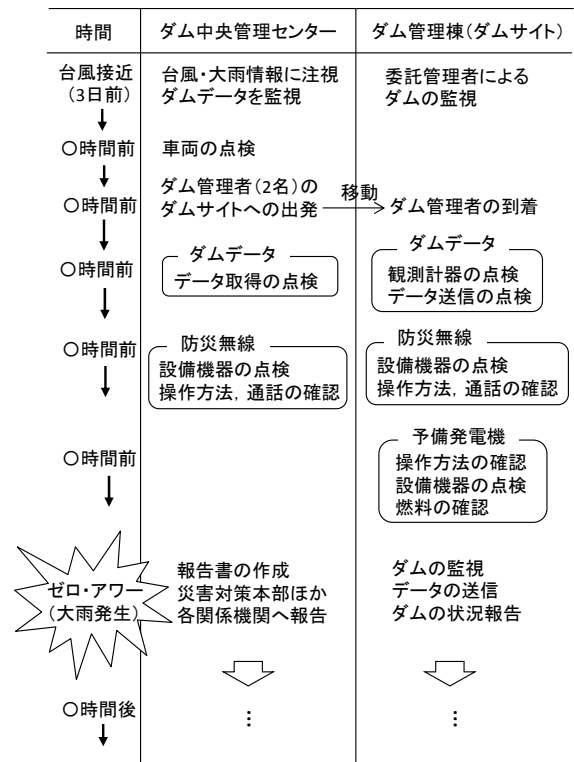


図-4 ダム管理における防災行動計画 (タイムライン)

用水路における大規模地震災害に備えた災害対応力強化対策の評価、農業農村工学会論文集、302、pp.I_121-I_130、2016。

- 3) 小野寺勝重：国際標準化時代の実践FTA手法 信頼性、保全性、安全性解析と品質保証、日科技連、pp.19-21、2007。
- 4) 国土交通省 水害に関する防災・減災対策本部防災行動計画ワーキング・グループ：タイムライン (防災行動計画) 策定・活用指針 (初版)、2016。



大久保 天
OHKUBO Takashi

寒地土木研究所
寒地農業基盤研究グループ
水利基盤チーム
首席研究員
博士 (農学)