

底樋・洪水吐周りにおける ため池被災事例の分析と課題抽出

石丸太一*・鈴木素之*
*山口大学大学院創成科学研究科

1 はじめに

近年の豪雨や大地震の発生に伴い、農業用ため池（以下、ため池）に関する被害が数多く報告されている。平成30年7月豪雨では、西日本を中心に甚大な水害が発生し、従来の防災重点ため池に指定されていない小規模なため池を含む32箇所が決壊する被害が発生した。表1に近年の豪雨災害とそれを受けての行政の取り組みを示す。平成30年7月豪雨による甚大な被災を受けて防災重点ため池の見直しと再選定が実施され、防災重点ため池の数は従来の11,399箇所を大幅に上回る63,722箇所となった²⁾。また、ため池の管理体制の強化を目的に、令和元年7月に「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」が施行され、都道府県によるため池に関する情報のデータベース化や、所有者および管理者が不明瞭なため池の明文化等が進められている³⁾。ため池防災は、今後、防災重点ため池を中心とした早急な対応・対策の実施と日常点検の維持と向上が求められていくと想定される。

ため池は貯めた水を下流域における農業に活用するための取水施設や豪雨時における安全性確保のための洪水吐等から構成されており、構造物と堤体土の境界が被災発生の引き金になりやすいことが知られている。写真1は洪水吐と堤体土の境界に発生したパイピングと呼ばれる堤体に生じた孔である。本研究では、ため池被災の素因となりやすい附帯構造物（底樋、洪水吐）周辺に限定して、近年の豪雨によるため池被災事例を集積・分析することにより、改修や維持管理における課題を抽出・検討

表1 近年の豪雨災害と主な行政の取り組み¹⁾

年月	概要
H23.3	東日本大震災
H25-27	全国のため池一斉点検
H27.5	土地改良事業設計指針「ため池整備」の改定
H29.7	九州北部豪雨
H30.7	平成30年7月豪雨
H30.7	平成30年7月豪雨を踏まえたため池対策検討チームが設置
H30.7	全国ため池緊急点検の実施
H30.11	「防災重点ため池」の新たな選定基準を策定
H30.12	防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策について」を閣議決定
R元.7	「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」が施行



写真1 洪水吐側壁のパイピング孔
(山口県下関市土井ため池)

した。

2 ため池の豪雨災害に関する既往の研究

2.1 概要

ため池の豪雨災害事例を収集し詳細に分析した代表的研究に堀⁴⁾の研究がある。それまで、ため池被災に関する被災事例は被災後の速報的な報告がほとんどであったが、堀の研究は数多くの災害を統一的に分類・分析した貴重な研究である。豪雨によるため池災害は、降水量の影響、特に貯水位の急上昇との間に大きな相関が認められる一方で、堤体土の諸特性との相関は認められなかったことを統計分析で明らかにした。しかしながら、降水量が多い地域でも被災していないため池が多く存在することから、被災の有無を分ける要因として、堤体や基礎の形状、附帯構造物の構造など堤体土や降雨量以外の他の要因が大きく関係していると言及している。一口に、ため池の被災と言っても、人的被害を与えるような決壊から、一部分の損傷、背後斜面や上流部からの土砂流入など規模や被災形態が様々である。また、ため池の約70%が近世以前に築造されていることから、統一された設計基準の下で築造されていない、築堤方法が不明である、多種多様な土質で構成される、度重なる改修が行われている等の特徴を有する。堀⁴⁾はため池の被災について統計分析による概略的な特徴を明らかにしつつも、個別の被災原因の分析や知見の蓄積および類型化が必要不可欠であることを主張している。

2.2 附帯構造物（底樋、洪水吐）周辺におけるため池の被災

堀⁴⁾が分析対象としたため池では、浸透破壊による被災が29箇所、うち14箇所が附帯構造物周辺で発生したものであった。堀は附帯構造物の存在が直接関係する浸透破壊の原因のひとつを附帯構造物周りの地盤の不等沈下とし、状況が異なる2つのメカニズムについて述べている。

1つ目は、底樋が土質工学的に異なる複数の地盤上に設置されている場合、それらの不等沈下や底樋の回転変形に伴って構造物と堤体土の境界が緩み、弱部となる例である。2つ目は、洪水吐改修後の埋め戻し土が構造物との間の摩擦のために不等沈下を起こし、境界部が緩み、弱部となる例である。どちらのケースも堤体土と附帯構造物の剛性（変形しやすさ）が大きく異なることが原因で、それを考慮した設計、施工が求められる。

3 附帯構造物周辺のため池被災事例の集積

本研究では、堀が分析対象とした豪雨災害以降（平成15年以降）に発生した豪雨によるため池被災事例について文献^{9)~12)}を調査し、附帯構造物周辺での被災事例を分析した。文献調査の結果、速報的な報告を含めた9つの文献から、現地調査等により被災箇所や被災原因が明らかになっている74箇所のため池被災事例を収集した。表2に文献から収集した被災ため池の件数を示す。また、発生したため池の被災事例のうち、附帯構造物周辺で発生した被災件数を底樋周りと洪水吐周りに分けて示している。今回対象とした被災ため池では、決壊したため池の約3割が附帯構造物周りで発生していた。特徴的な傾向としては、堀の分析（平成15年以前）の分析と比較して、洪水吐周りの被災が多いことが分かる。堤体が一部損傷したため池については決壊したため池と比較して、被災状況が詳細に記載された文献が少なかった。

表3に今回調査した文献から、構造物付近の被災メカニズムに関する記述を抜粋し要約した。平成29年7月九州北部豪雨におけるため池災害の特徴として上流部から大量の土砂が流木を巻き込みながら流下し、洪水吐を閉塞したことが挙げられる。堰上げられた洪水流が洪水吐付近を浸食し、損傷を拡大させた。同様の現象は平成16年に発生した兵庫県淡路島を中心とした豪雨災害でも多く見られている¹³⁾。対策としては、十分な放水能力が得られるように洪水吐を改修する

表2 豪雨によって被災したため池の分類

豪雨名称	決壊したため池の件数			一部損傷したため池の件数			文献番号
	うち附帯構造物周辺での被災件数			うち附帯構造物周辺での被災件数			
	底樋周り	洪水吐周り		底樋周り	洪水吐周り		
平成15年以前の豪雨	57	12 ^{※1}	2 ^{※1}	-	-		4)
平成25年8月の大雨	10	不明 ^{※2}		-	-		5)
平成26年8月豪雨	3	不明 ^{※2}		-	-		6)
平成29年7月九州北部豪雨	6	0	4	8	0	6	7), 8)
平成30年7月豪雨	15	0	1	12	0	0	9), 10)
令和元年8月豪雨(佐賀県)	1	0	1	5	0	0	11)
令和元年東日本台風 (台風第19号)	14	9	3	-	-	-	12)
合計	106	21	11	25	0	6	-

※1 附帯構造物付近で発生した浸透破壊のみの件数(越流破壊, すべり破壊に関しては記載がなかった)。

※2 被災箇所に関して詳細な記載がなかったためは不明とした。

表3 附帯構造物付近の被災に関する記述の抜粋

文献番号	豪雨名称	文献より抜粋
7	平成29年7月九州北部豪雨	今回調査したため池の主な被災要因は、想定外の豪雨による土砂や流木を伴う洪水流の流入である。(中略) 豪雨によって洪水吐の放流能力を超えた洪水流が洪水吐を流下することによって、堤体越流が発生する前に洪水吐水路周辺が浸食される。次に洪水吐水路周辺の浸食範囲が堤体部まで進行し堤体が損傷する。その後、洪水吐流入部の周辺まで浸食が進行し堤体が著しく損傷し決壊に至る。
8		豪雨発生により上流からの大量の土砂・流木がため池内に流入し、流木等の集積によって洪水吐が閉塞したことによって、越流水により土堤が侵食され、ため池堤体が決壊したことが推察される。
12	令和元年東日本台風 (台風第19号)	下流面のすべり破壊により堤体横断面が縮小したことによって堤体自重と貯水の浸透力との均衡が崩れて堤体が不安定化し、水みちとなり易い旧底樋の敷設部が決壊したと推察される。

ことや、洪水吐を流木の通過を阻害しない構造とし、洪水吐クレストから堤体天端までの高さを十分に高くすることが挙げられる⁷⁾。

令和元年東日本台風の一例は、すべり破壊と浸透破壊の複合型であると考えられる。文献からは底樋の存在とすべり破壊の関係性は不明であるが、既に形成された水みちの存在によって貯水位の上昇と下流側の浸潤線の上昇が連動しやすくなるケースもあることから⁴⁾、すべり破壊から浸透破壊の一時的な関係性ではなく相互に作用した可能性も考えられる。

表 4 浸透破壊と越流破壊に対する底樋・洪水吐周辺の対策・注意点

	浸透破壊	越流破壊
底樋周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・不等沈下が発生しない良質な地盤上に敷設する。 ・不等沈下に追従できる構造とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・十分な流量流下能力を確保する。
洪水吐周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・埋戻し土と洪水吐の境界はなじみをよくする処置を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・十分な放流能力を確保する。 ・流木の通過を阻害しない構造とする。

4 おわりに

表 4 に浸透破壊と越流破壊に対する底樋・洪水吐周辺の対策・注意点を整理する。附帯構造物周辺では、被災形態によって発生メカニズムや対応策が異なることが分かった。また、被災報告の中には、附帯構造物が改修されているため池では周辺のため池と比較して被災の程度が低いといった事例も含まれている。被災事例が多く蓄積されてきているとともに、ため池の管理体制が強化され、本格的に維持管理を徹底するフェーズに入っていることから、対策の成功事例や未被災ため池の情報も比較対象として蓄積していく必要があると考える。

参考文献

- 1) 山本恵太：「農業用ため池の管理及び保全に関する法律」の概要—農業用ため池の適正な管理を目指して—，農村計画学会誌，Vol.38，No.3，pp.320-323，2019。
- 2) 農林水産省：全国ため池緊急点検の結果について <https://www.maff.go.jp/j/press/nousin/bousai/180906.html>（2021年2月4日閲覧）。
- 3) 農林水産省農村振興局：農業用ため池の管理及び保全に関するガイドライン，2019年6月策定（2020年10月一部改正）。
- 4) 堀俊和：農業用ため池の豪雨災害に関する研究，農業工学研究所報告，第44号，pp.139-247，2005。
- 5) 正田大輔，川本治，鈴木尚登，吉迫宏，井上敬資，小嶋創：平成25年度豪雨による決壊ため池の氾濫解析検証，農村工学研究所技報，第215号，pp.91-101，2014。
- 6) 正田大輔，吉迫宏，紺野道昭，井上敬資，鈴木尚登：平成26年8月豪雨被災ため池での流入土砂の実態，農村工学研究所技報，第218号，pp.65-76，2016。
- 7) 泉明良，堀俊和，正田大輔，吉迫宏，梶原義範：平成29年7月九州北部豪雨におけるため池の被災要因，農研機構研究報告農業工学部門，第2号，pp.121-136，2018。
- 8) 秋山壽一郎他：平成29年7月九州北部豪雨災害に関する総合的研究，平成29年度科学研究費補助金特別研究促進費報告書，2019。
- 9) 公益社団法人土木学会中国支部：2018年7月西日本豪雨災害調査報告書，2018。
- 10) 泉明良，堀俊和，梶原義範：平成30年7月豪雨における岡山県内のため池被災状況，農研機構研究報告農業工学部門，第3号，pp.61-70，2019。
- 11) 神山惇，藤本哲生，工藤啓幹，末次大輔：令和元年8月豪雨による佐賀県小城市のため池被災調査報告，自然災害科学，Vol.39，No.2，pp.83-88，2020。
- 12) 藤本哲生，栗林健太郎，棚谷南海彦，黒田修一：2019年台風19号等による豪雨で決壊したため池堤体の特徴と決壊要因の推定，土木学会論文集B1，Vol.76，No.1，pp.370-384，2020。
- 13) 香川大学平成16年台風災害調査団：香川大学平成16年台風災害調査団報告書，2005。