

## 平成 29 年 7 月九州北部豪雨におけるため池の被災要因

泉 明良\* 堀 俊和\* 正田大輔\*\* 吉迫 宏\*\* 梶原義範\*\*\*

\*施設工学研究領域土構造物ユニット

\*\*施設工学研究領域地域防災ユニット

\*\*\*企画管理部災害対策調整室

### 要 旨

2017 年 7 月 5 日～6 日にかけて九州北部地方に記録的な豪雨が観測され、河川の氾濫や土砂崩壊が発生し九州北部に甚大な被害を与えた。福岡県朝倉市では 200 年超過確率の確率雨量を大幅に超えた豪雨が観測され、市内のため池においては豪雨による洪水流が貯水池に流入し被害を受けた。さらに、ため池上流山腹の土砂崩壊によって土砂や流木がため池貯水池に流入した。本報では、ため池の被害状況を把握し、被災要因を解明するために朝倉市内 13 か所の被災ため池について現地調査を実施した。現地調査結果から、調査したため池の多くは、土砂や流木を伴う洪水流により洪水吐周辺が浸食されて被災していることが明らかとなった。また、今回の被災事例から想定外の豪雨に対するため池の被害を軽減するために必要な対策を提案した。

キーワード：平成 29 年 7 月九州北部豪雨、ため池、被災調査、洪水吐、土砂流入、流木

### 1 緒 言

国内に存在する約 20 万か所のため池の約 70%は、江戸時代以前に築造されており老朽化が進んでいる（農林水産省, 2017a）。地方自治体ではため池堤体が決壊した場合に、下流の住宅や公共施設等に影響のあるため池（以下、防災重点ため池）11,362 か所を対象に豪雨と地震に対する詳細調査を実施し、豪雨・地震対策の必要であると確認されたため池について対策工事を推進している（農林水産省, 2017b）。

防災重点ため池を中心に老朽化したため池の豪雨対策が実施されているが、近年、集中豪雨や局地的大雨の発生によって、ため池の被災事例が多数報告されている。平成 19 年～28 年度に生じたため池の被害の約 70%（約 6,200 件）が豪雨による被害であり、約 30%（約 2,600 件）が地震による被害である（農林水産省, 2017c）。過去に発生したため池の被災状況について、堀ら（2015）は 2004 年の台風 23 号による淡路島のため池の被害事例および 2014 年の広島豪雨災害のため池の被害事例から、洪水吐の放流能力が高いため池では土石流が流入した場合においても決壊しない可能性が高いことを報告している。田上（2010）は、平成 21 年の梅雨前線豪雨によって被災した山口県防府市内のため池 50 か所のうち 9 割に土砂流入が発生したものの、貯水池内で貯留し、下流への被害を防いだことを報告している。平成 26 年 8 月豪雨によって被災した兵庫県丹波市のため池の現地調査の結果において、築造時期が古い

ものの洪水吐を改修したため池は決壊しなかった。このことから、小田ら（2015）は老朽化したため池の洪水吐の改修の重要性を指摘している。また、正田ら（2016）は、京都府福知山市および兵庫県丹波市で土砂災害があったため池について、貯水池内への流入土砂量を定量的に評価した。このように被災状況を把握し、被災要因を解明することは、被害軽減の対策を検討するために欠かすことができない。

本報では、平成 29 年 7 月九州北部豪雨で被災した福岡県朝倉市内のため池について、ため池の被災状況の把握および被災要因を解明するために、現地調査した結果を報告する。調査期間は 2017 年 7 月 13 日～14 日であり、13 か所のため池について現地調査を実施した。

### 2 平成 29 年 7 月九州北部豪雨概要

2017 年 7 月 5 日～6 日に停滞した梅雨前線に暖かく湿気の多い空気が流れ込んだことによって、九州北部地方に記録的な大雨が観測された（気象庁, 2017）。Fig. 1 に降雨観測地点を示し、Fig. 2 (a) にアメダス観測地点「朝倉」で観測された期間内の降水量時刻歴を示す。位置図は国土地理院 HP の地理院地図（電子国土 web）を利用した。グラフの時間雨量は毎正時に観測された雨量である。総降水量は 586mm であり、最大日雨量 516mm、最大 1 時間降水量は 129.5mm である。福岡県朝倉市において観測史上最も多い 24 時間降水量が記録された。また、Fig. 2 (b) に福岡県

県土整備部における観測地点「北小路公民館」で観測された期間内の降水量時刻歴を示す。総降水量は 804mm であり、最大日雨量 868mm, 最大 1 時間降水量は 124mm である。朝倉市内においてアメダス観測地点である平野部と比較して、調査ため池上流山腹部に位置する「北小路公民館」の方が、総降水量が多い。

アメダス観測地点「朝倉」および周辺の観測地点「日田」、「耳納山」、「久留米」、「大宰府」、「柳川」、「黒木」、「大牟田」の降水量データを用いてグンベル法（農林水産省，2006）によって朝倉市における 200 年超過確率の確率雨量を算出した結果、1 時間雨量が 102.2mm, 日雨量が 324.8mm であった。このことから、平成 29 年 7 月九州北部豪雨における朝倉市の降水量は 200 年超過確率の確率雨量を大幅に超えていることがわかる。「ため池整備」（農林水産省，2015）では、200 年確率洪水流量を基本として設計洪水流量が定められているため、「ため池整備」で整備されたため池においても、設計を超えた洪水流入があったことがわかる。

### 3 調査対象ため池の概要

朝倉市内には 108 か所のため池が存在し、今回被災したため池は 8 月 20 日時点で 48 か所である。九州農政局および福岡県と被災状況について情報共有し、7 月 13, 14 日の 2 日間にわたって 13 か所の被災ため池について現地調査を実施した（農研機構，2017）。Fig. 3 に調査ため池の位置図を示す。背景図は国土地理院の被害状況判読図を使用した（国土地理院，2017）。調査ため池の諸元を Table 1 に示す。堤体上流・下流法面勾配ならびに有効貯水量は朝倉市ため池台帳の値であり、満水面積および流域面積は ArcGIS

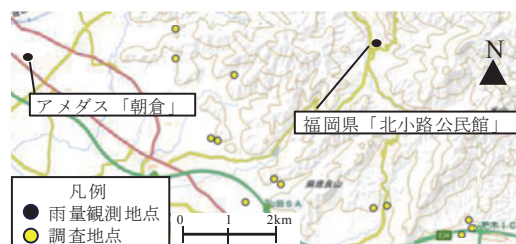
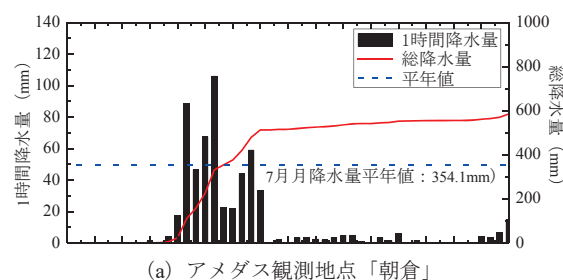
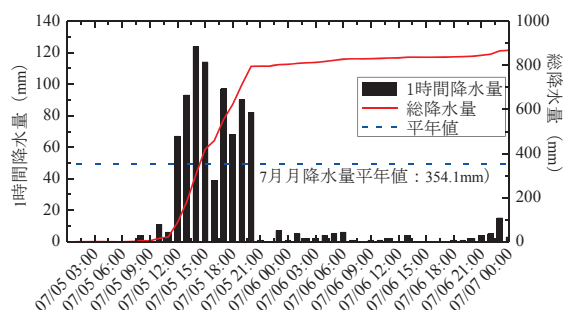


Fig. 1 雨量観測所  
Rainfall observatory



(a) アメダス観測地点「朝倉」



(b) 福岡県観測地点「北小路公民館」

Fig. 2 降水量時刻歴  
Time history of rainfall

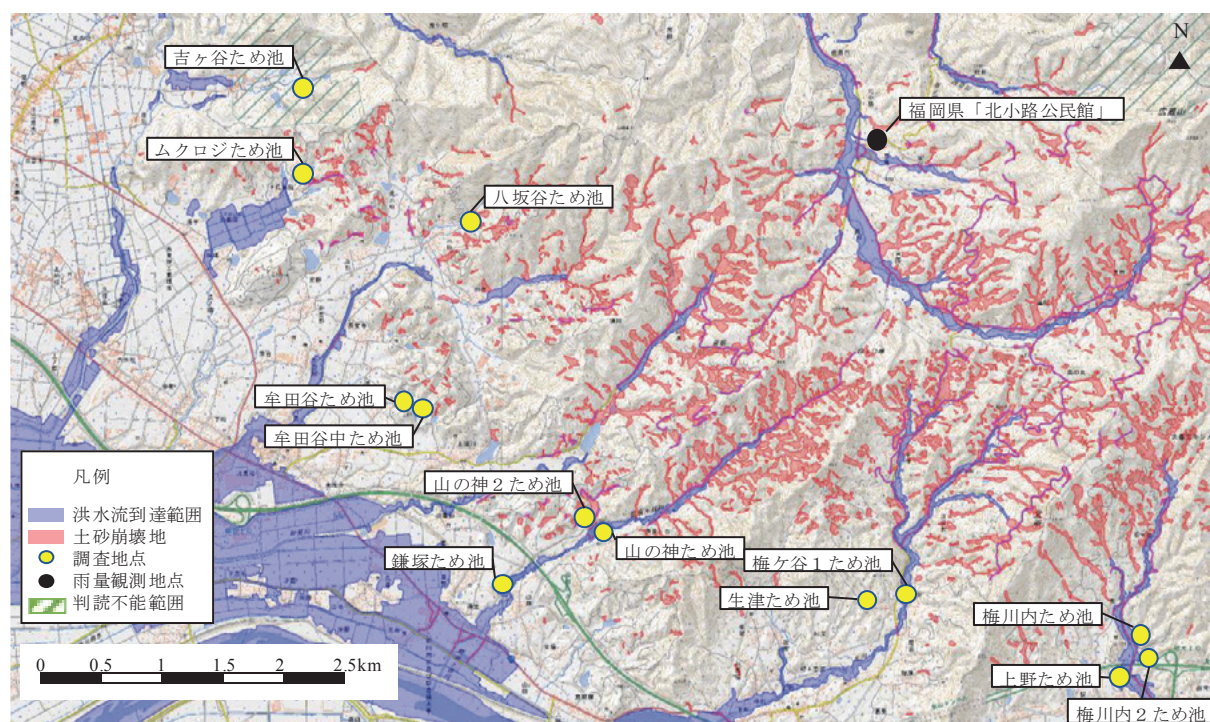


Fig. 3 調査ため池の位置図（国土地理院 被害状況判読図（国土地理院，2017）に加筆）  
Survey sites of small earthfill dams

**Table 1** 調査ため池の諸元  
Dimension of small earthfill dams

	構造			総貯水量 (m <sup>3</sup> )		有効 貯水量 (m <sup>3</sup> )	満水 面積 (km <sup>2</sup> )	流域 面積 (km <sup>2</sup> )	灌漑 受益 面積 (ha)	洪水吐		改修履歴		
	形式	天端幅 (m)	堤高 (m)	堤長 (m)	上流法面 勾配					下流法面 勾配	形式		断面	
①梅川内ため池	均一型	1.5	5.4	57.0	1 : 2.7	1 : 1.5	不明	4,000	3,598	0.001	0.140	3.8	無し	無し
②梅川内2ため池	均一型	3.0	6.7	126.0	1 : 2.3	1 : 1.6	不明	7,000	6,135	0.002	0.016	3.7	水路流入型	暗渠 直径 0.8m
③上野ため池	均一型	3.0	2.9	152.0	1 : 1.6	1 : 1.4	不明	6,000	4,112	0.005	0.046	7.5	水路流入型	幅 1.6m×高さ 0.3m
④梅ヶ谷1ため池	傾斜遮水 ゾーン型	4.3	11.6	43.0	1 : 2.2	1 : 1.9	不明	20,000	18,850	0.003	3.653	40.4	側水路型	幅 60.0m×高さ 2.0m 平成 5 年に堤 体, 取水施設, 洪水吐改修
⑤生津ため池	均一型	3.0	7.0	52.0	1 : 2.2	1 : 1.3	大正	3,200	2,878	0.001	0.178	1.6	水路流入型	幅 1.0m×高さ 0.6m
⑥山の神ため池	均一型	4.5	9.9	156.0	1 : 2.7	1 : 1.4	不明	70,000	59,791	0.013	2.015	2.7	正面越流堰型	幅 11.5m×高さ 1.5m
⑦山の神 2 ため池	均一型	2.0	4.1	52.0	1 : 1.0	1 : 0.9	不明	4,000	3,185	0.002	0.143	2.7	無し	無し
⑧鎌塚ため池	均一型	4.0	11.5	122.0	1 : 2.2	1 : 1.6	不明	99,000	78,349	0.021	0.706	2.0	正面越流堰型	昭和以降に洪水 吐, 取水施設, 底樋改修
⑨八坂谷ため池	均一型	3.0	6.4	67.0	1 : 2.4	1 : 2.4	不明	7,000	6,651	0.002	0.652	7.4	側水路型	幅 11.0m×高さ 2.1m
⑩牟田谷ため池	均一型	3.5	4.7	39.0	1 : 2.4	1 : 1.8	不明	6,000	5,040	0.002	0.035	5.0	水路流入型	幅 1.6m×高さ 0.4m
⑪牟田谷中ため池	均一型	2.0	6.1	46.0	1 : 2.1	1 : 1.2	不明	8,000	7,316	0.003	0.072	5.0	水路流入型	幅 1.8m×高さ 0.6m
⑫ムクロジため池	均一型	3.0	5.1	46.0	1 : 1.6	1 : 2.1	不明	8,000	6,852	0.003	0.104	18.2	水路流入型	幅 1.7m×高さ 0.2m
⑬吉ヶ谷ため池	均一型	2.4	7.9	55.0	1 : 1.8	1 : 2.2	不明	5,000	4,616	0.002	0.136	7.3	水路流入型	幅 2.0m×高さ 1.0m



(1/25000 地形図)を用いて計測した。その他の値は2013年度から2015年度にかけて実施されたため池一斉点検結果の値である。生津ため池は大正時代に築造されているが、他のため池の築造年代は不明である。また、梅ヶ谷1ため池は平成5年度に改修されており、鎌塚ため池は昭和以降に改修されているが、詳細な時期については不明である。他のため池についての改修時期は不明である。

Fig. 3 に示すように吉ヶ谷ため池、牟田谷ため池、牟田谷中ため池および生津ため池を除いた9か所のため池の上流において広範囲の土砂崩壊が生じた。また、牟田谷ため池、牟田谷中ため池、八坂谷ため池および生津ため池を除く9か所では、上流域で発生した洪水流が貯水池内に流入した。なお、吉ヶ谷ため池周辺の洪水流および土砂崩壊は判別不能であった。ため池の集水域の斜面は、杉等の針葉樹および柿等の樹園地が分布しており、土砂崩壊の発生に伴い、針葉樹を中心とする多量の流木が貯水池内に流入した。

## 4 調査対象ため池の被災状況

### 4.1 梅川内ため池および梅川内2ため池

Fig. 4 に梅川内ため池および梅川内2ため池の撮影位置図を示す。位置図は国土地理院 HP の地理院地図（電子国土 web）を利用した。後述する他のため池の位置図も同様である。梅川内ため池および梅川内2ため池は寒水川左岸側に位置している。調査時において、土砂および流木が流下し、旧河道周辺の広い範囲が土砂で埋没していた。梅川内2ため池は土砂や流木を伴う洪水流により、Fig. 5 に示すように、堤体の数十 m 部分が流失し土砂および流木が貯水池内に流入していた。堤体上流法面に越流の痕跡はなかったが、Fig. 6 に示すように堤体の下流法面の下部には草木が倒された痕跡があった。このことから、梅川内2ため池は堤体越流による崩壊ではなく、隣接する寒水川で発生した土砂や流木を伴う洪水流が堤体下流法面を侵食し堤体を崩壊させたと考えられる。梅川内ため池においては、梅川内2ため池と同様に寒水川からの土石流や流木によって、Fig. 7 に示すように堤体下流法面が侵食されており一部崩壊していた。また、Fig. 8 に示すように貯水池の上流部は寒水川から流入した土砂が堆積していた。

### 4.2 上野ため池

Fig. 9 に上野ため池の撮影位置図を示す。寒水川の右岸斜面に狭小な自流域を有する上野ため池は左岸側に洪水吐がある。寒水川で発生した土砂および流木が、上野ため池上流側から流入した。Fig. 10 に示すように、洪水吐は流入した洪水流を排出する能力を有しておらず、堤体越流が発生し、Fig. 11 に示すように堤体の右岸側の一部が損傷していた。護岸コンクリートは存置しており、決壊は免れていた。貯水池内には土砂が満水位 (F.W.L.) の高さまで堆積しており、Fig. 11 に示すように大量の流木が残存していた。また、Fig. 12 に示すように右岸の崩壊部から大量の流

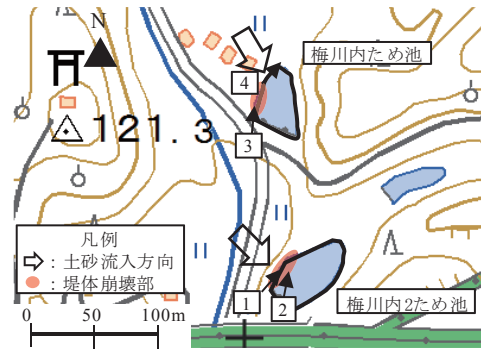


Fig. 4 梅川内ため池および梅川内2ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Umegochi pond and Umegochi 2 pond



Fig. 5 梅川内2ため池の堤体崩壊部  
寒水川からの侵食で堤体が流失している  
Failure part at Umegochi 2 pond



Fig. 6 梅川内2ため池の下流斜面  
Downstream slope at at Umegochi 2 pond



Fig. 7 梅川内ため池堤体の崩壊部  
寒水川の氾濫によって堤体が崩壊している  
Failure part at Umegochi pond

木が下流に流れ、右岸崩落部下流側は越流した土砂および流木によって浸食されていた。底樋の出口は堤体の崩壊土砂により埋まっており、調査時はポンプを用いて排水を行っていた。

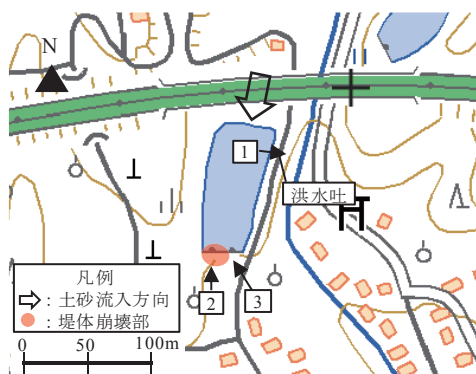
#### 4.3 梅ヶ谷 1 ため池

**Fig. 13** に梅ヶ谷 1 の位置図を示す。梅ヶ谷 1 ため池は北川の本流に築造されたため池であり、平成 5 年の改修によって規模の大きい側水路型の洪水吐が設置されている。

**Fig. 14** に示すとおり、上流から流入した大量の土砂により、F.W.L まで完全に土砂が堆積していた。**Fig. 15** に示すように、洪水吐水路の両岸が浸食され、崩壊部が堤体下流法先に達した。**Fig. 16** に示すように、洪水吐水路上部に設



**Fig. 8** 梅川内ため池内の堆砂状況  
貯水池右岸から土砂流入の様子  
Sand and mud flowed into Umegochi pond



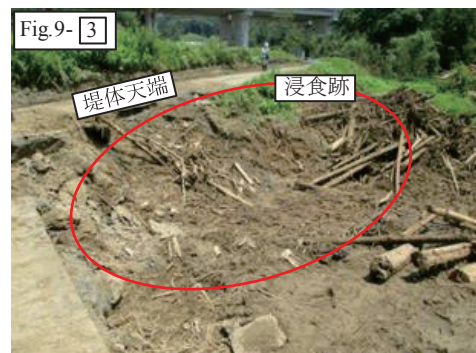
**Fig. 9** 上野ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Ueno pond



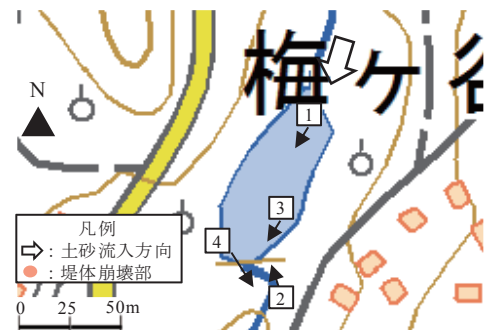
**Fig. 10** 上野ため池の洪水吐  
Spillway of Ueno pond



**Fig. 11** 崩壊した上野ため池の右岸  
堤体が崩壊し護岸コンクリートのみ存置  
Right side at collapsed Ueno pond



**Fig. 12** 上野ため池右岸下流部  
Right side downstream at Ueno pond



**Fig. 13** 梅ヶ谷 1 ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Umegatani 1 pond



**Fig. 14** 梅ヶ谷 1 ため池内の堆砂状況  
Sand and mud flowed into Umegatani 1 pond



**Fig. 15** 梅ヶ谷 1 ため池の堤体と洪水吐水路  
Bank and spillway channel at Umegatani 1 pond



置された道路橋のガードレールが湾曲していた。**Fig. 17**に示すとおり、堤体下流斜面の草木には越流等による目立った痕跡は認められなかった。また、洪水吐水路下流右岸では浸食が民家の脇まで迫っていた。

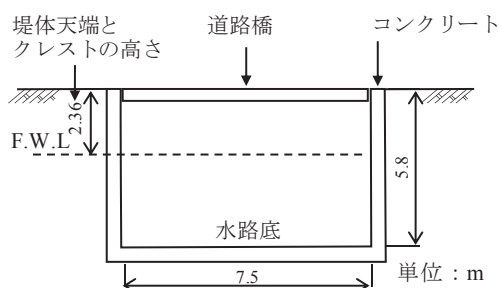
洪水吐水路上部のガードレールの湾曲は越流した流木の激突により発生したと考えられるが、堤体下流斜面に明瞭な越流の痕跡が認められないことから、越流した流量は少量であったと推察される。洪水吐越流部の最も標高の高い場所（以下、クレスト）の幅が60mと大きいこと、また**Fig. 18**に示すように水路から道路橋までの高さが約5.8mと高いことから、流木が洪水吐を塞がず堤体下流に流下したことが、決壊を免れた大きな要因であると考えられる。また、F.W.L.まで完全に土砂が堆積していることから、梅ヶ谷1ため池は、多くとも有効貯水量18,850m<sup>3</sup>分の土砂が堤体下流に流出することを防いだ。



**Fig. 16** 洪水吐水路上部の道路橋のガードレール  
流木の激突によって湾曲している  
Guardrail of road bridge on spillway channel



**Fig. 17** 梅ヶ谷1ため池の下流斜面  
Downstream slope at at Umegatani 1 pond



**Fig. 18** 梅ヶ谷1ため池の洪水吐側水路断面図  
Cross section of spillway channel at Umegatani 1 pond

#### 4.4 生津ため池

**Fig. 19**に生津ため池の撮影位置図を示す。石積みの洪水吐が堤体右岸に位置している。**Fig. 3**からは土砂崩壊が生津ため池上流で確認できないが、**Fig. 20**に示すとおり、ため池の上流からの土砂が貯水池に流入し、土砂はF.W.L.まで堆積していた。洪水吐流入部に損傷はなかったが、石積みの洪水吐水路は**Fig. 21**に示すとおりが崩壊していた。また、**Fig. 22**に示すように、洪水吐水路周辺の堤体が大きく崩落していた。天端に越流の痕跡がなく、洪水吐に多量の洪水流の流入に加え流入土砂によって洪水吐水路が崩壊し、崩壊した箇所から堤体が浸食されたと考えられる。

#### 4.5 山の神ため池・山の神2ため池

**Fig. 23**に山の神ため池および山の神2ため池の撮影位



**Fig. 19** 生津ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Namazu pond



**Fig. 20** 生津ため池内の堆砂状況  
Sand and mud flowed into Namazu pond



**Fig. 21** 生津ため池の洪水吐水路  
Spillway channel at Namazu pond

置図を示す。山の神ため池と山の神 2 ため池は重ねため池であり、山の神 2 ため池は山の神ため池の貯水池の右岸側に位置している。山の神ため池の洪水吐には道路橋が設置されていた。山の神 2 ため池には洪水吐が設置されていない。

山の神ため池では、奈良ヶ谷川上流域から大量の土砂や流木を伴う洪水流が流入した。**Fig. 24** に示すとおり、堤体はほぼ全体が V 字状に流失しており、洪水吐は完全に崩落していた。**Fig. 25** に貯水池の土砂の堆積状況を示す。貯水池に残存していた土砂の厚みは最大約 2m とわずかであり、貯水池内に流入した土砂や流木のほとんどは堤体の決

壊部から下流に流出していた。**Fig. 26** に示すように、左岸地山の車道に流木が漂着していた。**Fig. 27** に示すように、洪水吐上部に設置された道路橋が崩落しており、道路橋のガードレールには木片が挟まった痕跡があった。このことから山の神ため池では堤体越流が発生したと推測できる。

**Fig. 28** に示すように、決壊部の直下流には流木が破碎した木片が大量に残存していた。

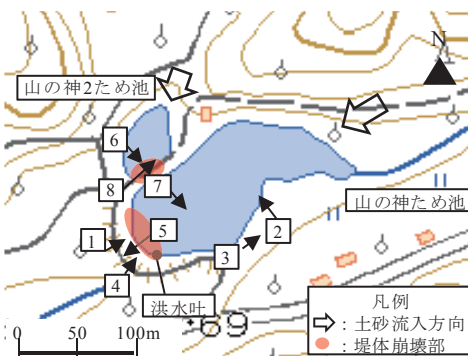
山の神 2 ため池では、上流の 2 か所で斜面崩壊が発生し、山の神 2 ため池の貯水池に流入した。**Fig. 29** に示すように、堤体は決壊して、貯水が山の神ため池の貯水池に流入した。**Fig. 30** に示すように、山の神 2 ため池の堤体下流



**Fig. 22** 崩壊した堤体右岸  
Collapsed right side bank



**Fig. 26** 側道に打ち上げられた流木  
Driftwood on road of left side



**Fig. 23** 山の神ため池および山の神 2 ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Yamanokami pond and Yamanokami 2 pond



**Fig. 27** 崩壊した洪水吐上部の道路橋  
Collapsed road bridge on spillway



**Fig. 24** 決壊した山の神ため池の堤体  
Collapsed bank of Yamanokami pond



**Fig. 28** 堤体直下流の流木  
Driftwood on downstream of bank



**Fig. 25** 山の神ため池内の堆砂状況  
Sand and mud flowed into Yamanokami pond



**Fig. 29** 決壊した山の神 2 ため池の堤体  
Collapsed bank of Yamanokami 2 pond



斜面に設置された山の神ため池貯水池の護岸コンクリートが山の神ため池貯水池の中央部まで移動していた。また、山の神2ため池の左岸側と山の神ため池右岸側の間に位置する民家は Fig. 31 に示すように倒壊していた。

Fig. 27 に示す越流跡や Fig. 26 の車道に打ち上げられた流木の状況から、山の神ため池では流入した土砂と流木は貯水池に溜まり貯水位の上昇に伴い、堤体越流によって堤体が決壊したものと考えられる。貯水池内に流入した土砂や流木は一時的に貯留されたが、堤体の決壊に伴って貯水ならびに土砂、流木が堤体下流に流出したため、貯水池内に流入した土砂の貯留効果は結果的にほとんどなかったと推察される。山の神2ため池の決壊とともに壊れた護岸コンクリートは数 10m 離れた山の神ため池の貯水池に押し流され存置していることから、山の神ため池の決壊後に山の神2ため池が決壊したものと推測できる。

山の神ため池と山の神2ため池の決壊により流出した貯水量および堤体土量は以下のとおり概算される。流出量は山の神ため池と山の神2ため池の有効貯水量の合計 ( $59,791\text{m}^3 + 3,185\text{m}^3 = 62,976\text{m}^3$ ) と決壊によって流失した堤体土の合計 ( $10,000\text{m}^3 + 300\text{m}^3 = 10,300\text{m}^3$ ) の和で約  $73,000\text{m}^3$  であり、山の神ため池下流に位置する鎌塚ため池に流入したと考えられる。なお、決壊した堤体土量は V 字に決壊したと仮定し Table 1 の堤体構造諸元から算出した。

#### 4.6 鎌塚ため池

Fig. 32 に鎌塚ため池の撮影位置図を示す。Fig. 3 に示すとおり、鎌塚ため池は山の神ため池の下流に位置している。洪水吐は最大幅 17.5m、最大高さ 2.3m であり、洪水吐クレストから堤体天端までの高さは 4.77m である。コンクリートの洪水吐側壁の高さはクレストから 2.3m である。

奈良ヶ谷川上流域からの土砂を伴う洪水流、山の神ため

池と山の神2ため池の貯水ならびに決壊した堤体土が鎌塚ため池に流入した。Fig. 33 に示すとおり堤体上流斜面の痕跡から、最大水位は堤体天端から約 1.0m 下までで、これは洪水吐クレストから約 3.8m で、堤体越流は発生していない。Fig. 34 および Fig. 35 に示すように洪水吐流入部周辺の堤体が大きく浸食されて、洪水吐水路が崩落し、流失していた。洪水吐水路左岸の地山が大きく崩落していた。また、洪水吐移行部に管理橋が設置されていたが、下流へ流出した。鎌塚ため池での最大水深は洪水吐クレストから約 3.8m 上で、洪水吐の側壁が 2.3m であるから、1.5m 分は側壁を超えた水位で流下したことになる。このことから鎌塚ため池の設計洪水流量をはるかに超えた洪水が土砂および流木を伴って洪水吐を流下していたことになる。このため、堤体土および左岸地山が浸食され、洪水吐水路の崩

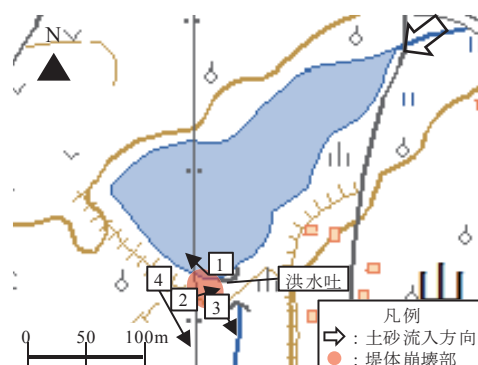


Fig. 32 鎌塚ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Kamatsuka pond



Fig. 33 鎌塚ため池の堤体  
Bank of Kamatsuka pond

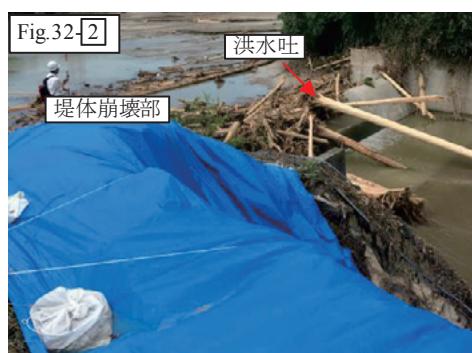


Fig. 34 洪水吐右岸の崩壊  
Failure of right side spillway



Fig. 30 護岸コンクリートの崩落  
Failure of concrete revetment



Fig. 31 民家の倒壊  
Failure of house



壊にいたったものと考えられる。貯水池には F.W.L まで土砂が堆積していた。Fig. 36 に示すように洪水吐水路の下流（堤体の直下流）には流木が大量に堆積していた。

洪水吐の設計洪水流量を超えた大量の土砂および流木を含む流入量があったにもかかわらず、鎌塚ため池は決壊しなかった。Table 2 に山の神ため池と鎌塚ため池の洪水吐の規模の違いを示し、Fig. 37 にそれぞれの断面図を示す。鎌塚ため池の洪水吐と比較して、決壊した山の神ため池の洪水吐は規模が小さく、洪水吐の放流能力が低かったことが推察される。さらに、山の神ため池では、洪水吐から 1.5m の位置に道路橋があることや、橋脚や呑口に杭があったことから流木が洪水吐の呑口を塞ぎ、堰上げが発生した可能性が高い。鎌塚ため池では洪水吐移行部に管理橋が設置されていたが洪水吐の規模が大きく、また洪水吐クレストから堤体天端までの高さが 4.77m と山の神ため池よりも高いため、堤体を越流しなかった。以上のことから、鎌塚ため池が決壊しなかった原因として、流木が洪水吐を

流れやすい構造となっており堰上げが発生しなかったこと、洪水吐から堤体天端までの高さが大きかったことが考えられる。

鎌塚ため池では、貯水池に F.W.L まで土砂が堆積している。上流から流入した礫分のほとんどが、鎌塚ため池貯水池内上流に留まっており、貯水池内下流の堆積土砂が砂～シルト主体となっていることから、貯水によって土砂の流れが大きく減速したことを示唆している。

山の神ため池と山の神 2 ため池の決壊によって流出した貯水量および土砂量は約 73,000 m<sup>3</sup> であり、鎌塚ため池の有効貯水量 78,349 m<sup>3</sup> 以下である。決壊によって流出した貯水量および土砂量は鎌塚ため池に貯留した後、洪水吐から放流されたことから、山の神ため池の決壊による下流への被害は、鎌塚ため池で軽減させた可能性があると考えられる。また、山の神ため池から鎌塚ため池までに住宅等施設はなく、河岸の農地は被災したものの決壊によって人的被害は生じなかったと考えられる。さらに、鎌塚ため池では、洪水吐クレストから 3.8m 上の水位まで一時的に水を貯留していることから、満水面積 21,000m<sup>2</sup>×3.8m=79,800 m<sup>3</sup> の水量の流出を遅らせることによって、下流住民避難のための時間を確保するとともに、洪水ピーク流量を軽減したことが示唆される。

#### 4.7 八坂谷ため池

Fig. 38 に八坂谷ため池の撮影位置図を示す。側水路型の洪水吐は右岸側に位置し、洪水吐は石積み形式である。貯



Fig. 35 洪水吐水路の崩落  
Failure of spillway channel

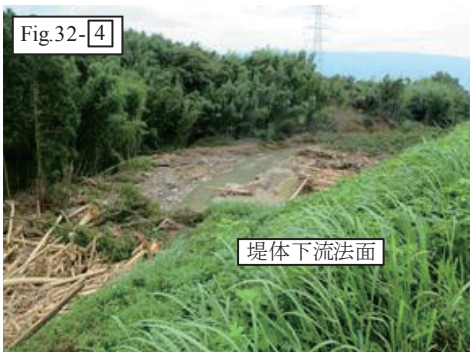


Fig. 36 堤体下流の流木  
Driftwood on downstream bank

Table 2 山の神ため池と鎌塚ため池の洪水吐構造の違い  
Difference between spillway structure Yamanokami pond and Kamatsuka pond

	道路橋等の有無	洪水吐の規模	洪水吐クレストから堤体天端までの高さ (m)
山の神ため池	有	幅 11.5m×高さ 1.5m	1.98
鎌塚ため池	有	最大幅 17.5m×最大高さ 2.3m (一斉点検結果: 幅 17.5m×高さ 1.0m) 2 段式の洪水吐	4.77

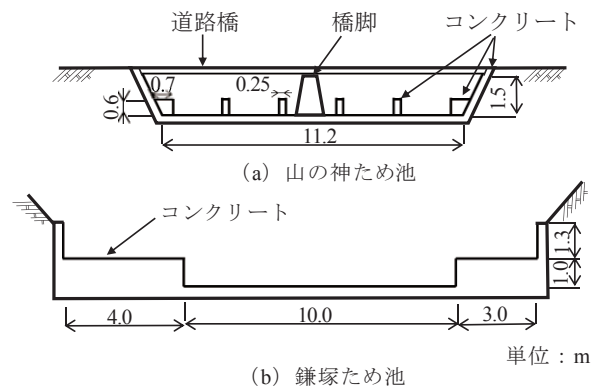


Fig. 37 洪水吐断面図  
Cross section of spillway

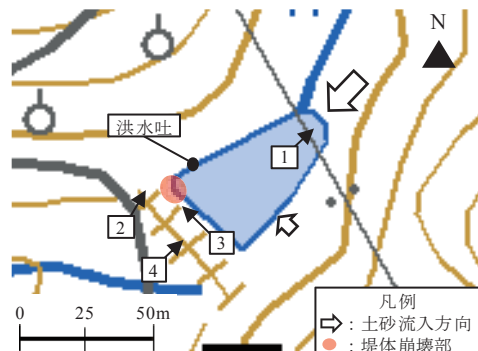


Fig. 38 八坂谷ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Yasakatani pond

水池の周りで斜面崩壊が発生しており、貯水池の左岸側とFig. 39に示すように流入部で土砂流入があり堆積していた。Fig. 40に示すとおり、洪水吐水路およびその周辺が崩壊してクレストのみが残存していた。水路の右岸地山は崩壊し急峻な崩壊断面となっていた。また、洪水吐水路の左岸側は堤体部まで浸食されていた。Fig. 41に示すように堤体上の草木が倒れており、明瞭な堤体越流の痕跡があったが洪水吐近傍以外の堤体は損傷していなかったため越流量は少量であったと考えられる。堤体の応急工事を行っている地元業者からの聞き取りでは、最初に洪水吐水路周辺が浸食された後、堤体部が崩落したとのことである。調査時点でも地山部の崩落が続いており、緊急対策としてブルーシートで崩落斜面を保護していた。Fig. 42に示す底樋から、わずかに貯水を排水しているものの、土砂によってほ

とんど詰まっており調査時点で満水位 (F.W.L) であった。

#### 4.8 牟田谷ため池および牟田谷中ため池

Fig. 43に牟田谷ため池および牟田谷中ため池の撮影位置図を示す。牟田谷ため池は牟田谷中ため池の下流に位置しており重ね池である。Fig. 44に示すとおり、洪水吐部で

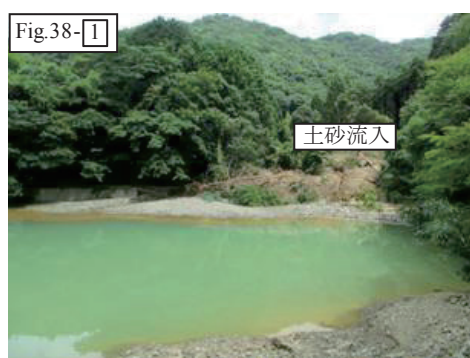


Fig. 39 貯水池上流の崩落斜面  
Collapsed slope of upstream pond



Fig. 40 洪水吐水路の崩落  
Failure of spillway channel



Fig. 41 堤体下流法面の越流跡  
草木が越流によって倒されている  
Trace of flood at downstream slope of bank  
Vegetation has been washed away by flood



Fig. 42 土砂で詰まった底樋  
Outlet conduit filled by sand

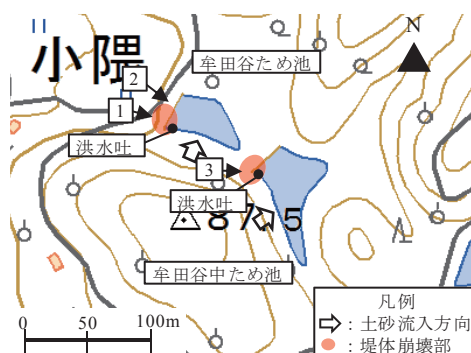


Fig. 43 牟田谷ため池および牟田谷中ため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Mutadani pond and Mutadaninaka pond



Fig. 44 洪水吐の崩落  
Failure of spillway



Fig. 45 牟田谷ため池の堤体  
Bank of Mutadani pond



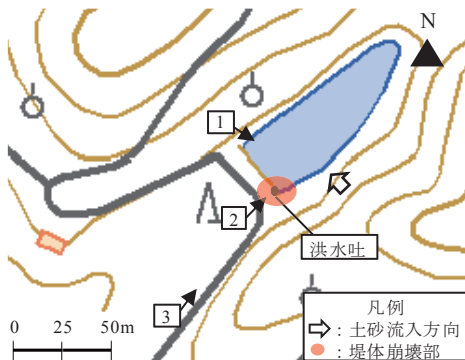
幅約 7m 決壊しており, 洪水吐流入部および洪水吐水路は流失していた。洪水吐左岸側の地山および洪水吐右岸側の堤体が崩壊している。貯水池の池敷で斜面崩壊が発生し, 土砂が貯水池に流入していたが, 土砂の堆積量は少ない。**Fig. 45** から堤体下流斜面の草木が倒れており, 堤体越流の痕跡が認められるが洪水吐周辺以外の堤体の損傷は発生していない。このことから, 洪水吐周辺の浸食によって洪水吐が流失したと考えられる。また, 牟田谷中ため池では, **Fig. 46** に示すとおり, 洪水吐の位置する左岸部で決壊しており, 洪水吐が流失していた。貯水池に土砂の流入が見られ, 貯水池周辺の斜面で崩壊が発生していた。

#### 4.9 ムクロジため池

**Fig. 47** にムクロジため池の撮影位置図を示す。洪水吐は



**Fig. 46** 牟田谷中ため池の堤体  
Bank of Mutadaninaka pond



**Fig. 47** ムクロジため池の撮影位置図  
Location map of photograph at Mukuroji pond



**Fig. 48** ムクロジため池の堆砂状況  
Sand and mud flowed into Mukuroji pond

右岸側に位置している。**Fig. 48** に示すように貯水池左岸側で斜面崩壊が発生していた。**Fig. 49** に示すように堤体左岸側で幅 12.8m, 高さ 4.6m の範囲で決壊が発生していた。存置した堤体部天端では明確な越流痕跡がなかった。洪水吐クレストから堤体天端までの高さは約 90cm である。このことから, 貯水池の一部に土砂の流入があったものの, 洪水吐の放流能力を超える洪水流によって堤体が決壊したと考えられる。また, **Fig. 50** に示すように堤体下流の道路が浸食によって崩落していた。

#### 4.10 吉ヶ谷ため池

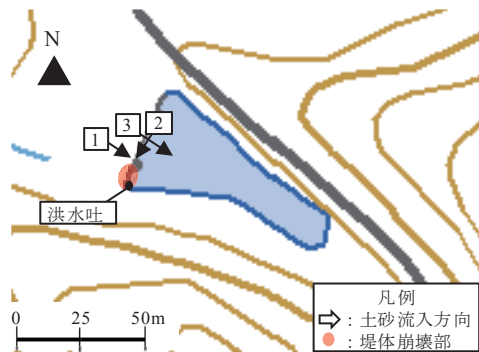
**Fig. 51** に吉ヶ谷ため池の位置図を示す。洪水吐は左岸側に位置し, 石積み形式である。**Fig. 52** に示すように堤体左岸側で 12.3m の幅で V 字状に決壊が発生していた。**Fig. 53** に示すように洪水吐のクレストは崩落しており, 洪水吐水路の一部のみが残存していた。堤体天端および下流斜面に明瞭な堤体越流の痕跡はなかった。**Fig. 54** に示すように貯水池内に明瞭な土砂の流入は確認できず, 洪水吐の放流能



**Fig. 49** 洪水吐および堤体の崩落  
Failure of spillway and bank



**Fig. 50** 堤体下流道路の崩落  
Collapsed road of downstream bank



**Fig. 51** 吉ヶ谷ため池の位置図  
Location map of photograph at Yoshigatani pond



Fig. 52 吉ヶ谷ため池堤体の決壊  
Collapsed bank of Yoshigatani pond



Fig. 53 洪水吐の崩壊  
Failure of spillway

力を越えた貯水池への流入によって洪水吐周辺が決壊したと考えられる。Fig. 55 は、吉ヶ谷ため池下流に位置する民家の壁浸水の痕跡であり、最大浸水深は 82cm であった。



Fig. 54 吉ヶ谷ため池の貯水池  
土砂や流木の流入はなかった  
Reservoir of Yoshigatani pond



Fig. 55 民家の壁の浸水跡  
Trace of flood on house wall

## 5 ため池の被災要因分析と今後の対策

### 5.1 被災要因の分類

現地調査した 13 か所のため池の被災状況を Table 3 に示す。堤体越流の有無について、山の神 2 ため池は決壊しており明瞭な越流の痕跡を把握できなかったことから不明とした。また、牟田谷中ため池は堤体天端部の調査が困難であったため不明とした。また、底樋の土砂詰まりについて、現地調査時に底樋の出口が確認できたため池についてのみ土砂詰まりの状況を記載している。Table 3 から決壊を免れたため池の貯水池は多量の土砂ならびに流木が堆積しており、ため池下流への土砂または流木の流出抑制効果があった。このことから下流地域の民家や施設等への被害の拡大を防いだ可能性が高いことが考えられる。

Table 3 に示す調査ため池の被災状況から、各ため池の被災要因を Table 4 に分類する。河川からの浸食によるため池の被害は 2 か所であり、土砂や流木を伴う洪水流の流入による被害が 10 か所、洪水流のみによる被害が 1 か所である。土砂や流木を伴う洪水流によって被災したため池のうち洪水吐周辺で堤体が損傷したため池は 6 か所と最も多い。このことから、200 年超過確率の確率雨量を大幅に越えた豪雨による洪水流に加え、斜面崩壊による土砂や流木が貯水池に流入し、洪水吐流入部または洪水吐水路周辺が浸食されて堤体が損傷したことが今回調査した被災ため池の大きな特徴である。

### 5.2 洪水吐の浸食に関する考察

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。鎌塚ため池では、流木が洪水吐を流れやすい構造となっていたことや、洪水吐クレストから堤体天端までの高さが高かったことによって堤体の決壊を免れており、後述する改修された梅ヶ谷 1 ため池では堤体下流法先のみ浸食された。豪雨によって被災したため池について、底樋が設置されている盛土深さの最も深い箇所では堤体が崩壊することが多いと指摘されている（堀ら、2002）。しかしながら、今回被災したため池の特徴として、洪水吐周辺の被害が最も多い。

現地調査結果をまとめた Table 3 および Table 4 から、洪水流が洪水吐流入部または洪水吐水路周辺の浸食によって損傷したため池の被災メカニズムについて以下のとおり考察する。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（梅ヶ谷 1 ため池）。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（生津ため池、鎌塚ため池、八坂谷ため池）。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（牟田谷ため池、牟田谷中ため池）。

梅ヶ谷 1 ため池では土砂や流木を伴う洪水流によって洪水吐水路から溢水したことで洪水吐水路周辺が浸食したと考えられる。今回の被災事例から想定外の洪水流に起因する洪水吐周辺の堤体の被害を軽減するためには、洪水吐水路側壁の高さを十分に確保することが必要である。



Table 3 調査ため池の被災状況一覧

Survey results of thirteen damaged small earthen dams

堤体 越流	洪水吐			河川による 下流法面 からの浸食	堤体損傷箇所	堤体損傷 区分	流木の 流入	土砂		
	構造	材質	流入部の 崩壊					流入部の 周辺の浸食	水路の 崩壊	水路周辺の 浸食
①梅川内ため池	無	無	-	-	-	右岸側	無	有	大部分が堆積	不明
②梅川内 2 ため池	無	水路流入型 暗渠 直径 0.8m	コンクリート	無	無	右岸側	有	有	少量	不明
③上野ため池	有	水路流入型 幅 1.6m 無高さ 0.3m 洪水吐水路上部に 小規模の橋	コンクリート	無	無	右岸側	有	有	大部分が堆積	有
④梅ヶ谷 1 ため池	有	側水路型 幅 60.0m 無高さ 2.0m H5 年度に改修 洪水吐水路上部に 道路橋	コンクリート	無	無	左岸下流法先 (洪水吐 水路周辺)	有	有	全量堆積	有
⑤生津ため池	無	水路流入型 幅 1.0m 無高さ 0.6m	石積み	無	有	右岸側 (洪水吐周辺)	無	有	大部分が堆積	不明
⑥山の神ため池	有	正面越流堰型 幅 11.5m 無高さ 1.5m 洪水吐水路上部に 道路橋	コンクリート	有	有	全体	有	有	下流に流出し 堆積量は少ない	不明
⑦山の神 2 ため池	不明	無	-	-	-	全体	無	有	下流に流出し 堆積量は少ない	不明
⑧鎌塚ため池	無	正面越流堰型 幅 17.5m 無高さ 1.0m	コンクリート	無	有	左岸側 (洪水吐周辺)	有	有	大部分が堆積	有
⑨八坂谷ため池	有	側水路型 幅 11.0m 無高さ 2.1m 洪水吐水路上部に 小規模の橋	石積み	無	有	右岸側 (洪水吐周辺)	無	有	上流部が堆積し ていた	有
⑩牟田谷ため池	有	水路流入型 幅 1.6m 無高さ 0.4m	コンクリート	有	有	左岸側 (洪水吐周辺)	無	有	少量	不明
⑪牟田谷中ため池	不明	水路流入型 幅 1.8m 無高さ 0.6m	石積み	有	有	左岸側 (洪水吐周辺)	無	有	少量	不明
⑫ムクロジため池	無	水路流入型 幅 1.7m 無高さ 0.2m	コンクリート	無	無	左岸側	無	有	少量	無
⑬吉ヶ谷ため池	無	水路流入型 幅 2.0m 無高さ 1.0m	石積み	有	有	左岸側 (洪水吐周辺)	無	無	-	-

**Table 4** ため池の被災要因の分類  
Classification of disaster factor of small earthfill dam

被災要因	ため池数	堤体の損傷箇所	ため池名	被災状況
隣接河川による下流法面の浸食	2	流失	梅川内ため池	隣接する河川からの土砂や流木を伴う洪水流によって堤体下流法面が侵食され堤体の数十 m が流失した。貯水池の大部分が土砂で堆積していた。
		一部損傷	梅川内 2 ため池	隣接する河川からの土砂や流木を伴う洪水流によって堤体下流法面が侵食され堤体の一部が崩壊した。貯水池の一部が土砂で堆積していた。
土砂や流木を伴う洪水流	10	全流出	山の神ため池	土砂や流木を伴う洪水流は貯水池に留まった後、堤体越流によって堤体は決壊した。土砂は下流に流出し堆積量は少ない。
			山の神 2 ため池	上流の 2 か所で斜面崩壊が発生し、山の神 2 ため池の貯水池に流入し、堤体は決壊した。土砂は下流に流出し堆積量は少ない。
		洪水吐周辺	梅ヶ谷 1 ため池	大量の土砂および流木を伴う洪水流が流入し、洪水吐水路周辺が侵食され、堤体下流法先が一部損傷した。貯水池全量が土砂で堆積していた。
			生津ため池	洪水吐に放流能力を超える洪水流が流入し洪水吐水路周辺が崩壊し、崩壊した箇所から堤体が侵食されて一部損傷した。貯水池の大部分が土砂で堆積していた。
			鎌塚ため池	洪水吐に大量の土砂および流木を伴う洪水流が流入し洪水吐水路が崩壊し、崩壊した箇所から堤体が侵食されて一部損傷した。貯水池の大部分が土砂で堆積していた。
			八坂谷ため池	洪水吐に放流能力を超える洪水流が流入し洪水吐水路が崩壊し、崩壊した箇所から堤体が侵食されて一部損傷した。貯水池の一部に土砂が流入した。
			牟田谷ため池	洪水吐に放流能力を超える洪水流が流入し洪水吐周辺の堤体が決壊した。貯水池の一部に土砂が流入した。
			牟田谷中ため池	洪水吐に放流能力を超える洪水流が流入し洪水吐周辺の堤体が決壊した。貯水池の一部に土砂が流入した。
		洪水吐以外	上野ため池	隣接河川から洪水流及び土砂や流木が貯水池に流入し堤体越流が発生したことによって、堤体の右岸側の一部が損傷した。貯水池の大部分が土砂で堆積していた。
			ムクロジため池	洪水流が貯水池に流入し堤体が決壊した。貯水池の一部に土砂が流入した。
洪水流のみ	1	洪水吐周辺	吉ヶ谷ため池	洪水吐の放流能力を超えた洪水流の流入によって洪水吐周辺が決壊した。

### 5.3 改修された洪水吐の減災効果

梅ヶ谷 1 ため池は、平成 5 年度に洪水吐が改修されており、現行の「ため池整備」（農林水産省，2015）の設計指針を満足している。「ため池整備」（農林水産省，2015）において基本とする設計洪水流量は 200 年確率洪水流量に 20% の余裕を見込んで計算されている。設計洪水流量に土砂や流木の流入は考慮されていないが、今回の豪雨災害では、200 年超過確率を超えた豪雨によって土砂や流木を伴う洪水流が流入したにもかかわらず梅ヶ谷 1 ため池では洪水吐水路周辺と、堤体下流法先の侵食に留まった。洪水吐の放流能力を超える豪雨が短時間であるため、少量の堤体越流の発生に留まり、貯水池内に流入土砂を堆積し、下流への一定の減災効果があったと考えられる。

### 5.4 今後の豪雨対策について

今回の調査したため池の多くは、想定外の豪雨によって土砂や流木を伴う洪水流が貯水池に流入し、ため池が被災した。また、洪水流によって被災したため池のうち洪水吐周辺の損傷が最も多かった。防災重点ため池をはじめ、万が一ため池が決壊した場合に下流域へ被害を及ぼす危険

性があるため池について、想定外の豪雨に対してため池の被害を軽減させるために、必要な対策を今回の被災事例を踏まえ以下に提案する。

- 梅ヶ谷 1 ため池の被災事例から「ため池整備」（農林水産省，2015）に則った水準で洪水吐を整備すること。
- 山の神ため池と鎌塚ため池の被災事例から、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。
- 洪水吐周辺の被災事例が最も多く、洪水吐水路周辺が侵食されることに起因して堤体が被災したことから、洪水吐水路側壁の高さを十分に確保すること。
- ため池の集水域の斜面の植生を把握し、豪雨の際に斜面崩壊によって流木が貯水池に流入する危険性がある場合は、県の砂防課や地方整備局の砂防事務所とも連携し砂防堰堤の設置の検討すること。

## 6 結 言

平成 29 年 7 月九州北部豪雨のうち、福岡県朝倉市で被災したため池 13 箇所について被災状況の把握と被災要因



の解明を目的に現地調査を実施し、以下の結論を得た。

1. アメダス観測地点「朝倉」における総降水量は 586mm、日雨量は 516mm であり、最大 1 時間降水量は 129.5mm に達し、200 年超過確率の確率雨量を超えた降水量であった。
2. 山の神ため池および山の神 2 ため池が決壊し、これらため池の下流に位置する鎌塚ため池に貯水ならびに堤体土が流入したが、鎌塚ため池は決壊せず、下流への被害の拡大を阻止した可能性が高い。
3. 鎌塚ため池が決壊しなかった原因として、流木が洪水吐を流れやすい構造となっており堰上げが発生しなかったこと、洪水吐から堤体天端までの高さが大きかったことが考えられる。
4. 平成 5 年に改修された梅ヶ谷 1 ため池の被害は洪水吐水路周辺の浸食に伴う堤体下流法先の損傷に留まっていた。また、貯水池の全量が土砂で堆積していたことから下流への減災効果があったと考えられる。
5. 土砂や流木を伴う洪水流によって被災したため池 10 か所のため池のうち、6 か所は洪水吐周辺で堤体が被災した。土砂や流木を伴う洪水流によって、洪水吐または洪水吐水路周辺が浸食されて堤体が損傷したことが今回の被災ため池の大きな特徴である。
6. 防災重点ため池をはじめ、万が一ため池が決壊した場合に下流域へ被害が生じるため池について、想定外の豪雨に対して、ため池の被害を軽減させるためには、「ため池整備」(農林水産省, 2015) に則った水準で洪水吐を整備すること、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高くすること、洪水吐水路側壁の高さを十分に確保すること、県の砂防課や地方整備局の砂防事務所とも連携し砂防堰堤の設置の検討することが考えられる。

謝辞：現地調査に際して九州農政局の小徳基地質官をはじめ、九州農政局や福岡県の方々に、現場対応および情報提供等、多大な支援を賜った。ここに感謝の意を記す。

#### 引用文献

堀 俊和, 毛利栄征, 青山咸康 (2002) : 豪雨による農業用ため池

の破壊原因と被災の特徴, 農業土木学会論文集, 218, 127-137  
堀 俊和, 正田大輔, 中里裕臣, 鈴木尚登, 渡辺博之, 新保義剛 (2015) : 土石流が流入した場合のため池の安全性および下流域に与える影響, 基礎工, 43(6), 101-104

気象庁 (2017) (参照 2017.10) 平成 29 年 7 月九州北部豪雨について (オンライン), 入手先<[http://www.jma.go.jp/jma/press/1707/19a/20170719\\_sankou.pdf](http://www.jma.go.jp/jma/press/1707/19a/20170719_sankou.pdf)>

国土地理院 (2017) (参照 2017.10) 平成 29 年 7 月九州北部豪雨に関する情報 (オンライン), 入手先<[http://www.gsi.go.jp/BOUSA1/H29hukuoka\\_ooita-heavyrain.html#9](http://www.gsi.go.jp/BOUSA1/H29hukuoka_ooita-heavyrain.html#9)>

農研機構 (2017) (参照 2017.10) 平成 29 年度豪雨に関する支援等について (オンライン), 入手先<<http://www.naro.affrc.go.jp/nire/contents/disaster201707/index.html>>

農林水産省 (2006) : 土地改良事業計画設計基準及び運用・解説「排水」, 186-200

農林水産省 (2015) : 土地改良事業設計指針「ため池整備」, 32-35.

農林水産省 (2017a) (参照 2017.10) ため池の概要, (オンライン), 入手先<[http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai\\_saigai/b\\_tameike/](http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/)>

農林水産省 (2017b) (参照 2017.10) ため池一斉点検を踏まえた詳細調査等の実施状況 (平成 29 年 3 月末時点), (オンライン), 入手先<<http://www.maff.go.jp/j/press/nousin/bousai/170922.html>>

農林水産省 (2017c) (参照 2017.10) ため池の被災状況, (オンライン), 入手先<[http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai\\_saigai/b\\_tameike/attach/pdf/index-21.pdf](http://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/attach/pdf/index-21.pdf)>

小田哲也, 三輪 顕, 野村純数, 田中丸治哉 (2015) : 平成 26 年 8 月豪雨に伴う兵庫県丹波市の土砂流入ため池被災, 水土の知, 83(8), 39-42

正田大輔, 吉迫 宏, 紺野道昭, 井上敬資, 鈴木尚登 (2016) : 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, 218, 65-76

田上愛仁 (2010) : 平成 21 年 7 月中国・九州北部豪雨におけるため池被害対策およびため池の土石流防御・貯留効果, 農業農村工学会中国四国支部講演会講演要旨集, 65, 38-40

原稿受理 平成 29 年 11 月 2 日

## Disaster cause of Small Earthfill Dam Damaged by Northern Kyushu Torrential Rain in July 2017

IZUMI Akira\*, HORI Toshikazu\*, SHODA Daisuke\*\*, YOSHISAKO Hiroshi\*\* and  
KAJIHARA Yoshinori\*\*\*

\*Division of Facilities and Geotechnical Engineering, Soil Mechanics Unit

\*\*Division of Facilities and Geotechnical Engineering, Disaster Prevention Unit

\*\*\*Disaster Management Section

### Abstract

In recent years, damages of small earthfill dams due to torrential rains are more than twice as much as earthquakes. Record heavy rain was observed in the northern part of Kyushu from 5th to 6th July 2017. Flooding of the river and sediment collapse occurred. The northern part of Kyushu suffered massive damages in these disasters. In Asakura city, Fukuoka Prefecture, Heavy rain exceeding 200 years probability exceeded was observed. Many small earthfill dams were damaged by the flood with debris flow and driftwood. In this report, the survey of thirteen damaged small earthfill dams was conducted to confirm the extent of damage. As a result, in most investigated small earthfill dams, the banks around spillway were collapsed due to erosion from the flood with debris flow and driftwood. The necessary measures to relieve the damage of the small earthfill dam to torrential rains from disaster case was proposed.

**Key words:** *Northern Kyushu torrential rain in July 2017, Small earthfill dam, Disaster survey, Spillway, Debris flow, Driftwood*