

## 川棚川河岸のトンボ池の洪水時土砂堆積と安定的な維持についての研究

長崎大学 工学部 学生会員 松尾優花

長崎大学 工学研究科 正会員 田中亘

## 1. 研究背景・目的

「トンボ池」は長崎県東彼杵郡波佐見町を流れる川棚川の河岸に造成された人口のたまりである(図1)。トンボ池は平成20年に水辺の楽校プロジェクトの一環として形成され、小中学校の至近にあることから地域の子供たちに親しまれる川棚川のシンボルである。2018年7月九州豪雨、2020年豪雨、2021年令和3年8月豪雨において、トンボ池は土砂で埋まり、そのたび地域の方たちの手によってバックホウなどを使って再形成して池を維持してきた。

本研究では、洪水によるトンボ池周辺の土砂堆積を人力で施工・復旧可能な小規模構造物で防ぎ、その安定的・省力的な維持を目指す。



図1 トンボ池

## 2. 方法

本研究では、2021年令和3年8月豪雨を対象に、トンボ池周辺に水制構造物を配置し、最も土砂の堆積を減減する水制配置パターンを探索した。水制パターンの配置をiRICを用いた河床変動解析でシミュレーションした後、ゆがみ模型実験で水制の有無でトンボ池周辺の土砂の堆積を比較した。

## 1) 地形測量

2021年4月20日と令和3年8月豪雨の出水後の9月1日にドローン(Phantom4 DJI 社)により空撮した画像からMetashape(ver.1.5.1, Agisoft 社)を用いてDEMを作成した。

## 2) iRICを用いた河床変動解析

河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアであるiRIC(International River Interface Cooperative ver.3.0)

ソフトウェアを用いて川棚川のトンボ池を含む約500m区間で数値シミュレーションを行った。格子形状は、約1m×2mのメッシュ格子とした。

解析にはNays2DHソルバーを使用した。地形高は2021年9月1日にドローン測量にて作成したDEMを使用した。解析対象期間は2021年8月13日23:00~14日16:00の17時間とした。この期間にトンボ池から約300m下流側にある波佐見町役場観測所における推定流量を上流端に与え(図2)、下流端水位は自由流出とした。計算に用いた断面データは、2021年4月に行ったドローン測量結果を元に作成したメッシュデータを用いた。検討した水制パターンを図3に示す。それぞれAパターン、Bパターン、A+Bパターン、Cパターンとする。A+Bパターンは付近の洗堀、土の流入を防ぎ、Cパターンは左岸側に流路を作り、土の堆積を防ぐ。水制高に関しては、それぞれ1m、0.5mの2パターンで検討した。これらに洪水時の流量を流し、トンボ池周辺の土砂堆積量の平均

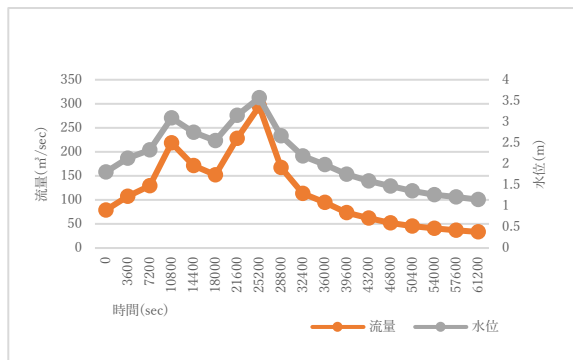


図2 解析対象期間水位・流量データ

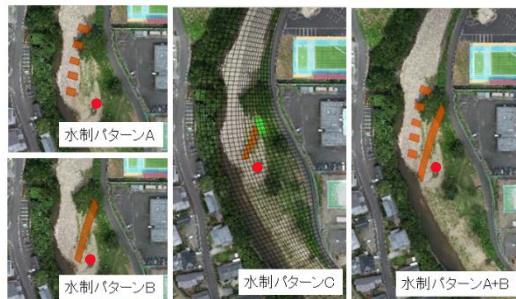


図3 水制案(赤:トンボ池)

で水制案を検討する。

3) 歪模型実験

iRIC による数値解析結果を検証するため、水理模型実験を行った。使用する水路の大きさ、川棚川の河川形状から歪模型実験を採用した。再現範囲は約 300m とし、現地と縮尺模型のスケール換算にあたって、内島ら<sup>2)</sup>の歪模型実験の相似則を適用した（表 1）。実験パターンとしては現況地形と、上記の数値解析結果から最も有望と判断された水制地形（C パターンの水制高 0.5m）の 2 パターン行った。水制に使う石の粒度については洪水ピーク時に動かない粒径を岩垣の式より計算し、原型 20~30cm、模型実験では約 4 mm の粒径の材料を用いた。

表 1 歪模型実験相似則

| 物理量                            | 原型    | 歪模型   |
|--------------------------------|-------|-------|
| 水平縮尺(1/Br)                     | -     | 1/206 |
| 鉛直縮尺                           | -     | 1/145 |
| 歪比(n)                          | -     | 1.42  |
| 勾配                             | 1/258 | 1/181 |
| 河床材料                           | 砂礫    | 火山礫   |
| 水中比重                           | 1.65  | 0.65  |
| 平均粒径mm                         | 36.1  | 0.9   |
| 流量 原型m <sup>3</sup> /s :模型 L/s | 294   | 0.79  |
| 通水時間s                          | 61200 | 830   |

3. 結果

1) iRIC を用いた河床変動解析

ドローン測量で得た令和 3 年 8 月豪雨による地形変化と同豪雨に対する iRIC で計算した河床変動高(m)の傾向は概ね一致し、妥当な河床変動解析モデルが構築できたことを確認した。図 4 に各水制パターン(水制高 1m、0.5m)の平均土砂堆積量と作成するために必要となる土量を示した。土量が少なく、土砂堆積量も少ない C パタ

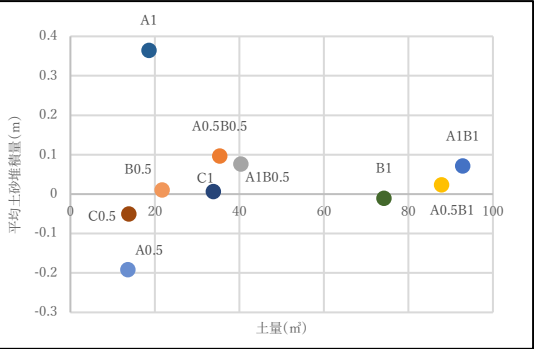


図 4 平均土砂堆積量比較

ーンの水制高 0.5m に決定した。

3) 歪模型実験

図 5 に水制ありの場合となしの場合それぞれの通水前後の地形変化を表す。水制ありの場合の方がトンボ池周辺の土砂堆積量は少なくなっている。しかし、透水後に水制周りに洗堀を生じ、水制に使用した石自体は流れにより動かなかったものの水制全体が沈み半壊した（図 6）。

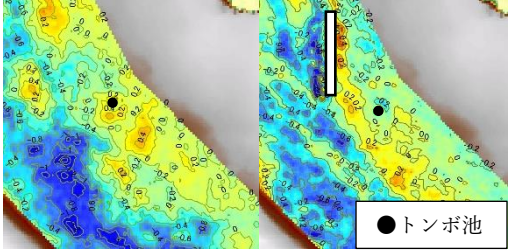


図 5 左：現況地形 右：水制地形

4. 考察

C パターン水制 0.5m の水制を置くことによりトンボ池周辺の土砂堆積は軽減されると期待できるが、付近



図 6 透水後の水制

の洗堀による水制の沈下を防ぐために水制の根入れを十分に行う必要がある。また水制周りに石を敷き詰め土砂の移動を防ぐなどの対策も必要であると考えられる。一方で、水制は土量 13 m<sup>3</sup>程度と数人の人力でも施工可能なものであり、仮に洪水により半壊しても復旧が容易であるという利点も有している。根入れ等の手間と比較して洪水後の復旧を前提とした施工も検討するべきである。

本研究で、提案した水制によりトンボ池の存続と地域の負担が軽減されるものと期待される。

参考文献

- 1) iRIC 河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア:<https://i-ric.org/ja/>, 2021/1/6 閲覧
- 2) 魏炳乾, et al. "河川の移動床歪模型相似則とその有効性." 水工学論文集 45 (2001): 685-690.