

浸水痕跡調査結果に基づくため池決壊氾濫解析手法の検討 Study on Flood Analysis Method of Small Earthen Dam Based on Observed Flood Traces

○小嶋 創*・吉迫 宏*・正田大輔*

KOJIMA, H. YOSHISAKO, H. and SHODA, D.

1. はじめに

大半のため池は古い時代に経験的な技術で築造されており、豪雨や地震に対し脆弱性を持つ可能性があるため、特に防災重点ため池では、施設の改修に加え浸水想定区域図やハザードマップの整備が求められている。また、流域治水の取組において、水害リスク情報の空白地帯解消、および避難体制を強化する対策としてのハザードマップの作成・周知の対象にため池の決壊氾濫が位置付けられる場合もある¹⁾。

ため池決壊時の浸水想定には、主に浅水流方程式に基づく平面二次元不定流解析による氾濫解析が用いられる。ここでは、ため池の決壊氾濫解析に関するこれまでの研究を概観するとともに、近年発生した豪雨による決壊ため池での氾濫解析手法の検討事例を紹介する。

2. ため池の決壊氾濫解析手法の研究状況

ため池決壊時の氾濫解析手法としては、解析メッシュの属性や流入境界条件を、ため池諸元及び基盤地図情報等の公表データに基づき簡略化して設定する簡易氾濫解析（例えば川本ら²⁾）が提案され、普及が図られてきた。しかし、簡易氾濫解析で得られた浸水域については、「ため池ハザードマップ作成の手引き」³⁾においても、現地踏査等と照合し必要に応じて修正を要する場合があると記されている通り、場合により実状に即した解析結果が得られないことも想定される。

これを踏まえ、これまでの研究では、簡易氾濫解析の適用限界の解明^{4,5)}、および、より実状に即した解析結果を得るための解析条件設定上の改善策、具体的にはため池の立地する農村・中山間地域に特徴的な地物を解析モデルに組み込む方法^{5,6,7,8)}や重ねため池の連鎖決壊時の解析手法⁹⁾の検討等がなされてきた。また、解析手法の検証にあたっては、過去の決壊事例の実態、主に浸水範囲の再現性に着目した検討^{4,5,7,8)}がなされてきた。

その一方で、同一ため池において体系的に解析条件設定を変えた場合の影響評価や、痕跡等

の根拠から明らかとした浸水深などの水理量に着目した解析結果との定量的な比較検証は残された課題となっていた。

そこで小嶋ら¹⁰⁾は、平成30年7月豪雨での決壊ため池を対象に、痕跡から把握した浸水深との比較により氾濫解析結果の検証と改善策の検討を行った。

3. 平成30年7月豪雨による決壊ため池における検討事例¹⁰⁾

(1) 対象ため池と痕跡調査

検討対象としたのは、福岡県内の平野部（朝倉郡筑前町）にある中島池（堤高7.0m、総貯水量30,000 m³、流域面積0.074 km²）である。

中島池は2018年7月6日に大雨により決壊した。決壊の約3週間後、現地踏査により氾濫に関わる痕跡の確認と地域住民に対する当時の状況の聞き取りにより、浸水範囲や浸水深、氾濫流の流向を把握した（Fig. 1）。浸水深は、図中a～fの6箇所の痕跡について地表面からの高さを計測した。

(2) 実施した解析の概要

まず、中島池の決壊氾濫流に簡易氾濫解析²⁾を適用した。すなわち、下記の条件のもとで平面二次元不定流解析を行った。

- ・地形標高データ：基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュ
- ・粗度係数：浸水想定区域を代表する土地利用に対応する一律の粗度係数値（ここでは0.04 m^{-1/3}s）を領域全体に設定
- ・流入境界条件：堤高 H (m) と総貯水量 V (10⁶ m³) から Costa 式により算出されるピーク流量 Q_p (m³/s) を解析初期に与え、時間とともに流量が漸減するヒドログラフを設定、総流入量はため池の総貯水量と一致させる。

$$\text{Costa 式: } Q_p = 325(HV)^{0.42}$$

さらに、解析パラメータの影響評価のため、粗度係数については、農地の目安とされた値の範囲内で3段階（0.03, 0.04, 0.06 m^{-1/3}s）および地目別の値とした計4ケースを設定、流入ハイド

*農研機構 NARO ため池、氾濫解析、ハザードマップ

ロググラフについては、総流入量を、総貯水量と一致させたケース、および25%増減させたケースを加え計3ケースを設定しそれぞれ解析した。

(3) 解析結果と改善策の検討

簡易氾濫解析の結果と痕跡浸水深の比較をFig. 2に示す。これを見ると、痕跡 a~d では両者の差は20 cm 未満で、浸水想定区域図作成の実務上求められる水準に鑑みて妥当な範囲と考えられるのに対し、痕跡 e, fでは差が大きくなった。粗度係数や流入ハイドログラフを変更した解析ケースにおいては、痕跡箇所の浸水深に大きな変化はなく解析結果の改善は見られなかった。

痕跡 e, fはともに、中島池の東隣となる、丘陵の谷部から続く緩やかな谷地形にある水田の外縁に位置する。決壊時は、丘陵からの降雨流出も地形に従いこの谷筋に集まり、決壊による氾濫流と合流したと考えられる。さらにこの流れは、当該水田と南側の小学校敷地の境界にあるブロック塀、ならびにその背後の建物に遮られ、堰上げが生じたと考えられた。

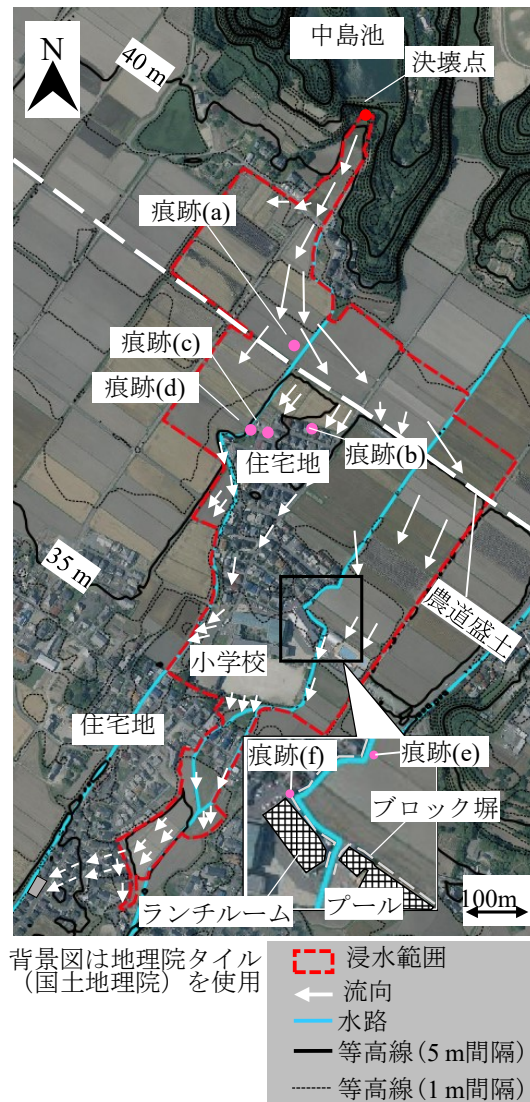
この影響を考慮し、解析メッシュ毎に降雨強度相当の水深を加算する方法で決壊2時間前からの降雨を反映し、かつ、氾濫流を遮る構造物を連続する壁体として反映して解析した。その結果、痕跡 e, fについても痕跡浸水深に近い浸水深が得られた (Fig. 2)。

4. おわりに

中島池とは立地条件の異なるため池、特に中山間地の決壊事例を対象として、痕跡から把握した浸水深に基づく解析結果の検証と改善策の検討を行うことが今後の課題である。

引用文献：1) 例えば京都府<<https://www.pref.kyoto.jp/kasen/ryuikichisui/index.html>>。2) 川本ら (2013) : 農業農村工学会誌, **81** (8), pp.7-11. 3) 農林水産省農村振興局防災課 (2013) : <https://www.maff.go.jp/j/nousin/bousai/bousai_saigai/b_tameike/pdf/tameike_manual_1rev.pdf>。4) 正田ら (2014) : 農工研技報, **215**, pp.91-104. 5) 小嶋ら (2016) : 農業農村工学会論文集, **84**(2), pp.I_93-I_101. 6) Shoda et al.(2015) : JARQ, **49**(2), pp.97-102. 7) 小嶋ら (2019) : 農業農村工学会誌, **87**(5), 15-18. 8) Kojima et al.(2020) : Paddy and Water Environment, **18**, pp.431-442. 9) 正田ら (2017) : 農業農村工学会誌, **85** (12), pp.15-18. 10) 小嶋ら (2021) : 農業農村工学会論文集, **89** (2), pp.I_259-I_270.

謝辞：本研究の一部は、農林水産省委託プロジェクト研究「ため池の適正な維持管理に向けた機能診断



背景図は地理院タイル (国土地理院) を使用

■ 浸水範囲
← 流向
— 水路
— 等高線 (5 m 間隔)
- - 等高線 (1 m 間隔)

Fig.1 中島池決壊による浸水域
Inundation area due to Nakashima-ike dam breach

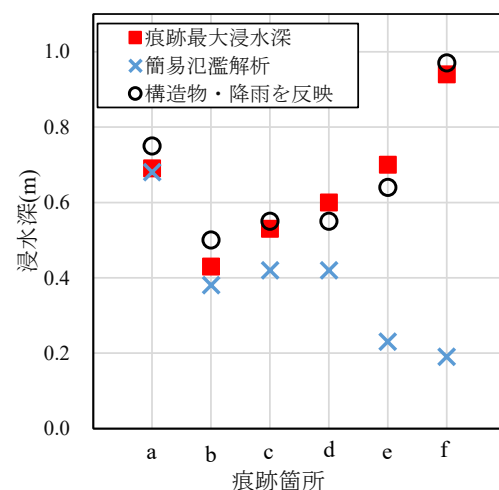


Fig.2 痕跡浸水深と解析結果の比較
Simulated and observed inundation depth comparison

及び補修・補強評価技術の開発」JPJ009839) の補助を受けて行った。ここに記して謝意を表す。