

ため池の決壊を想定した氾濫解析における地形標高データ解像度の影響 Effects of digital elevation model resolutions in flood analyses of a small earth dam

○小嶋 創*・向後 雄二*・島田 清*・正田 大輔**・鈴木 尚登**

Hajime KOJIMA・Yuji KOHGO・Kiyoshi SHIMADA・Daisuke SHODA・Hisato SUZUKI

1 はじめに：東日本大震災を契機に、ため池決壊時のハザードマップ作成を目的とした氾濫解析手法の研究が進められている。氾濫解析においては、一般に高解像度の地形標高データ(以下、DEM)を用いることで解析精度が向上するとされる¹⁾。しかし、高解像度のDEMは一般に高価であり、整備地域も限られる。その一方で、全国の多くの地域については5 mDEMが無償で公開²⁾されており、入手が容易な5 mDEMを用いて精度の高い氾濫解析ができれば、ハザードマップ作成のコストを低減できる。

そこで、東日本大震災における決壊ため池を対象として5 mDEMを用いた氾濫解析(以下、5mDEM解析)を行い、実際の浸水域の再現を試みた。さらに、その結果を先に行った2 mDEMによる解析³⁾(以下、2mDEM解析)と比較し、DEMの解像度の違いにより解析結果がどのように異なるかを調べた。

2 解析対象ため池と決壊時の氾濫流況³⁾：解析対象としたのは福島県須賀川市の中池(堤高11.4 m、総貯水量35,000 m³)である。直下に下池(女鹿池：堤高6.9 m、総貯水量15,000 m³)があり、親子ため池となっている。中池は東日本大震災の地震により決壊した。決壊による氾濫流は女鹿池に流入して一時的に貯留された後、洪水吐から排水されて下流の農地へ流下した。その後、最終的には排水路に合流して排水された。以上のように本事例では、下池と排水路が氾濫流況に大きな影響を与えていた。

3 解析方法：氾濫解析は浅水流方程式を基礎とした二次元非定常流解析により行った。解析にはパブリックドメインの解析ソフトウェアであるiRIC version2.1(解析ソルバー：Nays2DFlood v4.1)⁴⁾(以下、iRIC)を用いた。地形標高データとして5 mDEMおよび2 mDEMを用いた。どちらの解析でも計算格子幅は2 mとした。各格子点の標高値はiRICの格子生成機能によりDEMの標高値から内挿して与えられた。計算時間刻みは0.05 s、粗度係数は全領域0.04とした。

現地状況を再現するため、両解析の入力データに対して以下の処理を施した。

(1)中池の決壊時(解析における初期状態)、女鹿池は満水状態であった。この初期状態を次のように再現した。DEMに表現された女鹿池の池底は全体に浅く、実際の形状とは異なっていたため、女鹿池内部の標高値を堤頂に対して-4 mと修正した。その上で、池の上流側に設定した流入点から初期湛水分の水量を流入させた。その後、後述する流入ハイドログラフに従って、流入点より中池の貯水量を流入させた。

(2)女鹿池の洪水吐や、氾濫原にある排水路の形状を表現するため、DEMの標高値を部分的に修正した。農道の下を通りアンダーパス状となっている水路は開水路として表現し、全区間を通して水路床の勾配が一定となるようにした。

(3)中池の決壊氾濫流量の流入条件については、正田ら⁵⁾を参考にCosta式を用いた流入ハイドログラフ(Fig.1 修正前)を設定した。しかし、実際の氾濫流況とは異なり、女鹿池で堤体越流が生じた。そこで、ピーク流量を低減した複数の流入ハイドログラフのもとで予備解析を行い、堤体越流を生じなかったもの(Fig.1 修正後)を採用した。

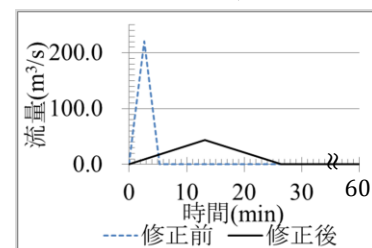


Fig.1 流入ハイドログラフ

4 解析結果：解析は浸水域の拡大が収束したと判断された1時間後まで行った。現地調査より確認した実際の浸水域をFig.2に、解析終了時までの最大水深分布をFig.3に示す。さらに、先に行った2 mDEM解析における最大水深分布をFig.4に示す。これらを見ると、5mDEM解析の結果は2mDEM解析の結果とほぼ一致し、実際の浸水域を概ね再現できている。

一方、浸水域が拡大する速さを比べると、5mDEM解析の方が2mDEM解析よりもやや速く

*東京農工大学大学院農学府*Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology
** (独)農研機構 農村工学研究所**National Institute for Rural Engineering

キーワード：水利構造物・数値解析・ため池氾濫解析

(Fig.5), 氾濫流が排水路に到達するまでの時間差は3分程度であった。

5 考察: 浸水域の拡大する速さに違いが生じた原因を調べるため、まず、5mDEM 解析, 2mDEM 解析に用いた計算格子の標高値から地形断面図を作成した。Fig.6 は実際の氾濫流によって洗掘された農道盛土を横断する断面(Fig.2 中の X-Y の位置, 図中には2つの解析結果における水位の最大値を併記)である。これを見ると、5 mDEM では2 mDEM よりも農道盛土が低く表現されていることがわかる。次に、この違いが解析結果に与える影響を調べるため、Fig.6 中 A~C の位置での水深・流速の時間変化を比較した(Figs.7-A~C)。その結果、農道から離れた位置 A においては2つの解析結果に大きな違いがないのに対して、農道盛土の近傍(位置 B, C)では5mDEM 解析の流速が2mDEM 解析よりも大きくなっていった。このように、5 mDEM では地形の起伏部の形状が2 mDEM より平滑に表現されているために、その近傍において解析結果の流速が大きくなった。このことが、浸水域の拡大する速さに違いが生じた原因と考えられる。

6 おわりに: 東日本大震災の地震による決壊ため池を対象に氾濫解析を行った。入力データに対して現地の状況を踏まえた改良を施すことにより、5 mDEM と2 mDEM のどちらを用いた場合においても実際の浸水域とほぼ一致する解析結果が得られた。ただし、5mDEM を用いた場合には、2 mDEM を用いた場合よりも地形の起伏部近傍で流速が大きくなり、浸水域がより速く拡大するという違いが生じた。

謝辞: 現地調査に際しては福島県に多大なご協力・情報提供を頂いた。深く感謝の意を表す。

参考文献: 1)川本ら,ため池決壊時の簡易氾濫解析の改善に関して,農業農村工学会誌 81(8),pp.7-11,2013. 2)国土地理院基盤地図情報サイト(<http://www.gsi.go.jp/kiban/>). 3)小嶋ら,平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震によって決壊した中池の氾濫解析,第64回農業農村工学会関東支部大会講演会 講演要旨,pp.71-72,2013. 4)iRIC プロジェクトホームページ(<http://i-ric.org/ja/>). 5)正田ら,平成23年台風12号と15号で決壊したため池の調査,平成24年農業農村工学会大会講演会要旨集,pp650-651,2012.

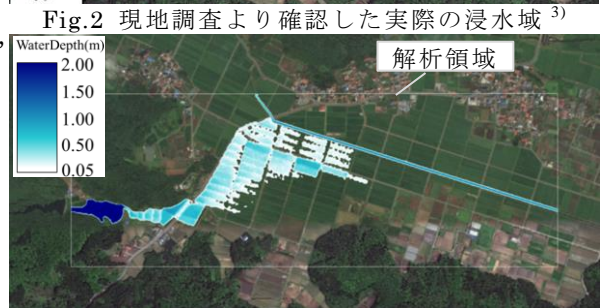
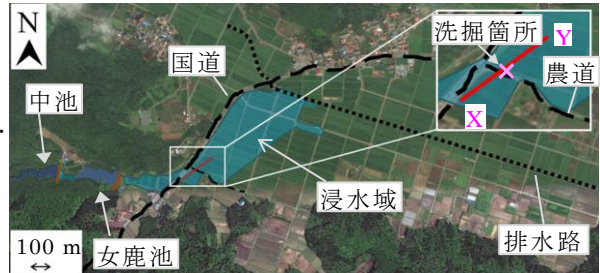


Fig.3 解析結果最大水深分布(5 mDEM)



Fig.4 解析結果最大水深(2 mDEM)³⁾

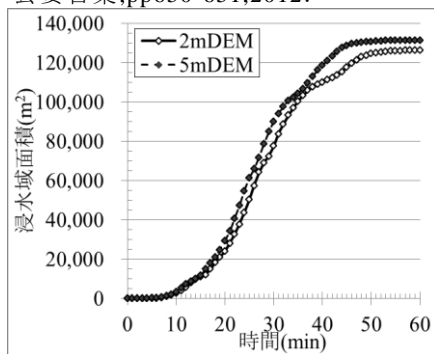


Fig.5 浸水域面積の時間変化

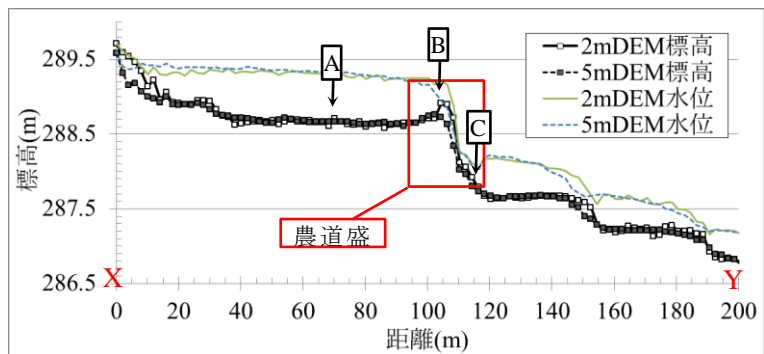
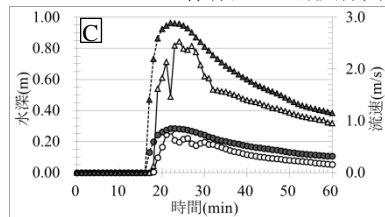
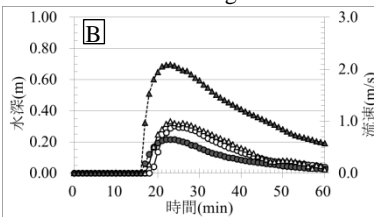
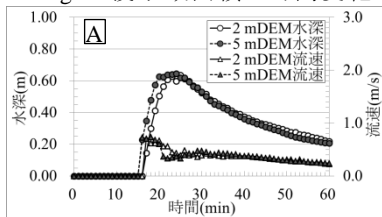


Fig.6 2 mDEM と5 mDEM により作成した地形断面図



Figs.7 水深・流速の時間変化