

一定降雨時を想定した田んぼダムの貯留効果に関する中規模模型実験について

寒地土木研究所 正会員 ○阿部 孝章

寒地土木研究所 非会員 越山 直子

寒地土木研究所 正会員 大串 弘哉

1. はじめに

近年、流域治水という考え方のもとに全国で多様な取組がなされているところである。そのうち、水田の落水口に調整板を取り付けるなどの工夫をすることにより、雨水貯留や流出量抑制などの効果を期待する「田んぼダム」と呼ばれる取組がある。田んぼダムについては、学際的に河川系・農業系の様々な研究グループにより、その治水効果を明らかにする取組がなされている^{例えば1)~3)}が、複数圃場及び排水路について、雨水と圃場からの流出量との関係を実験的に調べた研究は少ない。本研究では、中規模模型を使用した田んぼダムの貯留効果を把握するための実験を行い、田んぼダムに設置する堰板の形状により変化する流出量を定量的に明らかにするための水理模型実験を実施した。

2. 実験手法

実験には寒地土木研究所が保有する延長 30 m、幅 1 m の図-1 の実験水路を使用した。水路内には縮尺で現地の 1/10 程度を想定した水田模型を作製した。水路内に模擬的に降雨をもたらすことができる降雨発生装置を、園芸用ホースを接続し水路上方に 2 系統設置した。排水路下流端には流量測定用の三角堰を設置した。写真-1 に示すように排水柵内部には田面水位管理用の通常堰板と田んぼダムを想定し切り欠きを付与した堰板の 2 種類を設置した。排水柵からは排水管を介して排水路に雨水が流出する構造とした。排水路の勾配は 1/100 とし上流から 1 L/s で給水を行った。本稿では模型の活用にあたり 2 点の留意事項を指摘しておく。1 点目は、降雨発生装置による給水は多孔質材料のホースを使用しており、滲み出す雨滴は一定の大きさとなった時に自重により落下するもので、現地での降雨を必ずしも縮尺し模擬したものではないという点、2 点目は、排水柵内部で堰部分を越流する水深が微小であるという点である。

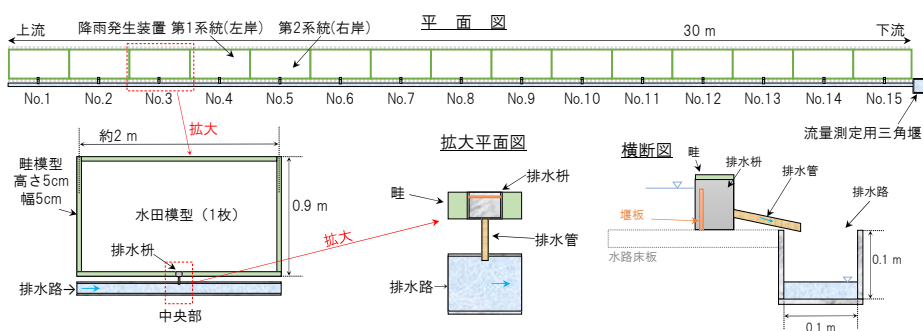


図-1 実験水路の諸元及び排水柵部分の構造

あるという点である。水理模型実験においては水の粘性の影響を抑制するため、特に着目する箇所の水深は概ね 3 cm 以上確保することが望ましい⁴⁾とされるが、本稿では堰周辺の流況より寧ろ、複数の水田へもたらされた降雨と貯留量の変動に着目することに主眼を置き、上記の縮尺を採用したものである。図-2 に示したのは降雨発生状況と装置 2 系統をそれぞれ切り替えて給水した場合の No.1～15 水田模型から排出された流出量である。この図より、縦断的にはばらつきを示しな

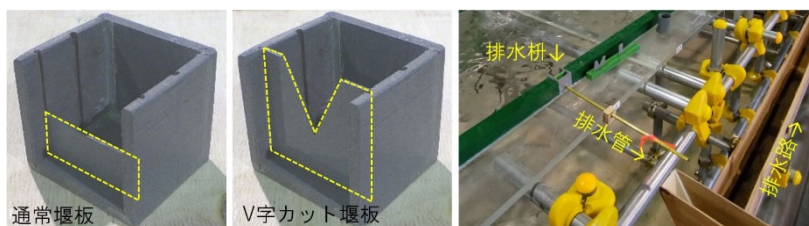


写真-1 排水柵模型及び堰板模型設置状況及び配水管接続状況

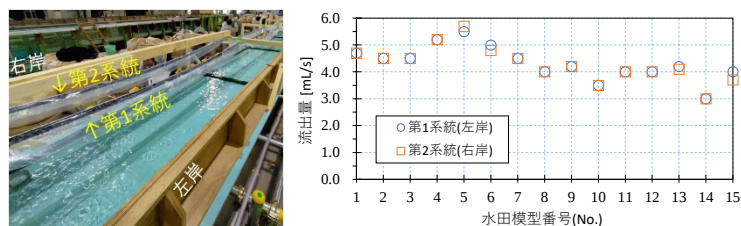


図-2 装置稼働時の各水田模型からの排出量

キーワード 流域治水、田んぼダム、中規模模型実験、水位計測、貯留効果

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3-1-34

(国研)土木研究所 寒地土木研究所 寒地河川チーム TEL: 011-841-1639

がらも 2 系統で概ね同量で給水できていることが分かる。この装置を用い、初期に 1 系統のみ給水し田面水位が定常状態となったことを確認した上で、実験開始と同時に 2 系統目に給水を行い模擬降雨を発生させ各水田模型の貯留量を評価することとした。

3. 結果及び考察

図-3 は各水田模型における水位の時系列変化であり、上段が通常堰板、下段が V 字カット堰板の場合である。通常堰板の初期水位は 29～35 mm の範囲、V 字カット堰板では 33～39 mm の範囲でばらつきがあり、いずれの場合も実験開始後、全体として緩やかに上昇傾向が見られた。堰板形状により初期水位が 5 mm 程度異なるのは、同様の降雨量でも各水田模型の落水口付近の水位が異なること、また初期水位が各水田模型で異なるのは先述のように降雨装置の縦断位置に応じて降雨量にばらつきがあることから、初期の定常状態の水位に相異が生じたものと考えられた。図-3 の結果では各水田模型の初期水位が異なり、緩やかに上昇する中でもばらつきが生じるため、水田群全体の傾向が把握しづらい。そこで、15 の水田模型で平均した水位変動量を示したのが図-4 である。ここでは初期状態における水位を基準として示している。図より通常堰板と V 字カット堰板いずれも全体として上昇傾向が見られ、降雨中に田面水位が上昇し一定の水量を貯留していることが読み取れる。また、実験開始後 20～30 分の時間帯で一度上昇傾向が頭打ちになりやや減少した後、再度上昇するという類似の結果となった。30 分以降は継続して V 字カット堰板を使用した場合で水位変動量が大きく、より大きな貯留効果が得られたものと推察された。55 分時点での水位変動量は通常堰板で 0.93 mm、V 字カット堰板では 1.27 mm 程度であり、実験を実施した時間帯の範囲では通常堰板に比較し V 字カット堰板では 3 割ほど水位を上昇、すなわち実験領域にもたらされた降雨を貯留する効果を有する可能性を確認できた。

次に、各水田模型における貯留効果の違いを把握するために排水路への流出量について初期状態からの増分を時系列的に示したのが図-5 である。通常堰板が設置された場合では実験開始後 15 分程度で流出量が 120 mL/s 程度まで上昇しその後ほぼ一定の流出量となったのに対し、V 字カット堰板設置の場合は流出量の増加が抑制され 30 分程度まで緩やかに上昇した。その後は 80 mL/s 程度の流出量で一定に近い値となった。以上より、堰板の変更による貯留効果が実験的にも確認することができた。但し、本実験の結果は一定の降雨時間において得られたもので、雨量強度やハイエトグラフ形状によっては異なる結果が得られる可能性もあるため、引き続き様々な条件において検討を重ねる必要がある。

4. まとめと今後の課題

本稿では、中規模模型を用いた田んぼダムの貯留効果に関する実験を実施した。田んぼダムを想定した模型により、一定の貯留効果が発揮されることを実験的に確かめることができた。今後は降雨パターンを変化させた実験や、田んぼダムの効果評価のための数値解析法による検証及び活用を実施していく予定である。

参考文献

1) 鹿児島ら、土木学会論文集 B1(水工学), Vol.78(4), pp.I_247-I_252, 2022. 2) 成ら、河川技術論文集, Vol.28, pp.403-408, 2022. 3) 佐藤ら、土木学会論文集 B1(水工学), Vol.77(2), pp.I_439-I_444, 2021. 4) 須賀ら、水理模型実験, 339p, 山海堂, 1990.

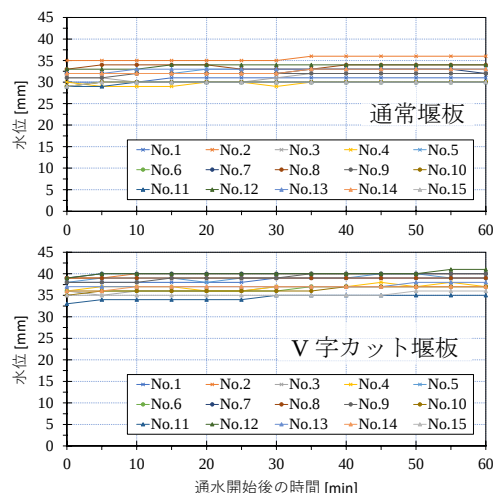


図-3 各水田模型 (No.1～15) における水位の時系列変化

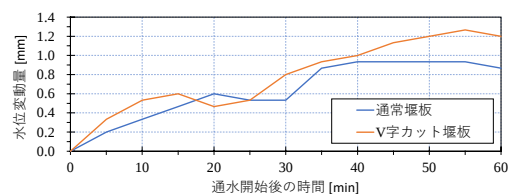


図-4 堰板のタイプ別の水位変動量の系列変化

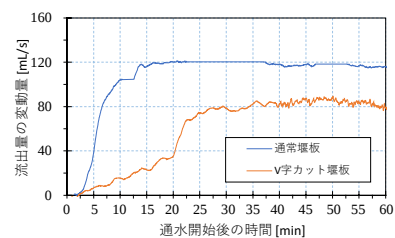


図-5 堰板の違いによる流出量の時系列変化