

耕区スケールにおける「田んぼダム」の洪水緩和機能の評価

The evaluation of flood mitigation function of paddy fields with run-off control device at a plot scale

○長尾直樹* 吉川夏樹** 三沢眞一***

Naoki NAGAO Natsuki YOSHIKAWA Shin-ichi MISAWA

1. 研究背景

わが国ではその急峻な地形条件から、大雨時に短時間で上流からの流出水が下流部に到達し、低平地では洪水被害が発生してきた。こうした中、新潟県村上市神林地区(旧神林村)では、水田を利用した洪水緩和のための「田んぼダム」の取り組みが行われている。これは、直径 5cm の孔が開いた落水量調整板(以下、調整板)(図 1)を排水マス内に設置し、既存の排水孔 15cm を縮小し、水田からの落水を抑制することで、一時的に雨水を水田内に貯めるといった試みである。これにより、ピーク流出量の平滑化による洪水の緩和が期待される。本研究では、この「田んぼダム」の洪水緩和機能を圃区及び耕区スケールで評価する。

2. 研究対象地

新潟県村上市神林地区の田んぼダム事業区域(約 400ha)に設定した試験水田 A(5620m²)、を研究対象地とした。

3. 研究方法

(1) 水田湛水排除試験

耕区における調整板の有無による流出特性を把握するため、湛水排除試験を行った。試験田に用水を可能な限り湛水させ、田面からの平均水深を計測後、排水マスの堰板を取り去り一斉放流した。試験は、試験水田 A(5620m²) 及び試験水田 B(5050m²) 2区画を使い、調整板設置・不設置の条件でそれぞれ1回ずつ行った。水位低下の過程は試験水田に設置した水位センサーを用いて5分間隔で測定した。

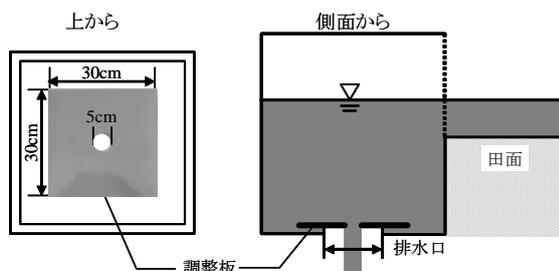


図 1 排水マスに調整板を設置

(2) 実降雨による水田水位の観測

試験圃区内に転倒マス雨量計を設置し 5 分間隔で降水量を測定した。降雨時の水田水位の挙動については、調整板設置区及び不設置区の水田に設置した水位センサーを用い、常時観測した。

(3) シミュレーション

湛水排除試験及び実降雨の水田水位観測の結果に基づいて、シミュレーションを行い、調整板設置による効果を評価した。使用した降雨データは、観測期間中最大であった 2007 年 6 月 29 日の降雨(日降水量 101.5mm, 最大 1 時間降水量 20.75mm)である。

4. 結果

(1) 水田湛水排除試験結果

試験水田 A の試験結果を図 2 に示す。調整板設置時と不設置時では、水位の低下に要する時間が異なることがわかる。水位 131mm から 0mm への低下に要する時間は、調整板不設置の場合では 440 分(7 時間 20 分)であり、この時点で調整板設置時の水位は約 70mm であった。調整板設置時の水位が 0mm になるのは 990 分(16 時間 30 分)である。このことから、対象水田では、排水に要する時間に 550 分の差が見られ、2.3 倍の遅延が観測された。試験水田 B でも同様の結果が得られた。

(3) 実降雨による水田水位の観測結果

図 3 は、6 月 29 日の試験水田 A(調整板設置)及び試験水田 B(調整板不設置)における水

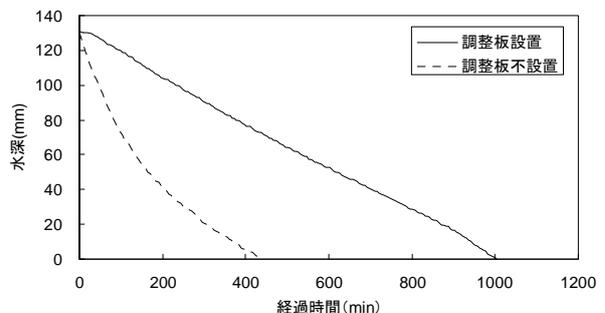


図 2 湛水試験結果

*富山県土地改良事業団体連合会 Toyama Prefectural Federation of Land Improvement Association

**新潟大学災害復興科学センター Research Center for Natural Hazards and Disaster Recovery, Niigata University

***新潟大学農学部 Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード： 田んぼダム, 洪水緩和機能, 水田水収支

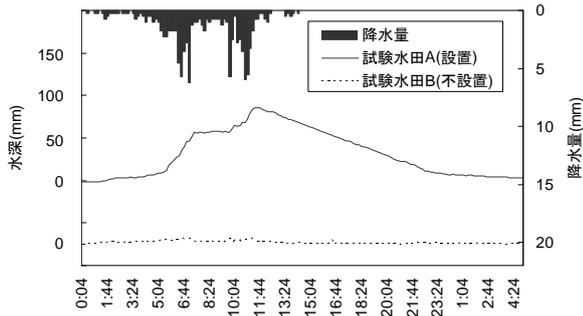


図3 2007年6月29日の水田の水位変化

位変化である。試験水田 A は降雨とともに水位が上昇しているが、試験水田 B では水位上昇が見られなかった。6月29日は中干しの時期であるため水田内に湛水は無く、水田土壌の乾燥を促進するために溝が切られていたため、雨水が迅速に排水路に排水された結果であると考えられる。一方で、調整板を設置した場合、調整板の直径 5cm の流出孔の排水能力を上回る排水量が排水マスに流入し、排水が抑制されたため、排除しきれない雨水が水田内に湛水し、水田の水位が上昇した。

したがって、対象降雨での調整板の有無による田面貯留量の差は、不設置の場合に湛水が生じないと考えると、設置水田の最大水深(82mm)に水田面積(5620m²)乗じた 478m³ であると考えられる。

(3)シミュレーション

1)流出の規定要因

水田からの流出量は、排水マス開口部の幅と排水孔の径の二つの要因に規定される。排水マスの流入側開口部は、その構造から四角せき、排水孔はオリフィスとみなすことができる。調整板不設置時は、排水孔の径が直径 15cm と大きいため、マスへの流入量＝流出量となり、水田からの流出量は四角せきのみに規定される。一方、調整板設置時は水田から排水マスへの流入量が一定以上になると、流入量が排水孔からの流出量を上回るため、排水マス内の水位は上昇し、水田内の水位と一致する。したがって、高水位ではオリフィス、低水位では四角せきと二つの要因によって規定される。流出の規定要因が切り替わる水深は、四角せきからの流出量とオリフィスの二つの公式を連立させることにより計算で求めた。また、それぞれの流量係数に関しては、実測値から求めた。その結果、越流水深 $H' < 3.40\text{cm}$ では四角せきに、越流水深 $H' > 3.40\text{cm}$ オリフィスにより流出量が規定されるという結果になった。

2)シミュレーション結果

せきからの越流水深の変化(H'_t)を以下の式で表し、以下の式で計算を行なった。

$$H'_{t+1} = H'_t + R_{t+1} - (Q_{out,t} / A) - L \dots \dots (1)$$

ここで、 H'_t : 時間 t の越流水深(m), H'_{t+1} : 1ステップ後の越流水深(m), R_t : 時間 t の降水量(m), $Q_{out,t}$: 時間 t の流出量(m³/min), A : 水田面積(m²), L : 損失水深である。

ただし、上式による計算の結果、実測値と計算値とでは、水深変化の形状は一致しているものの、変化幅は実測値がやや大きい値になった。これは、試験水田の管理農家が午前9:00まで排水マス入り口にせき板を設置しており、その時刻までは流出がなく、全降雨が水田に溜まっていたことによるものである(図4)。その後、せき板を外したため、流出が始まっている。したがって、午前9:00までは、流出がないものとし、シミュレーションした結果、実測値と計算値は一致した(図5)。

5.まとめ

本研究では、落水量調整板設置による雨水貯留の効果を耕区スケールで明らかにした。実降雨による観測およびシミュレーションにより、調整板設置による流出抑制効果は大きいという結果が得られた。

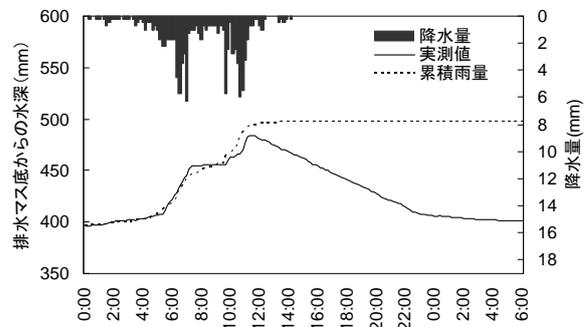


図4 水田(試験水田 A)の実測値および累積降水量

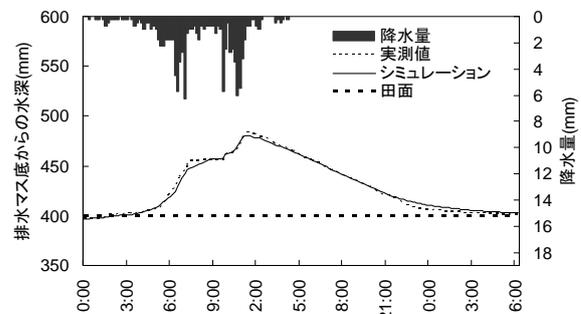


図5 シミュレーション結果