

緩傾斜地域における田んぼダムの限界

Limitation of flood mitigation effect of Paddy field dam in gentle slope area

○松下時生¹・岩村祐暉¹・吉川夏樹²・宮津進²

Tokio MATSUSHITA, Yuki IWAMURA, Natsuki YOSHIKAWA, Susumu MIYAZU

1. はじめに

令和元年東日本台風では、103地点の観測所において24時間降水量の観測史上1位を更新し、全国各地で甚大な浸水被害が発生した。今後も、集中豪雨や台風に伴う降雨による浸水被害が多発することが予想される中、水田を利用した浸水被害緩和策である「田んぼダム」の取り組みが注目されている。

田んぼダムの流出抑制機能の大きさは孔の設計によって決まるが、設計値を超える降雨があると、水田水位が畦畔高を超えて溢水が生じ、この時点で田んぼダムの機能は喪失する。筆者らの研究グループでは1/30確率以上の降雨を想定し孔のサイズを設計してきたが、水田が溢水した事例の報告はない。しかし、令和元年東日本台風によってもたらされた降雨規模の外力を与えて解析した結果、溢水が発生することが明らかになった。

そこで本研究では、集中豪雨に対して田んぼダムが発揮できる浸水被害緩和機能の限界を明らかにすることを目的に、現地観測によって構築したモデルを用いてシミュレーションを実施した。

2. 研究方法

2.1 対象流域

栃木県小山市と栃木市に跨る杣井木川流域(928ha)を対象とした。本流域は東の巴波川、西の永野川に挟まれた輪中地帯であり、中央に排水を担う杣井木川が南北に貫流する。地形勾配は南北に1/500~1/800と緩傾斜を呈しており、土地利用は主に水田である。杣井木川は、平時には自然排水で永野川に合流するが、外水が上昇時には、杣井木川排水機場(最大排水量:6m³/s)および可搬式水中ポンプ(最大排水量:1.7m³/s)により機械排水する。杣井木川は用水

供給も兼ねることから、取水を目的とした転倒堰が点在しており、大雨時には管理人が転倒堰を手動で転倒させる。

2.2 田んぼダム効果の検証方法

田んぼダムの氾濫被害緩和機能の検証には、吉川ら¹⁾により開発された内水氾濫解析モデルを用いた。

降雨は、気象庁栃木観測所の日雨量データを基に岩井法で算定した確率雨量(表1)を用いて、2019年台風19号10月11日の降雨波形(気象庁栃木観測所、日最大降水量:298mm/day、時間最大降水量:34.5mm/h)を引き伸ばして作成した。各降雨について、田んぼダムの実施率が0%と100%の場合のシミュレーションを行い、両者の浸水面積および浸水量の差を基に田んぼダムの浸水被害緩和機能の限界を検証した。

また、対象流域の標準水田区画は30aであることから、既往の例を参考に、田んぼダム実施時の流出孔の直径は5cmを想定した。内水氾濫解析モデルの水田流出サブモデルのみで田んぼダムの溢水が生じる再現期間を検証したところ、150年確率以上の降雨で溢水が発生した。

3. 結果・考察

田んぼダム実施による浸水面積の減少量を示す(図1)。100年確率で減少量はピークを迎える。70~150年確率までは同程度の減少量を維持するものの、それ以降は急激に減少量が低下し、500年確率の降雨では負となる。すなわち500年確率では、田んぼダムにより浸水面積が増加したことを意味する。浸水量についても、同様の結果を得た(図2)。

ある雨量を境に浸水面積および浸水量の減少効果が小さくなるのは、田んぼダム実施水田の貯水許容量を超過して溢水するためである。

1 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate school of science and technology, Niigata University

2 新潟大学自然科学系(農学部) Institute of Science and Technology (Faculty of Agriculture), Niigata University

キーワード 田んぼダム, 内水氾濫解析, 集中豪雨

降雨のみでは溢水しないケースでも、隣接する土地からの流入があり、例えば連坦する水田の場合、上流側水田が溢水すれば下流側水田に流入し、連鎖的に溢水が生じる。流域を対象とした内水氾濫解析モデルの結果はこうした機構を再現したものである。

そこで、田んぼダム実施率が0%を基準に実施率100%の場合と比較して、新たに浸水した水田面積を「田んぼダム実施により浸水した水田面積」、新たに浸水した水田浸水量を「田んぼダム実施により浸水した水田浸水量」として集計した。「田んぼダム実施により浸水した水田面積」は、5-150年確率の降雨では1-3ha程度であるが、200年確率以上で急増し、500年確率では全浸水水田の1/4を占める(図3)。一方、田んぼダム実施時の水田浸水量に占める「田んぼダム実施により浸水した水田浸水量」は、田んぼダム実施時の水田浸水量に対して常に0-1%であり、降雨規模の増大とともに増加することはない(図4)。

浸水面積については、200年確率の降雨を境に減少率が低下し、「田んぼダム実施により浸水した水田面積」が増加することから、150年確率の降雨が田んぼダムの効果を発揮する限界と推測できる。浸水量について着目すると、200年確率以上の降雨では減少率は低下するものの、「田んぼダム実施により浸水した水田浸水量」はわずかであることから、効果の度合いの差はあるものの、田んぼダムの機能は常に発揮されていると考えられる。

4. まとめ

栃木県杣井木川流域を対象にシミュレーションを実施し、田んぼダムの浸水被害緩和機能の限界を検証した。現在の孔の設計では、機能が最大限発揮されるのは100年確率程度までであり、それ以上でも浸水量を抑制する効果はあるものの、溢水する水田が顕著に増加することが明らかになった。孔の設計を変えることで、より大きな降雨に対応できるが、高頻度で発生する中規模降雨イベントに対して、効果が小さくなるため、対象とする降雨規模の設定を慎重に検討する必要がある。

参考文献

- 1) 吉川夏樹, 宮津進, 安田浩保, 三沢眞一: 低平農業地帯を対象とした内水氾濫解析モデルの開発, 土木学会論文集, Vol67, No.4, pp.991-996 (2011)

表1 気象庁栃木観測所における確率雨量
(2019年10月11日~12日)

再現期間 (年)	確率雨量 (mm/day)	再現期間 (年)	確率雨量 (mm/day)
5	142	70	246
10	170	100	261
20	197	150	277
30	213	200	289
40	224	250	298
50	233	500	327

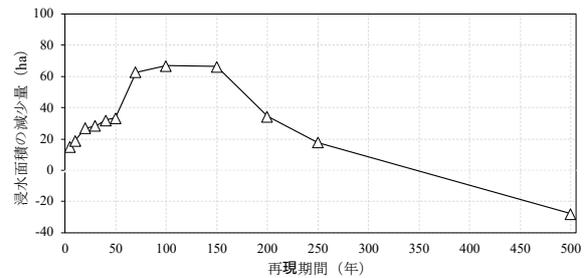


図1 田んぼダムによる浸水面積の減少量

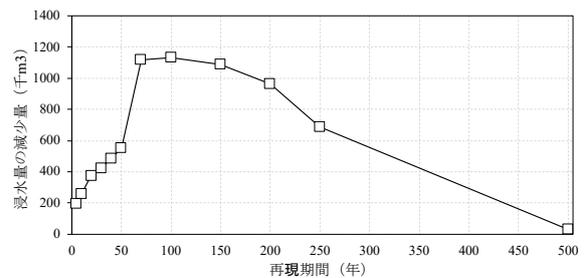


図2 田んぼダムによる浸水量の減少量

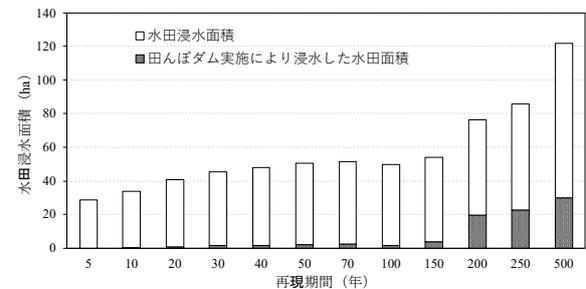


図3 田んぼダム実施時の水田浸水面積に占める「田んぼダム実施により浸水した水田面積」

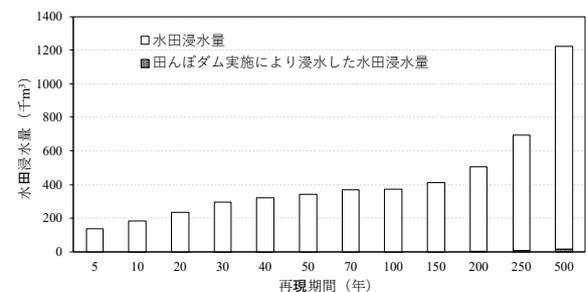


図4 田んぼダム実施時の水田浸水量に占める「田んぼダム実施により浸水した水田浸水量」