

笹平川流域における田んぼダム事業の落水量抑制効果

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○ 佐藤 智明
日本大学工学部土木工学科 正会員 朝岡 良浩

1. はじめに

近年地球温暖化の影響による集中豪雨が増加しており、短時間に大量の雨水が河川に流れ込むことで水位が急上昇し、市街地などに浸水被害を及ぼす問題が発生している。河川改修や治水施設の増強などの対策が講じられているが、完成には膨大な年月を必要とし、短期解決には至らない。全国的に多数存在する中小河川に、一級河川のような大規模な河川改修を行うのは財政的、技術的に困難である。また、環境問題への観点から新たな治水施設を作るのではなく、既存のものを利用する取り組みが有効であると考え、須賀川市で導入が検討されている田んぼダム事業に着目した。

田んぼダムとは、既存の排水孔に口径を調整した装置を設置することで本来水田の持つ洪水緩和機能をより高め、下流部での氾濫軽減の効果を期待する取り組みである。須賀川市は平成23年9月21日の台風15号の影響により、市内を流れる釈迦堂川と笹平川の合流部で氾濫が発生し、8.5億円の損害が生じた。氾濫した笹平川の上流部には水田が豊富に存在し、既存の水田を生かすことの出来る田んぼダム事業による氾濫対策が有効である。しかし、田んぼダム事業には農家の協力が不可欠であり、農家の参加を促すために笹平川流域の田んぼダムによる氾濫軽減効果を示す必要がある。そのため、航空写真測量から作成した笹平河流域の水田データと降雨イベントを落水量算定式に代入することにより落水量を求め、田んぼダム実施率に応じた抑制効果を明らかにする。

2. 研究対象地域

笹平川は須賀川市を流れる準用河川であり、釈迦堂川の支川である。流域面積約416,000m²の下流域と約2,656,000m²の上流域に分かれている。

3. 研究手法

3.1 航空写真測量

笹平川流域内の水田データを作成するため、固定翼のドローンであるTrimble UX5(ニコン・トリンプル社)を使用し、航空写真測量を行った。固定翼のドローンは回転翼のドローンと比較すると撮影時のブレが少なく、より精度の高いデータを取得することが出来る。航空写真から流域内の水田データを作成し、水田一つ一つの面積を計算した。また、航空写真だけでは水田、畑、休耕地の判別が困難な場合があったため、現地調査を行い分類した(図-1)。



図-1 笹平川流域分類図

作成した水田データから水田の総枚数780枚と水田総面積約882,000m²を算出し、上流域の約33%が水田として利用されていることが判明した。

3.2 雨量観測

笹平川流域内の雨量を測定するために、簡易雨量計(クリマテック社CEM-TBRG)を水田付近の畦道に設置した。記録間隔は10分とし、6月29日から11月6日までの約4ヶ月間測定した。

3.3 落水量算定式

本研究はフリードレーン式の田んぼダムを使用しており、フリードレーン式は水位によって堰、遷移流れ、オリフィスとして機能することから、それに合わせて三種類の落水量算定式を使用する。算定式に用いる堰とオリフィスの流量係数は、室内実験による測定によって求め、(表-1)に示

表-1 堰、オリフィス流量係数¹⁾

	流量係数
堰	$E=2.89H+0.1093$
オリフィス	$C=0.13h+0.8079$

キーワード：雨量観測 貯留能力 氾濫軽減 航空写真測量

連絡先 〒963-1165 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部土木工学科 水文・水資源工学研究室

した。H:田面水位(m)で、水位の時系列値は水田の水収支式より求めた。hは田面水位と堰高の差(m)である。

b:フリードレーン入口周長(m), E:堰の流量係数, g:重力加速度(m/s²), を用いて堰の状態を以下のように計算する。

$$Q_1 = E \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b h^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

堰の状態からオリフィスに変化する間の状態を遷移流れとする。落水量算定式は実験から得たデータの近似直線値を落水量算定式として使用する。

$$Q_2 = 0.01h + 0.0031 \quad (2)$$

オリフィス状態の落水量は、C:オリフィスの流量係数, A:狭窄部断面積(m²), d:フリードレーン長(m)を用いて以下の公式から求める。

$$Q_3 = CA \sqrt{2g(h+d)} \quad (3)$$

水田の初期水深は0.02m, 堰高は0.01m, フリードレーン入口周長は0.408m, 狭窄部断面積は0.00196m²とする。雨量は、10月22, 23日の観測値(151mm, 降雨時間1920分)を、降雨強度3倍, 降雨期間0.33倍, 総雨量は変化しないよう換算して、計算の入力値とした。

4. 結果および考察

田んぼダム0%実施と25%実施, 50%実施, 75%実施, 100%実施を比較すると、ピーク時の流出量がそれぞれ15%, 29%, 43%, 57%抑制されるという結果になった(図-2)。降雨終了時の田んぼダム100%実施と0%実施の流出率を比較すると約10%の差があり、体積17,459m³を水田に貯えることが出来る(図-3)。

降雨量ピーク到達前の流出率には、田んぼダム実施率毎の違いは見られなかった。降雨量がピークに達すると、田んぼダム実施率毎に流出率の違いが現れ、排水装置が機能していることがわかる。流出量がピークに達し、減少する際は田んぼダム実施率が高い程、緩やかに落水している。

5. おわりに

田んぼダムを設置することでピーク流出量の減少、貯留量の増加、落水量の急激な増加の抑制といった効果が明らかになった。本研究は、雨量観測値の3倍の降雨強度に設定して計算することで田んぼダムが機能し、落水量抑制効果があることがわかった。また、田んぼダム実施率の増加に伴い、落水量抑制効果も増加するため、流域内に田んぼダムをより多く設置することで、落水量抑制効果を高め、氾濫軽減に繋げることが出来る。

謝辞

本研究の一部は須賀川市との共同研究として実施した。また、株式会社 開成測量設計社から技術支援を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1)竹田稔真(2018):田んぼダム排水装置による洪水緩和機能の評価,平成29年度日本大学工学部卒業論文予稿

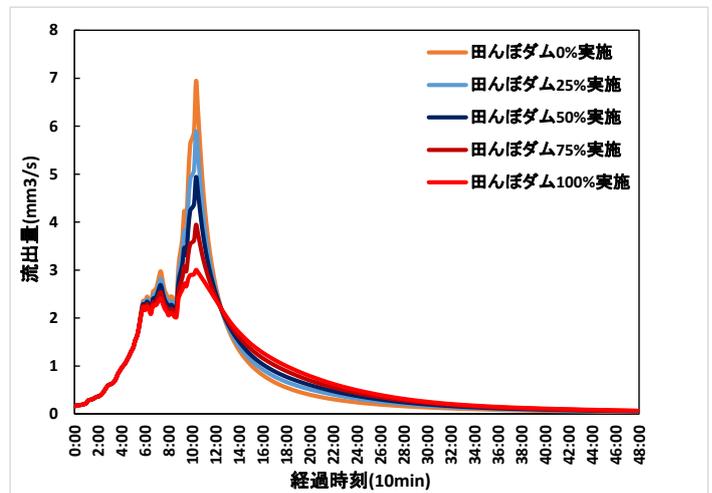


図-2 流出量

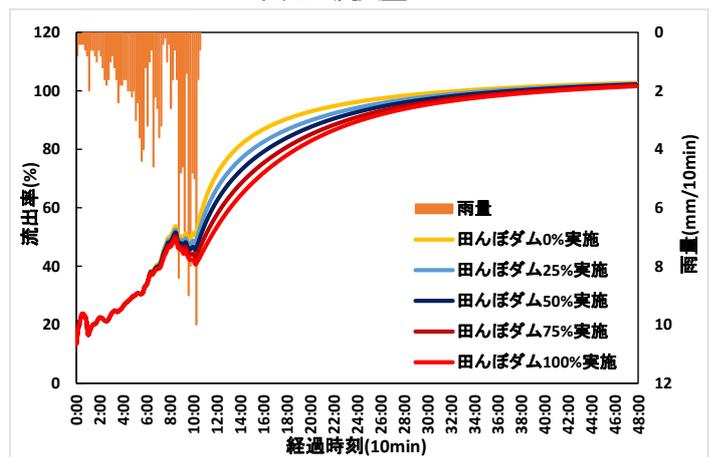


図-3 流出率