

第3章 「田んぼダム」の効果

「田んぼダム」は、排水路や河川の流下能力や排水機場の排水能力を超える降雨があった場合でも、排水路や河川の水位の上昇を抑え、溢れる水の量や範囲を抑制することで、被害を軽減することができます。本章では、「田んぼダム」の効果について水田からの流出量抑制効果、排水路や下流河川の水位上昇・流量抑制効果、流域での流出量抑制効果を示します。

3.1 水田からの流出量抑制

(1) 水田からの流出量のピークを抑制

「田んぼダム」は、水田の排水柵に流出量調整器具（流出量を抑制するための堰板や小さな穴の開いた調整板など）を設置し、水田に降った雨を時間をかけてゆっくりと排水することで、流出量のピーク（最大流出量）を抑制する効果があります。

水田からの流出量抑制効果は一定ではなく、流出量調整器具、雨の降り方等により異なります。

効果の一例として、令和3年度の実証事業で観測された流出量のピーク抑制効果を図3-1に示します。この事例では、「田んぼダム」を実施していない場合に比べて、流出量のピークを73%抑制することができました。

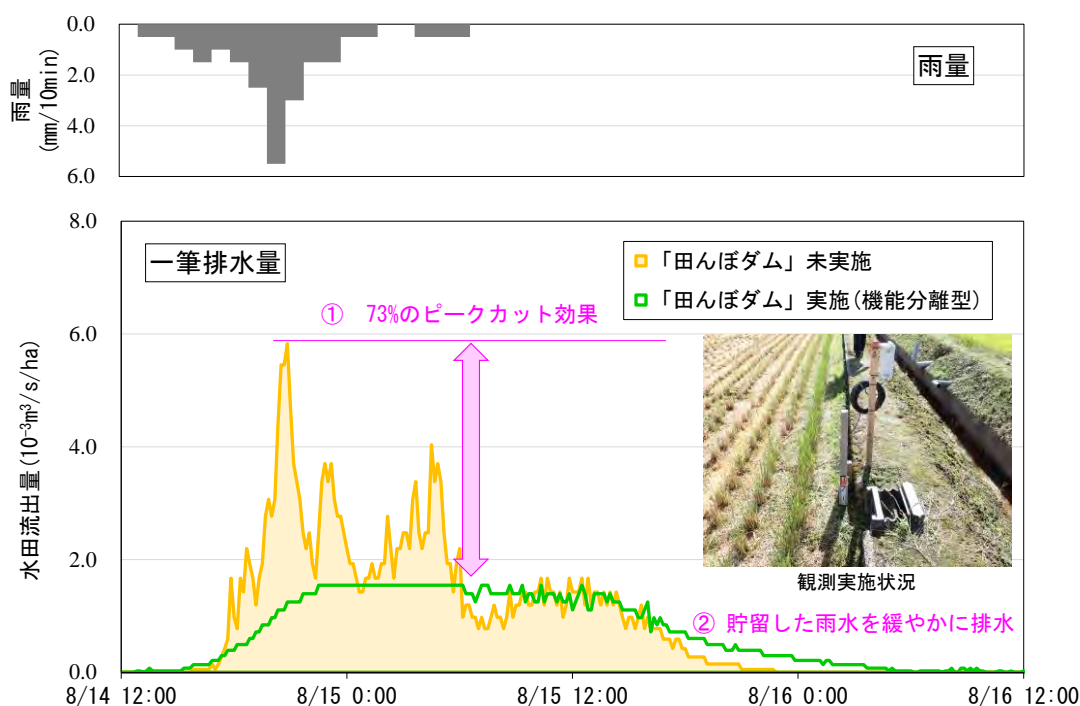


図 3-1 水田からの流出量抑制効果（令和3年度実証事業 観測結果）

排水柵：堰幅 33cm，流出口径 ϕ 125mm

機能分離型の流量調整器具：流出量調整板に口径 ϕ 60mm の流出孔

また、大分県南部沖野津留地区で観測された流出量のピーク抑制効果を図 3-3 に示します。この事例では、流出量のピークを約 11%抑制していることが確認できました。



図 3-2 沖野津留地区観測ほ場位置図

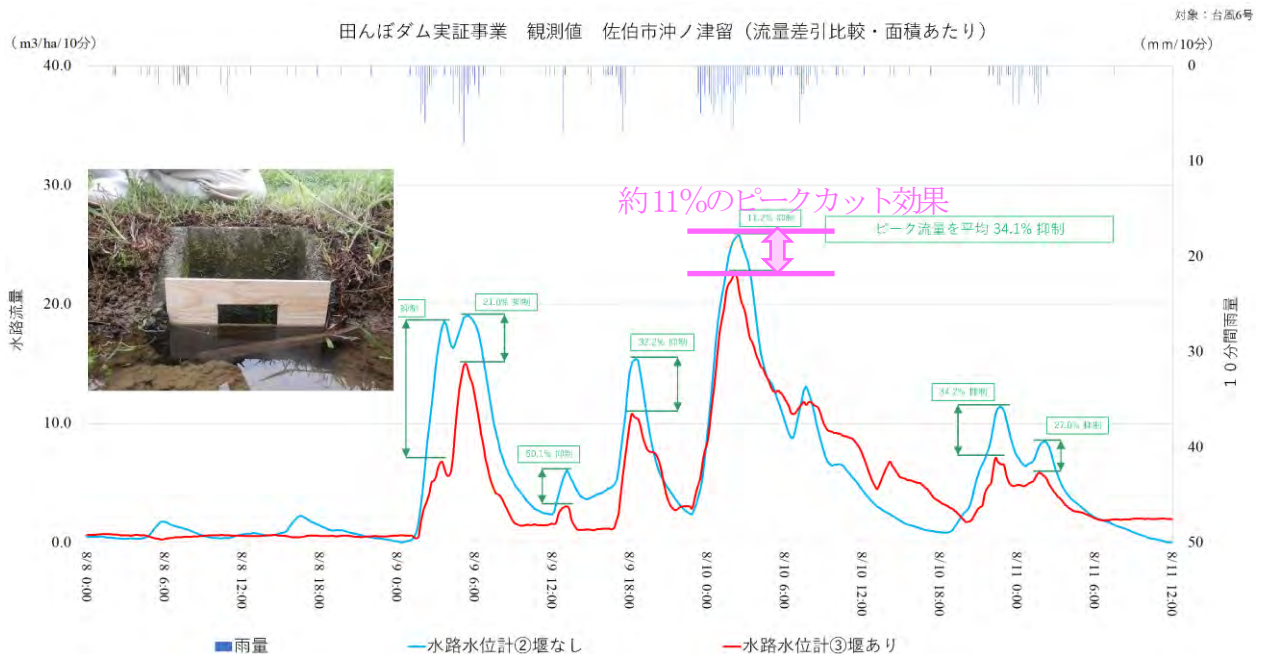


図 3-3 水田からの流出量抑制効果 (令和5年度実証事業 観測結果)

24時間総雨量：153.0(mm/日)，10分間最大雨量：8.0(mm/10分)

機能一体型の流量調整器具：排水柵に開口部幅12cm、高さ5cmの門型堰を設置

(2) 様々な規模の降雨に対して効果を発揮

「田んぼダム」は、様々な規模の降雨に対して効果を発揮することができます。また、2.2.3で述べたように、適切な流出量調整器具を選定することで、より大きな効果を期待することができます。

令和3年度実証事業で行ったシミュレーションの結果を図3-4に示します。

10年に1回の確率で発生する規模の降雨（最大時間雨量57.1mm、総雨量168.3mm）では、水田からのピーク流出量を、機能一体型で約78%、機能分離型で約74%抑制する効果が発揮されています。

50年に1回の場合（最大時間雨量71.6mm、総雨量242.4mm）、機能一体型で約36%、機能分離型で約85%、100年に1回の場合（最大時間雨量77.5mm、総雨量277.1mm）、機能一体型で約21%、機能分離型で約86%抑制する効果が発揮されており、大規模な降雨に対しては、機能分離型がより大きな効果を発揮できます。

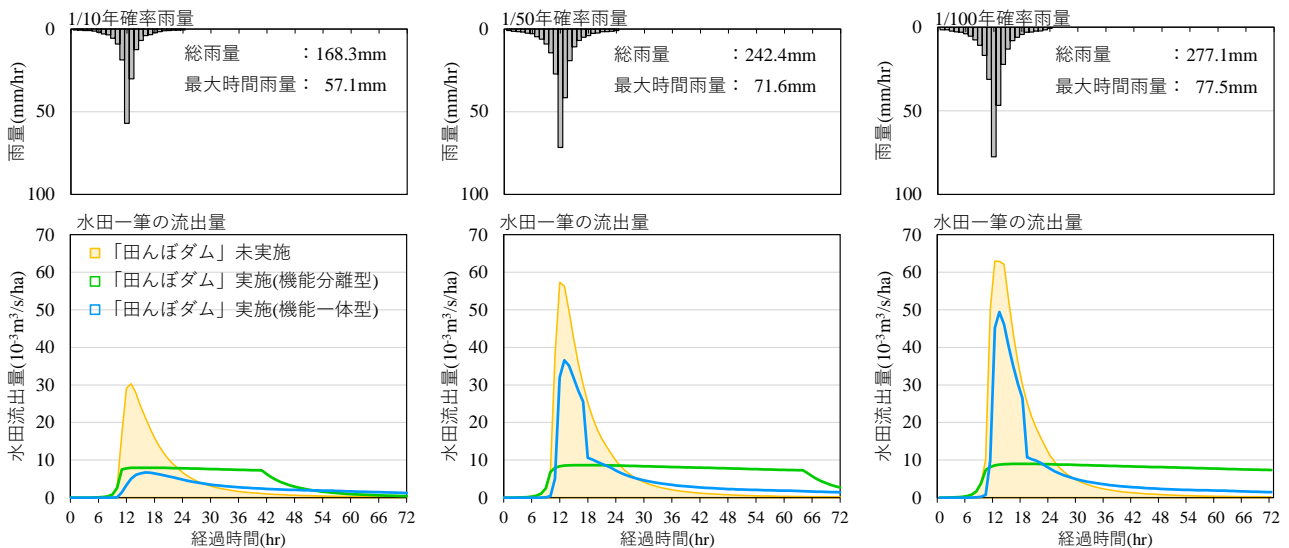


図 3-4 水田からの流出量抑制効果（令和3年度実証事業 シミュレーション結果）

確率降雨：気象庁栃木観測所の観測値を基に算出
 ほ場条件：畦畔高30cm，排水柵の堰幅22cm，流出口径φ110mm
 機能分離型の流量調整器具：流量調整板に口径φ40mmの流出孔
 機能一体型の流量調整器具：排水柵に上幅15cm、高さ11cmのV字切欠を設置
 初期水深：0cm

また、熊本県球磨川流域での湯前町の現地観測（図 3-5 の位置）から得られたピーク流出量抑制効果¹⁾を図 3-6 に示します。この事例では、複数の降雨イベントに対する効果が得られています。なお、観測は慣行ほ場（「田んぼダム」未実施ほ場）1筆（N1）と「田んぼダム」（機能分離型）実施ほ場2筆（D1, D2）で行われました。

降雨イベント(a)（最大時間雨量 15.5mm、総雨量 114.5mm）では、水田からのピーク流出量を D1 で約 50%、D2 で約 46%抑制しています。降雨イベント(b)（最大時間雨量 21.0mm、総雨量 126.0mm）では、水田からのピーク流出量を、D1 で約 75%、D2 で約 62%抑制しています。降雨イベント(c)（最大時間雨量 30.0mm、総雨量 206.0mm）では、水田からのピーク流出量を、D1 で約 80%、D2 で約 77%抑制しています。

最も雨量が多かった降雨イベント(d)（最大時間雨量 47.0mm、総雨量 641.5mm）では、計測の不調により流出量が計測できなかったため、ほ場の湛水深データと降雨量を基に、数値モデルによって流出量を再現しています。その結果、「田んぼダム」によるピーク流出量の抑制効果は約 82%であり、4つの降雨イベントの中で最も高かったと推定されました。

これは、前述の結果や、「田んぼダム」が短時間に集中する降雨に対してより大きな効果を発揮するとした先行研究²⁾と一致する結果です。

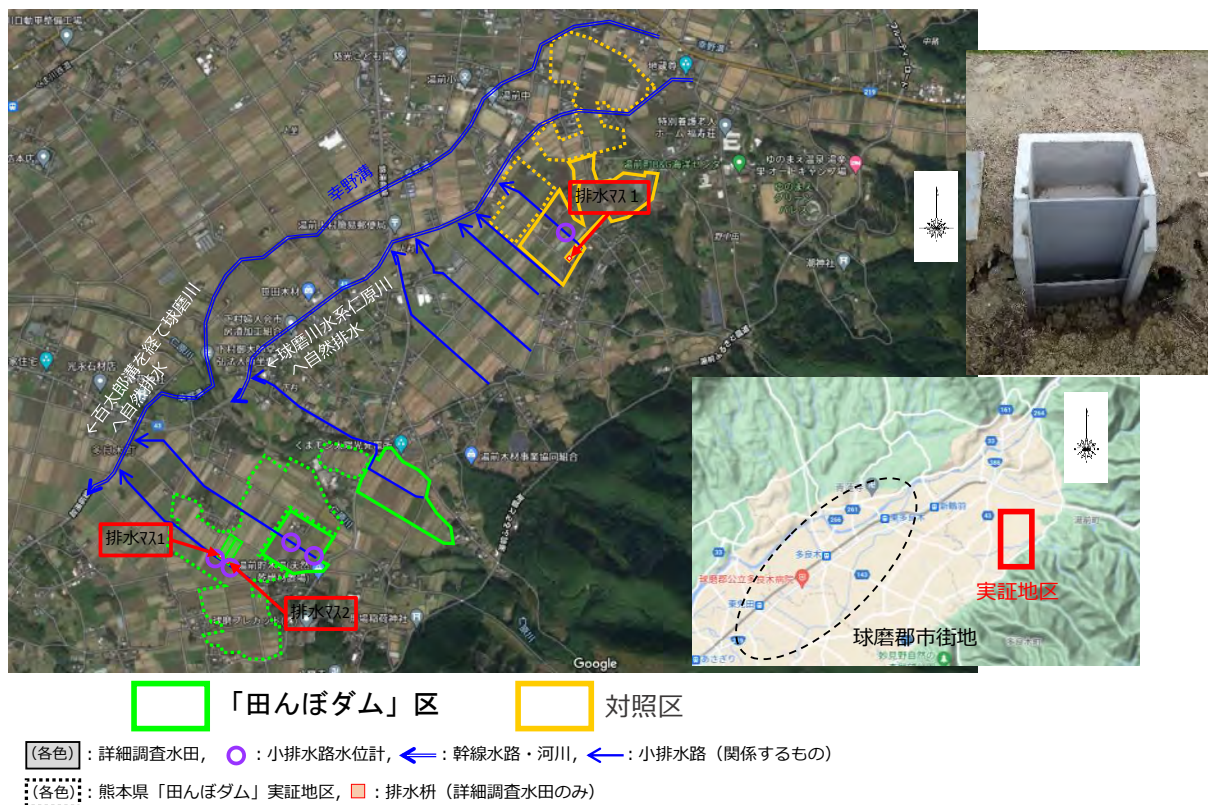


図 3-5 観測箇所位置図

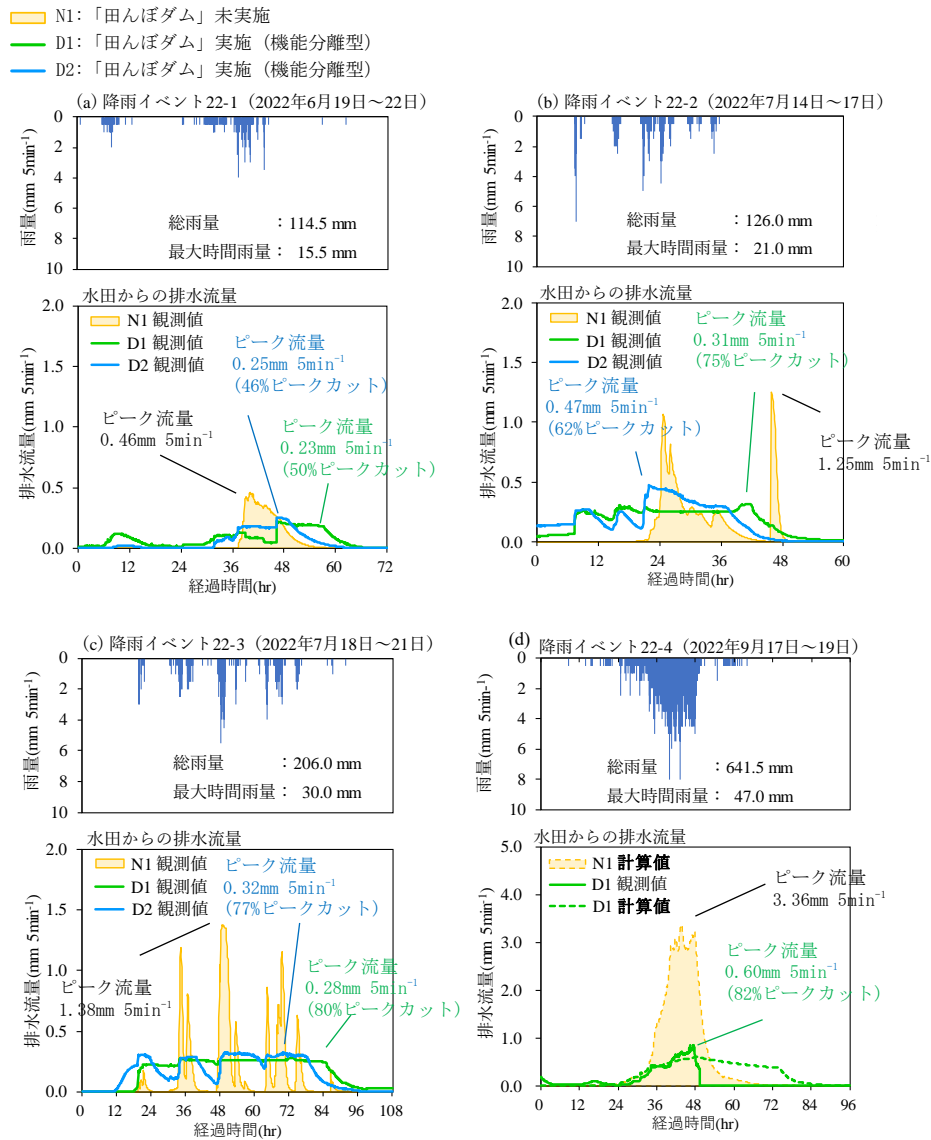


図 3-6 雨量と水田からの排水流量
(山口ら (2024) に加筆)

確率降雨: 「田んぼダム」実施地区内に設置した雨量計の観測値を基に算出

対象降雨イベント: 2022年6月～9月に発生した4イベント

降雨強度の最大値: 15.5mmh⁻¹～47.0mmh⁻¹

ほ場条件: 慣行ほ場 N1 は 1,669m², 「田んぼダム」ほ場 D1 は 2,820m², D2 は 2,790m²
 畦畔高約 30cm, 各ほ場に排水柵 1つ

流量調整器具: 機能分離型

※最大時間雨量 47.0mm、総雨量 641.5mm の降雨は欠測があったため計算値で補足

3.2 排水路や下流河川の水位上昇・流量抑制

(1) 排水路や下流河川の水位上昇・流量を抑制

令和3年度実証事業で排水路の水位を観測したところ、「田んぼダム」に取り組んだ地区での水位上昇量が抑えられる効果が確認されました。

効果の一例として、新潟県新潟市で行った実証調査の観測結果を図3-7、観測箇所を位置を図3-8に示します。「田んぼダム」を実施しなかった水田の排水路での水位上昇が約0.15mであったのに対し、「田んぼダム」を実施した水田の排水路での水位上昇が約0.08mであり、排水路の水位上昇を抑制していることが確認できました。

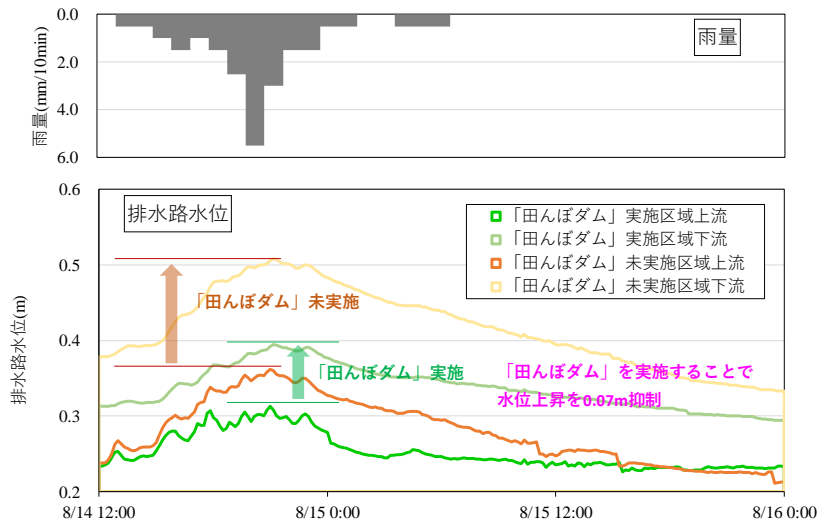


図 3-7 排水路の水位上昇抑制効果（実証事業 観測結果）



図 3-8 観測箇所位置図（令和3年度実証事業）

排水柵：堰幅 33cm，流出口径 ϕ 125mm

機能分離型の流量調整器具：流出量調整板に口径 ϕ 60mm の流出孔

また、熊本県球磨川上流左岸に位置する、支流河川および排水路流域を対象としたシミュレーションの事例³⁾を示します。

対象流域（図 3-9）には、等高線に沿って2本の農業用幹線用水路（幸野溝、百太郎溝）が走っています。この2本の水路は降雨の際には排水路としても機能しており、山地側に位置する水田や住宅地からの排水を受けています。また、2本の水路は球磨川の支流河川と交差しており、その地点では放水ゲートや余水吐あるいは平面交差することにより、支流河川に排水しています。最終的に原田川へ合流し、球磨川本川に至ります。

このように農業用幹線用水路が、排水路の役割を果たす影響により、実際の豪雨時には百太郎溝からの溢水現象も確認されています。

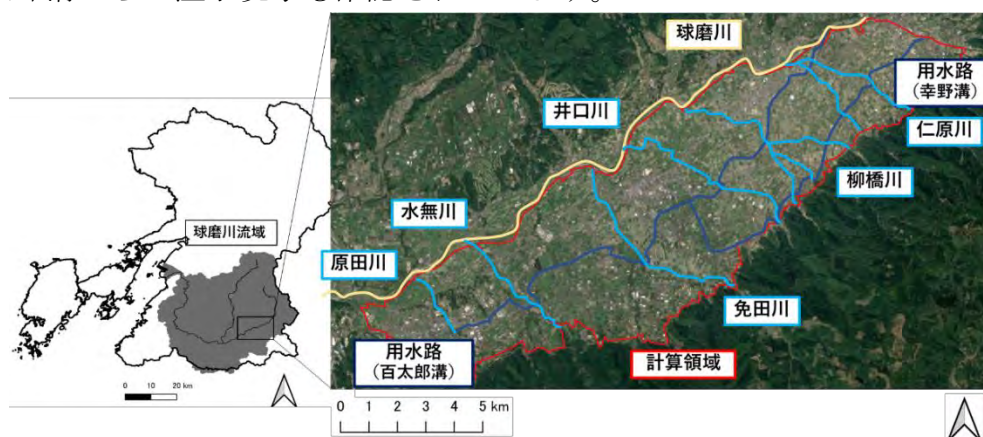


図 3-9 解析対象領域（鈴木ら(2024)より）

100年に1回の確率で発生する規模の降雨に対して、「田んぼダム」（機能分離型）実施率 0%および 100%とした場合の、百太郎溝下流部における水深および同地点で溢水するときの水位を図 3-10 に示します。

「田んぼダム」実施率 0%の場合は、百太郎溝下流部は溢水しますが、実施率 100%の場合は溢水しませんでした。これは、「田んぼダム」により百太郎溝のピーク流量が抑制されたためです。

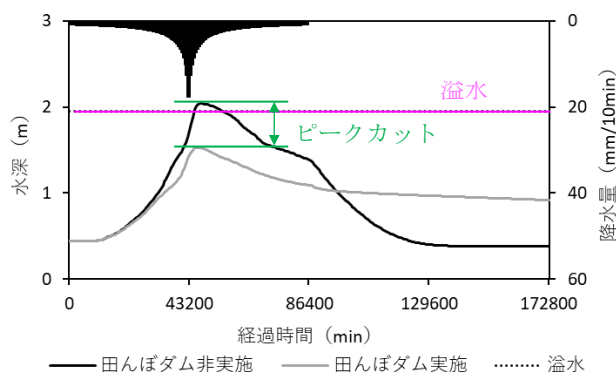


図 3-10 「田んぼダム」実施シナリオごとの百太郎溝下流地点における水深変化（鈴木ら(2024)に加筆）

また、「田んぼダム」実施率 0%および 100%とした場合の、支流河川下流端流量の経時変化を図 3-1 1 に示します。

「田んぼダム」を実施すると、支流河川のピーク流量は $23\text{m}^3/\text{s}\sim 48\text{m}^3/\text{s}$ 低下しており、9%~37%のピークカット効果が示されました。

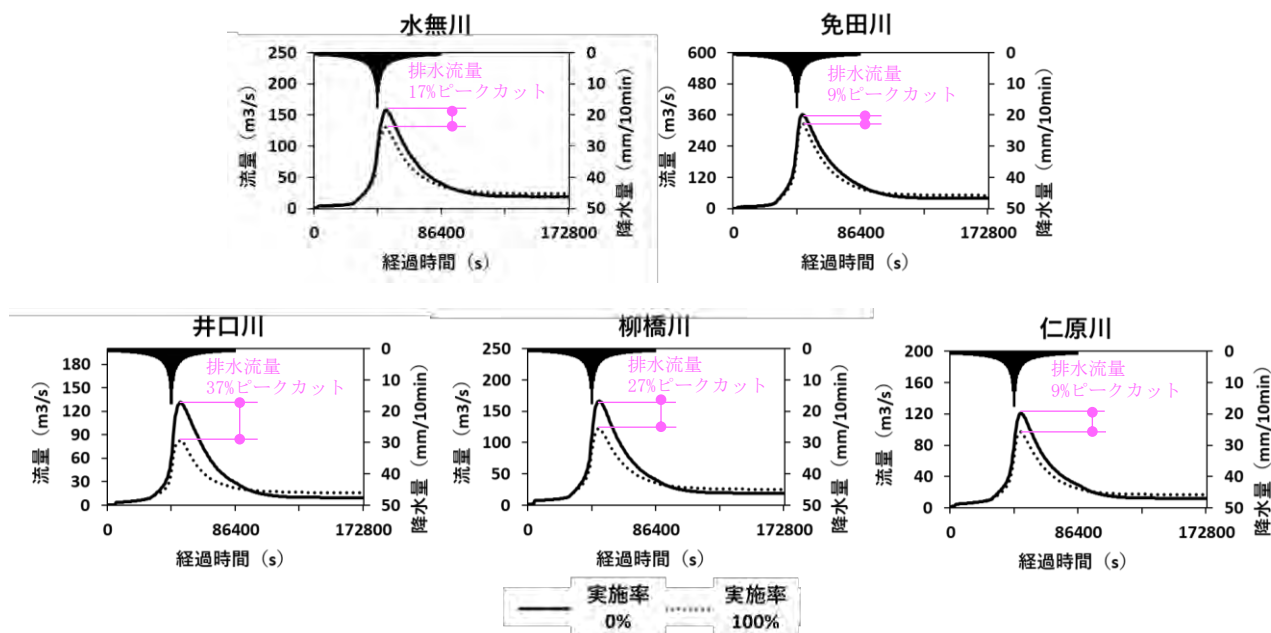


図 3-1 1 支線河川下流端流量の経時変化(鈴木ら(2024)に加筆)

支流河川の諸元：流域面積 水無川 2337ha 免田川 5551ha
 井口川 1875ha 柳橋川 2330ha 仁原川 2022ha
 水田面積率 水無川 550ha 免田川 1139ha
 井口川 844ha 柳橋川 785ha 仁原川 578ha
 条件：球磨地域 24 時間 100 年確率降雨（ピーク位置 0.5（中央集中型）），
 24 時間降水量 379.9mm，10 分間最大降水量 17.6mm）を入力
 畦畔高 30cm，堰板高さ 5cm，水田初期水位 5cm，機能分離型 $\phi 50\text{mm}$

排水路は豪雨時に本川への洪水到達時間を早めるなど、洪水軽減に対して負の影響があるという報告⁴⁾があります。

しかし、「田んぼダム」の実施により、支流河川のピーク流量の抑制がなされてその負の影響を軽減できるとともに、百太郎溝周辺の地域の浸水リスクを低減できることが示されました。

(2) 集水域に占める取組面積の割合に応じて効果を発揮

前述の球磨川上流左岸流域の事例⁵⁾では、すべての水田において「田んぼダム」(機能分離型)を実施すると、100年に1回の確率で発生する規模の降雨に対して、各支流河川のピーク流量は $23\text{m}^3/\text{s}$ ~ $48\text{m}^3/\text{s}$ 低下し、9%~37%ピークカット効果が示されました。河川流量のピークカット率が異なった原因は、各支流河川流域内の水田面積率が異なるためと考えられます。

「田んぼダム」の実施率を20%~100%まで20%刻みで変化させてシミュレーションして求めた河川流量のピークカット率と水田面積率の関係を、図3-12に○で示します。また、簡易推定式⁶⁾による水田面積率・「田んぼダム」実施率と河川流量ピークカット率の関係を実線で示しています。

この結果から、河川流量のピークカット率は水田面積率と「田んぼダム」実施率に比例すると考えられます。

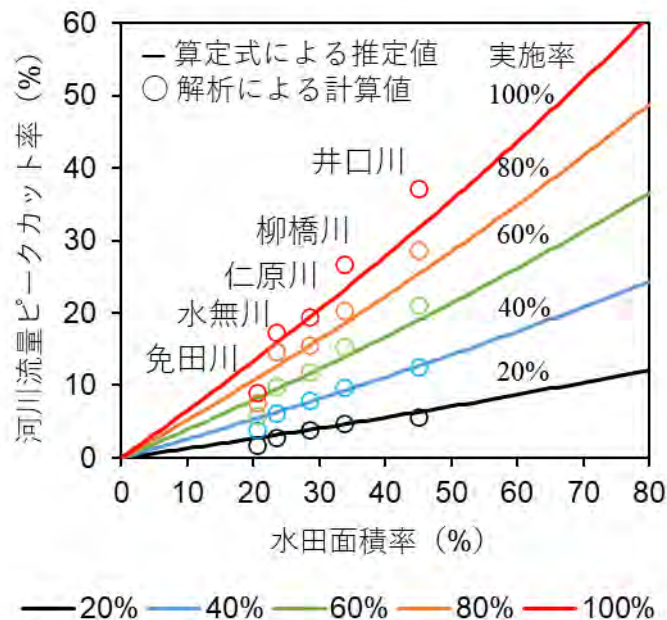


図 3-12 各支流河川流域における水田面積率および田んぼダム実施率(各曲線)と河川流量ピークカット率の関係(鈴木ら(2024)より)

(3) 様々な規模の降雨に対して効果を発揮

3.1で述べたとおり、「田んぼダム」は様々な規模の降雨に対して効果を発揮することができます。令和3年度実証事業で行った幹線排水路流量のシミュレーションの結果を図3-13に、流量算出地点の位置を図3-14に示します。

10年に1回の確率で発生する規模の降雨（最大時間雨量57.1mm、総雨量168.3mm）では、幹線排水路のピーク流量を、機能一体型で約26%、機能分離型で約22%抑制する効果が発揮されています。

50年に1回の場合（最大時間雨量71.6mm、総雨量242.4mm）は、機能一体型で約11%、機能分離型で約19%、100年に1回の場合（最大時間雨量77.5mm、総雨量277.1mm）では、機能一体型で約6%、機能分離型で約18%抑制する効果が発揮されており、大規模な降雨に対しては機能分離型がより大きな効果を発揮すると考えられます。

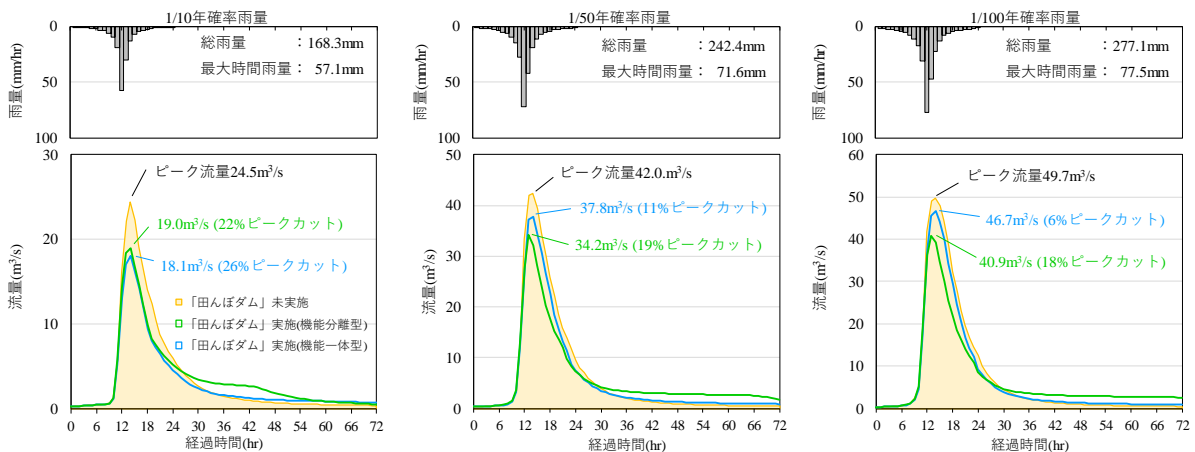


図 3-13 幹線排水路流量の抑制効果

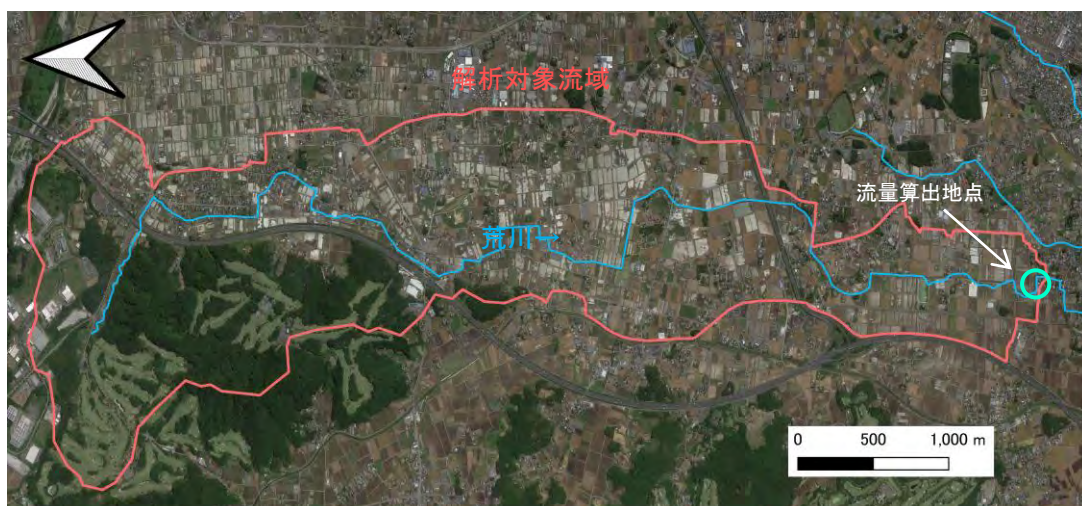


図 3-14 シミュレーション検証地点位置図（令和3年度実証事業 シミュレーション結果）

条件：流域面積 1,015 ha 水田面積率 38% 地形勾配 約 1/300 「田んぼダム」実施率 100%
排水柵：堰幅 33cm, 流出口径 ϕ 125mm 機能分離型の流量調整器具：流出量調整板に口径 ϕ 60mm の流出孔