

白川上流域を対象とした流域治水対策としての田んぼダムの流出抑制効果に関する研究

熊本大学 学生会員 ○鹿児島大, 大内憲人, 正会員 皆川朋子, 非会員, Shakila Kayum
九州大学 フェロー会員 島谷幸宏

1. はじめに

気候変動への適応策として流域治水への転換が進められているが、その対策の一つとして田んぼダムが注目されている。田んぼダムとは水田の排水口に調整板を設置することにより貯留機能を強化したもので、吉川らにより新潟県での現地実験やシミュレーションで洪水緩和機能を発揮することが示されている¹⁾。田んぼダムの洪水緩和機能は田んぼダム排水口に設置される調整板の流出孔形状に大きく依存する。調整板の流出孔形状については吉川らにより提案されているが²⁾、100年確率降水等の超過洪水に対する検討や本川への流出抑制効果について定量的に評価されていない。そこで、本研究では超過洪水対策も含めた流域治水対策としての田んぼダムの有効性について評価することを目的に検討を行った。

2. 方法

2.1 対象地概要

対象地区は白川上流域に位置している南阿蘇村の南阿蘇村河陰、中松、久石地区とした(図-1)。対象流域の面積は約7.5km²で、そのうち水田の面積は4.6km²を占めており、水田1枚当たりの面積は約30aである。

2.2 対象降雨パターンと調整板

対象とした降雨は10年、30年、50年、100年確率降雨の4パターンとした。基準とした確率降雨は、24時間雨量273mmの10年確率降水である2019年6月30日～7月1日の2日間の10分雨量データを基に降雨波形を30年、50年、100年確率に引き伸ばして作成した。降雨データは水文水質データベースと熊本地方気象の雨量観測所のデータを使用した。

調整板の流出孔は1つとし、地面から流出孔下端までを7.5cmに固定し設定した。流出孔断面積は縦×横(3×6cm, 3×12cm, 3×18cm)の3パターン(それぞれcase1, case2, case3)とし、これに流出孔を設けない堰板縦×横(7.5×30cm, 7.5×45cm)をそれぞれcase4, case5とした5ケースを対象に検討することとした。

2.3 水田からの放出量及び田面水位の算出

水田からの放出量は水田1枚の面積を30aとし、各降雨パターンに対するCase1～5における水田からの放出量及び田面水位を、流出孔が完全に水面下となる高湛水位

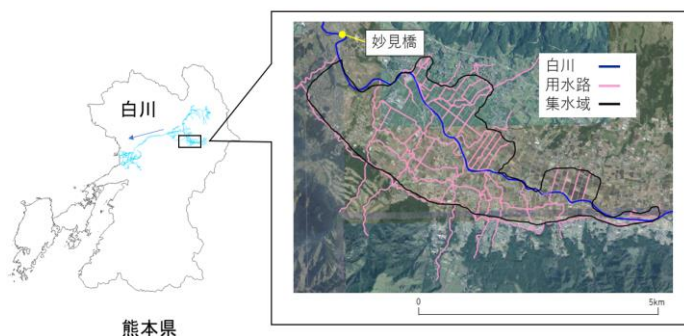


図-1 研究対象地(南阿蘇村河陰、中松、久石地区)では以下のオリフィスの公式、低湛水位では四角堰の公式を用いて算出した。初期田面水位は0mmとした。

オリフィス:

$$Q = Ca\sqrt{2gh'}$$

ここに、Q: 流量 (m³s⁻¹)、C: オリフィスの流量係数、a: オリフィス孔の面積 (m²)、g: 重力加速度 (ms⁻²)、h': 流出孔中央から田面水位までの高さ (m) である。

四角堰:

$$Q = EbH^{3/2}$$

ここに、Q: 流量 (m³s⁻¹)、E: 四角堰の流量係数、b: 開口部幅 (m)、H: 越流水深 (m) である。

なお、オリフィス、四角堰の流量係数は、吉川らを参考にそれぞれ0.71, 1.90とした³⁾。

2.4 白川への流出抑制効果の評価

対象区間上流端(黒川合流点から17.1km)の流量は降雨流出と洪水氾濫を同時にシミュレーションできるRRIモデル(土木研究所: ICHARM)を用いて算出した。なお、河床粗度は0.03m^{-1/3}・sとし、斜面粗度、土壌厚、空隙率、飽和透水係数、鉛直飽和透水係数は土地利用(山地、平地、市街地)毎に設定し用いた。

対象地域下流端(妙見橋地点、黒川合流点から4.6km、図-1)の河川流量はDioVISTA/Flood(日立パワーソリューションズ)を用いて、2.3で求めた水田からの流出量に各用水路集水域面積を乗じ算出し求めた流出量を用水路上流端流量として入力し算出した。なお、ここでは水田に降った降雨のみを対象とし、山地流出等は考慮していない。

3. 結果及び考察

図-2, 3に、10年確率降雨と100年確率降雨時の水田1

枚からの流出量と田面水位を示す。流出孔を設けない堰板のみの case4, case5 の流出量においても 10 年確率, 100 年確率どちらもピーク流量の低減, ピーク到達時間の遅延があり, 流出抑制効果が発揮されている。これらのケースは田んぼダムを導入しない場合の水田の流出抑制効果を示しており, 10 年確率降雨においては水田への降雨による流入量の 2/3 以上, 100 年確率降雨では約 1/3 を抑制している。

流出孔を設置した田んぼダムの場合には流出量はさらに大きく抑制され, 特に 100 年確率ではピーク時の流出抑制割合は 90% を超える。流出孔の横幅が小さいほど流出量は抑制されるが, 流出孔による差は降雨流入量に比べ相対的に小さくなかった。田面水位およびその時間変化に関しては, 流出孔の大きさによる差異が認められた。特に 100 年確率の場合, 流出孔が小さい case1, 2 では田面水位が 300mm を超え, 水位が下がるまで長時間を要したこと, 稲の収穫に影響を及ぼす許容湛水深は 30cm⁴⁾ とされており, 本研究で対象とした降雨波形かつ 30a の面積の水田においては, case3 が湛水位 30cm を超えず, 田面水位も速やかに下がっていることから 5case の中では, 最適の結果となった。

以上のように, 田んぼダム用の堰板を導入しない場合においても水田は流出抑制効果を有しているが, 孔付きの堰板を導入することにより, 100 年確率の降雨に対しても大きな流出抑制効果をもたらす。孔の大きさに関しては, 水田面積, 降雨パターンを考慮したさらなる検討が必要である。

図-5 に計算対象とした水田からの流入後の白川妙見橋地点におけるハイドログラフを示した。この図から, 100 年確率の降雨を対象とした場合, 流量ピーク時の水田の流出効果はおおよそ 39 m³/s 程度, 田んぼダムを導入した case3 では, さらに 39 m³/s 程度の流出抑制効果をもたらしており, 田んぼダムの孔の大きさを適切に設定できれば, 大きな治水効果をもたらす可能性があることが明らかになった。

4. まとめ

本研究では, 南阿蘇村を流下する白川上流域を対象に, 田んぼダムの流出抑制効果を定量的に評価した。その結果, 田んぼダムは今回対象とした降雨波形に対しては, 100 年確率の降雨に対しても治水効果を発揮する可能性があることが示された。今後, 田んぼダムの堰板の孔の大きさの一般化を図るためには, 降雨パターンや水

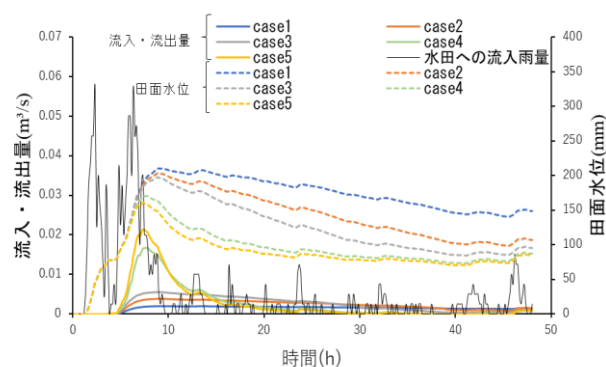


図-2 10 年確率降雨時の水田 1 枚からの流出量と田面水位

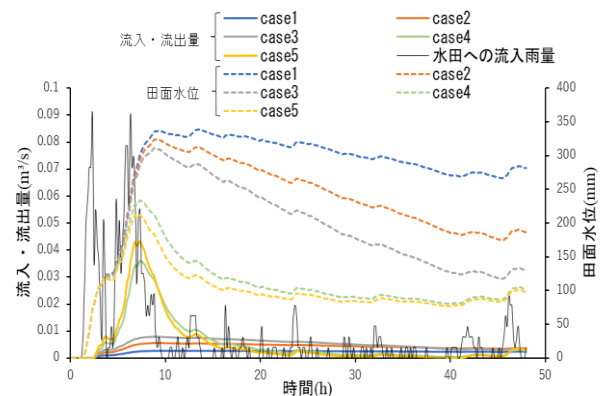


図-3 100 年確率降雨時の水田 1 枚からの流出量と田面水位

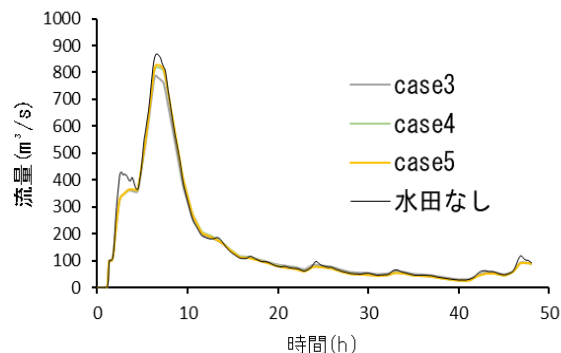


図-4 100 年確率降雨時の妙見橋地点の流量

田面積を変化させた検討, および畔高さや田越灌漑, 排水路網などを考慮した詳細な検討が必要である。

参考文献

- 1) 吉川夏樹, 長尾直樹, 三沢眞一: 田んぼダム実施流域における洪水緩和機能の評価, 農業農村工学会論文集 No.261, pp.41~48, 2009.
- 2) 吉川夏樹, 小出英幸, 三沢眞一: 田んぼダムの落水量調節に求められる要件と垂直設置型調整板の適切な流出孔形状, 農業農村工学会論文集 No.268, pp.39~45, 2010.
- 3) 吉川夏樹, 長尾直樹, 三沢眞一: 水田耕区における落水量調整板のピーク流出抑制機能の評価, 農業農村工学会論文集 No.261, pp.31~39, 2009.
- 4) 農業研究機構 HP: 豪雨時の洪水被害軽減に貢献する水田の利活用方法, http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nire/136187.html