

土岐川支流群における水田貯留の効果推定－調整板を設置した場合の流量低減

名古屋工業大学 浜田 真緒
 名古屋工業大学 正会員 ○萱場 祐一

1. はじめに

気候変動に伴う洪水・氾濫リスクが増加している。この対策として河道掘削，樹木伐開，築堤・堤防強化等が行われてきたが，増大する流量の越水・溢水抑制には限界がある。このような中，2020年(令和2年)7月に流域治水の方向性が打ち出され，さらに，2021年(令和3年)2月には流域治水関連法案が閣議決定，流域治水の具体的施策が示された。流域治水では，ハザード対応，暴露対応，脆弱性対応が取られるが，ハザード対応では集水域での貯留推進が重要なアプローチとなり，水田貯留もその一つとなる。本研究では，水田貯留の効果として調整板を設置時した際の貯留量を簡易的に評価したので報告する。

2. 研究方法

水田貯留の評価対象地域を選定するために庄内川上流の土岐川流域支流群における流域・水田面積を算出，水田面積比率の高い上位3流域(洞川，藤川，小里川)を対象とした。水田の落水口の堰高を0.05(m)，調整板の有無で単位水田当たりの流出量を算出，次に，水田面積割合の大きい洞川における流域流出量に対する水田流出量を求め水田貯留の効果の評価した。以下に概要を示す。

2.1 QGISを用いた流域面積と水田面積の算出

基盤地図情報ダウンロードサービス¹⁾から土岐川流域の5mメッシュの数値標高モデル(DEM)と基本項目，農林水産省の筆ポリゴンダウンロードページから対象地域の筆ポリゴンを取得した(図1)。次に，QGISを用いてDEMからストラーの方法で河川の順位付けを行い，疑似河道を

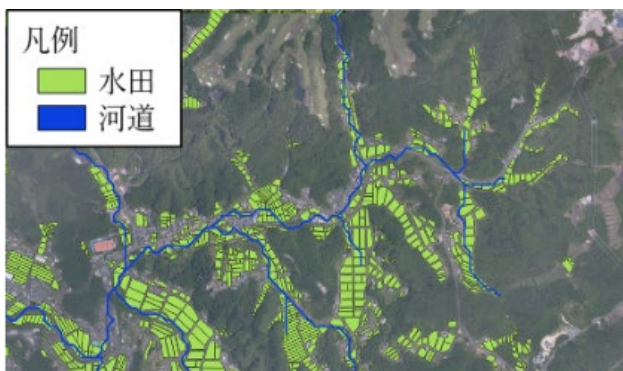


図1 水田の配置状況(小里川)

表1 流域面積と水田面積

流域	流域面積(m ²)	水田面積(m ²)	水田面積/流域面積 (%)
洞川	5,923,800	911,543	15.39
藤川	9,700,200	663,356	6.84
小里川	96,601,500	4,831,972	5.00
小里川上流	55,706,400	3,948,875	7.09
小里川下流	40,895,100	883,097	2.16

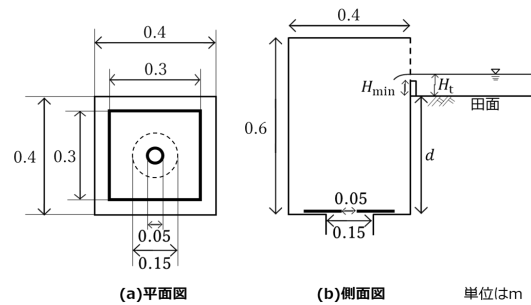


図2 落水口構造図

算出した。これが，基本項目の水域とほぼ一致していることを確認し，土岐川一次支川流域を抽出した。この流域毎に水田データを切り抜き，流域面積当たりの水田面積割合を求めた(表1)。

2.2 水田貯留・流出解析

水田からの流出量計算は水田落水口の堰高を0.05mとし，調整板の有無(有:Case1，無 Case2)により行った。水田の落水口は単位水田当たり1つ設け，吉川ら²⁾の研究を参考に図2の形状とした。調整板は0.3m四方とし，中心に0.05mの孔がある。排水マス孔の直径を小さくすることで排水時のピーク流出を抑えることができる。水田の水深と越流量変化の計算は，瀬川ら³⁾が提案した連続式と運動の式を前進差分して用い，調整板のオリフィスの計算は吉川ら²⁾が提案した式を用いた。以下に式を示す。

$$H_t > H_{min}$$

$$Q = q_{t1} \quad (q_{t1} < q_{t2}) \quad q_{t1} = 3600ab(H_t - H_{min})^{1.5} \quad (1)$$

$$Q = q_{t2} \quad (q_{t2} < q_{t1}) \quad q_{t2} = 3600Ca\sqrt{2g(H_t + d)} \quad (2)$$

$$H_{t+1} = H_t + \left(-\frac{Q}{A} + R_t\right) \Delta t \quad (3)$$

$$H_t \leq H_{min}$$

$$Q = 0 \quad (4)$$

$$H_{t+1} = H_t + R_t \Delta t \quad (5)$$

キーワード 流域治水，水田貯留，田んぼダム，調整板，GIS

連絡先 〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL052-735-5490

ここに、 Q :水田からの流出量($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), H_{t+1} , H_t :計算前後の貯留水深(m), q_{H1} :堰の越流量($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), q_{12} :オリフィスからの流出量($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), A :一筆水田面積(m^2), R_t :降水量($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$), Δt :時刻間(h), α :堰の流出係数(=1.838), b :堰の幅(m)(=0.40), H_{min} :落水口の堰高(m), C :オリフィスの流量係数(=0.88), a :オリフィス孔の面積(m^2), g :重力加速度($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)(=9.81), d :田面以下の排水マスの深さ(m)(=0.40)

なお、本計算では蒸発散量と土壌浸透量は考慮しない。解析は時間単位で行い、流出量を連続的に求めるために、運動と連動の式を交互に計算した。

畦畔高は現地調査より、平均 0.29 m であったので、田面からの水深が 0.29 m を越えた場合にはその時点で氾濫したとみなした。水田の初期水深は中干期を想定し 0.00m とした。降雨・流量データは、庄内川の基本高水検討に用いた 6 洪水の降雨・流量データを使用した。計算では平均的な面積を有する水田一単位(一筆)における流出量を計算した。次に、水田面積比率の大きな洞川を対象として、流域末端での流出量と水田からの流出量を Case1 と Case2 比較し、調整版の存在が流出量低減に及ぼす効果を概算した。水田からの流出量は水田一単位(一筆)における流出量に水田筆数を乗じるにより求めた。

3. 計算結果

H1.9 洪水における Case1,2 を比較した結果を図 3 に示す。調整版を設置すると単位時間当たりの最大流出量はおおよそ $20 \text{ m}^3/\text{h}$ を越えない程度に推移し、調整版による流出がある程度抑制された。次に、洞川における S 58.9 洪水を対象とした流域末端での流出量(流域全体)と Case1, 2 の流出量を示す。ここで、水田からの流出量は排水路・河道における流下時間を考慮していないが、水田の多くは河道と近接している(図 1)。このため、水田からの流出は比較的早く流域末端まで到達すると考え、流域末端流量が算出された時刻 t と同時刻の水田からの流出量を概算値として比較した(図 4)。Case1 の水田流出量はピーク流量時刻で流域全体の 30% 程度を示し、水田からの流出量が比較的大きいことが分かった。一方、Case2 ではこれが相当程度抑制され、調整版を設置することが洞川におけるピーク流量低減に寄与することが分かった。

4. 考察・まとめ

本研究では、基本高水の検討に用いている超過確率が比較的大きい降雨を対象としたが、このような降雨に対しても、堰高を 0.05(m) に設定し、調整版を設置すると水

田一単位当たりの流出量の抑制が可能であることが分かった。ただし、本報告では 15% 程度と比較的大きな水田面積割合の流域を対象として計算を行ったことが抑制効果を大きくしている(藤川, 小里川では抑制効果は洞川程大きくない)。今後、流域面積、水田面積の大きさ、そして、排水路、河道での流下時間を考慮して効果を定量化することが必要になるだろう。また、本研究では初期水深を中干期を想定して 0.00m と設定しているため貯留効果が相対的に大きくなった。初期水深は水田での貯留量を支配するため、営農に及ぼす影響を考慮した上で IOT の活用等を行い、降雨状況に応じて堰高を自動的に制御する仕組み等の開発も必要になるだろう。

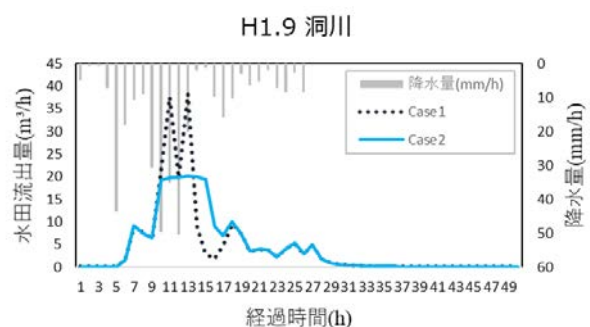


図 3 水田流出量の時間変化

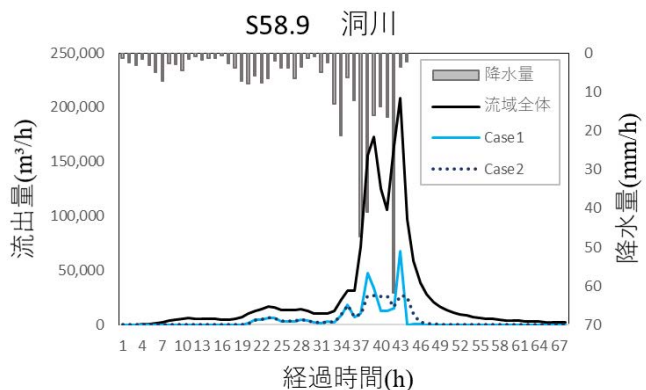


図 4 流域全体・水田からの流出量の比較

参考文献

- 1) 国土地理院, “地理院タイル一覧”, 国土地理院ウェブサイト, 閲覧日 2021-07-28,
<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 2) 瀬川学, 丸山利輔, 高瀬恵次: 手取川扇状地における水田, 畑地, 宅地からの大雨時における単位流出量の推定, 農業農村工学会論文集, 84(2), 103-112, 2016.
- 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版のピーク流出抑制機能の評価, 農業農村工学会論文集, 77(3), 263-270, 2019.