

宇和盆地への田んぼダム導入による流出抑制効果の評価

中電技術コンサルタント 非会員 藤井智之 日本工営 非会員 吉岡佐 日本工営 正会員 内山雄介
愛媛大学大学院 正会員 藤森祥文 愛媛大学大学院 正会員 ○森脇亮

1. はじめに

近年の豪雨災害の頻発化、激甚化を受け、従来の治水対策から流域治水への転換が必要とされている。こうした中で、田んぼを治水に活用する田んぼダムの取り組みが検討されている。愛媛県の肱川水系では西予市宇和盆地への田んぼダム導入が検討されている。しかし、田んぼダムによる流出抑制効果を流域スケールで評価する方法は確立されていない。

そこで本研究では、図-1 の宇和盆地を含む肱川上流域を対象に、宇和盆地への田んぼダム導入による流出抑制効果を流域スケールで評価する。



図-1：肱川上流域

2. 研究概要

本研究では、CommonMP (Common Modeling Platform for water-material circulation analysis) の要素モデルである貯留関数法 (流域) モデルを用いて田んぼダム導入による流出抑制効果を流域スケールで評価する。ここで、CommonMP は国土交通省国土技術政策総合研究所が開発した、異なった機能を持つ要素モデルを一体的に稼働させるためのプラットフォーム¹⁾である。流域スケールにおける解析の前段階として、ダムモデル (自然調節方式) と Kinematic Wave (河道) モデルの2つの要素モデルを用いて、田んぼに適用する貯留関数法のモデル定数 k , p の同定を行う。式 (1) に貯留関数法の関係式²⁾を示す。また、同定の際に参照した k , p の関係式²⁾を式 (2) に示す。

$$s = kq^p \quad (1)$$

$$k = 2.5(n/\sqrt{i})^{0.6} A^{0.24}, \quad p = 0.6 \quad (2)$$

ここで、 s : 貯留高 (mm), q : 直接流出高 (mm h^{-1}), k , p : モデル定数, n : 等価粗度 ($\text{m}^{-1/3} \text{s}$), i : 斜面勾配, A : 流域面積 (km^2) である。

3. 田んぼに適用する貯留関数法のモデル定数 k , p

3.1 解析対象範囲

本章の対象範囲は肱川上流域のうち、図-2 に示す、田んぼダムの実証実験実施地区の1つである杵所地区の田んぼ14筆とそれに隣接する水路である。対象とする田んぼ14筆の総面積は約4.4 haである。

3.2 要素モデルの適用

14筆の田んぼそれぞれにダムモデル (自然調節方式) を適用する。また、隣接する水路には Kinematic Wave (河道) モデルを適用する。これらを結合させることで田んぼに降った雨水が水路へ流出する過程を再現する。このときの田んぼの落水口の設定を図-3 に示す。田んぼダム未導入時を調整板無し、田んぼダム導入時を調整板ありとする。

3.3 モデル定数 k , p の同定

図-4 に示すように、解析により得られた田んぼの貯留高と水路下流端の流出高の関係から田んぼに適用するモデル定数 k , p を調整板無しとありそれぞれで同定した。図-4において、流出高が同じ値のとき、貯留高は調



図-2: 杵所地区の田んぼ14筆とそれに隣接する水路

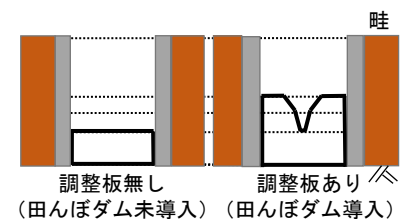


図-3: 落水口の設定

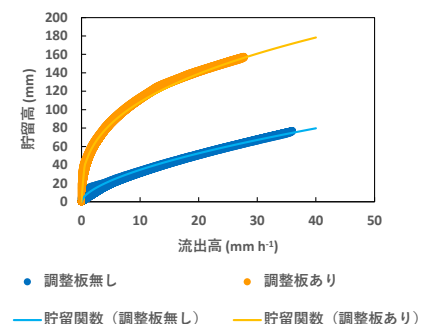


図-4: 貯留高と流出高の関係及びモデル定数の同定

調整板無しに比べて調整板ありのほうが大きい。また、貯留高が同じ値のとき、流出高は調整板無しに比べて調整板ありのほうが小さい。つまり、田んぼダムの特徴である雨水貯留機能と流出抑制効果が表現できていることが確認できる。このときの調整板無しとありのモデル定数 k , p をそれぞれ式 (3), 式 (4) に示す。調整板無しのモデル定数 k , p の関係式である式 (3) は式 (2) と同様の式であることから、式 (3) 及び式 (4) の流域スケールへの適用が可能であると考えられる。

$$k = 2.4(n/\sqrt{i})^{0.6}A^{0.24}, p = 0.6 \quad (3)$$

$$k = 13(n/\sqrt{i})^{0.6}A^{0.24}, p = 0.36 \quad (4)$$

4. 流域スケールにおける解析

4.1 解析対象流域

本章では図-1 に示す肱川上流域を対象とし、流域 1-1 から流域 1-6 の 6 つの小流域に分割して解析を行う。対象流域の西側に位置する宇和盆地には田んぼが広く分布している。

4.2 研究方法

本研究では流域 1-1 から流域 1-5 を宇和盆地と定義して田んぼダム導入時の評価を行う。各小流域において、土地利用細分メッシュデータ³⁾の土地利用種別を田、森林等、建物用地等の 3 つに再分類した後、貯留関数法(流域)モデルを用いて流出量を計算する。そして、それぞれ面積率を乗じて足し合わせることで各小流域からの流出量とする。このとき田んぼダム未導入時の田には各小流域で式 (3) のモデル定数 k , p を適用する。また、田んぼダム導入時の田には流域 1-1 から流域 1-5 で式 (4) を、流域 1-6 で式 (3) を適用する。以上の方法で計算した各小流域の流出量を足し合わせることで対象流域全体の流出量とする。このとき与える降雨は H30.7.7 洪水である。

4.3 解析結果

対象流域全体における田んぼダム未導入時の結果と野村ダム実績流入量の比較を図-5 に示す。この結果から、H30.7.7 洪水時の流出が本モデルで再現できていることを確認した。

田んぼダムの導入を行った 5 つの小流域のうち、最も田んぼの割合が大きな流域 1-2 の結果を図-6 に示す。ピーク時の流出量は田んぼダム未導入時が $70.9 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ であるのに対し、田んぼダム導入時が $68.2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ である。これをピークカット率として表すと 3.72 % である。また、田んぼダム導入を行った小流域におけるピークカット率と田んぼの割合の関係を図-7 に示す。H30.7.7 洪水に対して、田んぼの割合が 15 % を境に違いが見られ、田んぼの割合が 15 % を上回るとピークカット率が上昇することが確認できる。

5. おわりに

本研究では、田んぼに適用する貯留関数法のモデル定数 k , p を同定し、これを用いて流域スケールにおける田んぼダムの流出抑制効果を評価した。また、田んぼの割合によるピークカット効果の違いを確認できた。

謝辞 本研究は四国地方整備局大洲河川国道事務所から資料提供を受けた。また、本研究は河川砂防技術研究開発の助成を受けて行われた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所: CommonMP ウェブサイト, <https://framework.nilim.go.jp> (閲覧日 2023.3.1)
- 2) 土木学会水理委員会水理公式集改定小委員会: 水理公式集 平成 11 年版, 土木学会, p.40, 1999.
- 3) 国土交通省: 国土数値情報ダウンロードサービス, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/> (閲覧日 2023.3.1)

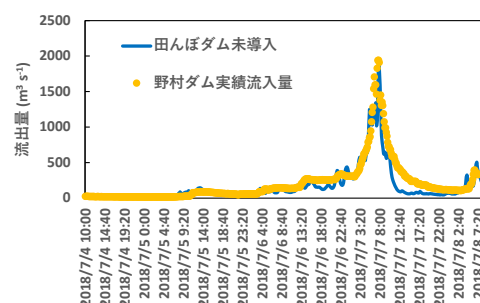


図-5: 野村ダム実績流入量との比較

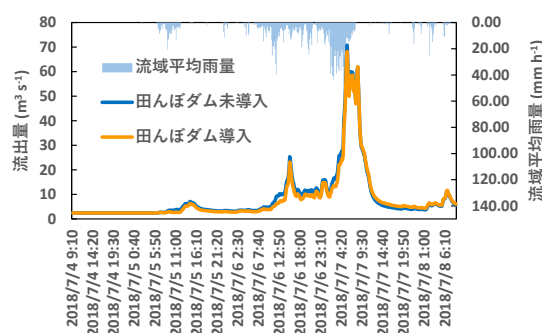


図-6: 田んぼダム導入結果(流域 1-2)

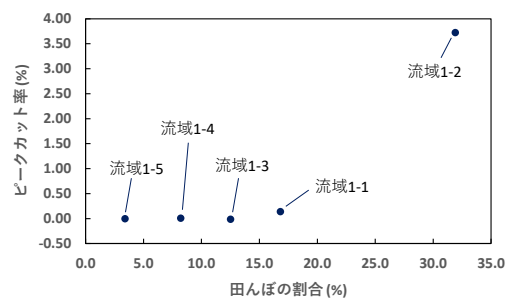


図-7: ピークカット率と田んぼの割合の関係