

田んぼダムによる洪水被害軽減潜在効果の推定

東北大学大学院 学生会員 ○山本 道
 東北大学大学院 正 会 員 風間 聡
 東北大学大学院 正 会 員 峠 嘉哉
 東北大学 非 会 員 山下 毅

1. はじめに

日本の治水政策において、気候変動による水災害リスクの増大に備えるために、これまでの河川管理者等の取組だけでなく、流域に関わる関係者が、主体的に治水に取り組む社会を構築する必要がある。そこで「流域治水」への転換が進められている¹⁾。この中で挙げられている対策の一つに「田んぼダム」が挙げられる。

水田の持つ治水機能は、水田の多面的機能の一つとして挙げられてきた。吉川らは水田の排水孔に落水量を調節できる装置を設置することにより人為的に水田の洪水調節機能を操作することのできる「田んぼダム」の効果の検証を行った²⁾。以降田んぼダムの施策は複数の自治体で導入が進んでいる。気候変動に伴う洪水への適応策の一つとしてより一層普及させるためには全国においてその効果の評価が必要である。本研究は気候変動の影響と併せた全国を対象とする田んぼダムの効果の推定を目的とする。

2. 洪水被害額推定手法

本研究においては氾濫モデルとして筆者らの既往研究と概ね同様の手法を用いた³⁾。

この氾濫計算には、国土数値情報の標高及び土地利用データを用いた二次元不定流モデルによる浸水深推定を行う。入力降水量データは集水面積と流出係数の関係から算出された任意の再現期間の洪水を任意の地点で生じさせる降雨分布である確率洪水寄与降雨分布を用いた。被害額計算式は治水経済調査マニュアル（案）を参考に、算出された浸水深に対応した被害率や土地利用に応じた被害額単価を設定した。

3. 将来気候における被害額推定手法

将来気候における被害額推定のために、現在の降水量に対する将来の降水量の増加率を算出する。これには農研機構地域気候シナリオ 2017-v2.7r によって 1km 分解能までダウンスケーリングされた日降水量を用いた⁴⁾。使用されている GCM は 5 つであり、RCP8.5 と RCP2.6 の 2 つのシナリオが対象である。対象期間は

1981 年から 2000 年と 2031 年から 2050 年、2081 年から 2100 年の三期間とした。これらについて全国 1259 地点の各年の最大日降水量から GEV 分布により再現期間 100 年の降水量を算出した。得られた二期間の降水量の比を将来の降水量増加率とし、これを前述した現在気候の確率洪水寄与降雨分布に掛けることにより、将来の確率洪水寄与降雨分布を作成した。

4. 田んぼダムモデル

本研究においては宮津ら⁵⁾による田んぼダムモデルを使用した。宮津らの手法を簡単に紹介する。モデル化されている田んぼダムはフリードレーン方式の落水量調節装置を用いたものである。水田流出量はオリフィス及び円筒堰の公式から導出された(2a)及び(2b)式から計算される流出量のうち小さい方を採用する。

$$q_{PO} = C_{PO} A \sqrt{2g(h_{CW} + h_D)} \quad (2a)$$

$$q_{PCW} = \sqrt{C_{PCW} g d^5 (h_{CW} + h_D)} \quad (2b)$$

ここに、 q_{PO} :オリフィス式で計算した流出量 (m^3/s)、 C_{PO} :オリフィスの流量係数、 A :孔断面積 (m^2)、 g :重力加速度 (m/s^2)、 q_{PCW} :円筒堰の公式で計算した流出量 (m^3/s)、 C_{PCW} :円筒堰の流量係数、 d :フリードレーンの管径 (m)、 h_{CW} :フリードレーン管天端を基準とした田面水位 (m)、 h_D :フリードレーン管天端—流出高孔間距離 (m) である。

田面水位は次式(3)により表される。

$$\frac{dh_w}{dt} = -\frac{Q}{A_P} + R - L \quad (3)$$

ここに、 h_p :田面水位 (m)、 t :時間、 A_P :水田面積 (m^2)、 R :降雨高 (m)、 L :減水深 (m) である。田面水位が設定畦畔高 0.30m を超える際には、畦畔高を超えた水位に水田メッシュ面積を乗じた流量を排水量

表-1 田んぼダムモデルの計算条件

オリフィスの 流量係数 C_{PO}	0.8 [—]	フリー ドレーン管 直径 d	0.15 [m]	初期 水位	0.05 [m]	重力 加速度 g	9.8 [m/s ²]	フリー ドレーン管 の地面から の高さ	0.05 [m]
円筒堰の流量 係数 C_{PCW}	5.4 [—]	落水量調節管 の長さ h_d	0.20 [m]	畦畔 高	0.30 [m]	流出孔 直径	0.10 [m]		

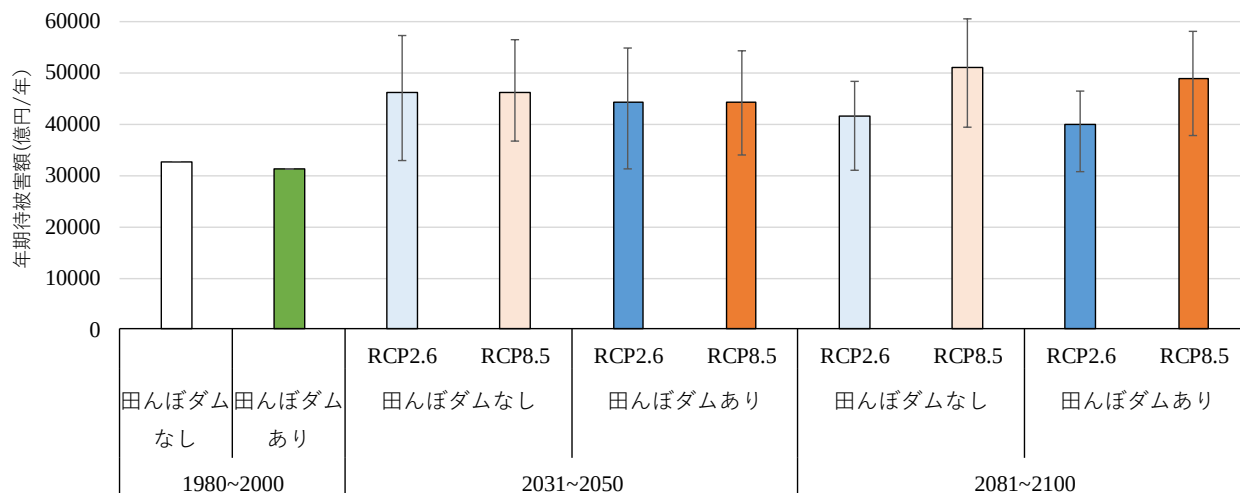


図-1 田んぼダムの有無と洪水の年期待被害額の推移

に足し合わせ、次のタイムステップ開始時には総排水量に応じて水位が低下するようにした。田んぼダムモデルの計算条件を表-1に示す。

洪水氾濫モデルの入力降水量において、水田以外は元の降水量、水田においては田んぼダムモデルの流出量を与えることにより、洪水氾濫解析に田んぼダム効果が反映される。

5. 結果・考察

田んぼダムを適用した場合と適用しない場合の日本全体の年期待被害額を図-1に示す。現在気候において田んぼダムにより全国の年期待被害額は3.9%減少した。将来気候においては5%前後の軽減効果が見込まれる。

次に、田んぼダムの効果が高い地域を考察する。都道府県ごとに被害軽減率を集計すると、北陸以北の日本海側の県において10%前後の高い効果が見られた。軽減率に影響する要因を探るため、県土に占める水田の割合と被害軽減率の関係を図-2に示した。両者の相関係数は0.59となり、水田が多い都道府県ほど田んぼダムの効果が高い傾向がある。

また、降水量と被害軽減率の間にも相関があると考え調べたが、両者にはほとんど相関が見られなかった。

謝辞

本研究は、本研究の一部は、（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF20S11813）により実施した。本研究の公表について澤本正樹研究発表奨励金の援助を受けた。また、本研究の計算結果の一部は、東北大学サイバーサイエンスセンター大規模科学計算システムを利用して得られた。加えてプログラムの高速化および並列化にあたり、同センター関係各位に有益なご指導とご協力をいただいた。ここに記して、感謝の意を示す。

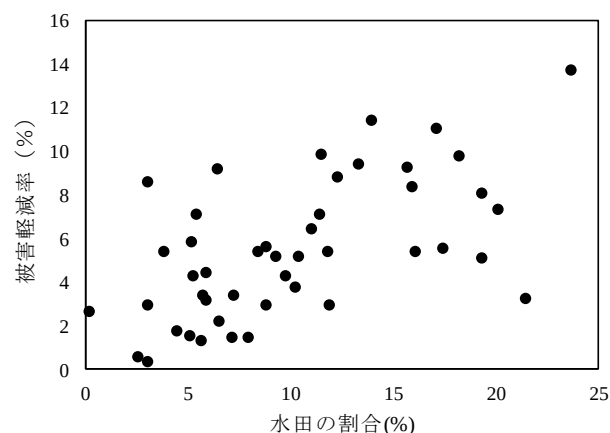


図-2 都道府県ごとの水田の割合と被害軽減率の関係

参考文献

- 1) 国土交通省．総力戦で挑む防災・減災プロジェクト～いのちとくらしをまもる防災減災～．2020，
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/img/browse_relation.pdf
(2021/01/11 最終アクセス)
- 2) 吉川夏樹，長尾直樹，三沢眞一：田んぼダム実施地域における洪水緩和機能の評価，農業農村工学会論文集，77巻，3号，p273-280，2009
- 3) 山本道，風間聡，峠嘉哉，多田毅，山下毅．日本全国洪水氾濫解析による気候変動への緩和策及び土地利用規制の評価．土木学会論文集 G（環境），Vol.76. No.5, pp. I_141-I_150, 2020.
- 4) 西森基貴，石郷岡康史，桑形恒男，滝本貴弘，遠藤伸彦．農業利用のための SI-CAT 日本全国 1km 地域気候予測シナリオデータセット（農研機構シナリオ 2017）について．日本シミュレーション学会誌，2019, 38, 150-154.
- 5) 宮津進，吉川夏樹，阿部聡：フリードレン方式の田区排水に適した機能分離型落水量調節装置の開発，農業農村工学会論文集，No.305(85-2), pp. I_159- I_167，2017