

田んぼダムによる潜在的な内水氾濫リスクの軽減効果の推定

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○柳原 駿太
東北大学大学院工学研究科 正会員 風間 聡
東北大学大学院工学研究科 正会員 峠 嘉哉

1. はじめに

令和3年3月に公表・策定された流域治水プロジェクトにおいて、流域対策の一つとして既存ストックを活用した田んぼダムによる雨水貯留機能の確保が挙げられている。田んぼダム事業は全国に広まりつつあるが、田んぼダム事業をさらに促進するためには、日本全国を対象に田んぼダムによる被害軽減を評価する必要がある。宮津ら¹⁾は、輪中水田地帯において洪水緩和機能の評価した。また、フリードレン方式に適した落水量調節装置を開発し、その機能をモデルにより評価した²⁾。Chai *et al.*³⁾は、フリードレン方式のモデルを参考に鳴瀬川流域における潜在的な洪水緩和機能の評価した。日本全域を対象とした研究として、著者ら⁴⁾は、田んぼダムの潜在的な洪水被害軽減の全国評価を行った。しかしながら、先行研究において田んぼダムによる内水被害軽減の全国評価は行われていない。本研究では、日本全域の全ての水田に田んぼダムを導入した場合の内水氾濫リスクの軽減効果を推定した。

2. 解析手法

2.1 内水被害額の推定手法

著者ら⁵⁾の2つの浸水条件(排水条件,排水不良条件)を用いて氾濫解析を行った。排水条件は降雨が常に河川へと排水される条件であり、排水不良条件は降雨が全て堤内地に留まる条件である。また、両浸水条件において、現行の一般的な雨水排水施設の整備目標を参考に、再現期間5年の降雨を排水できると仮定している。氾濫解析は、日本全域を同時に解析するとともに、河川と氾濫原は区別せずにデカルト座標系の二次元不定流モデルを適用して解析を行った。氾濫計算の格子サイズは、5次メッシュ(約250m×250m)である。降雨データは、Kawagoe *et al.*⁶⁾の極値降雨データを24時間で一定強度に与えて解析を行った。二次元不定流モデルにおいて、家屋は流体が浸入しない領域と仮定し、家屋の抵抗を考慮することとした。氾濫解析に用いた入力データやパラメータは著者らの研究⁵⁾と同様である。氾濫解析に用いる降雨量から、再現期間5年の降雨を減じて氾濫解析を行うことで、雨水排水施設を加味した浸水深を算定した。

氾濫解析によって得られた浸水深を用いて、治水経済調査マニュアル(案)⁷⁾を参考に被害額を算定した。

本研究では、直接被害のうちの一般資産被害および農業被害を被害額の推定対象とした。田、畑地、居住地、事業所、ゴルフ場の土地利用では、浸水によって経済的被害が生じるとした。再現期間5, 10, 30, 50, 100年の内水被害額に降雨の生起確率を乗じた降雨規模別年平均被害額を累計し、年期待被害額を算出した。

2.2 田んぼダムモデル

Chai *et al.*³⁾は、広域に適用することができる簡易的な田んぼダムモデルを開発した。このモデルは計算負荷が少なく、土地利用データのみで解析できることを特徴としている。また、水田内の貯水量変化のみを考慮したモデルである。本研究では、Chai *et al.*³⁾の田んぼダムモデルを適用して、日本全域の全ての水田が雨水貯留機能を発揮した場合の潜在的な内水被害軽減を評価した。モデル化されている田んぼダムは、フリードレン方式の落水量調節装置を用いたものである。田んぼダムモデルの詳細や計算条件は、著者ら⁴⁾の研究を参照されたい。ただし、畦畔高の設定は川越・丸田⁸⁾の研究を参考にした。具体的には、平坦地において0.30m、傾斜地において0.10m、傾斜地の扇状地において0.20mの畦畔高を設定した。

3. 結果・考察

3.1 田んぼダムを実施しない場合の内水被害額

田んぼダムを実施しない場合の年期待被害額は、排水条件において2兆5447億円/年、排水不良条件において10兆9284億円/年と推定された。

3.2 田んぼダムによる内水被害額軽減率

田んぼダムを実施した場合の年期待被害額は、排水条件において2兆4682億円/年、排水不良条件において10兆3022億円/年と推定された。田んぼダムにより日本全域の年期待被害額は、排水条件において3.0%減少、排水不良条件において5.7%減少した。都道府県別の田んぼダムによる内水被害額軽減率を図-1に示す。内水被害額軽減率は、排水条件において新潟県(22.3%)、山形県(20.1%)、佐賀県(17.2%)、富山県(16.1%)、福井県(13.8%)、排水不良条件において富山県(37.2%)、新潟県(26.6%)、福井県(26.2%)、秋田県(25.8%)、山形県(24.2%)の順に大きい結果となった。

3.3 内水被害軽減に影響を与える要因

田んぼダムによる内水被害軽減は、水田の面積が多

キーワード 内水氾濫, 氾濫解析, 経済損失, 水田貯留

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 電話: 022-795-7455

いほど増加すると考えられる。そこで、都道府県別に水田の面積率と内水被害額軽減率の関係を調査した。その結果を図-2 に示す。水田の面積率と内水被害額軽減率の相関係数は、排水条件において 0.49, 排水不良条件において 0.57 となり、正の相関が見られた。そのため、水田が多いほど内水被害額軽減率が高くなるといえる。

図-2 のプロット点に着目すると、水田の面積率が他の都道府県と比較して高い（15%以上）にも関わらず、被害額軽減率が低い（5%程度以下）都道府県が存在する。具体的には、排水条件において茨城県、栃木県、千葉県、排水不良条件において千葉県である。これらの都道府県は、田んぼダムによる内水被害軽減効果を得にくい地理的特性を有していると考えられる。この地理的特性を検討するため、土地利用分布に着目した。その結果、茨城県、栃木県、千葉県と比較して富山県、新潟県は、水田と建物用地が密集して位置している傾向にあった。水田と建物用地が密集しているほど、建物用地は水田の雨水貯留機能の効果を受けやすくなるため、内水被害軽減効果が高くなったと考えられる。

4. おわりに

日本全域の全ての水田に田んぼダムを導入した場合の内水氾濫リスクの軽減効果を推定した。その結果、田んぼダムの導入により内水被害額が 3.0~5.7%減少すると推定された。水田の面積率が高いほど内水被害額軽減率が高い傾向にあった。しかし、水田の面積率が高くても、水田と建物用地が密集していない場合には高い被害軽減効果が得られないことが示唆された。

謝辞

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。また、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点(JHPCN)(jh210001)の援助を受けた。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。

参考文献

- 1) 宮津ら(2013): 輪中水田地帯における田んぼダムの洪水緩和機能の経済評価, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.69, No.4, pp.1_1531-I_1536.
- 2) 宮津ら(2017): フリードレーン方式の田区排水に適した機能分離型落水量調整装置の開発, 農業農村工学論文集, Vol.85, No.2, pp.1_159-I_167.
- 3) Chai et al. (2020): Evaluating potential flood mitigation effect of paddy field dam for Typhoon No.19 in 2019 in the Naruse River Basin, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.B1 (Hydraulic Engineering), Vol.76, No.1, pp.295-303.
- 4) 柳原ら(2021): 田んぼダムの潜在的な洪水被害軽減の国内地域別評価, 土木学会論文集 G (環境), Vol.77, No.5, pp.1_33-I_42.
- 5) 柳原ら(2020): 日本全域を対象とした極値降雨データに基づく内水リスクの推定およびその将来変化, 土木学会

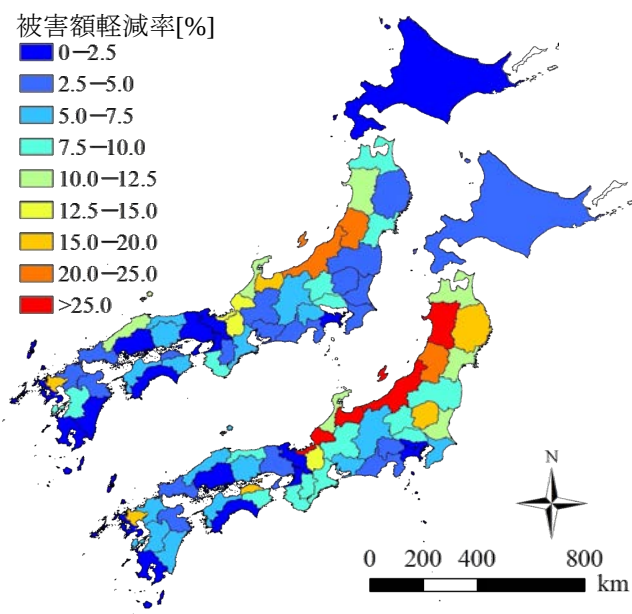


図-1 都道府県別の内水被害額軽減率
(上: 排水条件, 下: 排水不良条件)

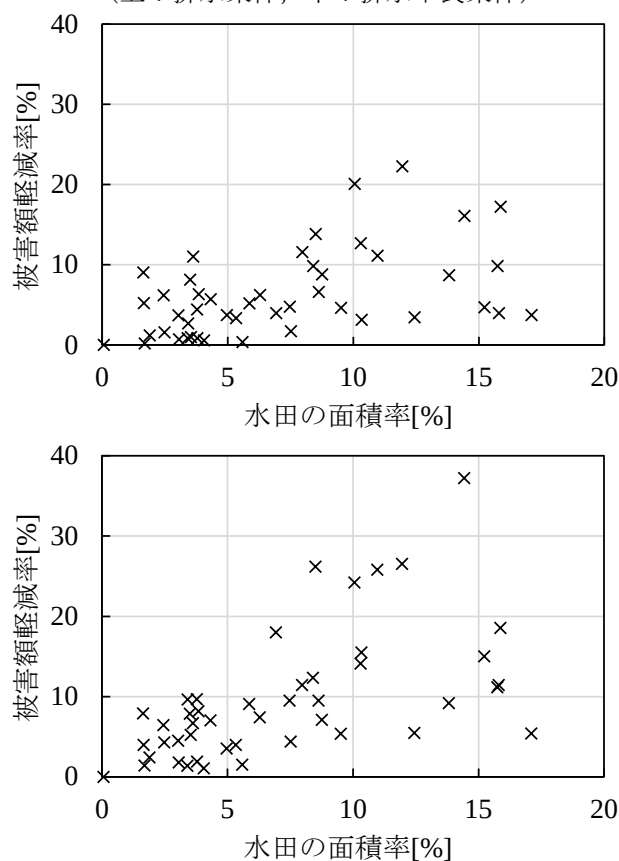


図-2 水田の面積率と被害額軽減率の関係
(上: 排水条件, 下: 排水不良条件)

- 論文集 B1 (水工学), Vol.76, No.2, pp.1_85-I_90.
- 6) Kawagoe et al. (2010): Probabilistic modeling of rainfall induced landslide hazard assessment, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.14, pp.1047-1061.
- 7) 国土交通省 河川局(2005): 治水経済調査マニュアル(案), pp.37-70.
- 8) 川越・丸田(2021): 日本列島を対象とした土地構造・施設に基づく貯水ポテンシャルマップの開発, 土木学会論文集 G (環境), Vol.77, No.5, pp.1_77-I_84.