

印旛沼流域の水田に則した田んぼダム導入方法の検討及び導入効果検証

東京理科大学大学院 学生会員 ○吉村亮祐, 尾形勇紀, 伊藤毅彦
東京理科大学 正会員 柏田仁, 二瓶 泰雄

1. はじめに

近年, 令和元年東日本台風や令和二年 7 月豪雨をはじめとして, 豪雨災害が全国各地で毎年のように発生しており, 人命や財産, 社会基盤施設に対して多くの被害をもたらしている. 国交省は流域治水プロジェクトを全国の一級水系 (109 水系) 及び二級水系 (12 水系) を展開している. 流域治水は, 河川管理者に加え氾濫域を含む流域全体の各関係者の協働にて行う水害を軽減させるハード・ソフト一体となった取り組みである. この「できるだけ氾濫を防ぐ・減らす対策」として, 農村部におけるため池や水路の治水活用, 水田貯留 (田んぼダム), 遊水地として農地活用などが挙げられる. 千葉県印旛沼流域でも, 令和元年 10 月 25 日豪雨 (以下, 今次豪雨) により, 印旛沼周囲の堤防からの漏水と共に, 流入する鹿島川・高崎川において広範囲の洪水氾濫が発生し, 甚大な浸水被害が生じた. 長年の富栄養化問題が顕在化している印旛沼流域では, 流域の水循環健全化のための取組 (流域マネジメント) が 2003 年以降実施されている. これらの取組は流域治水と親和性も高いことから, 印旛沼流域では環境も含めた流域治水の推進は必要不可欠であり千葉県により対策の検討が始まったばかりである. 本研究では, 流域治水対策メニューとして田んぼダムに着目し, 印旛沼流域における水田の特性を把握する共に, その特性に則した田んぼダム導入方法の検討と現地実証実験を行うことを試みる. ここでは, ①流域内の水田諸元調査に基づいて, 追加コストを極力かけずに水田貯留を効率的に行う改良方法を検討し, ②この改良法を現地水田に用いた実証実験を行う. さらに, ③田んぼダム導入が今次豪雨時の河川水位・氾濫抑制に及ぼす影響を数値解析により検討する.

2. 研究方法

(1) 対象サイトの概要: 印旛沼は湖面積 11.55km², 平均水深 1.7m の浅い湖沼である. 流域面積は 541km² であり, 最大の流入河川は鹿島川 (流域面積 250.4km²) である. 鹿島川 2.6kp にて合流する高崎川 (流域面積 85.3km²) は下流部に市街地が広がる. 水田の面積 (割合) は印旛沼流域全体で 85.0km² (15.7%), 鹿島川流域 (高崎川以外) では 15.7km² (9.6%), 高崎川では 7.2km² (8.4%) である (図-1). 今次豪雨では, 佐倉アメダス観測所にて 1 時間雨量が最大 52.5mm, 累積雨量 248mm を記録し, 印旛沼水位は 12 時間も氾濫注意水位を超え, 既往最高水位 (Y.P.+4.28m) を記録した. その結果, 鹿島川・高崎川中・下流部にて約 6.2km² に及ぶ氾濫が生じた.

(2) 現地調査概要: 田んぼダム導入方法を考えるにあたり, ①広範囲の水田諸元調査, ②田んぼダム実証実験, という 2 種類の現地調査を実施した. ①では, 対象水田は 174 枚であり, 排水方式と関連寸法, 畦畔高を計測した. 観測日は 2021/7/8, 11/18 である. ②では, 鹿島川流域内 JR 物井駅周辺の水田 4 枚を対象とし, 水田貯留効果増加を目的とした排水方法改良のケースが 2 枚 (水田 1・2), 改良しないケースが 2 枚とした (図-1). 改良方法は図-2 (c) に示す, 排水管を鉛直上向きへ変更するものを採用した. 4 枚の水田内水深や降雨状況を把握するために, 自記式水位計 (U20 Water Level Logger, Onset 社製) を 8 台 (最大), 雨量計 1 台, タイムラプスカメラ (TLC200, Brinno 社製) 4 台 (最大) 設置した. 観測期間は 2021/9/3~現在である.

(3) 数値解析概要: 鹿島川・高崎川流域における田んぼダム導入時の流出解析結果 (未公表) を用いて, 今次豪雨における鹿島川・高崎川下流域の一次元不定流計算を行う. 解析期間は 2019/10/25 0:00~22:20 とした. 境界条件としては, 上流端 (高崎川・高岡橋, 鹿島川・岩富橋) では流出解析結果による流量, 下流端 (印旛沼合流点) では実測水位を与え (図-1), 田んぼダム効果を上流端で与える流量に反映した.

3. 結果と考察

(1) 水田の排水方法と簡易田んぼダムの検討: 広範囲の水田諸元調査より, 鹿島川・高崎川流域において確認された水田からの排水方法としては, 塩ビ管と柵, 切欠の計 3 種類に分類された (図-2 (a)). ただし, 畔部分に穴があげられ, 入口・出口部分のみ塩ビ管があり, 穴全体にはパイプが入れられていないものも塩ビ管に分類した. また, 切欠とは, 写真のように畔の一部を低くし, そこから排水路へ直接水を流すものである. 調査対象の 174 枚中の割合としては, 塩ビ製排水管が 83.4%, 柵が 11.4%, 切欠が 5.1%であった. 最

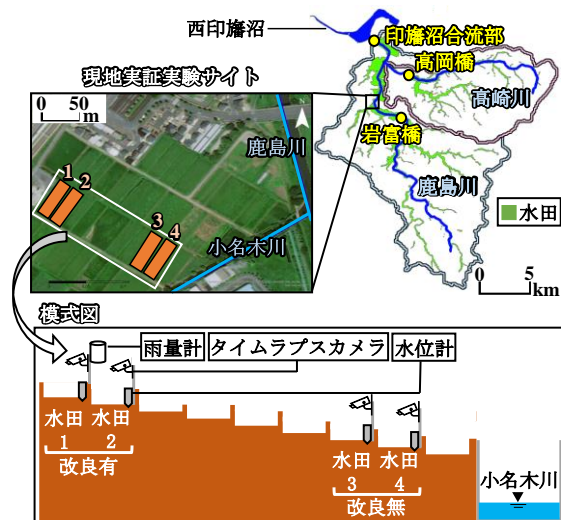


図-1 鹿島川・高崎川流域及び現地実証実験の概要

キーワード: 田んぼダム, 流域治水, 豪雨災害, 印旛沼流域, 塩ビ管

連絡先: 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 5 号館 3 階水理研究室 TEL: 04-7124-1501 (内線 4069)

も多かった排水管の設置高さ、直径と共に、畦畔高をまとめた結果を図-2 (b) に示す。ばらつきは大きいものの、平均値としては、排水管高さ（水田底面から管下端）は 0.02m、直径は約 0.10m、畦畔高は 0.24m であった。土地改良事業計画基準において畦畔高 0.30m¹⁾と設定されていることを踏まえると、流域内水田は十分な畦畔高となっている。上記のように、印旛沼流域では一般的な田んぼダムで活用される柵²⁾の割合が低い。そのため、新たな柵の設置はコストと労力の面で得策でないため、塩ビ管を活用することを検討する³⁾。具体的には、塩ビ管を回転させることは容易であったので、排水路側の塩ビ管の向きを下・横向きから上向きに変えたり、塩ビ管を追加して排水口高さを調節する方法が有用である（図-2 (c)）。このように塩ビ管の排水口を高く設定すれば、田んぼ内の貯留高さを増やすことができるため、非常に簡便でほぼコストを掛けずに田んぼダム導入が可能である。観測②の田んぼダム実証実験を行った水田 1, 2 では、排水管を鉛直上向きに改良し、高さ増加分は水田 1 では+3cm、水田 2 では+12cm である。

(2) 降雨時における水田内水深の時間変化：降雨時における水田内の貯留状況を把握するために、田んぼダム実証実験が行われた水田 1-4 の湛水深の時間変化を図-3 に示す。ここでは一例として、12/8 の降雨イベントを対象とし、時間雨量（佐倉アメダス観測所）も図示する。これより、同一地区の水田にも関わらず、湛水深の大きさが水田毎に異なり、水田 1, 2 < 水田 3, 4 となっている。また、湛水深の時間変化パターンも同一ではなく、降雨後では、水田 1, 2 は短時間で湛水深が減少するが、水田 4 は一週間も湛水した。

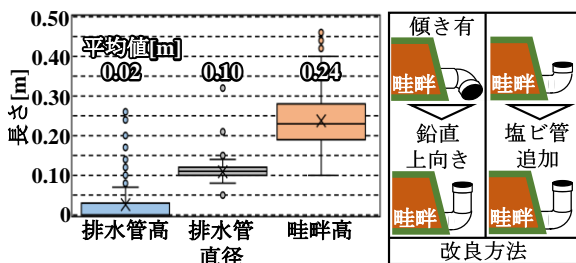
この要因を調べるため、水田 1-4 及び水のやり取りがある計 8 枚の水田の水収支計算により得られた湛水深も図-3 に示す。水収支計算では、降雨量と排水、隣接水田間の流出入を考慮し、地下浸透は考慮しない。その結果、水田 1, 2 では計算値の方が観測値を上回り、水田 3, 4 は逆の関係となった。これより水田 1, 2 では地下浸透分が顕著で湛水深が低下し、一方、川沿いの低地に位置する水田 3, 4 では地下浸透の効果が現れなかった。これは、水田 1, 2 のみ暗渠排水が設置されていることと水田 3, 4 の地下水水面が田面に近いことと関係する。以上より、田んぼダム導入に際し低地かつ地下水水位が高い所では水田貯留分が少なくなる可能性があり、田んぼダムの適地選定に考慮を要する。なお、本実験では排水改良方法効果を検討する予定だったが、観測期間中、排水管高までの湛水が生じなかったため今後の課題とする。

(3) 田んぼダム導入効果の検証：今次豪雨の流出・河川流解析により得られた高崎川における現況と田んぼダム導入ケースのピーク水位差 Δh を図-4 に示す。ここでは、対象区間（高崎川 0.1-2.7kp）における現況ケースと田んぼダム導入時の排水管高さを 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25m としたときのピーク水位差を箱ひげ図で表示している。これより、排水管高さを増やすと水位低下量も増え、排水管高さを 0.25m とすると 0.09-0.12m 程度の低下が見込めることが示唆された。

参考文献： 1) 農林水産省HP：土地改良事業計画設計基準「ほ場整備」、2) 吉川ら、農業農村工学会論文集, No.261, pp.41-48, 2009. 3) Chai et al., *J. JSCE B1 (Hydraulic Engineering)*, 76(1), 295-303, 2020.



(a) 水田からの排水方法の分類



(b) 排水管高・直径と畦畔高 (c) 排水改良案
図-2 水田諸元調査結果と田んぼダム用排水改良案

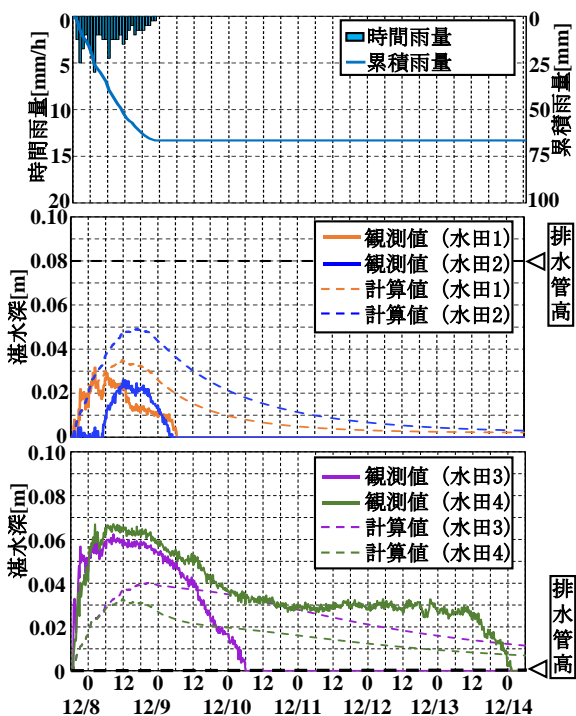


図-3 水田湛水深の観測値・水収支計算値の時間変化

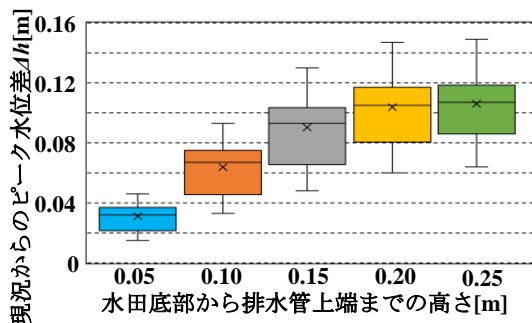


図-4 田んぼダム導入によるピーク水位低減効果
(高崎川 0.1~2.7kp)