

新治村土地改良区における田んぼダムの洪水緩和機能評価

Evaluation of Flood Mitigation Function of Paddy Fields with Runoff Control Devices at Nihari Village Land Improvement District

○吉田貢士*, 飯島あずさ*, 乃田啓吾*, 加藤亮*, 黒田久雄*

○Koshi YOSHIDA, Azusa IJIMA, Keigo NODA, Tasuku KATO and Hisao KURODA

1.はじめに

近年ゲリラ豪雨などによる洪水被害が増加し、流域の急激な都市化による水害危険度が高まっている。しかし、洪水対策には時間や費用が大きくなる。こうした背景から、水田の多面的機能の1つである洪水緩和機能を人為的に強化する田んぼダムの取り組みが新潟県で先進的に行われている(吉川ら2009)。これまでの「田んぼダム」事業は稲作に熱心な新潟県内を中心に展開されているが、他県においては田んぼダムの事例は少ない。また、一般的な農家は、ゴミ詰まりを懸念して、落水口を縮小することに対する抵抗が大きい。今後「田んぼダム」がより普及するためには田んぼダムの効果およびその安全性を定量化する必要がある。そこで、本研究では、茨城県土浦市旧新治村の土地改良区において、田んぼダムの取り組みを行った場合、どれだけピーク流量をカットできるかを数値実験により評価することを目的とする。また、畦畔の決壊を招かない「安全な田んぼダム」の設計について提案を行う。

2. 現地観測

調査地は茨城県土浦市の新治土地改良区内の水田群で、この流域内の末端に位置する支線排水路沿いの水田を調査対象とする(Fig.1)。調査地面積は14.65haであり、降雨量と排水路水位の連続観測を行い、降雨-流出関係を求めた。観測期間は2010年6-9月、測定間隔は5分である。支線排水路の上流から180mの地点に上流観測点を、530mの地点に下流観測点を設けた。観測期間中に降雨強度が非常に高い7/25と、日降雨量が50mm以上の9/8、9/16、9/26の4回の降雨イベントを観測することができた。

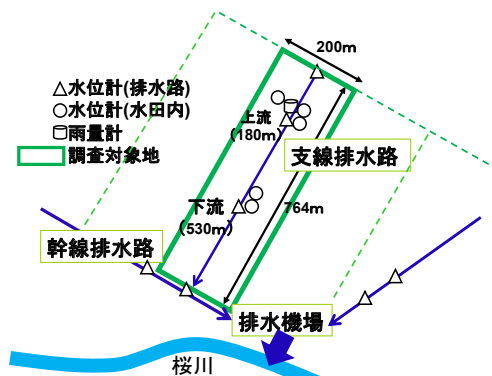


Fig.1 Study Area

3. 水田・土壌水収支モデル

水田・土壌水収支モデルは降雨-流出関係を表現するために使用した。このモデルでは水田からの流出を水田表面の水収支と土壌内の水収支の2つに分けて考えた。

・水田表面の水収支

水田表面における水収支は以下の式で表される。なお、本研究では豪雨時の流出を扱うため蒸発散量は無視した。

$$\Delta h_1 = R - Q_1 - P \quad (1)$$

$$P = T \times h_1 \quad (2)$$

$$Q_1 = B_w \times (2g)^{1/2} (h_1 - H_w)^{3/2} / A \quad (3)$$

ここで、 Δh_1 : 水田の水深変化量、 R : 有効降雨量、 Q_1 : 排水口からの流出量、 P : 浸透量、 T : 浸透係数(パラメータ)、 h_1 : 水田水深、 B_w : 堰幅、 H_w : 堰の高さ、 A : 水田面積である。有効降雨は降雨期間中の水収支から求めた。水田からの排水量は、堰の公式により物理的に求めた。円管パイプの場合、堰幅は排水パイプの円周で

[所属] *茨城大学農学部 Ibaraki University

[キーワード] 田んぼダム, 洪水緩和機能, 水田・土壌水収支モデル, 降雨流出関係

あらわされる。そのため、田んぼダムを導入した場合は落水調整キャップにより口径が小さくなり、流出量が減少する。通常時の排水口の口径は、対象地の水田で一般的に使用されている径 11cm とし、対象とする全ての水田の排水口を同様のものとする。また、排水口の高さについては、灌漑期は湛水することを考え 5cm、非灌漑期は 0cm とした。

・土壤の水収支

$$\Delta h_2 = P - Q_2 \quad (4)$$

$$Q_2 = h_2 \times B_p \times \sqrt{2g h_2} \times T / A \quad (5)$$

ここで、 Δh_2 : 土中水分変化量、 Q_2 : 土壤からの流出量、 h_2 : 土中水分量、 B_p : 水田の短辺、 A : 圃場面積である。土壤からの流出量を求める際に浸透係数を乗ずることで、土壤からのゆっくりとした流れが表現される。

・水路内の洪水追跡

上記の流出量 Q_1 、 Q_2 を排水路の両側から横流入させ、Kinematic Wave 法を用いて支線水路の洪水追跡を行った。パラメータである浸透係数 T は観測された 4 回の洪水ピークが最も合うよう 0.002 とした。Fig.2 に下流部観測点における 9/16 降雨イベント（日降雨量 73mm）の実測値と計算値の結果を示す。計算値は実測値のピーク流量を精度よく再現できた。

4. モデルによる数値実験

構築したモデルを用いて田んぼダム導入により、水田の排水口からの落水量を調整した場合と、調整しない場合のそれぞれにおいて支線排水路の流量を算出し、これらと比較することで田んぼダムの洪水緩和効果を検証した。9/16 洪水の下流観測点における結果を Fig.3 に示す。田んぼダム導入によるピーク流量低減効果は 41% であった。また、モデルを用いて、30 年確率降雨（日降水量 $202\text{mm} \cdot \text{day}^{-1}$ 、降雨強度 $45.7\text{mm} \cdot \text{hr}^{-1}$ ）を入力とした際に、1) ピーク流量抑制効果があること、2) 水田畦畔の決壊を招かないようピーク水位が 15cm 以下になること、3) ごみ詰まりが起こらないよう口径は最小でも 30mm であること、を満たすキャップ口径を求めた結果を Table1 に示す。なお、初期水深は灌漑期を想定して 5cm とした。水田面積が大きいほど、水田での貯留量が多く水位も

高くなるため、水田の大きさ別に 5 分類で口径を設計した。設計した調整キャップを設置した場合と通常時の水田内水位について、計算結果を Fig.4 に示す。標準区画である 30a の水田ではピーク時から初期水深である 5cm まで下がるのに要する時間は、通常時で 16 時間、田んぼダムを行った場合は 23 時間であった。

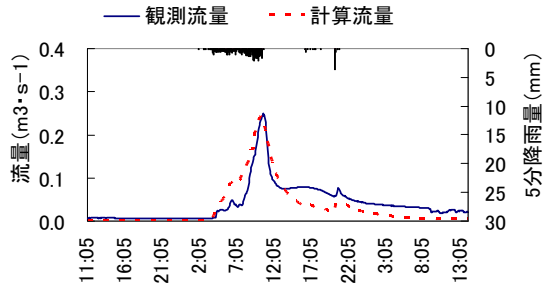


Fig.2 Observed and calculated runoff (9/16)

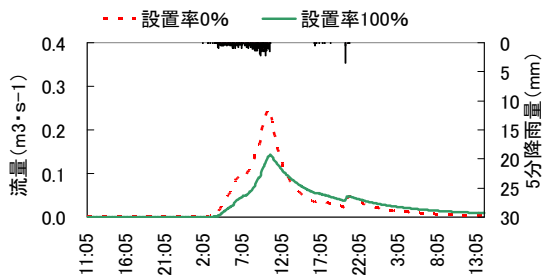


Fig.3 Effect of runoff control devices (0% installation and 100% installation)

Table1 Designed diameter of drain outlet

水田面積	12.3a	19.5a	30.2a	40.4a	66.1a
排水口直径(mm)	30	30	35	46	75

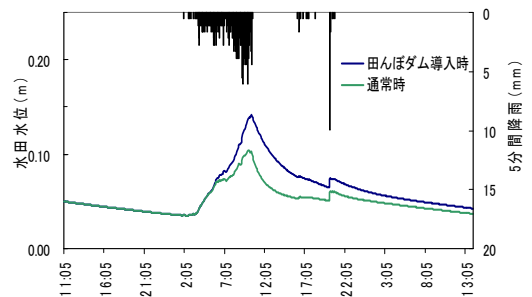


Fig.4 Water level change in paddy (9/16)

吉川ら(2009) : 水田耕区における落水量調整板のピーク流出抑制機能の評価、農土論集、No.261