

## 栃木県思川西部地区における「田んぼダム」導入の洪水被害軽減効果 Flood retarding effect of “paddy field dam” in Omoigawa Western area, Tochigi

○白髭祐未\* 樋口慶亮\*\* 後藤章\* 田村孝浩\*

Shirahige Yumi, Higuchi Keisuke, Goto Akira, Tamura Takahiro

**背景・目的** 地球温暖化に伴う気候変動の影響により、ゲリラ豪雨などの異常気象が頻発化し、河川に限らず農地排水においても洪水災害の増大が懸念されている。治水や排水施設の規模を増強することは容易ではないため、近年、水田が持つ洪水緩和機能を人為的に高める方法の一つである「田んぼダム」が注目されている。しかし、田んぼダムの効果の定量的評価は未だ不明確なのが現状である。そこで本研究では、田んぼダムによる洪水被害軽減効果を定量的かつ経済的に評価することを目的とした。

**研究対象地：思川西部地区** 栃木県南部に位置し、思川と巴波川に囲まれた平坦な水田地帯である。高水時に機械排水が必要であり、新荒川排水機場で思川に、与良川排水機場で渡良瀬遊水池に排水している。河川計画の点から排水機場の能力強化は困難であり、洪水被害軽減のためには地域内において流出抑制を図る必要がある。今回の解析では、「平成 27 年関東・東北豪雨」の発生により甚大な被害を受けた与良川排水機場へ排水する南側を対象とした (Fig.1)。



Fig. 1 研究対象地  
Location study area

**研究方法 (1) 田んぼダムの為の軽量落水柵** 軽量落水柵 (Fig. 2) を水田水尻に取り付けることで田んぼダムとする。この落水柵では、柵内に設置される木製堰板 (流出調節板) によって流出量を抑制しており、前面堰板によって田面水深を管理することができる。そのため営農者は自由な水管理が可能となり、田んぼダム実施による手間が掛からない仕組みとなっている。

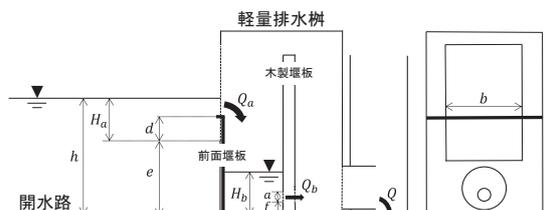


Fig. 2 軽量落水柵の模式図

Illustration of the experimental equipment

### (2) 低平地タンクモデルによるモデル化

低平地における洪水被害の解析に頻繁に用いられる低平地タンクモデルを基本とした。軽量落水柵の機能を流出モデルに反映させるため、田面水位と落水柵からの流出量の関係式 (Fig.3) によって水田からの流出を再現できるようにモデルを構築した。対象地域の排水系統図を作成し、それを元に水田と河道の諸データを整理し入力データとした。排水状況の再現については、データの存在する 2012 年 5 月

$$\begin{aligned}
 &H_1 < H_c \text{ のとき ; } Q = 23.4b(H_1 - d)^{3/2} \\
 &H_c \leq H_1 < y - e \text{ のとき ; } Q = 0.9 \frac{\pi a^2}{4} \sqrt{2g(H_1 + e - f)} \\
 &y - e \leq H_1 \text{ のとき ; } Q = 23.4B(H_1 - d)^3 + 0.9 \frac{\pi a^2}{4} \sqrt{2g(H_1 + e - f)} \\
 &※ H_c = 1.05d + 3.54
 \end{aligned}$$

Fig. 3 水理実験によって求めた軽量落水柵の水理特性  
Hydraulic characteristics based on hydraulic experiment

の与良川排水機場稼働状況から外水位の推定とポンプアルゴリズムの構築を行った。

### (3) 効果の評価

モデルによって得られる各階級降雨における湛水面積、湛水時間から各ブロックの水稲作被害を推定し、被害額曲線を作成した。豪雨の確率密度関数と被害額曲線を掛け合わせて積分することで被害額期待値を算出し、現状と田んぼダム実施の両者の期待値の差を取ることで、田んぼダムの持つ経済的な効果を評価した。確率密度関数は、2015 年豪雨を異常値として除いた場合 (a) と 2015 年を考慮した場合 (b) の 2 種類を想定した。

\*宇都宮大学農学部 (Faculty of Agriculture, Utsunomiya University), \*\*東京農工大学大学院連合農学研究科 (United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology)

キーワード: 農用地計画・整備、集落排水、土地利用計画

### 結果 (1) 現状シミュレーションによる低平地タンクモデルの検証

低平地タンクモデルの精度を検証するために、ポンプの起動状況のデータが存在する 2012 年 5 月 3 日から 5 日についてシミュレーションを行った。結果は、ポンプ接続河道ブロックの水位が、観測水位と概ね一致した(Fig.4)。与良川排水ポンプの起動・終了については、操作する人物の判断に委ねられているため、正確に再現することは困難であるが、稼働時間については、ある程度再現することができた。

(2) 田んぼダム実施の効果検証 田んぼダムの持つ貯留増強効果について検証を行った。計算を行った中で 250mm/2day の降雨での効果が最も大きく、貯水容量増加分としては約 34 万 m<sup>3</sup> であった。この容量を遊水池やダムの一部で担うと考えた場合の建設費用(イニシャルコスト)に換算すると、小規模な遊水池では単価 1 万円/m<sup>3</sup>(三田市治水計画)、耐用年数 100 年として 3400 万円/年、大規模なダムについては単価 3500 円/m<sup>3</sup>(南摩ダムの例)として 1200 万円/年となる。一方、田んぼダムの導入費用は、単価が 1.5 万円/個であり、全域 3468 個設置、耐用年数 20 年として 312 万円/年の経費となる。よって、田んぼダムの経済的有利性が確認された。

(3) 被害額期待値による経済評価 (a)では年 43 万円、(b)では年 269 万円の洪水被害軽減効果が見込まれた。多面的機能支払い等で落水柵の設置費用が賄われる場合、これらの金額が地区内での経済効果となる。(b)の場合には、水路・畦畔の崩れや、農機具の浸水などを考慮すると、設置費用(年 312 万円)と比較すると地区内で自己負担しても採算が取れる可能性が示唆された。

**まとめ** 田んぼダムの機能を組み込んだ低平地タンクモデルを構築し、実降雨を入力することで、現状に対する再現性を確認した。各級降雨に対するシミュレーションにより貯水容量増加と氾濫被害額軽減効果の 2 つの観点から田んぼダムの効果について経済評価を行った。結果として、田んぼダム導入は、同様の貯水容量増加のためのダムや遊水池の建設費用よりも安価であることが示された。また、豪雨確率密度関数と被害額曲線から被害額期待値を算出した結果、2015 年の降雨を考慮した確率分布における、氾濫被害軽減効果の額は、田んぼダムの設置費用を賄っても余りあった。以上より、田んぼダムの効果が実証されるとともに、提示された経済的評価手法の有効性が確認された。

[参考文献](1)早瀬ら(1993)：低平地タンクモデルとその基礎的特性 農土論集 165 P 75-84

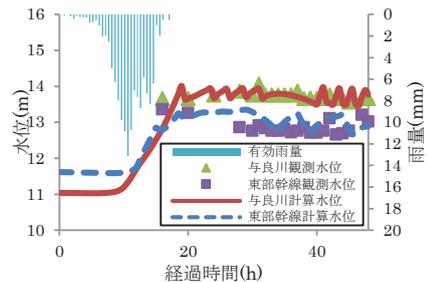


Fig. 4 現状シミュレーション結果  
As a result of present conditions simulation

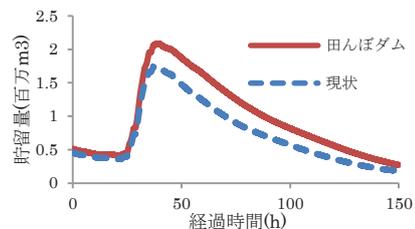


Fig. 5 300mm/2day 降雨における貯留量  
Quantity of retention in the 300mm/2day

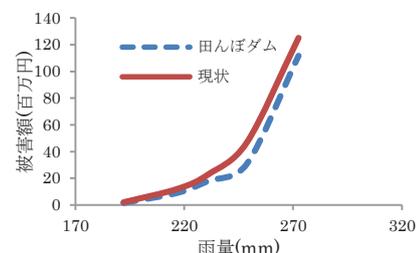


Fig. 6 被害額曲線 g(x)  
Amount of damage curve g(x)

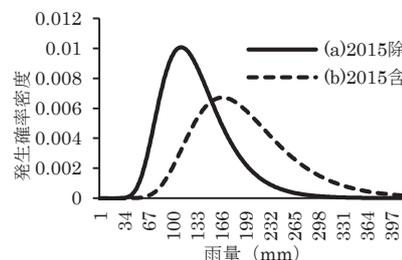


Fig. 7 豪雨確率密度関数 f(x)  
Probability density function

(a)2015 年を異常値として除いた確率密度関数  
(b)2015 年を考慮(1/100 年想定)確率密度関数

Table 1 経済効果の期待値  
Expectation of the economic effect

(a) 2015年豪雨を除く		(b) 2015年豪雨を考慮	
田んぼダム 実施状況	被害額期待値 (万円/年)	田んぼダム 実施状況	被害額期待値 (万円/年)
無し	400	無し	4477
有り	357	有り	4208
差	43	差	269

▶被害額期待値の算出方法

$$E(x) = \int_{x_d}^{\infty} g(x) \cdot f(x) dx,$$

$x_d$ : 洪水が発生する雨量