

# 水田における洪水緩和機能の測定と評価 (農地の洪水緩和機能の研究 2)

## Monitoring and Evaluation of Flood Mitigation Capacity in Paddy Field Area

浜口裕也\*, 塩沢昌\*, ○吉田貢士\*, 佐藤政良\*\*

Yuya HAMAGUCHI, Sho SHIOZAWA, ○Koshi YOSHIDA and Masayoshi SATO

### 1. はじめに

水田の洪水緩和機能が注目されており, その定量的評価が求められている. 志村(1982)は水田面積と畦畔高さ(270 mm)の積でその貯留容量を概算しており, この貯留容量評価は今でもよく引用される. しかしこれは, 水田の湛水面は落水口高さ以上には上がらず, 灌漑期の湛水面は常時, 落水口近くにあるため, 湛水深増加によって降雨を貯留する余地は少ない, という水田の実態とかけ離れた空論である. 一方, 大西ら(2004)は棚田における水収支を実測し, 年間貯留量変化の最大値と最小値の差を流域の持つ貯留容量と定義して, 棚田において 160mm という値を示している. 水田の貯留容量は, 灌漑期と非灌漑期, 落水口の高さと水管理, および降雨パターンによって異なるであろう. 本研究では水田小排水路において長期観測した流量データを用いて流域の流出特性を表すタンクモデルを作成し, 洪水緩和機能を「ピーク流量緩和時間」で表すことにより, 灌漑期と非灌漑期における洪水緩和機能を定量的に評価した.

### 2. 対象地域および観測結果

茨城県つくばみらい市にある福岡堰土地改良区内の, 一つの小排水路の最上流にある約 9.1ha の水田群を対象流域とした (Fig.1). 用水路からの水の流入以外には, 外からの水の流入はない. 小排水路内において, 20m ずつ離れた 3 点のセンサーで水位を, 転倒マス雨量計により雨量を連続的に測定した.

得られた水位データ (水深と相対標高) より, マニング式を用いて流量を計算した.

$$Q = \frac{(BH)^{5/3}}{(B + 2H)^{2/3}} \times I^{1/2} \times \frac{1}{n} \quad (1)$$

ここで, B: 水路幅(0.78m), H: 水深(m), Q: 流量(m<sup>3</sup>/s), n: 粗度係数(s/m<sup>1/3</sup>), I: 動水勾配である. 動水勾配 I は, 3つの水位計で計測した水面勾配として観測時間毎に算出した. 動水勾配は約 1/2000~1/1000 であった. また現地にて 3 回, 流量計による流量観測を行い, 得られた流量からマニング式の粗度係数を求めた. 3 回の平均値は  $n=0.023\text{s/m}^{1/3}$  であった (Table1). 測定期間は 2005 年 9 月~2006 年 12 月であり, 観測期間中に 5 回の大きな降雨とそれに伴う洪水流出がとらえられた (Table2).

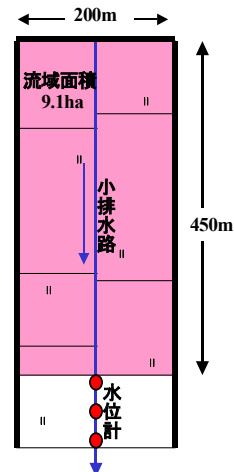


Fig.1 Study Area

Tabel1 Estimated Manning coefficient

|          | 実測流量Q(m <sup>3</sup> /s) | 粗度係数n(s/m <sup>1/3</sup> ) |
|----------|--------------------------|----------------------------|
| 2005/5/1 | 0.021                    | 0.029                      |
| 2005/6/1 | 0.007                    | 0.018                      |
| 2006/7/7 | 0.0031                   | 0.023                      |

Tabel2 Observed Rainfall Event

|      | 降雨開始日      | 総降雨量<br>(mm) | 最大流出量<br>(mm/hr) | 最大タンク貯留量<br>(mm) |
|------|------------|--------------|------------------|------------------|
| 灌漑期  | 2006/7/14  | 44           | 5.57             | 37               |
|      | 2006/7/17  | 102          | 7.19             | 40               |
| 非灌漑期 | 2005/10/15 | 84           | 2.7              | 45               |
|      | 2006/9/26  | 71           | 3.72             | 52               |
|      | 2006/10/22 | 90           | 4.02             | 50               |

[所属] \*東京大学 The of University Tokyo, \*\*筑波大学 Tsukuba University

[キーワード] 洪水緩和, 流出特性, タンクモデル, ピーク緩和時間

### 3. タンクモデルのパラメータ同定

測定された洪水流出に対して2段タンクモデルを用いてパラメータ同定した結果、下段タンクは不要で Fig.2 のような1段タンクで十分であった。パラメータは灌漑期・非灌漑期別に決定した(Fig.3,4)。灌漑期には灌漑水の過剰な流入により降雨がなくとも排水がある水田があり、タンク初期水深  $S_0$  は洪水流出前の排水路定常流量となるように 20mm を与えた。非灌漑期においては、土壌が不飽和状態で表層土壌水分は蒸発散によって圃場容水量以下に減少しているため、降った雨の一部は流出せず降雨損失が生じる。このため、非灌漑期においては、各洪水における水収支から降雨損失量を求め、その値を  $h_2$  として与えた。

### 4. ピーク緩和時間 $\tau_{50}$ の算出

得られたタンクモデルからピーク緩和時間  $\tau_{50}$  を灌漑期・非灌漑期別に計算した(Table3)。 $\tau_{50}$  は、タンクモデルに  $\Delta R=50\text{mm}$  の瞬間降雨を与え、これに対するピーク流量を求め、降雨前の定常流流量からの増分を  $\Delta Q_{\max,50}$  として、 $\tau_{50}=50/\Delta Q_{\max,50}$  で計算される。非灌漑期の初期条件は土壌水分欠損がない  $h_2=0$  とした。得られた  $\tau_{50}$  は灌漑期で 5.1 時間、非灌漑期では 14 時間となった。非灌漑期の  $\tau_{50}$  は灌漑期の3倍程度となり、非灌漑期の方が洪水緩和機能が大きい結果となった。山間地の割合が多い日本の河川流域一般の  $\tau_{50}$  は 10-60 時間程度(菅原 1972 より算出)なので、これに比べて調査水田の  $\tau_{50}$  は小さい。

### 5. 考察

灌漑期の洪水緩和機能が非灌漑期よりも小さいのは、灌漑期は降雨前からの湛水のため落水口高までの湛水面増加の余地が少なくまた土中への貯留増加はほとんどないが、一方、非灌漑期は非湛水のため湛水増加の余地があり、さらに土壌が不飽和のため土中への浸透と土壌水分貯留の増加が生じるためである。実際、タンクモデルにおける灌漑期の降雨に対する貯留量増加は最大で 40mm に過ぎなかった。水田の降雨貯留容量が小さいのは、湛水位が落水口高さを超えて上昇しないためである。水田の洪水緩和機能を高めるには、落水口の流量を制約し降雨時に湛水位が上昇して貯留できるよ

うにする必要がある。新潟県神林村の「たんぼダムプロジェクト」では落水口に制水板を設置して水田の洪水緩和機能を高める取り組みが行われており、その効果が注目される。

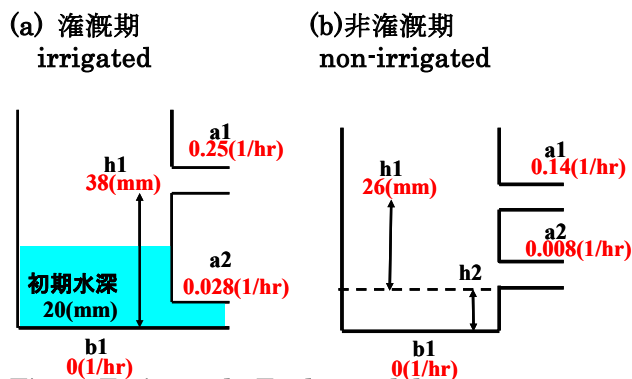


Fig.2 Estimated Tank model parameters  
(a)irrigated, (b)non-irrigated period

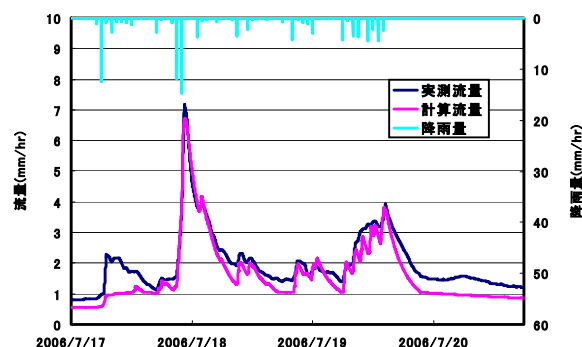


Fig.3 Runoff result by Tank model  
(irrigated period)

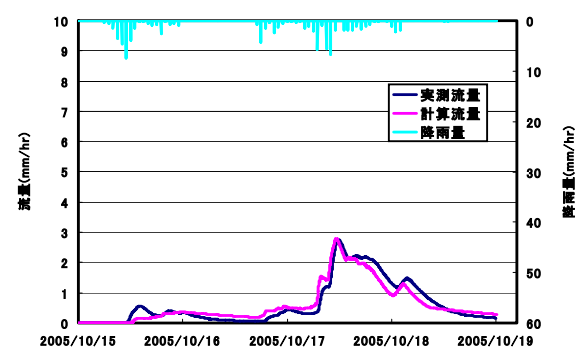


Fig.4 Runoff result by Tank model  
(non-irrigated period)

Table3 Estimated  $\tau_{50}$

|      | $\tau_{50}(\text{hr})$ | $\Delta Q_{\max,50}(\text{mm/hr})$ |
|------|------------------------|------------------------------------|
| 灌漑期  | 5.1                    | 9.8                                |
| 非灌漑期 | 14                     | 3.8                                |