

# 複雑なアルゴリズムを用いない高潮、洪水氾濫モデルについて

矢北 孝一

熊本大学 工学部技術部

## 1. はじめに

本報告の目的は、学生に数値計算手法を理解させるため複雑な計算アルゴリズムを用いない高潮、洪水氾濫モデルを構築することである。今回は、洪水氾濫モデルに焦点を絞り、既往の実験結果と比較検討し八代平野低平地への適応を試みた。

## 2. 氾濫モデル

基礎方程式は、式 (1)~(3)に示す水深方向に積分した平面 2 次元浅水方程式である。式 (1)は連続式、式 (2), (3)は、x, y 方向の運動方程式を示す。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial(UM)}{\partial x} + \frac{\partial(VM)}{\partial y} = -g \cdot h \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{g \cdot n^2 \cdot U \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{1/3}} + \gamma_B \left( \frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial(UN)}{\partial x} + \frac{\partial(VN)}{\partial y} = -g \cdot h \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{g \cdot n^2 \cdot V \sqrt{U^2 + V^2}}{h^{1/3}} + \gamma_B \left( \frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) \quad (3)$$

ここで、 $H$ : 全水深(m),  $H=h+\eta$ ,  $\eta$ : 地盤高(m)  
 $h$ : 水位(m),  $M, N$ : 流量フラックス(m<sup>3</sup>/sec/m),  $U, V$ : 断面平均流速(m/sec),  $g$ : 重力加速度(m/sec<sup>2</sup>),  
 $n$ : マニングの粗度係数,  $\gamma_B$ : 渦動粘性係数(m<sup>2</sup>/sec),  
 $t$ : 時間(sec)である。上記の基礎方程式を差分法で離散化し、時間積分は、アダム・バッシュフォース法、移流項は3次精度風上差分である Kawamura-Kuwahara スキームを用いた。粘性項の渦動粘性係数  $\gamma_B$  の算出は、海水の遡上を考慮し  $\gamma_B = \beta \cdot (g \cdot H)^{0.5} \cdot h$ ,  $\beta = 0.5$  を与えた<sup>1)</sup>。

## 3. 平面 2 次元貯水槽部分決壊問題への適用

構築したモデル検証のため図 1 に示す Fraccarollo

and Toro<sup>2)</sup>が実施した実験結果と比較した。初期水位は、貯水槽に 0.6m, 氾濫原に 0.05m を与えた。格子間隔 0.1m, 時間間隔 0.001sec, マニングの粗度係数 0.025 とした。また貯水槽と氾濫原を仕切る壁が存在し,  $x=1.0m, y=1.8\sim 2.2m$  に幅 0.4m, 高さ 0.6m の決壊部がある。実験では、氾濫原の側方と下流端に水槽が設置されており、数値計算では両境界を開放条件とした。なお、実験装置の粗度係数が示されておらず、ここではアクリルの粗度係数を用いた。図 1 に示した 3 側点での水深の経時変化を図 2 に示す。測点 4A 以外では、複雑なアルゴリズムを用いず、実験値の傾向を再現していることが分かる。図 3 に、氾濫水の挙動の一例を示す。図より、氾濫水が貯水槽の決壊部より流出し、円弧状に段波を形成しながら流出していることが確認できる。以上のように、計算結果は貯水槽

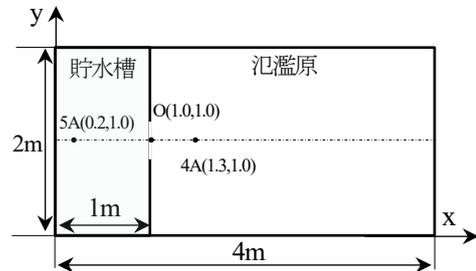


図 1 計算領域

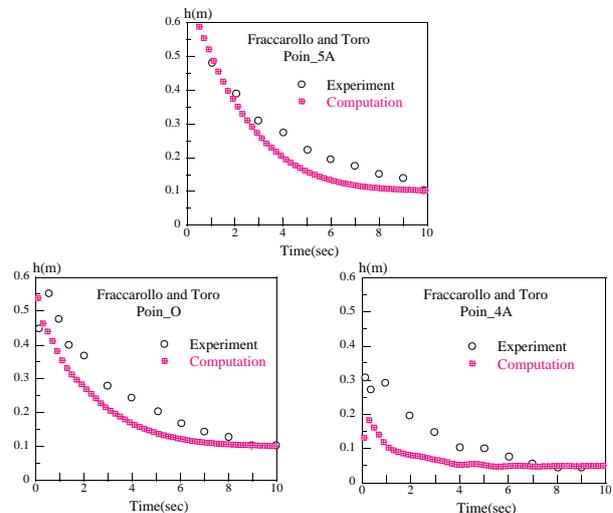


図 2 各測点での水深の経時変化

の水位低下と実験値の傾向を概ね再現している。

#### 4. 八代平野への適応

図4に示す熊本県八代平野は、その約67%は干拓地で、江戸時代から終戦後に掛けて約100km<sup>2</sup>が造成された。この干拓地は低平地であり高潮、洪水氾濫が発生した場合、農産業等に甚大な被害が予想される。図に示した対象域は、約2×1kmで、水田域が八代海へ流出する水路で囲まれた地域であり、八代海側の防潮堤に排水ポンプが設置されている。今回は、モデル検証として200×100mの閉領域とし、ポンプの排水量は考慮していない。図5に示すように、南北方向の水路に囲まれた水田域を設定した。水路東側に初期水深0.7m、その他の領域は0.3mを与えた。格子間隔1m、時間間隔0.01sec、粗度係数は、水路0.02、その他領域は0.7とした。なお全水深が地盤高を超えると流量フラックスが発生する条件を付加した。図5より、水路水は時間30secまで水路に沿って流下し、50secになると地盤高0.7mの領域に東側から越流し、100secで水路水が西側に到達していることが分かる。

#### 5. おわりに

今回、複雑なアルゴリズムを用いない洪水氾濫モデルを構築したが、モデル計算の段階である。今後、現地観測を通して精度検証を含めた検討を実施し、卒業研究で使用可能なモデル構築を実施する予定である。

#### 参考文献

- 1) 笠原健治, 藤間功司, 鳴原良典: 碎波形態を考慮した津波の碎波減衰モデル, 土木学会論文集 B2 (海岸工学) Vol.B2-65, No.1(2009)121-125.
- 2) Fraccarollo, L. and Toro, E.F.: Experimental and numerical assessment of the shallow water model for two-dimensional dambreak type problems, Journal of Hydraulic Research, Vol.33, pp.843-864, (1995).

連絡先

E-mail: yakita@tech.eng.kumamoto-u.ac.jp

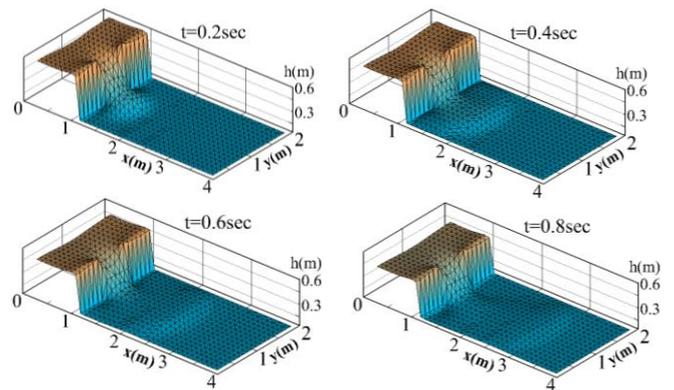


図3 氾濫水の計算結果



図4 八代平野の対象域

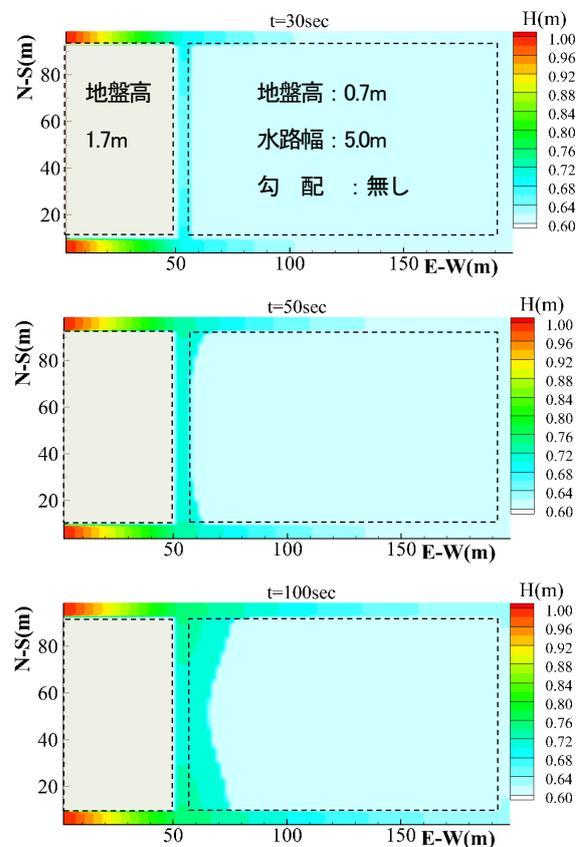


図5 計算結果