

ベトナム南部 Can Gio 湾における河口堰群による洪水制御効果の水理的検討

A Hydraulic Study on Flood Control by Multiple Tidal Weirs in Can Gio Bay, Southern Vietnam

○田畑俊範*¹, 田中志旺*², 平松和昭*¹, 原田昌佳*¹
Toshinori Tabata, Jio Tanaka, Kazuaki Hiramatsu, Masayoshi Harada

1. はじめに ベトナム南部に位置する Can Gio 湾では, 雨季における洪水が恒常化しており, 低平地であるため, 度々海面上昇による浸水被害が発生している. ベトナム政府は地球温暖化に伴う海面上昇による被害の拡大に対し, 大規模な単一の潮受堤防の建設を検討したが, 河口域での水質劣化や塩分の低下による生態系への影響が懸念され, 未だ実施に至っていない. そのため, 現状の生態環境を維持しながら洪水制御を可能とする代案が求められている. 本研究では, その代案として小規模な複数の河口堰を設置することで, 海面上昇による海水浸入の軽減と上流からの洪水の速やかな排除を可能とする水位制御法について水理的視点から検討を行った.

2. 研究手法 解析には 2 次元単層モデルを用いた. 以下に, その基礎方程式である連続の式(1)と運動方程式(2), (3)を示す.

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \{U(h+\eta)\} + \frac{\partial}{\partial y} \{V(h+\eta)\} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} = fV - g \frac{\partial \eta}{\partial x} + A_h \left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \right) - \frac{gn^2 U \sqrt{U^2 + V^2}}{(h+\eta)^{4/3}} \quad (2)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} = -fU - g \frac{\partial \eta}{\partial y} + A_h \left(\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} \right) - \frac{gn^2 V \sqrt{U^2 + V^2}}{(h+\eta)^{4/3}} \quad (3)$$

ここで, U , V は x , y 方向の水深平均流速 (m/s), t は時間 (s), h は海底標高 (m), η は水位 (m), f はコリオリ係数 (s^{-1}), g は重力加速度 (m/s^2), A_h は水平方向の渦動粘性係数 (m^2/s), n は Manning の粗度係数 ($s/m^{1/3}$) である. 数値解法には Leap frog 法を用いた. 水平渦動粘性係数は Smagorinsky モデルにより評価した. 干潟処理には Land Mask 関数を導入した干出・冠水スキームにより移動境界線の追跡を行った.

図 1 に解析対象領域を示す. 境界条件となる湾口の潮位は図 1 の潮汐観測地点の潮汐調和定数を用いて計算した. 同図の矢印に示す地点に河川流入量を与えた. また, モデルの再現性の確認のために, 黒点で示した地点での水位の実測値と計算値を比較した結果を図 2 に示す.

Nash-Sutcliffe 係数および 2 乗平均平方根誤差はそれぞれ 0.93, 0.22m となり, 非常に高い再現性が確認された.

3. 解析結果と考察 解析対象期間として次の 3 ケースを設定した. Case1: 平常時である 2009 年 8 月 6 日 00:00 から 8 月 16 日 23:00, Case2: 今後の海面上昇を想定し, Case1 と同じ期間で潮位を 25 cm 上昇させたケー

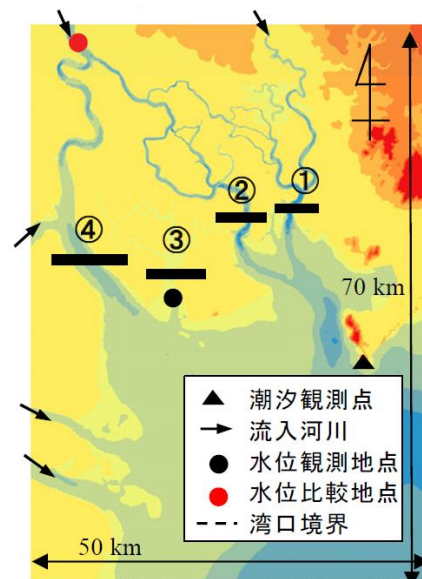


図 1 研究対象領域
Target Area

*¹ 九州大学大学院農学研究院/Faculty of Agriculture, Kyushu University, *² 農林水産省/Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, キーワード: 数値流体力学, 河口・感潮域の水理

ス、Case3：50年確率規模の大洪水が発生した2000年10月20日00:00から10月30日23:00。最適な河口堰の設置位置を決めるため、図1に示す設置位置の候補の中から3箇所を設置する4パターンにおいて、水位変化を比較した。水位比較地点は図1の赤点で示す北西の市街地に続く河川上流部とした。なお、河口堰は可動堰を想定し、下流側水位が上流側より高い期間は堰を閉じ、その逆の場合は堰を開け、自然流下する設定とした。Case1～Case3のいずれも①,②,④に堰を設置した際に最も水位が低下し、水位比較地点の最高水位の低下幅はそれぞれ1.43 m, 1.39 m, 1.32 mとなった。

Case2の水位比較地点での水位変化を図3に示す。これより、これらの候補の中で市街地の洪水リスクを最も下げることができるのはこの3箇所であると考えられる。次に河口堰を①,②,④に設置した場合の浸水範囲

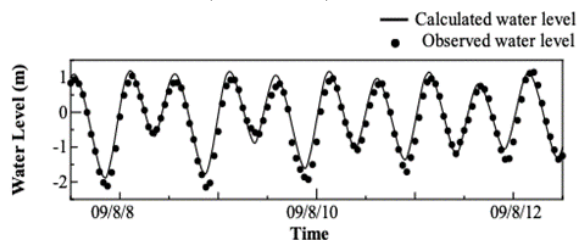


図2 水位の実測値と計算値の比較
Comparison of observed and calculated water level

の変化について解析した。Case1～Case3のいずれにおいても浸水範囲の大幅な減少が見られた。Case2の結果を図4に示す。河口堰の設置位置より上流側全域で浸水面積が小さくなり、特に市街地へと続く北西の河川上流部において浸水を抑制していることは、市街地での洪水発生リスク低下につながると考えられる。Case1, Case2において効果があったことから、河口堰群を適切に配置することは、現状の浸水軽減効果があるだけでなく、地球温暖化による今後の海面上昇に対しても有効であると考えられる。また、Case3でも効果があったことから、河口堰群を適切なタイミングで開閉させることで、上流からの洪水の速やかな排除を可能にすると考えられる。

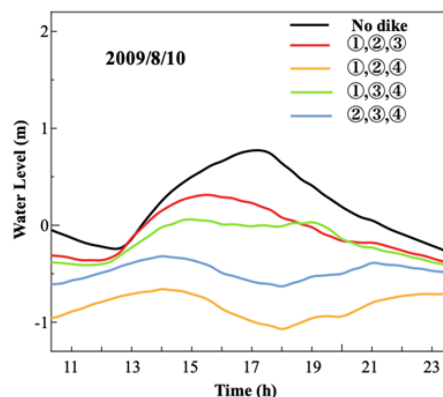


図3 Case2における北西河川上流部での水位変化の比較
Comparison of water level changes in the upper northwestern point in Case 2

4. おわりに 本研究では、大規模な単一の潮受堤防の代案として複数の小規模な河口堰による水位制御法について検討し、その結果十分に洪水制御が可能であることが示された。今後、河口堰の設置数や設置位置についてさらに候補を増やし、塩分動態についても解析を行うことで環境への影響も考慮した水位制御法について検討する。

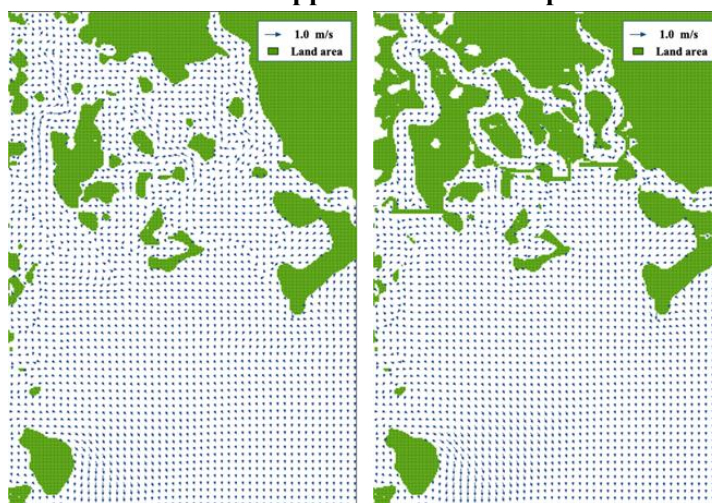


図4 Case2 (8月10日16:00)の浸水範囲の比較
(左：堰なし，右：堰あり)
Comparison of inundated area in Case2 (Aug. 10th 16:00)
(left: without tidal weir, right: with tidal weir)