

ベトナム国メコンデルタの Ba Lai 堰周辺における一次元不定流計算を用いた水理解析 One-dimensional unsteady flow analysis around the Ba Lai sluice gate in the Mekong Delta, Vietnam

○浅野 航輝¹・福田 信二²

○ASANO Koki, FUKUDA Shinji

1. 研究目的

近年、生物の生息環境を考慮した河川管理が進められている。洪水防止や河岸浸食等の治水面の配慮に加えて、水質管理や生態系保全に考慮した総合的な河川管理のためには、河川構造物や潮汐による物理的な環境変化と生物の分布や生息環境の関係性を定量的に評価する必要がある。既往の研究では、土砂の浸食・堆積過程や平水時、増水時といった環境の変化に応じて産卵場所や稚魚の成育場として利用する生物の生活史が定量的に評価されてきた(石田ら, 2005)。しかし、人為的な水利用の影響を最小化するためには、どのような流量操作をすれば生物の生息環境を維持できるかについて詳細な知見は少ない。そこで本報では、ベトナム国メコンデルタの Ba Lai 堰周辺において一次元水理解析を行い、水門建設とその運用が対象区間の流況に及ぼす影響について評価した。

2. 研究方法

メコンデルタはメコン川下流域に位置し、標高約 0.7 m から 1.2 m の平坦な地形をしているため、河口から約 50 km の範囲が感潮域になっている。Ba Lai 川はメコン川の支流であり、Ben Tre 省を流れる感潮河川である。河口から約 20 km 地点において本川(旧河道)と人工水路に分流し、本川部には Ba Lai ダム、人工水路には Ba Lai 堰が防潮水門として 2002 年に建設され、Ba Lai 堰で水位と塩分濃度を管理している(図 1)。

Ba Lai 堰周辺の物理的な環境変化を評価するために、一次元水理解析ソフト(HEC-RAS)を使用した。モデルの基礎式は連続式と運動方程式である。境界条件として流量と水位を地点 A, E に与え、Ba Lai 堰周辺及びその下流における流速、剪断応力を算出した(図 2)。

本報では、Step1(ダムと堰は考慮しない)、Step2(ダムのみを考慮)、Step3(ダムと堰を考慮する)と段階的に解析を行い、それぞれを比較することで構造物の有無や運用による物理的な影響を定量的に評価した。また、Step3 において堰下流の水位が上流の水位より 3 cm 以上低いとき、水門を開放する条件とした(Huy et al., 2009)。Step1 において水位の実測値と計算値を地点 B,



図 1 メコンデルタと研究対象地の概要図

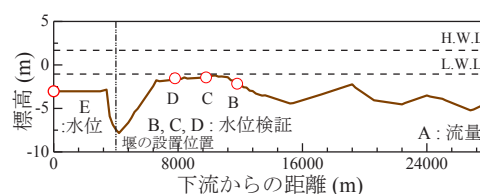


図 2 研究対象地の河床高の縦断面図

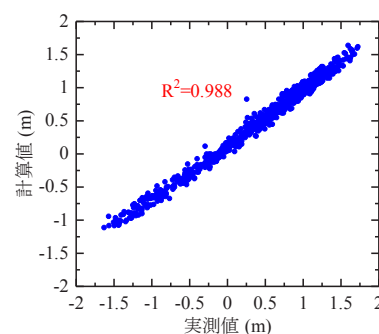


図 3 地点 D の実測値と計算値

¹ 東京農工大学大学院農学府 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

² 東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード: 河川工学, 水環境, 河口, 感潮域の水理, 数値流体力学

C, D で比較し, モデルの精度検証を行った (図 3).

4. 結果と考察

図 4 に, 満潮から干潮へ移行する (下げ潮) ときの Step1, Step2, Step3 の流速縦断面図を 2 時間ごとに示す. Step1, Step2 を比較した結果, 堰周辺の流速が 0.25 ~ 0.40 m/s 増加した. これは, 本川にダムを設置したことにより, 水の流れがせき止められ, 人工水路に流れが集中したことを表している. また, Step3 において水門が閉まっているとき, 堰から上流 1400~2400 m, 下流 400~600 m において流速がほぼ 0 m/s となり, 止水状態になっていた. 一方, 堰から約 2400 m より上流は, Ba Lai 川に接続するメコン川の潮汐の影響を受け, 逆流することが分かった.

図 5 は Step3 における水門開放時の水位, 流速, 剪断応力の縦断面図を 1 時間ごとに示す. 水門の開放により流速は下流端まで 0.4~0.9 m/s, 剪断応力は堰から下流 200 m 地点まで 1.0~1.5 N/m²増加した. また, 図 6 は水門開放時の堰から下流 200 m 地点の水位, 流速, 剪断応力を時系列で示す. 水門を開放したとき, Step3 はメコン川の潮汐の影響を受けるため, 水位は Step1, Step2 と同位相となるが, 水門を閉じるとメコン川の影響を受けなため, 満潮・干潮時に 0.6 ~ 0.4 m の水位差が生じる. また, 流速は 0 m/s から 1 時間で一気に 0.53 m/s に増加し, 開放から 2 時間で 0.63 m/s に到達した. さらに, 剪断応力は水門の開放により Step2 と同等の剪断応力が作用するが, 水門が閉じるとほぼ 0 N/m²となった. 以上のことから, 水門の開放により水が一気に流れ, 堰下流において河床の浸食, 底質の変化, 塩水の押し流しなど物理環境が変化する可能性が示唆された.

5. おわりに

本研究では, 堰周辺において一次元水理解析を行い, 水門建設やその開閉状態の解析結果を比較することで, 対象区間の物理環境の変動特性が異なることを定量的に評価することができた. 今後, 塩分動態の解析と堰周辺の平面二次元解析を加え, 生物の生息場との関係性を明らかにすることで, 生態系に配慮した水利構造物の設計と動的運用に貢献できると考えられる.

引用文献

- 石田裕子, 竹門康弘, 池淵周一 (2005): 河川の浸食-堆積傾向と流量変動による底生魚の生息場選好性の変化, 京都大学防災研究所年報第 48 号 B
 Huy, et al. (2014): Operation of the Ba Lai irrigation system in the Mekong Delta, Vietnam, Paddy Water Environ, 7:123-133

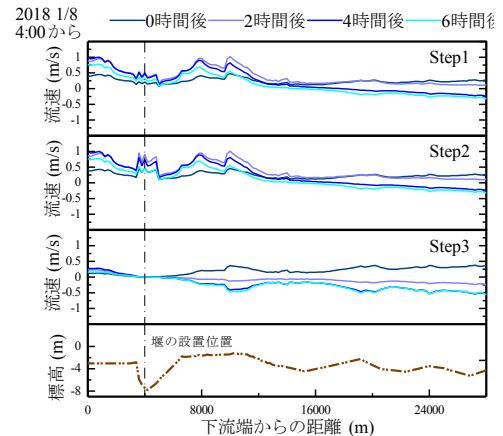


図 4 各 Step での流速縦断面図 (Step1: 上, Step2: 中, Step3: 下)

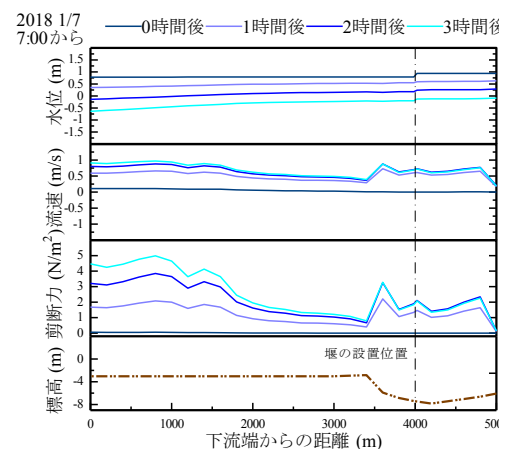


図 5 Step3 での堰開放時の水理諸用の縦断面分布 (水位: 上, 流速: 中, 剪断応力: 下)

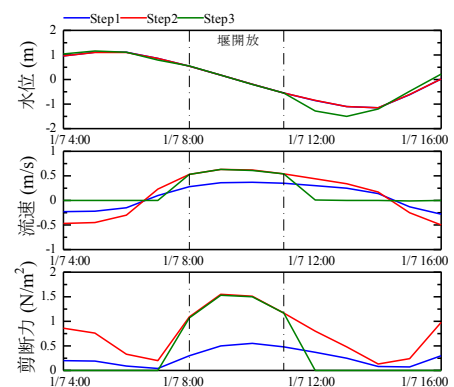


図 6 堰下流 (200 m) 地点の水理諸用変化 (水位: 上, 流速: 中, 剪断応力: 下)