

## サイゴン川の局所流及び河川流下特性に関する観測・解析

山梨大学大学院医学工学総合教育部 学生会員 児谷 明泰

山梨大学大学院医学工学総合研究部 正会員 大石 哲

山梨大学大学院医学工学総合研究部 フェロー会員 砂田 憲吾

## 1.はじめに

ベトナム南部、ホーチミン市を流れるサイゴン川は、流路延長 190km、流域面積 4700km<sup>2</sup> の河川であり、ベトナム最大の都市ホーチミン市の経済発展を支える重要な水源となっている。しかし経済発展に伴い人口増加や工業化が進むことで、生活排水や工業排水の河川への流入によるサイゴン川の水質悪化の問題が懸念されている。また河床勾配が 1/20,000～1/30,000 と非常に緩やかな河川であるため、河口部の潮汐の影響を受けやすく、河口から数十 km の地点であっても逆流現象が起こる。そのため未処理の産業・家庭排水が流れ込んだ河川水の流下に時間がかかるだけでなく、海水の浸入による塩水化により灌漑・都市・産業用水が十分確保出来ないという問題もある。しかし、逆流現象が起こる上流域の範囲や潮位の変動に伴う流量変化の割合など、基本的事項が明確になっていない。

現地住民の衛生面の改善や水質改善にも役立つために、将来的には地点ごとに日時・水位・降雨情報を与えると、リアルタイムで流量変動や塩分濃度が分かり、また数時間後の流下特性まで予測出来るような手法を構築する必要がある。

数時間後の流下特性予測のための基礎研究として、本研究は流量変動の把握を目的とし、現地観測データとシミュレーションモデル MIKE11 を用いてサイゴン川の潮汐の影響や流下特性を検討する。

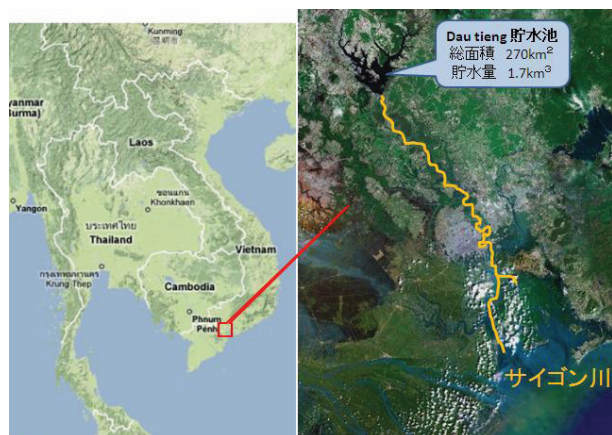


図 1-1 サイゴン川概要

## 2 解析方法

本研究では、シミュレーションモデル MIKE11 を用いて流量変動シミュレーションを行う。MIKE11 は Danish Hydraulic Institute によって開発された河川を対象としたシミュレーションモデルであり、1次元流れの不定流計算を行う。流れの水理計算は連続の式(2-1)・運動方程式(2-2)を基礎式とし、陰形式有限差分方程式に変換する事で河川の非定常流を計算する。差分は中心差分 6 点式アボット法を用いる。

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2-1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left( \alpha \frac{Q^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2-2)$$

ここで Q は流量、A は断面積、q は横流入量、h は水深、α は運動量補正係数、C はジェシー係数、R は径深である。

## 2.1 計算範囲

本研究では河口から約 200km の Dau Tieng 貯水池の放流地点を上流端として、潮汐既知点までの流路延長 155km の区間でシミュレーションを行った。(図 2-1)

## 2.2 計算期間

MIKE11 による水理計算期間は表 2-1 の通りである。本研究ではタイムステップは 10 秒とした。



図 2-1 河川ネットワーク図

|            |               |       |
|------------|---------------|-------|
| 2007.01.19 | 9:00 ~ 01.21  | 9:00  |
| 02.02      | 9:00 ~ 02.04  | 9:00  |
| 03.18      | 9:00 ~ 03.20  | 9:00  |
| 04.17      | 9:00 ~ 04.19  | 9:00  |
| 05.17      | 9:00 ~ 05.19  | 9:00  |
| 06.15      | 9:00 ~ 06.17  | 9:00  |
| 07.14      | 9:00 ~ 07.16  | 9:00  |
| 08.28      | 9:00 ~ 08.30  | 9:00  |
| 09.27      | 9:00 ~ 09.29  | 9:00  |
| 10.27      | 9:00 ~ 10.29  | 9:00  |
| 11.25      | 9:00 ~ 11.27  | 9:00  |
| 12.23      | 9:00 ~ 12.25  | 9:00  |
| 2008.01.21 | 12:00 ~ 01.24 | 12:00 |

表 2-1 計算期間

### 2.3 初期・境界条件

本研究では上流端初期条件として水位 5m を与え、上流端境界条件として月ごとに推定された流量変動を与えた。また、下流端初期条件および境界条件として、潮汐モデル WXTide 32 から得た潮位およびその変動を与えた。

### 3. 計算結果と考察

図 2-2 は観測地点における平均流量変動グラフである。計算値と実測値にばらつきが見られる。その原因は 2 つあると考えられる。1 つ目は上流端境界条件である放流量が正確でないことである。各月一定量で放流しており時間変化を与えていない。2 つ目は本研究では河川への流入・取水や降雨は考慮していないことである。計算値が実測値より少ない月は上流部での降雨や排水による河川への流入量が多い、または灌漑などの取水量が少ないと考えられる。計算値が実測値より多い月は上流部での取水量が多い、または流入量が少ないと考えられる。

図 2-3 は Dau Tieng 貯水池から放流された水の挙動を表すグラフである。グラフの横軸は放流後の時間を、縦軸は流下距離をあらわす。放流された水は各月河口からの水位変動を受け、順流・逆流を繰り返しながら下流へ流れていく。これはサイゴン川の流下能力の低さを再認識する結果である。例えば放流量の多い 7 月でさえ 168 時間で 100km 程しか流れておらず、河川水は長期間滞留し続ける可能性が高いといえる。

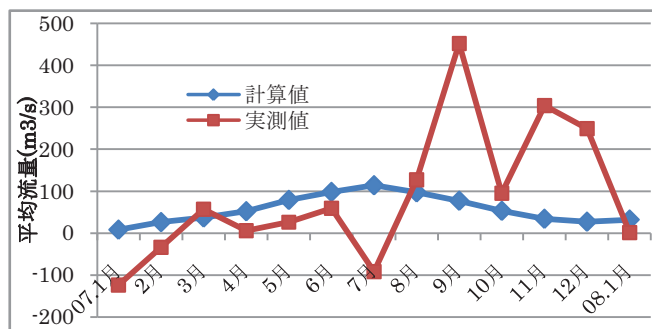


図 2-2 観測地点における計算値と実測値の平均流量変動

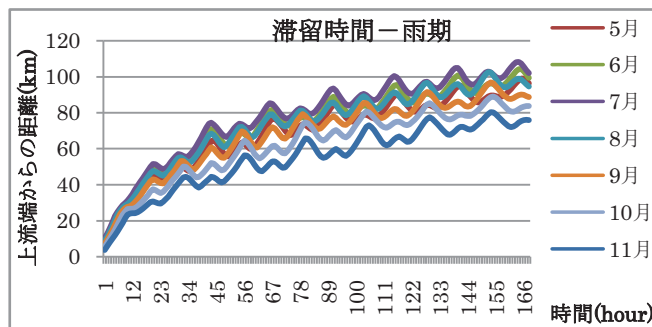
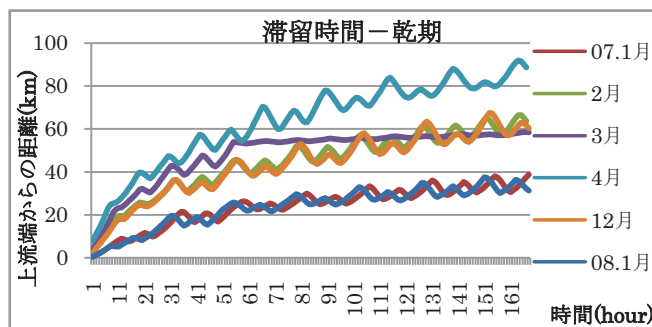


図 2-3 放流地点からの滞留時間

### 4. 結論

以上の検討を通して、以下の結論が導かれた。

- (1) サイゴン川の流下能力はかなり低く、放流量の多い 7 月でさえ 168 時間(1 週間)で 100km 程しか流れておらず、河川水は長期間滞留し続ける可能性が高い。
- (2) Dau Tieng 貯水池からの放流量が逆流距離に大きく影響する。

#### 参考文献

- 1) CREST アジア流域水政策シナリオ研究チーム：アジアの流域水問題, 技報堂出版, 2008
- 2) 桑原邦郎、河村哲也：流体計算と差分法, 朝倉書店, 2005
- 3) DHI Water Environment: MIKE11 User Guide and Reference Manual, 2001
- 4) CAE Solutions: Theoretical Background, 2000