

インドネシア・セバンガウ川における潮位変動の影響に関する研究

北海道大学工学研究科 ○ 学生員 田中大輔(daisuke tanaka)
 北海道大学工学研究科 正員 長谷川和義(kazuyoshi hasegawa)
 インドネシア科学院 Nyoman Sumawi jaya

1. はじめに

現在、インドネシア・カリマンタン島の中央カリマンタン州を流れる Sebangau 川流域を開発し、利用する計画が進められている。しかし、Sebangau 川周辺には泥炭湿原地が広がっており、今後の土地開発には、この影響を考慮する必要がある。このような背景のもとで、泥炭地を流れる河川の流出特性を明らかにすることは重要な課題である。

一方、これまでの泥炭湿原地の水文特性に関する研究では、湿原地が減少した場合に湿原からの供給水が減少し、流域全体の流出流量が減少することが報告されている。本研究で対象となる Sebangau 川の水位は無降雨の状態においても変動し、研究初期にはその日変化が土壌水分変化の影響を受けたものと予想された。しかし、杉本¹⁾の研究によれば、その卓越周期が潮位のスペクトル解析から得られた主要分潮と一致し、河口から 100km 以上離れた上流側でも潮位の影響を受けていることが推測された。本研究は、このことを確認するために現地において実施した同時水位観測の結果を報ずるとともに、1 次元不定流方程式にもとづいた解析結果を示すものである。

2. Sebangau 川

Sebangau 川は、図-1 に示すように、インドネシア・カリマンタン島の中央カリマンタン州を流れる河川であり、流域面積約 600km²、地形勾配約 1/20000 の非常に緩やかな河川である。図-2 は同河川の拡大図であり、観測地点の Paduran(河口から 50km)、Bangah(80km)、Selawati(100km)、Bakung(140km)、Kya(180km)を示す。本研究で対象となっている下流側の Paduran から上流側の Kya までは延長約 130km である。同時水位計測は、2003 年 8 月 14 日(5:00～16:00)に行った。計測は、5 地点の標尺を約 12 時間、30 分おきに目視により行った。結果は図-4 のようになった。

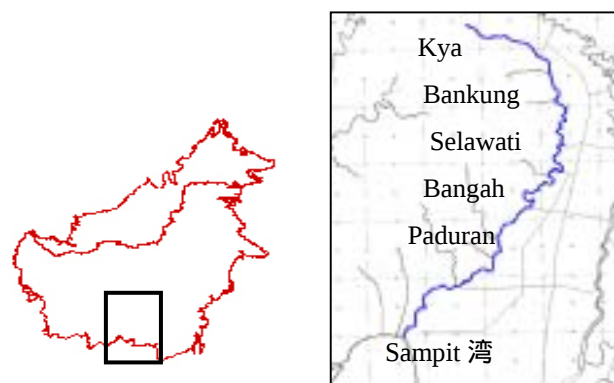
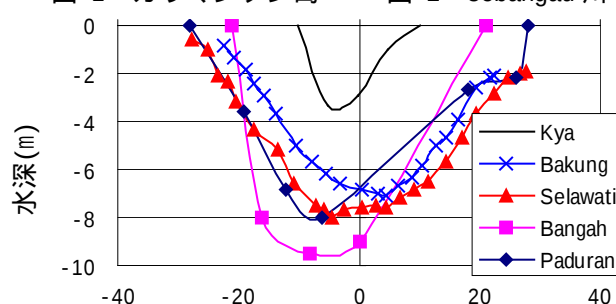


図-1 カリマンタン島 図-2 Sebangau 川



河道中心からの距離(左岸方向を正) (m)

図-3 横断面形

3. leap-frog 計算法による数値解析

不定流の運動方程式は次式で表される。

$$\frac{1}{gA} \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{2QB}{gA^2} \frac{\partial H}{\partial t} - \frac{Q^2 B}{gA^3} \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{|Q|Q}{K^2} = 0$$

ここに、g:重力加速度、A:断面積、Q:流量、B:水面幅、H:水位、h:水深、K:断面の通水能であり、 $K^2 = A^2 R^{4/3} / n^2$ である。ただし、 $Q^2 B / gA^3 \ll 1$ として、第 3 項を省略する。また、横断面形は図-3 のようであった。これを最小二乗法により二次曲線近似して断面積 A を得る。この式を差分式を用いて leap-frog 計算法により数値解析する。計算条件は以下の通りである。流量は過去のデータより、現地調査を行った時期の 8 月では 3～6m³/s であったので本研究では 3m³/s の一定流量を与えた。水位は現地調査で行った同時水位観測の結果を用いた。また勾配 I = 1/20000、マンニングの粗度係数 n = 0.025 として計算を行った。

キーワード：leap-frog 法、潮位変動

連絡先：札幌市北区北 13 条西 8 丁目

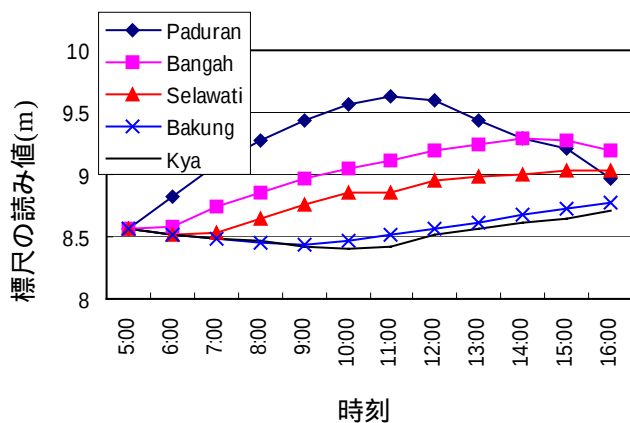


図-4 水位変化（実測値）

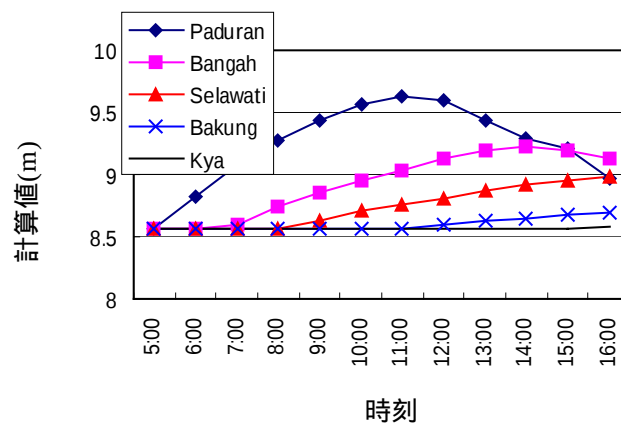
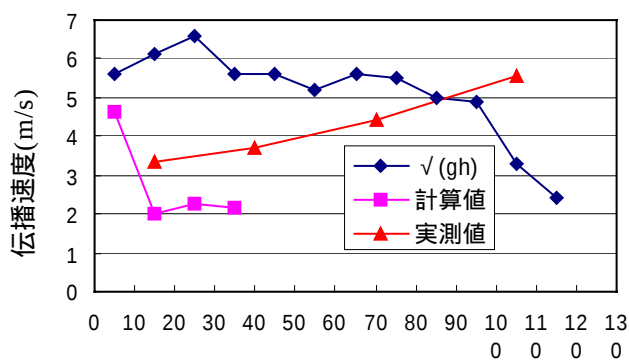


図-5 水位変化（計算値）



Paduran からの距離(km)

図-6 伝播速度の比較

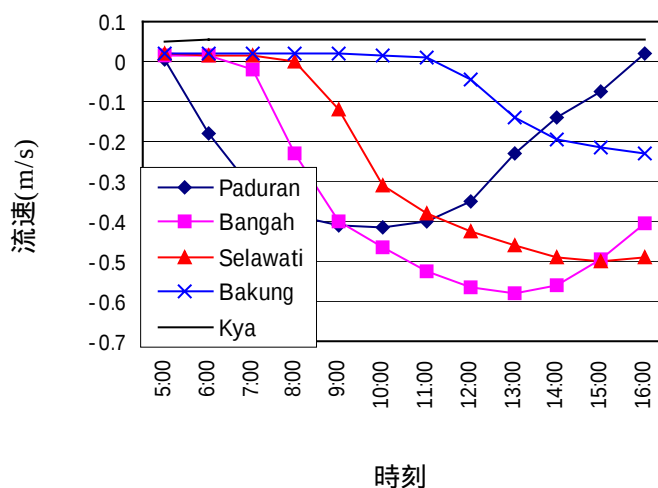


図-7 流速変化

4. 計算結果と考察

以上の条件の下で計算を行った結果、図-5 のような結果が得られた。図-4 の実測値と計算値の結果から、水位のピーク到達時刻が下流から上流へと遅れているのがわかる。よって Sebangau 川でも河口の潮位変動が上流へ伝わり、その水位に影響を及ぼしていることは明らかである。また、実測値と計算値の結果から波の伝播速度を求めた結果が図-6 である。実測値の伝播速度が上流に行くに従って速くなるのに対し、計算値と $\sqrt{gh}$ の伝播速度は上流に行くに従って遅くなっている。原因として、設定水理条件が不正確であること、与えた断面形状が実際の河川と一致していないことなどが考えられる。図-7 は、各観測点における流速時間変化の計算値を示す。潮位の伝播とともに、逆流が生じているのがわかる。この結果から河口の塩水が上流へ流れ込んでいることが考えられるが、水面近くの採水による水質調査では Paduran より上流側で塩水の影響がほとんど見られなかった。よって Sebangau 川では弱混合の流れの性質を持っていることが予測でき、上流側では塩

水くさびの影響を受けているものと考えられる。水位変動においても環境影響についても今後このことを考慮していかななくてはならない。

参考文献

- 1) 杉本光：サロベツ川・Sebangau 川における湿原の影響を受ける降雨流出特性について、北海道大学大学院工学研究科修士論文 2002
- 2) 長谷川和義，森明巨，杉本光：Survey of Flow Discharge and Cross Sectional Shapes at Several Sites in the Sebangau River in Dry Season in 2002, Environmental Conservation and land use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia
- 3) 板倉忠興ら：Hydrogy and Peatland Technology in Central Kalimantan
- 4) 水理公式集，昭和 46 年度改訂版，土木学会編，1971