

愛媛大学大学院 学生員 〇驚沢直哉
 愛媛大学大学院 学生員 原楨利幸
 愛媛大学工学部 正員 伊福 誠

1. はじめに

従来、河川における塩水楔の消長に関する研究では、河床高は同一のものを使用し研究がなされてきた。しかしながら、実際の河川においては、河床高は、河川水による砂の輸送等により、徐々に変化している。そこで本研究は、日潮不等を考慮した河川密度流の流速場や密度場を予測できる2次元数値モデルを用い、河床変動が塩水の遡上距離に及ぼす影響について検証する。

2. 数値計算

流体が非圧縮性で密度は塩分のみ関数、Boussinesq近似が適用できるとし、支配方程式である連続の式、運動方程式、水面形の方程式および塩分の方程式を連立して解く。なお、渦動粘性係数は、SGS(subgrid-system)を用いた。また乱流拡散係数は、水平および鉛直方向の流速成分に依存すると仮定する。支配方程式は、座標変換を行い境界適合型の座標系を用いて解析した。上流境界は河口から10 km、海側境界は河口より海側0.5 kmとした。

水平方向は25 m間隔、鉛直方向は10分割し、時間間隔2秒で計算した。

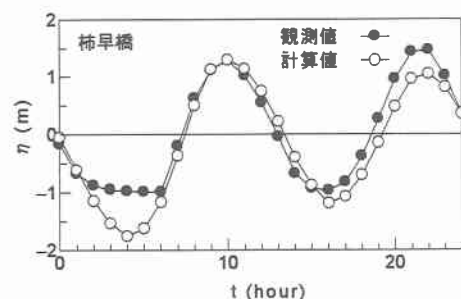
3. 解析結果

(1) 肱川の観測結果に基づく解析

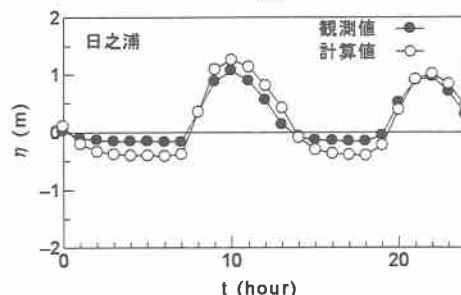
(a) 水位の比較

図1(a)は、1999年2月17日の河口から上流側5.9 km地点の柿早橋における水面変動量の観測値と計算値を比較したものである。計算値は観測値と比較すると、位相はほぼ符合している。水面変動量をみると、2時から5時の低潮時において過大に評価している。

図1(b)は同日の河口から上流側8.0 km地点の日之浦における結果である。計算値は観測値と比較すると、位相はほぼ符合しており、水面変動量をみると、計算値の方が大きな値を示し、低潮時においてはその差が大きくなる。図1(a)および(b)において計算値は観測値をほぼ再現していると言える。



(a)

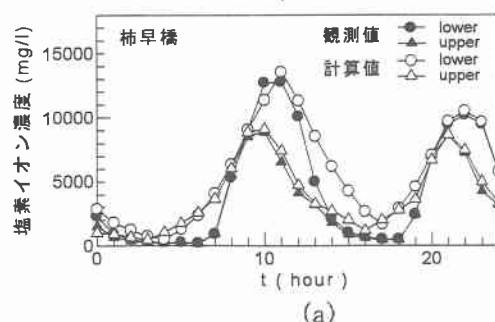


(b)

図1 水位の比較

(b) 塩素イオン濃度の比較

図2(a)は、1999年2月17日の柿早橋における塩素イオン濃度の観測値と計算値の比較を上層および下層について示したものである。計算値は観測値と比較すると、下層では、位相はほぼ符合している。また、塩素イオン濃度の値は、低潮時で2~4倍程度大きな値を示している。上層では、高潮時は位相および塩素イオン濃度の値はほぼ符合しているが、低潮時において局所的な位相のズレが生じており、また、塩素イオン濃度の値は、2~10



(a)

倍程度過大に評価している。

図2(b)は同日の日之浦における結果である。計算値は観測値と比較すると、下層では、位相はほぼ符合しているが、塩素イオン濃度の値は、全体的に高い値を示しており、高潮位では2倍程度、低潮時では3～5倍程度過大に評価している。また、上層でも、位相はほぼ符合しているが、塩素イオン濃度の値は高潮時付近では2倍程度、低潮時付近では2～4倍程度過大に評価している。多少の差違は生じているが、図2(a)および(b)において計算値は観測値をほぼ再現していると言える。

(2)河床変動に伴う塩水楔の挙動の検討

河床の変動が等塩分線の遡上距離に及ぼす影響について検証する。ここでは、河床の変動を河床の断面積の変動として考える。断面積は、基準面を1978年の最深河床高(7.776 m)にとり、河口から上流側10.5 kmまで計算した(図3)。なお、潮位および河川流量は、1999年2月4日～2月17日までのものを用いた。すなわち、潮位は-1.83～1.20 m、流量は4.85～15.99 m³/sである。解析対象年は1978, 1981, 1987, 1991および1998年で、各年の断面積とそれを1978年の断面積(A₀)で割った値を表1に示す。

表1 各年の断面積

	1978	1981	1987	1991	1998
断面積(m ²)	47703	44661	43964	46059	43590
A/A ₀	1.000	0.936	0.922	0.966	0.914

図4は、各年の河床の断面積と、等塩分線 $S/S_0 = 0.01$ の遡上距離の関係を示したものである。なお、等塩分線 $S/S_0 = 0.2, 0.1$ および 0.02 についても、図4とほぼ同様な結果が得られた。図中の L_{st} は等塩分線の遡上距離を表したものであり、 L_0 は1978年の遡上距離である。なお、等塩分線の浸入距離は満潮時においてのものである。この図より、断面積の減少、すなわち、河床の低下に伴って、塩水の遡上距離が増大することが確認される。

等塩分線 $S/S_0 = 0.01, 0.02, 0.1$ および 0.2 の遡上距離は9～10.5 km 付近である。この付近の河床高の経年変化をみると図5のようになる。1978年から1981年にかけては9.5 km 付近の瀬が消失している。その後、河床は低下しているようである。こうした河床の低下につれて、塩水の遡上距離が増大することが判る。すなわち、塩水楔の先端付近の瀬が遡上距離に及ぼす影響が大きいことが判る。

最後に、解析に用いた資料は建設省四国地方建設局山鳥坂ダム工事事務所から提供して頂いた。貴重な資料を快く公表していただいたことに謝意を表する次第である。

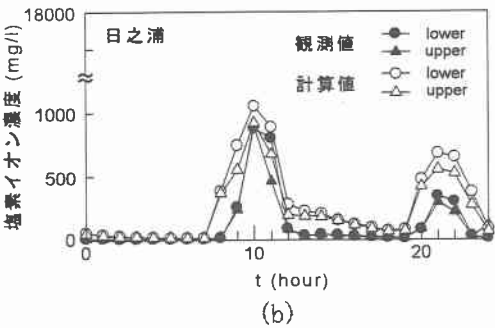


図2 塩分の比較

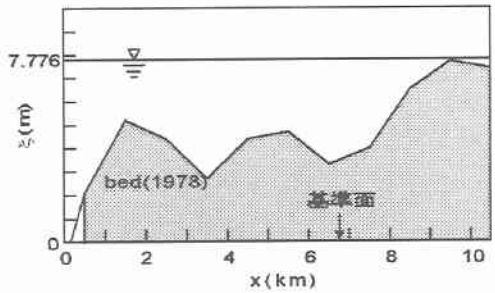


図3 基準面

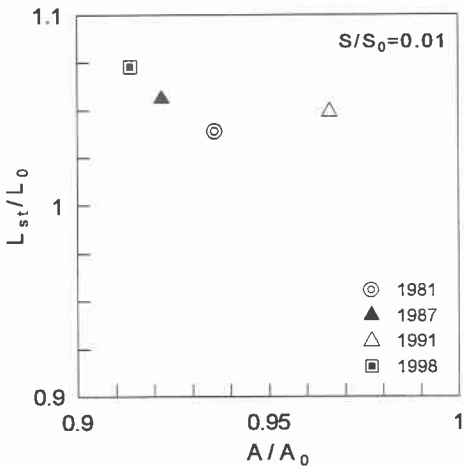


図4 遡上距離と断面積の関係 (S/S₀=0.01)

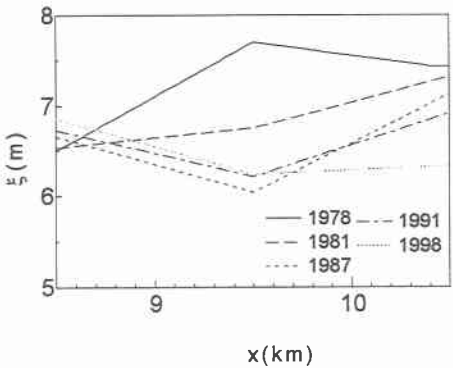


図5 河床高の経年変化