

真締川の物質輸送量と底面せん断力

山口大学大学院 学○渡邊健司 松尾設計 正 受川弘信
 宇部短期大学 正 松本治彦 山口大学工学部 正 朝位孝二
 山口大学工学部 正 羽田野袈裟義

1. はじめに

河川感潮部の流れや水質は、潮汐と密度の影響を受けて複雑に変動する。また、雨水流出や生活排水等が集中するエリアでもあり、汚濁物質の堆積しやすい領域であり、浄化対策を考える上で水質変動、底泥の挙動について把握することは重要である。本研究では、宇部市中央部を流れる真締川で観測を実施し、物質輸送量と底面せん断力の評価法を検討した。

2. 現地調査の概要

調査は真締川(流路延長約 7km)の河口部から約 1.3km の感潮区間に 4 つの調査地点を設けて一潮汐間の水質調査を行った。1995 年から 2000 年まで行った全 15 回調査のうち 1999 年 10 月 22~23 日(大潮:満潮 19:23 352cm, 干潮 1:36 82cm, 満潮 7:35 350cm)の結果について主に検討した。

3. 真締川河川感潮部の分類

塩化物イオンの縦断面分布より混合型について検討する。図-1 に塩化物イオンの縦断面分布を示す。

図をみると、満潮時の 19:30 には、全測点において 16‰前後の一定した値であり、強混合型に近い分布となっている。下げ潮時の 21:30 前後には、表層に河川水を流しながら塩水は緩混合型の分布を示しながら後退し、干潮時の 1:30 には塩水は、Stn.1 の地点で停滞する。その後、塩水は上げ潮時に緩混合型に近い分布を示しながら遡上し、満潮の 7:30 には全測点で塩水を満たし、強混合型に近い分布となっている。なお、小潮期の調査結果では、満潮時に Stn.1, 2 で強混合型、下げ潮時には全測点で緩混合型、Stn.3, 4 では一潮汐間を通じて緩混合型に近い分布となっている。

4. 物質輸送量

フラックスは、断面積、濃度および流速の積から求められる。図-2 に塩分フラックスの時間変動を示す。図中の●は断面全体、□は順流方向、△は逆流方向のフラックス、— は流速を表している。

図をみると、下げ潮時の流速が 23:00 に最大となるのに対し、順流方向の塩分フラックスは 21:30 に最大となっている。これは、強混合型の分布が強いときには塩分勾配は鉛直方向にはほとんど無く、水平方向のみに存在し、塩分濃度は上流で低く河口側へ向かって高くなる。そのため、流速が最大となる時刻には、測点内を満たす塩水が減少しているためと考えられる。

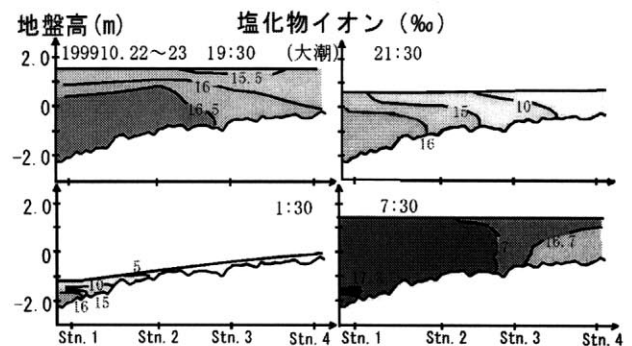
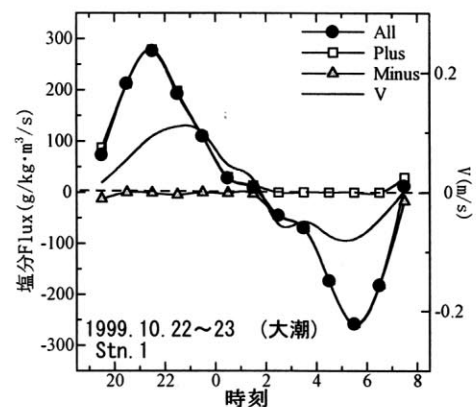


図-1 塩化物イオンの縦断面分布図



(大潮 Stn. 1)

図-2 塩分フラックスの時間変動

キーワード：河口密度流、混合形態、物質輸送量、底面せん断力

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1

tel : 0836-(35)-9442 FAX : 0836-(35)-9429

5. 河川感潮部における非定常流計算の検討

後述の底面せん断力の評価に必要な河川感潮部における各地点の時刻、水深、流速、水面勾配を求めるため、2 step Lax-Wendroff scheme による1次元非定常流計算を行った。前報では、河床勾配、日潮不等の影響を考慮していないため、上流測点で実測値と計算値の誤差が大きかった。そこで今回は、河床勾配を変化させ、上げ潮、下げ潮時の潮位をそれぞれ変化させて計算を行った。

開水路非定常流の基礎式は、連続式と運動方程式で、長方形水路を考えると次式、

$$\text{連続式} \quad \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\text{運動方程式} \quad \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial vq}{\partial x} = -gh \frac{\partial h}{\partial x} + gh(i - i_f) \quad (2)$$

で与えられる。ここで、 i は河床勾配、 i_f は摩擦勾配である。式 (1)、(2) をそれぞれ差分化し、順次各時刻、各地点の水深(h)、流速(v)、単位幅流量(q)を求める。なお、ここでは密度一定とした。

図-3 に流速の時間変動を示す。図をみると前報より大幅に計算値が向上したことがわかる。上げ潮時の逆流方向の流速では誤差が生じているが、この原因は、非定常流計算で密度成層による流速分布を考慮していないことが挙げられる。

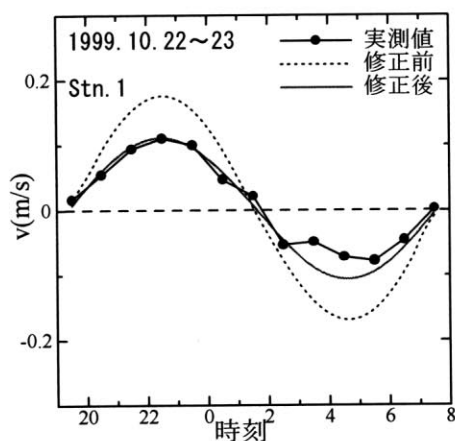


図-3 流速の時間変動

6. 底面せん断力の評価

現地調査から得られた密度分布と非定常流計算から得られた各地点の物理量を用いて、底面せん断力の評価を行う。底面せん断力は、加速度項を無視して

$$\frac{\tau_b}{\rho_0} = ghI_w - \frac{1}{2} \frac{gh^2}{\rho_0} \frac{d(\rho)}{dx} \quad (3)$$

で表される。Stn.2, 3 に (3) 式の底面せん断力式を適用し、計算した結果と底層の濁度の実測値を図-4 に示す。図のX軸は調査時刻、Y軸は底面せん断力、R軸には濁度をそれぞれとっている。折れ線は、底面せん断力、棒グラフは底層の濁度を示す。

図-4 を見ると干潮時前後の濁度が上昇している時刻には、正值の底面せん断力が大きい。また、正值の底面せん断力が作用しているにもかかわらず濁度が低下している 3:30 は、塩水が Stn.3 に浸入し始めた時刻であり、河川上流から高濁度水が表層を流れて流下しているためではないかと考えられる。

底面せん断力が正值に急増した時刻には濁度が増加し、逆に急減した時刻には、濁度が減少する傾向のあることがわかった。

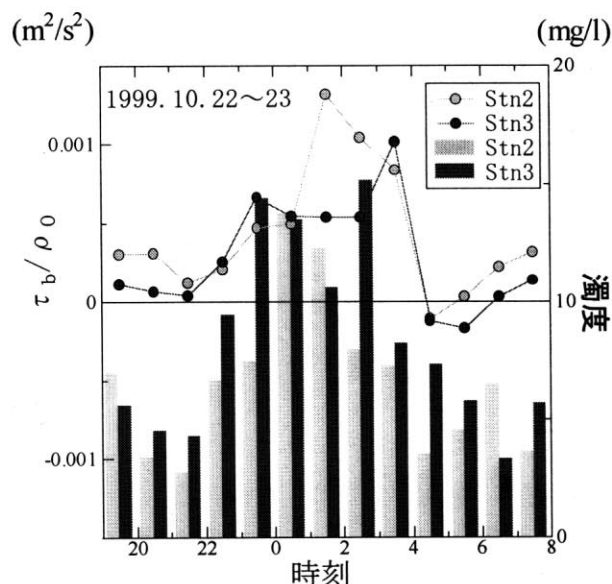


図-4 底面せん断力・底層濁度の時間変動

7. 結論

全調査結果より作成した縦断面分布図から、真締川では潮位が約 2m 以上で強混合型、約 1m 以下で弱混合に変化する傾向のあることがわかった。全 15 回の調査結果から時間的、場所的にも異なるが、全体の平均として緩混合型に分類できることがわかった。また、非定常流計算では水深の実測値と計算値とがほとんど一致し、水面形と流速分布の推測が可能であることがわかった。また、流速についても計算精度が向上した。

この非定常流計算結果を用いた底面せん断力の評価方法より現地調査による密度分布測定と非定常流計算から、濁度が増加する地点、時刻の概略を予測することが可能となった。