

駿河海岸の潮汐流について

建設省土木研究所海岸研究室 正会員 笠井 雅広
 同 上 正会員 佐藤 慎司
 (財)国土開発技術研究センター 正会員 田中 茂信

1. はじめに 駿河湾は水深が非常に深く、東西に50kmの広い湾口を有する開放性の湾である。湾内の流れの要因としては、潮汐のほか、台風や低気圧の通過に伴う風や気圧変動、黒潮の差し込みなどが考えられる。暖候期にはさらに密度成層が発達するため、場合によっては内部波に起因する傾圧的な流れが支配になる可能性も指摘されており^{1), 2)}、その流動は非常に複雑である。

近年、駿河湾沿岸のいくつかの海岸では海岸侵食が深刻な問題となっている。それらの海岸侵食の機構を考える際には、まず各海岸における波、流れ等の海象特性を把握することが重要である。稲葉³⁾は、湾奥の数測点(水面下10m)において、数年間にわたる断続的な観測から同海域の潮汐流の特性について考察している。その結果同海域の流動特性として、1)流れは沿岸に沿う反時計回り環流が卓越すること、2)水位変動の卓越分潮は半日周潮が卓越するが、潮流変動の卓越分潮は日周潮であること、3)1日周期の潮流振幅は季節的な密度成層の発達に伴って増大する傾向にあることなどが指摘されている。

本研究では、1996年9月7日から1997年1月7日までの4ヵ月間に、駿河湾沿岸の駿河海岸で連続観測された現地データをもとに、特に潮汐に起因する流れについて解析し、稲葉が行った湾奥での観測結果と比較検討を行うとともに、駿河海岸での流れの特性について検討した。

2. 2次元数値計算 主要4分潮による駿河湾内の順圧的な流れを検討するため、図1に示した80km四方の領域に対して、浅水長波方程式による2次元流れの数値計算を行った。境界条件は湾口部を開境界とし、そこで潮汐に伴う水位変動を遅角を考慮して与えた。計算条件は、 $\Delta x = \Delta y = 1\text{km}$ 、 $\Delta t = 120\text{s}$ とした。

図2は焼津付近の水深27.4m地点の水位変動及び流速ベクトルの経時変化である。4分潮すべてについて、水位変動と同周期で汀線に沿った往復流が見られる。流速変動の振幅は M_2 、 S_2 の半日周潮の場合1cm/s程度なのに対して、 K_1 、 O_1 の1日周潮の場合約5cm/sであり、水位変動としては半日周潮の振幅の方が日周潮の振幅より大きいにも関わらず、流速変動の振幅は日周潮の方が大きくなる。

3. 現地観測データの概要 図1は、駿河湾の水深分布と本研究で解析したデータの2つの観測点を示したものである。大井川地先の観測点(以下、st.1)は水深25m、焼津地先の観測点(以下、st.2)は水深7mである。観測期間は1996年9月7日から1997年1月7日である。両観測点ともデータは時間間隔0.5sで記録されている。波浪流速計は海底上約1mの位置に設置されており、観測項目は1)水圧、2)超音波水位計による水位変動、3)成分流速、4)水温である。

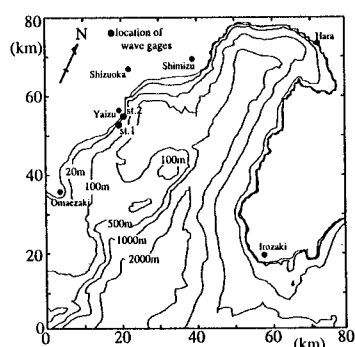


図1 観測地点と計算領域

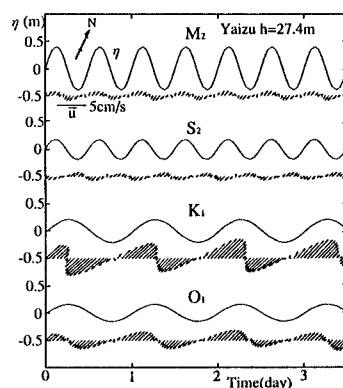


図2 焼津における水位、流速の計算結果

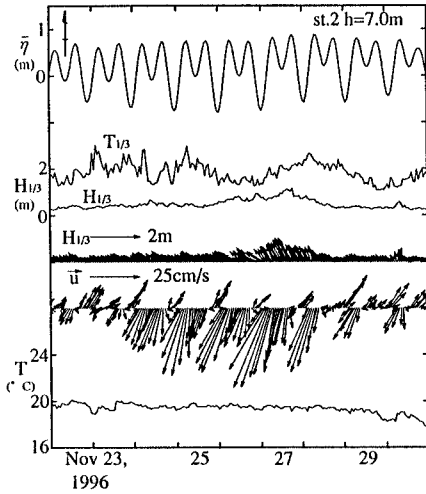


図3 平均水位，波，流れ及び水温の経時変化

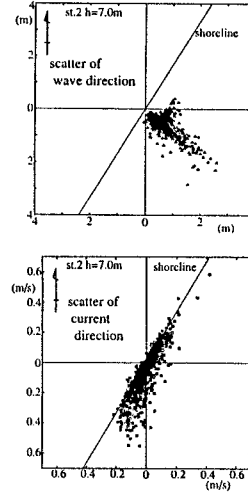


図4 波向，流向の散布図

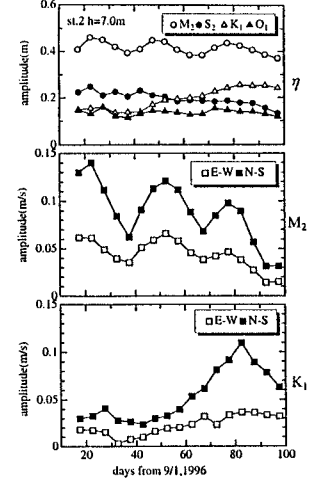


図5 平均水位，流速の振幅の経時変化

4. 現地観測データの解析 図3は観測期間中のst.2のデータから求めた，毎正時前後20分間の平均水位 η ，有義波高 $H_{1/3}$ ・有義波周期 $T_{1/3}$ ，平均波向，平均流速 u ，平均水温 T の経時変化の一部である．流れに注目すると，この期間は24時間周期で変動し，汀線に沿って南向きの流れが卓越していることがわかる．南向きの最強流時の流速は30～40cm/sである．この期間は比較的波が穏やかであり，流れの変動は慣性周期であることから，これらは潮汐に起因する流れであると予想される．順圧的な流れを仮定した2次元の計算の結果と比べると，流速は1オーダー大きい値である．また南向きの流れが卓越することも計算結果とは異なる．

図4はst.2における波向，流向の散布図である．波は汀線と直角方向より南寄りから入射している．それに対して流れの分布は，汀線と平行方向に南向きの流れが卓越していることがわかる．st.1についても同様の傾向である．また，st.2において南向きに40cm/sの速い流れが発生する場合は，汀線に平行方向よりやや沖に向く傾向にある．さらに頻度は低いが北向きの汀線に平行方向に40cm/s以上の速い流れが出現する事があるが，この場合は波との相関が高いようである．

図5は，図3に示した毎正時の平均水位と平均流速時系列データを主要4分潮について調和分析した結果である．分析は5日ごとにその前後15日間のデータを用いて最小自乗法で行い，得られた振幅を時系列で示した．その結果水位変動の振幅は半日周潮である M_2 潮が最も大きい，半日周潮の振幅は秋から冬にかけて減少する傾向にあり，日周潮の振幅は増加する傾向にある．それに対応して流速変動の振幅も半日周潮は減少傾向にあり，日周潮は増加傾向にある．この結果，密度成層の発達する暖候期には半日周潮のうち特に M_2 の流速変動が卓越し，成層が発達しない寒候期には日周潮である K_1 潮の流速変動が卓越する．このことは稲葉³⁾が指摘した，湾奥における観測結果と異なり，発達する流れのモードが，今回の観測点付近と湾奥では必ずしも一致しないことを示している．

5. まとめ 以上をまとめると次のようになる．1)水位変動は半日周潮が卓越する．2)流速変動は暖候期には半日周期が卓越するが，寒候期には1日周期が卓越する．このことは湾奥における稲葉³⁾の観測結果とは異なる．3)駿河海岸沿岸では南向きの流れが卓越し，最強時には30～40cm/sの流速が観測される．

謝辞 本研究の遂行に当たり，建設省中部地方建設局静岡河川工事事務所に現地データを提供していただきました．ここに記して謝意を表します．

<参考文献>

- 1) 佐藤慎司: 台風9617号による駿河湾の波浪と密度成層の挙動，土木学会論文集投稿中．
- 2) Matsuyama, M.: Numerical experiments of internal tides in Suruga bay, J.O.S.J., Vol.41, pp.145-156, 1985.
- 3) Inaba, H.: Circulation pattern and current variations with respect to tidal frequency in the sea near the head of Suruga bay, J.O.S.J., Vol.37, pp.149-159, 1981.