

花見川河口周辺の流れの把握に関する研究

日本大学 ○学生会員 平田 悠真
 日本大学 正会員 中村 倫明
 日本大学 正会員 落合 実

1. まえがき

東京湾における流れは、大規模観測や数値シミュレーションによってこれまで様々な知見が得られてきた¹⁾。しかしながら近年問題となっている放射性物質やダイオキシン類などの物質による汚染や沿岸の漂着ゴミなどは、河口を中心としたきわめて限られた範囲での移行現象となっている²⁾。ここでは、河口周辺の流れがどのようになっているかを数理モデルによって検討する。

そこで、本研究では河口を中心とした流動を把握するため、閉鎖性の強い内湾である東京湾の湾奥にある花見川河口を調査地点とした。打ち上げられたゴミの分布状況を、現地調査及び数値解析により把握することで河口周辺の流動のメカニズムを検討することを目的とする。

2. 花見川河口周辺の概要

調査対象は花見川河口の幕張海岸(図-1)、検見川海岸の約3kmとした。この理由として、現地調査によれば花見川河口には、図-1のように多くの竹や流木が漂着していること、竹や流木は河川を介して流入したゴミとほぼ断定できるためである。河川を介してゴミが流入するため、花見川の日ごとの流量変化を水資源機構のデータから整理した。

現地調査を目視により行った結果、幕張海岸、検見川海岸の両方とも、プラスチック類よりも竹や流木の量が多かった。また、ゴミの量は幕張海岸のほうが多かった。流量が多いほどゴミが流れてくるため、日ごとの流量をまとめた。図-2は花見川の平成27年度の9月の日平均流量である。また、上流側の天戸と下流側の長作での流量を記載している。流量のデータは水資源機構より用いており、1時間ごとに測定されている。図-2より、流量は大雨など特定の日に多くなり、その後1日程度は流量の増大が確認さ

れた。



図-1 幕張海岸のゴミの状況

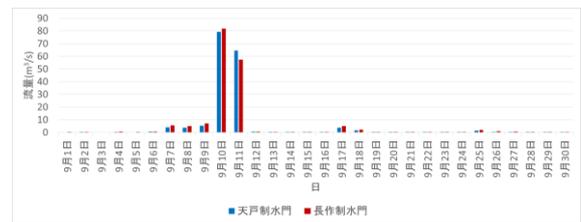


図-2 H27年9月の日平均流量

3 数値解析

(1)モデル概要

花見川河口周辺の流動について数値解析を行った。流動は既存の知見¹⁾から花見川河口周辺では潮汐流が卓越していると考えた。このことから、恒流(潮汐残差流)を3次元力学モデルより算出した。メッシュは水平を1km²とし、鉛直は23層に分割した。境界条件として、湾口で調和定数によりM₂分潮の振幅を与えている。また、公共用水域より12河川の過去10年間の最大、最小流量を整理し、河川流量によりゴミの排出量が変わるため、河川流量が平均、最大、最小の3パターンの数値解析を行った。使用した式は以下の通りである。

● 運動方程式(運動量保存則)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu}{\partial x} + \frac{\partial vu}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (A_x \frac{\partial u}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_y \frac{\partial u}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (A_z \frac{\partial u}{\partial z}) + f_v \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial vv}{\partial y} + \frac{\partial wv}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} (A_x \frac{\partial v}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y} (A_y \frac{\partial v}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z} (A_z \frac{\partial v}{\partial z}) - f_v \quad (2)$$

キーワード 東京湾, 流動, 河口周辺海域, 数値シミュレーション

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学研究科土木工学専攻 TEL 047-474-2452

- 状態方程式

$$p = g \int_{z_b}^{z_s} \rho dz \tag{3}$$

- 連続式

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \tag{4}$$

- 熱拡散方程式(熱量保存則)

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} + \frac{\partial vS}{\partial y} + \frac{\partial wS}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) \tag{5}$$

- 塩分拡散方程式(塩分保存則)

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial uS}{\partial x} + \frac{\partial vS}{\partial y} + \frac{\partial wS}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial S}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial S}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial S}{\partial z} \right) \tag{6}$$

- 密度式(ここでは、国際海水状態方程式(1980)を用いる)

$$\rho = f(T, S, p) \tag{7}$$

ここで、 t : 時間, x, y, z : 座標軸(x, y : 水平, z : 鉛直), u, v, w : 各座標軸方向の流速成分, A_x, A_y, A_z : 各座標軸方向の渦動粘性係数, f : コリオリのパラメータ, p : 圧力, ρ : 密度 g : 重力加速度, z_s : 海面位置, z_b : 海底位置, T : 水温, S : 塩分濃度, K_x, K_y, K_z : 各座標軸方向の渦動拡散係数, である。

(2)数値解析結果

図-3, 図-4, 図-5 にそれぞれ河川流量を平均, 最大, 最小流量と変化させた花見川河口周辺の流速分布を示す。平均と最小では、どちらも上げ潮時には幕張海岸方向へ流れ、下げ潮時には岸沖方向の流れであり、流動に大きな差異は見られなかった。しかし、最大流量時の流動は平均、最小時と大きく異なり、湾中央から検見川海岸に流れていた。また、花見川河口周辺の流速は最大流量時でも $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ と小さいことが分かった。

4 まとめ

花見川の流量は、大雨などにより大きく増大し、1~2 日程度継続時間がある。数値解析により、花見川河口周辺の流れは通常時は常に幕張海岸方向であるため、幕張海岸の方が検見川海岸よりもゴミの量が多くなっている実情と一致している。しかしながら、大量のゴミが流入すると考えられる河川流量が多い時の東京湾の流動は、潮汐流による支配よりも河川流入水の影響が強くなることが分かった。

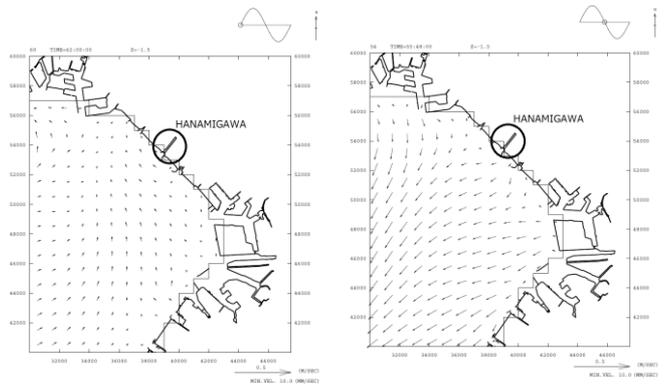


図-3 花見川河口周辺平均流速分布(左:上げ潮, 右:下げ潮)

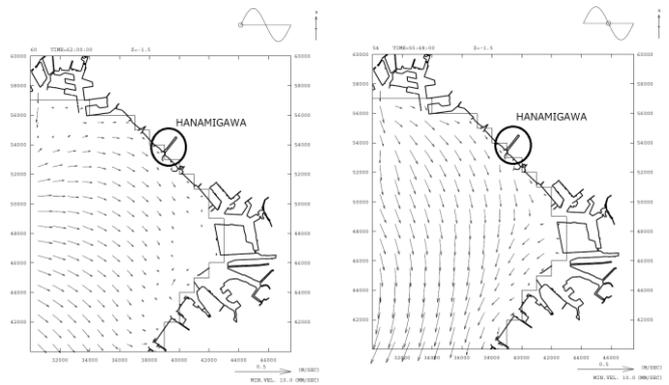


図-4 河川流量最大値での花見川河口周辺流速分布(左:上げ潮, 右:下げ潮)

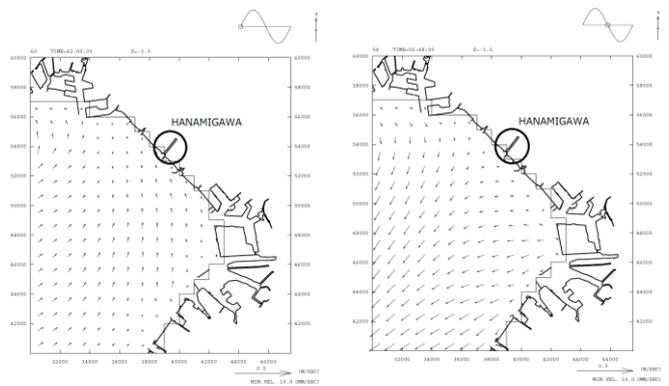


図-5 河川流量最小値での花見川河口周辺平均流速分布(左:上げ潮, 右:下げ潮)

「参考文献」

- 1) 国土交通省関東地方整備局:東京湾水環境再生計画,2006.
- 2) 今野聡ら:海水-海底堆積の相互作用を考慮した東京湾ダイオキシン類の濃度解析,2010.

衆議院調査局環境調査室:漂流・漂着ゴミ関係資料,2009.