

II-71

隅田川の流れに関する考察

早稲田大学理工学部 正会員 鮎川 登
 早稲田大学大学院 学生会員 石井 孝
 早稲田大学大学院 学生会員 長峰 春夫
 東京工業大学大学院 学生会員 広瀬 真一

1 はじめに 東京都の下町低地を流れる隅田川（図1）は工場排水や家庭排水のために、昭和30年代には黒く濁り、悪臭をはなつなど水質が著しく悪化した。その後、浄化用水の導水、工場排水の規制、下水処理場の建設などにより水質は次第に改善されたが、昭和40年代末以降はよこばいになり、現在は年平均で BOD 3-8 mg/l、COD 4-15 mg/l、DO 2-5 mg/l 程度になっている。ここでは、隅田川の水質の現況を解析し、今後の水質改善の方策を探るために、隅田川の流れについて検討した結果について述べる。

2 隅田川の概要 隅田川の河道区間は 23.5 km で、それより上流を新河岸川という。隅田川には石神井川と神田川が合流し、また岩淵水門と隅田水門を介して荒川と通じている。隅田川の河道は単断面で、河幅は 80-180 m、河床勾配は 0-11 km 区間はほぼ水平、11-16 km 区間に高まりがあり、16 km より上流は約 1/2600 である（図2）。隅田川は全区間にわたって潮位変動の影響を受ける。

3 流れの解析 隅田川は感潮河川であるので、非定常流の連続方程式と運動方程式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |Q| Q}{A^2 R^{4/3}} \right) = 0 \quad (2)$$

に基づいて流れを解析した。ここで、Aは流水断面積、Qは流量、Hは水位、Rは径深、nは Manning の粗度係数である。式 (1)、(2) を4点陰差分スキームにより差分化し、解を求めた。境界条件は上流端と下流端で水位を与え、計算時間間隔は $\Delta t = 300$ sec とし、Manning の粗度係数は $n = 0.025$ とした。なお、支川は無視した。

4 隅田川の流れ 低水時（大潮と小潮）と出水時について隅田川の流れの計算を行なった。計算結果を示すと、図3および図4のようになる。

4.1 大潮と小潮のときの流れ 図3(a)、(b)によると、潮位変化による水位変化は隅田川の全区間でほぼ一様に生じ、潮差は大潮のとき約 2 m、小潮のとき約 1 m であり、隅田川の上流端の水は大潮のときは約 55 時間、小潮のときは約 65 時間で下流端に達し、下流端の水は大潮のときは下流端から 8 km 付近、小潮のときは約 3 km 付近まで遡上することがわかる。図4によると、流量は、河道の貯留効果のために、上流に行くにつれて小さくなるが、流速の縦断方向の変化は小さく、隅田川の水はほぼ一体となって動くことがわかる。

4.2 出水時の流れ 図3(c)によると、出水時にも水位は潮位変動の影響を受けるが、流れはすべて順流になり、この場合は隅田川の上流端の水は約 10 時間で下流端に達することがわかる。

5 下水処理場からの排水の動き 三河島下水処理場地点を1時間ごとに出発する水粒子の動きを追跡した結果を図5に示す。図5(a)、(b)によると、大潮と小潮のときは、三河島下水処理場からの排水は流下したり、遡上したりしながら下流端に達し、同一水粒子の三河島下水処理場地点の通過回

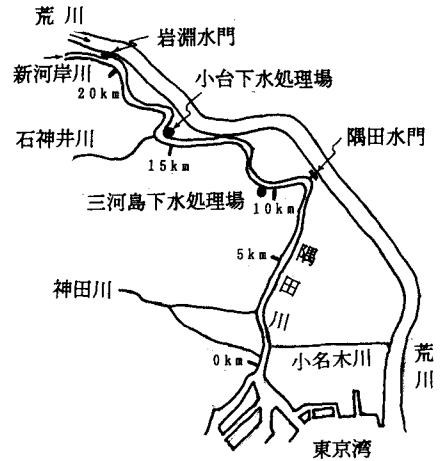


図1 隅田川の位置図

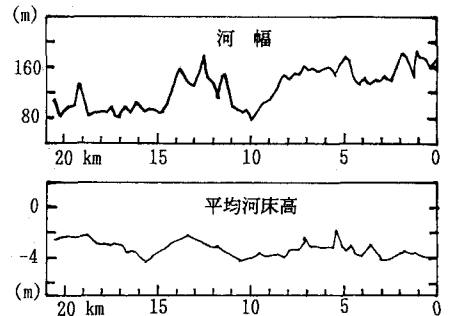


図2 隅田川の河幅と平均河床高の縦断変化

数は大潮のときは最も多いもので6回、小潮のときは2回以下であることがわかる。図5(c)によると、出水時には、三河島下水処理場からの排水は一気に河口へ運ばれることがわかる。

6 おわりに 上述した計算結果は Manning の粗度係数を $n=0.025$ とした場合のものである。

隅田川の水位変動は下流から上流までほぼ一様に生ずるので、水位データによっては n の値を決めることはできなかった。 n の値を決めるためには流速に関するデータが必要であるが、流速に関するデータは入手できなかったので、 $n=0.025$ としたことの妥当性は検証されていない。

本研究の遂行にあたっていろいろお世話になりました東京都土木技術研究所の和泉清主任研究員ならびに貴重な資料を提供して下さいました関係各位に謝意を表します。

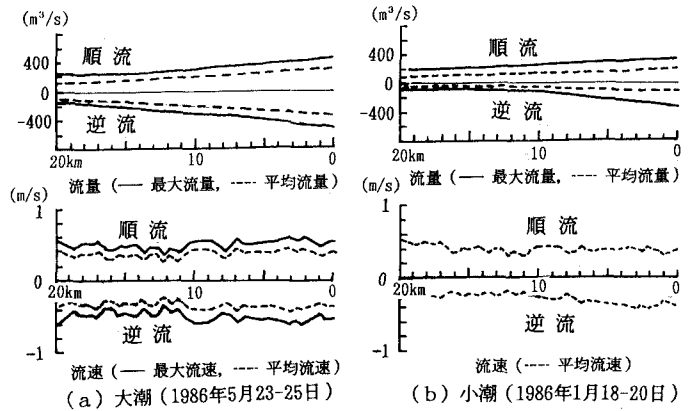


図4 隅田川の流量と流速の縦断変化

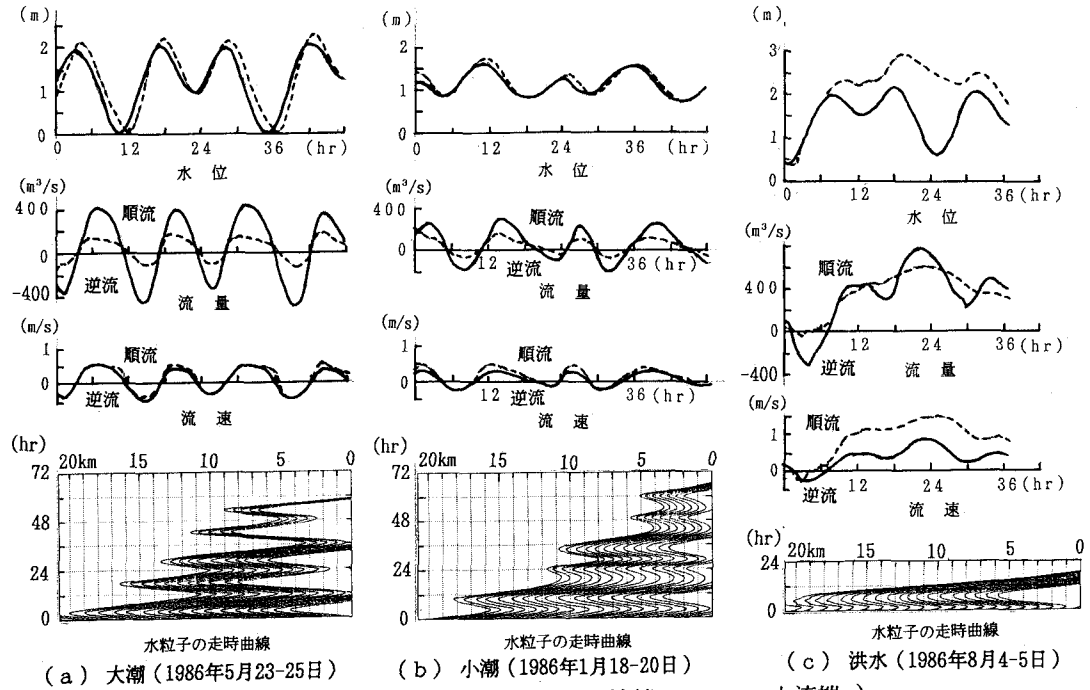


図3 隅田川の流れ（—— 下流端，----- 上流端）

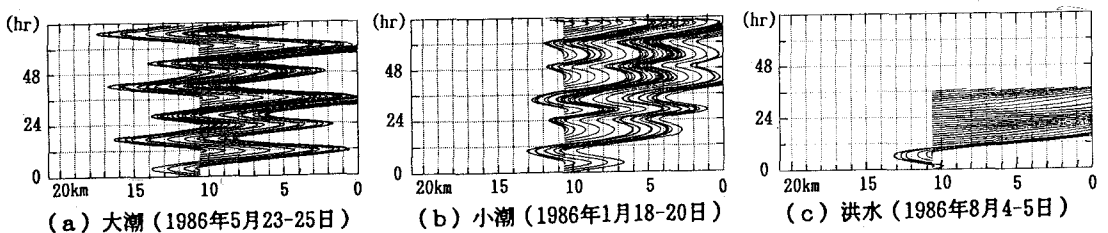


図5 三河島下水処理場からの排水の動き