

大阪市立大学 正会員 小田一紀 貫上佳則
 学生員 ○綱潔之 西田恭子

1. はじめに

浮遊物質は一般に濁りの原因となっているが、問題はここだけに留まるわけではない。有機物質をはじめ、種々の物質が浮遊物質表面に吸着し、それが海底に沈降、堆積し、底面の汚染問題を引き起こすことにもなる。

昨年度の本研究室における、礫間生物膜法による海水浄化実験の結果、礫間生物膜法が浮遊物質除去に有効であることがわかった。そこで本年度は、浮遊物質の除去速度定数、および、浮遊物質濃度の空間的・時間的変化を定量的に把握し、その除去機構について調べた。

2. SS除去過程のモデル式と除去速度定数

一般に、礫間生物膜法によるSSの除去過程としては、生物膜表面への吸着(吸着後、膜表面部の原生動物によって摂食され、同化または分解される)や礫空隙での沈殿等の物理的除去が考えられる。その除去過程のモデル式として一般に式(1)が用いられる。

$$\frac{dL}{dt} = k_r(L - L_d) \quad \dots(1)$$

ここで、 t :時間、 L :濃度、 L_d :基底濃度、 k_r :除去速度定数、である。

初期濃度 $L=L_0$ として式(1)を積分すると、濃度と時間の関係式(2)を得る。

$$L = (L_0 - L_d) \exp(-k_r t) + L_d \quad \dots(2)$$

また、流下距離 l および流速 u を用いると式(1)は、式(3)のように書き換えられる。

$$u \frac{dL}{dl} = k_r(L - L_d) \quad \dots(3)$$

式(1)と同様に、式(3)を積分すると、濃度と流下距離の関係式(4)を得る。

$$L = (L_0 - L_d) \exp\left(-\frac{k_r}{u} l\right) + L_d \quad \dots(4)$$

式(1)～(4)によって、SSの時間的・空間的変化モデルを考える場合、重要となってくるのが除去速度定数 k_r である。 k_r はさまざまな因子の影響を受け、従来地下水を対象とした研究では水温を影響因子の一つと考え、式(5)の形で k_r と水温の関係式を求めている(柏谷1980)。

$$k_{r(T)} = k_{r(20)} \theta^{(T-20)} \quad \dots(5)$$

本実験では、流速を影響因子の一つと考え、4ケースの流速を設定し実験を行った。

3. 実験方法

実験装置を図-1に示す。中央の礫層部には、粒径約4～6cmの碎石が充填してあり、水槽左端に設置してあるポンプにより、海水を一方方向に循環させた。一定時間毎に海水を水槽越流部でサンプリングし、SSを測定した。なお、海水は大阪南港のフェリーターミナルで採取したものを用いた。また、流速による除去過程の違いを調べるため、表-1に示すように流速を設定した。

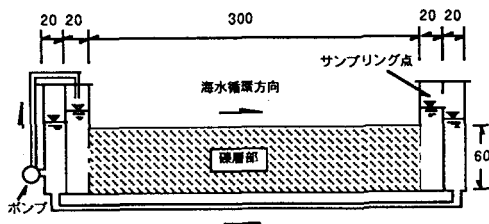


図-1 実験装置 (単位:cm)

4. 実験結果および考察

図-2はSSの経時変化である。この実験値を式(2)に適用し最小2乗法により k_r を求めた。本実験では、定式化までには到らなかったが、流速による k_r の増加傾向が認められた(図-3)。流速が大きいと、浮遊物質の沈殿作用は弱まり、 k_r は減少すると考えられるの

表-1 実験条件

	流速(m/hr)
CASE-1	2.3
CASE-2	11.4
CASE-3	23.3
CASE-4	35.5

Kazuki ODA, Yoshinori KANJO, Kiyoshi TSUNA, Kyoko NISHIDA

で、流速とともに kr が増加している原因は浮遊物質が単位時間当たりに礫表面と接触する面積が大きくなり、吸着量が増加するためであると考えられる。しかし、流速が大きいと、礫層内での滞留時間が短くなるので、実際的な有限長の構造物を考えた場合、このことから除去率も大きくなると考えるのは早計である。

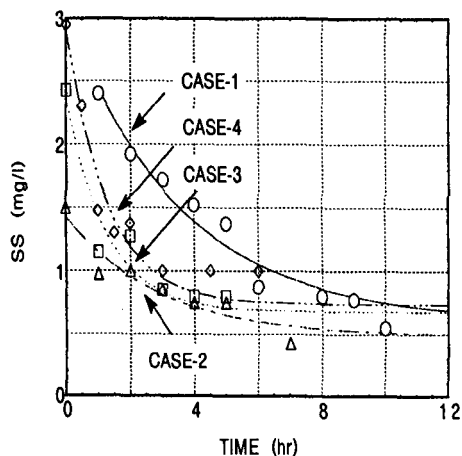


図-2 SSの経時変化

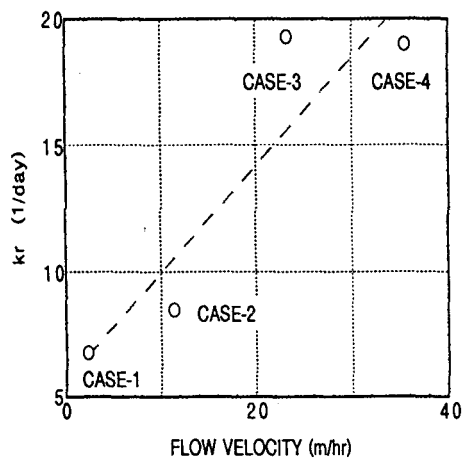


図-3 kr と流速の関係

そこで今度は、SSの礫層内での空間的变化を調べることにする。図-4は横軸に流下距離、縦軸に無次元濃度をとったものである。ここで、無次元濃度とは式(4)の両辺を初期濃度 L_0 で割ったものである。この図より、例えば流下距離が20mの地点において、流速の小さなCASE-1ほど除去率が高く、流速の大きなCASE-4ほど除去率が低くなる傾向がみられる。

以上のことより、流速の増大は、除去速度の増大につながるが、一定の除去率を得るには、より長い流下距離が必要となることがわかる。例えば、実際の海域に浄化構造物をつくる場合、流速が小さいほど構造物の規模も小さくてすむと言える。

5. 結論

- 1) 流速もまた kr に影響を及ぼす因子の一つである。
- 2) 流速の増大とともに kr も増大する傾向がある。
- 3) 一定の流下距離での除去率は、流速の小さな場合ほど高くなる。
- 4) 礫間に補足、蓄積された浮遊物質の処理方法を今後検討する必要がある。

最後に、本研究は文部省科学技術研究費補助金一般研究(B)課題番号03452215(代表者:小田一紀)の援助を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 宗宮功:自然の浄化機構, 技報堂出版, pp. 87-91.
- 2) 佐藤敦久:水環境工学, 技報堂出版, pp. 71-72.

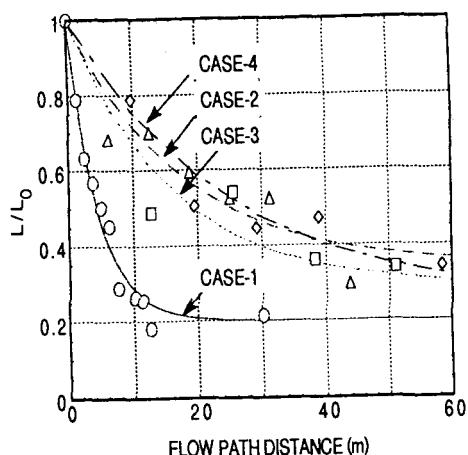


図-4 SSの空間的变化