

富栄養化制御のためのLong term effects の評価 II

大阪大学 正員 末石 富太郎
大阪大学 正員 盛岡 通
大阪大学 正員 八木 俊策

1. 序

河川水質管理に関連して、汚濁物流達率の算定が行われている。その場合にも、受水域の長期的な富栄養化の制御を目的とするならば、“非流達”部分の長期間の蓄積についての慎重な制御、管理が欠落してはならない。河床に沈殿・堆積した有機性底泥はその一例であり、短期的な水質浄化に寄与しても、長期的には、受水域の富栄養化に対する潜在的な栄養塩貯蔵庫として機能するからである。本研究は、微細懸濁粒子を対象として、その沈殿・堆積現象について実験的な考察を加えたものである。懸濁物質の沈降量は、概算的には、ストークスの式などによって一応の算定が可能である。しかしながら、実河川の流水中では、粒子間の反発、干涉、凝集、水流の乱れによる濃度分布形状の変化など、種々の因子が複雑に関与しており、必ずしも計算どおりにならないものと考えられる。

2. 実験

本実験では比較的低流速の場合を対象としている。実験に使用した水路は、全長4 m、幅0.25 mであり、懸濁水は循環している。懸濁微細粒子には、ジークライトを使用した。これの主成分は SiO_2 であり、その比重は約2.6である。また、若干の凝集性を持ち、粒度分布はFig-1に示すようになっている。Fig-1は、通水後1 hr, 3 hr, 5 hr経過したものである。沈殿による堆積量は、水路床にサンプリング用の塩ビ板を敷き、一定時間通水後、堆積物の乾燥重量として求めた。また浮流濃度は、循環用貯水槽から適量採取し、ろ過後の乾燥重量から求めた。水流中の鉛直方向の流速、濃度分布は、小型プロペラ流速計、光電式濁度計にて測定した。Fig-2は平均流速 U 、初期濃度約200 ppmに対する4時間後の堆積量 M である。Fig-3は浮流濃度の減少過程の一例である。本実験の範囲では、流下方向に堆積量の分布はみられなかった。Fig-4は流速、濃度の鉛直分布(8)の一例である。また、観察によれば、堆積物の浮上限界流速は、ほぼ12~15 cm/secであった。

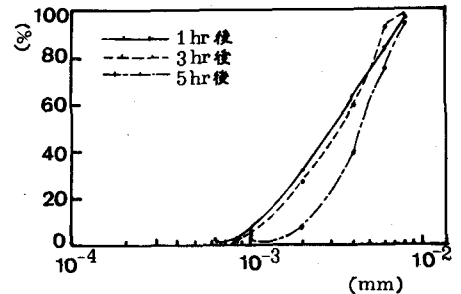


Fig-1

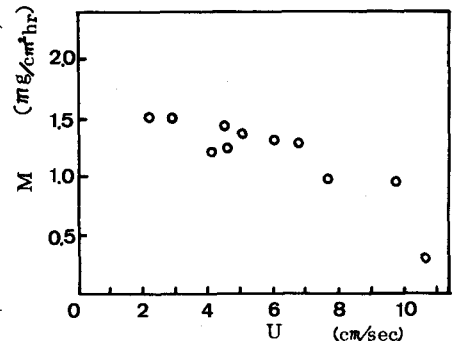


Fig-2

3. 解析

実験によれば、水路の流入・流出濃度の差は1%以下であり、堆積物に流下方向の分布がみられなかつたことから、次式を用いて解析する。

$$V \frac{d\bar{C}}{dt} = -B \cdot m = -B(w_b \bar{C}_b - q) \quad (1)$$

ここに、 $\bar{C}$ 、 V はそれぞれ循環水の平均濃度、全水量で、 B は水路床面積である。また m 、 w_b 、 q はそれぞれ、堆積速度、粒子の代表沈降速度、浮上速度である。 $\bar{C}_b$ は沈降量に關与する水路床付近の平均濃度であり、Rouse, Lane-falkenbergの示した濃度分布式に適當な積分領域を与えることによって表現しうる。しかしながら、砂粒子に比して粒径が極端に小さいこと、拡散係数、カルマン定数、凝集性などに不明な点も多いことから、ここでは次式のような表現を用いる。

$$\bar{C}_b = f(\bar{C}) \approx \beta \bar{C} \quad (2)$$

ここで、 β は f の構造が不明なために導入したパラメータで、上述の種々の因子を集約的に表現している。(1)、(2)より次式をえる。

$$\bar{C}(t) = \frac{q}{\beta w_b} + (C_0 - \frac{q}{\beta w_b}) \exp\{-\beta B w_b t / V\} \quad (3)$$

$$M(t) = (V/\beta w_b)(\rho w_b C_0 - q) \{1 - \exp(-\beta B w_b t / V)\} \quad (4)$$

ここに、 C_0 は初期濃度、 $M(t)$ は t 時間後の単位面積あたりの堆積量であり、Fig-2の堆積量は $\frac{1}{4}M(t)$ である。 $q \approx 0$ としうる場合、式(3)より βw_b を求めることができる。 $q \neq 0$ の場合には、 $\log|d\bar{C}/dt|$ と t の關係などから、 βw_b 、 q を求めることができる。本実験の場合、 $q \approx 0$ として βw_b を求めればFig-5のようになった。流速 U の増加に伴ない βw_b は減少傾向を示す。これは鉛直方向の拡散が増加するためである。この方法で、Partheniades(1965)の実験値を整理すれば、Fig-5に示すようになる。

4. 結論 実河川のSSと実験の試料とは、厳密には同じでないが、粒径、比重、凝集性などの点から、ほぼ類似の沈降特性をもつものとみなして、たとえば流速5cm/sec、水深1mの河川を例にして汚濁流達率を計算すれば、5km区間で0.87となる。また、このとき沈殿による汚濁負荷除去係数は0.12(1/日)となり、オーダー的に脱酸素定数と同程度の値となる。これは無視しない量といえる。長期的な水域水質管理においては、これらの蓄積量を考慮しておく必要がある。

本研究の実験に助力頂いた阪大環境工学技官藤原幸夫君に謝意を表したい。

参考文献 Partheniades, E: Erosion and Deposition of Cohesive Soils, Proc. of ASCE, HY-1, Jan. 1965.

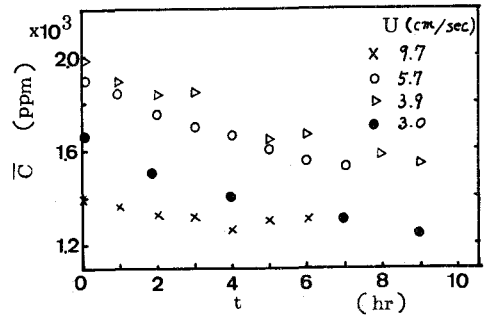


Fig-3

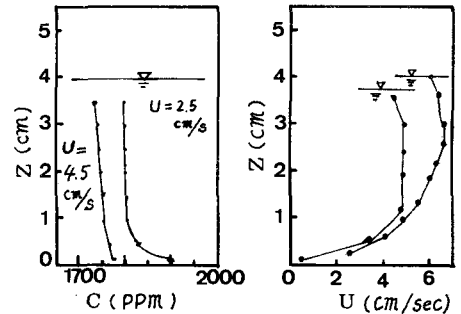


Fig-4

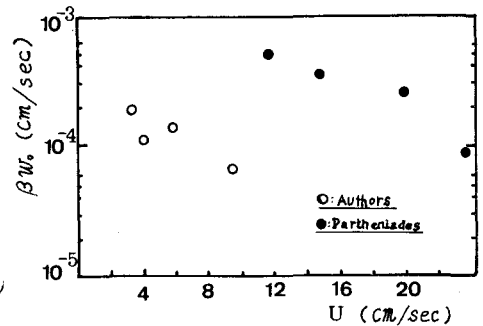


Fig-5