

九州産業大学 正員 ○加納 正道
 山口大学 正員 浮田 正夫
 九州産業大学 正員 崎山 正常
 九州産業大学 赤坂 順三

1. まえがき 水質汚濁が社会的問題となり、これが対策として水質予測や水質制御および総量規制への努力が多くの分野では行われている。湾域を対象とした総量規制ではN、PおよびCODの把握が必要となり、所々でこれらの濃度シミュレーションが行われているが、いまだ問題点が残されているようである。本報では徳山湾のような閉鎖型湾域におけるPとCODをとりあげ、この水系での汚濁物質が、河川や開放型湾域によるものと異なることを考えて、シミュレーションを行なう。なお、本研究は文部省科学研究費の一環として報告する。

2. 水質シミュレーション基礎式 閉鎖型湾域においては、次の三点が特に開放型湾域と異なる。1) 汚濁物質が蓄積し底泥を形成する。2) 底泥が水質を2次汚染する。3) プラントンがNとPをCODへ生産変換する。すなわち、非保存系物質の取扱が必要であり、沈殿、減衰、生産および溶出を考慮した拡散シミュレーションを行なう。現象は水深方向には変化しないとして平均化した二次元モデルとし、次式を採用する。

$$COD = COD_{min} + \Delta COD = COD_{min} + \alpha_p P \quad \dots (1)$$

$$\frac{\partial C_{min}}{\partial t} = -u \frac{\partial C_{min}}{\partial x} - v \frac{\partial C_{min}}{\partial y} + D_x \frac{\partial^2 C_{min}}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 C_{min}}{\partial y^2} + g_c - K_d C_{min} \quad \dots (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -u \frac{\partial P}{\partial x} - v \frac{\partial P}{\partial y} + D_x \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + D_y \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + g_p - \lambda_p P + R_p \quad \dots (3)$$

ここに、CODはその月々のCOD濃度、 COD_{min} は陸上からのCOD負荷に由来する仮想的CODであるが、便宜的に最小値で代用する。 ΔCOD はプラントンの生産によるCOD、 α_p はPのCODへの変換率である。 g_c はCOD負荷、 K_d はCOD減衰係数、 g_p はP負荷、 λ_p はPの沈降係数、 R_p は底泥よりのPの溶出係数である。 u 、 v 、 D_x 、 D_y はそれぞれx、y方向の流速および拡散係数である。

湾域を図-2,3のように1020個のメッシュに分割し、メッシュ毎のCODを(1)式のごとく、既製のCOD負荷に対応する COD_{min} と ΔCOD とに分けて考える。 COD_{min} は、工場排水、都市排水による流入CODを意味し、負荷と減衰のみを考えて、(2)式のように、分布と計算する。 ΔCOD は、 $\alpha_p \cdot P$ で定義されるように、P濃度からの変換CODである。 ΔCOD はCとNからの変換が同様に考えられるが、植物性プラントンを構成しているC:N:P比は41:7.2:1であり、水域に存在するC、N、Pのうち、その比率のもっとも低いものでプラントン生産の最大値が規制されるし、また多くの水域において制限因子となっているのはPである¹⁾ので、ここではP濃度からの変換濃度のみを考える。なお、(2)式および(3)式の保存系項の拡散計算方法は、前報^{2),3)}ほどのべた手法に従ったものである。

3. 諸係数とデータ 本シミュレーションに使用する諸量を検討しよう。 u 、 v は別に行なった流況シミュレーションと海上保安庁水路部の1時間毎の潮流観測値によって、2時間毎の代表値を設定した。 D_x 、 D_y は $D = k/\rho \cdot n \cdot V$ ²⁾を使用し、底面粗度は0.07を採用する。 g_c と g_p は、実際に徳山湾の工場排水と都市排水を調査して与えた。 λ_p は $\lambda_p = (w_p/\rho)(SSP/TP) \dots (4)$ と考え w_p はSS性Pの沈降速度、 ρ は水深である。 w_p と SSP/TP については次項で述べる方法により定めて、 $\lambda_p = 0.03/\rho$ (1/日)とした。 R_p については、徳山湾において採取した底泥よりコアを作り、コアによる溶出実験と間隙水濃度測定結果より場所毎に与えた。

4. 沈降係数 λ_p の推定 Pの沈降係数はプラントン等のSS性Pの沈降によるものであり、(4)式であらわされる。そこで SSP/TP の比を環境庁などのデータより求め0.5を得た。 w_p はプラントンの沈降速度であり、これはプラントンの種別や生態、またプラントンを囲む水系環境の違いにより変化することが予測され、 w_p

の推定は非常に困難であるので、ここでは $W_p = 0.6 \sim 0.06 \%$ を(3)式に与えて溶出項とのバランスを調べた。図-1に示すように、 W_p が 0.06% より大きい場合には、P濃度がバックグラウンド濃度 0.019 ppm を下まわる。そこで W_p を 0.06% とし、 $\lambda_p = 0.03/\text{h}$ ($\%$) を得た。

5.計算例 本シミュレーションの計算は、九州大学電算センター-FACOM 230-75 および九州産業大学電算機を使用して現在進行中である。計算例として、PとCOD_{min}の濃度分布と等濃度線で図-2と図-3に示している。同図より時間経過とともにPとCOD_{min}が沿岸部から湾口へとひろがっていく様子がみられる。また、28潮時経過では、湾口附近での濃度が実測値へ到達しておらず、PとCOD_{min}ともに収束濃度にははっていない。今後計算を続行して、収束濃度とCOD濃度を求めていきたい。

- 参考文献
- 1) 中田、浮田：海域におけるCOD生産量について、用水と廃水 Vol.17, No.6 (1975)
 - 2) 加納、崎山：湾内汚染物質建群の数値計算モデルについて、土木学会西部支部 51年2月
 - 3) 加納、崎山：湾域における汚染物質の拡散解析について、相田環境問題シミュレーション研究会 (1976)
 - 4) 浮田、中田、河合：COD濃度予測について、SSI年度瀬戸内海環境改善基礎的研究報告 瀬戸内海環境改善研究報告書
 - 5) 環境庁：瀬戸内海水質汚濁総合調査報告書、S47, S48

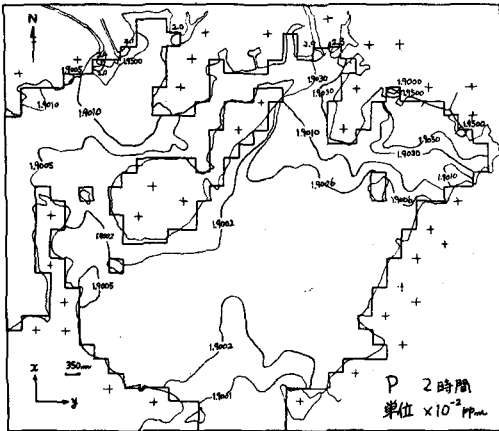
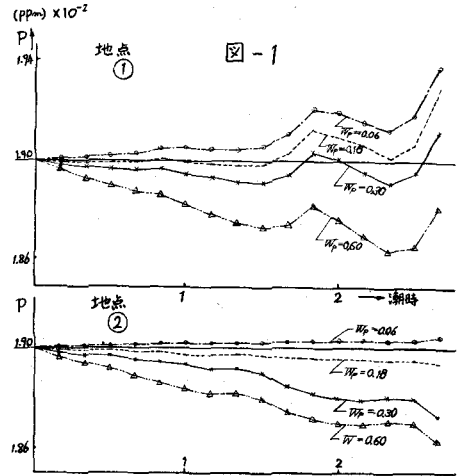


図-2-1

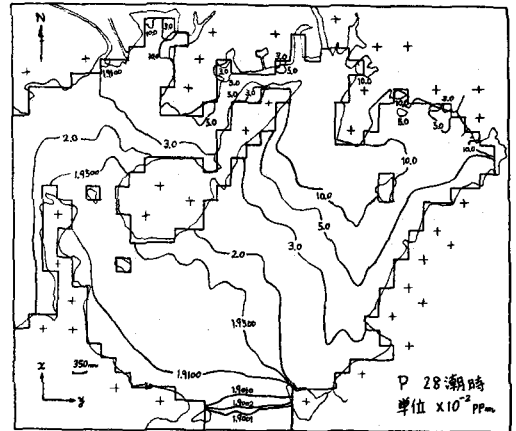


図-2-2

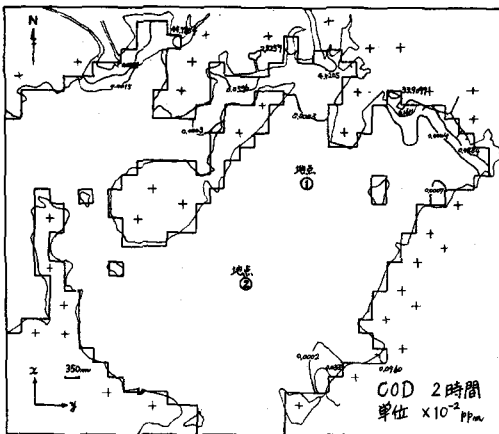


図-3-1

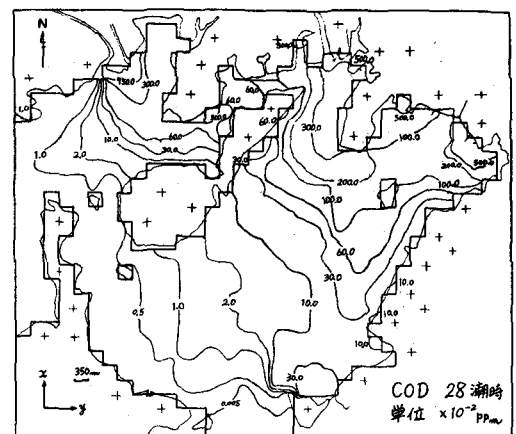


図-3-2