

II-493 閉鎖性海域の水質浄化に関する数値シミュレーション

川崎製鉄株式会社 正員 小池 武
同上 田 嘉寧
同上 加古登志夫
同上 正員 安井孝行

1.はじめに

地域開発や大規模な港湾工事プロジェクトにおいて親水性水域の確保や水環境保全への関心が高まるとともに、親水性水域の事前環境評価はプロジェクト実施前の検討事項のなかで重要な位置を占めるに至った。本研究は、水質汚濁に対する浄化対策あるいは水質保全計画を立案するのに必要な海域の流況予測およびそれを基礎とした水質汚濁・浄化過程のシミュレーションを実行できる解析システムの構築を目的としており、本報告ではとくに浄化プラントモデルを組み込んだ浄化解析システムの機能と数値解析結果について報告する。

2.解析方法

半閉鎖性水域での河川水・生活排水の流入負荷による富栄養化予測を行なう数値モデルとして、低次生態モデル¹⁾を採用し、沿岸海洋生態系の構成要素として表1の変数を設定する。この時、任意地点における各構成要素の現存量の時間変化を記述する関係式は以下のようになる。

$$\frac{dB}{dt} = -u\frac{\partial B}{\partial x} - v\frac{\partial B}{\partial y} - w\frac{\partial B}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x}\left(K_x\frac{\partial B}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K_y\frac{\partial B}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(K_z\frac{\partial B}{\partial z}\right) + \frac{\partial B}{\partial t} \quad \dots \dots (1)$$

ここで、Bは構成要素の現存量、u、v、wはx、y、z方向の流速成分、Kx、Ky、Kzはx、y、z方向の渦動拡散係数。式（1）右辺最終項は生物・化学的变化項を示す。

表1 富栄養化予測モデルの構成要素

区分	構成要素	記号	単位
有機物	植物プランクトン	PHY	meq/m ³
	動物プランクトン	ZOO	meq/m ³
	懸濁態有機物（デトリタス）	POC	meq/m ³
	溶存態有機物	DOC	meq/m ³
無機物	リン酸塩	DIP	μeq/l
	全無機態窒素(NH ₄ +NO ₂ +NO ₃)	DIN	μeq/l
酸素	溶存酸素	DOX	mg/l
水質	化学的酸素要求量	COD	mg/l

浄化プラントを含む浄化システムの解析では、流況解析時に浄化プラントの取排水条件を組み込んだ解析で流れの場を求め、それを基に生態系内部生産物質の富栄養化過程を追跡することになる。

開発した浄化解析システムでは、取水地点、取水量、処理レベル（汚濁物質除去率）、放流地点、放流量を任意に設定できるため、実際に浄化プラントを設置し浄化処理を行なった場合の水質汚濁状況の変化を評価できる。とくに、汚濁処理プラントのモデル化では海水中の各成分（植物プランクトン、POC、CODなど）の除去率およびその処理限界値を任意に設定できるようにした。

3. 数値計算例

解析対象は、東京湾内西南部に位置する面積約40km²の地区とした。浄化プラントは図1に示す位置に取水口・排水口を設置するものとし、その計算条件を表2に、また河川・工場からの汚濁物質流入条件を表3に示す。図2は浄化プラントでの処理方法として化学的酸素要求量(COD)、無機リン酸塩(DIP)、無機態窒素(DIN)を同時処理できるとし、取水量に対する浄化処理水量の比率として定義した「処理率」を30%、60%、90%と向上させた場合の対象水域内COD平均値の時間的変化を示したものである。同図の無処理の場合と比較すると、30%処理率ではCODの増加は抑制できるが、CODをさらに低減するには処理率60%以上

表2 計算条件

項目	単位	数 値
汚濁物質流入原因	-	河川1、工場排水1
浄化プラント取水口	所	1
浄化プラント排水口	所	1
解析タイムステップ	秒	200
解析対象時間	日	20
解析モデルメッシュ幅	m	100

表3 汚濁物質流入条件

項目	単位	河川	工場
COD	ton/day	3.01	2.33
DOX	ton/day	1.25	0.99
DIP	kgP/day	158	306
DIN	kgN/day	3156	3069
POC	kgC/day	1026	795
DOC	kgC/day	1477	1144

の浄化処理能力の必要性を示している。

図3、4は浄化プラントでの処理対象物質の組み合わせと処理効果の関係について検討したものである。ここでは、処理方式として次の2方式を採用した。すなわち、(a)COD単独処理方式、(b)COD,DIN,DIP処理方式。

図3は、植物プランクトンを指標にして2つの処理方式の効果を検討したが、(b)の処理方式は(a)の処理方式よりも相対的に処理効率が高いことを示している。

図4は、CODを指標にした場合の2つの処理方式の効果を検討したものである。処理効率は(a),(b)の順番により能率的になっている。

また図1は、処理率90%の場合における第20日目の表層CODの水平濃度分布を示している。同図によると、COD分布は境界条件の影響を受けて局所的に変化しており、汚濁物質の流入する河口や工場排水口付近は依然としてCOD濃度が高く、浄化プラント排水口付近でようやくCOD濃度の低下が見られるとともに、水域全体では取水口のある右上半分の水域で若干高めのCOD濃度を示した。

4. 結論

半閉鎖性水域の水質汚濁予測と浄化プラントの機能を検討するため、浄化解析シミュレーションシステムを開発した。

東京湾内の中規模水域を対象としてモデルプラントを仮定し、浄化方式とその浄化効果について数値的検討を行なった結果、CODと同時にN,Pを処理した効果を定性的に示すことができた。

参考文献

- 1) 柳 哲雄：沿岸海洋学、恒星社厚生閣、1989、10。

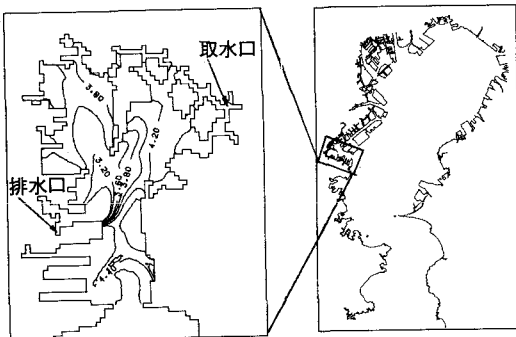


図-1 解析対象水域

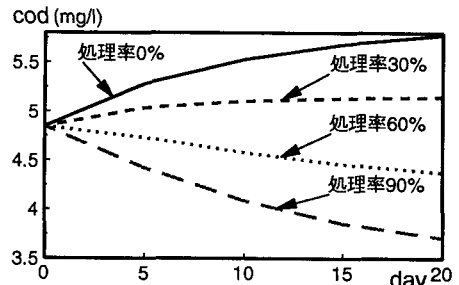


図-2 COD,DIN,DIP一括処理

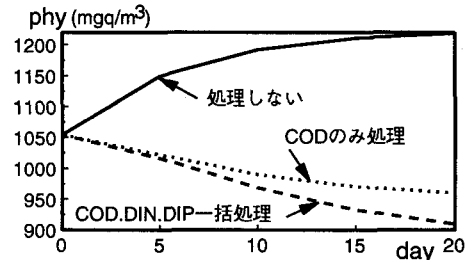


図-3 PHYに対する2処理方式の比較

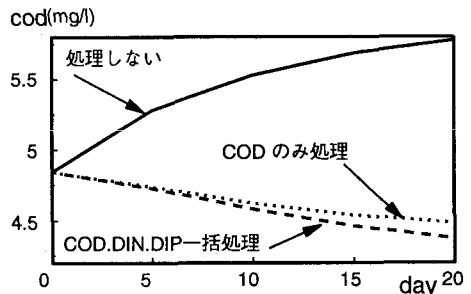


図-4 CODに対する2処理方式の比較