

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 赤坂順三

1・まえがき 博多湾のような、閉鎖性で富栄養化の進んだ水域の現況水質の把握および将来水質の予測と制御をおこなう場合、底泥からの栄養塩類の溶出、プランクトンの有機物への生産、有機物の分解および沈殿を十分理解する必要がある。CODを富栄養化の指標とすれば博多湾では沈殿、陸上負荷と生産が卓越している¹⁾。そこで、これらの将来の値を設定する場合に沈殿項と負荷については文献1)、2)より目処がついているので、本報では生産項の現在値と将来値の定量化について検討を加えた。

2・生産速度法モデル プランクトンの生産量を生産速度で表示し1層の残差流モデルであらわせれば次に示す基礎式となる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -M \frac{\partial C}{\partial x} - N \frac{\partial C}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} (K_x H \frac{\partial C}{\partial x}) - \frac{\partial}{\partial y} (K_y H \frac{\partial C}{\partial y}) + [Gc + Rc + Qc + Mc - \lambda c \cdot C - Kd \cdot C^2] \cdot \bar{H} \cdot (/)$$

$$\text{また、} Qc = q_c / H (= K \cdot TP^n / H) \quad (2) \quad \begin{matrix} q_c: \text{1次生産速度} \\ K: \text{生産速度定数、} n \approx 1 \end{matrix}$$

C: 濃度、H: 水深、M, N: x, y方向の線流量、Rc: 溶出、Qc: 生産量、Mc: まきあげ量、 λc : 沈降係数、 K_x, K_y : x, y方向の(拡散+分散)係数、Gc: 負荷、Kd: 減衰係数、また「/」のついたものは1潮時の平均値

なお、生産速度 q_c は対象海域内約30点で夏秋冬の3季実施した疑似現場法の明びん暗びん法³⁾により実測した。図-2に1次生産速度とTOD_Pとの相関を示す。夏季においてはN律速(TOD_N/TOD_Pの平均≒0.5)にも関わらず、P濃度の1次(また1次に近い)とみなせよう。また、CODの減衰を暗びん中の酸素消費速度で示したものが図-3である。減衰は周防灘のそれと同じく⁴⁾3季を通してCODの2乗に比例するとみなせよう。減衰=Kd・COD²・(3)

この生産速度法モデルでは基礎式(/)でQc、Mc、KdをゼロとしたTP計算濃度と式(2)により生産量を求め、これと式(/)によりCODを計算する方法をとる。

3・ΔCOD法モデル ΔCOD法モデルは文献5)、6)による。即ち上モデルと同様にして求めたTP濃度と式(/)で陸上負荷Gcおよび減衰を考えたCOD_{min}をうる。次に、

$$COD = COD_{min} + \Delta COD = COD_{min} + \alpha p \cdot TP \quad (4) \quad \alpha p: \text{変換率}$$

により任意地点、任意時刻のCODを計算する方法である。

αp を表-1と図-4に示す。表-1によれば湾口～湾奥へ地域差をもつ分布をし、現在値と将来値はほぼ等しい。次に、

図-4により αp とTPの相関をみれば、現在値と将来値は異なる集団をなし、それぞれ1次(または次数の低い指数関数)とみなせよう。 $\alpha p = A_1 - A_2 \cdot TP^m \quad (5) \quad m \approx 1, A_1, A_2: \text{定数}$

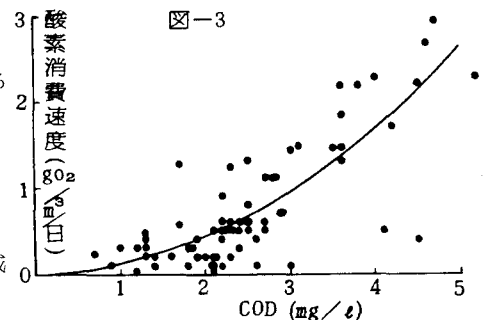
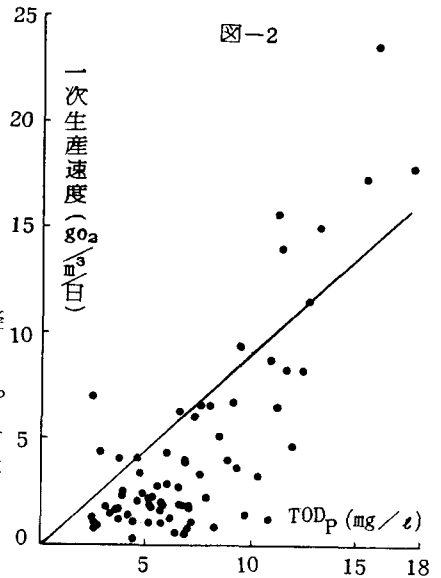
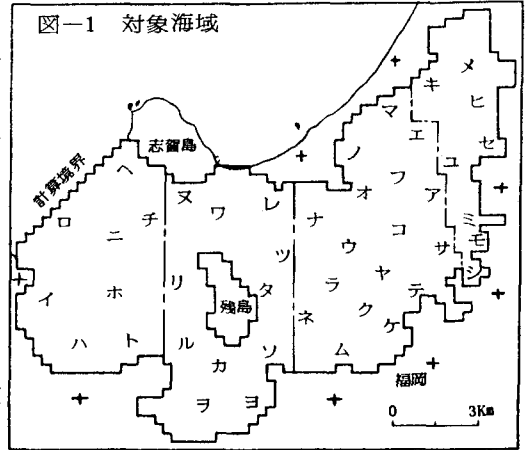


表-1 変換率 (αp) の分布

	湾 口								残 島 周 囲												湾中部		
地 点	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	チ	リ	ヌ	ル	ヲ	ワ	カ	ヨ	タ	レ	ソ	ツ	ネ	ナ	ラ	
現 況	36.7	33.9	38.7	36.8	38.0	38.5	40.6	38.4	41.2	42.6	45.3	49.6	42.7	49.0	51.6	44.6	44.1	49.0	44.2	44.0	42.9	41.5	
将 来	37.6	33.6	38.1	36.3	37.1	38.2	39.6	37.8	40.1	40.4	44.6	52.1	43.0	48.7	54.2	44.5	44.1	45.4	44.1	44.1	43.3	42.0	

	湾 中 部														湾 奥							
地 点	ム	ウ	ノ	オ	ク	ヤ	マ	ケ	フ	コ	エ	テ	ア	サ	キ	ユ	メ	ミ	シ	ヒ	モ	セ
現 況	38.0	38.3	40.1	37.1	36.1	35.0	38.9	34.6	36.1	34.7	34.5	26.0	34.3	28.5	35.9	32.6	34.7	26.5	17.3	30.3	21.0	18.6
将 来	39.9	39.1	38.9	37.9	37.2	36.3	37.0	35.4	36.6	35.7	34.2	29.6	34.8	29.0	33.4	31.7	33.9	25.5	17.1	29.1	19.8	17.4

4・1次生産速度とTNおよび

純生産 図-5により1次生産とTN (orTOD_N)の相関をみれば夏季はTPとの相関よりもよいが、秋冬季とかなり異なる関数となり3季通じての相関としては、よい相関とはいえない。また、TN濃度が夏季より秋冬季が大きい値を示している。図-6による純生産-TPの相関は1次生産のそれより悪い。

5・考察 プランクトン生産量を定量化するために1次生産速度、TP、酸素消費速度、

変換率およびCODの間の関係について考察する。富栄養化海域のTOD、COD、TPは相互に換算できるので⁶⁾、CODへ統一し、式 (2)、

(3)、(4)、(5)を使つてαpなどを示せば、次のように書けよう。

$\Delta\text{COD} = \text{生産} - \text{減衰} - \text{正味沈殿} = K' \cdot \text{COD} - K_d \cdot \text{COD}^2 - \lambda_c \cdot \text{COD} \cdot \text{ (6)}$

$\alpha_p = \Delta\text{COD} / k \cdot \text{COD} = K' - \lambda_c' - K_d' \cdot \text{COD} \cdot \text{ (7)}$ (ダッシュは換算を考慮したもの)

式(7)と図-4より縦軸切片が $K' - \lambda_c'$ に該当し、傾きが K_d' に該当するから、現在と将来においてこれらが変化すればαpの現在値と将来値も変化することが考えられる。また、COD_{min}、ΔCOD、λ_c、αpの将来値がシミュレーションにより推定できるので将来の生産速度定数の推定もシミュレーションの側からある程度出来るだろう。プランクトンの生産量はりん以外の栄養塩類や微量元素および海水の透明度などの影響をうけるだろうから、将来に埋立やしゅんせつと下水3次

処理等が導入された場合これら条件の違いから生産速度は変化することが予想されて、現在の明暗びん法による実測値をそのまま将来値と断定することは問題があるだろう。そこで、将来の条件変化を設定した明暗びん法試験やAGP試験結果および式 (7)などによるαpのシミュレーション結果の両者つき合せた検討より将来のプランクトン生産量を考えていくことがよいと思われる。おわりに、本報の記述ならびに研究は著者ら九州産業大学と山口大学および(財)九州環境管理協会の共同作業であり、一部にS56年科研費をあてた。

- 参 1) 加納・赤坂：博多湾のりん塩による富栄養化モデル、S56年西支講
考 2) 加納・浮田・赤坂：湾内における底質のまき上げとCOD濃度、34回年講第2部
3) 西部他：閉鎖水域での水質シミュレーションの一考察、S51年下水協議会集
文 4) 北九州市港湾局：周防灘水質汚染調査結果報告書、S54年12月
献 5) 中西・浮田：海域におけるCOD生産について、用水と排水Vol17 No6 '75'
6) 浮田・中西・河合：COD濃度予測について、瀬戸内海の環境改善の基礎的研究
第4回総合シンポジウム S52年

