

3 結果と考察

(1) 地点別の溶出速度

地点別時期別の溶出速度測定結果を、表1に示した。

時期別にみると、循環期に比較して成層期の溶出速度はかなり大きい、その理由として、測定条件が循環期は低温、好気状態であったのに対して成層期は高温、嫌気状態であったことが考えられる。東京湾と同様に富栄養化海域である大阪湾、三河湾でもN、Pの溶出速度は、成層期には大きくなり循環期の数倍にもなっている。^{3) 4)}

地点別にみると、各項目ともst3の成層期の溶出速度は他の地点に比較して小さくなっている。表2に底質の分析結果を示したが、4地点とも黒色軟泥で底質中の含有量にも大差は無く、底質の性状からはst3の特異性は認められない。ただ、st3は4地点中最も浅く水深10mで、採泥時の躍層の位置と海底の位置とがほぼ一致することから、この地点の水理的環境が底泥表面の性状を他の地点と相違させていたのではないかと考えられる。

項目別にみると、循環期のPの溶出速度がst2, 3, 4で負の値を示しているが、これは直上水が好气的であつ

たために、底泥表層でPの溶出が抑制され、そのうえ水中のPの鉄などとの共沈あるいは底質への再吸着が起こったためと考えられる。堀江らは、大阪湾の冬季(循環期)のりん酸態りん(P₄-P)の溶出速度は夏季の1/10と推定している。⁵⁾

アンモニア態窒素(NH₄-P)、P₄-P及びCODの溶出速度について、今回の結果を、東京湾の文献値^{6)~10)}と比較すると、文献値は測定条件や時期、場所がさまざままで一概に比較することは難しいが、いずれも文献値の範囲内にあり、NH₄-N、P₄-Pは大きめの、CODは文献値の上限に近い値となっている。

(2) 温度、DOと溶出速度

N、P、COD等の底質からの溶出は、温度、DO、その他の環境要因の影響を受けることが判っている。^{3) 10)}著者らの生態系モデルでも栄養塩類の溶出速度係数は温度の関数として与えるようにしている。

st2から採取した底質について、成層期は嫌気条件下(DO 1mg/l以下)で、循環期は好気条件下(DO 6mg/l)で温度を変えて栄養塩類等の溶出速度を測定した結果を、表3に示した。各成分とも温度が高くな

表1 溶出速度

(単位: mg/m²·day)

採取	地点名	COD	DOC	DTN	NH ₄ -N	DTP	P ₄ -P
S .61.9.25 (成層期)	St .1	491	565	964	105	19.5	19.7
	St .2	592	30.7	111	124	14.4	12.7
	St .3	72.8	-3.61	12.8	15.7	0.728	0.385
	St .4	498	25.1	68.7	79.6	9.75	8.38
S .62.1.21 (循環期)	St .1	14.7	10.8	21.5	27.7	0.417	0.179
	St .2	38.7	14.2	24.5	30.1	-0.623	-0.814
	St .3	61.6	7.13	10.4	16.1	-0.555	-0.779
	St .4	61.9	23.2	16.9	19.5	-0.832	-1.2

表2 底質分析結果

採取	地点名	含水比 (%)	強熱減量 (%)	硫化物 (mg/g)	COD (mg/g)	T-C (mg/g)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)
S .61.9.25 (成層期)	St .1	440	13.4	1.49	63.5	34.2	4.29	0.92
	St .2	554	13.6	2.50	63.7	30.9	4.10	1.20
	St .3	349	10.7	1.24	62.8	27.6	3.26	1.34
	St .4	461	13.1	0.94	70.1	33.1	4.11	1.15
S .62.1.21 (循環期)	St .1	380	12.1	0.23	60.7	35.2	3.67	1.02
	St .2	523	13.2	3.20	66.9	34.4	4.03	0.94
	St .3	385	11.8	1.00	67.9	33.9	4.06	0.96
	St .4	443	13.1	1.08	71.1	35.5	4.15	0.91

表3 水温変化と溶出速度

(単位: mg/m²・day)

DO (mg/ℓ)	水 温 (°C)	COD	DOC	DTN	NH ₄ -N	DTP	PO ₄ -P
0 (成層期)	10	386	21.4	74.7	65.9	9.18	8.88
	20	592	30.7	111	124	14.4	12.7
	30	713	20.6	172	171	20.3	20.2
9~6 (飽 和) (循環期)	10	38.7	14.2	24.5	30.1	-0.623	-0.814
	20	53	40.6	47.5	54.6	3.5	3.29
	30	58.1	53.6	115	127	9.98	9.71

ると溶出速度が大きくなっている。底質からの栄養塩類等の溶出速度と温度との関係は、次式で表すことができる。¹⁰⁾

$$R(T) = R(T_i) \cdot \theta^{(T-T_i)}$$

ここに R(T): 温度 T°C における溶出速度

R(T_i): 温度 T_i°C における溶出速度

θ : 温度定数

そこで、T_i=20として、上式によってθを求めると表4のようなになる。COD, N, Pに対するθの文献値としては、それぞれ1.04、1.09、1.04~1.09が報告されている。

同様に、DOの溶出速度に対する影響を検討したが、程度の差はあるが、いずれの項目とも溶出速度はDOが低くなるほど高くなる傾向が見られた。

表4 溶出速度に関する温度定数

項 目	成層期	循環期
COD	1.03	1.02
DOC	1.00	1.07
DTN	1.04	1.08
NH ₄ -N	1.05	1.07
DTP	1.04	1.11
PO ₄ -P	1.04	1.11

4 結 語

東京湾々奥部で柱状採取した底質からのN, P等の溶出速度及び溶出速度に関する温度定数の測定を行った。

NH₄-N, PO₄-Pの溶出速度は、これまでの文献値のなかでは大きめの値であった。CODのそれは文献値の上限に近い値であった。NH₄-N, PO₄-P及びCODの温度定数は、成層期の底質では1.05, 1.04及び

1.03で、循環期の底質では1.07, 1.11及び1.02であった。

本測定結果をもとに、文献値を勘案し、水質予測計算における栄養塩類の溶出速度係数を設定することとする。

なお、本測定は新日本海洋気象株式会社に委託して実施された。

参 考 文 献

- 1) 安藤晴夫他：東京湾の富栄養化に関する研究(その3)，東京都環境科学研究所年報，69~80，(1986)
- 2) 安藤晴夫他：東京湾の富栄養化に関する研究(その4)生態系モデル内の係数に関する数値実験について，東京都環境科学研究所年報，101~112，(1987)
- 3) 細川恭史他：栄養塩類溶出速度の温度・DO依存性について，港湾技研資料，No.405，1981
- 4) 林孝市郎：底泥からのN及びPの溶出速度，内湾底泥をめぐる物質収支の動態解明に関する研究(5年間の研究成果)，73~75，(1983)
- 5) 堀江 毅他：海底泥中のリンの挙動モデルについて，港湾技術研究所報告，49~74，23(2)，(1984)
- 6) 亀田泰武他：閉鎖性水域底質中の栄養塩類について，公害と対策，14(8)，(1978)
- 7) 千葉県環境部：東京湾栄養塩類調査報告書，(1977)
- 8) 東京都公害研究所：東京都内湾の沿岸運河部の環境解析調査報告書，(1979)
- 9) 環境庁水質保全局：東京湾における二次汚濁に関する連絡会議資料，(1984)
- 10) (社)日本水質汚濁研究協会：水質総量規制推進検討調査—海域富栄養化シミュレーションモデル調査—(昭和59年度環境庁委託業務結果報告書)，(1985)