

7. 川崎港内底質中のリンおよび窒素の実態調査

Investigation of Phosphorus and Nitrogen in Sediments of Kawasaki Harbour

広瀬 健二 Kenji HIROSE

1. はじめに

富栄養化の原因物質であるリン、窒素を含んだ河川水や排水が海域に流入すると、その中に含まれている懸濁性栄養塩は沈殿して海底に堆積される。また、可溶性栄養塩は生物に固定され、その屍骸は海底に沈み微生物によって分解される。このように底質に含まれた栄養塩は一定の条件下において海水中に溶出し、リン、窒素の大きな発生源となっている。

そこで、底質からの栄養塩溶出に関する基礎的データとするため川崎港内の底質、海水および間引き水の栄養塩濃度を調査した。

2. 調査方法

底質は堆積層と浮泥層とからなっており、堆積層から海水中に栄養塩が回帰すると同様に、浮泥層からも栄養塩が溶出するとの報告がなされている。¹⁾このことから、底質については、堆積層と浮泥層について調査した。

2・1 調査期間

1981年5月～1982年2月

2・2 調査地点

地点は図1に示した8地点であり、各地点の水深も合わせて表記した。

2・3 調査項目

底質は強熱減量、T-P、T-Nの定量およびリンの分画定量を実施した。

№2、4、7、8においては、堆積層と浮泥層の間引き水中の PO_4-P 、ケルダール-Nを、また同地点の海水層および下層についての PO_4-P 、ケルダール-Nを調査した。

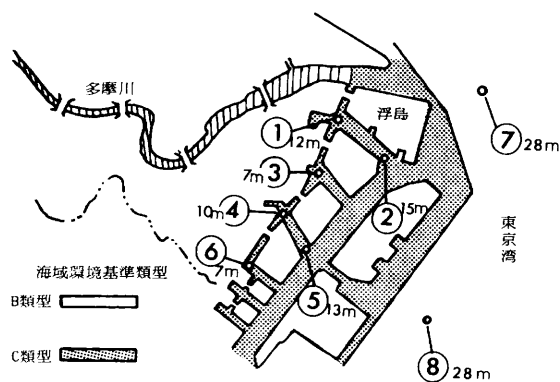


図1 調査地点

2・4 採泥方法

堆積層の試料採取はエクマン・バース採泥器を使用し、採取した泥の表層5 cmを分取して試料とした。浮泥層に対しては北原式採水器の下に40 cmのロープと9 kgの重りをつけて、海底から40～50 cm層の浮泥を採取した。

2・5 試料処理

堆積層、浮泥層共に採取当日に実験室に持ち帰り、3,000 rpm, 30分間の遠心分離の操作を行い、上ずみ液を5 Cの口紙でろ過したものを間げき水とし、沈殿物を底質の試料とした。

2・6 分析方法

(1) 水溶液

PO₄-P : 海洋観測指針, 気象庁編 (1970)

ケルダール-N : JIS-K0102 (1979)

(2) 底質

T-P : 土壤養分分析法, 土壤養分測定方法委員会, 養賢堂版 (1980)

T-N : 土壤養分分析法

強熱減量 : 底質調査方法 (1975)

リン分画 : Chang and Jacksonの方法²⁾

3. 結果および考察

3・1 堆積層底質のリンおよび窒素濃度

採取した堆積層の性状をみると、運河内の $\#1$, 3 , 4 , 5 , 6 は硫化臭のある黒色ヘドロであり、特に $\#1$, 4 , 6 は油分を含んだものであった。また、 $\#2$ は灰茶色のヘドロであり、 $\#7$, 8 は茶色のシルトであった。

堆積層の強熱減量、T-P, T-Nのそれぞれの測定結果は表1のとおりである。T-Pは0.68 ($\#8$)～2.1 mg/g ($\#6$)で平均値1.2 mg/gであり、T-Nは2.1 ($\#5$)～4.6 mg/g ($\#3$)で平均値3.2 mg/gであった。

3・2 浮泥層底質のリンおよび窒素濃度

浮泥層の性状をみると $\#1$, 4 , 6 は、高密度のヘドロを含み、 $\#3$, 5 は粗密度のヘドロを含んだものであったが、 $\#2$, 7 , 8 は灰茶色の浮泥であった。

浮泥層の測定結果は表2のとおりである。

T-Pは0.63 ($\#7$)～2.7 mg/g ($\#4$)で平均値1.2 mg/gであり、T-Nは1.1 ($\#1$, 2)～6.3 mg/g ($\#6$)で平均値3.0 mg/gであった。

表1, 2の変動係数(CV%)から明らかなように、堆積層のT-Pと浮泥層のT-PおよびT-Nの地点間の変動は大であったが、堆積層のT-Nの変動は比較的少なかった。

3・3 リンの分画

結果は表3, 表4, 図2および図3のとおりである。T-Pに対するリン分画割合は, 各地点によってかなりの相違があった。

- (1) AL-P: 堆積層の $\%3, 4, 6$ と浮泥層の $\%1, 4, 5, 6$ はきわめて低い値であった。
- (2) Fe-P: 溶出に関係しているとされるFe-P³⁾は全地点で12~35%存在していた。
- (3) Ca-P: 各分画の中でも大きな割合を示し, 堆積層で平均41%, 浮泥層で平均51%であった。

3・4 間げき水のリンおよび窒素の濃度

$\%2, 4, 7, 8$ の4地点における堆積層および浮泥層中の間げき水に含まれるリン, 窒素の分析を行い, 結果を表5に示した。運河末端部の $\%4$ の間げき水の栄養塩濃度は, 他の3地点にくらべ, 浮泥層では PO_4-P で12~18倍, ケルダール-Nで3~10倍であり, 堆積層では PO_4-P で5~6倍, ケルダール-Nで10~15倍であった。

また, 海水下層と各間げき水を比較すると浮泥層の間げき水は, 海水下層にくらべ(表5, b/a参照) PO_4-P で2~18倍, ケルダール-Nで2~6倍, 堆積層の間げき水は(表5, c/a参照) PO_4-P で28~70倍, ケルダール-Nで3~39倍であった。

浮泥層間げき水, 海水上層および下層の PO_4-P , ケルダール-Nの季節変動は, 図4および図5のとおりである。

運河内の $\%2, 4$ におけるリン, 窒素の浮泥層間げき水および海水下層の季節変動をみると, 共に7月にピークを示しており, 浮泥層からの溶出が考えられる。しかし, $\%7, 8$ における浮泥層間げき水と海水下層のリン, 窒素の変動には図4, 5から明らかなように $\%2, 4$ のような類似性がみられなかった。

また, 4地点における堆積層間げき水の季節変化には顕著な傾向はみられなかった。

表1 堆積層の強熱減量, T-P, T-N濃度

地点	1	2	3	4	5	6	7	8	\bar{x}	σ_n	CV(%)
強熱減量 %	17	18	17	15	17	16	14	12	16	1.9	12
T-P $mg/g \cdot dry$	1.6	0.78	1.2	1.6	0.83	2.1	0.81	0.68	1.2	0.48	40
T-N $mg/g \cdot dry$	3.8	3.0	4.6	3.3	2.1	3.6	3.0	2.5	3.2	0.73	22

表2 浮泥層の強熱減量, T-P, T-N濃度

地 点									\bar{x}	σ_n	CV(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8			
強熱減量 %	14	17	—	25	14	—	13	14	16	4.1	25
T-P mg/g·dry	1.4	0.90	0.84	2.7	0.83	1.7	0.63	0.66	1.2	0.66	55
T-N mg/g·dry	1.1	1.1	2.8	3.9	2.8	6.3	2.8	3.1	3.0	1.5	51

表3 堆積層におけるリン分画のT-Pに対する割合

地 点									\bar{x}	σ_n	CV(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8			
O-P %	32	28	22	34	26	19	28	29	27	4.6	17
AL-P %	11	20	5	1	9	5	16	22	11	7.1	64
Fe-P %	29	20	27	30	16	14	16	12	21	6.7	33
Ca-P %	28	31	47	35	49	62	40	37	41	10	25

表4 浮泥層におけるリン分画のT-Pに対する割合

地 点									\bar{x}	σ_n	CV(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8			
O-P %	15	22	24	22	20	0	11	12	16	7.5	47
AL-P %	3	12	10	1	5	1	22	23	10	8.3	86
Fe-P %	35	19	24	33	23	29	14	17	24	7.1	29
Ca-P %	47	47	42	44	52	78	52	48	51	11	21

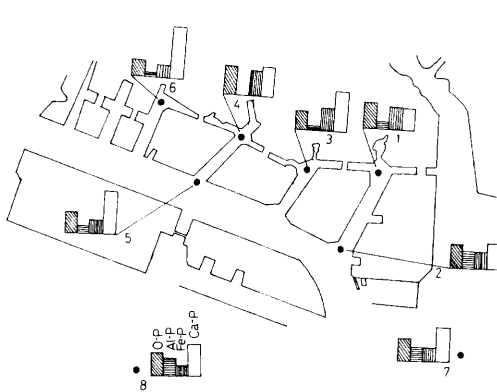


図2 T-Pに対するリン分画の割合
—堆積層



図-3 T-Pに対するリン分画の割合
—浮泥層

表5 海水、間げき水のリンおよび窒素の測定結果

PO₄-P

地点		海水上層 mg/l	海水下層 (a) mg/l	浮泥層間げき水 (b) mg/l	堆積層間げき水 (c) mg/l	b/a	c/a
2	平均値	0.09	0.08	0.26	2.5	3.3	31
	(範囲)	0.07~0.10	0.06~0.10	0.04~0.91	0.6~3.4		
4	平均値	0.30	0.17	3.0	12	18	70
	(範囲)	0.13~0.48	0.09~0.31	0.96~5.6	9.1~15		
7	平均値	0.08	0.06	0.20	2.1	3.3	35
	(範囲)	0.05~0.10	0.04~0.09	0.04~0.49	1.0~4.1		
8	平均値	0.06	0.07	0.16	2.0	2.3	28
	(範囲)	0.03~0.09	0.03~0.14	0.02~0.26	0.83~2.7		

ケルダール-N

地点		海水上層 mg/l	海水下層 (a) mg/l	浮泥層間げき水 (b) mg/l	堆積層間げき水 (c) mg/l	b/a	c/a
2	平均値	2.6	1.6	3.6	5.0	2.3	3.1
	(範囲)	2.0~3.6	1.1~2.5	1.1~8.2	0.98~7.8		
4	平均値	6.7	2.0	13	78	6.5	39
	(範囲)	1.4~11	1.2~3.9	6.6~21	4.4~130		
7	平均値	1.1	0.51	1.6	7.0	3.1	14
	(範囲)	0.53~1.6	0.37~0.71	1.0~2.1	2.8~15		
8	平均値	0.99	0.47	1.3	8.2	2.8	17
	(範囲)	0.40~1.7	0.32~0.67	0.82~1.6	4.2~14		

4. まとめ

- (1) 川崎港内底質中の栄養塩濃度は、堆積層ではT-Pが0.68~2.1 mg/g, T-Nが2.1~4.6 mg/gであり、浮泥層ではT-Pが0.63~2.7 mg/g, T-Nが1.1~6.3 mg/gであった。
- (2) リンの分画定量は、いずれの分画値についても地点間にかかなりの差がみられた。また、T-Pの濃度が高い運河末端部などでは、AL-Pがきわめて低い傾向を示した。溶出に關係するとされているFe-Pは、12~35%の割合で存在した。
- (3) 間げき水の栄養塩濃度は、海水下層にくらべ相当高い濃度であった。また、運河末端部のNo 4の間げき水中のPO₄-P, ケルダール-N共に他の3地点(No 2, 7, 8)よりも高い濃度であった。間げき水のリンおよび窒素の季節変動は、調査した4地点の間に共通したパターンはみられなかった。

参考文献

- (1) 半田暢彦：沿岸海洋研究ノート，18(2) 100-105，(1980)
- (2) S.C.Chang and M.L.Jackson：Fractionation of soil phosphorus, Soil Science, 84,133-144，(1957)
- (3) 古米弘明：日本水質汚濁研究会第15回講演集，133-138，(1981)

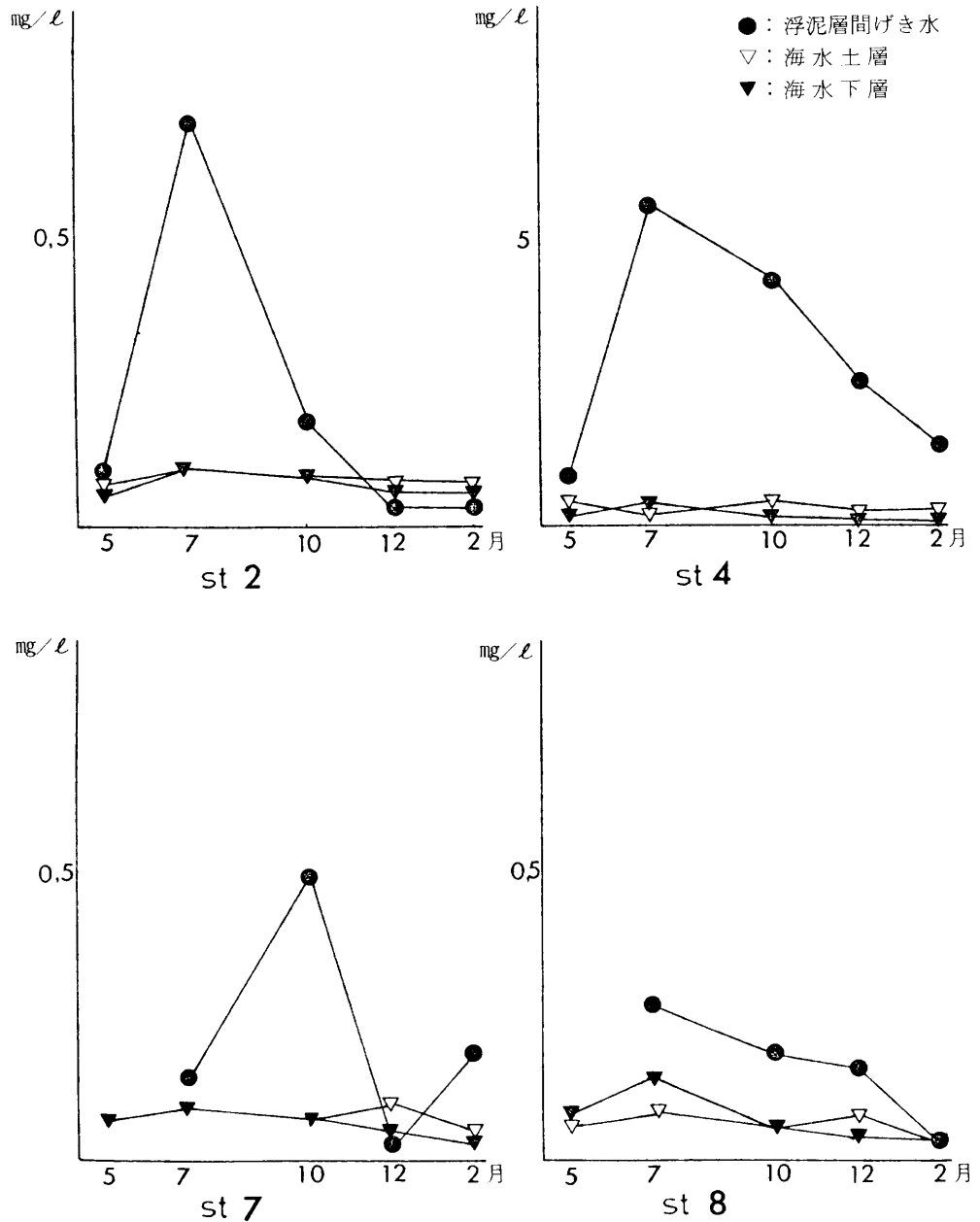


図4 地点2・4・7・8におけるPO₄-Pの季節変動
 (浮泥層間げき水, 海水土層, 下層)

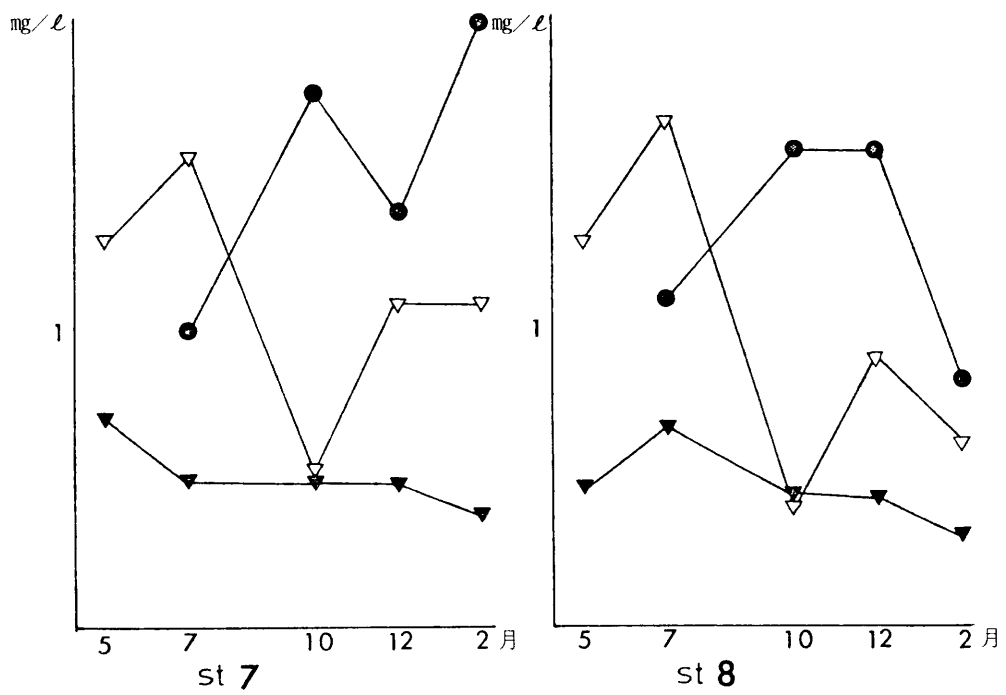
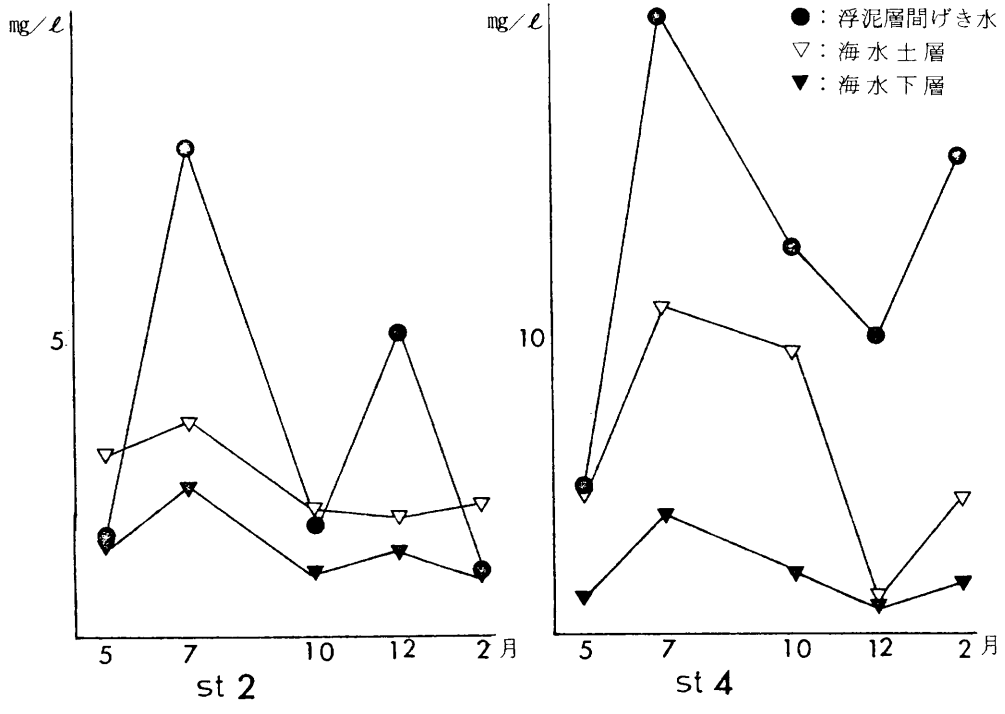


図5 地点2・4・7・8におけるケルダール-Nの季節変動
 (浮泥間げき水, 海水上層, 下層)