

第 部門 淀川河口沿岸域における懸濁態物質の挙動解析

大阪大学工学部	学生員	木村瑛
大阪大学大学院工学研究科	正会員	西田修三
大阪大学大学院工学研究科	正会員	中辻啓二

1. はじめに

大阪湾奥部では河川から流入した有機物や内部生産による植物プランクトンなどの懸濁物質が大量に堆積している。海底に堆積した有機物は分解され栄養塩となり、再び海底から海中に溶出する。これが大阪湾奥部の水質汚濁に多大な影響を与えていると考えられているが、懸濁態物質の沈降・堆積と栄養塩の溶出に至るまでの過程には不明な部分が多い。そこで本研究では、淀川河口沿岸域において、2005年に実施した現地調査の結果に基づき、懸濁態物質の挙動の解析を行った。

2. 現地調査の概要

2005年9月19日と21日に図-1に示す淀川河口沿岸域の4点において水質及び底質調査を行った。C1は尼崎西宮芦屋港、C2は神戸港、C3は防波堤外、C4は淀川河口の代表として調査点を設けた。各地点で塩分、水温、濁度を0.1mごとに測定した。SS、全窒素、全リン、溶存態窒素、溶存態リンを海面下1m、海面下3m、1/2水深、海底面上3m(C4は海底面上3mのみ)の水深で採水し、分析した。また、海面下3m、1/2水深、海底面上3m(C4は海底面上3mのみ)

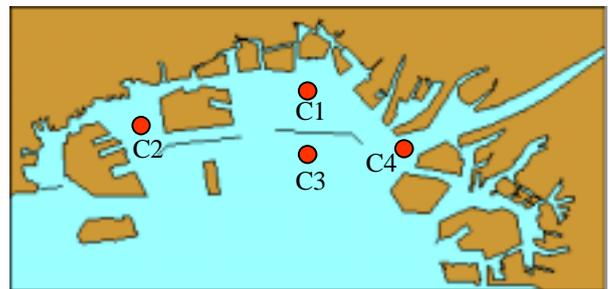


図-1 調査地点

に沈降物サンプラ - を設置し、捕集された沈降物の分析を行った。また、各地点において採泥器により不攪乱柱状泥を採取し、溶出速度実験、脱窒速度実験も行った。溶出速度実験では現場水温、現場DOを維持して暗条件で室内実験を行った。脱窒速度実験に関してはアセチレンを添加し、現場水温を維持して室内実験を行い、実験装置内のNO₂-Nを分析することにより求めた。

3. 解析手法

沈降フラックス、沈降速度を式 $w = F/c' = (R - c_0V)/ATc'$ を用いて算出した。ここで w : 沈降速度 (cm/day), F : 沈降フラックス (mg/m²/day), R : 捕集筒内の粒状物量 (mg), c_0 : 設置時の水質 (mg/L), c' : 設置時と回収時の水質平均 (mg/L), V : 捕集筒内容積 (m³), A : 捕集筒開口部面積 (m²), T : 捕集時間 (day) である。窒素、リンの堆積速度を求めるために、堀江ら¹⁾が提案した式を用い、まず海底面に供給される窒素とリンのSS含有量を求める。海底面に供給される窒素とリンの含有量は $p_b = p_i e^{-kt}$ で表される。また窒素・リンの堆積速度は $S_p = p_b SS_b$ で表せる。ここで、 $p_i, p_b: z=h_i, h_b$ で捕集された沈降物のO-P含有量 (mg/g-SS), $k: z=h_i \sim h_b$ におけるO-Pの水中分解速度定数 (1/日), $t: z=h_i \sim h_b$ 間の沈降物の滞留時間 (day), S_p : リンの堆積速度 (mg/m²/day), SS_b : SSの堆積速度 (g/m²/day) である。このSSの堆積速度は、求めた沈降フラックスを用いて海底面までの鉛直フラックスを算出した。さらに Pohlman and Plus²⁾の提案式により沈降から堆積に移行する確率を求め、堆積速度を求めた。SSの堆積速度は式(1)を用いて算出した。ここで、 S : 鉛直フラックス (mg/m²/day), u_* : 底面摩擦速度 (m/s), $u_{*cr,d}$: 沈降の限界底面摩擦速度 (m/s) である。さらにこの堆積速度と各地点の溶出速度、脱窒速度から海水-底泥間の収支を求めた。

$$SS_b = S \times \begin{cases} 1 - \left(\frac{u_*}{u_{*cr,d}} \right)^2 & \dots u_* < u_{*cr,d} \\ 0 & \dots u_* \geq u_{*cr,d} \end{cases} \quad (1)$$

3. 解析結果及び考察

表-1に沈降速度の算出結果を示す。上層で小さく、下層に向けて大きくなっていることがわかる。これは凝集により粒子の粒径が大きくなったためと考えられる。C1において他の地点に比べ沈降速度が小さく、中層と下層の速度差も小さいのは、全水深がC2、C3に比べ浅いことから、凝集があまり進行しなかったためと考えられる。C2ではSSの沈降速度に比べ、懸濁態の窒素・リンの沈降速度が小さい。これは、栄養塩を含まない土粒子のような懸濁物質が多いためであると考えられる。C3ではSSの沈降速度に比べ、懸濁態の窒素・リンの沈降速度が大きいため、植物プランクトンのような栄養塩を多く含有している懸濁物質が多いことが推察される。表-2に堆積速度の算出結果、表-3に溶出速度と脱窒速度の実験結果、表-4に海水-底泥間の収支を示す。C1では収支は負となっており、懸濁物が堆積する傾向にないことがわかる。C2では堆積速度が大きいため収支が大きく正となっている。C3と比較すると、窒素の収支や堆積速度は同程度であるが、リンの収支や堆積速度は大きく異なることがわかる。これはC2では土粒子が多く、その土粒子に無機態の栄養塩が吸着しているためと考えられる。神戸港周辺での埋め立て工事の影響とも考えられるが、詳細は明らかではない。C4では収支が大きな負値を示している。溶出速度、脱窒速度が大きいため、出水時に河川から流入してきた粒径の大きな粒子が堆積し、供給源となっていることが考えられる。

4. まとめ

淀川河口沿岸域において水質及び底質の現地調査を行い、得られたデータを基に懸濁態物質の挙動を解析した。今回の観測結果から以下の結果が得られた。

- 沈降速度は水深が深くなるほど大きく、凝集効果と考えられる。
- 尼崎西宮芦屋港では沈降速度が小さいため、堆積はほとんどみられなかった。
- 神戸港では他の観測点に比べ、SSの沈降速度が大きかった。
- 西宮防波堤沖では内部生産により発生した植物プランクトンなどの懸濁態物質が多かった。
- 淀川河口では堆積傾向はみられず、出水時に粒径の大きな粒子が堆積しているものと考えられる。

参考文献

- 1) 堀江毅・三好英一・関根好幸・宮原祐二：微細有機懸濁物の沈降特性について、海岸工学講演論文集，第33巻，pp.337-341,1986.2) Pohlmann, T., Plus, W.: Currents and transport in water. In: Sundermann, J. (Ed.), Circulation and Contaminant Fluxes in the North Sea, Springer Verlag Science, Michigan, pp.555-605.

表-1 沈降速度

項目	単位	層	C-1	C-2	C-3	C-4
全水深	m		10.5	12.8	14.3	9.5
SS	cm/day	上	0.00	22.74	1.26	
		中	73.92	115.31	111.08	
		下	128.89	643.35	381.92	175.04
懸濁態N	cm/day	上	9.89	1.90	0.00	
		中	27.80	48.33	72.03	
		下	24.49	83.98	875.67	0.00
懸濁態P	cm/day	上	1.34	21.90	8.46	
		中	42.81	110.13	76.31	
		下	79.11	181.96	542.63	31.19

備考) 上層：海面下3m、中層：1/2水深、下層：海底面上3m

表-2 堆積速度

地点	P(mg/m ² /day)	N(mg/m ² /day)
C1	0.17	0.91
C2	22.36	38.45
C3	6.78	35.53
C4	0.00	0.00

表-3 溶出速度と脱窒速度

地点	mg/m ² /day		
	I-P溶出速度	I-N溶出速度	脱窒速度
C1	3.52	20.47	2.03
C2	1.67	23.8	2
C3	6.51	21.19	3.72
C4	12.66	28.29	4.24

表-4 海水-底泥間の収支(堆積が正)

地点	P収支(mg/m ² /day)	N収支(mg/m ² /day)
C1	-3.35	-21.59
C2	20.69	12.65
C3	0.27	10.62
C4	-12.66	-32.53