

横浜港における底泥からの栄養塩溶出と覆砂による溶出削減効果の持続性

武蔵工業大学大学院 都市基盤工学専攻 学生会員 ○小川 大介
 武蔵工業大学都市工学科 フェロー 村上 和男
 横浜港湾空港技術調査事務所 環境課 原田 勉

1. まえがき

近年、東京湾では富栄養化による水質汚濁が大きな問題となっている。特に青潮・赤潮による悪臭や周辺海域の魚介類・生態環境などへの被害が報告されている。

青潮の発生には、夏の貧酸素水塊の形成が原因の一つとして挙げられ、さらにその原因の一つとなっているのが、底泥から溶出する窒素やリンなどの栄養塩である。栄養塩溶出の対策としては、浚渫工法・覆砂工法などがあり、本研究では、横浜港で実施された覆砂工法の栄養塩溶出削減効果の持続性について、現地調査と室内試験・分析を行い、検討した。

2. 現地調査

2006年度の現地調査は8月28日に実施された。調査場所は過去2年の調査同様、横浜港のみなとみらい地区の3地点(図1)である。St.1は覆砂を行っておらず、St.2では平成6年、St.3では平成10年にそれぞれ覆砂を行っている。

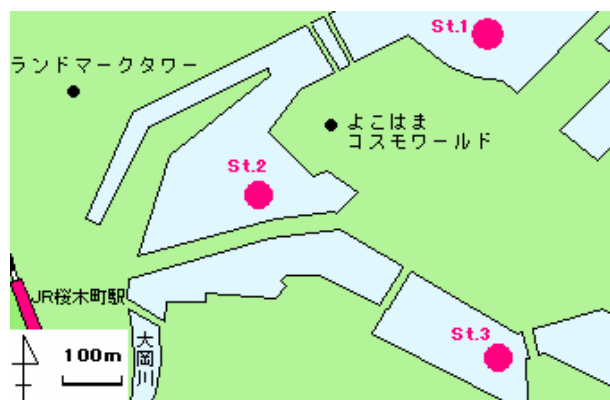


図1：調査地点

調査では、採水、水質調査、表層採泥、柱状採泥、泥質調査が行われた。表1に、水質における現地調査結果を示す。St.1の底層付近では、生物が生息できると言われているDO値2.0mg/Lを下回り、貧酸素水塊が発生していることや、水温・塩分濃度の鉛直分布から、貧酸素水塊発生の原因とされている密度成層が形成されていることが分かる。このような結果は2005年、2004年の冬の調査では確認されていない。また、泥質調査においてSt.1では、覆砂を行っている他の2地点と比較すると、栄養塩・COD・硫化物・強熱減量・含水比の値は高く、ORPはマイナスの値が大きくなっていた。これにより、覆砂の効果が現れていることがいえる。

表1：水質鉛直分布¹⁾

水深(m)	St.1				St.2				St.3			
	10.6				3.0				2.6			
測定項目	水温(℃)	塩分	DO(mg/L)	濁度	水温(℃)	塩分	DO(mg/L)	濁度	水温(℃)	塩分	DO(mg/L)	濁度
0.0	24.9	17.4	6.5	2.0	25.4	22.8	6.9	2.1	26.1	24.5	6.4	1.7
0.5	25.1	20.4	6.0	1.8	26.0	24.3	6.3	2.1	26.2	24.6	6.3	1.9
1.0	25.2	23.7	6.3	2.2	26.3	24.7	5.4	2.1	26.2	25.1	5.4	1.9
1.6									26.2	25.1	5.1	2.3
2.0	26.2	25.9	5.8	1.6	26.5	26.0	3.5	1.9	26.4	26.1	4.1	6.5
3.0	26.3	26.5	5.2	1.4	26.4	26.7	2.3	8.6				
4.0	26.3	26.3	4.6	1.9								
5.0	26.3	26.9	3.0	2.1								
6.0	26.1	27.6	2.0	1.3								
7.0	25.8	28.2	1.0	2.2								
8.0	24.9	29.1	0.9	1.7								
9.0	23.8	29.8	0.9	6.2								
9.6	23.2	30.1	0.8	6.1								
10.0	22.8	30.4	0.7	6.0								

3. 溶出試験

2006年度の室内溶出試験は9月1日～4日の3日間で行われた。溶出試験は、底泥コアサンプルを用いた擬似現場法(コア法)で行った。コア法とは、海底から底泥サンプルを採取し、それを実験室に持ち帰り、現場に近い環境条件(水温・DO等)下で直上水中の栄養塩濃度の経時変化を測定し、溶出速度を算定する方法である。実験条件は好気条件・嫌気条件で行った。好気条件はDO値6.0mg/L以上を維持し、嫌気条件はDO値2.0mg/L未満を維持した状態で再現した。温度条件はSt.1・St.2のコアがいであ(株)の試験場で行われ、好気10℃、嫌気25℃である。St.3のコアは本学で行われたが、設備の都合上、好気・嫌気共に25℃で行った。水温の違いは、栄養塩溶出の季節的变化を再現するためである。

4. 栄養塩分析

溶出試験の際に採水した試料を、全窒素・亜硝酸態窒素・硝酸態窒素・アンモニア態窒素・全リン・リン酸態リンの6項目において分析した。それぞれの物質において濃度を求めた後、溶出速度を算定した。

図2に、St.3におけるアンモニア態窒素の溶出量の変化、第5節の表2に本年度溶出試験における溶出速度の結果を示す。溶出量のグラフより、嫌気性の物質であるアンモニア態窒素の溶出量が、嫌気条件のもとで増加していることが分かる。同じ嫌気性の物質であるリン酸態リンの溶出量も、嫌気条件のもとで増加していた。また、溶出速度において、各物質とも覆砂を行っていないSt.1では、他の2地点と比較すると溶出量が多い事が分かる。これにより、覆砂の効果が引き続き持続していることが確認できたとと言える。

キーワード：青潮 貧酸素水塊 覆砂工法 栄養塩 セジメントトラップ

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL:03-3703-3111 (内線 3257) E-mail:g0781603@sc.musashi-tech.ac.jp

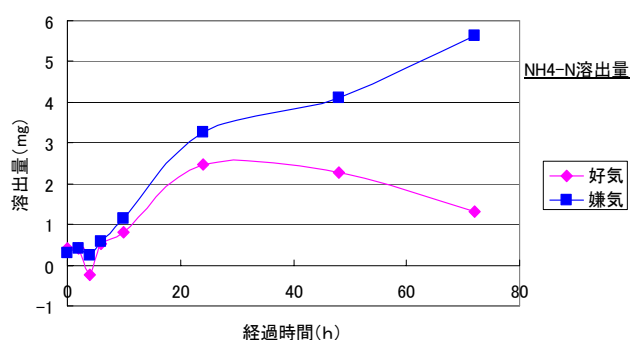


図2：アンモニア態窒素溶出量 (St.3)

5. 過去のデータとの比較

表2に2006年度、表3に2005年度、表4に2004年度の栄養塩溶出速度を示す。2006年度の溶出速度は、St.2,3の値がSt.1より小さくなっている。これより、覆砂の効果は継続していると言える。また、2005年度、2004年度と比較すると大きな値となっているが、これは季節的変動の影響と考えられる。これについては同じ季節での比較が重要になってくるので、今後の経過の観察が必要であると考えられる。溶出量についても同様の事が言える。

表2：栄養塩溶出速度 (2006年9月)

mg/m ² /day	St.1 好気	St.1 嫌気	St.2 好気	St.2 嫌気	St.3 好気	St.3 嫌気
T-N	23.54	161.81	-6.50	24.99	-9.40	36.84
NO ₃ -N	0.92	0.01	0.23	-0.46	17.20	-3.13
NO ₂ -N	-0.54	-1.38	-3.90	-7.80	11.92	-4.89
NH ₄ -N	22.32	153.63	-6.73	37.83	17.50	59.62
T-P	-5.89	27.52	-2.52	5.12	-1.07	26.90
PO ₄ -P	-5.20	25.61	-1.99	5.27	3.44	26.29

表3：栄養塩溶出速度²⁾ (2005年11月)

mg/m ² /day	St.1 好気	St.1 嫌気	St.2 好気	St.2 嫌気	St.3 好気	St.3 嫌気
T-N	143.62	117.94	-1.68	19.72	-6.42	-35.69
NO ₃ -N	0.31	-0.99	1.99	-4.59	8.33	-4.13
NO ₂ -N	-3.75	-2.68	-7.57	-6.57	-9.02	-5.50
NH ₄ -N	94.93	121.91	9.40	88.05	26.45	52.51
T-P	-5.35	13.99	-2.60	7.57	-2.98	4.74
PO ₄ -P	-0.92	21.71	-0.05	11.69	0.38	7.34

表4：栄養塩溶出速度³⁾ (2004年12月)

mg/m ² /day	St.1 好気	St.1 嫌気	St.2 好気	St.2 嫌気	St.3 好気	St.3 嫌気
T-N	-43.57	-53.20	-65.20	52.89	-0.54	12.76
NO ₃ -N	7.80	-2.37	5.58	-2.60	0.84	-2.37
NO ₂ -N	-28.36	-36.08	-24.61	-34.85	-24.92	-42.65
NH ₄ -N	0.84	62.22	8.10	23.31	4.97	52.51
T-P	-0.08	21.86	0.23	6.65	-6.88	13.68
PO ₄ -P	-1.07	4.28	-0.84	2.52	-0.99	4.36

6. 沈降物調査

覆砂効果の持続性を検討するうえで重要となってくるのが、覆砂の上に新たに堆積した沈降物（新生堆積物）による影響である。そこで本研究では、新生堆積物の沈降特性を調査する目的で、セジメントトラップによる調査を行った。

セジメントトラップは2006年8月28日の現地調査の際に、St.2・St.3の海底付近に設置し、9月4日に回収した。回収したセジメントトラップは、丸一日静置した。今回の分析ではSS量・沈降速度の算定と、底質分析(T-N,

T-P, T-C, 強熱減量)を行った。沈降速度は、各地点のSS量、ビンの中の部分の面積、調査期間、密度から、算定した。各項目の算定結果、沈降速度推算値との比較、底質分析結果を以下の表5～7に示す。

表5：SS量測定、沈降速度算定結果

	単位	St.2	St.3
全SS量	g	55.25	16.3
単位面積当たりの沈降量(7日間)	g/(cm ² ・7day)	0.168	0.049
沈降速度(重量・7日間)	g/(cm ² ・day)	0.024	7.01E-03
単位堆積重量(湿潤)	g/cm ²	1.699	1.794
1日当たりの体積厚さ	cm/day	0.0141	3.91E-03
1年当たりの体積厚さ	cm/年	5.14	1.43

表6：沈降速度推算値との比較

	年沈降量(cm/年)	経過年数(年)	推算値(cm)	実測値(cm)
St.2	5.14	12	61.68	約15
St.3	1.43	8	11.44	約10

表7：底質分析結果

	単位	St.2	St.3
T-C	mg/g乾泥	46.3	17.3
T-N	mg/g乾泥	5.8	1.8
T-P	mg/g乾泥	0.86	0.62
強熱減量	%	10.7	6.9

表5より、St.2のSS量は、St.3を大きく上回っている。これに伴い、沈降速度(表6)もSt.2の方が大きな値となっており、推算値とも大きく値がずれている。また、底質の状況も、St.2の汚染物質の量が大きくなっている。セジメントトラップ設置期間中には、比較的強い降雨が観測されていることと、昨年度の調査結果において、St.2付近を流れる大岡川の底質がSt.1と同程度の汚染レベルであったことから、大岡川の流量が増加し、汚染された底質がSt.2に流れ込んだ可能性があると推測される。

7. まとめ

2006年度夏の水質調査では、St.1の底層付近に貧酸素水塊が発生していた。塩分濃度や水温の鉛直分布を比較することで、夏の密度成層形成も確認した。

室内試験・分析によって、栄養塩の溶出速度を算定し、St.1とSt.2・3を比較することで、覆砂効果の持続性を確認した。また、沈降物調査においては、セジメントトラップを使用し、夏の新生堆積物の沈降特性(沈降速度・底泥の性質)を把握した。

参考文献

- 1) 国土交通省関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所
いであ株式会社
平成18年度 人工浅場の海域改善効果検討調査報告書(案)
- 2) 小泉 俊昌 平成17年度修士学位論文
横浜港における底泥からの栄養塩の溶出に関する室内試験と数値計算
- 3) 信澤 雄一郎 平成16年度修士学位論文
東京湾における貧酸素水塊の挙動に関する研究