

運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所○正員 梶原 康之

同	上	正員	山本	修司
同	上	正員	村田	繁

くまがき> 東京湾のような閉鎖性内湾では富栄養化による水質汚濁が進行し、夏になると赤潮・青潮が発生し、底層には貧酸素水塊の発達がみられる。底層水の溶存酸素濃度が低下する原因としては、強い成層による下方への酸素輸送速度の低下、もしくは底層における酸素消費速度の増加が考えられ、それらは気象・海象・底質・汚濁負荷量等と密接な関係があると推定される。当局では、貧酸素水塊の実態と挙動を明らかにするために、水質に関する既往調査の整理と現地連続観測を実施した。貧酸素水塊に関する定義はいまだ明らかではないが、本報告では、一応、「DO飽和度30%以下、またはDO濃度2ppm以下の水塊を貧酸素水塊」とした。

＜貧酸素水塊の巨視的な挙動¹⁾＞ 東京湾において長期的・広域的に DO 以外にも多くの水質項目を測定している関係機関の既往調査を整理・解析することにより、貧酸素水塊の挙動を巨視的に捉えた。その一例として昭和50年5月から10月の底層における DO 飽和度30%以下の等濃度線を図-1に示す。貧酸素水塊の季節的な分布をみると、5月には千葉から幕張にかけての沿岸域に出現がみられ、6・7月には湾奥部に拡がり、また川崎から金沢にかけての沿岸域にも拡大する。7・8月の夏季に最も広範囲な拡がりをみせるが9・10月と次第に縮小する傾向がみられる。また鉛直的に

は、春季・秋季には湾奥の底層でみられるが、成層状態が強化される7・8月には湾中央部にも出現し、しかも水深5~10m層付近まで貧酸素水塊が上昇する傾向がみられる。

く水質・潮流連続観測²⁾>(1)観測の概要 貧酸素水塊の短期間での挙動とそれに関与する海象要因を明らかにするため、昭和56年6月16日から2ヶ月間にわたり水質・潮流の連続観測を行った。調査内容と調査地点は表-1、図-2に示すとおりである。

(2) DOの変動要因 DO及び関連項目の経時変化を図-3に示す。風及び流れについては25時間の移動平均操作を行って1日以下の短周期変動を除いてある。観測開始時の下層のDOは3~4ppmであり、その後、移流・混合・湧昇等によりDOはやや上昇するが、7月中旬以降2ppm以下の状態が頻繁に現われ、貧酸素水塊の形成が認められる。海域におけるDOの短期変動を支配する主な因子は表-2に示すものが考えられる。この内、移流・混合・湧昇等の物理的現象によりDOに変動がみられる期間を図-3中に破線で示す。それぞれの期間についてDO変動の支配因子を表

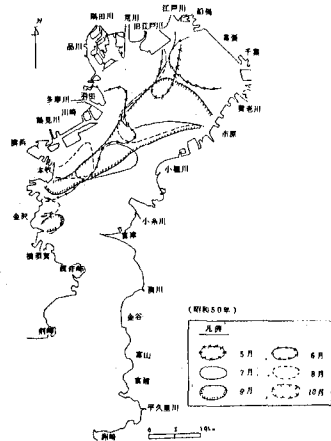


図-1 貧酸素水塊の水平分布

表一： 擴產內容

調査項目	調査方法	観測項目	観測層	観測位置
気象	資料収集	天気概況	/	全 国
		一般気象		東京警区気象台 (A)
		風向・風速		第二港海技研究所
底象	資料収集	潮位	/	千葉港工務事務所 (B)
		俊高		
潮流	潮流観測 (ベルゲン流速計・ TYPE-4)	流向・流速 水温・塩分	底面下 2m (上層) 海面直上 1m (下層)	千葉港湾 (C) (水深 - 1.3m)
	潮流観測 (水深自動観測定時・ データレコーダ型)	水温・塩分 pH DO	※ 海面下 3.3m (上層) 底面直上 2m (下層)	

※上層はM.W.L. -3

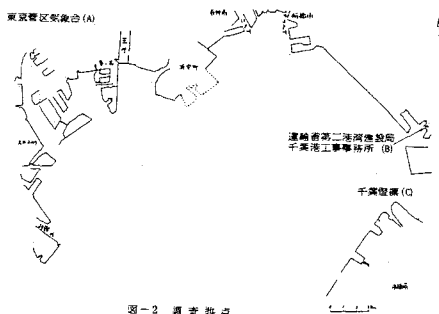


圖-2 調查地點

- 3 に示す判断基準
 で推定すると表-4
 に示すとおりになる。
 表-4 には、①湧昇、
 ②沈降・滞り込み、
 ③鉛直混合、④水塊
 の通過、⑤外海水の
 流入、の各現象の可
 能性を考察している
 が、今回は1地点、2
 層の観測であり、水
 平的な移流現象を推
 討することが困難で
 あるため、不確定な
 部分がかなり含まれ
 ている。

(3)結論 以上より、
 短期間(数日のスケ

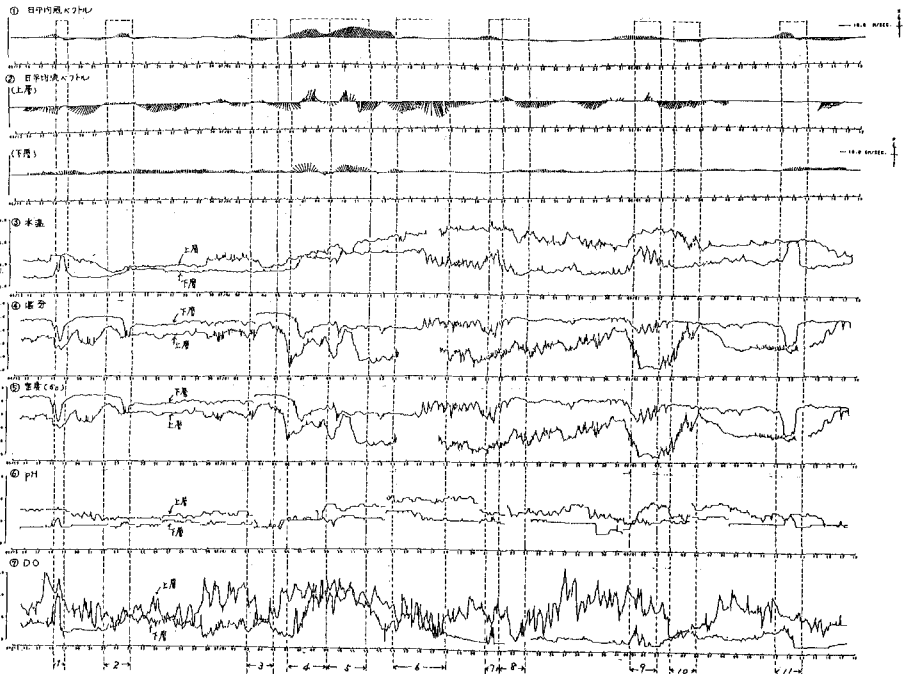


図-3 DO及び関連項目の経時変化

ール)での貧酸素水塊の発生・発
 達・消滅の機構について整理する
 と次のことが言える。①貧酸素水
 塊が一旦形成されると、鉛直混合
 等によって底層のDOが回復して
 も、擾乱状態が落ちつき密度成層
 が形成され始めると1日から数日
 の期間で再び貧酸素化する。
 ②低密度・高DOの水塊が沈降・
 滞り込み、あるいは通過すること
 により一時的に底層のDOが回復
 しても、通過してしまえばすぐに
 もとの貧酸素状態に戻る。③鉛直混合による底層DOの回復は1~2日程度で上層とほぼ同じレベルに達し、擾
 乱が継続している間は底層の貧酸素化は進行しない。④青潮の発生と密接な関係がある貧酸素水塊の湧昇は、1
 ~3日のスケールで起こっている。

<あとがき> 今回の調査から貧酸素水塊の季節的な挙動とDOの時間的な変動因子・変動パターンが明らかにな
 った。今後は、数地点での同時連続観測を実施し、空間的な現象の把握を行う予定である。

<参考文献>

- 1) 昭和55年度「東京湾海洋構造調査報告書」、運輸省第二港湾建設局横浜調査設計事務所, 昭和56年3月
- 2) 昭和56年度「東京湾海洋構造調査報告書」、同 上, 昭和56年12月

表-2 DO変動要因因子

DOの変動因子	現 象	指標となる項目
植物プランクトンによる光合成・呼吸作用の強化	志念島より日中の溶解DOが増大する。溶解DOの日中変動幅が拡大する。	日溶解・夜溶解・日中・夜中 (DO日・夜・日中・夜中)
水層移動	密度成層が強化され、底層の水塊移動が小さくなる。底層のDOが減少する。	密度・温度・塩分・水深・流速
鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。	密度・温度・塩分・水深・流速
湧昇	密度成層が弱くなり、底層の水塊が湧昇すると、底層のDOが増大する。	密度・温度・塩分・水深・流速

(注) () 内の項目は本調査における連続観測項目ではない。

表-3 DO変動因子の判断基準

DO変動の 変動因子	上 層				下 層			
	DO	塩分	温度	流速	DO	塩分	温度	流速
沈降・滞り込み	—	—	—	—	増大	低下	増大	低下
鉛直混合	低下	増大	低下	増大	増大	—	—	—
下層における外層水の流入	—	—	—	—	増大	低下	増大	低下
水塊(鉛直混合)の通過	—	—	—	—	増大	低下	増大	低下

(注) ーはほぼ変化しないことを示す。

表-4 DO変動の因子推定

順 号	観 測	変動要因因子	現 象
1	6/18	水塊の通過	下層で北寄流が卓越したことにより、鉛直混合(湧昇?)に代わって、高DOの水塊が通過した可能性が考えられる。あるいは下層の底層の湧昇により、高DOの水塊が湧昇した可能性も考えられる。
2	6/22	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
3	7/2	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
4	7/6	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
5	7/9	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
6	7/14	外層水の流入	下層DOの回復がみられるが、底層はほぼ一定であり、底層のDOの回復がみられる。底層のDOの回復がみられる。底層のDOの回復がみられる。
7	7/21	水塊の通過	下層DOの回復がみられるが、底層はほぼ一定であり、底層のDOの回復がみられる。底層のDOの回復がみられる。底層のDOの回復がみられる。
8	7/22	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
9	8/1	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
10	8/4	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。
11	8/12	鉛直混合	密度成層が弱くなり、鉛直混合が起こると、底層のDOが増大する。

(注) ーはほぼ変化しないことを示す。