

陸域起源有機物の DO 消費特性に関する基礎的実験

東京理科大学理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○鈴木 達裕
 東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄
 東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 赤松 良久

1. 序論

重要内湾では、CODやT-N、T-P等の経年変化は横ばいであり、さらに、東京湾では貧酸素水塊の出現範囲や期間は拡大傾向となっているとの指摘すら存在する¹⁾。この水質汚濁問題を解決すべく、昭和55年から水質総量規制が開始され、今後、対象項目に新たに「透明度」と「底層DO」を加えることを検討している。このようなことから、内湾における貧酸素状況の実態把握や予測精度の高いDOモデリング技術の開発は必要不可欠となっている。この貧酸素化を引き起こす主要因は、陸域からの供給と内部生産された有機物によるDO消費であることから、古くから実験的・観測的研究が盛んに行われている。このうち陸域起源の有機物は、一般に出水時に多量に供給され、特に懸濁物や自然系ゴミの多くは海底に堆積し底層DOの低下を引き起こしているものと推測されるが²⁾、出水時に供給される懸濁物質や植生ゴミのDO消費特性に関する研究事例は非常に少ない。本研究では、陸域起源の様々な有機物に関するDO消費特性を明らかにするため、DO消費に関する室内実験を実施する。対象とする有機物は、河川水・河床堆積物(底泥)・懸濁物質(出水時)・植生の4種類であり、水温15~25℃における各サンプルの酸素消費特性や有機物別の酸素消費項の大きさを推定する。

2. 研究方法

(1) 実験サンプルの概要 : DO 消費実験を行う際に、現地から有機物サンプルを収集する。対象有機物は、表1に示すように、河川水、底泥(河床堆積物)、出水時の懸濁物質、植生の4種類であり、サンプルの収集河川は江戸川(野田橋)と神田川(一休橋と柳橋)の2つである。河川水や底泥に関しては、各々バケツやグラブ式採泥機で採取した(両河川:2009/11/04)。出水時懸濁物質としては、多量に集めるために、河川内にセディメントトラップ(口径5cm、高さ10cm)を河床上に約40cmに設置し、台風0918号出水前に設置し出水後に回収した。植生に関しては、著書らが行った出水時浮遊ゴミ調査結果を参考にして、イネ科の植生を採取した(2009/10/20)。

(2) DO 消費実験の方法 : 実験装置としては、図1のように、全体を遮光した状態で、恒温制御用ヒーターが取り付けられた水槽(60×30×36cm)に、サンプルを入れたアクリルパイプ(内径4cm)を6~7本入れて、2時間毎に12時間後までパイプ内のDOをDOメータ(SG6プロフェッショナル溶存酸素計、メトラー・トレド(株)製)により計測した。「河川水」の実験ではアクリルパイプ内にサンプル水300mlを入れて実験を行った。「底泥」と「出水時懸濁物質」の実験ではアクリルパイプ内に厚さ5cmのサンプルを敷き、その上に純水300mlを入れた。「植生」についても、所定量(=300mg)をアクリルパイプに入れ、同様に純水300mlを入れた。全ての実験では、開始前にサンプル水のDOが100%となるようにバブリングした。実験条件としては、水温を25、20、15℃及び塩分条件は0‰(淡水)と30‰(海水)、という環境下で上記サンプルの実験を行った。また、実験前後の水質(COD、T-N、T-P等)や底質(IL、N・P含有量、粒径分布)を計測した。

(3) 各種データ収集・解析 : 東京湾の1998~2008年の公共用水域データを収集する。また東京湾への有機物負荷データとして、河川水(溶存物質)や懸濁物質、浮遊ゴミ負荷量を収集する。

表1 サンプル種類

サンプルの種類	江戸川	神田川	
	野田橋	一休橋	柳橋
河川水	○	○	
底泥	○		○
植生	○		
洪水時浮遊物	○		

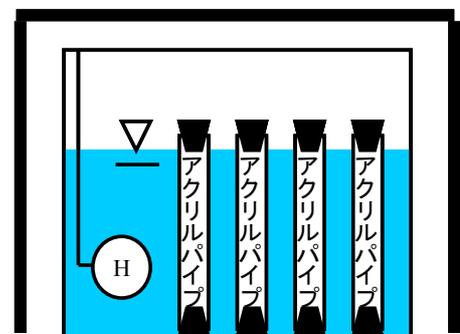


図1 実験装置

キーワード : DO, 貧酸素水塊, 有機物, 東京湾, 酸素消費係数

連絡先 : 鈴木達裕 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL04-7124-1501(内線 4018)

3. 結果と考察

(1) 東京湾における水温・DOの季節変化：1998～2008年の水温とDOの月変化を図2に示す。ここでは湾奥8地点下層の平均値である。DOは6月から11月に4mg/Lを下回り、その水温は18～23℃となる。これより、高温下でのDO消費が盛んであることが推測される。

(2) DO消費実験結果：実験結果例として、江戸川の河川水・出水時懸濁物質・植生及びreference用として純水のみにおけるDOの時間変化を図3に示す(水温25℃)。純水の場合には、実験開始から終了(12h後)までの間に、DOは約1.5mg/L減少している。これは、アクリルパイプ等に付着していた微生物による酸素消費であると思われる。一方、有機物サンプルのDOは、純水の場合よりも大きく低下する。各サンプルのDO低下量から対象有機物の寄与を算出するために、純水におけるDO低下量 ΔDO の時間変化に対して近似式($\Delta DO = a_0 \exp(-b_0 t)$, t : 時間[hour], a_0, b_0 : 係数)を当てはめ、ある時刻の各サンプルのDO低下量の実験結果から同時刻の純水の結果(上記の近似式)を差し引く。それらのデータに対して同様な近似式を適用し($\Delta DO = a \exp(-bt)$)、得られた酸素消費係数 b を図4に示す。どのサンプルも概ね水温25℃の酸素消費係数が大きく、有機物の種類により結果は異なる。

(3) DOシンク項の比較：河川水はバルクでDO消費するのに対して、他は底面でのDO消費となるので、上記のままでは比較できない。次式のDOシンク項Sinkの形で各サンプルのDO消費量を比較する(図5)。

$$Sink = bCOD + \frac{1}{h}(D_m + D_p) \quad (1)$$

ここで D_m と D_p は、底泥(懸濁物質含む)と植生によるDO消費速度、CODは現地データ(=4mg/L)を与え、 h は想定する底層厚さ(=5m)とする。植生のDO消費速度 D_p は、植生体積濃度に依存するため、実験値に対し現地での体積濃度と実験での体積濃度(=1.05×10⁻²m³/m³)の比を掛けている。現地での植生体積濃度は、著書らの観測結果から得られた植生流入量を参考に10³～10⁵m³とし、それが大川河口(面積：50km²)に堆積する場合を考える。河川水によるDO消費が大きい、底泥や懸濁物質は河川水の半分程度と大きい。植生は、平年の出水規模(植生：10³m³)では有意でないが、大出水(同10⁴～10⁵m³)では底泥と同程度の有意なDO消費を行う。これより、大出水時には、懸濁物質や植生が大量に輸送されるため、湾内の貧酸素化が強化・長期化される可能性が高いことが示唆された。

参考文献

- 1) 安藤ら, 東京都環境科学研究年報, pp. 141-150, 2005
- 2) 二瓶ら, 大規模出水が東京湾の水質環境に及ぼす影響, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.B2-65, No.1, 2009, 1016-1020, 2009

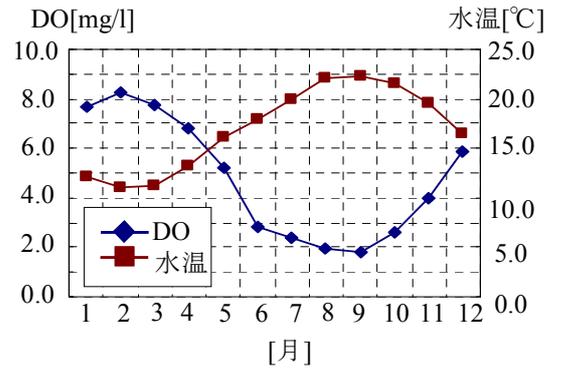


図2 湾奥下層における水温・DOの月変化

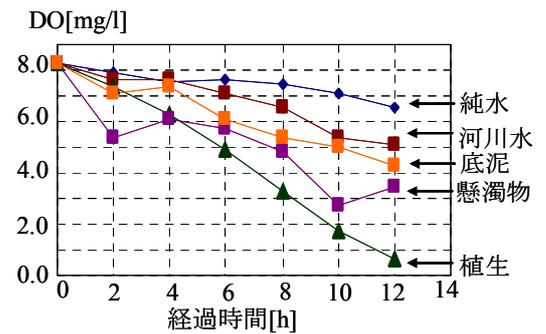


図3 DOデータの時間変化(純水及び江戸川の有機物サンプル, 水温25℃)

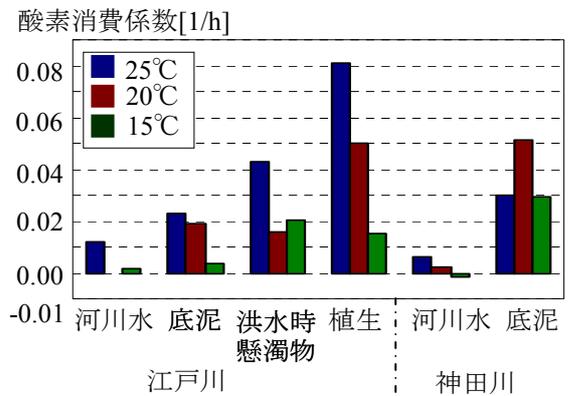


図4 各有機物サンプルの酸素消費係数b

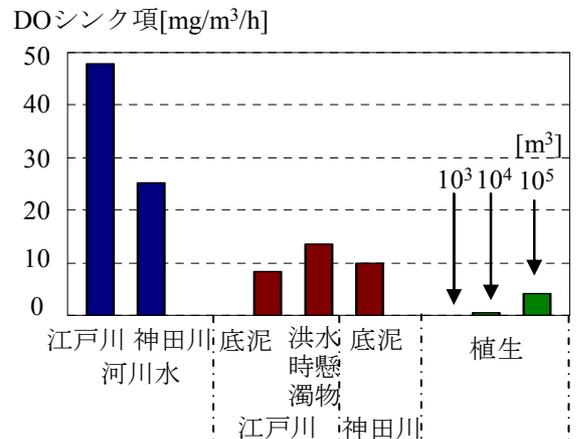


図5 DOシンク項(左から第一, 二, 三項)