

神戸大学工学部 正 員 神田 徹
 神戸大学大学院 学生員 東野 誠
 阪神高速道路公団 正 員 ○上枝 千夏

1. はじめに

河床、貯水池底部、湾などに堆積した底泥による上層水の溶存酸素（D_O）消費は、水質汚濁の重要な問題として研究されてきた。それらの多くは、個々の現地における底泥の性質、D_O消費量を求めたものであるが、底泥はそれらが堆積した場所あるいは生成した過程によって粒度や有機物質含有量などの基本的物性が異なり、それがD_O消費特性に及ぼす影響はかなり大きいと考えられる。また、底泥によるD_O消費の時間的変化特性とそのD_O消費機構との関係について従来の研究では十分に検討が行われていない。そこで本研究では、貯水池および河川に堆積した数種類の底泥を採取し、その基本的物性を分析した。そして、それらの底泥について室内実験を行い、底泥による静水中のD_O消費の特性を検討した。

2. 実験装置と方法

実験には縦40cm、横20cm、高さ80cmの塩ビ製の水槽を用いた。この水槽底部に厚さ10cmの底泥試料を均一に敷き詰め、上部をD_Oを飽和させた水道水で満たした。底泥上部より5、15、25、35、45cmに設けた採水ポイントでサイフォン管を使って採水し、各ポイントにおけるD_O濃度およびD_O消費物質量の経時変化を測定した。水中におけるD_O消費物質としては、有機物質と無機還元性物質（亜硝酸塩、鉄(Ⅱ)塩、硫化物）が考えられるが、本研究では底泥に含まれる溶解性有機物質を対象とした。すなわち、底泥表面より溶出した溶解性有機物質が生物化学的に酸化される際に水中のD_Oを消費する現象を底泥によるD_O消費と考えた。D_O消費物質を表す指標として化学的酸素要求量（COD_{Mn}）を用いた。

3. 底泥の基本的物性

実験に用いた底泥の基本的物性を表1に示す。いずれの底泥も船上や橋上からエックマンバージ採泥器を用いて採取した。神崎川では浚渫が行われた地点と、行われていない地点の2点を選んで採泥した。また、寝屋川では上流側の家庭排水によって影響を受けていると考えられる地点と、下流側の工場排水によって影響を受けていると考えられる2地点を選んだ。底泥中に含まれる有機物質、栄養塩類については採取した底泥を3,500回/分で、10分間遠心分離して得られた間隙水についてCOD、T-N、T-Pの濃度を分析した。表1より、粒度や有機物、栄養塩含有量などの基本的物性は各底泥ごとに大きな差異が見られた。神崎川の浚渫後の底泥および工場排水によって影響を受けていると考えられる寝屋川下流側の底泥は、他に比べて間隙水中のT-N、T-P濃度が著しく高い。また、粒度は、菅生ダムの底泥は粘土が7割、シルトが2割以上、神崎川の浚渫後の底泥は粘土とシルトで8割近く、浚渫前の底泥は粘土、シルトがほぼ3割ずつ、砂が4割以上、寝屋川の底泥は下流側では9割が砂、上流側では2割が粘土、7割がシルトであった。

表1 実験に用いた底泥の基本的物性

実験No.	底泥試料	d ₅₀ (μm)	VSS (%)	間隙水(mg/l)			(mg/kg)	
				COD	T-N	T-P	Fe	Mn
1	菅生ダム底泥	14.2	9.9	85.9	27.4	2.8	36,000	850
2	菅生ダム底泥	14.2	9.9	161.6	32.4	1.0	36,000	850
3	神崎川底泥 浚渫後	16.5	10.2	112.6	154.1	11.5	33,000	390
4	神崎川底泥 浚渫前	48.0	6.7	82.1	37.5	5.2	42,000	480
5	寝屋川底泥 上流側	180.0	1.0	27.8	27.8	0.7	11,000	130
6	寝屋川底泥 下流側	15.0	19.3	149.3	182.4	13.5	42,000	480

4. 底泥によるD0消費の特性

実験No. 2～5における底泥直上5cmでのD0濃度の経時変化を図1～5に示す。各実験において、水深によるD0濃度の経時変化特性の違いはあまりなかった。実験No. 2で、13日目頃でD0濃度が急減したのは、この頃に底泥表面に大きなひび割れが生じたためであると考えられる。実験No. 3で10日目以降にD0濃度が急減したのは、この頃に底泥自身が20～30%膨張したためと考えられる。これらの影響を無視して考えると、いずれの実験でも、実験開始後数時間から数日でD0濃度が急減し、その後緩やかに減少し、その後はD0消費がほとんど行われない状態へと推移する。

実験No. 4, 5では、実験No. 2, 3, 6に比べて実験開始後約1日以内でのD0の減り方が急である。各底泥に含まれる物質やその量の違いも影響していると考えられるが、実験No. 4では底泥粒子の4割、実験No. 5では底泥粒子の9割が砂であることから、底泥粒子の粒径が大きいことが関係していると思われる。実験No. 5, 6のD0全消費量（図6の①）は、ひび割れの影響と思われるD0消費量を除いて考えた場合の実験No. 2のD0消費量と同程度で、他の実験に比べて大きい。これは、実験No. 2, 6は底泥間隙水のCOD濃度が高かったためと考えられる。実験No. 5は底泥間隙水のCOD濃度が他に比べて極端に低いにもかかわらず実験No. 2, 6と同程度だけD0が消費されたのは、底泥粒子のほとんどが砂であったことが関係していると思われる。実験No. 4のD0全消費量が少なかったのは、底泥間隙水のCOD濃度がそれほど高くなく、底泥の粒径が大きくなかったためと考えられる。

いずれの実験においても、ある程度の時間が経過するとD0の消費が停滞した。このようなD0消費の停滞を引き起こす原因としては、底泥表層での酸化層の形成が考えられる。酸化層より下層の底泥から溶出しようとするD0消費物質は、酸化層がある程度の厚さになると、酸化層内で分解されてしまい水中へ溶出しなくなると考えられる。この酸化層の厚さは、底泥中のD0消費物質濃度と底泥粒子の粒径によって異なると考えられる。

以上のことより、D0消費現象は図6のようにモデル化できる。図6において、(a)はD0消費が初めは急激に、その後徐々に緩やかに行われる状況、(b)はD0消費がほとんど行われなくなる状況を示している。そして、図6の①にあたるD0全消費量は、先に述べたように、底泥中のD0消費物質濃度と底泥の粒度に主に影響を受けていると考えられる。

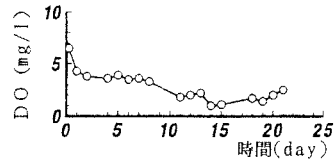


図1 実験No. 2におけるD0濃度

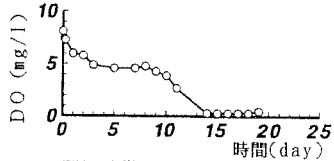


図2 実験No. 3におけるD0濃度

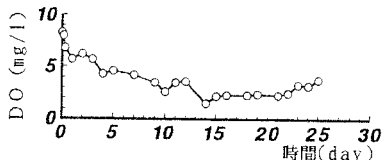


図3 実験No. 4におけるD0濃度

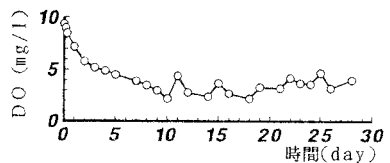


図4 実験No. 5におけるD0濃度

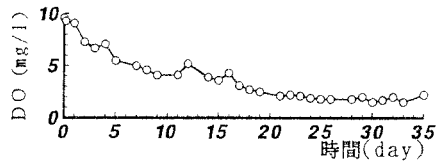


図5 実験No. 6におけるD0濃度

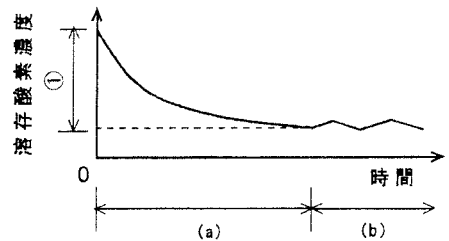


図6 底泥によるD0消費の概念図