

東北大学大学院 学生員 草野 聡也
東北大学工学部 正会員 佐藤 敦久
東北大学工学部 学生員 松原 国浩

1 はじめに

湖内の溶存酸素消費現象は湖内に存在する藻類やバクテリアの分解や呼吸によるものと流入河川から供給されたBOD COD成分が消費するものに大別することができる。本報告は流入河川から供給される物質に注目し、特に出水などの流量増加時に湖内へ流入することが予想される河道内の堆積物の溶存酸素消費量と測定することで、出水時に湖内へ供給される懸濁粒子が湖内の溶存酸素に及ぼす影響について考察したものである。

2 実験

(1) 試料の採取及び調整 試料は貯水池に流入する山地河川の流入部付近で採取した。採取した試料は河道内の堆積物であり、これらはおもに砂や礫及び微細なフロック状の物質から構成されている。これらを今回所定の方法を用いて微細なフロック状物質と砂粒子に分離し可視粒子だけを採取した。

(2) 沈降実験 上記の方法で分離採取した粒子を恒温(20℃)に保った水槽内で1つずつ沈降させ、所定区間通過させることで等速運動となつてからの沈降速度を測定した。

(3) 溶存酸素消費実験 緩速攪拌により完全混合を仮定した20ℓの恒温反応槽にBOD希釈液を満たしpHを7.0付近に調整した後、各試料を今回所定の量添加した。測定にはBODボトル用電極を取り付けたD.O.メーターを使用した。

(4) 顕微鏡による試料の観察 試料の調整によって堆積物中から分離した微細なフロック状の物質の詳細を明らかにするために生物顕微鏡を用いた観察を行った。

3. 結果及び考察

生物顕微鏡を用いて微細なフロック状の物質を観察した結果、それらは数多くの付着性藻類及びそれを分解しているバクテリアがフロック状に凝集しているものであることが明らかになった。

図1・2はそれぞれ付着性微生物粒子及び河床に堆積している砂の溶存酸素消費量の経時変化を示したものである。

本実験では溶存酸素消費現象が明確にみられるまでに実験開始から10時間前後の遅れが生ずるが、これは採取した試料の置かれていた河川水中の環境と反応槽内の環境が一致していないために起こると思われる。そこで本考察では実験による近似曲線と求めそれが時間軸から立ち上がる点をもって反応開始としている。表-1は各試料の近似曲線から得られる溶存酸素消費量の40時間までの経時変化と比較した結果である。経時変化と40時間までとしたのは後述の沈降実験の結果から求まる粒子の沈降時間に基づいている。この結果から付着性微生物粒子と河床に堆積する

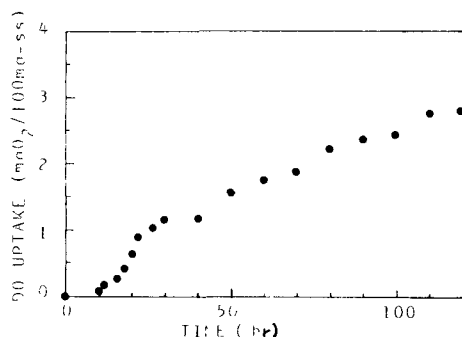


図-1 付着性微生物粒子による溶存酸素消費量の経時変化

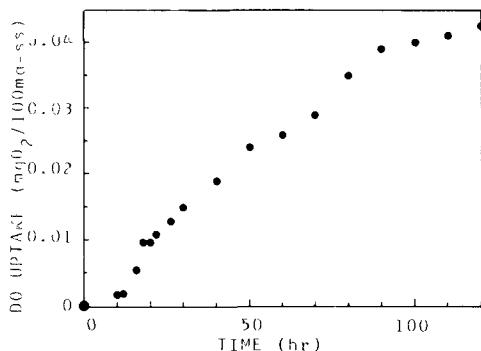


図-2 河床に堆積した砂の溶存酸素消費量の経時変化

砂 100(mg) 当りの溶存酸素消費量は大きく異なることがわかるので、これらの物質が湖内へ流入した後湖水の溶存酸素に与える量当りの影響にはかなりの差を生ずるものと思われる。

次に各試料の沈降速度の測定結果について考察する。沈降実験を行った全ての粒子についてレイノルズ数 Re ($= \omega d/\nu$) を求めると今回測定した付着性微生物粒子はほとんどが $Re < 1$ であり、砂粒子はほぼ $1 < Re < 10^3$ であることから、付着性微生物粒子の沈降はストークスの領域で起り砂粒子の沈降はストークス域とニュートン域の遷移領域で起ることがわかる。しかし、付着性微生物の場合フロック状であることが沈降に与える影響は大きいので実験から次のような沈降速度式を求めた。

$$\omega = 6.87 \cdot d_f^{0.89} \quad \omega: \text{水温が } 20^\circ\text{C} \text{ の水中で付着性微生物が沈降する速度 (cm/sec)}$$

$$d_f: \text{付着性微生物粒子の粒径 (cm)}$$

この沈降速度式を用いて算出した沈降距離の経時変化を表-2に示す。表中、本報告の対象とした河川が流入する貯水池の水深を考慮して計算は沈降距離約 20(cm) までとした。また、最大径 $d_{\max} = 3.2 \times 10^{-2}$ (cm) は $Re < 1$ が成り立つ付着性微生物の粒径の最大値であり $d_{\min} = 1.0 \times 10^{-3}$ (cm) は顕微鏡観察による付着藻類の個体の大きさを考慮した値である。一方、砂粒子の沈降は遷移領域で起ることから沈降速度と粒径の関係はほぼ $\omega = Kd$ であると考えられる。そこで、実験結果から K を推定すると $K = 77.21$ が求まることから砂の沈降速度式は次のように表わせる。

$$\omega = 77.21 \cdot d_s \quad \omega: \text{水温が } 20^\circ\text{C} \text{ の水中で砂が沈降する速度 (cm/sec)} \quad d_s: \text{砂の粒径 (cm)}$$

遷移領域における砂の最小粒径を推定すると $d_{\min} = 1.14 \times 10^{-2}$ (cm) となりこれを用いて付着性微生物粒子同様に距離 20(cm) を沈降するのに要する時間を計算すると約 0.63 時間である。このように2つの試料の沈降速度には明らかに差があるために湖内流入後の浮遊時間は大きく異なるものと思われる。

以上の溶存酸素消費実験と沈降実験の結果から、出水によって付着性微生物及び砂が湖に流入した場合の湖水に与える量当りの影響はかなり異なるものと思われる。

表-1 各試料の溶存酸素消費量の経時変化

T (hr)	付着性微生物 (mgO ₂ /100mg-ss)	河川に浮遊し砂 (mgO ₂ /100mg-ss)
1	0.15	0.0015
2	0.20	0.0025
3	0.27	0.0036
4	0.35	0.0045
5	0.42	0.0057
6	0.50	0.0068
7	0.55	0.0078
8	0.60	0.0089
9	0.65	0.0098
10	0.70	0.0107
12	0.81	0.0124
14	0.90	0.0140
16	1.00	0.0156
18	1.09	0.0171
20	1.15	0.0184
24	1.30	0.0212
28	1.41	0.0236
32	1.52	0.0258
36	1.60	0.0279
40	1.69	0.0296

表-2 付着性微生物粒子の粒径差による沈降距離の経時変化

4 おわりに

本報告は可視粒子についてだけ述べたが今後はより微細な粒子についても検討を加える必要がある。

<参考文献>

1) 草野「出水時懸濁粒子の貯水池水質に及ぼす影響の評価」東北大学大学院修士論文、1984

T (hr)	粒 径							
	3.2×10^{-2} (cm)	2×10^{-2} (cm)	1×10^{-2} (cm)	5×10^{-3} (cm)	4×10^{-3} (cm)	3×10^{-3} (cm)	2×10^{-3} (cm)	1×10^{-3} (cm)
	$w = 0.321$	$w = 0.211$	$w = 0.114$	$w = 0.062$	$w = 0.050$	$w = 0.039$	$w = 0.027$	$w = 0.015$
	(cm/sec)	(cm/sec)	(cm/sec)	(cm/sec)	(cm/sec)	(cm/sec)	(cm/sec)	(cm/sec)
	沈降距離(m)	沈降距離(m)	沈降距離(m)	沈降距離(m)	沈降距離(m)	沈降距離(m)	沈降距離(m)	沈降距離(m)
1	11.55	7.59	4.10	2.22	1.82	1.41	0.98	0.53
2	23.11	15.19	8.21	4.42	3.63	2.81	1.96	1.06
3	-	22.79	12.31	6.64	5.44	4.17	2.94	1.59
4	-	-	16.41	8.86	7.26	5.62	3.92	2.21
5	-	-	20.51	11.07	9.08	7.02	4.90	2.64
6	-	-	-	13.92	10.90	8.43	5.88	3.17
7	-	-	-	15.50	12.17	9.38	6.85	3.70
8	-	-	-	17.70	14.54	11.24	7.83	4.23
9	-	-	-	19.93	16.34	12.65	8.81	4.76
10	-	-	-	22.14	18.15	14.05	9.79	5.29
12	-	-	-	-	21.79	16.86	11.75	6.35
14	-	-	-	-	-	19.67	13.71	7.40
16	-	-	-	-	-	22.49	15.67	8.46
18	-	-	-	-	-	-	17.62	9.52
20	-	-	-	-	-	-	19.58	10.58
24	-	-	-	-	-	-	23.50	12.69
28	-	-	-	-	-	-	-	14.81
32	-	-	-	-	-	-	-	16.92
36	-	-	-	-	-	-	-	19.04
40	-	-	-	-	-	-	-	21.15