

II-447 底泥の藻類増殖及び影響に関する一考察

京都大学 正会員 河村正純, 京都大学 正会員 住友 恒
京都大学 伊藤植彦

1. はじめに

湖や貯水池の富栄養化に伴い、水道における臭気発生の問題が重要になっている。富栄養化現象の中で底泥の果たす役割は大きく、特に、水の華や藻類の異常増殖は底泥から栄養物質も寄与しているものと推定されている。底泥からは代表的栄養塩であるN、P以外にも有機物質や微量金属なども溶出し、これらが複雑に関係あって藻類の異常増殖に影響を及ぼすものと考えられる。

本文では、びわこ南湖の底泥を対象に、巻き上げを想定した攪拌実験を行い、底泥から溶出した栄養塩やその他の藻類増殖促進物質の臭気原因藻類 (*Anabaena macrospora*) への寄与についてA₄P法により検討した。同時に、栄養塩の溶出量も測定し、溶出有機成分についてはゲルろ過法による分画を行ってその溶出特性ならびにA₄Pに及ぼす効果についても検討した。

2. 実験方法

(1). 攪拌実験 : びわこ南湖から採取した底泥 (湿泥, 表層0~3 cm) 20 grを1ℓビーカーにとり蒸留水を加えて1ℓとした。これをジキスターにより100 rpmで1 hr攪拌し、1 hr静置したのち上澄水を0.45 μmミリポアフィルターでろ過した。そのろ過液を検液としA₄Pの測定、無機態窒素、PO₄³⁻の測定およびゲルろ過法による有機成分の分画を行った。

(2). A₄Pの測定方法 : 検液9 mlをあらかじめ滅菌したL型チューブ (容量20 ml) にとり、これに別途一定条件で継代培養した *Anabaena macrospora* を水洗し、濃度調整したものを1 ml接種した。スポンジ栓としてモノ型振とう器 (30回/1分) により振とう培養を行った。培養条件は温度20℃、照明は白色蛍光灯を用い照度は4000ルクス (12 hrs明, 12 hrs暗) であった。培養期間は12日程度とし、3日間隔でL型チューブ内の個体数を計測した。

(3). ゲルろ過法 : ゲル: セファデックスG-25, カラム: 3×110 cm (ベッド容積706 ml), 展開液: 蒸留水, 展開温度: 20℃, 分画液の分取: 10 mlづつフラクションコレクターにて採取, 分画成分の検出: 260 nm, 220 nm 波長における吸光度の測定。なお、検液中の有機物濃度が低いので、40℃の水浴上で減圧にて100倍に濃縮し添加試料とした。

3. 結果と考察

底泥の攪拌実験におけるろ液について測定したA₄P値を表1に示す。ここで、 $A_4P_t = \ln(M_t/M_0)$ である。²⁾ コントロール値として蒸留水についての値も示した。A₄R₃, A₄R₆ とともに各底泥間で大きく変動しておりA₄R₃ は-2.579~0.385の範囲を示した。底泥溶出液の中には明らかに蒸留水よりも低い値を示したものもあるが、多くのものは蒸留水よりも大きな値を示し、藻類の増殖を促進する物質が溶出したことを示した。

無機態窒素、PO₄³⁻の溶出量を底泥 (乾泥) 当りに換算したものを表2に示す。底泥の攪拌によって溶出した無機態窒素のほとんど (90%以上) はNH₃⁺-Nであった。無機態窒素および

表1 底泥攪拌溶出液のA₄P

No	アナベナAGR ₃	アナベナAGR ₆	平均値
3	-0.146	-0.408	-0.277
5	0.237	0.546	0.392
6	0.063	0.171	0.117
7*	-2.579	-5.670	-4.125
8	-0.111	-0.244	-0.178
9	0.207	0.425	0.316
10*	-0.394	-0.585	-0.490
11	0.062	0.142	0.102
12	0.385	0.454	0.420
13*	-0.295	-0.658	-0.479
14	0.844	0.886	0.865
15	0.260	0.446	0.353
16*	-0.033	-0.153	-0.093
17	-0.809	-1.888	-1.349
水田土壌	0.092	0.086	0.089
P. W	-0.281	-1.786	-1.034
P. W*	-0.372	-1.196	-0.784

P. W: 純水

表2 南湖底泥の攪拌による栄養塩の溶出 (μg/g-乾泥)

項目	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	NH ₃ ⁺ -N	Inorg-N	PO ₄ ³⁻
底泥%					
3	0.42	2.42	32.4	35.2	1.4
5	0.11	0.63	1.9	2.7	1.3
6	0.33	0.74	50.2	51.3	2.5
7	0.18	(0.03)	13.2	13.4	0.0
8	0.29	1.76	23.7	25.8	2.8
9	0.19	3.54	76.5	80.2	5.7
10	0.17	2.45	15.7	17.3	0.0
11	0.21	4.55	7.6	79.4	1.4
12	0.30	5.58	55.6	61.5	2.3
13	0.20	5.12	20.5	25.8	0.4
14	0.18	2.04	65.5	67.7	2.8
15	0.35	3.66	73.7	77.7	1.7
16	0.23	1.36	32.0	33.6	0.5
17	0.27	5.12	60.1	65.5	2.7
平均	0.245	2.79	42.5	45.58	1.82
水田土壌	0.08	1.75	0.1	1.8	13.5

PO₄の溶出量の平均値は各々 45.6, 1.92 (μg/g乾泥)であった。これらの栄養塩は底泥間が水中に含まれていたものや底泥粒子から分離して放出されたものと思われる。

次に、AqR₆に対して無機態窒素、PO₄の溶出量をプロットして図1に示す。AqR₆と無機態窒素溶出量の間には相関がみられ、相関係数は0.391であった。PO₄についてもある程度の相関がみられた。このように底泥の攪拌によって溶出した無機態窒素やPO₄は藻類の増殖に関係があることがわかった。

ろ過液についてガelper過法による溶出有機成分の分画パターンを結果を図2に示す。どの試料についても分画No.20~40に比較的高いピークが見られるのが特徴である。従って、底泥の攪拌によって溶出する有機成分は比較的分子量の高い成分である。これらは底泥の分解によって生じた中間物質が間引き水中に溶解したものであるが今回の実験では吸光度はそれほど高い値を示さなかった。

溶出有機成分の藻類増殖に及ぼす効果について検討した。図2に示す試料No.8の分画液を4つのグループに分け、各グループの分画液を1本にまとめてコンボジット試料4本作成した。CHU No. 10培地を基礎とし各コンボジット試料のAqPに及ぼす効果を測定した。操作手順の概略を表3に、得られた結果を表4に示した。溶出成分のAqPに及ぼす効果は第II、第III、第I、第IVグループの順に大きく、AqR₆は0.74, 0.52, 0.38, 0.29であった。このことから底泥から溶出する有機成分も藻類の増殖に関係があることがわかった。

4. おわりに

ひわこ南湖の底泥を対象に攪拌実験を行い、溶出物質の藻類増殖に及ぼす効果をAqP法により検討したが、得られた成果をまとめると、次のようになる。

- (1) 底泥の攪拌によって、藻類の増殖を促進する物質が溶出し、今回の実験では、AqR₆値は-2.579~0.385の値が得られた。
- (2) AqR₆と無機態窒素およびPO₄の溶出量の間には各々相関がみられた。
- (3) 底泥の攪拌によって比較的高分子の有機成分が溶出し、溶出有機成分も藻類の増殖に関係があることがわかった。

今後の問題としては、AqP測定における接種藻類の生理的状態を統一することなどがあげられる。

(参考文献)

- 1) 西沢一俊, 千原光雄編「藻類研究法」, 共立出版(1979)
- 2) 原沢, 佐友, 河村「藻類の動態解析における増殖能の取り扱いについて」, 第20回衛生工学研究討論会発表論文集(1984.1)
- 3) 伊藤雅彦「底泥の湖沼水質に及ぼす影響評価に関する研究」, 京都大学卒業論文(1984.3)

表4 各分画成分がAqPに及ぼす効果

分画成分	AGR ₁	AGR ₄	AGR ₇
①	0.38	0.31	
②	0.73	1.18	
③	0.52	0.65	
④	0.29	0.03	
⑤	-0.51	0.06	

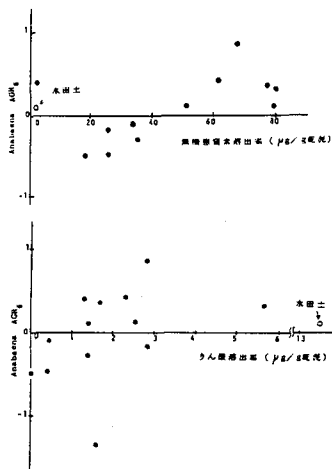


図1 無機態窒素、PO₄溶出量とAqR₆

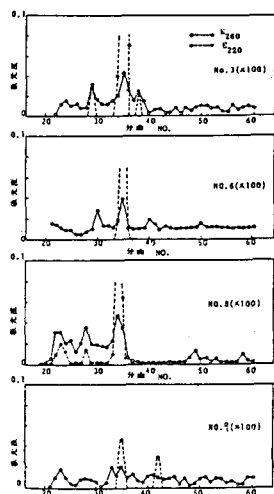


図2 攪拌溶出液のゲルクロマトグラム

表3 各分画成分がAqPに及ぼす効果の測定概略

底泥試料: No. 8	
第Iグループ: 分画No. 21~30	
第IIグループ: 分画No. 31~40	
第IIIグループ: 分画No. 41~50	
第IVグループ: 分画No. 51~60	
↓	
① CHU培地 + 第Iコンボジット試料 (9mℓ) (1mℓ)	
② CHU培地 + 第IIコンボジット試料 (9mℓ) (1mℓ)	
③ CHU培地 + 第IIIコンボジット試料 (9mℓ) (1mℓ)	
④ CHU培地 + 第IVコンボジット試料 (9mℓ) (1mℓ)	
⑤ CHU培地のみ	
↓	
各調整試料(①~⑤)についてAqPを測定した。	