

広島大学工学部 正員 ○今岡 務

広島大学工学部 正員 寺西 靖治

1. はじめに

わが国の水域環境には河川のように改善の傾向の見られる箇所もあるが、湖沼、内湾のような閉鎖性の高い水域は依然として深刻な状況にある。さらに、このような水域では、汚濁物質の蓄積によって底泥の汚染、いわゆるヘドロ化が顕著であり、汚濁源として機能するまでに至っている場合が多く見られる。このようなヘドロの除去は、当然水域の環境改善における重要な課題と言えるが、その処分量を勘案すれば、浚渫・投棄などは用地の点などから容易な手段とは言えない。本研究では、このような有機汚濁化した底泥（以下、有機底泥）の性状のまた機能的回復を図る手法の確立を目標として、活性汚泥による生物処理の適用を検討し、その改善効果を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

有機底泥の生物処理実験は、ポリカーボネート製の円筒容器（内径：16cm、槽容量：3,700 ml）に活性汚泥2,500 mlと泥試料（有機底泥30～120gを蒸留水500 mlに懸濁させたもの）を投入して全液量を3,000 mlとした後、ばっ気・攪拌条件下、3日に1度の頻度で槽内泥の引き抜き（500 ml）と新たな泥試料の投与を行うことにより、実験室内で実施した。実験条件を、表-1に示す。回収泥はSSの測定を行うとともに、3,000rpmで15分間遠沈し、強熱減量（IL）、CODsd、BODsd、Nなどの分析に供した。なお、SSはガラス繊維ろ紙を用いて測定し、ILおよびCODsdは底質調査方法に従ってそれぞれ600℃、過マンガン酸カリウムにより測定した。また、BODsdは湿潤試料をDOビンに入れ、スターラーで攪拌しながら、5日間の酸素消費量を測定して求めた。CODsd、BODsdいずれも、1g乾泥当りの量により表示した。実験に用いた活性汚泥は、公共下水道の終末処理場であるH浄化センターのエアレーションタンクで得たものであり、有機底泥は生活雑排水による顕著な有機汚濁化が認められるA湖沼において採取した。それぞれの性状は、表-2に示すようである。

表-1 実験条件

No.	活性汚泥(l)	底泥投入量(g)
Run. 1	2.5	30
Run. 2	2.5	60
Run. 3	2.5	120
Run. 4	—	60

3. 実験結果および考察

図-1は、各槽内のSS濃度の経時変化を示したものである。本実験の場合、3日毎に槽内泥の引き抜きと泥試料の投入を行ったため、各項目にはそれに伴う増減があることから、経時変化を見る場合もその出入りを勘案する必要がある。すなわち、3日に一度30gの泥試料を投入したRun1の場合、乾泥率を23%とすると、

（注）底泥試料（湿潤重量）は、蒸留水500mlに懸濁させて投入した。

槽内濃度と13.8 g/lとなった際にはSS濃度の変化が見られなくなる。同様に、Run2、Run3の場合にはそれぞれ、27.6、53.2g/lとなるため、いずれもSS濃度の平衡には達するにはまだ回数を要するようである。また、実験開始時に活性汚泥を投入したRun2と与え

表-2 活性汚泥および供試底泥の性状

	MLSS (mg/l)	乾泥率 (%)	IL (%)	CODsd (mg/g)	BODsd (mg/g)	Kje-N (mg/g)
活性汚泥	2,520	—	75.1	589	175	55.2
A湖沼底泥	—	21.3	16.1	56.1	15.9	4.4

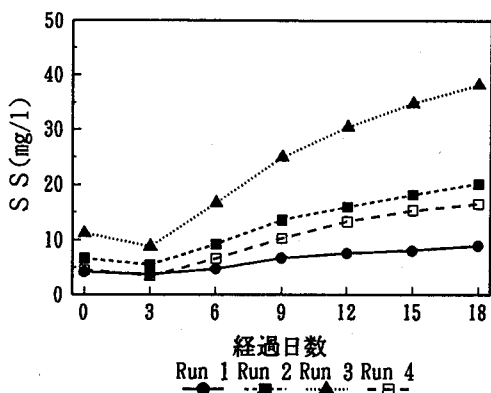


図-1 SS濃度の経時変化

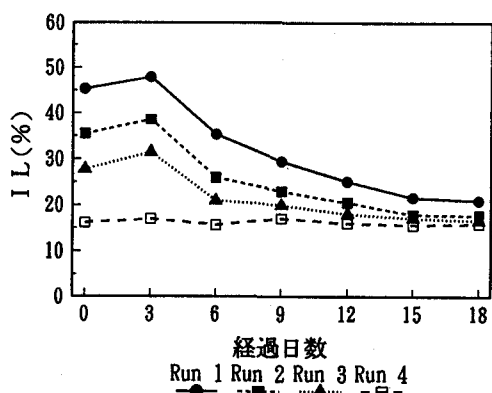


図-2 ILの経時変化

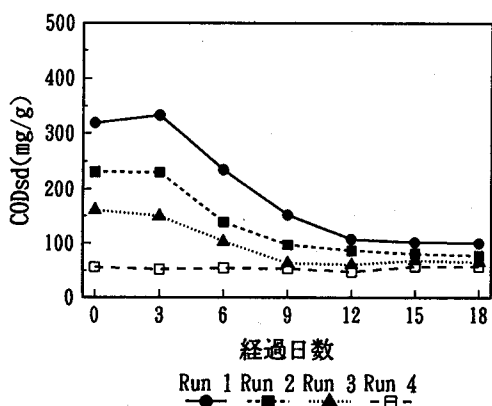


図-3 CODsdの経時変化

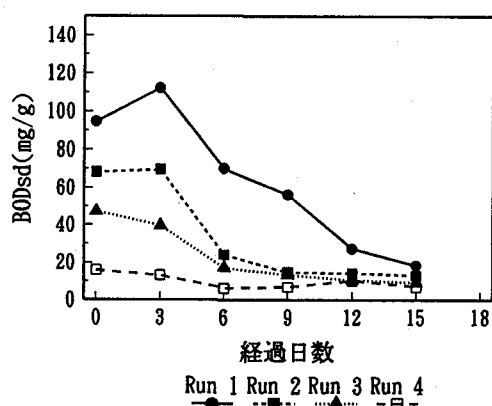


図-4 BODsdの経時変化

なかったRun 4を比較すると、活性汚泥の投入によるSS濃度差は約2 g/lと見積もられるが、その差異は18日後にも認められ、この間活性汚泥の顕著な自己分解は生じていないものと推測された。

次に、強熱減量ILの経時変化を図-2に示す。ILは試料中の有機物量をより直接的に表わす指標と考えられるが、活性汚泥のILが75%と有機底泥に比較して高いことから、投入泥の少ないほど相対的に高い値を示す結果となった。また、Run 1～3において3日後にILの増加が認められること、さらに18日後においてもRun 1で20.9%、Run 2で17.7%、Run 3で16.6%といずれもRun 4を上回ったことから、有機底泥投与下でも活性汚泥の増殖が維持されることを示唆するものと考えられた。

CODsdおよびBODsdについても、図-3、4に示すようにILと概ね同様な傾向を示した。Run 1～3のCODsdは、12日目以降それぞれ、100mg/g、80mg/gおよび65mg/g前後で安定した。一方、Run 4ではほとんど変化が見られず、有機汚濁化した底泥のみの系ではそこに含まれるCOD物質の分解が困難であることを示唆した。また、BODsdは泥中の易分解性有機物の指標として着目したが、表-2の分析結果からも得られるように供試泥中のBODsdはCODsdの30%未満と小さい。このBODsdに関しては、Run 4にお

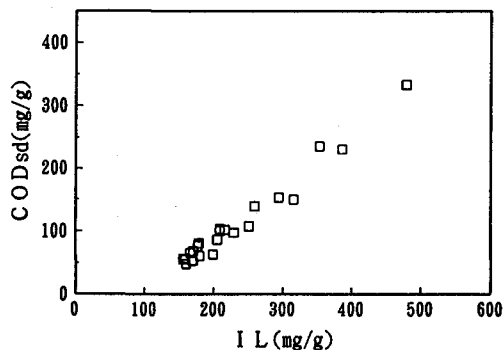


図-5 ILとCODsdとの関係

表-3 物質収支

		活性汚泥	投入泥	計	引抜き量	残存量	計	増減量	減少率1	減少率2
S S	Run 1	6.25	41.67	47.92	15.39	26.82	42.21	5.71	11.9	13.7
	Run 2	6.25	85.35	91.60	31.23	60.48	91.71	-0.11	-0.1	-0.1
	Run 3	6.25	170.70	176.95	57.93	114.66	172.59	4.36	2.5	2.6
	Run 4	—	85.35	85.35	24.90	55.50	80.40	4.95	—	5.8
I L	Run 1	4.69	6.71	11.40	4.53	5.61	10.14	1.26	11.1	18.8
	Run 2	4.69	13.74	18.43	7.07	10.70	17.78	0.66	3.6	4.8
	Run 3	4.69	27.48	32.17	11.34	19.03	30.38	1.80	5.6	6.5
	Run 4	—	13.74	13.74	4.01	8.82	12.84	0.91	—	6.6
CODsd	Run 1	3.68	2.34	6.01	2.51	2.69	5.20	0.81	13.5	34.8
	Run 2	3.68	4.79	8.47	3.36	4.67	8.03	0.43	5.1	9.1
	Run 3	3.68	9.58	13.25	4.43	7.51	11.94	1.31	9.9	13.7
	Run 4	—	4.79	4.79	1.32	3.17	4.49	0.29	—	6.1
BODsd	Run 1	1.09	0.54	1.63	0.67	0.45	1.11	0.52	31.8	96.6
	Run 2	1.09	1.11	2.20	0.52	0.71	1.23	0.97	44.1	87.7
	Run 3	1.09	2.21	3.31	0.74	0.96	1.70	1.61	48.5	72.5
	Run 4	—	1.11	1.11	0.14	0.32	0.46	0.65	—	58.5

(注1) 単位: 減少率は%, その他はg。

(注2) 減少率1 = $100 \times [\text{増減量}] / ([\text{活性汚泥}] + [\text{投入泥}])$

(注3) 減少率2 = $100 \times [\text{増減量}] / [\text{投入泥}]$

いても初期値に対して60%程度の減少が認められた。

図-5は、各試料のI LとCODsdとの関係を示したものである。これらのデータからは回帰式として

$$[\text{CODsd}(\text{mg/g})] = 0.831 \cdot [\text{I L}(\text{mg/g})] - 81.2 \quad (r=0.983) \quad \text{----- (1)}$$

が得られた。I Lが250 mg/g(25%)以上のデータは、活性汚泥の占める割合が相対的に大きい試料と考えられ、CODによる微生物のような有機体の酸化率はかなり高いことが確認された。それに対して、I Lが160 mg/g前後のRun 4のデータからCODsd/I L比を求めたところ、平均で0.33となり、底泥中の有機物の組成が微生物体とは大きく異なると推定された。

以上のようなSS, I L, CODsdおよびBODsdについて、実験期間中の収支をまとめた結果を表-3に示した。SSについては、Run 2以外は5g前後の減少となったのに対し、Run 2では僅かではあるが増加を示したことから、傾向を明らかにするには至らなかった。I Lに関しては、活性汚泥により4.7g、投入泥により6.7~27.5gを与えたことになるが、減少量としては1g前後であった。ただし、SSの増加が見られたRun 2でも0.7gの減少を示した。Run 1の場合、その減少分が投入泥によるものと考えるとその減少率(減少率2)は18.8%となる。CODsdに関しても、減少量は0.3~1.3g程度であったが、投入泥に対する減少率はRun 1で34.8%とI Lより高い低減効果を示すとともに、Run 2でも9.1%とRun 4を上回る結果が得られた。BODsdについては、投入泥中の値が小さいこともあり、Run 1~3では72.5~96.6%の高い減少率となった。しかしながら、泥中のI LあるいはCODsdを如何に低下させるかが大きな問題であり、またその浄化能を反応槽内で維持しながら、処理泥をどのようにして分別するかが今一つの課題である。

4. おわりに

以上のように、本実験では活性汚泥による底泥中の有機物の顕著な分解効果を、定量的に示すには至らなかったが、投入量の検討や測定項目の追加などを通して今後さらに詳細な知見の蓄積を図り、より効率的な底質改善手法の確立を目指したいと考えている。