

東北大学 正 佐藤敦久
国立公衆衛生院 岡田光正
○東北大学 学 高崎みつる

はじめに

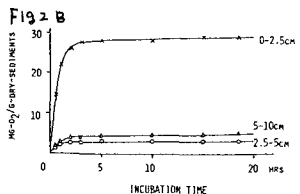
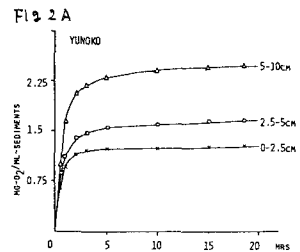
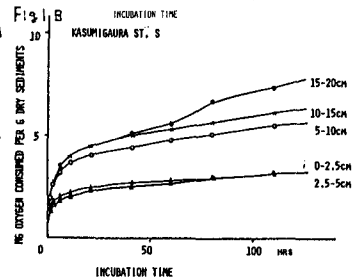
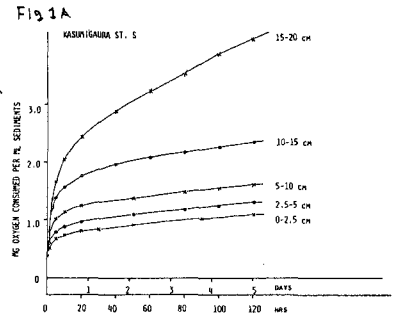
湖沼の富栄養化に関する問題のひとつに溶存酸素濃度の減少があげられる。溶存酸素濃度の低下は湖底泥からのリンの溶出を左右する大きな要因のひとつであり、湖水中の栄養塩の循環に重要な意義をもつものである。しかしこれについて公表されている湖の水質の将来予測モデルにおいて溶存酸素バランスを考慮したものは少ない。溶存酸素の消費には2つの要因、すなわち水塊中での酸素消費、および底泥による酸素消費がある。底泥による酸素消費（以降これをSODとして用いる）を求める方法は数多く報告されているが、大別すると底泥を水中に均質に分散、攪拌させSODを求める方法と、試料を現場の状態のままで取り扱う方法とに区別できる。後者の手法を用いた場合底泥内部での溶存酸素消費過程、及び拡散についてFig. 1Aの情報を伴ってはいじめて動的解析が可能となる。一先前者の方法によれば、動力学酸素消費係数は比較的容易に求めることができる。ここでは前者の方法を採用して底泥の酸素消費速度の解析を行ない、さらにSODと生物学的な寄与と化学的な寄与とに分離した。

試料及び実験方法

底泥試料は霞ヶ浦および湯の湖からコアサンプラーを用いて採取した。霞ヶ浦試料の採泥点は通年好気性である水深2.5 mの点を選び、湯の湖試料は夏季成層によって嫌気状態であった湖心から採泥したものである。SODの測定は試料を実験室に搬入後すばやく行なわれた。コアサンプラーから2.5 cm ~ 5 cmの間隔で切り取った各層において、試料が均質になるようによく混合した。このサンプルを用いてクローソーターにより酸素消費速度を測定した。500 mlの反応容器に蒸留水300 mlを入れ、試料添加時には正確に20℃となるようあらかじめ恒温に保った。試料の添加は注射器を用い湿潤状態の試料を5 ml 添加した。これとは別に試料添加直後のSODを測定する為、共せん付き三角フラスコを用い、試料添加直後の酸素濃度の減少量を測定した。溶存酸素濃度の測定は、ウインクラー-アヅカナトリウム変法による。また CuSO_4 (2.0 g/l) を添加することにより、生物、化学的酸素消費の分離を行なった。乾燥重量は105℃ 2~3日間で恒量になるまで乾燥させた後の値を用いた。

実験結果及び考察

Fig. 1Aに霞ヶ浦底泥による酸素消費量の経時変化を示す。試料の採取位置が深くなる程、湿潤試料の単位体積あたりの総酸素消費、SODともに大きくなる傾向を示した。試料添加直後の急激な酸素消費は、約5時間後まで続き、その後酸素消費はゆるやかに進行した。総SODの



湯の湖底泥によるSOD 2A: 湿潤試料, 2B: 乾燥試料に対するSOD

約50%あまりはこの急激な酸素消費によって失われた。この試料の採取地点の湖水は通年好気状態であったにもかかわらず、表層のSODは、大きいといえよう。この結果は表層試料1mlで1mgの酸素を消費することに対応する。これを深さ2mの水柱に置き換えてみると、底泥の表層1cmが完全に溶脱し均等に水と接した場合5mg O₂/lの溶存酸素の減少を伴うことになる。Fig. 1Bには特深重量あたりのSODの経時変化を示す。2層間試料のSODに比べ乾燥重量あたりのSODの深さによる変化は小さい。嫌気状態の水と接していた濁りの湖底泥のSOD経時変化をFig. 2に示す。表層試料の乾燥重量を基準としたSODは下層の試料に対して約6倍の値を示した。霞ヶ浦と濁りの湖の表層と比較すると前者のSODは夏から秋にかけて、3.7~4.8 mg O₂/g (TABLE 1参照)であったのに対し後者は、29.0~16.9 mg O₂/gと大きかった。Fig. 3は、硫酸銅添加、無添加の試料に対する酸素消費の経時変化を濁りの湖試料に対して示したものである。表層試料では化学的な酸化はあまり大きくなく、深層試料では大きい。特に測定開始後1時間の化学的な酸素消費は大きい。SODの最大値を、C_mとすると、ある時間におけるSODは次のように表わされる。

$$\frac{dS}{dt} = -K \cdot S \quad \dots (1)$$

$$S = C_m - C$$

C = 酸素消費の累積値
t = 時間 (hr)
K = 酸素消費速度係数 (hr⁻¹)

1) は

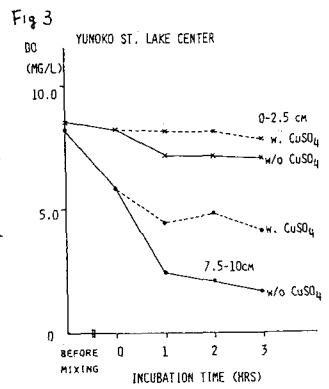
$$\ln S = \ln C - K \cdot t \quad \dots (2)$$

となる。

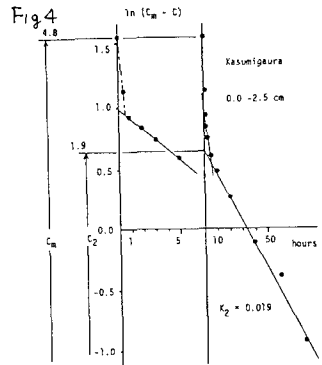
Fig. 4に ln S と t の関係を示した。酸素消費が3段階で行なわれたことがわかる。これはSODが3つの過程をもち、それぞれの酸素消費速度係数が異なっている為の結果と思われる。各段階における、C₀, C₁, C₂, K₀, K₁, K₂ の値をTABLE 1, 2に示す。Fig. 4, Fig. 3を合わせ検討すると第1段階の消費は化学的消費であることがわかった。2段階, 3段階の消費は生物学的な有機物の分解に由来するものと推定された。

よかりに

今回の実験では通年好気性の水と嫌気性の水とに接する試料について、酸素消費過程を追ってみた。それぞれの試料の示す消費の過程は3段階にわかれ、1段階の化学的消費の全体に占める割合は大きく、反応時間は短かった。しかし化学的消費と生物学的な消費との割合を決定する要因及び総SODを決定する要因については解明することはできなかった。SODを決定する要因についての解析は有意義であると思われる。



濁りの湖心試料; 試料+CuSO₄の経時変化



霞ヶ浦試料に対する ln S - t

TABLE 1

SUMMARY DATA FOR SEDIMENTS OXYGEN CONSUMPTION

SAMPLE	DATE	DEPTH (cm)	C _m	C ₀	C ₁	C ₂	K ₀	K ₁	K ₂
			(mg-O ₂ /g-dry-mat.1)				(hr ⁻¹)		
KASUMIGAURA	8/11	0-2.5	4.8	1.11	1.14	1.75	0.016	0.0043	
			(281)	(291)	(443)				
	8/23	0-2.5	4.2	0.88	1.50	1.82	0.24	0.037	
			(131)	(136)	(143)				
St. S	8/30	0-2.5	4.8	2.10	0.78	1.92	0.084	0.019	
			(144)	(161)	(140)				
10/14	0-2.5	3.7	0.94	0.95	1.82	0.15	0.0058		
			(25)	(26)	(49)				

TABLE 2

YUNOKO

SAMPLE	DATE	DEPTH (cm)	C _m	C ₀	C ₁	C ₂	K ₀	K ₁	K ₂
			(mg-O ₂ /g-dry-mat.1)				(hr ⁻¹)		
LAKE CENTER	8/9	0-2.5	29.0	15.0	10.3	3.67	0.46	0.38	
			(52)	(124)	(133)				
	10/18	0-2.5	16.9	9.5	7.39	0.25	0.052		
			(58)	(44)					
	10/18	5.0-10.0	0.35	0.59	1.67	1.37	0.32	0.067	
			(137)	(171)	(136)				
TANABURHEN	10/18	0-2.5	5.6	0.32	0.82	4.44	0.052	0.051	
			(16)	(151)	(180)				
WASTE WATER	10/18	0-2.5	15.0	0.9	-	14.1	-	0.031	
			(16)		(54)				

霞ヶ浦, 濁りの湖試料に対するそれぞれのC_m, C₀, C₁, C₂, K₀, K₁, K₂