

○ (林建設技術研究所 正会員 福島 基
東北大学工学部 正会員 佐藤 敦久
東北大学工学部 正会員 高崎 みつる

1. はじめに 上水源として利用されている湖において、富栄養化現象の進行に伴う底層の溶存酸素濃度(以下DOと記す)の減少は、様々な問題の引き金となり、浄水処理コストの上昇と共に水道水の水質悪化をもたらす原因となることが既に良く知られている。湖水中のDOの減少と決定する要因は種々考えられているが、本研究はそれらの内の一つである水中のDO消費速度に関してその定性的な傾向を把握し、知見を深めようとするものである。研究の対象とした湖は宮城県仙台市の上水源である釜戸湖で、夏期水温躍層形成期間中に行った現場連続実験および湖水等を試料とした室内実験の結果に基づいていくつかの考察を行った。

2. 実験方法 実際の湖水中のDO消費速度の推定は、暗ビン法による現場実験によって行った。採水、DOビンへの湖水の分注には6ℓバンドン採水器を用いた。実験の初期条件にあたるDO、SS、Chl- α は採水後たんに測定を行い、実験期間中の暗ビン設置深度の平均水温は随時行った測定から推定した。なおDOはウィンクラー・アジ化ナトリウム変法に従って決定し、SS、Chl- α は上水試験法に従って決定した。水温の変化・攪拌の有無等の実験条件の違いが水中のDO消費速度に及ぼす影響の評価は室内実験を通して行った。この実験で用いた装置は、遮光されてより外部の空気との接触がなく、連続攪拌・温度一定の条件を満足するものである。DOの変化は試料の一部を装置から抜き取りDOビンに採取した後、現場実験と同様な方法によって決定した。

3. 実験結果および考察

3-1 現場暗ビン実験の結果と考察

現場暗ビン実験の結果から得られた水温と単位SSあたりの1日呼吸量の関係とFig.1に示す。この図から釜戸湖では、単位SSあたりの水中の酸素消費速度は水温に対して指数関数的に変化するものであることがわかった。一オ従来の研究においては、春期循環期の狭い温度範囲(約5℃)では、単位SSあたりのDO消費速度が水温の1次関数で表現されるという例が報告されている。本研究で対象とした釜戸湖での実験では、その温度範囲は約9℃と従来の春期循環期を対象とした報告の範囲よりも広がった。表層と深水層での単位SSあたりのDO消費速度は、SSの中心である有機物が沈降過程で受ける分解の程度の違いによって異なっていることが予想できる。さらに同一試料に対するDO消費速度に及ぼす水温の影響は、本来ならば指数関数的に変化するが狭い温度範囲内では直線で近似することができるとも考えられる。Fig.1に示す結果は、これら2つの影響を受けたため従来の報告と異なったものになったと考えよう。Fig.2はFig.1と同じ実験から単位Chl- α あたりの呼吸速度を水温に対し

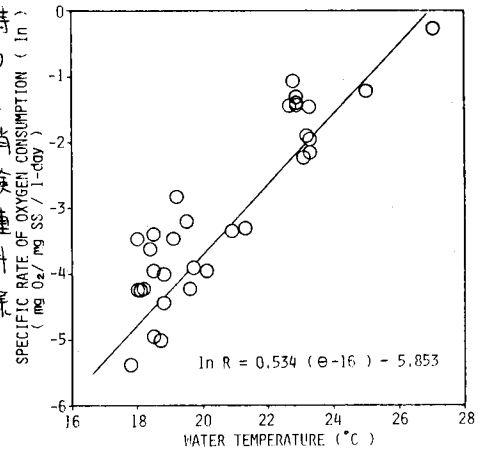


Fig. -1

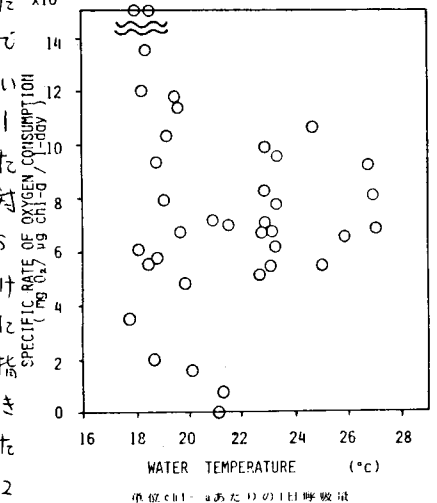


Fig.-2

て示したものである。この図からわかるように単位 chl-aあたりの BOD 消費速度は水温に対して大きくばらつき、水中の BOD 消費速度を表わす指標としては chl-a よりも SS の方がより有効であることがわかった。

3-2 室内実験の結果と考察

Fig-3 はプランクトンネットを用いて濃縮した湖水を試料とした時の BOD 消費速度と水温 (7, 20, 30℃) の関係を示した結果である。この図の傾きより求めた単位 SS あたりの BOD 消費速度の対数値を縦軸

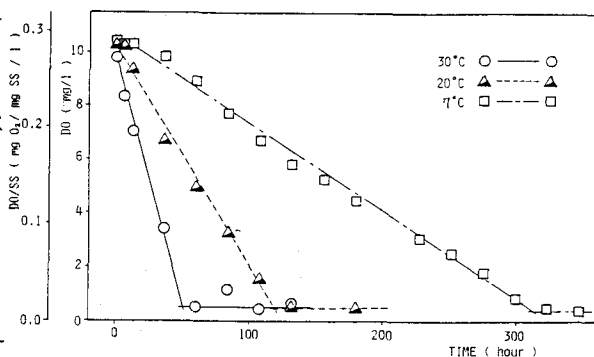


FIG. - 3

にとり、水温を横軸にとってプロットした図が Fig-4 である。この図から同一試料を用いた実験では、 BOD 消費速度は水温に対して指数関数的に変化していることがわかった。この結果は 3-1 で行なった考察の一部を裏づけるものであった。Table-1 は攪拌の有無と BOD 消費速度との関係を調べた実験結果である。試料は各水深に吊した沈降ビンによって捕集された新生堆積物とした。表中の酸素消費速度は、攪拌したものと静置したものとの違いについて単位 SS あたりの BOD の変化をプロットし、その傾きから推定した値である。この表よりわかるように、

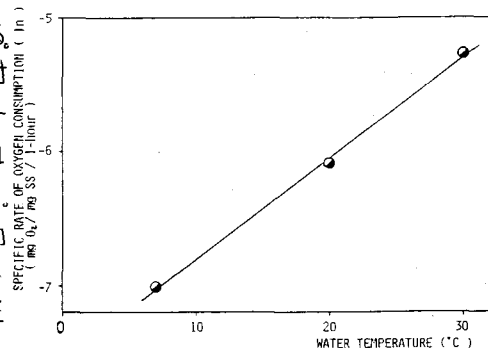


FIG. - 4

Table-1 攪拌の有無が酸素消費速度へ与える影響

試料	実験方法	chl-a/SS (g/mg)	酸素消費速度 ($\text{mg O}_2 / \text{mg SS} / \text{h}$)	攪拌静置比 静置/攪拌
2m	静置	1.162×10^{-3}	7.1×10^{-3}	0.96
2m	攪拌	1.162×10^{-3}	7.4×10^{-3}	
10m	静置	0.695×10^{-3}	5.4×10^{-3}	0.85
10m	攪拌	0.695×10^{-3}	6.3×10^{-3}	
18m	静置	0.092×10^{-3}	1.7×10^{-3}	0.65
18m	攪拌	0.092×10^{-3}	2.6×10^{-3}	

chl-a/SS の値が小さいほど BOD 消費速度は小さくなり、また同時に BOD 消費速度の攪拌・静置比も小さくなっていった。この結果と現場暗ビン実験の結果とは試料が異なる為直接比較することは出来ないが、深さ方向に向って SS の質が異なり、それに伴って BOD 消費速度が小さくなっていくことに大むね間違いはないであろうことから、この結果は 3-1 の考察の一部を裏づけるものとして取り上げよう。また実際の湖水がどちらの実験系に近いかはわからないが、この結果は暗ビン法による水中の BOD 消費速度の推定について 1 つの問題提起であると考えられる。

4. 結論

閉鎖系の回分実験を現場および室内で行い、以下に記すような結論を得た。

- 1) 釜戸湖では、単位 SS あたりの BOD 消費速度は水温に対して指数関数的に変化することがわかった。
- 2) 単位 chl-a あたりの BOD 消費速度は水温に対して大きくばらつき、水中の BOD 消費速度を表わす指標は、chl-a より SS の方がより有効であることがわかった。
- 3) 現場実験で確認されたように、 BOD 消費速度が水温に対して指数関数的に変化することは、室内実験において同一試料を用い設定水温を変えた実験においても確認された。
- 4) 暗ビン中の BOD 消費速度は、試料の chl-a/SS の比が小さくなるにつれ小さくなり、それに伴って静置系と攪拌系の実験結果の差は大きくなっていった。

本研究は日本生命財団の研究助成金によって行われたものである。

参考文献 (1): 高崎みづる・佐藤敦久・須藤隆一・岡田光正 “湖の溶存酸素収支に関する研究” 土木学会論文報告集 (Vol. 340, 1983 年 12 月)