

II-87

貯水池における藻類と DO の挙動について

東北大学大学院 学生員 ○岡 史浩
 東北大学工学部 正 員 真野 明
 東北大学工学部 正 員 後藤光龟

1. はじめに

湖沼や貯水池の水質を管理する上で、DO や藻類の気象、水象の影響による挙動を知ることは重要である。とりわけ貯水池では、流速勾配により起こる鉛直方向の拡散、藻類による DO の消費や生産が支配的である。本研究は、水温躍層安定期である夏期に仙台市近郊の中原貯水池において気象、水象の連続自動観測及び水質分析を行ない、この貯水池での鉛直方向の拡散及び藻類の光合成による DO 生産の特性について解析したものである。図-1に貯水池の平面図を示す。また、連続自動観測では水温、流速、DO、気温、日射量、風向風速を、水質分析では DO、SS、Chl.a、濁度、P、N を計っている。

2. 拡散

この貯水池での DO の時系列分布を見ると、下層付近でかなりの変動が確認でき、また下層での流速も比較的大きいことも確認できる。前報岡ら¹⁾では、せん断応力が水面から底まで直線的に減衰する分布を仮定し、水温データから拡散係数を求めていたが、これだと底付近で拡散係数が小さくなってしまい、流動や DO の分布を説明できないことが分かった。そこで、本報告では混合距離の分布を仮定することで、新たに拡散係数を算定し直した。

$$l = \kappa z(1 - z/h)$$

$$\epsilon^* = \frac{\epsilon}{u^*h} = \frac{1}{u^*h} \left(\rho^2 \frac{du}{dz} \right)$$

ここで、 l は混合距離、 κ はカルマン定数、 z は湖底からの高さ、 h は水深、 ϵ は拡散係数、 u は流速、 u^* は水面での風による摩擦速度である。'95 7/19~25、8/7~22の流速、水温、風向風速データを用いて、無次元拡散係数 ϵ^* と Richardson 数 ($Ri = -g \frac{d\rho}{dz} / \left(\frac{du}{dz} \right)^2$) との関係プロットしたのが図-2である。ここで $z = 1.2$ m とした。最小自乗法で回帰した結果を図中の直線で示すが、 $\epsilon^* = 0.57 Ri^{-0.51}$ と近似できることが分かる。前報の定義と比べ、約 100 倍大きい値が得られる。

3. 藻類による DO 生産

'95 7/15、8/22、9/5、9/12の4回、DO 生産速度を求めるため、明暗瓶法により現場実験を行なった。明瓶の DO 値から暗瓶の DO 値を差し引くことで DO 生産量を求め、それをさらに Chl.a 濃度、日照時間で割り、またリン濃度を用いて最適栄養塩での DO 生産速度を求めた。さらにここでは、'93 8/19~21に行なったデータも用いた。

藻類の増殖と光合成による DO 生産とが比例関係にあるとすると、以下の式で表せる。

$$\mu = 2\mu_{maxT}(1 + \beta) \frac{I_r}{I^2 + 2\beta I_r + 1}$$

ここで μ_{maxT} 、 I_{optT} はある水温 $T^\circ\text{C}$ での最適 DO 生産速度及び最適日射量、 $I_r = I/I_{optT}$ 、 β は減衰係数である。この式を適用するため、各深度での平均水温を7つに分類し上式の係数を最小自乗法によりそれぞれの水

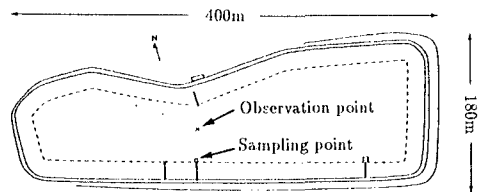


図-1 中原貯水池平面図

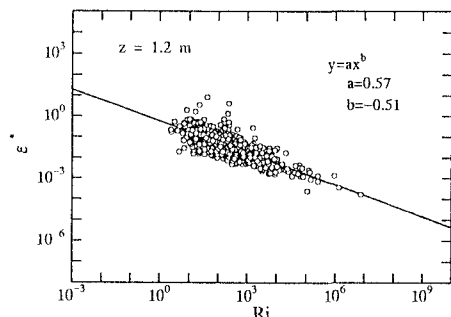


図-2 Ri と ϵ^* の関係

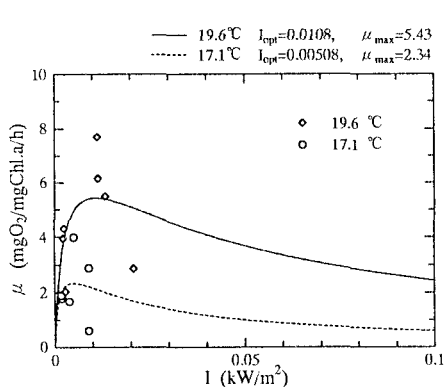


図-3 水温 15～20℃での μ と I の関係

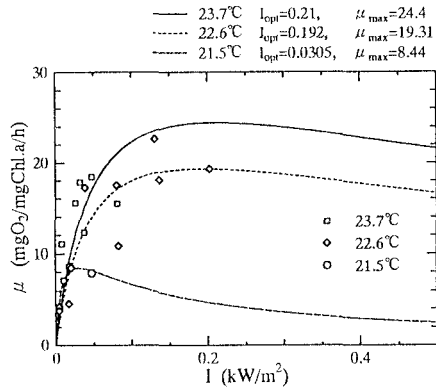


図-4 水温 20～25℃での μ と I の関係

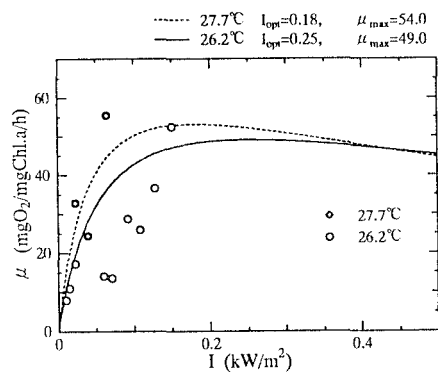


図-5 水温 25℃での μ と I の関係

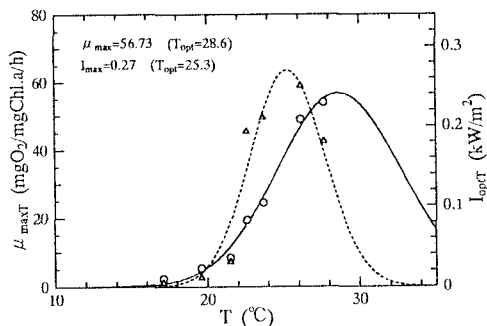


図-6 $\mu_{max}T$, $I_{opt}T$ と水温 T の関係

温に関して求めた。それを図-3～5に示す。さらにそれにより得られた $\mu_{max}T$, $I_{opt}T$ と水温との関係を図-6に示す。これらの図の曲線は、Lehman らによって求められた以下の式²⁾によるものである。

$$\mu_{max}T = \mu_{max} \exp \left\{ -2.3 \left[\frac{T - T_{opt}}{T_{inf} - T_{opt}} \right]^2 \right\}$$

この結果より、この貯水池内の藻類による DO 生産の最適温度は 28.6℃、最適日射量の最大値が得られる温度は 25.3℃と得られ、DO 生産速度が、最適日射量の最大値のときの水温で最大とはならないことが分かる。

4. おわりに

強風時には底付近においても水面と同程度の強い流動があり、DO などの水質項目もそれに影響を受けるような分布となる。この拡散現象を表すため、混合距離を用いた新たな定義を用いて算出し、その特性を示した。また、貯水池内に存在する藻類を包括したとき、藻類の光合成による DO 生産特性を把握し定式化することができた。今後、数値シミュレーションでの水質予測を行なう上で、ここで得られた結果は非常に有用である。

参考文献

- 1) 岡史浩, 真野明, 後藤光亀: 貯水池における出水後の水質シミュレーション, 土木学会年次学術講演会講演概要集, pp.1336-1337, 1995.
- 2) Lehman, J.T., D.B. Botkin & G.E. Likens: The assumptions and rationales of a computer model of phytoplankton population dynamics, Limnol. and Oceanogr. 20, pp.343-364, 1975.