

出水に伴う貯水池の水質変化について

東北大学工学部 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 光亀

1 はじめに

湖沼を管理する上で重要なことは、そこでの環境、特にDOの分布および生育している藻類の分布特性を把握することである。本研究では、仙台市近郊の貯水池において水象・気象の自動観測および水質分析を行ない、その内出水・台風時のデータを用い、DO・藻類の分布モデルをシミュレートした。また、水質項目の分布特性の検討を行なった。

2 DO・藻類の分布モデル

DO・藻類の分布モデルは、様々な研究により多くのものが提案されているが、モデルの仮定や境界条件は、朝長¹⁾のものを準用した。

基礎式は、

$$\frac{\partial A}{\partial t} = E_z \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} - V_{sed} \frac{\partial A}{\partial z} + \frac{X_{O_2}}{\alpha_{O_2}} A - r_e A$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = E_z \frac{\partial^2 C}{\partial z^2} + X_{O_2} A - r_e A \alpha_{O_2} - K_{NH_4} NH_4 \alpha_{NH_4}$$

ここで、 A : クロロフィルa濃度、 C : 溶存酸素量、 E_z : 鉛直方向混合拡散係数、 V_{sed} : 藻類沈降速度、 r_e : 藻類呼吸速度、 α_{O_2} : 藻類の増殖、呼吸に伴う酸素発生当量、 X_{O_2} : 光合成速度、 K_{NH_4} : 硝酸加速速度、 NH_4 : アンモニア性窒素濃度、 α_{NH_4} : NH_4 の硝酸化における発生当量である。 z は水面から鉛直下向きである。シミュレーションを行なった期間は、1994年9月26日13:40から10月4日21:40までで、この時の水温分布と気象データを図-1、2に示す。シミュレーションを行なうにあたって、以下のことを考慮した。呼吸速度は、1993年8月20日の実測の値と水温との関係より図-3に示すような回帰式を得たが、計算結果を合わせるため係数0.05を掛けて低減させた。光合成速度に関しては、まず透明度から吸光係数を求め、栄養塩濃度と水温に関する影響関数を掛けて求めた。だが透明度がかなり低いにもかかわらず底層部でもDOがあまり減少していないことから、藻類が光の少ない所では効率よく光を使っていると考え、効率係数 $f(z) = -0.14z^2 + 1.12z + 0.306$ を導入した。

3 観測値との比較及び考察

DOの分布は、拡散、光合成、呼吸及び硝化の4つ、藻類の分布は硝化の代わりに沈降の4つの要素によって変化する。図-4に、水深5mでのDOの4つの要素の、単位時間当たりの酸素の生産・消費量を示す。出水によりアンモニア性窒素の量が増加したため、硝化による消費の割合が大きい。またこの割合は底に行くほど大きい。拡散の影響は全体として小さいか、また水面に近いほど大きくなり、風が強いときは中間層にまで及ぶ。このモデルでは、光合成と呼吸による酸素の生産・消費だけでなく、硝化による消費の3つでバランスがとられていることがわかる。

DOのシミュレーションの結果のうち、水面から1mと5mのものを図-5、6に示す。1mでは差がある部分もあるが大まかな変化は捉えられている。しかし、5mでは観測値での顕著な変化を捉えられていない。特に9月28日、10月3日深夜の観測値は急に増加しているが、風等の気象影響は小さいので原因は不明である。図-7、8に9月26日～10月2日の2日毎の藻類の結果を示す。観測値は9月24日と10月8日のクロロフィルaのデータを補間したものである。比較すると藻類の挙動に違いが見られ、特に水面付近での差が著しい。沈降速度が浮遊物質の量によって変わるため、それを考慮した水深方向に対する補正が必要である。

<参考文献> 1) 朝長大介：貯水池における藻類・DOの鉛直一次元分布モデルの検討、土木学会年次学術講演会講演概要集、pp.1184-1185、1994

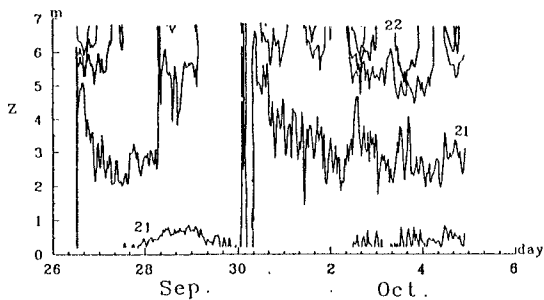


図-1 水温分布

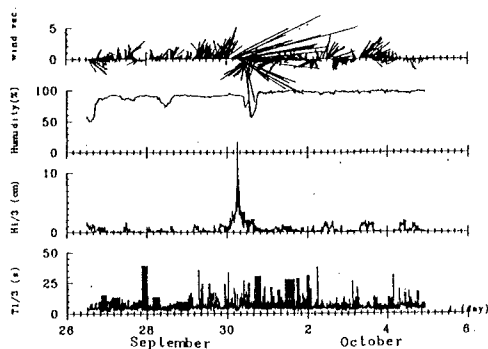


図-2 気象データ

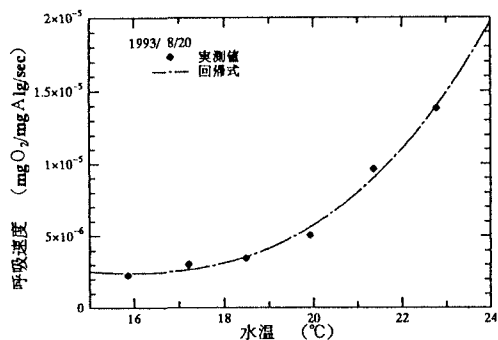


図-3 呼吸速度と水温の相関

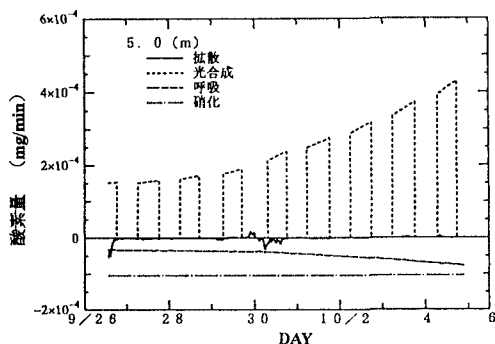


図-4 拡散、光合成、呼吸、硝化による酸素生産・消費量

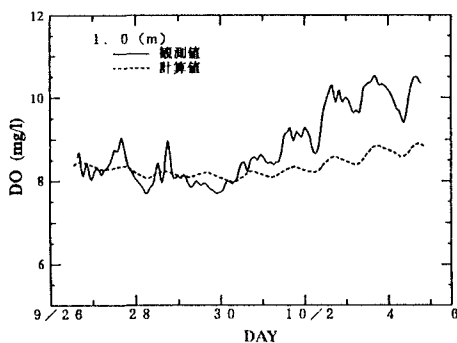


図-5 DO時系列 (1.0 m)

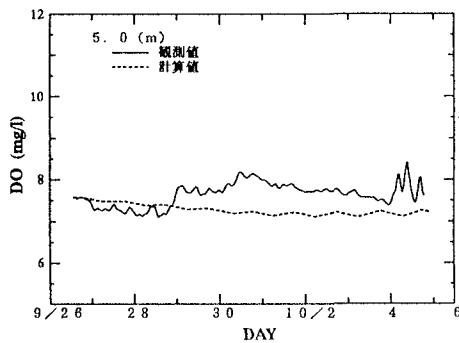


図-6 DO時系列 (5.0 m)

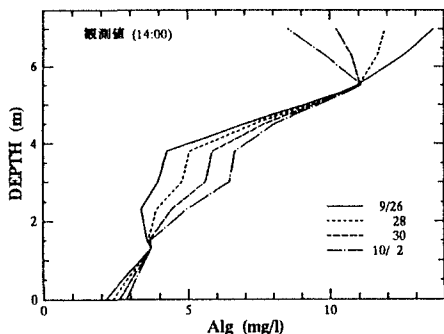


図-7 藻類鉛直分布 (観測値)

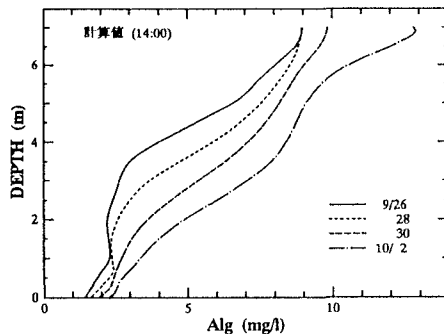


図-8 藻類鉛直分布 (計算値)