

貯水池における出水後の水質シミュレーション

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 後藤光亀

1 はじめに

1994年9月22, 23日の出水により, 仙台市近郊の中原貯水池に濁水が入り込み, 表層の濁度, Chl.a, 栄養塩の濃度が増加し, 透明度も0.5mと低下した. その後9月29, 30日には台風28号の通過に伴い, 強風が吹き貯水池が混合した. 出水後から水象(流速, 水温, DO), 気象(風向, 風速, 気温, 湿度, 日射)の連続自動観測を行い, また1週間に1度採水し水質項目(栄養塩, DO, Chl.a, 濁度, SS)の分析を行った. 本研究では, 出水後の観測データを初期値として, 台風による混合を含む期間を, シミュレーションし水質変化特性や混合特性を明らかにしようとするものである.

なお, 中原貯水池は, 長さ約400m, 最大幅100~109m, 満水時水深7.16mの人造の貯水池で, 長手方向は東西方向で, 台風の強風時の風向と同方向であった. 連続自動観測は貯水池のほぼ中央付近で行った.

2 DO・藻類のシミュレーションモデル

ここで用いたモデルは以下の通りである. また, 仮定や境界条件は, 朝長ら¹⁾のものを準用した.

$$\frac{\partial A}{\partial t} = E_z \cdot \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} - V_{sed} \cdot \frac{\partial A}{\partial z} + \frac{X_{O_2}}{\alpha_{O_2}} \cdot A - r_e \cdot A \quad (1)$$

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

ここで, A : 藻類濃度, C : DO濃度, 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, 呼吸に伴う酸素の発生当量, X_{O_2} : 光合成速度, K_{NH_4} : 硝酸化速度, NH_4 : アンモニア性窒素濃度, α_{NH_4} : NH_4 の硝酸化における酸素消費当量である. z は水面から鉛直下向きである.

水面での境界条件は, 空気との再曝気を考慮して, Banksの式を用い, 湖底での溶存酸素に関する境界条件は, 混合拡散による上部からの移動量と底泥による消費量との差により濃度が変化する条件を考え, 以下の式を用いた.

$$\delta t \left\{ -E_z \frac{\partial C}{\partial z} - X_{sod} \right\} = \delta \bar{C} \delta z \quad (3)$$

ここで, X_{sod} : 底泥による酸素消費, $\delta \bar{C}$: 底層でのDO濃度平均増加量である.

シミュレーションを行った期間は, 1994年9月26日12:00から10月12日10:00までの約16日間で, 図-1, 2に水温分布と気象データを示す. 9月29, 30日の台風により水温が完全に混合していることが確認できる.

3 連続観測値, 手分析値との比較と考察

図-3に藻類のシミュレーション結果を示す. 挙動が一致しているとはいえないが, ほぼ同程度の値が得られたといえる. 図-4~6に水面下0m, 5m, 7mのDOの連続観測値, 手分析値, 計算値を示す. これらは, 大まかな挙動や日変化程度は表せていると思われる. 台風のおこった29, 30日について見ると, 0mでは計算値が連続観測値と等しくなり, 混合状況がうまく表されたと思われる. また7mでは, 底泥

によってDO 静振時に減少するが、台風により混合して上から酸素が供給されDO 濃度が上昇するという挙動が再現されているが、表層と同程度の8mg/l まで濃度が上がらず、混合が不十分である。5m では、底層での酸素消費の影響を受けて値が下がり、連続観測値に現れている強風時の酸素供給が過小に計算されている。図-5 で10月1日までは、日中光合成によりDO が増加し、飽和溶存酸素量に近づくこと、夜間は冷却により表面付近で混合し、濃度が下がっている。その後は連続観測値が飽和溶存酸素量を越え計算値と差があるが、表層での境界条件を更に検討すべきである。

最後に本研究は文部省科学研究費（研究代表・真野 明、課題番号05452402）の補助により行われたものである。ここに感謝の意を表する。

参考文献 1) 朝長大介, 後藤光亀, 真野 明: 貯水池における藻類・DO の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, 1995.

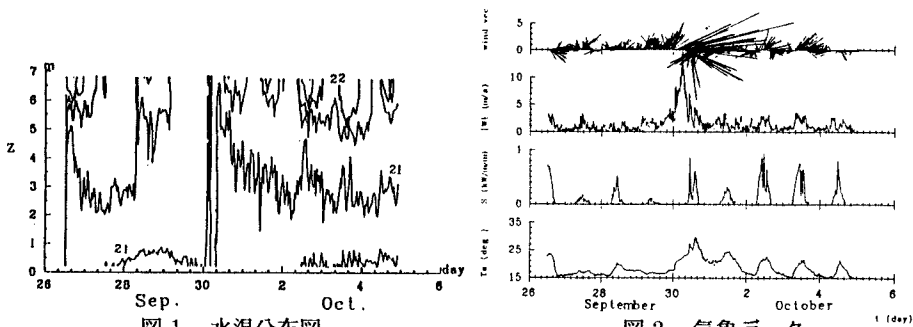


図-1 水温分布図

図-2 気象データ

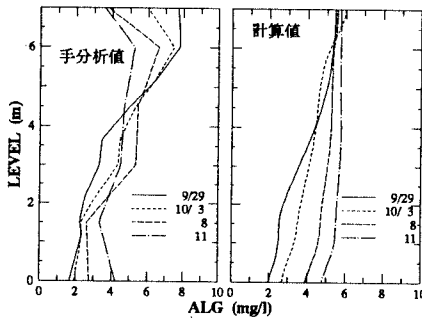


図-3 藻類濃度の比較

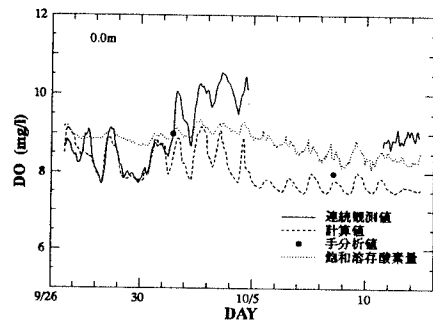


図-4 DO 濃度の比較 (水面下 0m)

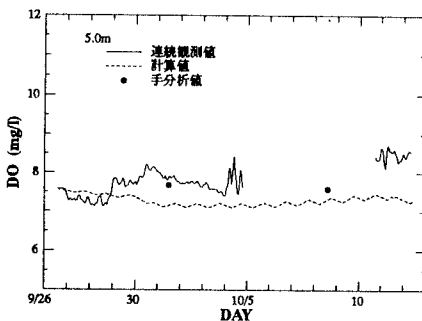


図-5 DO 濃度の比較 (水面下 5m)

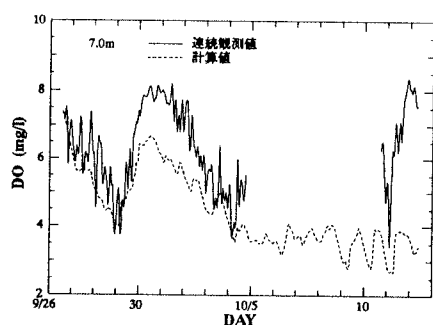


図-6 DO 濃度の比較 (水面下 7m)