

神戸大学大学院 学生員 ○佐々木茂太

神戸大学工学部 正会員 道奥康治

神戸大学大学院 学生員 香川健一

神戸大学大学院 学生員 西口祐輝

1. はじめに

近年、閉鎖性水域における水質汚濁への関心が高まる中、流域の多くを植生で占められるダム貯水池では、植生において発生した植物残滓が貯水池の水質に及ぼす影響を無視できないと考えられる。対象とした貯水池は流域面積が大きい上に、流域の90%以上を植生が占めており、植物残滓による影響が特に大きいと推察できる。本研究では、図-1で示す水質項目に加えて、流域植生で生産された植物残滓を新たに「粗粒状有機物」として考慮し、その収支を組み込んだ数値解析モデルを提案する。

2. 水質・生態系モデル

本モデルはDYRESM貯水池生態系モデルを基本とする鉛直一次元モデルをもとに、新たに粗粒状有機物の収支を組み込むという形で構築した。

(1) 粗粒状有機物

本モデルでは粗粒状有機物として、広葉樹の枝葉、針葉樹の枝葉の4種類を考慮する。貯水池に流入した粗粒状有機物の収支式は次式で与えられる。また分解速度は溶存酸素と水温のみに依存すると考えた。

$$S(W_m) = \underbrace{k_{wm} \cdot f_{wm}(T) \left(\frac{DO}{K_{wm} + DO} + k_{awm} \frac{K_{wm}}{K_{wm} + DO} \right) \cdot W_m}_{\text{粗粒状有機物の分解}} + \underbrace{\frac{1}{\Delta V_j} [W_m \cdot w_{wm} \cdot ND \cdot A]_{x_{j-1}}}_{\text{沈降}} \quad (1)$$

k_{wm} は 20℃ を基準とする粗粒状有機物の分解率、 $f_{wm}(T) = \theta_{wm}^{T-20}$ は植物体分解の温度制御関数で θ は温度制御係数、 K_{wm} は半飽和定数、 k_{awm} は好氣的分解と嫌氣的分解の比、 W_m は粗粒状有機物の重量濃度、 w_{wm} は沈降速度で各モデル定数は種類毎に与えられる。DO, T は溶存酸素濃度、水温、 ΔV_j は第 j 層の体積、 A_j , A_{j-1} は第 j 層の上側、下側の表面積、 ΔZ_j は第 j 層の層厚、ND は 1 日を秒換算した値である。() 内第 1 項は好氣的分解、第 2 項は嫌氣的分解を表す。

(2) 栄養塩との関係

ここでは、栄養塩として窒素とリンを考える。

有機態（懸濁態）栄養塩のうち、生体内以外の成分

$$(ON - \beta_N C_P - \gamma_N Z_P), (OP - \beta_P C_P - \gamma_P Z_P)$$

がデトリタスに含まれる有機態窒素、有機態リンに相当し、これと植物体分解分に含まれる窒素、リン成分と合わせた

$$(ON - \beta_N C_P - \gamma_N Z_P) + \omega_N \Delta W, (OP - \beta_P C_P - \gamma_P Z_P) + \omega_P \Delta W$$

を分解対象となる有機態塩と考える。ここで、 (ω_N, ω_P) は植物体単位体積あたり含まれる窒素、リンの割合で種類毎に与えられる。 (β_N, β_P) は植物プランクトン中の窒素、リンの量とクロロフィル a 量の比、 (γ_N, γ_P) は動物プランクトン中の窒素、リンの量と炭素量の比、 ΔW は粗粒状有機物の分解量で (1) 式の第一項である。

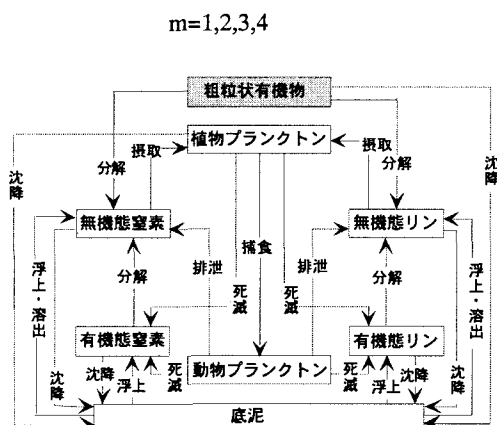


図-1 水質・生態系のモデル化

また、粗粒状有機物は直接無機態塩に分解されると考える。

(3) 溶存酸素との関係

粗粒状有機物が分解される際には水中の溶存酸素を消費する。また、好氣的分解がおこなわれる時のみに酸素を消費すると考え、粗粒状有機物の分解による酸素消費の項を次のように与えた。

$$-\sum_{m=1}^4 k'_{wm} \cdot f_{wm}(T) \frac{DO}{K_{wm} + DO} W_m \quad (2)$$

$m=1,2,3,4$

k'_{wm} は 20℃を基準とする粗粒状有機物分解における酸素消費率で、種類毎に与えられる。その他のモデル定数については前述のとおりである。粗粒状有機物の種類毎に酸素消費量を算出し、その総和を粗粒状有機物の分解による酸素消費量とした。

3. 解析結果

本モデルを Y ダム貯水池に適用し、各水質項目の観測値と計算値を比較することでモデルの妥当性を評価した。計算の際、粗粒状有機物は貯水池内での初期値を 0 とし、流入河川から流入するもののみを考慮した。図 2,3 に観測値と粗粒状有機物を考慮した場合とそうでない場合の計算結果を示す。溶存酸素に関して、粗粒状有機物を考慮した場合の計算値は比較的良好に観測値を再現できていることがわかる。しかし、底層において観測値ほどの減少はみられず、今後の課題となった。Chl-a に関しては、粗粒状有機物考慮の有無による計算値の違いは僅かであり、改善はみられなかった。両者とも観測値を正確に再現するまでには至っていない。今後、モデル定数の調整をおこなうとともに、貯水池内における粗粒状有機物の初期値を適切に与える必要がある。

参考文献

- ・ 水源地森林機能研究会：水源地森林機能に関する研究，2002
- ・ Jason Antenucci and Alan Imerito: *The CWR Dynamic Reservoir Simulation Model Science Manual* October 13,2000

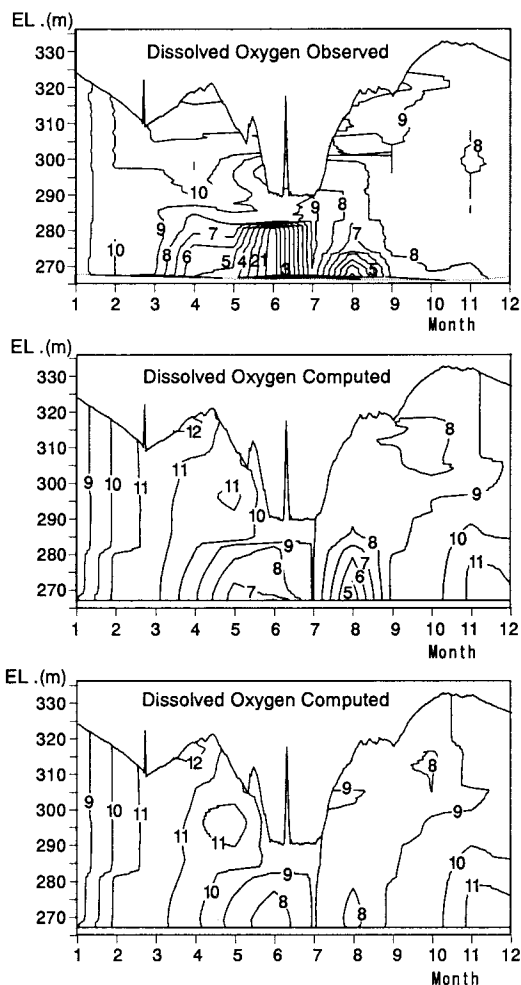


図-2 溶存酸素の季節変化 (Y ダム 1999)
上から観測値，計算値
(粗粒状有機物考慮有り，無し)

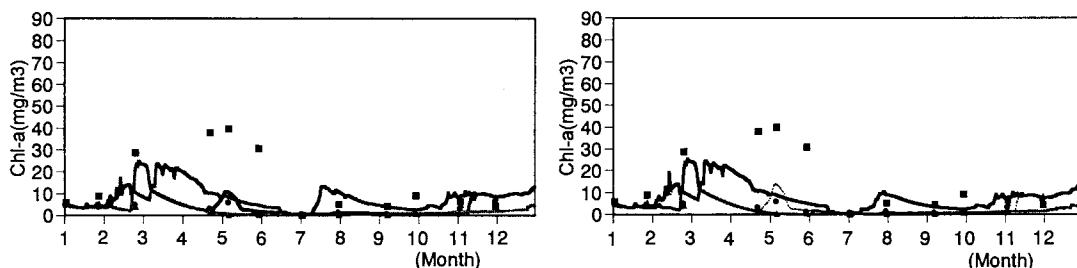


図-3 Chl-a の時系列 左が粗粒状有機物考慮有り，右が無し (Y ダム 1999)