

第Ⅱ部門

流域の植生構成がダム貯水池の水質動態におよぼす影響

(株) 新日本製鐵
神戸大学工学部
神戸大学大学院

学生員 ○佐々木 茂太
正会員 道奥 康治
学生員 小谷 英之

1. 研究の目的

ダム貯水池の流域では、降水が森林を介して栄養塩や植物残渣（以下、粗粒状有機物とする）など種々の物質を池内へと供給し、水質・生態系に影響をおよぼすため、貯水池の水質構造は流域の土地利用状況と密接に関わっている。本研究では、流域の土地利用—特に植生構成に着目し、流域特性がダム貯水池の水質におよぼす影響を水質シミュレーションによって検討する。

2. 流域の植生構成の改変と流入水質負荷量

S ダム貯水池では流域のほとんどが森林から構成されている。現状では針葉樹林が約 85%，広葉樹林が約 8%をそれぞれ占めているが、本研究では表-1 のように流域の植生の構成を仮想的に改変した流域条件のもとで貯水池の水質シミュレーションを実施し、水質動態におよぼす影響を評価した。各樹林から生産される無機態・有機態栄養塩と枝葉などの粗粒状有機物の負荷量を、別途実施した試験小流域での観測をもとにして評価し、流域条件が貯水池への流入負荷量の違いとして水質シミュレーションに反映した。水文・気象量については当該年度の実績値を採用した。

表-1 計算ケースの設定

ケース名	植生の構成
Case-0	現況
Case-1	広葉樹林 100%
Case-2	針葉樹林 100%
Case-3	広葉樹林 50%，針葉樹林 50%

3. 貯水池に流入する栄養塩濃度の推定

S ダム貯水池に流入する三本の流入河川では、月に一度、水質濃度（栄養塩については全窒素 TN ，全リン TP ）が観測され、流量・水位は連続観測されている。また、流域には広葉樹林，針葉樹林，草地の各試験小流域を設け、粗粒状有機物と栄養塩濃度(IN , ON , IP , OP) [無機態・有機態の窒素とリン] を観測した。現状で、面源負荷がすべて植生起因であると考えると、主要流入河川における栄養塩の面源負荷量は次式で与えられる。

$$Q \times (TN_0, TP_0) = (UTN_{BL}, UTP_{BL}) \times A_{BL0} + (UTN_{NL}, UTP_{NL}) \times A_{NL0} + (UTN_{GR}, UTP_{GR}) \times A_{GR0} \quad (1)$$

ここで、添え字は、BL:広葉樹林，NL:針葉樹林，GR:草地をそれぞれ表し、 Q は主要河川の流入量(m^3/day)、 (TN_0, TP_0) は面源起因の全窒素・全リンの流入河川で観測された濃度(mg/l)、 $(UTN_{BL-GR}, UTP_{BL-GR})$ は各植生流域から流出する全窒素，全リンの単位面積あたりの負荷量（比負荷量）($g/day/ha$)、 $A_{BL0-GR0}$ は Case-0（現況）の樹種別流域面積(ha)である。式(1)中の $A_{BL0-GR0}$ をケース毎に変更することにより、流域構成の変化にともなう流入河川からの栄養塩濃度(TN_i, TP_i ; $i=1-3case$)を推算できる。例として Case-1（全流域が広葉樹）の場合には

$$A_{BL1} = (A_{BL0} + A_{NL0} + A_{GR0}), A_{NL1} = 0, A_{GR1} = 0 \quad (2)$$

であり、 (TN_1, TP_1) は次式のように算出される。

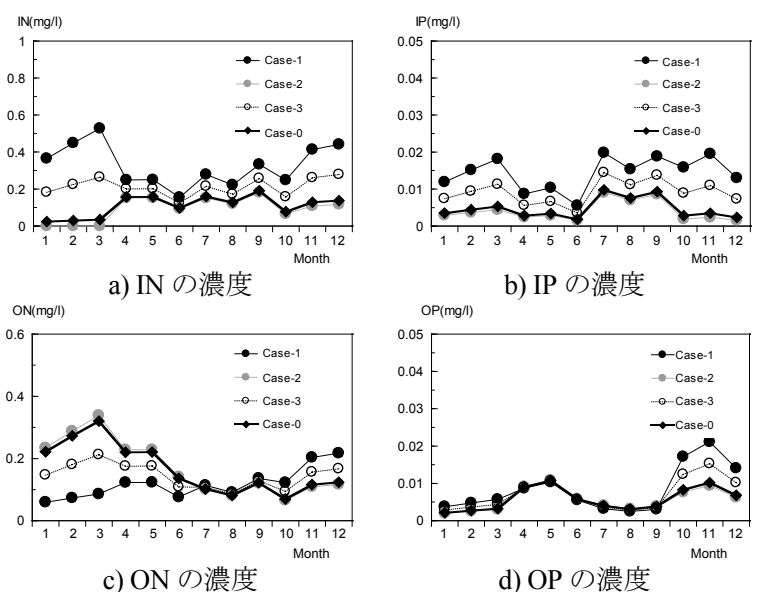


図-1 河川におけるケース毎の流入栄養塩濃度

$$(TN_1, TP_1) = ((UTN_{BL}, UTP_{BL}) \times A_{BL1}) / Q \quad (3)$$

このように算出された (TN_1, TP_1) と試験小流域での全リン・全窒素濃度の観測値をもとに、流入河川における有機態と無機態の栄養塩濃度は式(4)のように推算される（窒素について例示）。

$$(IN_1, ON_1) = (\gamma_{BL}^{IN}, \gamma_{BL}^{ON}) \times TN_1 \quad (4)$$

ここで、 $(\gamma_{BL}^{IN}, \gamma_{BL}^{ON})$ は試験小流域で観測された全窒素の無機態、有機態成分の割合である。以上のようにして、全窒素、全リン濃度しか観測されていない流入河川における無機態・有機態成分別の栄養塩濃度（面源起因）が図-1のように評価される。なお、点源起因の栄養塩濃度・負荷量については原単位法で推算される。

4. 粗粒状有機物（植生残滓）の濃度の推定

河川においては粗粒状有機物の濃度は観測されていない。したがって、樹種別の試験小流域で観測された粗粒状有機物濃度をもとに、河川から供給される粗粒状有機物濃度を推定する。例として広葉樹の葉 (S_{BL}) と枝 (L_{BL}) の濃度の推定方法を次式に示す。

$$(S_{BLi}, L_{BLi}) = \alpha \times ((us_{BL}, ul_{BL}) \times A_{BLi}) / Q \quad (5)$$

ここで、 (S_{BLi}, L_{BLi}) は Case-i における主要流入河川の広葉樹の葉・枝濃度の推定値(mg/l)、 α は補正係数、 (us_{BL}, ul_{BL}) は試験小流域の観測から得られた広葉樹の葉・枝の比負荷量(g/day/ha)、 A_{BLi} (ha) (i=0~3case)は Case-i における広葉樹林の流域面積である。以上のように推定された粗粒状有機物の濃度を、図-2 に示す（Case-1 の広葉樹の葉・枝について例示）。

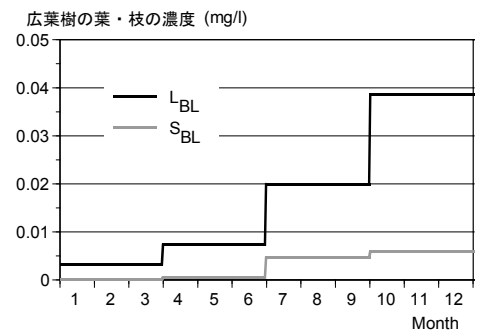


図-2 粗粒状有機物の濃度の推定値
(Case-1 の広葉樹の葉・枝)

5. 水質シミュレーションの結果

Case-0~Case-3 の流域条件に対して得られた貯水池水質の解析結果を図-2, 3 に示す。流域植生に占める広葉樹林の割合が大きいほど表層のクロロフィル a(Chl-a)の濃度が増加しており、広葉樹林から供給される無機態栄養塩が（図-1 参照）、貯水池内の内部生産を増進していることなどがわかる（図-3）。

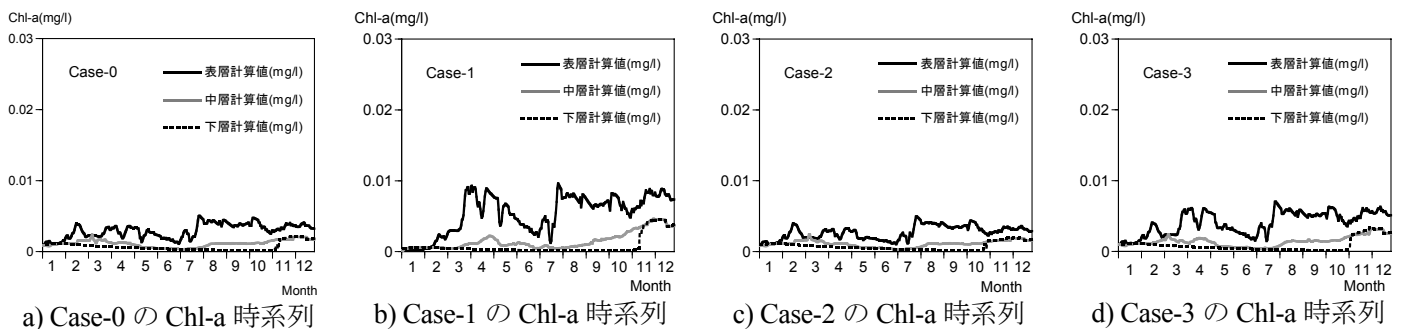


図-2 クロロフィル a (Chl-a)の時系列

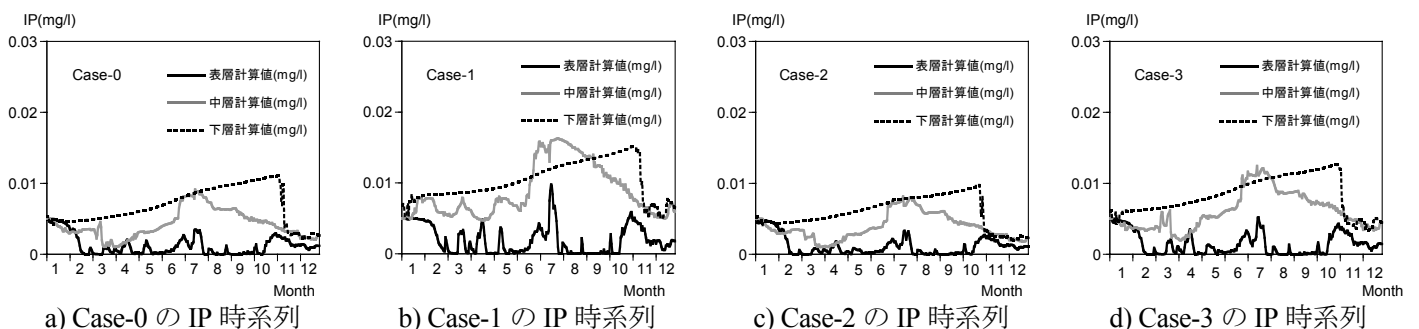


図-3 無機態リン(IP)の時系列