

Ⅱ-4 横野谷流出試験地における溶存物質流出機構のモデル化に関する基礎的検討

高松高専 学生員 ○岡田 和
高松高専 正 員 田村 隆雄

1. はじめに 森林流域の水質保全機能は広く一般に認知されている。水源地である森林流域において、適切な水質保全対策を実施するには、機能の定量的な評価が必要不可欠である。本研究では、徳島県横野谷流出試験地における水質観測結果をもとにして、当該流域の渓流水溶存イオン濃度の長期変動を再現できるモデルの構築を行い、主要な溶存イオンの森林土壌からの流出機構について検討する。

2. 試験地概要 対象流域は、徳島県美馬郡脇町(吉野川下流の基準点岩津の北方、如体山(標高 740m)の西斜面)に位置し、流域面積が 0.816km² の急峻な山地である。流域は、アベマキやコナラなどの落葉広葉樹が大半を占めている。地質は和泉層群に属し、泥岩と砂岩からなる。表面は褐色森林土で覆われている。

3. 計算方法 森林流域から河川に流出する物質流出機構の評価法として、L-Q法を用いる。L-Q法では何らかの方法で算定した雨水流出量に濃度定数を乗じて物質流出量を算定する。その際の流出量は、貯留関数法などで算定した総流出量を基本とすることが多い。しかし森林流域における物質流出機構は、性質を異にする複数の土壌層を起源とする様々な流出成分と密接な関係がある。本研究では、これを考慮して、図-1に示す4段タンクモデルを構築し、表層部から発生する表面流出成分(Q₁)、早い中間流出成分(Q₃)、中層部から発生する遅い中間流出成分(Q₅)、および地下水層から発生する地下水流出成分(Q₇)を算定し、それぞれに濃度係数を乗じて物質流出量を計算する。

具体的には、まず4段タンクモデルを用いて、河川への流出量を再現し、雨水流出に関わるパラメータを確定する。同定パラメータは、図-1に示してあるλ₁~λ₇の孔定数、h_a~h_dの貯留水深の初期値、およびh₂とh₃の孔高さの合計13個で、手動により同定する。計算時間間隔は1時間である。

次に物質毎に流出モデルの構築を行う。本報では酸性雨や河川の富栄養化などで注目されている、塩素イオン(Cl⁻)、硝酸イオン(NO₃⁻)、硫酸イオン(SO₄²⁻)の3つについて、式(1)に示すように、各流出成分に係数(C₁~C₇)を乗じて流出成分負荷量を算定し、これを全流出量で除して、渓流水濃度を算定する。観測濃度を再現できるように、手動でパラメータを同定する。

$$C = \frac{C_1 Q_1 + C_3 Q_3 + C_5 Q_5 + C_7 Q_7}{Q_1 + Q_3 + Q_5 + Q_7} \quad (1)$$

ここで、C:渓流水濃度(mg/L)、C₁, C₃, C₅, C₇:各タンクの濃度定数(mg/L)、Q₁, Q₃, Q₅, Q₇:流出成分量(mm/hr)である。

4.1 ハイドログラフの再現結果 物質流出の基本となる雨水流出の再現性は、図-6を見ても分かるように、1年間を通してほぼ良好に再現できている。ただし細かく見ると、低減期を中心に

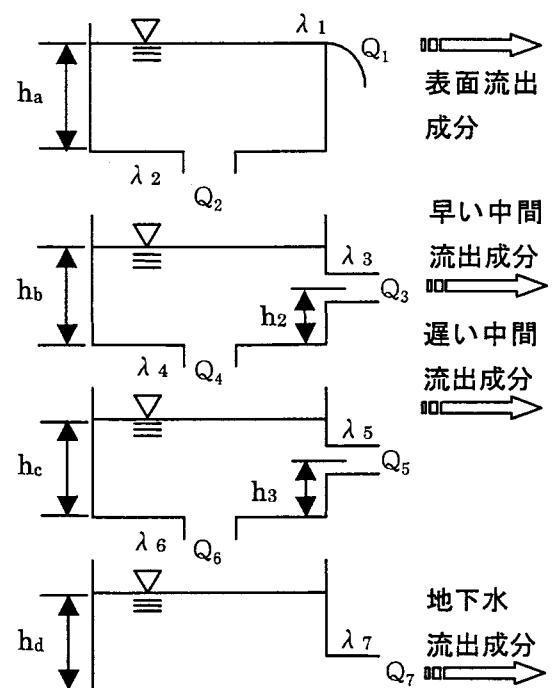


図-1 4段タンクモデル

表-1 パラメータの同定結果(一部)

	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
C ₁	4.35	12.3	4.74
C ₃	4.37	18.1	3.45
C ₅	4.55	25.3	2.53
C ₇	5.61	49.5	0.93

(単位:mg/L)

やや過小評価の傾向がある。

4. 2 渓流水濃度の再現結果 図-3, 4に Cl^- と SO_4^{2-} の渓流水濃度の再現結果を示す。モデルは一年を通して観測値の傾向をほぼ良好に再現できている。流出成分濃度定数を一定とするL-Q法で、1年間の渓流水濃度変化を十分再現できたことから、 Cl^- と SO_4^{2-} は、基本的に季節変化の影響をほとんど受けずに森林土壌から流出していることが分かる。表1に示したパラメータから判断すると、 Cl^- は深層にやや多いものの、各土壌層から均等に流出し、 SO_4^{2-} は深層から多量に流出している。 Cl^- については雨水起源、 SO_4^{2-} については、岩石由来であると推測する。大きな特徴を示す SO_4^{2-} については、横野谷の基岩である泥岩が SO_4^{2-} を多量に含むことから妥当であると考ええる。

図-5に NO_3^- の渓流水濃度を示す。モデルが観測値を再現できているのは一部のみで、1年を通してみると Cl^- や SO_4^{2-} に比べて再現性は劣る。原因としては出水前後で大きな誤差が認められることから、この時期に卓越して発生し、表層土壌を起源とする、早い中間流出成分の濃度定数 (C_3) を的確に評価できていないものと考ええる。早い中間流出成分が発生する表層土壌は気温変化の影響を強く受ける生物活性層であることから、実際には植生による吸収や、微生物による硝化作用などを受けて、 NO_3^- は土壌層内で量的に変化していると考えられている。L-Q法ではそこまで考慮できない構造であるために、再現性が悪くなったと考える。

5. 終わりに 本研究では、4段タンクを用いたL-Q法で、3つの溶存イオンについて、その渓流水濃度の再現を試みた。その結果 Cl^- と SO_4^{2-} は良好なモデルを再現することができたが、 NO_3^- モデルの再現性は悪かった。口頭発表では、ここに掲載できなかった陽イオン (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) についても紹介し、同定パラメータから、横野谷流出試験地における溶存イオンの物質流出機構について述べる予定である。

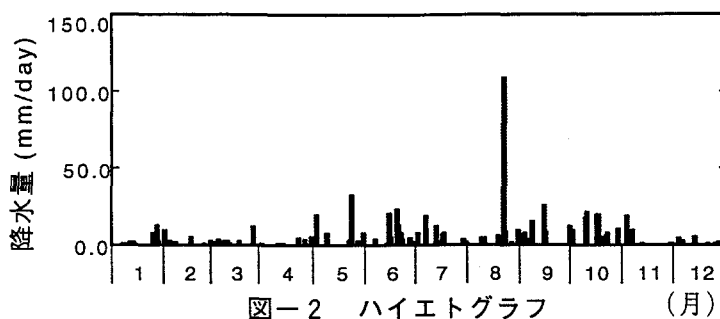


図-2 ハイエトグラフ (月)

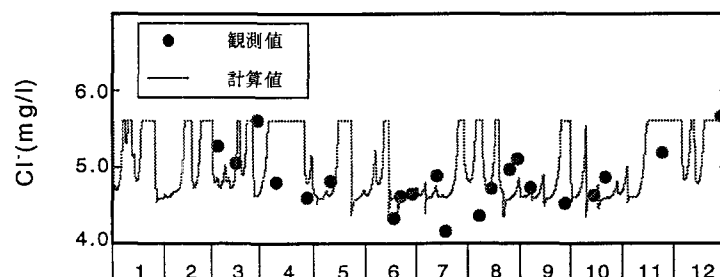


図-3 Cl^- の渓流水濃度の再現結果 (月)

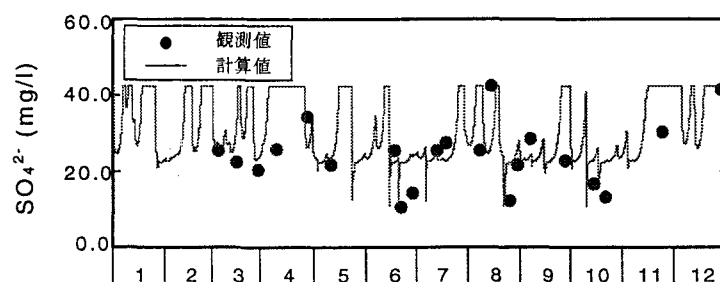


図-4 SO_4^{2-} の渓流水濃度の再現結果 (月)

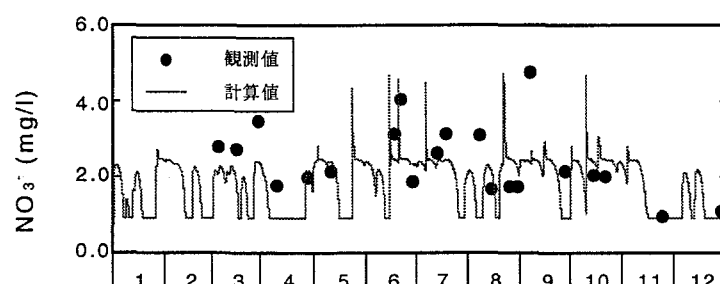


図-5 NO_3^- の渓流水濃度の再現結果 (月)

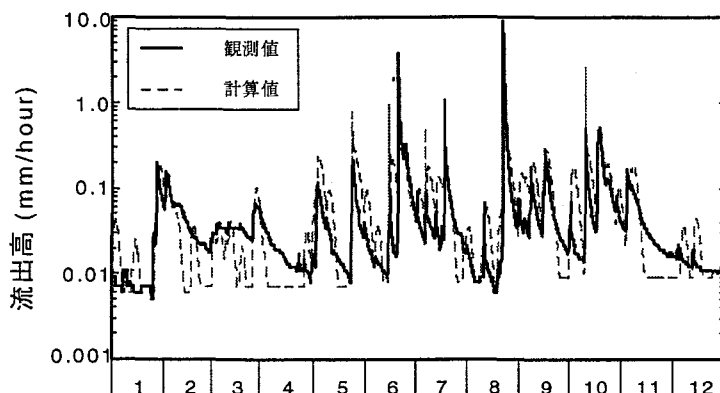


図-6 ハイドログラフの再現結果 (月)