

物質流出タンクモデルを用いた流域条件の

異なる3つの森林流域における物質流出機構の比較検討

徳島大学大学院 学生員 ○星川 豪

徳島大学大学院 正 員 田村 隆雄

徳島大学大学院 フェロー 端野 道夫

1. はじめに: 近年, 流域全体の物質流出機構を評価するモデルとして, 複数の斜面部と河道部から構成される分布型物質流出モデルが提案されている. しかし, 土地利用や地質などを反映させたモデルパラメータの設定方法の情報が少ないことが課題である. そこで本研究では, 立地条件の異なる3つの森林流域, 具体的には香川県東かがわ市に位置する西谷川流域(植生: スギ・ヒノキ主体, 地質: 砂岩勝ち泥岩互層(堆積岩)), 吉野川北岸に位置する宮川内谷川流域(植生: マツ・ヒノキ主体, 地質: 砂岩(堆積岩)), 吉野川南岸に位置する貞光川流域(植生: スギ主体, 地質: 緑色片岩(変成岩))で得られた2006年9月16日から9月20日までの洪水時の水文・水質データからまず直列2段タンクモデル¹⁾により流出高を再現した. 次に物質流出タンクモデルを適用して渓流水濃度の再現と流出負荷量の算定を行い, 各流域の物質流出機構について比較検討を行った. 対象物質はケイ酸(SiO_2), 硝酸(NO_3^-)である.

2. 物質流出タンクモデルの概要: 図-1に示すように物質流出タンクモデルは, 表層タンクと地下水タンクからなる直列2段タンクモデルを基本とし, 土壌内の溶質の移流過程, 微生物や植生などの生物学的作用(硝化や吸収), 土粒子表面の吸着水と土壌間隙水との溶質交換過程という溶質流出に関する3つの素過程を表現している. 物質流出タンクモデルの詳細については, 田村隆雄²⁾に詳しい. 本研究では短期洪水イベントを対象としているので, 生物化学的作用は受けないものとしている.

3. 渓流水濃度の再現結果: 渓流水濃度の再現結果を図-2に示す. (1) SiO_2 (ケイ酸)濃度: 西谷川流域の観測値は, 各流出成分の増減に関係なく, 一定の傾向を示していることから, 各流出成分に含まれる濃度は, ほぼ同じであると考えられる. モデル計算値は, 流出高のピーク付近で観測値に比べ減少した. 宮川内谷川流域の観測値は, 早い中間流出成分の発生に伴い濃度が大きく減少し, 減衰時には回復傾向を示したことから, 地下水成分と遅い中間流出成分に SiO_2 を多く含み, 早い中間流出成分により希釈されたと考える. モデル計算値は, 観測値の傾向を再現できている. 貞光川流域の観測値は, 各流出成分の増減に関係なく濃度は一定の傾向を示していることから, 各流出成分の濃度はほぼ同じであると考えられる. モデル計算値は, 観測値の傾向とは異なり, 早い中間流出成分の発生に伴って, 濃度が減少する傾向を示した. (2) NO_3^- (硝酸)濃度: 西谷川流域と宮川内谷川流域の二つの

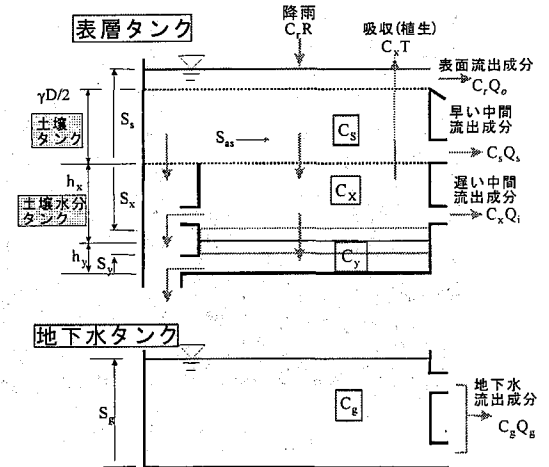


図-1 物質流出タンクモデルの概要

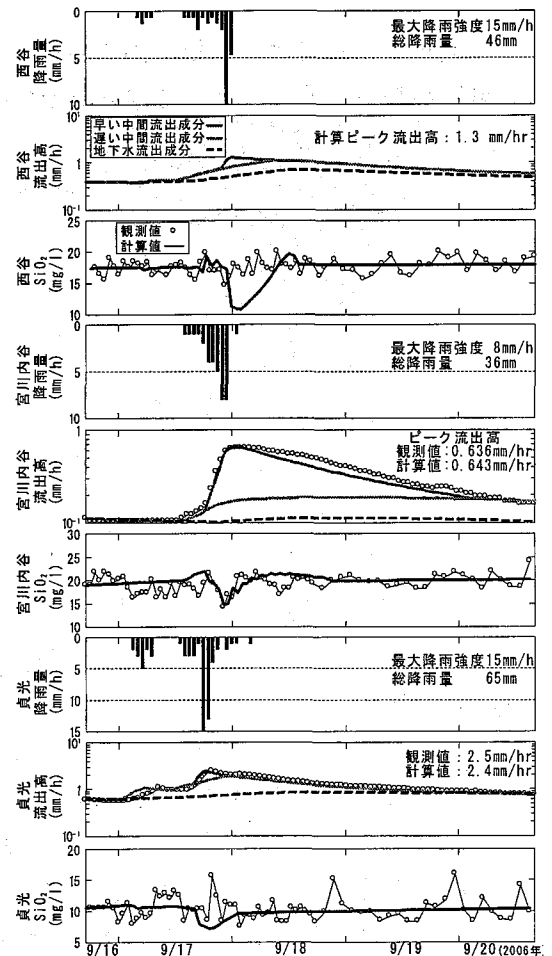


図-2 SiO_2 濃度再現結果

流域について見ると、観測値では早い中間流出成分の発生時に濃度が増加し、その後ベース値に戻る傾向を示した。このことから、早い中間流出成分に NO_3^- が多く含まれていると考える。モデル計算値でも観測値の傾向を良好に再現できた。貞光川流域の観測値の傾向は各流出成分の増減に関係なく、観測期間を通じて濃度はほぼ一定であった。このことから、各流出成分に含まれる NO_3^- はほぼ同じであると考えられる。モデル計算値は、ピーク流出高時に濃度が減少傾向を示したが、観測値の全体的な傾向を見ると、良好に再現できていると考える。

4. 物質流出負荷量の算定: 3つの流域からの物質流出負荷量を表-1に示す。 SiO_2 流出負荷量について、堆積岩からなる宮川内谷川流域と、変成岩からなる貞光川流域とで比較すると、後者の SiO_2 流出負荷量が前者より約2倍大きくなった。また、同じ地質からなる宮川内谷川流域と西谷川流域では、後者の SiO_2 流出負荷量が約2倍大きくなった。これらについて、雨水総流出高に対する SiO_2 総流出負荷量の比率を見ると、同じ地質の宮川内谷川流域と西谷川流域では、大きな差は認められないが、地質の異なる貞光川流域とでは宮川内谷川流域と西谷川流域が約2倍大きい値を示した。このことから SiO_2 濃度は地質の違いと雨水流動が大きく影響していると考えられる。 NO_3^- 流出負荷量は、地質が異なる宮川内谷川流域と貞光川流域で比較すると、前者の方が後者より大きな値を示した。また、同じ地質の宮川内谷川流域と西谷川流域を比較しても同様の結果であった。雨水総流出高に対する NO_3^- 総流出負荷量の比率を見ると、宮川内谷川流域で10.2、貞光川流域で2.3、西谷川流域で3.1と、他の流域に比べて宮川内谷川流域からの NO_3^- 濃度が5倍近く大きいことがわかる。このことより、 NO_3^- 濃度は同じ地質条件でも大きな違いがあることがわかった。

5. 結論: 本研究では、異なる3つの森林流域で

観測された、 SiO_2 、 NO_3^- 濃度の再現を行い、雨水流出高や渓流水濃度をもとに森林条件の違いによる物質流出機構の比較を行った。その結果、 SiO_2 は地質による違いが見られ、変成岩より堆積岩からなる地質の流域の渓流水濃度の方が高いことがわかった。また、同じ地質である場合、 SiO_2 流出負荷量は、雨水流出高の大小に左右されることが明らかになった。 NO_3^- については、地質による明確な違いは見られなかった。また、流域ごとに観測された渓流水 NO_3^- 濃度から、同じ地質条件でも濃度値に大きな違いがあることから、 NO_3^- 濃度の形成要因として考えられる植生や土壌についても、検討する必要があると考える。

参考文献: 1) 端野・吉田・村岡, 森林水循環モデリングと水収支の評価, 水工学論文集, 36, pp521-528, 1992

2) 田村・端野・小西, 硝化モデルを組み込んだ森林流域からの硝酸態窒素流出モデルに関する検討, 水工学論文集, 44, pp1149-1154, 2000.

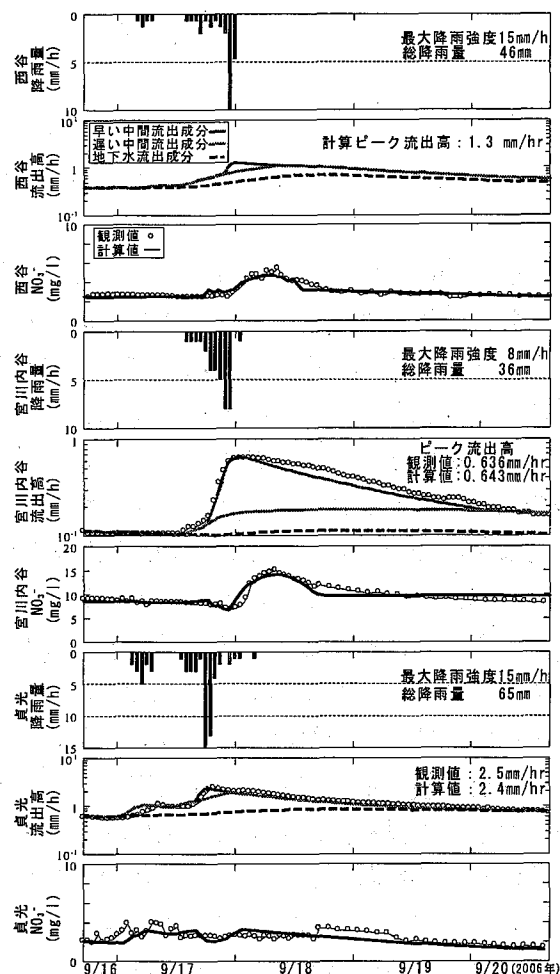


図-2 NO_3^- 濃度再現結果

表-1 物質の総流出負荷量の算定結果

	物質流出負荷量		
	宮川内谷	貞光	西谷
SiO_2 負荷量(観測値) (kg/km ²)	534	1088	1235
SiO_2 負荷量(計算値) (kg/km ²)	504	1041	1188
NO_3^- 負荷量(観測値) (kg/km ²)	286	260	213
NO_3^- 負荷量(計算値) (kg/km ²)	261	247	217
雨水総流出高の計算値	25.4	106.3	69.5
SiO_2 総負荷量計算値/雨水総流出高	19.8	9.8	17.1
NO_3^- 総負荷量計算値/雨水総流出高	10.2	2.3	3.1