

森林からの汚濁物質の流出機構に関する研究

東レエンジニア（株） 正 員○ 檀野 秀樹
 岡山大学工学部 正 員 河原 長美
 滋賀県立短期大学 正 員 國松 孝男

1. はじめに

森林からの汚濁物質の流出を、下流の閉鎖性水域の水質保全の立場から見たとき、その対象汚濁物質は溶解性物質にも全窒素、全リン、有機物量に関する情報が必要となってくる。しかしながら、これまでの森林生態系における物質の動態に関する研究は、森林の育成と保全、木材生産が主となる課題であったため、森林生態系に対する外部からの供給量と内部における循環量と固定量に課題が置かれており、対象汚濁物質も炭素とミネラルが主体であった。そこで、著者らは森林における物質循環機構について、文献的考察をするとともに、その汚濁物質流出機構を浮遊性物質、溶解性物質に分けてモデルを構築し、滋賀県三上山での観測値の解析を行った。その結果により本研究で用いた汚濁物質流出機構モデルは細かい点ではやや問題があるが、全体的な傾向としては妥当性を見受けることができた。

2. 用いたデータについて

本研究で使用したデータは、琵琶湖東岸の野洲川に位置する三上山で得られたものである。この山は、瀬戸内海型気候区に属する信楽山地を基盤山地とした湖東状山地に含まれる山で、標高432m植生は林齢55～85年のヒノキとアカマツの混合林で、その割合は面積比でそれぞれ49%と51%である。基岩は古成層と花崗岩が混在している。土壌は乾性褐色森林土壌で、平均傾斜は約15度である。本研究で用いたデータは、滋賀県立短期大学の國松、須戸らが観測した1988年9月22日～9月28日と1989年6月8日～6月12日、そして1990年5月3日～5月5日の3回の降雨流出時の観測によるデータである。

3. 解析方法について

まず、本研究では4段型タンクモデルを用いて、降雨流出を解析した。タンクの特徴としては土壌の保水性を考慮し、タンクの底部の浸透孔に、高さが各タンクの流出孔の高さの0.25倍の堰を設けた。次に汚濁物質流出機構をモデル化するにあたり、本研究ではTNを対象とし、これを浮遊性物質、溶解性物質に分けて考えた。浮遊性物質に関しては森林内に存在する有機態窒素の掃流に由来し、溶解性物質に関しては、無機態窒素と有機態窒素の可溶性成分に由来するとした。特に本研究では、この有機態窒素の掃流を流量の加速度の関数とした。さらに、有機態窒素と無機態窒素との間に糸状菌による分解速度を、また無機態窒素に関しては亜硝酸バクテリアによる脱窒を考慮した。以下に本研究で用いた汚濁物質流出機構モデルを示す。

運動式 (タンクA～タンクC)

$$Li = Ci(Ri)A + aiWiDibi$$

$$Di = (Ri)t - (Ri)t-1$$

$$Di < 0 \text{ のとき } Di = 0$$

(タンクD)

$$Li = Ci(Ri)A$$

$$\text{浸透負荷量 } Lij = Ci(Rij)A$$

連続式 (タンクA～タンクC)

$$\frac{d(CiHi)}{dt} = PA - Ci(Ri) - ka(CiHi) + kbWi - Lij/A + \alpha i \exp(\beta i TG) Wi - \lambda(CiHi) - \mu i(1 + \gamma i TG)(CiHi)$$

$$\frac{dWi}{dt} = PB + ka(CiHi) - kbWi - \alpha i \exp(\beta i TG) Wi - aiWiDibi$$

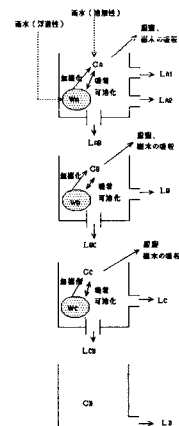


図1 汚濁物質流出モデル

(タンクD)

$$\frac{d(C_i H_i)}{dt} = PA - C_i(R_i)$$

ここに、A：タンクの水面積、 C_i ：タンク i の貯留水濃度、 R_i ：タンク i の流出高、 L_i ：タンク i の流出負荷量、 D_i ：タンク i の流量加速度、 a_i, b_i ：タンク i の掃流に関する係数、 t ：時間、 L_{ij} ：タンク i からタンク j への浸透負荷量、 R_{ij} ：タンク i からタンク j への浸透高、 PA ：雨水中の溶解性物質（タンクAのとき）、 $PA = L_{ij}/A$ （タンクB、C、Dのとき）、 PB ：雨水中の浮遊性物質（タンクAのみ）、 k_a ：吸着速度係数、 k_b ：脱着速度係数、 W_i ：タンク i における有機物量、 α_i, β_i ：タンク i における無機化速度に関する係数、 γ_i, μ_i ：タンク i における脱窒速度係数、 λ ：植物による吸収率、 TG ：水温、 H_i ：タンク i の貯水位

4. 結果と考察

図2からみて、流量に関しては一般に適合度は良かった。負荷量についても比較的良好な再現性であった。しかし、負荷量の再現性について図3を詳細に検討すると、ピークはほぼ再現する事ができたが、計算流量と観測流量との間の流量加速度の誤差が、汚濁負荷量の再現性に少なからず影響を与えているようだ。また、負荷量ピークが生じた後のtailingが良好に再現されていないが、これは溶解性物質の影響と推測される。

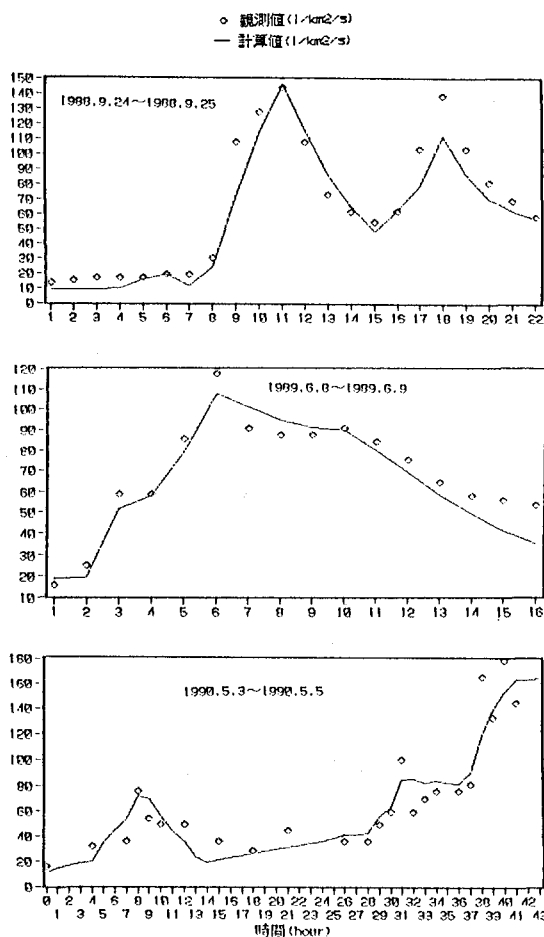


図2 降雨流出の再現性

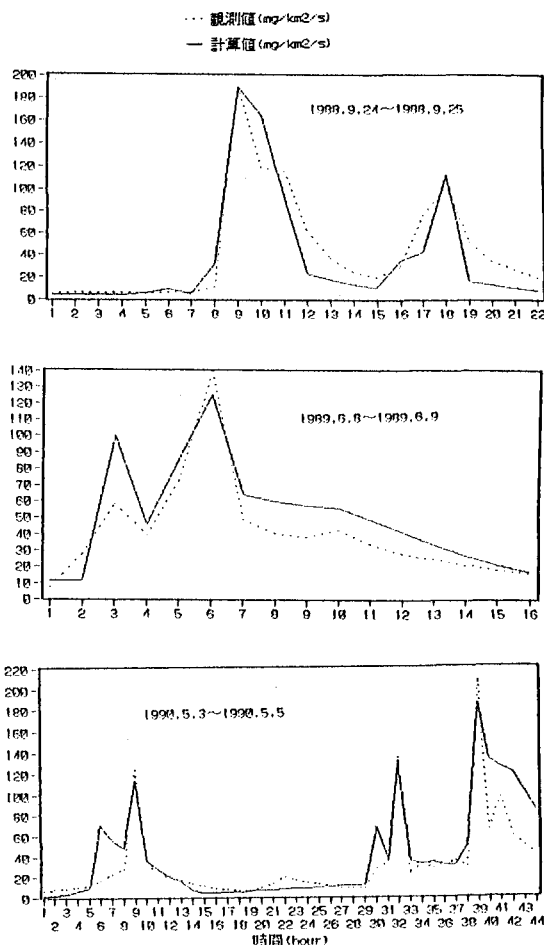


図3 TN負荷量の再現性