

II-522

森林からの汚濁物質の流出のモデル化に関する研究

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

森林は国土の約7割を占め、流域の非特定汚濁源からの汚濁物質の挙動を明らかにする上では、森林からの汚濁物質の流出を定量的に把握する事は不可欠である。しかしながら、森林においては複雑な物質循環が存在しており、これらを配慮したモデル化の研究はほとんど見受けられない。従来、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、汚濁物質の流出には検討が及んでいない。そこで、著者らは、滋賀県三上山での観測値に基づき、森林内の物質循環を考慮して汚濁物質流出機構をモデル化した。

2. 用いたデータ

本研究で使用したデータは、琵琶湖東岸に位置する三上山で得られたものである。この山は標高432mで、植生は林齢55～85年のヒノキとアカマツの混合林でそれぞれの面積比は49%と51%である。また、基岩は古成層と花崗岩が混在し、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、國松・須戸らが観測した1988年9月22日～9月28日、1989年6月8日～6月12日および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. 観測値の概要

図-1に水質変化の例を示す。図に示されていない物質を含めて、次のような傾向が認められた。浮遊性物質、溶解性のN、P及びCOD、ならびにミネラルのそれぞれにおいて流出の傾向が異なり、浮遊性物質では、流量よりも早く濃度上昇してピークに達し、流量の減少とともに上昇前と同程度かそれ以下の濃度に比較的早い時期に到達する。ミネラルでは、流量のピーク時に濃度の減少する傾向があるものと流量とともに濃度が上昇するものとが認められる。溶解性のN、PおよびCODにおいては、流量よりも早くピークに達するが、上昇前の濃度に戻るには浮遊物質よりも時間を要する。

4. 解析方法

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、TNを対象とし流出機構のモデル化を行った。モデル化にあたり、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変化速度の関数とした。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

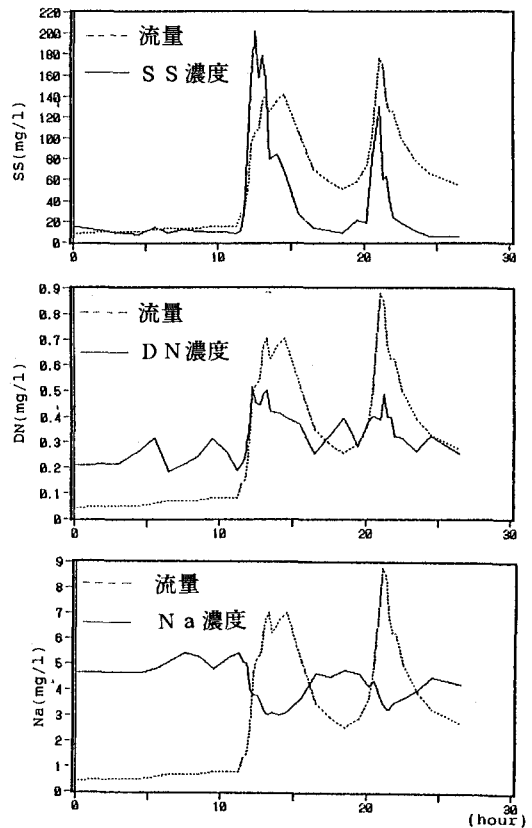


図-1 水質観測結果

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)

$$\text{流出負荷量 } Li = Ci(Ri)A + aiWiDibi$$

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

$$Di < 0 \text{ のとき } Di = 0$$

(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)

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

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

(タンクD)

$$\frac{d(CiHi)}{dt} = PA - Ci(Ri)$$

ここに、A: タンクの水面積、Ci: タンクiの貯留水濃度、Ri: タンクiの流出高、Li: タンクiの流出負荷量、Di: タンクiの流量加速度、ai, bi: タンクiの掃流に関する係数、t: 時間、Lij: タンクiからタンクjへの浸透負荷量、Rij: 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=Lij/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)、ka: 吸着速度係数、kb: 脱着速度係数、Wi: タンクiにおける有機物量、 $\alpha i, \beta i$: タンクiにおける無機化速度に関する係数、 $\gamma i, \mu i$: 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、Hi: タンクiの貯水位

5. 結果と考察

図-3 結果の一例を示す。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。

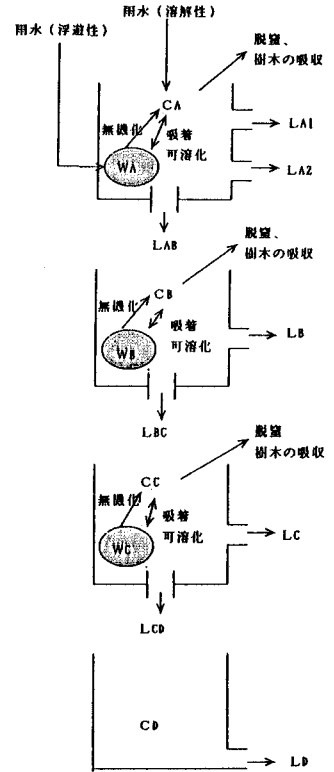


図-2 モデルの概念図

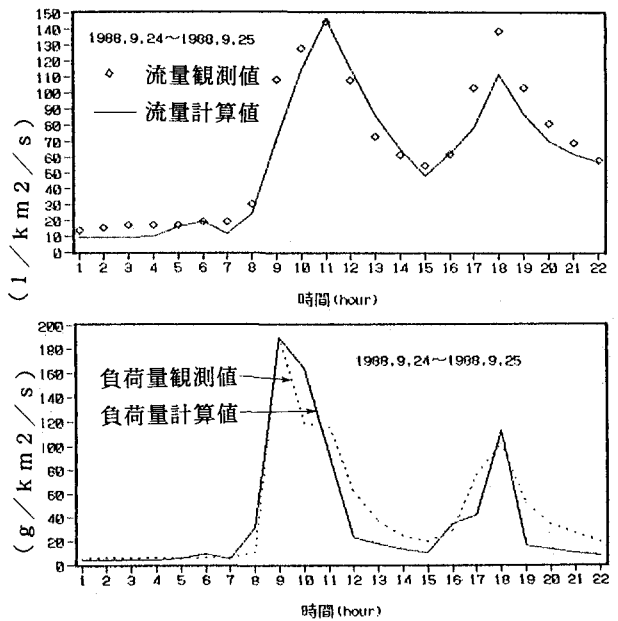


図-3 シミュレーション結果