

VII-151

分布型物質流動モデルによる降雨時汚濁流出負荷量の推定

建設省土木研究所 環境計画研究室 正会員 安陪 和雄

同 上 和田 一斗

同 上 杉盛 啓明

同 上 正会員 寺川 陽

1. はじめに

閉鎖系水域の流域における土地利用改変等が水質に及ぼすインパクトを把握し、適切な保全対策について地域のコンセンサスを得ながら実施していくためには、COD、窒素、リン等の汚濁源が流域のどこに存在し、それがどのような経路を通じてどの程度湖沼に流入しているかを適切に推定することが必要である。ポイントソース系汚濁源は、主に人間活動に起因するものであるため、年間を通じて流出負荷量はパターン化しており、原単位法による推定が可能である。一方、ノンポイントソース系汚濁源は、降雨量が流出負荷量に大きく影響するため、降雨の大小による負荷量の変動を推定することが不可欠である。本研究は、分布型降雨流出モデルに物質流動メカニズムを組み込んだ分布型物質流動モデルを構築することにより、降雨時におけるノンポイントソース系汚濁負荷の面的な流出過程を推定する手法を開発することを目的とする。

2. 対象流域及び流域データの作成

霞ヶ浦流入河川の一つである恋瀬川の恋瀬橋上流域（約 15.5 km²）を対象流域とした。なお、流域データの作成にあつては、気象水文情報として AMeDAS データ（毎正時の降水量、気温、風速、日照時間等）、地理情報として数値地図データ（標高、土地利用、土壌、表層地質）を用いた。メッシュスケールは 100m である。

3. 分布型降雨流出モデルの概要^{1),2)}

分布型降雨流出モデルの概要を図-1に示す。本モデルは流域内の各メッシュに2段直列タンクを配置し、標高データから発生させた落水線に沿って各流出成分（表面流量・中間流量・基底流量）を逐次計算するものである。各タンクのパラメータは、土地利用、土壌、表層地質の水文学的な特性と関連付けることができる。また、落水線は途中から河道となるが、河道内の流下過程は Kinematic wave 法により追跡計算する。

4. 分布型物質流動モデルの概要

流域における物質流動のモデル化に際しては、次のようないくつかの仮定を設けた。①晴天時には、COD, TN, TP 等の汚濁負荷が大気由来等により地表面に降下し、粗い粒子態の汚濁負荷は地表面に堆積するが、細かい粒子態及び溶存態の汚濁負荷は表層内に堆積する。②表層内の汚濁負荷は降下浸透流により一部捕捉され、基底流により流出する。③降雨時には、表面流によって地表面に堆積した汚濁負荷が流出し、中間流によって表層内に堆積した汚濁負荷が流出し、基底流によって地中に降下浸透した汚濁負荷が流出する。④基底流の汚濁負荷濃度の時間変化は、表面流・

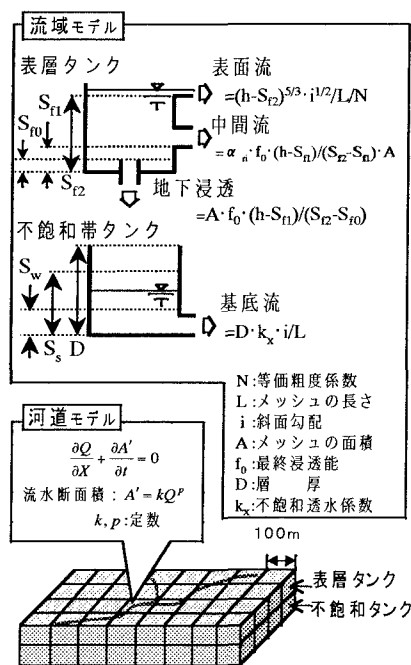


図-1 分布型降雨流出モデル

キーワード：分布型物質流動モデル、流出汚濁負荷シミュレーション、流域管理

連絡先：〒305-0804 つくば市旭1 TEL 0298(64)2269 FAX 0298(64)7721

中間流に比べて無視できるほど小さい。

以上の物質流動メカニズムを表-1に記載する地表面、表層及び地中物質流動モデルにより表現した。

5. シミュレーション結果

小洪水時（平成9年12月8日午前9時から24時間）を対象としたシミュレーション（ $\Delta t = 1$ 時間）を行った。

分布型降雨流出モデルにより各メッシュの流出成分（表面流量・中間流量・基底流量）を算定し、これらの流量を分布型物質流動モデルに入力して各メッシュの流出成分（地表面汚濁負荷量・表層汚濁負荷量・地中汚濁負荷量）を算出した。パラメータの値は、恋瀬川流域全域を対象としたシミュレーション³⁾により検証したパラメータをベースに若干の修正（土地利用・土壌・表層地質分類毎に統一）を加えたものを用いている。

図-2に降雨流出モデルによる各流出成分の再現結果と実測流量の比較を示す。また、図-3に物質流動モデルによる各流出成分を介した負荷量の計算結果と実測負荷量の比較を示す。

降雨流出モデルでは、立ち上がり、ピーク、減衰とも実測値とよく合致している。物質流動モデルでは、立ち上がりからピークまでは実測値と合致しているが、減衰が若干遅れる傾向がある。

今回のシミュレーションは小洪水を対象としたものであるため、モデル上では表面流および地表面汚濁負荷流出は発生していない。

6. おわりに

分布型降雨流出モデルに物質流動メカニ

ズムを組み込んだ分布型物質流動モデルを構築し、降雨時（小洪水）におけるノンポイントソース系汚濁負荷の流出過程の再現を試みた。再現結果は実測値をある程度よく説明することが示された。今後は、規模の大きな洪水を対象にモデルの妥当性を検証するとともに、土地利用の異なる流域を対象にシミュレーションを実施し、モデルパラメータと土地利用の関係について検討を進めたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 鈴木他：実時間洪水予測のための分布型流出モデルの開発，土木技術資料 Vol.38-10, pp26-31, 1996
- 2) 安陪他：GISを用いた流域環境管理システム，土木技術資料，Vol.39-5, pp24-29, 1997
- 3) 安陪他：霞ヶ浦流域における流域環境管理のための分布型水循環モデルの構築，第20回土木計画学研究発表会講演集(1)，pp.143-146, 1997
- 4) 山田他：晴雨天時継続調査による大気由来汚染物と路面堆積物の挙動特性，第28回日本水環境学会年會講演集，pp.628-629, 1994

表-1 分布型物質流動モデル

地表面物質流動モデル	表層土壌物質流動モデル	地中物質流動モデル
$L_1 = K \cdot S^m \cdot Q_1^n$ $S = S_0 - L_1 \cdot \Delta t$ $S_0 = S_u \cdot (1 - e^{-K_s \cdot T})$	$L_2 = K \cdot D^m \cdot Q_2^n$ $D = D_0 - L_2 \cdot \Delta t$ $D_0 = D_u \cdot (1 - e^{-K_d \cdot T})$	$L_3 = C_3 \cdot Q_3$
L_1 : 地表面流出負荷量 (g/s) S : 堆積現存量 (g) Q_1 : 表面流量 (m ³ /s) S_0 : 残存堆積量 (g) S_u : 極限堆積量 (g) K_s : 堆積速度係数 (1/d) T : 堆積からの経過日数 (d)	L_2 : 表層土壌流出負荷量 (g/s) D : 堆積現存量 (g) Q_2 : 中間流量 (m ³ /s) D_0 : 残存堆積量 (g) D_u : 極限堆積量 (g) K_d : 堆積速度係数 (1/d) T : 堆積からの経過日数 (d)	L_3 : 地中流出負荷量 (g/s) Q_3 : 基底流量 (m ³ /s) C_3 : 汚濁負荷濃度 (g)

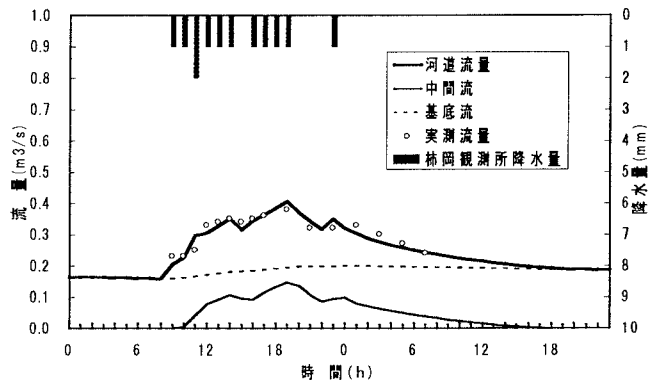


図-2 降雨流出シミュレーション結果

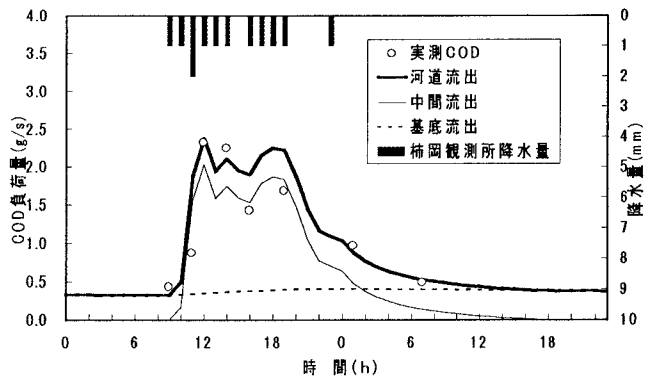


図-3 物質流動シミュレーション結果