

II-60

大倉ダム流域における物質輸送に関する研究

東北大学工学部 学生会員 ○江川 幸佑
東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

ダム湖や貯水池では、集水域に存在する様々な物質が河川や地下水に伴って流入することにより水質に影響を受けている。計画的に水資源を利用、調節するためには、ダムや貯水池の集水域における水を含めた物質の流出、特性などを把握し、流域を一環とした管理を行う必要がある。

日本においては、梅雨や台風などの豪雨による出水によりたびたび多くの土砂が輸送される。また、栄養塩は土砂に伴って輸送されることが知られており、土砂と栄養塩の輸送量の間には密接な関係がある。そこで本研究の目的は、仙台市内を流れる広瀬川の上流に位置する大倉ダム流域内において、土砂の輸送量から栄養塩の挙動を表現する分布型モデルを構築し、今後の水質の予測や環境保全に役立てることである。

2. 各種データ

降水量のデータは、気象庁のレーダー・アメダス解析雨量年報の2.5kmメッシュデータを250mメッシュに補間したものを用いた。

水質のデータは、仙台市水道局が月一回の割合で行ってきた、25項目(濁度、水温、色度、TON、pH値、アルカリ度、硬度、カルシウム、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、塩素イオン、鉄、 KMnO_4 消費量、溶存酸素、電気伝導度、蒸発残留物、総窒素、総リン、硫酸イオン、ナトリウム、カリウム、一般細菌、大腸菌群、生物総数)からなる大倉ダム流入水の1985年から2002年までのデータを用いた。

大倉ダム流入量のデータは、大倉ダム管理事務所のデータを用いた。地形データは、国土地理院が発行している数値地図25000に収録されているデータを用いる。

3. 擬河道網

今回は、株式会社シビルソフト開発が開発中の擬河道網作成ソフトを用いて作成した。ここでは、国土地理院が発行している数値地図25000に収録されている50mメッシュの標高データと、流域、河川網、湖沼の地形データを用いる。

擬河道網作成までの流れを簡単に説明する。まず、メッシュごとに標高データを与え、勾配の一番急な方向に落水線を決定する。次に、流域データを入力し、流域界と落水線がクロスしているものを修正する。次に、河川データを入力し、河川擬河道網の位置を決定する。そして最後に落水線を引き、擬河道網を作成する。図-1に今回用いた擬河道網を示す。

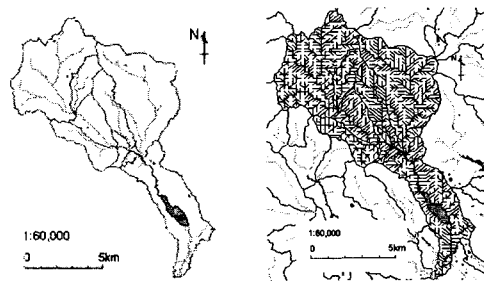


図-1 大倉ダム流域の流域図及び擬河道網

4. 流出解析方法と計算条件

以下の計算条件で解析を行う。また、擬河道網上における河道断面形を、次式のような河道幅の累乗関数形で近似する。

$$y = ax^m \quad \dots \dots \dots (1)$$

河道流出計算は式(1)のように仮定した河道断面形を使った kinematic wave 法を用い、斜面流出計算は矩形断面を使った kinematic wave 法を用いて解析を行う。

- ・対象期間：2001年7月3日 12:00
～7月5日 24:00の60時間
- ・対象流域：30km×30kmの領域を120×120に分割
(1mesh=250m×250m)
- ・計算単位時間：30(sec)
- ・斜面粗度 n ：0.29
- ・河道粗度係数 a ：0.15

5. 土砂輸送の計算法

市毛ら¹⁾の浮遊砂輸送モデルを用いて解析を行う。この浮遊砂輸送モデルでは、粒径が小さい砂を対象とし、計算の簡便のため鉛直、断面横断方向に土砂濃度が一定であるという仮定のもと、移流拡散方程式を鉛直・断面横断方向に積分し流下方向の拡散項を無視した流下方向の1次元の式(2)を計算の式として用いる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} A = -u \frac{\partial C}{\partial x} A - F_d B + F_u B - C r_e B_{sl} \cdots \cdots (2)$$

C : 浮遊砂土砂濃度, F_d : 沈降による土砂フラックス,

F_u : 巻き上げによる土砂フラックス, u : 流速,

A : 流水断面積, B : 水面幅, r_e : 有効降雨量, B_{sl} : 水面幅

6. 栄養塩の計算法

大倉ダム流入水において濁度と総リンTP, 総窒素TNの観測値を、縦軸にTN, TP, 横軸に濁度 T をとってプロットすると下の図のようになる。

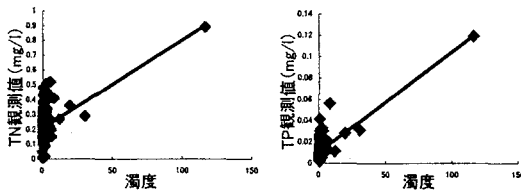


図-2 濁度とTN観測値及びTP観測値

観測値から近似式を求めると式(3), 式(4)のようになる。

$$TN = 0.6 \times 10^{-2} \times T + 0.21 \cdots \cdots (3)$$

$$TP = 0.9 \times 10^{-3} \times T + 0.01 \cdots \cdots (4)$$

今回は、杉木ら²⁾の浮遊砂濃度SSと回帰式(5)を適用し、SSの値から濁度 T を求める。

$$SS = 0.00256 \times T \cdots \cdots (5)$$

式(5)により算出される濁度 T の値から、式(3)と式(4)を用いてTN, TPの輸送量を求める。

7. 結果と考察

流量に対するTP, TNのそれぞれの計算値と、2000年と2001年における観測値をプロットすると、図-3, 図-4のようになる。

浮遊砂輸送モデルにおける各パラメーターは2001年7月4日の観測値を基準に決定した。計算値を見ると、出水前半のほうが後半よりも濃度が高く、右回りの変動が見られる。これは、流量がピークを迎える前のほうが移流項の値が大きくなり、浮遊砂土砂濃度が高くなるた

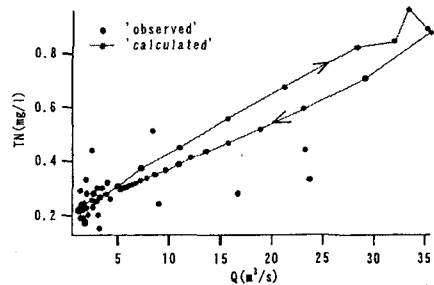


図-3 QとTNの計算値と実測値

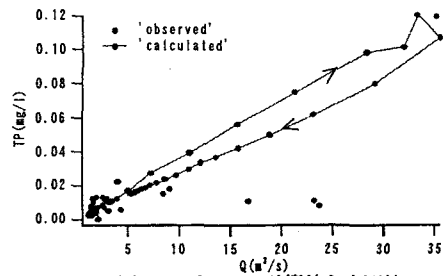


図-4 QとTPの計算値と実測値

めであると考えられる。また、流量のピークよりも先に濃度はピークを迎える。おおむね計算値は観測値を良く表現できているが、TPでは流量が増えるにつれて計算値と観測値のずれが大きくなる傾向が見られる。プロットした観測値の流量は、観測日の日平均流入量を用いた。そのため、突発的な出水などの流量変化に十分に対応できず、大きくずれてしまったと考えられる。また、図-2を見ると観測値が偏ってしまっているの、SSとTN, TPの関係をうまく近似できていないということも考えられる。

8. まとめ

浮遊砂輸送モデルと大倉ダムの水質観測データから、栄養塩の流出を予測する分布型モデルができた。しかし、TNやTP, SSのデータを集め、それらの関係を知り、さらに計算精度を向上させる必要がある。

参考文献

- 1)市毛輝和(1999):阿武隈川全流域の分布型浮遊砂輸送モデル, 東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修士論文, pp.12-25
- 2) 杉木基泰・真野 明(1997): 阿武隈川における細流土砂の観測と時空間分布, 水工学論文集第41巻, pp.783-788