

II-57

分布型栄養塩輸送モデルの開発

東北大学大学院 学生会員 ○大村 洋平

東北大学大学院 正 会 員 風間 聡

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

近年悪化する自然環境に伴い、自然環境の保全が叫ばれている。浮遊砂および栄養塩は、河川環境の汚染の程度を知る上で非常に重要な因子である。浮遊砂は河川湖沼に関する環境基準に定められている項目の一つであり、山間部、扇状地部、および河口部等における侵食・堆積と密接に結びついている。また、浮遊砂の挙動は、窒素やリン等の栄養塩の挙動とも密接な関係がみられる。本研究では、広域な領域で用いることのできる分布型浮遊砂輸送モデルを開発することで、将来的に栄養塩の挙動を把握することを目的とする。また、得られた値を実測値と比較・検証することで精度を高める。さらに、大雨による洪水と融雪洪水における浮遊砂の挙動を解析することで、それらがどのように浮遊砂の分布に影響を与えるかを検討する。

2. 対象流域およびデータセット

本研究では、名取川水系（図1）を対象領域として選んだ。国土数値情報をもとにして、対象領域の標高、土地利用、河道マップを作成した。降水量は、気象庁月報のデータをもとに、重みつき距離平均法を用いて求めた。また、渡辺らが人工衛星 NOAA/AVHRR の画像から推定した手法によって、蒸発散量を得た。

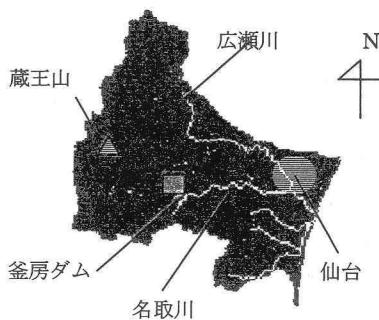


図1 対象領域図

3. 解析方法

土田らが開発した分布型流出モデルに、浮遊砂浮上量を求める式を加えることで、分布型浮遊砂輸送モデルを作成する。

分布型流出モデル（図2）は、積雪・融雪層、直接流層、基底流層の3層で構成される斜面部と河川部から成る。斜面部の融雪量、直接流および基底流は、それぞれ、degree-day 法、kinematic wave 法および貯留関数法を用いて計算する。また、河川部は dynamic wave 法を用いて計算している。

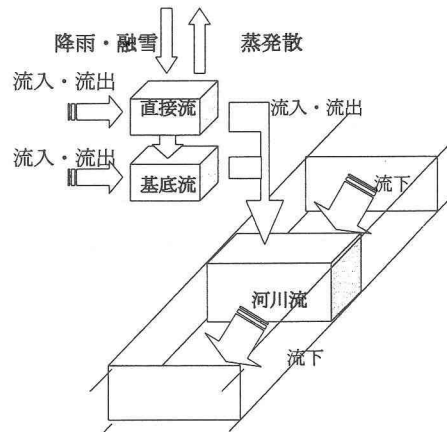


図2 流出モデル

浮遊砂輸送量は以下の式で求めた。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = q_{su} \quad (1)$$

ここで、 C は浮遊砂濃度、 q_{su} は浮遊砂量である。 q_{su} は、Rubey の式らを用いて求めた。

$$\frac{q_{su}}{\sqrt{sgd}} = 0.008 \left\{ 0.14 \frac{\rho}{\rho_s} \left(14\sqrt{\tau_*} - \frac{0.9}{\sqrt{\tau_*}} \right) - \frac{w_f}{\sqrt{sgd}} \right\} \quad (2)$$

ここで、 ρ : 流体密度、 ρ_s : 浮遊砂密度、 w_f : 沈降速

度, τ_* : 無次元掃流力である。沈降速度 w_f は Rubey の式を用いて以下のように求める。

$$\frac{w_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36\nu^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36\nu^2}{sgd^3}} \quad (3)$$

ここで, s : 浮遊砂の水中比重, g : 重力加速度, d : 浮遊砂の粒径, ν : 水の動粘性係数である。また, 無次元掃流力 τ_* は, 摩擦速度 u_* を用いて以下のように求める。

$$\tau_* = \frac{u_*^2}{sgd} \quad (4)$$

$$u_*^2 = \frac{gn^2u^2}{h^{1/3}} \quad (5)$$

u は流速, h は水深である。流速および水深は流出モデルで得られた値を用いる。

4. 結果および考察

実測値と計算値の比較を図3に示す。なお, 採水地点は図4に示す。ほぼ同じ条件下で比較を行ったが, 概ね実測値に近い値が得られた。採水地点2で実測値が高い値を示しているが, 通常は地点0および地点3と同程度の値を示している。よって, 計算結果に問題はないと考える。また, 河川上流部の点で, 実測値と計算値に差が生じた。この差は, 上流部の流れがより複雑, かつ, 流れの規模がモデルと比較して小さすぎるため生じる差であろう。上流部近くでは, より計算の精度をあげる必要性がある。

大雨洪水, 融雪洪水を起こし, それぞれの条件下での浮遊砂の分布を検証した。初期条件を同じにするために, 初期の浮遊砂の分布, 流量を同様にした。そして, 大雨洪水時は毎時10mmの降雨が2日間続くものとして初期値をもとにして計算した。また, 融雪洪水時は, 2月中旬の積雪が実際の気温より10度高いと設定し, その時の融雪を考慮に入れ, 計算を行った。

大雨洪水時, 融雪洪水時の浮遊砂の分布を図5に示す。図5に示した値は, それぞれの条件下において浮遊砂分布が最大となった時の値である。大雨洪水時には, 流域全体で満遍なく浮遊砂が分布している。それに対し, 融雪洪水時には浮遊砂が分布する範囲が限られている。積雪が残る山間部からしか融雪が生じないので, それ以外の地域では多量の浮遊砂の発生がないのが原因である。

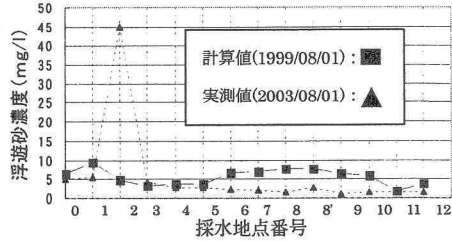


図3 実測値・計算値比較



図4 実測地点図

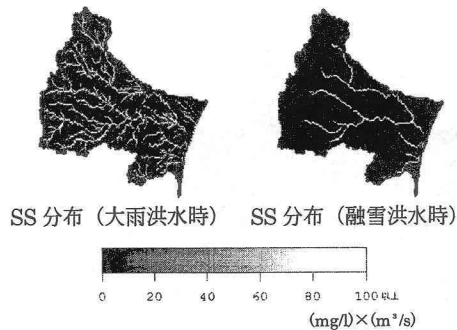


図5 洪水時浮遊砂分布図

謝辞

国土交通省東北整備局釜房ダム管理所にはデータの提供を受けた。本学環境生態工学研究室の千葉信男技術職員には協力していただいた。また, 科学研究費(代表: 沢本正樹)の研究助成を受けた。併せて謝意を表します。

参考文献

- 1) 土田恭平: 居住人口を指標とした河川健全度評価, 東北大学修士論文, 2004.
- 2) 名久井孝史: 2次元数値解析を用いた釧路湿原における土砂堆積と乾燥化現象の関連性に関する研究, 河川技術論文集, 8巻, pp395-398, 2002.