

# 河道網を用いた浮遊砂流出モデルの研究

北海道大学大学院 学生員 徳田 慎治  
 北海道大学大学院 フェロー 黒木 幹男  
 北海道大学大学院 フェロー 板倉 忠興

## 1.はじめに

山地流域はさまざまな地形、地質、植生を有しているため雨水の挙動はきわめて複雑である。もし山地流域内の流出現象が精度よく再現することができるならば、災害の予測、土砂動態の予測などが可能になり、河道の維持管理をおこなう上で非常に有効である。

本研究では国土数値情報の第3次メッシュデータからなる河道網に水理学的な支配方程式をもとに雨水の流れを追跡し流量を算出する kinematic wave 法を用い、斜面から浮遊砂が発生すると仮定した流出モデルについて研究した。そして流出量、浮遊砂の時間的濃度変化について計算を行い、実測値と検証した。

## 2.解析対象流域

本研究では定山溪ダム流域を対象に解析を行なった。定山溪ダムは北海道札幌市に位置し、平成元年に治水、利水、発電などを目的とした重力式のコンクリートダムとして完成した。尚、本研究では観測地点のある小樽内川流域についての解析を行った。河道網図のパターンを確定する為に「石狩川流域ランドスケープ情報」<sup>1)</sup>を利用しており、国土数値情報の第3次メッシュに基づく河道網図は図-1 のようになる。小樽内川の流域面積は 68.9km<sup>2</sup> であり、解析対象メッシュは 75 個、外部リンク数は 30 個である。降雨などのデータは平成 10 年 9 月 16 日の 0:00 から 9 月 17 日の 12:00 までの 36 時間である。

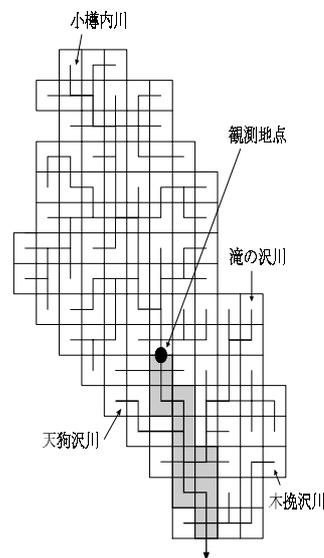


図-1 定山溪ダム

## 3.浮遊砂流出モデル<sup>2)</sup>

流出現象を雨水の流れという面からみて、山腹斜面で有効雨量の供給を受け、河道部では山腹斜面からの流出水の供給を受けて雨水が流下していく現象と考える。そこで流域を斜面上の流れと河道内の流れに分ける。斜面上の流れに対する運動方程式、連続方程式、河道内の流れに対する運動方程式、連続方程式はそれぞれ

$$h = Kq^p \quad \dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = r \quad \dots\dots(2)$$

$$A = K'Q^{p'} \quad \dots\dots(3)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x'} = q(t) \quad \dots\dots(4)$$

ただし、 $h$  : 水深  $q$  : 斜面単位幅流量  
 $K, p$  : 定数  $t$  : 時間  $x$  : 斜面上流端からの距離  
 $r$  : 有効降雨強度  $A$  : 河道の流水断面積  
 $Q$  : 流量  $K', p'$  : 定

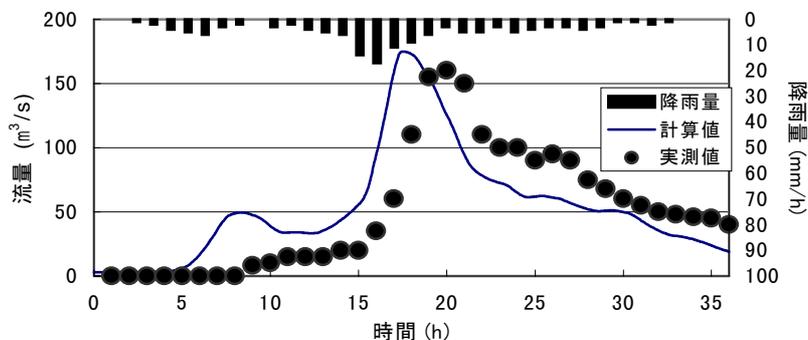


図-2

キーワード : 河道網 kinematic wave 流出 浮遊砂

連絡先 : 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目北海道大学大学院工学研究科 tel 011-706-6190

数  $x'$  : 河道上流端からの距離 である。ここで、 Manning型の抵抗則を適用すると  $i$  : 斜面勾配、  $n$  : 斜面粗度と  $i'$  : 河道勾配、  $n'$  : 河道粗度、  $B$  : 川幅であり、  $K = (\frac{n}{\sqrt{i}})^{\frac{3}{5}}$ 、  $p=0.6$ 、  $K' = B(\frac{n'}{B\sqrt{i'}})^{\frac{3}{5}}$ 、  $p'=0.6$  とした。

解析方法として河道はメッシュの中央におくこととし、 1 メッシュにおける河道長などは広田ら<sup>2)</sup>と同様に仮定する。よって必要な定数は各々のメッシュにおける斜面勾配  $i$ 、 河道勾配  $i'$ 、 川幅  $B$ 、 河道の粗度  $n'$ 、 斜面の粗度  $n$  である。すべてのメッシュにおいてのこれらの資料を手に入れるのは困難である。そこで黒木・山本らの提案する河道網モデル<sup>3)</sup>より河道勾配  $i'$ 、 川幅  $B$  を求める。さらにこのモデル<sup>3)</sup>から河道における粒径、 水深も求まり、 そこから河道の粗度も算出することができるが、 今回の研究では河道の粗度  $n'$ 、 斜面の粗度  $n$  はそれぞれ  $n'=0.05$ 、  $n=1.0$  として与え、 斜面勾配  $i$  は「石狩川流域ランドスケープ情報」<sup>1)</sup>収録の各メッシュのデータを用いる。計算結果を図-2 に示す。次にウォッシュロードと河床物質輸送量の浮遊砂を含むものを浮遊砂とみなし、 浮遊砂は斜面からの雨の流出水とともに発生し、 河道内で発生せず、 堆積しないと仮定した。斜面での浮遊砂の濃度は斜面の単位幅流量に比例するものとし、 どの場所からでも斜面より浮遊砂が発生する場合、「石狩川流域ランドスケープ情報」<sup>1)</sup>収録の各メッシュの崩壊地面積を考慮する場合を考える。2式はそれぞれ

$$C_a = \alpha q \quad \dots\dots(5)$$

$$C_a = \beta q H_m / A' \quad \dots\dots(6)$$

$C_a$  : 斜面単位幅当たりの浮遊砂濃度  $\alpha$  : 定数  $q$  : 斜面単位幅流量  $\beta$  : 定数  $H_m$  : 各メッシュの崩壊地面積  $A'$  : 各メッシュの流域面積 である。また河道における浮遊砂の濃度の算出方法はある地点の河道において(7)式を仮定し、 各々の地点の河道から流出する浮遊砂濃度  $C_d$  が求める。

$$C_u Q_u + C_a q L = C_d Q_d \quad \dots\dots(7)$$

$C_u$  : 河道へ流入するときの浮遊砂濃度 (%)  $Q_u$  : 河道へ流入するときの流量 ( $m^3/s$ )  $C_a$  : 斜面から流入するときの浮遊砂濃度 (%)  $q$  : 斜面から流入するときの単位幅流量 ( $m^3/s$ )  $L$  : 河道長 (m)  $C_d$  : 河道から流出するときの浮遊砂濃度 (%)  $Q_d$  : 河道から流出するときの流量 ( $m^3/s$ )である。このモデルを実流域に適用する。(5)式、 (6)式の  $\alpha$ 、  $\beta$  は実測値のピーク値に合うように  $\alpha=0.19$ 、  $\beta=9.3$  をあてて観測地点における断面平均濃度  $C_d$  を計算した。図-3 は(5)式を、 図-4 は(6)式をそれぞれ用いたときである。

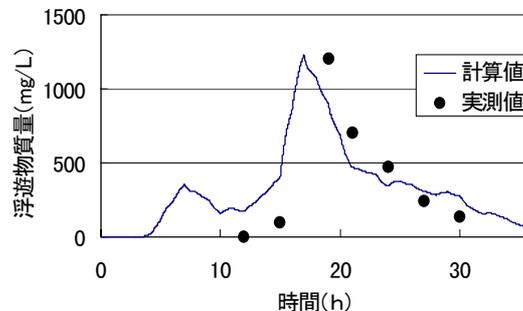


図-3

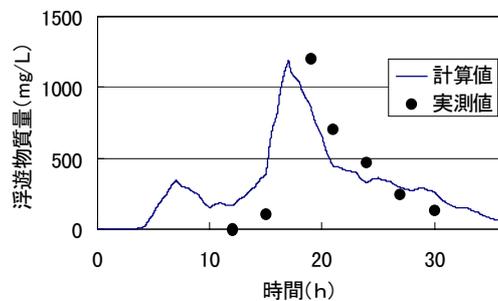


図-4

#### 4.おわりに

本研究ではこのモデルを構築し実流域に適用し、 考察した。今後もっと流域形状を考慮していきたい。

#### 参考文献

- 1) 財団法人北海道河川防災研究センター：石狩川流域ランドスケープ情報、 1997
- 2) 広田隆司、 徳田慎治、 黒木幹男、 板倉忠興：河道網を用いた流出モデル、 土木学会北海道支部論文報告集 第 56 号 (B)、 pp.216-219,2000
- 3) 吉澤良、 山本徹、 黒木幹男、 板倉忠興：河道網モデルによる河道特性量の推定、 土木学会北海道支部論文報告集 第 56 号 (B)、 pp.124-127,2000