

千歳川低平地流域の土砂輸送に関する研究

THE STUDY ON SEDIMENT TRANSPORT IN LOW-LYING BASIN OF THE CHITOSE RIVER

伊藤和人¹・黒木幹男²・齋藤大作³

Kazuhito ITOU, Mikio KUROKI, Daisaku SAITOU

¹正会員 株式会社 水工リサーチ (〒062-0933 札幌市豊平区平岸3条3丁目2-7)

²フェロー会員 工博 北海道大学大学院工学研究科助教授 (〒060-0813 札幌市北区北13条西8丁目)

³正会員 国土交通省北海道開発局建設部河川計画課河川計画専門官 (〒060-8511 札幌市北区北8条西2丁目)

In this study, the river network model, which was mainly used to the mountain basin, is applied to the Chitose River basin. The characteristics of sediment transport are evaluated to indicate the validity of the river network model. In this model, water flow discharge and sediment discharge are given on this model. Channel width and averaged grain size of bed material are calculated and compared with actual measurement to verify the model propriety. As a result, the river network model can be applied to the Chitose River basin made up with the peaty marshland and the low-lying basin. Also the characteristics of sediment transport can be estimated with the relationship between sediment discharge and geological surface conditions.

Key Words : River network model, Low-lying basin, Sediment transport

1. はじめに

黒木ら¹⁾²⁾は幹川河道の安定縦断形状について、流域全体を考慮する河道網理論を用いて理論的解析を行っている。この理論は支配流量の存在を想定し、その縦断方向の変化を少なくとも一地点の流量資料と地形図から読み取った河床高の縦断変化を用いるだけで、河道に沿った流量、流砂量の縦断形を逆推定問題のように推定するものである。また、河道の川幅、平均粒径、水深の縦断方向の変化を予測することも可能である。

これまでの研究¹⁾³⁾は主に山地流域で行われ、ダム貯水池の堆積土砂資料との比較検証を行ってきた。岩質別流砂分布を調べ検証した結果おおよその妥当性を有することが分かった。また、河道網理論から求められた流砂量から更に砂防ダムの年平均堆砂量を推定したところ、砂防ダムの実堆砂資料との適合性も良いことなどが確認されている。

本研究ではこの河道網理論を低平地流域に適用し、その妥当性について実資料を用い検証するものである。

2. 基礎式

安定縦断形状を議論するには式(1)の流れの運動方程式、式(2)の流れの指数型抵抗則式、式(3)の横断平衡河道形状の解析より得られた平衡横断河床掃流力式、式(4)の流砂の連続式及び式(5)の流砂量式を基本5式¹⁾として用いる。この基本5式を(河床勾配)=(エネルギー勾配)という近似条件が成り立つ場合、これらの式を変形していくと河床勾配を式(6)のように表すことができ、これを本研究の基礎式¹⁾とした。

$$\frac{1}{2g} \frac{d}{dx} \left(\frac{Q}{Bh} \right)^2 + \frac{dh}{dx} = I_b - I_e \quad (1)$$

$$\frac{Q}{Bh\sqrt{ghI_e}} = 6.9 \left(\frac{h}{d} \right)^{\frac{1}{6}} \quad (2)$$

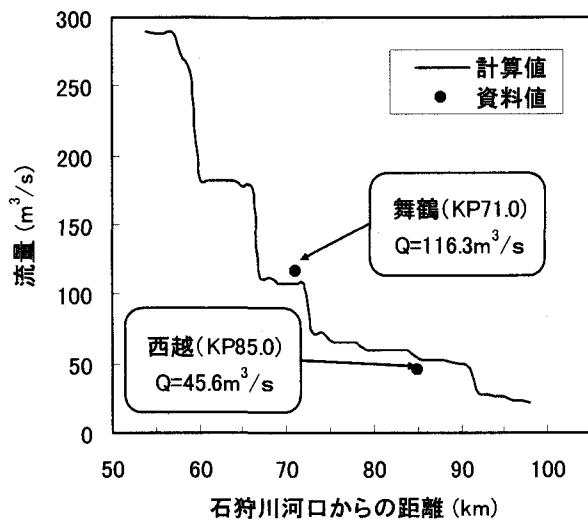


図-3 幹川千歳川に沿った流量縦断面図

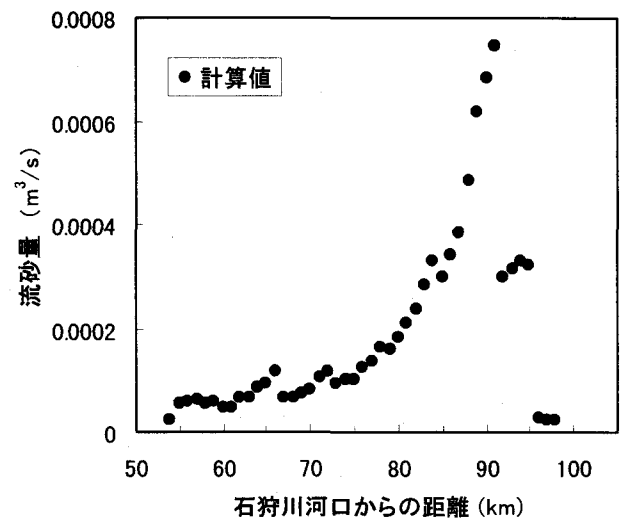


図-4 幹川千歳川に沿った流砂量縦断面図

従って、外部リンク流入流量が既知となり各地点で流量、流砂量が推定できる。

図-3、4に幹川で推計した流量と流砂量の縦断面形を示す。流量は河道中の横流入、支川合流で増加している。

また、流砂量は支川合流により増加はするものの河道内での流砂の滞留により減少している。ここで、上流 95, 91km 地点では内別川、ママチ川が合流することで流砂量の急激な増加が見られる。理論的に計算を行った結果、内別川、ママチ川では流砂量が大きく推計された。原因としては4章で後述する支川の河床勾配の影響が考えられる。現時点ではこの2流域について将来、流量・流砂量資料を得ることができれば直ちに比較検証していきたい。従って、本研究ではこの計算結果を用い以後の解析を進める。

幹川には2箇所の流量観測所があり、図中に実資料による平均年最大流量を示す。実資料と比較しても良好な流量縦断面形を推定できた。支川の流量は幹川と同様の傾向を示し、流量観測所の実資料と比較した結果、妥当な再現性が得られた。

しかし、流砂量は幹川、支川とも直接検証する実資料がないため、川幅や平均粒径の推定値を実資料と比較することで間接的に検証する。

(3) 川幅や平均粒径による流砂量の検証

基本5式から川幅や平均粒径を流量と流砂量の関数として表すことができる¹⁾²⁾。計算条件として河道に沿った流量、流砂量の縦断面形を与え、その河道の川幅や平均粒径の推定を行った。

図-5に示す幹川の川幅は全体的に実資料⁵⁾より小さく推定された。この原因は、千歳川流域の中下流部では集落が多く、河川改修による川幅の拡張やダムの流量制御による支配流量への影響などが考えられる。しかし、

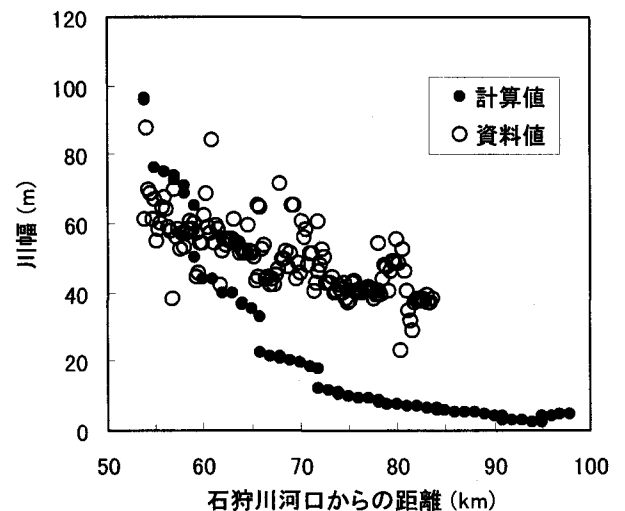


図-5 幹川千歳川に沿った川幅縦断面図

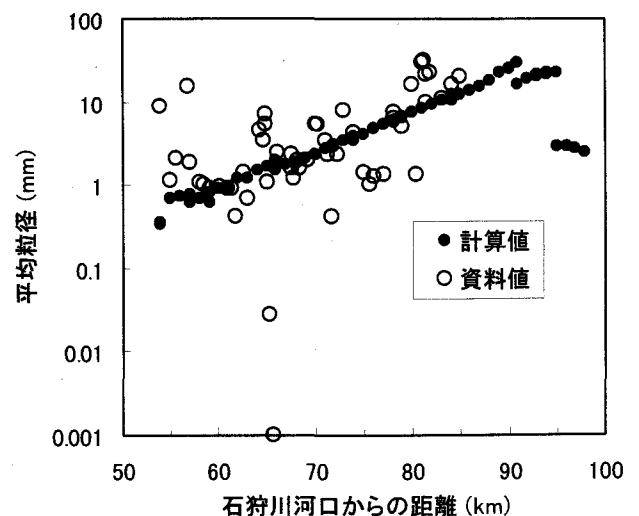


図-6 幹川千歳川に沿った平均粒径縦断面図

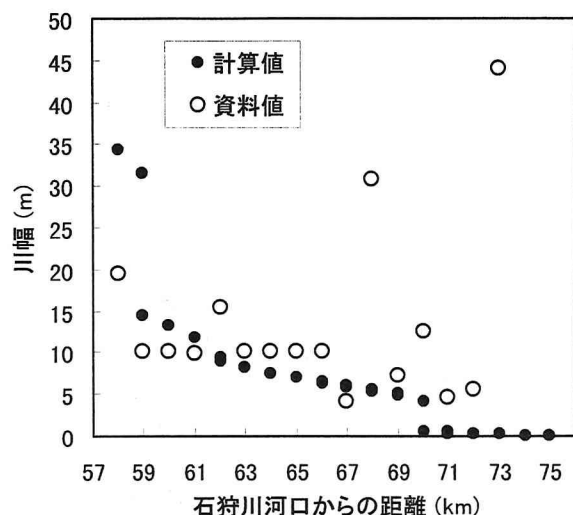


図-7 支川旧夕張川に沿った川幅縦断面図

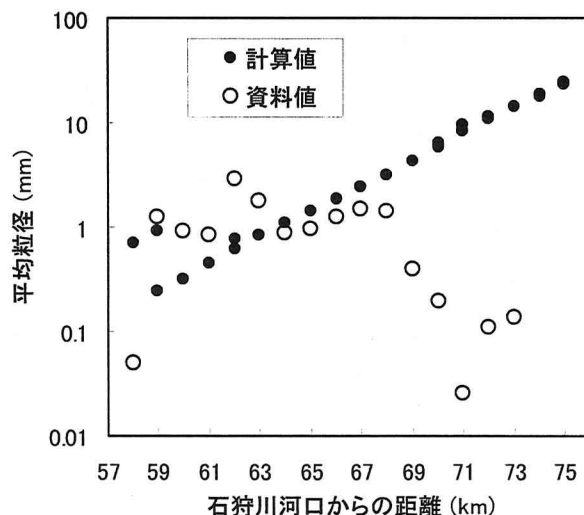


図-8 支川旧夕張川に沿った平均粒径縦断面図

図-6の平均粒径については実資料⁶⁾と比較すると良好な推定結果が得られた。

支川は川幅や平均粒径の実資料^{5) 6)}がある旧夕張川を例として図-7, 8に示す。川幅、平均粒径ともばらつきは大きいが概ね支川の特徴を表現している。

従って、川幅や平均粒径は幹川、支川とも良好な再現性が得られたので、流砂量の推定結果は妥当だと考えられる。

4. 流域の土砂輸送特性

石狩川ランドスケープ情報⁴⁾からメッシュの接続関係と表層地質が与えられるため、流域内の流砂量を地質別に分類し河川毎に集計することができる。流域の表層地質分布を図-9に示す。千歳川沿いに砂・礫・粘土などが多く左岸では軽石、右岸から上流部にかけては火山灰が多く確認された。

また、図-10に示すように千歳川流域は流域間の比流砂量に違いがあることが分かった。内別川とママチ川の比流砂量が多い理由としては他の支川に比べて河道勾配が急でかつ縦断的に勾配の変化が少ないため、河道中の横流入により流砂量が増加したまま幹川に合流しているためである。一方、生産土砂が多いと言われている漁川の場合、上流部は勾配が急であるものの幹川合流部付近では緩勾配となり河道内の流砂の滞留により幹川に合流する流砂量は前述の2河川に比べて少なく推定された。

ここで、各河川からの流出土砂量を千歳川合流点で評価して右岸、左岸流域別にまとめると、同程度の土砂量となった。

同理論より推計した流砂量を左右岸に分け岩質別に見ると、左岸は軽石が大半を占め、右岸は全体が粘土、火

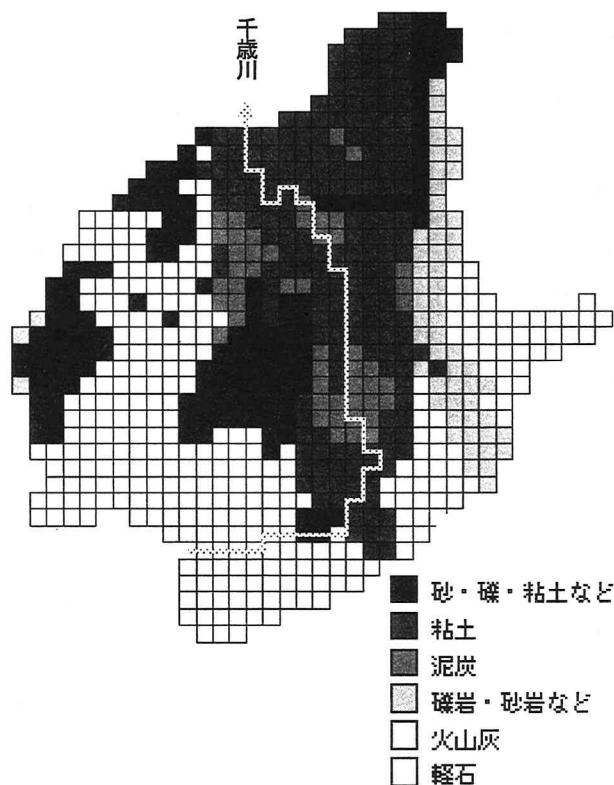


図-9 千歳川流域の地質分布図 (3次メッシュ単位)

山灰、礫岩・砂岩などで構成されていることが図-11, 12にから分かる。

そうして、裏の沢観測所より下流 9.3km 地点では河床材料の岩質調査⁷⁾が行われており、その調査結果を図-13に示す。調査地点では軽石や凝灰岩が多く全体の半数以上を占めている。

ここで、流砂量の推計結果と千歳川下流河道の河床材

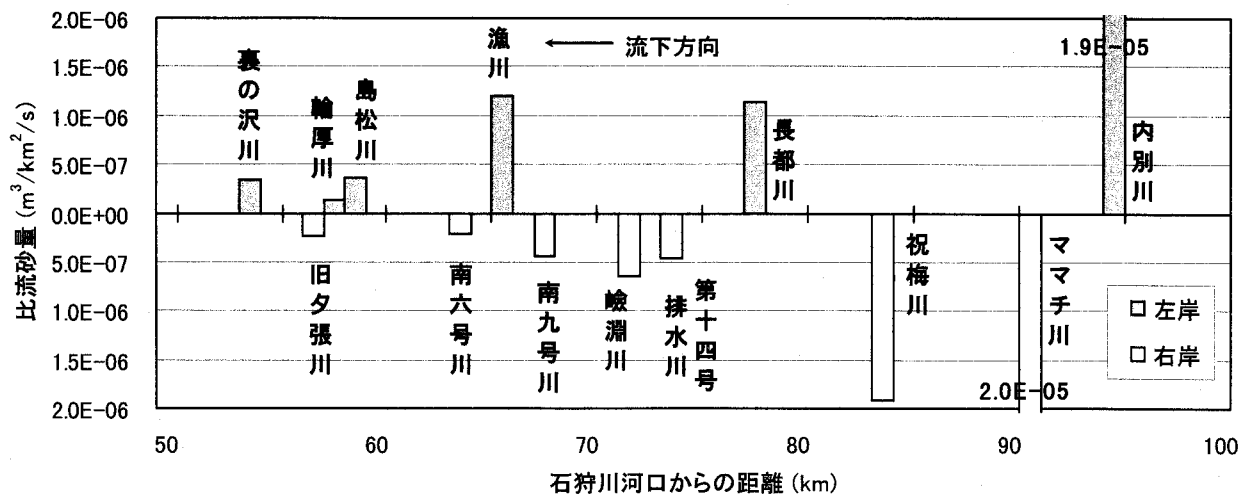


図-10 千歳川の支川流域別比流砂量

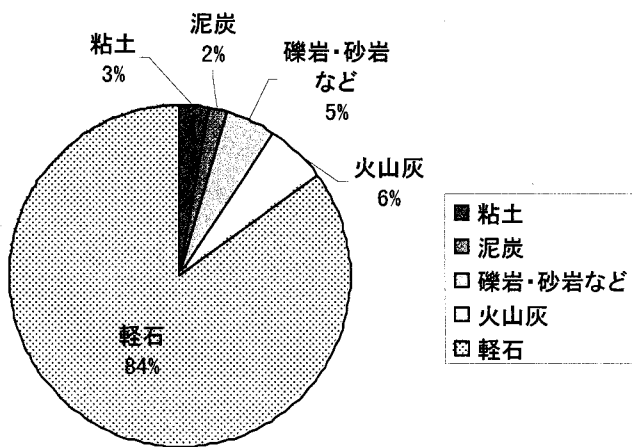


図-11 千歳川左岸流域の岩質別流砂量構成比

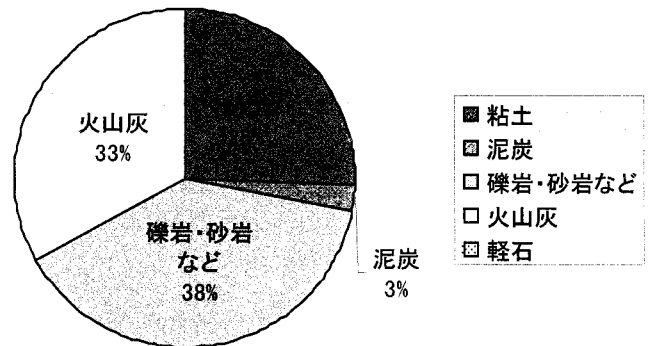


図-12 千歳川右岸流域の岩質別流砂量構成比

料の現地調査結果を比べると、現地調査結果で多く見られる軽石は左岸流域で流砂量構成比が大きく、凝灰岩はその成分が軽石や火山灰などが固結したものであることや斜長石は火山性岩由来のものであることから左岸流域や上流域の流砂量に関連しているものと考えられる。この岩質調査の結果と照合してみると、左岸流域からの影響を多く受けているものと推測される。

今後、同理論を用いて求められる流砂量を検証するための基礎データ収集が望まれる。

5. 終わりに

本研究ではこれまでに山地流域を対象に解析してきた河道網理論を地形勾配や河川勾配が緩やかな千歳川流域に適用し、妥当性の検討を試みた。その結果、流量、川幅、平均粒径については実資料^{5) 6)}と比較し良好な再現性を得られた。また、流砂量については直接的に検証で

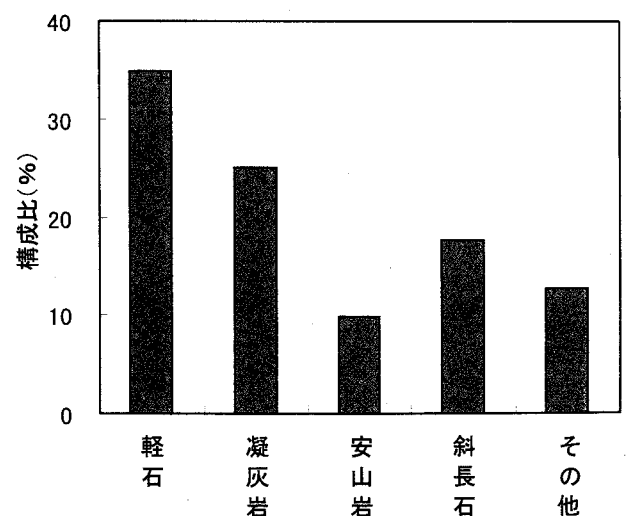


図-13 千歳川河床材料岩質調査結果 (重量構成比)

きないものの、岩質別流砂量と現地調査結果⁷⁾を照合した結果、流域の土砂輸送特性を概ね表現できたと考える。

千歳川低平地流域における河道網理論の適合度は良好であり、その妥当性をほぼ検討し得たものと考ええる。

参考文献

- 1) 山本徹, 黒木幹男, 板倉忠興: 河道網理論による金山ダム流域の地質別流砂分布, 水工学論文集第41巻 pp. 765-770, 1997.
- 2) 山本徹, 黒木幹男, 板倉忠興: 土砂の横流入を考慮した河道網理論, 土木学会北海道支部論文報告集第53号(B) pp. 20-25, 1996.
- 3) 堀江克也, 山本徹, 黒木幹男, 板倉忠興: 滝里ダム流域の土砂生産量について, 水工学論文集第43巻 pp. 575-580, 1999.
- 4) 財団法人 北海道河川防災研究センター: 石狩川ランドスケープ情報, 1998.
- 5) 北海道開発局石狩川開発建設部: 千歳川水系横断面図, 1984.
- 6) 北海道開発局石狩川開発建設部: 石狩川改修工事の内千歳川河床変動検討外一連業務地質調査報告書 河床材料調査結果, 2000. 3.
- 7) 北海道開発局石狩川開発建設部: 雨竜川他河床材料調査業務報告書, 1999. 2.

(2002. 9. 30受付)