

河道網理論による滝里ダム流域の土砂生産特性について

北海道大学工学部 学 生 員 堀江 克也
 佐藤工業株式会社 正 会 員 山本 徹
 北海道大学工学部 フェロー会員 黒木 幹男
 北海道大学工学部 フェロー会員 板倉 忠興

1. はじめに

流域の安定河道を議論する方法として、河道網理論がある。この理論は、少なくとも一地点の流量資料、流域の河道網配置、河床高縦断形を既知として、河床材料の平均粒径、支配流量に対応した川幅、水深、流砂量などの河道特性量の空間的或いは縦断変化を推定するものである。

本研究では、流域の土砂生産特性を考慮した新河道網理論¹⁾を用い、現在建設中の滝里ダム流域における土砂生産量を求め、その特性の推定を行った。

2. 滝里ダム流域

滝里ダムは、石狩川水系空知川の芦別市滝里町に多目的ダムとして建設しているダムである。流域の上流に金山ダムがあるが、本解析では金山ダムまでを対象流域とする。また、河道網のパターンとして「石狩川流域ランドスケープ情報」²⁾収録の河道網図を用いる。図-1 に滝里流域の河道網図を示す。この流域の流域面積は 1192.9km² である。これに対して、河道網図のメッシュ数は 1272 個、1メッシュ当たりの面積は 0.9378km² であり、外部リンク数は 409 個である。

実際に解析するにあたり、空知川本川を幹川河道とし、本川に流入する河川を図-2 に示すような 36 個の支川に分割した。そして、すべての支川と幹川河道を対象に解析を行った。ただし、幹川河道に直接流出する単位河道は除いており、解析対象メッシュ数は 1216 個となり流域全体の 95.6%にあたる。

3. 河道網理論の適用

a) 河床高縦断形

流域に河道網理論を適用する。まず、河道

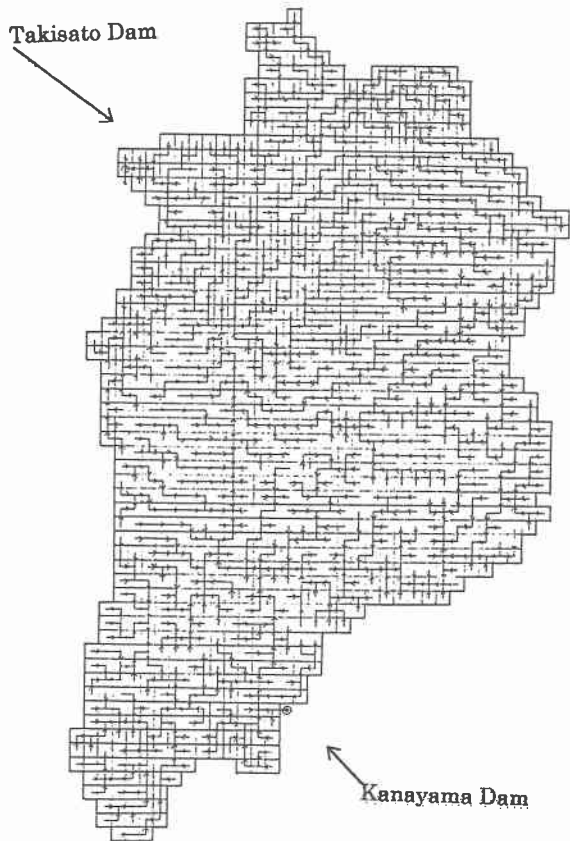


図-1 滝里ダム流域の河道網図

Study on Characteristics of the Sediment Production in the Takisato Dam Basin by the Network Model
 by Katuya HORIE, Toru YAMAMOTO, Mikio KUROKI, Tadaoki ITAKURA

の実河床高縦断形にもっとも適合するように指数型縦断形をあてはめ、河床勾配、座標を定める。実河床高縦断形は国土数値情報の最低標高を用い、地形図も併用してなるべく実際の河床高に合うようにした。図-3 に、幹川河道の河床高縦断形を示す。図中の黒丸印は実河床高で、実線は解析による指数型縦断形である。これより、幹川河道の平均勾配は 3.18×10^{-3} と緩勾配である。

b) 下流端流量・流砂量

流域の全単位河道についてその上下流端勾配、座標データを与え諸量を計算すると流域の流量、流砂量は外部リンク流入流量 $[Q_U]_i$ で表せる。この際、 $[Q_U]_i$ はすべての支川で一定とし、幹川河道の外部リンク流入流量は金山ダムにおける平均年最大流量 $151.8 \text{ m}^3/\text{sec}$ を用いた。流域の合計流量は式(1) のようになる。

$$\sum Q = 1758.7 \times [Q_U]_i + 151.8 \quad (1)$$

となる。

流域の下流端の流量資料があれば、(1)式より外部リンク流入流量 $[Q_U]_i$ が求まるが、本解析では滝里ダムの下流にあたる赤平での流量から換算することとする。赤平の平均年最大流量は、流量年表より、昭和 46 年 から平成 7 年までの 25 年間で $982.2 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。そして、赤平の流域面積は 2531.1 km^2 であり、滝里ダムの流域面積は 1661.9 km^2 であるので、平均年最大流量を流域面積の比で滝里に換算すると $644.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。これを(1)式に代入すると、外部リンク流入流量 $[Q_U]_i$ は $0.280 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。この数値の妥当性を確かめる資料はないが、ラショナル式を用いて雨量関係を調べてみることにする。外部リンクの集水面積は 0.47 km^2 なので有効雨量を逆算すると日雨量換算で $r_e = 51.54 \text{ mm}/\text{日}$ となる。滝里ダム流域の上富良野、富良野、前富良野、麓郷での 1987 年から 1996 年までの 10 年間の年最大日雨量の平均は 51.75 mm であり、ほぼ妥当な値と考えられる。

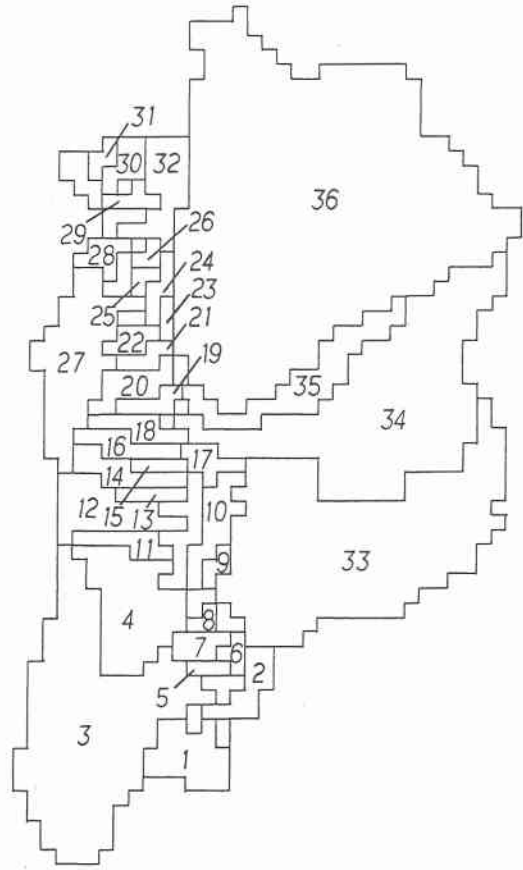


図-2 支川流域図

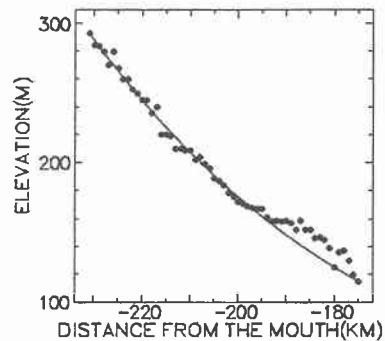


図-3 幹川河道の河床高縦断形

また、月最大降水量の平均は 174.025mm であるので、見かけの雨量継続日数は 3.36 日(80.71 時間)となる。支配流量下の流砂量の概念を拡張すると、年堆砂量 V_r は流砂量に見かけの継続時間を乗ずればよい。流域の最下流端の流砂量は外部リンク流入流量の値より、 $5.947 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。よって、流域の下流端での年堆砂量は以下のようになる。また、流域全体の比堆砂量は $14.5 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ となる。

$$V_r = 3.36(\text{日}) \times 5.947 \times 10^2 (\text{m}^3/\text{sec}) = 17279 \text{m}^3/\text{year}$$

c) 幹川河道における流量、流砂量分布

外部リンク流入流量の値が定まると任意の地点の流量、流砂量が求まる。図-4、図-5 は、幹川河道に沿った流量、流砂量の縦断分布である。流量は河道中の横流入、支川合流で増加している様子がわかる。大きく増加しているところは、流域面積の大きい支川 3,33,34,36 の合流地点である。流砂量は相対的には増加しているが、河道中の横流出による現象がみられる。また、支川 3,27 の合流地点で特に大きな増加があり、支川 4,33,34 でも大きな増加がある。

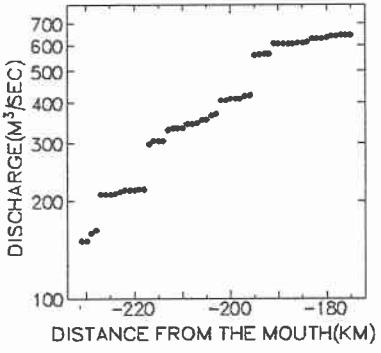


図-4 幹川河道に沿った流量分布

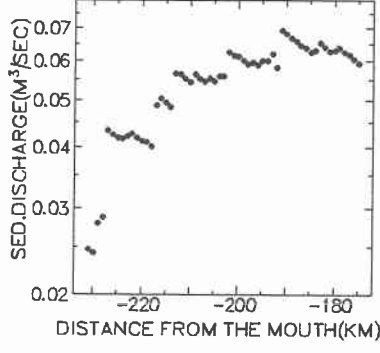


図-5 幹川河道に沿った流砂量分布

($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{sec}$)

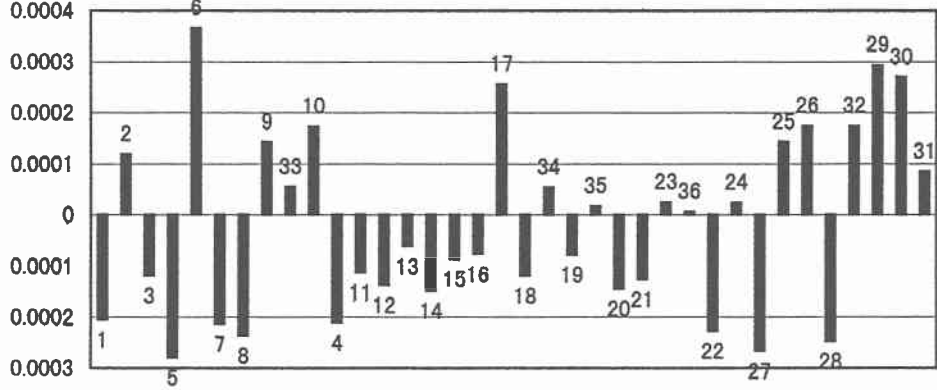


図-6 支川別比流砂量

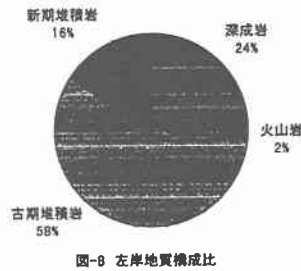
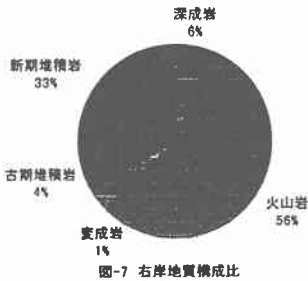
4. 流域の土砂生産特性

a) 支川別の比較

滝里ダム流域の流砂量を支川ごとに比較する。流砂量の多いところは、上で述べたように支川 3,4,27,33,34 と流域の大きいところであった。しかし、一番流域面積の大きい支川 36 では流砂量が少ないので、単純に流域面積が大きいところが流砂量が多いということではない。そこで、支川別に比流砂量で比較してみることにする。図-6 に支川別の比流砂量を示す。上側は本川の右岸にある支川で、下側は左岸にある支川である。また、棒グラフのラベルは支川番号を表している。図より比流砂量は支川 6 が特に多く、支川 5,17,27,28,29,30 なども多い。逆に、支川 23,24,35,36 は特に少ない。

b) 右岸、左岸別の比較

滝里ダム流域の地質は本川の右岸と左岸で大きく違ってくる。右岸は十勝岳山系火山性流域、左岸は芦別山系中生層流域のものが主である。図-7、図-8 に右岸、左岸における地質構成比を示す。右岸は火山岩類及び新期堆積岩で 89% と流域のほとんどをしめている。左岸は深成岩及び古期堆積岩が 81.5% をしめている。



右岸、左岸から流出する総流砂量、比流砂量、年比堆砂量の計算値は、表-1 のようになる。年比堆砂量を求める際の継続時間は 3.36(日)を使用した。表より、左岸の方が流域面積に対して流砂量が多くなっている。

表-1

	流域面積 (km ²)	総流砂量 (m ³ /sec)	比流砂量 (m ³ /km ² /sec)	年比堆砂量 (m ³ /km ² /yr)
右岸	782.6	3.38×10^2	4.32×10^{-5}	12
左岸	340.9	5.55×10^2	16.3×10^{-5}	47

c) 堆砂資料との比較

流域内の砂防ダムにおける堆砂資料³⁾と河道網理論による計算堆砂量値を比較する。比較を行ったのは表-2 に示す 4 地点であり、峰泊沢床固工は流域の左岸にあたり、他の 3 地点は右岸にあたる。計算値の年堆砂量はその地点の流砂量に継続時間を乗じたもので、すべて 3.36 日を使用した。

これら 4 地点の資料値を見てみると、富良野川一号堰堤とヌッカグシ富良野川陵雲一号堰堤で年比堆砂量が際立って多い。これは、この地点が十勝岳の火口近くに位置しているため十勝岳噴火による流出土砂の影響があると思われる。峰泊沢床固工と布部川 no. 2 砂防ダムでは左岸、右岸の年比堆砂量と比べて、似かよったオーダーとなっている。富良野川一号堰堤とヌッカグシ富良野川陵雲一号堰堤は支川 36 にある。これらの堰堤では、非常に多い土砂が出ているが、図-6 によると、幹川河道との合流点では流出土砂量は少なくなっている。これは、合流点までの河道長が長く、長い平野部を通過しているために途中で土砂を排出しているものと思われる。逆に、峰泊沢床固工

では流出土砂量は少ないが、ここは、支川4にあり合流点では多くの土砂生産量がある。これより、右岸側では下流部に広大な平野があり、上流部で生産された流出土砂が合流点に達するまでに減少しており、左岸側ではあまり減少がみられずに、生産された土砂がほとんど流れ出ているものと思われる。

表-2

河川施設名	完成年	調査年	流域面積 (km ²)	堆砂量 (m ³)	年堆砂量 (m ³ /yr)		年比堆砂量 (m ³ /km ² /yr)	
					資料値	計算値	資料値	計算値
峰泊沢床固工	S53	S60	3.3	1,975	282	1,096	85	332
布部川 no.2 砂防ダム	S37	S62	26.8	23,600	944	8059	35	301
富良野川 1号堰堤	S43	S54	7.5	54,000	4,909	449	653	60
ヌッカクシ富良野川陵雲 1号堰堤	S49	S52	2.2	40,000	13,333	1,430	6,061	650

比堆砂量の資料値と計算値の関係、比堆砂量と流域面積、起伏量比との関係を図-9～図-11に示す。図-12には、支川別の計算比堆砂量と流域面積の関係を示す。

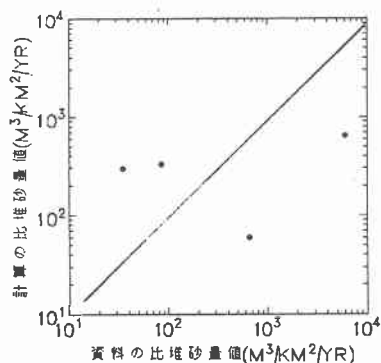


図-9 資料値と計算値の年比堆砂量

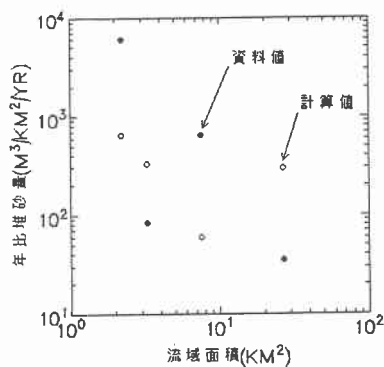


図-10 比堆砂量と流域面積

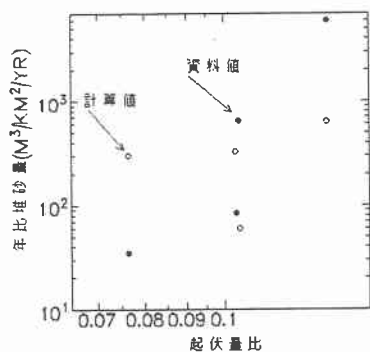


図-11 年比堆砂量と起伏量比

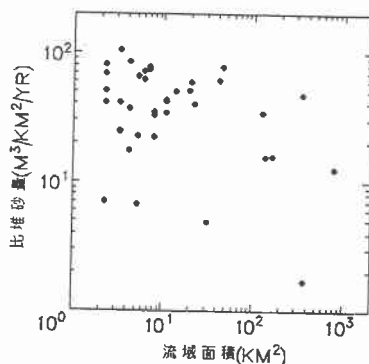


図-12 支川別の比堆砂量(計算値)と流域面積

5. おわりに

滝里ダム流域の土砂生産特性を、新たに構築した河道網理論¹⁾を用い推定した。個別の地点における計算値と資料値が必ずしも一致しなかった。その理由として

- 1) 河道網理論は平年的な支配流量の概念を用いた河道特性量の安定河道縦断形を議論する理論であるので、十勝岳での火山活動のような例外的な要因がある場合には、理論値と実資料値のずれが生じる。
- 2) 今回の解析対象 4 地点はいずれも流域面積が平均 10km² で、本解析に用いるメッシュ(約 1km²)に対して小さい。

一方、年比堆砂量と流域面積、起伏量比での計算値と資料値の比較では弱い相関性が認められた。今後同種の解析を重ねる必要がある。

謝辞 本研究は財団法人北海道河川防災研究センター発行の石狩川ランドスケープ情報のデータを活用した。記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 山本徹、黒木幹男、板倉忠興:流出特性分布を考慮した河道網理論とその適用、土木学会北海道支部論文報告集、1998(投稿中)
- 2) 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、1996
- 3) 財団法人北海道開発協会:滝里ダム建設業務の内、土砂動態調査解析業務報告書、1997