

II-40

河道網理論による芦別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 吉澤 良
 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

河川の平年的な土砂生産特性を予測することは、砂防、ダム、河道計画、そして海岸工学に至るまで、流砂に関わる多くの問題にとって非常に重要である。著者ら¹⁾は、金山ダム流域の土砂生産特性について簡易河道網理論を適用し、ある程度の妥当性を確認した。

本研究では、全ての単位河道ごとに解析し、流域の流出特性分布を考慮する新河道網理論²⁾を芦別ダム流域に適用し、貯水池内の堆砂土砂データで検証を行った。

2. 芦別ダム流域への適用

芦別ダムは図-1 に示すように、夕張山地の西に位置する昭和32年竣工の発電用ダムである。同ダムの堆砂規模は全国有数であり、総貯水容量 500 万 m^3 以上のダムの中で全国 6 位の堆砂率を有している。芦別ダムの流域面積は 126 km^2 で、芦別川・惣芦別川に 2 分されている。国土数値情報の第 3 次メッシュに基づく河道網を図-2 に示すが、メッシュ数は 135 個、1 メッシュあたりの面積 0.93 km^2 であり、外部リンク数 56、河道数 134 である。

本研究では、芦別川・惣芦別川の 2 つの流域に分割して解析を行った。なお、解析対象メッシュ数 132 個は、流域全体 135 個の約 98% を網羅している。

(1) 河床高縦断形

対象とする流域中、マグニチュードと河道長が最大で両者が同位ならば河床標高の低いものを幹川河道と定め、それについての河床高縦断形がもっとも適合するように指数型の縦断形をあてはめる。縦断形を適合させることにより幹川河道の各接点の座標と河床勾配が確定する。図-3 と図-4 に幹川の河床高縦断形を示す。図中の黒丸は国土数値情報に基づく実資料値、実線は本解析による指数型の縦断形である。次に、支川についても上流端点と合流点を含む幹川河道 3 点に指数型の縦断形をあてはめる。図-5, 6 は上端勾配が緩い例、図-7, 8 は上端勾配が急な例である。

このようにして、全ての幹川・支川の河床高縦断形を適合させることにより、各単位河道の座標・河床勾配が確定する。

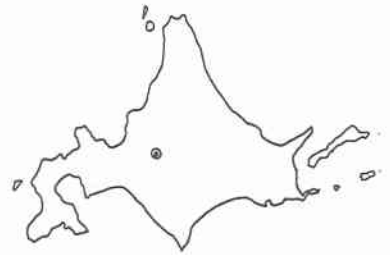


図-1 芦別ダム位置図

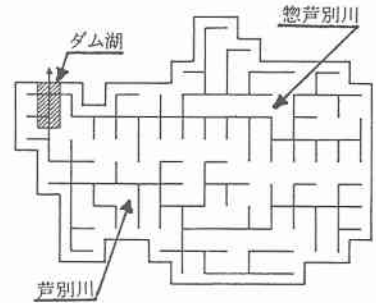


図-2 芦別ダム流域河道網図

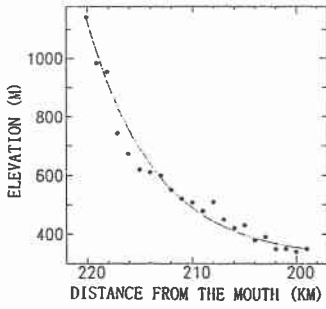


図-3 芦別川河床高縦断形

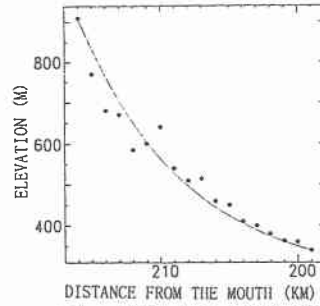


図-4 惣芦別川河床高縦断形

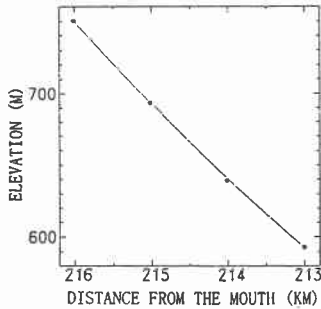


図-5 芦別川支川7河床高縦断形

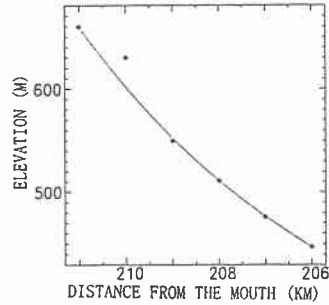


図-6 惣芦別川支川17河床高縦断形

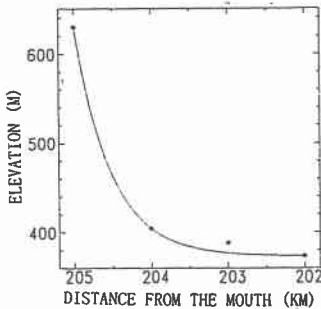


図-7 惣芦別川支川21河床高縦断形

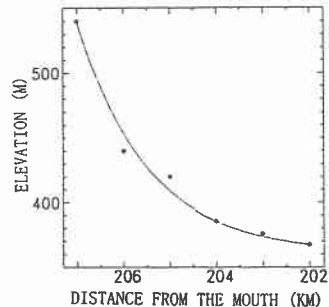


図-8 芦別川支川20河床高縦断形

(2) 流量・流砂量分布

各単位河道の座標・河床勾配を上流端、下流端の河床勾配の関係式(1)、(2)に代入し数値積分することによってこの単位河道の河床高さの縦断形が得られ、上流端流砂量 Q_{BU} 、横流入流量 ql 、横流入流砂量 $q_s l$ を上流端流量 Q_U で表すことができる。

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_U = -C \left(\frac{Q_{BU}}{Q_U}\right)^{6/7} \quad (1)$$

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_D = -C \left(\frac{Q_{BU} + q_s l}{Q_U + ql}\right)^{6/7} \quad (2)$$

ただし、 z :基準面から測った河床高、 x :流下方向にとった距離、 l :単位河道長、 ql :横流入流量、 $q_s l$:横流入流砂量、 C :定数、 Q_{BU} :上流端流砂量、 Q_U :上流端流量。

このように対象流域全ての単位河道にそれぞれ適用すると流域全体の流量・流砂量の縦断分布が外部リンク流入流量下流端 $[Q_U]$ を用いて表すことが可能になる。

図-9, 10 は芦別川、図-11, 12 は惣芦別川の幹川の流量と流砂量の縦断分布を示したもので、流量は河道中の横流入・支川合流で増加し、流砂量は河道中の支川合流で増加している。流域の下流端の合計流量は式(3)のようになる。

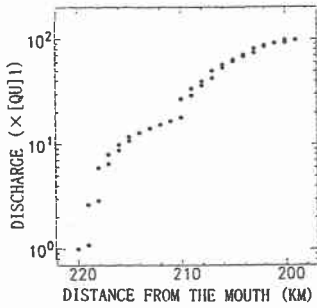


図-9 芦別川流量分布

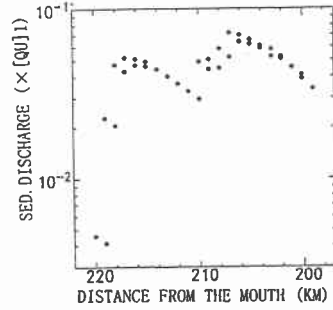


図-10 芦別川流砂量分布

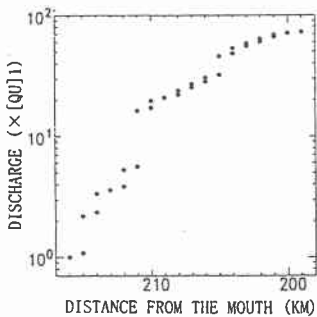


図-11 惣芦別川流量分布

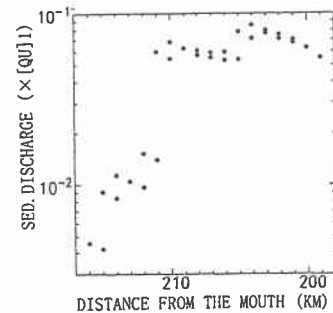


図-12 惣芦別川流砂量分布

$$\text{sum}Q = 171.56 \times [Q_U]_1 \quad (3)$$

ただし、 $[Q_U]_1$: 河道網における外部リンク流入流量。

ここで、芦別ダムの年平均最大流入量は $81.6 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるので、外部リンク流入流量 $[Q_U]_1$ は $0.476 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。また、この $[Q_U]_1$ の値を用いて支配流量下の流砂量を求めると $4.24 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。見かけの支配流量の継続時間 α_T は次式(4)のように表すことができる。

$$\alpha_T = V_y / \text{sum}Q_B \quad (4)$$

ただし、 V_y は年生産土砂量で、芦別ダムの堆砂の進行状況から求めると、 $V_y = 18230 \text{ m}^3/\text{year}$ である。

よって、見かけの継続時間は $\alpha_T = 4.97$ 日となる。芦別ダムにほど近い「七の沢」での雨量観測データによる降雨資料を平均してみると、1989～1995年までの7年間の平均月最大雨量は 237 mm は、平均日最大雨量 67.4 mm の 3.52 日分に相当する。図-13は同様の解析を行った豊平峡・金山ダム流域の α_T 、雨量の関係を表したものであり、3点ではあるが両者には相関性が存在すると思われる。

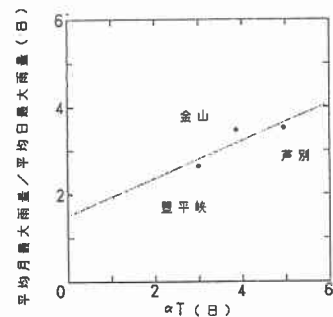


図-13 α_T と雨量の関係

3. 流域の土砂生産特性

芦別ダム流域の地質を図-14に示す。大別すると、中央部に砂岩がある以外の大部分を頁岩が占め、東端にチャート、輝緑凝灰岩が分布しており、一般に南北方向の走向をもっている。多くを占めている頁岩は、風化・浸食に極めて弱い性質を有する。本解析で算出した流砂量を岩質別に分類し、その結果を芦別ダム貯水池の堆砂資料³⁾と照合してみる。この資料はダム貯水池内に存在する堆砂を将来掘削して砂利資源として活用するため調査したもので、貯水池内の堆砂岩質を区

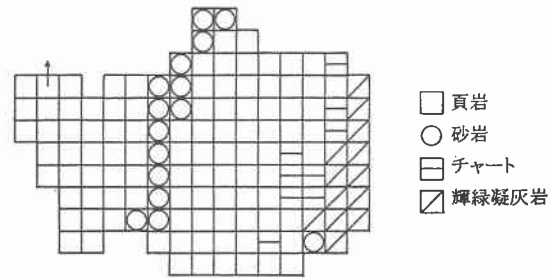


図-14 流域地質図

分している。図-15, 16は芦別川と惣芦別川の表層地質の岩質別の面積比と資料から得られた貯水池内の堆積土砂の岩質比及び本研究で算出した岩質別流砂量比を比較したものである。堆砂資料と計算値の大小関係は一致している。解析結果は全体的な傾向として堆砂土砂構成比に類し、ほぼ適合しているといえる。

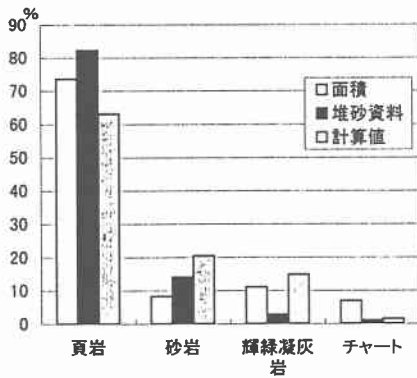


図-15 芦別川構成比比較グラフ

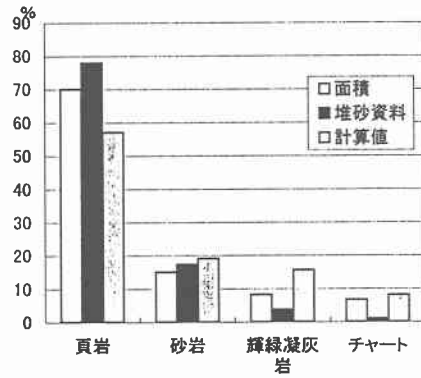


図-16 惣芦別川構成比比較グラフ

4. おわりに

新たに構築した河道網理論²⁾を土砂生産量の多い芦別ダム流域に適用し貯水池の流量・堆砂量データから、地質別の流砂分布を推定し、堆砂データで検証を行なった。土砂生産特性について妥当な結果が得られた。

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：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)
- 3) 北海道開発局石狩川開発建設部：直轄堰堤維持の内芦別ダム堆砂活用調査報告集、1979