

II - 60

胆振・日高海岸の浸食と河川土砂供給について

北海道大学工学部 学生会員 細川 仁志
 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

土砂生産を予測することは、その現象が複雑なため、非常に重要な分野であるにも関わらず、未だ十分に解明されるまでには至っていない。また、これまでの方法では多くのパラメーターの同定が必要という問題がある。しかし、比較的小さい規模の河川では、その流量資料も得られないというのが現状である。そこで本研究では、流量資料の得られない河川でも、地形図やその地域の雨量資料などの少ない資料から流砂量を算出できるようにし、胆振・日高海岸の浸食と河川土砂供給について考察することを目的としている。

本論ではこれまでに構築されてきた、安定縦断形状における流砂量の理論を用いて、実際のダム流域への適用を行った。そして、本研究で導入した係数 α 、 T の値を決定し、胆振・日高海岸に流入する河川への適用を試み、海岸浸食状況との比較を行った。なお、本解析では流量に支配流量を用いており、流砂量は流域の土砂生産量に対応する。

2 安定縦断形状からの流砂量

流域の土砂生産量の解析方法として、5万分の1地形図により各河川の縦断形状を求め、それにより安定縦断形状における流砂量を求める。

1) 基本式

黒木ら¹⁾は、安定河道縦断形状を判定する支配流量を式(1)の指数分布と仮定した上で、安定河道形状を式(2)のように与えている。

$$Q = Q_0 \exp(qx) \quad (1)$$

$$z' = \frac{cL}{a} [\exp(-a\xi) - \exp(-a)] Q_0^{\frac{6}{7}} \quad (2) \quad \text{ただし、} c = \left[\frac{6.9\sqrt{g}(s\tau_*)^{5/3} Q_B}{a_0\sqrt{sg}(\tau_* - \tau_{*c})^{3/2}} \right]^{6/7} \quad (3)$$

z ; 上流端と下流端との標高差、 L ; 河川長、 $a = (6/7) qL$ 、 $\xi = x/L$ 、 x ; 上流端からの距離、 s = 河床砂礫の水中比重、 τ_* ; 無次元せん断力、 Q_B ; 単位時間当たりの流砂量である。また、安定縦断形状では $\tau_* = 1.23 \tau_{*c}$ 、 τ_{*c} ; 無次元限界せん断力である。

式(2)中の流砂量 Q_B を、流域内の河川についてそれぞれ求める。境界条件 ($z' = z$; $x = 0$ 、 $z' = 0$; $x = L$) を用いて、式(2)を無次元化すると式(4)を得る。

$$\frac{z'}{z} = \frac{\exp(-a\xi) - \exp(-a)}{1 - \exp(-a)} \quad (4)$$

式(3)より次式を得る。

$$Q_B = \frac{a_0\sqrt{s}(\tau_* - \tau_{*c})^{3/2}}{6.9(s\tau_*)^{5/3}} Q_0 \left[\frac{az}{L\{1 - \exp(-a)\}} \right]^{\frac{7}{6}} \quad (5)$$

$a_0 = 8$ 、 $s = 1.65$ 、 $\tau_* = 1.23 \tau_{*c}$ 、 $\tau_{*c} = 0.05$ とすることにより、流砂量 Q_B は z 、 a 、 L 、 Q_0 の関数となる。ただし、本研究では単位河道の横流入量をゼロとして扱っている。

2) 流砂量の算出

実際に流砂量を求めるために、式(5)中の変数 z 、 a 、 L 、 Q_0 を求める。

まず a であるが、これは式(4)の a の値を変化させたグラフを作成し、その曲線が実際の河川の縦断形状に近い値を選び、その時の値を a とした。

例を挙げると、図-1 のようになる。これは金山

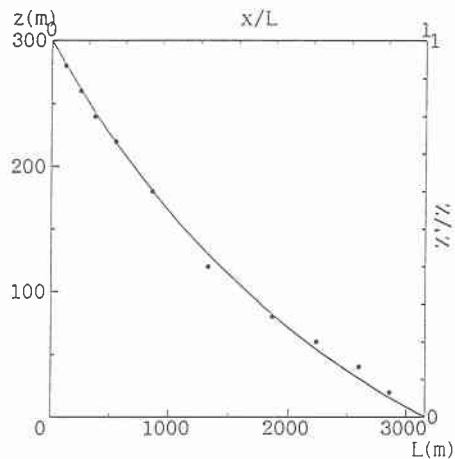


図-1 縦断形状と $a=1.2$ のときのグラフ

The coast erosion and sediment production from the river in Iburi-Hidaka district.
 By Hitoshi HOSOKAWA, Toru YMAMOTO, Mikio KUROKI and Tadaoki ITAKURA

ダムに流入する河川の一つである。実点で描かれているのが実際の縦断形状であり、実線が式(4)より導かれた値である。ただし、縦軸を z'/z 、横軸を x/L としている。この場合は、 $a=1.2$ の時の曲線が、最も実際の縦断形状に近いので、これを a の値とした。

次に、 z と L であるが、これは前述のように5万分の1地形図により計測した。

最後に、 Q_0 (川の始点の流量) であるが、本研究ではこの Q_0 を $Q_0 = A_0 \cdot \alpha$ と仮定した。ここで A_0 は、 Q_0 に関わる初期の流域面積であり、 α は、著者らが仮定したその流域特有の係数である。(図-2参照) ただし、 α の値は同一流域内では一定である。また、一般的にラショナル式を用いると、

$$Q_0 = \frac{1}{3.6} f r A_0 \text{ と表される。 (但し、} f \text{ ; 流出率、} r \text{ ; 降雨強度) つまり } \alpha \text{ は、} \frac{1}{3.6} f r \text{ に相当する。}$$

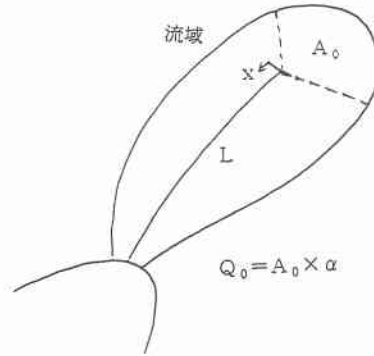


図-2 河川と係数との関係

3 CASE STUDY～金山ダムを例に～

1) Q_E (ダムへの平均年最大流入量) から α を求める。

$$\text{式(1)より } Q_E = Q_0 \exp(qL) \quad (6)$$

となる。ここで、 $a = (7/6) qL$ であるから、式(6)は以下のようになる。

$$Q_E = A_0 \alpha \exp\left(\frac{6}{7} a\right) \text{ いま、} S_{48 \sim H6} \text{ までの平均で、} Q_E = 151.7778 \text{ (m}^3/\text{sec) であるから、これよ}$$

り逆算すると、 $\alpha = 1.0 \times 10^{-7}$ となる。

2) V (平均年ダム堆砂量) から T を求める。

式(5)より、 $Q_B = 3.94 \times 10^5 \alpha$ (m³/sec) となる。一方、実際のダム堆砂量から平均年ダム堆砂量を求めると、 $V = 21.423 \times 10^3$ (m³/year) となる。ここで、 Q_B と V との単位の相違により、単位を補正する係数が必要になる。本研究ではこの係数を T (sec/year) としている。係数 T を導入することにより、見かけの継続時間が分かるようになる。従って、 V は最終的に以下のように表せる。

$$V = Q_B T = \frac{a_0 \sqrt{s(\tau_s - \tau_{sc})}^{3/2}}{6.9(s\tau_s)^{5/3}} \left[\frac{az}{L\{1 - \exp(-a)\}} \right]^{7/6} A_0 \alpha T \quad (7)$$

式(7)に先ほど求めた α を代入すると、 $T = 6.289$ (day/year) となる。

4 ダム流域への適用

本研究では、豊平峡ダム、定山溪ダム、奥新冠ダム、富村ダム、春別ダム、桂沢ダム、漁川ダム、鹿ノ子ダム、岩知志ダム、金山ダムの合計10ヶ所のダム流域について、計算を行った。その結果を表-1に示す。また、本研究で α 、 T とおいた値は、その流域の地質や降雨に深く関係があると考えられる。

表-1 ダムでの計算結果

番号	ダム名	A(km)	A ₀ (km)	地質分類	αT	r d	雨量観測所
1	豊平峡	134.0	103.4	C	0.3182	94.6	小金湯
2	定山溪	104.1	71.9	C	0.1411	94.6	小金湯
3	奥新冠	53.1	47.8	A	0.0038	144.8	西川岳
4	富村	164.9	158.6	C	0.1545	72.3	カミホロ
5	春別	129.4	102.0	A	0.2462	144.8	西川岳
6	桂沢	151.2	97.4	D	0.2681	55.3	美流渡
7	漁川	113.3	91.4	C	0.1333	94.6	小金湯
8	鹿ノ子	124.0	86.3	B	0.2683	63.1	上芭露
9	岩知志	567.0	395.3	A	0.2279	92.9	厚幌ダム
10	金山	470.0	376.4	A	0.0544	54.0	上トママ

1) αT の決定

式(7)から、 αT の値が定まれば、流砂量 V の値が求められることがわかる。そこで、10カ所のダム流域で求めた αT を用いて、他の地域でも αT を求める方法を考える。ここでは、ラショナルの意味合いから、一番近いと思われる雨量観測所の r_d (平均日最大雨量)とそのダム流域を代表する地質分類によって、 αT を算出した。

(図-3)

2) 胆振・日高海岸に流入する河川への適用
求めた αT により、各河川の流砂量 V を求めると、図-4のようになる。

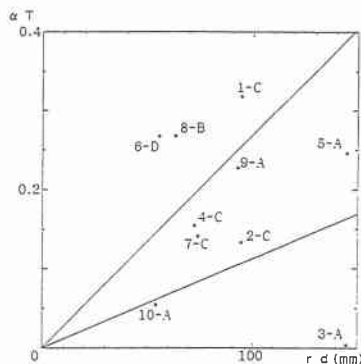


図-3 αT と r_d との関係

$v(m^3/year)$

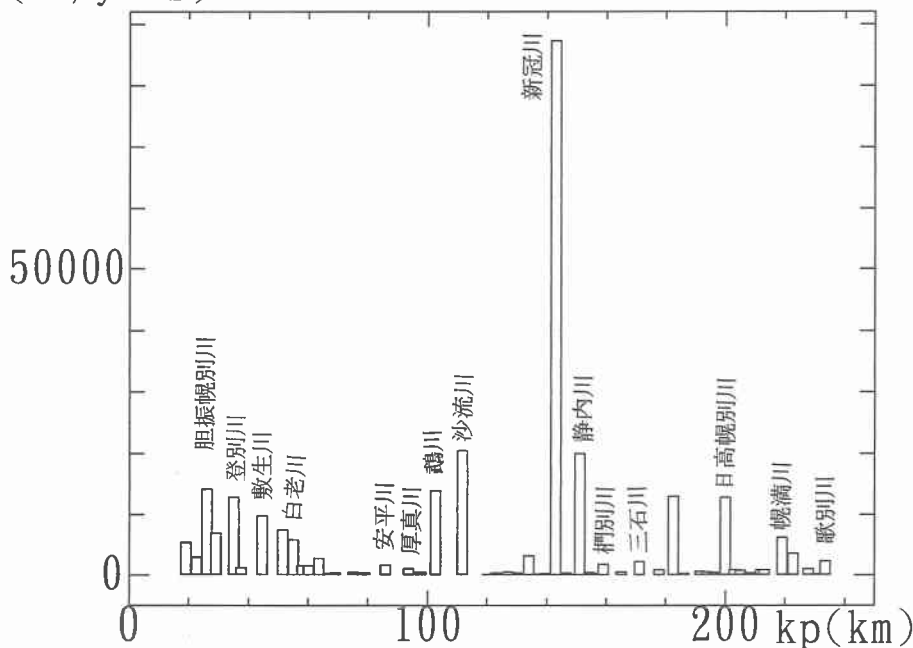


図-4 河川からの土砂生産量

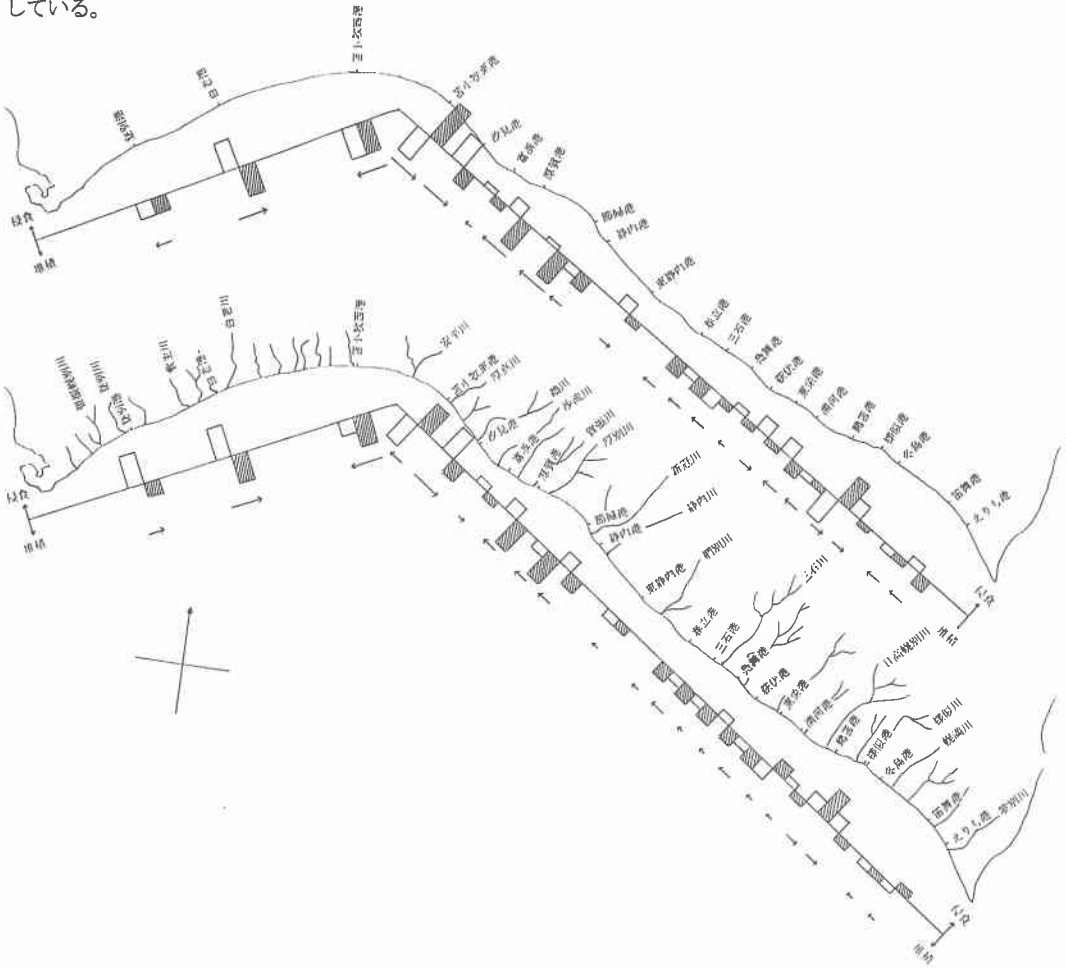
5 胆振・日高海岸の浸食と河川土砂供給

浅野らは、胆振・日高海岸の海岸浸食状況を昭和20年と平成3年の5万分の1地形図により計測した²⁾。それによると年間約55万 m^3 の土砂が失われており、今回の計算では、年間約30万 m^3 の土砂が河川より供給されている。つまり、単純に考えて、この海域では85万 m^3 浸食されているのである。しかし、この調査によると、港が既に浸食されていた地域に建設された場合、港そのものが削られることになってしまう。そこで本研究では、港の建設当時の地形図を用いて、平面的な浸食状況を求めた。そして、海図等により海岸の勾配を求め、各漁港付近での堆積・浸食量を算出した。ただし、人工的に埋め立て・掘削したことが明らかな場合には、すべてその地点での浸食量・堆積量をゼロと考えた。また、今回は漁港の影響域を防波堤長の10倍と考えている。

そして、胆振・日高海岸における21カ所の港付近での浸食・堆積状況を図-5、図-6に示す。ここで棒グラフは各港の防波堤の東側、西側での堆積・浸食量である。また、矢印はその港全体での堆積・浸食量であり西向きが堆積、東向きが浸食を表し、それらの長さがその量の多さの程度を表している。ここにその堆積・浸食量を求める際の基本的な考え方を示すと、今例えば、岸に沿って東側から西側に海流が流れているとする

と、防波堤の東側では堆積し、西側では浸食する。その、地形図から求めた量とその地域に流入する河川から供給される量との差をとり、それが+であれば堆積側に、-であれば浸食側にプロットした。

図-5は港周辺の変化量を表し、図-6は、河川からの供給量を考慮した、その港での漂砂の移動方向を表している。



6 おわりに

河川からの土砂生産量と港での堆積・浸食量との関係であるが、図-7、8を比較すると河川からの土砂供給は港付近の堆積・浸食問題に大きく関わっていることがわかる。

今後は、港（特に防波堤）の形態や付近の地形や砂質、粒径といった、細かい資料があれば、よりいっそう正確に土砂収支の問題を把握できると考えられる。

この海域では年間約 55 万 m^3 （地形図による計測）の土砂が失われており、年間約 30 万 m^3 （今回の計算）の土砂が河川から供給されている。これだけで考えても年間約 25 万 m^3 浸食されているのである。

7 参考文献

- (1) 黒木・板倉；安定河道形状に関する研究、水工学論文集 第39巻 1995
- (2) 浅野・黒木・板倉；北海道の海岸浸食に関する研究、土木学会北海道支部論文集 1995
- (3) 細川・黒木・板倉；流域の土砂生産の評価に関する研究、土木学会北海道支部論文集 1996