

胆振日高海岸における海浜変形と流域の土砂生産に関する研究

山 本 徹*・吉 澤 良**・黒 木 幹 男***・板 倉 忠 興****

1. はじめに

北海道の太平洋に面する長さ約 250 km の胆振日高海岸は侵食が顕著であり、大きなところでは戦後 50 年間に数百メートルの汀線後退が起こっている。しかし、その原因は必ずしも明らかにされていない。ダムの構築や河川改修の影響が取り沙汰されることもあるが、数値的な根拠に基づく議論ではない。海岸侵食は海岸での土砂収支バランスが崩れることに起因して生じるので、流域の生産土砂量を的確に予測することが非常に重要であるが、未だ十分解明されるまでに至っていない。特に、本研究の対象地域に流入する河川は比較的小さい規模のものが多く、流量資料も得られないというのが現状である。著者ら (1995) は、支配流量の考え方をを用いた河川の安定縦断形状の理論的解析を通じて、河床高の縦断形と流砂量が密接な関係を有していることを見い出している。これにより、支配流量に対応する流砂量を推定することができるので、年間の支配流量相当の流量の生起割合さえ与えられれば、流量資料の得られない河川でも、平均的な土砂生産量を算出できるようになる。

本研究では、安定縦断形状の理論を実際のダム流域へ適用し、ダム堆砂資料から支配流量年間生起割合を調査した。さらに、得られた結論を胆振日高海岸に流入する河川へ適用し、河川土砂供給量を推算した。また海岸線の変化から海浜土砂変化量を算出し、それらと河川土砂供給量の関係について考察した。

2. 河川供給土砂量の推定

2.1 安定縦断形状と流砂量

著者ら (1995) が行った河道の安定縦断形状に関する理論の概要を述べる。

本理論では支配流量の存在のもと河道内の流砂現象を 1 次元漸変流れととらえ、流れの運動式、抵抗則式、流砂連続式、流砂量式、安定横断形状に関する解析 (1986) から得られた河床セン断力式の 5 式から式 (1) のように

河床勾配を流砂量と流量の関数として表すことができる。

$$\frac{dz}{dx} = -C \left(\frac{Q_B(x)}{Q(x)} \right)^{\frac{6}{7}} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $C = \left[\frac{6.9(s\tau_*)^{\frac{5}{3}}}{8\sqrt{s(\tau_* - \tau_{*c})^{\frac{3}{2}}}} \right]^{\frac{6}{7}}$, $s (=1.65)$: 河床材料の水中比重, $\tau_* (=1.23 \times \tau_{*c})$: 平衡河床掃流力, $\tau_{*c} (=0.05)$: 移動限界掃流力, z : 河床高, x : 流下方向にとった距離, $Q_B(x)$: 流砂量であり本理論では横流入を無視して一定値とした, Q : 支配流量であり、式 (2) の縦断分布を仮定した。

$$Q(x) = Q_0 \exp(qx) \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 Q_0 : $x=0$ における流量, q : 流量増加を規定する定数であるが、同時に河床高縦断形状も規定する。式 (2) を式 (1) に代入して積分すると河床高が得られる。

$$z = C \left(\frac{Q_B}{Q_0} \right)^{\frac{6}{7}} \frac{7}{6q} \left(\exp\left(\frac{-6}{7}qx\right) - \exp\left(\frac{-6}{7}qL\right) \right) \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 L : 流路長。支配流量として、著者らは年最大流量の経年平均値を用いることを勧めている。この値は、確率的には 2~3 年に一度発生する出水に相当し、物理的には低水路満流流量程度に相当する。著者ら (1995) は北海道の流量資料の整った河川を対象にして、河床高と流量の縦断方向の妥当性を確かめている。河川の縦断方向に何地点かの流量観測所があり、流量資料の集積があればこれらにより Q_0, q を求めることができるから河床高縦断形が与えられれば、流砂量を求めることができる。しかし、流量資料のない河川では他の方法によらずにはならない。そこで、河床高縦断形は 1/50000 地形図により求め得るから、これに最も適合するように定数 q の値を定めることにする。流砂量は式 (3) から以下のように定数 q の関数として与えられる。

$$\frac{Q_B}{Q_0} = \left(\frac{(6q/7) \times \Delta z}{C(1 - \exp(-6qL/7))} \right)^{\frac{7}{6}} = fnq.(q) \dots\dots (4)$$

ここに、 Δz : 河道長 L の区間の河床標高差。したがって、 Q_0 を確定することができれば、流量資料なしに流砂量を求めることができる。

* 正 会 員 工 修 佐藤工業(株)土木部土木グループ
** 学生会員 北海道大学大学院工学研究科
*** フェロー 工博 同上 助教授
**** フェロー 工博 同上 教授

2.2 流砂量と平年生産土砂量

次に2.1の理論から求められる流砂量 $Q_B(\text{m}^3/\text{sec})$ と平年生産土砂量 $V(\text{m}^3/\text{year})$ との関係を考える。流域の生産土砂量の資料としてはダムの堆砂資料が唯一かつ最も確実である。本理論では流量に支配流量という仮定の流量を用いている。支配流量自体は、概ね年最大流量の経年平均値程度が妥当であることは既に述べた。したがって、この流量下における流砂量が平年的な状態を表していると考えすることに大きな無理はない。しかし、ダムの年堆砂量などで推定される平年生産土砂量とを結びつけるためには、支配流量が年当たり何時間あるいはい何日生起すると考えるのが妥当かという問題に答える必要が出てくる。いま、この平年生起時間を T と書くと、平年生産土砂量 V は式(5)のように表せる。さらに $x=0$ における流量 Q_0 をラショナル式を用いて表すと、式(5)の最右辺のようになる。

$$V = Q_B T = f n q(q) \cdot Q_0 \cdot T = f n q(q) \cdot \alpha \cdot A \cdot T \quad \dots\dots\dots (5)$$

ただし、 $A: x=0$ より上流の流域面積、 $\alpha = f \cdot r / 3.6$ 、 f : 流出率、 r : 支配流量に対応した降雨量。

係数 α 、 T は、流域に固有な定数と考えられる。これらの値を推定するために、ダム流域に本理論を適用した。一般にダムに流入する河川は1本ではない。このため、個々のダムにおいて、主要な河川についてそれぞれ理論を適用し q 、 A の値を求めるが、 α 、 T の値は各ダム流域ごとに一定とした。したがってダムの年生産土砂量は式(6)のように表現される。

$$V = (\sum_K f n q(q_K) \cdot A_K) \alpha \cdot T \quad \dots\dots\dots (6)$$

本研究では、図-1に示すように1豊平峡、2定山溪、3奥新冠、4富村、5春別、6桂沢、7漁川、8鹿ノ子、9岩知志、10金山、の10個のダム流域について、 α 、 T の値の推定を行った。求められた α 、 T と土砂生産の重要な因子である降雨量と地質年代との関連を調べてみた。あわせて図-2に北海道の地質図を示した。図-3は $\alpha \cdot T$ の値を縦軸に、平均日最大雨量を横軸にとり地質年代別に調べたものである。図中、Aは白亜紀、Bは第三紀、Cは第四紀を表す。ばらつきはあるが硬い(とイメージされる)白亜紀(A)と軟らかいイメージの第三紀以降の年代(B, C)の2グループに分けられる。さらに精度のよい推定法の開発は将来のこととして、ひとまず図-3によって $\alpha \cdot T$ の値を推定することにして、地質年代別の年最大降雨量との関係を図中の実線のように設定した。

2.3 流入河川の年供給土砂量の推定

図-4は胆振日高海岸に流入する大小57河川について本理論を適用して、各河川からの平均年供給土砂量を求めた結果である。流域面積の大きな河川がそのまま年

供給土砂量の多い河川とはなっていない例も少なくない。これは、推定に用いた $\alpha \cdot T$ の値が流域地質により大きく異なるためである。本計算の結果、胆振日高海岸への河川からの供給土砂量は、年間約28万 m^3 と推定された。

3. 沿岸移動土砂量の推定

昭和22年と平成3年の1:50000の地形図の海岸線の



図-1 ダム位置図



図-2 北海道の地質図

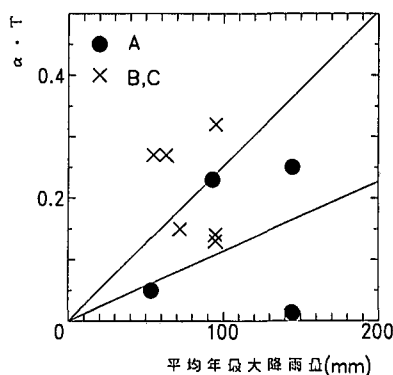
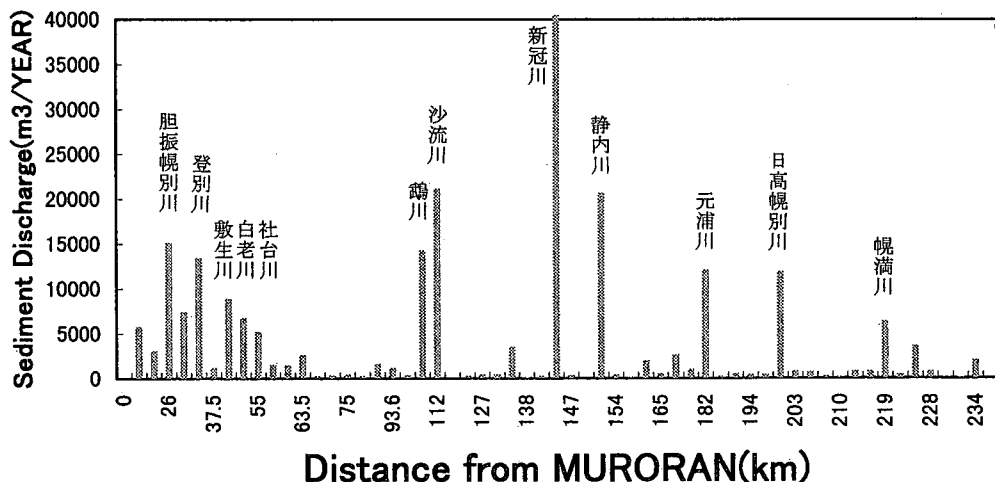
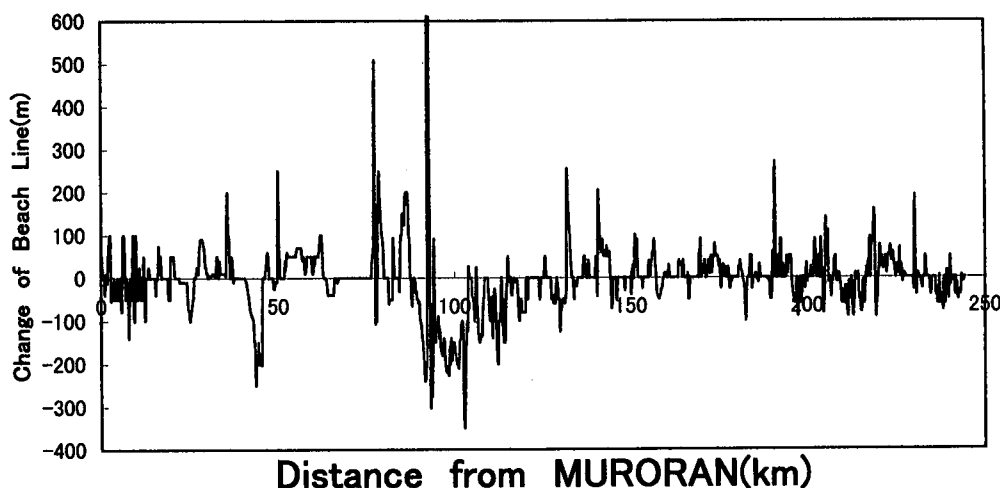


図-3 降雨量と $\alpha \cdot T$ の関係



図一4 胆振日高海岸流入河川年供給土砂量



図一5 胆振日高海岸における汀線変化量

位置を 200 m 間隔に読み取り比較することで、胆振日高海岸の堆積、侵食状況を計測した。図一5 は各計測点における汀線の変化状況を示す。港湾建設による人工的な汀線変化を別にしても 100~200 m 程度の堆積、侵食がいたるところで生じており、特定の部分に集中しているようではない。さらに、変化面積をボリュームに換算するために、変化深度を設定する必要があるが、ここでは移動限界水深を採用することとした。前浜の勾配だけでも 0.06~0.3 と変化に富んでおり、移動限界水深そのものについてだけでも、一つの研究テーマとなりえるだろうが、ここでは尾崎 (1974) が静内海岸で示した 5 m を採用することとする。この値を用いると、胆振日高海岸全体では単純平均で年間約 41 万 m³ の土砂が失われていることになる。この海岸には、苫小牧西、苫小牧東の大規模港湾を含み、21 の港が建設されている。港の左右の

海岸は特徴的な侵食と堆積状況を示している場合が少なくない。そこで、沿岸方向の土砂移動量を見積もるために、港湾周辺の汀線変化を調べた。海浜変化を調べる範囲は、汀線に沿って左右それぞれ防波堤の長さの 10 倍の範囲とした。この範囲の適否については検討の余地があるが、これにより港湾左右の汀線変化面積を知ることができる。ボリュームに換算するために、ここでも移動限界水深を 5 m とした。図一6 は上の計算結果をまとめて対数表示したものであり、白色は西側、黒色は東側の変化量をそれぞれ港湾の建設後の経過年数で除して表している。図一7、図一8、図一9 は平成 3 年頃の白老港、浦河港、様似港回りの等深線を示したものであるが、それによると東西防波堤先端において水深が 10 m (太線) 程度であり沿岸漂砂の多くが阻止されると考えられる。同様に苫小牧西港、苫小牧東港とも防波堤が 2000 m 級で十

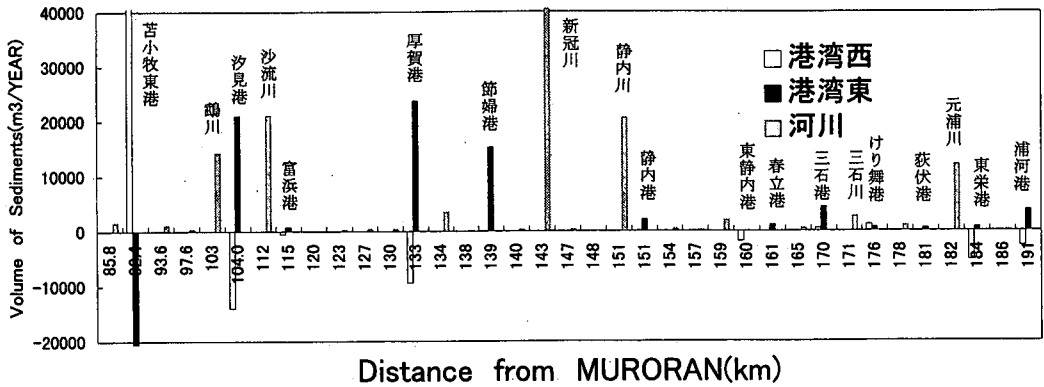


図-10 港湾まわり侵食量、堆積量および流入河川土砂供給量(苫小牧東港から)

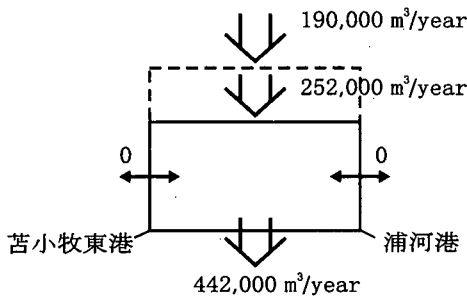


図-11 苫小牧東港から浦河港までの土砂収支

卓越し、土砂供給量の多い新冠川、静内川の西に位置する節婦港、厚賀港の堆積量が非常に多くなっている。その他の港は汐見港を除いて土砂生産量の多い河川が存在しないので節婦港、厚賀港に比べると堆積量が非常に少ないことがわかる。図-11 にこの海岸域の土砂収支の概略図を示す。苫小牧東港、浦河港においては沿岸方向の漂砂量は0とみなしうる。この海岸域の沖方向への土砂流亡量は年あたり 442,000 m³ であり、河川からの土砂供

給量は年 190,000 m³ であるから供給量が絶対的に少ないことがわかる。

4. ま と め

海浜変形が顕著に見られる北海道胆振日高海岸へ流入する大小 57 河川に着目し、各々から具体的にどの程度の年平均土砂供給量があるかを推定した。また地形変化資料から、海岸侵食量、堆積量を調べた。河川の土砂供給量と海岸の土砂移動量を調べることで河川の海岸へのかかわりを量的に議論することができた。

参 考 文 献

- 池田駿介, G. Parker, 千代田将明, 木村善孝 (1986): 直線礫床河川の動的安定横断形状とそのスケール, 土木学会論文集, pp. 117-126, No.375/II-6.
- 尾崎 晃 (1974): 日高静内海岸の海浜過程について, 第 21 回海岸工学講演会論文集, pp. 135-139.
- 黒木幹男, 板倉忠興 (1995): 安定河道縦断形状に関する研究, 水工論文集, 第 39 巻, pp. 641-646