

II-58

北海道の海岸侵食に関する研究

北海道大学工学部 浅野 篤
 北海道大学工学部 正員 黒木 幹男
 北海道大学工学部 正員 板倉 忠興

1. はじめに

現在、わが国における海岸侵食の問題は深刻さの度合いを増し、特に大河川河口付近の海岸では加速度的に進行している。かつては豊かな砂浜だった所が海岸線の開発と相まって大都市近郊における砂浜は急速に姿を消してしまった。このため侵食対策が施工されている海岸の延長が増えているが、侵食をくい止めるまでに達していないのが現状である。河川工学の視点からこの問題にとりかかるとすれば、河口での流砂量が大きいに関係している。近年では、各種ダムの建設と河川での砂利採取のために河口部への流出土砂量が減少傾向にある。そこで本研究では、侵食海岸として有名である北海道の室蘭からえりもまでの日高海岸における海岸侵食について調査してみた。

2. 調査方法

海岸侵食は 1)地盤沈降のような、地形学的要因 2)河川排出土砂の減少 3)漂砂移動力としての波・流れの変化 4)海岸構造物による付近海況の変化 の4つが主な要因である。これらの諸要因は独立なものであると同時に、互いに影響を及ぼしあっている。今回は2)と4)について検討してみた。このうち、2)については安定縦断形状から流砂量を求める式を使い約60の河川について解析する。また4)については、昭和20年発行の旧版地図と現在の地図を透写し比較した。主な港の位置を記載し、その影響がどの程度なのかを調べた。

3. 安定縦断形状からの流砂量

河川からの土砂供給量の解析方法として、5万分の1地形図より各河川の縦断形状を求めて、それ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うえで、安定河道縦断形状を、式(2)のように与えている。

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

$$z' = \frac{cL}{a} [\exp(-a\xi) - \exp(-a)] Q_0^{-6/7} \quad (2)$$

ただし、

$$c = \left[\frac{6 \cdot 9 \sqrt{g} (s \tau_c)^{5/8} Q_B}{a_0 \sqrt{sg} (\tau_c - \tau_{c0})^{3/2}} \right]^{6/7} \quad (3)$$

z : 上流端の標高、 L : 河川の長さ、 $a = (6/7)qL$ 、 $\xi = x/L$ 、 x : 上流端からの距離、 s : 河床砂礫の水中比重、 τ_c : 無次元せん断力である。

安定縦断形状では $\tau_c = 1.23 \tau_{c0}$ 、 τ_{c0} : 無次元限界せん断力、 Q_B : 単位時間当たりの流砂量である。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、

Study on Beach Erosion in Hokkaido

by Atsushi ASANO, Mikio KUROKI and Tadaoki ITAKURA

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。

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

$a_0=8, s=1.65, \tau_* = 1.23\tau_{*c}, \tau_{*c}=0.05$ とすることによって流砂量 Q_B は z, a, L, Q_0 の関数となる。

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、その曲線が各河川の縦断形状に近い値を選びだした。例として鷺別川を図-1に示す。実点が実際の縦断形状であり、実線が式(4)の横軸を x/L 、縦軸を z'/z とした時のグラフである。

この場合は $a=2.5$ の時、最も分布形が縦断形状に近いので、これを a の値とした。他の河川も同様にして、 a の値を求めた。

Q_0 の求め方は、昭和58年から平成4年までの雨量、水位、流量年表²⁾より、室蘭土木現業所管内の13河川の10年間の年ピーク流量の平均を調べ、流域面積との相関図を作成した。その結果を図-2に示した。

このとき、分布にかなりのばらつきがあったが、ある程度の規則性を見つけて直線を描いてみた。

次に年ピーク流量の平均 $\overline{Q_{max}}$ と流域面積 A の比をとってみると、 $\frac{\overline{Q_{max}}}{A} = 1.58$ となった。

この比に当てはまらなかった河川には、広範囲にわたる流域面積をもつ河川があった。大河川については、単に流量は流域面積に比例するのではないことが、これからわかる。この値をもとに、他の河川の流量 Q_0 を式(6)より算出した。

$$Q_0 = 1.58A \quad (6)$$

A を求めるには、5万分の1地形図でプランメーターを使用して計測した。

z と L も地図の河道上に、ディバイダーで4mm(200m)ずつ測り河川長と等高線を読みとった。

以上の諸変数と式(5)から流砂量 Q_B を計算し、それらをまとめたものが表-1である。

表の中に Q_B の値が抜けているものは、縦断形状や流域面積を調べる範囲が広すぎて地図の準

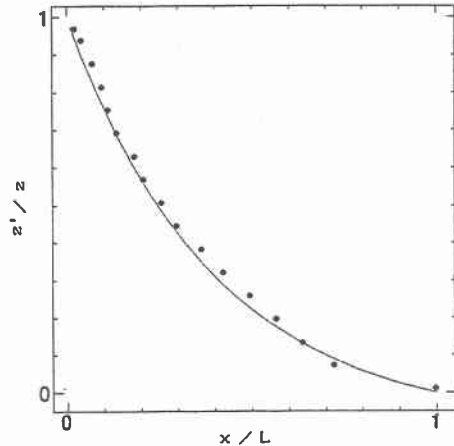


図-1 鷺別川の縦断形状と $a=2.5$ での式(4)のグラフ

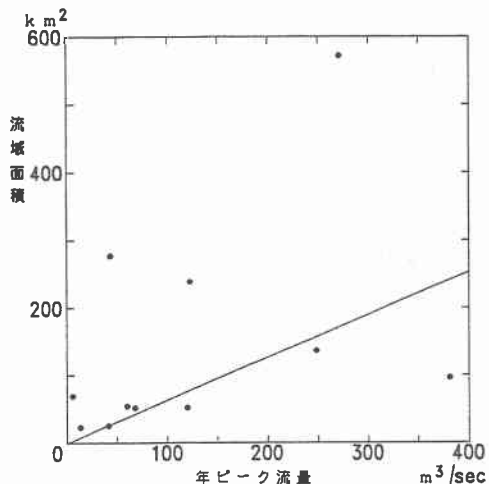


図-2 年ピーク流量と流域面積との関係

備が遅れたためである。

4. 地図での海岸侵食調査
港が海岸侵食にどの程度影響するかを調べるために、昭和20年発行の旧版地図と現在の地図とを透写台で透かして比較してみた。その結果を、各河川の Q_b を棒グラフに表したものと一緒に図-3にまとめた。海岸線の変化は折れ線グラフで表し昭和20年の海岸線を $y=0$ 直線とし、現在の海岸線が堆積していれば y 軸の+にプロットし、侵食していれば-方向にプロットした。港の埋め立て地で300mを越える地点はカットした。

Q_b の y 座標の最大値は、 $3(m^3/sec)$ で、海岸線の y 座標の最大値は300(m)である。

5. 考察

やはり、港の周辺では侵食と堆積が対照的に起きている。これについてはある程度予想できたが、 Q_b との関連については今の段階では何も説明できない結果に終わってしまった。港の影響をあまり受けない海岸なら流砂量がより重要な原因になるだろう。

実際の海岸では色々な条件が重なり侵食が進んでいるので、複雑なものであることがわかる。しかし、海岸侵食を河川の流砂量のデータからも解析出来るようになれば、より一層侵食の問題解決に近づくであろう。

(参考文献)

- 1) 黒木幹男、板倉忠興、森明巨：安定河道縦断形状について 北海道大学委託研究報告書、北海道開発局
- 2) 社団法人 北海道土木協会：雨量・水位・流量年表 1983-1992、監修 北海道土木部河川課

河川名	z(m)	a	L(km)	A(km ²)	Q _b (m ³ /s)	新冠川	1600	4.3	71.30		
鶯別川	310	2.5	8.15	28.7	2.68E-01	浦里川	50	1.4	2.00	3.4	1.24E-02
富岸川	240	2.2	5.10	16.7	1.79E-01	日高目名川	160	2.2	17.90	30.6	4.71E-02
胆振幌別川	440	3.7	15.40	104.9	1.03	静内川	780	4.4	53.50	571.6	9.29E-01
岡志別川	210	4.0	5.90	20.5	2.83E-01	ウツマツ川	100	1.4	3.50	10.6	4.54E-02
登別川	500	1.4	13.10	58.0	3.48E-01	有良川	60	2.3	5.40	16.5	3.40E-02
いしつり川	150	1.2	5.25	7.7	3.01E-02	モヘ川	260	5.1	14.60	58.7	4.73E-01
敷生川	680	3.3	18.10	136.1	1.64	布辻川	220	5.3	11.90	51.4	4.52E-01
白老川	700	4.6	21.90	178.3	2.53	三石川	280	2.8	26.60	168.4	3.90E-01
社台川	420	4.7	16.20	24.6	2.80E-01	舞舞川	380	6.0	29.60	162.2	1.07
別々川	420	3.7	13.00	35.3	4.01E-01	元浦川	600	3.6	41.00	247.1	1.08
樽前川	440	3.1	13.40	45.3	4.37E-01	絵館川	160	3.6	9.70	24.8	1.25E-01
覚生川	410	3.5	11.95	36.3	4.17E-01	向別川	360	6.5	14.90	59.7	9.07E-01
錦多摩川	120	2.6	9.10	39.7	1.12E-01	乳呑川	100	1.9	5.40	11.3	3.61E-02
小糸魚川	110	1.6	9.40	25.6	4.22E-02	月寒川	40	0.9	2.40	4.5	8.10E-03
苫小牧川	200	3.1	18.80	69.6	9.23E-03	日高幌別川	560	4.6	34.30		
幌内川	80	2.2	11.00	27.9	3.38E-02	鞠吉川	80	2.4	4.20	7.9	3.17E-02
安平川	160	3.9	45.20	535.9	3.26E-02	海辺川	90	4.4	8.50	26.1	9.73E-02
厚真川	340	5.7	48.30	389.8	2.41E-01	様似川	300	4.0	19.20	81.0	4.28E-01
入鹿別川	160	4.6	13.80	54.6	2.38E-01	門別川	200	2.7	5.05	9.2	9.66E-02
鷗川			135.00	1270.0		ネウシシヘ川	360	0.9	6.20	8.1	6.25E-02
沙流川			104.00	1350.0		ネウシシヘ川	290	0.4	4.80	12.0	7.48E-02
日高門別川	160	1.6	28.90	89.4	6.16E-02	幌満川	480	2.7	21.70	157.8	8.40E-01
波恵川	150	1.7	18.70	53.3	5.91E-02	ルキ川	130	0.4	2.20	4.4	2.67E-02
廣能舞川	160	2.2	12.20	36.2	8.72E-02	ニカンヘ川	430	2.0	11.80	60.9	4.47E-01
賀張川	200	2.4	10.20	30.3	1.26E-01	ヘキキ川	280	1.0	7.50	24.3	1.18E-01
厚別川	420	4.0	38.40	288.9	1.01	ナツク川	80	0.7	3.50	8.5	2.07E-02
大筋湯川	140	0.4	7.00	12.0	2.06E-02	幌泉川	75	1.1	3.20	6.1	1.80E-02
筋湯川	80	0.5	3.90	9.7	1.81E-02	歌別川	480	2.9	10.55		

表-1

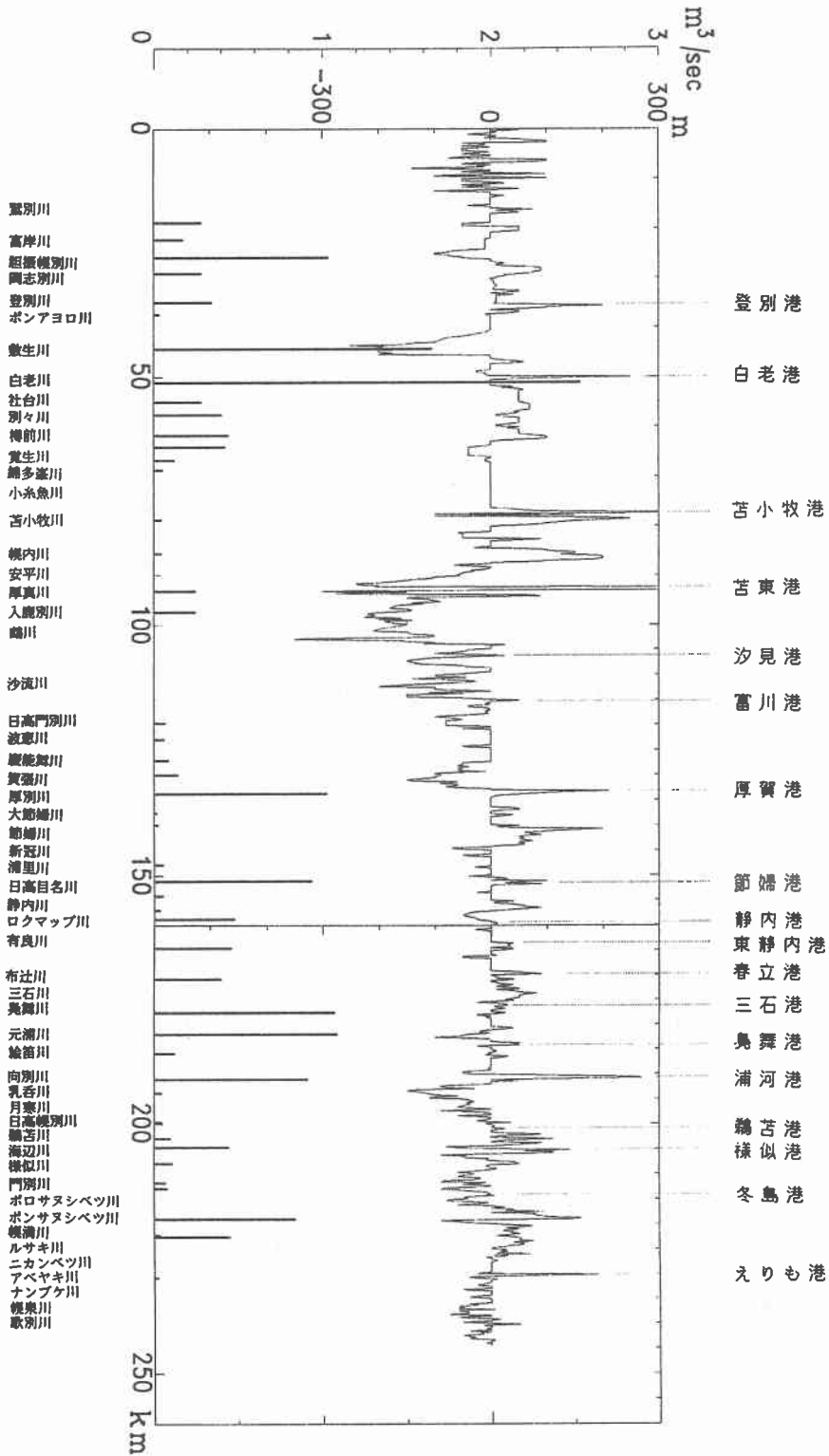


図-3 海岸侵食と河川からの流出土砂量