

# 34. 阿寒川, 新釧路川の流出土砂について

釧路開発建設部 中田邦夫

## まえがき

本調査は釧路第二港湾建設計画に当たりその近くを流れる河川(新釧路川, 阿寒川)の流出土砂量を推定し, 計画資料とするためのものであり, 特に新釧路川についてはこの河川を防波堤内に囲むか, またはその外に流すかを決定する要因となるものである。

## I. 調査概要

流送土砂の輸送形式としては一般に掃流と浮流に分けられ, 前者は河床上を転動, 滑動または跳躍しながら流下する形式であり, 後者は乱れた流れの上向の力によって流体中を浮遊状態で移動する形式である<sup>1)</sup>。

掃流土砂は一般に河床に見出される大きさからなる (Bedmaterial load) であるので, その点における水理量によりその輸送量が規定され, 浮流土砂はその河床に存在しない粒径の物質 (Wash load) を含むと考えられるのでその点の水理量によりその輸送量を把握することは困難である<sup>1)</sup>。

そこで本調査では, 浮流土砂量推定に当たっては年間を通じての実測値をとることにし, あわせて, その点の水理量の諸要素を求めて, 後日の研究資料とすることにした。

### 1. 観測地点

本調査の観測地点を図34-1および表34-1に示す。

新釧路川においては感潮の影響を避けるために観測地点を上流に設けたのであり, 阿寒川については感潮の影響はないが観測施設の関係から選定した。雪裡川は新釧路岩保木地点より下流における最大の支流であるので, その合流地点付近に観測点を設けた。

表34-1 観測地点

No.	河川名	観測地	程 河川口から (km)	流域面積 (km <sup>2</sup> )
1	新釧路川	岩保木	11.0	1,648.6
2	雪裡川	三又		300.6
3	阿寒川	山花	11.6	636.5

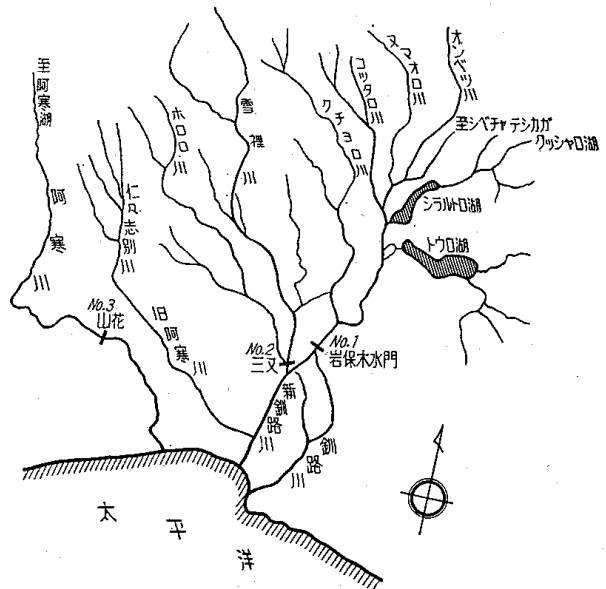


図34-1 観測地点

### 2. 観測方法

観測項目は(1)水位(2)流速(3)流積(4)水面勾配(5)浮流土砂量(6)掃流土砂量の6種である。

岩保木地点と山花地点では既存の当開発建設部河川係の施設を利用し, ワイヤーと舟により観測をした。三又地点においては既存の施設は一切なく, 周囲が湿地帯であるため, ゴムボートを用い, 川の横断方向にφ12mmのトウィンロープを張り観測した。

流量観測については、建設省水文研究会著「水文観測」の要領にしたがったのでその詳述は省く<sup>2)</sup>。

### 3. 観測器械

#### (1) 水位計

岩保木地点、山花地点では河川系の観測施設を利用した。三又地点では施設はなく水位観測は零である。

#### (2) 流速計

プライス電音流速計を利用した。その他少数は CM-2 型流速計を利用してみた。平均流速測定には 2 点法または 1 点法を用いた。

#### (3) 浮流土砂採集器

「簡易 B 型採水器」(建設省土木研究所考案)を用いた。性能については各種文献があるので省略する<sup>3)</sup>。

観測点数は河川に応じて横断方向に 3~5 点とし垂直方向には 1~3 点とした。浮流土砂の鉛直分布については種々の公式があるが、各地の実測結果から  $(0.55 \sim 0.60) h$  ( $h$  は水深) の点に平均濃度の点があるとされている<sup>4)</sup>。本調査では簡単のため、垂直方向の測定値の算術平均をもって、その点の平均濃度とした。

採水量は 1~2  $l$  とし、採集した試料は 24 時間静置した後、上ずみ液をゴム管で吸いとりこれを蒸発皿にうつし乾燥器で乾燥し精密天秤で秤量した<sup>5)</sup>。また真空ポンプと濾過器を用いて測定してみたが、濾過器の湿度による重量変動が大きく、また濾過性能も思わしくなかったので中止した。

#### (4) 掃流土砂採集器

ARNHEM DUTCH 型底質採集器を用いた。これは河床の流砂を採集する目的で作られたもので、まだその使用例が少ないので、その性能について述べる。

構造図は 図 34-2 に示す。土砂流入口は 85 mm × 55 mm で重量はおよそ 13 kg で 1 人で容易に操作できるものである。これまでの使用結果から洪水時など流速の大なる時は使用できなかった。また河床材料の粒径が大きいときにも使用できなかった。また使用に際しては引上げるときに流入口が前傾して河床を多少搔く傾向があり実際よりやや多目に観測値が出ることが潜水夫を使って調査した結果わかった。これは入口に蓋をつけこれ进行操作することにより改良できると思われる。観測点数は河川横断方向に 3 点とし 1 点につき測定時間を 1 時間としたが時間的制限のため 1 点とすることもあつた。

採集試料は炉乾燥した後総重量を測定しフルイ分けをし、必要に応じて比重を測定した。

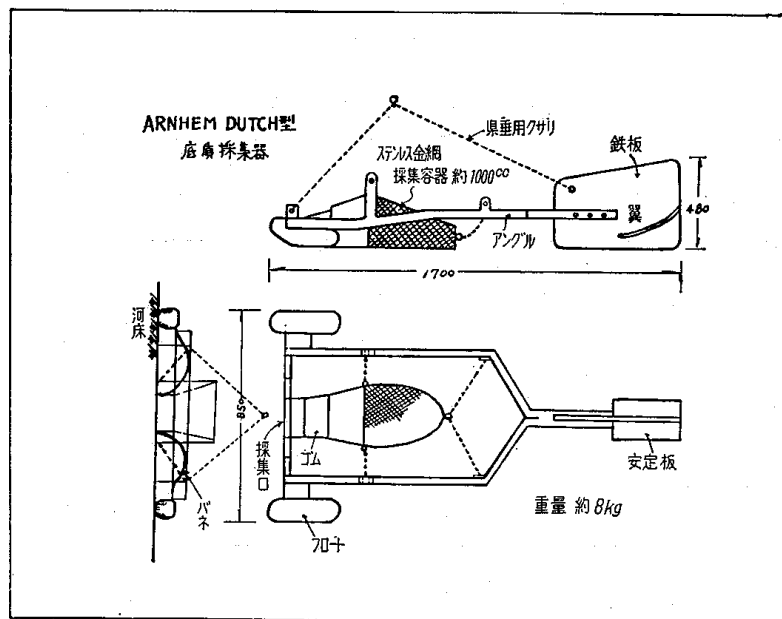


図 34-2 ARNHEM DUTCH 型底質採集器

表 34--2 観 測 資 料 一 覧

新 釧 路 川 0/11 (岩 保 木)

観 測 (昭 年 月 日)	水 位 $H$ (m)	流 量 $Q$ ( $m^3/s$ )	流 積 $A$ ( $m^2$ )	平 均 流 速 $v$ (m/s)	川 幅 $B$ (m)	径 深 $R$ (m)	水 面 勾 配 $I$ ( $\times 10^{-3}$ )	エ ネ ル ギ 一 勾 配 $I_e$ ( $\times 10^{-3}$ )	浮		流		掃		掃 流 砂 平 均 径 $D_m$ (mm)	manning 粗 度 係 数 $n$
									$g_s$ (gr/l)	$Q_s$ (kg/s)	$q_B$ (kg/h/m)	$Q_B$ (kg/h)	$B'$ (m)			
37. 5. 24	2.13	43.0	68.4	0.63	75.5	0.90	0.10	0.11	0.044	1.886	7.499	262.418	75.0	0.717	0.0155	
5. 31	2.15	43.8	76.8	0.57	75.5	1.01	0.30	0.30	0.037	1.617	6.288	471.600	75.0	0.745	0.0264	
6. 1	2.15	47.6	74.2	0.64	75.5	0.97					7.358	551.820	75.0	0.814		
6. 6	2.43	55.2	95.2	0.58	(78.1)	1.25	0.20	0.20	0.037	2.024	4.062	304.670	75.0	1.000	0.0283	
6. 18	2.12	44.8	71.5	0.63	75.5	0.94	0.60	0.59	0.041	1.835	5.883	441.219	75.0	0.870	0.0370	
7. 5	2.44	43.5	71.4	0.61	75.5	0.94	0.26	0.26	0.050	2.177	6.186	463.940	75.0	1.231	0.0254	
7. 12	2.25	48.7	85.6	0.57	76.7	1.13	0.25	0.25	0.090	4.374			75.0		0.0461	
7. 13	2.35	55.3	89.5	0.62	75.5	1.23	0.50	0.49	0.092	5.084			75.0		0.0399	
7. 23	2.34	50.8	91.5	0.56	75.5	1.20	0.20	0.20	0.039	2.000	1.974	148.059	75.0	2.298		
8. 6	2.90	73.8	130.6	0.57	(84.5)	1.69			0.054	3.955	6.462	484.661	75.0	1.531		
8. 24	2.69	77.4	117.9	0.66	(84.3)	1.53	0.20	0.20	0.035	2.715	5.752	431.365	75.0	1.295	0.0285	
8. 31	2.56	75.8	108.2	0.70	(78.5)	1.42	0.23	0.23					75.0		0.0285	
9. 5	2.37						0.24	0.24					75.0			
9. 10	2.36	59.5	92.3	0.64	77.5		0.39	0.38	0.034	2.004			75.0		0.0346	
9. 25	2.27	49.8	87.4	0.57	76.0	1.14	0.25	0.25	0.018	0.877						

雪 裡 川 (三 叉)

37. 9. 10		20.1	42.8	0.47	21.5	1.83	0.18			0.262						
9. 25		18.4	39.5	0.46	20.0	1.78				0.341						
10. 5		10.3	24.9	0.41	21.0	1.12				0.104						

阿 寒 川 6/11 (山 花)

37. 6. 1	7.64	16.9	21.9	0.77	43.6	0.49	2.45	2.52	0.077	1.306	(1.978)	(86.04)	(43.5)	(0.557)	0.0502
6. 5	8.34	72.1	48.7	1.48	46.0	0.93	8.45	8.32	0.316	22.795	(2.642)	(114.912)	(43.5)	(0.658)	0.0544
6. 19	7.77	20.4	23.3	0.87	43.8	0.53			0.066	1.341	(1.089)	(47.378)	(43.5)	(0.355)	0.0375
7. 6	7.65	18.6	22.6	0.82	43.8	0.51	1.95	2.32	0.063	1.169					
8. 4	9.68	273.3	131.2	2.08		2.09			30.454	8,323.195					
8. 24	7.90	25.3	29.5	0.85	44.5	0.66			0.078	1.967	(2.354)	(102.4)	(43.5)	(0.287)	
9. 12	7.74												(43.5)		
9. 26					0.49										

( ) 内は掃流砂の一部分のみの資料

## II. 調査結果および考察

表 34-2 に観測結果を一覧する。

### 1. 水位, 流量

以上の水位流量観測結果より算出した水位流量曲線式を示すと

$$\text{岩保木地点} \quad Q = 9.306 (H + 0.076)^2 \quad (1)$$

$$\text{山花地点} \quad Q = 37.725 (H - 6.99)^2 \quad (2)$$

である。

水位流量曲線図は 図 34-3, 4 に示す。ただしこれらの式は冬の結氷期の資料が入っていないので, 正確な結果は来春を待たねばならない。

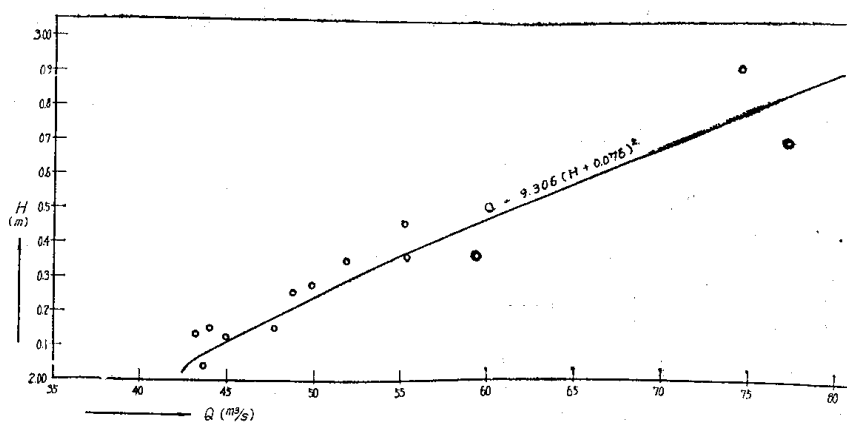


図 34-3 水位流量曲線 新釧路川 0/11 (岩保木)

ここで阿寒川と新釧路川の違いについて少し述べると, 図 34-5 に示すように, 阿寒川は急流河川であり降雨後短時間に出水し, 洪水時には濁流となるが, 新釧路川は河床勾配はゆるく, また上流に湖沼地を多く含む原始河川であるため降水は一時に流出せず徐々に流出し, また洪水時においても水面形はあまり変化なく流速もあまり変化せず, 濁流とはならないようである。

### 2. 浮流土砂

浮流土砂量  $Q_s$  と流量  $Q$  との関係は旧くからつぎの関係がある。

$$Q_s = aQ^b \quad (3)$$

$a$ : 河状係数       $b$ : 常数

ことが知られており,  $b \approx 2.0$  である<sup>6)</sup>。(Brown は Colornd その他の河川調査の結果  $b = 1.17 \sim 2.50$  を求めている<sup>7)</sup>。)

図 34-6, 7 に岩保木地点および山花地点について  $Q_s$  と  $Q$  の関係を求めてみた。

$$\text{岩保木地点} \quad Q_s = 4.5 \times 10^{-2} Q^{0.986} \quad (4)$$

$$\text{山花地点} \quad Q_s = 1.03 \times 10^{-4} Q^{3.14} \quad (5)$$

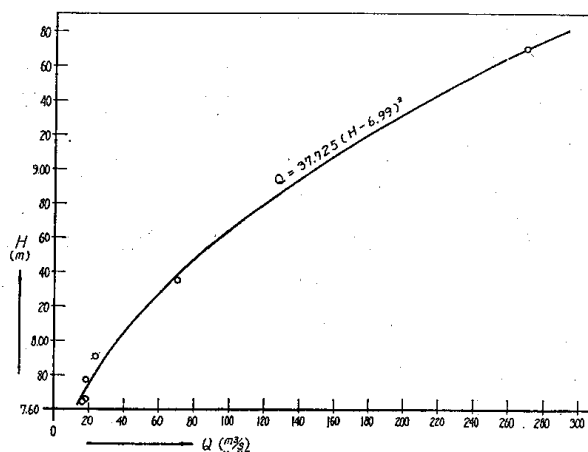


図 34-4 水位流量曲線 阿寒川 6/11 (山花)

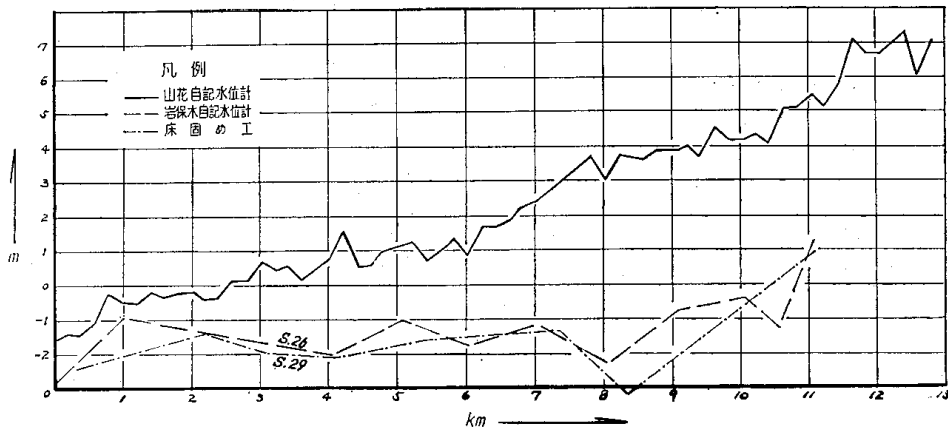


図34-5 阿寒川縦断図 昭和31年  
新釧路川縦断図昭和26年, 昭和29年(調査課資料より)

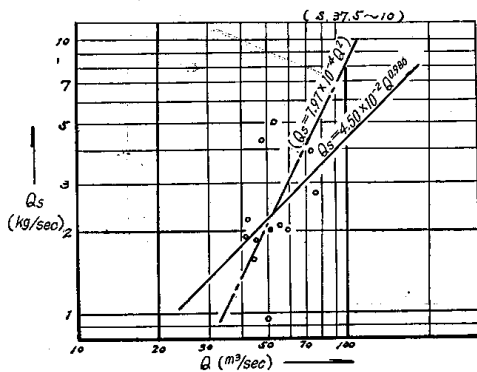


図34-6 新釧路川 0/11

図34-6から見ると岩保木地点についてはばらつきが多いようである。これは春の融雪期の資料がなく、流量にあまり変動のないことと浮流土砂濃度  $q_s$  が相対的に小さいため浮流土砂処理上の誤差が割合大きく、きくことによるものかと思われるが正確にはわからない。しかし実測の  $q_s$  が  $Q$  の変化により大きな変化を示していないことは  $Q_s$  と  $Q$  が正比例に近い関係を示すことを意味するもので、 $Q_s = aQ^b$  における  $b$  が1に近い値となることを意味するので(4)式の  $b=0.986$  は実際の状態に近いようである。

しかし一般に  $b=2.0$  とされているのと相当な開きがあるのは上流に湖沼地があるなどの特殊性によるものと思われる。

そこで資料不足を補う意味において  $b=2$  と仮定して岩保木地点の式を定めてみると

$$Q_s = 7.97 \times 10^{-4} Q^2 \quad (4')$$

となる。年間土砂流出量の算定に当たっては(4)式と(4')式より算出した値を比較してみることにした。

### 3. 掃流土砂

阿寒川については、河床材料が礫であるため、DUTCH型底質採集器が使用できないことがわかったので下

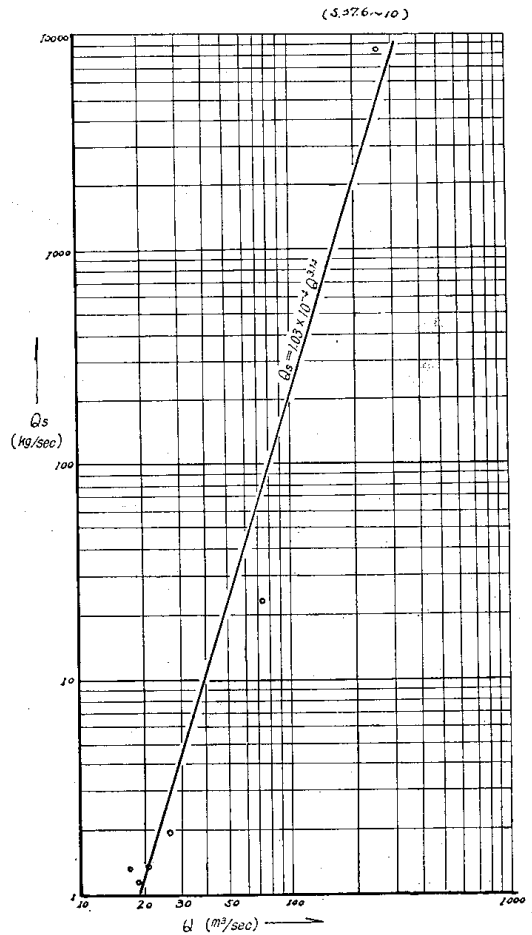


図34-7 阿寒川 6/11

流部の砂床の点を新たに選んで観測を行なうことにし、本調査ではこれを省略し、新釧路川(岩保木地点)だけで行なうことにした。

掃流土砂は掃流力によって移動させられるものであり、掃流力は結局流速によるものと考えられる<sup>9)</sup>。本調査においては新釧路川では流量の変化にかかわらず流速は大きな変化を示していない。そこで簡単のため本調査における  $Q_B$  の算術平均をもって年間の  $Q_B$  の平均値とすることにした。

$$\bar{Q}_B = 428.86 \text{ kg/h} \quad (6)$$

この  $\bar{Q}_B$  は前にも述べたとおり、河床を多少搔くことにより多目に出ていると思われるので、正確には採砂器を改良した後でなければわからない。

次に岩保木地点における水理量により規定される掃流砂量を各種実験公式を用いて算出して実測値と比較してみることにした。

#### a 水理量諸要素の仮定

表 34-2 における値の平均値より

Manning 粗度係数	$n = 0.0310$
平均粒径	$\phi = 0.1167 \text{ cm}$
Hramer の均等係数 <sup>9)</sup>	$M = 0.26 \quad \beta = (2+M)/(1+2M) = 1.49$
エネルギー勾配	$I_e = 0.28 \times 10^{-3}$
径深 $R$ は $S 31 \sim 32$ の平均水位の平均値の 2.33 m に対応する値として	$R = 118 \text{ cm}$

掃流砂比重は実測値より  $\sigma = 2.53 \frac{\sigma - \rho}{\rho} = 1.53$  とする。

#### b 限界掃流力 $\tau_c$ の計算

栗原公式により<sup>9)</sup>

$$\tau_c / \rho = f_2(x) \beta \frac{(\sigma - \rho)}{\rho} g D$$

$$x \doteq \left( \frac{\sigma - \rho}{\rho} \right)^{1/3} D = (1.53)^{1/3} \times 0.167 = 0.1924 \text{ cm}$$

$$\log_{10} x = -0.7157949$$

$$f_2(x) = 0.01 \log_{10} x + 0.034 = 0.0268$$

$$g = 980$$

$$\tau_c / \rho = 0.0268 \times 1.49 \times 1.53 \times 980 \times 0.1167 = 6.99 \text{ cm}^2 / \text{sec}^2$$

#### c 掃流力の計算

$$\tau_0 = \rho g R I_e^{10)}$$

$$\tau_0 / \rho = 980 \times 118 \times 0.28 \times 10^{-3} = 32 \text{ cm}^2 / \text{sec}^2$$

#### d 摩擦速度

$$U^* = \sqrt{\tau_0 / \rho} = 5.7 \text{ cm/sec}$$

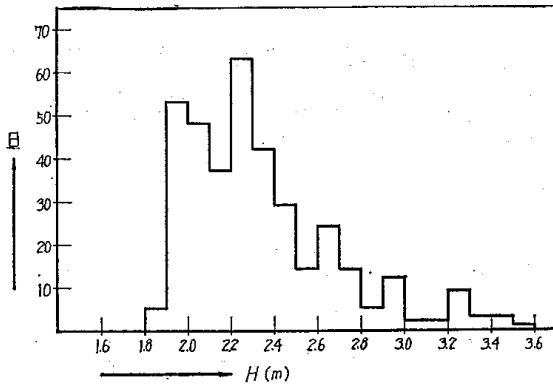
#### e 掃流砂量 $q_B$ の算出

佐藤—吉川—芦田公式により<sup>11)</sup>

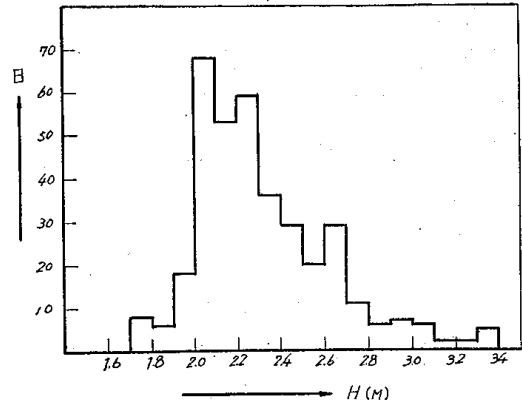
$$q_B = \frac{0.623 (\tau_0 / \rho)^{3/2} f(\tau_c / \tau_0)}{\frac{\sigma - \rho}{\rho} g}$$

$$\tau_c / \tau_0 = \frac{6.99}{32} = 0.2184 \quad f(\tau_c / \tau_0) \text{ は図表より } 0.98$$

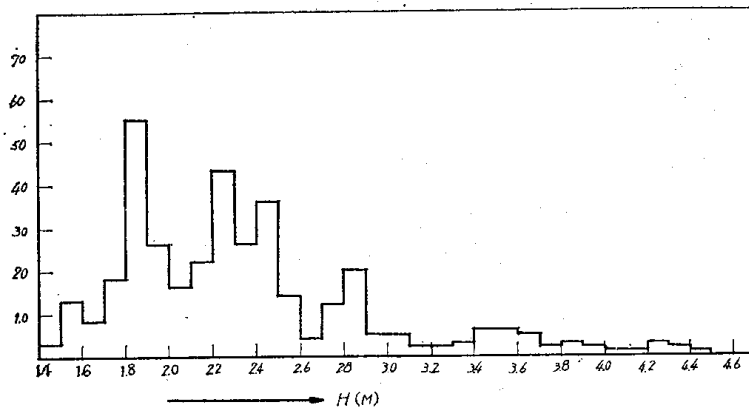
新釧路川 0/11 昭和31年



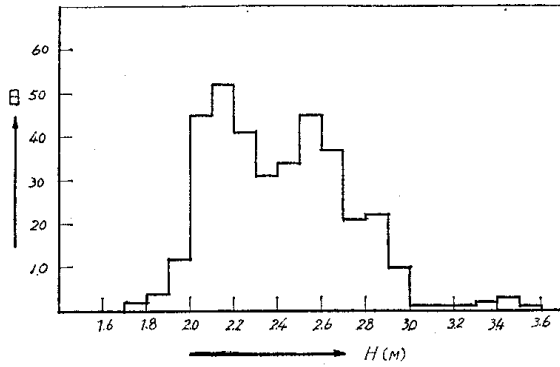
新釧路川 0/11 昭和33年



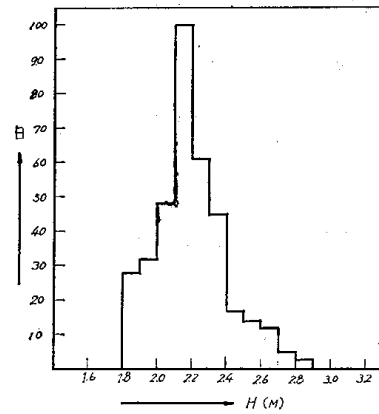
新釧路川 0/11 昭和32年



新釧路川 0/11 昭和34年



新釧路川 0/11 昭和36年



新釧路川 0/11 昭和35年

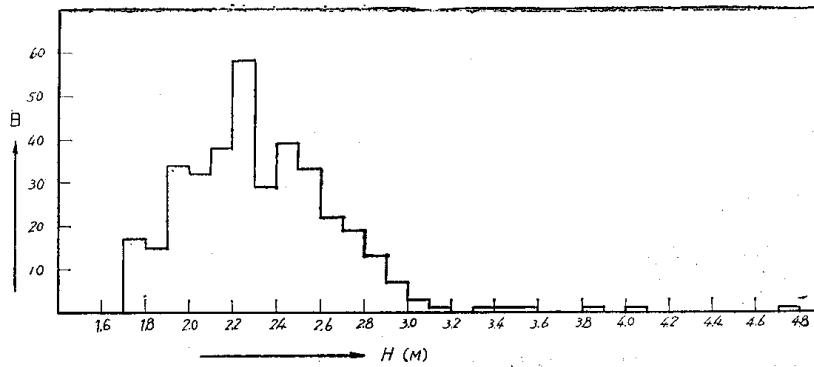


図34-8 水位頻度曲線

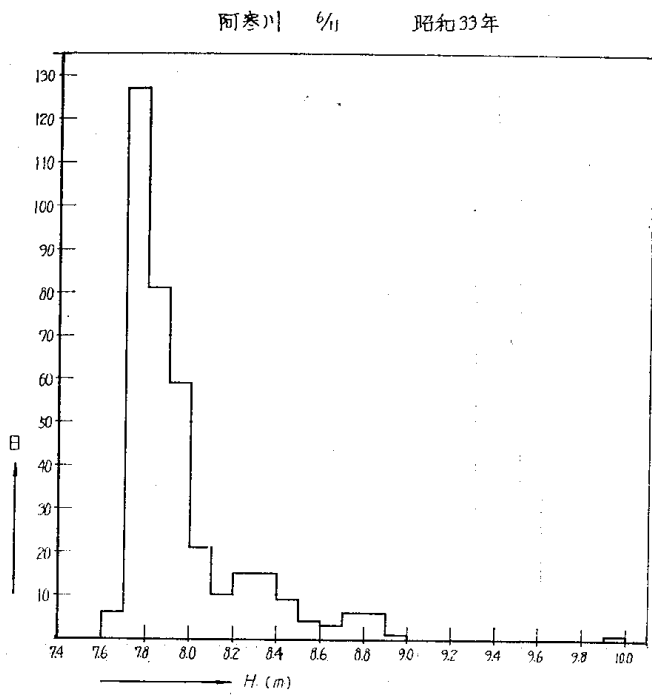
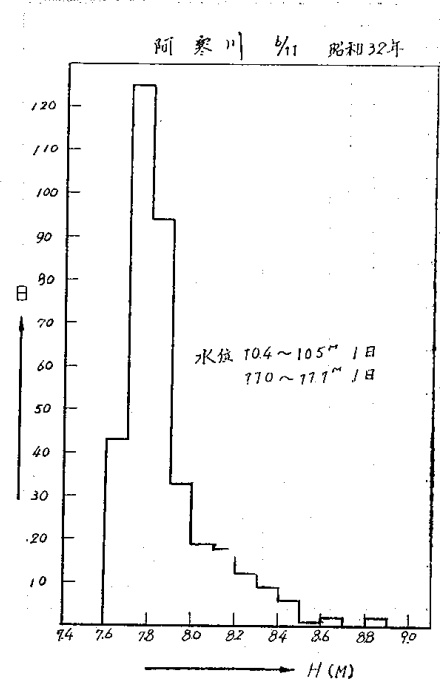
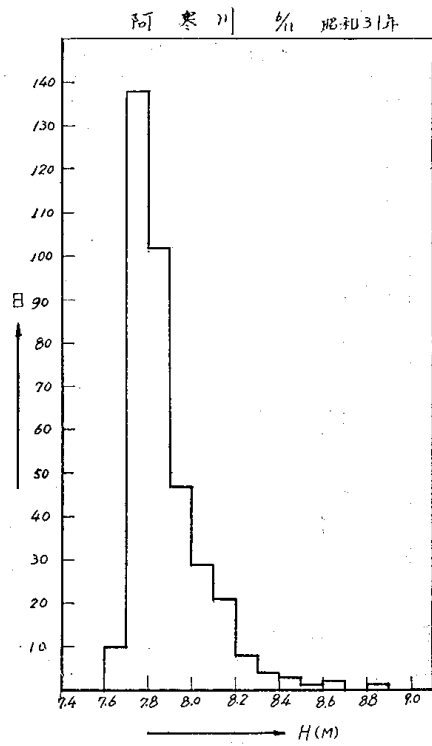


图34-9.1 水位 頻度 曲線



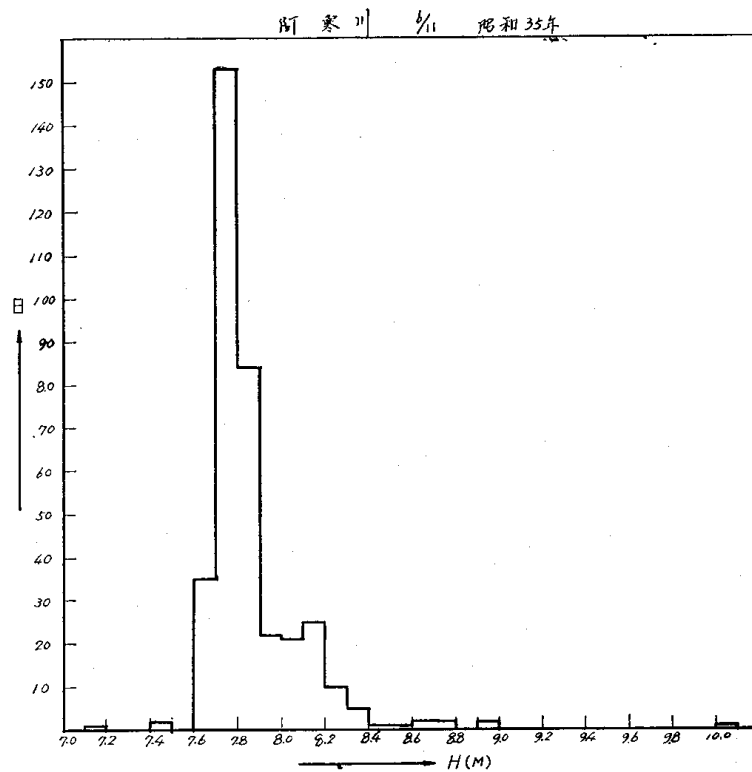
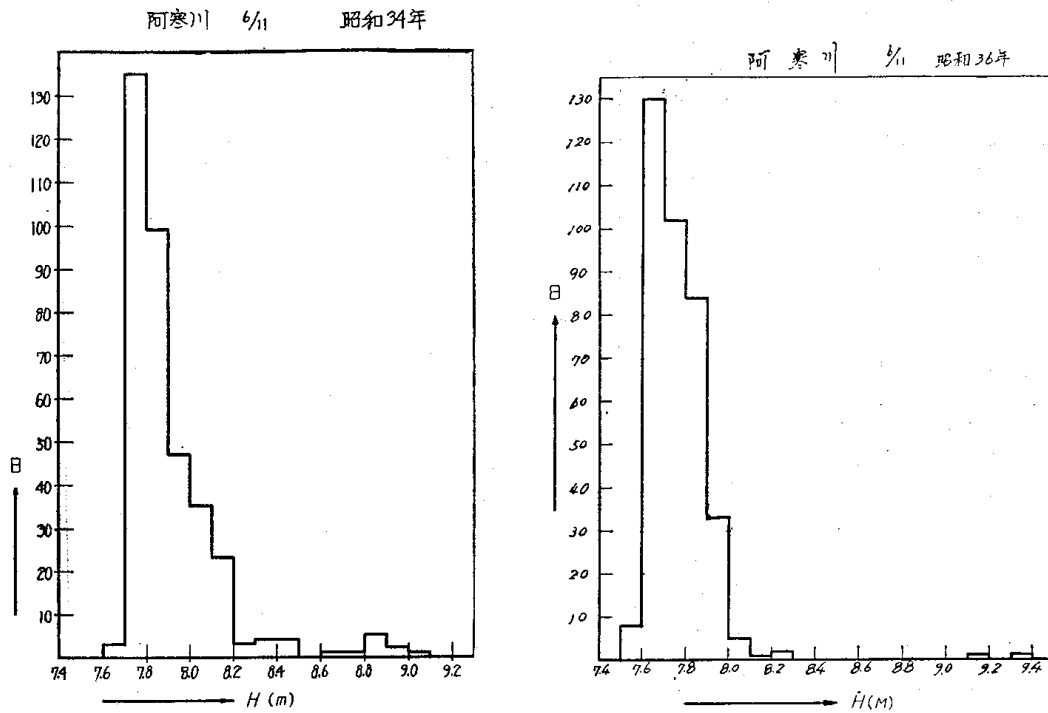


図34-9-2 水位頻度曲線

$$q_B = \frac{0.623 \times 32 \times 5.7 \times 0.98}{1.53 \times 980} = 0.08 \text{ cc/cm} \cdot \text{sec}$$

$f$  掃流土砂全量

河幅を75mとすると  $q_B = 0.08 \text{ cc/cm} \cdot \text{sec}$  より  $Q_B = 2.16 \text{ m}^3/\text{h}$  となる。

掃流砂乾燥密度を  $1.5 \text{ ton/m}^3$  と仮定すると

$$Q_B = 3.240 \text{ ton/h}$$

(6)

となる。

以上  $a \sim f$  により求めた  $Q_B$  は実測値の約 10 倍弱の値を示している。この原因については不明であり、今後の調査研究により明らかになることと思う。

#### 4. 年間土砂流出量

##### a. 浮流土砂量

$Q_s = aQ^b$ ,  $Q = a(H \pm b/a)^2$  がわかっているので、年間を通じての水位記録があれば年間の流出浮流土砂量が算定できる。

岩保木地点の水位頻度曲線を 図 34-8, 9・1, 9・2 に示す。水位流量曲線は本年度のものを適用することにした。雪裡川については観測例がきわめて少数でありまた水位観測施設もないので、本調査における最大値をもって年間の計算をすることにした。

なお岩保木地点においては (4) 式と (4') 式について年間流出量を算出した。

##### b. 掃流土砂量

岩保木地点についてのみであり、(6) および (6') 式より算出した以上の結果を表 34-3 に示す。

表 34-3 年間流送土砂量

河川名	年度	年間流出浮流土砂量	年間流出掃流土砂量
新 釧 路 川 岩保木 0/11	S. 31	7.4 ( 8.4) 万トン	実測値 0.38 万トン
	32	7.9 (11.0)	
	33	7.3 ( 7.9)	実験公式による値 2.84 万トン ( ) 内は (4') 式による値
	34	7.8 ( 8.7)	
	35	7.4 ( 8.5)	
	36	6.5 ( 6.1)	
	平均	7.4 ( 8.4)	
雪 裡 川 三 又		最大 1.1 万トン 最小 0.3 平均 0.7	
阿 寒 川 山 花 6/11	S. 31	33.2 万トン	
	32	725.1	
	33	89.8	
	34	138.0	
	35	42.1	
	36	35.7	

これからみると新釧路川から排出する浮流土砂量は推定量で

岩保木地点 7.4 万トン/年  
三又地点 0.7 万トン/年  
合 計 8.1 ≒ 8 万トン/年

である。

掃流土砂量は雪裡川を省略すれば、実測値が実験式による値より正確であると見なしうるので約 0.4 万トン/年となる。

掃流土砂量は多くの場合浮流土砂量の 10% 内外といわれている<sup>12)</sup>。この場合においてもだいたい近い値である。

浮流土砂量 8 万トン/年は石狩川における 500 万トン/年<sup>13)</sup> に比べて僅少であり、また漂砂の供給源としては大して重要でないようである。しかし防波堤でこの河川を囲んだ場合、これがどの程度沈澱堆積するかが問題となると思う。

掃流土砂は量的に少ないが質的にみて海浜の供給源として重要である<sup>14)</sup>。新釧路川においては防波堤でこれを囲んだ場合 0.4 万トン/年 全量が港内に堆積すると考えられる。

阿寒川については浮流土砂量の年によるバラツキが非常に大きい。これは洪水時に大量に土砂が流出することによると思われる。

### 5. 安定勾配

流出土砂については測定地点における流出土砂がすべて海に流入するか否かは不明である。これは測定点以下の河床の変化を調査することにより明らかになる。

新釧路川については図 34-5 に示すように 26 年 29 年の観測記録があるので<sup>15)</sup>、本年度も河床の縦断測量を実施中であるが未完であるので、ここに数年間にわたる水位の変化によりだいたいの様子を知ることができると考え、図 34-10 に各水位の歴年変化を示した。

これによると、近年はおおよそ安定勾配となっていると見られる。

なお河床材料の距離による粒径の変化を図 34-11 に示す。

### あとがき

以上述べたことは本調査の中間報告であるので未完の部分が多く、大方の批判を仰ぐべきものであるが新釧路川については年間流出土砂のだいたいのオーダーは把めたものと思う。

また阿寒川については掃流土砂量の把握はできなかったが、これは来年度には完全に出るものと思う。

なお今後に残された問題点は浮流土砂が海へ出たからの堆積問題、移動問題などがあり、また洪水時における掃流土砂測定をいかにするかなどの問題がある。

### 参考文献

- 1) 石原藤次郎：応用水理学中 I p. 21.
- 2) 建設省水文研究会：水文観測 第 1 章 河川流量調査.
- 3) 古谷浩三・服部 博：土木試験所報告第 25 号石狩川の浮遊流砂に関する研究 p. 4.
- 4) 永井荘七郎：水理学 p. 254,
- 5) 建設省河川砂防技術基準(案) 第 1 編第 6 章流出土砂.
- 6) 土木学会：水理公式集 p. 48.

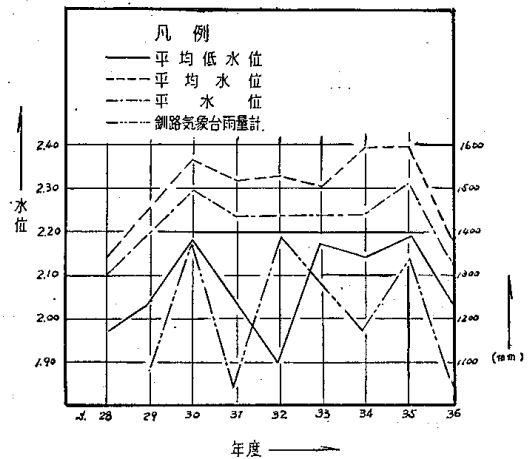


図 34-10 水位の年度変化

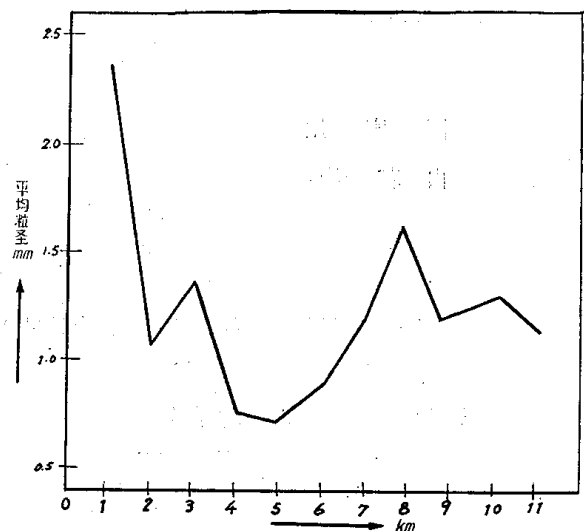


図 34-11 河床材料の粒径変化

- 7) 本間仁・安芸俊一：物部水理学 p. 599.
- 8) 前出(4) p. 234.
- 9) 前出(6) p. 40.
- 10) 前出(6) p. 38.
- 11) 前出(6) p. 45.
- 12) 中道峰夫：海岸保全施設築造基準解説 p. 52.
- 13) 前出(3) p. 27.
- 14) 前出(12) p. 52.
- 15) 北海道開発局：釧路泥炭地開発計画調査報告資料編(昭和33年) 図-74.

## 35. 渚滑川河口調査報告について

網走開発建設部 日下部久治  
橋本岩雄

### 1. 一般状況

渚滑川は源を渚滑岳に発し、紋別市滝ノ上町にまたがり、上流部は流域狭長で地勢一般に急峻、したがって河川勾配急である。支川サックル川の合流点より河口にいたる周辺は、比較的広い平野で地味肥沃、この中央を貫流して立牛川、和訓辺川、宇津川、その他小支川を合わせ、蛇行迂曲し渚滑町において、オホーツク海に注いでいる。流域面積は山地 1,096.2 km<sup>2</sup>、平地 141.0 km<sup>2</sup>、計 1,237.2 km<sup>2</sup> である。

河川勾配は下記のとおりとなっております

地 点	河口～中渚滑	中渚滑～立牛川合流点	立牛川合流点～上流
距 離	0～12 km	12～25 km	25～87.8 km
勾 配	$\frac{1}{400} \sim \frac{1}{650}$	$\frac{1}{300} \sim \frac{1}{350}$	

計画洪水流量は 0 m～25 km = 1,300 m<sup>3</sup>/sec, 25 km～上流 = 1,050 m<sup>3</sup>/sec である。

### 2. 河口の状況と対策

図 35-1 は旧河口位置を示すもので、細長い砂丘に囲まれ、紋別よりの砂浜に開口していたため河道は不安定で、常に移動し秋期には流量の減少と北西または北東の風波浪により 11 月から 1 月にかけて、2～3 回閉塞されていた。このため背水が旧河川に逆流し、渚滑市街および付近の耕地に浸水し被害を与えた。この開口は小閉塞の場合は自然開口、大閉塞の時は人力掘削にて処理してきた。このような関係から昭和 9 年改修工事着工と同時に、現河口より上流 1 km 付近の河道切替えに着手、引続き昭和 15 年まで 7 カ年にわたり、左右岸築堤並びに、旧河川の締切りを施工して河道の乱流防止を計った。昭和 23 年には洪水時における、河川流を直接導流し、河口洲の発生を阻止し、河口の移動防止を目的として、現箇所に延長 280 m の捨石導流堤を設置した。昭和 24 年には 50 m 増設、25～26 年と、補強、補修し、紋別よりの蛇行を防止する。また昭和 24 年には河口左岸に 6 箇所の水制を設置、昭和 36 年度まで 9 箇所増設、補強し、低水時における河口の流路を整え低水路の固定を計った。