

II-4

瀬と洶に関する研究 (I)

北海学園大学 正員 山口 甲
学生 小寺順一
松浦英博

1. はじめに

砂礫で構成されている沖積河川では、主として洪水時に河岸侵食が生じて、これが河道平面形状を変え、また下流側への土砂供給源となり、河道の新たな不安定要因となることが多い。

本研究では、河道変化が著しい鶴川の下流部4.2 Kmを調査対象の河川として、①低水路の変動区域を水面、砂州、植生帯に区分しその変化の分析、②現流路の蛇行波長の分析及び、③平水時の瀬と洶の水量の把握について調査研究するものである。その結果、水辺空間の変化に一定の傾向があり、また大きな洪水では現河道の蛇行波長より大きな波長の蛇行流が発生することが推定され、更に河道のcross barに当たる瀬とcurved pointに当たる瀬の水量に差があることが確認できた。

2. 河川空間の変遷

鶴川は、河床勾配が約1/760と急流でかつ砂礫河岸を持つ河川であるため低水路の変動が著しい。そのため河道が変動する範囲も大きく、未だその安定化対策が進んでいない。この鶴川の下流部4.2 Km区間について 昭和42、53、63年の航空写真を基に①平水時の水面、②裸地となっている砂州、③砂州上であるが草木が自生している植生帯に区分してその変動を追跡調査した。一般的には経年的に水面の屈曲部が下流に移動し、その後方から砂州が延び、更にその砂州が固定する箇所に草木が侵入して植生帯が形成されているが、鶴川においては砂州移動が不規則な河道区間が多く、砂州の移動軌跡を求めることが困難な河川に当たる。そのため今回は河道延長1 Km区間ごとに3区分法による河道空間の面積を求めその変化をまとめた。

その区分面積を表-1～3に示すが調査対象とする河道区間は各年とも同じであるが、昭和42年の全面積が大きいのは、河口汀線が沖合にあった（その後侵食により汀線が後退している）、また多くの区間に無堤箇所があり、旧河道空間まで河道変動面積としたことによるものである。昭和53年と昭和63年の面積の相違も同様な事によるものである。この方法により河道が安定する空間と変動が著しい区間が判定され、その変動特性がわかるが、これらの結果は次回に譲るとして本文では経年的な変化を図-1に示した。それによると河口汀線の影響が大きいのであるが、それ以外の区間でも裸地である砂州の減少が著しく、また水面も減少の傾向にある。その減少分が植生帯の増加となっており緑地の多い河川に変わってきたといえる。この理由は更に詳細な調査を行う必要があるが近年洪水が少ないこともその1つと考えられる。

表-1 河道空間面積 (昭和42年)

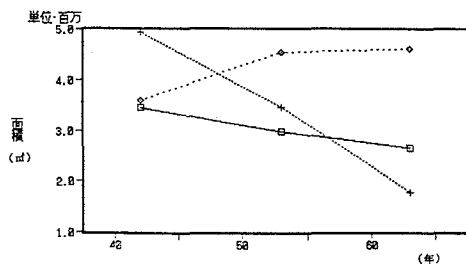
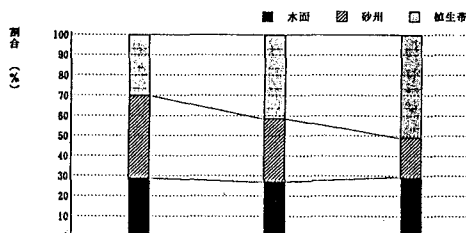
s 42	水面	砂州	植生帯	区別別合計
0-2 km	508421	672271	756002	1936694
2-4	210702	288061	206353	705116
4-6	186029	217501	114728	518258
6-8	194640	229051	68896	492887
8-10	158300	234032	138157	530519
10-12	149724	279361	61566	490651
12-14	124131	238094	43132	405357
14-16	130666	205951	154791	491408
16-18	136152	234392	129077	499621
18-20	147599	232583	202849	583031
20-22	146452	278180	140178	564810
22-24	154696	406153	29818	590667
24-26	133685	369906	107700	611291
26-28	140874	142759	84435	368064
28-30	117045	179124	138984	435153
30-32	126459	207601	208165	542225
32-34	134795	114288	276620	525713
34-36	121075	108269	163737	393081
36-38	142310	143464	189163	474937
38-40	127771	80502	199307	408080
40-42	151767	83082	189951	424800
合計	3443293	4944631	3604239	11992163
%	28.7	41.2	30.1	100

表-2 河道空間面積 (昭和53年)

s 53	水面	砂州	植生帯	区別別合計
0-2 km	342878	658433	508648	1609960
2-4	122920	230627	253051	606588
4-6	154733	182361	100821	447915
6-8	112433	258415	142442	513290
8-10	158710	162892	342984	664586
10-12	126569	162176	161703	450448
12-14	128132	179344	86932	394408
14-16	106426	218577	186533	511536
16-18	113263	136835	232137	482235
18-20	131141	88478	232577	452197
20-22	124670	121058	300304	546032
22-24	148890	268926	208714	626530
24-26	108666	203914	227763	540343
26-28	125344	115003	74967	315314
28-30	94002	68528	224823	387454
30-32	136531	87665	285905	520101
32-34	166386	52330	149438	368154
34-36	141760	60130	182681	384581
36-38	171094	78692	233916	483702
38-40	125288	59504	140607	325399
40-42	144486	60879	162157	367532
合計	2884432	3464769	4549224	10998425
%	27.1	31.5	41.4	100

表-3 河道空間面積 (昭和63年)

区間	水面	砂州	植生帯	区間別合計
0-2km	231552	295258	639846	1166656
2-4	170124	150897	338778	659797
4-6	126436	158059	98061	380556
6-8	126268	90790	298091	515149
8-10	128023	70711	225825	424659
10-12	126217	66744	167738	360699
12-14	159855	60900	176476	397031
14-16	80843	61537	186765	339145
16-18	112578	41279	137660	291517
18-20	94785	56974	58582	210341
20-22	195087	109941	240223	545251
22-24	135960	157104	208935	501999
24-26	103648	108775	207325	419748
26-28	79266	81170	119692	280128
28-30	85997	70596	146883	303476
30-32	97415	41471	242831	381717
32-34	124052	43797	205402	373251
34-36	117026	21153	243379	381558
36-38	144567	36247	361645	542459
38-40	88487	28990	152247	268704
40-42	109855	25697	186409	301961
合計	2647821	1778090	4620891	9046802
%	29.3	19.7	51.0	100

図-1 水面・砂州・植生帯
河道空間の変化

	42年	53年	63年
水面	28.7	27.1	29.3
砂州	41.2	31.5	19.7
植生帯	30.1	41.4	51.0

図-2 水面・砂州・植生帯の構成 (%)

3. 蛇行河道の分析

瀬と湖の発生は、河道の蛇行特性と深い係りがあると考えられるので、先ず現河道の蛇行特性を分析する。過去の平面図から低水路の川幅と河道の半蛇行長 (L) を計測した。

蛇行波長は、河道中に発生している砂州形状によって異なっているので、ここでは単列砂州と複列砂州に区分して計測する。また低水路幅 (B) によっても異なっているので川幅の変化も調べた。

B の横断変化は図-3 に示すとおり、鶴川は B の変動が大きい河川である。また L は図-4 にしめすとおり変動幅は大きく、また複列砂州上の L は単列砂州上のそれより小さな値を示している。

蛇行波長を示す式として山口が提案¹⁾しているのをその方法で分析する。

$$L/B = \alpha \phi \sqrt{Fr} \sqrt{H/B} \quad (1)$$

ここに α : 河川によって異なる定数

ϕ : 流速係数

Fr : フルード数

B : 低水路幅

H : 水深

式 (1) の水理量は次により求めた。

L : 水衝部間の距離として昭和42年、53年、63年の地形図において L を求めるべくそれぞれの水衝部を比較すると、各年とも顕著な変動が見当たらないので、昭和53年の L を用いる。

B : 昭和50年の横断図の低水路肩における川幅を用いる。

Q : 昭和49年~平成2年までの年最大流量の平均値とする。(679 m³/sec)

n : 流量が100 m³/sec以上の観測データの粗度係数を用いる。(0.0266)

I : 計画水位の勾配を用いた。(1/562~1/904)

$$\sqrt[3]{H^5} = \frac{Qn}{B\sqrt{I}} \quad V = \frac{Q}{BH} \quad \phi = \frac{V}{\sqrt{gHI}} \quad Fr = \frac{V}{\sqrt{gH}}$$

以上のパラメータから図-5を得た。

その結果 α は次のとおりである。

$$\text{単列砂州} \quad L/B = 3.2 \phi \sqrt{Fr} \sqrt{H/B}, \quad \alpha = 3.2$$

$$\text{複列砂州} \quad L/B = 3.2 \phi \sqrt{Fr} \sqrt{H/B}, \quad \alpha = 2.1$$

他の河川を例にあげると、¹⁾

	単列砂州	複列砂州
十勝川	$\alpha = 8$	$\alpha = 5$
尻別川	$\alpha = 6$	$\alpha = 4$
石狩川	$\alpha = 7$	$\alpha = 5$

鶴川は他の河川と比べてかなり小さい値を示し、なぜこのような結果で表されたのかは、今後の課題としてい。

上記は年最大流量で検討を行ったが、鶴川ではBの変動が大きいので計画高水位の水理量を用い、低水路幅Bが変わった場合の蛇行波長Lを推算してみる。

計画されているB=80mを各断面に用いた場合と、現川幅（昭和57年の川幅）を用いた場合とに分けて計算した。

B=80mの場合、Lはほぼ一定の値を示す。

Bが現河道幅の場合、LはBと平行して上下している。（図-6参照）

図-4と図-6を比較すると、現川幅ではLは図-4の値より大きく計算されているので、更に検討を要するが河岸侵食対策上注意すべきことと考える。

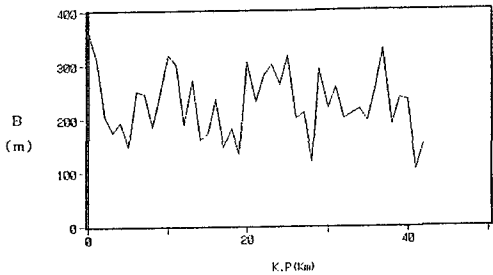


図-3 昭和57年現在の低水路幅(B)

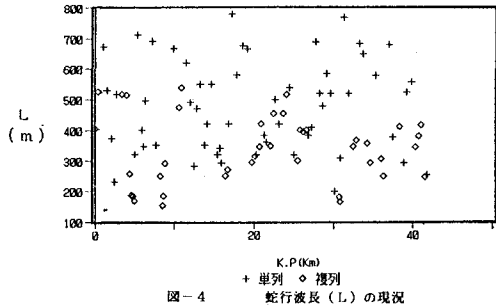


図-4 蛇行波長(L)の現況

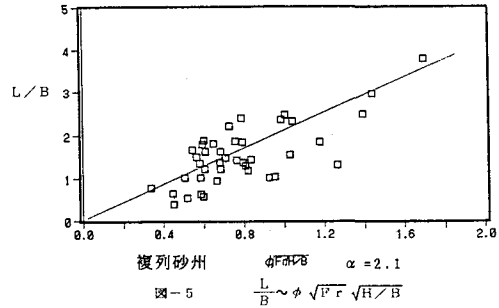
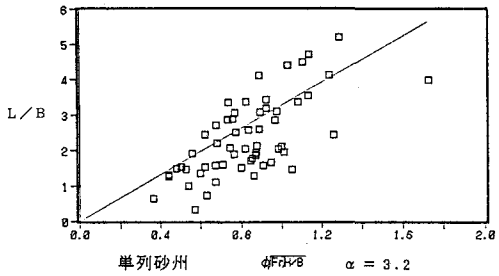


図-5 $\frac{L}{B} \sim \phi \sqrt{\frac{P}{r}} \sqrt{\frac{H}{B}}$

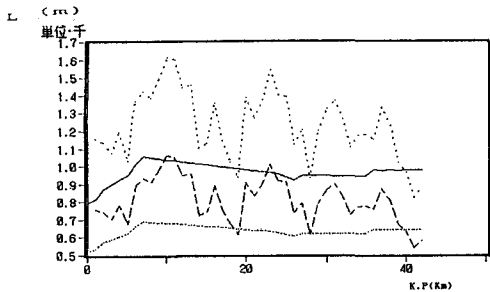


図-6 川幅によるLの変化

4. 渇水時の水理量

河川流量が小さい場合の流れがどのような形状をしているかは、水理環境を考える上で興味あることである。鵜川が水平時にどのような流れをしているかを知るために、河口から42 Km地点までの区間について平均水深、流速、水面幅がどう変化するかを調べ、さらに河川維持流量の基準流量として多様されている。10年確率渇水流量（渇水流量）についても同様な検討を行い、平水時の値と比較する。

渇水流量は、鵜川水系流量成果報告書²⁾により、鵜川、栄、穂別の10年確率渇水流量を求め、それぞれの区間流量とした。まず河道の形状であるが、昭和46年の横断面図を用いる。平水時の水理量としては横断面図に示されているL.W.Lを基準とし流下断面積、水面幅を計測して平均水深を求め、マンニング式により流速を算定した。渇水流量時の水理量は、L.W.Lを基準として得られた河床高を平均河床高として、上記同様マンニング式により平均水深、流速を求め、更にその時の水面幅を横断面図により計測した。上記で得られた河道水理量は、平均水深（ h ）、流速（ V ）、水面幅（ B ）であって、それぞれについて、昭和46年L.W.Lの場合（'）で表示し、渇水流量の場合は無印で表示する。

鵜川におけるそれぞれの平均水深は図-7の通りである。図をみると河川縦断方向にかなり変化が大きく、また水深が大きいところは洲に当たるところが多い。

流速は図-8示すとおりで、平水時には19 km地点から下流に向けて流速が小さくなっているが、これは水面幅が広くなり、かつ勾配が小さくなっているためである。

水面幅は図-9に示すとおりである。平水時、渇水時とも縦断方向に変化が大きい。平水時と渇水時との値が大きいところは、水深が浅くまた中州ができたところである。

また、上記の図から流量の違いによって水理量が大きく変わっていることがわかる。

次に、瀬（Cross bar）と洲（Curved point）に分けて、検討する。

平水時の h' と V' の関係は、図-10のとおりであり、瀬の流速は約0.50～1.2 m/sであるのに対し、洲の流速は約0.25～1.2 m/sである。また、図からわかるように、洲のほうが瀬より流速が小さいものが多い。渇水時の h と V の関係は、図-11に示すとおりで、瀬は流速が約0.25～0.40 m/sで、洲は約0.20～0.47 m/sの値を示している。水深は瀬が0.2 m前後に対し、洲は約0.2～0.4 mの値を洲のほうに水深の深いところが多い。

平水時の B' と h' の関係は、図-12に示すとおりで、瀬の水面幅は約45～100 mの値を示しているのに対し、洲は約40～110 mであり、洲は瀬に比べて狭い水面幅を形成することが多い。渇水時は図-13に示すとおりで、瀬の水面幅が約30～100 mにあるのに対し、洲は約20～100 mにあり瀬に比較して狭い水面幅を形成している。この様に、平水時、渇水時ともに洲のほうが狭い水面幅を形成していることが多い。

次に、他の各河川で行われた魚類生息調査のデータを使って作成した魚類生息図（図-14）を鵜川の平水時の水理量（図-10）と比較してみた。

これらは同一水準にあり、このことは鵜川においての平水時は、魚類が生息できる可能性の有る水理状況を有している。また、鵜川の渇水時の水理量（図-11）と比較すると、魚類生息調査が実施された河川の水理量の小さいほうに位置するので、渇水時の生息調査も実施してみたい。

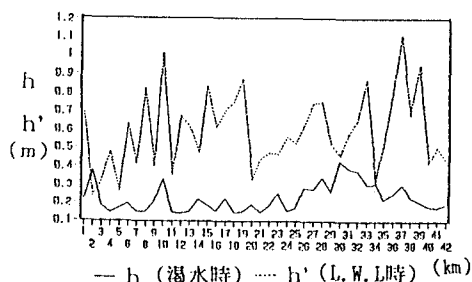


図-7 平均水深

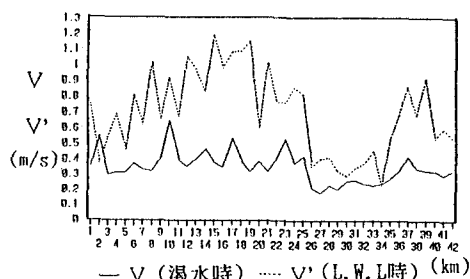


図-8 流速

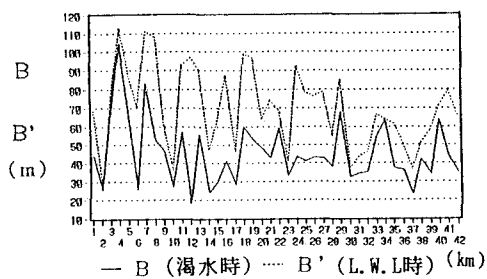


図-9 水面幅

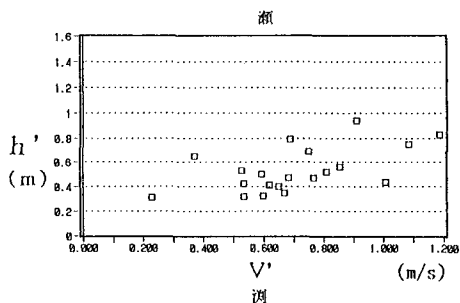


図-10 平水時の流速

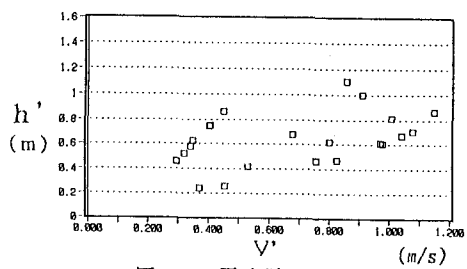


図-11 洪水時の流速

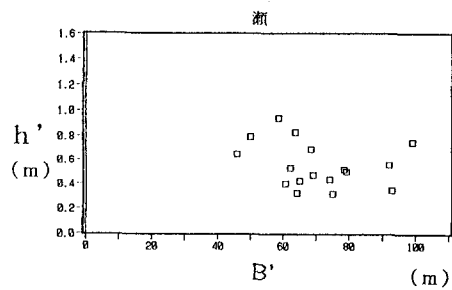
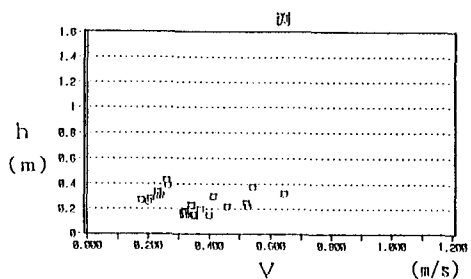


図-12 平水時の水面幅

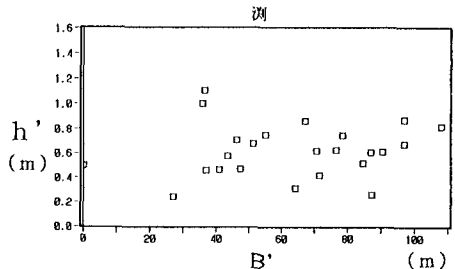


図-13 洪水時の水面幅

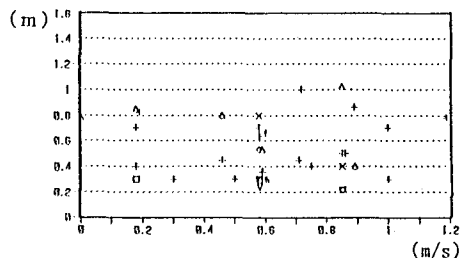
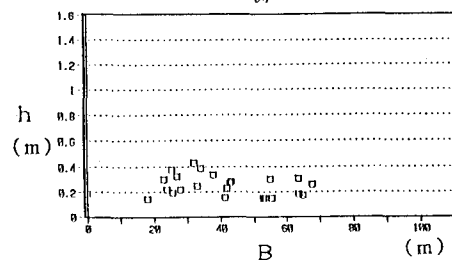


図-14 魚類生息図

5. むすび

鶴川における瀬と渕の研究にさきがけて、先ず低水路空間の変換を調査し、現在までに草木などにより植生帯が増加していることが確かめられた。また、その低水路の蛇行長を調べ、年最大流量時の水理量との関係を求めたが、他の河川より、その波長は小さい値を示している。更に、流量が小さい場合の流れ二ついて、crossberに当たる瀬と、curved pointにあたる瀬の水理量に差があることが明らかになった。これらはいずれも現状調査の範囲の結果であって、今後は瀬と渕の生成、変化について究明を行う考えである。

参考文献

- 1) 山口 甲 : 沖積河川における河道計画に関する研究
1990年3月 北海道大学
- 2) 室蘭開発建設部 : 鶴川水系流量成果報告書
1990年3月