

II-182

網状流路の変動と流砂量

京都大学防災研究所 正 員 里深好文
京都大学防災研究所 正 員 芦田和男
京都大学防災研究所 正 員 江頭進治
京都大学 大学院 学生員 後藤隆之

1. はじめに 水みちの本数・幅などが空間的にも時間的にも変化する網状流路においては、従来の一次的な方法で流砂を予測することは困難な状況にある。本研究においては網状流路を形成するような条件下における流路と流砂の変動機構に着目し、水路実験を中心とした解析を行なっている。また、流砂量予測の一端となる水みち幅の推定法として、中規模河床波の形成条件を基にした式を提案している。

2. 実験的考察 まず、複数の水みちを形成する条件下に

表-1

における流路変動と流砂量の変動に関して水路実験を行なった。図-1に示す水路に一樣な砂を敷き詰め、上流端から

	Q (cm ³ /s)	Q_B (cm ³ /s)	d_{50} (cm)	l_0	l_1
RUN-A	1000	5.38	0.192	1/20	1/19.5
RUN-B	3000	6.02	0.192	1/50	1/45.4

給砂と給水を行ない、河床形状と下流端の流砂量を計測した。実験条件は表-1に示している。下流端の流砂量(図-2)は5分間の流出土砂量から求めている。河床形状は上部からの写真撮影と、河床計による計測とによって適当な時間間隔で記録された。これらを基に、流路の変動を追跡した結果、網状流路における流路変動は次のようなプロセスであると考えられる(図-3参照)。ある一定の流量と流砂を与えた場合、流水の集中により発生した水みちにおいて、側岸の掃流力が限界掃流力を上回ると、側岸は侵食され、水みちは**拡幅**する。その拡幅が続くと、側岸に供給される流砂量と侵食される量とが釣り合った状態(動的平衡状態)となる。その後、流れの不安定や流砂のアンバランスによって河床が不安定になって、砂州が発達する。砂州の発達が進むと、浮き州の形成や、側岸からの越流によって、流路が複数に**分裂**する。流路の分裂が進むと、ある流路における掃流力が小さくなって堆積が起こり、流路そのものが消滅したり、流路の合流が起こったりする。その結果、流路の**集中**が起こる。以上のようなプロセスが時間的にも空間的にも繰り返されているものと思われる。

また、各地点における流砂量は、この流路変動と互に関わりあいながら、変動しているものと考えられる。そこで、RUN-Aにおいて、下流端から1mの地点($x=700$ cm)における水みち幅の時間的変動(図-4)と、図-2の流砂量の変動とに対して、スペクトル解析を行なった。その結果を図-5に示す。これを見ると両者の卓越周期はほぼ220分であり、流路変動と流砂量の変動とが密接に関わっていることが分かった。

3. 水みち幅の推定式 流路変動のプロセスの内でもシンプルな、流路が1本である場合を対象とした、水みちの

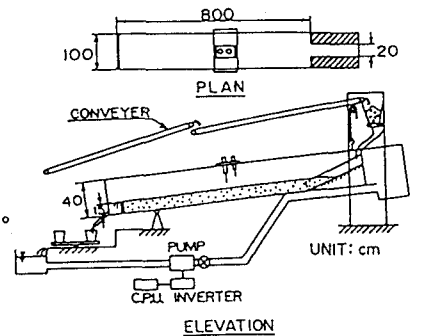


図-1

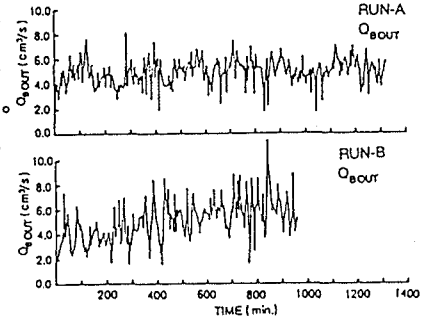


図-2

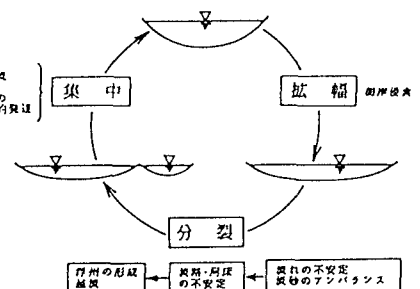


図-3

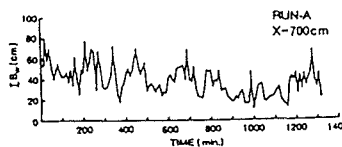


図-4

幅の推定法について考察する。

流れのスケールには、鉛直方向、横断方向、流下方向があり、これらの間には、あるコヒーレントな構造が存在する。その構造は図-6に示す交互砂州の流れに端的に現われている。交互砂州の形成条件は、村本・藤田¹⁾らによると次のようである。

$$0.15 < \frac{h/d}{(B/d)^{2/3}} < 0.45 \quad (1)$$

ここに、 h ：水深、 d ：粒径、 B ：流路幅である。流路幅が(1)式の範囲より広い場合、図-7のような複列砂州が形成される。この時、一本一本の流路について(1)式が適用されることが知られている¹⁾。ある水みちの幅が(1)式の範囲を越えていた場合、砂州の発達に伴い流路は分裂する。よって、水みちの幅は交互砂州の幅にほぼ等しいか、それより若干小さいと考えられる。

いま、(1)式を次のように変形する。

$$B/h = \beta (h/d)^{1/2} \quad (3.313 < \beta < 17.213) \quad (2)$$

流水の連続式と抵抗則をそれぞれを

$$Q = v B h \quad (3) \quad \frac{v}{u_*} = \sqrt{8/f} = A_r - \frac{1}{\kappa} + \frac{1}{\kappa} \ln \frac{h}{d} \quad (u_* = \sqrt{g h I}) \quad (4)$$

とする。ここに、 Q ：流量、 v ：平均流速、 I ：エネルギー勾配、 g ：重力加速度、 u_* ：摩擦速度である。

(2), (3), (4)式を連立させて解くと、

$$B = \left(\frac{\beta}{\sqrt{8/f}} \right)^{1/2} \left(\frac{Q}{\sqrt{g d I}} \right)^{1/2} \quad (5)$$

となる。 $(\beta/\sqrt{8/f})^{1/2}$ は多くの場合、1に近い値となるが、これを α とおくと、次式を得る。

$$B = \alpha \left(\frac{Q}{\sqrt{g d I}} \right)^{1/2} \quad (6)$$

これは次元的に正しく、従来のレジーム式 ($B = \alpha' Q^{1/2}$) からみても、一般に適用できるものと思われる。

(6)式の妥当性を検討するために、実験値との比較を行なった。図-8にその結果を示す。実験値は、水路上流端付近の、流路が一本で等流に近い部分のものを用いている。これを見ると、水みち幅は式(6)によってかなりよく推定されていると思われる。

4. おわりに 複数の水みちが形成される条件下における流路と流砂量の変動について水路実験を行なった結果、水みちは、拡幅・分裂・集中を繰り返し、それに伴って流砂量も変動していることが明らかになった。また、流路が一本の場合の水みち幅に対し、中規模河床形態の形成条件を基礎とした推定法を提案し、その妥当性の検討を行なった。今後、流路変動の各素過程および素過程間の遷移現象について、より一層の研究が必要である。

<参考文献>

1) 藤田ら：複列砂州と網状流路の形成過程に関する実験、京大防災年報、1986。

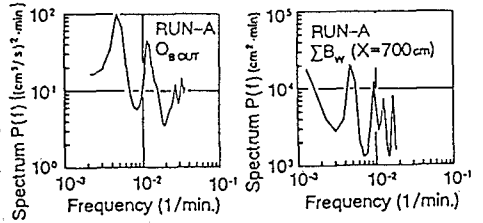


図-5

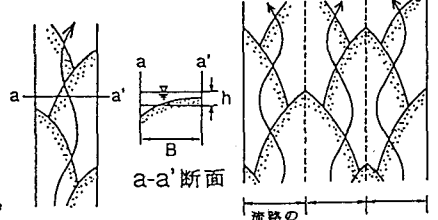


図-6

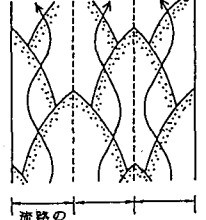


図-7

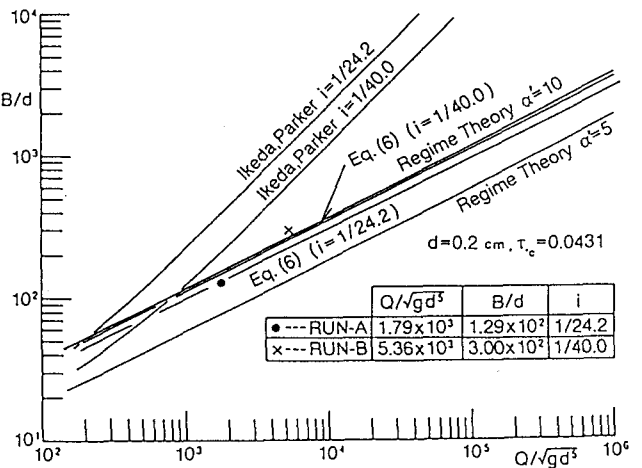


図-8