

II-143

山地河川の流路形態と成因

北海道大学工学部 正員 長谷川 和義
 同 正員 藤田 睦博
 北海道大学環境研 平野 直樹

1. はじめに

山地河川の流路形態に、水理学的な解析が加えられるようになったのは最近である。著者らも、豊平川流域に試験河川を定め、形態区分と形成機構に関する研究を進めている。本報は、薄別川左支川小川試験地の調査結果から知られた興味ある事実を述べたものである。

2. 形状調査の結果

図-1は、薄別川合流点から500m上流の6号床止めダムを起点に、上流1km区間の流路の分岐・合流状況、堆積地の分布状態、縦断形状、谷幅、流路幅、表面礫径の変化を見たものである。このうち、分岐・合流や流路幅、谷幅に関するデータは、北大農学部砂防研究室による実測図(1985年9月)から採録したものであり、また、堆積地分布は北海道開発局石狩川開発建設部の「小川堆積地分布図」(1982年9月調査)によった。縦断形状、表面礫径は、著者らの実測である。礫径調査には、2m間隔の線格子法が用いられており、図にはその11点(20m)の移動平均が記されている。

図-1(b)は、観測区間における平均勾配(=0.102)を差し引いた縦断形状を示すもので、規模の異なる数種の波が混在していることがわかる。短波長の鋸の刃状の起伏は、リップ(ステップ・プール)であり、移動平均を施すと、平均波長42mの波の存在が明瞭に識別される。これを「うねり」とよぶことにする。以下、二種の波の性質、成因について考える。

3. うねりの特徴

1) 上流側斜面

の傾斜が緩く、下流側前縁部の下り勾配が急であり、しばしば高さ1mを越える大ステップが形成されている。また、上流側斜面部分が長く下流部分が短く、沖積交互砂州形に近い。

2) 図-1(a)に示す流路平面形の曲頂位置(○印および△印にて記入)が、うねりの前縁位置に大略一致している。このことは、図-5に示す平面測量結果(1986年10月)でも確認できる。前縁(白抜き破線)が、曲頂点と一致している。

図-1 小川の流路形状
 ・礫径の距離変化

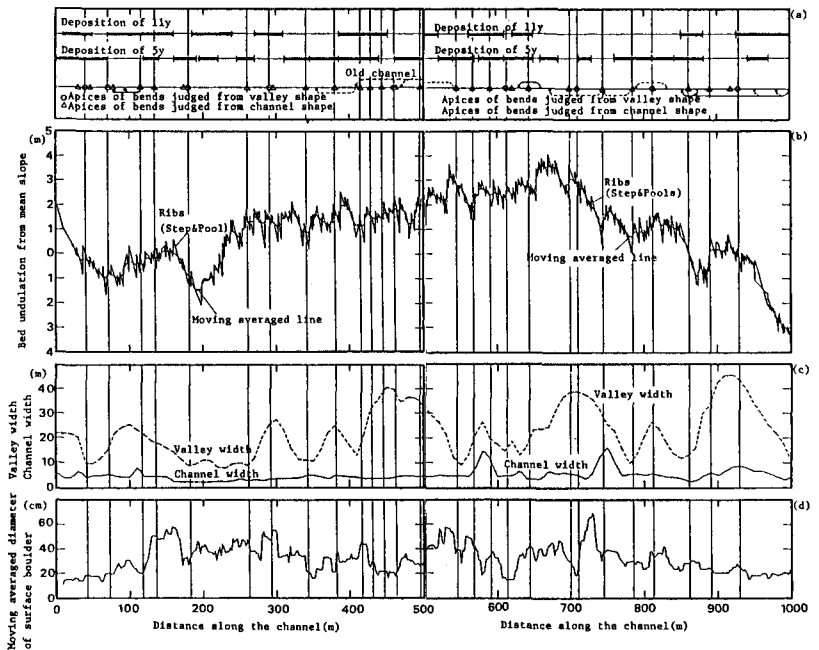
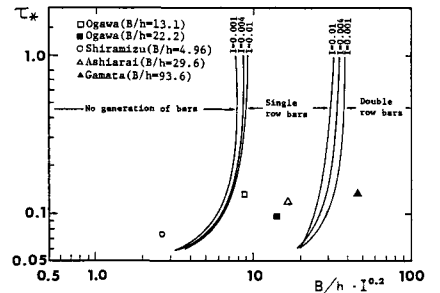


図-2 うねりの領域区分



3) 図-1(a),(b)を比較すると、一単位の河道堆積地(1975年8月、1981年8月の大洪水時に形成)とうねりの一波長がほぼ対応している。

4) 図-1(b),(d)によると、うねりと礫径変化は密接に関係している。前縁の礫径は大きく斜面部は小さい。この上にリブによる径の変化が重なっている。

5) 図-2は、黒木・岸の領域区分図である。1981年洪水の推定水量を用いて図-5の箇所の判定を行うと、単列砂州の領域に入る。

以上より、小川に見られるうねりは、交互砂州と同種のものと考えられる。

4. 周期状河床波

図-1(b)に見られるリブは242個あり、平均波長4.2m、平均波高58cmで、広い波長・波高分布を有している。従来、この種の波は反砂堆がその成因と見なされてきたが、領域区分図による限りこれから外れる。

図-3は縦断波形のパワースペクトル密度を示すものである。データ長1000mに対してずらし幅を25%にとっており、サンプリング間隔は2mで、内挿法によるデータの補足を行っている。明瞭なピークの波長間には、ある規則性が見られる。すなわち、最短波長のピーク(4.7m)を基本波長として、その1.5倍、2倍、2.5倍・・・の位置にピークが現れている。

周期波の重なりが見られるということは、それらが水面波を主要因として形成されたことを示唆する。最も可能性の高いのは、3次元定常波による河床起伏の誘起であろう。すなわち、射流状態で定常的に現れる波は3次元的でなければならず、次式で表される。

$$Fr^2 = (\beta h \tanh \beta h) / (kh)^2$$

$$\beta = \sqrt{k^2 + 1^2} = \sqrt{(2\pi/\lambda)^2 + (\pi/b)^2}$$

いま、横断方向の基本半波長 b が、水深程度(実際の計算では0.9h)であると、その整数 N 倍の波が河床に作用するものと考えると、対応する波長 λ は、図中のようになる。1981年洪水の水量 ($Fr = 1.07, h = 0.66m$) を与えて、 N と λ の関係を描くと、 $N = 5, 10, 15, 16, 23, 28, 36$ に対し実測の波長と非常に良い一致を見せる。

これらの原因に関して現在のところ十分な説明ができないが、ポテンシャル理論による限り、Airy波の波長において波高成長率が無限に大きくなるのが知られている。

5. おわりに

1) 小川流域で観測されたうねりは、交互砂州と判断される。
 2) これより短波長のリブは、水面波と密接に関係している。河床における水面との同調機構を知ることが課題となる。

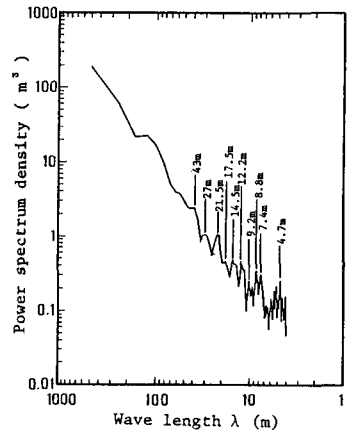


図-3 縦断河床形のスペクトル

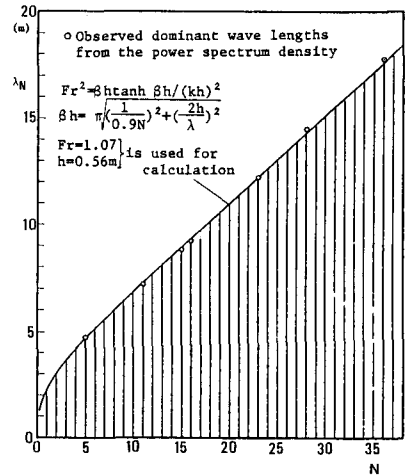


図-4 横断波数モードと波長

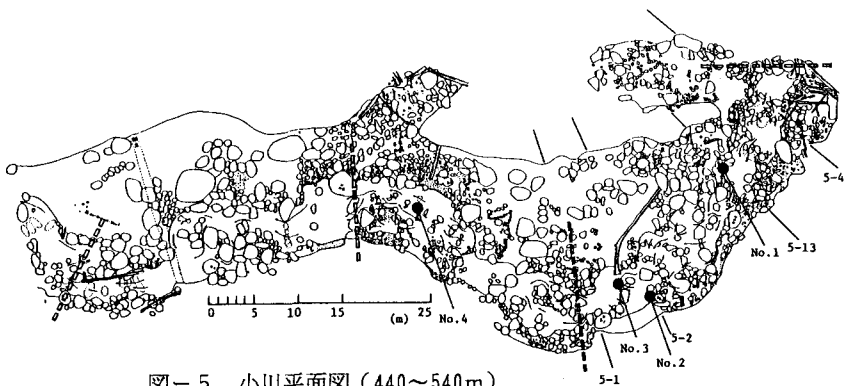


図-5 小川平面図(440~540m)