

厚別川における河道平面形状の特徴について

寒地土木研究所 正会員 ○野上 毅
寒地土木研究所 正会員 安田 浩保

寒地土木研究所 正会員 渡邊 康玄
河川環境管理財団 正会員 長谷川 和義

1. はじめに 北海道日高地方の厚別川では、2003年に既往最大の洪水に見舞われた。厚別川をはじめとする谷底平野では、計画規模を超える洪水が発生した場合、河道をあふれた流水は勢いを減ずることなく谷幅いっぱいに流れ、甚大な被害をもたらす。近年の集中豪雨の多発による大規模出水時の減災対策の策定のための第一歩として、このような出水時に形成されると考えられる河床地形について、その河道平面形状の特徴から考察を行った。

2. 厚別川と洪水の概要 厚別川は、流域面積 290.7km²、河道長 45kmの北海道日高地方にある2級河川である。河口から18km上流に位置する里平川合流点から下流の平均河床勾配は1/362であり、兩岸を数段の段丘面に囲まれた谷底平野を流れる河川である。2003年8月に厚別川では3日雨量が285mm(豊田)という豪雨により、約2200m³/s(豊田)と河道の流下能力(赤無橋)1000m³/sを大幅に超える洪水が生じ、堤内地を含む谷幅全体に広がる洪水流が生じた¹⁾。出水直後の河口から8.4~12.2km区間(以下、KPを使う)の状況を撮影したものが写真-1であるが、蛇行した流路と氾濫した痕跡の状況が見て取れる。洪水中には、この蛇行した流路に沿った流れとこの流れに対し谷軸に対向の流れとによって8の字を描く洪水流が発生した。このことを踏まえ、河道の平面形状の形成過程について、河道法線形状と各種水理量(流量、川幅、水深等)との関連についての既往の知見を用いて、検討を加えた。図-1は、谷幅と出水時の水面幅の関係を縦断的に示したものであり、KP9~10kmを境に谷幅が大きく変化していることがわかる。このことから、検討に当たっては、上流側(KP9~12.2, 平均谷幅360m)と下流側(KP6.4~9, 平均谷幅580m)とに分けて行った。

3. 蛇行波長の抽出 図-2の赤線は大正8年(1919年)の地形図から読み取ったKP6.4~12.2kmの河道平面形状である。調査起点および終点を結ぶラインを谷軸とし、低水路河道が谷軸からどの程度、離れているかを縦軸に示している。この時の河道平面形状には人為がほとんど加わっていないことを地形図から確認している。まず平面形状の特徴を読み取るため、横断方向距離(図-2の縦軸)を用いてスペクトル解析手法の1つであるMEM(最大エントロピー法)により卓越している蛇行波長を調べた。横軸に波長、縦軸にパワースペクトル密度を図示したものが図-3である。これより上下流区間ともに波長1500~1800mの波が卓越していることが読み取れる。比較のため人為的改変が認められる2003年の航空写真より滯筋を読み取った図-2の黒線をスペクトル解析した結果が図-4である。これより下流側、上流側ともに波長1500~1800m付近にピークが読み取れる。2003年の河道法線形は大正8年と比べて、多少の人為的改変が存在するものの、卓越波長はいずれも1500~1800mと同程度の値となっている。また大正8年の下流側における波長750mのピークについては、地形図からもそのような小振幅小波長の小さな蛇行が確認できるが、2003年の平面形からは確認できない。このことは、人為的改変が開発当時の地形に基づいて行われ、河道の平面形状に大きな変化がなく、あっても振幅の小さな蛇行形状のみが改変されているのみであることを示している。



写真-1 調査対象区間上流側の被災状況 (KP8.4~12.2区間)

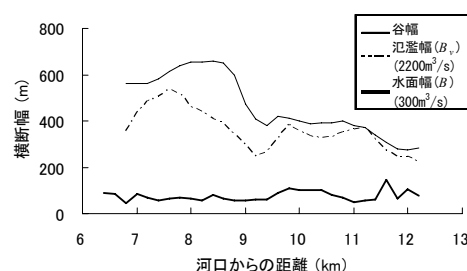


図-1 谷幅と出水時水面幅

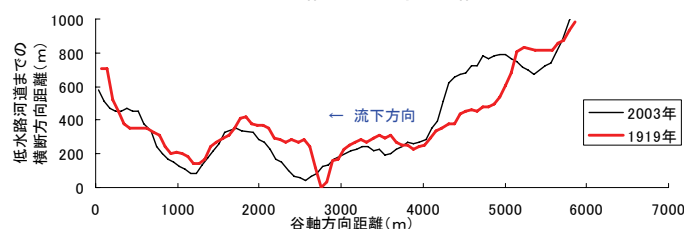
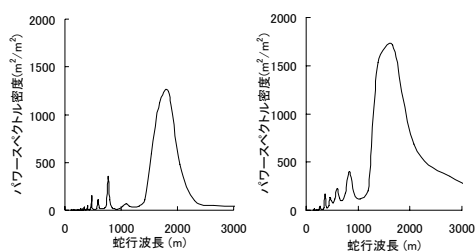


図-2 河道平面形状

キーワード 谷底平野、河道平面形状、スペクトル解析

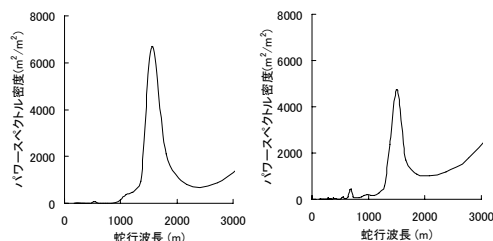
連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目 (独)寒地土木研究所 寒地河川チーム TEL011-841-1639



下流側 (KP 6.4~9)

上流側 (KP 9~12.2)

図-3 大正8年の河道平面形のスペクトル解析(MEM)



下流側 (KP 6.4~9)

上流側 (KP 9~12.2)

図-4 現河道平面形のスペクトル解析(MEM)

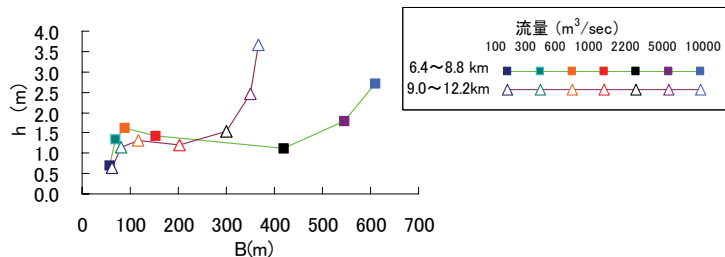


図-5 流量と水面幅および平均水深の関係

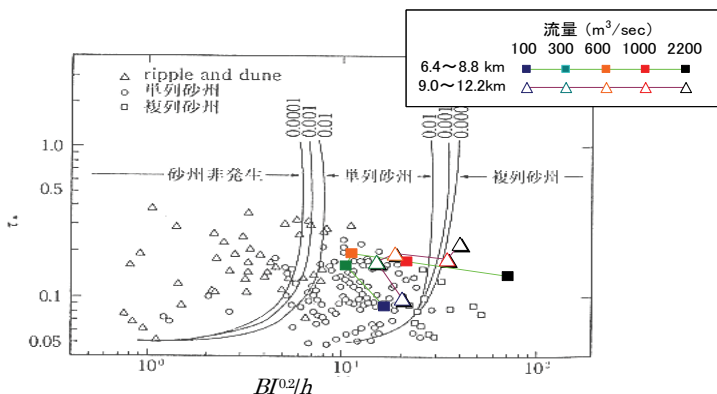


図-6 流量と河床形態(文献5)に加筆)

4. 蛇行波長と単列砂州波長の対比

次に、この 1500~1800m の蛇行波長の成因について把握するため、既往の蛇行波長についての関係式等との比較を行う。谷地形を表す平均水深 h と水面幅 B の関係を示したものが図-5 である。なお B , h は、便宜上、2003 年 8 月洪水の痕跡が再現される粗度係数 ($n=0.021$) を用いて不等流計算により算出している。600m³/sec 前後までは、複断面河道で言うところの低水路内に収まるため B はあまり大きくならず h が増加する。一方、堤防が無い状態(出水直後の地形)で 600m³/sec を超えると、複断面河道で言うところの高水敷に相当する部分すなわち堤内地に水面が広がる。つまり水位が上昇しても水面が横断方向に広がるため、平均水深の変化はほとんどなく B が流量変化に応じて大きくなる。これより流路満杯流量(Bankfull discharge) 相当である 300~600m³/s に対応する水面幅は 70~120m であることがわかるが、この時、厚別川の(流路蛇行波長)/(川幅)は 13~26 となり、(砂州波長)/(川幅)の全国平均値 5~15²⁾ よりも、2 倍程度大きい。次に式(1)で示される流路内に形成される単列交互砂州の波長 L^3 との比較を試みる。

$$L = 5 \sqrt{\frac{Bh}{C_f}} = 5v \sqrt{\frac{B}{gi}} \quad (1)$$

ここで B , v , i はそれぞれ流路満杯流量時の川幅、平均流速、勾配である。式(1)から得られる厚別川の 300~600m³/s に対応する砂州波長(計算値)は、上流側、下流側ともに 750~1000m となる。つまり河道平面蛇行波長 1500~1800m は、流路内に形成される砂州波長の計算値より 1.5~2.4 倍大きな値となる。また北海道内の河川データを用いて砂州波長 L は $L=60Q^{0.48}$ (Q は流路満杯流量)で示されることから⁴⁾、 Q に対応する砂州波長は 900~1300m となり、河道平面蛇行波長は、計算値より 1.2~1.7 倍程度、大きな値である。

以上 3 つの関係式は、単列砂州波長およびその発達により形成された蛇行波長の平均的な値を示していると考えられる。つまり厚別川の平面形状から得られた 1 蛇行波長 1500~1800m は、平均的な値と比較してほぼ 2 倍程度となることから、単列砂州が成因と考えることには無理がある。

5. 洪水流と中規模河床形態

図-6 は図-5 から堤内地も含めた谷底平野を対象とした流量変化に伴う中規模河床形態を表す。図から 1000m³/sec 程度までは単列砂州領域にあり、1000m³/sec を超えると単列砂州領域から複列砂州領域へと遷移すると判断される。2003 年 8 月洪水のピーク流量は、2200m³/sec であることから、ピーク時の氾濫流の水利条件は複列砂州領域になっていたことがわかる。以上の結果より、厚別川の平面形状の成因は河道内に形成される単列砂州でなく、大規模出水時における谷幅規模に形成される複列砂州の可能性が示唆される。

参考文献

- 1) 長谷川和義: 厚別川における河道変動の特徴, 平成 15 年台風 10 号北海道豪雨災害調査団報告書, 土木学会水工学委員会, pp142-148, 2004.
- 2) 末次忠司: 河川の減災マニュアル, 山海堂, pp8, 2004.
- 3) 池田駿介: 詳述水理学, 技報堂出版, pp.392, 1999.
- 4) 北海道開発局監修: 河道設計論, pp33, 1989.
- 5) 黒木幹男, 岸力: 中規模河床形態の領域区分に関する理論的研究, 土木学会論文報告集, 342 号, pp87-96, 1984.