

蛇行河川の直線化が河床に与える影響について

Bed evolution of a meandering river affected by man cut off works

北海道大学大学院 ○学生員 中西哲 (Satoru Nakanishi)
 北海道大学大学院 正員 長谷川和義 (Kazuyoshi Hasegawa)

1. はじめに

標津川は北海道東部にある中標津町標津岳に発し、標津町においてオホーツク海に達する2級河川であり、現在蛇行復元のモデルとして注目を集めている。

写真-1に示すように戦前まで幾多の蛇行を繰り返し、下流部には大規模な湿原が存在していた。その後、昭和20年代後半から蛇行の直線化や堤防の築造等の河川改修が始まり、現在では写真-2に示す状態となっている。河川改修の結果生じた河川の通水能力の上昇は治水に対して効果を発揮し、その後の地域開発に多大な貢献をした。

大規模な河川の直線化は、土砂輸送を促進させることにより河床の低下が予測される。このこと自体は治水にとって有効なことだと考えられるが、一方勾配が緩やかな河口部付近では慢性的な土砂堆積の要因となる可能性がある。その結果、河口部付近では流路の不安定化が懸念される。実際標津川ではKP1.6からKP5.4までの区間で平成3年～平成11年(平成9年を除く)にかけて河道に堆積した土砂を掘削している。以上のことにより、河道の直線化が長期間にわたり、流域の大部分に影響を及ぼしていると考えられる。

そこで本論文では過去の標津川の河床縦断形を推定し、長期間の1次元河床変動計算を行い、直線化による河床への影響を河道の直線化が行われていない河床縦断形との比較により評価するものである。

2. 基礎方程式

1次元河床変動計算の研究は現在まで多数行われているが本論文では清水¹⁾によって構築された浮遊砂・掃流砂を含む混合粒径モデルを用いた。

本論文のモデル河川である標津川の大部分を計算範囲とするため、流れの基本方程式は以下に示す横流入量を考慮した1次元定常流の運動方程式とした。

3. 計算条件, 計算方法

3.1 計算条件

計算に用いた各種物理量については、現地調査ならびに標津川技術検討委員会資料を参考に決定した。

図-1のプロットは現況の河床縦断形を示す。この値を近似するために黒木・板倉²⁾によって提案された安定河床縦断形状の次式を用いた。

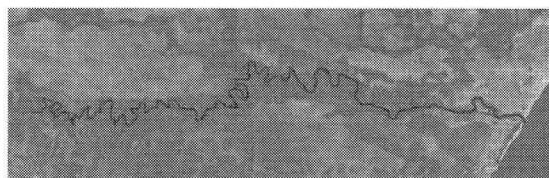


写真-1 昭和22, 27年の標津川

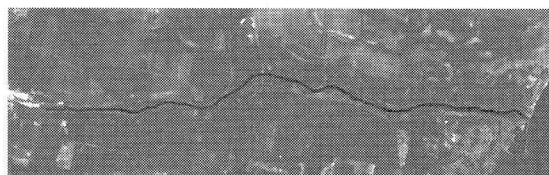


写真-2 平成7年の標津川

$$\frac{z}{z_*} = \frac{\exp(-a\xi) - \exp(-a)}{1 - \exp(-a)} \quad (1)$$

ただし、 ξ : 上流端からの距離, z_* : 上流端比高, L : 流路長。

上式のパラメータ a を変化させることにより、実測値に最も適している縦断形を決定した結果が図-1の実線で示している。

図-2は現況の低水路の川幅の縦断変化を示す。これを指数近似下地式を計算上の川幅とした。

$$B = 41.96 \exp(-3 \times 10^{-5} x) \quad (2)$$

ただし、 x : 河口からの距離(m)。

計算に用いた河床材料は標津川の粒径の資料が少なく、存在する実測値と上流端での平均粒径がおおよそ20cmであるという仮定の下で以下のような指数近似を用いた。

$$d_m = d_{m0} \exp(4.57 \times 10^{-5} x) \quad (3)$$

月平均流量の最大値は80m³/s程度であるが、標津川では日流量で200m³/sを超える大規模な出水も珍しくない。今回の計算では100年にわたる長期の河床変動計算を行うため、流量時系列を繰り返し用いた。また流量の縦断方向変化は次の式で与えた。

$$Q = Q_0 \exp(-5.87 \times 10^{-5} (x - x_{KP5.5})) \quad (4)$$

ここで、 Q_0 : 合流点流量, $x_{KP5.5}$: 合流点の河口からの距離。

本論文では蛇行流路の直線化による影響を調べる為に現在の河床縦断形から過去の縦断形を推定する必要がある

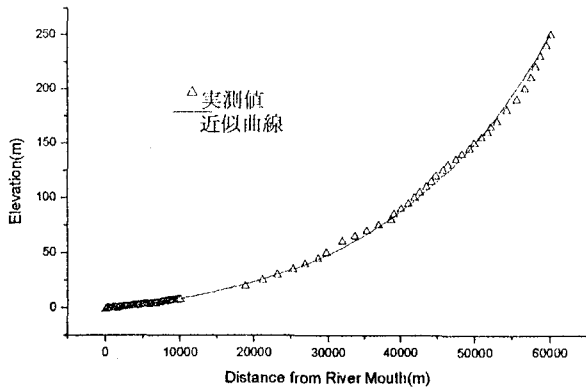


図-1 現況河道の河床縦断形

る。標津川技術検討委員会資料によると、直線化以前の標津川は、現況流路の1.7倍あったとしている。そこで、当時蛇行流路が発達していた現在の中標津町市街地付近までの区間の流路長を1.7倍し、それより上流部は現況流路と同値としたものを現況流路と同様に(1式)で近似した。その結果を図-2に示す。流路長は10km程度延長された。

他の水理条件としては、下流端水位は0.6mの一定値とした。上流端における流砂量の境界条件は、浮遊砂、掃流砂ともに動的平衡状態を仮定し、流砂の連続式中の x に関する微分項をゼロとして計算を行った。

3.2 計算方法

長期の河床変動計算を行うにあたって、計算開始年は今から50年ほど前の昭和25年と設定した。当時はまだ蛇行直線化はあまり行われておらず、自然のままの姿の河川に近かったと考えられる。計算終了年は開始から100年後とした。

計算時間の刻み幅 Δt は黒木ら²⁾によるC.F.L条件を満たす最大の Δt とした。 Δt は流量規模や河床材料の粒度分布によって異なるが、今回の計算では数分から数日程度であった。計算点間隔 Δx は500mとした。

今回の計算では、流路長を減少させることによる蛇行流路の直線化を行った。手順の概要はショートカットの起点と終点を与え、その内部に含まれる点の Δx を500mから200mへと減少させることにより表現した。また、ショートカットの内部に含まれる点の物理量については起点と終点から内挿して与えた。直線化の場所と時期については現況の河道で河口から10KPまでの資料を参考にした。結果として直線化部は16箇所となった。これは実際の直線化に比べるとその数が少ないが、計算点間隔を考えると複数の蛇行流路を1つの蛇行流路と扱ったためである。

以上の基礎式、計算条件、計算方法を用いて行った結果を以下に示す。

4. 計算結果・考察

図-3に河床変動量を示す。河床変動量が正ならば堆積を、負ならば浸食を表す。両者とも河道全体として浸食

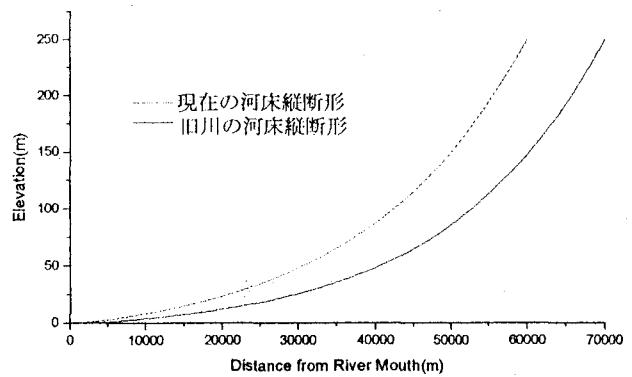


図-2 過去の河床の推定

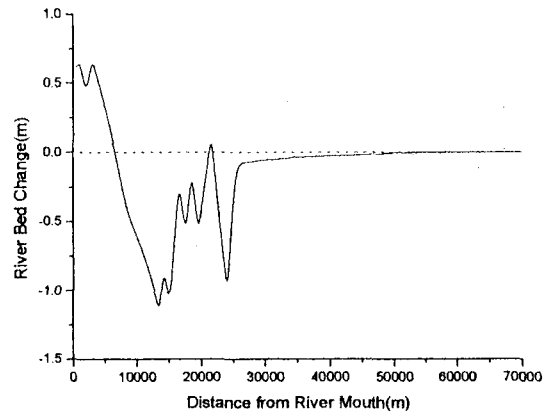


図-3 河床変動量

傾向があり、特に蛇行の直線化を行った地点から下流では急激な増減が見られ、深い地点では1m以上の浸食が確認できる。このことは河道の直線化による河床勾配が急になり、掃流力上昇した結果、浸食が促進されたものと考えられる。それに反して、河口部の堆積が顕著である。掃流力の増加によって運ばれた土砂が河口部の緩勾配な河道に堆積したとも考えられるが、今回の計算では月平均流量を与えた為、大規模な出水に対する評価ができていない。大規模な出水時には水面形が低下背水となり、河口部の堆積土砂は掃流されるが今回の計算ではそういった効果が少なかったことにより、堆積が促進された可能性もある。実際の問題として、図-3において堆積が始まるKP5.6付近(大草原橋)から下流では慢性的な土砂堆積による問題がある。一概には言えないが河道の全体的な現象を把握できたと考えられる。

5. おわりに

現在の情報から過去の河床形態を推定し、河道の直線化後の影響を数値計算によりもとめることができたと考えられる。

参考文献

- 1) 清水康之: 沖積河川の縦断形と河床材料分布形の形成について, 土木学会論文集, No521/ II -32, 69-78, 1995
- 2) 黒木幹男・板倉忠興: 安定河道縦断形上に関する研究, 水工学論文集, 第39巻, pp641-646, 1995
- 3) 黒木幹男・岸力・清水康之: 河床変動の数値計算法に関する研究, 第17回自然災害シンポジウム講演論文集