

# 湿原域における河道の蛇行角の違いによる 土砂流出の影響について

## NUMERICAL STUDY ON SEDIMENT PRODUCTION UNDER DIFFERENT MEANDERING ANGLE OF RIVERS IN MARSHLAND

山田浩史<sup>1</sup>・清水康行<sup>2</sup>・木村一郎<sup>3</sup>・清治真人<sup>4</sup>

Hiroshi YAMADA, Yasuyuki SHIMIZU, Ichiro KIMURA and Masato SEIJI

<sup>1</sup>学生員 北海道大学大学院 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

<sup>2</sup>正会員 工博 北海道大学大学院教授 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

<sup>3</sup>正会員 工博 北海道大学大学院准教授 工学研究科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

<sup>4</sup>正会員 (財)北海道科学技術総合振興センター統括研究員 (〒001-0021 札幌市北区北21条西12丁目)

This study presents numerical study on fundamental characteristics of sediment run off under various meandering angles of rivers in marshland region. Recently, the area of the Kushiro marshland is decreasing due to the increase of sediment inflow from rivers in upstream regions of the wetland. The reason of this is caused by the river training works, which straightened the originally meandered channels in order to control flood and provide agriculture fields. As a recent pioneering works, large scale re-meandering river works are being performed experimentally in the Kushiro marshland and the Shibetsu river. However it has not been clarified yet how the re-meandering affects the quantity of sediment run off under the different conditions of meandering angle and channel slope. The main aim of this paper is clarifying numerically the effects of meandering angle, channel slope and channel length on the quantity of sediment run off.

**Key Words :** river meandering, sediment run off, marshland, river training works

### 1. はじめに

釧路湿原はわが国最大の湿原であり、釧路川及びその支流を中心として形成され、自然のままの蛇行河川が残る数少ない流域である。しかし、流域の開発に伴って土地利用状況が変化し、かつて蛇行していた河川を直線化させたことで掃流力が増加し、土砂生産量や輸送量が増加することとなった。さらに、河道の整備により河道断面が確保され氾濫頻度が減少したことにより、従来湿原上流での氾濫により捕捉されていた土砂が下流まで到達するようになった。この結果、湿原へ流入する土砂量が増加し、以前に比べ大量の土砂が湿原で堆積するようになり、1947年には250 km<sup>2</sup>であった湿原面積が2006年には180 km<sup>2</sup>にまで減少するに至った。

そこで近年における河川開発・改修の動向として図-1に示すような箇所、過去に直線化した河道を再蛇行化させ、流出土砂量の減少を図る自然再生型の河川工法が盛んに検討されている。その先駆けとして釧路湿原にお

いては、釧路湿原自然再生協議会により詳細が決定されている通り<sup>1)</sup>、現地スケールでの大規模な蛇行河川復元実験が行われている。



※○印は蛇行河川復元範囲

図-1 釧路湿原全体図と蛇行復元実験地の概略<sup>1)</sup>

ところで復元後の河川形状は一般に複断面蛇行水路となる。複断面蛇行水路の流れについては多くの研究がなされ、その基本的な特性が明らかにされている<sup>2)</sup>。福岡ら<sup>3)</sup>は複断面蛇行水路における相対水深の変化による流砂量や河床形状の変化について実験的に検討している。岡田らは<sup>4)</sup>、蛇行水路の平面形状の違いが流れや河床変動に及ぼす影響を示している。河道を再蛇行化させることにより、上流側で土砂が捕捉され湿原内部に流入する土砂量が減少する事は想定できる。しかしながら河道を蛇行化させることによる流況変化に伴う砂州形成、勾配の緩和による河床上昇、流路長増大による土砂捕捉、高水敷への冠水頻度の増加などが、どの程度流出土砂量に影響を及ぼすのか明らかにされていない。河川の再蛇行化が注目されている現在、蛇行角の違いによる上記の効果を個別評価することは重要である。このような目的のためには多くの水理条件のもとで蛇行角を変化させた場合の検討を実施する必要がある、そのためには数値解析によるアプローチが適している。特に、平面二次元流れの基礎式に河床変動モデルを組み合わせた数値モデルは計算機負荷が小さく、河川への適用実績も比較的豊富<sup>5)6)</sup>であり、今回の目的に適したモデルと考えられる。

以上に述べた背景のもとで、本研究では湿原域への土砂流出と河川の蛇行の影響を評価するため、平面二次元モデルによるシミュレーションを実施するものである。対象とする流れ場は、我が国の代表的な湿原域の現地スケールを極力考慮しながら、単純化したモデル流域を想定し、蛇行角度、蛇行長、河床勾配などの地形条件を種々変化させた場合について検討する。

## 2. 計算方法

### (1) 流れの計算

流れの計算では、次式の平面二次元流れの一般座標系における連続式、及び運動方程式を用いた。

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{h}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{hu^\xi}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{hu^\eta}{J} \right) = 0 \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial u^\xi}{\partial t} + u^\xi \frac{\partial u^\xi}{\partial \xi} + u^\eta \frac{\partial u^\xi}{\partial \eta} + \alpha_1 u^\xi u^\xi + \alpha_2 u^\xi u^\eta + \alpha_3 u^\eta u^\eta \\ & = -g \left[ (\xi_x^2 + \xi_y^2) \frac{\partial H}{\partial \xi} + (\xi_x \eta_x + \xi_y \eta_y) \frac{\partial H}{\partial \eta} \right] \\ & - \frac{C_d u^\xi}{hJ} \sqrt{(\eta_y u^\xi - \xi_y u^\eta)^2 + (-\eta_x u^\xi + \xi_x u^\eta)^2} + D^\xi \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial u^\eta}{\partial t} + u^\xi \frac{\partial u^\eta}{\partial \xi} + u^\eta \frac{\partial u^\eta}{\partial \eta} + \alpha_4 u^\xi u^\xi + \alpha_5 u^\xi u^\eta + \alpha_6 u^\eta u^\eta \\ & = -g \left[ (\eta_x \xi_x + \eta_y \xi_y) \frac{\partial H}{\partial \xi} + (\xi_x^2 + \xi_y^2) \frac{\partial H}{\partial \eta} \right] \\ & - \frac{C_d u^\eta}{hJ} \sqrt{(\eta_y u^\xi - \xi_y u^\eta)^2 + (-\eta_x u^\xi + \xi_x u^\eta)^2} + D^\eta \end{aligned} \quad (3)$$

ただし、

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \xi_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi^2} + \xi_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2}, \quad \alpha_2 = 2 \left( \xi_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi \partial \eta} + \xi_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi \partial \eta} \right) \\ \alpha_3 &= \xi_x \frac{\partial^2 x}{\partial \eta^2} + \xi_y \frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2}, \quad \alpha_4 = \eta_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi^2} + \eta_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi^2} \\ \alpha_5 &= 2 \left( \eta_x \frac{\partial^2 x}{\partial \xi \partial \eta} + \eta_y \frac{\partial^2 y}{\partial \xi \partial \eta} \right), \quad \alpha_6 = \eta_x \frac{\partial^2 x}{\partial \eta^2} + \eta_y \frac{\partial^2 y}{\partial \eta^2} \\ D^\xi &= \frac{\partial}{\partial \xi} \left[ \nu_t \frac{\partial u^\xi}{\partial \xi} \right] + \frac{\partial}{\partial \eta} \left[ \nu_t \frac{\partial u^\xi}{\partial \eta} \right], \quad D^\eta = \frac{\partial}{\partial \xi} \left[ \nu_t \frac{\partial u^\eta}{\partial \xi} \right] + \frac{\partial}{\partial \eta} \left[ \nu_t \frac{\partial u^\eta}{\partial \eta} \right] \end{aligned} \quad (4)$$

ここで、 $\xi_x, \xi_y, \eta_x, \eta_y$ はそれぞれ、 $\partial \xi / \partial x, \partial \xi / \partial y, \partial \eta / \partial x, \partial \eta / \partial y$ を示し、 $t$ は時間、 $h$ は水深、 $g$ は重力加速度、 $x$ 及び $y$ は直交座標軸、 $\xi$ 及び $\eta$ は一般座標軸、 $u^\xi$ 及び $u^\eta$ はそれぞれ $\xi$ 及び $\eta$ 方向流速の反変成分、 $J$ は座標変換のヤコビアン、 $H$ は水位、 $D^\xi$ および $D^\eta$ は粘性項、 $\nu_t$ は渦動粘性係数である。また、 $C_d$ は河床摩擦係数で以下の式で与えられる。

$$C_d = \frac{gn^2}{h^{1/3}} \quad (5)$$

ここで、 $n$ はマンニングの粗度係数である。

### (2) 河床変動計算

平面二次元一般座標系における掃流砂・浮遊砂を含む河床変動の連続式を次式に示す。

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{Z_b}{J} \right) + \frac{1}{1-\lambda} \left[ \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{q^\xi}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{q^\eta}{J} \right) + \frac{q_{su}}{J} - \frac{w_f c_b}{J} \right] = 0 \quad (6)$$

ここで、 $Z$ は河床高、 $\lambda$ は空隙率、 $q^\xi$ および $q^\eta$ はそれぞれ $\xi$ および $\eta$ 方向の単位幅掃流砂量、 $q_{su}$ は河床からの浮遊砂浮上量で板倉・岸の式より求める。また、 $c_b$ は河床近傍の浮遊砂濃度、 $w_f$ は砂粒の沈降速度でRubeyの実験式より求める。

一般座標系における浮遊砂輸送の連続式を次式に示す。

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\bar{c}h}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \frac{\bar{c}hu^\xi}{J} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left( \frac{\bar{c}hu^\eta}{J} \right) - \left( \frac{q_{su}}{J} - \frac{w_f c_b}{J} \right) \\ & = \frac{\partial}{\partial \xi} hD \left( \frac{\xi_x^2 + \xi_y^2}{J} \frac{\partial \bar{c}}{\partial \xi} + \frac{\xi_x \eta_x + \xi_y \eta_y}{J} \frac{\partial \bar{c}}{\partial \eta} \right) \\ & + \frac{\partial}{\partial \eta} hD \left( \frac{\xi_x \eta_x + \xi_y \eta_y}{J} \frac{\partial \bar{c}}{\partial \xi} + \frac{\eta_x^2 + \eta_y^2}{J} \frac{\partial \bar{c}}{\partial \eta} \right) \end{aligned} \quad (7)$$

ここで $\bar{c}$ は水深平均の浮遊砂濃度、 $D$ は拡散係数であり、ここでは渦動粘性係数と等しい値を与えている。

全掃流砂量 $q_b$ は芦田・道上の式より求める。

$$\frac{q_b}{\sqrt{s_g g d^3}} = 17 \tau_{*e}^{3/2} \left( 1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_{*e}} \right) \left( 1 - \frac{u_{*c}}{u_{*e}} \right) \quad (8)$$

ここで、 $s_g$ は砂粒子の水中比重、 $\tau_{*e}$ は無次元掃流力、 $\tau_{*c}$ は無次元限界掃流力、 $u_{*e}$ は摩擦速度、 $u_{*c}$ は限界摩擦速度である。なお、本研究では河床波の発生は考慮しないため $\tau_{*e}$ は $\tau_{*c}$ と一致する。無次元限界掃流力は岩垣式を用

表-1 平面形状条件

|        |        | 蛇行角<br>(°) | 低水路勾配 | 蛇行波長<br>(m) | 蛇行長 (m) | 蛇行度  | 波数 |
|--------|--------|------------|-------|-------------|---------|------|----|
| Case A | RUN 1  | 0          | 1/442 | 255.5       | 255.5   | 1    | 3  |
|        | RUN 2  | 30         | 1/476 | 255.5       | 273.9   | 1.07 | 3  |
|        | RUN 3  | 45         | 1/520 | 255.5       | 300     | 1.17 | 3  |
|        | RUN 4  | 60         | 1/599 | 255.5       | 343.4   | 1.34 | 3  |
| Case B | RUN 5  | 0          | 1/520 | 300         | 300     | 1    | 3  |
|        | RUN 6  | 30         | 1/520 | 279.8       | 300     | 1.07 | 3  |
|        | RUN 7  | 45         | 1/520 | 255.5       | 300     | 1.17 | 3  |
|        | RUN 8  | 60         | 1/520 | 223.2       | 300     | 1.34 | 3  |
| Case C | RUN 9  | 45         | 1/442 | 255.5       | 300     | 1.17 | 3  |
|        | RUN 10 | 45         | 1/520 | 255.5       | 300     | 1.17 | 3  |
| Case D | RUN 11 | 45         | 1/520 | 218.4       | 255.5   | 1.17 | 3  |
|        | RUN 12 | 45         | 1/520 | 255.5       | 300     | 1.17 | 3  |

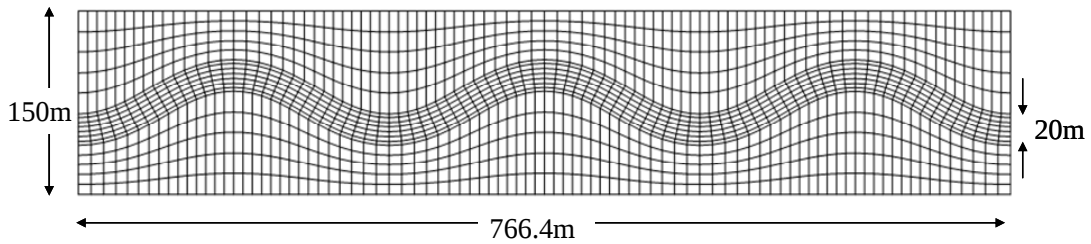


図-2 計算領域のgrid (Case Aでの蛇行角30°の場合)

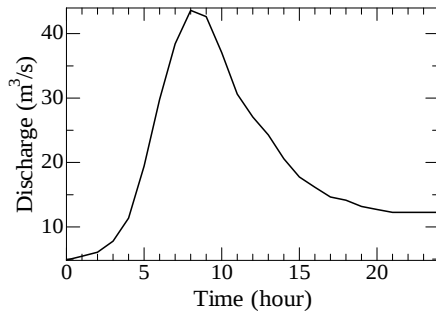


図-3 ハイドログラフ

いて算出した.  $\xi$ ,  $\eta$ 方向の単位幅掃流砂量 $q^\xi$ ,  $q^\eta$ は次式で与えられる.

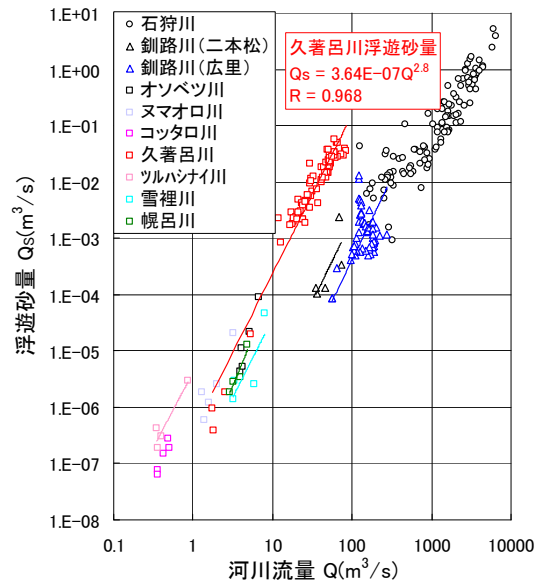
$$q^\xi = q_b \left[ \frac{u_b^\xi}{V_b} - \gamma \left( \frac{\partial Z}{\partial \xi} + \cos \theta \frac{\partial Z}{\partial \eta} \right) \right] \quad (9)$$

$$q^\eta = q_b \left[ \frac{u_b^\eta}{V_b} - \gamma \left( \frac{\partial Z}{\partial \eta} + \cos \theta \frac{\partial Z}{\partial \xi} \right) \right] \quad (10)$$

ただし,  $u_b^\xi$  および  $u_b^\eta$  はそれぞれ $\xi$ および $\eta$ 方向の河床近傍の流速,  $V_b$ は河床近傍の合成流速,  $q_b$ は全掃流砂量,  $\theta$ は $\xi$ 軸と $\eta$ 軸のなす角度である. また,  $\gamma$ は斜面勾配による流砂の補正係数であり, 次式で与えられる.

$$\gamma = \sqrt{\frac{\tau_{*c}}{\mu_s \mu_k \tau_*}} \quad (11)$$

ただし,  $\mu_s$ および $\mu_k$ は河床材料の静止摩擦係数および動摩擦係数である.

図-4 久著呂川と他河川での流量と浮遊砂量の相関図  
※釧路開発局提供

### (3) 計算条件

本研究で対象とする流れ場は現地スケールを極力忠実に考慮しつつ, 単純化したものとする. 地形, 及び水理パラメータとして, 釧路湿原の河川の中で, 釧路川をのぞいて最も土砂流出量が多い<sup>1)</sup> 久著呂川のものを使用した. 図-2に計算領域のグリッドを示す. 計算領域は, 単純化した長方形領域とし, 蛇行形状をsine-generated-curveで作成した規則的な河道として設定した.

現地地形を単純化した理由は水路の各パラメータの影響を明確化するためである。

表-1に各ケースにおける平面形状の与え方を示す。蛇行水路は、起点蛇行角：0°、30°、45°、60°の4種類設定し、全幅：150m、低水路幅：20mとした。また、本研究で対象としている湿原域の河道では、低水路と高水敷の比高が小さく、かつ傾斜も緩やかであるため小規模の出水で高水敷に冠水し土砂の移動が活発に行われる。以上を踏まえ低水路の深さ：0.6m、法面勾配：1/10と設定した。高水敷高さは低水路の流路方向に対して一定となっており、x軸方向に関しては平面とはなっていない。計算格子は流下方向に1波長あたり30分割、横断方向は、低水路：5分割、低水路法面：1分割、左岸高水敷：5分割、右岸高水敷：5分割とした（図-2）。

主な水理条件として、河床材料の粒径を低水路のみではなく高水敷にも14.4mm与え、高水敷を低水路同様に堆積はするが、初期河床以下に侵食はしない条件として扱っている。砂粒子の水中比重を1.65とした。粗度係数については名久井ら<sup>7)</sup>の研究にならって、低水路で0.03、高水敷で0.0425と設定した。流量については過去に河道が直線化された久著呂川の下久著呂地点における1998年10月18日の洪水流量を上流端の境界条件として用いた（図-3）。下流端の境界条件として等流水位を与えている。土砂の供給条件として、掃流砂については上流端にて芦田・道上の平衡流砂量式で求めた土砂量を与えている。また浮遊砂量の境界条件として図-4に示す通り、実際の久著呂川で観測された $Q_s=3.64 \times 10^{-7} Q^{2.8}$ という値を上流端にて与えている。浮遊砂の粒径は0.035mmとしている。表-1のCase Aに示す、RUN1、RUN2、RUN3、及びRUN4では、計算領域の縦断距離を固定し、蛇行角の違いによる水路勾配の違い及び、蛇行長の違いによる流出土砂量の比較検討を行う。また、Case BのRUN5、RUN6、RUN7、及びRUN8では水路勾配及び、蛇行長を固定し、蛇行角の違いによる流出土砂量の比較検討を行う。また、Case CのRUN9、RUN10においては、計算条件の勾配のみを変化させ、勾配による流出土砂量の影響を検討する。またCase DのRUN9、RUN10においては、計算条件の水路長のみを変化させ、水路長による流出土砂量の影響を検討する。

### 3. 結果と考察

#### (1) 縦断距離を固定し、蛇行角の違いによる水路勾配、及び水路長の変化を与えた場合

図-6にCase Aにおける下流端での蛇行角と累積流出土砂量の関係図を示す。蛇行角が大きくなるごとに掃流砂、浮遊砂ともに累積流出土砂量が少なくなっていることがわかる。その要因として蛇行角が大きくなると水路長が長くなり、水路勾配が緩やかになることが考えられる。これにより低水路内の平均流速が減少し、

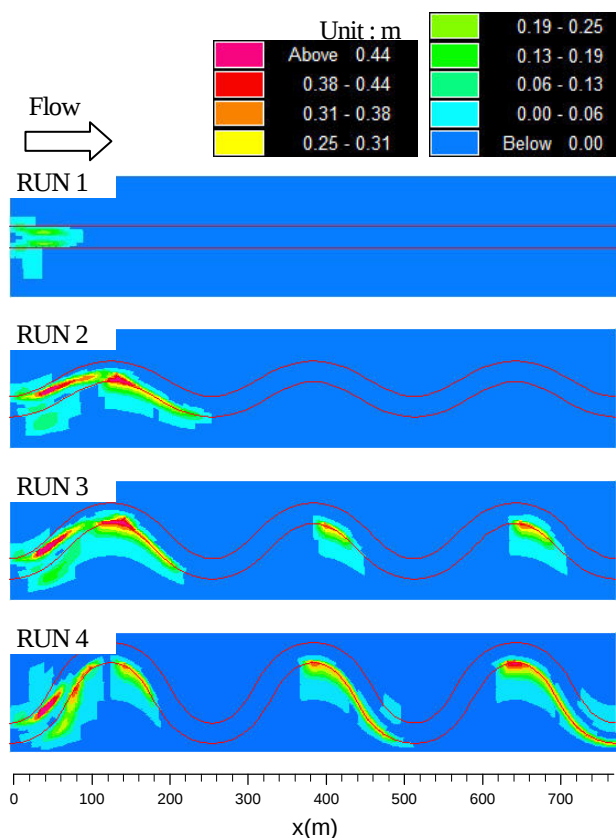


図-5 Case Aでの各RUNにおける24時間経過後の河床変動量

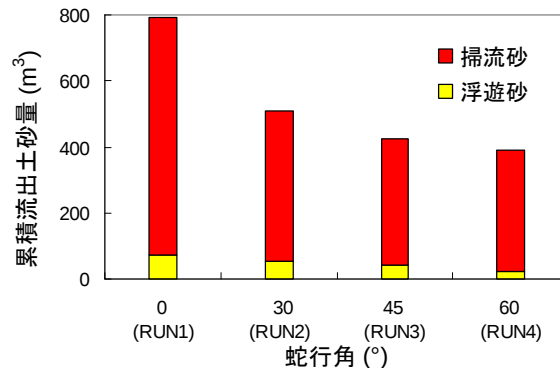


図-6 Case Aでの各RUNにおける累積流出土砂量

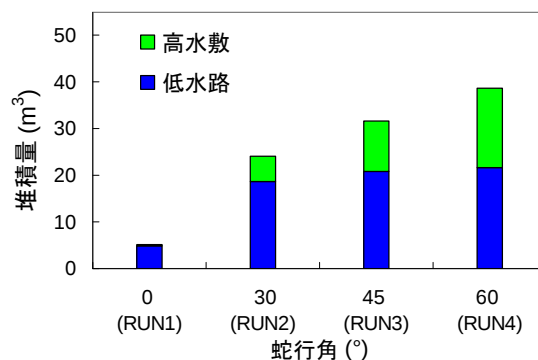


図-7 Case Aでの各RUNにおける高水敷・低水路の堆積量

これに伴って掃流力が減少し、流出土砂量が少なくなると考えられる。24時間経過後の蛇行角が $0^{\circ}$  (RUN1)の累積流出土砂量は、 $791\text{m}^3$ 、 $30^{\circ}$  (RUN2)の場合は $508\text{m}^3$ 、 $45^{\circ}$  (RUN3)の場合は $426\text{m}^3$ 、また $60^{\circ}$  (RUN4)では $392\text{m}^3$ となっている。蛇行角が $45^{\circ}$ から $60^{\circ}$ の間で流出土砂量の差は小さく、ただ単純に蛇行角を大きくとれば流出土砂量を減少させられるとは言えない結果となった。また、図-7に蛇行角と高水敷・低水路における堆積量の関係図を示す。高水敷に関しては、蛇行角が大きくなるにしたがって、堆積量が増加している。これは高水敷への冠水が進み、浮遊砂や掃流砂が捕捉されるためであると考えられる。一般的に河川では低水路の掃流砂が高水敷において捕捉されることは考えにくいですが、上述の通り本研究で対象としている湿原域の河道は低水路と高水敷の比高は小さく、傾斜も緩やかであり、低水路と高水敷の間で流砂がある程度自由に行き来するため、高水敷において捕捉されることが考えられる。また、低水路に関しては、蛇行角が $0^{\circ}$ と $30^{\circ}$ の間で大きく増加し、 $30^{\circ}$ から $60^{\circ}$ にかけては横ばいである。このことから、蛇行角が $0^{\circ}$ と $30^{\circ}$ の間では蛇行部に固定砂洲形成などの土砂貯留による効果が流出土砂減少につながっていると考えられる。次に24時間経過後の河床変動量コンターを図-5に示す。蛇行角が大きくなるほど、高水敷にて土砂が堆積している様子が見えてくる。勾配が緩やかになり掃流力が小さくなるだけではなく、水深が上がり、高水敷まで冠水して土砂が捕捉される。この図から蛇行角が $30^{\circ}$ になると低水路脇に土砂が堆積する様子が見えてくる。この範囲で高水敷への冠水が進んでいると言える。また、以上の結果からだけでは、流出土砂量への影響が蛇行の角度、勾配、水路長のいずれの要因が大きいのか定かではない。そこで、蛇行角のみを変化させた場合、勾配のみを変化させた場合、及び水路長のみを変化させた場合について流出土砂量の影響を検討する必要がある。

## (2) 蛇行角の影響について

Case Bにおいて、蛇行角以外のパラメータを等しくさせて、蛇行角の違いによる流出土砂量への影響を検討した。図-9にCase Bの各RUNにおける累積流出土砂量を示す。蛇行角が $0^{\circ}$  (RUN5)のとき、 $763\text{m}^3$ となっており、 $30^{\circ}$ のとき (RUN6)は $556\text{m}^3$ であり、 $45^{\circ}$ のとき (RUN7)は、 $426\text{m}^3$ であり、 $60^{\circ}$ のとき (RUN8)は $412\text{m}^3$ である。Case A同様蛇行角が大きくなるほど流出土砂量が小さくなることがわかる。また図-8に各RUNにおける24時間経過後の河床変動量を示し、図-10にCase Bの各RUNにおける高水敷・低水路の堆積量を示す。高水敷に関してはCase Aと同様、蛇行角が大きくなるにしたがって堆積量も増加し、高水敷への冠水が土砂流出量抑制に有効であることがわかる。また、Case Aの場合とは異なり、低水路においても蛇行角が大きくなるに

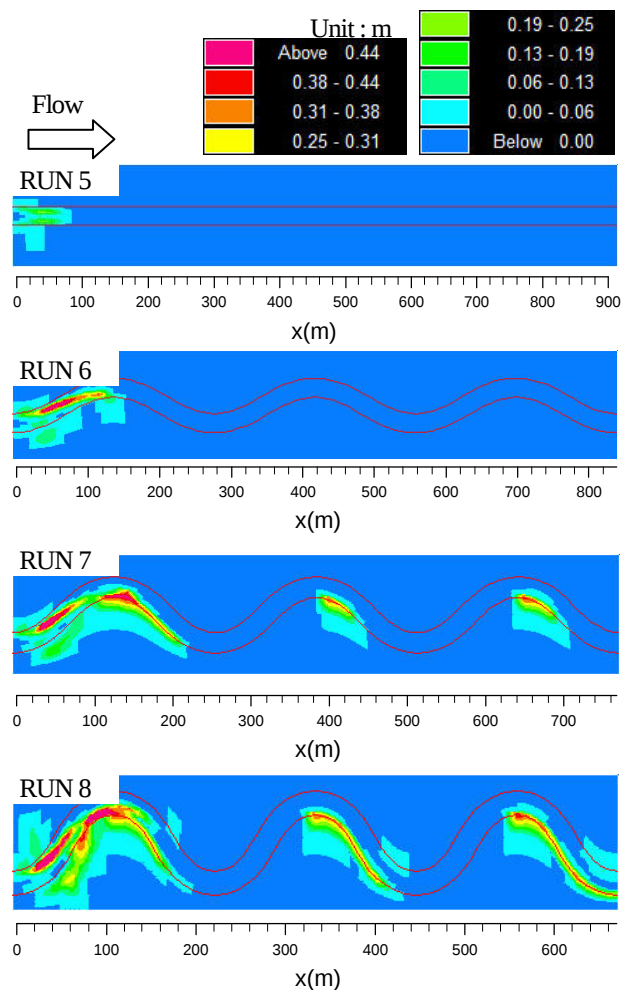


図-8 Case Bでの各RUNにおける24時間経過後の河床変動量

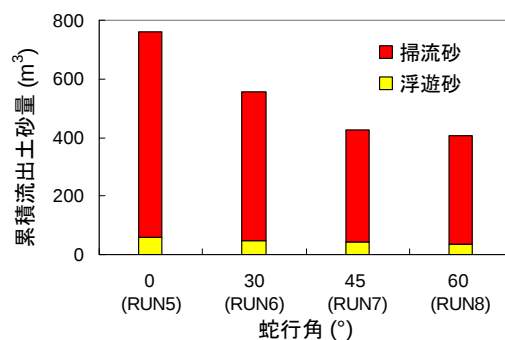


図-9 Case Bでの各RUNにおける累積流出土砂量

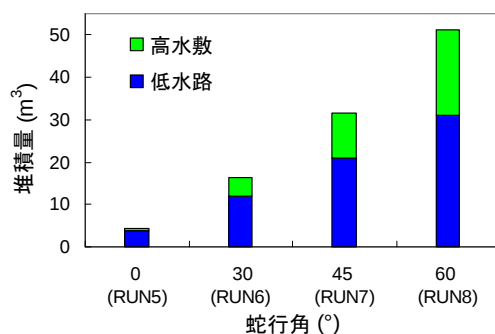


図-10 Case Bでの各RUNにおける高水敷・低水路の堆積量

つれて堆積量が増加している。このことから蛇行角のみの変化を考えれば、蛇行部の固定砂洲形成などの河道内の土砂貯留による効果も大きいと言える。

### (3) 勾配の影響について

Case Cの二つのRUNにおいて勾配のみの違いによる流出土砂量の影響を検討した。図-11に、RUN9とRUN10における累積流出土砂量を示す。RUN10のように水路勾配を1/520としたときの24時間後の流出土砂量は426m<sup>3</sup>であるが、1/442としたとき（RUN9）の流出土砂量は417m<sup>3</sup>となっており、かなり近い値を示した。このことから、勾配の違いの影響は相対的に小さいと言える。

### (4) 水路長の影響について

Case Dの二つのRUNにおいて水路長のみの違いによる流出土砂量の影響を検討した。図-12に、RUN11とRUN12における累積流出土砂量を示す。RUN11のように水路長を255.5mとしたときの累積流出土砂量は262m<sup>3</sup>であるが、RUN12のように300mとしたときは426m<sup>3</sup>であった。水路長による流出土砂量の影響は比較的大きなものであると言える。

またCase Aにおいて、蛇行角が大きくなるにつれ水路長が増大しているにも関わらず、流出土砂量が少なくなっているということは、蛇行角の影響が流出土砂量の変化に大きく影響していると考えられる。

## 4. おわりに

本研究では釧路湿原内の久著呂川を単純化した地形を対象とし、蛇行角の違いによる勾配の違いや流路長の違いがどの程度流出土砂量に影響を及ぼすのか数値計算を行った。本研究で得られた成果を次にまとめる。

- 同一の流域長内の河川を蛇行化すると、蛇行角が大きくなるほど流出土砂量が抑制される。
- 蛇行化による土砂抑制効果は、蛇行による流路延長や勾配緩和による効果よりも蛇行角度の増大による効果大きい。
- 高水敷上への冠水頻度の増加、蛇行部の固定砂洲形成などの河道内の土砂貯留により、流出土砂量が抑制される。

以上より、蛇行の再生事業にあたっては河道の蛇行角をある程度大きくし、高水敷上への冠水を促すことが土砂流出抑制のためには重要であると考えられる。

今後はより現地スケールに近づけるため、現地の地形データで数値シミュレーションすることが望まれる。

また久著呂川では土砂流入対策として再蛇行化だけではなく、土砂調整地を設けることを考慮されている。これによる土砂の湿原流入量の推定もまだ不十分であるので、その点についても今後検討していきたい。

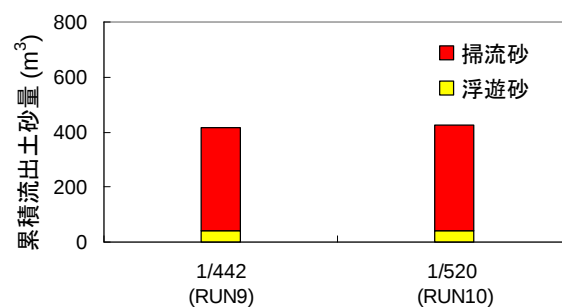


図-11 Case Cの各RUNにおける累積流出土砂量

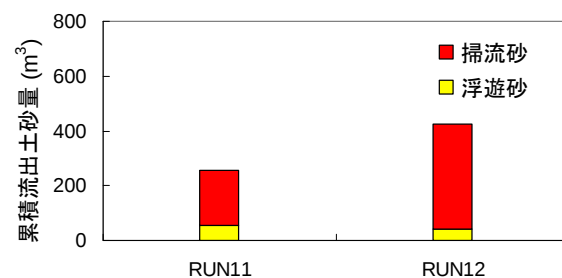


図-12 Case Dの各RUNにおける累積流出土砂量

## 参考文献

- 1) 釧路湿原自然再生協議会，土砂流入小委員会：釧路湿原自然再生事業，土砂流入対策実施計画〔久著呂川〕，2006
- 2) 福岡捷二，大串弘哉，加村大輔，平生昭二：複断面蛇行流路における洪水流の水利，土木学会論文集，第41巻，pp.83-92, 1997
- 3) 福岡捷二，渡辺明英，加村大輔，岡田将治：複断面蛇行流路における流砂量，河床変動の実験的研究，水工学論文集，第41巻，pp.883-888, 1997
- 4) 岡田将治，福岡捷二，貞宗早織：複断面蛇行河道の平面形状特性と蛇行度，相対水深を用いた洪水流の領域区分，水工学論文集，第46巻，pp.761-766, 2002
- 5) 清水康行，藤田睦博，平野道夫：連続床止工を有する複断面河道における流れと河床変動計算，水工学論文集，第43巻，pp.683-688, 1999
- 6) 長田信寿，細田尚，村本嘉雄，M.Rahman：移動一般座標系による側岸侵食を伴う河道変動の数値解析，水工学論文集，第40巻，pp.927-932, 1996
- 7) 名久井孝，清水康行，藤田隆保：釧路湿原における河川氾濫に伴う土砂堆積と乾燥化現象の関連性に関する研究，水工学論文集，第47巻，pp.907-912, 2003
- 8) 福岡捷二，栗栖大輔，時岡利和：洪水流の河道内貯留に及ぼす低水路幅，蛇行度，下流端条件の影響，水工学論文集，第47巻，pp.931-936, 2003
- 9) 福岡捷二，大串弘哉，岡部博一：複断面蛇行流れに及ぼす堤防と低水路の蛇行度と位相差の影響，水工学論文集，第42巻，pp.961-966, 1998

(2008. 9. 30受付)