

湿地河川の特徴的な河川形状に関する統計解析

Statistical analysis on meander patterns of wetland river channels

北海道大学工学部 環境社会工学科 ○学生員 森永章裕 (Akihiro Morinaga)
北海道大学大学院 工学研究院 正会員 田中 岳 (Gaku Tanaka)
北海道大学大学院 工学院 学生員 渡辺伸宙 (Nobuoki Watanabe)

1. はじめに

現在、世界の水資源は危機的状況にあり、21世紀は「水の世紀」とも言われている。そうした中、湿地の機能が重要視されてきている。湿地は水系の流量調節を行い、水を浄化させる。また、多様な生態系も育んでいる。このような治水、利水、環境の面から、工学的にも湿地保全技術の確立が求められている。

湿地の水循環を支える一要素としての河川に着目すると、その流路は屈曲部が連続する特異な形状をしている。これは他の沖積地等を流れる河川とは異なる特徴である。田中ら¹⁾の研究では、対象とした湿地河川の蛇行部が、沖積地河川で見られる自由蛇行とは異なり、穿入蛇行に類似していることが述べられている。また、渡辺ら²⁾の研究では、北海道の河川を対象に河川中心線の曲率分布を求め、湿地河川と他の沖積地等を流れる河川の平面形状を比較して、その中では、湿地河川における曲率分布のヒストグラムが0に集中し、その分布形の尖度が10近傍で他の河川と区別できると述べられている。

2. 研究目的

本研究では、渡辺ら²⁾と同様な研究手法を用いて、河川中心線の曲率分布の特徴から、湿地河川と他の沖積地等を流れる河川の平面形状の違いを定量的に示すことである。

3. 研究方法

3.1 対象河川の決定

湿地河川と、他の沖積地等を流れる河川を、それぞれ15個ずつ、計30個選んだ。なお、湿地河川については、

ラムサール条約湿地から抽出した。表-1に解析対象河川を示す。

3.2 中心線データの抽出

河道中心線データの作成にあたり、河道兩岸の位置座標の抽出には、ESRI社が提供するArcMap10.2.2(GISソフト)を使用した。一つの河川に対して蛇行波長が20~30波長程度、その兩岸をエディタ機能を用いて抽出した。中心線に沿った曲率データを得るために、J. Wesley Lauer氏が作成したPlanform Statistics Tools³⁾(以下、解析ツールと呼ぶ)を使用した。この解析ツールは、等間隔で兩岸の中心点を求める。中心点間の距離は、解析する区間の中で川幅が短い箇所を目視で選び、その半分程度とした。同時にこの解析ツールでは、各中心点とその前後の点との位置関係から曲率半径が算出される。なお、以後の解析では、曲率半径の値を中心点間の距離(半川幅程度)で除すことで無次元化し用いた。

3.3 尖度と歪度の算出

曲率は、その定義(曲率半径の逆数)に従って計算し、その分布を求めた。また、曲率分布の尖度と歪度は、次式により算出した。

S = \frac{1}{(\sigma)^4} \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^4 \tag{1}

W = \frac{1}{(\sigma)^3} \frac{1}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^3 \tag{2}

表-1 解析対象河川一覧

湿地				湿地以外			
河川名	国名	尖度	歪度	河川名	国名	尖度	歪度
Ari-Parana	ブラジル	12.09	0.21	Gal Oya	インドネシア	7.47	0.02
アタワピスカト	カナダ	8.42	0.32	Paguyaman	インドネシア	3.6	-0.12
ドウジャ	カメルーン	10.53	-0.21	Qarqarcay	アゼルバイジャン	5.55	0.18
フライ	パプアニューギニア	9.36	0.47	Song Vam Co Dong	ベトナム	6.02	-0.13
キナバタンガン	中央アフリカ	7.01	0.16	カチェウ	ギニアビザウ	5.75	0.13
コウモンゴウ	トーゴ	10.91	0.12	ホプキンス	オーストラリア	6.24	-0.2
カチナ	ロシア	12.61	0.09	ラカンタン	メキシコ	7.57	-0.11
マンベレ	コンゴ	11.62	-0.14	ナレフ	ベラルーシ	6.98	0.03
ピンダレ	ブラジル	6.93	0.11	バンガニ	タンザニア	6.31	-0.04
ソナイ	インド	9.24	0.04	ロイーニ	インドネシア	5.09	-0.16
アグサン	フィリピン	6.93	-0.04	スワニー	アメリカ	4.93	0.29
アリボリ	ベナン	9.4	-0.37	ティチノ	イタリア	6.92	0.33
ウェストアリゲーター	オーストラリア	9.91	-0.27	サウスエスキモー	タスマニア	5.79	-0.18
クバンゴ	ボツワナ	9.65	0.25	シヌ	コロンビア	5.35	0.01
プリニャチ	ウクライナ	4.13	-0.07	ネーグロ	ブラジル	4.77	-0.13



図-1 マンベレ川 衛星画像



図-2 スウニー川 衛星画像

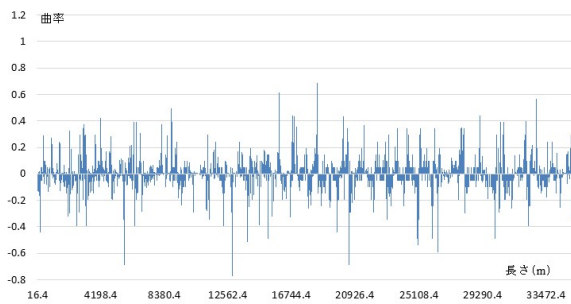


図-3 曲率分布（縦断方向），マンベレ川

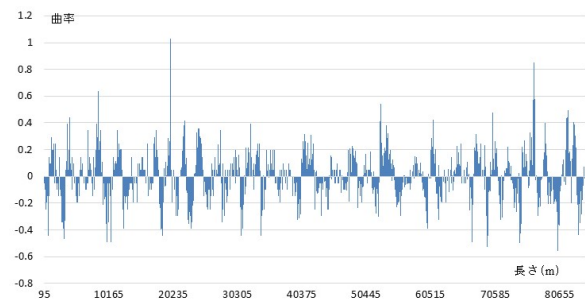


図-4 曲率分布（縦断方向），スウニー川

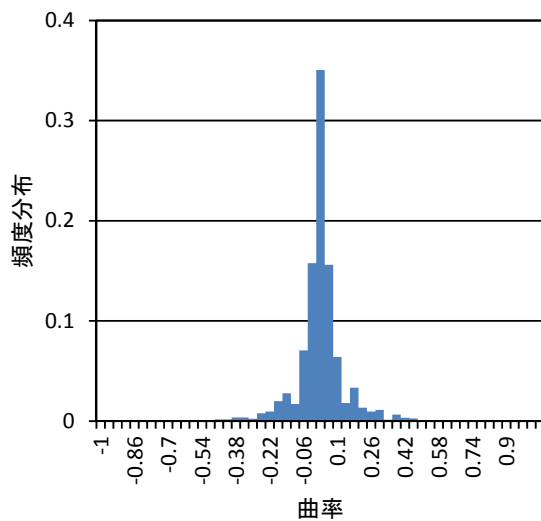


図-5 曲率のヒストグラム，マンベレ川

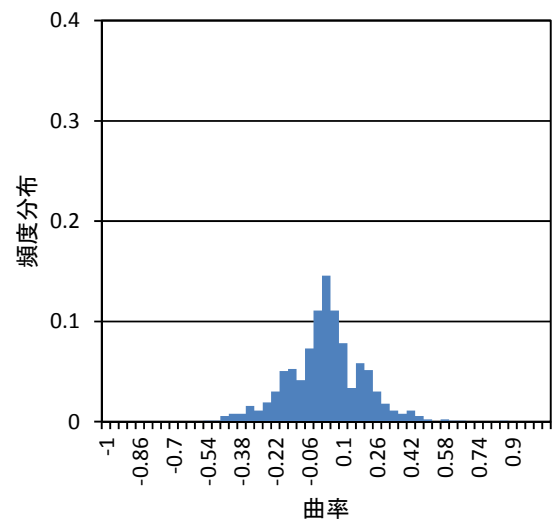


図-6 曲率のヒストグラム，スウニー川

x_i : 曲率 (i : 整数)

なお、 S が尖度、また、 W が歪度である。 σ は標準偏差、 n はデータ数、 $\bar{x}$ は曲率の平均値である。各解析対象河川の中心線に沿った曲率分布の尖度、歪度については、表-1 に併記した。

4. 解析結果

ここでは、湿地河川としてマンベレ川（図-1）、湿地ではない沖積地等を通る河川としてスウニー川（図-2）を取り上げ、河道中心線に沿った曲率分布の特徴について述べる。

4. 1 曲率の頻度分布

図-3 と図-4 は、それぞれ、マンベレ川とスウニー川における河道中心線に沿った曲率の縦断方向の分布を示している。これらの曲率分布をヒストグラムで表すと、それぞれ図-5 および図-6 となる。なお、縦軸の値は曲率の値の頻度をデータ数で除した値である。これらの図が示すように、渡辺ら²⁾が述べた結果と同様、湿地河川（マンベレ川）の曲率の値は他の沖積地等の河川（スウニー川）のそれに比較して 0 近傍に集中していることがわかる。このことは、湿地河川に直線流路と屈曲部の連続が顕著に見られることと対応する。

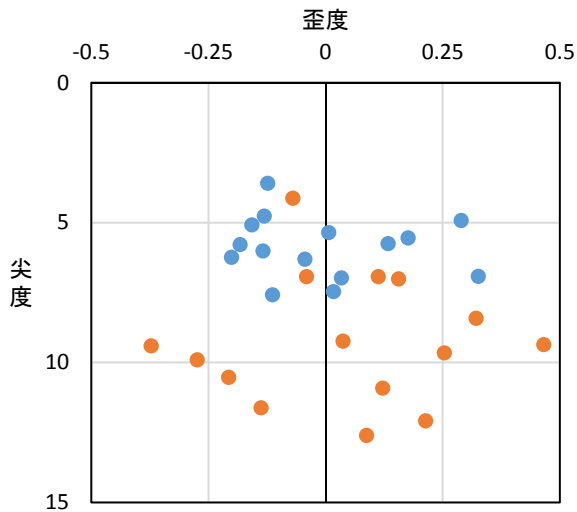


図-7 尖度と歪度の図

4. 2 尖度と歪度

次に、上で示したヒストグラム図-5、図-6 における尖度と歪度を求める。湿地河川のマンベレ川（図-5）の場合、河道中心線に沿った曲率分布の尖度が約 9.65、歪度が約 0.25 となった。また、図-6 のスワニー川のヒストグラムでは、尖度が約 4.93、歪度が約 0.29 となった。これらの結果は、渡辺ら²⁾の成果を支持するものである。

ここで、全解析対象河川における河道中心線に沿った曲率分布の尖度、歪度について、縦軸に尖度、横軸に歪度を取り図-7 に示す。赤い丸印が湿地河川の結果を、青い丸印が他の沖積地等の河川の結果をそれぞれ示している。この図から、湿地河川の方が他の河川に比較して明らかに尖度が高い傾向にあることが分かる。また、歪度に関しては、湿地河川の方が様々な値を取り、結果が分散している。渡辺ら²⁾の研究が尖度 10 を境界として、湿地河川と他の河川を区別したように、図-7 においても同様なことが言える。加えて、ここでは、尖度 6～8 の範囲に湿地河川と他の河川が混在していることも確認できる。

5. まとめ

世界の湿地河川（15 河川）、その他の沖積地等を流れる河川（15 河川）、合わせて 30 河川について、河道中心線に沿った曲率について統計解析を実施した。その結果、湿地河川はその他の河川と比較して、河道中心線に沿った曲率分布が 0 に集中し、その分布形の尖度が高くなる傾向が確認された。

今後、データの蓄積を更に図りながら、上記の傾向を明確にする予定である。

参考文献

- 1) 田中梢，田中岳，長谷川和義：低平地湿地の蛇行河川流路形成機構に関する基礎的研究-釧路湿原チルワツナイ川の水利特性の実態-，土木学会論文集 B1（水工学），Vol. 68，No. 4，pp. I_1177-I_1182，2012.
- 2) 渡辺伸宙，田中岳：湿地を流れる河川の蛇行形状の

特性，土木学会北海道支部論文報告集，第 71 号，CD-ROM，B-24，2015.

- 3) National Center for Earth-Surface Dynamics : <http://www.nced.umn.edu/content/stream-restoration-toolbox> , (参照 2015-12-9)