

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |                                                                                                                                                                            |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 題目(和文)            | 河川蛇行の発生・発達に関する解析的研究                                                                                                                                                        |
| Title(English)    | Analytical Study of River Meandering Development                                                                                                                           |
| 著者(和文)            | 松延和彦                                                                                                                                                                       |
| Author(English)   | Kazuhiko Matsunobu                                                                                                                                                         |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第9941号,<br>授与年月日:2015年6月30日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:石川 忠晴,山中 浩明,木内 豪,中村 恭志,浅輪 貴史                                                      |
| Citation(English) | Degree:,<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第9941号,<br>Conferred date:2015/6/30,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文                                                                                                                                                                       |
| Category(English) | Doctoral Thesis                                                                                                                                                            |
| 種別(和文)            | 審査の要旨                                                                                                                                                                      |
| Type(English)     | Exam Summary                                                                                                                                                               |

## 論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号          | 甲第 号 |       |     | 学位申請者氏名 | 松延 和彦 |     |
|---------------|------|-------|-----|---------|-------|-----|
| 論文審査<br>審 査 員 |      | 氏 名   | 職 名 |         | 氏 名   | 職 名 |
|               | 主査   | 石川 忠晴 | 教授  | 審査員     | 中村 恭志 | 准教授 |
|               | 審査員  | 山中 浩明 | 教授  |         | 浅輪 貴史 | 准教授 |
|               |      | 木内 豪  | 教授  |         |       |     |

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「河川蛇行の発生・発達に関する解析的研究」と題し、以下の6章より構成されている。

第一章「序論」では、河川の蛇行現象が自然地理学のみならず河川工学においても重要な研究課題であることを述べた上で既往の研究を整理し、蛇行発展に関する現状の解析的研究が十分でない点を指摘している。すなわち、蛇行発展は三次元的水理現象に起因しているが、三次元の水理計算および河床変動計算に基づく蛇行発展モデルは計算負荷が大きく現状では実用的でないこと、現在主流となっている一次元モデルは流れの三次元性を反映していないこと、二次流の定式化と河床変動計算を組み合わせることにより三次元性を考慮した新たな一次元蛇行モデル構築の可能性のあることを述べ、本研究の方針をまとめている。

第二章「蛇行河川の衛星画像解析」では、Google Earth および Landsat 画像をもとに、世界の沖積平野における11水系23河川の自由蛇行河川の形状を解析し、その規則性について検討している。その結果、平均蛇行波長と河道幅の比 ( $L/B$ ) は概ね18であり水理実験等で明らかにされている交互砂州に起因する初期蛇行波長の  $L/B=10$  に比較してかなり大きいこと、および蛇行波長の頻度分布は対数正規分布に概ね従うことを示している。また  $L/B$  が増大する原因として cut-off による波長延伸が考えられることを述べている。また蛇行度についての全体的規則性は見いだされなかったものの、河道周辺に残存する三日月湖の空間密度により区分した2つのグループごとには地形勾配との間に相関があることを示している。

第三章「蛇行流れと河床地形に関する数値モデル」では、河道中心軸と河道幅が与えられた場合の三次元流れ特性と平衡河床形状を推定するモデルを、以下の手順で構築している。まず二次流の影響を組み込んだ一次元水理計算モデルに改良を加えて左右岸河床高が異なる河道に適用可能とした上で、掃流砂量式と流砂連続式に基づき、二次流効果を含めた河床せん断力分布のもとで左右岸河床高の不均衡度の時間発展を計算する手法を開発している。次に両者を組み合わせて、所与の蛇行河道平面形における平衡状態の流れと河床形状を算出する一次元モデルを構成している。このモデルによる計算結果を既存の水理実験の結果と比較して十分な適用性を有していることを示している。

第四章「蛇行形状発展の数値モデル」では、前章のモデルから得られる結果をもとに蛇行発展を計算するモデルを構築している。従来の一次元蛇行モデルでは主流偏倚度のみをパラメータとして蛇行発展方程式を誘導していたが、本研究における理論では二次流強度も求められていることから、主流偏倚度と二次流強度をパラメータとしたモデルとしている。続いて蛇行発展に対する両パラメータの影響度を調べ、第二章で得られている蛇行性状との比較から両パラメータの重みを決定するとともに、cut-off 現象をモデル化し、実在する河川蛇行形状とモデル計算結果の比較を可能としている。また、直線河道に微小周期擾乱を与えて不安定解析を行い、蛇行発生初期の  $L/B$  が10程度になるという水路実験結果を説明するとともに、振幅増大に伴う cut-off により  $L/B$  が増加することを解析的に示している。

第五章「実河川へのモデル適用」では、衛星画像解析で得られた結果と上記モデルから推定される河川蛇行性状とを複数の河川について比較している。まずレジーム理論により推定される流量を解析に用いることとし、水文資料との整合性を検討した上で、解析対象とする8河川を選定している。続いて、レジーム理論における係数の設定方法と代表無次元掃流力の設定値が結果に及ぼす影響を調べ、既存の河川工学研究で示されている範囲で設定すれば蛇行長や蛇行度の最終計算結果に大きな違いが生じないことを示している。また初期河道形状を種々設定し、初期擾乱の仮定方法が最終計算結果に大きな影響を及ぼさないことを確認している。その後衛星画像解析で得られている8河川について、直線河道に初期擾乱を与えて蛇行発展を計算し、平均蛇行波長およびその統計的性質を概ね説明できることを示している。

第六章「結論」では、本研究の結論と今後の課題をまとめている。

以上を要するに本研究は、流れの三次元性を考慮した新たな一次元蛇行モデルを構築し、衛星画像解析から得られた実河川の蛇行性状との比較からモデルの妥当性を検証したもので、河川工学の発展および今後の氾濫原管理に貢献するところが大きい。よって博士(工学)の学位に値するものと判断される。