

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), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9941号, 授与年月日:2015年6月30日, 学位の種別:課程博士, 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:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9941号, Conferred date:2015/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)

Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： 環境理工学創造 専攻
Department of
学生氏名： 松延 和彦
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 石川 忠晴
Academic Advisor(main)
指導教員 (副)： 中村 恭志
Academic Advisor(sub)

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は以下の 6 章により構成されている。

第 1 章「序論」では、河川の蛇行現象が自然地理学上興味深い分野であり、また河川工学においても氾濫原管理上重要な課題であることを述べ、既往の研究を整理した後に、本研究の目的を述べている。既往の蛇行計算モデルに関して、二次元・三次元モデル計算を行っている事例もあるが、計算負荷により時空間的に広域の計算には適していない。また、既往の一次元モデルは蛇行河川に見られる流れの三次元性をきちんと表現できていないという問題があった。本論文では、流れの三次元性を考慮した一次元モデルの構築を試み、Google Earth および Landsat によって取得された衛星画像解析データとの比較を行った。同モデルは、(1) 蛇行水路内の流れモデル、(2) 河床変動モデル、(3) 河道変形モデルより構成される。

第 2 章「蛇行河川の衛星画像解析」では、Google Earth および Landsat 画像を元に、世界の沖積平野における 11 水系 23 河川の蛇行平面形状について解析を行い、共通する特性を検討している。蛇行波長については、既往の直線水路における交互砂州に関する研究データと同様に、蛇行波長と川幅が概ね比例関係にあるという解析結果が得られた。ただし、その比例係数は 17.7 程度であり、交互砂州のデータから得られた 10 と比較して大きい値となる。この理由は蛇行の発達とそれに伴う Cut-off による波長の増大が考えられる。また、波長川幅比の頻度分布は概ね対数正規分布に従う。蛇行度に関しては、Google Earth 画像における三日月湖跡の密度により 2 つのグループに分けることで、それぞれのグループにおいて河道勾配との相関関係が見られることを示した。

第 3 章「蛇行流れと河床地形に関する数値モデル」では、一次元数値モデルの構築の中で、上記の(1)と(2)のモデル化を行っている。(1)に関しては、蛇行河川において外岸側の浸食および内岸側の堆積に寄与する重要なファクターの 1 つである、二次流によって生じる流れの三次元性を考慮できる既往の一次元流れモデルを用いている。このモデルは平坦床の実験のみで検証されたものであったため、横断形状をモード関数化し、左右で河床高の異なる水路に拡張している。次に(2)に関して、水路を中心軸で分割し、左右のコントロールボリュームにおける土砂収支を考慮することで、河床高の偏りの時間変化を計算する方法を提案している。そして、このモデルによる計算結果が、既存の蛇行水路の移動床実験データと大局的に一致した安定河床および流れ場となることを示した。

第 4 章「蛇行形状発展に関する数値モデル」では、前章の(1)と(2)のモデルを基礎として、(3)を表現する方法を述べている。本研究では、蛇行形状の発展に関しては、既往の一次元蛇行モデルと同様に、運動を幾何学的な特性から計算することとしている。ただし、既往の一次元モデルでは二次流が考慮されていなかったため、蛇行変形速度は主流偏倚に比例するという仮定が用いられていた。本論文では、これを主流偏倚強度と二次流強度の線形結合で表されるものと仮定し、その重みを変化させて検討を行った。また、Cut-off のモデル化も行い、実際の河川と蛇行形状を比較することを可能とした。このモデルを用いて、微小振幅条件下での不安定解析を行った。その結果、交互砂州に関する既存データと同様に、概ね川幅の 10 倍程度の波長が卓越蛇行波長となることが確認された。次に、直線水路の一部に初期擾乱を与え、その発展形状を計算した。そして、有限振幅における基本蛇行の波長および蛇行度を画像データから得られる値と比較し、それらの値が概ね良く一致することを確認した。

第 5 章「実河川へのモデル適用」では、第 4 章で構築したモデルを、川幅や勾配の異なる 8 河川について適用した。この 8 河川では、実河川の経験則である regime 理論で求められる流量と、水文的に算定される降雨強度に整合性があることを確認している。まず、regime 理論で示されている河川流量、粒径に関するデータから予測される代表無次元掃流力、および初期擾乱を変化させた際の応答を調べた。その結果、明らかに不自然な仮定を行ったケースを除いて、基本的な蛇行特性に関してはほとんど変化が見られなかった。その後、これらの 8 河川について蛇行形状発展の計算を行い、蛇行波長の平均値、および頻度分布について第 2 章で得られたデータを整理したものと概略的に類似することを確認した。

第 6 章「結論」では、本研究の結論と今後の課題をまとめている。本研究では、二次流による流れの三次元性とその側岸浸食への影響を加えた新しい一次元モデル計算によって、衛星画像解析から得られた異なる蛇行河川に共通する基本的性質を概ね表現できることを示した。一方、周辺の地盤や植生などに関する特性を考慮に含めた、個別の河川への対応に関する検討については今後の課題としている。

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	環境理工学創造	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested Doctor of	(工学)
学生氏名： Student's Name	松延 和彦		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	石川 忠晴
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	中村 恭志

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

A one-dimensional (1-D) model was constructed for the evolution of river meandering on alluvial plain, and its applicability was discussed by comparing the calculation results with field data which were obtained from the satellite image analysis.

The satellite images of 23 rivers in the world were analyzed. The results showed that the meandering wave length (MWL) has a linear correlation with channel width for fully developed meander, and that the proportional constant was nearly double of that of the similar linear relation for the alternating bars which controls the initial MWL developing from a straight channel.

The 1-D model is composed by four modules: The first is to estimate the streamline shift and the secondary circulation in a given channel configuration, the second is to estimate the equilibrium bed shape after the interaction of sedimentation and the flow characteristics obtained from the first module, and the third is to estimate the meander evolution through the side-bank erosion caused by the factors obtained from the first two modules. The fourth is to estimate the channel deformation caused by channel cut-off which occurs when the sinuosity of the channel becomes large. The results by the first two modules were verified by existing flume data.

The integrated 1-D model was tested by assuming the hydraulic conditions, such as river flow rate and critical bed shear stress for sedimentation, based on the literatures on river hydraulics. The first application was made for the time-evolution of meander from the infinitesimal sinusoidal channel, and the result showed that the most unstable MWL has a good agreement with the relation for the initial MWL which was proposed by existing studies. Next, the model was applied for the cases with various local disturbances of finite amplitude, and the results of MWL after the time-space evolution showed the good agreement with the observed MWL of many rivers in the world where meander was fully developed.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).