HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the effect of upstream water and sediment discharge conditions to the alternate bar dynamics in gravel-bed rivers [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Dai, Huang
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15232号
Issue Date	2022-12-26
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/87741
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Huang_Dai_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (工学)　　氏名　Huang Dai

審査担当者　主　査　准教授　岩崎 理樹
副　査　教　授　泉 典洋
副　査　教　授　渡部 靖憲

学位論文題名

Study on the effect of upstream water and sediment discharge conditions to the alternate bar dynamics in gravel-bed rivers
(上流からの流量と給砂条件が礫床河川の交互砂州動態に与える影響に関する研究)

地球温暖化に起因するとされる気候変動により, 水土砂災害の激甚化, 頻発化していることが指摘されており, 極端豪雨時に生じる山地部からの大量の土砂生産, それに伴い発生する大量の土砂を伴う洪水流による下流河川での堤防決壊や河道内構造物の被災といった水土砂災害が世界各地で毎年のように発生し, 極めて大きな人的・経済的損失を生み出し続けている. これら水土砂災害による被害を軽減・防止するためには, 河川における水-土砂輸送-地形変化の相互作用を理解し, 予測することが必要である. 上記のような極端イベントにおいては, 上流域から河川へ供給される水-土砂量は強い非定常性, 非平衡性を持っており, これらを境界条件とする下流河川の流れや河床変動への影響は極めて大きいことはよく知られている一方で, 河道地形変化を力学的に理解する場合, 流量や給砂量は定常として扱われることが多い. このような仮定は, 現地における複雑条件を問題の本質を失わないように単純化したものであるが, 近年問題となっている上記極端イベントに対応するためには, 流量や給砂量の非定常性・非平衡性に関する研究の展開が不可欠である. 本研究では, 多くの河川地形の内, 特に河岸侵食など工学的問題に重要な要素である礫床河川における交互砂州を対象とし, 上流における流量と給砂条件の違いが交互砂州動態に与える影響について検討を行ったものである.

第一章では, 本研究の背景, 既往研究, 本研究の目的について述べられている.

第二章では, 上流端の給砂条件が交互砂州へ与える影響について述べられている. 河川上流端における給砂量が与えた流量から計算される平衡流砂量と異なる場合, 河床高さは時間的に変化し下流側へ伝播する. 礫床河川にように粒径が大きく掃流砂が河床変動へ与える影響が極めて大きい場合, このような給砂条件により生じる河床変動が下流側へ伝播する距離はある長さに限定され, それより下流では上流端の給砂条件の影響を受けないことが知られている. このような給砂条件の影響を受ける範囲は Hydrograph Boundary Layer(以下 HBL) と呼ばれ, 一洪水における給砂条件の影響範囲を示す指標の一つとなり得るが, この概念が二次元的な河川地形である交互砂州動態へ適用できるかは不明である. 本章では, 単純なハイドログラフの繰り返し作用下において, 一定・平衡給砂条件を設定した二次元河床変動解析を行うことで, 給砂条件の違いによる下流交互砂州動態への影響について検討している. 数値計算結果より, 上流端の河床変動が生じない平衡給砂条件と,HBL を形成する一定給砂条件において,HBL よりも下流側に形成される交互砂州動態はほぼ同一であり,HBL よりも下流側に形成される交互砂州に対しても一洪水といった時間スケールに限れば, 給砂条件の与える影響は極めて小さいことを明らかにした.

第三章では, 長期間の非定常ハイドログラフが作用する場において形成される交互砂州動態について述べられている. 一般に, 交互砂州の平衡形状を理解するためには, 定常流量を上流端境界条件とすることが多いが, 流量の非定常性も交互砂州動態に影響を与えることが知られてる. 一洪水中の交互砂州動態に対して非定常流量が与える影響については明らかにされつつある一方で, 多数のハイドログラフが作用するといった長期的な観点から, 交互砂州がどのような動態を示すかについては明らかになっていない. 本章では, 単純化された非定常ハイドログラフの繰り返しによって形成される交互砂州動態について検討を行い, 流量条件が非定常であっても, 長期的に見た交互砂州の伝播速度や波長がある平衡値を取りえることを明らかにした. このようにして得られる平衡状態は, 定常流量条件下で導き出される動的平衡状態よりも時間的変化が極めて小さい特徴を持つ. また, この特異な平衡状態が実現しているとき, ハイドログラフの周期と, 交互砂州が 1 波長分移動する際に要する時間, すなわち交互砂州の周期が一致することを示した. また, このような交互砂州動態が河岸侵食に対して大きな影響を与えうることを示唆している.

第四章では, 得られた結果をまとめて結論とし, 今後必要である研究の方向性について述べている.

これを要するに, 著者は流量と給砂が交互砂州へ与える動態について検討を行い, 礫床河川における土砂供給量の影響範囲を HBL の概念を用いて定量的に評価して交互砂州への影響を論じるだけでなく, 非定常流量下においても交互砂州が一種の平衡状態を取りうることを初めて明らかにするなど極めて重要となり得る成果を上げており, 河川工学の今後の進展に貢献するところ大である. よって, 著者は北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格があるものと認める.