



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Meandering-like river channel evolution due to the formation of fluvial bars [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Sanchez, Kristine Domogoy
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第13651号
Issue Date	2019-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/74176
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Sanchez_Kristine_Domogoy_review.pdf, 審査の要旨



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	Sanchez Kristine Domogoy
審査担当者	主 査 教 授	泉 典 洋	
	副 査 教 授	山 下 俊 彦	
	副 査 教 授	清 水 康 行	

学位論文題名

Meandering-like river channel evolution due to the formation of fluvial bars
(砂州の形成によって発生する蛇行状流路変動)

直線であった河道は、時間の経過とともに側岸と流れの間に生じた不安定性によって曲がりくねった流路へと変化する。このような流路は蛇行流路と呼ばれ、古くより数多くの研究者の興味を惹きつけてきた。その中で木下は膨大な数の空中写真の解析を基に、発達した砂州が蛇行を誘発すると結論している。ところがその後提案された蛇行発生と砂州形成の理論によれば、前者が流れと側岸の間に発生する遠心力に起因する不安定現象であるのに対して、後者は流れと河床の間に発生する界面不安定現象であり、2つの現象は基本的に別のものであることになる。本研究は、砂州が蛇行の引き金となり得るという木下の指摘を説明するために、側岸侵食を伴う砂州の安定解析を行った。

第一章では研究の背景と既往の研究について述べている。

第二章では問題の定式化を行っている。流下方向および川幅方向のスケールと比較して水深スケールが十分に小さいことから、Reynolds 平均を取った Navier-Stokes 方程式を水深平均することによって導かれる St. Venant 浅水流方程式を用いて河道内の流れを表現している。河床の土砂輸送量は、横断方向に勾配を有する場合の式として Parker and Seminara によって提案された式を用い、それに河床土砂の連続式を組み合わせることで河床高さの時間変化を表現している。また、側岸部は侵食を許すものと仮定し、側岸部における土砂の連続式を側岸幅方向に積分することによって導かれる、物理プロセスを基にした側岸侵食式を用いている。これらに加えて、河床部と側岸部の境界において成立する2つの境界条件、すなわち流速の側岸に対する法線方向成分がゼロとなる条件と、流砂量の側岸に対する法線方向成分が側岸部からの供給土砂量に一致する条件を用いることで、方程式系を閉じることが可能となることを明らかにしている。また、支配方程式を無次元化することによって、重要なパラメータとして川幅水深比、Froude 数、Shields 数、側岸部の平均勾配、河道抵抗係数等を抽出している。

第三章では線形安定解析を行っている。河床が平坦で側壁も直線であるような状態を基本状態とし、その基本状態における河床形状と側岸形状に流下方向にサイン形状を有するような擾乱を与え、擾乱の初期成長率を解析的に導いている。解析では、側岸侵食に伴って生じた粘着性土砂や植生によって構成されるスランブブロックによって側岸からの土砂供給量が抑制される効果を微小パラメータを用いて表し、そのパラメータを用いて展開する二重摂動展開の手法と、支配方程式を Chebyshev 多項式展開を用いることによって数値的に解く手法を用い、同様の結果を得ている。

第四章では線形安定解析の結果について考察を行っている。波数一川幅水深比平面上に擾乱の成長率のコンタを描いた安定性ダイアグラムを作成したところ、砂州の不安定領域と同様に、平坦河床

および直線河道が不安定となる領域は川幅水深比がある値より大きく、擾乱の波数がある値より小さい領域に存在し、不安定となる波数は川幅水深比が大きくなるにつれて大きくなる特性を有することが明らかとなった。また、側岸侵食の影響が大きくなると波数の大きい領域で安定となることから、砂州性蛇行の波長は長くなる傾向を有すること、河道抵抗係数が大きくなると、擾乱の成長率が増大することが明らかとなった。さらに、Shields 数が大きくなると側岸侵食による蛇行の影響は小さくなることが明らかとなった。このことから Shields 数が限界 Shields 数に近い礫床河川で側岸侵食の影響が大きく、砂床河川では側岸侵食の影響が小さくなることが示唆された。解析から導かれた結果を検証するために実験との比較を行ったところ、側岸侵食の有る場合、実験から得られた波長は、砂州の不安定理論から導かれる卓越波長と比べて大きくなる傾向が有ることが明らかとなった。これは、側岸侵食によって波長が大きくなるという本解析の結果を定性的に支持している。

第五章では、これまでの結果をまとめている。

これを要するに、著者は側岸侵食を伴う砂州発生の線形安定解析を行うことによって、砂州の発生に伴って側岸侵食を誘発し、蛇行のような河道変動を発生させる砂州性蛇行の発生を理論的に説明すると同時に、砂州性蛇行の波長が砂州自体の波長より若干大きくなる傾向を有すること、Shields 数が大きくなると側岸侵食の影響が小さくなることから砂州性の蛇行は礫床河川で発生しやすいこと等を明らかにした。これは、砂州が蛇行発達の引き金となり得るという木下の指摘を理論的に説明したはじめての研究であり、河川水理学、土砂水理学の進展に寄与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。