

氏 名 (本 籍) Pham Thanh Hai (ヴィエトナム)
学 位 の 種 類 博 士 (工 学)
学 位 記 号 番 号 甲 第 1 6 1 号
学 位 授 与 年 月 日 平 成 1 4 年 3 月 2 5 日
専 攻 生 産 開 発 シ ス テ ム 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目 River Bank Erosion Processes with Slope Instability and Stream
Channel Change during Floods
 (斜 面 不 安 定 を 伴 う 河 岸 の 侵 食 過 程 と 洪 水 時 の 河 道 変 化 に 関 す る 研 究)
学 位 論 文 審 査 委 員 (主 査) 教 授 藤 田 裕 一 郎
 (副 査) 教 授 安 田 孝 志 教 授 湯 浅 晶
 助 教 授 小 林 智 尚

論 文 内 容 の 要 旨

洪水時における河道の変動やその主要現象である河岸侵食現象は、経済の進展や技術の進歩に伴って国土の整備が進み、河川が堤防で固定されている現在の我が国においてすら、沖積地に展開する人間の生活や生産の場を脅かしており、実際、岐阜県でも飛騨地域や恵那地域に平成 11, 12 年と連年で河道の変動現象による大きな災害が発生している。また、大陸の大河川が国土を貫流している開発途上国では、長い洪水期間中に河岸侵食を伴う大規模な河道変動が毎年のように生じ、基盤整備や資本蓄積のなされた国土が奪われて、河岸侵食現象はそれらの国々の社会基盤整備や経済的発展を阻害する主要因の一つとして社会の大きな脅威となっている。

本学位請求論文は、この河岸侵食現象と河道変動過程について、はじめに、中小河川から大河川に亘る様々な事例を示し、それらに関する基礎的な研究から現地に固有のものに至るまで既往の研究を広範に文献調査して、大規模な河岸斜面で生じている侵食現象についての研究が少ない点を指摘し、このような河岸では、斜面の安定化と不安定化した土塊の移動の解明が重要であることを論述している。

ついで、その大規模な河岸斜面における侵食過程に既往の斜面安定解析に関する理論的な研究成果を適用して、河岸近傍河床の低下に伴う河岸の不安定化状況を定量化し、河岸高さや河川水位と不安定化した土塊体積との関係を明らかにしている。この不安定化土塊の移動過程に対し、斜面安定解析における静的な力の釣合い関係式に慣性力を導入してすべり破壊後は粘着力が働かないとし、それを水平方向の運動方程式に拡張した方法を適用して、土塊の移動速度、移動距離およびその所要時間を解析し、これらが短時間で終了するとの従来の経験的事実と一致する結果を得ている。

また、移動した後のすべり土塊の分壊過程と流送過程を検討するために、大小の 2 つの

実験水路において、側岸侵食性流路を用いた移動床水理実験を実施し、崩落発生場所や時刻、流路横断面の形状変化を追跡して、斜面崩落の局所特性および生起頻度と移動床形状変化との関係を明らかにしている。それらとともに、水際線に適合した一般曲線座標系による流れの水平 2 次元数値シミュレーションを行って、崩落後河床に静止した土塊が流れに与える影響や河床せん断力の変化を検討し、それが土塊の分解によって低減していく状況の再現を試みた。しかしながら、崩落土塊の時間的変化過程を連続して追跡することが困難であって、結果の検証は十分にはできず、これは今後に残された課題となった。

さらに、こうした理論的研究および室内水路による実験的研究と現実の河岸侵食現象との対応関係について考察を加えるために、河川周辺の地形に大きな改変を惹起して甚大な被害をもたらした平成 12 年 9 月の岐阜県恵南災害時の河道変動過程に関して、恵那郡上矢作町を流れる上村川を中心に現地調査を実施している。この調査では、現地踏査、航空写真による河道変動状況の概況把握とともに、約 2 km の区間において、精密な現地測量と河床材料調査を実施して、洪水流による河道変動と河岸侵食の実態を定量化している。まず、洪水痕跡調査および雨量資料の検討から上村川の峡谷部から上矢作町中心部の谷底平野部へ向かう出口付近における洪水流のピーク流量が約 $1000\text{m}^3/\text{s}$ であると推定し、その流れの 1 次元的な水理特性と定量化した河岸・河床の変動状況との検討から、例えば、河岸中に含まれていた巨石が河岸侵食の進行を食い止める効果を有していた可能性を指摘して、それを粒度分布調査と洪水流の詳細な水平 2 次元数値シミュレーションによって確認している。このように、洪水災害の現地調査と水理解析によって災害の軽減に繋がるいくつかの知見が明らかにされている。

以上のように、本研究では、沖積値の河道変動過程の主要現象である河岸侵食について、事例と既往の研究を調べ、その機構を理論的に検討できる部分についてはそれを行い、理論的検討では十分解明できない部分については水理実験および数値シミュレーションを実施してその過程を明らかにし、さらに、現地で生じた大規模な河岸侵食現象を詳細に調査して災害の軽減に繋がる有用な知見を見出しているなど、工学的に価値のある成果が得られている。

論文審査結果の要旨

洪水時における河道の変動は、技術が進歩し、国土の整備が進んでいる現在の我が国においてすら、沖積地に展開する人間の生活や生産の場を脅かしており、実際、その変動過程の主要現象である河岸侵食現象は、岐阜県でも平成 11、12 年と連年で大きな災害を引き起こしている。一方、世界に目を向ければ、大陸の大河川が国土を貫流する開発途上国ほど洪水時における河岸侵食は大きな脅威となっていて、河岸侵食を伴う河道変動は毎年のように社会資本の整備された貴重な国土を奪い、それらの国々の社会基盤整備や経済的發展を阻害する主要因の一つとなっている。

学位請求論文は、この河岸侵食現象と河道変動過程について、はじめに、様々な事例を示し、それらについての既往の研究を照査して、大規模な河岸斜面で生じている侵食現象

についての研究が少ない点に着目し、このような河岸では、斜面の安定化と不安定土塊の移動の解明が重要であることを指摘している。ついで、その過程に既往の斜面安定解析に関する理論的研究を適用して、河岸近傍河床の低下に伴う河岸の不安定化状況を定量化し、不安定化した土塊の移動過程に斜面安定解析を拡張した手法を適用して妥当な結果を得ている。また、移動した後のすべり土塊の分壊過程と流送過程を検討するために、大小の2実験水路において、側岸侵食性流路を用いた移動床水理実験を実施し、水際線に適合した一般曲線座標系による流れの水平2次元数値シミュレーションを併用して、斜面崩落の局所特性および生起頻度と移動床形状変化との関係を明らかにしている。

さらに、こうした理論的研究および小規模水路による実験的研究と現実の河岸侵食現象との対応関係について考察を加えるため、河川周辺に地形改変を惹起して甚大な被害をもたらした岐阜県恵南災害時の河道変動過程に関して、恵那郡上矢作町を中心に現地調査を実施し、精密な現地測量と河床材料調査並びに雨量資料の検討から洪水流の規模を推定し、流れの水理特性および河岸・河床の変動を定量化して災害の軽減に繋がる知見を明らかにしている。例えば、河岸中に含まれていた巨石が侵食の進行を食い止める効果を有していたことを見出してそれを洪水流の水平2次元数値シミュレーションで確認している。

このように、本論文は、理論解析、水理実験、洪水災害現地調査の3つの側面から河岸侵食現象の特性を明らかにし、洪水時の河岸侵食から生活の場を守る方策を立案する上で貴重な知見を得たものであって、工学的に高い有用性を持っていると判断される。

最終試験結果の要旨

学位申請者に対して、学位論文の内容およびそれに関連する移動床水理学の知識について、数次に亘って口頭試問を行い、学位論文公聴会を2月22日開催するとともに、単位取得状況並びに論文内容の公表状況について調査した結果、学位申請者が関連学問分野に習熟した知識を有していること、請求論文が学位論文に相応しい内容であること、2編の原著論文と1編の参考論文とがあって、それらの内容が学位論文の一部として水準を満たしていること、および、単位取得も完了していることを確認した。

以上によって、合格と認めた。