

機関番号：14301

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2008 ～ 2010

課題番号：20760331

研究課題名 (和文) 非粘着性土・粘着性土共存場における流路・河床形態

研究課題名 (英文) Channel and bed configurations on bed with non-cohesive and cohesive materials

研究代表者

竹林洋史 (TAKEBAYASHI HIROSHI)

京都大学・防災研究所・准教授

研究者番号：70325249

研究成果の概要 (和文)：粘着性土を含んだ河床材料が上流から輸送されてきた掃流砂による浸食特性を明らかにした。また、河床土砂の空隙率と河床強度がどのような関係になっているかを現地調査により明らかにした。さらに、河岸・河床材料の粘着特性の違いが、流路・河床形態の形状特性値と伝播特性値にどのように影響を与えるかを明らかにした。最後に、植生動態モデルを組み込んだ河床変動解析モデルを構築した。

研究成果の概要 (英文)：Erosion characteristics of cohesive material bed by non-cohesive material is clarified by flume tests and the relationship between sediment size distribution and bed hardness is verified by field observation. Furthermore, effect of cohesive characteristics on geometric and migration characteristics of channel and bed configurations is discussed. Finally, the bed deformation model with vegetation dynamic states was developed.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・水工学

キーワード：粘着性土、流路形態、河床形態、流砂、数値解析

## 1. 研究開始当初の背景

河道内の地形及び河床材料の粒度の時空間的な変動特性を把握・予測することは、河川の整備計画を考える上で不可欠なものである。特に、河川周辺の生態システムの保存・創生を考える場合、河道内の地形及び河床材料の粒度は、動植物のハビタットの評価を行う上で必要不可欠な情報となる。

デルタ地帯の河床材料は、礫・砂などの非粘着性土層と、シルトや粘土などの粘着性土層の互層構造となっている。北海道・釧路川

においても、河岸部は泥炭と呼ばれる粘着性土により構成されているが、河床の最深部は非粘着性土で構成されている。さらに、河道内の植生域に着目すると、掃流力低下による土砂の堆積に伴って河床が上昇していくと堆積土砂の粒度が細粒化し、ついにはウォッシュロードとして輸送された粘着性土が堆積する。つまり、実河川の多くは、非粘着性土と粘着性土の共存場となっている。このような場の地形及び河床材料の粒度の時空間的な変動特性を把握・予測することは、近年、

世界中で問題となっている植生の急激な繁茂に伴う生態システムの疲弊・破壊の改善や直線化された河道の再蛇行化の実施等へ定量的な情報を提供できると考えられる。

一方、砂州などの河床形態及び蛇行流路・網状流路などの流路形態に関する既存の研究は、礫・砂などの非粘着性土を対象としたものがほとんどであり、粘着性土を対象とした流路形態に関する研究は、水路実験と理論解析による研究が一部行われている程度であり、非粘着性土と粘着性土の共存場を対象とした河床形態・流路形態に関する研究は皆無に等しい。これは、河床材料を粘着性土として取り扱うよりも非粘着性土として取り扱う方が容易であること、数十年前の河川は河道内が樹林化しておらず、河道内に粘着性土が堆積することが少なかったこと等によるものと思われる。

## 2. 研究の目的

本研究は、上述のような背景をもとに、次の4つの課題に焦点を絞って非粘着性土・粘着性土共存場における流路・河床形態の形成機構を水路実験、現地調査、数値解析及び理論解析（河床面不安定解析）により明らかにしようとするものである。

1. 掃流砂による粘着性河床の浸食機構
2. 堆積した粘着性土の浸食特性と空隙率の時間変化,
3. 非粘着性土・粘着性土共存場における流路・河床形態,
4. 植生繁茂による粘着性土の堆積が流路・河床形状に与える影響

## 3. 研究の方法

河床に露出した粘着性土は、流水よりも流砂、特に掃流砂により浸食を受けると考えられる。そこで、課題1においては、水路実験により、粘着性河床に掃流砂となる非粘着性土を供給したときの粘着性土の浸食特性を明らかにする。粘着性土としては、物理特性が比較的良く調べられているカオリンを用いる。初期河床は、粘着性土層上に給砂量に合わせた非粘着性土を敷く。初期河床の粘着性土は、カオリンのみの場合と給砂する非粘着性土との混合比を変化させた数種類に対して浸食速度の違いを調べる。また、給砂量は無給砂から非粘着性材料における平衡給砂量まで変化させ、給砂量が浸食速度に与える影響を調べる。実験と平行して現象の数値モデル化も行う。

河床の土砂の空隙率は、空間的に大きく変化していると考えられる。また、厚密作用などを受け、時間的にも変化するものと考えられる。そこで、課題2においては、河床土砂の空隙率の空間的な分布を砂州上で測定する。さらに、砂州上の土砂の河床強度を測定

し、空隙率と河床強度がどのような関係になっているかを現地調査により明らかにする。

課題3は、既存の研究及び課題1と2の内容を踏まえて実施するものである。粘着性土と非粘着性土の共存場では、粘着性土層から剥離した粘着性土塊及び非粘着性土砂が輸送されている。この時、輸送されている粘着性土塊は流送とともに崩壊・細粒化し、浮遊砂又は浮遊砂、さらにはウオッシュロードとして振る舞うことが予想される。未浸食土層上に非粘着性土砂が十分に存在する場合、または粘着性土が混在していても堆積後の短期間は、非粘着性土砂による移動床としてとらえる。一方、未浸食層上に土砂が少なく、掃流砂層厚が平衡掃流砂層厚よりも薄い場合は、未浸食土層が浸食される。これらの機構について数値モデル化し、既に開発している河床変動解析モデルに取り込み、河岸・河床材料の粘着特性の違いが、流路・河床形態の形状特性値と伝播特性値にどのように影響を与えるかを明らかにする。さらに、平成17年度までに地形及び河床材料データを採取しているメコン河タンチャウ地区を対象として、現象の再現を試みる。

植生が砂州上に繁茂し、掃流力の低下に伴う土砂の堆積により河床位が高くなると、シルトや粘土が河床面に堆積し始め、粘着性土層が形成される。既に、京都府・木津川を対象として、洪水時におけるシルトや粘土の堆積量と粒度の平面分布に関するデータは得ている。そこで、課題4では、粘着性土砂の堆積量と粒度の平面分布を再現するため、植生による土砂の平面及び鉛直方向の遮蔽と乱れ特性の変化を考慮した数値解析モデルを構築する。さらに、水路実験により、粘着性土と植生の存在が河床・流路形態の形状・伝播特性値に与える影響を明らかにする。同時に、植生の抗力と植生の腐食・堆積を模擬した水路実験において、流路・河床形態の形状・伝播特性を検討する。さらに、植生の進入、成長、流失、腐食・堆積を考慮した植生動態のモデル化し、課題1~3の研究成果を考慮して植生動態モデルを組み込んだ河床変動解析モデルを構築する。

## 4. 研究成果

課題1においては、水路実験及び理論解析により、粘着性土を含んだ河床材料が上流から輸送されてきた掃流砂による浸食特性を明らかにした。また、一流体モデルを用いて、現象の数値モデル化を行った。

課題2においては、河床土砂の空隙率と河床強度がどのような関係になっているかを現地調査により明らかにした。

課題3については、河床面上に掃流砂層と浮遊砂層を考慮して現象を数値モデル化し、既存の研究成果と課題1による研究成果を踏

まえ、水路実験、数値解析及び現地調査により、河岸・河床材料の粘着特性の違いが、流路・河床形態の形状特性値と伝播特性値にどのように影響を与えるかを明らかにした。

課題4においては、まず、既存の現地調査により得られた粘着性土砂の堆積量と粒度の平面分布を再現するため、植生による土砂の平面及び鉛直方向の遮蔽を考慮した河床変動解析モデルを構築した。同時に、植生の抗力と植生の腐食・堆積を模擬した水路実験において、流路・河床形態の形状・伝播特性を検討した。さらに、植生の進入、成長、流失、腐食・堆積を考慮した植生動態のモデル化し、課題1～3の研究成果を考慮して植生動態モデルを組み込んだ河床変動解析モデルを構築した。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計7件)

- ① Hiroshi Takebayashi, Shinji Tsukawaki, Im Sim, Touch Sambath and Sieng Sotham : Characteristics of bed deformation and size distribution of bed material at Chaktomuk in Cambodia, River Sedimentation, Vol. 11, CD-ROM版, 2010. (査読有り) .
- ② Hiroshi Takebayashi, Masaharu Fujita and Tetsuya Tamaki : Effect of temporal change of sediment supply conditions on bed geometry of braided channels in Tagliamento River, Proceedings of International Symposium on Ecohydraulics, Vol. 8, CD-ROM版, 2010. (査読有り) .
- ③ Hiroshi Takebayashi, Masaharu Fujita and Puji Harsanto : Numerical analysis of bank erosion process along bank composed of both cohesive and non-cohesive layers, International Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and The Countermeasures, ISBN 978-602-95687-1-4, pp. 77 -86, 2010. (査読有り) .
- ④ Hiroshi Takebayashi, Takuya Nakamoto and Masaharu Fujita : Sediment transport and bed deformation characteristics on layers composed of rocks or cohesive material, Proceedings of IAHR - APD Conference, Vol. 17, CD-ROM版, 2010. (査読有り) .
- ⑤ Hiroshi Takebayashi and Takeshi Okabe : Braided streams with vegetation

presence under unsteady flow, Water Management, Institution of Civil Engineers, Thomas Telford Publishing, Volume 162, Issue 3, pp. 189 -198, 2009. (査読有り) .

- ⑥ 桑原正人, 竹林洋史, 岡部健士, 浅見ユリ子, 森下佑 : 河道内樹木の流失限界に関する水理実験及び河床変動解析モデルの適用, 河川技術論文集, 第15巻, pp. 159-164, 2009.6 (査読有り) .
- ⑦ Hiroshi Takebayashi : Instability of stream geometry, Proceedings of International Conference on Scour and Erosion, JGC, Vol. 4, pp. 134-139, 2008. (査読有り) .

[学会発表] (計5件)

- ① Hiroshi Takebayashi, Masaharu Fujita and Tetsuya Tamaki : Effect of temporal change of sediment supply conditions on bed geometry of braided channels in Tagliamento River, International Symposium on Ecohydraulics, Seoul, Korea, 13-15 September 2010.
- ② Hiroshi Takebayashi, Shinji Tsukawaki, Im Sim, Touch Sambath and Sieng Sotham : Characteristics of bed deformation and size distribution of bed material at Chaktomuk in Cambodia, River Sedimentation, Stellenbosch, South Africa, 6-9 September 2010.
- ③ Hiroshi Takebayashi, Masaharu Fujita and Puji Harsanto : Numerical analysis of bank erosion process along bank composed of both cohesive and non-cohesive layers, International Workshop on Multimodal Sediment Disasters Triggered by Heavy Rainfall and Earthquake and The Countermeasures, Jogjakarta, Indonesia, 9 March 2010.
- ④ 桑原正人, 竹林洋史, 岡部健士, 浅見ユリ子, 森下佑 : 河道内樹木の流失限界に関する水理実験及び河床変動解析モデルの適用, 第15回河川シンポジウム, 東京, 10-11 June 2009.
- ⑤ Hiroshi Takebayashi : Instability of stream geometry, Proceedings of International Conference on Scour and Erosion, 4<sup>th</sup> JGC, Tokyo, 5-7 November 2008.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称 :

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

竹林洋史（TAKEBAYASHI HIROSHI）  
京都大学・防災研究所・准教授  
研究者番号：70325249