

## 国際共同研究（課題番号：2020w-03）

課題名： Morphological response of river in southern plains of Nepal in the case of sediment disaster

研究代表者：Umesh Singh (Hydro Lab, Nepal)

所内担当者名：竹林洋史（京都大学防災研究所流域災害研究センター）

研究期間：令和2年6月1日 ～ 令和4年3月31日

### 研究報告

#### (1) 目的・趣旨

ネパール南部に位置する Terai Landscape と呼ばれる平野部は、生物多様性と経済的価値の両面で重要な地域である。Terai には約 164 の河川が流れている。これらの河川の多くは、ヒマラヤの麓の丘陵地帯である Chure 地域に源を発している。Chure 地域は地殻変動が活発な地域に位置しているため、地盤が脆弱である。また、降雨量が多いことなどによって、斜面崩壊や土石流などによる土砂生産が非常に活発である。その結果、地盤勾配が緩やかであるとともに横断方向に開けている Terai では、流路変動、河岸浸食、土砂の氾濫・堆積などによって河川および氾濫原の地形変化が発生し、インフラや居住地に大きな影響を及ぼしている。これらの影響を軽減するためにこれまで行われてきた河川整備は、流路形状の変動特性に関する理解が不足しているため、あまり効果的ではなかった。そこで本研究では、河床勾配及び氾濫原幅の急変地域における流路変動特性を現地調査および数値シミュレーションで明らかにし、Terai における効果的な河川・氾濫原整備方法について検討する。

#### (2) 研究成果

##### a) 対象地点の概要

図1に示すように、対象地点はカトマンズから南や約 50km の場所に形成された沖積地である。図1 (b)

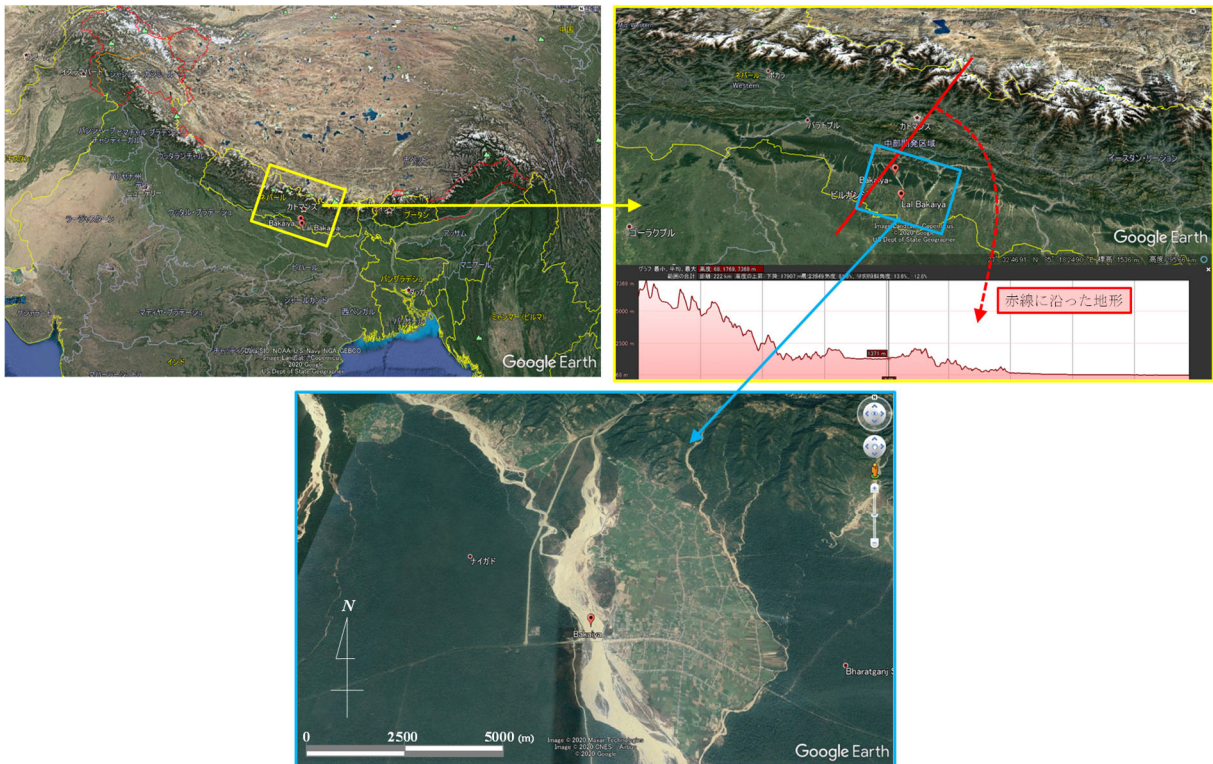
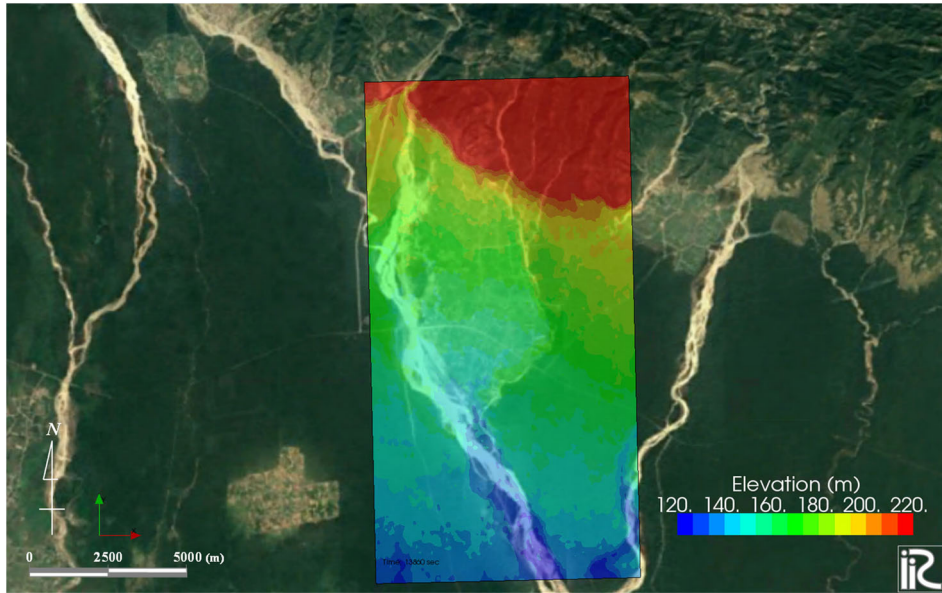


図1 研究対象地点（背景画像及び断面図：Google Earth）



格子サイズ：流下方向約50m，横断方向約20m

図2 解析範囲と地盤高（背景画像：Google Earth）

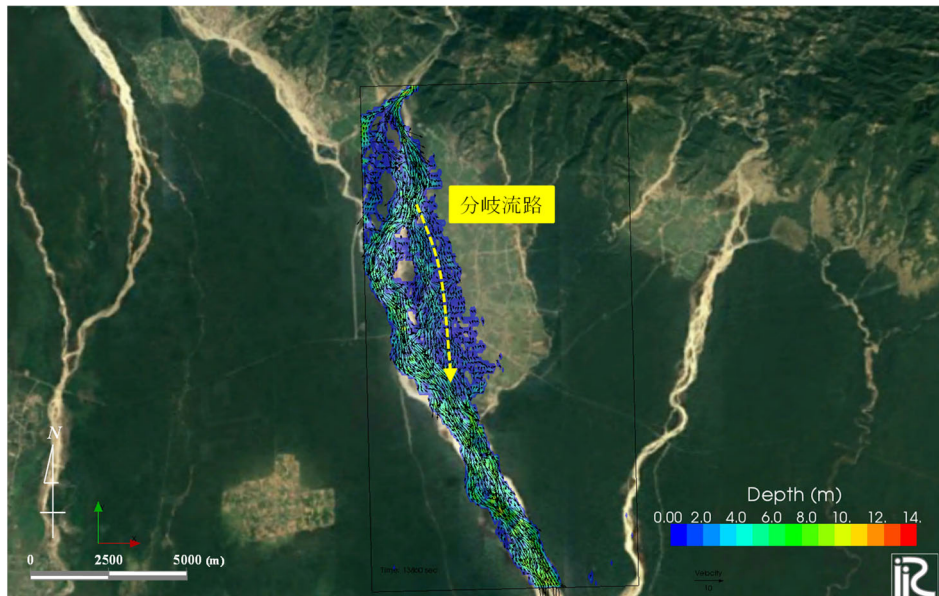


図3 水深と流速ベクトルの平面分布（Case 3，背景画像：Google Earth）

に示すように，対象地点は，河床勾配が急で氾濫原幅が狭い山間地から河床勾配が緩やかで氾濫原幅が広がっている場所である．流路・河床形態は網状流路であり，河川東側に農耕地と宅地が広がっている．

#### b) 基礎方程式

研究対象地点の流路変動特性を解析するため，平面二次元の河床変動シミュレーションモデルを開発した．研究対象地点は河床勾配及び氾濫原幅の急変地点であり，土砂の堆積に伴う流路変動が活発な地点である．また，浸透流が比較的多く，瀬切れも発生する．そのため，表面流と浸透流の両方の流れを同時に解析し，流路の時空間的な変動特性を再現できるような数値シミュレーションモデルとした．数値シミュレーションに用いた基礎方程式は，河床材料を一様粒径として扱い，掃流砂のみを対象とした一般座標系による平面二次元河床変動解析モデル（Takebayashi, 2017）によるものを用いる．

#### c) 解析条件

図2に解析範囲と地盤高を示す．地盤高はSRTMによるDEMを用いた．平均メッシュ幅は流下方向に50m，横断方向に20mであり，格子総数は120701である（流下方向301，横断方向401）．河床材料の平均

粒径は5mmとしている。流量は1500 m<sup>3</sup>/s (Case 1) , 2500 m<sup>3</sup>/s (Case 2) , 5000 m<sup>3</sup>/s (Case 3) の3種類を定常的に与えた。

#### d) 解析結果

図3にCase3の水深と流速ベクトルの平面分布を示す。図3より、解析領域内の西側に位置する本川内では、水深が10mを超える場所も確認できる。流速は、山間地から平野部に出たところで速くなっており、場所によっては約12m/sとなっている。また、黄色の破線の矢印で示すように、流路が左岸側から分岐して本川東側の農耕地と宅地内に新規に流路が形成されていることがわかる。分岐流路は約8km下流で本川の合流している。

以上のように、数値シミュレーションでは、河道内の土砂の堆積や河岸浸食によって流路の分岐・合流が発生する過程が再現され、対象地点は流路形状の変動が非常に活発であることが示された。出水によって流路の分岐・合流が頻繁に発生する場合、流路の変動過程の不確実性が高くなる。近い将来の出水によって、図3に示した分岐流路は新しい流路として発達する可能性がある。そのため、例えば、分岐流路周辺での土地利用をコントロールするとともに、出水による分岐流路形成前に小規模の分岐流路を掘削しておく想定した場所に出水時に分岐流路が形成される。これにより、流路変動過程の不確実性を抑制するとともに流路変動の影響をほとんど受けない場を氾濫原に作り出し、氾濫リスクの少ない場所に都市を形成できるような河川整備を行うことが可能となる。

#### e) 参考文献

Takebayashi, H. Modelling braided channels under unsteady flow and the effect of spatiotemporal change of vegetation on bed and channel geometry, GBR, Vol.8, pp.671-702, 2017.

### (3) 当初計画からの変更点

ネパール、日本両国において covid-19 による感染が広がったため、両国をお互い訪問することが困難であった。また、研究対象地点は、ネパール南部のインド国境付近に位置しており、ネパール国内でも最も covid-19 の感染者数が多い地域であったため、ネパール国内の研究者でも現地に行くことが困難であった。そのため、現地調査による検討の代わりに数値シミュレーションによる検討を主として研究を実施した。

### (4) リモートなどで実施したこととその成果

研究打合せ及び情報交換は zoom を用いたオンラインで実施した。研究打合せ及び情報交換は、研究代表者の Umesh Singh に加え、カウンターパート機関である Hydro Lab の若手研究者も参加し、実河川での流路変動特性に関する議論を実施した。

### (5) 備品購入による成果（これまでの成果+今後期待されること）

本共同研究の予算で数値シミュレーション用のワークステーションを購入した。購入したワークステーションは研究室で保有しているファイアウォールに接続し、ネパールからワークステーションにアクセスして数値シミュレーションを実施できる環境を整備した。また、購入したワークステーションには、所内担当者である竹林が会長を務める iRIC 研究会と USGS で開発した河川解析ソフト iRIC (図3参照) を導入するとともに、英語のチュートリアルとマニュアルを整備して容易に河川の流れ及び河床変動の数値シミュレーションを実施できるようにした。これらのシステムを用いて流路・河床変動の数値シミュレーションを実施している。また、今後は河床材料の粒度など、現地調査によって得られるデータを用いてより高精度の流路変動及び洪水氾濫の数値シミュレーションを実施し、流路・河床変動に起因した沖積地における水及び土砂の氾濫リスクの評価手法を確立する。これにより、水及び土砂の氾濫に起因した災害を抑制するハード対策の計画が容易となり、沖積地での被災リスクを低減する土地利用方法の検討が可能となる。