

ネパール東部の扇状地河川における近年の河道変化

○檜垣大助¹⁾・山田眞嵩¹⁾・麻生あすみ¹⁾・豊田高士²⁾・稲葉暁³⁾・真壁祐太³⁾¹⁾日本工営(株), ²⁾八千代エンジニアリング(株), ³⁾(独) 国際協力機構

1. はじめに

ネパール国東部では、ヒマラヤ山脈の最前面にあつて第四紀以降、急激に隆起を続けるシワリク山地に発する河川が、扇状地を通過して、沖積平野をなすテライ平原を流下していることが多い。同平原では、最も低いところで海拔60m余りの低平な土地に、ネパール第2の都市ビラトナガル市が立地するだけでなく、農業生産が盛んな地域であるため、これら河川による洪水災害発生の懸念が高い。

そこで、(独) 国際協力機構 (JICA) では、同国東部のスンサリ郡・モラン郡を流れる3河川を対象に、流域単位の治水計画策定と実施体制構築等に向けた能力強化を目指す技術協力プロジェクト (以下、プロジェクトと呼ぶ) を2023年度からスタートさせた。ここでは、プロジェクトコンポーネントの1つで、ヒマラヤ山脈起源の河川の共通課題ともいえる「土砂管理」に関し、扇状地部を流下するケシャリヤ川・ロハンドラ川の扇状地部を主に、近年の河床変動実態について把握したので報告する。

2. 調査地の概要

当地域のシワリク山地は、海拔1300~2000m程度で、地質は主に中新世以降の堆積岩からなり、一部、低ヒマラヤ帯の堆積岩・変成岩も分布する。基岩の風化が進み脆弱なため、崩壊・地すべり・土石流等で多量の土砂を河川に供給している。扇状地は、海拔300~400mから海拔100m程度の範囲に発達し、その北半部は農地・居住地に利用され、南半部は樹林帯となっている (図-1)。樹林帯の南側は、扇状地から沖積平野に移行する。

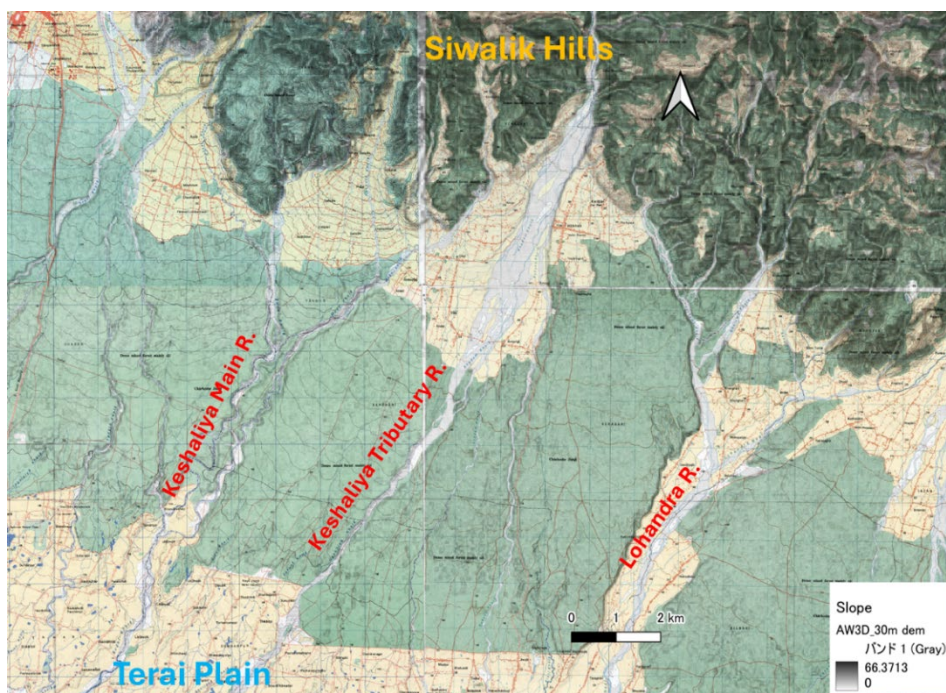


図-1 プロジェクト対象地域 扇状地部の地形

3. 河床高変化の把握

ネパール東部の扇状地河川は、扇状地の中央を流下する

1/25,000 地形図 (ネパール政府測量局, 1995) に、AW3D DSM データによる傾斜分布図 (https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/dataset/aw3d_j.htm) を重ねたもの (コンター間隔: 20m, 土地被覆: 緑色=森林, 薄黄色・灰色 (山地部) =農地)

河川と、扇状地サイドや複数扇状地間の相対的に低い所を流れる河川に分けられる。本稿で対象とするケシャリヤ川支川は前者、ロハンドラ川は後者である。また、ケシャリヤ川本川は後者に属する。扇状地上流端での流域面積・本川流長はケシャリヤ川支川が約80km²・11km, ロハンドラ川が約70km²・10kmである。

対象2河川について、プロジェクトで2024年4/17~6/10実施した約500m間隔での河道横断測線沿いの断面図と、1995年前後にネパール政府測量局刊行の1/25,000地形図、及び2010年前後のALOS PRISM画像から作成したAW3D DTMデータ (5m) によるコンター図、の上で同位置の測線断面図上で、最低河床高差分を河床高変動値とした。幅広く横断方向に凹凸がある樹林帯より上流区間は、横断方向50m間隔での河床高差の平均値も求めた。結果を、1995-2010年 (前期と呼ぶ)、2010-2024年 (後期と呼ぶ) に分けて図-2に示した。また、2025年1月上旬にも樹林帯北側の扇

状地区間だけ再測量し、2024 年春の値との差分を取り、雨季中の河床高変動（今期と呼ぶ）を把握した（図-2）。

扇状地の中央を流れるケシャリヤ川支川では、扇頂部から樹林帯入口までの区間で、最大河道幅が 1995 年に 850m に及ぶ網状流河川をなし、

前期に最大 7.2m の河床上昇も見られた。後期には 3～7m の低下傾向となり、横断面上の最低河床高の比較では 1995-2024 年の間に最大 12.5m の低下が見られた。一方、樹林帯では、前期・後期併せて平均 4.6m の低下となっており、河道幅も 70～400m と上流側より小さく経年変化も少ない。Google Earth 画像からは、2013 年頃から樹林帯より上流側で採石が進んだ。樹林帯出口から下流でも河床低下が進み、1995-2024 年の間に最大 10m の低下が見られる。ロハンドラ川でも、扇頂から 4.5km までの扇状地区間は樹林帯で、河床高変動は 2m 以下と小さい。沖積平野部まで、前期に上昇傾向であった区間も含め 1995-2024 年の間に平均 2～6m 程度の低下が見られる。

平原部では建設工事等での石材の需要が高く、両河川とも採石が行われている。2024 年の雨季前後の河床高比較から、雨季には上流からの土砂が堆積を生

じているものの、採石が近年の河床低下に関係している可能性がある。樹林帯での河床変動は上下流に比べ小さい。

4. 採石も活用した土砂管理の可能性

シワリク山地からの土砂流出は大きいと見られ、その抑制は平野部での洪水対策に重要である。扇状地部分とくにその中央を流れる河川では、地形的に河道が安定せず河道幅も広がりやすい。一方で、採石の行われやすい場でもあり、河床低下が進むと、今後、道路橋梁や灌漑取水に影響する懸念がある。モニタリング等による河床変動を含む河道変化特性の把握にもとづき、洪水被害軽減と地域資源としての活用を考えた、適切な採石も組み込んだ土砂管理の手法を検討する必要がある。また、扇状地南半部の樹林帯は、河床高変動も相対的に小さく河道幅も狭いことから、天然の侵食・土砂流出軽減機能を有すると見られ、その保全が必要である。

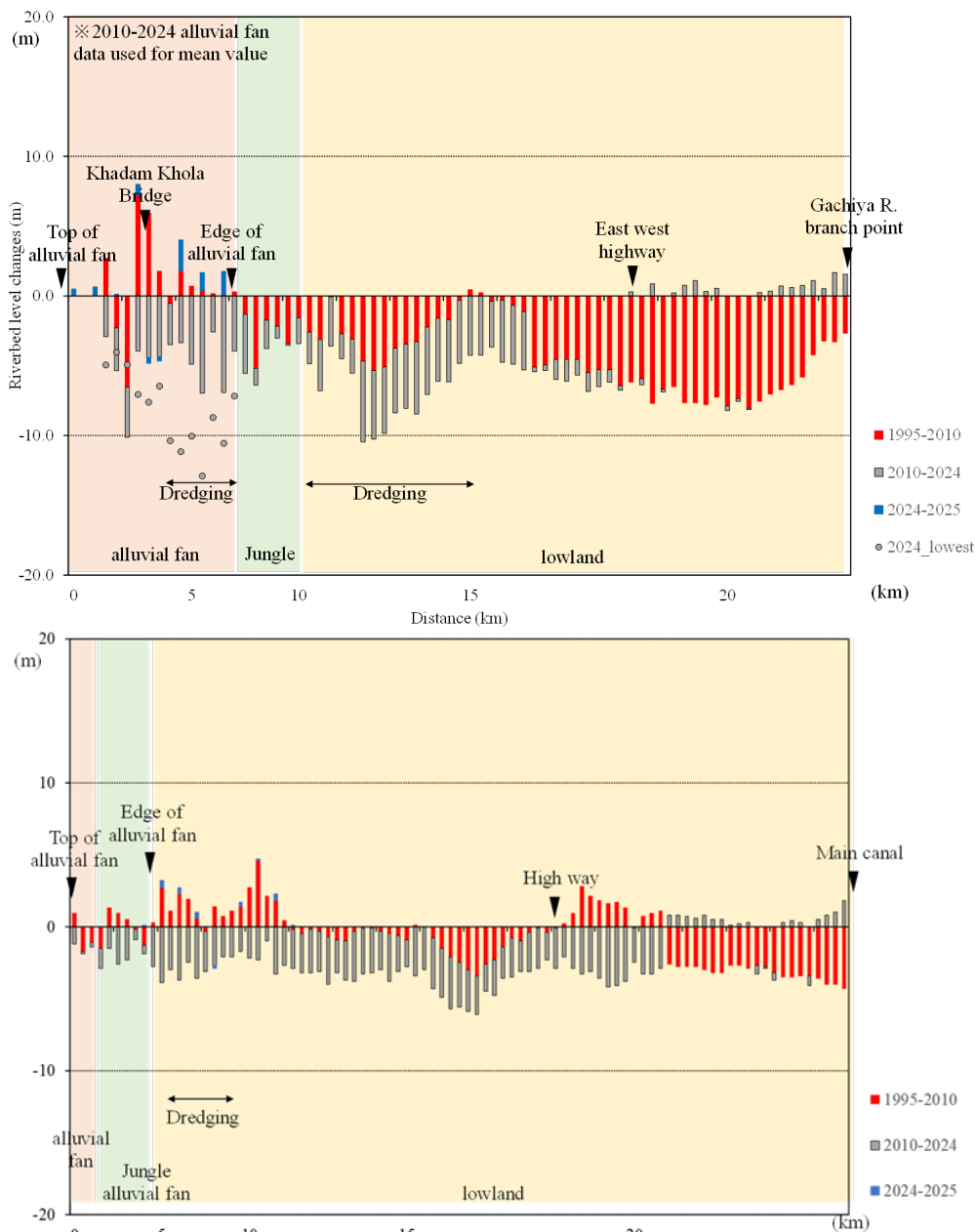


図-2 ケシャリヤ川（上）、ロハンドラ川（下）での河床変動（1995 年の河床標高を 0 とし、各横断測線ごとの上昇（+）・低下（-）を表示