



## 第5章:

# 価値ある環境要素: 水生生息地

## スクリーニングの根拠

水力発電開発が水生生物多様性に与える影響はよく知られており、IFC (2018a) にまとめられています。水力発電プロジェクトは、魚類の移動や分散の障壁となるだけでなく、下流の流れや堆積物の量、タイミング、予測可能性、流量の変化率も変える可能性があり、温度、水の透明度、その他の水質の変化と相まって、種の構成や相対的な豊富さを変え、移動や産卵など魚類の重要な生涯の節目を誘発する流量関連のシグナルを混乱させる可能性があります。

## ベースライン条件

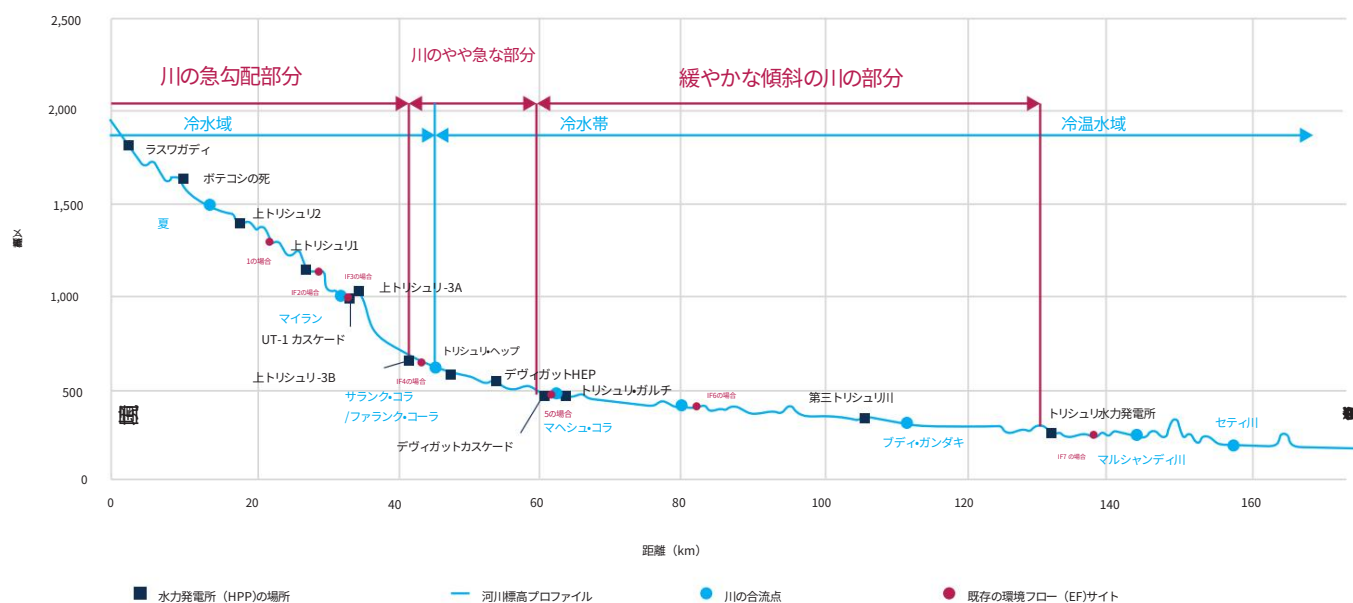
### トリシュリ川流域の標高プロファイル (TRB)

図 5.1 は、トリシュリ川の標高プロファイルと、標高および気温ゾーンの分布を示しています。中国国境からアップパートリシュリ 3B 水力発電所 (HPP) までの川の上流域は急勾配で、平均勾配は 3 パーセントです。

Upper Trishuli-3B から Tadi Khola合流点のすぐ上までは、川の勾配は中程度で、平均勾配は 1 パーセントです。そこから先のSuper Trishuli の下流では、Trishuli 川の勾配は比較的緩やかで、平均勾配は 0.3 パーセントです。

TRB のマップ 5.1 はこれらのゾーンを地理的に表しています。

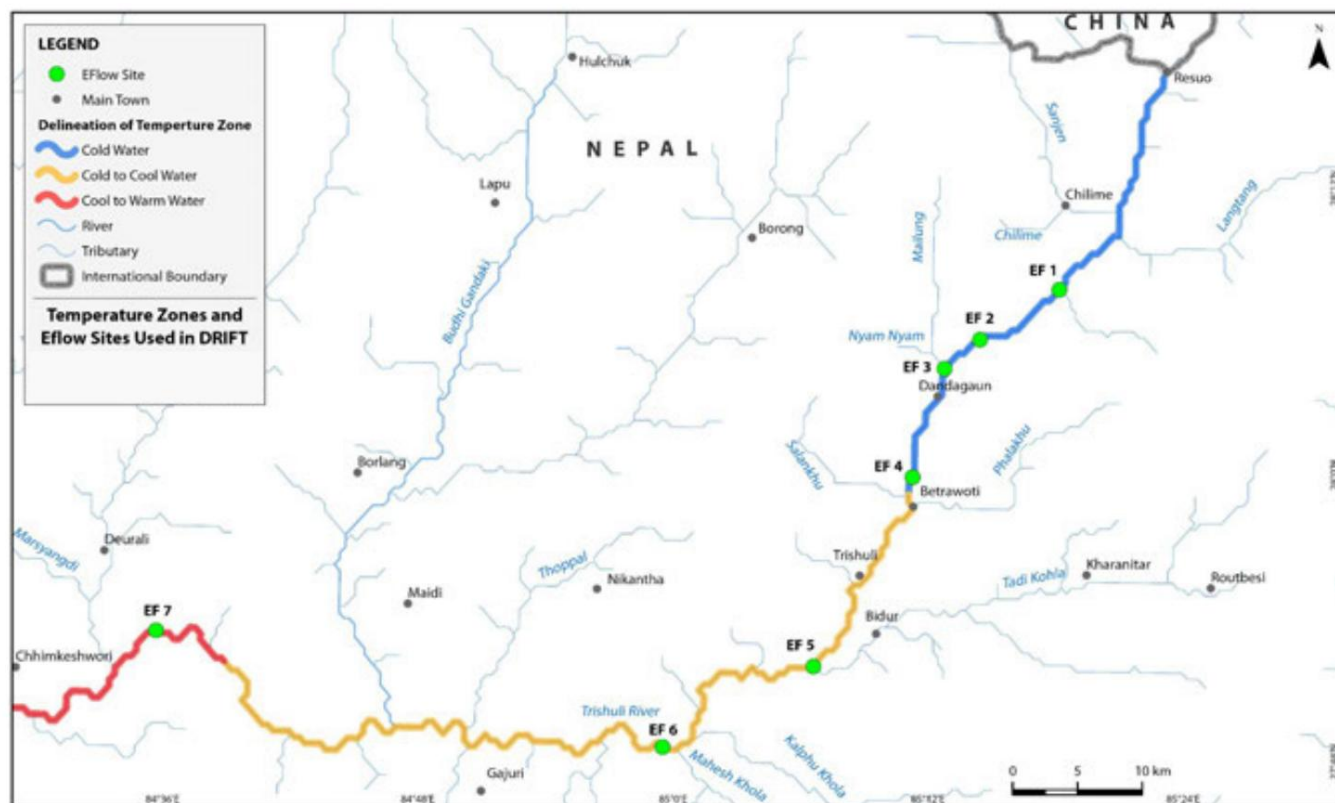
図5.1 トリシュリ川の標高帯、傾斜帯、気温帯



出典: DRIFT モデルレポート、2018 年 9 月、付録 D。



地図5.1 標高と気温の区分



出典: DRIFT モデルレポート、2018 年 9 月、付録 D。

## トリシュリ川流域の魚類の多様性

これまでにTRBIには合計60種の魚類が報告されている(表5.1)。Rajbanshi (2002)は、以前の研究から魚類種の概要を提供しているが、ネパール環境科学サービス (NESS 2012a, 2012b, 2014a)、Sweco (2016)、および分子動力学センターネパール (CMDN 2018)による追加のフィールド調査により、種がリストに追加されている。国際自然保護連合の絶滅危惧種レッドリスト (IUCN 2019)とFishbaseデータベース (Fishbase 2019)は、命名法の更新に使用された。

2018 年 3 月と 4 月、CMDN の研究者は、累積的影響評価および管理(CIA)研究の一環として、トリシュリ川沿いで環境 DNA サンプル (eDNA と呼ばれる) を採取し、テストしました。CMDN チームは、7 つの EFlows サイトのうち 6 つ (EF1 は除く) で魚と水のサンプルを収集しました (CMDN 2018)。地図 5.2 を参照してください。

eDNA は、水生生物多様性の新しいサンプリングおよびモニタリング方法であり、水生生物多様性モニタリングを改善するための有望な非侵襲的方法であることがますます明らかになっています。eDNA サンプリングでは、水のサンプルを収集し、デトリタスを濾過し、水生生物の遺伝物質である DNA について水を分析します。eDNA はまだ実験段階であるため、実施された分析は予備的なものと考えられており、さらなる研究で確認およびテストする必要があります。

eDNA 研究では、6 つの eDNA サンプリング地点で暫定的に 25 種の魚類が特定されました (表5.1)。ただし、属レベルでしか特定されていない種もいくつかありました (たとえば、*Barilius sp.* や *Schizothorax sp.*)。

大きな課題は、参照用 eDNA データベース(国立バイオテクノロジー情報センターGenBank)にはヒマラヤの魚種に関するデータが限られており、eDNA 研究による種の特定に不確実性が生じていることです。

表5.1 トリシュリ流域で記録された魚種

| 英語<br>名前        | ラテン語名ICUN              | レッドリスト<br>状態<br>(バージョン<br>2018-1) | ネパールの<br>状況<br>(MoFSC<br>2014) | ネパール固有<br>種 | ラジバンシ<br>(2002) | ネス<br>(2012a、<br>2012b、<br>2014a) | スウェコ<br>(2016) | CMDN<br>(2018) |
|-----------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|----------------|
| 選択              | チャグニウス・<br>チャグニオ       | LC                                | VU                             | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| 発見<br>スネークヘッド   | チャナ・ブ<br>ンクタタ          | LC                                |                                |             |                 |                                   |                |                |
| アングラ<br>滑っています。 | 溺れそうです。                | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| コーナー            | L.ロヒタ                  | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| 未知              | L. ダイオケイルス             | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| 作成する<br>滑っています。 | L.ゴニウス                 | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| カラバンス           | 同じエリアのLC               |                                   |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| 銅<br>マシール       | ネオリッソケイルス・<br>ヘキサゴノレビス | NT                                | VU                             | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| マシール            | 目標 目標                  | NT                                | VU                             | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| ゴールデン<br>マシール   | トル娼婦                   | で                                 | で                              | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| ロージー・パーブ        | ブンティウ<br>ス・コンコニウス      | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| 暗い<br>マシール      | ナジリトール<br>・ケリノイデス      | VU                                |                                |             |                 |                                   |                |                |
| ガンジス川<br>広い     | 斜視                     | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| インド人<br>マス      | ライヤマスボールLC             |                                   |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| 禁止<br>銃         | バリリウス バリラLC            |                                   |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| バリルの子供たち        | バリリウス バルナLC            |                                   |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| インド人<br>マス      | ライヤマスボールLC             |                                   |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| ハミルトンの<br>銃     | バリリウス<br>・ペンデリス        | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| ティレオ・バリル        | バリリウス・ティレオ             | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |
| ヴァグラ・バリル        | バリリウス ヴァグラLC           |                                   |                                | いいえ         |                 |                                   |                |                |

次のページに続く

| 英語<br>名前              | ラテン語名ICN             | レッドリスト<br>状態<br>(バージョン<br>2018-1) | ネパールの<br>状況<br>(MoFSC<br>2014) | ネパール固有<br>種   | ラジバンシ<br>(2002) | ネス<br>(2012a、<br>2012b、<br>2014a) | スウェコ<br>(2016) | CMDN<br>(2018年) |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| 巨人<br>デンマーク           | ダニオ・<br>エクイノックス      | DD                                |                                | はい<br>(越川上<br>流・中<br>流域、<br><br>ガンダキ、そ<br>して<br>マハカリ<br>河川) |                 |                                   |                |                 |
| ベンガル<br>デンマーク         | デンマーク偏差NA            |                                   |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| ヒョウ<br>デンマーク          | デンマーク レリオ            | LC                                | VU                             | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| フライングバード              | エソムス・<br>ダンリクス       | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 青<br>ラウブカ             | ラウブカ ラ<br>ウブカ        | それ                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| ホワイト ディサイブル           | セキュリティ<br>ゴラ         | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 大きい<br>レイザーベリー<br>ミノー | サルモストマ・バ<br>カイル      | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| アナンデール<br>爪           | アナン<br>ダレイの爪         | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| ゴティラ                  | ゴティラの爪               | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| ガンジス川<br>広い           | もっと広範囲に旅行<br>します。    | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 茶色<br>マス              | オンコルヒュンクス・<br>ミクス    | LC                                |                                | いいえ (導<br>入済み)  |                 |                                   |                |                 |
| 一般<br>スノートラウト         | シソソラックス・リチ<br>ャードソニー | VU                                | VU                             | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| チルル<br>スノートラウト        | 胸膜炎                  | それ                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| ディナワ<br>スノートラウト       | 分裂胸郭前ガス<br>タス        | LC                                | VU                             | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| バリトラ<br>ミノー           | ブシロリンクス・バ<br>リトラ     | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |

次のページに続く

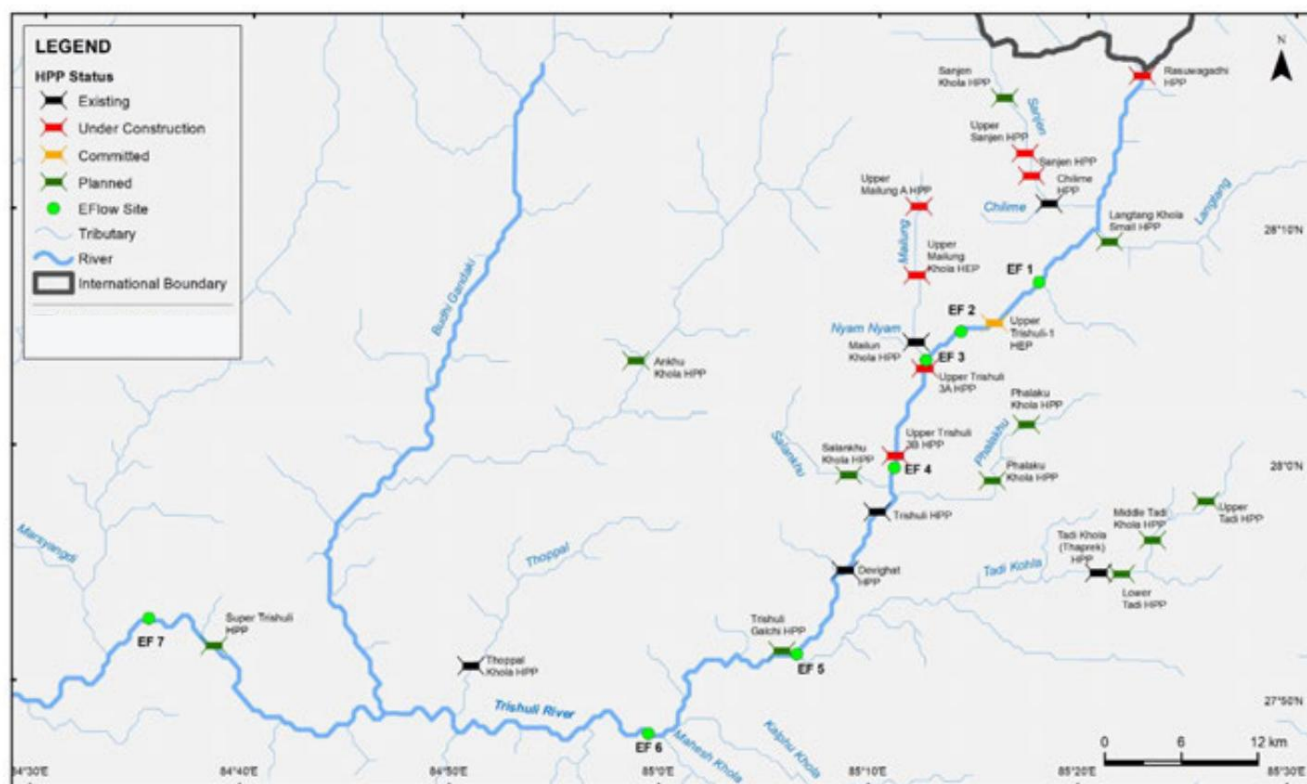
| 英語<br>名前             | ラテン語名IUCN                           | レッドリスト<br>状態<br>(バージョン<br>2018-1) | ネパールの<br>状況<br>(MoFSC<br>2014) | ネパール固有<br>種   | ラジバンシ<br>(2002) | ネス<br>(2012a、<br>2012b、<br>2014a) | スウェコ<br>(2016) | CMDN<br>(2018年) |
|----------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---|-----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| 未知                   | 片岩<br>サヴォーナ                         | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 未知                   | 多筋片岩                                | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 石<br>ドジョウ            | 横たわるシ<br>ストラ                        | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 石猫                   | グリプトステルナム<br>(Myersglanis) ブ<br>ライス | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 未知                   | グリプトソラックス<br>テルキッタ                  | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 3つ並んで<br>ナマズ         | グリプトソラックス・トリ<br>リネアトウス              | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| グリプトソ<br>ラックス<br>ナマズ | グリプトソラックス・イン<br>ディクス/<br>ガルワール語     | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 未知                   | グリプトソラックス モル<br>モット                 | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| ミリガル<br>鯉            | シロアリ                                | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 一般<br>鯉              | コイ                                  | LC                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| 金魚                   | 金魚                                  | LC                                |                                | いいえ (導<br>入済み)  |                 |                                   |                |                 |
| ストーンカープ              | シロリンコ<br>イデス・ブ<br>セウデケネイス           | LC                                |                                | はい<br><br>(ただし、<br><br>歩く<br>インド<br>シナ川の<br>少し南の河<br>川システム<br><br>ネパー<br>ル国境) |                 |                                   |                |                 |
| 石<br>ドジョウ            | ネマケイルス・<br>ルピコラ                     |                                   |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |
| グレイ<br>石<br>ドジョウ     | ゴールドブ<br>ルーセイ                       | NT                                |                                | いいえ   |                 |                                   |                |                 |

次のページに続く

| 英語<br>名前              | ラテン語名IUCN                             | レッドリスト<br>状態<br>(バージョン<br>2018-1) | ネパールの<br>状況<br>(MoFSC<br>2014) | ネパール固有<br>種 | ラジバンシ<br>(2002) | ネス<br>(2012a、<br>2012b、<br>2014a) | スウェコ<br>(2016) | CMDN<br>(2018年) |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| まだら模様<br>ドジョウ         | アカンソコピティス・ボ<br>ティア                    | LC                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                | ü               |
| 石<br>ドジョウ             | ネマケイルス・コ<br>リカ                        | LC                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                | ü               |
| クリーク<br>ドジョウ          | ビーヴァニ<br>片岩                           | LC                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                |                 |
| 不明のSchistura rupecula |                                       | LC                                |                                |             |                 |                                   |                | ü               |
| 位置<br>ドジョウ            | レビドセファルス・<br>グンテア                     | LC                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                |                 |
| アルモラ<br>ドジョウ          | ボティ<br>ア・アルモラエ                        | LC                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                |                 |
| ヨーヨー<br>ドジョウ          | ボティ<br>ア・ロハチャタ                        | LC                                |                                |             |                 |                                   |                | ü               |
| ナマズ                   | マンゴスチン                                | LC                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                |                 |
| 吸盤<br>喉<br>ナマズ        | ニセアカゴケグモ                              | LC                                |                                | いいえ         |                 |                                   | ああああ           |                 |
| トレント<br>ナマズ           | エウチログラニス<br>(パラキログラ<br>ニス) ホド<br>ガルティ | LC                                |                                | いいえ         |                 | ü                                 |                |                 |
| ドワーフ<br>グーンチ          | 手荷物                                   | NT                                |                                | いいえ         | ü               |                                   |                |                 |

注: IUCN = 国際自然保護連合、MoFSC = 森林土壌保全省、NESS = ネパール環境科学サービス、CMDN = ネパール分子動力学センター。IUCN 保全状況: EN = 絶滅危惧、VU = 脆弱、LC = 軽度懸念、DD = データ不足、NA = 評価なし。

地図5.2 EFlows サイトと水力発電プロジェクト



出典: DRIFT モデルレポート、2018 年 9 月、付録 D。

## 沿岸の魚類の生息地 主流

この基準は、川の本流と支流にわたる移動、採餌、産卵のための主要な場所を定めます。支流は水温が高いため、いくつかの種にとって産卵に適していると考えられています。

### 寒冷地帯（上流）

トリシュリ川沿いでは、チベット自治区の国境まで魚が生息している。チベット自治区では水力発電の開発がほとんど行われておらず、人口密度も低く、生息地も比較的自然的なままで、魚にとって適した標高であることから、キロンツアンポ（チベット自治区のトリシュリ川の名称）には冷水魚種の連続した生息地がある可能性がある。国境から3キロ下流に位置するラスワガディ水力発電所の環境影響評価書は、

チベット自治区（NESS 2012a）との協力により、プロジェクトの影響範囲内に3種の魚類が報告されている。Glyptothorax telchitta、Glyptothorax trilineatus（三線ナマズ）、Psilorhynchus

pseudecheneis（ストーンカール）。コモンズノートラウト（Schizothorax richardsonii）、300メートルから2,810メートル（IUCN 2019、vers.2018-1）のこの種は、チベット自治区の川沿いにも生息している可能性があります。

ラスワガディ地点では、糞便性大腸菌と濁度を除き、トリシュリ川の物理的および化学的パラメータは、ネパール飲料水水質基準（NDWQS）のパラメータの範囲内に十分収まっています。（NESS 2012a）。

UT-1 サイトでは、水質が非常に良好で、すべてのパラメータがNDWQS 値の範囲内であることがわかりました（NESS 2012b）。



## 冷帯からクール帯（中流）

川は次第に平らになり、ベトラワティの上流の峡谷から流れ出る。川底は、シルト質と砂質の基質と混ざった大きな岩、砂利、珪岩の小石、片麻岩、千枚岩で覆われている。

川岸沿いの都市化が進み、砂利採掘が盛んなため、この地域の水質は著しく悪化しています。濁度、鉄分、大腸菌、そして場所によってはマンガン（ラトマテ川とウツタルガヤ川）がNDWQSを超えています（NESS個人通信）。

この地域は、Tor (マシール)、Tor putitora (ゴールデン マシール)、Neolissocheilus hexagonolepis (銅マシール)などの渡り鳥種の北限です。

これらの種の中では、銅マシールが最も豊富であると考えられます。

## 冷帯から温帯（下流）

トリシュリ川は、谷底の幅が100～300メートルの峡谷内を流れています。

渓谷の両側には、両岸とも高さ 20 ～ 50 メートルのトリシュリ川の平坦な沖積台地が広がっています。広い谷の川床は、シルト質と砂質の基質と混ざった大きな岩、砂利、珪岩、片麻岩、千枚岩の小石で覆われています。

トリシュリ川の水質は、乾季と雨季で大きく変わります。乾季には、集水域での流出による浸食がほとんどないため、水は比較的浮遊物質が少なく、きれいに見えますが、モンスーン期には、集水域での流出による浸食により、水は高濃度の浮遊物質で非常に濁ります。これ以外にも、トリシュリ川沿いの町や村からの未処理の下水の排出や固形廃棄物の処分も、川の水質汚染の一因となっています(NESS 2012b)。

この川のこのゾーンには、川の上流部よりも高密度のゴールデン マシールとコッパー マシールを含むいくつかの冷水種が生息しています。Bagarius bagarius (ドワーフ グリーンチ) は川の上流部には生息していません。

## 支流の魚類の生息地

### クールゾーン

サンジェン コラ:計画中のサンジェン水力発電所 (78 MW) の環境影響評価 (NESS 2014a)では、サンジェン コラの水温が低すぎる (2013 年 10 月の気温は 180 度) ため、魚類が生息できないと報告されています。

チリメ コラ: Sweco (2016) は、シャフルベシ バザールの上流約 5 キロメートル、コラが上流でダム化され、残留水量が少ない場所の近くでチリメ コラをサンプリングしました。3 月には、魚の生息地を提供するのに十分な水がまだありました。

この川は清流です。 2016年3月3日午前11時30分のコラ川の水温は16°Cでした。

トリシュリ川の水温は 11°C でした。産卵期のコモンズノートラウト11 匹が電気漁法で採取されました。小さな滝の上のエリアでは、成熟した雄 1 匹が捕獲されました。このエリアでは稚魚は観察されませんでした。

ランタン コラ:この支流は上流でトリシュリ川に流れ込みます。ランタン コラは冷たい雪解け水が流れる支流です。2015 年 4 月に Sweco (2016) がサンプルを採取した際には、魚は検出されませんでした。2016年 3 月 3 日午後 2 時の川の水温は 11°C で、NESS が以前に実施した測定 (NESS 2012a) によると、午前中の水温は通常 7～8°C です。

トリシュリ コラ:トリシュリ コラは、UT-1/UT-3A/UT-3B の上流の魚が流入できる最初の支流です。Sweco チーム (Sweco 2016) は、2016 年 3 月 4 日午前 8 時 30 分に水温を 9°C と記録しました。

この川は清流で、渓谷の下流部は日光の当たり方が少ない。支流は急勾配と地震による地滑りのため、サンプル採取は行われなかった。

Mailung Khola: Mailung Kholaは、トリシュリ川から魚が流入する中流トリシュリの数少ない支流の1つであり、魚の個体群動態に影響を及ぼす可能性があります。Mailung Kholaは、UT-3A水力発電所のすぐ上流、 UT-1水力発電所の計画放水路の下流でトリシュリ川に流れ込みます。 2016年3月4日午後1時の水温は16°Cで川は澄んでいました。Sweco (2016)による電気漁業の結果、合計50匹の魚が捕獲されました。

稚魚、小魚、成魚が生息しており、トリシュリ川と比較すると密度が高い。コモンズノートラウトが優勢で、グリプトステルナム blythi (石猫) と *Psilorhynchoides pseudocheneis* 急流では、インゴイが捕獲されました。支流は上流で堰き止められています、ダムの上流にはコモンズノートラウトが生息しています (H. Kaasa および IFC、個人通信)。

#### 寒冷地から涼しい地域

トリシュリ川、アンデリ コラ上流: Sweco (2016) は、アンデリ コラ上流、UT-3B HPP 下流の地点でサンプルを採取しました。電気漁業活動は、2016 年 3 月 2 日午後 3 時に実施されました。

釣果は、コモンズノートラウト5匹と *Neolissocheilus hexagonolepis* (Copper Mahseer) 1匹で、稚魚や幼魚はいませんでした。この浅瀬の川の水温は14°Cで、水は薄い乳白色でした。岸近くを探索すると、川沿いの平坦な場所から流れてくる小さな支流が見られました。この支流の水温は20°Cでした。この支流の深さが数cmしかない石の下で、コモンズノートラウトが36匹見られました。このうち2匹は稚魚でした。もう少し上流を探索すると、小さな小川に魚がたくさんいるのが見つかりました。小川をさらに上流に行くと、さらに多くの稚魚や幼魚が見つかりました。魚の密度は非常に高かったです。

ここでは以下の種も観察されました。アナンデールネコ、*Schistura multifaciatum*、*Barilius bandelisi* (ハミルトン樽)、*Glyptosternum blythi* (ストーンネコ)。

アンデヒリ川:アンデヒリ川は、水が澄んでいて魚の密度が高い小さな支流です。2016年2月29日午後1時30分の水温は20°Cでした (Sweco 2016)。支流では電気漁業が行われ、トリシュリ川では投網と流し網が行われました。アンデヒリ川での漁獲量は412匹で、主な種はコモンズノートラウトです。*Garra* sp.と *Schistura multifaciatum*も見られました。

ファランコラとサランコラ :魚のサンプリングは2016年3月4日に実施されました。川の水は澄んでおり、午前11時の水温は19.5°Cでした (Sweco 2016)。電気漁業による漁獲量は56匹でした。これは他の小さな支流に比べて密度が高くありませんが、非常に高い密度でした。

稚魚と幼魚の割合。優占種は、*Neolissocheilus hexagonolepis* (銅マシー)、*Glyptothorax pectinopterus* (リバーキャット)、*Aspidoparia* sps (コモンズノートラウト)、*Glyptosternum blythi* (ストーンキャット)、*Garra annandalei* (アナンデールガラ)、および *Schistura multifaciatum* でした。このサンプル採取場所は、既存のトリシュリ水力発電所の上流です。地元の漁師によると、昨年の非常に大きな洪水により魚の個体数が減少しました。サランコラ川の魚の多様性は、ファランコラ川のそれと似ている可能性があります。

タディコラ :タディコラ水生生息地は、既存のタディコラ水力発電所の上流に広がっています。この川のこの部分は、少なくとも3つの計画中の水力発電所 (下流タディ、中流タディ、上流タディ)によって非常に分断される可能性があります。中流タディ水力発電所のIEEには魚道の計画は示されていませんが、水力発電所のいずれかが魚道を計画しているかどうかはまだ確認されていません。

そうです。タディ・コラの魚類相に関する情報はほとんどありませんが、中部タディ水力発電所の IEE では、計画中の発電所の上流に以下の種が生息していると報告されています:チャナ・ガチュア(ドワフ・スネークヘッド)、ガラ・ゴティラ(ゴティラ)、コモン・スノー・トラウト。したがって、これら3つのダムが建設されると、コモン・スノー・トラウトの個体数が分散する可能性が高いと思われる。

いくつかの小さな支流に加え、マヘシュコラ川、カルフ コラ川、トッパル コラ川もこの地域でトリシュリ川に流れ込んでいます。これらの川の基準状態に関する情報はほとんどありません。

#### 涼しいから暖かいゾーン

スーパートリシュリ水力発電所の下流の支流: CIA の空間境界にはこの地域は含まれません。

## 方法論

この研究では、下流の流量変化に対する応答(DRIFT) モデルを使用して、水力発電開発が河川の生物多様性と生態系に与える影響を調査しました。累積的影響を評価するための DRIFT の適用の詳細は、付録 D に記載されています。主な特徴は次のとおりです。

- DRIFT は、トリシュリ川本流沿いの選定された場所における水力発電プロジェクトのシナリオが生態系の健全性と生息地の魚類の豊富さに与える影響を予測するために使用されました。

- 流域内およびヒマラヤ地域の他の地域での他のプロジェクトにおける EFlow の評価から得られた教訓が取り入れられました。

DRIFT モデルの設定には次の入力パラメータが使用されました。

- 本流に 7 つの EFlows サイトが設立されました。
- 毎日の時系列水文データが収集されました  
7 つの EFlows サイト向け。
- 魚類の上流と下流への移動と堆積物の流動のつながりについて仮定が立てられた。
- 4 種類の指標魚種が評価されました : スノートラウト (*Schizothorax richardsonii*)、ゴールデンマシール (*Tor putitora*)、ブドゥナ (*Garra annandalei*)、インドナマズ (*Glyptothorax indicus*) で、これらは地形、藻類、大型無脊椎動物などの指標に依存しています。

DRIFT でこれらの指標種を使用する根拠については、付録 D に記載されています。

## 主なストレス要因

以下のストレス要因は、水質、ひいては水生生物の多様性に影響を与えることが確認されています。

### 砂利採掘

第 3 章の「河床砂利採掘」では、トリシュリ川に関する情報を提供します。砂利採掘は濁度の増加につながり、水生生物の多様性の生息地を悪化させる可能性があります。

採掘された鉱床から放出された鉱物も水質を悪化させる可能性があります。機械が川に近い場合、炭化水素などの漏出化合物の排出量が増える可能性があります。

さらに、採掘に関連するキャンプでは、未処理の固形廃棄物や液体廃棄物が川に投棄される可能性があります。最後に、採掘自体が直接、自然の川底の生息地に大きな変化を引き起こします。

### アクセス道路

インタビューを受けたすべてのコミュニティは、村のインフラへのアクセス道路の建設により土壌の安定性が失われ、土砂崩れが悪化したと述べている。これは上流のコミュニティによる森林伐採によってさらに悪化している。土砂崩れと道路建設による土砂の投棄はトリシュリ川の固形物汚染を引き起こし、総溶解固形物レベルが大幅に上昇し、水生生物の生息地が劣化する可能性がある。

要約 (ERM 2018)によると、寒冷地帯および冷涼地帯では高から中程度の地滑りリスクがあり、この地域での大規模な道路開発を考えると、地滑りや道路建設による土砂の投棄により水生生物の生息地が著しく劣化する可能性が高いことが示唆されています。

## 気候変動

第 3 章の「気候変動」の項で述べたように、乾季の平均流量は非常に緩やかな減少傾向にあるのに対し、年間平均流量には明確な傾向は見られません。変動の大きい最大流量には増加傾向が見られます。これは、乾季の氷河の寄与が時間の経過とともに減少し、雨季の雨の寄与が一定ではないことを反映しています。水力発電プロジェクトは予測可能な流出量に大きく依存しているため、乾季の流量の信頼性が増すと、閑散期の水供給に潜在的に深刻なリスクが生じます (Bajracharya、Acharya、Ale 2011、Bajracharya と Shrestha 2011)。

給水量の少ない季節の給水量の削減

転用範囲への環境放出の削減につながる可能性がある。これにより、さらに悪化する可能性がある。

現在の低水量により生息地の劣化や移住の障害が生じている。ただし、これが 50 年の時間的境界内で考えられるかどうかは、明らかにする必要があります。

## 重大な影響

累積的な影響は DRIFT モデルから評価されています。モデル化されたシナリオで使用される入力パラメータに関するモデルの設定と結果は付録 D に示されています。このセクションでは、適切な解釈とともに付録 D の結果を要約します。生態系の完全性や魚類の完全性などの用語の説明については、付録 D を参照してください。

完全性評価は、魚類の予測豊度の初期計算から算出され、その後、基準値と比較されました。豊度の増加が基準値に近づくか離れるかに応じて、変化はプラスまたはマイナスとして割り当てられました。結果の解釈を容易にするために、表 5.2 に豊度の変化の生態学的分類と、それが生息地の変化に与える影響を示します。

### 魚の健全性

表5.3は、4つのプロジェクト開発シナリオごとに、7つの EFlows サイトの魚類健全性スコアを示しています。すべてのシナリオで重要な仮定は、堰堤の障壁効果がパーセンテージで表されていることです。

魚類回遊の減少率は、上流に回遊する魚類では 100 パーセント、下流に回遊する魚類では 90 パーセントです。これらの累積的な影響は、魚道などの緩和策を考慮せずに水力発電所に対して予測されました。

4 つのシナリオの魚類の健全性スコアは、DRIFT モデルから導き出されます。ただし、これらの結果は、次の根拠に基づいて、完全な発達シナリオ 3 に外挿されています。

EFlows サイト 1: 完全開発シナリオ (シナリオ 3) では、水力発電プロジェクトがさらに追加されると、魚の個体数はさらに減少します。ランタン コラの魚の個体数への影響はわずかです。この支流は雪解け水が流れ込み、魚の繁殖地や産卵地としてはあまり適していないためです。チリメ コラ(すでに 2 つの建設中プロジェクトと 1 つの既存プロジェクトがあります)の魚への影響もわずかです。ただし、トリシュリ コラの追加の HPP は魚に影響を及ぼします。

「計画済み - 調査ライセンス付与」シナリオでは、追加の HPP により、EFlows サイト 1 で全体的な生態系の完全性は C/D から D に低下すると推定されます。

EFlows サイト 2: UT-1 HPP の追加により、EFlows サイト 2 の魚の個体数はさらに減少します。

表5.2 生態学的健全性評価

| 生態学的カテゴリー | 対応する DRIFT 総合整合性スコア | 生息地の状態の説明  |
|-----------|---------------------|--|
| あ         | >-0.25              | 改変なし。自然のままの状態です。   |
| B         | >-0.75              | わずかに変更されました。自然の生息地と生物相に小さな変化が生じましたが、生態系の機能は基本的に変わっていません。                               |
| C         | >-1.5               | 中程度の変化。自然の生息地と生物相の喪失と変化は起きているが、基本的な生態系の機能はほとんど変わっていない。                                 |
| だ         | >-2.5               | 大幅に改変されました。自然の生息地、生物相、基本的な生態系機能の大きな喪失が発生しました。  |
| え         | >-3.5               | 深刻な改変。自然の生息地、生物相、基本的な生態系機能の喪失は広範囲にわたります。   |
| ふ         | <-3.5               | 重大な改変/極度の変更。システムは重大な改変を受け、自然の生息地と生物相がほぼ完全に失われています。最悪の場合、基本的な生態系機能が完全に変化し、その変化は元に戻せません。 |

出典: Kleyhans 1996.



表5.3 7つのEFlowsサイトでの魚の健全性

| EFlowsサイト/リーチ | 既存<br>(シナリオ1) | 工事中      | 建設中およびコミット済み | 完全<br>開発<br>(シナリオ3) |
|---------------|---------------|----------|--------------|---------------------|
|               |               | (シナリオ2a) | (シナリオ2b)     |                     |
| EFlows サイト 1  | C             | だ        | ふ            | ふ                   |
| EFlows サイト 2  | C             | だ        | ふ            | ふ                   |
| EFlows サイト 3  | だ             | ふ        | ふ            | ふ                   |
| EFlows サイト 4  | だ             | だ        | だ            | ふ                   |
| EFlows サイト 5  | だ             | だ        | だ            | ふ                   |
| EFlows サイト 6  | CD            | CD       | CD           | ふ                   |
| EFlows サイト 7  | B             | B        | B            | C                   |

完全な開発シナリオでは、UT 3A と B のカスケードが存在します。ただし、24 の既存、コミット済み、および計画中の HPP プロジェクトがあるこのサイトでは、すでに非常に低いエコシステムの完全性は、E のままとなります。

**EFlows サイト 3:** UT-1、Middle Mailung、Upper Mailung B の 3 つの HPP の追加により、EFlows サイト 3 の魚の個体数は大幅に減少します。  
夏には、トリシュリ川本流とマイロン川の魚の繁殖がこの場所で行われますが、魚はダムの中に閉じ込められ、好ましい餌場や繁殖場に行くことができなくなります。この支流に水力発電所が追加されると、マイロン川での繁殖はさらに減少するでしょう。

したがって、EFlows サイト 3 のトリシュリ川本流における魚類の個体数に対する Mailung Khola の貢献はさらに減少します。全体的な生態系の完全性は D から E カテゴリーに低下します。

**EFlows サイト 4:** 「計画済み - 調査ライセンス付与」シナリオでは、ミドルトリシュリ ガンガ ナディ水力発電所が追加されるため、EFlows サイト 4 の魚類の個体数はさらに減少します。このサイトの全体的な生態系の完全性は、C/D から D に低下します。

**EFlows サイト 5、6、および 7:** 追加のプロジェクトは魚の個体数に大きな増加の影響を及ぼさず、これらのサイトでは全体的な生態系の完全性は変わりません。

タディコラ支流における追加プロジェクトは、タディコラ上流域の魚類の個体数に影響を与えるだろう。しかし、これらのプロジェクトは、

タディ・コラにおける既存のプロジェクトにより、トリシュリ川上流のこれらの魚の繁殖地および餌場がすでに隔離されているため、トリシュリ川本流のコモン・スノー・トラウトまたはゴールデン・マシールの個体数に重大な追加的影響が及ぶ可能性がある。

これらの根拠は、第 5 章の「全体的な生態系の健全性」で説明されているように、全体的な生態系の健全性の変化を説明する際にも関連しています。付録 D では、4 つの指標種のそれぞれについて予測できる累積的な影響について、種ごとに説明しています。

地図 5.3 は、既存のプロジェクトと完全な開発シナリオ全体にわたる魚類の健全性の劣化を空間的に示しています。

全体的なエコシステムの健全性

表 5.4 は、トリシュリ川沿いの 7 つの EFlows サイトにおけるベースライン生態系状態 (BES) を示しています。

6 つのシナリオが実施されると、各 EFlows サイトで BES は表 5.5 に示すように変化すると予想されます。

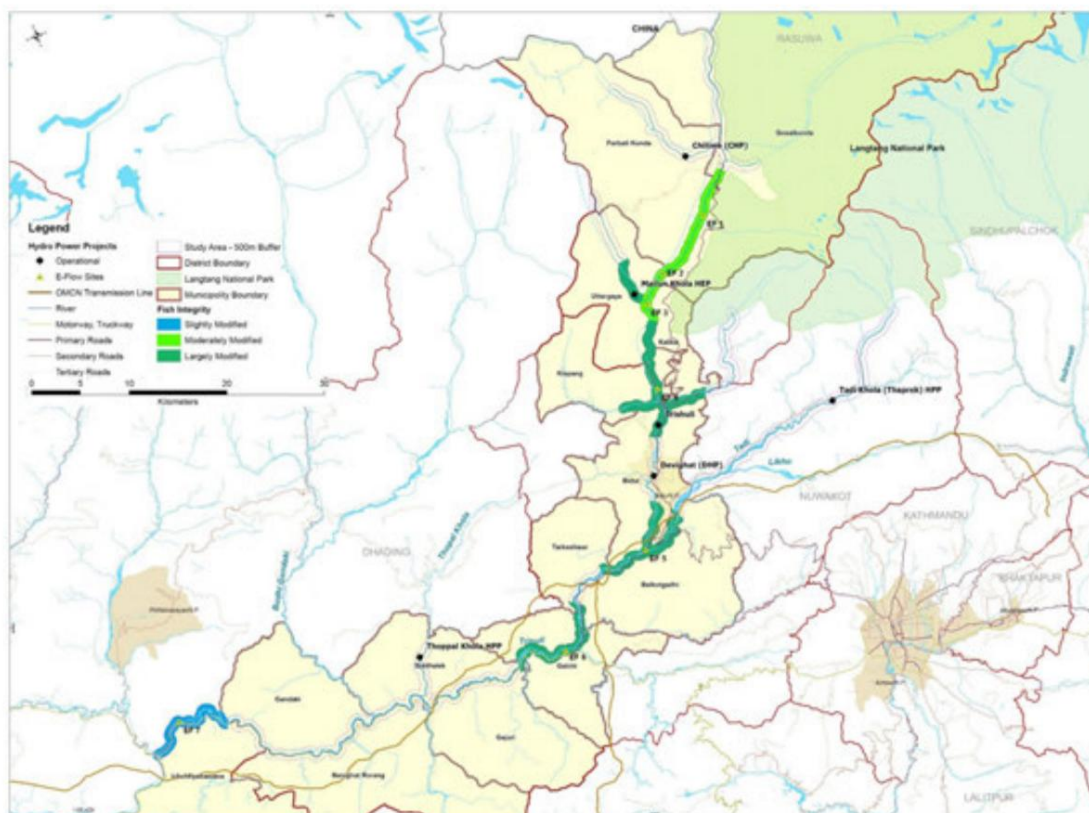
前述のように、生態系の健全性は魚類の健全性に大きく影響されます。

調査対象地域には、ピーク発電（ピーク発電とは、限られた期間に高流量をタービンに流して発電効率を最大化する運転方式を指す）を備えた大規模貯水ダムはない。



## 地図5.3 魚の健全性 :既存および完全な開発

### a. 既存のシナリオ (シナリオ1)



### b. 完全開発シナリオ (シナリオ3)

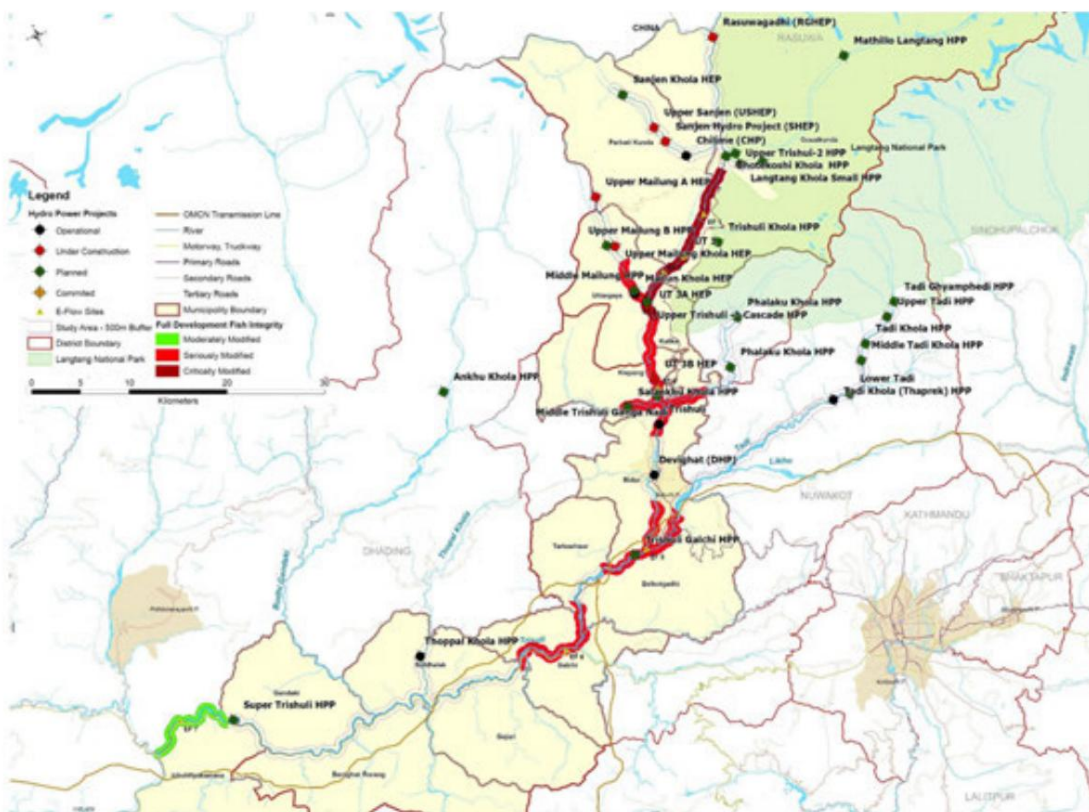


表5.4 トリシュリ川の基本的な生態学的状況

| 規律             | EFlows<br>サイト 1 | EFlows<br>サイト2 | EFlows<br>サイト3 | EFlows<br>サイト4 | EFlows<br>サイト5 | EFlows<br>サイト6 | EFlows<br>サイト7 |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 地形学            | AB型             | AB型            | AB型            | AB型            | 紀元前            | C              | B              |
| 藻類             | B               | B              | B              | B              | 紀元前            | だ              | B              |
| 大型無脊椎動物        | B               | B              | B              | B              | C              | だ              | B              |
| 魚              | 紀元前             | 紀元前            | 紀元前            | 紀元前            | 紀元前            | C              | B              |
| 全体的なエコシステムの健全性 | B               | B              | B              | B              | 紀元前            | C              | B              |

表5.5 全体的なエコシステムの健全性

| EFlowsサイト/リー<br>ーチ | 既存<br>(シナリオ1) | 工事中<br>(シナリオ2a) | 建設中お<br>よびコミット済み<br>(シナリオ2b) | 完全<br>開発<br>(シナリオ3) |
|--------------------|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------|
| EFlows サイト 1       | B             | 紀元前             | CD                           | だ                   |
| EFlows サイト 2       | B             | 紀元前             | ...                          | ...                 |
| EFlows サイト 3       | C             | CD              | だ                            | ...                 |
| EFlows サイト 4       | C             | C               | C                            | だ                   |
| EFlows サイト 5       | C             | C               | C                            | だ                   |
| EFlows サイト 6       | CD            | CD              | CD                           | だ                   |
| EFlows サイト 7       | B             | B               | B                            | C                   |

いずれのプロジェクトでも、需要とそれに伴う電力価格が高い期間に電力生産を増やす計画はありません。真の流れ込み式（RoR）運転モードでは、水文学は影響を受けません。貯水容量が非常に限られているため、堆積物を貯留するダムも非常に限られています。堆積物の影響は、貯水池が堆積物で満たされる当初は高くなります。貯水池面積が小さいため、浸水による河川生息地の損失も少なくなります。いくつかのプロジェクトでは、UT-1 など、低流量セクションが拡張されていますが、残りはほとんどが小規模な水力発電所です。

容量が比較的小さく、貯水量が限られているプロジェクトが真の RoR モードで稼働している状況では、本流と支流の両方で水力発電開発による主な影響は障壁効果になります。魚の上流への移動や、餌場や繁殖地へのアクセスが妨げられます。

コモンスノートラウトは上流部で主に影響を受け、ゴールデンマシールは

下流域で被害を受ける。

さらに、これらのプロジェクトの追加により、砂利採掘の結果としてすでにサイト 4、5、6 で少ない藻類と大型無脊椎動物の量は、排水セクションの追加と流れの変更により変化しません。同様に、流域に新しいプロジェクトが追加されても、サイト 4、5、6 の地形条件は変化しない可能性があります。

地図 5.4 は、既存のプロジェクトと完全な開発シナリオ全体にわたる生態系の完全性の劣化を空間的に示しています。

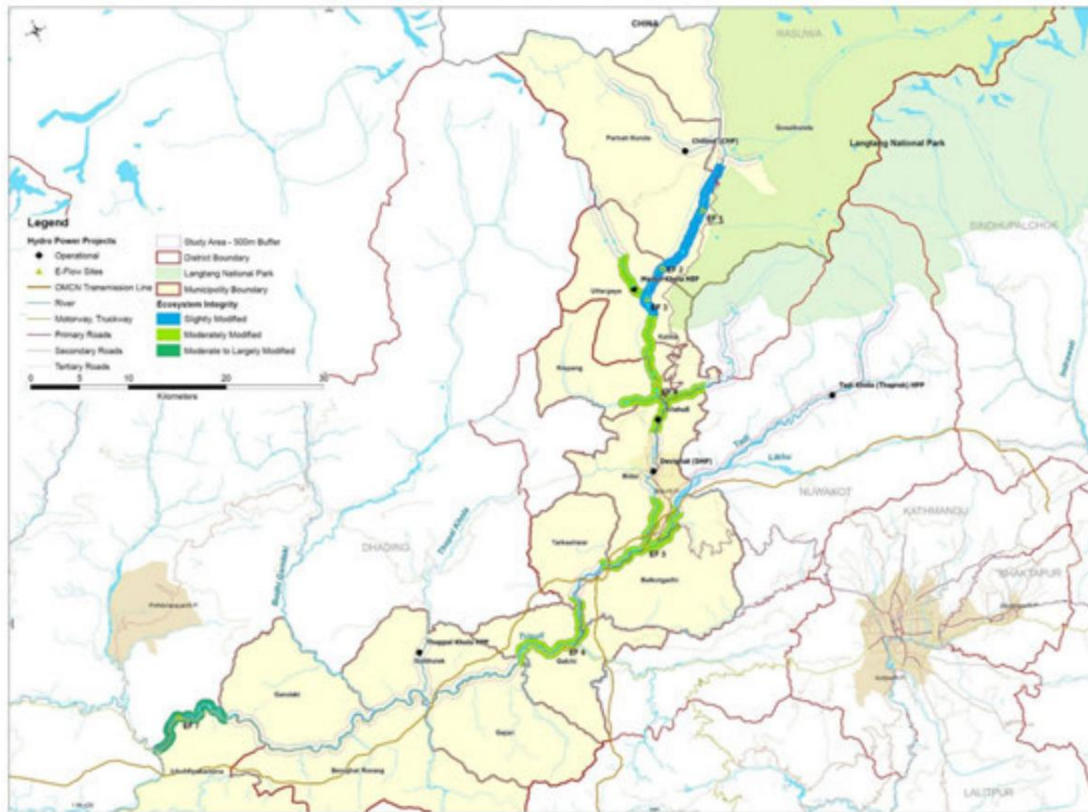
水生生息地の分断化  
水力発電開発

トリシュリ川の水生生息地は、すでに2つの既存の水力発電プロジェクト（アッパートリシュリ3A水力発電所とトリシュリ水力発電所）によって部分的に分断されています。これらのダムは上流への移動の障壁となる

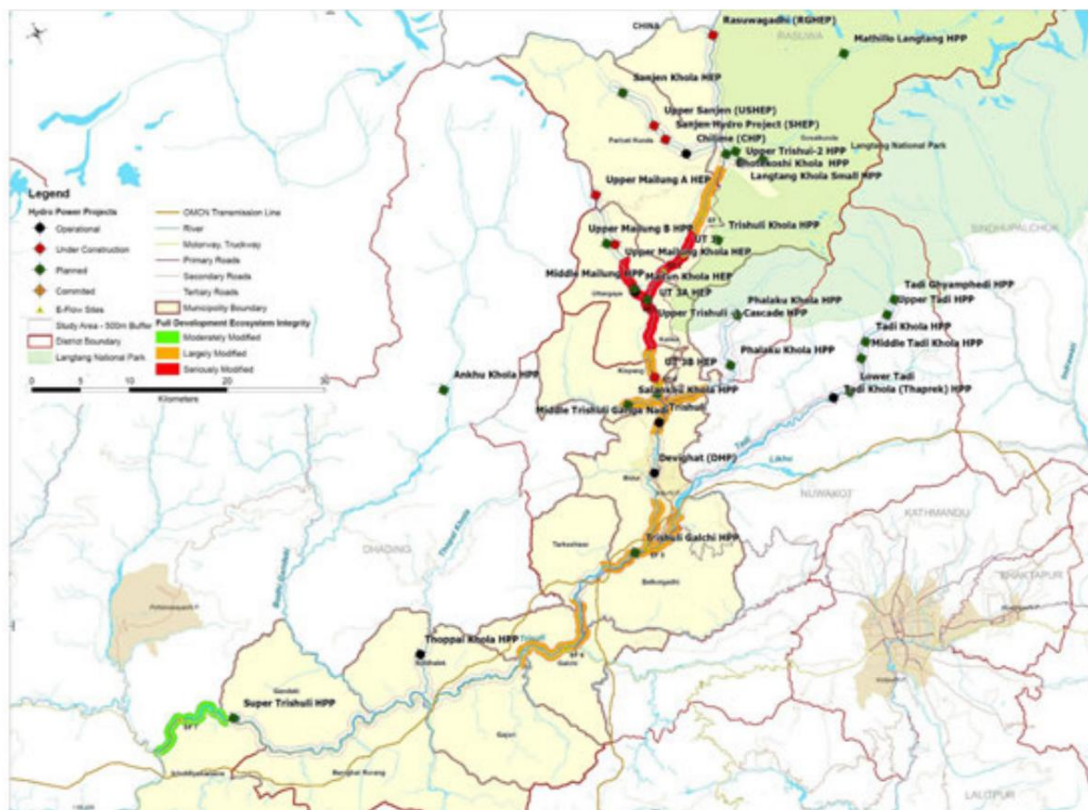


## マップ 5.4 生態系の健全性: 既存および完全な開発

### a. 既存のシナリオ (シナリオ1)



### b. 完全開発シナリオ (シナリオ3)



トリシュリ川には、コモンズノートラウトを含む回遊魚種が生息しています。成魚、稚魚、幼生を含む魚は、これらのダムの低い堰堤を越えて下流へ移動することができます。トリシュリ水力発電所には、魚が下流へ移動できる半分の堰堤と水中水門しかありません。そのため、トリシュリ川の主な回遊魚種であるゴールデンマーシールとコモンズノートラウトの生息地は現在、3つのセクションに分断されています。

議論されたシナリオの下でダムがさらに建設されると、ダムが計画されている川の主流と支流の両方がさらに分断され、この2種の魚の個体群が孤立した小規模な集団となることが予想されます。中流部と支流沿いでは、この影響はコモンズノートラウトに特に影響します。ゴールデンマーシールは、既存のトリシュリダムなどのダムにより、タディ コラ、サランク コラ、ファランク コラの上流域にアクセスできません。

## 提案された緩和策

影響度順に列挙された以下の緩和措置は、TRB内の水生環境に対する開発の累積的影響を軽減する可能性のある手段です。

### バリア効果と低流量 トリシュリ本流

#### 通路

- 効果的な魚道の設計をサポートするために、ダムを越えた上流および下流への魚の行動を理解するための研究が必要です。

- 多くの場合、魚道は設計が不十分で機能していません。明らかな例としては、UT-3A プロジェクト用に設計された魚道が地震で損傷し、現在修復中です。

- ダムの高さによっては魚道が考慮されない場合が多い。一般的に、10メートル以下のダムでは魚道の設計は比較的容易である。しかし、30メートル以上のダムでは、

魚道や魚リフトなどの何らかのタイプの魚道も含まれます。

- ネパールで成功した魚道は、TRBの対象魚種であるスノートラウトとマーシールの魚道設計と運用の例として使用されるべきです。TRBでは、UT-1が国際的な専門知識を活用してスノートラウトの魚道を計画しました。他の2つのプロジェクト、スーパー トリシュリとラスワガディ水力発電所でも魚道が計画されています。

キムティコラ水力発電所には、自然条件を模倣するように設計された魚道がある（H. Kaasa、個人通信）。

- 他国で機能している魚道の例があり、TRBでの成功した魚道の設計、運用、監視のガイドとして活用することもできます（Schmutz および Mielach 2015）。また、ネパールで同様の問題を回避するために検討すべき、失敗した魚道の例も数多くあります。

- 流域内のプロジェクトのために魚道が計画されている場所と、カスケード全体にわたって連続性を維持するために魚道が必要な場所を理解するための情報が必要です。

- 在来種に特に適した魚道の設計に関するガイドラインを策定する必要がある（IFC 2018b）。魚道の設計を改善し、特定の条件に適した技術を特定するには、モニタリングに基づく継続的な研究が必要です。

- 魚道の有効性を監視するための堅牢な方法論（例えば、魚道を通過する魚の数を数えること）の開発が、魚道のあるすべての水力発電所で必要です。

- 魚道の有効性を監視および評価できるようにするために、水力発電プロジェクトの環境スタッフと魚道で作業する政府職員的能力強化が必要です。

#### 低流量域におけるEFlowの設計と管理 バイパスセクション

- EFlowはフレームワーク内で設計する必要がある

EFlow の増加に伴う水生生態系の保全と発電量の損失のバランスをとるための持続可能な開発。

- ネパールのEFlowガイドラインでは、EFlowを最低平均月間流量の10%と定めていますが、流量変更が生物多様性に与える影響の評価と管理を含めるよう再評価する必要があります。EFlow方法の選択に関するIFCガイドラインをモデルとして採用することができます (IFC 2018a)。
- カスケード内のEFlow の管理には注意を払う必要があり、発電所の運用ルールに一貫性を持たせ、カスケード内の EFlow を維持するために発電所の運用を調整する必要があります。
- EFlows 評価に必要なデータとEFlows選択の根拠を提供するために、河川流量、水深などに関連した魚類やその他の水生種の生息地要件に関するさらなる研究が必要です。

- ネパール政府の水力発電規制当局は、EFlows 評価によって決定された EFlows が確実に放出されるよう、監視と検査を強化すべきである。また、EFlows の監視を容易にするために、水力発電事業者がリアルタイムの EFlows データをウェブサイトに掲載するよう義務付けることも検討すべきである。<sup>1</sup>

#### ピーキングの管理

- 可能な場合はピーク設計を回避し、そうでない場合はピークの影響を最小限に抑えるために、流域内の発電所を共同で設計するための流域レベルの戦略を策定する必要があります。
- ピーク時の運転を考慮している水力発電プロジェクトでは、発電と環境保護のバランスをとるために、さまざまなピーク時のシナリオを評価する堅牢な EFlows 評価を実施する必要があります。
- ピーク時の運用では、

カスケードや下流の調整ダムなどを通じてピークの影響を調整します。

#### 砂利採掘管理

- ダムは堆積物を通過させ、貯水池の堆積を最小限に抑えるように設計する必要があります。
- 持続可能な堆積物採掘計画は、採掘の経済的利益と水生生態系に対する採掘の影響とのバランスを取り、経済と環境の双方に利益をもたらすよう、科学的根拠に基づいて策定されるべきである。
- TRB下流域では採掘圧力が高いため、各水力発電プロジェクトと流域ごとに堆積物採掘計画を策定し、施行する必要があります。連邦政府レベルでの政策が必要である一方、施行は州および地方レベルで組織化する必要があります。

#### 規制されていない漁業の管理

- 持続可能な漁獲方法を導入する必要がある。マハカリ川など、政府によって商業目的の魚の漁獲が規制されている例もいくつかある。
- 地域社会による漁業の規制を検討する必要がある。
- 持続可能な場合には自給自足の漁業は許可されるべきであるが、漁法は管理されるべきであり、感電や目の細かい網を使った漁業などの破壊的な行為は禁止されるべきである。
- 魚を捕獲するために化学薬品を使用することは、強く禁止されるべきです。化学薬品や殺生物剤を使用すると、大型無脊椎動物と魚類およびその稚魚の両方が死んでしまいます。これらの化学物質の使用は魚を毒化するだけでなく、魚を食べる人にとっても危険です。

<sup>1</sup> インドの AD Hydro Power Limited プロジェクト (Allain および Duhanagan) の例については、<http://hpcblive.com/live/allain> を参照してください。



## 水生生態学に関する研究

- ESIA プロセス中に水生生物多様性のベースラインを確立するための国際基準に従った堅牢な方法論、および水生生息地と生物多様性の長期モニタリングの方法論の開発が必要です。水力発電が魚類の個体群に与える影響を管理するには、河川生態系を十分に理解する必要があります。これには、水生生物多様性、魚類の構成と分布、および本川と支流の連結性の重要性が含まれます(IFC 2018a, 2018b を参照)。

- いくつかの水力発電プロジェクトはすでに建設されています。将来のプロジェクトが水生生態系と魚類の個体数にどのような影響を与えるかを理解するためには、これらのプロジェクトが魚類の個体数に与える影響を研究する必要があります。

- 新しい調査およびモニタリング手法 (eDNA など)を検討およびテストし、水力発電プロジェクトの環境スタッフと政府スタッフにトレーニングを提供する必要があります。

- 魚道の有効性を監視および評価できるようにするために、水力発電プロジェクトの環境スタッフと魚道を扱う政府職員的能力強化が必要です。

- 政府は必要に応じて水生生息地保護に関する規制を見直し、更新すべきである。

## 在来魚の養殖場

- 水力発電プロジェクトでは、魚の養殖場やその他の飼育下での魚の繁殖が、緩和策として好まれることが多いです。
- スノートラウトやマシールを含む多くのヒマラヤの魚種は、ネパールで飼育することができます。
- しかし、他の国での魚に関する多くの研究では、養殖場で飼育された魚は野生の魚ほど健康でも丈夫でもなく、放流しても野生の個体数を増やすことに役立たないことが示されています。

(Brown and Day 2002) ヒマラヤに放流された養殖魚の成功率を調べる研究はほとんど行われていない。

- 養殖場は野生魚の個体数の維持には役立たない可能性が高いため、主要な緩和策として考えるべきではありません。養殖場がどのような条件で役立つかを理解するには、さらなる研究が必要です。それまでは、効果が実証されている他の緩和策を調査し、養殖場を通じて野生魚の個体数を補充する方法を研究する必要があります。

## 支流沿いの障壁効果と低水量

トリシュリ川本流に流れ込む支流は、魚類の生息地であるだけでなく、重要な産卵場でもある。川本流について論じたように、緩和策を設計する前に、水生生物多様性のパターン、魚種の構成と分布、産卵場所の位置を徹底的に理解する必要がある ( IFC 2018a および 2018b を参照)。支流は産卵場、育成場、補充場として機能するため、トリシュリ川流域の魚類個体群の生存にとって重要な位置を占める。トリシュリ川流域の支流は、マイロン川、ファランク川、サランク川、タディ コラス川沿いに計画されているような一連のダムによって上流への移動が妨げられるだけでなく、既存の個体群が生存の可能性の限られた小さな断片化された個体群に隔離されるため、大きな脅威にさらされている。

さらに、発電のための転流によって上記と同じ支流で水量が低下すると、支流にすでに存在する低い自然水深よりもさらに水深が浅くなり、生息地が変化し、回遊が妨げられます。サンジェン川やランタン・コーラス川などのいくつかの支流は雪解け水で産卵場所がないため、産卵場所となる支流は流域の魚類の生存にとって非常に重要であることも付け加えておきます。

以下の推奨事項は、魚類の生息地と産卵場所を提供するすべての支流に当てはまります。

- 水力発電プロジェクト間の河川区間は、魚類の多様性とその生息環境について徹底的に評価されるべきである。



豊富さ。これにより、評価対象の支流が流域の魚類個体群の生存にとってどれほど重要であるかに関する情報が得られるだけでなく、産卵種、産卵期、優先産卵場所などの緩和策を設計するための貴重な情報も得られます。

- すべての水力発電プロジェクトは、適切なEFlows 評価 (IFC 2018a による) を行う必要があります。単に最低月間流量の推奨値の 10% に従うだけではいけません。評価すべき主要なパラメータは、魚が産卵場所に到達するために回遊期に放出される流量です。
- 支流沿いのダムには魚道を設ける必要があります。特に、これらのダムは高さが 10 メートル未満であることが多く、魚道に適しているためです。可能であれば、ダム (川床の高さとダムの傾斜を維持) には、魚が通過できるように、川の自然な流れを模倣した堰堤を設ける必要があります。

- EFlows 評価によって決定された EFlows が確実にリリースされるように、政府の監視を強化する必要があります。
- 電力開発局などの政府機関による水力発電プロジェクト計画では、各支流のプロジェクト数を考慮する必要があります。マイロン川は雪解け水でできた川で、気候変動の影響を直接受けています。他の支流はマイロン川に流れ込んでいません。その結果、マイロン川はプロジェクトで飽和状態になる可能性があり、今後水力発電計画が予定されていない他の支流を特定し、相殺として利用する必要があります。
- トリシュリ川のように、本流の魚類個体数が支流の魚類生産量に直接依存していると思われる川の場合、各支流が魚類個体数全体に対してどの程度重要なのかを調査することが重要になります。このような支流は魚類個体群の避難所として機能している可能性があります。
- 在来魚種の孵化場は、バックアップまたは優先度の低い代替手段としてのみ使用するべきです。
- 流域の支流については、魚類の移動パターンと生物学に関する確固とした方法論と研究に基づいた適切な基礎調査と監視が必要です。