

インド共和国  
ウッタラカンド州森林局 (UKFD)

インド共和国  
ウッタラカンド州山地災害対策  
プロジェクト

業務完了報告書

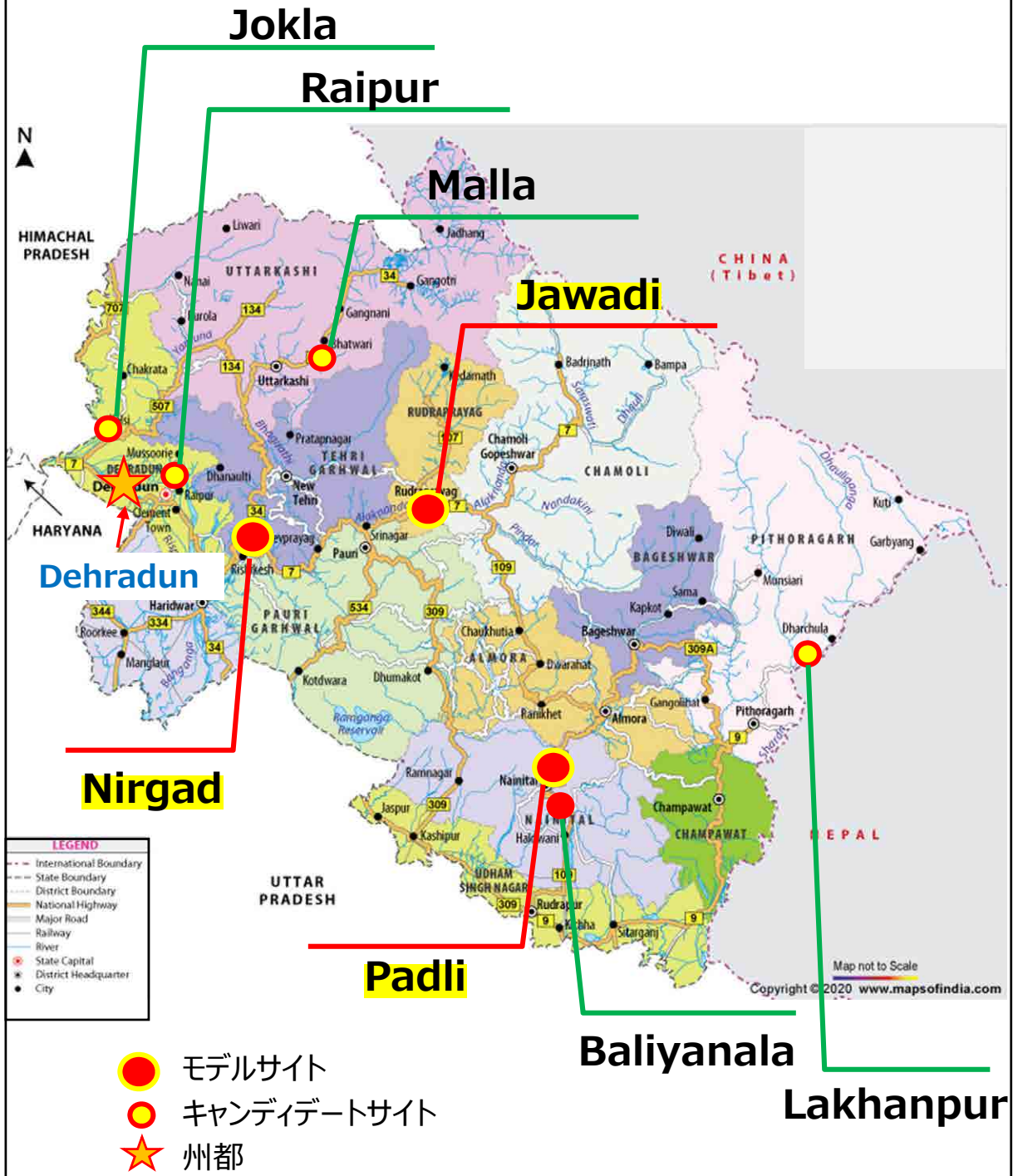
2024年4月

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

国際航業株式会社  
応用地質株式会社  
国土防災技術株式会社

環境
JR
24-016

# ウッタラカンド州



インド共和国ウッタラカンド州山地災害対策プロジェクト  
位置図

## 目次

位置図

目次

通貨換算率・適用年月日

略語表

1	プロジェクトの概要	1
1.1	プロジェクトの背景	1
1.2	ウッタラカンド州における治山の現状と課題	1
1.2.1	現状	1
1.2.2	課題	2
1.3	プロジェクトの目的	2
1.4	プロジェクトの枠組み	2
1.4.1	上位目標	2
1.4.2	プロジェクト目標	2
1.4.3	期待される成果	3
1.4.4	活動	3
1.5	プロジェクトの対象地域	4
1.5.1	モデルサイト	4
1.5.2	キャンディデートサイト	4
1.5.3	追加サイト	4
1.6	実施機関	4
2	プロジェクト目標と成果の達成状況	5
2.1	PDM と PO の変遷	5
2.2	成果の達成状況	5
2.2.1	成果 1	5
2.2.2	成果 2	5
2.2.3	成果 3	6
2.2.4	成果 4	6
2.3	プロジェクト目標の達成状況	7
3	活動実績	7
3.1	活動実施スケジュール（実績）	7
3.2	各活動の状況	10
3.2.1	共通の活動	10
3.2.2	成果 1 の活動	12

3.2.3	成果 2 の活動.....	47
3.2.4	成果 3 の活動.....	54
3.2.5	成果 4 の活動.....	56
3.3	研修実績（研修分野、研修期間、研修参加者数、研修概要等） .....	67
<b>4</b>	<b>投入実績 .....</b>	<b>68</b>
4.1	日本側投入 .....	68
4.1.1	専門家派遣（氏名、指導分野、派遣期間、業務概要等） .....	68
4.1.2	携行機材.....	73
4.1.3	現地業務費実績（年度ごとの金額実績、再委託業務の成果等） .....	73
4.2	インド側投入.....	74
4.2.1	事務所及び機材.....	74
4.2.2	人材 .....	75
4.2.3	その他 .....	76
<b>5</b>	<b>プロジェクト実施上の工夫、教訓 .....</b>	<b>77</b>
5.1	プロジェクト全般.....	77
5.2	測量・調査 .....	78
5.3	設計・積算 .....	80
5.4	施工監理 .....	80
<b>6</b>	<b>今後のインド国における治山事業の実施に関する提言 .....</b>	<b>82</b>
6.1	治山事業の計画立案.....	82
6.2	専門部署及び専門技術者の育成.....	82
6.3	日本の先進治山技術の普及及び導入の継続.....	83
6.4	入札参加資格審査における財務状況の審査の徹底.....	83
6.5	施工管理計画書及び施工計画書作成のマニュアルの活用 .....	83

## 図表・写真目次

図 3.1	本プロジェクト業務実施計画及び実績	8-9
図 3.2	斜面被害所在図の作業スケジュール	14
図 3.3	斜面被害所在図（Bageshwar DFO office）	15
図 3.4	Nirgad 流域の現地状況断面図	20
図 3.5	Nirgad の災害発生メカニズム	21
図 3.6	Jawadi 1 斜面の現地状況断面図	25
図 3.7	Jawadi 1 の災害発生メカニズム	26
図 3.8	Padli 斜面の現地状況断面図	29
図 3.9	Padli の災害発生メカニズム	30
図 3.10	Nirgad 治山工事配置図	32
図 3.11	Nirgad の Channel2-2 水路線形変更図	33
図 3.12	Jawadi 1 治山工事配置図	34
図 3.13	Padli 治山工事配置図	36
図 3.14	Padli 国道の仮設道路設計（上：道路線形、左：逆 T 擁壁、右：練り石積み擁壁）	37
図 3.15	施工監理体制	39
図 3.16	本プロジェクトの技術移転に係る組織関係図	49
図 3.17	理解度テスト結果の推移	53
図 3.18	Jokla 平面図（対策工：最上部山腹工鋼製ネット及び層厚吹付工 21,575 m <sup>2</sup> 、 溪流内谷止工 12 基、流路工 403.2m）	58
図 3.19	上部対策工平面図（対策工：鋼製ネット及び層厚吹付工 21,575 m <sup>2</sup> ,斜面積）	58
図 3.20	Malla の対象斜面の対策工の配置計画	59
図 3.21	対策工計画図（Lakhanpur）	60
図 3.22	Raipur 地区の地形概況	61
図 3.23	Raipur 地区の対策工平面図（基本設計）	62
図 3.24	Jokla 施工状況	63
図 3.25	Raipur 施工状況	64
図 3.26	Baliyanala 測量及び調査計画	65
図 3.27	Baliyanala 対策工比較検討（上）及び対策工案（下）	66
図 4.1	要員計画と実績	70-72
表 3.1	斜面被害所在図に利用可能な地図一覧	12
表 3.2	インベントリ -データベース- 項目（案）	13
表 3.3	斜面所在図作成のための作業項目	14

表 3.4	斜面被害所在図業務委託成果品.....	15
表 3.5	モデルサイト選定比較表.....	16
表 3.6	斜面崩壊と土石流の一般的な素因と誘因.....	17
表 3.7	調査項目とえられる素因、要員判定のための情報.....	17
表 3.8	契約までの入札手続き及び時期.....	38
表 3.9	Nirgad の施工監理実績.....	41
表 3.10	Jawadi の施工監理実績.....	42
表 3.11	Padli の施工監理実績.....	43
表 3.12	各モデルサイトの雨量警戒基準値.....	44
表 3.13	各モデルサイトの建設費用.....	44
表 3.14	治山事業における技術移転のポイント.....	48
表 3.15	キャンディデートサイト治山事業候補地.....	56
表 3.16	本プロジェクトで実施した主な技術研修.....	67
表 4.1	日本人専門家リスト.....	68
表 4.2	携行機材一覧.....	73
表 4.3	業務の金額実績.....	73
表 4.4	現地再委託業務実績.....	74
表 4.5	本プロジェクトへのインド側の事務所及び機材の投入実績.....	75
表 4.6	本プロジェクトへのインド側の人材投入実績.....	75
表 4.7	本プロジェクトへのインド側のプロジェクト予算投入実績.....	76
写真 3.1	Nirgad 対象地の土石流状況.....	18
写真 3.2	下流側流路の状況.....	19
写真 3.3	対象斜面状況（左側：No.1 斜面、右側：No.2 斜面）.....	22
写真 3.4	Jawadi 1 対象地の現地状況.....	23
写真 3.5	Jawadi 1 対象地に分布する主な地質.....	24
写真 3.6	Padli 対象地の斜面状況.....	27
写真 3.7	Padli 対象地に分布する不安定な地質.....	28

本報告書で採用した通貨換算率及びその適用年月日

通貨換算率	適用年月日 (再委託契約日)	適用レート
1インドルピー(INR)=1.70570 円	2017 年 9 月 14 日	2017 年 9 月 JICA 統制レート
1インドルピー(INR)=1.62099 円	2018 年 8 月 31 日	2018 年 8 月 JICA 統制レート
1インドルピー(INR)=1.57344 円	2018 年 9 月 6 日	2018 年 9 月 JICA 統制レート
1インドルピー(INR)=1.57344 円	2018 年 9 月 10 日	2018 年 9 月 JICA 統制レート
1インドルピー(INR)=1.53092 円	2022 年 2 月 21 日	2022 年 1 月 JICA 統制レート

## 略語表

	English	和訳 (Japanese)
CAD	: Computer Aided Design	コンピューター支援製図
COVID-19	: Corona Virus Infectious Disease, emerged in 2019	新型コロナウイルス感染症
CPD	: Chief Project Director	首席プロジェクト管理官
C/P	: Counterpart	カウンターパート
DFO	: Divisional Forest Officer	地方森林管理官
DPD	: Deputy Project Director	副プロジェクト管理官
DPR	: Detailed Project Report	詳細プロジェクト報告書
DWD	: Double Wall Dam	ダブルウォールダム
EOI	: Expression of Interest	関心表明
GIS	: Geographical Information System	地理情報システム
GNSS	: Global Navigation Satellite Systems	全世界的衛星航法システム
GPS	: Global Positioning System	全地球測位システム
HDPE	: High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HPC	: High Power Committee	活動委員会
JCC	: Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	: Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JET	: Japanese Expert Team	日本人専門家チーム
MoEF&CC	: Ministry of Environment, Forest and Climate Change	環境森林気候変動省
NHAI	: National Highway Authority of India	インド国道公社
Off-JT	: Off the Job Training	オフザジョブトレーニング
OJT	: On the Job Training	オンザジョブトレーニング
PDM	: Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリクス
PO	: Plan of Operation	活動計画
PPK	: Post Processing Kinematics	後処理キネマティック方式
PVC	: Poly Vinyl Chloride	塩化ビニール
PWD	: Public Work Department	ウッタラカンド州公共事業局
RC	: Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
R/D	: Record of Discussions	討議議事録
RFP	: Request for Proposal	提案依頼書
RTK	: Real-Time Kinematics	相対測位

SDLM	:	Slope Disaster Location Map	斜面災害所在図
SOP	:	Standard Operating Procedures	標準作業手順書
TCP	:	Technical Cooperation Project	技術協力プロジェクト
ToE	:	Team of Engineer	エンジニアチーム
ToR	:	Term of Reference	契約条項
UAV	:	Unmanned Aerial Vehicle	無人航空機／ドローン
UFRMP	:	Uttarakhand Forest Resource Management Project	ウッタラカンド州森林資源管理事業
UKFD	:	Uttarakhand Forest Department	ウッタラカンド州森林局
USGS	:	United States Geological Survey	米国地質調査所
UTM	:	Universal Transverse Mercator	ユニバーサル横メルカトル図法

# 1 プロジェクトの概要

## 1.1 プロジェクトの背景

ヒマラヤ山系の急峻な森林地域を擁するウッタラカンド州の山間地では、森林地域を起源とする洪水・土砂災害が毎年のように発生しており、治山による水源の涵養や土壌侵食防止といった、防災・減災の観点からの森林の質的向上が同国の森林管理上の重要な課題となっている。斜面崩壊等の多くは、ウッタラカンド州森林局（Uttarakhand Forest Department、以下、「UKFD」という）が管轄する森林地域で発生しているため、治山技術を用いた森林復旧、防災・減災対策が求められている。

かかる背景をうけ、2014年4月に円借款事業「ウッタラカンド州森林資源管理事業」（Uttarakhand Forest Resource Management Project、以下、「UFRMP」という）の借款契約が調印された。UKFDを実施機関とした円借款事業において、森林保全活動に加えて治山事業、林道復旧、避難施設整備等を行う防災・災害対策コンポーネント（総事業費18,019百万円のうち2,184百万円）が計画されている。しかし、本事業の円滑な実施のためには、治山に関する技術体系の確立及びUKFDにおける組織体制の整備が課題となっている。

国際協力機構（以下、「JICA」という）は、2014年に「ウッタラカンド州山地災害にかかる補足調査」を実施し、先方のニーズ及び協力の枠組みを確認した。2015年12月にインド政府から我が国に対して、「ウッタラカンド州山地災害対策プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」という）実施の要請がなされた。

要請を受けたJICAは、2016年2月に現地調査を実施し、協力の枠組みをUKFDと合意し、同年8月29日にその内容を示した討議議事録（Record of Discussions、以下、「R/D」という）の署名を行った。

R/Dに基づき、UKFDをカウンターパート（以下、「C/P」という）として、2017年3月から2022年3月までの5か年間の本プロジェクトが開始された。本プロジェクトでは、ウッタラカンド州に適合した治山技術の開発、UKFD及び他の関係機関職員の知識・能力の向上、開発された治山技術の州内及び他州への共有等を目的とした活動を行う。この活動を通じて、同州における治山技術を用いた山地災害対策（治山事業）を適切に実施する体制の確立を図り、もって同州における治山事業の適切な実施及びヒマラヤ地域他州における治山の知識・技術の普及に寄与する。

## 1.2 ウッタラカンド州における治山の現状と課題

### 1.2.1 現状

インド国は、国土面積が3.28百万km<sup>2</sup>（世界第7位）、総人口12億5,900万人（2014年時点）の大国である。インド北部では、ガンジス川が流れる平原、丘陵・山麓地域、中間山地を経て、氷河を頂くヒマラヤ主稜（グレートヒマラヤ/標高7,000m級）へと地形が南から北へ遷移する。最北部のヒマラヤ山脈は、インド洋からの季節風を遮り、モンスーン期（毎年6～9月）には山麓に大量の降水をもたらす。このような気候・気温・降水量の違いに応じ、多様な自然条件を持つ植生帯が展開している。

ウッタラカンド州は森林被覆率が45.3%であり、インド国29州の中で6番目に森林が多い州である。しかし、「India State Forest Report 2015」によると、ウッタラカンド州における森林面積は、同レポートの2013年度版と比較して268km<sup>2</sup>（減少率11%）と急激に減少している。主な理由としては、輪番での倒木・伐採、開発用途への土地転用であり、

特に樹冠疎密度 40～70%である Moderately Dense Forest の減少が大きいとされている。

このような中、ウッタラカンド州では、2013年6月に前例の無い規模での豪雨により大規模な洪水・土砂災害が発生し、森林域を上流にもつ農村集落や都市域で、フラッシュフラッドにより4,200の村落が被災し、6,000人近くの死者・行方不明者を出した。UKFD管轄の公有林（保存林 Reserved Forest/保護林 Protected Forest）などでも、森林の生育基盤の流出を伴う山腹崩壊や表層侵食により大規模な荒廃地が発生すると共に、山腹斜面の谷口に位置する多くの集落に対して、家屋やインフラ（道路・橋）の損失を招いた。UKFDがこれまで施してきた従来型の対策では防ぐことができない大規模な斜面災害がしばしば発生していることから、森林の土壌保全・侵食対策を効果的に行う包括的な技術が求められている。

## 1.2.2 課題

インド森林法における森林保護についての基本的な考え方は日本と同様であるが、土壌侵食防止・流域保全に関しては、「国家森林政策」（National Forest Policy, 1988）で、「洪水・渇水緩和のために湖沼・河川等の水源涵養域において土壌侵食や流出を把握する」といった理念的な条項が記載されているのみである。「ウッタラカンド州森林政策」（Uttarakhand State Forest Policy, 1988）も、土壌侵食防止に関する施策については「森林被覆を増やすことが、土壌侵食・流出を防備する」という表現のみで、治山に関する具体的な施策はない。すなわち、侵食防止や対策を推進していくための明確な政策は、ウッタラカンド州レベルでも全国レベルでも明確ではなく、山地災害に備える行政的な動きはなかったといえる。

UKFDはこれまで、野生生物の保護や生物多様性確保、林産資源の活用と生産性向上、森林火災への対応に組織運営上のリソースを配分してきた。2013年6月に発生した森林域での大規模な斜面災害は、造林・育林の基盤となる土と水の保全（土壌の保全）が重要であり、荒廃山地における復旧対策の必要性をUKFDに再認識させたものの、それに対処する治山対策を行うための組織体制とリソース（人材、技術、予算）が不在・不足している。

## 1.3 プロジェクトの目的

本事業は、ウッタラカンド州に適合した治山技術の開発、UKFD及び他の関係機関職員の知識・能力の向上及び開発された治山技術の州内及び他州への共有等を通じ、同州における治山技術を用いた山地災害対策（治山事業）を適切に実施する体制の確立を図り、もって同州における治山事業の適切な実施及びヒマラヤ地域他州における治山の知識・技術の普及に寄与するものである。

## 1.4 プロジェクトの枠組み

### 1.4.1 上位目標

- 1) ウッタラカンド州の森林地域において、治山技術を用いた山地災害対策が適切に実施される。
- 2) ヒマラヤ地域の他の3州において、治山の知識・技術が普及される。

### 1.4.2 プロジェクト目標

ウッタラカンド州において、治山技術を用いた山地災害対策を適切に実施する体制が

確立される。

### 1.4.3 期待される成果

- 成果1： ウッタラカンド州に適合した治山技術が開発される。
- 成果2： UKFD及び他の関係機関職員の治山に関する知識・能力が向上する
- 成果3： 開発された治山技術が、州内及びヒマラヤ地域の他の3州に共有される。
- 成果4： 「ウッタラカンド州森林資源管理事業」の防災・災害対策コンポーネントへの関与により、同事業との連携が行われる。また、Baliyanalaの対策工事のための詳細プロジェクト報告書（DPR）を完成させるというUKFDの任務を達成する。

### 1.4.4 活動

#### 【成果1に係る活動】

- 1-1 森林地域の斜面被害所在図を作成・更新する
- 1-2 既定の選定基準に則り、治山技術の展示効果を持つモデルサイトを選定する
- 1-3 モデルサイトの調査を実施し、被害発生メカニズムを分析する
- 1-4 モデルサイトにおいて治山事業の設計を行う
- 1-5 モデルサイトでの治山事業の施工請負業者を調達・契約する
- 1-6 承認された設計に従ってモデルサイト完工までの治山事業施工を監督する
- 1-7 モデルサイトの完工後、定期的なモニタリングを行う
- 1-8 治山事業ガイドラインを作成する
- 1-9 治山事業設計マニュアルを作成する
- 1-10 治山事業標準施工基準を作成する
- 1-11 モデルサイトにおいて、UKFD職員による治山技術モデルの評価を行う

#### 【成果2に係る活動】

- 2-1 技術移転計画策定のための基本調査を実施する
- 2-2 治山事業の基本的概念、事業計画書の作成、各種調査及び治山施設の設計・施工監理等を含む技術移転計画を策定する
- 2-3 技術移転計画書に基づきOff-JT及びOJTを実施する
- 2-4 UKFD職員の知識・技術の向上水準を評価する

#### 【成果3に係る活動】

- 3-1 治山事業の情報共有のための計画が策定される
- 3-2 ウッタラカンド州の関係者を対象とするセミナーやワークショップを開催する
- 3-3 環境森林・気候変動省と協働してヒマラヤ地域他州の関係者を対象とするセミナーやワークショップを開催する
- 3-4 森林及び他の主要開発セクターにおいて、山地災害対策としての治山事業の主流化に向けた政策提言を取りまとめる
- 3-5 森林局と他の関連部局との間で治山事業に関する政策協議会を設置する

- 3-6 設置された政策協議会で治山事業に関する定例会議を開催する
- 3-7 情報共有の程度を確認する

#### 【成果4に係る活動】

- 4-1 活動1-1に基づき、治山事業の対策工候補地の選定・優先順位付けをする
- 4-2 モデルサイトにおけるOff-JT及びOJTを通じ、円借款担当技術者の能力を強化する
- 4-3 「ウッタラカンド州森林資源管理事業」の対策工候補地における治山事業の現地調査、設計、監督を支援する
- 4-4 2018年9月に崩落したNainital県Baliyanalaの地滑り現場における現地調査、対策工事の設計・監理を支援する。

### 1.5 プロジェクトの対象地域

以下のサイトを含むウッタラカンド州の森林地域

#### 1.5.1 モデルサイト

- 1) Nirgad (Tehri県)
- 2) Jawadi (Rudraprayag県)
- 3) Padli (Nainital県)

#### 1.5.2 キャンディデートサイト

- 1) Raipur (Dehradun県)
- 2) Jokla (Dehradun県)
- 3) Malla (Uttarkashi県)
- 4) Lakhanpur (Pithoragarh県)

#### 1.5.3 追加サイト

- 1) Baliyanala (Nainital県)

### 1.6 実施機関

実施機関は、ウッタラカンド州森林局 (Uttarakhand Forest Department: UKFD) である。実施機関のメンバーは以下の通りである。

- 1) プロジェクト・ディレクター
- 2) 副プロジェクト・ディレクター
- 3) タスク・マネージャー及びタスクチームのメンバー
- 4) モデルサイトが所在する営林区事務所の職員
- 5) UFRMPに雇用された技術者チーム (ToE) のメンバー

## 2 プロジェクト目標と成果の達成状況

### 2.1 PDMとPOの変遷

プロジェクト実施期間中に以下の変遷があった。

- 2018年9月に発生した Baliyanala 崩壊地については、本事業を通じて対策工事を支援することとしたため、2019年2月28日に開催された第3回JCC会議において、プロジェクトの活動に当該崩壊地の調査、設計、施工監理を追加するR/D及びPDMの修正を提案した。その結果、2019年11月にR/Dは修正提案のとおり修正した。
- 2020年から世界的に猛威を振るったコロナ禍のため、プロジェクト専門家の渡航が一時的に滞ったことから、R/Dを修正することにより、2022年2月にUKFDとJICAの間でプロジェクト期間の2年間の延長が合意された。これにより、POも2020年以降の活動について、2年のスライドを行った。

### 2.2 成果の達成状況

#### 2.2.1 成果1

成果1	ウッタラカンド州に適合した治山技術が開発される。
指標	1-1 斜面防災のための治山工事モデルを確立する。 1-2 2022年1月までに、UKFDの治山工事担当者の80%が治山工事モデルを高く評価する。

達成状況：

- 斜面災害対策のための治山工事のモデルは、溪間工と山腹工とした。特に、溪間工としてのダブルウォールチェックダム工、山腹工としての法枠工は、他の現場でも参考になる。各モデルサイトでの工事を通じて、タスクチームメンバーやToEはこれらの知識を習得することができた。
- 治山工事モデルの評価は、ToEおよびUKFDの関係者により、2023年12月29日にPadli、2023年12月30日にNirgad、及び2024年1月22日にJawadiの各サイトにおいて実施された。この結果、336の評価項目中331項目について評価者の80%以上が高く評価した。

#### 2.2.2 成果2

成果2	UKFD及び他の関係機関職員の治山に関する知識・能力が向上する
指標	2-1 技術移転計画に基づいて計画・実施された研修に参加したUKFDのスタッフの80%が理解度テストに合格する。 2-2 UKFDの担当者が、2022年1月までに9箇所の治山工事を実施する。

達成状況：

- タスクチームのメンバーは、プロジェクトの月例会議に定期的に出席している。ToEは、3カ所のモデルサイトと4カ所のキャンディデートサイトの調査、設計及び入札書類の作成など、日本人専門家チーム（Japanese Expert Team：JET）との日々の仕事を通じて多くの経験をしてきた。また、プロジェクトメンバーは各サイトの工事を監理してきた。ToEとタスクチームのメンバーは、治山工事に関する基本的な知識を習得した。
- 2019年6月3日にベースラインテストとして第1回テストを実施し、タスクチームとToEから合計14名が受験した。第2回テストは、理解度テストとして2021年10月21日に実施され、タスクチームとToEの計12名が受験した。これらのテスト結果や日常業務で確認された能力をもとに、メンバーの能力を向上させるべく、様々な取り組みを行ってきた。第3回テストは、治山工事に関する知識の深さを測定するために2024年1月8日に

- 最終テストとして実施された。ToE10名が受験し、これまでの結果としてタスクチームメンバー及びTOEの計16名の受験者全員が合格となった。
- 日本から先進的な治山工事の知識を効果的に移転するため、タスクチームメンバーとToEの技術移転計画を作成した。2019年2月28日に開催された第3回JCCにおいて対象サイト数がBaliyanalaを含む9サイトと報告されたが、その後、いくつかの対象地が実現不可能であったためキャンセルとなった。
  - 最終的にUKFDはモデルサイト3箇所およびキャンディデートサイト4箇所の計7箇所の治山工事を実施中である。いずれのサイトも完工には至っていない。

### 2.2.3 成果3

成果3	開発された治山技術が、州内及びヒマラヤ地域の他の3州に共有される
指標	<p>3-1 2018年10日までにウッタラカンド州の他の関連組織向けにセミナーやワークショップを開催する。</p> <p>3-2 斜面防災のために治山工事を主流化する政策への提言を州政府に提出する。</p> <p>3-3 ヒマラヤの他の州のステークホルダーを対象としたセミナーとワークショップを、環境森林気候変動省（Ministry of Environment, Forest and Climate Change : MoEF&amp;CC）と協力して2022年3月までに2回開催する。</p>

#### 達成状況：

- ウッタラカンド州の他の関連組織の関係者を対象としたワークショップはこれまでに2回開催された。第1回は2019年2月27日に開催され70名が参加した。第2回は2023年12月8日に開催され、ヒマラヤの他州の関係者も対象に加えて48名が参加した。
- 2023年5月と6月に提言のコンセプトが議論された。2024年3月にC/Pと最終協議がなされ、政策提言が作成された。
- ウッタラカンド州及びヒマラヤの他州の関係者を対象としたワークショップは2020年3月にデヘラードウンで開催される予定だったが、COVID-19の拡大により中止となった。
- ウッタラカンド州及びヒマラヤの他州の関係者を含む、ナショナルワークショップが2024年2月1日に開催され、71名が参加した。

### 2.2.4 成果4

成果4	「ウッタラカンド州森林資源管理事業」の防災・災害対策コンポーネントへの関与により、同事業との連携が行われる。また、Baliyanalaの対策工事のための詳細プロジェクト報告書（DPR）を完成させるという UKFD の任務を達成する。
指標	<p>4-1 州の森林地域における斜面災害のインベントリを作成する。</p> <p>4-2 2022年3月までに、UFRMPの候補地9箇所（モデルサイト3箇所とBaliyanala地すべりを含む）の治山工事の設計を行う。</p> <p>4-3 UFRMPの候補地における治山工事の現地調査、設計、監理を支援する。</p> <p>4-4 2018年9月に崩落したNainital県Baliyanalaの地滑り現場における現地調査、対策工事の設計・監理を支援する。</p>

#### 達成状況：

- 州内の森林地帯の斜面災害所在図（Slide Disaster Location Map、以下、SDLMという）のインベントリは、現地再委託先のHimalayan Surveying Services Pvt. Ltd が作成した。SDLMを作成した後、ToEはSDLMのGISデータを更新するためのマニュアルを作成した。州内の全地域の修正データは、プロジェクトが全 DFO 事務所に更新を要請したもので、今後の UKFD の評価や作業計画に役立つものである。
- 2019年2月28日に開催された第3回JCCにおいて、UFRMPから次の候補地が提案され、承認された。Jokla（Chakrata森林管理署、Company Garden（Mussoorie森林管理署）、Malla（Uttarkashi森林管理署）、Tadikhet（Almora森林管理署）及びLakhanpur（Pithoragarh森林管理署）。また、第3回JCCでは、Nainital県のBaliyanala地滑りの現地

調査、設計及び対策工事の監理をプロジェクトが支援することが承認された。同サイトは2018年9月に崩落し、モデルサイト、候補サイトとは別に追加サイトとして追加された。この結果、R/Dの改訂が行われ、本事業で支援すべき内容が見直された。また、日本人短期専門家の派遣についても見直しが行われた。この結果、2021年8月にJoklaとMallaの設計が作成された。しかし、この2カ所の入札図書が完成したのは2022年2月であった。ラカンプールとライプールの設計も2022年8月までに準備された。最終的に4カ所すべての請負業者が決定し、2022年12月に契約が締結された。

- ・ 最終的に、UFRMPの候補地のうちモデルサイト3箇所、キャンディデートサイト4箇所およびBaliyanalaの計8箇所の治山工事の設計を行った。
- ・ UFRMPと請負業者との契約が2022年12月に締結されたため、工事の監理が開始された。
- ・ Baliyanalaの対策工事の計画／設計の3案（62ページの図参照）が専門家によって作成され、UFRMPを通じてBaliyanala斜面对策のための活動委員会（High Power Committee : HPC）に提出された。COVID-19によるパンデミックの際、専門家が不在であったこと、また地元コミュニティから迅速な対応を強く求められたことから、HPCは詳細プロジェクト報告書（DPR）の作成にインド人コンサルタントを起用することを決定した。プロジェクト活動として専門家が作成したすべての関連資料（設計、調査結果、機材）は2022年3月にHPCに引き渡された。

### 2.3 プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標	ウッタラカンド州において、治山技術を用いた山地災害対策を適切に実施する体制が確立される
指標	1. 治山技術ハンドブックは、責任ある当局によって作成、承認され、UKFDによって使用される。 2. 治山工事を持続的に実施する機能をUKFDに確立する

#### 達成状況：

- ・ 治山技術ハンドブックは、上記の2023年12月8日および2024年2月1日に開催されたワークショップ等において配布された。ハンドブックの普及ツールとして設計手順書を作成した。2022年12月にSOPが発行された。UFRMPのウェブサイトにおいても掲載されている。
- ・ 専門家、タスクチームメンバー及びToEはこれまで順調に活動を共にしてきた。タスクチームのリーダーとメンバーは全員、2017年11月、2018年11月、2019年11月に開催された3回の本邦研修のいずれかに参加した。
- ・ これにより森林地帯における防災のための治山工事の概念を理解することができた。タスクチームの全メンバーとToEは、専門家の現場視察への同行、プロジェクト定例会議への出席、モデルサイト活動の実施を通じて、専門家から多くを学ぶ機会を得た。
- ・ しかし、森林局の担当官の人事異動や技術者の退職が一部のプロジェクト活動に影響を与えた。とくに、本邦研修参加者1名を含む、NirgadおよびPadliの常駐監理担当者、および測量・設計担当者のToEの3名が退職したため、交代要員の新規採用者に対して一から指導する必要が生じるなどの影響があった。
- ・ 持続性という点では課題があるものの、上記の2つの指標を満足しているため、プロジェクト目標達成のための条件は整ったといえる。

## 3 活動実績

### 3.1 活動実施スケジュール(実績)

活動実施スケジュールの実績を PO 計画に併記し、下表に示す。





## 3.2 各活動の状況

### 3.2.1 共通の活動

#### 合同調整委員会

本プロジェクトで開催された合同調整委員会 (Joint Coordinate Committee)会議は以下の通りである。

##### (a) 第1回合同調整委員会会議

開催日：2017年8月10日

開催場所：Uttarakhand SADAN, Chanakya Puri, Delhi

主な議題：

- モデルサイト候補地の現地踏査結果報告
- モデルサイトの選定
- プロジェクトの全体工程
- 初年度の活動計画

##### (b) 第2回合同調整委員会会議

開催日：2018年2月13日

開催場所：Manthan Hall, UKFD Office, Rajpur Road, Dehradun

主な議題：

- プロジェクトの進捗報告
  - ・ 進捗の概要
  - ・ 各モデルサイトの状況及びNirgadでの調査進捗
  - ・ 第1回本邦研修の説明
- 業務を進める上での問題点について
  - ・ Nirgadでの国道拡幅工事との調整
  - ・ 流末のアシュラムとの土地占有問題
  - ・ タスクチームのアサインについて
  - ・ 円借款治山事業サイトの選定について

##### (c) 第3回合同調整委員会会議

開催日：2019年2月28日

開催場所：Office of Chief Secretary, Govt. of Uttarakhand

主な議題：

- プロジェクトの進捗報告
  - ・ 進捗の概要

- ・ 各モデルサイトの調査、設計、積算の完了
- ・ 技術移転の進捗状況
- ・ Baliyanalaでの斜面災害の対応について
- ・ 円借款治山事業サイトの候補地について説明

➤ 協議内容

- ・ Baliyanalaの技術支援を本プロジェクトのコンポーネントとして追加要請、PDMの変更提案（成果4にBaliyanala技術支援を追加）が承認された
- ・ モデルサイトの施工業者調達方法はJICA調達ガイドラインに則ること
- ・ PWDの技術者もモデルサイトのタスクチームに加わることが提案
- ・ 円借款治山事業サイトの候補地リストをウッタラカンド州災害軽減管理センターにも送付すること
- ・ 森林局に災害管理部署を設立するよう提言

(d) 第4回合同調整委員会会議

開催日：2019年12月12日

開催場所：Office of Chief Secretary, Govt. of Uttarakhand

主な議題：

- ・ モデルサイトの業者選定
- ・ 入札までの経緯
- ・ 入札結果報告

(e) 第5回合同調整委員会会議

開催日：2024年3月11日

開催場所：Office of Chief Secretary, Govt. of Uttarakhand

主な議題：

➤ プロジェクトの進捗報告

- ・ 2024年1月31日時点の進捗状況の説明
- ・ 2023～2024年度の年次業務計画の説明
- ・ 2024～2025年度の年次業務計画の説明
- ・ ウッタラカンド州森林局への治山技術移転に関する意見交換
- ・ 日本専門家によるモデルサイト評価のプレゼンテーション

➤ 協議内容

- ・ これまで達成されたプロジェクト活動について高く評価されるとともに、ウッタラカンド州における治山技術の定着の重要性について確認された

### 3.2.2 成果1の活動

以下の活動のうち、長期専門家が主体となって実施する活動 1-1、1-2 については、長期専門家に対して成果品の一部を作成・提案した。また、活動 1-3～1-7 については当短期専門家チームが主体となって C/P と共同で実施した。活動 1-8、1-9 は長期専門家が主体となって作成した。活動 1-10、1-11 は長期専門家と短期専門家が共同で実施した。

#### 活動 1-1 森林地域の斜面被害所在図を作成・更新する

(a) 山地災害の発生状況を把握するために利用可能な地図情報、調査報告書、現地情報等を収集整理して、補完的に実施する現地調査計画案を作成する。

UKFDではウッタラカンド州全域の斜面災害状況について一括して取りまとめ管理している部署はなく、各地方のDistrict/Divisional Forest Officer (DFO) 事務所がそれぞれの管轄内の斜面災害について把握しているのが現状である。森林地域の斜面被害所在図を作成するにあたり、以下の地図、情報を元にした。

表 3.1 斜面被害所在図に利用可能な地図一覧

地図名	仕様	概要
衛星画像	LANDSAT	30m resolution USGS の HP より無償でダウンロード可能。 UKFD が実施した 2013 年の斜面災害による森林被害調査において活用されている。UFRMP はウッタラカンド州内 13 Division のみを所有。
	Resourcesat	24m resolution UFRMP で購入したものがある。 ウッタラカンド州内、UFRMP の対象範囲の 13 Division のみを所有。
	CARTOSAT	2.5m resolution UFRMP で購入したものがある。 ウッタラカンド州内 UFRMP の対象範囲の 13 Division のみを所有。
地形図	Topo Sheet	1 : 50,000 Survey of India が発行している。 UFRMP と UKFD いずれもウッタラカンド州全域分を所有しているが、一部インド政府により地形図の再配布が禁止されている地域がある。
行政区分図	Province boundary data	Vector data ウッタラカンド州全域 UFRMP が所有。
UTM グリッドデータ	UTM Grid	Vector data ウッタラカンド州全域 UFRMP が所有。
森林被覆図	Forest cover map	Forest Survey of India が発行している。 森林密度により分類されている森林形態 (Forest Type) の分布図。UFRMP と UKFD はウッタラカンド州全域のデータを保有。
斜面災害箇所データ*	Landslide area data	Raster /Vector data UKFD による 2013 年の斜面災害箇所データ Landsat データを基に 2013 年に発生した斜面災害の範囲を推定した。

斜面傾斜図	Slope Map	30m mesh	UKFD 作成。LANDSAT データを基に作成している。傾斜区分は、0-15°、15-35°、35-50°、50°以上の 4 つのカテゴリーで区分。
斜面方位図	Aspect Map	30m mesh	UKFD 作成。LANDSAT データを基に作成している。方位区分は、東西南北の 4 方向。
標高区分図	Altitude Map	30m mesh	UKFD が LANDSAT データを基に作成。標高区分は 0 から 500m ずつで区分し 3,500m 以上までの 8 区分。
地質図	Geological Map		Geological Survey of India が作成。 Geological Survey of India の Web サイトからダウンロードして入手した。

これらの情報を元に現地調査計画を策定し実施した。

**(b) 既存の地図情報との整合性・相補性を考慮しつつ、斜面被害所在図を作成するために必要なデータベースの入力項目(案)を検討する。**

情報収集調査の結果から検討したインベントリの項目を以下に示す。斜面被害所在図とインベントリデータをリンクさせることで活用することが可能となる。

表 3.2 インベントリ -データベース- 項目(案)

Required Item	Contents
Slope ID number	ID number shall be assigned to each slope
Address of the slope	Province, Region, District and Village
Jurisdictional office	NP/Circle, Division and Range
Area of UFRMP	Yes: in the area / No: out of the area
Categorized forest type	Based on the Forest Cover Map
Categorized slope range	Based on the Slope Map
Categorized altitude range	Based on the Altitude Map
Type of geology	Based on the Geological Map
Categorized hazard rank	Based on the Landslide Zone Map
Type of disaster	Slope failure or Debris flow
Coordinate (Lon. Lat.)	By GPS / Satellite image
Area/Scale of the disaster (m <sup>2</sup> )	Identified by Satellite image
Date of the disaster	Obtain by interview survey from DFOs
Damages by the disaster	Obtain by interview survey from DFOs <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forest area (m2)</li> <li>- Farmland (m2)</li> <li>- Length of Road section (**m)</li> <li>- House (** houses)</li> <li>- Vehicle (** cars)</li> <li>- Public facility (School, temple, etc.)</li> <li>- Others, if any</li> </ul>
Estimated conservation Target	Obtain by interview survey, site observation or satellite image <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forest area (m2)</li> <li>- Farmland (m2)</li> <li>- Road Grade (National highway No., District Road, village road)</li> <li>- Length of Road section (**m)</li> <li>- House (** houses)</li> <li>- Public facility (School, temple, etc.)</li> <li>- Others, if any</li> </ul>

Photo of the target slope	Image file (jpg/tif)
Category of Hazard*	Categorize as 1, 2 and 3 depending on the magnitude of Hazard.

(c) 文献・現地調査の実施、収集・作成した地図情報のデータベース化、GIS 上での斜面被害の作成のために、ローカル専門家を調達する。

斜面被害所在図作成のための現地コンサルタントを調達するためのToR（案）を長期専門家との協議を踏まえ作成した。また、調達の方法や入札者の評価方法、実施期間の検討、複数社からの見積りの取得を行った。

斜面被害所在図作成のための作業項目と作業スケジュールを以下に示す。

表 3.3 斜面所在図作成のための作業項目

作業項目	実施者
a 基図作成	UKFD GIS Laboratory/ ローカル専門家 (外部委託)
b 情報収集調査	ローカル専門家 (外部委託)
c 斜面災害形態分類	ローカル専門家 (外部委託)
d 斜面被害所在図の作成	ローカル専門家 (外部委託)
e 斜面被害インベントリの作成	ローカル専門家 (外部委託)
f 斜面災害地カルテの作成	JICA専門家/ ToE
g 衛星画像解析	ToE / UKFD GIS Laboratory
h 斜面被害データの更新	Task Team / UKFD GIS Laboratory.
i 斜面被害所在図の作成・更新マニュアル作成	JICA専門家 / UKFD Task Team

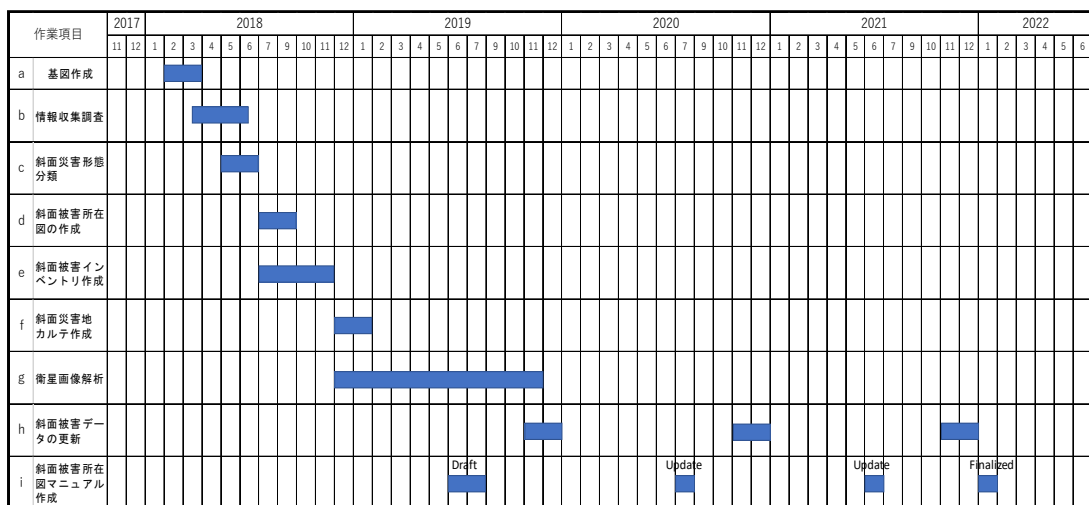


図 3.2 斜面被害所在図の作業スケジュール

JICAインド事務所が行った公示に対して3社から応札があり、業者選定のための評価の補助を行った。審査の結果、2018年3月23日付で以下の業者とJICAインド事務所との契約が行われた。

- Himalaya Surveying Services Pvt. Ltd

契約業者により、現地調査結果の取りまとめ、斜面被害所在図の作成がなされ、以下の成果品が、契約業者よりJICAインド事務所を経て、長期専門家に提出された。

表 3.4 斜面被害所在図業務委託成果品

	成果品	形式	数量
1	斜面被害所在図	ハードコピー (A1)	2
2	斜面被害所在聞き取り調査票	ハードコピー	2
3	インベントリデータ	ソフトコピー (MS Excel)	1
4	各種地図データ	ソフトコピー (PDF)	1
5	GIS データ	ソフトコピー (Shape file)	1
6	最終報告書	ハードコピー	2
7	最終報告書	ソフトコピー (PDF/MS Word)	1

長期専門家と短期専門家が仕様に対して提出された成果品の内容が妥当であることを確認し、承認を行った。その後、斜面被害所在図閲覧ソフトのオペレーション方法について、ToE 及びタスクチームを対象とした契約業者による説明会を実施した。

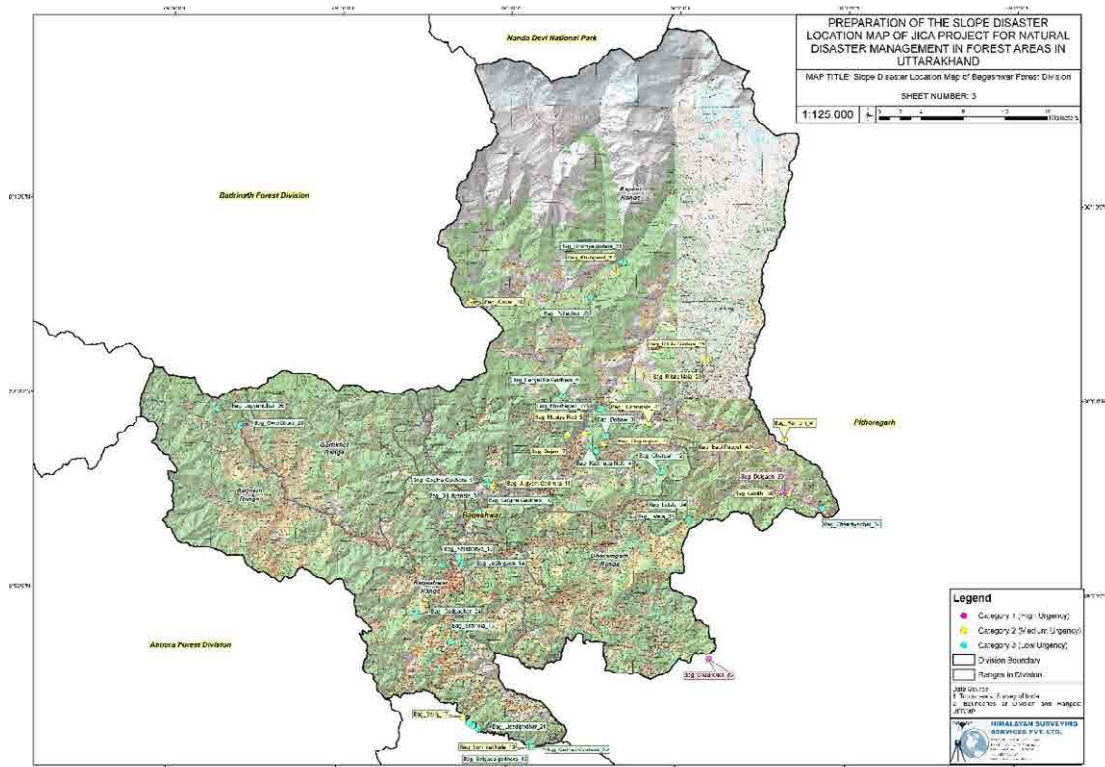


図 3.3 斜面被害所在図 (Bageshwar DFO office)

**(d) 斜面被害所在図の作成・更新マニュアル案を作成し、長期専門家に提案する。**

斜面被害所在図作成委託業者から、「斜面被害所在図更新のためのGIS利用マニュアル」が作成され、タスクチームメンバー及びToEに対して研修が行われた。また、完成した森林地域の斜面被害所在図に対してToEにより「斜面災害位置図のアップデートマニュアル」が作成され、2019年1月にタスクチームメンバーを対象にデータ更新のためのトレーニングが実施された。ただ、これら「斜面被害所在図更新のためのGIS利用マニュアル」及び「斜面災害位置図のアップデートマニュアル」は有償のGISソフトであるArcGISの操作を想定したマニュアルであった。そのため、有償GISソフトへのアクセスが困難な遠隔地勤務のC/P職員にとってこのマニュアルの活用度が低くなることが懸念された。そのような状況を受け、遠隔地の職員が任地において有償GISソフトと互換性のある無償ソフトでデータ作成ができるように無償GISソフト操作マニュアルを作成した。対象とする無償GISソフトはより汎用性の高いQ-GISとした。これに加え、C/Pが将来的に斜面危険箇所の抽出を行えるように、既存データを用いた危険箇所抽出手法の適用可能性を検討し、危険箇所抽出方法に係るマニュアルを作成した。これらのマニュアルを使って、タスクチーム及びToEメンバーに対して2023年2月に研修会を行った。

**活動 1-2 既定の選定基準に則り、治山技術の展示効果を持つモデルサイトを選定する**

C/Pより提案されていた候補地5サイトに関して現地調査を行い、比較検討の上、Nirgad、Jawadi 2及びPadliを本プロジェクトのモデルサイトとして選定し、2017年8月11日に開催された第1回JCC会議により承認された。

比較検討する際の選定条件

- ・ UKFD 本部のある州都デラドゥンからのアクセス
- ・ 治山事業の展示効果（国道や集落からの視認性）
- ・ 技術移転効果（所在営林区の分散、工種の多様性）
- ・ 工費
- ・ 経済効果（保全対象の経済価値）

表 3.5 モデルサイト選定比較表

地区名	デラドゥンからのアクセス	展示効果	技術移転効果	工費	経済効果	評価
Nirgad	◎ (2h)	○	○	Middle	High	Model site
Jawadi 1	○ (6h)	○	○	High	Middle	
Jawadi 2	○ (6h)	○	○	High	High	Model site
Padli	△ (9h)	○	○	High	High	Model site
Bahrakoon	△ (9h)	△	○	Middle	High	

凡例：◎：とても良い、○：良い、△：中程度良い

しかしながらその後、Jawadi 2でのPWDによる道路改修工事のため現場が大きく変更され、残土が道路下斜面に投棄されている状況が確認された。これを受け、TCPプロジェク

トダイレクターとの協議により、Jawadi 2はモデルサイトとして不適と判断され、代わりにJawadi 1をモデルサイトとして採用することを2018年6月5日付で決定した。

最終的なモデルサイトは以下の通りである。

### Nirgad、Jawadi 1、Padli

## 活動 1-3 モデルサイトの調査を実施し、被害発生メカニズムを分析する

### 【モデルサイトの調査計画】

タスクチームとToEチームと共に実施する各モデルサイトにおける調査は、「災害発生メカニズム判定のための調査」と「設計のための調査」の2種類ある。「災害発生メカニズム判定のための調査」は、災害の素因と誘因を判定するための調査である。ウッタラカンド州の山地災害のほとんどは、斜面崩壊と土石流であり、それらが発生した素因と誘因を判定することで、州内の他の地域、ひいてはヒマラヤ地域他州における山地災害の危険度判定の指標となりうる。以下に一般的な斜面崩壊、土石流の素因、誘因を示す。

表 3.6 斜面崩壊と土石流の一般的な素因と誘因

斜面崩壊	素因：地質（特に土砂深度）、地形、地下水分布、植生 誘因：降雨、人的活動（切土、盛土、散水）
土石流	素因：地質（特に溪床堆積物）、地形、植生 誘因：降雨、人的活動（切土、盛土）

地質、地形、地下水分布、植生を調査するために、現地踏査を行う。踏査した結果は、スケッチや地形図にまとめるが、特に詳細な地形図は重要であるため、ここで詳細測量を行う。

素因としての地質のうち、土砂深度を判定するために、現地の適用条件によっては簡易貫入試験を実施する。試験器具としては、土砂深度を確認するほか、設計において重要なパラメーターであるせん断強度を測定できる土層強度検査棒を使用する。また必要に応じて広範囲の地質構造把握のために物理探査（弾性波探査）を実施する。

誘因である降雨条件では、日雨量や雨量強度が重要であるため、モデルサイト近傍の時間雨量を計測できる雨量計を設置する。なお、設置箇所は、現場の近くの樹木のない開けたところに設置する必要があるが、盗難を防止するため付近の現場から1km以内程度の範囲内の住宅の庭、公共施設の敷地内とする。

表 3.7 調査項目と得られる素因、誘因判定のための情報

調査項目	得られる情報
詳細測量	地形、(基図)
踏査	地質（分布、溪床堆積物の性状）、地形、植生、地下水分布（湧水等からの推定）

簡易貫入試験（土層強度検査棒）	土砂深度、土砂のせん断強度
雨量計	降雨量、降雨強度

得られた情報から、各モデルサイトにおける災害の素因、誘因を判定し、災害発生原因を分析した。

各モデルサイトの調査結果及び被害発生メカニズムに関しては調査報告書として取りまとめた。ここでは、以下に各モデルサイトの調査結果概要と発生メカニズムについて示す。

#### (a) Nirgad

##### 溪流部

###### ■ 現地状況：

Nirgadの対象地は、2013年の豪雨時に土石流が発生し、国道58号線に大量の土砂が流出することで交通に多大な支障が出た。2013年以降も連続する降雨時には、土石流が発生し、やはり国道58号線に土砂が堆積し、たびたび交通に支障をきたしている。



写真 3.1 Nirgad 対象地の土石流状況

国道より流路下流部には宗教施設及び宿泊施設がある。流路には常時流水はなく、豪雨時のみ一時的に流水が認められる程度であるが、大規模災害が発生した2013年までは、右岸側のUKFDの苗畑側に導水されていた。2013年の災害時には土砂を含む流水により、水路変換点に設置されていた擁壁が破壊され、それ以後流下水は直接ガンジス川に流れ込んでいる（写真 3.2参照）。2013年の災害時には土砂を含む流水により一部の宿泊施設は影響を受けたが、これは水路方向を急激に変換させた箇所が高エネルギーの土石流を適切に水路沿いに流下させられなかったことが原因である。



写真 3.2 下流側流路の状況

2013年以降は、流路は斜面傾斜方向に沿っており、流路内部の状況から流水時に土砂が流出した形跡は明瞭ではなく、流末にある宗教施設への直接的な被害はない。

対象流域の集水面積は約0.1km<sup>2</sup>で、流域で集められた表流水はガンジス川に直接流入する。流域内はおおむね樹木に覆われ、Forest Survey of Indiaの分類における“Very dense forest（被覆率70%以上）”に相当する。2013年に発生した2ヵ所の崩壊跡もすでに植生が自然復旧し始めている。

対象流域内及び周辺の地質は、上位から粘板岩、珪岩、頁岩及び石灰岩が分布する。これらの地層は全体的に節理が発達し、露頭表層部ではこれらの節理が開口し、緩んだ状態である。特に下位層の頁岩層は風化や侵食により細かい節理により細片状に剥離しやすい状況である。また頁岩にはドロマイトが脈状もしくは岩片状に混在する。一方で上位層の珪岩層は1m前後の間隔で節理が発達しているため、岩塊状に崩落する傾向がある。珪岩層と頁岩層の間には頁岩と石灰岩の互層が分布する。また、溪床溪岸部には古い崩積土層が分布する。溪床部は流水により表層の細粒部分が流下し、上流部から中流部は1～2mの巨礫が顕在し、下流部には流下した5～10cm程度の垂円礫を含む砂礫状土砂が堆積する。最上位の粘板岩層は流域上部を横切る地方道周辺に露岩が確認され、5～10cmの間隔で片理が発達し、表層部は片理が開口し緩んだ状態である。国道58号線下方には中～強風化の石灰岩層が分布する。

流域は溪床勾配と溪床堆積状況から、大きく流下域、堆積域の2つの区域に分けられる。

**流下域：**溪流の上流側に位置し、溪床勾配が35度程度と急勾配を呈する。流域上部には古い滑落崖地形が認められ、流域に堆積する崩積土層の発生源だったと推定される。河床には主に岩塊が堆積しており、斜面上には露岩箇所も多く認められる。溪床・溪岸での新たな土砂侵食は顕著ではない。

**堆積域：**溪流の下流側に位置し、溪床勾配は15度前後と比較的緩い。河床には流域内の流下土砂である細粒・土砂状の堆積物が堆積している。この流域では、溪床の堆積物や溪岸が侵食された痕が多く認められる。また、両岸には古い地すべり土塊も認められ、この地すべり土塊が侵食されると地すべりが活性化する可能性がある。これらの状況から、2013年の災害を含め発生している土石流の土砂発生源はこの区域だと考えられる。当区域の河床部における基盤岩の深さは、周辺の基盤岩の露頭状況及び地形から2m程度と想定される。

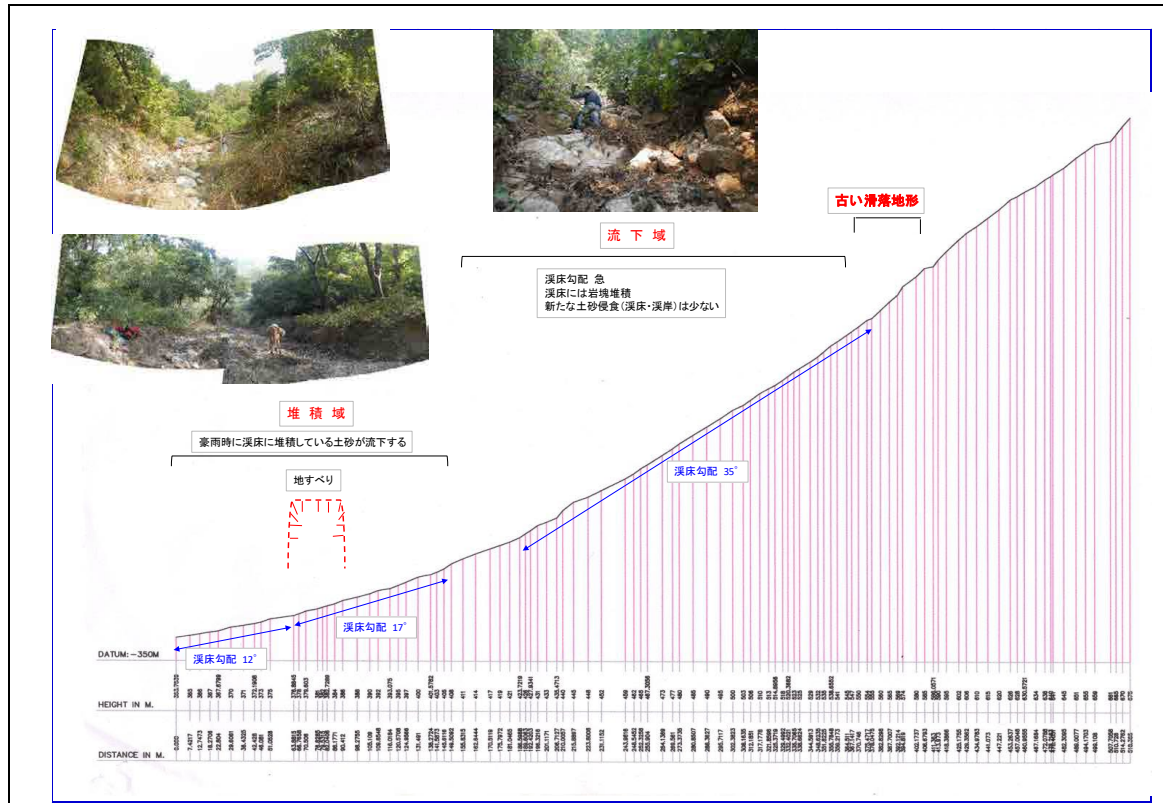


図 3.4 Nirgad 流域の現地状況断面図

■ 災害発生メカニズム

素因：

- ・ 保水能力の低い急勾配の岩盤斜面（流下域）
- ・ 急傾斜面脚部にかつて流下した崩落土砂堆積（侵食・堆積域）
- ・ 流域内に幾本もの急傾斜谷が分布し、本溪流に合流

誘因：

- ・ 豪雨時において雨水が浸透されることなく急勾配の溪流を流下
- ・ 複数の谷から流水が本溪流に流下
- ・ 溪流最上流部の道路からの表流水の流入
- ・ 土砂堆積域に高エネルギーの流水が集中流下

素因、誘因からNirgad地区の土石流発生メカニズムは以下の通りと考えられる。





写真 3.3 対象斜面状況(左側:No.1斜面、右側:No.2斜面)

対象斜面は道路面から高さ約30m、岩盤斜面部の傾斜は50～60度である。構成される地質はKrol層に属する頁岩であり、ドロマイトが脈状及び塊状に混在する。この頁岩層は細かい節理が発達することから、2～5cm程度の岩片状に分離しやすい。現地での聞き取り調査から、西側のNo.1斜面は本来採石場として活用されていたとのことである。擁壁が設置されたため、大規模な採石はできなくなったが、現在も馬などにより岩盤斜面下部に堆積した崩落岩片が運搬されている。No.1斜面表面は風化が進み、現在も表流水などにより斜面全体に侵食が進んでいる。

現地踏査の結果、いずれの対象斜面の背後には新たに大規模な崩壊が発生することが想定されるクラックや段差地形は認められない。当該斜面は、表層部分は細かい節理が発達しているものの岩盤斜面であり、周辺の同質の岩盤斜面においても急勾配（70度程度）の自然斜面が認められる。従って、現状の当該斜面の勾配（50～60度）は不安定勾配とは言えないことから、大規模な崩壊ではなく小規模な表層崩壊が発生しやすい状況であると考えられる。一方で、当該斜面は、前述の通り、細かい節理が発達した頁岩であることから、侵食に弱く、上方斜面からの表流水によりガリーが多く発達している。侵食は主に頁岩部分で起こっていることから、比較的硬質なドロマイト部分が多く混在する箇所は残り、周辺の侵食が進むことで不安定化している箇所が認められる。

#### ■ 災害発生メカニズム

素因： 岩片状に分離しやすい頁岩層  
採石場として形成された切土斜面

誘因： 対象斜面上方からの表流水の流入  
連続する豪雨により表層部の侵食が促進

当該斜面の崩壊は豪雨により表層が侵食を受けたことにより、まとまった表層崩落部が流下し道路に到達したと考えられる。また現在も斜面上方からの表流水や降雨により侵食に伴う土砂の流下が断続的に発生している。

## (b) Jawadi 1

Jawadiの対象地は、ルドラプラヤグ市街に対してアラクナンダ川対岸斜面に位置する。2013年6月の豪雨により表層崩壊が発生し、崩落した土砂により地方道路が被害を受け、表流水と共に崩落土砂が流下することで下流側の農地への被害が発生した。2013年の災害発生以降も、毎年雨期に表層崩壊が発生することで下流の農地への被害が発生し、また崩壊斜面の拡大も顕著となる。



写真 3.4 Jawadi 1 対象地の現地状況

巨視的な地形判読結果から、当斜面は大規模で古い地すべり地形の滑落崖に位置していることが分かる。そのため地方道路山側の崩壊斜面を含む一連の斜面は45度以上の勾配を呈する。また崩壊斜面は集水地形を呈し、表流水が集中しやすい地形となっている。崩壊斜面端部には布団かご工による擁壁が設けられているが、毎年の表層崩壊により損壊した状態となっている。地方道路谷側は30度前後の勾配の斜面が続く。崩壊斜面直下の道路下の斜面一帯は植生に覆われているが、崩積土砂が流下した箇所は谷地形を呈し植生が削剥され、荒廃した状態となっている。また、崩壊斜面を含む上方斜面及び地方道路からの表流水がこの谷地形部に集中することで当該斜面の上部はガリー侵食による沢地形が幾筋も発達している。道路谷側斜面の下部は勾配が10度程度と緩くなっており、斜面上部の侵食により運搬された土砂がこの区域に堆積する。またこの付近の斜面は農地として利用されており、2013年の災害時には土砂がこの農地まで到達し、被害が発生している。現在は一部耕作を放棄されているように見られる。

対象流域内及び周辺の地質は、緑色片岩、粘板岩、石英片岩、泥質片岩などからなる。発生域には緑色片岩が基盤岩として分布する。片理が細かく発達し、斜面に対して緩い受け盤構造を呈する (N60° W 60° E)。基盤岩の上位には締まった古い斜面堆積物が広く分布する。この斜面堆積物は地形判読で想定される大規模地すべりが発生した際に発生した斜面堆積物であると考えられる。20cm～50cm程度の片岩の岩塊や土砂化した粘板岩から構成される。粘板岩部分は片理が細かく発達することにより侵食されやすく、道路下斜面で見られるようにガリー地形を形成しやすい。この古い斜面堆積物の上位には、2013年の崩壊や表流水の侵食により運搬された崩積土及び崖錐堆積物が崩壊土砂の流路上に分布する。この崩積土層は極めて緩く、周辺の基盤岩の小礫から巨礫を含む砂質土である。



写真 3.5 Jawadi 1 対象地に分布する主な地質

対象斜面は斜面勾配と斜面表層状況から、大きく崩壊発生域、流下域、堆積域の3つの区域に分けられる。

崩壊発生域：地方道路山側斜面の斜面高約60m、斜面勾配45°の地形を呈する。崩壊部の表層には崩壊し残った土砂が薄く堆積しており、不安定な状態である。崩壊部分に露出する岩盤部も開口した節理が多く発達するため緩んだ状態である。崩壊斜面周辺もクラックが発達しており、崩壊部分の拡大の恐れがある。対象斜面上の土砂発生源である。

流下域：地方道路谷側斜面上部の斜面高約200m、斜面勾配平28°の地形を呈する。斜面は古い斜面堆積物により形成されているが、崩壊発生域からの土砂や表流水が集中するため、侵食をうけてガリー地形が発達している。常に侵食にさらされているため、流下域は植生が生えていない。上流から流入する土砂と表流水によりこの流域に分布する斜面堆積物も削剥されることで流下土砂量が増え、これは堆積域への土砂供給源の一部でもある。

堆積域：対象斜面の端部に位置し、溪床勾配は10度前後と緩い。斜面上には流域内の流下土砂である細粒・土砂状の堆積物が堆積している。この区間では、土砂の堆積も見られるが、表流水が分散して流れており明瞭な流路が発達していない。斜面末端部には地方道路が横断しており、土砂がこの道路まで到達した形跡は認められない。

以下に、現地踏査及び弾性波探査の結果を基に作成した地質断面図に上記流域を示す。

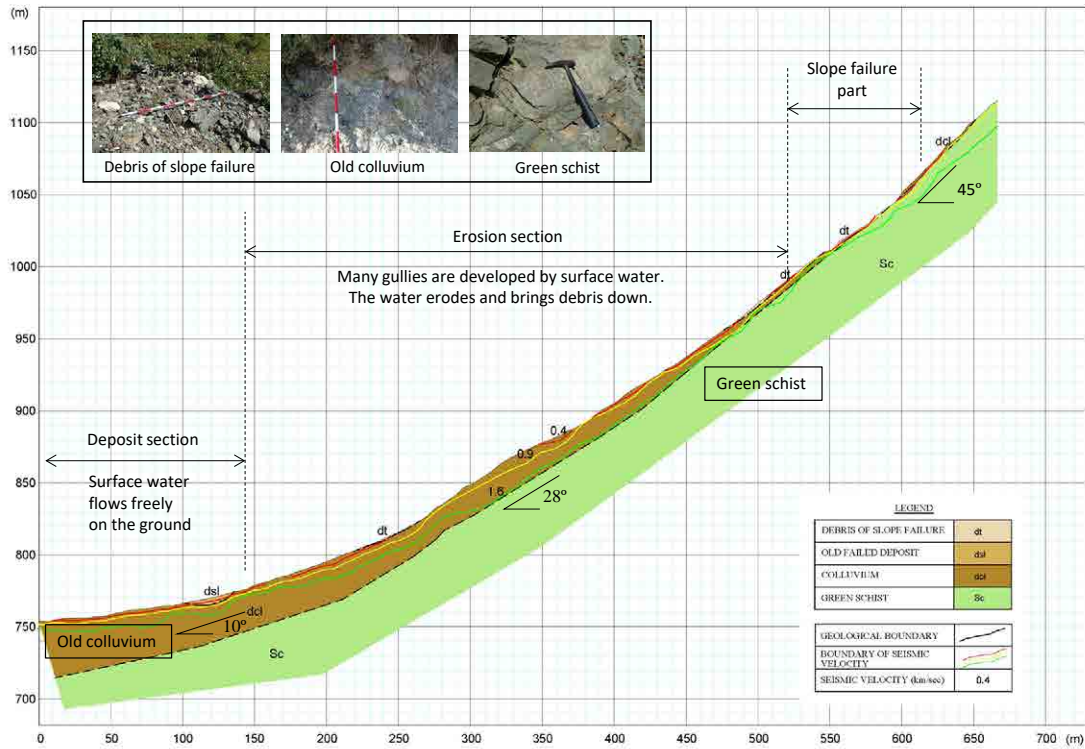


図 3.6 Jawadi 1 斜面の現地状況断面図

■ 災害発生メカニズム

素因：

- ・ 凹地斜面で、表流水が集中しやすい。
- ・ 対象となる崩壊斜面は古い地すべり地形の滑落崖部に位置していることから、40度以上の急勾配を呈し、表層には薄く崩積土が堆積している。

誘因：

- ・ 道路建設に伴い山側斜面端部を掘削したことによる切土上方斜面が不安定化
- ・ 連続した豪雨による当該斜面へ表流水の浸透（地下水位の上昇）
- ・ 斜面上方からの表流水の集中
- ・ 土砂堆積域に高エネルギーの流水が集中流下

素因、誘因からJawadi 1地区の斜面崩壊発生メカニズムは以下の通りと考えられる。

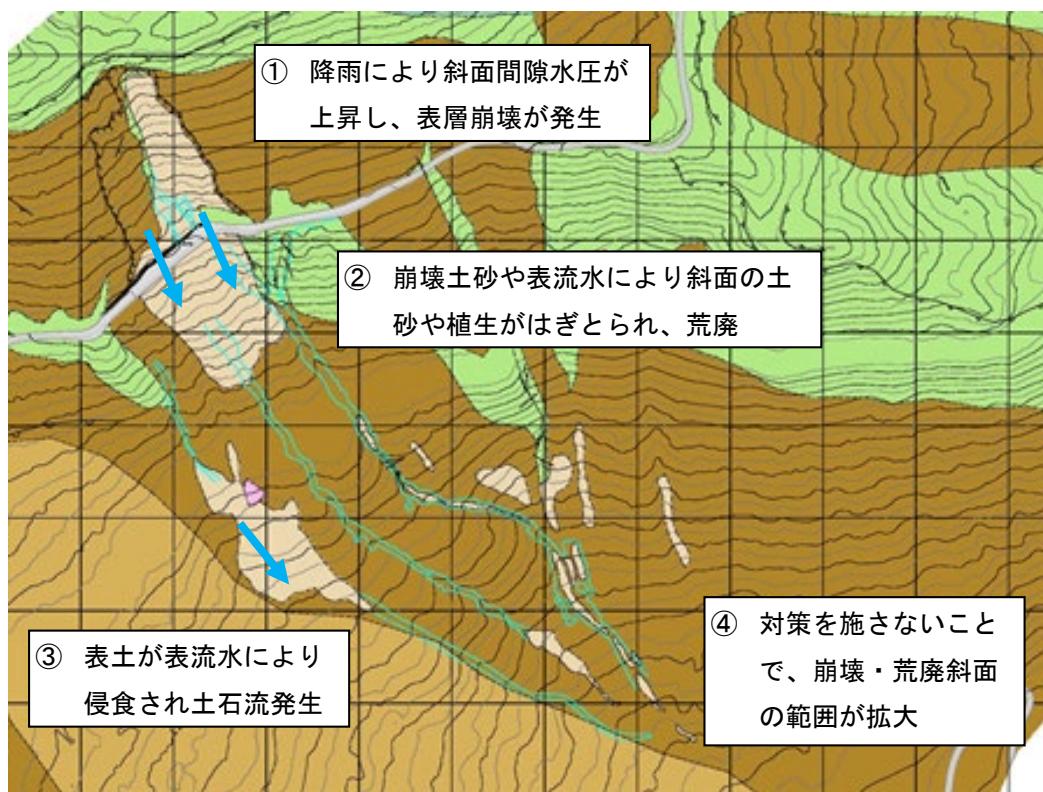
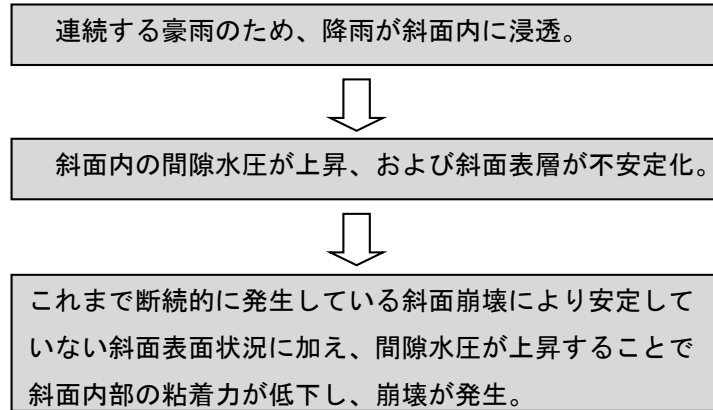


図 3.7 Jawadi 1 の災害発生メカニズム

(c) Padli

■ 現地状況：

Padliの対象地は、2016年のモンスーン期に表層崩壊が発生し、国道109号線に大量の土砂が流出することで交通に多大な支障が出た。2016年以降も連続する降雨時には、斜面からの土砂流下や、平常時であっても落石が頻繁に発生し、交通への影響が大きい。



写真 3.6 Padli 対象地の斜面状況

対象斜面は斜面高約200mの長大斜面であり、斜面勾配は崩壊部から斜面下の国道までほぼ均一で40～45°と急峻な地形を呈する。斜面崩壊が発生する以前の地形も、表面は樹木に覆われているが古い崩壊地形を呈することで、過去に崩壊経験のある斜面であることが推察される。斜面崩壊部には、湧水跡が複数確認され、雨期には斜面からの湧水があると考えられ、これも斜面不安定化の要因の一つである可能性がある。当斜面は、崩壊地形を呈することから凹型の集水地形であり、周辺の表流水がこの斜面を流下することで、斜面中腹部にはガリーが複数形成されている。崩壊部の背後も急勾配の斜面が続いており、クラックも複数確認されることから、対策を施さない場合は、将来的に崩壊部の拡大が予想される。

対象斜面を構成する地質は、主に基盤岩として緑色片岩、頁岩、珪岩が分布する。珪岩は割れ目が少なく塊状であり硬質である。一方緑色片岩や頁岩は中程度風化しており、片理が細かく発達し、表層部分は開口しているため崩壊しやすく不安定な状態である。当斜面の崩壊土砂の発生源はほとんどがこの緑色片岩と頁岩層となっている。地質構造は下位から珪岩、頁岩、緑色頁岩の順に分布している。斜面に対して受け盤構造 (N70° E, 75° N) であることが現地踏査で確認できる。この基盤岩の上位に古い斜面堆積物と崩壊土砂が堆積する。古い斜面堆積物は比較的締まった状態であるが、崩壊土砂は斜面崩壊し斜面を流下する際に斜面上に残ったものであり極めて不安定な状態である。これらの不安定土砂が、降雨時に限らず、平時であっても風や動物などの活動などにより容易に落石が発生している。

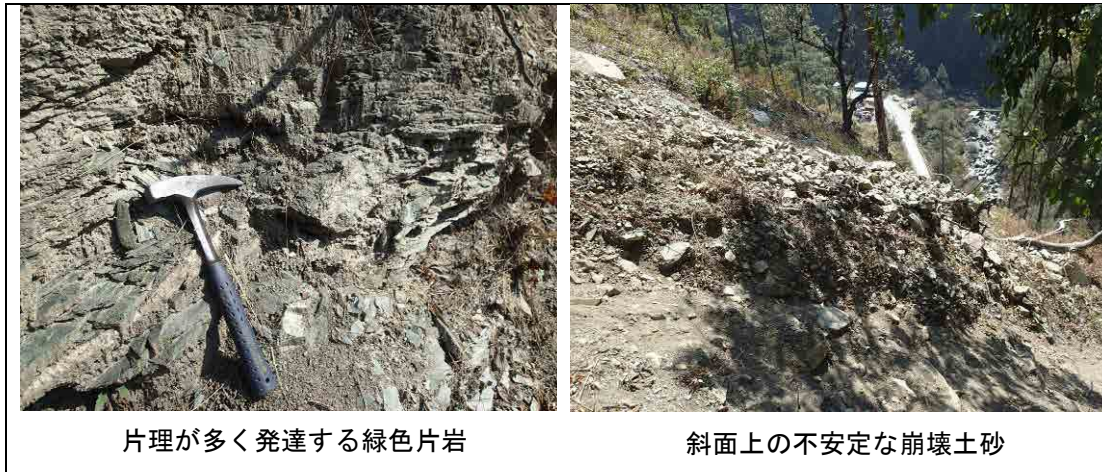


写真 3.7 Padli対象地に分布する不安定な地質

現地踏査の結果、2016年に発生した崩壊部分は、古い崩壊地形の上位に位置しており、古い崩壊部分が再度崩壊したのではなく、さらに上方の斜面が崩壊し崩積土砂が古い崩壊斜面を流下し、その過程で表層の土砂や植生を巻き込んで国道まで崩落したと推察される。

対象斜面は斜面勾配と斜面上の堆積状況から、大きく崩壊発生域、流下域の2つの区域に分けられる。Padliの斜面の場合、急勾配の斜面が国道まで続いているため、国道下の河川が堆積域にあたる。

**崩壊発生域**：国道から約200m上方に位置する。崩壊部は高さ40m、幅30mの範囲である。

勾配は45°以上となり急峻な地形となる。崩壊部の周辺にもクラックが発達しており、将来的に崩壊範囲の拡大が想定される。構成される地質は片理の発達した緑色片岩もしくは巨礫を含む斜面堆積物である。湧水跡が複数確認されることから、降雨時もしくはモンスーン期に湧水が発生し、周囲の斜面の不安定化の要因となっていると考えられる。崩壊斜面上にも落ち残りの不安定土砂が薄く堆積している。

**流下域**：崩壊発生域と国道の間の斜面域である。斜面勾配は40～45度の急峻な地形を呈する。2016年の災害発生前は樹木に覆われていたが、斜面崩壊により上方からの土砂が表土や植生を削剥したため、現在は極めて緩く不安定な崩積土に覆われており、植生の回復は認められない。また水を含む崩積土の流下により、斜面表面部は侵食され、深いガリーが形成されている。そのため降雨時には表流水がこのガリー上を流れ、侵食が進み、また表層の土砂を巻き込んで国道まで流下している。

以下に、現地踏査及び弾性波探査の結果を基に作成した地質断面図に上記流域を示す。

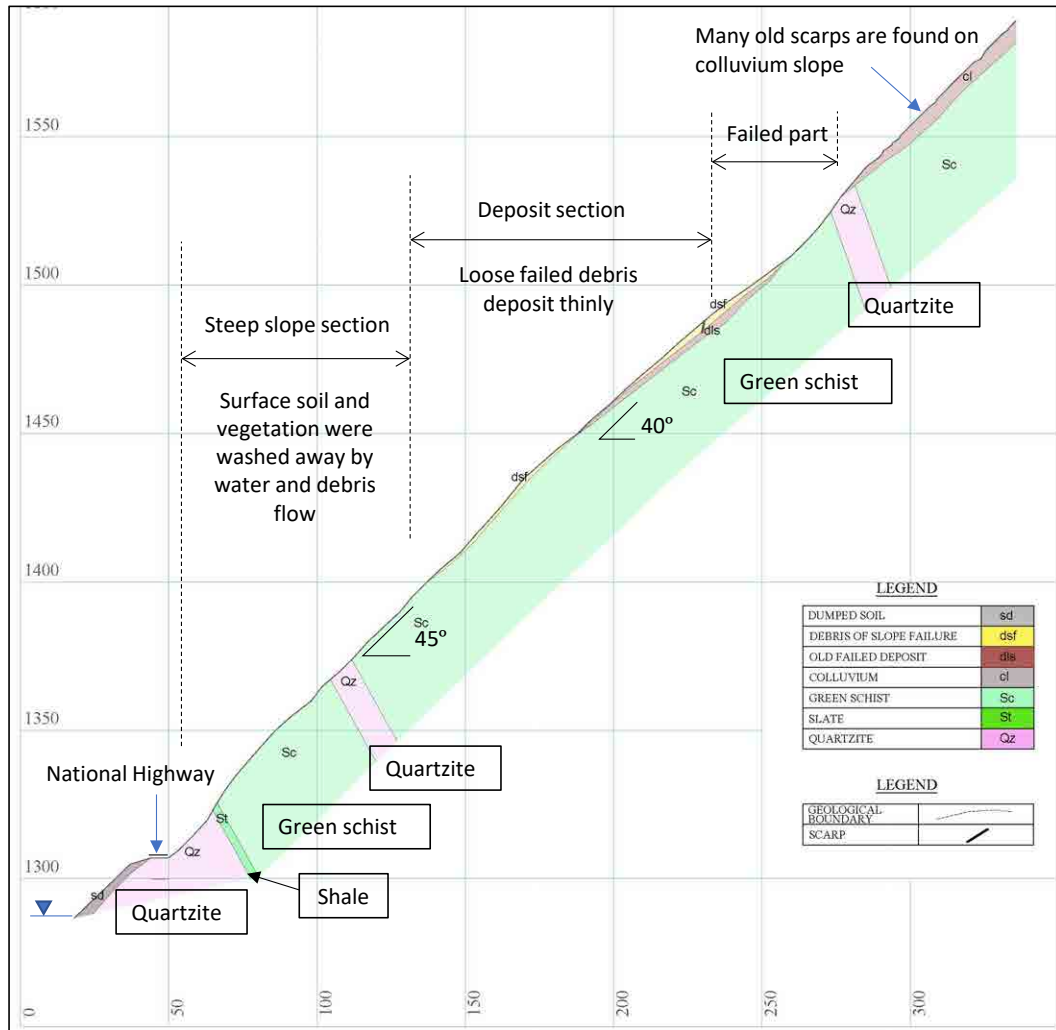


図 3.8 Padli 斜面の現地状況断面図

■ 災害発生メカニズム

素因：

- ・ 凹地斜面で、表流水が集中しやすい。
- ・ 斜面からの湧水があり、常時、斜面上に流水があること。
- ・ 崩積土が堆積する斜面は、40度以上と急勾配であること。
- ・ 過去に同じ箇所斜面災害が発生し、従来から不安定な状況であったこと。
- ・ 節理が多く発達した地質が分布する。

誘因：

- ・ 連続した豪雨による当該斜面へ表流水の浸透（地下水位の上昇）
- ・ 斜面上方からの表流水の集中

素因、誘因からPadli地区の斜面崩壊発生メカニズムは以下の通りと考えられる。

連続する豪雨のため、常時より大量の斜面上方から流下する表流水および湧水箇所からの地下水が当該斜面に集中し、また降雨が斜面内に浸透。



当該斜面内の間隙水圧が上昇、および斜面表層が不安定化。



従来勾配がきついため安定していない斜面状況に加え、間隙水圧が上昇することで斜面内部の粘着力が低下し、崩壊が発生。

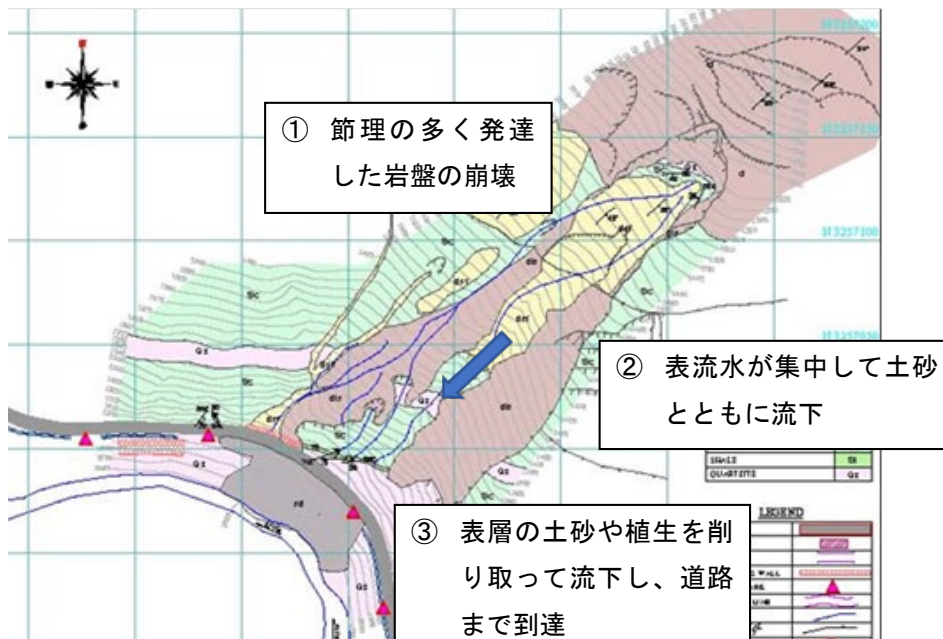


図 3.9 Padliの災害発生メカニズム

#### 活動 1-4 モデルサイトにおいて治山工事の設計を行う

モデルサイトにおける治山工事の工法の選定にあたっては、特に以下で述べる6つの点を考慮して工法の選定を行った。その場合、一つの工法だけでなく、必要に応じて最適な工法を組み合わせることを考慮した。

- ・ 災害発生メカニズム分析に基づく発生源対策
- ・ 保全対象を確実に守ることができる工法
- ・ 工期を意識した工法選定
- ・ インド国内業者が施工可能な工法
- ・ 「土木的手法」と「緑化手法」を組み合わせた被災森林の植生復旧
- ・ 経済性に優れた工法

これらの点を考慮しつつ、調査結果をうけて設計を行うタスクチーム及びToE を支援した。設計は以下の工程で実施した。

- 1) 活動1-3 で行った地形測量、各種調査結果に基づいて、治山工事の工種の決定を含めた概略設計を行う。
- 2) 概略設計に基づいて必要な追加調査を行う。
- 3) 各モデルサイトの治山工事の詳細設計を行う。
- 4) 詳細設計に基づき積算を行う。

上記計画を基に以下の内容に関する技術支援を実施した。

**(a) Nirgad**

活動 1-3 で得た災害発生メカニズム分析の結果をもとに、以下に示す災害対策方針を決定した。

- 流下域に対する対応
  - ・ 急勾配の流水流下区間において斜面勾配の緩和は地形的に困難であるため、流下域での対策は行わない。
  - ・ 現況において顕著な溪岸・溪床侵食は認められていないが、今後のモニタリングにおいて侵食が確認された場合には、石積みによる小規模な落差工を配置する。
  - ・ 溪流最上流部の道路からの流入水対策を行う。
- 堆積域に対する対応
  - ・ 上部からの高エネルギーの流下水を軽減させるため、溪床勾配を緩和させる。
  - ・ 溪床勾配緩和には、治山ダムを数段配置する。
  - ・ 治山ダムの配置により以下の効果を期待できる。
    - 溪床、溪岸の侵食防止**
    - 溪床に分布した不安定土塊の移動防止**
    - 山脚固定により溪岸斜面の不安定化防止**
  - ・ 治山ダム下流側において、流路工により流路を固定し、下流部へ導流する。
- 道路岩盤斜面に対する対応
  - ・ 大規模な崩壊は想定されないため斜面表層部を保護し、ガリー侵食を防止する
  - ・ 岩盤部の植生被覆を促進させる。
  - ・ 斜面からの崩落土砂及び岩塊による道路への影響の防止

上記の災害対策工方針に基づき、溪流内、溪流からガンジス川までの排水路、道路斜面の 3 つの区間ごとに対策工設計を行った。なお、構造物の基礎深度を検討するための原位置調査は以下の理由から実施していない。

- ・ 想定している鋼製自在枠は、変形にある程度追随できる構造であり、基礎地盤にはコンクリートほど厳密な支持力を必要としないこと。
- ・ 当モデルサイトでは、堆砂後に治山ダムの効果発現を期待するため土石流の衝撃は考慮しないこと。
- ・ 溪床部に堆積する崩積土層には巨礫が多く堆積しているため、ボーリングや標準貫入試験などの原位置試験の実施が不可能であること。

- ・ 周囲に岩の露頭が多くみられ、岩盤線の推定が可能であること。

当該斜面において実施する主な工種は以下の通りである。

- ・ 治山ダム（鋼製フレームダム⇒ダブルウォールダム）： 3 基
- ・ 床固工： 5 基
- ・ 水路工： 168.6 m
- ・ 斜面切土工+侵食防止マット工： 3533 m<sup>2</sup>

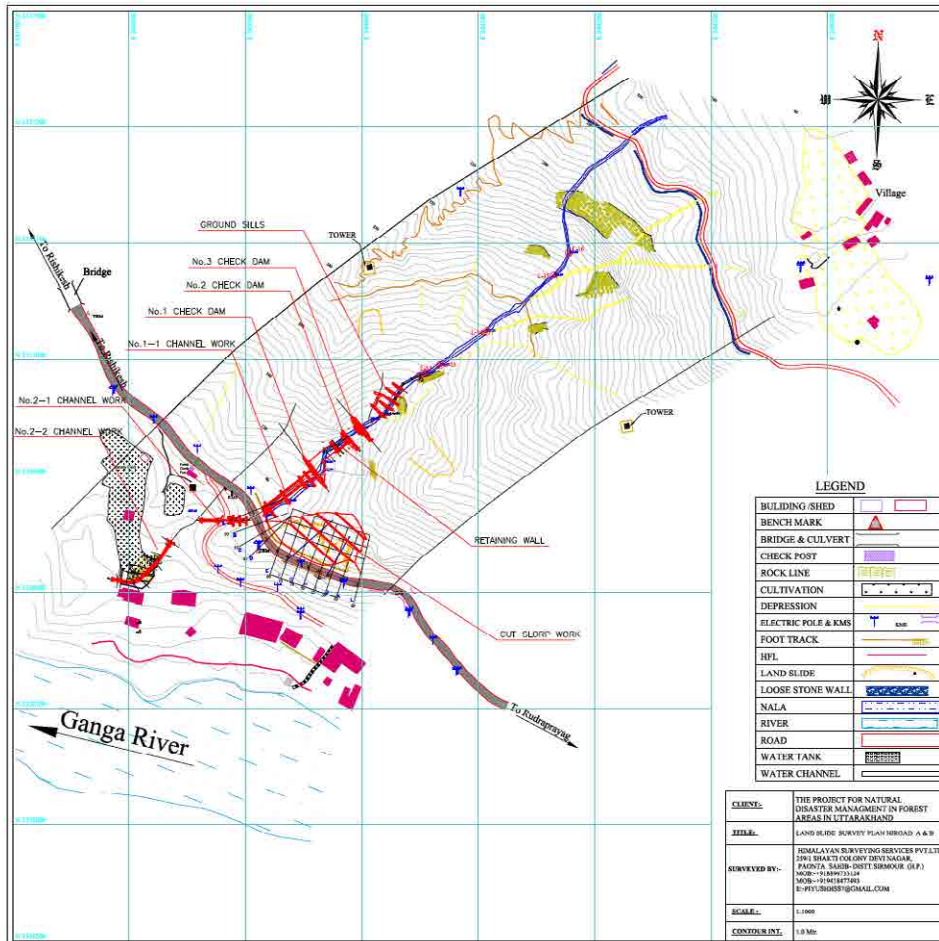


図 3.10 Nirgad治山工事配置図

<Nirgad におけるAshram 占有地を避ける対策>

詳細設計の過程において、最下流部のChannel 2-2水路計画地が土地所有問題で、当時当事者間で協議中であった宗教施設（Ashram）の中を通ることが判明したため、問題地を避けるためのルートで当初計画された。しかし、その後のUFRMP及び関係者との協議の結果、従来の自然水路上に水路工を設置することとなり、再設計を行った。

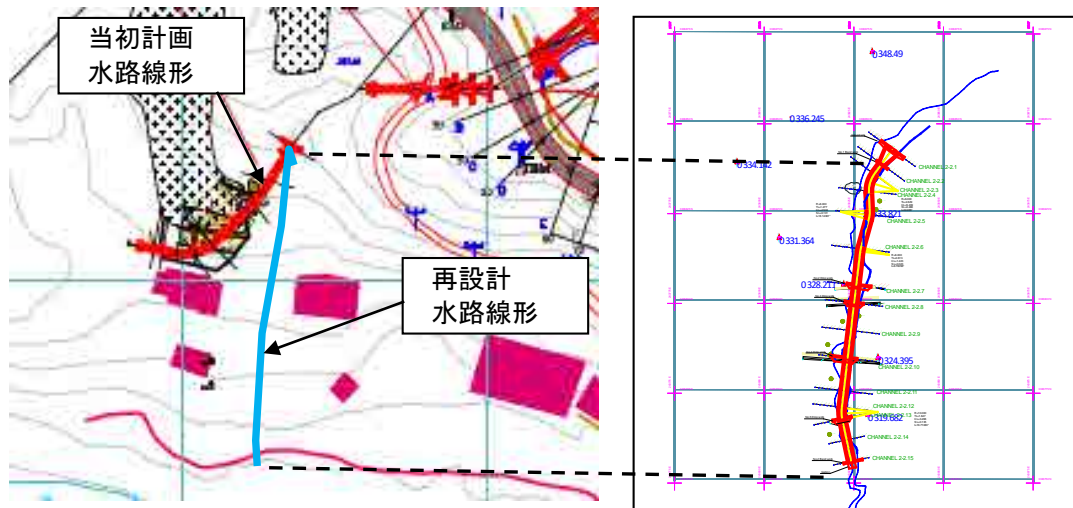


図 3.11 NirgadのChannel2-2水路線形変更図

＜治山ダムを鋼製フレームダムからダブルウォールダムへ変更＞

鋼製フレーム治山ダムについては日本特有の技術であることから、計画されている治山ダム3基のうち、1基分の部材は日本から購入し、残りの2基分は、資材メーカーがインドにて部材製作の指導を行うことになっていた。しかしながら、施工業者と資材メーカーとの協議の結果、1基分だけの部材納品及びインドでの部材製作の指導を拒否された。その結果、鋼製フレームダムの施工が実質不可能となった。代替案として、短期専門家側から、日本の治山ダムとしても実績の多いダブルウォールダムへ変更することを提案し、UFRMPから承認された。ダブルウォールダムを施工及び部材販売をする本邦業者は、施工業者との協議の結果、現地に技術者を派遣し、インドでの部材製作、施工を一部支援することに同意した。

#### (b) Jawadi 1

活動 1-3 で得た災害発生メカニズム分析の結果をもとに、以下に示す災害対策方針を決定した。

- 崩壊発生域に対する対応
  - ・ 斜面上の不安定土砂の除去及び表面保護によりさらなる崩壊や侵食を防止する。
  - ・ すでにクラックなどが崩壊周辺に確認されるため、崩壊範囲の拡大を防止する。
- 流下域に対する対応
  - ・ 道路下斜面に深いガリー侵食が複数発達している。対策工事をしない限り、ガリーはさらに深くなり、斜面は不安定になる。また、侵食された崩積土砂は斜面の再緑化を妨げる。従って、表流水の流下エネルギーを低減させ、ガレ場への崩積土砂の流下を抑制する対策工を施工する。
  - ・ 斜面保護及び安定化のために緑化を行う。
- 堆積域に対する対応
  - ・ 地表水は斜面上を自由に流下している状況である。自由な水流は、ガレ場を形成

し、斜面の再緑化を阻害する。表流水は、排水路によって対象区域外に適切に排出されるようにコントロールされなければならない。現状で主な流下経路を構造物で整備し、適切な排水機能を持たせる。

上記の災害対策工方針に基づき、崩壊斜面の表面保護工、流下域の侵食防止工及び排水路工、堆積域の排水路工について構造物設計を行った。

当該斜面において実施する主な工種は以下の通りである。

- ・ 法枠工+種子吹付工 : 7,936 m<sup>2</sup>
- ・ 筋工 (木柵工) : 7,741 m
- ・ 土留工 (布団かご工) : 1,721 m<sup>3</sup>
- ・ 伏工 (植生マット工) : 29,880 m<sup>2</sup>
- ・ 水路工 : 835 m

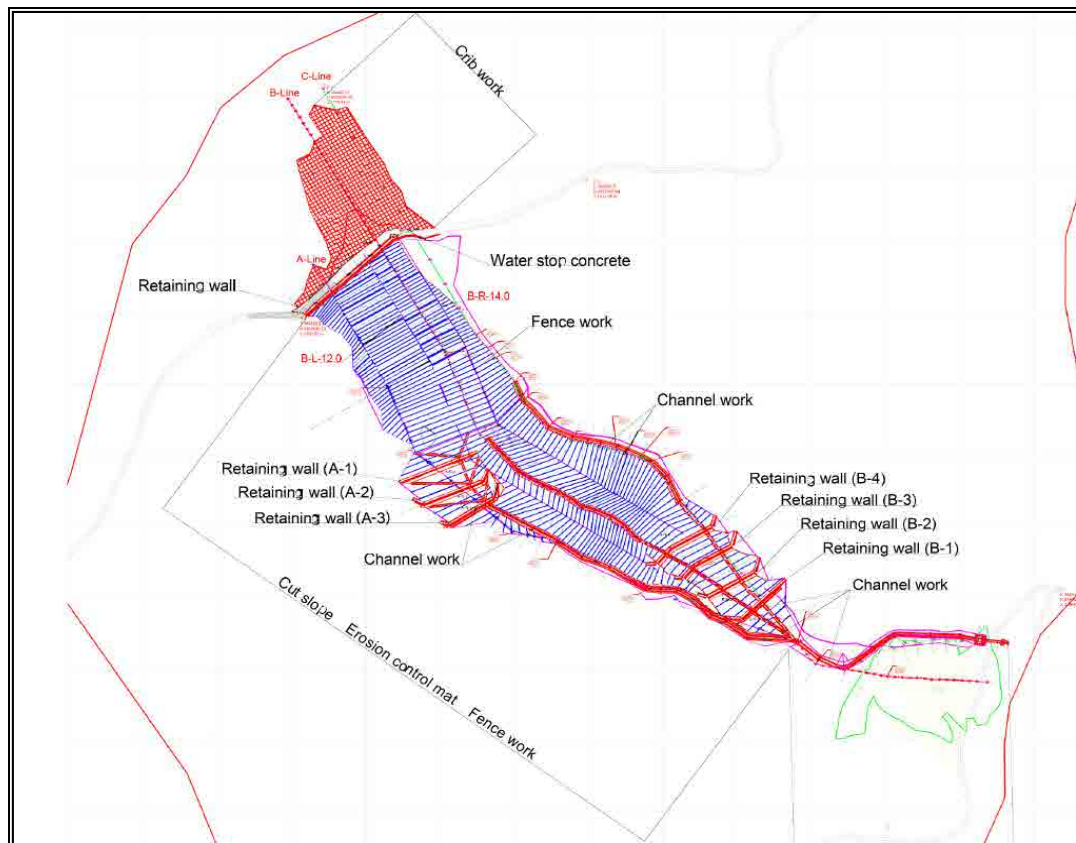


図 3.12 Jawadi 1 治山工事配置図

### (c) Padli

活動 1-3 で得た災害発生メカニズム分析の結果をもとに、以下に示す災害対策方針を決定した。

#### ➤ 崩壊斜面の表面保護及び安定性確保

- ・ 斜面崩壊部はまだ不安定な状態にある。対策工事を行わない限り、崩壊範囲はさ

らに後方へ拡大する。このような場合には、直接その部分に保護工を施し、さらなる破壊や周辺への拡大を防止する。

- ・ 崩壊斜面には不安定な箇所があり、表層崩壊が発生し得る。不安定部分の崩壊防止のための抑止工を適用する。
- 地表水と崩積土の流下エネルギーの低減
  - ・ 2016年に発生した災害で流下した崩落土砂は、崩壊斜面だけでなく、侵食によって斜面上に分布する崩積土も巻き込んで流下している。よって表流水や崩落土砂の流下エネルギーを低減する対策を講じる。
- 侵食に対する保護
  - ・ 斜面にはまだ崩積土が堆積している。このため、表流水による侵食を防止するための対策工を設置する。
- 道路の安全確保
  - ・ 斜面对策工事を施しても、落石や土砂崩落の危険性を完全になくすことは困難である。従って、道路や道路利用者に被害が及ばないよう保護工を設置する。

上記の災害対策工方針に基づき、崩壊斜面の表面保護工、流下域の侵食防止工及び排水路工について構造物設計を行った。

当該斜面において実施する主な工種は以下の通りである。

- ・ 法枠工+種子吹付工： 6,020m<sup>2</sup>
- ・ 切土工： 18,974m<sup>3</sup>
- ・ ロックボルト工： 510カ所
- ・ 筋工（木柵工）： 1,050 m
- ・ 土留工（布団かご工）： 76 m<sup>3</sup>
- ・ 伏工（植生マット工）： 6,662 m<sup>2</sup>
- ・ 水路工： 344 m
- ・ 根固工： 23 m<sup>3</sup>

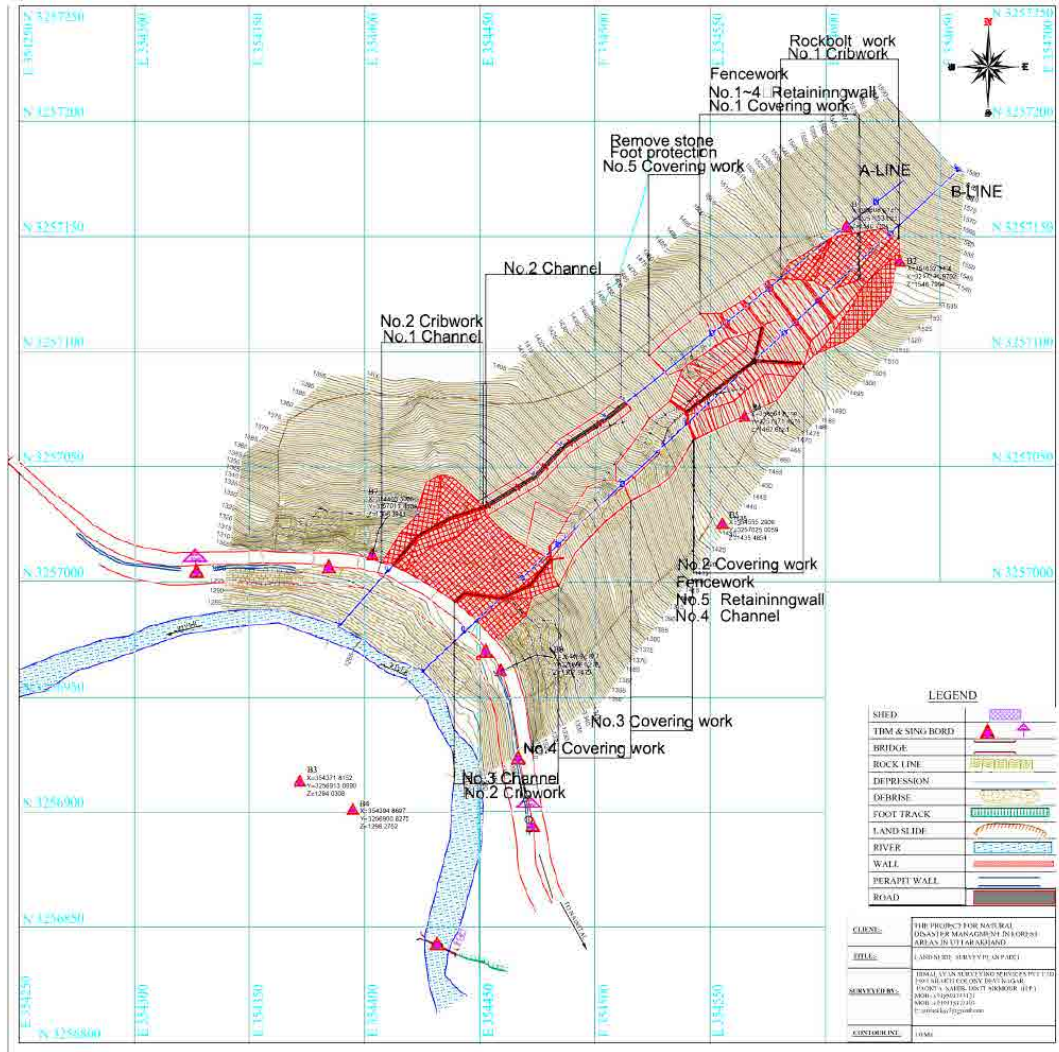


図 3.13 Padli 治山工事配置図

斜面对策工の実施に伴い、斜面下を横断する国道を一時的に斜面から離すことが必要となり、直接的な治山事業の対象ではないものの国道の改修計画、設計を行った。国道を管理するNational Highway Authority of India (NHAI)と、現地にて合同協議を行い、設計条件を確認した。これを基に道路線形計画を作成し、詳細設計を実施した。国道の設計は、Indian Road Congress (IRC)の基準書SP-73-2015に準拠して行った。この道路は、あくまでも治山工事期間中だけ共用する仮設道路としての位置づけである。擁壁の構造は施工業者からの提案により鉄筋コンクリート逆T擁壁と練り石積み擁壁の2タイプとなった。

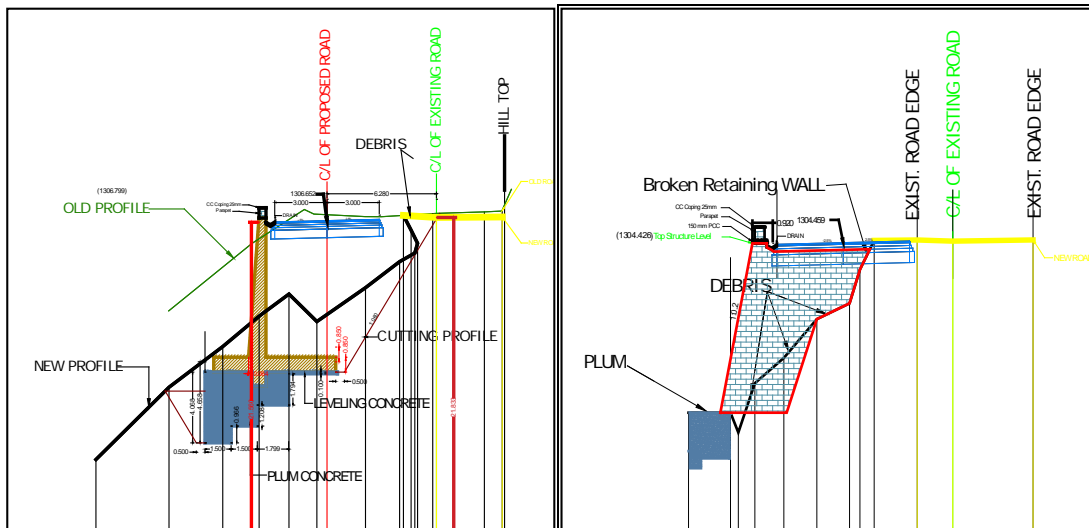
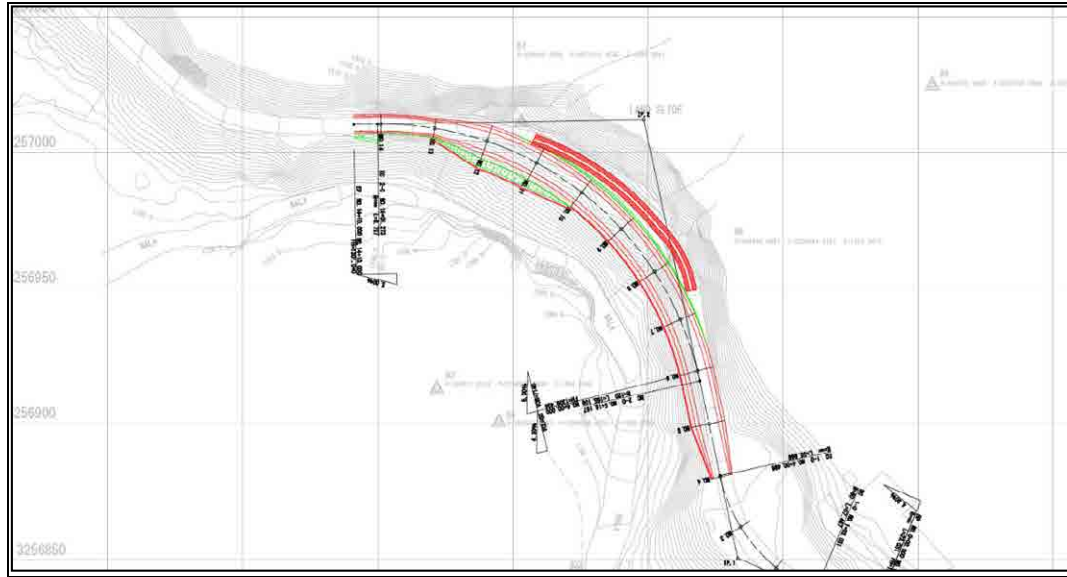


図 3.14 Padli 国道の仮設道路設計(上:道路線形、左:逆T擁壁、右:練り石積み擁壁)

### 活動 1-5 モデルサイトでの治山事業の施工請負業者を調達・契約する

当初の計画では、各モデルサイトずつで治山工事を発注する予定であったが、1サイトずつの工事費では工事規模が大きくないため応札者が十分に集まらない懸念があると判断し、UFRMPは3サイトを一括発注方式とすることを決定した。この決定を受け、3サイト一括発注のための技術仕様書を作成した。

2018年9月29日にUFRMP のホームページにおいて、ショートリストのための関心表明提出依頼(EOI)の公示を行った。関心表明提出期限は2018年12月31日であった。このEOIを受けて、14社のインド企業から応募があった。これに対し、UFRMPとToE、ウッタラカンド災害対策局で評価を行い、6社がショートリストに選定された。3つのモデルサイト工事一括発注のための入札図書は、専門家が技術支援を行いつつ、ToE及び

UFRMP が作成した。

その後、インドでの入札規約、手順に則り、以下のようなステップを経て、最終的に2020年1月11日に落札業者であるBUMI JVとUFRMPが契約締結した。

表 3.8 契約までの入札手続き及び時期

S.No.	種 目	実施時期
	設計図、技術仕様書、数量計算書、積算の完成（3モデルサイト）	2019年2月
1	仕様書の作成 Finalization of tender docs by ToE	2019年4月
2	専門家による設計図書のレビュー Review by Japanese Experts	2019年4月
3	設計図書のCPDへの送付 Sent to CPD for approval	2019年4月
4	CPDによる設計図書のレビュー及び入札図書の配布 Review by CPD and Publishing of Request of Proposal (RFP)	2019年6月20日
5	入札説明会 Pre-Bid Meeting	2019年7月5日
6	応札 Submission of Bids by the participants	2019年8月26日
7	応札書類の技術審査 Evaluation of Technical Bids	2019年10月1日
8	応札金額の審査 Opening of Financial bids	2019年10月3日
9	第1交渉件業者の最終評価 Evaluation of successful bidders Bids	2019年12月12日
10	契約 Signing of Contract Agreement Documents	2020年1月11日

#### 活動 1-6 承認された設計に従ってモデルサイト完工までの治山事業施工を監督する

2020年1月11日付でモデルサイトの工事請負契約がUFRMPと施工業者（Bumi JV）との間で締結された。契約締結後は契約書に添付されている施工監理計画書に従って、ToE及びタスクチームが下図に示す体制で施工監理を行なっている。短期専門家はToEおよびタスクチームが実施するモデルサイトでの施工監理にかかる施工計画書の内容や調達資材の確認、施工の品質管理、安全対策などについて指導および支援を主に行った。

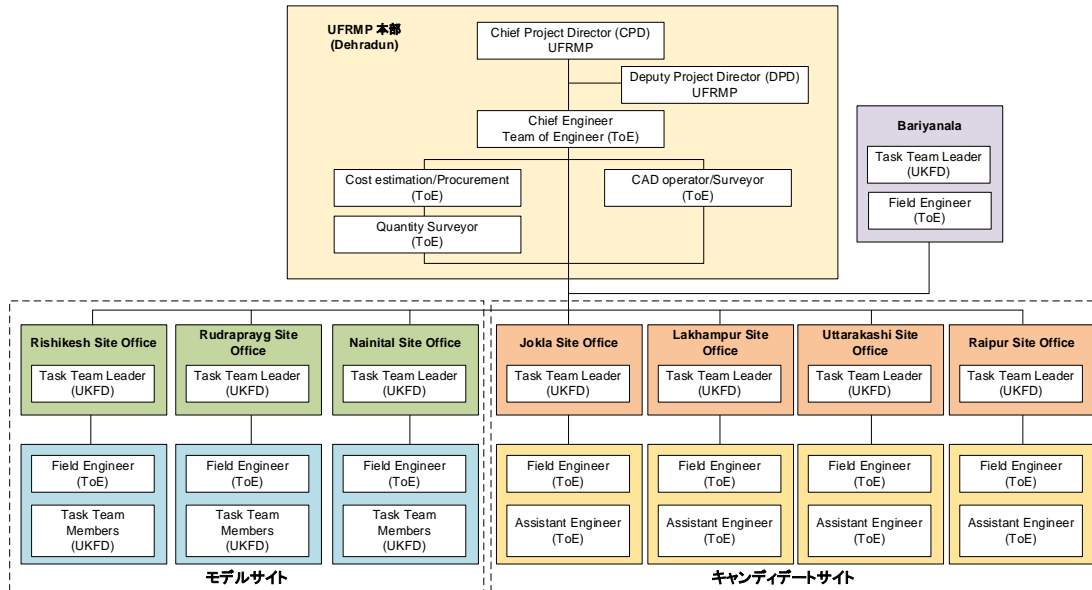


図 3.15 施工監理体制

施工業者との第1回会議をキックオフミーティングとして2020年1月21日に実施し、モデルサイトでの治山事業が開始した。しかし直後のCOVID-19感染拡大によるインド政府のロックダウン措置のため、2020年3月21日からC/Pの活動及び施工業者の作業が中断した。2020年5月4日よりC/Pの業務及び施工業者の作業が再開された。インドへの渡航が許可され、2021年10月4日より短期専門家のインドへの渡航を再開するまでの間は、ToEによるこれら図面の照査・承認作業の支援を日本国内から遠隔で実施した。

また、治山工事の内容、方法、安全対策及びスケジュールなどの詳細について、記載されるべき基礎的事項について請負業者との共通認識を持つための「施工計画書作成マニュアル」を作成した。

工事は、COVID-19の影響により工事が中断することで当初計画されていた工程から遅れが生じたが、加えて、諸々の理由により、工事が大幅に遅延している。以下に、遅延につながった理由及びこれまでの対応を記す。

1) 施工計画書の不備

技術仕様書にも記載している通り、施工業者には実際の施工を始める前に施工計画書を作成、提出し、発注者からの承認を得る必要がある。また、施工計画書には安全衛生計画書、品質管理表、出来形管理表等を含むことを要求している。これに対し、インド側はこれまで施工計画書を作成した経験が乏しいため、ToE及びタスクチームに対して見本を示し、作成方法の説明を行なった。また、施工業者に対してもこれらの作成方法の指導を行った。その結果、施工業者が提出する施工計画書は十分かつ適切な施工計画が策定されておらず、工程も現実的ではないため、修正するように幾度も指導を行った。また上記の施工計画書作成マニュアルを使用して、説明を行った。しかしながら、十分な修正が行われなかったため、サイト工事全体の施工計画書ではなく、工種ごとに施工計画を作成し承認する方式とした。それであって

も施工を開始するために十分な施工計画書が作成・修正・承認されるまでに極めて時間がかかっている。

## 2) 資機材の調達の遅延

工事に必要な資機材の調達に時間がかかっている。工程表通りに作業を進めることができれば、資機材が必要なタイミングに現地に到着するよう段取りができるが、当施工業者は資機材が必要になった時点から調達を始めるので、調達の間、現場が手待ちとなる。また、モデルサイト3サイトで工事機材を使いまわしているため、機材が必要な時に、他のサイトで使っているため作業が止まってしまうケースが多々発生している。

工事作業前に資機材の調達の準備を進めるようToEを通して幾度となく指導したものの改善が見られなかった。その後、調達担当者や現場責任者が代わり、調達の速度は幾分上がったが、常に現場作業の手待ちが発生しないほどには達していない。

## 3) 機材のメンテナンス不足による故障

現地に機材を調達したが、故障が頻発し、作業が止まってしまうケースが多々ある。また、機材を他のサイトに移動させ、その代替機材を搬入しても故障のため1年近く現地に放置されて、作業が進んでいないケースもある。これに対して度々ToEを通して指導しているが、抜本的な改善までは認められない。

## 4) 手順を無視した施工による手戻り

治山工事を行う上で、特に掘削作業に関しては、実施時期や実施範囲について十分に注意をする必要がある。施工手順を無視して、切土、掘削を予定より先に行ってしまうことで、想定していない崩壊や、時期によっては表流水などにより侵食を受け、現地形状が変わってしまうこともある。当施工業者は機材の使用スケジュールを優先し、不適切な手順及びタイミングで作業を行ったことで、想定外の崩壊が発生し、施工箇所の地形が計画と変わってしまった。また、谷止工の床掘を、資材調達前であるにもかかわらず実施し、その間のモンスーン時期の大量の表流水により掘削部分が侵食・埋没してしまい、作業が手戻りになるケースもあった。そのため新しい地形での再設計が必要となり、工程の遅延につながった。施工業者には、施工手順を守ること、不用意な掘削作業を行わない事、作業を行う前には必ずField Engineerの承認を得ることなど、ToEを通して再三指導している。

主に上記の理由により工程は大幅に遅れ、本プロジェクト期間内に完工することは不可能となった。各現場の本プロジェクト終了後にやるべき内容及び、注意すべき内容を整理したものを作成し、2024年3月に各現場で説明した。

以下に2024年3月時点の各モデルサイト工事に係る施工監理実績を示す。

### (a) Nirgad

2024年1月時点の施工監理実績を下表に示す。

表 3.9 Nirgad の施工監理実績

項目	実績
施工計画書（承認日）	全体施工計画書（2020/10/1）、仮設道路施工計画書（2020/12/22）、流路工2-2施工計画書（2022/1/5）、切土法面工施工計画書（2022/1/20）、土捨場施工計画書（2022/5/18）、DWD施工計画書（2022/7/19）、修正工程表（2023/2/20）、流路工2-2施工計画書改訂版（2023/10/13）、流路工2-1施工計画書改訂版（2024/2/12）
安全衛生計画書	施工計画書と共に承認済み
起工測量	実施・承認済み
工事材料（承認日）	布団籠鋼線（2020/3/17）、侵食防止マット（2020/6/19）、布団籠枠（2020/11/5）、布団籠中詰め石（2021/2/10）、吸出し防止材（2021/3/4）、土嚢袋（2021/3/8）、土嚢袋刺筋（2021/3/12）、布団籠枠（2021/7/9）、布団籠中詰め石（2021/9/27）、コンクリート配合試験（2021/10/7）侵食防止マット用アンカーバー・アンカーピン（2022/1/13）、侵食防止マット用アンカーバー（2022/5/25）、DWD鋼製部材（2022/7/7）、DWD用HDPE管（2022/7/7）、DWD中詰め材料（2022/8/6）
施工図（承認日）	谷止工・流路工1-1起工測量図（2020/12/15）、仮設道路施工図（2020/12/22）、流路工1-1起工測量図（2020/12/22）、流路工2-1起工測量図（2020/12/23）、床固工No.1-No.5施工図（2021/3/19）、流路工2-2施工図（2021/9/27）、流路工1-1施工図（2021/12/6）、切土法面工施工図（2022/1/20）、DWDNo.3, No.2及び No.1設計書・施工図（2022/3/25）、DWD材料製作図（2023/2/10）、流路工2-1施工図（2024/1/10）、CD-3布団籠工施工図（2024/2/5）、流路工2-1施工図改訂版（2024/2/12）
施工	進入路等の場内仮設工事完了（2021/3/31）、床固工No.5完成（2021/8/7）、床固工No.4完成（2021/10/10）、床固工No.3完成（2021/11/28）、床固工No.2完成（2021/12/16）、床固工No.1完成（2022/1/7）、流路工2-2（2022/1/17～）、切土法面仮設落石防護フェンス設置工事（2022/1/27～2022/3月）、切土法面工（2022/4月～）、DWDNo.3掘削工（2022/10月～）、DWD材料製作（2023/4月～）、DWDNo.3設置工事（2023/11～12月）
月間工程計画	2021年7, 8, 9,10,11,12月分、2022年1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2023年1,2,3,4,5,6,7,8,11,12月分、2024年1,2月分受領
月間安全衛生計画書	2021年7, 8, 9,10,11,12月分、2022年1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2023年1,2,3,4,5,6,7,8,11,12月分、2024年1,2月分受領
月例進捗報告書	2021年7, 8, 9,10,11,12月、2022年1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11月、2023年2,3,11,12月、2024年1,2月分受領
月例安全報告書	2021年7, 8, 9,10,11,12月、2022年1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11月、2023年2,3,11,12月、2024年1,2月分受領
進捗会議議事録	全体進捗会議：2021/7/27, 8/10, 9/28, 12/16, 2022/1/14, 3/14, 5/2, 7/25, 8/23, 2023/7/7, 9/13, 10/31, 11/17, 2024/3/7 Nirgad進捗会議：2021/7/6, 7/23, 8/12, 9/25, 10/11, 10/23, 10/30, 11/13, 12/4, 12/18, 2022/1/22, 2/5, 2/19, 6/4, 7/13, 7/30, 11/5, 2023/11/18, 11/25, 12/8, 12/22, 2024/1/12, 1/19, 2/9
設計変更	流路工2-2流末路線変更のための設計変更手続き完了。谷止め工の工法について鋼製自在枠からダブルウォールダムへ設計変更手続き済み。

(b) Jawadi

2024年3月時点の施工監理実績を下表に示す。

表 3.10 Jawadi の施工監理実績

項目	実績
施工計画書（承認日）	全体施工計画書（2021/10/18）、道路下山腹工仮設進入路施工計画書（2022/2/11）、土捨場No.1施工計画書（2022/4/12）、土捨場No.2施工計画書（2022/4/12）、道路下山腹工A工区施工計画書（2022/5/18）、法枠工施工計画書（2022/11/22）、法枠工指導日本人技術者（2023/1/30）、修正工程表（2023/2/20）、道路下山腹工B工区施工計画書（2024/1/5）
安全衛生計画書	施工計画書と共に承認済み
起工測量	実施済み
材料（承認日）	第三者材料試験室（2021/12/10）、コンクリート配合試験（2022/2/11）、仮設道路布団籠（2022/3/2）、仮設道路用RCパイプ（2022/3/2）、土捨場用布団籠（2022/4/28）、土捨場用吸出し防止材（2022/4/28）、土捨場用防水シート（2022/4/30）、土捨場用ジオテキスタイル（2022/5/5）、土捨場擁壁水抜きPVCパイプ（2022/6/29）、土捨場暗渠排水用玉石（2022/6/29）、擁壁打継用エラストイト（2022/7/4）、コンクリート配合試験（2022/8/5）、柵工用丸太材（2022/8/10）、仮設道路布団籠（2022/9/10）、柵工用丸太材（2022/11/25）、柵工用丸太材（2023/2/4）、法枠工型枠材（2023/2/10暫定承認）、法枠工吹付モルタル配合（2023/2/10）、法枠工金網（2023/2/20）、吹付モルタルコア抜き圧縮強度試験（2023/6/20）、吸出し防止材（2023/8/14）
施工図（承認日）	山腹工起工測量図、流路工起工測量図、道路擁壁起工測量図、山腹工仮設進入路施工図（2022/2/1）、土捨場No.1施工図（2022/3/15）、道路擁壁施工図（2022/3/25）、山腹工A工区施工図（2022/3/25）、土捨場No.2施工図（2022/4/12）、法枠工施工図（2022/7/13）、山腹工B工区施工図（2022/9/10）、落石防護フェンス（2023/1/3）、法枠工仮設進入路（2023/1/3）、法枠工施工図（2023/1/21）、法枠工施工図（2023/3/23）、法枠工施工図（2023/12/12）
施工	山腹工仮設進入路（2022年4月～）、土捨場No.2（2022年5月～）、土捨場No.1（2022年9月～）、道路擁壁工（2022年9月～）、山腹工（2023年1月～）、法枠工頂部仮設進入路（2023/1/3）、法枠工（2023/3月～）
月間工程計画	2021年12月分、2022年1, 2, 5, 6, 7, 8, 9,10,11,12月分、2023年1,2,3,4,5,6,7,9,11,12月分、2024年1,2,3月分受領
月間安全衛生計画書	2021年12月分、2022年1, 2, 5, 6, 7, 8, 9,10,11,12月分、2023年1,2,3,4,5,6,7,9,11,12月分、2024年1,2月分受領
月例進捗報告書	2021年10, 11月分、2022年1, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,11,12月分、2023年2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2024年2月分受領
月例安全報告書	2021年10, 11月分、2022年1, 4, 5, 6, 7, 8, 9,10,11,12月分受領、2023年2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2024年2月分受領
進捗会議議事録	全体進捗会議：2021/7/27, 8/10, 9/28, 12/16, 2022/1/14, 3/14, 5/2, 7/25, 8/23, 2023/7/7, 9/13,10/31, 11/17, 2024/3/7 Jawadi進捗会議：2021/10/9, 10/18, 10/26, 11/8, 11/20, 11/26, 12/10, 12/18, 2022/1/11, 2/19, 5/28, 6/4, 6/10/ 6/20, 6/25, 7/23, 8/13, 9/16, 10/15, 11/05, 11/19, 11/26, 12/17, 2023/1/7, 2/4, 2/25, 3/4, 3/18, 3/25, 4/1, 4/15, 4/29, 5/12, 6/12, 6/19, 7/3, 8/19, 9/21, 10/13, 10/21, 11/6, 11/25, 12/8, 12/23, 2024年1/9, 1/20, 2/18

(c) Padli

2024年3月時点の施工監理実績を下表に示す。

表 3.11 Padli の施工監理実績

項目	実績
施工計画書（承認日）	全体施工計画書（2021/10/21）、国道切り回し工事施工計画書（2022/3/18）、落石防護壁施工計画書（2022/6/10）、落石事故対策工計画書（2022/10/25）、法枠工・ロックボルト工施工計画書（2022/11/26）、修正工程表（2023/2/20）、法枠工・ロックボルト工施工計画書第2回改訂版（2024/2/5）、法枠工・ロックボルト工施工計画書第3回改訂版（2024/2/27）
安全衛生計画書	施工計画書と共に承認済み
起工測量	実施済み
材料（承認日）	布団籠鋼線（2020/12/21）、侵食防止マット（2020/12/21）、布団籠枠サンプル（2020/12/21）、第3者材料試験室（2021/12/10）、コンクリート配合試験（2022/1/13）、混和剤（2022/5/19）、基礎コン粗骨材（2022/5/19）、PVC止水板（2022/6/30）、打継目地シール材（2022/6/30）、落石防護壁用布団籠（2022/7/19）、鉄筋（2022/8/10）、逆T擁壁埋戻し材（2022/9/24）、セメント（2022/10/15）、侵食防止マット（2023/2/10）、落石防護壁用布団籠（2023/2/10）、落石防護フェンス用鋼材（2023/2/10）、路床材・下層路盤材・上層路盤材（2023/2/10）、アスファルトコンクリート配合（2023/2/10）、法枠工吹付モルタル配合（2023/1/10）、ロックボルト（2023/4/12）、移動式落石防護柵（2023/6/7）、ロックボルト材料（2024/1/8）、法枠工PVCスリーブ（2024/1/10）、10mmワイヤーロープ（2024/2/26）ワイヤーロープコネクター（2024/3/1）
施工図（承認日）	国道切回し道路逆T擁壁設計書（2022/3/16）、逆T擁壁施工図（2022/5/6）、布団籠防護壁（2022/5/8）、法枠工施工図（2022/7/13）、法枠工施工図（2023/3/28）、国道切り回し道路縦横断図・構造物図最終版（2023/6/6）、移動式落石防護柵（2023/6/12）、不安定斜面对策施工図（2024/1/2）、不安定斜面对策施工図改訂版（2024/3/5）
施工	国道切り回し工事（2022/4月～2023/5月）、法枠工No.1（2023/12月～）
月間工程計画	2021年11,12月分、2022年1,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2023年1,2,4,5,6,10,12月分、2024年1,2,3月分受領
月間安全衛生計画書	2021年11,12月分、2022年1,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2023年1,2,4,5,6,10,12月分、2024年1,2,3月分受領
月例進捗報告書	2021年10月分、2022年4,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2023年2,3,4月分受領
月例安全報告書	2021年10月分、2022年4,5,6,7,8,9,10,11,12月分、2023年2,3,4月分受領
進捗会議議事録	全体進捗会議：2021/7/27, 8/10, 9/28, 12/16, 2022/1/14, 3/14, 5/2, 7/25, 8/23, 2023/7/7, 9/13, 10/31, 11/17, 2024/3/7 Padli進捗会議：2021/10/9, 11/23, 12/3, 12/18, 2022/1/4, 1/8, 1/17, 4/4, 5/23, 5/28, 6/4, 6/10, 6/20, 6/25, 7/30, 8/6, 10/17, 12/24, 2023/1/23, 2/1, 2/17, 2/25, 12/29, 2024/1/9, 2024/1/23

施工中の安全管理において、降雨は大きく影響を及ぼす。治山工事の施工中は、斜面や溪流がより不安定な状態になっていることがあるため、降雨を監視することが重要である。調査の段階でモデルサイト周辺に設置した雨量計に警報装置を取り付けた。連続時間

雨量または実効雨量による警報基準値を設定し、雨量計が基準値を観測したら警報装置が警報を発信するようにした。警報が発令された場合には、工事の中断、道路の通行規制、住民避難などの緊急対策を行った。警戒基準値は、過去の雨量記録から災害と雨量との関係を分析し、決定した。設定後、見直しを行い、2023年の雨季のデータを基に以下の警戒基準値とした。

表 3.12 各モデルサイトの雨量警戒基準値

サイト名	警戒基準値	備考
Nirgad	20.0mm/h	時間雨量
Jawadi 1	31.2mm	実効雨量（半減期 72 時間）
Padli	71.6mm	実効雨量（半減期 72 時間）

また、各モデルサイトの建設費用は以下の通りである。

表 3.13 各モデルサイトの建設費用

Description	Nirgad	Jawadi	Padli	Total	Remarks	Page No
<b>Original Value of Contract (Rs.)</b>	<b>81,430,509.00</b>	<b>206,937,356.58</b>	<b>142,863,543.00</b>	<b>431,231,408.58</b>		
Cost escalation due to change in design resulting inclusion of extra items	2,854,586.18	14,155,707.00	6,603,921.90	23,614,215.08	Flag A (Note Sheet dated nil) and Flag B (Note Sheet dated nil)	6,7,8,9
Cost escalation due to COVID Lockdown (Change in cost of materials and labour as well as DSR/ SOR rate)	6,774,370.01	17,215,540.29	11,885,109.20	35,875,019.50	Flag C (Note Sheet dated 12. 04.2023) and Flag B (Note Sheet dated nil)	10
Idle Charge due to COVID	13,010,318.00	1,689,498.00	3,414,516.00	18,114,332.00 (Payment released on 15 <sup>th</sup> June 2023)	Flag D (note sheet dated nil)	11,12
Cost reduction due to change in check dam	-582,055.27			-582,055.27	Flag E (Work sheet of extra items )	13,14
<b>Total Incremental cost</b>	<b>22,057,218.92</b>	<b>33,060,745.29</b>	<b>21,903,547.10</b>	<b>77,021,511.31</b>		
<b>Total Revised Cost ( Without Taxes)</b>	<b>103,487,727.92</b>	<b>239,998,101.87</b>	<b>164,767,090.10</b>	<b>508,252,919.89</b>		
<b>% Incremental cost escalation</b>	<b>27.08%</b>	<b>15.97%</b>	<b>15.33%</b>	<b>17.86%</b>		
Add: 18% GST	18,627,791.03	43,199,658.34	29,658,076.22	91,485,525.58		
<b>Total Revised cost (With Taxes) Rs.</b>	<b>122,115,518.95</b>	<b>283,197,760.21</b>	<b>194,425,166.32</b>	<b>599,738,445.47</b>		

## 活動 1-7 モデルサイトの完工後、定期的なモニタリングを行う

施工した施設の維持管理及び効果評価のため、維持管理マニュアルを作成した。これは日本で実施されている治山施設の維持管理における取り組みをもとに作成した。モデルサイトで実施している治山工事において選定・施工された工種をベースに、その施工品質、メンテナンスの容易さ、施工性、保全対象等を考慮し、今後のインドにおける維持管理手法について検討していくことが望まれる。この維持管理マニュアルを基にToE及びタスクチームに対して2023年9月に勉強会を行い、内容の説明及び理解の促進に努めた。

また、各モデルサイト用の維持管理のためのモニタリングシートを作成し、モニタリングシートの使い方や現地点検の際の注意点について説明を2024年3月に行った。

## 活動 1-8 治山事業ガイドラインを作成する

長期専門家が中心となり、短期専門家がサポートを行った。短期専門家がモデルサイト候補地の現地踏査を基にしたウッタラカンド州の状況把握を行い、長期専門家が日本で使われている関連資料（治山技術基準など）を収集、レビュー、情報収集を行った。収集した情報を基に、長期専門家を中心に治山事業ガイドラインを取りまとめた。短期専門家は、主に、現地での技術的協議、ガイドラインに使う資料や写真を提供、原稿の校閲などを行った。2018年6月に長期専門家がUKFD及びJICAインド事務所に完成版を提出した。

## 活動 1-9 治山事業設計マニュアルを作成する

長期専門家が中心となりドラフト版の作成を進め、短期専門家はドラフト版の校閲などの支援を行った。治山事業設計マニュアルは、溪間工と山腹工について取りまとめられたもので、2021年9月にプロジェクト関係者に電子版が共有され、2022年にVersion 0としてプロジェクト内部用として発行された。その後、関係者からのコメントを基に改訂を行い、2023年6月に治山事業設計マニュアルのVersion 1が発行された。2023年11月には、植栽樹種などをインド ヒマラヤエリア版に改訂したVersion 2が発行された。

## 活動 1-10 治山事業標準施工基準を作成する

対象となる工種はモデルサイトで実施する工事をベースとし、長期専門家と協議の上、以下の13工種と決定した。また、標準施工基準の内容について、以下の構成とすることとなった。

### 【対象工種】

1. 起工測量
2. 床固工
3. ダブルウォールダム工
4. 流路工
5. 切土工
6. 擁壁工
7. コンクリート法枠工
8. ロックボルト工（鉄筋挿入工）
9. 編柵工（山腹工）
10. 侵食防止マット工（伏工）
11. 根固め工
12. 仮設工
13. 安全対策

参考資料：丁張り

### 【記載内容】

- ・ 工種の目的
- ・ 施工に係る作業フロー
- ・ 施工に係る各作業の内容解説と注意点
- ・ 安全対策について
- ・ 補足事項

各工種の施工基準を長期専門家と短期専門家で作成し、ToE 及びタスクチームを対象に施工基準資料を基に勉強会をコロナ禍で専門家が渡航できなかった2021年10月から定期的に開催し、知識の定着と理解の促進を図った。2023年9月には、勉強会の結果をもとに Version 1を完成した。

## 活動 1-11 モデルサイトにおいてUKFD職員による治山技術モデルの評価を行う

治山事業モデルサイトで実施した治山工事にかかる活動及び成果について評価をする。この評価方法や実施方針について長期専門家と協議を行い、以下の実施方針を策定し、評価シート案を作成した。この評価表及び評価方針についてUKFD/UFRMPに説明を行い、合意を得た。

### 【評価チーム】

- ・ 副プロジェクトダイレクター: 評価チーム代表者
- ・ タスクチームメンバー: 9名 (3-4名×3チーム)
- ・ ToE: 2名 (チーフエンジニアと副チーフエンジニア)
- ・ 日本人専門家: 2名 (長期、短期各1名)
- ・ これまでの本邦研修参加者から 1-2名

### 【評価内容】

- ・ 作業アプローチの妥当性
- ・ 作業目的の理解度
- ・ ウッタラカンドで適応できる技術/手法
- ・ 今後の斜面对策としての有効性
- ・ UKFDの技術能力強化への寄与

### 【評価対象】

- ・ 調査 (対策工決定): モデルサイト3カ所
- ・ 設計、施工、維持管理: 以下に示す、実施した/している主な治山工
  - ダブルウォールダム工
  - コンクリート水路工
  - 侵食防止マット工 (伏工)
  - コンクリート法枠工 (当初はモルタル法枠工)
  - 鉄筋挿入工
  - 木柵工

### 【評価方法】

- ・ 各評価員が記名式で評価シートを用いて評価する。
- ・ 評価項目に対して5段階で評価する。
- ・ 4以上を高評価とする。
- ・ 各評価者がステージ (段階) ごとの総合評価を5段階 (平均) で出す。
- ・ 評価シートを各評価者にメールで事前配布し、基本的に評価時に収集する。
- ・ 日本人専門家で評価結果をとりまとめ、評価チーム代表者と共に分析する。

本来、この評価はUKFD職員 (UFRMPを含む) により実施されるものである。しかし、モデルサイトの治山事業のすべては完了しておらず、本プロジェクト完了後も継続されることから、今回実施する評価は、中間評価との位置づけとし、治山事業完了後にUKFDにより最終評価を行われることが、Chief Project Director (CPD) との協議の結果、決定し

た。また、CPDからの要請により、中間評価には日本人専門家も評価チームとして加わる  
こととなった。

治山工事モデルの評価は、TOEおよびUKFDの関係者により、2023年12月29日にPadli、  
2023年12月30日にNirgad、及び2024年1月22日にJawadiの各サイトにおいて実施された。こ  
の結果、336の評価項目中331項目について評価者の80%以上が高く評価した。

### 3.2.3 成果2の活動

以下の活動について、長期専門家に対して成果品の一部を作成・提案を行った。ただ  
し、活動2-3のうち本邦研修として行うOff-JTについては短期専門家が主体となって実施  
した。

2018年5月30日に、4名のタスクチームメンバーが各DFO事務所より新たに指名され、合  
計12名のタスクチームメンバーの指名が行われた。また2018年6月末までにその12名のう  
ち、10名がタスクチームに配置された。残り2名は最後まで配置されることはなかった。

#### 活動 2-1 技術移転計画策定のための基本調査を実施する

技術移転対象となるタスクチームメンバーの多くは、異動や配置換え等で離れ、プロジ  
ェクト開始から参加しているメンバーで残っている者は極めて少ない。欠員に対する人  
員の補充は、JETからは随時求めたが、実現されなかった。タスクチームで積極的に参加  
していたのは2~3名程度である。合わせて、ToEについても、プロジェクト開始の当初メ  
ンバー数名の離職が重なり、2023年4月に2名、2023年6月に1名のToEメンバーがプロジ  
ェクトを離れた。これを受けて、2023年4月に1名、2023年6月に2名、2024年2月に1名のField  
Engineerが新たにToEメンバーとして参加し、モデルサイト及びキャンディデートサイト  
の施工管理を担当している。2024年2月の段階で、ToEメンバーは11名である。

##### (a) インド側のタスクチーム及びToEの技術及び知識に関する基本調査

インド側のC/Pであるタスクチーム及びToEメンバーに対して、ベースライン調査の位  
置づけ理解度テストを実施した。その後、合計3回の理解度テストを実施した。ベースラ  
イン調査のための理解度テストのテスト問題については、これまでの治山技術研修で使  
われた教材を基に、31問の選択及び記述問題について、各項目について提案し、長期専門  
家に取りまとめた。

以下に理解度テスト実施時期を示す。

初回理解度テスト（ベースライン調査）：2019年6月3日

中間理解度テスト：2021年10月21日

最終理解度テスト：2024年1月8日

中間理解度テストの正答率は平均60%であったが、最終理解度テストでは平均80%と大  
幅に向上した。

## (b) インドでの施工業者の技術に関する基本調査

治山対策工に使用する資材供給業者、及びダムや水路、堰堤などの水利系工事業者や斜面対策工事などの土木系工事業者数社に対して治山技術に関する調査を行った。数社に対して聞き取り調査を2017年11月～2018年2月の間に実施し、類似工事の実績や実施可能な斜面对策工事、所有機材や能力についての情報を得た。一般的な土木工事やモルタル吹付工、ロックボルト工、擁壁工についても施工実績もあり、JICA専門家の施工指導・監理の下で品質を確保しての実施が可能と判断された。

### 活動 2-2 治山事業の基本的概念、事業計画書の作成、各種調査及び治山施設の設計・施工監理等を含む技術移転計画を策定する

活動 1-3～1-7 までの業務を通じて、日々の技術移転を行った。C/P は、3つのタスクチームを作り、基本的に各タスクチームがモデルサイト 1、モデルサイト 2、モデルサイト 3 を別々に担当している。しかし、技術を身につける上で繰り返し経験することが重要であることから、各モデルサイトに他の担当タスクチームもできるだけ関わるようにしたが、タスクチームメンバーの通常業務で多忙であったため調整が難しく、あまり実現はできなかった。

表 3.14 治山事業における技術移転のポイント

治山工事段階	ポイント
調査	調査方法、簡易貫入試験器を使用した土壌深度調査方法、スケッチ、調査結果の図化
設計	調査結果の基づく工種の選定、安定計算、工種の配置、構造物の構造計算、樹種の選定と植樹法
調達・契約	契約書・ToR・公示の作成、請負業者の技術水準判定、請負業者からのプロポーザルの審査と判定、瑕疵担保の設定
施工監理	設計書どおりの施工、調達管理、工期管理、安全管理
安全管理	施工時の安全管理のためのモニタリングにおける安全基準の設定と対応、施工時及び施工後の道路や住民の安全管理（安全基準の設定と通行規制法、住民避難法）

上記の項目を着実に推進できるように要員構成、配置に従って計画案を策定する。

活動2-1の基本調査結果及び活動2-2でのタスクチームとの活動を通して、長期専門家と協議し、技術移転計画書を作成した。この技術移転計画書をUFRMP側に提出した。

### 活動 2-3 技術移転計画書に基づきOff-JT及びOJTを実施する

活動 2-2 で作成した技術移転計画書に従って Off-JT 及び OJT を実施した。

3カ所のモデルサイトの技術移転は、タスクチーム、DFO 事務所職員、ToE に対して調査、設計、調達・契約、施工監理、モニタリングの技術移転を行った。そのうち、調査、施工監理、モニタリングは現場での技術移転が中心となり、設計、調達・契約はデスクワークが中心となる。現場での作業では、JICA 専門家が現場に行くときには、タスクチー

ム、DFO 事務所職員及び ToE も同行し、できる限り、現場でしか身に着けられない技術の移転を行った。デスクワークの時には、ある程度の技術能力を有する ToE を中心として、JICA 専門家と共同でタスクチーム、DFO 事務所職員へ技術指導を行った。

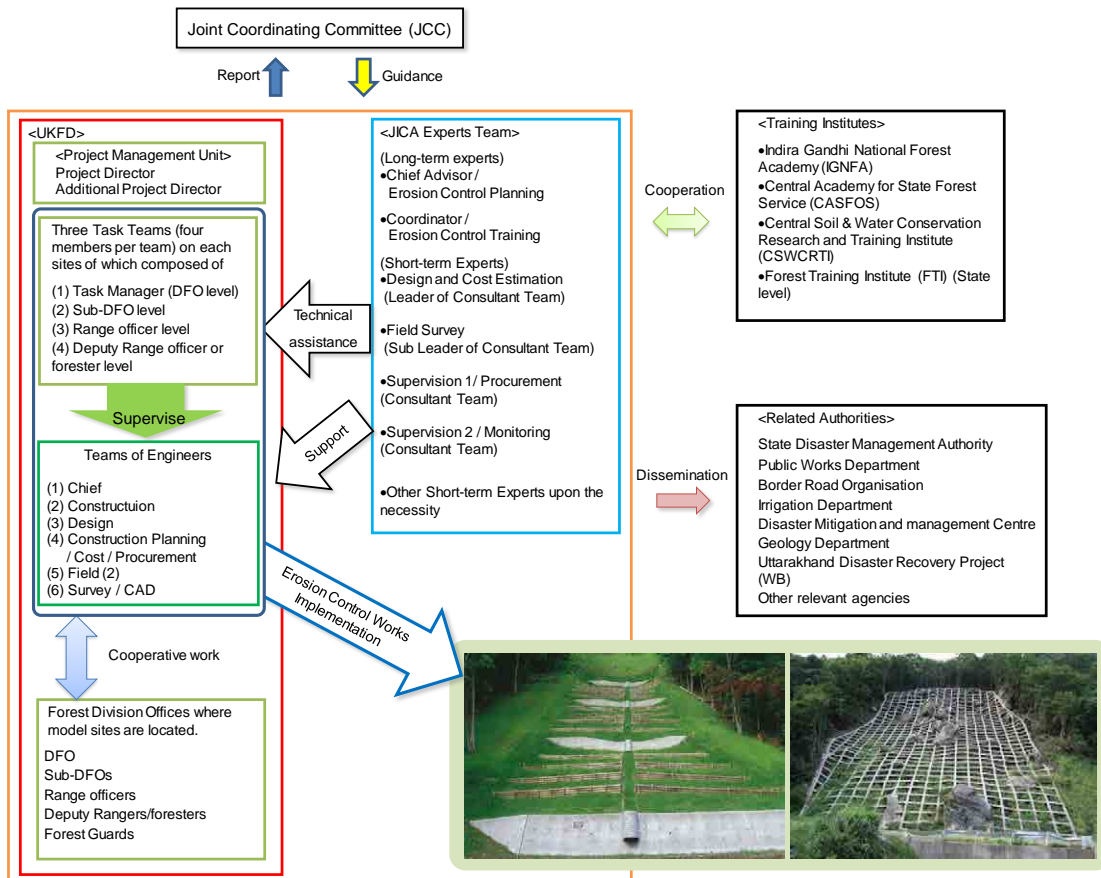


図 3.16 本プロジェクトの技術移転に係る組織関係図

これら OJT だけではなく、定期的で開催する月例会議においても、短時間の技術講習会及び勉強会の時間を設け、技術移転を行った。また 2020 年の COVID-19 の影響により渡航できなかった期間においても、定期的オンラインにて技術移転のための勉強会を開催した。

Off-JTとしてのインド国内研修の実施

第2回本邦研修に先立ち、治山工事の設計に係る研修を2018年10月22日～10月29日にデラドゥン市内で実施した。研修は、タスクチームメンバーとToEを対象とし、講師は、日本から招いた櫻井正明氏が「治山工事設計」にかかわる講義を行い、北浦専門家が「日本の治山事業の概要と工事における安全対策」の講義を行った。インド国内研修最終日には、モデルサイト（Nirgad）において設計図面等を用いて構造物の配置や目的などを確認する現地研修を実施した。

Off-JTとしての本邦研修の実施

本研修は本プロジェクトの効果的な実施のため、C/Pを含むプロジェクト関係者が日本の治山制度・技術についての理解を深めることを目的として実施した。

#### ・第1回本邦研修

2017年10月25日～11月9日に本邦研修を実施した。C/PであるUKFD職員及びToEの他、本プロジェクト目標の達成に係る関係機関として想定されているウッタラカンド州災害管理局、財務局及び公共事業局（PWD）を対象に、日本の治山制度・技術についての理解を深めることを目的として実施された。本研修には11名の研修員が参加した。研修カリキュラムは本研修目的を達成することを考慮して策定され、実質の研修期間を、研修内容を基に3つのステージに分けた。

- ステージ1：治山に係る基礎知識に関する講義
- ステージ2：治山工事現場の視察
- ステージ3：実務に関する講義

研修員はプロジェクト管理を主体とする上級クラスと実務担当者レベルに分けられ、上級クラス研修員はステージ1、2を、実務者レベル研修員はステージ1～3全てを受講した。

#### ・第2回本邦研修

2018年11月12日～11月22日に本邦研修を実施した。C/PであるUKFD職員及びToEの他、ウッタラカンド州政府事務次官を対象とした。日本とウッタラカンド州の治山に係る法制度の違いの認識、日本の防災技術や治山に係る研究の知見を広げることを目的に、治山に係る基礎知識に関する講義を林野庁本庁、日本大学、森林総合研究所にて受講した。さらに、静岡県大井川地区、長野県大鹿村、山梨県野呂川地区で施工中と施工後の治山現場見学を実施した。研修最終日の成果報告会では、研修員全員が本邦研修で得られた知見のうちインドの現場に活用できる点について各自の視点から発表を行った。

#### ・第3回本邦研修

2019年11月6日～11月23日に本邦研修を実施した。C/PであるUKFD職員及びToEの他、インド政府環境・森林・気候変動省を対象とした。日本とウッタラカンド州の治山に係る法制度の違いの認識、日本の防災技術や治山に係る研究の知見を広げることを目的に、治山に係る基礎知識に関する講義を林野庁本庁と森林総合研究所にて受講した。さらに、静岡県大井川地区、奈良県十津川村、和歌山県紀伊田辺、兵庫県神戸市において施工中・施工後の治山現場見学を実施した。加えて、林野庁での研修の講師を長年務めてこられた株式会社山地防災研究所の櫻井正明氏を講師に迎え、治山工事設計に係る研修を実施した。研修最終日の成果報告会では、研修員全員が本邦研修で得られた知見からインドの現場に活用できる事項について各自の視点から発表を行った。

#### 技術移転のための資料作成

C/Pに対する治山事業に関する調査・施工に関する技術移転のための資料として以下を作成した。

#### (a) ウッタラカンド斜面災害における地質特性(類型化)資料

ウッタラカンド州内で確認された災害箇所の地質の特性と災害との関係について検討を行った。これに加え、各斜面災害形態に対しての地質調査を行う際の注意点及び対策工

の選定についての注意点について取りまとめたものを追加した報告書を作成した。各項目の概要は以下の通りである。

➤ ウッタラカンド州の地質及び地形

インド北部及びウッタラカンド州に係る地質及び地形に関する文献を収集した。これらから、ウッタラカンド州にある地質及び地形の成り立ちについて取りまとめた。特に地質の説明については、写真を多く掲載することで、専門ではない読者の理解促進のための工夫をした。

➤ 斜面災害分類と地質特性

本業務で作成した斜面被害箇所図作成調査で収集したUKFD管内の斜面災害データとウッタラカンド州のNational Disaster Management Authority (NDMA)から提供されたChar Dham Yatra回廊での斜面災害データベースを活用し、ウッタラカンド州で発生している山地災害の地質的な観点からの特性について分析を行った。

➤ 斜面災害に対する現地調査での注意点

前項で説明した各災害特性を考慮して対策を講じる際に、事前現地調査でどのような点に注意し、確認して災害発生のメカニズムを推定するかについて説明した。

➤ 斜面災害毎の対策工選定時の注意点

斜面災害対策工は災害形態によって工種が異なる。またそれぞれの工種を選定する際には、現地の状況にたいして最も効果的、かつ安全に施工できる工種を選定しなければならない。対策工を選定する際の基本的な考え方や着目点を記述した。ここで扱う斜面災害形態は、斜面崩壊、落石、土石流、そして地すべりである。

## (b) 調査～設計の手順書

ウッタラカンド州治山の測量・調査から計画・設計に至る手順書作成業務では、これまでに策定されている治山マニュアルに基本的に従ったうえで、ウッタラカンド州の山地災害の状況を把握してそれらを地図上に図化するための測量と、それらの災害復旧のために利用される工種を、現地の状況に応じて計画・設計するまでの考え方と手順を、プロジェクトカウンターパートとToE、並びに施工会社の理解を促進することを目的に、それらの行程について順を追って要点を示して記述した。

また、今後多くの災害を対象とするにあたって、様々な地形やそれによる災害の多様性、あるいは複数工種の組み合わせによって、この手順書に示される順序の通りではない局面や現場に、インド人技術者が遭遇することが予想できる。そのため、この手順書の利用にあたっては、その多様性を考慮し、手順書や上記の治山マニュアルの基本に従いつつ、今後技術者の技術の向上に従って、手順の組み合わせや順序を適宜応用し、また修正を加えながら、より実用に適したマニュアルに改定されていくことが期待される。

手順書は、治山の工種として溪間工と山腹工に分け、また溪間工として谷止工と水路工の2つの章に分けて記載している。また溪間工の手順書の中では、I. 溪間工の測量、

II. 谷止工の計画と設計、III. 水路工の計画と設計の3章に分かれ、山腹工の手順書としてIV. 山腹工の測量及びV. 山腹工の計画の2章から構成される。全体で5章に分けて記載した。

### (c) 伸縮計、水位計の設置・管理方法、ボーリングの管理方法解説資料

Baliyanalaでの斜面崩壊について地すべりを想定したボーリング調査及びモニタリング調査を実施した。本プロジェクトで選定されたモデルサイトやキャンディデートサイトでの災害種はいずれも地すべりではなかったため、これまで地すべりに関するボーリング調査やそれに付随する調査についての技術移転がなされてこなかった。しかし地すべりは治山事業で対処する斜面災害のうちの一つであることから、地すべり調査に関する解説書を作成した。この解説書は、実際にこれらの調査を実施するエンジニアではなく、調査が適切に実施されるよう管理し、調査の結果を解析するエンジニアの視点で書いたものである。

本解説書は、地すべり地でのボーリング調査、地すべりモニタリング調査、すべり面の評価方法の3章に分かれている。

#### ▶ ボーリング調査

この章では、ボーリング調査の計画、調査の管理、ボーリング孔を利用する原位置地盤試験、そしてモニタリングのための観測孔の設置方法について記載している。原位置地盤試験は、一般的に地すべり調査で適用されるものについて説明を行っている。各事項の具体的な例や図、写真を掲載し、より理解を促進するよう工夫している。

#### ▶ 地すべりモニタリング調査

日本では数多くの地すべりに関するモニタリング手法がある。この中のいくつかはインドで機材を入手することが困難なものもあるが、インドでも適用が可能もしくは一般的なモニタリング調査手法について記載を行っている。特に今回Baliyanalaで設置した孔内傾斜計についてはより詳細な記述となっている。

#### ▶ すべり面の評価方法

ボーリング調査及び地すべりモニタリング調査を実施する最大の目的の一つとして、対象地すべりのすべり面の深さの把握がある。このすべり面深度把握のための、ボーリング調査及び地すべりモニタリング調査の結果の解釈の方法について記述した。

### (d) UAVとトータルステーションを用いた治山にかかる測量技術講習カリキュラム作成業務

治山のための測量技術の移転、技術向上の機材として、ドローン、RTK 受信機並びにトータルステーションの機材を導入している。当業務においては、治山における測量とその測量に必要なそれら機材の取り扱い方に習い、治山構造物を設計するための測量業務（平面図、及び縦横断図の作成）をできるようにするまでの研修カリキュラムの作成と、そのカリキュラムに即した研修をおこなった。

取扱い研修を行った本プロジェクトで導入した機材は以下の通りである。

- ドローン 1式 (Asteria Aerospace A200-GEO Unmanned Aerial System with Reach M2 multiband RTK/PPK GNSS Receiver、及びReach RS2 multiband RTK/PPK GNSS Receiver as the base station)
- Reach RS2 multiband RTK/PPK GNSS Receiver 2台
- ドローン写真測量ソフトウェア (Global Mapper、Agi soft Meta shape Professional Edition)
- トータルステーション (Sokkia, Model- IM52, Accuracy - 1", Least count - 2")

測量研修は2回に分けて行った。2回とも内容は同じ研修であるが、できるだけ研修者は機械を触りながら研修を行うことができるように、人数を5名〜8名程度に限定して行った。また2回同じ内容の研修を行うことで、研修カリキュラムや研修材料がより充実することを期待した。それによって2回目以降も日本人短期専門家が不在の状況でも、インド人エンジニアだけで研修を行い、それらの測量機器を操作して、治山の測量ができる人材を増やすことできる。

研修対象者は ToE と UKFD タスクチームメンバーである。研修場所はプロジェクトオフィスでの講義形式の研修と円借款事業サイトである Raipur の現場において機器を使った実習形式の研修を行った。

#### 活動 2-4 UKFD職員の知識・技術の向上水準を評価する

2019年6月3日、第1回ベースラインテストが実施された。タスクチームと ToE から合計14名が受験した。第2回理解度テストは2021年11月22日に実施。計12名が受験した。第2回理解度テストの結果を踏まえ、業務上の OJT 及び Off-JT の機会において一層の C/P の知識向上に努めた。最終理解度テストは2024年1月12日に実施した。ToE から10名が受験した。試験当日に参加できなかったタスクチームにはテスト問題をメールにて送付したが、期日までに回答は提出されなかったため、タスクチームの第3回目テスト結果の評価ができなかった。

テストの合格点は、インドで一般的な合格点である40点を基準とした。過去3回のテスト結果の分析を行ったところ、ToE およびタスクチームいずれも全員40以上の点数を獲得した。右図に各回のテストの ToE とタスクチームの平均点を示す。ToE は受験するにつれ、平均点が大幅に向上した。一方、タスクチームの第1回目テストに比べ第2回目のテストの平均点はやや向上した結果となった。コロナ以降、タスクチームは本プロジェクトへの参加が難しくなったため、能力向上の機会を十分に活かすことができなかったことが主要因であると分析される。本プロジェクトを通して治山に関する知識や能力が向上した ToE が、タスクチームを含め UKFD 職員に対して、引き続き知識や能力の向上にどのように寄与するかが課題となる。

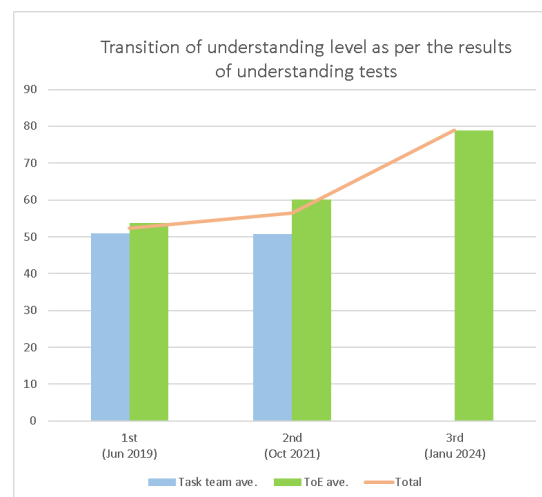


図 3.17 理解度テスト結果の推移

### 3.2.4 成果3の活動

以下の成果3の活動について、長期専門家の要請に応じて技術的バックアップ・作業支援を行った。

#### 活動 3-1 治山事業の情報共有のための計画が策定される

長期専門家と短期専門家の協議の結果から、ウッタラカンド州内外への治山技術情報共有を目的として、本プロジェクトFacebookページの定期更新及び、長期専門家を中心として治山に係る8つのテーマでパンフレットを作成した。短期専門家はこのパンフレット作成において、技術的助言を行った。長期専門家がこの8つのテーマのパンフレットを取りまとめ、1冊の冊子として製本した。冊子はヒンディー語、英語及び日本語の3カ国語を作成することで、より多くの関係者が理解できるよう配慮されている。当該冊子はインド及び日本の関係機関に送付した。UKFDへも配布し、ウッタラカンド州内の各DFO事務所等現場でも活用されることとなる。

#### 活動 3-2 ウッタラカンド州の関係者を対象とするセミナーやワークショップを開催する

2019年2月27日に開催された治山ワークショップの参加者招待、発表資料作成・準備、ワークショップ当日の運営支援を行った。ウッタラカンド州の防災に関わる人材が参加者として広く迎えられた。Neethu Lakshmi氏（Deputy Project Director, UFRMP）によるUFRMPの概要説明に続き、本邦から招聘された治山の専門家からインドで適用可能な治山技術（森林総合研究所 浅野氏）、日本の林業・治山技術（林野庁 五関氏）、治山業務遂行上の注意点（林野庁 三浦氏）の発表が行われた。その後、JICA技術協力プロジェクト「インド国持続可能な山岳道路開発のための能力強化プロジェクト」の森山長期専門家と北山長期専門家から山岳地における高速道路建設にかかる能力強化と早期警戒システムについての発表が行われた。各発表において参加者から日本人治山専門家に対して本邦技術のインドへの導入可能性について多くの質問がなされた。さらに2018年度本邦研修の成果を共有する目的で、タスクチームリーダーとToEが本邦研修で習得した知識・技術と実務への活用に関する発表が行われた。ワークショップのまとめとして、本邦技術を効果的にウッタラカンド州に取り入れる際の課題とその解決策をテーマに浅野氏の進行の下、五関氏、Anup Malik氏（UFRMP）、S K Birla氏（PWD）及び北浦長期専門家によるパネルディスカッションが行われた。

#### 活動 3-3 環境森林・気候変動省と協働してヒマラヤ地域他州の関係者を対象とするセミナーやワークショップを開催する

2020年3月16日・17日にヒマラヤ地域他州の関係者を対象として、治山工事の施工管理と安全管理対策に係る治山ワークショップを実施予定であったが、新型コロナウイルス流行を踏まえたJICA本部対応方針に従い開催を延期することが決定した。その後、Eco-DRRの治山対策（プロジェクト活動成果）の発表として、テクニカルワークショップを2023年12月15日と16日の2日間及びナショナルワークショップを2024年2月1日と2日の2日間でそれぞれ開催した。

2023年12月15日～16日の2日間に渡り開催されたテクニカルワークショップの発表資料の準備、ワークショップ当日の運営支援を行った。ウッタラカンド州の防災に関わる技術者が参加者として広く迎えられた。ウッタラカンド州内の様々な機関の関係者に対し、治山工事を実施する際の、技術的課題を共有することに重点を置いた。初日は、室内セッションを開催し、同州における治山工事導入における考え方、治山工事の適用、安全性への配慮、プロジェクトの成果品などについて、ToE及び長期専門家からプレゼンテーションが行われた。2日目は、モデルサイトの一つであるNirgadサイトと、キャンディデートサイトの一つであるRaipurサイトの2サイトを実際に視察し、治山技術の現地適用についての説明が行われた。特に現地視察においては、実際の現場の状況や対策を紹介し、より活発な議論が行われ、プロジェクトメンバーにとっても、これまでのプロジェクトでの成果を披露し、それに対するフィードバックを得ることとなった。

ナショナルセミナーはヒマラヤ3州に加え、西ガーツエリア、北東州の関係者も招待した。JICAの森林プロジェクト実施州と上記州の災害部局を管轄する各州Secretaryを招待した。セミナー後に配布したアンケートを取りまとめたところ、出席者の満足度は非常に高く、ポジティブなコメントが多く寄せられた一方、予算の問題や、モデルサイトやキャンディデートサイトが完成され、その結果を見てからでなければこの技術が適用されているかどうか判断できないとのコメントもあった。

本プロジェクトで実施するセミナー、ワークショップではないが、2018年4月11～13日に開催されたUFRMP・JICA National Workshopの開催準備を支援し、参加した。JICA National Workshopは、以下の日程、場所で開催された。本プロジェクト（TCP）では、本ワークショップに参加するとともに、以下の広報活動を行った。

- 1) モデル（模型）の作成：治山ダムなどの溪間工、山腹工、実際のサイトなどの模型を作成し、展示した（UFRMP及びToEが主体となり作成）。
- 2) ビデオの作成：プロジェクトの活動を紹介したビデオを作成し、ワークショップで上映した（UFRMPが作成）。
- 3) パンフレット等の資料：・コラージュ、・治山普及資料（Training Material）、ニュースレター（News letter）を作成し、コラージュはモデルとともに展示し、治山普及資料とニュースレターは参加者に配布した（長期専門家が作成）。

#### **活動 3-4 森林及び他の主要開発セクターにおいて、山地災害対策としての治山事業の主流化に向けた政策提言を取りまとめる**

政策提言の基本方針案が2022年1月に作成され、2023年5月～6月にかけてプロジェクト内で協議がなされた。また、2024年3月にC/Pと最終協議がなされ、以下の政策提言が作成された。

- 1) 小規模または直営でのプロジェクトの継続
- 2) 技術職員および関係機関の技術向上

- 3) プロジェクトの成果の活用
- 4) 関係機関との連携強化
- 5) 地域社会への普及啓発

### 活動 3-5 森林局と他の関連部局との間で治山事業に関する政策協議会を設置する

この活動に関して、短期専門家は特に作業を行っていない。

### 活動 3-6 設置された政策協議会で治山事業に関する定例会議を開催する

この活動に関して、短期専門家は特に作業を行っていない。

### 活動 3-7 情報共有の程度を確認する

この活動に関して、短期専門家は特に作業を行っていない。

## 3.2.5 成果4の活動

以下の成果4の活動のうち、活動4-1、4-2については、長期専門家に対して成果品の作成・提案を行った。活動4-3、4-4については、短期専門家が主体となって実施した。

### 活動 4-1 活動1-1に基づき、治山事業の対策工候補地の選定・優先順位付けをする

本活動は本来、活動1-1の終了後に実施するものであるが、2022年までの対策工の期間をUFRMPが考慮し、選定・優先順位付けの作業を早め、治山事業の対策工候補地の選定作業を実施した。UFRMPが各DFO事務所に治山事業対策工候補地の提出を依頼し、DFO事務所から提出された候補地の調査をToEが始めた。長期専門家及び短期専門家は、ToEが行う現地調査に同行し、選定の支援を行った。

選定支援にあたっては、以下の点を考慮した。

- ・ 想定される対策工が、モデルサイトでの技術が転用できる、またはモデルサイトの技術を応用できること。
- ・ 2022年までの完成を考慮し、想定される工期が期間内に終わることができること、及び想定される工費が適当であること。
- ・ 対策工による効果、便益が期待できること。
- ・ 災害範囲が対策工施工中や完工後に周囲に波及しないこと。

これまでの対策工候補地の選定に関して、当初JoklaとCompany Garden、Malla、Lakhanpurの4カ所を当活動の対象サイトとして選定していたが、Company Gardenは地権者との調整がつかなかったため、対象サイトとして除外された。代替地としてRaipurが選定された。

表 3.15 キャンディデートサイト治山事業候補地

DFO office	選定サイト	災害形態
Chakarata	Jokla	土石流
Dehradun	Raipur	土石流

Uttarkashi	Malla	斜面崩壊＋土石流
Pithoragar	Lakhanpur	斜面崩壊＋土石流

#### 活動 4-2 モデルサイトにおけるOff-JT及びOJTを通じ、円借款担当技術者の能力を強化する

以下の項目についてリモート及び現地にてToE各人の能力の強化を図った。

なお、モデルサイトだけではなく、それ以外のサイトを通じて能力強化を行った活動についても記載する。

- ・ モデルサイト工事の施工監理全般業務
- ・ モデルサイト施工業者から提出された施工計画書、仮設道路計画、起工測量結果、材料承認申請、施工図承認申請、安全衛生計画書等の審査
- ・ モデルサイト工事における各段階での検査
- ・ キャンディデートサイトの現地調査、現地測量、詳細設計
- ・ キャンディデートサイト工事の施工監理全般業務
- ・ Baliyanalaの斜面災害箇所での現地調査、現地測量、概略設計

#### 活動 4-3 「ウッタラカンド州森林資源管理事業」の対策工候補地における治山事業の現地調査、設計、監督を支援する

##### 【調査・設計支援】

##### (a) Jokla (Chakarata地域)

Joklaでは、およそ距離1500m、高低差500mの斜面の最上流部の崩壊地から、下方溪流に土砂が流出・堆積し、その下流側の氾濫域にて土石流が頻繁に発生している。これらの土砂を安定化するため、最上部の崩壊地斜面に対する山腹工として鋼製ネット及び厚層基材吹付工（21,575 m<sup>2</sup>）、溪流内不安定土砂抑止のための谷止工12基、及び氾濫域での流路工（403.2m）が計画され、ToEによる設計作業の支援を行った。

2020年3月にコロナ禍のため短期専門家が帰国するまでに基本設計は終わっており、その後活動を再開したToEが、短期専門家の遠隔の指導のもと、詳細設計のための測量の現地測量会社へ発注・測量指示を行い、上記各工事施工位置での横断図を9月に完成させた。短期専門家指導の下、ToEが谷止工12基の設計を行った。

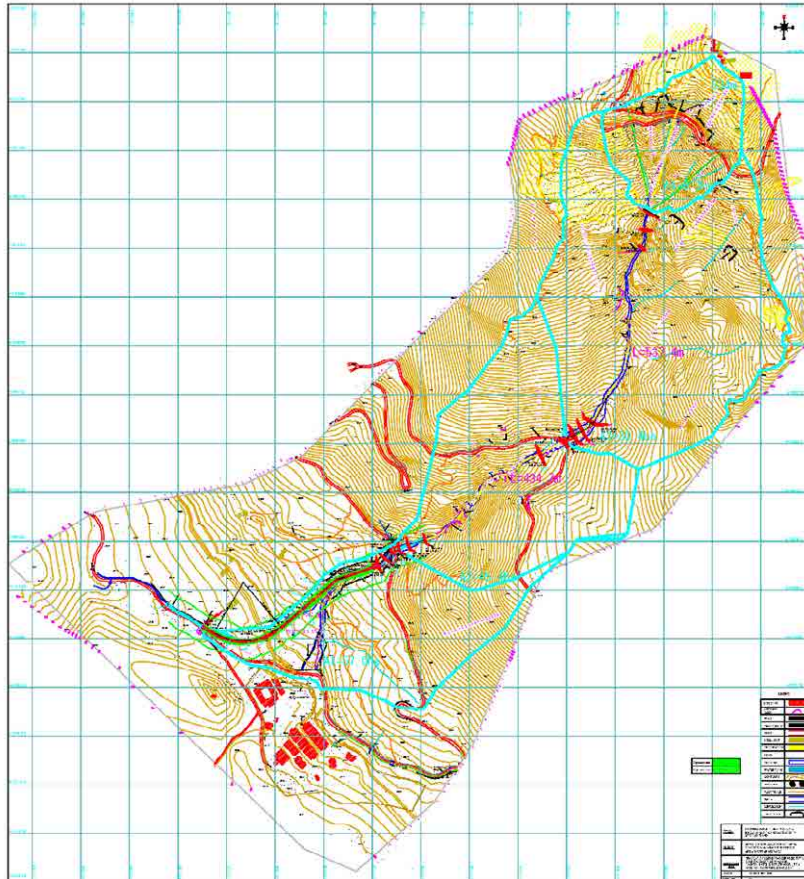


図 3.18 Jokla 平面図(対策工:最上部山腹工鋼製ネット及び層厚吹付工 21,575 m<sup>2</sup>、溪流内谷止工 12 基、流路工 403.2m)



図 3.19 上部対策工平面図(対策工:鋼製ネット及び層厚吹付工 21,575 m<sup>2</sup>,斜面積)

(b) Malla (Uttarkashi地域)

Mallaの治山事業対策斜面はBhagirathi川沿いに走る国道34号に面しており、想定される災害形態は集水域内の斜面崩壊及び土石流である。降雨期には当該斜面の溪流部から土

石流が発生し国道上の交通へ甚大な影響を毎年与えている。しかしながらこの災害に対してこれまで十分な対策が取れていない。

ToEが現地踏査を実施し、現地の変状や想定される危険箇所、地質の状況などを調査した。ToEが取りまとめた調査結果を基に、JICA専門家とのオンラインでの協議を通し、変状箇所の特定と当斜面の災害発生の流れを推定した。

今回取りまとめた地質図と前期に取りまとめた現地の変状状況を基に対策工の方針を検討した。現地状況から4つのエリアに分け、それぞれのエリアに対する基本対策方針を決定した。

これら対策方針はToEが提案し、Web会議において議論を行い、決定したものである。工事発注が急がれることからのエリア毎の対策方針を受け、対象斜面に対する対策工の基本設計を行い、この成果をベースに数量算出を行い発注用積算に用いた。JICA専門家側主導で斜面の対策工の基本設計、数量計算を行った。

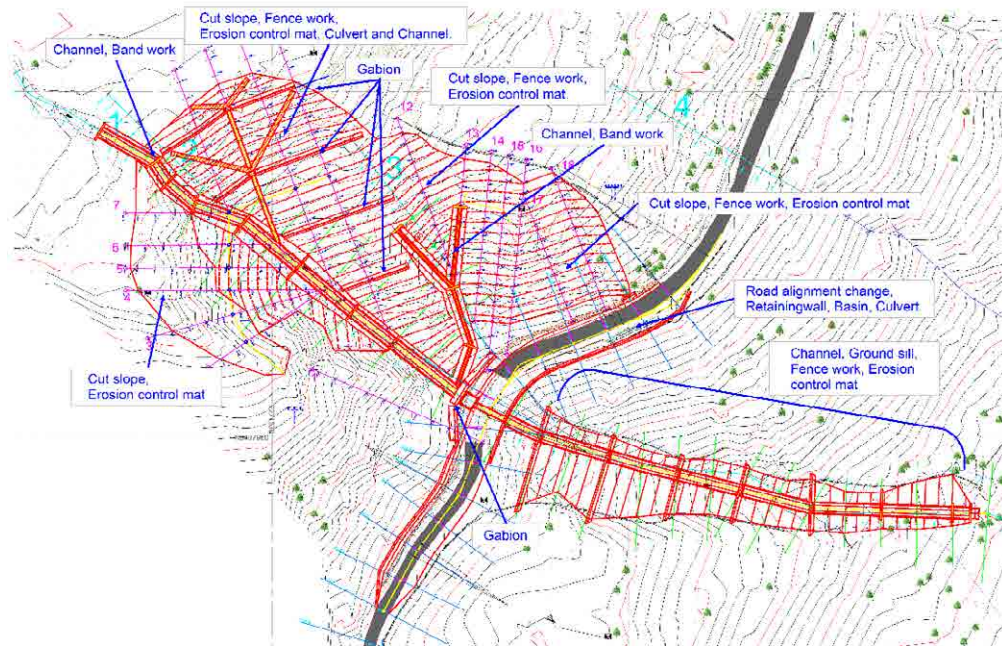


図 3.20 Malla の対象斜面の対策工の配置計画

今回の対策工事では対象斜面を横断する国境道路の改修も含まれる。道路を管理する Border Roads Organization (BRO)の指示より、当道路をNational Highwayと同規格で改修することとなった。この結果、道路幅員を現幅員より拡幅させる必要があり、そのため道路線形も変更させる必要がある。道路の新設計についてはToEが担当した。

### (c) Lakhanpur (Pithoragarh地域)

Lakhanpurはモデルサイト（3カ所）、キャンディデートサイト（4カ所）の中で最も Dehradunから離れたネパール国境付近に位置している。

Lakhanpur地区で発生した斜面崩壊に対して2018年に他の機関により概略調査が実施されているが、今回の円借款治山事業対策サイト候補地として最終的に選定されたことを受け、2021年10月にToE及び短期専門家が現地調査を実施し、基本的な対策工の方針を決定した。

以下は短期専門家が支援しながらToEが作成した対策工計画図である。インドで調達可能な落石対策ネット等の検討を実施した。

設計を行った対策工は以下の工種である。

- 法切工、山腹基礎工：崩壊発生源斜面
- ロックボルト付きワイヤネット工：崩壊斜面頭部（拡大崩壊防止）
- 擁壁工：NH上下斜面
- 土留工：NH下方斜面（斜面安定、掘削土砂処理）
- 付帯工：一式

これまで実施していたモデルサイト、キャンディデートサイト（Malla・Jokla）の設計業務の経験を活かし、順調に能力上昇が確認され、ToE主導で業務実行した。今後の課題は詳細設計及び残土処理場の決定である。短期専門家はToEに対して、2024年3月4日～18日の間に、現地および室内でのワークショップを開催し、3箇所のモデルサイトでの設計変更および工事施工管理に関する注意点について説明および指導を行った。

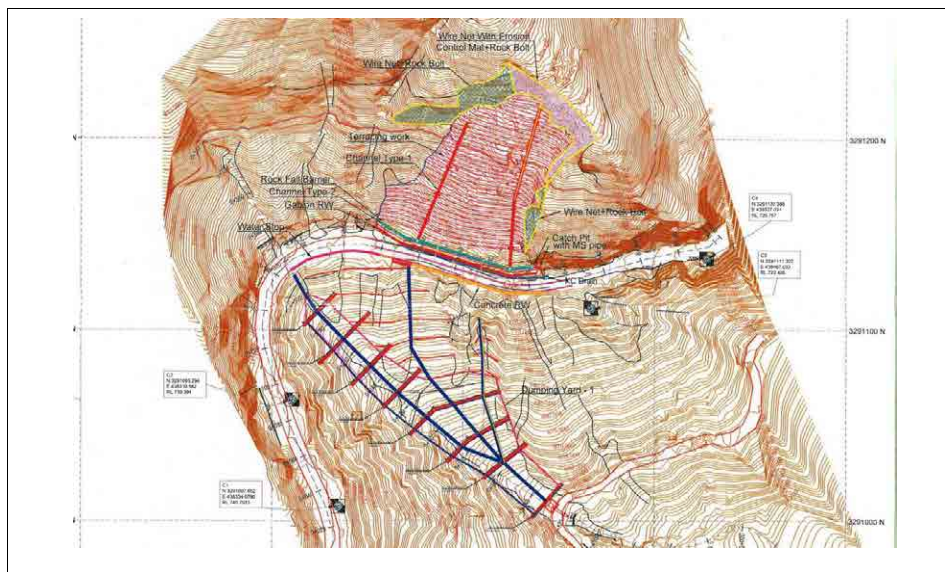


図 3.21 対策工計画図(Lakhanpur)

#### (d) Raipur (Dehradun地域)

RaipurはDehradun東部で南北に流れるSong川右岸の河岸段丘に位置する。本地区では段丘面から段丘崖を流下する溪流において溪岸侵食に起因した山腹崩壊、土砂流下が顕著に発生し、段丘崖直下の民家・耕作地に土砂流出の被害を及ぼしている地区である。

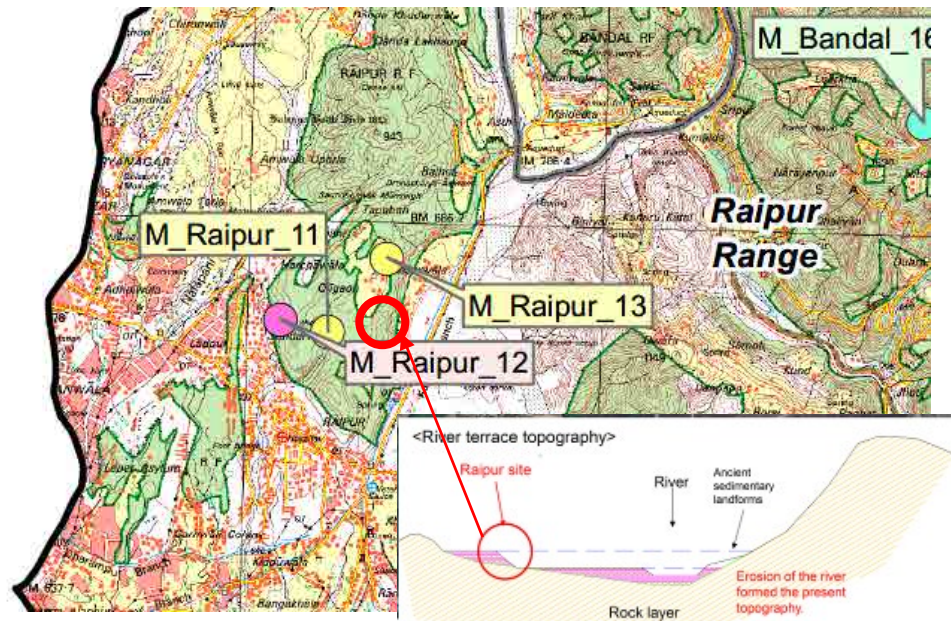


図 3.22 Raipur 地区の地形概況

段丘崖を流下する溪流は蛇行しており、攻撃斜面における溪岸侵食に起因し溪岸崩壊が多発している。

溪流に崩落した崩壊土塊が溪流を流下し下流民家・耕作地に被害を与えている。

現地調査の結果を検討した結果、策定した対策の方針は以下の通りである。

- 溪床に堆積した不安定土塊の固定：谷止工、床固工
- 溪床勾配の緩和による侵食の軽減：谷止工、床固工
- 溪岸侵食防止：護岸工
- 流末の流路固定：流路工
- 崩壊斜面の安定化：法切工、伏工

検討した対策方針に基づき、短期専門家のサポートの下、ToE主導で基本設計を行った。スケジュールの関係から、この基本設計により数量算出・積算・工事発注を行い、発注手続きと同時に詳細設計を行うこととなった。

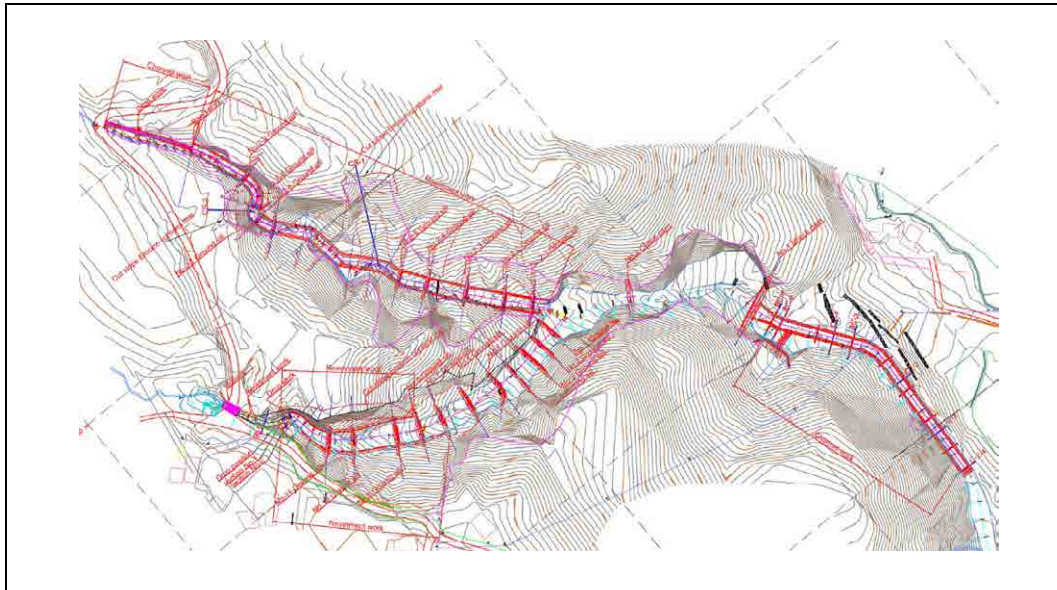


図 3.23 Raipur 地区の対策工平面図(基本設計)

設計を行った対策工は以下の工種である。

谷止工：溪床の不安定土塊の固定、山脚の固定	2基
床固工：溪床の不安定土塊の固定	20基
水路工、護岸工：流路の固定と山脚の侵食防止	3カ所
山腹工：既崩壊斜面の安定化、植生回復	3カ所
付帯工：道路取り合い関係	一式

これまで実施していたモデルサイト、キャンディデートサイト（Malla・Jokla）の設計業務の経験を活かし、順調に能力上昇が確認され、ToE主導で確実に業務を実行することができている。

短期専門家はToEに対して、2024年3月4日～18日の間に、現地および室内でのワークショップを開催し、4箇所のキャンディデートサイトでの設計変更および工事施工管理に関する注意点について説明および指導を行った。

#### 【入札作業】

4サイト（Jokla、Malla、Lakhanpur、Raipur）を一括入札で公示した結果、3社が応札したため、技術札の評価会を行い問題ないと判断されたため、価格札の開札を行い、Hindustan Builders & Developers社が落札した。RFP指定工期に対しHindustan Builders & Developers社は超過した工期を提案してきたが、契約交渉の結果、UFRMPが同社の提案を受け入れることになった。従って、契約工期はJokla30カ月、Malla24カ月、Lakhanpur27カ月、Raipur24カ月となる。

#### 【施工監理支援】

##### (a) Malla（Uttarkashi地域）

現在起工測量を実施中であり、設計照査の後、施工を開始する予定である。併せて新道路と残土処理場の詳細設計をToEが実施する予定である。

#### (b) Jokla (Chakarata地域)

現在起工測量に基づく設計修正、雨季の豪雨による状況変化による修正設計を実施した。施工は、Check dam (CD) No.5及びCDNo.1のコンクリート打設中。ToEにより品質管理が行われている。CD No.1～5の間の要伐採の13本の立木は伐採済。CDNo.4の床掘削削実施中。CDNo.9より上流側の3基のダムについては、道路から120m離れコンクリートが送れないので練石工ダムに図面変更することをToEが決定した。レイアウト図は短期専門家が作成した。立木伐採許可申請の遅れが工事遅延の原因となっている。現在の施工箇所を下図に示す。

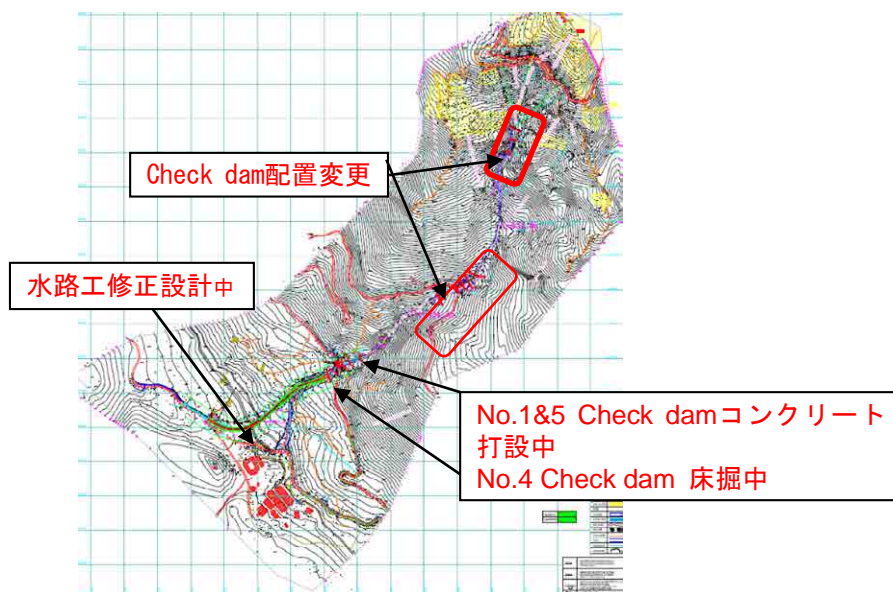


図 3.24 Jokla 施工状況

#### (c) Lakhanpur (Pithoragarh地域)

対象箇所内の道路拡張工事が実施され（道路局から当方への通知・協議なし）、斜面状況が大きく変化した。このことにより設計見直しを行う必要が生じたため、現在起工測量、設計見直しを実行中である。また、設計が完了した道路擁壁の工事は、コンクリート打設工事を開始した。当サイトはDehradunに対して遠隔地であるが、工事はコンクリート作業がメインとなるため、品質管理が重要である旨の指導を行った。他方、土捨て場の選定を行ったが、決定は先送りとなっている。

#### (d) Raipur (Dehradun地域)

2023年5月中旬までにほとんどの実施設計をToEとJETが協働し完成させた。同時にToEに対する設計指導を行った。立木伐採の手続きが大幅に遅れていることから、施工可能な箇所が限定されており、また雨季により作業が制限され施工進捗は低い。現在の作業箇所を次図に示す。

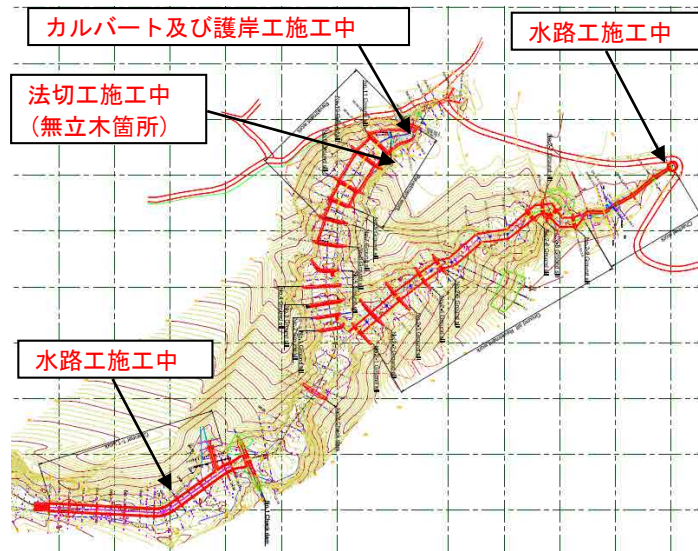


図 3.25 Raipur 施工状況

#### 【4サイト総括】

契約が完了し、本来であれば施工をスタートさせる予定であったが、実施設計未完了のサイト、立木伐採の制限と伐採手続きの大幅な遅れ、これまでの指導により能力を身に付けてきたToE3名の離職、ToEのマネージメント担当者及びタスクチーム・UFRMPのマネージメントの不備により、工事がスタートできない状態にあった。このような条件下では受注者であるHindustan Builders & Developers社も適切な工程計画の下での工事履行が困難な状態にあり、同社からUFRMPへ事態改善要求が提出された。一方で、すべてのサイトで、現状と合致しない起工測量の成果品の提出もあり、再測量を続けている。

日本人専門家のスタンスとしては、この4サイトについてはあくまでもToE主体で行う契約であり、日本人専門家が主体的に行うモデルサイトと異なりサポートレベルのものを想定していた。しかし、このような状態が継続した場合、工事が全く進捗できず、受注者との契約問題に発展することが懸念されたため、ToEマネージメント担当者に対する改善指導を幾度も行ったが、改善の見込みがないことからやむを得ず日本人専門家による踏み込んだ実行サポートを行い、また同時に新担当者に対する設計指導を行った。

また、インドの測量会社の能力が低いことと受注者が成果品に対して照査しないため、設計見直しを余儀なくされることが多く、この点の改善も短期専門家としてもToEに対して指導をしてきた点である。今後も継続して活用する良質な測量会社の確保が急務である。

#### 活動 4-4 Baliyanala斜面災害対応

R/Dの変更に伴い、2018年9月に発生したBaliyanala地区の大規模斜面崩壊箇所の現地調査、設計、施工監理を支援することが決定した。災害発生当時、UFRMPからの要請により短期専門家側で現地概査を実施し、現地の被災状況や概略の対策計画を策定するなどの支援を行った。これを受け、2019年2月に開かれた第3回JCCにおいて、Baliyanala斜面災

害に対する技術支援について議論が行われ、本プロジェクトのスコープとして追加することが承認された。

Baliyanala斜面对策のための測量及びボーリング調査がUFRMPにより実施された。測量・調査内容は以下の通りである。

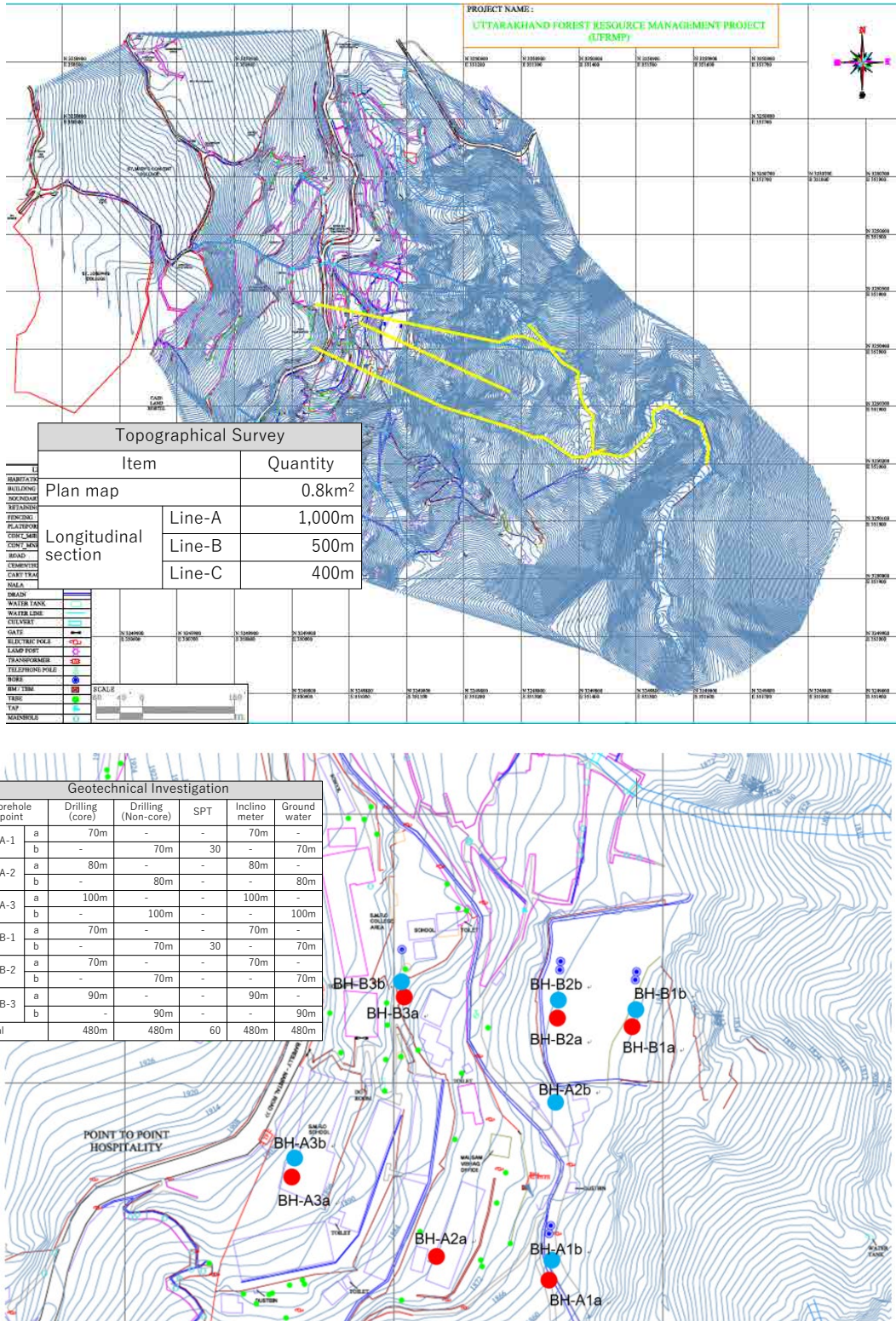


図 3.26 Baliyanala 測量及び調査計画

Baliyanalaでは2019年に、測量及びボーリング調査、地下水位及び孔内傾斜計観測が実施され、対策工の比較3案の原案がUFRMPよりBaliyanala斜面对策委員会（High Power Committee：HPC）に提出された。

しかし、HPC側から比較3案の地質的根拠・検討の不足を指摘されたため、2019年12月から2020年2月にかけて、短期専門家の指導の下、再度地質踏査を行い、修正比較3案を2020年3月12日にUFRMPからHPCに提出された。その後、2020年7月にHPCが開催され、対策工3案のうち第1案に決定された。

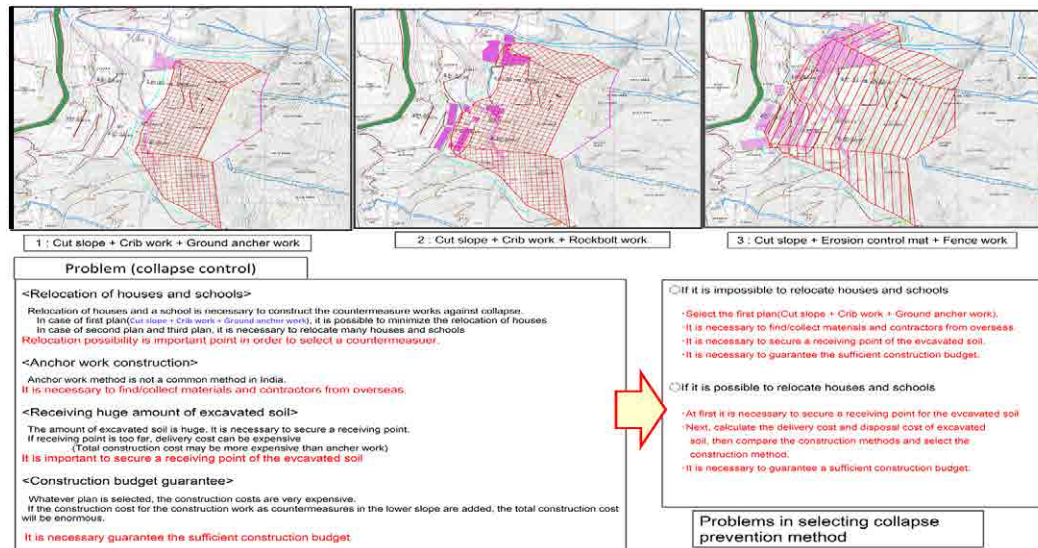


図 3.27 Baliyanala 対策工比較検討(上)及び対策工案(下)

HPCから、斜面災害対策工に係る詳細設計報告書（Detail Project Report：DPR）の実施についてUFRMPを通して依頼されていたが、長引くコロナ禍の影響により日本人専門家が長らく渡航できない状態であった。このような状況から、HPCは対策工のDPR作成のため、インドのコンサルタント会社を調達する方針を決定した。HPCはコンサルタント調達のために5社のショートリストを作成した。その後、HPCよりGENSTRU Consultants社（以下、「G社」という）が選定された旨が報告された。その後、対策工のDPRはG社により作成されることとなり、UFRMPのChief Project Directorが、本プロジェクトとしてはBaliyanala斜面災害対策に関してこれ以上携わる必要がない旨を整理した。

Baliyanala斜面災害における地質調査報告書及び基本設計資料は短期専門家側ですでに作成されていた。地すべりモニタリング結果については、ToE及びタスクチームによりこれまで定期的な計測がなされてきており、2022年1月を最終計測日として、これまでのモニタリングデータを取りまとめた報告書を作成した。

2022年3月に短期専門家側からToEに、Baliyanala斜面災害における地質調査報告書及び基本設計資料、地すべりモニタリング結果報告書、モニタリングデータを提出した。

以降、Baliyanala斜面災害に係るインド側の動きについて示す。なお、報告書提出以降、これらの活動についてJICA専門家側は関わっていないため、インド側の報告を基にしている。

- 2022年5月6日 High Power Committee (HPC)会議において、これまで作成された地質調査報告書、モニタリング報告書、基本設計資料をUFRMPからHPCへ提出された。これらの資料は灌漑局に引き継がれる。なお、モニタリング計測機器については先方が受け取りを辞退したため、現在UFRMP事務所にて保管している。
- 2022年5月31日 ウッタラカンド州により雇用されたコンサルタント会社：GENSTRU Consultants社（以下、G社）によりBaliyanala斜面災害に対する対策工案が提出された。
- 2022年7月中旬 HPC会議において、G社よりDetailed Project Report (DPR) が提出された。これに対してHPC内で協議が行われた。
- 2022年8月5日 HPC会議において、再度DPRについて協議が行われ、協議の内容及び提案が斜面災害対策計画に盛り込まれた。

### 3.3 研修実績(研修分野、研修期間、研修参加者数、研修概要等)

以下に、本プロジェクトで実施した研修を示す。この研修のリストには OJT の中で実施した講習や半日以下の勉強会は含まない。

表 3.16 本プロジェクトで実施した主な技術研修

研修分野	研修期間	研修参加者数	研修概要
斜面被害所在図の作成・更新	2019年1月22日	15名	有償 GIS ソフトを用いた斜面被害所在図の作成・更新
	2023年2月13～16日	延べ21名	無償 GIS ソフトを用いた斜面被害所在図の作成・更新 斜面危険箇所の抽出手法の習得
治山事業の基礎	2018年10月22日～10月29日	13名	治山工事設計 日本の治山事業の概要及び工事における安全対策
治山工事の調査・設計	2020年10月6日、7日	全 ToE と Task Team メンバー	オンライン研修 設計手順の概要、工事の積算、施工管理、調査、設計演習
上級代表団本邦招聘	2017年9月4日～9月14日	5名	森林地域の災害管理 日本の治山事業の見学
第1回本邦研修(短期)	2017年10月25日～11月9日	6名	治山に係る基礎知識及び日本の現状 治山工事現場の視察
第1回本邦研修(中期)	2017年10月25日～11月22日	5名	治山に係る基礎知識及び日本の現状 治山工事現場の視察 施工監理に係る実務研修
第2回本邦研修	2018年11月12日～11月22日	11名	治山に係る法制度の違い 治山に係る基礎知識 施工中・施工後の治山工事現場見学
第3回本邦研修	2019年11月6日～11月23日	10名	治山に係る法制度の違い 日本の治山に係る基礎知識及び技術 治山工事設計に係る講習
第1回ドロー	2022年1月4日～1	7名	測量の基礎

ン測量講習	月 11 日 (6 日間)		UAV と測量機器の関係について
第 2 回ドローン測量講習	2022 年 4 月 18 日～ 4 月 23 日 (6 日間)	6 名	UAV 操作の実習 測量データ解析 平面図及び断面図作成

## 4 投入実績

### 4.1 日本側投入

#### 4.1.1 専門家派遣(氏名、指導分野、派遣期間、業務概要等)

本プロジェクトに従事した日本人専門家は以下の通りである。

表 4.1 日本人専門家リスト

	担当業務	専門家	派遣期間
長期専門家	チーフアドバイザー／治山計画	北浦 眞吾	2017年3月～ 2020年3月
		飯島 康夫	2020年3月～ 2024年3月
	業務調整／治山研修	宮嶋 沙織	2017年3月～ 2019年5月
		神門 淳子	2019年5月～ 2024年3月
短期専門家	総括／治山事業設計・積算	横尾 文彦	2017年7月～ 2019年3月
	総括／治山事業設計・積算1	上田 具之	2017年7月～ 2022年7月
	治山事業調査・設計1		
	総括	石田 智	2022年7月～ 2024年3月
	副総括／治山事業設計・積算2	佐藤 秀男	2019年4月～ 2024年3月
	副総括／治山事業調査	原 崇	2017年7月～ 2024年3月
	治山事業施工管理／調達・契約	上田 具之	2017年7月～ 2018年11月
		石田 智	2018年11月～ 2024年3月
	治山事業施工管理／モニタリング	青木 穂高	2017年7月～ 2024年3月
	治山事業調査・設計2		
	治山事業調査・設計3	岸本 圭	2019年12月～ 2024年3月
	治山事業調査・設計4	染谷 敬二	2019年12月～ 2024年3月
	治山事業施工管理	瀬谷 健太郎	2022年7月～ 2024年3月
研修監理	徳田 誠	2017年7月～ 2018年7月	

		吉永 由美佳	2018年7月～ 2021年5月
		荒木 美和子	2021年5月～ 2024年3月

JICA が投入した短期専門家の派遣期間は下図の通りである。







#### 4.1.2 携行機材

携行機材は以下の通りである。

表 4.2 携行機材一覧

No.	品名	用途	計画数量	調達実績	調達年月
1	レーザー距離計	簡易的な測量（距離確認）	3 式	3 式	2017 年 7 月
2	ポケットコンパス	簡易的な測量	3 式	3 式	2017 年 7 月
3	ノートパソコン	CAD、GIS、各種解析実施	1 式	1 式	2017 年 8 月
4	土壌硬度計	現地調査	3 式	3 式	2017 年 9 月
5	土壌水分計	現地調査	3 式	3 式	2017 年 9 月
6	GPS	調査位置の確認	3 式	3 式	2017 年 10 月
7	雨量計（警報機付き）	降雨基礎データ収集、施工中の安全管理	3 式	2 式 1 式	2017 年 12 月 2018 年 8 月
8	土層強度検査棒	現地調査	3 式	2 式 1 式	2017 年 12 月 2018 年 8 月
9	GIS ソフトウェア	斜面被害所在図や測量結果の図化データベース作成	1 式	1 式	2018 年 8 月
10	CAD ソフトウェア	設計図面等の作成	3 式	3 式	2017 年 12 月
11	ドローン	現地測量	1 式	1 式	2021 年 11 月
12	トータルステーション	現地測量	1 式	1 式	2021 年 11 月
13	ドローン用ベース	現地測量	3 式	2 式	2021 年 12 月
14	ドローン用ソフトウェア	現地測量	1 式	2 式	2022 年 1 月

#### 4.1.3 現地業務費実績(年度ごとの金額実績、再委託業務の成果等)

現地業務費実績の年度ごとの金額実績は以下の通りである。

表 4.3 業務の金額実績

年度	実績金額 (一般業務費、機材費、再委託費)
2017 年度	3,706,467 円
2018 年度	6,046,500 円
2019 年度	124,711 円
2020 年度	0 円
2021 年度	5,952,901 円
2022 年度	649,006 円
2023 年度	0 円

現地業務費実績の再委託業務の成果等は以下の通りである。

表 4.4 現地再委託業務実績

契約名	再委託業者	履行期間	金額	業務内容	成果
地形測量	Himarayan Surveying Services Pvt. Ltd.	2017年9月～10月	566,160.00 INR (約965,699円)	トータルステーション、GPS測量機等を使用した地形測量業務	Nirgad、Jawasi2、Padli、の3サイトの平面測量、横断測量を実施
Jawadi 追加地形測量調査	TDEMS Pvt. Ltd.	2018年8月～12月	383,334.80 INR (約603,154円)	トータルステーション、GPS測量機等を使用した地形測量による地形図作成業務	当初 Jawadi2 で測量を実施していたが、モデルサイトが Jawadi1 に変更になったことに伴い、Jawadi1 での平面測量及び断面測量を実施 平面測量: 32ha 横断測量: 960m 基準点設置: 4点
Padli 地質調査	TDEMS Pvt. Ltd.	2018年8月～12月	964,886.00 INR (1,564,070円)	弾性波探査(屈折法)を使用した調査業務	斜面の不安定層と道路部分の地質構造を推察するため弾性波探査を8測線実施。 全測線延長 830m
Padli 道路部地形測量調査	Himarayan Surveying Services Pvt. Ltd.	2018年9月～12月	466,336.00 INR (733,751円)	トータルステーション、GPS 測量機等を使用した地形測量による地形図作成業務	斜面对策工事を実施する際の仮設道路設計のための追加測量を実施 平面測量: 14,000m <sup>2</sup> 横断測量: 50m×15本 基準点設置: 3点
UAV、RTK 受信機とトータルステーションを用いた治山測量技術講習	Himarayan Surveying Services Pvt. Ltd.	2022年1月～5月	519,200.00 INR (794,854円)	UAV、RTK 受信機、トータルステーションの新規測量機器の使用法とそれらを利用した治山のための測量方法の講習カリキュラムの作成とその講習を行う業務	ToEとタスクチームが参加し、TK - GNSS受信機とトータルステーション双方の設置と扱いや、設計作業に即必要となる測量データを取得することができた

## 4.2 インド側投入

### 4.2.1 事務所及び機材

インドからの土地及び設備に関する投入は以下の通りである。

表 4.5 本プロジェクトへのインド側の事務所及び機材の投入実績

依頼項目	実績	摘要
プロジェクト事務所及び必要な設備	○	プロジェクト事務所及び机やイス、Wifi などの業務を実施する上で主な必要設備は供与済み。
モデルサイトが位置する DFO 事務所での現場事務所及び必要な設備	○	モデルサイトでの治山工事が開始してから現場事務所管轄区域の一角が供与された。
モデルサイトの土地	○	モデルサイトでの治山工事の開始前に順次、土地占有・使用許可を取得しており、現時点で問題は発生していない。

○：完了、△：進行中または調整中、×：未達成

#### 4.2.2 人材

インド側からの人材投入は以下の通りである。

表 4.6 本プロジェクトへのインド側の人材投入実績

依頼項目	実績	摘要
プロジェクト・ディレクター	○	DR. Vijay Kumar (2023.6.19～) Mr. Anup Malik (~2023.6)
プロジェクト・ディレクター補佐 <sup>1</sup>	○	Dr. Koko Rose (2022.10～2024.3.12) Mr. B.P. Martolia (2022.7～2022.10) Mr. Amit Kanwar (2021.12～2022.7) Ms. Neethu Lakshmi (2017.7～2020.12)
3 タスクチームのメンバー	○	1) Task Team 1 (Nirgad) Mr. Mahipal Singh Sirohi (Team Leader) (2022.1～), successor to Mr. Dharm Singh Meena Mr. Rohit Srivastava (DRO) Mr. Rakesh Kumar (Forest Guard 2) 2) Task Team 2 (Jawadi) Mr. Mahipal Singh Sirohi (Team Leader) Mr. Subhash Chandra Nautiyal (FRO) Mr. Prakash Singh Kandari (Forest Guard 3) 3) Task Team 3 (Padli) Mr. Umesh Joshi (Team Leader) Mr. Mahesh Chandra Joshi (DRO) Mr. Kundan Singh Bisht (Forester) Mr. Kishore Chandra (Forest Guard)
モデルサイトが位置する DFO 事務所の関係スタッフ	○	タスクチームメンバーはそれぞれのモデルサイトの DFO 事務所職員であるため、タスクチームが兼任する。

<sup>1</sup> RDではAdditional Chief Directorが記載されていたが、実際はDeputy Project Directorが配置された。

ToE メンバー	○	Mr. Jay Kumar Sharma (Chief Engineer) (2017.9～) Mr. Jagraj Singh Mehra (Construction Planning/ Cost/ Procurement Engineer) (2017.9～) Mr. Prem Singh Negi (Field Engineer) (2017.9～2023.4) Mr. Vinod Jhinkwan (Field Engineer) (2017.8～2019.6) Mr. Kuldeep Singh Pundir (Field Engineer) 2018.7～ Mr. Tribhuwan Singh Rana (Field Engineer) (2018.7～2023.6) Mr. Aman Raizada (Construction Planning/ Cost/ Procurement Engineer) (2019.1～) Mr. Deepak Bhatt (CAD/ Survey Engineer) (2019.1～2023.4) Mr. Sandeep Singh (Assistant Site Engineer) (2020.8～) Mr. Abhishek Panwar (Assistant Engineer) (2019.9～) Mr. Vipin Chandra Benjwar (Assistant Site Engineer) (2022.11～2023.2) Mr. Himanshu Maithani (Assistant Site Engineer) (2023.1～) Mr. Prafull Lingwal (Assistant Site Engineer) (2023.6～) Mr. Gaurav Joshi (Assistant Site Engineer) (2023.6～) Mr. Anish Kumar (Assistant Site Engineer) (2023.5～) Mr. Vikash Singh (Assistant Site Engineer) (2024.2～)
支援スタッフ (総務、秘書、運転手)	○	Ms. Anita Panwar (2017.4～2018.12) Ms. Amita Sharma (2017.11～2020.3.31) Ms. Neetu (typist) (2022.4～)

○：完了、△：進行中または調整中、×：未達成

#### 4.2.3 その他

インド側からのプロジェクト予算の投入は以下の通り。

表 4.7 本プロジェクトへのインド側のプロジェクト予算投入実績

依頼項目	実績	摘要
モデルサイトの治山工事費用 (事業費)	○	モデルサイト及び円借款治山事業候補地の工事に関して費用の問題は生じていない
プロジェクト運営・管理費	○	問題は生じていない。
C/Pの交通費と旅費 (日当・宿泊費)	○	問題は生じていない。
消耗品費用	○	問題は生じていない。

通信費用	○	問題は生じていない。
光熱費	○	問題は生じていない。
プロジェクト車両のガソリン代	○	問題は生じていない。
プロジェクト車両の維持費	○	問題は生じていない。

○：完了、△：進行中または調整中、×：未達成

## 5 プロジェクト実施上の工夫、教訓

### 5.1 プロジェクト全般

#### (1) 技術協力プロジェクトの実施体制

本来の技術移転対象機関である UKFD の職員により構成されたタスクチームメンバーが C/P としてアサインされた。しかしながら、UKFD 職員は治山などの土木分野は専門ではないため、移転技術の理解及び浸透に時間がかかることが予想された。そのタスクチームとしてアサインされた UKFD 職員の活動を支援する目的で、本プロジェクトのために雇用した治山業務に係る土木技術を有する技術者により構成される Team of Engineer を立ち上げ、タスクチームと ToE、そして日本人専門家を中心に本プロジェクトの実施体制が設計された。ToE は本プロジェクトの活動を通して、日本人専門家とタスクチームの活動の橋渡し役及びタスクチームへの技術的支援の活動が期待された。

メインの技術移転対象であるタスクチームメンバーは、パイロットサイトを管轄する District/Divisional Forest Officer (DFO) 事務所の職員から配属されている。これらの職員は前述の本邦研修を受け、意欲をもって参画してきたものの、各自が担当する別の通常業務を持っており、2年を標準に人事異動が通例であることから、新たな上司の理解不足や遠地への異動により、本プロジェクトへの参加率が下がったのは実際問題として存在する。加えて、タスクチームメンバーの技術的な補助としてプロジェクトに参加している ToE が技術移転対象となっていることも、タスクチームメンバーの参加が少ない状況でも進めることができた要因の可能性もある。一方で Padli のパイロットサイトを担当する Nainital DFO 事務所職員から構成されたタスクチームメンバーは各自の通常業務に従事しながらも本プロジェクトに積極的に参加していたことから、参加率については、異動後のステイタスは職場の理解の問題が大きかった一面もある。また、各職員のモチベーションのもととなる本邦研修がプロジェクト前半の 2019 年までに完了してしまった一方で、その後の人事異動や退職が構造的な問題を引き起こした。

#### (2) OJT 及び Off-JT による技術協力

##### ■ On the Job Training

本プロジェクトの目的は C/P への技術移転及び技術支援である。治山事業に関する能力向上のための技術協力において重要なコンテンツは、実際に現場に行き、また設計や積算など、自分たちで作業をする OJT であると考えられる。そのため、測量、調査、設計、施工監理のいずれの現地作業を実施する際には、必ずタスクチーム及び ToE が同行するように要請した。これにより、参加した C/P と現場で同じものを見ながら説明・協議を行うことができ、C/P の理解を促進することができた。

一方で、これらの活動に参加できなかった C/P に対して実施活動内容の報告という形で情報共有を行った。しかしながら、実際に現場にて活動することで知識や能力が身につくと考えることから、現場活動に参加できなかった C/P が別の機会に参加できるように OJT 実施回数を増やし、できるだけ実際の作業に関わる機会を増

やす工夫をすることが望ましかった。

#### ■ Off the Job Training

C/P への基礎知識の定着、または実務作業を通して作業内容の理解促進を目的として Off the Job Training を多く企画した。本プロジェクトで作成したマニュアルやガイドラインを使った勉強会や日本から講師を招いて講習会も実施した。特に COVID-19 感染の影響により日本人専門家がインドへ渡航できなかった間も、オンラインのコミュニケーションツールを用いた技術講習会の実施や、C/P が実施した現地作業結果に対する議論や指導を行った。オンライン講習の場合は、比較的時間の融通が利きやすいため、C/P の参加率も高かった。しかしながら、オンラインでの指導や協議では細かい表現や意思の疎通が難しいと感じることも多く、オンライン指導の限界も感じられた。内容によっては、特に現場作業については、直接対面にて指導することがお互いの理解がより確実に効率が良いことが実感された。

本邦研修は、合計 3 回開催した。C/P であるタスクチームや ToE メンバーだけでなく、道路局や災害対策機関からも研修生として参加することで、UKFD だけでなく、ウッタラカンド州内の災害に係る関係機関の治山事業の知識や能力向上を図った。

技術セミナーやワークショップなどにも積極的に参加し、ToE にも発表する機会が与えられた。こういった場での発表資料の作成及び発表することで、自分で習得技術のレビューができ、さらなる知識の定着に役立った。

#### (3) 定期的な進捗会議と情報共有

調査・設計の段階ではプロジェクト事務所に常駐している ToE だけでなく 3 カ所のタスクチームメンバーをデラドゥンの本部事務所へ招集し、各チームからプロジェクト活動の進捗報告を定期的に行い、プロジェクト関係者への情報共有や問題点についての協議などを行った。施工監理が始まった際には各モデルサイトの現場事務所とオンラインで接続し、各サイトの進捗状況について現地に常駐している ToE の Field Engineer が報告をした。また報告内容について情報の共有や問題点解決のための協議を行った。会議には UFRMP の Chief Project Director もしくは Deputy Project Director が出席することで、問題解決のためにアクションを決定や指示を迅速に行うことができた。一方で、多忙である Chief Project Director 及び Deputy Project Director の都合で会議の日程が急遽変更になることも多く、関係参加者の時間調整に影響が出ることも発生した。

#### (4) マニュアルの整備

本プロジェクトの活動内容で、技術マニュアルやガイドライン、治山事業の標準施工手順書など、多くの技術支援ツールを作成した。またこれらのツールを作成する途中段階及び完成した後に、これらのツールを活用した勉強会を開催した。この勉強会の中での質疑応答や協議結果を反映させてこれらのツールを改訂した。改訂したツールを使って再度勉強会を実施し、C/P への知識の定着を図った。

## 5.2 測量・調査

### (1) 測量・調査計画の立案

測量・調査の計画を立案するためには、まず現地視察により地形・地質状況の確認及び被災箇所の特定制を行うことで治山事業の対象となる範囲を特定し、実施する測量の範囲や調査項目を決定する。現地視察ではタスクチームメンバー及び ToE メンバーと斜面を踏査し、斜面や溪流などの治山事業対象となる箇所の確認と、問題となる地質や地形などについて説明や意見交換をしたうえで、測量の範囲や調査項目を決定した。その際には、事前に C/P とインドで実施できる調査方法について情報収集を行った上で、調査計画を策定した。インドでは、C/P を含め、委託業者も斜面で実施する工事のための測量や調査

の経験が多くないため、業者調達のための技術仕様書には業務実施の目的や測量や調査を実施する際の注意点について詳しく記載し、実際の作業の前には事務所にて対面にて説明を行い、測量の精度や調査の品質確保に努めた。

しかしながら、例えば、測量の際に指示した測量杭の設置位置と図面上の位置の相違や、物理探査の解析精度などの成果品に不具合が認められたため、作業のやりなおしの指示や日本人専門家と C/P 側での対応が必要となるケースがあった。委託業者が作業を実施する際にも常に現場に同行するなどの対応を行えば、そういった問題も避けることができた可能性はある。

## (2) 簡易測量の実地演習

測量についてはある程度の知識は C/P も有していた。その状況を踏まえ、タスクチームや ToE に対して、本プロジェクトで導入した測量機器を用いて、実際に彼らに調査や詳細設計のための測量ができるように指導を行った。詳細設計のための横断測量については、測量機器を用いず、測量用ポールを用いて簡易測量方法についても実施指導を行い、測量結果のとりまとめやその断面図を用いた設計図面の作成の要領も併せて指導を行った。

また、治山事業において近年活用されるドローンを用いた測量及び製図の講習会を実施し、C/P 自身で現地での測量作業及び作図までの技術を習得できるように指導をした。

測量作業については、実際の作業経験を多く積むことで作業の効率やより良い精度の測量ができるため、Nirgad や Jawadi などのモデルサイトでは極力、局所的な調査や詳細設計のための測量を ToE が実施するように指導した。

## (3) 地質の理解について

治山事業における現地踏査は、現地の地質や地質構造を把握することを目的として実施し、これらの地質情報は、災害発生メカニズムの素因の検証を行う上で重要である。また設計の際に、より効果的な対策工を採用する上でも参考にすべきデータである。地質情報を収集するために現地踏査において地質露頭を慎重に観察し、分布する地質構造を推定する作業を行った。

一方で、現地踏査は、どうしても地質的な知識を基に現地の状況を観察する必要がある。しかしながら、地質的知識を有する技術者はタスクチームや ToE にもおらず、基本的な地質学の知識から説明を行う必要があった。C/P からの現地にて確認できる地質や地質構造についての質問も多く、できる限り専門知識が十分でなくても分かりやすいように簡単なポンチ絵を描きながら説明を行った。このように度々地質に関する勉強会や現地説明などを行ってきたが、C/P が十分に地質について理解するには、さらに多くの地質の事例を様々な現場で観察する機会を増やすことが望ましかった。

## (4) 災害発生メカニズムについての理解促進

治山事業において、対象となる斜面で発生した災害のメカニズムを分析することは、適切かつ効果的な対策工を選定する上で最も重要である。発生メカニズムは、発生した素因と誘因を特定し、災害発生のプロセスを推定することである。これらの作業を行うためには、測量や調査によって取得した地形・地質、気象データなどを総合的に分析する必要がある。そのため、これらのデータの取得方法や取得したデータの有用性の判定について実地と勉強会において指導を行った。また 3 つのモデルサイトでは同じアプローチととりまとめ形式で災害発生メカニズムについて説明をすることで、災害がどのように発生したのかについての理解促進を図った。また、一般的な斜面災害の様々な素因や誘因の事例を基に現地説明や事務所内での勉強会などでの説明にも時間を費やした。対象となる斜面ごとに地形・地質・環境条件が異なる治山事業において災害のメカニズムを分析するためには、できるだけ多くの事例から学び経験を積むことが、能力を向上させる最も有効な

方法であると考えた。そのため、本プロジェクトで対象となっている現場だけでなく、業務での移動中などで見られた斜面災害地などをケーススタディとして現地状況の観察や発生メカニズムについて協議をする機会を極力設けた。

### 5.3 設計・積算

#### (1) インドで持続可能な対策工の選択及び設計

本プロジェクトでは、日本の治山技術の導入が大きな目的の一つとなっている。ここで導入される工法は将来的にインドで持続可能であることは重要な選定条件である。よって、導入する日本の治山技術を選定するにあたり、対策工の施工に必要な部材の調達、構造物の建設経験がない施工業者の指導について考慮する必要がある。特にインド国内で使用、活用されるものはすべてインド製であるべきというインドの国策も UKFD 側から要望されていた。これらの条件を勘案し、比較的施工が複雑ではなく、また部材の製造に特別な技術や素材が必要でない工法を選択した。設計の段階で、施工時にはその構造物建設に十分な経験を有する日本人技術者の派遣を想定しており、施工業者調達の際の仕様書にはその旨を明記した。導入した日本技術による対策工の設計については、全体の工程の中で ToE へ指導をしながらの設計作業を行う場合、多大な時間を要することが予想されたため日本人専門家が主導して行った。設計時の考え方や設計の流れについては、後日勉強会や講習会の中で説明や指導を行った。

日本の技術を用いた対策工法だけでなく、インドでも一般的に施工されている工法を 3 つのモデルサイトでも採用している。この際の設計についても全体の工程を勘案し、日本人専門家が主導して行った。設計の考え方、設計の流れ、設計の方法については後日勉強会や講習会などにおいて指導を行った。講習会の中では実際に治山ダム設計について実習する機会を設けた。

#### (2) 設計業務の OJT

3 つのモデルサイトでの設計作業は日本人専門家が主導して行ったが、治山事業候補地での設計については、ToE が日本人専門家の支援を受けながら実施した。作業の流れとして、現地にて ToE と日本人専門家が協議を行い、対策の方針や導入する対策工種及び配置を決定する。その現地での協議の結果を基に日本人専門家が対策工のレイアウト図を作成し、それを基に ToE が設計図面として仕上げる形で設計作業の OJT を実施した。

また、今回 COVID-19 の影響で 3 ヶ所のモデルサイトの工事が長期間中断したことで、設計当時の地形が、工事再開時には変わってしまっており、設計の見直しを余儀なくされた。これらの修正作業についても、日本人専門家の支援を受けながら、ToE が設計図面の作成、数量計算などの作業を行った。このように C/P への設計作業の OJT を実施した。

### 5.4 施工監理

#### (1) 日本の先進治山技術の採用

モデルサイトの工事において、日本の先進治山技術として Nirgad の治山ダムにダブルウォールダム工法を、また Jawadi 及び Padli の山腹工に法枠工を採用した。技術の導入にあたっては、請負契約書の中に日本人技術指導者の派遣を義務付けた。これに従って請負業者は、ダブルウォールダム工および法枠工のそれぞれの施工技術を有する 2 社の本邦業者と派遣契約を締結の上、日本人技術者による現場における施工指導が行われた。

ダブルウォールダムは、製作加工した高さ 1 m 程度の鋼矢板を上下流の壁面に設置後に良質な土砂を中詰め・転圧する作業をダムの天端まで繰り返し、完成させる工法である。また法枠工は、斜面に現場打ちの鉄筋コンクリートを格子状に設置して斜面を固定する工法である。

どちらもウッタラカンド州では見ることでできない工法であり、ダブルウォールダムでは掘削や材料製作期間を除き1基を約1カ月で完成させるなどインド側関係者にインパクトを与えた。両工法のウッタラカンド州での普及が期待される。

## (2) 施工監理計画書の作成

モデルサイト工事の契約前に施工監理計画書を作成の上、請負契約書に施工監理計画書を添付し、これに従って施工監理を行っている。施工計画書、施工図、工事材料、安全管理、品質管理に係る提出、承認、指示等に係る文書の書式や施工監理文書の管理方法、定例会議の開催日程、アジェンダなど施工監理の手順を詳細に規定しているため、施工監理の業務を標準化することができた。

現在、施工監理計画書はモデルサイトに続き、キャンディデートサイトの施工監理にも活用されている。今後もこの施工監理計画書を活用するとともに改良を重ね、UKFDの施工監理計画書の標準文書を確立することが望ましい。

## (3) 施工計画書作成マニュアルの作成

モデルサイトの請負業者を見る限り、施工計画書を作成することが不得手であった。また、治山工事に対する理解が不十分であるため、内容が具体性に欠ける施工計画書が提出され、修正指示と再提出を繰り返し、承認までに相当の時間を費やした。

このため施工計画書に記載すべき事項や記載方法を示した施工計画書作成マニュアルを作成した。また、長期専門家を中心に治山工事の工種別の施工手順を記載したSOPが作成されたため、これを施工計画作成マニュアルの付属資料としている。

今後は、施工計画書が効率的に作成されるように、また、施工業者の能力向上のために、このマニュアルを入札図書や契約書の添付資料とするなどして、活用していただきたい。

## (4) 法面丁張の設置指導

ウッタラカンド州における道路斜面の切土は安定勾配を確保することなく、ほぼ垂直に掘削されているケースが多い。安定勾配が確保されていない場合は円弧滑りや落石などのリスクが増大する。安定勾配を確保するためには、掘削勾配を明示する丁張を設置する必要があるが、ToE及び施工業者共に設置方法を知らなかったため、両者に対して設置方法の実地指導を行った。

この結果、現在では、モデルサイト及びキャンディデートサイトの法面掘削において丁張を設置することが定着している。今後も法面丁張を設置することをUKFDの標準作業手順として定着させることが望ましい。

## (5) 工事の進捗によりプロジェクトが計画通りに進まないリスク

モデルサイト工事の請負業者との契約直後にコロナ禍が生じたため工事を中断するなどして工期が大幅に遅延し、現在も完工していない。このため、本プロジェクトで計画していた完工後のモニタリングの活動は実施することができなかった。

遅延の原因はコロナ禍よりも請負業者の技術力、資金力、工期順守の意識の低さなどによるところが大きい。このため、請負業者に遅延後の修正工程表を提出させて、工程計画の根拠を検証の上、修正指導を行ない、修正工程表に基づく工程管理を行うよう指導した。この結果、Jawadiの山腹工については、常駐するToEのエンジニアによる適切な工程監理もあり、比較的順調に工事が進捗している。

しかし、それ以外の工種については修正工程表からさらに遅延し、新たな修正工程表を提出させるということを繰り返した。日本人専門家が請負契約の当事者ではないこともあり、本プロジェクトの中で業者による工事の進捗を大きく改善することはできなかった。

た。

請負業者による工事の進捗により技術協力プロジェクトが計画通りに進まないリスクが大きいことを痛感した。今後、本プロジェクトと同様のプロジェクトを実施する際には、これらのリスクを回避する方策を立てる必要がある。

#### (6) 対象サイトまでの移動時間の長さ

対象サイトまでは、直線距離は短いが走行距離が長い山岳道路での車両による移動となる。このため、対象の8サイトのうち、プロジェクト事務所のあるデラドゥン市から日帰りで技術指導を行えるサイトは、Nirgad、Raipur 及び Jokla の3サイトのみである。以前に道路工事が行われていた Jawadi, Padli 及び Baliyanala までの移動には丸1日を費やしていたため、技術指導を行うためには最低2泊する必要がある。現在の Lakanpur も同様に最低2泊する必要がある。残りの Malla についても最低1泊する必要がある。また、対象サイトはウッタラカンド州内に広く分散しているため、Padli-Baliyanala 間を除いて対象サイト間の移動にも同様の時間が必要となる。

プロジェクトを州全体に広く普及するために対象サイトを分散させることは効果的であるが、移動に多くの時間を費やすためプロジェクトの効率は悪い。また、請負業者にとっても工事管理の効率は悪く、入札参加のインセンティブは低下する。

効率的なプロジェクトの実施や工事費の縮減のために対象サイトを1県に集中させるなどの検討をする余地があると考える。

#### (7) 施工監理支援に係る専門家の常駐

治山工事は、降雨による地形の変化などにより設計変更が必要となることが多い。また、専門家不在の間も請負業者による工事は継続しているため、施工監理の支援を担当する専門家は、シャトルバス型の派遣のみではなく、少なくとも1名は常駐とすることが望ましい。

## 6 今後のインドにおける治山事業の実施に関する提言

### 6.1 治山事業の計画立案

森林斜面における荒廃地は、治山工事を行わない場合、斜面状況が悪化し荒廃地が拡大する。これにより森林面積が減少する。よって森林保全のためには治山事業の実施はウッタラカンド州内の森林を管理する UKFD にとって必要不可欠である。しかしながら、森林地帯の荒廃地全てに治山工事を行うことは、現実的ではない。UKFD が有する経済的・人的資源を考慮し、より効果的な森林保全を行うため、森林の総量を把握し、効率的・効果的に治山事業計画を立案する必要がある。そのためには、まず森林での斜面災害についての情報を収集・更新しなければならない。本プロジェクトで作成した斜面被害位置図を定期的に更新し、最新のデータを活用することで、治山事業対象森林の総量を把握し、それらの短期、中・長期計画を立案し、その計画に従って DFO 事務所が実施のための予算の申請を行う必要がある。

### 6.2 専門部署及び専門技術者の育成

森林を保全していく上で必要な治山事業を行うためには、毎年発生する斜面災害箇所の把握や過去に発生した災害箇所の状況更新、治山事業の実施状況などを管理する専門部署の設置が必要である。さらに治山事業を行うための専門技術者の配置及び育成も急務となる。治山事業の作業自体は治山事業を管理する専門部署が実施する必要はなく、測量調査や設計、施工については外注することで対応は可能である。しかし委託業者からの

成果品について内容の妥当性を判断できるだけの知識や能力は要求される。また、施工した構造物のモニタリング、維持管理もこの専門部署が実施し、対象となる森林の保全も専門部署の管轄とする。一方でウッタラカンド州内の森林の災害情報の収集や治山事業の実施、維持管理を行うためには UKFD 本部に設置する専門部署だけでは対応することは不可能である。現在のシステムに加え、州内の DFO 事務所との情報共有ネットワークを構築し、現地の情報が適宜、本部の専門部署に集約され、また本部からの情報が DFO 事務所に伝達されるシステムを構築することも必要である。UKFD 内のタスクチームおよび土木工学のバックグラウンドを持つ職員が、中心となるグループを形成していく可能性がある。

今回の技術協力プロジェクトにより治山事業に関する知識や技術を習得した ToE やタスクチームメンバーのさらなる能力の向上及び将来の治山事業の専門技術者を育成するために、Indian Council of Forestry Research and Education(インド国森林研究教育評議会)の Forest Research Institute(研修機関)に治山管理に関する育成コースを設立することを提案したい。

治山管理に係る育成コースの案を以下に記す。

- 実施期間：1 週間／年
- 内容
  - 斜面被害位置図更新を利用した GIS ソフト活用方法 (座学)
  - ドローンとトータルステーションを使った測量技術 (座学+実地演習)
  - 治山における調査および設計について (座学)
  - 治山工事施工基準について (座学)
  - 治山施設の維持管理方法 (座学)
  - 既存治山施設のモニタリング (実地演習)
  - 任意の斜面災害箇所の実地視察+対策工検討 (実地演習)

### 6.3 日本の先進治山技術の普及及び導入の継続

モデルサイトの工事において、日本の先進治山技術として、Nirgad で導入したダブルウォールダム及び Jawadi、Padli で導入した法枠工の施工が実施されている。今後インド側が施工を継続するとともに完工後にモニタリングを実施して技術の有効性を確認の上、これらの技術をウッタラカンド州全体及び他の州にも紹介して技術の普及がなされることが望ましい。

モデルサイトで導入したダブルウォールダム及び法枠工の施工時に、それぞれ日本国内で同工種の施工技術を有する 2 社の本邦業者の日本人技術者が現場において直接技術指導を行ったことにより、品質の向上が図られた。今後、同工種のウッタラカンド州での普及や、同工種以外のインドにおいて活用可能な治山技術について、高い施工技術を有する事業者と連携していくことが望ましい。

### 6.4 入札参加資格審査における財務状況の審査の徹底

上述のとおり、モデルサイトの工事が大きく遅れた原因は、コロナ禍や請負業者の技術力不足によるところもあったが、請負業者の資金力不足による材料調達や機械搬入の遅れによるところが大きかったと考える。入札前の事前資格審査において財務状況を十分に確認しておく必要がある。

### 6.5 施工監理計画書及び施工計画書作成マニュアルの活用

本技術協力プロジェクトは終了し、日本人専門家は不在となるが、工事は継続される。上述のとおり施工監理計画書に従ってモデルサイト及びキャンディデートサイトの完工

まで施工・安全の監理を徹底・継続することが望まれる。

また、上述のとおり、施工監理計画書及び施工計画書作成マニュアルの活用、定着及び普及に努め、ウッタラカンド州の治山工事関係者の能力向上が図られることが望まれる。