

2010 N F A Dネパール訪問団報告書

平成 22 年 6 月

はじめに

ネパール王国は東西 885km、南北平均約 193km、面積 147,181km²の国土を有しており、世界最高峰エベレストをはじめ、標高 7,000～8,000m級の山々が連なるヒマラヤ山脈の南斜面に位置している。水成岩を主体にした地質の構造線は東西に帯状に走っており、地質分布は北側からヒマラヤ地質群、三紀漸新世～白亜紀の岩石、Siwalik、沖積土群に大別され、概ねこの地質区分に則して各々が Himalaya、Middle Mountain、Siwalik、Terai と称されている。急峻な Himalaya、脆弱な地質の Middle Mountain、Siwalik で生産された土砂は雨季（6月～10月）に集中する降雨により一気に Terai まで運ばれ、その過程で土砂・水に起因する災害を多数引き起こし、毎年人命・財産に多大な被害が生じている。

このように恒常的な自然災害がネパールの社会経済発展を阻害している状況に鑑み、ネパールにおける治水砂防技術の開発を支援すると共に、日・ネ両国間の治水砂防技術に関する情報交換を促進し、不特定多数の市民・団体等を対象に、防災知識の普及・啓発活動を行い、治水砂防技術水準の高揚、次世代人材の育成、社会教育、健全なまちづくり、地域の安全等の公益の増進に寄与し、もってネパールの発展と日・ネ両国間の友好に資することを目的として、ネパール治水砂防技術交流会（NFAD）が NGO として 1993 年に設立された。その後、NPO 法人法が施行され、2001 年 11 月に特定非営利活動法人（NPO）として認証された。

ネパールの政情が不安定な設立当初においては、NFAD は主にカウンターパートの職員支援に取り組んできた。その後、政情も安定し治水砂防局（DWIDP）が設立されるなど組織が充実したことから、近年は、百葉箱と雨量計の設置、マテマ元駐日大使や長期派遣専門家の協力を得て、小中学校における作文コンクールを行うなど、その活動領域を変化させてきた。

2009 年には NFAD カトマンズ支部長として NFAD の現地活動の窓口となっていた長期専門家が不在となり、残念ながら現地における活動を展開することが不可能となった。このため、今後の NFAD の活動方策を探るためにネパール訪問の企画がなされ、財団法人砂防フロンティア整備推進機構の「木村基金」の助成金を得て、NFAD 代表団を組織して 2010 年 2 月 6～14 日の日程でネパールを訪問することとなった。本報告書は、その活動内容を取りまとめたものである。

平成 22 年 6 月

2010NFAD ネパール訪問団

団長 森 俊勇

はじめに

1. 2010 NFAD ネパール訪問団の活動項目	1
1.1. 訪問団.....	1
1.2. スケジュール.....	2
2. 活動報告.....	3
2.1. 作文コンクール	3
2.2. ネパール自然災害軽減支援プロジェクト (DMSP) モデルサイト	4
2.2.1. プロジェクトの概要.....	4
2.2.2. Girubari 川 (ギルバリ川)	6
2.2.3. Dahachowk (ダハチョーク)	10
2.2.4. MuNa プロジェクト.....	12
2.3. LADOF モデルの氷河湖決壊現象への適用評価.....	17
2.4. Shapla-Neer の防災プロジェクト.....	19
2.5. 合同会議の開催	22
3. 今後の提案	24

1. 2010 NFADネパール訪問団の活動項目

今回のNFADネパール訪問のミッションを以下に示す。当初、NFADの大井理事長を団長として組織していたが、2010年1月中旬にカリブ海で大地震が発生し、HAITI周辺が壊滅的な被害を受けたことから、日本としての復興支援策を調査するため大井理事長が急遽ハイチに派遣されることとなった。このため、NFADの森常務理事を団長として訪問することとし、項目⑥については次回に先送りとした。

- ① 元駐日ネパール大使であるマテマ氏の指導による中学校における作文コンクールの実施方策の構築
- ② 「ネパール自然災害軽減支援プロジェクト (DMSP^{*1})」において実施したモデル事業サイトの現状把握並びに追加対策等の要否の調査
*1DMSP: 自然災害の軽減を目指すネパール政府からの要請を受け、1999年9月1日から5年間に亘り日本政府が実施したプロジェクトであり、国際協力機構(JICA)がプロジェクト方式技術協力として実施した。
- ③ 天然ダムの越流決壊現象のシミュレートに有効性が確認されている「LADOFモデル」の氷河湖決壊現象への適応性評価のため、ICIMOD(国際総合山岳開発センター)が所有する既往氷河湖決壊に関するデータ提供依頼及び情報交流
- ④ NPO法人の「Shapla-Neer^{*2}」が取組んでいる地域防災プロジェクトサイトの調査と技術的意見交換
*2 Shapla-Neer (シャプラニール): 1972年に設立された特定非営利活動法人で、ストリートチルドレンや働く子どもたち、寡婦や老人、障害者など社会的・経済的に「取り残された人々」の支援活動を展開している。
- ⑤ ネパール国内の土砂災害対策の関連組織による合同ミーティングの開催と各組織の取り組みに関する情報交換
- ⑥ (大井式)手づくり雨量計の紹介と製作デモ

1.1. 訪問団

訪問団は、ネパールの治水砂防プロジェクトに参加した派遣長期専門家のほか、NFAD顧問である前参議院議員の田村公平先生も参加し、異色の訪問団が編成された。

2010 NFAD 訪問団		
団長	森 俊勇	NFAD 常務理事(財団法人砂防フロンティア整備推進機構 理事長)
顧問	田村 公平	NFAD 顧問
団員	入口 和明 ^{*3}	元長期専門家(奈良県土木部道路・交通環境課 調整員)
	深田 健 ^{*4}	元長期専門家(新潟県土木部砂防課 係長)
	中川平八郎 ^{*5}	元長期専門家(東洋技研コンサルタント株式会社 技術顧問)
	臼杵 伸浩	NFAD 会員(アジア航測(株))
	山崎 一志	NFAD 会員(高大建設株式会社 代表取締役 社長)
	西森 功	NFAD 会員(株式会社西森建設 常務取締役)

(役職等は訪問時の役職等を記載)

^{*3} 入口和明: 1999年10月~2002年3月の間、JICAの長期専門家としてネパールに派遣され、主に河川改修事業を担当した。

^{*4} 深田 健: 2001年5月~2003年5月の間、JICAの長期専門家としてネパールに派遣され、災害復旧や、災害情報及び治水砂防局(DWIDP)のデータベース、ネットワークシステムの整備に関する技術支援活動を担当した。

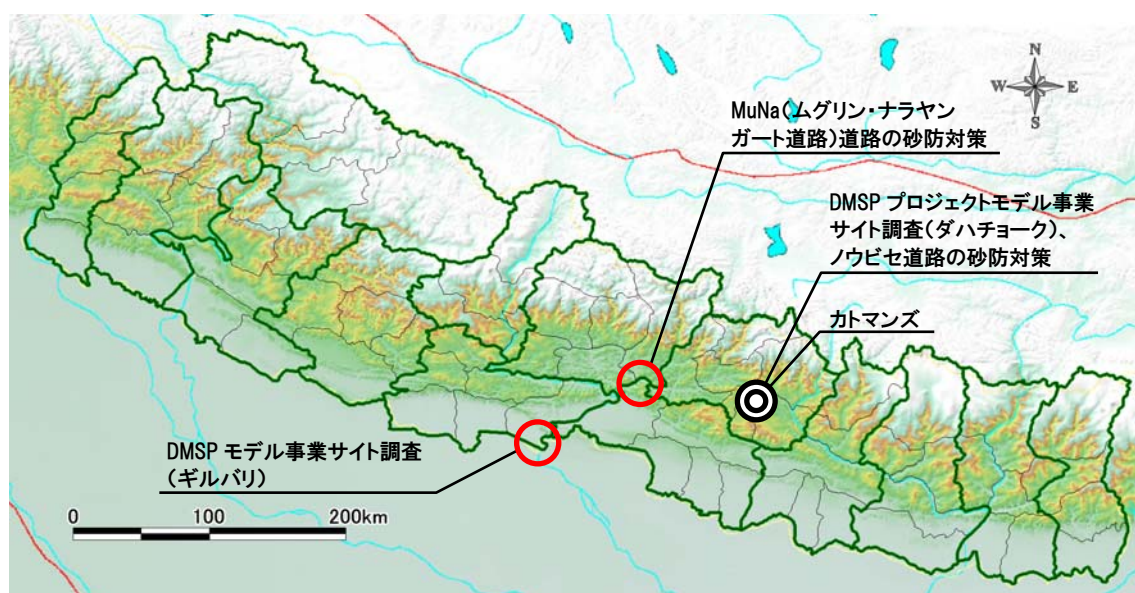
^{*5} 中川平八郎: 2005年2月~2006年8月の間、JICAの長期専門家としてネパールに派遣され、DMSPプロジェクトのフォローアップ、主として地方事務所の災害復旧体制の整備やモニタリングなどの技術指導・支援を担当した。

1.2. スケジュール

NFAD 訪問団のスケジュールを以下に示す。

訪問団のスケジュール

月日	曜日	行き先	活 動
2/6	土	成田 ⇒ バンコク	出国
2/7	日	バンコク ⇒ カトマンズ	移動
2/8	月	カトマンズ	・水資源省治水砂防局、JICA 事務所、ICIMOD、シ ャプラニール事務所 etc.表敬・打合せ
2/9	火	カトマンズ	・4 団体と NFAD 訪問団の合同ミーティング並びに 意見交換。 ・作文コンクールの実施方策に関する打合せ・調印
2/10	水	カトマンズ ⇒ チトワン	・MuNa(ムグリン・ナラヤンガート道路)道路の砂防対策 ・DMSP モデル事業サイト調査(ギルバリ)
2/11	木	チトワン ⇒ カトマンズ	・シャプラニールプロジェクトサイト調査(コビラシ)
2/12	金	カトマンズ	・DMSP プロジェクトモデル事業サイト調査(ダハチョ ーク)、ノウビセ道路の砂防対策 ・フェアウェルパーティー
2/13	土	カトマンズ ⇒ バンコク	移動
2/14	日	バンコク ⇒ 成田	帰国



訪問箇所の位置図

2. 活動報告

2.1. 作文コンクール

元駐日ネパール大使のマテマ氏の指導を受け、2003年からネパール国内の中学校において「自然災害の軽減策」をテーマとして実施してきた作文コンクールは、砂防の長期専門家が不在となったことから、2009年は中断を余儀なくされた。

2009年10月、富山県の招聘により来日したマテマ氏と面談した際、氏からは是非とも継続すべきとの提案があり、デリー在住の石黒会員とカトマンズ在住の菅沼会員に協力の可否について問合せた結果、菅沼会員から快諾を得た。

その後、再開に向けた具体的な方策についてマテマ氏並びに菅沼会員と協議を進め、概ね了解を得た上での訪問となった。2月9日、田村顧問、菅沼会員共々、マテマ氏のご自宅を訪問し合意文書の調印を終えた。その概要は以下のとおりである。

- 1) マテマ氏を NFAD の名誉顧問とする
- 2) 菅沼会員を NFAD のカトマンズ支部長とする
- 3) 菅沼支部長の活動を支援するネパール人を1名雇用する
- 4) 作文コンクール実施の基本方針はマテマ氏が検討し、具体的な調整は菅沼氏他が行う
- 5) 作文コンクールのテーマは「How can we prevent/prepare for Water Induced Disaster on the basis of your experience and what do your family member tells you about it?」とする
- 6) 作文コンクール実施に必要な経費は、NFAD の本部から送金し、菅沼支部長が口座を管理する
- 7) 以上の合意にもとづく作文コンクールを2010年度から実施する



2.2. ネパール自然災害軽減支援プロジェクト (DMSP) モデルサイト

2.2.1. プロジェクトの概要

ネパールでは、土砂流出や地すべり、がけ崩れ、洪水、河岸侵食、氷河湖決壊洪水等の災害がしばしば発生し、水資源開発プロジェクトや道路その他の公共施設の障害となっているほか、生活・生産基盤への影響により、経済・社会の発展に重大な影響が生じていた。このため、ネパール政府は災害および被害の軽減を図るための適切な洪水・土砂災害対策技術開発を行う研究教育施設を創設し、災害防止や復旧に従事する技術者・技能者を研修することが重要と考え、地形水文条件が類似し、治水・砂防技術の先進国である日本に対し技術協力を要請し、1991年からネパール治水砂防技術センタープロジェクト (DPTC) が始まった。

DPTCにより得られた技術移転や技術開発の成果を踏まえ、防災体制の整備をも含めた防災技術を実践的に地域社会から政府中央組織、防災関係組織にまで広めるという新たな課題に対応するため、1997年11月に新規プロジェクトを日本国政府に要請し、1999年7月11日「ネパール自然災害軽減支援プロジェクト」(DMSP)の実施が両国で合意された。

DMSPでは、①地域特性に応じた防災対策・工法の構築、②災害復旧活動の促進、③災害情報および防災技術の共有の促進、④政府関係者および地域住民の防災に関する意識の向上をテーマに、1999年9月1日から5年間に亘り、プロジェクトタイプの技術協力として取組まれた。

① ネパールの地域特性に応じた防災対策・工法の構築

モデルサイトを選定し、低コストを主眼とした防災工法を検討し、同サイトにおいて住民参加型防災活動を促進する。

② DWIDPの技術支援による災害復旧活動の促進

DWIDP(治水砂防局)と連携して災害調査を実施し、災害復旧計画を作成するとともに、モデル地域を選定してモデル復旧工事を行う。

③ 災害情報及び防災技術の共有化の促進

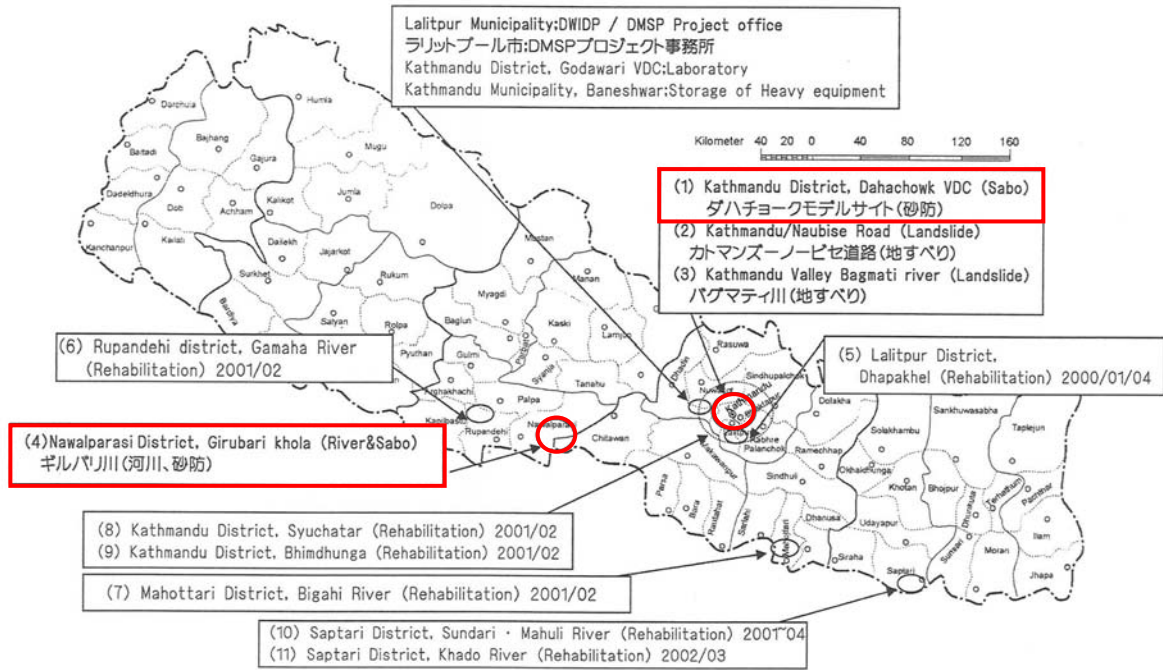
プロジェクトの諸成果を反映した各種研修・セミナー等を実施、技術支援等を行うとともに、DWIDPのデータベース、ネットワークシステムを整備し、災害と防災に関する各種情報の公開と共有を促進する。

④ 政府関係者及び地域住民の防災に関する意識向上

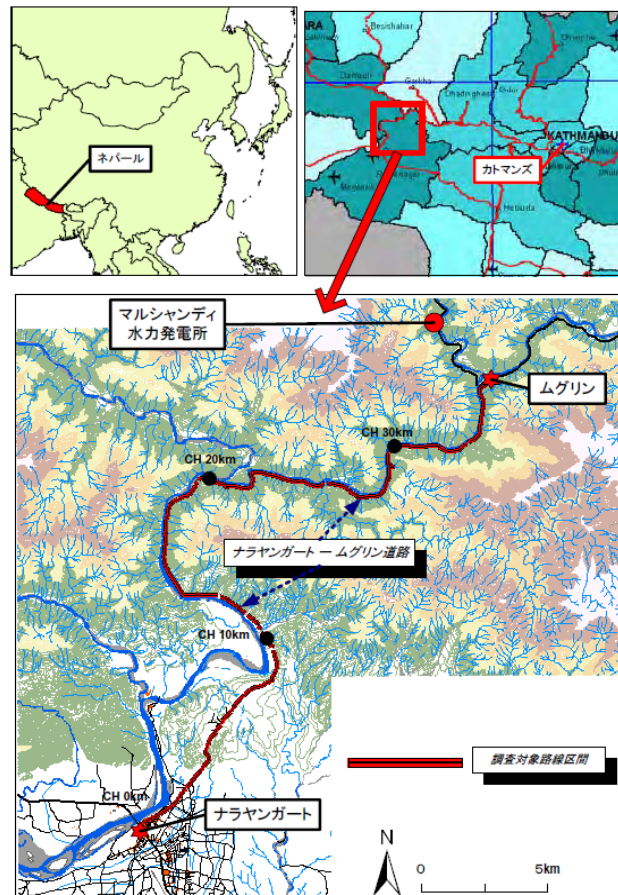
政府関係者及び地域住民との連携を強化し、防災意識向上のための計画を作成して、これらを展開する。

DMSPプロジェクトで実施されたモデル地区並びに技術指導を行った地区のうち、以下の3地区について調査を実施した。

- Girubari (ギルバリ)
- Dahachowk (ダハチョーク)
- MuNa プロジェクト



モデルサイト（ギルバリ川、ダハチョーク）位置図



MuNa プロジェクト（ムグリン・ナラヤンガート）調査地点

「ネパール国ナラヤンガート〜ムグリン道路 防災管理計画調査 ファイナルレポート巻V要約

平成 21 年 2 月 JICA 」より引用

2.2.2. Girubari川（ギルバリ川）

(1) DMSP 開始前の状況

ギルバリ川は、インドとネパールの国境を流れるナラヤニ川の支川であり、インド国境に接するナワールパラン郡内を流下する流域面積 154.5 k m²、流路延長約 31km の河川である。1999 年当時の同流域は 1982 年、1987 年の洪水により多くの問題を抱えていた。

中下流域の沿川集落では、洪水時の河道変化による河岸侵食（数年間で 50m 以上）や、ナラヤニ川の河床上昇に伴う背水による浸水被害（年に数回）が発生するなどによる深刻な被害が発生していた。また、中流域では、耕作地の開拓のため「伐採」や「焼き畑」により多量の土砂供給源となっている上流山間部からの流出土砂により、河床上昇が激しく、約 20 年間で約 4 m 上昇し集落近くの水衝部では年に数回も越水する被害が発生していた。



洪水氾濫及び荒廃した斜面と土砂堆積の状況（2000 年頃）

(2) DMSP における取組み

地元住民の要請を受け、DMSP では現地調査を実施するとともに、ギルバリ川沿いの集落で構成されるタマサリヤ VDC (Village Development Committee : 村落開発委員会) の他、関連 VDC の住民から意見を聞き、中下流域における洪水対策と上流域からの土砂流出対策として、護岸工等のハード整備と植林や自主避難体制構築等のソフト対策を組み合わせた住民参加型防災事業のモデルサイトとして選定し、5 年間にわたり様々な取り組みを実施した。

プロジェクト終了後は、地域社会が自力で洪水に対処できるようになることが目標の一つであるため、ハード整備は主として、住民による設置・維持補修が可能で、かつコスト面でも優れた布団籠による護岸工や水制工を設置した。また、住民側と協定を結び、施設整備工事に対し住民が労働力を提供するとともに、施設設置後の維持補修については、政府が支給する鉄線を使用し、住民が担当することにした。

これと並行して上流域における無秩序な「森林伐採」や「焼き畑」を抑制するための啓発活動を展開するとともに、伐採して荒廃した斜面等に新たに植林を行うため、DMSP による苗床の設置や住民による植林などのソフト対策を実施した。なお、設置した苗床は住民が自主運営管理することにした。



水制工設置直後（2000年頃）と現在の状況

(3) 調査結果

今回の調査では、モデルサイト内に整備したハード対策施設において、DMSP 終了後概ね 5 年が経過した現時点の効果を確認するとともに、維持管理やソフト対策の現状について住民代表者へのヒアリングを実施した。

①河岸侵食対策

当時、最も河岸侵食が進み流失の危険に直面していた学校のすぐ脇の左岸水衝部において、土砂の堆積を促し、流心を溪岸から遠ざけるために越流型の水制群を配置した。今回、現地を確認したところ、水制群が判別できないほど土砂の堆積が進み、流心を安全な位置まで移動させることに見事に成功していた。越流型の水制工は非越流型に比べ規模も小さく、住民でも施工できることからこのような対策を今後も活用し、水衝部の河岸侵食対策として普及していくことが期待される。これに対し、配置に問題があった施設や、出水時の洗掘により被災している水制や護岸工も見られた。このような原因について住民代表者へのヒアリングにより、補修を行うための資材（鉄線）不足や、新設や維持補修の際における技術的なサポートが十分でないことがわかった。また、出水による河道状況の変化に応じて、施設構造や配置を修正するなどの施設計画の技術指導がなく、既存施設の修繕のみを行ったため、再度被災した施設も見られた。河床の低下により蛇籠による水制工の一部が被災した箇所については、住民が次期出水による災害の発生を非常に懸念していた。また、改修事業については、蛇籠は JICA が提供し（現在は DWIDP）、石集めと護岸設置工事は住民の勤労奉仕という役割分担で進められてきた結果、住民は常に河川の状況に把握し、被害の軽減に関心を持っており、地域住民参加型の洪水対策方式が定着してきていることが分かった。



河床低下により根が浮き根継ぎ修復された水制工（左）と被災したままの水制工（右）

②植林用の苗床の栽培

このモデルサイトでは、2001年から苗床の育成を村民が担当し、種から発芽させ、植林するという住民による植林工が始められ、プロジェクト終了後の現在も DWIDP の支援を得ながら進められている。植林工を実施した現地を確認したところ、当時は荒廃していた斜面が緑豊かな森林となっているのには大変驚かされた。

DMSF 終了後もネパール政府から予算が配当され、植林用の苗床が住民により維持運営されており、住民自らが苗床の管理等に積極的に取り組み、住民らの生活収入にも寄与していた。また、防災意識も向上し、地域の小学生も植林の重要性を理解しているように思われた。時間の制約により上流域の状況は確認できなかったが、小さくとも継続的な資金供給と住民の理解と協力が得られれば、流域全体にこの取り組みを展開することができるかと確信した。

苗床を育成している場所は、全体に管理が行き届き、多数の品種の苗が育成されており、確実に運営されていた。私たち訪問団を歓迎して頂いた村人たちの笑顔は、本プロジェクトの効果の現れのように感じた。



荒廃した斜面（2000年頃）



植林工により植生が回復した斜面（2010年）



苗床の状況（多種の植生の苗が栽培されていた）



管理された苗床



苗床に用いるための土づくり

③河川林の整備と農地開発

ギルバリ川の改修事業により、以前は洪水氾濫していた場所が農地として開発されていた。新たに開発された農地は約 15ha と広大な範囲で、堤内側には河川林が整備され、河川林の生育を維持するため、食害をもたらす家畜の放牧は控えられていた。



安定した 15ha の農地（手前は以前の水制工）
山裾に見える帯状の樹林は現在の河川林



現在の護岸工と水制工

2.2.3. Dahachowk (ダハチヨーク)

(1) DMSP 開始前の状況

ダハチヨークは面積約 1.0Km²の小流域に世帯数 770 戸、人口 3,860 人（2001 年統計）が住むカトマンズ盆地内の VDC である。ダハチヨークはカトマンズ盆地内の丘陵部に共通な地域特性として、急峻な地形、脆弱な地質、薄く養分の乏しい表土、盆地外輪山に吹き付ける強い雨といった自然条件と、無秩序な土地利用（農地、宅地、採石地等）、人口増大に伴う農地や宅地の拡大、過放牧、薪採取、森林伐採といった社会的な災害誘因を有しており、DMSP の調査により以下のような問題点が確認された。

- ① 源頭部：地すべり、斜面崩壊の発生、放牧による裸地化
- ② 上流域：不安定土砂が堆積
- ③ 下流域：豪雨等による土砂災害や浸水被害発生の危険性



ダハチヨーク源頭部崩壊状況（2000 年頃）



植林前の源頭部付近の状況（2001 年頃）

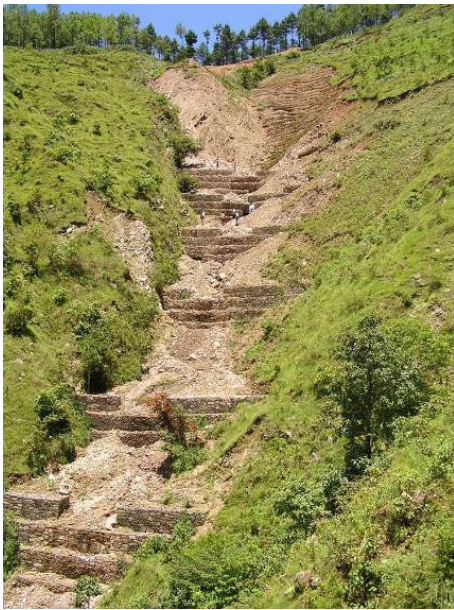
(2) DMSP における取組み

このような問題点を踏まえ、DMSP はダハチヨークを砂防モデルサイトとして選定し、住民参加型地域防災活動によるハード整備とソフト整備を展開した。ギルバリ川モデルサイトと同様に、設立された地元住民組織と協定を結び、DMSP 側は資材提供と技術指導、住民側は施設整備や植林への労働力提供を担当することを基本とした。この住民参加型の地域防災活動によりダハチヨークでは、現地調達可能な資材を用いた低コスト工法を活用し、地すべり頭部の排土工、溪流部の床固工、護岸工、山腹裸地における竹柵工、ネット被覆工、植林、排水路工などを実施した。また、地すべりの頭部を排土した土砂は、小学校の敷地造成に活用するなど、地域活性化にも寄与する計画を展開した。当地区ではソフト対策も取組まれており、避難訓練や小学校における防災教育、野外劇による防災啓発活動など様々な活動が実施された。

(3) 調査結果

地すべりは、DMSP が実施した頭部排土工が効果を発揮し、現在は安定している。また、荒廃していた地すべり源頭部の崩壊地は、対策した階段工や編柵工によりガリー侵食の発達は認められず、植林したハンノキ類や果樹、ウツリシユ等のパイオニア・プラントが繁茂し、植生が大幅に回復していた。これらの植生は在来種ではないので、今後は、その推移を把握するためにモニタリングを行って行く必要がある。

一方、中下流域においては、布団籠により整備された床固工や護岸工が整備されているが、最近の宅地開発等に伴う道路で溪流が完全に閉塞されているなど、管理上の課題が散見された。流域では当時では予想もできなかった無秩序な宅地開発事業が大規模に進行していた。これらの開発行為により、土砂災害ポテンシャルは明らかに増大しており、新たな土砂災害の発生を誘発することが危惧される状況となっていた。



床固工施工後の状況（2003年頃）



現在の源頭部付近の状況
(床固工が見えないくらいに植生が回復している)



開発により道路によって閉塞された溪流



無秩序な地すべり地の宅地開発

2.2.4. MuNaプロジェクト

(1) 災害復旧開始前の状況

ムグリン・ナラヤンガート道路は、道路延長約 36km のインドとネパールを結ぶ最重要路線である。2003 年 7 月 30 日の集中豪雨により、道路沿線の斜面崩壊、護岸崩壊、橋梁流失など、20 箇所以上が被災した。また、ムグリンの西方約 4km に位置するルワ川では、大規模な土石流が発生し、マルシャンディ発電所が大きな被害を受けた。

これらの土砂災害により、ムグリン・ナラヤンガート道路は長期間寸断され、経済活動に甚大な影響をもたらしたため、ネパール政府は、公共事業省道路局（DOR）に対し、道路復旧工事を実施させるとともに、水資源省治水砂防局（DWIDP）へ土砂災害防止に向けた対策計画策定及び対策施設の施工を指示した。

(2) 調査結果

今回の調査では、ムグリン・ナラヤンガート道路（MuNa Project）沿いの土砂災害対策箇所を中心に、DWIDP の担当者と共に現地調査を実施し意見交換を行った。

① O-Ruwa Khola Site

2003 年に Marsyandi 発電所 (60MW) が Ruwa Khola からの土石流で被災した箇所である。2005 年の現地調査では、異常堆積土砂によって河床は現在よりも数メートル高く、崩壊地では小規模な崩壊現象が断続的に発生していた。溪流は荒廃し、降雨の毎に堆積した土砂が流下するなど二次災害の発生が懸念されていた。当時は、緊急施工としてふとん籠による堰堤工が数基設置されていたが、現在はコンクリート堰堤が多数施工されており、溪床は安定化していた。今回の調査では、上流域の崩壊現場を確認することができなかったが、上流からの土砂供給は余り見られず、崩壊地に植生が回復し安定化してきているものと推定された。



発電所と溪流の状況（発電所の庭には当時流出してきた巨石がそのまま保存されている）

② 1-Ch:30+900 Site

このサイトでは、6年前に死者2名の災害が発生した。道路沿いのガリー侵食の対策工事が実施されており、斜面には竹が植栽されていた。バイオロジ・ニストのK. K. カルキ氏によれば、「ネパールには約40種類の竹があり、ここの竹は株立ちの一種」ということである。竹の外グァバ、アムリソなどを植栽、バイオ・エンジニアリングと土木工法(Cascade)を併用した箇所である。斜面上部には集落があり、ここからの排水対策が十分に取られているかは確認ができなかった。また、牧羊は盛んであるが、斜面植栽の食害は見受けられず、食害に対する何らかの管理がなされていると推定された。



調査地点の状況(中央付近にふとん籠の谷留工、袖部には竹が植栽されている。)

③ 2-Ch:27+900 Site

このサイトには、ふとん籠による堰堤が設置され、天端には保護コンクリート工(厚さ:8~15cm)が施工されていた。溪床には直径15~20cm程度の破碎礫が堆積し、土砂生産は継続しているが、堰堤群による効果が発揮されている。

土砂生産・流出が激しいため、天端や前提部は磨耗しており、これらの補修対策が必要である。また、道路の横断箇所は十分な流下断面が確保されていないため、土砂流出時には閉塞する可能性が高い。今後は、土砂災害対策も考慮しながら道路計画を検討し、除石対策も合わせて計画するなどの方策が必要である。



堰堤工の状況と道路の状況



前提部の磨耗状況

④ 3-Ch:27+500 Site

このサイトは、巨大な地すべり地であり、道路に沿って延長約 150~200m の地すべりが位置している。地すべり末端部に石積みの擁壁工を設け、末端部の崩壊を防止するとともに、擁壁から水平排水ボーリング工が施工されている。排水工から地下水が染み出してはいるが、擁壁の老朽化が激しい。特に、古い沢地形の箇所については、補強対策が必要と考えられると共に、水平排水ボーリング工の必要長を確認して追加施工すべきである。

地すべりの上部には集落が存在しており、土地の利用状況によっては、地すべりを助長する可能性があることから、土地利用等の調査等を行い、その結果によっては行為制限や対策を実施する必要がある。



老朽化した擁壁



擁壁上部の状況

(古い沢地形の箇所では漏水していた)

⑤ 4-Ch:27+575 Site

このサイトは、ふとん籠による堰堤工が設置されており、堰堤の山脚固定の効果等によって植生が回復している。土砂生産・流出は活発であるため、ふとん籠からの細粒分の抜けや摩耗対策として、天端にモルタル処理がなされているが、一部破損していた。また、袖部の貫入が足りない箇所なども見られ、施工管理を徹底するとともに維持管理を行う必要がある。



調査地点の状況



袖部の貫入状況

⑥ 5-Siki:23+850 Site

このサイトの上流には比較的規模の大きな崩壊地が分布し、対策を実施したが失敗している。土砂生産が極めて活発な溪流である。このため、豪雨時には絶えず土石流が発生しており、溪床には最近流出したとみられる土砂が堆積しているほか、道路を寸断した際の土砂の堆積痕が残っていた。暗渠が設けられていたが、これらは全て埋没しており、写真の車両は、埋没した暗渠に停車している。このような土砂生産の激しい溪流に対しては、堰堤だけでなく上流部の土砂生産源対策とともに堆積工などを併用するなどの土砂処理計画を検討する必要がある。



堰堤と溪流の荒廃状況



暗渠部の閉塞状況

⑦ 6-Ch:20+800 Site

このサイトは、急勾配な溪流に砂防えん堤群が設けられており、河床侵食や斜面崩壊防止が図られている。現在は非常に安定しているが、溪床の侵食が進行すれば、ふとん籠が荷崩れして崩壊する危険性があるため、定期的に維持管理をする必要がある。



調査箇所の状況



道路沿いの擁壁から砂防えん堤を望む

⑧ 7-Sik:11+300 Site

このサイトは、急勾配な溪流出口に階段状にふとん籠を積み上げ(Cascade)、溪床固定をはかりつつ、流末処理されている。表面が赤茶色に変色しているが、流出土砂によるものかふとん籠の鉄線の錆によるものかは判別ができなかった。護岸工がふとん籠の空積みであるため、細粒土砂の抜けによる不安定化が懸念されるとともに、一部に孕み出しが見られることから、構造物の変位を調査するとともに、維持管理を行う必要がある。



調査箇所の状況

⑨ Naubise Road Site

このサイトは、カトマンズ・ノウビセ道路沿いで、11名が死亡した災害箇所で、JICAの草の根無償でふとん籠による擁壁工が設置され、崩壊地には植生が回復している。先駆植生は、ウティッシュと見られる一斉林である。擁壁工の斜面には、表面排水を目的とした簡易な排水工が設置され、これらの効果もあって、大きな変状は確認されなかった。



ふとん籠による擁壁工の状況



道路より下部の法面の状況

⑩ まとめ

対策施設の全域を詳細に調査することはできなかったが、各施設は一定の効果を発揮していることが確認できた。ふとん籠などによる施設については、その機能を発揮させるためには、定期的に施設の変状を把握し、必要に応じて維持管理を行うことが重要である。

また、ムグリン・ナラヤンガート道路のように地形的に急峻な地域においては、雨季には突発的な土砂災害が多発する危険性が高いことから、今後も道路管理者と治水砂防局が共同して対策を検討する必要がある。

DMSFにおいてGISを用いて作成した災害危険地域マップ等を有効活用し、危険箇所の現地標識の設置等を行うなどのソフト対策も実施して、道路利用者に土砂災害の危険性を周知することも必要である。

2.3. LADOFモデルの氷河湖決壊現象への適用評価

LADOF モデルの天然ダム決壊現象への適応性について説明したところ、ICIMOD と DWIDP がこのモデルの有効性を理解し、大変興味を示した。LADOF モデルの氷河湖決壊への適用性を評価するためには、氷河湖の規模や決壊時における洪水痕跡及び流量実績等の各データをもとに、計算モデルの各種係数の調整が必要である。しかし、ICIMOD と DWIDP によれば、氷河湖そのものが 5000m 級を越える山岳地帯に形成されるため調査が難しいこと、また、国際河川であることから、調査には国家間の調整が必要であることなど、調査及びデータ収集が非常に難しいということであった。このため、現在 JICA により名古屋大学とブータン経済省地質鉱山局で対応している「ブータンヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究」の関係者にもデータの提供を要請した。

なお、ICIMOD は、氷河湖決壊対策の重要性を認識しており、今後とも NFAD と積極的に情報交流を進めることについて合意した。



ICIMOD と NFAD との打合せ



ICIMOD 幹部との懇談

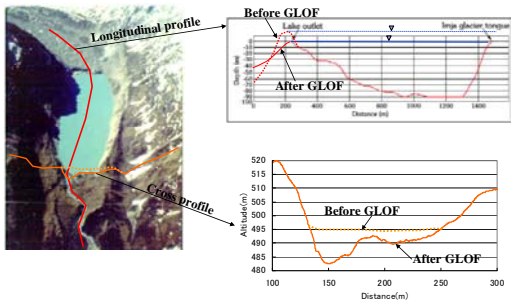
Necessary Data for Simulation Analysis by "Two-layer Model "

- ① Longitudinal and Lateral profile of glacial lake before and after outburst
- ② Longitudinal and Lateral profile of river before and after GLOF
- ③ Marks of GLOF water level along the lower reaches
- ④ Topography map(1/25,000-1/50,000) along the river
- ⑤ Grain-size of moraine lower slope materials
- ⑥ Pictures or Videos of before and after GLOF(if possible)

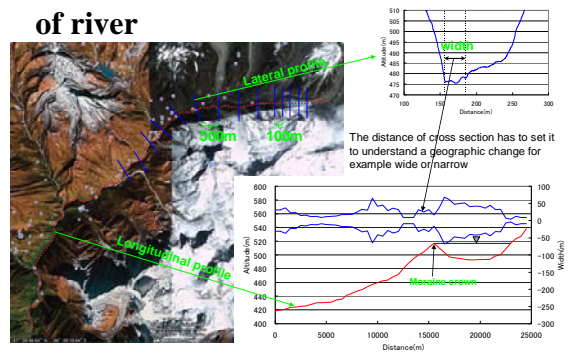
Necessary data for simulation analysis

ICIMOD へのデータ提供を説明した資料(1)

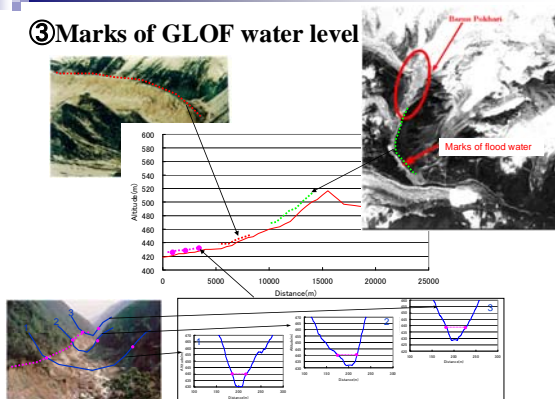
① Longitudinal and Lateral profile of glacial lake before and after outburst



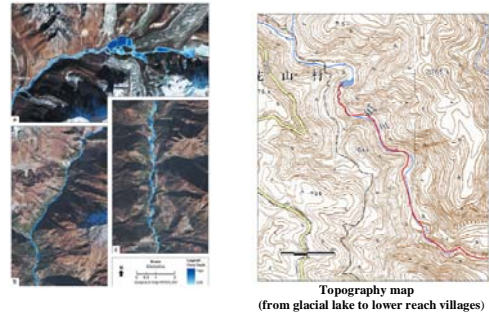
② Longitudinal and Lateral profile of river



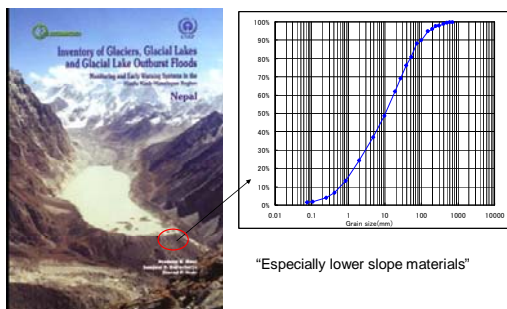
③ Marks of GLOF water level



④ Topography map(1/25,000-1/50,000)



⑤ Grain-size



⑥ Pictures and Videos of before and after GLOF(if possible)



ICIMOD へのデータ提供を説明した資料(2)

2.4. Shapla-Neerの防災プロジェクト

Shapla-Neer が取り組んでいる Kabilash VDC (コビラシ) の現地を訪問した。Shapla-Neer は、弱い立場のコミュニティ、グループ及び貧しい人々の持続可能な生活を向上させることにより、自然災害に対する準備や管理能力を高め、災害の影響を軽減するためのプロジェクト（「チトワンにおける災害準備及び持続可能な開発プロジェクト」）等に取り組んでいる。チトワン郡のコビラシ VDC（村落開発委員会；町や村に当たる）は、ムグリン-ナラヤンガート道路のそばにあり、数年前土石流が発生し被災した地区である。

このため、DWIDP によりネパールにはほとんど見られないマスコンクリートの砂防えん堤が設置された場所である。しかし、現在 Shapla-Neer がこの地区で取り組んでいる土砂災害対策の取り組みについては、DWIDP の職員には全く知られていなかった。DWIDP の職員は、今回の合同調査で初めて知ったということで、各組織との情報共有の重要性を改めて認識していた。

○Shapla-Neer（シャプラニール＝市民による海外協力の会）

シャプラニールは、1972年に設立された特定非営利活動法人で、特定の宗教、政治、企業、団体には属さず、一般の市民の思いから作られ、その会費や寄付で運営されているNGOである。シャプラニールとは、バングラデシュの言葉・ベンガル語で、「睡蓮の家」という意味であり、シャプラ（睡蓮）は、バングラデシュの国花にもなっている。2009年9月1日には、「NPO法人」に認定され、バングラデシュに2名、ネパールに1名の日本人駐在員を派遣し、ストリートチルドレンや働く子どもたち、寡婦や老人、障害者など社会的・経済的に「取り残された人々」の支援活動を現地のNGOをパートナーにして行っている。現地での活動は「当事者自身の生活向上への主体的な参加」、つまり「自分の暮らしは自分でよくする」ことを基本として様々な支援を行っている。



コビラシ地区の田畑 奥に見えるのは焼畑



田畑にはトマトなどが栽培されている



河床には土石流堆積物が多く分布している



田切地形の状況（平坦部が左写真の農地）
切り立った溪岸の比高差は15~20m

この地区の集落は、扇状地の上部に位置し、両側を比較的規模の大きな溪流に挟まれている。溪岸侵食により集落一帯は田切地形を呈し、溪岸が侵食されている部分は比高20m程度の急崖となっており、崖の末端が侵食されることにより上部の農地や宅地が崩落する危険性が高い。シャプラニールの現地スタッフの指導の下、蛇籠やふとん籠による護岸工や水制工の設置が行われようとしているが、溪床は1~2mの大転石によりアーマコート化され、河床勾配も5~7度と急勾配であるため、蛇籠による護岸工や水制工による対策では、十分な効果が得られる状況ではないと推定された。

また、DWIDPでは、学識経験者の指導を得て土石流堆積物の再移動を押えるため小規模な砂防えん堤を階段状に設置する計画であるとの説明を受けたことから、河床に多く存在する大転石を水衝部に移動し護岸工の効果を発揮させる対策をとった方が良いことを説明し、住民たちが貯金して貯めたわずかな資金や労働力を有効活用するため、避難場所の確保や情報伝達の仕組みづくりをメインとし、ふとん籠等を用いた工事は、生活道路や避難経路の確保など必要最低限の施設に限定した方がよいことをアドバイスした。



下流域に設置されたふとん籠による水制工



上流域は急勾配で直径2m以上の巨礫が多数分布している

ソフト対策については、JICA の設置した自記雨量計と PC を組み合わせたシステムにより状況を把握し、地域ラジオ局や警察を通して住民に警戒・避難情報を周知する取り組みが進められている。PC システムの維持管理や、非常時における情報の伝達方法には不安はあるが、十分なハード対策を進めることが難しいネパールにおいては、警戒避難体制の構築が重要である。

避難訓練も行われていたが、確認したところ昼間のみ実施していた。我が国でも同様であるが、夜間に豪雨に見舞われることが多く、街灯などもない危険な道を避難することを考えると、可能であれば早めに安全な建物に避難するという考え方も検討するようにアドバイスをを行った。



自記雨量計



雨量計の情報による警報装置 (JICA 提供)
警報装置は村長の机の上に置かれていた

土砂災害に対するハード対策として、砂防えん堤やふとん籠による水制工等が設置されているが、住民との意見交換においては、雨季の間は安全な他の地域へ避難することも考えているとの意見が出された。この地区のように、3～5年という周期で土石流による甚大な被害が発生する危険性が高い地域においては、雨季の間だけでも集団移転を行う対策も必要である。このためには、避難期間中の生活の確保といった貧困と背中合わせの環境をどのように克服するかなど、土砂災害対策に関わる組織全体や自治体が一体となって進める必要があると感じた。



DWIDP によるコンクリート砂防えん堤



コビラシ地区住民の歓迎と意見交換

2.5. 合同会議の開催

平成22年2月9日、DWIDP、ICIMOD、Shapla-Neer、NFADによる初の合同会議が、DWIDPの調整によって開催され、会議には、JICAの担当官、日本国大使館の野村書記官も出席して頂いた。ネパール国内において土砂災害に関わる組織が一堂に会するのは初めてのことであり、各組織の活動状況等の報告及び意見交換を行い、今後もこのような組織間、さらには個々の技術者レベルによる情報共有や日常の業務における交流を深めることの重要性をお互いに認識し、このような会合を継続することで合意した。合同会議の議事要旨を以下に示す。

○合同会議プログラム

- ◇ 自己紹介
- ◇ NFADの活動概要の紹介
- ◇ 天然ダム決壊による洪水流量の推定手法の紹介 (NFAD)
- ◇ DWIDPによる災害軽減活動に関する発表
- ◇ ICIMODによる災害軽減活動に関する発表
- ◇ シャプラニールによる災害軽減活動の紹介



合同会議の状況

①日本訪問団（森団長発表）

NFADの活動概要を紹介するとともに、天然ダム決壊による洪水流量の推定に関する研究の現状について、LADOFモデルによる検討事例を紹介した。その上で、ネパールやブータンで問題となっている氷河湖決壊現象に応用するため、その適用性を検討するために必要な決壊の実績データや地形情報の提供等の協力を要請した。

②DWIDP による災害防止活動に関する発表

DWIDP の活動概要のほか、ネパールの自然特性について説明し、ネパール治水砂防技術センター（DPTC）の設立から DWIDP への発展等について発表した。また、継続的な日本の技術支援の必要性を訴えた。

③ICIMOD による災害防止活動に関する発表

ネパールやその他の地域における自然災害の概要を説明し、ICIMOD の主な活動として、氷河湖の決壊等による災害の特性と災害リスク軽減対策、河川の上下域のコミュニケーションと住民への警報対策、融雪・融氷・降雨の変化に伴う災害シナリオ作成の必要性等を発表した。

また、今後の方向性として、融雪や融氷等による水流の変化、水利用に関する教育支援、広域を対象にした洪水や土砂災害に関する対策について説明を行った。

④シャプラニールによる災害防止活動に関する発表

組織の紹介のほか、コミュニティ開発やその他の活動を行う農村開発ネパール（RRN）の取り組み等について発表した。

⑤質疑応答の主な内容

シャプラニールの防災活動について、ICIMOD、DWIDP、NFAD 訪問団から多数の質問が寄せられた。とくに、住民の防災意識向上に関する取り組みや、それらの効果について質問が多く出され、土石流や地すべりなどの早期警報システムの適用性やハザードマップの作成方法、また、これらシステムやハザードマップについて住民へ周知させるためにはどのようにすべきかといった活発な議論がなされた。結論として、専門家の支援を受けて、ハザードマップ等に関する研修を実施し、研修を受けたスタッフがハザードマップの作成を行い、住民に周知する方法が効果的であり、これらの取り組みを進める必要があるということで意見が一致した。このような合同会議はネパールにおいては、初めての試みであり、会議を通じて、土砂災害に関係する各組織が一体となって情報を共有し、土砂災害対策を推進していく必要があること、また、この会議を継続的に開催することの重要性をお互いに認識した。

さらに親睦を深めることを目的として、ICIMOD、DWIDP、シャプラニールの代表のほか、JICA の丹波局長、日本大使館の野村書記官参加して頂き、NFAD 訪問団との懇談会を開催することができた。今後もこのような形で継続的な技術交流を行う必要性を強く感じた。



田村顧問(左)と JICA の丹波局長 (中央)



パーティー会場における活発な意見交換

3. 今後の提案

長期専門家によるこれまでの経験や今回のネパール訪問を踏まえ、ネパールにおいて土砂災害対策を推進する上で以下のような課題があげられる。

①事業の仕組みの再構築

ネパールにおける VDC の役割の一つは、様々な省庁に働きかけ予算を確保し、少しでも自村域内の道路、上下水道、宅地造成などのインフラ整備を進めることである。実施される事業は省庁の直轄事業もあれば、VDC の発注事業もあり、各事業計画を技術的な視点で精査し、事業間の調整を行う仕組みにはなっていない。とくに、防災の視点から開発行為を審査する仕組みが整備されていないことが、ダハチョークのように砂防モデルサイトとして土砂災害対策が十分なされたにも関わらず、道路や宅地などの開発や溪流を閉塞した道路設置など、土砂災害ポテンシャルを増大させるような状況を生み出していると考えられる。JICA のプロジェクトを通して技術力や経験を蓄積し、国内に 7 つの地方事務所を有する DWIDP が、カトマンズをはじめ国内の主要都市で計画される一定規模以上の開発行為に対し防災の視点から審査を行うと共に、地方の VDC が取り組む小さな防災事業に対しても技術的な提案、アドバイスを行うような仕組みの整備が必要である。

②技術支援の実施

今回の訪問によって、長期専門家の指導により日本の治水技術がネパールに導入され、それらの効果が確実に発揮されていることが分かった。地域住民と協働しながら、ネパールに適した工法を採用し、自然の力に逆らわずに自然の摂理を生かした対策を講じることにより、即効性は低いものの数年の歳月を経て確実に効果が発揮される対策を実施していくことが重要であると考えられる。また、蛇籠やふとん籠についてはその効果について限界を認識し、設置して効果を期待できる場所と土石流地帯のように期待できない場所があることについて理解されておらず、施設計画の考え方を技術移転する必要性を感じた。溪流の状況を見ながら施設計画を見直すことや、「フトン籠+保護コンクリート」という安価な工法については、今後の維持管理の考え方について技術指導していく必要がある。

③地域住民の生活を踏まえた土砂災害対策の実施

ギルバリ川や Shapla-Neer が取り組んでいる KabilashVDC における土砂災害対策は、地域住民との協働にもとづくものであり、住民生活と防災のための行為制限等の組み合わせを検討する上で重要なモデル地区であると考えられる。この地区における取り組みとそれらの効果について、今後も継続的に調査し、ネパールにおける土砂災害対策のモデルケースとして、国内に広く展開されることが期待される。

④合同会議の継続的な開催

平成 22 年 2 月 9 日、DWIDP、ICIMOD、Shapla-Neer、NFAD、JICA 担当者、日本大使館の書記官など、ネパール国内における土砂災害に関わる組織が一堂に会する初の合同会議が開催され

た。この合同会議が各組織との連携の懸け橋となり、今後、ネパール国内における土砂災害防止対策をより推進するきっかけとなったことは間違いない。この合同会議を継続的に開催し、各組織間の情報共有及び連携を深め、ネパール国の土砂災害対策に一体となって取り組む必要がある。

以上