

6.5 パイロットプロジェクトIIの実施

6.5.1 ハザードマップ作成

全9ワードについて下記2種類のハザードマップを作成した。作成は調査団、防災教育・ハザードマップチーム(カピラシ村)、NPO シャプラニール、NGO RRNの共同作業で行った。ハザードマップに記載された主な防災情報を表6.5.1に示す。

- A) 衛星写真を基本図としたハザードマップ
 B) 1/25,000地形図を基本図としたハザードマップ

表 6.5.1 ハザードマップの諸元

項目	内容
対象地区	カピラシ村の全地区
ハザードマップの記載事項	<ul style="list-style-type: none"> 過去の被災箇所：いつ、どこで、誰が、どんな災害に遭い、どうなったか、その原因は、などの情報を記載 豪雨時危険箇所：土壌浸食箇所、湧水箇所、危険渓流箇所、倒木危険箇所などを記載 豪雨時危険家屋：危険性のある母屋、資材置き場、家畜小屋などを記載 斜面悪影響箇所：不適正な土地利用（乱開発された焼畑、伐採箇所）、水利用（灌漑劣化箇所など）など、斜面安定に悪影響を及ぼす箇所を記載 植林可能ゾーン：植林可能な箇所（コミュニティ森林、リースホールド森林箇所）を記載（NPO シャプラニールとの連携） 避難経路・場所：避難時の主な経路と避難場所などを記載
考慮事項	<ul style="list-style-type: none"> 1枚のマップでは、上記記載事項の記載で煩雑になる可能性がある。その場合は、数枚のマップに分けるなどの工夫をする。
ハザードマップの更新	<ul style="list-style-type: none"> 災害の頻度にもよるが、3年単位でハザードマップを更新する。このために、本プロジェクト終了後も、住民防災組織の防災教育・ハザードマップチームは継続的に災害を把握し、更新を行う。その体制作りと教育を実施。

コミュニティ森林：住民の共有森林、リースホールド森林：国有林をある期間住民の共有林として貸与している森林

ハザードマップの例を図 6.5.1 及び 6.5.2 に示す。(Volume III: Data & Drawing : Hazard Map 参照) これらのハザードマップは、災害管理や防災教育で利用される。

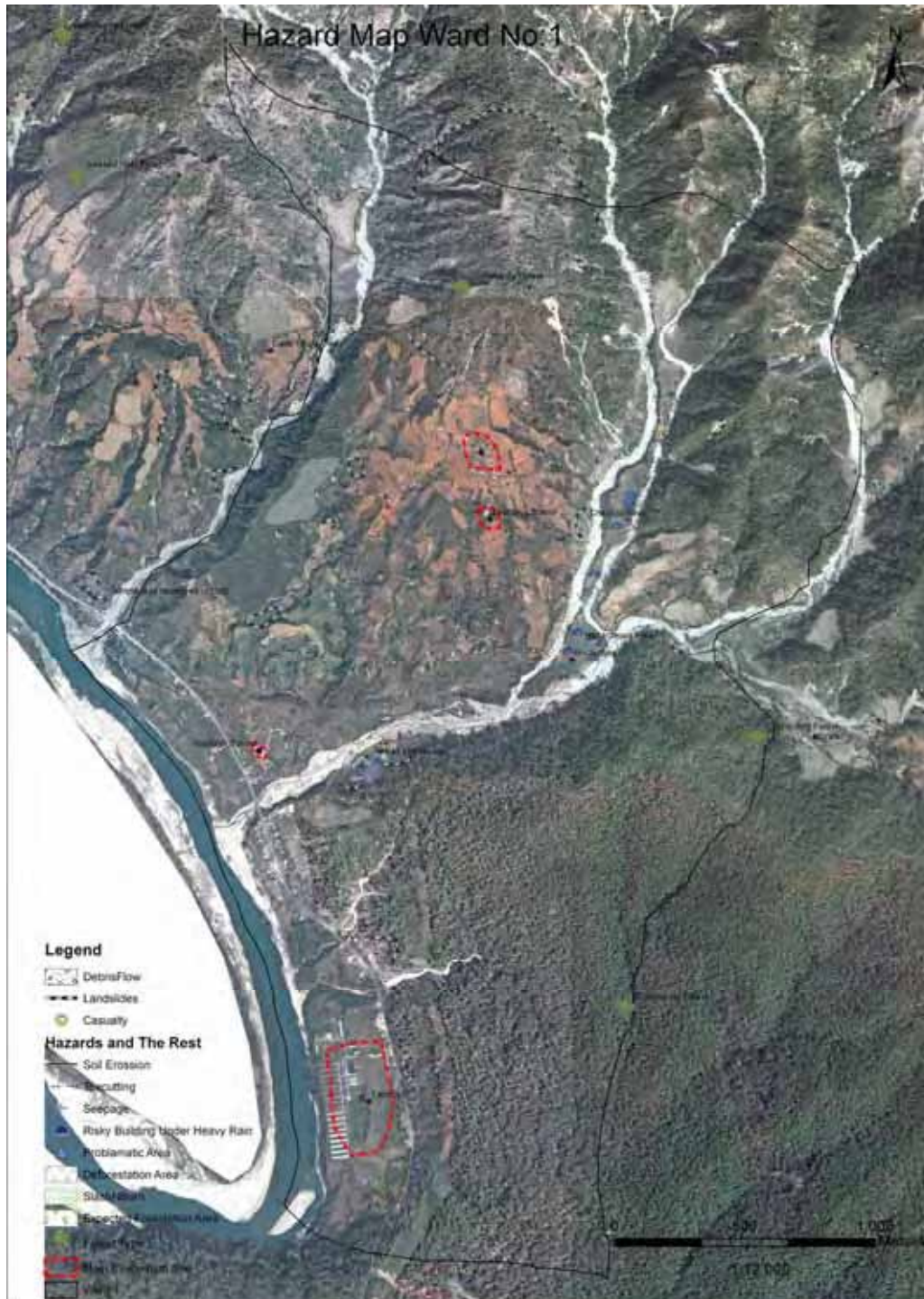


図 6.5.1 衛星写真を基本図とするハザードマップの例 (ワード1)

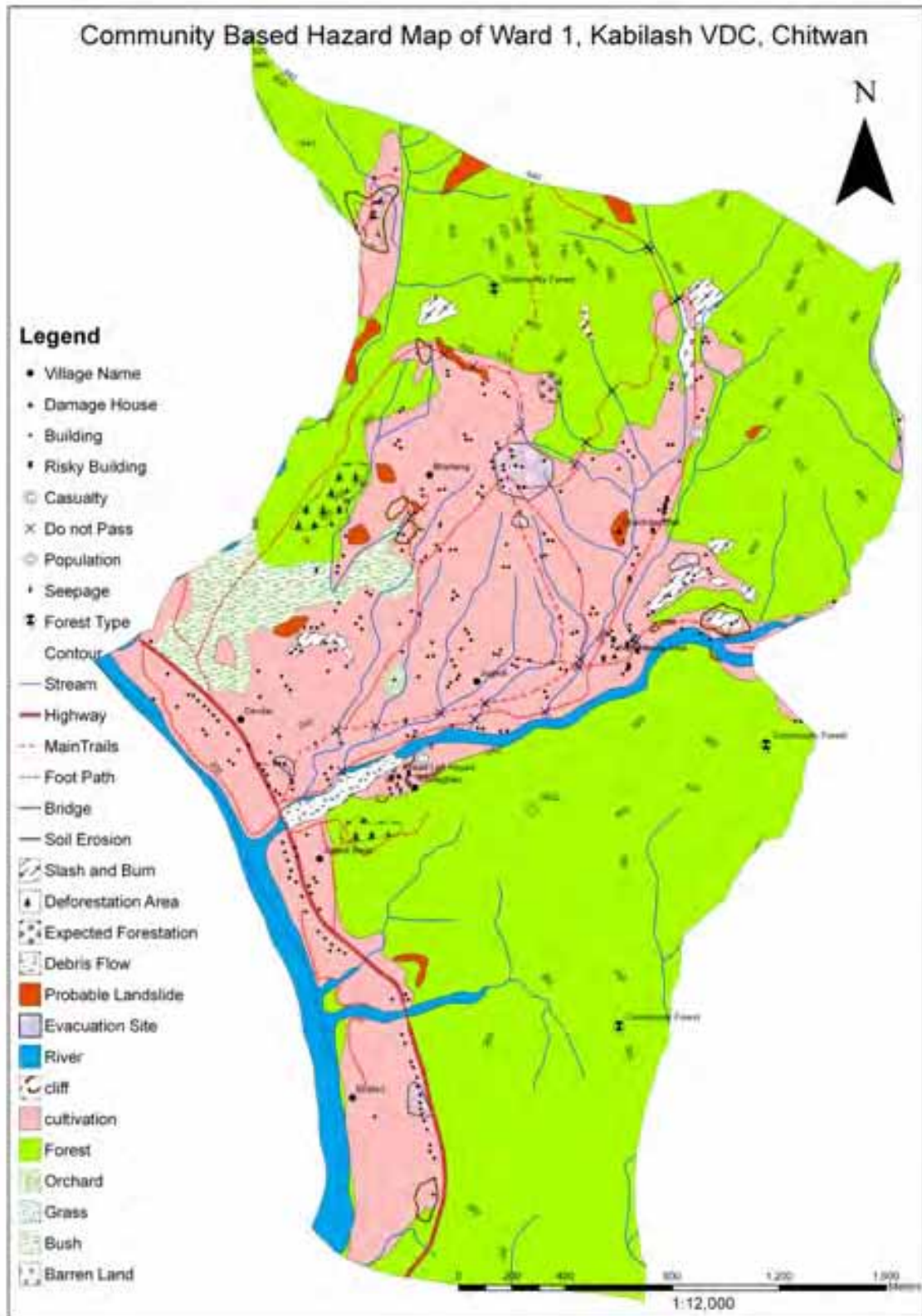


図 6.5.2 地形図を基本図とするハザードマップの例（ワード1）

6.5.2 防災教育

(1) 防災教育テキストの作成

防災教育を実施するため下記3種類のテキストを作成した。

- A) リーダー用テキスト
- B) 生徒用テキスト
- C) 村民用テキスト

リーダー用テキストには土砂災害に関する自然科学的知識と実際の災害管理に必要な知識を記載した。内容を表 6.5.2 に示す。

表 6.5.2 リーダー用防災テキストの内容

章: タイトル	内容
1: 序論	防災管理一般論、村による防災管理の重要性、防災教育の目的
2: 土砂災害の基礎	カピラシ村とその近隣における地形と地質、NM 道路沿いの災害形態、チトワン地区の気候、チトワン地区の雨量と災害、ネパール土地利用・水利用
3: カピラシ村における土砂災害の防止	カピラシ村における簡易対策工の適用
4: カピラシ村におけるハザードマップ	ハザードマップの作成、基本図、カピラシ村の危険地域
5: 早期警報と避難 補足	自然からの警報、カピラシ村における早期警報と避難 9 ワードのハザードマップ

生徒用のテキストは、リーダー用のテキストから教育対象を考慮して適宜編集した。
(Volume III: Data & Drawing : Education Material 参照)

(2) 防災教育の実施

まず、リーダーに対する防災教育が 8 月に行われた。生徒及び村民の教育は、教育の際出された教材や教育方針に対する要望を考慮し教育計画を作成し実施した。

(a) リーダーの防災教育

リーダーの防災教育は 8 月 27 日カピラシ村会議室で行われた。参加者は総勢 42 名、内訳は：13 名の学校教師、11 名のワード代表、3 名のカピラシ村職員、3 名の DWIDP 技師、1 名の JICA 専門家、1 名の通訳（ネパール語-日本語）、6 名の NGO RRN スタッフ、4 名の調査団スタッフである。図 6.5.3 にリーダー教育の様子を写真で示す。



図 6.5.3 リーダーに対する防災教育

講義はテキストに準じて行った。講義プログラムを表 6.5.3 に示す。

表 6.5.3 リーダーに対する講義プログラム

講義	内容	講師
1. 序論	防災管理一般論、村による防災管理の重要性、防災教育の目的	衛藤正敏 (Study Team)
2. 基礎知識 1: 地形・地質	カピラシ村とその近隣における地形と地質、NM 道路沿いの災害形態、	Dr. Ramesh M.Tuladar (DWIDP)
3. 基礎知識 2: 災害に関わる気候	チトワン地区の気候、チトワン地区の雨量と災害、ネパール土地利用・水利用、早期警報のしきい値	Mr. Ralendra Sharma (DWIDP)
4. 災害防止のための 簡易対策工	カピラシ村における簡易対策工の適用	Mr. Nutan Dev Pokharel (RRN)
5. ハザードマップ	ハザードマップの作成、基本図、カピラシ村の危険地域	Mr. Sujan Raj Adhikari (Study Team)
6. 早期警報と避難	自然からの警報、カピラシ村における早期警報と避難	大野博之 (Study Team)

講義の後、雨量観測機器やコンピューターシステムについての説明を行った。また、翌日 8 月 28 日は簡易対策工が実施された CH 11km + 500 地点の視察を行った。

(b) 生徒及び村民の防災教育

リーダーから出された要求を考慮し、生徒用及び村民用テキストを編集し防災教育計画を立案した。テキストの内容と教育計画は以下の通りである。

- 生徒用テキストの内容：「ネ」国の地形と地質/N-M 道路沿線及び隣接地区の土砂災害のタイプ/災害発生と関係する雨量/地形図の読み方/ハザードマップ/早期警戒・避難システム
- 村民用テキストの内容：地形図の読み方/ハザードマップ/早期警戒・避難システム

表 6.5.4 生徒の防災教育プログラム

番号	内容
1	「ネ」国の地形と地質 (30分)
2	N-M 道路沿線及び隣接地区の土砂災害のタイプ (30分)
3	災害発生と関係する雨量 (30分)
4	地形図の読み方：地形図と衛星画像(30分)
5	ハザードマップ (30分)
6	早期警戒・避難システム (40分)
7	現地観察：早期警戒・避難システム、危険地域と植林、対策工、コンピューターシステムの説明、雨量計 (60分)
8	一般知識：質疑応答(30分)

表 6.5.5 村民の防災教育プログラム

番号	内容
1	地形図の読み方：地形図とは (30分)
2	ハザードマップ：どこが危険箇所なのか (30分)
3	早期警戒・避難システム：どこに避難するのか (45分)
4	現地観察：豪雨時の危険箇所 (60分)

生徒と村民の都合を考慮し防災教育は次の2期に分けて実施した。

- 第1期： 9月23日～26日(4日間)
- 第2期： 10月15日～26日(10日間)

防災教育の概要を表 6.5.6 及び 6.5.7 に示す。防災教育は7校、175人の生徒、9ワード、429人の村民に対して行った。講義は学校教師、調査団スタッフ、NGO RRN の土木講師、DWIDP の技術職員が行った。図 6.5.4 及び図 6.5.5 に防災教育の写真を示す。

表 6.5.6 生徒の防災教育

時期	開催箇所	月日	参加者数	講師
I	Kabilash Higher Secndary School (5)	9/23	78	教員、調査団メンバー、RRN 技術者、DWIDP 技術者
I	Primarily School Lamagau, Ward 8 (4,5)	9/24	16	
I	Primarily School Chauki, Ward 7 (4,5)	9/25	12	
I	Primarily School Dhodeni, Ward 9 (4,5)	9/26	17	
II	Primarily School Bhorle, Ward 4 (4,5)	10/15	15	
II	Primarily School Syauli, Ward 2 (4,5)	10/15	21	
II	Primarily School Kamalpur, Ward 3 (4,5)	10/19	16	

表 6.5.7 村民の防災教育

時期	開催箇所	月日	参加者数	講師
I	Khola Ghari, Ward 1,9	9/27	28	調査団メンバー、 RRN 技術者、 DWIDP 技術者
II	Bhorle, Ward 4	10/15	20	
II	Shauli, Ward 2	10/16	26	
II	Road Side 17km, Ward 3	10/17	8	
II	Road Side 21km+500, Ward 5&6	10/17	17	
II	Tnadarang, Ward 2	10/17	28	
II	Road Side Khare and Das Khola, 1&2	10/18	40	
II	Kamalpur, Ward 3	10/19	38	
II	Ratomate and Kipot, Ward 5	10/20	35	
II	Dumure Gaun, Ward 6	10/21	19	
II	Dumre Besi, Ward 6	10/21	11	
II	Road Side Simaltal Ward 6 & 8	10/22	25	
II	Bangesal & Lamagaun Ward 8	10/22	30	
II	Dhodeni, Ward 9	10/23	39	
II	Chaiki, Ward 7	10/24	21	
II	Isti Khola Ward 1	10/25	11	
II	Biretar & Kusumtar	10/26	33	



図 6.5.4 生徒の防災教育



図 6.5.5 村民の防災教育

6.5.3 早期警戒・避難システム運用

(1) 早期警戒・避難システムの設置

自動/手動雨量計が設置されたら早期警戒・避難システムで運用されるコンピューターソフトがインストールされた。図 6.5.6 に早期警戒・避難システムの概念図を示す。このシステムがまず合同訓練で運用された。

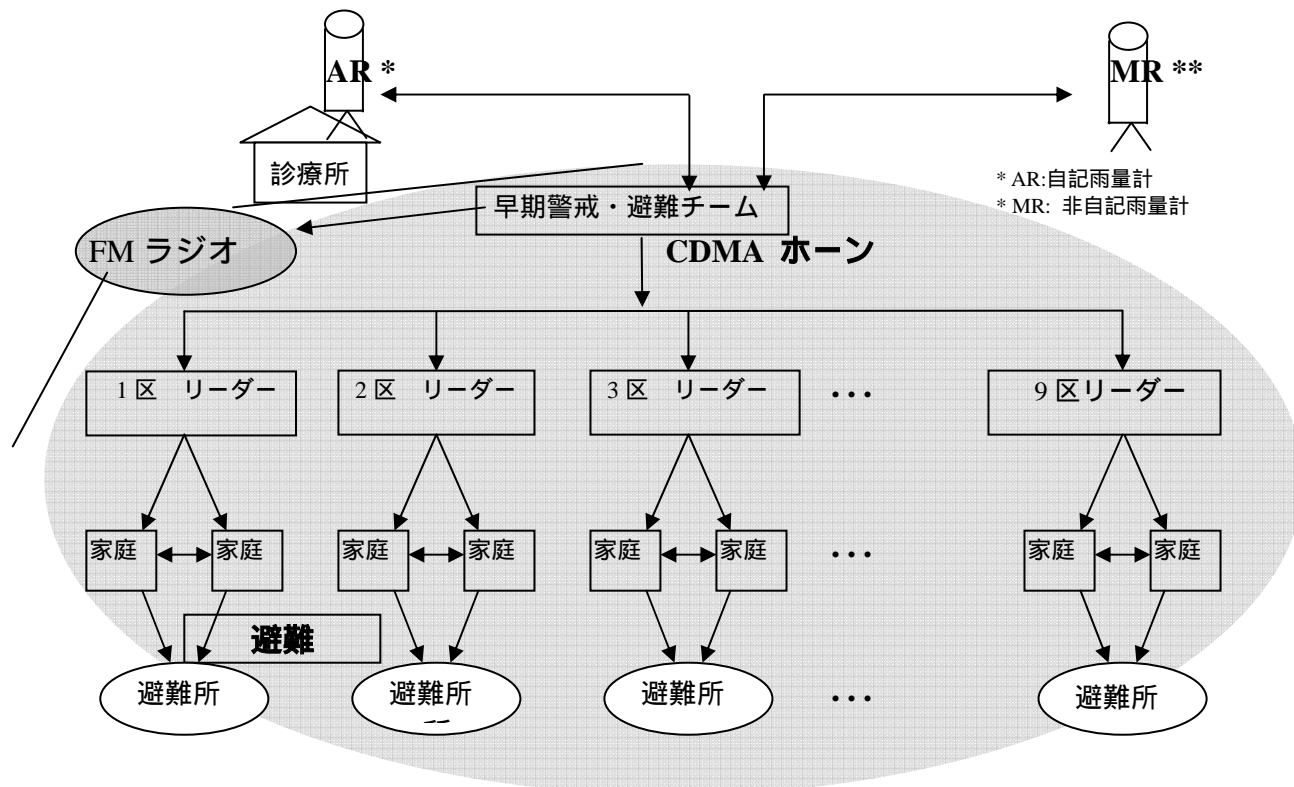


図 6.5.6 豪雨時の早期警戒・避難システムの情報連絡

このシステムが継続的に利用できるような雨量計はカピラシ村診療所内に、またコンピュータは役場事務所に設置された。図 6.5.7 に設置状況を示す。このシステムは早期警戒・避難チームが主体となり運用する。

上記のシステムに加え、カリカ FM でも雨量観測情報を放送する体制を構築した。村民は各区のリーダーからの口頭連絡に加えラジオ放送でも土砂災害危険情報を得ることが可能である。



図 6.5.7 雨量計（左）とコンピューターシステム（右）の設置状況

表 6.5.8 豪雨時の警戒予報基準値（12 時間換算積算雨量）

早期警報 レベル	降雨量しきい値	行動
レベル 1	12 時間半減換算 積算雨量=60mm 1 年再現期間	<u>警戒体制：</u> ・村落開発協議会、観測チーム、区、居住域代表へ連絡 ・1 時間毎に換算積算雨量データをアップロード
レベル 2	12 時間半減換算 積算雨量=80mm 2 年再現期間	<u>注意報発令：</u> <u>避難準備勧告</u>
レベル 3	12 時間半減換算 積算雨量=140mm 5 年再現期間	<u>警報発令：</u> <u>避難勧告</u>

表 6.5.8 に豪雨時の警戒基準値を示す。また、このシステムを運用する際の各担当の役割を表 6.5.9 に示す。また、表 6.5.10 に各担当の行動基準を示す。

表 6.5.9 システム運用時の役割

対象者	システム
(1) カピラシ村 VDC 秘書	✓ 避難準備勧告と注意報発令（レベル 2） ✓ 避難勧告と警報発令（レベル 3）
(2) カピラシ村 VDC 助役	✓ 秘書不在時の代理
(3) カピラシ村 VDC 早期警報・避難チーム	✓ 雨量計の確認（毎日） 秘書への雨量情報の報告
(4) カピラシ村 VDC スタッフ	✓ VDC オフィスへ参集（レベル 1） ✓ 早期情報・避難チームとの雨量計の確認（レベル 1 を超えた後） ✓ 各地区代表への注意報、警報、勧告の伝達
(5) 地区代表者	✓ 村民への注意報、警報、勧告の伝達 ✓ 避難状況の把握
(6) 村民	✓ 近隣者への注意報、警報、勧告の伝達 ✓ 避難

表 6.5.10 各警戒段階での行動

警報レベル	各人の行動
レベル1 以前	<ul style="list-style-type: none"> ■カピラシ村 VDC 早期警報・避難チーム 【無降雨時】 ✓ 1日1回(8:00)の雨量計の確認(自動記録雨量計のみ) 【降雨時】 ✓ 1日4回(8:00/12:00/16:00/20:00)の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認
レベル1 警戒 体制	<ul style="list-style-type: none"> ■カピラシ村 VDC 早期警報・避難チーム ✓ 秘書への雨量情報の報告 ✓ 毎時の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認 ■カピラシ村 VDC スタッフ ✓ VDC オフィスへ参集(一部職員) ✓ POとDROへのCDMA 電話によるレベル1到達の連絡 ✓ 早期警報・避難チームとの毎時の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認 ✓ 避難準備勧告に関する情報準備
レベル2 注意報発 令	<ul style="list-style-type: none"> ■カピラシ村 VDC 早期警報・避難チーム ✓ 秘書への雨量情報の報告 ✓ 毎時の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認 ■カピラシ村 VDC スタッフ ✓ VDC オフィスへ参集(全職員) ✓ POとDROへのCDMA 電話によるレベル2到達の連絡 ✓ 早期警報・避難チームとの毎時の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認 ✓ 各地区代表者へのCDMA 電話による避難準備勧告の連絡 ■カピラシ村 VDC 秘書 ✓ 避難準備勧告の発令 ■各地区代表者 ✓ 村民への避難準備勧告の連絡(豪雨時危険箇所が優先) ■村民 ✓ 近隣住民への連絡 ✓ 避難準備
レベル3 警報 発令	<ul style="list-style-type: none"> ■カピラシ村 VDC 早期警報・避難チーム ✓ 秘書への雨量情報の報告 ✓ 毎時の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認 ■カピラシ村 VDC スタッフ ✓ POとDROへのCDMA 電話によるレベル3到達の連絡 ✓ 早期警報・避難チームとの毎時の自動記録雨量計の確認と1日1回(8:00)の非自動記録雨量計の確認 ✓ 各地区代表者へのCDMA 電話による避難勧告の連絡 ■カピラシ村 VDC 秘書 ✓ 避難勧告の発令 ■各地区代表者 ✓ 村民への避難勧告の連絡(豪雨時危険箇所が優先) ■村民 ✓ 近隣住民への連絡 ✓ 避難開始

(2) 早期警戒・避難システムの運用

早期警戒・避難システムの運用は6月27日の合同演習のあと始まり、11月20日終了した。雨量観測とコンピューターシステムは特に支障なく、観測・操作出来た。表 6.5.11 に運用ス

トップを示すとともに、表 6.5.12 にウェブサイトへの更新状況を示す。

表 6.5.11 システム運用スタッフ

地位	名前	役割	
リーダー	Pradhunya Khadka	カピラシ村責任者	秘書
スタッフ	Saraswati Adhikari	ウェブページの情報操作係	スタッフ
スタッフ	Sukaman Tamang	手動雨量計のデータ収集係	スタッフ

表 6.5.12 ウェブサイトへの更新状況

番号	年月日	名前	状況
1	2008/6/25	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
2	2008/6/26	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
3	2008/7/18	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
4	2008/7/23	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
5	2008/7/28	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
6	2008/8/3	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
7	2008/8/8	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
8	2008/8/14	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
9	2008/8/20	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
10	2008/8/26	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
11	2008/8/29	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
12	2008/9/5	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
13	2008/9/9	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
14	2008/9/15	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
15	2008/9/24	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
16	2008/9/26	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
17	2008/10/3	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新
18	2008/10/19	Saraswati Adhikari	換算積算雨量の更新

(3) パイロット期間中の雨量

パイロット期間中の雨量は過去の記録と比較し非常に少なかった。この降雨状況のため、1度も警戒レベル1に達しなかった。

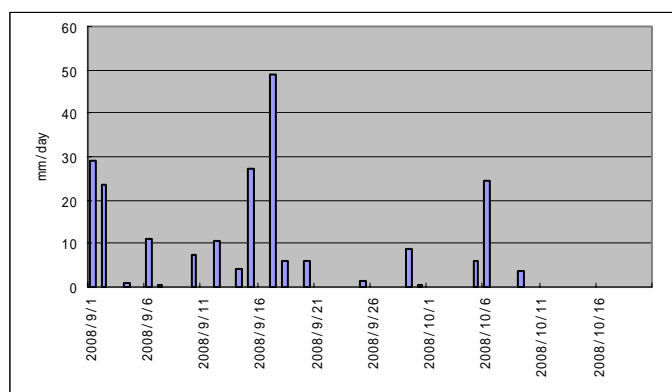


図 6.5.8 自動雨量計における日雨量

6.5.4 簡易な斜面对策工

将来的には斜面災害対策は、住民による住民のための対策工事とし、維持管理や新規の場合でも地元住民が実施できることが望ましい。このため、工事・植林チームに対策工計画及び管理方法を習得して貰うとともに、住民に対策工事を習得して貰うための簡易な斜面对策工事をおこなった。なお、この時、維持管理の簡単な補修にも対応出来るよう指導を行った。簡易な対策工事の概要を図 6.5.9 に示す。また、調達材料の一覧を表 6.5.12 に示す。対策工施工中および施工後の写真を図 6.5.10、図 6.5.11 をそれぞれ示す。

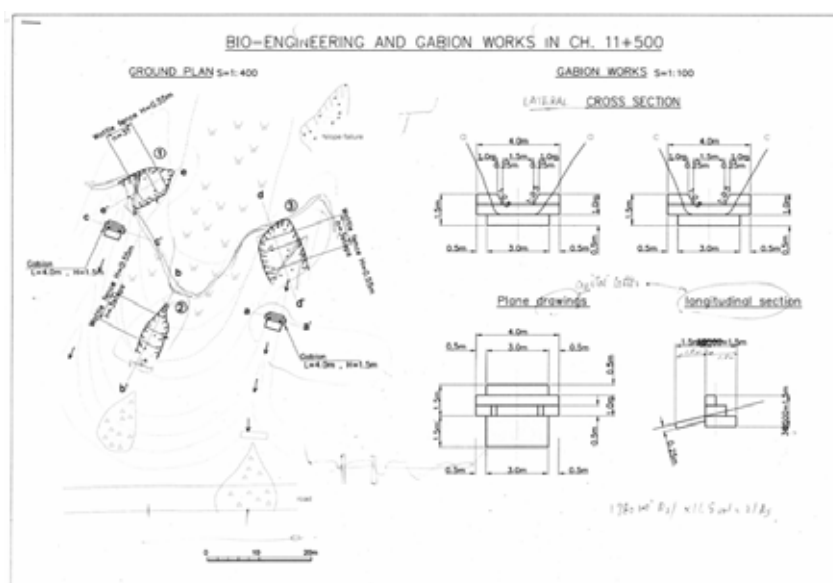


図 6.5.9 CH 11km+500 地点横断溪流における簡易な対策工事

表 6.5.13 調達材料（ローカル NGO 契約に含む）

項目	仕様	数量
スコップ		10 個
つるはし		10 個
かけや		10 個
木槌		10 個
ふとん籠	亜鉛メッキ	100m ²
丸太	延長 1.2m 径 0.11m	260 本
丸太杭	延長 2.0m 径 0.11m	350 本
桑苗		610 本



簡易な対策構造物の設置状況 (木柵・ギャビオン)



木柵



ギャビオン

図 6.5.10 簡易構造物対策の施工状況 (2008年6月)



図 6.5.11 施工後の状況 (2008年8月)

6.5.5 植林と対策工計画

植林計画と簡易な対策工事計画が立案された。これはカピラシ村の工事・植林チームと NGO RRN が計画し、調査団は助言を行った。

(1) 植林計画

工事・植林チームと NGO RRN は下記の焼畑農業跡地に対する植林計画を作成した。

- 植林面積：55 地点（8 ワード）約 27ha に対し約 25,600 本の植林及び 3 箇所の苗畑造成（表 6.5.13、6.5.14 及び図 6.5.12 参照）
- 上記の他、下記のプログラムも検討中である。
 - A) 大体燃料プログラム：練炭と改良型調理用ストーブ
 - B) 酒類生産の削減
 - C) 燃料用薪販売の抑制

調査団は、上記計画の内植林計画のハザードマップ上に計画地点表示し、数量表作成作業を行った。実施計画は NGO RRN と工事・植林チームで検討中である。

表 6.5.14 植林計画地点のリスト

番号	位置	面積 (ha)	木種	本数
1F-A	Jugedi	0.5	Sisso, bakaino, chueri	500
1F-B	Jugedi	0.5	Bakaino, sisso, sal,	500
1F-C	Jugedi	0.5	Lapsi, bamboo, chueri, nigalo, dale ghans	500
1F-D	Jugedi	0.5	Sal, sisso, bamboo, nigalo, bakaino	500
	小計(3)	2.0		2,000
2F-A	Khahare Khola Gaun	0.5	Guava, chueri, bakaino, lapsi, dale ghans, bamboo, nigalo, pineapple, bayer	500
2F-B	Khahare Khola Gaun	0.5	Guava, chueri, bakaino, lapsi, dale ghans, bamboo, nigalo, pineapple, bayer	500
2F-C	Khahare Khola Gaun	0.5	Bamboo, nigalo, guava, mulberry, dale ghans	500
2F-D	Khahare Khola Gaun	0.5	Bamboo, nigalo, mulberry, badar, kapro	500
2F-E	Khahare Khola Gaun	0.5	Bamboo, nigalo, mulberry, badar, kapro	500
2F-G	Khahare Khola Gaun	0.5	Bamboo, nigalo, mulberry, badar, kapro	500
2F-H	Khahare Khola Gaun	0.5	Bamboo, nigalo, mulberry, badar, kapro	500
	小計(7)	3.5		3,500
3F-A	Dui Ghare Gaun	0.5	Mango, bamboo, naspati, khayer, guava, pineapple, nigalo	500
3F-B	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-C	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-D	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-E	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-F	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-G	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-H	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-I	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
3F-J	Dui Ghare Gaun	0.5	Sal, sisso, bakaino, bamboo, nigalo, khyer	500
	小計(10)	5.0		5,000

番号	位置	面積 (ha)	木種	本数
4F-A	Ghumaune Gaun	0.5	Bamboo, nigalo, chueri, naspati, daleghans, badar, bakaino, kutmero, mulberry	500
4F-B	Ghumaune Gaun	0.5	Sal, sisso, khayer, chueri, naspati, daleghans, badar, bakaino, kutmero, mulberry	500
4F-C	Ghumaune Gaun	0.5	Sal, sisso, khayer, chueri, naspati, daleghans, badar, bakaino, kutmero, mulberry	500
4F-D	Ghumaune Gaun	0.5	Sal, sisso, khayer, chueri, naspati, daleghans, badar, bakaino, kutmero, mulberry	500
4F-E	Ghumaune Gaun	0.5	Sal, sisso, khayer, chueri, naspati, daleghans, badar, bakaino, kutmero, mulberry	500
	小計(5)	2.5		2,500
5F-A	Ratamate Gaun	0.5	Naspati, bayer, guava, lapsi, sisso, bakaino, bamboo, nigalo	500
5F-B	Ratamate Gaun	0.5	Naspati, bayer, guava, lapsi, sisso, bakaino, bamboo, nigalo	500
5F-C	Ratamate Gaun	0.5	Naspati, bayer, guava, lapsi, sisso, bakaino, bamboo, nigalo	500
5F-D	Ratamate Gaun	0.5	Naspati, bayer, guava, lapsi, sisso, bakaino, bamboo, nigalo	500
5F-E	Ratamate Gaun	0.5	Naspati, bayer, guava, lapsi, sisso, bakaino, bamboo, nigalo	500
	小計(5)	2.5		2,500
6F-A	Dumre Gaun	0.5	Ibillibil, khayer, bakaino, bamboo, nigalo, kapra, saj, bijaysal	500
6F-B	Dumre Gaun	0.5	Ibillibil, khayer, bakaino, bamboo, nigalo, kapra, saj, bijaysal	500
6F-C	Dumre Gaun	0.5	Ibillibil, khayer, bakaino, bamboo, nigalo, kapra, saj, bijaysal	500
6F-D	Dumre Gaun	0.5	Ibillibil, khayer, bakaino, bamboo, nigalo, kapra, saj, bijaysal	500
6F-E	Dumre Besi	0.5	Naspati, kafal, guava, lapsi, chueri, bayer, amla	500
6F-F	Dumre Besi	0.5	Naspati, kafal, guava, lapsi, chueri, bayer, amla	500
6F-G	Dumre Besi	0.5	Naspati, kafal, guava, lapsi, chueri, bayer, amla	500
6F-H	Dumre Besi	0.5	Naspati, kafal, guava, lapsi, chueri, bayer, amla	500
	小計(4)	4.0		4,000
7F-A	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-B	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-C	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-D	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-E	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-F	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-G	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans, naspati, mayel, amla	500
7F-H	Chauki Gaun	0.5	Bakaino, sisso, bamboo, nigalo, khayer, lapsi, daleghans,	500

番号	位置	面積 (ha)	木種	本数
			naspati, mayel, amla	
	小計(8)	4.0		4,000
8F-A	Lama Gaun	0.6	Mulberry, chueri, bakaino, halabed, aru-alubakhada, naspati, bakaino, bijaysal, daleghans	600
8F-B	Lama Gaun	0.6	Mulberry, chueri, bakaino, halabed, aru-alubakhada, naspati, bakaino, bijaysal, daleghans	600
8F-C	Lama Gaun	0.6	Mulberry, chueri, bakaino, halabed, aru-alubakhada, naspati, bakaino, bijaysal, daleghans	600
8F-D	Lama Gaun	0.6	Mulberry, chueri, bakaino, halabed, aru-alubakhada, naspati, bakaino, bijaysal, daleghans	600
8F-E	Lama Gaun	0.6	Mulberry, chueri, bakaino, halabed, aru-alubakhada, naspati, bakaino, bijaysal, daleghans	600
8F-F	Lama Gaun	0.6	Mulberry, chueri, bakaino, halabed, aru-alubakhada, naspati, bakaino, bijaysal, daleghans	600
	小計(6)	3.6		3,600
9F-A	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
9F-B	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
9F-C	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
9F-D	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
9F-E	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
9F-F	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
9F-G	Bhote Dhap	0.5	Bakaino, bamboo, nigalo, daleghans, pineapple, naspati, banana, amla, khayer, sisso, tanki, guava, chueri	500
	小計 (7)	3.5		3,500
	合計	25.6		25,600

表 6.5.15 苗床計画地点のリスト

番号	位置	面積 (m ²)	木種	備考
1N	Indremi C/F	750	Lapsi, sal, sisso, bakaino, guava, dale ghans	苗床
4N	Akaki devi CF	1500	Sal, bakaino, sisso, khayer, bamboo, nigalo, dale ghans, guava, naspati, lapsi, pineapple, amla	苗床
9N	Bageshwari CF	500	Bamboo, sal, sisso, khayer, nigalo, naspati, bijaysal, daleghans, saj, nibara	苗床

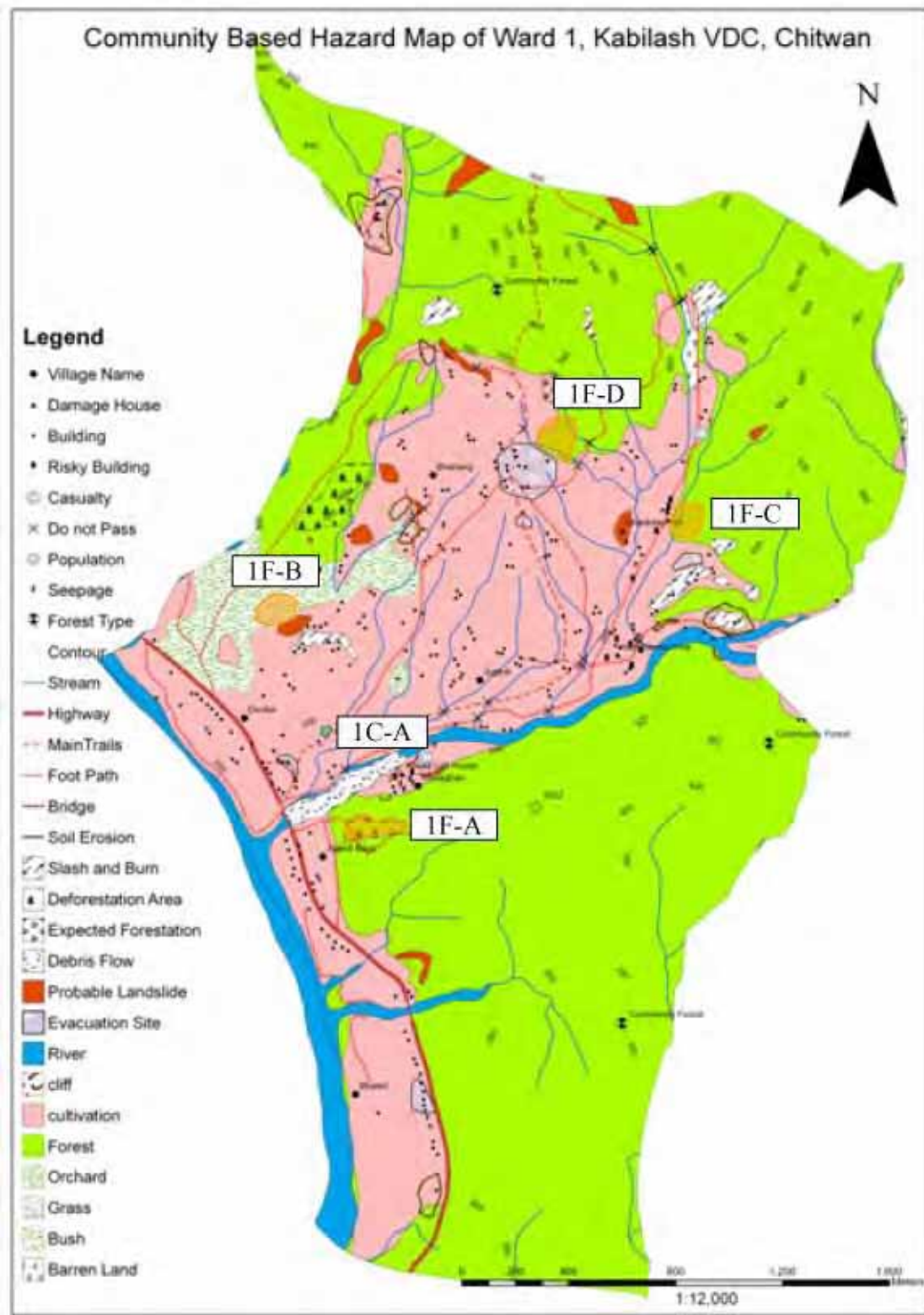


図 6.5.12 (1) 植林計画地点 (ワード1)

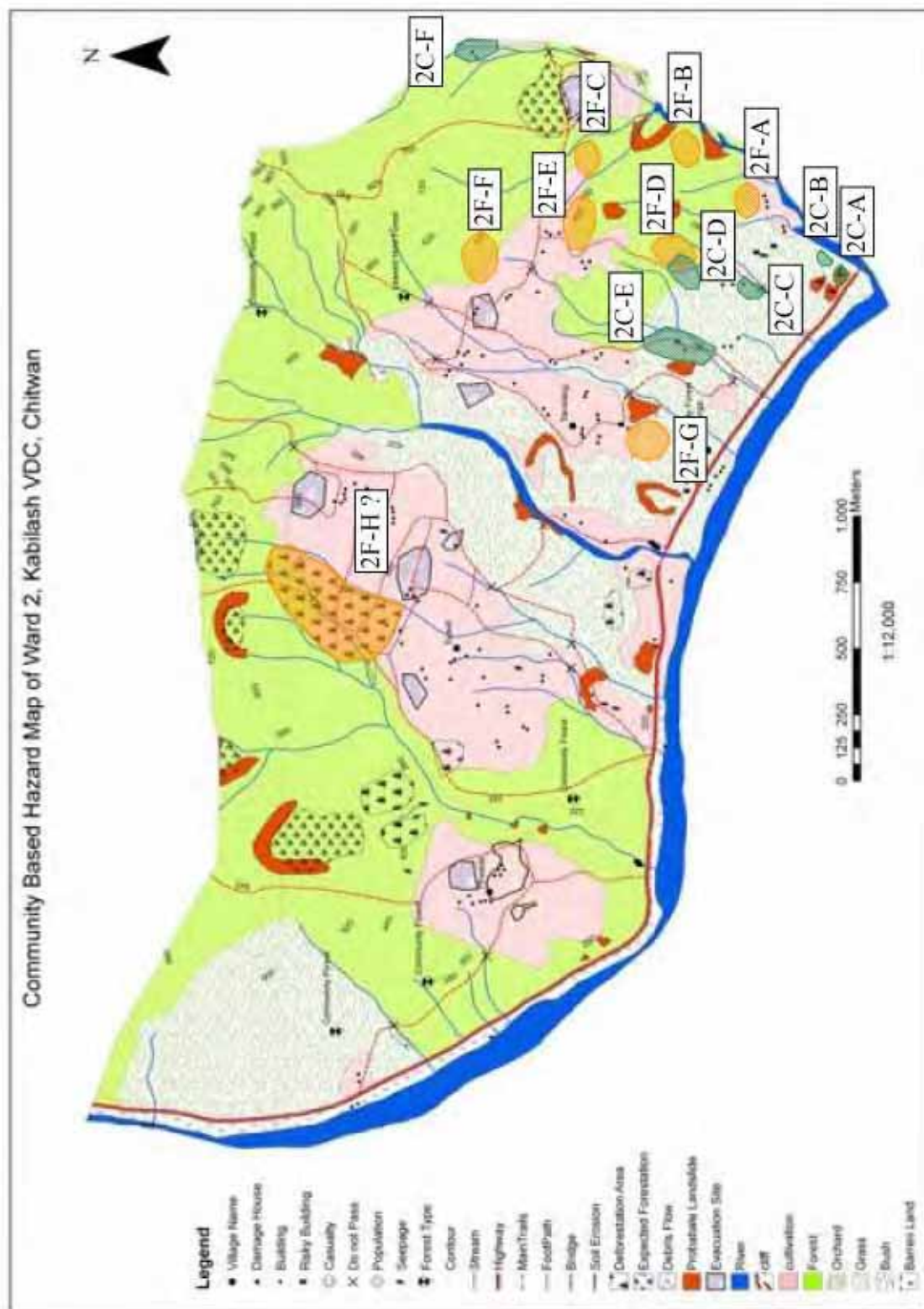


図 6.5.12 (2) 植林計画地点 (ワード 2)

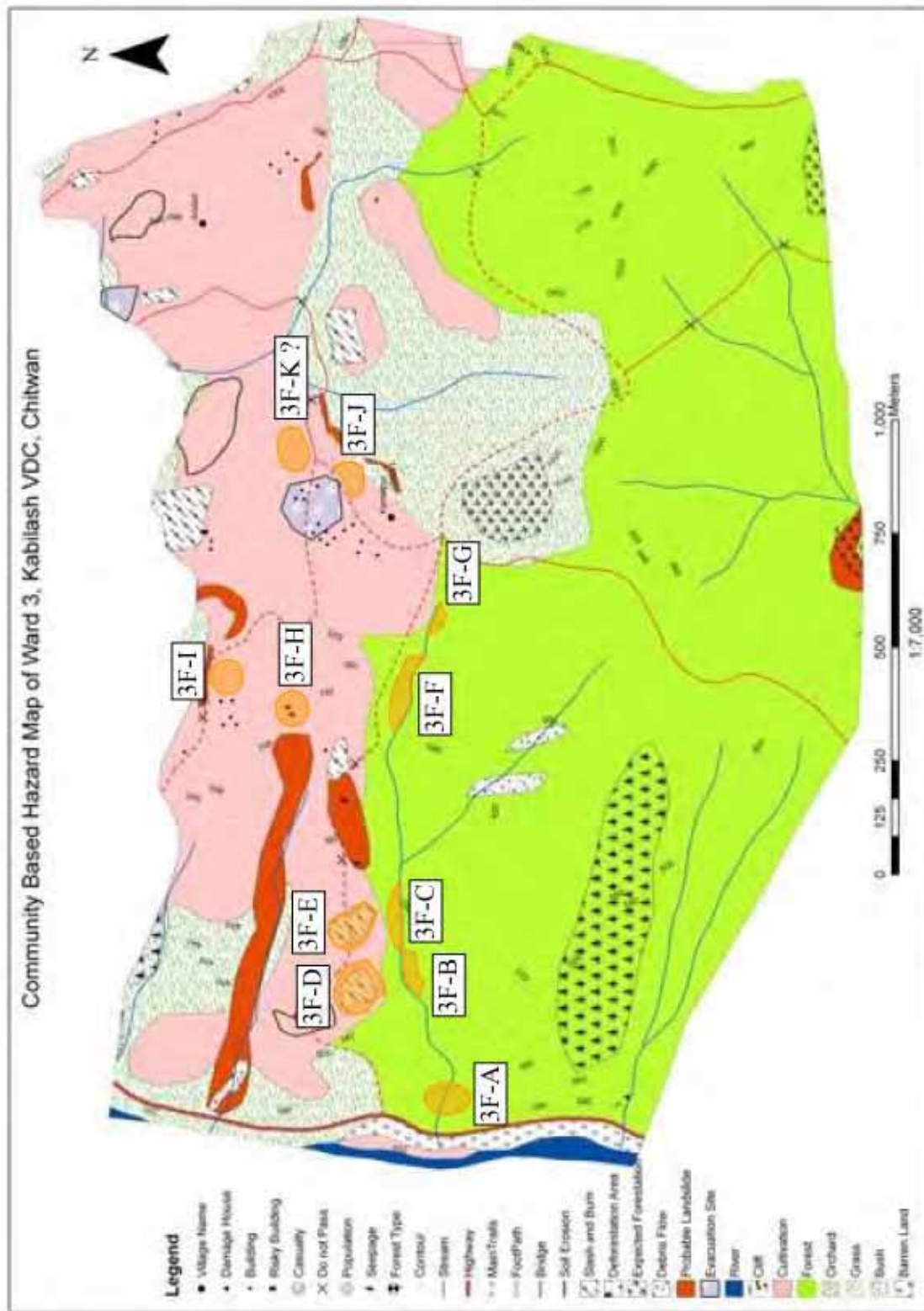


図 6.5.12 (3) 植林計画地点 (ワード 3)

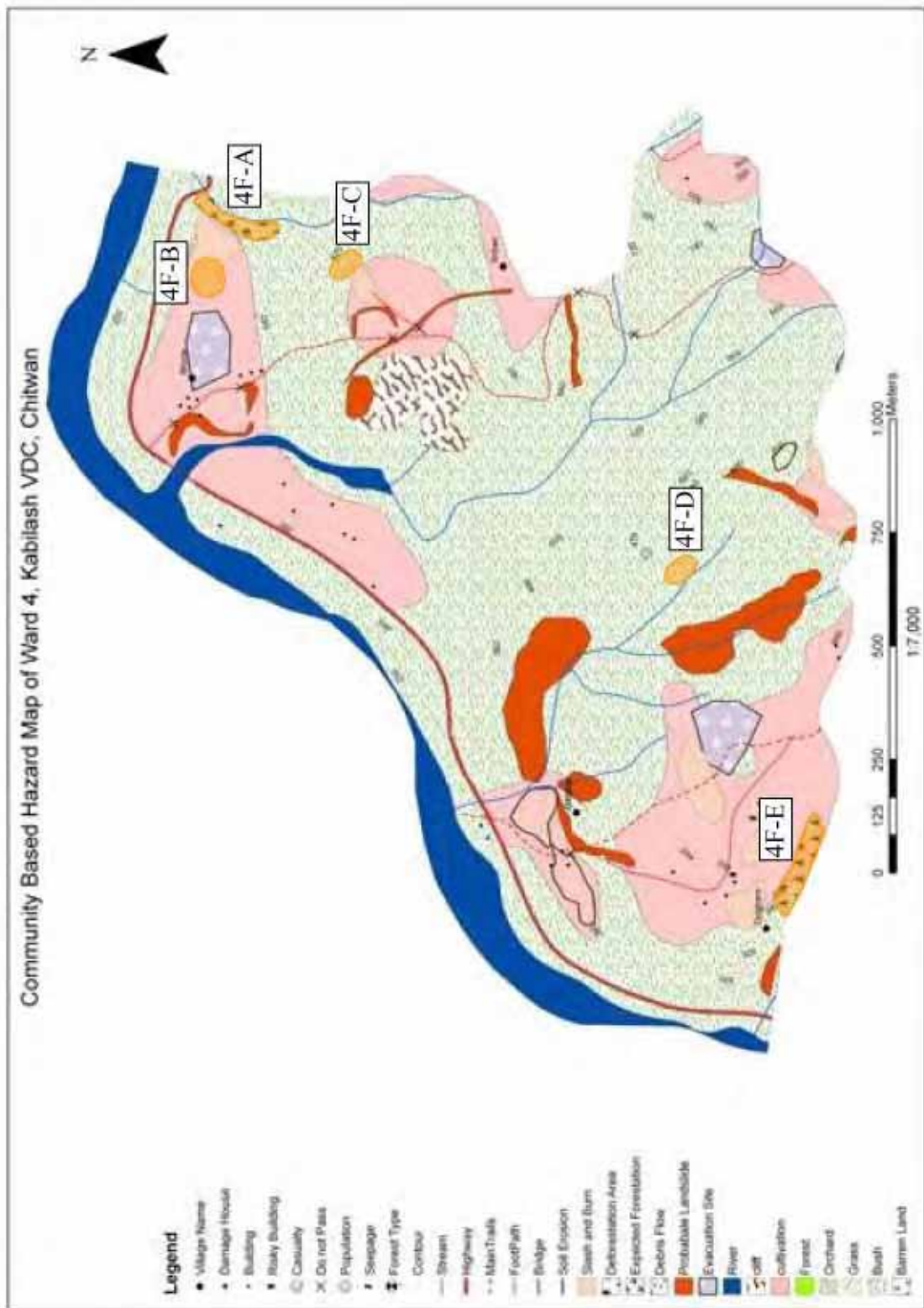


図 6.5.12 (4) 植林計画地点 (ワード4)

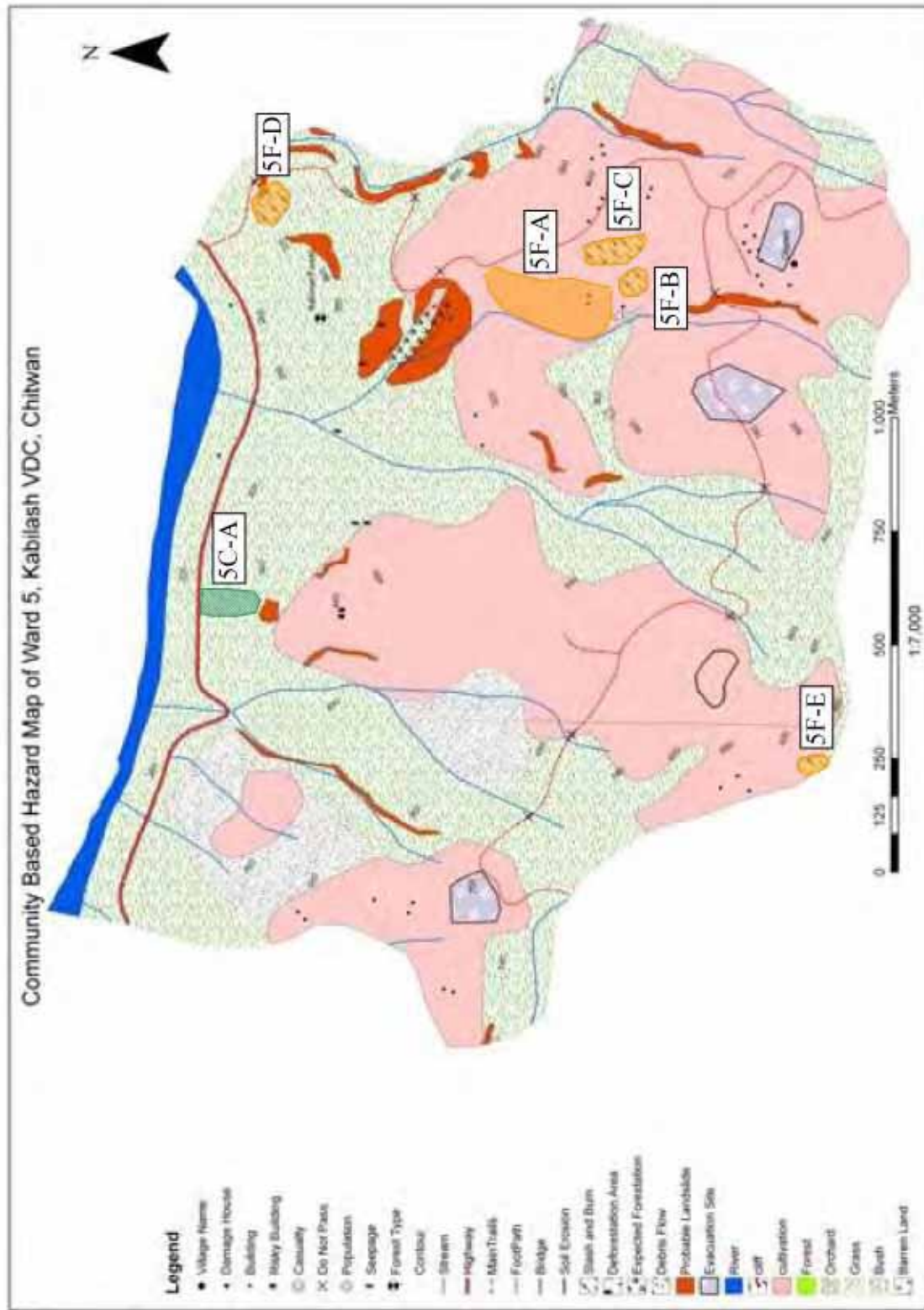


図 6.5.12 (5) 植林計画地点 (ワード5)

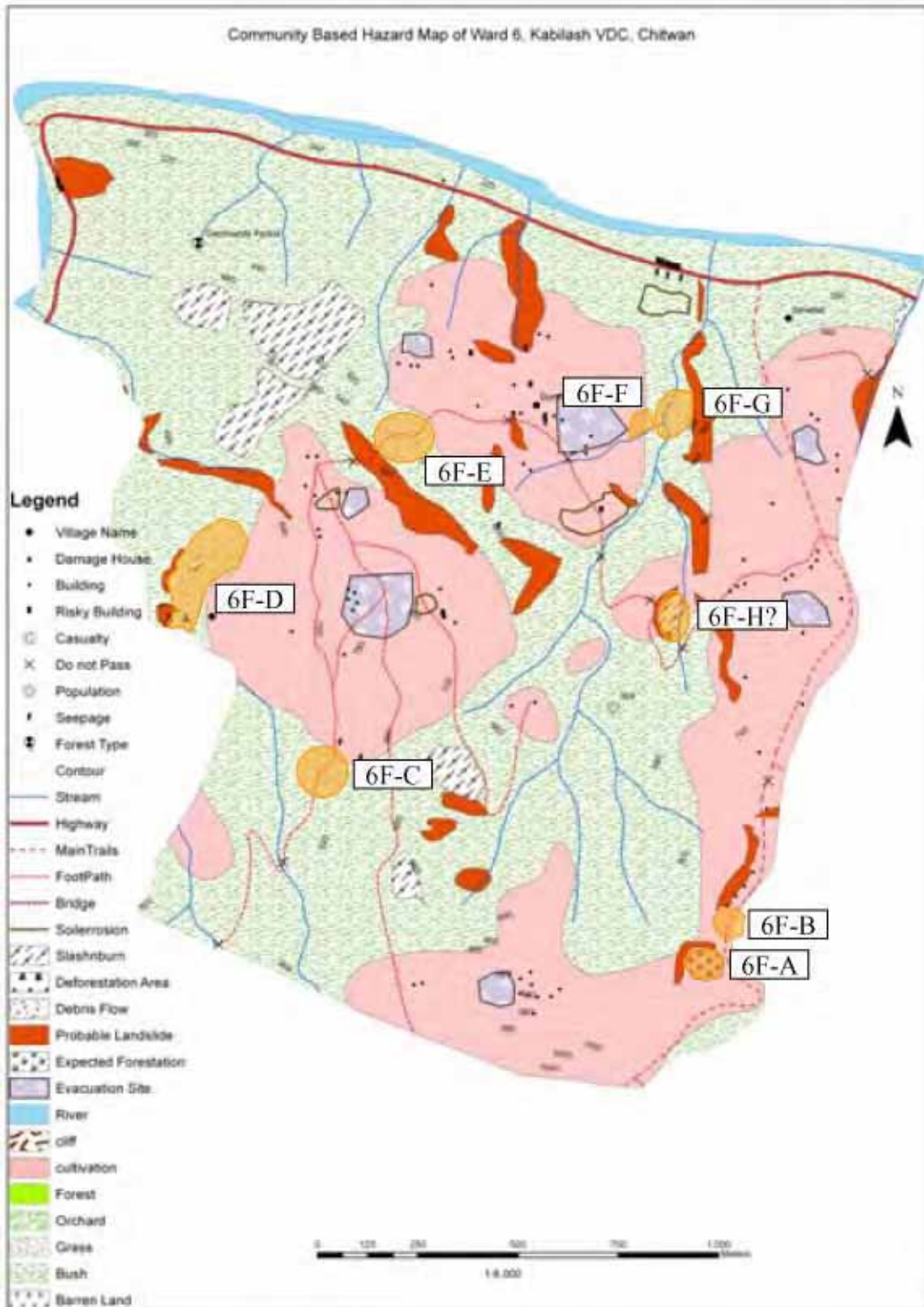


図 6.5.12 (6) 植林計画地点 (ワード 6)

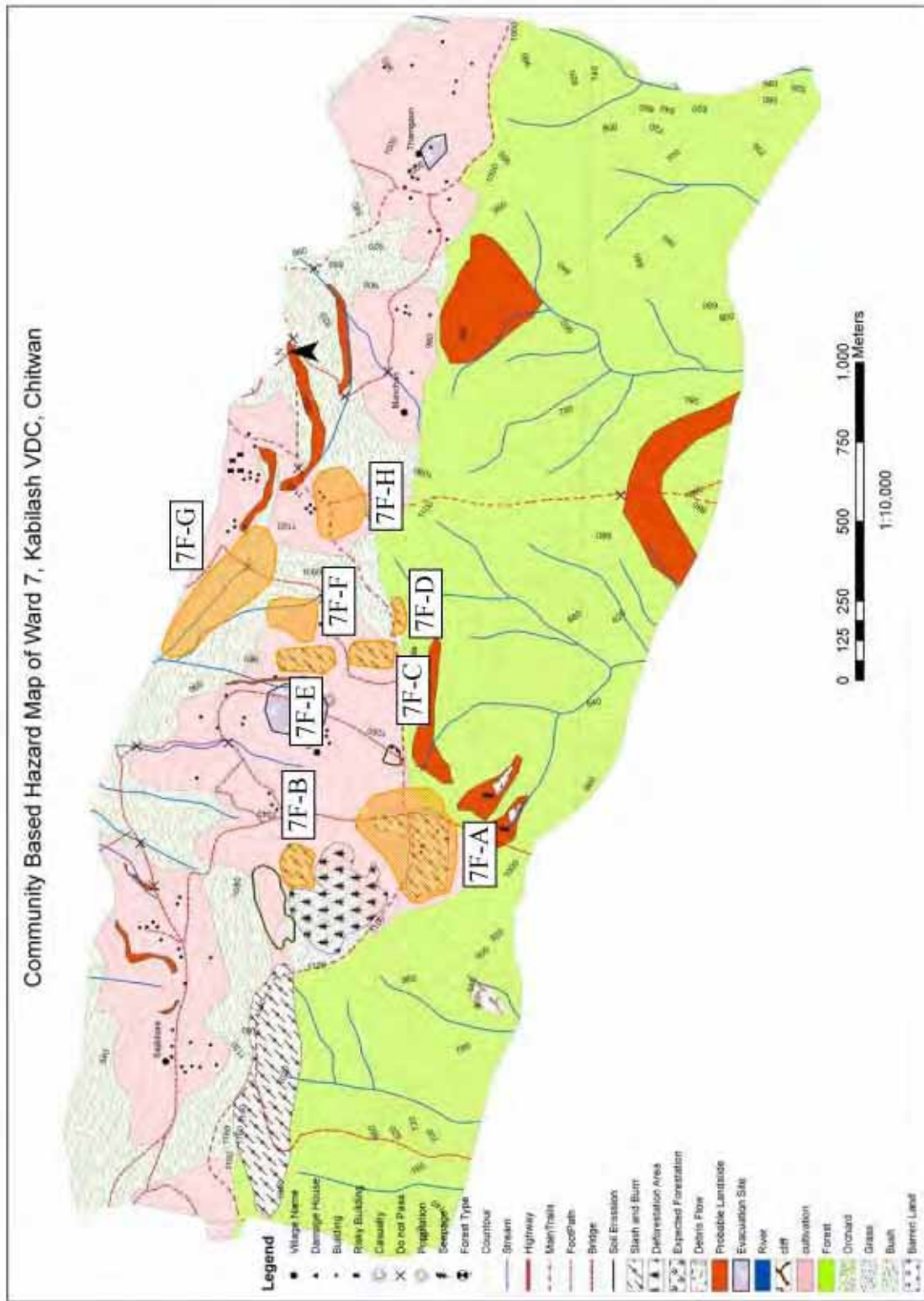


図 6.5.12 (7) 植林計画地点 (ワード7)

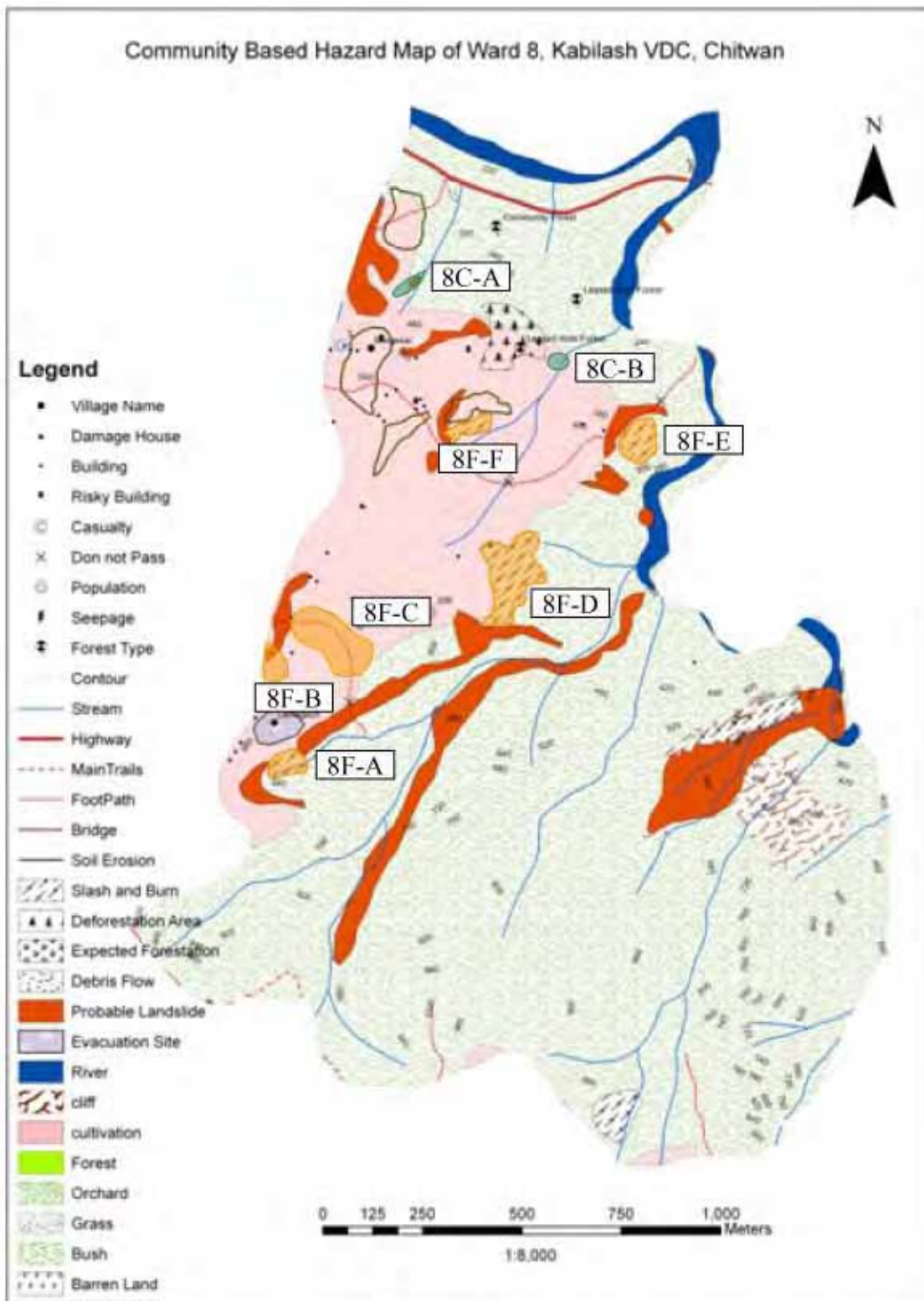


図 6.5.12 (8) 植林計画地点 (ワード 8)

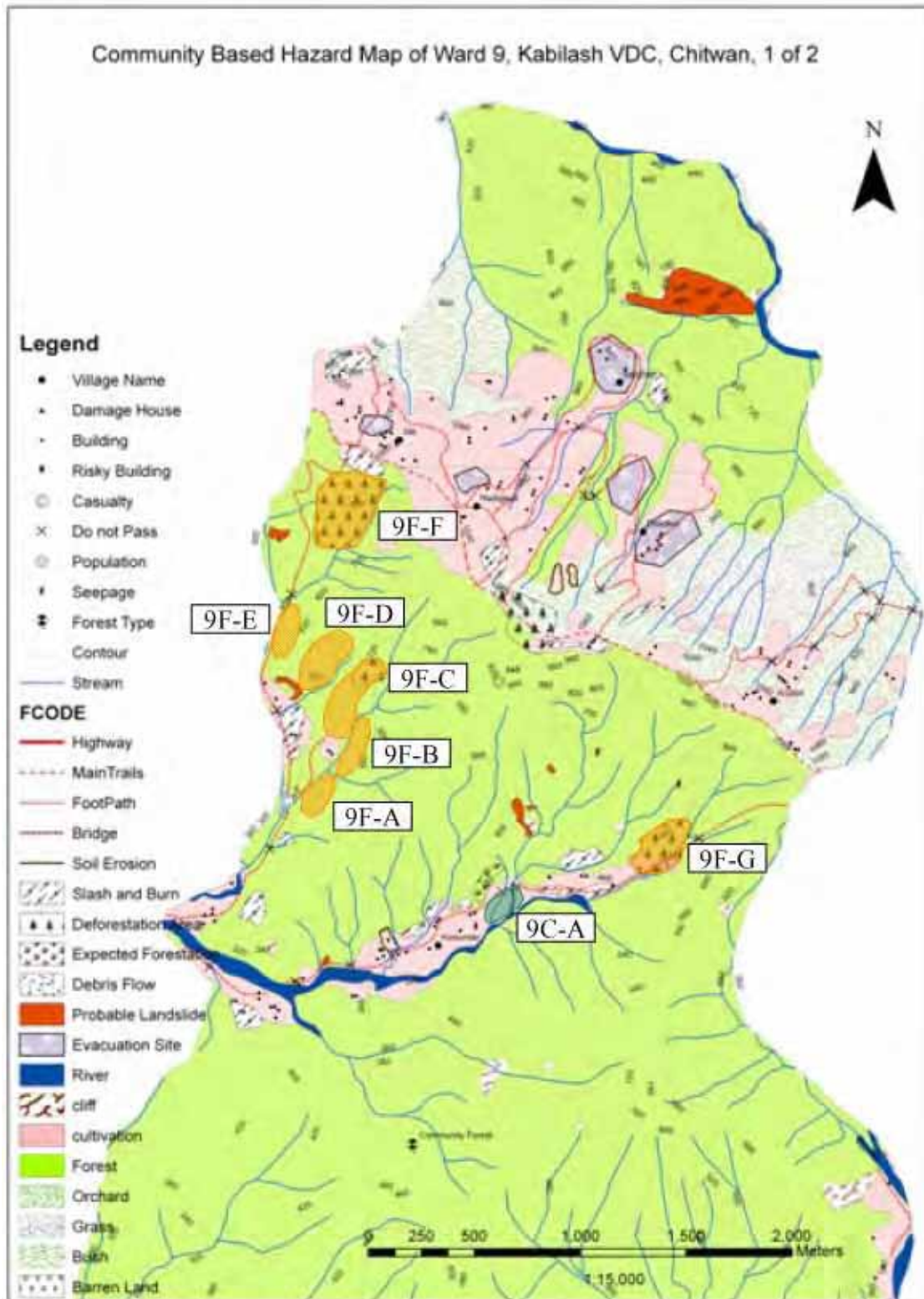


図 6.5.12 (9) 植林計画地点 (ワード9)

(2) 簡易対策工計画

村民の要望により、表 6.5.15 に示す地点の簡易対策工計画地点が選定された。これらの地点の概略計画作成について調査団が支援した。

対策工は村民の施工技術で出来るものであり、総工事は約 370 万ルピーである。この中には緊急性の低い地点や、やや施工が難しいものも含まれておりより現実的な実施計画を検討すべきである。

表 6.5.16 簡易斜面对策工の計画概要

番号	位置	対策	数量	U/P(Rs)	費用(Rs)	目的
1C-A	デビタール	➤ 植生と木柵	300m	520	156,000	A, B, C
2C-A	11km +350	➤ ギャピオン	225m ³	2,200	495,000	A, B, C, F
		➤ 木柵	150m	520	78,000	
					573,000	
2C-B	カハレコーラ	➤ 土のう	550nos.	20	11,000	B, A, F
		➤ ギャピオン	12m ³	2,200	26,400	
		➤ 木柵	300m	520	156,000	
					183,500	
2C-C	PP 箇所-1	➤ 土のう	200nos	20	4,000	B
		➤ 木柵	110m	520	56,160	
					60,160	
2C-D	PP 箇所-2	➤ 土のう	70nos.	20	1,400	B
		➤ 木柵	40m	520	20,800	
					22,200	
2C-E	PP 箇所-3	➤ 土のう	400nos.	20	8,000	A, B
		➤ 木柵	150m	520	78,000	
		➤ ギャピオンダム	100m ³	2,200	220,000	
		➤ 移設			88,000	
					394,000	
2C-F	パタラベス-2	➤ ギャピオン壁	270m ³	2,200	594,000	B
5C-A	21km+200	➤ 木柵	480m	520	249,600	C
		➤ ネット	1,200m ²	(1,000)	1,200,000	
					1,449,600	
8C-A	24km+300	➤ 土のう	3,000nos.	20	60,000	A, B, C
		➤ 排水	21m ³	1,300	27,300	
		➤ 木柵	200m	520	104,000	
					191,300	
8C-B	25km 通路	➤ 木柵	40m	520	20,800	C
		➤ 土のう	300nos.	20	6,000	
					26,800	
9C-A	クスマタル	➤ ギャピオン壁	30m ³	2,200	66,000	B, C
合計 11 箇所					3,726,460	

目的; A: 家屋の保護、B: 農耕地の保護、C: 道路の保護、D: 土地浸食の軽減、E: 植林枯渇地区の軽減、F: 橋梁の保護

6.6 パイロットプロジェクトⅡの評価

6.6.1 評価のまとめ

評価のまとめを表 6.6.1 に示す。

表 6.6.1 パイロットプロジェクトⅡ：カピラン村における減災活動の評価まとめ

プロジェクト要約	指標	入手手段	評価結果
上位目標			
住民の洪水・土砂災害リスクの削減	潜在的な年死者数 (人/年)	早期警戒・避難システム開始後の村民への質問表調査と解析	早期警戒・避難システムおよび防災教育の効果として、潜在的な年死者数(人/年)の半減、プロジェクト開始前 2.1 人/年から開始後 1.1 人/年が見込まれる。
プロジェクト目標			
簡易構造物対策による崩壊性斜面の安定化	施工箇所状況 (N-M 道路 11km+500)	施工後の状況確認	施工は成功している。
防災管理に係る知見の向上	早期警戒・避難システムの認識度	訓練の記録	プロジェクト活動により住民の災害に対する意識が向上した。
	防災教育教材の理解度	ハザードマップ作成/防災教育の記録	
災害リスク管理の強化	災害リスク全般に渡る住民の理解度	成果の評価を考慮	災害リスク管理は、プロジェクトにおける投入により強化された。
成果			
ハザードマップ	作成活動への参加者数、参加者の理解度	ハザードマップ作成記録	20 名の参加者の約 1/3 は、ハザードマップを理解した。
防災教育	参加者数と参加者の理解度	防災教育記録	600 人の参加者の半数は教育内容を理解した。
早期警戒・避難システム	システム訓練参加者の理解度	早期警戒・避難システム訓練の記録	すべての担当者はシステムの意義を概ね理解した。
簡易な斜面对策工	簡易的な構造物対策箇所の状況	現地確認、状況写真	斜面安定工は成功し、安定が確保されている。

6.6.2 成果の評価

本プロジェクトにおける成果は、1) ハザードマップ、2) 防災教育、3) 早期警戒・避難システム 4) 簡易な斜面对策工の4項目からなる。それぞれの成果に対する評価を以下に示す。

(1) ハザードマップ

手法:

ハザードマップは、マップ作成時の参加者数と参加者の内容の理解度によって評価される。ただし、ハザードマップ作成作業の参加者に対してアンケート調査等を行っていないことから、ここでいう内容の理解度は、マップ作成指導者の所感に基づいて判断することとする。

評価:

調査団がハザードマップ作成のために村内の情報を収集したとき、各地区の代表者、村役員を含めた20人以上の村人が会議に参加した。

このとき調査団は、参加者に対してハザードマップ作成のための適切な情報収集の方法、ならびにハザードマップの意義などを解説した。解説後、大よそ1/3(約33%)の村人がハザードマップ作成のために適切な情報を提供してきたことから、これらの村人がハザードマップの意味を理解したと考えることができる。また、村人に対するハザードマップに関する詳細な説明は、防災教育において後日実施した。

(2) 防災教育

手法:

防災教育は、参加者数と参加者の内容の理解度によって評価される。ただし、防災教育の参加者に対してアンケート調査等を行っていないことから、ここでいう内容の理解度は、講師の所感に基づいて判断することとする。

評価:

村の指導者たち(教員、地区代表者、村役員、技術者など)に対する防災教育では合計44名が参加した。また学生・村人に対する防災教育では、全地区において合計で7校、175人の生徒、429人の村人が参加した。

指導中、参加者グループに対して理解度を把握するために、講師は数回の質疑応答セッションを設けて、ハザードマップを含めた防災活動に関する質問を行なった。その結果、約半数の参加者が、的確な応答をすることができた。

(3) 早期警戒・避難システム

手法:

早期警戒・避難システムは、合同演習参加者数と参加者の理解度によって評価される。カピラシ村における参加者の理解度は「5.4.2 成果の評価」で示したとおり、アンケート調査によって評価される。

評価:

村役員や地区代表者など 13 名のスタッフと、70 名以上の村人が 2008 年 6 月に実施された早期警戒・避難システムの合同演習に参加した。

システムの理解度に関して、合同演習においてほぼすべてのスタッフが、システムの意味と操作方法を理解していた。村人については、避難経路や避難場所を理解していない村民がいたものの、全員が避難することができた。これらの詳細については「5.4.2 成果の評価」を参照されたい。

(4) 簡易な斜面安定対策工

手法:

簡易な斜面安定対策工は、対策工施工後の現地調査ならびに現地写真を用いて評価される。

評価:

N-M 道路 CH 11km+500m 付近の渓流において、2008 年 6 月中旬に対策工が施工された。この対策工に対して調査団は 2008 年 8 月下旬および 11 月下旬に現地調査を行なった。現地調査の結果、対策工は十分機能しており、植生も復活していることから、斜面安定に効果をあげていることがわかった。2008 年 11 月時点の現地の状況を図 6.6.1 に示す。



図 6.6.1 簡易な斜面安定対策工の状況 (2008 年 11 月)

6.6.3 プロジェクト目標の評価

プロジェクト目標は、1) 簡易構造物対策による崩壊性斜面の安定化、2) 防災管理に係る知見の向上、3) 災害リスク管理の強化の 3 つから構成されており、前節の「成果の評価」に基づいて評価される。

(1) 簡易構造物対策による崩壊性斜面の安定化

前節で示したとおり、N-M 道路 CH 11km+500m 付近において実施された木柵による対策工は十分機能しており、斜面安定に効果をあげている。さらに、このような斜面安定に関わる簡易な対策工は、他の地域においても推進することが提案された。

以上のことから、対象地域において本調査を通して簡易構造物対策による崩壊性斜面の安定化が図られた。

(2) 防災管理に係る知見の向上

一連のパイロットプロジェクトを通して、村人たちが村役員や政府関係者などに土砂災害に関する質問や相談を行なっているほか、現場の斜面对策工等に関わる考え方についても改善されてきた。これはカピラシ村の村民が防災管理に係る知見が向上したことを示しており、本プロジェクトにおける当初目標を達成したと言える。またこの点に関しては、現場で作業する政府関係者の反応・所感からも同様の見解が聞かれた。

ただし、本プロジェクトのみでは、まだ十分に村民に知見・知識が浸透していないという課題も残っている。そのため今後の防災教育等に力を入れていくことが極めて重要である。

(3) 災害リスク管理の強化

本プロジェクトでは以下の減災活動を実施してきた。

- ハザードマップ作成とデータ収集
- 総括的な防災教育
- 早期警戒・避難システムの確立
- 斜面安定に向けた簡易な対策工の検討
- 効果的な植林計画と対策工計画
- 村民自身による自主避難（演習）

これらの活動は、カピラシ村の人々ならびに村組織等に対して、災害リスク管理の能力を強化させてきたと考えられる。

6.6.4 上位目標の評価

(1) 上位目標と評価方法

上位目標は、住民の洪水・土砂災害リスクの削減であり、前述の成果とプロジェクト目標の達成度を考慮のうえ評価した。

(2) 指標値と評価結果

ここでは、住民の洪水・土砂災害リスク削減に対する評価のための指標値を「潜在的な年死者数（人/年）」とした。

2007年時における潜在的な年死者数（人/年）は、1995年から2006年の10年間のカピラシ村内での洪水・土砂災害による死者が21人であることから2.1人/年とした。早期警戒・避難システム等を活用することにより、人身損失が50%回避されると算定され（4.6.4 システムの費用と経済評価）1.1人/年まで軽減されると評価される。この効果は、今後のハザードマップの更新や防災教育活動の強化によりさらに改善されることが期待される。

第7章

ルワ川流域/マルシャンディ発電所の構造物対策

7.1 方針と設計

7.1.1 構造物対策工の計画

(1) 基本方針

ルワ川流域ならびにマルシャンディ発電所における追加対策の検討に当たっては、以下の基本方針とした。

- a) 保全対象は主にマルシャンディ発電所とする。
- b) 追加対策の構造物対策工の規模は2003年7月豪雨と同程度の土砂流出に対応できるレベルとする。
- c) ここでの構造物対策工の基本方針は以下の通りである。
 - 発電所の管理施設（取水口、左岸側のアクセス道路など）は変更しない。
 - 既存の砂防ダムは変更しない。即ち、既存施設を活用しつつ、不足の機能を補強することとする。また、本来は河道の断面や河床の勾配については上流から下流へ向けて連続性を確保することが必要であるが、現状の改変程度とする。
 - 上流での対策工の施設配置は工事用道路の可否などから現実的でなく、下流での計画とする。

(2) 追加対策工の目標

2003年7月豪雨時の土砂の動態と被害の状況を勘案し、対策工の目標を以下の通りとした。

- a) 土砂の堆積と河床の上昇を極力押さえ、土砂が河道を越えて拡散することを防止する。
- b) 既存砂防ダムにおける不安定土砂の除去によって、砂防ダムの機能維持を図る。これに合わせて流下断面の確保も図る。
- c) 土石流流下時の流下断面を確保し、越流させることなく無害に下流へ土石流を通過させる。これによって発電所施設、下流の道路への越流及び土石流の直撃を防ぐ。
- d) 2003年以前に施工されていた護岸工の残余物等、土砂堆積の原因となる構造物はすべて除去する。

(3) 追加対策工の選定

図 7.1.1 は土石流導流工効果の概念図である。追加対策工の選定・計画は以下の通り。

- a) 既存砂防ダムの除石を実施する。対象となる土砂量は約 8,500 m³ である。
- b) 必要とする流下断面を確保し、護岸式の土石流導流工を配置する。
- c) 土石流導流工の配置は左岸側で、発電所の管理施設を改変しないこととし、道路の川側側面に現在ある小規模なコンクリート擁壁に沿い、一部のルートを変更する。
- d) 流下断面の規模は既往の最大降雨として 2003 年 7 月の 95mm/時に対応することとし、0.6m の余裕高を見込む。
- e) 根入れの深さは、計画位置の原河床より 1.0m 深くする。ただし、現状では岩盤深度が不明であり、詳細設計の際に確認し、それに応じて深さを変更することが必要である。

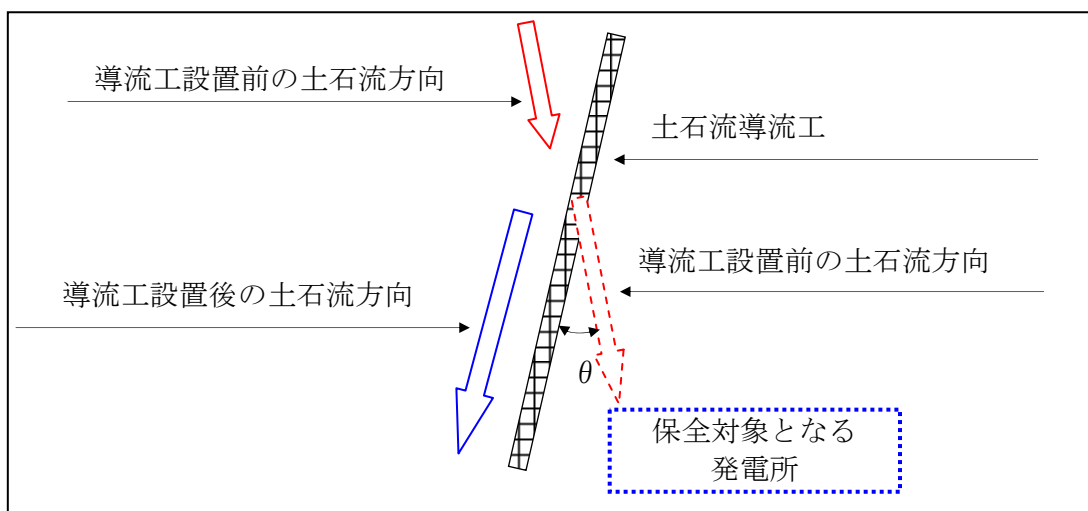


図 7.1.1 土石流導流工効果の概念図

7.1.2 対策工の設計

(1) 設計条件と基準

地質調査が行われていないため、設計条件は主に一般土木経験を基に以下の表 7.1.1～7.1.4 の通りに設定する。また、必要な河川断面を 2003 年 7 月降雨 (95mm/h) に基づいて決定する。

1) 単位重量

表 7.1.1 各材料の単位体積重量一覧

	材料	単位重量 (kN/m ³)
1.	鉄筋補強コンクリート	24
2.	コンクリート	23
3.	土砂 (基礎地盤)	18
4.	河床レキ	20
5.	水	10

Note: 1 tf/m³ = 10 kN/m³.

2) 河川状況

表 7.1.2 河川状況に係わる設計定数一覧

	導流工設計のための河川状況の設定	
1.	集水面積、 A	2.75.0 km ²
2.	降雨強度 (2003 年降雨情報 I)、 r_e	95.0 mm/hr
3.	流出係数、 $f = 0.8$	0.8
4.	堆積土砂の内部摩擦角、 ($\phi=30$ to 40)	35 degrees
5.	堆積土砂の堆積密度係数、 (一般的に $C_o=0.6$)	0.6
6.	河床の平均勾配 (施工計画区間)、 θ	5 degrees
7.	河床の断面、 B (D-D 断面)	8.0 m
8.	堆積土砂の平均粒径	0.5 m

3) 基礎地盤状況

表 7.1.3 基礎地盤定数一覧

地盤定数の設定		
1.	許容支持力 (レキ地盤)、 q_a	400 kN/m ²
2.	地盤の摩擦角度 (レキ地盤)、 ϕ	30.0 degrees
3.	地盤とコンクリート壁の摩擦係数、 f_i	0.6

4) 安定評価の基準

表 7.1.4 土石流の安定評価基準一覧

土石流時の安定計算基準		摘要
1.	滑動に対する安定性	$F_s \geq 1.5$
2.	転倒に対する安定性	$e \leq B/6$
3.	支持地盤の支持力に対する安定性	$q \leq q_a$ $Q_a = 400 \text{ kN/m}^2$
4.	全体の安定性	$F_s \geq 1.5$

(2) コンクリート導流工の高さの決定

土石流導流工の高さは、洪水及び土石流のピーク流量が流下できることを勘案して算出した。また大きな流量を見込んで余裕高を 0.6m と設定した。計算結果は以下の通りで

ある。

$$H = h + \Delta H = 1.8 + 0.6 = 2.4 \text{ (m)}$$

土石流導流工の標準断面は図 7.1.1 に示す。

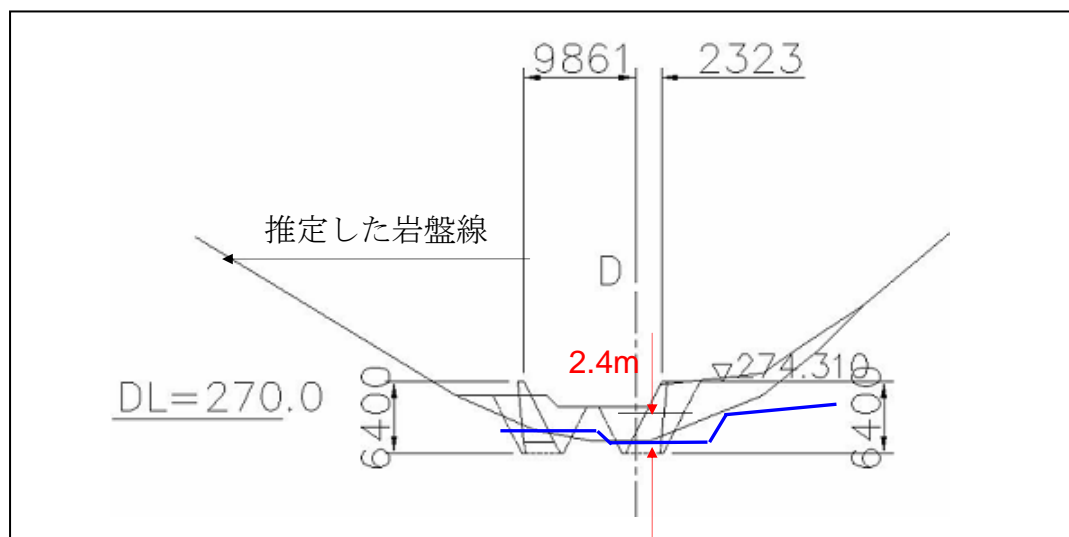


図 7.1.2 土石流導流工の標準断面図

(3) 工事概算数量

構造物対策工のレイアウトは Volume III Data & Drawing に示し、対策工のレイアウトに基づき、トータル工事概算数量は表 7.1.5 に示す。

表 7.1.5 工事概算数量

工種	説明	数量
人力併用機械掘削	土砂 + 軟岩	7,747.0 m ³
埋め戻し		5,554.0 m ³
コンクリート		2,606.4 m ³
型枠工	木板	3,204.9 m ²

7.1.3 施工計画

(1) 施工実施機関

マルシャンディ発電所は Nepal Electric Authority (NEA) の管轄であるが、カウンターパター機関及び関連機関との打ち合わせ結果、暫定的に DWIDP が当対策工の施工実施機関となることが決定した。

また、第 4 章に述べたように、当対策工は一部の道路斜面对策工と合わせてパッケージ I とし、ローカルの土木業者により施工することを提案した。

(2) 施工手順

コンクリート土石流導流工は、図 7.1.3 に示す手順に基づき施工する。

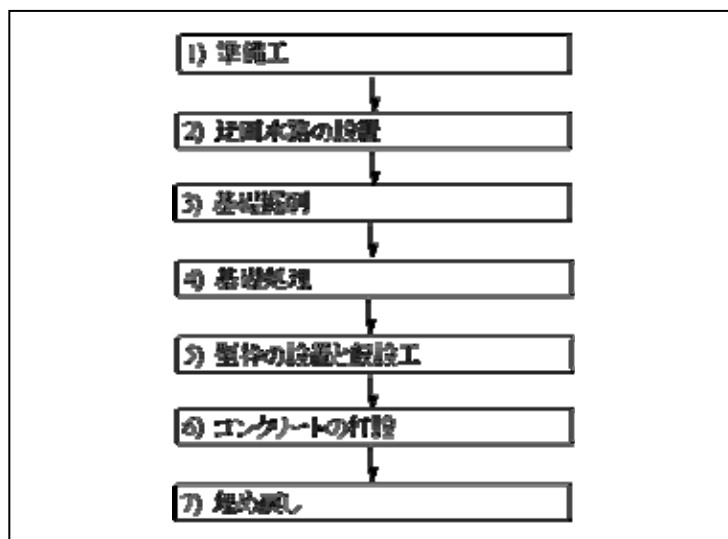


図 7.1.3 土石流導流工の施工手順

基礎掘削及びコンクリート打設中に、河川水の影響を無くするため、土囊による迂回水路を提案する。

(3) 施工スケジュール

土石流導流工の施工は概算で6ヶ月を要し、施工スケジュールを図 7.1.4 に示す。

Work Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	第1年												第2年								
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. 準備工					■	■	■	■													
2. 迂回水路の設置								■													
3. 基礎掘削								■	■	■	■										
4. 基礎処理												■									
5. 型枠の設置とコンクリートの打設													■	■							
6. 埋め戻し																					■

図 7.1.4 土石流導流工の施工スケジュール

また、降雨及び洪水は施工期間及び品質に影響を与えるため、施工時期については、基礎掘削は雨期後開始し、埋め戻しは次の雨期前に完了することを提案する。

7.1.4 事業費積算及び費用便益分析

(1) 事業費積算

事業費は、概算の工事数量を基に 13%の税金を含め、約 18.4 百万ルピーと算出された。また、事業費概算資料の詳細は Volume III Data & Drawing に示す。

(2) 費用便益分析

便益分析方法については第 4 章に詳細に述べた通りである。今回提案した対策工の費用便益分析結果は以下の表に示す。

表 7.1.6 費用便益分析結果

潜在的年間損失 ALp (百万ルピー/年)	事業費 (百万ルピー)	リスクの低減率 RRR	便益率 BCR	費用便益の現在価値 ENPV (百万ルピー)
4.858	18.364	0.90	1.99	12.759

7.2 事業評価

7.2.1 社会環境

(1) 社会的評価

社会的影響は土石流導流工の施工期間だけに限られ、この付近で輸送の妨害を引き起こす可能性がある。しかし、施工後はマルシャンディ発電所及び橋梁施設の機能を土石流から保護することが可能である。

▶ マルシャンディ発電所

土石流導流工の実施によって、2003年7月の災害と同様の土石流を制御することが可能であり、発電所の機能を安全に保たれる。

▶ 道路橋梁及び交通確保

土石流導流工の設置により、土石流の流れを主流路へスムーズに流出することができ、橋梁の洗屈や溢れ出しの危険性は軽減する。

(2) 環境的評価

導流工は河床には設置せず、谷の両岸に沿って設置される。そのため、河川を分断するわけではないので自然への影響は非常に低く、また河床はスムーズに表流水及び土石流を通過させることでさらに安定する。

7.2.2 総合評価

この計画は実行可能な対策工であり、また環境への影響は必要最小限で実施することが可能である。また導流工の完成後は、社会影響及び自然環境に良い結果をもたらすと考えられる。

第8章

技術移転

8.1 構造物対策工に関する助言

8.1.1 経緯

2003年 N-M 道路で発生した土砂災害の後、2004～2006年の間に斜面災害復旧対策を中心とした多くの防止対策が実施された。実施されたこれらの防止対策は、国道を通行する全ての車輛に対する安全性を確保し、また豪雨の際にも通行可能な状態を維持してきた。

しかしながら、国道沿いのいくつかの箇所では構造物の部分的または完全な破損・破損が明らかに認められる。これらの構造物の損傷または破損は、大半が整備不良に加えて、不適切な設計、不十分な構造、基準を下回る材料の使用が原因と考えられる。

設計や施工が不適切であるため、実施された防止対策施設は安全かつ適切な状態を維持できない、即ち国道の安全性及び適切な状態の管理が維持できない箇所が認められる。そのため、険しい地形、脆弱な地質、豪雨、洪水、地震などの厳しい自然条件によって引き起こされる斜面災害が、道路をしばしば通行止めにしてしまう傾向がある。

道路斜面管理者は、道路使用者に対して効率的で有効な道路サービスを提供する主な役割がある。従って、特に破損している構造物に着目して対策の設計や構造の評価に関する技術的な助言を道路斜面管理者に対して行う必要がある。

今回、技術移転として Volume IV ”TECHNICAL GUIDE ON SABO AND ROAD SLOPE PROTECTION WORKS”と題したテクニカルガイドを別冊資料としてとりまとめた。

8.1.2 目的

テクニカルガイドは、DWIP 及び DOR 職員に対して技術的な参考資料、もしくは指針・基準として提供した。このガイドの主な目的は、DWIP と DOR の専門家またはその他の技術者が、斜面災害の減災対策の計画、設計、施工、管理を実施していくうえで参考となる資料とすることである。

このガイドを作成するにあたって、方針は以下の通りとした。

- a) 「ネ」国で計画・設計・施工に関しての改善が必要とされる防止対策構造物を、実例として収集する。
- b) 収集した事例の課題及びその関連原因についての記録と分析を行う。

- c) 抽出された課題に対しての改善方法と設計手順を明確にする。
- d) 新しい技術で尚且つ実行可能な斜面保護及び斜面災害の減災に関する防止工法について紹介する。
- e) 斜面災害防止に関する合理的な基準や手順、計画を明確にする。
- f) 斜面及びその他の道路構造物を適した状態に保つための定期的な維持管理方法の提案を行う。

8.1.3 テクニカルガイドの概要

このテクニカルガイドは、構造物の設計、施工についての技術的な指導を提供する。このガイドは全3編、合計8章で構成されている。

まえがきでは技術的な背景、目的、ガイドの方針を記載した。

1編は砂防に関する内容であり、1章と2章で構成され、特に土石流災害の軽減を扱った。

2編は道路斜面に関する内容であり、3章から7章で構成され、特に斜面災害に関する構造物に要求される事項について検討をおこなった。

3編は維持管理に関する内容であり、8章で構成され、維持管理の実施について簡潔に記述した。

このガイドは基本的な技術事項を簡潔にとりまとめたことで留まっている。そのため今後現地で実施される砂防及び斜面災害減災のための土木工事の経験から DWIDP 及び DOR の技術者によってガイドの内容が、より適したものに更新されることを願う。

8.2 災害情報システムならびに防災教育に関する技術移転

8.2.1 災害情報システム

災害情報システム（道路早期情報システムおよび早期警戒・避難システム）に関する技術移転は、バラトプール DRO、チトワン DPO、カビラシ村のスタッフに対して行われた。移転に係わる技術トレーニングは、以下のセミナー・ワークショップで実施された。

- 2008年6月18日：DRO、DPO
- 2008年6月19日：カビラシ村
- 2008年6月26日：技術トレーニングを伴うセミナー・ワークショップ

災害情報システムに関するこれらの技術移転・指導を通して、担当する技術者はシステムの操作技術を習得した。

8.2.2 防災教育

6.5節で述べたように、以下の3点を実施することにより防災教育に関する技術移転を行う。

- (1) 防災教育教材の作成
- (2) 防災教育の実施と継続
- (3) 早期避難体制の構築と実施

(1) 防災教育教材の作成

住民及び生徒向け教育教材として以下のものを作成し、これにより教育にあたることで災害への備えを心がけるようにさせる。ネパール語で作成したリーフレットは、全住民に配布した。

- ① 防災テキスト
- ② 教育用ハザードマップ

(2) 防災教育の実施と継続

住民防災組織の防災教育・ハザードマップチームが防災教育を継続的に実施していけるように以下の教育を行った。

- ▶ 「白地図から作るハザードマップ」作りの教育とその方法

第6章で述べたとおり、調査団はリーダー、学生、村人に対する防災教育を、カビラシ村で2回にわたり実施した。

(3) 早期警戒・避難システムの構築と実施

本プロジェクト終了後も継続的にシステムが運用されるよう、自記雨量計や手動雨量計の使い方、雨量の観測方法、コンピュータの利用方法、早期警戒・避難システムの運用方法について、住民防災組織の早期警戒・避難チームに教育を行い、管理運営を行うことができるようにした。

第9章

結論と提言

本調査の目的は、「ネ」国の国道のうち、カトマンズとインドとを結ぶ道路の要衝である N-M 道路の土砂災害管理に係る基本戦略を策定すること、ならびにマルシャンディ発電所の近傍を流下するルワ川の砂防計画を立案することである。

本調査は 2007 年 7 月から 2009 年 2 月の約 20 ヶ月で行われ、初期の目的を達成することが出来た。以下に、主要成果の内容をまとめるとともに、これら成果に基づく今後の自立発展性に向けた道路防災管理への提言を述べる。

9.1 結論

9.1.1 ナラヤンガート～ムグリーン道路の斜面災害リスクレベル

道路斜面災害のリスク評価は、地形・地質的観点に基づいた定性的評価と、各斜面の災害発生ポテンシャルに基づいた経済損失を用いた定量的評価という 2 つの観点から行った。

(1) 地形・地質的観点に基づいた定性的評価

斜面の不安定状況の確認は空中写真・衛星写真の判読及び現地地質調査により行われ、以下の総合評価結果が得られた。

- a) 空中写真及び衛星写真観察で約 30 箇所の大規模地すべり懸念箇所が検出された。しかし、現地地質調査の結果、現在のところいずれも活性化しておらず大規模地すべりの可能性は低いことが判明した。
- b) 多くの道路山側斜面では、豪雨などをきっかけとして斜面下部で崩壊が発生する可能性が高いことが明らかになった。
- c) 道路を横断する溪流では、上流の溪岸付近で中規模の地すべりや崩壊が頻発しており、これらの多くが土石流発生の原因となっている。

(2) 経済損失を用いた定量的評価

本調査のために、現地の災害発生要因の状況と潜在発災規模から統計解析的手法により経済損失を予測する手法を開発し、谷側斜面、山側斜面、横断溪流のあわせて 305 箇所において評価を実施した。その結果、潜在的な経済損失額は、2003 年以前の値である 1 億 9,400 万ルピー/年から、現在値は 1 億 600 万ルピー/年に削減されたと評価できる。これは DOR による主として谷側斜面の復旧工事と DWIDP による横断溪流の砂防工事の災害防止効果によるものである。2006 年にも、2003 年 7 月豪雨に相当する降雨が発生したが、大きな道路閉塞災害は発生しておらず、上記工事における災害防止の効果を裏づけ

ている。

9.1.2 土砂災害管理の基本戦略

2003年7月災害以前のリスクレベルに比べ、現在のリスクレベルは約54%まで改善されていると評価された。これらの評価対象区間に対して土砂災害管理の基本戦略を策定した。基本戦略は構造物対策と非構造物対策に基づいた下記の5プログラムで構成される。

- I. 追加対策工事
- II. 道路維持・緊急対応管理
- III. 砂防施設の維持管理
- IV. 道路早期情報システム
- V. コミュニティにおける減災活動

I. 追加対策工事

年間の潜在的経済損失額が100万ルピーを超えると評価された12箇所を対策優先箇所として、斜面对策工事を実施する計画とした。この内2箇所についてはDWIDPが砂防ダムをすでに建設中であり、1箇所は既往砂防ダムの排砂で対応可能であることから、対策優先箇所から除外した。

残りの9箇所を対策工事实施箇所とし、総工事費は約2億ルピーとなった。これらの対策工事を実施することにより、経済価値に換算した年間リスクは当初の10,600万ルピーから3,600万ルピー低減され、7,000万ルピーとなる。土砂災害発生のポテンシャルは依然として残るものの、このリスクレベルを維持できれば、交通機能に重大な障害は発生しないと判断される。

II. 道路維持・緊急対応管理

道路維持管理は、すでにDORおよび各DROで実施されているものであり、主として道路側溝の清掃、小規模な斜面保護工等が行われている。これらの活動により豪雨時における谷側斜面の崩壊現象が抑制されている。

緊急対応管理は、特に雨季の土砂災害に焦点を当てた年間計画が立案され、DORおよび各DROによる緊急土砂災害の対応が実施されている。既存の緊急対応体制を中心として、緊急時の道路安全・道路機能復旧システムの改善策が計画された。

III. 砂防施設の維持管理

砂防施設機能維持管理は、本開発調査で提案されたプログラムであり、5年間にわたる砂防ダム維持管理システムがDWIDPで承認され2008年度から運用が開始される見通しとなっている。

IV. 道路早期情報システム

道路早期情報システムは、豪雨時の土砂災害発生警報、事故やストライキによる交通渋滞の情報を提供するシステムで、本計画調査において構築された。このシステムは2008年7月～11月のモンスーン期間にパイロットプロジェクトによって運用され、システムの実効性が確認された。このシステムの運用により豪雨時の土砂災害による人身・車両災害の低減と、無駄な交通渋滞の緩和・回避が期待される。

V. コミュニティにおける減災活動

コミュニティにおける減災活動は、道路沿いや道路の上方斜面に居住する住民の生活・生産活動に起因する土砂災害を緩和する目的で実施されるものであり、本計画調査では下記の活動が行われた。

- 1) ハザードマップ作成
- 2) 防災教育
- 3) 早期警戒・避難システム運用
- 4) 簡易な斜面对策工
- 5) 植林と対策工計画

上記の内、3) 早期警戒・避難体制の構築は2008年6月までに構築され、7月からパイロットプロジェクトを通して運用されている。これらは道路土砂災害への影響軽減のみならず、地域住民の生活環境改善、安全度の向上に寄与することが期待される。

9.1.3 基本戦略の実施計画

基本戦略の5プログラムを実施するための初期資金投資額は約2億ルピーである。これは大部分が追加対策工事に要する資金であり、DWIDP及びDORが分担し実施する計画となる。

また、基本戦略の実施にあたっては、本来、道路斜面災害管理はDOR、土砂災害管理はDWIDPが主要担当機関であるが、パイロットプロジェクトの「道路早期情報システム」および「早期警戒・避難システム」において、チトワンDPO、カビラシ村VDC等関係諸機関、及びNGOや住民を含む有機的な管理組織が形成された。今後もこれを継続していく。

9.1.4 ルワ川の砂防計画

(1) リスク評価

2003年災害以降に設置された既存の砂防ダムの効果により、小規模な土石流が発生して

も発電所および道路橋梁への影響は、2003年災害時と比較して小さくなっている。しかし、上流地区において大規模な斜面崩壊が発生した場合は、大量の土砂が生産され、既存の砂防ダムでは対抗できなくなる。また、既存砂防ダムはほぼ満砂状態で土砂堆積の機能がかなり低下しており、豪雨による斜面崩壊を伴う土石流災害のリスクがあると考えられる。2003年災害と同程度の豪雨が発生した場合の災害リスク（被害規模と被災頻度（1/16年）の積）は約500万ルピー/年と評価される。

(2) 施設の配置と施設規模

(a) 既存の砂防ダムの除石を実施する。対象となる土砂量は約8,500 m³である。

(b) 必要とする流下断面を確保し、護岸式の土石流導流工を配置する（左岸側約207m、右岸側約57m）。

土石流導流工の配置は左岸側では発電所の管理施設を改変しないこととし、道路の川側側面にある現在の小規模なコンクリート擁壁に沿い、一部のルートを変更する。また、流下断面の規模は既往の最大降雨として2003年7月の95mm/時に対応することとし、0.6mの余裕高を見込んでいる。

この工事費総額は1,800万ルピーであり、DWIDP主管で施工される予定である。

9.1.5 実施組織の編成

(1) 追加対策工事の実施組織

2003年災害発生後、主として谷側斜面の復旧工事をDOR所管で実施し、横断溪流の土石流対策工事をDWIDPで実施してきた。これら2つの事業の効果は2006年豪雨（3日間雨量では2003年災害を上回る約700mmの雨量を記録）の際に効果を発揮した。このことから、今後も同様の分担のもと、道路土砂災害防止事業を実施していくことが考えられる。

(2) 維持管理の実施組織

これまでN-M道路の道路防災管理はバラトプールDROが「道路維持管理年次計画」を作成し、この年次計画を基に実施してきており、今後も継続して実施する。砂防施設の維持管理はDWIDPが企画し実施する。

(3) 道路早期情報システムおよびコミュニティにおける減災活動の実施組織

本調査中に立ち上げられた、道路早期情報システムとカピラシ村における早期警戒・避難システムの「計画・評価委員会（地方レベル）」および「支援委員会（中央レベル）」によって関係者が有機的に連携し、非構造物対策に関する各プログラムを有効かつ継続的に実施することが望ましい。

9.2 自立発展性に向けた提言

9.2.1 基本戦略の継続的实施

土砂災害管理の基本戦略 5 プログラムは、対象区間の実情と経済性を考慮し計画されたものである。その内、2つのプログラム（道路早期情報システム、コミュニティにおける減災活動）は2008年6月～11月のパイロットプロジェクトでその運用と効果が確認された。2009年以降も関連機関が有機的に連携してこの基本戦略に沿って道路区間の土砂災害管理を実施すべきである。

9.2.2 基本戦略の全国的展開

土砂災害管理の基本戦略は、N-M 道路約 36km に焦点を合わせて作成したものである。しかしながら、基本戦略の全てのプログラムは、「ネ」 国道のうち土砂災害管理が必要な他の区間にも適用可能である。近い将来、この手法を約 5,000km の「基幹道路網」に適用して合理的な道路の土砂災害管理システムを構築することを提言する。

9.2.3 災害情報システムの利活用と全国的展開

本調査で開発した災害情報システム（道路早期情報システムおよび早期警戒・避難システム）は、パイロットプロジェクトによりその有効性が確認された。これらパイロットプロジェクトの評価を踏まえ、今後より適切かつ効果的にシステムを利活用していくための具体的な 12 項目を提言する。

(1) チトワン郡災害管理パートナーシップ委員会の分科会としてのシステムの実行

上記委員会は、郡行政政局長を委員長としている。N-M 道路早期情報システムおよび、カピラシ村における早期警戒・避難システムは、この委員会の分科会として実施することが望ましい。なぜなら、この委員会は、この 2 つのシステムのすべての関連機関と NGO、地方自治体によって構成されているからである。これらの災害情報システムは郡全体で情報を共有すべきであり、本委員会の構成員からの支援や助言が期待できる。

(2) 年 2 回の委員会開催

- 雨季終了時の評価委員会(11 月)
- 雨季開始前の計画委員会(5 月)

システムの運用について、毎年雨季終了直後に 1 年間の教訓が討議されるべきである。さらに、雨季前に、評価委員会の結果を踏まえ、その年の実際的な運用に資するシステムの実施計画が討議されるべきである。

(3) 訓練の実施

システムの訓練は、雨季開始前の計画委員会(5 月)の後に年次の運用計画の確認と関連機関

の連携強化のために実施すべきである。

(4) コンピュータオペレーションの訓練

各関連組織は小数の職員にシステムの運用を任命している。各組織の中でコンピュータを操作できる職員はごく限られている。また職員は日常業務とシステムの運用を掛け持ち、繁忙状況であり、雨季は特にこの傾向が強い。他の職員にコンピュータ操作の訓練を施し、交替して対応できる職員を確保すべきである。

(5) 次年度の運用計画の改善

次年度の運用計画は DPO、DRO、カビラシ村で作成された。しかし、これらの運用計画は費用の無駄を省いた実際的な計画に改善する必要がある。

(6) カビラシ村での運用

調査団は、カビラシ村の早期警戒・避難システムの運用にあたり、人的資源や予算が限られていることを理解している。しかし、村の与件のなかでシステムを運用することが、本来のコミュニティ災害管理であると考える。

(7) 今後の支援委員会(中央レベル)の役割

支援委員会は内務省、地方開発省地方社会基盤開発・農道局、DOR、DWIDPから構成されている。支援委員会は N-M 道路早期情報システムとコミュニティにおける減災活動に技術アドバイスをを行う。このシステム運営は支援委員会の以下の活動により支援されるべきである。

- システムの確認と雨季前の計画委員会の実施の働きかけ
- 雨季後の評価委員会実施の働きかけ
- チトワン郡災害管理パートナーシップ委員会でのシステムに係る報告および議論
- 運用の評価と計画に係るアドバイス

上記活動を通じ、支援委員会はこれらの新しいシステムに係る知見の把握と、財務状況の理解をすることが可能と考えられる。

(8) DWIDP の役割

DWIDP は支援委員会を召集する。また、雨季後のシステムの評価と雨季前のシステムの計画を調整する。DWIDP はチトワン郡災害管理パートナーシップ委員会でのシステムの評価と計画の報告を行う。

また DWIDP は、洪水・土砂災害管理の方針と、手法、機材管理に関しての助言・支援を行う。

(9) 危険性の高い変状・異常に伴う予警報

N-M 道路早期情報システムは大雨に対する警報や道路通行阻害(通行止め、渋滞)情報を扱うものとして開始した。しかしながら、2008年8月14日の29km+800地点岩盤斜面崩壊を教訓とし、危険性の高い変状・異常に伴う予警報も取り扱えるように改善した。DRO は危険性の高い変状・異常を認めた場合には予警報を発信すべきである。

(10) 道路情報板の改善

「ネ」国の文字を読めないドライバーもいることから、絵図を用いることも今後の検討課題であると考えられる。

(11) 道路早期情報システムの周知

DPOによるドライバー・道路利用者へのN-M道路早期情報システムや交通マナーに関するセミナーを実施することによって、本システム導入に対する効果を高めることができると考えられる。

(12) システム運用の資金確保

道路情報版やウェブページなど広告企業を募ることにより、システム運用に資する広告収入を得ることも考えられる。チトワン郡災害管理パートナーシップ委員会で実際的な方法や支出内容について協議することが考えられる。

「ネ」国では豪雨による土砂災害で多数の犠牲者が発生しているが、これらシステムを国内の他の地域に導入することで犠牲者の削減が可能となる。

9.2.4 土砂災害対策工事に関する技術上の助言

2003年7月の豪雨土砂災害後、2005年から2006年にかけて道路斜面災害の復旧工として各種の構造物対策工が実施されてきた。これらの構造物対策は、現在もその効果を発揮しており、道路の安全を維持している。ただし、N-M道路沿いに見られるように一部の構造物対策は、被害・損壊を受けており、その原因は主に不適切な設計や、施工及び低品質の材料を使用したことによるものである。

Volume IV: Technical Guideでは、砂防施設と道路斜面对策工事の計画・設計・施工の基本的事項と留意点をとりまとめた。これを参考として、基本的な土砂災害対策工事が現地専門家や技術者によって改善されることが望まれる。