No. 2

国際協力事業団
ネパール国

ネパール国
西部山間部総合流域管理計画調査
ファイナル・レポート

第2部
計画編

平成10年1月

JICA LIBRARY
J 1141624 [5]

ネパール国西部山間部
総合流域管理計画調査共同企業体
（社団法人 日本林業技術協会
国際航業株式会社）

農 国 林
J R
98－03

国際協力事業団 ネパール国西部山間部総合流域管理計画調査 ファイナル・レポート 第2部 計画編 平成10年1月 社団法人日本林業技術協会 国際航業株式会社
116
88
JICA LIBRARY

国際協力事業団
ネ パ ー ル 国

ネ パ ー ル 国
西部山間部総合流域管理計画調査
ファイナル・レポート

第 2 部
計 画 編

平成10年 1 月

ネ パ ー ル 国 西 部 山 間 部
総合流域管理計画調査共同企業体
（社団法人 日本林業技術協会
国 際 航 業 株 式 会 社）

1141624 (5)

目　　次

序　文

はじめに

要　約

1　目　的 …… (1)
2　流域の現況 …… (1)
3　問題点の発掘 …… (1)
4　総合流域管理計画策定の方針 …… (2)
5　提案する総合流域管理計画内容 …… (2)
6　実施の方法 …… (4)
7　環境配慮 …… (6)
8　モニタリングと評価 …… (6)
9　計画の正当性 …… (6)
10　提　言 …… (7)

第1部　調査編

1　調査の概要 …… 1
1－1　調査の背景 …… 1
1－2　調査の目的 …… 2
1－3　調査対象地域 …… 2
1－3－1　スタディエリア …… 2
1－3－2　モデルエリア …… 2
1－4　調査の概要 …… 3
1－4－1　第1フェーズ …… 3
1－4－2　第2フェーズ …… 5
1－5　技術移転 …… 8
1－6　成果品 …… 8

2　ネパールにおける流域及び流域管理 …… 9
2－1　流域の現況 …… 9
2－1－1　自然条件 …… 9
2－1－2　社会経済条件 …… 9
2－2　開発計画における流域管理 …… 11
2－2－1　第9次5ヶ年計画（1997年度～2002年度） …… 11

2－2－2　林業部門マスタープラン …… 11
2－2－3　国家環境アクションプラン …… 15
2－3　森林・土壌保全政策 …… 16
2－3－1　組　織 …… 16
2－3－2　森林・林業 …… 20
2－3－3　土壌保全局が行っているプロジェクト …… 24
2－3－4　外部支援によるプロジェクト …… 25
2－3－5　住民参加による流域管理 …… 26

3　モデルエリアの現状 …… 35
3－1　自然条件 …… 35
3－1－1　気　象 …… 35
3－1－2　水　文 …… 36
3－1－3　地形／地質 …… 39
3－1－4　土地利用／植生 …… 43
3－1－5　土　壌 …… 47
3－2　侵食の実態 …… 52
3－2－1　マスムーブメント …… 52
3－2－2　表面侵食 …… 62
3－2－3　既存の侵食防止対策 …… 64
3－2－4　過去の災害と法的規制 …… 67
3－3　社会経済条件 …… 67
3－3－1　社会経済状況の概況 …… 67
3－3－2　生活条件 …… 71
3－3－3　農　業 …… 74
3－3－4　畜　産 …… 78
3－3－5　森　林 …… 79
3－3－6　村落工業及び特殊技術 …… 80
3－3－7　インフラ整備の現況 …… 80
3－3－8　男女の役割 …… 89
3－3－9　人々のニーズと関心事 …… 92
3－3－10　森林の重要性に対する認識 …… 94
3－3－11　自然災害防止策 …… 96

4　モデルエリアにおける問題点の発掘 …… 97
4－1　自然条件調査から …… 97
4－2　社会経済条件調査から …… 102

4－3　問題点の絞り込み …… 103
4－4　問題点とその影響 …… 104
4－5　問題点と住民の関係 …… 105
4－6　流域環境劣化の原因 …… 106
4－6－1　土地生産力低下の原因 …… 106
4－6－2　森林劣化の原因 …… 109
4－6－3　土砂崩れ／土壌侵食／洪水の原因 …… 111
4－6－4　流域環境劣化に影響を及ぼす根本的原因（問題） …… 113

第2部　計画編

1　総合流域管理計画の基本方針 …… 1
1－1　総合的流域管理の必要性 …… 1
1－2　総合流域管理計画の前提条件 …… 1
1－3　全体目標の設定 …… 2
1－4　根本原因の解消への努力 …… 3
1－5　目標達成のための方策 …… 4
1－5－1　適切な土地利用とそのマネージメント …… 4
1－5－2　災害の復旧と予防 …… 5
1－5－3　住民生活の向上 …… 5
1－5－4　住民参加の促進 …… 6
1－6　総合流域管理計画の実施レベルでの利用 …… 10
1－7　総合流域管理計画のコンポーネント …… 12

2　提案する総合流域管理計画 …… 14
2－1　土地利用の改善 …… 14
2－1－1　計画の考え方 …… 14
2－1－2　土地利用改善マトリックス …… 17
2－1－3　土地利用改善プログラム …… 20
2－1－4　苗木生産プログラム …… 35
2－1－5　植栽候補樹種及び牧草 …… 36
2－2　侵食の予防と復旧 …… 45
2－2－1　計画の考え方 …… 45
2－2－2　侵食予防復旧プログラム …… 49
2－3　生活環境の改善 …… 73
2－3－1　計画の考え方 …… 73
2－3－2　生活環境改善プログラム …… 73

2－4　所得の向上 …… 87
2－4－1　計画の考え方 …… 87
2－4－2　所得向上プログラム …… 87
2－5　普及と教育 …… 89
2－5－1　計画の考え方 …… 89
2－5－2　普及教育プログラム …… 90
2－6　総合流域管理計画図 …… 91

3　計画の実施方法 …… 93
3－1　実施体制 …… 93
3－1－1　実施にあたっての関係者等とその役割 …… 93
3－1－2　プロジェクトの組織 …… 94
3－1－3　他機関との調整 …… 95
3－2　事業の進め方 …… 96
3－2－1　事業の実施 …… 96
3－2－2　事業実施期間 …… 97
3－3　費用の概算 …… 97
3－3－1　費用概算の考え方 …… 97
3－3－2　各種の単価 …… 97
3－3－3　全体事業費 …… 98
3－4　現場レベルでの実施計画策定手順 …… 101
3－4－1　策定の手順 …… 101
3－4－2　VDC プランニングプロファイル(VPP) …… 102
3－4－3　ワードプランニングプロファイル(WPP) …… 107
3－4－4　ケーススタディ …… 112

4　環境配慮 …… 118
4－1　初期環境調査 …… 118
4－1－1　方　針 …… 118
4－1－2　調査の流れ …… 118
4－1－3　調査結果 …… 121
4－2　実施にあたっての配慮事項 …… 127

5　モニタリングと評価 …… 130

6　計画の正当性 …… 133

第３部　資料編

1　各調査における調査項目とその方法（要約）…… 1
2　地形図の作成 …… 3
3　GIS の導入 …… 11
4　TNT mips Operation Manual …… 33
5　土壌試料の分析結果 …… 68
6　水　系 …… 73
7　社会経済ベースライン調査に係る資料 …… 80
8　侵食防止及び危険地予測 …… 116
9　VDC プランニングプロファイル …… 132
10　技術移転 …… 175
11　関係者リスト …… 178
12　ネパール国西部山間部総合流域管理計画調査の経緯 …… 184

図表一覧表

図

第1部　調査編

図1－1　スタディエリア及びモデルエリア …… 4
図1－2　調査業務のフローチャート …… 7
図2－1　ネパールにおける主要な流域 …… 10
図2－2　森林土壌保全省組織 …… 17
図2－3　土壌保全局の組織 …… 19
図2－4　カスキ郡土壌保全事務所 …… 19
図2－5　パルバット郡土壌保全事務所 …… 20
図2－6　サブ・プロジェクトの形成プロセス …… 33
図2－7　実施体制 …… 34
図3－1　ネパールの気象観測所配置図 …… 36
図3－2　スタディエリアを含む西部地域における主要な水系 …… 37
図3－3　ネパールヒマラヤにおける主な地質 …… 41
図3－4　モデルエリアの人口ピラミッド …… 68
図3－5　性別／年齢別の長期不在者割合 …… 69
図3－6　教育を受けていない経済活動人口の割合（カーストグループ別） …… 70
図3－7　モデルエリア別の薪の充足度 …… 73
図3－8　カーストグループ別の一世帯当たり農地所有面積 …… 75
図3－9　水田及び畑地における主要作付パターン …… 76
図3－10　カーストグループ別の家畜飼養頭数 …… 78
図3－11　乾季／雨季別の各種飼料への依存度 …… 79
図3－12　モデルエリア別の森林利用者グループへの参加割合(公式、非公式を含む)… 80
図3－13　家庭内作業への参加状況 …… 89
図3－14　農作業への参加状況 …… 90
図3－15　家畜飼養に対する従事割合 …… 90
図3－16　林産活動に対する従事割合 …… 91
図4－1　モデルエリアの現況と流域劣化の問題点との関連 …… 104
図4－2　流域環境劣化の原因とその影響 …… 105
図4－3　流域環境劣化と住民との因果関係 …… 106
図4－4　農地における土地生産力低下の原因 …… 107
図4－5　森林劣化の原因 …… 109
図4－6　家畜別の飼料利用率 …… 110
図4－7　災害（土砂崩れ／土壌侵食／洪水）の原因 …… 112

図4－8　CWR(Child Woman Ratio)の比較 …… 114

第2部　計画編

図1－1　全体目標と提案する総合流域管理計画 …… 2
図1－2　流域管理のための住民参加のプロセス …… 8
図1－3　基本計画と実施レベルとの関係 …… 11
図2－1　土地利用改善プログラム作成フロー …… 15
図2－2　土地利用改善の概念 …… 17
図2－3　地すべり予防、復旧対策のための土木的対策 …… 47
図2－4　小規模地すべり復旧の実例 …… 53
図2－5　モウジャ村 Ward 8 の大規模地すべり …… 57
図2－6　植生的対策及び簡易な土木的対策による
ガリーエロージョンコントロール …… 63
図2－7　竹ガリープラグ平面図 …… 64
図2－8　竹ガリープラグ断面図 …… 64
図2－9　石積チェックダムの平面図 …… 64
図2－10　石積チェックダムの断面図 …… 64
図2－11　渓岸侵食防止のための護岸工及び河岸林 …… 66
図2－12　侵食防止計画図 …… 68
図2－13　山岳道路の断面図及び排水施設の実例 …… 76
図2－14　インフラ整備図 …… 80
図3－1　実施にあったての役割 …… 93
図3－2　実施体制（案）…… 94
図3－3　行政レベルごとの計画策定手順 …… 102
図4－1　初期環境調査の流れ …… 118

表

第1部　調査編

表2－1　地形区分別の土地利用状況 …… 9
表2－2　計画目標 …… 14
表2－3　ネパール森林面積の推移 …… 21
表2－4　人口動態と薪炭材生産 …… 21
表2－5　ネパールの森林等からの年間飼料供給量 …… 22
表2－6　西部開発地域で Forest Operational Planが承認された
森林利用者グループ数 …… 23
表2－7　事業目標と実績 …… 25

表2－8　住民参加のプロセス …… 29
表2－9　プロジェクトと関連した政府機関の例 …… 34
表3－1　モデルエリアの河川流量 …… 38
表3－2　モデルエリアにおける地質単元 …… 42
表3－3　モデルエリア毎土地利用／植生区分別面積 …… 43
表3－4　モデルエリア毎植生区分別面積 …… 46
表3－5　区分した土壌 …… 47
表3－6　各モデルエリアの土壌区分毎の面積 …… 48
表3－7　主な土壌と土地利用との関係 …… 48
表3－8　土壌単位毎の土壌の性質と土地利用から見た土壌の適合性 …… 49
表3－9　適地区分 …… 51
表3－10　土壌・傾斜区分と適地区分 …… 51
表3－11　モデルエリアにおける大きさ別地すべり …… 52
表3－12　モデルエリアにおける進行中の小規模地すべりの特徴 …… 54
表3－13　モデルエリアにおいて進行中のガリーの現状 …… 57
表3－14　モデルエリアの河川の状況 …… 59
表3－15　渓岸侵食の現状 …… 61
表3－16　スタディエリア及びネパールの他の地域における
土地利用別の土砂流出率 …… 63
表3－17　モデルエリアにおける総世帯数及び総人口 …… 67
表3－18　経済活動人口（15～60歳）の教育水準 …… 69
表3－19　経済活動人口の職業 …… 70
表3－20　モデルエリア別の主たる住民組織の数 …… 71
表3－21　主たる飲料水源 …… 72
表3－22　自家生産の穀物及び野菜の消費充足度合 …… 73
表3－23　モデルエリアにおける平均農地所有面積 …… 75
表3－24　モデルエリア別主要作物の平均栽培面積、収量及び生産量 …… 77
表3－25　作物収量の比較 …… 77
表3－26　家畜を飼養しているサンプル世帯の割合 …… 78
表3－27　モデルエリア毎の歩道の総延長 …… 81
表3－28　モデルエリア毎の道路の総延長 …… 83
表3－29　モデルエリア毎の恒常的な水源地の現状 …… 84
表3－30　成人男女が選んだ機能別の森林改善策 …… 95
表4－1　各モデルエリアの適地区分面積 …… 97
表4－2　土地利用別適地区分面積 …… 97
表4－3　林相別疎密度別森林の分布 …… 98
表4－4　土壌の諸性質 …… 99

表4－5　土地利用別地すべりの数 …… 100
表4－6　傾斜別規模別地すべり分布 …… 101
表4－7　土地利用区分と危険地予測 …… 101
表4－8　ネパールにおける穀物の生産／消費バランス …… 102
表4－9　モデルエリア別の一世帯当たり農地面積及び作付密度 …… 107
表4－10　モデルエリア別の森林と村落林の状況 …… 111
表4－11　災害に関するベースライン調査結果 …… 113
表4－12　外部サポートを受けた経験を持つ住民の割合 …… 114
表4－13　住民一人あたりの農地面積 …… 115
表4－14　流域環境劣化に対する隠れた要因 …… 116

第2部　計画編

表2－1　ハザードから見た土地利用のあり方 …… 16
表2－2　適地区分から見た土地利用のあり方 …… 17
表2－3　現況の土地利用と様々な規制 …… 18
表2－4　土地利用改善マトリックス …… 18
表2－5　土地利用改善プログラムの概要 …… 21
表2－6　モデルエリア毎の土地利用改善計画 …… 22
表2－7　土地利用改善による面積の推移 …… 22
表2－8　必要苗木本数 …… 36
表2－9　植栽候補樹種及び牧草 …… 37
表2－10　モデルエリア別小規模地すべり予防復旧計画 …… 49
表2－11　小規模地すべり予防復旧対策 …… 52
表2－12　モデルエリア別大規模地すべり予防復旧計画 …… 54
表2－13　大規模地すべり予防復旧対策 …… 56
表2－14　モデルエリア別ガリー侵食防止計画 …… 59
表2－15　ガリーコントロール対策 …… 62
表2－16　モデルエリア別渓岸侵食防止計画 …… 65
表2－17　渓岸侵食防止対策 …… 67
表2－18　歩道改善プログラムの対象になる歩道の延長 …… 74
表2－19　道路改善計画 …… 75
表2－20　モデルエリアにおける恒常的な湧水の水源地に対する改善・保護目標 …… 79
表3－1　各種単価 …… 99
表3－2　全体事業費 …… 100
表3－3　VDC/Ward Selection-Summary …… 104
表3－4　VDC Planning Profile(Legend) …… 105

表３－５　VDC Planning Profile(Ward Selection) …… 106
表３－６　WPP の様式 …… 111
表３－７　WPP-ケーススタディ …… 113
表４－１　スコーピング用チェックリスト …… 119
表４－２　選定理由 …… 121
表４－３　モデルエリア毎の現状調査結果 …… 122
表４－４　環境影響要因 …… 124
表４－５　スコーピング用チェックリストを用いた影響の有無と程度 …… 125
表５－１　本計画におけるモニタリング及び評価項目と方法 …… 131

第　2　部

計　画　編

要　　約

1．目　的

(1) スタディエリア内に設定した5モデルエリアにおける「社会経済ベースライン調査」の実施

(2) モデルエリア毎の社会経済ベースライン調査及び自然条件調査を踏まえた総合流域管理計画（マスタープラン）の策定

(3) スタディエリア内の総合流域管理計画策定のためのガイドラインの作成

2．流域の現況

調査対象の西部山間部流域は、これまでに人口の増加に伴う食糧の確保、生活に必要な薪炭材の確保等のため、農地の拡大、森林伐採が行われ、天然資源への圧力が加わって来ている。

気象、地形、地質、土壌等の厳しい自然条件のもとで、各所に土壌侵食が見られ、また、その危険性（ハザード）の高いところが多い。

また、住民の生活を見ると、食糧の充足のため山間地の耕作可能であると考えられる箇所は急傾斜地にもかかわらず開発され、農地としての利用形態が取られている。

しかしながら、農用水の恒常的使用が可能な箇所が限定されているため、住民の求める水田は限られており、中腹から頂上へ至る斜面は畑地となり，ムギ、トウモロコシ、アワ、シコクビエ等が栽培されている。

このため、住民は十分な所得を得られないことから、他地域への出稼ぎ、或いは耕作放棄地も見られ、土地の管理の不十分なところが多い。

このことは、モンスーン季等の多量の降水量に土壌の流出等による侵食が数多く見られ、流域環境の劣化が懸念されている。

3．問題点の発掘

山間部にはネパール全土に共通するアクセスの悪さ、人口の増加、不十分な外部サポート、農地の不足、不十分な現金収入、日常的な過重労働、生活上のニーズの優先と言った土地の保全に対する対策が不十分であること等の根本原因がある。

本調査は流域環境劣化の問題を表面侵食による土壌流出からくる「土地生産力の低下」、

過剰利用と思われる資源利用からくる「森林の劣化」、各所にみられ、またハザードの高いところに居住する住民に対する影響を「災害の発生」の８つの問題点として捉えている。

４．総合流域管理計画策定の方針

これまで流域管理は国家的施策として行われてきており、今後とも行政が広範囲にわたる計画を策定し、実施していくことが重要である。

しかし、財政的また組織体制からも、大規模に事業を継続していくことは困難が多い。

山間地域の住民は、生活を森林等の天然資源に依存しており、生活と密着している。このため住民生活を直接向上させることのできる事業を住民参加によって実施し、森林利用圧を軽減することによって、流域管理を継続的に効果的に行えるとの認識をもつ。

本計画策定に、あたっては、３つの問題点の解決のため、次の３つの全体目標をもち、計画（プログラム）を策定している。

(1) 土地生産力の維持

(2) 森林資源の保全と利用

(3) 災害の軽減

また、住民参加を促進するために住民ニーズに基づく地域振興プログラムを策定している。

５．提案する総合流域管理計画内容

(1) 土地利用改善プログラム

３つの全体目標を達成するために、現存の森林、草地、農地を対象に保全面（ハザード）、生産面（適地区分）からそれぞれの適正な土地利用のあり方について検討し、住民ニーズを取り入れた土地利用改善プログラムを作成する。

① 森林については、

a．森林資源の保全と利用を目的とし、水土保全のための森林（森林改善プログラム１）

b．木材等の生産と住民の収入向上のための森林（森林改善プログラム２）

を計画する。

② 草地については、

a．保全面から最も配慮すべきところであり、ハザードの程度のより森林化を図る草地（草地改善プログラム１）、

b．シルボパストラルを導入する草地（草地改善プログラム２）、

c．現状の草地を改良するところ（草地改善プログラム３）

を計画をしている。

③　農地については、

a．土地生産力の維持と向上を目的に、テラス改良を導入す農地（農地改善プログラム１）

b．アグロフオレストリーを導入する農地（農地改善プログラム２）

c．現況水田で水土保全機能を維持する農地（農地改善プログラム３）

を計画している。

④　以上の各種改善プログラムを行うのに必要な苗木生産するための苗畑についても計画している。

(2)　侵食防止プログラム

災害の軽減を図るため、侵食の規模、保全対象とから、対象地を決め、その対処法について侵食防止プログラムを作成している。

①　地すべりについては、小規模地すべりは土木的工法、植生的工法を取り入れその復旧と予防を考える。大規模地すべりは住民参加レベルによる復旧は困難であり、水処理等による予防に重点を置いている。

②　ガリー侵食は、植栽、分水路、チェックダムを組み合わせ、住民が容易に参加できる工法を用い、維持管理も容易な材料を用いることとする。

③　渓岸侵食は、土木的工法、植生的工法を用いて侵食の軽減を図っている。

(3)　生活環境改善プログラム

流域の保全、環境の保全を図るためは、住民の身近な問題を解決しつつ、住民の理解と協力を得ることが重要であるとの考えから、次の生活環境改善プログラムを提案している。

①　インフラ整備については、侵食防止の観点も加え、歩道の改善、道路の改善について計画を行っている。

また、住民からのニーズが高い道路の新設についてはその可能性について検討を行っている。

飲料水の供給は、湧水の周辺の整備計画と水道管の設置の必要性について提案している。

②　この他、住民の生活環境の改善に係る吊り橋の整備、精米所の設置、灌漑施設の復旧等の必要性について提案している。

③　保健衛生に関してはトイレの設置、教育に関しては識字教育の奨励、学校の維持管理が必要であることに言及している。

④　森林資源の保全と関連して、改良ストーブ、バイオガスの導入についても提案している。

(4)　所得の向上プログラム

地域住民にとって生活環境の改善とともに収入の向上は関心の高い。

このプログラムを実施することにより女性や職業カーストの事業に対する関心や理解が深まり、また、日常生活における労働の軽減につながることを期待する。

①　住民にとって、農作物による現金収入が最も生活に密着しており、導入しやすい。計画では、麦、野菜、果樹の導入を収入向上プログラムとして提案している。

この場合、市場情報の提供が重要であるとともに、作付け方法などについても、関係機関との連絡調整も必要である。また、ヤギの飼育も住民の収入につながり、懸念される土地に対する影響も、十分考慮して実施すれば、所得向上と森林保全が同時に達成できる可能性が高い。

②　小規模加工施設の導入は、竹細工等の伝統的なもの以外は特に目新しいものはなく、野菜果樹等の可能性も・現時点では低い。

これを伸ばせられるかどうかは、ポカラ等の消費地の需要状況にかかってている。

③　出稼ぎによる耕作放棄地の出現は、農業生産ばかりでなく、土壌保全上からも問題であり、労働力を地元に戻すための雇用対策が重要である。

当面はプロジェクト活動への参加機会を創って収入の確保を図り、将来には、上記加工施設への雇用が促進されることが望まれる。

(5)　普及・教育プログラム

普及・教育活動は、住民が自ら流域保全・森林保全を行うというインセンティブを与えるものであることから、一方的に環境保全の方策の伝達であってはならない。

効果ある実施計画を策定し、実施するために、関係者（住民、NGO、現場職員等）の知識・技術レベルを向上させ、計画実施主体を住民中心にハンドオーバーしていくためにも重要なプログラムである。

6．実施の方法

(1) 実施体制

本計画の実施にあたっては、土壌保全局等の関係機関と地域住民等の現地関係者が互いに協力・連携しあう事業実行主体（プロジェクトチーム）を構成していくものとする。

(2) 計画の進め方

本計画では、各モデルエリアを一つの流域とみなし、これを計画単位（Planning Unit）としている。

この計画単位のもとに計画実施は行政単位で行うのが、住民の組織化、予算の執行、計画実施後の維持管理上好ましい。

本計画においては、国の予算配分、計画の優先度の決定、VDC内での連携、計画実施後のフォローアップの円滑な推進等を考え、VDCを計画単位と考え、その中のWardを対象に計画の実施を行う。

(3) 計画実施期間

本計画では、計画の規模、組織体制、住民の自立度によって計画期間が定まる。

計画実施のための準備から、住民のエンパワーメント、計画実施後の維持管理等を考えると、準備期間に２年、実施期間を３ないし５年ぐらいと想定し、一つのVDCの事業期間を５年程度とする。

こうしてモデル的に実施したVDCの事例を考慮しながら、次の計画実施にむけて住民の自立を期待し、地域住民等へハンドオーバーしていく。

(4) 現場レベルでの活用

① DDC（郡）レベルでは、本計画（マスタープラン）を提示し、各種の情報を基にVDCの選定を行う。

② VDCレベルでは、本計画とVDCプランニングプロファイル（VPP)によって、Ward（集落）を選定する。

また、Wardレベルでは、Wardプランニングプロファイル（WPP)を住民との実施計画策定の基礎資料として活用する。

本計画では、次の5Wardについて、WPP用いてケーススタディを行っている。

a. Kaski North Model Area : Arba Vijaya VDC : Ward No.2

b. Kaski Bast Model Area : Siddha VDC : Ward No.7

c. Kaski West Model Area : Pumdi Bhumdi VDC : Ward No.5

d. Parbat North Model Area : Katuwa Chaupari VDC : Ward No.9

e. Parbat South Model Area : Tribeni VDC　　: Ward No.7

7. 環境配慮

(1) 初期環境調査

ネパール国の「林業部門アセスメントガイドライン」によって、環境の配慮を行い、調査の進め方、チェック項目についてはJICAのガイドラインを用いている。

調査は、現状調査と影響要因の設定を行い、スコーピングにより影響の有無を判定している。

(2) 実施に当たっての配慮事項

計画の実施に当たっては、放牧の規制、必要最小限の土木工事、適切な水処理法、住民間との調整等、各方面での配慮が必要である。

8. モニタリングと評価

本計画は全体目標を示す基本計画であり、住民参加により計画を実施することから、対象地域の具体的な特定を行っていない。ここでは、計画実施後のモニタリングと評価に必要な項目、方法等について述べている。

9. 計画の正当性

本計画により期待される便益及び効果はつぎのようなものがある。

(1) 森林資源の保全

(2) 災害（侵食）の軽減

(3) 食糧生産の増加

(4) 村落の生活環境条件の改善

(5) 住民の所得向上

(6) 飲料水源の確保

(7) 住民の知識、技術、問題解決能力の向上

(8) 土壌保全事務所の職員のマネージメント及び技術能力の向上

(9) また、住民参加による計画の実施は、事業の継続性、コストの削減、事業効率の向上等が図れる。

(10) 森林との関わりが深い女性や社会的弱者層のエンパワーメントを行って、事業実施への参加促進を本計画に取り入れることにより地域住民の生活レベルの向上が図れ、森林

保全、流域保全への理解と関心が深まり、持続的な取り組みが可能となる。

10. 提　言

本計画策定に伴う提言事項については、カウンターパート機関である土壌保全局の政策との関連もあり、詳細な記述は避けることとし、次のよう一般論を述べることとする。

(1) 調査対象地における土壌侵食に対して、住民参加による流域管理という基本的立場で対応できるものには限りがある。大規模な地すべりのようなマスムーブメントに対しては、住民の移転・避難策を含めて、国家レベルでの対処が必要である。

(2) 本計画では、住民が流域管理に参加できる状況を創り出すための支援プログラムを併せて提案している。このため、関係機関の組織体制の充実と支援・体制の確立が必要である。

(3) 流域管理計画を策定し、計画を効果的に実施するために、現況の把握を的確に行うことが重要である。このため、データの集積が必要であり、そのための体制の整備が必要である。

(4) 本計画を効果的に実施するために、関係者の資質向上が望まれる。
そのため、関係スタッフに対する知識・技術・技能の教育・訓練が必要である。

1．総合流域管理計画の基本方針

1－1　総合的流域管理の必要性

調査対象の西部山間地は、これまでに人口増加に伴う食糧や薪炭材の確保のために、農地の拡大や森林の伐採が行われてきた。当該地域は地質、土壌の条件、地形的条件、気象条件から各所に土壌侵食がみられ、また、その危険性の高いところが多い。

このため、国土保全及び森林資源の維持を図って流域環境の劣化を防止し、回復を図っていくことが急務であり、緊急的、かつ、効果的な流域管理が望まれる。

これまで流域管理は国家的施策として行われてきており、今後とも行政による広範囲にわたる計画の策定・実施が重要である。

しかしながら組織的・財政的なことから、大規模に継続的に事業を実施していくには困難が多い。

継続性があり、効果のある流域管理を実施するためには、地元住民の流域管理の必要性、事業実施に対する理解と協力等、住民参加が不可欠なものである。

このため、これまでの土壌保全及び流域保全施策のみならず、住民の生活環境の整備、収入向上への対策等を取り入れ、総合的なアプローチから住民自らが自分たちの流域の管理を行って、国土の保全と森林資源の維持を図っていくことが重要となり、総合的流域管理の実施が必要である。

1－2　総合流域管理計画の前提条件

① 流域（地域）の自然環境・国土保全のための基本計画であること。

② 地域振興を通じて流域管理を行うという最終目標をもっていること。

③ 現況を的確に把握し、正確な認識のもとで計画を策定すること。

④ 計画はネパール国の施策（土壌保全局のスキーム）を反映していること。

⑤ 計画の当面のユーザーは現行のJICAプロジェクトであるが、最終ユーザーはC/P機関である土壌保全局を常に意識していること。

⑥ 実施計画策定はユーザーが地元住民参加のもとで行うことを基本としているが、その策定手順まで論及していること。

⑦ 計画実施は住民参加のもとで行うことを前提して、外部支援に偏向していないこと。

⑧ 実施計画策定及び計画実施が容易に行われるように、種々の情報をユーザーに与えられること。

⑨ 提案するプログラムは、規模、経費、期間等から現地で実行可能にものであること。

⑩ 本計画に基づき実施された成果は、普及・教育に役立つものになること。

なお、計画単位は流域単位となることが望ましい。しかし、本計画の区域分けは必ずしも流域単位になっておらず、事業実施の容易さを考慮して、行政単位になっている。

このことから、本計画はある面においては一般論となっており、またある面においては詳細なものとなっている。

1－3　全体目標の設定

自然条件調査から、モデルエリアの森林、農地、草地等の土地利用の現状および土壌、地質等の分布を明らかにし、これらを基に危険地予測、適地区分等を行っている。また、社会経済ベースライン調査からモデルエリアの問題点が明らかになった。このように、本計画においては流域全体の有する問題点を明らかにし、これに対してどのような対策を立て、これをどのように実行するかということを示している。このように、流域全体の有るべき姿を示すことが重要であり、これを提案するのが本計画の役割である。

このため、本計画では図1－1に示すような目標を設定し、この目標に向け、根本原因を解消する努力を通じて、問題を解決するための対策を提案し、流域の保全及び森林の保全を図るものである。

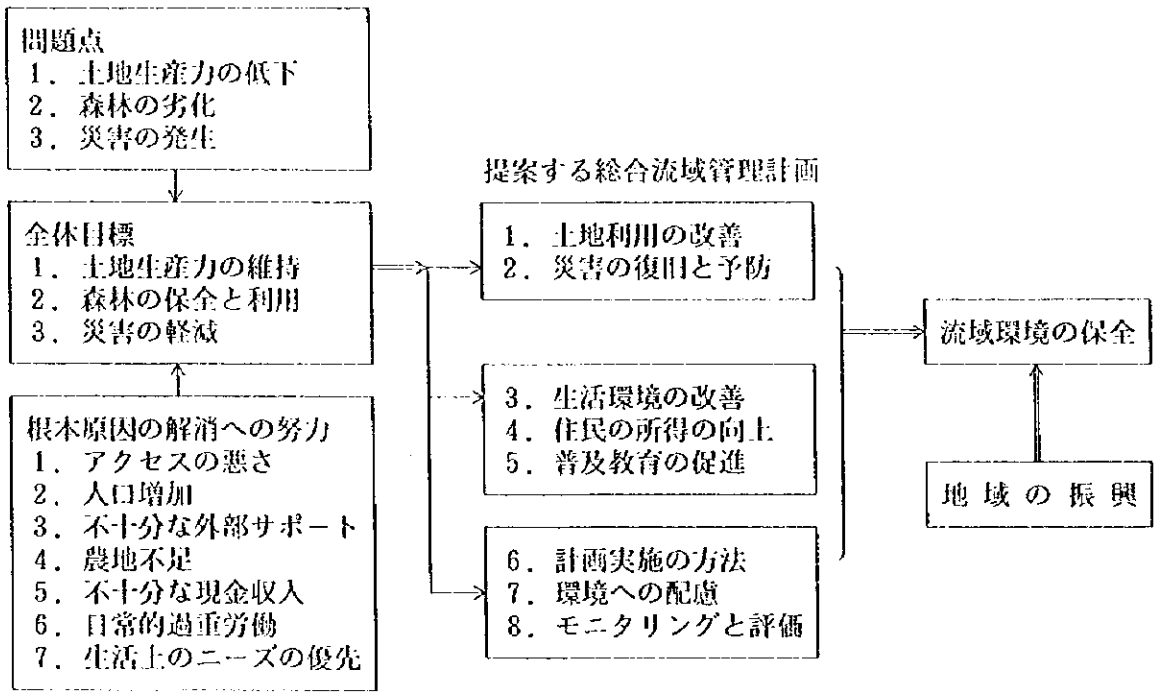


図1－1　全体目標と提案する総合流域管理計画

(1)　土地生産力の維持

流域保全管理を通じて、土地生産力の低下に係る次の主な原因を解決し、森林と農業生産に関する住民のニーズを充足しつつ、土壌保全及び適切な農業システムの導入により土地生産力の維持を図る。

① 農地の不適切な利用

② 不十分な養分供給

③ 土壌養分の流亡

(2) 森林資源の保全と利用

地域住民は森林資源環境から様々な恩恵を受けて生活しており、依存度も高い。森林の劣化に係る次の主な原因を解決し、森林資源の保全と利用を図る。

① 森林資源の過剰利用

② 森林保全・管理の不十分

③ 地すべり

(3) 災害の軽減

次のエロージョンに係る原因を解決し、土壌流出、洪水、地すべりによる荒廃から土地を保全し、生態系のバランスを維持し、流域住民の生活の安定に資する。

① 森林劣化

② 不十分な防災復旧措置の実施

1－4 根本原因の解消への努力

全体目標を達成するためには、目標に係る問題点の解決のほか次の根本原因を解消する努力により、住民の生活改善、収入の増加、住民への普及等を図って、流域保全及び土壌保全を図ることが必要である。

(1) アクセスの悪さ

これは地域住民の日常行動に大きく制限を加えており、十分なインフラ整備が望まれるが、これには国家あげての施策が必要となる。

(2) 人口増加

モデルエリアは出稼ぎ等のため、見掛け上はネパール全体より人口増加は少ない。しかし、青少年の男子活動層の移動が多く、地域内での生産活動に制限を与えている。出稼ぎに依存しないで済むような収入源の開発が望まれる。

(3) 不十分な外部サポート（技術的、資金的）

地域住民の自立が望まれるが、その段階に達するまでには、技術的・資金的な外部サポートが必要となる。

流域管理に係る的確な効果ある事業を採択し、当面は外部サポートによって、住民にインセンティブを与えることが重要である。

(4) 農地不足

土地生産力とも関係するが、土壌の肥沃度が低下している地域にあっては、作目種の選択とともに、土壌肥沃度の低下を阻止し、向上させること等によつて、農地不足を解消していくことが必要である。

(5) 不十分な現金収入

自給自足的な生活を行っている地域住民に対して生活の向上を図る必要があり、そのためには換金作物等の導入が必要となる。

さらに、生活に密着した森林から得られる林産物等の収入も将来的には住民所得の向上に大きく貢献するものと考える。

所得の向上を図ることにより、農作物生産、燃料の運搬等に労働力が軽減され、流域劣化に対するインセンティブも生ずる。

(6) 日常的な過重労働

慢性的となっている女性の過重労働を軽減するためには、飲料水の供給施設の整備、能率的なカマド導入による薪炭材消費の軽減、土地生産力向上による所得向上等を図ることが重要である。

(7) 生活上のニーズの優先

生活のニーズが解決されないと、土地保全及び森林保全の流域管理への関心が向かない。このため、当初は外部サポートによる生活上のニーズに対応することが必要となる。また、生活にゆとりが生じてくることで、「土地生産力の維持」、「森林資源管理・保全」、「災害防止」のための流域管理への関心が向上してくることに期待する。

しかし、どこまで住民ニーズにこたえるかについては十分考慮する必要がある。

1－5　目標達成のための方策

1－5－1　適切な土地利用とそのマネージメント

不適切な土地利用が流域劣化の問題点を引き起こしている。

モデルエリアにおける農地はすでに開発されており、残された森林が北斜面の急なところに分布している。これらの森林は、住民への薪炭、飼料、用材等の供給資源として活用されており、また、水資源のかん養機能によって住民生活に寄与している。更には農地や下流への土砂流出も防止する機能を発揮している。

森林の劣化や地すべりの発生は、流域の荒廃を増大し、森林からの恩恵を妨げ、農地に対する被害を広げ、住民生活に多大な影響を及ぼしている。

一方、住民の食糧不足は農地の過剰利用、不十分な土壌養分補給、土壌流亡等による土地生産力の低下及び農地不足に起因しており、住民生活に対する直接的な影響を及ぼし、不十分な農地の維持管理や不適切の耕作を招き、流域の荒廃へとつながっている。このためには、地力の維持し、土地生産力を向上させることが住民にとって大きな課題となっている。

これには、土地の保全と生産とのバランスを考え、現在ある土地利用を最大限に活用し、「土地生産力の維持」、「森林の保全と利用」、「災害の軽減」の全体目標を達成するため、適切な土地利用の改善策及びそのマネジメント策を提示することが重要となる。

1－5－2　災害の復旧と予防

モデルエリア内には地すべり等のエロージョンが発生し、農地をはじめ、道路、水路に対し多大な災害を与えている。モンスーン時における多量の降水は、脆弱な地形と地質、そして不適切な土地利用の管理が絡み合って、災害を引き起こしている。

住民調査からも、地すべり、土砂の崩壊、土砂流出等の被害経験者が多く、農民生活に直接影響を及ぼしており、迅速な解決が必要である。

これには、ネパール土壌保全局及び VDCの財政力を考慮すると、地元住民の能力でできる対策案を提示することが必要であり、住民参加のエンパワーメントと持続的な事業を進めるためにインセンティブを与えることが重要となる。

これらのことから、本計画では当面行うべき災害の復旧・予防対策をハザードの面から提案する。

1－5－3　住民生活の向上

地域住民は、水、道路、水道等直接生活に結びつくインフラに対する関心が高く、森林に関してはそれほどではない。このことは、単に住民に森林・環境保全の理解を求めても、彼らの参加を期待することは困難であることが、これまでの経験が示している。

また、流域環境の劣化には、自然条件的な要因のみならず、地域における社会経済条件的な原因があることが明らかになっている。たとえば、「土地生産力の低下」は、土壌、地形条件、気象等の自然条件的な原因がある一方、農地の過剰利用、不十分な土壌養分の供給等の社会経済的条件から見た原因がある。

特に、社会経済的条件からの原因には、アクセスの悪さ、不十分な現金収入、日常的過重労働等が根本にあり、流域保全及び環境保全に向けて、これらを解決しながら、住民の

理解や参加を求めることが必要となる。

地域住民は森林に依存しており、森林を保全することにより各種資源を継続的に得ることも可能であり、これが所得の向上にもつながるものと考えられる。

そこで、本計画においてはこのような点を踏まえ、土地利用の改善や災害の復旧と予防プログラムに加え、生活環境改善、所得向上のためのプログラムを検討し、住民の生活向上を意図した各種対策について本計画の中に取り入れている。

1－5－4　住民参加の促進

(1)　住民参加

これまでネパールにおいて流域の保全と地域住民の生活の安定と向上を目的としたいつくかの土壌保全、流域管理プロジェクトが行われてきた。

その中で、住民の理解を得て行われてきたプロジェクトもあるが、必ずしもそうでないものもあり、その結果は前者は継続性、実現性のあるものになり、後者は一過性のものとなる。土壌保全局においてもこれらの反省に立ち、荒廃地の復旧、土地生産力の維持が住民の理解と協力なくしては流域の管理は行えないとし、1993年に住民のガイドラインを出すに至っている。

「住民参加」における問題点は以下のとおりである。

①　組織化の問題

a．利用者グループの規定が不明なため、女性の役割についての理解が不足し、問題が生じた。

b．土壌保全事業は多くの労働力が必要であり、これが住民の日常生活の負担になってはいけない。

c．住民参加を促す指導者がいない場合、消極的な農民の参加は難しい。

d．事業の目的や参加する意義が理解できるための教育レベルに達していない。特に女性や貧困農民の場合顕著である。

e．外部支援の経験が無く、どのように参加すればよいのか理解できない農民もある。

f．本来、住民のニーズは多様であり、最も関心のある事業に目を向いてしまう。このため植林や土壌保全に関してはその参加が次に回ってしまう。

g．ユーザーグループが形成された後の資金管理能力、組織の自己運営能力が不足し、事業が円滑に進まない。

h．ユーザーグループの計画策定、実行能力においてもいまだ十分でないところがあり、

事業が終了した場合、ドナーへの依存が解消しない恐れがある。

② 住民の理解不足

a．渓岸侵食に対する住民の理解不足が不足し、プロジェクトの事業実施が円滑に行われなかった。

b．耕作放棄地に対して植林を行ったが、その後の維持管理の段階で、牛等の侵入により植栽地の樹木が枯れた。事業全体の流れと将来どのようになるかの理解が必要であった。

c．事業に参加する住民を単なる労働力の提供と理解しているものが少なくないと聞く。これは住民の側にもいえることで、事業の主旨、つまり今自分たちが行っていることが、流域の保全に少なからずとも役立っているという意識がなければならない。

住民参加に関連して住民を流域管理プログラムへ参加させるためのプロセスには図１－２に示すように次の３段階が考えられる。

(a) 住民参加が最も遅れている場合（支援段階）

(b) 住民の理解はあるが、技術的、知識的に不十分であり、十分な普及・教育が必要である場合（普及・教育段階）

(c) 住民参加形態が十分に確立しており、すぐにプログラムの実施が行える場合（自立段階）

このようなプロセスを踏まえ、段階的にドナーのプレゼンスを進め、プロジェクトチームからＨＭＧへとハンドオーバーされ、最終的には住民の自立による流域管理が実施されるようになるものと考える。

図１－２は、住民参加を最初から図る必要のある場合（遅れている場合）からプロセスを示している。VDC、WARDによっては常に様々なステージのグループが混在していると考えられ、参加のプロセスをグループによって対処する。

(2) 実施体制と外部支援

① 土壌保全局スタッフ

現在モデルエリアを所管する土壌保全事務所はカスキ、パルバットの二つの事務所である。

土壌保全事務所のスタッフは日常の義務である地すべりの工事、テラスメンテナンス等を行っているばかりでなく、多様な住民のニーズに答えるため、他の分野のニーズとの調整義務、ユーザーグループ組織化の支援なども行わなければならない。

一つの事業を実施する場合、住民の接触から始まり、ユーザーグループの組織化、住

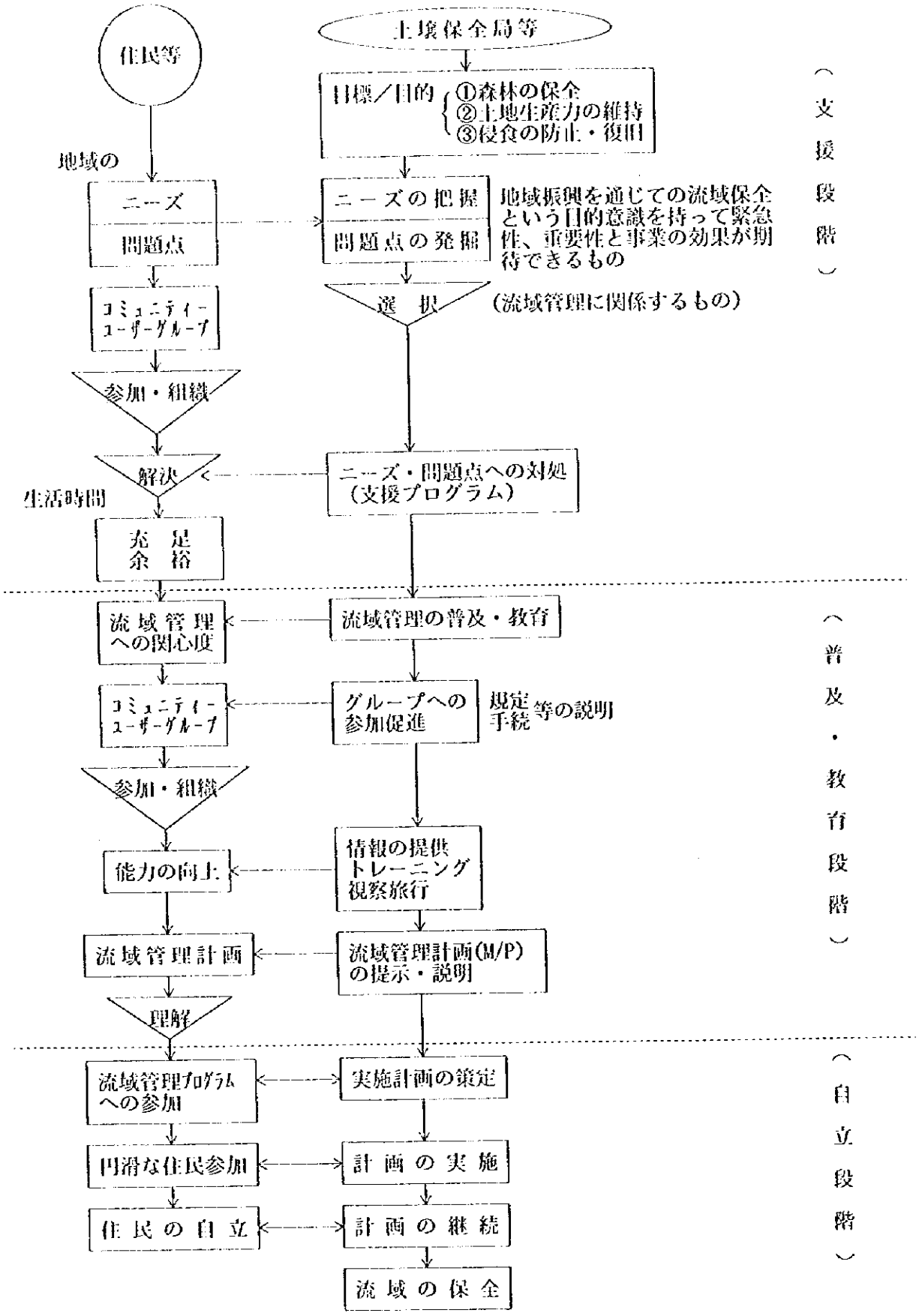


図１－２　流域管理のための住民参加のプロセス

民との計画策定、見積、そして施工管理等といくつもの段階を経てプロジェクトが実現の運びとなる。いくつものプログラムを限られた人員で行うとすれば、十分なユーザーグループとの打合せや、現地での状況の把握が出来ず、円滑な事業の実施はおろか、持続的な事業も困難なものにする恐れがある。

ポカラ、クスマにあるそれぞれの事務所から現地へは一部車道のあるところを除きほとんどが徒歩である。各 VDCに駐在員事務所があるわけではなくたいていの職員はポカラ、クスマに住み、必要なときに現場へ行くことになるが、運搬手段、旅費の問題等で十分な現場活動は難しいのが現状である。

また、土壌保全事業や所得向上事業が住民にどのような利益をもたらすか、地域の発展にどれだけ貢献するか等の情報普及が進展しないために住民参加が円滑に行われない。

さらに、事業を消化することに追われ、住民の組織化にかける十分な時間やコミットメントが不足し、住民から理解を得られないまま、事業が停滞することが生じる。

以上、問題点を整理すると以下のとおりであり、これはモデルエリアのみならず、ネパール全体の問題でもある。

a．普及員の数が少ない
b．普及のための手段が未整備である
c．普及員の技術レベルが低い
d．展示効果を示す例が少ない
e．他の分野との連携が不十分

土壌保全局においては、普及訓練センターをカトマンズに設け、現場職員の普及に関する訓練を行っており、技術レベルの向上をはかっているが、まだまだ十分でないのが実情である。

このため、土壌保全局スタッフ及びNGOの資質の向上、そのための訓練等も不可欠である。特にNGOは、ドナーがフェイズアウトした後の土壌保全局のパートナーとして重要な役割をもっている。

② NGOの活動

ネパールの場合、土壌保全事業のみならず他の事業においても、外部支援として外国政府からの援助と NGOの活動が大きい。土壌保全事業についての外国政府の支援については第１部　調査編で述べたとおりで、土壌保全局をＣ／Ｐとして、それぞれ成果を上げている。また、 NGOの活動は直接的には当モデルエリアに隣接するBTRT, ACAP等があり、間接的にはJICAプロジェクトにおいて見られるように現地においてJICAチームの一員として活動している例もある。その活動内容の詳細については第１部　調査編で述べ

たとおりで、住民参加のエンパワーメントなどで NGOをはたす役割は大きい。以上のことから、モデルエリアにおいても、計画の実施を円滑に行うためには現在の土壌保全局の職員の改善を図るとともに、今後土壌保全局との連携をはかりつつ、活動の発展が期待される。

なお、 NGOの構成員についても土壌保全局の職員同様普及教育にかかる技術指導や住民支援のための教育を実施する必要がある。

(3) 女性・職業カーストのエンパワーメント

女性は薪炭材や飼料木の採取、水汲み、農作業等といった資源利用を通じて常に流域環境を目にしており、またそれらの資源の希少化による影響を受けている。したがって、流域資源の直接の利用者としての女性は、流域環境の管理・保全にもっとも相応している。

しかしながら、モデルエリアでは青年男性の出稼ぎ不在が多いため、女性は育児・家事のみならず、農作業、現金収入を得るための労働等に自らを酷使している状況にある。このような女性に対して現在の過重労働を軽減することなしに新たな責務を負わせることは現実的ではない。また、流域管理のためにはコミュニティーが集団で活動する必要があるが、女性は日常の労働に忙しく、教育レベルも低いといった理由のほかに、社会慣習の上でもコミュニティー活動になかなか参加できない状態にある。

流域管理活動へ女性を積極的に参加させるためには、女性が集団活動へ参加する環境を創出し、かつ、意思決定段階から集団活動に参画させる女性のエンパワーメントが必要になる。このため、女性の発言が持てるよう、議論方法の形成等について支援することが重要である。

一方、職業カースト世帯（ Damai, Kami, Sarki ）も社会慣習上コミュニティー活動に参加できない階層である。彼らが、他のカーストと比べ貧しく、同時に土地、森林、水といった流域資源の利用を制限されている立場にあるため、女性と同様にエンパワーのうえ流域管理活動に主体的に参画することによって、現状を改善していく必要がある。

1－6　総合流域管理計画の実施レベルでの利用

本計画を実施し、流域保全を図るためには、実施体制の強化、関係機関との調整、支援組織と地域住民との円滑な意見交換が必要であり、住民参加を促進し、円滑な事業を実施するための体制、計画の進め方についての検討が必要である。

計画の実施は、将来的には住民の自立によって行われることが望ましいが、当面は土壌保全局、ドナー、ＮＧＯの支援により実施されるものと考える。

ネパール国政府の国の開発計画において民間活力、特にＮＧＯに期待をしている。この様な住民参加を伴った総合流域管理計画の中には土壌保全局が提供できない技術やスキームをＮＧＯがカバーしていくことが重要であり、マンパワーをカバーしたり、土壌保全局の下請けではなく、土壌保全局の良きパートナーとしての役割をになっていくことが期待される。

また、本計画によるプログラムは、住民との密接なコンタクトを通じ、プログラムの実施をより効率的に、かつ、継続的に実施されることが重要である。

社会経済ベースライン調査の結果でも示すように、 VDCレベルの特徴（各wardの平均）はそこに属する夫々のwardの特徴とはしばしば大きく異なるため、 VDCレベルでのみ地域の特徴をつかむことは、各wardの特徴・ニーズをつかみ損ねることに繋がることが多い。

このことから、ward単位で実施計画を立案し、実施していくためには、フレキシビリティーを持った計画内容でなければならない。本計画は図１－３に示すように、全体を示す基本計画と現地における実施計画とを円滑にむすびつける内容になっていることが求められる。

このため、本計画では社会経済ベースライン調査結果によるのワードプロファイルのほか、wardごとの地域の問題点、それに対する対応策等の必要な情報を示せるワードプランニングプロファイルを作成している。更に各種主題図及び GISの利用により出力した社会経済的条件図は、現地における各種会合、現地での検討に資することができるようにしている。

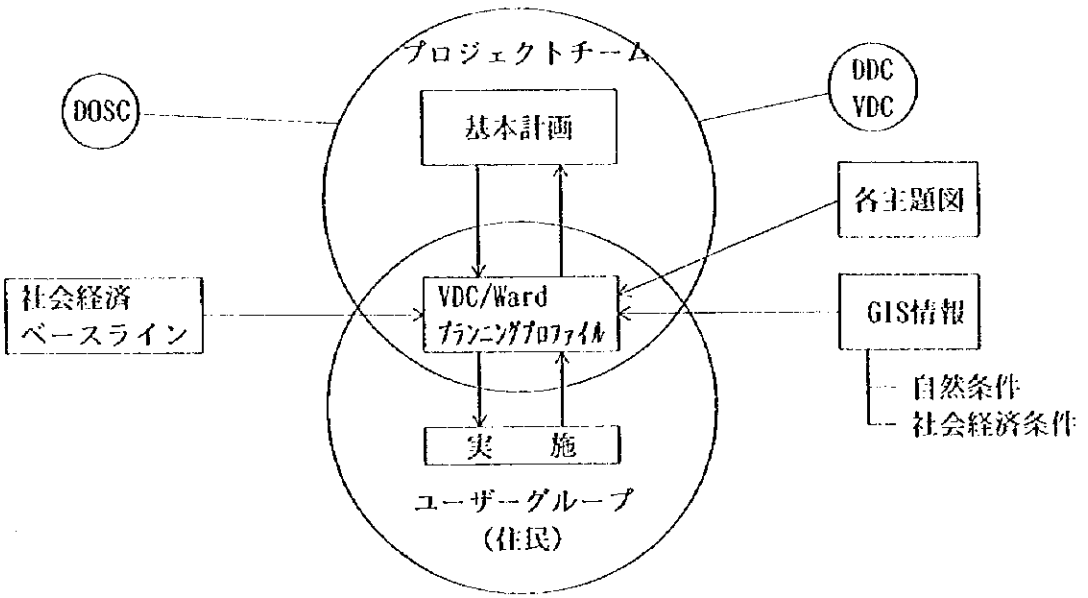


図１－３　基本計画と実施レベルとの関係

1－7　総合流域管理計画のコンポーネント

本計画を策定していく上で、住民ニーズの把握は重要である。また、適正な土地利用に対する方策や侵食に対する予防／復旧の方法について計画するとともに、これを実現するための総合的なプログラムの検討も必要である。ここで提案している計画の内容は次のとおりである。

(1)　土地利用の改善

住民ニーズ、危険地予測（保全面）、適地区分（生産面）から、それぞれの適正な土地利用のあり方を検討し、この結果を基に土地利用改善プログラムを作成し、現状の土地利用に対する適正な土地利用のあり方とそのマネジメントの方法及び技術的な対策について提案している。

(2)　災害の復旧と予防

災害の規模及び保全対象物から対象地を決め、その対処法についてのモデル計画を示している。

この対象となる災害は地すべりや渓流の荒廃、ガリー侵食である。

(3)　生活環境の改善

流域保全に対する住民の理解と参加を得るために、住民のニーズに基づき、当面する問題を解決することである。

道路、歩道、灌漑水路等のインフラ整備に対する住民の要望は高く、計画の中に取り入れたい事項である。本計画では土壌保全の立場も併せ、その改善や修復について述べている。

また、保健・教育についてもその考えられる対策について提案する。

(4)　住民の所得の向上

住民ニーズのうち現金収入も高いところにランクされている。住民の所得は、流域環境の劣化に対して直接的、間接的な影響を及ぼしており、所得向上に係る各種プログラムの実施が流域保全に係る住民の理解向上に大きく貢献する。

このため、本計画では、住民の生活レベル向上のための換金作物導入、家畜飼育の奨励等の対策について提案する。

(5)　流域保全のための普及教育

流域保全事業を円滑に進めるためには、住民への普及・教育による住民の理解と協力が必要である。また、これを支えるNGO、土壌保全局のスタッフについても同様なことがいえる。

本計画では、普及教育のポイント及びプロセスについて提案する。

(6) 実施の方法

以上の各種プログラムを実施し、流域保全を図るためには、実施体制の強化、関係機関との調整、支援組織と地域住民との円滑な意見交換が必要であり、住民参加を促進し、円滑な事業を実施するための体制、実施期間（スケジュール）についても言及する。また、基本計画と実施レベルを結ぶワードプランニングについても述べている。

(7) 環境への配慮

本事業は環境保全を目的とした事業であり、環境に対してはポジティブなものである。しかし、ネパールにおける環境ガイドラインの中で土壌保全事業の計画立案に対して初期環境調査を実施することが定めてあり、計画段階で環境配慮を行う必要がある。

本調査においては、すでに述べたように、モデルエリアの自然条件、社会経済条件から上記プログラムに対する環境への配慮を行うこととしている。

(8) 計画のモニタリング評価

本計画は住民参加により実施されるものであり、具体的な数値をもっていないことから、現時点での評価は難しい。本計画を実施した場合の効果を評価するためのモニタリングの項目、方法、指標等について述べている。

2．提案する総合流域管理計画

2－1　土地利用の改善

本計画の主要な計画の一つである土地利用改善計画は、住民参加を通じ、適正な土地利用を図り、流域の森林及び環境保全に寄与することを目的として作成するものである。

2－1－1　計画の考え方

(1)　土地利用改善の課題

森林資源の不足、土壌の侵食、土地生産力の低下が流域の荒廃や地域住民の生活に多大な影響を及ぼしている。これは過度な森林利用、出稼ぎや労働力不足による農地の維持の不徹底、過放牧による草地の荒廃等適正な土地利用の欠如が最大の原因であり、このまま放置しておけば流域全体の荒廃につながる。

一方、すでに農地の開発が地形の急峻なところにまで及び、森林は急斜面や農家の周辺のみに残っているのが一般的傾向である。農家の土地所有の規模や農作物の不足を訴えている住民の立場を考えると、現況の農地を他の土地利用へ転換することは困難である。

また、森林についてもたとえ農業に適するところがあっても、これを農地に転換することは政策上困難である。本計画においてはこの様な点を踏まえ、保全と生産とのバランスを考え、現実に即した適正な土地利用改善策を提案するものである。

(2)　計画の視点

ハザード及び適地区分から土地利用のあり方を検討し、土地利用改善マトリックスを作成し、これに住民ニーズ及び土地利用に係る規制を加えた土地利用改善プログラムを作成し、土地利用区分毎の最適な土地利用方法を提案する。

土地利用の改善に係る作成フローは図２－１に示すとおりである。

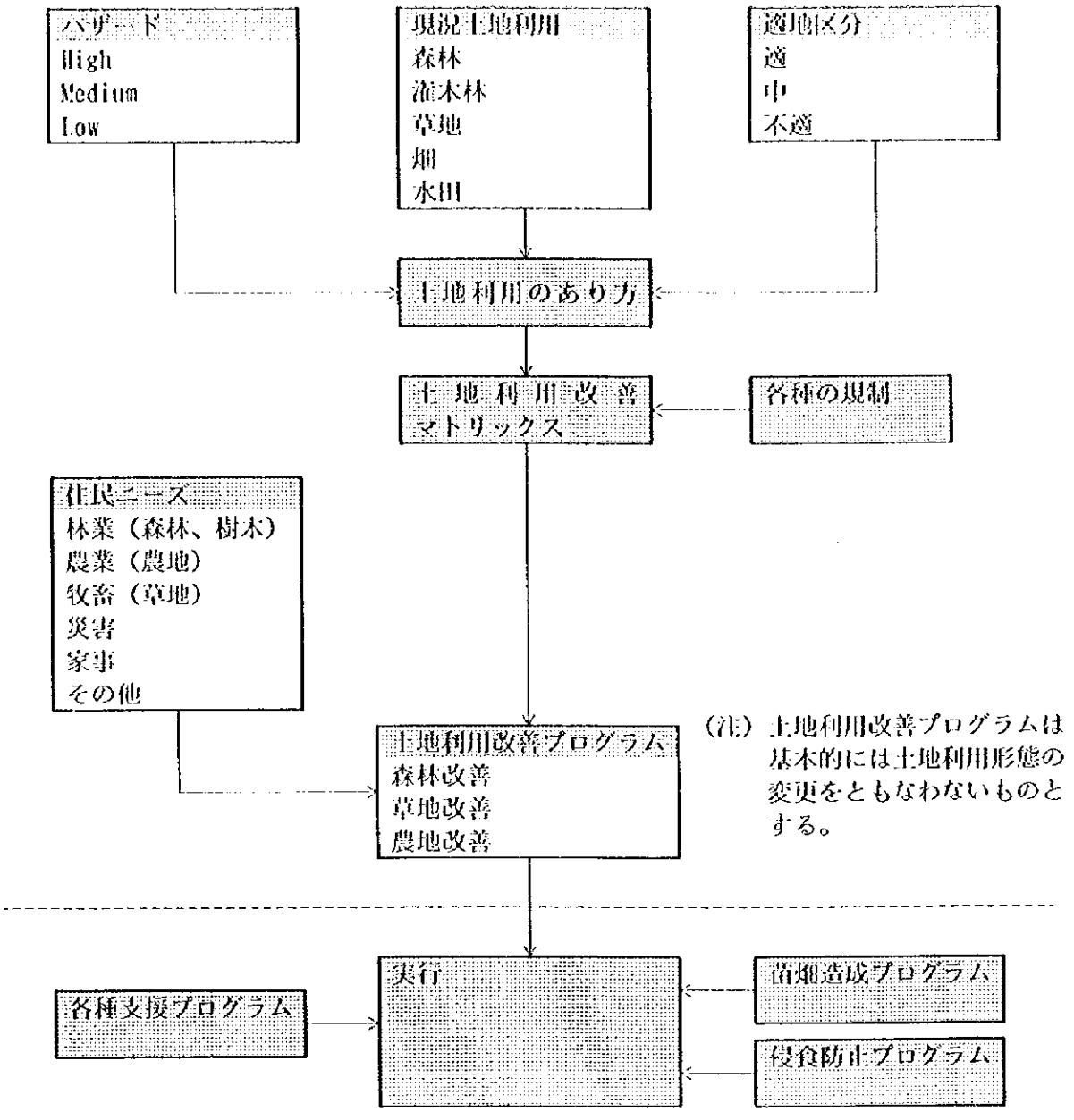


図２－１　土地利用改善プログラム作成フロー

① ハザード（保全面から）

地すべり（マスムーブメント）は、大量の土砂の発生と下流への土砂の流出、農地の破壊、人家の破壊、人命の喪失、洪水の誘発を引き起こし流域の荒廃に大きな影響を及ぼす。

ハザードに対して最も好ましい土地利用は雨水の浸透、表面流速の逓減効果を有する森林であることは言うまでもない。しかし、土地利用の現状から判断してすべての土地利用を森林化することは不可能であり、現状の土地利用に対して侵食防止の観点から改善することが重要である。

ハザードからみた土地利用のあり方は表２－１に示すとおりである。

表２－１　ハザードから見た土地利用のあり方

土地利用	ハザード	土地利用のあり方
森林	高　い	雨水の浸透の促進、表面流速の逓減を図る森林として維持する。 森林を荒廃させない程度に薪、飼料の採取は可能である。
	中　位	同　上
	低　い	森林として木材、薪、飼料等全ての利用が可能である。
潅木林	高　い	水土保全を図るため、森林の造成を行う。
	中　位	同　上
	低　い	薪・飼料等の利用を図るため、森林の造成を行う。
草　地	高　い	森林に転換し、雨水の浸透の促進、表面流速の逓減を図る。
	中　位	放牧との関連性と土壌の保全を考え、混牧林造成を図る。
	低　い	現状維持により、草地の活用を図る。
農地（畑）	高　い	森林に転換したいが、転換が困難であるため、法面の緑化、樹木導入、テラスの改善により、農地の保全を図る。
	中　位	法面の緑化、テラス改善により農地の保全を図る。
	低　い	現状維持ないし必要箇所の保全を行い、農地の活用を図る。

②　適地区分（生産面から）

土地の生産力は土地の過剰利用、不適切な管理、不十分な施肥により減退が引き起こされる。

３－１－５で述べたように適地区分は土壌と傾斜との関係から農業、牧畜、林業のいずれかに適するかを区分したものであり、農業、牧畜、林業いずれにも適するところはおおよそ農業的土地利用ができ、農業に適さないところは林業的土地利用を行うことが好ましい。

適地区分から見た土地利用のあり方は、表２－２のとおりである。

表２－２　適地区分から見た土地利用のあり方

土地利用	適地区分	土地利用のあり方
森　林	適	農地への転換を図りたいが森林が国有地であるため政策上転換は難しい。しかし、作付可能な作物は住民の収入向上の点から導入する。
	中	同　上
	不適	森林として維持管理を図る。
潅木林	適	農地あるいは森林のいずれも選択が可能である。農業適地については農地への転換を図りたい。
	中	同　上
	不適	森林として維持管理を図る。
草　地	適	必要に応じて農地に転換が可能であるが、畜産との調整が必要である。草地改良により牧養力の草地が期待できる。
	中	草地として維持するが、必要に応じて樹木を導入する。
	低	樹木の導入により、土壌条件を改良し、土地生産力を高める。
農　地	適	現状を維持し、農作物の生産を行う。（必要に応じてテラス改善）
	中	現状維持ないしテラス改善及び樹木の導入により土地肥沃度を維持する。
	低	テラス改善、樹木の導入により土地の肥沃度を維持する。

２－１－２　土地利用改善マトリックス

土地利用改善マトリックスは、現存する土地利用に対し危険地予測と適地区分の結果を基にそれぞれの望ましい土地利用のあり方を重ねあわせ整理し、これに現況の土地利用に対するのぞましい土地利用区分を示している。

ハザードの高いところは出来るだけ森林として維持するか、新たに森林を造成するのが好ましく、農業適地（農業、牧畜、林業どちらでも可能なところ）は農地として利用する。

これまでの考え方をあわせて整理すると図２－２のようになる。

ハザード／適地区分	高い	中位	低い
不適	森林的土地利用（保全）		森林的土地利用（生産）
中			
適	農業的土地利用（保全）		農業的土地利用（生産）

図２－２　土地利用改善の概念

この考え方と表２－３に示す各種制限因子を勘案し、表２－４に示す土地利用改善マトリックスを作成する。

表２－３　現況の土地利用と様々な規制

区分	土地所有	規制
森林	基本的には国有地、私有地もある。	森林から他の土地利用の転換は困難、私有地については所有者の権限に従う。
潅木林	森林と同じ	森林と同じ
草地	森林と同じ、共有地と呼ばれるところがある。	草地から森林への転換は可能、私有地及び共有地については所有者の権限に従う
畑	私有地	土地利用の転換は法的には規制はない
水田	畑と同じ	畑と同じ

表２－４　土地利用改善マトリックス

ハザード／適地／土地利用／区分	高い			中位			低い		
	適	中	不適	適	中	不適	適	中	不適
森　林	森１	森１	森１	森２	森１	森１	森２	森２	森１
潅木林	森１	森１	森１	森２	森１	森１	森２	森２	森１
草　地	草３	草３	草３	草１	草２	草２	草１	草１	草２
畑	農２	農２	農２	農１	農２	農２	農１	農１	農２
水　田	農３	農３	農３	農３	農３	農３	農３	農３	農３

マトリックスに示す略語は以下のとおりである。

略　号	内　容	現　況
森 1	現行の土地利用は森林及び潅木林で、Highハザードのところではすべての適地区分に、Mediumハザードのところでは適地区分の中ないし不適、Low ハザードのところでは適地区分上で不適が対象となる。保全的な森林として維持管理	森林（潅木林含む）
森 2	現行の土地利用は森林及び潅木林で、Mediumハザードのところでは適地区分の適、Low ハザードのところでは適地区分の中ないし適が対象となる。生産的な森林として維持管理	
草 1	現行の土地利用は草地で、Mediumハザードのところでは適地区分の適、Low ハザードのところでは適地区分の中ないし適が対象となる。土地利用のあり方からは農業的土地利用が好ましいが、土地所有の関係等から草地として利用する。	草地
草 2	現行の土地利用は草地で、Mediumハザードのところでは適地区分の中ないし不適、Low ハザードのところでは適地区分で不適が対象となる。 ハザードからみると森林的土地利用が望ましいが、住民生活における家畜の生産等を考え、現行の草地に樹木を導入し、土壌保全と飼料の供給をねらいとする。	
草 3	現行の土地利用は草地で、Highハザードのところのすべての適地区分を対象とする。 ハザードの関係から現在の草地を植林により森林とするが、森林に転換する場合は住民の合意が必要である。	
農 1	現行の土地利用は畑で、Mediumハザードのところで適地区分の適、Low ハザードのところでは適地区分の中ないし適が対象となる。 現状の農地に対して積極的に農業生産を行う。	畑地
農 2	現行の土地利用は畑で、Mediumハザードのところのすべての適地区分、Mediumハザードのところでは適地区分の中ないし不適 Low ハザードのところでは適地区分で不適を対象とする。 ハザードの関係から現在の農地を森林とするのが好ましいが、住民生活における食料の不足等を考え、アグロフォレストリー的な土地利用とする。	
農 3	現行の土地利用は水田で、ハザード及び適地区分に関係なく現在ある水田のテラス補修等により水土保全機能を維持する。	水　田

2－1－3　土地利用改善プログラム

土地利用改善プログラムは以下に示すように現存する土地利用に対し、住民ニーズに基づき、現実に即した土地利用のあり方とその対策について述べている。

(1)　住民ニーズ

林業（森林、樹木）に関しては、過剰利用、管理不足からくる薪、飼料、用材、落葉等の充足や労働軽減に対する関心やニーズが高く、利用目的に応じた森林の維持管理や改良かまど（ストーブ）の導入の検討が必要であり、植林可能なところについては積極的な植林を行う必要がある。また、不適切な土地利用管理（水処理）や水源の枯渇が原因で水や土砂に対する関心が高く、現在ある森林がそれぞれの機能を発揮することで住民のニーズに答えることが出来る。

農業（農地）に関しては、農地の脆弱化等が原因で土地生産力の維持についての関心が高く、このため土砂流出を防止し土壌肥沃度を向上させるための緑肥／窒素固定樹木、草木の導入、コンポストの活用及びテラス改善が必要である。また、作目転換による生産性の向上も必要である。

牧畜（草地）は、大半が急傾斜地に位置し、採草と放牧が行われている。採草地は家畜に対する重要な飼料の供給源であり、草地の改良を含めその飼料の充足が期待されている。また、草地の脆弱化に伴う畜産管理に対する関心も高い。

なお、家事、その他に対しては、他のプログラムのところで住民ニーズに対処する。

(2)　土地利用改善プログラムの概要

以上のことから土地利用改善プログラムの概要を示すと表２－５のとおりである。

表２－５　土地利用改善プログラムの概要

現存する土地利用	ニーズと関心	プログラム	概　　要
森　林（潅木林を含む）	燃料、飼料、堆肥（落葉）の充足 用材の入手 薪の販売 水の供給 かまどの改良 地すべりと侵食	森林改善１ （森１）	水土保全機能の維持と向上 現在ある森林の保全的な維持管理 エンリッチメントによる森林の改良 住民のニーズによる薪炭等の生産への考慮 村落林への加入の促進。
		森林改善２ （森２）	生産林の維持と管理 薪炭、飼料、用材等の生産的な森林の利用と管理 エンリッチメントによる飼料木、薪炭木等導入 住民の生活向上に資すため耕作可能の地への農作物の導入 村落林への加入の促進 改良かまどの普及
草　地	飼料の不足 労働軽減 畜舎管理 放牧のｺﾝﾄﾛｰﾙ 地すべりと侵食	草地改善1(草1)	草地の改良　　高収量品種の導入 放牧の管理　　ユーザーグループの組織化
		草地改善2(草2)	シルボパストラルの導入 放牧の管理　　ユーザーグループの組織化
		草地改善3 （草３）	水土保全機能の維持と向上のための森林への転換 放牧の規制と段階的な植林 飼料木の導入と舎飼の検討
畑　地	現金収入 テラス改良 潅漑の導入 耕起作業の軽減 堆肥運搬の軽減 地すべりと侵食	農地改善1 （農１）	畑の改善 収量の増加 換金作物の導入 適切な水処理 テラスの維持管理
		農地改善2 （農２）	畑へのアグロフォレストリー技術の導入 肥料木の導入 換金作物の導入 適切な水処理 テラスの維持管理
水　田		農地改善3 （農３）	現状水田の維持管理 テラスの改良 潅漑水路の維持管理

注：（　　）はマトリックスに示した略号

また、土地利用改善マトリックスにもとづくモデルエリア毎の土地利用改善プログラムの計画面積は表２－６のとおりになる。

表２－６　モデルエリア毎の土地利用改善計画

単位：ha

プログラム／モデルエリア	森林改善1	森林改善2	草地改善1	草地改善2	草地改善3	農地改善1	農地改善2	農地改善3	計
KASKI. NORTH	4, 055	3, 852	105	299	405	447	1, 616	3, 252	14, 031
KASKI. EAST	1, 096	1, 928	1	8	17	288	1, 162	944	5, 444
KASKI. WEST	5, 142	249	54	274	73	128	2, 176	1, 743	9, 839
PARBAT NORTH	1, 444	1, 069	28	243	90	631	3, 039	1, 534	8, 078
PARBAT SOUTH	430	218	17	448	221	291	1, 848	342	3, 815
合　　計	12, 167	7, 316	205	1, 272	806	1, 785	9, 841	7, 815	41, 207

なお、現況の土地利用が、本土地利用改善プログラムを導入することによる面積の推移は表２－７のとおりである。

表２－７　土地利用改善による面積の推移

単位：ha

現況土地利用 ＼ 改善計画による土地利用	森林(森林計)	草　地	畑　地	水　田	計
森　　林	森1 19, 483 森2 7, 316				19, 483
草　　地	草3 806	草1 205 草2 1, 272			2, 283
畑　　地			農1 1, 785 農2 9, 841		11, 626
水　　田				農3 7, 815	7, 815
計	20, 289	1, 477	11, 626	7, 815	41, 207

(3)　森林改善プログラム１（略号：森１）：森林の保全

①　対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は現在森林ないし潅木林で、ハザードが高く農業にも不適なところである。このプログラムは本計画の約30%を占める。

モデルエリア別森林改善プログラム１

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
4, 055	1, 096	5, 142	1, 444	430	12, 167

② 整備方針

a．現在の森林に対して水源のかん養、土壌流出、土砂崩壊の防止等の保全を主目的とし、森林の利用については薪炭、飼料の供給を中心として考える。

b．森林は原則として国有地であることから、その維持管理のため村落林への加入を促進し、ユーザーグループの組織化を図ることが第一である。なお、フォレスユーザーグループの組織化、運営については森林局のガイドラインに従い実施する。

③ 改善方法

a．技術面

(a) 傾斜の急なところ及び奥地の森林は原則として現状維持とする。

(b) 樹冠疎密度の低いところについては土壌保全の観点から補植を行う。

(c) 地すべり跡地ないし現在活動しているところではその上部の森林の保全を図る。

(d) 湧水に近いところの森林も保全を図る（詳細は水源地保全のところで述べる）。

(e) 原則として、地表面の拡大防止及び森林を構成する樹種の特性から萌芽更新とする。

(f) 更新方法については場所、目的によって次の方法とする。このプログラムでは原則として高林作業ないし中林作業が適する。

(g) 本プログラムで提案する作業方法と目的は次のとおりである。

区　分	目　的	方　法	伐　採	場　所	備　考
単純低林作業 Simple Coppice System	薪炭、飼料、小径木丸太の生産	萌芽更新 萌芽力が低下の場合は苗木を用いる	伐期４年 皆伐 地上15cmのところで残す	集落の近く １ha未満 傾斜45度のところ	伐採時期を考慮
暫次低林作業 Phased Coppice System	大径木丸太生産、薪炭、飼料 侵食の防止	萌芽更新	１年目50% ２年目50% の伐採	３ha未満 伐区の設定	表土の露出が少ない
中林作業 Coppice with Standard	大径木丸太生産と用材生産	萌芽更新と人工更新	上層林は高林作業に準ず 下層林は低林作業と同じ		
高林作業 High Forest System	用材生産 薪炭、飼料の採取も可能	萌芽更新と天然更新	択伐作業		奥地の水源かん養、土壌保全に適する。

(h) 植栽樹種はそれぞれの用途により決定する。植栽候補樹種については２－１－５のとおりである。

b．マネジメント面

(a) 住民のニーズでも明らかなように、森林のもつ水土保全機能への関心が高いことから、さらにこれら森林の役割を住民に普及する。

(b) 森林の保全のためには、たとえば、飲料水のための上水道の設置の優遇等の住民へのインセンティブを与えるのも１つの方法である。

(c) 住民の参加を考え、ａ－(c)で述べた更新方法に則して薪炭の供給も行うことが必要である。

(d) フォレストユーザーグループの内規に従うが、林内への放牧については、原則としては禁止し、必要に応じて監視員を配置する。

(e) 森林の管理は原則として、村落林が住民に譲渡されるまでは森林局が行うが、住民参加により流域保全を推進するためには、プロジェクトチーム及び土壌保全局から住民に対する積極的なアプローチが必要である。

(4) 森林改善プログラム２（略語：森２）：木材等の生産と農作物の導入

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は現在森林ないし潅木林で、ハザードが中位から低位で、農業にも適する地域である。このプログラムは全体の約20%を占めまた、現在ある森林に対して約40%を占める。

モデルエリア別森林改善プログラム２

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
3,852	1,928	249	1,069	218	7,316

② 整備方針

ａ．このプログラムは森林に対して、薪炭、飼料、用材の供給を目指したものであり、かつ、住民の所得の向上を図るため、林内への換金作物の導入も目指したものである。

ｂ．森林改善プログラム１と同様、村落林への加入を促進する。

ｃ．薪、飼料、用材別に次のように維持管理をする。

薪：住民ニーズに応じて、十分な供給のできないところは、バイオガス、改良かまどの導入も考える。

飼料：畑や家の周辺で作られる飼料木のバランスを考え、生産を図る。

用材：住民のニーズのみならず、周辺地域の需要も考え、コミニティーフォレ

ストの手続きに沿って生産を行う。

③ 改善方法

a．技術面

(a) 傾斜の急なところについては原則として現状維持とする。

(b) 樹冠疎密度の低いところ傾斜の穏やかなところ等については次の農作物等の植栽を行い、収入の向上を図る。

木木：コーヒー

草木：ブルームグラス、生姜、ウコン、ショウズク、バナナ、パイナップル、薬用ハーブ

(c) 更新方法については森林改善プログラム１の基準にしたがう。薪炭、飼料の生産を目的とした単純低林作業が適し、用材生産の目的では中林作業、高林作業が適する。

(d) 農作物の種類によっては樹冠密度の調整が必要になる。栽培の方法は農地改善のところで述べる技術に準ずる。

b．マネジメント面

(a) 加入の手続等で問題のあるユーザーグループに対しては、プロジェクト側が積極的に、技術的、資金的な面で適切なフォローを行う。

(b) 生産された薪、飼料、用材については、ポカラの需要を考えると将来的には住民への大きな収入源になることが期待される。

(c) 林内への農作物等の導入については住民のニーズにより判断し、事前にユーザーグループを通じ、郡森林事務所へ相談する。

(d) 住民の森林管理に対するインセンティブとしては、苗、種子の供給があり、また、できればマーケッティングの情報提供などもプロジェクト側からできるとよい。また、グループ内の利益の分配を明確にする。

(e) 農作物のマーケッティングの問題については、所得向上計画のところで述べる。

(f) 落葉の供給も農地の持続的生産をささえている。このため、放牧、火事等の管理には十分配慮する。

(5) 草地改善プログラム１（略号：草１）：草地の改良、牧草の持続的生産

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は草地でハザードが中位から低位で、農業の適地である。このプログラムは全体の約 0.5%を占め草地面積に対しては９％と少ない。

モデルエリア別草地改善プログラム1

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
105	1	54	28	17	205

② 整備方針

このプログラムは現在あるの草地に対して、飼料の供給、土壌流出、土砂崩壊の防止を目指したものである。

③ 改善方法

a．技術面

(a) 本プログラムに用いる主な牧草の植栽方法は次のとおりである。

牧草の種類	標　　高	ha当りの播種量及び苗木木数	主な植栽方法	植栽時期
Marvel grass	910m以上	10から15kg	1m間隔に筋蒔き筋の深さは60cm	5月から7月
Paspalum	1,000～2,000m	15から20kg	30cm間隔に坪蒔き	5月から6月
Para grass	1,000m以下	10から15kg		5月から7月
Teasinte		20から30kg	直播き	雨季が始まるときに
Napiergrass	1,400m以上	125,000本	15cm間隔で、45から60cmの長さの挿穂を用いる	5月から7月
Sitari	1,500m	8から10kg	種子の量の4倍の砂と混ぜて播種	5月から6月
Lucerne (Alfalfa)	4,000m以下	20から25kg	30cm間隔で播種	10月から5月

(b) 侵食の激しいところにおいては、放牧を禁止しする。このため、草地の状況、草地の面積により牧区を設け牧草の保護と土壌保全に留意する。

(c) 必要に応じ、土留工の導入も図る。この場合住民の参加を考えて、地域にある材料を使う。

(d) 牧区の柵については石垣が最も好しいが場所によっては竹木でも良い。

b．マネジメント面

(a) 共有地に関してはグループ化の促進が必要である。その方法については、土壌

保全局のガイドラインを参照のこと。なお、個人有地に関しては所有者の判断にまかせる。

(b) 改良した草地に対して地元民を雇用したり委嘱した監視員をおき、放牧に対するコントロールが必要である。

(c) 牧区の大きさは草地の規模、家畜頭数に応じて設定する。

(d) 住民に対するインセンティブとして牧草の種苗の供給、収穫物の分配を行う。なお、ネピアグラス等牧草の種類によっては市場性があるものもあり、住民に対して情報の提供が必要である。

(e) 牧草に関する管理方法については郡の畜産事務所との連携が必要である。

(6) 草地改善プログラム2（略号：草2）：シルボパストラル導入によるエロージョン防止と牧畜の共存

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は草地でハザードが中位から低位で、農業にも不適な地域である。このプログラムは全体の3％で全草地面積に対して約半数を占める。

モデルエリア別草地改善計画2

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
299	8	274	243	448	1,272

② 整備方針

このプログラムは牧畜と樹木の共存を目指し、飼料の生産のほか、薪、用材の供給、土壌流出、土砂崩壊の防止も図る。

③ 改善方法

a．技術面

(a) 植栽は等高線に沿って行い、牧草の生育を考え、広い植栽間隔とする。

(b) 混牧林に用いる樹種は草地改善プログラム3（森林化を図る）に準じ、牧草については前述の草地改善プログラム1のとおりである。但し、場所によっては耐陰性の牧草の導入も必要である。

(c) 植栽木の伐採方法、更新方法については森林改善プログラムを参照のこと。

(d) 家畜の侵入に対し、植栽時の苗木の保護に留意する。このため植栽木の周りに柵を設ける。

(e) 林床の保護のため過放牧にならないように放牧の規制を行う。

b．マネジメント面

(a) 草地改善プログラム１と同様、利用者グループの組織化が必要である。

(b) 土地所有形態に応じた運営の方法があり、共有地については土壌保全局、個人有地に関しては所有者の判断にまかせる。

(c) 必要に応じて牧区を設定する。その方法は草地改善プログラム１に準ずる。

(d) 農民へのインセンティブとして苗木の供給や牧草の種子の配布を行う。飼料等の収穫物の分配も行う。

(e) 放牧時には監視員を置き植栽木の保護を行う。

(f) 市場性のある牧草を入れることも住民の参加にとって重要である。

(g) 植栽した樹木は、飼料として利用し、将来的には薪用材として利用する。

(7) 草地改善プログラム３（略号：草３）：保全のために現存する草地の森林化

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は現在、草地でハザードが高い地域である。この計画は全体の２％と少ない。現存する草地面積に対しては33％である。

モデルエリア別草地改善プログラム３

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
405	17	73	90	221	806

② 整備方針

森林化を通じ土壌流出、土砂崩壊の防止を図るとともに、住民のニーズを考え必要に応じて飼料の供給も図る。

③ 改善方法

a．技術面

(a) 飼料木の植栽を基本とするが、傾斜の急なところには治山樹種を植え、必要に応じ、土留工を導入する。

(b) 更新方法については人工更新とする。

植栽樹種は選定にあたっては次の点に考慮する。

・生態的特性（生存、成長、適応）にあったもの。

・住民のニーズを満たす。

・種子の採取が容易で、かつ繁殖しやすい。

・土壌保全と水源涵養に寄与する。

(c) モデルエリアにおいてはマツ、ハンノキのような成長の早い樹種の利用が好ましく、このほか土壌条件を考慮して飼料、薪、用材に供する樹種を植栽する。植栽候補樹種は２－１－５に示すとおりである。

(d) 植栽方法は以下のとおりである。

・地拵は不要で、30cm深さのの植穴を掘る。

・植栽間隔は２ｍ×２ｍを原則として等高線に沿い植える。

・植え付け後は葉により被覆し、土壌の流亡を防ぐ。

・踏み固めは緩傾斜では水平に、急傾斜では斜面上部に傾ける。

(e) 植栽に関するスケジュールは次のとおりである。

・植栽地の選定：９月から10月

・苗木の生産：標高 1,600m以下は植え付けの６月前、標高 1,600m以上は植え付けの１年前

・植え穴：４月から５月

・植え付け：６月から８月

・除草：年２回（11月から12月）

(f) 放牧地の場合は苗木の保護のため垣根による家畜の進入防止が必要である。

b．マネジメント面

(a) 利用者グループの組織化を行い、村落林への加入を行う。

(b) 伝統的に屋根の材料とし草地を使用しているところなどもあり、森林化をするにあたっての住民との合意形成が必要であり、 VDC等の関連機関との調整を行う。

(c) 森林化のための苗木の配布はもちろんのこと、森林から得られる収穫物の分配についてもグループ内で明確にする。

(d) 草地から森林に転換することにより、舎飼が必要なところも生じることから、畜産事務所と協力し、飼育形態の変化に対応した新しい技術の指導を行う。

(e) 森林化のインセンティブとして、牧草、飼料の木、落葉の利用、畜舎管理の支援を考える。

(8) 農地改善プログラム１（略号：農１）：表面侵食の防止を中心として、作物の生産の向上を図る。

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は農地でハザードが中位ないし低位の農業に適する地域である。このプログラムは全体の４％で畑地面積の15％と比較的少ない。

モデルエリア別農地改善プログラム 1

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
447	288	128	631	291	1,785

② 整備方針

テラス改善等の農地改良を通じ農作物の持続的な生産を目指す。

③ 改善方法

a．技術面

(a) 生活向上のための肥料木、家畜の飼育によるコンポストを利用する。

(b) 特に激しい降雨の期間中雨滴の衝撃を弱め、表面流出を減少させるためある程度の植生で畑地の表面を覆う。

(c) 土壌深度の減少を避け、土地の肥沃度を維持するためできるだけ多くの侵食土砂をテラス内に堆積させる。

(d) 表面侵食を防止するためテラスから排水を安全に行う。このことは、ガリーを防止し、地すべりの危険をも減少させる。

(e) モデルエリアにおいて導入可能と考えられる農地改善の工法は次のとおりである。

これらの工法は住民のニーズ、場所に応じて選択する。

種　　類	特　　徴	内　　容
ベンチテラス	モデルエリアでは一般的工法である	法面の補修が必要 畝に豆科の草木を植栽
等高線栽培	表面流出と養分の流出を防ぐ	作物は等高線に沿い植える
カバークロップ	肥沃度を増す 雑草の繁茂を押さえる 有機物の増加	休閑期に植える 緑肥の供給
クロップローテーション	輪作により土地の肥沃度を維持する	マメ科植物の導入
ヘッジロー	法面ないし畝に対して木本、草本を植栽	アグロフォレストリーに準ずる
ミニマムティレッジ	耕作が簡単	雨季の期間のみ栽培

(f) 表面マルチ、生け垣又は草本垣なども表面侵食の防止に役立つ技術である。

(g) 使用する材料は、種には窒素固定、土壌保全に適するものを選ぶ。植栽候補樹

種は２－１－５に示す。

(h) 排水処理は十分に行う。

b．マネジメント面

(a) 小規模農家が多いことから、ユーザーグループをつくり、種子の共同購入、収穫物の販売を促進する。

(b) 作物の選定にあったては住民の意向を反映するが、優良品種の紹介、換金作物の導入と市場に対する情報も与える。

(c) 改良効果の確認のため、篤農家への派遣と研修を行う。

(d) たい肥の生産技術を普及し、森林の重要性の認識を図る。

(e) テラス改善に当っては、土壌保全事務所のスタッフと適正な技術について指導を行う。

(f) 農業普及員との連携を図ることが必要である。

(9) 農地改善プログラム２（略号：農２）：樹木のもつ多目的機能により土壌の保全、薪、飼料の供給、土壌の改良による生産性の向上を図る。

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は農地でハザードが高く農業に不適な地域である。全体の約24％を占め、畑地の85％と多い。

モデルエリア別農地改善計画２

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
1,616	1,162	2,176	3,039	1,848	9,841

② 整備方針

農業と樹木の共存をにより飼料、薪炭、用材の供給、農作物の生産性と持続性の維持土壌流出の防止を目指す。

③ 改善方法

a．技術面

(a) モデルエリアにおいて導入可能と考えられるアグロフォレストリーの形態は次のとおりである。形態は住民のニーズ、場所に応じて選択する。

種　　類	内　　容	場　　所	特　　徴
ホームガーデン	複数の階層に樹木、作物を導入する。モデルエリアでは飼料木と果樹の下にバナナが植えられさらにその下に生姜などが植えられている。	集落の近く	生態的、経済的にも優れているが管理技術に難がある。
インタークロッピング	作物の間に樹木が植えられている。モデルエリアでは豆類、菜種、トウモロコシの栽培地に見られる。	耕作面の確保が可能なところ	肥料木による施肥効果と作物残渣による樹木の成長の促進がねらいである。
アレークロッピング	テラスの畝を利用して植栽している。	傾斜の急なところでも導入可能	一般的な方法である。植栽木は作物の日陰にならないような低木の使用が好ましい。

(b) 植栽樹種には早成樹、肥料木、土壌保全に適するものを選ぶ。植栽候補樹種は2－1－5に示す。

(c) 収穫物のさまたげにならないよう、樹種、植栽方法を検討する。

(d) テラス改善の必要なところには、牧草等を導入する。

(e) 植栽木の収穫については森林改善プログラムで示した方法による。

b．マネジメント面

(a) 農地改善プログラム1同様、ユーザーグループをつくり、事業の円滑化を図る。

(b) 植栽樹種の選定にあたっては住民の意向を反映する。

(c) 苗木の供給ついてもユーザーグループのもと、生産を行う。

(d) 作付方法等の助言を得るため、農業普及員との連携を図る。

(e) プログラム導入後の生育状況、収穫情況等、今後の技術開発のために資料を収集する必要がある。

(f) 果樹の導入等、直接収入につながるものについては、所得向上プログラムのところで述べる。

(10) 農地改善プログラム3（略号：農3）：水田の維持と管理

① 対象地及び計画数量

このプログラムの対象地は水田で、モデルエリアの約20%を占める。水田は水源かん養上、作物生産上高い機能を発揮することから現状維持を図る。ただし、崩れてい

るテラスの補修、維持は常に行わなければならない。

モデルエリア別農地改善計画 3

単位：ha

カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
3,252	944	1,743	1,534	342	7,815

② 整備方針

水田のもつ水源かん養機能、土壌流出防止機能の発揮と稲の生産性の向上と持続的な生産を目指す。

③ 改善方法

a．技術面

(a) テラスが整備されていないところはテラスの改良をはかる。

(b) テラス改良の方法は、農地改善プログラム 1 の方法による。

b．マネジメント面

(a) 土壌保全事務所及び農業事務所の指導を受ける。

(b) 人手不足の解消のため、水田管理においてもユーザーグループの組織化が必要である。

(c) 灌漑水路については常に補修等を行い、継続管理をおこたらないようにする。

(11) 表面流出の防止と利用

農地からの過剰な表面流出を以下のようにして、管理する。

① 歩道の整備と溜池の造成／改良

モンスーン季に農地からの表面流出の処理のため排水路として利用する歩道に対し、排水用資材の供与、流速及び流出の侵食性を減ずる石段の建設により改良し、定期的に修理する。

また、既存の溜池を掘り下げ、改良し、歩道に接続する。溜池が無い所では、新しいものを造る。

新しい溜池の建設の場所及び池の大きさの選定に際し、次の事項を指針とする。

a．引っ張り亀裂、地盤沈下、変形、新旧の地すべり及び活動中のガリーが存在する斜面上の個所は避ける。

b．未固結の土壌及び高度に風化した岩石を含む斜面上の個所は避ける。

c．斜面上に緩やかな部分が存在し、比較的平坦で、粘土質の土壌がある場所は、新しい溜池の建設には望ましい。

d．長方形の溜池の場合：深さ 1.0～1.5 m、幅 5.0～10.0m、長さ15.0～20.0m

e．円形の場合：深さ 1.0～1.5 m、半径 3.0～6.0 m

f．池を練積工（石材又はセメント）で建設する。底面は緩慢な浸透を促進するため被覆（舗装）しない。浸透水が間隙水を増加させ、それが斜面崩壊の危険性を増すので、場所の選定に際しては十分な注意を払うこと。

g．地域住民又は関係機関によって建設されたこのような溜池が既に多く存在し、表面流出の貯留に利用されているので、この計画では一つのWardには約１基の溜池の建設を提案する。

② 渓流又は水路の改良

a．上部斜面にある畑地の段丘から排出された表面水を運ぶ渓流又は水路を改良し、利用する。

b．改良する渓流は既に地域の降雨や流出に適応しており、人工的に掘削された水路よりも効果的に排水する。建設費は人工水路の建設よりも少ない。

c．改良の方法は水路の底面や側面における洗掘作用の防止に向けて水流を弱めるため、水路の急傾斜部分を石舗装又は草木の植栽により保護する。また、15～20m毎に石材で落差工を導入する。

③ 小規模堰（せき）の建設

a．改良済みの渓流又は傾斜の緩やかな河川の下流部に、小規模堰を、水路を横断して建設し、流出を貯水する。

b．分水路で近くの農地、家庭農園に一定の乾期の間、短期間の補助的灌漑水として供給する。

c．堰の後方の貯水量が少量で灌漑に利用できなければ、分水路は建設しない。

d．小規模の堰は、蛇篭を使って建設する。

e．外袖部の壁及び基礎の周囲の洗掘を避けるため、堰の袖部と底面には十分な埋戻しを行う。洗掘を避けるため蛇篭による沈床を、堰の下流部に造ることが必要である。

f．ＦＡＯ（Soils Bulletin 44,P.128)の例がガイドラインとして役立つ。

(a) 灌漑対象面積 5.0ha（推定）

(b) 堰の高さ： 1.0～1.5 m、長さおよそ 5.0m（両岸による部分を含む）

(c) 分水路建設の必要がある場合、水路の延長 200～300 m／haとし、水路の流出を５ℓ／sec.にする。

(d) 水路床の勾配を減ずるため、水路の20～30m毎に石を利用して落差工を造る。

2－1－4 苗木生産プログラム

種苗の生産及び管理法は次のとおりである。

育苗計画を立てるにあったては住民の要望する樹種の種子を選び、設置場所、育苗スケジュール等を住民と十分に話し合い、住民自身が管理するという自覚を喚起することが重要である。

(1) 育苗法

土地利用改善プログラム及び生活環境改善プログラムにかかる樹木、果樹、牧草等の育苗を行う。

育苗の方法は樹種により異なるが、ここでは樹木についての育苗法は次のようである。

苗木は原則としてポリエチレンバック（ビニールポット）によることとする。

① 種子の選定：良質な種子を選ぶ、選別方法は樹種により異なる。

② 播種：発芽床に選別した種子をまく。蒔きかたは樹種により異なる。

③ ポリエチレンバックの準備：標準的には10cm×17.8cmのを用いる。

④ 用土の準備：ポリエチレンバックに詰める用土を準備する。樹種により異なるが、通常、土、砂及びコンポストを混ぜて使う。

⑤ 稚苗の移植：用土を詰めたポリエチレンバックに稚苗の移植を移植する。

この他、被陰、給水、除草、根切り、害虫防除、ハードニング等の作業がある。

(2) 苗木の必要本数

本計画で用いる苗木必要本数は次の考え方で算定する。

土地利用改善プログラム	考え方
森林改善 1 森林改善 2	エンリッチメントのために計画対象地面積の10%を必要量とする。植栽間隔を２ｍ×２ｍで算出
草地改善 3	計画面積の 100%を対象に植栽間隔を２ｍ×２ｍで算出
草地改善 2	計画面積の 100%を対象に植栽間隔を10ｍ×10ｍで算出
農地改善 2	計画面積の30%を対象に植栽間隔を５ｍ×４ｍで算出

この他、渓岸侵食、土壌流出防止のための苗、収入増加につながる換金作物の苗の養生も行う。

必要苗木木数は表２－８のとおりである。

表２－８　必要苗木木数

単位：1,000本

プログラム	Kaski North	Kaski East	Kaski West	Parbat North	Parbat South
森林改善１と森林改善２	2,468	943	1,684	784	200
草地改善３	1,265	53	228	281	690
草地改善２	37	1	34	30	56
農地改善２	303	217	408	569	346
計	4,073	1,691	2,354	1,664	1,292

注：得苗率は80%とする

ここでは樹木の苗木木数を算出しているが、住民のニーズによって果樹、換金作物等の苗の生産も必要となる。

(3)　苗　畑

苗畑設置の要点は以下のとおりである。

①　苗畑の設置にあったては水、地形、アクセス等を考慮する。

②　苗畑は大規模なものでなく、農家の近くに小規模なものが好ましい。

③　用地の確保については住民グループと協議し、最適なところを選ぶ。

④　苗畑は最低次の要件を満足するように設計する。

a．垣根：動物からの進入を防ぐ。

b．作業路：種子、苗の運搬、給水、除草などの維持管理に使う。

c．給水タンク：乾季の水の補給のために用い、簡易なものが良い。

d．苗床：大きさは１m×10mを標準とし場所に応じて調整する。

⑤　この他用土置き場、作業ヤード等も必要である。

⑥　また、苗床などは排水を良くし、根腐等に注意する。

本計画では各VDC に最低２箇所の苗畑を設置を考えており、必要に応じて増設も計画する。

２－１－５　植栽候補樹種及び牧草

これまで述べた土地利用改善計画に用いる樹木及び牧草についてネパールの報告書及び聞き取りから候補種を作成した。

なお、後述する侵食防止計画においても本表から樹木及び牧草を選択する。（表２－９参照）

表2－9　植栽候補樹種及び牧草
Proposed Plant Species List

A. Grasses and small legumes-1

Local name	Botanical name	Altitude (m)	Propagation method	Main use
Amliso	Thysanolaena maxima	up to 2,000	cuttings	E (good in moist sites)
Babiyo	Eulaliopsis binata	up to 1,500	cuttings/seeds	E (also for rope & paper making)
Banso ghans	Eragrostis tenella	500－1,800	cuttings/seeds	E
Clover (legume, exotic)	Trifolium sp.	up to 2,000	cuttings/seeds	Fo, S, E
Dangre khar	Cymbopogon pendulus	up to 1,200	seeds	E
Desmodium (legume, exotic)	Desmodium distortum	up to 1,800	cuttings	Fo, S, E
Dhonde	Neyraudia reynaudiana	up to 1,500	cuttings/seeds	E
Kans	Saccharum spontaneum	up to 2,000	cuttings	E (good for dry & severe sites)
Katara khar	Themeda sp.	up to 2,000	cuttings	E
khar	Cymbopogon microtheca	up to 2,000	cuttings/seeds	E (also for roofing)
khus	Vetiver zizanioides	up to 1,500	cuttings	E

Note : ① Sources : -Agroforestry Systems and Practice in Nepal, Forest Research & Survey Centre.
-Bio-engineering Information (Lists of Species), Dept. of Roads, HMG Government, 1996.
-Interview with DOSC staff and local inhabitants.
-Lists of "Recommended Species for Vegetative Measures in Soil Conservation" provided by CDFWCP.
② Main Use : (E;Erosian control)(Fu;Fuelwood)(Fo;Fodder)(S;Soil improvement)(T;Timber)

Grasses and small legumes-2

Local name	Botanical name	Altitude (m)	Propagation method	Main use
Kudzu (legume, exotic)	Pueraria lobata	500– 1,500	cuttings	Fo, S
Molasses (exotic)	Melini minutiflora	up to 1,800	cuttings/seeds	Fo
Musekharuki	Pogonatherum sp.	up to 2,500	cuttings	E
Napier (exotic)	Pennisetum purpureum	up to 1,750	cuttings	E, Fo
Narkat	Arundo clonax	up to 1,500	cuttings	Fencing
Padang bans (small size bamboo)	Himalayacalamus hookerianus	1,500– 2,500	cuttings	E (also for making baskets & roofing)
Phurke	Arunduella nepalensis	700– 2,000	cuttings/seeds	E
Rato Kans	Frianthus rufipilus	900– 2,200	cuttings/seeds	E
Salimo Khar	Chrysopogon gryllus	800– 2,000	cuttings/seeds	E
Setaria (exotic)	Setaria anceps	500– 2,500	cuttings/seeds	Fo, E
Sito	Neyraudia arundinacea	up to 1,500	cuttings/seeds	E
Stylo (legume, exotic)	Stylosanthes guianensis	500– 1,500	cuttings	Fo
Tite nigalo bans (small size bamboo)	Drepanostachyum intermedium	1,000– 2,500	cuttings	E (also for making baskets, etc)

B. Shrubs and small trees-1

Local name	Botanical name	Altitude (m)	Propagation method	Main use
Ainselu (thorny)	Rubus ellipticus	1,000-2,500	seeds/cuttings	E
Alainchi	Blettaria cardomomum	1,000-2,000	seeds	cash crop
Amala	Phyllanthus emblica	up to 1,500	seeds	E (also fruits are edible)
Amba/ambak	Psidium guyava	up to 2,000	seeds	Fruit producing
Areri (thorny tree up to 5m high)	Acacia pennata	500-1,500	seeds	E
Assuro	Adhatoda vasica	up to 1,000	cuttings	E (leaves good for compost making)
Bainsh	Salix tetrasperma	up to 2,700	cuttings	E (specially good in wet sites)
Ban chutro (thorny shrub up to 5m high)	Berberis aristata	1,500-3,000	seeds	E
Bhui katahar (Pineapple)	Ananas comosus	up to 1,600	cuttings	E (especially for planting along terraces)
Bhujetro	Butea minor	500-1,500	Direct seeding	E
Dhanyero	Woodfordia fruticosa	up to 1,500	seeds	E
Dhusun	Colebrookea oppositifolia	up to 1,000	seeds	E
Ghangaru	Pyracantha crenulata	1,500-2,500	cuttings	E
Kera (Banana)	Musa paradisiaca	up to 1,300	Root suckers	Fruit producing, (specially good for planting in gullies), E

Shrubs and small trees-2

Kettuke (large cactus)	Agava americana	up to 2,000	Root suckers	E (widely used for fencing)
Keraukose	Indigofera atroturpurea	up to 2,000	seeds	E, S
Kimbu	Morus alba	up to 2,000	cuttings/seeds	F o
Kunyelo	Trema orientalis	up to 1,500	cuttings/seeds	E (good on stony & dry sites)
Mesquite (thorny, exotic)	Prosopis juliflora	up to 1,000	seeds	E (good on calcareous soils)
NilKanda	Duranta plumier	up to 1,500	cuttings/seeds	E (used for making hedges)
Rahar (fast growing legume)	Cajanus cajan	up to 1,500	seeds	S
Saruwa/bihaya	Ipomoea fistulosa	up to 1,500	cuttings	E (Fill slopes only)
Simali	Vitex negundo	up to 1,750	cuttings	E, F u
Tilka	Wendlandia puberula	up to 1,500	seeds	E, F u

C. Bamboos

Local name	Botanical name	Altitude (m)	Propagation method	Main use
Choya/tama bans(heavy branching)	Dendrocalamus hamiltonii	300-2,000	clum cuttings	E, construction, basket making, etc.
Dhanu bans (heavy branching)	Bambusa balcooa	up to 1,600	〃	〃
Kalo bans (heavy branching)	Dendrocalamus hookeri	1,200-2,500	〃	〃
Mal bans	Bambusa nutans	up to 1,500	〃	〃
Nibha/ghopi/lyas bans	Ampelocalamus patellaris	1,200-2,000	〃	〃
Tharu bans	Bambusa nutans	up to 1,500	〃	〃

D. Large trees-1

Local name	Botanical name	Altitude (m)	Propagation method	Main use
Acacia (exotic)	Acacia auriculiformis	up to 1,000	seeds	E, F o, S (grows well in severe sites)
Amp/aap (Mango)	Mangifera indica	up to 1,200	seeds	Fruits, F u
Ashare phul	Lagerstroemia parviflora	up to 1,200	seeds	E
Bakeno	Melia azedarach	up to 1,800	seeds	E (grows fast in deep soils)
Bange kath	Populus ciliata	2,000-- 3,000	cuttings	T, F u
Champ	Michelia champaca	500- 1,500	seeds	T, E
Chilaune	Schima wallichii	900- 2,000	seeds	T, E
Dabdabe	Garuga pinnata	up to 1,300	seeds/cuttings	F o
Dhale Katus	Castanopsis indica	900-- 2,900	seeds	E (also seeds are edible)
Dudhilo	Ficus neriifolia	900-- 2,200	seeds	F o
Ipil ipil(prone to pest attack. Mixed planting prefered)	Leucaena leucocephala	up to 1,500	seeds	F o, E
Jamun	Syzygium cumini	up to 1,600	seeds	T, F u
Kadam	Anthocephalus cadamba	up to 1,000	seeds	T, F u

Large trees-2

Kagati	Citrus aurantifolia	500-1,500	cuttings	Fruit
Kalo seris	Albizia lebbeck	up to 1,200	seeds	T, Fu
Kaura	Ficus lacor	up to 1,600	cuttings	Fo, T
Khanyu (khosro)	Ficus cunia	up to 2,000	seeds	Fo
Khari	Celtis australis	700-2,400	seeds	T, Fo
Khashru	Quercus semecarpifolia	1,700-3,800	seeds	T, Fu
Koirato	Bauhinia variegata	up to 1,900	seeds	Fo
Kutmero	Litsea monopetala	up to 1,600	seeds	Fo
Lankuri	Fraxinus floribunda	1,200-2,700	seeds	T, Fu, E
Musure Katus	Castanopsis tribuloides	500-2,300	seeds	T, Fu
Nebharo	Ficus roxburghii	up to 2,000	seeds/cuttings	Fo
Okhar (walnut)	Juglans regia	1,200-2,800	seeds/grafting	fruit
Paiyu	Prunus cerasoides	500-2,400	seeds	ornamental, E
Patle katus	Castanopsis hystrix	1,000-2,500	seeds	Fo

Large trees-3

Phalant	Quercus lamellosa	1,600－2,800	seeds	T, F u
Phaledo	Erythrina sp.	900－3,000	seeds/cuttings	F o
Rani(khotay) Salla	Pinus roxburgii	500－1,950	seeds	T, F u
Rato siris	Albizia julibrissin	800－3,000	seeds	T, F u
Sal	Shorea robusta	up to 1,000	seeds	T
Sissau	Dalbergia sissoo	up to 1,400	seeds/cuttings	T, F u
Suntala	Citrus chyracarpa	500－1,500	cuttings	Fruit
Tanki	Bauhinia purpuria	up to 1,600	seeds	F o
Tooni	Toona ciliata	up to 1,700	seeds	T, F u
Utish	Alnus nepalensis	900－2,700	seeds	E, F u

2－2　侵食の予防と復旧

2－2－1　計画の考え方

(1)　一般事項

①　保全対象物が存在する地すべり、ガリー侵食、河岸侵食等のみを対象とする。地すべりについてはハザードのレベルにより、ハザードの高・中のところは優先順位を第1とし近いところは第2とした。保全対象物には、農地、道路、歩道、家屋が含まれる。

②　竹、丸太や石材（空石材及積及び鉄線篭工）によるチェックダム、竹の編柵工等の簡単で低コストの構造物による方法や、村落で入手でき、簡単な技法で構築できる材料を計画する。

③　構造物は、侵食地域の環境を改善し、地域住民の使用に供する植物資源を生産する、草木、潅木や高木の植栽及び天然更新を促すバイオエンジニアリング工法を含むものとする。

④　計画は、次を行うことによって、地域住民が土壌保全活動や保護・維持活動に参加する動機づけとなる。

a．家畜の飼料や屋根葺の材料となる草本の植栽

b．枝や葉が飼料や燃料となる樹木の植栽

c．果実が利用できる果樹の植栽

d．村落の外部から購入しなければならない蛇篭の鉄線のような侵食防止に必要な一部の建設材料の提供

e．最寄りのプロジェクトの苗畑からの種子、苗木及び挿し木のような植栽材料の提供

次の点については、計画の実施段階で留意しなければならない。

⑤　対策を講ずる侵食地域の優先順位は、特定箇所における侵食の活発さの程度や侵食のレベルに基づき決定する。地すべりの跡地が裸地状で、雨裂やガリーが発達しているなら、優先順位は高くなり、跡地がある程度植生が回復しているなら順位は低くなる。

⑥　侵食地域に対策を講ずることの便益、当地域に普遍的な状況の下で取り得る侵食防止の選択肢、侵食を防止したり予防することの困難さ、例えば大規模地すべりへの対処の困難さといった事項について、分かり易い言葉で地域住民に説明することが重要である。住民に対して、侵食防止作業を実行する際にイニシアティブを取るよう奨励

する。保護や将来の維持を含む全ての侵食防止活動は、侵食の影響を受ける村落のメンバーから成る利用者グループを結成し、当該グループによって遂行されることが望まれる。

⑦ 利用者グループは、侵食対策を行った個所については、構造物を保全する。また、樹木の天然更新及び植え付けた植物の成長促進のために、放牧、伐採や火事から保全する。

(2) 地すべり

① 地すべり対策を講ずるために、原因、崩壊の深さ、周囲の環境（保全対象の存在・不在及びその価値を含む）、人的及び資金的な支援の確保の可能性を確認する。

② 小規模地すべりは、脆弱な地質、斜面上部からの表面流出の集中及び急斜面等が直接の主たる原因であり、表面流出を散逸させ地すべりを安定させる土木的対策と、崩壊地の二次侵食を防ぎ、現地の環境を改善し、住民への収入源を提供するバイオエンジニアリング対策との組み合わせたものを計画する。

③ 大規模地すべりは主として地質構造と地下水が原因となっていることからその予防・復旧には、大規模構造物の建設や地下水の処理等のような特別な技術と多額の資金を必要とする（復旧のためのコストの例を付属資料に示す）。このことから、大規模地すべりの更なる拡大・増加を予防するために、村落レベルで対応できる簡易な緩和策及び監視策を計画する。図２－３には採用し得る土木的対策又は構造物による対策を示している。

④ 資金的・人的状況、保全対象物の状況、地すべり地域へのアクセスの困難さ及び土木的対策を考慮すると、実際的と判断される方策は、

a．表面水の排水のための浸透防止工及び水路工の設置

b．侵食予防のための石積み構造による擁壁、石詰め蛇篭チェックダムの設置

である。

⑤ 対策をたてる場合、考慮すべき点は次のようなものである。

a．多量の雨水を排水するだけの十分な大きさを必要とする水路の断面は、設計排水量の計算に基づかなければならない。

b．水路は石材又は草木を敷く。床及び側面を侵食から保護するために急斜面では20～30m毎に側壁工を行う必要がある。

c．流末は侵食を予防するため、近くの安定した自然の河川に導いておく必要がある。

d．擁壁建設にあたっては地すべり舌端部における基礎の掘削を、地すべりを活性化

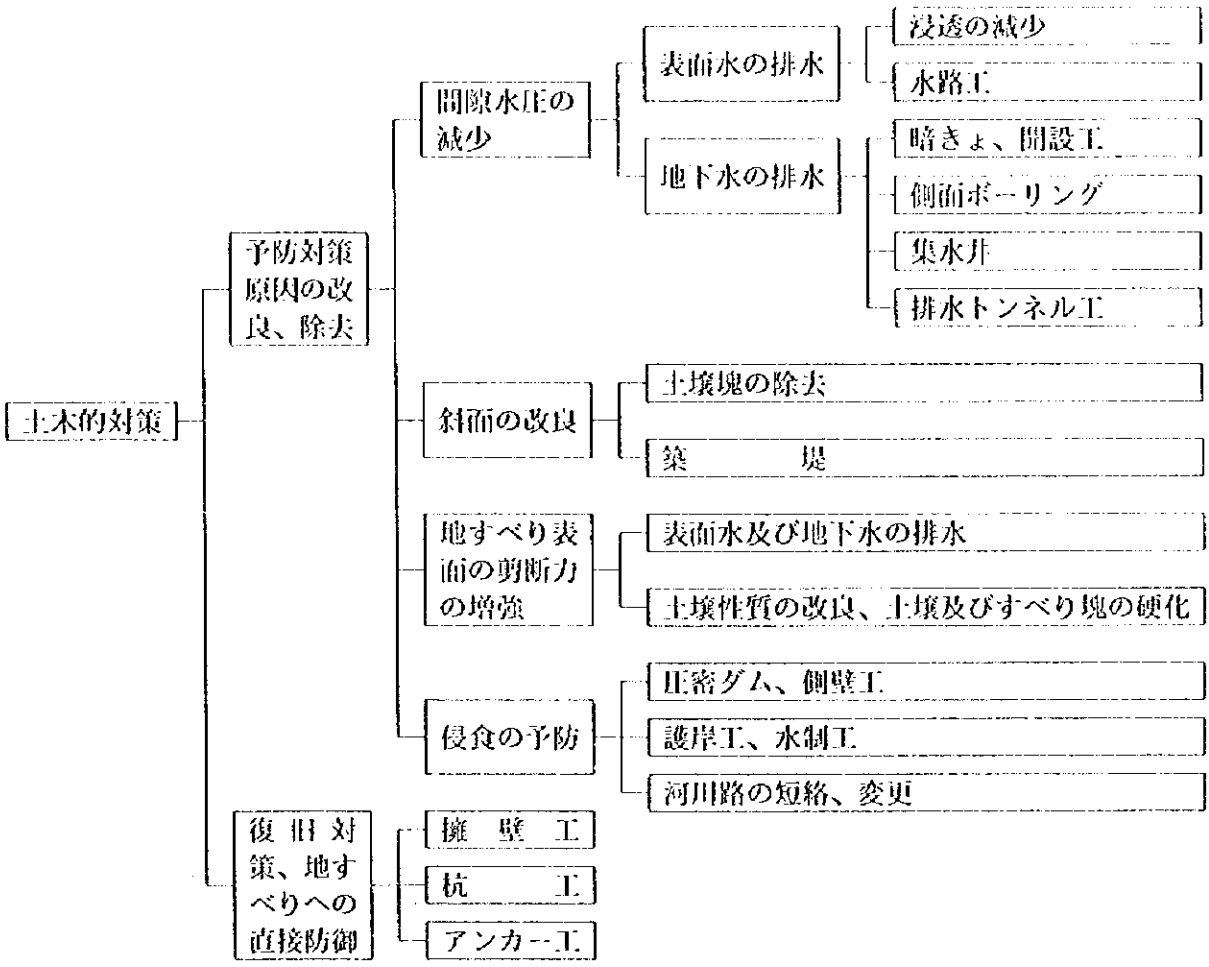


図２－３　地すべり予防、復旧対策のための土木的対策
出典：ＦＡＯ保全ガイド　13／４、地すべり復旧対策
(Landslide prevention measures)

させる危険性があるため最小限に抑える。

e．蛇篭は、当該地域におけるＪＩＣＡプロジェクトで使用されているものと同じタイプとする。

(3)　ガリー侵食防止

①　雨量の多い地域での効果的なガリー侵食防止対策の原則として、次の三つの方法を採る必要がある

a．ガリー頭頂部からの表面流出を遠ざけ、自然で安定した河川に放出させるため、ガリー区域より上流側の表面流水の流路変更

b．表面流出量を減じ、規制するためのガリーの発生した流域の改良

c．構造物及びバイオエンジニアリング対策の組み合わせによるガリーの安定化

②　ガリーに対する防止対策は、流域面積20ha、渓床長 1,000m、勾配35度を限度とし、進行中のガリーに対するＦＡＯ(Conservation Guide 13/2, 1986) の基準によるもの

とする。

a．ガリー頭頂部より上部の流路変更のための水路を設置

水路の断面は、実施段階における流水及び地形状況の調査後に決定するが、最大流水量を排水するだけの十分な容量を持ったものを設計する。水路床及び側壁の洗掘を防止するため、石積み又は草木により覆うものとする。

b．ガリーの主渓域及び支渓域の改良

(a) 上部においては竹または丸太（入手し得る材料による）を使用したチェックダムや石積みチェックダムの建設によって、対策を講ずる。竹又は丸太のチェックダムは一時的な構造物で、スタディエリアの気候条件の下では３～４年の耐用年数と推定されるが、高価でなく、地域の利用者グループにとって建設・維持が容易である。これらの構造物はガリー流域の自然の渓床勾配を減少させ、流速及び流水の侵食力を落とし、ガリーの渓床及び側面侵食を防止する。

(b) 下部の方は、石積みチェックダム又は玉石チェックダムにより対策を講ずる。

(c) 主たるガリーの最下部における安定した個所では、蛇篭或いはセメントによる石積みチェックダムを建設する。蛇篭のメッシュ及び石詰めした蛇篭ブロックの大きさは、ＪＩＣＡプロ技で最近使われたものと同じ大きさとする。チェックダム間の距離及びその数は、ガリー水路の計画堆砂勾配及びチェックダムの有効高さ（基礎深度を除いたもの）に応じて決定される。

c．構造物及び植生的工法の組み合せ

全ての構造物的な対策は、構造物の完成後開始する草本及び樹木の植栽のような植生的工法を伴うこととする。これらの構造物は、ガリーの底部において土壌及び水分を保持することによって、樹木の実生苗ならびに潅木及び草本のさし穂を流水による洗い流しから守り、生育させ得る。飼料木の選定は、利用者グループに任せる。

(4) 渓岸侵食

① 護岸工、制水工、石詰め蛇篭のような構造物によるものが渓岸侵食防止の主たる対策となる。この計画ではこれら対策に加え、侵食の影響を受けている河川に沿って渓岸保護を目的として河岸植生帯を導入する。この植生帯は、河川環境の改善及び根系による土壌の緊縛に効果的であり、飼料や薪等を生産し住民の生計にプラスとなる。また、渓岸に沿って植生が存在することにより、オーバーフローした洪水の速度を減少させ、作物に対する被害を減少させる。

② 渓岸の両側４ｍ幅（片側２ｍ）に、飼料木、燃料木さらに可能であれば果樹を植栽

する。樹種としては、標高の低い所(1,000m以下) ではシッソ(Dalbergia sissoo)、高い所(1,000mを超える) ではハンノキ(Alnus nepalensis)となろう。

③ 河岸植生帯を設けようとする土地を所有している農民に対するインセンティブとして、苗木を無償で配布し、飼料木、燃料木及び果樹の植栽の選択権は彼等に与える。効果的にするためには、河岸植生帯は50m～ 100mにすべきであろうが、土地不足を考えると現時点では片側2mの幅のステップとし、将来、地域住民の同意を得て拡張する。

④ 植栽木は激しい雨季の前の活着は困難であり、河岸植生帯の造成だけでは、渓岸侵食防止としては十分とはいえない。従って、効果的な渓岸侵食防止対策のため、土木的工法（防止構造物）を植生的対策とを合わせて導入することが必要である。

2－2－2 侵食予防復旧プログラム

(1) 地すべり予防復旧プログラム

① 小規模地すべり

a．全体計画

小規模地すべりに対する予防復旧の対象箇所は表2－10のとおりである。

表2－10 モデルエリア別小規模地すべり予防復旧計画

単位：箇所

モデルエリア	カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
計画数量	59 (235)	16 (35)	31 (88)	45 (79)	50 (90)	260 (527)

注：（ ）内は地すべりの全箇所数

b．モデル計画

代表的な地すべりについて現地調査を行って、工種・工法の検討を行っている。次にモデル計画として提案する。

なお、工種・工法の決定については、現地の状況を精査し決定する。

(a) Armala VDC ward 6 の地すべり

i 上部斜面に位置する雨水灌漑の水田から地すべり個所に流れる表面流水を、地すべり外へ分水させるため、全長およそ 200mの水路工を建設する。

ii 地すべりの安定を図るため、約32mの長さで2ブロックより高い蛇篭擁壁を地すべりの舌端部に建設する。

iii 擁壁と地すべりの舌端部の間に、直径8cm以上竹又は樹木の枝で造ったそれぞれの長さ約32mの編柵工を、5m間隔で16列設ける。

iv　編柵工の間には、草木のさし穂を等高線に沿って植える。草木の植え付け列の垂直間距離は1mとし、さし穂は10～20cm離して植える。約0.24haが草木の植え付け面積である。

(b) Mauja VDC ward 1　の地すべり

i　地すべりは、ＪＯＣＶ現地事務所の下部斜面に存在している。上部斜面に広がる過放牧の草地からの表面流出を分水させるため、全長約50mの水路工を堤冠部の上部に建設する。

ii　地すべりの舌端部に、２段長さ10mの蛇篭擁壁を建設する。

iii　擁壁と地すべりの堤冠部の間には、約10mの長さの編柵工を５m間隔で４列設ける。

編柵工の間には、草木のさし穂を等高線に沿って0.02ha程度植える。

(c) Puranchaur VDC ward 3 の地すべり

i　当該地すべりの主たる原因は、石材の採掘である。従って、地すべり対策の第一段階は石材採掘の中止である。

ii　全長約28m、３ブロックより高い蛇篭擁壁を、地すべりの舌端部に建設する。

iii　崩落部は非常に急（＞40°）な岩石地であるので、編柵工や草木の植え付けは実施しない。しかしながら、当該地すべりやこれと似た同じようなタイプの地すべりでは、植物の天然更新を促進するため、採掘や地表撹乱を禁止する。

iv　地すべり堤冠部の上部においては、多くの引張亀裂が存在する。粘土を詰めたり、ビニールで覆ったりすることにより表面流水の浸透を防ぐ。

(d) Arba Vijaya VDC ward 5の地すべり

i　当該地すべりの岩屑は、ポカラからビジャプル川へ向けて走っている道路表面に滞留し、道路表面にハモック（堆積隆起）を形成している。当該地すべりの主たる原因は、上部斜面に位置する過放牧の草地、歩道及び新設道路からの集中的な表面流出である。地すべり表面から表面流出を遠ざけるため、道路や歩道に排水施設を設ける（道路及び歩道の排水施設のためのインフラ改良の節参照）。

ii　約10mの長さで３段擁壁を、地すべりの舌端部に建設する。

iii　擁壁と地すべりの堤冠部の間に、編柵工を５m間隔で設ける。合計７列の編柵工が必要である。

iv　編柵工の間には、草木を約0.03ha植える。

(e) Pumdi Bhumdi VDC ward 1 の地すべり

i この地すべりの主たる原因は、上部斜面の傾斜した段丘からの集中的表面流出である。表面流出を分水させるため、地すべり堤冠部の上部に長さ 100mの水路を建設する。

ii 地すべりの舌端部に18mの長さで、2ブロックより高い蛇篭擁壁を建設する。

iii それぞれ18mの長さの編棚工7列を設け、擁壁と地すべりの間約0.06haの侵食影響区域に草木を植える。

(f) Chapakot VDC ward 5, 6 の地すべり

i 当該地すべりの主たる原因は、上部斜面の農地からの灌漑水である。水流を分水させるため、地すべり堤冠部の上部に長さ100mの水路を建設する。

ii 地すべりの舌端部に約15mの長さの蛇篭擁壁を建設する。

それぞれの長さ15mの5列の編棚工を造り、擁壁と地すべり舌端部の間に草木を約0.04haに植える。

(g) Thapatana VDC ward 5 の地すべり

i 上部斜面の農地からの表面流出を分水させるため、約100mの長さの水路を地すべり堤冠部の上部に建設する。擁壁として作用する捨て石チェックダムが、地すべり舌端部においてパルバット土壌保全事務所によって建設されていた。

ii それぞれの長さ約 32mを有する約12の編棚工と、 0.2haにわたる草木の植え付けをチェックダムと地すべり堤冠部の間において実行する。

(h) Karkineta VDC ward 5 の地すべり

i 当該地すべり崩壊地の数箇所において湧水が観察されているので、地下水が当該崩壊の主たる原因と考えられる。

ii 1996年の2月、3月に実施した最初の現地調査中に、地すべり堤冠部と尾根の間の数箇所において、引っ張り亀裂が観察された。さらに、同年12月におけるその後の地すべり再調査において、最初の調査での観察よりも数多く、幅広い引っ張り亀裂が発見された。このことは当該地すべりの再活性化と拡大の可能性を示唆している。

iii この地すべりに対する実際的な緩和策は、表面流水の浸透を防止するため、引っ張り亀裂に粘土を詰めたり、ビニールで覆ったりすることである。

小規模地すべりの計画数量は表2－11のとおりである。また、小規模地すべり復旧の実例を図2－4に示す。

表２－11　小規模地すべり予防復旧対策

位置		構造物による対策				バイオエンジニアリングによる対策			備考
モデルエリア	VDC、Ward	フェンス (m)	分水路 (m)	擁壁 (m)	引っ張り亀裂の詰被覆	編柵工 (m)	草本 (ha)	天然更新 (ha)	
カスキ北	Armala、6	－	200	32	－	512	0.24	－	
	Mauja、1	－	50	10	－	40	0.02	－	
	Puranchaur、3	－	－	28	必要がある	－	－	0.1	
	Arba Vijaya、5	－	－	10	－	70	0.03	－	
	小計	－	250	80	－	622	0.29	0.1	
カスキ西	Pumdi Bhumdi 1	－	100	18	－	126	0.06	－	
	Chapakot、5と6	－	100	15	－	70	0.04	－	
	小計	－	200	33	－	196	0.10	－	
パルバット北	Thapatana、1	－	100	－	－	384	0.20	－	
	Karkineta、5	－	－	－	必要がある	－	－	0.2	
	小計	－	100	－	－	384	0.20	0.2	
合計			550	113		1.202	0.59	0.3	

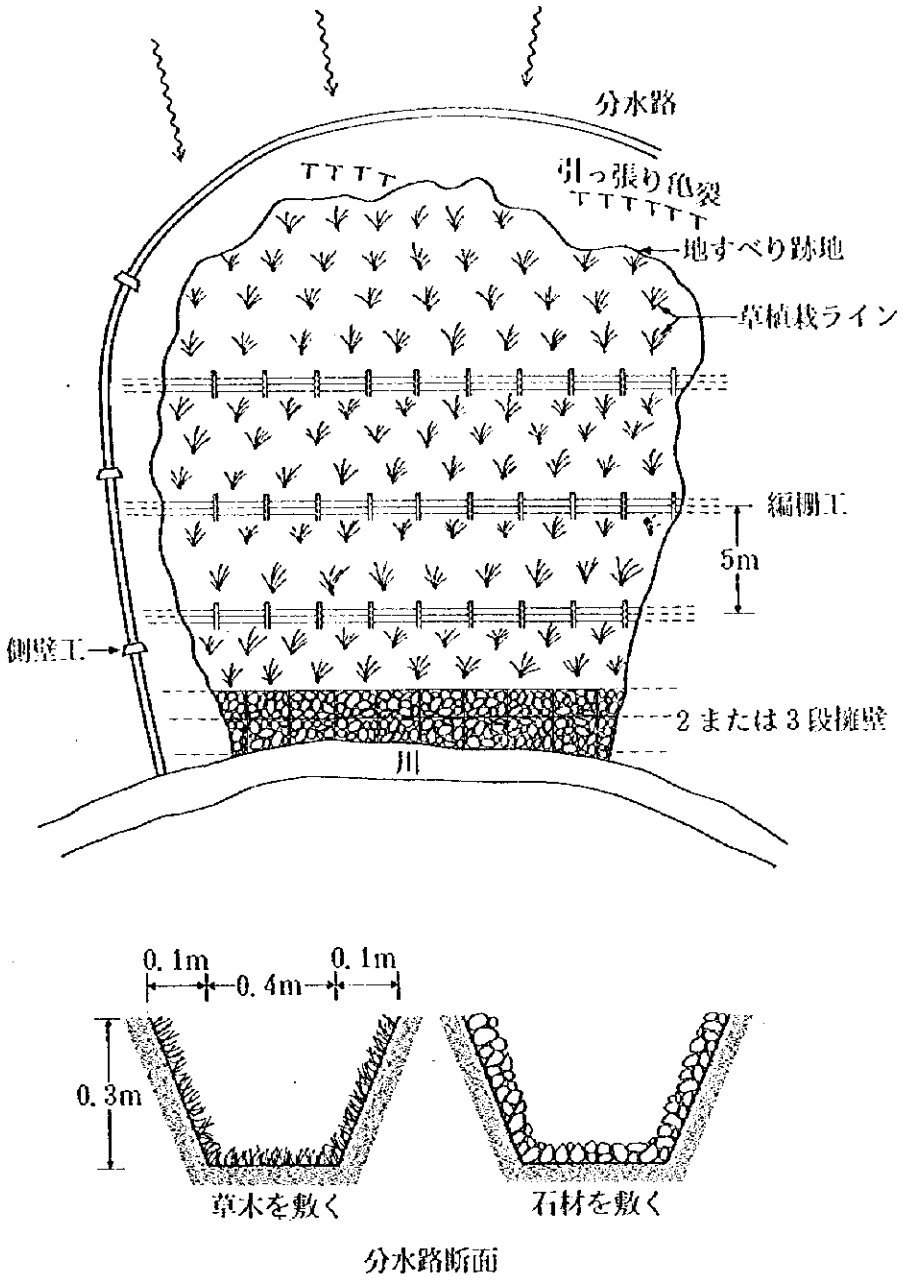


図2－4　小規模地すべり復旧の実例

② 大規模地すべり

a．全体計画

大規模地すべりに対する予防復旧の対象箇所は表2－12のとおりである。

表2－12 モデルエリア別大規模地すべり予防復旧計画

単位：箇所

モデルエリア	カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
計画数量	6 (58)	0 (14)	3 (25)	10 (38)	10 (23)	29 (158)

注：（　）内は地すべりの全箇所数

b．モデル計画

代表的な地すべりについて現地調査を行って、工種・工法の検討を行っている。次にモデル計画を提案する。

なお、工種・工法の決定については、現地の状況を精査し決定する。

(a) Mouja VDC ward 8 の地すべり

i カスキ北モデルエリアにおける最大の地すべりである。古い地すべりではあるが、2年ほど前に再活性化した。

ii 地質調査の所見によれば、複合したタイプの崩壊である。堤冠部における平滑的な岩すべり（接触部の傾斜による）が、舌端部において岩屑すべりに変化したものである。

iii 地すべり堤冠部の近くの池から溢出した水や農地からの水が、雨季の期間中崩壊地の表面を流れる。このことが、崩壊地のガリーの深みを大きくする。

iv 当該地すべりに対して、主として表面流出の分水とフェンス設置からなる緩和策を提案する。フェンス設置は放牧と伐採から当該区域を保護し、天然更新を促進する。さらに、地すべり地は潜在的に高い危険区域であるので、フェンス設置は物理的に影響区域への立ち入りを阻止し、人命や家畜への危険度を減らすこととなる。

v 約 300mの長さのフェンスを、地すべりの周囲特に地すべりの堤冠部や側面に設ける。

vi 歩道が地すべりの頭部を横切っているので、ルートの変更をする。

vii 池に関して、全周囲の堤壁、少なくとも50cm高くし改良する。池やその周囲から溢出する余分の表面流出を、約50mの長さの水路により近くの安定している河川に流し込む。

viii 約150mの水路を、農地からの表面流水を分水させるため、地すべりの堤冠部の上部に建設する。

ix 地すべりの頭部に発達している引っ張り亀裂に粘土を詰めたり、ビニールで覆うことにより表面流水の浸透を防ぐ。

x 地すべりに適切な対処を施し、表面侵食やガリー侵食を規制することにより、周囲の古い地すべり地に成育しているハンノキ(Alnus nepalensis)が、当該地すべり地に自然侵入するであろう。

(b) Armala VDC ward 1 の地すべり

i 当該地すべりは、尾根を含む全斜面が東部のガリーに沿って徐々に下方に移動している村落であるジュムレティ集落で、約2年前に発生した岩屑タイプの地すべりである。多くの引っ張り亀裂、あるものは約 0.5mの幅の亀裂が、地すべりの堤冠部と尾根の間に見られた。

ii 侵食影響区域を保護するため、約 200mの長さのフェンスを、地すべりの堤冠部の上部に建設する。

iii 上部斜面にある過放牧の草地や農地からの表面流出を散逸させるため、約150mの長さの分水路を地すべり堤冠部の上部に建設する。

iv 引っ張り亀裂には、浸透を防ぐため粘土詰め及びビニールでの被覆を行う。

(c) Kristi Nachnechaur VDC ward 3 の地すべり

i 地すべり舌端部の下部をプルセ川によって削られたことにより、1996年に再活性化した古い岩屑地すべりと考えられる。

ii 地すべりの上部斜面は、潅木林と林地の混ざり合った地域であり、地すべり地又はその近辺には家屋やその他の施設は存在しない。しかしながら、全く不安定化した土壌塊が滑り落ちると、プルセ川を堰き止め、かなり離れた下流に位置する水力発電施設に影響を及ぼす可能性がある。

iii この地すべりの予防・復旧対策としては、地すべり舌端部のPhurse Kholaに沿って大きなコンクリート擁壁と築堤等が必要である。従って、必要とする対策の規模や保護すべき保全対象物の観点からみると、当該地すべりは、河川管理及び水力発電施設に責任を有する当局によって扱われるべきものである。

(d) Hosrangdi VDC ward 6 の地すべり

i これは複合したタイプの地すべりである。西側の地区は岩すべりであり、東側は岩屑すべりである。地すべりの考えられる原因は、Augha Khola による舌

端部の下削り、表面流水の浸透及び深部まで風化した岩石である。

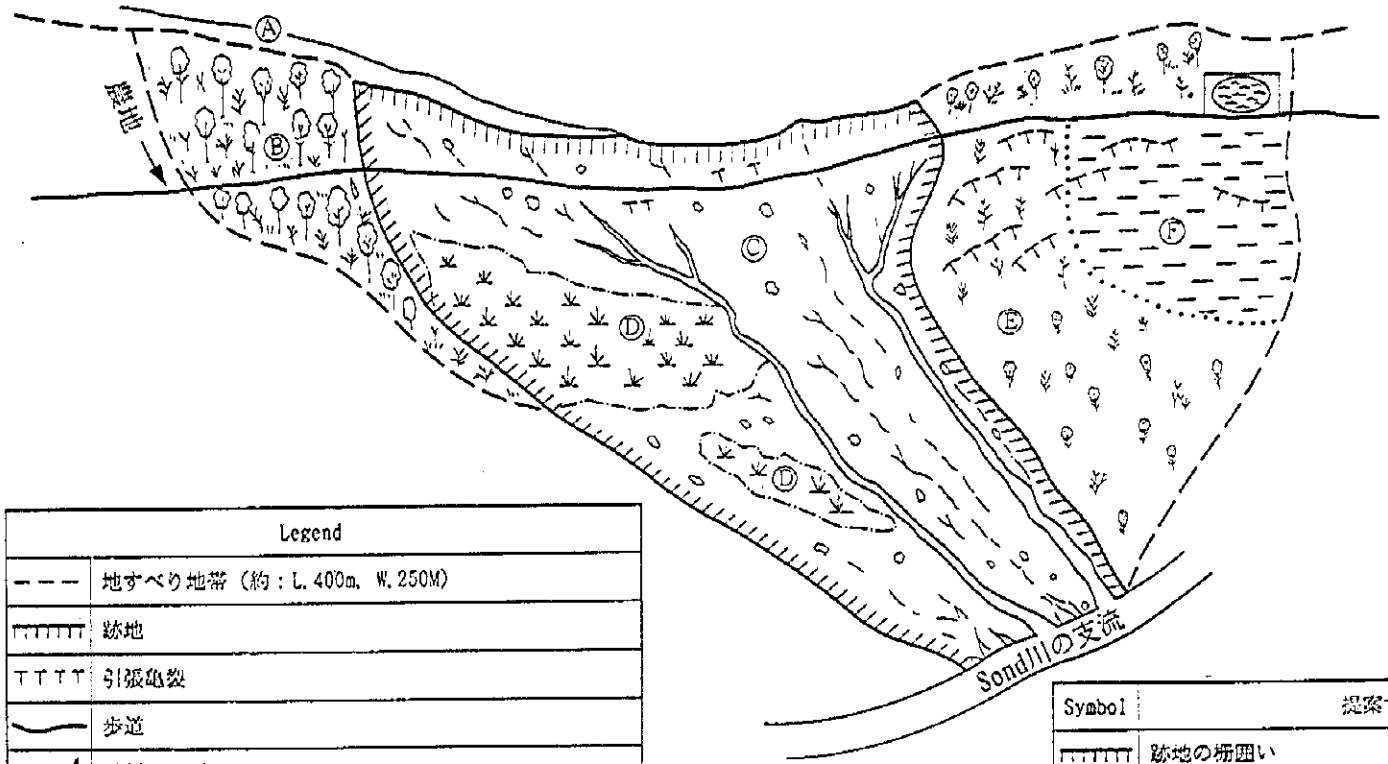
ii　地すべりの堤冠部及びアルガウディ村の全域における多くの引っ張り亀裂及び農地の最高 2.5mまでの地盤沈下が、現地調査の際に観察された。

iii　今まで、地域住民による過去の緩和策は、例えば排水路が滑り落ちる土壌塊の移動のため被害を受けたのに見られるように、地すべりの拡大防止に成功していない。このような環境のもとでの、実践的な選択肢は、地すべりを監視しその動きについて地域住民に情報を提供し、彼らが移住するための安全な場所を見つけるのを手助けすることである。

大規模地すべりの予防復旧対策は表2－13のとおりである。また、大規模地すべり復旧対策の実例を図2－5に示す。

表2－13　大規模地すべり予防復旧対策

位置		構造物による対策			バイオエンジニアリングによる対策	監視装置		備考
モデルエリア	VDC、Ward	フェンス (m)	分水路 (m)	引っ張り亀裂の詰被覆	天然更新 (ha)	伸縮計 (基)	手動雨量計 (基)	
カスキ北	Mauja、8	300	200	必要がある	7.0	1	1	
	Armala、1	200	150	必要がある	0.4	1	1	
	小　計	500	350	--	7.4	2	2	
カスキ西	Kristi Nachnechaur	--	--	--	5.0	--	--	
	小　計	--	--	--	5.0	--	--	
パルバット南	Hosrangdi、6	--	--	--	6.0	1	1	
	小　計	--	--	--	6.0	1	1	
合　計		500	350	--	18.4	3	3	



Legend	
― ― ―	地すべり地帯（約：L.400m, W.250M）
	跡地
TTTT	引張亀裂
	歩道
	進行中のガリー
	溜池
Ⓐ	畑地
Ⓑ	地すべりの古い部分（現在比較的に安定）（ハンノキ　8－10m　H.）
Ⓒ	すべり面（裸地）
Ⓓ	すべり面（天然更新による植生回復）
Ⓔ	潅木地、引張り亀裂が発生
Ⓕ	耕作放棄地

Symbol	提案する緩和策
	跡地の柵囲い
Ⓐ	流出コントロールのためのテラス改善及び分水路の作設
Ⓑ	伐採、山火事、放牧から保護及び枝条の燃料利用
Ⓒ	天然更新促進するための保全策
Ⓓ	バイオエンジニアリング工事（草本の植栽）及び保護
Ⓔ	引っ張り亀裂の詰皮覆及び保護
Ⓕ	引張亀裂の間詰と保全
	越流防止のための溜池改善
――	歩道ルートの変更または歩道改善

図２－５　モウジャ村Ward８の大規模地すべり

③ 監　視

地すべりの監視は、予防対策を計画するのに使用し得るデータを提供することとなる。また監視により得られた情報は、侵食影響地域の住民が一時的又は永久的な避難等の行動を決定する助けとなる。

伸縮計と雨量計が、ＤＰＴＣとの協力を通じて、カルテ地すべりの監視目的のためにパルバット北モデルエリアにおいてＪＩＣＡプロ技によって設置されている。ＤＰＴＣは、地域住民が引っ張り亀裂の状況や地すべりブロックの動きを監視するために操作できる簡単な木製の杭で作られた伸縮計を開発している。

地域住民が操作できる手動の雨量計は雨量を監視するために必要である。雨量に関するデータは、地すべり影響区域の住民に、地すべりの引き金になると言われる24時間の集中降雨量に関する情報を提供する。

本調査で計画した地域のうち、手動の雨量計と簡単な監視装置を、 Mauja、Armala及びHosrangdi の各村の地すべり地域に設置する。他の地域については、現地状況に応じて設置するのが好ましい。

現地で観測された小規模及び大規模の地すべりに関する予防復旧計画は、表にまとめて示す。

④ 地すべり跡地の利用

スタディエリアの自然条件及び社会・経済条件を考えると、地すべり特に大規模地すべりの完全な予防と復旧は、非常に困難である。

従って、当地域の地すべりに対処する効果的な対策は、可能な予防・復旧方法と地すべりの影響を受ける地域を生産目的に利用する方法を組み合わせて管理することである。

通常、当地域に地すべりが発生すると、地すべりに起因する危険性と災害を考えると発生地域は放棄され、どのような目的にも使用されない。しかしながら、数年経過すると、地すべり区域のどこの箇所が依然として活動中であるとか、どこの箇所が比較的安定しているかが、ある程度明らかとなる。

この段階で、比較的安定した箇所に管理計画に基づき草本、潅木及び樹木を植栽し、それらを飼料や燃料として利用することを奨励することによって、地域の村落は、地すべりを単に災害の源ではなく、生産の可能性のある箇所とみなすことができる。

地すべりからいくらかの利益を得るというこのようなアプローチは、地すべり地の緩和への人々の参加を活発にできる。

小規模地すべりの復旧は、簡単な土木的工法と、復旧工事に従事するユーザーグループに利用できる草木や灌木の植栽を含むバイオエンジニアリング工法を活用するように計画している。

大規模地すべりの場合には、実施段階での詳細調査が、植栽のための比較的安定した箇所を決定するために必要である。引張り亀裂、沈下、わん曲した樹木は、土地の不安定性を示す主たる指標である。

一方、植物が自然に再生していたり、亀裂が無いということは、比較的安定していることの指標となる。

(2) ガリー侵食防止プログラム

① 全体計画

ガリー侵食防止の対象地は表２－14のとおりである。

表２－14　モデルエリア別ガリー侵食防止計画

単位：箇所

モデルエリア	カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
計画数量	8	4	6	1	5	24

② モデル計画

代表的なガリー侵食地に対して、現地調査を行って、工種・工法の検討を行っている。

次にモデル計画を提案する。

なお、工種・工法の選定に当たっては現地の状況を確認した上で決定する。

a. Puranchaur VDC ward 1 のガリー

(a) このガリーの流域は約２haであり、当地における主たる土地利用は水田である。水田からの表面流出が、当該ガリー形成の主たる原因である。

(b) ガリーの頭部において水田からの水を進路変更させ、安全にガテ（Ghatte）川に放水させるために、約80mの散逸溝を建設する。

(c) ガリーの内部では、長さ８mの蛇篭チェックダムをガリーの開口部に有効高さ３～４mで建設する。ガリーの頭部に至るまでの他のチェックダムは、竹又は丸太による。それぞれの長さ約８mの大体七基程度のものを５m間隔で建設することを提案する。これらのチェックダムの有効高は 1.5～2.0 mで、使用する竹及び丸太の直径は10cm以下であってはならない。

(d) 分水路及びチェックダムの完成後、樹木の実生苗（植栽間隔１m×１m）及び

草木のさし穂（植栽間隔 0.5m× 0.5m）を、ガリーの内部のチェックダムと周辺区域（ガリーの縁から約2m）の間に植える。ガリーの内部では樹木の苗を、ガリーの壁が崩壊するのを防ぐため、ガリーの縁に沿って植栽する。ガリーの平均長及び平均幅から考え、約0.03haを草木、0.02haを林木の苗木で植栽すると、およそ 950本の草木のさし穂、 300本の林木の実生苗が必要である。

b. Puranchaur VDC ward 3 のガリー

(a) このガリーの流域は、約4haであり主として土地利用は放牧や採取から保護される潅木林からなっている。ガリーの頭部に位置している約 200mの部分を、上部の斜面からの流出水を散逸させるために改良することとする。

(b) 主たるガリーの流路の内部に、有効高3～5m、それぞれ8mの長さを持つ二つの石詰め蛇篭チェックダムを建設する。一つはガリーの開口部に、他の一つはカウレ（Kaure)水タンクの近くに建設する。5m間隔で建設された蛇篭ダムの間に、有効高約 1.0～1.5 m、長さ約8mの約40基の竹又は丸太製のチェックダムを建設する。

(c) ガリーの内部で、それらのダムの間の約 0.2haの区域及び周辺の荒廃している草地約1haの区域に樹木及び飼料木を植栽する。ガリーの内部の周縁部及び荒廃草地での樹木の植栽間隔は、それぞれ1m×1m及び6m×6mとする。荒廃草地の樹木の間に飼料木を 2.5m× 2.5mの間隔で植える。約 700本の樹木と1,600の飼料木が必要となる。

c. Arba Vijaya VDC ward 2 のガリー

(a) 互いに隣接する二つのガリーが存在しており、従ってその成因は同じであり、同種のコントロール対策が必要であり、一つの対象として扱う。これらのガリーの流域面積は約10haである。土地利用に関して、上部斜面では過放牧の草地で樹木が散在し、下部斜面では水田が見られる。草地から水田に流れる表面流出及び水田からの水が、これらのガリーの原因となった。流域の約5haの過放牧の草地の部分には、飼料木を植栽間隔 2.5m× 2.5mで植える。約 8,000本の飼料木の苗木が必要となる。

(b) 草地と水田の間の斜面の下部に、表面流水をKahu Kholaへ流し込むために、約500mの長さの散逸溝を建設する。

(c) 長さ15m、有効高約 3.0～4.0 mの石詰め蛇篭チェックダム2基を、ガリーの開口部に建設する。ガリーの開口部は、激しい河岸侵食を受けているKahu Khola

の川岸に沿っているので、当該ダムは、河岸侵食のコントロール対策の支援にもなる。開口部からガリーの頭部の間に5m間隔で、約15mの長さで 1.0～1.5 mの高さを持つ竹又は丸太製のチェックダム約57基を建設する。ガリー内側のダムの間、約 0.4haの区域に草木のさし穂及び林木（1m×1m）をガリーの周縁部に植える。約16,000本の草木のさし穂と約 570本の樹木の実生苗（0.06ha）が必要である。

以上、ガリー侵食コントロール対策を、表2－15にまとめる。植生的対策及び簡易な土木的対策によるガリー侵食コントロールを図2－6～10に示す。

表２－15　ガリーコントロール対策

位置	対策									
村、Ward、モデルエリア	植栽		草本植栽（挿床）		分水路	竹又は丸太のﾁｪｯｸﾀﾞﾑ		Gabionチェックダム		備考
	面積 (ha)	本数 (苗木)	面積 (ha)	本数 (挿木)	(m)	本数	長さ (m)	本数	長さ (m)	
PuranchaurVDC, Ward 1、カスキ北モデルエリア	0.02	300.0	0.023	950	80.0	7.0	56.0	1.0	8.0	
PuranchaurVDC, Ward 3、カスキ北モデルエリア	1.00	2.300	0.20	8.000	－	40.0	320.0	2.0	16.0	
Arba VijayaVDC, Ward 2、カスキ北モデルエリア（ガリーが２箇所ある）	5.00	9.000	0.4	16.000	500.0	57.0	855.0	2.0	30.0	
合計	6.02	11.600	0.62	24.950	580.0	104.0	1.231.0	5.0	54.0	

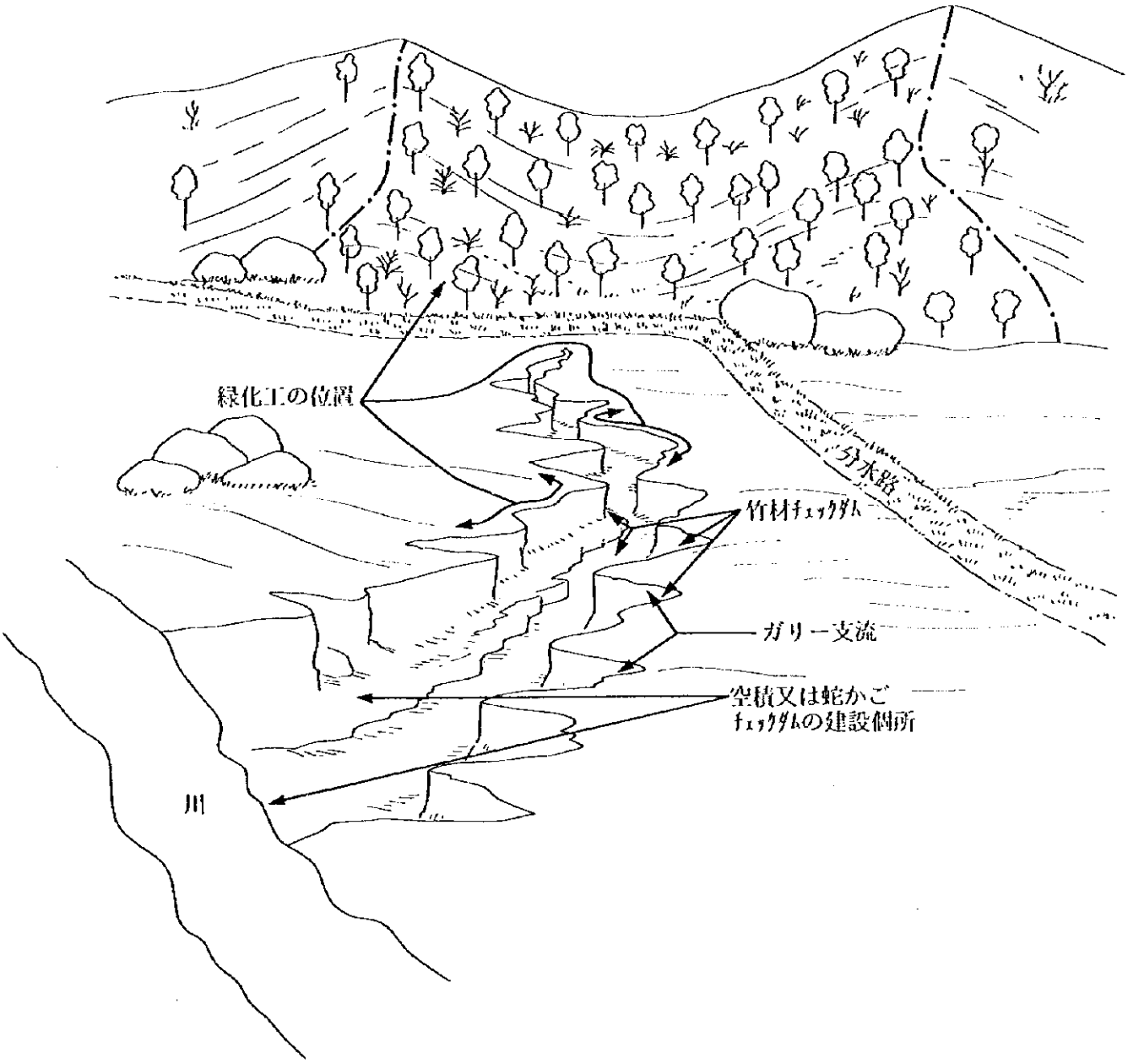


図２－６　植生的対策及び簡易な土木的対策によるガリーエロージョンコントロール

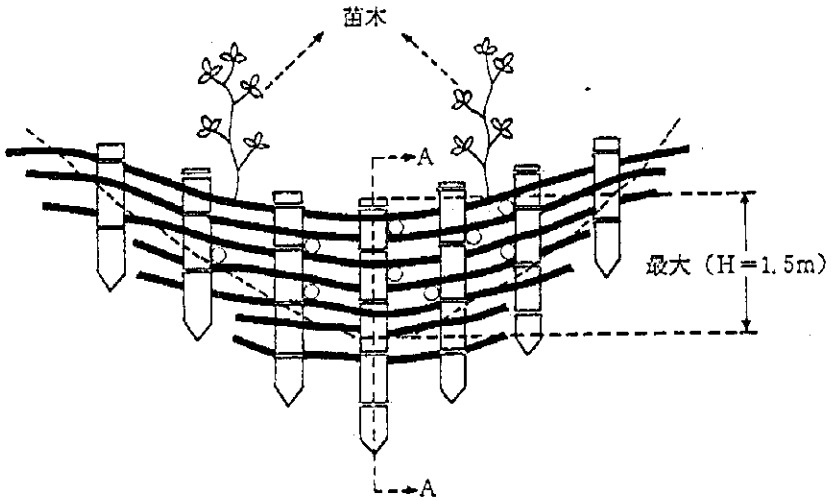


図２－７　竹ガリープラグ平面図

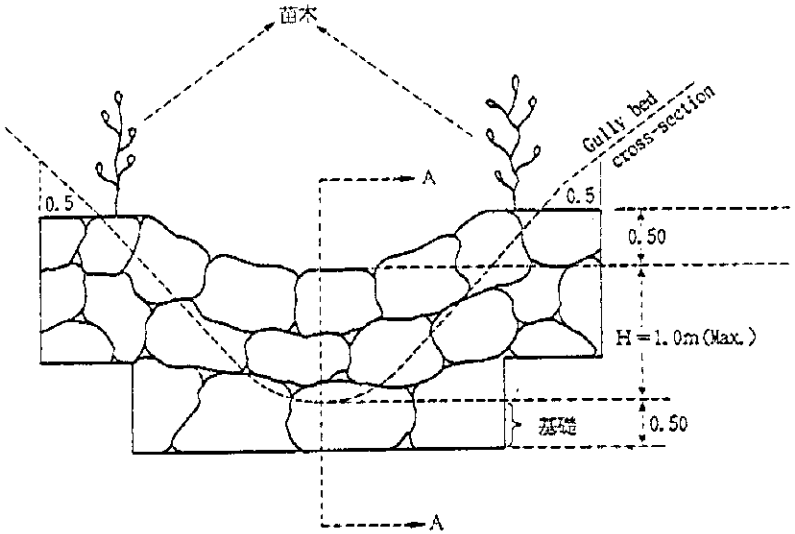


図２－９　石積チェックダムの平面図

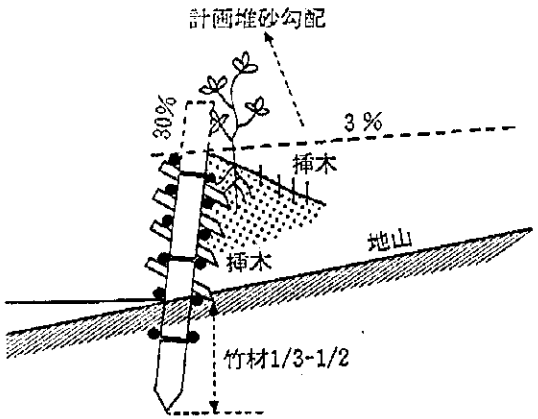


図２－８　竹ガリープラグ断面図

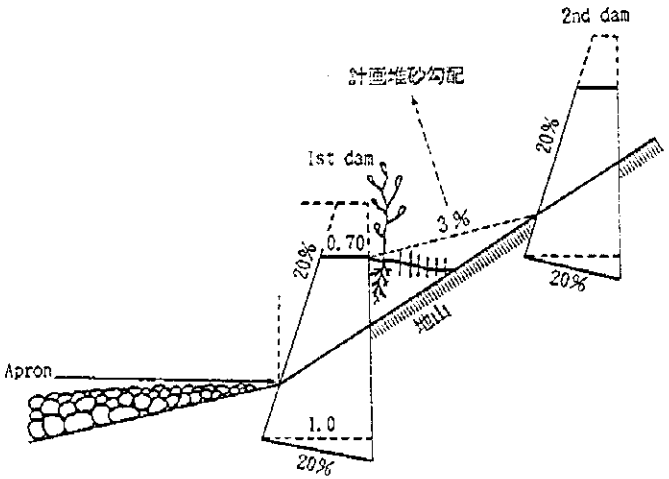


図２－10　石積チェックダムの断面図

(3) 渓岸侵食防止プログラム

渓岸侵食に対するモデルエリア別防止計画の対象は表２－16のとおりである。

また、河川別及び工種別内訳については表２－17に示す。

表２－16　モデルエリア別渓岸侵食防止計画

単位：km

モデルエリア	カスキ北	カスキ東	カスキ西	パルバット北	パルバット南	計
計画数量	5.6	4.4	3.7	2.0	2.3	18.0

以下、渓岸侵食に対する土木的、植生的対策の内容を示す。

① 土木的な対策

a．ピーク時の流量が低く、渓岸が高くない個所の河川支流に沿って、捨て石工（蛇篭なし）及びバカリ(Bhakari）を行う。捨て石工は、直径30cm以上の大型の石材が入手し得る所で実行する。捨て石工の一つの長所は、潅木状の河岸植物が石の隙間で成育することができ、これにより構造物の強度と地域住民に対するバイオマスの利用を増加させることにある。

b．バカリは、渓岸侵食コントロールのため竹棒を使って地域住民が造る伝統的な円形の石詰め構造物であり、カスキ東モデルエリアのVirdi Khola, Khalte Khola の下流で見られる。２～３年の寿命の仮設構造物である。仕様は次のとおりである。

直　　径：1.5～3.0 m

基　礎　高：0.5m以下ではない

地面からの高さ：1.0～1.5 m

竹棒の直径10cm以下ではない

バカリの捨て石及び作設は簡単で、現地で手に入る材料を使用するので全体のコストは低く、反面作設に人手を要するので地域住民の参加はより高くなる。

c．ピーク時の流量が多く予想され、蛇篭に詰める小型の石材が得られる所では、蛇篭による護岸工を適用する。蛇篭のタイプと大きさは、最近ＪＩＣＡプロ技で渓岸侵食防止に使ったものと同じである。

d．捨て石工及び蛇篭工の双方とも、最低 0.5m深さ以上の基礎を築いて地面にしっかりと埋めこむものとする。

② 植生的対策

a．バカリ、捨て石工、石詰め蛇篭で造られた構造物の後ろには、約２ｍの幅で林木を２ｍ×６ｍ（ha当り 833本）の植栽距離で植える。林木の植栽列の間には、飼料

木、燃料木等を3m×3m（ha当り 1,111本）の間隔で植える。例えば、侵食の影響を受けている渓岸に沿って歩道や道路が通っているようなところで、2m幅が確保できなければ、構造物の後ろに一列の樹木を植えてもよい。構造物と渓岸の間には、現地で成育した、地域住民に有益な草木を一列に植える。

b．新しく造成された河岸林と丘陵斜面の間には広がる氾濫原には、水田が存在する。そこに氾濫した洪水の速度を減じ成育している作物への被害を最小にし、また飼料や土地の肥沃度を増す窒素固定化作用を有するイピルイピル（Leucaena leucocephala）、シロゴチョウ(Sesbania sp.)等の飼料木を混合してテラスに沿って植える。

c．私有地において植付けに対する農民の協力を得るためには、十分に彼らと話し合い、普及活動によって利益となることを説明する必要がある。

表に示した渓岸侵食の影響を受けた河川とそれらの支流の内およそ20%には保全対象があると予測し、この部分を渓岸侵食防止計画の対象にした（表2－16）。

また、渓岸侵食防止の実例を図2－11に示す。

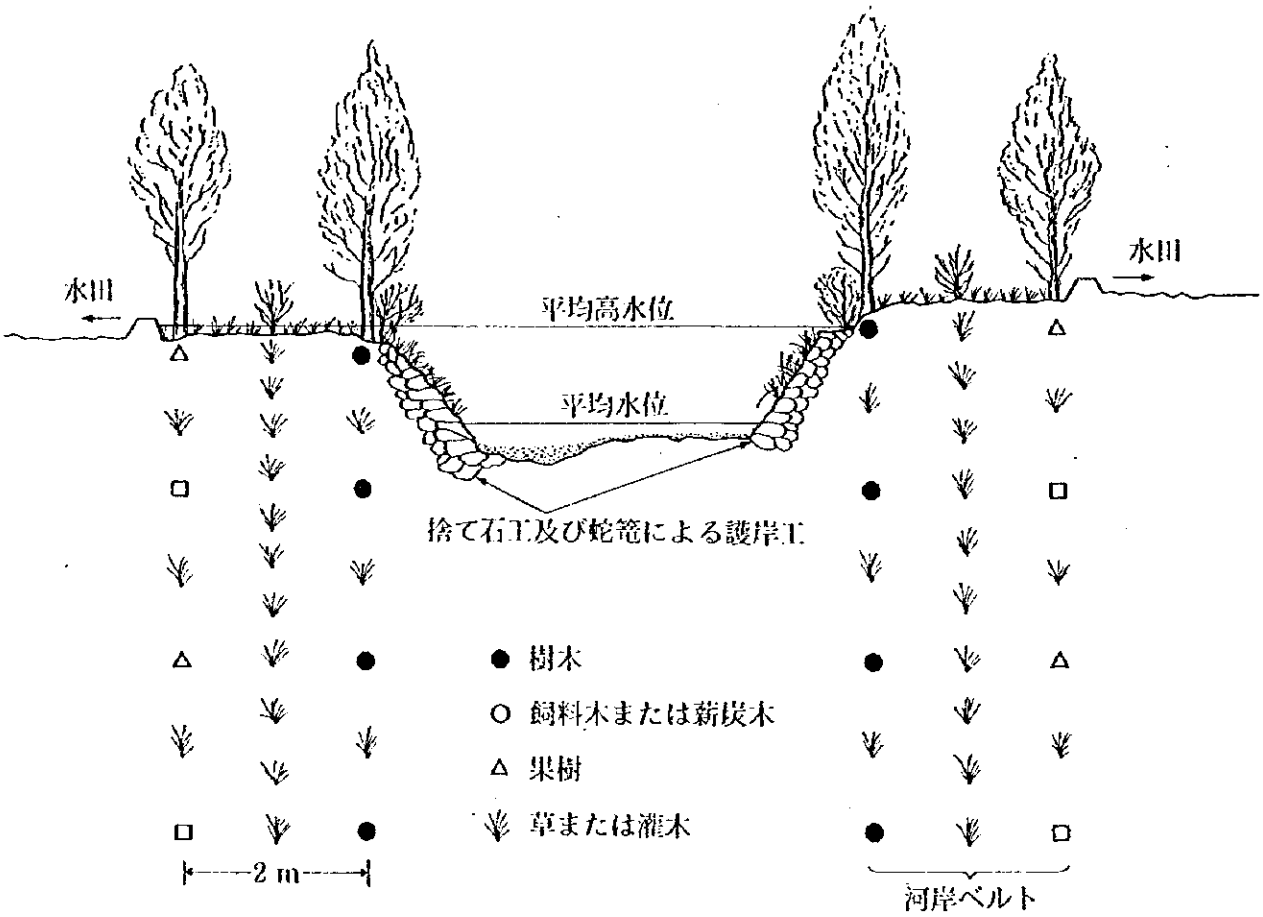


図2－11　渓岸侵食防止のための護岸工及び河岸林

表2－17　渓岸侵食防止対策

位置		土木的工法対策		植生的工法対策	備考
モデルエリア	河川名	捨て石工及びバカリ (km)	蛇篭による護岸工 (km)	樹木・草木 (ha)	
カスキ北	Vijaypur Khola	0.5	2.2	1.08	
	Kali Khola	0.4	1.4	0.72	
	Bhoti Khola	—	0.6	0.24	
	Ghatte Khola	—	0.5	0.20	
	小計	0.9	4.7	2.24	
カスキ東	Khalte Khola	0.2	1.2	0.56	
	Virdi Khola	0.2	1.0	0.48	
	Anpu・Phushre Khola	0.4	1.4	0.72	
	小計	0.8	3.6	1.76	
カスキ西	Magsoli Khola	0.3	0.8	0.44	
	Phurse Khola	0.4	1.4	0.72	
	Harpan Khola	—	0.8	0.32	
	小計	0.7	3.0	1.48	
パルバット北	Malyahdi Khola	1.1	—	0.44	
	Lamaya Khola	0.9	—	0.36	
	小計	2.0	—	0.80	
パルバット南	Seti Khola	1.8	—	0.72	
	Mardi Khola	0.5	—	0.20	
	小計	2.3	—	0.92	
合計		6.7	11.3	7.20	

(4) 侵食防止計画図

地すべり、ガリー侵食、渓岸侵食に関して、予防復旧のための計画図を作成している。計画図は図2－12に示す。

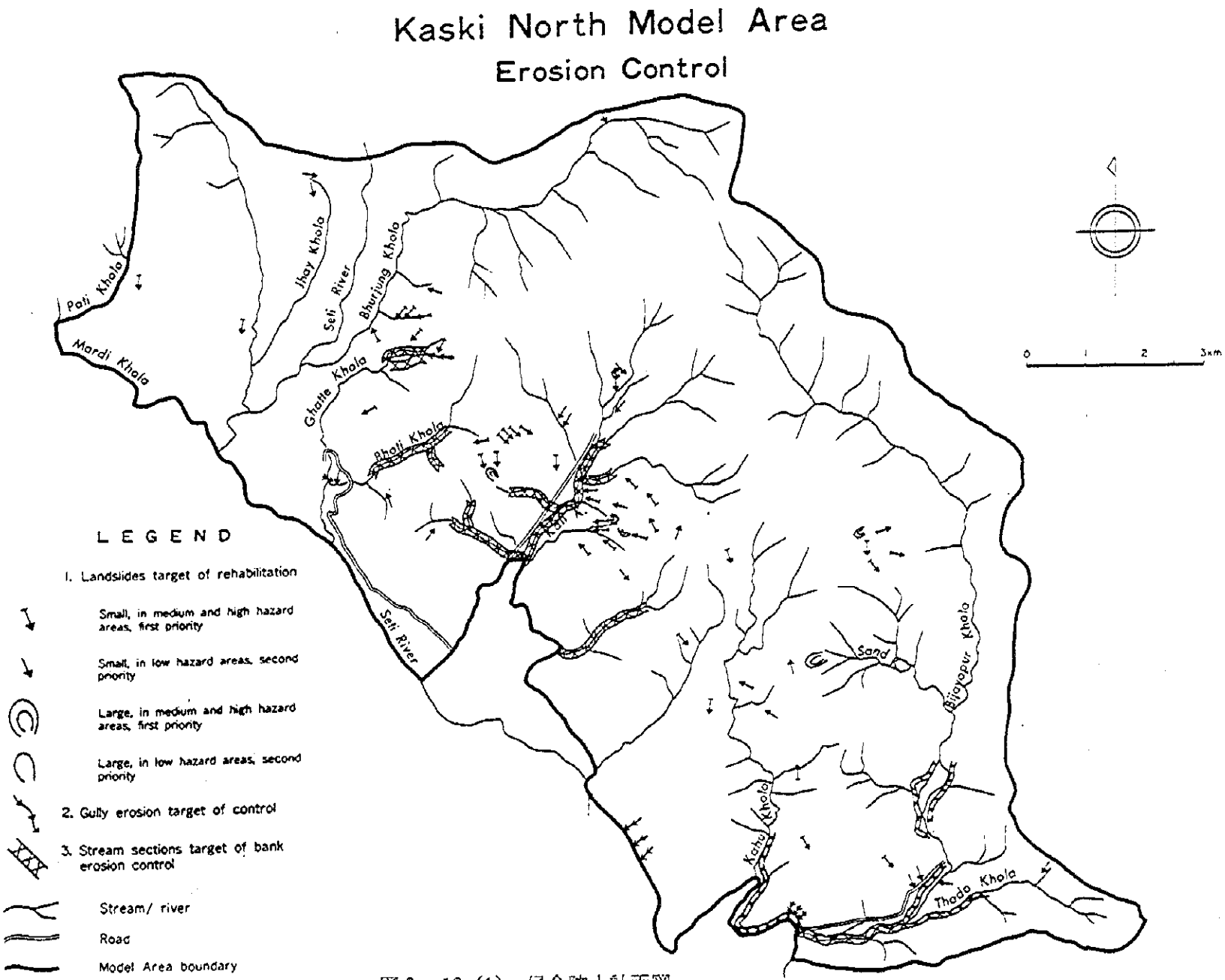


図２－12（1） 侵食防止計画図

Kaski East Model Area

Erosion Control

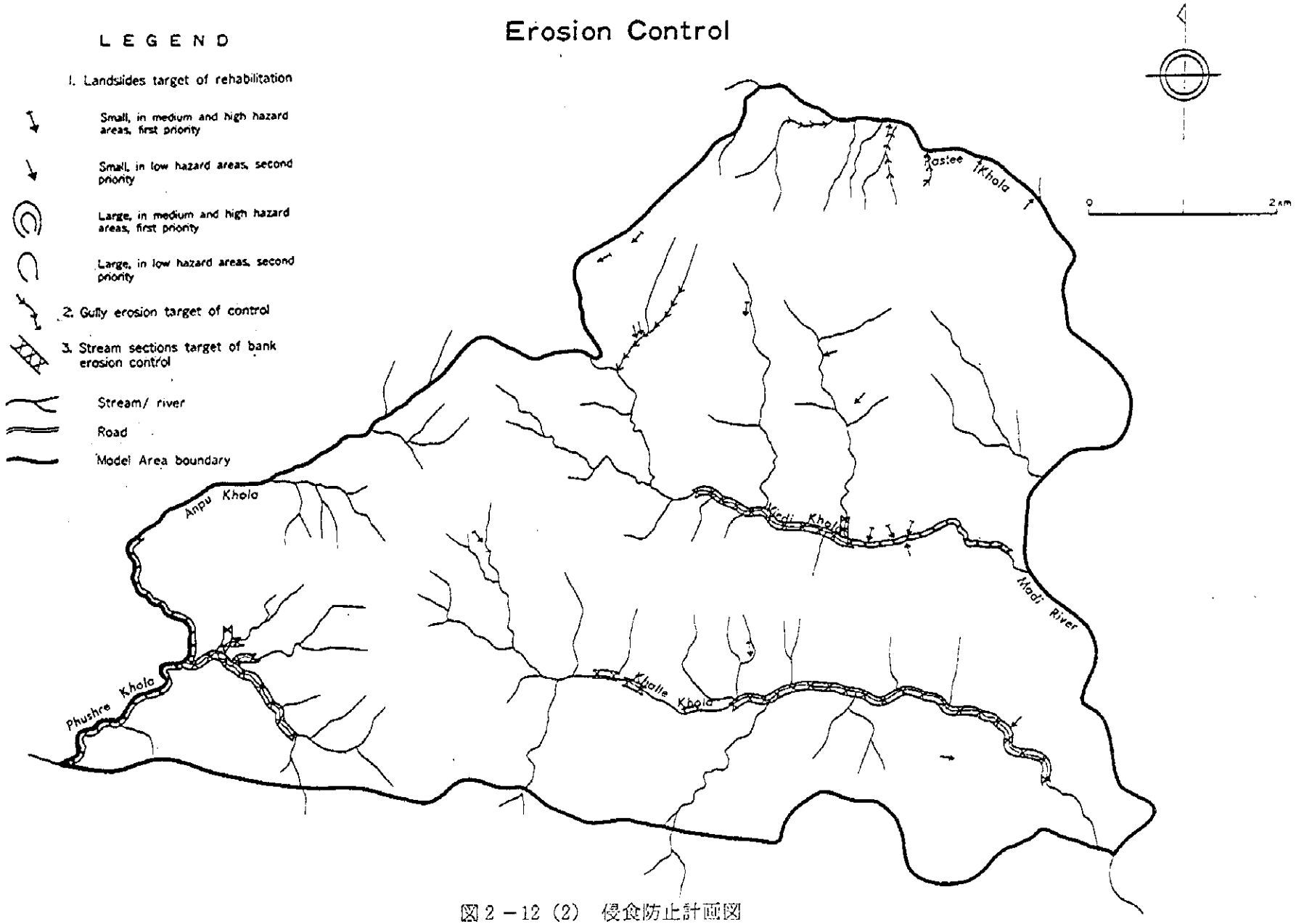


図２－12（2） 侵食防止計画図

Kaski West Model Area

Erosion Control

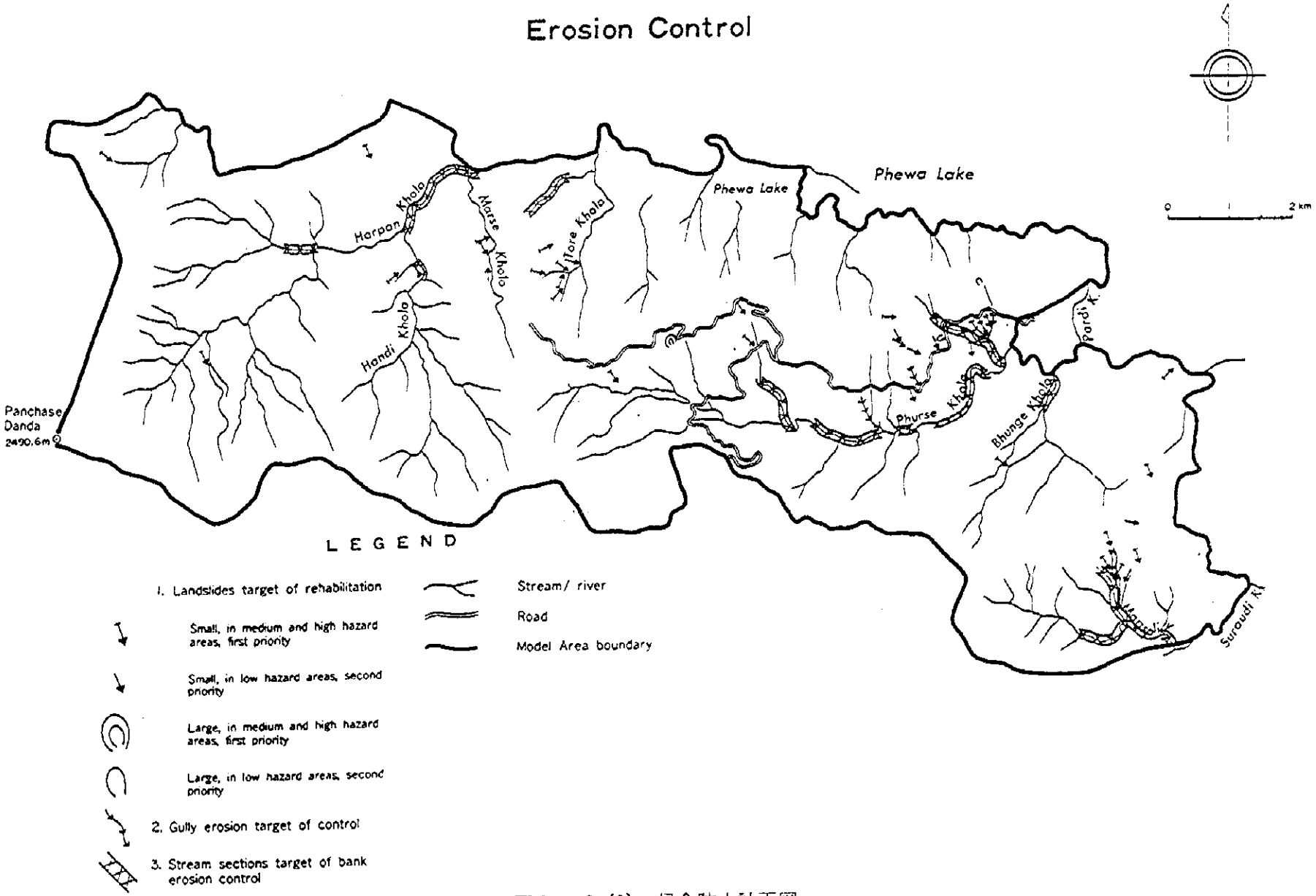


図２－12（3） 侵食防止計画図

Parbat North Model Area

Erosion Control

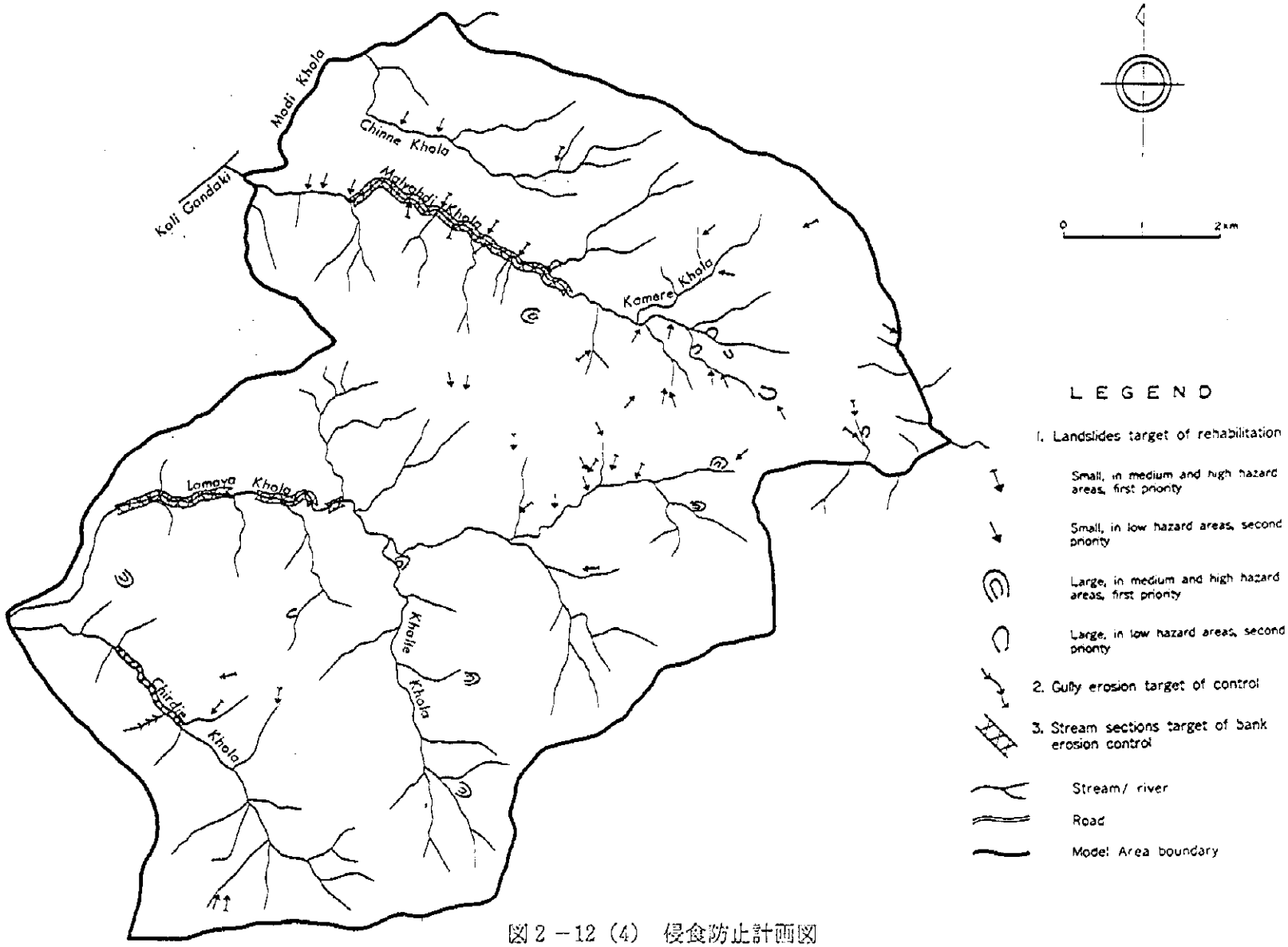


図２－12（4） 侵食防止計画図

Parbat South Model Area

Erosion Control

LEGEND

1. Landslides target of rehabilitation

Small, in medium and high hazard areas, first priority

Small, in low hazard areas, second priority

Large, in medium and high hazard areas, first priority

Large, in low hazard areas, second priority

2. Gully erosion target of control

3. Stream sections target of bank erosion control

Stream/ river

Road

Model Area boundary

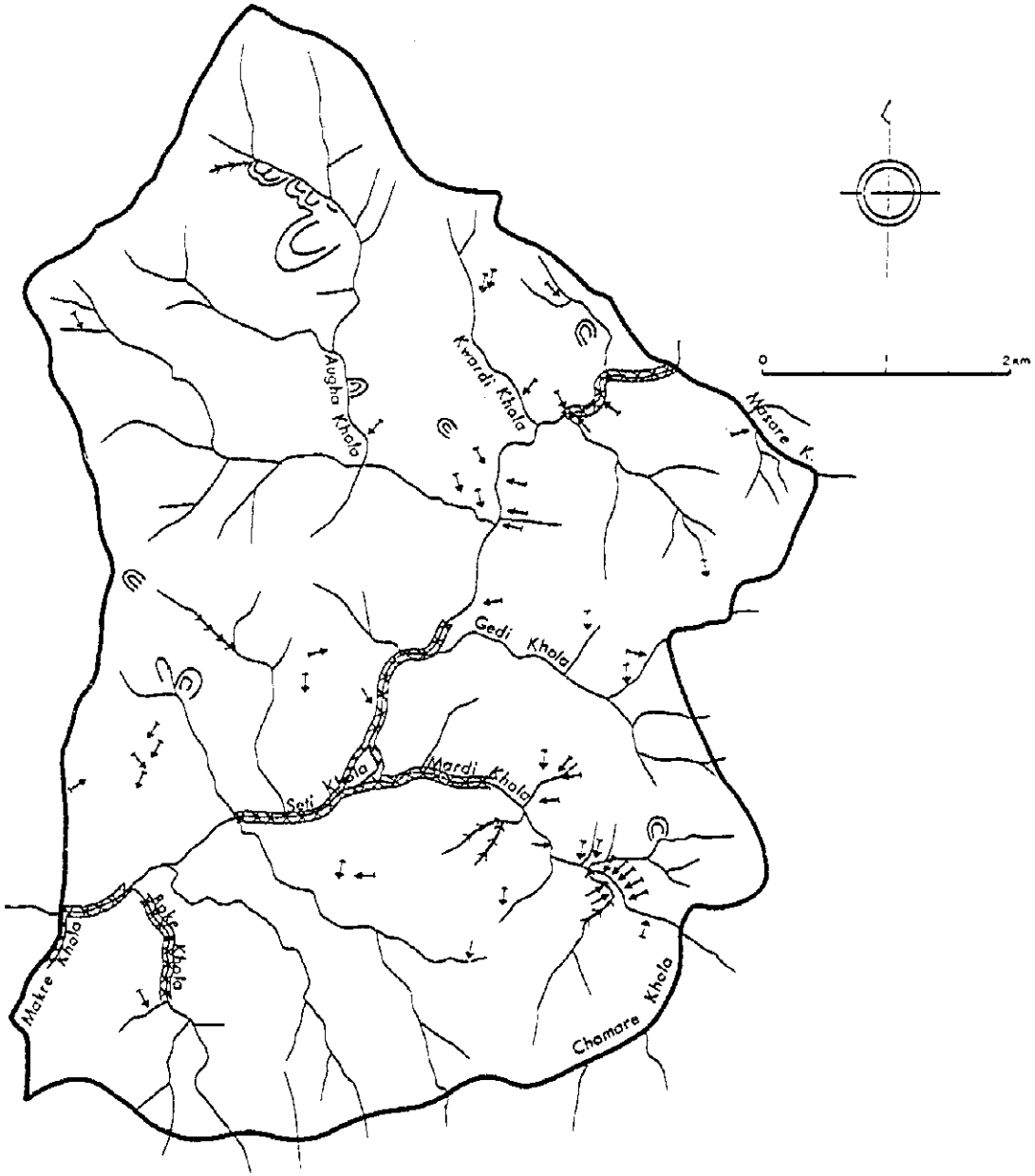


図２－12（5） 侵食防止計画図