

ネパール国テライ平野河川治水計画調査事前調査報告書

ネパール国 テライ平野河川治水計画調査 事前調査報告書

平成9年10月

JICA LIBRARY



J 1140399 [5]

国際協力事業団

平成9年10月

116
017
SSS
LIBRARY

社調二
J R
97-110

ネパール国
テライ平野河川治水計画調査
事前調査報告書

平成9年10月

国際協力事業団



1140399 (5)

序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のテライ平野河川治水計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成9年7月27日より8月14日までの19日間にわたり、当事業団国際協力専門員大井英臣を団長とする事前調査団(S/W協議)を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、ネパール王国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

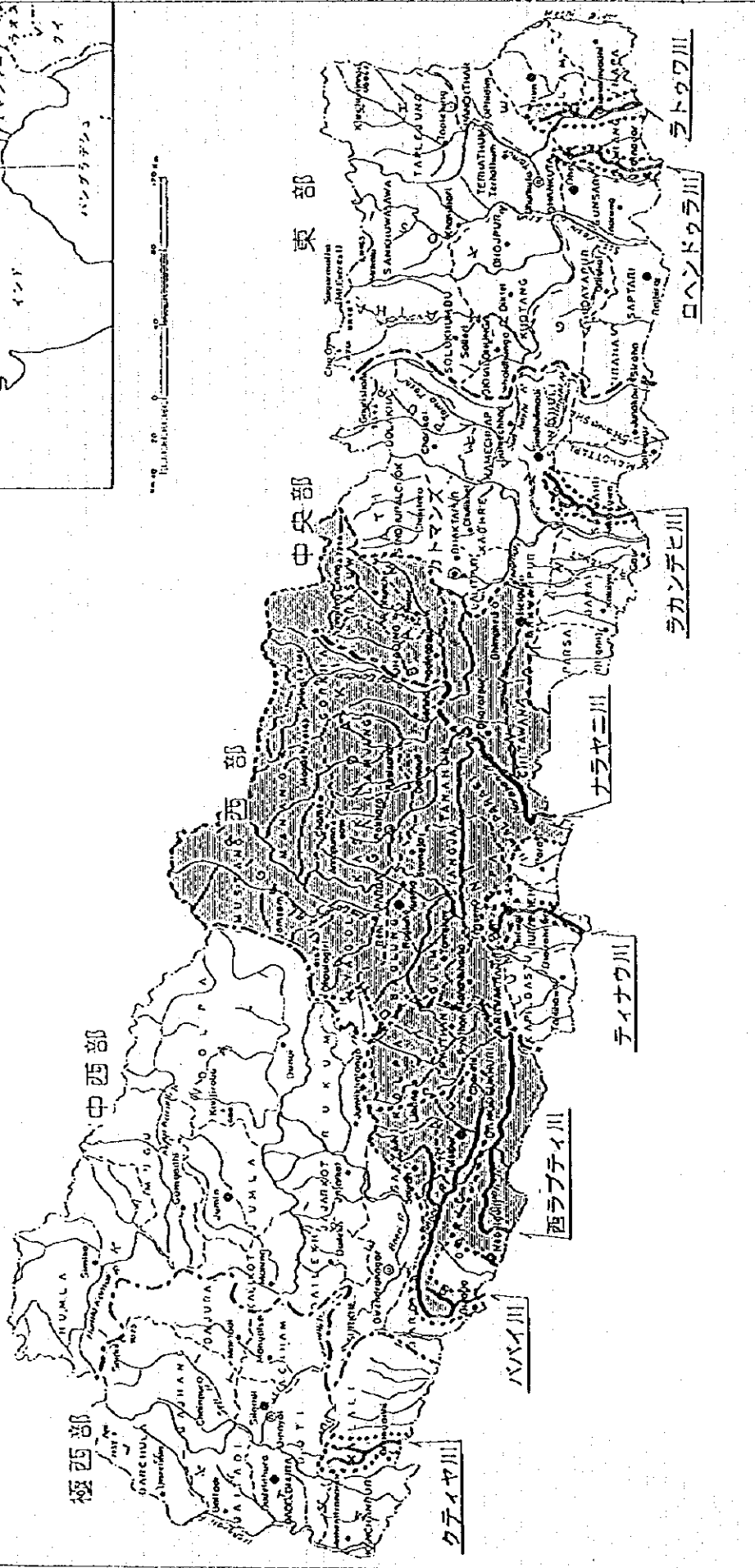
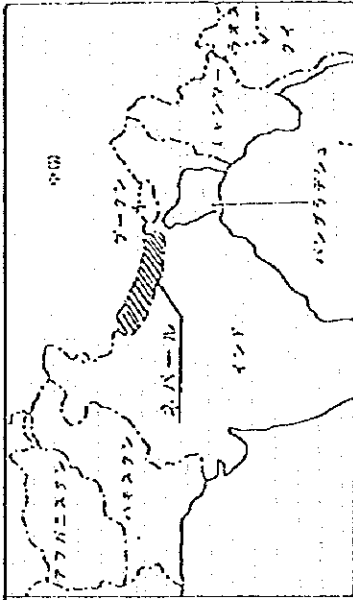
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

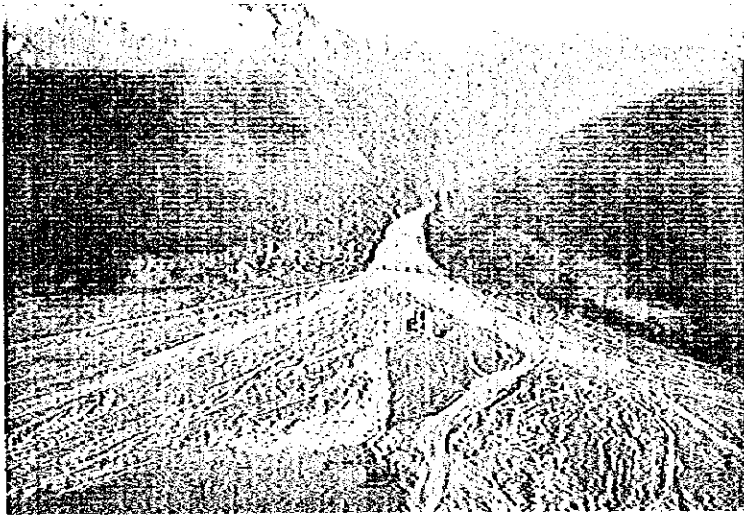
平成9年10月

国際協力事業団
理事 佐藤 清

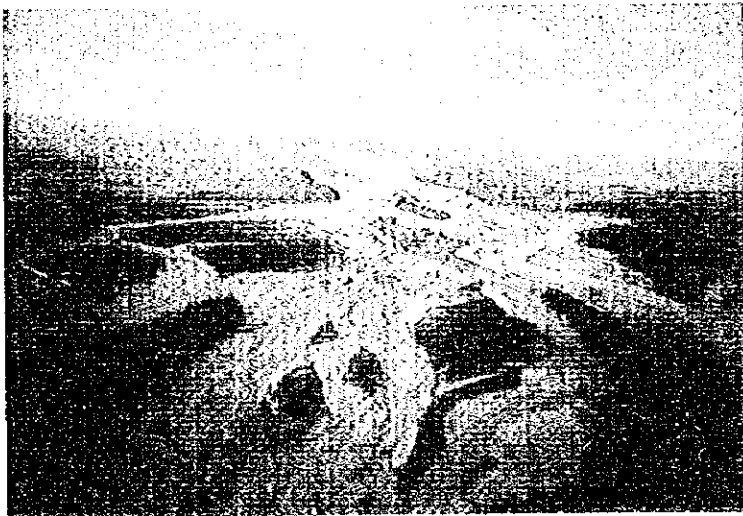
調査対象河川位置図



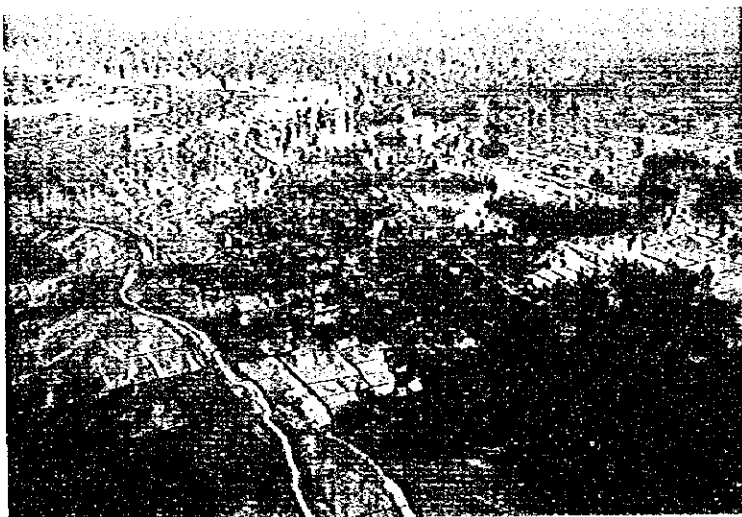
現地写真 (1)



ナラヤニ川の支川—シワリク丘陵を流下後、扇状地に入り流路変動幅が急激に広がる

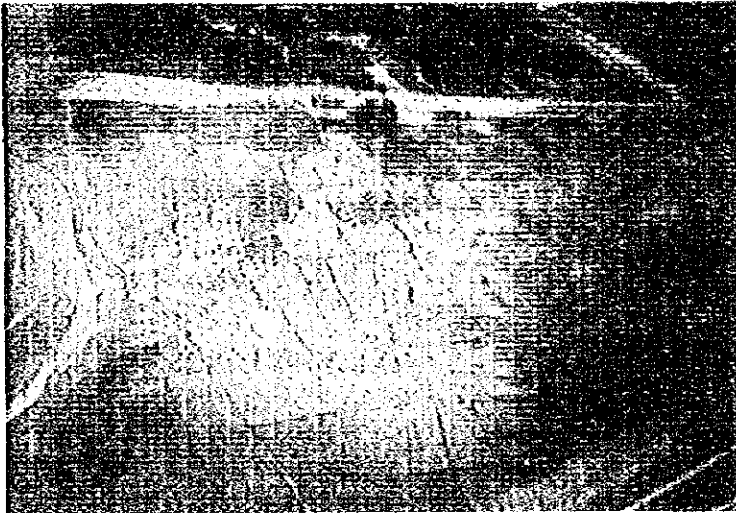


バクマティ川の支川—扇状地内では流路変動が激しく、河川幅が非常に広くなる

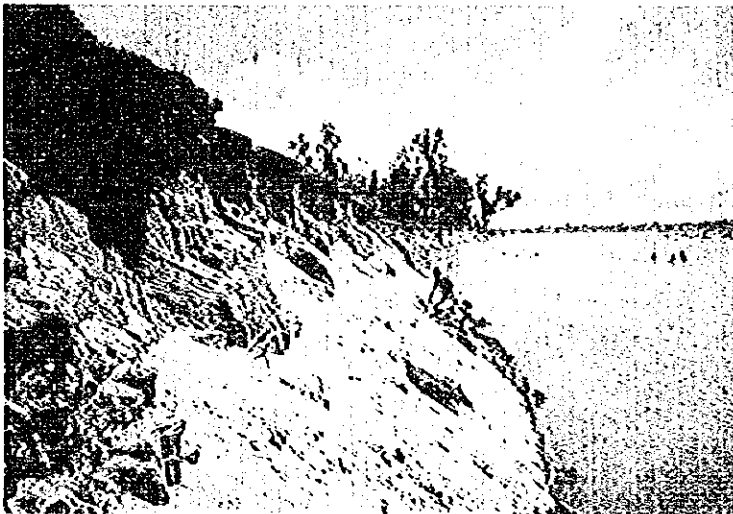


テライ平野を流れる小河川はインド国境付近で河道が不鮮明になり、洪水は農地を氾濫流下する

現地写真 (2)



河川溢水により、氾濫・土砂流入被害を受けた農地



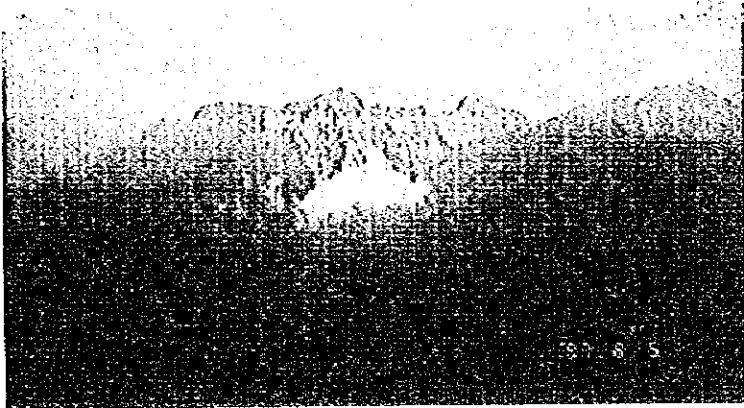
テライ平野を流下する河川の河岸土層は、砂質系のため侵食を受けやすい



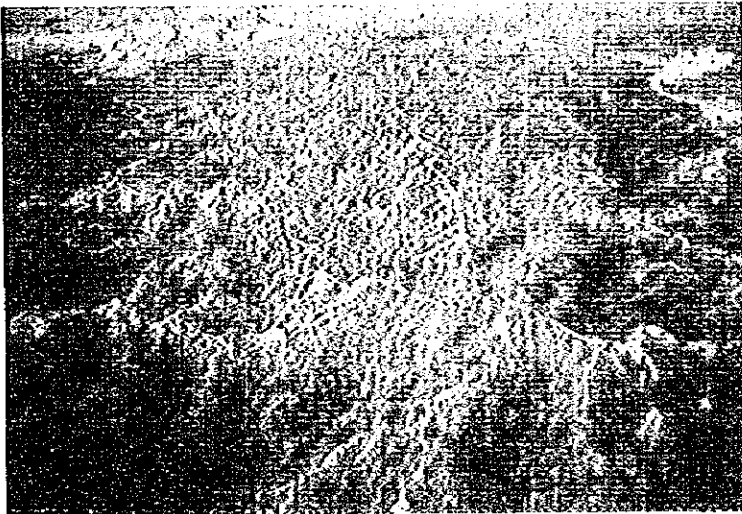
シワリク丘陵地では洪水時大量の土砂流出が発生し植生が流出する

現地写真 (3)

シワリク丘陵では大規模な崩壊が広範囲に発生している



シワリク丘陵は固結度が低いため土壌浸食も激しく、尾根筋では樹木が生育し難い



シワリク丘陵地の道路では頻繁に斜面崩壊が発生している



現地調査 (4)



灌漑地を防御するための堤防一法面保護のため布団籠護岸及び突出水制がある。

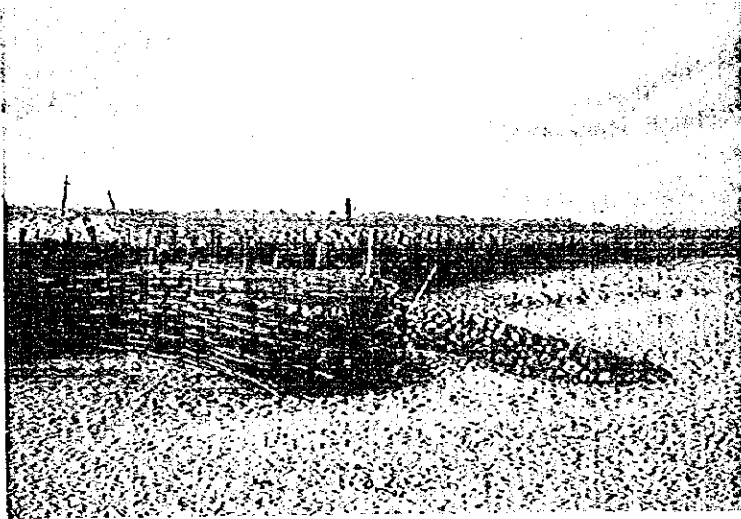


灌漑局が建設中の河岸浸食防止用の布団籠護岸及び突出水制



浸水被害軽減の為の高床式住居

現場写真 (5)



土壤保全局が実施中のバイオエンジニアリングによる流出土砂対策工—
植林地帯とその苗木が育つまで設け
られた栗石詰め竹柵工

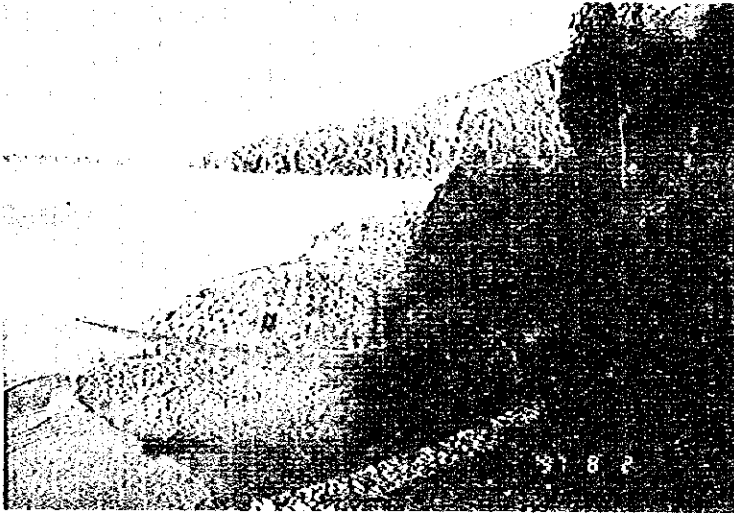


流出土砂対策用の植林地帯と栗石詰
め竹柵工

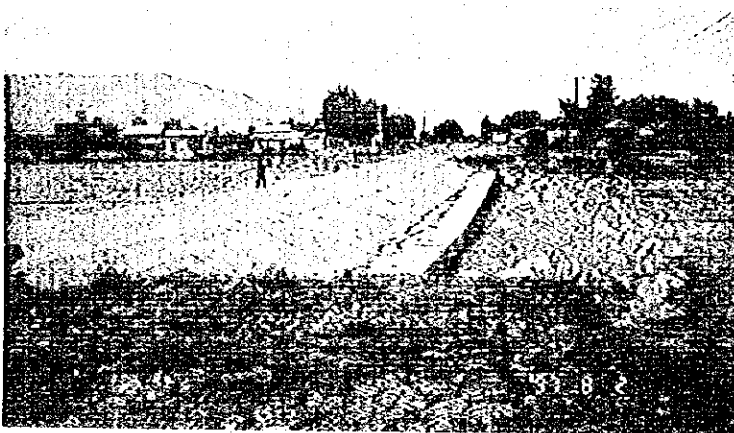


流出土砂対策用の植林地帯と竹柵工

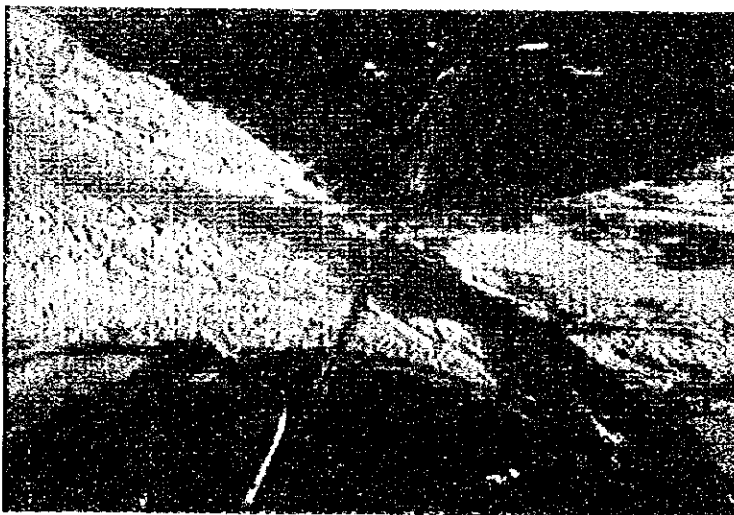
現場写真(6)



道路局が外国援助を受けて建設した
国道防護用の突出水制



越流タイプの河川横断道路

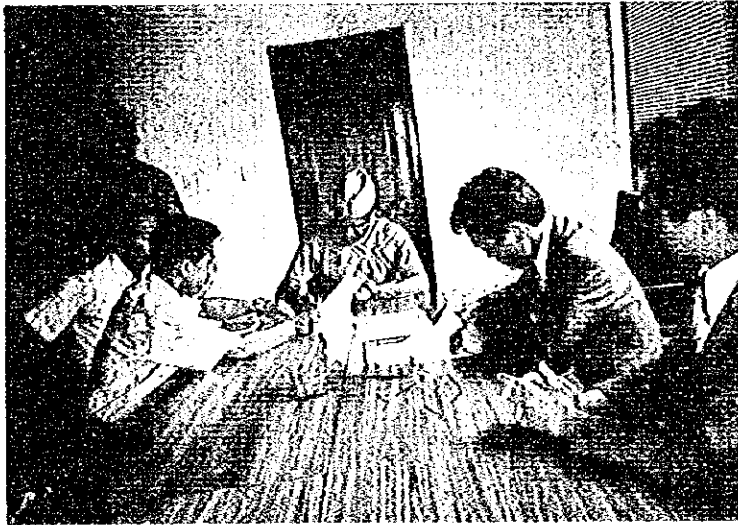


河川流路を急縮する道路橋

現場写真(7)



S/W協議
水資源省灌漑局にて



S/W署名
灌漑局長及び調査団長



署名後のS/W交換

目 次

序 文

調査対象河川位置図

写 真

第1章 事前調査の概要

1-1	要請の背景	1
1-2	調査の目的	1
1-3	調査団の構成	1
1-4	ネパール側受入機関	1
1-5	調査日程	2

第2章 事前調査結果の概要

2-1	協議の経緯及び概要	3
-----	-----------	---

第3章 調査対象地域の概要

3-1	自然状況	5
3-2	社会・経済状況	7

第4章 政府及び治水関連組織

4-1	政府	12
4-2	治水関連組織	12
4-3	環境関連組織	16

第5章 洪水事業の概要

5-1	河川の一般状況	17
5-2	調査対象河川	20
5-3	洪水・地滑り被害	23
5-4	治水事業の現状	23
5-5	国際機関・先進国等の援助動向	35

第6章 環境予備調査

6-1	ネパール国の環境政策	37
6-2	環境関連法制度・ガイドライン	37
6-3	環境影響評価の審査手続き	38
6-4	自然・社会環境に関するその他の情報	41

6-5	環境予備調査結果	42
-----	----------	----

第7章 本格調査の実施方針

7-1	調査の基本方針	47
7-2	調査の目的	48
7-3	調査対象地域	48
7-4	調査項目及び内容	48
7-5	調査工程	55
7-6	要員計画	55
7-7	調査実施体制	56
7-8	調査実施に関する留意点	56

付属資料

1.	要請書	61
2.	S/W	68
3.	M/M	75
4.	主要面会者リスト	82
5.	質問表及び回答	85
6.	現地踏査記録	104
7.	収集資料リスト	109
8.	ローカルコンサルタント	113

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景

テライ平野はネパール国の南部に位置し、国土面積の約14%、人口の約50%を占め、近年人口が急増している地域である。また同地域は同国の主要な穀倉地帯であり、唯一の国土縦断幹線道路である東西ハイウェイが通過する等、社会経済的にも重要な、同国発展の鍵を握る地域である。

しかし、この地域の河川は流送土砂の多い緩流河川で蛇行が激しく、豪雨の度に橋梁・道路等のインフラ、農地、家屋及び人命等に被害が生じている。特に1993年の洪水被害は甚大であったが、その後も毎年雨期には多大な被害が生じている。

ネパール国政府は、こうした被災地域に対して応急復旧により対応しているものの、防災の基本となる包括的な治水計画がないため、効果的な洪水対策を実施できない状況にある。

第9次5ヶ年計画でも、国家開発を進める前提として、防災・災害対策を重要課題としており、治水計画に係るマスタープランを策定し、このM/Pに基づき効果的な治水対策を実施することが求められている。

かかる状況を背景として、ネパール国政府は本調査の実施を我が国に要請した。

1-2 調査の目的

本調査はネパール国政府からの要請に基づき、同国南部のテライ平野を貫流する選定された河川について治水計画にかかるマスタープラン(M/P)を策定し、優先プロジェクトについてフィージビリティ調査を実施することを目的とする。

事前調査は、本件調査にかかる要請の背景、内容と範囲、上位計画との整合性及び先方政府の意向を確認するとともに、資料・情報の収集、現地踏査等を行い、我が国の協力の可能性の検討を踏まえ、本格調査のS/Wを協議・署名するものであり、このため事前調査団を派遣した。

1-3 調査団の構成

氏名	担当分野	現職
大井 英臣	総括/防災計画	JICA 国際協力専門員
増田 大	調査企画	JICA 社会開発調査部社会開発調査第二課
若井 健	治水計画	大阪府土木部ダム砂防課ダム建設係長
松尾 有紀	自然・社会環境	中央開発株式会社環境技術部係長
大下 利憲	河川施設計画	株式会社 パシフィックコンサルタンツインターナショナル水資源開発部次長

1-4 ネパール側受入機関

水資源省灌漑局 (DOI: Department of Irrigation, Ministry of Water Resources)

1-5 調査日程

日順	月 日	曜日	調 査 日 程	宿泊地
1	7月 27日	日	〈大井、増田、松尾、大下〉 東京 (1100) →バンコク (1530) 〈TG641〉 (若井) 大阪 (1115) →バンコク (1535) 〈TG311〉	バンコク
2	7月 28日	月	バンコク (1030) →カトマンズ (1235) 〈TG311〉 日本大使館表敬、JICA ネパール事務所打ち合わせ 治水砂防センター協議	カトマンズ
3	7月 29日	火	水資源省表敬、治水砂防センター協議、関係機関協議 灌漑局表敬、灌漑局へのSAW説明・協議	カトマンズ
4	7月 30日	水	SAW説明・協議	カトマンズ
5	7月 31日	木	カトマンズ (0900) →ピラトゥナガル (1000) 〈3Z107〉 現地踏査 (ピリン川、カンカイ川、ラトゥア川、ロヘンド ウラ川)	ピラトゥナガ ル
6	8月 1日	金	現地踏査 (マフリ川、ムタニ川、ガガン川、グルミ川、ラ トゥ川、ロッカデヒ川)	ヘタウダ
7	8月 2日	土	現地踏査 (ナラヤニ川、ティナウ川、バンガンガ川)	プトワル
8	8月 3日	日	現地踏査 (西ラブティ川)	カトマンズ
9	8月 4日	月	団内M/M案作成、SAW案(修正案)、M/M案送付	カトマンズ
10	8月 5日	火	現地視察 (ヘリコプターにより、シワリク山脈及びテライ 平野を概観) SAW協議、M/M協議	カトマンズ
11	8月 6日	水	SAW署名、M/M署名 日本大使館報告、JICA ネパール事務所報告	カトマンズ
12	8月 7日	木	〈松尾、大下〉資料収集、補足調査 (大井、増田、若井) カトマンズ (1355) →シンガポール (2235) 〈SQ413〉 〈大井、増田〉シンガポール (2315) →	カトマンズ 機中泊
13	8月 8日	金	→東京 (0705) 〈SQ998〉 (若井) シンガポール (0145) →名古屋 (0855) 〈SQ982〉 〈松尾、大下〉資料収集、補足調査	機中泊 カトマンズ
14	8月 9日	土	〈松尾、大下〉資料収集、補足調査	カトマンズ
15	8月 10日	日	〈松尾、大下〉資料収集、補足調査	カトマンズ
16	8月 11日	月	〈松尾、大下〉資料収集、補足調査	カトマンズ
17	8月 12日	火	〈松尾、大下〉資料収集、補足調査	カトマンズ
18	8月 13日	水	カトマンズ (1340) →バンコク (1810) 〈TG312〉	バンコク
19	8月 14日	木	バンコク (1050) →東京 (1900) 〈TG640〉	

第2章 事前調査結果の概要

2-1 協議の経緯及び概要

事前調査団は、7月28日より現地調査を開始し、日本大使館、水資源省、治水砂防センター及びJICA事務所等を訪問した。これら関係者から有益な情報を収集するとともに、現地踏査を実施し、調査対象地域の絞り込み及び現状把握を行った。水資源省灌漑局及び各地方灌漑局の積極的な協力も得てこれらの調査は順調に進捗し、当初の予定通り、8月6日に Mr.Mahendra Nath Aryal 水資源省灌漑局長と大井事前調査団長（JICA 国際協力専門員）との間で S/W 及び M/M の署名を了した。

協議の概要は、次のとおりである。

- (1) 本件調査団受入に対し、ネパール側は終始協力の姿勢を示し、調査対象地域の現地踏査には常時灌漑局が同行するなど、本件調査に対するネパール側の真剣かつ積極的な取り組みが伺われた。
- (2) 本件調査に関してネパール側が我が方の協力を期待するところは、主として、①テライ平野を流れる河川の治水計画に係るマスタープラン (M/P) の策定、②ネパール側が独自の予算で実施可能な事業を含む、優先プロジェクトに係るフィージビリティスタディー (F/S)、③調査期間を通じてのネパール側カウンターパートに対する技術移転の3点である。
- (3) 調査団より、本件調査を実施する上の留意点として、①河川を上流から下流まで水系一貫して捉え、上流部に対する対策を実施することは非常に重要であるが、本調査では実際に毎年被害に直面しているテライ平野に重点を置いて調査を実施すること、②テライ平野の河川の内5地方から8河川を選定し調査を実施するので、その他の河川については本調査をモデルにしてネパール側で独自に調査を実施することが望まれること、③ M/P では実査は伴わず既存資料で可能な提言を行うこと、④調査実施にあたって土壤保全局等関係機関とも十分に協力しながら調査を実施する必要があることを述べたのに対して、ネパール側より、上記4点に関しては十分理解しており、日本側と協力しながら調査を実施していく旨表明があった。ただし、少なくとも1河川については、上流から下流への水系一貫した捉え方で調査を実施して欲しい旨要請があり、当方としてもモデルケースとして一例を提示することは非常に意義のあることと考え、これを了承し、M/M に記載した。
- (4) 調査対象河川を選定に当たっては、当初オランダにも同様の要請があがっているとの情報があり、同国とのデマケーションが問題になっていたが、JICA 調査を優先し、オランダは今回選定の河川以外から2~3河川を選定すること、また、オランダは組織・制度の面に重点を置き、当方は技術的な側面に重点を置くので、双方に重複はないことを確認した。
- (5) 調査を実施するに当たっては、ネパール国を流れる河川はすべてインドへと流入することから、インドとの調整をどのように実施するかが問題となっていたが、この点につき先方より、調査を実施するのみであれば特にインドと協議を行う必要はないが、必要があれば灌漑局が責任をもって実施する旨説明があった。
- (6) 上記を踏まえネパール側と協議を行い、署名交換された。交換された S/W 及び M/M の要点は次のとおり。

ア. 署名相手及び使用言語

署名相手方としては水資源省灌漑局長とし、SAW 及び M/M は英語版のみ作成した。

イ. 調査名

当初テライ平野を流れる全河川を対象にしていたが、実際に調査で対象とするのは 8 河川であることから "the Study on Flood Mitigation Plan for Selected Rivers in the Terai Plain in the Kingdom of Nepal" とした。

ウ. 調査対象地域

5 地方より 8 河川を選定し、河川の規模も大規模のものから小規模のものまで広く選定した。マスタープランにおいては各河川を上流から下流まで水系一貫したものとして捉えるが、フィージビリティ調査の対象範囲は原則として下流部分（東西ハイウェイより南部）として、1 河川については上流部まで含めることとした。

エ. 実施機関

水資源省灌漑局とした。

オ. 調査期間

調査期間は 19 ヶ月とした。

カ. カウンターパート研修員の受け入れ

要請があったため、その旨 JICA 本部に伝えることとし、M/M に記載した。

キ. 技術移転セミナー

当方より技術移転セミナーについて説明を行ったところ、先方よりは技術移転セミナーを開催してほしい旨の要請があったため、その旨 JICA 本部に伝えることとし、M/M に記載した。

ク. レポート

各レポートは英文で作成すること、ファイナルレポートは公開とすることを確認し、M/M に記載した。当初は、第 1 次現地調査終了時にプログレスレポートを提出することとしていたが、第 1 次現地調査は既存の資料収集及び住民へのヒアリング調査が主要な調査項目となり、調査期間が限られていること及び特筆すべき調査結果を提示するに至らないと判断されることから、JICA 本部への簡便な報告にとどめ、レポートのネパール側への提出を省略することとした。

コ. ネパール側の便宜供与事項

以下の項目をネパール側の便宜供与事項とすることを確認し、M/M に記載した。

- a. 調査実施に必要なデータ及び資料を提供すること。
- b. 適切な数のカウンターパートを配置すること。
- c. 事務所スペース及び備品について負担すること。
- d. 身分証明書を発行すること。

また、車両及び複写機については、財政上の理由により負担できないとの回答があったため、JICA 本部にその旨伝えることとした。

(7) 本格調査の留意事項としては、以下の項目があげられる。

- ア. 本調査実施後の事業化にあたり、先方独自の予算でも実施可能な事業を考慮すること。
- イ. 治水砂防センターと十分協力しながら、技術移転に主眼をおいて調査を実施すること。

第3章 調査対象地域の概要

3-1 自然状況

(1) 地形および地勢

ネパール国は北部を中国、西南東部をインドに接する、東西方向約 850km、南北方向約 180km の内陸国である。国土面積は約 14 万 km² で日本の約 40% である。国内は北から順に、ヒマラヤ山脈、マハバラート山脈、シワリク丘陵の 3 つの山脈が東西に走っており、標高に応じた様々な気候帯が存在する。

国土は地勢の特徴から、以下の 5 つの地域に分けられる。

ヒマラヤ地域 (High Himal) :

標高約 4,000m の森林限界線とヒマラヤ連峰に挟まれた地域で、全国土面積の約 23% を占める。

高部山岳地域 (High Mountains) :

上限が森林限界線、下限が耕作可能限界地に挟まれた地域で、全国土面積の約 20% を占める。

中部山岳地域 (Middle Mountains) :

標高約 200m から 3,000m に広がる鞍部と渓谷により形成された地域であり、全人口の約半数、全国土面積の約 30% を占める。

シワリク地域 (Shivaliks) :

全国土面積の約 13% を占めるこの地域は、ヒマラヤ山系の最南端を形成し、標高はダラン付近の 120m から極西部の 2,000m、平均約 1,500m と比較的低い。この地域は主に第三紀以降の新しい礫層や礫岩から形成されており、地滑り、浸食の被害を受けやすく、急峻な地形が多い。ネパール国で小河川に区分される河川はこの地域を源流域としている。調査対象河川ではナラヤニ川、西ラブティ川 (下流部はテライ地域) がこの地域に位置する。

テライ地域 (Terai) :

Shivaliks とインドとの間の地域であり、全国土面積の約 14% を占める。当地域は勾配 1% 以下の南向き斜面であり、調査対象河川を含む数多くの河川により形成された沖積平野である。

これらの地域は、ヒマラヤ地域と高部山岳地域を合わせて山岳地帯、中部山岳地域を丘陵地帯、シワリク地域とテライ地域を合わせてテライと呼ぶこともある。

本格調査は上記 5 地域の内、シワリク、テライを中心に実施することとなる。これらの地域の分布を図 3-1 に示す。

(2) 地質

ネパール国の地質構造的特徴として、ヒマラヤ山脈と中部山岳地域の境界に主中央衝上断層 (Main Central Thrust)、中部山岳地帯とシワリク地域の境界線上にあるマハバラート山脈とシワリク山地の間には主境界衝上断層 (Main Boundary Thrust) が存在した地形的な変化点となっている。

地質区分は下記のとおり、地勢の地域区分にほぼ対応している。ほとんどの地層は堆積岩で構成されており、東西の走向を持っている。ネパール国の地質を図3-2に示す。

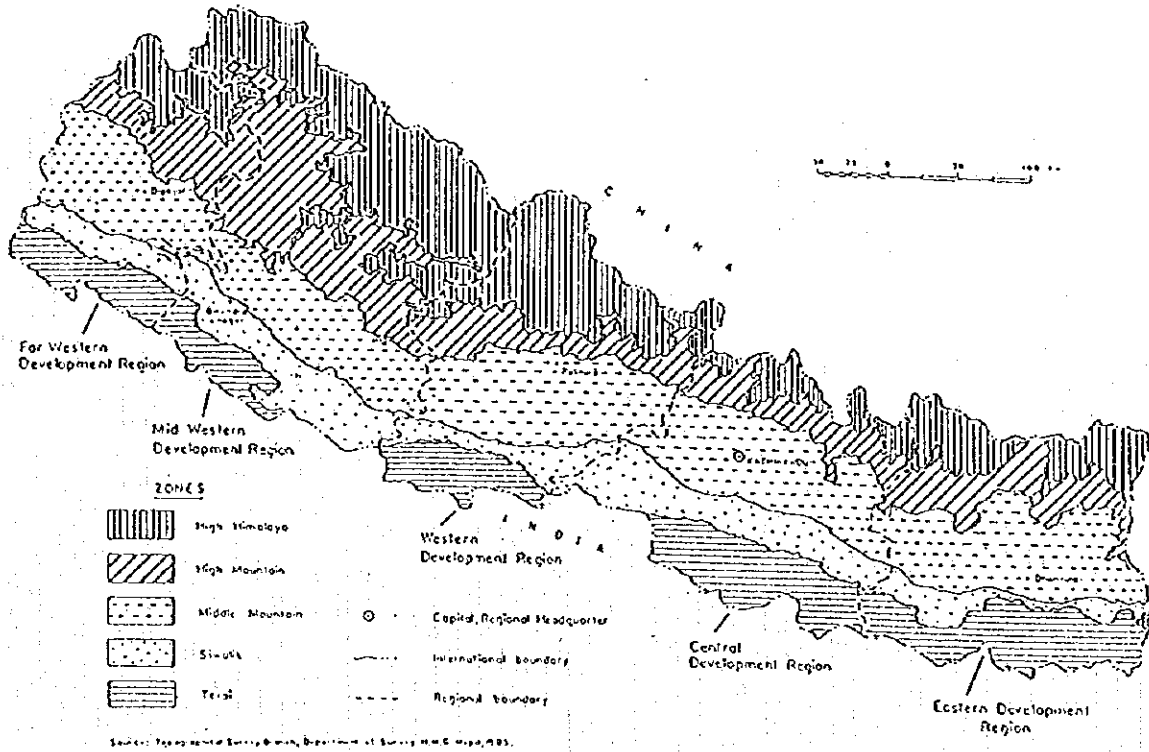


図3-1 ネパール国地勢図

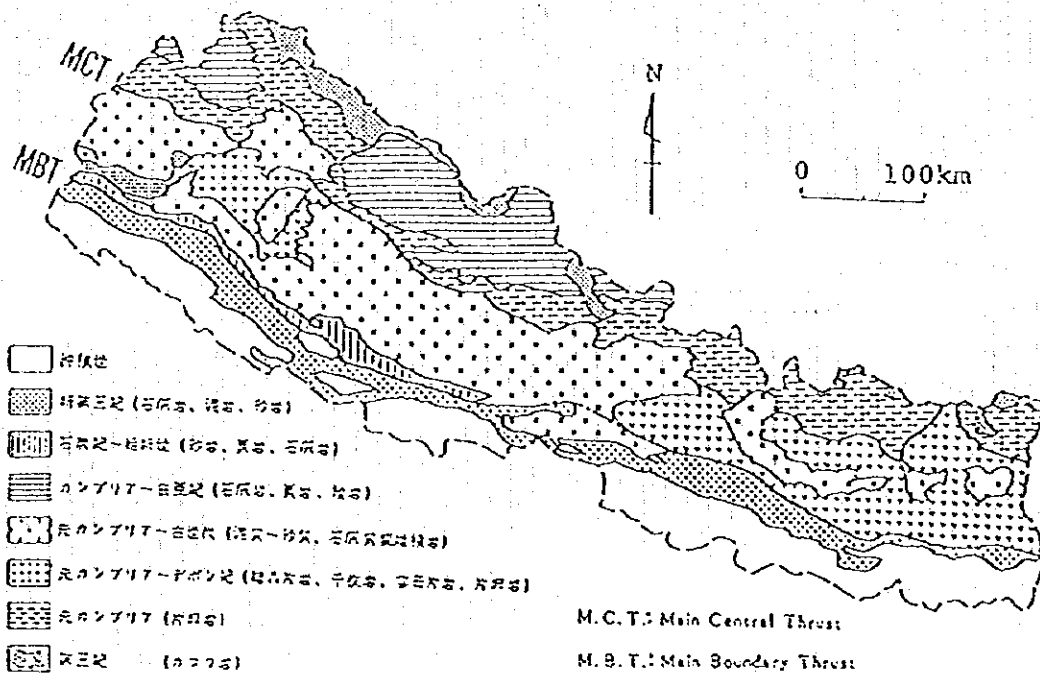


図3-2 ネパール国地質図

3-2 社会・経済状況

(1) 人口

ネパール国での国勢調査は10年ごとに行われ、最近では1991年に実施されている。1991年の国勢調査は、全世帯数333万、人口は1849万人で過去10ヶ年の人口増加率は年2.1%であった。人口の年齢別構成は、0-14才が42.2%、15-59才が51.8%、60才以上が6.8%となっている。出生時平均余命は1992年で54であった。

地域別では、山岳地帯で人口全体の7.3%、丘陵地帯で46.0%、テライで46.7%である。人口密度はネパール国全体で1平方キロメートル当たり125.6人で、地域別では、山岳地帯が27.9%、丘陵地帯が137.3人、テライが253.6人で、近年、経済的に状況の悪化している山岳、丘陵地帯より比較的恵まれているテライへ移動する傾向にある。開発地域別の人口を次に示す。

開発地域	1991年の人口		人口密度 (人/km ²)
	(人)	(%)	
東部	4,446,749	24.0	156
中央部	6,183,955	33.4	226
西部	3,770,678	20.4	128
中西部	2,410,414	13.0	57
極西部	1,679,301	9.1	86
全 土	18,491,097	100.0	126

(2) 民族、その他

ネパール国には多数の民族が存在する。これら民族は、チベット系とインド系に大別される。1991年の国勢調査での主な民族の全人口に対する比率は下表のとおりである。

チェトリ	16.1%	インド系
ブラーミン	12.3	"
マガール	7.2	チベット系
タルー	6.5	"
ネワール	5.6	"
タマング	5.5	"

言語についてみると、ネパール国の公用語であるネパール語を使用する人口が930万人で全体の約半数を占めている。その他の主要な使用言語の人口比率は、マイタリ語が11.8%、ボジュプリ語が7.5%、タルー語が5.4%、タマング語が4.9%、ネワリ語が3.7%である。

宗教別では、ヒンズー教が1,599万人で全体の86.5%を占め、仏教、イスラム教がそれぞれ、7.8%、3.5%である。

(3) 経済・産業

ネパール国の過去3ヶ年の主要な経済指標を下表に示す。

年	1994	1995	1996
市場価格GDP (億ルピー)	1992	2196	2330
実質DGP成長率 (%)	7.9	2.9	6.1
消費者物価インフレ率 (%)	8.9	7.6	4.7
輸出 (fob、百万ドル)	368.7	348.3	-
輸入 (cif、百万ドル)	1,158.7	784.5	-
外貨準備 (百万ドル)	693.6	586.4	-
公的外部負債 (百万ドル)	2,170.0	222.7	-
平均為替レート (ルピー：ドル)	49.4	51.9	57.0

ネパール国の1996年のGDP見積額は2,330億ルピーであり、米ドルに換算すると40億8,783万米ドルとなる。1996/97年度のGDP成長率は4.5%になる見込みであり、これは前年度(1995/96)の6.1%から減少することとなる。

1994/95年度のGDPに占める各部門の比率を下表に示す。ネパール国での主要な産業は農林水産業であり、GDPの約40%、就労人口の約8割を占めている。しかし、GDPに占める農林水産業の割合は漸減しており、1975年には72%を占めていたが、1991年以降は50%を切っている。

部 門	割合 (%)
農林水産業	40.7
鉱業	0.5
製造業	9.3
電気・ガス・水道	1.3
建設	10.7
貿易・ホテル等	12.0
運輸・通信	6.8
金融・不動産	9.7
社会サービス	9.0
計	100.0

(4) 土地利用

地勢区分によるネパール国の土地利用状況を下表に示す。近年、開発されたテライは、ほぼ全域にわたり平坦であり、交通の便も他の地域に比べ恵まれている事もあり、全体面積の58.5%が農耕地として利用されている。ネパール全体の農耕地の内、水稲作付け面積の75%がテライに分布し、農業生産量の約2/3がテライで生産されている。また、森林も28%と比較的よく残されている。これは商業目的の植林地が分布していることも影響している。

(単位：千ha)

利用区分	山岳地帯		丘陵地帯		テライ		全 国	
	面積	(%)	面積	(%)	面積	(%)	面積	(%)
耕地	252.2	4.0	1481.2	23.4	1234.6	58.5	2968	20.1
放牧地	1394.1	22.1	313.3	4.9	49.7	2.4	1757.1	11.9
森林	1786.7	28.3	3238.8	51.2	591.3	28.0	5616.8	38.1
低本地	247.9	3.9	440.6	7.0	1.4	0.1	689.9	4.7
非耕地	149.1	2.4	720.7	11.4	117.1	5.5	986.9	6.7
その他	2478.6	39.3	134.9	2.1	116.1	5.5	2729.6	18.5
総 計	6308.6	100.0	6329.5	100.0	2110.2	100.0	14748.3	100.0

一戸当たりの土地所有の上限は地域別に定められており、テライでは一戸当たり 16.6ha が上限である（丘陵地域 4.0ha）。一農家当たりの平均耕作面積は、山岳地域、丘陵地域、テライそれぞれ、0.68ha、0.77ha、1.26ha となっている。

(6) 交通、通信

ネパール国は全体に山国であるため道路、交通網の発達が遅れている。このことが同国の発展上の阻害要因の一つとなっている。このような状況下、当調査の対象地域であるテライ平野には、平野の東西を横断する東西ハイウェイがあり、比較的恵まれた環境にある。同ハイウェイは極西部を除き舗装されており、雨季においても通行が遮断されることはまずない。しかし、ハイウェイを離れ南北方向に入ると道路状況は未舗装、簡易舗装となり、あまり良くない。テライ平野に点在する主要市街地と首都カトマンズの間は定期バスが運行されている。

通信手段として、上記ハイウェイ沿いに位置する主要市街地のホテル、店舗等には電話の設備があり、ファックスを取り扱っているところもある。しかし、道路状況と同様にハイウェイを離れると通信状況はあまり良くない。

ヒマラヤ地域：

主要な岩層は片麻岩、片岩、石灰岩およびテチス海堆積物。

高部山岳地域：

プレカンブリアン紀に属する。片麻岩、片岩、一部に花崗岩、ペグマタイトを含む。

中部山岳地域：

プレカンブリアン後期からデボン紀に属する。千枚岩、珪岩、片麻岩、花崗岩、片岩より主に構成される。

シワリク地域：

古生代中期より第四紀前期に属する。頁岩、砂岩、礫岩から構成される。

テライ地域：

沖積土より構成される第四紀沖積層である。

(6) 気象・水文

ネパール国は亜熱帯モンスーン気候に属するが、現実にはその複雑な地形、標高により、テライ地域の亜熱帯気候からヒマラヤ地域のツンドラ気候まで、広範な分布を示している。年間の変化では、一般に6月より9月までの雨季と10月から5月までの乾季に分かれ、年平均降水量約1,400mmの80%が雨季に集中する。地域的には、モンスーンの影響を受ける東部から中央部にかけて2,000mm以上の年間降雨量を示す地域が広がる。ネパール国の年間降水量分布を図3-3に示す。

ネパール国は、ガンジス河水系の左支川上流域に位置し、大中小河川を合わせると約6,000の河川があり、総延長は4,500kmである。調査対象河川であるババイ川、西ラプティ川、ナラヤニ川を含むネパールの9大河川流域だけで国土の約83%をしめる(下表参照)。これら河川の平均年流出高は流域により異なり、611mm/年から1,869mm/年の範囲で約平均1,000mm/年である。この年間流出の60%から80%が雨季(モンスーン)に生じ、洪水被害をもたらしている。ネパール国の河川網を図3-4に示す。

ネパール国9大河川の諸言

河川名	河川長 (km)	流域面積 (km ²)		年平均流出量 (m ³ /秒)	年平均流出高 (mm/年)
		全流域	国内		
1. マハカリ	223	15,260	5,400	557	1,151
2. カルナリ	507	44,000	41,550	1,368	980
3. ババイ	190	3,270	3,270	72	694
4. 西ラプティ	257	6,500	6,500	126	611
5. ナラヤニ	332	34,960	30,090	1,767	1,594
6. バグマティ	163	3,610	3,610	214	1,869
7. カマラ	117	2,160	2,160	75	1,095
8. サプタ・コシ	513	60,400	28,140	1,566	818
9. カンカイ	108	1,575	1,575	73	1,462
10. その他	-	19,272	19,272	578	946
合計	-	191,007	141,567	640	1,122

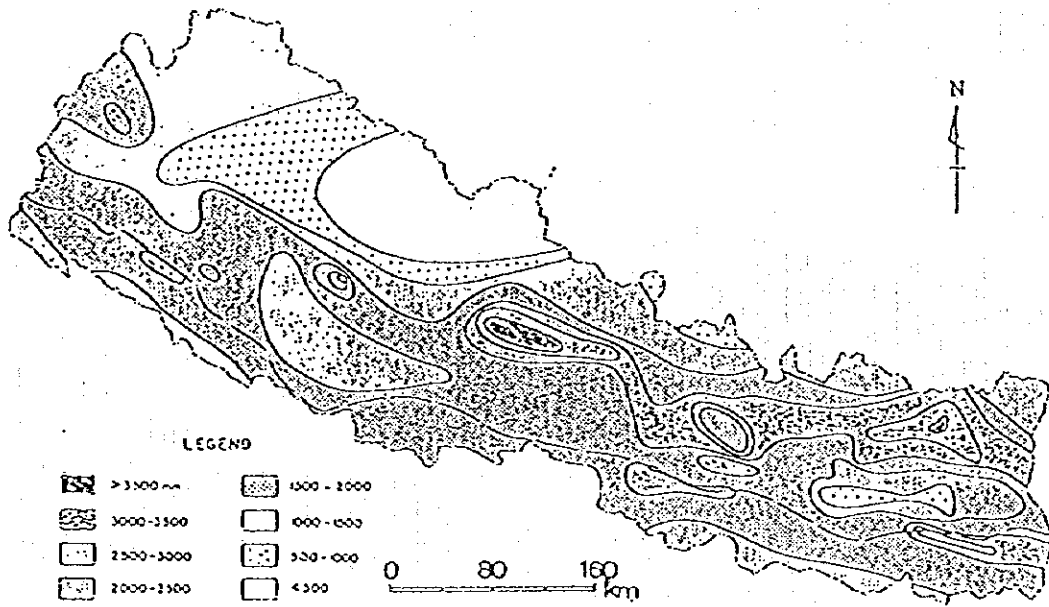


図3-3 ネパール国の年間降雨量分布図 (単位: mm)

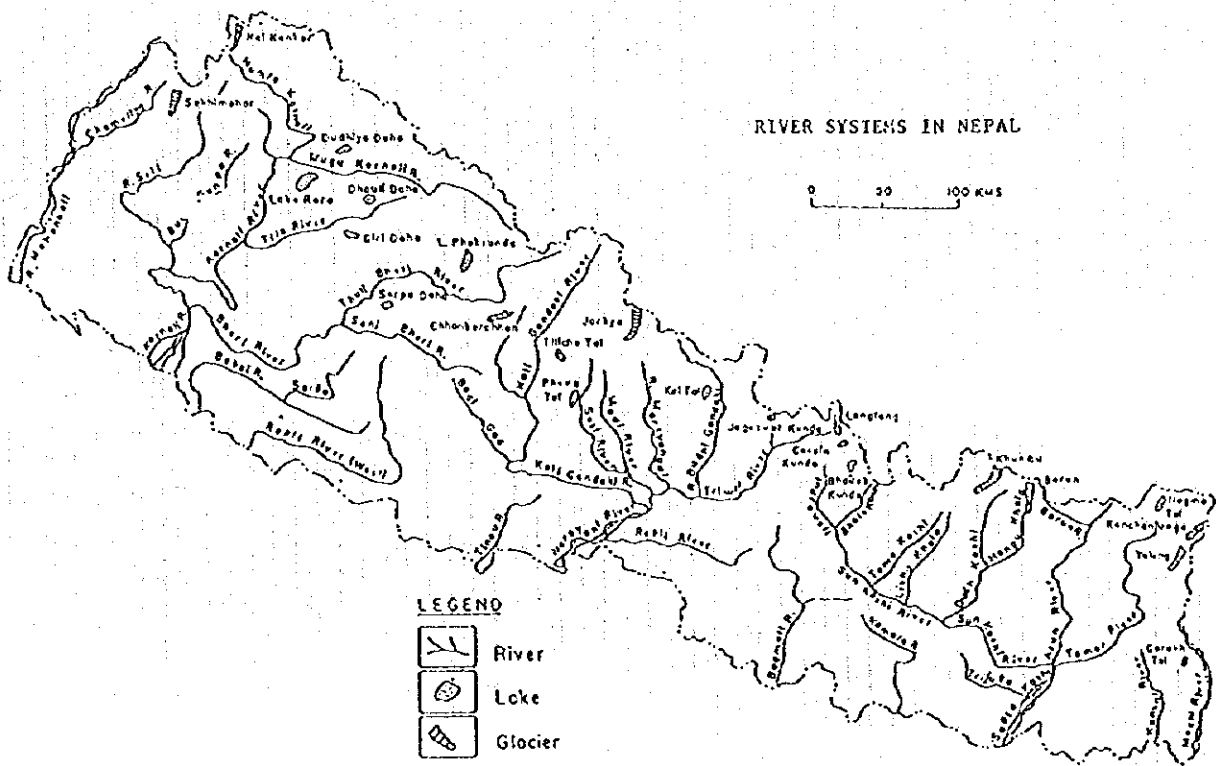
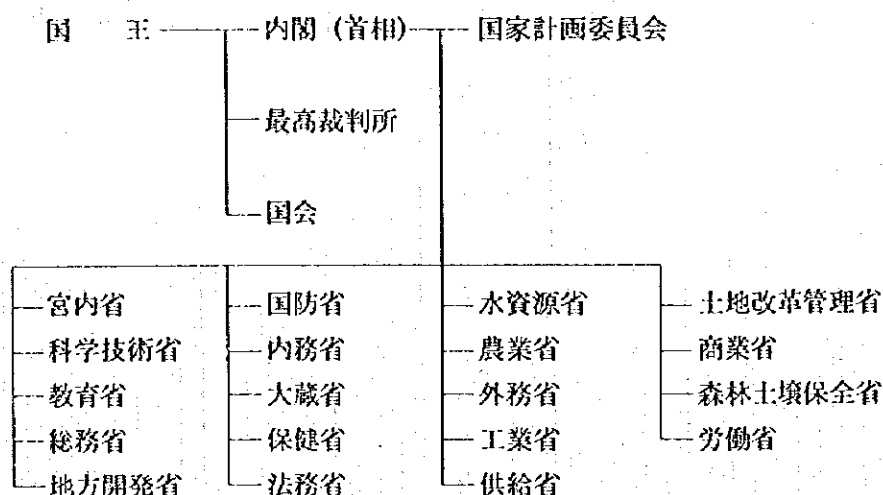


図3-4 ネパール国主要河川網図

第4章 政府及び治水関連組織

4-1 政府

ネパール国は立憲君主制であり、行政機構として上下院の二院制を取っている。主要政党は、ネパール会議派 (NC)、ネパール統一マルクスレーニン主義者共産党 (CPN-UML)、国家民主党 (NDP)、ネパール勤労者農民党 (NeWPP)、ネパールサドババ党 (NPP) である。1997年8月現在、内閣はNDPおよびCPN-UMLを核とする連立政権である。国家行政組織を下記に示す。



4-2 治水関連組織

ネパール国の治水関連組織としては、本調査の実施機関である灌漑局、その上位機関に水資源省がある。また、河川水源地域を中心に土壌浸食、地滑り等の災害対策を実施している森林土壌保全省の下位組織である土壌保全局があり、全土にわたり治水・砂防関係活動を実施している、組織上は水資源省の下位組織である治水砂防技術センター (DPTC) がある。さらに、道路防災の面からの地すべり対策を実施している、公共事業運輸省の下位組織である道路局もある。図4-1から4-4にそれぞれの組織図を示す (道路局に関しては未入手)。

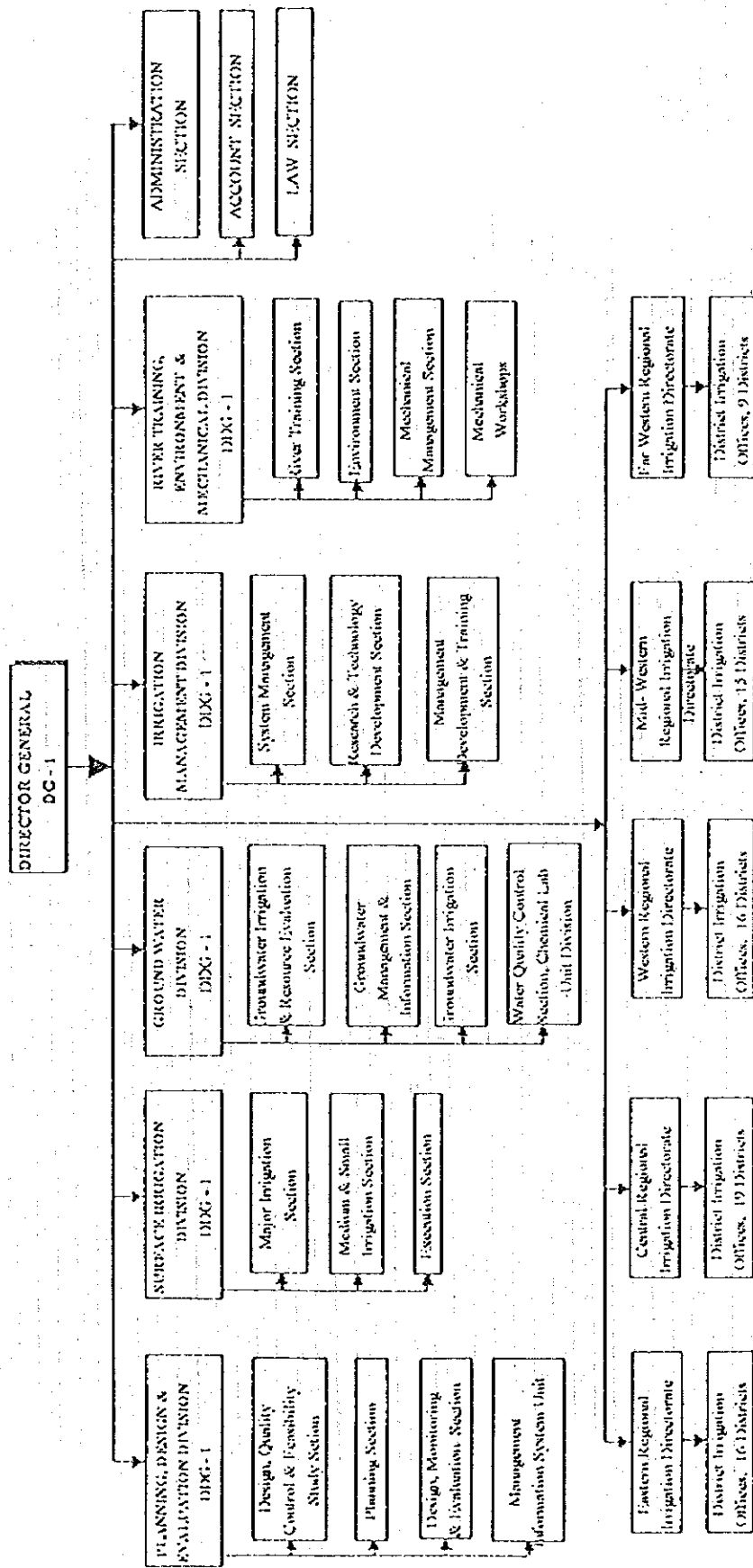


圖 4-1 灌溉局組織圖

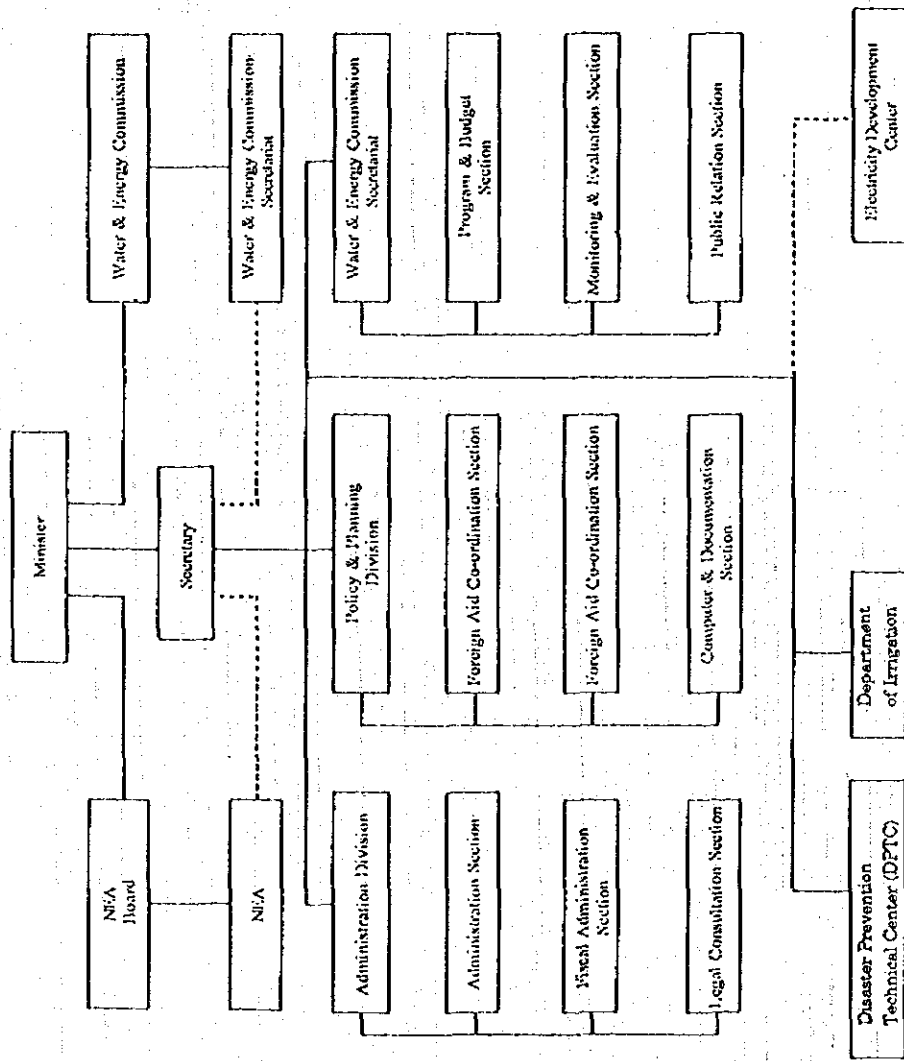


图 4-2 水资源省組織圖

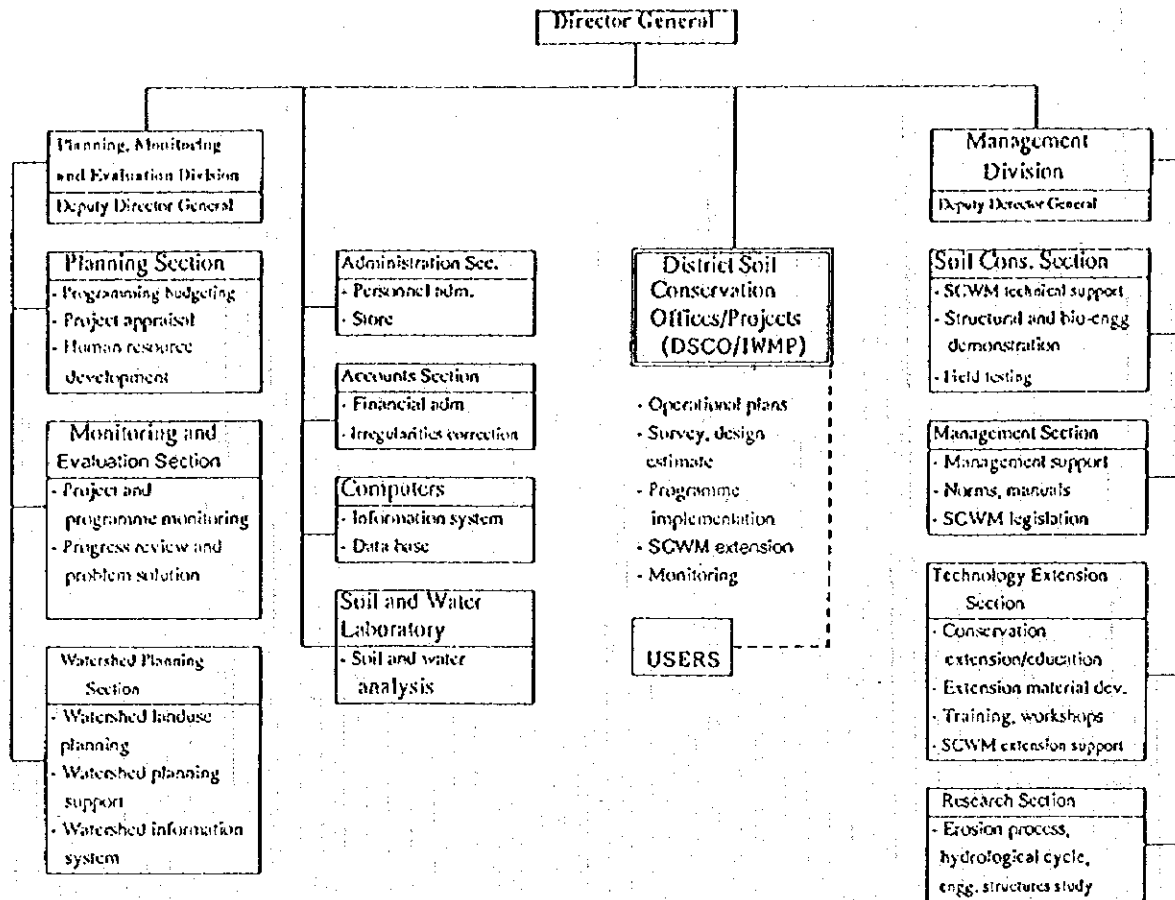


図4-3 土壤保全局組織図

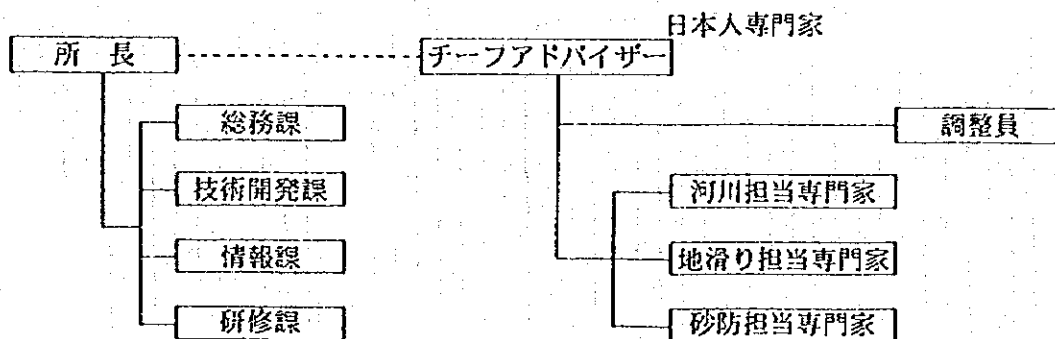
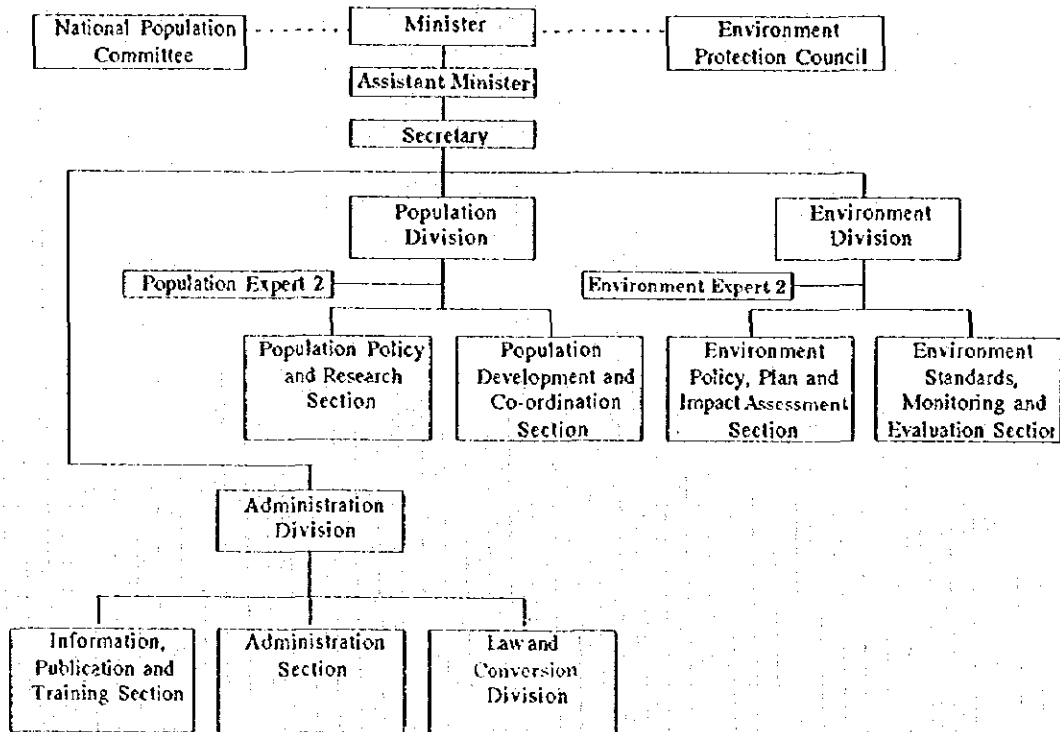


図4-4 治水砂防技術センター組織図

4-3 環境関連組織

人口・環境省の組織

ネパール国での環境関連組織としては人口・環境省がある。同省は1995年の閣議決定を経て設立された新しい組織であり、実質その業務を行い始めてから一年余である。以下に人口・環境省の組織図を示す。



人口・環境省組織図

第5章 治水事業の概要

5-1 河川の一般状況

ネパール国には大小6,000余の河川があり総延長は45,000kmに至る。これらの河川は便宜上その水源及び流域規模から下記のように分類される。

1. ヒマラヤ山脈およびチベット高原に源を発する大流域河川 (Large Scale River)
2. マハバラート山脈に源を発する中流域河川 (Medium Scale River)
3. シワリク丘陵を源を持つ小流域河川 (Small Scale River)

大流域河川の区分には、ネパール国4大流域河川のコシ川、ガンダキ川、カルナリ川、マハカリ川が入る。流域面積は各々3万~6万km²を有し、乾期でも融雪水があるため流量が豊富な河川である。殆どが自然河川の様相を呈し、既存の堤防・水制工等は橋梁・頭首工の防御のために建設された局部対策でしかない。西部国境を流れるマハカリ川は大流域河川に分類されているが、流域の大半がインド側に属するためネパール内流域面積は約200km²と小さい。

中流域河川はヒマラヤ山脈の南側に位置する標高600mから3,000mのマハバラート山脈に水源を持つ。雨期には暴れ川のごとく激しい流況を示すが、乾期には一転して流量が低下する。乾期の流出は雪解け水ではなく地下水が主体となる。ババイ川、西ラブティ川、ティナウ川、バグマティ川、カマラ川、メチ川、カンカイ川等がこの区分の河川に該当する。

小流域河川は、砂礫層を主とする標高600m前後のシワリク丘陵を水源を持つ。流域は小規模であるが雨期にはしばしば洪水被害を引き起こす。乾期に表面流出は無く、殆どの河川は完全に干上がる。インド国境の下流部では洪水氾濫は穏やかになり、流路を農地として利用しているために河道が不鮮明になっている河川が多い。この区分に該当する河川としては、ラトゥア川、ロヘンドラ川、ラカンデヒ川、クティア川、シルシア川、パンガンガ川等が挙げられる。

ネパールの河川は、テライ平野を流下してインドに入りガンジス河に合流するが、流出水の80~85%は夏のモンスーン期に集中する。水源山間部の地形は急峻で地質が脆弱であるため土砂流出が多く、テライ扇状地では河床が上昇し流路が激しく変動する。このため洪水期には氾濫浸水、農地流出等の水災害が頻繁に発生している。ヒマラヤ造山活動が依然として続き山腹崩壊・侵食が発生しやすい特性に加えて、近年の人口増に起因する開発が森林破壊を進行させ、問題は増大している。

集水面積199,000km²を持つネパール国河川の水資源開発ポテンシャルは高く、優先度に応じて発電、灌漑、上水等の水資源開発関連事業が実施されている。しかし、近年これら開発施設の水被害が数多く発生し、早急な本格的治水事業の実施が望まれている。図5-1及び表5-1にネパール主要河川網及び洪水期の最大流量記録値を示す。

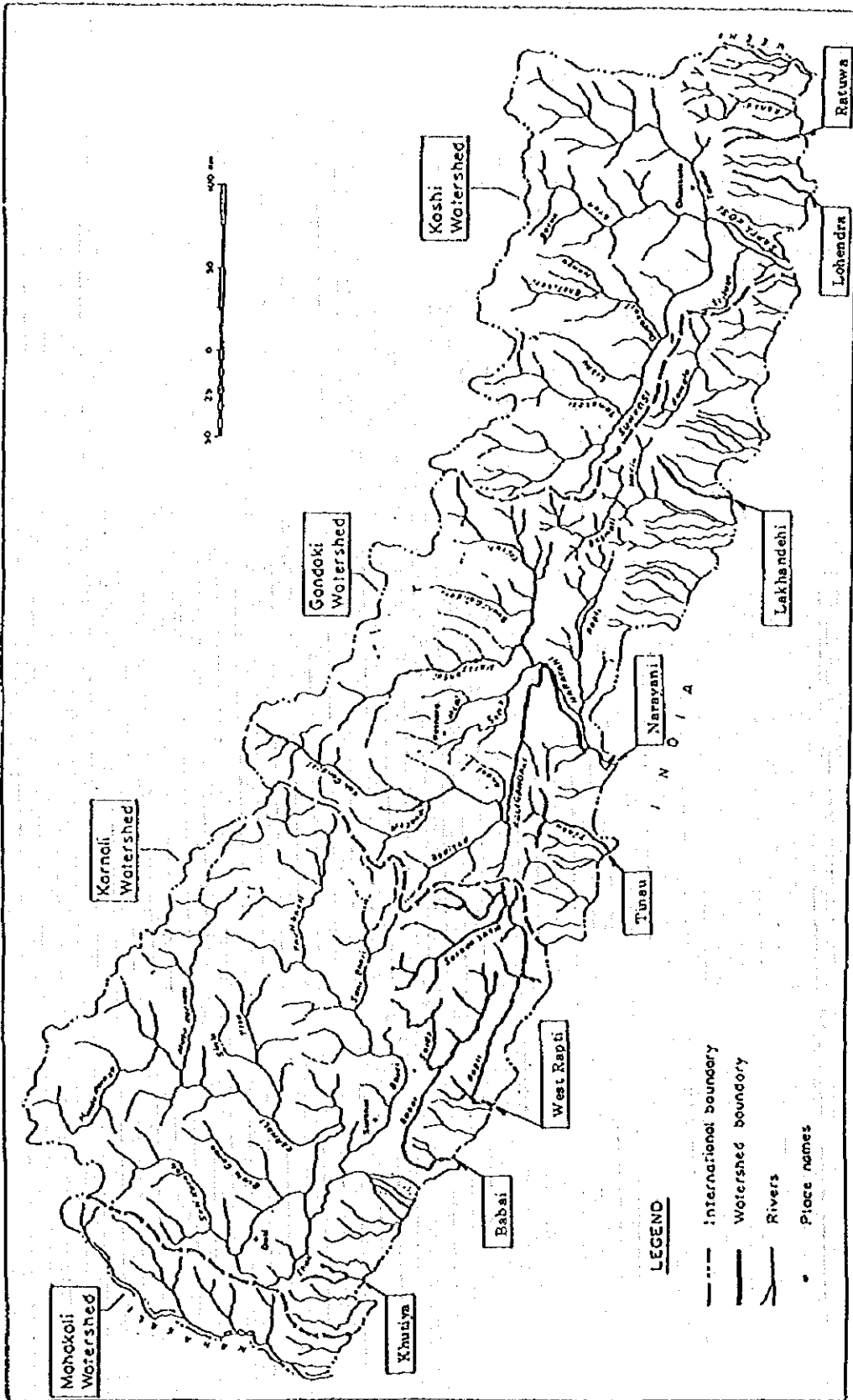


图 5-1 ネパール国主要河川網及び調査対象河川位置図

表5-1 ネパール国主要河川の最大洪水流量

MAXIMUM RECORDED FLOOD DISCHARGES IN NEPALESE RIVERS

STATION NUMBER	RIVER	LOCATION	CATCHMENT AREA km ²	SPECIFIC FLOW m ³ /s/km	MAXIMUM DISCHARGE m ³ /s
170	SURNAGAD	PATAN	188	1.98	373
240	KARNALI	ASARA GHAT	19260	0.26	5050
250	KARNALI	BENI GHAT	21240	0.45	9600
260	SETI	BANGA	7460	0.94	7030
270	BHERI	JAMU	1229-0	0.46	5610
280	KARNALI	CHISAPANI	42890	0.51	21700
290	BABAI	BARGADHIA	3000	1.29	3880
330	MADI	NAYAGAON	1980	0.56	1100
339.5	JHIMRUK	CHERNATA	683	1.90	1300
350	RAPTI	BAGASOTI	3512	0.85	3000
410	KALI	SETIBENI	7130	0.46	3300
415	ANDHI	DUMRICHAUR	476	3.34	1590
420	KALI	KOTA GAON	11400	0.65	7400
430	SETI	PHOOLBARI	582	1.56	900
439.8	MARSYANGDI	GOPLING GHAT	3850	0.98	3790
440	CHIEPE	GARAM BESI	308	1.81	556
445	BUDHI GANDAKI	ARU GHAT	4270	1.22	5210
446.8	PHALANKHU	BETRAWATI	162	3.15	510
447	TRISULI	BETRAWATI	4640	0.49	2280
450	TADI KHOLA	PIPALTAR	31100	0.83	25700
448	NARAYANI	NARAYAN GHAT	653	2.60	1700
460	RAPTI	RAJAIYA	430	3.00	1290
465	MANOHARI	MANOHARI	427	3.40	1450
470	LOTHAR	LOTHAR	169	3.85	650
505	BAGMATI	SUNDARJAL	16	3.33	53.2
536.2	BISNUMATI	BUDHANILKANTHA	5.06	1.44	7.3
540	NAKHU	TIKADHAIKAD	42.5	4.26	181
550	BAGMATI	CHOBHAR	585	1.50	876
570	KULEKHANI	KULEKHANI	126	4.53	571
589.590	BAGMATI	KARMAIYA	2720	3.31	9000
604.5	ARUN	LEGUWA GHAT	28200	0.11	3050
610	BHOTE KOSI	BAHRABISE	2410	1.37	3300
620	BALEPHI	JALBIRE	629	2.31	1450
630	SUN KOSI	PACHUWAR GHAT	4920	1.04	5100
640	ROSI	PANUTI	87	1.92	167
647	TAMAKOSI	BUSTI	2753	0.35	960
652	SUNKOSI	KHURKOT	10000	0.66	6600
660	LIKHU	SANGUTAR	823	1.05	860
670	DUDHI KOSI	RABUWA BAZAR	3780	3.07	11600
680	SUN KOSI	KAMPU GHAT	17600	0.53	9390
690	TAMOR	MUL GHAT	5640	0.97	5450
695	SAPTA KOSI	SHATRA KOTHU	54100	0.44	23600
795	KANKAI	MAINACHULI	1148	5.60	7500

出典 : Disaster Review 1995, DPTC

5-2 調査対象河川

第8次5ヵ年計画に掲げられた治水事業目標の一つにモデル河川に対する総合的治水事業のマスタープラン策定がある。対象とするモデル河川は全国5行政地域から地域バランスを採り各1~2河川を選定するとしている。本調査で対象とする特定8河川はこの方針に則り選定されたもので、雨期ごとに洪水氾濫、河岸侵食、土砂流出等の発生する、治水事業実施の優先度が高い河川である。

図5-1にこれら特定8河川の位置図を、また下表に流域面積、流路長の概略諸元値及び行政地域を示す。

河川	河川区分	概略流域面積	概略流路長	地域(Admt. Region)
1. Ratuwa	小河川	520 km ²	55 km	東部地域
2. Lohendra	小河川	400 km ²	60 km	東部地域
3. Lakhandehi	小河川	410 km ²	55 km	中部地域
4. Narayani	大河川	30,090 km ²	360 km	中部地域
5. Thau	中河川	520 km ²	65 km	西部地域
6. West Rapti	中河川	6,500 km ²	230 km	中西部地域
7. Babal	中河川	3,270 km ²	150 km	中西部地域
8. Khutiya	小河川	480 km ²	35 km	極西部地域

(河川諸元は地形図S=1/80万分の1に基づく)

ネパール滞在中、東端はカンカイ川から西端は西ラプティ川までテライ平野を東西に約500km 走行し、上記対象河川のうちのババイ川、クティヤ川を除く6河川流域を踏査した。東西ハイウェイ沿いの限られた情報であるが、治水の視点からこれらの河川の特性を下記に列記する。

(1) 自然河川

テライ平野を流れる河川は、その殆どが、人工構造物のない自然河川である。一部水資源開発事業に付帯した洪水防御堤防や河川侵食防止工等があるが、局部的な対策施設でしかない。

(2) 生産土砂量が多い上流山間部

シワリク丘陵の表土流出や山腹崩壊がすさまじい。河川につながる溪流には至る所に落石・土砂流出が見受けられる。その為に山腹に植生がない地域も多い。これは造山活動が継続しているうえ地形が急峻で且つ地質が脆弱なことが主因と思われる。

(3) 著しい河床上昇

上流山間部からの激しい土砂流出のためテライ扇状地での河床上昇が著しい。氾濫防御の堤防で囲まれた土砂流入がない灌漑地域では河床より低くなっている地域もあり、目視であるが3m~5mの標高差を発生させているところもある。この地域では継続的な維持補修工事として、河床の上昇に伴う堤防天端の嵩上げが必要となっている。

(4) 激しい流路の変動

巻頭の現地写真に示す様に、山間部からテライ扇状地へ流下後、流路は急激に広がる。小流域河川に区分される流域約500km²の河川でも流路変動幅は約500mにもおよぶ。流路変動の激しさを示す一例として、図5-2に大河川流域コシ川の流路が250年間に約100kmも移動した記録を示す。これら流路変動は、上流からの土砂供給による河床上昇が主因になっている。他の河川

記録は入手できず不明であるが、同様の流路変動が起こり得る状況にある。

(6) 川幅が広く河床が浅い河川

テライ扇状地を流れる河川は、一般に自然堤防がほとんど見られない単断面で、川幅は広く河床は非常に浅い。小流域河川では、インド国境付近の下流部になると壱込型の河道も一部見られるが川幅は狭く、且つ蛇行が大きい。従って、流下能力はかなり小さいと推測される。

(6) 激しい流出量変動

降雨のパターンは季節による偏りが激しく雨期に集中する。またテライ平野の殆どの河床には砂質・シルト系材料が広がっており、小さい流出量は伏流水になりやすい。このため乾期は大河川以外ほとんど涸れている。

(7) 農地主体の保全対象

氾濫域は数多くの集落が点在し、殆ど農地として利用されている。本格調査の結果を待たねば明言できないが、都市部河川等に比較して治水事業の便益は相当低くなることは必須である。従って、妥当な投資効果を期待する河川整備には、非構造物対策による被害軽減策の導入、ある程度の浸水の許容、バイオエンジニアリング技術等の安価なローカル手法・材料の採用、保全対象の絞り込み、多方面からの対策案の検討が必要である。

(8) 河川流路幅に比べて短い道路橋長

架橋長が河川流路幅に比べて極端に短い道路橋梁が見られる。橋台周辺には護岸工や水制工を設置し防御・固定されているが、橋梁上流側では流出土砂が堆積して洪水流が散乱し氾濫被害を増大させている。河川整備の全体計画の不在が主原因である。

(9) 過大な施設建設

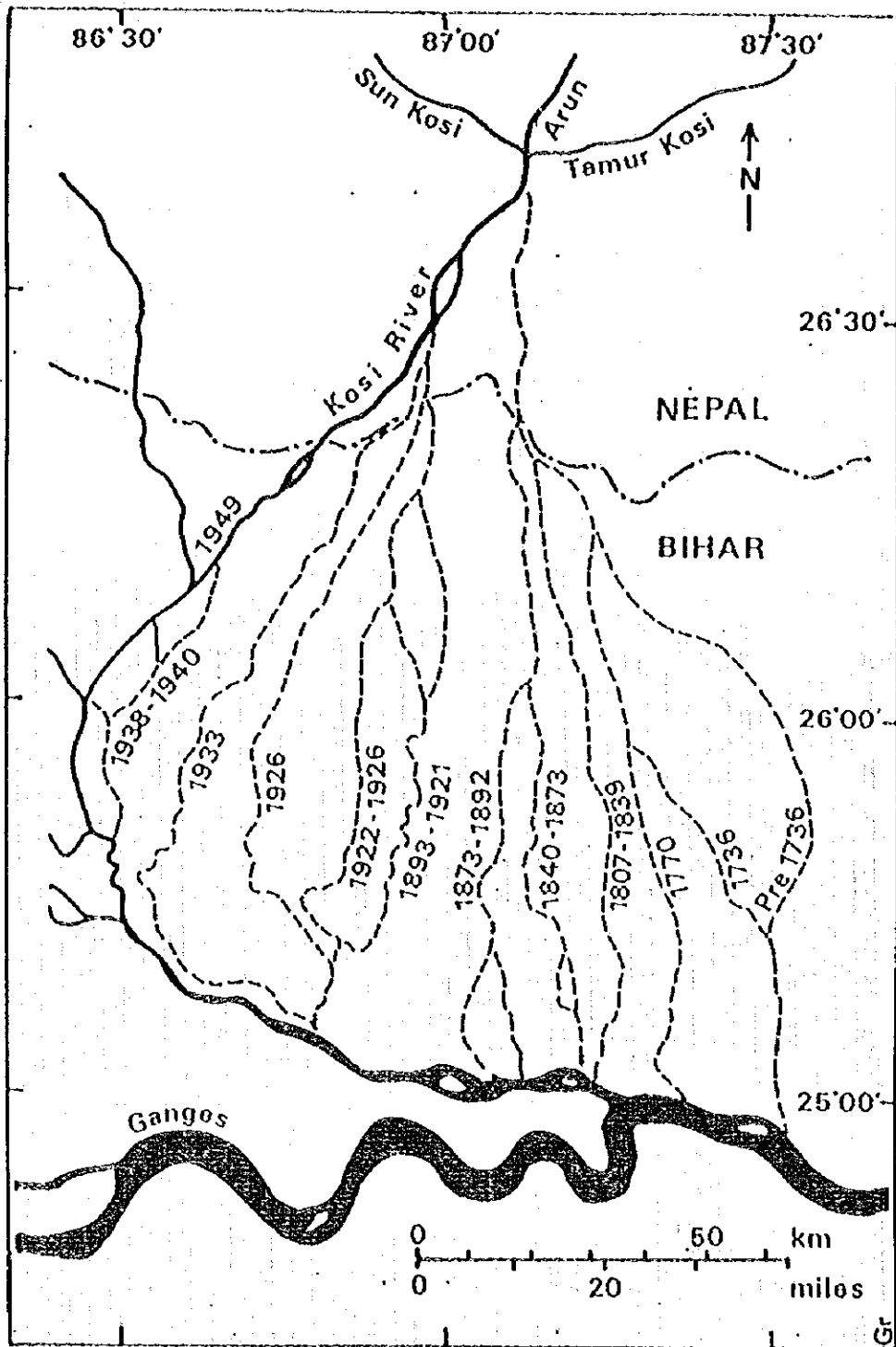
過大と思われる高盛り土堤防・布団籠護岸を建設している現場も見られる。年間数十メートル幅で侵食後退する河岸を防御するためにフトン籠護岸は重要である。しかし、堤内地（背後地）の農地が狭くて僅かな面積しか無く、且つ洪水氾濫は発生するが浸水は数時間しか継続しない地域に、高盛り土堤防を建設する事は投資の割に被害軽減効果が明らかに小さい。

(10) 設計にかかる経験不足

河岸侵食防止の為に建設された水制工群が、一年も経たずして破壊している現場もある。布団籠を積み上げた構造の突き出し水制であったが、下端マット部に弱点があり洪水時の洗堀発生により破壊したものと想像される。河川特性の把握が不十分で、且つ設計経験の不足が主原因と推測される。

(11) 砂質・シルト系の河岸及び河床材料

テライ平野を流れる河川の河岸・河床材料は殆どが砂質・シルト系である。上流部は転石あるいは玉石混じりの粗粒砂で、下流部は細粒砂となる。従って洪水により容易に河岸侵食を受け易く、且つ築堤土としては不適当な材料である。



出典: Erosion and Sedimentation Processes in the Nepalese Himalaya

図5-2 KOSI川の流路変動記録

5-3 洪水・地滑り被害

ネパール国における洪水・地滑り等による被害は、モンスーン期に発生する集中豪雨を主因とし、多雨量の東部から西部にかけての地域に多く被害が発生している。過去5年間では1993年及び1995年に大被害が発生し、1993年被害はカトマンズ南西のマハバラート山脈及びシワリク丘陵に集中し、また1995年被害は東部から中央部地域のテライ平野に多く集中している（図5-3 被災地の位置図参照）。

次表は1993年から1996年までの4カ年のネパール国における洪水、地滑りによる被害を取りまとめたものである。年平均被害額は約90億円（NRs.4,500,000,000）に達し、被災世帯数は約6万、農地流出も2万6千haに及ぶ。

洪水、地滑り被害（Disaster Review, DPTC より）

年度	死者数	被災家族数	破壊家屋数 (全壊)	破壊家屋 (一部破壊)	土地流出 (ha)	被災額 (百万 NRs.)
1993	1,316	85,254	17,113	23,030	57,584	4,904
1994	49	3,697	569	416	392	59
1995	203	128,540	5,160	15,820	41,867	1,419
1996	258	36,820	14,037	14,392	6,810	11,859
平均	457	63,578	9,220	13,415	26,663	4,560

ネパールでは近年テライ平野に人口が移動しており、且つ限られた平地面積の利用のため農地開発が河川氾濫域に及んでいる。また森林の乱伐も進んでいる状況から、洪水被害は毎年増大する傾向にあり、早急な対応が求められている。

5-4 治水事業の現状

水資源省灌漑局（DOI）による洪水対策事業の歴史は比較的新しく約17年にすぎない。以前は森林・土壌保全省及び地域開発省等が管轄していたが、1980年頃灌漑局に移管され、現在に至っている。しかし資金・人材不足のため、灌漑局の実施する事業は灌漑地や農村の保全に限定されている。外国援助を受ける大規模な河川事業は、独立した特別プロジェクト事務所を設立し、また中小規模の事業は、ネパール全土5カ所の地方建設局（Regional Irrigation Directorate）及び75カ所の工事事務所（District Irrigation Office）を通じ、住民参加の手法を採り入れ実施している。近年、河川整備の要望は洪水による被害の増大から益々強くなっている。

以下にネパール政府の治水政策、法制度、実施中の事業の概要を述べる。

出典：DPTC

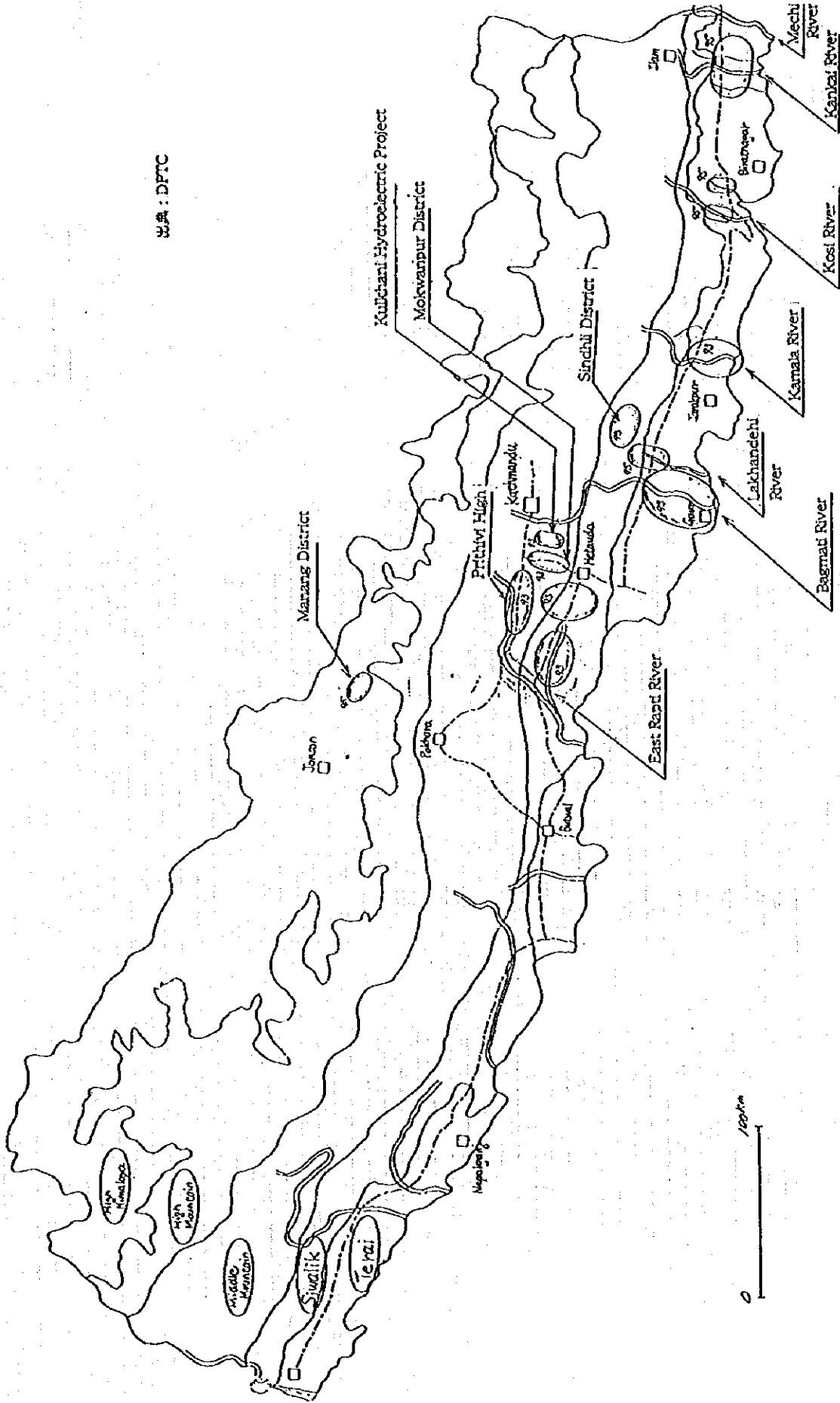


图 5-3 1993 年及び 1995 年洪水の被災地位置图

5-4-1 治水政策

ネパール政府の治水にかかる基本政策に5ヵ年計画があり、今年度から第9次5ヵ年計画 (Ninth Plan,97-02) が策定される予定である。しかし一般政策部分の概要版がネパール語で発行されているのみで、セクターごとの詳細政策部分の取りまとめには暫く時間が掛かるとの事である。ここでは第8次5ヵ年計画 (Eighth Plan,92-97) の治水事業に関する政策記述を下記に抜粋する。

① River Control Project (DOI: 灌漑局)

河川事業は、農耕地や集落を洪水・侵食被害から防御するための継続事業とし、住民の参加を原則に、緊急な箇所から実施する。また、事業実施に先立ち治水事業総合計画 (マスタープラン) を策定し、長期的視点に立った河川事業を推進する。治水事業総合計画の策定対象河川は、各行政地域から1~2河川とする。

② Water Induced Hazard Control (DPTC: 治水砂防技術センター)

洪水、土砂災害対策を強化支援するため、種々の職員・技術者の研修・訓練を行い、且つ関連資料・情報を収集・整理する。加えて、水理実験所の建設や種々の研修・訓練設備の整備を行う。

③ Soil and Watershed Management Programme (DOSC: 土壤保全局)

土壌侵食、洪水氾濫、地すべり等の自然災害を防止し、保水機能・水文サイクルを改善するために河川沿いあるいは流域に植林事業を行う。事業は、大規模な発電、灌漑プロジェクト流域等の優先度の高い地域に対し実施する。また総合的な土壤保全・流域管理計画事業の推進のために、関連する農業・灌漑事業とも調整を計ると共に、住民参加を原則に地方資源の活用を計り実施する。

技術指導は、同じ行政域内にある土壤保全、森林、農業、灌漑等の関連プロジェクト事務所が行う。この技術指導がより効果的に行われるように、実施研究 (operational research) を地域単位で行う。また事業は、地域住民の土壤保全に対する啓蒙を促すように実施する。Churia 地域は生態学的に肥沃度が低く耕作に適さないため特別保護地区として指定し、土壌、動物、植物を保全するための特別なプログラムを開始する。

5-4-2 関連法制度

河川法等の直接的な河川・治水事業に係わる法律はなく、現在 DPTC が、法令制定に関する助言を始めているところである。日本政府も JICA 専門家を通じて技術援助を実施しており、1997 年 9 月中旬から 10 月初旬にかけて短期専門家が「法制定のための条件整備にかかる提言を纏める」ためにカトマンズに派遣されることになっている。既存の水関連法としては以下に示すものがあるが、中でも特に治水事業に関する National Calamity Act 及び Soil and Watershed Conservation Act について概説する。

National Calamity Act 1982, 1991, 1992

Soil and Watershed Conservation Act 1982

Water Resources Act 1992

Irrigation Policy 1992

Nepal Environmental Policy and Action Plan 1993

Nation Conservation Strategy 1988

Forest Act 1961, 1993

Land Act 1964

Land Acquisition Act 1977

Land Reform Act 1964

National Environmental Impact Assessment Guidelines 1993

国立公園と自然維持法 1973

森林保護法と法規制 1976

自然維持 (保全) 法 1985

土壌及び水の管理と水源の運用法 1987

Soil and Watershed Conservation Act

洪水、地すべり、土壌侵食等の自然災害対策に関する法的基礎を与えるものである。「土壌保全は、国土を自然災害から守り、流水の正常な流れと水質の保全を図ること」と定義している。政府は保全流域 (Conserved Watershed) を指定し、土壌保全管理者 (Soil Conservation Officer) はこれを保護するために構造物の建設等を行う。また、指定区域内では行為が制限され、必要に応じ住民も移転されるが、この場合には補償がなされる。

National Calamity Act

防災に関する中央及び地方レベルでの体制と各機関の責任を定めるもので、いわば防災基本法とも言うべきものである。常設機関として内務大臣を議長とし、関係省庁次官、警察・軍・赤十字等の代表、学識経験者をメンバーとする総合防災委員会 (General Disaster Relief Committee)、また Chief District Officer を議長として政党代表、国の出先機関代表、Social Worker 等をメンバーとする地域防災委員会 (District Disaster Relief Committee) がある。災害が発生した後、Regional Disaster Relief Committee 及び Local Disaster Relief Committee が必要な期間設置される。

5-4-3 河川整備

洪水・土砂災害の解決には、堤防・水制・護岸等の建設、植林による土壌侵食対策、砂防ダム・洪水調節池の建設など多方面にわたる対策が必要となる。しかし、事業実施には巨額の資金を要するため、ネパール政府は、布団籠敷設による小規模な河川護岸・水制工等の建設を細々と実施している。布団籠敷設は、外国からの援助により、現地材料を使い安価に実施できると同時に、緊急的に農地、家屋等を洪水被害から守るための暫定対策として有効な手段となっている。

布団籠敷設による護岸事業がネパール政府により初めて実施されたのは、洪水による被害が顕著となってきた十数年前である。それまでは住民は協力して自らの農地、家屋等を守るため、木の枠を組んでその中に玉石を入れる等、現地で容易に利用できる材料を使って護岸工事を実施していた。それでも洪水による被害は年々増え続け、護岸工事に対する要求が高まってきた。このため政府は布団籠を調達して住民に無償で与え、建設時に技術的な指導を行う住民参加型の事業として実施している。以下にこの実施手順を述べる。

(1) 河川護岸計画の策定

住民が水資源省灌漑局管轄の地方建設事務所に河川の護岸建設を要請する。地方建設事務所の技師が住民から事情聴取を行い、現地を調査して護岸計画を策定する。同時に管轄内に護岸計画についての優先順位を付ける。

(2) 設計

布団籠による護岸工事の設計は、外国援助で策定された設計技術マニュアル（水資源省灌漑局-DOI や水・エネルギー委員会事務局-WECS 等が発行）を参考に各地方建設事務所の技師が担当している。

(3) 布団籠の製作・運搬

布団籠の製作は製網機あるいは人力により行われている。人力による場合は、ある程度の技術・経験を持った労働者を雇って、施工現場近くで製作される場合が多い。運搬が必要な場合は灌漑局のトラックを用いるか、あるいは運搬業者に請け負わせている。製作・運搬に要する費用は政府の負担となる。

(4) 玉石の運搬

護岸工事に使用する玉石は豊富であるが、山間部に集中しているためテライ平野部の護岸工事の場合、運搬作業が必要となる。玉石の運搬は、距離が短い場合には住民の労力提供で十分であるが、住民労力で不可能な場合には灌漑局が運搬業者に請け負わせて実施している。

(5) 石詰・設置

石詰・設置作業は布団籠敷設を要請した住民が行っている。洪水の危険が大きい地区ほど住民の協力が得易く、かなりの規模の工事も住民の労力提供だけで行われている場合が多い。

図 5-4 に 38 カ所の主要な既存河川施設の位置図を、また表 5-2 に 1995 年に DPTC が実施した、これら施設に対する機能評価結果一覧表を示す。この資料がネパール全土の主要施設を示しているとは思われないが、年間降雨量が多い地域である東部地域から西部地域に施設建設が多く、地域的な偏りがあることがわかる。また建設施設の内の約半数が機能上問題があるとされ、各河川特性を考慮したマスタープランに基づく施設建設の実施が重要であると DPTC 調査結果は述べている。

護岸工事の施工は全国に広がり、その事業効果が出始めているが、資金・人材不足のために、局所的な対策事業の感は免れない。また全体計画が無く場当たりに実施されている事業が多く、長期的な視点での計画策定が待たれている。ネパール政府は第 8 次 5 カ年計画の始まりとほぼ同時期に下に示す様な全体河川計画にかかる調査を開始している。しかし未だ計画調査初期の段階のものが多く、全体計画に基づき工事実施に移行した事業は無いようである。図 5-5 にこれら調査河川の位置図を示す。

1) Bagmati River

:Roughness Coefficient, Cross Section & Sediment Survey

by DPTC 1994

:Flood Analysis by DHM, DPTC 1994

:Hazard Mapping by DPTC 1994

:Flood Survey by Committee for Case Study 1993

- :Extension of Embankments by Nepal/India Joint Team 1992
- :Programming for Storage Function Model
- 2) Central Development Region
 - :The Study on the Disaster Prevention Plan for Severely Affected Areas in 1993
Disaster by JICA, DOSC, MOFSC, HMG July 1996
- 3) East Rapti River
 - :Flood Analysis by DHM and DPTC Mar 1994
- 4) Kamala River
 - :Embankment Extension by Nepal/India Joint Team July 1992
- 5) Mahakali River
 - :Discharge Analysis using Gumbel Method(1/50)

5-4-4 灌漑局の予算及び職員

ネパールの予算年度は7月16日に始まり翌年7月15日に終わる。1997年7月に終了した96/97年度の灌漑局全体の歳出金額は、約60億円(NRs.3,040,829,000)である。このうち河川整備関連費は約5億9千万円(NRs.295,717,000)で、総歳出の約10パーセントが配分されている。例年ほぼこの比率で河川整備費は確保されており、各地方行政区には概ね均等分割されているとの説明である。

灌漑局の総職員数は2,350名でその事務所別内訳は次の通りである。(組織図は図4-1に示す)。

Headquarters	210
Regional Office	180
District Office	1,655
<u>Others (Engr./Overseer)</u>	<u>305</u>
Total	2,350

また職種別にみた職員数の内訳は次の通り。

Engineer/Equivalent	Officer 511
	Non-Officer 1,439
Administrator	Officer 39
	Non-Officer 361
Total	2,350

上表に示す通り相当数のスタッフが各地方建設局に配置されている。地方事務所における業務は、小規模灌漑施設の建設、既存灌漑施設の維持・管理等の他、河川工事の計画書作成、調査・設計、施工管理・指導も含まれる。

表 5-2(1) 既存河川施設評価一覧表

S.N.	Name of the Sites		Type of Work done	River	Example of		Reasons	Remarks
	River	Sites			Success	Failure		
1	Kosi	Chatra	Spurs are connected to high bank on sand/gravel bed of river.	Big Q=25780 m ³ /sec A=29340 sq.km	Success	—	Work provided to control & shift river towards chatra canal.	Launching apron sunk down to its maximum limit, so concrete block tied with iron bars should be placed on top of gabion work for spur protection.
2	Kosi	Patnali Sunsari District.	Embankment with spurs are provided on the gravel bed of river.	Big Q=25780 m ³ /sec A=29340 sq.km	Success	—	" "	Launching apron sunk down to its maximum limit, so concrete block tied with iron bars should be placed on top of gabion work for spur protection.
3	Kosi	Rajabas, downstream of Chatra Sunsari District.	Embankment with long spurs are located on sand bed of the river.	Big Q=25780 m ³ /sec A=29340 m ³ /sec	Success	—	Work provided to control and shift river towards Sunsari-Morang Command Area.	Well protected arms of sufficient length on river bank are required.
4	Bagmati	Gaur, Chandaha, Raurahat District.	Embankment with spur.	Medium Q=11750 m ³ /sec A=2906 sq.km	Success	X	Proper protection work is provided based on hydrological, geo-technical & engineering studies.	Very effectively working in fine sandy bed area.
5	Bagmati	Karmaiya, D/s of highway bridge, Sarlahi District.	Embankment with spurs on river bed mixed with small boulder, gravel & sand.	Medium Q=11000 m ³ /sec A=2720 sq.km	Success	Failure in right bank.	River training majors are pushed towards the edge of left bank of river.	Existing forest at right bank of river is eroded.
6	Bagmati	Mahinathpur Sarlahi District.	Embankment with spurs on river bed with coarse sand.	Medium Q=11000 m ³ /sec A=2720 sq.km	Success	X	After thorough study spurs & embankment are constructed which are effectively working.	It is included in Bagmati master plan and is effectively working at rough bed area.
7	East-Rapti	Rajaya (19.5 km. from Hetauda) Makwanpur District.	Spurs with protection work are provided on river bed having mixture of gravel & sand.	Medium Q=1290 m ³ /sec A=579 sq.km	Success	X	All protection works are done based on hydrological, geo-technical engineering studies.	Effectively working but regular maintenance is also needed.
8	Kamala	Potaha village East-West Highway bridge, Dhanusa District.	Addition of launching apron is provided to the embankment on river bed with coarse sand.	Medium Q=2995 m ³ /sec A=1643 sq.km	Success	X	Addition of launching apron is provided based on hydrological, geo-technical & engineering studies.	Bed of the river is retrograded. Regular maintenance is needed.
9	Kankai	U/S of Kankai bridge of East-West Highway	Guide-bund with short spurs are existing on river bed with coarse sand.	Medium Q=2234 m ³ /sec A=1125 sq.km.	Success	—	Proper river training measures are provided which are effectively working.	Repair and maintenance is needed.

Note : Q=M²/34 where C= 11.5, M= catchment area in sq.km., Q= peak discharge in cumecs.

出典 : Effectiveness Study of River Training Works, Examples of Success and Failure 1995, DPTC

表 5 - 2 (2) 既存河川施設評価一覽表

S.N.		Name of the Sites		Type of Work done	River	Example of		Reasons	Remarks
		River	Sites			Success	Failure		
10	Lothar		Lothar (40 km West of Hetauda) Chitwan District.	Embankment with sloping spurs including bio-engineering work. These works have been constructed from river bed material mixed with gravel & sand.	Medium Q=626 m ³ /sec A=579 sq. km.	Success	X	Proper protection of embankment has been done with bio-engineering work.	River training work is effectively working. Regular maintenance has been done to protect eastern Chitwan.
11	Manahar		Manahar (38 km West of Hetauda) Makawanpur District.	Both side embankment with proper protection work done on river bed composed of small boulder, gravel & sand.	Medium Q=1226 m ³ /sec A=500 sq. km.	Success	X	Renovation of embankment was done keeping sufficient waterway, free board & proper coefficient of rugosity (0.08).	Effectively working. All works are constructed on the basis of hydrological, geo-technical & engineering studies.
12	Dhuluvabas		8 km east of Hetauda Makawanpur District.	Road protected by revetment with launching apron & spur, and having river bed mixed with gravel & sand.	Small Q=214 m ³ /sec A=49 sq. km.	Success	X	River Training majors have protected the width of East-West highway.	Road on rocky hill side with erosion of the road by the river is a good example to be followed for other place. Effectively working.
13	Kaur		Jurpan, Puhwa Chitwan District.	Embankment, spurs and having river bed composed of boulder, gravel & sand.	Small Q=311 m ³ /sec A=81 sq. km.	Success		The foundation is composed of compacted big boulders so launching apron is not required.	
14	Kerkha		U/s of East-West highway bridge Thapa District.	Cut Channel & side slope concrete lining on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=95 m ³ /sec A=15 sq. km.	Success	—	Cut channel is effectively working.	All works were based on hydrological, geo-technical and engineering studies.
15	Kamal		U/s of East-West highway bridge Thapa District.	U/S guide-bund on both side on river of sandy bed.	Small Q=1-5 m ³ /sec A=25 sq. km.	Success	—	Spurs provided before could not work effectively as the bed material being fine. The lining on bank side slope & gabion launching apron are effective.	All works were based on hydrological, geo-technical and engineering studies.
16	Kali		Kakanvita	Embankment on both bank with proper protection works on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=70 m ³ /sec A=10 sq. km.	Success	—	Spurs provided before could not work effectively. Embankment with proper protection works are most effective.	All works was based on hydrological, geo-technical and engineering studies.
17	Lal Baktea		U/s of East-West highway bridged Bara District.	Bank slope flattening & launching	Small Q=962 m ³ /sec A=362 sq. km.	Success	X		Regular maintenance needed.
18	Triyuga		Fatehpur	Embankment with spurs are constructed on river bed coarse sand.	Small Q=90 m ³ /sec A=15 sq. km.	Success		Proper work has been done since a long period.	Regular maintenance needed.

Contd.

1 Examples of Success

表 5-2 (3) 既存河川施設評価一覽表

S.N.	Name of the		Type of	Example of		Reasons	Remarks
	River	Sites		Work done	River		
19	Narayani	Shardnagar Chitwan District (West of Narayangadh)	Gabion Long spur on river bed of boulders, gravel and sand.	Big Q=27256 m ³ /sec A=31600 sq.km.		Failure	Proper protection work is not provided at u/s and d/s of spur point. Only one spur will not be effective and more spur at equal spacing will reduce eddy formation to protect bank.
20	Karalia	Chisepani Dhanusa District.	Spurs & revetment on river bank are provided. River bed is composed of small boulder, gravel & sand.	Medium Q=2995 m ³ /sec A=1643 sq.km	X	Failure	Without having master plan such type of work will not have to be done.
21	Biring	Hoske Jhapa District	Spurs & embankment on river bed mixed of gravel & sand.	Small Q=318 m ³ /sec A=83 sq. km	—	Failure	Soil conservation & master plan needed.
22	Biring	Phoolmati Ajundhara	Spurs & embankment on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=318 m ³ /sec A=83 sq. km	—	Failure	Soil conservation & master plan needed.
23	Biring	Madanpur	Spurs & embankment on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=318 m ³ /sec A=83 sq. km	—	Failure	Soil conservation & master plan needed.
24	Biring	Jaypur	Spurs & embankment on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=318 m ³ /sec A=83 sq. km	—	Failure	Soil conservation & master plan needed.
25	Biring	Prajapati village	Spurs & embankment on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=318 m ³ /sec A=83 sq. km	—	Failure	Without consultation with beneficiary such work should not be done.
26	Bakra	Govindapur Morang District.	Embankment work in patches.	Small Q=546 m ³ /sec A=171 sq.km		Failure	No proper work has been done. Master plan needed.
27	Chure	Amlekagunj bridge No. 2 Bara District.	Gabion spurs at downstream of the bridge on river bed composed of gravel & sand.	Small Q=228 m ³ /sec A=53.5 sq.km	X	Failure	Spur is projected downstream & end connection to the bank is not properly protected. The launching apron is also not provided.
28	Chandi	U/s of highway bridge. Rautahat District.	Spurs & embankment on river bed of small boulder, gravel & sand.	Small Q=765 m ³ /sec A=155 sq.km		Newly constructed spurs but will not be effective.	Proper work has not been done. Washed out portion of right guide-bank has to be reconstructed.

表 5-2 (4) 既存河川施設評価一覽表

S.N.	Name of the		Type of Work done	River	Example of		Reasons	Remarks
	River	Sites			Success	Failure		
29	Chusang	U/s of highway bridge near Kanepokhari Morang District.	Embankment with side slope protection on one side spur on other bank are provided on river bed of small boulder, gravel & sand.	Small Q=560 m ³ /sec A=175 sq.km	—	Failure	Without maintenance side slope protection steepened & launching apron has been washed out.	Soil conservation on hill catchment is needed.
30	Garun	26 km from Chaura main canal head regulator, Sunsari District.	Gabion work with concrete cut-off on foamy bed.	Small Q=140 m ³ /sec A=28 sq.km		Failure	No proper energy dissipation structure provided.	Massive work devastated.
31	Jharna	East-West Highway bridge, Jhapa District.	Gabion guide-bund on u/s & d/s of bridge.	Small Q=50 m ³ /sec A=5.5 sq.km		Failure	Repair and maintenance is poor and launching apron washed out.	Thorough study is needed.
32	Lalpat	Jajjala Udaypur District.	Guide-bund of highway bridge.	Small Q=60 m ³ /sec A=8 sq.km		Newly constructed but it will be damaged.	All guide-bund of bridge are wrongly aligned. At u/s bank of river guide-bund is on concave side.	
33	Mawa & Nunsari	Madhumalla market Morang District.	Embankment with gabion spurs are provided on gravel sand bed.	Small Q=120 m ³ /sec A=121 sq. km.		Failure	Soil conservation work has not been provided at hill side catchment area.	Renovation of existing & extension embankment & spurs are needed.
34	Ninda	Ayaban Jhapa District.	U/S left bank embankment on sand river bed.	Small Q=70 m ³ /sec A=10 sq. km		Failure	Renovation of waterface side slope and launching apron needed.	Thorough study is needed.
35	Rato	Kalapani Mohottari District.	Spurs & crated boulder wall is located on river bed of gravel & sand.	Small Q=248 m ³ /sec A=60 sq.km		Failure	Improper type of construction work done.	Opposite bank is to be protected by revetment. Gravel mixed sand is existing on the river bed. Master plan is essential.
36	Rato	Kushanagar	Crated wall embankment & spurs are located on river bed of gravel & sand.	" "		Failure	Section of river training work is good but it is not properly laid.	Guide-bund is laid at river bed. Gravel mixed sand is available on the river bed. Master plan is essential.
37	Rato	Harihilet Mohattari District.	Closer-bund with revetment & launching apron on river bed of gravel & sand.	" "		Failure	Closer-bund at end point are not properly protected. Due to this work left bank is effected. Gravel mixed sand is available in the river bed.	River & ground level is in the same level.
38	Rauwa	Damak market Jhapa District.	Guide-bund is existing on river bed of gravel & sand.	Small Q=128 m ³ /sec A=124 sq. km		Failure	Proper maintenance has not been done. Sediment grain size being fine, existing launching apron failed.	Removal of ruins on the bank & renovation of guide-bund is needed.

Catchment area > 5,000 sq.km means big river
 Catchment area < 5,000 > 500 sq.km means medium river
 Catchment area < 500 sq.km means small river.

Contd.

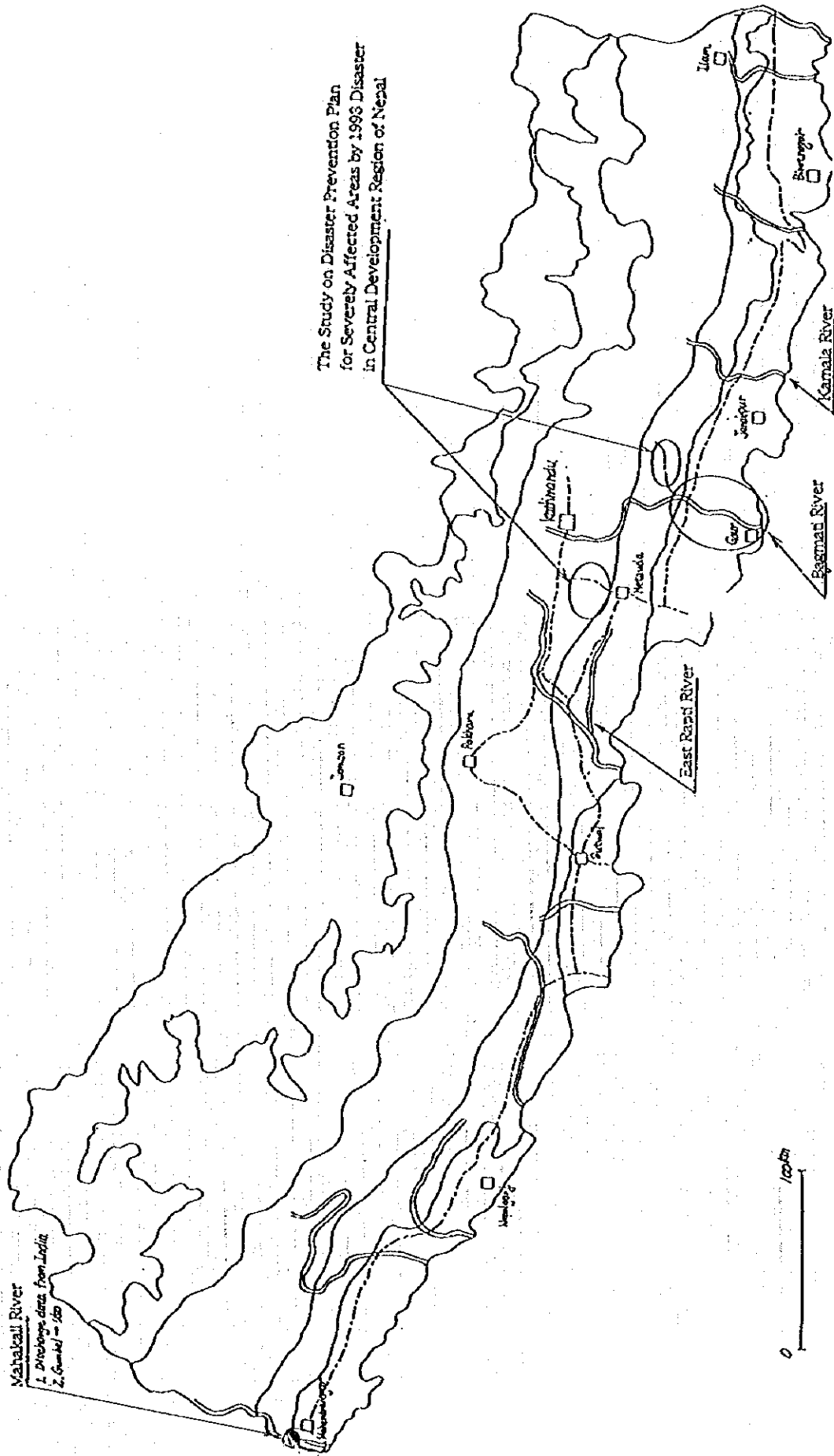


图5-5 ネパール政府が実施した河川計画にかかると主要調査地域位置図

出典：DFTC

5-5 国際機関・先進国等の援助動向

灌漑局が実施する大規模な治水関連事業は、国際機関・先進国等の資金・技術援助を受けている。主要援助国としては、日本、オランダ、インド、OPEC、UNDP 等がある。現在実施中もしくは計画中の援助事業の中で、特に当方の本格調査に関連する事業としては下記の3プロジェクトがある。

(1) オランダ：河川管理マスタープラン・プロジェクト

灌漑局の組織を強化することにより治水事業執行能力の向上を目指す事業である。詳細な業務内容はこれから両政府関係者が協議する段階なので未定であるが、データシステムの構築、解析機器及びソフトの整備、GISの導入、モデル河川の整備計画策定等を通じて河川管理・計画技術能力の向上を計る。対象組織は灌漑局本部だけでなく地方建設局、工事事務所の地方組織も含む予定である。業務実施要領は以下の通りである。

1. プロジェクト名 : The River Management Master Plan Project (RIVMAP)
2. 業務目的・内容 : 第一期 灌漑局組織強化による河川管理にかかる長期戦略の策定
および河川計画策定能力の向上
: 第二期 策定された計画の実行と見直し
3. 対象地域 : ネパール国の河川
4. 実施期間 : 第一期 2.5年間 (第二期は2001年末までに完了させる)
5. 派遣技術者 : オランダ政府派遣の長期従事技術者2名の他、短期技術者約9名を予定
6. 対象組織 : 水資源省灌漑局の河川・環境・機材部
6. 援助組織 : オランダ政府国際協力局
8. 第一期予算 : 総予算は約1億3千万円 (NGI 2,165,550)、このうちオランダ政府援助は約1億2千3百万円 (NGI 2,053,275)

業務内容の協議は1997年9月に予定されており、順調に行けば1998年半ばに事業が開始され、1998年末には既存組織の評価、業務内容の評価等が記述されたプログレスレポートが取りまとめられる運びである。当方の調査は、この時期にF/S業務の主要事項をとりまとめる段階にある。調査内容を充実させ効率良く事業を実施するために、このプロジェクトチームと情報交換し、双方協力して業務を実施する必要がある。

(2) インド : Embankment Extension Project for Bagmati, Lalbakeya, Kamala and Khando Rivers

インド政府の資金援助により 4 河川の堤防を延伸整備する事業で、整備延長はバグマティ川の左右岸 25km、ラルバケヤ川の右岸 9km、カマラ川の左右岸 58km、カンド川が 55km の合計 147km である。詳細設計は、ネパール側・灌漑局及びインド側・水資源局の合同チームが 1992 年から 1997 年の間に完了させており、総事業費は NRs.813,800,000 と見積もられている。第一期工事はラルバケヤ川が選定され、現在その工事契約準備が進められている。予算は NRs.52,100,000 である。

(3) OPEC : Bakra River Flood Protection Project

OPEC FUND の資金援助によりバクラ川灌漑施設整備に伴う河川施設の建設を行うもので、主要工事には、堤防 66km、水制工 104 カ所、護岸 14.6km、頭首工 9 カ所等がある。調査、計画及び詳細設計はローカルコンサルタント 2 社によって 1996 年末に完了済みで、現在国際工事入札を準備中している。事業予算は NRs.370,000,000。工事完了は 1999 年末を予定している。