

社会開発調査部報告書

JICA LIBRARY



1108860161

25559

国際協力事業団

ネパール国

カルナリ川上流及びマハカリ川流域
水資源開発計画調査

最終報告書

要約

平成5年10月

日本工営株式会社
中央開発株式会社



本報告書では、事業費を1993年3月価格で算出し、米国ドルで表示した。また使用した通貨換算率は以下の通りである。

1.00 米ドル=46.65 ネパールルピー= 116.30円

(1993年3月末の通貨換算率)

序文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のカルナリ川上流及びマハカリ川流域水資源開発計画にかかるマスタープラン調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年11月から平成5年8月までの間、5回にわたり日本工営株式会社の久野一郎氏を団長とし、同社及び中央開発株式会社から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ネパール国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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5年10月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

ネパール国

カルナリ川上流及びマハカリ川流域 水資源開発計画調査

調査概要

1. 調査の目的

本調査の目的は、調査対象地域における水資源開発マスタープランを立案し、その業務の過程でカウンターパートに対して技術移転を行うことである。調査対象地域は既に計画されているカルナリ多目的プロジェクトの常時満水位より上流にあたるカルナリ川上流域、及びマハカリ川流域のうちネパールの領土に属する部分であるが、計画される事業がカルナリ川流域及びその近傍に及ぼす影響も検討の対象とされた。

2. 調査期間及び調査協力

本調査はJICA調査団とネパール国水資源省より派遣されたカウンターパートの協力のもとに平成3年11月から平成5年10月までの24ヶ月に亘り実施された。

3. 調査対象地域内の水資源開発賦存量

調査対象地域内の水資源開発賦存量調査は水力発電計画、灌漑計画、上水計画、治水計画及び流域保全計画に対して実施された。調査の主な結果は下記の通りである。

(1) 水力発電計画

カルナリ多目的プロジェクトおよびパンチェスワール水力プロジェクトを含め、カルナリ川とマハカリ川流域における過去の調査において既に23の水力地点が選定されている。本調査において新たに15の計画を選定し、合計で38の計画を流域内で選定した。発電量計算及び計画の建設費算定を各計画に対して実施した後、経済比較検討を行った。その結果、フィージビリティ及びプレフィージビリティ段階にある計画に加えて、6つの貯水池型計画及び10の流れ込み式計画が経済的に実施可能であると評価された。

(2) 灌漑計画

灌漑計画において、シクタ、ババイ、クテヤⅡ、マハカリⅡの流れ込み計画及びウエストラプティ、カルナリ、ベリーババイ多目的計画を含めて7つの大規模計画が選定された。一方、小規模計画はテライ生態系地区における11計画、丘陵生態系地区における38計画及び山岳生態系地区における33計画を合わせて82の計画候補地点が選定された。

(3) 上水計画

調査対象地域内の水道計画は中西部開発地域において203、極西部開発地域において300の計画が実施済である。水需要は中西部開発地域において、2013年までに約64,900m³/日 (0.75m³/秒) の需要が見込まれる。一方、極西部において、2013年までに約62,700m³/日 (0.73m³/秒) の需要が見込まれる。伸びゆく需要を満たすために中西部開発地域において2013年までに約35,200m³/日 (0.41m³/秒) の水を新規開発する必要がある。一方、極西部開発地域においては、2013年までに約33,000m³/日 (0.58m³/秒) の水を開発する必要がある。

(4) 治水計画

本調査の結果、山岳地区において洪水被害を受けやすい地区として48地点を選定した。テライ部のマハカリ川に面する約5,000haのドダラチャンダニ (Dodhara Chandani) 地区では洪水時の河岸侵食が問題であり、何らかの対策がなされなければ、今後30年に約500haの土地が失われると予想された。

(5) 流域保全

ガンジス川に流出するすべてのネパールの川は、流出土砂量が多いのが特長である。構造地質学的な動き及び人為的開発によって森林、灌木地帯が減少し、牧草地や農地が十分に保全されていないことによる。ネパールでは土壌保全及び流域保全を目的として植林計画が実施されつつある。

4. 優先計画の選定

調査対象地域内に賦存する水資源を地域内住民の生活向上に役立たせることを目的として、選定された賦存計画の中から水力発電計画においてBR-1、LR-1、SR-3及びCR-2の4つの優先計画、灌漑計画においてベリーバイ、スルケットパレー、コレリコラ及びガリヤンコットの4つの優先計画、治水計画においてドダラチャンダニ地区護岸工事が優先計画として選出された。

5. 優先計画調査

上記選出された四つの水力発電計画、四つの灌漑計画、及び一つの治水計画に対してさらに詳しい調査が経済的実施可能性検討のために行われた。特に四つの水力発電計画に対しては本調査において作成された地形図及び地質調査に基づいて経済的実施可能性の検討がなされた。調査結果の概要は下記の通りである。

水力発電優先計画

計画名	設備容量	年間発生電力量 Gwh/年	建設費用 百万US\$	純便益 百万US\$	経済内部 収益率(%)
BR-1	82.9	601	174.0	40.5	13.4
LR-1	81.0	323	142.9	2.3	10.2
SR-3	56.4	373	142.0	11.3	11.0
CR-2	24.1	160	69.4	1.4	10.3

灌漑優先計画

計画名	灌漑 タイプ	純受益面積 ha	建設コスト 百万Rs. (百万US\$)	経済内部 収益率(%)
ベリ・ババイ	重力式	74,270	12,145 (260.3)	17.1
スケットガレ	重力式	2,700	440 (9.4)	6.0
コリコリ揚水	揚水式	368	44 (0.9)	7.3
ガリヤコト	重力式	200	26 (0.6)	14.7

治水優先計画

計画名	タイプ	地区土地面積 ha	建設費用 百万Rs. (百万US\$)	経済内部 収益率(%)
ドダラ・ヤンガニ地区	護岸	5,000	58.8 (1.3)	5.8

初期環境評価 (Initial Environmental Examination) は四つの水力発電優先計画及びベリ・ババイ灌漑優先計画に対してネパール側政府及び民間機関の協力を得て実施された。

6. 最優先計画の選定

フィージビリティ段階へ進むべき最優先計画として9つの優先計画の中から経済的实施可能性が高い事及び調査対象地域への社会・経済的影響度の大きさを考慮してBR-1水力計画が選定された。

目次

調査概要 はじめに

	頁
1章 調査の目的及び概要	1
2章 本報告書の構成	2
PART I マスタープラン調査	
3章 ネパール概観	3
4章 調査対象地域の自然環境	5
5章 調査対象地域の社会・経済状況	7
6章 調査対象地域の水資源開発の必要性	8
7章 調査対象地域の水資源開発の開発可能性	10
8章 調査対象地域の水資源開発の目的と戦略	14
9章 戦略地区における水資源開発	15
10章 優先計画の選定	17
PART II 優先計画	
11章 現地調査	18
12章 BR-1 水力発電優先計画	20
13章 LR-1 水力発電優先計画	21
14章 SR-3 水力発電優先計画	22
15章 CR-2 水力発電優先計画	23
16章 灌漑優先計画	24
17章 治水優先計画	26
18章 最優先計画の選定	27

付表リスト

	頁
表1 貯水池式水力発電開発ポテンシャル計画経済評価	T.1
表2 流れ込み式水力発電開発ポテンシャル計画経済評価	T.2
表3 大規模灌漑開発ポテンシャル計画	T.4
表4 小規模灌漑開発ポテンシャル計画	T.5
表5 上水道開発計画	T.7
表6 上水道将来予測需要量	T.8
表7 上水道供給状況	T.9
表8 水力発電優先計画諸元	T.10

付図リスト

図 1	流域及び水文観測所位置図	F.1
図 2	ネパール地質概況図	F.2
図 3	等雨量線図	F.3
図 4	調査対象地域行政区分図	F.4
図 5	調査対象地域道路網及び空港位置図	F.5
図 6	ネパール全国送電網図	F.6
図 7	ネパール全国電力需給関係	F.7
図 8	調査対象地域水力発電開発ポテンシャル計画位置図	F.8
図 9	調査対象地域灌漑開発ポテンシャル計画位置図	F.9
図10	調査対象地域洪水被害位置図	F.10
図11	トダラ・チャンダニ護岸対策工位置図	F.11
図12	ディストリクト別水源保全状況図	F.12
図13	ジュムラ地区	F.13
図14	スルケット地区	F.14
図15	ディパイヤール・シルガディ・ラジャプール地区	F.15
図16	バイタディ地区	F.16
図17	調査対象地区水力発電優先計画位置図	F.17
図18	調査対象地区灌漑優先計画位置図	F.18
図19	BR-1計画 概略平面図	F.19
図20	LR-1計画 概略平面図	F.20
図21	SR-3計画 概略平面図	F.21
図22	CR-2計画 概略平面図	F.22
図23	ベリ・ババイ灌漑計画	F.23
図24	スルケットバレー灌漑計画	F.24
図25	コレリコラ揚水灌漑計画	F.25
図26	ガリヤンコット灌漑計画	F.26

はじめに

1章 調査の目的及び概要

ネパール王国カルナリ川上流およびマハカリ川流域水資源開発計画調査は、ネパール国水資源省と日本政府の技術協力の実施機関である国際協力事業団の間で、平成3年8月30日にカトマンズにおいて合意されたスコープオブワーク (Scope of Work) に基づいて実施された。

本調査の目的は、調査対象地域における水資源開発マスタープランを立案し、その業務の過程でカウンターパートに対して技術移転を行うことである。調査対象地域は既に計画されているカルナリ多目的プロジェクトの常時満水位より上流にあたるカルナリ川上流域、およびマハカリ川流域のうちネパールの領土に属する部分であるが、計画される事業がカルナリ川流域およびその近傍に及ぼす影響も検討の対象とされた。調査は平成3年11月に開始され、平成5年10月に完了した。

本調査は調査対象地域の水資源開発に関し、Part I マスタープラン調査と Part II 優先計画調査の二つのパートに分けて実施された。Part I はさらにフェーズ1 開発ポテンシャル図上選定とフェーズ2 の基本計画策定及び優先計画の選定の二つのフェーズに分けて実施された。Part II では Part I で選定された優先計画についてネパール側の確認をとった後に、優先計画地点を対象としてさらに詳しい現地調査を実施した。最終的に優先計画の中から最も優先して開発を進める必要がある最優先計画を選定するとともに調査対象地域水資源開発計画として全体を本報告書にとりまとめた。

2章 本報告書の構成

この調査は調査対象地域の水資源開発に関し、Part I マスタープラン調査と Part II 優先計画調査をとりまとめたものである。調査成果は全体要約を "Vol. I , Executive Summary" にとりまとめ、Part I については Vol. II にまとめ、調査対象地域全体における水資源開発基本計画を示し、種々の開発計画の中から優先して開発を進める必要があると判断される優先計画を選定した。Part II については Vol. III にまとめ、Part I で選定された優先計画についてはさらに詳細な現地調査結果を示した。

各セクターごとの詳しい調査結果は Vol. IV から Vol. VI の三分冊のサポーティングレポートに示した。また最後の Vol. VII には地質調査データと水力発電計画の費用積算データを示した。本報告書は全体調査の和文要約報告書である。

PART I マスタープラン調査

3章 ネパール概観

(1) 国土及び人口

ネパールの国土は14万7,000 km²あり、北部のヒマラヤ山脈から南部のタライ平野に向かって傾斜している。気候は北部の極地性から南部の亜熱帯性に亘る。土地利用状況をみると農地27%、森林38%、灌木地5%、放牧地12%、その他18%の割合で利用されている。1991年の国勢調査の第1次集計によれば、総人口は1,846万人であり、1981年から1991年にかけての人口成長率は年率2.08%になっている。

(2) 経済

1989/90年度（平成元年7月16日から平成2年7月15日まで）の国内総生産（GDP）は887億1,100万ルピーであった。これは一人当たり160ドルに相当する。また同年度の貿易収支は131億8,300万ルピーの赤字であった。GDPのうちで農業部門は53.4%をしめ、労働人口の90%以上がこの部門に従事している。第8次計画（1992/93-1996/97）は1990年新憲法制定後における最初の経済開発計画となった。同計画は最低生活水準の保証、開発実施への民衆の参加、および生産活動の民営化を原則として、持続的な経済発展、貧困の緩和、農山村開発と地域格差是正を三大目的としている。

(3) 農業

耕地面積は、約260万haである。主要作物は穀類で、1987年におけるその生産量は490万トンであった。改良種子や化学肥料は殆ど普及しておらず、また灌漑農地であっても用水が不十分なところが多い。したがって作物の収量は一般に低くまた著しく天候に左右される。かつて食糧輸出国であったネパールは1980年代半ばから輸入国になっており、現在の食糧自給率は80~90%とみられている。

(4) 社会基盤

1989年における道路総延長は7,007kmであったが、その半分以上は未舗装である。国際線と国内線の空港または滑走路は合計43箇所ある。通信施設は地形的制約により未発達である。

発電設備の設備容量及び有効発電容量は、1991年現在全国電力系統内において各々283.3MW及び253.4MWである。タイプ別では、水力発電が設備容量で82%を占め

有効発電容量では 83% を占めている。電力需給関係をみると1994年以後には電力不足が予測され、これに対処する為、アルン川に位置するアルン3水力計画（総設備容量 402MW のうち第一期工事として 201MW）、カリガンダキ川に位置するカリガンダキA（9万kW）、カンカイ川に位置するカンカイ（6万kW）、キムチ川に位置するキムチ（6万kW）などの水力が火力と共に開発有望計画として考えられている。また遠隔地では小水力発電事業を実施している。

4章 調査対象地域内の自然環境

(1) 地形

中西部開発地域および極西部開発地域全体では、総面積は61,917km²であり、生態系別にみるとタイ生態系地区8,927km²、丘陵生態系地区26,029km²、山岳生態系地区26,961km²に分類される。調査対象地域の地形は西北西-東南東方向に横たわるヒマラヤ、マハバラット、チュリア、ドゥンドゥワの四山脈によって特徴づけられる。これらの山脈は深い河谷によって分断されている。

(2) 河川

カルナリ川とマハカリ川はヒマラヤ山脈を水源として山岳および丘陵生態系地区の大部分を流域としており、カルナリ川はカルナリ多目的ダム計画地点で集水面積が43,679km²、マハカリ川はパンチェスワール水力計画地点で集水面積が12,600km²となる。カルナリ川の主な支流はベリ川とセティ川である。また丘陵生態系地区に水源をもつババイ川およびラプティ川はタイ生態系地区における主要河川である（図1参照）。

(3) 地質

ネパールの他の地域と同様、地質は変成された水成岩を主体としており、北部で古く南部で新しい。マハバラット山脈以北の岩は先カンブリア紀から第三紀の始新世に属する。チュリアおよびドゥンドゥワ山脈などのあるシワリク山地の岩は鮮新世に属し、一般に軟弱である。タイ平野は未固結の第四紀堆積物で覆われている。三個の断層があり、一般に東西に走行し北に傾斜している（図2参照）。

(4) 気候

ネパールの気候は大きく6月から9月までの雨期と10月から5月までの乾期の二つの季節に区分される。調査対象地域の平均雨量は、1963年から1989年のデータから1,262mmと推定される（図3参照）。南東モンスーンによりもたらされる降雨は、年雨量の75%に当たる。水位観測所は調査対象地域内に15箇所、インド領内のマハカリ川流域に4箇所ある。1963年から1989年の流量記録から、マハカリ川流域の年平均比流量は0.038~0.057m³/sec/km²であり、カルナリ川流域においては、0.026~0.039m³/sec/km²である。流砂量は比流量においてカルナリ川で2,322m³/km²/年、マハカリ川で3,060m³/km²/年と推定される。

(5) 土壌

タライ平野の土壌は一般に厚く保水性の高い中粒構造である。一方シワリク山地の土は細粒のロームないし砂で玉石を含み、一般に浅く保水力が弱く酸性である。また山岳部の土壌は酸性で瘦せており浸食性である。土壌の面からみると、調査対象地域内の農業適地は約 667,000ha であり域内面積の 10.7% を占めている。

(6) 森林保全

気候圏が広いためにネパールの植物相は豊かで森林相もさまざまである。しかし UNDP が実施した土地資源図化事業の結果によれば、さらにタライ平野の熱帯樹林の 62% が農業の目的で伐採されてしまっている。タライ平野以外の丘陵地帯でも森林破壊は急速に進んでいる。調査対象地域内の土地利用区分は農耕地 17.5%、放牧地 15.2%、森林 42.4%、灌木地 2.2%、その他 22.8% と見積られる。全国平均と較べると、調査対象地域は農耕地が少なく森林が多いといえよう。

(7) 保護区

1973年制定の国立公園および野生生物保全法によって 5 種類の保護区が定められている。これらは国立公園、野生生物保存地区、重要自然保存地区、狩猟地区および保全地区である。調査対象地域は、亜熱帯地域から極寒地域まで気候の変化に富んでいるため、保護地域の中には、多種類の生物が生息している。動物は国立公園および野生生物保全法によって保護されているが (27種の哺乳動物、3種の爬虫類、9種の鳥類)、植物は対象外である。カルナリ川においては、18種類の魚種が確認されている。

(8) 河川水質

本調査団は、カリナリ川及びマハカリ川において水質試験を行った。表土の凝固の原因となるカルシウムの濃度は中程度であったことから灌漑用水としての使用は可能であるが、飲料水としては浄水の必要がある。対象地域内の水を媒介とする感染伝染病としては肝炎、小児性下痢、寄生虫病、マラリア及び日本脳炎等が報告されている。

5章 調査対象地域の社会・経済状況

(1) 行政区分

行政的には調査対象地域は中西部開発地域及び極西部開発地域に属する。前者は3つのゾーンと15のディストリクトから成り、一方後者は2つのゾーンと9つのディストリクトから成っている（図4参照）。調査対象地域内における1991年の人口は408万人であった。また過去10年間の年平均増加率は2.2%と見積られる。

(2) 部族

調査対象地域内の主要部族はチェトリ、タクリ及びブラーマンである。ボテア、マガル等の少数部族はヒマラヤの高地に住み、テライ平野の主要部族であるタラーはスルケットバレーにも住んでいる。

(3) 穀物生産

1988/89年度の調査対象地域穀物生産量は110万トンで、人口当たり279kgであった。オイルシードの生産が盛んで1988/89年度の実産量は4万4千トンで全国の実産量の45%を占めた。工業生産は見るべきものがない。

(4) 東西ハイウェイ

1993/94年度には調査対象地域内において東西ハイウェイが完成する予定である（図5参照）。中西部開発地域及び極西部開発地域の各々に1路線ずつの南北ハイウェイが建設中でそれらの一部は既に完成し共用されている。

(5) 教育及び病院

調査対象地域の識字率は1988年時点で13%から20%と極めて低い。1988年の小学校在席率は全国の73%に対し50%にすぎなかった。各ディストリクトには最低1つの病院があるが、8つのディストリクト病院において医者がいないことが報告されている。

(6) 文化的遺産

調査対象地域内には多くの歴史的・文化的遺産が存在する。とりわけ、トリプランスダリ及びパンチェスワールマハデーラ寺院には多くの人達が参詣している。

6章 調査対象地域の水資源開発の必要性

(1) 水力発電

調査対象地域においては、132kVの送電線が Kohalpur から Mahendranagar 間に1993年に完成する予定であり、62kVの送電線の建設が Birendranagar から Dailekh 間に、又 Kanchanpur より Dipayal-Silgadhi 間に計画されている（図6参照）。現在、調査対象地域内の電力需要は10MW程度であるが、将来的には産業の発展及び送電線の建設に伴って2010年には50MW程度まで増加すると推定される。この電力需要の他、潜在需要（送電線の拡張、産業の誘地、生活の向上等）および近傍地域への送電をも考慮して、50MWから100MW程度の水力発電を対象地域内に早急に開発する必要がある。一方、全国電力系統内においても1994年以後に電力不足が予測されている（図-7参照）。

(2) 灌漑

主要穀物（米、小麦、トウモロコシ、キビ、大麦）の1988年の全国生産量は約539万トンであり、全国人口は約1,735万人と推定されるので、1人あたりの年間平均生産量は約311kg程度となる。一方調査対象地区の人口は現在約382万人で年間生産量は約110万トンである。一人当たりの主要穀物消費量を311kgとすると調査対象地域内の需要は119万トンとなり9万トンの不足となる。現在の人口増加率（中西部開発地域2.09%、極西部開発地域2.45%）が今後も続くものとする、2013年で人口は約666万人に増加すると推定され、生産量及び1人当たりの消費量が現状のままであるとすると約97万トンの生産量不足となる。この生産量不足を対象地区内で賄う為には新規開田の他、既存の灌漑施設改善及び種子の改良等により実施される必要がある。新規開田のみに頼った場合、単位ヘクタール当りの収量を5トンと仮定すると、96万トンの生産増加させるには2013年までに約19万haの農地を新規に開発する必要がある。

(3) 治水

治水に関しては、土地浸水以上に河岸浸食が大きな問題となっている。特に調査対象地区を流れるカルナリ・マハカリ両河川が山岳地帯からタライ部に流出する地点では、河岸浸食をおこし、耕地は年々浸食され、家屋の流失を伴った社会問題となっている。

(4) 上水道

上水道の開発に関して、ネパール政府は2000年までに全国的に普及させる計画である。中西部開発地区の現在の普及率は約29%で、現在建設中の開発を進める事によって約64%まで改善する事ができる。しかし、現在のまま人口増加が続き、1人当たりの給水量を日量45ℓとすると、100%普及させる為には2000年までにさらに日量約24,100m³開発する必要がある。また、極西部開発地区では現在の普及率は約23%であり、現在建設中の開発を進める事で約68%までの改善が期待できる。しかし、100%普及させる為には2000年までに日量約24,300m³新規開発する必要がある。

7章 調査対象地域の水資源開発の開発可能性

7.1 水力発電計画

カルナリ多目的プロジェクトおよびバンチェスワール水力プロジェクトを含め、カルナリ川とマハカリ川流域における過去の調査において既に23水力地点が選定されている。本調査において新たに15の計画を選定し、合計で38の計画を流域内で選定した(図8参照)。発電量計算及び計画の建設費算定を各計画に対して実施した後、経済比較検討を行った(表1、2参照)。その結果、フイージビリティ及びプレフイージビリティ段階にある計画に加えて、5つの貯水池型計画及び10の流れ込み式計画の経済的内部収益率が10%を超えている為、実施可能であると評価された。LR-1貯水池計画は経済的内部収益率が10%をわずかに下まわったが、発電量が低下する乾期に安定した電力を供給する事が可能である事、及び地域及びネパール全体の需要と比較して適正な開発規模であることから実施可能計画の一つに加えられた。

7.2 灌漑計画

ネパールの灌漑計画は水資源省の下で灌漑局が策定している。調査対象地域内の耕地面積は、タライ生態系地区も含めて、合計65万5000haであり、このうち59万4000haが地形上灌漑可能地域である。灌漑可能地区のうち、19万3000haに対しては何かの灌漑計画が実施されており、残りの40万1000haが開発可能地区として取り上げられる。テライ生態系地区を除いた丘陵・山岳地の多くの灌漑地区は狭い谷間に挟まれた地区か山の斜面に位置している。

中西部開発地域の丘陵・山岳生態系地区においては既存計画から計画段階にある計画を含めて1,149の計画が選定されている。一方、極西部開発地域の同生態系地区においては1,328の計画が選定されている。

フェーズI及びIIの現地調査において現地踏査及び地域灌漑事務所からの情報にもとずき灌漑計画の選定作業を実施した。その結果、シクタ、ババイ、クテヤII、マハカリIIの流れ込み計画及びウエストラプティ、カルナリ、ベリーババイ多目的計画を含めて7つの大規模計画が選定された(表3参照)。一方、小規模計画はテライ生態系地区における11計画、丘陵生態系地区における38計画及び山岳生態系地区における33計画を合わせて82の計画候補地点(総面積11,700ha)が選定された(表4参照)。灌漑計画の実施可能性が高い河谷部の耕作地においては現地踏査の結果ベリ川流域系における6計画、カルナリ川流域系における4計画、セティ

川流域系における2計画、マハカリ川流域系における6計画を合わせて18の計画候補地点が確認された(図9参照)。

7.3 治水計画

ネパールの治水は水資源省管轄下の灌漑局で全国治水計画を策定し、年間予算プログラムを計画している。中西部開発地域及び極西部開発地域には、各々一つの地域灌漑局 (Regional Irrigation Directorate) が設置されており、各ディストリクト灌漑事務所の治水対策要望をとりまとめ、中央政府の灌漑局に申請している。

各ディストリクト灌漑事務所における治水関連予算は年間せいぜい百万ルピー程度と限られており、山岳地域では洪水被害を受けやすい場所へのアクセスも悪い事等から、中央の灌漑局には十分な洪水関連のデータが集積されていない。

本調査で各ディストリクト灌漑事務所に対する聞き取り調査の結果、山岳地区において洪水被害を受けやすい地区として48地点を選定した(図10参照)。被害原因別でみると河岸浸食が58%をしめ、耕作地の浸水が27% 残りの15%は河川沿いの山腹崩れによる河川の狭窄の順であった。これらの47地点の内、過去の洪水被害が大きく護岸工事内容がある程度調査されている21地点を選定した。概略総工事費用は蛇籠用針金購入費用及び輸送費用を含め約510百万ルピー程度必要となると見積った。今後これらの山岳地域の治水計画の工事を進める為には、ディストリクト灌漑事務所は個々の現地調査を行なって計画の熟度を上げる必要がある。

テライ部のマハカリ川に面する約5,000 haのドダラ チャンダニ(Dodhara Chandani) 地区(図11参照)では洪水時の河岸侵食が問題である。この地区はKanchanpur ディストリクトにおける穀物生産供給地の一つであるが、1965年以来侵食によりすでに2,700 haの土地が失われており、護岸工事が必要と成っている。マハカリ灌漑事務所のもとで一部護岸工事が行なわれているが予算不足の為、近年では工事が進んでいない。

7.4 上水計画

ネパールにおける上下水道計画の計画及び実施は、上下水道局が創設された1972年より組織的に開始された。1990年末までには都市部において66%の住民が水道供給の恩恵を受けた。一方、農村部においては34%にとどまっている。調査対象地域内においては1970年代に各ディストリクト当り数個の計画をもって開始され、1980

年に拍車がかかったが、水道計画の実施率は全国の実施率から比べるとはるかに下まわっている。

調査対象地域内の水道計画の実施状況は各ディストリクト事務所に質問状を配布して調査した。その結果、調査対象地域内の中西部開発地域においては203、極西部開発地域においては330の水道計画が計画され、その給水能力は中西部開発地域において単位給水量を1人当たり45ℓとすると日量12,088m³、極西部開発地域において日量10,255m³となった。人口対給水人口で定義される給水率をみると、1991年時点で中西部開発地域では28.5%、極西部開発地域では22.7%であった(表5参照)。

水道用水の将来予測は2000年及び2013年を目標年次として各農村開発委員会ごと推定し、ディストリクト別に集計した(表6及び7参照)。中西部開発地域においては2000年までに約49,900m³/日(0.58m³/秒)、2013年までに約64,900m³/日(0.75m³/秒)の需要が見込まれる。一方、極西部においては2000年までに約51,500m³/日(0.60m³/秒)、2013年までに約62,700m³/日(0.73m³/秒)の需要が見込まれる。従って表7に示される水需給関係からみると中西部開発地域において2000年までに約24,100m³/日(0.28m³/秒)、2013年までに約35,200m³/日(0.41m³/秒)の水を新規開発する必要がある。一方、極西部開発地域においては2000年までに約24,300m³/日(0.28m³/秒)、2013年までに約33,000m³/日(0.58m³/秒)の水を開発する必要がある。

7.5 流域保全

ガンジス川に流出するすべてのネパールの川は、流出土砂量が多いのが特長である。主要因はインド亜大陸がヒマラヤ山脈の下へ沈み込むという構造地質学的な動きによる。この力により調査対象地域内の土地は上昇、変形し、山岳地域において不安定で急峻な斜面を形成している。他の要因としては人為的開発によって森林、灌木地等が減少し、牧草地や農地が十分に整備されない事が原因の一つになっている。

シュレスタ等(1983)はネルソン等(1980年)の考えに基づいて流域の保全状況を評価する相対法を提案した。この手法によると、Surkhetディストリクトは非常に悪いと評価され、流域を保全するために緊急に対策が必要とされている(図12参照)。Dolpa、Mugu及びDailekhの3つのディストリクトは限界状態にあると評価され、Surkhet同様適切な対策が必要とされる。

ネパールでは土壌保全及び流域保全を目的として植林計画が実施されている。調査対象地域内においてこの植林計画に参加しているディストリクトは1988年現在、極西部開発地域において Darchula、Baitadi、Dadeldhura、Bajhang、Doti、Bajura、Accham であり、中西部開発地域においては Jajarkot である。

7.6 ベリ・ババイ転流計画の検討

カルナリ多目的計画は1989年に完了したフィージビリティ調査の結果によると経済的に実施可能であるとされているが、インドとの売電契約問題、貯水池内住民の移転問題、実施の為に資金調達問題等の問題解決の為に建設開始前に少なくとも25年程度の期間が必要であろうとネパール政府は推定している。カルナリ多目的計画の実施の遅れは当初予定していた売電による便益を得る機会を失うことになる。一方、ベリ川からババイ川に転流し、転流時に得られる落差を利用して水力発電を行うと共に、転流後の水を利用してババイ川沿いに広がる約74,000haの地区を灌漑するベリ・ババイ転流計画がある（図8におけるBR-1計画）。カルナリ多目的計画とベリ・ババイ転流計画は二者択一の関係にあるが、ベリ・ババイ転流計画をカルナリ多目的計画に先立って実施することは、カルナリ多目的計画から得られるはずであった便益の一部を補うことになる。本調査では、ベリ・ババイ転流計画の早期実施の可能性及びベリ川の下流に広がる灌漑面積の拡張の可能性について検討を行った（図8及び9参照）。

この検討の結果ベリ・ババイ転流計画の早期実施については $58.2\text{m}^3/\text{sec}$ の計画転流量に対して12.1%の経済的内部収益率が得られたので、水力発電計画としての実施可能性が実証された。一方、灌漑面積の拡張については、雨期の米作において74,270haの収穫面積の確保が可能となる。また乾季灌漑によって現在約10,000haの収穫可能面積があると推定されるが、これが33,270haに拡張可能であるとの結論となった。

8章 調査対象地域の水資源開発の目的と戦略

深い谷の地形に妨げられて、大河川が賦存する水資源の住民による直接利用は微々たるものである。一方カルナリ多目的プロジェクトとパンチェスワール水力プロジェクトの実施についてはネパール・インド両国政府の間で検討されてきたところである。

ネパールの発展軸は次第にカトマンズ盆地からタライ生態系地区を通過して西へ伸びてきた。今や調査対象地域の土地および水資源は地元のための利用はもとより国全体のための利用に供することも可能となったと言えるであろう。第8次計画の三大目的のひとつである農山村の開発格差の是正に従って、これからは地方の社会基盤整備に重点が置かれることになるだろう。この際に水資源開発は重要不可欠な意義をもつことは間違いない。

調査対象地域の水資源開発の目的をつぎの4項目とする。

- (i) インドへのエネルギー輸出のための大規模水力開発、
- (ii) ネパール国内のエネルギー供給のための中小規模水力開発、
- (iii) タライ生態系地区におけるかんがい農業のための大河川の利用、そして
- (iv) 丘陵および山岳生態系地区基盤整備のための水資源開発。

そして本マスタープランの目標年度を第11次計画が終了する2012/13年度（平成24年度）とする。

インドへのエネルギー輸出を目的とした計画は外貨獲得の観点から調査対象地域にとって重要ではあるが、既存大規模水力計画であるカルナリ多目的プロジェクトおよびパンチェスワール水力プロジェクト以外目標年度までに実施の計画がなされることはない想定される。そこで国内電力需給関係から見て適当と考えられる規模の水力プロジェクトを、調査対象地域水系に選定される中小規模のポテンシャル地点の中から選定する。またペリ・ババイ転流計画の構想に妥当性があるならば、カルナリ多目的プロジェクトが建設され稼働開始するまでの間に想定される国内のニーズに対応するものとして取り上げることとする。次に丘陵生態系地帯の物流生産の中心となる開発拠点と考えられる地点に対して、上水道施設、小水力発電所、かんがい施設等の開発を計画する。

9章 戦略地区における水資源開発

本調査は調査域内の経済開発を目的として、山岳及び丘陵生態系地区の地域開発の開発拠点である中核地の水資源開発の検討を行なった。検討の対象となる中核地として以下の4地域を選定した。

- － Jumla 地区、
- － Surkhet 地区、
- － Dipayal - Silgadhi - Rajpur 地区、及び
- － Baitadi 地区。

(1) Jumla 地区

Chandannath、Mahatgaun 及び Dapalgaun の3つの農村開発委員会（Village Development Committees）を含む Jumla 戦略地区は Chandanbise 川及び Babila 川の合流点の直下の河谷に広がる（図13参照）。本地区は現在 200kW の小水力発電所を有するが、2013年までに 360kW を新規に開発する必要がある。主要作物は小麦、大麦、アワ及び米であるが、それらの生産量は需要を下回っているので灌漑開発を進める必要がある。この地区には1つの既存及び2つの建設中の水道計画があるが、需要を満たす為に日量約 400m³ の水を図13に示される新規計画により開発する必要がある。

(2) Surkhet 地区

Birendranagar 市政区及び Uttraganga、Latikoili の二農村開発委員会を含む Surkhet 戦略地区はベリ川の下流域に広がる Surkhet Valley の中心に位置している（図14参照）。電力需要は西暦2013年までに 5,000kW のレベルまで到達するものと見込まれ、地域内に新たに水力発電プロジェクトが建設されない限り、既存の全国電力系統から供給する必要がある。灌漑計画においては、2,700ha の純受益面積を持つ Surkhet Valley の開発に最重点を置く必要がある。現在、米、小麦及び換金作物が作付されている。当地区には3つの既存及び2つの建設中の水道計画があり、需要を満たす為には2013年までに日量約 962m³ の水を図14に示される新規2計画（表面水及び地下水）により開発する必要がある。

(3) Dipayal-Silgadhi-Rajpur 地区

Dipayal - Silgadhi - Rajpur 戦略地区はセティ川の中流域に位置する（図15参照）。電力需要は2013年までに 1,100kW のレベルまで到達すると予測される。電力は新設

の 33kV 送電線より供給される予定である。作付面積は 11,000ha あり、その内 200ha 灌漑されている。本地区には 1 つの既存及び 4 つの建設中の水道計画があり、2013 年までに日量約 286m³ の水を図 1 5 に示される新規 2 計画により開発する必要がある。

(4) Baitadi 地区

Khalanga、Thaligada、Tripurasundari、Dashrath Chand、Patan、及び Basantpur 農村開発委員会より成る Baitadi 戦略地区は、チャムリヤ川との合流地点より 5 km 下流のマハカリ川沿いにある（図 1 6 参照）。現在、同地区には 200kW の小水力発電所があるが、2013 年における電力需要 930kW は地区の地形的制約を考慮し、全国送電線の延長により供給する必要がある。小規模灌漑が現在建設中であり、主要作物は主に米、小麦である。本地区に 24 の既存及び 7 つの建設中の水道計画があり、2013 年までに新規開発すべき一日水量は約 745m³ であり、図 1 7 に示される新規 3 計画の実施が必要である。

10章 優先計画の選定

調査対象地域内に賦存する水資源を地域内住民の生活向上に役立たせることを目的として、フェーズ2では優先計画を水力発電、灌漑及び治水の分野から選定した。選定条件として経済性のみならず、地域的配分、及び分野間のバランスのとれた開発を考慮した。

水力発電計画においては下記四つの優先計画を選定した（図17参照）。

計画名	河川名	型式
(1) BR-1 (Bheri-Babai 転流計画)	ベリ川	流れ込み式
(2) LR-1	ロホール川	貯水池式
(3) SR-3	セティ川	流れ込み式
(4) CR-2	チャムリア川	流れ込み式

灌漑計画においては下記の四つの優先計画を選定した（図18参照）。

計画名	ディストリクト名	純受益面積
(1) ベリ-ババイ (Bheri-Babai 転流計画)	Bardia/Banke	74,270ha
(2) スルケットバレー	Surkhet	2,700ha
(3) コレリコラリフト灌漑	Surkhet	368ha
(4) ガリヤンコット	Jumla	200ha

治水計画においては、マハカリ川テライ部にある約 5,000ha の Dodhara and Chandani 地区を選定した（図10参照）。この地区は Kanchanpur ディストリクトにおける穀物生産に大きく寄与しているにもかかわらず耕地の消失が大きい事や、計画に対する現地調査や計画検討が概略されている事による。

計画名	ディストリクト名	面積
ドダラチャンドニ地区護岸	Kanchanpur	5,000 ha

PART II 優先計画

11章 現地調査

Part I で選定した四つの水力発電計画、四つの灌漑計画、及び一つの治水計画に対してさらに詳しい調査をするためにフェーズ3の現地調査を1992年9月から開始した。

11.1 地形測量

四つの水力発電優先計画であるBR-1、LR-1、SR-3、CR-2の計画地点に対して各々下記のスケールの地形図が作成された。

優先計画名	地形図面積 (km ²)	スケール	タイプ
BR-1	65	1/20,000	流れ込み式
LR-1	175	1/20,000	貯水池式
	30	1/10,000	
SR-3	35	1/20,000	流れ込み式
CR-2	15	1/20,000	流れ込み式
合計	320		

上記のBR-1、SR-3、及びCR-2は流れ込み式水力発電計画で、プロジェクト対象地の2万分の1の地形図を作成した。一方LR-1は貯水池式水力発電計画で、貯水池予定地については2万分の1、ダム及び付帯施設建設予定地は1万分の1の地形図を作成した。

11.2 地質調査

四つの水力発電優先計画地点では下記の物理探査及びコアボーリングを含む地質調査を行なった。

優先計画名	物理探査		コアボーリング 調査	
	ライン数	総延長 (m)	坑数	総延長 (m)
BR-1	3	860	1	70
LR-1	4	1,165	1	50
SR-3	4	1,205	1	50
CR-2	5	925	1	45
Total	16	4,155	4	215

11.3 環境調査

初期環境評価 (Initial Environmental Examination) を四つの水力発電優先計画地点を対象として、ネパール側政府及び民間機関のもとで実施した。

12章 BR-1 水力発電優先計画

BR-1 水力発電優先計画は流れ込み式計画で、取水堰予定地はペリ川にあり、カルナリ川との合流点の約 45km 上流に位置する。水文諸元は以下のようにまとめられる。

- － 取水堰予定地点での集水面積： 1,1815km²
- － 平均年間降雨量： 1,191mm/年
- － 平均年間河川流量： 405m³/s
- － 最大平均月河川流量： 2,043.4m³/s
- － 最小平均月河川流量： 59.5m³/s

発電所については (i) 屋外式と (ii) 地下式の二つのタイプの比較検討を行なった。この結果、ババイ川の Royal Bardiya 国立公園に対する環境インパクトを小さくする事ができる事から地下式発電所タイプが適切だと考えられた (図 1-9 参照)。

設備容量については、概略最適設備容量検討を行ない、最適設備容量をもつケースについて1993年3月時点の価格ベースで建設コストを算出し、経済評価を行った。その結果は以下のように算定された。又、主要構造物諸元は表 8 に示した。

- － 最適設備容量： 82.9MW
- － 建設コスト： US\$ 174.0百万
- － 経済内部収益率 (EIRR)： 13.4%

また初期環境評価の結果、発電所放流口側に位置する Royal Bardiya 国立公園の保護、ペリ川への維持用水の確保、ガンジスイルカを含む水生動物の保護、流域保全、その他建設時に起こる影響について次のフィージビリティスタディ段階ではさらに詳しい調査が必要である。

13章 LR-1 水力発電優先計画

LR-1 水力発電優先計画は貯水池式計画で、カルナリ川の支流のロホール (Lohore) 川に建設を予定している。ダム建設予定地の右岸側は急傾斜の崖で、左岸側は比較的ゆるやかな傾斜で厚い崖錐堆積となっている。水文諸元は以下のようにまとめられる。

- ダム予定地における集水面積： 733km²
- 平均年間降雨量： 1,539mm/年
- 平均年間河川流量： 34.4m³/s
- 最大平均月河川流量： 124.9m³/s
- 最小平均月河川流量： 5.7m³/s

ダム位置と導水路ルートレイアウトに関して四つの代替案を比較検討した。この中でもっとも高い経済内部収益率が算定された代替案-IVを最適案として選んだ(図20参照)。

最適設備容量と経済評価の結果は以下のように算出された。又、主要構造物諸元は表8に示した。

- 最適設備容量： 81.0MW
- 建設コスト： US\$ 142.9 百万
- 経済内部収益率： 10.2%

初期環境評価の結果、ダム貯水池ができる事によって住民の移転、道路網の水没、水を媒介とする病気、水生生態系の変化等のインパクトが生じると予想される為、次のフェージビリティスタディ段階ではさらに詳しい調査が必要である。

14章 SR-3 水力発電優先計画

SR-3 水力発電優先計画は流れ込み式計画で、計画地点はカルナリ川支流のセテイ川にあり、バウリ川との合流点の直下流に位置する。取水堰予定地は比較的広い谷間にあり両岸はテラス状となっている。水文諸元は以下のようにまとめられる。

- 取水堰予定地点での集水面積： 2,421km²
- 平均年間降雨量： 1,183mm/年
- 平均年間河川流量： 68.0m³/s
- 最大月平均河川流量： 355.6m³/s
- 最小月平均河川流量： 9.6m³/s

導水路のレイアウトに関して二つの代替案の比較検討を行なった。この結果、第Ⅰ代替案の方が安く第Ⅱ代替案より勝れていると判断された（図2-1参照）。

最適設備容量と経済評価の結果は以下のように算出された。又、主要構造物諸元は表8に示した。

- 最適設備容量： 56.4MW
- 建設コスト： US\$ 142.0 百万
- 経済内部収益率： 11.0%

また初期環境評価の結果、水生動物の保護、下流維持流量の確保、及び流域保全の為に何らかの対策が必要であると考えられる。

15章 CR-2 水力発電優先計画

CR-2水力発電優先計画は流れ込み式計画で、計画地点はチャムリア川にありマハカリ川との合流点の約32km上流に位置する。取水堰予定地は狭あいな谷間を形作っている。水文諸元は以下のようにまとめられる。

- 取水堰予定地点での集水面積： 785km²
- 平均年間降雨量： 1,772mm/年
- 平均年間河川流量： 37.6m³/s
- 最大平均月河川流量： 195.1m³/s
- 最小平均月河川流量： 5.3m³/s

導水路のレイアウトに関して2つの代替案の比較検討を行なった。この結果、第I代替案が勝れていると判断された（図2.2参照）。

最適設備容量と経済評価の結果は以下のように算出された。又、主要構造物諸元は表8に示した。

- 最適設備容量： 24.1MW
- 建設コスト： US\$ 69.4百万
- 経済内部収益率： 10.3%

初期環境評価の結果、下流河川維持流量及び河川での漁業についてのなんらかの対策が必要であると判断された。

16章 灌漑優先計画

Bheri-Babai 灌漑、Surkhet Valley 灌漑、Korelli Khola 揚水灌漑、及び Garjyang Kot 灌漑の四灌漑計画を優先計画として選定した。

(1) Bheri-Babai 灌漑計画

本計画は Bardiya 及び Banke ディストリクトにあり、純受益面積は 74,270ha である (図 2 3 参照)。水源はベリ川から BR-1 水力発電計画によってババイ川に転流する事によって増量されたババイ川の河川水を利用する。主要穀物は雨季には米、トウモロコシ、綿等で、乾季には小麦、豆類、オイルシード等が代表的である。

経済評価に際して、(i) ベリ川からババイ川への導水施設建設費用は BR-1 水力発電計画の中に含まれており、(ii) ババイ川に完成済みの取水堰及び取水施設は埋没費用として本灌漑計画の必要コストから除くと想定した。この結果建設費用と内部経済収益率は以下のように算出された。

- － 建設費用： Rs. 12,145 百万 (US\$ 260.3 百万)
- － 内部経済収益率： 17.1%

(2) Surkhet Valley 灌漑計画

Surkhet Valley 灌漑計画は 2,700ha の純受益面積をもち、水源は チンガール川 (Chingar Khola) である (図 2 4 参照)。

主要穀物は雨季には米と野菜で、乾季は小麦、ポテト、及びオイルシードである。建設費用と内部収益率は以下のように算出された。

- － 建設費用： Rs. 440 百万 (US\$ 9.4 百万)
- － 内部経済収益率： 6.0%

(3) Korelli Khola 揚水灌漑計画

Korelli Khola 揚水灌漑計画はベリ川の左岸にあり、純受益面積は 368ha である (図 2 5 参照)。近傍には十分な灌漑用水源となる河川がない為、ベリ川からポンプ揚水を行って供給する。建設費用と内部経済収益率は以下のように算出された。

- － 建設費用： Rs. 44 百万 (US\$ 0.9 百万)
- － 内部経済収益率： 7.3%

(4) Garjyangkot 灌漑計画

Garjyangkot 灌漑計画は Garjyangkot 村、Jumla ディストリクトに位置し、純受益面積は 200ha である (図 2 6 参照)。水源はタルプナード川 (Talpunerd Khola) である。総延長 5.8km の主水路の内、すでに上流部 3.8km の部分が完成している。主要穀物は米、小麦、大麦、ポテトである。経済評価に際して上流部 3.8km の主水路は埋没費用と考えられるので、今後あらたに必要な建設費用と内部経済収益率は以下のように算出された。

- | | |
|------------|-------------------------|
| － 建設費用： | Rs. 26 百万 (US\$ 0.6 百万) |
| － 内部経済収益率： | 14.7% |

17章 治水優先計画

ドハラ・チャンドニ (Dodhara and Chandani) 地区はマハカリ川テライ部にあり、東岸をマハカリ川に西岸をジョグブタ川にはさまれた約 5,000ha の地区である (図 11 参照)。1965 年以来河岸浸食よりすでに 2,700ha の土地が失われており、護岸工事が必要となっている。

地区内の人口は約 55,000 人であり、全面積の約 70% が耕地でカンチャンプール (Kanchanpur) ディストリクトにおける穀物生産供給地の一つである。

多数の人口が住み、農業開発も進んでいるこの地区を護岸浸食から防ぐ為に、マハカリ灌漑プロジェクト事務所は 1991 年に護岸計画を提案した。これに従って被害の大きい河岸を優先的に対象として、水制工や蛇籠等を用いた護岸工事を一部実施しているが、予算不足の為近年は工事がほとんど進んでいない。

適切な護岸工事を行わないと今後 30 年間で 500ha 程度の土地がさらに浸食される事が過去の浸食記録より推定される。経済評価において、浸食による流出をまぬがれる耕作地からの農業生産額を便益と考えると以下のように算定された。

- 建設費用： Rs. 58.8 百万 (US\$ 1.3 百万)
- 内部経済収益率： 5.8%

18章 最優先計画の選定

本章では12章から17章までに述べた優先計画の中から最優先の実施にむけて次のステップに進むべき最優先計画を選定する。九つの優先計画をとりまとめると以下のようになる。

水力発電優先計画

計画名	設備容量	年間発生電力量 Gwh/年	建設費用 百万 US\$	純便益 百万 US\$	経済内部 収益率 (%)
BR-1	82.9	601	174.0	40.5	13.4
LR-1	81.0	323	142.9	2.3	10.2
SR-3	56.4	373	142.0	11.3	11.0
CR-2	24.1	160	69.4	1.4	10.3

灌漑優先計画

計画名	灌漑 タイプ	純受益面積 ha	建設コスト 百万 Rs. (百万 US\$)	経済内部 収益率 (%)
バリハハイ	重力式	74,270	12,145 (260.3)	17.1
スケットパレー	重力式	2,700	440 (9.4)	6.0
コロコラ揚水	揚水式	368	44 (0.9)	7.3
ガリヤンコト	重力式	200	26 (0.6)	14.7

治水優先計画

計画名	タイプ	地区土地面積 ha	建設費用 百万 Rs. (百万 US\$)	経済内部 収益率 (%)
トダラ・チャンガニ地区	護岸	5,000	58.8 (1.3)	5.8

(1) 優先計画に対する提言

経済分析の結果、四つの水力発電優先計画はすべて経済内部収益率が10%を超えており、高い実施可能性をもつと判断される。灌漑計画の内でもベリ・ババイ及びガリヤンコットの二つの灌漑計画は必要構造物が部分的に完成されている事もあり、経済内部収益率は10%を超えており、工事を実施する事を提言する。

スルケットバレーとコレリコラ揚水灌漑計画は経済内部収益率は各々6.0%、7.3%と10%を下回っている。しかし両計画は食糧が不足している丘陵地帯にあり、穀物増産の為に将来的には開発が必要である。次の段階の調査に際して、スルケットバレー灌漑計画については経済的な水源の確保に対する検討、またコレリコラ揚水灌漑計画については揚水ポンプに対する安定した電力の供給に対する検討が不可欠である。

ドダラ・チャンダニ地区治水計画については、将来灌漑開発が進められると乾期にも高い農産物の生産が可能となり、土地の利用度が向上し治水対策がますます必要となる為に、今後工事实施にむけて詳細な調査を行なう事を提言する。

(2) 最優先計画の選定

水力発電優先計画のうちで、BR-1が最も純便益が大きいこと及び経済的内部収益率が高いことから、水力発電計画における最優先計画の候補としてBR-1がとりあげられる。灌漑優先計画のうちでベリ・ババイ灌漑計画が経済的内部収益率が最も高いことのみならず、地域社会への影響度が最も大きいことから灌漑計画における最優先計画の候補としてベリ・ババイ灌漑計画がとりあげられる。

ベリ・ババイ灌漑計画の全体計画はベリ川よりババイ川にベリ川の水が転流された後実施可能であることから、BR-1計画はベリ・ババイ灌漑計画に先立って実施する必要がある。このことより、BR-1計画を最優先計画としてとりあげる事を提言する。

今後実施されるBR-1水力発電計画のフィージビリティ調査においては、地下式発電所の建設に関して十分な地質調査を、又放水口がロイヤルバルディア国立公園内に建設されることから十分な環境調査が必要であることを提言する。

付 表

表1 貯水池式水力発電開発ポテンシャル計画経済評価

Scheme	Draft Rate ¹⁾	Installed Capacity	Firm Energy	Secondary Energy	Construction Cost	Net Benefit	EIRR	
		(MW)	(GWh/y)	(GWh/y)	(US\$1,000)	(US\$1,000)	(%)	(US¢/KWh) ²⁾
LR1	0.6	47.0	135	71	105,078	-11,899	8.5%	5.10
	0.7	58.0	166	70	118,259	-7,807	9.1%	5.01
	0.8	73.0	210	66	144,540	-12,277	8.8%	5.24
BR3A	0.6	660.0	1,874	796	820,923	256,488	13.9%	3.07
	0.7	797.0	2,274	754	914,306	311,548	14.2%	3.02
	0.8	961.0	2,747	686	1,060,168	348,304	14.1%	3.09
BR3B	0.6	801.0	2,243	988	816,255	427,034	16.2%	2.53
	0.7	1,003.0	2,775	1,006	911,115	538,775	16.9%	2.41
	0.8	1,192.0	3,407	911	1,005,558	653,871	17.6%	2.33
BR4	0.6	667.0	1,900	800	1,046,339	115,391	11.4%	3.88
	0.7	804.0	2,245	779	1,216,106	107,230	11.2%	4.02
	0.8	964.0	2,757	679	1,373,534	140,560	11.3%	4.00
BR5	0.6	880.0	2,512	1,047	1,028,160	386,903	14.6%	2.89
	0.7	1,048.0	2,939	968	1,123,183	440,035	14.8%	2.87
	0.8	1,269.0	3,624	888	1,311,537	513,275	14.8%	2.91
SR6	0.6	642.0	1,841	799	926,363	176,302	12.4%	3.51
	0.7	776.0	2,240	752	997,620	244,535	13.1%	3.33
	0.8	966.0	2,809	690	1,175,156	292,445	13.1%	3.36

Note: 1) The draft rate is defined as the ratio of constant release from the reservoir through the year to the long-term average flow.
 2) US¢ means US cent.

表2 流れ込み式水力発電開発ポテンシャル計画経済評価 (1/2)

Scheme	Operation (Hours)	Installed Capacity (MW)	Firm Energy (GWh/y)	Secondary Energy (GWh/y)	Construction Cost (US\$1,000)	Net Benefit (US\$1,000)	EIRR (%) (US¢/KWh)	1)
KR2	8	412.8	1,198	1,695	810,044	277,590	14.2%	2.80
	12	275.2	1,198	909	666,503	171,941	13.2%	3.16
	16	206.4	1,198	487	594,236	112,015	12.4%	3.53
KR3	8	434.1	1,260	1,782	689,299	399,762	16.8%	2.27
	12	289.4	1,260	955	515,387	304,022	16.9%	2.33
	16	217.0	1,260	512	404,524	264,567	17.6%	2.28
KR4	8	87.5	254	359	332,577	-83,372	6.3%	5.43
	12	58.3	254	193	278,825	-74,041	6.1%	6.24
	16	43.8	254	103	254,471	-72,183	5.8%	7.13
KR7	8	243.0	705	998	386,925	223,407	16.8%	2.27
	12	162.0	705	535	325,049	146,038	15.4%	2.62
	16	121.5	705	287	288,747	106,704	14.5%	2.91
TR1	8	120.3	349	494	340,586	10,818	10.4%	4.04
	12	80.2	349	265	289,082	-13,456	9.4%	4.71
	16	60.2	349	142	255,233	-22,361	8.8%	5.20
TR2	8	52.6	153	216	314,818	-106,008	4.8%	8.53
	12	35.1	153	116	273,169	-103,805	4.0%	10.15
	16	26.3	153	62	251,963	-103,474	3.4%	11.72
TR3	8	104.7	304	430	290,474	-13,486	10.6%	3.96
	12	69.8	304	230	248,230	-9,543	9.5%	4.65
	16	52.3	304	123	229,182	-24,238	8.5%	5.37
TR4	8	10.5	30	43	64,683	-24,573	4.5%	8.86
	12	7.0	30	23	58,522	-25,393	3.4%	11.04
	16	5.2	30	13	53,916	-24,737	2.9%	12.54
MKR1	8	90.5	263	371	282,801	-9,643	9.5%	4.46
	12	60.3	263	199	250,871	-32,389	8.2%	5.43
	16	45.3	263	106	231,977	-43,599	7.3%	6.29
MKR2	8	55.6	161	229	272,091	-71,560	6.1%	6.98
	12	37.1	161	123	244,489	-80,282	5.0%	8.61
	16	27.8	161	66	229,646	-84,972	4.2%	10.12
MKR3	8	124.4	361	511	331,076	25,375	11.0%	3.80
	12	82.9	361	274	300,594	-14,998	9.3%	4.73
	16	62.2	361	147	282,426	-49,536	7.5%	5.56
HKR1	8	178.6	518	733	411,916	78,549	12.4%	3.29
	12	119.0	518	393	354,395	29,847	11.1%	3.89
	16	89.3	518	211	325,096	2,780	10.1%	4.46
HKR2	8	77.7	226	319	354,653	-82,843	6.6%	6.51
	12	51.8	226	171	319,855	-97,520	5.4%	8.06
	16	38.9	226	91	298,353	-103,655	4.6%	9.41

Note: 1) US¢ means US cents.

表2 流れ込み式水力発電開発ポテンシャル計画経済評価 (2/2)

Scheme	Operation (Hours)	Installed Capacity (MW)	Firm Energy (GWh/y)	Secondary Energy (GWh/y)	Construction Cost (US\$1,000)	Net Benefit (US\$1,000)	EIRR (%) (US¢/KWh) ¹⁾	
HKR3	8	71.6	208	294	360,684	-99,047	5.9%	7.18
	12	47.7	208	157	331,128	-114,409	4.7%	9.07
	16	35.8	208	84	313,184	-121,128	3.9%	10.73
HKR4	8	111.1	322	456	415,744	-57,799	8.0%	5.34
	12	74.1	322	245	367,532	-79,659	6.9%	6.48
	16	55.5	322	131	341,503	-91,483	6.0%	7.54
BR1	8	82.0	233	362	184,369	44,219	13.0%	3.10
	12	54.7	233	196	146,507	26,975	12.4%	3.42
	16	41.0	233	104	132,146	12,993	11.3%	3.92
BR6	8	49.1	142	187	154,001	-9,494	9.2%	4.68
	12	32.8	142	100	137,381	-20,685	7.9%	5.68
	16	24.6	142	54	125,515	-24,553	7.2%	6.40
BR7	8	29.2	85	111	138,552	-36,910	6.1%	7.07
	12	19.5	85	59	129,270	-44,035	4.8%	8.98
	16	14.6	85	32	123,693	-47,228	4.0%	10.57
BR8	8	30.0	87	114	189,910	-69,822	4.2%	9.45
	12	20.0	87	61	170,743	-70,597	3.3%	11.54
	16	15.0	87	33	161,353	-71,499	2.7%	13.45
SR3	8	75.2	217	280	166,124	30,269	12.3%	3.34
	12	50.1	217	152	137,463	16,616	11.6%	3.73
	16	37.6	217	91	118,304	13,785	11.5%	3.84
SR7	8	52.4	151	196	152,659	-3,407	9.7%	4.40
	12	34.9	151	106	115,410	-1,572	9.8%	4.49
	16	26.2	151	64	103,891	-4,648	9.4%	4.83
THR1	8	8.6	25	40	48,762	-14,117	5.8%	7.50
	12	5.7	25	21	43,730	-15,944	4.5%	9.51
	16	4.3	25	11	40,372	-16,408	3.7%	11.21
BS1	8	8.6	37	49	98,866	-42,497	3.2%	11.50
	12	6.5	37	26	86,278	-40,151	2.5%	13.69
	16	4.3	37	16	79,047	-37,898	2.2%	14.91
CR1	8	9.4	27	35	79,859	-36,635	2.6%	12.88
	12	6.3	27	19	74,089	-37,099	1.7%	16.11
	16	4.7	27	11	70,303	-36,698	1.1%	18.50
CR2	8	23.5	68	88	68,258	894	10.2%	4.38
	12	15.7	68	48	57,931	-3,139	9.3%	4.99
	16	11.8	68	27	51,317	-4,421	8.8%	5.40

Note: 1) US¢ means US cents.

表3 大規模灌漑開発ポテンシャル計画

Unit: Net ha

Name	District	Existing		New Scheme	Total
		DOI	FMIS		
<u>Run-of-River Project</u>					
Sikta	Banke	1,250	2,890	31,930	36,070
Babai	Bardiya		5,308	8,192	13,500
Khutiya II	Kailai		1,000	2,500	3,500
Mahakali II	Kanchanpur		703	6,099	9,800
<u>Multipurpose Project</u>					
<u>West Rapti</u>					
	Kapilbastu	800	4,996	24,704	30,500
	Dangdeukhuri	435	7,396	1,669	9,500
	Banke	1,250	2,890	31,930	36,070
	Total	2,485	15,282	58,303	76,070
<u>Karnali</u>					
	Banke	1,250	2,430	32,471	36,151
	Bardiya	960	23,527	39,682	64,169
	Kailali	3,633	28,653	58,344	90,630
	Total	5,843	54,610	130,497	190,950
<u>Bheri-Babai</u>	Bardiya	960	11,312	27,728	40,000
Total:					636,910

Remarks: DOI: Irrigation system managed by DOI
 FMIS: Farmer managed irrigation system
 Source: MPID2 Annexes-Volume 1

表4 小規模灌漑開発ポテンシャル計画 (1/2)

<MID WESTERN DEVELOPMENT REGION>

Unit : ha

District	Number of Projects	Net Command Areas		
		Overall Scheme	Existing Scheme	New Scheme
Dangdeukhuri	8	3,125	480	2,645
Banke				
Bardiya	1	290		290
Total For TERAI	9	3,415	480	2,935
Pyuthan	3	1,000		1,000
Polpa	1	100		100
Salyan	1	70		70
Rukum	5	425		425
Surkhet	4	943	200	743
Jajarkot	4	109	67	42
Dailekh	1	477		477
Total For HILL	19	3,124	267	2,857
Dolpa	2	110		110
Jumla	2	250		250
Kalikot	2	315		315
Mugu	2	201		201
Humla	2	90		90
Total For MOUNTAIN	10	966		965
Total For MID WEST	38	7,505	747	6,757

Source: MPID2, Table A3-3

表4 小規模灌漑開発ポテンシャル計画 (2/2)

District	Number of Projects	Net Command Areas (ha)			Unit : ha
		Overall Scheme	Existing Scheme	New Scheme	
Kailai	1	649		649	
Kanchanpur	1	1,800		1,800	
Total For TERAI	2	2,449		2,449	
Achhan	1	142		142	
Doti	9	1,102	313	789	
Dadeldhura	4	305		305	
Baitadi	5	227		227	
Total For HILL	19	1,776	455	1,321	
Bajura	3	295	45	250	
Bajhang	16	1,381	965	416	
Darchhula	4	629	90	539	
Total For MOUNTAIN	23	2,305	1,100	1,205	
Total For FAR WEST	44	6,530	1,555	4,975	
Total For MID+FAR	82	14,035	2,302	11,732	

Source: MPID2, Table A3-3

表 5 上水道開発計画

Mid Western Development Region		Existing Water Supply Scheme		On-going/Planning Water Supply Scheme		Total Water Supply Scheme		Population in 1991		Service Ratio (Design Population/Population in 1991), %	
District	Number	Design Population	Number	Design Population	Number	Design Population	Population in 1991	Existing Scheme	Total Scheme	Existing Scheme	Total Scheme
Karnali Zone											
(1) Humla	19	9,627	49	24,167	68	33,794	34,640	27.8	97.6		
(2) Mugu	6	4,009	14	10,112	20	14,121	36,445	11.0	38.7		
(3) Kalikot	9	22,010	65	80,650	74	102,660	88,781	24.8	115.6		
(4) Jumla	6	3,959	22	15,127	28	19,086	76,305	5.2	25.0		
Sub-total	46	44,950	179	140,195	225	185,145	261,247	17.2	70.9		
Rapti Zone											
(1) Rukum	50	61,230	25	52,212	75	113,442	155,017	39.5	73.2		
Sub-total	50	61,230	25	52,212	75	113,442	155,017	39.5	73.2		
Bheri Zone											
(1) Daitikh	28	16,669	37	39,601	65	56,270	187,820	8.9	30.0		
(2) Jajarkot	31	31,917	12	36,757	43	68,674	114,267	27.9	60.1		
(3) Surkhet	48	113,848	16	69,641	64	183,489	225,296	50.5	81.4		
Sub-total	107	162,434	65	145,999	172	308,433	527,383	30.8	58.5		
Total	203	268,614	269	338,406	472	607,020	943,647	28.5	64.3		
Far Western Development Region											
District	Number	Design Population	Number	Design Population	Number	Design Population	Population in 1991	Existing Scheme	Total Scheme	Existing Scheme	Total Scheme
Mahakali Zone											
(1) Darchula	59	23,661	73	32,536	132	56,197	101,614	23.3	55.3		
(2) Baitadi	117	44,588	98	60,455	215	105,043	200,229	22.3	52.5		
(3) Daddeldhura	32	39,505	40	63,581	72	103,086	104,449	37.8	98.7		
Sub-total	208	107,754	211	156,572	419	264,326	406,292	26.5	65.1		
Seti Zone											
(1) Bajhang	21	19,860	44	40,589	65	60,449	139,178	14.3	43.4		
(2) Bajura	30	17,405	33	38,853	63	56,258	92,083	18.9	61.1		
(3) Doti	21	35,488	126	109,733	147	145,221	167,469	21.2	86.7		
(4) Achham	50	47,372	184	109,463	234	156,835	197,888	23.9	79.3		
Sub-total	122	120,125	387	298,638	509	418,763	596,618	20.1	70.2		
Total	330	227,879	598	455,210	928	683,089	1,002,910	22.7	68.1		

表 6 上水道将来予測需要量

Zone	District	Population in 1991	Annual Increase Rate, %	Population in 2000	Population Water Demand in 2000, lpd	Population in 2013	Population Water Demand in 2013, lpd
Mid Western Development Region							
Karnali	Humla	34,640	1.05(5.49)	41,655	1,874,475	56,012	2,520,540
	Mugu	36,445	1.05(-1.80)	39,704	1,786,680	45,280	2,037,600
Rapü	Kalikot	88,781	0.13	100,083	4,503,735	119,399	5,372,955
	Jumla	76,305	1.04	83,557	3,760,065	96,787	4,355,415
	Dolpa	25,075	1.30	26,903	1,210,635	31,463	1,415,835
Bheri	Rukum	155,017	1.59	177,246	7,976,070	216,023	9,721,035
	Dailekh	187,820	1.21	209,557	9,430,065	253,279	11,397,555
Seti	Jajarkot	114,267	1.41	134,070	6,033,150	162,429	7,309,305
	Surkhet	225,296	3.09	296,408	13,338,360	461,138	20,751,210
	Sub-total	943,646		1,109,183	49,913,235	1,441,810	64,881,450
Far Western Development Region							
Mahakali	Darchula	101,614	1.20	108,007	4,860,315	126,702	5,701,590
	Baitadi	200,229	1.12	224,714	10,112,130	267,909	12,055,905
Seti	Dadeldhura	104,449	1.87	134,027	6,031,215	192,519	8,663,355
	Bajhang	139,178	1.16	161,067	7,248,015	207,319	9,329,355
	Bajura	92,083	2.12	107,875	4,854,375	136,762	6,154,290
Achham	Doti	167,469	0.90	198,040	8,911,800	227,104	10,219,680
	Achham	197,888	0.66	211,198	9,503,910	235,282	10,587,690
	Sub-total	1,002,910		1,144,928	51,521,760	1,393,597	62,711,865
	Total	1,946,556		2,254,111	101,434,995	2,835,407	127,593,315

Note: The annual population increase rate of the Humla and Mugu Districts is estimated as one district due to the change of boundary between them.

表7 上水道供給状況

Zone	District	Number of Municipality	Number of VDC	Population in 2000	Population in 2013	Number of Existing Schemes	Supply Capacity of Existing Schemes, lpd	Number of On-going/ Planning Schemes, lpd	Supply Capacity of On-going/ Planning Schemes, lpd	Deficits in 2000, lpd	Deficits in 2013, lpd	
Mid Western Development Region												
Kamali	Humla		26	41,655	56,012	19	433,215	49	1,080,255	565,312	1,126,962	
	Mugu		24	39,704	45,280	6	311,310	14	1,213,920	1,079,712	1,262,610	
	Kailash		29	100,083	119,399	9	1,065,881	65	4,805,186	926,750	1,444,005	
	Jumla		29	83,557	96,787	6	194,648	22	812,817	2,808,168	3,399,399	
	Dolpa		23	26,903	31,463	6	284,080	29	625,314	532,396	655,484	
Rapti	Rukum		43	177,246	216,023	50	3,013,364	25	3,191,453	3,121,161	4,532,080	
	Dadeldhura		59	209,557	253,279	28	1,717,370	37	2,910,398	6,336,496	7,611,091	
	Jajarkot		30	134,070	162,429	31	1,238,982	12	1,827,058	3,140,088	4,307,119	
Sub-total	Siraha	1	49	296,408	461,138	48	7,627,301	16	3,410,437	5,624,823	10,870,841	
		1	312	1,109,183	1,441,810	203	15,886,151	269	19,876,838	24,134,906	35,209,591	
Far Western Development Region												
Mahakali	Darchula		38	108,007	126,702	59	1,142,580	73	1,582,836	1,896,361	2,666,480	
	Baitadi		68	224,714	267,909	117	1,897,616	98	3,413,768	5,674,193	7,403,856	
	Dadeldhura		25	134,027	192,519	32	2,275,837	40	4,345,643	1,994,863	3,837,918	
Seti	Bajhang		46	161,067	207,319	21	853,787	44	2,034,819	4,858,391	6,660,796	
	Bajura		27	107,875	136,762	30	798,732	33	1,940,707	2,474,535	3,605,452	
	Doti	1	53	198,040	227,104	21	2,473,359	126	6,550,638	3,200,690	3,882,665	
	Achham		75	211,198	235,282	50	1,930,567	184	6,674,150	4,228,612	4,954,691	
	Sub-total		1	332	1,144,928	1,393,597	330	11,372,478	598	26,542,561	24,327,645	33,011,858
Total												
		2	644	2,254,111	2,835,407	533	27,258,629	867	46,419,399	48,462,551	68,221,449	

表 8 水力發電優先計画諸元

Items	BR-1	SR-3	CR-2	LR-1
General				
Type	Run-of-river	Run-of-river	Run-of-river	Reservoir
Catchment area (km ²)	11,815	2,421	785	733
Plant discharge (m ³ /sec)	58.2	39.6	21.7	72.0
FSL (EL.)	420	1,250	930	788
TWL (EL.)	240	1,070	790	630
Intake Dam / Main Dam				
Type	Low-overflow	Low-overflow	Low-overflow	Rockfill dam
Dam crest (EL.)	425	1,255	935	793
Dam height (m)	35	35	65	120
Crest Length (m)	220	400	200	480
Desanding Basin				
Sub-basin No.	3	2	2	-
Length (m)	150	150	110	-
Headrace/Tailrace Tunnel				
Length (m)	9,000	8,800	4,300	3,850
Diameter (m)	5.5	4.0	3.0	5.5
Penstock Line				
Length (m)	350	400	600	330
Powerhouse				
Type	Underground	Open-air	Open-air	Open-air
Installed Capacity (MW)	82.9	56.4	24.1	81.0
Annual Generation Energy (GWh/yr)	601	373	160	323

付 図

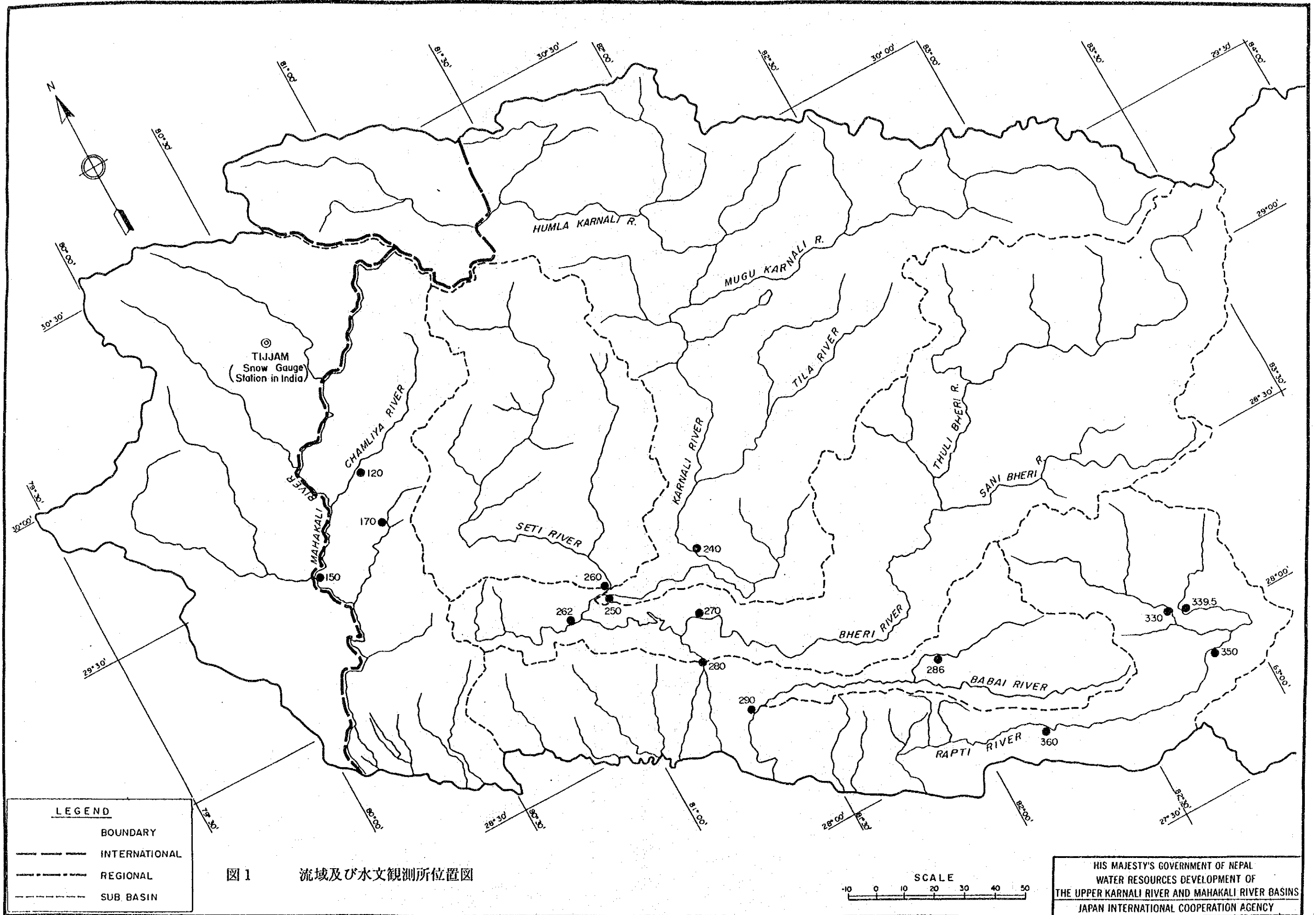


図1 流域及び水文観測所位置図

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

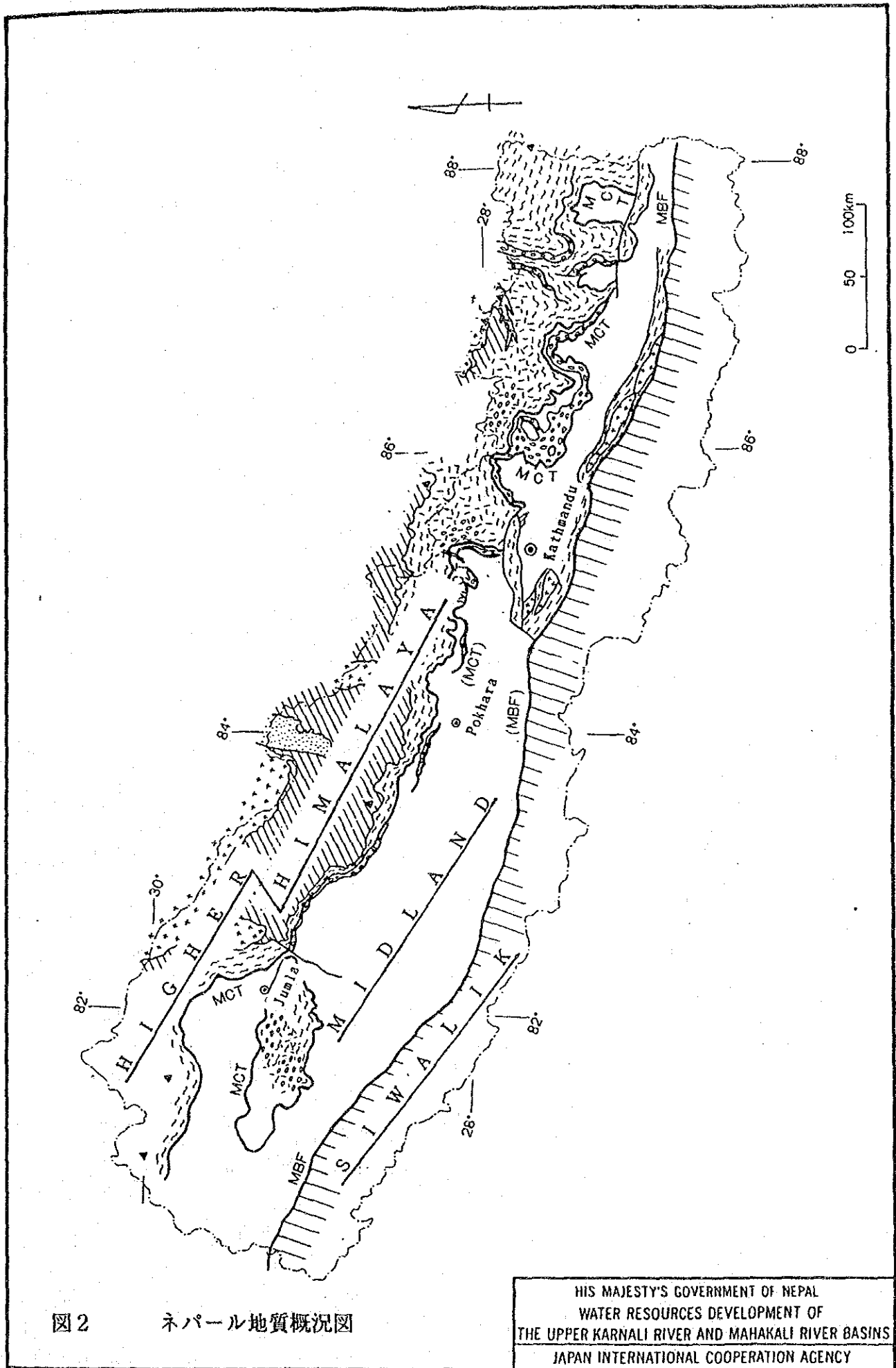


図2 ネパール地質概況図

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

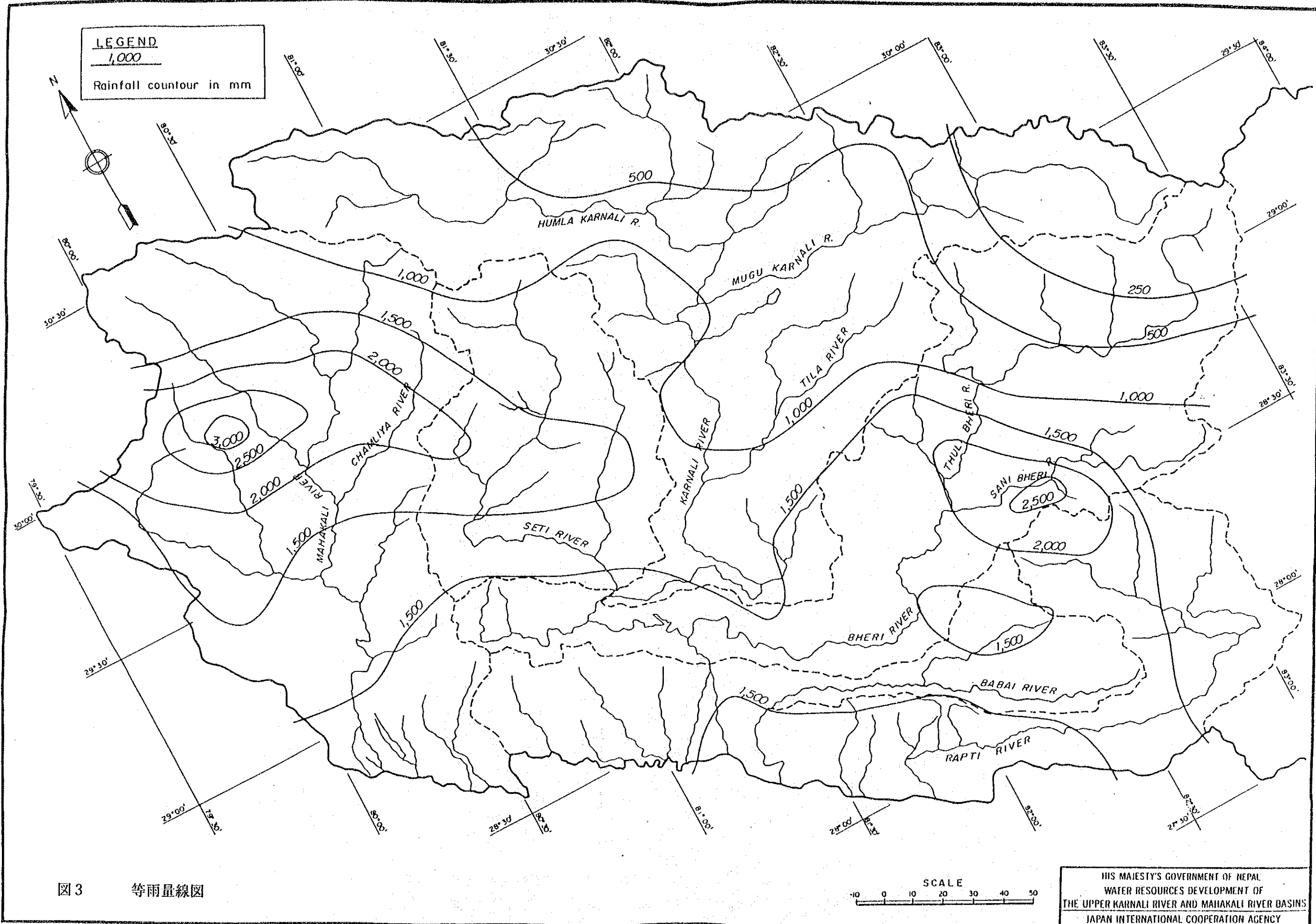


図3 等雨量線図

SCALE
0 10 20 30 40 50

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

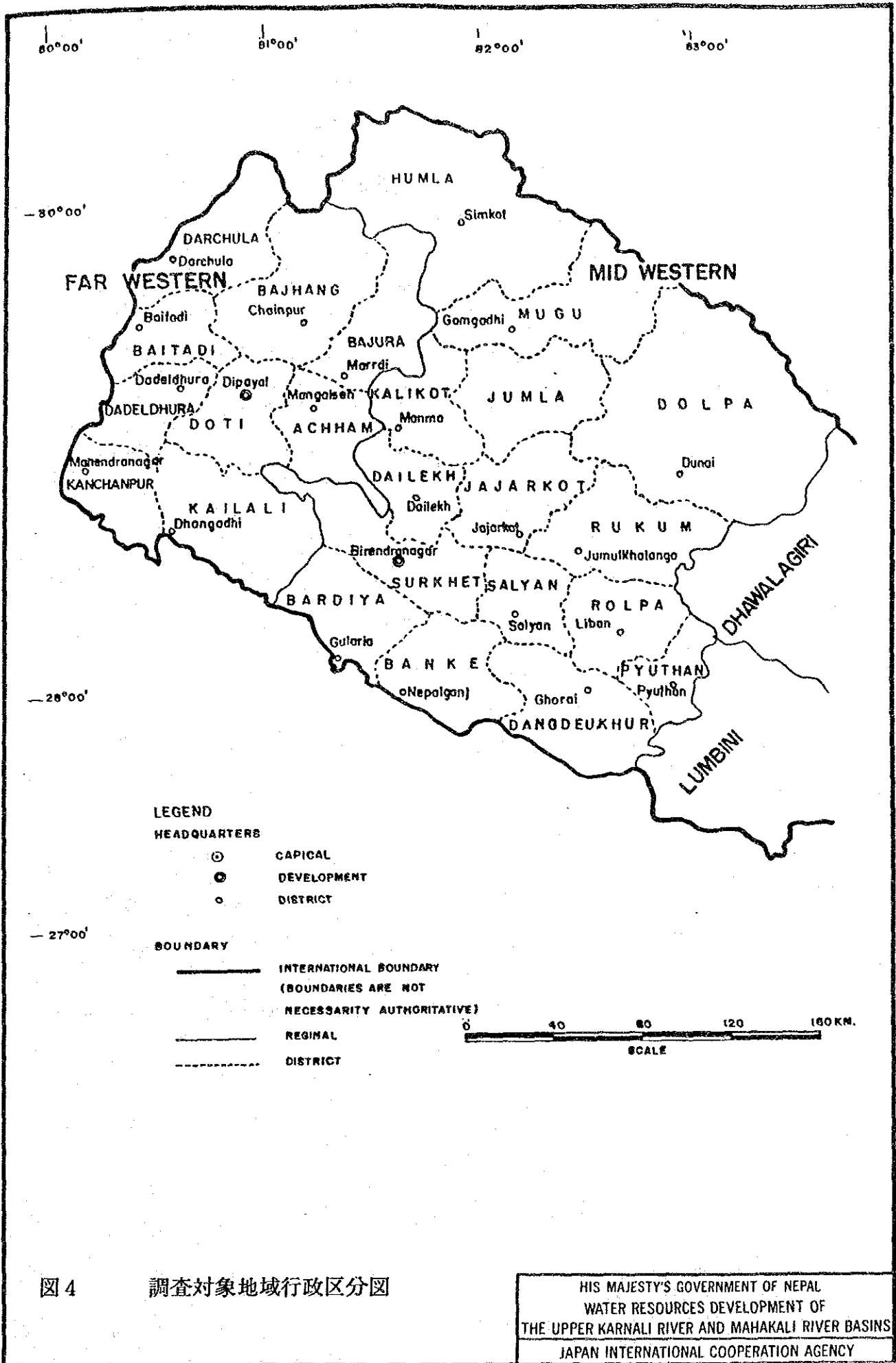


图4 調査対象地域行政区分図

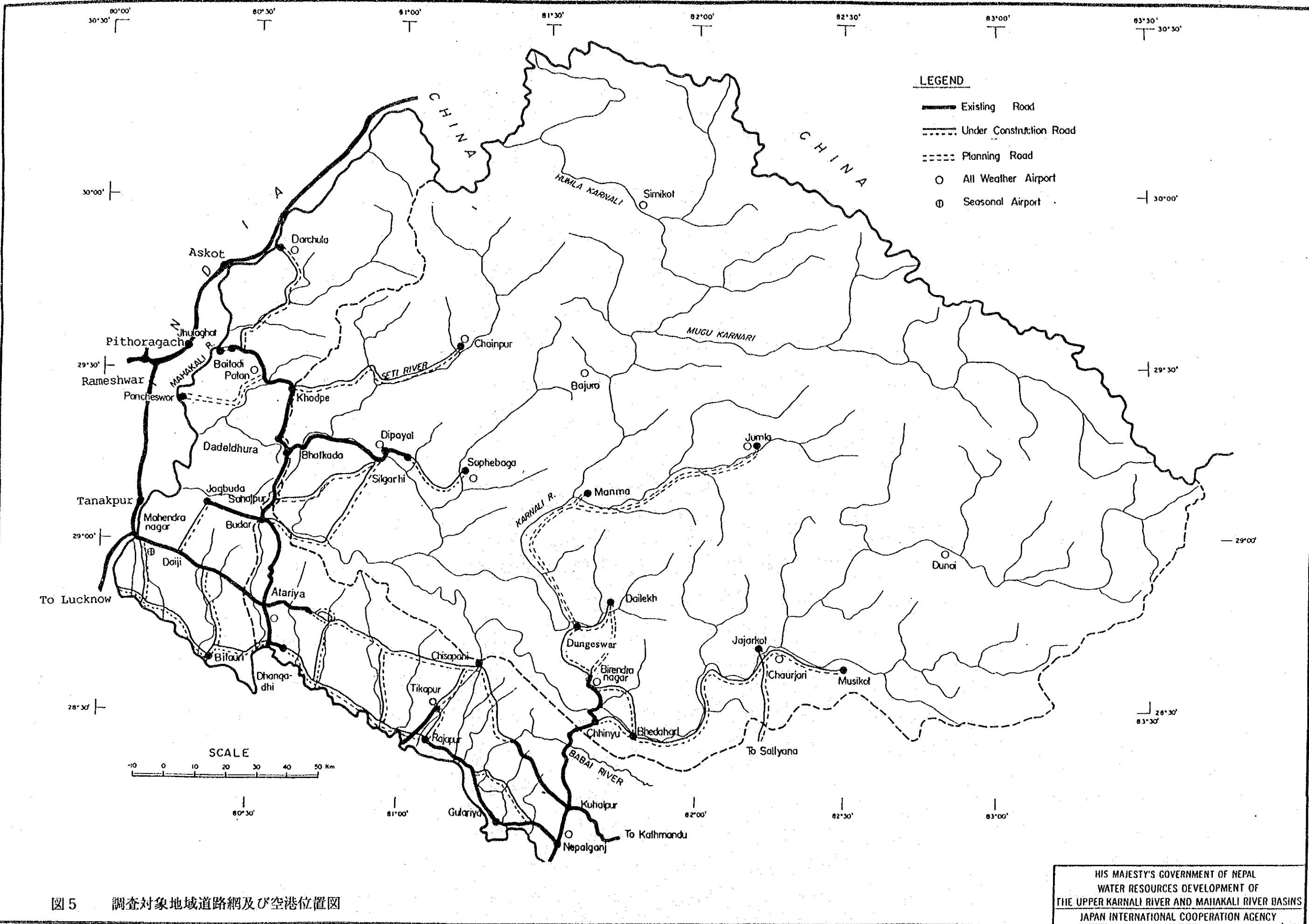
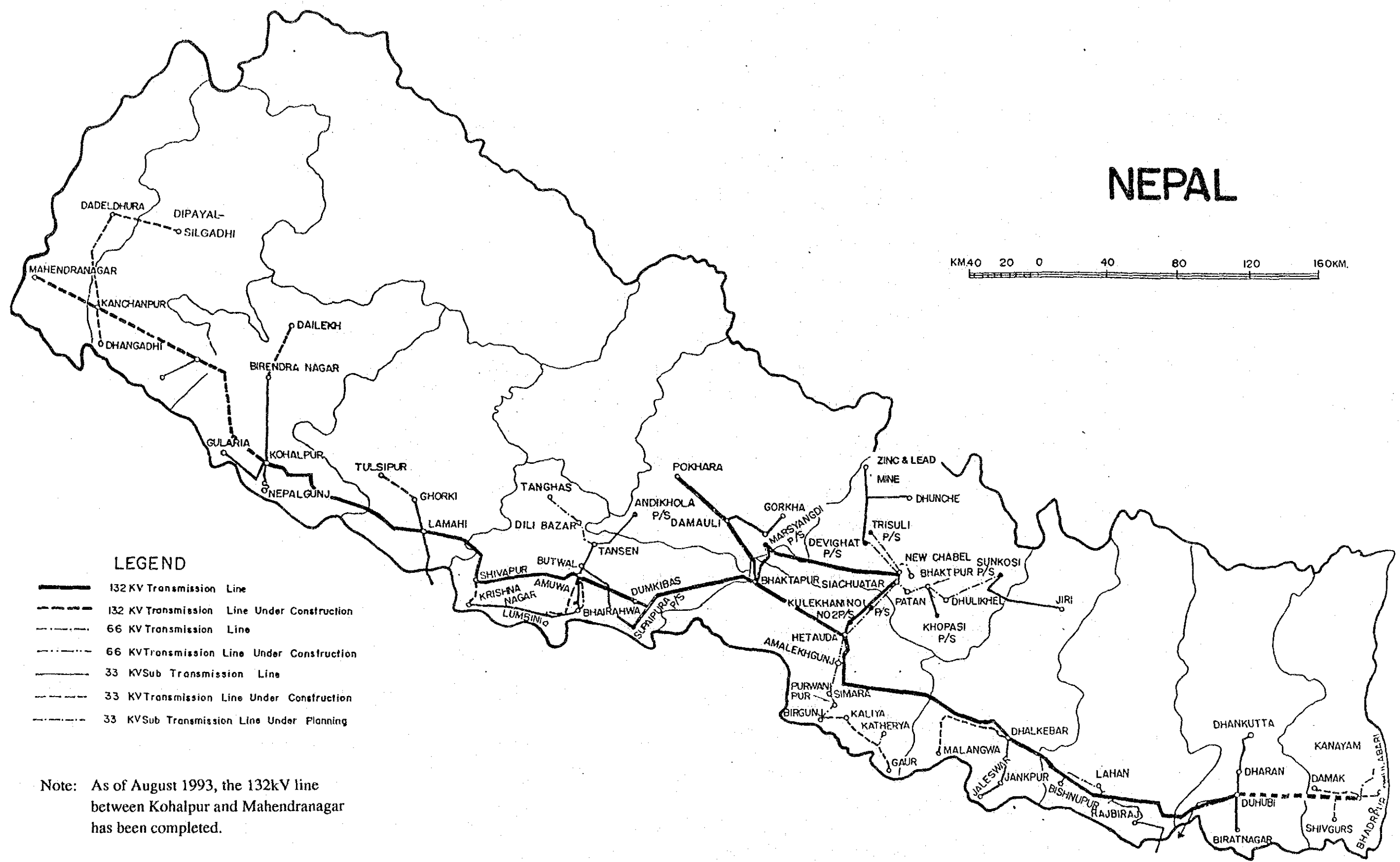
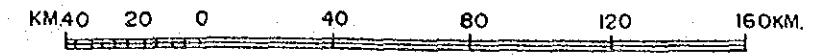


図5 調査対象地域道路網及び空港位置図

NEPAL



LEGEND

- 132 KV Transmission Line
- - - 132 KV Transmission Line Under Construction
- · · 66 KV Transmission Line
- · - 66 KV Transmission Line Under Construction
- 33 KV Sub Transmission Line
- - - 33 KV Transmission Line Under Construction
- · - 33 KV Sub Transmission Line Under Planning

Note: As of August 1993, the 132kV line between Kohalpur and Mahendranagar has been completed.

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHA KALI RIVER BASIN
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図6 ネパール全国送電網図

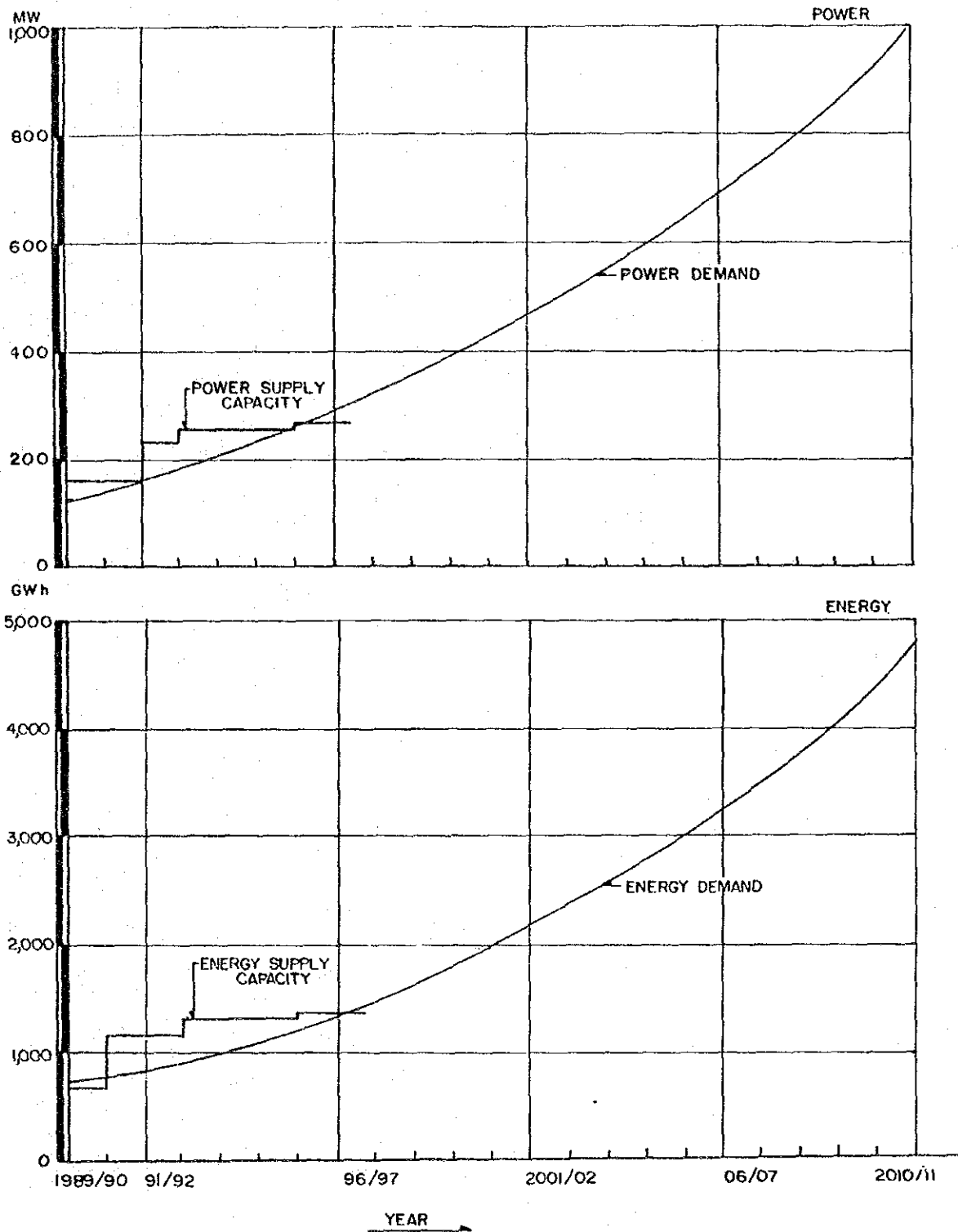
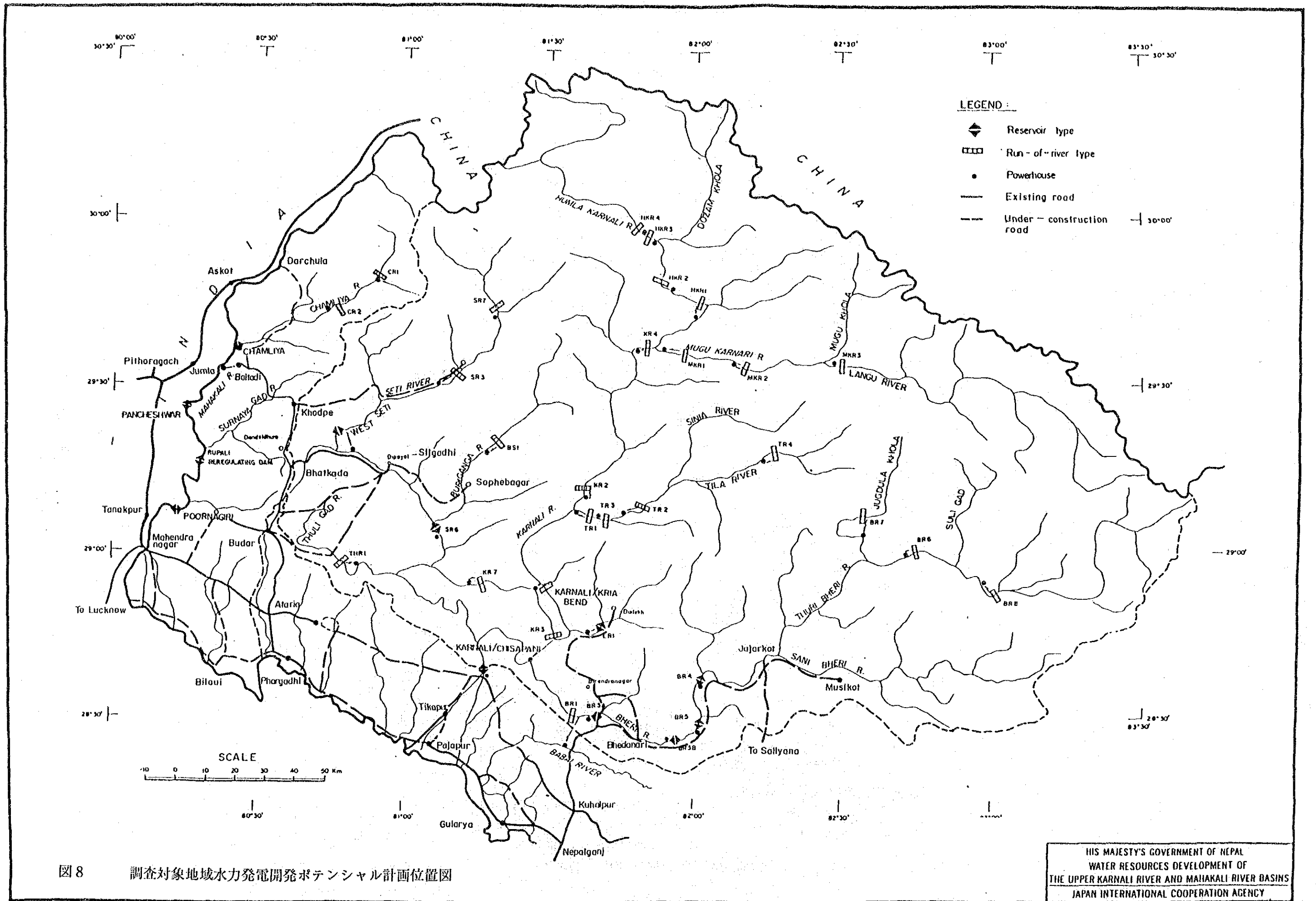
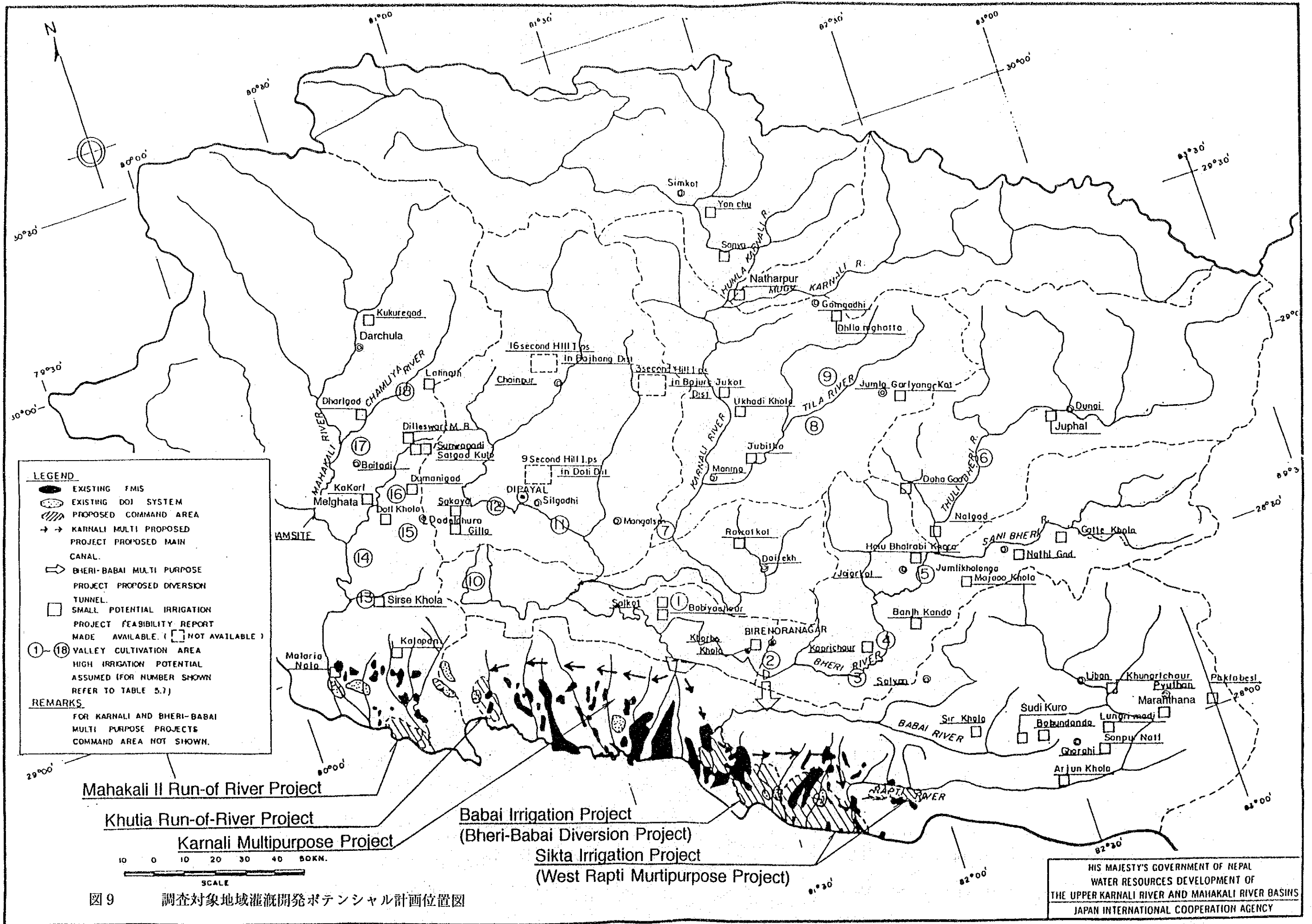


図7 ネパール全国電力需給関係

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





1. List of Flood Damage Prone Areas

1. Surkhet
 - (a) Hivesranagar Ward No. 8, 10, 12
 - (b) Hivesranagar ward 11, 12
 - (c) Hivesranagar ward 1 & 2
 - (d) Kada, Simta, Chitpa, Hatahara
 - (e) Chitpa
 - (f) Hivesranagar ward 4 & 8
2. Rukum
 - (a) Bhatpa
 - (b) Jari Khola River Training Works
 - (c) Dhaune Bagar
3. Salyan
 - (a) Sharda Khola
 - (b) Manu Khola
 - (c) Lahan Khola
4. Dailekh
 - (a) Rakam
 - (b) Singouri
 - (c) Dhamigauin
 - (d) Basai
 - (e) Kotmandir
5. Kailkoti
 - (a) Serjiuia
 - (b) Ramnakt & Lapha
 - (c) Lapha Gad
6. Jajarkot
 - (a) Punna
 - (b) Junga Thoschour
 - (c) Japatpur
7. Bajhan
 - (a) Choughalli
 - (b) Chopakhe and Deval area
 - (c) Dogal
 - (d) Ransabagar
8. Balladi
 - (a) Porchaundi Hat
 - (b) Dung Gad
 - (c) Jamari Gad
9. Bajura
 - (a) Bauli
 - (b) Chitabagar
 - (c) Dudi Ganga
 - (d) Kuldavamandu & Brahmatola
 - (e) Kailashmandu
 - (f) Simia
 - (g) Doldok
 - (h) Pandusain
10. Achham
 - (a) Chapiya Khola River
 - (b) Payal
 - (c) Saphic
11. Dadeldhura
 - (a) Jogbudha
12. Doti
 - (a) Tarala
 - (b) Laxminagar
 - (c) Dandungrisaim
13. Darchula
 - (a) Danga Dagar
 - (b) Holi Bazar
14. Kailali
 - (a) Dhansingpur
 - (b) Bhanisphata
 - (c) Kanara River
 - (d) Mohan River
15. Kanchanpur
 - (a) Dodhara & Chandani
 - (b) Dehat Bhatti ward No 6&8
 - (c) Bait Bichwa

Note: Areas attached with "*" are areas selected in the preliminary river training plan of this study in the hill area.

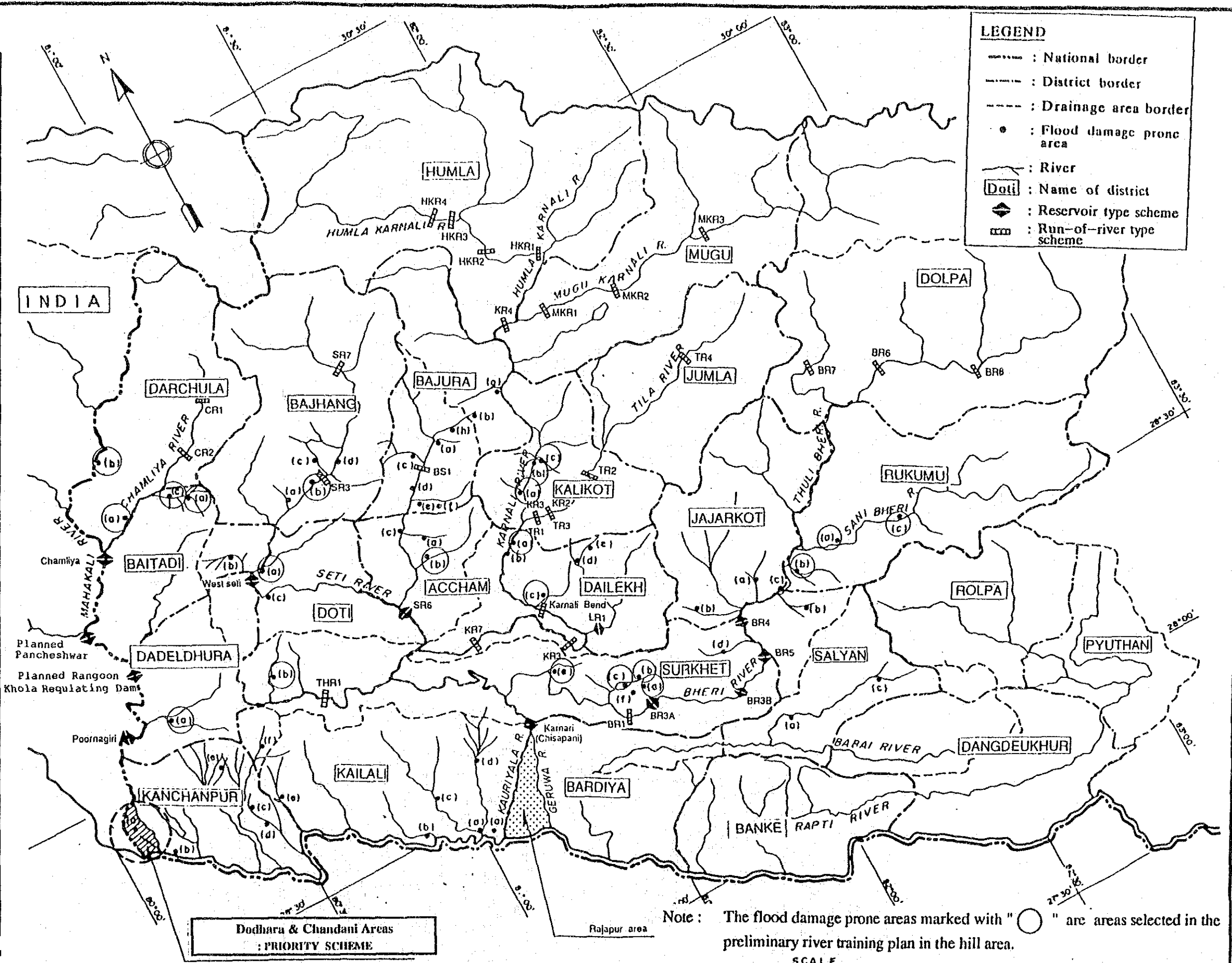


図10 調査対象地域洪水被害位置図

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

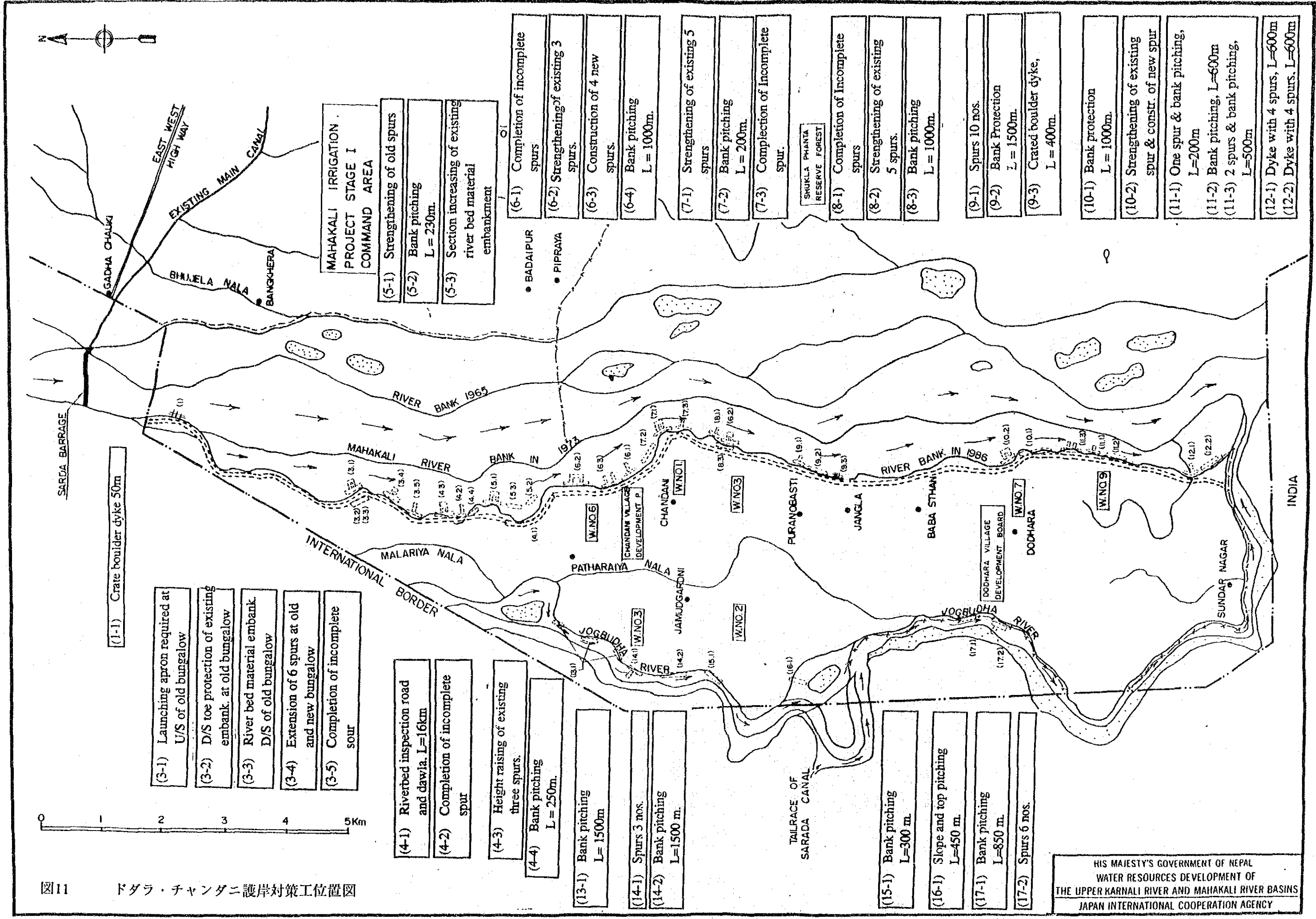


図11 ドダラ・チャングニ護岸対策工位置図

(1-1) Crate boulder dyke 50m

- (3-1) Launching apron required at U/S of old bungalow
- (3-2) D/S toe protection of existing embank. at old bungalow
- (3-3) River bed material embank. D/S of old bungalow
- (3-4) Extension of 6 spurs at old and new bungalow
- (3-5) Completion of incomplete spur

- (4-1) Riverbed inspection road and dawla. L=16km
- (4-2) Completion of incomplete spur
- (4-3) Height raising of existing three spurs.
- (4-4) Bank pitching L = 250m.

- (13-1) Bank pitching L= 1500m
- (14-1) Spurs 3 nos.
- (14-2) Bank pitching L=1500 m.

- (15-1) Bank pitching L=300 m.
- (16-1) Slope and top pitching L=450 m.
- (17-1) Bank pitching L=850 m.
- (17-2) Spurs 6 nos.

- MAHAKALI IRRIGATION PROJECT STAGE I COMMAND AREA
- (5-1) Strengthening of old spurs
 - (5-2) Bank pitching L = 230m.
 - (5-3) Section increasing of existing river bed material embankment

- (6-1) Completion of incomplete spurs
- (6-2) Strengthening of existing 3 spurs.
- (6-3) Construction of 4 new spurs.
- (6-4) Bank pitching L = 1000m.
- (7-1) Strengthening of existing 5 spurs
- (7-2) Bank pitching L = 200m.
- (7-3) Completion of incomplete spur.

- SHUKLA PHANTA RESERVE FOREST
- (8-1) Completion of Incomplete spurs
 - (8-2) Strengthening of existing 5 spurs.
 - (8-3) Bank pitching L = 1000m.

- (9-1) Spurs 10 nos.
- (9-2) Bank Protection L = 1500m.
- (9-3) Crated boulder dyke, L = 400m.

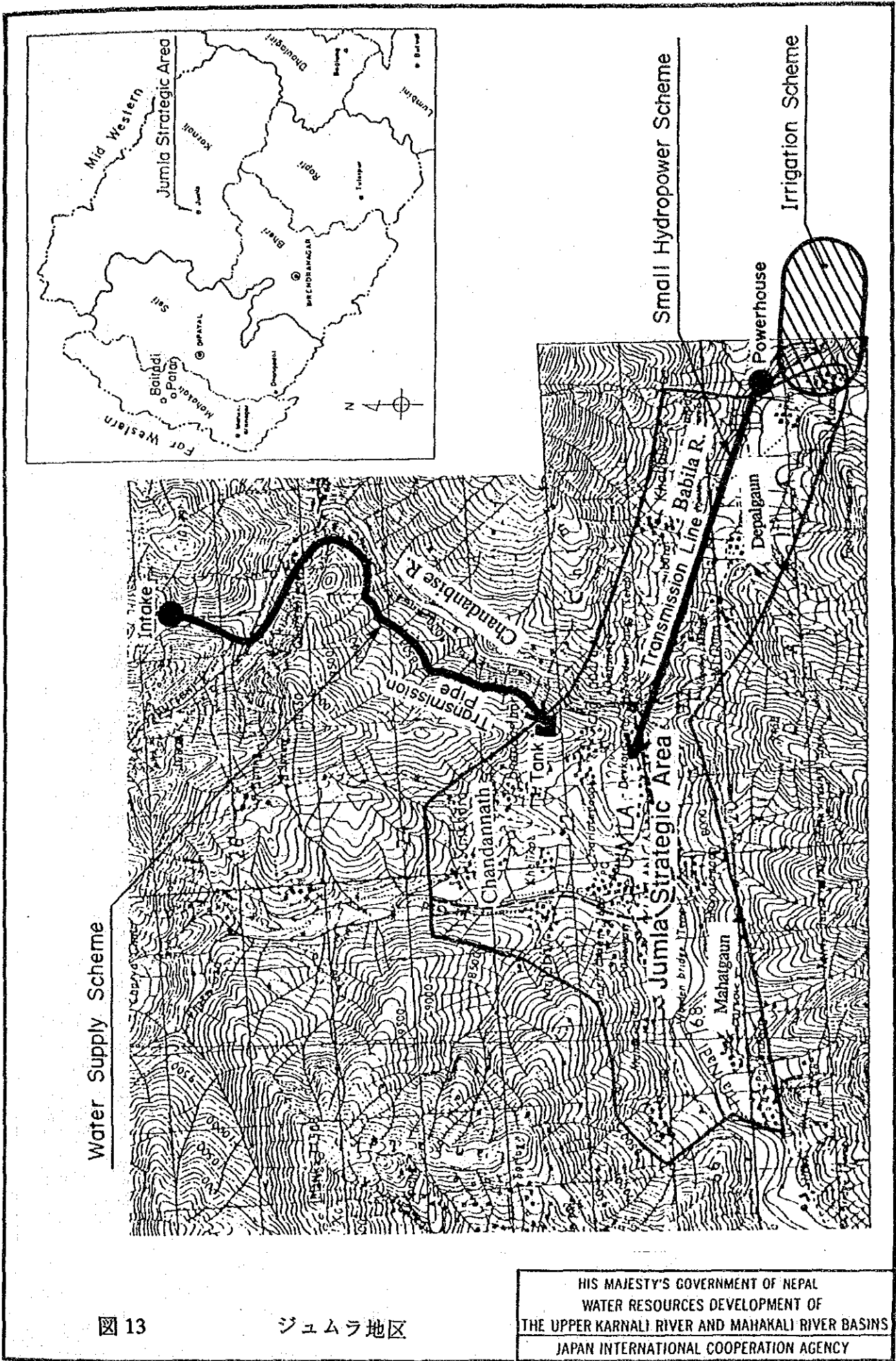
- (10-1) Bank protection L = 1000m.

- (10-2) Strengthening of existing spur & constr. of new spur

- (11-1) One spur & bank pitching, L=200m
- (11-2) Bank pitching, L=600m
- (11-3) 2 spurs & bank pitching, L=500m

- (12-1) Dyke with 4 spurs, L=600m
- (12-2) Dyke with 4 spurs, L=600m

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Water Supply Scheme

Small Hydropower Scheme

Irrigation Scheme

図 13

ジュムラ地区

HIS MAJESTY'S GOVERNMENT OF NEPAL
 WATER RESOURCES DEVELOPMENT OF
 THE UPPER KARNALI RIVER AND MAHAKALI RIVER BASINS
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

