

ネパール王国
ベリ・ババイ水力発電計画
予備調査報告書

ネパール王国

ベリ・ババイ水力発電計画

予備調査報告書

平成 10 年 1 月

JICA LIBRARY



J 1141165 (9)

国際協力事業団
鉦工業開発調査部

16
43
VN
RARY

| |
|--------|
| 鉦 調 資 |
| J R |
| 98-010 |

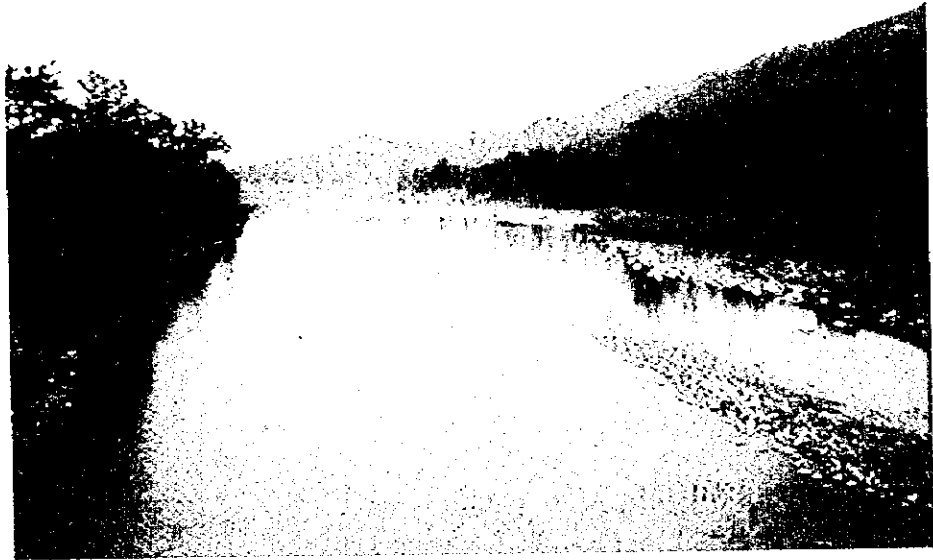
ネパール王国
ベリ・ババイ水力発電計画
予備調査報告書

平成 10 年 1 月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部



1141165 [9]



ババイ川 上流から下流を望む



ババイ川 下流から上流を望む



代替案Ⅰ地点 上流から下流を望む



代替案Ⅰ地点 下流から上流を望む



代替11地点 上流から下流を望む



代替案11地点 下流から上流を望む



S/W及びM/M署名



S/W及びM/M交換

ネパール王国
ベリ・ババイ水力発電計画 予備調査
目次

| | |
|--------------------|----|
| 1. 総論 | 1 |
| 1. 1 要請の背景・経緯 | 1 |
| 1. 2 要請内容 | 1 |
| 1. 3 M/Pによる発電計画概要 | 1 |
| 1. 4 調査の目的 | 2 |
| 1. 5 団員構成 | 2 |
| 1. 6 調査日程 | 2 |
| 1. 7 対処方針 | 2 |
| 2. 協議内容 | 5 |
| 2. 1 協議事項 | 5 |
| 2. 2 団長所感 | 5 |
| 2. 3 S/W及びM/M | 7 |
| 3. ネパールにおけるエネルギー政策 | 21 |
| 3. 1 エネルギー関係機関 | 21 |
| 3. 2 エネルギー政策 | 21 |
| 3. 3 電力政策 | 21 |
| 4. ベリ・ババイ発電計画 | 29 |
| 4. 1 経緯 | 29 |
| 4. 2 基本計画 | 30 |
| 5. 現地調査 | 31 |
| 5. 1 代替地点調査 | 31 |
| 5. 2 代替案Ⅰ | 31 |
| 5. 3 代替案Ⅱ | 32 |
| 6. 環境調査 | 35 |
| 6. 1 環境法及び関係機関 | 35 |
| 7. 今後の調査に当たっての留意事項 | 39 |
| 8. 要請書 | 41 |

1. 総論

1. 総論

1. 1 要請の背景・経緯

ネパール国はヒマラヤ山脈の南に位置していることから、水資源に恵まれており、総発電量のうち約90%は水力発電で、残り10%はディーゼル発電によって賄われている。包蔵水力は83,000MWと推定されているにも拘わらず、そのほとんどが未開発で、エネルギー需要の大半を薪に頼っていることから森林の枯渇、土壌流出を招く原因になっている。

また、財政難によって地方における電化は遅れており、慢性的な電力不足が続いていることから、毎日4～10時間の負荷制限がされている。加えて、今後の電力需要は年率10%で伸びると予想されており、電力不足は益々深刻な問題となっている。

このような背景からネパール国では新たな電源開発が必要であり、国土保全、国内資源の有効活用といった見地から水資源省が水力発電開発を進めており、カトマンドゥの西600kmに位置するサーケット、バーディア県でのバリ・パバイ水力発電計画調査を要請してきたものである。

1. 2 要請内容

本件において要請されている具体的調査項目（本格調査内容）は以下のとおり。

(1) 予備調査

- 1) 調査報告書のレビュー
- 2) 現地踏査
- 3) 電力需要想定
- 4) 環境・社会経済調査
- 5) 開発計画

(2) 現地調査

- 1) 地形調査
- 2) 地質調査
- 3) 自然環境影・社会環境響評価・水資源利用調査

(3) フィージビリティ調査

- 1) フィージビリティレベル設計
- 2) 建設計画
- 3) 工事費積算
- 4) 経済・財務評価
- 5) プロジェクト評価

1. 3 M/Pによる発電計画概要

発電方式 流れ込み式

流域面積 11,815km²

| | | |
|----------|---------|--------------------------|
| 取水設備 | ダム（堰）高 | 35m |
| | 堤頂長 | 220m |
| | 総落差 | 180m |
| 発電 | 最大使用水量 | 58.2m ³ /s |
| | 設備出力 | 82.9MW |
| | 年間発電電力量 | 601Gwh |
| | 水圧管路長 | 350m |
| 放水路トンネル長 | | 9,000m |
| 建設費 | | US\$ 174×10 ⁶ |

1. 4 調査の目的

今回の調査では、93年にJICA社会開発調査部で実施された「カルナリ川上流及びマハカリ川流域水資源開発マスタープラン計画調査」において提案された「ベリ・ババイ水力発電計画」を基に、プロ形調査で確認出来なかった放水口候補地点及び同流域における代替地点の現地踏査を踏まえ、本格調査における調査内容、調査工程を策定するためのS/W協議し署名を行うことを目的とした。

1. 5 団員構成

| 担当 | 氏名 | 所属 |
|-----------------|-------|---------------------|
| (1) 団長／総括 | 堀米昇士朗 | JICA国際協力専門員 |
| (2) 水力発電行政 | 緒方 昇 | 四国通商産業局公益事業部発電課 |
| (3) 水力発電計画・環境配慮 | 岩橋 俊郎 | 復建調査設計（株） |
| (4) 調査企画 | 町田 啓介 | JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課 |

1. 6 調査日程

調査団の派遣期間は、平成9年11月27日～12月6日の計10日間である。
詳細日程は、「ネパール ベリ・ババイ水力発電計画 予備調査日程」参照。

1. 7 対処方針

(1) 本格調査実施方針

本格調査では予備調査段階、詳細調査段階、フィージビリティ調査段階の3段階で実施する予定である。この予備調査段階においては、M/Pで提言された地点だけでなく、同流域内での代替地点を含めた最適地点検討を行い、決定した地点についてネパール側カウンターパート機関と協議をし、技術・経済・環境の側面から問題がないと判断された場合、詳細調査段階に進むものとする。

また、要請内容の調査項目のうち、水資源利用調査（灌漑調査等）についてはプロ形調査でも確認したとおり本件調査では行わないものとする。

(2) ネパール国内の水力開発計画における本計画内容の確認

プロ形調査において入手したネパール国の中規模水力開発計の中で本計画案が示されているが、規模等がM/Pで提言された内容と違うため、どのような計画で策定されたのか確認する。

(3) 調査項目・内容

1) 地形調査

プロ形調査において、既存1/50,000の地形図を入手することができたが、本格調査ではさらに精度の高い地形図を作成するため、既存航空写真等、図化を行う際必要と思われる資料の有無を確認する。

2) 地質調査

M/Pで提言された取水堰候補地点についてはプロ形調査で確認できたが、確認できなかった放水口候補地点の地質状況を確認し、各種調査（ボーリング等）の必要性について確認する。

3) 水文調査

プロ形調査において、ベリ川上流域の既存流量データは十分と言えないまでも存在することが判明している。F/Sの調査段階と言えども流量データは水力開発計画策定にあたっては基本となるデータであり、極めて重要なデータである。したがって、流量観測所の設置が望まれるところであるが、限定されたF/S調査期間内で設置し、観測することは実質的に不可能である。そこで少なくとも水位標（量水標）の設置実施することが必要と想定されるのでベリ川、ババイ川の設置目標地点の踏査を実施する。

4) 環境調査

ベリ川は上流の管解け水が流れてくることから、ババイ川に比べ水温が低い。本計画では、ベリ川から取水された水がババイ川へ放水されることから、ババイ川の水温が低下することになり、国立公園内の動植物の生態系が崩れる恐れがある。したがって、本格調査では、水温測定及び対応策等、環境に配慮した最適計画案を策定する必要がある旨、説明する。

また、仮に国立公園内での調査工事が必要となった場合の、申請手続き方法について確認する。

(4) 調査の分担について

調査項目のうち、地形、地質、環境調査に関するものは、確実な実施を期するためと予算上の問題から基本的に日本側で実施せざる負えないと考えている。その他、水文調査における測定作業についてはネパール国側で実施するものとし、実施時期、実施方法等について確認する。

(5) カウンターパート研修

カウンターパート研修については、先方の要望があれば要請内容を関係機関に取り次ぐことを確認する。

(6) 調査用資機材

ネパール側より調査用機材の要請がなされた場合、調査団としてはコメントし得ないが、必要に応じて要請のあった旨ミニッツに記載することで対処する。

(7) S/W (案) の変更

S/W協議において、調査内容の大幅な変更や調査経費に多大な影響を及ぼすような変更がある場合には本部に請訓し、その回答を持って対処するが、それ以外の軽微な変更などについては、調査団の判断で対処し得ることとする。

ネパール ベリ・ババイ水力発電計画 予備調査日程

| | 月 日 | 調 査 内 容 | 宿 泊 先 |
|----|-----------|---|----------|
| 1 | 11/27 (木) | 移動 10:30成田発 (TG641) →15:30 バンコク着 | バンコク |
| 2 | 28 (金) | 移動 10:30バンコク発 (TG311) →12:45 カトマンズ着 JICA事務所、大使館表敬、EDC表敬 | カトマンズ |
| 3 | 29 (土) | 移動 (航空) カトマンズ 15:00発 (RA175) →ネパールカランジ | ネパールカランジ |
| 4 | 30 (日) | <u>現地踏査</u> 移動 (車輜) ネパールカランジ →代替発電所地点 | ネパールカランジ |
| 5 | 12/1 (月) | <u>現地踏査</u> 移動 (車輜) ネパールカランジ →放水口候補地点 | ネパールカランジ |
| 6 | 2 (火) | 移動 (航空) ネパールカランジ 15:00発 (RA176) →カトマンズ | カトマンズ |
| 7 | 3 (水) | 水資源省表敬、EDCと協議 | カトマンズ |
| 8 | 4 (木) | EDCと協議及びM/Mサイン 大使館、JICA事務所報告 | カトマンズ |
| 9 | 5 (金) | 移動 (航空) 13:50カトマンズ発 (TG312) →18:15バンコク着 | バンコク |
| 10 | 6 (土) | 移動 (航空) 11:20バンコク発 (TG640) →19:20成田着 | |

1.調査期間：平成9年11月27日（木）～12月6日（土）10日間

2.調査団員構成（計4名）

| | | |
|-----------|-------|---------------------|
| 団長・総括 | 堀米昇士朗 | JICA国際協力総合研修所専門員 |
| 水力発電行政 | 緒方 昇 | 四国通商産業局公益事業部発電課 |
| 発電計画・環境配慮 | 岩橋 俊郎 | 復建調査設計（株） |
| 調査企画 | 町田 啓介 | JICA鉱工業開発調査部資源開発調査課 |

2. 協議内容

2. 協議内容

2.1 協議事項

S/W内容について大幅な変更はなく以下の点について確認し、12月4日にS/W及びM/Mの署名を行った。

(1) 調査実施方針

・本格調査は、初期調査段階、詳細調査段階、F/S段階も3の段階に分け、最初の初期調査段階でM/Pで計画された地点だけでなく、代替地点を含めた比較を、地形、地質、水文、環境及び経済面から検討を行い、調査対象計画案を策定する。さらに、この計画案を持って日本側とネパール側で協議をし、問題がなければ次の詳細調査段階へ進むものとする。

(2) 環境

・初期環境調査(IEE)及び環境影響評価(EIA)を行うことは勿論のこと、環境への影響を軽減する計画案を策定することと、このプロジェクトで影響を受ける人々、NGOとの協議を行うなどの項目を設けた。これらは、ネパール国環境基準によって定められている。特にEIAに入る際の申請手続きについて時間を要することから、ネパール側での手続きに関する協力要請の説明を行った。また、本格調査団においても注意しておく必要がある。

(3) 水文調査

・水文調査における流量観測は、設備設置に時間と費用がかかりすぎることから水位標の設置とし、この機材については日本側で用意することで議事録に記載した。

(4) その他

- ・調査団事務所について、カトマンズでの手配はネパール側で行うことで確認した。
- ・車輛については、ネパール側で用意することができないとの説明があった。また、ネパール側から車輛の要望があった旨、議事録に記載した。
- ・カウンターパート研修について、ネパール側から要望があった旨、議事録に記載した。
- ・セミナーの開催については、環境問題を考慮すると実施することが望ましく、時期については最終報告書(案)の提出時に行うこととした。

2.2 団長所感

(1) F/S調査の進め方

F/S調査を3段階に分けて実施し、初期段階(Preliminary Investigation Stage)終了時点で本プロジェクトの最大の懸案事項である環境も含め、最適建設地点選定を目的に、JICA、EDC間で協議することに合意した。一気加勢にF/Sを実施するのではなく、その初期調査段階でチェックする方法は同様のF/Sを実施する場合、今後の方向性を示唆するものと思われる。

(2) 現地踏査

・代替案の候補地2箇所の内、その取水地点を踏査したが、既に公共運輸省により一般道が完成しており、アクセス道路を新設せずとも工事可能な候補地の存在を確認した。

原案は、国立公園内に長大な工事用道路を建設しなければならない事を考えると、代替案は検討する価値が多いにあると考えられる。

・原案の放水口の踏査は残念ながら季節はずれの大雨のため不可能であった。しかし、近くの山頂から遠望すると予想通り広い砂州の存在が確認され、放水流による洗掘防止の観点から、何らかの受けが必要と考えられる。

・F/S実施のための現地調査事務所として、チンチューー、カルパニ村、スルケットが適切である。

・流れ込み発電のためピーク発電となるので、その発電放流水の流下、流量平準化の為、逆調整池が必要となる可能性があるで、その検討を行いたい。この時、下流のパバイ灌漑計画から要求される水量も同時に考慮することが求められる。この検討は、下流の生態系へも密接な関係を持っていること、又、更には地域の電力需要パターンを再考し、最大使用水量も同時に考慮することになろう。

(3) 環境

・本プロジェクトの最大関心事が環境問題であることに変化はなく、EDC側も十分認識している。基本的には温度差、発電放水の流量増大、浸水面積の拡大による生態系への影響及び国立公園内の工事用道路建設(原案)である。

EIAの実施に関し、ネパール政府の環境条例他に基づいてプロジェクト実施により影響を受ける人々及びNGOへの呼びかけ、協議を行うことになった意義は大きいと思われる。(SAV明記)

(4) NGO

・NGOとの接触はF/Sの3段階調査の内、初期調査段階(Preliminary Investigation Stage)終了時点でなく、第2段階のEIA実施で接触するのが良いと思われる。

これは、候補地点を絞り込む初期調査段階ではなく、最適案を決め、環境対応策がある程度目処が立つ時点の方がNGOに対処しやすいと考えられるからである。

・NGOとの協議はEDCに準備させ、EIAスタディの結果及び質疑応答は本格調査団が行い、その後のNegotiationはEDC対応とさせるのが良いと考えられる。

(5) EDCの調査ボーリング

地下発電所地質調査を目的とした長尺ボーリング220mは来年3月末に終了する予定で作業を進めているとの説明があったので、F/Sにおいて最適案選定期間までに結果がでると予想される。

SCOPE OF WORKS
FOR
FEASIBILITY STUDY
OF
THE BHERI-BABAI HYDROELECTRIC PROJECT
IN
THE KINGDOM OF NEPAL

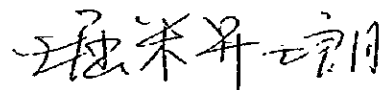
AGREED BETWEEN
ELECTRICITY DEVELOPMENT CENTRE
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

KATHMANDU

DECEMBER 4, 1997



MR. BIDUR BAHADUR KARKI
DEPUTY DIRECTOR GENERAL
ELECTRICITY DEVELOPMENT CENTRE
MINISTRY OF WATER RESOURCES,
HMG/N



MR. HORIGOME SHOSHIRO
LEADER OF THE PREPARATORY
STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of His Majesty's Government of Nepal (hereinafter referred to as "HMG/N"), the Government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") decided to conduct the Feasibility Study (hereinafter referred to as "the Study") on the development of Bheri-Babai Hydroelectric Project (hereinafter referred to as "the Project"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of GOJ, shall undertake the Study in close cooperation with the Electricity Development Center (hereinafter referred to as "EDC"), HMG/N agency responsible for the development of the Project.

The present document sets forth the Scope of Works agreed between HMG/N and JICA with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study aims at formulating the optimum plan and assessing technical, economic, financial and environmental feasibility of the Project.

III. SCOPE OF THE STUDY

The study shall be carried out in the following three (3) stages:

1. Preliminary Investigation Stage
2. Detailed Investigation Stage
3. Feasibility Design Stage

Once the technical, economic and environmental problems are identified during the Preliminary Investigation Stage, succeeding stages of the Study shall proceed after consultation and agreement on an optimum plan of the Project between EDC and JICA. Such consultation and agreement shall be made within the Preliminary Investigation Stage.

The details at the respective stages of the Study are itemized as follows:

1. Preliminary Investigation Stage

The scope of work in this stage covers the following works:

(1) Data Collection

Collection and review of all existing data, reports and other relevant information on the Project.

(2) Site Reconnaissance

Site reconnaissance including alternative site from the view-point of topography, geology, hydrology, environment and socio-economic aspects.

(3) Preliminary Geological Investigation

- a. Geological reconnaissance of each alternative sites.
- b. Review and analysis of the geological investigation carried out by EDC.

(4) Electric Power Survey

- a. Review and analysis of relevant information on growth of power consumption, forecast of power consumption pattern, etc. in the Integrated Nepal Power System (hereinafter referred to as "the System").
- b. Review and analysis of the system expansion program including those of transmission line and substation.

(5) Levelling Survey

Check the intake and outlet elevation of each alternative plan.

(6) Hydrological Survey

- a. Installation of river water level gauges at the Project sites of the Bheri and Babai Rivers.
- b. Observation of river water levels at the Project sites of the Bheri and Babai Rivers.
- c. Water temperature measurement at the Project sites of the Bheri and Babai River.

(7) Environmental Study

- a. Initial Environmental Examination (IEE) for each alternative plan.
- b. Assess the impact on each alternative plan.
- c. Preparation of Environmental Impact Assessment (EIA) specifications.

(8) Alternative Development Schemes

Formulation of several alternative development schemes shall be made in order to select the candidate hydroelectric power development scheme for the Project.

(9) Comparative Study

Preliminary design and cost estimation of several alternative development schemes, taking into account the most preferable project plan including environmental aspects.

2. Detailed Investigation Stage

Based on the results of the studies in the Preliminary Investigation Stage, the detailed field investigation works and their analysis shall be carried out for the selected site (most preferable project plan) as mentioned below:

(1) Photogrammetric Mapping and Topographic Survey

- a. Photogrammetric mapping of the Study area.
- b. Ground survey and mapping for the site of the main structure components.

(2) Geological Investigation and Material Tests

- a. Geological reconnaissance of the Study area including identification of quarry site for concrete aggregate and disposal area for excavation material.
- b. Seismic prospecting at the site of the main structure components.
- c. Core drilling and permeability tests at the site of the main structure components including standard penetration test, Lugeon test, borehole lateral load test (LLT), etc.
- d. Excavation of investigation adits.
- e. Geological survey of landslides and presumed landslides in the Project site.
- f. Laboratory tests of boring samples and construction materials.
- g. Data collection of historical seismicity.

(3) Hydrological Survey and Analysis

- a. Observation of Suspended Solid (S.S.) at the Project site of the Bheri River.
- b. Hydrological study and analysis based on the existing data.

(4) Environmental Impact Assessment (EIA)

- a. Study of water quality at the Project sites of the Bheri and Babai Rivers.
- b. Investigation of houses, roads, land utilization, and various rights to be compensated in the Project area.
- c. Investigation of environmental aspects including land acquisition and resettlement.
- d. Socio-economic study in the Project area.
- e. Ecological study in the Project area, especially Royal Bardiya National Park.
- f. Public consultations with the Project affected people and non-government organizations (NGOs).

The above EIA study shall be carried out as per the Environment Protection Act, 1997 and the Environment Protection Regulation, 1997.

3. Feasibility Design Stage

Based on the results of the studies in the Preliminary Investigation and Detailed Investigation

Stages, the feasibility-level design and assessment of technical, economic, financial and environmental viability of the Project shall be carried out in the Study, as mentioned below:

(1) Layout Design and Optimization

- a. Optimization for the main structure components, taking into account of minimization of ecological effect.
- b. Layout design of the major structure components.

(2) Feasibility Design

- a. Technical design of all structure components at the feasibility level.
- b. Preparation of relevant drawings.
- c. Preparation of bill of quantities at the feasibility level .

(3) Environmental Impact Mitigation Plan

Preparation of plan to mitigate adverse environmental impacts from the Project. This EIMP shall be part of EIA Study as mentioned in 2(4) of the detailed investigation stage.

(4) Construction Method and Time Schedule

- a. Assessment of the construction method of the structure components in consideration with temporary facilities.
- b. Development of the construction schedule.

(5) Project Cost Estimate

Estimation of the Project cost in terms of foreign and local components including price and physical contingencies and development of its annual disbursement schedule.

(6) Economic and Financial Evaluation

- a. Economic evaluation with Cost-Benefit Analysis Method and Economic Internal Rate of Return (EIRR).
- b. Financial evaluation with the Debt Service Ratio(DSR), Financial Internal Rate of Return (FIRR) and Return on Equity (ROE).
- c. Sensitivity analysis.

(7) Seminar Presentation

Holding a seminar to present the results of the Study to a forum of concerned parties.

(8) Conclusion and Recommendation

Conclusion of the Study and formulation of recommendation for future works.

IV. STUDY SCHEDULE

The Study shall be conducted in accordance with Tentative Time Schedule as shown in Appendix I attached herewith.

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to HMG/N at the time indicated herein.

| | | |
|---|-----------|--|
| (1) Inception Report (IC/R) | 15 copies | Within 1 month of the start of the Study. |
| (2) Progress Reports No. 1 (P/R1) | 15 copies | At the end of the Preliminary Investigation Stage. |
| (3) Progress Report No. 2 (P/R2) | 15 copies | At the end of Detailed Investigation Stage. |
| (4) Interim Report (IT/R) | 15 copies | |
| (5) Draft Final Report and Summary (DF/R) in separate volumes | 30 copies | |
| Volume 1 : Executive Summary | | |
| Volume 2 : Technical, Economic and Financial Feasibility Study | | |
| Volume 3 : Environmental Study | | |
| (6) Final Report and Summary (F/R) in separate volumes | 50 copies | Within 28 months of the start of the Study. |
| Volume 1 : Executive Summary | | |
| Volume 2 : Technical, Economic and Financial Feasibility Study | | |
| Volume 3 : Environmental Study | | |

A seminar shall be held within 15 days after the submission of the Draft Final Report to present the results of the Study for discussion to a forum of concerned parties. Taking also into account the results of the discussion in the seminar, EDC will provide JICA with comments on the Draft Final Report within 30 days of its submission. Final Report will take into account the comments provided by EDC.

VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings by JICA and EDC of the Study is detailed in Appendix II attached herewith.

VII. UNDERTAKING OF HMG/N

1. To facilitate smooth conduct of the Study, HMG/N shall take the following measures:

- (1) to secure the safety of the Japanese study team,
- (2) to permit the expatriate members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in Nepal for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees,
- (3) to exempt the expatriate members of the Japanese study team from taxes, duties, fees and other charges on equipment, machineries and materials brought into Nepal for the conduct of the Study and taken out after the completion of the Study,
- (4) to exempt the expatriate members of the Japanese study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the expatriate members of the Japanese study team in Nepal for their services in connection with the Study,
- (5) to provide necessary facilities to the expatriate members of the Japanese study team for remittance as well as utilization of the funds brought into Nepal from Japan in connection with the Study,
- (6) to secure permission for the Japanese study team to enter into private properties or restricted areas during the conduct of the Study,
- (7) to secure permission for the Japanese study team to take all data and documents (including maps and photographs) related to the Study, provided such data and documents shall not be used for any other purpose without prior written consent of HMG/N.
- (8) to facilitate medical services as needed, provided its expenses are chargeable on members of the Japanese study team, and
- (9) to facilitate prompt clearance through customs and inland transportation of equipment, machineries and materials required for the Study and of the personal effects of expatriate members of the Japanese Study team.

2. HMG/N shall bear claims, if any, against the members of the Japanese study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the conduct of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese study team.

3. EDC shall act as counterpart agency to the Japanese study team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for smooth conduct of the Study.

4. EDC shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the followings, in cooperation with other organizations concerned:

- (1) available data and information related to the Study,
- (2) counterpart personnel,
- (3) suitable office space in Kathmandu ,
- (4) identification cards , and
- (5) communication facilities during the execution of the Study, such as telephone and telefax.

VII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

1. to dispatch, at its own expense, study teams to Nepal, and
2. to pursue technology transfer to HMG/N counterpart personnel in the course of the Study.
3. to provide at its own expense equipment, machineries, materials etc., required for the Study.

IX. OTHERS

JICA and EDC shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.



APPENDIX II DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKINGS

| Work Items | Undertaking by JICA | Undertaking by EDC |
|---|---------------------------------|---|
| 1. Preliminary Investigation Stage | | |
| (1) Data Collection | to carry out the work | to provide the relevant information |
| (2) Site Reconnaissance | to carry out the reconnaissance | to provide counterparts |
| (3) Preliminary Geological Investigation | to carry out the survey | to provide the relevant information |
| (4) Electric Power Survey | to carry out the survey | to provide counterparts for supervision |
| (5) Levelling Survey | to carry out the survey | to provide counterparts for supervision |
| (6) Hydrological Survey | to carry out the works | to provide the relevant information |
| (7) Environmental Study | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (8) Alternative Development Schemes | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (9) Comparative Study | to carry out the study | to provide the relevant information |
| 2. Detailed Investigation Stage | | |
| (1) Photogrammetric Mapping and Topographic Survey | | |
| a. Photogrammetric Mapping | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| b. Ground Survey and Mapping | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| (2) Geological Investigation and Material Tests | | |
| a. Geological Reconnaissance | to carry out the works | to provide counterparts |
| b. Seismic Prospecting | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| c. Core Drilling and Permeability Tests | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| d. Excavation of Investigation Adits | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| e. Geological Survey of Landslides | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| f. Laboratory Tests of Samples | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| g. Data Collection of Historical Seismicity | to carry out the works | to provide the relevant information |
| (3) Hydrological Study and Analysis | | |
| a. Observation of Suspended Solid (S.S) | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| b. Hydrological study and analysis based on the existing data | to carry out the analysis | to provide data and information |
| (4) Environmental Impact Assessment | | |
| a. Study of water quality | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| b. Investigation of houses, etc | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| c. Investigation of Environmental Aspects | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| d. Socio-economic Study | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| e. Ecological Study | to carry out the works | to provide counterparts for supervision |
| f. Public Consultation | to carry out the works | to provide administrative support |
| 3. Feasibility Design Stage | | |
| (1) Layout Design and Optimization | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (2) Feasibility Design | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (3) Environmental Impact Mitigation Plan | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (4) Construction Method and Time Schedule | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (5) Project Cost Estimate | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (6) Economic and Financial Evaluation | to carry out the study | to provide the relevant information |
| (7) Seminar Presentation | to carry out the works | to provide administrative support |
| (8) Conclusion and Recommendation | to carry out the works | to provide the relevant information |

MINUTES OF MEETINGS
ON
THE SCOPE OF WORK
FOR
BHERI-BABAI HYDROELECTRIC PROJECT

The Preparatory Study Team (the "Study Team") sent by Japan International Co-operation Agency (the "JICA") for the Development of Bheri-Babai Hydroelectric Project (the "Project") that was identified as one of the priority projects from the Master Plan Study for Water Resources Development of the Upper Karnali River and Mahakali River Basins, held a series of discussions with the officials of His Majesty's Government of Nepal (the "HMG/N Team") from November 28 to December 5, 1997 to finalize the Scope of Works of the Feasibility Study of the Project. The list of the participants is attached as Annex-I. The results of discussions are as follows :

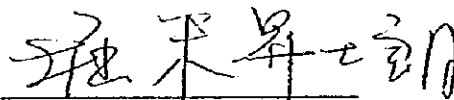
1. The Study Team and the HMG/N Team agreed that JICA shall undertake the Environmental Impact Assessment (EIA) study of the Project and the Electricity Development Centre (EDC) shall provide necessary administrative support to conduct the EIA study as per the Environment Laws of Nepal.
2. The HMG/N Team requested the Study Team to include possible downstream water requirements in the Feasibility Study. The Study Team took note of it.
3. The Study Team requested the HMG/N Team to provide vehicles during the course of Study. The HMG/N Team requested the Study Team to provide vehicles by JICA. The Study Team agreed to convey this matter to JICA Head Office.
4. The HMG/N Team requested the Study Team to provide equipment for hydrological measurements and the Study Team agreed to it. The Study Team also agreed that JICA shall carry out hydrological survey works.
5. The HMG/N Team requested the Study Team to involve Nepalese counterpart personnel in all stages of the Feasibility Study and to carry out training programmes as a part of technology transfer to HMG/N counterpart personnel during the course of Study in Nepal and Japan. The Study Team agreed to convey the request to JICA Head Office.
6. The HMG/N Team requested the Study Team to install automatic river water level gauges at the Project sites of the Bheri and Babai Rivers to measure river discharges and develop the rating curves. The Study Team answered that they shall install water level gauges only.

7. The HMG/N Team pointed out that the time provided for environmental impact mitigation plan during the Feasibility Design Stage as shown in Appendix I is not sufficient, as per the Environment Laws of Nepal. The Study Team took note of it.
8. The HMG/N Team pointed out that the time of one month allocated for carrying out field works and data collection in Nepal during the Preliminary Investigation Stage as shown in Appendix I is not sufficient.

Done at Kathmandu on December 4, 1997 at EDC Office.



MR. BIDUR BAHADUR KARKI
DEPUTY DIRECTOR GENERAL
ELECTRICITY DEVELOPMENT CENTER
MINISTRY OF WATER RESOURCES
HMG/N



MR. SHOSHIRO HORIGOME
LEADER OF THE PREPARATORY
STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
CO-OPERATION AGENCY

ANNEX - I

List of Participants for the Discussion on Bheri-Babai Hydroelectric Project

Japanese Team

- | | | | | |
|--------------------------|---|--|---|-------------|
| 1. Mr. Shoshiro Horigome | - | Special Technical Advisor JICA | - | Team Leader |
| 2. Mr. Noboru Ogata | - | Hydropower Administration, Director, Electricity Power Generation Div. MITI | - | Member |
| 3. Mr. Toshiro Iwahashi | - | Hydropower Planning and Environment, Fukken Consultant Company | - | Member |
| 4. Mr. Keisuke Machida | - | Study Planning, Energy and Mining Study Div JICA | - | Member |
| 5. Mr. Eiichiro Cho | - | Assistant Resident Representative JICA Nepal Office | - | Participant |
| 6. Mr. Shiv P. Acharya | - | Chief Programme Officer JICA Nepal Office | - | Participant |

Nepalese Team

- | | | | | |
|---------------------------|---|---|---|---------------------|
| 1. Mr. Bidur B. Karki | - | Deputy Director General EDC | - | Team Leader |
| 2. Mr. Bishnu B. Thapa | - | Superintending Engineer EDC | - | Member Secretary |
| 3. Mr. Jaya K. Maskey | - | Senior Divisional Engineer Ministry of Water Resources | - | Member |
| 4. Mr. Bodh R. Niraula | - | Ministry of Finance | - | Member |
| 5. Mr. Purushottam Kunwar | - | Ministry of Population and Environment | - | Member |
| 6. Mr. Sudesh K. Malla | - | Senior Divisional Engineer EDC | - | Member |
| 7. Mr. Dilip K. Sadaula | - | Engineering Geologist EDC | - | Member |
| 8. Mr. Dilli R. Ghimire | - | Law Officer, EDC | - | Member |

3. ネパールにおけるエネルギー政策

3. ネパールにおけるエネルギー政策

3. 1 エネルギー関係機関

エネルギーの開発には次のような多くの関係機関が関わっており、その権限も錯綜している。

大蔵省
国家計画委員会
農業省
水資源省・EDC
水資源省・電力庁
森林・土壌保全省
工業省
工業省・地質鉱山局
供給省
石油公社
石炭公社
材木公社

EDCは1993年に設立された水資源省に属する機関で、電力計画の策定を業務とすることになっているようであるが、比較的新しく設立された機関であること、職員数が130名程度であることから実質的に力を持っておらず、電力の開発計画は明確な組織下で行われるというよりも、各々ばらばらに実施されているというのが現状のようである。その中でEDCは、二国間援助及びBOT等私企業の行う電源開発、多目的水資源開発を管轄している。他方、実施機関と位置付けられている水資源省に属する電力庁(NEA)はクリカニ発電所他の建設等の水力発電開発の実績をもあり、国内の発電計画も管轄している。

3. 2 エネルギー政策

国家計画委員会 (National Planning Committee) が第9次5カ年計画を作成し、その中で電力セクターにおけるエネルギー政策が含まれている。ネパール語版は発行されているが、英語版はまだ発行されていない。内容は、電力開発計画において、主に水力開発を中心に実施していく意向のようである。

3. 3 電力政策

1996年2月、懸案であったマハカリ川総合開発条約が批准して以来、インド側の善隣外交とも相まって両国は現在良好な関係を保っている。この結果、通商協議も前進し水資源開発の分野でもインドの今後の電力需要の伸びを視野にいれた大型水力案件の計画が進展している。一連の計画として下記のものが挙げられる。

| | |
|----------------|---|
| Kali Gandaki B | 出力を92-144MWに変更し準備工事が開始される。 |
| West Seti | 出力750MWの貯水式水力発電計画。オーストラリアの SMEC (Snowy Mountain Engineering)社が開発計画を作成。1999年着工開始 (希望的観測) 予定。 |
| Khimti Khola | 出力60MW、ノルウェーの企業がBOTで実施中。 |

上記プロジェクトは、インドへの売電を目的にEDCが管轄しているようであるが、二国間の通商協議に左右されるので、今後の進展は予測しがたい面がある。

一方、電力庁は国内の電力開発計画を作成している。NEAが作成した電力需要予測を図3-1及び表3-2に、地方別電力需要予測を表3-2に、現況発電所を表3-3に各々示す。NEAは国内電力開発の一環として、中規模水力スタディー (Medium Hydropower Study Project) のフェーズIをカナダのコンサルタント (Canadian International Water and Energy Consultants) の協力で実施した。この中では300MW規模以上を大規模水力案件として定義付け、輸出用と位置付けている。10-300MW規模を中規模水力案件と定義し、このスタディーの対象としている。スタディーでは、138地点のインベントリーを作成し、第一次ランキングで44地点を選び、さらに第二次ランキング及びスクリーニングで24地点を厳選し、最終的に7プロジェクトをフィージビリティ調査及び環境調査 (EIA)の対象としている。これら24プロジェクトを図3-2及び表3-4に示す。これら7プロジェクトに優先順位をつけた開発計画を作成するために、現在フィージビリティ調査を準備中である。プロジェクト規模は以下の通りである。

| | |
|-----------------------|-------|
| Upper Karnali (KR-1A) | 240MW |
| Dudh Koshi (DD-1) | 134MW |
| Kabeli A | 35MW |
| Likhu Khola | 34MW |
| Rahughat Khola | 24MW |
| Budhi Ganga (BG-0) | 22MW |
| Tamur | 72MW |

上記プロジェクトは、貯水池式のDudh Koshi計画を除いてはいずれも流れ込み式発電方式である。

表 3-1 電力需要予測

| FY | Peak Load (MW) | Energy (GWh/yr) | Load Factor (%) |
|------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1996 | 281 | 1272 | 51.7 |
| 1997 | 303 | 1392 | 52.4 |
| 1998 | 328 | 1530 | 53.2 |
| 1999 | 354 | 1688 | 54.4 |
| 2000 | 383 | 1860 | 55.4 |
| 2001 | 413 | 2047 | 56.6 |
| 2002 | 452 | 2261 | 57.1 |
| 2003 | 498 | 2500 | 57.3 |
| 2004 | 549 | 2767 | 57.5 |
| 2005 | 610 | 3065 | 57.4 |
| 2006 | 676 | 3392 | 57.3 |
| 2007 | 748 | 3757 | 57.3 |
| 2008 | 824 | 4153 | 57.5 |
| 2009 | 909 | 4593 | 57.7 |
| 2010 | 1002 | 5081 | 57.9 |
| 2011 | 1104 | 5617 | 58.1 |
| 2012 | 1215 | 6216 | 58.4 |
| 2013 | 1340 | 6879 | 58.6 |
| 2014 | 1483 | 7641 | 58.8 |
| 2015 | 1642 | 8487 | 59.0 |

ネパール電力庁 (NEA) により作成

图3-1 電力需要予測

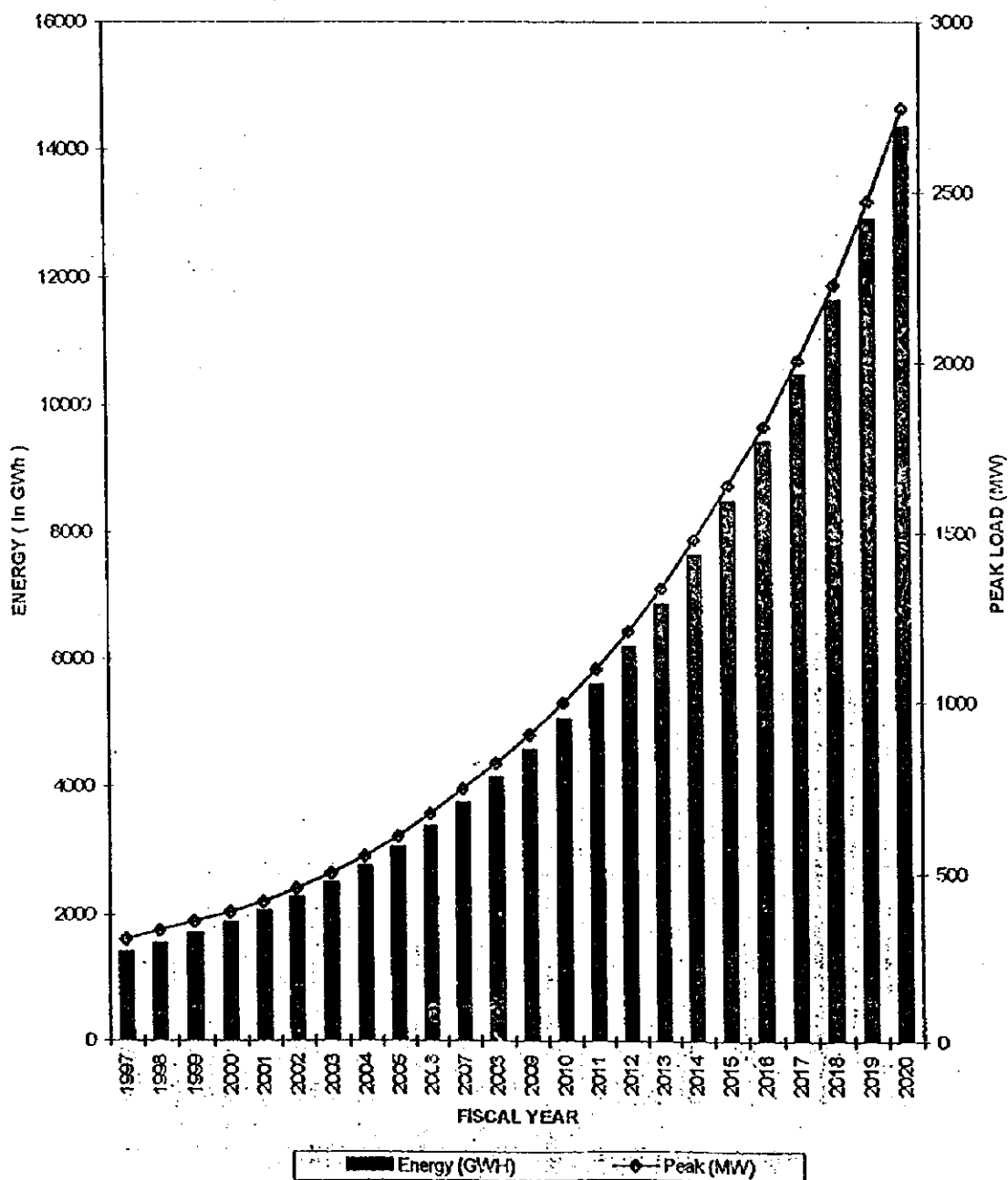


表 3-2 地方別電力需要予測

| No. | Region | Contributions to System Peak | | | | Energy | |
|-----|-----------------------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|------|
| | | (MW) | | (%) | | (GWh) | |
| | | 2002 | 2010 | 2002 | 2010 | 2002 | 2010 |
| 1 | Eastern | 62.16 | 137.8 | 14.2 | 14.2 | 311 | 699 |
| 2 | Central | 301.06 | 667.38 | 68.7 | 68.7 | 1506 | 3384 |
| 3 | Western | 45.50 | 100.86 | 10.4 | 10.4 | 228 | 511 |
| 4 | Mid Western | 24.13 | 53.50 | 5.5 | 5.5 | 121 | 271 |
| 5 | Far Western | 5.60 | 12.40 | 1.3 | 1.3 | 28 | 63 |
| | Total (@ system peak) | 438.45 | 971.94 | 100.00 | 100.00 | 2194 | 4928 |

ネパール電力庁 (NEA) のデータから中規模水カスタディー (MHSP) で作成

表 3-3 現況發電所

| Plant | Installed Capacity (MW) | Dependable Peaking Capacity (MW) | Average Energy (GWh/Year) |
|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Total Hydro | 250.3 | 227.2 | 1199 |
| Trishuli | 21.0 | 21.0 | 284 |
| Devighat | 14.1 | 14.0 | |
| Sunkosi | 10.0 | 6.0 | 70 |
| Gandak | 15.0 | 7.5 | 65 |
| Kulekhani-I | 60.0 | 60.0 | 172 |
| Kulekhani-II | 32.0 | 30.0 | |
| Marsyangdi | 69.0 | 70.0 | 462 |
| Andhi Khola (BPC) | 5.1 | 3.0 | 25 |
| Jhimruk (BPC) | 12 | 9.0 | 76 |
| Misc. Small Hydro | 12.1 | 6.7 | 45 |
| Total Thermal | 42.1 | 27.0 | 162 |
| Multi Fuel | 26 | 16.5 | |
| Mahendra | 1.6 | 0.8 | |
| Hetauda Diesel | 11.3 | 8 | |
| Rani | 1.0 | 0.7 | |
| Marsyangdi | 2.2 | 1 | |
| Total NEA System | 292.4 | 254.2 | 1361 |

Source : NEA

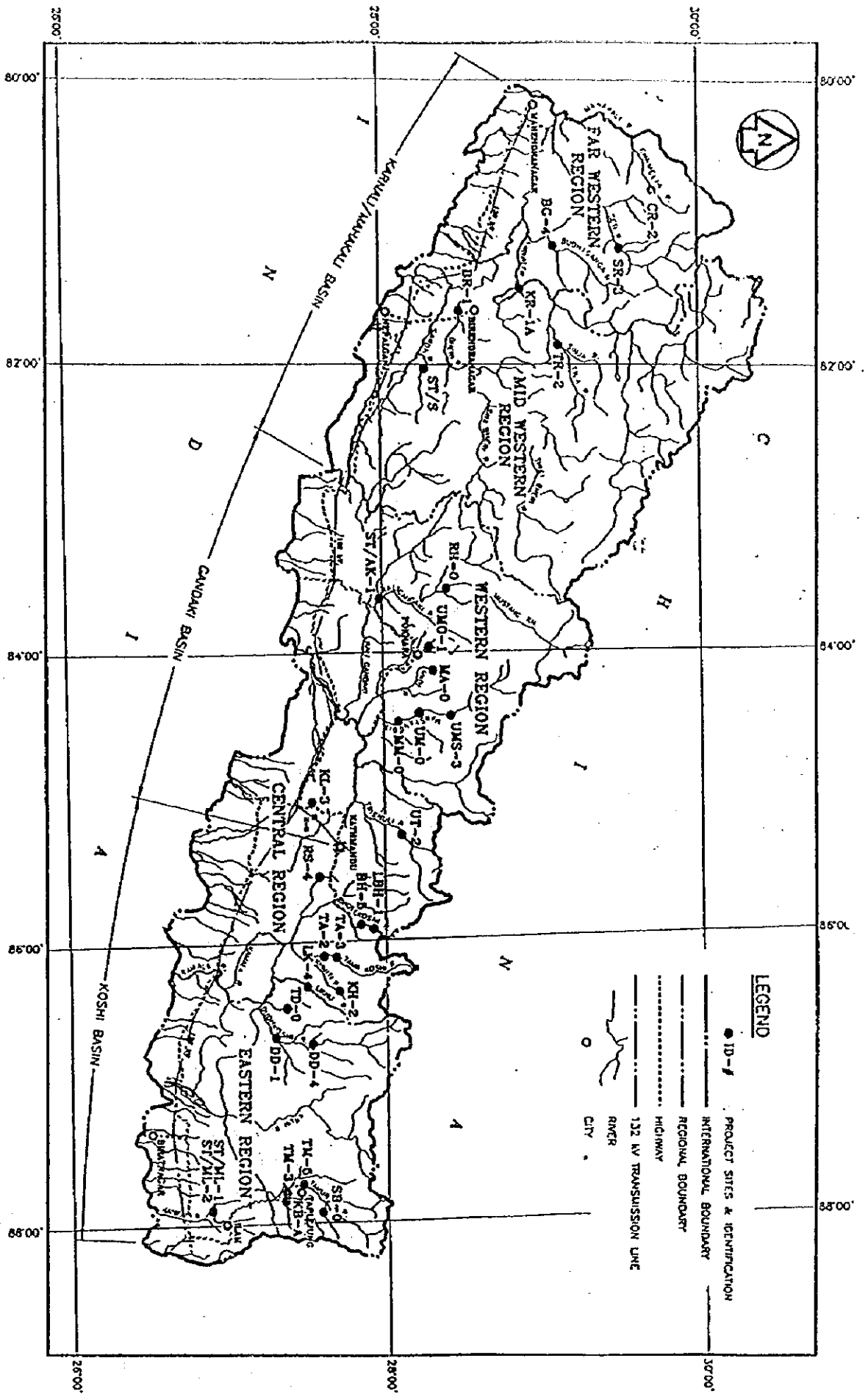


図 3-2 中規模水カステイター24プロジェクト

NEPAL ELECTRICITY AUTHORITY
MEDIUM HYDROPOWER STUDY PROJECT
PROJECT LOCATION MAP



表3-4 中規模水力スタディ-24プロジェクト

| |
|----------------------------|
| Simbuwa Khola (SB-0) |
| Budhi Ganga-4 (BG-4) |
| Likhu-4 (LK-4) |
| Tamakosi-2 (TA-2) |
| Raghughat Khola (RH-0) |
| Kabeli-A (KB-A) |
| Dudu Kosi-4 (DD-4) |
| Tamur-4 / 5 (TM-4 / 5) |
| Tamur-3 (TM-3) |
| Upper Trishuli-2 (UT-2) |
| Upper Marsyanghi-3 (UMS-3) |
| Madi Khola (MA-0) |
| Lower Bhote Kosi-1 (LBH-1) |
| Thulo Dhunga (TD-0) |
| Bhote Kosi-5 (BH-5) |
| Rosi Khola (RS-4) |
| Tila-2 (TR-2) |
| Mai Loop (ST / ML-1) |
| Seti-3 (SR-3) |
| Dudh Kosi-1 (DD-1) |
| Karnali-1A (KR-1A) |
| Mai Loop (ST / ML-2) |
| Beri-Babai 1 (BR-1) |
| Andhi Khola (ST / AK-1) |

4. ベリ・ババイ発電計画

4. ベリ・ババイ発電計画

4.1 経緯

このプロジェクトは当初、JICS開発調査案件の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(A Master Plan Study for Water Resources Development of the Upper Kamali River and Mahakali River Basins in the Kingdom of Nepal、以下マスタープランと略称)の中で取りあげられた。その後、電力庁 (NEA)がカナダのコンサルタントの協力で実施した中規模水力開発スタディープロジェクト (Medium Hydropower Study Project、以下スタディーと略称) のフェーズ Iでも取り上げられた。しかしながら両者の開発規模には以下に示すように違いが見られる。

ベリ・ババイ水力発電計画コンセプト

| | マスタープラン案 | スタディー案 |
|----------|-----------------------|------------------------|
| 計画位置 | スルケット県及びバルディヤ県 | 位置は同じ |
| 発電方式 | 流れ込み式 | 貯水池式 |
| ダム高 | 35m | 33m (異なった記述がある) |
| ダム天端標高 | EL.425.0m | — |
| 越流部天端標高 | EL.405.0m | — |
| 常時満水位 | EL.420.0m | — |
| 放水位 | EL.240.0m | — |
| 総落差 | 180m | 180m |
| ゲート諸元 | 15m x 15m -5門 | 15m x 15m -5門 |
| 発電最大使用水量 | 58.2m ³ /s | 189.0m ³ /s |
| ピーク発電時間 | 8時間 | — |
| 設備出力 | 82.9MW | 286MW |
| 年間発電量 | 601GWh | 1,855GWh |

マスタープランとスタディーでの違いは、最大使用水量の違いからくる出力が大きく異なる点である。スタディーでは貯水池式ピーク発電を考え、年間流量から最大使用水量を算定したとしている。その結果スタディー案では貯水池容量を6千万m³を計画している。しかしながらNEAスタディーでは、この開発規模の結果から必要とされた貯水池容量の検討は行われず、その上堆砂の問題を考えると、貯水池を確保してもすぐ埋まってしまう可能性があることから、スタディープラン案は現実的ではない。NEAスタディーでは、その時点でベリ・ババイプロジェクトのコンポーネントに灌漑が含まれていることから、NEAで扱うプロジェクトではないと判断し、それ以上の検討は行わなかったようである。

4. 2 基本計画

マスタープランで計画された発電計画の概要は以下の通りである。

| | |
|---------------|----------------------------------|
| 計画位置 | : スルケット県及びバルディヤ県 (ネパール西部) |
| 発電方式 | : 流れ込み式 |
| 流域面積 | : 11,815km ² (取水ダム地点) |
| 年平均降雨量 | : 1,191mm |
| 年平均流量 | : 405.4m ³ /s |
| 月最大流量 | : 2,043.4m ³ /s |
| 月最小流量 | : 59.5m ³ /s |
| 百年確立洪水流量 | : 7,773m ³ /s |
| 千年確立洪水流量 | : 9,894m ³ /s |
| 年堆砂量 | : 38,400,000 m ³ / 年 |
| 取水設備 | : 取水ダム (堰)、取水口及び沈砂池 |
| ダム高 | : 35m |
| ダム天端標高 (非越流部) | : EL. 425.0m |
| 越流部天端標高 | : EL. 405.0m |
| 堤頂長 | : 220m |
| 常時満水位 (FSL) | : EL. 420.0m |
| 放水水位 (TWL) | : EL. 240.0m |
| 総落差 | : 180m |
| ゲート型式 | : テンターゲート |
| ゲート諸元 | : 15m x 15m - 5門 |
| 放流能力 | : 8,480m ³ /s |
| 沈砂池数 | : 3 |
| 同平面形状 | : 150m x 15m |
| 補捉粒径 | : 0.2mm |
| 発電最大使用水量 | : 58.2m ³ /s |
| ピーク発電時間 | : 8時間 |
| 設備出力 | : 82.9MW |
| 年間発電量 | : 601GWh |
| 水圧管路長 | : 350m |
| 放水トンネル長 | : 9,000m |
| 同断面形状 | : 円形 |
| 発電所形式 | : 地下発電所 |

マスタープランの検討では、地図上でトンネルが最短になる地点を選定し、その上で同箇所をヘリコプターにより現場踏査して取水地点を決定した。その後、発電所の形式を地上式か地下式かを比較検討した結果、環境上の問題を考慮して地下発電所を選択している。設備容量はピーク時間を8、12、16時間で比較し、決定している。取水口地点の代替案の検討は行っていない。マスタープランで検討された内容は地質、水力発電所所型式、取水口、水路、建設計画、経済評価、初期環境調査 (IEE)等である。

5. 現 地 調 査

5. 現地調査

5.1 代替地点調査

発電計画では地点の選定には発電所だけでなく、ダム、取水口、水路を含む地図上及び現地踏査から種々の要素を考慮して適地を選定する必要がある。その後、選定された地点でレイアウトの検討を行う。マスタープランでは、この地点の検討は地図上と現地踏査から転流トンネルの長さが一番短くなるペリ川とカルナリ川合流地点から約45km上流の地点が選ばれ、各コンポーネントのレイアウトが検討された。発電所型式については、地上式と地下式が比較された。地上式では、発電所がロイヤル・バルディア国立公園内に建設することに対して、地下式は、発電所へのアクセス道路及びスイッチヤードを、公園外に建設できる。以上の結果、環境への影響を配慮した地下式を選定している。

マスタープラン実施当時と現地の状況も変わっていることもあって、プロジェクト形成調査では取水口地点の代替案検討の必要性があると判断した。そのため、今回の調査ではマスタープラン案の上流2カ所で現地踏査を実施した。図5-11に各案の地点を示す。

5.2 代替案 1

代替案1における取水口地点は、マスタープランより上流で国立公園上流地点に位置する。チンジューから候補地点までは、すでに簡易舗装の道路が通っており、車による測定ではチンジューから30km、時間にして20分弱の走行であった。

現地の状況は、ペリ川は流量が多く河床勾配は極めて緩やかであるのに対し、ババイ川は乾期の流量は数m³/secまで減少する時期があるほど少なく、河床勾配はマスタープラン放水口地点より上流側に向かってはペリ河に比較してかなり急である。従って取水口地点は上流に移すほど発電落差は小さくなる。

1:50,000の地形図及び高度計による測定結果、及び流量をマスタープランと同じにすると設備出力は以下の通りとなる。

$$P = 9.8 \times \eta \times H \times Q \\ = 9.8 \times 0.81 \times (435 - 300) \times 58.2 = 62.4 \text{ MW}$$

放水口地点は踏査前日の降雨の為、調査することが出来なかったが、地図上から判断すると地上式発電所が可能と判断される。この結果をマスタープラン案と比較すると以下の通りとなる。

| | マスタープラン案 | 代替案 |
|----------|------------|------------|
| 発電方式： | 流れ込み式 | 流れ込み式 |
| ダム高： | 35m | - |
| ダム天端標高： | EL. 425.0m | EL. 435m |
| 放水位： | EL. 240.0m | EL. 300.0m |
| 総落差： | 180m | 135m |
| 設備出力： | 82.9MW | 62.4MW |
| ピーク発電時間： | 8時間 | 8時間 |
| 放水トンネル長： | 9,000m | 10,000m |

| | | |
|--------|------|------|
| 発電所型式： | 地下式 | 地上式 |
| 工事用道路： | 40km | 10km |

上記の結果を比較すると、マスタープランでは放水口への工事用道路は25kmを越え、しかもロイヤル・バリディヤ国立公園内を通過する。途中かなり急峻な地形の所も通過するため、地滑りなども心配されることから、建設だけでなく、この道路の維持補修に十分な費用を見込まなければならない。したがって、地質調査を実施し結果を踏まえ計画策定し、工事中のトラブルを防ぐことが重要である。トンネルも地下発電所への作業抗を考えると、代替案の方が短くなりそうである。発電所型式は、マスタープランでは地下式であるのに対して、代替案では地上式にできると考えられる。さらにマスタープランの発電所サイトの地質状況は複雑である。また、環境について、工事用道路が国立公園外を通ることになるので、環境への影響はマスタープランよりも少ないものと予想される。

5. 3 代替案Ⅱ

この地点は地図上から選んだ最上流地点に位置している。これより上流はベリ川とババイ川が離れており、水路トンネルが格段に長くなる。現地踏査の結果、この地点での設備出力は以下の通りと推定される。

$$P = 9.8 \times 0.81 \times (450 - 330) \times 58.2 = 55.4\text{MW}$$

この地点は第一案からさらに75km上流で、道路は途中から舗装もされておらず、この地点を選定すると橋を2カ所設置しなければならない。また、地滑りの心配もある。環境への影響については、ほとんどない状況である。

本格調査においては、これらの条件を踏まえ、各ケースについて経済性のみならず、環境面も考慮し、最適計画地点を選定する必要がある。

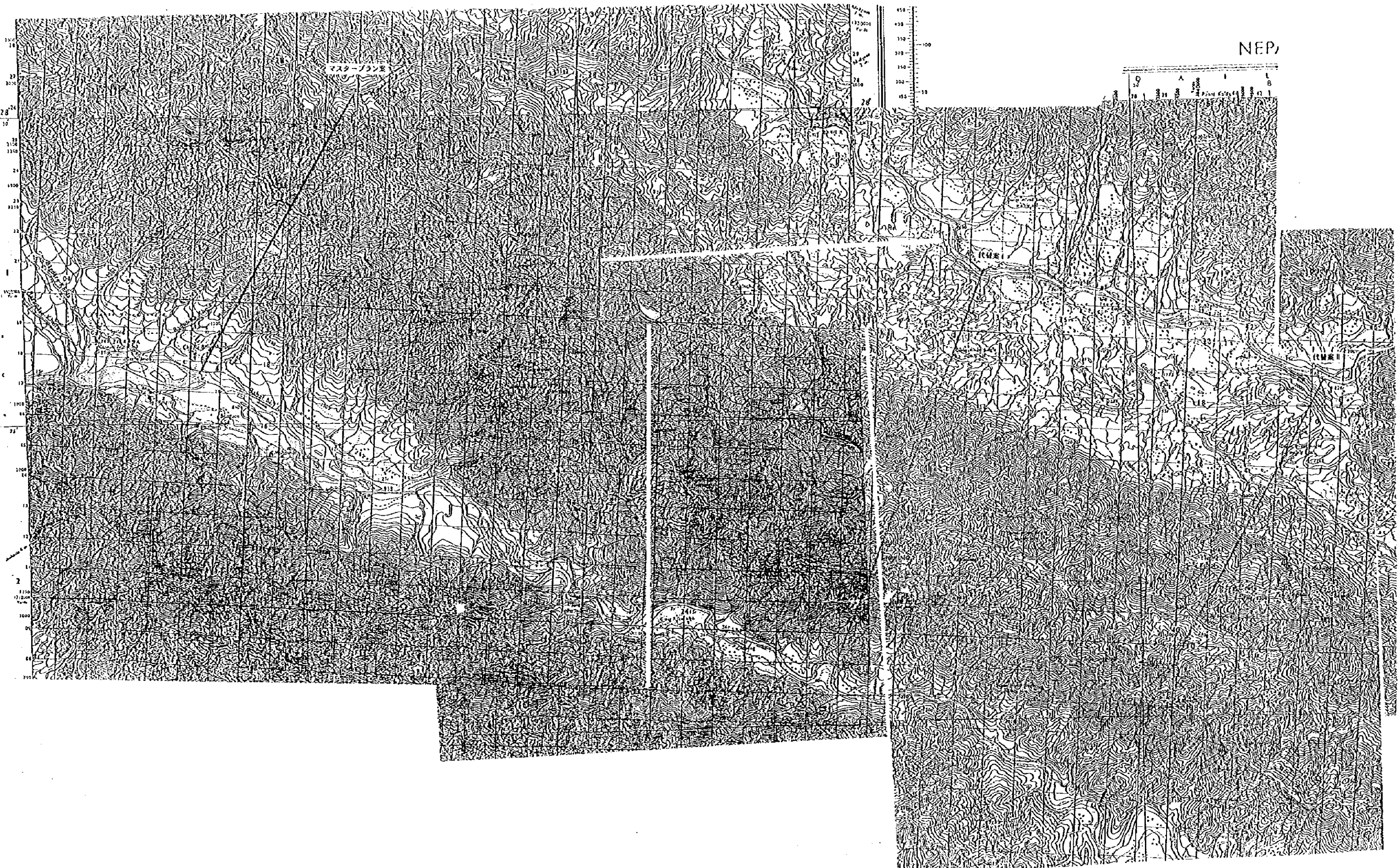


表5-1 発電計画地点

6. 環境調査

6. 環境調査

6. 1 環境法及び関係機関

ネパールでこれまでに制定された環境法は以下のものがある。

(1) 環境ガイドライン (National Environmental Impact Assessment Guidelines 1993)

IUCN (The World Conservation Union) の協調で策定されたもので用語は多少違っているが内容的には JICA の環境ガイドラインと同程度である。JICA のガイドラインでは、スクリーニングをフォーマットに従って評価し、その結果 IEE (Initial Environmental Examination, IEE) のみか、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment) まで必要かを決め、スコーピングの手法を示している。これに対してネパールのガイドラインでは、スケジュール (チェックリスト) で IEE のみ必要なプロジェクト、環境影響評価 (EIA) も必要なプロジェクトを示している。

(2) 環境影響評価ガイドライン (Environmental Impact Assessment Guidelines for the Forestry Sector, 1995)

上記ガイドライン作業手順を具体的に記述したものである。IEE の代わりに Preliminary Environmental Test という用語を用いている以外に特筆すべきこととして、環境影響評価 (EIA) の審査を森林保全省、関係機関、実施機関、援助機関、国家計画委員会の専門家から成るチームで行うとしていることである。これがこの後の環境法の規則に発展したと思われる。

(3) 環境保全条令 (Environment Conservation Act, 1997 Ministry of Law and Justice)

これまでのガイドラインを法令の形にしたものである。

(4) 環境保全法令 (Environment Conservation Rules, 1997 Ministry of Population and Environment)

人口環境省が統制する法令とし整備されている。この規則に従って今回のプロジェクトの環境影響調査を実施すると、主要な箇所の作業手順は以下の通りとなる。

- | | |
|---|--------|
| 1) IEE 及びその評価 (Preliminary Environmental Test and Evaluation of Environmental Impact) | 担当 EDC |
| 2) 関係村落、地方自治体、関係者への案件の公示と (Publish a notice requesting the Village Development Committee / Municipality, concerned individuals, etc., where the proposal is to be implemented) | 担当 EDC |
| 3) 環境影響に関する意見や提案を聞く (Opinions and suggestions in regard to the possible impact on the environment) | 担当 EDC |
| 4) 実施機関から水資源省へのスコープ決定の申請 (Application for determination of the scope to the Ministry of Water Resources) | 担当 EDC |

- 5) 提出書類の調査、環境評価が必要とされた場合にはスコープ決定申請書類を
人口環境省に提出 (スコープ決定申請) 担当 水資源省
(Investigations into the document, concluded that the evaluation was required and
forward the application to the Ministry of Population and Environment)
- 6) 人口環境省でEIAのスコープの決定 担当 人口環境省
(The Ministry of Population and Environment shall determine the scope)
- 7) 作業スケジュール準備 担当 EDC
(Preparation of a work schedule)
- 8) 作業スケジュールの承認 担当 人口環境省又は水資源省
(Approval of work-schedule by the Ministry of Population and Environment or
Ministry of Water Resources)
- 9) プロポーザルを人口環境省へ提出 担当 水資源省及びEDC
(Forward the proposal to the Ministry of Population and Environment)
- 10) 環境影響評価レポート作成 担当 コンサルタント
(Preparation of the Report)
- 11) 村落、地方自治体からの同レポートにたいするコメント 担当 EDC
(Report shall be sent for suggestions to concerned Village Development Committee/
Municipality and District Development Committee)
- 12) 同レポートに対する意見や提案 作業担当 EDC
(Opinions and suggestions)
- 13) 水資源省にプロポーザル承認申請 担当 EDC
(Submission of Proposal for approval to the Ministry of Water Resources)
- 14) プロジェクト実施承認 担当 水資源省及び人口環境省
(Approval to implement the Proposal)
- 15) レポートまとめ 担当 EDC
(Report compilation)

以下、モニタリング、実施後の環境管理の規定が続く。

(Monitoring and evaluation by the Ministry of Water Resources, Prevention and control of
pollution)

同法令を規則通りにしたとすれば、フィージビリティ・スタディー開始前に上記ステップ9)までをEDCが行わなければならない。しかしながらEDCの実施能力を見る限り、技術的知識・見解に乏しいことから、JICA調査団とEDCが協調してこの作業を行うこととした。その内容は、上記15)までのステップを本格調査中に終了するとともに、途中環境に関するセミナー等を開催することで同意した。

また、このステップ通りに実施することで、将来、環境問題についてNGO等との対応が円滑に進むものと予想される。

6. 2 NGOとの対応について

S/W環境影響評価の中に、プロジェクトによって影響を受ける人々及びNGOとの協議の場を設けるといふ調査項目が明記されている。これは、JICAが主体となってNGOとの対応を行うように見えるが、ネパール環境ガイドラインに沿って行えば、発表の主体は先方政府、その発表材料を用意するのはJICAとなる。このネパール環境ガイドラインに沿って行うことは、S/Wに明記してある。今後の方針として、JICAはあくまでも技術援助であって、NGOとの対応等は先方政府が行うべきものである。

今回カウンターパートを見る限り、技術的知識・見解に乏しいことから、技術的な面での調査結果を理解し、発表を行うことは難しいと思われる。その際、JICAとしては調査結果のみ発表することとし、その後のNGO対応はカウンターパートが行う。この時注意しなければならないのは、JICAは主体ではなく、後方からの支援として協力することである。この点については、業務指示書等を通じ、JICAの基本方針を十分踏まえた上で調査を行う必要がある。

6. 3 これまでの環境調査

マスタープランでは、JICAガイドラインに沿ってIEEは評価されている。

現地では川イルカへのベリ川とババイ川の水温差による影響、鱒が砂地へ産卵に対する同影響及び流量増加の影響その他生態系への影響などが指摘された。但し川イルカはカナダのコンサルタントがカルナリ川の開発計画を作成した際に環境調査を行い、ババイ川には異ってこないことが解った。今回ババイ川下流で灌漑プロジェクトが実施中であることかあら、稲等の生育に与える影響も検討する必要がある。

水温に関しては、上流部の水温の比較的低い箇所取水し、水路に導入し長い水路（今回はトンネル）を経て放流される。水路通過中は自然河川を流下する場合と異なり、水温を上昇することはなく殆ど取水口で導入された時の水温に近い状態で下流に放流されると予想される。（一般の場合1度c位は上昇する）。貯水池では水温表面は気温に準じて変化し、水面より2m位までは表面水温に近似するが、それ以下水深10m位までは急激に変化し、以下漸変して最深部の水温は年間を通じて一定と言われている（日本の場合は6度～8度c付近）。また、中間水温は貯水池の大小によっても異なってくる。

したがって、ベリ川・ババイ川の水温対策については、国立公園内の動植物をはじめとする生態系への影響について慎重に検討すべきである。

7. 今後の調査に当たっての留意事項

7. 今回の調査に当たっての留意事項

7. 1 発電計画現地調査

縮尺1：50,000があるので、取水口地点及び放流地点のレベルさえチェックを行えば、代替案の検討は容易である。今回は調査を3段階にわけて実施し、フェーズ Iの基礎調査段階では現地調査は1ヶ月と時間的にも限られており、レベル測量は必須である。GPS等持参し、測量を実施することが望ましい。

設備容量は、従来行われている経済比較だけで決定するのではなく、ネパール西部地域の電力需要将来予測や下流灌漑計画で将来計画を含めての必要水量を考慮して流量のマスクープから機械的に決めるのではなく多少の停電ならば許容するぐらい柔軟な思考が望ましいと思われる。

7. 2 環境調査

マスタープランで検討されたことだけでなく、同地域ではカナダのコンサルタントがカルナリ発電計画で環境調査を実施していて、川イルカ等はカルナリ川の上流までは上がってこないことも解っている。それらの調査結果も踏まえ、環境影響評価 (EIA)のスコーピングを決定する必要がある。さらに将来NGOグループなどから環境問題を取り上げられることがないように、ネパールの環境規準に沿って調査は確実に実施する必要がある。

8. 要 請 書

ELECTRICITY DEVELOPMENT CENTER
A BRIEF NOTE
ON
BHERI-BABAI DIVERSION PROJECT
JANUARY-1995

1. BACKGROUND:

During the master plan study of water resources development of Upper Karnali and Mahakali river basins, conducted by JICA in 1993, Bheri-Babai Diversion Project was identified as the top priority scheme in these basins and a preliminary study was conducted. The master plan report further recommended that a feasibility study of this scheme should be done.

2. DESCRIPTION:

Bheri-Babai Diversion Project has been conceived to be developed as a diversion scheme with a 35 m high dam at Bheri river and underground power house near Bheri river with a generating capacity of 83 MW. The tailrace tunnel is 9 kms long which discharges the water to Babai river about 20 km upstream of the existing Babai Irrigation Project. The Bheri diversion water discharge of 58 m³/sec along with the Babai discharge would be sufficient to irrigate the command area of 74,000 ha in Bardia and Banke districts. The project cost at preliminary study level is US \$ 174 million which does not include the irrigation costs.

3. LOCATION:

Bheri dam is located in Surkhet district approximately 5 Kms downstream of the Bheri bridge on Kohalpur-Surkhet road.

4. ISSUES & PROBLEMS:

The diversion of water from Bheri river to Babai river affects the power generation of Karnali (Chisapani) Multipurpose Project (KMP). Therefore during the feasibility study of Bheri-Babai Diversion Project, this effect on KMP should also be studied.

5. SUGGESTED ACTIONS:

Feasibility study of this project should be done as soon as possible. Tentative cost estimate of the feasibility study is around US \$ 2.6 million. The detailed scope of work and TOR for carrying out the above study have already been prepared.

BHERI-BABAI HYDROPOWER SCHEME (BR1)
SALIENT FEATURES:

- A) Project Location - Surkhet and Bardiya.district
- B) Project Type - Run-of-River type
- C) Hydrology
- Catchment area - 11,815 sq. km at intake site
 Av. annual rainfall - 1,191 mm
 Av. annual discharge - 405.4 m³/sec
 Max. monthly flow - 2043.4 m³/sec
 Min. monthly flow - 59.5 m³/sec
 1:1000 year flood - 9,894 m³/sec
- D) Headworks
- Diversion Weir with side intake and desanding basin.
 Dam height - 35 m
 Crest length - 220 m
 Full supply level (FSL) - E.L. 420.0 m
 Tail Water level (TWL) - E.L. 240.0 m
 Gross head - 180 m
 Crest of intake dam - E.L. 425.00 m
 Crest of Weir - E.L. 405.00 m
 Gate type - Tainter gate
 Capacity (200 yrs.flood) - 8,480 m³/sec
 Gate size - 5 each 15 m x 15 m
- E) Desanding Chamber
- No. of bays = 3
 Size - 150 m x 15 m
 Nominal size of trapped particle - 0.20 mm
- F) Power generation
- Max. plant discharge - 58.2 m³/sec
 Peaking operation hour - 8 hours
 Installed capacity - 82.9 MW
 Annual energy generation - 601 GWh
 Penstock length - 350 m
- G) Tailrace
- Tailrace tunnel - 9000 m
 Shape - Circular
- H) Cost
- Construction Cost - US \$ 174 million
 (at 1993 Price level)
 Capacity Cost - US \$ 2096/kW
 EIRR - 13.4%

1. Project Digest

1.1 Project Title: Feasibility Study of Bheri River Hydropower Development Project

1.2 Location: Mid-Western Development Region, Nepal
(Location map is attached in Annex I)

1.3 Implementing Agency:

Name of Agency: Electricity Development Centre, Ministry of Water Resources HMG/Nepal

Number of the staff of the agency:

| | |
|---------------------------|----|
| Hydropower/Civil Engineer | 35 |
| Electrical Engineer | 16 |
| Mechanical Engineer | 4 |
| Geologist | 5 |
| Hydrologist | 2 |
| Environmental Engineer | 1 |
| Project Economist | 1 |
| Surveyors | 2 |
| Computer Programmer | 1 |
| Under Secretary | 2 |
| Section/Account Officer | 3 |

Budget allocated to the Agency: 96.7 Million Nepalese Rupees for the fiscal year 1995-96. (Approx. \$1.73 Million US \$)

Organization chart: (Organization chart is attached in Annex II)

1.4 Justification of the Project:

-Present condition of sector:

The present installed capacity of electric power system in the country in total is 278 MW which includes 233 MW of hydropower.

It has been found on the basis of the demand projection of electricity for up to year 2001 that between 300 and 400 MW of electricity must be added to the national grid electricity system by the end of this century. To meet this demand feasible projects like Kaligandaki (144 MW), Khinti (60 MW) and Arun-III (402 MW) may be executed within a period of 5-15 years.

Therefore, it is necessary to make alternative arrangement to meet the demand of the country till the above projects come into operation after their completion.

-Sectoral development policy of the national government:

The policy of the HMG/Nepal regarding development are

- a) To carry out hydropower projects of various standards and capacities to meet the interim and long term electricity requirements.
- b) To give emphasis to the program of rural electrification in order to render assistance in the development of agricultural production and cottage and small scale industries in the hill and terai regions.
- c) To give emphasis to the development of transport system to be run hydroelectric power in order to substitute the petroleum products.
- d) To utilize the indigenous labor, skill and resources as well as a foreign investment and technology for the development of hydropower.
- e) To export hydroelectricity produced in excess to the national demand.
- f) To extend the use of electricity for making the minimum utilization of fuel wood and to render necessary assistance in the conservation of forest and environment.
- g) To diversify the utilization of electricity.
- h) To make the supply and distribution of electricity regular and reliable.
- i) to have maximum control in the leakage of electricity.
- j) To make electricity sufficiently available to the people and to make the rate of electricity tariff more practical.

-Problems to be solved in the sector:

Due to shortage of power in the country, the development of the country is being adversely affected. Thermal plants are being considered although not desirable to meet the power demand in short term basis. Hence to choose a medium sized project, a number of hydropower projects are to be studied at least to a feasibility level. Choosing economically and otherwise the best project out of a number of available projects would facilitate to achieve national development through proper utilization of natural resources.

-Outline of the Project:

Type: Run-off-River scheme
Diversion: 8000 m from Bheri basin to Babai basin.
Diversion discharge: 58.2 m³/sec
Installed Capacity: 82 MW
Annual Energy: 393 GWH
Irrigation: 70,000 ha
EIRR: 12.1%

-Purpose (Short-term objectives) of the Project:

The Project, if built, will have a capacity of 82 MW of hydropower which will help reduce the deficit in power supply to the National grid.

-Goal (Long-term objective) of the Project:

Increase in power supply to the national power grid will have positive effect in the industrial development of the country. Also, it will replace import of fossil fuel for generation of electricity which in turn will save badly needed foreign currency for the other sectorial development.

-Prospective beneficiaries:

Industrial sector of Nepal as well as domestic sector.

-The Projects priority in the National Development/ Public Investment Program:

Top priority is being given to develop hydropower projects in the National development plan, for which study of different available medium sized hydro projects are needed. This project is also a probable candidate project to be studied.

1.5 Desirable or scheduled time of the commencement of the Project:

January 1997

1.6 Expected funding source and/or assistance (Including external origin):

Japan International Cooperation Agency (JICA), Government of Japan.

1.7 Other Relevant Project, if any:

2. Terms of reference of the proposed study.

2.1 Necessity/Justification of the Study

Due to the shortage of power supply to the national and regional power demands, installation of a hydropower plant with a capacity of 50 to 100 MW is an urgent requirement. To select the best project out of number of available projects, the study level of these projects are to be brought to a feasibility study level. This project being a very attractive project, feasibility study of the project is proposed to be carried out.

2.2 Necessity/Justification of the Japanese Technical Cooperation.

The Government of Japan has been successfully rendering HMG/Nepal technical and financial assistance in implementing resources development projects. Japanese developed technology will be very beneficial to the development of water resources of Nepal and also in transferring technical know-how from Japanese experts to the Nepalese technical personnel.

2.3 Objective of the Study

The objective of the study is to formulate an optimal development plan for the Bheri River Hydropower Development Project and to assess its technical, economical and financial viability.

2.4 Area to be covered by the Study

Preliminary Investigations, Field Investigation and Feasibility level design study of a hydropower project.

2.5 Scope of the Study :

Preliminary Investigation

Review of previous study reports

- Field reconnaissance
- Power Demand Projection
- Hydrological Analysis
- Environmental & Socio-economic Development Concept

Field Investigation :

- Topographic Survey
- Geological Investigation
- Environmental & Socio-economic impact assessment water balance study.

Alternative Study

Feasibility Design

- Feasibility level design
- Construction planning
- Cost estimate
- Economic and financial evaluation
- Evaluation of the project.

2.6 Study schedule

The schedule is attached in Annex III

2.7 Expected Major Outputs of the Study

The feasibility study report of Bheri River hydropower development project.

2.8 Request of the study to other donor agencies, if any:

None

- 2.9 Other relevant information, if any.
- 3. Facilities and information for the Study Team, etc.
- 3.1 Assignment of counterpart personnel of the implementing agency for the study (number, academic background, etc.)

Counterpart personnel could be assigned to the project as per requirement from the pool of staff mentioned in section 1.3.

- 3.2 Available data, information, documents, maps etc. related to the study;

The list is attached in Annex IV.

- 3.3 Information on the security conditions in the study area.

Excellent

- 4. Global Issues (Environment, Women in Development, Poverty, etc.)
- 4.1 Environmental components of the Project, if any: Forestry and Environmental Management.
- 4.2 Anticipated environmental impacts by the Project, if any; Impacts on wild life, forest and aquatic life is anticipated.
- 4.3 Women as main beneficiaries or not:
Possible secondary beneficiary to women.
- 4.4 Project components which requires special consideration for women, if any:
- 4.5 Anticipated impacts on women caused by the project, if any:
- 4.6 Poverty reduction components of the projects, if any:
Employment opportunity will be improved.
- 4.7 Any constraints against the low income people caused by the Project;

None

- 5. Undertakings of the Government of (Nepal)

In order to facilitate smooth and efficient conduct of the Study, the Government of Nepal shall take necessary measures:

- 5.1 to secure the safety of the Study Team.
- 5.2 to permit the members of the Study Team to enter, leave and sojourn in (the recipient country) in connection with their assignment therein, and exempt them from alien

registration requirement and consular fees.

- 5.3 to exempt the Study Team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into and out of (the recipient country) for the conduct of the Study.
- 5.4 to exempt the study Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Study Team for their services in connection with the implementation of the Study.
- 5.5 to provide necessary facilities to the Study Team for remittance as well as utilization of the funds introduced in (the recipient country) from Japan in connection with the implementation of the Study.
- 5.6 to secure permission or entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study.
- 5.7 to secure permission for the Study to take all data, documents and necessary materials related to the Study out of (the recipient country) to Japan.
- 5.8 to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to members of the Study team.
6. The Government of (Nepal) shall bear claims, if any arises against member(s) of the Japanese Study Team resulting from, occurring in the course of or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the member of the Study Team.
7. Electricity Development centre (EDC) shall act as counterpart agency to the Japanese Study Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

The Government of (Nepal) assures that the matters referred in this form will be ensured for a smooth conduct of the Development Study by the Japanese Study Team.

Signed :

Titled :

On behalf of the Government of Nepal :

Date :

JICA

