

ネパール王国  
テライ地下水開発計画  
基本設計調査報告書

昭和62年6月

国際協力事業団

無計一

87 - 74



ネパール王国

テライ地下水開発計画  
基本設計調査報告書

JICA LIBRARY



1000809[2]

昭和62年6月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87.9.24	116
登録 No.	16671	61.8
		GRF

マイクロ  
フィルム作成

## 序 文

日本国政府は、ネパール国政府の要請に基づき、同国のテライ地下水開発計画にかかる基本設計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した。

当事業団は昭和62年1月7日より3月6日まで、外務省経済協力局無償資金協力課 古谷昌伯氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、ネパール王国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査、資料収集等を実施し、帰国後の国内作業、ドラフト・ファイナル・レポートの現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、今後予定されている第二次基本設計調査の実施上の有用な参考資料となることを希望する。

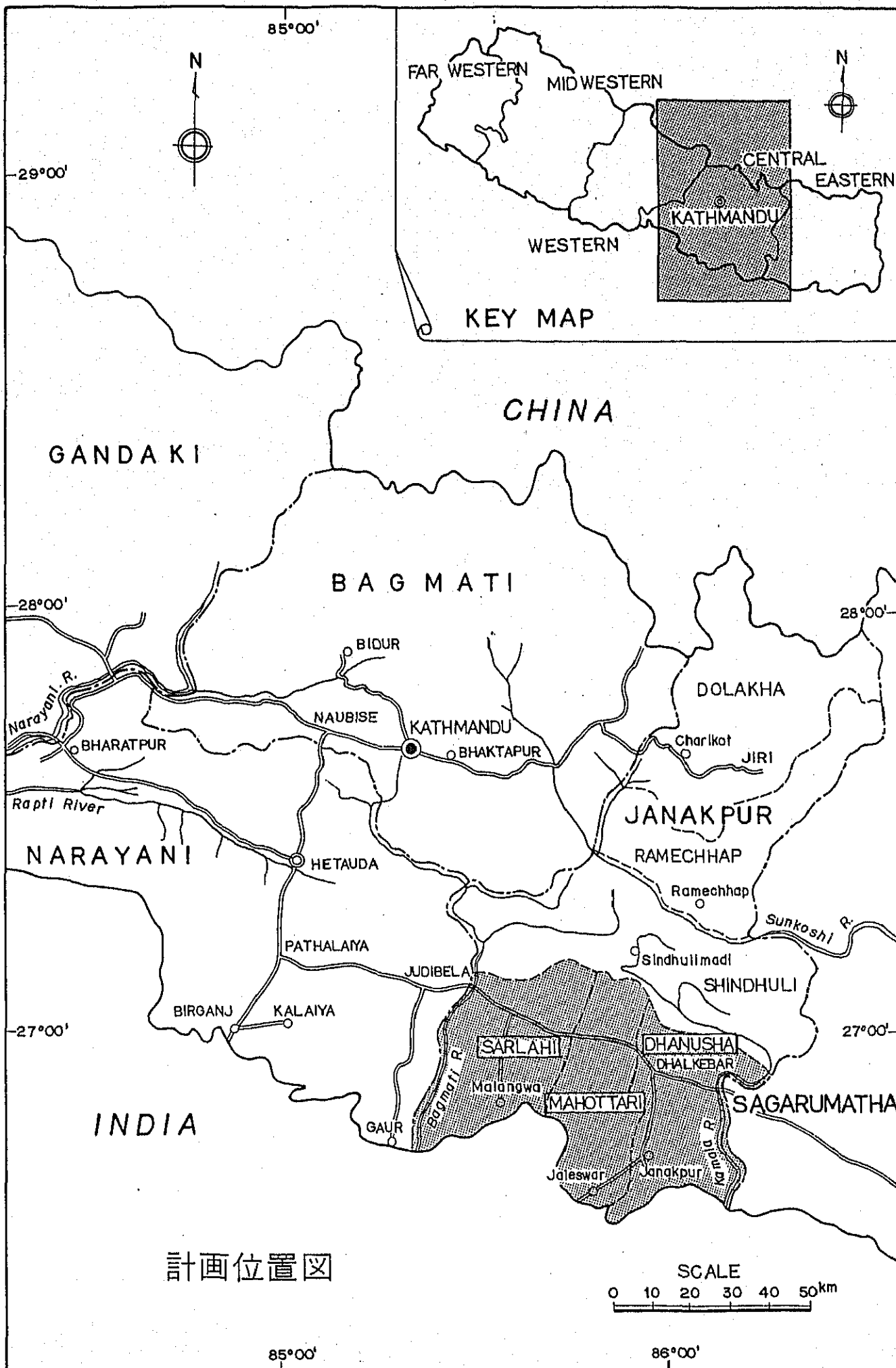
最後に、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

昭和62年6月

国際協力事業団

総裁 有田 圭 輔





計画位置図





## 要 約

1. ネパール王国は、ヒマラヤ連峰の南麓に沿って横長の短冊形をしたランドロック・カントリーで、北は中国領チベット、南はインド亜大陸に囲まれている。国土面積は約15万平方キロメートルで、北海道の約1.9倍であり、東西には約900キロメートル、南北は広いところで2百数十キロメートルある。ヒマラヤ山脈の南面をなしているため北高南低の標高差が大きく、人の住む地域に限れば、山岳地帯の4,000メートル以上の高地からテライ平野部の100メートルまで急傾斜をなしている。国土の利用状況は、国土面積の約18%が農耕地、38%が森林地、44%が牧草地、山地、荒蕪地である。

ネパール王国は、農・林・漁業生産額がGDPの62%を占め、工業生産額は4.6%にすぎず、住民の約90%が農・林・漁業に従事している農業国である。1人当りの年間所得は172米ドル(1982年推定)で最貧国の1つであり、国民の所得格差もきわめて大きい。

2. ネパール王国は、1956年以来1985年までに6次にわたる5ヵ年計画を実施し、現在第7次5ヵ年計画(1985-90年)の2年目に入っている。これまでの開発努力によって、米と小麦の生産高と電力供給能力が増大し、東西ハイウェイ等幹線道路の完成で、物資の国内移動が始まっている。また、教育や医療部門もかなり整備された。第7次5ヵ年計画の計画目標は、(1)生産拡大の加速化、(2)生産的雇用機会の拡大、(3)国民のミニマムニーズに応じる、の3点で、第6次計画の目標と同じである。開発戦略では、農業部門の開発を最優先し、次いで森林資源開発と土地の保全が挙げられている。

3. 第7次計画期に国民1人当りの所得を年率1.8%で引き上げることを努力目標に、人口増加率を2.66%として、GDPの年成長率増4.5%、うち農業部門の成長率3.5%(非農業部門は5.7%)の実現をめざし、総額514.1億ルピー(1984/85価格、約7,150億円)の投資を見込んでいる。このうち政府の支出総額は290億(約4,030億円)ルピーで、その財源として204.8億ルピー(総額の71%、約2,850億円)の外国援助を見込んでいる。一方、支出の最大部門である農業、林業、灌漑には政府と民間合せ172.8億ルピー(総支出の34.3%、約2,400億円)の投資が見込まれている。

第7次計画期間中の主要農産物の増産目標と灌漑面積の拡大目標は次の通りとなっている。

### 主要農産物の増産目標

	1984/85 (トン)	1988/89 (トン)	増産率 (%)
米	2,733,000	3,400,000	124
小麦	600,000	900,000	150
とうもろこし	843,000	916,000	109
砂糖きび	500,000	800,000	160
からし種子	77,000	95,000	123
タバコ	7,000	8,000	114
じゃがいも	409,000	521,000	127

### 灌漑面積の拡大目標

	水資源省 (ha)	農業省 (ha)
継続プロジェクト	106,003	-
新規プロジェクト	29,490	-
小規模灌漑	-	50,000
井戸灌漑	-	50,000
計	135,493	100,000

4. 計画対象地域を包含するJanakpur県は、ネパール王国の5つに区分された開発地域 (Development Region) のうちの中央開発地域に属する。計画対象地域はDhanusha、Mahottari、Sarlahi3郡の平野部 (Terai平野の一部) をカバーしており、耕地粗面積は約195,000haである。平野部の中心市であるJanakpurは、首都Kathmanduから、東西ハイウェイを使い車で約8時間 (道路距離は約390km)、Kathmanduからの空路では約35分の距離にある。TIATSPセンター (Tubewell Irrigation Agriculture Training and Services Projectセンター) はJanakpur市の北方約19kmの地点に位置している。Janakpur県の産業は、農業

と農産加工業が主体で、農作物は自給自足しており、余剰農産物はKathmandu等へ出荷されている。たばこ製造工場、砂糖工場、製紙工場、精米所、その他小規模家内工業等が比較的よく発達している。

農作物は、雨季水稻が主体であるが、小麦、とうもろこし、砂糖きび、マスタード、たばこ等も多く生産されている。現行作付体系は、水田では水稻単作、水稻-小麦、畑ではとうもろこし-マスタード、とうもろこし-たばこが一般的であり、作付率は150~180%となっている。

5. ネパール政府は、日本政府の無償資金協力と技術協力の下で、1971年にジャナカプール県農業開発計画(Janakpur Zone Agriculture Development Project、通称JADP、県内6郡のうちドルカ郡を除く5郡をカバーする)を着手し、土地生産性の向上と農業生産高の増加による農家収益の増大と地域農民の生活水準の向上を目的とした種々の事業を1985年7月まで実施した。このうち、テライ平野3郡(サルラヒ、マホタリ、グヌーサ)における灌漑事業としては、浅井戸灌漑事業(Shallow Tubewell Irrigation Project、通称STWP、1981~86年6月の間に1977本の浅井戸を掘削し、約13,800haの耕地の2期作から3期作への作付増を可能にした)、集約灌漑農業事業(Intensive Irrigation and Agriculture Program、通称IAP、深井戸9本と水路約10.6kmを建設し、420haの灌漑を実現した)等が実施された。しかし、浅井戸灌漑可能地区は、テライ平野3郡中央部の東西に帯状に延びる約51,000haに限定されるため、テライ平野3郡の耕地195,000haから表流水と浅井戸灌漑地区を除いた約110,000haは深層地下水の開発による深井戸灌漑に頼らざるを得ない。

6. ネパール政府は、第7次5ヵ年計画(1985年~90年)の農業開発の一環として、1986年1月にTIATSP(Tubewell Irrigation Agriculture Training and Services Project)を設立し、JADPの機能と施設を引き継がせ、浅井戸および深井戸による灌漑面積の拡大を図ろうとしている。

JADP/TIATSPの浅井戸灌漑事業は、浅井戸掘削本数の増加に伴う灌漑面積の拡大によって、ジャナカプール県内テライ平野の農産物の増産に大きく貢献しており、建設費と維持管理費が安く、かつ掘削技術も比較的容易であるため、今後も順調な発展が期待される。

一方、JADP事業の一環として、1976年に開始され1984年までに24本(IAPの9本を含む)を掘削した深井戸灌漑事業は、TIATSPに継承され、1985年、86年には、日本政府の食糧増産援助(KR-2)で供与された深井戸建設資機材を使用し、39本の深井戸を掘削し、1986/87年にも18本の掘削が計画されているが、1987年2月末現在で灌漑に利用されている深井戸は、IAPの9本(日本政府の技術協力で派遣された日本人専門家の指導で完成した)とNawalpur

園芸農場のポンプ井1本および自噴井の7本だけである。深井戸灌漑事業が順調に進展していない原因は、ネパール国の同事業に対する必要な知識と計画立案の能力、深井戸位置の選定に係わる水理地質調査技術、さく井技術等の欠如だけでなく、巨額を要する深井戸掘削、灌漑施設建設資金の不足および深井戸灌漑の運営、維持管理能力の不足にある。

上記の問題点を解決し、深井戸灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図るために、ネパール政府は、TIATSPの重点事業である「テライ地下水開発計画」(日本政府のKR-2援助で供与された深井戸建設資機材を使用して、150本の深井戸と約3,000haを灌漑する水利施設を建設する)を策定し、日本政府に同計画を実施するための無償資金協力を要請した。

7. これに応え、日本政府は、国際協力事業団を通じて、1986年8月から9月にかけて事前調査団を派遣し、ネパール政府の本計画を実施したいという強い意向、実施体制、計画の有意性を確認するとともに、技術的・経済的にも実施が可能であると判断するに至った。この事前調査結果に基づき、国際協力事業団は、1987年1月7日から3月6日まで基本設計調査団を派遣した。

調査団は、計画地域の地下水賦存量分布、4本の試掘、KR-2供与済み深井戸灌漑施設建設資機材の評価、地形測量を含む開発ブロックの選定、現状の問題点と対策等の調査を行うとともに、基本設計を実施するために必要な資料と情報の収集およびネパール国の当該計画の実施機関であるTIATSPとその監督官庁である農業省 (Ministry of Agriculture) と協議を行った。この現地調査と要請内容の検討を含む国内解析によって、当該計画は次のごとき妥当性と意義を有することが確認された。

- (1) 日本政府のKR-2供与済み深井戸灌漑施設建設資機材に必要な資機材を追加すれば、115本程度の深井戸と4,600ha程度を灌漑する水利施設の建設は十分に可能である(妥当性)。
- (2) 灌漑面積の拡大(約4,600ha)と通年灌漑によって農産物の安定的増産が図れる(意義)。
- (3) 通年灌漑によって土地生産性が大幅に向上し、農作物の単位収量も激増するため、農家収入の増大が図れる(意義)。
- (4) そのため、農家の生活水準の向上と地域農民の社会福祉の増進が図れる(意義)。

- (5) 日本の技術の導入によって、ネパールにおける深井戸灌漑開発技術が向上する(意義)。
- (6) テライ平野における今後の深井戸灌漑開発計画の運営・維持管理モデルとなり得る(意義)。

8. 要請内容の検討結果に基づく、当該計画の計画概要は以下の通りである。

1) 基本構想

- (1) 計画対象地区 : ジャナカプール県内3郡(ダヌーサ、マホタリ、サルラヒ)のテライ平野。
- (2) 計画内容 : KR-2深井戸灌漑施設建設資機材に必要な資機材を追加することによって、深井戸115本と約4,600haの灌漑が可能な水利施設を建設する。

2) 開発地区

- (1) 開発ブロック数 : ダヌーサ郡 11、マホタリ郡 4、サルラヒ郡 8の23開発ブロックとする。このうち、最優先開発ブロックは、ダヌーサ郡 4、マホタリ郡 2、サルラヒ郡 2の計8である。
- (2) 開発ブロック内灌漑地区 : 各開発ブロック内の灌漑地区は5とする。1灌漑地区の面積は、その地区内に1本建設する深井戸の揚水可能量に合せ、最小25ha、最大55haとする。

### 3) 地下水開発計画

#### (1) 深井戸計画

① 計画地区の水理地質特性を考慮し、4タイプの標準深井戸を設定する。標準深井戸の仕様と適用地区は以下の通りとする。

タイプ	I	II	III	IV
揚水可能量	40ℓ/sec	25~30ℓ/sec	40~55ℓ/sec	40ℓ/sec
掘削深度	89m	159m	205m	205m
ケーシング長	54m	114m	150m	150m
スクリーン長	30m	40m	50m	50m
予想動水位	25m	50m	25m	35m
適用ポンプ	岡本ポンプ	荏原ポンプ 岡本ポンプ	荏原ポンプ	荏原ポンプ
適用地区	サルラヒ郡北部	ダヌーサ郡北部 マホタリ郡北部	ダヌーサ郡中央部 マホタリ郡南部 サルラヒ郡南部	ダヌーサ郡中北部 マホタリ郡中北部 ダヌーサ郡南東部
開発ブロック数	4(1)	9(2)	9(5)	1
深井戸本数	20	45	45	5

注：( )内数字は、最優先開発ブロック数を示す。

② 深井戸の配置は、地形条件が許すかぎり群井方式とする。

#### (2) 試験井の掘削

：各開発ブロックに建設する生産井(5本)の揚水可能量、掘削と井戸の仕様等を確認するため、生産井5本のうちの1本を試験井として先行掘削する。

### 4) 灌漑計画

#### (1) 灌漑面積

：単位用水量を1ℓ/sec/ha(ポンプ運転時間は日中の12時間を原則とする)とし、深井戸の揚水可能量別に計算すると、灌漑面積は4,625haとなる(従って、灌漑面積は深井戸の実揚水量に応じて変更される)。

- (2) 灌漑方法 : 各圃場への均等水配分水管理が容易な輪番灌漑とする。
- (3) 水利施設 : 各灌漑区に以下の水利施設を建設する。ただし、幹線水路長と構造物数量は、灌漑区の地形条件と生産井の揚水可能量によって大きく異なる(表5.1参照)。
- ポンプハウス(レンガ・モルタル構造)
  - オペレーターハウス(レンガ・モルタル構造)
  - 幹線水路(レンガ・モルタル構造)
  - 付帯構造物(レンガ・モルタル構造)
- 取水工  
落差工  
排水暗渠  
道路横断カルバート  
歩行バス  
家畜バス  
分水箱  
水路曲折箱  
止水板  
共同プール(各ブロック1ヵ所)

5) 年次別開発ブロック数

- (1) 初年度の開発ブロック数 : 交換公文の締結時期、詳細設計期間、入札関連期間と可能工期(5か月)を考慮し、最優先開発8ブロックのうちの5ブロックとする。
- (2) 2年度以降の開発ブロック数 : 2、3、4年度は各6ブロックとする。

## 6) 資機材計画

- (1) 資機材の整備 : 掘削リグ(特にマッドポンプ)の点検・整備、現存8"ジョンソンスクリーン約2,600mの補強、現存タービンポンプ計50台のポンプ軸と揚水管の延長、車輛の整備等が必要である。
- (2) 追加資機材 : 115本の生産深井戸(23本の試験井を含む)および115灌漑区の水利施設を建設するためには、8"リングベース・スクリーン、17 $\frac{1}{2}$ "と14 $\frac{3}{4}$ "トリコンピット、運搬車輛、建設機械、管理用車輛およびそれらの部品、消耗材等の追加購入が必要である。

## 7) 事業実施計画

- (1) 実施体制 : 当該計画は農業省の管轄下にあるTIATSPの地下水開発事業に含まれるため、実施主体は農業省、実施機関はTIATSPとする。日本政府の無償資金協力システムに基づき、建設工事は日本の施工業者が請負い、詳細設計と施工監理は日本のコンサルタントが実施する。
- (2) 施設の維持管理 : 完成後のポンプと水利施設の維持管理は、TIATSPが行い、その費用を受益農民から水代として徴収する。
- (3) 末端施設の整備 : 支線水路とその付帯構造物は、受益農民が建設するものとする。このため、ネパール政府は、各灌漑区ごとに水利組合を結成させる。

9. 当該計画の実施は、使用可能な井戸掘削機械と土木施工機械、年間の施工可能期間(乾季)に比べ、工事数量が極端に多いため4期に分けられる。各期に実施する工事は次の通りとする。



第1期工事：深井戸(生産井)25本(試験井から転用の5本を含む)と5開発ブロックの25灌漑区内水利施設の建設、追加供与資機材の購送、第2期工事分6開発ブロックの試験井掘削(各ブロック1本、計6本)

第2期工事：生産井30本(試験井から転用の6本を含む)と6開発ブロックの30灌漑区内水利施設の建設、第3期工事分6開発ブロックの試験井掘削(各ブロック1本、計6本)

第3期工事：生産井30本(試験井から転用の6本を含む)と6開発ブロックの30灌漑区内水利施設の建設、第4期工事分6開発ブロックの試験井掘削(各ブロック1本、計6本)

第4期工事：生産井30本(試験井から転用の6本を含む)と6開発ブロックの30灌漑区内水利施設の建設

第1期工事に係る交換公文(E/N)締結(1988年7月末を予定している)後、直ちにコンサルタント契約を行い、詳細設計(第1期工事分の入札書類作成を含み、2ヵ月間)から入札資格審査、入札、入札審査、請負工事契約等に5ヵ月間、請負業者の準備・仮設に1ヵ月を見込み、工事開始は1989年2月を予定する。工事期間は5ヵ月を予定し、TIATSPから貸与された機械類の整備も1989年7月末までに終了させるものとする。

第2期工事に係る交換公文締結は1989年7月末を予定する。第2期工事の入札資格審査から請負工事契約までを1989年8月から同年10月までの3ヵ月間で終了させ、請負業者の準備・仮設に1ヵ月を予定し、工事開始は1989年12月とする。工事期間は1990年6月までの7ヵ月を予定し、TIATSP貸与機械類の整備も同年7月末までに完了の予定とする。

第3期および第4期の実施スケジュールは、第2期のそれよりそれぞれ1年および2年遅れとなる。

10. 当該計画の実施によって、計画地区内の灌漑耕地の拡大、通年灌漑による農産物の安定的増産、土地生産性の向上と農作物の単位収量増による農家収入の増大と生活水準の向上といった直接効果のみならず、地域農民の社会福祉の増進、深井戸灌漑技術の確立、テライ平野の他の深井戸灌漑計画の運営・維持管理モデルになり得る等の間接効果も期待できる。ネパール側の実施体制、即ち、実施主体は農業省、実施機関はTIATSP、にも問題はなく、TIATSPの組織を強化することによって、本計画の実施は十分に可能である。

一方、計画地区の地下水賦存量分布、KR-2現存深井戸資機材(相当量の追加資機材が必要)等の技術的判断からも、深井戸115本(1本当りの揚水可能量25ℓ/sec~55ℓ/sec)とこれに見合った23開発ブロック計115灌漑区内水利施設の建設は十分に可能である。ネパール政府は、受益農民による水利組合の結成、同組合からの水代の徴収等によって、完成した施設の維持管理に万全を期すことを表明しており、1井当りの揚水量が25ℓ/sec以上あれば、農家経済の観点からも水代の徴収は可能である。しかし、水理地質調査技術、掘削・仕上げのさく井技術等に乏しく、かつ国家財政を外国援助で賄っているネパール国が独自の技術と資金で、本計画を実施することは極めて困難である。

11. これらの状況に鑑み、ネパール政府の当該計画の実施要請は妥当であり、テライ平野の新規地下水灌漑開発計画を実施する意義は大きく、日本政府の無償資金協力案件として適当である。

しかし、今回の基本設計調査では、揚水試験が実施されえなかったこと、既存深井戸に対する揚水試験点数の不足、電気探査点数の不足等によって各開発ブロックの深井戸揚水可能量が確認されておらず、生産井と水利施設の仕様と規模を決定するまでには至っていない。また、最優先開発8ブロック以外の15開発ブロックの位置、現存8"ジョンソンスクリーンの補強策等も確定したとは言い難い。これらの諸点は、当該計画の技術的妥当性を左右する重大な問題であるため、早急なる解決を要する。この観点から、基本設計2次調査の早期実施を行う必要がある。

ネパール王国  
テライ地下水開発計画  
基本設計調査報告書

目 次

テライ地下水開発計画位置図 .....	i
要約 .....	iii
第1章 緒 言 .....	1
第2章 計画の背景 .....	5
2.1 国家開発計画 .....	5
2.1.1 一般概要 .....	5
2.1.2 開発計画 .....	7
2.2 農業の現況 .....	12
2.3 灌漑の現況 .....	17
2.4 外国援助の動向 .....	19
2.5 要請の内容 .....	21
2.6 事前調査 .....	25
第3章 計画地域の概況 .....	27
3.1 一般概況 .....	27
3.1.1 位置と地勢 .....	27
3.1.2 一般社会経済、産業等の現況 .....	28
3.1.3 農業と灌漑の現況 .....	30
3.2 自然概況 .....	34
3.2.1 気象、水文 .....	34
3.2.2 地形 .....	36
3.2.3 水理地質 .....	37
3.3 TIATSPの概要 .....	45
3.3.1 事業概要 .....	45
3.3.2 事業費 .....	47
3.3.3 組織と人員配置 .....	48
3.3.4 KR-2深井戸資機材の現況 .....	48

第4章	計画の概要	51
4.1	計画の目的	51
4.2	要請内容の検討および計画概要	53
4.2.1	基本構想	54
4.2.2	開発地区	54
4.2.3	地下水開発計画	57
4.2.4	灌漑計画	60
4.2.5	年次別開発ブロック数	62
4.2.6	資機材計画	64
4.3	日本の技術協力	70
第5章	基本設計	71
5.1	設計方針	71
5.2	設計条件	72
5.3	基本設計	74
5.3.1	深井戸位置	74
5.3.2	深井戸の仕様	75
5.3.3	灌漑施設の配置	83
5.3.4	ポンプハウスとオペレーター小屋の基本設計	84
5.3.5	幹線水路と付帯構造物の基本設計	88
5.3.6	追加資機材の概略仕様	95
第6章	基本設計2次調査	97
6.1	本調査の成果と問題点	97
6.1.1	一般	97
6.1.2	試掘調査	97
6.1.3	水理地質調査	99
6.1.4	電気探査	100
6.1.5	KR-2深井戸資機材の評価調査	101
6.1.6	開発ブロックの選定	103
6.1.7	3開発ブロックの測量と地形図の作成	104
6.2	調査の目的	105

6.3	調査計画	106
6.3.1	追加資機材の購送	106
6.3.2	国内事前準備作業	106
6.3.3	現地調査	107
6.3.4	国内解析作業	109
6.4	調査スケジュール	112
6.5	要員計画	114
6.6	資機材計画	116
6.7	ネパール側の便宜供与	122
第7章	事業実施計画	125
7.1	実施体制	125
7.2	業務範囲	127
7.3	実施スケジュール	129
7.4	資機材調達計画	130
7.4.1	資機材の調達	131
7.4.2	輸送計画	131
7.5	維持管理計画	132
7.5.1	施設の維持管理	132
7.5.2	末端施設の整備	133
7.5.3	農民に対する教育・訓練	133
第8章	結論と提言	135

付表・付図リスト

表3.1	既存井戸による揚水試験結果一覧表 .....	137
表3.2	既存深井戸資料(1/4-4/4) .....	138
表3.3	深井戸水質データ .....	142
表4.1	ネパール政府提案の開発ブロック概査結果一覧表(1/6-6/6) .....	143
表4.2	最優先開発ブロック(8ブロック)一覧表(1/3-3/3) .....	149
表4.3	ネパール側要請30開発ブロックと見直し後の23開発ブロック一覧表 .....	152
表4.4	標準深井戸の諸元 .....	153
表4.5	生産井(115本)掘削用主要資機材(1/4-4/4) .....	154
表4.6	生産井(115本)掘削に必要となる部品(1/3-3/3) .....	158
表4.7	要請内容および計画内容の概要比較(1/14-14/14) .....	161
表4.8	要請内容の検討および基本計画(1/19-19/19) .....	175
表5.1	灌漑施設概要(1/3-3/3) .....	194
表5.2	追加供与資機材の概略仕様(1/2-2/2) .....	197
図3.1	水理地質平面図 .....	199
図3.2	水理地質断面図(1/3-3/3) .....	201
図3.3	既存深井戸位置図 .....	207
図3.4	浅井戸の地下水位・可能揚水量分布図 .....	209

図3.5	浅井戸のPH電導度・水温分布図 .....	211
図3.6	深井戸の地下水位+PH分布図 .....	213
図3.7	深井戸の電導度・水温分布図 .....	215
図3.8	深井戸の比湧出量分布図 .....	217
図3.9	深井戸の透水量係数分布図 .....	219
図3.10	TIATSPの組織と人員配置 .....	221
図4.1	地下水賦存量および開発地区位置図 .....	223
図4.2	標準深井戸模式図 .....	225
図4.3	電探解析結果図(1/4 - 4/4) .....	227
図6.1	基本設計2次調査業務実施作業工程表 .....	235
図6.2	基本設計2次調査要員計画表 .....	236
図7.1	テライ地下水開発計画実施スケジュール .....	237

付属資料

添付図面





## 第1章 緒 言



## 第1章 緒 言

テライ地下水開発計画の対象地域は、ネパール王国中部開発地域の主要部に位置するJanakpur県内の3郡(Dnahusha, Mohottari, Sarlahi)にまたがるテライ平野のうち、表流水灌漑が可能な耕地約34,000ha(Kamala川右岸地区の約12,500ha、Bagmati川左岸地区の約18,500haと同川下流域Manusmara川左岸地区の約3,000ha)と同平野中央部で開発が進められている浅井戸灌漑計画地区約51,000haを除いた約110,000haの既耕地である。

ネパール王国政府は、テライ平野のうち表流水灌漑が困難な地域の灌漑農業開発を推進するため、日本の技術協力と無償資金協力を得て、1971年11月ジャナカプール農業開発計画(Janakpur Zone Agriculture Development Project、通称JADP)を開始し、農業生産の増大、地域農民の収入増加と生活水準の向上を目的とした各種の農業開発事業を実施してきた。このうち、浅井戸灌漑事業の進捗は目覚ましく、1986年6月までに、2,256本(うち成功井1,977本、成功井率88%、灌漑可能耕地約13,800ha)を掘削した。JADPは地下水灌漑事業の一層の推進等を図るため、1986年1月TIATSP(Tubewell Irrigation, Agriculture, Training and Services Project)に改組されたが、浅井戸灌漑事業は1987年3月現在も進行中であり、1991年まで継続される計画となっている。

一方、JADP事業の一環として、1976年に開始された深井戸灌漑事業は、1984年までに24本の深井戸を掘削し、1985、86年には、日本政府の食糧増産援助(KR-2)で供与された深井戸さく井建設資機材を使用し、41本の深井戸を掘削した。さらに、1986/87年度には、18本の掘削が計画されており、1987年2月末現在、3本を完削している。しかし、JADP/TIATSPが掘削した深井戸の中で、1987年2月末現在で灌漑に利用されている深井戸は、IAP(Intensive Irrigation and Agriculture Program)事業として日本人専門家の指導下で1977年に完削され、1983年にポンプが設置された9本とナワルプール園芸農場のポンプ井1本及び自噴井7本だけである。日本のさく井業者が完成させた15本の深井戸は、維持・管理組織等に問題があるため、利用開始は1987年4月以降になる見込みである。

JADP/TIATSPの深井戸灌漑事業が順調に進展していない原因はネパール国の同事業に対する必要な知識と計画立案能力、深井戸位置の選定に係わる水理地質調査技術、さく井技術等の欠如だけでなく、巨額を要する深井戸掘削、灌漑施設建設資金の不足および深井戸灌漑の運営、維持管理能力の不足にある。

上述の様な背景と実情を踏まえ、ネパール政府は、当該計画地区の 1)灌漑耕地の拡大、2)農産物の安定的増産、3)農家収入の増大、4)農家の生活水準の向上と地域住民の社会福祉の増進を目的とした深井戸灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図るべく、1986年4月日本政府に

KR-2深井戸建設資機材を用いて150本の深井戸を掘削し、約3,000haが灌漑可能な水利施設を建設する無償資金協力を要請した。これに応え、日本政府は、国際協力事業団を通じて1986年8月から9月にかけて事前調査団を派遣し、ネパール王国政府の本計画を実施したいという強い意向、実施体制、計画の有意性を確認するとともに技術的・経済的にも実施が可能であると判断するに至った。

この事前調査結果に基づき、KR-2援助で供与された深井戸建設資機材で可能な深井戸数とこれに見合った灌漑施設を建設する意義と効果、また計画地域農村住民の生活水準の向上、社会福祉の増進等を考慮して、国際協力事業団は、1987年1月7日から3月6日までの間、外務省経済協力局無償資金協力課古谷昌伯氏を団長とする基本設計調査団をネパールに派遣した。調査団は計画地域の地下水賦存量分布、4本の試掘、KR-2供与済み深井戸建設資機材の評価、地形測量を含む開発ブロックの選定、現状の問題点と対策等の調査を行うとともに、基本設計を実施するために必要な資料と情報の収集およびネパール国の当該計画の実施機関であるTIATSPとその監督官庁である農業省(Ministry of Agriculture)と協議を行った。

基本設計調査団の現地調査の主作業は次の通りであった。

- 1) インセプション・レポートの説明、協議
- 2) 協議議事録の作成
- 3) 基本設計に必要な資料、情報の収集、整理
- 4) 計画対象地域の現況把握のための現場調査
- 5) 試掘井4本の掘削
- 6) 3開発ブロックの測量と1/1000地形図の作成
- 7) ネパール側要請内容の確認および協議

なお、調査団の団員リスト、調査日程、収集リストおよびネパールにて面談した関係者とネパール政府側カウンターパートのリストは資料編に添付してある。

基本設計調査団は、上述現地調査の結果を踏まえ、国内解析において検討した当該計画の妥当性と策定した計画内容・規模、施設の概略設計、事業の実施体制、次に行うべき基本設計2次調査の内容、実施工程、要員計画と調査資機材、ネパール政府の便宜供与および結論・提言をとりまとめドラフトファイナルレポートを作成した。このレポートの説明と必要な協議を行わせ

るべく、国際協力事業団は、5月29日から6月5日の間ネパールに外務省古谷昌伯氏(前出)を団長とするドラフトファイナルレポート説明ミッションを派遣した。

本基本設計調査報告書は、上述の協議で明らかとなったネパール側のコメントを基に、ドラフトファイナルレポートを修正、加筆したものである。



## 第2章 計画の背景





## 第2章 計画の背景

### 2.1 国家開発計画

#### 2.1.1 一般概況

ネパール王国は、ヒマラヤ連峰の南麓に沿って横長の短冊形をなしており、北は中国領チベット、南はインド亜大陸に囲まれているランド・ロックド・カンツリーで、北緯26°~30°、東経80°~88°に位置している。国土面積は約15万平方キロメートルで、北海道の約1.9倍であり、東西に約900キロメートル、南北には広いところで二百数十キロメートルしかない。ヒマラヤ山脈の南面をなしているために北高南低の標高差が大きく、人の住む地域に限れば、山岳地帯の4000メートル以上の高地からテライ平野部の100メートルまでの急傾斜をなしている。

この高度差による気温の差と年間の降雨量が、山岳地帯および西部地帯では年間数百ミリメートルから、テライ地方の1,300ミリメートルと大きく相違しているために、ネパールの自然的生態系は、北部の山岳地帯と、それに続く丘陵地帯、南部の平野地帯という、標高差による3分類に加えて、東部寄りのモンスーン地帯と、西部の大陸性乾燥地帯という縦割りの降雨量差が加わって、計6類型に分けられ、それぞれに異なった農耕文化を形成している。

国土の利用状況は、総国土面積のうち約18%が農耕地、38%が森林地、44%が牧草地、山地、荒蕪地となっている。1980年の調査では、耕地面積が大幅に増加、森林地帯が急速に減少しているようである。

ネパールの住民は、マディシと呼ばれるインド系ネパール人、タライの原住民、バルバテ(ネパール土着のヒンズー系住民)、ネワール系住民、ヒマラヤ原住民、チベット系住民に大別される。住民の最大多数(89.5%)はヒンズー教徒であり、国教はヒンズー教である。

ネパールが、現在の王家がクーデターによってラナ将軍による独裁政権を打倒し国王親政の下に開国に踏みきったのは1951年である。その後、1960年までの間は政党内閣制の政体をとっていたが、1960年の12月以来、今日に至るまで現在のパンチャヤット(Panchayat)制をとっている。すなわち、村落単位でパンチャヤット議員を選出し、各村落パンチャヤットは全国75の県(district)パンチャヤット議員を互選し、さらに互選議員と

て、ラシエトラ(国)・パンチャヤットを形づくっている。政党活動は現在、認められていない。

ネパールは、1983/84年においても農・林・漁業生産額がGDPの62%を占め、工業生産額のそれは4.6%にすぎず、住民の89.9%が農・林・漁業に従事している農業国である。1982年の1人当り年間所得は172米ドルと推計されており、いわゆる最貧国であるのみならず、所得階層の上位10%が全所得の46.5%を占めており、国民の所得格差もきわめて大きい。

ネパールは、1956年以来、1985年までに6次にわたる5ヵ年計画を実施し、現在、第7次5ヵ年計画(1985~90年)の2年目に入っている。初期の5ヵ年計画は相対的な達成目標も明示されておらず、個々のプロジェクトの寄せ集めにすぎなかったが、第4次5ヵ年計画期(1970~75年)頃より行政組織が逐次整備され、海外からの経済協力資金の流入が順調に増加してくるにつれて開発投資額も増加しはじめた。

しかし、第4次5ヵ年計画以来、後続の5ヵ年計画では、GDPの目標年平均成長率を4~4.3%において経済開発に努めてきたが、国民生産の向上には顕著な進展がみられず、第5次計画までは年平均成長率が2.3%台に停滞していたが、第6次計画では4.4%に向上した。現在の人口増加率は2.7%とされているので、1人当り所得では1.70%の成長となっている。

これまでの開発努力は、いくつかの分野で成果をあげることができた。農業部門では米、小麦の生産高が増加した。また、電力の供給能力は急速に増大した。一方、国民経済の形成に必要な道路網は幹線道路が次々と完成し、物資の国内移動が行なわれ始めている。内容にはおおいに問題があるが、教育や医療部門の整備も数字の上では目覚ましいものがある。

しかし、これらの諸投資は、GDPの成長率に示されるように、まだ所期の生産力効果をあげるまでには到っていない。

ネパールの財政収入は、関税収入と販売税収入に大きく依存しているが、経済活動水準が上向いてこない限り増収は望み得ない。直接税は、財源、徴税能力の双方から増収が期待できない。国内資金調達力の不足は、海外援助が成約した開発プロジェクトの進捗の障害となりつつある。

開発の進展につれて、投入財を中心に輸入が年々増加してくる一方、輸出額は、伝統的な輸出品である農産物が国内消費の増加にともなって輸出余剰を減少させつつある。

ネパールは農業国であり、経済成長率は農業生産の動向によって大きく左右される。これまでの開発計画においても、農業部門への投資は、インフラ部門の整備と並んできわめて重視され、各国・機関の経済協力も農業生産の向上に傾注されてきた。すなわち、新品種の導入や肥料の多投方式、灌漑網の拡充、栽培パターンの改善等の新しい生産技術の導入が推進された。これらの開発努力は徐々に成果をあげつつあるが、投資額に対して収益効果の大きいテライ地方に開発資金が集中し、開拓農民の大量の流入をもたらし、森林地帯の消滅をいっそう加速化している。森林の乱伐は森林の保水能力を低下させ、洪水、地崩れ、旱魃の被害を大きくするし、無統制な家畜の放牧は灌木・草を根絶やしにし、表土の流出と相俟って地味をおとろえさせ、農業をとりまく自然環境の悪化も急速に進んでいる。

## 2.1.2 開発計画

ネパールは現在第7次5ヵ年計画を実施中である。

第7次5ヵ年計画の政策課題は、第6次計画の実績を踏まえ、(1)計画と実行の間隙を狭め、構想を現実化する、(2)生産と雇用機会の拡大と国民の最低の基本的必要を満たす、(3)生産力を国内の天然資源の開発をもとに高めていく、(4)自然資源を保護する、(5)人口問題への対策をとる、であるとしている。また戦略的留意点として、プロジェクトを厳しく選択し、資金・資源の乏しさを考えて優先度の高いものに投資を集中する、ことをあげている。

第7次5ヵ年計画の目標は、(1)生産拡大の加速化、(2)生産的雇用機会の拡大、(3)国民のミニマム・ニーズに応じるの3点で、すべて第6次計画目標と同じである。

(1)は、経済の低成長と人口の急増(1981年人口統計で年2.66%)から成長の加速化が急務となってきている点、とくに農業生産の大幅な改善を必要としているとの現状認識からきている。(2)は、労働人口の急増(1971年統計から1981年統計の期間に労働人口は200万人増)があり、これに対して非農業部門の雇用吸収力が小さいため農業部門に吸収されず余った労働力がプレッシャーとなっている。非農業部門は1971~81年に労働人口増加分の17%(33.8万人)を吸収したのみ、のこりは農業・牧畜部門に委ねられた。しかし農業部門はきわめて低成長であり、急増する労働力を吸収できていない。とくに山地の土地利用は限界にきている。このことから農業部門を中心に経済開発を加速する以外に解決策はない。(2)は(1)と直結する問題である。工業部門では、小規模労働集約的工業の発展の必要性も強調されている。これは第6次計画から始められた農村家内工業の振興、拡大を意図している。(3)では、(a)食糧、(b)布、(c)薪、(d)飲料水、(e)保健衛生、(f)初等技術教育、(g)農村

地帯輸送手段の7項目が挙げられている。このうちとくに(a)、(c)などに新しく重点が置かれている。(a)食糧は、丘陵、山岳地帯で恒常化してきた食糧危機、平地での生産余剰の縮小、人口増に対する食糧生産の絶対的不足、輸出余力を失ったことによる貿易収支の悪化などを抱え、深刻な問題となっている。(c)薪も、農村地帯での安価な燃料ではあるが、森林資源の枯渇、環境破壊を招いているという緊急に対応せざるをえない問題を背景にしている。

開発戦略は、当然のことながら農業部門の開発に第1の優先順位がつけられている。次いで、森林資源開発と土地の保全も配慮すべき分野として挙げられている。水資源の開発では、水資源の利用と経済開発を結びつけるため、電力を利用した輸送手段、水路の開発、電力利用工業の開発などがあげられている。また、水資源開発のためには近隣国(インド)との協力をもとに、開発の明確な方向づけが必要だとしている。工業開発は多くのボトルネックを抱えている分野であるが、この点で、ネパールの地理的条件、天然資源の賦存状況、狭隘な国内市場を考えると大規模工業設立の余地は少ない。従って、ネパールの工業化は小規模工業から始めていきたいとして、政策の方向性をかなり明確に出しているのが注目される。その他、輸出の促進、地域的プロジェクトを地域の執行に委ねる「地方化」案、民間部門の活動を盛り上げるための政府の干渉、統制の削減などの案が盛られている。

第7次計画期に1人当たり所得を年率2%引上げるためには、現在の人口増加率2.66%では国民生産を年率4.7%増としなければならない。第7次計画はこれより目標を下げてGDP成長率目標を年率4.5%としている。この目標を実現するには、農業部門の成長率3.5%、非農業部門は5.7%の成長率実現を要する。これが実現された場合の1人当たり所得の伸びは1.8%増となると計算されている。

計画期間の投資総額は514.1億ルピー(1984/85価格)と見積られている。投資総額のうち非政府部門(民間、パンチャヤット)が46%を負担し、政府部門投資は270億ルピーとなる。

政府部門投資270億ルピーは、290億ルピーの開発支出を必要とする。このうち10億ルピーはパンチャヤット部門への助成金、さらに10億ルピーは民間部門への融資である。

政府支出総額290億ルピーの財源は、総額の71%、204.8億ルピーの外国援助を見込んでいる。のこり29%、85.2億ルピーは内資であるが、外資導入プロジェクトの内貨負担比率は1:0.22であるため、外国プロジェクト用に約45.1億ルピーを留保しておく必要がある。したがって政府が独自に実行できる開発支出は40.1億ルピーにすぎない。

内資部分をみると、1984/85価格の歳入見積りは220.6億ルピー、経常支出は189.7億ルピー、歳入の伸びを年率5%、経常支出の伸びを同7.7%とみると5年間の歳入余剰は30.9億ルピーとなる。これに加えて国債発行25億ルピー、金融部門からの借入れ10億ルピーを予定すると、不足分は19.3億ルピーとなる。これには増税による収入を見込んでいる。

支出の内訳は、次表に示すごとく、農業・灌漑への投資が最優先され、動力・エネルギーが2位優先、3位優先の運輸部門では、幹線道路建設とならんで農村道路、吊橋などが重視されている。

### 第7次計画の資金計画(公的部門)

1984/85価格(単位:百万ルピー)

歳入余剰		3,090
	歳入	(22,060)
	経常支出	(18,970)
追加財源		1,930
内債		3,500
	銀行部門	(2,500)
	非銀行部門	(1,000)
外国援助		20,480
合計		29,000
		(約4,030億円)

(出典): The Seventh Plan (1985-1990), HMG, National Planning Commission, June 1985

### 第7次計画開発支出の内訳

1984/85価格(単位:百万ルピー)

	政府部門	民間部門	パンチャヤト部門	総額	%
農業・林業・灌漑	8,380	8,350	550	17,280	34.3
工業・鉱業・電力	7,040	3,370	30	10,840	21.5
運輸・通信	5,130	1,530	600	7,260	14.4
社会サービス・その他	6,450	7,760	820	15,030	29.8
総額	27,000	21,410 <sup>∠1</sup>	2,000 <sup>∠2</sup>	51,410	100.0

注) ∠1 : このうち10億ルピーは政府融資。

∠2 : このうち10億ルピーは政府の補助金。

(出典)The Seventh Plan (1985-1990), HMG, National Planning Commission, June 1985

## 公的開発支出内訳

1984/85価格(単位:百万ルピー)

	総 額	割 合
A. 農業・灌漑・林業	<u>8,875.9</u>	<u>30.6</u>
1) 農業	3,983.0	13.7
2) 灌漑	3,296.3	11.4
3) 土地改良	27.2	0.0
4) 協同組合	17.7	0.0
5) 地籍測量	202.4	0.8
6) 林業	1,257.0	4.3
7) 移住	41.0	0.2
8) 気候	52.3	0.2
B. 工業・鉱業・動力	<u>7,546.5</u>	<u>26.0</u>
1) 工業	208.3	6.9
2) 家内工業	399.5	1.4
3) 鉱業・地質	128.0	0.4
4) 動力・エネルギー	4,812.7	16.6
5) 商業	80.2	0.3
6) 労働	33.4	0.1
7) 旅行	44.0	0.3
C. 輸送・通信	<u>5,132.5</u>	<u>17.7</u>
1) 輸送	4,594.8	15.8
2) 通信	537.7	1.9
D. 社会サービス	<u>7,329.7</u>	<u>25.3</u>
1) 教育・文化	3,010.2	10.0
2) 衛生	1,337.0	4.6
3) 飲料水	989.0	3.4
4) パンチャット	1,741.2	6.0
5) 住宅・町計画	158.1	0.5
6) 情報・放送	16.1	0.1
7) 厚生	78.1	0.3
E. その他	<u>115.4</u>	<u>0.4</u>
合 計	<u>29,000.0</u>	<u>100.0</u>

出典: The Seventh Plan (1985-1990), HMG, National Planning Commission, June 1985

なお、第7次5ヵ年計画では、主要産物の生産目標を以下のごとく設定している

### 第7次5ヵ年計画における主要農産物の生産目標

(単位：千トン)

	Estimated situation of base year 1984/85	Situation at the end of the Seventh Plan	Growth	Growth in percent
Foodgrains	4,314.00	5,361.00	1,047.00	24
Pulses	88.00	95.00	7.00	8
Cash crops				
Sugarcane	500.00	800.00	300.00	60
Tea	0.900	1.569	0.669	74
Oil seeds	77.00	95.00	18.00	23
Cotton	1.70	16.00	14.30	841
Potatoes	409.00	521.00	212.00	27
Fruits				
Other fruits	298.00	383.00	85.00	28
Citrus fruits	45.00	79.00	34.00	76
Vegetables	742.00	870.00	128.00	17
Fish	6.20	8.30	2.10	34
Milk	705.00	842.00	137.00	19
Milk products	29.00	47.00	18.00	62
Meat	139.00	173.00	34.00	24
Eggs (million pieces)	210.00	232.00	22.20	11

### 第7次5ヵ年計画における主要農産物の年増産率

	Weight base year 1984/85 (100)	Estimate of production metric tons		Production index 1988/89	Annual growth
		1984/85	1988/89		
Foodgrains	83.720			122.13	4.10
Paddy	43.023	2,733,000	3,400,000	124.41	4.50
Maize	20.930	843,000	916,000	108.66	1.70
Wheat	11.628	600,000	900,000	150.00	8.40
Millet	6.976	115,000	120,000	104.35	0.90
Barley	1.163	23,000	25,000	108.70	1.70
Cash Crops	16.280			128.92	5.20
Sugarcane	1.163	500,000	800,000	160.00	9.90
Mustard seed	4.651	77,000	95,000	123.38	4.30
Tobacco	1.163	7,000	8,000	114.29	2.70
Jute	2.326	33,000	45,000	136.36	6.40
Potatoes	6.977	409,000	521,000	127.38	5.00
All major crops	100.000			123.24	4.30

## 2.2 農業の現況

過去5年間(1979/80~1983/84)の国内総生産(GDP)の60~62%を占め、総人口の80%以上が従事している農業部門は、他に経済を引っ張ってゆく部門を持たないネパールでは、今後も国の経済を支える最大の産業であり、その成長率がネパールの経済成長率を大きく左右することに変わりはない。

### (1) 土地利用状況

第7次5ヵ年計画によれば、約14.7百万haの国土を持つネパールの現況土地利用は以下の通りとなっている。

種 類	面 積 (百万ha)	占有率 (%)
農地	2.65	18.0
森林地	5.53	37.6
ヒマラヤ山岳地	2.25	15.3
放牧地	1.98	13.4
河川池、沼等	0.40	2.7
住宅、道路	0.10	0.7
その他(荒地、地滑り地、等)	1.80	12.3
計	14.71	100

### (2) 農業生産状況

1983/84年のGDPの62%を占め、生産高が221億ルピー(約3,390億円)に達した農業生産(畜産、林産、水産を含む)の基幹作物は米で、全穀物類生産の60%以上を占めているが、1982/83年の183万トン(大凶作)から1983/84年の276万トン(大豊作)と50%の生産量振幅があり、ネパールの食糧需給のみならず、国民経済を不安定なものにしている。



最近のネパールにおける主要作物の生産量と栽培面積の推移は下表の通りである。

### 主要作物生産量と栽培面積の推移

(生産量：1,000トン)  
(面積：1,000ha)

主要作物		1981/82	1982/83	1983/84	1984/85
1. 米	生産量	2,560	1,832	2,757	2,709
	面積	1,297	1,264	1,334	1,377
2. とうもろこし	生産量	752	718	761	820
	面積	475	510	504	579
3. 小麦	生産量	526	656	634	534
	面積	400	483	472	452
4. ミレット	生産量	122	121	115	124
	面積	122	129	124	134
5. 大麦	生産量	23	21	22	24
	面積	27	24	25	28
6. ポテト	生産量	320	373	383	420
	面積	52	59	59	66
7. 砂糖きび	生産量	590	616	509	408
	面積	25	25	23	17
8. 油種子	生産量	79	69	73	84
	面積	114	110	110	128
9. タバコ	生産量	5	6	7	6
	面積	7	8	9	9

Source : Statistical Pocket Book, Nepal, 1986

(3) 土地所有

ネパールの土地所有形態は下表に示すごとく、年々個人所有が増加している。

(1) 土地所有別農家数

(Unit : %)

Tenure	1961/62	1971/72	1981/82
Owned	59.64	81.01	90.48
Rented	7.17	4.38	1.34
Owned-Rented	33.19	14.61	8.19
Total Number	1,518,002	1,707,312	1,185,732
Percent	100	100	100

(2) 土地所有別経営面積

(Unit : %)

Tenure	1961/62	1971/72	1981/82
Owned	51.84	73.58	86.86
Rented	9.79	6.48	1.45
Owned-Rented	38.36	19.94	11.89
Total Hectares	1,685,425	1,654,023	2,463,717
Percent	100	100	100

また、土地所有規模別農家数と経営面積は下表に示す通りであり、経営面積は拡大傾向にある。

### 土地所有規模別農家数と経営面積

土地 所有 規模 (ha)	1961/62				1971/72				1981/82			
	農家戸数		経営面積		農家戸数		経営面積		農家戸数		経営面積	
	累積戸数 (千戸)	累積 パーセ ント (%)	累積面積 (千ha)	累積 パーセ ント (%)	累積戸数 (千戸)	累積 パーセ ント (%)	累積面積 (千ha)	累積 パーセ ント (%)	累積戸数 (千戸)	累積 パーセ ント (%)	累積面積 (千ha)	累積 パーセ ント (%)
<0.5	851.8	56.06	200.1	11.88	1,070.5	62.69	227.9	13.78	1,099.7	50.29	162.0	6.57
0.5<1.0	1,137.7	74.90	405.1	24.03	1,335.1	77.56	428.6	25.91	1,455.1	66.59	426.9	17.33
1.0<2.0	1,318.2	86.82	664.1	39.40	1,552.4	88.62	715.5	43.26	1,834.1	83.94	917.3	37.23
2.0<3.0	1,397.6	92.03	861.0	51.09	1,612.0	93.65	936.5	56.62	1,991.1	91.12	1,296.9	52.64
3.0<4.0	1,439.0	94.80	1,006.4	59.71	1,651.5	95.95	1,078.4	65.20	2,068.3	94.64	1,563.4	63.46
4.0<5.0	1,462.3	96.31	1,111.6	65.95	1,671.8	97.13	1,172.0	70.86	2,110.8	96.56	1,752.6	71.13
5.0<10.0	1,502.3	98.95	1,387.6	82.33	1,708.5	99.26	1,427.6	86.31	2,170.9	99.31	2,141.3	86.92
≥10.0	1,518.0	100.00	1,685.4	100.00	1,721.2	100.00	1,654.0	100.00	2,185.7	100.00	2,463.7	100.00

なお、主要穀物の栽培農家数と面積は、下表の通りとなっている。

### 主要穀物の栽培農家数と面積

(Number and area of holdings planted with different cereal crops, Nepal, 1971/72 and 1981/82)

Item	1971/72 (1)	1981/82 (2)	(2)/(1) %
<b>Paddy</b>			
Number of holdings	1,202,911	1,035,036	86.04
Area of holdings (ha)	995,071	1,394,123	140.10
Average area (ha)	0.83	1.35	162.65
<b>Wheat</b>			
Number of holdings	827,060	666,739	80.62
Area of holdings (ha)	255,747	389,172	152.17
Average area (ha)	0.31	0.58	187.10
<b>Maize</b>			
Number of holdings	1,177,739	846,525	71.87
Area of holdings (ha)	376,687	522,469	138.70
Average area (ha)	0.32	0.62	193.75
<b>Millet</b>			
Number of holdings	861,237	709,046	82.32
Area of holdings (ha)	140,749	154,420	109.71
Average area (ha)	0.16	0.22	137.50
<b>Barley</b>			
Number of holdings	289,884	183,834	63.34
Area of holdings (ha)	49,924	27,689	55.46
Average area (ha)	0.17	0.15	88.24
<b>Buck Wheat</b>			
Number of holdings	128,256	48,030	37.45
Area of holdings (ha)	17,253	10,814	55.46
Average area (ha)	0.13	0.23	176.92
<b>All Cereals</b>			
Number of holdings	4,487,987	3,489,210	77.76
Area of holdings (ha)	1,835,431	2,498,687	136.14
Average area (ha)	0.41	0.72	175.61

以上は、A Comparative Study of The National Sample Censuses of Agriculture of Nepal, 1986による。

## 2.3 灌漑の現況

ネパールにおける政府灌漑事業は、第1次国家開発計画がスタートした1956年に開始され、1960年代はインドが自国の治水上の必要から、無償資金協力で実施したテライ平野の国境沿い幹線水路とその一部の2次水路(現在のナラヤニ灌漑計画、スンサリモラム灌漑計画等の前身)の建設、1970年代は、その改修と2次、3次水路の増設が主流であったが、第5次5ヵ年計画が終了した1980年までに約20万haの灌漑を実現した。

また、第6次5ヵ年計画(1980~85年)に建設された灌漑施設は約14万haの灌漑を可能にしたと推定されている。しかし、1980年までに完成した灌漑施設は、設計・建設のミス、不十分な関連農業開発、不完全な維持管理等によって、現在の実灌漑面積は、10万haに過ぎないと言われている。

一方、農民自身が1980年までに建設した灌漑施設は約4万haと推定されているが、その大半は雨期中だけ、河川水を水田に供給する機能を有しているに過ぎず、乾期作の増産に貢献しているとは言いがたい。

上述の背景を踏まえ、第7次5ヵ年計画(1985~90年)では、重要な目標の1つとして、235,500haの灌漑面積の拡大を掲げており、その内訳は以下の通りとなっている。

第7次5ヵ年計画における灌漑面積の拡大目標

	水資源省	農業省
継続プロジェクト	106,003ha	
新規プロジェクト	29,490ha	
小規模灌漑		50,000ha
井戸灌漑		50,000ha
計	135,493ha	100,000ha

水資源省が開発を推進する135,493haの開発地域(Region)別地形別内訳は以下の通りであり、ジャナカプール県が属する中央開発地域が重視されている。

Region	Terai平野 (ha)	Hill地帯 (ha)	計 (ha)
東 部	39,235	2,385	41,620
中 央	34,500	2,390	36,890
西 部	8,666	5,227	13,893
中西部	5,500	1,560	7,060
極西部	10,950	3,480	14,430
未 定	21,600	0	21,600
計	120,451	15,042	135,493

農業省が推進する小規模灌漑と井戸灌漑の内訳は明らかでないが、井戸灌漑は中央開発地域に属するジャナカプール、ナラヤニ、ルンビニ3郡の継続事業が優先されると思われる。

灌漑施設としては、水路は幹線から3次水路まで全て土水路、3次水路以下の土水路は、受益農民自身が建設することになっているが、その普及度は高くない。付帯構造物は、頭首工(Barrage)、取水工、長大サイホン、橋等はコンクリート構造であるが、レンガモルタル構造が一般的である。

## 2.4 外国援助の動向

ネパールはCountry Dataの社会・経済指標に示されるように最貧国の1つであるため、1951年の開国以来、経済協力の対象国として援助国・機関から重視されてきた。現在でも、1人当りの援助受取額は約12ドル(1984/85実績)であり、アジア諸国の中では、スリランカ(約25ドル)についてバングラデシュとならび第2位となっている。

ネパールが第1次5ヵ年計画を開始した頃(1956~61年)の年間援助受取額は1,300万ドル程度であったが、先進諸国の援助体制が強化され、国際機関の経済協力が活発化しはじめた1970年以降は、援助額が急速に増加し、1970年に2,400万ドルであったものが1982/83に1.75億ドルとなり、1984/85には、1.86億ドルに達している。

経済協力の進展にともない、援助額の増加のみならず、援助の形態、協力の分野別配分、協力国の構成も変化してきている。援助形態では、初期の無償資金協力と技術協力から、国際機関の協力が活発になった1970年代には借款の割合が増加し、1980/81に44%、1984/85には56%まで上昇している。

援助の分野については、当初から道路や電力部門および農業、灌漑部門が重視されており、現在も大きな変化はないが、1977年頃からネパール政府の協力受入政策が変わり、協力プロジェクトの内容が変わってきている。すなわち、道路部門では、幹線道路に連結する地方道路、農道建設あるいは既存道路の補修等に、電力部門では送配電網の整備に、また農業・灌漑部門では中小規模事業と3、4次水路の建設へとシフトしてきている。

援助供与国別では、初期にはインド、中国、アメリカが大きな比重を占め、これら3カ国で援助総額の90%を構成していたが、1970年代に入ると中国、アメリカの援助額が相対的に減少し始め、替ってIDA、ADB、UNグループの比重が増大し、日本の援助額も増大してきた。1982/83年には援助総額の19%をIDA、18%をADBが占めるに至った。また、2国間協力では日本が総援助額の14%で第1位、インドが12%で第2位、中国は7%で第3位となっている。

供与額において2国間援助で第1位を占めている日本の経済協力は、ネパールの社会・経済開発に大きな貢献をしており、なかでも、クリカニ発電所の建設、ジャナカプール県農業開発、トリバン大学病院建設、カトマンズ配電網、研修員受け入れ、専門家派遣と海外青年協力隊による技術協力等は、非常に好評を得ている。

以上のごとく、援助額の増大にともない、ネパールの援助吸収能力の拡大、すなわち、協力プロジェクトに伴う国内資金の調達力の増大とプロジェクトの実施に必要な、現場技術

者、管理要員、政府職員等マンパワーの増強、借款比率の増加に伴う債務サービス支出能力の向上が必要である。ネパール政府も各種の訓練機関を設立して、マンパワーの養成に努力しており、援助国側も教育・技術訓練プロジェクトに対する資金供与、その他協力プロジェクトに対する現場研修プログラムの組み込み等マンパワーの養成に協力している。しかし、その成果は今もって不十分であり、今後は、その質的改善が必要とされている。また、ネパール側には増大する債務サービス額に対応できるような輸出額の増加に対する努力が要請されている。



## 2.5 要請の内容

ネパール政府は、ジャナカプール県内テライ平野の 1)灌漑耕地の拡大、2)農産物の安定的増産、3)農家収入の増大、4)農家の生活水準の向上と地域農民の社会福祉の増進を目的とした深井戸灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図るべく、1986年4月、日本政府にKR-2深井戸資機材を用いて150本の深井戸を掘削し、約3,000haが灌漑可能な水利施設を建設する無償資金協力を要請してきた。その要請内容を要約すれば、以下の通りである。

### 1. 基本構想

#### 1.1 計画の目的

- (1) 灌漑耕地の拡大
- (2) 農産物の安定的増産
- (3) 農家収入の増大
- (4) 農家の生活水準の向上と地域農民の社会福祉の増進

#### 1.2 計画対象地区

ジャナカプール県内テライ平野

#### 1.3 計画の内容

- (1) KR-2で供与された深井戸建設資機材を利用
- (2) 深井戸150本と3,000haを灌漑する水利施設の建設

### 2. 開発地区

#### 2.1 開発ブロックと優先順位

- (1) 開発ブロック数は30。1開発ブロックの粗面積は800ha。
- (2) 30開発ブロックの郡別、優先順位別ブロック数は以下の通り。

郡名	1位優先	2位優先	3位優先	計
ダヌーサ	7	2	3	12
マホタリ	3	3	5	11
サルラヒ	5	0	2	7
計	15	5	10	30

### 3. 地下水開発計画

#### 3.1 深井戸計画

深井戸本数は30開発ブロックで150本(1開発ブロック当たり5本)

#### 3.2 資機材計画

ネパール側が提供可能なKR-2資機材の主要なものは以下の通り。

##### (A) 深井戸建設資機材

- 掘削用リグ	7台
- 10.5m <sup>3</sup> /secエアコンプレッサー	7台
- 揚水試験用水中ポンプ	10台
- DCエンジンウエルダー	7台
- 14"ケーシングパイプ	7,500m
- 8"ケーシングパイプ	10,500m
- 8"ジョンソンタイプスクリーン	7,500m
- 14"→8"レデューサー	150個
- 17"1/2トリコンビット	60個
- 14"3/4トリコンビット	105個
- 60ℓ/secタービンポンプ	75台
- 45ℓ/secタービンポンプ	75台
- 3トンクレーン付4トントラック	7台
- 4m <sup>3</sup> 給水タンクローリー	5台
- 4m <sup>3</sup> 給油タンクローリー	1台
- 1トンピックアップトラック	7台

##### (B) 建設機械

- 11トンブルドーザー	5台
- 3.1mモーターグレーダー	2台
- 4トンバイプロロードローラー	3台
- トラクター+2トントレーラー	1台
- 3.5トンダンプトラック	5台
- 0.5m <sup>3</sup> コンクリートミキサー	4台

##### (C) 管理用車両

- ワゴンタイプジープ	3台
-------------	----

ただし、上記の数量は、基本設計のKR-2資機材評価調査の結果に基づき、大幅に変更されている(後述の4.3.5参照)。

#### 4. 灌漑排水計画

##### 4.1 計画方針

- (1) 深井戸1井当たりの灌漑面積は平均20ha。
- (2) 井戸の配置と幹線水路の設計は詳細設計ステージで決定する。

##### 4.2 水利施設

- (1) ポンプハウス                   各ポンプに1カ所  
  コンクリート1階建て17.64m<sup>2</sup>(4.2m×4.2m)×2.7m
- (2) 給水パイプ                   各ポンプ当たり500m(PVC8"と6")
- (3) オペレーターハウス       各ポンプに1カ所  
  コンクリート1階建て17.28m<sup>2</sup>(4.8m×3.6m)×2.4m
- (4) 幹線水路と付帯構造物
  - 幹線水路   各ポンプ当たり 500m  
  コンクリート水路  
  水路断面 0.315m<sup>2</sup>(0.525m×0.6m)
  - サイホン   各幹線水路当たり 2カ所、コンクリート製
  - 水路橋     各幹線水路当たり 1カ所、コンクリート製
  - 落差工     各幹線水路当たり 2カ所、コンクリート製
  - 取水工     各幹線水路当たり 20カ所、コンクリート製

#### 5. 管理運営体制

##### 5.1 責任官庁

農業省灌漑局

##### 5.2 実施機関

TIATSP(Tubewell Irrigation Agriculture Training and Services Project)

#### 6. 専業費の負担

##### 6.1 日本側負担

- (1) 深井戸、ポンプハウス、オペレーターハウスの建設とポンプ据付け

(2) 幹線水路と付帯構造物の建設

(3) 工事中仮設道路(既存道からポンプ場および水路までの新設と既存道の改修)

## 6.2 ネパール側負担

支線水路(土水路)とその付帯構造物の建設

## 2.6 事前調査

前項で記したネパール政府の要請に答え、日本政府は、国際協力事業団を通じて、1986年8月26日から9月19日までの間、要請内容の確認、サイト調査及び先方実施体制の確認等を行い、計画の妥当性と日本の協力の可能性ならびに対応方針を検討し、基本設計範囲をとりまとめることを目的とした事前調査団(団長: 外務省経済協力局無償資金協力課芳賀克彦氏)をネパールに派遣した。

事前調査の結果概要は、以下の通りである。

- 1) ネパール政府の新5ヵ年農業政策は、食料増産と農民の生活水準の向上が根幹となっており、テライ平野では、浅井戸および深井戸による灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図ることが最も効果的であり、かつ急務とされている。従って、ネパール政府にとって、当該計画の必要性はきわめて高く、その事業効果も、深井戸灌漑事業に関する技術移転を含め、きわめて大きい。
- 2) 深井戸の掘削地点、深度、可能揚水量等の水理地質に関する技術的課題は、基本設計調査で大半が解決できる。また、深井戸灌漑は、IAPおよびハルディナート農場の成功事例があり、深井戸1本当たりの揚水量が25ℓ/sec以上で、かつ施設の運営、維持管理が円滑に行われれば、当該計画の事業効果も十分期待できる。
- 3) 従って、当該計画の技術的、経済的可能性は、下記の諸点を前提条件として、十分に高いと判断され、日本の無償資金協力の対象プロジェクトとして妥当である。
  - (1) 深井戸灌漑の主目的は、雨期水稻の安定的増産と乾期作物の作付面積の拡大とする。また、灌漑面積は1ℓ/sec/haで計画する。
  - (2) 基本設計調査で、試掘井によるシワリク層の水理地質条件の確認、地盤沈下対策としての適正揚水量の検討および地下水位が低くかつ涌出能が低い北部地域での地下水開発手法の検討等を行い、当該地域での深層地下水開発に最適な井戸掘削と仕上げに関する仕様を確立する。
  - (3) 供与済み深井戸建設資機材の有効利用を前提とするが、北部地域の地下水開発のための水中モーターポンプ類、南部地域深層地下水開発のためのスクリーン、パイプ類等の資機材を追加供与する。

上述の調査結果を基に、事前調査団は以下の内容の基本設計調査の実施を提案した。

- (1) ネパール側要請の30開発ブロックの確認
- (2) 30開発ブロックのタイプ別分類(3~5タイプ)
- (3) 各タイプの代表地における灌漑施設の概略設計
- (4) 3本の試掘試験(東西ハイウェイ近傍で深度150m、ジャナカプールタウン北東部で深度210m~240m、ジャナカプールタウン南西部で深度210m~240mの計3カ所)
- (5) 深井戸建設用KR-2供与資機材の詳細調査

### 第3章 計画地区の概況





## 第3章 計画地域の概況

### 3.1 一般概況

#### 3.1.1 位置と地勢

計画対象地域を包含するジャナカプール県(Janakpur Zone)はネパール王国の5つに区分された開発地域(5 Development Regions)のうち、中部開発地域に属し、北は中国、南はインドに接し、西北は首都カトマンズのあるバグマティ県、西南はナラヤニ県、東は東部開発地域のサガルマタ県に接している。

県内を流下する主要川には、スンコシ川、バグマティ川(ナラヤニ県との県境をなす)、カマラ川(サガルマタ県との県境)等がある。

計画対象地域は、ダヌーサ、マホタリ、サルラヒ3郡の平野部(テライ平野の一部)をカバーしており、総面積は3郡の合計3,441km<sup>2</sup>の約70%にあたる2,410km<sup>2</sup>であり、耕地粗面積は約195,000haである。

この平野は、北(標高210m)から南のインド国境(標高60m)に向け緩やかに傾斜しており、東西方向の傾斜は極めて緩やかであるが、南下する多数の小川とその支川によって局部的にはかなり錯綜した地形となっている。

平野の中心市であるジャナカプールは、東西ハイウェイで首都カトマンズから車で約8時間(道路距離は約390km、しかし図上直線距離は約150km)、カトマンズからの空路(週3便)では、約35分の距離にある。TIATSPセンター(旧JADPセンター)はジャナカプール市の手前東西ハイウェイ寄り約19kmの地点に位置している。

### 3.1.2 一般社会経済、産業等の現況

#### 1) 人口と人口密度

1981年のセンサスの年平均人口増加率(2.66%)から推定される現在の3郡の人口と人口密度は下表の通りであるが、近年、山間部から平野部への人口流入が多いため、実際にはこの推定値を上回っていると思われる。

郡名	面積(km <sup>2</sup> )	推定人口	推定人口密度(km <sup>2</sup> 当たり)
ダヌーサ	1,180	519,000	440
マホタリ	1,002	433,000	430
サルラヒ	1,254	478,000	380
計	3,436	1,430,000	416

#### 2) 行政単位

ネパールにおける最小行政単位は、Panchayat(パンチャヤット)と呼ばれる「村」で、ダヌーサ郡に68村、マホタリ郡に55村、サルラヒ郡に59村ある。パンチャヤットは原則として9Wards(ワード、日本の字に当たる)で構成されており、パンチャヤットの長(ラストランパンチャ)は公選制である。しかし、郡長と県知事は王国議会による任命制である。ネパールにはTown Panchayat(タウン・パンチャヤット)と呼ばれる市・町地区が20カ所あるが、ジャナカプール県では、ダヌーサの郡庁所在地であるジャナカプール(推定人口約42,000人)1カ所だけである。県庁と県議会は、インド国境に近いジャレスワール(マホタリ郡の郡都でありジャナカプール県の県都でもある。)にある。

#### 3) 経済、産業

農業と農業関連製造加工業が主体である。農作物は、自給自足で余剰作物があり、カトマンズ等へ出荷して収益を得ているほか、砂糖製造工場、たばこ製造工場、精米所、その他小規模家内工業等、比較的よく発達している。また、土木・建築の建設資材となる赤レンガ工場が10カ所程度あるほか、セメント、鉄筋、コンクリートパイプ、木材等建設資材の大半、ベントナイト、バライト、CMC等の掘削資材等もジャナカプール市内の建材店で市販されている。

#### 4) インフラストラクチャー

##### (1) 道路 :

西部開発地区Banke郡と東部開発地区Jhapa郡を結ぶ東西ハイウェイが三郡の北部、丘陵山麓に沿って東西方向に走っている。ハイウェイ支線は、ダヌーサ郡DhalkebarからJanakpurへ南下し、さらにマホタリ郡Jaleswarを経てインド国境に至る。他に、サルラヒ郡と中央部をナワルプールからマラングワまで南下する砂利舗装道(県道)があり、雨期でも車両通行が可能であるが、維持管理状態はよくない。また、林道が東西ハイウェイに直交して南北方向に4本(いずれも未舗装)あるが、これらを東西に連結する道路は存在しない。従って、道路から遠く隔たった地区の深井戸灌漑開発は仮設道路の建設に相当の期間を要することが予想される。

首都カトマンズとジャナカプール間の陸路は、カトマンズからダマン峠越えを行うと距離的に近いが、山腹斜面の崩壊、地滑り等でしばしば通行不能になるため、通常は一旦大きく西行し、Bharatpur、Hetaudaを経由するハイウェイが用いられる。乗用車で7~8時間の道程である。

##### (2) 空路 :

カトマンズ-ジャナカプール間の定期便が月・水・金の週3便ある。所要時間35分。有視界飛行のため、雨天時はしばしば欠航する。

##### (3) 鉄道 :

延長52kmのジャナカプール-ジャナガール鉄道があり、インドとの輸出入の輸送手段として役立っているが、ローカル線ゆえ本計画実施のための物資輸送手段にはなり得ない。

##### (4) 電力 :

現在ジャナカプール県内で使用している電力は、インドからの買電(サルラヒ郡Malanguaに11kV、マホタリ郡Jaleswarに11kV入りJanakpurに送電)と、Janakpurでのディーゼル発電1360kWなどがある。また、1985年に完成したBiratnagar(テライ東部)~Hetauda間のハイウェイ沿い送電線(132kV Line)から分電利用することが可能な状態となっている。深井戸からの揚水動力に電力を利用すれば、ディーゼルエンジンと比較してその運転コストは格段に安いと試算されるが(3~4割安)、現状では計画地域内の配電計画はなく、また本計画は、供与済みのディーゼルエンジンポンプを利用することを前提としているため、本計画実施にあたっての電力利用は考慮外とする。

(5) 通 信 :

ジャナカプール市内、ジャナカプール市-カトマンズ間、TIATSPセンター-ジャナカプール市およびカトマンズ間の電話は可能であるが、計画地域内の通信網は整備されていない。同センターとカトマンズの農業局内TIATSP連絡事務所間には無線が設置されている。国際電話はジャナカプールの中央電話局からかけられる。

(6) 飲・雑用水施設 :

村落の飲・雑用水施設は、数戸で共同利用しているつるべ式浅井戸(深さ10~20m)が一般的である。

3.1.3 農業と灌漑の現況

1) 農 業

ジャナカプール県の耕地条件は、山間3郡とテライ3郡とでは大差があり、計画対象地域のテライ3郡は圧倒的な好条件を有する。テライ3郡の粗面積、耕地面積及び同面積率は、以下に示す通りである。

郡 名	面 積	耕地面積(ha)	耕地面積率(%)
ダヌーサ	118,000	79,815	67.6
マホタリ	100,200	81,549	81.4
サルラヒ	125,900	52,874	42.0
計	344,100	214,238	62.2

栽培作目は、雨期水稻が主体であるが、さとうきび、とうもろこし、小麦、ジャガイモ、大麦、マスタード、タバコ等も多く生産されている。なかでもタバコは、ジャナカプール県の特産物で、作付面積が3,700haもあり、全国生産量の54%を占め、ジャナカプールにあるタバコ製造工場は、全国一の規模を誇っている。

テライ平野の現行作付体系は、水田では水稻単作、水稻-豆類、水稻-麦、畑はとうもろこし-油脂作物、とうもろこし-タバコが一般的であり、作付率は150~180%の範囲にある。

テライ平野3郡の主要農産物の栽培面積と生産量は下表に示す通りである。

### 主要農産物の栽培面積と生産量

作物	年度	ダヌーサ郡		マホタリ郡		サルラヒ郡	
		面積 (ha)	生産量 (トン)	面積 (ha)	生産量 (トン)	面積 (ha)	生産量 (トン)
米(粳)	1975/76	58,000	110,200	60,230	110,820	39,230	71,390
	1980/81	54,800	104,200	68,500	122,850	33,680	63,650
	1985/86	52,830	105,660	47,930	95,860	52,900	105,800
とうもろこし	1975/76	6,200	7,470	6,390	8,110	5,470	6,340
	1980/81	3,180	5,290	4,700	7,520	6,870	11,000
	1985/86	3,230	6,450	3,250	6,360	10,360	19,470
ミレット	1975/76	1,920	1,550	1,000	1,020	1,050	590
	1980/81	2,730	2,540	1,450	1,360	1,150	1,030
	1985/86	540	500	1,000	800	530	530
小麦	1975/76	15,895	18,120	12,140	13,839	10,043	12,149
	1980/81	17,940	24,220	14,670	18,340	10,890	14,160
	1985/86	17,750	21,540	16,610	19,930	12,570	16,850
大麦	1975/76	280	217	260	210	220	170
	1980/81	870	430	790	400	320	280
	1985/86	510	410	130	120	260	230
ジャがいも	1975/76	460	3,275	480	3,119	490	3,861
	1980/81	310	1,550	450	2,250	240	1,220
	1985/86	400	1,955	610	2,930	880	4,400
油種子	1975/76	1,800	846	2,000	1,000	3,500	1,750
	1980/81	2,400	1,680	1,880	1,110	2,790	1,450
	1985/86	2,250	1,130	1,520	910	4,930	2,960
砂糖きび	1975/76	540	8,801	140	2,240	440	7,040
	1980/81	250	5,000	2,080	19,440	530	10,600
	1985/86	800	16,000	550	11,000	1,760	45,760
タバコ	1975/76	1,340	1,007	1,220	1,008	500	351
	1980/81	1,140	910	1,100	800	1,200	960
	1985/86	1,480	550	830	500	2,060	1,230

Source : Agricultural Statistics of Nepal, 1983 and Additional Bulliten of the Left, 1986

## 2) 表流水灌漑

ジャナカプール県でこれまでに実施されてきた国レベルの農業開発プロジェクトのうち、河川を用水源とする表流水灌漑事業には、下記の3プロジェクトがある。

### (1) Bagumati Irrigation Project

バグマティ川を用水源として、同川の右岸側5,600ha(ナラヤニ県)、左岸側18,500ha(ジャナカプール県)を灌漑しようとするもので、1990年を目標に現在工事中である。

### (2) Kamla Irrigation Project

カマラ川を用水源として、同川の左右両岸各12,500ha(ジャナカプール県及びサガルマタ県)の灌漑を行うことを目的として実施され、主要施設は1980年に完成しているが、施工上の欠陥と維持管理の不備により計画された機能を果たしていない。アジア銀行の援助により改修工事が行われたが、目標の12,500haに満たず(8,500ha)、また水量不足のため、肝心の乾期に、灌漑がほとんどできないというのが現状である。

### (3) Manusmara Irrigation Scheme

バグマティ川支流のマヌスマラ川を用水源として、同川の左岸地区5,200haを灌漑しようとするもので、1985年に施設工事が完成したが、灌漑面積は3,000ha(乾期は500ha)に留まっている。

いずれのプロジェクトとも、浸食あるいは洗掘防止用の局所的な練りレンガ保護工あるいは練りレンガ・ライニングを除き、水路は土水路であり、関連水利構造物のうち、頭首工、取水工、橋、サイホン、排水暗渠等の大構造物は、コンクリート構造が多く、分水工、カルバート等の小構造物では、練りレンガ構造が一般的である。管理用道路(農道)は、幹線の大半が砂利舗装されているが、支線は無舗装となっている。

## 3) 地下水灌漑

ジャナカプール県のテライ平野では、1987年2月末までに112本の深井戸が掘削されており、その内訳は次表の通りとなっている。

## テライ3郡の深井戸数とその利用

プロジェクト名	掘削本数	自噴井	ポンプ井	灌漑利用井	水道利用井	複合利用井	未利用井
FAO テライ地下水調査	6	5	1	5	1	0	0
JADP							
IAP	9	0	9	9	0	0	0
その他	15	5	2	1	1	5	8
JADP/TIATSP (KR-2資機材利用)	26	2	3	0	0	2	24(3)
(日本のさく井業者 による)	15	0	15	0	0	0	15(15)
地下水灌漑 (水資源省灌漑局)	26	1	4	3	0	1	22(1)
小規模灌漑 (水資源省灌漑局)	11	0	11	11	0	0	0
製糖工場	2	0	2	0	2	0	0
水道局	2	0	2	0	2	0	0
計	112	13	49	29	6	8	69(19)

注：(1) ( )は灌漑水路が建設済みまたは建設中の井戸数であり、近く灌漑利用が可能となる。

(2) 複合利用とは、灌漑、養魚池、生活飲雑用水等の利用を意味する。

(3) 未利用井の大半はポンプが設置できないほどの少揚水井と推察される。

上表に示した深井戸は、マホタリ郡東部からダヌーサ郡西部地域とサルラヒ郡西南部に集中しているが、揚水量と灌漑面積はよく把握されていない。ただし、日本政府の技術協力で派遣された日本人専門家の指導、監督で、完成したIAPでは、深井戸9本(平均揚水量35ℓ/sec/井戸、自噴であったが1982/83からはディーゼルエンジン渦巻ポンプで揚水している)と約10.6kmのレンガ造り水路で約420haの通年灌漑を行っている。

テライ3郡の中央で東西に帯状に広がる地域(南北約10km、東西約60km、北限は東西ハイウェイの南約10kmライン)では、約2,000本の浅井戸が建設され、1井当たりの揚水量は7~15ℓ/sec、総灌漑面積は約14,000haと報告されているが、水路が建設されていないため、実際に1井で平均7haが灌漑されているか否かは不明である。

## 3.2 自然概況

### 3.2.1 気象、水文

#### 1) 気象

ジャナカプール県の気候は、標高によって大きく変化するが、次の3種に大別される。

- ① ヒマラヤ山脈の低温山岳気候帯
- ② ヒマラヤ山脈山麓部の山岳・丘陵地帯の温暖気候帯
- ③ テライ平野の熱帯～亜熱帯気候帯

山岳・丘陵地帯とテライ平野の気象は、雨期と乾期に明確に区分され、5月後半～10月前半の5ヵ月が雨期、10月後半～翌年5月前半の7ヵ月が乾期となっている。丘陵、平野部では、雨期のうち6～9月の4ヵ月雨量が年間降水量の80%以上を占める。ジャナカプール県の気候帯別の平均年降水量と年間平均気温は次の通りである。

気候帯	平均年降水量 (mm)	年間平均気温 (°C)	
		最高	最低
A. 熱帯/亜熱帯 テライ平野(ダヌーサ、 マホタリ、サルラヒ)	1,300	30.3	19.3
B. 亜熱帯/温暖 丘陵地帯(シンズリ)	1,420	28.3	15.3
C. 温暖 丘陵地帯(ドルカ)	2,040	19.0	8.0

なお、TIATSPセンタの南東に隣接するハルディナス農場の気象データを次表に示す。



## ハルディナス農場の気象データ

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計 /平均
平均降雨量(mm)	10.6	11.8	14.4	44.3	89.2	231.4	377.0	285.1	159.8	62.9	4.9	3.7	1,295.0
気温(°C)													
-最高	23.6	26.0	32.5	37.2	36.6	34.7	32.5	32.7	32.4	31.8	29.8	25.1	
-最低	8.7	9.9	13.9	18.3	17.6	18.4	20.3	24.3	21.0	13.2	9.2	9.2	
-平均	16.4	18.3	22.8	27.4	28.5	29.4	28.8	28.7	28.2	26.3	22.2	17.6	24.6
相対湿度(%)	78	71	55	51	64	76	82	83	85	81	76	77	73
日照時間(時間)	8.1	8.6	9.2	9.6	9.7	5.9	6.4	7.7	6.7	8.4	8.9	8.5	8.1
風速(km/hr)	3.3	4.2	5.5	8.7	10.6	10.4	9.9	8.2	6.6	3.5	2.6	2.5	6.3
蒸発量(mm/day)	1.9	2.7	4.7	6.7	6.9	5.9	4.8	4.6	4.1	3.2	2.7	2.2	4.2

雨期は、道路通行、仮設道路の建設工事、水路の堤体盛土工等が困難なため、本計画の施工期間は、12月～翌年6月の7ヵ月と考えるのが無難である。計画地区南部には排水不良田が多く、雨期の滞水が11月まで残り、アクセスの確保が難しいため、11月の工事は困難と思われる。

### 2) 水 文

県内を流れる主要川は、ヒマラヤ山系に源を発しドルカ郡を南下するタマコシ川、ラメチャップ郡とサガルマタ県の境を南下するリクコラ川(以上2川はスンコシ川に注ぐ)、ラメチャップ郡を西から東に横断するスンコシ川、シンズリ郡の丘陵地を源として南下するバグマティ川、ハルデナート川、ラトウ川およびカマラ川等であるが、流量記録があるのはバグマティ、カマラ、スンコシの3川だけである。これらの月平均流量は以下の通りであり、各川とも乾期の流量は激減する。また、その他の小川はいずれも、乾期に枯渇するため、ダムを造らない限り、通年の灌漑用水源とはなりえない。

## ジャナカプール県主要3川の月平均流量

(単位: m<sup>3</sup>)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
バグマティ川	22.5	17.2	16.4	14.8	29.3	263.8	585.8
カマラ川	0.3	7.8	6.1	5.0	10.7	54.5	169.3
スンコシ川	194.3	164.7	149.8	155.6	241.1	694.8	1,743.1

	8月	9月	10月	11月	12月	平均
バグマティ川	546.7	393.4	174.6	47.6	25.4	176.6
カマラ川	211.4	131.6	58.0	39.9	14.7	59.2
スンコシ川	2,200.4	1,567.9	739.2	363.2	241.7	709.5

- 注) ① バグマティ川は、カルマイヤ地点(集水面積2,700km<sup>2</sup>)の1965~75年平均  
 ② カマラ川は、チサパニ地点(集水面積1,550km<sup>2</sup>)の1957~69年平均  
 ③ スンコシ川は、カンブガアト地点(集水面積17,600km<sup>2</sup>)の1948~77年平均

### 3.2.2 地 形

ジャナカプール県は、地形上、北部のヒマラヤ山脈およびその山岳・丘陵地帯と、南部に広がる平原地帯(テライ平野)の2つに区分され、当該計画地域は、このテライ平野に立地している。

ジャナカプール県テライ平野は、南北約30kmの幅で東西に広がっており、北部を境とする丘陵地帯(Churia Hill)から南部のインド国境に向かって極く緩やかに傾斜する扇状地性の平原であって、標高は約210m~約60mの範囲にある。

テライ平野部の堆積面は地形上からバグマティ川およびカマラ川の現川床面との比高差を基準にして、高位段丘(比高差約50m)・中位段丘(同約20m:I)低位段丘(同約6m~7m:IIおよびIII)および現氾濫原4面(IV)に区分することができる(図 3.2参照)。このうち、高位段丘と中位段丘堆積物の最上部には帯褐色ラテライト状のソイルが分布しており、その一部はレンガや陶器の原料に利用されている。

本地域には、テライ平野を北より南へ蛇行し流下する多数の中小川があり、テライ平野の農耕地はこれら多くの中小川によって縦割りに分断される地勢を呈している。大規模川としては、ジャナカプール県の西縁部を流れるバグマティ川(年間平均流出量177m<sup>3</sup>/sec)、東縁部を流れるカマラ川(同59m<sup>3</sup>/sec)があり、この2河川は乾期においても流水がある。この

2大河川に囲まれた中間地帯にはラトウ川・マルハ川・ジム川等々の多数の中小規模川がある。それらの合計年間流出量は578m<sup>3</sup>/secとされているが、そのほとんどが河道を土石で埋積されて水は伏流し、雨期においても洪水時のみ流水が見られる状態である。伏流水は平野部に賦存する地下水の重要な涵養源をなしていると思われる。

### 3.2.3 水理地質

#### 1) 地質概要

当該計画地域および周辺部に分布する地質は図 3.1水理地質平面図、図 3.2水理地質断面図に示す通りであるが、その地質層序は次表のようにまとめられる。

地層名(層厚)	層 相	地質時代	水理地質
新 期 堆 積 物 (170m~300m)	現河床・氾濫原・(沖積世)	完新世(第四紀)	滞水層 (G1-G4層)
	扇状地堆積物		
	段丘堆積物(洪積層)	中期~後期更新世(第四紀)	(G5-G6層)
上部シワリク層 (700m)		鮮新世~前期更新世 (第三紀~第四紀)	滞水層
中部シワリク層 (1,200m)		鮮新世(第三紀)	難透水層
下部シワリク層 (2,000m)		中新世(第三紀)	難透水層
————— (主として衝上断層で接する)			
基 盤 岩 類		先カンブリア紀~古生代	不透水層

- (1) 基盤岩類は、当計画地域より北方約30km~50km遠方に分布しており、シワリク層や新期堆積物層の堆積物の供給源と考えられる。地質時代は先カンブリア紀から後期古生代におよぶとされており、花崗岩質岩類、変成岩類およびゴンドワナ系のチャート様岩からなる。水理地質上、本層は不透水層に区分される。
- (2) 下部シワリク層は、当計画地域より北方約12km~25kmに露出しているが、計画地域では地下に分布する。主として淡水成のアルコーズ砂岩、泥岩、頁岩からなる。本層は難透水層に区分される。

- (3) 中部シワリク層は、当計画地域の北部に接して分布しており、チューリア丘陵の主要構成物を成している。地質は概して砂質分が卓越しており、淡水性のアルコーズ砂岩の他、泥岩、頁岩、一部に石灰質層を挟在している。固結度は一般に低く、砂岩は脆弱である。本層は難透水層に区分される。
- (4) 上部シワリク層は、シルトおよび泥土混り、砂礫を主体とする地層で、低固結（～未固結）であり、透水性に富み、特にその砂礫層は良好な滞水層である。構成礫は変成岩～花崗岩質岩、チャート様岩を主とし、小礫から巨大礫まであって変化が激しいとされている。本層は侵食を受け、殆ど地表で確認することは困難である。
- (5) 新期堆積層は、チューリア丘陵の麓部からテライ平野にわたって広く分布しており、第四紀更新世の段丘堆積物と完新世の沖積層とからなる。段丘堆積物は、その最上部に分布するラテライト状の土壤性状から中期～後期更新世の生成と考えられる。粘性土、シルト、砂礫の未固結の地層であり、砂礫層(G5、G6)は良滞水層に区分される。沖積層は扇状地堆積物および各河川流域沿いの氾濫原堆積物(現河床堆積物)として分布しており、砂礫、砂、粘性土からなる。南北方向および東西方向とも、同一地層での地質変化が激しい。その状況は図 3.2の水理地質断面図に模式的に表してある。

## 2) 水理地質

計画地域の水理地質状況を把握するため、下記の諸調査と既存資料の整理・検討を行った。

調査項目	サルラヒ郡	マホタリ郡	ダヌーサ郡	計
既存深井戸資料の収集<1	19	32	60	111
深井戸柱状図の解析 (信頼度のあるもの)	10	26	50	86
深井戸の静水位の解析 ( )	13	23	41	77
深井戸の動水位の解析 ( )	9	16	27	52
深井戸の静水位測定 (今回実施分)	(1)	(5)	(5)	(11)
深井戸の水質データの解析(今回実施分)	(4)	10 (7)	9 (6)	36 (17)
深井戸の連続揚水試験 (今回実施分)	(4)	(2)	(7)	(13)
浅井戸の静水位測定 (今回実施分)	(15)	(37)	(22)	(74)
浅井戸の水質測定 (今回実施分)	(10)	(11)	(7)	(28)

注) ㄥ1 : 内訳は以下の通りである。

プロジェクト名	サルラヒ郡	マホタリ郡	グヌーサ郡	計
Minor Irrigation (1972年以前)	11	0	0	11
FAOテライ地下水調査 (1972年)	0	3	3	6
旧JADP (1975~1985年)	4	3	17	24
JADP/TIATSP (1985年~)	2	0	24	26
DIHMのGroundwater (1983年~)	0	26	0	26
KR-2 援助 (1985年~1987年)	0	0	16	16
私 企 業 (1985年)	2	0	0	2
計	19	32	60	111
水道用井戸	マラングワ	ジャレス ワール1	(FAONo.6 の利用)	2

既存深井戸の位置は図 3.3に示してある。また、深井戸連続揚水試験結果は表 3.1、既存深井戸資料は表 3.2、深井戸水質データは表 3.3に示してある。既存浅井戸(深度30mまで)については地下水位等高線、可能揚水量および浅井戸灌漑可能対象地域をまとめて図 3.4に示してある。また、PH値、電導度値、水温分布は図3.5に表してある。両図から浅層地下水状況は以下のごとく推定される。

- 東西ハイウェイに沿う北部地区では地下水位が20m以深に分布しており、生活用水の確保も困難な場所がある。地下水位等高線は地形標高の変化とよく一致している。
- 計画対象地域中央部は7~17ℓ/secの揚水量可能地域が帯状に分布しており、浅井戸灌漑地区に適合している。
- 浅井戸の水温は、北部地区で25°C~26°C、南部地区で22°C~25°Cとなっている。PH値は北部で5.5~6.6、南部地区で7.0~7.4となっており、ラトウ川流域に沿って低PH値帯が分布する傾向を示唆している。一方、電導度は北部地区で局所的に低い値を示しているものの、特徴的な傾向は認められない。

上記の浅井戸調査結果より浅層地下水はほぼ北から南に流出しており、特にラトウ川流域に沿って主流動方向のあることが示唆された。このことは次に述べる深井戸調査による深層地下水の涵養状態を推定する上で極めて重要な意味を有する。

一方、既存深井戸資料から作成した深井戸の地下水位等高線とPH値分布(図 3.6)および電導度と、水温分布(図 3.7)から深層地下水状況は次のごとく推察される。

- 深井戸の地下水位は、北部地区の東西ハイウェイ沿いでは地表下50m~60mにおよぶ深部にある。この地区の浅井戸の地下水位(20m)は表層の滞水層に存在する宙水によるものと考えられる。深井戸の地下水位等高線の状況は現地地形面の等高線とほぼ調和している。
- 深井戸のPH値は6.1~7.8の範囲にあり、浅井戸の水質よりもアルカリ性が強いことを示している。これは降雨水が長年月かけて深層の滞水層を浸透してきた結果と考えられる。PH分布は北部地区が6.2~6.5、南部地区が7.1~7.8となっており、マホタリ郡南部ジャレスワール付近で最も高い値が得られている。電導度分布は北部地区で100 $\mu$ mho/cm、南部地区で400 $\mu$ mho/cmの範囲であり、ラトウ川流域に沿って低い電導度帯が南下する傾向が認められる。
- 水温は北で25 $^{\circ}$ C~27 $^{\circ}$ C、南で24 $^{\circ}$ C~25 $^{\circ}$ Cを示し、ラトウ川に沿って深部地下水が流入することを示唆している。

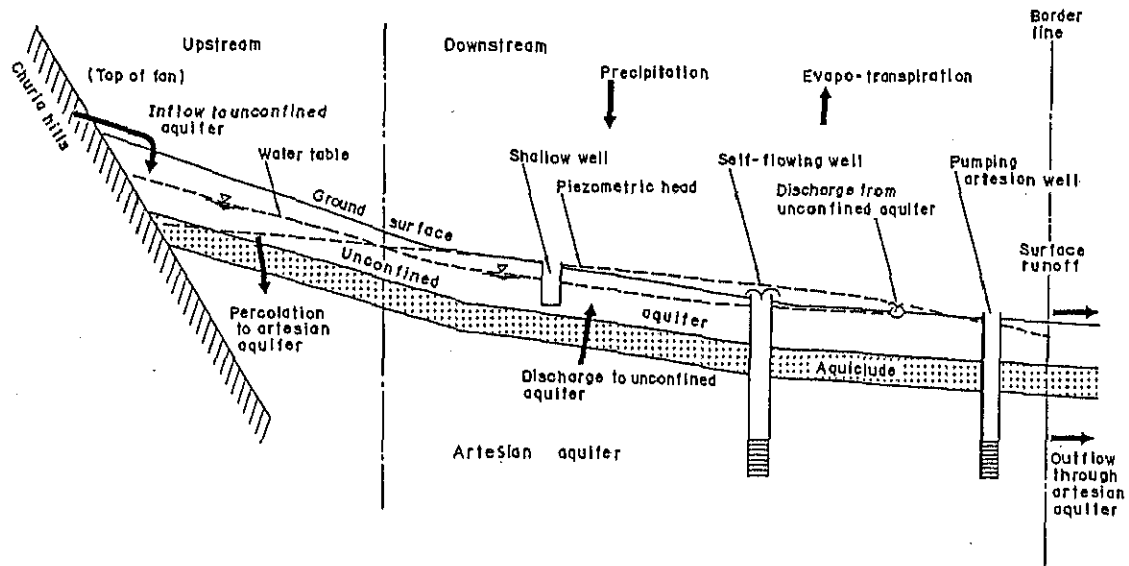
上述した浅層および深層地下水の水位、水質調査結果から計画地区の深層地下水はバグマティ川、カマラ川流域の深層地下水が東西方向から流入しているとは考えられず、南北方向の地下水流動と垂直方向の降雨浸透で涵養されていると推察される。

### 3) 地下水収支

比湧出量分布と透水量係数分布は図 3-8と図 3-9にそれぞれ示す通りである。既存の井戸での揚水試験の結果、調査地域での深井戸の比湧出量は1~2 $l/sec\cdot m$ が多い。また、透水量係数は200~2000 $m^2/day$ の範囲にある。地下水の開発にあたって、地下水収支は大事な問題であるので、現在の資料では地下水収支を試算することは困難であるが、いくつかの仮定を置いて大略の検討を試みる。

地下水収支のモデルは次図にしめすように、不圧滞水層の下に難透水層をはさんで被圧滞水層が存在する構造を考える。そして、丘陵からの河川の伏流浸透と降水の浸透で不圧滞水層が涵養され、同時に、不圧滞水層と被圧滞水層の間で、自由水面と被圧水頭の差により地下水の流入流出があるものとする。さらに、水平方向に流れる地下水は、不圧水として末端から地表水となり、被圧水は滞水層を通じて地区外に流出すると考える。

## 地下水収支のモデル



### (1) 降雨の浸透涵養

調査地域での浅井戸の地下水位は雨期に上昇し、乾期には地域の中流部以下での地表流水にともない降下することが知られている。地下水面の乾期と雨期の差は約3mである。Hardinathでの6月から9月までの平均降水量は1053.3mmである。不圧滞水層の有効空隙率を5%とみれば、不圧滞水層に貯留される水高は150mmであるから、これは雨期の平均降水量の14.2%にあたる。雨期の間でも河川への地下水流出はあるから、降水の不圧滞水層への浸透率はこれよりも大きい、ここでは15%とみこむ。残り85%と乾期雨量は地表流出と蒸発散で失われるとする。すなわち、調査地域全体2410km<sup>2</sup>について浸透量の年間平均値を求めると

$$1.0533\text{m} \times 0.15 \times 2410\text{km}^2 \times 10^6/365 \times 86400 = 12.07\text{m}^3/\text{sec}$$

### (2) 丘陵からの流入涵養

地下水面の形態、電気伝導度とPHの等値線の形態からみると、Ratu nadiをはじめとするChuria hillsからの河川の伏流水が主として調査地域の不圧水を涵養しており、さらに、深層部の地下水まで涵養していることを示している。また、調査地域の東西にはKamala及びBagmatiの両河川があって、これら河川の伏流も不圧地下水に補給しているかもしれない。ここでは主な涵養源として、伏流浸透のはっきりしているRatu nadiなど流域面積約500km<sup>2</sup>をもつChuria hillsからの流出伏流量を推定する。これら河川の流量の記録がないので、Kamala川Chisapani地点(流域面積1,550km<sup>2</sup>)の比流量を参考にする。乾期(12月~5月)の平均流量は7.4m<sup>3</sup>/sec(比

流量 $0.0048\text{m}^3/\text{sec}\cdot\text{km}^2$ )、雨期(6月~11月)の平均流量は $110\text{m}^3/\text{sec}$ (比流量 $0.0715\text{m}^3/\text{sec}\cdot\text{km}^2$ )である。乾期の流出は扇頂部ですべて伏流している。雨期の流出は大部分が地表流出として河道を流れるが、その一部の15%が伏流すると推定する。すなわち、

乾期伏流量  $500 \times 0.0048 = 2.40 \text{ (m}^3/\text{sec)}$   
 雨期伏流量  $500 \times 0.0715 \times 0.15 = 5.36 \text{ (m}^3/\text{sec)}$   
 年間平均  $(2.40 + 5.36) / 2 = 3.88\text{m}^3/\text{sec}$

### (3) 被圧地下水

被圧地下水は、その水頭が自由水面より低い上流部で不圧滞水層から涵養され、水頭が自由水面より高い下流側では被圧滞水層から不圧滞水層への流出と、下流側地区外へと流出していると考えられる。上流側での不圧滞水層からの涵養量は、被圧水頭が自由水面の高さと同じになるところの流量に等しいとすると、透水量係数(T)、動水勾配(i)および通過幅(L)から計算できる。

$$\Sigma Q = \Sigma TiL$$

	サルラヒ郡	マホタリ郡	ダヌーサ郡	計
透水量係数( $\text{m}^2/\text{day}$ )	340	600	400	
動水勾配(%)	0.56	0.47	0.43	
通過幅(m)	15,000	22,500	12,000	49,500
滞水層厚(m)	40	40	60	
流下量( $\text{m}^3/\text{day}$ )	28,560	63,450	20,640	112,650

すなわち、 $1.30\text{m}^3/\text{sec}$ と推定される。

滞水層の透水係数は $7.2 \times 10^{-3}\text{cm}/\text{sec} \sim 1.7 \times 10^{-2}\text{cm}/\text{sec}$ となる。

また、調査地域末端での流出は同様にして求めると、 $0.17\text{m}^3/\text{sec}$ となる。

透水量係数( $\text{m}^2/\text{day}$ )	250
動水勾配(%)	0.12
通過幅(m)	49500
滞水層厚(m)	30
流下量( $\text{m}^3/\text{day}$ )	14850 ( $0.17\text{m}^3/\text{sec}$ )



(4) 人為的な利用

人為的地下水利用は調査地域の住民70万人の浅井戸による生活用水と浅井戸および深井戸によるかんがい用水がある。住民一人一人の使用量は50ℓと推定し、かんがいのための揚水は乾期4ヶ月間、一日8時間揚水し、自噴井は年間を通じて自噴量を放置してあるものとする。

現況での生活用水の揚水量は

$$700,000 \times 0.05 = 35000 \text{m}^3/\text{day} \quad (0.41 \text{m}^3/\text{sec})$$

浅井戸2000井によるかんがいでは、1井当たり10ℓ/secの揚水として

$$2000 \times 0.01 \times 8 \times 3600 \times 120 = 6912 \times 10^4 \text{m}^3/\text{day} \quad (=2.19 \text{m}^3/\text{sec})$$

既設の深井戸14井によるかんがいのための揚水は

$$14 \times 0.04 \times 8 \times 3600 \times 120 = 1,935,360 \text{m}^3/\text{day} \quad (0.06 \text{m}^3/\text{sec})$$

$$\text{自噴井} 13 \text{井} \times 31 \ell/\text{sec} \times 86,400 = 35000 \text{m}^3/\text{day} \quad (0.41 \text{m}^3/\text{sec})$$

また、近い将来の計画として、次のものがある。

a. 既設深井戸の使用開始(47-18=29井)

$$29 \times 0.04 \times 8 \times 3600 \times 120 = 4,008,960 \quad (0.13 \text{m}^3/\text{sec})$$

b. 本計画による深井戸(115井)からのかんがい用揚水

$$114,218,000 \text{m}^3 \quad (3.62 \text{m}^3/\text{sec})$$

(5) 地下水収支の変化

年間を通じ平均化し、現況および将来の地下水収支をみると、大略次のようになる。

	現況 (m <sup>3</sup> /sec)	将来 (m <sup>3</sup> /sec)
a. 不圧地下水		
降雨からの浸透	12.07	12.07
扇頂部からの伏流浸透	3.88	3.88
計	15.95	15.95
上流部での被圧滞水層への涵養	-1.30	-3.98
下流部での不圧滞水層への還元	0.66	0
計	-0.64	-3.98
生活用水	-0.41	-0.41
浅井戸によるかんがい	-2.19	-2.19
計	-2.60	-2.60
地表への流出	-12.71	-9.37
合計	0	0
b. 被圧地下水		
上流部での不圧滞水層からの涵養	1.30	3.98
深井戸自噴量	-0.41	0
既設深井戸による揚水	-0.06	-0.06
下流地区外への流出	-0.17	-0.17
既設深井戸の共用開始	0	-0.13
本計画による揚水	0	-3.62
下流部での不圧滞水層への還元	-0.66	0
合計	0	0

被圧地下水が大量に揚水される場合には被圧水頭が低下するため、不圧滞水層から被圧滞水層への浸透涵養量の増加することが普通である。また、このために不圧滞水層の地下水位の低下が一時的に現況よりも大きくなるにしても、雨期には降雨の浸透による涵養量が増大して元の地下水位に回復するのが普通である。したがって、乾期の不圧地下水の地表への流出は著しく減少するものではなく、ここでの試算ではかなり安全側にある。

### 3.3 TIATSPの概要

#### 3.3.1 事業概要

TIATSPは、日本政府の無償資金協力と技術協力で1971年から1985年7月まで実施されたJADPを継承する形で、1986年1月に発足した。

JADPは「農業生産高の増加につながる種々のプログラムを実施することによって、地域農民の収入増加を図り、生活水準の向上と社会福祉の増進に寄与する」ことを目的とし、事業地域はジャナカプール県6郡のうち5郡(山岳高地のドルカ郡を除く)をカバーし、主な事業は以下の通りであった。

- (1) JADPセンター(Naktajhij)施設(事務所、本館、講義兼図書館、修理庫、倉庫、研修生宿舎、職員宿舎、等)の建設
- (2) Agricultural Development Office(5郡に各1カ所)の設立
- (3) 農業普及員、農業技能員、農民等の研修、訓練
- (4) Sindhuri Agriculture Farmの運営
- (5) Janakpur Horticulture Farmの運営
- (6) Hardinath Agriculture Farmの運営
- (7) Nawalpur Horticulture Centerの設立、運営
- (8) Intensive Irrigation and Agriculture Program(IAP)の実施  
(深井戸9本を用水源とする灌漑事業)
- (9) Irrigated Model Farm(IMF)の実施(灌漑用モデル圃場整備)
- (10) Shallow Tubewell Program(STWP)浅井戸灌漑事業
- (11) Deep Tubewell Irrigation Project(DTWIP)深井戸灌漑事業

上記のうち(8)、(9)、(10)の地下水灌漑事業がテライ平野の農業開発に特段の役割を果たしてきた。また、日本政府の協力期間終了間際に着手された(11)の深井戸灌漑事業は、灌漑面積の飛躍的拡大が期待されたが、資金、技術、資機材等の問題で一時中断し、TIATSPに引き継がれることになった。

上述の背景を基に、TIATSPの主な事業は以下の通りとなっている。

- (1) Deep Tubwell Irrigation Projectの推進
- (2) Shallow Tubewell Programの継続
- (3) 上記(1)、(2)の灌漑施設の建設
- (4) 農民に対する灌漑農業技術の普及と訓練
- (5) 水利組合の結成を含む水管理の確立
- (6) ポンプを含む灌漑施設の維持管理体制・組織の確立
- (7) 圃場整備の推進

ネパール政府は、上記の(2)を除く、いずれの事業にも日本政府の無償資金協力と技術協力を期待している。

### 3.3.2 事業費

TIATSPの報告によれば、JADP/TIATSPの過去3カ年の事業費(実績)と1986/87年予算は下表の通りとなっている。

Item No	Description	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87
1	Salary of project staff	821	1,335	1,417	1,200
2	Allowance of the above	414	14	19	15
3	Travelling & daily allowance	82	125	125	125
4.1	Postage, registry & telephone expenses	33	25	20	20
4.2	Printing & advertisement	20	7	7	7
5	House & store rent	35	24	11	20
6	Repair & maintenance of house, quarters, vehicles, canals, etc.	217	140	762	775
7.1	Stationeries for office	34	27	25	25
7.2	Books & journals	4	4	204	5
7.3.1	Fuel for vehicles	369	238	300	400
7.3.2	Fuel for generators, pump sets and machineries	705	150	231	250
7.4.1	Clothes for drilling & workshop	12	10	10	10
7.5.1	Other expendable goods	55	45	45	45
8	Extension, training and drilling expenditure	1,531	2,072	5,209	4,803
9	Public relation expenditure	16	9	8	8
10.1	Furnitures	73	18	0	0
10.2	Vehicles	0	0	0	0
10.3	Machineries	630	147	190	1,321
11.1	Land acquisition	0	300	0	0
12.1	Building construction	1,289	938	2,398	1,500
12.2	Other construction (canals, land development, etc.)	1,935	3,756	2,675	3,300
	Total	8,275	9,384	13,656	13,829

各年度事業費の5割以上は、日本のKR-2カウンターパート資金(KR-2資機材売却収入)の一部で賄なわれている。TIATSPが発足した1985/86年度から農業技術普及、訓練、井戸掘削費が2倍以上に増えており、深井戸および浅井戸掘削に重点が置かれている様子がうかがえる。

### 3.3.3 組織と人員配置

TIATSPの現行組織と人員配置は、JADP当時と変わっておらず、図 3.10に示す通りであり、テライ地下水開発計画の実施と完工施設の維持管理は不可能と思われる。各部局の欠員の補充と有能な人材の増員が不可欠である。

### 3.3.4 KR-2深井戸資機材の現況

テライ地下水開発計画で有効利用を図るKR-2深井戸資機材の現況は6.1.5で詳述する通りであるが、同計画を実施する際に留意する点を以下に列挙する。

- (1) 利根ボーリング製のリグ4台、吉田工業製のリグ3台ともリグ本体とマッドポンプの部品が皆無であるため、相当数の部品が必要である。さらに、吉田工業製のリグ3台は整備が悪いため、今後の使用に際しては総点検を要する。
- (2) 17 $\frac{1}{2}$ "と14 $\frac{1}{2}$ "のトリコンビットは在庫皆無であり、今後の深井戸掘削本数に見合った数の購入を要する。
- (3) 深い位置に設置されたスクリーンの洗浄に、高圧力大容量(20kg/cm<sup>2</sup>、20m<sup>3</sup>/min.程度)のエアークンプレッサー1台の購入が必要である。
- (4) 現存の8"径ジョンソントイプスクリーンは、強度が不足しており、50mから100mまでの深さに設置するには補強を要する。JADP/TIATSPがさく井した深井戸の大半は同スクリーンのつぶれ等によって、揚水不能の状態にある。また、150m以深に設置するスクリーンについては、新規購送するリングベース・スクリーンが必要である。
- (5) 荏原タービンポンプと岡本タービンポンプはポンプ軸と揚水管が、それぞれ30mであり、動水位が30m以下となるジャナカプールのテライ平野の深井戸では、2台分のポンプ軸と揚水管を1台分として使用せざるを得ない。
- (6) 岡本タービンポンプは、現在のところ使用されていないので、メーカー派遣技師による試運転で作動状況を点検する必要がある。

- (7) 試験井と生産井の揚水試験用に少揚水高揚程型水中ポンプ1台の購入が必要である。  
また、揚水量の測定用に2.5m<sup>3</sup>容量ノッチタンクの数を増やす必要がある。
- (8) 掘削工事と水路工事に燃料用タンクローリーと給水用タンクローリー1~2台の追加購入を要する。
- (9) ケーシングパイプとレンガ、水路用盛土材、等の運搬に適数の運搬車両の追加購入が必要である。
- (10) 掘削、水路工事の施工監理用に相当数のジープとピックアップの追加購入を要する。





## 第4章 計画の概要



## 第4章 計画の概要

### 4.1 計画の目的

ネパール政府は、日本政府の無償資金協力と技術協力の下で、1971年にジャナカプール県農業開発計画(Janakpur Zone Agriculture Development Project、通称JADP、県内6郡のうちドルカ郡を除く5郡をカバーする)を着手し、土地生産性の向上と農業生産高の増加による農家収益の増大と地域農民の生活水準の向上を目的とした種々の事業を1985年7月まで実施した。このうち、テライ3郡(サルラヒ、マホタリ、グヌーサ)における灌漑事業としては、浅井戸灌漑事業(Shallow Tubewell Irrigation Project、通称STWP、1981~86年6月の間に1977本の浅井戸を掘削し、約13,800haの耕地の2期作から3期作への作付増を可能にした)、集約灌漑農業事業(Intensive Irrigation and Agriculture Program、通称IAP、深井戸9本と水路約10.6kmを建設し、420haの灌漑を実現した)等が実施された。しかし、浅井戸灌漑可能地区、即ち、地下浅所(地表下20~40m)に良好な滞水層が存在する地区は、テライ平野3郡中央部の東西に帯状に延びる約51,000haに限定されるため、全耕地195,000haから表流水と浅井戸灌漑地区を除いた約110,000haは深層地下水の開発による深井戸灌漑に頼らざるを得ない。この観点から、JADPは、日本政府から深井戸用の大型掘削機械の供与を受け、1984年までに24本(IAPの9本を含む)の深井戸を掘削した。

ネパール政府は、第7次5ヵ年計画(1985年~90年)の農業開発の一環として、1986年1月TIATSP(Tubewell Irrigation Agriculture Training and Services Project)を設立し、JADPの機能と施設を引き継がせ、浅井戸および深井戸による灌漑面積の拡大を図ろうとしている。

TIATSPの浅井戸灌漑事業は、浅井戸掘削本数の増加に伴う灌漑面積の拡大によって、ジャナカプール県内テライ平野の農産物の増産に大きく貢献しており、建設費と維持管理費が安く、かつ掘削技術も比較的容易であるため、今後も順調な発展が期待される。

一方、JADP事業の一環として、1976年に開始され1984年までに24本(IAPの9本を含む)を掘削した深井戸灌漑事業は、TIATSPに継承され、1985年、86年には、日本政府の食糧増産援助(KR-2)で供与された深井戸建設資機材を使用し、39本の深井戸を掘削し(うち15本は日本のさく井業者の手による)、1986/87年にも18本の掘削が計画されているが、1987年2月末現在で灌漑に利用されている深井戸は、IAPの9本(日本政府の技術協力で派遣された日本人専門家の指導で完成した)とナワルプール園芸農場のポンプ井1本および自噴井の7本だけである。深井戸灌漑事業が順調に進展していない原因は、ネパール国の同事業に対する必要な知識と計画立案の能力、深井戸位置の選定に係わる水理地質調査技術、さく井技術等の欠如

だけでなく、巨額を要する深井戸掘削、灌漑施設建設資金の不足および深井戸灌漑の運営、維持管理能力の不足にある。

上記の問題点を解決し、深井戸灌漑事業の迅速かつ効果的拡大を図るために、ネパール政府は、TIATSPの重点事業である「テライ地下水開発計画」(日本政府のKR-2援助で供与された深井戸建設資機材を使用して、150本の深井戸と約3,000haを灌漑する水利施設を建設する)を策定し、日本政府に同計画を実施するための無償資金協力を要請してきた。

上述のような背景と実情に照らし、当該計画の主な目的は次の通りとする。

- (1) 日本政府のKR-2援助で供与された深井戸建設資機材で可能数の深井戸とそれに見合った水利施設を建設し、灌漑耕地の拡大を図る。
- (2) 通年深井戸灌漑によって農産物の安定的増産を図る。
- (3) 灌漑によって土地生産性の向上と農作物の単位収量を増加させ、農家収入の増大を図る。
- (4) これによって農家の生活水準の向上と地域農民の社会福祉の増進を図る。
- (5) 日本の技術の導入によって深井戸灌漑開発技術の確立を図る。
- (6) テライ平野の深井戸灌漑開発モデルとする。

上記目的を達成するため、日本政府が無償資金協力で必要な施設(深井戸および関連灌漑施設)を建設するものである。

## 4.2 要請内容の検討および計画概要

ネパール政府の「テライ地下水開発計画」に係わる要請内容は、日本政府の1982年、83年KR-2援助でネパール政府に供与され、現在TIATSPセンターが保有している深井戸建設資機材を有効利用して、深井戸150本と3,000haを灌漑する水利施設を建設することである。ネパール政府の強い要請によって、ネパール政府が建設することを条件に供与された深井戸190本分の建設資機材の大半が利用されていない。

要請内容の検討および計画の策定に当たっては、次の点に留意した。

- (1) 詳細な水理地質調査をもとに計画地区の地下水賦存量分布を明らかにし、開発ブロックは受益農家1戸当たりの水代負担額が過重にならないように、揚水可能量が25ℓ/sec以上の地区に設定する。
- (2) 各開発ブロック内で建設される生産深井戸5本の揚水可能量を確認するため、各開発ブロックの生産井5本のうち1本を試験井として先行掘削するとともに、電気探査によって他の生産深井戸(4本)の位置を概定する。
- (3) 生産深井戸の総建設本数は、KR-2現存深井戸資機材で建設可能な本数とするが、KR-2機械の必要部品、最小限の追加資機材と管理用車両、消耗品等は追加購入する。
- (4) 水路と付帯構造物は均等水配分ができ、かつ水管理が容易な配置とする。これらの品質は、ネパール人の現行技術水準で建設かつ維持管理ができる程度とする。また、破損した場合、補修が容易な施工材料と施工法を採用する。
- (5) 水路と付帯構造物の建設は、各生産井の揚水量に見合った大きさとするため、生産井の揚水試験結果が出た後とする。
- (6) 詳細設計、施工段階を通じ、ネパール人技術者および技能者を使用し、日本の深井戸開発技術の移転を図る。
- (7) 完成後の深井戸、ポンプ、水利施設の維持管理、水管理、水代の徴収等が円滑に行えるよう各深井戸ごとに水利組合を結成させる。

#### 4.2.1 基本構想

##### 1) 計画対象地区

要請の計画対象地区はジャナカプール県のテライ平野とされているが、既存灌漑プロジェクトとの競合を避けるため、バグマティ、カマラ、マヌスマラ、ハルディナス灌漑プロジェクト地区、TIATSPの浅井戸灌漑地区、灌漑局管轄下の深井戸灌漑地区は計画対象地区から除外する。

##### 2) 計画の内容

要請内容通り、KR-2供与済み深井戸建設資機材の有効利用によって深井戸と水利施設を建設するが、建設可能井戸本数と灌漑可能面積は、要請内容と異なり、115本と4,625haとする。ただし、今後の調査と詳細設計の結果によっては、井戸本数、灌漑面積とも変更はあり得る。

今回のKR-2深井戸建設資機材の評価調査結果からは、建設可能深井戸本数は115本となる。これに1ℓ/sec/haの単位用水量を適用し、各井戸の揚水可能量別に灌漑面積を算定すると総灌漑面積は4,625haとなる。

#### 4.2.2 開発地区

##### 1) 開発ブロック数と優先順位

事前調査段階でネパール側から要請のあった30開発ブロックの中には、地下水賦存量が少なかったり、アクセスが非常に悪い所等が含まれているため、実施の際に障害となるブロックが少なくない(表 4.1参照)。このため、実施に入っても問題が少ない8ブロックを最優先開発ブロックに指定した(表 4.2参照)。最優先8開発ブロックの番号、郡、パンチャヤット名は以下の通りである。

<u>開発ブロック名</u>	<u>郡</u>	<u>パンチャヤット名</u>
S-1	サルラヒ	Hariwan
S-7	サルラヒ	Bramhapuri
M-4	マホタリ	Kisannagar
M-7	マホタリ	Ratauligohi
D-6	ダヌーサ	Bengashibapur
D-7	ダヌーサ	Basahiya
D-8	ダヌーサ	Ghorgas
D-15	ダヌーサ	Naktajhij

残り22開発ブロックのうち、2ブロックは開発効果は認められるもののアクセス等の観点から実施が難しいと思われ、他の20ブロックは地下水賦存量、アクセス、他プロジェクトとの競合を避ける等の観点から位置の変更が必要であった。このため、揚水可能量25ℓ/sec以上、ネパール側の要望、アクセス、他プロジェクトとの競合を避ける等を考慮して、15開発ブロックを新たに選定した。(表 4.3参照)

最優先開発8ブロックを含む23開発ブロックの位置は、図 4.1地下水賦存量分布図上に示してあるが、郡別、優先度別開発ブロック数は以下の通りである。

<u>郡</u>	<u>最優先ブロック</u>	<u>2,3位優先ブロック</u>	<u>計</u>
ダヌーサ	4	7	11
マホタリ	2	2	4
サルラヒ	2	6	8
計	8	15	23

ただし、2,3位優先15開発ブロックの位置は、詳細設計時に行われる試験井掘削、水理地質調査、電気探査等の結果によっては変更もあり得る。

## 2) 開発ブロック内5灌漑地区の選定

最優先8開発ブロック(1開発ブロックの粗面積は800ha)の各5灌漑地区は、縮尺1インチ/1マイルの地形図、同縮尺の土地利用図、縮尺1/2,400の地籍図を基に、現地踏査によって選定した。現地踏査では、アクセス道路、地形、作付体系、森林、池、集落の配置、パンチャヤット(村)内ワード境界(パンチャヤット内の最小行政区)、農民の意向等を確認した。

各開発ブロック内で選定した5灌漑地区のパンチャヤット名とワード番号は以下の通りである。

開発ブロック名	パンチャヤット	灌漑地区(ワード番号で示す)
D-7	Basahiya	1,2,3,5,8A,8B
D-8	Ghorgas	1,2,3,4A,4B,5
D-6	Bengashibapur	1B,3A,3B,6B,7A,7B
D-15	Naktajhij	2次調査で設定される。
M-4	Kisannagar	2A,2B,3A,3B,3C,4A,4B
M-7	Ratauligohi	1,2A,2B,4,6,7
S-1	Hariwan	1B,3C,3D,6A,6B,7A
S-7	Bramhapuri	1A,2A,7,9A,9B,9C

計画全体の工事数量、工事費等を基本設計期間中に算定するため、23開発ブロックの中から3代表ブロックを設定し、各5灌漑地区の地形測量を行い、縮尺1/1,000の簡易地形図を作成した。地形図を作成した開発ブロック名と灌漑地区名は以下の通りである。

開発ブロック	D-7	M-4	S-7
郡名	ダヌーサ	マホタリ	サルラヒ
パンチャヤット名	バサイヤ	キサナナガール	プラマプリ
深井戸の可能水量	50ℓ/sec×5井	25ℓ/sec×5井	40ℓ/sec×5井
灌漑面積	50ha/地区 計250ha	25ha/地区 計125ha	40ha/地区 計200ha
灌漑地区(ワード番号で示す)			
1.	1	2A+2B	7
2.	2+3	3A	7+2A
3.	5+3	3A+3B+3C	9A
4.	8A	3B+3C	9B+9C
5.	8B+4B	4A+4B	1A



#### 4.2.3 地下水開発計画

##### 1) 深井戸計画

深井戸灌漑開発対象地区は、表流水灌漑が可能な耕地約34,000haとテライ平野中央部の浅井戸灌漑計画地区約51,000haを除いた約110,000haの既耕地とする。計画地区の地下水賦存量は既に水理地質の現況で述べた水収支の概算結果(3.62m<sup>3</sup>/sec)および既存深井戸の揚水量確認調査結果に基づいて作成された地下水賦存量分布図(図 4.1)で明らかとなり、要請のあった30開発ブロック、150本程度の深井戸灌漑開発は十分に可能であるが、以下、諸検討事項を総合判断すれば、115本の深井戸を23ブロック内で建設し、4,625haを灌漑する計画が妥当である。

- KR-2深井戸資機材評価調査で明らかになった、供与済みタービンポンプの経済的揚程能力は55mである。従って、深井戸動水位が55m以深と判定される地区は不適である。
- 同上評価調査で明らかになった、KR-2現存資機材で建設可能な深井戸は115本である。
- 深井戸灌漑地区は、受益農民が水代(ポンプの燃料費とオペレーター費)が支払い可能な揚水可能量25ℓ/sec以上の地下水賦存量が分布している地域から選ぶ。
- マホタリ郡内で進行中の水資源省灌漑局管轄下の地下水開発プロジェクト地区を避ける。

試掘井4本の掘削結果、水理地質調査結果、電探結果等(3章の3.2.3参照)を総合解析した結果、計画地区で掘削される深井戸は4標準タイプに分類でき、その諸元は表 4.4および図 4.2の通りとなる。

地下水賦存量分布図上の各開発ブロックの位置から検討した標準深井戸の適用地区と開発ブロックは下記の通りとなる。

標準深井戸別適用地区と開発ブロック名

タイプ	I	II	III	IV
A. 井戸仕様 掘削深度 揚水量	89m 40ℓ/sec	159m 25-30ℓ/sec	205m 40-55ℓ/sec	205m 40ℓ/sec
B. 適用地区	サルラヒ郡北部	ダヌーサ郡北部 マホタリ郡北部	ダヌーサ郡 中央部 マホタリ郡南部 サルラヒ郡南部	ダヌーサ郡 中北部 マホタリ郡 中北部 ダヌーサ郡 南東部
C. 郡別ブロック名 ダヌーサ郡  (11ブロック) (55本)	無し	D-13, D-14, <u>D-15</u> D-16, D-17  (5ブロック) (25本)	<u>D-6, D-7, D-8</u> D-18, D-19  (5ブロック) (25本)	D-10  (1ブロック) (5本)
マホタリ郡  (4ブロック) (20本)	無し	<u>M-4, M-12, M-13</u>  (3ブロック) (15本)	<u>M-7</u>  (1ブロック) (5本)	無し
サルラヒ郡  (8ブロック) (40本)	<u>S-1, S-2, S-4, S-8</u>  (4ブロック) (20本)	S-9  (1ブロック) (5本)	<u>S-7, S-10, S-11</u>  (3ブロック) (15本)	無し
合計 23ブロック 115本	4ブロック (20本)	9ブロック (45本)	9ブロック (45本)	1ブロック (5本)

注) アンダーライン付きブロックは開発優先度1位のブロック

上記の深井戸間隔は600m以上とし、水理地質構造から地盤沈下の恐れのある計画地区の南部地区では170m以深の主滞水層から揚水することとする。

2) 開発ブロックと深井戸位置の選定

水理地質的観点から、開発ブロックと深井戸の位置を概略選定するため、計画地域の

ほぼ全域にわたり、計135点の電気探査を実施した(図 4.1参照)。これを郡別、開発ブロック別にまとめれば以下の通りである。

-ダヌーサ郡	: D-6, D-7, D-8, D-12, D-11の一部	計	59点
-マホタリ郡	: M-1, M-2, M-3, M-4, M-7	計	44点
-サルラヒ郡	: S-1, S-2, S-4, S-7, S-5の一部	計	32点
		合計	135点

計画地区北部の扇頂部では、500~7,500Ω-mの高比抵抗値帯が地下20~50m(一部は80m)まで分布しており、地下水分布の可能性が小さいので、深層地下水の涵養源と判断される大きな川(例えばラトウ川)の近くに開発ブロックと深井戸を設定する。

一方、計画地区中、南部の平野部では、被圧地下水の存在可能性が高い南部(インド国境寄り)に開発ブロックを設定する。

23開発ブロックのうち優先度1位の8ブロックで実施した電探の結果(図 4.3参照)から、各開発ブロックの深井戸(5本)の掘削深度と概略位置は以下の通りとなる。

<u>ブロック名</u>	<u>井戸深度 (m)</u>	<u>深井戸の概略位置</u>
D-6	205	ブロック内のほぼ全域にわたり、深度110m以深で良好な滞水層が分布しているので、井戸配置に問題なし。
D-7	205	120m以深に良好な滞水層がある中央部。
D-8	205	100~150m以深に良好な滞水層が予測される西側。しかし電探の追加実施が必要。
D-15	—	ドラフトレポート説明時にネパール側から要請されたブロックで詳細は未定。深井戸の位置は2次調査で概定される。
M-4	159	地下水位が低い可能性(40m)があるが、不圧地下水が全域に分布すると判断されるので、井戸配置に問題なし。
M-7	205	地下水のポテンシャルが高いと判断される西側。ただし電探の追加実施が必要。
S-1	89	西側は砂礫層が厚く、深くまで分布すると推測されるので東側よりも多少深掘りが必要だが、井戸配置に問題なし。
S-7	205	100~140m以深に良好な滞水層が期待できるブロックの上流側に井戸を配置する。

### 3) 試験井の掘削

前述した水理地質調査、電気探査および4本の試験井掘削から計画地区の滞水層は南北方向、東西方向とも部分的な変化が多いことが判明している。従って、実施に際しては、各開発ブロックの生産井掘削に先行して、1本の試験井を掘削し、生産井の可能揚水量、掘削と井戸の仕様等を確認する必要がある。各開発ブロックごとに1本掘削する試験井の仕様(掘削径、掘削深度、ケーシングパイプの径と長さ、スクリーン長等)は原則として同ブロックの生産井のそれと同じとする。また、スクリーンについては、設置深度に応じ、50mまでは現存の8"ジョンソンスクリーン、50~150m間にはその補強スクリーン(補強策は後述5.3.2.参照)、150m以下は新規購入の8"リングベーススクリーンを使用する。なお、25ℓ/sec以上の揚水量が確認された試験井は生産井として使用する。このため、各ブロックの生産井本数は試験井1本の転用を含めた5本とする。

#### 4.2.4 灌漑計画

##### 1) 灌漑面積

単位用水量1ℓ/sec/ha(ネパール国におけるナラヤニ,スンサリモラム灌漑プロジェクト等での実績)を適用し、深井戸の揚水可能量別に算定すると計画灌漑面積は、以下のごとく4,625haとなる。(従って、今後の測量結果と詳細設計によって、面積の変更があり得る。)

#### 深井戸揚水可能量別灌漑面積

<u>井戸タイプ別揚水可能量</u>	<u>井戸本数(本)</u>	<u>灌漑面積(ha)</u>
25 ℓ/sec	5 ( 5)	125 ( 125)
30 ℓ/sec	35 ( 5)	1,050 ( 150)
40 ℓ/sec	35 ( 10)	1,400 ( 400)
50 ℓ/sec	30 ( 20)	1,500 (1,000)
55 ℓ/sec	10 ( 0)	550 ( 0)
計	115本(40本)	4,625 ha (1,675 ha)

注) カッコ内は開発優先度1位の井戸本数と灌漑面積

##### 2) 灌漑方法

各圃場への均等水分配と水管理が容易な輪番灌漑を適用する。ポンプの運転時間は日中の12時間を原則とするが、ピーク用水時期(水田の代掻き時期等)には15~16時間の運

転が必要となる。漏水対策が不可欠であり、維持管理も難しいため、調整池は設けない。

### 3) 水利施設

#### (1) ポンプハウスとオペレーターハウス

ポンプハウスは、使用ポンプとエンジンの大きさ、およびTIATSPの既設ポンプハウスの規模を考慮し、レンガモルタル構造の1階建 $13.50\text{m}^2(5.0\text{m}\times 2.7\text{m})$ とする。また、オペレーターハウスはレンガモルタル構造1階建 $9.72\text{m}^2(3.6\text{m}\times 2.7\text{m})$ とする。ポンプの運転時間は12時間であり、オペレーターの休息場所としては十分なスペースである。ただし、オペレーターハウスはポンプの運転、維持管理に支障をきたさないように1ポンプハウスに1戸を別棟で設ける。(エンジンの騒音と振動を避けるには別棟とする必要がある。)要請内容にあるポンプハウス( $17.64\text{m}^2$ )とオペレーターハウス( $17.28\text{m}^2$ )の規模は過大である。

ポンプハウスには、量水用のVノッチを付したバツフル水槽と生活飲雑用水用プールを付帯させるが、建設費に較べ有効利用と維持管理に問題の多い生活飲雑用水給水パイプ網は設置しない。

#### (2) 幹線水路と付帯構造物

幹線水路は、ネパール側の強い要請でもあり、修理、保守が容易で、建設費も安いレンガ1層構造とする。幹線水路は、輪灌灌漑を採用するため、全線を通じ同一断面とするが、深井戸の揚水量に合わせ、以下の3タイプを計画する。

幹線水路の標準タイプ

	I	II	III
内寸法(幅×高さ)	35cm×42cm	35cm×35cm	28cm×28cm
水路勾配	1/1000 - 1/300	1/1000 - 1/300	1/700 - 1/200
計画流量( $\ell/\text{sec}$ )	50 - 55	40	30
計画流速( $\text{m}/\text{sec}$ )	0.56	0.50	0.73
最大流量( $\ell/\text{sec}$ )	80	65	40
最大流速( $\text{m}/\text{sec}$ )	0.80	0.77	0.79

幹線水路の付帯構造物は、水路本体と同様の理由で、レンガモルタル構造とする。縮尺1/1,000地形図を基にした概略水路配置図から見積もった付帯構造物の数は、地形が異なる開発ブロックでは大きな差異があり、以下のごとくなる。

### 3開発ブロックの幹線水路長と付帯構造物数

	<u>D-7ブロック</u>	<u>M-4ブロック</u>	<u>S-7ブロック</u>	<u>ブロック平均</u>
揚水量(ℓ/sec)	50×5	25×5	40×5	—
灌漑面積(ha)	250	125	200	—
アクセス道路長(m)	520	160	1,150	610
幹線水路長(km)	9.0	7.6	7.4	8.0
共同プール	1	1	1	1
取水工	63	35	49	49
落差工	4	41	0	15
排水暗渠	13	0	15	10
道路横断カルバート	1	9	2	4
歩行バス	50	30	30	37
分水箱	3	7	2	4
水路曲折箱	29	9	17	19
止水板	64	37	42	48
家畜バス	19	13	18	17

幹線水路からの支線水路は、ネパールにおける他の灌漑プロジェクトと同様、土水路とし、受益農民が建設することとする。

なお、排水路、農道、管理道路は、用地補償が難行し、建設不可能と判断されるので、本計画からは除外する。幹線水路の維持管理は、レンガ水路わきの盛土天端部の徒歩通行によって行える。また、農業資機材、生産物等の運搬には、現行通り、既存の農道(牛車道)を利用する。

#### 4.2.5 年次別開発ブロック数

##### 1) 初年度の開発ブロック数

初年度に実施可能な開発ブロック数と生産井掘削本数は、以下の諸事情を考慮すると、5ブロックと25本(うち5本は試験井からの転用)になる。

- (1) 基本設計2次調査(1987年11月初旬~1988年4月)完了後の1988年7月末に交換公文(Exchange Note)を締結しても、詳細設計(初年度工事分入札書類の作成を含む)に最短2ヵ月を要するため、入札資格審査が1988年10月、入札期間を含め施工業者の

決定が1988年12月末、これに施工業者の準備・仮設に1ヵ月を要するとすれば、初年度の工事開始は1989年2月初旬となる。

- (2) それゆえ、実施初年度の生産井の掘削・仕上げ期間は1989年2月初旬から同年5月末までの4ヵ月間、水利施設建設期間は1989年3月初旬から同年6月末までの4ヵ月間となる。
- (3) 実施2年度の実産井掘削を円滑に進めるには、初年度の工事期間中に2年度で建設する開発ブロックの試験井(6開発ブロックの場合は6本)を掘削しておく必要がある。
- (4) 一方、KR-2供与済み掘削リグ7台で、4ヵ月間に掘削・仕上げのできる深井戸本数は、リグ1台で深井戸1本を1ヵ月で完成できるとしても、28本が限界である。
- (5) また、施工期間4ヵ月の間にKR-2供与済み建設機械で建設可能な水利施設は、5開発ブロック(25灌漑区、幹線水路総延長は約45km)が最大である。

初年度に建設する開発ブロックは、ネパール側との協議で決定された最優先開発8ブロックの中から、以下の5ブロックを選定する。

#### 初年度建設の5開発ブロック

ブロック名	理由
S-1	北部地区であるが地下水ポテンシャル良好。アクセス良好。ネ側最優先希望地区。
S-7 ※	サルラヒ南部で地下水ポテンシャルが高いと思われる。ネ側最優先希望地区。
M-4 ※	北部地区の内ではややポテンシャルが高い。アクセス良好。ネ側最優先希望地区。
D-15	同上
D-7 ※	自噴帯の中央部でポテンシャル特に良好。アクセス良好。ネ側最優先希望地区。

注) ※印のブロックは1次調査で地形測量と地形図作成が完了している。

#### 2) 年次別開発ブロック数

2年度以降に建設する年次別開発ブロック数と生産井本数は、次の諸条件を考慮し、6ブロックと30本(うち6本は試験井からの転用)とする。

- (1) 初年度の工事期間中に、2年度に建設する6ブロックの試験井の掘削が可能である。
- (2) 2年度目のE/Nを1989年7月末に締結、即、入札資格審査し、入札、入札審査と施工業者の決定を同年10月末までに終了させれば、施工業者の準備・仮設に1ヵ月を見込んで、工事期間としては、同年12月から1990年6月末までの7ヵ月間がとれる。
- (3) 掘削期間を1989年12月初旬から1990年4月末の5ヵ月間としても、掘削リグ7台で、生産井24本と3年度に建設する6開発ブロックの試験井6本、計30本の掘削・仕上げは十分に可能である。
- (4) また、水利施設の建設期間は、1990年1月初旬から同年6月末までの6ヵ月間あり、KR-2建設機械で、6開発ブロック(30灌漑区、幹線水路総延長54km)を建設することは可能である。
- (5) 3年度目と4年度目は2年度目の繰り返しとなる。ただし、4年度目は試験井掘削が不要である。

2年度以降の開発ブロックは、1年次前の工事実施期間中に、ネパール側と十分に協議の上、決定するものとする。

#### 4.2.6 資機材計画

##### 1) 資機材の整備

KR-2資機材の評価調査によれば、試験井23本(各開発ブロックに1本、後に生産井として利用する)と生産深井戸92本の掘削および115灌漑地区の水利施設建設には、KR-2資機材の整備と相当量の追加資機材が必要となる。

KR-2資機材整備の主たるものは、以下の通りである。

- (1) 掘削リグ7台、特にYRD-501R3台の点検、整備
- (2) 同上リグ3台のマッドポンプの整備
- (3) 現存ジョンソンスクリーン計2,572.5mの補強。(他に、無補強ジョンソンスクリーン105m、リングベース・スクリーン1,996.5mを使用する)



- (4) 立型タービンポンプ計50台のポンプ軸と揚水管の延長(現品の30mから40mへの延長5台、55mへの延長45台)

2) 追加資機材の数量算定

生産井115本(うち23本は試験井からの転用)および23開発ブロック計115灌漑区内水利施設を前出4.2.5の年次開発計画に沿って、4年間で建設する場合に、必要な追加資機材総量は以下のごとく算定される。

(1) 深井戸掘削・仕上げ用資機材

- |  |      |
|--|------|
| 1. トリコンビット17 $\frac{1}{2}$ "                     | 130個 |
| 2. トリコンビット14 $\frac{3}{4}$ "                     | 130個 |
| 3. ホールオーブナー14 $\frac{3}{4}$ "→17 $\frac{1}{2}$ " | 70個  |

上記はいずれも在庫なし。基本設計調査における4本の試掘実績から①、②については深井戸1本当たり各1個(平均)を消費すると判断し、これに約15%の予備を見込んだ。③については掘削リグの能力から判断し、深度60~70mまでは17 $\frac{1}{2}$ "ビットで一気に掘削、それ以下の深度については先ず、14 $\frac{3}{4}$ "ビットで掘削した後17 $\frac{1}{2}$ "ビットに孔拡することとし、1本当たりに0.5個の消費を見積もり、それに約20%の予備を見込んだ。

4. 高圧エアークンプレッサー(20kg/cm<sup>2</sup>、20m<sup>3</sup>/min) 1台

孔径17 $\frac{1}{2}$ "の中に8"ジョンソントイプスクリーンを挿入し、スクリーン外側と孔壁間を砂利充填した後のスクリーン洗浄には、現存のエアークンプレッサー(7kg/cm<sup>2</sup>、10.5m<sup>3</sup>/min)は能力不足ゆえこれを補うために高圧コンプレッサー1台の追加が不可欠である。

5. 4"揚水パイプ (L=5.5m、ネジ付き) 390.5m

6. 1"空気パイプ (L=5.5m、ネジ付き) 506m

ケーシングパイプとスクリーンを挿入し、砂利充填した後の井戸仕上げ、即ち、井戸洗浄を同時に4カ所で行うと仮定した必要数量は、⑤、⑥とも各561m(120mクラス3カ所、200mクラス1カ所)となる。これから現存数量を差引いた数量は上記の通りとなる。

7. 水中モーターポンプ(ポンプのみ) 1台(50m揚程40ℓ/sec 1台)

この型の水中モーターポンプの在庫なし。この型の水中ポンプを使用する揚水試験が予想されるので、1台追加する。なお、水中ポンプ用発電機は現存の10台で充分である。

8. 揚水量測定用ノッチタンク(2.5m<sup>3</sup>) 5個  
現存数は1個である。生産井の揚水試験を同時に6ヵ所で行うには、5個の追加が必要である。ただし、現地で鋼板を購入し、製作するものとする。
9. DCエンジンウェルダ(3.6kVA) 5台  
現存DCエンジンウェルダ7台は、使いにくかつ消耗度も激しいので、5台を追加する。
10. 20"コンダクターパイプ(L=3m) 現存84m+追加1,368m
11. 14"ケーシングパイプ(L=6m) 現存4,932m+追加612m
12. 8"ケーシングパイプ(L=6m) 現存12,732mで追加不要  
115本の生産井と23本の試験井を仕上げるには、上記の追加数量が必要である。
13. 8"補強ジョンソンスクリーン(L=5.25m、L=3.25m) 2,572.5m  
現在のジョンソンスクリーンを補強しても深度150m以下に設置することは極めて危険である。115本の生産井(23本の試験井を含む)の深度50~150m間に設置する8"補強ジョンソンスクリーンの数量である。
14. 8"リングベーススクリーン(L=5.5m) 1,996.5m  
115本の生産井(23本の試験井を含む)の深度150m以下に使用する数量である。
15. 8"ケーシングパイプ用セントライザー 594個  
在庫なし。孔径17 $\frac{1}{2}$ "内に8"パイプを垂直に設置するには8"ケーシングパイプ3本(18m)に1個のセントライザーを使用する必要がある。
16. 荏原製タービンポンプのパイプとシャフト 8台分(200m)  
荏原タービンポンプ8台のポンプ軸と揚水管を延長するために上記数量の追加が必要である。
17. 岡本製タービンポンプのパイプとシャフト 7台分(175m)  
岡本タービンポンプ7台のポンプ軸と揚水管を延長するために上記数量の追加が必要である。
18. 8"デリバリーパイプ (L=1.2m、エルボ付き) 68本
19. 6"デリバリーパイプ (L=1.2m、エルボ付き) 47本  
在庫なし。荏原ポンプ(68台)と岡本ポンプ(47台)の吐出側に設置する必要がある。

20. ポータブル給水タンク (3m<sup>3</sup>、防水布製) 24個  
 在庫なし。井戸掘削は同時に6ヵ所、水路建設も同時に6ヵ所行われるため、各ヵ所に2個が必要である。又現場で水を得ることは難しく、給水タンクローリーで給水しないかぎり、井戸掘削と水路建設は不可能である。
21. ポータブル給油タンク (2m<sup>3</sup>、鋼板製) 4個  
 現存数は2個である。同時に6ヵ所での掘削が行われる。各ヵ所に1個タンクを置き、3台の給油タンクローリーで給油することとする。
22. ガス溶接・切断器 5台  
 現存数は1台である。掘削・仕上げ6ヵ所に各1台必要である。
23. 無線機(親1台、子6台) 1組  
 掘削ヵ所が6ヵ所に点在するため、建設事務所と各掘削ヵ所との緊急連絡用に必要である。
24. セメント 58トン  
 ベントナイト 460トン  
 バライト 29トン  
 CMC 18トン  
 泥水溶解剤 15トン  
 生産井1本当たり以下の数量を要する。
- |        |         |
|--------|---------|
| セメント   | 500kg   |
| ベントナイト | 4,000kg |
| バライト   | 250kg   |
| CMC    | 150kg   |
| 泥水溶解剤  | 130kg   |
- セメントは、ケーシングストリング(ケーシングパイプ+スクリーン)を吊るコンクリート基礎等を造るのに使用される。泥水溶解剤は日本からの購送を要するが、他の材料は、現地にて市販されている製品を購入することとする。
25. 充填用砂利 2,127m<sup>3</sup>  
 ジョンソンタイプスクリーンの充填砂利としては、粒径2mm~9mm内の砂利を使用せねばならない。現地で9mmと2mmのフルイで2度の選別を行う必要がある。

26. 燃料 (ディーゼル燃料) 1,135kℓ

掘削・仕上げには、1日当たり300ℓのディーゼル燃料を必要とする。

(2) 運搬用車輛

1. 3トンクレーン付き4トンカーゴトラック 1台

試用可能台数は5台。掘削・仕上げ作業は、6ヵ所で同時進行となる。作業上、1ヵ所当たり1台のクレーン付きトラックを必要とする。

2. 4,000ℓ給油タンクローリー 1台

使用可能台数は2台。掘削・仕上げ作業が6ヵ所、水路建設が6ヵ所、同時進行となるので4ヵ所当たり1台の給油タンクローリーが必要である。

3. 4,000ℓ給水タンクローリー 1台

使用可能台数は5台。上記と同様であるが、1日当たり多量の水を要するので、2ヵ所に1台の給水タンクローリーが必要である。

4. 1トンピックアップトラック 6台

深井戸建設に使用できるピックアップトラックは0である。機械部品、消耗品、資材等の運搬に各掘削・仕上げ現場に1台のピックアップトラックが必要である。

5. 5トンフォークリフト 1台

使用可能台数は1台。ケーシングパイプ類とスクリーンはTIATSPセンターとNawalpur園芸農場に分散して保管されているため、トラックまたはトレーラーへの積込みに、それぞれ1台常備しておく必要がある。

(3) 建設機械

1. 2.8mモーターグレーダー 1台

モーターグレーダーの現有台数は、2.8m幅のものが1台と3.1m幅のもの5台、計6台あるが、アクセス道路の整備用に1台を追加する必要がある

2. 4トンバイプロロードローラー 1台

使用可能台数は5台。水路建設は6ヵ所で同時進行するので、各現場の水路の堤体盛土転圧用に1台、計6台が必要である。自走速度が遅いため、1台のバイプロローラーを2現場で使用することは極めて難しい。また、堤体盛土の転圧が不充分であれば、雨季に堤体が崩れ、ブリックモルタル水路は破損することになる。

3. 3.5トンダンプトラック 2台

使用可能台数は10台。KR-2で実施されたブリックモルタル水路の堤体盛土量の10~20%は、10~20km遠方の土取り場から運ばれており、各水路建設現場で2台のダンプトラックが必要である。

4. 0.5m<sup>3</sup>コンクリートミキサー 2台

使用可能台数は4台。各水路建設現場(ポンプハウス1カ所、オペレーターハウス1カ所、ブリックモルタル水路長約1.6km)でのコンクリートとモルタル練りに、1台のコンクリートミキサーが必要である。

(4) 管理用車両

1. ワゴンタイプジープ 3台

使用可能台数は3台。コンサルタント、さく井業者、土木業者の各建設事務の運営・管理(連絡業務を含む)にそれぞれ1台のワゴンタイプジープが必要である。また、コンサルタントが行う地形測量(毎年6開発ブロック、常時12人の現地測量技師を使用する)に3台のワゴンタイプジープが必要となる。

2. ジープ 12台

使用可能台数は0。コンサルタントの施工管理に1台、日本人掘削技術者に3台(2人に1台)、機械修理技術者2人(掘削リグ1人、建設機械1人)に各1台、水路建設現場の施工管理用に6台(6現場に各1台)の計12台が必要である。

なお、115本の生産井(うち23本は試験井からの転用)と115灌漑地区の水利施設を4年間で建設する場合(年間25~30本の生産井と25~30灌漑地区内水利施設の建設)に必要な資機材総量(追加資機材を含む)は表 4.5と表 4.6に示した通りである。

上述した本章の計画内容と要請内容との概要比較は表 4.7に示す。また、計画の詳細は、ネパール政府の要請とそれに対する検討とともに表 4.8に示す。

### 4.3 日本の技術協力

日本政府は、1971年にJADPが設立されて以来、1986年11月まで15年間にわたり、無償資金協力と平行して、JADPの各事業に対する技術協力を実施した。この間に派遣された日本人専門家は、米作、果樹、灌漑、地下水開発、農業技術普及・訓練等多岐にわたっており、これら専門家の指導、監督によって、下記の事業は成功を収めている。

- (1) ハルディナス農場とシンズリ農場の運営
- (2) ナワルプール園芸センターの設立、運営
- (3) ジュナール(ネパール産オレンジ)の品種改良と普及
- (4) 日本産ブドウの栽培技術の確立
- (5) IAP事業の設立、運営
- (6) 灌漑モデル圃場整備
- (7) 浅井戸灌漑事業の推進
- (8) 農業技術普及員、農民等の研修・訓練
- (9) 農業機械の整備・修理技術の確立

しかしながら、地下水開発事業に係る知識、水理地質調査、計画立案、深井戸掘削・仕上げ、灌漑施設の維持・管理と水管理、ポンプの整備と修理、建設・運搬機械の整備と修理、等の技術・技能と水利組合の組織化および体製造りが確立しているとは言い難い。従って、これらに係る技術協力が望まれる。