

ネパール王国  
カトマンズ上水道施設改善計画  
基本設計調査報告書

ネパール王国

# カトマンズ上水道施設改善計画

## 基本設計調査報告書

平成3年7月

国際協力事業団

平成3年7月

国際協力事業団

116  
61.8  
GRF  
LIBRARY  
U.S. U.S.



JICA LIBRARY



1093191 (3)

20199



ネパール王国

カトマンズ上水道施設改善計画

基本設計調査報告書

平成3年7月

国際協力事業団



国際協力事業団

22799

## 序 文

日本国政府は、ネパール王国政府の要請に基づき、同国のカトマンズ上水道施設改善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いたしました。

当事業団は、平成3年2月13日より3月20日まで、当事業団無償資金協力調査部長 細野 豊 を団長とする基本設計調査団を現地に派遣しました。

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、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業を経て、当事業団無償資金協力調査部 宍戸 健一 を団長として平成3年7月11日より7月17日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

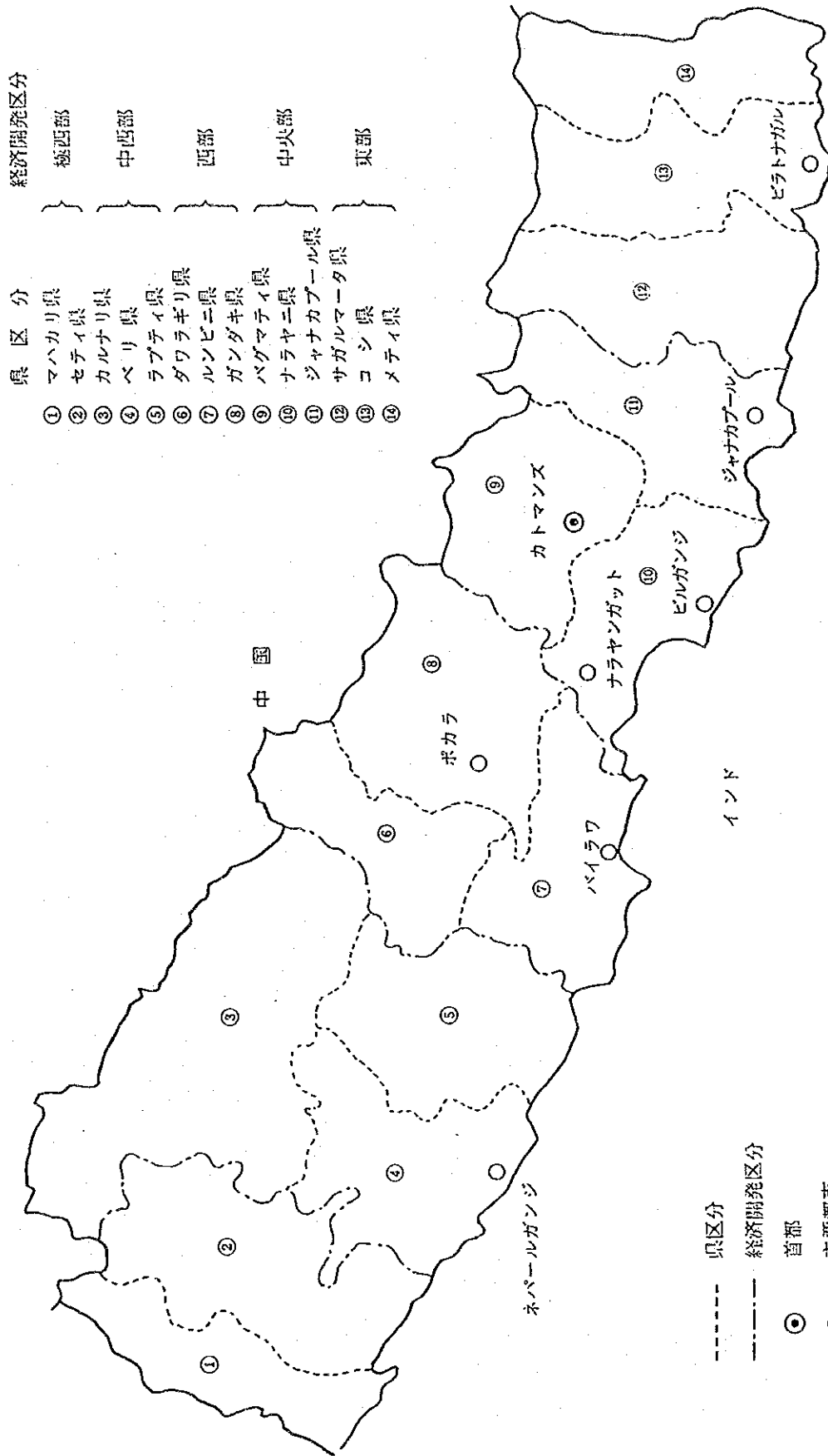
平成3年7月

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介





ネパールの全図



経済開発区分

- 極西部
- 中西部
- 西部
- 中央部
- 東部

県区分

- ① マハカリ県
- ② セティ県
- ③ カルナリ県
- ④ ベリ県
- ⑤ ラプティ県
- ⑥ ダウラギリ県
- ⑦ ルンビニ県
- ⑧ ガンダキ県
- ⑨ バグマティ県
- ⑩ ナラヤニ県
- ⑪ ジャナカプール県
- ⑫ サガルマータ県
- ⑬ コシ県
- ⑭ メティ県

--- 県区分  
 --- 経済開発区分  
 ● 首都  
 ○ 主要都市







## 要 約

ネパール国の首都カトマンズ市とこれに隣接するラリットプール市よりなるグレーター・カトマンズの水道は約百年の歴史を有し、水源の開発とこれを給水するための配水施設の整備が行われた。本格的な水道整備は1970年代の人口の都市集中に伴う水需要の急増に対処するため、1973年に策定されたマスタープランに基づいて着手された。

このマスタープランは、

- (1) 1996年までの水需要については盆地内の水源開発及び水道施設の改修、新設で対処する
  - (2) 1997年以降は盆地外の水源により水道施設の整備拡充を行う
- というものであった。

しかし、この計画には次のような問題がある。

(1)は、(a) 1980年代に新規水源として開発された地下水は高濃度の鉄、マンガン及びアンモニア性窒素を含有し、無処理のまま給水されているため水道全体の水質障害の原因となっている。(b) 地下水源は涵養が少なく揚水量が制限される。(c) 1970年以前に建設された水道施設は老朽化により、その機能が著しく低下しており、水質の悪化・給水量の低下を招いている。(d) 人口の急増により用水の需給に不均衡が生じている。

(2)は、1989年 UNDPにより盆地外水源としてメラムチ川が選定されたが、27kmの導水トンネルの建設を伴うため、技術的・財政的問題から2001年の利水の目途は立っていない。

このため、ネパール国政府は国家開発計画の中でグレーター・カトマンズの都市水道整備を最緊急課題の1つに取り上げ上下水道整備15カ年計画(15YDCP)を策定した。この計画の第1次5カ年計画として、給配水施設整備を主とした都市上下水道整備計画(UWSSRP)が世銀/UNDPの援助により実施される過程にある。しかしながら、このUWSSRPではグレーター・カトマンズの水道に緊要とされている水質の改善や給水量の対策について考慮されていない。

かかる状況下、1989年から1990年にかけて、2001年までの水需要に応じるための盆地内の水源拡張と水管理に係わるマスタープラン調査がJICAにより実施され、JICA水道整備計画として8つのプロジェクトが提案された。

この調査結果を基に、ネパール国政府は同プロジェクトのうち、水質が悪く無処理で給水されている地下水の水質改善と既存浄水施設の拡充整備に係わる5つのプロジェクトについて、日本国政府に無償資金協力を要請した。この要請に応え日本国政府は5プロジェクトの内、JICAマスタープラン調査で最優先すべきとされた2プロジェクトにつき、基本設計調査の実施を決定し、JICAは1991年2月13日から3月20日まで基本設計調査団を派遣した。

同調査団はネパール国政府関係者との協議、世銀関係者との協議、給水状況に係る資料収集・現地調査及び地下水の生物処理実験等を行った。帰国後、現地調査結果を踏まえ、裨益効果の検討、水道施設計画、水道施設の基本設計、維持管理計画等の策定、事業費の積算を行うと共に、これらの内容を取りまとめた、ドラフト・ファイナルレポートを作成した。

JICAは、ドラフト・ファイナルレポートの説明のため、1991年7月11日～7月17日まで調査団を派遣し、ネパール国政府関係者への説明・協議を行った。その後のネパール国側コメントも勘案して最終的に取りまとめたのが本報告書である。

本計画における基本的事項は次のとおりである。

- (1) 計画目標年次は1995年とする。
- (2) 1995年のグレーター・カトマンズの計画給水量は 85,700m<sup>3</sup>/日で、一人一日使用水量はカトマンズ市で101リットル、ラリットプール市で94リットルである。
- (3) 本計画の計画給水量はマハンカルチュール・プロジェクトで 26,500m<sup>3</sup>/日、バンスバリ・プロジェクトで22,100m<sup>3</sup>/日である。
- (4) 水質改善目標は、鉄・マンガンの除去、大腸菌・一般細菌等の殺菌、配水管内における滅菌能力の確保と、鉄・アンモニア性窒素等による配水管内での二次障害の予防、給水水質の腐食性の改善による配水管の腐食障害の予防等である。
- (5) 水源は既存の地下水と既存及び開発表流水源の併用とし、既存地下水の年間揚水量は日量で15,600m<sup>3</sup>以下とする。
- (6) 浄水場は次の方針により設計する。
  - (a) 地下水はアンモニア性窒素を生物ろ過処理で除去した後、凝集沈澱、マンガン砂ろ過する方式とする。
  - (b) 表流水は凝集沈澱・急速ろ過の過程で処理する。
  - (c) 凝集処理は注入管理が確実・容易で、且つ性能の優れている日本製顆粒 PACを使用するものとして計画する。
  - (d) 滅菌処理は主として操作性の優れた生成次亜塩素酸ソーダを使用する計画とするが、予備的にさらし粉を使用することも考慮する。
- (7) 浄水場水槽は鉄筋コンクリート製とし、水密性の高い構造とする。
- (8) 基礎杭は鉄筋コンクリート製角杭を使用し、現場で作製し打設する。
- (9) 導水管は施工性が優れ耐食性の高い硬質塩化ビニール管を中心に使用する。

以上の基本事項に基づいて策定した水道施設基本設計内容を次表に示す。

マハンカルチャー・プロジェクト基本設計内容

項 目		施 設 内 容
取水施設	表 流 水	分岐管φ450mm (減圧弁付)、取水管φ500mm
	地 下 水	既存井戸群 (マノハラ、ゴカルナ、ドビコラ井戸群)
導水施設	流 量 調 節 池	調節容量 4,600m <sup>3</sup>
	導 水 管	φ500mm×9,130m、VM管
浄水施設	生 物 ろ 過 池	19,100m <sup>3</sup> /日、10池×15.9m <sup>2</sup> (2.46m×6.46m)
	着 水 井 ・ 混 和 池	2池×53m <sup>3</sup> (2.5m×5.6m×3.8m)
	フ ロ ッ ク 形 成 池	12池×48m <sup>3</sup> (1.0m×2.95m×8.1m×2条)
	沈 澱 池	2池×815m <sup>3</sup> 、3池×534m <sup>3</sup>
	急 速 ろ 過 池 ・ 除 鉄 ろ 過 池	10池×18.8m <sup>2</sup>
	浄 水 池	2池×560m <sup>3</sup>
	送 水 施 設	ポンプ 6.7m <sup>3</sup> /分×7m×11KW×4台
	凝 集 剤 溶 解 注 入 設 備	(溶解) 0.4m <sup>3</sup> ×2槽、(貯槽) 1.0m <sup>3</sup> ×2槽
	ア ル カ リ 剤 溶 解 注 入 設 備	(生物ろ過用) 0.4m <sup>3</sup> ×2槽、2.0m <sup>3</sup> ×2槽
	ア ル カ リ 剤 溶 解 注 入 設 備	(表流水用) 0.4m <sup>3</sup> ×2槽、1.3m <sup>3</sup> ×2槽
	滅 菌 ・ 酸 化 設 備	1式
	次 亜 塩 素 酸 ソーダ 生 成 注 入 設 備	1式 (能力 130 kg-Cl <sub>2</sub> /日)
	予 備 用 さ ら し 粉 溶 解 注 入 設 備	0.4m <sup>3</sup> ×2槽、0.65m <sup>3</sup> ×2槽
電 気 設 備	600KVA受変電設備、ディーゼル発電機300KVA×1台	
基 礎 杭	φ350×350 (鉄筋コンクリート製)	

パンスバリ・プロジェクト基本設計内容

項 目		施 設 内 容
取水施設	表 流 水 (既存取水場の拡張整備)	シバプリ 14,000m <sup>3</sup> /日、ビスヌマティ 7,000m <sup>3</sup> /日
	地 下 水	既存井戸群 (パンスバリ井戸群)
導水施設	導 水 管	φ 250mm×2,019m、φ 200mm×1,433m、φ 350mm×3,826m VP管
浄水施設	生 物 ろ 過 池	17,600m <sup>3</sup> /日、10池×14.7m <sup>2</sup> (2.46m×5.98m)
	着 水 井 ・ 混 和 池	2池×53m <sup>3</sup>
	フ ロ ッ ク 形 成 池	4池×117m <sup>3</sup> (1.15m×3.15m×8.1m×4条)
	沈 澱 池	4池×660m <sup>3</sup> (5.2m×3.0m×42.3m)
	急速ろ過池・除鉄ろ過池	8池×20.0m <sup>2</sup>
	浄 水 池	2池×465m <sup>3</sup>
	送 水 施 設	ポンプ 2.7m <sup>3</sup> /分×7m×5.5KW×3台
	凝集剤溶解注入設備	(溶解) 0.4m <sup>3</sup> ×2槽、(貯槽) 1.0m <sup>3</sup> ×2槽
	アルカリ剤溶解注入設備	(生物ろ過用) 0.4m <sup>3</sup> ×2槽、1.5m <sup>3</sup> ×2槽
	アルカリ剤溶解注入設備	(表流水用) 0.4m <sup>3</sup> ×2槽、1.0m <sup>3</sup> ×2槽
	滅菌・酸化設備	0.4m <sup>3</sup> ×2槽、1.0m <sup>3</sup> ×2槽
	さらし粉溶解注入設備	0.4m <sup>3</sup> ×2槽、1.0m <sup>3</sup> ×2槽
	電 気 設 備	500KVA受変電設備、ディーゼル発電機300KVA×1台
基 礎 杭	φ350×350 (鉄筋コンクリート製)	



本計画に必要な事業費は総額36.58億円と見積もられる。日本側の負担分は35.76億円である。ネパール側の負担分は0.82億円である。

本計画の実施機関はネパール水道公社（NWSC）であり、直接担当するのはその下部組織であるグレーター・カトマンズ給水局である。NWSCは世銀や外国援助によるプロジェクトで経験を積んでいるので本計画の遂行能力は十分にあると思われる。

本計画の施設の維持管理は、グレーター・カトマンズ給水局の維持管理部が担当することになるが、実際にはその下部組織として両プロジェクトの浄水場の場長を長とし、今回設置される取水、浄水及び配水の各施設の維持管理要員を配置した新たな組織によって行う。本施設の維持管理には98.3百万円の費用が必要である。水道料金を各戸給水4,0ルピー（17.7円）/m<sup>3</sup>、共同水栓分6.2ルピー（27.5円）/m<sup>3</sup>とすれば、料金収入は139.3百万円となり、年間費用を賄うことができる。

本計画実施は2期に分けて行い、1期はマハンカルチュール・プロジェクト、2期にバンスバリ・プロジェクトを実施することとし、必要な工期は両プロジェクト共に、それぞれ12カ月を要する。

本計画が実施されると、水質の悪い地下水が無処理のまま混入され、且つ配水施設が未整備のため質的にも量的にも十分な給水が行われず不自由な生活を余儀なくされている住民に対し、十分な水量と安全で清潔な水が供給されることになり、住民の生活向上に寄与する。さらに、地下水が無処理のまま給水されている本計画に係わる配水区域の水系疾病発生率は、それ以外の配水区域の2.1倍以上の人口10,000人当たり100~340人と非常に高いが、本計画の実施により、この発生率の大幅な改善が期待される。本計画の給水量は、全給水量の57.4%以上であり、その効果は市民の半数以上に及び、裨益効果はきわめて大きい。また受益住民の水道行政に対するこれまでの不満を払拭し、協力が得られ易くなるので水道経営の健全化に貢献することにもなる。このように、本計画に対する日本国政府の無償資金協力は有意義であり、且つ妥当性があるものと判断される。

本計画の効果が十分発揮されるためには、施設の適切な運営管理がなされることである。このためには、NWSCは浄水処理に欠かせない薬品の確実な調達ルートを整備し、水道料金の有収率向上のための料金徴収システムの整備、要員のトレーニング、市民の啓蒙等を確実に行う必要がある。さらに、管理要員の養成とトレーニングのために日本人専門家の派遣が望ましく、その受け入れ体勢を整えること等の措置を取る必要がある。また、UWSSRPと本計画の基になっているJICA水道整備計画は、その整備目標において競合・重複している部分があり、その調整を行った上でUWSSRPの早期実施を図ることが必要である。さらに、メラムチ計画は本計画及びUWSSRPの整備内容を十分に活用して、重複投資を極力避けた計画となるように調整を行う必要がある。



# 目 次

序 文	
位置図	
要 約	
第1章 緒 論	1
第2章 計画の背景	3
2-1 ネパール国の概況	3
2-1-1 地 理	3
2-1-2 気 候	3
2-1-3 人 口	4
2-1-4 人種・言語・宗教	5
2-1-5 政 治	6
2-1-6 経 済	6
2-1-7 貿易収支	7
2-1-8 産 業	8
2-1-9 社会基盤状況	11
2-2 当該セクターの概況	12
2-2-1 水道行政組織	12
2-2-2 生活用水の給水状況	12
2-2-3 給水施設の運営管理の状況	16
2-3 関連計画の概要	17
2-3-1 国家開発計画	17
2-3-2 地域開発計画	18
2-4 外国援助	19
2-5 要請の経緯と内容	22
2-5-1 要請の経緯	22
2-5-2 要請の目的	24
2-5-3 要請の内容	24
第3章 計画地の概要	27
3-1 一般状況	27
3-1-1 位 置	27
3-1-2 地 形	27

3-1-3	地質	27
3-1-4	気象・水文	28
3-2	社会環境・社会経済	33
3-3	水理地質	38
3-3-1	地下水の賦存機構	38
3-3-2	地下水の分布状況	38
3-3-3	地下水の利用状況及び地下水位	39
3-4	当該セクターの概要	42
3-4-1	給水システム	42
3-4-2	水源	46
3-4-3	給水量	48
3-4-4	水需要	49
3-4-5	浄水施設	51
3-4-6	配水施設	52
3-4-7	給水水質	53
第4章	計画の内容	55
4-1	計画の目的	55
4-2	計画内容の検討	57
4-2-1	計画の妥当性・必要性	57
4-2-2	関連計画との競合・重複	57
4-2-3	水道施設計画	72
4-2-4	実施運営計画の検討	101
4-2-5	技術協力の必要性の検討	102
4-2-6	協力実施の基本方針	102
4-3	計画の概要	103
4-3-1	マハンカルチュール・プロジェクト	103
4-3-2	バンスバリ・プロジェクト	104
4-3-3	実施機関と運営体制	104
4-3-4	維持管理計画	107
4-3-5	運営管理計画	116
第5章	基本設計	119
5-1	設計方針	119
5-2	設計条件の検討	120
5-3	基本計画	125

5-3-1	マハンカルチュラル・プロジェクト	125
5-3-2	バンスバリ・プロジェクト	140
5-4	基本設計図	153
5-5	施工計画	243
5-5-1	施工方針	243
5-5-2	施工計画	246
5-5-3	施工監理計画	247
5-5-4	資機材調達計画	248
5-5-5	事業実施工程	249
5-5-6	概算事業費	251
第6章	事業の効果と結論	253
6-1	事業実施の効果	253
6-2	結 論	256
6-3	提 言	256



## 表および図リスト

### 表リスト

表-2.1.1	地勢別人口分布及び人口密度 (1981年)
表-2.1.2	都市人口
表-2.1.3	主要経済指標等
表-2.1.4	輸出入、貿易収支の推移
表-2.1.5	主要農産物生産量の推移
表-2.1.6	主要工業製品生産量の推移
表-2.2.1	ネパール国の水道整備状況
表-2.2.2	1990～2000年の水道整備計画
表-2.4.1	ネパール国の過去10年間の開発支出及び外国援助の推移
表-2.4.2	ネパール国の主要援助国・機関
表-3.2.1	カトマンズ盆地の都市部及び村落部の人口と人口増加率
表-3.2.2	カトマンズ盆地の水系疾病発生件数
表-4.1.1	地下水生産量の推移
表-4.2.1	15YCDPの概要
表-4.2.2	各システムの需要水量と計画給水量 (1995年)
表-4.2.3	各システムの需要水量と計画給水量 (2001年)
表-4.2.4	地下水揚水量及び水位測定結果
表-4.2.5	各井戸群の地下水位の推移
表-4.2.6	DK5井戸のポンプ運転時と停止時のDK1井戸の水位測定結果
表-4.2.7	井戸改善案 (提案)
表-4.2.8	月別開発可能水量
表-4.2.9	月別取水可能水量
表-4.2.10	スンドリジャル発電所主要設計諸元
表-4.2.11	生物処理方式比較表
表-4.2.12	マハンカルチュール・プロジェクト浄水施設設計画案
表-4.2.13	バンスバリ・プロジェクト浄水施設設計画案
表-4.2.14	各浄水施設設計画案の建設費及び維持管理費
表-4.2.15	NWSCの収入・支出状況
表-4.3.1	NWSCの職員数
表-4.3.2	1989年の給水量、使用水量及び料金収入実績

表-4.3.3	UWSSPRに要する年間費用
表-5.3.1	ユニットプロセスの月別処理水量（マハンカルチュール浄水場）
表-5.3.2	次亜塩素酸ソーダ生成注入設備仕様
表-5.3.3	マハンカルチュール浄水場動力負荷一覧表
表-5.3.4	ユニットプロセスの月別処理水量（バンスバリ浄水場）
表-5.3.5	バンスバリ浄水場動力負荷一覧表
表-5.5.1	事業実施工程表

## 図リスト

図-3.1.1	カトマンズ盆地等雨量曲線図
図-3.1.2	河川縦断形状及び流域模式図
図-3.3.1	滞水層境界及び井戸分布状況
図-3.3.2	カトマンズ盆地の地下水揚水量の推移
図-3.4.1	カトマンズ盆地の給水システム
図-4.2.1	15YCDPの実施スケジュール
図-4.2.2	JICA水道整備計画の実施計画
図-4.2.3	水収支モデル
図-4.3.1	NWSC組織図
図-4.3.2	NWSCグレーター・カトマンズ給水局組織図
図-4.3.3	本計画の維持管理組織
図-5.5.1	事業実施組織

## 付属資料

1. 調査団氏名
2. 調査日程
3. 相手国関係者リスト
4. 討議議事録
5. JICA水道整備計画の概要
6. 地下水の水質改善の検討
7. 維持管理費内訳
8. ネパール国負担事業費



## 略字表

### ORGANIZATION

ADB	: Asian Development Bank
DWSS	: Department of Water Supply and Sewerage
GTZ	: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
GWE	: German Water Engineering GmbH.
IDA	: International Development Association
JICA	: Japan International Cooperation Agency
MHPP	: Ministry of Housing and Physical Planning
MLD	: Ministry of Local Development
MPLD	: Ministry of Panchayat and Local Development
MOH	: Ministry of Health
NEA	: Nepal Electricity Authority
NWSC	: Nepal Water Supply Corporation
SMEC	: Snowy Mountains Engineering Corporation Ltd.
UNDP	: United Nations Development Programme
UNICEF	: United Nations Children's Fund
WHO	: World Health Organization
WSSB	: Water Supply and Sewerage Board
WSSC	: Water Supply and Sewerage Corporation

### UNIT OR OTHERS

CIF	: Cost Insurance & Freight
FOB	: Free On Board
DSR	: Debt Service Ratio
GDP	: Gross Domestic Production
GNP	: Gross National Production
NRs.	: Nepalese Rupees
lcd	: Litter per Capita per Day
Mld	: Million litter per Day
MCM	: Million Cubic Meter
15YCDP	: Fifteen Year Comprehensive Development Programme
UWSSRP	: Urban Water Supply and Sanitation Rehabilitation Project
RID	: Regional Integrated Development



## 第 1 章 緒 論



## 第 1 章 緒 論

ネパール国のグレーター・カトマンズの水道は、約百年の歴史を有している。本格的な水道施設の拡張・整備は、1973年にUNDPの協力により策定されたマスタープランに基づいて、3次に亘るプロジェクトが実施され、1987年に完了した。これにより、量的には当面の水需要を満たせることになった。引き続き上記マスタープランに基づく 1) 既存水道施設の改良改善、2) 1997年以降の需要増に対処するための盆地外からの利水による水道施設の拡張を2本柱とする計画が進行中である。しかし、2)に関しては、27kmにも及ぶ導水トンネルの建設やバックアップ用の貯水池の確保等の未解決の問題が残され、少なくとも2001年までの盆地外からの利水の目途は立っていない。

かかる状況下、1989年から1990年にかけて、2001年までの水需要に応じるための盆地内の水源拡張と水管理に係るマスタープラン調査がJICAにより実施され、8つのプロジェクトが提案された。この調査結果を基に、ネパール国政府は同プロジェクトの内、5つのプロジェクトの実施に関する無償資金協力を我が国に要請してきた。

日本国政府は上記5つのプロジェクトの内、JICAマスタープラン調査で優先すべきとされた2プロジェクトにつき、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は同事業団無償資金協力調査部長 細野 豊 氏を団長とする基本設計調査団を1991年2月13日から3月20日までネパール国に派遣した。

調査団は、ネパール国政府関係者との協議、世銀関係者との協議、給水状況に係る資料収集、現地調査を行うと共に、地下水の生物処理実験を実施した。ネパール国政府関係者との協議の結果得られた基本的合意事項は、議事録としてとりまとめられた。

帰国後の国内作業においては、現地調査結果に基づいて本計画の裨益効果を検討の上、水道施設計画、水道施設の基本設計、事業費の積算及び維持管理計画等を策定し、本計画を実施するための最適案としてドラフト・ファイナルレポートを作成した。

国際協力事業団は、ドラフト・ファイナルレポートの説明のため、同事業団無償資金協力調査部 穴戸 健一を団長とする調査団を1991年7月11日～7月17日までネパール国へ派遣し、ネパール国政府関係者への説明・協議を行った。

本報告書はネパール国関係者との協議及びその後のコメントを勘案して、事業実施案としてとりまとめたものである。調査団の構成、現地調査の日程、ネパール国関係者リスト及び議事録等は付属資料に添付した。



## 第2章 計画の背景





## 第2章 計画の背景

### 2-1 ネパール国の概況

#### 2-1-1 地理

ネパール国は南、東、西でインドと国境を接し、北で中国と接する内陸国であり東経 $80^{\circ} 4'$ から $88^{\circ} 12'$ 及び北緯 $26^{\circ} 22'$ から $30^{\circ} 27'$ の間に位置している。また、東西平均距離は約800km、南北の平均距離は約160km、その国土面積は147,181km<sup>2</sup>であり、北海道の約2倍の広さである。地勢は北端にヒマラヤ山脈が位置しているため標高100~8,800m以上と非常に変化に富み、丘陵及び山岳地帯が国土の83%を占めており、その地形から次の3地帯に分類されている。

北部山岳地帯は標高5,000~8,800mに及ぶヒマラヤの高山地帯で、国土面積の41%を占めている。

中部丘陵地帯はネパール国の中央部を東西に延びる低位山岳部の谷、盆地からなり、その標高は600~5,000mである。カトマンズ盆地を初めとする平坦部は都市化が進んでおり、また低位山岳部は山頂付近まで開墾され、段々畑を形成している。この地帯の面積は国土面積の42%を占めている。

南部テライ地帯は標高100~600m、平均300m程度で比較的平坦な地形をしており、インドとの国境地帯に幅25~32kmに亘って分布している。その面積は国土の17%を占め、その40%が農地として利用され、ネパール国の穀倉地帯となっている。

#### 2-1-2 気候

ネパール国は前述のごとく、地形的な変化に富んでいるため、その気候は氷河のある高山気候から、標高100mの熱帯性のモンスーン気候まで、地域によって大幅に異なっている。しかし、一般的には気候は大陸的で、概ね6~9月のモンスーンが大量の雨をもたらし、冬は乾燥している。モンスーンの約4カ月の期間中に年間降雨量の約80%が降り、11月から2月までの冬の4カ月間は3.3%以下である。また、年間降雨量の分布は南部の低位部250mmから北部山岳地帯の2,500mmまでと大きな地域差が見られる。

### 2-1-3 人口

ネパール国の総人口は1981年の国勢調査によれば、15,022,839人である。近代的な国勢調査が実施された1952年からの人口増加率は年平均、1952～1961年が1.32%、1961～1971年が2.07%、1971～1981年が2.66%で、増加傾向にある。

ネパール国の地域別人口比率及び人口密度は、北部山岳地帯が8.7%、25.1人/km<sup>2</sup>、中部丘陵地帯が47.7%、116.08人/km<sup>2</sup>、南部テライ地帯が43.6%、192.70人/km<sup>2</sup>で土地の豊かな南部への集中が著しい。(表-2.1.1参照)

ネパール国の都市人口は、1961年には全人口の3.6%(33.6万人)であったのに対し、1971年には4.0%(46.2万人)、1981年には6.38%(95.7万人)に増加している。(表-2.1.2参照)

最新(1985/86年)の調査によれば都市人口は136万人で全人口の8.2%を占めており、都市への急速な人口集中を示している。

表-2.1.1 地勢別人口分布及び人口密度(1981年)

地勢区分	人口(人)	人口密度(人/km <sup>2</sup> )
山岳地帯	1,302,896	25.10
東部	638,439	32.40
中央部	413,143	65.80
西部	19,951	3.40
中西部	242,786	11.40
極西部	-	-
丘陵地帯	7,163,115	116.08
東部	1,250,042	116.90
中央部	2,108,433	178.60
西部	2,150,939	117.50
中西部	1,042,365	76.00
極西部	604,336	89.40
テライ地帯	6,556,828	192.70
東部	2,113,442	290.70
中央部	2,387,781	256.00
西部	957,969	182.00
中西部	670,760	91.70
極西部	426,876	88.10
計	15,022,839	102.20

表-2.1.2 都市人口

市町名	地勢区分	人口(人)		人口増加率 (%)
		1971年	1981年	
1. カトマンズ	丘陵地	150,402	235,160	4.60
2. ビラトナガル	テライ	45,100	93,544	7.60
3. ラリトプール	丘陵地	59,040	79,875	3.10
4. バクタプール	丘陵地	40,112	48,472	1.90
5. ポカラ	丘陵地	20,611	46,642	8.50
6. マヘンドラナガル	テライ	-	43,834	-
7. ビルガンジ	テライ	12,999	43,642	12.87
8. ダーラン	テライ	20,603	42,146	7.40
9. ジャナカプール	テライ	14,294	34,840	9.30
10. ヘタウダ	内部テライ	16,194	34,792	7.90
11. ネパールガンジ	テライ	23,523	34,015	3.70
12. バイラウ	テライ	17,272	31,119	6.10
13. バラトプール	テライ	-	27,062	-
14. ダンガチ	テライ	-	27,274	-
15. プトワール	テライ	12,815	22,583	5.80
16. トリブヴァンナガル	内部テライ	-	20,608	-
17. ラジピラジ	テライ	7,832	16,444	7.70
18. ビレンドラナガル	内部テライ	-	13,859	-
19. ダンクタ	丘陵地	-	13,836	-
20. ラーハン	テライ	-	13,775	-
21. タンセン	丘陵地	6,434	13,125	7.40
22. イラム	丘陵地	7,299	9,773	3.00
23. バドラプール	テライ	7,499	9,761	2.70
計		461,938	956,721	

## 2-1-4 人種・言語・宗教

ネパール国の人種は主として中間山地及び山岳地帯に多いモンゴル系チベット・ビルマ語族系と、南部テライ地帯に多いインド・アーリア語族系で構成されている。主要人種としてはモンゴル系チベット・ビルマ語族系のタマン、ネワール、マガール、ライ、グルン、リンブー及びインド・アーリア語族系のブラミン、チェトリ等である。人種の人口構成比は同化の進んだネパール系54%、ビハール系19%、タマン系6%、ネワール系4%、タル系4%、その他13%となっている。

使用言語は公用語のネパール語の他、40前後の民族語があり、そのうちビハリー語、タマン語、ネワール語を含む14言語が主として使用されている。

宗教は国教であるヒンズー教が総人口の90%を占め、仏教5%、イスラム教3%、その他にキリスト教も信仰されている。憲法でヒンズー教が国教として規定されているが、完全な信仰の自由があるので、二重あるいは三重信仰の形態もみられる。

## 2-1-5 政治

ネパール国はごく最近まで立憲君主国であり、パンチャヤット制度のもとで国王親政を行っていた。パンチャヤット制度は町・村レベル、郡レベル、県レベルへと順次間接選挙により議員が選ばれる一種の民主主義制度である。最小政治・行政単位である町ないし村はいくつかの地区に分かれ、各地区5名の代議員が選挙で選出され、この代議員によって指名された議員と若干名の勅選議員とで、町ないし村パンチャヤットを形成してきた。

ネパール国には4,022の村パンチャヤットと29の町パンチャヤット、これらのいくつかのパンチャヤットが集まって形成される75のDistrict（郡）と、その上位機構である14のZone（県）に分かれていた。また、2～3の県が集まったRegionと呼ばれる区分があり、ネパール国全体では5つのRegion（極西部、中西部、西部、中央部、東部）に分けられている。これはネパール国の経済開発を効率的に推進するために設置された国家行政区分であり、パンチャヤットと直接の関係はない。

国家レベルでは、国会に相当する国家パンチャヤットが普通成人選挙によって選出される民選議員と国王によって任命される勅選議員（民選議員の1/4）によって構成され、国王は憲法により立法、行政、司法の3権を有し、内閣総理大臣を国会議員の中から任命することになっていた。現在は、1990年の多政党制容認、更に1991年5月の自由選挙によって、民主的多党政治が発足し、パンチャヤット制度そのものは解体した。しかし、パンチャヤット制度を支える国民民主党の健闘にも見られるように、実際これまでの行政区分の核となってきたパンチャヤットは、今後もネパール国にとっては何らかの意味をもち続けるものと思われる。

## 2-1-6 経済

ネパール国の経済はGDPの約6割、就業人口の9割以上を占める農業及び農業関連部門に依存している。従って、GDPの成長率は農業生産の動向に左右されることになるが、ネパール国農業が天水に依存していることより、1984/85年度が2.8%、1985/86年度が4.3%、旱魃年であった1986/87年度には2.7%に落ち込み、1987/88年度には農産物の急激な増産により9.8%に達するといったように非常に不安定な状況に置かれている。

このため、ネパール国政府は1980/81～1984/85年の第6次5カ年計画及び1985/86～1989/90年の第7次5カ年計画において、灌漑施設を中心とする農業生産基盤の整備、また、電源開発等の工業生産基盤の整備に開発行政の重点を置き、農業生産の安定的拡大及び工業生産の飛躍的拡大による雇用機会の増出に努めている。しかしながら、工業の未発達による農業生産資機材の不足、工業生産原材料及び建設資機材の輸入依存という問題を抱えて、高い経済目標の達成は困難な状況にある。経済指標の推移を表-2.1.3に示す。

表-2.1.3 主要経済指標等

		1985年	1986年	1987年	1988年	摘 要
人 口(千人)		16,527	17,038	17,591	18,053	
GDP	総 額 (百万ルピー)	50,428	57,828	67,835	74,575	
	農 業 (百万ルピー)	26,819	30,582	35,648	41,608	
	非 農 業 (百万ルピー)	23,609	27,246	32,187	32,967	
GNP一人当り(ル)		160	160	160	170	
消費者物価指数		100.0	119.0	131.8	143.6	
D S R (%)		5.3	7.7	8.4	9.1	
対外債務残高 (百万ルピー)		10,244	14,829	20,065	25,361	
為 替 レ ー ト 1ルピー=USドル		0.0548	0.0471	0.0458	0.0429	
分 類(DAC/国連)		低所得国/LLDC, MSAC				
面 積 (千km <sup>2</sup> )		114				

## 2-1-7 貿易収支

ネパール国の貿易はカーペット、豆類、ジュート製品の一次産品及び加工品等を輸出し、石油製品、機械、車、家電等の工業製品を輸入するという典型的な発展途上国型貿易構造となっている。1980/81～1986/87年度の貿易高で見ると、輸出が対GDP比で年平均10%、輸入が対GDP比で年平均26%程度となり大幅な輸入超過となっている。輸出入の推移は表-2.1.4のとおりである。

貿易相手国はインドが中心で、全貿易高に対し輸出で60%、輸入では45%程度を占めている。ネパール国と日本との貿易は1989年度実績で、ネパール国の輸入が7,177万ドル、輸出が184万ドルで輸出入ともに全体輸出入のそれぞれ2%程度で規模は小さいが、ネパール側の大幅な赤字となっている。また、日本の対ネパール国直接投資実績は1951～1989年度累計で10件、365万ドルと小さい。日本の開発輸入努力による赤字幅の縮小及び貿易規模の拡大が今後の課題である。

ネパール国の国際収支は観光関連事業及び外国援助等からの外貨収入や外貨不足による輸入の抑制等により、やっと均衡が保たれているのが現状である。しかしながら、開発事業の拡大に伴い輸入の急増が予想され、財政バランスの悪化は避けられない状況にある。

表-2.1.4 輸出入、貿易収支の推移

(単位：百万ルピー)

		1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
輸 出 (F O B)	総 額	1,703.9	2,740.6	3,078.0	2,991.4	4,114.6
	対インド	1,160.7	1,601.7	1,241.1	1,302.6	1,567.8
	対第三国	543.2	1,138.9	1,836.9	1,688.8	2,346.8
輸 入 (C I F)	総 額	6,514.3	7,742.1	9,341.2	10,905.2	13,869.6
	対インド	3,058.0	3,895.8	3,970.9	4,262.0	4,593.8
	対第三国	3,456.3	3,846.3	5,370.3	6,643.2	9,273.8
貿 易 収 支		-4,810.4	-5,001.5	-6,263.2	-7,913.8	-9,755.0

## 2-1-8 産 業

### (1) 農業部門

ネパール国の耕地面積は約290万haで全国土面積の20%が利用されているにすぎない。しかもその耕地の1/3は自然条件の厳しい丘陵、山地に位置している。灌漑施設の整備も遅れており、現状ではその整備済面積は14万ha程度で全耕地面積の5%にすぎない。主要農産物は米、麦、トウモロコシ、きび等の穀物類と砂糖きび、菜種、たばこ、ジュート及びジャガイモ等の換金作物である。

ネパール国の農業は経営規模の零細性、生産資機材の投入不足及び森林の乱開発による土砂流亡等からその生産性が低く、農産物の国際競争力を失ってきている。主要産業である農業の生産量の安定的拡大は、政府が力を注いでいる農業開発計画の目標達成と農産物価格の安定化にかかっている。主要農産物の生産量の推移は表-2.1.5に示すとおりである。

表-2.1.5 主要農産物生産量の推移

(単位：千トン)

	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
食 用 作 物					
米	2,757	2,709	2,804	2,372	2,982
とうもろこし	761	861	874	868	902
小 麦	634	534	598	701	745
大 麦	22	24	23	25	24
き び	115	124	138	138	150
換 金 作 物					
砂糖きび	509	408	558	617	814
菜 種	73	84	79	83	94
タ バ コ	7	6	5	5	4
ジ ュ ー ト	25	33	61	23	15
じゃがいも	383	420	357	395	567

## (2) 鉱工業部門

ネパール国の工業はジュート加工、製糖、タバコ製造、精米、小麦製粉等の農業関連工業、綿織物業、セメント製造、家具製造、レンガ、農機具製造等の原材料自給可能な工業及びカーペット・手工芸品、既製の製造等の家内工業が中心であるが、いずれも小規模でその生産額は対GDP比で4%程度である。大規模工業を育成し工業生産の飛躍的拡大を図るには、生産資機材の輸入依存及び国内市場の狭さといった問題があり、ネパール国の工業化は厳しい状況にある。工業生産量の推移は表-2.1.6に示すとおりである。

鉱業生産は鉱物資源が石灰岩程度で有力なものがなく、その生産額は対GDP比0.2%程度でGDPにほとんど貢献していない。

## (3) 観光部門

ネパール国は特異な伝統芸術、優れた山岳景観、動植物分布の豊富さといった観光資源に恵まれ、海外からの観光客誘致による観光収入が貴重な外貨をもたらしている。1989年度の観光収入は27億4000万ルピーに達し、対GDP比では4%程度と少ないが、ネパール国商品輸出額の65%に相当している。国際的な余暇活用時代に入り、今後とも観光客の増加が見込まれることから、ネパール政府は新規観光ルートの開発、新規航空路の整備、観光広報の充実等の地道な努力を行っている。

表-2.1.6 主要工業製品生産量の推移

製 品 名		1983/84	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
ジュート製品	トン	21,333	20,026	16,389	18,289	17,198
砂 糖	トン	17,496	11,039	15,190	24,565	30,040
シガレット	十万本	37,407	42,520	47,410	56,000	60,460
マ ッ チ	千グロス	1,121	1,239	1,144	1,314	1,215
酒 類	千リットル	358	1,027	1,264	1,283	2,118
石 け ん	トン	5,594	7,676	9,182	11,460	12,303
靴	足	72,697	83,000	121,000	121,000	214,444
皮 革	千枚	2,770	2,247	2,001	2,877	1,014
農 器 具	トン	481	340	391	363	297
茶	トン	827	989	1,052	1,112	1,290
金 物	トン	439	580	425	421	389
レンガ、タイル	千個	29,760	25,254	28,451	33,876	34,629
ビール	千リットル	3,125	2,278	3,016	3,699	5,276
綿 織 物	千m	10,240	10,533	14,118	17,822	9,914
セメント	トン	39,225	31,479	96,043	151,631	215,010
ビスケット	トン	3,638	4,339	4,698	4,536	4,674
合 板	千平方 フィート	4,116	2,627	2,038	2,488	1,314
合成繊維	千m	3,591	3,300	6,424	11,561	13,363



## 2-1-9 社会基盤状況

### (1) 電力

ネパール国の電力事情は、日本の援助によるクリカニ第1発電所及び第2発電所の完成により、その不足が大いに緩和されたが、電化の恩恵を受けているのは大都市、主要地方都市及びその周辺の村落住民のみであり、大部分の山村部は電化されていない。近年外国援助により、発電所及び送電設備の増強が進められ、電化区域も徐々に拡大しているが、電力不足の傾向は変わらず、カトマンズ市内でさえしばしば停電が発生し、重要電化施設にはディーゼル発電機等によるバックアップ体制が必要な状況にある。

### (2) 交通

国際航空路としてはカトマンズ⇄バンコク間、カトマンズ⇄ニューデリー間は往復便が毎日運行され、その他コロンボ、ダッカ、ラングーン、カルカッタ等への定期便もある。また、国内主要都市間は定期的に運行される航空路で結ばれている。

国内交通は南部テライ地帯の諸都市を結ぶハイウェイ、これと交差する南北幹線道路及びカトマンズ等の大都市の市街地の道路は大部分が舗装され、車輛の通事情は比較的良好である。山間部を通る地方都市連絡道路は未舗装区間も多く、維持管理も悪い上に雨期の山崩れにより通行不能となる場合がしばしば見受けられる。

### (3) 通信

日本との国際郵便所要日数は1週間位であるが、日本からの航空郵便小包は通関及びインド経由等の事情により20日以上を要する場合もある。電報業務の取扱いはスピードが遅く、国内通信であってもかなりの時間がかかる。国際電話は最近改善され、ほぼ即時通話が可能となっている。国内電話は都市間の通話事情が悪く、相当の待時間があるばかりでなく、故障で不通となることが多い。

## 2-2 当該セクターの概況

### 2-2-1 水道行政組織

ネパール国の水道行政と水道事業は2つの政府機関が担当している。カトマンズを含む14大都市区域を管轄するネパール水道公社（NWSC）と地方都市及び主要村落の区域を管轄する住宅・都市計画省上下水道局（DWSS）である。この他、地域開発省（MLD）が村落給水を所管しているが、その内の地方小規模水道事業は1988年にDWSSへ移管された。

本計画の実施機関であるNWSCは、カトマンズを含む14大都市の水道事業を推進するため1973年に世銀の援助でWSSB（BはBoardの略）として設立された。1984年にはWSSCとなり、1990年3月にはNWSCと改称されて現在に至っている。NWSCは、制度上は政府指名の委員長、住宅・都市計画省、大蔵省及び厚生省の代表者、自治体代表者及びNWSCの総裁により構成される管理委員会によって管理されている独立した機関である。水道事業に必要な経費は水道料金で全て賄うことを建前としているが、現時点では住民の水道料金徴収システムに対する不満から公正な料金の徴収及び低所得受益住民の負担能力等の問題のため大幅な水道料金の値上げが困難な状況にあり、政府の補助を得て運営されている。

DWSSは住宅・都市計画省（MHPP）の一部局であり、NWSCの管轄しない地方都市区域の水道と町村部の小規模水道事業を所管している。また東西経済開発区のハンドポンプ付浅井戸開発を担当している。

MLDは辺地村落の給水を担当している。従来担当してきた地方給水事業の内、配管を伴う簡易水道事業はDWSSへ1988年に移管された。

### 2-2-2 生活用水の給水状況

ネパール国政府はベーシック・ヒューマンニーズ（BHN）の充足の一環として、十分で且つ清潔な水を供給するため、水道の普及を促進してきた。これまでに投入された水道整備事業費をみると、第5次国家開発計画から急増している。

（単位：百万ルピー）

	4次計画 1970～75年	5次計画 1975～80年	6次計画 1980～85年	7次計画 1985～90年
水道整備事業開発予算	93	389	1,011	989
全開発予算比（%）	1.1	3.3	4.6	4.1

水道の整備状況を都市水道と地方水道に分けてみると次のとおりである。

### (1) 都市水道整備状況

都市水道の整備は14主要都市と19地方都市をNWSCとDWSSとがそれぞれ管轄して進めている。

本格的な都市水道整備計画は1973年にUNDPの協力により策定されたグレーター・カトマンズの上水道マスタープランによるものである。この計画はカトマンズ盆地内の3都市を対象とするもので、第1次プロジェクトとして1974～1984年にかけて水道施設の改修及び下水道の拡張事業が実施された。

続いて1977年に開始された第2次プロジェクトでは上記3都市を含む5都市の水道施設の改修を行うとともに、他の6都市の整備計画が策定された。

1980年からの第3次プロジェクトでは対象都市を12都市に拡大して水道施設の改修を行うとともに、急増する給水需要に対処するため新規水源の開発も行われ(地下水の開発)、1987年に完了した。

第4次プロジェクト(1983年～将来)では水道としての本来の使命を備えた、安全で且つ十分な量の給水を行うため、大部分の対象都市の上水道整備計画を策定すると共に、財政的裏付けの決まったものから順次水道施設の改修及び拡張が行われている。

1990年には大都市圏の水道設備を効率的且つタイムリーに推進するため、カトマンズ盆地内3都市及び盆地外9都市を対象とする上下水道整備15カ年計画(15YCDP)が策定され、その第1次5カ年計画(UWSSRP)に世銀の融資が決定し、ドイツのコンサルタントにより実施設計が行われることになっている。

### (2) 地方水道の整備状況

給水人口3,000～4,000人の比較的大きな集落の水道整備は、DWSSの年次計画に従って順次実施されている。給水人口1,500人程度の比較的小集落の水道整備はUNISEFの協力により、1988年まではMLD、1988年以降はDWSSの管轄のもとで実施されている。MLDとDWSSが協力して実施している地域総合開発計画(RID)の中にも、水道整備計画が含まれており、南部テライ地方のハンドポンプ付深井戸整備等が推進されている。その他、赤十字等の非政府機関によるものや遠隔地の散在集落における受益住民の労務提供による浅井戸建設も含まれる。

以上の整備事業により達成された上水道普及率をみると、1990年で次のとおりである。

	給水人口	給水率	総人口
地方水道	5,753,000人	33.6%	17,129,000人
都市水道	1,196,000	66.0	1,811,000
全国平均	6,949,000	36.7	18,940,000

また、ネパール国における水道整備状況と1990年から2000年の水道整備計画を表-2.2.1及び表-2.2.2に示す。

表-2.2.1 ネパール国の水道整備状況

計 画	対 象 都 市
<p>1. 第1プロジェクト (1974~1984年)</p> <p>a) 水道施設の改修</p> <p>b) 下水道の調査</p>	<p>Kathmandu, Lalitpur, Pokhara</p> <p>Kathmandu, Lalitpur</p>
<p>2. 第2プロジェクト (1977~1984年)</p> <p>a) 水道施設の改修</p> <p>b) 下水道の拡張</p> <p>c) マスタープランの作成</p> <p>d) フィージビリティ調査の実施</p>	<p>Kathmandu, Lalitpur, Pokhara, Birgunj, Biratnagar</p> <p>Kathmandu, Lalitpur</p> <p>Kathmandu, Lalitpur, Pokhara, Birgunj, Biratnagar</p> <p>Nepalgunj, Bhairahawa, Butwal, Hetauda, Janakpur, Dharan</p>
<p>3. 第3プロジェクト (1980~1987年)</p> <p>a) 水道施設の改修</p> <p>b) 下水道の拡張</p>	<p>Kathmandu, Lalitpur, Bhaktapur, Pokhara, Birgunj, Biratnagar, Nepalgunj, Bhairahawa, Butwal, Hetauda, Janakpur, Dharan</p> <p>Kathmandu, Lalitpur</p>
<p>4. 第4プロジェクト (1983~将来)</p> <p>a) 都市整備計画 (フィージビリティ調査)</p> <p>b) 水道施設の改修、拡張 (1983~1990年)</p>	<p>31都市 (Kathmandu, Lalitpur, Bhaktapur, Pokhara, Birgunj, Biratnagar, Mahendranagr, Dhangadhi, Birendranagar, Tribhuvannagar, Bharapur, Lahan, Rajbirai, Dhankuta, Ilam, Bhadrapur, Nepalgunj, Bhairawa, Butwal, Hetauda, Janakpur, Dharan 等)</p> <p>Tansen, Lahan, Rajbinaj, Birendranagar, Tribhuvannagar, Damak, Dhamkuta</p>

表-2.2.2 1990～2000年の水道整備計画

計 画	時 期
1. 第7次国家開発計画からの継続プロジェクトの完成。 75 プロジェクト 120 プロジェクト 200 プロジェクト 250 プロジェクト 250 プロジェクト	1991～1995年  1991年 1992年 1993年 1994年 1995年
2. 15YCDPに基づく第1次5カ年計画（UWSSRP）の実施。	1991～1995年
3. 3地方都市の水道施設の改修と拡充。	1992～1995年
4. 地方町村における300カ所の水道施設の改修。	1992～1996年
5. 給水人口14.7万人とする中央部開発区の27水道施設の実施。	1992～1995年
6. 給水人口152万人とする北部テライ地方の東及び中央地域におけるハンドポンプ付深井戸整備計画の実施。	1991～1995年
7. FINNID援助による、西部開発区の地方上下水道整備計画の継続実施。	1991～1994年
8. ADB援助による地方上下水道整備計画の継続実施。	1991～1995年
9. UNICEF援助による村落給・配水整備計画の継続実施。	1991～1995年
10. 2000年の整備目標を満たすための地方レベルにおける地域開発計画に基づく給水施設の建設。	1993～2000年

### 2-2-3 給水施設の運営管理の状況

ネパール国の給水施設は2つの体制で運営管理されている。NWSCによって管轄される大都市水道とDWSSによって管轄される地方都市及び村落水道の運営管理である。

大都市水道はNWSCの責任のもとに徴収される水道料金により、独立採算制で運営されることになっている。大都市水道は急増する水需要に対し、無計画に増設されてきたため配水管網が複雑化していることと同時に、配水システムと需要分布のバランスがとれていないために断水等の原因となっている。また、悪化する水質に対し処理施設の不備や不十分な水質管理のために給水水質は悪化しており、水道としての本来の目的を達成し得ず、受益住民の不満が非常に強い状況にある。さらに、各戸給水栓での水道メーターの設置が不十分であり、且つ公共給水栓及び公共機関からの水道料金徴収体制が不備であるため公正、且つ適正な料金徴収が行われず、水道事業として採算割れとなっており、中央政府の補助金を必要としている。

1990年に完了した調査(Management Information and Technical Support Project - MITSプロジェクト)によれば14大都市の全水道システムは何らかの修理、改修が必要であるとされており、不十分な運営管理体制(技術スタッフ、労務、賃金)と共に、早急な整備が必要となっている。

地方都市及び村落水道の運営管理は建設後対象自治体へ移管されることになっている。しかし、一部自治体を除いて技術スタッフ及び資金の不足から施設の維持管理が疎かになり、十分に機能していない水道システムが多くなっている。このため、暫定措置としてDWSSが人的にも財政的にも肩代わりしているのが現状である。しかしながら、全国に多数の水道システムがあり、DWSSのスタッフ、予算で完全に対応することは困難な状況にあり、地方水道の多くが不十分な管理体制となっている。

MHPPは1982年に公表された地方分権政策に則り、地方水道の健全な運営を行うため1990年に地方水道に対し次のような指導方針を示している。

- 1) 受益対象者で水利委員会を造り、施設の運営管理を行う。
- 2) 水利委員会は運営管理者を任命し、受益者からの運営管理費支払いの同意を得る。
- 3) 受益者は施設建設、改修のために労務、費用等の提供を行う。

## 2-3 関連計画の概要

### 2-3-1 国家開発計画

ネパール国は1956年以来7次に亘り国家開発計画を策定し、経済基盤の整備及び国民生活の向上を目指してきた。第6次を引継いだ、第7次5カ年計画（1985/86～1989/90年）では次の点に開発目標をおいている。

- 1) 生産拡大の加速化。
- 2) 生産的雇用機会の増加。
- 3) 国民の最小限の基本的ニーズの充足。

第7次5カ年計画では上記目標を達成するため、農業部門を国家発展の原動力に位置づけ、農業開発を最重点とし、その基盤となる社会基盤の整備に重点を置いた次の主要施策を打出している。

- 1) 農業部門を最重点開発部門とする。
- 2) 森林資源の保護、開発及び土壌保全を図る。
- 3) 水資源開発、工業開発、輸出開発、観光開発に力を注ぐ。
- 4) 人口増加率を抑制する。
- 5) 国内経済の統合を深め、基盤強化を図る。
- 6) 地方分権化を進め、地域の活性化を図る。
- 7) 教育、衛生、給水等の社会基盤を充実する。

第7次計画の具体的内容としてはGDPの目標成長率を年率4.5%とし、この目標達成のためには農業部門3.5%、非農業部門5.7%の成長を達成することが必要であるとしている。このために支出される開発予算額は総計504.1億ルピー（1984/85年価格）で、内訳は公共部門270億ルピー、パンチャヤット部門20億ルピー、民間部門214.1億ルピーである。産業部門別内訳は次のとおりである。

（単位：百万ルピー）

	公共部門	パンチャヤット・民間部門	合計
農林業・灌漑	8,380 (31.0)	8,900 (38.0)	17,280 (34.3)
鉱工業・電力	7,040 (26.1)	3,800 (16.2)	10,840 (21.5)
運輸・通信	5,130 (19.0)	2,130 (9.1)	7,260 (14.4)
社会サービス	6,450 (23.9)	8,580 (36.7)	15,030 (29.8)
計	27,000 (100%)	23,410 (100%)	50,410 (100%)

ネパール国政府は水道整備を国民の基本的ニーズ充足の優先課題に位置づけ、その充実を図るため第7次計画期間内に9億9,000万ルピーの開発予算を配分している。これは全開発予算の4.1%に相当する。

## 2-3-2 地域開発計画

第7次計画では特に地方分権化が重視されており、これに沿って地域毎に開発計画を策定し、中央と地方が一体になって地域の活性化を図ることとしている。この地域開発計画の目標は農業の生産性の向上、非農業の振興による雇用機会の拡充及び通信・運輸のネットワークの整備は勿論のことであるが、特に教育・職業訓練の振興、衛生・給水部門の整備及び社会活動への住民参加の推進等の社会サービスの普及拡大に重点がおかれている。このため社会サービス部門には部門別開発計画に関しての配分予算の他に、中央政府から10億ルピーの援助資金が配分されている。地域開発計画は中央政府から地域計画への配分予算と中央政府からの援助予算に相当する程度の地元資金を合わせて、地域の整備を図るものである。中央政府からの地域計画への支出計画は次のとおりである。

	金額 (百万ルピー)	シェア (%)
農林業・灌漑	1,608.3	25.3
鉱工業・電力	713.8	11.3
運輸・通信	588.7	9.3
社会サービス	3,434.7	54.1
計	6,345.5	100.0



## 2-4 外国援助

ネパール国では、外国援助が開発予算の重要な位置を占めており、第7次計画では開発予算415億ルピーの内、約65% (25億ルピー) が外国援助となっている。ネパール国の過去10年間における開発予算と外国援助額の推移を表-2.4.1に、また、主要援助国・機関を表-2.4.2に示す。

上水道整備事業における外国援助も1980年以降大きな比率を占めており、上水道整備関連総予算に対する外国援助の比率が6次計画及び7次計画共に約40%となっている。その内訳を示すと次のとおりである。

(単位：千ルピー)

	6次計画		7次計画	
	年間予算	外国援助	年間予算	外国援助
地方	661,012	139,658	1,665,158	540,276
都市	389,023	295,534	570,122	340,789
計	1,050,035 (100%)	435,192 (43.5%)	2,225,280 (100%)	881,065 (39.6%)

上水道整備事業への援助国及び援助機関は日本、英国、オランダ、アメリカ、ドイツ、ADB、世銀 (IDA)、UNICEF、UNDP、WHO等であり、1981~1991年の10年間の援助総額は、14億1761万ルピーである。その内訳は次のとおりである。

(単位：千ルピー)

援助国・機関	金額	受納者
ADB	273,794	DWSS/MPLD
英国 (ODA)	124,068	DWSS
世銀 (IDA)	517,867	NWSC
日本	50,000	DWSS
オランダ	943	MPLD/IRD
UNICEF	292,209	DWSS/MPLD
UNDP	13,849	DWSS/NWSC
アメリカ	8,694	MPLD
西ドイツ	40,090	DWSS/NWSC
WHO	87,096	MHPP/MLD/MOH
合計	1,417,610	

現在進行中の外国援助による主要プロジェクトは ADBの中央部及び極西部開発区の地方給水・衛生施設整備計画フェーズ1、フェーズ2 (1986～1993年)、融資額3,120万ドルと日本政府による地方都市整備計画である。日本の援助は8地方都市と1地方の水道施設の改修及び拡張を図るプロジェクトであり、無償資金協力により4期に亘って建設工事が進められている。完了分の援助金額は1989年度11億4100万円、1991年度12億4100万円である。

また、15YCDPの第1次5カ年計画における都市上下水道施設改修計画(UWSSPR)に対して、世銀及びUNDPによる総額6,600万ドルの融資が決定しており、1991年から事業が実施される。

表-2.4.1 ネパール国の過去10年間の開発予算及び外国援助の推移

(単位：百万ルピー)

年 度 \ 項 目	開発予算	無償供与	借 款
1981/82	3,726.90	999.30	694.20
1982/83	4,982.10	1,090.10	938.25
1983/84	5,163.80	876.60	1,615.40
1984/85	5,488.70	923.30	1,685.60
1985/86	6,213.10	1,172.90	2,340.60
1986/87	7,373.00	1,285.10	2,455.20
1987/88	9,428.00	2,076.80	3,518.30
1988/89	12,328.80	1,680.60	5,282.30
1989/90 <sup>(1)</sup>	12,411.50	1,783.00	5,471.20
1990/91 <sup>(2)</sup>	12,326.75	2,509.40	4,935.40

出典：ネパール大蔵省

注) (1) 暫定実質、(2) 予算

表-2.4.2 ネパール国の主要援助国・機関

(単位：百万ルピー)

	贈 与	借 款	合 計
援 助 国	778.67	299.67	1,078.34
1. オーストラリア	10.88	-	10.88
2. オーストリア	0.60	-	0.60
3. カ ナ ダ	23.09	-	23.09
4. 中 国*	55.24	-	55.24
5. デンマーク	50.00	-	50.00
6. フィンランド	42.48	-	42.48
7. フランス	0.09	0.16	0.25
8. ドイツ	57.80	-	57.80
9. インド*	105.11	-	105.11
10. 日本	152.50	230.27	382.77
11. クウェート	-	31.79	31.79
12. オランダ	2.25	-	2.25
13. ノルウェー	4.11	-	4.11
14. サウジアラビア*	-	37.45	37.45
15. スイス	42.62	-	42.62
16. 英国	116.83	-	116.83
17. 米国	115.07	-	115.07
援 助 機 関	173.86	2,062.23	2,236.09
1. ADB (アジア開発銀行)	-	681.46	681.46
2. EEC (欧州経済共同体)	21.79	-	21.79
3. FAO (国連食糧農業機関)	4.90	-	4.90
4. IDA (国際開発協会)	-	1,145.25	1,145.25
5. IFAD (国際農業開発基金)	-	142.34	142.34
6. ILO (国際労働機関)	16.74	-	16.74
7. IMF (国際通貨基金)	5.91	-	5.91
8. OPEC (石油輸出国機構)	-	93.18	93.18
9. UMN (エイト・ミッション・オブ・ネパール)	7.10	-	7.10
10. UNCDF (国連資本開発基金)	16.18	-	16.18
11. UNDP (国連開発計画)	7.71	-	7.71
12. UNFPA (国連人口活動基金)	23.06	-	23.06
13. UNICEF (国連児童基金)	57.46	-	57.46
14. WFP (世界食糧計画)	7.61	-	7.61
15. その他	5.40	-	5.40
合 計	952.53	2,361.90	3,314.431

出典：ネパール大蔵省資料。\*は援助国グループ非参加国。

## 2-5 要請の経緯と内容

### 2-5-1 要請の経緯

首都カトマンズ市とこれに隣接するラリトプール市を含むグレーター・カトマンズの水道は、1896年に給水が開始されて以来、約百年の歴史を有している。1930年頃までは湧泉の開発と、それを給水するための配水施設の整備が行われた。1960年代には、それまで無処理で給水されていた湧泉の雨期における濁水対策としてバラジュ、マハラジガンジ浄水場の建設が行われた。また、水需要増に対応する新規システムとして、スンドリジャル発電所の放流水を水源とするスンドリジャル浄水場の建設が行われた。

1970年代に入ると都市への人口集中により水需要が急増し、給水量の不足が深刻になり始めた。このため、ネパール国政府はUNDPの協力により1973年にグレーター・カトマンズの上下水道マスタープランを策定した。この計画は、(1) 1996年までの水需要については、盆地内の湧泉の開発、地下水の開発等の水源開発と配水池の新設、配水管の整備などの水道施設の増強によって対処する。(2) 1997年以降は、盆地外の水源によって水道施設の拡張・整備を行う。との2つの柱からなっていた。

上記のマスタープランに基づいて、(1) は世銀の融資により第1次から第3次まで3次に亘るプロジェクトが実施され、主に盆地南部のファーピングの湧泉や北部滞水層での深井戸の建設、シャイプー、バンスバリ、マハンカルチュール等の配水池の建設及び配水管の拡張・整備が行われ、1987年に完了した。一方、(2) は1989年、UNDPにより盆地外の最適水源に係る調査が行われ、盆地北方のメラムチ川が選定された。現在、2001年の給水開始を目標に世銀によるF/S調査が実施されている。しかし、この計画は27kmにもおよぶ導水トンネルの建設、バックアップ用の貯水池の確保、建設規模等の未解決の問題が残されており、2001年の利水は目途が立っていない。また、(1) に関しても、1987年の完了により、1996年までの水需要に対応できる計画であったが、グレーター・カトマンズの水道の現状は水量・水質の両面で以下のような深刻な問題を抱えている。

- 1) 第3次プロジェクトで建設された深井戸から生産される地下水は高濃度の鉄、マンガン及びアンモニア性窒素を含有しており、無処理のままでは水道用水源として許容できない範囲のものである。現在、この地下水が無処理で給水されているため、劣悪な給水水質と共に、配水管内での各種バクテリアの増殖・死滅により一層の水質障害を起こしている。
- 2) 1960年代に建設された浄水場は老朽化してその処理能力が著しく低下している。このためこれらの施設からの供給水量が大幅に制約されていると共に、その処理水質も不十分である。

- 3) カトマンズ盆地の地下水は、湖成堆積層の被圧地下水で殆ど涵養されないため、その絶対量が制約されている。また、井戸建設時の設計・建設管理が不十分であったことや揚水管理が適切でないため、地下水位の低下を生じて運転できなくなる井戸が発生するなど、実際の地下水の揚水量は設計能力に比べて大幅に制限されており、供給水量不足の一因となっている。
- 4) 人口の急激な増加と都市活動の活性化により水需要が大幅に増加し、供給水量の不足が深刻となっている。
- 5) 配水管網は配水管の老朽化と共に、一貫性のない拡張が行われてきたために配水区域内で均等な水圧が得られない状況にある。不均等な水圧は、供給点に近い区域では水圧が高すぎて漏水が多くなり、配水管の末端部では水圧が低すぎて断水となるなどの原因となっている。

かかる状況下、ネパール国政府は我が国に対し、2001年を目標年次とする盆地内での水源開発を含む水管理計画と水道整備計画の策定に係る開発調査の要請を行った。これを受けてJICAは1989年から1990年に亘りマスタープラン調査（以下「JICAマスタープラン調査」という）を実施した。その結果、(1) 地下水の生産量を適正揚水量に制限すると共に、今後の水需要増に対しては、この地下水と盆地内で開発可能な表流水源との併用に依るべきである。(2) 地下水は鉄、マンガンによる色度障害を除去すると共に、一定の滅菌効果を持つ残留塩素を配水管内に確保するため、アンモニア性窒素の処理を行うべきである。との勧告がなされ、JICA水道整備計画として、以下の3つのステージからなる8プロジェクトが提案された。

#### 1) ステージ1

既存地下水源の水質改善を行うと共に、この地下水と併用する表流水源の開発を含む計画であり、水質・水量の両面から最も緊急性の高い計画である。

- マハンカルチュール・プロジェクト
- バンスバリ・プロジェクト

#### 2) ステージ2

既存浄水場の改善とそれに係る水道整備計画である。

- バラジャー・プロジェクト
- ランバガール・プロジェクト
- スンダリジャル・プロジェクト
- シャイプー・プロジェクト

### 3) ステージ3

新規表流水源による新システムに係る計画である。

- ー マノハラ・プロジェクト
- ー バルク・プロジェクト

このJICAマスタープラン調査の結果を基に、ネパール国政府は1990年8月、我が国に対して上記計画のうち、地下水の水質改善に係るステージ1の2プロジェクト及び既存浄水施設の改善による水質改善に係るステージ2の3プロジェクトの計5プロジェクトについて無償資金協力による実施を要請してきた。

#### 2-5-2 要請の目的

本要請の目的は、JICAマスタープラン調査の調査結果に基づいて、グレーター・カトマンズの水道の抱えている種々の問題点のうち、特にその緊急な改善の必要性が指摘されている地下水の水質改善、老朽化してその機能を殆ど果していない既存浄水場の改善を行うと共に、急増する水需要に対処するため、盆地内で開発可能な表流水源を利用して給水能力の増強を行うものである。同時に、この給水状況の改善を通じて、カトマンズ市民の公衆衛生と生活水準の向上を図るものである。

#### 2-5-3 要請の内容

ネパール国政府より要請のあった5プロジェクトの内容は以下のとおりである。

##### (1) マハンカルチュール・プロジェクト

- 1) ドビ川取水堰の建設（取水能力：14,300m<sup>3</sup>/日）。
- 2) ドビ川取水堰から新設浄水場への原水導水施設の建設。
- 3) スングリジャル発電所の水圧管より取水する取水施設の建設。
- 4) スングリジャル取水施設から新設浄水場への原水導水施設の建設。
- 5) 地下水の前処理施設の建設（処理能力：18,600m<sup>3</sup>/日）。
- 6) マハンカルチュール既存配水場に浄水場の建設（処理能力：35,700m<sup>3</sup>/日）。
- 7) 送水用増圧ポンプの設置。
- 8) 水質分析用資機材の調達。

##### (2) バンスバリ・プロジェクト

- 1) ビスヌマティ川取水堰の建設（取水能力：14,300m<sup>3</sup>/日）。
- 2) ビスヌマティ、シバプuri 既存取水堰から新設浄水場への原水導水施設の建設。
- 3) 地下水の前処理施設の建設（処理能力：17,700m<sup>3</sup>/日）。

- 4) バンスバリ既存配水場に浄水場の建設（処理能力：20,700m<sup>3</sup>/日）。
- 5) 送水用増圧ポンプの設置。
- 6) マハラジガンジ既存配水池の再建。

(3) シャイブー・プロジェクト

- 1) 滅菌設備の設置（滅菌能力：24,500m<sup>3</sup>/日）。
- 2) 配水幹線の建設（500mm×3,500m）。
- 3) 配水池の増設（貯水容量：4,500m<sup>3</sup>）。
- 4) 水質分析用資機材の調達。

(4) バラジュー・プロジェクト

- 1) 浄水場の再建（処理能力：9,300m<sup>3</sup>/日）。
- 2) 既存配水池の復旧。

(5) スンダリジャル・プロジェクト

- 1) 既存取水ポンプの交換。
- 2) 浄水場の再建（処理能力：20,600m<sup>3</sup>/日）。
- 3) 配水池の建設（貯水容量：1,850m<sup>3</sup>×2池、1,550m<sup>3</sup>×1池）。





### 第3章 計画地の概要



## 第3章 計画地の概要

### 3-1 一般状況

#### 3-1-1 位置

本計画の調査対象地域は、ネパール国の首都のカトマンズ市とその南に隣接するラリトプール市を含めたグレーター・カトマンズである。グレーター・カトマンズはカトマンズ盆地内にあり、中部丘陵地区のバグマティ県に位置する。同盆地内は大きくカトマンズ、ラリトプール及びバクタプールの3つの行政区に区分され、各々の行政区の中心となる3つの市とその周辺の約130の村落によって構成されている。

#### 3-1-2 地形

カトマンズ盆地はマハバラト山脈の南縁に位置し、東西・南北、各々約30km、広さ約656km<sup>2</sup>のほぼ円形の盆地である。盆地中央平坦部の標高は、1,300m~1,400mであり、その周囲を標高2,000m以上の山地によって囲まれている。周囲の山地の最も高いところは、盆地南部のプルチョーキの2,762mである。中央平坦部の面積は約400km<sup>2</sup>で、調査対象地域のグレーター・カトマンズはこの平坦部の西側中央部に位置する。

カトマンズ盆地の流出河川は、盆地北部の山地にその源を発するバグマティ川のみであり、盆地内の全ての支川はグレーター・カトマンズ付近で合流して盆地南部のチョパールを経て盆地外に排水される。

#### 3-1-3 地質

カトマンズ盆地は2つの地質系統より構成されている。その一つは第四紀層で盆地の中央部に堆積して基盤を覆っている。もう一つは、先カンブリア紀からデボン紀（古生代）の基盤岩で盆地を取り囲んでいる。たくさんの尾根が盆地の底部に向かって周囲から伸びており埋没尾根になっている。地表から先カンブリアの基盤岩までは数10mから500m以上あることが確認されている。盆地中央部の厚い第四紀堆積物は、湖成堆積物と河成堆積物とより成る。湖成堆積物は砂質堆積物、粘土質堆積物及びこれらの互層の3つのタイプに区分される。

### 3-1-4 気象・水文

#### (1) 気 候

カトマンズ盆地の気候は温暖で、亜熱帯に分類される。明確な雨期と乾期があり、6月から9月はベンガル湾からの風によってモンスーンとなる。殆どの降雨はこのモンスーンの時期に集中する。3月から5月が春で風が強く時々集雨があり、雨期の始まる前にはひょうを伴った雷雨も発生する。12月から2月が冬で、雨量は少ないものの、北西の貿易風によって盆地周囲の山地で降雨がある。また、この時期の早朝には、しばしば濃い霧が発生する。

#### (2) 降雨量

カトマンズ盆地の降雨特性として、盆地平坦部の年間降雨量は約1,300mm、周囲の山地部で約3,000mmとその標高とほぼ同程度の降雨があるのが特徴である。また、雨期の6月から9月の4カ月間に年間降雨量の約80%が集中する。この内、7月、8月が最も降雨の多い月である。

JICAマスタープラン調査時に盆地内9カ所の雨量観測所の雨量データを基に、等雨量曲線図(図-3.1.1参照)が作成された。この等雨量曲線図によれば盆地全体の年平均降雨量は1,912mmである。以下にカトマンズ盆地の月平均降雨量を示す。

(単位：mm)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
19	21	32	71	125	309	509	491	252	68	7	8	1,912

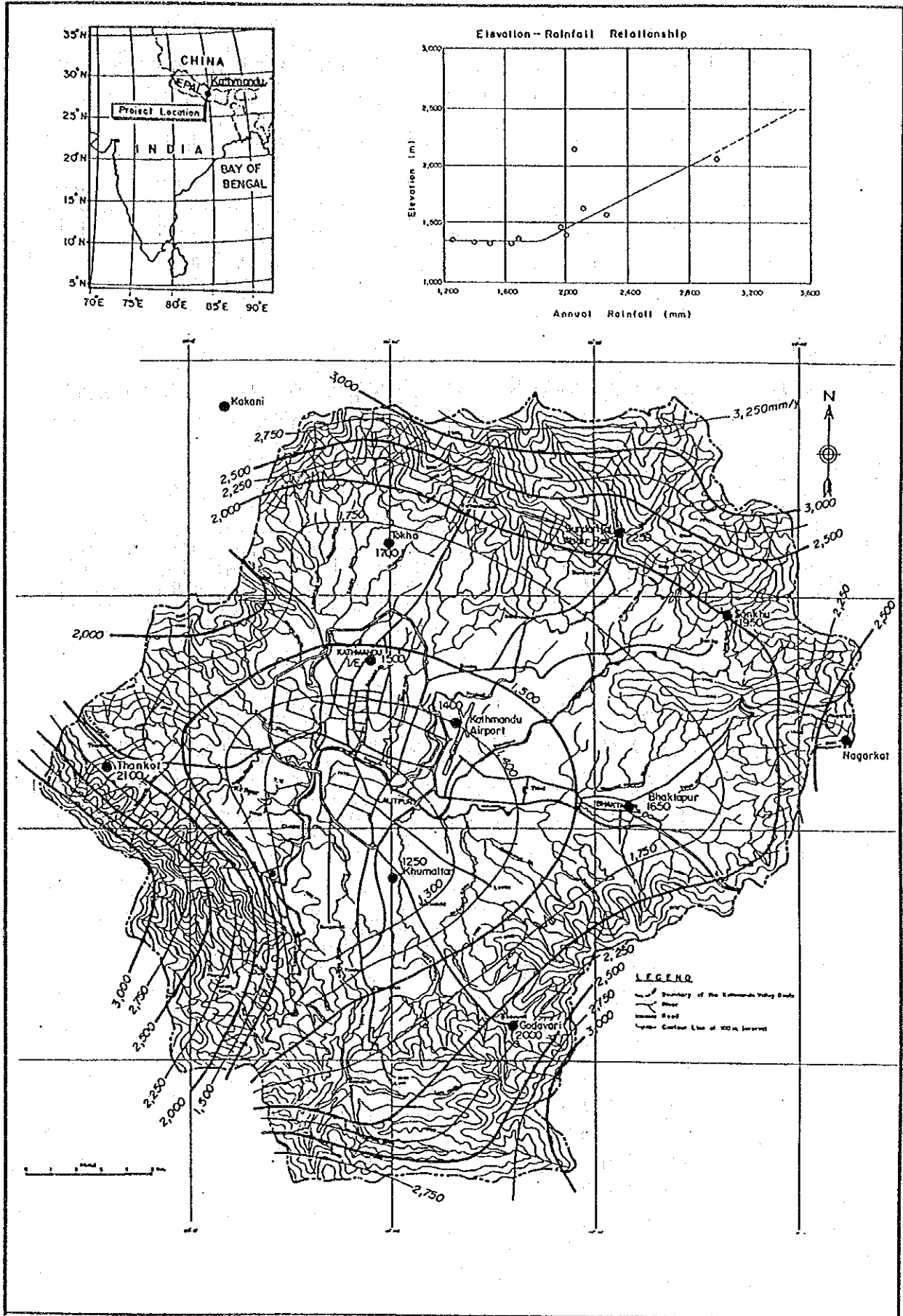
#### (3) 気 温

カトマンズ盆地の気温は、雨期の南東、乾期の北西の季節風によって大きく影響を受ける。盆地平坦部にあるカトマンズ空港の観測所での年平均気温は18℃である。また、3月から11月の暖かい時期の平均気温は23℃であり、最高気温は約30℃で6月に記録されている。12月から2月の冬期の平均気温は11℃で12月、1月が最も寒く、最低気温は稀に0℃以下になることもある。以下に、カトマンズ空港での月平均気温(1968~1986年)を示す。

(単位：℃)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
9.4	11.4	15.6	19.2	21.5	23.4	23.7	23.7	22.3	19.1	14.7	10.8	17.9

図-3.1.1 カトマンズ盆地等雨量曲線図



#### (4) 湿度

カトマンズ空港での乾期における平均湿度は63%、雨期は84%で年平均は77%である。最低湿度は4月に、最高湿度は7月から12月の間で発生し、年間の湿度の変化は降雨パターンと一致している。以下にカトマンズ空港での月平均湿度（1976～1986年）を示す。

(単位：%)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
81	75	63	63	67	74	83	82	83	82	84	84	77

#### (5) 蒸発量

蒸発量は、一般に日々の気温、湿度、降雨量等によって変化する。カトマンズ盆地の蒸発量も気温の高い3月から10月が多く、11月から2月の気温の比較的低い時期に少なくなる。以下にカトマンズ空港における月別の計器蒸発量を示す。

(単位：mm/日)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2.4	3.0	4.1	5.0	5.0	4.7	4.5	4.6	3.7	3.3	2.6	1.9	3.7

#### (6) 河川流量

カトマンズ盆地の流出河川はバグマティ川のみであり、その流域はバグマティ川とその支川によって構成されている。バグマティ川は、カトマンズ盆地北部のシバプリーレークの山間部にその源を発している。その主要な支川としては、ナク川、バルク川、ビスヌマティ川、ドビ川、マノハラ川、コドゥ川、ハヌマンテ川及びゴダワリ川がある。各河川の縦断形状と流域模式図を図-3.1.2に示す。

河川名	流域面積 (km <sup>2</sup> )
ビスヌマティ川	103.4
ドビ川	28.9
バグマティ川	74.2
マノハラ川	73.1
ハヌマンテ川	91.2
ゴダワリ川	45.1
コドゥ川	34.6
ナク川	57.2
バルク川	43.0

JICAマスタープラン調査時に、バグマティ川上流のスンドリジャル観測所(流域面積16km<sup>2</sup>)で観測された1941年から1986年までの日流量は、タンクモデル法によってその流量が検証され、半月単位の日平均流量としてまとめられている。この結果より、スンドリジャル地点における月平均流量と比流量は以下のとおりである。

平均流量 (スンドリジャル地点) (単位: m<sup>3</sup>/s)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
0.23	0.20	0.19	0.21	0.31	0.90	2.30	3.09	2.17	0.95	0.44	0.29	0.94

比流量 (スンドリジャル地点) (単位: m<sup>3</sup>/s/100km<sup>2</sup>)

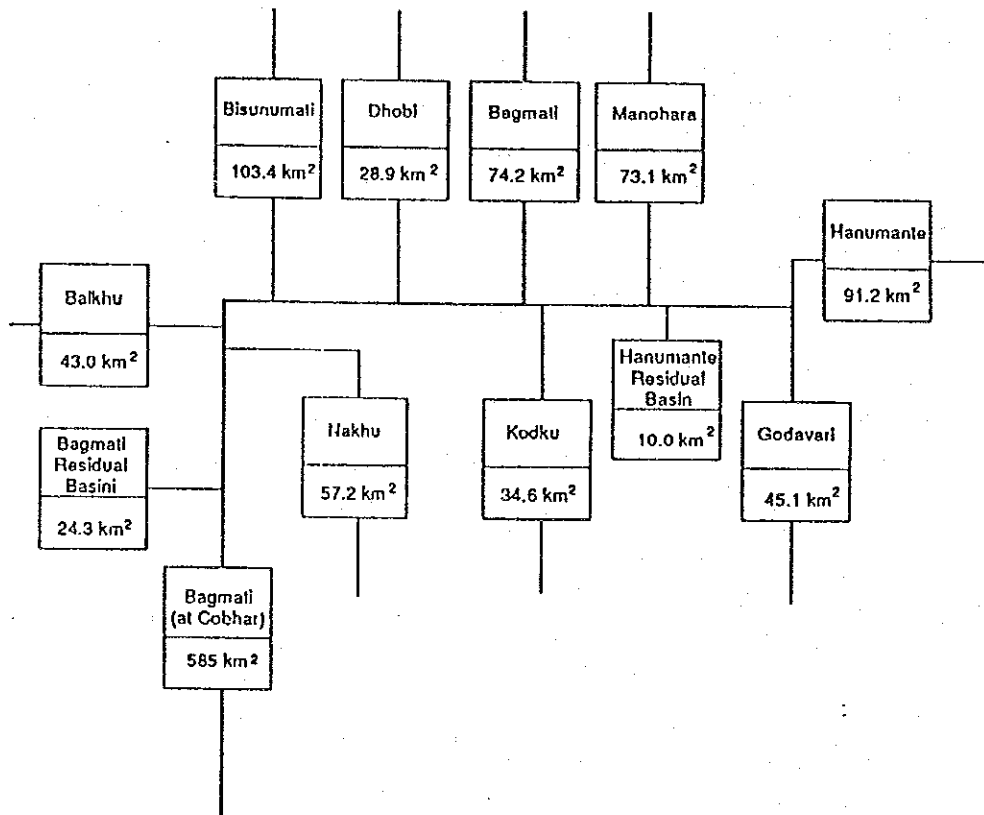
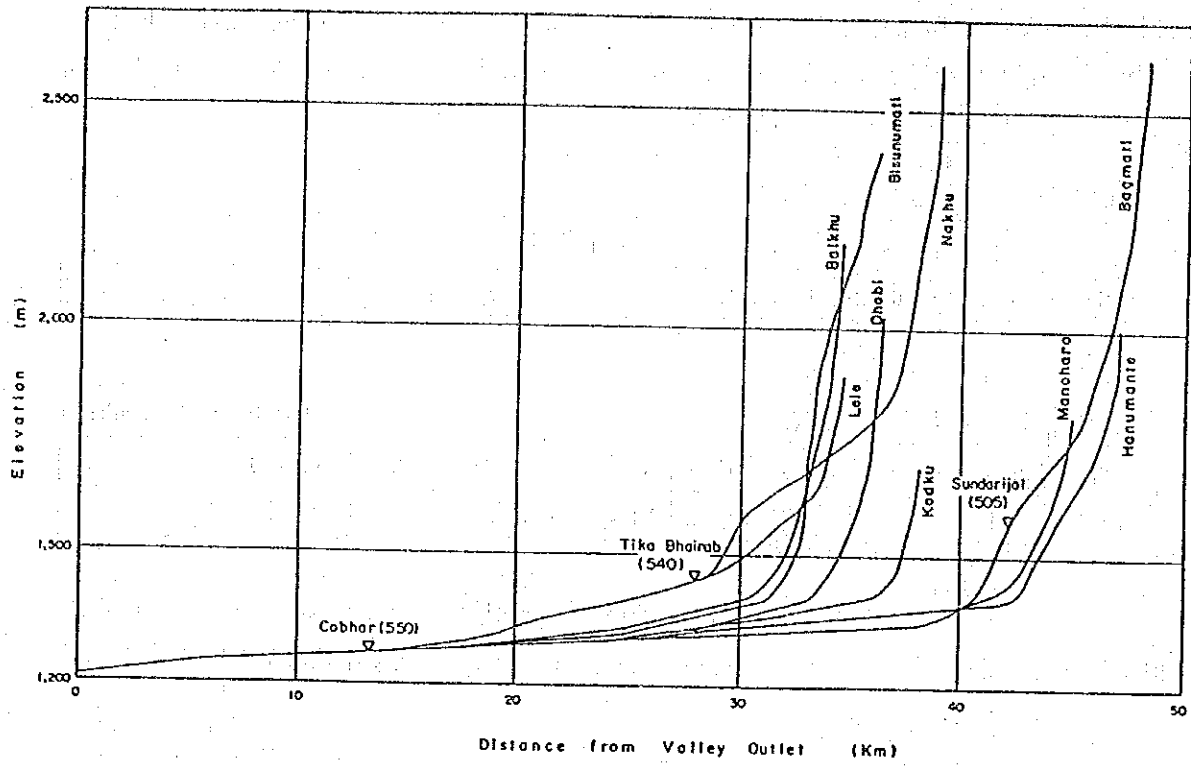
1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
1.4	1.3	1.2	1.3	1.9	5.6	14.4	19.3	13.6	5.9	2.8	1.8	5.9

また、盆地下流端に位置するチョパール地点(流域面積585km<sup>2</sup>)でのバグマティ川の平均年流出量は約5億m<sup>3</sup>、流出率は45%と見積られる。同地点における月平均流量を以下に示す。

平均流量 (チョパール地点) (単位: m<sup>3</sup>/s)

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
2.48	1.89	1.44	1.73	2.49	15.5	47.3	53.9	35.4	16.7	7.00	3.88	15.8

図-3.1.2 河川縦断形状及び流域模式図





### 3-2 社会環境・社会経済

カトマンズ盆地は11世紀に首都が築かれ、以来チベットとインドの貿易物資の集散地として発展してきた。現在も政治・経済の中心地として主要な政府行政官庁、政府関係機関が置かれ、ネパール国の機能のほとんどが集中している。また、芸術・文化の中心地でもあり、今後の同国の発展にとって重要な位置を占めている。以下にカトマンズ盆地の社会環境、社会経済について述べる。

#### (1) 人口

カトマンズ盆地の人口は、1981年の国勢調査結果によれば都市部で363,507人、周辺の村落部で402,838人の計766,345人であった。1971年から1981年の10年間における年平均人口増加率は都市部で3.76%、村落部は0.87%であり盆地全体で2.14%であった。この平均人口増加率は全国平均の2.62%を下回っている。これは、盆地外への人口流出や、家族計画の効果によるものと考えられる。一方、カトマンズ、ラリトプール及びバクタプールの3つの行政区別にみると、1981年の人口は各々、422,237人、184,341人、48,472人であり、都市部と村落部の人口比率は各々、55:54、43:57、30:70であった。近年の都市部への人口集中は表-3.2.1に示すように顕著になっている。特に、カトマンズの都市部の人口増加率は高く、1971年から1981年の年平均人口増加率は4.47%に達している。

#### (2) 産業

##### 1) 農業部門

カトマンズ盆地の主要農産物は、米、小麦、メイズ及びジャガイモで、1987/88年の生産量は各々、88,090トン、34,750トン、16,700トンであった。しかし、これらの生産量は全国生産量の5%以下である。この他にミレット、大麦、菜種等の生産も行われているが全国生産量の1%以下で、盆地内で生産される作物のほとんどは盆地内で消費されている。

盆地内の耕地面積は、1982/83年には40,990haであったが、1987/88年には37,650haと年率約8%もの急激な減少傾向を示している。全国では耕作面積は増加傾向にあるが、カトマンズ盆地は都市化の進展により、耕地が宅地化していることを示している。

##### 2) 鉱工業部門

カトマンズ盆地の工業部門は、基本的に農産品関連工業が中心となっており、ジュート加工業、製糖業、タバコ製造業、皮革加工業、小麦製粉業等がある。この他、輸入代替工業として綿織物業、セメント製造、飲料用びん詰等がある。

カトマンズ盆地の従業員10人以上の事業所数は1986/87年で約1,500その雇用者数は53,000人であり各々、全国の16%、35%が集中している。この事業所の内、カトマンズ行政区には820の事業所(55%)があり、その雇用者数は約30,000人(58%)である。一方、ラリトプールは近年、工業の伸びが著しく、1986/87年の事業所数、雇用者数は1981/82年に比べて各

々 2.9倍、4.5倍に増加している。盆地内の工業製品の総生産額は1986/87年で28億1000万ルピーであり、これは全国の21%に相当する。

### 3) 観光部門

カトマンズ盆地は自然環境、歴史・宗教上の史跡等、観光資源にめぐまれていると共に、ネパール国唯一の国際空港であるトリブヴァン空港があり、同国を訪れる観光客の80%がこの空港を利用することから、観光の拠点としても重要な位置を占めている。

1987年における同国のホテル部屋数及びベッド数は各々、23,194、45,395であるが、この内約80%はカトマンズ盆地内にある。同年のカトマンズ盆地のホテル利用者数は約225,000人、平均滞在日数は2.7日で、同国を訪れた外国人観光客の90%が利用したことになる。また、ホテル利用率は46%であった。

## (3) 社会基盤

### 1) 電力

カトマンズ盆地は、変電所等の事故により時々局所的な停電や電圧の変動が起こることがあるが、比較的安定した電力供給が行われている。同盆地へ電力を供給している主な発電所は、盆地北西のトリスリ川のデビガット水力発電所(14MW)、盆地東方のスンコシ川のスンコシ水力発電所、盆地南方のバグマティ川支川にあるクリカニ第1(60MW)と第2(14MW)発電所及び一昨年より運転を開始したマルシャンディ水力発電所がある。また、盆地内にはバグマティ川上流に小規模のスングリジャル水力発電所(0.64MW)がある。

### 2) 交通

カトマンズ盆地内の主要道路はほぼ舗装されており、雨期でも通行に支障はないが、その維持管理は不十分で道路の状態は良くない。近年の交通量の急増に伴ってグレーター・カトマンズを取り囲む形で一周約30kmの環状道路(リング・ロード)が中国の援助によって建設されたが、市街地では朝夕のラッシュ時に慢性的な交通渋滞を生じている。盆地内の主要な交通手段はバスとタクシーである。カトマンズ市の市街地の一部及びカトマンズ市とバクタプール市の間ではトロリー・バスの運行も行われている。また、カトマンズ盆地からは国内主要都市への定期長距離バスが運行されている。

カトマンズ盆地から南部テライ地方の東西幹線道路沿いの町ヘタウダまでの距離は約133kmである。ヘタウダから南に約53kmでビルガンジ、東西幹線道路で東に324kmでピラトナガルに至る。このビルガンジ、ピラトナガルはインド国境に位置し、貿易物資運搬の拠点となっている。ビルガンジはインドのカルカッタ港に陸揚げされた輸入物資の約3/4が運び込まれる。また、ピラトナガルはインド以外の国への輸出物資の約3/4が通過し、カルカッタ港へ輸送されている。

カトマンズ盆地にあるトリブヴァン空港は国際線、国内線の空港として利用されている。同空港はネパール国唯一の国際空港であり、国際線の定期便としてはデリー、バンコク、ダッカ、コロンボ、カラチ等への便がある。また、国内線の拠点として国内主要都市への定期便が運行されている。

### 3) 通 信

ネパール国全体の通信網は開発における重要性に反して未だ十分に整備されていない状況にあるが、カトマンズ盆地だけに限れば電話網もかなり整備されてきており、国内主要都市への長距離電話も問題はない。また、国際通信についても衛星回線によるテレックス、ファクシミリ、電話のサービスが利用可能である。

### (4) 保健衛生

カトマンズ盆地の水系疾病の統計データを表-3.2.2に示す。これより、1980年から1987年における水系疾病の発生件数は年間約4,000~7,000件である。また、主な疾病は胃腸炎、腸チフス、肝炎、赤痢、髄膜炎等であり、雨期の6月から9月にその発生が集中している。1987年の水系疾病の総件数 約6,600件の64%は胃腸炎であるが、患者の多くはコレラ様症状を呈しておりこのデータの内、多くはコレラである可能性が強い。カトマンズ盆地の人口10万人当りの水系疾病の罹病率は760件で、発展途上国の中でも非常に高い値を示している。

表-3.2.1 カトマンズ盆地の都市部及び村落部の人口と人口増加率

地 域	人 口				年平均増加率 (%)		
	1952/1954	1961	1971	1981	1952/54-61	1961-71	1971-81
カトマンズ盆地全体	410,995	459,990	618,911	766,345	1.41	2.97	2.14
都市部	178,589	202,609	249,563	363,507	1.57	2.08	3.76
村落部	232,296	257,381	369,348	402,838	1.28	3.61	0.87
カトマンズ行政区	193,782	224,867	353,756	422,237	1.86	4.53	1.77
都市部	105,247	121,019	150,402	235,160	1.75	2.17	4.47
村落部	88,535	103,848	203,354	187,077	1.99	6.72	-0.83
ラントプール行政区	133,753	145,301	154,998	184,341	1.03	0.65	1.73
都市部	41,334	47,713	59,049	79,875	1.79	2.13	3.02
村落部	92,419	97,588	95,949	104,466	0.68	-0.17	0.85
バクタプール行政区	83,460	89,822	110,157	158,767	0.92	2.04	3.72
都市部	32,118	33,877	40,112	48,472	0.67	1.69	2.10
村落部	51,342	55,945	70,045	111,295	1.07	2.25	4.63

出典：Population Monograph of Nepal, Central Bureau of Statistics, 1987

注)：都市部とは、人口5,000人以上のコミュニティ。

表-3.2.2.2 カトマンズ盆地の水系疾病発生件数

疾病名	1980年		1981年		1982年		1983年		1984年		1985年		1986年		1987年	
	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%	件数	%
胃腸炎	2954	69.5	3011	69.2	2646	57.3	3497	50.6	3371	48.4	2430	38.1	2260	37.4	4274	64.3
コレラ	24	0.6	116	2.7	-	-	115	1.7	4	0.1	-	-	-	-	10	0.1
腸チフス	76	1.8	98	2.3	152	3.3	343	5.0	410	5.9	489	7.7	476	7.9	322	4.8
ジフテリア	2	0.0	9	0.2	10	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
麻疹	261	6.2	225	5.2	157	3.4	322	4.7	196	2.8	74	1.2	249	4.1	45	0.7
肝炎	81	1.9	283	6.5	645	13.9	343	5.0	478	6.9	701	11.0	486	8.1	511	7.7
赤痢	261	6.2	199	4.6	275	5.9	321	4.7	481	7.0	474	7.5	368	6.1	246	3.7
破傷風	40	0.9	38	0.9	39	0.8	61	0.9	51	0.7	38	0.6	37	0.6	20	0.3
髄膜炎	14	0.3	8	0.2	68	1.5	493	7.2	236	3.4	139	2.2	273	4.5	103	1.6
その他	534	12.6	358	8.2	633	13.7	1392	20.1	1726	24.8	2014	31.7	1886	31.3	1113	16.8
合計	4243	100.0	4345	100.0	4625	100.0	6892	100.0	6966	100.0	6359	100.0	6035	100.0	6644	100.0

出典：Statistical Year Book of Nepal 1989, Central Bureau of Statistics

### 3-3 水理地質

#### 3-3-1 地下水の賦存機構

カトマンズ盆地の地下水涵養の可能性は、容易な涵養を妨げる黒粘土を挟んだ湖成堆積物によって制限されている。盆地北部の堆積物上部は雲母を含む非固結性の石英質の砂礫よりなっており、高い透水性を有する。非固結の粗粒堆積物層厚は約60mあり、盆地の主力滞水層となっている。この地下水の水質は100~200Ms/cmと低い電気伝導度で特徴づけられる。滞水層の透水係数は83~1.963m<sup>3</sup>/日/mである。

盆地中央部の堆積物上部は、いくらかの褐炭を伴う200mに及ぶ不透水性の非常に厚い黒粘土より成る。この下部には未固結の中程度ないし低い透水性の粗粒堆積物が存在する。これからの地下水の水質は、カトマンズ市中心のトリプリスワールの近くの井戸で確認された1,000Ms/cmという非常に高い電気伝導度を持っている。これらの滞水層の透水係数は、32~960m<sup>3</sup>/日/cmである。一般にこの地域の水頭は高く、特に、全てのガス井戸は自噴している。JICAマスタープラン調査時の年代分析によれば、ガス井戸の水の年齢は約28,000年と見積られる。これより盆地中央部の被圧地下水は、涵養の少ない停滞性の地下水と確認される。

盆地の南部地域は、厚い不透水性粘土層と低い透水性の基底礫岩によって特徴づけられる。滞水層はほとんど発展しておらず、僅かにバグマティ川沿いのチョパールとファーピングの間に確認できる。

カトマンズ盆地内の滞水層は、他の地下水からは隔離されており、湖成堆積層より加圧された被圧地下水である。滞水層内の地下水流動は微々たるもので、トリチウム及び炭素同位体による年代測定によればほぼ化石水とみなせる。加圧層の透水係数は0.0003m/日(12cm/年)と見積られる。

#### 3-3-2 地下水の分布状況

カトマンズ盆地の滞水層は、北部、中央部及び南部の3つに大きく分けられる。これら滞水層の境界と井戸の分布状況を図-3.3.1に示す。以下に各滞水層の状況を述べる。

##### (1) 北部滞水層

北部滞水層には、バンスバリ、ドビコラ、マノハラ、ゴカルナ及びバクタプール井戸群があり、グレーター・カトマンズに給水されている地下水の主力滞水層となっている。

バンスバリ井戸群の北部、ドビコラ、マノハラ及びゴカルナ井戸群の上部堆積物は、非固結の高い透水性を持つ約60mの石英質の砂礫層であり、井戸建設時の揚水試験では高い生産能力を示していた。しかしながら、これらの粗粒堆積物は不透水性の粘土層を挟んでおり、低い涵養性のため、現在では過剰揚水の傾向を示している。

## (2) 中央部滞水層

本滞水層は盆地中央部のグレーター・カトマンズ及びその周辺地域に位置している。滞水層上部は200mにも及ぶ不透水性の粘土で覆われており、本滞水層の地下水は涵養の少ない停滞性の被圧地下水である。

## (3) 南部滞水層

南部滞水層は盆地南部の山地とキルティプールからゴダワリへの地質構造線の間位置している。この地域は厚い不透水性粘土層と透水性の低い基底礫岩で構成されており、滞水層はほとんど発展していない。滞水層は、NWSCがラリトプール市へ給水しているファーピング井戸群のあるバグマティ川沿いのチョバールとファーピングの間に確認されるのみである。

### 3-3-3 地下水の利用状況及び地下水位

カトマンズ盆地内には、38本のNWSCの水道用井戸、4本のNWSC観測井、37本の個人用井戸、8本のガス井戸の計87本の深井戸がある。

カトマンズ盆地の上記87本の井戸のうち、1989年末現在、約60本の井戸が運転されており、その年間揚水量は約1,400万 $m^3$ と推定される。図-3.3.2に1972年から1989年のカトマンズ盆地における地下水揚水量の推移を示す。

地下水揚水量は、1988年にほとんどのNWSCの井戸の運転条件が備わったため、著しく増加した。運転されている60本の井戸の内、28本はNWSC所有の井戸であり、カトマンズ盆地の井戸の全揚水量の80%以上に達している。NWSCの井戸の揚水量は、1989年で66~124万 $m^3$ /月と想定される。また、井戸群の中ではバンスバリ井戸群が全体の揚水量の40%以上を生産している。個人井戸及びガス井戸の揚水量は、NWSCの井戸に較べて非常に小さい。NWSCの井戸の生産量が大きく増加しているのに対して、個人井戸及びガス井戸の揚水量はここ数年ほぼ一定である。

世銀の第3プロジェクトによる深井戸建設以後、地下水位の低下が顕著となっている。マノハラ井戸群では過去4年間に累進的に約10mの水位低下を生じている。地下水位低下の傾向は、年々汲み上げ量が増加すると共に増加し、地下水位低下によって運転できなくなる井戸が発生するなど深刻な事態となっている。

図-3.3.1 滞水層境界及び井戸分布状況

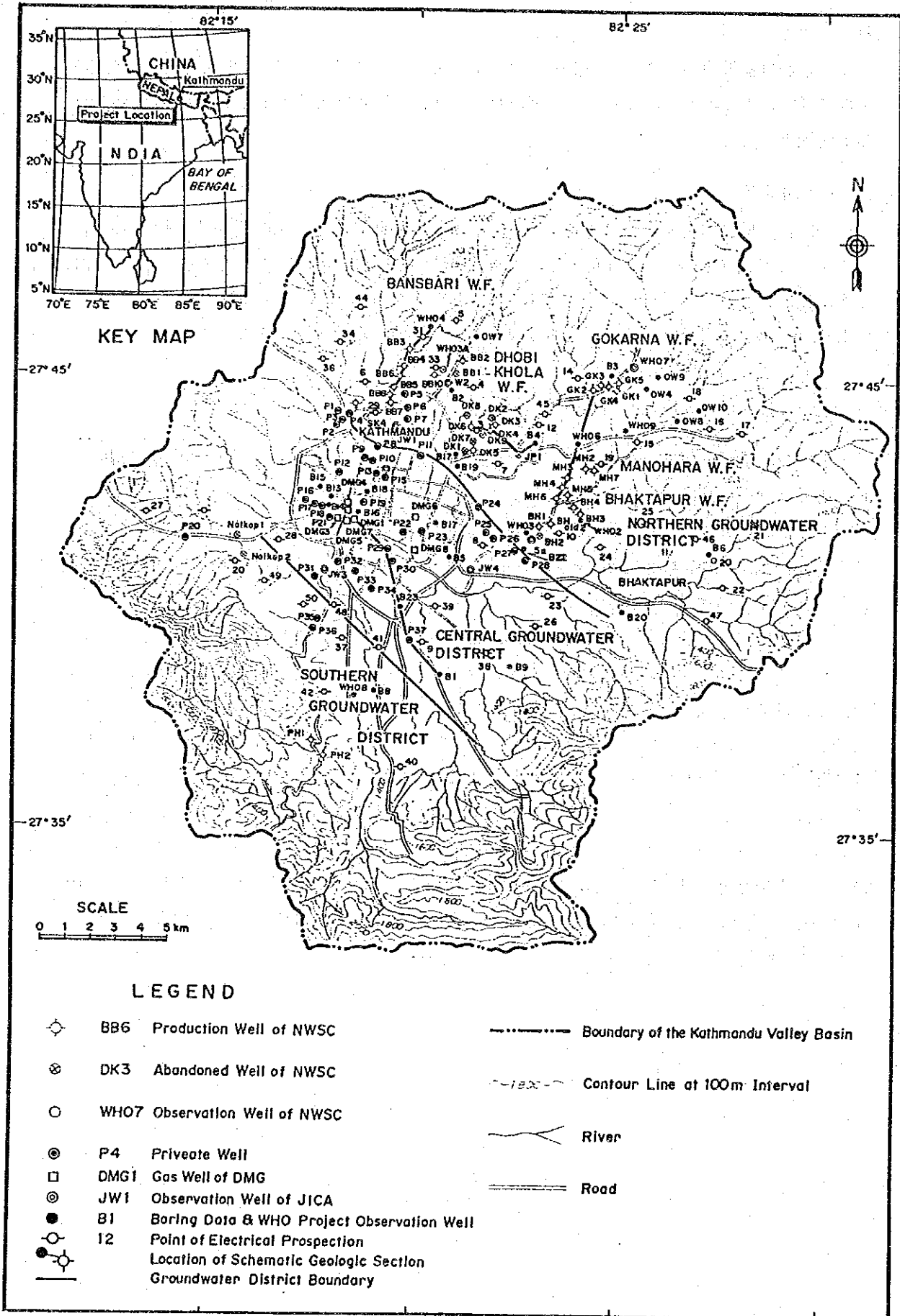
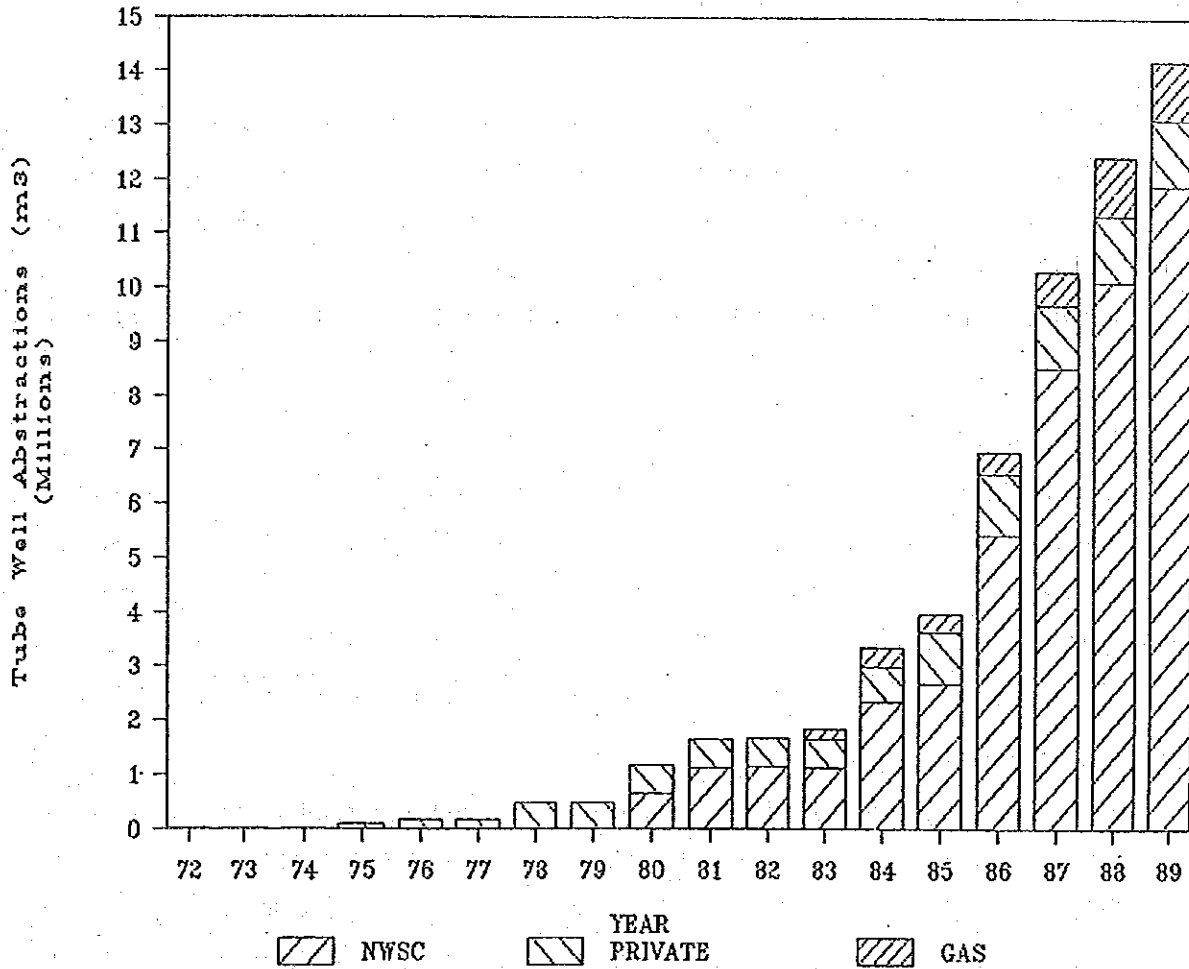




図-3.3.2 カトマンズ盆地の地下水揚水量の推移

### ESTIMATED TUBEWELL ABSTRACTION

1972-1989



### 3-4 当該セクターの概要

#### 3-4-1 給水システム

現在、NWSCが管轄しているグレーター・カトマンズの給水システムは、バラジャー、バンスバリ、マハラジガンジ、マハンカルチュール、シャイプーの5システムである。また、主にグレーター・カトマンズ周辺地域及び村落に給水しているスングリガット、チャパゴン、ドッドボカリ、ローコットの4システムがある。各給水システムの概要は以下のとおりである。また、これらの給水システムの給水区域等を図-3.4.1に示す。

##### (1) バラジャー・システム

本システムは、カトマンズ盆地北西部のビスヌマティ川流域内の5湧泉、ランバガール川の河川水及びバンスバリ井戸群の井戸の一部を水源としている。これらの水源からの原水はバラジャー浄水場へ導水されて浄水処理される。処理水は、一旦浄水場内の配水池へ貯留された後、朝・夕2回の時間給水でカトマンズ市北西部へ給水される。

また、湧泉から浄水場までの導水管沿線の村落は、導水管より無処理のままで給水されている。

##### (2) バンスバリ・システム

本システムは世銀の第3プロジェクトで建設された給水システムで、バンスバリ井戸群の地下水のみを水源としている。同井戸群の井戸から生産される地下水は、無処理のままでバンスバリ配水池に貯留され、カトマンズ市南西部に給水されている。バンスバリ配水池はその容量が2,000m<sup>3</sup>と井戸の生産能力に比べて容量が小さく、朝・夕の給水時間外に越流を生じるが、この越流した水は、同システムの配水管によってマハラジガンジ配水池へ送られている。

##### (3) マハラジガンジ・システム

本システムは、カトマンズ盆地北部のシバプリ、ビスヌマティの2湧泉とバンスバリ井戸群の井戸の一部を水源としている。これらの水源からの原水は導水管沿線の村落にその一部が無処理で給水された後、マハラジガンジ浄水場に導水される。同浄水場で処理された処理水は浄水場内の配水池に貯留され、カトマンズ市北部に給水されている。同配水池には給水時間外にバンスバリ配水池から越流した地下水が流入する。

##### (4) マハンカルチュール・システム

本システムは、グレーター・カトマンズに給水している最大のシステムである。当初カトマンズ盆地北西部にあるスングリジャル水力発電所の放流水（バグマティ川河川水）を処理するスングリジャル浄水場と、その処理水を給水するためのマハンカルチュール配水池からなる給水システムであったが、世銀の第3プロジェクトによってゴカルナ、マノハラ及びドビコラ井戸群の地下水が新たに水源として追加された。

スンドリジャル浄水場の処理水及び各井戸群の地下水は、各々の送水管沿線の村落に一部給水した後、マハンガルチュール配水池へ送られる。同配水池にて、スンドリジャル浄水場の処理水（表流水）と無処理の地下水が混合・貯留される。同システムは、カトマンズ市東部及び中央部に給水している。

(5) シャイプー・システム

本システムは、世銀の第1プロジェクトによって開発された盆地南部の3湧泉と、その後第3プロジェクトで建設されたファーピング井戸群の井戸を水源としている。3湧泉のうち、サトムルとセシュナラヤンの2湧泉は自然流下で、他のクトリムルと、地下水はポンプ場に導水され、そこからシャイプー配水池に圧送されている。シャイプー配水池は配水池上部に簡易の砂ろ過施設を持ち、水源より送水された水は、この施設で処理された後、貯水される。本システムの給水区域はラリトプール市全域である。

(6) スンドリガット・システム

本システムは、バグマティ川下流に位置し、バグマティ川の伏流水を水源としていたが、近年同河川への都市下水の流入が増加し、原水の汚染がひどいため運転を中止していた。しかし、昨年の取水施設がナク川下流に建設されて運転を再開している。ナク川より取水された河川水はスンドリガット浄水場へ導水されて浄水処理された後、配水池に貯留される。本システムの給水区域は、主にカトマンズ市南西部のリング・ロード外の地域である。

(7) チャバゴン・システム

本システムは、ラリトプール市南部の村落へ給水しているシステムで、盆地南部のムルドーレの湧泉を水源としていたが、水需要の増加に伴って、昨年ナク川上流に取水施設が建設された。ナク川の河川水は自然流下で、湧泉はポンプ圧送で配水池に送水される。この配水池から自然流下で配水管沿線の村落に給水すると共に、システム下流のタハケル配水池に送水される。タハケル配水池は主にリング・ロード外のラリトプール市に隣接する地域へ給水している。

本システムは、ナク川の河川水を処理する浄水施設を持たないため、雨期の河川水の濁度が高いときには取水できない等の問題がある。

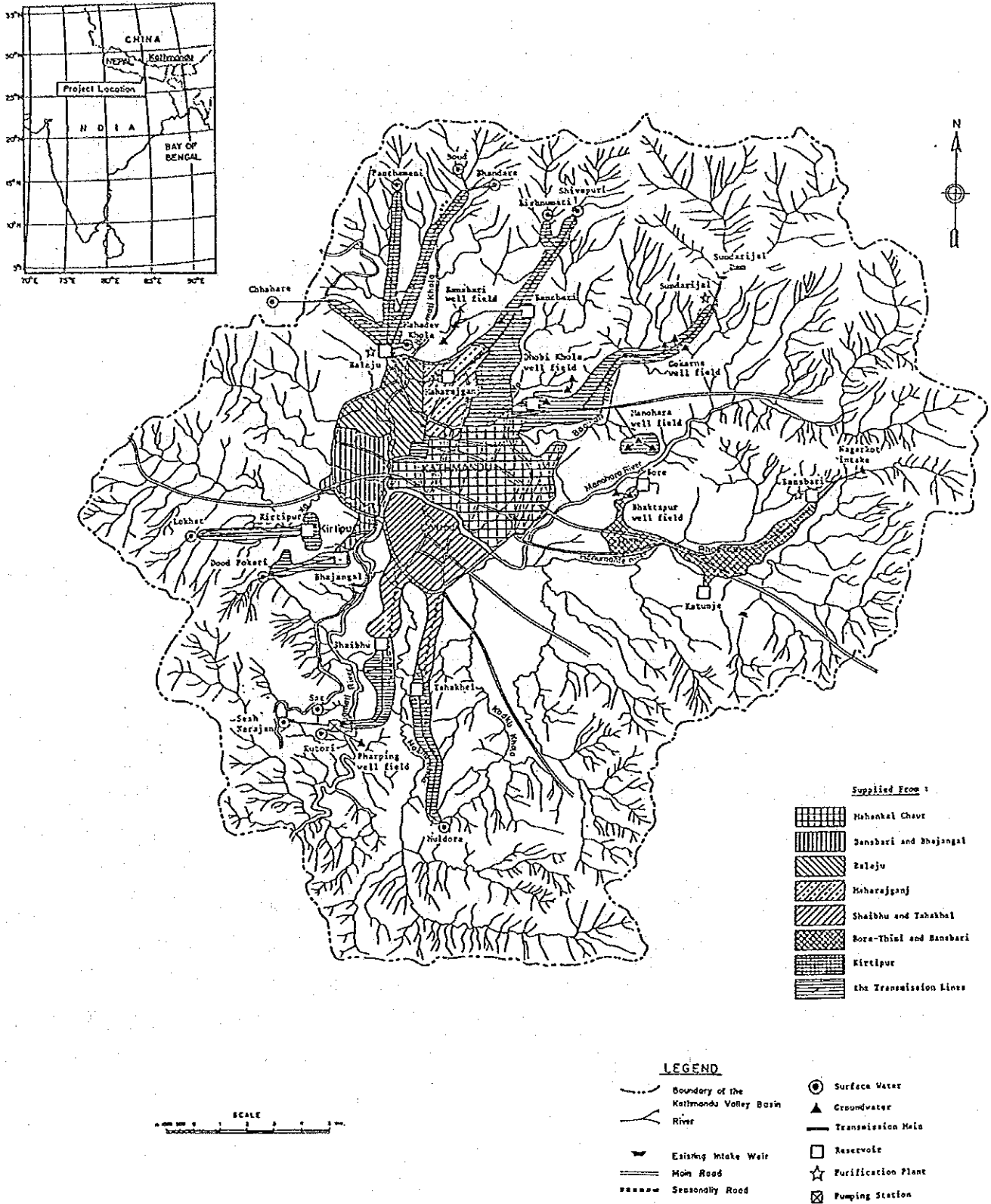
(8) ドッドボカリ・システム

本システムは、盆地南西部のドッドボカリの湧泉を水源としている。この水源からの水の一部は送水管沿線の村落に給水され、バジャンガル配水池に貯留される。この配水池からポンプ圧送で周辺の高位部に配水すると共に、カトマンズ市南部のリング・ロード外の地域へ給水している。

(9) ローコット・システム

本システムは、盆地西部のローコットの湧泉を水源としている。この水源からの水の一部は送水管の村落に給水されキルティプール配水池に貯水される。本システムは、主にカトマンズ市南西部のキルティプール地区への給水システムである。

図-3.4.1 カトマンズ盆地の給水システム



### 3-4-2 水源

グレーター・カトマンズ及びその周辺の村落の給水システムの水道用水源は河川水、湧泉及び深井戸から生産される地下水である。その全生産可能量(施設的设计能力)は、表流水(湧泉を含む)、57,270m<sup>3</sup>/日、地下水45,860m<sup>3</sup>/日の計103,580m<sup>3</sup>/日と推定される。しかし、地下水は井戸の修理、停電などの原因のほか、フィルター材の目づまりによる能力の低下、地下水位の低下が生じて運転できなくなる井戸がでるなどの原因で実際の地下水生産量は上記の能力を下回っている。各給水システムの生産可能水量は次のとおりである。

(単位：m<sup>3</sup>/日)

給水システム	表流水	地下水	計
バラジュー	8,230	3,810	12,040
バンスバリ	-	14,430	14,430
マハラジガンジ	3,120	2,920	6,040
マハンカルチュール	20,000	21,610	41,610
シャイブー	19,770	3,090	22,860
スングリガット	1,500	-	1,500
チャバゴン	1,700	-	1,700
ドゥドボカリ	2,900	-	2,900
ローコット	500	-	500
合計	57,270	45,860	103,580

表流水源のうち湧泉は、乾期・雨期とも安定した水質で水質上の問題はない。また河川水は、雨期の降雨直後に濁度及び鉄の濃度が上昇するものの、適切な浄水処理を行えば水道用水源として特に問題とはならない。

一方、地下水は盆地南部のファーピング井戸群以外のもは鉄、マンガン、アンモニア性窒素の含有量が非常に高く、無処理のままでは水道用水源として許容できない範囲のものである。

現在、このような地下水が無処理で給水されており、鉄、マンガンによる着色障害や配水管の閉塞、さらに、鉄やアンモニア性窒素に係る細菌が配水管内で異常増殖して給水水質の悪化を生じている。また、これらの地下水はpH値が低いため配水管の腐食の原因ともなっている。JICAマスタープラン調査におけるこれら地下水の水質分析結果は次のとおりであった。

(単位：mg/l)

井戸群	pH	鉄	マンガン	アンモニア性窒素
ゴカルナ	6.9	2.6	0.18	1.0
	6.7	0.81	0.02	0.3
マノハラ	6.7	7.4	0.26	2.6
	6.5	2.2	0.08	0.7
ドビコラ	6.1	5.5	0.35	6.0
	6.0	2.2	0.22	0.8
バンスバリ	6.8	3.0	0.27	3.2
	6.2	1.2	0.03	0.4
ファーピング	7.7	0.13	0.22	0.1
	7.3	0.12	0.06	0.1

注) 上段は分析結果の内最大値、下段は最小値を示す。

### 3-4-3 給水量

各給水システムの水源から導水される表流水と地下水は、無処理または、各システム内の浄水場で処理された後、配水池に貯留され、概ね朝4時間、夕方4時の一日2回の時間給水によって配水されている。

現在、グレーター・カトマンズにはカトマンズ市に給水しているバラジュ、バンスバリ、マハラジガンジ、マハンカルチュールの4配水池と、ラリトプール市に給水しているシャイプー配水池の計5配水池がある。また、周辺村落の給水システムから僅かながら、グレーター・カトマンズに給水されている。

JICAマスタープラン調査時に、グレーター・カトマンズに給水している上記5配水池の水位記録と運転記録（バルブの開閉時刻等）さらに、これらの配水池へ送水している井戸の運転記録を基に、貯水池の流入量及び給水量の解析が行われた。その結果、1989年の夏期（8月）におけるグレーター・カトマンズへの全給水量は62,755m<sup>3</sup>/日であった。また、各配水池への水源別流入量と市内への給水量は以下のとおりである。

（単位：m<sup>3</sup>/日）

給水システム	流入量			貯留変化量	給水量
	表流水	地下水	計		
バラジュ	7,387	3,163	10,550	-33	10,583
バンスバリ	-	8,344	8,344	-87	8,431 (-1,558) <sup>*1</sup>
マハラジガンジ	1,992	956	2,948	-21	2,969 (+1,558) <sup>*1</sup>
マハンカルチュール	12,222	9,427	21,649	-44	21,693
シャイプー	17,479	-	17,479	0	17,479 (6,961) <sup>*2</sup>
小計	39,080	21,890	60,970	-185	61,155
その他					1,600 <sup>*3</sup>
合計					62,755

注) \*1: バンスバリ配水池からの越流量、マハラジガンジ配水池へ流入する。

\*2: シャイプー配水池からの越流量、ラリトプール市へ給水される。

\*3: 周辺村落の給水システムからの給水量

また、今回の現地調査でもマハンカルチュールとバンスバリの2配水池について水位記録等を収集して上記と同様の解析を行った。その結果、バンスバリ配水池の給水量は7,692m<sup>3</sup>/日（地下水）、マハンカルチュール配水池は、表流水11,930m<sup>3</sup>/日、地下水11,464m<sup>3</sup>/日の計23,394m<sup>3</sup>/日であった。



### 3-4-4 水需要

JICAマスタープラン調査では、グレーター・カトマンズの水道の利用実態を把握する目的で、NWSCより給水栓数等の情報を収集すると共に、グレーター・カトマンズ内9カ所のNWSC水道料金支払窓口で利用者に対するインタビュー形式のアンケート調査が実施されている。アンケート調査の内容は水道使用量、用途、水道メーターの設置・稼動状況、給水栓一栓当りの利用者数等であり、収集されたサンプル数はNWSCの管理している給水栓の46%に当たる約24,700であった。

以下に、この調査結果を基にグレーター・カトマンズの水需要について述べる。

#### (1) 給水栓数

グレーター・カトマンズの1989年における給水栓数は、カトマンズ市41,707栓、ラリトプール市11,548栓の計53,255栓であった。また、メーターの設置及び稼動状況別の給水栓数は以下のとおりである。これよりメーター付きの給水栓でメーターが稼動しているものは全体の約70%である。

給水栓の種別	カトマンズ市	ラリトプール市	計
メーター付（稼動）	28,147	9,015	37,162
メーター付（故障）	8,025	1,050	9,075
メーターなし	5,087	1,317	6,404
公共水栓	448	166	614
合 計	41,707	11,548	53,255

一方、用途別給水栓数は以下のとおりであり、家庭用が全給水栓数の約93%を占める。

用 途	カトマンズ市	ラリトプール市	計
家庭用	38,779	10,861	49,640
営業用	1,808	390	2,198
工場用	296	53	349
公共機関用	376	78	454
公共水栓	448	166	614
合 計	41,707	11,548	53,255

(2) 給水原単位

上記アンケート調査から用途別1栓当りの1カ月の使用水量は以下のとおりであった。また、家庭用給水栓の1栓当りの利用者数はカトマンズ市7.65人、ラリトプール市で6.55人であり、一人一日使用水量はカトマンズ市、ラリトプール市で各々87.6 l/人/日、81.6 l/人/日となる。グレーター・カトマンズ全体では、1栓当りの利用者数 7.32人、一人一日使用水量は86.0 l/人/日である。

(単位：m<sup>3</sup>/月)

用 途	カトマンズ市	ラリトプール市	平 均
家 庭 用	20.8 (87.6 l/人/日)	16.6 (81.6 l/人/日)	19.5 (86.0 l/人/日)
営 業 用	66.3	62.9	65.4
工 場 用	87.0	52.2	79.8
公共機関用	139.8	47.9	102.6
公共用水栓	34.7	34.7	34.7

上記、給水栓1栓当りの使用水量は、収集されたサンプル内、水道メーターの稼働している給水栓の値である。メーターの稼働していない給水栓及びメーターの設置されていない給水栓は、メーター付きの給水栓に較べて浪費水量(むだ使い)が多く、それらの使用水量はGTZの調査報告書「Leak Detection and Repair-Kathmandu / Patan Water Supply System-1988」より、メーター付きの給水栓に較べてメーターの稼働していない給水栓は、1.10倍、メーターの設置されていない給水栓は、1.77倍となっている。

なお、このアンケート調査は水需要の最も多い夏期の7月、8月に実施されたものであり、この給水原単位は年最大値と考えられる。

(3) 水需要

以上の給水栓数及び一人一日使用水量より、1989年におけるグレーター・カトマンズの需要水量は44,510m<sup>3</sup>/日となる。用途別使用水量は以下のとおりである。

(単位：m<sup>3</sup>/日)

用 途	カトマンズ市	ラリトプール市	計
家 庭 用	28,903	6,378	32,281
営 業 用	4,375	850	5,225
工 場 用	889	99	988
公共機関用	2,189	139	2,328
公共用水栓	502	186	688
合 計	36,858	7,652	44,510

また、上記使用水量44,510m<sup>3</sup>/日と前項 3-4-3の給水量62,755m<sup>3</sup>/日からグレーター・カトマンズの漏水率は約30%と推定される。

### 3-4-5 浄水施設

グレーター・カトマンズに給水しているシステムの内、バラジュー、マハラジガンジ及びスندگانリヤル・システムに浄水場がある。各浄水場の施設概要と運転・維持管理の現状は以下のとおりである。

#### (1) バラジュー浄水場

本浄水場は1961年に建設された。水源はビスヌマティ川流域内の湧泉、ランバガール川の河川水及びバンスバリ井戸群の地下水の一部である。設計能力は10,900m<sup>3</sup>/日であるが、施設の老朽化や不完全な運転・管理のために処理能力は7,390m<sup>3</sup>/日程度に低下し、その処理水の水質も不十分なものである。滅菌処理は、さらし粉の注入が行われている。しかし、処理水の水質が悪く、さらに注入設備が十分でないためにさらし粉の注入操作が適正に行えないなど、配水池においても残留塩素がほとんど検出されない状況にある。

#### (2) マハラジガンジ浄水場

本浄水場は1960年に建設された。その設計能力は2,400m<sup>3</sup>/日である。水源はビスヌマティ、シバプリの2湧泉とバンスバリ井戸群の地下水の一部である。施設の内、沈澱池は漏水のため運転を中止している。また、急速ろ過池は老朽化や不完全な運転・管理のためにその機能を果たしていない。滅菌処理はバラジュー浄水場と同様に不完全で、安全で衛生的な水の供給という水道の使命を果たしていない。

#### (3) スندگانリヤル浄水場

本浄水場は1966年に建設され、スندگانリヤル発電所の発電後の水(バグマティ川の表流水)を水源として利用している。設計能力は19,600m<sup>3</sup>/日である。その施設は老朽化により、凝集剤注入設備、急速攪拌設備、沈澱池、急速ろ過池、滅菌設備などの一部が故障していたり、運転・管理が十分に行われていないために処理量は低下し、その処理水質も十分ではない。凝集剤の注入は、雨期の濁度が非常に高い時だけ行われているに過ぎない。滅菌処理も処理水の水質が悪く、注入管理が不十分であるため、その目的は達成されていない。

### 3-4-6 配水施設

グレーター・カトマンズには、カトマンズ市に給水しているバラジュ、マハラジガンジ、バンスバリ、マハンカルチュールの4配水池と、ラリトプール市に給水しているシャイブ配水池の計5配水池がある。これらの配水池は、1日2回の時間給水によってグレーター・カトマンズに給水している。各配水池の貯水容量、配水区域及び給水時間は以下のとおりである。

配水池名	貯水容量 (m <sup>3</sup> )	給水区域	給水時間
バラジュ	3,700	カトマンズ市西北部	4:00～ 8:00 15:00～20:00
マハラジガンジ	3,800	カトマンズ市北部	5:00～ 9:30 14:00～19:00
バンスバリ	2,000	カトマンズ市西南部	4:00～10:00 15:00～21:00
マハンカルチュール	9,000	カトマンズ市東部、 中央部	1:30～ 8:00 14:00～19:30
シャイブ	2,700	ラリトプール市全域	4:30～ 8:30 16:00～20:30
計	24,500		

グレーター・カトマンズの配水管網は、需要水量の増加や配水区域の拡大に伴って無計画に増設されてきたため、非常に複雑であると同時に、配水システムと需要分布がバランスしていない。このような状況から、各配水システム内で細かなバルブ操作を行って配水する努力がなされている。しかし、配水区域内では均等な水圧が得られず、配水管網の末端では水圧が低くなったり、逆に配水管網の上流側では水圧が高すぎて漏水の原因となっている。また、末端部での水圧低下は、配水管から直接ポンプによって揚水・吸引するというような不正行為などにより、配水管外からの汚染物質の侵入につながっている。

### 3-4-7 給水水質

グレーター・カトマンズの内、カトマンズ市は、湧泉、河川水及び世銀の第3プロジェクトで建設された深井戸から生産される地下水を水道用水源としている。湧泉及び河川水は浄水場で処理されているが、高濃度の鉄、マンガン及びアンモニア性窒素を含有する地下水は、無処理のまま給水されている。湧泉及び河川水を処理している浄水場についても、建設後すでに30年近く経過しており、老朽化のためにその機能が低下して十分な浄水処理が行えない状況にある。この浄水機能の低下は、原水水質の比較的安定している乾期には大きな問題となっていないが、原水水質の悪い雨期の処理水質は劣悪な状況となっている。また、現在無処理で給水されている地下水は、鉄、マンガンによる着色障害や配水管の閉塞による水圧低下等の直接的障害を起こしていると共に、鉄、アンモニア性窒素による二次障害を生じている。即ち、これらの物質は、滅菌のために注入されている塩素を大量に消費するために、配水管内に一定の滅菌効果を持つ残留塩素を保持できない状況が発生させている。

一方、ラリトプール市は水質が良く、乾期・雨期とも水質の安定している盆地南部の湧泉を水道用水源としており、カトマンズ市のような水質に係る障害は少ない。

JICAマスタープラン調査時に、カトマンズとラリトプール市内の給水栓の水質分析が実施されているが、これによれば、カトマンズ市内の給水栓からは、乾期・雨期とも残留塩素は全く検出されなかった。一方、ラリトプール市内の給水栓からは、0.1~0.2mg/l程度の残留塩素が検出されている。

このような状況から、特にカトマンズ市内の給水水質は、安全で清潔な水を供給するという水道本来の目的を達成できていない。

ネパール国厚生省 (Ministry of Health, MOH) の報告によれば、1990年の6月から9月(雨期で水系疾病の発生が集中する時期)におけるカトマンズ盆地の水系疾病発生件数(病院で治療を受けた患者数のみで、その多くはコレラ様症状を呈している)は8,128件であった。この内、グレーター・カトマンズの発生件数は、カトマンズ市3,883件、ラリトプール市1,089件の計4,972件であった。また、人口1,000人当りの発生率は、カトマンズ市7.7人、ラリトプール市4.7人で、カトマンズ市はラリトプール市の1.6倍以上の発生率となっており、特にカトマンズ市は市内の33区すべてでその発生が確認されている。

カトマンズ市の33区内、水系疾病の発生率の高い上位15区と、各区に給水している給水システムは、以下のとおりである。

区番号	発生件数	発生率(1000人当り)	給水システム
No. 6	302	34.3	マハンカルチュール
No.32	212	27.8	マハンカルチュール
No.15	266	22.7	バンスバリ
No. 7	189	15.9	マハンカルチュール
No.31	85	12.4	マハンカルチュール
No.13	126	10.1	バンスバリ
No.12	63	10.0	マハンカルチュール
No.10	232	9.7	マハンカルチュール
No. 9	101	9.3	マハンカルチュール
No.17	86	8.0	バラジュ
No. 2	39	7.3	マハラジガンジ
No.11	54	6.8	マハンカルチュール
No. 3	63	5.9	マハラジガンジ
No. 4	51	5.2	マハラジガンジ
No.29	58	4.7	マハラジガンジ

これより、水系疾病の発生率の高い地域は、地下水を水源としている給水システムの給水区域と一致していることから、給水水質と水系疾病の発生率とは明らかな因果関係があると考えられる。

## 第4章 計画の内容





## 第4章 計画の内容

### 4-1 計画の目的

グレーター・カトマンズの水道は、1973年のマスタープランに基づいて1996年までの水需要に応えるべく良好な水道水源を求めて盆地南部の湧泉及び北部の地下水の開発を行ってきた。しかし、北部の地下水は、当初の期待を裏切り量的には揚水可能量が大幅に制約され、水質的には2-5で述べたとおり、濁水障害や赤水障害、さらには生物の流出障害を生じており、病原菌等に対する対抗力がない状況にある。

この地下水の生産量の推移は表-4.1.1のとおりである。地下水は1984年から無処理で給水が順次開始され、1989年の年平均給水量に占める盆地北部の井戸群からの地下水給水量は36%に達している。さらに、表流水についても1960年代に建設された浄水場は老朽化し、その浄水機能は麻痺寸前である。このため、これらの施設から供給される水量が大幅に制約されていると共に、その処理水質は非常に悪く、地下水と同様に水質に係る障害を生じている。このような状況から、NWSCは以下のような水道整備の必要性に直面している。

- 1) 地下水水質の改善。
- 2) 既存浄水場の改善。
- 3) 既存水源の改善（表流水及び地下水）。
- 4) 配水管整備、漏水防止。
- 5) 各戸給水の整備（水道メーターの整備を含む）。
- 6) 配水システムの再構築。
- 7) 盆地内表流水源の開発。

これらの実施についてNWSCは、世銀/UNDPの協力による上下水道整備15カ年計画(15YCDP)とJICA水道整備計画を推進中である。上記の3)、4)、5)、6)については、15YCDPの第1次5カ年計画(1991~1995年)の中でUWSSRPとして世銀/UNDPの協力によって、すでに実施の過程にある(15YCDPとUWSSRPの内容は4-2-2項で述べる)。1)、2)、7)については、JICA水道整備計画に基づいて日本国政府の無償資金協力を要請している。

本計画の目的はこのJICA水道整備計画の内、最も緊急性が高く、最優先されるべき地下水水質の改善と盆地内の表流水源開発により当面不足している水量を確保することである。

表-4.1.1 地下水生産量の推移

(単位: m<sup>3</sup>/日)

システム	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
バラジュ										
Balaju	28	336	336	336	336	336	336	336	336	347
BB7	0	0	0	0	0	0	1,006	1,508	1,508	1,189
小 計	28	336	336	336	336	336	1,342	1,844	1,844	1,536
バンスバリ										
BB3	0	0	0	0	0	168	2,018	2,018	2,018	1,834
BB4	0	0	0	0	0	0	46	553	553	436
BB5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,114
BB6	0	0	0	0	0	0	332	1,994	1,994	2,020
BB8	0	0	0	0	0	0	1,069	1,283	1,283	1,125
小 計	0	0	0	0	0	168	3,465	5,848	5,848	6,529
マハラジガンジ										
BBold	336	504	504	504	504	504	504	504	504	502
BB2	0	0	0	0	988	988	988	988	988	964
小 計	336	504	504	504	1,492	1,492	1,492	1,492	1,492	1,466
マハンカルチュール										
DK1	0	0	0	0	173	173	173	173	158	0
DK2	0	0	0	0	113	225	225	225	207	0
DK3	0	0	0	0	46	273	273	273	273	283
DK4	0	0	0	0	0	0	426	639	639	654
DK5	0	0	0	0	882	882	882	882	882	874
DK6	0	0	0	0	148	254	254	254	254	242
GK1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	706
GK2	0	0	0	0	0	0	0	273	410	233
GK3	0	0	0	0	0	0	0	290	387	631
GK4	0	0	0	0	0	0	0	228	341	177
MH2	0	0	0	0	0	0	0	147	1,764	1,696
MH3	0	0	0	0	0	0	0	0	1,108	1,674
MH4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	953
MH5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,030
MH7	0	0	0	0	0	0	307	1,229	1,229	877
小 計	0	0	0	0	1,362	1,807	2,540	4,613	7,652	10,030
ファーピング										
PH1	0	0	41	0	0	0	0	0	0	41
PH2	0	241	241	241	241	241	241	241	241	241
小 計	0	241	282	241	241	241	241	241	241	282
合 計	364	1,081	1,122	1,081	3,431	4,044	9,080	14,038	17,077	19,843