

5-3 水文地質

カトマンズ盆地の水理地質については、WHO, UNDP (BINNIE & PARTNERS, 1973), WB, UNDP (PROCTOR & REDFERM INTERNATIONAL LIMITED, 1984), UNDP, IBRD (BINNIE & PARTNERS, 1988), JICA (1980) 等によって調査されており、多数のテストボーリングおよび地下水揚水井が掘削されている。現在の WSSC の井戸もこれらの調査結果に基づき掘削されたものである。

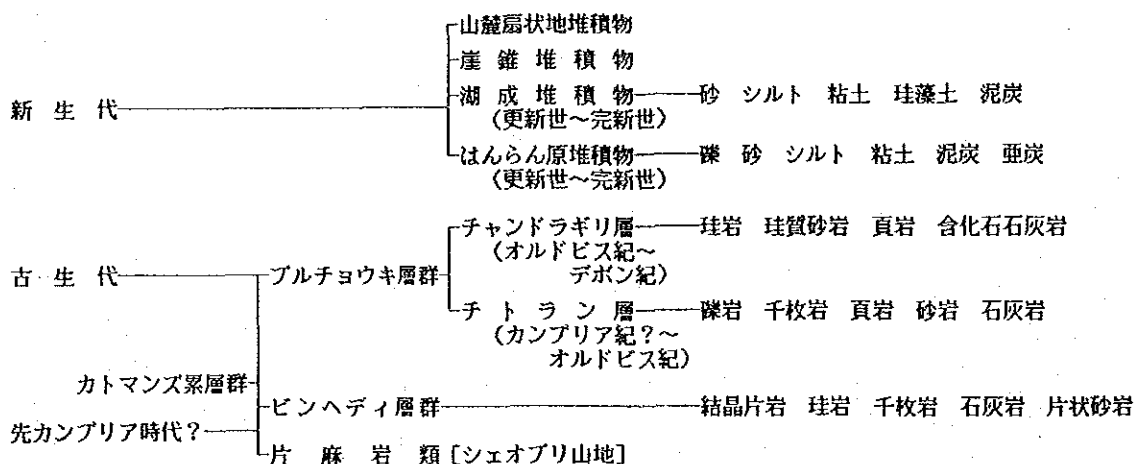
また、盆地中央部に限られるが、DMG によって天然ガスの開発が進められており現在 7 井が掘削されている。その他民間井戸の掘削も古くから盛んであり、ボーリングによる地下水開発は進んでいる地域といえる。

以上のような状況から、水理地質については、既に相当程度知識が得られている。

1) 水理地質

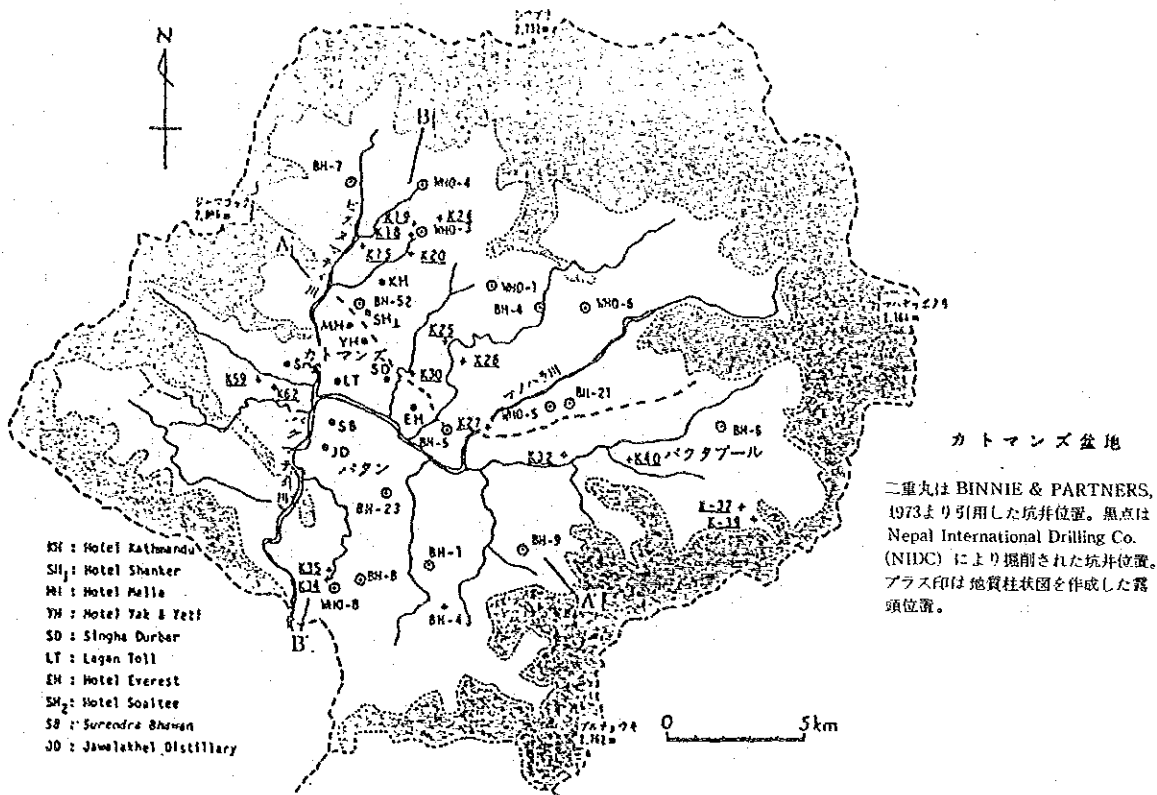
カトマンズ盆地の水理地質は、先カンブリア代～古生代のカトマンズ累層群および先カンブリア代の片麻岩類を水理地質基盤とし、これを覆う新生代第四紀の湖成堆積物を地下水帯水層としている (表-5.4 地質層序表参照)。

表-5.4 カトマンズ盆地の地質層序



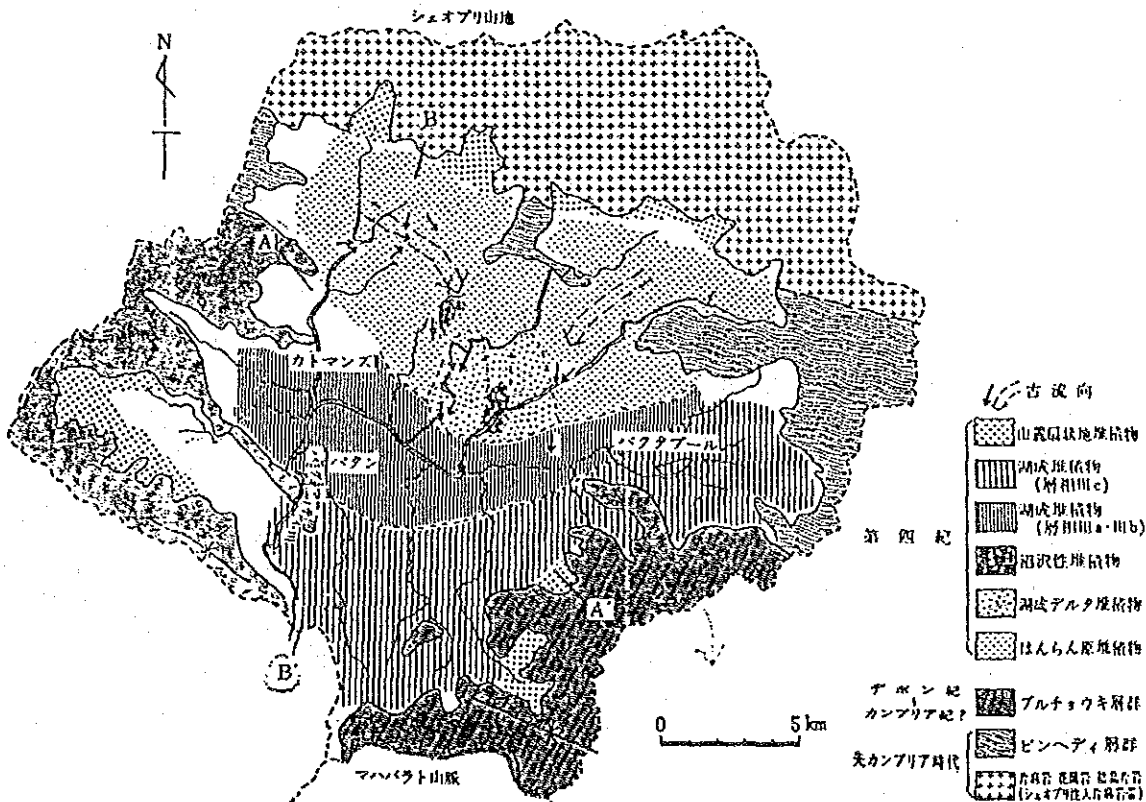
水理地質基盤は、結晶片岩類、ケイ岩、千枚岩、石灰岩、片状砂岩等よりなり、全体として、カトマンズ盆地を中心として東西に伸びる軸をもつ向斜構造を示す (ナッペ構造) (図-5.2～図-5.5 参照)。石灰岩は、盆地南部に分布し、セメント材料として利用されているほか湧水もみられる。水理地質基盤岩は、盆地周辺山地を構成しており、まさに盆地型の「地下水盆」を形成する。

地下水は、この「地下水盆」を埋める湖成堆積物中に存在する。湖成堆積物は、粘土、シルト、砂の互層よりなり、全体として細粒である。堆積物は湖沼沢地、河川、湖成デルタ、山麓扇状地等さまざまな堆積環境を示し、土性に差があり、これが地下水の賦存



(名取, 1980, 文献⑨より)

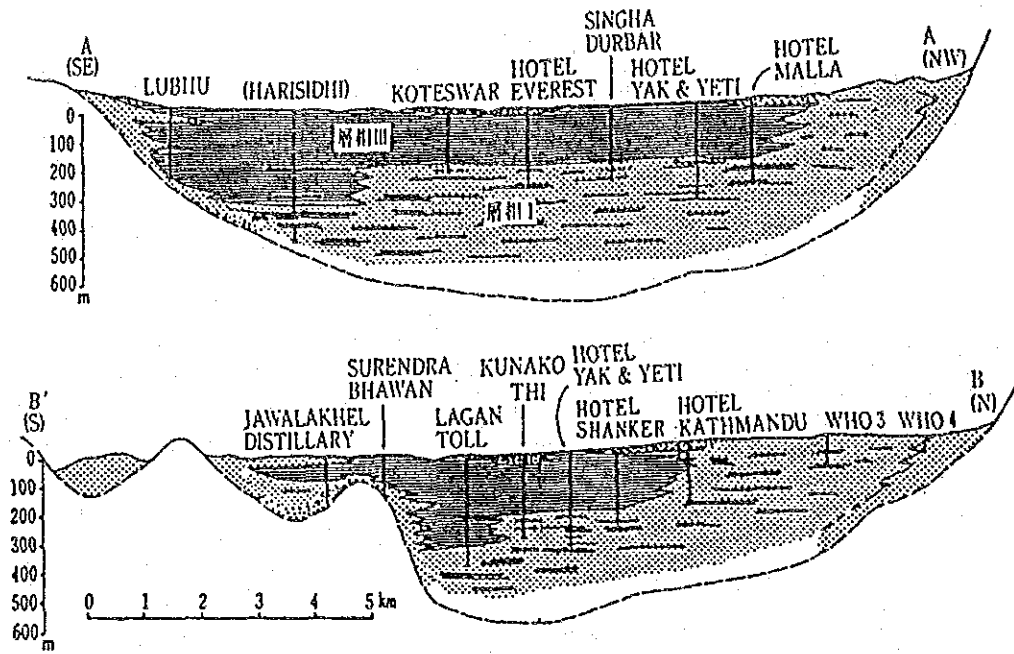
図-5.2 カトマンズ盆地の井戸位置図



A-A'およびB-B'は図-5.4の地質断面位置を示す

図-5.3 カトマンズ盆地の地質図

(名取ら, 1980, 文献⑨より)



第四紀堆積物の地質断面図 断面位置については図-5.2、図-5.3参照 (名取, 1980, 文献⑨より)

図-5.4 カトマンズ盆地の地質断面図

形態を規制している。

既往調査 (JICA, 1980) によれば、盆地内の第四紀堆積物は、6種の堆積物に区別されている (表-5.5, 図-5.3参照)。

表-5.5 第四紀堆積物の層相区分

	堆 積 環 境	層 相
層相Ⅰ	沖積はん乱原	<上方細粒化型の堆積サイクルを示す>
Ⅰa	河川流路	(礫質)粗粒砂
Ⅰb	はんらん原 (沼沢地を含む)	砂質粘土およびシルト
層相Ⅱ	湖成デルタ	
Ⅱa	デルタ前縁部およびデルタ斜面部	細~中粒砂
Ⅱb	デルタ頂部側方沼沢地	炭素質粘土およびシルト
層相Ⅲ	湖	
Ⅲa	供給源に近い区域 (盆地中部)	シルト・砂互層
Ⅲb	↑ (盆地中西部および中東部)	葉理粘土および細粒砂
Ⅲc	供給源から遠い区域 (盆地南部)	粘土 (しばしば珪藻質ないし炭素質)

(名取ほか, 1980, 文献⑨による)

盆地中~南部はシルト・粘土 (しばしばケイ藻質ないし炭素質) および砂の互層よりなる湖~湖成デルタ堆積物よりなり、上部約200mは粘土・シルト層におおわれ、地下水はその下部の砂・礫まじり砂層に賦存する。この地域では、天然ガスが胚胎する。したがって、この地域での地下水開発は、深層となり、地下水は被圧している。また、水質

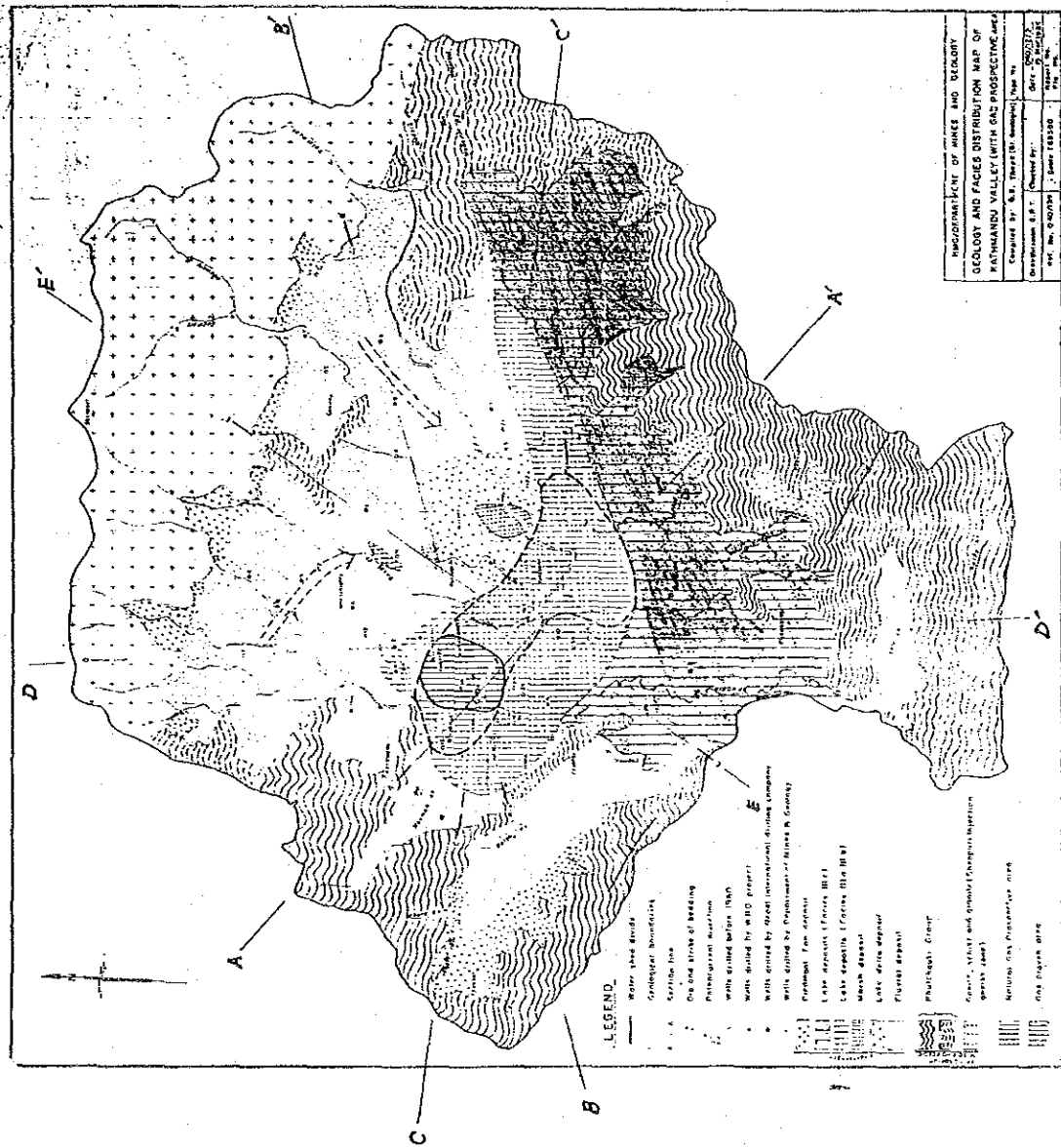


图-5.5 水理地質图 (G.S. THAPA, 1984, 文献⑨より引用)

的にはこの地層が還元状態にあるため、硫化水素、アンモニア、鉄、マンガン等を含んでいる。

盆地北部は、沖積氾濫原および山麓扇状地堆積物よりなり、砂や礫のまじるやや粗粒の堆積物よりなるため比較的浅い位置での地下水開発が可能で、これまでこの地域を中心に地下水開発が実施されてきた（WSSC等）。

堆積物が湖成で比較的静的な条件下での堆積物であること、これに山麓部の土石流堆積物、扇状地堆積物、崖錐堆積物等が混入しているため、地層の土相変化がはげしく、帯水層区分が難しいのが特徴である。したがって、井戸掘削による地下水開発量は地域によって差が大きい（表-5.6～表-5.9参照）。

一方、段丘上または段丘崖付近では、浅井戸（掘り抜き井戸）およびグーラ（Spouts）と称される浅層（深さ3 m程度）の不圧地下水が古くから利用されているが、その詳細（数、位置、量）は把握されていない。地下水位の低下のためか最近水が出なくなったものがあるということである。これらの地下水は、表層の粘土層を基盤とし砂・礫まじり砂層を帯水層とする「微妙な」水理地質条件下で賦存する不圧地下水と考えられる（図-5.6参照）。

なお、カトマンズ市街地周辺の低地部、とくにバグマティ川沿いの沖積低地には軟弱層が分布するものと考えられる。図-5.7にボーリング調査の例を示したが、N値5以下の粘土層が分布していることがわかる（図-5.8、図-5.9参照）。

2) 帯水層区分

既存の調査結果では、盆地中～下部に分布する砂・砂礫優勢層を帯水層とし、上部の粘土優勢層を加圧層とする2層構造とされている。しかし、さく井データをみるとストレーナー設置位置は広範囲にわたっており、必ずしも単純ではない（表-5.6～表-5.9参照）。

この点については、今後より精度の高い（ボーリング調査を含む）水理地質解析が必要である。特に、盆地南部に望まれる。

なお、図-5.10、図-5.11にWSSCの井戸の諸元を示す。

3) 水理地質基盤の形状

ボーリングデータや重力探査によって明らかにされている。WSSCの取水井のなかには基盤に着岩したものがあり、また、バグマティ川沿いのPasupatinath付近のように残丘や潜丘状で基盤が盆地内に散在しており、水理地質基盤の形状は起伏に富むことが予想される。

また、盆地の成因が断層や褶曲による構造盆地であることから地質構造面からの解析が必要である。

なお、盆地内の基盤の最深部は、DMGのボーリングで確認されたDMG-6の570m

表-5.6 井戸諸元一覽表 (1/4)

地区名	所有者	井戸		諸元		湧水量		湧水質		備 考
		深さ (m)	乳産 (m)	自來水圧 (kg)	湧水圧 (kg)	湧水量 (m ³ /日)	湧水質 (m ³ /日)	湧水質 (m ³ /日)	湧水質 (m ³ /日)	
Tamei	India Embassy (No.1)	260.0	0-51 51-100 φ100	-13.75	209-227 220-229 P=18.0 P=20.0 P=22.0	960	131.3			
Tahachal	Hotel Soalec	305.0	0-50 50-305 φ425 φ150	-0.75	208-204 207-204 206-204 P=17.4 P=17.4 P=17.4 P=17.4	2018	127			
	Japanese Ambassador's Residence	176.0	0-46 0-176 φ150 φ100	-	131.5-174 P=42.5	172	-			
Manohara	PEPSI (No.2)	300	0-63 63-300 φ150	-7.55	225-226 P=61	3804	528.4			
"	" (No.1)	256	0-52 52-256 φ150	-7.41	192-210 215-242 249-252 P=11.8 P=27 P=3 P=4.8	2890	354.7		193.5m ³ /日	
Chodhar	Japanese Ambassador's Residence	200	0-42 42-200 φ150 φ100	-						
	Himal Cement Co. (No.4)	93								
	" (No.1)	153	0-50 50-153 φ250 φ100	0.00	179-149 P=30	187.5	8.54		上部付設工	
Tribhuvan	Airport (No.1)	35		-0.50		432	88.89		砂礫	
Balaju	Kothmandu Central Hatchery	140	0-41 41-140 φ250 φ100	+0.55	95-137 P=42	1756.8	51.13		137m ³ /日	
Kalimati	Soalec Hotel	282			174-200 P=100				上部付設工	

*1 分四頭通入手L法資料に於て
 *2 自然水圧可推測時の記録に於て
 *3 WSSCの#P付工は不明なため 可能な限り記載した

表-5.7 井戸諸元一覽表 (2/4)

地区名	所有者	井戸諸元		揚水機諸元		備考		
		深さ (cm)	口径 (cm)	自來水深 (cm)	SL-1 位置 (cm)		揚水機 (cm)	揚水機 (cm)
TRIPURSWAR	DMG-1	305			100.75-97 101.5-208 102.5-205 120-204.5 104.25-101.75 170.0-101.25 106.8-123.05 119.5-104.7 176.8-102.7		190m ² 揚水機	
	DMG-2	301.2					180m ² 揚水機	
TeKu Kuleshore	DMG-3	302 (FL=127.9)			170.0-102 202.25 180.0-101.6 217.25 190.0-101.9 217.25 196.0-101.9 200-101.1 203.0-101.6		100.0 3R 170m ² 揚水機	
Hyamal - Zoir	DMG-4	300	φ100	+ 0.50	190.5-101.8 200-101.87 200-100.97 110-100.27 200-100.27 105-100.47	302 42	12m ² 揚水機, 40-100.057	
Hyamal - Zoir	DMG-5	450.50	φ150 φ100 φ150-75	+ 0.65	108-100 105-100 102-100 100-100 β=133		400m ² 揚水機	
	DMG-6	571					揚水機 717.0 ² 揚水機に設置された揚水機	
	DMG-7	358						
DHOBIKHOLA	No. 1	72 (92.91)	φ600 φ300	- 29.40	101.0-107 β=50.0 102.0-107 β=16.06 β=21.12	(150)	(9.60)	315.1
		38.07 (63.56)	φ270 φ300	0.00	110-101.57 β=21.57 101.57-101.57 β=21.57	(2190)	(15.30)	139.3
		187 (201.10)	φ300 φ225		115-10 β=16.1 105-105 β=16.5 100-102 β=22 β=40	(1190)	(28.51)	5.2
		49 (509.1)	φ300	- 5.80	103-101.5 β=16.5 105-10 β=16.5 β=27.1	(2190)	(6.80)	610.2
		64.66 (150.0)	φ300 φ225	- 39.60	101.0-101.6 β=16.06 β=16.06	(2190)	(7.00)	502.2
		35.00 (110.68)	φ300 φ225	- 2.00	101.0-101.6 β=16.06 β=16.06	(1150)	(11.00)	203.3

*1 今回の調査で入手した資料に於て
*2 自然水深と揚水機設置位置の記載に於て
*3 WSSC の #P 井戸工の不明瞭な点の補正が施されたもの記載に於て

表-5.8 井戸諸元一覽表 (3/4)

地区名	井戸名	井戸諸元		深さ (m)	口径 (mm)	自然水圧 (m)	3.5-10-10 埋設品	揚水管 (mm)	揚水管長さ (m)	揚水管口径 (mm)	備考
		口径 (mm)	深さ (m)								
DHOBIKHOLA	No.7	WSSC	φ300 φ215	55.0 (120.23)	φ300 φ215	(30.00)	35.00-46.00 R=10.50	(150)	(6.50)	147.3	
	No.8	"	φ300	28.18 (33.85)	φ300	-3.00	6.70-19.70 R=10.50	<(150)	(9.00)	268.4	
	No.9	"	φ300 φ215	54.06 (82.08)	φ300 φ215	-3.50	12.00-17.50 R=5.06 38-43 R=5 R=10.06	(400)	(12.5)		痕黄
BANSBARI	No.1	WSSC	φ300 φ215	44.00 (151.17)	φ300 φ215	-7.50	18.00-22.5 R=5.06 23.5-28.5 R=11	(1000)	(10.50)		130m以上
	No.1	WSSC	φ300 φ215	238.5 (277.73)	φ300 φ215	-45.0	62.00-68.00 R=7.00-17.0 67.00-73.00 R=10.00-21.0 73.00-79.00 R=12.00-26.0	(2100)	(19.00)	150.20	
	No.2	"	φ300 φ215	190 (225.32)	φ300 φ215	-32.0	64.0-68.00 R=10.00-17.0 68.00-74.00 R=12.00-26.0	(1820)	(33.0)	54.6	
	No.3	"	φ300 φ215	100.5 (217.13)	φ300 φ215	-1.50	24.00-28.00 R=10.00-15.0 28.00-34.00 R=12.00-23.0	(4000)	(19.0)	276.7	
	No.4	"	φ300 φ215	234.88 (254.09)	φ300 φ215	-0.40	40-51 R=10.00 51-56 R=12.00-20.0 56-62 R=14.00-27.0 62-68 R=16.00-30.0	(4000)	(9.10)	423.4	
	No.5	"	φ300 φ215	250.20 (283.29)	φ300 φ215	(-1.00)	78-82.00 R=12.00-20.0 82-87 R=14.00-27.0 87-92 R=16.00-30.0	(4400)	(7.00)	454.2	
	No.6	"	φ300	195.50 (198.42)	φ300	(-2.00)	30.00-38.00 R=10.00-21.0 38.00-46.00 R=12.00-23.0 46.00-54.00 R=14.00-27.0 54.00-62.00 R=16.00-30.0	(4400)	(4.00)	222.0	
	No.1	"	φ300	252.80 (259.20)	φ300	(+2.20)	65-68.00 R=10.00-15.0 68.00-74.00 R=12.00-23.0 74.00-80.00 R=14.00-27.0 80.00-86.00 R=16.00-30.0	(5200)	(6.20)	482.1	
	No.6	"	φ300	206 (220)	φ250	(-6.00)	12.00-18.00 R=7.00 18.00-24.00 R=10.00	(4400)	(6.20)	780.4	
	MANOHARA	No.1	WSSC	φ285	208.5						
No.2		"	φ300 φ250	307.80 (322.09)	φ300 φ250	(-17.50)	44.00-48.00 R=10.00-15.0 48.00-52.00 R=12.00-23.0 52.00-56.00 R=14.00-27.0 56.00-60.00 R=16.00-30.0	(4050)	(15.10)	213.7	
No.3		"	φ300 φ250	323.10 (330.38)	φ300 φ250	(-14.00)	70-82 R=10.00 82-94 R=12.00-23.0 94-106 R=14.00-27.0 106-118 R=16.00-30.0	(4050)	(15.20)	216.8	

*1 今回調査に入行した資料に於て
 *2 自然水圧は正確に記述して
 *3 WSSCは井戸工場の不明なものを明記した

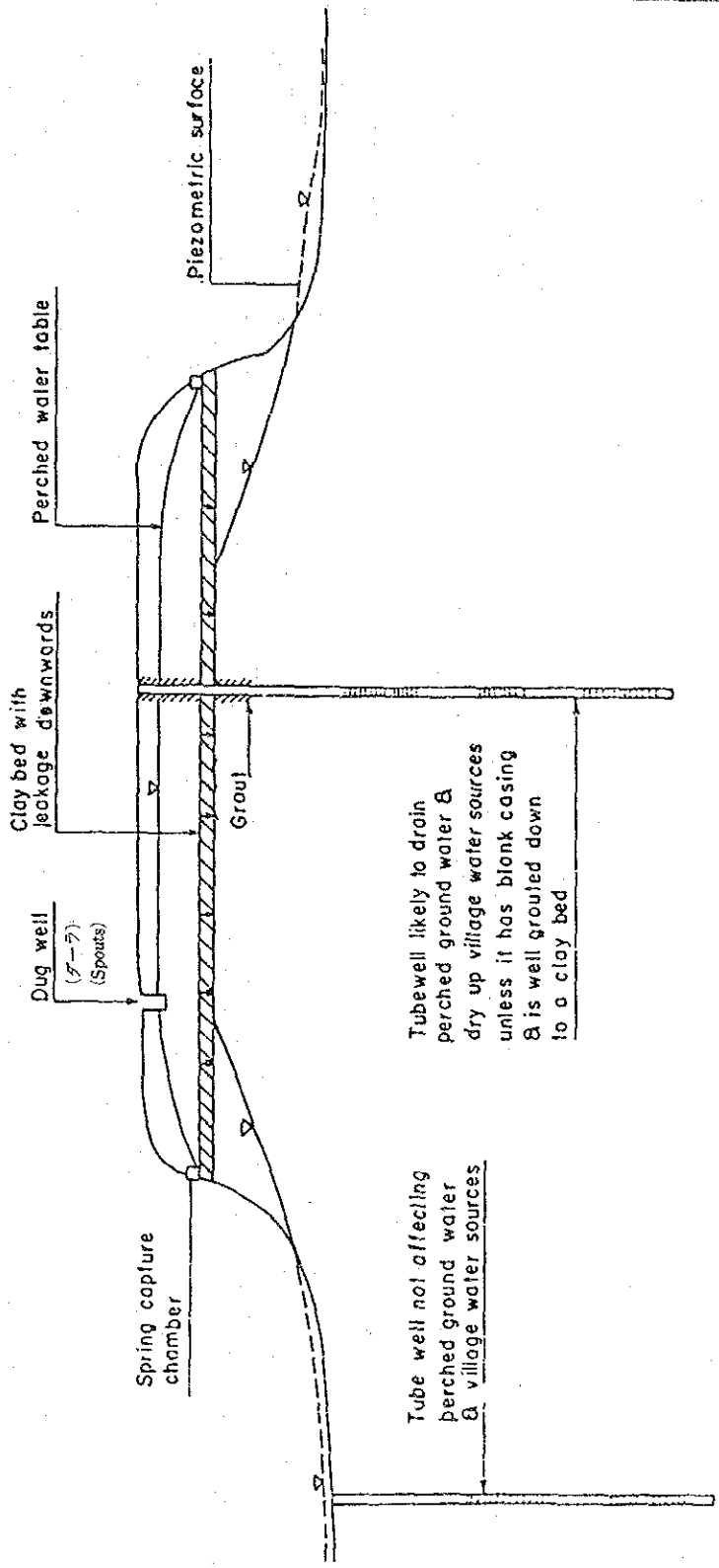
表-5.9 井戸諸元一覽表 (4/4)

地区名	所有者	井戸諸元		深さ (m)	口径 (mm)	自然水位 (m)	21-1位器具	総水量 (m ³ /日)	揚水装置 (m ³ /日)	備 考
		深さ (m)	口径 (mm)							
MANOHARA	No.4	WSSC	236.94 (254.64)	φ300 φ250	-5.8	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(4050)	277		
	No.5	"	201.50 (208.68)	φ300 φ250	-1.30	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(4050)	377		
	No.6	"	197.96 (206.97)	φ300 φ250	+1.2	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(4050)	450		
	No.7	"	207.0 (203.58)	φ300 φ250	-2.36	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(4050)	346.9		
GOKARNA	No.1	WSSC	268.70 (228.81)	φ300 φ250	-11.25	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(2900)	845.3		200m ² 左右
	No.2	"	149.30 (151.13)	φ300 φ250	-6.30	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(2900)	1690		
	No.3	"	65.1 (63.32)	φ300 φ250	-10.10	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(2900)	145.8		
	No.4	"	249.17 (253.60)	φ300 φ250	-9.25	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(2900)	74.3		150m ² 左右
	No.5	"	105.5 (108.87)	φ300 φ250	-20.20	AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58	(2190)	103.2		
BHAKTAPUR	No.1	WSSC	174.17 (273.60)	φ300 φ250		AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58				雑草
	No.2	"	(263.72)	φ300 φ250		AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58				
	No.3	"	150.76 (153.0)	φ300 φ250		AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58				
	No.4	"	160.85 (252.6)	φ300 φ250		AS-35 AS-41 AS-46 AS-52 AS-58				211m ² 左右
NAIKAP	No.1	WSSC	(232.20)	φ215						
	No.2	"	(248.4)	φ250						227.5m ² 左右

(平均値 254.8)

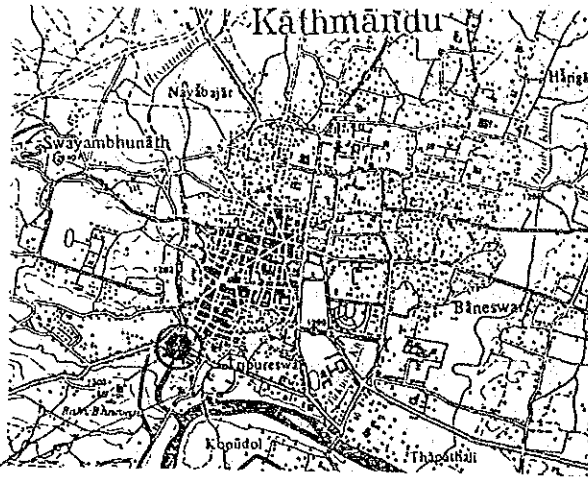
*1 今回調査に入らずに資料に於き
*2 自然水位が観測時の記録に於き
*3 WSSCの#P17, 20, 21-不明瞭のため、明瞭な限り、その記載に於き

SCHEMATIC HYDROGEOLOGICAL SECTION THROUGH A TERRACE



(BINNIE & PARTNERS, 1988, 文献②より)

図-5.6 水理地質断面模式図 (段丘部)

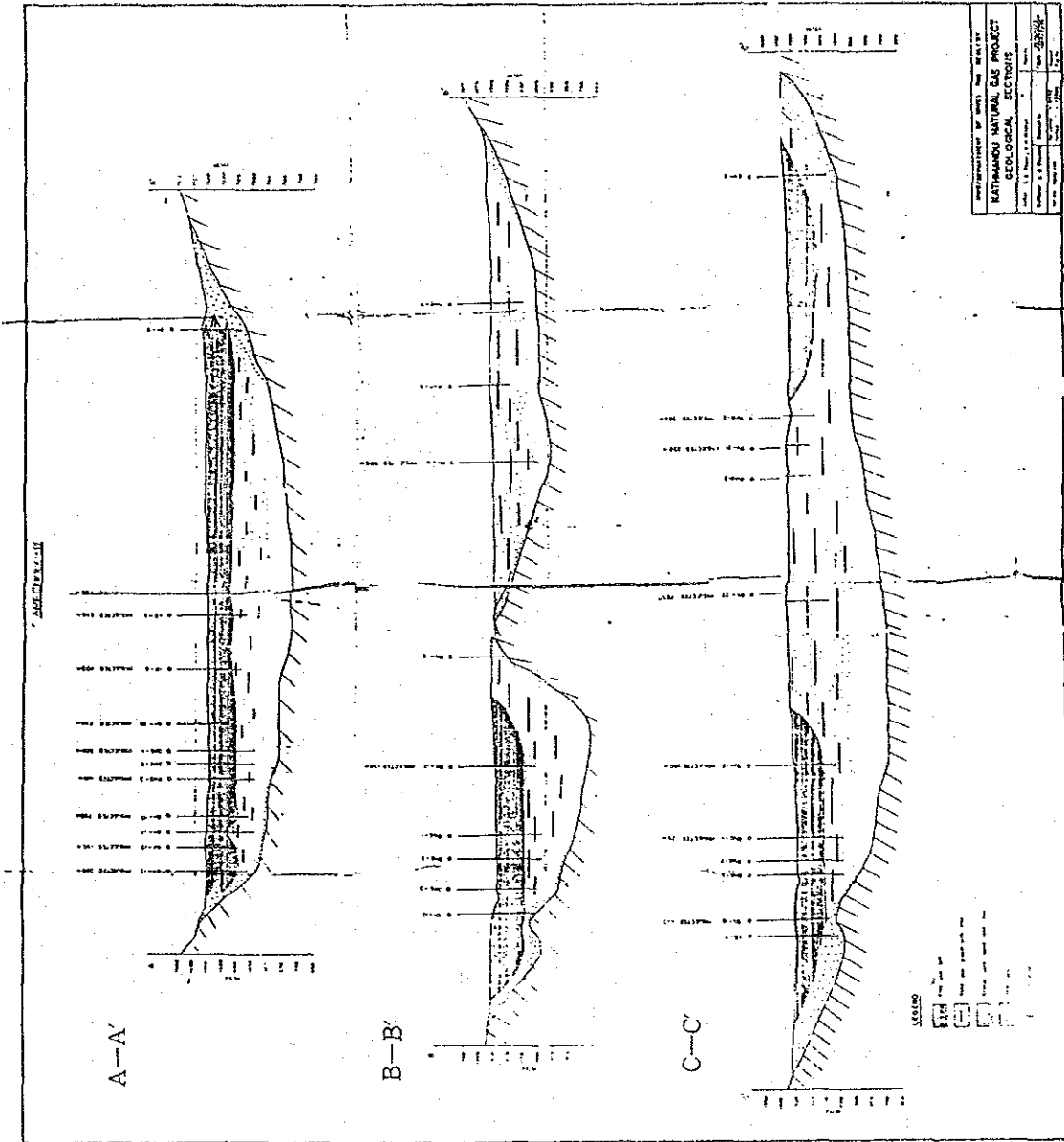


ボーリング位置図

B
Project: Dullu Bridge Site BOREHOLE - 1 Date: _____

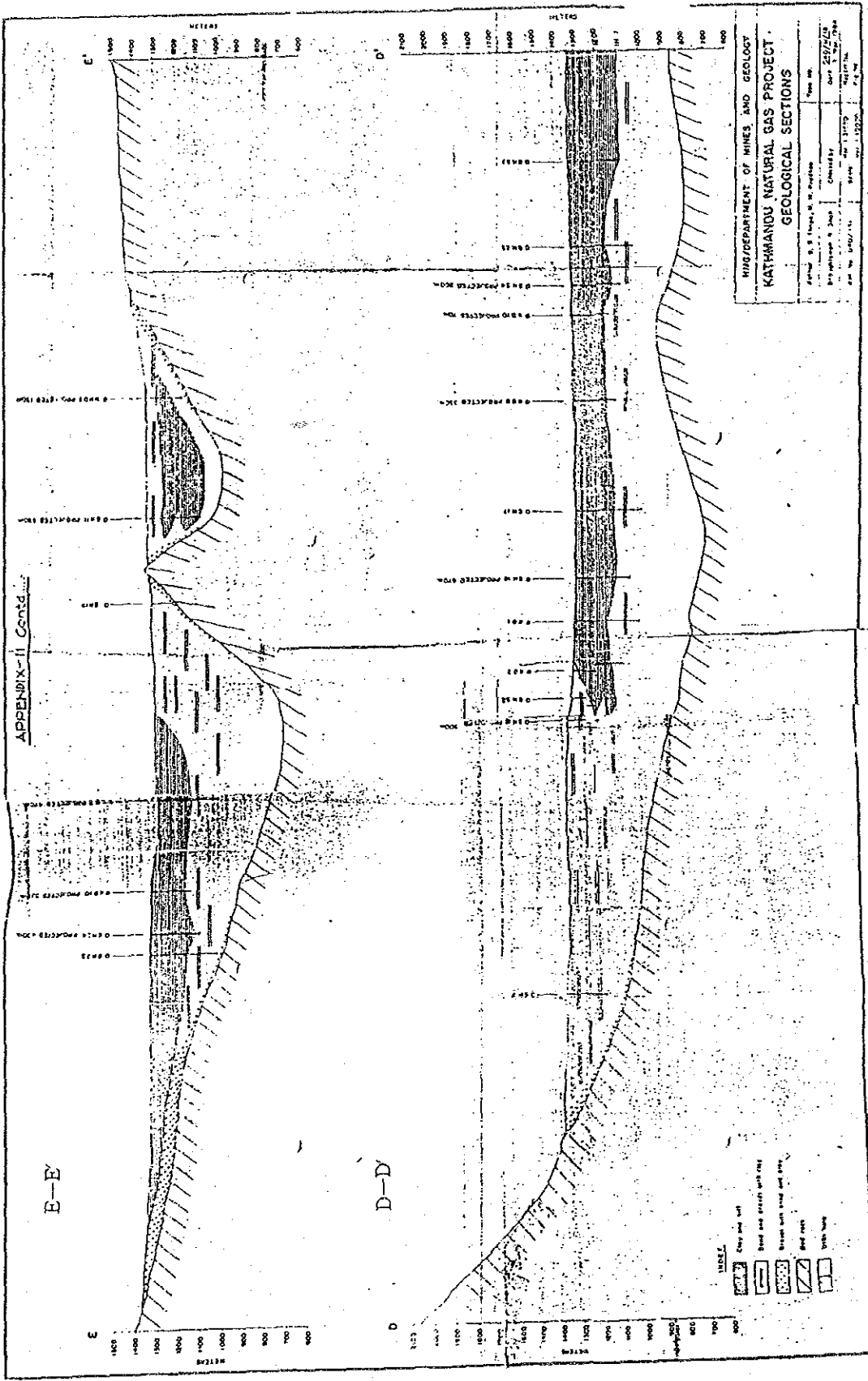
Soil Description	Symbol	Depth below GL, metre	Scale	Sample No. & Type	N-Value	Standard Penetration			Natural Water Content		
						15	45	75	10	18	50
Garbage dump consisting of broken bricks boulders & scrap iron pieces. Thin layer of clean sand available. (0-3m) Dark brown to black plastic, silty CLAY		1.0		DS1	14						
		2.0		DS2	5						
		3.0		UD1	4						
		4.0		DS3	5						
		5.0		DS4	4						
		6.0		DS5	5						
		7.0		UD2	4						
		8.0		DS6	3						
		9.0		DS7	4						
		10.0		DS8	4						
		11.0		DS9	4						
		12.0		DS10	5						
		13.0		DS11	6						
		14.0		DS12	5						
		15.0		DS13	5						
		16.0		DS14	4						
		17.0		DS15	4						
		18.0		DS16	4						
		19.0		DS17	3						
		20.0		DS18	4						
		21.0		DS19	4						
		22.0		DS20	4						
		23.0		DS21	6						
		24.0		DS22	8						
		25.0		DS23	5						
		26.0		DS24	9						
	27.0		DS25	6							
	28.0		DS26	6							
	29.0										
	30.0										
	31.0										
	32.0										
	33.0										
	34.0										
	35.0										
	36.0										
	37.0										
	38.0										
	39.0										
	40.0										

図-5.7 土質ボーリング資料



(G.S. THAPA, 1984)

图-5.8 地質断面图



(G.S. THAPA, 1980)

图-5.9 地质断面图

SUMMARY GEOLOGICAL LOGS OF THIRD PROJECT TUBEWELLS

29本

Well field: **Bansbari** **Dhobi Khola** **Jorpati** **Gokarna** **Monohara**

BB-2 BB-1 BB-3 BB-4 BB-5 BB-6 BB-7 BB-8 DK-2 DK-3 DK-4 DK-5 DK-6 DK-7 DK-8 DK-9 DK-10 JP-1 GK-1 GK-2 GK-3 GK-4 GK-5 GK-6 GK-7 GK-8 GK-9 GK-10 MA-1 MA-2 MA-3 MA-4 MA-5 MA-6

1360 1340 1300 1260 1220 1180 1140 1100 1060 1020 980

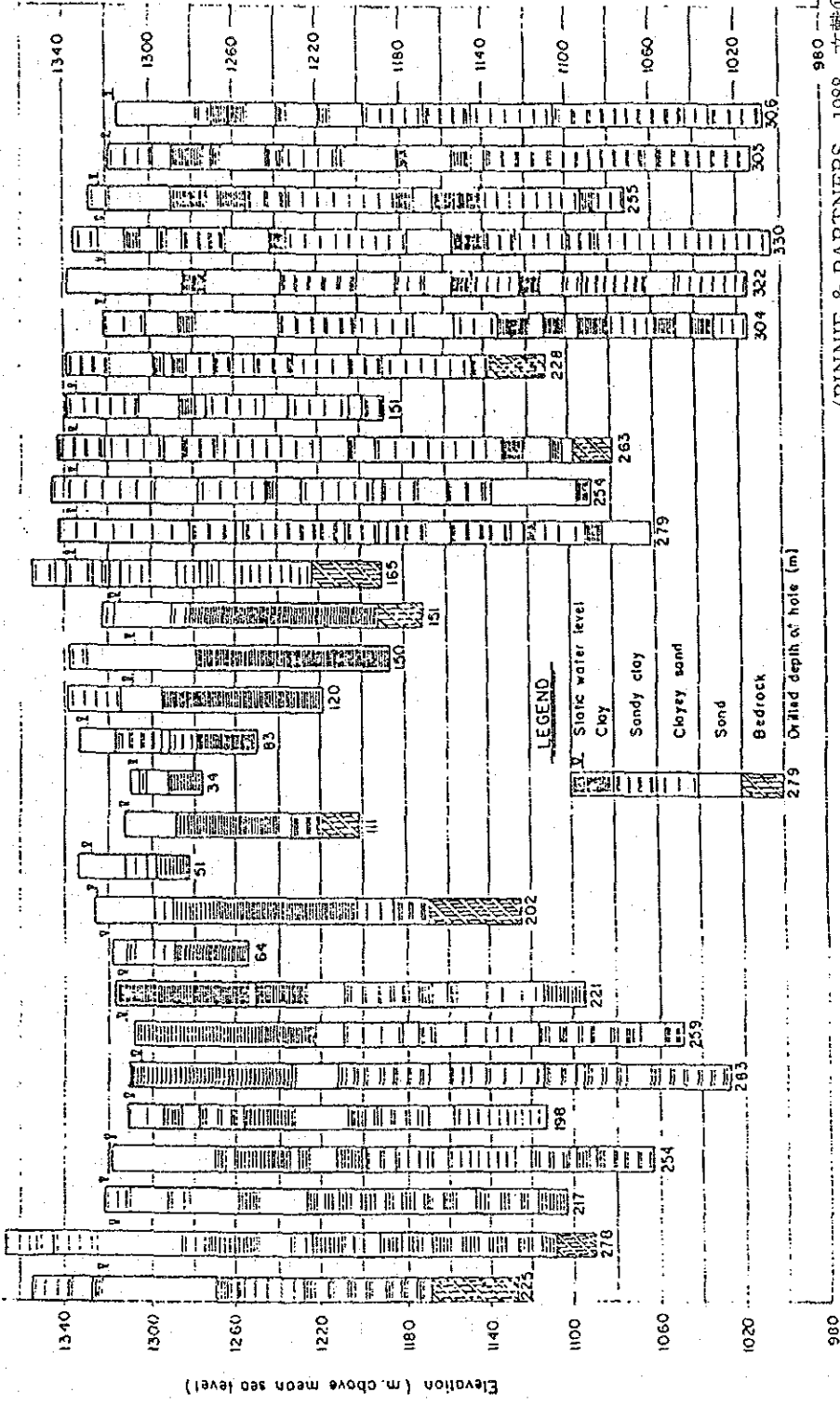
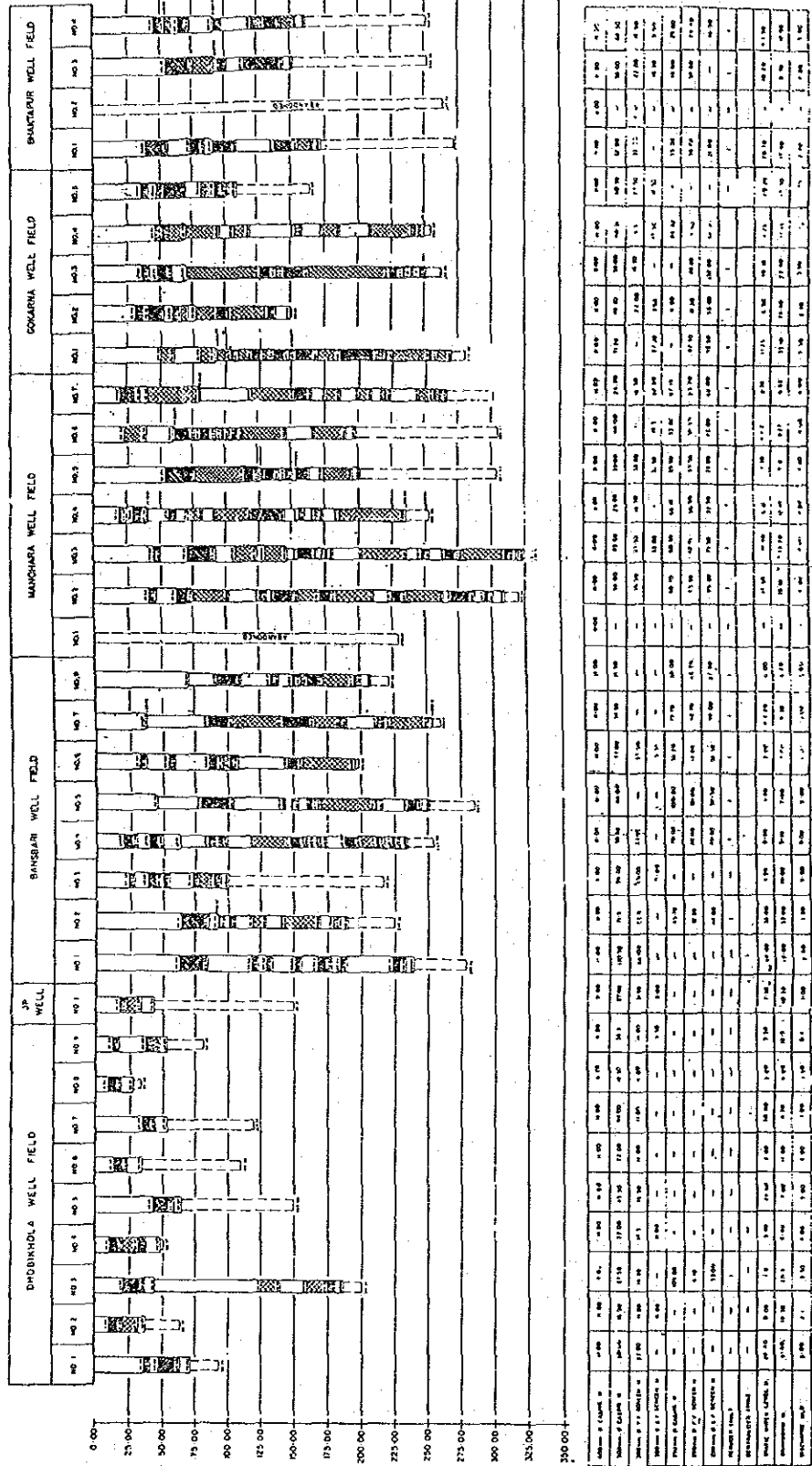


図-5.10 井戸柱状図 (BINNIE & PARTNERS, 1988, 文献②)

TUBE WELLS DETAILS — KATHMANDU VALLEY

CONTRACT — 310A



Engineering Science Inc, Nepalconsult, April 1985.
(BINNIE & PARTNERS, 1988, 文献②)

図-5.11 WSSCの井戸構造図

である。

図-5.12, 図-5.13にこれまでに作成された水理地質基盤等高線図を示す。

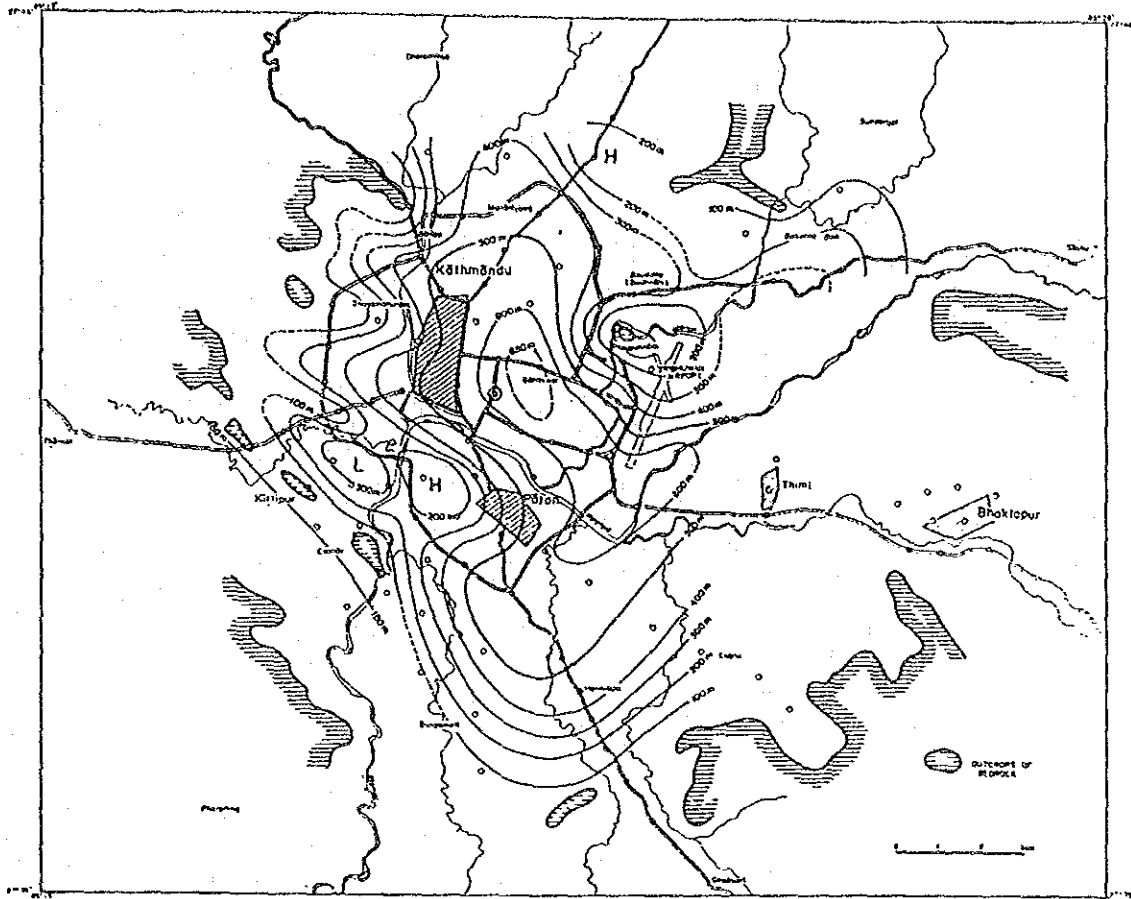


Fig. 5 Basement contour map in the Kathmandu Valley estimated from the density difference of 0.8 g/cm^3 . Contour interval 100 m.

(Maruo, 1980, 文献③)

図-5.12 重力探査による基盤等高線図

4) 帯水層の水理常数

BINNIE & PARTNERS (1973) によると盆地北部地域の井戸で得られた水理常数は、次のとおりである。

透水量係数 (Transmissibility Values) $92 \sim 301 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$

透水係数 (Hydraulic Conductivities) $1.4 \times 10^{-2} \sim 1.7 \times 10^{-3} \text{ cm}/\text{sec}$

(シルトのまじる堆積物)

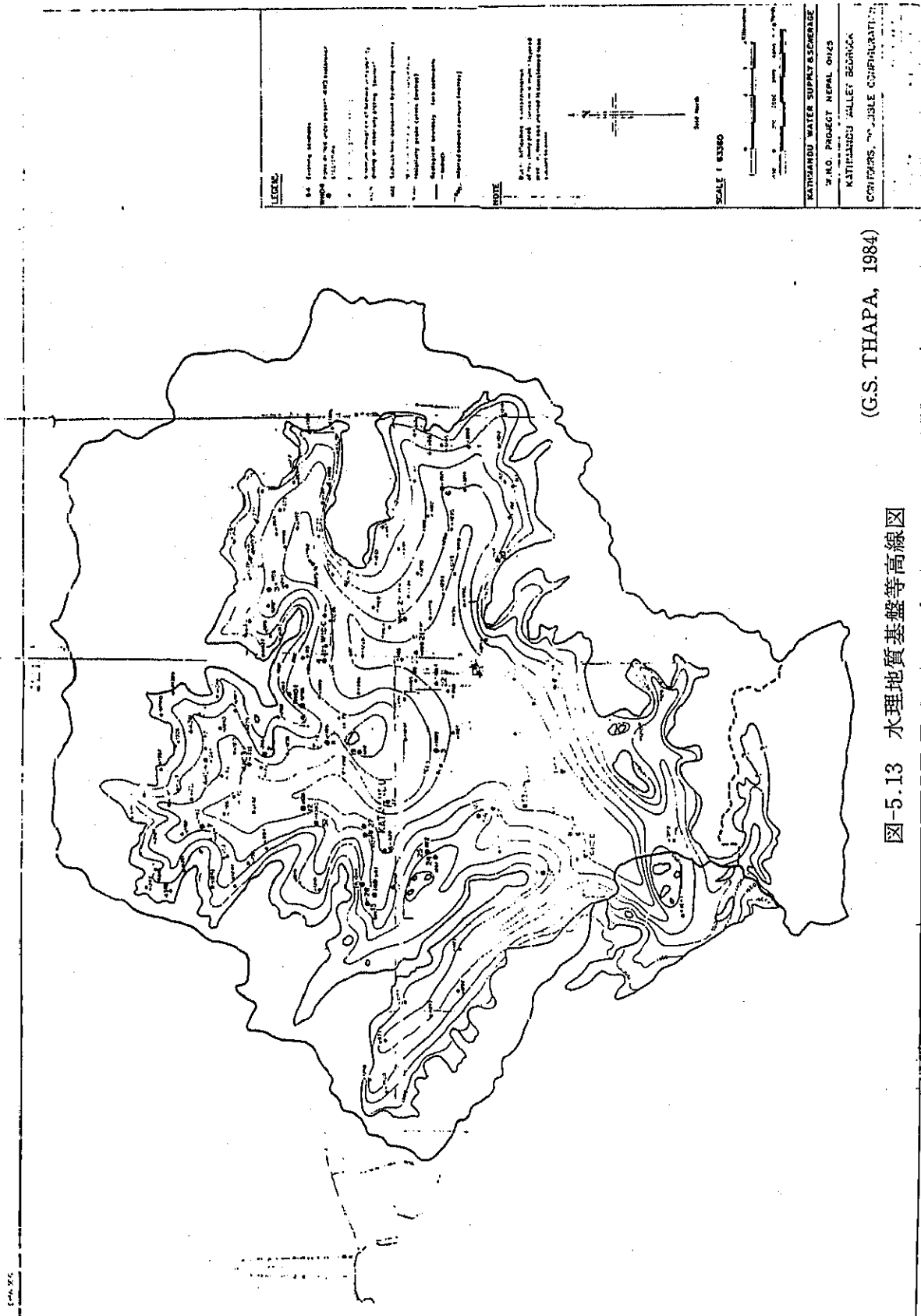
貯留係数 (Storage Coefficients) $3.7 \times 10^{-3} \sim 2.3 \times 10^{-4}$

(被圧帯水層)

有効空隙率 (Specific Yield) 0.1 (推定) 実際はもっと小さい

比湧出量 (Specific Capacities) $69 \sim 137 \text{ m}^3/\text{d}/\text{m}$

表-5.6~表-5.9に今回収集した井戸データをまとめた。井戸によって揚水量(比湧出量)



(G.S. THAPA, 1984)

图-5.13 水理地質基盤等高线图

の差が大きいことがわかる。

5) 地下水位の変動

地下水位の変動は現在観測されていない。ただし、WSSCでは動水位(DWL)をある程度チェックしている模様である。

図-5.14にBINNIE & PARTNERS (1973)による2本の井戸の地下水位観測記録を示す。

B-12はカトマンズ市街中心のパニポカリ付近、WHIO-7 Aは盆地北東部のスタンダリジャルに位置する。前者は、深度224~239m付近の被圧地下水、後者は深度32.6~121.3mの不圧地下水と考えられる。

地下水変動グラフから次のような特徴がよみとれる。

- ① 地下水位は、乾季の終わる5月頃最低、雨季の終わる9月頃最高となるが、不圧地下水と被圧地下水に若干の差違があり、最低・最高水位のピークは後者が前者より約1ヵ月遅れる。
- ② 不圧地下水の方が被圧地下水より水位の変動が大きく、降雨による涵養を直接的に受ける。
- ③ (当時) 地下水位の変動幅は小さく、1.52m以下である。

なお、現在地下水位のモニタリングが行われていないため、地下水流動モデルの構築およびシミュレーションを行ううえでの障害となる。したがって、早急にモニタリングを開始し、少なくとも1年間の記録はとるべきである。

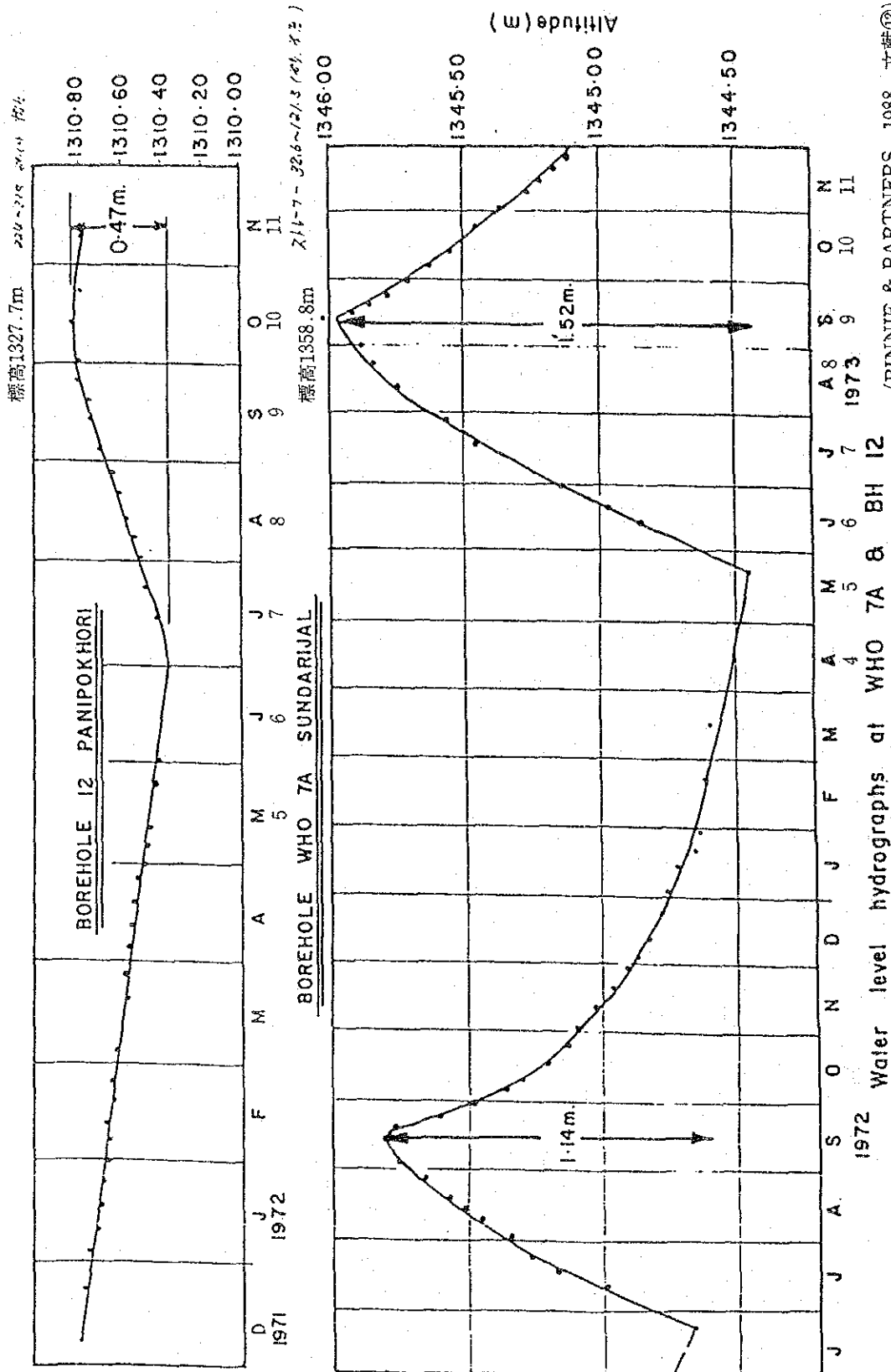
なお、BINNIE & PARTNERS (1988)の報告では、井戸の生産量が低下しているものがあり、これらが過剰揚水によるものなのか機能の低下によるものなのか明らかにする必要がある(図-4.18)。

6) 地下水面図

地下水位観測が実施されていないため現況の情報はない。BINNIE & PARTNERS (1973)の北部地域の地下水面図があるのみである。

7) 水質

水質はFe、アンモニアが多く含まれている(表-5.10)。



DRAWING L. 9

図-5.14 地下水水位変動図

(BINNIE & PARTNERS, 1988, 文献②)

表-5.10 水質分析結果

Wellfield	Fe(mg/l)	NH ₄ -N(mg/l)	PO ₄ (mg/l)	pH
Bansbari	1-2	1-7	0.1 - 0.4	6.0 - 6.5
Dhobi Khola	2-4	2-10	0.02- 0.2	5.5 - 6.0
Gokarna	1.5-3	0.8-7.5	0.2 - 0.4	6
Manohara	1-6	3-10	0.4 - 2.5	6.0 - 6.5
Bode	4.5	12	0.2 - 1.4	6.5
Potable water limits				
(Desirable	0.1	0.05		7.0 - 8.5
(Permissible	1.0	0.5		6.5 - 9.2

(BINNIE & PARTNERS, 1988, 文献②より)

また、南部では、天然ガスが混入し、濁っており、イオウ臭があり、従って水処理を行う必要がある。大腸菌群も多いと言われている。

8) 地表水の状況

調査時は、雨季であり河川の流量は豊富であった。また、盆地周辺の沢にも流水がみられるものがあり(一部は湧水起源)、雨季の地表水は現状以上に利用可能であると推察される。

また、盆地内の土地利用は市街地以外は水田が主体であり、耕作時期が雨季と重なることを考えると地下水涵養上は非常に好ましい状況にある。これについては、水田の減水深データをもとに検討することが望ましい。

問題は、乾季の河川流量であるが、現在、盆地内には3ヵ所の流量観測点しかないため、調査時の現地観測で補う必要がある。なお、現在の流量観測は、日流量精度で行われている。

乾季における地表水の利用は、河床堆積物が多いことから河川沿いの伏流水の利用が提案される。ただし、堆積物の厚さに左右されるため、地質と地下水位の調査が必要であり、水質もチェックしておく必要がある。

また、河川(小支溪)沿いに、貯水池を構築し水源として利用することも可能であろう。この際、地質が細粒物質よりなるため比較的漏水は少ないと考えられるが、堆砂と貯水池周辺の崩壊・地すべりが懸念される。

9) 湧水

盆地周辺には、調査時、雨季であったこともあり豊富な湧水がみられた(Bajrajogini, Godawari等)。これは、水理地質基盤岩中の裂隙水であり、水質も良好とみうけられた(Godawariの湧水, $E_c=191.2\mu S/cm$, $T=15.8$)。

これらの山地～山麓部の湧水は、乾季における湧水量の測定も含めて再評価する価値がある。

5-4 浄水・給水体制

5-4-1 水道事業の基本計画等

現在カトマンズにおける水道事業に関する基本計画は WSSC が UNDP と IBRD の援助を受けて実施した「Water supply for Kathmandu-Lalitpur from outside the valley」の Prefeasibility Study の Final Report (Draft) がある。これは1988年4月に提出されたものであり、その内容は WSSC をはじめとする関係諸機関等と十分協議されたものと考えられる。この調査は2011年における給水量を目標にした長期計画であり、今回調査はこの長期計画が完了するまでの短期的な対策等を立案するものである。今回調査においてはこの基本計画の調査内容の中で明らかに不十分であると考えられる部分を除き、この計画に基づく。

1) 将来フレーム

前記長期計画の人口・給水量原単位・給水量等の将来フレームは表-5.11に示すとおりである。

表-5.11 盆地外からの取水計画による給水量等

項目		年次		
		1987年	2001年	2011年
給水人口		404,000人	729,000人	1,130,000人
平均 給水量 原単位	消費量	120lcd	158lcd	177lcd
	不明水量	225	85	75
	合計	345	243	252
給水量		約139,000m ³ /d	約177,000m ³ /d	約284,000m ³ /d

5-4-2 現況および整備計画

1) 現況

カトマンズに最初に水道が建設されたのは1896年であり1920年、1930年、1960年に若干の拡張が行われた。また、パタン(ラリトプル)・バクタプルの配水管網はカトマンズと同様に1896年に建設されたがごく僅かの拡張を除いて1972年まで1896年当時のものを使用していた。このような状況のなかで、本格的な都市上下水道整備計画は1973年にマスタープランが策定され、翌1974年からIDAの資金協力を得て上下水道整備に関する First Project が開始された。1977年には Second Project, 1980年には Third Project に着手し、1984年にはマスタープランの見直しが行われ、1987年(表-5.12にこれら各上下水道整備計画の概要を示す)には Third Project が完了することによって、3次にわたる上下水道整備計画は終了した。しかし、予想を上回る人口増加、高い漏水・不明水量および一部施設

の老朽化等により現在の給水量は需要の半分にも満たない状態である。また、全国的な水道普及率は1985年6月時点で表-5.13に示すとおりである。

表-5.12 ネパール王国における水道整備計画

項 目	対 象 都 市
1, First Project(1974~1984) ①水道施設の改修 ②下水道の調査	Kathmandu, Lalitpur, Pokhara Kathmandu, Lalitpur
2, Second Project(1977~1984) ①水道施設の改修 ②下水道の拡張 ③マスタープランの作成 ④フィージビリティスタディの作成	Kathmandu, Lalitpur, Pokhara, Birganj, Biratnagar Kathmandu, Lalitpur Kathmandu, Lalitpur, Pokhara, Birganj, Biratnagar Nepalgunj, Bhairawa, Butwal, Hetauda, Janakpur, Dharan
3, Third Project(1980~1987) ①水道施設の改修 ②下水道の拡張	Kathmandu, Lalitpur, Pokhara, Birganj, Biratnagar, Nepalgunj, Bhairawa, Butwal, Hetauda, Janakpur, Dharan Kathmandu, Lalitpur
4, Fourth Project(1983~将来) 22都市の都市整備計画に関する フィージビリティスタディ	Kathmandu, Lalitpur, Pokhara, Bhaktapur, Biratnagar, Birganj, Mahendranagar, Dhangadi, Birendranagar, Tribhuvan, Bharatpur, Lahan, Rajbiraj, Dhankuta, Ilam, Bhadrapur, Nepalgunj, Bhairawa, Butwal, Hetauda, Janakpur, Dharan

表-5.13 水道の普及率

	給水人口	総人口	給水率
地方水道	2,788,000 人	15,600,000 人	17.9%
都市水道	950,000 人	1,190,000 人	79.9%
合計	3,738,000 人	16,790,000 人	22.4%

2) 整備計画

① 国土全体に関する整備計画

現在進行中のネパール王国の第7次5カ年計画 (THE SEVENTH PLAN 1985-1990) では1990年までに清浄な生活用水を都市人口の94%、農村人口の67%に供給することおよび下水道のより一層の整備を行うことを目標としており、これによると表-5.14に示す給水人口増が見込まれている。

表-5.14 第7次5カ年計画による給水人口増の見込み

種 別	給水人口 (人)
DWSS 管轄	4,508,000
WSSC 管轄	300,000
MPLD 管轄	4,464,000
第6次5カ年計画の継続分	90,000
合 計	9,362,000

② カトマンズ盆地における整備計画

長期的な計画としては UNDP が実施した盆地外からの取水計画 (Water supply for Kathmandu-Lalitpur from outside the valley PREFEASIBILITY STUDY FINAL REPORT が1988年4月に提出されている) およびカトマンズを含めた全国22都市における水道・都市排水・汚水処理を包括したフィージビリティースタディ (世銀と UNDP の協力によって実施……1984年に完了。これは Fourth Project と呼ばれている) などがある。また短期的な水道事業に関する諸問題を解決するため1988年9月から UNDP によって Kathmandu-Lalitpur の水道に関する経営改善対策、給配水システムのリハビリテーション、料金徴収対策、漏水・不明水の防止対策に関する調査が開始される。

5-4-3 水道事業の制度・組織

1) 制度

ネパール王国における水道行政および水道事業を担当している機関は①住宅都市計画省上下水道局 (DWSS : Department of Water Supply and Sewerage) ②上下水道公社 (WSSC : Water Supply and Sewerage Corporation) および③パンチャーヤット地域

ORGANIZATION PLAN

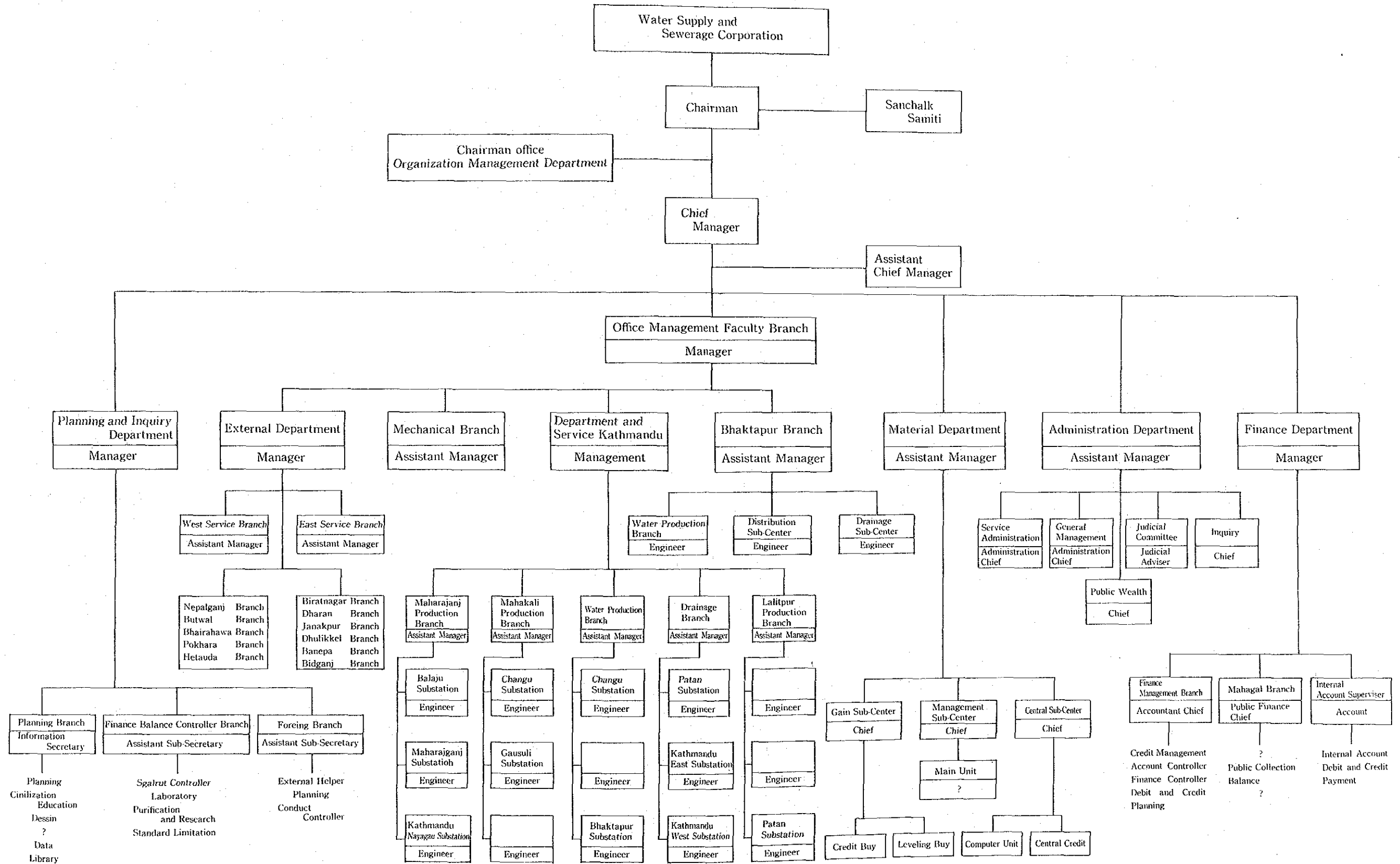


図-5.15 WSSCの組織図

開発省 (MPLD : Ministry of Panchayat and Local Development) の3機関であり、DWSSは住宅都市計画省 (MHPP : Ministry of Housing and Physical Planning) の1部局であり、WSSCが管轄しない都市部と給水人口が1,500人以上の村落を管轄すると同時に、人口にかかわらず深井戸および浅井戸による小規模な村落給水計画も担当している。

WSSCはカトマンズを含む13の大都市区域 (Nagar Panchayat) を管轄する水道事業体であり、1973年に世銀の援助によってWSSB (Water Supply and Sewerage Board) として設立し、1984年にWSSCとなり現在に至っている。制度的には、会計上政府から独立した独立採算制の公社であり維持管理費は水道料金ですべて賄うことを目標としているが、実際には有収水量が少ない等の問題があり中央政府の補助金を得て経営を続けている (図-5.15にWSSCの組織図を示す)。本調査はWSSCの管轄となる。

MPLDは給水人口1,500人以下の村落における給水を管轄している機関であり、給水希望者は地方行政機関 (Panchayat) を通じて関係機関 (DWSS等) に申請書を提出し、関係機関はプロジェクト地区を選定し、調査・計画等の予算に関するレポートを提出し、国家計画委員会 (National Planning Commission) は採否の審議を行い採用分はリストを大蔵省に提示し予算措置を行い、予算が認められればプロジェクトが実施される。

2) WSSCの組織人員

WSSCの組織は図-5.15に示すとおりである。構成人数に関する最新の資料は今回の事前調査では入手できなかったがWSSB時代の構成人数は1984年に行われたReview Report (Water Supply and Sewerage Studies Nepal) によると605人という報告と518人という報告がある (表-5.15, 表-5.16参照)。

表-5.15 WSSBの構成人員(1)

所属部署	構成人員
Kathmandu Water	350
Kathmandu-Lalitpur Sewerage	50
Lalitpur Water	125
Bhaktapur Water	80
合計	650

表-5.16 WSSBの構成人員(2)

所属部署等	Kathmandu	Lalitpur/Bhaktapur	合計
TECHNICAL /OPERATIONAL			
•Professional /Managerial	18	4	22
•Technician	24	3	27
•Artisan	48	9	57
•Operational	46	7	53
•Meter Readers	15	4	19
•Miscellaneous	23	7	30
小計	174	34	208
ADMINISTRATIVE /ACCOUNTING /UNSKILLED			
•Professional /Managerial			
- Accounting	7	3	10
- Administration	11	2	13
•Secretari /Clerical	51	20	71
•Drivers	16	2	18
•Peons /Chowkidhars, etc	127	66	193
小計	212	93	305
合計	386	127	513

5-4-4 水道事業の整備状況

1) 給水系統

現在のカトマンズ盆地内の給水系統は、大きく分けてカトマンズ・パタン（ラリトプル）に給水を行っているものが5系統、バクタプル向けに1系統があり、水源はそれぞれの系統によって異なるが、井戸および湧水がその大部分を占めている。また、浄水施設は現在稼働しているものが4箇所、稼働していないものが1箇所ある（表-5.17, 図-4.16参照）。

表-5.17 給水系統の概要

項目	TRI BHIM DHARA 系統	BIR DHARA 系統	SUNDARIJAL 系統
水源	表流水(Bishumati) 及び 井戸(Balaju)	表流水(Bishumati) 及び井戸(Bansbari)	表流水(Bagmati)
浄水場	Balaju	無し	Sundarijal
配水池	Balaju	Bansbari及び Maharajganj	Mahankal Chaur
給水先	Kathmandu	Kathmandu	Kathmandu

項目	SUNDARIGHAT 系統	PHARPING 系統	BHAKTAPUR 系統
水源	伏流水(Bagmati)	湧水及び井戸	表流水
浄水場	Sundarighat	無し	Bansbari(Bhaktpur)
配水池	Bajangal	Shalnbhu	Bansbari(Bhaktpur)
給水先	Kathmandu	Patan(Lalitpur)	Bhaktpur

2) 給水量

現在の給水量は、Third Projectの計画によると最も少なく見積もった取水可能量が50,300 m³/dで、送水等のロスを考慮した給水可能量は乾季で38,900m³/d、雨季で43,000 m³/dとなっている(表-5.18参照)。しかし実状は正確な数字はないものの、概ね表層水からの取水量が37,500m³/d、地下水が27,700m³/dで合計で約65,000m³/dと言われ、このうち漏水が約30,000m³/d、不明水が約8,000m³/dとなっており、実際の給水量は27,000m³/d程度と言われている。ここで現在の給水人口の推定値(UNDPのWater supply for Kathmandu-Lalitpur from outside the valleyによる)を404,000人とすると1人1日当たりの給水量は161 l/dであるが実質的には67 l/dとなる。

表-5.18 各給水系統の取水・給水可能量 (Third Project の計画値)

水源の 名称等	水源の種別		合計	送水等の ロス	給水量可能量の内訳	
	地下水	湧水または 表流水			乾期	雨期
TRI BHIM DHARA	1,500 (3.0%)	7,400 (14.7%)	8,900 (17.7%)	3,900 (7.8%)	5,000 (9.9%)	7,500
BIR DHARA	2,500 (5.0%)	2,900 (5.8%)	5,400 (10.8%)	2,900 (5.8%)	2,500 (5.0%)	2,500
SUNDARI- JAL	取水無し	18,000 (35.8%)	18,000 (35.8%)	2,000 (4.0%)	16,000 (31.8%)	17,600
PHARPING	4,500 (8.9%)	13,500 (26.8%)	18,000 (35.7%)	2,600 (5.1%)	15,400 (30.6%)	15,400
合 計	8,500 (16.9%)	41,800 (83.1%)	50,300 (100.0%)	11,400 (22.7%)	38,900 (77.3%)	43,000

3) 浄水施設

現在カトマンズ盆地内には5ヵ所の浄水施設がありその概要は以下のとおりである (図-5.16参照)。

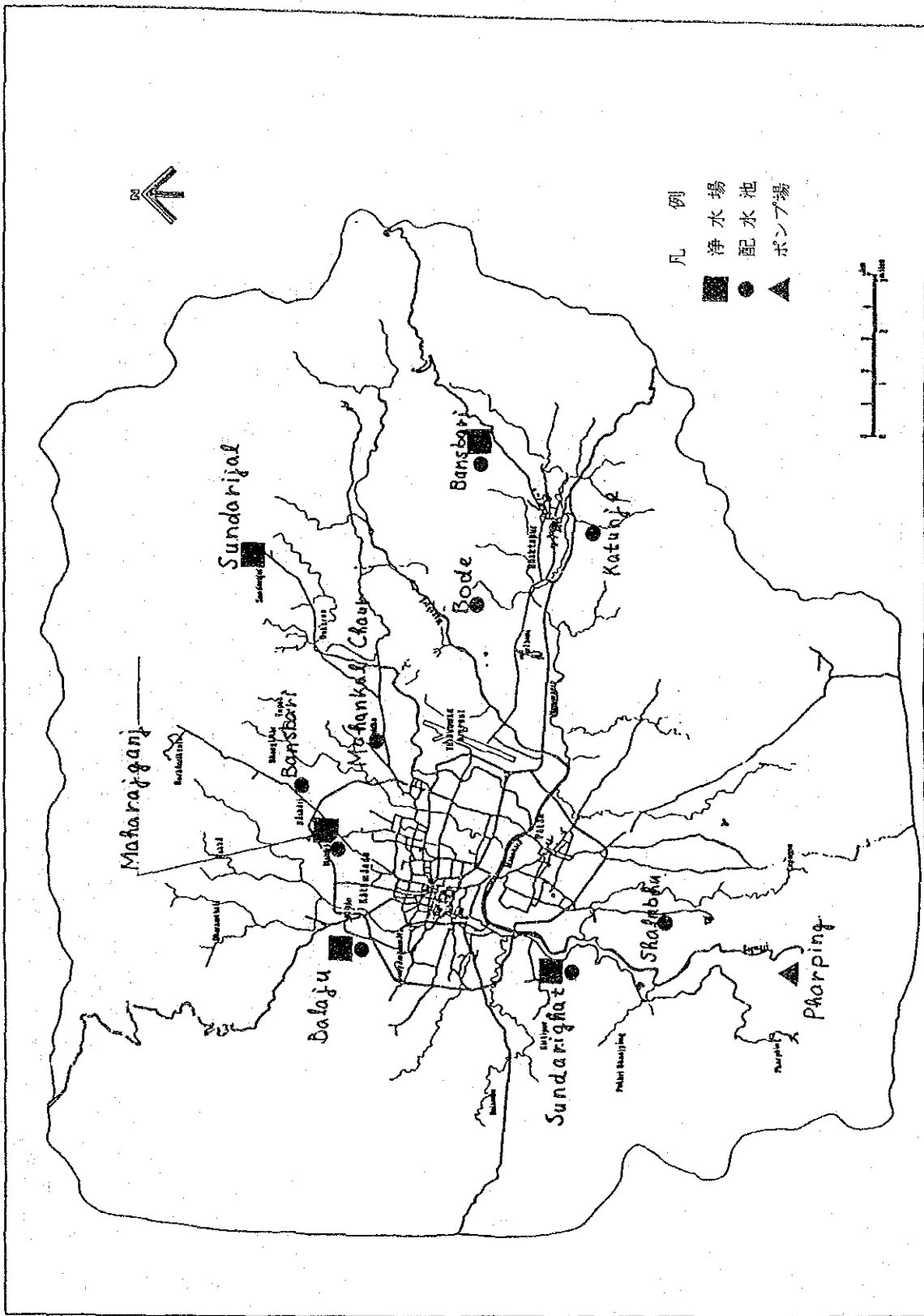


図-5.16 施設の位置

施設名称	原水	処理能力	処理方式
Balaju 1930年建設	表流水	10,900m ³ /d	急速攪拌→フロキュレーション→沈澱→ 急速砂ろ過→滅菌→浄水池
Maharajganj 1961年建設	表流水	2,700m ³ /d	急速攪拌→フロキュレーション→沈澱→ 急速砂ろ過→滅菌→浄水池
Sundarijal 1966年建設	表流水	19,600m ³ /d	曝気→急速攪拌→フロキュレーション→ 沈澱→急速砂ろ過→滅菌→ 浄水池(Mahanaka! Chaur)
Bansbari 建設年不明 ⁽¹⁾	表流水	(2,500m ³ /d)	急速攪拌→フロキュレーション→沈澱→ 急速砂ろ過→滅菌→浄水池
Sundarighat 建設年不明 ⁽²⁾	伏流水	900m ³ /d	自然沈澱→緩速砂ろ過→浄水池

⁽¹⁾ 配水池及び薬品沈澱池はかなり古いがろ過池は近年建設されたものと思われる。

⁽²⁾ 建設年は不明であるが施設の老朽化の程度から考えると建設後50年程度経過しているものと考えられる。また、現在は故障により稼働していない。

① 浄水施設等の現況

・Balaju 浄水場

本施設は、1930年にイギリスの技術を用いて建設されたもので当時としては最新鋭のものであったが、60年経過した現在では老朽化が激しく機械の故障も多く見受けられ、機械式のフロキュレーターは故障により停止していた。このようなことから浄水機能は著しく低下しており、改良によって機能の一時的な回復は可能と考えられるが、施設全体が耐用年数を越えているのでそう長い期間は使用できないものと考えられる。

・Maharajganj 浄水場

本施設は、1961年に建設されたもので、施設全体にわたって老朽化しており現在沈澱池は故障のため使用されていない。また、薬品注入設備も老朽化のため機能しておらず、現在は無薬注で急速砂ろ過のみを行っているが浄水施設として機能しているとは考えられない。本施設は大幅な改良および改築が必要と考えられる。

・Sundarijal 浄水場

本施設は、1966年に建設された比較的新しい施設で浄水機能も他の浄水場に比べて比較的良好であり、施設の一部の改良によって十分に機能するものと考えられる。

・ Bansbari 浄水場

本施設は、浄水池を除いて各施設は新しいものの浄水機能は十分ではない。施設の一部の改良によって機能の回復は可能であると考えられる。

・ Sundarighat 浄水場

本施設は、バグマティ川の河床に集水柵を設置し伏流水を取水して原水としているもので、施設が老朽化しており現地調査の時点では5ヵ月前に故障したまま運転していない状態であり、大幅な改良を行っても機能回復できるとは考えられない施設である。

・ Shalnbu 配水池

本施設は、湧水を簡易ろ過した後配水池に貯留し塩素注入を行い給水している施設であり、原水（湧水）水質は目視の結果では非常に良好であった。また施設自体も1978年頃建設された新しいものである。

表-5.19 水質試験結果の例(1)

浄水施設																
名称	日付	外観	温度	pH	色度	濁度	アルカリ度 (PH4.5)	硬度	Fe mg/l	Mn mg/l	SiO2 mg/l	Cl mg/l	O-P mg/l	77E-7(N) mg/l	遊離塩素 mg/l	結合塩素 mg/l
Sundari jal 浄水場 (乾期)																
原水	1988/4	懸濁	25.0	6.7	10.0	25.0	123.06	123.36	3.70	0.005	30.0	2.40	0.30	20.00	-	-
伏流処理水	1988/4	懸濁	25.0	6.9	5.0	13.0	154.50	146.88	1.03	0.005	30.0	43.20	0.35	17.00	-	-
処理水	1988/4	懸濁	25.0	6.6	5.0	10.0	140.08	95.88	0.29	0.005	30.0	48.00	0.25	11.20	-	-
Sundari jal 浄水場 (雨期)																
原水	1988/9	透明	-	5.7	15.0	15.0	7.14	10.40	0.01	0.005	1.0	3.84	0.03	0.02	-	-
伏流処理水	1988/9	透明	-	5.7	15.0	15.0	7.14	10.20	0.01	0.005	1.0	3.84	0.02	0.02	-	-
処理水	1988/9	透明	27.0	5.7	1.5	8.0	10.36	4.04	0.02	0.005	8.0	2.88	0.04	0.02	0.60	<10.0
Balaju 浄水場 (乾期の終わり)																
原水	1988/6	懸濁	27.0	6.7	20.0	36.0	24.72	16.32	2.05	0.005	40.0	2.88	0.09	0.32	-	-
伏流処理水	1988/6	透明	27.0	6.5	5.0	20.0	14.42	26.52	0.58	0.005	40.0	4.80	0.02	0.08	-	-
処理水	1988/6	透明	27.0	6.6	5.0	11.0	26.78	30.60	0.80	0.005	30.0	6.72	0.06	0.20	0.50	1.0
Balaju 浄水場 (雨期)																
原水	1988/8	透明	26.0	6.1	-	-	23.76	40.80	0.17	0.005	24.0	6.72	-	0.12	-	-
伏流処理水	1988/8	透明	26.0	6.2	-	-	27.72	44.88	0.14	0.005	24.0	5.70	-	0.16	-	-
処理水	1988/8	透明	26.0	6.3	-	-	46.62	46.92	0.41	0.005	24.0	8.61	-	0.20	0.50	>0.5
Maharajanj 浄水場 (雨期)																
原水	1988/8	透明	26.0	6.1	-	-	7.92	18.39	0.02	0.005	30.0	5.76	-	0.08	-	-
処理水	1988/8	透明	26.0	6.2	-	-	43.50	46.92	0.70	0.005	30.0	6.72	-	0.64	0.40	>0.5

(WSSC CENTRAL LABORATORY の試験結果より抜粋)

・Pharping ポンプ場

本施設は、1978年頃建設されたもので1.735m³/minのポンプが5台設置されておりポンプ場内に自噴の井戸がある。しかし現地調査の時点では圧送管がいたるところで破損していたためか運転されていなかった。

② 浄水場における処理水質について

表-5.19, 表-5.20に WSSC の水質分析結果（浄水施設および水源の水質は、WSSC によって井戸については1回/月、浄水場については2回/月の割合で水質検査を行っている）の例を示すが処理水質の濁度が大きいことから浄水システムが十分に機能していないことが考えられる。また、原水中にアンモニアが多く含まれており現在の浄

表-5.20 水質試験結果の例(2)

名称	日付	外観	温度	pH	色度	濁度	アルカリ度 (PH4.5)	硬度	Fe mg/l	Mn mg/l	SiO2 mg/l	Cl mg/l	O-P mg/l	アモニア(N) mg/l	遊離塩素 mg/l	結合塩素 mg/l
水源及び配水施設																
Mahanakal Clair 配水池																
NEV	1988/6	透明	25.0	6.1	5.0	15.0	14.42	14.28	0.12	0.005	20.0	3.8	0.5	0.6	不検出	0.2
NORTH	1988/6	懸濁	28.0	6.3	30.0	-	59.92	40.30	2.00	0.005	50.0	7.7	0.7	5.6	0.3	70.5
SOUTH	1988/6	懸濁	28.0	6.2	40.0	-	51.50	42.84	2.43	0.010	50.0	9.6	1.2	10.4	0.3	0.4
水源																
CK 2	1987/9	透明	20.5	6.5	5.0	5.0	59.16	42.84	1.50	0.010	50.0	4.8	0.6	0.4	-	-
CK 3	1987/9	透明	20.5	5.8	5.0	5.0	63.24	46.92	2.85	0.010	80.0	4.8	0.8	-	-	-
CK 4	1987/9	透明	20.5	5.8	5.0	5.0	79.40	48.96	1.50	0.010	50.0	3.8	0.6	1.2	-	-
平均			20.5	6.0	5.0	5.0	67.27	46.24	1.95	0.010	60.0	4.5	0.7	0.8	-	-
DK 1	1987/3	透明	25.0	5.9	5.0	7.5	65.40	38.76	2.00	0.030	32.0	5.8	0.2	5.2	-	-
DK 2	1987/4	懸濁	21.0	5.8	15.0	15.0	34.68	69.36	2.00	0.030	40.0	7.7	1.5	5.2	-	-
DK 3	1987/1	懸濁	17.0	5.4	10.0	10.0	41.20	57.12	4.00	0.030	40.0	5.8	0.2	5.4	-	-
DK 4	1987/3		25.0	6.0	15.0	2.4	63.40	57.12	2.00	0.040	50.0	7.7	0.2	7.2	-	-
DK 5	1987/3	透明	25.0	5.9	5.0	3.7	69.40	57.12	4.50	0.050	40.0	5.8	0.2	8.0	-	-
平均			22.6	5.8	10.0	7.7	54.82	55.90	2.90	0.036	40.4	6.5	0.5	6.2	-	-
NR 2	1987/1	懸濁	14.0	5.8	10.0	15.0	86.52	44.88	5.20	0.100	60.0	7.7	1.5	2.4	-	-
PH 2	1987/1	懸濁	17.0	5.7	10.0	15.0	78.28	36.72	2.85	0.025	40.0	2.9	0.3	4.8	-	-
平均			15.5	5.8	10.0	15.0	82.40	40.80	4.03	0.063	50.0	5.3	0.9	3.6	-	-
BD 1	1987/11	懸濁	20.0	6.0	40.0	20.0	92.70	-	5.20	0.030	50.0	9.6	1.5	7.0	-	-
BB 2	1987/2	透明	15.6	6.4	5.0	5.0	72.10	51.00	1.40	0.005	40.0	2.4	0.5	1.2	-	-
BB 3	1987/2	透明	15.6	6.0	5.0	5.0	65.92	46.92	1.15	0.020	60.0	2.9	0.6	1.0	-	-
BB 4	1987/2	透明	15.6	5.9	5.0	5.0	86.52	63.24	1.40	0.005	50.0	2.9	0.6	2.4	-	-
BB 5	1987/2	透明	15.6	6.1	5.0	5.0	92.70	61.20	1.00	0.005	50.0	2.9	5.0	2.4	-	-
BB 7	1987/2	懸濁	15.6	5.0	10.0	10.0	92.70	57.12	2.10	0.030	40.0	3.8	0.5	1.0	-	-
BB 8	1987/11	透明	19.0	5.8	5.0	10.0	70.03	61.20	1.13	0.020	60.0	5.8	0.6	6.0	-	-
BT(oid)	1987/3	懸濁	20.0	6.1	2.0	15.0	113.30	45.48	3.45	0.050	40.0	6.7	0.4	6.0	-	-
平均			17.1	5.9	9.6	9.4	85.75	55.17	2.10	0.021	48.8	4.6	1.2	3.4	-	-

(WSSC CENTRAL LABORATORY の試験結果より抜粋)

水プロセスでは十分に除去できないものと考えられるが、データ上は処理水では50%近く除去されていることとなっていて確認が必要である。また過マンガン酸カリウム消費量は分析していない。本格調査では分析項目、分析手法も含めて検討することが必要である。

4) 給配水施設の現況

① 給配水状況

給配水管網は図-5.17に示すような管網図はあるものの実際にはどの様に接続され敷設されているかは不明である。管材質は80mm未満はGIパイプ、それ以上は鋳鉄管またはダクタイル鋳鉄管であるが、埋設深度が浅いために交通荷重等による破損、施工不良による漏水が多い。公共用の水栓の出し放し、給水管への不法接続等に起因すると考えられる不明水が多い。現在GTZの専門家によって2地区でパイロット調査が行われており、それによると、

Metered consumption	16%
Unmetered consumption	18%
Watage	50%
Leakage	16%

となっている。また、GTZの報告書は1988年9月にWSSCに提出される予定でありそれによって詳細が判明するものと考えられるが、いずれにしても有収水量はかなり少ない状態である。

② 給水時間

給水時間は一部の地域を除いて朝5:00~8:00の3時間と夜5:00~8:00の3時間ずつ合計6時間であるため、比較的裕福な家庭やホテル等では敷地内に貯水槽を設置し1日の必要水量を貯水槽に蓄えることが行われており、この際に給水圧力の低い場所ではポンプで給水管から強制的に吸引する場合もあり、この際給水管内が負圧となり管継手部より汚水が浸入する可能性がある。また、断水時間帯に給水管内の水圧が下がり、この際に汚水が給水管内に浸入することも考えられる。

5) 給水水質

給水水質は、給水開始1時間後にカトマンズ市内の32カ所の給水栓で毎日採水しWSSCの中央試験室で検査しているが、残留塩素が検出されている所は少ない。また、検査している水は給水開始後1時間を経過したものであるため明らかに汚水が流入したと考えられる例は少ないが、給水開始直後の水質は悪いことも予想される。

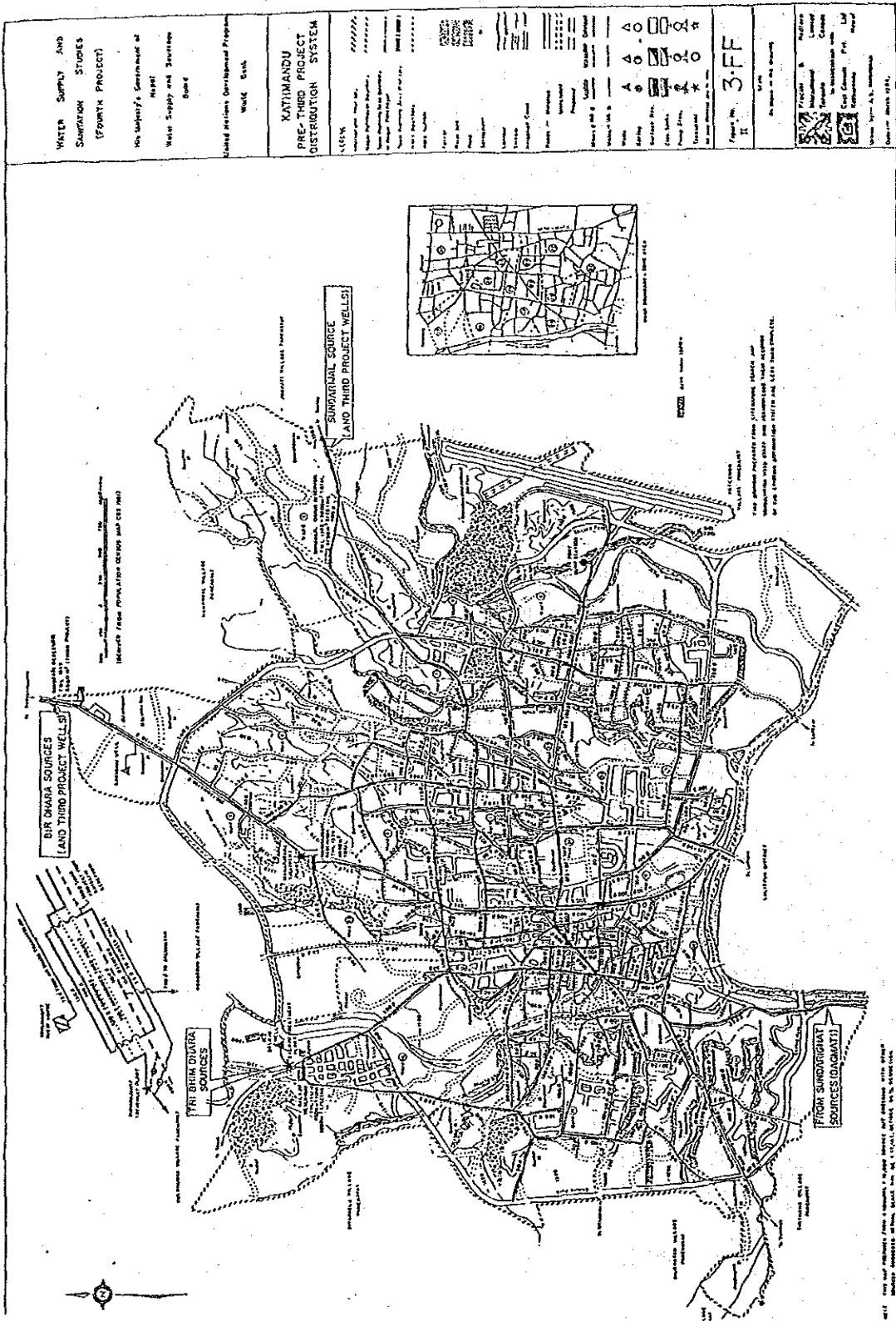


図-5.17 給配水管網

5-4-5 水道整備における外国援助

ネパール王国では第6次5ヵ年計画の開発予算220億ルピーのうち、約51%は外国援助に依るものであった。

しかしながら、水道事業においては、1970年代中葉から水道整備事業の調査計画が本格的に着手されたばかりであるため、第6次5ヵ年計画中の外国援助は未だ本格的な事業の実施に至らず、計画期間中の水道事業整備計画開発予算(105,680万ルピー)の3%(3,510万ルピー)にしかすぎない。

しかしながら、第7次5ヵ年計画では第6次計画中に進められた調査結果に従い、事業の実施が始まろうとしている所である。特に、都市水道整備計画は表-5.21に示すとおり、31都市につき外国援助が決まり、それぞれ、調査、設計、場所によっては工事が始まりつつあるのが現況である。

Birendranagar では韓国の援助により調査設計が終わり、Phase Iの工事とPhase IIの調査が行われている(1,200万ルピー)。同様にTribhuvannagar では韓国により調査が行われている。Damak および Dankuta でも1983年来、英国の援助で調査設計が始められ、目下工事が進められている(2,450万ルピー)。

このように外国援助は今後増加を続けるものと考えられる。1987/88年のDWSSの予算には、ADBの地方水道44プロジェクトに6,790万ルピー、英国援助による9プロジェクトに2,110万ルピーがすでに計上されている。また、わが国無償資金協力により上記31都市のうち8都市の整備にかかるべく、1987年JICAにより基本設計調査が実施された。

表-5.21 都市水道整備計画

市町名	管轄機関	調査計画機関	備考
A.Urban Towns:			
1.Kathmandu	WSSC	WSSC/IDA	
2.Lalitpur	WSSC	WSSC/IDA	
3.Bhaktapur	WSSC	WSSC/IDA	
4.Pokhara	WSSC	WSSC/IDA	
5.Birat Nagar	WSSC	WSSC/IDA	
6.Janakapur	WSSC	WSSC/IDA	
7.Birgunj	WSSC	WSSC/IDA	
8.Hetauda	WSSC	WSSC/IDA	
9.Butwal	WSSC	WSSC/IDA	
10.Bhairahawa	WSSC	WSSC/IDA	
11.Nepalgunj	WSSC	WSSC/IDA	
12.Dharan	WSSC	WSSC/IDA	
13.Banepa	WSSC	T.P./GTZ	
14.Dhulikhel	WSSC	DWSS/MPLD /GTZ	New Constn.work being Executed
15.Mahendra Nagar	DWSS	DWSS/JICA	
16.Dhangadhi	DWSS	DWSS/JICA	
17.Bharatpur	DWSS	DWSS/JICA	
18.Tansen	DWSS	DWSS/JICA	
19.Lahan	DWSS	DWSS/JICA	
20.Rajbiraj	DWSS	DWSS/JICA	
21.Ilam	DWSS	DWSS/JICA	
22.Bhadrapur	DWSS	DWSS/JICA	
(and Chandragadhi)	DWSS		
23.Birendra Nagar	DWSS	DWSS/Korean Govt.	
24.Tribhuvan Nagar	DWSS	DWSS/Korean Govt.	
25.Danak	DWSS	DWSS/British Govt.	
26.Dhankuta	DWSS	DWSS/British Govt.	
27.Tribhuvan Nagar	DWSS	DWSS/ADB	Kowi Consult is enagaged in ADB Projects
28.Bidur	DWSS	DWSS/ADB	
29.Kalैया	DWSS	DWSS/ADB	
30.Jaleshwar	DWSS	DWSS/ADB	
31.Dipayal	DWSS	DWSS/ADB	
32.Malangawa			
33.Inaruwa			
B.Rural Towns:			
1.Gaushla	DWSS	DWSS/JICA	
2.Sindhulimadi			
3.Siraha			
4.Chautara			
5.Baglung			
6.Gaur			
7.Gorkha			

注) DWSS : 上下水道局
WSSC : 上下水道局
IDA : インド開発公社

JICA : 日本国際協力事業団
ADB : アジア開発銀行

5-5 地下水開発の課題

- 1) カトマンズ盆地は、WSSC、民間等により地下水利用が進んでおり、今後新規の地下水開発を行う場合は、地下水盆全体の水収支的観点からの検討が必要である。

特に、盆地北部は WSSC の井戸が集中しており、地下水位の変動等をチェックしたあと開発の可能性を検討する必要がある。

盆地南部は、ガスの存在等により開発は進んでいないが、深層地下水の開発の可能性を検討する余地はあるものと考えられる。

- 2) Spouts(ダークラ), 浅井戸等による古くからの浅層の地下水の利用については調査されていない。水収支検討上はこれらを考慮することが望ましい。Spouts (共同浴泉) については、「ネ」国の要請もありその分布、水理機構、改修方法等について調査する必要がある。
- 3) 既往調査によると地下水の水質は、鉄、アンモニア、濁度等の問題がある。これらに対しては、その処理方法について検討する必要がある。また、南部の深層地下水は、ガスを伴い、イオウや臭気の点で飲料用水として難点があるため、処理方法も含めて利用の可能性を検討する必要がある。
- 4) 雨季には900mm以上の降水量があるため、表流水・湧水が豊富であり、有効な水資源の利用という観点から、表流水・伏流水・地下水のコンビネーションを考慮した水源開発計画を作成することが重要である。

調査団の一案として、表流水利用の見直しを行い、雨季は表流水・伏流水を主体に利用し、地下水利用は可能なかぎり表流水のなくなる乾季に限るといった水利用を検討する必要がある。

これには、乾季における河川沿いの伏流水の開発、貯水池の開発、湧水の有効利用等についての検討が含まれる。

勿論、水質の問題もあり、浄水施設の新設・改良計画も含まれる。

- 5) 水収支を検討する場合、盆地内の地下水揚水量を把握する必要がある。当地は、民間井戸の掘削が行われており、これによる地下水揚水量をどれだけ正確に把握できるかが検討精度を左右する。
- 6) 地下水の利用が進んでいるが、現在地下水位のモニタリングは組織的に行われていない。このことは、新規の地下水開発や水収支を検討する場合の障害となることから、早急に長期モニタリングを開始すべきである。長期にわたることから今回計画調査を契機として、今後 WSSC が実施すべきであろう。

5-6 浄水・給水計画の課題

- 1) 将来計画との整合

本計画は盆地外からの導水による長期計画に対する短期計画に位置付けられる。この長期計画が実施された時点でも既存の施設（浄水・配水・給水施設）を極力有効に利用できるような給配水システムを検討する必要がある。

2) 浄水施設

浄水施設全般に施設が老朽化していると同時に、維持管理体制が不十分で施設が正常に機能していない。このため処理水質が水質基準値を満足していない。このようなことから、既存施設の処理プロセスを含めて改良を行うことが急務であり、地下水の鉄・マンガン除去はその後に考えるべき課題である。

3) 給・配水施設

給・配水管の調査で盆地内全域にわたったものが無いので正確な漏水等の状況が不明であり具体的な対策の立案ができなると同時に、給・配水管の維持管理が十分に行われていない。また、給・配水管の埋設位置（ルートおよび埋設深度）が不適切なものがあり管路の破損がしばしば発生する。以上の様な配水管網の不備により、給水区域および給水時間によっては給水管内に汚水等が浸入し浄水水質より給水水質が悪化することが考えられるため、UNDPが1988年9月より行う配水システムの改善対策の調査結果による配水管網の改良時期と浄水施設の改良時期を整合させる必要がある。

4) 水道経営

現在GTZの調査結果によると有収水量が全給水量の16%程度であり、水道経営を圧迫している。

第6章 本格調査の内容

6-1 調査の基本方針

- 1) 本件調査は、カトマンズ市水供給事業の直面する以下の課題のうち UNDP が行う調査（運営改善、配水系統の改編、漏水の防止）以外の項目である地下水管理について協力を行うものである。
 - ① 運営、操作の改善と人材の訓練
 - ② 配水系統の改編および改修と拡張
 - ③ 漏水の防止
 - ④ 地下水管理および低コストによる地下水の水質の改善
- 2) 具体的な内容としては、長期的課題として盆地における地下水の賦存量を表流水との関連において把握するとともに、短期的課題として地下水の合理的開発方策、地下水等の水質改善（処理方法）の検討および伏流水、貯水池等からの取水による給水量増加策の検討から構成される。
- 3) 地下水の賦存量のシミュレーションにあたっては、極力既存井の活用を図ることとするが、既存井の不足する地域では、観測井を掘削することとする。
- 4) 水処理対策にあたっては、施設の概要を正確に把握するとともに、配水系統ごとに水質基準に定められた水質を保つよう施設の改良および施設の新設を含め検討する。地下水については、鉄・マンガンの含有量が多いとされているが、これに対する対応策も検討する。
- 5) 表流水については、主要河川の流量、形状、河床地質を検討し、貯水池・取水地点を選定し、代替案を作成し検討する。また、河川底の伏流水の活用可能性についても検討する。
- 6) 本件調査結果は、UNDP の実施する配管網の改善、漏水防止、水道経営の改善（料金問題を含む）と合わせ、今後10年間の短期計画をなすものであり、1988年9月から開始される UNDP 調査との関連性に留意する。
- 7) 本調査は、1973年以降 UNDP/世銀が、継続的に調査および実施に協力してきたもので、過去の調査結果、これの基礎となっている考え方につき十分現地調査以前に検討しておく必要がある。
- 8) WSSC の技術力はあまり高くないと思われるので、調査を通じ、現地調査の方法、解析方法、水質分析等、技術移転を積極的に図るものとする。なお UNDP/世銀の技術手法に関連しては、留意しつつ行う。
- 9) 「ネ」側は、本件調査結果を受けて、緊急計画（地下水有効活用、水質改善、配水改善等）につき無償資金協力要請を表明しており、十分に先方のプライオリティーを考慮しつつ代替案を確定する必要がある。

6-2 調査に関する調査方針と留意点

1) 地下水調査の目的

① 水収支調査の必要性

カトマンズ盆地は、比較的地下水利用が進んでおり、現在 WSSC が水道水源として利用しているほか民間井戸の開発も盛んである。

今後、水需要の増大とともに取水量の増加が予想され、過剰揚水による地下水位の低下、それに伴う沖積低地部の軟弱層の圧密沈下（地盤沈下）の発生も懸念される。特に、乾季の終わる 4～5 月の地下水位低下時の地下水利用が問題である。また、BINNIE & PARTNERS (1988) の報告にあるように揚水量が低下しているものがあり、これらが盆地全体の地下水位低下によるものか井戸の老朽化（目づまり等）によるものか検討する必要がある。

すなわち、地下水の利用の面では盆地（地下水盆）全体をにらんだ地下水のマネジメントを必要とする段階にあると判断される。したがって、当調査は、盆地内の水収支モデルを作成し、水資源のポテンシャルを評価する一方、地下水の最適揚水計画、保全計画を検討することを目的として実施する必要がある。

② 調査の精度

水収支を検討する場合、長期の地下水位と河川流量観測データが必要となるが、現在データは十分でない。調査期間中の観測データや他地域のデータおよび経験的判断によって当初は概略的に検討し、観測データが整備された段階で再度精度の高い検討を行うこととする。

2) 基本データの整備

① 地下水位のモニタリング

現在実施されていないため、地下水盆全体を考慮した位置で水理地質調査を兼ねた観測井を掘削し、長期のモニタリングを行う。この際の留意点は次の 2 点である。

- ・観測井は、既往の資料から判断して盆地内 6～9 ヲ所は最低必要である。位置は、取水井の影響のないことを確認しなければならない。また、諸元の分かった既存井の利用も検討する。
- ・WSSC へ技術移転を行い、自主観測体制を確立する。

② 河川流量観測

少なくとも WSSC の取水地点では継続観測を行う。これについても WSSC へ技術移転を行う。

3) 水理地質解析上の問題点

既往調査および現地予察から次のような点が課題としてあげられる。

- ① 段丘区分と地下地質区分（地質層序の確立）
- ② 地下水盆全体の帯水層区分（水理地質モデルの作成）
- ③ 水理地質基盤の形状把握（特に断層による規制を考慮すること）
- ④ 盆地南部の水理地質解析（特に深層地下水の開発の可能性）
- ⑤ 盆地縁の湧水の評価
- ⑥ 地下水位低下による地盤沈下の可能性
- ⑦ 地下水位の分布（特に乾季と雨季の違い）
- ⑧ 盆地縁の湧水の再評価（特に乾季の流量と利用の可能性）
- ⑨ 乾季における河床沿いの伏流水の状況、開発の可能性

以上は、既往資料の再解析、地表踏査、ボーリング、物理探査、揚水試験等によって検討するものとする。

4) 水利用実態の把握

水収支に必要な地下水揚水量を把握する。WSSC 井戸については、量水器がついており、また運転日誌から調査可能と考えられる。民間井戸は、聞き込み、アンケート調査等適当な方法により調査する。

5) 「ネ」国から要請のあった Spouts (共同浴泉) の改修については、代表的なものについて台帳を作成し、その分布、湧水量、水質、水理機構等を調査し、改修案を提言することが望ましい。具体的には「ネ」国側と十分協議のうえ実施する。

6) 「ネ」国から要請のあった貯水池建設候補地点 (Baregau) および Nakhu 川上流の湧水については現地踏査、流量観測を行って、計画案を作成する。貯水池については、貯水方式、堆砂、貯水池内の崩壊・地すべりの可能性、漏水等に留意する。必要であれば、ボーリング調査を実施する。

7) 水道施設に関する調査

水道施設に関する調査は前述のとおり本調査以外に1988年9月から8ヵ月間の予定で UNDP が WSSC の水道事業に関して漏水の制御・給配水システムのリハビリテーションおよび経営改善に関する調査が行われる。そのため本調査ではこの調査結果を十分尊重し、水道施設に関しては浄水施設を主体としてその新設を含めて既存浄水施設の機能回復のための調査を行うものである。特に、現状の給配水システムでは浄水後の給配水行程での管路の継手等の不良等による高い漏水率、管内の汚染等の問題が考えられるので、浄水施設の改良・新設のタイムスケジュール等は UNDP の計画と整合を計り進める必要がある。

① 各施設の構造の把握

既存の各浄水施設は、いずれも建設後相当な年月が経過しているため、各施設の構造がどの様になっているか正確に把握し問題点を摘出する。

② 現況の水源・原水水質・水量および処理水質の把握

現在各浄水施設の水質分析は2回/月、水源に関しては1回/月のみで、分析項目も少なくその分析手法にも疑問があるので、水源に関しては分析項目、浄水施設に関しては分析頻度・項目・採水箇所（処理施設内水処理プロセスごと）を増やし施設の運転状況の把握の材料とすると同時に分析技術の技術移転を行う。

③ 各処理プロセス・施設全体の機能調査

各浄水施設の建設時点における設計思想および諸元の調査を行い、設計諸元および浄水機能が現在の原水水質に適合したものか検討する。

④ 運転管理状況の把握

各浄水施設の建設時点での設計思想と現在の運転管理状態を比較し運転管理上の問題点を摘出する。

⑤ 処理能力低下の原因解明

以上の調査分析の結果を踏まえて処理能力低下（処理水質の悪化等）の原因究明を行う。

⑥ 給水水質調査

浄水水質分析のほかに、給水水質の調査を行い給・配水システムに起因する水質の悪化の現況を把握する。

⑦ 浄水施設の改造・新設計画の作成

以上の調査を踏まえて既存浄水施設の機能回復に必要な改造および新設浄水施設が必要な場合はその位置、規模、浄水システム等を定める。また、この際前述のUNDPの計画と整合を計りつつ改良・新設のタイムスケジュール等を決定する必要がある。

⑧ その他

原水水質分析に関して、少なくとも各調査時期（雨季・乾季）に1回以上農薬等有害物質の分析を行い有害物の有無を調査し、必要があれば施設改良方針に反映させる（分析は検体を日本国内に持ち帰り国内で行う）。

6-3 調査項目および内容

1) 資料収集分析

気象、地形、地質、水質、水文、ボーリング、浄水施設等、水利用現況等に関する資料の収集・整理分析。

空中写真、基図の収集も含まれる。

2) 地形地質調査

現地踏査による地形、水理地質調査。調査精度は、縮尺1/50,000程度、調査範囲は、地

下水盆をカバーする範囲（約585km²）とし、空中写真判読を含む。

地形調査は、段丘区分、段丘崖の分布を主に実施する。

水理地質調査には湧水・Spoutsの調査も含まれる。

3) 井戸台帳作成

WSSC, DMG, 民間井戸等盆地内の井戸の分布、諸元について調査するとともに地下水揚水量を集計する。民間井戸については聞き込み、アンケート調査等適当な方法によって把握する。

4) 電気探査

盆地北部では水理地質基盤の形状、南部では粘土層の厚さを把握する目的で実施する。探査深度は最大200～300mとなると推定され、測定地点は水理地質調査結果および現場状況により適宜決定する。探査測点は50点以上は必要と考えられる。

5) 水質分析(A)

本調査は、地下水の水文学的位置を知るために実施するもので、渇水期に湧水、井戸より一斉採水し、pH, EC, 水温, Na, K, Ca, Mg, SO₄, Cl, HCO₃について分析する。pH, EC, 水温は現地にて測定し、他は日本国内で実施することとするが、現地で可能なものはその限りでない。

6) 水質分析(B)

① 浄水施設の処理能力をモニタリングするため浄水施設に関しては原水および各水処理プロセス毎の水質を分析する。

② 水道水源（既存井戸・今回さく井する井戸・表流水・伏流水）の地域別の水質特性を把握するために行う。

③ 給水水質の分析を行い給・配水システムに起因する水質の悪化の現況を把握する。

以上の水質分析は、WHO項目およびCODアルカリ度とし、②については農薬の分析も行う。

7) 地下水位観測

一斉測水（乾季、雨季）および長期観測に区分される。

本作業はWSSCの協力により実施するものとする。特に、長期観測のメンテナンスはWSSCに依存するところが大きい。

一斉測水は既存井を利用し、少なくとも10ヵ所以上、長期地下水位観測は盆地内6ヵ所以上必要と考えられる。

8) 表流水観測

主要河川、湧水で実施する。一斉流量観測と連続観測に区分され、前者は、調査期間内2回（10ヵ所以上）、後者は2ヵ所程度で実施する。

この作業も原則として WSSC の協力のもとに実施する。

9) 降水量観測

2 ヲ所にて自記雨量計により 1 年間実施する。

10) 井戸水準測量

簡易水準測量とする。

11) 平板測量

浄水施設の平面図作成 (S=1/500)。

12) さく井

水理地質調査と地下水観測井を兼ねる。揚水試験を考慮すれば、原則として $\phi 150\text{mm}$ 仕上げの井戸とする。位置および掘削深度は、水理地質解析結果で決定するが、6～9 ヲ所で延べ 1,600m 程度とする。

なお、掘削後、電気検層を実施する。

水収支モデルによる検討には少なくとも 1 年間の観測記録が必要であるため、当調査は調査開始後早急に実施する。なお、作業はローカルで実施可能である(ただし管理は必要)。

13) 土質調査ボーリング

$\phi 66\text{mm}$ ボーリング。当調査は、①地盤沈下検討のために軟弱層の分布と性状を把握するものと②伏流水開発のため、河床の堆積物の厚さ、透水性、地下水位を調査するものに区分される。

①では、標準貫入試験、シンウォールサンプリングを行う。②では、現場透水試験を行う。実施位置、深度等は現地状況により決定するが、各 5 孔程度実施したい。

14) 室内土質試験

13) で採取した試料について物理試験と力学試験(一軸、圧密)を行う。

15) 水文地質解析

水理地質平面図、同断面図、地形区分図、水理地質基盤等高線図、粘土層等層厚線図、調査位置図等の図面作成および報告書作成。

16) 水収支機構把握

基礎データの処理およびシミュレーションモデルの構築、地表水開発の可能性の検討。シミュレーションモデルには、様々なものがあり、現地の水理地質状況およびデータの存在状況に応じて適宜選択する必要があるが、地下水流動については、地盤沈下の検討も含まれるので準 3 次元モデル、涵養モデルはタンクモデルが提案される。

検討は第 1 段階として既存資料による概略モデルの構築・テストランを行っておき、地下水位観測データが入手できた段階で後述の内挿検定を行い、モデルの修正を行い、シミュレーションを実行するものとする。なお、今回のモデルおよび精度は概略的なものとす

る。

17) 最適揚水計画の検討

モデルの内挿検定、修正、将来予測。

16)で作成した水収支モデルに水位観測データおよび地下水面図を適用して水収支モデルの修正、内挿検定を行う。

その後、水利用計画を入力して将来の地下水位変動を予測する。この際、地盤沈下の発生等地下水障害の予測も考慮し、最適揚水計画（地下水保全対策）を立案する。

18) 表流水の取水の可能性の検討

地形・地質調査、水文観測等に基づき伏流水の取水、貯水ダムの可能性を検討する。

19) 水資源最適管理計画の検討

以上の結果に基づき表流水、湧水の利用も含めた盆地内の水収支を考慮した水利用計画（最適管理計画）について検討し、事業費の概算を算出する。検討内容には次の事項を含むものとする。

- ① 地下水の保全対策
- ② 表流水、湧水の有効利用計画
- ③ 地下水涵養計画

20) 浄水施設の実態調査

- ① 各処理施設の構造（各水槽平面断面寸法・水位高低・機器および配管仕様等）を現地にて詳細に調査する。
- ② 各処理施設の設計（計画）諸元および設計（計画）思想の調査を行う。
- ③ 各処理施設の運転管理状況および現況の運転パラメーター（沈澱時間・ろ過速度等）の調査を行う。
- ④ 電力・薬品等の使用状況・供給状況調査。
- ⑤ 処理能力。

21) 浄水施設の改良計画の検討

以上の調査の結果およびUNDPで行う給・配水システムの調査結果を考慮して、既存施設の改良および浄水施設新設を含めて改良目標の設定および改良方針（手法・実施時期・規模・位置等）の検討を行い、概算の建設費用および維持管理費の算出を行う。

22) 事業評価

最適管理計画、浄水施設の改良計画に関する評価は、WSSCが抱えている水道に関する諸問題（質・量）の問題点の解決に対する貢献度として評価が行われる。

6-4 調査実施体制

6-4-1 要員計画

本調査は、比較的地下水の利用が進んだカトマンズ盆地内で、長期的には盆地における地下水の賦存量を表流水との関連において把握するとともに、短期的課題として地下水の合理的開発方策、飲料水の水質改善（処理方式等）の検討および貯水池からの取水による供給量増加策の検討から構成されることから、日本側調査チームの各担当ごとの役割および必要な資格をまとめると以下のようなになる。

① 総括（水資源開発）

本調査全般にわたって企画、調整、運営の全責任を持ち、本開発調査の総括を行う。水資源全般についての知識があり、地下水探査、さく井、揚水試験からシミュレーションによる開発評価までの地下水調査全般を広くカバーできること。

② 水文地質（副団長）

地下水開発の調査のための水文地質調査および解析を担当する。電気探査、試錐、さく井、揚水試験の各作業を各担当とともに企画し「ネ」国を指導すると同時に、各調査結果を総合して水資源評価および水資源最適利用計画を評価立案する。また、他分野の専門家と共同で本調査の取りまとめを行う。

③ 地形、地質

航空写真判読、現地踏査により段丘面区分を行うとともに貯水池取水地点の地質解析を担当する。

④ 水文地下水シミュレーション

水文地質調査結果を総合し、今回調査の主として地下水シミュレーションに必要な基礎データの作成および処理を担当し、水文地質家を補佐する。また、他の水文地質担当と共同でシミュレーション結果に基づき調査地域の地下水資源の評価を行い、開発可能量を把握し最適揚水計画の基礎資料を作成する。

⑤ 物理探査

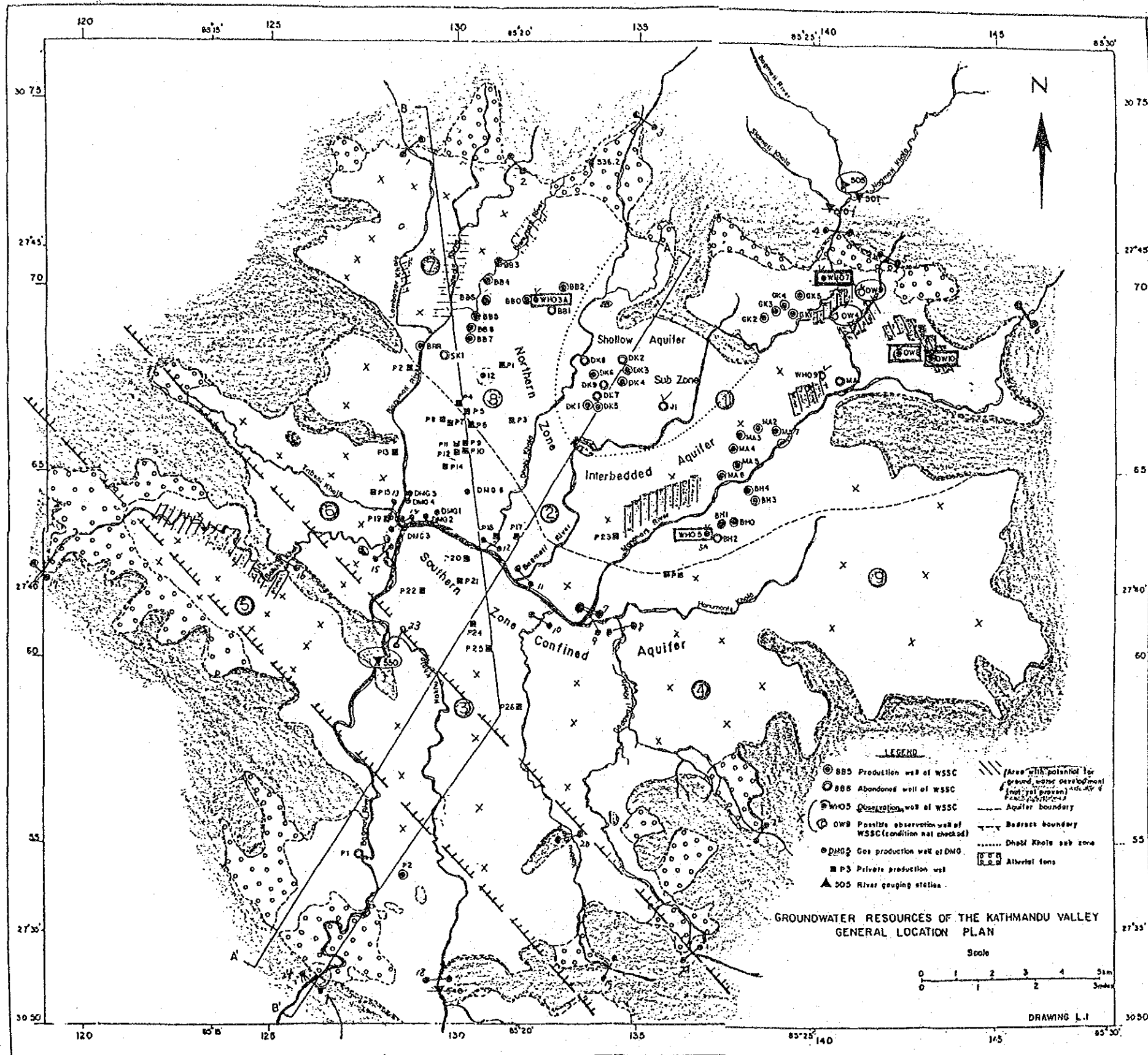
電気探査と各種孔内検層など物理探査全般を担当し、各種探査結果について解析・評価を行う。

⑥ 浄水計画

浄水施設的设计諸元を確認し、機能調査を行い必要な改善対策等を作成し事業費の積算を行う。

⑦ ボーリング監督

深井戸さく井、揚水試験の技術指導を行い、本調査のための地下水の資料の取りまとめを行う。



- 調査計画
- 地表踏査 585km²
 - 電気探査 70点
 - さく井 6~9地点 (延)1600m
 - 土質ボーリング 10孔 延150m
 - 降水量観測 2カ所 (1年間)
 - 表流水観測
 - 表流水 14~24カ所
 - 湧水 6カ所
 - 計 20~30カ所 (1資, 2回)
 - 内 2カ所連続1年間
 - 地下水位観測
 - 20カ所 1資2回
 - 10カ所 長期 (1年間)
 - 水質分析 (地下水)
 - 20検体 (10項目)
 - 6~9検体 (水道項目)
 - 井戸水準測量
 - 30カ所 (Max)

図-6.1 調査計画図 (案)

⑧ 貯水池導水計画

土質調査および各種土質試験の技術指導を行うとともに、水文、地形データに基づき貯水池の可能性の検討、伏流水の取水の可能性の検討を行う。

⑨ 施設設計

浄水施設の機械・配管設備の現況等の把握を行い問題点、改良方針等の検討を行う。

⑩ 電気技術者

浄水施設の電気設備の現況等の把握を行い問題点、改良方針等の検討を行う。本担当は、浄水施設の電気設備の設計、管理に十分な経験を積んだプラントエンジニアであることが望ましい。

⑪ 測量監督

既存の浄水施設の平板測量、および各井戸の簡易水準測量の技術指導を行い測量成果の取りまとめを行う。

⑫ 水質分析

各種の水質分析を担当すると同時に、その結果の取りまとめを行う。本担当は水道項目の水質分析に十分な経験を有する分析技術者が望ましい。

⑬ 水文水理

降水量観測、地下水計設置・観測、表流量観測の技術指導を行うと同時に、現地踏査を行い調査地点の水文の状況を把握し、地下水—地表水両系の連結関係を調査する。

6-4-2 ネパール側調査体制

ネパール側は、WSSC（上下水道公社）より水文地質、水文、河川技術者、土木技術者、水処理技術者、水質分析、機械技術者、経済専門家がカウンターパートとして調査に協力し、技術移転を受ける。

6-5 調査用機材

本格調査必要機材リスト (事前調査団案)

機材名称	数量	仕様
電気探査機	1式	コード2,000m, 電極5本, トランシーバー5台
井戸用水位計	10台	手測定用
井戸用自記水位計	15台	1ヵ月巻
河川用流量計	5台	
量水標	10本	
自記雨量計	2台	1ヵ月巻
ジャーテスター	2台	6連式
分光光度計	1台	(水質分析キット対応品)
濁・色度計	2台	
pH計	2台	デジタル式・ポータブル型
伝導度計	2台	デジタル式・ポータブル型
残留塩素計	2台	
採水器	2台	ハイロート式, 1ℓ
溶存酸素計	1台	デジタル式・ポータブル型
投込式濁度計	2台	10mケーブルつき
大腸菌群簡易測定キット	1式	試験紙 1,000検体分, 恒温器 1台
一般細菌簡易測定キット	1式	試験紙 1,000検体分, 恒温器 1台
TDS測定器具	1式	真空ポンプ, 吸引ろ過器, GPF
乾燥器	1台	電気式
精密天秤	1台	デジタル式
普通天秤	1台	ひょう量500g程度
純水製造装置	1台	電気式
温度計	10本	ベッテンコール
ポータブル超音波流量計	1台	
トランス	3台	100V機器駆動用
水質分析キット	1式	WHO (水道項目およびCOD・アルカリ度)
試薬・消耗品等	1式	1,000検体分
調査用車両	2台	4輪駆動車 (ウインチ付き)
マイクロコンピューター	1式	CPU 16bit, 主記憶640KB以上, 15インチドットプリンター
ワードプロセッサ	1式	

6-6 調査実施にあたっての留意点

- 1) 地形解析は、段丘区分を主体に行い、段丘崖の分布を把握する。また、崩壊地・地すべり (地形) の分布を把握する。これらは、配管上のコントロールポイントとなる。
- 2) 調査開始後、すみやかにさく井地点を検討・決定し、さく井して地下水モニタリングを開始する。地下水位観測データの有無がシミュレーションモデルによる計算結果の精度を支配する。
- 3) 降水量、流量観測も2)と同様、早急に実施する。
- 4) 電気探査は、北部では水理地質基盤の形状把握、南部では上部の粘土層の把握に主眼をおく。解析上、分布地質の比抵抗値に明瞭な差違がないことが予想されるため、既往のポ

ーリングデータとの対比は入念に行うこと。

- 5) Spouts の調査は、代表的なものの分布、湧水量、水質、水理地質適所見をまとめた台帳を作成することを提案する。
- 6) 地下水揚水量の把握は、水収支計算の重要な要素であるから可能な限り詳細に実施したい。
- 7) 本盆地の雨季における河川流量から考えて、これを雨季の水道水源として有効に活用すべきであるという観点から、地下水調査および最適揚水計画の検討に際しては汚染の進んでいない河川の河床地質等を十分に検討し伏流水取水可能量の検討も行う。
- 8) 浄水施設の各処理プロセスにおける水質分析は、各プロセスの運転状況が把握できるように各処理プロセス毎に分析頻度を決定する。
- 9) 給水水質調査にあたっては、配水管系統を十分に検討の上、調査の目的に合致するようサンプリング箇所、頻度、サンプリング実施の時間等を決定する。

資 料 編

1. 要請書



NEA/72-2/KVWS/160

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS

His Majesty's Government of Nepal

Katmandu

May 12, 1988

The Ministry of Foreign Affairs, His Majesty's Government of Nepal presents its compliments to the Embassy of Japan in Nepal and has the honour to inform that as part of fulfilling the basic needs of the people, His Majesty's Government requests the Government of Japan to be good enough to provide technical and financial co-operation in initiating a short and long term programme of water supply in the Katmandu Valley.

The Ministry of Foreign Affairs takes this opportunity to forward herewith a copy of the project proposal for the Embassy's needful action.

The Ministry of Foreign Affairs avails itself of this opportunity to renew to the Embassy of Japan the assurances of its highest consideration.

The Embassy of Japan,
KATHMANDU.



WATER SUPPLY AND SEWERAGE CORPORATION

SHORT AND LONG TERM PROGRAMME
(KATHMANDU VALLEY)

APRIL 1988

WATER SUPPLY AND SEWERAGE CORPORATION

Short and Long Term Programme

(Kathmandu Valley)

Current Water Supply Situation

The Kathmandu's public water supply system was first constructed before the turn of the Century. There have been various subsequent additions and extensions through to and including the Third Project financed with IDA assistance and now almost in closing stage.

The existing water supply comes entirely from within the valley. Surface water is tapped at various springs and streams on the valley rim and ground water is being abstracted by WSSC from the alluvial aquifer in the north of the valley. The exploitation of ground water is being expanded by WSSC. It was estimated that in mid 1987 the total supply was 65 MLD or $0.75 \text{ m}^3/\text{s}$. It is expected that this will rise to 78 MLD ($0.9 \text{ m}^3/\text{s}$) by the end of the current programme of well installation under the Third Project. Studies have demonstrated that no reasonable scheme within the valley can give sufficient additional water from either surface sources or ground water to meet future needs.

Kathmandu Valley, present water sources are shown on Fig. No. 1 and 1a.

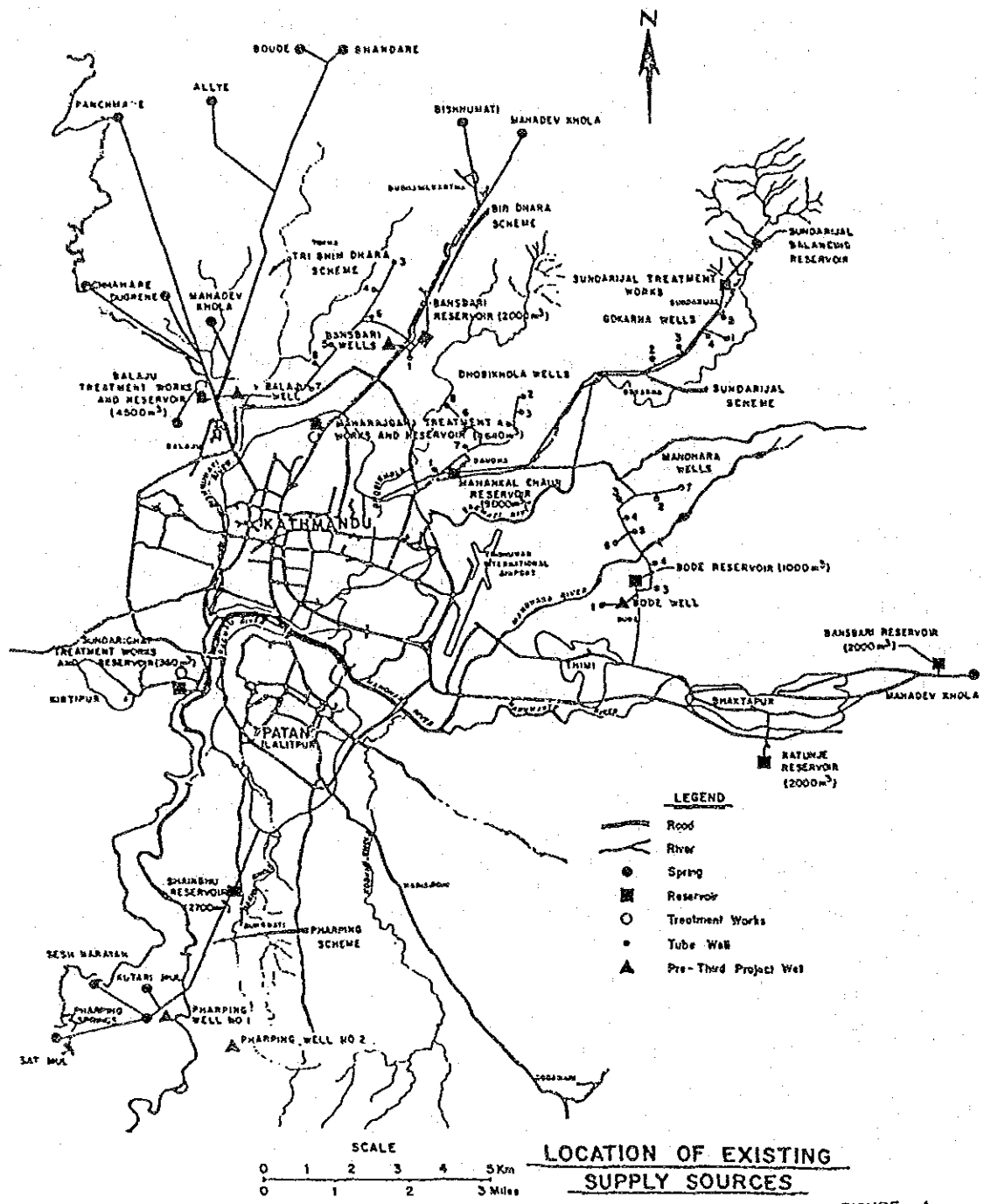


FIGURE 1

KATHMANDU VALLEY PRESENT WATER SOURCES

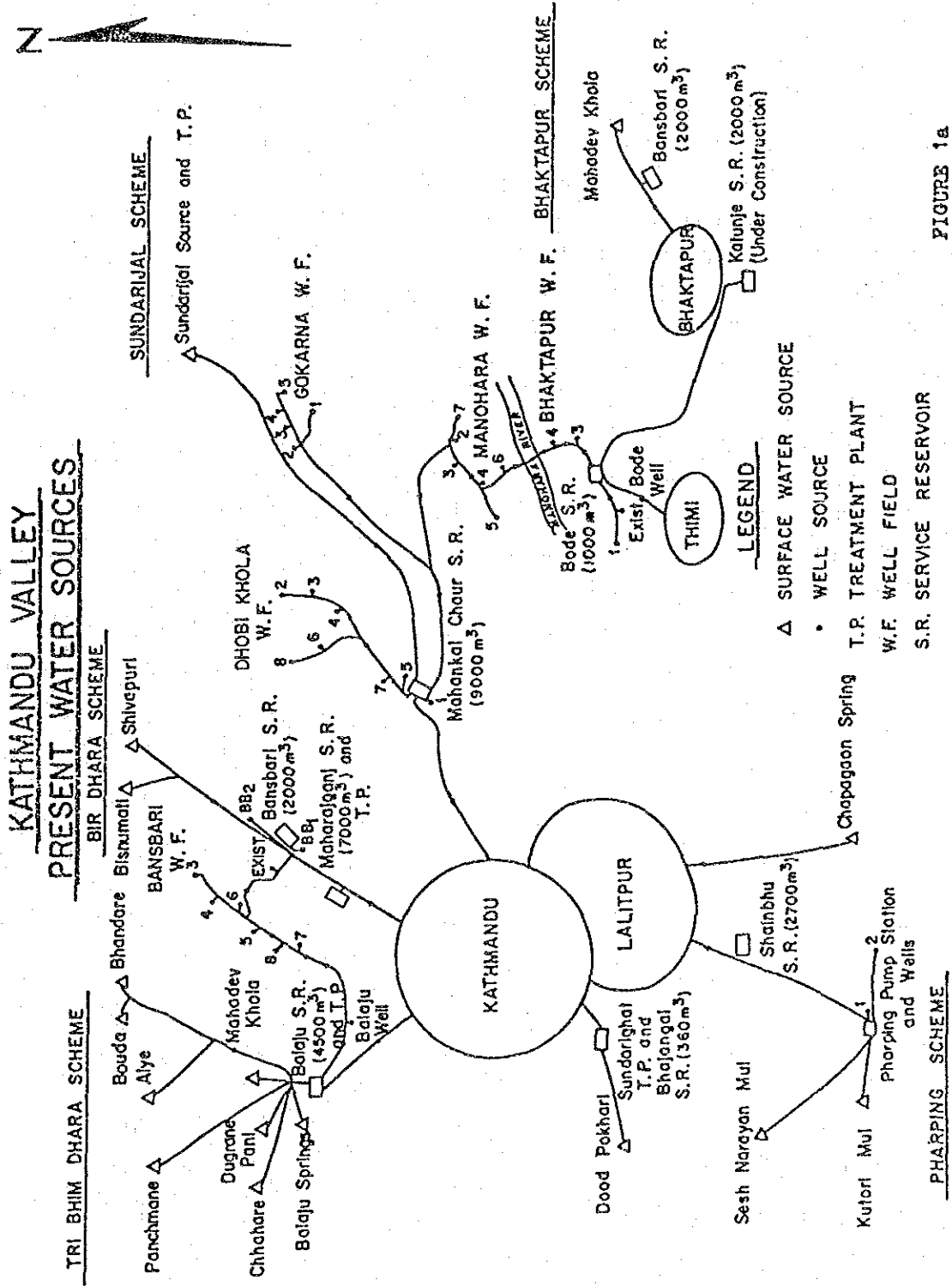


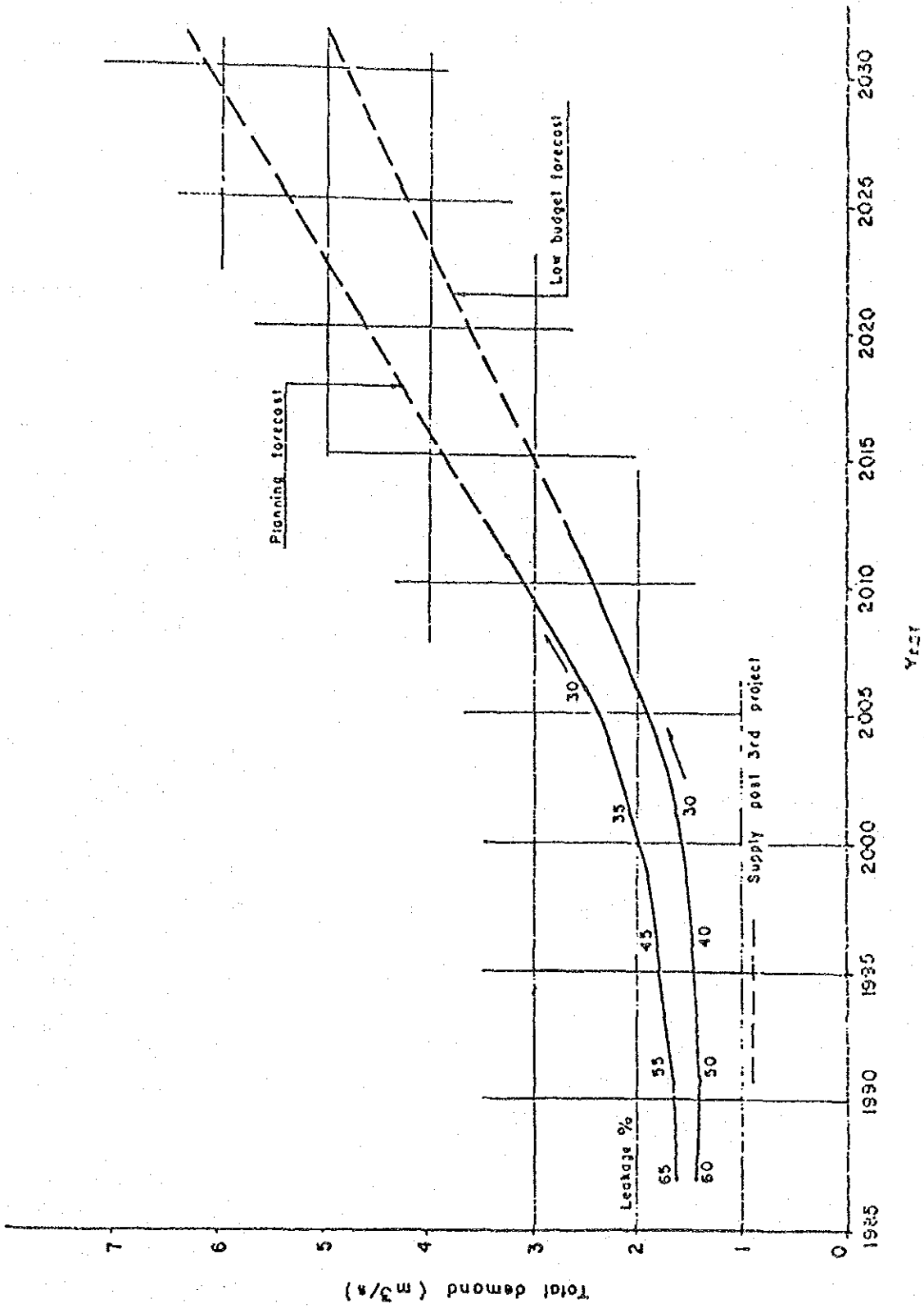
FIGURE 1a

Water Demand

Kathmandu Valley, covering Kathmandu, Lalitpur, Bhaktapur and adjoining villages, has developed in the past decades far outstripping the national average. The urban area of the region has rapidly been expanding as the population increases and now the surplus population finds its way to the surrounding areas of the urban districts. The average annual population growth at Kathmandu is estimated to be about 4.6 percent while the national average is 2.6 percent. The present population of 442,000 in the three cities is estimated to reach over 1,200,000 by the year 2011. The ever increasing population and rising standards of living have caused, and will continue to cause an increasing rate of water consumption. Water demand in the area, estimated presently to be approximately $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$ is expected to increase and reach a level of $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$ by 2011, subjected to the reduction of leakage and wastage of 50% to 30% by that time.

Water demand forecast are shown on Figure No. 2.

WATER DEMAND FORECAST



Immediate Plan

The majority of people in Kathmandu Valley has an intermittent water supply of about 3 hours each morning and evening. The existing water supply is not adequate (both quantity and quality are deficient). Areas where the distribution system is undersized experience extreme long duration shortages and are served by bowsers.

The present WSSC distribution system for Kathmandu Valley is outdated and inadequate, resulting in (i) inequitable distribution; (ii) intermittent supplies in most areas; (iii) unacceptably low delivery pressures; (iv) infiltration of sullage water at times of no flow since the mains are allowed to drain down; (v) health hazards (vi) unduely high leakage and unaccounted water, and (vii) loss of revenue by WSSC.

Remodelling of the distribution system would need to be undertaken to cater for the present and future demand. At present leakage and losses from the distribution system are large amounting to 40 to 50% even with intermittent supply and to 60 to 70% where the mains remains under pressure. Irrespective of developing any new sources of water the leakage has to be reduced and the distribution system improved and expanded. The present demand with a full of 24 hours supply is estimated to be between 140 and 122 MLD. (1.6 and $1.4 \text{ m}^3/\text{s}$) rising to between 285 and 223 MLD (3.3 and $2.6 \text{ m}^3/\text{s}$) by 2011. Long term needs must be met by bringing water from outside the valley. With minimal administrative delays water could be available in 1997 or possibly sooner.

As a short term measure, to cope with the deficiency in water supply, bowsers will be used extensively in water shortage area. WSSC is planning to fix about 150 tanks each with capacity 1,000 L. in such problem areas. The fixed tanks will make the bower service effective. WSSC is planning to acquire 30 Nos. of bowsers with capacity 5000 L. each.

Cost Estimate (Immediate Plan)

<u>S. No.</u>	<u>Description</u>	<u>Cost NRs.</u>
1.	30 Nos. of bowsers	30,000,000.00
2.	150 Nos. of tanks	375,000.00
3.	Rehabilitation of water pipes	50,000,000.00
4.	Sewer cleaning and rehabilitation	1,500,000.00
5.	Chlorination Equipments	2,000,000.00
6.	Vehicles (cranes, pick up etc.)	10,000,000.00
7.	Sewer line extension	10,000,000.00
8.	Water line extension	10,000,000.00
9.	Pumps and mechanical equipments	5,000,000.00
10.	Water Treatment plants:	
	a) Mahankal Chaur	60,000,000.00
	b) Bansbari	50,000,000.00
		<hr/>
	Total	228,875,000.00
		<hr/> <hr/>

Say NRs. Two Hundred Thirty Million.

Long Term Need

The best method for bringing water into the valley is by gravity fed through tunnels. The preferred scheme is diversion from the Melamchi River with later stages bringing in the Yangri and Larke Kholas by additional short tunnels. The first stage yield would be 2.3 m³/s rising to 4.9 m³/s with full development. The first stage diversion works construction costs are \$ 118 M. at 1987 prices.

The first phase of the Melamchi scheme consists of an intake at Ribal on the Melamchi river, a tunnel about 27 km long and a balancing reservoir at the valley-end of the tunnel at Sundarijal. A treatment plant adjacent to the balancing reservoir would be required. WSSC is planning to commence the feasibility study, field investigations, preparation of tender documents and detailed design of Melamchi Project as quickly as possible. It is proposed to tender for construction Contracts in 1991/92 and start the construction in 1992 and complete by 1997.

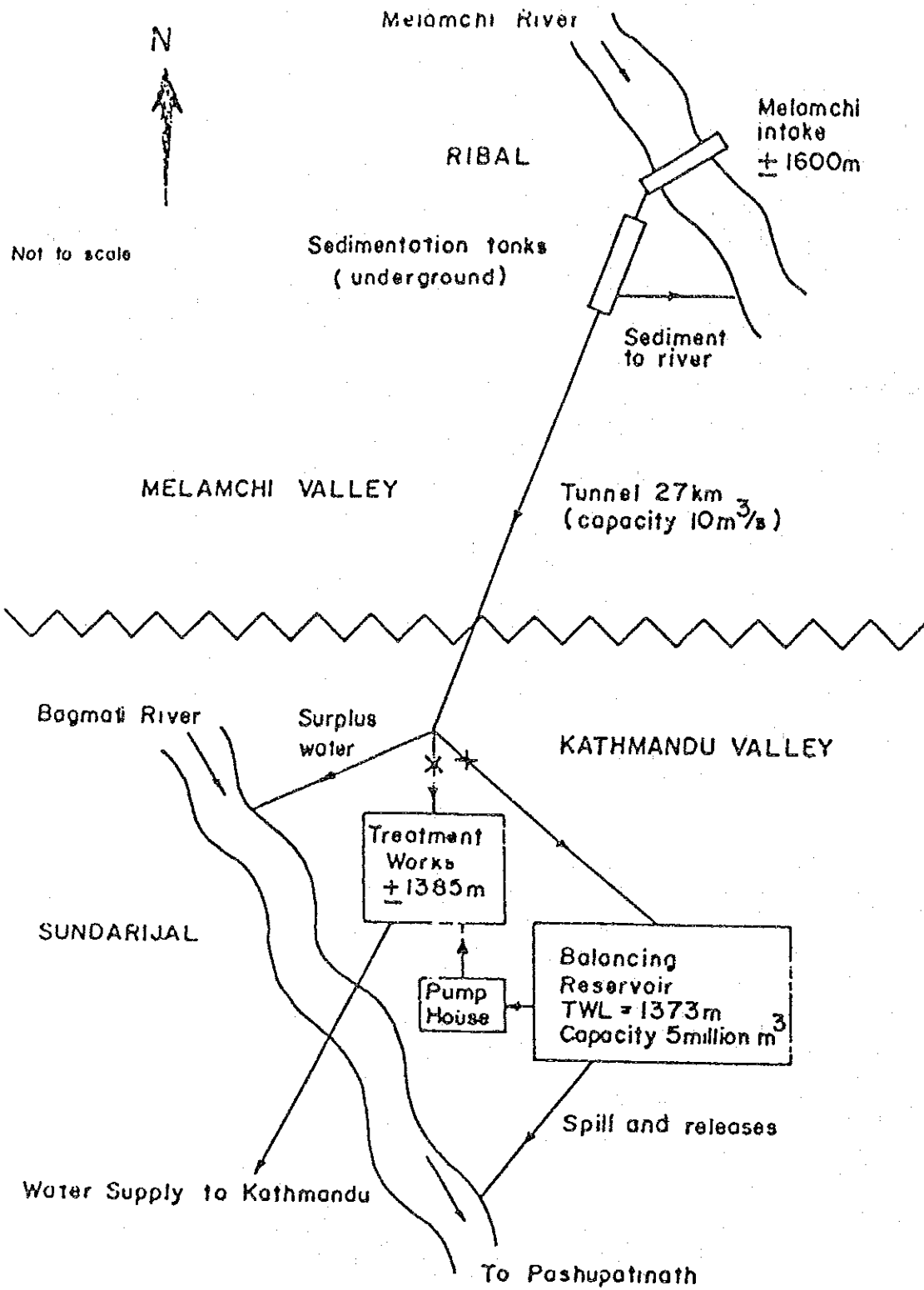
The total cost of the first stage of Melamchi scheme is estimated as \$ 143 M. at 1987 prices including diversion and treatment works. The cost of individual elements are:

	<u>\$ M</u>
Access	14.7
Intake and sedimentation chambers	13.3
Tunnel	68.0
Balancing reservoir	17.1
Pumping station	1.8
Treatment works (for 1.5 m ³ /s)	25.0
Minor items	3.1
Total	<u>143.0</u>
Engineering & administration	<u>14.3</u>
Grand-total	<u><u>157.3</u></u>

Running costs are \$ 0.7 M. per year.

The prefeasibility study has identified the Melamchi scheme as being technically feasible and clearly preferable to all others particularly with the additional benefits of diverting surplus water to the Bagmati River.

Schematic Diagram of Melamchi Project is shown on Figure No. 3.



SCHEMATIC DIAGRAM OF MELAMCHI PROJECT

FIGURE 3

Development Programme of WSSC (1988 through 2011)

In considering the development of a future major water scheme, such as the Melamchi scheme, there are many inter-related management, operational, financial and institutional issues which need to be addressed in due time. The management of existing ground water and surface sources and improvement of the quality will be part of the development programme, as the present sources are expected to be utilised fully until water is diverted from the Melamchi.

Activities under the Development Programme include:

- (a) Management and operational improvements, including training.
- (b) Distribution system remodelling, rehabilitation and extensions.
- (c) Reduction in leakage and wastage to specified levels.
- (d) Management of ground water, and construction of treatment facilities to reduce iron levels in ground water. Special emphasis will be given to low cost appropriate technology.
- (e) Detailed feasibility studies for the Melamchi scheme.
- (f) Construction of Melamchi stage I (Large balancing reservoir and treatment plant).
- (g) Construction of Melamchi stage II (Intake tunnel and treatment plant).

Preparation of first Project in the Development Programme is expected to commence about mid-1988 over a 8 months period with UNDP technical assistance.

The Project, to be implemented over a period of 5 years may include the following components.

- (a) a programme of activities to improve management, operations and finance in WSSC.

- (b) distribution rehabilitation in Kathmandu - Lalitpur.
- (c) a programme for reduction of leakage and wastage in Kathmandu - Lalitpur.
- (d) technical assistance for, inter alia, detailed feasibility studies for the Melamchi scheme, system improvement in Bhaktapur and Project preparation for subsequent Projects.

2. UNDP プロジェクトの T/R

Annex 1
Page 1 of 10

TERMS OF REFERENCE

SERVICE IMPROVEMENTS (IRON REMOVAL, LEAKAGE CONTROL, DISTRIBUTION SYSTEM REHABILITATION) IN KATHMANDU-LALITPUR, AND MANAGEMENT SUPPORT TO WATER SUPPLY AND SEWERAGE CORPORATION

I. Introduction

1.01 Nepal, located northeast of India, has an area of 141,000 km², of which two-thirds consists of mountains and hills and the remainder is a part of the Indo Gangetic plain known as the Terai. Rainfall is substantial and typically about 1,500 mm annually, although this varies somewhat in the different areas of the country. Most of the rainfall occurs during the June to September monsoon season.

1.02 Kathmandu is the capital city; together with the adjoining city of Lalitpur it accounted for an urban population of 316,000 at the time of the 1981 Census. Projections of the combined population on the basis of 1971-81 annual average growth rates indicate future populations of 479,000 for 1991, of 729,000 for 2001 and of 1,080,000 for 2011. When combined with the neighbouring tourist centre of Bhaktapur, the anticipated 'valley' population in 2011 is estimated around 1.3 million.

1.03 The Greater Kathmandu population density in the older core areas reaches densities of the order of 1200 persons per hectare. In order to preserve agricultural land it is envisaged that high density development will tend to predominate in future land use patterns.

1.04 Kathmandu, Lalitpur and Bhaktapur are located in the Kathmandu Valley, having roughly circular shape of 30 km diameter, with a floor elevation of about 1,300 m above msl. and is surrounded by hills above 2,000 m msl. Many tributary streams originate in these hills, join in larger streams and rivers and finally join the Bagmati River, which drains the entire valley.

1.05 Since 1984, and until recently, water supply and sanitation services in Kathmandu, Lalitpur, Bhaktapur and ten other regional centres were administered by the Water Supply and Sewerage Corporation (WSSC), formerly the Water Supply and Sewerage Board which was established in 1973. His Majesty's Government (HMG) has recently created a new WSSC Board to manage water supply and sanitation in Kathmandu, Lalitpur and Bhaktapur.

The formation of ten other Boards to cater for the remaining regional centres is under consideration. In the interim, WSSC continues to be responsible for services in these regional centres.

1.06 The oldest components of the public water supply system date to the latter part of the nineteenth century. Subsequently until the 1970s, successive improvements were made and surface water sources within the Kathmandu Valley were developed for use.

1.07 Since 1974 further improvements have been made under the IDA-assisted First, Second and Third projects in which new sources have been developed from groundwater. On completion of the Third Project in mid-1988, the estimated total quantity of water available for the Kathmandu-Lalitpur area will be about 84 million litres per day (mld). This represents an average gross per capita supply of some 200 litres per day (lpd) for the present population. However, owing to serious deficiencies in the distribution system and a very large proportion of unaccounted or 'lost' water, there are very wide variations in pressures and levels of water service existing at present. Many areas receive only intermittent supplies for few hours per day.

1.08 Earlier UNDP-assisted, World Bank-executed studies have been carried out by consultants to identify possible surface water impoundment schemes within the Kathmandu Valley as possible future sources of water supply for Kathmandu-Lalitpur. This work was updated very superficially during more recent studies. In order to carefully review all viable options for the future supply sources for the Kathmandu-Lalitpur area before making final investment decisions, the Government of Nepal (HMU),

- (i) is currently carrying out a study, (UNDP-assisted and World Bank-executed) to consider the utilization of surface water sources outside the valley; and
- (ii) intends to carry out a groundwater management study (assisted by the Government of Japan and UNDP) to properly identify the long term groundwater potential inside the valley.

1.09 In connection with these important initiatives there is a recognised need to properly review the possible potential surface sources inside the valley, which were previously identified, taking into account recent land use patterns, development, environmental, agricultural and related economic and financial issues. These need to be addressed, and when combined with the outputs from ongoing and proposed efforts, would provide a sound basis for the Government of Nepal to make its future sector investment decisions for the development of water resources for Kathmandu and Lalitpur.

1.10 Indications are that the potential for augmentation of additional surface or groundwater from inside the valley is limited, and that exploitation of sources outside the valley is inevitable in the long-term.

1.11 Preliminary assessments indicate one feasible Outside the Valley source which could provide a reliable long-term gravity source for the Kathmandu Valley, the development of which could take 10-15 years. Prerequisites to this major investment are (a) reduction of leakage and wastage to reasonable levels, (b) remodelling, rehabilitation and expansion of the distribution system (c) improving finances and financial management of WSSC, (d) better management of existing ground water supplies and improvement of water quality, and (e) improving overall operational and management performance. The above activities would constitute the Development Programme of WSSC in the planning period. The assignment under these Terms of Reference would prepare the first investment project in the Development Programme.

1.12 Following three World Bank-assisted projects, WSSC has not yet evolved into an autonomous and viable agency capable of satisfactory service level delivery. The recent Pokhrel Commission provided a comprehensive review of WSSC and highlighted a number of critical areas which need to be addressed, including the need to strengthen and improve (i) management; (ii) service quality; (iii) operational capacity; (iv) unaccounted water; (v) reporting; (vi) financial management; and (vii) recording procedures.

II. Objectives of the Study

2.01 The study objectives are to prepare outline proposals, programmes and costs for activities included in the Development Programme (para 1.10) (excluding source augmentation) and a detailed project proposal for implementation over the next five years. Inter alia, the project would specifically include the following components:

- (a) Strategies, programs and costs for Management, Operations and Training support to WSSC;
- (b) Distribution system remodelling, rehabilitation and extensions in Kathmandu-Lalitpur, including capital and recurrent costs, and phasing, taking regard of financial, economic and other factors;
- (c) Automated Billing and Reporting systems for Kathmandu, Lalitpur, Bhaktapur and larger panchayats, including implementation programs and costs;
- (d) Strategies, programme and costs for progressive reduction of leakage and wastage (unaccounted water) in Kathmandu-Lalitpur to 30% to 35% in a specified time period;
- (e) Least cost options to improve quality of water in Kathmandu-Lalitpur, specifically reduction of iron in ground water, to accepted levels, including implementation programme, capital and recurrent costs and other resource requirements; and
- (f) Assessment of system improvement needs in Bhaktapur.

III. Scope of Work

The work to be done in accordance with the objectives in Part II will include:-

3.01 Management and Operational Support for all WSSC Operations

Review existing data and informed opinion, prepare report of findings and recommendations incorporating strategies, work plans, terms of reference, implementation programmes and costs, to provide management and operational support for WSSC in the following areas.

- (a) Management Support
 - Program development, budgeting, financial plans and targets
 - Billing, collection and enforcement performance
 - Information and reporting systems (MIS)
 - Manpower needs assessment
 - Job Descriptions
 - Performance Rewards
 - Public relations, consumer complaints
- (b) Operational Support
 - Consumer lists
 - Asset Registers
 - Maintenance Manuals and Procedures
 - Meter Repairing
 - Routine Leakage and Waste Control Procedures
 - Water Quality Monitoring
 - Policy for new connections and disconnections
 - Mapping and Record Keeping
- (c) Technical Assistance and Training
 - Local and Foreign Consultancy Assistance
 - Management Advisors
 - Training for Data Management
 - Study Tours and Seminars
 - Technician and Operator Training
 - Equipment Needs
- (d) Develop implementation program, costs and resources to address the activities identified in 3.01 (a), (b), (c) above.
- (e) Prepare and print reports.

3.02

Distribution System Remodelling, Rehabilitation and Extension (for Kathmandu-Lalitpur)

- (a) Assemble and review all basic data and information, and in conjunction with WSSC, update the system records as necessary.
- (b) Subdivide the Kathmandu supply system into discrete supply zones
- (c) Construct network models for each supply zone and an overall strategic model.
- (d) Carry out an approximate calibration of the models using readily available equipment.
- (e) Collaborate, as appropriate, with the GTZ-assisted leakage detection study and groundwater modelling study assisted by Government of Japan.
- (f) Carry out predicitive modelling to identify major shortcomings and any readily apparent system reinforcements.
- (g) Identify specialist equipment necessary for accurate calibration of models.
- (h) Calibrate zonal and strategic models.
- (i) Provide 'hands-on' training to WSSC counterpart staff in the use and updating of the zonal and strategic models.
- (j) Develop implementation programs and costs for the distribution system reinforcement to meet short-medium-and long-term demand requirements, and considering likely possible future sources of water supply for Kathmandu-Lalitpur.
- (k) Identify further technical assistance to prepare final engineering designs.
- (l) Prepare and print reports including maps, drawings, charts, graphs and tables illustrating the contents.

3.03 Water Billing and Reporting System (for Kathmandu, Lalitpur, Bhaktapur and Larger Panchayats)

(a) Review Water Billing procedures in WSSC, identify an appropriate microcomputer based automated billing system that could be implemented in WSSC and in larger town panchayats. Assist with a pilot application of the automated billing system and make recommendations for full implementation for the greater Kathmandu area and larger town panchayats.

(b) Prepare report on findings, recommendations, software, implementation programs and costs.

3.04 Leakage and Wastage (Unaccounted Water) Reduction (for Kathmandu-Lalitpur)

(a) Assemble and review all basic data and information in conjunction with WSSC.

(b) Review output of GTZ-assisted pilot leakage control study.

(c) Identify needs and develop a strategy for progressive reduction of unaccounted water to 30-35% by year 2011.

(d) Develop implementation schedules for the first phase of the program (4-5 years).

(e) Prepare detailed work plans for initial two year period.

(f) Prepare schedules of costs, equipment and external assistance to implement the proposed program by phases with full details for the initial phase.

(g) Prepare and print reports.

3.05 Improvement of Water Quality (Iron Removal) (for Kathmandu-Lalitpur)

(a) Review existing situation.

(b) Undertake any necessary pilot filtration/treatment studies to determine the most appropriate/cost effective process, specifically for iron reduction, and improvement of water quality, in general.

(c) Document and present the results of pilot studies together with recommendations.

- (d) Identify appropriate locations for treatment facilities (in event these are considered necessary).
- (e) Prepare an implementation program together with outline components, transmission arrangements, costs (capital and operation/maintenance).
- (f) Prepare and print reports.

3.06 System Improvements in Bhaktapur

- (a) Review status of services in Bhaktapur and recommend further efforts required in leakage control, and distribution system rehabilitation needs in preparation for increased supplies from the potential 'Outside the Valley' source described in the Development Program;
- (b) Develop Terms of Reference and assess technical assistance requirements for preparatory activities to be carried out in the next five years, including programs and costs; and
- (c) Take regard of past and proposed inputs from GTZ in formulating proposals.

IV. Execution of the Studies

4.01 The consultant will be required to assign appropriately qualified and experienced staff to Kathmandu for the execution of the studies. The consultant will be expected to make full use of local consultant expertise and is also required to undertake the work in conjunction with counterpart staff nominated by WSSC.

4.02 The HMG/WSSC inputs to assist the consultant will be as follow:-

(a) Counterpart staff as follows:

- Senior Engineer	8 person months
- Engineers	12 person months
- Technical support staff	32 person months
- Administration	8 person months
- Drivers, peons, etc.	48 person months

In addition WSSC will make available on a part-time basis the services of the WSSC Chief Accountant and/or the Revenue Accountant and other professional staff to carry out special assignments on an 'as-needed' basis, particularly in the area of data compilation, financial and technical support.

(b) Logistic support as follows:

- Two vehicles (UNDP-provided)
- Travel in Nepal for counterparts as needed.

(c) All available information necessary to carry out the work, including maps, meteorological, hydrological and geological data and appropriate reports.

4.03 The study would be completed in a period of 8 months. As the executing agency, the World Bank will work closely with WSSC and MHPP of HMG in coordinating implementation of the project.

V. Reports

The following reports shall be produced:-

	<u>months after signature of contract</u>
Inception Report	1.0
Draft Final Report	6.0
Final Report	8.0

VI. Budget

The UNDP budget for the project is detailed below:-

	mm	Total	1988	1989
Sub-contract Total ^{1/}	60	\$ 399,000	\$ 299,000	\$ 100,000

^{1/} Includes equipment to be purchased by sub-contractor, travel and miscellaneous costs; man-month figures include local consultants to be retained by expatriate consultants.

PART IV B
HMGN BUDGET

PROJECT BUDGET COVERING GOVERNMENT CONTRIBUTION
(in Nepalese Rupees)

	m/m	Total	1988	1989
10 Project Personnel Component				
11 Professional Counterpart Staff	16	32,000	24,675	8,225
13 Support Personnel	88	73,100	54,825	18,275
19 Component Total	104	106,000	79,500	26,500
40 Equipment Component				
Office Supplies		30,000	22,500	7,500
50 Miscellaneous Component				
a) Vehicle Operation and Maintenance		82,000	61,500	20,500
b) Sundry (including TADA, premises, miscellaneous and contingencies)		111,200	83,400	27,800
59 Component Total		193,200	144,900	48,300
TOTAL GOVERNMENT INPUTS		<u>329,200</u>	<u>246,900</u>	<u>82,300</u>

3. 収集資料リスト

1) 地形図関係

- ① Nepal 全域地形図 (縮尺1/750,000)
Nepal police mountaineering and Adventure Foundation
- ② Nepal base map derived from Landsat Imagery (縮尺1/500,000)
Map1 Eastern sheet
Map2 Western sheet
HMG National Remotesensing center (1984)
- ③ Latest Trekking Map Kathmandu to Pokhara (縮尺1/100,000)
- ④ Latest Trekking Helambu Gosainkund Langtang Ganjala (縮尺1/125,000)
- ⑤ Helambu-Langtang (縮尺1/100,000)
Nepal-Kartenwerk der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung Nr.8
- ⑥ Kathmandu Valley (縮尺1/50,000)
同上 (Nr.1)
ほぼ Kathmandu Valley をカバーするが西部と南部が若干欠ける。
- ⑦ Kathmandu city (縮尺1/1,000)
同上 (Nr.21) 市街図
- ⑧ Patan city (縮尺1/7,500)
同上 (Nr.22) カラー
- ⑨ Kathmandu-Patan
ガイドマップ (1988)
- ⑩ 1/63,360地形図 (青焼き)
6枚: 72E/5, 72E/9, 72E/6, 72E/2, 72F/1, 72E/10
- ⑪ Nepal 全土図 (縮尺1/1,000,000)

2) 地質図

- ① Geology of Nepal (1985) (縮尺1/1,000,000)
H. M. G. Survey Department Topographical Survey Branch
- ② Geotectonic division & Mineral deposits of Nepal (縮尺1/2,000,000)
- ③ Geological map of KATHMANDU area and central MAHABHARAT Range (1980) (縮尺1/250,000)

- ④ Geological map of Nepal (縮尺1/1,000,000)
 - ⑤ Geological map of central Nepal (縮尺1/250,000)
- 3) 気象
- ① Climatological Records of Nepal (1976~1984)
Supplemental data Vol.II
 - ② Climatological Records of Nepal (1921~1975)
Special Supplement Kathmandu Valley Volume II
 - ③ Climatological Records of Nepal (1971~1986)
5冊よりなる。
 - ④ Climatological Records of Nepal (1968~1975)
- 4) その他
- ① CHANDRA K. SHARMA (1974) : Groundwater Resources of Nepal
 - ② G. S. THAPA (1984) : Appraisal and Pre-feasibility Report Kathmandu Natural Gas Deposit, H. M. G of D. M. G
 - ③ Well log and Deggins : Water Supply and Sewerage Corporation
36本
 - ④ 民間井戸柱状図
11本、「栴日さく」の提供による。
 - ⑤ Department of Mines and Geology の井戸柱状図
5本 (No.6, 7なし)
 - ⑥ Kathmandu-Kakani Area Nepal (1981) : 縮尺1/10,000, Land Use Map
 - ⑦ Kathmandu-Kakani Area Nepal (1981) : 縮尺1/10,000, Geomorphic Damages Map
 - ⑧ Kathmandu-Kakani Area Nepal (1981) : 縮尺1/10,000, Base Map
 - ⑨ The World Bank, Proctor & Redfern International Limited, East Consult (P) Ltd. (1988) : Water Supply and Sewerage Studies Nepal Nep/79/032, Review Report Vol. II, No. 1, Kathmandu Valley, Pokhara, Birganji & Biratnagar
 - ⑩ 国際協力事業団 (1988) : ネパール王国地方都市上水道整備計画基本設計調査報告書
 - ⑪ UNDP, IBRD (1988) : Water Supply for Kathmandu-Lalitpur from outside the Valley, prefeasibility study Final Report (Draft), Appendix A~J, N
(国内収集不足分)
 - ⑫ その他 Dr. 丸尾氏 (カトマンズ市在住) が、土地利用図、地形区分図等の資料を保持し

ているとのことである。

5) 空中写真

空中写真は、現在次のようなものがある。

- ① 縮尺1/30,000 1975年撮影、全国をカバー。
- ② 縮尺1/50,000 1983年撮影、全国をカバー。カトマンズ盆地をカバーする写真は、次のとおり。これらは、測量局より入手できる。
- ③ 縮尺1/20,000 1985年撮影、カトマンズ盆地をカバー。写真は、JICA で購入済みであり、借用可能。現在、Dr. 丸尾氏が約400枚保管しているとのこと。

これらは、購入に時間がかかる（今回、期間の都合で入手できなかった）。

No and pieces of required maps :

Scale : 1 : 50,000

7927-145-149 - 5 Pcs

7927-89-94 - 6 "

7938-54-58 - 5 "

7927-01-10 - 10 "

7925-114-123 - 10 "

7919-113-121 - 9 "

7925-12-20 - 9 "

TOTAL : 54Pcs.

6) 土質ボーリング柱状図

Nakhu Bride, Dallu Bride, Shobha Bhagawati Brigde の3本。

7) 井戸および浄水施設水質分析結果。WSSC CENTRAL LABORATORY

8) Main Economic Indicators. NEPAL RASTR BANK

9) QUARTERLY ECONOMIC BULLETIN. NEPAL RASTR BANK

10) SEVENTH PLAN (1985-1990) HMG/National Planning Commission

4. 面談者リスト

1) 住宅設備省 (Ministry of Housing and Physical planning)

Secretary Mr. Santa Babadur RAI
Additional Secretary Mr. Yogendra Nath OJHA

2) 上下水道公社 (Water Supply and Sewerage Corporation)

Chairman Mr. B. P. SHAH
Chief Engineer Mr. R. K. SIDDHI
Senior Engineer Mr. Dhruva Raj SHARMA
Planning and Research manager Mr. N. M. PRADHAN
Distribution manager Mr. S. M. PATRABANS
Deputy manager, production Mr. N. K. TAMRAKAR
Deputy manager, planning Mr. S. R. TULADHAR
Manager (Civil Engineering) Mr. Prayag JOSHI

3) UNDP (United Nations Development Programme)

所長 Miss Kazumi OIKAWA

4) DMG (Department of Mines and Geology)

Senior Geologist Mr. G. S. THAPA
Geologist Mr. J. N. SHRESTHA

5) HMG Survey Department

Act. Director General Mr. Buddhi N. SHRESTHA

6) Department of Hydrology and Meteorology

Senior Hydrologist Mr. Kiran Shankar SHRESTHA
Senior Divisional Meteorologist Mr. Madan L. SHRESTHA

7) JICA Horticultural Development Project

Project Leader Mr. Toru KONDOU

8) JICA ネパール事務所

所長

Mr. Hideo ONO

Mr. Mitsukuni SUGIMOTO

Mr. Masaru TOKIWA

9) 日本大使館

一等書記官 西 名 孝 雄

二等書記官 室 本 隆 司

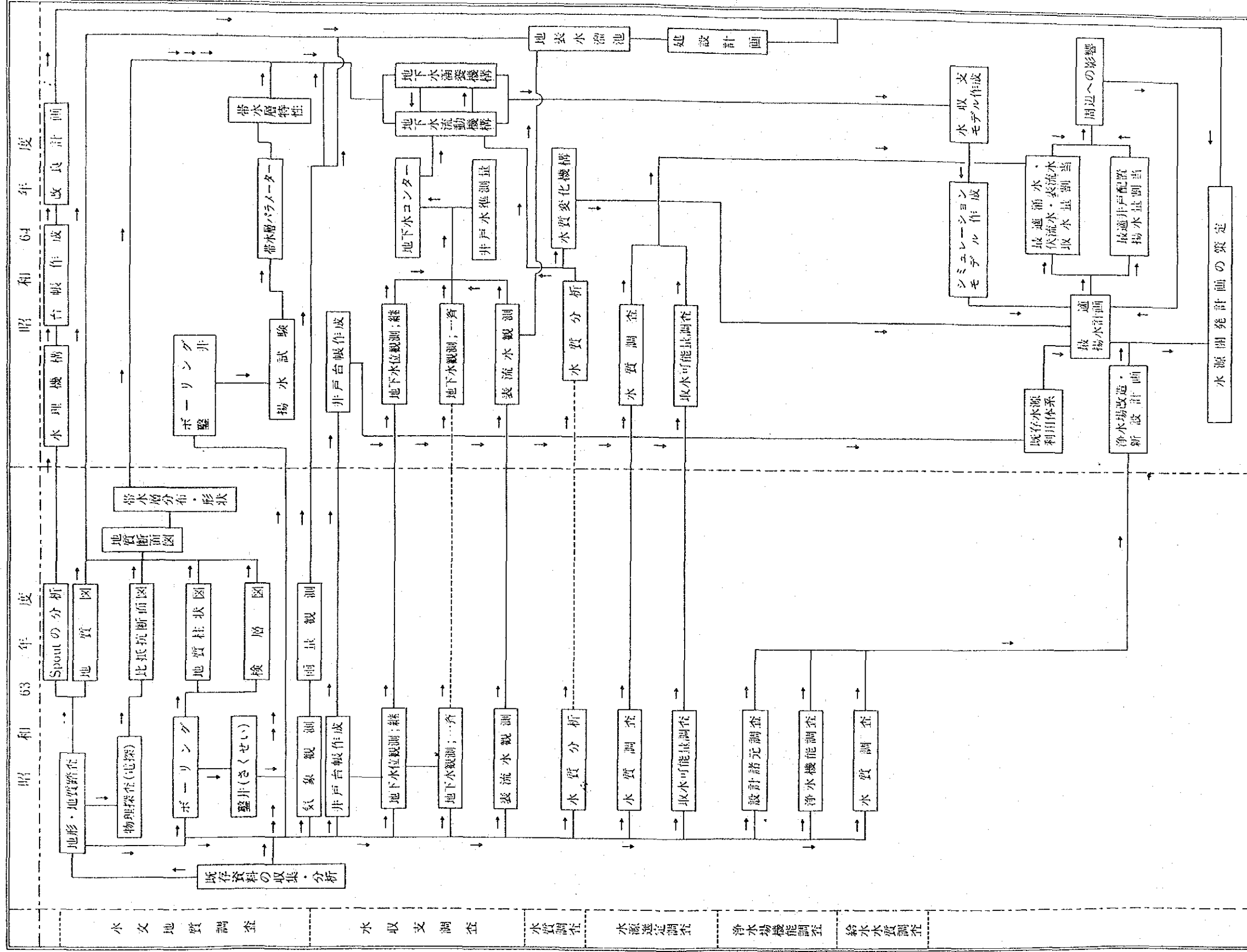
5. 関係文献リスト

- 1) 水収支グループ：地下水収支シミュレーションの具体的適用例
ネパール国テライ平野ビルガンジ地区, p.153~158, p.212
- 2) 中嶋輝允(1985)：ヒマラヤの海とその消滅(その1), 地質ニュース No. 376, p. 33~45
- 3) 中嶋輝允(1986)：ヒマラヤの海とその消滅(その2), 地質ニュース No.387, p.6~15
- 4) 中嶋輝允(1987)：ヒマラヤの海とその消滅(その3), 地質ニュース No.389, p.36~47
- 5) 石原舜三(1985)：チベットーヒマラヤ衝突帯の花崗岩類, 地質ニュース No.374, p.6~17
- 6) 中田高(1984)：ヒマラヤ前縁帯, アジアの変動帯(藤田和夫編) p.5~28, 海文堂
- 7) 三好康彦(1988)：ネパール王国の産業と環境, 都市と廃棄物 Vol.18, No.7, p.27~37
- 8) MORIBAYASHI, S., and MARUO, Y. (1980) : Basement Topography of the Kathmandu Valley, Nepal, Journal of the Japan Society of Engineering Geology, Vol.21, No.2, p.30~37
- 9) 名取, 滝沢, 永田, 本島(1980)：カトマンズ盆地の天然ガス, 地質ニュース, p.24~36, p.44~53
- 10) 木崎甲子郎編(1988)：上昇するヒマラヤ, 築地書館
- 11) BINNIE & PARTNERS(1973) : Master Plan for the Water Supply and Sewerage of Greater KATHMANDU and BHAKTAPUR, W.H.O, U.N.D.P Project, Vol.IIc
- 12) BINNIE & PARTNERS(1988) : Water Supply for Kathmandu-Lalitpur, from outside the valley, U.N.D.P, I.B.R.D, Appendix L (Groundwater Resources within the Valley), Appendix A~J, N
- 13) NEPAL GEOLOGICAL SOCIETY (1984) : STUDY ON THE CRUSTAL MOVEMENTS IN THE NEZAL HIMARAYAS II, JOURNAL OF NEPAL GEOLOGICAL SOCIETY, SPECIAL ISSUE Vol.4
- 14) JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (1980) : NATURAL GAS RESOURCES IN KATHMANDU VALLEY
- 15) BINNIE and PARTNERS (1988) : カトマンズ盆地外からの水源地選定プレフィージビリティ調査の概要と若干の考察 (Study of future water supply for KATHMANDU-LALITPUR surface water source outside the Valley)
- 16) WSSC (1987) : TECHNICAL AID PROPOSAL FOR GROUNDWATER BASIN MANAGEMENT AND WATER USE STUDY OF KATHMANDU VALLEY
- 17) CHANDRA K. SHARMA (1974) : Groundwater Resources of Nepal
- 18) G.S.THAPA (1984) : Appraisal and Pre-feasibility Report Kathmandu Natural Gas

Deposite, H.M.G. of D.M.G

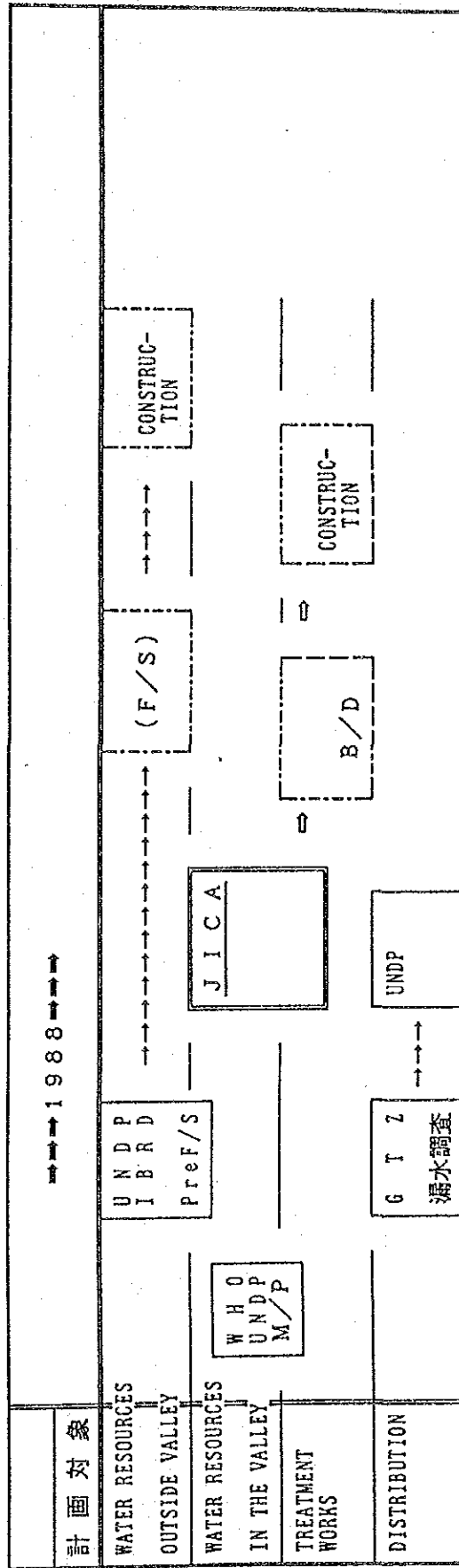
- 19) Well log and Degin : Water Supply and Sewerage Corporation
- 20) The World Bank, Proctor & Redfern International Limited, East Consult (P) Ltd.
(1984) : Water Supply and Sewerage Studies Nepal Nep/79/032, Review Report
Vol. II, No.1, Kathmandu Valley, Pokhra, Birganji & Biratnagar
- 21) 国際協力事業団(1988) : ネパール王国地方都市上水道整備計画基本設計調査報告書
- 22) 地球の歩き方(1987) : '88~'89年版, ダイヤモンド社
- 23) もっと知りたいネパール : 弘文堂

6. カトマンス盆地地下水開発計画調査流れ図(案)



7. プ ロ シ ョ ン ト 連 関 図

ネパール国カトマンズ盆地地下水開発計画調査



JICA