

3-6 表流水源の状況

表流水源として、湧水と河川水が対象となる。

3-6-1 湧水

アボタバットとその周辺の湧水は、表 3.15 の湧水台帳と図 3.18 の表流水源図に示すように、平野周辺部に多く分布している。“Addendum to F/S Final Report (1997)”によると、1997 年時点では湧水の湧出が確認されていたが、No.1 の Chuna Kari 湧水、No.3 の Mirpur Kalan 湧水、No.5 の Sheikh-ul Bandi 湧水、及び No.6 の Thanda Chooa 湧水は近年枯れた。

表 3.15 アボタバットとその周辺の湧水台帳

番号	湧水	現地調査時点での湧水量 (l/s)	1997 年時点での湧水量 (l/s)	使用者 / 目的
1	Chuna Kari 湧水	0	10	軍 / 飲用
2	Ilyasi Mosque 湧水	0	70	モスク / 礼拝用
3	Mirpur Kalan 湧水	0	15	PHED / 飲用
4	Dhudial 湧水	5-10	30	Nawan Shehr town / 飲用
5	Sheikh-ul Bandi 湧水	0	10	PHED / 飲用
6	Thanda Chooa 湧水	0	わずか	個人 / 灌漑用
7	Kala Pani 湧水	30	95	軍 (湧水) / 飲用

出典：“Addendum to F/S Final Report (1997)”

(1) No.2-Ilyasi Mosque 湧水

No.2 の Ilyasi Mosque 湧水は、現地調査時点では完全に涸れていた。Ilyasi Mosque から約 200m 下流で Darcan Katha nullah の定期流量観測が、北西辺境州 (NWFP) 政府の水文灌漑部アボタバット sub-division により、実施されている。雨期はともかくとして、乾期は生活排水が大部分であるとの話が担当者からあった。図 3.19 の Darcan Katha nullah (Ilyasi Mosque 地点) の流量に示すように、年 2 回の極大と極小が認められ、6 月に年最低流量を示す。

(2) No.4-Dudial 湧水

No.4 の Dudial 湧水は、1997 年時点と比較して湧水量が 30% 以下に減少しているが、Nawanshehr town の水源として使用中である。

(3) No.7-Kala Pani 湧水

No.7 の Kala Pani 湧水には既存自然流下式給水施設があり、軍施設に供給されている。2002 年 12 月 25 日時点での流量 (四角堰による計算値) は 30 l/s 程度であった。

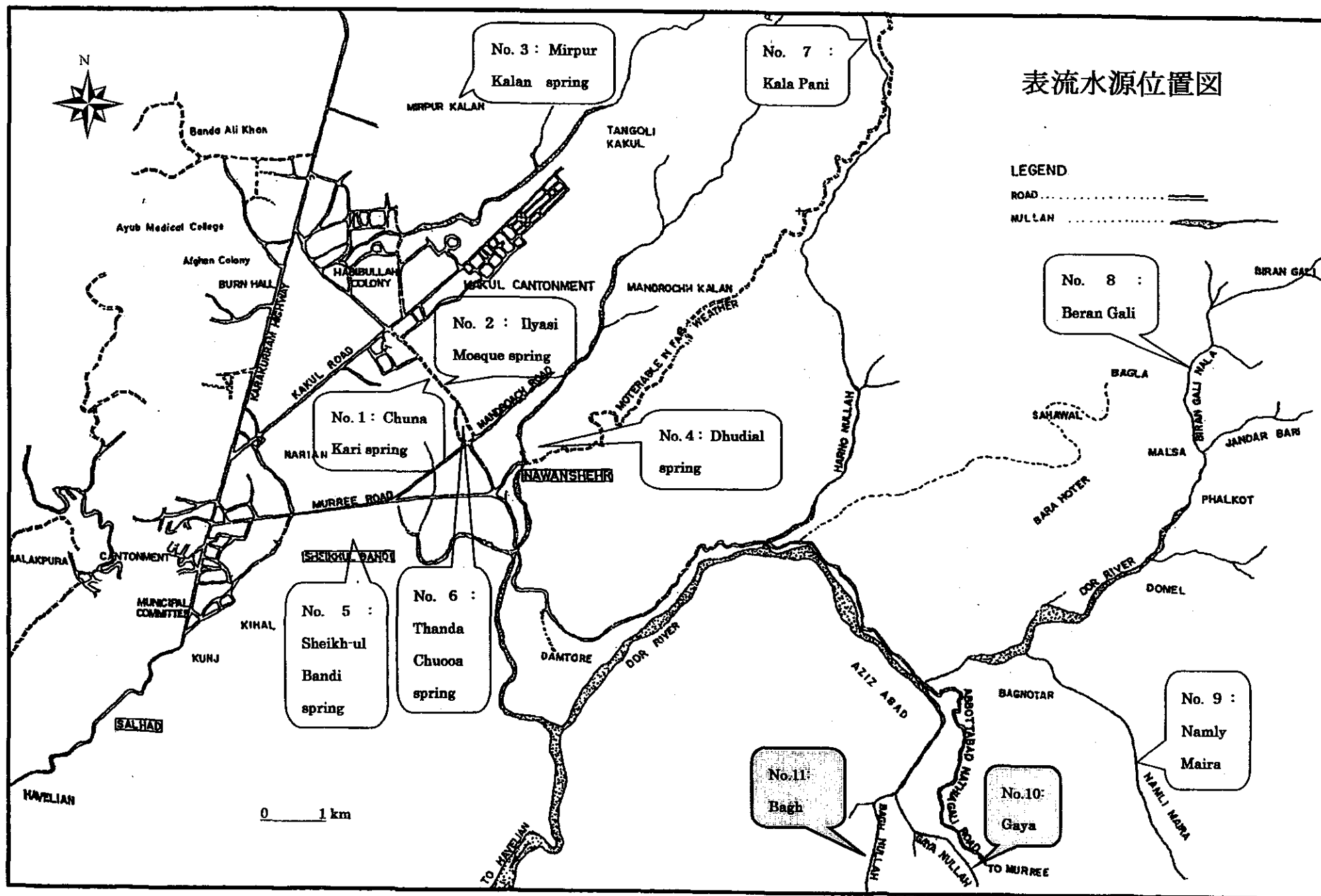


图 3.18 表流水源位置图

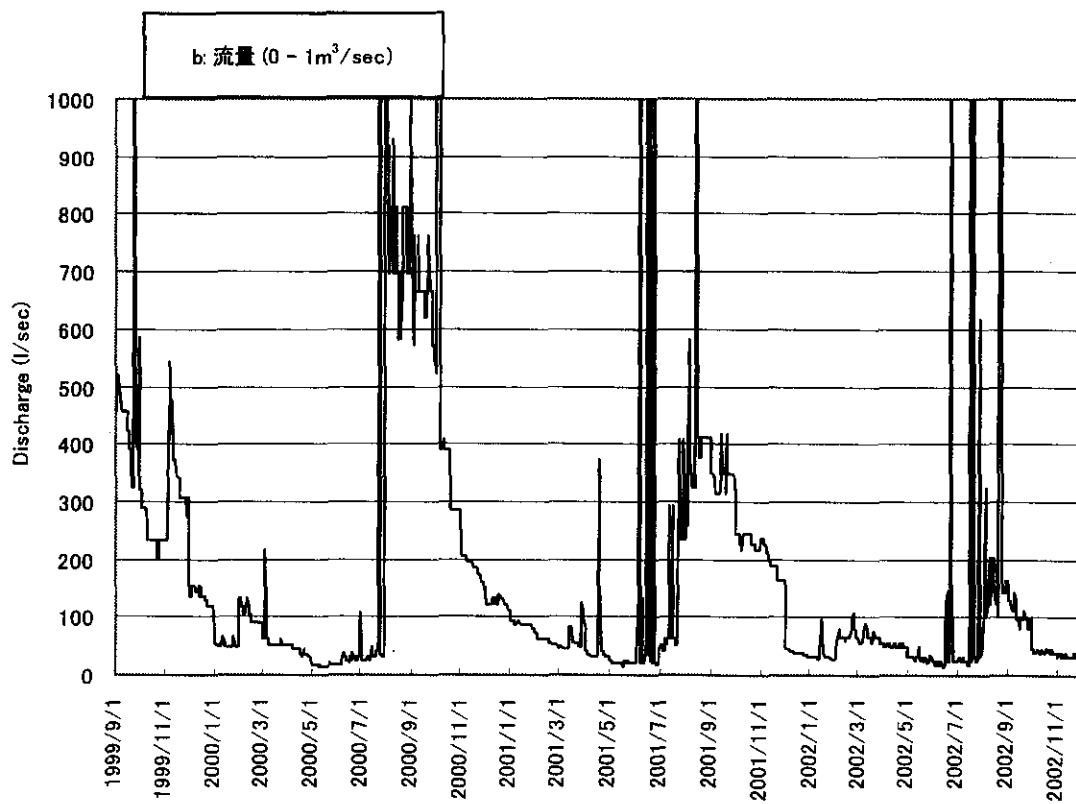
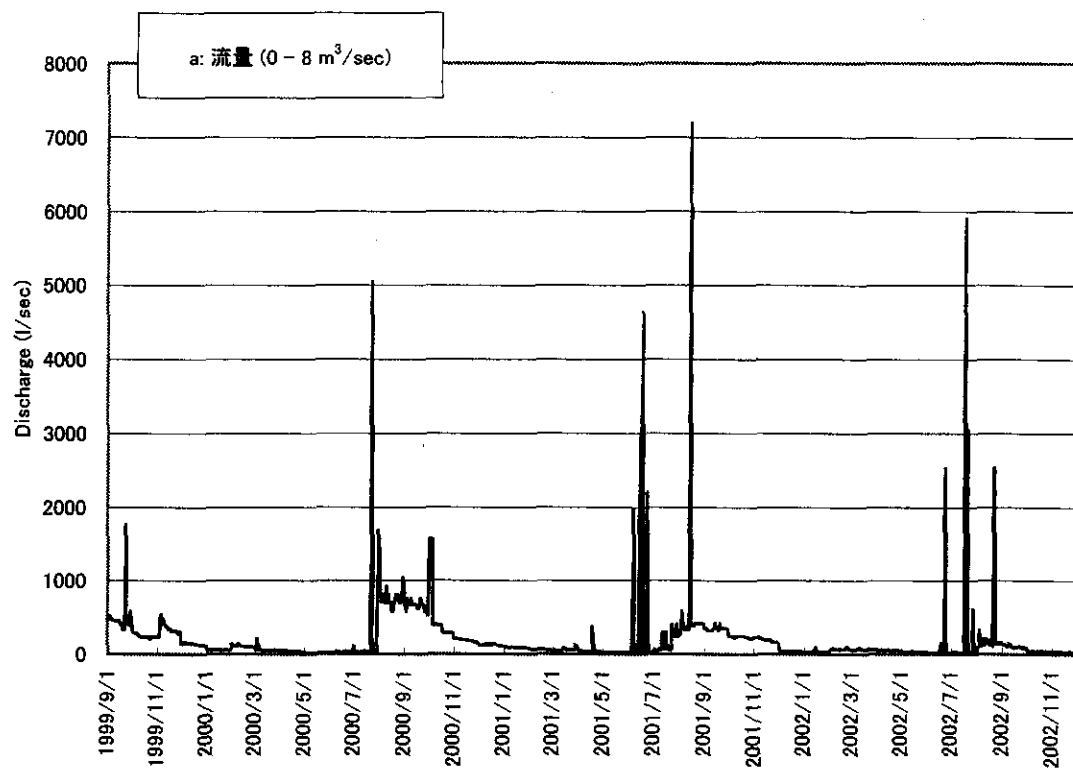


図 3.19 Darcan nullah (Ilyasi Mosque 地点)の流量

3-6-2 小河川

アボタバットとその周辺的小河川 (nullah) は、表 3.16 の小河川台帳と図 3.18 の表流水源図に示すようにドール川の支流で、一般地形を反映してアボタバットから北東あるいは東に多く分布している。

表 3.16 アボタバットとその周辺的小河川台帳

番号	小河川	現地調査時点での 流量 (l/s)	1997 年時点での 流量 (l/s)	使用者 / 目的
7	Harno nullah (川) Kala Pani	10	記述なし	軍 (湧水)
8	Beran Gali nullah (川)	200	200	不使用
9	Namly Maira nullah (川)	300	100	不使用
10	Gaya nullah (川)	40	50	Damtour 村 (一部)
11	Bagh nullah (川)	110	110	不使用

出典: "Addendum to F/S Final Report (1997)"

(1) No.7-Harno nullah (川)

No.7 の Harno nullah (川) Kala Pani は既存湧水取水地点から約 1km 上流に位置し、定期流量観測が行なわれている。図 3.20 の Harno nullah (Kala Pani 地点) における流量に示すように、年 2 回の極大と極小が認められ、6 月に年最低流量を示す。2002 年は乾期の 6 月 12 日から 16 日に流量が 13 l/s まで減少している。濁度は Kala Pani 地点で 1989 年 9 月 3 日の分析によると、1.1 (NTU) 以下である ("Final Report of Gravity Water Supply Scheme Abbottabad (1990)" による)。

(2) No.8-Beran Gali nullah (川)

No.8 の Beran Gali nullah (川) は Dor 川の最上流にあり急峻で、Muree 道路に架かる Swori 橋付近から 1km 程度上流まではほぼ直角に 100m 程度の切り立つ深い谷底を流れる。この 1km 程度上流から Domel までは河床幅が広がるが、Domel 付近から上流はほぼ直角に数 10m 程度の切り立つ深い谷底を流れる。予備調査時 12 月から 1 月の流量はほぼ最低流量を示していると考えられ、取水想定地点で 200 l/s 程度が確認出来た。しかし、取水想定地点より上流にも山岳民族が住み、家畜の往来も見られる。"Addendum to F/S Final Report (1997)" によると、大腸菌類も検出されている。また "Final Report of Gravity Water Supply Scheme Abbottabad (1990)" によれば、表 3.17 の Beran Gali nullah (川) の濁度に示すように、濁度は取水想定地点における冬期の雨期に相当する 1990 年 2 月の分析では 340 (NTU) であり (最大値と判断される)、また 4 月では 9.2 (NTU) である。

表 3.17 Beran Gali nullah (川) の濁度

採水日	1989 年 5 月 11 日	1989 年 7 月 4 日	1989 年 9 月 3 日	1989 年 11 月 20 日	1990 年 2 月 10 日	1990 年 4 月 21 日
濁度 (NTU)	2.0	2.5	1.2	1.2	340.0	9.2

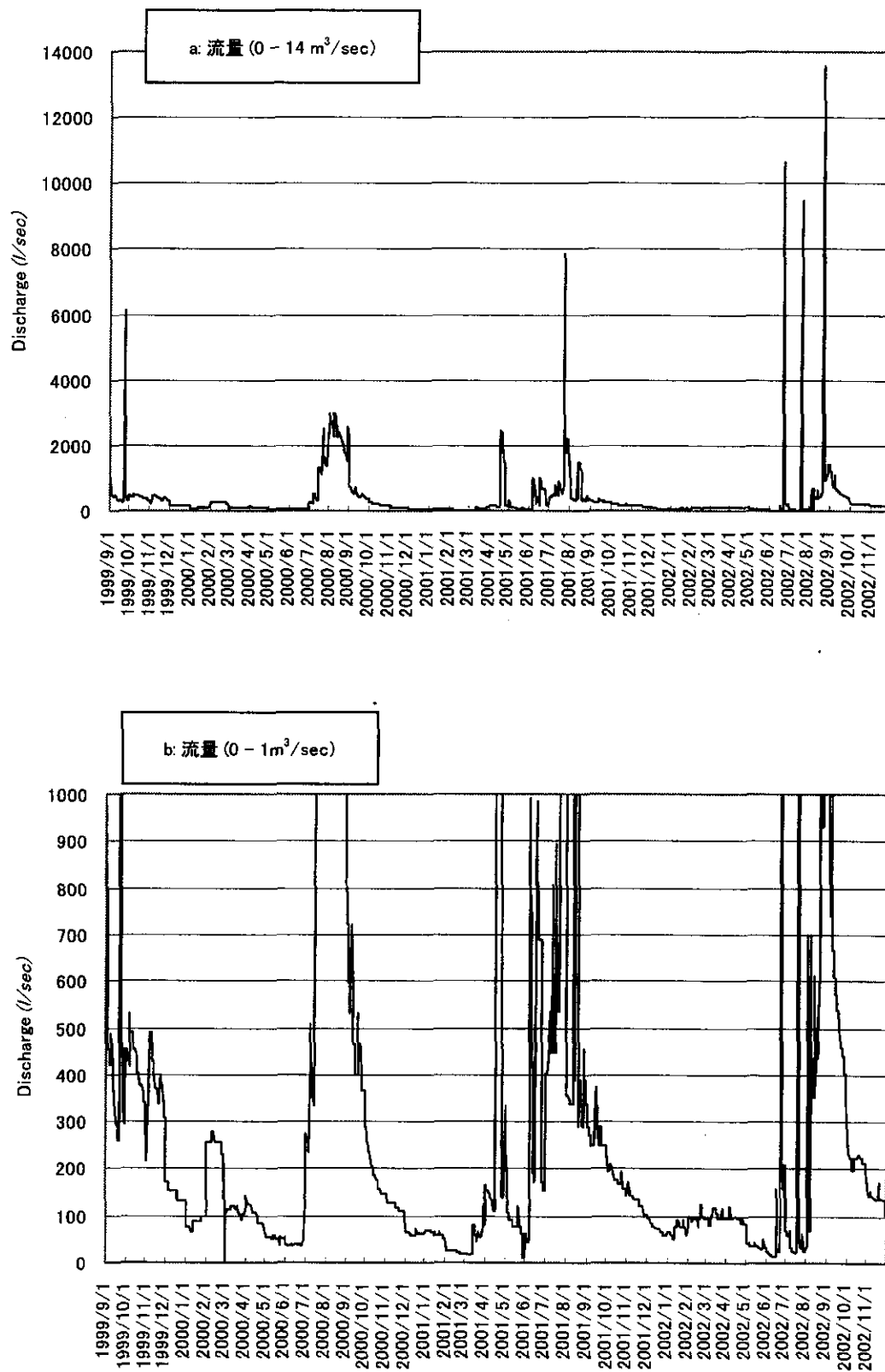


図 3.20 Harno nullah (Kala Pani 地点)の流量

(3) No.9-Namly Maira nullah (川)

No.9のNamly Maira nullah (川) はドール川の最上流にあり急峻で、ほぼ直角に切り立つ数100m程度の深い谷底を流れる。予備調査時の流量は取水想定地点で300 l/s程度が確認出来た。しかし、取水想定地点より上流にも山岳民族が住み、家畜の往来も見られ、また河川敷にもゴミが散見される。

(4) No.10-Gaya nullah (川)

No.10のGaya nullah (川) はドール川の最上流にあるものの、森林で覆われた山肌で河床勾配も、No.8のBeran Gali nullah (川) やNo.9のNamly Maira nullah (川) に比べてはるかに緩やかであり、ほぼ直角に切り立つ深い谷底を形成する事もなく流下する。取水想定地点より上流にはわずかな山岳民族しか住んでいない（実施機関の技術者からも同様な話があった）。“Final Report of Gravity Water Supply Scheme Abbottabad (1990)”によれば、水質分析も実施されており飲用に適するとの評価もある。また、同報告書によれば、濁度は冬期の雨期にあたる1990年2月の分析では取水想定地点で28 (NTU)であるが（最大値と判断される）、表3.18のGaya nullah (川)の濁度に示すように、1989年6月、7月、9月、11月と1990年2月、4月の分析では、5.4 (NTU)以下であり、WHOの飲料水基準である濁度5 (NTU)未満という基準値にもほぼ合致している。

表3.18 Gaya nullah (川) の濁度

採水日	1989年 6 月 25 日	1989年 7 月 4 日	1989年 9 月 3 日	1989年 11 月 20 日	1990年 2 月 10 日	1990年 4 月 21 日
濁度(NTU)	5.4	1.7	1.2	1.1	28.0	1.0

現在、ストレーナーを埋設した集水暗渠形式の既設取水施設が造られており、約20km下流のDamtour村まで自然流下式給水施設があり、約10 l/sがDamtour村に供給されている。既存取水施設は、河床に縦長四角形（5mx8m程度、深さは不明であるが2から3m程度）の取水池の下部に直径6インチ長さ6mのストレーナー2本でフィルターにかけ、貯水タンクに一旦貯水し送水している。この取水池の右岸側に本流が流れ、また取水池からも余剰水が本流に流れおちている。その余剰水は利用可能であり、その余剰水の流量は2002年12月30日時点で40 l/sec程度が確認出来た。

“Addendum to F/S Final Report (1997)”によると、1993年10月26日にGaya nullah (川) とBagh nullah (川) の合流点より下流でドール川との合流点より直上流部において、流量観測が実施されており、その流量は250 l/sであった。その時点の川幅は8.1mで、最大水深は0.29mであった。

河川幅が広まった河川敷には、既存自然流下式給水施設のパイプラインを防御する高

さ 1m 程度の防御壁が一部完成している。

(4) No.11-Bagh nullah (川)

No.11 の Bagh nullah (川) はドール川の最上流にあり、Gaya nullah との合流点より上流ではほぼ直角に切り立つ数 10m の深い谷底を形成するが、その下流はほぼ直角に切り立つ深い谷底を形成する事もなく流下する。取水想定地点より上流にはわずかな山岳民族しか住んでいない (実施機関の技術者からも同様な話があった)。“Final report of gravity water supply scheme Abbottabad (1990)” によれば、水質分析も実施されており飲用に適するとの評価もある。また、同報告書によれば、濁度は冬期の雨期にあたる 1990 年 2 月の分析では取水想定地点で 118 (NTU) であるが (最大値と判断される)、表 3.19 の Bagh nullah (川) の濁度に示すように、1989 年 6 月、7 月、9 月並びに 11 月の分析では、5 (NTU) 未満であり、WHO の飲料水基準である濁度 5 (NTU) 未満という基準値にも合致している。

表 3.19 Bagh nullah (川) の濁度

採水日	1989 年 6 月 25 日	1989 年 7 月 4 日	1989 年 9 月 3 日	1989 年 11 月 20 日	1990 年 2 月 10 日
濁度 (NTU)	5.0	2.0	1.1	1.1	118.0

2002 年 12 月 30 日時点で、“Addendum to F/S, Final Report (1997)” に記述されている流量 110 l/s 程度が確認出来た。

(5) ドール川

Rajoia 地点におけるドール河本流の流量観測は、北西辺境州 (NWFP) 政府の水文灌漑部 Abbottabad sub-division により、実施されている。図 3.21 のドール川 (Rajoia 地点) の流量に示すように、年 2 回の極大と極小が認められ、6 月に年最低流量を示す。2002 年は乾期の 6 月 6 日から 22 日に流量が 700 l/s 以下まで減少している。

Rajoia 地点におけるドール河には、アボタバット市やカントンメントが分布する Orush 平野とその周辺から流れ出る Mandrochha Katha nullah がほぼ南流し、Damtour 村の下流においてドール川本流に合流する。Mandrochha Katha nullah にはアボッタバット市やカントンメント等からの生活排水が流れ込んでおり、ドール川の河川水をポンプ揚水する計画を立てる場合はこの合流点より上流に取水地点を選定しなければならない。ただし、河川水のポンプ揚水計画案については、電気代の高さ等の理由で、実施機関にとっては考慮の外である。

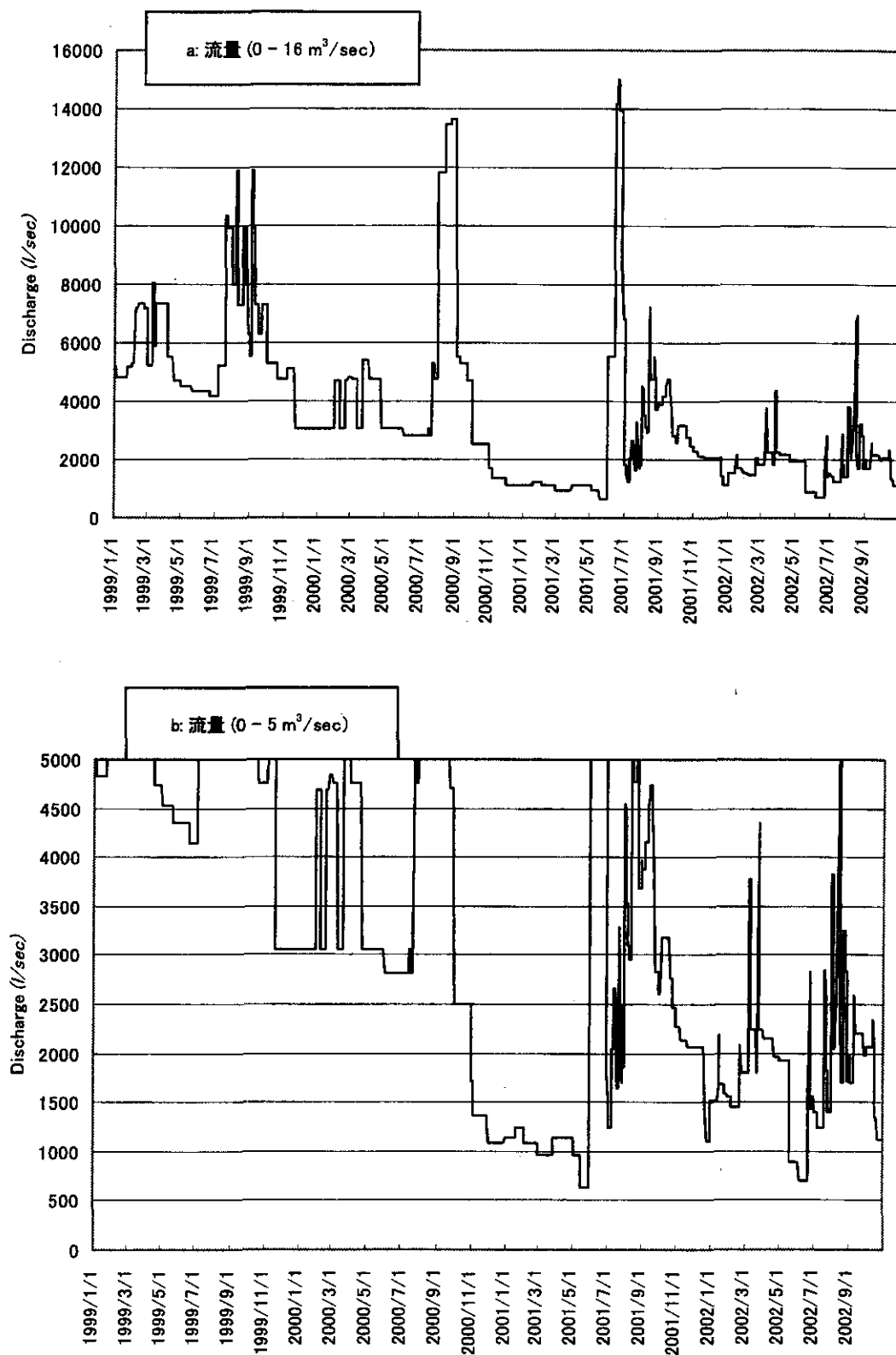


図 3.21 ドール川(Rajoia 地点)の流量

4. 短中期上水道整備計画及び代替案の検討

4-1 短中期上水道整備計画と代替案の位置付け

4-1-1 給水対象地域と現状の水需給バランス

当初要請の給水対象地域は、アボタバット市（Abbottabad TMA）ならびにカントンメントエリアを含む5自治体が対象であったが、本予備調査において、給水対象地域がカントンメントエリアを除く、アボタバット市及び周辺 13 自治体の合計 14 自治体であることが確認された。現在、カントンメントエリアは独自の上水道システムを有しており、水源、配水管網ともに周辺の市町村とは分離したシステムとなっている。

本予備調査で確認された給水対象地域の位置図を図 4.1 に示す。自治体毎に独立した 12 の上水道システムで構成されており、2002 年現在の人口ならびに水需給バランスは、表 4.1 に示すとおり。

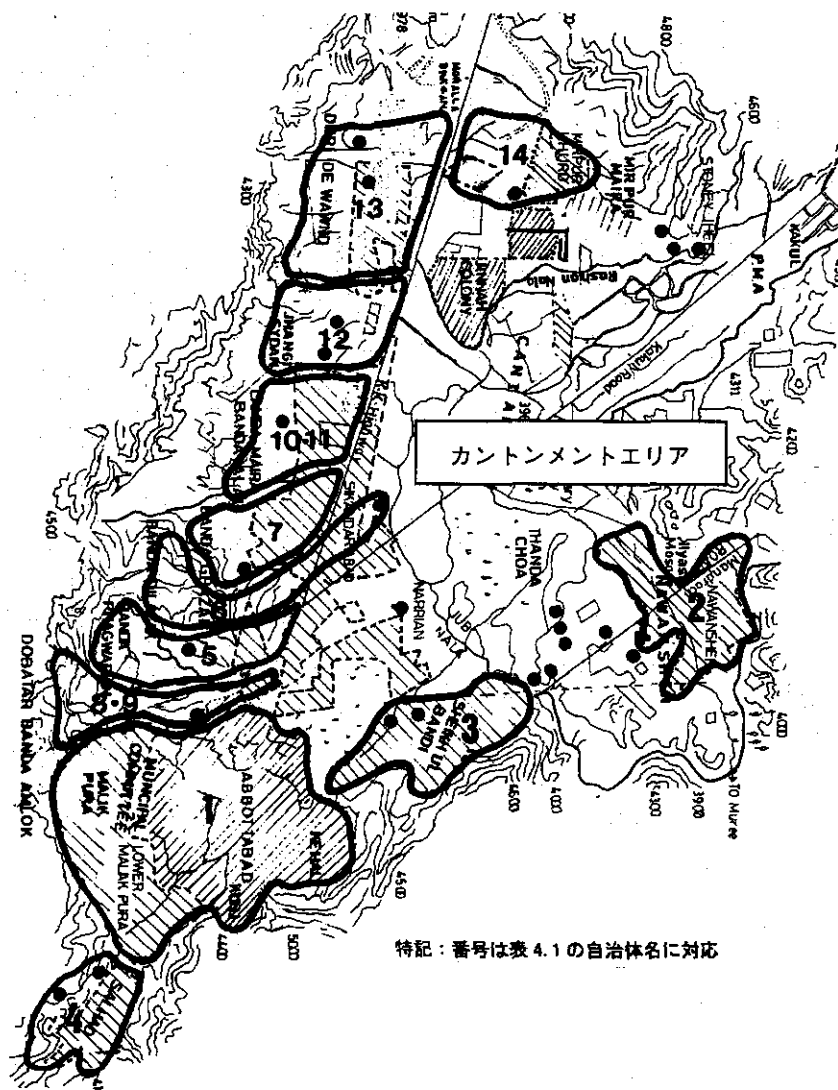


図 4.1 予備調査で確認された給水対象地域位置図

表 4.1 給水対象地域の現在人口と水需給バランス

地域区分	No.	自治体名	人 口	水需要量 ^{*1)}		水供給量		水供給不足量		一人当たり平 均水消費量
			(2002年)	(m ³ /d)	(l/s)	(m ³ /d)	(l/s)	(m ³ /d)	(l/s)	(l/d)
Union Council Urban	1	Abbottabad TMA	52,551	7,357	85	4,004	46	3,353	39	76
	2	Nawansher TMA	21,934	3,071	36	1,589	18	1,482	17	72
		小 計	74,485	10,428	121	5,593	65	4,835	56	75
Union Council Rural	3	Sheikhulbandi	14,540	2,036	24	872	10	1,164	13	60
	4	Salhad	18,426	2,580	30	1,090	13	1,490	17	59
	5	Banda Phugwarian	7,800	1,092	13	581	7	511	6	75
	6	Banda Dilazak	1,735	243	3	218	3	25	0	126
	7	Banda Ghazan	2,300	322	4	272	3	50	1	118
	8・9	Dobather, Banda Amlok	5,106	715	8	327	4	388	4	64
	10・11	Lama Maira, Banda Jalal	5,238	733	8	327	4	406	5	62
	12	Jhangi	8,319	1,165	13	726	8	438	5	87
	13	Derawand	4,194	587	7	436	5	151	2	104
	14	Mirpur	12,500	1,750	20	436	5	1,314	15	35
		小 計	80,158	11,222	130	5,285	61	5,938	69	66
合 計 (Greater Abbottabad)			154,643	21,650	251	10,878	126	10,772	125	70

注 : ^{*1)} 一人当たりの水需要量原単位: 30 gallon/d $\approx$ 140 liter/d = 0.140 m³/d

出典: 本報告書「参考資料1. 対象地域の現在及び将来の人口と水需要量」

確認された給水対象地域の2002年現在の水供給量は126 l/sで、水需要量251 l/sに対し125 l/sの不足となっている。一人一日当たりの給水原単位は140リットル(30ガロン)を目標としているが、現在の水供給量は、給水対象地域全体の平均では半分の70リットルとなっている。水道水源は、ナワンシェール市(Nawansher TMA)のドゥディアル(Dhudial)湧水から5~10 l/sが供給されているが、それ以外の約120 l/sはすべて地下水となっている。

4-1-2 将来人口推計と水需要量

本予備調査で確認された給水対象地域の将来人口推計と水需要量を表4.2に示す。人口増加率は一律2.5%で推計している。本予備調査において確認された水需要量は、カントンメントエリアが給水対象地域から除外されこと、一人一日当たりの給水原単位が200リットルから140リットル(30ガロン)に下方修正されたことにより、当初要請から大幅に減少している。当初要請ならびに本予備調査で確認された、将来人口推計と水需要量(2002~2020年)の比較を表4.3に示す。

給水原単位が下方修正された理由として、対象地域は水源が容易に確保できる地理的条件になく、初期投資額が大きくなるため、必要最小限の給水量にしたものと思われる。パキスタン国では、大都市部の上下水道事業を管轄しているWASA(Water and Sanitation

Agency) が、パキスタン国の都市水道の給水原単位を設定している。低所得者層では 135 リットル、中所得者層では 180 リットル、高所得者層では 320 リットルとなっており、140 リットルは都市部として必要最小限の給水原単位と考えられる。因みに首都イスラマバードでは 200 リットル、本予備調査と同時期に上水道環境衛生改善の基本設計調査が再開されたファイサラバードでは、155 リットルとなっている。

表 4.2 本予備調査で確認された将来人口推計と水需要量 (2002～2020 年)

西 暦	人口推計 ^{*1)}			水需要量 ^{*2)}	
	Union Council Urban (2自治体)	Union Council Rural (12自治体)	合 計 (14自治体)	(m ³ /d)	(l/s)
2002	74,485	80,158	154,643	21,650	251
2003	76,347	82,162	158,509	22,191	257
2004	78,256	84,216	162,472	22,746	263
2005	80,212	86,321	166,534	23,315	270
2006	82,218	88,479	170,697	23,898	277
2007	84,273	90,691	174,964	24,495	284
2008	86,380	92,959	179,338	25,107	291
2009	88,539	95,283	183,822	25,735	298
2010	90,753	97,665	188,417	26,378	305
2011	93,022	100,106	193,128	27,038	313
2012	95,347	102,609	197,956	27,714	321
2013	97,731	105,174	202,905	28,407	329
2014	100,174	107,804	207,978	29,117	337
2015	102,878	110,499	213,177	29,845	345
2016	105,245	113,261	218,507	30,591	354
2017	107,876	116,093	223,969	31,356	363
2018	110,573	118,995	229,568	32,140	372
2019	113,338	121,970	235,308	32,943	381
2020	116,171	125,019	241,190	33,767	391

注: ^{*1)} 人口増加率: 2.5 %

^{*2)} 一人当たりの水需要原単位: 30 gallon/d $\div$ 140 liter/d = 0.140 m³/d

出典: 本報告書「参考資料 1. 対象地域の現在及び将来の人口と水需要量」

表 4.3 当初要請ならびに本予備調査で確認された将来人口推計と水需要量の比較

	当初要請 (カントメントエリアを含む 5 自治体)			本予備調査 (カントメントエリアを除く 14 自治体)		
	将来人口	給水原単位 (l/cpt/day)	水需要量 (l/s)	将来人口	給水原単位 (l/cpt/day)	水需要量 (l/s)
2010 年	268,404	200	625 l/s	188,417	140	305
2015 年	318,194	200	741 l/s	213,177	140	345
2020 年	377,222	200	879 l/s	241,190	140	391

4-1-3 短中期上水道整備計画と代替案の位置付け

本予備調査で確認された給水対象地域、人口及び水需要量は、当初要請の基となった、1997年当時の「Greater Abbottabad Water Supply Scheme (GAWS)」と大きく変わっているため、本予備調査では、対象地域の水供給計画の見直しを行い、短中期上水道整備計画における代替案の位置付けを以下に確認した。

(1) 短中期上水道整備計画

「Greater Abbottabad Water Supply Scheme (GAWS)」では、将来人口推計と水需要量予測を2020年まで行っているが、具体的な水供給計画は2010年までしか策定されていない。従って現状においては、短中期上水道整備計画の目標年次は2010年、長期計画の目標年次は2020年と設定することが妥当と考えられる。

また、無償資金協力により本プロジェクトが実施された場合、完成年は2005年頃と考えられるため、無償資金協力の計画目標年次も短中期上水道整備計画と同じ2010年とする。

(2) 水供給計画の見直し

1997年当時、地下水による水供給量は390 l/sで計画が実施されていたが、近年渇水が続いたこと、井戸及びポンプ施設の老朽化・設計不良等の理由により、現在稼働している井戸の水供給量は1/3以下の120 l/sまで減少しており、既存井戸の補修・井戸の新設等の適切な整備がなされなければ、今後、更に水供給量が減少する可能性がある。

表流水源に関しては、当初要請ではBeran Gali 溪谷からの取水が計画されていたが、本報告書6-2「要請内容と代替案検討の経緯」に詳述するように、当初要請には自然災害発生の危険性等の重大な問題点があることが判明し、本報告書6-3「代替案の内容」に詳述するように、代替案としてGaya 溪谷とBagh 溪谷からの取水及び地下水開発による計画案を本予備調査で検討した。

この代替案は、当初要請に対し指摘された問題点をクリアしており、また、新たに短中期目標年次として設定された2010年における水需要を満たすことが可能である。図4.2に自然流下方式による表流水源の水供給システムの当初要請と代替案の位置図を示す。

また、対象地域は自治体毎に独立した12の上水道システムで構成されているため、各上水道システムへの水配分の必要性から、具体的な自治体毎の水供給計画が必要であり、自治体毎の水供給計画案を表4.4「水源別・自治体別水供給計画(2005～2020年)」に示す。

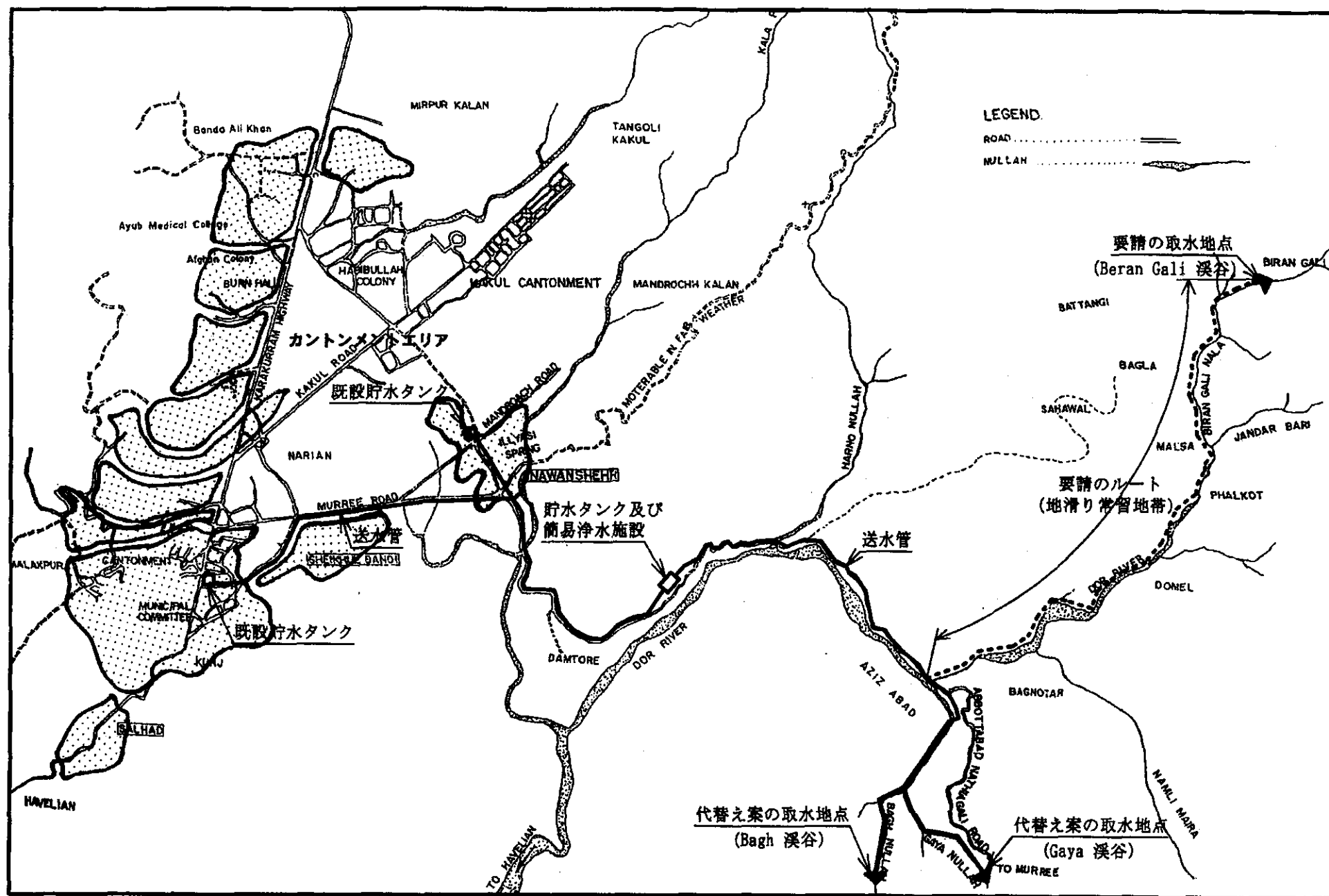


図 4.2 表流水源自然流下方式の当初要請と代替え案位置図

表 4.4 水源別・自治体別水供給計画案（2005～2020年）

水 源	No.	自治体名	2005年					2010年 (無償資金協力計画目標年度)					2020年				
			人 口	水需要*1) (l/s)	水供給量 (l/s)			人 口	水需要*1) (l/s)	水供給量 (l/s)			人 口	水需要*1) (l/s)	水供給量 (l/s)		
					既存井戸	表流水*2)	地下水増強量			既存井戸	表流水*2)	地下水増強量			既存井戸	表流水*2)	地下水増強量
表流水(Gaya & Bagh)	1	Abbottabad TMA	56,592	92	廃止	92	0	64,028	104	廃止	104	0	81,962	133	廃止	133	0
	2	Nawansher TMA	23,621	38	廃止/休止	38	0	26,724	43	廃止/休止	43	0	34,210	55	18	17	20
		計	80,212	130	0	130	0	90,753	147	0	147	0	116,171	188	18	150	20
					既存井戸		地下水増強量			既存井戸		地下水増強量			既存井戸		地下水増強量
既存井戸の補修・井戸の新設等による水供給量の増強	3	Sheikhulbandi	15,658	25	10		15	17,716	29	10		19	22,677	37	10		27
	4	Salhad	19,843	32	13		20	22,450	36	13		23	28,738	47	13		34
	5	Banda Phugwarian	8,400	14	7		7	9,504	15	7		8	12,165	20	7		13
	6	Banda Dilazak	1,868	3	3		1	2,114	3	3		1	2,706	4	3		2
	7	Banda Ghazan	2,477	4	3		1	2,802	5	3		2	3,587	6	3		3
	8-9	Dobather, Banda Amluk	5,499	9	4		5	6,221	10	4		6	7,964	13	4		9
	10-11	Lama Maira, Banda Jalal	5,641	9	4		5	6,382	10	4		7	8,169	13	4		9
	13	Derawand	4,516	7	5		2	5,110	8	5		3	6,541	11	5		6
	14	Mirpur	13,461	22	5		17	15,230	25	5		20	19,496	32	5		27
	12	Jhangi	8,959	15	8		6	10,136	16	8		8	12,975	21	8		13
計		86,321	140	61		79	97,665	158	61		97	125,019	203	61		141	
合 計			166,534	270	61	130	79	188,417	305	61	147	97	241,190	391	80	150	161
					計		270			計		305			計		391

注 *1) 一人当たりの水需要原単位: 30 gallon/d ≒ 140 liter/d

*2) Gaya & Baghからの表流水供給量: 150 l/s

水供給計画案では、水源別に 1) 自然流下による表流水の配水が可能な上水道システム、2) 既存井戸の補修・井戸の新設等による水供給量の増強を行う上水道システムの 2 つに分類される。水供給計画案の策定過程において、表流水が配水されるアボタバット市及びナワンシェール市の既存井戸の転用が検討されたが、以下の理由により廃棄あるいは一部休止とした（詳細は本報告書 4-2-2 「地下水」参照）。

- a. アボタバット市で使用されている 9 本の井戸全ては、狭い地域に集中的に配置されて効率的な揚水ができない状況にある。また、ほとんどの井戸に沈下現象が現れており、長期の使用に耐えられないことから、これらの井戸は廃棄する。
- b. ナワンシェール市で使用している 3 本の井戸も、井戸の配置間隔が狭く、その内の 1 本に沈下現象が現れている。このため、地下水位低下現象がそれほど顕著に現れていない No.1 井戸を残し、他の 2 本の井戸は廃棄する。また、No.1 井戸を最寄の Sheikhlubandi へ転用するにしても、距離が 3km と離れているため送水ロスが大きく適切でない。従って、No.1 井戸の転用は行わず、緊急用水源として運転を休止し、定期的に点検・維持管理行っていく。

本予備調査において変更が確認された諸条件、ならびに表 4.4 の水供給計画案に基づいて見直した、将来の水需給バランスを表 4.5 に総括する。なお、自治体毎の詳細な水供給計画については、今後、基本設計時に行われる地下水賦存量調査、上水道施設のインベントリー調査等に基づいて再確認する必要がある。

表 4.5 将来の水需給バランス

目標年次	西暦	人口推計	水需要量 (l/s)	既存井戸 水供給量 (l/s)	水不足量 (l/s)	補充水量 (l/s)	
						表流水	地下水
本プロジェクト完成時	2005 ^{*1)}	166,534	270	61 ^{*2)}	209	130	79
短中期計画 目標年次	2010	188,417	305	61 ^{*2)}	244	147	97
長期計画 目標年次	2020	241,190	391	80 ^{*2)}	311	150	161

特記：*1) 本プロジェクト完成時を 2005 年と仮定。

*2) 表 4.4. 「水源別・自治体別水供給計画案」に基づく既存井戸の水供給量。

(3) 代替案の位置付け

短中期上水道整備計画において、代替案によって供給される表流水及び地下水は、上記 (2) 「水供給計画の見直し」に詳述したように、対象地域の将来の水需給バランスにおいて不可欠な水道水源と位置付けられる。また、地下水は短中期的にも長期的にも重要な水道水源であり、基本設計時に十分な科学的調査が必要である。

4-2 代替案の水源の検討

4-2-1 表流水

(1) 湧水

アボタバットとその周辺の湧水は、平野周辺部に多く分布している。“Addendum to F/S Final Report (1997)”によると、1997年時点では湧水が確認されていたが、近年涸れる湧水が目立っている。ただし、図3.18に示したNo.4のDudial 湧水はNawanshehr townの水源として使用中である、またNo.7のKala Pani 湧水は軍施設の水源として使用中である。

No.7のKala Pani 湧水には既存自然流下式給水施設があり、軍施設に供給されている。2002年12月25日時点での流量（四角堰による計算値）は30 l/s程度であった。従って、さらなる新規開発を計画するためには、軍関係者との許可交渉が不可欠である。

“Addendum to F/S Final Report (1997)”によると、軍関係者は使用を許可しなかった経緯もあり民間への転用は難しいと判断される。この点に関しては実施機関も同様な理解をしている。

従って、Nawanshehr townの水源で使用中であるNo.4のDudial 湧水を除いて、表4.6の表流水（湧水と小河川）の開発可能性に示すように、湧水の新規開発の可能性はない。

(2) 小河川

● No.7-Harno nullah (川)

No.7のHarno nullah (川) Kala Pani 定期流量観測地点は既存湧水取水地点から約1 km上流に位置し、その観測によると乾期の2002年6月12日から16日には流量が13 l/sまで下がっているため、さらなる新規開発の可能性はないと判断される。

● No.8-Beran Gali nullah (川)

No.8のBeran Gali nullah (川)はDor川の最上流にあり急峻で、ほぼ直角に切り立つ深い谷底を流れる。予備調査時12月から1月の流量はほぼ最低流量を示していると考えられ、200 l/s程度は開発可能と判断される。しかし、取水想定地点より上流に約8,000から10,000人の山岳民族が住み、家畜の往来も見られる。“Addendum to F/S Final Report (1997)”によると、大腸菌類も検出されている。また濁度は乾期には5 (NTU)以下であるが、冬期の雨期にあたる1990年2月の分析によると、340 (NTU)であり（最大値と判断される）、水質に難があると判断される。

● No.9-Namly Maira nullah (川)

No.9のNamly Maira nullah (川)はDor川の最上流にあり急峻で、ほぼ直角に切り立つ深い谷底を流れる。予備調査時の流量は300 l/s程度であり、300 l/s程度は開

発可能と判断される。しかし、取水想定地点より上流にも山岳民族が住み、家畜の往来も見られ、また河川敷にもゴミが散見されるため、水質に難があると判断される。したがって、現状では代替案の候補には挙げられないと判断される。

- No.10-Gaya nullah (川)

No.10 の Gaya nullah (川) は Dor 川の最上流にあるものの、森林で覆われた山肌で河床勾配も緩やかであり、ほぼ直角に切り立つ深い谷底を形成する事もなく流下する。“Final report of gravity water supply scheme Abbottabad (1990)” によれば、水質分析も実施されており飲用に適するとの評価もある。濁度は、冬期の雨期にあたる 1990 年 2 月の分析では最大値と判断される 28 (NTU) であるが、その他の分析値は、5.4 (NTU) 以下である。ただし、同報告書には大腸菌類や一般細菌類の分析結果は記述されていないので、再分析する必要がある。また、現在の飲料水水質基準は WHO 基準を採用しているので、1990 年時点で分析されていない項目を再分析する必要がある。

現在、既設の自然流下式給水施設があり、約 10 l/s が Damtore 村に供給されている。その余剰水があり、2002 年 12 月 30 日時点では 40 l/s 程度は開発可能と判断される。したがって、一般的には 1 年以上の継続した水源の水量観測が必要であるが、既存データから代替案の候補に挙げられると判断される。今後、雨期と乾期に適切な頻度で流量観測を行い再確認する必要がある。

- No.11-Bagh nullah (川)

No.11 の Bagh nullah (川) は Dor 川の最上流にあり、Gaya nullah との合流点より上流ではほぼ直角に切り立つ深い谷底を形成するが、その下流はほぼ直角に切り立つ深い谷底を形成する事もなく流下する。“Final report of gravity water supply scheme Abbottabad (1990)” によれば、水質分析も実施されており飲用に適するとの評価もある。濁度は、冬期の雨期にあたる 1990 年 2 月の分析では最大値と判断される 118 (NTU) であるが、その他の分析値は、5 (NTU) 以下である。ただし、同報告書には大腸菌類や一般細菌類の分析結果は記述されていないので、再分析する必要がある。また現在の飲料水水質基準は WHO 基準を採用しているので、1990 年時点で分析されていない項目を再分析する必要がある。現地調査時点で、“Addendum to F/S, Final Report (1997)” にある流量 110 l/s 程度を確認できた。一般的には 1 年以上の継続した水源の水量観測が必要であるが、“Addendum to F/S, Final Report (1997)” から最低流量は 110 l/s 程度と判断される。従って、110 l/s 程度は開発可能と判断され、代替案の候補に挙げられると判断される。

従って、上記の調査結果より、当初要請の Beran Gali nullah (川) 及び Namly Maira nullah (川) は表流水の水源としては不適であると判断され、Gaya nullah と Bagh nullah が検討

に値するものと判断された。

表 4.6 表流水（湧水と小河川）の開発可能性

	湧水 / 小河川	湧水量 / 流量 (l/s)	1997 年時点での湧水量 / 流量 (l/s)	使用者 / 利害関係者	使用者の使用目的	開発可能性
1	Chuna Kari 湧水	0	10	軍	飲用	Chuna Kari community に供給していたが、枯渇した。
2	Ilyasi Mosque 湧水	0	70	モスク	モスク用	枯渇した。
3	Mirpur Kalan 湧水	0	15	PHED	飲用	Mirpur Kalan と Mirpur Khurd community に供給していたが、枯渇した。
4	Dhudial 湧水	5-10	30	Nawanshehr town	飲用	Nawanshehr town に供給している。
5	Sheikh-ul Bandi 湧水	0	10	PHED	飲用	枯渇した。
6	Thanda Chooa 湧水	0	わずか	個人	灌漑用	枯渇した。
7*	Kala Pani 湧水と Harno nullah (川)	30+10	95	軍 (湧水)	飲用	軍が湧水を使用中である。Harno nullah は乾期に 10 l/s 程度まで下がるので新規開発には難がある。
8	Beran Gali nullah (川)	200	200	不使用		PC-1 要請水源。地形が急峻であり、上流に約 10,000 人が住み家畜も飼われている。水量的には 200 l/s 程度は開発可能であるが、送水管の敷設と水質に難がある。
9**	Namly Maira nullah (川)	300	100	不使用		No.8 の Beran Gali より遠くかつ急峻な地形であり、かつ水質に難がある。
10***	Gaya nullah (川)	40	50	Damtore 村 (一部)	飲用	約 10 l/s 使用中であるが、約 40 l/s 開発可能である。
11	Bagh nullah (川)	110	110	不使用		開発可能である。

* 既存自然流下式給水施設があり、2002 年 12 月 25 日時点での流量（四角堰による計算値）は約 30 l/s で、軍施設に供給されている。また既存湧水取水地点から約 1 km 上流で Harno nullah の定期流量観測が行なわれており、その観測によると乾期の 2002 年 6 月 12 日から 16 日には流量が 13 l/s まで下がっている。従って、乾期には新規開発は期待できない。

** 2002 年 12 月 30 日時点での目測でこの数値の数倍は開発可能。

*** 既存自然流下式給水施設があり、約 10 l/s が Damtore 村に供給されているが、余剰水があり 2002 年 12 月 30 日時点での目測では約 40 l/s は開発可能。

4-2-2 地下水

3-5-2章で述べたように、アボタバット地下水盆の地下水ポテンシャルに関する詳細な調査は実施されておらず、正確な涵養量は不明ではあるが、初歩的な検討によると年間8MCM以上の開発が可能と推定される。一方、2010年を目標年次とした場合の調査対象地域の水需要量はおおよそ9.6MCM/年(26,378m³/日)であり、この需要を地下水源でまかなえる可能性も考えられる。

しかし、調査対象地域における水道事業は、地下水揚水のための電気代が高額なために健全な経営がなされておらず、全ての自治体で赤字に陥っているのが実情である。このため、水道事業を持続的に運営して行くためには、電気代が最小となる自然流下方式の溪流取水による水源を主体とする必要がある。しかし、表流水源を導入したとしても、地下水は調査地域に重要な水源であることには変わりがなく、今後十分な調査を行いそのポテンシャルを把握する必要がある。

前述したように2010年を目標年次とした調査対象地域の水需要量は約9.6MCM/年であり、自然流下方式の溪流取水による水資源開発量が4-1章で述べたように約4.6MCM/年(147lit/sec)であることから、この不足分を補完するためには、2010年の地下水開発量を約5MCM/年とする必要がある。水道用に開発されている現在の地下水源量は約4MCM/年(10,878m³/日)であるから、2010年までに約1MCM/年程度の地下水源の追加開発を行なう必要がある。この程度の地下水源の追加開発は、3-5-2章で述べたように、十分に可能であると想定される。

また、以上のような新規地下水開発に加え、既存井戸の改修や廃棄・休止が必要である。今回実施した井戸インベントリー調査の結果によると、表4.7に示すように既存の水道用井戸の多くは、不適切な井戸配置および揚水ポンプの老朽化による揚水量の減少、不適切な井戸設計による井戸の沈下をきたしている(これらの既存水道用井戸の位置を図4.3に示す)。このため、地下水資源を今後有効に活用していくためには、新規の地下水源開発と並行して「不適切な配置の井戸および沈下が発生している井戸の廃棄/休止」、「老朽化して効率の著しく低下した水中ポンプの入れ替え」が必要と考えられる。

表4.8に想定される2010年までの地下水開発計画の概要を示し、以下にその説明を記す。

(1) 不適切な配置の井戸および沈下が発生している井戸の廃棄/休止

表4.7に示すように、現在アボタバットTMAで使用されている9本の井戸全ては、狭い地域に集中的に配置されて効率的な揚水ができない状況にある。また、ほとんどの井戸に沈下現象が現れており、長期の使用に耐えられないことから、これらの井戸を他地域用に転用することは不適切である。

ナワンシェールTMAで使用している3本の井戸も、井戸の配置間隔が狭く、その内の1本に沈下現象が現れている。このため、地下水位低下現象がそれほど顕著に現れていない

No.1 井戸を残し、他の 2 本の井戸は廃棄すべきである。また、No.1 井戸を最寄の Union Council である Shaekhalbandi に転用するにしても、距離が 3km と離れているため送水ロスが大きく、その転用は適切ではない。このため、No.1 井戸の他地域への転用は行わずに、ナワンシェールや Shaekhalbandi の緊急用水源として運転を休止し、定期的に点検・維持管理行っていくべきであると考えられる。

また、デラワングの No.1 井戸も沈下現象が現れていることから、数年で使用不能となることが予想され、これも廃棄する必要があるだろう。

すなわち、表 4.8 に示すように合計 13 本、総揚水量約 2MCM/年 (66lit/sec) の既存井戸を廃棄あるいは休止する必要があると考えられる。

(2) 井戸新設

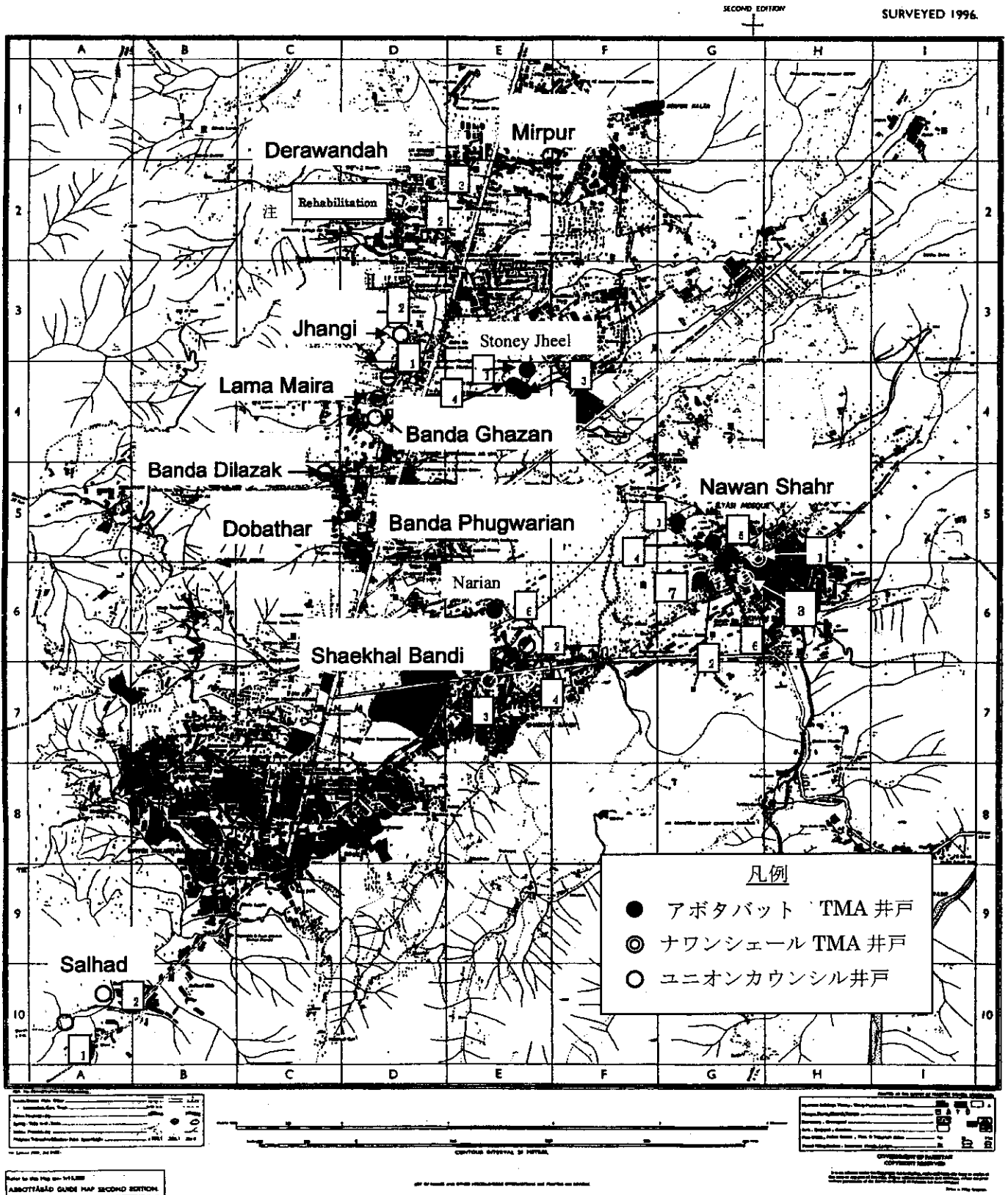
表 4.8 に示すように、2010 年までに 8 箇所合計 24 本の井戸の新設が必要と想定される。これにより約 2.6MCM/年 (83.5lit/sec) の地下水源が新規に開発される。新規井戸の位置は、既設井戸から少なくとも 1,000m 以上離れた場所にするべきであり、井戸掘削位置および深度は、候補地点周辺で 4 点から 5 点の電気探査を行い決定すべきである。新設井戸は、井戸の沈下を招かないように、井戸の充填材として砂を用い、スクリーンは Johnson タイプあるいはスロットスクリーンに鉄線を巻いた巻き線タイプのような開口幅の小さな資材を使用する必要がある。また、孔底に厚い粘土層がある場合は、これを埋め戻す（プラグする）必要がある。

(3) 既存水中ポンプの更新（送水管の改修等を含む）

表 4.7 に示すように、9 本の井戸においては、水中ポンプが規格揚程を超えて利用されていたり、あるいは老朽化したために、著しく揚水効率が落ちている。このため、これらの井戸の水中ポンプを、実際の運転状況（地下水位、必要揚程、揚水量）に見合った新しい水中ポンプと入れ替える必要がある。また、シェイクルバンディにある 1 本の井戸については、送水管からの盗水が多いため、水中ポンプの能力を大きく下回る運転しかできていないことから、盗水を防ぐ対策を取り入れた送水管の改修あるいは新設が必要である。これら水中ポンプの更新と送水管の改修・新設により、約 0.5MCM/年 (15.5lit/sec) の地下水源が新規に開発できるものと想定される。

ただし、(1)から(3)に述べた計画の立案に先立ち、地下水涵養量、地下水の安全開発量および地下水の揚水実態について調査を行い、これらを把握する必要がある。特に、新規井戸掘削地点については、基本設計段階で数本の調査井を掘削し、実際の水文地質状況や帯水層の能力を確認する必要があり、調査井の揚水量が実際の使用に耐えうるものであれば、これを生産井に転用する。

図 4.3 現在稼動中の水道用井戸の位置図



注：Rehabilitation とは廃棄された No.1 井戸を補うために掘られた井戸の名称である

表4.7 対象地域の上水道用井戸の現況 (1/2)

地区名	井戸位置	稼働井戸	現単位 揚水量 (l/sec、開 き取り)	日揚水 時間 (hrs)	揚水量 (年間11.5ヶ月稼働 するとして)		水中ポンプ規格			想定実揚程 (水位+リフト比高+ 送水距離、ft)	井戸完 成年	ポンプ 製造 年	問題点	改善策
					MCM/年	m ³ /日	タイプ	揚程 (ft)	揚水量 (l/s)					
Abbottabad TMA	Stoney Jheel	No.1	13	14	0.23	630	T	130'	32	90'+150'+(8km)	1964	1971	半径500m程度の地域に15本の井戸が密集している。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。井戸、ポンプが非常に古い。稼働揚程が仕様を超えている。	廃棄し遠く地域で新設
	Stoney Jheel	No.3	5	14	0.088	241	T	306'	22	100'+150'+(8km)	1997	1997	ADB井戸。半径500m程度の地域に15本の井戸が密集している。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。稼働揚程が仕様を超えている可能性がある。	廃棄し遠く地域で新設
	Stoney Jheel	No.4	10	14	0.18	493	T	230'	30	100'+150'+(8km)	1997	1994	ADB井戸。半径500m程度の地域に15本の井戸が密集している。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。稼働揚程が仕様を超えている。ケーシングによる井戸の沈下。	廃棄し遠く地域で新設
	Nawan Shahr	No.1	7.6	14	0.13	356	T	250'	14	100'+(5km)	1997	1994	ADB井戸。Ryasi Rasiの泉が枯れた原因と想定される。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。ケーシングによる井戸の沈下で近い将来廃棄される可能性大。	廃棄し遠く地域で新設
	Nawan Shahr	No.4(単位揚水量は実測)	25	14	0.44	1205	T	260'	22	100'+(5km)	1997	1997	ADB井戸。Ryasi Rasiの泉が枯れた原因と想定される。ケーシングによる井戸の沈下で近い将来廃棄される可能性大。	廃棄し遠く地域で新設
	Nawan Shahr	No.5	10	14	0.18	493	T	240'	23	100'+(5km)	1997	1994	ADB井戸。半径300m程度の地域に6本の井戸が密集している。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。ケーシングによる井戸の沈下が懸念される。	廃棄し遠く地域で新設
	Nawan Shahr	No.6	8.8	14	0.16	438	T	250'	22	100'+(5km)	1997	1997	ADB井戸。半径300m程度の地域に6本の井戸が密集している。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。ケーシングによる井戸の沈下が懸念される。	廃棄し遠く地域で新設
	Nawan Shahr	No.7	7.6	14	0.13	356	S	340'	11	100'+(5km)	1997	1997	ADB井戸。半径300m程度の地域に6本の井戸が密集している。著しい水位低下による揚水量の減少。明らかな過剰揚水。ケーシングによる井戸の沈下が懸念される。	廃棄し遠く地域で新設
	Narian	No.6	7.6	14	0.13	356	T	170'	23	100'+100'+(2km)	1997	1993	ADB井戸。稼働揚程が仕様を多少超えている。ケーシングによる井戸の沈下で近い将来廃棄される可能性大。	廃棄し遠く地域で新設
小計		9本			1.668	4568								
Sheikhulbandi	Sheikhulbandi	No.2 (稼働月数は 9ヶ月)	4	14	0.06	152	S	540'	14	60'+450'+(2km)	1986	1989	送水管からの漏水が非常に多いため揚水量と揚水期間を減らしている。ポンプは古いが井戸自体には特に問題は無い。	送水管の改修あるいは新設および水中ポンプの更新
	Sheikhulbandi	No.3	10	14	0.18	493	S	320'	10	65'+250'+(2km)	1995	1995	特に問題は見当たらない。	改善不要
	Sheikhulbandi	No.4	8.8	14	0.16	438	S	300'	10	65'+250'+(2km)	1995	1995	特に問題は見当たらないが、稼働揚程が仕様を多少超えている可能性がある。	改善不要
小計		3本			0.4	1083								
Salhad	Salhad	No.1	5	14	0.09	247	S	630'	6	100'+600'+(1.5km)	1995	1995	特に大きな問題は見当たらないが、稼働揚程が仕様を多少超えている可能性がある。	水中ポンプの更新
	Salhad	No.2	6.3	14	0.11	301	S	660'	10	80'+600'+(1.5km)	1996	1996	水位低下による揚水量の減少。稼働揚程が仕様を多少超えている可能性がある。	水中ポンプの更新
小計		2本			0.2	548								

表4.7 対象地域の上水道用井戸の現況 (2/2)

地区名	井戸位置	稼働井戸	現単位 揚水量 (l/sec. 聞き取り)	日揚水 時間 (hrs)	揚水量 (年間11.5ヶ月稼働 するとして)		水中ポンプ規格			想定実揚程 (水位+リフト比高+ 送水距離, ft)	井戸完 成年	ポンプ 製造 年	問題点	改善策
					MCM ¹ /年	m ³ /日	タイプ	揚程 (ft)	揚水量 (l/s)					
Banda Phugwarian	Sikandar Abad	No.2A	6.3	14	0.11	301	S	900'	8	50'+900'+(2km)	1998	1992	水位低下による揚水量の減少。水中ポンプの老朽化。稼働揚程が仕様を多少超えている可能性がある。	水中ポンプの更新
Banda Dilazak	Banda Dilazak	No.1	3.8	14	0.07	192	S	620'	8	80'+500'+(2km)	1988	1988	水位低下による揚水量の大幅な減少。水中の老朽化。	水中ポンプの更新
Banda Ghazan	Banda Ghazan	No.1	6.3	14	0.11	301	S	950'	13	120'+800'+(2km)	1988	1988	水位低下による揚水量の大幅な減少。水中ポンプの老朽化。	水中ポンプの更新
Dobather/Banda Amluk	Dobather/Banda Amluk	No.1	6.3	14	0.11	301	S	1,000'	9.5	80'+900'+(2km)	1988	1988	水位低下による揚水量の減少。水中ポンプの老朽化。稼働揚程が仕様を多少超えている可能性がある。	水中ポンプの更新
Lama Maira /Banda Jalal	Lama Maira	No.1	6.5	14	0.11	315	T	460'	13	Direct Supply	1982	1982	水位低下による揚水量の大幅な減少。水中ポンプの老朽化。	水中ポンプの更新
Jhangi	Jhangi	No.1	12.6	14	0.22	610	S	500'	12.6	30'+400'+(1km)	1979	1979	井戸およびポンプは古いが帯水層が良好なため順調に運転されている。	改善不要
	Jhangi	No.2	6.3	14	0.11	301	T	980'	7.6	50'+850'+(1.6km)	1992	1993	帯水層が良好なため順調に運転されている。	改善不要
小計		2本			0.33	911								
Derawand	Derawand	No.1	1.9	14	0.033	92	T	400'	6.3	60'+250'+(1km)	1985	1984	Rehabilitation 井戸と80m程度しか離れていない。このため著しい水位低下と揚水量の減少が発生。また井戸、ポンプも老朽化。致命的な欠陥としてケーシングによる井戸の沈下が始まっている。	現在の井戸を廃棄して、違う地点に新設する
	Derawand	Rehabilitation	1.3	14	0.022	63	T	400'	8.8	140'+400'+(1km)	1995	1984	No.1 井戸と80m程度しか離れていない。このため著しい水位低下と揚水量の減少。井戸は新しいがポンプが老朽化。井戸の沈下は始まっている。	水中ポンプの更新
	Derawand	No.3	3.8	14	0.07	184	S	630'	7.6	130'+300'+(1.5km)	1997	1996	帯水層の能力が低いため著しい水位低下と揚水量の減少を生じている。近傍の5本の井戸のうち4本が水量不足のため廃棄。	この井戸は現状のままにし、新規井戸を別の地域に設ける
小計		3本			0.125	339								
Mirpur	Mirpur	No.1	7.6	14	0.13	368	S	590'	7.6	85'+500'+(1.5km)	2002	2002	特に問題は発生していない。	改善不要
Nawan Shahr TMA	Nawan Shahr	No.1 (単位揚水量は実測)	13.3	14	0.24	644	S	122'	16	50'+50'	1998	1999	Kfw井戸。特に問題は発生していない。	改善不要
	Nawan Shahr	No.2 (単位揚水量は実測)	6.3	14	0.11	305	S	174'	8.5	130'+50'+(0.5km)	1997	1997	Kfw井戸。TMAのNo.6およびNo.7井戸と80mから70m程度しか離れていない。このため大きな水位低下が発生し、揚水量が減少している。また、致命的な問題としてケーシングによる井戸の沈下が始まっている。	今のところ改善は必要ないが、近い将来井戸が使用不能となる恐れがあるので、必要ならば将来違う地点に井戸を新設する
	Nawan Shahr	No.3 (単位揚水量は実測)	14.7	14	0.26	712	S	150'	19.5	150'+50'+(0.1km)	1998	1999	Kfw井戸。No.1井戸と80m程度しか離れておらず、またTMAの井戸群と200m程度しか離れていない。しかし現在のところ大きな問題は起きていない。ただし、近接するNo.1井戸の保全のため廃棄する必要がある。	改善不要 (近接するNo.1井戸の保全のため廃棄する必要がある)
小計		3本			0.61	1661								
合計		28本			3.973	10888								

MCM¹: Million Cubic Meter

タイプ

T: Turbine

S: Submersible

表4.8 対象地域の上水道用井戸改修計画案（目標年次2010年）

改修項目	地区名	数量	開発水量 (l/sec)
水中ポンプの改修	Shaikhul Bandi	1	2
	Salhad	2	2.5
	Banda Phugwarian	1	1
	Banda Dilazak	1	1
	Banda Ghazan	1	2
	Dobather/Banda Amlok	1	1
	Lama Maira/Banda Jalal	1	2
	Derawand	1	2
	小計	9	13.5
井戸新設	Sheikhul Bandi	3	15
	Salhad	6	20.5
	Banda Phugwarian	2	7
	Dobather/Banda Amlok	2	5
	Lama Maira/Banda Jalal	2	5
	Jhangi	2	8
	Derawand	2	3
	Mirpur	5	20
	小計	24	83.5
計		—	97

改修項目	地区名	数量	削減水量 (l/sec)
井戸廃棄 / 休止	Abbottabad TMA	9	-46
	Derawand	1	-2
	Nawan Shar TMA	3	-18
	計	13	-66

2010年までの地下水源追加開発量 (l/sec、開発水量+削減水量)		—	31
--	--	---	----

4-3 代替案の水供給システムの検討

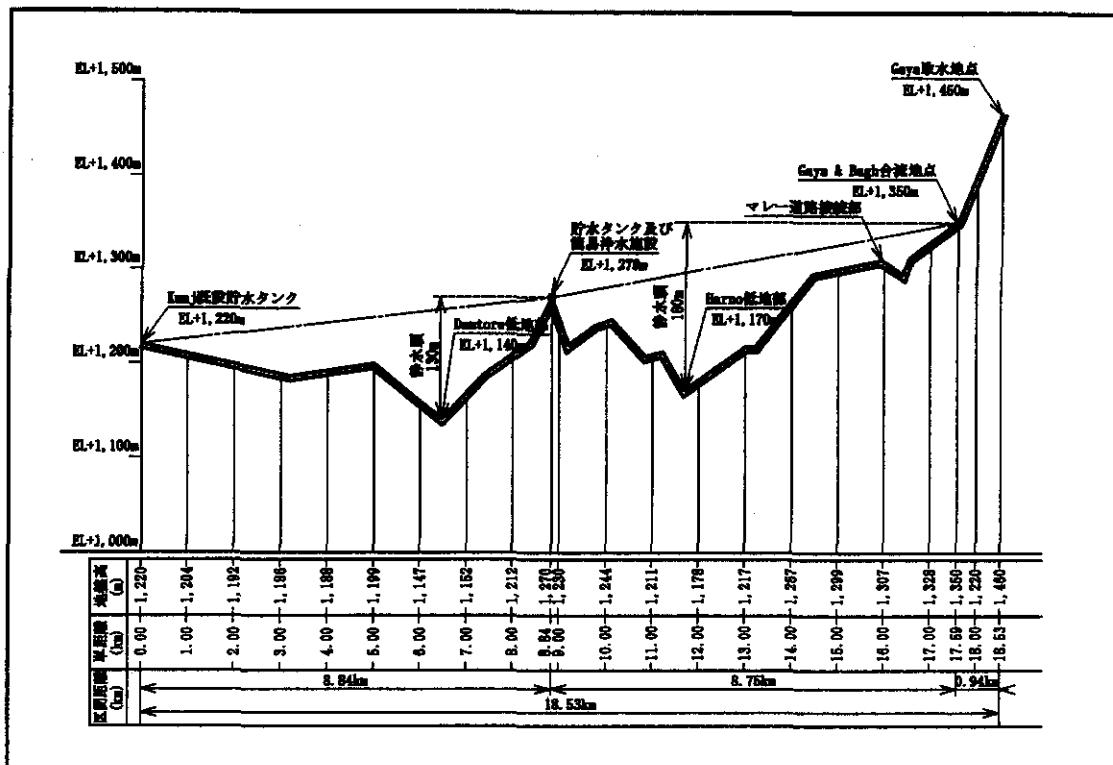
4-3-1 表流水源による自然流下方式水供給システムの検討

(1) 自然流下方式水供給システムの概要

代替案の水供給システムは、Gaya 川および Bagh 川の上流を水源とし、アボタバット市の Kunji 地区の地上タンクに至る全長約 19km の自然流下システムであり、アボタバット市とナワンシェール市に飲料水を供給するものである。途中 Harno 村および Dhamtour 村の 2 ヲ所に低地部があり、Gaya 川および Bagh 川の合流地点との高低差が 200m を超えるため、送水管の損傷・漏水予防、維持管理性確保の観点から、送水管ルートの中間地点付近で圧力を一旦開放する計画とする。水質については、Gaya 川および Bagh 川上流の水源はほぼ湧水に近い状態であるため、基本的には取水した源水を手処理でそのまま送水する計画であるが、降雨期には濁度の上昇が予想されるため、圧力開放部に沈殿機能と滅菌機能を有する、貯水タンク兼用の簡易浄水施設を設置する。前述のように、Gaya 渓谷の表流水を水源とする自然流下方式の水供給施設が今日まで 10 数年に渡って運営されており、本方式は、「パ」国においては実証済みのシステムと言える。

(2) 送水管の縦断検討

図 4.4 に、既存資料に基いた自然流下方式水供給システムの送水管縦断模式図を示す。



注：図に示す高さは、相対高さを示しており、ある基準BMからの絶対高さではない。

図 4.4 自然流下方式水供給システムの縦断模式図

図 4.1 に示すように、取水地点、簡易浄水施設等の標高は以下の値を想定する。

- ① 取水地点： Gaya 川；1,460m、Bagh 川；1,460m (Gaya 川と同じ標高とする。)
- ② Gaya 川、Bagh 川合流地点 (送水本管始点位置)： 標高；1,350m、取水部からの距離；0.94km
- ③ Murree 道路接続部： 標高；1,310m、合流地点からの距離；約 1.65km
- ④ Harno 村付近低地部： 標高；1,170m、合流地点からの距離；約 5.88km
- ⑤ 貯水タンク兼用簡易浄水施設地点： 標高；1,270m、合流地点からの距離；約 8.75km
- ⑥ Dhamtour 村付近低地部： 標高；1,140m、約 11.13km
- ⑦ Kunji 地上タンク： 標高 1,220m、合流地点からの距離；18.53km

なお、送水管ルート沿いにあるナワンシェール市への分岐送水配管は、入手資料から計算すると合流点から約 12.5km 付近に位置する。1998 年にドイツ (KfW) の援助で同市に建設された高架水槽は、分岐点から約 1 km のところにあり、その高水位高は現地でのヒアリングによれば約 1,240 m とのことである。

(3) 各施設の検討

① 取水施設

Gaya 川および Bagh 川上流の水源はほぼ湧水に近い状態であり、飲料水として適用できる水質を保持していると思われる。しかしながら、降雨期の濁度は乾期に比べ高くなることが予想されるため、ストレーナー付きの有孔集水埋設管による浸透式の取水施設を計画する。

Gaya 川及び Bagh 川の両取水地点とも、高さ 3 m 程度の堰を設置し、200 mm～300 mm のストレーナー付き有孔管を各 2 本適切なフィルター材の中に埋設して集水する。このような集水埋設管による取水方法はパキスタン国内で多数の実績があり、維持管理も容易であることから、現地の技術や取水地点の河川状況に適合した方法と考えられる。なお、取水地点の詳細については、基本設計調査の調査結果に基づいて選定する。

② 両河川の取水部から合流地点までの送水管

水理計算によれば、Gaya 川取水部から合流地点までの約 1 km の区間は、径 150 mm の配管で 50 l/s の送水が可能である。また、Bagh 川取水部から合流点までは、径 200 mm の配管で 110 l/s の送水が可能である。Gaya 川沿いの配管は、河川付近の小道沿いに埋設可能と想定しているが、Bagh 川の両岸は岩が切り立っているので、配管は岩にロックボルト等を用いた支持部材に配管を固定するといった方法が必要になると思われる。

③ 合流タンク (Gaya 川と Bagh 川の合流部)

合流タンクは直径 5 m、深さ 3 m 程度とし、越流管、排泥管、点検人孔等を設置する。

④ 合流タンク以降の送水管

水理計算では、径 400 mm の送水管で 150 l/s の送水が可能である。

⑤ 貯水タンク兼用簡易浄水施設

送水管ルートのおぼ中間地点にある Dhamtour 村の高台に、簡易浄水施設を設置する。この簡易浄水施設は沈殿機能、降雨期の濁度上昇に対応する粗濾過機能と滅菌機能を保有する施設とする。施設の必要容量は以下のように計算されるが、基本設計調査において降雨期の水質を確認し、その結果に基づいて詳細な計画を行う必要がある。

貯水タンクは沈殿池機能を有し、貯水容量は、運転・維持・管理の容易性を考慮して、給水量の 3 時間相当分程度とする。その場合浄水容量 Q (m^3) は、

$$Q = 0.150 \text{ (} m^3/s \text{)} \times 60 \text{ 秒/分} \times 60 \text{ 分/時間} \times 24 \text{ 時間/日} \times 3 \text{ 時間/24 時間} = 12,960 \times 1/8 = 1,620 \text{ } m^3 \Rightarrow 1,600 \text{ } m^3$$

となる。また、単層式の横流式沈殿地の場合、表面負荷率 V_0 は 15~30 mm/min であるため、沈降面積として以下の計算のように 600~300 m^2 の面積が必要となる。

$$A = 0.150 \text{ (} m^3/s \text{)} \times 60 \text{ (s/min)} \div V_0 = 9 \text{ } m^3/\text{min} \div (0.015 \sim 0.030 \text{ m/min}) = 600 \sim 300 \text{ } m^2$$

粗濾過池の面積は、粗濾過池の表面負荷率が 0.3~1.5 m/h であることから、

$$A = 0.150 \text{ (} m^3/s \text{)} \times 60 \text{ (s/min)} \times 60 \text{ (min/h)} \div V_0 = 540 \text{ } m^3/h \div (0.3 \sim 1.5 \text{ m/h}) = 1800 \sim 360 \text{ } m^2 \text{ となる。}$$

上記の必要面積を確保するとともに、施設予定地が山腹にあり横巾が自由に取りにくいという地形的条件を考慮すると、沈殿池兼用貯水タンク、粗濾過池とも、12.5 m x 40 m x 3.5 m 程度 (面積 500 m^2 、容量 1750 m^3) の細長い形状になると思われる。

⑥ 既設上水道システムとの接続

自然流下方式水供給システムと既設上水道システムは、アボタバット市の Kunji 地上タンクおよびナワンシェール市の高架タンクへ接続する。同システムからの水供給量 540 m^3/h (150 l/s) の内、計画目標年次の 2010 年において、アボタバット市に約 380 m^3/h (104 l/s)、ナワンシェール市に約 160 m^3/h (43 l/s) が供給される。

現在、Kunji 地上タンクの加圧ポンプ場の能力は、 $180 \text{ m}^3/\text{h}$ ($90 \text{ m}^3/\text{h} \times 2$) しかないため、約 $200 \text{ m}^3/\text{h}$ のポンプ能力の増強が必要であるが、既にポンプが老朽化しているため、全容量分 (約 $380 \text{ m}^3/\text{h}$) のポンプ更新が妥当と考えられる。

アボタバット市の送水システムの中核をなす加圧ポンプ場として、上記の Kunji 加圧ポンプ場の他に、Kunji 加圧ポンプ場からの送水を受けて、更に上段の配水タンクに送水するための Jinnah Bagh 加圧ポンプ場と Aram Bagh 加圧ポンプ場がある。これらの2つの加圧ポンプ場が分担する給水量は、それぞれの給水区にある既設配水タンクの総量に比例するとすれば、給水量は次のような分担となる。

a. Jinnah Bagh 加圧ポンプ場：45 %、 $380 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.45 = 170 \text{ m}^3/\text{h}$ ($2.85 \text{ m}^3/\text{min}$)

b. Aram Bagh 加圧ポンプ場：25 %、 $380 \text{ m}^3/\text{h} \times 0.25 = 95 \text{ m}^3/\text{h}$ ($1.58 \text{ m}^3/\text{min}$)

従って、Jinnah Bagh 及び Aram Bagh 加圧ポンプ場には、それぞれ $3.0 \text{ m}^3/\text{min}$ と $2.0 \text{ m}^3/\text{min}$ 程度の加圧ポンプの増強が必要である。

パキスタン国や北西辺境州政府の本給水計画への経済的、技術的支援能力等を考慮すると、給水量の増強という効果をより実効性の高いものにするためには、これらの加圧ポンプの更新は、本無償資金協力事業の中で実施することが望ましい。

なお、加圧ポンプの能力増強は、既存の配水管網とも深く関わってくるため、基本設計調査で既存上水道施設のインベントリー調査を実施し、その結果に基づいて加圧ポンプ施設の詳細な改善計画を行う必要がある。

4-3-2 井戸の補修・新設に伴う必要な送水施設の検討

(1) 井戸の補修・新設が既設施設に及ぼす影響

対象地域の各上水道システムにおける既設配水タンク容量と、2010 年の計画給水量に必要な配水タンク容量の比較を表 4.9 に示す。必要配水タンク容量は、計画給水量の 8 時間相当分とする。表 4.9 から解るように、アボタバット市は全体として必要量を満足しているが、ナワンシェール市は約 500 m^3 程度容量が不足しており、近郊村落部では、Derawand 村を除きすべての村落で容量不足となっている。

(2) 貯水タンクの増強

詳細については基本設計調査で計画する必要があるが、以下に示すような貯水タンクの増強が必要と思われる。

1) ナワンシェール市：既設の 400 m^3 高架タンクに並列して、 500 m^3 程度の貯水タンクを 1 基新設する。

2) Sheikhuiband 地区：新設井戸 3 ヲ所からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、

350 m³程度の貯水タンクを1基新設する。

- 3) Salhad 地区：新設井戸6ヶ所からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、250 m³程度の貯水タンクを2基新設する。
- 4) Banda Phugwarian 地区：1ヶ所の新設井戸からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、250 m³程度の貯水タンクを1基新設する
- 5) Banda Dilazak 地区：既設配水タンク付近に、30 m³程度の貯水タンクを1基新設する。
- 6) Bnada Ghazan 地区：既設配水タンク付近に、120 m³程度の貯水タンクを1基新設する。
- 7) Dobather, Banda Amlok 地区：新設井戸2ヶ所からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、160m³程度の貯水タンクを1基新設する。
- 8) Lama Maira, Banda Jalal：新設井戸2ヶ所からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、270 m³程度の貯水タンクを1基新設する。
- 9) Jhangi 地区：新設井戸2ヶ所からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、250 m³程度の貯水配水タンクを1基新設する。
- 10) Derawand 地区：貯水タンクの増強は必要ないと思われる。
- 11) Mirpur 地区：新設井戸5ヶ所からの送水配管ルートに沿った適切な位置に、270 m³程度の貯水タンクを2基新設する。

表 4.9 配水タンク増強容量

地域区分	No.	自治体名	配 水 タ ン ク			必要配水タンク容量		配水タンク増 強容量 (m ³) (一数字部)	更新新設計画	
			個所数	一個所当たり の容量 (m ³)	総容量 (m ³)	計画給水 量 (m ³ /s)	同左の8時 間相当分 (m ³)		ポンプ 更新	井戸新 設
Union Council Urban	1	Abbottabad TMA	2	136	272				表流水源	
			2	227	454					
			1	727	727					
			1	910	910					
			5	455	2,275					
			4	46	184					
			3	91	273					
			2	100	200					
			1	118	118					
		小 計	21		5,413	0.104	2,995	2,418		
	2	Nawansher TMA (Dhodial)	1	400	400				表流水源	
			1	227	227					
			1	100	100					
			1	25	25					
		小 計	4		752	0.043	1,238	-486		
		中 計	25		6,165	0.147	4,234	1,931		
Union Council Rural	3	Sheikhulbandi	1	46	46					
			2	227	454					
		小 計	3		500	0.029	835	-335	1	3
	4	Salhad	2	136	272					
			1	91	91					
			1	227	227					
		小 計	4		590	0.036	1,037	-447	2	6
	5	Banda Phugwarian	2	91	182	0.015	432	-250	1	2
	6	Banda Dilazak	1	62	62	0.003	86	-24	1	0
	7	Banda Ghazan	1	31	31	0.005	144	-113	1	0
	8-9	Dobather, Banda Amlok	1	136	136	0.010	288	-152	1	2
	10-11	Lama Maira, Banda Jalal	1	23	23	0.010	288	-265	1	2
	12	Jhangi	1	136	136					
			1	91	91					
			2		227	0.016	461	-234	0	2
	13	Derawand	1	136	136					
			1	91	91					
			2		227	0.008	230	-3	1	2
	14	Mirpur	2	91	182	0.025	720	-538	0	5
		中 計	19		2,160	0.157	4,522	-2,362		
		合 計	44		8,325	0.304	8,755	-430	9	24

5. 環境予備調査

5-1 環境行政

5-1-1 環境・地方政府・農村開発省 (Ministry of Environment, Local Government and Rural Development)

国レベルでは環境・地方政府・農村開発省が環境を所轄しており、環境、都市開発、森林、野生動物等の担当部局を設置している(図 5.1 参照)。環境・地方政府・農村開発省に属する環境保護庁 Pakistan Environment Protection Agency (PEPA) とパキスタン環境保護委員会 Pakistan Environment Protection Council (PEPC) が環境保護を所轄する主要機関である。環境保護委員会は環境法制度を制定し、環境保護庁は計画・実施機関である。その他の省庁も自らの所轄する環境分野について政策を立て、実施している。

環境関連項目と関係政府機関の関係を整理すると表 5.1 のとおりである。環境行政は、これまで住宅・建設省及び環境・都市局が中心的に担ってきた。1997 年、環境・地方政府・農村開発省が設立され、その中心的役割を担うことになった。

5-1-2 環境保護庁 (Pakistan Environment Protection Agency)

連邦環境保護庁は、実施機関として環境・地方政府・農村開発省の下に設立された。地方(州)レベルにおいても、地方(州)環境保護庁が設置されている(図 5.2 参照)。連邦環境保護庁(中央)の主要業務は、環境行政の環境基準、排出基準、環境影響評価等の法制度の策定である。また、付属の調査ラボラトリーを活用し、水質汚濁、大気汚染等の調査を実施している。加えて、排出源調査を実施、環境技術の開発/普及も実施している。

現在職員は約 60 名、年間の予算は約 2000 万円であるが JICA、CIDA 及び世界銀行等からの技術及び資金の援助を受けて運営されている。また、環境保護庁は、諸開発計画に関係する IEE、EIA 等の評価手続きの窓口機関でもある。しかし、聞くところによれば、ラボラトリーは中央及び州ラボラトリーとも非常に機能が貧弱で早急に整備する必要があるとのことである。

5-1-3 環境保護評議会 (Pakistan Environmental Protection Council)

環境保護委員会は環境法制度を審議・制定する組織である。パキスタン環境保護法 (Pakistan Environmental Protection Ordinance, 1983) の制定と同時に同法によって 1984 年に設置された。

その後、1997 年 2 月 17 日に新環境法 (Pakistan Environment Act 1997) が制定された折に、同評議会の組織が変更され、環境・地方政府・農村開発省大臣が議長を務め、国家環境政策の立案及び形成を行う組織となった。同評議会には、各州政府知事をはじめ、関係

各省庁の次官など45名が委員として所属している。これらの環境行政に関する組織の概要は図5.3のとおりである。

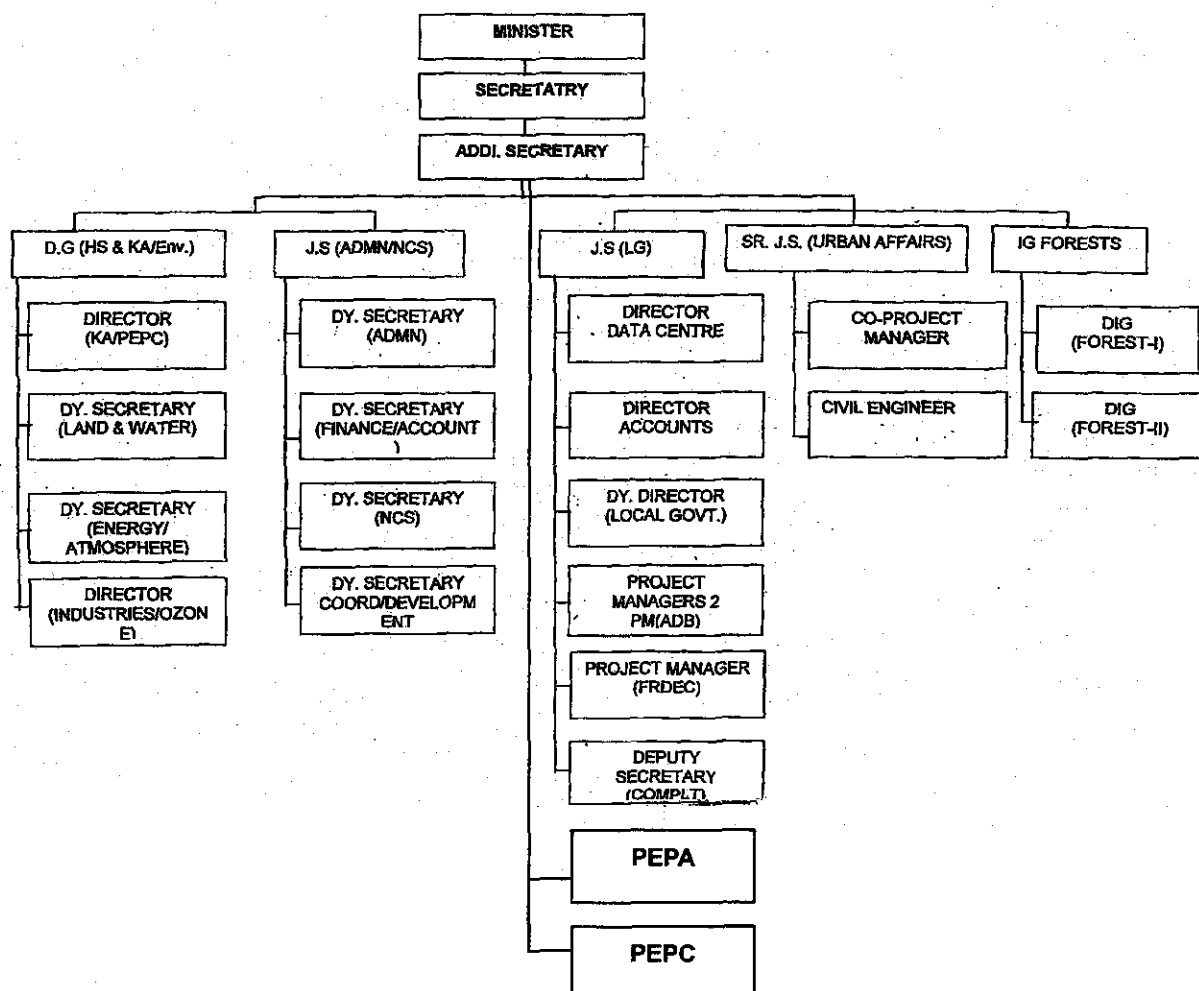


図 5.1 環境・地方政府・農村開発省の組織図

表 5.1 環境関連項目と関係政府機関

環境問題・関連項目 (項目名の No. は章番号)	大気汚染	水質汚染	残留農薬	土壌汚染	廃棄物	エネルギー	水供給	汚水管理	森林	生物多様性	天然資源	自然災害	環境教育
環境・地方政府・農村開発省 Ministry of Environment, Local Government and Rural Development	○	○	—	—	○	—	—	○	○	○	—	—	○
環境保護庁 Environmental Protection Agency	○	○	—	—	—	—	—	○	—	—	—	—	○
食糧・農業省 Ministry of Food and Agriculture	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○	—	—	○
水資源・電源開発庁 Water and Power Development Authority	—	○	—	—	—	○	○	—	—	—	—	—	—
保健・社会福祉省 Ministry of Health and Social Welfare	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
計画・開発省 Ministry of Planning and Development	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
国防省 Ministry of Defense	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
石油・天然資源省 Ministry of Petroleum and Natural Resources	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○	—	—
産業省 Ministry of Production	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
科学・技術省 Ministry of Science and Technology	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
水資源・電力省 Ministry of Water and Power	—	○	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○*	—
教育省 Ministry of Education	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
パキスタン原子力委員会 Pakistan Atomic Energy Commission	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Note:1) ○ → 関連機関 — → 関連機関ではない na → 情報なし *洪水													

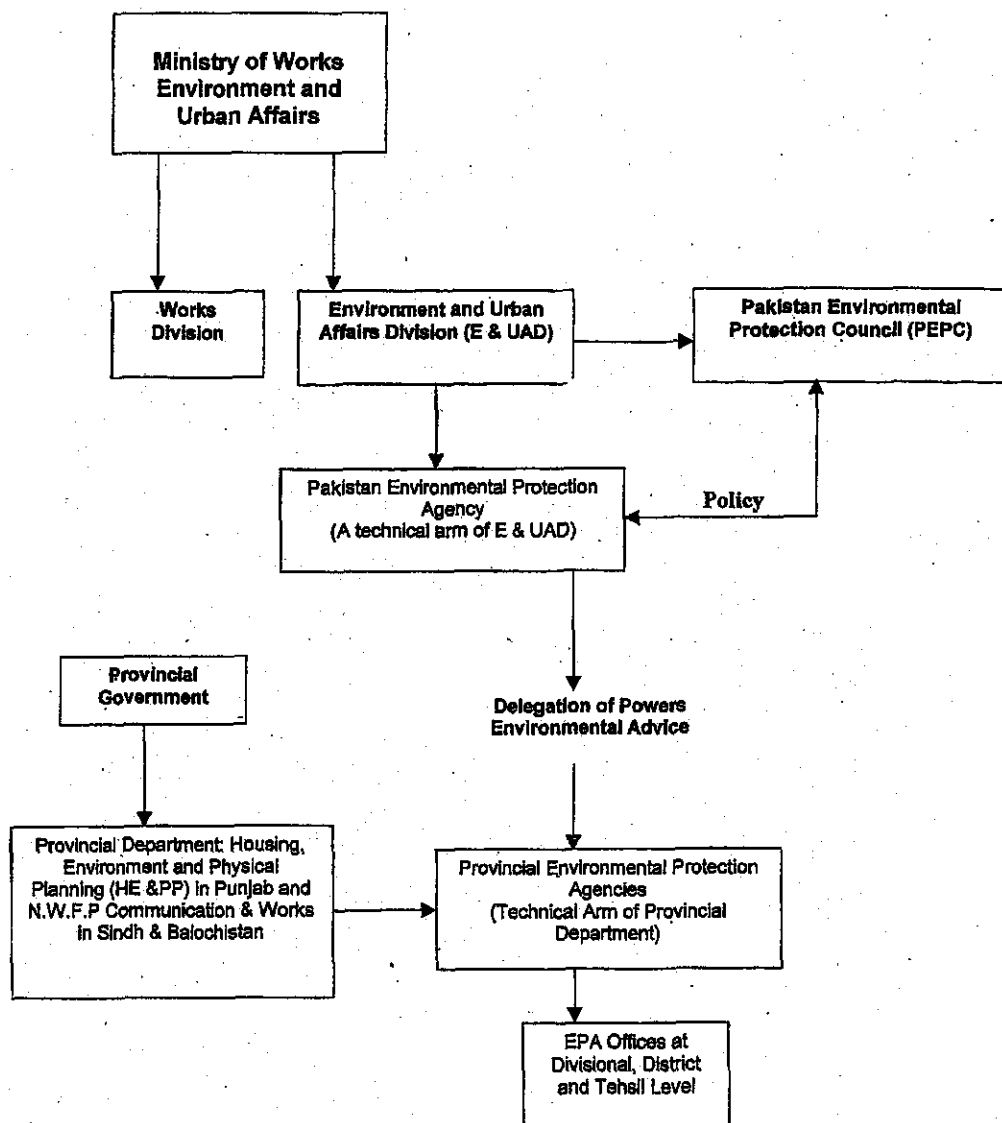


図 5.2 中央及び地方の環境保護関連機関の相関図

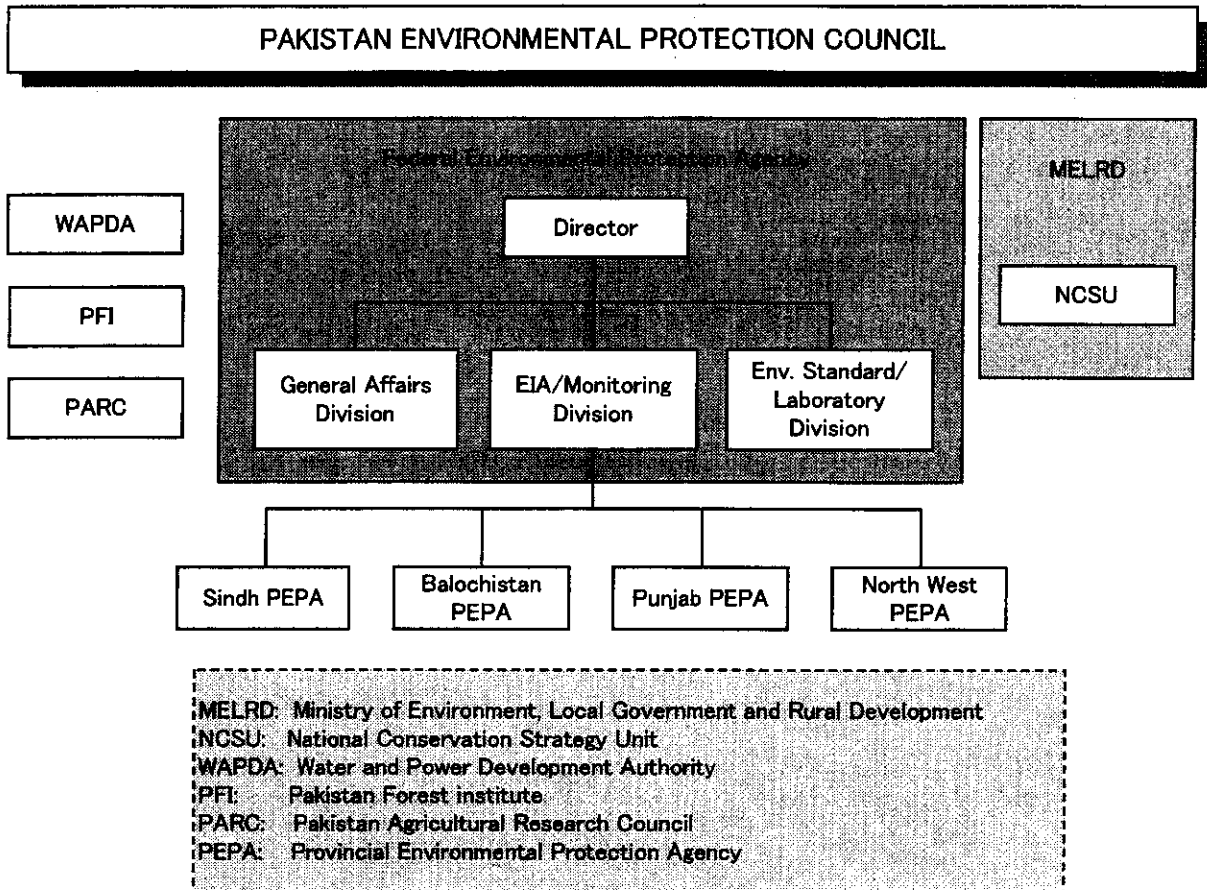


図 5.3 環境行政に関する組織図

5-2 環境関連法制度

5-1-2 環境影響評価（EIA）法

1983 年に環境基本法として環境保護法が制定された。しかし、管理、取り締まり、基礎調査、科学的検証などの実施体制が不十分であるため、深刻化しつつ環境問題がありながら法的救済が期待できない状態にあった。

その後、1997 年新環境法(Pakistan Environment Protection Act 1997:PEPA'97)が制定され、組織制度の見直し、IEE、EIA 等の環境影響評価(EIA)法の導入が行われ、EIA ガイドラインの設定、環境保護庁(EPA)の組織及び権限と機能の強化が行われた。さらに EIA 法手続きについて 2000 年 7 月に法改正(Registered No.M.302/L-7646)が行われた。さらに、2000 年 2 月には国家保全戦略(The Pakistan National Conservation Strategy)が発表され、環境保全に関する関連省庁・機関への働きかけを強化している

(1) 給水プロジェクトの IEE 及び EIA の導入基準

新環境法(PEPA'97)の Section33(2)(f)で IEE・EIA の必要なプロジェクトを規定している。また、2000 年 7 月 EIA 法改訂(Registered No.M.302/L-7646)では、給水プロジェクトについて IEE 及び EIA の導入基準が不明確であったが改正により、プロジェクト費用が 25,000,000Rupees(約 5,000 万円)以下のプロジェクトは IEE が、25,000,000Rupees 以上のプロジェクトは EIA を実施する必要があると定めている。

この規定に準ずれば、本給水計画(案)、即ちガヤ(Gaya)およびバグ(Bagh)溪谷の表流水(150L/s)を取水し、自然流下方式でアボタバット等に上水を導水する、加えて新規に井戸を掘削する計画(案)は、恐らく後者の給水プロジェクトに該当し、EIA が必要となると思われる。

(2) 給水プロジェクトに係る EIA レポートの構成内容

環境保護庁刊行の Pakistan Environmental Assessment Procedures(1997)で、各種プロジェクトの EIA レポート作成のガイドラインを説明している。本ガイドラインによれば、給水プロジェクトの EIA レポートの構成内容は表 5.3 のとおりである。

(3) EIA の審査手続きとプロジェクトの進捗予定

2000 年 8 月に施行された Policy and procedures for the filing, review and approval of environmental assessments の 6.Duties of Responsible Authorities の 6(C)では EIA の審査手続きを定めている。これによれば、EIA のレポート提出後、30 日間 Public Comment を受け、90 日間の審査作業、最大で 120 日の審査作業期間が必要であると定めている。

今後予定される本プロジェクトの進行と EIA の審査手続きの関係を表示すると表 5.2 のとおりである。従って、B/D 実施期間中に、EIA レポートを作成し、E/N 調印までにプロジェクトの EIA 審査(水利調整・用地買収を含む)を完了させる必要がある。

表 5.2 EIA の評価手続きとプロジェクトの進捗予定

B/D 実施期間	B/D 完了から E/N 調印までの期間	E/N 調印	D/D 実施期間
EIA の実施	EIA の審査作業(EIA レポート提出後)		
- 水利調整(完了) - 用地買収	90 日 EIA 審査に必要な期間(30 日) - Public Comment に要する期間(30 日) - EIA 最大審査期間(120 日以内) - 用地買収手続き及び買収完了		

表 5.3 給水プロジェクトの EIA レポートの内容

Pakistan Environment Protection Agency
First Draft December 1987

Guidelines For Water Supply Projects

Contents	Page
1. Context Of Guideline	3
2. Purpose	3
3. Criteria For Water Quality	4
3.1 WHO Guidelines	4
3.2 Physical Indicators	4
3.3 Chemical Indicators	4
3.3.1 Hardness	4
3.3.2 Conductivity	5
3.3.3 Sodium	5
3.3.4 Total dissolved solids	5
3.3.5 pH	5
3.3.6 Chlorides	6
3.3.7 Nitrites	6
3.3.8 Nitrates	7
3.3.9 Fluoride	7
3.4 Bacteriological Indicators	7
3.4.1 Coliform	7
4. Sector Overview	8
4.1 Surface Water	9
4.2 Groundwater	11
4.3 Contaminant Removal Effectiveness	13
5. Impacts And Mitigation Measures	14
5.1 Project site selection	14
5.2 Project design phase	14
5.3 Engineering design	15
5.4 Water source selection	16
5.5 Surface water sources	16
5.6 Groundwater sources	17
5.7 Water Fluoridation	17
5.7.1 Fluoride Injection point	18
5.7.2 Safety considerations	18
5.8 Water treatment plant waste	19
5.9 Internal corrosion and deposition control	19
5.9.1 Corrosion control alternatives	20
5.10 Microbiological quality in distribution systems	20
5.11 Engineering considerations	21
5.11.1 Distribution system construction practices	21
5.11.2 Pipe jointing materials	21
5.11.3 Water supply storage reservoirs	21
5.12 Factors in microbial quality deterioration	22
5.12.1 Source water quality	22
5.12.2 Treatment processes	22
5.12.3 Distribution network operation and maintenance	23
5.13 Microbial quality of distributed water	24
5.13.1 Coliforms	24
5.13.2 Anti-bacterial resistant bacteria	24
5.13.3 Fungi	24
5.14 Microbial colonization factors	25
5.15 Factors in microbial growth	25
6. Monitoring And Reporting	27
6.1 Sampling frequency	27
7. References	28
Appendices	Page
Appendix I	WHO guidelines for Drinking Water Quality Standards 29
Appendix II	General Effectiveness Of Water Treatment Processes For Contaminant Removal 31

5-2-2 水質基準

パキスタン国としての河川、湖沼、海域、地下水等の水質環境基準は設定されていない。
存在するのは、内陸水域、都市下水道、海域の3水域別に設定されている排出基準である(表5.4 参照)。

表 5.4 国家環境水質基準 (NATIONAL ENVIRONMENTAL WATER QUALITY STANDARDS)

(for Municipal and Liquid Industrial Effluents, published in August 10, 2000)

S. No.	Parameter	Existing Standards	Unit: (mg/l) () : Tokyo		
			Revised Standards		
			Into Inland Waters	Into Sewage Treatment	Into Sea
1	Temperature	40°C	≦ 3°C	≦ 3°C	≦ 3°C
2	pH value	6-10	6-9	6-9	6-9
3	BOD ^{※1} at 20° C ^{※1}	80	80 (1~10)	250	80 ^{※2}
4	COD ^{※1}	150	150	400	400 (2~8)
5	Total suspended solids (TSS)	150	200 (1~15)	400	400
6	Total dissolved solids (TDS)	3500	3500	3500	3500
7	Grease and oil	10	10	10	10
8	Phenolic compounds (as phenol)	0.1	0.1	0.3	0.3
9	Chloride (as Cl ⁻)	1000	1000	1000	SC ^{***}
10	Fluoride (as F ⁻)	20	10	10	10
11	Cyanide (as CN) total	2	1.0 (N.D)	1.0	1.0
12	An-ionic detergents (as MBAS) ^{※2}	20	20	20	20
13	Sulphate (SO ₄)	600	600	1000	SC ^{***}
14	Sulphide (S)	1.0	1.0	1.0	1.0
15	Ammonia (NH ₃)	40	40	40	40
16	Pesticides ^{※3}	0.15	0.15	0.15	0.15
17	Cadmium ^{※4}	0.1	0.1 (0.05)	0.1 (0.05)	0.1
18	Chromium (Cr ⁶⁺)	1.0	1.0 (0.05)	1.0 (0.05)	1.0
19	Copper ^{※4}	1.0	1.0	1.0	1.0
20	Lead ^{※4}	0.5	0.5 (0.05)	0.5 (0.05)	0.5
21	Mercury ^{※4}	0.01	0.01 (0.0005)	0.01	0.01
22	Selenium ^{※4}	0.5	0.5	0.5	0.5
23	Nickel ^{※4}	1.0	1.0	1.0	1.0
24	Silver ^{※4}	1.0	1.0	1.0	1.0
25	Total Toxic metals	2.0	2.0	2.0	2.0
26	Zinc	5.0	5.0	5.0	5.0
27	Arsenic ^{※4}	1.0	1.0 (N.D)	1.0 (N.D)	1.0
28	Barium ^{※4}	1.5	1.5	1.5	1.5
29	Iron	2.0	8.0	8.0	8.0
30	Manganese	1.5	1.5	1.5	1.5
31	Boron ^{※4}	6.0	6.0	6.0	6.0
32	Chlorine	1.0	1.0	1.0	1.0

Explanations:

^{※1} Assuming minimum dilution 1:10 on discharge, lower would attract progressively stringent standards to be determined by the Federal Environmental Protection Agency. By 1:10 dilution means, for example that for each one cubic meter of treated effluent, the recipient water body should have 10 cubic meter water for dilution of this effluent.

^{※2} Modified Benzene Alkyl Sulphate; assuming surfactants as biodegradable.

^{※3} Pesticides include herbicides, fungicides, and insecticides.

^{※4} Subject to total toxic metals discharge should not exceed level given at S.No.25

^{※5} Applicable only when and where sewage treatment is operational and (BOD)₅ = 80 mg/l is achieved by the sewage treatment system.

Note: provided discharge is not at shore and not within 10 miles of mangrove or other important estuaries.

* The effluent should not result in temperature increase of more than 3°C at the edge of the zone where initial mixing and dilution takes place in the receiving body. In case zone is not defined use 100 meters from the point of discharge.

** The value for industry is 200 mg/l

*** Discharge of liquid effluents to bring them to the NEQS limiting values is not permissible through fresh water mixing with the effluent before discharging into the environment.

また、飲料水、工業用水、灌漑用水等の水質基準も設定されていない。ただし、飲料水については、水質基準として WHO のガイドラインを準用している。従って、水質基準による対策は実施されておらず各水域は非常に深刻な状態にある。今後、次の作業が緊急に必要と思われる。

① 水質環境基準等の設定

水域別の水質環境基準は未だ設定されておらず、早急に設定する必要がある。また、上水、工業用水、灌漑用水の用途別基準も設定する必要がある。

② モニタリング項目の充実

都市下水等による水域汚染度を把握するために、大腸菌群数(糞便性大腸菌)をパラメーターとして加える必要がある。

5-2-3 主要な環境関連法

主要な環境関連法として以下の法律が施行されている(表 5.4 参照)。

表 5.4 環境関連法令

SECTOR	LEGISLATION	YEAR
Environmental Protection	The Pakistan Penal Code	1860
	The Pakistan Environmental Protection Act	1997
	Pakistan Environmental Protection Ordinance, No.XXXVII	1997
Land Use	The Land Improvement loans Act	1883
	The Punjab Development of Damaged Area Act	1952
	The Punjab Soil reclamation Act	1952
	The West Pakistan Agricultural pest ordinance and rules	1959
		1960
	The Islamabad (Preservation of Landscape) Ordinance	1966
	The Punjab Development Cities Act	1976
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
	The NWFP Salinity Control and reclamation Act	1988
Water Quality and Resources	The Pakistan Penal Code	1860
	The Canal and Drainage Act	1873
	The Factories Act	1934
	West Pakistan (?) Act	1958
	The Balochistan ground Water Right Administration Ordinance	1978
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
	On-Farm Water management and Water Users Associations Ordinance	1981
	Indus River Water Apportionment Accord	1991
	Statutory Notification S.R.R. 742	1993
Air Quality	The Pakistan Penal Code	1860
	The Factories Act	1934
	The West Pakistan Prohibition of Smoking in Cinema House Ordinance	1960
	The Motor Vehicles Ordinance and Rules	1969
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
	Statutory Notification S.R.R. 742	1993
	Statutory Notification S.R.R. 1023	1995
Noise	The West Pakistan Regulation and Control of Loudspeakers and Sound Amplifiers Ordinance	1965
	The Motor Vehicle ordinance	1969

Toxic or Hazardous Substances	The Pakistan penal Code	1860
	The Explosives Act	1884
	The Factories Act	1934
	The Agricultural pesticides Ordinance and Rules	1971/73
Solid Wastes and Effluents	The Factory Act	1934
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
	Pakistan Environmental Protection Ordinance, No.XXVII	1997
Marine and Fisheries	The West Pakistan Fisheries Ordinance	1961
	Balochistan Sea-Fisheries Ordinance and Rules	1970/71
	The NWFP Fisheries Rules	1979
	Territorial Waters and Maritime Zones Act	1976
Forest Conservation	The Punjab Forest (Sales of Timber) Act	1913
	The Forest Act	1927
	The NWFP Hazara Forest Act	1936
	The West Pakistan Firewood and Charcoal (Restrictions) Act	1964
	The Punjab Plantation and Maintenance of Trees Act	1974
	The Cutting of Trees (Prohibition) Act	1975
	The NWFP Management of Protected forest Rules	1975
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
	The NWFP (Conservation and Exploitation of Certain forests in Hazara Division) Ordinance	1980
	The NWFP Forest Development Corporation Ordinance	1980
Parks and Wildlife Conservation Protection	The West Pakistan Ordinance	1959
	The Kohat Marzri Control Act	1954
	The Sindh Wildlife Protection Ordinance and Rules	1972/72
	The Punjab Wildlife (Protection Preservation Conservation and Management) Act and Rules	1974/74
	The Balochistan Wildlife Protection Act and Rules	1974/75
	The NWFP Wildlife (Protection Preservation Conservation and Management) Act and Rules	1975/76
	The Pakistan Plant quarantine Act	1976
	Islamabad Wildlife (Protection Preservation Conservation and Management) Ordinance	1979/80
	The Balochistan, NWFP Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
Mineral Development	The regulation of Mines and Oil-Field and Mineral Development (Government Control) Act	1948
Cultural Environment	The Antiquities Act	1975
	The Punjab Special Premises (Preservation) Ordinance	1985
Livestock	West Pakistan Goats (restriction) Ordinance	1959
	West Pakistan Punjab Animal Slaughter Control Act	1963
	The grazing of Cattle in the Protected Forests (Range Lands) Rules	1978
	Pakistan Animal Quarantine (Import and Export of Animals and Animal Products) Ordinance	1979/80
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
Public Health and Safety	The Pakistan Penal Code	1860
	The Boilers Act	1923
	The Public Health (Emergency Provisions) Ordinance	1944
	The West Pakistan Factories Canteen Rules	1959
	The Balochistan, NWFP, Punjab and Sindh Local Government Ordinance (s)	1979/80
	The West Pakistan Epidemic Diseases Act	1979/80

5-2-4 環境に関する国際条約の批准の状況

パキスタンでは、2002年までに環境に関する以下の国際条約が批准されている。

- ① 絶滅に瀕する動植物の国際取引に関する条約:1992年
- ② 世界の文化遺産及び自然遺産の保護に関する条約:1992年

- ③ ラムサール条約、特に水鳥の生息地として国際的重要な湿地に関する条約:1982 年
- ④ 国連海洋法条約:1992 年
- ⑤ 有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約:1992 年
- ⑥ 国連気候変動枠組み条約:1992 年

5-3 プロジェクト環境予備評価

5-3-1 スクリーニング

以下に示す理念に基づき、スクリーニングの検討をガイドラインに示された具体的環境項目に従って実施し、環境インパクト調査の実施が必要となるか否かの判断を行う。

(1) スクリーニングの理念

スクリーニングの理念はガイドラインに従い以下のとおりとする。

- 開発計画が関連住民の生存、生活に悪影響を与えないようにし、地域の持続的な開発・発展を確保しつつ、社会生活に十分な便益をもたらすようにする。
- 開発計画が現況の自然環境を著しく損なわず、また貴重な環境及び自然資源を保全し、将来にわたって調査のとれた環境を維持する。

(2) プロジェクトの概要

表 5.5 にプロジェクト概要を示す。

表 5.5 プロジェクト概要

項 目	内 容
1) プロジェクト名	アボタバット上水道改善計画
2) 背景	アボタバット市は人口増加に加えて殆どの井戸が使用不能になり深刻な給水不足に陥った。急速な人口増加に伴う水道の普及により給水不足が予想され、早急な水供給増強が必要となっている。
3) 目的	アボタバット市及び周辺地区 (Greater Abbottabad) の水供給の増強
4) 位置	パキスタン国北西辺境州 (NWFP) アボタバット地区
5) 実施機関	アボタバット地区
6) 裨益人口	154,643 人
7) 計画諸元	ガヤ及びバク溪谷から表流水を 150L/s 取水し、アボタバット地区まで約 19km を自然流下方式で導水する。併せて、新たに 97L/s の地下水を開発するため、9 本の既存井戸の水中ポンプの更新と 24 本の井戸を新設する。
計画の種類	新設及び改良
計画の性格	飲料水/運営維持管理の改善 (電気代の削減)
水源/水質	水源: 表流水及び地下水、水質: 良好
導水施設	延長約 19km、パイプライン
浄水場	処理方式: 粗濾過及び滅菌 処理能力: 13,000 m ³ /日
配水池	貯水タンク 12 ヶ所、容量: 約 3,000 m ³
付帯施設	取水施設 (工)
8) その他特記すべき事項	

注) 記述は既存資料により分かる範囲内とする。

(3) プロジェクトの立地環境

表 5.6 にプロジェクトの立地環境を示す。

表 5.6 プロジェクトの立地環境

項 目		内 容
プロジェクト名		アボタバット上水道改善計画
社会 環境	地域住民（居住者/先住民/計画に対する意識等）	住民の宗教的民族的な対立はない。住民は安全で安価な飲料水の確保を切望している。 最近まで井戸（地下水源）に依存していたが Ilyasi Mosque の湧水涸渇事件を契機として、従来の給水源（湧水及び地下水資源）の確保について住民は不安を抱いている。
	生活関連施設（井戸・貯水池・水道/電気等）	都市では井戸による各個給水が行われているものの周辺部では共同水栓が普及している。地区の中にはナワンシェール給水区のように各家庭に水道メータが導入されているところもある。電気は行き渡っているもののその単価は他の物価に比し非常に高い。井戸の揚水に利用する電気代が給水事業を運営する上で大きな障害となっている。
	保健衛生（伝染病・疾病/病院/習慣等）	2002 年保健衛生データによれば全患者数(5 歳以下)の割合に対し水系性疾患患者の割合が 24%を占める。
自然 環境	地形・地質（急傾斜地・軟弱地盤・湿地・断層等）	アボタバット市は後期ジュラ紀からプレカンブリアンの水河の堆積物によって形成された盆地平野上にある。
	地下水・湖沼・河川・気象（水質・水量・降雨量等）	地下水位は浅く、20-40m である。河川は深い溪谷の間を流れており利用は難しい。年間降雨量は約 1300mm である。近年少雨が傾向にある。
	貴重な動植物・生息域等（自然公園・指定種の生息域等）	無し
公害	苦情の発生状況（関心の高い公害等）	都市には公害を発生させている工場はない。都市の生活排水が Dor 川支流に流入し、地下水汚染を引き起こしている。
	対応の状況（制度的な対策/補助等）	1985 年にアボタバット市の生活排水及び雨水排水を対象とする M/P が策定されたがプロジェクト費用が確保できず実現に至っていない。
その他特記すべき事項		無し

注)記述は既存資料により分かる範囲内とする。

(4) スクリーニングの実施

表 5.7 にスクリーニングの結果を示す。これらのスクリーニングの結果から、影響を受けるおそれのある項目があり、B/D の策定段階において新環境法に準拠し EIA(環境影響評価)を実施すべきであると判断される。

表 5.7 スクリーニング

環境項目		内容	評価	備考(根拠)
社会環境	1	住民移転	有	貯水タンク及び簡易浄水施設の建設に伴い用地(約 0.1ha)取得が必要となる。
	2	経済活動	有	計画取水地点の下流 Banda Mera 村(約 20 軒)では河川水を生活用水、水力(水車)として利用しているため、本計画により支障が生ずる恐れがある。
	3	交通・生活施設	有	導・送水管は道路や未利用地に敷設する計画であるので敷設工事に伴い若干の交通障害が危惧される。
	4	地域分析	有	導・送水管は道路や未利用地に敷設する計画であるので敷設工事に伴い若干の交通障害が危惧される。
	5	遺跡・文化財	無	存在しない
	6	水利権・入会権	有	計画取水地点には、既存の Dantore 村の上水取水工があり、新たな取水工の計画に当たっては既存の取水権者との調整を必要とする。アボタバット地区内の Dor 川は、生活用水、灌漑用水等には利用されていない。ただ、石材の採取及び自動車の洗浄として利用されている。
	7	保健衛生	無	現在より良くなる
	8	廃棄物	無	貯水施設から土砂を排砂する計画であるが土砂の投棄場所あり
	9	災害(リスク)	有	送水管敷設ルートに小規模な山崩れ箇所が 2ヶ所ある
自然環境	10	地形・地質	無	大規模な地形の改変はない
	11	土壌浸食	有	Dantore 村の傾斜地に貯水タンク及び簡易浄水施設を建設する予定であり、傾斜地の土地造成に伴い土壌侵食の恐れあり
	12	地下水	有	地下水開発に伴い地下水低下の恐れがある。
	13	湖沼・河川流況	不明	計画する取水量は少なく Dor 川等への影響は少ない
	14	海岸・海域	無	影響を与える施設は存在しない
	15	動植物	無	貴重な動植物は存在しない
	16	気象	無	気象に影響を与える施設は存在しない。
	17	景観	無	景観に影響を与える施設は存在しない
公害	18	大気汚染	無	大気に影響を与える施設は存在しない
	19	水質汚染	無	影響を与える施設は存在しない
	20	土壌汚染	無	影響を与える施設は存在しない
	21	騒音・振動	無	影響を与える施設は存在しない
	22	地盤沈下	不明	計画で新規の井戸開発を含んでいる
	23	悪臭	無	影響を与える施設は存在しない
総合評価	IEE あるいは EIA の実施が必要となる開発プロジェクトか		要	環境に影響を生ずる恐れがある。

5-3-2 スコーピング

(1) 基本的考え方

スコーピングは「開発プロジェクトの考え得る環境インパクトのうち、重要と思われるものを見出し、それを踏まえて環境インパクト調査の重点分野あるいは重点項目を明確にすること」とガイドラインで定義されている。この定義を踏まえ、開発の全体像を把握し、適切な調査とするために行う作業である。

このスコーピングの手順は、ガイドラインにしたがってチェックリストを作成することとし、作成作業にあたっては、以下の検討条件を踏まえて実施した。

① 検討対象時期

検討対象時期は、供用開始前及び供用開始後とする。

② 検討対象とする空間的範囲

空間的範囲は取水施設—浄水施設—送水施設の建設を行う区域のみに限らず、流況及び流送土砂の変化が及ぶ範囲までを対象とする。

③ 環境インパクトの対象

環境インパクトの対象は、基本的に現況の環境に与えるマイナスの影響とする。

本プロジェクトにおける計画内容は未定であるが、基本計画は、自然・社会環境の特性に配慮した上水道改善計画とするもので施設は、取水施設、浄水施設、送水施設等の建設計画の策定が考えられる。

これらの計画案に対応した施設が建設されることを前提に、現段階では未定の事項に関する項目や、関係者からのヒアリングができなかった項目についての評価は困難であるが環境へのインパクトが見込まれるもしくは不明な環境項目を分類すると以下のようになる。

(2) 検討結果

以上のスコーピングの検討結果を表 5.8 スコーピングチェックリストに示す。

表 5.8 スコーピングの検討結果

No.	環境項目	評定	根 拠
社会 環境	1 住民移転	B	貯水タンク及び簡易浄水施設の建設に伴う用地取得のため
	2 経済活動	B	計画取水地点の下流 Banda Mera 村(約 20 軒)では河川水を生活用水、水力(水車)として利用しているため、本計画により支障が生ずる恐れ有り
	3 交通・生活施設	B	導・送水管は道路や未利用地に敷設する計画であるので敷設工事に伴い若干の交通障害が危惧される。
	4 地域分析	B	導・送水管は道路や未利用地に敷設する計画であるので敷設工事に伴い若干の交通障害が危惧される。
	5 遺跡・文化財	D	存在しない
	6 水利権・入会権	B	計画取水地点には、既存の Damtore 村の上水取水工があり、新たな取水工の計画に当たっては既存の取水権者との調整を必要とする。アボタバット地区内の Dor 川は生活用水、灌漑用水等として水利用されていない。ただ、石材採取及び車両洗浄に利用されている。
	7 保健衛生	D	現在より良くなる
	8 廃棄物	D	貯水タンクから土砂を排砂する計画であるが土砂の投棄場所あり
	9 災害(リスク)	B	送水管敷設ルートに小規模な山崩れ箇所が2ヶ所ある
自然 環境	10 地形・地質	D	大規模な地形の改変はない
	11 土壌侵食	B	Damtore 村の傾斜地に貯水タンク及び浄水施設を建設する予定であり、傾斜地の土地造成に伴い土壌侵食の恐れあり
	12 地下水	B	地下水開発に伴い地下水低下の恐れあり
	13 湖沼・河川流況	C	計画する取水量は少なく Dor 川等への影響は少ない
	14 海岸・海域	D	影響を与える施設は存在しない
	15 動植物	D	貴重な動植物は存在しない
	16 気象	D	気象に影響を与える施設は存在しない。
	17 景観	D	景観に影響を与える施設は存在しない
公害	18 大気汚染	D	大気に影響を与える施設は存在しない
	19 水質汚染	D	影響を与える施設は存在しない
	20 土壌汚染	D	影響を与える施設は存在しない
	21 騒音・振動	D	影響を与える施設は存在しない
	22 地盤沈下	C	計画で新規の井戸開発を含んでいる
	23 悪臭	D	影響を与える施設は存在しない

(注1) 評定の区分

A: 重大なインパクトが見込まれる

B: 多少のインパクトが見込まれる

C: 不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮を入れておくものとする)

D: ほとんどインパクトは考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない。

(3) 総合評価

チェックリストの各項目別に評定を行った結果と、その評定の判定根拠から B 及び

C が 10 項目に及ぶことから詳細な調査が必要あるいは調査を行うことが望ましいと判断される(表 5.9 参照)。特に詳細な調査が必要と思われる重要項目は、水利権(水利調整)及び住民移転(用地買収)である。

また、上述したように、新環境法(PEPA'97)の Section33(2)(f)及び EIA 法改訂(Registered No.M.302/L-7646)によれば、本都市給水計画(案)、即ち「ガヤ(Gaya)およびバグ(Bagh)の溪谷から表流水を取水し、自然流下方式でアボタバット等の上水を導水する。併せて井戸を開発する計画(案)」は、EIA が必要な給水プロジェクトに該当し、EIA 実施の必要を義務付けられている。なお、給水計画に関する EIA 報告書は、Guidelines for Water Supply Projects(Pakistan Environmental Assessment Procedures の Sectoral guidelines 1997)に沿ってとりまとめられ、環境保護庁(EPA)及び州(NWFP)の EPA に提出されなければならない。

また、ヒアリングによれば、EIA 評価実施の事例は少なく石油プラント等の産業公害プラントに限られているとのことであった。

表 5.9 総合評価

No.	環境項目	評価	今後の調査方針	備考
社会環境・自然環境・公害	1 住民移転	B	貯水タンク及び簡易浄水施設の建設に伴う用地所有者の実態及び用地取得の可能性の有無	
	2 経済活動	B	計画取水地点の下流 Banda Mera 村では河川水を生活用水、水力(水車)として利用しているため、水利用実態及び本計画により生ずる支障及び調整	
	3 交通・生活施設	B	道路及び未利用地の利用実態	
	4 地域分析	B	道路及び未利用地の利用実態	
	6 水利権・入会権	B	既存の取水権者との調整可能性の有無。Gaya 及び Bagh 川の水量及び水質。Dor 川の水利用状況。	
	9 災害(リスク)	B	送水管敷設ルート計画に伴う小規模な山崩れ場所・規模の確認	
	11 土壌侵食	B	貯水タンク及び簡易浄水施設の建設に伴い既存の傾斜地土地造成に対する土壌侵食対策事例	
	12 地下水	B	地下水水位の実態	
	13 湖沼・河川流況	C	Dor 川等の水利用実態	
	22 地盤沈下	C	地下水水位の実態	

(注 1) 評価の区分

A: 重大なインパクトが見込まれる

B: 多少のインパクトが見込まれる

C: 不明(検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮を入れておくものとする)

D: ほとんどインパクトは考えられないため IEE あるいは EIA の対象としない。

(4) 環境配慮に当たっての留意事項

本計画の環境配慮に当たっての大きな留意事項は、新規の取水に伴う既存の水利用者との水利調整及び施設建設に伴う計画予定地の用地買収である。以下この2点について詳述する。

1) 水利調整

本計画(案)では、Dor 川の数多くの支流のひとつであるガヤ(Gaya)川から 40L/s 及びバグ(Bagh)川から 110L/s、新規に合わせて表流水(150L/s)を取水することを計画している。しかし、ガヤ川の取水計画地点にはダムトール(Damtore)村への既存の取水口があり、現在、10L/s 取水されている。既存のデータを見る限り、ガヤ川は渇水時でも 50L/s 以上有り、新規の取水(40L/s)は既存の取水(10L/s)を犯す恐れはないと思われる。またガヤ及びバクの合流点下流には、小さな村 Banda Mera 村(約 20 軒)があり、その村ではこの河川水を生活用水と水力(水車)等として利用している。従って、本計画策定にあたってこれらの既存水利用者と十分に調整を図る必要がある。

また、下流への影響を配慮して地区灌漑部で Dor 川の水利用実態についてヒアリングした結果、少なくともアボタバット地区では飲料水、灌漑用水等の利用は皆無であるとのことである(JICA が実施したパキスタン国首都圏水資源開発基本計画調査報告書 1988 年によれば、Dor 川の沿川には、8870ha の灌漑面積が存在するとの記載があるが灌漑地区はアボタバット地区の遥か下流地域である)。その他、Dor 川は石骨材の採掘及び車両の洗車に利用されている。

また、Dor 川本川の最下流部 Rajoia 地点の流量は渇水時でも 700 L/s あり、Dor 川支流のガヤ川およびバク川から新たに 150 L/s の取水を行っても、アボタバットに飲料水として使用された水の大部分は排水路を経由して Dor 川本川に還元するため、影響は殆どないものと思われる。

パキスタン国には水利権という確たる概念・権利は存在していない。パキスタン国の水利調整は、州内での調整は州で、さらに地区内での調整は地区で行うことになっている。従って、地区灌漑部からのヒアリングによれば、「本計画の水利調整は、地区(District)、Urban Union Council、Rural Union Council、取水地点のガヤ村、水利用者のダムトール(Damtore)村の代表及び副代表が集まった地区協議会で話し合いが行われ、調整されることになろう」とのことであった。

2) 用地買収・収用

本計画にあたっては貯水タンク及び簡易浄水施設の計画地の用地買収(約 0.1ha)が必要となる。なお、計画予定用地は所有者が明確になっているとのことである。不法占拠者はいないとのことである。しかしながら用地買収が不可能な場合、パキスタン国では用地収用法に基づいた収容手続きが行われる。パキスタン国の用地買収は、Land

Acquisition Act(1894)に基づいて、次の手続きを経て実施されている。

- ① 事業主体が必要な土地の規模を確定し(Section-4)、州財務局に許可を得る。
- ② 財務局は土地所有者に用地買収申請があったことを知らせる。
- ③ 事業主体は、用地買収に係る預託金を財務局に提出する(Section-5)。
- ④ 財務局は土地所有者に土地代金を払う(Section-6)。
- ⑤ 財務局は事業主体に用地収用を許可する。

しかし、ヒアリングによれば、土地所有者に土地代金が完全に支払われず事業実施後、問題になっている過去のケースも多く用地買収については留意が必要となる。

(5) 環境影響評価実施可能なローカルコンサルタント及び水質検査機関

環境保護庁 Director の Mr. Zia Ul Islam から入手した環境コンサルタントリストは表 5.10 のとおりである。

また、水質分析については同氏の紹介により訪問した機関、PCSIR (Pakistan Council of Scientific & Industrial Research) は、Unicef 等の国際機関の分析・調査の実績もあり、機材の整備及び維持管理も十分で、分析技術者の能力も高く、分析の信頼性が高い機関であると判断した。なお、水質分析費用は、表 5.11 のとおりである。

表 5.11 水質検査料金(分析機関:PCSIP, 調査年月日:2003 年 1 月現在)

No	Analytical Item	Cost (One sample in Pak Rupees)
1	大腸菌及び糞便性大腸菌等	500
2	砒素、鉛、カドミウム、アンチモン、銅、クロム等	350
3	硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア態窒素、リン	250
4	有機物質、BOD、COD 等	500
5	SS、TDS 等	300

注：100 サンプル以上の場合は、その価格の 50% 割引が可能である。

表 5.10 ローカルコンサルタントリスト

No.	Name of Company	Phone No.	Fax No.	E-mail Address
1.	Halcrow Pakistan (Pvt) Ltd 1-B, Mezzanine Floor, Awan Arcade, Jinnah Avenue, Blue Area, Islamabad.	92-51-2870223 2870224	92-51-2870222	mail@halcrowpk.com.pk
2.	Hagler Bailly Pakistan 1, St. 15, Khayban-e-Iqbal, F-7/2, Islamabad.	92-51-2650475-80	92-51-2650832	mail@haglerbailly.com.pk
3.	TECRHRED Technology & Resource Development (Pvt) Ltd, 21-A-1, Township, Lahore.	92-42-5591295 5593863	92-42-5591659	raziz@comsats.net.pk
4.	DHV Consultants H No. 16-A, Street 29, F-7/1, Islamabad.	92-51-2280763 2278960	92-51-2820764	dhv@isb.compol.com
5.	Semiotics Consultants (Pvt) Ltd Flat 7, 2nd Floor, Block 13, Pearl Center, Super Market, Islamabad.	92-51-2271248 2877266	92-51-2271606	Semiotic@apollo.net.pk Semiotic@isb.comsats.net.pk
6.	RDC International (Pvt) Ltd Research & Development Consultants 136-C, Rfah-e-Aam Society, Malir Halt, Karachi-57210	92-21-4591854	-	-
7.	Engineering General Consultants 76-A, Faisal Town, Lahore-54700	92-42-5169901-3	92-42-5169897	iuhaq@brain.net.pk
8.	EUROCONSULT 175-A, Abu Bakar Block, New Garden Town, Lahore.	92-42-5832276 5866795	92-42-5832032	-
9.	PRO-PLAN Associates (Pvt) Ltd Environment Engg & Management Consultants 68-C, 2nd Floor, 13th Commercial Street, D.H.A, Phase-II (Extn), Karachi.	92-21-5888081-2	92-21-5888083	proplan@digicom.net.pk
10.	Engineering Consultants International (Pvt) Ltd 23-A, Bhattai Road (Old School Road), F-7/1, Islamabad.	92-51-2274109 2277958	92-51-2278701	ecil@isb.comsats.net.pk
11.	MM Pakistan (pvt) Ltd G-165/166, LCCHS, Defence Society, Lahore	92-42-5721054 5725476	92-42-5725478	mmp@isb.comsats.net.pk
12.	General Manager Global Environmental Lab Plot No. 43, Sector 23, Korangi Industrial Area, Karachi.	92-21-5062213 5065839 313780	92-21-5062211	gel_khi@yahoo.com
13.	National Environmental Consulting (pvt) Ltd 1st Floor, PIDC House, M.T. Khan Road, Karachi	92-21-5662009 5216396	92-21-566-2005	rafi@khi.compol.com
14.	Engineering Consultants International (Pvt) Ltd Head Office 76-A, Faisal Town, Lahore	92-42-5169901-3	92-42-5169897	inhaq@brain.net.pk
15.	National Engineering Services Pakistan (pvt) Ltd NESPAK House, 1-C, Block-N, Model Town Extension, P.O. Box. 1351, Lahore	92-42-5160500	92-42-5160509	-

6. プロジェクトの内容

6-1 プロジェクトの目的

本プロジェクトはアボタバット市及び周辺地区（Greater Abbottabad）の水供給能力を増強し、上水道の改善をすることにより、住民の公衆衛生、生活水準の向上を目的とする。

6-2 要請内容と代替案検討の経緯

パキスタン国政府は、地域間の格差是正を重要な課題と位置付け、北西辺境州（NWFP）に位置するアボタバット市及び周辺地区の上水道改善計画（Greater Abbottabad Gravity Water Supply Scheme）を、2000年12月に日本国政府に要請した。日本国政府はこの要請に基づいて、2002年12月に予備調査団を派遣し要請内容の確認を行った。

要請内容は、アボタバット市及び周辺地区の水供給能力の増強を目的として、ドール（Dor）川上流部のベランガリ（Beran Gali）峡谷から取水し、動力を要さない自然流下方式の送水管（延長 23km・管径 ϕ 450）で水供給（200 l/s）を行うものである。当初要請内容は表 6.1 に示すとおり。

表 6.1 当初要請の内容

項 目			備 考
対象地域			アボタバット市及び周辺地区の5自治体（カントメントエリアを含む）
表流水源による水供給（自然流下方式）	1	取水施設（建設）	ベランガリ（Beran Gali）溪谷 取水能力：200 リットル/秒（約 17,300m ³ /日）
	2	浄水施設（建設）	本格的な浄水施設 処理能力：約 69 リットル/秒（6,000m ³ /日）
	3	送水管（建設）	延長：約 23 km 管径： ϕ 450
	4	工事用及び維持管理用道路（建設）	約 8 km

本予備調査での現地調査の結果、当初要請の内容には以下に列挙する重大な問題点があることが判明し、代替え案を先方政府側と協力して検討することに合意し、M/D（Minutes of Discussions 平成14年12月26日付）の署名を行った。

【当初要請内容の問題点】

- ベランガリ峡谷の取水から下流 8km の区間は、山肌が急峻な植生のない地滑り常習地帯で、斜面崩壊、落石等の自然災害発生の危険性が極めて高く、送水管の破損、崩壊が充分予測される。
- ベランガリ峡谷の取水地点の上流部には既に数千人の住民が住んでおり、家畜の糞

尿を含む有機物による水質汚染が見られ、水道水源として利用するには本格的な浄水施設が必要であり、水質的に簡易処理で利用できる峡谷の清流の水源としての優位性がない。

- c. 送水管延長が長いため、自然流下方式で送水するには大きな高低差が必要であり、途中通過する低地部においては、30 気圧 (30 kg/cm²) 近くの静水圧がかかり、通常の水道規格を越えた管材料及びバルブ類が必要とされる。

6-3 代替案内容

その後、協議議事録 (M/D) の合意に基づいて、先方政府カウンターパート機関と協力して行った現地調査の結果、ガヤ (Gaya) 溪谷とバグ (Bagh) 溪谷から取水し、自然流下方式で送水できることが確認された。確認された内容は以下のとおり。

- a. 植生のある山肌で傾斜も緩やかであり、地滑り、斜面崩壊、落石等の自然災害発生の危険性がない。
- b. 溪谷の上流部は巾が狭く岩場であるため人が住んでおらず、湧水同然の良好な水質が確保できる。
- c. ベランガリ峡谷より約 5km 延長が短いため、その分高低差が少なくですみ、途中通過する低地部での静水圧が 20 気圧 (20 kg/cm²) 以下となる。
- d. 現在、ガヤ峡谷から取水し、自然流下の送水管 (φ100) でアボタバット市郊外のダムツール (Damtore) 地区まで既に送水している。

既存の流量データ資料から、取水量はガヤ溪谷から 40 l/s、バグ溪谷から 110 l/s、合計で 150 l/s の取水が可能と判断された。

当初要請の給水対象地域は、アボタバット市ならびにカントンメントエリアを含む周辺地区の 5 自治体であったが、本予備調査では、カントンメントエリアを除くアボタバット市、及び周辺地区の 14 自治体であることが確認された。また、給水対象地域の将来の水需給バランスから、既存井戸の補修・井戸の新設等による水供給量の増強が併せて必要であることが確認された。

一方、現状の上水道事業運営において、ポンプ運転の電気代の支払いが大きな財政的負担となっている。電力消費については、以下の原因による非効率なポンプ運転の改善による電力消費量の削減効果が見込まれるため、1) 適正な揚程のエネルギー効率の良い水中ポンプへの更新、2) 井戸に隣接した貯水タンク設置等の改善案が勧告される。

- a. 水中ポンプの老朽化によるエネルギー効率の悪化
- b. 地下水位低下によるポンプ揚程の不足
- c. 適正なポンプ揚程の運転範囲を越えた遠方の山頂の配水タンクへの送水

本予備調査において確認された代替案の内容、ならびに当初要請内容の比較は表 6.2 に示すとおり。

表 6.2 当初要請内容及び確認された代替案内容の比較

			当初要請内容	代替案内容
対象地域			アボタバット市及び周辺地区の 5 自治体 (カントメントエリアを含む)	アボタバット市及び周辺地区の 14 自治体 (カントメントエリアを除く)
表流水源による水供給 (自然流下方式)	1	取水施設 (建設)	ベランガリ溪谷 取水能力: 200 リットル/秒 (約 17,300m ³ /日)	ガヤ溪谷及びバグ溪谷 取水能力: 150 リットル/秒 (約 13,000m ³ /日)
	2	浄水施設 (建設)	本格的な浄水施設 (凝集沈澱・砂ろ過・塩素滅菌等) 処理能力: 約 69 リットル/秒 (6,000m ³ /日)	簡易浄水施設 (粗濾過・塩素滅菌等) 処理能力: 150 リットル/秒 (約 13,000m ³ /日)
	3	送水管 (建設)	延長: 約 23 km 管径: ϕ 450	延長: 約 19 km 管径: ϕ 400 (一部 ϕ 150~ ϕ 250)
	4	工事用及び維持管理用道路 (建設)	約 8 km	約 1 km
	5	既存ブースターポンプの更新	なし	3 箇所
井戸の補修及び新設	6	既存井戸水中ポンプの更新	なし	9 箇所
	7	井戸新設	なし	24 箇所
	8	貯水タンク新設	なし	12 箇所

6-4 プロジェクトの目標及び成果指標

アボタバット市及び周辺地区 (Greater Abbottabad) の上水道改善を目的として、自然流下方式による表流水源の水供給システムの建設、ならびに地下水源の開発により水供給能力の増強を図り、現状の水供給不足を解消し、住民一人一日当たり 140 リットル (30 ガロン) の水供給の実現を目標とする。裨益人口は、計画目標年次の 2010 年で約 18 万 8 千人である。

プロジェクトの成果指標として、1) 給水人口の増加、2) 水供給量の増大、3) 運転管理費 (電力消費量) の削減、が挙げられる。

6-5 プロジェクトの実施体制

要請 (2000 年 12 月) では、北西辺境州 (NWFP) 政府の PHED (Public Health Engineering

Department) が実施機関で、アボタバット市がカウンターパート機関となっていたが、2001 年 8 月の地方分権化による行政組織の改編により、州内に 26 設立された各地区が、都市部及び周辺村落部を含めて管理することとなった。従って、本予備調査において、プロジェクトの実施機関は、アボタバット地区庁 (Abbottabad District Office) であることが確認された。

一方、対象地域の上水道事業の運営・維持管理は、2つの都市部はそれぞれアボタバット市とナワンシェール市が、周辺地区の 12 の村落部はアボタバット地区庁 (Abbottabad District Office) の事業・サービス局 (Works & Services Department) が行っている。また、上水道施設の計画・建設は、アボタバット地区庁の事業・サービス局が一括して行っている。本プロジェクトを実施する場合は、アボタバット地区庁が実施機関となり、関連機関との意見調整、とりまとめを行うこととなる。

6-6 プロジェクトの必要性、妥当性及び緊急性

アボタバット市及び周辺地区の上水道施設整備は、地下水を水源として主に ADB の融資により 1997 年まで実施されてきたが、その後市街地の拡大と人口増加、加えて既存井戸の揚水量の大幅な低下により、対象地域の水供給能力の増強が急務となっている。

現在、対象地域の水需給バランスから、1990 年代初めから計画されている自然流下方式による表流水源の水供給システムの建設が、不可欠な状況となっているが、初期投資額が大きいため国内予算だけでの実施は難しく、水供給不足の状況が続いており、日本国政府の無償資金協力による実施が期待されている（詳細は本報告書 2-1 「マスタープランの概要と関連計画の経緯」に詳述のとおり）。また、動力を要しない同システムは、電力料金の高いパキスタン国においては、運転・維持管理費用の負担を大きく軽減するものであり、脆弱な上水道事業の財務体質改善の面からも、プロジェクト実施の必要性が高いと考えられる。

計画では、対象地域の一人一日当たりの目標給水原単位を 140 l/cap/day としているが、2002 年現在の水供給量は、人口 154,643 人に対し、目標の半分である 70 l/cap/day しかなく、このまま上水道施設整備がなされないとすると、計画目標年次である 2010 年には 188,417 人の人口に対し、58 l/cap/day の水供給量まで減少する。加えて、既存井戸の多くが近い将来使用不能となり、更に水供給量が減少する可能性が高いことより、早急なプロジェクトの実施が必要である（詳細は本報告書 4-1 「短中期上水道整備計画と代替案の位置付け」に詳述のとおり）。

対象地域であるアボタバット市及び周辺地区は、学校、研究機関が集中し学園都市として多くの学生・研究者を抱え、夏場の避暑地として観光都市の一面も持っており、市域の拡大と都市化が進行している。特に周辺地区の村落部と称される地域は、行政組織上は村落 (Union Council Rural) に区分されているが、地理的にも、経済的にもアボタバット市

の都市域の一部と位置付けられる。

パキスタン国では、大都市部の上下水道事業を管轄している WASA (Water and Sanitation Agency) が、パキスタン国の都市水道の給水原単位を表 6.3 のように設定している。2001-2010 年の給水原単位は、低所得者層では 135 l/cap/day、中所得者層では 180 l/cap/day、高所得者層では 320 l/cap/day となっている。対象地域では目標給水原単位を 140 l/cap/day と設定しているが、同地域は容易に水源を確保できる地理的条件になく、初期投資額が大きくなるため、都市部として必要最小限の給水量原単位を設定したものであり、無償資金協力の対象として妥当な目標値と考えられる。因みに首都イスラマバードでは 200 l/cap/day、本予備調査と同時期に、上水道衛生環境改善の基本設計調査が再開されたファイサラバードでは、155¹ l/cap/day となっている。

表 6.3 WASA の給水原単位

	給水原単位 (l/cap/day)		
	1993-2000 年	2001-2010 年	2011-2018 年
低所得者層	120	135	150
中所得者層	155	180	200
高所得者層	280	320	350

6-7 適当な協力内容、規模及び範囲

本予備調査で確認された代替え案の以下の 2 つのコンポーネントの実施が、無償資金協力として適当な協力内容と考えられる。

- 1) Gaya 溪谷及び Bagh 溪谷を取水地点とした、自然流下方式による表流水源水供給システムの建設、ならびにそれに伴う必要な既存送水施設の改善
- 2) 井戸の補修・新設、ならびにそれに伴う必要な既存送水施設の改善及び新設（高架タンク等）

協力の範囲は、上記のとおり水供給能力の増強に必要な送水施設の新設・改善までが妥当な範囲と考えられる。

対象地域内の配水管網の改善・拡張については、対象となる施設整備内容が多岐に亘るとともに、長期間におよぶ協力が必要となるため、協力の範囲外とする。しかしながら、増強された水供給能力が十分な効果を発揮するためには、対象地域内の配水管網の改善・拡張は不可欠な要件であり、基本設計調査時に先方政府側の義務事項として十分に確認する必要がある。

¹ 当初要請がなされた 1993-2000 年の給水原単位を採用し、低所得者層 55% (125 l/cap/day)、中所得者層 30% (155 l/cap/day)、高所得者層 15% (280 l/cap/day) の加重平均。

6-8 プロジェクトに期待される効果

水供給不足の状況下にあるアボタバット市及び周辺地区の住民にとって、本プロジェクトの実施により、質・量ともに安定した良好な飲料水が供給され、公衆衛生、生活水準の向上が図られる。

一方、上水道事業の運営・維持管理においては、対象地域のアボタバット市、ナワンシェール市、及び近郊村落ともに大幅な赤字経営となっている。表 6.4 に昨年度（2001 年 7 月～2002 年 6 月）の 3 つの水道事業体の収支状況を示す。支出合計を 100 %とした場合、収入はその 18 %～38 %しかなく、支出は電気代が 73 %～87 %を占めており、電気代が大きな財政負担となっている。

プロジェクトの実施によって、動力を要しない自然流下式による表流水源水供給システムが建設された場合、表流水源が配水される予定のアボタバット市とナワンシェール市では、電力消費量が大幅に減少するため、電力料金の高いパキスタン国では、脆弱な上水道事業の財務体質の改善に大きな効果が期待出来る。また、近郊村落においては、1) 既存井戸に使用されている古いエネルギー効率の悪い水中ポンプの更新、2) 井戸から遠方の山頂の配水タンクへ送水するために必要な適正な揚程の水中ポンプへの更新、により電力消費量の削減効果が期待出来る。

表 6.4 対象地域の各水道事業の財務状況

水道事業体	収 入	支 出			損 益	給水接続率 水道料金
		電気代	人件費等	合 計		
アボタバット市	3,876,900	15,800,000	5,916,748	21,716,748	-17,839,848	65%
	18%	73%	27%	100%	-82%	60Rs/戸・月
ナワンシェール市	1,800,000	3,840,000	960,000	4,800,000	-3,000,000	99%
	38%	80%	20%	100%	-62%	2.43Rs/m ³
近郊村落	2,409,000	12,000,000	1,750,000	13,750,000	-11,341,000	45%
	18%	87%	13%	100%	-82%	40Rs/戸・月

注：収支決算時間 2001 年 7 月～2002 年 6 月

ナワンシェール市では水道メーターが各戸に設置され、給水接続率も 99 %と高く、既に従量料金制を採用しているため、プロジェクトが実施された場合、黒字経営に転換できる可能性が高い。しかしながら、減価償却を考慮できる水準までにはほど遠く、将来的には水道料金の値上げが必要である。

一方、アボタバット市および近郊村落では、給水接続率も 65 %と 45 %と低く、一戸当たり月額定量料金のため、隣家の住民が無料で使用しており、料金収入が上がらない原因と

なっている。持続可能な水道事業の運営ならびに財務体質の改善には、1) 給水接続率の向上、2) 上水道料金の値上げ、が不可欠であり先方政府側の義務事項として、基本設計時に充分に確認する必要がある。