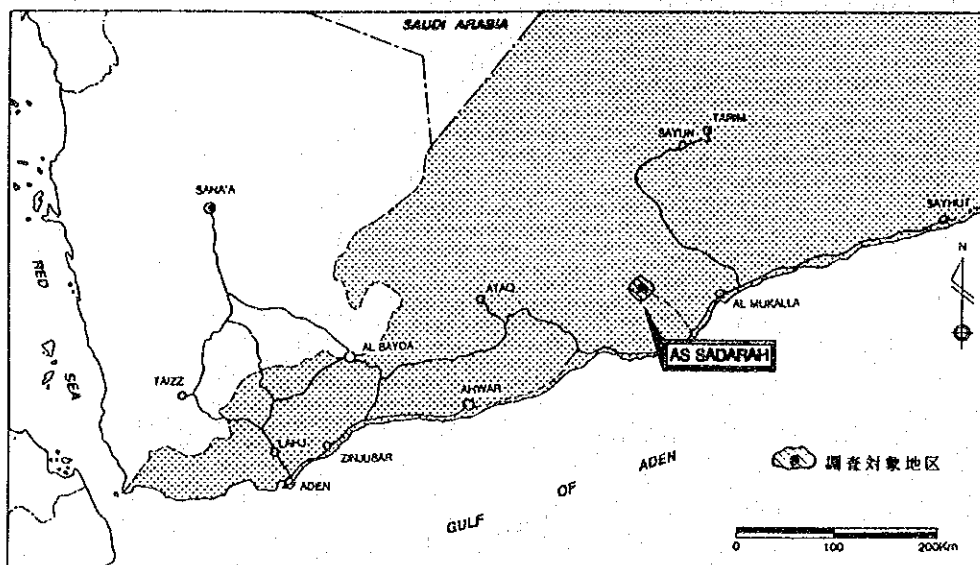


3.3.4

地区番号	8	サイト名	アッサダラ (As Sadarah)			
行政区分	州名	ハラマト	郡名	ハジャル	準郡	アッサダラ
集落数	7	給水世帯数	1,485	給水対象人口	11,050	
給水対象地区面積		12 km ²		給水人口密度	929 人/km ²	
主要収入源(比率)	一位 二位 三位	農業 給与賃金	90% 15%	平均月収	YR10,000	
医療機関	病・医院	2		教育施設	小学校	2
	医務員	4			中学校	—
	ベット数	0			高等学校	—
食堂・商店		—		モスク数	9	
買水状況	買水量	—				
	買水価格	—				
	購入先	アルマフト				
既存水道施設	水源	—				
	配水槽	—				
	管路	—				
	水道料金	—		平均水消費量	36 l / 日 / 人	
発電施設	—					



1. 位置

当該地区はハドラムート州都アル・ムカッラの西、約60kmの海岸線に位置するマイファ市から、現在建設中の石油開発道路をたどって約100km北上した山岳地帯に位置する準郡域で、マイファの西側でアデン湾に注ぐワジ・ハジャル流域上流部にあたる。ワジ・ハジャルは「イ」国では数少ない年間を通じて常時流を持つ河川で、この上流部でも表流水が年間を通じて豊富である。しかも当該地区一帯を地熱帯が走っており、中心地アッサダラ集落内を始めとして、豊富な温泉が湧き出ている。これらの水資源を利用して、生活用水のみならず、約50万本といわれるアブラヤシ大農園を地区を構成する集落群で共同経営している。

2. 給水現況

当該地区は7集落で構成され、人口約5,000人の準郡都アッサダラを中心として、給水対象人口は11,000人である。この地域は地熱帯上に位置し温泉が湧出しており、水質の良否は別として、手軽に水が得られる所である。地区内集落アル・ハルジャとスイロンはかつてこの湧泉を水源とした小規模な給水設備があった。両者とも規模構造共に類似した設備であり、水源は深さ約2mの素掘の穴で、その中に水中ポンプと発動機を据えつけ、近くの丘上の約1,000gal.の石造タンクに送水し、集落内の共同水栓に自然流下するシステムであった。両設備とも1985年頃の建設で、その費用は全額それぞれ集落の住民が拠出し合ったものである。建設当時は、両集落ともクェート方面への出稼ぎで全戸数が生活を賄っており、無理なく費用が集められたということであった。しかし湾岸戦争後は出稼ぎに出かける機会が失われると共に、スイロンの設備は、1988年に水源の穴が崩壊しポンプが故障、一方アル・ハルジャでは、1992年井戸ポンプが故障しそれ以後それら設備を修理する資金のめどがつかないまま現在に至っている。両集落とも戸数15程度の小さな集落で、湾岸戦争以降の維持管理費用の手当に問題があったと思われる。現在では、7集落のうち6集落は各集落の近くの湧泉を利用し、残る集落（バームセブリ）だけはワジ・ハジャルの表流水を利用している。各集落とも地下1m～3m掘さくするとどこでも泉（温泉）が湧出するが、住民はそのうちでも温度の低い泉を努めて利用している。これら泉は住民の飲用、雑用水と家畜用そして、農業用にと無駄なく利用されている。またアッサダラ中心部のモスクそばの泉には公衆浴場が併設されている。現在地区住民は水量的には満足してはいるものの、水質（電気伝導度1,660 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ～3,500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、温度27℃～45.1℃）には全住民が不満を強く表し、より良い水の確保を切望している。水道料金については、地区住民が全員で決めた金額ならば少々高くても支払うということであった。

3. 水源

a. 自然・水源環境

アッサダラはワジ・ハジャル(Wadi Hagar)に沿って形成された、南北20Km、東西4 Km~5 Kmの細長い構造性盆地で、対象地の標高は440m~500mである。盆地の東および西側は標高650m~800mの山地となっているが、開析が進み山地頂面は鈍角の晩壮年期の地貌を呈している。樹枝状開析谷が多い。

当該地区は古第三紀始新世のジェザ層群(Jeza Formation)とルス層群(Rus Formation)および、新第三紀鮮新世のシハル層群(Shihl Formation)によって構成され、準郡都の中心地アッサダラ以南には扇状地性の氾濫原堆積層が分布、さらにワジ・ハジャルに沿って沖積層が帯状に分布している。

ジェザ層群やルス層群は泥灰岩や苦灰岩をはさむ石灰岩優勢層でジェザ層群には珊瑚や海百合の化石を多産する。シハル層群は固結の進んだ礫岩層からなる。これ等第三系はワジ・ハジャル右岸ではNS~NW10°の走行で、東に16°~20°の傾斜を示すが、ワジの左岸ではNW20°位の走向で西に10°位の傾斜となり、ワジ・ハジャル方向の軸をもつ向傾斜構造を示している。NW10°~20°方向の小断層やクラックが、良く発達している。これは向傾斜構造をもたらしたエネルギーの一部が、造断層や造クラックのエネルギーに転化されたものと考えられ、このクラックが温泉の通路となっているらしい。氾濫原堆積層は地表部は風成の細砂で覆われているが、下部は砂礫優勢となるらしい。

表-3.13 アッサダラ付近の地質層序表

地質時代		地層名	層相
第四紀	完新世	沖積層	砂・礫
	完新~更新世	氾濫原堆積層	砂・砂礫・粘土
第三紀	鮮新世	シハル層群	砂岩
	始新世	ルス層群	石灰岩・泥灰岩
		ジェザ層群	石灰岩・泥灰岩・苦灰岩

b. 水理地質特性

本地区に既設井はないが盆地内の至る所で、3 m～4 mの掘さくで温泉が湧出している。住民はこれを飲料や雑用に供している。また、準郡都アッサダラでは、モスクの脇に湧出する温泉を利用して、公衆浴場を設置している。ハジャルには表流水があり、これを取水し用水溝で導水して椰子の栽培を行っている。給水計画対象地の1つであるバームセブリ(Bamesiblin)集落は農業用水路の水を利用しているが、他の6集落は全て3 m以内の掘さくで湧出した温泉を飲雑用水としている。

図-3.13に示した地点での測水結果を表-3.14に示す。同図から明らかなように、湧泉の温度は27℃～45.1℃にあり、25℃に補正した電気伝導度は1,454 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ～2,780 $\mu\text{s}/\text{cm}$ にある。ワジ・ハジャルの表流水は、地区最上流の測点2で1,233 $\mu\text{s}/\text{cm}$ であるが、バームセブリ付近では3,145 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と悪化している。農業用水路の流水はアッサダラ北部で2,212 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ～2,308 $\mu\text{s}/\text{cm}$ の範囲にあり、比較的良好であった。図-3.13に地質断面図、25℃補正値を用いて作図した電気伝導度等値線図、温泉の等温度線図を示す。同図より湧泉温が44℃以上の高温帯はワジ・ハジャル左岸の山脚部にあることがわかる。

本地域の水源としては、次のことが考えられる。

- ① 深さ5 m位の浅井戸で温泉を求める。井戸を深くすると高温になる可能性がある。また、水源井を下流部に設けると人為的な汚染が考えられるので、なるべくアッサダラ集落の上流が望ましい。

なお、現在の湧泉状況から見て、新設井の取水量は平均250 ℓ/min と考えられるので、計画給水人口11,150人に対しては、約3井が必要となる。

- ② 農業用水路とワジ・ハジャルの間に、深さ10 m位の浅井戸を設け、これを水源とする。この場合は農業用水路(素掘り)と、ワジの表流水が地下水を涵養しているので1井だけで可。

- ③ アッサダラ上流で、灌漑用水を水源とする。

- ④ ワジ・ハジャル上流部で、河川表流水を取水する。

郡庁支局では上記4案のうち、衛生的にはもっと安全な第4案ワジ上流部表流水の取水を強く希望しており、地区の将来の状況を考慮した場合は、建設費が高むことになるが、推奨される取水方法である。

凡 例			
□	第四紀	沖積層	砂・礫
▣		氾濫源堆積層	砂・礫・粘土
■	第三紀	鮮新世	シハル層群
■		始新世	ルス層群
■			ジェザ層群
6°	走向及び傾斜		
×	向斜		
—	断層		
—	電気伝導度等値線 (μS/cm)		
⊙	湧出温泉 (表-3.14参照)		
★	表流水電導度測定地点		
▲	水源 (表流水)		

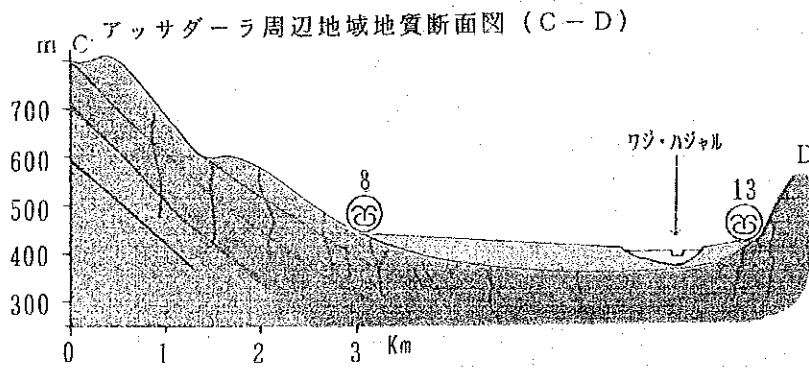
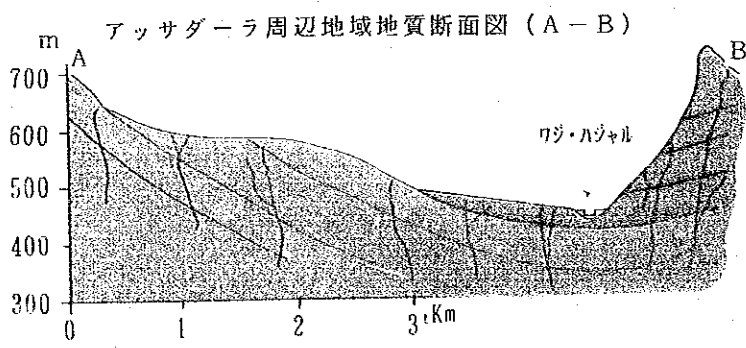
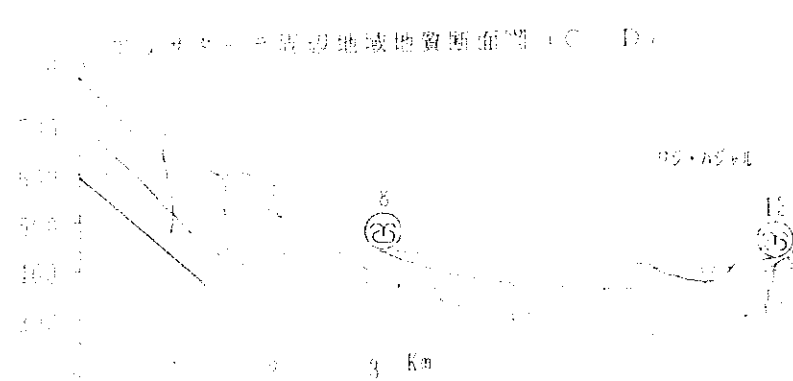
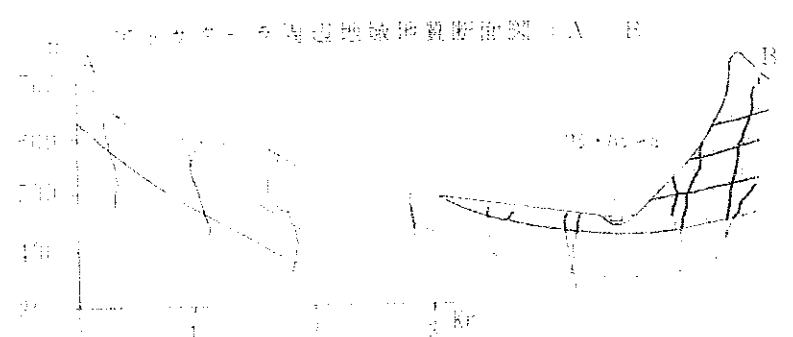
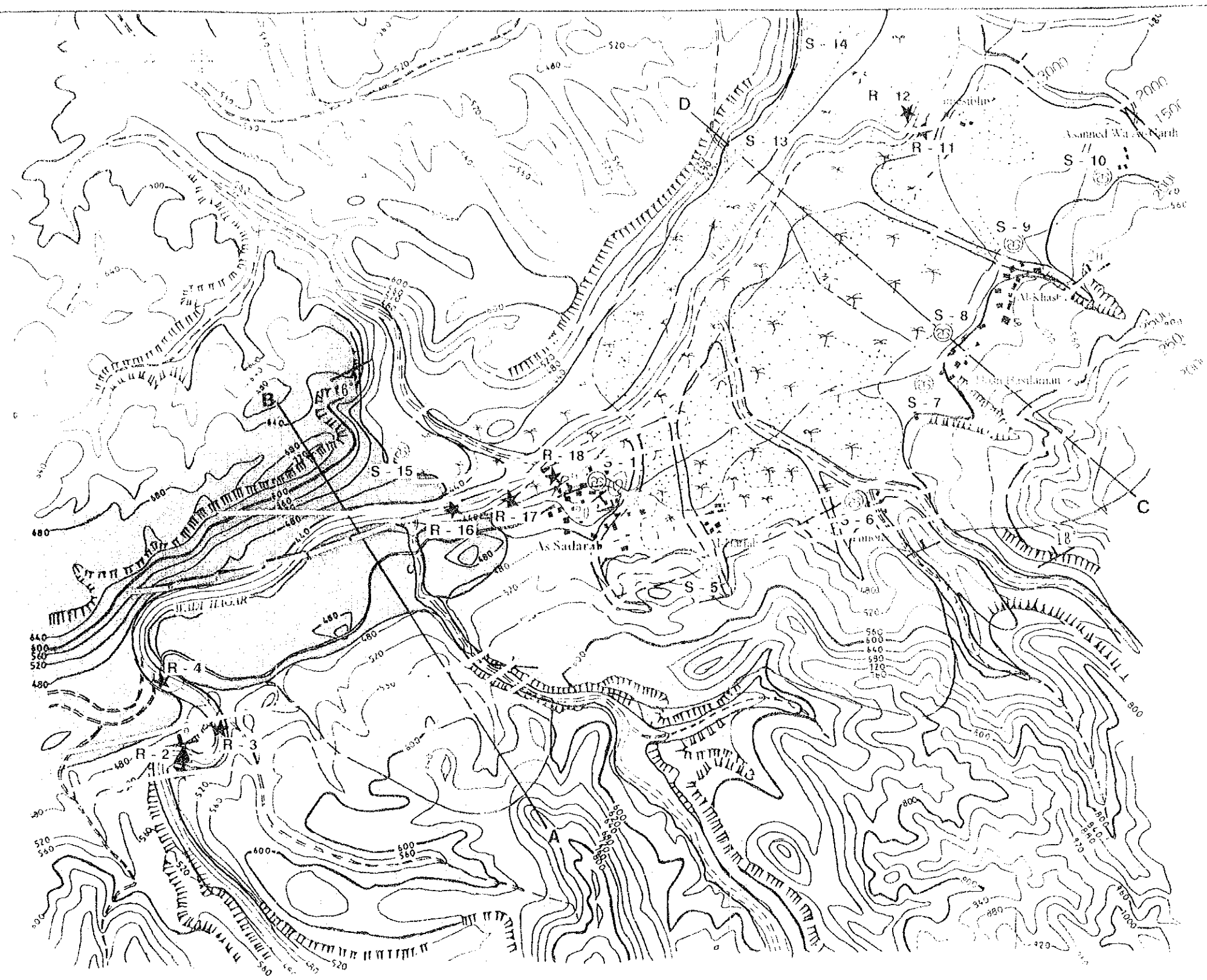


図-3.13 アッサダラ地域水理地質図

凡	例
第四紀	沖積層 砂・礫 泥濘原堆積層 砂・礫・粘土
第三紀	鮮新世 シハル層群 砂岩
	始新世 マス層群 石灰岩
	ジュザ層群 石灰岩・泥灰岩・苦灰岩
〰〰〰	走向及不傾斜
⊗	向斜
⊙	背斜
—	電気伝導度等値線 (0.5%)
⊙	湧出温泉 (表 3, 4参照)
★	表面水電導率測定地点
▲	水源 (表 5参照)



図一 1 アッリダブ地域水理地質図

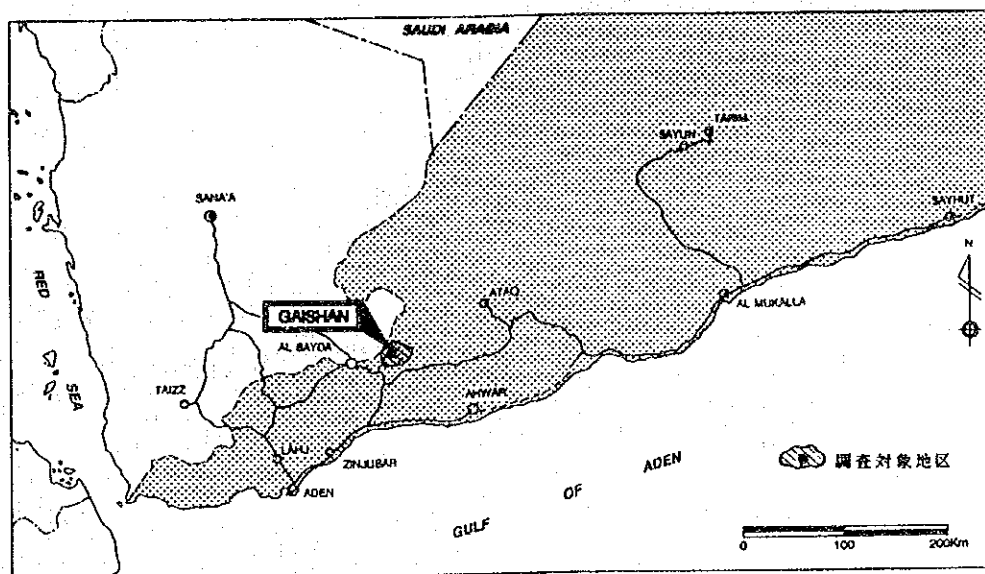
表-3.14 既設井諸元一覧表 (アッサダラ)

番号	井種	戸別	名称	井戸径 (m)	深度 (m)	揚水機	採水対象層	静水位 (m)	揚水水位 (m)	採水量 (l/min)	水温 (℃)	pH	電気伝導度 (μs/cm)		備考
													測定値	25℃換算値	
S 1	湧泉		アッサダラ モスク湧泉	4×4	3.0	ボパール ポンプ	石灰岩	2.0		11.0	36.2	7.1	2,330	2,275	飲雑 浴用
R 2	河川 表流水		ワジ・ハジャル 上流							2,000	27.9	8.5	1,305	1,233	未使用
S 3	湧泉		ワジ・ハジャル 下流 川の側				沖積層				35.6	6.9	3,510	2,896	"
R 4	河川 表流水		ワジ・ハジャル 下流 自動車停車地								28.0	7.3	2,200	2,075	飲雑用
S 5	湧泉		アル・ハルジャ	2×5	3.0		石灰岩			3,000	38.6	7.1	2,260	1,777	工事中 未完
S 6	"		スイロン	4×4	3.0		沖積層から 滲出				25.0	8.2	2,780	2,780	雑用
S 7	"		ホスン・ホ・スレイマ①	3×3	2.0		石灰岩			3,000	36.4	6.9	2,840	2,313	飲用
S 8	"		ホスン・ホ・スレイマ②	"	2.0		"			2,000	35.1	6.9	2,116	1,760	飲雑用
S 9	"		アル・ハルジャ	"	"		"			2,000	36.2	6.7	1,668	1,363	"
S 10	"		アッサダラ・ワル・ガリー	"	"	ボパール ポンプ	"			50.0	34.0	7.0	2,097	1,777	"

番号	井種別	名称	井戸径 (m)	深度 (m)	揚水機	採水対象層	静水位 (m)	揚水水位 (m)	採水量 (l/min)	水温 (℃)	pH	電気伝導度 (μs/cm)		備考
												測定値	20℃換算値	
R11	農業用水	バームセブリ		13.30	-					27.0	7.6	2,940	2,827	飲雑用
R12	河川表流水	"								27.3	8.0	3,290	3,145	未使用
S13	湧泉	アル・ハマラア	3×4	1.0	ボアホール ポンプ				50.0	44.5	7.5	2,021	1,454	飲雑用
S14	"	アル・ゴール	3	4.0	"	石灰岩				40.4	6.9	2,066	1,580	"
S15	"								3.0	45.1	7.3	2,770	1,976	ホース で送水 民家の 飲雑用
R16	河川表流水									30.7	7.9	2,560	2,298	
R17	農業用水									29.7	7.9	2,420	2,212	
R18	"									29.6	7.9	2,520	2,308	

3.3.5

地区番号	5	サイト名	ゲイシャン(Gaishan)			
行政区分	州名	アビアン	郡名	ムーディア	準郡	ゲイシャン
集落数	24	給水世帯数	446	給水対象人口	4,490	
給水対象地区面積		22 km ²		給水人口密度	204 人/km ²	
主要収入源 (比率)	一位	農業	60%	平均月収	YR 4,000	
	二位	日雇い	30%			
	三位	給与所得	10%			
医療機関	病・医院	4		教育施設	小学校	6
	医務員	5			中学校	1
	ベット数	0			高等学校	1
食堂・商店		-		モスク数	24	
買水状況	買水量	-				
	買水価格	-				
	購入先	-				
既存水道施設	水源	1井(浅井戸) 1989年建設				
	配水槽	1基(60,000gal.) 1989年建設				
	管路	4" ~ 1"				
	水道料金	YR 100/月/家	平均水消費量	40ℓ/日/人		
発電施設	2集落に発電機					



1. 位置

当該地区は、アビアン州北部山岳地帯に準郡域を構成し、全域で33集落を擁するが、集落規模はいずれも小さく、全人口は5,000人に満たない。郡庁支局の存在するゲイシャンは、公共施設と小規模なスークにより構成されている。地区を東西方向に平行して貫流する3本のワジにより、全地域は3分割されるが、集落は主としワジ・アダンマルおよびワジ・ラハーブの2流域沿いに分布している。

2. 給水現況

a. 既存施設

当該地区には、1989年PWCにより、ワジ・アダンマル上流に浅井戸水源施設と60,000gal.容量の配水槽が建設された。ワジ・アダンマル流域の地下水は水質が良好で、量的にも比較的安定しているため、この流域には多数の浅井戸が農民により設置され利用されているのに対し、ワジ・ラハーブの地下水は高塩分のため、ほとんど実用にならない。このため、タンクからの配水管は、ワジ・ラハーブ沿いの集落に優先的に敷設され（管材料はPWCより支給され、工事費用は受益者住民負担により建設）、既存施設は同地域の住民だけに利用されている。同地域だけで、4"～1"綱管の管路は全長約10kmに達し、各集落は公共水栓から水を得ている。なお、既存給水施設の現況は図-3.14に示す。

b. 給水現況

ワジ・ラハーブ地域に対する給水は、水源取水ポンプの運転時間と連動しており、午前6:00～9:00、午後2:00～4:00までの一日2回の給水となっている。配水槽は集落上流域の高台に位置し、管路末端の集落にも高水圧で給水されている。

同施設は、ゲイシャン郡庁支局に所属する水道組合を構成する5人の職員により維持されているが、本来ワジ・アダンマル給水も含んで計画・建設された施設規模の割には現在の受益給水人口が少ないため（ワジ・ラハーブ地域人口は約1,300人）、月々の料金収入はYR 3,600と少額で、燃料費等で費やされてしまい、人件費は地方自治体の負担となっている。

一方、ワジ・アダンマル地域の集落は、従来からの個別浅井戸利用に依存している。一部の集落では、井戸から集落までパイプを引いて、住民全体の利便をはかっているが、多くは人力による水汲みが続いている。井戸の所有者は利用者から水料金を徴収して維持管理費に当てているが、料金は集落により様々で、YR78～286/月/戸となっている。

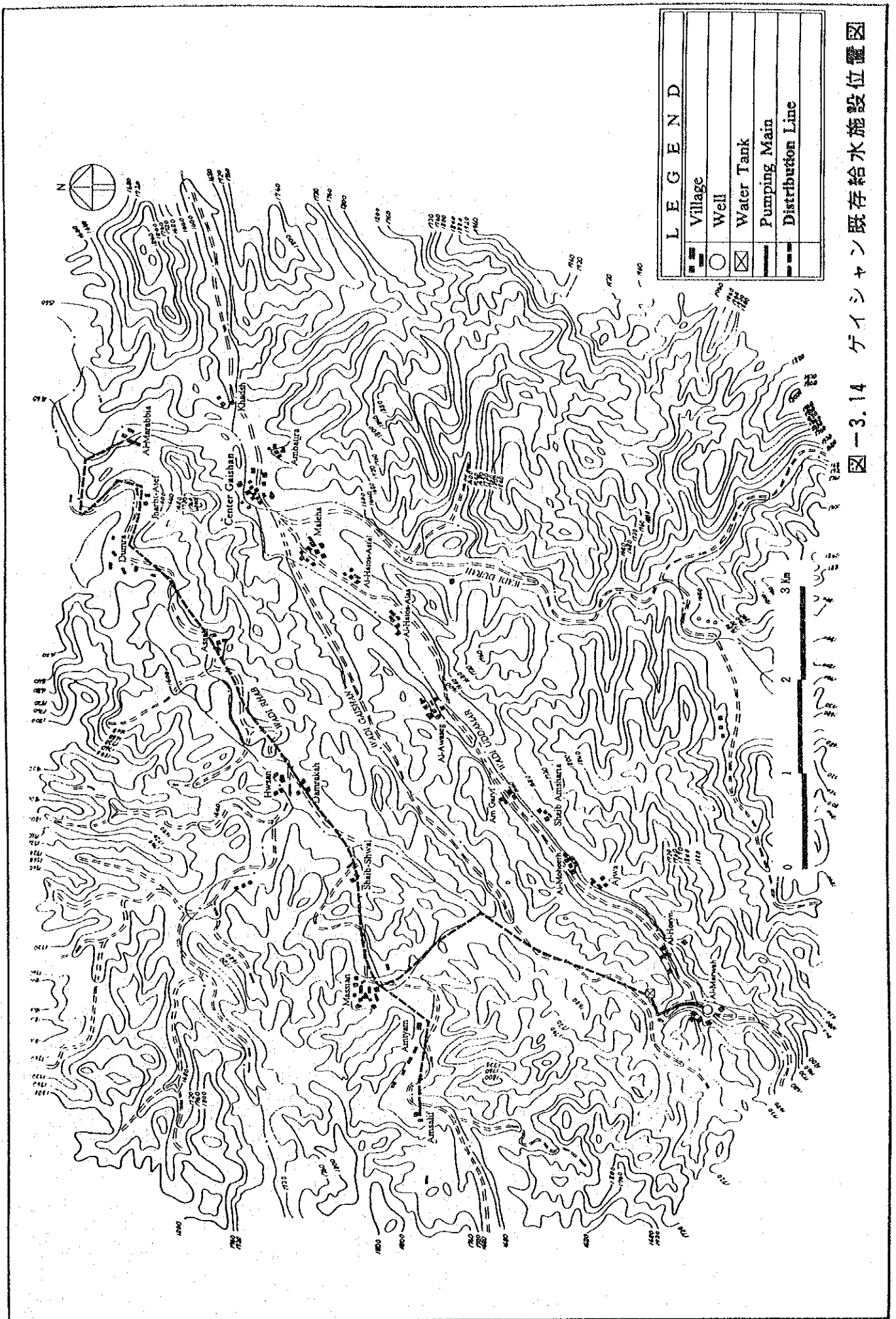


図-3.14 ゲイシヤン既存給水施設位置図

3. 水源

a. 自然・水源環境

ゲイシャンは、アル・ベイダ (Al-Bayda) 東方の旧北イエメンとの国境に近い中央山地帯に位置する。アル・ベイダをのせる高距平原は、ゲイシャン西方で終わり、鋭角の稜線と深いV字谷からなる晩壮年期の地貌を呈する。対象地区内にはワジ・アダンマル (Wadi Uddamar) やワジ・ゲイシャン (Wadi Gaishan)、ワジ・ラハープ (Wadi Rhab) 等の樹枝状開析谷が北東流し、このワジ内に集落が直線上にならんでいる。ワジの平均勾配は1/130で、ワジの幅員は最大500mである。

当該地区は先カンブリア系の黒雲母片岩・片麻岩・角閃岩・粗粒玄武岩等からなり、ワジ底には沖積層が帯状に分布している。先カンブリア系の片理はNE70°~80°で北方に68°~72°の傾斜を示す。ワジ・アダンマルには、このワジ方向で北方落ちの正断層があり、アル・ホスン (Al-Hosyn) で見られる断層の露頭には70cmの断層粘土と締まった断層角礫が見られる (図-3.15参照)。

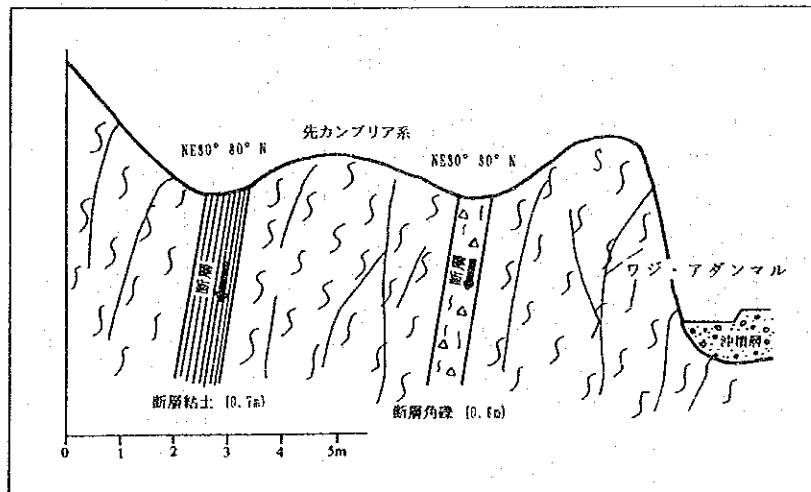


図-3.15 アル・ホスンの断層

「イ」共和国の断層系には、EW方向とNS方向の2系統があり、EW系断層の開口部は断層粘土や、断層角礫が充填されていることが多い。しかし、この地区では断層に付随した多くのクラックが発達し、これが地下水の通路となっていると推定される。ワジ・ゲイシャンやワジ・ラハープではクラックは極めて少ない。

b. 水理地質特性

ワジ・アダンマルには約30井のオープン・ウェルが既存し、住民の飲雑用と農業用の水源となっており、地質条件を考慮すると予想外に、地下水に恵まれた地区

である。オープン・ウェルの深さは11m～24mで沖積層の厚さは5m～8m位、静水位は5.8m～15.0m位である。アル・ムルワ (Al-Maruwah) 集落の近くに設置された本地区の既存公共水源井は (図-3.14参照)、深さ20.4m、静水位14.7mで、基盤の先カンブリア系には7.5mで達している。したがって、本井の地下水は基盤上部の風化多亀裂に賦存されていることが明らかである。他のオープン・ウェルも同様の賦存機構をもっている。

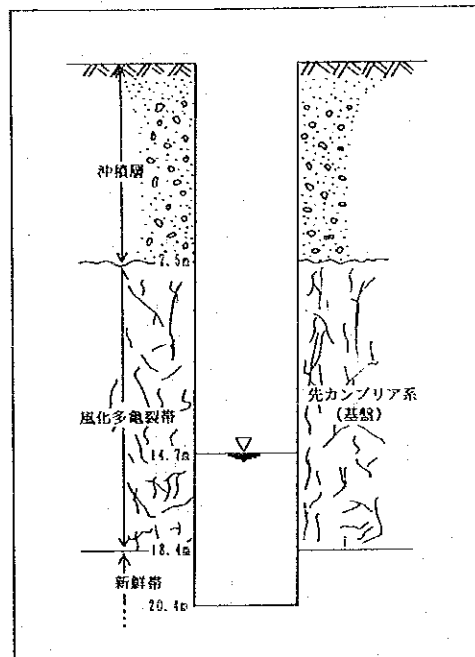


図-3.16 アル・ムルワ公共水源井柱状図

今回調査した既設井の状況は表-3.15に示した通りであり、水質に関し、電気伝導度の分布を図-3.17に示す。同図から次のことが判明する。

- ①ワジ・アダンマルにある既設井の電気伝導度は1,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下である。
- ②ワジ・ゲイシャンは7,400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と高く、ワジ・ゲイシャンとワジ・アダンマルの合流点下流では、1,400 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と低くなる。これはワジ・ゲイシャンの地下水流動量が少なく、ワジ・アダンマルの流動量が多いので希薄されたためと考えられる。
- ③ワジ・ラハブの地下水電気伝導度は12,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ にも及ぶ。

これ等のことから本地区では、ワジ・アダンマル以外に水道水源となる地下水は賦存されないことがわかる。

アル・ムルワ水源井は、約 200～250 ℓ/min (12 m^3/h) であり、給水対象人口 4,490 人に対しては、新設井 1 井を設ける必要がある。新設井の位置はアル・ムルワ水源の下流約 1 km で、井戸深度は 25 m～30 m と考察する。

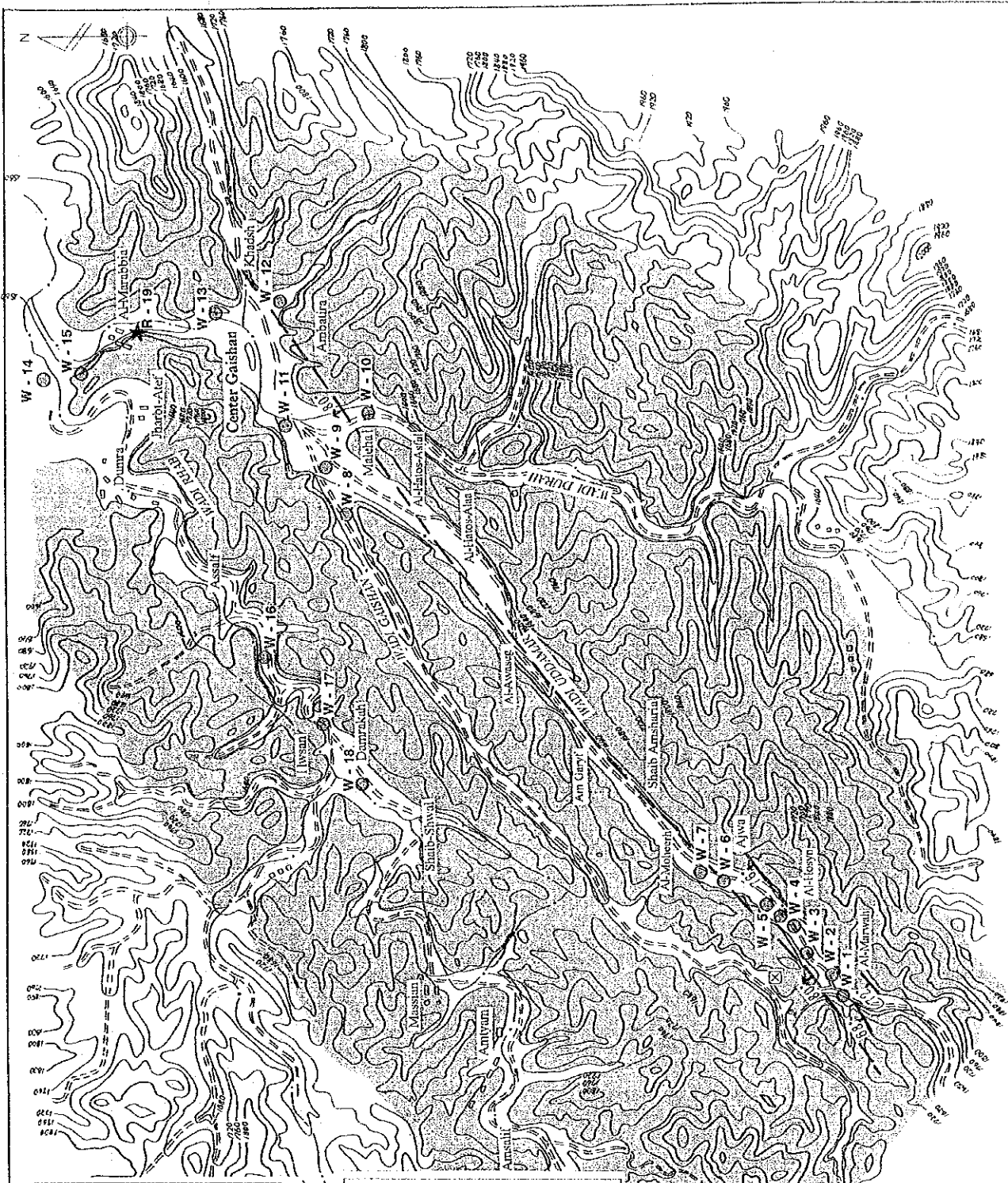


図-3.17 ゲイシヤン地域水理地質図

凡 例	
二	第四紀沖積層 砂・礫
四	先カンブリア系 黒雲母片岩・角閃岩 片麻岩・粗粒玄武岩
30°	走向及び傾斜
-5	断層
◎	浅井戸 (表-3.15参照)
⊙	新設井
★	表流水電導率測定地点

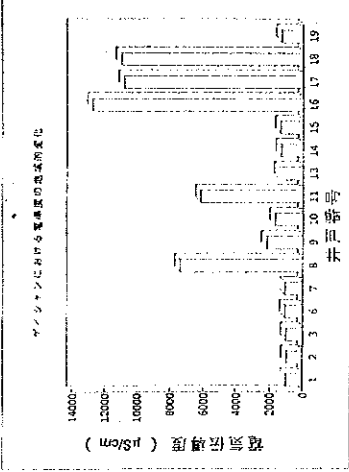
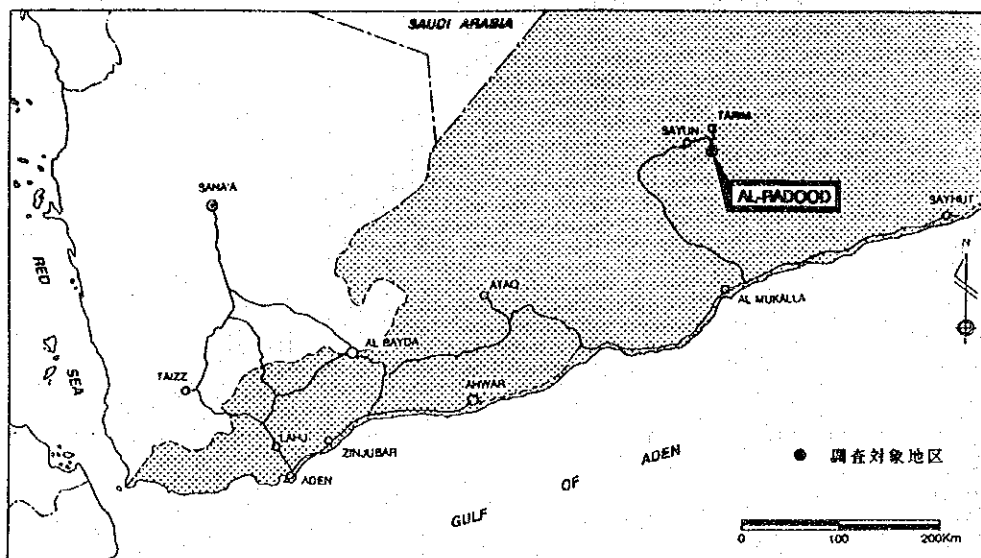


表-3.15 既設井諸元一覧表 (ゲイシヤン)

番号	井種別	名称	井戸径 (m)	深度 (m)	揚水機	採水対象層	静水位 (m)	揚水水位 (m)	採水量 (l/min)	水温 (°C)	pH	電気伝導度 (μs/cm)		備考
												測定値	25℃換算値	
W1	オープン・ウェル	アル・ムルフ井	3.7	20.4	ボアホールポンプ	片岩の風化多亀裂帯	14.70		200.0	36.0	7.7	1,230	1,008	使用中
W2	"	フアイバート農業用井		18.3	"	"	17.20			31.2	7.4	1,100	979	"
W3	"	"		22.2	"	"	17.80		150.0	26.3	7.2	1,044	1,018	"
W4	"	"		23.15	"	"	15.20							"
W5	"	"		19.35	"	"	11.70							"
W6	"	"		20.50	"	"	12.10		200.0	28.6	7.2	1,160	1,082	"
W7	"	"		24.00	"	"	12.08			24.4	7.1	1,060	1,073	飲用
W8	"	"		19.00	"	"	10.30			27.5	6.9	7,770	7,400	農業用
W9	"	"		24.75	"	"	14.10		200.0	25.4	7.4	2,160	2,143	飲用
W10	"	"		14.40	"	"	6.45		300.0	24.3	7.4	1,648	1,671	飲料・買水
W11	オープン・ウェル	食堂前		13.30	-	片岩の風化多亀裂帯	7.80			23.4	6.9	5,960	6,157	洗濯用
W12	"	廃井												
W13	"	ガダッシュ井 (農業用)		13.20	ボアホールポンプ	"	5.80			24.9	6.9	1,426	1,429	飲用
W14	"	ゲルベソタ井		11.80	"	"	6.10			21.6	6.9	1,228	1,318	飲用
W15	"	"		16.50	"	"	7.20			20.6	7.1	1,245	1,365	農業・雑用
W16	"	フジ・ラハープ		14.40	"	"	8.00			20.7	7.4	11,790	12,719	農業用
W17	"	"	2.5	19.30	"	"	9.10			21.5	7.1	10,040	10,796	"
W18	"	"		11.80	"	"	7.90			21.8	7.3	10,260	10,962	"
19	河川 表流水	フジ・ダアラア								22.7	7.8	1,223	1,282	未使用

3.3.6

地区番号	9	サイト名	アル・ラドゥード (Al-Radood)			
行政区分	州名	ハラムト	郡名	セイウン	準郡	タリーム
集落数	12	給水世帯数	1,485	給水対象人口	8,980	
給水対象地区面積		14 km ²		給水人口密度	641 人/km ²	
主要収入源(比率)	一位 二位 三位	農業 出稼ぎ送金	80% 20%	平均月収	YR 6,000	
医療機関	病・医院	1		教育施設	小学校	2
	医務員	2			中学校	—
	ベット数	0			高等学校	—
食堂・商店		—		モスク数	12	
買水状況	買水量	—				
	買水価格	—				
	購入先	アルマフト				
既存水道施設	水源	中心集落アル・ラドゥードには公共水源浅井戸1井の私設井多数他の構成集落も同様な環境				
	配水槽	1基(22,000gal.-1)。他に小規模配水槽多数				
	管路	3' ~ 1'				
	水道料金	YR10/100gal.	平均水消費量	アル・ラドゥード 40 ~ 50ℓ/日/人 その他 30 ~ 50ℓ/日/人		
発電施設	セイウンより配電					



1. 位置

当該地区はハドラムート州ワジ・ハドラムート地帯の中心都市セイウンを取り巻く農村地帯にある集落郡で、アデンからの距離は幹線道路経由で約千kmに達する。ワジ流域一帯は「イ」国でも有数の地下水資源に恵まれた地域であり、営農が隆盛しているばかりでなく、伝統的に国外特にサウディ・アラビアへの出稼ぎが盛んな地区で、収入が安定していることを反映し、アル・ラドゥード集落は都市郊外型住宅地の形態を見せている。この地区ではもっぱら手掘り浅井戸を水源とする集落また個人単位の小給水施設が普及してきたが、同地区を管轄する郡都セイウンや準郡都タリームおよびその周辺集落は、世銀の借款により深井戸を水源とする広域給水計画を実施し（タリーム実施中）、安全で安定した給水サービスを低廉な水道料金で提供しているので、その圏外にある当該地区住民は、同様なスタイルの給水施設を待望している。

2. 給水現況

当該地区は12の集落で構成され人口9,000人で、ワジ・アデムとワジ・アヌエルの合流地点に発達した緑豊かな集落群である。地区では地下水を比較的得易いので、浅井戸を水源として各集落に大小さまざまな給水設備がある。各集落それぞれ独自のシステムなので、中心地であるアル・ラドゥード集落と、その他の集落に分けて状況を記す。

a. アル・ラドゥード給水施設

ここでは大きく2つの給水系統に分けられる。第一は水道組合組織の施設で、集落の2/3をカバーする。残りの1/3は2～10数軒が共同で井戸、タンクの設備を持っている私設給水グループである。

水道組合の施設は深度30mの浅井戸を水源とし、同敷地内の高架タンク（高さ11m、容量22,000gal.）に送られ、タンクから3"～1"鋼管（配管延長1,206m）で約170世帯に給水さる。各戸に入る給水管は口径3/4"で、水道メーターがついている。給水は1日午前3時間と午後2時間の制限給水を実施し、その使用水量は全て水道メーターにより管理されている。水道料金はYR 10/100gal.で2カ月毎に料金を徴収している。各家庭で支払われる水道料金料金はYR 130～390/2月で平均YR 260/2月となっている。この水道事業は1980年全額受益者住民の負担により発足し、現在では3人の専従職員により水道料金収入で運営されている集落の独立事業である。一方、私設給水グループは約28ヶ所あり、それぞれ浅井戸と小水槽を組み合わせた施設をそれぞれ独自に利用している。

調査によると、これらの小規模施設は、1988年頃盛んに建設され、当時でも1ヶ所 YR300,000 程度の資金を要している。しかし当時は出稼ぎ等でその費用を捻出できたが、現在では出稼ぎによる収入も以前ほどではなくなり、新規の私設給水設備の建設はもちろん、現存の私設の更新や維持が困難な状況になってきている。

b. その他の給水施設

アル・ラドゥード以外の各構成集落の施設については、その給水状況および施設の運転状況から、次の3つの段階に分けて説明する。

イ. 水道システムとして運転されている集落

シャリオーフ、ロディー

この地区は両集落共通の浅井戸、タンク、配管、水道メーターまでの一貫した施設で各戸給水

スナー

井戸から各家庭までの一貫したシステムで水道メーターで管理された各戸給水
アル・ホスン→一部私設給水有り

ロ. 私設給水的運転の集落

アル・ジャウイ→水源は農業用井戸を利用

ビル・ムアローフ

アル・ムダイメナ

ハ. 現在問題をかかえている集落

アル・シャルガ →井戸、タンク、配管ともに老朽化、タンクの高さ不足

アル・マハワー →個人の井戸とその配管のみ、他の3軒は個人の井戸からロバによるもらい水

アラボア →水源の水量不足、高架タンクの老朽化

ズィェーガ →水中ポンプの不調

当該地区の既存施設の問題点としては、①水源が浅井戸で安定水源とはいえず、水量・水質が安定している深井戸水源が欲しいこと②多くの小規模施設は、その維持管理が大変で、経済的負担が大きいことで、実際アル・ラドゥードの付近にまで延びているセイウン地域の水道では、1m³が1007ルズという全国一安い料金で利用されている。

このような環境の中で、持続的な給水施設への期待が地区住民間にたかまってきた現況となっている。

3. 水源

a. 自然・水源環境

アル・ラドゥードはアル・レイダ／シマリアから続く標高800m～900mの高地平原を下刻し、ワジ・ハドラムートに合流するワジ・アデムの氾濫原にある。ワジ・ハドラムートは水利に恵まれた地区で、古くから浅層地下水を利用した農業が盛んである。ワジの両岸には比高差50m～100mの急崖が連なり、山地頂面は平坦な岩山となっている。この地域は古第三紀暁新世(Palaeocene)のウン・エルールズマ層群(Unn Er-Rudhuma Formation)と、これを下刻したワジ・ハドラムートによって形成された氾濫原および、ワジ沿いに帯状分布を示す沖積層によって、構成されている。本地域に分布するウン・エルールズマ層群は層相から上部の緻密石灰岩帯と下部の角礫状石灰岩帯に区分できる。下部の角礫状石灰岩帯は、径10cm～20cmの石灰岩角礫が再固結されて、角礫岩状を呈したもので、緻密な石灰岩が何らかの影響により自破碎したものと考えられる。この層準には、網状のクラックがよく発達しているため、崖の部分は崩落しやすく、崖下には落下物が崖錐状に堆積している。このような網状クラックが地下にあるところでは、これが地下水の良好な通路となる。本地区で浅層地下水が豊富なことは、上述のような水理地質構造に起因するもので、既設オープン・ウェルのほとんどが、角礫状石灰岩を採水対象にしている。

b. 水理地質特性

本地域には農業用深井戸3井(うち1井は未使用)と10を越すオープン・ウェルが既存し、飲雑用水や農業用水源となっている。深井戸は径200mm、深さ50m～60mであるが、オープン・ウェルは径2m～3m、深さ30m～38mである。静水位は20m～36mと比較的深く、ボアホール・ポンプや水中モータ・ポンプを設置している。採水対象はほとんどが暁新世のウン・エルールズマ層群の角礫状石灰岩層で、採水量は1井当たり200ℓ/min～300ℓ/minである。今回調査した既設井の状況を表-3.16に示す。

①地下水の温度は24.7℃～33℃で、pHは7.3～8.0を示す。

②電気伝導度は25℃補正值で770 μ s/cm～2,394 μ s/cmである。

③図-3.18は25℃に補正した電気伝導度の等値線で、ワジ・アダム本流に沿って 700 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以下の良水質帯が分布し、下流部のワジ右岸にあるアル・ホスンやアル・マフアーでは、2,394 $\mu\text{s}/\text{cm}$ ～2,013 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と高くなっている。

④この地区は民家が密集し、耕地がよくひらけているので、浅層地下水は将来人為的に汚染される懸念がある。

これ等のことから、水道水源は深さ50m～60mの深井戸による深層部の地下水を採取することが望ましい。既設浅井戸は1井当たりの採水量が300 ℓ/min (18 m^3/h)位であるが、水源を深井戸とし水位降下を10mとすれば、400 ℓ/min 以上の揚水が可能と考えられる。

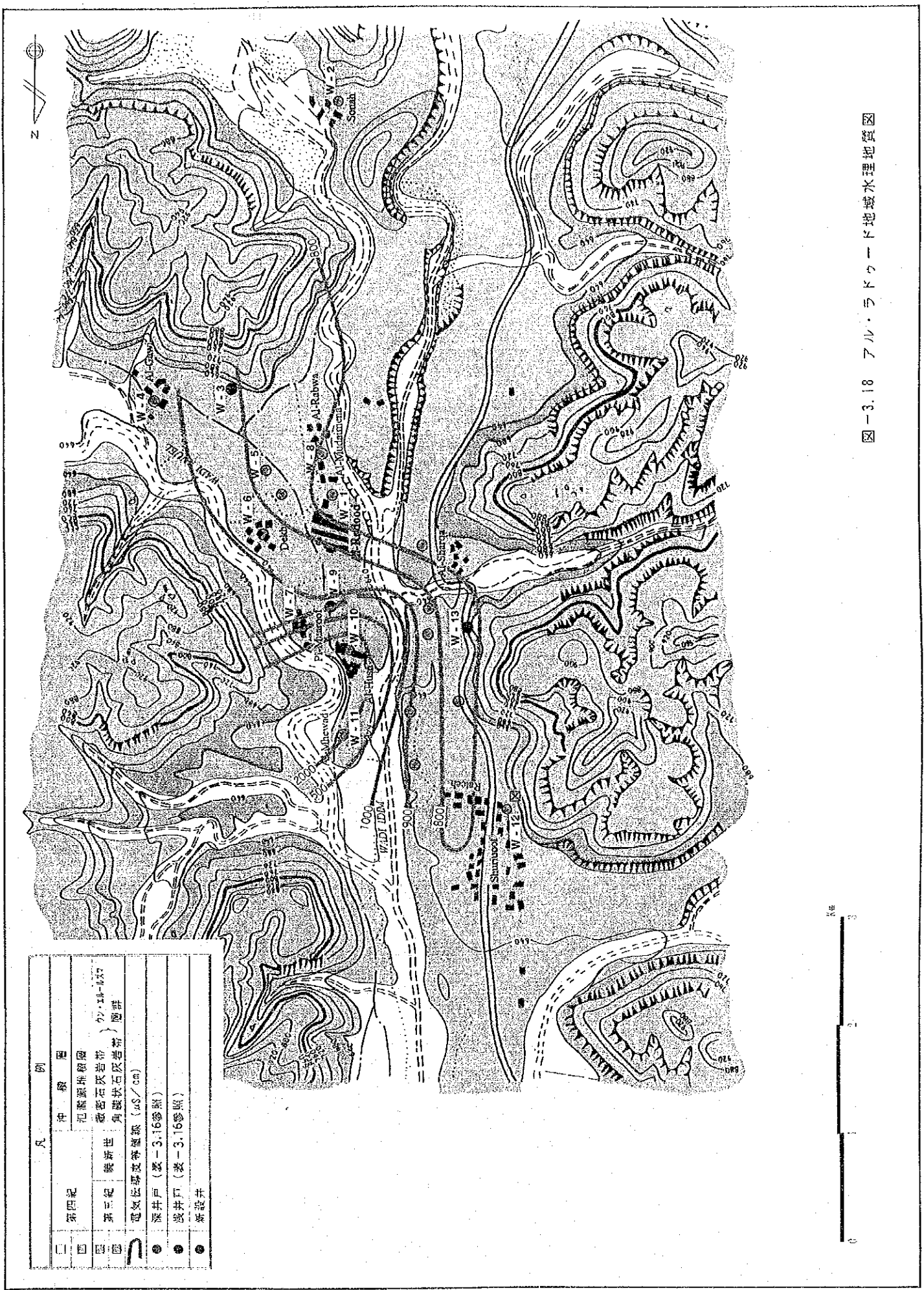


図-3.18 アル・ラドワード地域水理地質図

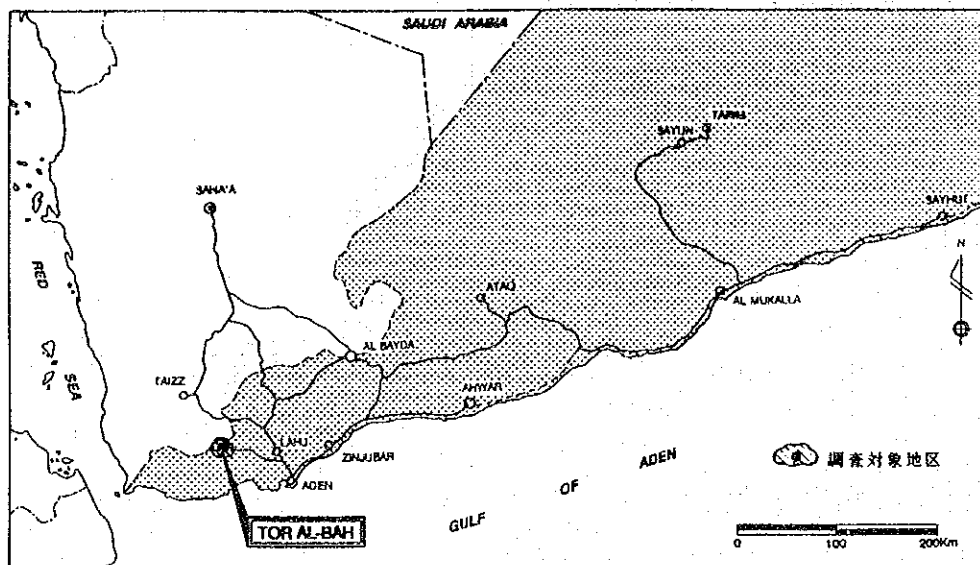
凡 例	
□	第四紀
□	沖積層
□	把高源林樹園
□	微密石灰岩層 (72.14-137)
□	微密石灰岩層
□	角礫状石灰岩層
□	第三紀
□	砂岩層
□	礫状砂岩層 (25/28)
●	深井戸 (深-3.16公尺)
●	淺井戸 (深-3.16公尺)
●	新設井

表-3.16 既設井諸元一覧表 (アル・ラドワード)

番号	井種別	名称	井戸径 (m)	深度 (m)	揚水機	採水対象層	静水位 (m)	揚水水位 (m)	採水量 (l/min)	水温 (℃)	pH	電気伝導度 (μS/cm)		備考
												測定値	25℃換算値	
W1	オープン・ウエル	アル・ラドワード井	3.0	30.0	水中モータ・ポンプ ボ7ホール・ポンプ	角礫状石灰岩	26.0	350.未満		33.0	7.4	1,002	864	飲雑用
W2	"	スナー井	3.0	38.4	ボ7ホール・ポンプ	"	36.10		300.0	30.2	7.5	861	780	"
W3	深井戸	アラボア井	0.2	50.0	"	"	?		300.0	31.9	7.3	936	822	農業用
W4	オープン・ウエル	アル・ジャウイ井	3.0	?	"	"	33.32		300.0	31.4	7.3	1,092	968	飲雑用
W5	"	フラバート井	3.0	30.0	"	"	26.70			24.7	8.2	765	770	農業用
W6	"	スイエガ井	3.0	?	水中モータ・ポンプ	"	27.40			31.5	7.8	952	842	飲雑用
W7	"	ビル・ムアロフ井			ボ7ホール・ポンプ	"	26.10			29.1	7.9	1,002	926	"
W8	"	アラボア井			"	"	28.10			38.6	8.0	946	744	"
W9	深井戸	フラバート井			"	"	?							農業用
W10	オープン・ウエル	アル・ホスン井			"		20.83			31.8	7.4	2,720	2,394	飲雑用
W11	"	アル・マフアア井	2.2		"		20.83			26.5	7.8	2,073	2,013	"
W12	"	シャリオア井			"		?			30.3	7.5	919	831	"
W13	深井戸	アル・ジャルガ井	0.2		-		?							未使用

3.3.7

地区番号	1	サイト名	トル・アル・バハ (Tor Al-Bah)			
行政区分	州名	ラヘジ	郡名	トル・アル・バハ	準郡	—
集落数	16		給水世帯数	10,650	給水対象人口	78,800
給水対象地区面積			56 km ²		給水人口密度	1,392 人/km ²
主要収入源 (比率)	一位	給与賃金	50%	平均月収	YR 4,000	
	二位	農業	20%			
	三位	その他	30%			
医療機関	病・医院	4			小学校	45
	医務員	7			中学校	4
	ベット数	30			高等学校	
食堂・商店		7			モスク数	40
買水状況	買水量	200ℓ / 1日 / 15人 : 13ℓ / 日 / 人				
	買水価格	YR 50 / 100gal. : YR 111 / m ³				
	購入先	アル・ルガ (約40kmアデン寄り)				
既存水道施設	水源	4井 (深井戸160ft)				
	配水槽	5基 (60,000gal.-1, 30,000gal.-1, 21,000gal.-1, 他-2)				
	管路	6" ~ 2"	全長約50km	水使用量	20ℓ / 日 / 人	
	水道料金	一般家庭 YR3/100gal, レストラン, 商業 YR9/100gal,				
発電施設	3ヶ所 (300Kw, 200Kw, 70Kw)					



1. 位置

トゥール・アル・バハ郡はラヘジ州最北端、旧北イエメンとの国境山岳地帯に位置し、当時の両国を結ぶ要衝であった。現在は、州政府所在地のラヘジ市から海岸平野の砂漠地帯を貫通する90kmの舗装道路が完成し（アデンからは120km）、交通の便もすこぶる改善された。本計画は、現在NWSAトゥール・アル・バハ支所（旧PWC支所）により運営されている郡都トゥール・アル・バハほか周辺一円を対象とする大規模な地方給水施設の水源増強を目的とするもので、調査は予定水源地の水理地質調査および郡都までの送水施設を中心として実施された。

2. 給水現況

当該地区の既存給水施設は、現在水源に大きな問題があるものの、それ以外は大規模でかつ完備された形態となっている。同施設は郡都「トゥール・アル・バハ」を始め、周辺集落約40ヶ所、給水人口47,000人を対象に計画され、1984～1986年にかけて工事が行われた。給水区域は「トゥール・アル・バハ」、「ワジ・シャープ」、および「アル・ファルジャ」の3区域に区分され、それぞれ独立したシステムとなっている。その管理はNWSAトゥール・アル・バハ支所が行っている。

a. 水源

3給水区の水源は、何れも深井戸を水源としているが、この地区の水理地質的条件から井戸掘さく位置が限られ、「トゥール・アル・バハ水源地」(Tor Al-Bah Well Field) と呼ばれる、ワジ・シャープ、ワジ・マファリスおよびワジ・マバック3本のワジ合流地点にあたる約4km²の流域に集中している。水源地には現在までに9本の井戸が掘られたが、そのうち稼働しているのは4本のみである。それら井戸の一覧を下表に示す。

表-3.17 トゥール・アル・バハ既存水源井一覧

井戸番号	井戸径 (インチ)	深 度 (フィート)	建設年	現 況
1	11	160	1973	1991年から井戸涸れ
2	11	160	1977	1988年から井戸涸れ
3	12	160	1984	300 ℓ/min揚水で10時間運転 1991年に井戸涸れが発生したが その後回復し現在に至る
4	12	160	1984	400 ℓ/min揚水で10時間運転 1991年に水位低下、水量減少有り
5	12	160		掘さく時から空井戸

6	12	160	1985	掘さく時から空井戸
7	12	160 ↓ 800	1985 ↓ 1993	掘さく時から空井戸 増掘を試みたが水を得られず
8	12	160	1990	380ℓ/min揚水で10時間運転
9	12	160	1986	420ℓ/min揚水で10時間運転

b. 給水施設

それぞれの井戸で生産された水は、各給水区用の配水槽に6"送水管（石綿管あるいは鋼管）で送られる。各地区の配水槽は3基とも、トゥール・アル・バツハ市街地周辺の小山に配置され、トゥール・アル・バツハの市街には、この給水区用配水槽から直接給水が行われるが、ワジ・シャープおよびワジ・ファルシャ両給水区は、市域から遠く離れ、これら配水槽からさらに中間に中継水槽を経て送水しなければならない。その結果各地区への配管延長は約50kmにも達している。各給水区の施設の一覧を示すと下表のようになる。

表-3.18 トゥール・アル・バツハ既設給水施設

給水区	水源	配水槽	送水管	給・配水管
トゥール・アル・バツハ	No. 3 No. 9	60,000 gal.	6" × 2,000m	6" ~ 2" 11,100 m
ワジ・シャープ	No. 4	21,000 × 2	6" × 1,300m	6" ~ 2" 10,300 m
アル・ハルシャ	No. 8	21,000 30,000	6" × 1,500m	6" ~ 2" 26,100 m
計	4本	5基	4,800m	47,500 m

上表の給・配水管の延長は公共水栓、各戸への分岐管は含まず、管路を含む全体のシステムは壮大なスケールとなっている。3給水区全域で、公共水栓は500ヶ所、また水道メーターは3,000個取り付けられ各戸給水が行われている。

c. 給水状況

施設自体は大規模であるが、実際には現在給水を受けている地域は、上記施設の一部に限られ、さらに時間および給水日が制限された変則的な給水を行っている。ト

トゥール・アル・バツハ給水区は毎日4時間の給水を確保してはいるが、ここが何とか毎日給水できるのは、4本の稼働井のうち2本を割り当てられており、片方の井戸にトラブルが発生した場合一方の井戸で対応しているからである。一方、ワジ・シャープとアル・ファルシャの給水区は毎日4時間の給水を目標としているが、水源井が1本ずつなので、水源にトラブルが発生した場合給水が不可能となる。図-3.19に示す通り給水の恩恵を受ける範囲は限られた地域で、しかも限られた時間ではあるが、その区域の各戸には水道メーターが取り付けられ、また公共水栓の場合も各蛇口が各戸に割り当てられ水道メーターがそれぞれ付けられている。水道料金体系は2つに分けられ下表のようになり2カ月毎に徴収している。

表-3.19 トゥール・アル・バツハ水道料金

区 分	料 金
一般家庭	RY 3 /100gal.
商工業、レストラン、学校	RY 9 /100gal.

この水道施設はNWSAトゥール・アル・バツハ支所で維持管理され、技術系20人、事務系18人、総勢38人のスタッフが関わっている。

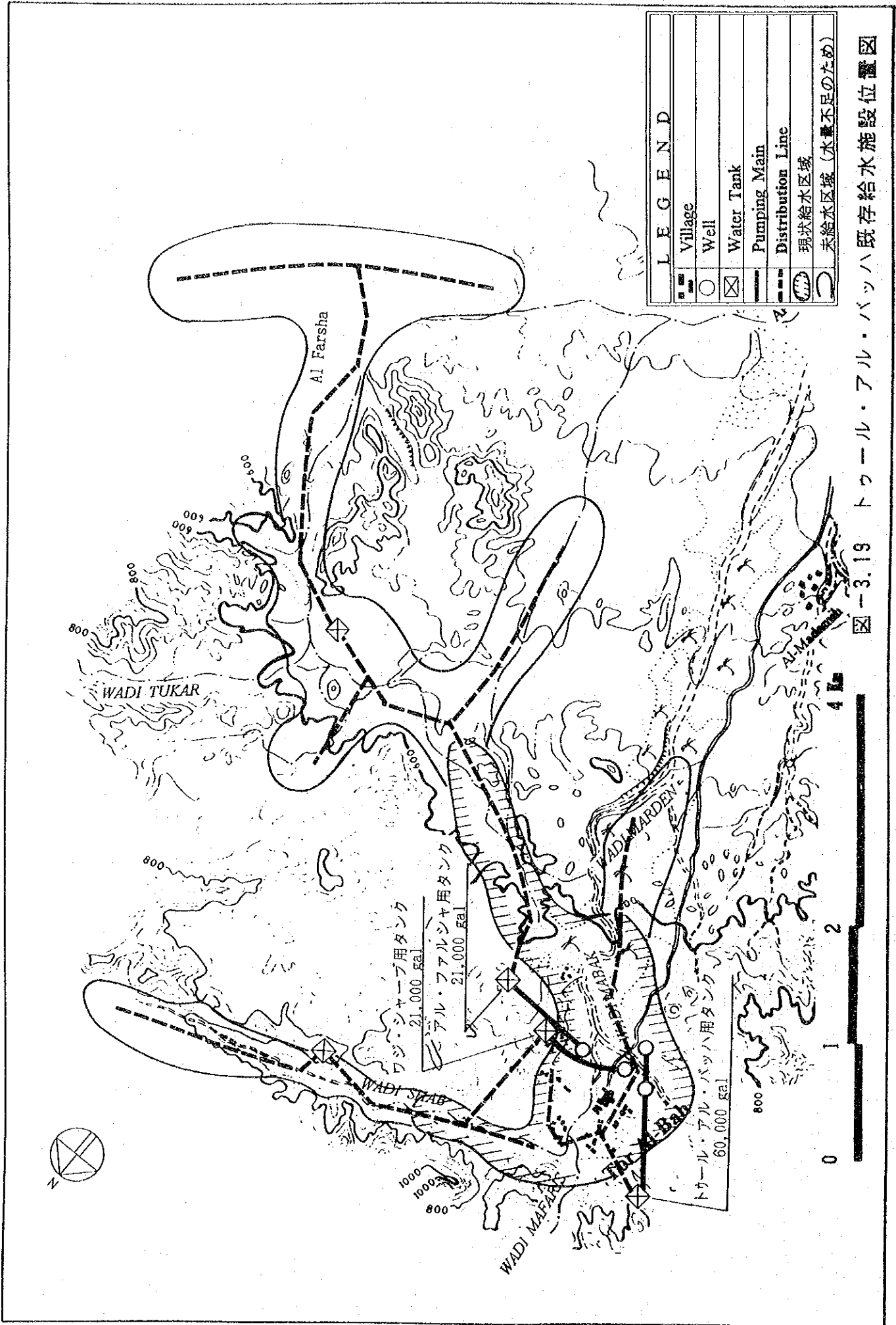
d. 問題点

この水道施設における水の生産量と使用水量をNWSAの資料を基に比較すると次表の通りである。

表-3.20 水源生産量

給 水 区	生 産 量	基 準 使 用 水 量
トゥール・アル・バツハ	3号井 300ℓ/min×10hr=180,000ℓ 9号井 420ℓ/min×10hr=252,000ℓ 計 430,000ℓ	20,000人×40ℓ=800,000ℓ
ワジ・シャープ	4号井 400ℓ/min×10hr=240,000ℓ	12,000人×40ℓ=480,000ℓ
アル・ファルシャ	8号井 380ℓ/min×10hr=228,000ℓ	15,000人×40ℓ=600,000ℓ
	合計 1,330,000ℓ	1,880,000ℓ

注1) ただし一人一日当たり平均消費量を40ℓ/日と仮定する。



L E G E N D	
	Village
	Well
	Water Tank
	Pumping Main
	Distribution Line
	現状給水区域
	未給水区域 (水量不足のため)

図-3.19 トゥール・アル・バツハ既存給水施設位置図

前表のように一人一日消費水量が40ℓの場合でも、需要量の70%しか供給できず、漏水、井戸の稼働率等を考慮すると、おそらく50%前後にしかならないと推定される。この不足分はすべて買水によりまかなわれていることになる。

3. 水源

a. 自然・水源環境

本地区は旧北イエメンとの国境線を画した標高 2,000m を超す山岳地帯の南麓に幅員数kmの帯状分布を示す丘陵地に位置する。急峻な山岳地帯を下刻して東南流するワジ・トゥール・アル・バツハ(Wadi Tor Al-Bah) は、山地を脱した地点でその流路を大きく南に変じ、多数の支流支谷を合流しながら、丘陵地帯を蛇行し、海岸平野を経てアデン湾に注いでいる。ワジ・トゥール・アル・バツハやその支流・支谷には雨期を除き表流水はない。平野部に入ると、第四紀火山活動で形成された比高差50m～70mの玄武岩の溶岩丘が点々と存在し、地形の単調さを破っている。

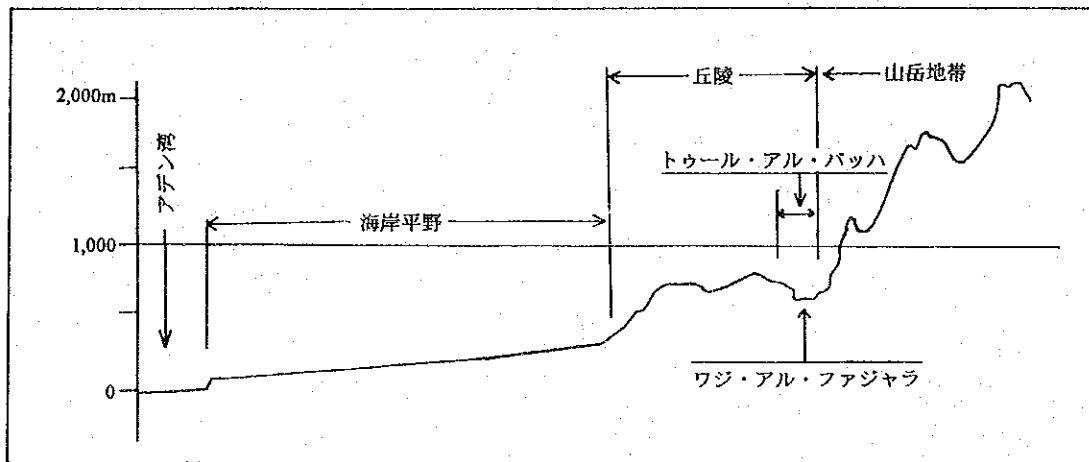


図-3.21 地形模式断面図

山岳地帯は先カンブリア系に属する花崗岩、片麻岩、黒雲母片岩（角閃岩を含む）等からなり、丘陵は白亜系のタイラー層群に属する砂岩・細粒礫岩によって構成されている。先カンブリア系やタイラー層群は東西性と南北性の断層でモザイク状に切断されている。一方平野部は風成砂によって覆われ、東西性の砂丘がよく発達しており、ワジに沿っては砂礫からなる沖積層が帯状に分布しているが、現ワジ底はほとんどが風成の細粒砂が覆っている。本基本設計調査対象の水源地であるワジ・アル・ファジャラとワジ・スンナとの合流点付近には、古い扇状地性の氾濫原が見られる。

表-3.21 トゥール・アル・バッハ地区の地質層序表

地質時代	地層名	層相
第四紀	沖積層	砂・礫、表面には風成細砂
	砂丘砂層	風成砂
	氾濫原堆積層	砂・礫、表面は風成細砂
白亜紀	タイラー層群	砂岩・細粒礫岩
先カンブリア紀	先カンブリア系	花崗岩・片麻岩・片岩

b. 水理地質特性

当該地区の給水を管轄するNWSAトゥール・アル・バッハは、本節第2項「給水現況」で説明した通り、市街地周辺のワジ流域に深度50mの深井戸9井を設けたが、5井は空井戸で、残り4井では半径約10Km内に散在する集落に対する総合給水計画の水量にはほど遠い。そこで給水施設を運営する、NWSAアデン支所は、トゥール・アル・バッハ市の南約30Km地点のワジ・アル・ファジャラ(Wadi Al-Fagrah)とワジ・スンナ(Wadi Sun'nah)の合流点付近に水源を確保し、トゥール・アル・バッハに送水する計画を策定した。

調査地のワジ・アル・ファジャラの北側山地は、花崗岩・片麻岩からなる先カンブリア系であるが、南側の丘陵は砂岩(細粒礫岩の薄層をはさむ)からなるタイラー層群で、地層の走向はNW80°~BW、傾斜は南に24°~28°を示し、丘陵の南側はBW方向に連なる砂丘地帯となっている(図-3.22参照)。

ワジ・アル・ファジャラとワジ・スンナの合流点付近には7井の深井戸のほか手掘り浅井戸が1井、既存する。深井戸は全井が溶接により口元を塞いでいるが、このうち6井は、1992年から93年にかけて、トゥール・アル・バッハ給水施設補強水源として、政府資金により建設されたもので、この6井からの地下水を集水し、30km離れた郡都まで、途中にある集落群に給水しながら、送水しようという計画となっている。

詳細な資料は入手出来なかったが、GAREWアデン支所によると、これらの深井戸の深度は80mから350mまで分布し、水量は平均15ℓ/secをくだらないとのことであり、水量的には十分過ぎるほどである(しかし、「イ」国では、通常さく井業者は試験ポンプを持っていないため、水量試験は圧縮空気によるエア・リフト方式試験が行われているので、揚水量は目安としかならない)。問題点としては、水質がまだ不明瞭とのことであった。

このような現況を踏まえ、本調査においてはワジ・アル・ファジャラと周辺一帯の水理地質調査を展開するとともに、実際に深井戸の井戸蓋を開口し、井戸水のサンプリングを実施した。また、これら深井戸群の特性に関連する資料を収集するため、ワジ上流部に沿って点在する既存浅井戸を追跡調査した。これら調査の結果を表-3.22にまとめた。また水質に関し、地域の電気伝導度等値線図を図-3.22に示す。

以上の調査結果を要約すると以下の通りである。

- ① 深井戸は、地域に複雑に分布する第四紀の玄武岩・タイラー層群の砂岩・先カンブリア紀の変成岩に発生する「裂か水」を対象としている。
- ② 静水位は地表から10m～30mにある。水量については、精確な揚水試験を実施する必要がある。
- ③ 水量が既存の情報の通り、エア・リフト試験結果のレベルにある場合は、量的には計画の目的を十分満足するものであるが、現場における電気伝導度試験は、3,500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ から10,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ を越える数値を示し、公共給水源とするには不適當であることを示す。

ワジ・アル・ファジャラ一帯は浅井戸の追跡調査からも、地下水は全般的に高塩分であり、深井戸により大容量の地下水開発を目的とする公共給水水源として問題がある。

- ⑤ ただし、一部分の流域（ワジ・スンナ）には、浅井戸調査によると、2,449 $\mu\text{s}/\text{cm}$ （25℃換算値）以下の低電導度帯がある。これら地域では浅層地下水が雨期に流れた表流水により塩度が希釈されたものと考えられる。また、2号井深井戸の近くにある浅井戸は904 $\mu\text{s}/\text{cm}$ （25℃換算値）で、相対的には特別良質であるが、これは、塩水の上ののったレンズ状の淡水であると考えられる。

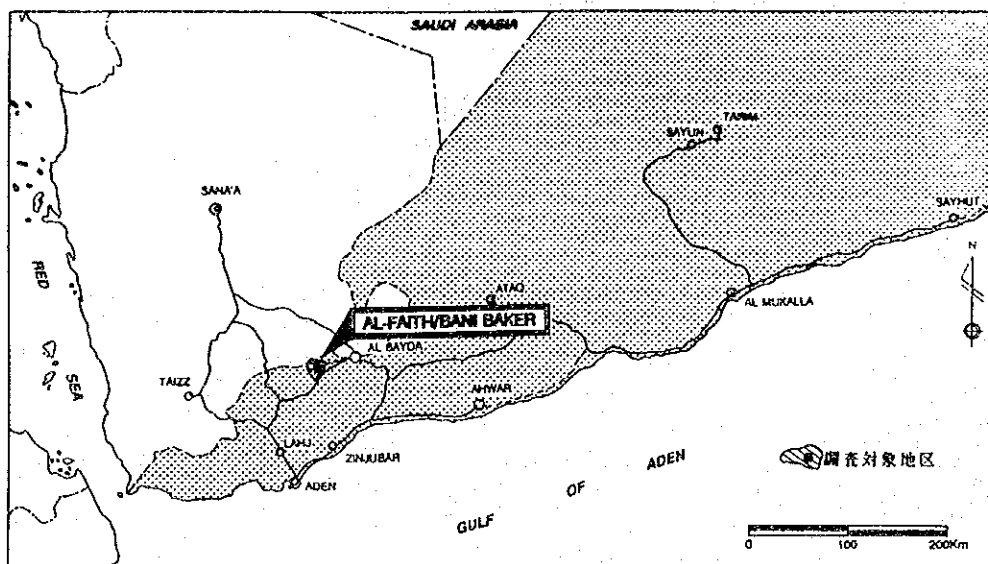
以上のような調査結果に基づき、予定水源井の採用については困難と判断されるため、調査団から「イ」側に対し、当該地区は本計画で取り上げないことを申し入れた。これに対しGAREWは、「イ」側で精確な揚水試験を実施したうえで、その結果に基づき最終判断をくだしたい意向をもち、日本側の協力について強い要請があったので、その揚水試験を1994年1月末を目処に完了し、日本側の再考を促すような良好な結果が得られた場合は、本計画で取り上げる可能性を残すことで合意した（第4章第4.3.1節「計画対象地区」参照）。

表-3.22 既設井諸元一覧表 (トゥール・アル・バッハ)

番号	井種別	名称	井戸径 (m)	深度 (m)	揚水機	採水対象層	静水位 (m)	揚水水位 (m)	採水量 (l/min)	水温 (℃)	pH	電気伝導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		備考
												測定値	25℃換算値	
W1	オープン・ウェル	アル・カンデ井	3.0	23.0	手汲み	先カンフリ系	20.0			31.5	7.9	4,350	3,850	飲雑用
W2	"	個人用 アル・フアジヤラ井	2.5	21.9	"	沖積層	17.8			32.0	8.1	1,030	904	"
W3	"	個人用ワジ・スンナ井	2.5	15.0	"	"	10.2			28.5	8.1	2,620	2,449	"
W4	深井戸	個人用 アル・フアジヤラ井	0.2	?		?	15.8			31.0	8.0	4,370	3,902	未使用
W5	"	PWC アル・フアジヤラ 2号井	"	?		玄武岩	?			30.0?		>10,000	>9,091	"
W6	"	PWC アル・フアジヤラ 号井	"	*300.0		"	15.3	*27.0	*480.0	"		3,932	3,575	"
W7	"	PWC アル・フアジヤラ 3号井	"	*314.0		"	?			"		>8,000	>7,273	"
W8	"	PWC アル・フアジヤラ 号井	"	*82.0		タラ層群	?			29.0	8.0	4,840	4,481	"
W9	"	PWC アル・フアジヤラ 5号井	"	*112.0		"	16.0			34.0	7.9	7,700	6,525	"
W10	"	PWC アル・フアジヤラ 号井	"	*344.0		先カンフリ系	17.0			29.0	8.1	4,840	4,481	"

3.3.8

地区番号	2	サイト名	アル・ファイド／バニ・バケル (Al-Faith/Bani Baker)			
行政区分	州名	ラヘジ	郡名	アルラブース	準郡	アル・ハッダ
集落数	4		給水世帯数	1,927	給水対象人口	28,000
給水対象地区面積			17.5 km ²		給水人口密度	1,600 人/km ²
主要 収入源 (比率)	一位 二位 三位	出稼ぎ送金 給与所得 農業	70% 20% 10%	平均月収	YR 5,500	
医療機関	病・医院	4		教育施設	小学校	5
	医務員	32			中学校	4
	ベット数	100			高等学校	1
食堂・商店			—	モスク数	16	
買水状況	買水量	—				
	買水価格	—				
	購入先	—				
既存水道 施設	水源	1井(浅井戸)				
	配水槽	—				
	管路	4" ~ 2"				
	水道料金	YR6.5 / 月 / 人	平均水 消費量	15ℓ / 日 / 人		
発電施設	各村に発電機					



1. 位置

アル・ファイド／バニ・バケル地区は、ラヘジ州アル・ラブース郡アル・ハッダ準郡都であるバニ・バケルと、これに隣り合うアル・ファイドおよび他2集落から構成される。当該地区は、旧北イエメンの南東部国境の都市である。アル・ベイダの東方約30kmの高原台地に位置し、北部中央山岳地帯に類似した高原気候に支配され、特殊な覚醒作用を持つガートと呼ばれる換金植物やコーヒーの特産地となっている。1993年にはアル・ベイダ市と旧南イエメンを結ぶ舗装道路が完成し、当該地区に交通の便もすこぶる改善された。

2. 給水現況

当調査対象地区はバニ・バケル、アルファイド、ホラガ、アル・フェルダ4つの大規模集落で構成され、総人口は28,000人に達する。そのうち給水施設による給水態勢がとられているのは、バニ・バケルのみで、他の3集落は集落内に掘られた浅井戸から、それぞれ各戸に人力、ロバ等で運搬している現況である。バニ・バケルの施設現況は以下の通りである（図-3.23参照）。

a. 給水区域 バニ・バケル

b. 水源 浅井戸×1井（ワジ・ジャラール）

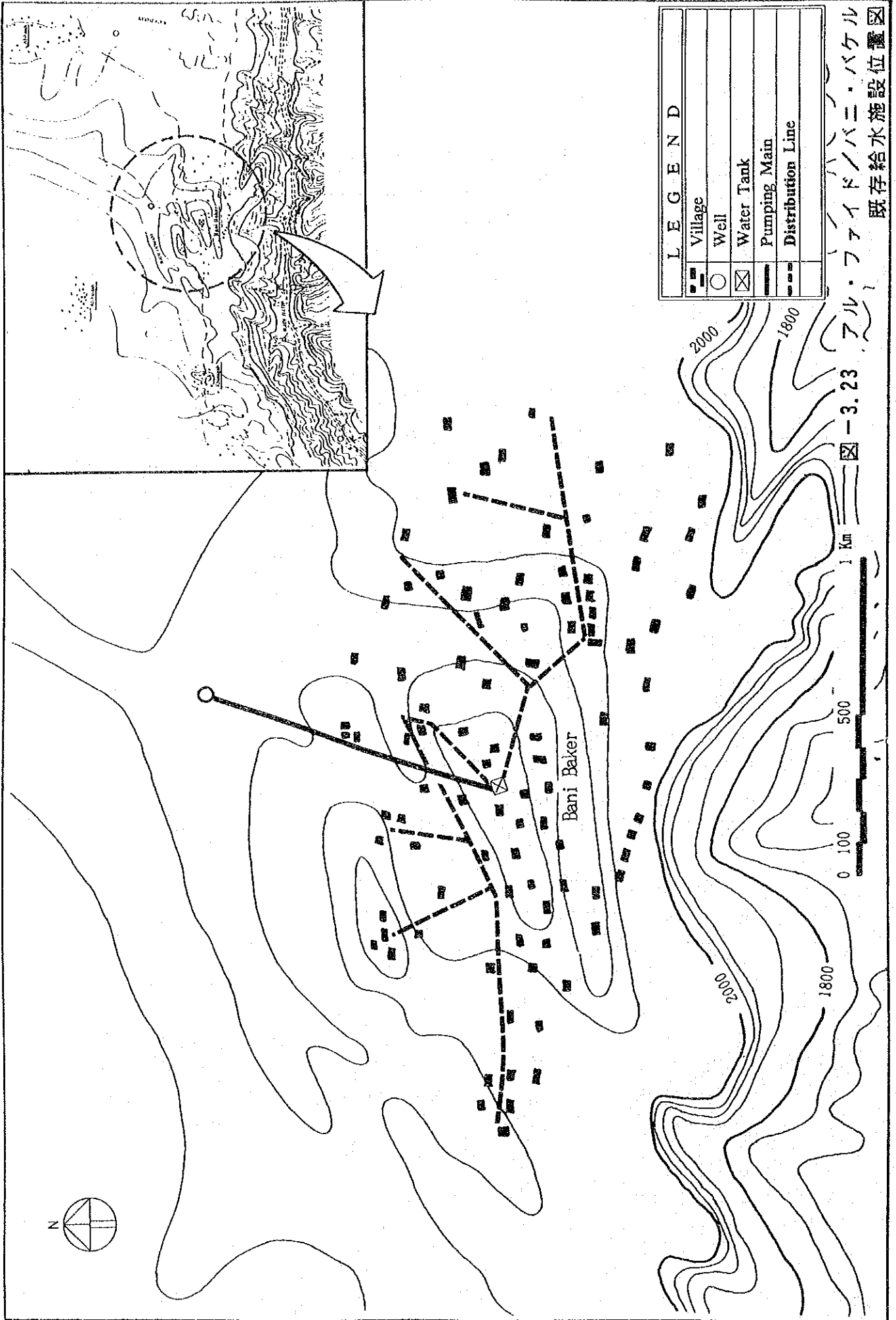
c. 配水槽 35,000gal. 容量

d. 送水管 （水源→配水槽）4" 鋼管×約1,000m

e. 給水網 4" ~ 1-1/2"、約4,300m

上記施設は1978年に建設され、バニ・バケルでは郡庁支局職員5人で構成する水道組合により施設を運営管理している。最近、水源ポンプのエンジンが故障して、断水したことをきっかけとして、水道組合では独自にもう一組のポンプ・エンジンを購入して、予備態勢を強化した。

現在この地域では各戸給水は実施しておらず、スタンド・ポスト（共同水栓）による給水のみである。水道組合によると、現在の水源井のみでは集落全域の水需要を賄うことは出来ないために、水使用量の多くなる各戸給水は実施できないとのことで、新規水源を確保できれば各戸給水に移行する考えであった。水量問題から集落を2



LEGEND

	Village
	Well
	Water Tank
	Pumping Main
	Distribution Line

アル・ファイド/バニ・バケル
 既存給水施設位置図

地区に分け、バルブ操作により1日おきに朝晩の各15分間のみの交互給水を行っている。1日の給水量は90t/6,000人に限られている。水道料金は5シツグ/人/月の均一料金となっている。これらの制限給水により、水源水量不足にもかかわらず施設の操業をなんとか継続しているが、2～3年前の早魃年には井戸が干上がり、集落住民は隣州の州都アル・ベイダ方面からトラックで買水(2,500シツグ/6t)するという窮状を経験している。

3. 水源

a. 自然・水源環境

本地区は旧北イエメン国境に接する中央高地帯に位置する。標高は海拔2,000m～2,500mで頂面は緩やかな波浪状を呈し、東方アル・ベータに連なる高距平原の一部である。パニ・バケル市街地の南側には比高差500mの深い浸食谷ワジ・ハティブ(Waji Hatib)が西流し、ワジ底はコーヒー畑となっている。パニ・バケル市街地の北側にはワジ・ゴマリー(Wadi Gomary)、東側にはワジ・ジャラールがあり、市街地の北東方で合流し、北東流しているが、下刻度は小さく集水域も24km²と小さい。対象地区の一つであるアル・ファイド(Al-Faith)にも北流するワジ・ドラがあるが、谷規模は小さい。

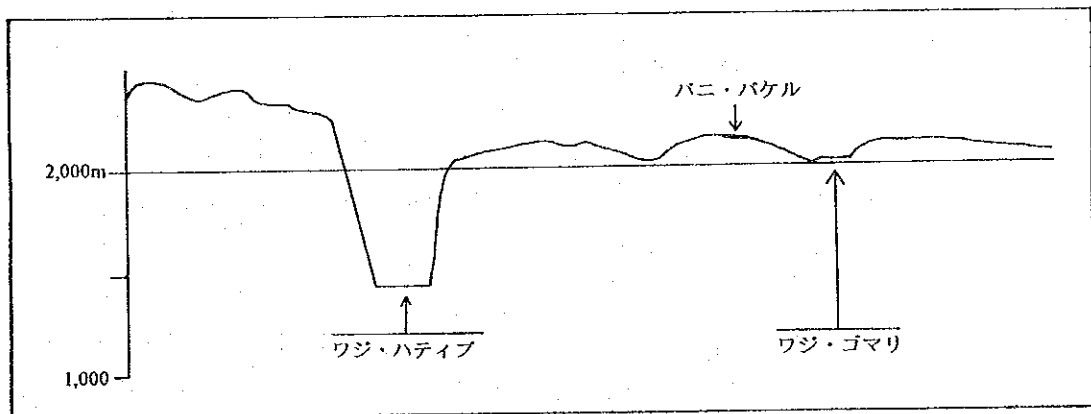


図-3.24 地形模式断面図

この地域は先カンブリア系に属する片麻岩・黒雲母片岩からなり、ワジ底には沖積層が薄く帯状に分布している。

b. 水理地質特性

バニ・バケル市街地の東側を北流するワジ・ジャラールにはオープン・ウェルが15井もあり、農業用水源となっている。このワジにあるバニ・バケルの水道水源も深さ15m、径3.5mのオープン・ウェルで、静水位5.85mである。ボアホール・ポンプで揚水し、市街地の最高点にある水槽（容量約180 m³）に送水して、水槽をいっぱいにするには、約10時間かかるとのことである（単純計算すると、約300 ℓ/min=5 ℓ/sec）。地下水は沖積層の下層部と先カンブリア系地表部の風化多亀裂帯と考えられる。また、ワジ・ドラにも深度20m内外のオープン・ウェルが20井もあり、農業および飲雑用水源となっているが2～3時間揚水で、水位低下により1時間程度休止しなければならぬ。いずれにしても、山地上の小さなワジでは計画給水量を求めることは困難である。

一方、バニ・バケルの南側比高500mの絶壁を作りながら西流するワジ・ハティブには、深さ50m～80mのオープン・ウェルが2井あり、農業用水源となっているが、静水位は36m～37mと深く、水量も少ない。このワジにあるアル・マルキー (Al-Malky) 等の集落では、上流約3 km地点で表流水（硬い片麻岩が谷底に露出し、ワジの伏流水がこの地点で表流水となっている）を取水し、パイプで送水（自然流下）し飲雑用水や農業用に供している。水量は350 ℓ/min位で、この量がワジ伏流水の総量と考えられる。

アル・マルキー集落の下流、約8 km下るとガワファ (Gawah) 集落があり、ここにも深さ22.9m、径4.2mのオープン・ウェルが1井既存し、ボアホール・ポンプで揚水して飲雑用水家農業用に供している。静水位は10.3m、揚水量は250 ℓ/min。通常の運転時間は数時間であるが、雨期には24時間運転可能という。これ等のことから次のように考察される。

- ①この地区の地下水は沖積層下底部と基盤である先カンブリア系地表近くの風化多亀裂帯に賦存する不圧地下水で水量は気象に支配され不安定であるが、水質は良好である。
- ②バニ・バケルの東側を北流するワジ・ジャラールやワジ・ドラでは計画給水量を得ることはとうてい不可能である。ただ、ワジ・ジャラールとワジ・ゴマリーの合流点付近（図-3.24のA地点）では兩岸から基盤が張り出し、ワジ幅は15mと狭まっているので、この地点でせき止めて地下ダムをつくり、これより取水すれば、現在よりもかなり恵まれた給水ができよう。

- ③ワジ・ハティブはワジ規模のわりに水量が少なく、このワジで計画水量を得ることはできない。この不安定水源から台地上部のバケル地区まで、500mのポンプ・アップをする送水施設の計画は、効果的とはいえず経済的にも問題がある。
- ④予定水源地候補の一つ、ワジ・ハティブは、ガァワ集落井からさらに約6km下流地点で、南部地区最大規模ワジの一つであるワジ・バナ(Wadi Bana)に合流する。ワジ・バナはその流路の各所にて、アデン市の水道水源を始めとして、生活用水・農業用水源として開発・多目的利用が進展してきた一級ワジであるが、このワジ・ハティブとの合流点でも、現在バニ・バケルが属するラヘジ州アル・ラブース郡の郡都アル・ラブースの公共水源開発が進行中である。同計画はアラブ基金からの借款により、NWSAアデン支所が建設を担当しているが、バニ・バケルはアル・ラブース郡に属することでもあり、ワジ・バナを含む地域全体の水資源開発と利用を「イ」側で調査し、関係行政自治体および給水関連機関が合意する計画案を策定しない限り、当該地区単独の解決策は困難と想定される。
- ⑤上述のことから本地区では水源の確保が極めて難しく、現時点で妥当な水源計画を策定することは困難と考えられる。

凡 例	
□	第四紀 沖積層
■	先カンガリア紀 片岩・片麻岩
〰	走向及び傾斜
—	断 層
○	深井戸 (抜-3.12参照)
△	湧 水

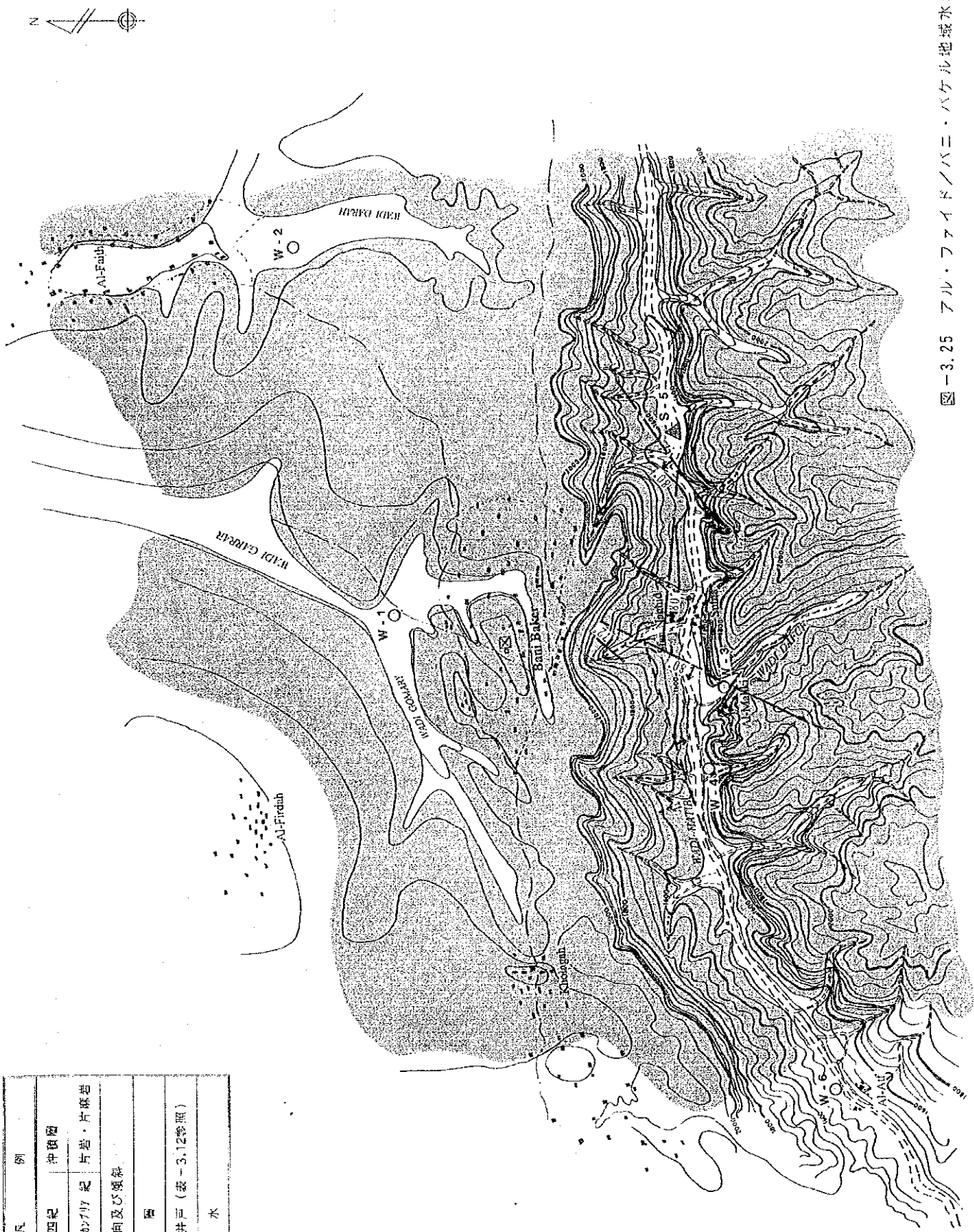


図-3.25 アル・ファイド/バニ・バケル地域水理地質図

表-3.23 既設井諸元一覧表 (パニ・バケル)

番号	井種別	名称	井戸径 (m)	深度 (m)	揚水機	採水対象層	静水位 (m)	揚水水位 (m)	採水量 (l/min)	水温 (°C)	pH	電気伝導度 ($\mu\text{s/cm}$)		備考
												測定値	25°C換算値	
W1	オープン・ウエル	パニ・バケル井	3.5	15.7	ボアホールポンプ	沖積層と基盤上部の風化多亀裂	6.50		300.	21.3	8.0	1,091	1,178	水道用
W2	"	個人用 アル・フェルダ井	2.9	20.8		"	9.50			25.6	7.8	607	600	飲雑用 および 農業用
W3	"	個人用 アル・マルキ-井	1.4	80.0		"	36.80		2時間で 水はなくなる	22.5	7.9	998	1,051	"
W4	"	"	2.2	50.0		"	37.20			26.0	7.5	1,095	1,074	"
S5	河川 表流水					沖積層の 伏流			350.	25.9	7.9	862	847	"
W6	オープン・ウエル	個人用 ガアワア井	4.2	22.9	ボアホールポンプ	沖積層	10.30		250.	23.5	7.2	1,109	1,143	"