

Y

JICA LIBRARY



1029343[E9]

イエメン・アラブ共和国

ワディ・アル・ジョーフ地区
給水施設整備計画

基本設計調査報告書

昭和61年11月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87. 1. 22	316
登録 No.	15847	61.8 GRF

まえがき

日本国政府はイエメン・アラブ共和国政府の要請に基づき、同国のワジ・アル・ジョーフ地区給水施設整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

要請内容は同地区に20ヶ所の村落給水計画を立案し、このうち緊急性が高い6ヶ所については自ら建設したので、残り16ヶ所の建設を行なうと言うものである。

当事業団は2月10日より24日まで事前調査団を派遣し、16ヶ所の協力可能性を調査した結果、7ヶ所にしほり協力することが妥当との判断に至り「イ」側と協議のうえこの7ヶ所の基本設計調査を実施することとなり無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課横倉順治を団長とする基本設計調査団を6月23日より7月26日まで派遣した。

現地調査着手後まもなくして「イ」側から調査対象7ヶ所の内4ヶ所については独自に建設を済ませていることを知らされ、このため調査対象地区を残り3ヶ所に縮小し調査を続行することになった。

本件は無償資金協力案件として妥当性がないと判断されたため、調査部分のみにつき成果のとりまとめを行い報告書としたものである。

昭和61年11月

無償資金協力計画調査部

部長 三浦 敏一

要 約

要 約

イエメン・アラブ共和国では1962年の革命以来、立ち遅れた国家経済の開発を目指し、特に社会基盤整備に努力を払ってきた。その一環として我が国からも昭和53年以来地方水道整備事業の促進のため有償、無償の援助を実施してきた。これらの地方水道整備事業は公共事業省地方水道局の所管するものである。

一方、利用可能な土地および水資源を有効利用し、農業開発を推進することは国家開発計画の最重点策とされてきた。同国の農業開発の重点策として全国のワディ（ワディ）の開発が挙げられるが、本基本設計調査の対象地区であるワディ・アル・ジョーフ地区はイエメン・アラブ共和国の北東端、サウジアラビアとの国境近くに位置する同国の大ワディの内の1つである。

ワディ・アル・ジョーフ地区一帯は、地理的にも社会経済的にも辺境の後進地域でイエメン共和国の他地域から孤立し、閉鎖社会を形成してきた。同地区に中央政府の開発政策を施し、賦存する土地および水資源を有効利用し、地域住民の生活水準の向上を図りつつ、同地域を中央政府の影響下に組み入れる事を目的にワディ・アル・ジョーフ地区の開発計画が立案された。この様な背景で予備調査に引続き Agrar und Hydrotechnik (AHT: 西独のコンサルタント) によるフィージビリティ調査が1974年より8年間にわたり実施された。この結果に基づき世界銀行 (IDA) およびその他の2国間援助による事業実施が着手された。この計画は、灌漑施設、道路、村落給水等の農村社会基盤整備、畜産振興計画等から成る農村総合開発計画である。

イエメン・アラブ共和国政府は、ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画の20ヶ所に村落給水施設を建設する村落給水計画の実施について我が国に無償資金協力による援助を要請してきた。本計画のイエメン政府実施担当官庁は農水省 (Ministry of Agriculture and Fisheries : MAF) であり、計画実施機関は同省灌漑局 (Irrigation Department) の下部機関であるワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画事務所 (Wadi Al Jawf Agricultural Development Project office) である。

この要請を受け我が国政府は計画実施の妥当性を検討した結果、要請を受けた20ヶ所のうち6ヶ所は、飲用水供給の緊急性が高いため、大統領命令を受けた農水省により工事が完成したこと、又、他の14ヶ所の内ワディの下流部の7ヶ所は水源水質の塩分濃度が高いため、家庭用水としては不適である事が判明した。この結果、基本設計調査の対象地区は残りの7ヶ所とすることが相手国政府と合意された。

しかしながら、予定調査地区7ヶ所の内4ヶ所は飲用水供給の緊急性のため、イエメン政府によって昭和61年3月に完成されていたことが判明した。これは、政府人事異動に伴ないイエメン政府各省庁間の連絡不徹底および未調整によって起った。したがって、基本設計調査は工事の済んだ4ヶ所の評価調査と残りの3ヶ所、Hubna、As SamumとQasabahにつき基本設計調査とを実施したものである。

調査の結果、上記調査対象地区では比較的浅所（地表下20～90m）に地下水帯水層が発達しており、良質な地下水が豊富に得られることが判明した。一井当りの可能揚水量 500ℓ /min程度と考えられる。

各ヶ所の給水地区は小さな村が水源の周囲に散在する形態であるので、給水システムとしては1つのまとまった村落に適する井戸元給水型ではなく、給水区をなす各々の小村落の共同水栓まで配水する複合集落給水施設型を採用することとした。

設計原単位は水源水量も十分あるので公共事業省地方水道局の設計基準を採用し給水量は45ℓ /man/dayを基礎とした。以上に基づき各施設計画を検討した結果各ヶ所の給水施設の施設内容は下記に示すものとなった。

各給水施設の主要施設および設備の概要

項 目	Hubna	As Samum	Qasabah
計画給水人口	600 人	850 人	1,600人
計画給水量	25.4m ³ /day	41.1m ³ /day	24.4m ³ /day
井戸径	250 mm	250 mm	250 mm
井戸深度	80 m	90 m	90 m
ケーシング長	68 m	78 m	72 m
ストレナー長	12 m	12 m	18 m
ポンプ揚水量	150ℓ /min	250ℓ /min	450ℓ /min
ポンプ揚程	60 m	50 m	55 m
ディーゼルエンジン馬力	6 HP	6 HP	12 HP
高架水槽容量	20 m ³	20 m ³	20 m ³
給水塔高	8 m	8 m	8 m
共同水栓数	1 ヶ所	2 ヶ所	1 ヶ所
機械室	1 ヶ所	1 ヶ所	1 ヶ所
送水管延長	21.5m	21.5m	21.5m
給水管延長	165.0m	770.5m	181.5m

わが国の無償資金協力事業として妥当な村落給水施設を建設するためには、工期仕上げの出来ばえ等を考慮し日本の業者による施工が妥当であろう。この条件で積算した概算事業費は約 2.66 億円である。

直接工事費	84,200	千円
間接費	133,800	
一般管理費（直接費の10%）	8,500	
予備費	9,500	
コンサルタント費	29,600	
合 計	265,600	

上記概算事業費に占める直接工事費は約32%であり、直接工事費以外の費用が事業費に占める割合が著しく大きい。これは、各施設規模が比較的小さい上サイト数が少ないため輸送費その他の費用の比率が大きい事が原因である。

このように本件の援助対象が小規模で、また技術的にもイエメン政府側がこれまで自助努力によって対応してきた実績もあり、資金的にも対応可能な範囲にあると判断されるので、本件に対する日本政府の無償資金協力案件として多くは期待しえないと思われる。

目 次

ま え が き	
位 置 図	
要 約	
目 次	
付表・付図リスト	
略 語	

第 1 章 結 論	1-1
第 2 章 計 画 の 背 景	2-1
2-1 イエメン・アラブ共和国の概要	2-1
2-2 国家開発計画の概要	2-3
2-3 給水事業の概要	2-6
2-3-1 生活用水供給の現状	2-6
2-3-2 水 道 事 業	2-6
2-3-3 給水施設整備計画	2-9
2-4 農業開発の概要	2-10
2-5 ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画の概要	2-12
2-5-1 計画の目的	2-12
2-5-2 計画実施機関および関連省庁	2-12
2-5-3 計画の内容	2-12
2-5-4 事業実施計画	2-17
2-5-5 事業効果	2-20
第 3 章 計 画 地 域 の 概 要	3-1
3-1 一 般 状 況	3-1
3-1-1 地 形 概 要	3-1
3-1-2 地 質 概 要	3-3
3-1-3 水 文 気 象	3-5
3-2 水 理 地 質	3-8
3-2-1 水資源と地下水賦存状況	3-8

3-2-2	地下水の利用状況	3-9
3-2-3	地下水の分布状況	3-11
3-2-4	水質	3-15
3-3	社会経済および給水事情	3-15
3-4	計画対象地区の現況	3-24
第4章 計画内容		4-1
4-1	目的	4-1
4-2	基本事項の検討	4-1
4-2-1	目標年次	4-1
4-2-2	計画給水区域及び給水システム	4-1
4-2-3	水源	4-3
4-2-4	給水人口	4-3
4-2-5	給水原単位	4-5
4-2-6	公共使用水量	4-5
4-2-7	損失水量	4-5
4-2-8	給水量と給水量分布	4-6
4-2-9	水需要の時間的变化	4-7
4-2-10	給水時間	4-8
4-2-11	給水頭	4-8
4-2-12	揚水量	4-9
4-2-13	管路	4-9
4-2-14	各戸給水	4-10
4-2-15	給水塔容量と最大時間	4-10
4-2-16	将来拡張と関連性	4-12
4-2-17	基本事項のまとめ	4-12
4-3	既存施設の評価	4-12
第5章 給水施設の基本設計		5-1
5-1	水源施設	5-1
5-2	給水塔施設	5-4

5-2-1	規 模	.....	5-4
5-2-2	構 造	.....	5-4
5-2-3	基 礎	.....	5-4
5-3	送水、給水、管路施設	.....	5-4
5-3-1	管 種	.....	5-4
5-3-2	管 径	.....	5-4
5-3-3	管路付属設備	.....	5-4
5-4	給水栓数および共同給水所	.....	5-6
5-5	給水施設の内容	.....	5-7
5-6	概算事業費	.....	5-12
 第6章 事業実施計画			6-1
6-1	実施体制	.....	6-1
6-2	施工計画	.....	6-1
6-2-1	施工の方法	.....	6-1
6-2-2	工事期間	.....	6-1
6-3	管理運営計画	.....	6-1
 第7章 事業評価			7-1
 第8章 結論と提言			8-1
8-1	結 論	.....	8-1
8-2	問題および提言	.....	8-1
 付 録			
1.	調査団員名簿	.....	A-1
2.	調査団調査実施日程表	.....	B-1
3.	主要面会者名簿	.....	C-1

表 一 覧 表

		頁
表 1.1	地方水道整備外国援助プロジェクト一覧（地方水道局所管） …	2-9
表 1.2	ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画人員計画 ……………	2-14
表 1.3	ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画財源計画 ……………	2-20
表 3.1	イエメン・アラブ共和国北東部の月平均降雨量 ……………	3-7
表 3.2	調査サイトおよびその周辺の地下水の水質 ……………	3-16
表 3.3	給水状況 ……………	3-23
表 4.1	給水範囲 ……………	4-3
表 4.2	出稼者と18才未満人口 ……………	4-3
表 4.3	推定現在人口と将来人口 ……………	4-4
表 4.4	給水量 ……………	4-6
表 4.5	給水量分布 ……………	4-9
表 4.6	揚水量および動水位 ……………	4-9
表 4.7	給水塔容量 ……………	4-10
表 4.8	計画給水システムの概要 ……………	4-12
表 5.1	井戸の規模およびスクリーンの位置 ……………	5-1
表 5.2	ポンプ仕様 ……………	5-1

表 5.3	ジーゼルエンジン馬力	5-3
表 5.4	共同給水所における水栓数	5-6
表 5.5	各給水施設の主要施設および設備の概要	5-7

図 一 覧 表

	頁
図 1.1 政府関連組織図	2-8
図 1.2 農業水産省ワディ・アル・ジョーフ農業開発計画組織図	2-13
図 1.3 ワディ・アル・ジョーフ農業開発計画事業実施スケジュール ...	2-18
図 3.1 流域位置図	3-2
図 3.2 イエメン・アラブ共和国北東部の降雨分布と観測網	3-6
図 3.3 井戸位置図	3-10
図 3.4 地下水賦存図	3-14
図 3.5 水質分析結果の分布図	3-17
図 3.6 電気伝導度による地下水の水質	3-18
図 3.7 Husn bin KurshanおよびQasabah 市街図.....	3-28
図 3.8 Mubna 市街図	3-29
図 3.9 As Samun市街図	3-30
図 3.10 Az Zahir市街図	3-31
図 4.1 水道施設概要図	4-2
図 4.2 累加水需要曲線	4-8
図 4.3 給水塔容量の算定率	4-11

図 5.1	水源井標準図	5-2
図 5.2	高架水槽	5-5
図 5.3	標準施設図	5-8
図 5.4	Mubna 給水施設位置図	5-9
図 5.5	As Samun 給水施設位置図	5-10
図 5.6	Qasabah 給水施設位置図	5-11

略 語

Agricultural Credit Cooperative Bank (農業信用協同銀行)	ACC B
Agrar und Hydrotechnik GMBH (アグラール水工株式会社)	AHT
Central Planning Organization (中央企画庁)	CPO
Confederation of Yemeni Development Associations (イエメン開発協同組合連合会)	CYDA
International Development Association (国際開発協会, 第二世界銀行)	IDA
Japan Industrial Standard (日本工業規格)	JIS
Local Development Associations (地方開発組合)	LDA
Ministry of Agricultural and Fisheries (農業水産省)	MAF
Ministry of Public Works (公共事業省)	MPW
United States Agency for International Development (合衆国国際開発庁)	USAID
World Health Organization (世界保健機構)	WHO
Yemen Arab Republic (イエメン・アラブ共和国)	YAR

第 1 章 緒 論

第 1 章

緒 論

調査の対象地域であるワディ・アル・ジョーフ地区(Wadi Al Jawf)は、イエメン・アラブ共和国の北東端サウジアラビアとの国境近くに位置している。ワディ・アル・ジョーフ地区は農業開発のポテンシャルは高い地域と認識されているが、未だ辺境の後進地域として今日に至っている。

イエメン・アラブ共和国では、利用可能な土地および水資源を有効利用し、農業開発を推進することは国家経済開発の最重点政策とされてきた。この様な背景でワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画が立案され、英国のコンサルタント(SIR ALEXANDER GIBB & PARTNERS, 1977年)の予備調査が行われ続いて、西ドイツのコンサルタント(Agrar Und Hydrotechnik; AHT)が1974年から8年間にわたってワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発についてのフィージビリティ調査を実施した。さらに世界銀行(IDA)は1984年に同国にこの農業総合開発計画についての評価調査団を派遣した。その結果、世界銀行およびその他2国間援助によりその実施が計画されている。この計画は、灌漑施設の建設、道路、村落給水等の農村社会基盤整備、畜産振興計画等からなる農業総合開発計画である。このうち村落給水計画は、ワディ・アル・ジョーフ地区の20ヶ所から成る村落に給水施設を建設するものである。

イエメン・アラブ共和国政府はこのワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画の内、村落給水計画の実施について我が国に無償援助資金協力を要請してきた。本計画の先方政府実施担当官庁は農水省(Ministry of Agriculture & Fisheries; MAF)であり、計画実施機関は同省灌漑局(Irrigation Department)の下部機関であるワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画事務所(Wadi Al Jawf Agricultural Development Project Office)である。

この要請を受け、我が国政府はその計画実施の妥当性を検討し、基本設計調査についての可能性を調査するために、昭和61年2月10日より2月24日まで国際協力事業団無償資金協力計画調査部基本設計調査第一課、横倉順治氏を団長とするワディ・アル・ジョーフ地区給水施設整備計画事前調査を実施した。

事前調査により、要請をうけた20ヶ所の内6ヶ所は、飲用水供給の緊急性が高いため、大統領命令を受け農水省により工事が完成していること、又、他の14ヶ所中、涸川（ワディ）下流部の7ヶ所は水源水質の塩分濃度が高いため家庭用水に不適であることが判明した。この結果基本設計調査の対象地区は残りの7ヶ所とすることで、相手国政府と合意した。次いで再び横倉順治氏を団長とする基本設計調査団が国際協力事業団により昭和61年6月23日より7月26日まで派遣され、相手国政府の要請内容、背景等の確認、無償資金協力事業としての妥当性の検討、協力の内容および確認をおこなった。

事前調査の結果に基づき、本基本設計調査の対象地区は以下の7ヶ所で相手国政府と合意した。

- | | |
|--------------|----------------------|
| 1. Az Zahir* | 5. Husn Bin Kurshan* |
| 2. Mubna | 6. Al Harashif |
| 3. As Samum | 7. Malaha* |
| 4. Matarif * | |

しかしながら、給水の緊急性が高いため本調査が開始される以前に、7ヶ所の内4ヶ所（※）の工事が農水省により昭和61年3月に完了していたことが判明した。これらは政府内人事異動に伴ないイエメン政府各省庁間の連絡不徹底および未調整によって起こった。これらの施設は井戸元給水型のもので水源井戸と20m³の水槽に共同水栓を備えたものである。したがって、本基本設計調査は工事完了の4ヶ所の評価調査と残りの3ヶ所の内2ヶ所Mubna, As Samum と Qasabahにつき基本設計調査を実施したものである。

本報告書は、現地調査を基に国内における実施解析を通して計画の妥当性、最適規模、協力内容等を検討し、最適な基本設計をとりまとめたものである。

第2章 計画の背景

第 2 章

計画の背景

2-1 イエメン・アラブ共和国の概要

イエメン・アラブ共和国は1962年まで王制が続き鎖国政策が施されたため、真の近代化は王制を倒した革命により開始されたばかりと言ってよく、現在でも国全体が“世界の秘境”の面影を残している。

イエメン・アラブ共和国はアラビア半島の南西端に位置し、東経 $42^{\circ} 30'$ から $46^{\circ} 10'$ 、北緯 $13^{\circ} 00'$ から $17^{\circ} 30'$ の間であり、北はサウジアラビア、南は南イエメンと国境を接し、西側は紅海に面し、東側はアル・ルブ・アルハリ大砂漠に属する。国土は、紅海岸の平野部と国土の大半を占める中央部の高原地帯（平均標高 2,400m）および東部の砂漠地帯（平均標高 1,000m）に大別され、国土総面積は約19.5万km²である。総人口は約 1,000万人（1986年統計）で、首都は中央部高原地帯に位置するサナ市である。

気候は、国土の大半がステップ気候で、背の低い灌木がまばらに生えており、東側の砂漠地帯では砂漠気候となっている。一般に降雨量は少ないが、アラビア半島の他の国々と比べると降雨には恵まれており、特に中央部山岳地帯で降雨量が多く、南部地域では年降雨量が 1,000mmに、北部国境付近で年 600mmに達する。一方紅海沿いのティハマ平原および東側のアル・ルブ・アルハリ砂漠の隣接地域では年降雨量は少なく、300mm～100mm以下程度である。

季節は地域によって多少違いがあるが、3月～8月の雨期と9月～2月の乾期に分けられる。気温は、アラビア半島南端に位置するが、国の大部分が標高 2,000m以上の高地であるため、低緯度の割りには涼しくしのぎやすい。しかし、紅海岸のティハマ平原は高温多湿で年間を通して月最高気温は 34°C を下らず、6～8月には 43°C ～ 45°C となる。一方月最低気温は 10°C ～ 25°C で、11月～2月には 10°C まで下がることもある。

これに反して中央部高原地帯では年間を通じて月最高気温は22℃、7月～8月には27℃～32℃で、月最低気温は7℃以下となり、11月～2月には0℃～3℃にさがる。年平均気温較差は20℃にもおよび、日中と夜間の温度差は15℃～20℃となり、明瞭な大陸性気候の特徴を示す。

国民の大多数がイエメン人で、一部紅海沿岸にはソマリヤやエチオピアからの移住者の子孫が定住している。公用語はアラビア語で、イスラム教を奉ずる。

政治体制は大統領を元首とする共和制で、非同盟諸国の加盟国である。現在のアリ・アブドラ・サーレ大統領は3代目で、5年間の第1期を勤めあげ現在第2期目に入っており、任期半ばで横死した前2代の大統領と比較して部族間のバランスの上に安定政権を維持している。

行政機構は首相の下に各省庁があり、その中でも特に開発企画機関であり、各省庁の開発計画の調整機関であり、また、各国援助の受け入れ機関でもある中央企画庁(CPO)が重要な役割りを果たしている。

地方の行政組織としては県知事を首長とする11の県(Provinces of Sana'a, Taizz, Ibb, Al Hudaydah, Sadah, Hajjah, Al Mahweet, Marib, Dhamar, Al Baydah, Al Jawf)に区別され、これらの県はさらに郡(Nahiya)に分けられる。郡の下部組織として部落(Galia)があり、部落長(Shaykh)が大きな権限を握っている。

社会基盤部門は、安定政権のおかげで近年の開発は目ざましい。交通に関しては、主要都市間はほとんど舗装道路が整備されており、車輛による交通手段が主体となっている。電気・水道・通信は地方に於いては整備中であるが、当国の主要都市である首都サナ市(人口約40万人)、紅海の貿易港ホディダ市(人口約16万人)および南部の旧都タイズ市(人口約18万人)ではほぼ完備し、一部の都市では下水道の工事も始まっている。

イエメン・アラブ共和国の経済は、産業が未発達で、農業を主体とした第一次産業と出稼ぎに依存している。国民所得は低く、その経済規模は小さい。1人当りの国民総生産（GNP）は510ドル（1983年度）と推定され、後発開発途上国（LLDC）に指定されている。国民の70%以上が天水に頼った生産性の低い農業に依存しており、近代的産業は近年の開発計画によるセメント産業等以外はほとんど見られない。

経済発展の遅れた原因は、自給自足を基礎とした部族社会の伝統が強く、貨幣経済が未発達であったこと、政治的混乱が長く続き、経済開発の促進が省りみられなかったこと、天然資源に余り恵まれていないこと、行政機構が未整備で社会基盤の整備や教育の普及が大幅に遅れていたこと等による。

このような経済の後進性を改善するために、1972/1974年の「3ヶ年経済開発計画」を端緒として「第一次、第二次5ヶ年開発計画」が企画され実行に移された。これらの開発計画はようやく緒についたばかりで、将来その効果が期待されよう。

当国の主要産業である農業については、その耕地面積は約152万haで国土の8%を占めている。このうち天水に依存する耕地が85%、ワディの洪水流出により灌漑される耕地が8%、常時表流水により灌漑される永久耕作地が5%、井戸によって灌漑される耕地が2%である。このように灌漑耕地は全体の15%に過ぎず、天水に依存する耕地が大部分であるため、農業生産高は降雨量に大きく左右される。主要作物はソルガム、キビ、大麦、小麦、とうもろこしなどの穀類、豆類、ジャガイモ、野菜、それに輸出作物としてのコーヒー、綿花などである。

2-2 国家開発計画の概要

第1次5ヶ年計画（1977～1981）では、農業生産と社会基盤整備に重点がおかれ国民総生産（GNP）の年成長率は8.2%と計画された。しかしながら最近5年間の年平均GNP成長率は6%であった。これは同期間の投資が生産部門よりも緊急を要するサービス部門に集中した結果である。又、生産部門の投資効果が顕れるまでに時間が必要であるために未だ十分GNPの成長に寄与していない結果と考えられている。

第1次5ヶ年計画期間中は所期の目標がほぼ達成されたものと評価されているが、第2次5ヶ年計画（1982～1986）の策定にあたり現在イエメン・アラブ共和国の経済上の問題点として下記の項目が再確認された。

1. 人口の大半は低所得層で人間生活の最低条件を満たすことができない。
2. 人口増加率が高く、社会サービスの整備がこれに追いつけない。
3. 若い世代、および技術者の国外流出が多い。
4. 農業が立ち遅れており生産性も低い。
5. 工業が未発達である。
6. 賦存天然資源が十分活用されていない。
7. 文盲率が高く教育制度が未発達である。
8. 一般的社会制度が十分整備されていない。
9. 財源が不足している。

以上に加うるに、イエメン・アラブ共和国の特殊事情として1962年の革命の余韻がなが引き開発の障害となった事や、日常必需品の大半が輸入品に依存してきた事などが挙げられる。

以上の状況を踏まえて第2次5ヶ年（1982～1986）計画の目標は以下の11項目に要約されている。

1. 国民生活に必要な基本的条件を満たすべく国民生産の公平な配分。
2. 教育、訓練の機会を創出する。
3. 生産部門の再建を図り賦存資源の有効利用を図る。
4. 社会、経済条件の地域較差の解消を図る。
5. 農畜産業の振興を図り農民の生活水準の向上を図る。
6. 生産部門への投資が可能となるべく預貯金の奨励を図る。
7. 外国での労働に当るイエメン・アラブ共和国人の技術力の向上を図る。
8. 民間および公共部門間の有機的協調を図る。

9. 政府組織の近代化を図る。
10. アラブ-イスラム関連の制度を有効利用し民間部門の生産活動への参加を促す。
11. 環境整備を行ない観光を振興する。

この目標を達成するために第2次5ヶ年計画では下記の如き投資計画が決定された。

Volume and Distribution of Gross Planned Fixed Capital Formation for the
Five-Year Plan 1982-86
(at 1981 Constant Prices)

Economic Activities	Public & Private & Cooperative Sector		Total	Distribution of Gross Fixed Capital Formation			Structural Formations of Investments on the basis of the Sector of Ownership	
	Mixed Sector	Cooperative Sector		Public & Mixed Sector	Private & Cooperative Sector	Total	Public & Mixed Sector	Private & Cooperative Sector
	(1)	(2)	(3)	(4) %	(5) %	(6) %	(7) %	(8) %
Agriculture, Forestry and Fisheries	2,470	1,355	3,825	8.8	4.8	13.6	13.4	14.0
Mining & Quarrying	0,677	0,228	0,905	2.4	0.8	3.2	3.7	2.4
Manufacturing	2,185	1,105	3,290	7.8	3.9	11.7	11.9	11.4
Electricity and Water	2,293	0,470	2,340	8.2	0.2	8.4	12.4	0.5
Construction	0,450	0,400	0,850	1.6	1.4	3.0	2.4	4.1
Trade, Restaurants and Hotels	0,864	2,006	2,870	3.1	7.1	10.2	4.7	20.8
Transport and Communications	3,949	0,691	4,640	14.0	2.5	16.5	21.4	7.1
Financial Institutions	0,120	0,080	0,200	0.4	0.3	0.7	0.7	0.8
Housing and Real Estate Services	0,260	3,485	3,745	0.9	12.4	13.3	1.4	36.1
Government Services	5,165	—	5,165	18.2	—	18.4	28.0	—
Other Services	—	0,270	0,270	—	1.0	1.0	—	2.8
Total	18,433	9,667	28,100	65.6	34.4	100.0	100.0	100.0

水道事業に関しては、全国的に整備状況は悪い、したがって開発目標としてはサナ、ボディダ、タイズ等の都市の水道施設整備に主眼が置かれている。

2-3 給水事業の概要

2-3-1 生活用水供給の現状

イエメン・アラブ共和国はほとんどが乾燥地に属し、国民の多くは主として岩がちの山地に住んでいる。したがって、まとまった量の表流水や地下水は都市部および農村部でも得難い状況にある。さらに国自体が開発途上で水道施設の整備も立ち遅れている。

最近の統計によると、給水人口は下記の通りである。

都市給水			農村給水		
年次	人口 百万人	給水率 %	年次	人口 百万人	給水率 %
1970	0.3	45	1970	4.9	2
1976	0.5	76	1976	5.7	2
1986	1.1	82	1986	8.2	28

通常水道の水源は地下水である。大都市の給水施設はかなり整備されていて1986年の給水率は82%である。しかしながら近年都市人口の増加が著しいため将来とも新たな水源の開発、給水施設の改修拡張が急務である。農村部では堀抜井戸を利用したり、地下水の得られない所では雨水の表流水を貯溜した天水貯水槽を利用するケースが多い。いずれの場合も、水質の悪化、給水量不足は全国的にみられる。統計によると農村給水は近年急に給水人口が増加し、改善されているものと判断できるが、未だに共同水栓までの距離がかなりある場合や給水量が不十分であるので、その改善と給水人口の増加のための施策が緊急に必要である。

2-3-2 水道事業

イエメン・アラブ共和国の水道事業は、都市部では水電気省(Ministry of Water and Power)の所轄である。地方水道の計画、工事の実施は公共事業省地方水道局(Ministry of Public Works, Rural Water Supply Department)の所轄となっている。

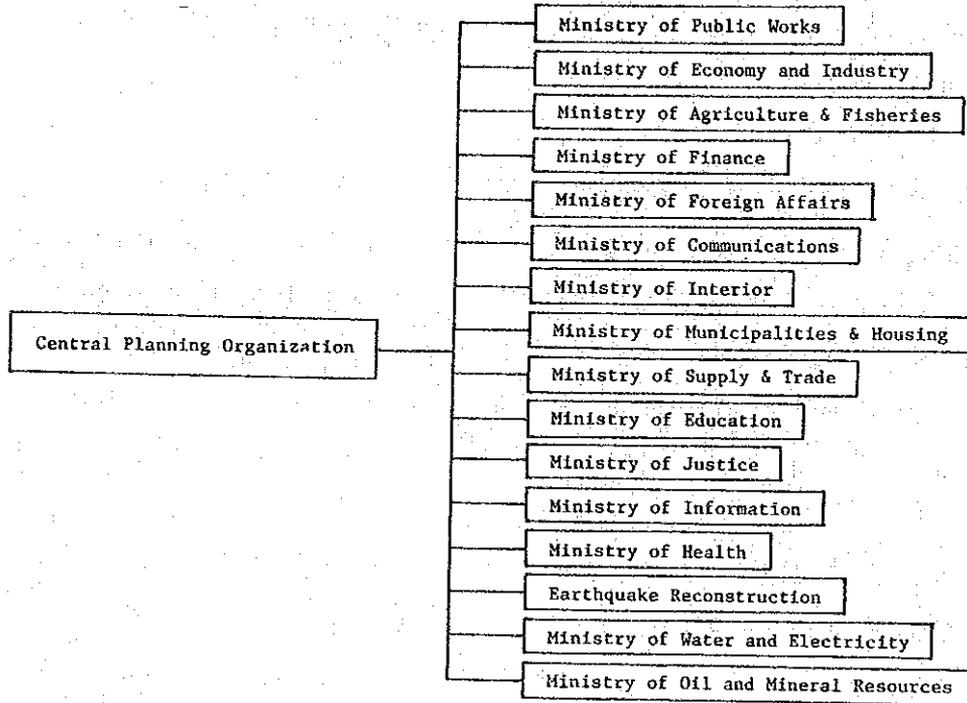
地方水道局は1972年に設立され、合衆国国際開発庁（USAID）から5台のさく井機械の供与を得て、地方水道の水源となる井戸建設にあたってきた。その後井戸建設の需要が高まり民間のさく井業者も多くなり、現在地方水道局では、計画、工事監理を主たる業務としており、工事施工は民間業者に発注している。政府組織と公共事業省組織図を図 1.1に示す。

全人口の9割をも対象とする地方水道事業は、現在の地方水道局のみで対処出来る規模をはるかに超えている。従って同局の対応を待たずに他機関が独自に計画を進めることも頻繁に行なわれる。これらは開発協同組合組織であるイエメン開発協同組合（Confederation of Yemeni Development Association: CYDA）や厚生省の保健衛生プロジェクト、農水省の農林開発プロジェクトによるもの等である。

地方水道局は近年まで世界保健機構（WHO）の技術協力のもとに水道普及活動を続けてきたが、現在は不十分なながらも局内組織を整え、自国予算により、独自の活動を展開している。それでも同局によると、年間実績の約3割が外国援助によるものであって、USAID、日本、西ドイツ、オランダ、サウジアラビア、アラブ基金、ユニセフ等がその主たるものである。最近の外国援助プロジェクトの一覧を表 1.1に示す。

图 1. 1 政府 関 連 組 織 図

(A) 中央 政府



(B) 公共 事業 省

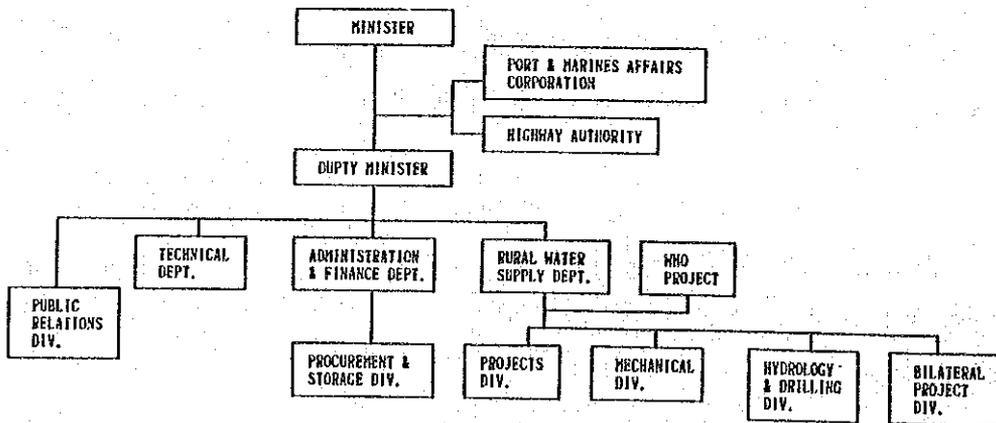


表 1.1 地方水道整備外国援助プロジェクト一覧
(地方水道局所管)

援助機関(国名)	実施年	実施ヶ所数	援助金額
U S A I D	1984-89	150	\$ 1,250万(無償)
オランダ	1983	13	DF 890万(〃)
ユニセフ	—	100	\$ 450万(〃)
西ドイツ	1984	ダマール地方一帯	DM 500万(〃)
サウジアラビア	1983	50	SR 10,000万(〃)
アラブ基金	1984	4	KD 70万(〃)
日本	1978-83	42	¥ 388,000万(有償)
	1982-84	12	¥ 160,000万

(第一次~三次無償)

これら外国援助による水道整備計画の特色としては、USAIDの様に水源開発をせず、既存の浅井戸、深井戸を水道水源として利用し、給水施設を建設している場合やクウェート基金、アラブ基金の様に、公共事業省の直轄プロジェクトに資金のみを提供したり、ユニセフの様にポンプ・配管材料等資機材を提供し、工事は地元業者と村落民の勤労奉仕によって実施している場合等様々である。この中で日本による地方水道整備計画は水道計画のための調査から工事施工まで、全て日本側の業者によって、日本製の資機材(骨材等を除く)を使って一貫して実施されている。このため日本製の優秀な設備資機材に加えて、高い施工技術水準によって完成された水道施設は、イエメン政府より非常に高い評価を得ている。

2-3-3 給水施設整備計画

第1次5ヶ年計画では水道部門への投資は優先的に行なわれた。即ち年成長率20.4%の投資が記録されている。この結果開発計画期間の5年間に1,334本の井戸が建設され、年間27.4百万トンの新たな給水水源が得られた。

第2次5ヶ年計画における給水事業計画の骨子は以下の3点に要約される。

1. 表流水および地下水の賦存量を確認して適正な水利用を図る。
2. 限られた水資源の賦存量を考慮して、家庭用飲用水の開発を最優先とする。
3. 全国的に均等な給水事業を実施するための長期的事業実施計画を立案する。

このためにはサナ、ボディダ、タイズ等の都市給水に（現在給水率82%）さらに146百万トンの水源が必要とされる。又、地方水道に（現在給水率28%）で計画完了時には残りの地方人口に対して37百万トンの飲用水が必要とされている。

2-4 農業開発の概要

農業生産はイエメン・アラブ共和国の基幹産業の1つであり、その開発は最優先部門の1つとされてきた。第2次5ヶ年計画の開発目標は以下の7項目に要約される。

1. 農業部門の増産は年間成長率 4.2%を維持する。
2. 自国生産で食料自給をまかなう。
3. 食品加工業の原料供給を図る。
4. 農産物の輸入を代替作物の栽培により減少させる。
5. 果樹および植林を奨励し農業の多様化を図る。
6. 灌漑の導入を図り農業を集約化する。

このために穀物の増産を主眼とする下記の目標が設定された。

(単位：百万リアル)

	生産額	生産額
	1982	1986
穀物	335.3	4,453.3
畜産	1,152.7	1,487.0
漁業	144.5	217.5
林業	128.0	128.0
計	4,860.4	6,385.8

(第2次5ヶ年計画)

この目標達成のために、第2次開発計画は57計画で投資額は1,850百万リアルと決定された。この他全国各地に12の農業開発計画が実施されており、ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画もその1つである。

主要農業開発計画

計 画 名	対 象 地	予 算 (百万リアル)
1. ワディ・アル・ジョーフ農業開発計画	ワディ・アル・ジョーフ地区	87.2
2. 小規模ダム開発計画	全 国	52.0
3. 農地テラス維持および改修計画	全 国	9.6
4. 農業気象観測網整備計画	全 国	1.6
5. 地下水開発	全 国	12.0
6. アル・ジャナタインかんがい計画	マーリブ	254.4
7. ワディ・バナ農業開発計画	イ ブ	12.0
8. 農業用水資源開発調査	全 国	16.0
9. ワディ・ズビッド農業開発計画	ティハマ	10.1
10. 下水処理水再利用によるかんがい計画	サ ナ	2.7
11. 北部州農業開発計画	北 部 州	16.0
12. ワディ・リマ農業開発計画	ティハマ	129.9

2-5 ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画の概要

2-5-1 計画の目的

本事業計画はワディ・アル・ジョーフ地区の水資源、土地資源を有効利用かつ、新技術の導入を図り、農業生産性の向上を図り農家収入の増加を目的とするものである。又、事業の実施に伴い国内の農民生活水準の地域較差の解消を目指すものである。以下に農水省ワディ・アル・ジョーフ地区開発事務所での聞きとり調査結果を述べる。

2-5-2 計画実施機関および関連省庁

本計画の実施主体は農水省である。同省内にプロジェクトマネジャーを長とするワディ・アル・ジョーフ地区開発事務所が設置されている(図 1.2, 表 1.2)。同事務所には農業土木、および農業部門があり、自々本省から任命をうけた技術者が配置されている。又、同計画の実施にあたり、計画の策定、計画の実施および維持管理の段階で他の政府機関の協力が必要となるためこの事務所には農水省大臣を長とし、MAF、企画庁(CPO)、農業試験所(ARA)、および農業信用協同銀行(ACCB)の代表者からなる委員会が設置されている。又、事業実施に当ってはARAおよびACCBの十分な協力を得る方針となっている。以上の計画実施に伴い、各郡にある開発協同組合である地方開発協同組合(Local Development Association:LDA)の有効な活用が考えられている。

2-5-3 計画の内容

本計画の内容は8項目から構成されている。

(1) 灌漑計画

a) Al Kharid およびAl Ghaylの灌漑施設の改修

- ・幹線水路のコンクリートライニング 26km
- ・構造物の建設(カルバート橋等)
- ・排水路の改修
- ・圃場整備(800ha)
- ・頭首工(Wadi As Saghi、25ℓ/sec、パイプライン 2.2km)

図 1. 2 農業水産省アルジョーフ農業開発計画組織図

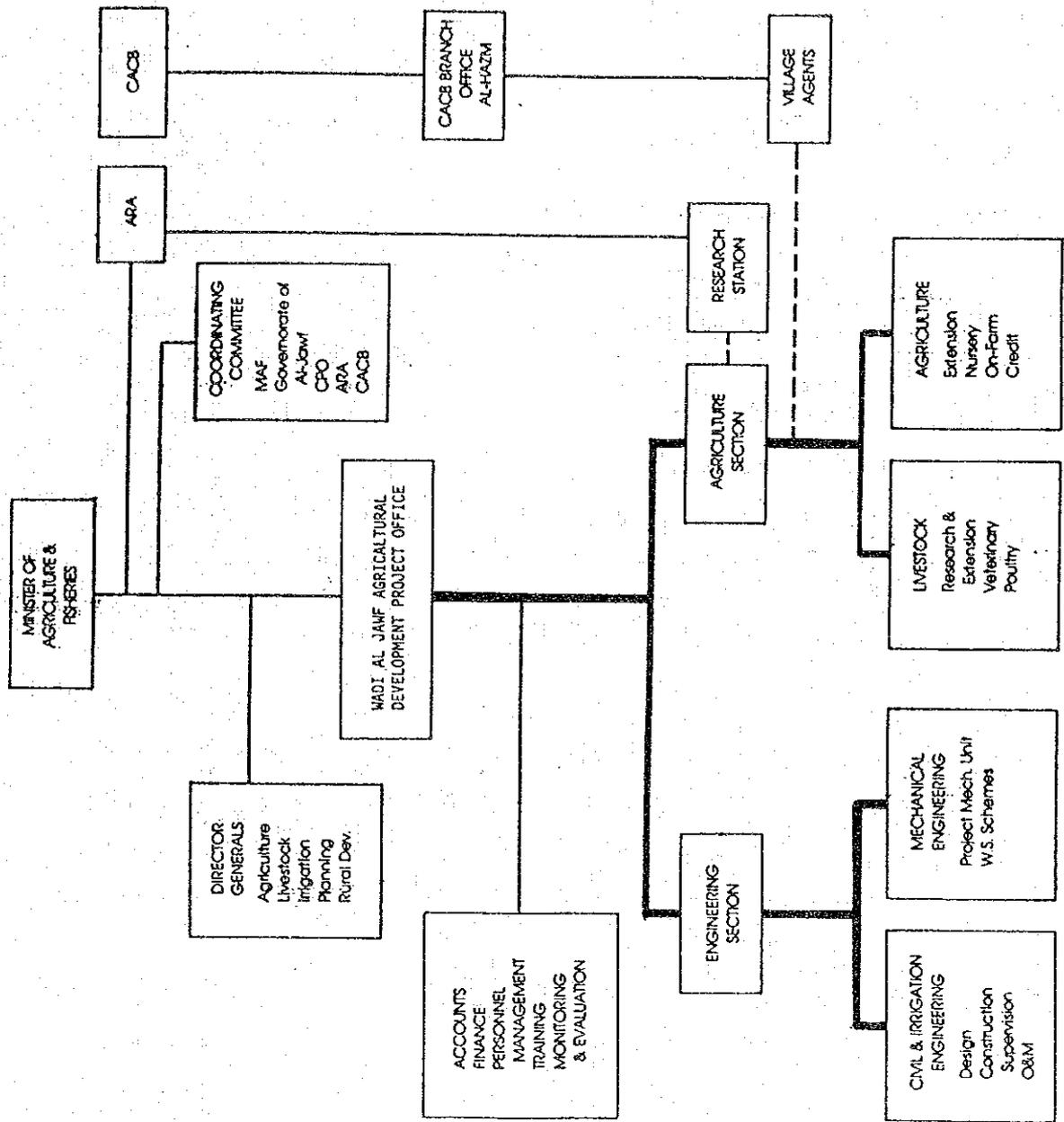


表1. 2 ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画人員計画

	Number	
	Expatriate	National
<u>Administrative Staff</u>		
Project Manager	-	1
Project Advisor	1	-
Monitoring & Evaluation Specialist		1
Administrative Officer		1
Accountant		1
Clerk		3
Secretaries		2
Drivers		12
Heavy Equipment Operators		10
Mechanics		3
Messenger		1
<u>Engineering Services Staff</u>		
Civil Engineer	2	2
Irrigation Design Engineer	1	1
Mechanical Engineer	1	1
Surveyor	1	3
Technicians		6
Draftsmen		3
<u>Extension Staff</u>		
Extension Agronomist	1	
Horticulturist	1	1
Veterinarian	1	
Associate Experts		2
Plant Protectionist		3
Agriculturist		3
M & E Officer		2
M & E Assistants		2
Extension Agents		10
Veterinary Assistants		3
Vaccinators		6
Tractor Driver		2
Short-term Consultants	As Needed	-
Subtotal	9	85
<u>Engineering Consultants for Further Studies</u>		
	6	6
	15	91

b) 灌漑用井戸の改修

- ・ポンプエンジンの交換
- ・配水パイプの設置 (φ3" ~ φ4")
- ・消火栓の設置
- ・圃場整備

以上毎年70井につき改修を行ない5年間で350井の改修を図る。必要資機材の購入はACC Bの融資による受益者負担とする。

c) Al Hazm およびAl Khalqの灌漑施設の改修

Al Hazm (1,000ha)とAl Khalq (1,050ha)の洪水を利用した灌漑のために取水堤が自々建設されたが、灌漑効果を向上するために幹線水路の建設および取水堤の改修を行なう。

d) 地下水による灌漑農地に水の有効利用を図るために、点滴灌漑、散水灌漑の導入を図る。

(2) 農道整備計画

サナーマリブ国道とアル・ハスムを結ぶ道路が1986年6月中に完成する予定である。したがって、この道路と各村落とを結ぶ農道の整備を図る。農道の総延長は45km、幅5.0mで40~50km/hrの速度の車輛の交通量100台/日程度の道路とする。

(3) 村落給水計画

計画地区内の20ヶ所につき村落給水を行う計画であり、計画給水人口は、約30,000人である。計画予定地区については県知事との同意も得られている。予定地区20の内16地区には井戸の新設が、又、残りの4地区では井戸の改修が予定されている。又、ポンプエンジン、高架水槽は20地区全てに必要であるとされている。

計画地区のリストは次の通りである。

<u>計画地区</u>	<u>計画給水人口(人)</u>	<u>計画地区</u>	<u>計画給水人口(人)</u>
Ad Darb	800	Al Hazm	6,900
Al Ghayl	2,300	Az Zahir	800
Al Hausaf	1,400	Husn bin Kurshan	930
Al Matun	3,000	Hubna	1,000
Maslub	1,600	Matarif	1,000
Husn al Shanan	800	As Samum	570
Hush bin Saad	1,600	Salamat	1,500
Malaha	800	Ma' Ayimarah	800
Sarahat	600	Al Harashif	1,500
Al Khalq	1,600	Ar Rawd	500
		合 計	<u>30,000</u>

(4) 建築計画

建築計画には本事業に関連のある事務所および職員の宿舎である。

- a) 管理事務所 Al Hazm
- b) 職員宿舎 ”
- c) ACCB ”
- d) 倉庫 ”
- e) 普及事務所 Al Hazm, Al Matun, Husn As Shanan 他
- f) 建設機械サービスセンター

(5) 公共施設の維持管理および訓練

39.5 Man-year の外国専門家の協力が必要とされる。これ等人員計画は表 1-2 の通りである。

(6) 営農指導

a) 営農普及センター

7ヶ所の営農普及センターが設置される計画である。これら7ヶ所はAl Hazm、Al Matun、Husn As Shanan、Al Ghayl、Ad Darb、As Samum等である。普及内容は畜産、灌漑、農業機械、野菜栽培等である。

b) 家畜衛生

主に獣医サービスを実施するもので、定期的なワクチン投与も予定されている。

c) 農業試験場

ARAの協力のもとにワディ・アル・ジョーフ地区に10haの試験圃場を容する農業試験場を設置する。又、8haの果樹を主とした育苗圃と5ヶ所のモデル農場も併設させる。

(7) 農業融資

灌漑水源となる井戸の建設、改修、農業機械の購入、養鶏場の設立等を目的とし、政府では本計画に対し13.3百万リアル(2.46百万ドル)の農民融資を計画している。

(8) 調査

本事業の実施と併行して、有効な水利用、水資源賦存量の調査等が行われる計画である。

2-5-4 事業実施計画

本事業の実施に要する期間は図 1.3に示す如く6年間で予定されている。

現在の事業実施進捗状況は以下の通りである。

1. 農水省の事業管理事務所が設立され所長以下1名の灌漑技師が任命されている。

2. 事業実施に要する財源の一部を I D A が融資する事が決定し他の財源についてはアラブ基金と交渉中である。
3. A C C B の支所が Al Hazm に設立された。
4. C Y D A の支所が Al Hazm に設立され、L D A が Az Zahir、Al Hazm、Al Ghayl の 3ヶ所に設立された。
5. 事業着工が下記につき開始された。
 - a) 灌 漑 ; 小規模灌漑につき農水省の予算で一部着工
 - b) 維持管理訓練 ; 契約手続準備中
 - c) 営 農 指 導 ; 一部実施中

又、財源としては、表 1.3 に示すように I D A、アラブ基金、日本からの援助が考えられているが、I D A によりすでに 10 百万ドルの契約が交され灌漑計画、農道の建設、建物および技術援助に使用される予定である。又、我が国からの援助は本基本設計の対象となる村落給水施設の建設である。

本事業実施に要する事業費は 1980 年 11 月価格で 38 百万米ドルである。

表 1.3 ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画

財 源 計 画

プロジェクト区分	世界銀行 (IDA)	その他 外国機関	イエメン政府	その他 受益者負担 (百万米ドル) を含む	総 額
1. 灌漑施設	3.45	—	—	2.30	5.75
2. 基盤整備					
道 路	2.30	—	—	1.00	3.30
村落給水	—	日本 2.80	0.75	0.15	3.70
3. 事務所及び 付属施設建設	3.55	アラブ基金 1.60	0.80	0.30	6.25
4. 管理、技術指導 および訓練	3.90	—	0.50	2.40	6.80
5. 農業開発	—	アラブ基金 1.60	3.45	—	5.05
6. 営農基金	—	アラブ基金 2.45	1.30	—	3.75
7. 調 査	—	アラブ基金 2.55	0.85	—	3.40

投資計画 (IDA分, 百万米ドル)

	1986	87	88	89	90	91	92
年 当 り	0.60	1.85	3.00	2.20	1.20	0.80	0.35
累 加	0.60	2.45	5.45	7.65	8.85	9.65	10.00

年 利 息 : 13%

2-5-5 事業効果

本事業の受益農家は 1,700家族と計画されている。経営規模は 0.6~5.6ha/家族である。

この他本事業実施に伴い、2-5-1に述べた農業開発に伴う公共施設および普及活動等

の便益が得られる周辺の 1,200家族の農家、村落給水整備の受益者（約30,000人）等を考えると、ワディ・アル・ジョーフ地区の全人口約54,000人は何らかの恩恵を受ける事となる。事業計画期間を30年と設定すると経済内部収益率は13%程度と推定される。

第3章 計画地域の概要

第 3 章

計画地域の概要

3-1 一般状況

3-1-1 地形概要

ワディ・アル・ジョーフ地区はイエメン・アラブ共和国の北東部、北緯 $16^{\circ} 00'$ ～ $17^{\circ} 30'$ 、東経 $44^{\circ} 00'$ ～ $45^{\circ} 00'$ の間に位置し、州都アル・ハズムは首都サナ市の北東約 130kmの地点にある。道路はサナーマリブ国道（舗装）を約78kmで分岐し、ワディ・マジダル沿いに約52km北上し、州都アル・ハズムに至る。

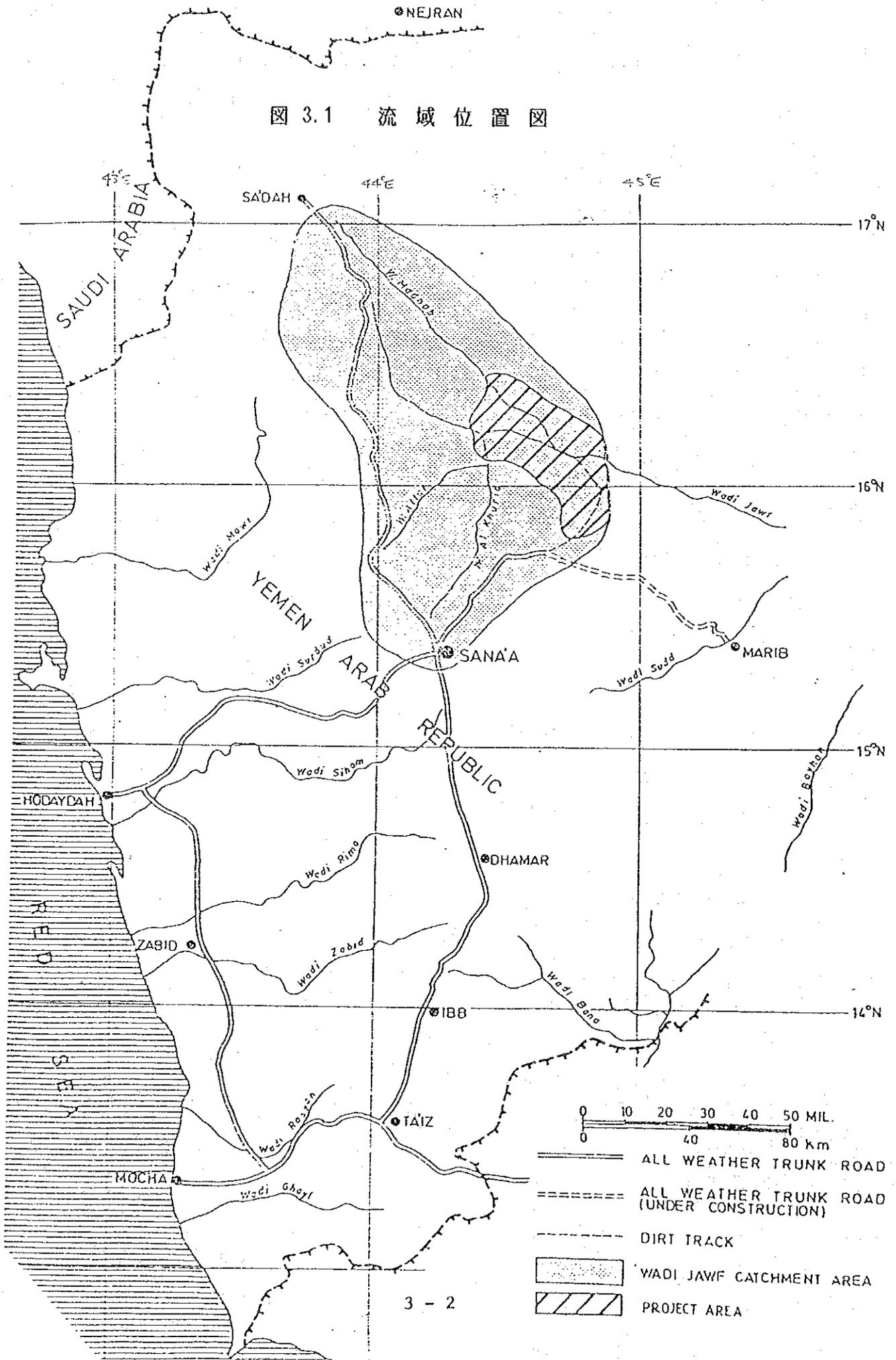
ワディ・アル・ジョーフ流域北部は古生代のワジッド砂岩および先カンブリア紀の地層を主とする北部高原地帯（標高 2,500～1,500 m）の西部及び南部は中生代のアムラン層群（石灰岩）を主とする中央高原地帯～高原地帯に囲まれ、東部はアル・ルブ・アルハリ大砂漠に接し、流域面積約13,500km²を持つ当国有数のワディである（図 3.1）。

この大ワジはこれら高原地帯の谷、支流を集合しながら次第に高度を減じ、下流部では標高 1,250～1,100mのほぼ平坦な地域に移行し、この地域は東部中間帯の西端に位置している。この中間帯は砂、砂礫層から成る沖積層が分布する。

調査対象地域は上記東部中間帯西端の東西約60km、南北約25km、標高 1,250～1,100 mの平坦な地域で上流部ではWadi Madhab（乾期流水なし）、Wadi Behera（乾期流水あり）Wadi As Saghi（湧水あり）の3本のワディがアル・ハズムの西方約5kmで合流し、本流ワディ・アル・ジョーフ（乾期流水なし）となる。ワディ流域は本流のほかに洪水毎に形成された流路が幾つかあり、氾濫原となっている。

上流の各支流からの流水はこの地域の層厚約80～100mの沖積～洪積砂、砂礫層中に地下水となって流下している。この付近にはアル・ハズムから上流にかけて約20の大きな集落が散在し、この地下水を利用した浅井戸による灌漑農業が盛んに行なわれている。

图 3.1 流域位置图



3-1-2 地質概要

イエメン・アラブ共和国北東部の地質は、先カンブリア紀層を基盤岩類とし、その上に古生代のオルドビス紀、中生代のジュラ紀、新生代第三紀の堆積岩類が逐時累積し、更に第三紀のトラップ層群と呼ばれる火山岩類が覆っている。

沖積層はワディ沿いの平地や盆地を覆い、砂漠地帯では風成砂が広く分布している。

イエメン・アラブ共和国北東部の地質層序を下記に示す。

イエメン・アラブ共和国北東部の地質層序表

地 質 時 代	地 層 名	主要な地質構成	
Cenozoic (新生代)	Quaternary 第 四 紀	Eolian Formation 風 積 層	Sand 砂
		Alluvium Formation 沖 積 層	Gravel, Sand, Mud 礫、砂、泥
	Tertiary 第 三 紀	Trap Series ト ラ ッ プ 層 群	Andesite Rhyolitic Tuff 安山岩、流紋岩質凝灰岩
		Medj zir Series マジ・ジール層群	Sandstone 砂 岩 Conglomerate 礫 岩
Mesozoic (中生代)	Jurassic ジュラ紀	Amran Series アムラン層群	Limestone 石灰岩
Paleozoic (古生代)	Ordovician オルドビス紀	Wazid Sandstone ワジット砂岩層	Sandstone 砂 岩
Pre-Cambrian (先カンブリア代)	Pre-Cambrian 先カンブリア紀	Pre-Cambrian Basement complex 先カンブリア 基盤岩類	Granite, Gneiss and Schist 花崗岩、片麻岩および 片岩

(1) 先カンブリアン基盤岩類

当層は花崗岩、片麻岩を主とし雲母片岩、緑色片岩、千枚岩等から成り、中央部高原地帯の西部、高原地帯に沿って広く分布する。ワディ・アル・ジョーフ地区付近では北部及び南部に分布する。

片岩は黒雲母片岩、絹雲母片岩で、地域的には強い変成作用を受け、複雑な小褶曲が見られ、大局的には南北方向の褶曲軸を持す。小断層は随所に見られるが大断層はワディ・アル・ジョーフ地区北西部サダ付近に多い。

(2) ワジット砂岩層

当層はワディ・アル・ジョーフ地区北西、サダ地域に広く分布する。一般に分級の良い中～細粒の石英砂岩より成り、時には粗粒部をレンズ状に狭在する。露頭部では表面が石灰質物質で固められ、硬質となっていることが多い。

然し、堀抜井戸および深井戸の掘削記録、聞きとりによれば、地下における本層は緻密堅質な部分と軟質な部分が互層しており、軟質部が良好な帯水層となっている様である。

本層はオルドビス紀の浅海性堆積層とされている。

(3) アムラン層群

本層はサナ北部からサダ南部にかけての中央部高原地帯とその東部の高原地帯およびワディ・アル・ジョーフ地域の基盤を構成する広い地域に分布するジュラ紀の上部層で主として石灰岩から成る。

本層の東部方面の分布はワディ・アル・ジョーフ下流域の中間帯に及び本層によって構成された小山、残丘が分布する。

(4) マジ・ジール層群

本層はワディ・アル・ジョーフ地区の西北西アムラン統石灰岩の上位に分布する中～細粒の砂岩と頁岩の互層であるが、アルコーズ砂岩が優勢である。

マジ・ジール統は第三紀の堆積層であるとされている。

(5) トラップ層群

本層はワディ・アル・ジョーフ地区の西部、南西部の中央高原地帯に分布する第三紀の火山岩で第三紀以前の地層を不整合に被覆する。

構成する岩種は、玄武岩、流紋岩、安山岩質溶岩とそれを貫く玄武岩質貫入岩を主とする。

(6) 沖積層

本層はワディ・アル・ジョーフ地区の標高 1,200～1,100mの平坦な地域に堆積する砂、砂礫から成る層厚80～110mの地層で東部アル・ルブ・アルハリ大砂漠へと分布する。

ワディ・アル・ジョーフ地区の広大な流域の雨水はこの地域に流入するため、この地層は良好な帯水層を形成している。

電気探査の結果、帯水層は 100～150 Ω -mの値を示す砂を主とする帯水層であることが判明している。

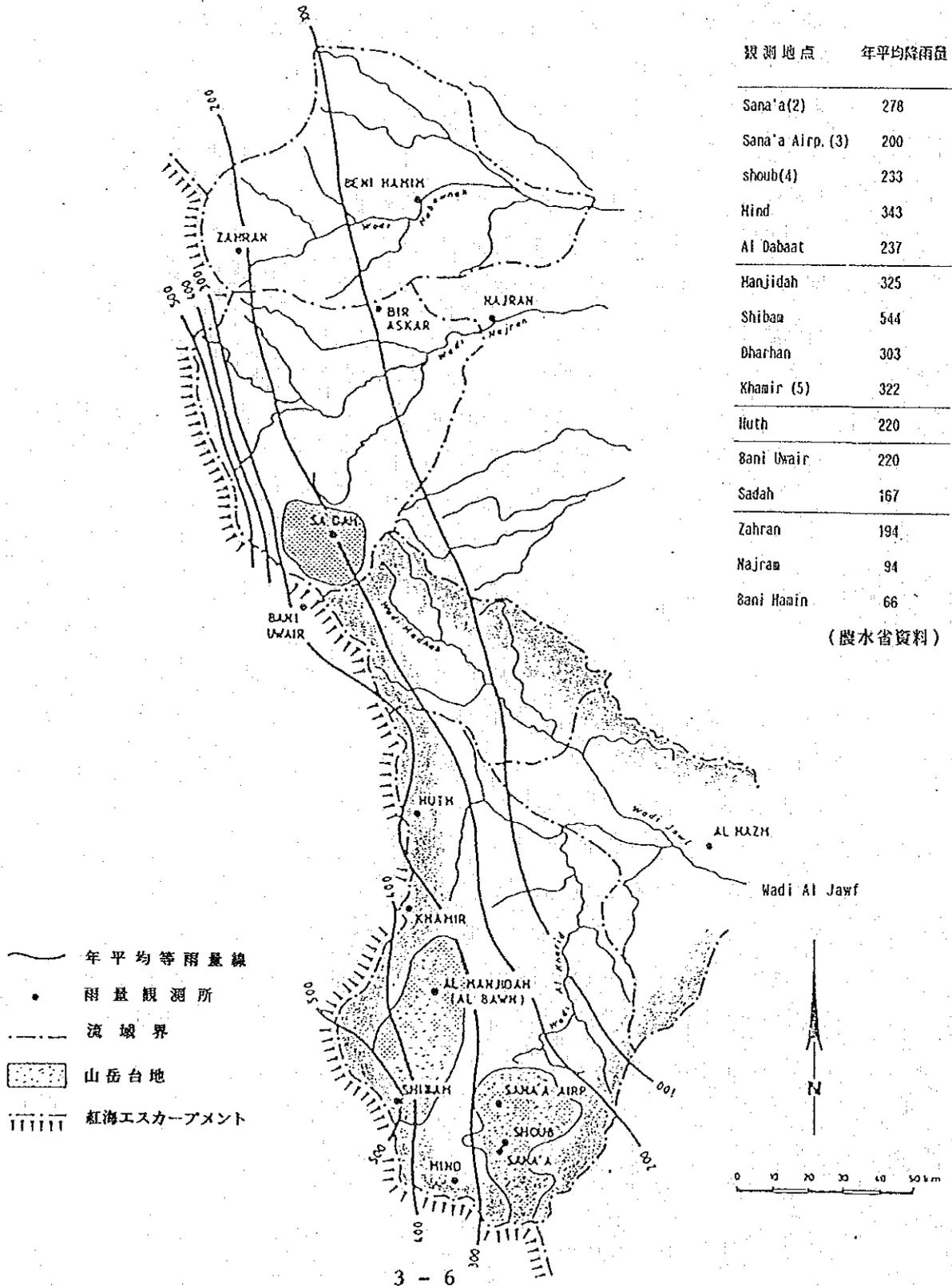
3-1-3 水 文 気 象

ワディ・アル・ジョーフ地区とその流域の気候は、イエメン・アラブ共和国の他地域と同様に3月～8月までの雨期と9月～2月までの乾期に分けられる。

気温は夏期に高くなり、6月～8月には平均日最高気温は42℃に達し、冬期では気温は低く日最低気温は0℃前後になる。相対湿度は冬期の40%から夏期の10%まで変化する。

この地域の降雨は3月～4月にかけての紅海側からの湿風による降雨と7～8月にかけて南西方面のモンスーンによる降雨の年2回の降雨期がある。年平均降雨量はサナ市で278mm、降雨量の最も多い地域はWadi Al Kharid流域の南西域の端（サナ市の西部）で年平均降雨量は400～500mmに達するが、ワディ・アル・ジョーフ地区では100mm以下である（図3.2、表3.1）。

図 3.2 イエメン・アラブ共和国北東部の降雨分布と観測網



観測地点	年平均降雨量
Sana'a(2)	278
Sana'a Airp. (3)	200
shoub(4)	233
Hind	343
Al Dabaat	237
Hanjidah	325
Shibaa	544
Dharhan	303
Khahir (5)	322
Huth	220
Bani Uwair	220
Sadah	167
Zahran	194
Najran	94
Bani Haain	66

(農水省資料)

表 3.1 イエメン・アラブ共和国北東部の月間平均降雨量

観測地点	観測期間	連続観測年数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均降雨量
			mm												
Sana'a(2)	1932-1982	31	4	7	27	50	31	5	53	77	6	6	8	5	278
Sana'a Airp. (3)	1974-1981	7	4	4	28	37	29	1	31	43	2	15	5	1	200
shoub(4)	1971-1982	5	4	12	36	33	30	2	31	63	3	12	6	1	233
Hind	1972-1980	2	8	8	33	41	47	7	65	77	41	12	3	1	343
Al Dabaat	1972-1980	3	7	6	26	40	20	1	38	78	3	8	5	5	237
HanJidah	1975-1982	3	9	12	62	33	46	4	47	81	2	19	5	5	325
Shibam	1974-1978	2	13	1	45	66	58	37	131	145	9	24	13	2	544
Dharhan	1972-1980	1	8	1	25	38	36	6	54	106	7	15	3	4	303
Khamir (5)	1972-1980	2	10	8	45	81	38	21	46	51	11	2	3	6	322
Huth	1974-1976	0	4	15	38	71	9	2	0	49	33	0	0	0	220
Bani Uwair	1974-1976	0	0	0	10	74	29	4	22	72	10	0	0	0	220
Sadah	1976	1	0	0	44	30	27	11	5	31	0	0	19	0	167
Zahran	1966-1979	12	14	12	29	58	28	1	13	21	0	8	5	5	194
Najram	1966-1979	9	13	5	11	23	7	3	1	11	1	10	9	0	94
Bani Hamin	1966-1979	11	4	8	11	28	2	0	7	1	1	0	4	0	66

(農水省資料)

ワディ・アル・ジョーフは下記の3大支流により構成される。

Wadi Al Kharid	流域面積	8,080Km
Wadi Al Madhab	〃	3,670Km
Wadi As Saghi	〃	240Km

AHTの観測結果によるとこれらの基底流量はAs Saghiで 250ℓ/Sec, Wadi Kharidで 1,250ℓ/Secである。

Wadi Al Madhabでは年中流水がみられるが下流部で伏流水になる。何れの支流の流水もワディ・アル・ジョーフ本流に合流途中で涸川となり、地下水となる。

上記観測結果に基づいて試算すると年平均流出量はWadi Al Kharidで 1.14 億m³, Wadi Al Madhabで 0.28 億m³と推定される。同様に豊水年と渇水年の流出量は自々次の様に推定される。

	豊水年	渇水年
Wadi Al Kharid	1.42 億m ³	0.41 億m ³
Wadi Al Madhab	0.85 億m ³	0.19 億m ³

洪水は短期間の強降雨により生起し、ワディ・アル・ジョーフはこれらの洪水毎に流路を変え、同ワディ周辺は氾濫源となっている。

3-2 水理地質

3-2-1 水資源と地下水賦存状況

ワディ・アル・ジョーフは下記の支流と本流により構成される。

ワディ名	流域面積 (Km)
Wadi Al Madhab	3,670
Wadi Al Kharid	8,080
Wadi As Saghi	240
Wadi Al Jawf (本流)	1,500
計	13,490

このうち、Wadi Al KharidとWadi As Saghi は乾期にも基底流量があり、AHTの観測結果によると自々 1,250ℓ/sec, 250ℓ/sec程度と推定されている。

これら観測結果を基に推定すると上記支流の年平均流出量はWadi Al Kharidで 1.14 億 m^3 、Wadi Al Madhabで 0.28 億 m^3 と推定される。又、降雨分布をもとに豊水年と渇水年の流出量を計算すると次の様に推定される。

	豊水年	渇水年
Wadi Al Kharid	1.42 億 m^3	0.41 億 m^3
Wadi Al Madhab	0.85 億 m^3	0.19 億 m^3

以上から想定してのワディ・アル・ジョーフ本流に流入する流量は年平均 1.5～1.6億 m^3 程度であると推定される。

標高 1,250～1,100m面積約 1,500 km^2 を有するワディ・アル・ジョーフ本流の平坦面の地質は第四紀完新世の砂、砂礫層により構成され、その層厚は80～110mである。この下部はジュラ紀のアムラン層群石灰岩が分布し、基盤を構成している。ワディ・アル・ジョーフ地区の地下水は流域内の各支流の表流水を水源とし、上記完新世の砂、砂礫層および基盤である石灰岩の裂か部に豊富に胎胚される。

砂、砂礫層を帯水層とする地下水は同層中に夾在する粘土層の薄層のため、一部被圧水層を形成する部分がある。

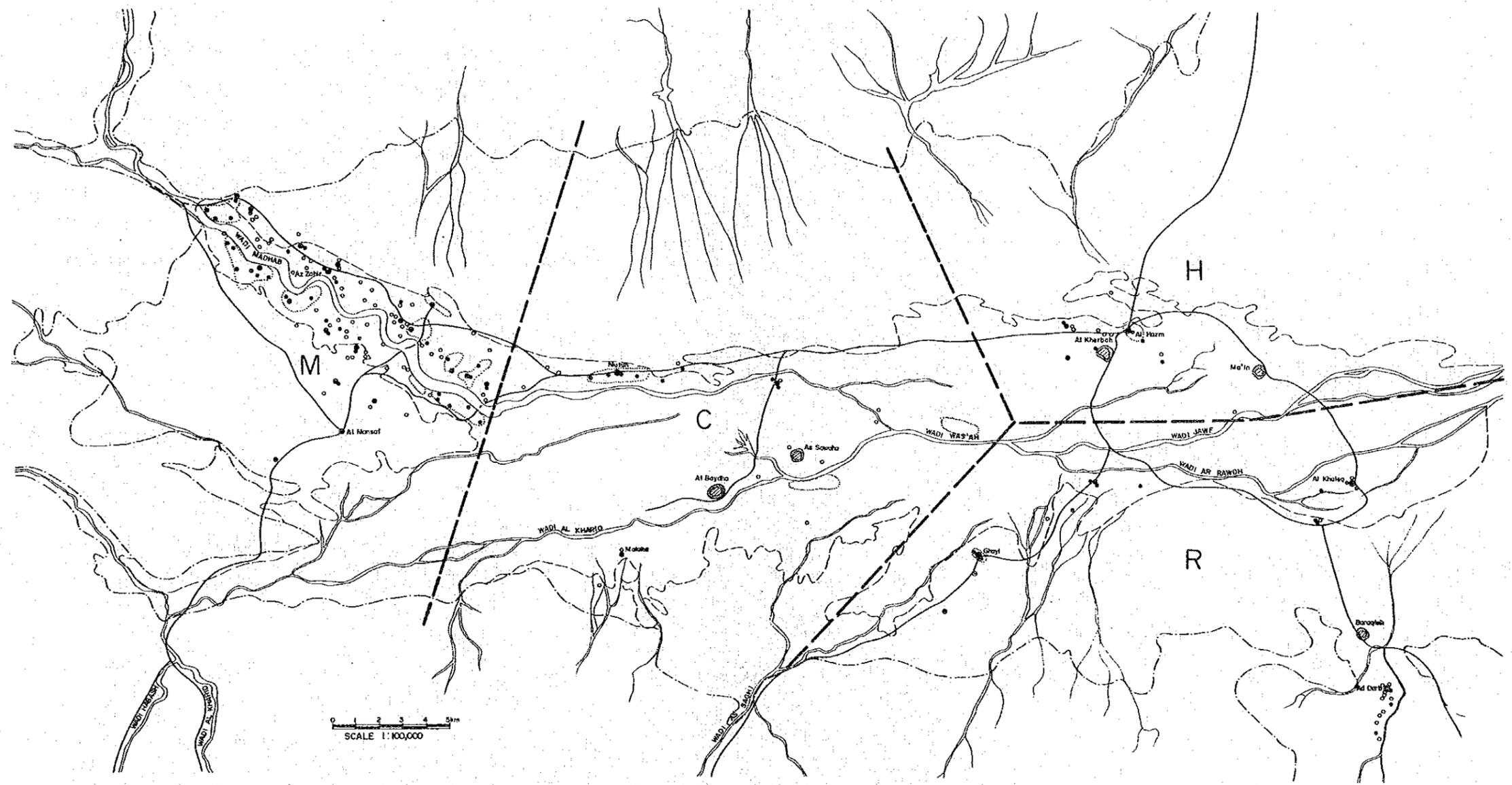
これらの地下水は、調査が不十分ではあるが、その賦存量は約9億 m^3 と推定される。

3-2-2 地下水の利用状況

AHTおよび本基本設計調査の結果に基づき既存井の分布を主に示したものが図 3.3である。

現在ワディ・アル・ジョーフ全域で飲料水および灌漑目的の井戸は、浅井戸、深井戸合せて約 800井あるものと推定される。このうち約 500井は水量が豊富で良質の地下水が分布するWadi Al Madhab地域にあり、他の約 300井戸は中央地域、アル・ハズム地域の各地にあり、飲料水および灌漑に利用されている。

これらの井戸の揚水量は平均 300～900 l/min 程度で、年間総揚水量は約 5,000万 m^3 程度と推定される。



- 凡 例
- 道路
 - 河川
 - 遺跡
 - 村落
 - 山地境界
 - 沖積地境界

- 凡 例
- M ワディマグラ地区
 - C 中央地区
 - H アルハスーム地区
 - R アルラウダ地区
 - 浅井戸
 - 深井戸
 - 井戸群

図 3.3 井戸位置図

3-2-3 地下水の分布状況

ワディ・アル・ジョーフ地区地下水は標高 1,250～1,100m, 面積 1,500km²に及ぶ平坦面に分布する完新世の砂, 砂礫層に帯水する地下水と基盤である中生代ジュラ層群のアムラン石灰岩の裂か部に存在する裂か水に大別されるが、当地区で利用されている地下水の殆んどは砂, 砂礫層に帯水する地下水を対象とするものである。後章で詳述した様にこの分布状況を調査する目的でAs Samum, Mubna の2か所で電気探査を実施した。

本調査で実施したAs Samum, Mubna に於ける電気探査の結果とそれに基づく掘削井計画を以下に示す。

— As Samum

水源井戸の位置 ; 電気探査No 3 地点

No 3 地点の模式柱状図

深 度	地 質	比抵抗値Ω—m	帯水状況	記 事
18m	砂, 砂礫	80～900	非帯水部	地下水位 23m
	砂, 砂礫	117	帯水層	水質 EC=420μS/cm T=26.5～27°C
94m 100m	粘土, シルト	26	難透水層	
	石灰岩	100	非透水層	

上記の如く深度18m～94mの層厚76m非抵抗値 117Ω—mの値を示す層が良好な帯水層と判定される。

近傍の灌漑井戸（3井）から得られた資料は次の通りである。

井戸径 $\phi = 2.5\text{m}$ 深度20~22mで再掘削 $\phi = 1.0\text{m}$
 井戸深度 $d = 59\sim 73\text{m}$
 動水位 GL-23.4 ~ -29.5m
 運転時間 連続12~24時間
 揚水量 $Q = 540\sim 900\text{ℓ/min}$
 水質（現地測定値）
 $EC = 420\sim 500\mu\text{V/cm}$
 $T = 26.5\sim 27^\circ\text{C}$

この結果から当地区の水源井戸はGL-23 ~ -94m間の帯水層を対象とする計画が
 適当である。

- M u b n a

模 式 柱 状 図

深 度	地 質	比抵抗値 $\Omega - \text{m}$	帯水状況	記 事
18m	砂, 砂礫	80~ 900	上部 非帯水部 下部 帯水部	地下水位13m
	粘土, シルト	17~ 22	難透水層	
45m	砂, 砂礫	117~ 126	帯水層	EC=560~ 1,140 $\mu\text{V/cm}$ T=26.5 ~ 28°C
76m	粘土, シルト	5	難透水層	
105m	石灰岩	128	非透水層	

上記の如く深度13~18mの層厚5mと深度45~76m間の層厚31mの砂礫層が良好な帯水層と判定される。

近傍の井戸（3井）から得られた資料は次の通りである。

井戸径	$\phi = 0.5 \sim 2.0 \text{ m}$
井戸深度	$d = 25 \sim 30 \text{ m}$ (推定)
動水位	GL -13.3 ~ -13.85 m
運転時間	連続10時間
揚水量	$Q = 700 \text{ l/min}$

この調査の結果から当地区の水源井戸はGL-45 ~ -76mの帯水層を対象とするのが適当である。水源井戸の位置を集落の中央にある浅井戸（深度約20m）付近とする。

以上の結果からワディ・アル・ジョーフ上流部の水理地質の一般状況を模式的に示すと次の様になる。

深度	地質	比抵抗値 $\Omega \cdot \text{m}$	帯水状況	記事
20m	砂, 砂礫	140 ~ 900	非帯水部	地下水位 23m
	砂, 砂礫	120 ~ 150	帯水部 (帯水層)	水質 EC=420 μ /cm T=27 °C
80m	粘土, シルト	10 ~ 55	難透水層	
100m	石灰岩	100 ~ 175	非透水層	

上記の如く深度GL-20 ~ 80mの層厚60mの砂, 砂礫層が良好な帯水層（不圧帯水層）で水質も良好である。

しかし、地域により帯水層中に粘土層（難透水層）を來在する場合があります、この場合粘土層の下位の帯水層は被圧水層となっている。AHFの調査結果と本基本設計調査の結果に基づき、地下水の賦存状況を推定したものが図 3.4である。

図 3.3と図 3.4に示された様に水量が豊富で良質の地下水はWadi Al Madhabの上流部のAZ ZahirからAl Matunに至る間とWadi Al Kharid（乾期にも基底流量あり）上流部に分布する。Wadi Al Madhabの下流部Al Matunからアル・ハサム西方5km付近まで、およびAl Kharidの下流部の地域は潜在的に良質の地下水が分布すると考

えられる地域である。アル・ハサムを中心とするワディ・アル・ジョーフ地区の水量は豊富であるが、上部および下部帯水層とも塩分が多くなり水質が劣化する。

以上の様に地下水分布状況はワディから離れるに従い、また、下流部になるに従って地下水位は低下し、水質も劣化する傾向が認められる。

3-2-4 水 質

Wadi Madhab およびWadi As Saghi 流域はワジの伏流水により比較的良質の地下水に恵まれている。しかしながら、その他の流域ではWadi Khalifah 流域の一部を除き水質が悪く、ECは $2000\mu\Omega/\text{cm}$ 以上となって飲用に適さない。このことは地下水がワディを流下するにしたがい帯水層の構成物質を溶解し、金属イオン、塩基が増すものと考えられる。

本基本設計調査の対象となった7ヶ所中Al Harashif を除く6ヶ所でサンプルを分析しその結果を表 3.2, 図 3.5, 図 3.6に示す。イエメン・アラブ共和国の水質基準として使用されているWHOの飲料水水質基準と比較するとMalahaは塩化物、アンモニアの2項目で基準を上回り、飲料水として適当ではない。Hatarif は全硬度、塩化物、アンモニアの3項目で同基準を上回っている。全硬度、塩化物については、基盤のアムラン層群から水が混入しているものと思われる。AZ Zahirを除く各サイトで基準を上回るアンモニアが検出されている。また窒素酸化物も検出されていることから、糞尿及び肥料が地中で分解し、混入したものと思われる。

したがって、浅帯水層からの取水には注意を要する。Hubna の場合浅帯水層と深帯水層があることが電気探査で明らかになったが、このことを考慮し、深帯水層からの取水が適当と考えられる。

3-3 社会経済及び給水事情

3-3-1 概 要

ワディ・アル・ジョーフは流域面積約13,500km²を持ち流域内の各支流から流入堆積した南東方向に伸長する広い平坦な沖積地より成る。このワディの河床面積は約1,500km²に及ぶ。このワディでは古くから灌漑が行われていて、現在の灌漑面積は合計6,950ha である。

えられる地域である。アル・ハサムを中心とするワディ・アル・ジョーフ地区の水量は豊富であるが、上部および下部帯水層とも塩分が多くなり水質が劣化する。

以上の様に地下水分布状況はワディから離れるに従い、また、下流部になるに従って地下水位は低下し、水質も劣化する傾向が認められる。

3-2-4 水 質

Wadi Madhab およびWadi As Saghi 流域はワジの伏流水により比較的良質の地下水に恵まれている。しかしながら、その他の流域ではWadi Khalifah 流域の一部を除き水質が悪く、ECは $2000\mu\Omega/\text{cm}$ 以上となって飲用に適さない。このことは地下水がワディを流下するにしたがい帯水層の構成物質を溶解し、金属イオン、塩基が増すものと考えられる。

本基本設計調査の対象となった7ヶ所中Al Harashif を除く6ヶ所でサンプルを分析しその結果を表 3.2, 図 3.5, 図 3.6に示す。イエメン・アラブ共和国の水質基準として使用されているWHOの飲料水水質基準と比較するとMalahaは塩化物、アンモニアの2項目で基準を上回り、飲料水として適当ではない。Matarif は全硬度、塩化物、アンモニアの3項目で同基準を上回っている。全硬度、塩化物については、基盤のアムラン層群から水が混入しているものと思われる。Az Zahirを除く各サイトで基準を上回るアンモニアが検出されている。また窒素酸化物も検出されていることから、糞尿及び肥料が地中で分解し、混入したものと思われる。

したがって、浅帯水層からの取水には注意を要する。Mubna の場合浅帯水層と深帯水層があることが電気探査で明らかになったが、このことを考慮し、深帯水層からの取水が適当と考えられる。

3-3 社会経済及び給水事情

3-3-1 概 要

ワディ・アル・ジョーフは流域面積約 $13,500\text{km}^2$ を持ち流域内の各支流から流入堆積した南東方向に伸長する広い平坦な沖積地より成る。このワディの河床面積は約 $1,500\text{km}^2$ に及ぶ。このワディでは古くから灌漑が行われていて、現在の灌漑面積は合計 $6,950\text{ha}$ である。

表3-2 調査サイト及びその周辺の地下水の水質

調査試験項目 サイト名	井戸の種類	井戸諸元			電気伝導度 EC(%)	PH	全硬度 P P M	全鉄 P P M	塩化物 P P M	塩素イオン Cl ⁻ P P M	硫酸イオン SO ₄ ²⁻ P P M	ナトリウム Na ⁺ P P M	カルシウム Ca ²⁺ P P M	マグネシウム Mg ²⁺ PPM	弗素 F PPM	アンモニア NH ₃ -N PPM	亜硝酸 PPM	硝酸 NH ₄ -N PPM	大腸 菌 群	摘要
		径 (m)	深度 (m)	地下水位 (m)																
1 As-SAHUM	㊦ 深井戸	1.0	59.0	24.5 ㊦	480	7.5	335	0.1	45	19.1	52.6		53.5	20.9	0.4	3.0	0	6	0	浅井戸(φ=25m)を再掘削した井戸 Q=900 ℓ/min
"	㊦ 深井戸	1.0	73.0	23.5 ㊦	403															" Q=540 ℓ/min
"	㊦ 深井戸	1.5	60.0	29.5 ㊦	465															" Q=540 ℓ/min
	㊦			23.1 ㊦	560		236			22.0	57	20	46	29						事前調査資料
2 HUBNA	㊦ 浅井戸	2.0		13.3 ㊦	923	7.7	400	0.1	145	55.0	214		80.6	38.3	0.5	1.5	0.6	25	0	集落の中心
"	㊦ 浅井戸	0.5		13.9 ㊦	1,056															Q=720 ℓ/min
"	㊦ 浅井戸	1.5		㊦	543															
3 HUSN-BIN-KURSHAN	㊦ 深井戸	0.5			432	7.6	250	0.1	35	10.4	36.6		41.5	16.6	0.8	1.5	0.02	8	0	Q=300 ℓ/min
FARSHA	㊦ 浅井戸	0.5	50.0	23.3 ㊦	535															Q=600 ℓ/min Oh=12hr
"	㊦ 浅井戸	1.5		22.1 ㊦	1,228															
4 As-ZAHIR	㊦ 深井戸	0.5			806	7.7	450	0.1	125							0.5	0.01	15	0	シルト細砂少量混入 Q=1,000 ℓ/min
5 MATARIF	㊦ 深井戸	0.5			1,742	7.7	840	0.1	315							3.0	0	1	0	
6 MALAHIA	㊦ 深井戸	0.5			4,368	8.3	275	0.1	850							4.0	0.01	1	0	粘土・シルト分混入
7 AL-HAZH	㊦ 深井戸				2,900		735			191	1,015	207	157	82.2						事前調査資料
"	㊦ 深井戸				5,000		938			358	838	255	192	110						"
8 AL-NASLUB	㊦ 浅井戸		20.1	19.1 ㊦	2,900		978			314	1,054	571	166	135						"
9 AL-NANSAF	㊦ 深井戸		100 ㊦		2,950		1,184			522	1,070	490	262	127						"
10 AL-KHALEK	㊦ 深井戸		150 ㊦		2,000		570			306	371	201	104	74.3						"
11 AL-GHAYL	㊦ 湧水				540		332			34	139	58	60	44						"
"	㊦ 浅井戸		16.3	15.3 ㊦	2,600		1,848			657	960	740	371	221						"
12 MA'AYIMARAH	㊦ 深井戸		210 ㊦		1,500		250			30	1,960	45	59	25						"
13 SARAHAT	㊦ 深井戸		150 ㊦		1,000		201			16	88	26	44	22						"
"	㊦ 浅井戸		10~40 ㊦							46										"
14 SARAMAT	㊦ 深井戸				2,600		967			260	763	245	205	109						"
WHO 飲料基準					2,000以下 (25℃に換算)	7.0~ 8.5	100~500	0.3	200	200	200	—	75	50	1.0	0.5		40	HPN<10	

注 ㊦: 大統領令農水省によって掘削された井戸 ㊦: 大統領令公共事業省によって掘削された井戸 ㊦: 農業灌漑用の個人所有井戸
 ㊦: 給水用井戸 ㊦: 地域一帯の飲料用水源 ㊦: 静水位 ㊦: 動水位 ㊦: 利き取りによって得られた情報 Q: 揚水量ℓ/min

図 3.5 水質分析結果の分布図 (既存資料を含む)

表示水質項目: (電気伝導度, 塩化物, 硫酸, 全硬度)

Irri; 農業用灌漑井戸

MPW; 公共事業省, MAF; 大統領令による農水省建設井戸

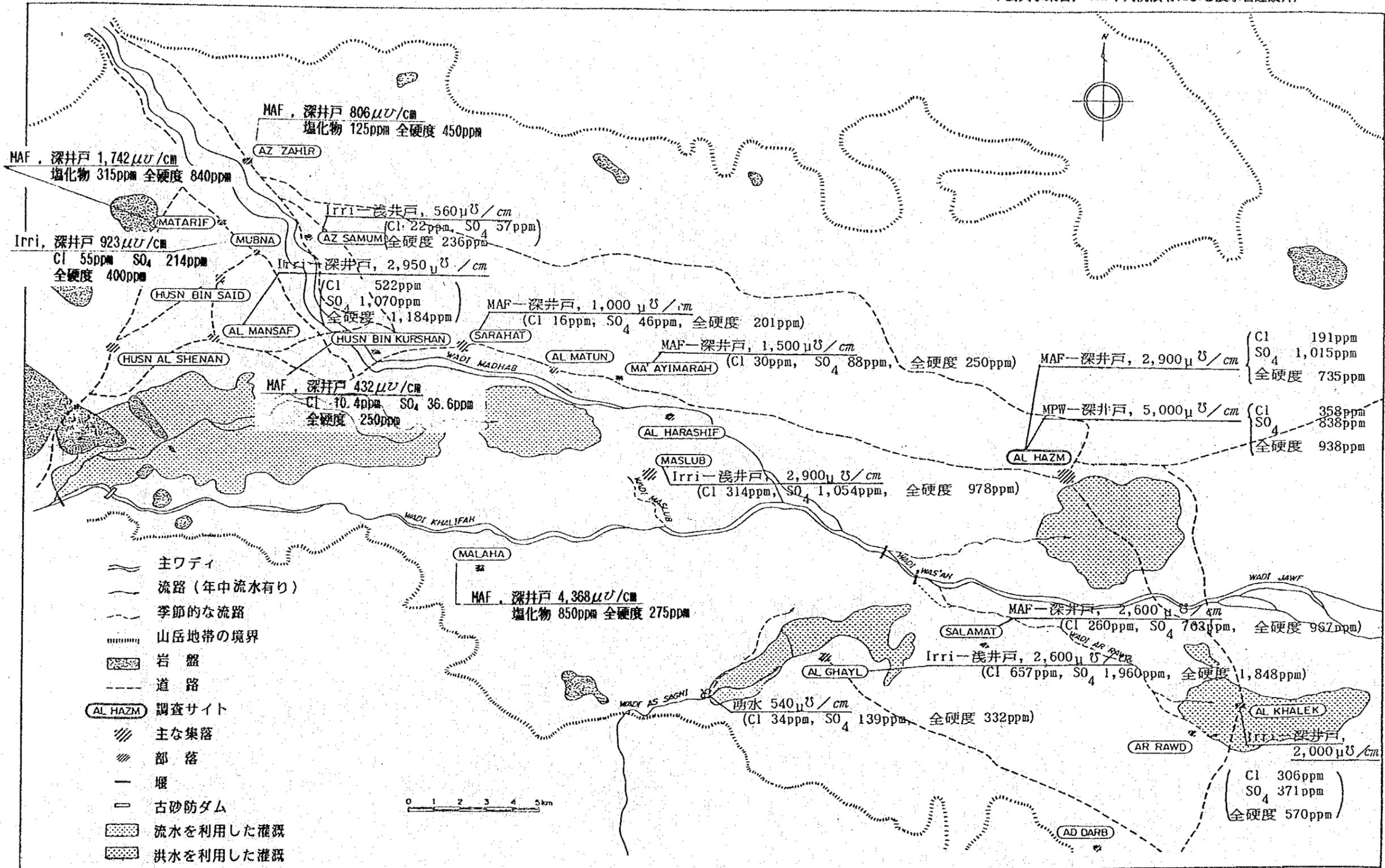
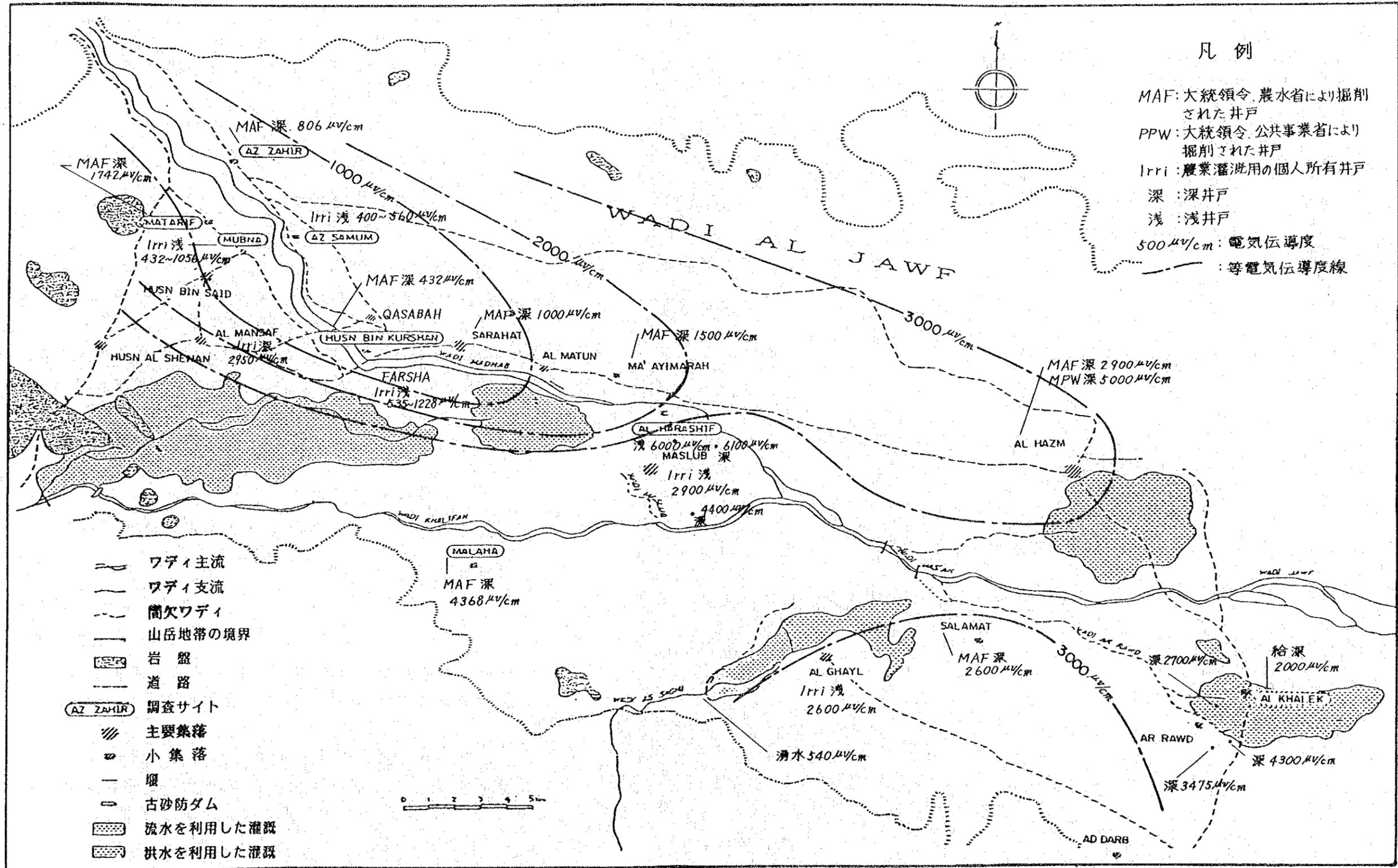


図 3.6 電気伝導度による地下水の水質



地区名	灌漑の種類	面積
Al. Kharid	表流水利用の通年灌漑	2,800ha
Wad As Saghi	〃	300ha
Al Hazm	洪水利用の季節的灌漑	1,000ha
Al Khalq	〃	1,050ha
	計	6,950ha

(ワディ・アル・ジョーフ農業開発計画事務所資料)

このワディ内の人口は約50,000人でアル・ジョーフ州の人口の約60%を占める。この地方では慣習法に基づき土地の部族社会を形成してきた。各部族長たる Shaykh により司法行政が行われてきたが、その行政機構は現在も存続している。

しかしながら、砂漠の走行を可能にした自動車の導入、出稼ぎ家族からの仕送りによる購買力の創出などにより同地の部族社会も他社会との接触を持ちつつある。中央政府もその影響範囲を拡大するために、病院、学校の建設のはじめに本事業の実施にいたったものである。

3-3-2 地方行政

アル・ジョーフ州の部族構成は主に以下の4部族から成る。

1. Dhu Hussayn
2. Hamdan Al Jawf
3. Al Ashraf
4. Bani Nawf

自々の部族に支族があり、部族長 Shaykh を有する。Shaykh は部族の長老達との相談のもとに部族の行政上の問題、土地所有、水利権、税の徴収、紛争の調停を行なう。

アル・ハスムには県知事事務所があり、各省からの担当官が中央政府から配属されている。州行政はこれら各省の担当官が州内部族の慣習に従って行なっている。

3-3-3 社会基盤

サナ市よりアル・ジョーフ州の州都アル・ハムスに至る舗装道路はなくサナーマリブ国道からWadi Hajzdar沿いに30km下りBarakishに出てSalamat に至るトラック道があり、サラマツトより未舗装道路を経てアル・ハムスに至る。なお、ワジ内にはサラマツトーアル・ハスムーアス・サヒル間に未舗装道路がある。通信手段は、県知事事務所、郵便局および警察に設置されている電話だけである。

アル・ハスムには中央政府により小学校の建設が各村落毎に進んでいる。現在の小学校就学生徒数は、約 2,500人である。州人口の90%は文盲である。

従来、村落給水は灌漑用井戸と兼用されていたが、近年中央政府の政策により公共事業省および農水省が村落給水施設の建設を進めていて、アル・ジョーフ州内に約 100ヶ所の井戸元給水型施設が完成した。

3-3-4 土地所有および農業経営規模

灌漑可能な農地の95%は個人所有地である。残りの灌漑可能な農地は宗教的な理由で部族の所有となっている。灌漑農地以外は家畜の放牧地として利用されているが、部族の構成員は自由に使用できる。したがって、重要な経済価値は灌漑農地に基づく。なお、灌漑農地の面積は、水の利用可能量により決定される。現在年間を通じて表流水を利用した灌漑可能農地は Al Kharid と Wadi Saghi に3,100ha あが、年間を通じて灌漑されている面積は780ha で、残りの約75%は休耕地である。即ち、利用可能な灌漑用水は灌漑可能農地の約25%しかカバーしていない。洪水灌漑により耕作できる農地はアル・ハスムとAl Khalqに2,050ha あるが、耕作可能面積はその年の降水量により変化する。洪水灌漑による経営規模は7ha~10haで、掘抜井戸による灌漑の経営規模は2ha~4ha程度である。表流水による灌漑の場合さらに経営規模は小さくなり、1.0ha~1.2haと推定される。

3-3-5 水利権

洪水灌漑に関する水利権は上流部の農民が有する。井戸に関する水利権は井戸の所有者と同一である。又、井戸の所有権は売買され、遺産相続の対象ともなる。一方、表流水の水利権は部族内の慣習法により管理されている。

3-3-6 作付体系

ワディ・アル・ジョーフ地区の主な作物は下記の通りである。

作物	季節	作付面積割合 (農家1戸当り)	作付面積 (1980年 3月現在)
小麦	冬	55%	1,345 ha
ソルガム	夏	25%	1,650 ha
ごま	夏	10%	300 ha
アルファルファ	通年	10%	210 ha

(ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画事務所資料)

井戸を水源とする農家では、おとう、柑橘類の栽培も行なわれている。

3-3-7 畜産

現存する家畜保有頭数は下記の通りである。

羊	:	27,500	頭
山羊	:	38,500	〃
牛	:	2,000	〃
らくだ	:	2,500	〃
ロバ	:	1,600	〃

(ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画事務所資料)

羊は主として肉用に供され、山羊、らくだ、牛は搾乳用とされ、ロバは荷役用とされている。これら家畜は主に干魃年に対する備えである。

3-3-8 生活用水及び給水状況

ワディ・アル・ジョーフ地区農業開発計画の給水計画に取り上げられた20ヶ所の内、本調査団は14ヶ所訪れる機会があった。各ヶ所名はAZ Zahir, Matarif, Hubna, As Samum, Husn bin Kurshan, Sarahat, Al Matum, Ma' Ayimarah, Al Harashif, Maslub, Malaha, Al Hazm, Salamat, Al Ghaylである。これらの内AZ Zahir, Mabna, As Samum, Al Harashifを除く10ヶ所の給水施設が完成して

いる。Az Zahirの施設は水槽への配管およびポンプハウスを残し、完成している。水質に問題があり、生活用として利用されていない施設はMalahaとAz Zahirである。

Az Zahirの場合は既存の井戸より水質が劣るため、住民が配管工事に反対している。Al Hazm の場合は塩分濃度が高いが、住民は飲料、生活用として利用している。Az Zahirを除く施設は井戸元給水型で20m³高架槽、12インチ径井戸、揚水設備が1ヶ所に設けられ、配管は高架槽直下の共同水栓までである。管径は4インチで1/2インチの管5本が溶接されている。その先に蛇口があるが取扱いが不適當であるため、すでに破損しているものが多い。Az Zahir, Malahaでは既存の井戸を生活飲料用として利用している。Hubna ではモスクの井戸を利用しているが揚水可能量が少なく付近の灌漑用井戸の水で補っている。

As Samumでは灌漑用井戸が数ヶ所集落内にあり、それらより生活飲料水を得ている。Al Ghaylでは農水省による給水施設は学校および病院用に計画されていたが、未だ配管が行われていない。農水省による給水施設はいずれも水管が高架槽下付近まで設置されているだけで、集落の分散している村では枝状配管が必要となる。しかし、4 m程度の給水頭では水が十分に行き渡らない場合も考えられる。また人口の多い村たとえば、Az Zahir, Al Hazm , Al Matun, Al Ghaylでは水槽容量が20m³では足りず別にもう1つ適当な大きさの水槽を設けるべきである。しかし、Al Ghayl, Al Hazm の様に既存の高架水槽の4 m程度の給水頭では配管延長は制限があるので、不足の場合は高架水槽にしなければならない。Al Ghaylは既存の井戸に高架水槽を設置する方が配管延長が短くなり、経済的である。

表 3.3 給 水 状 況

村 名	水 源	給水施設 建設者	給水状況	公共施設
Ad Darb	深井戸	MAF	住民用	学校
Al Ghayl	〃	〃	公共用	学校、クリニック
	灌漑用井戸		住民用	
Al Mansaf	深井戸	MAF	住民用	学校
Al Matun	〃	〃	〃	学校
Maslub	〃	〃	〃	学校
Hush al Shanan	〃	〃	〃	学校
Husn bin Saad	〃	〃	〃	学校
Malaha	深井戸	MAF	家畜用	学校
	浅井戸		住民用	
Sarahat	深井戸	MAF	住民用	学校
Al Khalq	〃	〃	〃	学校
Al Hazm	〃	MPW	公共用	州官庁 学校、病院
		MAF	住民用	
Az Zahir	深井戸	MAF	使用されてい ない	学校 クリニック
	浅井戸		住民用	
Hush bin Kurshan	浅井戸	MAF	住民用	
Mubna	〃		〃	学校
Matarif	深井戸	MAF	〃	学校
As Samun	灌漑用井戸		個人用	学校
Salamat	深井戸	MAF	住民用	学校
Ma' Ayimarah	〃	MAF	〃	学校
Al Harashif	灌漑用井戸		〃	軍駐屯地
Al Rawd	深井戸	MAF	〃	学校