

ARY

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

整備計画事前調査報告書

JICA LIBRARY



102934211

1986年4月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 8. 20	316
登録 No. 15174	61.8
	GRF

序 文

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、同国のワディ・アル・ジョーフ地区給水施設整備計画にかかる事前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。

当事業団は、昭和61年2月10日より24日まで、事業団 無償資金協力計画調査部 基本設計調査第一課 横倉順治を団長とする事前調査団を現地に派遣した。

調査団は、本計画の基本構想についてイエメン・アラブ共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査及び資料収集等を実施した。

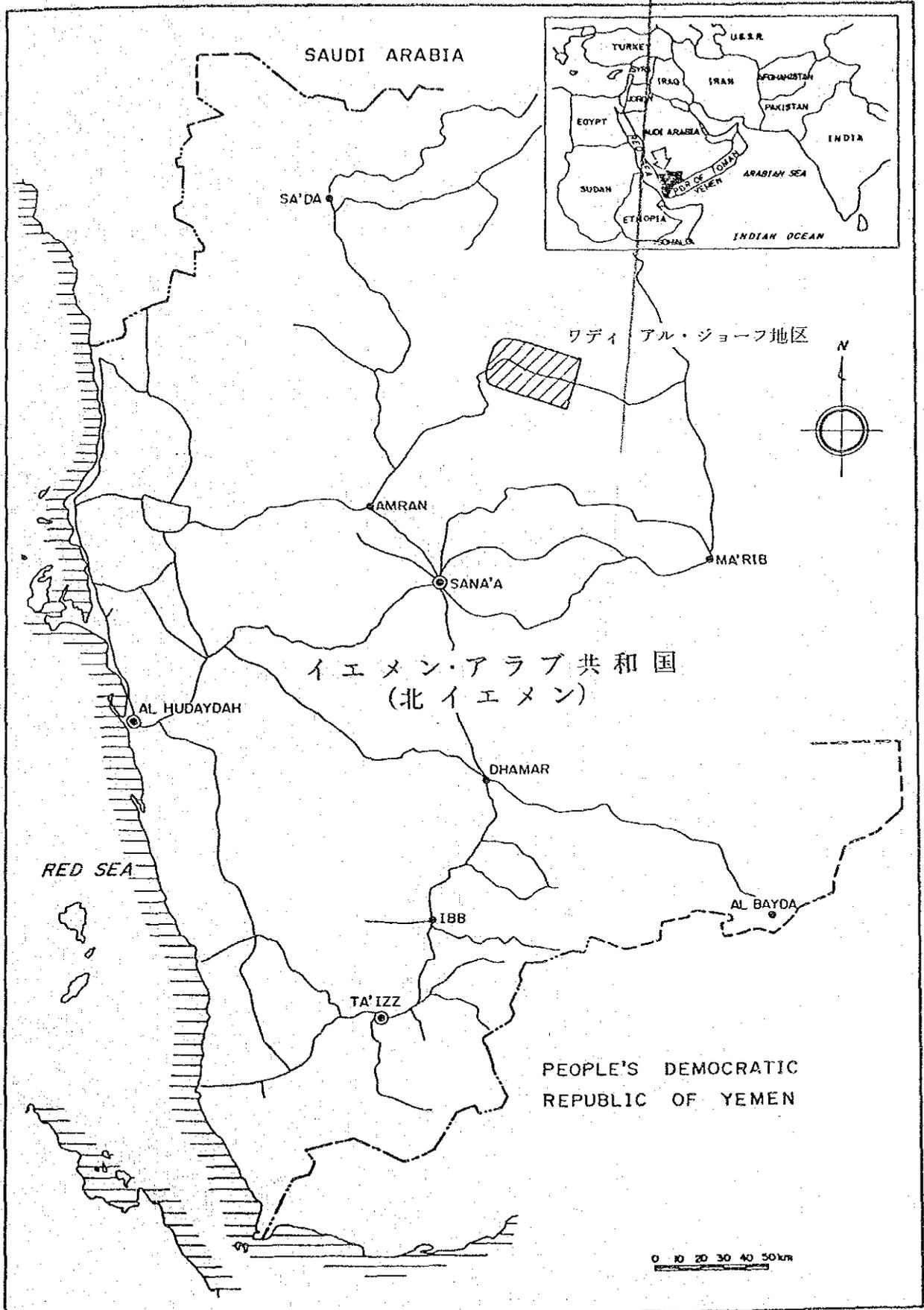
本報告書が、今後予定されている基本設計調査実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

昭和61年4月

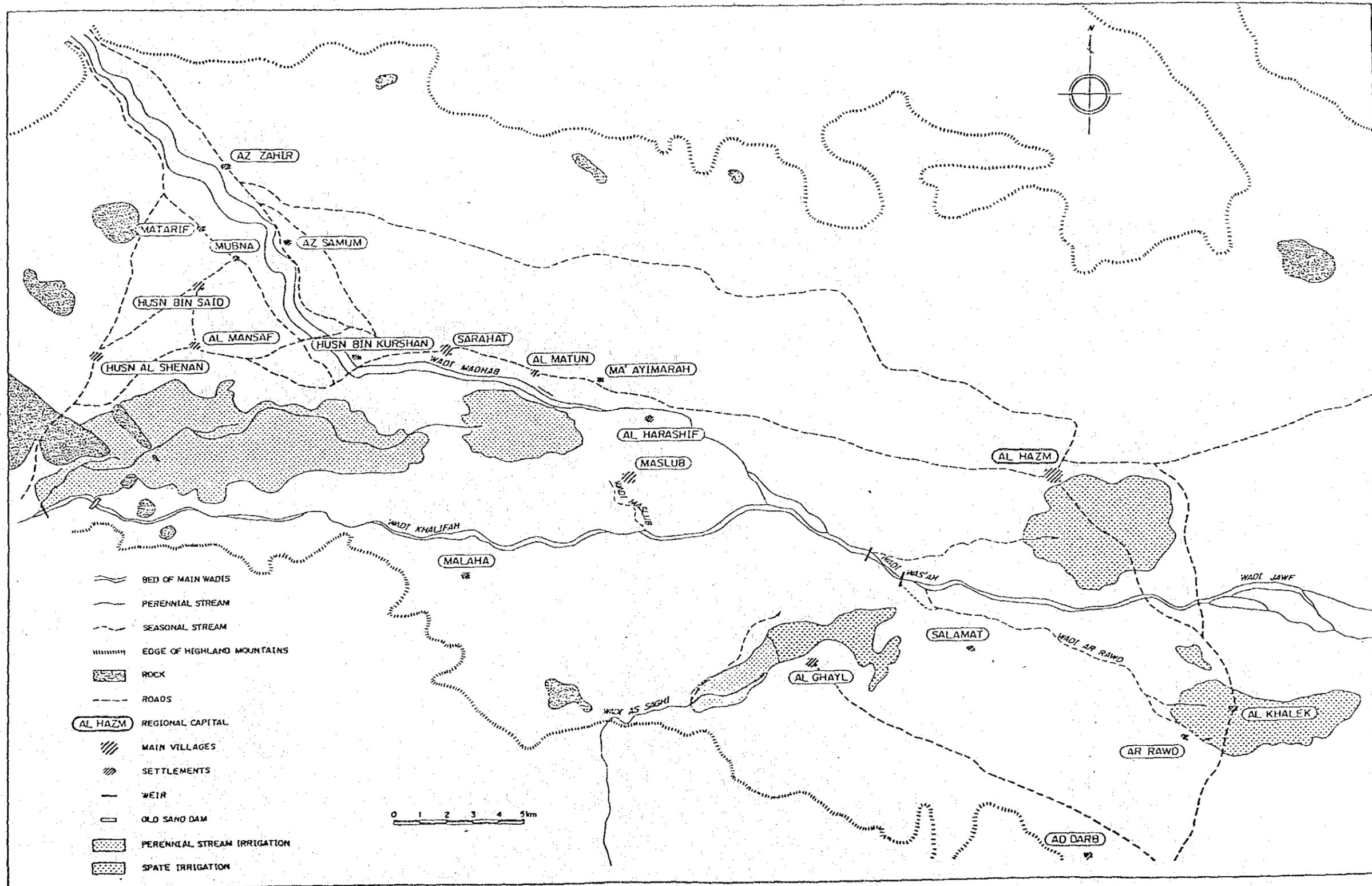
国際協力事業団
理事 中曾根 悟郎

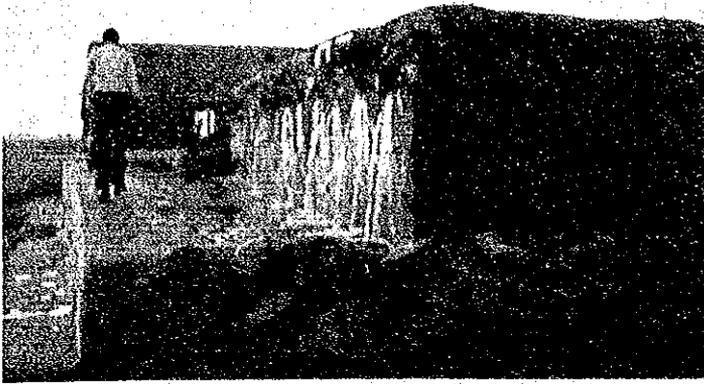
調査対象地域図 (ワディ・アル・ジョーフ地区)



調査サイト図

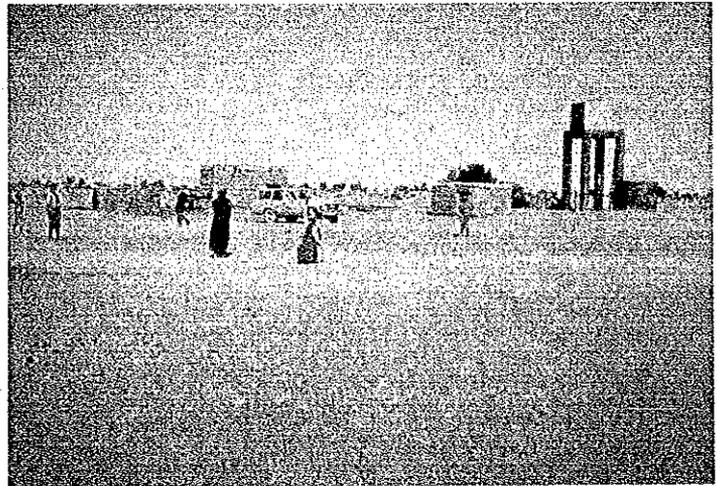
: 調査サイト





Al Hazm : 公共事業省により建設された
共同給水槽と深井戸ポンプ小屋

Al Khalek : 村民の共同給水塔。左側に
あるのが井戸ポンプ小屋と貯水槽。

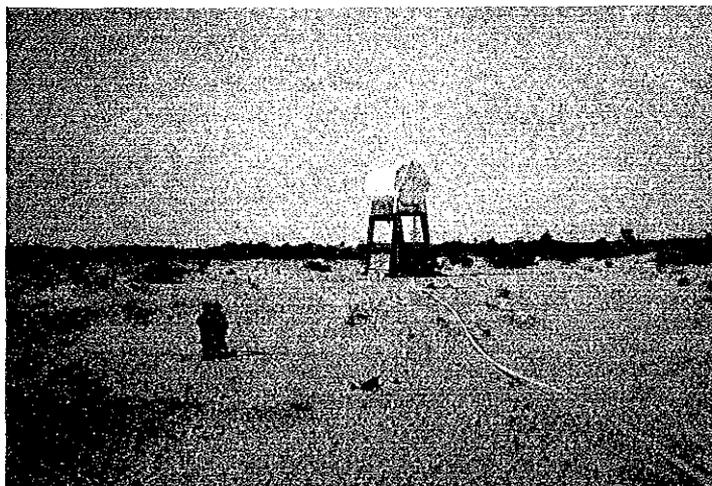
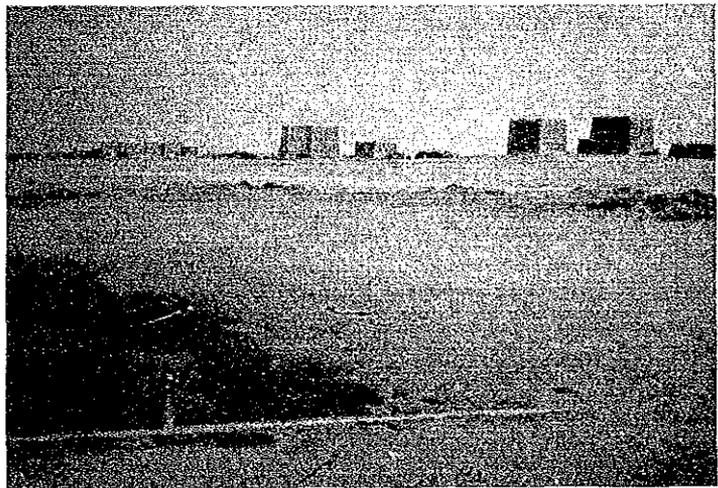


Al Ghayl : 給水槽とそこから伸びたホース。
この水源は農業と生活の両方に使用
されている。



Al Ghayl : 村落の現況。家屋は柱と梁は木材、壁は泥でできている。

Ma' Ayimarah : 村落の状況と共同水栓、共同水栓は高架水槽から100m離れた位置に取り付けられている。



Ma' Ayimarah : 高架水槽。高架水槽の直下に揚水ポンプが据えられている。

目 次

調査サイト図	頁
要 約	1
1. 緒 論	4
1.1 事前調査団派遣の経緯及び目的	4
1.2 事前調査団の構成	5
1.3 調査日程	5
1.4 面接者リスト	7
2. 計画の背景	8
2.1 北イエメンの一般概況	8
2.2 北イエメンの給水事情	9
2.3 ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画の概要	12
2.4 要請内容の確認	14
2.5 計画実施機関及び関連省庁	15
3. 計画地域の概要	18
3.1 計画地域の一般現況	18
1) 一般事情	18
2) 地形・地質	21
3) 気 候	21
3.2 水理地質及び水質の概要	21
3.3 生活用水給水状況	35
3.4 各村落の概要	36
4. 調査団の見解と協議の結果及び提言	49
4.1 基本設計調査対象地区	49
4.2 水源計画	51
4.3 給水施設計画	51
4.4 北イエメン側便宜供与体制	51
5. 基本設計調査方針	52

6. 建設関連事情	54
-----------------	----

資料編

A-1. 北イエメン国一般事情(経済)	57
A-2. ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画関連文献——今回収集分	59
A-3. 北イエメン国関連文献リスト	60
A-4. 基本設計調査対象サイト選定の基礎資料	63
A-5. 現地調査議事録	64

要 約

北イエメンでは1962年の革命以来、「3ケ年開発計画」、「第一次5ケ年計画」、「第二次5ケ年計画」等の開発計画の実施によって、同国全土にわたる多くの地域に於いて、農業開発、地方水道等インフラストラクチャーの整備が行なわれてきたが、ワディ・アル・ジョーフ地域は高い農業生産可能性をもっているにもかかわらず、北イエメンでも開発が遅れたままとなっており、そのため近年その開発の重要性が認識されるようになった。このことより、ワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画が提案され、世銀及びその他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、村落給水等のインフラストラクチャーの整備、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サイトからなる村落に給水施設を建設するものである。

ワディ・アル・ジョーフ地区は給水施設に関しても同国の中でも整備が遅れている地域の一つであるため、大統領は緊急に給水状況を改善すべき重点地区として取り上げ、その具現化を命令した。これを受けて開発援助の窓口でもあり、各省庁の開発計画の窓口でもある中央企画庁が地方水道整備の重点地区として取り上げるべく、ワディ・アル・ジョーフ農業総合開発計画の中の村落給水計画の実施について、我が国に無償援助による資金協力を要請してきた。この要請を受け、我が国政府はその計画実施の受当性を検討し、基本設計調査についての可能性を調査するためにワディ・アル・ジョーフ地区給水施設整備計画事前調査の実施を決定した。

本計画の先方政府実施担当官庁は農水省（Ministry of Agriculture & Fisheries）であり、計画実施機関は同省灌漑局（Irrigation Dep.）の下部機関であるワディ・アル・ジョーフ総合開発計画部（Al-Jawf Development Project Office）である。

本計画の対象地区であるワディ・アル・ジョーフ地区は首都サナ市の北東145 Kmの距離にあり、西、南、北方向を山地に囲まれ、東側がアル・ルブ・アルハリ大砂漠に続く、東西50 Km、南北25 Kmの広がりをもつほぼ平地に近い地域である。本地域はアル・ジョーフ県の行政区域の1部を成すものであり、人口は5万人程で、県都はワディ・アル・ジョーフ地区の下流地域にあり、最も人口の多いAl Hazmである。

本計画の給水対象村落はこの比較的平らなワディ・アル・ジョーフ地区の中に数Kmの間隔をもって分布しており、各村落とも長径150～300 mの楕円型の地域の中に20～300戸の泥作りの3階建て程度の家屋がワディ沿いの街道又はワディの自然堤防の上に立ち並んでいる。各村落の推定人口は200～3,000人で、特に県都Al Hazmの村落規模は大きい。これらの地域の主要産業は農業であり、洪水灌漑、井戸水による灌漑により畑作が行なわれている。

当地域は周囲を囲んでいる山地より3本のワディが流入してきて合流し、ワディ・アル・ジョーフとなって東側の砂漠に向かって流下している。地域一帯はこれらのワディの流水によって運搬された砂礫層が堆積し、ワディ下流付近で深度約90 mまでこの砂礫層が続いており、良好な地

下水帯水層を構成していると推定される。そのため当地域は地下水が豊富で地下水位が浅く、比較的容易に地下水が得られるため、調査対象地域の全村落で灌漑用或いは生活用の井戸が掘られていて、その連続揚水量もかなり多い。しかしながら、ワディ・アル・ジョーフ地区の中、下流域の大部分の地域の浅層及び深層地下水は、塩分、硫酸イオン、硬度成分を多量に含んだものとなっており、住民はこの地下水を煮沸して飲用するか、又は生活雑用水、家畜用水としてのみ利用して直接には飲料水としては利用していない。飲用としては、ワディ中流域南縁部の遠方の水質の良好な湧水を小型トラックを使って汲みに行ったり、当地域の住民にとっては非常に高価な値でその湧水を売水として購入したりしている。地下水の水質が比較的良好であるのは、ワディ・アル・ジョーフ地区上流域と中流域の1部地域で、北西から当地域に流入するWadi Madhabの河道中心及びその周辺地域に限られている。今回調査実施した上流部のサイトでは、水質が良好のため地下水を飲用にも利用している。この状況は、水質の良好な他のワディ上流、中流域の村落についても同様であると思われる。

また、給水施設に関しては、大統領令により調査対象村落のうち6サイトに於いて、既に農水省及び公共事業省 (Ministry of Public Works) によって、深井戸、揚水機械、スチール製高架タンク又は地上型タンクより構成される給水施設が完成されている。この給水施設はタンク直下までの配管によりその周辺で給水を行うところのいわゆるポイントソース方式のものである。

以上の現地調査結果、収集資料及び先方政府の意向を考慮して、基本設計の調査対象サイトが策定された。基本設計調査サイトとしては、ワディ・アル・ジョーフ農業総合開発計画 (西ドイツ、世銀調査実施) の1部を構成している村落給水計画の対象20サイトのうち、まず最初に大統領令により既に給水施設が完成している6サイト (Al Hazm, Al Matun, Ma' Ayimarah, Husn Al Shenan, Sarahat, Saramat) を除外し、次に残りの14サイトのうち地下水水質が悪く、飲用に不適であると判定されるサイトを除外し、残りの(1)Az Zahir, (2)Husn Bin Kurshan, (3)Mubna, (4)Matarif, (5)Al Harashif, (6)Az Samum, (7)Malahaの7サイトが妥当であると判断した。

飲料に不適であると判定したサイトは、電気伝導度が2000~5,000 $\mu\text{V}/\text{cm}$ と非常に高く、事前調査サイトでの水サンプリングによる水質分析結果ではCl 360~657 ppm, SO_4 371~1,960 ppm, 全硬度570~1,848 ppmであった。逆にワディ上、中流域の水質の良好なサイトでの地下水水質はCl 16~30 ppm, SO_4 46~88 ppm (電気伝導度560~1,500 $\mu\text{V}/\text{cm}$) であり、水質に明瞭な違いがみられる。飲料に適・不適の判断の基準としては、WHO 飲料基準 [(Cl < 200 ppm, SO_4 < 200 ppm, 全硬度 < 100~500 ppm, : 飲料適), (電気伝導度 > 2,000 $\mu\text{V}/\text{cm}$: 飲料不可), (1,000 < χ < 2,000 $\mu\text{V}/\text{cm}$: 飲料限界), (< 1,000 $\mu\text{V}/\text{cm}$: 飲料適)] を参考にして決定した。但し、水質分析資料があるサイトは事前調査を実施した9サイトのみであるので、既存資料、事前調査測定資料より、全サイトの電気伝導度を整理し、事前調査の水質分析結果と電気伝導度を基にして、電気伝導度 1,600 $\mu\text{V}/\text{cm}$ 以上を水質が

不適と判断し、サイト選定の基準とした。

基本設計調査対象7サイトは既存資料、事前調査結果によれば、いずれも個人所有の農業灌漑用浅井戸を有しているが、目的が給水用でなく、又個人所有であるため水利用にもおのずと限界があり、給水量も限られたものとなっている。これらのサイトでの給水施設の建設によって、村人は専用の公共給水施設をもつこととなり、衛生的で、豊富な水量を、村内に設置した給水栓により自由にいつでも利用できるようになり、村人の健康、衛生等の生活水準向上に与える影響は大きい。また、従来村落周辺の農業灌漑用井戸から毎日、人力或いは家畜を使って、生活用水を自宅まで運搬していたのが、村内の集落近くに設置された公共用水栓により水を利用できるようになり、水運搬に関わっている婦女子の労働は大巾に軽減される。これによって生み出された余剰労働力は農業生産に振り分けられ、生産性向上にも役立つ。これらの裨益効果より、給水施設が早急に建設されることが是非とも望まれる。

基本設計調査実施にあたっては、上記7サイトで、人口、水利用の現況、水需要等の社会人文調査、水道計画調査、給水施設設備設計、給水施設の配置や配水管路設定に必要な給水対象地域の地形測量及び基線測量及び地下水開発に必要な地下水の賦存状況、地下地質構造、特に帯水層の深度、広がり等の状況を把握するための水理地質調査及び電気探査（測定深度約100～200m、各村落について2～4測点）、水質分析等を実施すると共に施設建設のための現地建設一般事情等の調査が必要である。

1. 緒 論

1.1 事前調査団派遣の経緯及び目的

北イエメンでは1962年王制に代わって共和政権が樹立されて以来、王制派と共和派の対立による内乱が続き、同国の経済発展が著しく阻害されてきた。1960年代後半に至り、ようやく内乱も治まり、諸外国からの援助資金流入を背景に経済開発が着手され、1973/1974年度には北イエメン国初の開発計画である「3ケ年開発計画」が実施された。「3ケ年開発計画」は、幹線道路のアスファルト舗装、支線道路の建設、ホディダ、モカ、サリフ3港の改修、地方主要都市を結ぶ通信網の拡充、タイズ、イブ周辺の南部高原やティハマ平野の開発等インフラストラクチャーの整備による経済基盤の拡充を目指すものであった。続いて1976/1977年度から「第一次5ケ年計画」が実施された。「第一次5ケ年計画」では、とりわけ電力、水道、灌漑部門の整備に力が注がれ、特に水道と灌漑に関しては、主要都市の上下水道の拡張及び新設、地方に対しては地域ごとに水道、灌漑についての総合開発計画、水資源開発計画、水道水源井建設計画、灌漑用水源井建設計画が、アルマフィート、ハジャ各県農業総合開発計画等の農業開発計画とともに企画された。さらに引き続いて1982/1983～1985/1986年にわたる「第二次5ケ年計画」が進行中である。「第二次5ケ年計画」では、ティハマ、マフィート地区の農業を含む総合開発計画とともにワディ・アル・ジョーフ地区の開発計画が取り上げられた。これらの開発計画を通じて北イエメン全土にわたる多くの地域に於いて、農業開発、地方水道等インフラストラクチャー整備が行なわれてきた。

しかしながら、ワディ・アル・ジョーフ地区は、開発可能性が高いにもかかわらず、同国の中でも、これらのインフラストラクチャー整備が最も遅れた地域の一つであるため、その開発重点地区として同国政府に認識されるようになった。その開発可能性について、同国政府は諸外国及び世銀（IDA）に調査を依頼してきた。英国コンサルタント（SIR ALEXANDER GIBB & PARTNERS 1979年）の予備調査に続いて、西ドイツコンサルタント（AGRAR-UND HYDROTECHNIK）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計画についてのフィージビリティ調査を実施した。さらに世銀（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ミッションを派遣した。ワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画は、分水堰や灌漑水路の建設よりなる灌漑施設建設計画、道路、水源井の掘削及び給水施設を建設する村落給水等のインフラストラクチャー整備、プロジェクト事務所建設、農業に関する技術移転、畜産振興事業、作物増産のための農業機材、設備等の貸与サービス等により構成されている。

給水施設については、大統領は緊急に給水状況を改善すべき重点地区として取り上げ、その具体化を命令した。これを受けて開発援助の受け入れ窓口であり、各省庁の開発計画の調整機関でもある中央企画庁がワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画のうちの村落給水計画の

実施について、無償資金協力による我が国援助を要請越したものである。

しかしながら、要請内容、特に水理地質に関する資料の整備状況が不明確であり、これら資料の確認と共に要請の背景（特に世銀プロジェクトとの関連）及び北イエメン側実施体制等を明確にし、基本設計調査の方針を策定する為、事前調査を実施した。従って、本調査は計画実施の妥当性を確認の上、基本設計調査の内容及び範囲を決定する事を目的とし、先方政府の計画内容、精度、熟度、上位プロジェクトとの関連、中央政府としての優先度、先方実施体制（予算措置を含む）、関連資料（特に水理地質と地形測量）の有無の確認及び収集と解析、サイト状況、基本設計調査の内容と範囲の検討、本件実施の妥当性と効果の検討等を実施した。

1.2 事前調査団の構成

横倉 順治	総括	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
高柳 建二	水理地質	日本テクノ株式会社

1.3 調査日程

- 1日目 2月10日(月) 成田発(JAL471)
- 2月11日(火) ジェッタ経由サナ着(JY719)
大使館訪問、松本臨時代理大使に調査目的及び調査日程を説明、協議。
- 2月12日(水) 島津一等書記官の案内にて農水省訪問
Mukbil 農水省次官表敬挨拶。来訪目的説明。
Al-Giarady 灌漑局長表敬挨拶。インセプションレポートにより調査目的及び調査日程を説明
Dr. Noman ワディ・アル・ジョーフ地区総合開発計画部長表敬挨拶。
インセプションレポートにより調査目的及び調査日程を説明。質問表により、農水省組織、ワディ・アル・ジョーフ地区総合開発計画等について質問。
- 2月13日(木) Dr. Noman 部長に調査関連事項について質問・協議、ワディ・アル・ジョーフ地区現地調査日程について協議。
農水省付属図書館にてワディ・アル・ジョーフ地区総合開発計画関連資料について調査・資料収集。
- 2月14日(金) ワディ・アル・ジョーフ地区総合開発計画関連資料の整理、分析及び事前調査団としてのワディ・アル・ジョーフ地区現地調査案(調査

- サイト選定)作成。
- 6日目 2月15日(土) 公共事業省地方水道局 Shami 次長表敬挨拶。来訪目的説明。地方水道の現況と21日(金)の日本無償援助による地方水道整備計画実施サイトへの見学について協議。
- 7 2月16日(日) 公共事業省・地方水道局 Mullik さく井部長よりワディ・アル・ジョーフ地区のさく井資料収集と地下地質について聞き取り。
- 7 ワディ・アル・ジョーフ地区現地調査出発
Al Khalek, Salamat, Al Hazm 3サイト調査, アル・ジョーフ県知事公舎(Al Hazm)に宿泊。
- 8 2月17日(月) ワディ・アル・ジョーフ地区現地調査
Ma' Ayimarah, Sarahat, Az Samum, Al Mansaf, Maslub の5サイト調査。アル・ジョーフ県知事公舎に帰泊。
- 9 2月18日(火) ワディ・アル・ジョーフ地区現地調査
Al Ghayl 及び Al Ghayl 湧水調査, 現地調査よりサナへ戻る。
現場調査資料の整理・分析
- 10 2月19日(水) 日本大使館訪問
松本臨時代理大使にワディ・アル・ジョーフ地区現地調査結果について概況報告
農水省にて Dr. Noman 部長と現地調査結果について協議
- 11 2月20日(木) 測量局にて地形図, 地質図, 行政図の収集
農水省にて Dr. Noman 部長と本給水施設整備計画関連事項について協議
ワディ・アル・ジョーフ地区現地調査にて収集したサンプル水について水質分析
- 12 2月21日(金) 公共事業省地方水道局職員 Gailan 氏の案内により, サナ・ジハナ地区水道施設(有償援助地方水道整備計画)及びバイタボハーシム地区水道施設(第一期無償援助地方水道整備計画)を見学
- 13 2月22日(土) 中央企画庁にて Harazi 局長と現地調査結果の説明及び給水施設整備計画関連事項について協議。(松本臨時代理大使, Dr. Noman 部長出席)
農水省にて, Mukbil 農水省次官, Dr. Noman 部長と Minutes を結ぶ。
- 14 2月23日(日) サナ発(SV190)
- 15 2月24日(月) リヤド, マニラ経由成田着(JAL721)

1.4 面接者リスト

Central Planning Organization (略号 CPO)

Director Projects & Loans Department Mr. Anwar R. Al Harazi

Ministry of Agriculture & Fisheries (MAF)

Deputy Minister Mr. Mukbil Ahmed Mukbil

Director of Irrigation Mr. Ahmed Mohsen Al Giarady

General Manager of Wadi Al-Jawf Project Dr. Saeed Abdo Noman

Assistant Manager of Wadi Al-Jawf Project Mr. Nagib Abduldatif

Civil Engineer Mr. Ahmed Salleh Saeed

Librarian Mrs. Audrey Dibble MA

Library Assist Mr. Mohammed Al-Alimi

Ministry of Public Works (MPW)

Dputy Director of Rural Water Supply Department Mr. Ibrahim Al Shami

Chief of Drilling Section Mr. Abdula Mullik

Coordinator Mr. Hammod Gailan

日本大使館

松本臨時代理大使

島津一等書記官

2. 計画の背景

2.1 北イエメンの一般概況

北イエメンは1962年まで王制が続き鎖国的政策がしかれたため、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つてよく、現在でも国全体が“世界の秘境”の面影を残している。

当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 $17^{\circ}30'$ の間にあり、北はサウジアラビア、南は南イエメンと国境を接し、西側は紅海に臨むが、東側はアル・ルブ・アルハリ大砂漠へと続いている。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 $2,400m$)及び東部の砂漠地帯(平均標高 $1,000m$)に大別され、国土総面積は約19.5万 km^2 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 $600mm$ に達するが、一方、紅海沿いのティハマ平原及び東側のアル・ルブ・アルハリ砂漠に向つて降雨量は急激に少なくなり、年 $100mm\sim 300mm$ 以下に減少する。季節は地域によつ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 $2,000m$ を越す高地であるため、低緯度の割りに涼しくしのぎやすい。しかし、紅海岸のティハマ平野は高温多湿で年間を通じた月間最高気温は $34^{\circ}C$ を下らず、6～8月には $43^{\circ}\sim 45^{\circ}C$ となる。一方、月最低気温は $10^{\circ}\sim 25^{\circ}C$ で、11月～2月には $10^{\circ}C$ 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た月最高気温は $22^{\circ}C$ 、7月～8月には $27^{\circ}\sim 32^{\circ}C$ となるが、月最低気温は $7^{\circ}C$ 以下となり、11月～2月には $0^{\circ}\sim 3^{\circ}C$ にさがる。年平均の気温差は $20^{\circ}C$ にもおよび、昼夜でも日中と夜間の温度差は $15^{\circ}\sim 20^{\circ}C$ となり、明瞭な大陸性気候を示す。

国民は大多数がアラブ人で、一部紅海沿岸にはソマリアやエチオピアからの移住者が定住している。言語はアラビア語が唯一のものであり、イスラム教を奉ずる。

政体としては大統領を元首とする共和制で、非同盟諸国の一員である。現在のアリ・アブドラ・サーレ大統領は3代目であつて5年間の第一期を勤めあげ現在第2期目に入つており、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よく維持している。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(Province of Sana'a, Taizz, Al Hudaydah, Sada, Hajjah, Al Mahweet, Marib, Dhamar,

Ibb, Al Baydah, Al Jawf)に区分され、これらの県は、さらに郡(District)に分けられる。郡の下部組織として部落(Village)があり、部落長(シェイク)が大きな権限を握っている。

インフラ部門に目を向けると、安定政権の効果があって近年の進展は目ざましい。交通に関しては、主要都市間はほとんど舗装道路で連絡されており、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30~40万人)、紅海の貿易港ホディダ市及び南部の旧都タイズ市(人口10~20万人)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。

北イエメンの経済については、産業が未発達なため、農業を主体とした第一次産業が中心となっており、国民の所得は低く、その経済規模は小さい。北イエメンの1人当たりのGNPは510ドル(1983年度)と低く、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、工業など近代的産業は近年の開発計画によるセメント産業等を除いてはほとんど育成されていない状況にある。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かったこと、行政機構が未整備でインフラストラクチャー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、1973/1974年に開始された「3カ年開発計画」を端緒として、「第一次・第二次5カ年開発計画」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あって、将来その効果のあることが期待されよう。

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、国土の約8%を占めている。このうち天水降雨に依存する耕地が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、天水降雨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。北イエメンの主要作物はソルガム、キビ、大麦、とうもろこしなどの穀類、豆類、じゃがいも、野菜、カーブ、それに輸出作物としてのコーヒー、綿花などである。

2.2 北イエメンの給水事情

北イエメンでは降水量が少なく、水源として使える永久河川はほとんど無いため、住民は従来インスターンと呼ばれる雨水の溜め池又は手掘りの浅井戸により生活用水を得ていたが、水質が汚染されたり、満足な量を取水することは困難であった。この様な状況を改善するために、主として機械掘削された深井戸を水源とする水道整備計画がたてられ、実施されてきた。

当国の上下水道整備は、サナ市・タイズ市・ホディダ市等の大都市の水道施設建設の計画・

実施及び維持管理を担当している水電気省上下水道公社 (National Water and Sewerage Authority) と地方水道の整備を実施し、その施設の計画と建設を行っている公共事業省地方水道局 (Ministry of Public Works, Rural Water Supply Dep.) が主体となって進められている。尚、地方水道の場合、施設の維持管理は村落長又は農業協同組合 (Confederation of Yemeni Development Association: CYDA) にまかされている。大都市では、水道普及率はほぼ 100% に近いが、地方水道局の主管する地方水道事業は全人口の約 9 割も占める地方住民を対象とし、1972 年局創立以来普及率はいまだに 15~20% 程度といわれている。これはその範囲の広さ、山岳地における水道建設の難しさと共に事業費と技術者が不足しているためである。

サナ市等の主要都市に於いては、世銀・アラブ開発基金等の資金援助により、深井戸を水源とする上水道が建設され、各戸給水が行われている。施設の維持管理は上下水道公社により行われている。サナ市については、1971 年 UNDP の援助により第一次給水計画がたてられ、世銀資金により建設、1977 年に一部地区で給水が開始された。1976 年からはアラブ開発基金と IDA の援助により「第二次給水計画」が実施された。紅海に面するホディダ市では人口の 30% がホディダ港湾局から給水を受けていたが、給水量に限界があり、給水地域も限られており、しかも水質も塩分を含み飲料水として適していないので、遠隔地の深井戸水源を求めて上水道の建設が 1977 年度に実施された。

一方、計画的な地方水道事業は、1972 年の地方水道局設立により始まった。同局は USAID から 5 台のさく井機供与を受け、自らさく井工事の実施にあたった。しかし、1977~8 年頃から国内に多くのさく井企業が設立され、需要がこれらの企業により大体満たされる状況になったので、地方水道局は現在は工事に直接関わらず、計画の作成・工事監理・維持管理等を主たる業務としている。

地方水道局は、近年まで 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、アラブ資金、ユニセフ等がその主たるものである。近年及び現在の外国援助プロジェクトの一覧を表 1 に示す。

日本プロジェクトとしては、1978~1986 年にわたって実施された有償資金協力による地方水道整備計画が最初のものである (借款 38.8 億円)。本計画の事業実施サイトは 42 ケ所にも及び実施機関 (MPW) にとっても初めて全国規模で本格的に実施した深井戸による地方水道整備計画であった。この事業実施により受益者数は 15 万人に達し、地方水道普及率を約 2% 向上させる結果となった。さらに続いて、第一次無償援助 (82 年度)、援助額 5 億円、5 サイト (受益者数 19,000 人)、第二次無償援助 (83 年度)、援助額 5 億円、2 サイト (受益者数 15,000 人)、第三次無償援助 (84 年度)、援助額 6 億円、5 サイト (受益者

表1. 地方水道整備外国援助プロジェクト一覧

援助機関(国名)	実施年	実施サイト数	援助金額
USAID	1984~89	150	\$ 1,250万(無償)
オランダ	1983	13	GI 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(＃)
アラブファンド	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

数18,000人)が実施された。

これら外国援助による水道整備計画の特色としては、アメリカ(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・アラブ資金の様に公共事業省の直営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北イエメン政府より非常に高い評価を得ている。

これらの水道整備計画により建設された給水施設は、北イエメンの大半が山岳高原地帯であり、しかも村落は大抵山地の頂上や山腹に分布しており、一方、水源である深井戸は山麓低地のワジ(涸れ谷)に掘削されることが多いので、水道施設はふもとの水源井から山腹の村々に給水しながら山頂に設置した給水タンクまで送水管が延々と続く大規模なものになる場合が多い。

しかしながら、前述したように全人口の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われる。これらは地方行政組織であるCYDA(Confederation of Yemeni Development Association)や厚生省の保健衛生プロジェクト、農水省の農村開発プロジェクトによるもの等である。

これらのプロジェクトの実施により、北イエメンの多くの地域で、給水施設が建設されているものの未だに給水施設が無く、飲料水の利用にも不便である地域も多い。当国の大部分を占める山岳地域の村落では、シスターンの溜り水を利用しているが、通年して水がある場合は少なく、乾期には水が無くなるため、遠方まで小型トラックで水を取りに行かなければなら

ない。また、北イエメンで従来一般的であった浅井戸を利用する場合、浅井戸は低地のワディにほとんどの場合建設されているので、山頂又は山腹の村落から山麓のワディまで毎日水汲みに行かねばならず、婦人がロバや人力により、タイヤチューブ又はポリタンクに水を入れて運搬する光景が多くの方で通見られる。これらのシスターン、湧水、浅井戸を利用する場合、問題なのは非常に不衛生なことである。これらの水源は開放状態にあり、家畜も共に利用するため異物が混入し、汚染されることも多い。給水施設の建設により、この様な状況が早急に改善されることが望まれる。

2.3 ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画の概要

ワディ・アル・ジョーフ地区開発計画について現在までに実施された開発調査のうち、今回の事前調査により収集された既存資料及び情報によれば、最も初期のものは、英国コンサルタント(SIR ALEXANDER GIBB & PARTNERS (1977))により調査されたワディ・アル・ジョーフ農業総合開発調査計画である。当時は現在のサナ市からマリブ市へのアスファルト道路(現在はここからワディ・アル・ジョーフ地区への支路に入る)も無く、その地域へ達するのには大変困難であり、かつワディ地域の部族間の争いのためにその地域を移動するのが非常に困難だったようである。そのため調査対象地域によっては別の連絡路を通してワディ地域に入ることが必要であったとのことであった。これは当地域に於ける最初の本格的な調査であったので、非常に広範囲にわたり、基礎的事項について扱っている。表面流出、風、土地景観、土壌調査、農業景観、地政及び土地所有、井戸揚水設備、農業耕作機械使用状況、農業生産物、農業カレンダー、農業生産量、家畜、地下水状況、農業灌漑等について詳細な実地調査を行っている。この中で農業開発のために各地域に於ける灌漑水路や分水堰を建設する計画を幾つか取り上げ、また開発調査について幾つか提言している。農村給水計画については、ワディ・アル・ジョーフ地区一帯の浅井戸の地下水水質は良好でないが、深層地下水で飲料に適した水が得られる可能性もあると推定し、深井戸を試掘することを提言している。

さらに引き続いて、西独コンサルタント(AGRAR-UND HYDROTECHNIK GMBH)により1974年より約8年間にわたって、ワディ・アル・ジョーフ地域に於いて農業総合開発調査が実施された。本調査は、上記英国コンサルタントによって実施された開発調査をさらに詳細に行ったものであり、ワディの流量観測施設の設置及び地下水については数多くの深井戸を試掘し、深層地下水の水質についても調べている。土壌についても地下数mまでサンプル調査を実施している。また、各村落の人口、部族の分布、支配地域等その調査範囲は多岐にわたっている。灌漑に関しては、Wadi Al Kharid や Wadi As Saghi での永久河川で、表流水を分配するための分水堰及び洪水流を多くの地域に分配し、灌漑地域を増やすための分水堰の建設が計画されている。村落給水については、20サイトについて給水事業を計画し、水源の新設、高架・地上型タンクの建設、給水施設建設のサイトごとの優先度について提言している。

AGRARによって計画されたこの給水計画に基づき、今回北イエメン政府は本件協力を要請越したものである。その他プロジェクト事務所建設、農業に関する技術移転、獣医サービス、作物増産のための農業機械・設備等の貸与サービス等を計画している。

その後、世銀（IDA）によって、ワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画についての評価ミッションが1984年に派遣され、評価レポートが作成された。この評価レポートの内容はAGRARによって調査された農業総合開発計画の総合評価である。

ワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画は、農水省ワディ・アル・ジョーフ総合開発部部長によれば、実施計画に従ってPhase 1とPhase 2に分かれ、Phase 1の実施状況は下記（表2）の通りである。Phase 2については将来実施予定であり、現在のところその内容は余り具体化されていない。このワディ・アル・ジョーフ地区農業総合開発計画全体の中で給水施設整備の対象となっている村落は次の20サイトであり、これについては資金手当ての目処がついていないの

表2 ワディ・アル・ジョーフ農業総合開発計画
（Phase 1）実施状況

プロジェクト区分	プロジェクト費用	援助機関	履行状況
1. 灌漑施設	\$ 500万	世 銀	D/D 終了 Tender 準備中
2. 基盤整備	\$ 320万	USAID	Tender 準備中
道 路	\$ 1,000万	イスラム銀行	Tender 準備中
村落給水	未定	日本に無償援助要請	事前調査実施済み
3. 農業開発	\$ 1,200万	アラブ基金	Tender 準備中
4. 事務所（付属 設備）建設	\$ 800万	世銀及び北イエメ ン政府	Tender 準備中
5. その他のプロジェクト （技術移転、農業機 械貸与サービス等）	\$ 500万 ？ \$ 1,000万	未定	未定

で、今回日本に無償による援助を要請してきた。村落給水計画は次の20サイト（1. Al Hazm, 2. Al Khalek, 3. Ar Rawd, 4. Al Matun, 5. Al Ghayl, 6. Maslub, 7. Ad Darb, 8. Ma' Ayimarah, 9. Husn Bin Said, 10. Al Mansaf, 11. Husn Al Shenan, 12. Sarahat, 13. Al Harashif, 14. Husn Bin Kurshan, 15. Malaha, 16. Az Zahir, 17. Mubna, 18. Matarif, 19. Salamat, 20. Az Samum）が対象となっている。

また、表2のワディ・アル・ジョーフ農業総合開発計画とは別に、1982/1983～1985/1986年にわたる「第二次5カ年計画」に於いて、ワディ・アル・ジョーフ地区の開発計画が取り上げられ、農地を2,200ヘクタールから14,100ヘクタールに拡大し、季節灌漑から定常灌漑に改善するために分水堰や灌漑水路の建設、水源井として52本の井戸の掘削及びモデル農場の設立を計画し、現在進行中である。

さらに、当地域は北イエメンの中でも最も地方水道の整備が遅れた地域であり、そのため大統領令により、緊急に給水状況を改善すべき地域として取り上げられた。農水省は1985年に今回要請のあった20サイトのうち6サイトで、深井戸、揚水施設、高架タンクよりなる給水施設を建設した。この給水施設は長径400m、短径200m程度の楕円型の集落密集地域（村落規模により多少長径、短径の大きさに違いあり）の中に位置している。これらは深井戸（農水省給水施設建設6サイトのうち、事前調査で4サイトのみ調査、井戸深度120～210m）を水源とし、すぐ横に並んだ揚水機械のすぐ直上に、高さ約7mで30m³程度のスチール製の高架タンクがあり、タンク直下で配管止めとなっており、止水栓の開閉により給水している。また、公共事業省地方水道局は1984年に約15本の水道水源井を掘削した。ワディ・アル・ジョーフ地区村落給水計画対象地区の20サイトのうちではAl Hazm市のみに深井戸、揚水設備、地上型タンクからなる給水施設を建設し、他は空港や村落給水計画対象地区以外の村落に給水施設の建設を実施した。Al Hazm市の給水施設はコンクリート製の地上型タンクで、タンク壁周囲に数カ所流出口が開けてあり、揚水機械稼動時に満水となった水があふれ出る構造物となっている。このあふれ出た水はタンクの流出口から流れ落ち、給水、洗濯等に利用された後、畑に流れて行き、灌漑用にも利用されている。

ワディ・アル・ジョーフ地区全体としては、これらの計画実施部分は僅かであり、依然として未開発な状況である。

2.4 要請内容の確認

北イエメン政府より日本政府に無償援助による要請のあったワディ・アル・ジョーフ地区給水施設整備計画について、農水省Al Giarady灌漑局長、Dr. Nomanワディ・アル・ジョーフ総合開発計画部部長に要請内容について確認するとともに、日本の無償援助の仕組みについて詳しく説明を行った。その結果、北イエメン側の要請はワディ・アル・ジョーフ地区の20サイトの村落に給水施設（水源井、ポンプ、給水タンク、配水管、公共水栓より構成される）を建設し、給水現況の改善を目指す内容のものである事を確認し、一方、今回の事前調査の目的が事業計画の確認及び基本設計調査の可能性の検討についてであることを説明した。また、ワディ・アル・ジョーフ農業総合開発計画の中で、村落給水計画のみが資金援助、計画実施に於いて未定であるとの説明を受けた。

2.5 計画実施機関及び関連省庁

本計画の北イエメン国担当官庁は農水省である。その組織を図1に示す。計画実施機関は、同省灌漑局の下部機関であるワディ・アル・ジョーフ総合開発計画部である。ワディ・アル・ジョーフ開発計画部は比較的新しく設立された実施機関であり、灌漑局の監督下にある。今のところまだ組織、体制も整っていないので、実施能力が低く、また人員もそろっていない。しかしながら、将来ワディ・アル・ジョーフ農業総合開発計画が実施に移されるにつれて、人員も増え、組織も整ったものになり、大臣直属の実施機関となると予想されている。ワディ・アル・ジョーフ開発計画部の組織を図2に示す（組織図に組織及び現在の人員と将来の計画人員を併記する）。また、将来本計画給水施設が完成し、村落に引き渡した場合には、大統領令によって完成された給水施設と同様、農水省の指導、監督、財政援助の下に村落住民によって維持管理が行われるが、その場合、村落住民の費用負担能力は必ずしも十分とは言えず、この点についても配慮が必要である。

本計画の関連省庁としては、海外からの有償、無償援助の窓口であり、開発計画の企画機関である中央企画庁がある。中央企画庁は、実施担当官庁である各省庁の海外援助による開発計画の許・認可及び調整を行っている。

图 1 北イエメン国担当官庁水畜組織図

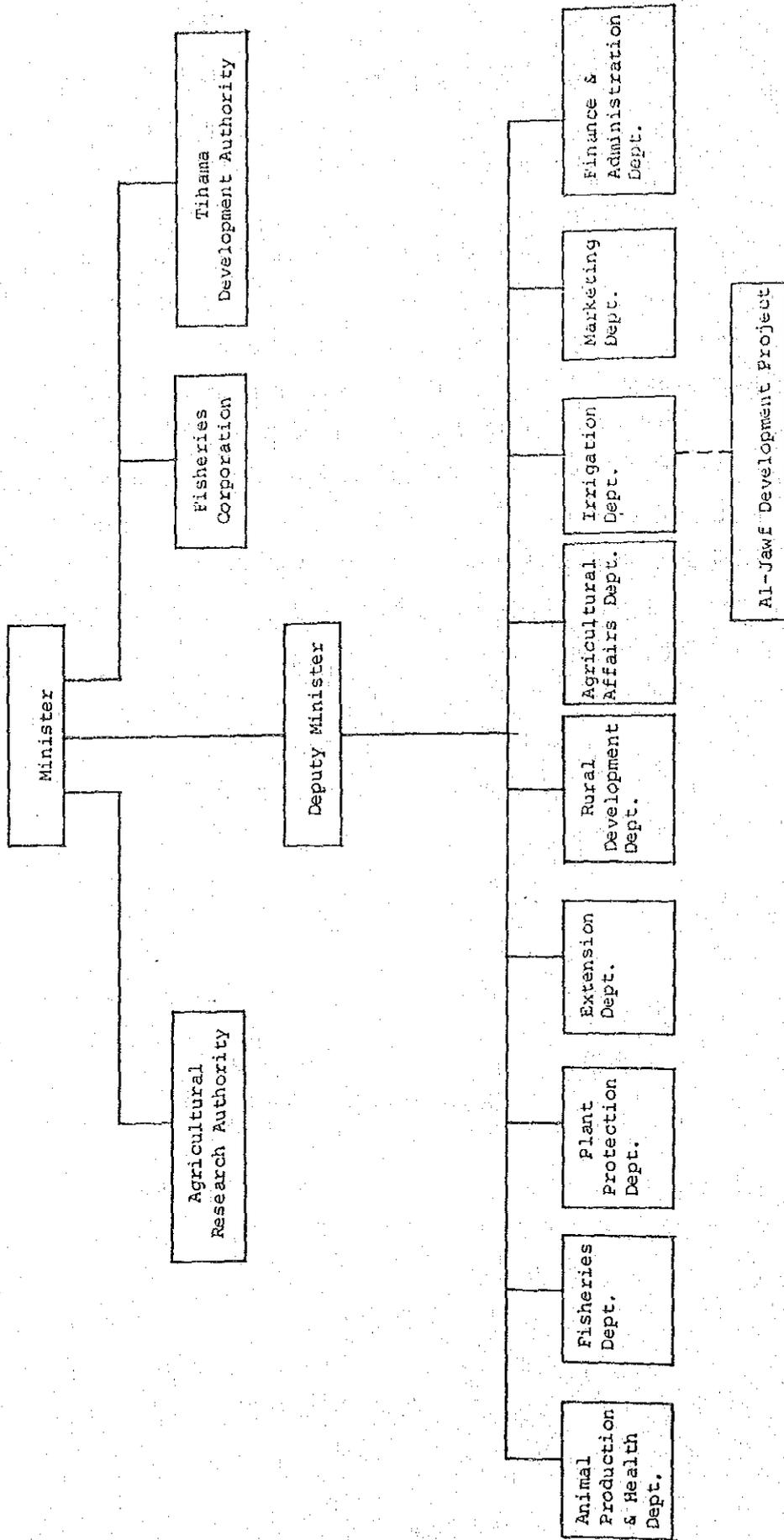
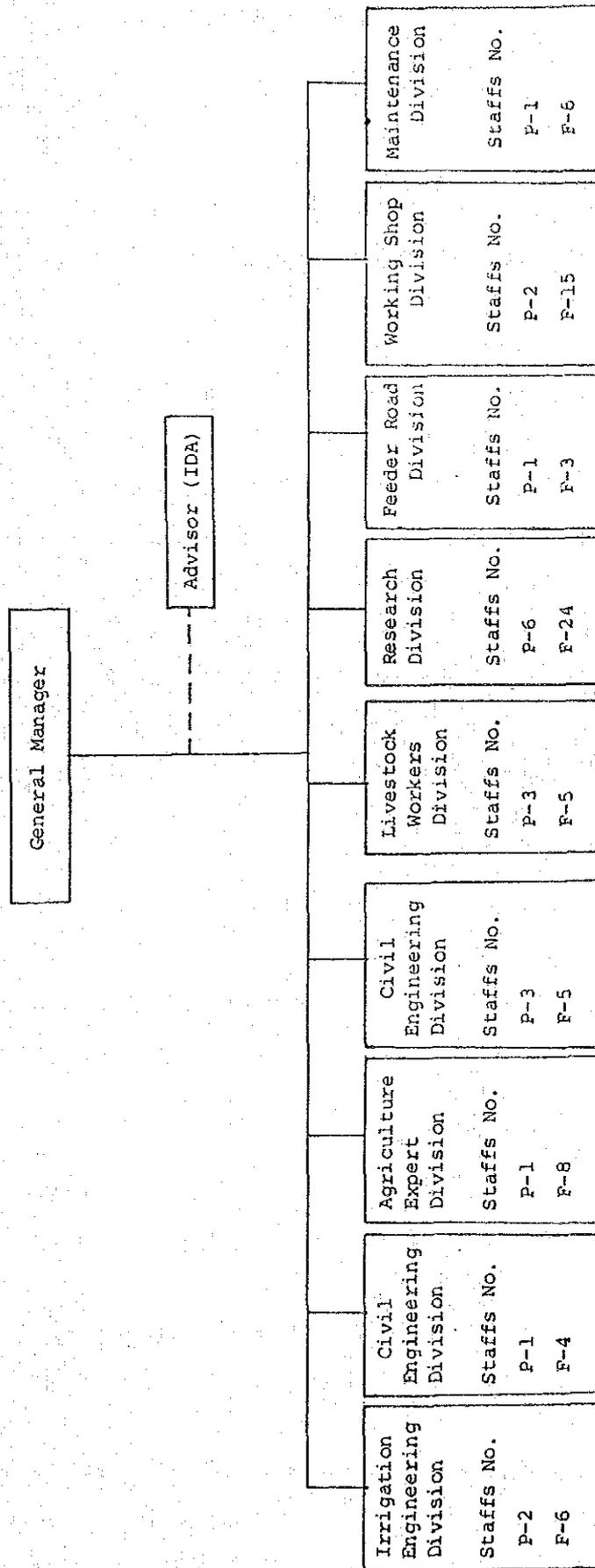


図2 ワディアール・ジョーフ開発計画部組織図



(Note) Staffs No. P-3 : Present Number of Staffs
F-5 : Future Number of Staffs

3. 計画地域の概要

3.1 計画地域の一般現況

1) 一般事情

ワディ・アル・ジョーフ地区は、サナの北東145 Km, 車で4~5時間程の道程にある。途中サナ~マリブの舗装道路から分かれ、未舗装の支道に入る。ワディ・アル・ジョーフ地区に於ける道路は全て未舗装である。

本地区はアル・ジョーフ県の行政区域の一部を占め、その総面積は150,000 haにも達する。人口は5万人程で、アル・ジョーフ県全人口の60%を占める。県都はワディ・アル・ジョーフの下流地域にあり、最も人口の多いAl Hazmである。Al Hazmには各省の出先機関が集中していて、当地域唯一の医師のいる病院等各種公共施設が整っている。当地域は行政区域としては、中流部から上流部にわたってのAl Matammah 郡と中流部から下流部にわたってのHazm Al Jawf 郡の2つの行政区に大きく分けられる。

当地域は東側を除いて山地に囲まれており、これらの山地からWadi Madhab, Wadi Al Khalifah 及びWadi As Saghi 等河川が流入し、合流してWadi Al Jawf となり、東側のアル・ルフ・アルハリ砂漠へ向って流出している。ワディ・アル・ジョーフ地域はこれらのワディが洪水時に運んだ細砂・礫よりなる沖積堆積物より構成されていて、比較的平らである。

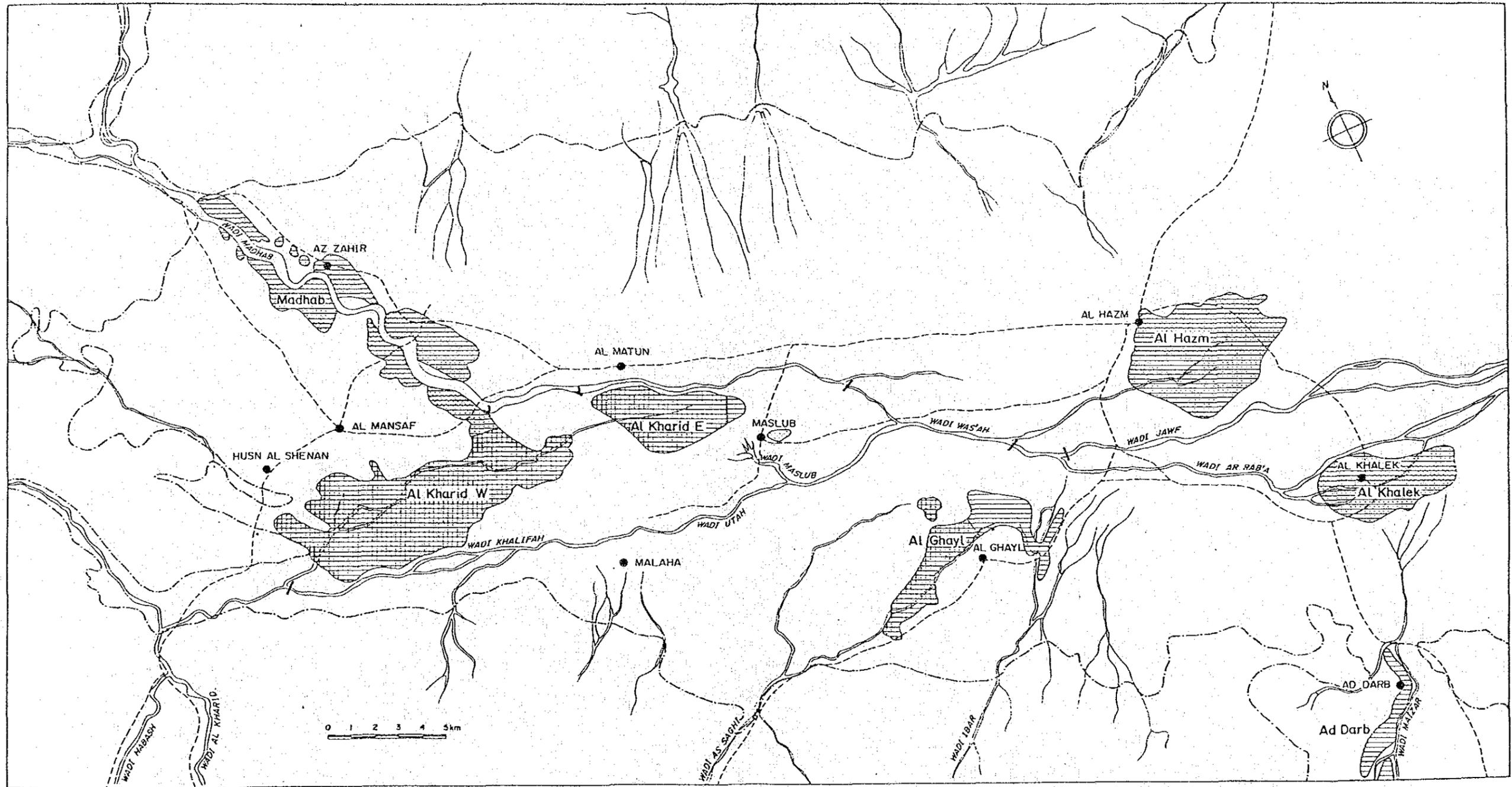
村落はこの平地の中に、かなりの距離(平均距離3~4 Km)をおいて、ワディ沿いの比較的小高い部分に立地している。集落は比較的かたまって分布し、その中心部にはモスク・商店街等が形成されている。

ワディ・アル・ジョーフ地域の唯一の産業は農業であり、利水方式により4つの農業形態に分けられる。この詳細について以下に述べ、その利水方式の地域分布を図3に示す。

- ① Wadi Al Kharid と Wadi As Saghi のように通年してワディに水流がある場合の定常灌漑及び洪水による灌漑方式
- ② Wadi Madhab 及びワディ・アル・ジョーフ下流地域(Al Hazm 等)のように洪水による灌漑と一定時期にしかワディに水流が存在しないために井戸によって水不足を補い灌漑する方式
- ③ Maslub 近辺地区のように井戸水によってのみ農業灌漑する方式
- ④ Wadi Al Kharid や Wadi As Saghi の下流地域のように洪水によってのみ灌漑する方式

今回の現地調査によれば、ほとんど全ての村落で農業用の灌漑井戸が多数あり、多量の井戸水を揚水機械により揚水し、利用していた。これらの灌漑用水により、モロコシ類(ソルガム), コムギ, オオムギ, トマト, メロン, アルファルファ, 柑橘類が生産されている。こ

図3 農業かんがい利水方式



TOPOGRAPHIC LEGEND

- ROAD
- WADI / CANAL
- VILLAGE
- LIMIT OF MOUNTAIN AREA
- DIVERSION DAM
- ⌞ DEFLECTOR GROUPE

AGRICULTURAL AREAS AND PRESENT IRRIGATION PRACTICES

- PERENNIAL FLOW AND SPATE IRRIGATION
- WELL AND SPATE IRRIGATION
- WELL IRRIGATION
- SPATE IRRIGATION

Al Kharid W NAME OF AGRICULTURAL AREA

これらの井戸はほとんど個人所有のものであるが、給水用水源のない村落では村人の生活用水としても利用されている。

2) 地形・地質

ワディ・アル・ジョーフ地区は、西、南、北の三面を中生代ジュラ紀のアムラン石灰岩や基盤岩類である先カンブリア紀の花崗岩、片麻岩より構成される標高1,800~2,000 mの山地によって囲まれる低地であり、東方向に向かって標高は僅かずつではあるが低下し、アル・ルフ・アルハリ砂漠に続いている。本地域はワディ下流の Al Hazm から上流まで長さ約50 Km、巾は約25 Kmあるのに比べ、標高は Al Hazm 近辺で1,100 m、上流で1,150 mであり、その標高差は約50 m位しかなく、極めて平坦な地域であるといえる。山地からは北西方向からWadi Madhab、西南方向よりWadi Khalifah、南側よりWadi As Saghi がワディ・アル・ジョーフ地域に流れ込み Wadi Al-Jawf となって東方向に流下している。ワディはこの地域の中・下流部に於いて、幾筋もの巾広い流路を作り、自然堤防と流水路の入り組んだ地形となっている。ワディは山地から運搬した礫混り細砂よりなる沖積層を厚く堆積させている。礫は山地からワディの低地へ変化する地点で特に堆積が多く見られた。この砂礫層は Al Hazm 近辺で深度約90 mまで続いていて、その下部にアムラン石灰岩層、そしてさらにその下部に古生代オルドビス紀のワジド砂岩が分布し、最下部には基盤岩類である先カンブリア紀の岩石類が存在しているものと推定される。地表に分布している周辺の岩石から判断するかぎり、アムラン石灰岩、ワジド砂岩、先カンブリア紀の岩石類は共に硬い、続成作用の良く進んだ岩石である。

3) 気 候

気候は北イエメンの他地域と同様、3~8月迄の雨期と9~2月迄の乾期に分けられる。降水量はワディ・アル・ジョーフ地域での観測資料が無いため、周辺の観測所(ワディ・アル・ジョーフ地域の南約30 KmのHuth)の降水量から50~200 mm/年であろうと推定される。雨期には通常3~4月と7~8月の年2回の降雨ピークがある。気温は夏期には特に高くなり、6~8月には平均最高気温で42度に達し、逆に冬期には気温が低くなり、平均最低気温で0度である。また、相対湿度は冬期の10%から夏期の85%まで変化する。

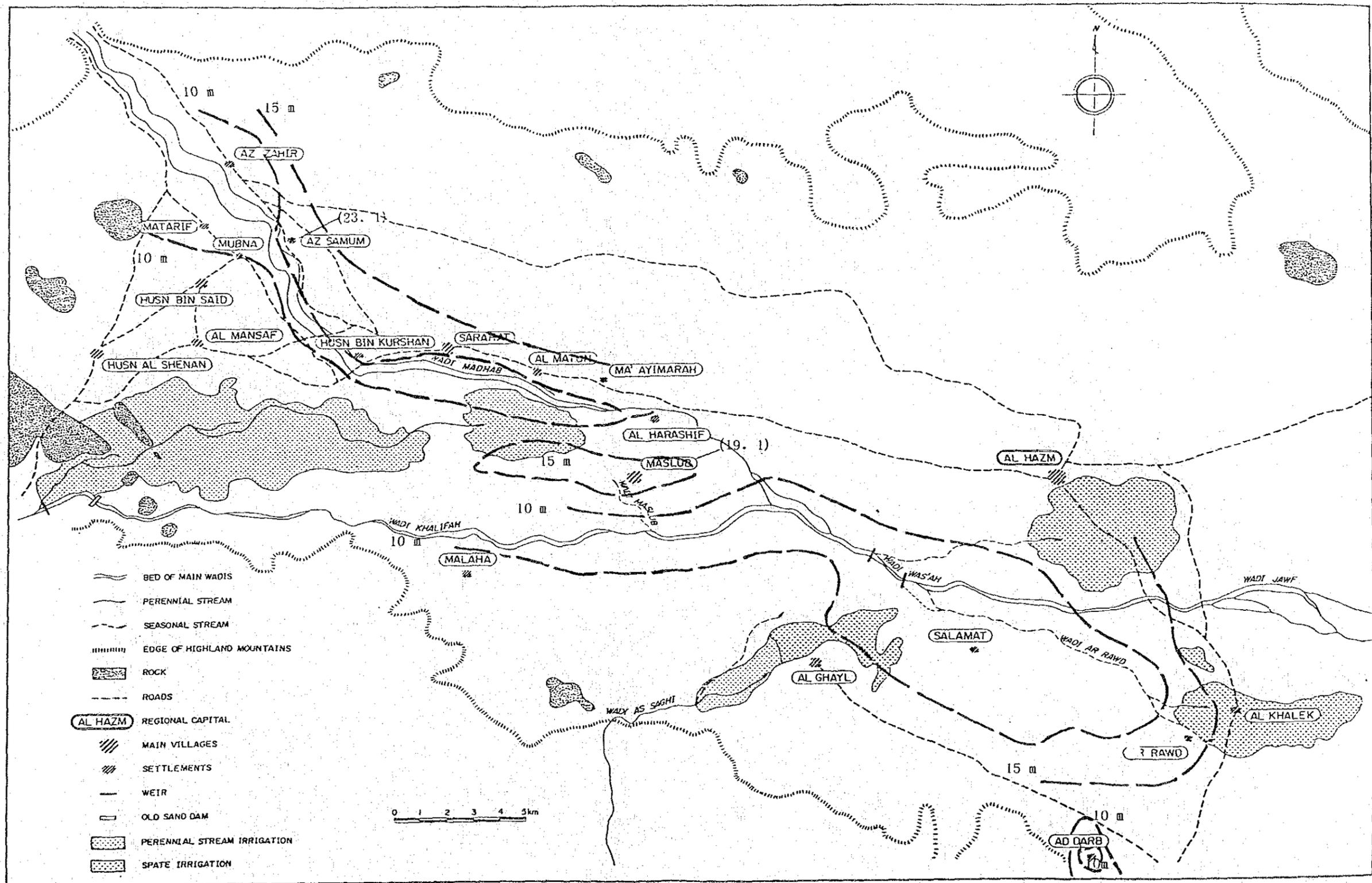
以上に述べた様に、夏期には雨期があり、高温で蒸し暑く、反対に冬期は極端に乾燥して寒い、通年して寒暖差の激しい気候であるといえる。

3.2 水理地質及び水質の概要

調査対象地域であるワディ・アル・ジョーフ地区は、山地から流入するワディによって運ばれた細砂によって覆われている。これらの堆積物は、雨期にワディ一帯に広がって流下する洪水によって山地から大量に運ばれ、当地域に堆積する。今回の調査に於いてはワディのかなり上流部の地域(Wadi MadhabのMubna村付近)に於いても乾期のためか水流を見ることはなかったが、雨期にはワディに限らず、この地域一帯のかなり広い地域にわたって河水が汎濫する

図4 地下水面図(SIR ALEXANDER GIBB & PARTNERS, 1977年)

(23.1): 事前調査による測定値



ことが、地形や部落周囲に築かれた洪水防止用の低い土手（高さ＝50 cm程度）からも観察することができた。

当地域の堆積物は低地では細砂が多いが、ワディ上流部の山地に近づくにつれ、中礫が多く堆積する。Al Hazm 近辺で、この礫混り砂層は途中塩分を多く含んだ粘土を狭在しながら40～50 mの深度まで分布している。それより以深約90 mまでは礫が優勢な地層となる（公共事業省、Mullik さく井部長による）。90 m以深は中生代ジュラ紀のアムラン層群（石灰岩）が、その下部には古生代オルドビス紀のワジド砂岩が分布する。最下部には基盤岩類である先カンブリア紀の花崗岩・片麻岩が分布しているものと推定される。

地表から深度40～50 mまでに分布する礫混り砂層はきわめて良好な帯水層となっており、ワディの表流水は伏流して地下を流れているものと考えられる。事前調査によって測定された地下水位は、乾期でワディの伏設水量が少ないためか Maslub と Az Samum の2地点で英国コンサルタント（S. A. GIBB^{（註1）}）測定のものより低く、20～23 mであった。地下水面図（図-4）によれば、伏流した地下水はワディの中央部で水位が高く、西側から東方向に向かって流れていることが明らかである。Maslub 村での灌漑用浅井戸（深度20 m）の観察結果によれば、静水位から井底までの湛水深は約2 m程度しかないにもかかわらず、約300 ℓ/分の水量を1日6～8時間連続揚水出来るという事実は、この帯水層の水量がきわめて豊富で、この程度の揚水量では水位降下がほとんどないことを示している。

対象地域に於ける各村落には、灌漑用又は村落給水用の浅井戸・深井戸が多数掘られ、その深度は浅井戸で10～40 m、深井戸で90～130 m程度である。これらの井戸水は帯水層の状況から考えて不圧地下水であるか又は局部的に分布している粘土層の為、部分的に被圧されている地下水であろうと推定される。

一方、これらの地下水の水質は S. A. GIBB によれば、ワディ・アル・ジョーフ地区の中央部と東部に於いて悪く、2000 $\mu\text{V}/\text{cm}$ 以上の電気伝導度を示す。水質が比較的良好なのは西部の Wadi Madhab の上流及び中流域の一部地区である。これらの地域の S. A. GIBB による浅井戸の水質調査結果を図5に、西ドイツコンサルタント（AGRAR^{（註2）}、1981）による深井戸のボーリング地点を図6に、井戸深度及びEC値を表3に示す。浅井戸の水質調査結果（図5）に於いて斜線で囲まれた地域は特に水質が悪く、また、この地域でのテストボーリングによる深度30～200 mまでの深井戸の水質測定結果（図6）も全て悪く、WHO水質基準を大きく上廻っており、この地域では200 mまでの深度に於いては、浅層・深層地下水と

（注1） S I R A L E X A N D E R G I B B & P A R T N E R S (1977): Development of Wadi Jawf, Stage 1, Preliminary Report

（注2） A G R A R - U N D H Y D R O T E C H N I K G M B H (1981): Well Drilling Programme, Supervision Report

図5 浅層地下水の水質 (SIR ALEXANDER GIBB & PARTNERS, 1977年)

(電気伝導度)

(4,500) : Electrical Conductivity in micromohs/cm

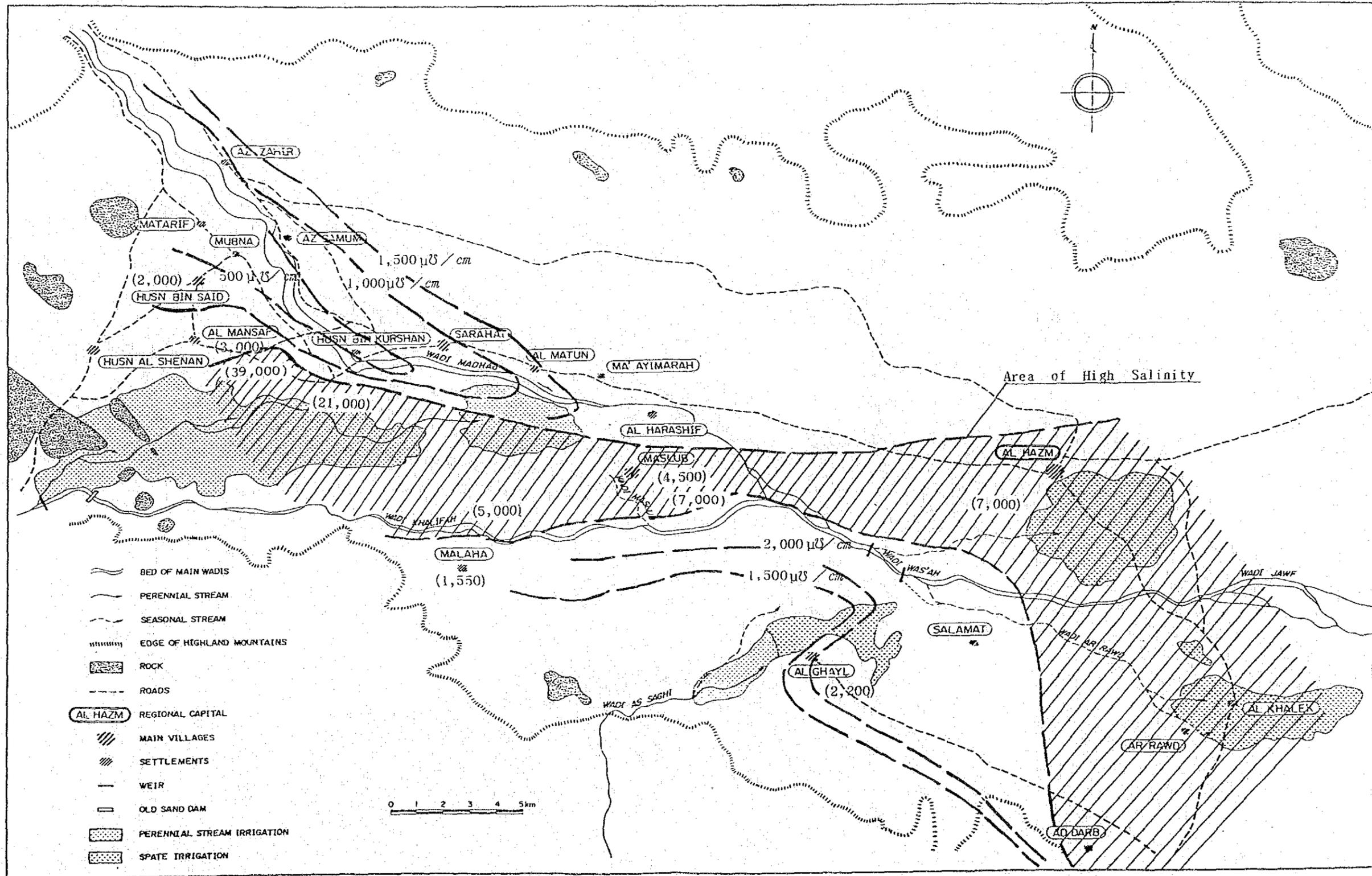


図6 深井戸(試験井)の掘削地点(AGRAR-UND HYDROTECHNIK GMBH, 1981年)

(代表的試験井の井戸深度, 電気伝導度)

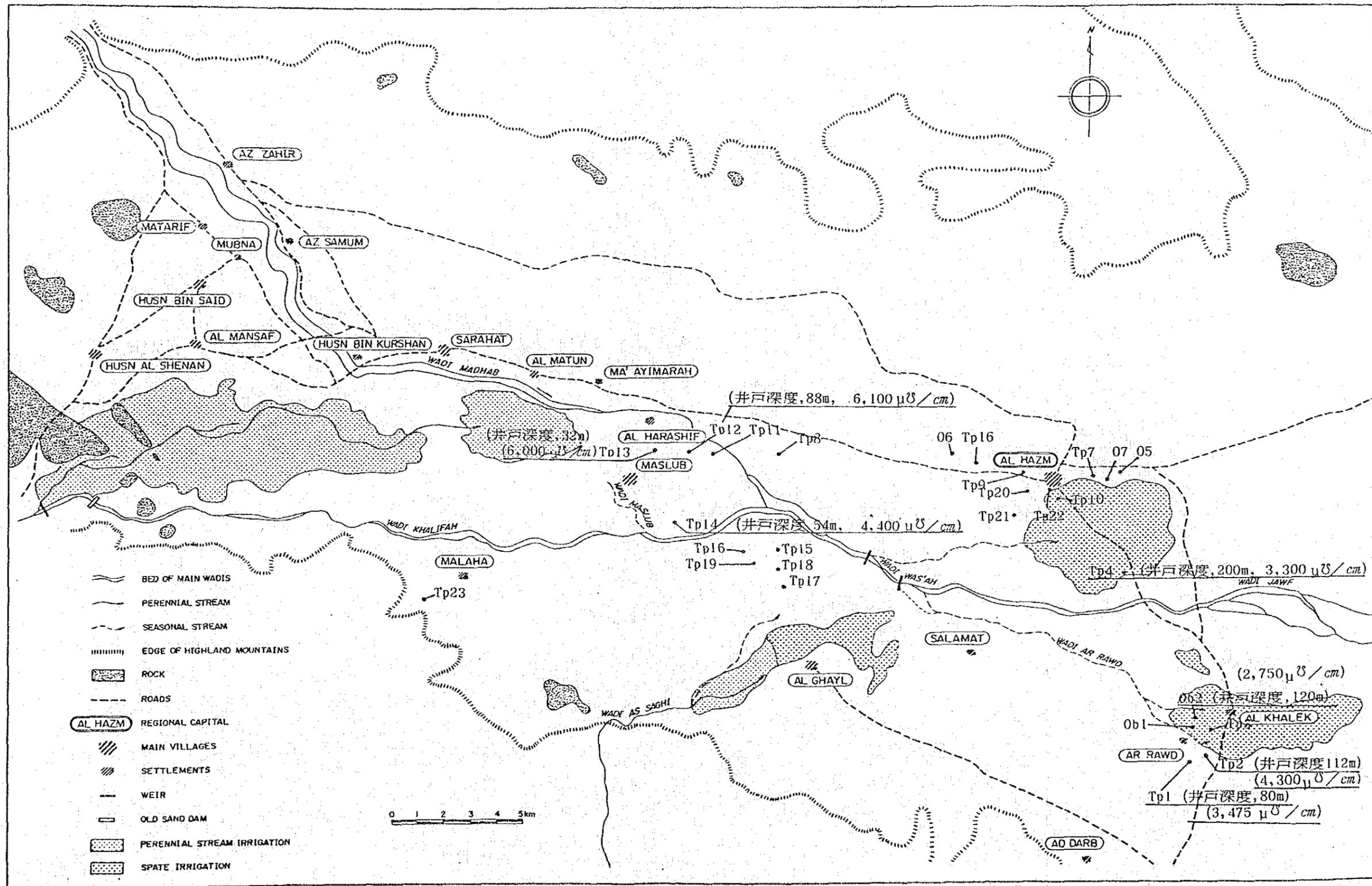


表3 試験井の深度と水質

井戸№	井戸深度	電気伝導度 ($\mu\text{V}/\text{cm}$)
Tp 12	88 m	6,100
Tp 14	54 m	4,400
Tp 4	200 m	3,300
Tp 2	112 m	4,300
Ob 2	120 m	2,750
Tp 1	80 m	3,475
Tp 13	32 m	6,000

(他の井戸・EC等についてのデータ不明)

も水質が悪く、飲用にはまったく適さないことを示している。

ワディ・アル・ジョーフ地区の地下水について、事前調査団は現地で水質判定の目安になる電気伝導度測定を実施し、さらに浅井戸・深井戸の井戸水、湧水をサンプリングして国内に持ち帰り分析した。その結果、今回の現地水質調査についても同様な結論が得られた。事前調査団による現場測定によって得られた電導度値と水質分析結果を表4及び地域図(図7)に示す。電気伝導度についてはS. A. GIBB(1977)、AGRAR(1981)の調査結果と同様な水質一地域分布を示した。水質分析結果では、電気伝導度が高くなるとCl、SO₄、Na、硬度成分が非常に高くなり、WHOの飲料水水質基準を越える。

以上の結果を総合してみると、既存資料から地下水の水質が良好であると判断されるのは、Wadi Madhabの上流及び中流域でワディの流路に近い地域である。そしてワディ・アル・ジョーフの下流に行くに従って水質が悪くなる。解析の結果によれば、飲料に適している良質の地下水が得られると推定される村落は、(1) Az Zahir, (2) Husn Bin Kurshan, (3) Mubna, (4) Matarif, (5) Al Harashif, (6) Az Samum, (7) Sarahat, (8) Ma' Ayimarahの8サイト^(注1)である。これらの村落のうち、Az Samum, Sarahat, Ma' Ayimarahの3サイトについては現地調査によって水質が良好であることが確認された。

水質について更に検討を要する村落は、ワディ・アル・ジョーフ地区中流域の南縁部に位置している(1) Malahaの1サイト^(注1)である。このサイトは、今回の事前調査で現場踏査が実施されなかった村落であり、既存資料からのみでは、その水質について最終的に判断できなかった。

また、既存資料から水質が悪いと判断される地域は、ワディ・アル・ジョーフ地区上流部西部に

(注1) 基本設計調査対象サイトとしては、水質の良好な8サイトのうち、(7) Sarahat, (8) Ma' Ayimarahは大統領令による給水施設が完成しているため除外され、残りの6サイトに、水質について更に検討を要する村落(1) Malahaが水質において許容範囲内にあると判断されたために、これに加え、最終的に7サイトとした。

表 4. 調査サイトの地下水水質

サイト名	井戸種類	井戸深度 (m)	地下水位 (m)	電気伝導度 ($\mu u/cm$)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	(全硬度) (ppm)
(1) Al Hazm	P-深井戸			2,900	191	1,015	207	157	82.2	735
	M-深井戸			5,000	358	838	255	192	110	938
(2) Maslub	灌-浅井戸	20.1	19.1(静)	2,900	314	1,054	571	166	135	978
(3) Al Mansaf	灌-深井戸	100(開)		2,950	522	1,070	490	262	127	1,184
(4) Al Khalek	給-深井戸	150(開)		2,000	306	371	201	104	74.3	570
(5) Al Ghayl	飲-湧水			5.40	3.4	139	58	60	4.4	332
	灌-浅井戸	16.3	15.3(動)	2,600	657	1,960	740	371	221	1,848
(6) Ma' Ayimarah	P-深井戸	210(開)		1,500	30	88	45	59	25	250
(7) Sarahat	P-深井戸	150(開)		1,000	16	46	26	44	22	201
	灌-浅井戸	10-40(開)								
(8) Saramat	P-深井戸			2,600	260	763	245	205	109	967
(9) Az Samum	灌-浅井戸		23.1(静)	560	22	57	20	46	29	236

(注) P : 大統領令により農水省により掘削された井戸, M : 大統領令により公共事業省により掘削された井戸

灌 : 農業灌漑用の個人所有井戸 給 : 給水用井戸

飲 : 特に水質が良いため地域一帯の飲料用水源となっている井戸

(動) : 聞き取りによって得られた情報 (静) : 静水位 (動) : 動水位

WHO飲料基準 : Cl⁻ < 200 ppm, SO₄ < 200 ppm, Ca < 7.5 ppm, Mg < 50 ppm, 全硬度 < 100 ~ 500 ppm

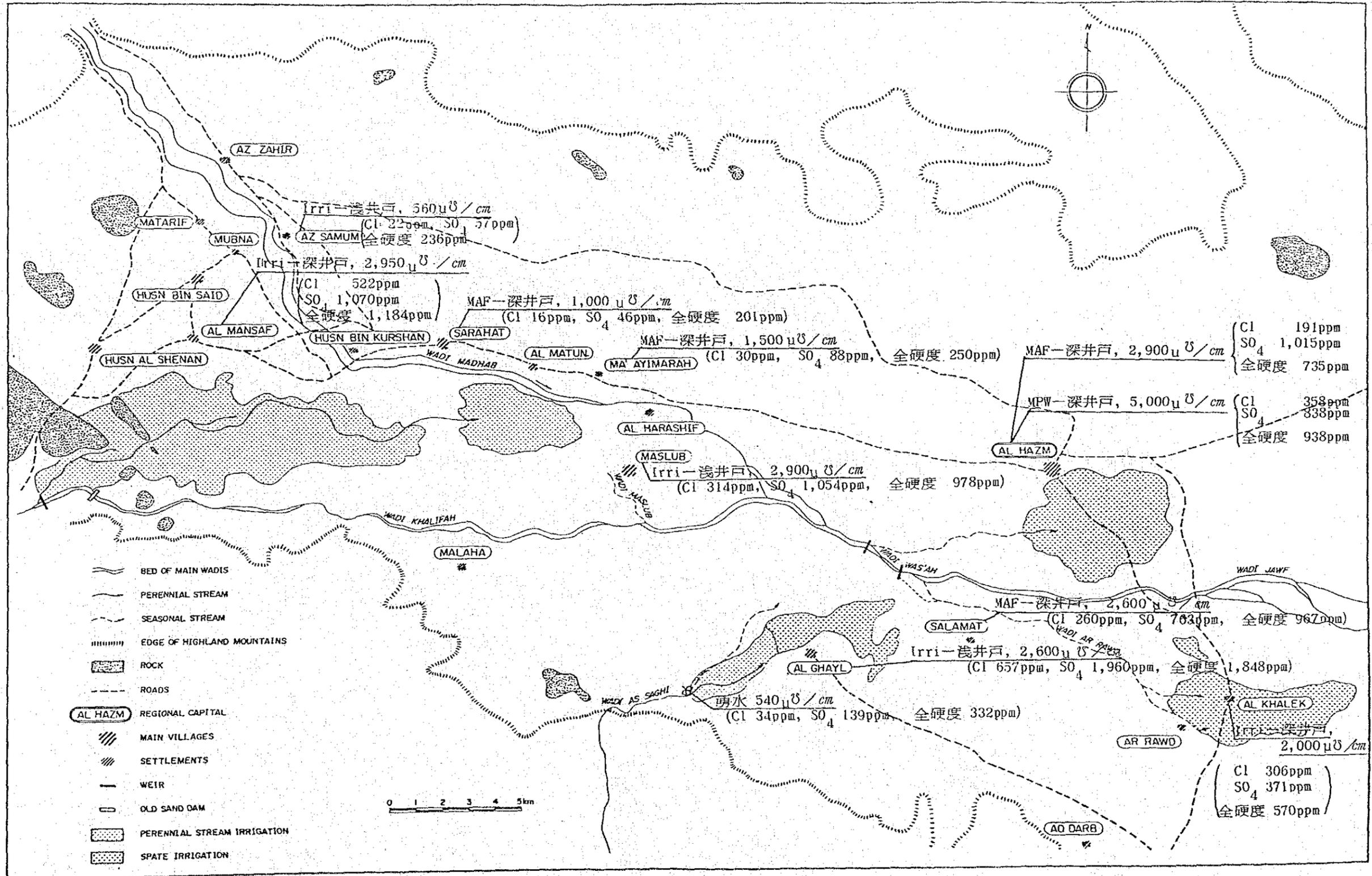
電気伝導度 < 2000 $\mu u/cm$

図7 事前調査団による水質分析結果

(電気伝導度, 塩化物, 硫酸, 全硬度)

Irri: 農業用かんがい井戸

MPW: 公共事業省, MAF: 大統領令による農水省建設井戸



ある(1) Husn Bin Shenan, (2) Al Mansaf, (3) Husn Bin Said 及びワディ中・下流域の(4) Ar Rawd, (5) Al Matun, (6) Maslub, (7) Al Hazm, (8) Salamat, (9) Ad Darb, (10) Al Ghayl, (11) Al Khalek である。これらのサイトのうち Al Mansaf, Al Matun, Maslub, Al Hazm, Salamat, Al Ghayl, Al Khalek は現地調査により確認された。

尚、既存資料中にみられなかった弗素に関する現地採水サンプルの分析結果は、溶存成分が多い、基本設計調査対象サイトとなっていない Al Ghayl の地下水で、WHO 基準の 1.0 mg/l を上まわる 2 mg/l という値が得られている。基本設計調査時に於いては弗素について留意を要する。

3.3 生活用水給水状況

ワディ・アル・ジョーフ地区の上流から下流域にわたって散在している計画対象村落(20 サイト)は、それぞれ農業灌漑用、生活給水用のいずれかの目的で利用される浅井戸或いは深井戸を有する。このうち6サイト(Al Hazm, Al Matun, Ma' Ayimarah, Husn Al Shenan, Sarahat, Salamat)で、農水省が大統領令によって給水施設(深井戸, ポンプ, スチール製高架タンク)を完成させている。また, Al Hazm には公共事業省によって建設された給水施設もある。

水源に関しては、既に述べたように、水量的にはほとんど問題はないが、水質が飲用に適していると考えられるのは、ワディ上流及び中流域の Wadi Madhab の河道中心及びその周辺の一部地域のみで、その他の多くのサイト(ワディ中, 下流域)では水質の点で飲用に適していない。本地域では、給水施設の有無、水質の良・不良^(注1)により、生活用水のための種々の水利用形態が見られる。以下にそれぞれの給水形態に従って述べる。

(1) 大統領令による給水施設があり、水質の良好な村落

サイトとしては、ワディ上, 中流域に位置する Ma' Ayimarah と Sarahat が挙げられる。いずれも村のほぼ中心部に給水施設があり、タンク直下で配管止めとなっているため、村人、特に婦人がこれら給水施設の所まで来て、洗濯などをしたり、ポリタンク等で水を汲みに来ている。家屋と給水施設までの距離は遠方でも 200 m 位である。ワディ・アル・ジョーフは平地であるため、水運搬の労力は当国の山間地と違ってそれ程問題ではない。

水質は分析の結果、ワディ・アル・ジョーフ地区の他の地域と比べるとかなり水質が良好であるが、飲料水としては時々用いるだけで、通常は他地域から運んで来る売水を購入したり、

(注1) 水質の良・不良は、電気伝導度の測定値に今回の事前調査による井戸水分析値を加味して決定した。

これによれば、以下の通りである。

EC値, $< 1,000 \mu\text{S/cm}$ 水質良好

EC値, $> 1,000, < \text{約} 1,600 \mu\text{S/cm}$ 水質比較的良好

EC値, $> \text{約} 1,600 \mu\text{S/cm}$ 水質不良

煮沸後飲用に供している。村人は給水施設の揚水設備運転のために、その燃料代として1家族当りYR100^(注2)/月程度払って利用している。また、売水を購入するための水価は1~1.5m³当りYR100である。

(2) 大統領令による給水施設があり、水質が悪い村落

サイトとしては、ワディ下流に位置するAl Hazm, Salamat が当てはまる。給水施設があるものの、水質が非常に悪く飲用に適さないため、村人は家畜用、生活雑用水としてのみ利用している。村人は同じワディ下流域のAl Ghayl 付近に水質の良好な湧水があるため、小型トラックにより運搬したり、そこからの売水を飲料水として用いている。

(3) 給水施設が無く、水質が良好な村落

サイトとしては、ワディ上流部のAz Samumである。村には給水用の井戸はなく、個人所有の農業灌漑用が村周辺に複数掘削されている。水質は今回調査したサイトのうちで最も良好であり、村人は揚水設備運転のための燃料代として、一家族当りYR100/月程度支払い、井戸水を飲料用を含めた生活用水として利用している。

(4) 給水施設が悪く、水質が悪い村落

サイトとしては、ワディ上流西端部のAl Mansaf, ワディ中流部のMaslub, ワディ下流部のAl Ghayl, Al Khalek である。Al Mansafは村の中にただ1つの水源として灌漑用井戸がある。村人は水源が限られているために、井戸水の水質が飲用に不適であり、非常に悪いにもかかわらず、飲料水としても利用している。井戸揚水設備運転のための燃料代の支払い及びその費用は他の村落と同様である。他のMaslub, Al Ghayl, Al Khalek の村落はやはり複数の個人所有の灌漑用井戸を所有しているが、家畜用、生活雑用水として利用しているだけで、Al Ghayl付近の水質の良好な湧水を小型トラックで運搬したり、そこからの売水を購入したりしている。

各サイトに於ける給水施設の現況、水質等については付属資料、表A-3に示す。

(注2) 通貨換算値

$$1 \text{ YR} = \text{¥} 25.-$$

3.4 各村落の概要

本調査においては、全体計画の中で対象となっている20カ所の共同体(村落)のうちから、ワディに沿って上, 中, 下各流域の代表的村落を9カ所実地調査した。以下にその概要を記すが、このワディ・アル・ジョーフの低平地にあっては、他村落もその居住形態、生活状況は大同小異であると考察される。

1) Al Hazm ^(注1) (人口約3,000人)

注1) 人口はまだ正確な統計資料が整備されておらず、AGRARによる調査資料を参考として、現地における聞き取り、観察した家屋数等を基に推定した。

調査対象地域のワディ下流部に位置し、ワディ・アル・ジョーフ県の県都である。住民居住地区は、約300戸の泥作り、3階建て規模の民家が長径300m、短径100mの楕円型をした区域の中に密集している。街道からは南側の入口から入り、この入口付近に商店街、モスク等がかたまっており、いわゆるスーク（市場街）を形成している。学校、病院は居住区から150mくらい離れた地域に建設されているが、いずれも平屋建ての小規模なものである。しかし、医師のいる病院は当地域唯一のものである。県の行政機関である県庁はここからさらに数km離れた場所に独立して存在している。

用水としては、入口に近い居住地区西端に深井戸を水源とする簡単な設備が2カ所設けられている。1カ所は小さな高架タンク、他方には地上型タンクが付属しているが、給水管は両者共タンク止りであって、住宅には延びていない。

2) Al Khalek (人口600人)

Al Hazmと同様ワディ・アル・ジョーフ地域の下流部に位置する。半径250m程の円形の地域の中に学校・診療所・モスク・居住家屋がかたまっている。家屋数は約20戸である。村の中心に個人所有の深井戸と高さ4m位の小さな高架タンクがあり、村人は雑用水としてこれを利用している。飲料水は約9km離れたAl Ghayl村近辺にある湧水を運んできている。村落の周囲には灌漑用の浅井戸が多数あり、畑地灌漑のために使われている。

3) Salamat (人口400人)

ワディ・アル・ジョーフ下流部に位置する。長径約200m位の楕円型をした区域の中に35戸程度の家屋が散らばっている。中央部より少し西側に大統領令により作られた脚高7m位の高架タンク(約30m³)が存在する。タンク下にバルブがあり、村人がポリタンク等により井戸水を汲みに集まる。しかし、この水源は水質が悪いため、飲料水としては、Al Ghayl村付近の湧水を小型トラックを使って運搬するか、又は売水を1m³につきYR100で購入している。

4) Al Ghayl (人口800人)

Al Ghaylはワディ・アル・ジョーフの下流部南縁に位置する。長径約100m、短径約50m位の楕円型をした地区の中に約55戸程度の家屋が分布している。平屋建ての学校と病院が家屋から離れて西側に位置している。家庭雑用水や家畜の飲み水としては村の北西隅みに掘られた灌漑用浅井戸の地下水を村人は利用しているが、水質が良好でないため、飲料水としては、村人は村落から南西へ約7km程行った湧水を利用している。この湧水には、既に述べたように遠隔地の他村からも良質の水を求めて連日水汲みに集まって来ている。

5) Ma' Ayimarah (人口400人)

ワディ・アル・ジョーフ地域の中流部に位置する。東部Al Hazmから西部Az Zahirに通じる街道沿いに発達した村落で、街道の北側沿いに集落が分布する。給水施設は、街道南側に大統領令によって完成された深井戸水源とスチール製の高架タンクがある。タンク直下

の配水管の先端にバルブが付いており、村人達はここから用水を得ている。村人はロバ、又は人力によりポリタンクやゴム袋に水を入れ、各家庭まで運ぶ。同じ南側には浅井戸によって灌漑された畑地が広がる。家屋数は約35戸である。

6) Sarabat (人口800人)

Ma' Ayimarahと同様、ワディ・アル・ジョーフ地域の中流部に位置し、Al HazmからAz Zahirに通じる街道沿いに開けた村落である。街道の南側に街道から約300~400m離れて村落が存在する。この村落の家屋数は約60戸で村落の端から端までの距離は約400mである。村落のほぼ中央部に大統領令で作られたスチール製の高架タンクを備えた給水施設が存在する。村人はタンク直下の配水管のバルブを開閉することによって生活用水を得ている。飲料用としては煮沸するか、又は水売りから購入する。水の購入価格は他村の場合とほとんど同じである。街道沿いは商業マーケットとして発展中であり、40軒程度の店が新設され、当地域の他村落からも連日多数の住民が集まる。さらに新しいブロック作りの商店が建設されつつあり、昔ながらの泥でできた家屋の立ち並んだ旧村落とは著しい対称をなす。

7) Maslub (人口900人)

ワディ・アル・ジョーフ地域の中流部に位置する。MaslubはWadi Madhabの流路が幾枝にも分流する地点の小高い自然堤防の上にある。ワディは無数の流路と無数の自然堤防を作り、流路は雨期の流水の頃には常に流れを変えたり、この地域一帯を洪水となって巾広く覆うものと考えられる。村人によれば、洪水時村落の周囲は水に没し、汎濫後ただちに村の周囲に作物を植付ける洪水灌漑による方法を行っているとのことであった。

村は長径約300m、短径約100mの楕円型の地区の中に10~20軒と小さな集落を作り、その総家屋数は約75戸である。学校は村落の南東端部分に位置し、その外側地域に灌漑用浅井戸があり、畑地が広がっている。村人は水質が悪いため、飲料用には使用せず、専ら生活雑用水にこの井戸水を使用している。

8) As Samum (人口400人)

ワディ・アル・ジョーフ地域の上流部の平地に位置している。長径約150m、短径約60mの区域に広がる村落は中央部に商店・モスクを置く。村の中央部よりやや北西よりの集落の端近くに浅井戸があるが、建設としてから2~3年で干上がり、以後村内に井戸はなしとのことであった。現在、村人は村落周囲の畑を灌漑している浅井戸を利用している。水質が良いので、飲料用としても使っているとのことであった。村人はポンプ運転のためのディーゼルエンジンの燃料代として毎月YR30~50を井戸所有者に支払っているとのことである。

9) Al Mansaf (人口1,000人)

ワディ・アル・ジョーフ地域の上流部の平地に位置する。Wadi Madhabの左岸で、やや硬い地層の上にあたり一面中礫が散らばっており、この点で中・下流部の細砂からできた沖積層の地域とは対称をなす。各家屋はそれぞれ9~35戸位ずつまとめて5つの集落の塊を作

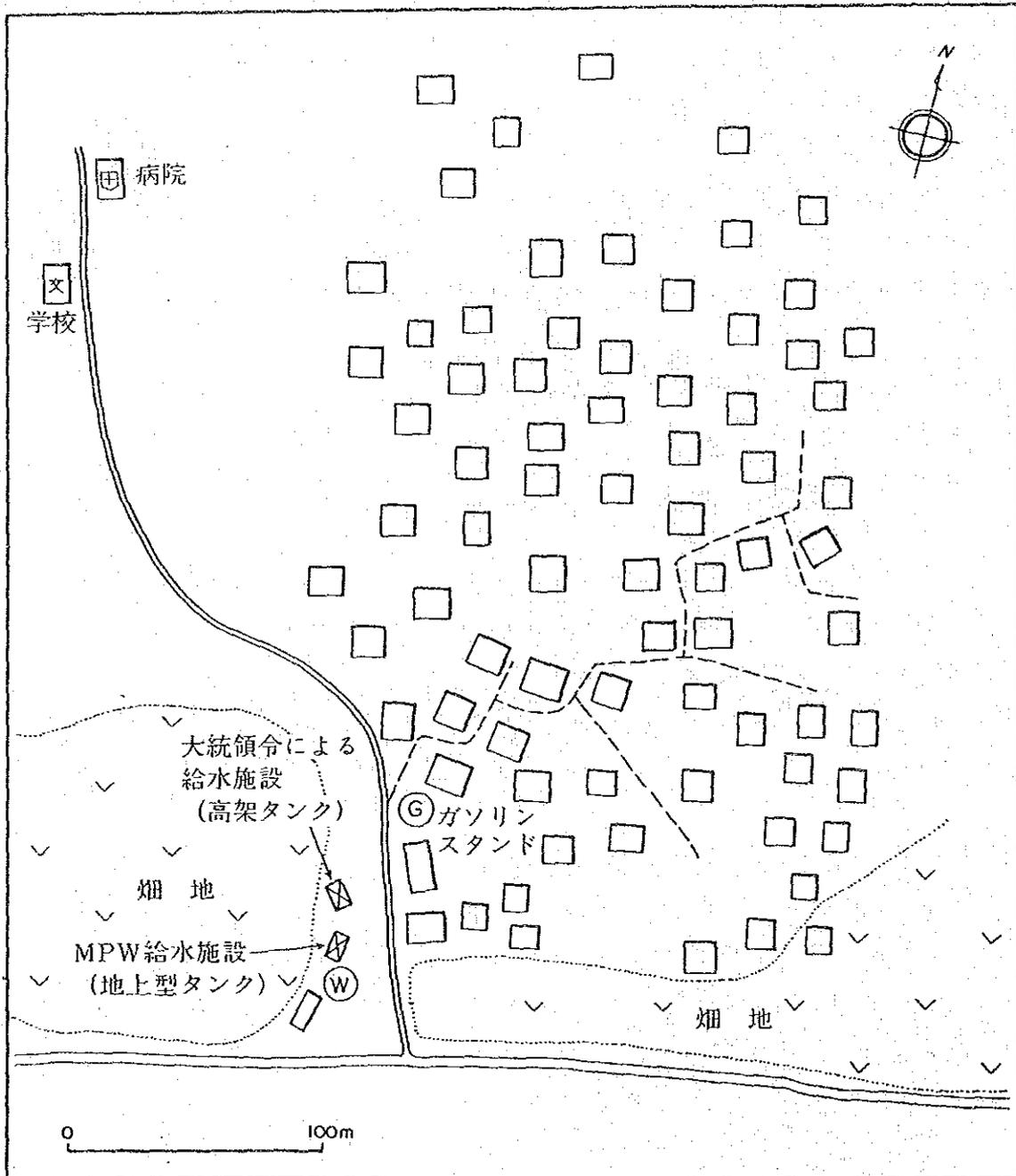
り、数百mお互いに離れて存在する。集落全体の家屋数は約100戸である。村落西端にある個人所有の灌漑用深井戸が家庭雑用水として使われている。この井戸の水質は悪く、村人は Ma' Ayimarah から水を運んでくる水売りから飲料に用いるために水を購入している。水の売価は他村と同様である。

村落形態を図8に示す。

図8 村落形態図

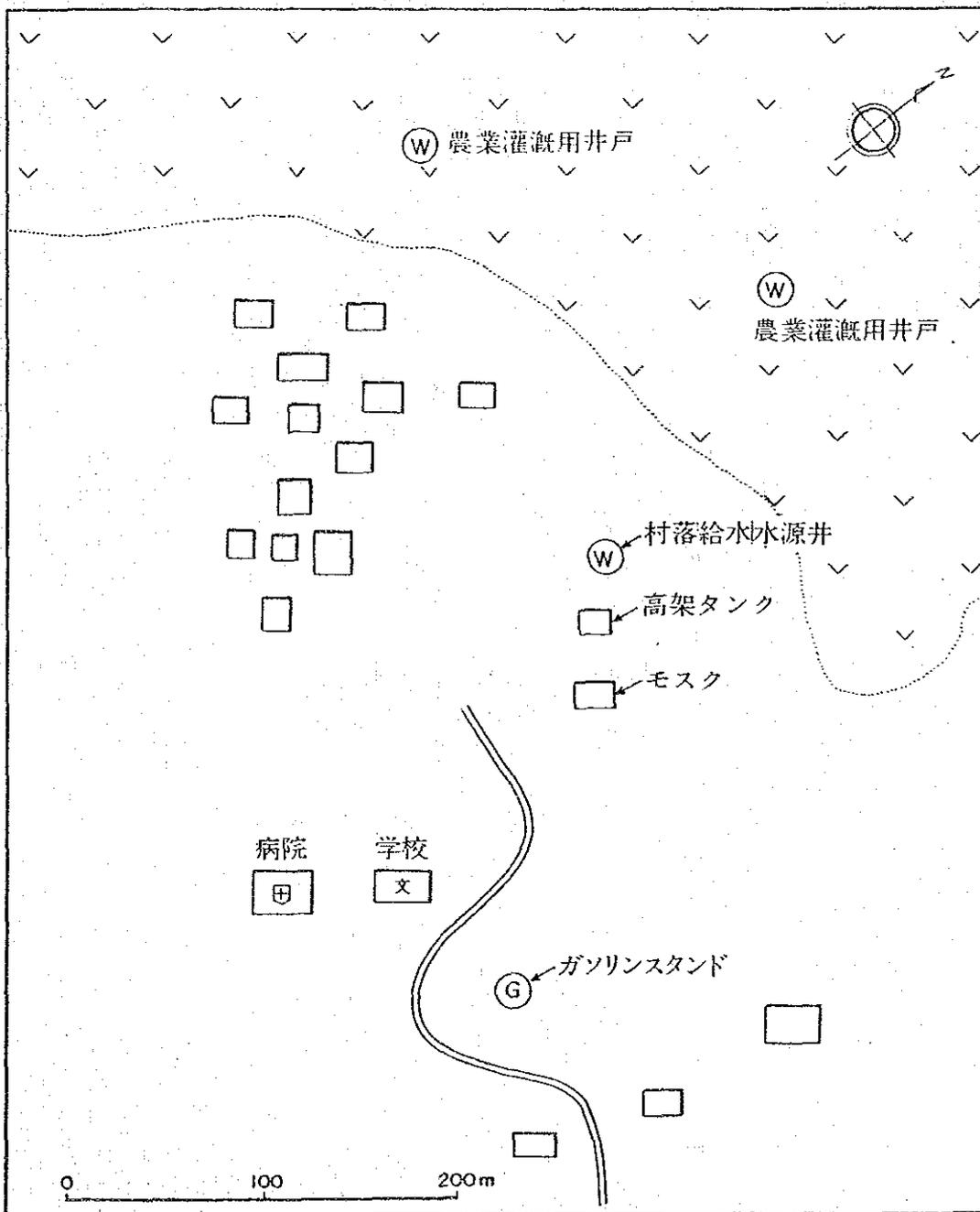
(1) AL HAZM

人口 3,000人 (家屋数 約300戸)



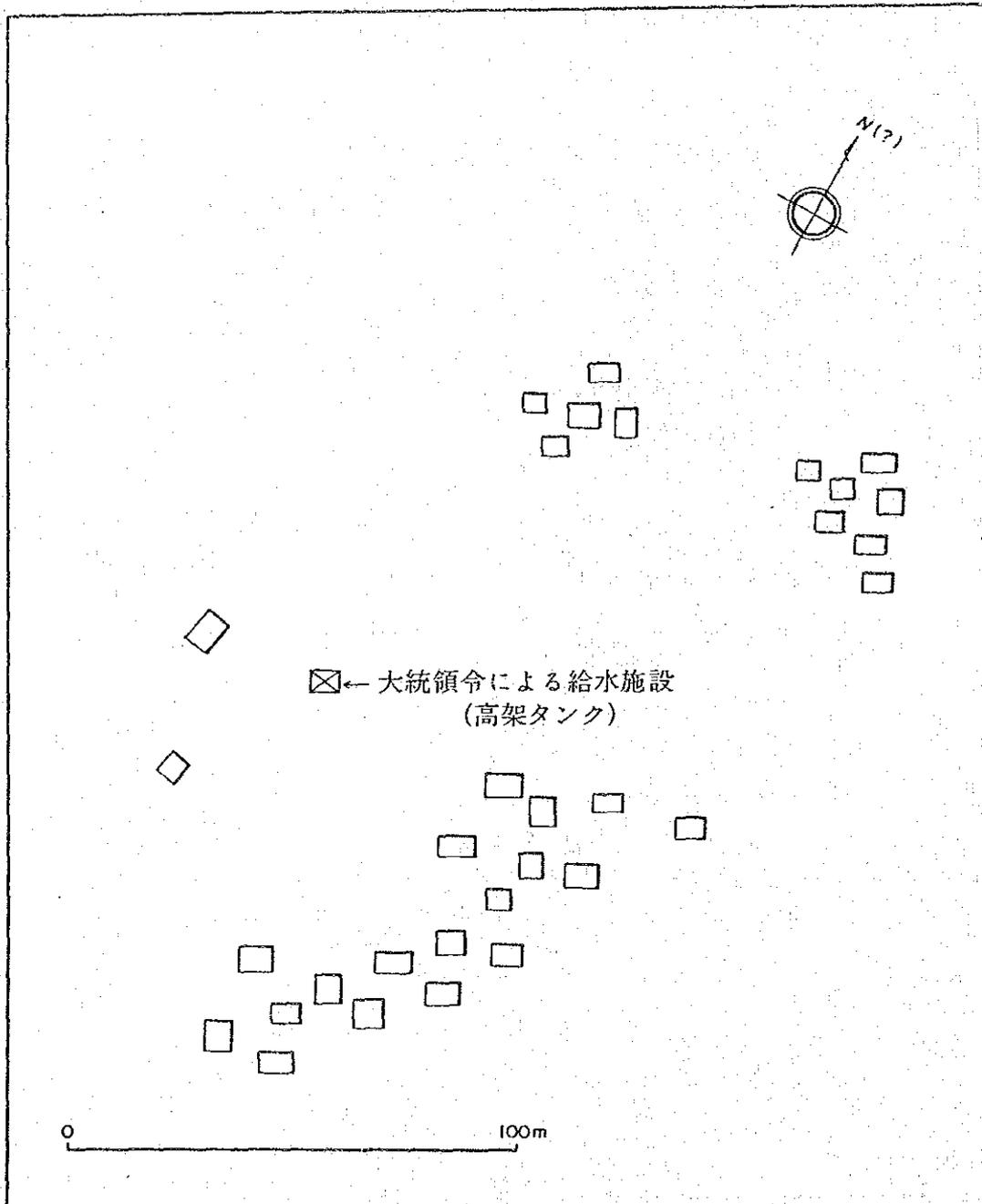
(2) AL KHALEK

人口 600人 (家屋数 約20戸)



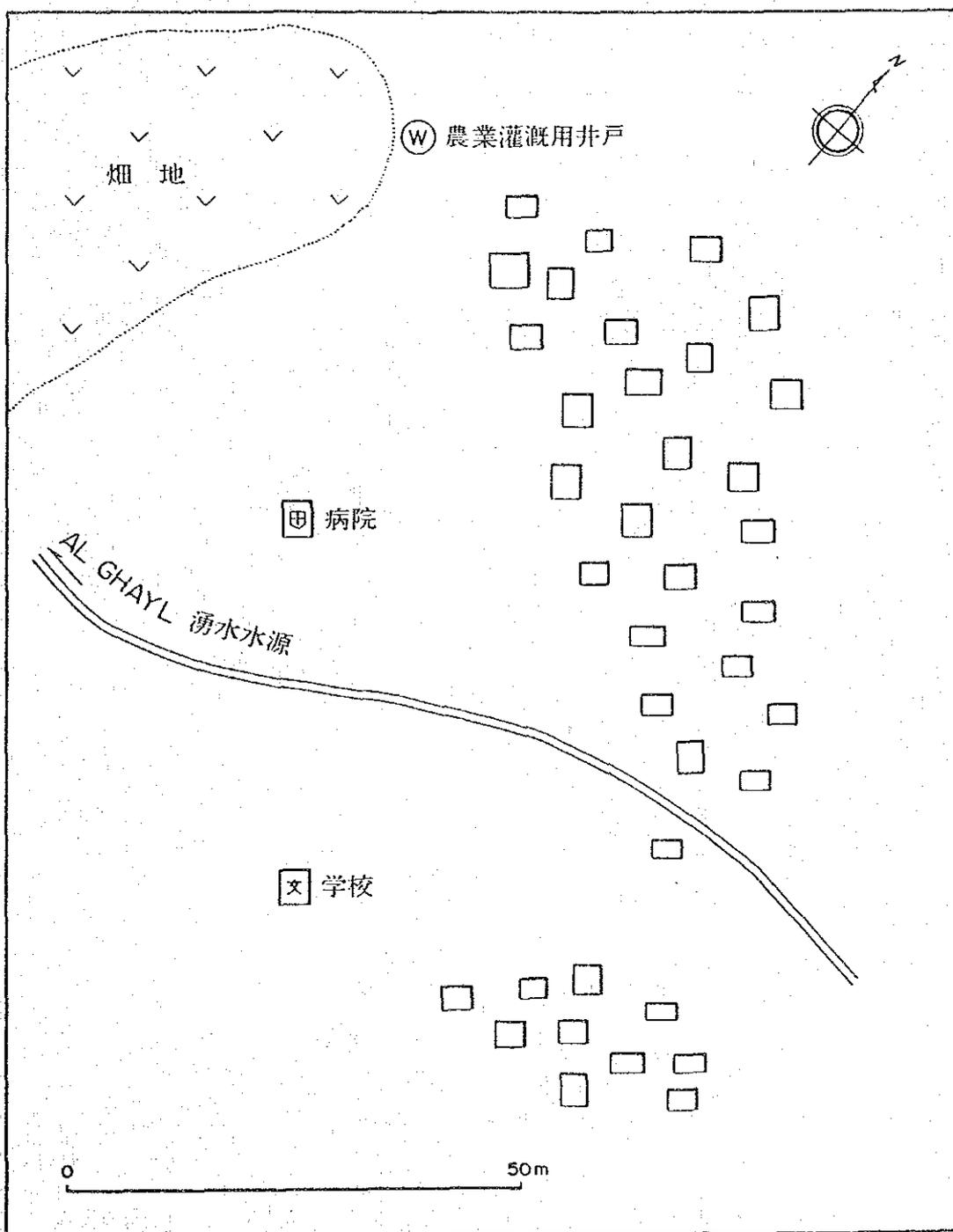
(3) SALAMAT

人口 400人 (家屋数 約35戸)



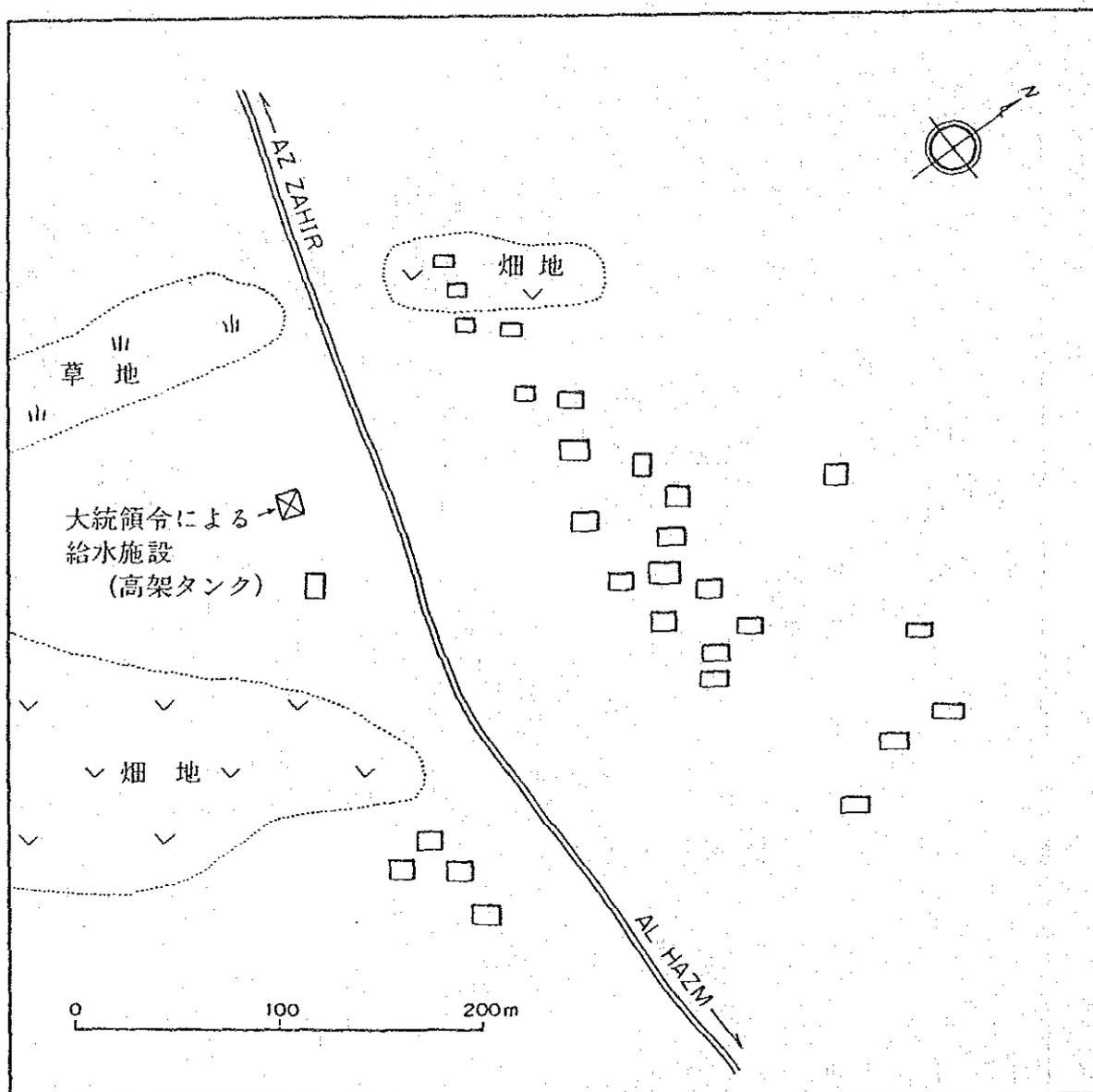
(4) AL GHAYL

人口 800人 (家屋数 55戸)



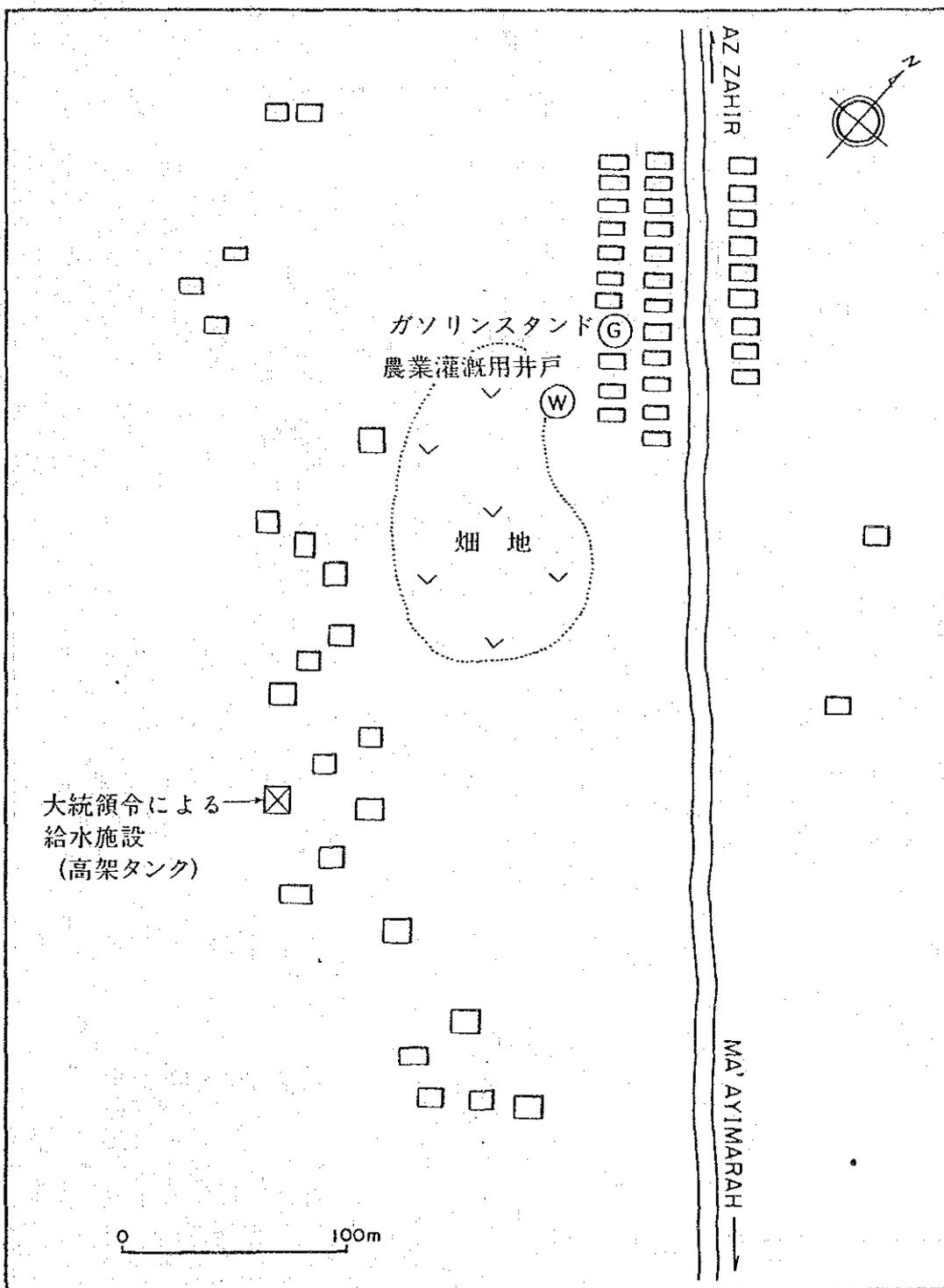
(5) MA' AYIMARAH

人口 400人 (家屋数 約35戸)



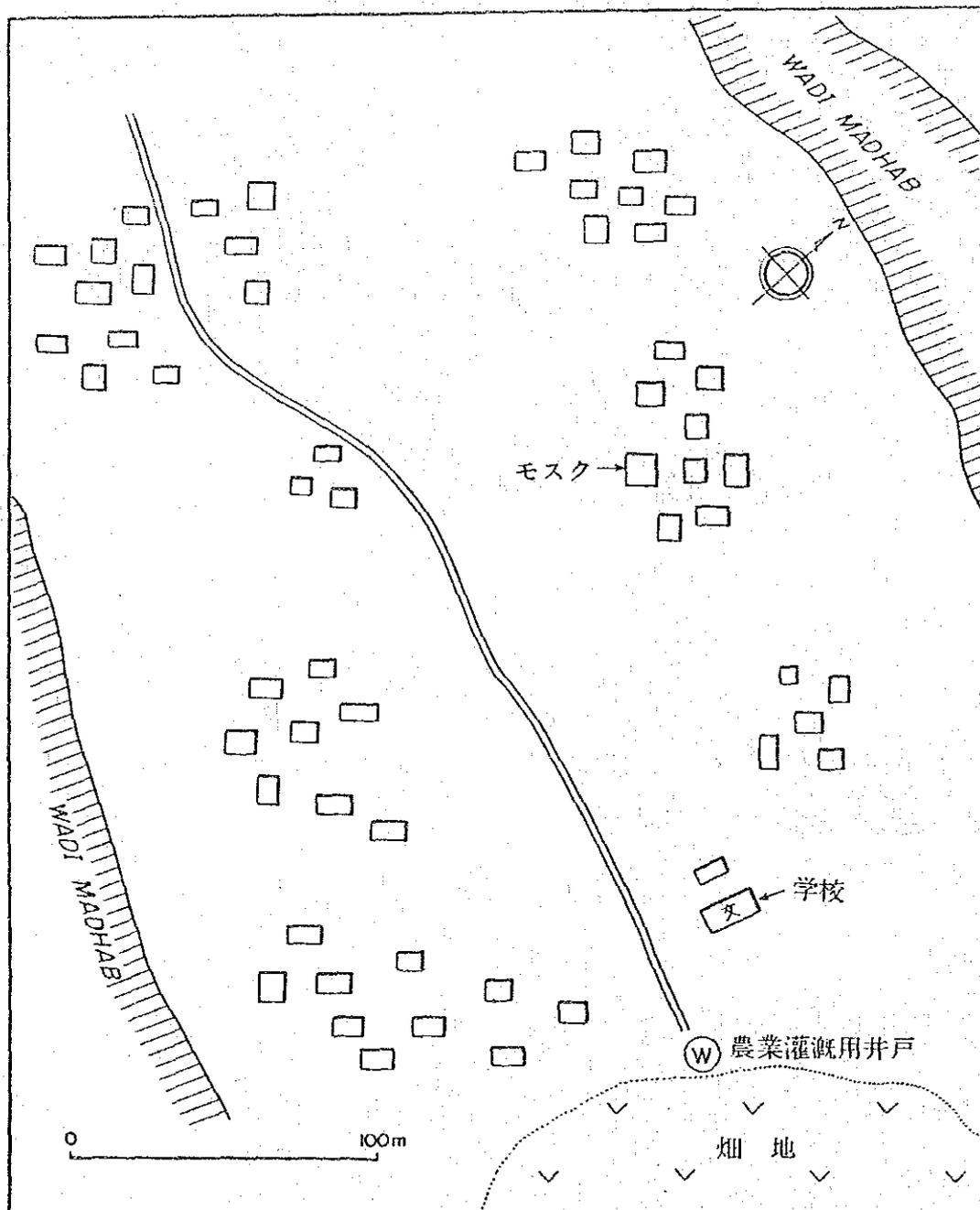
(6) SARAHAT

人口 800人 (家屋数 約60戸)



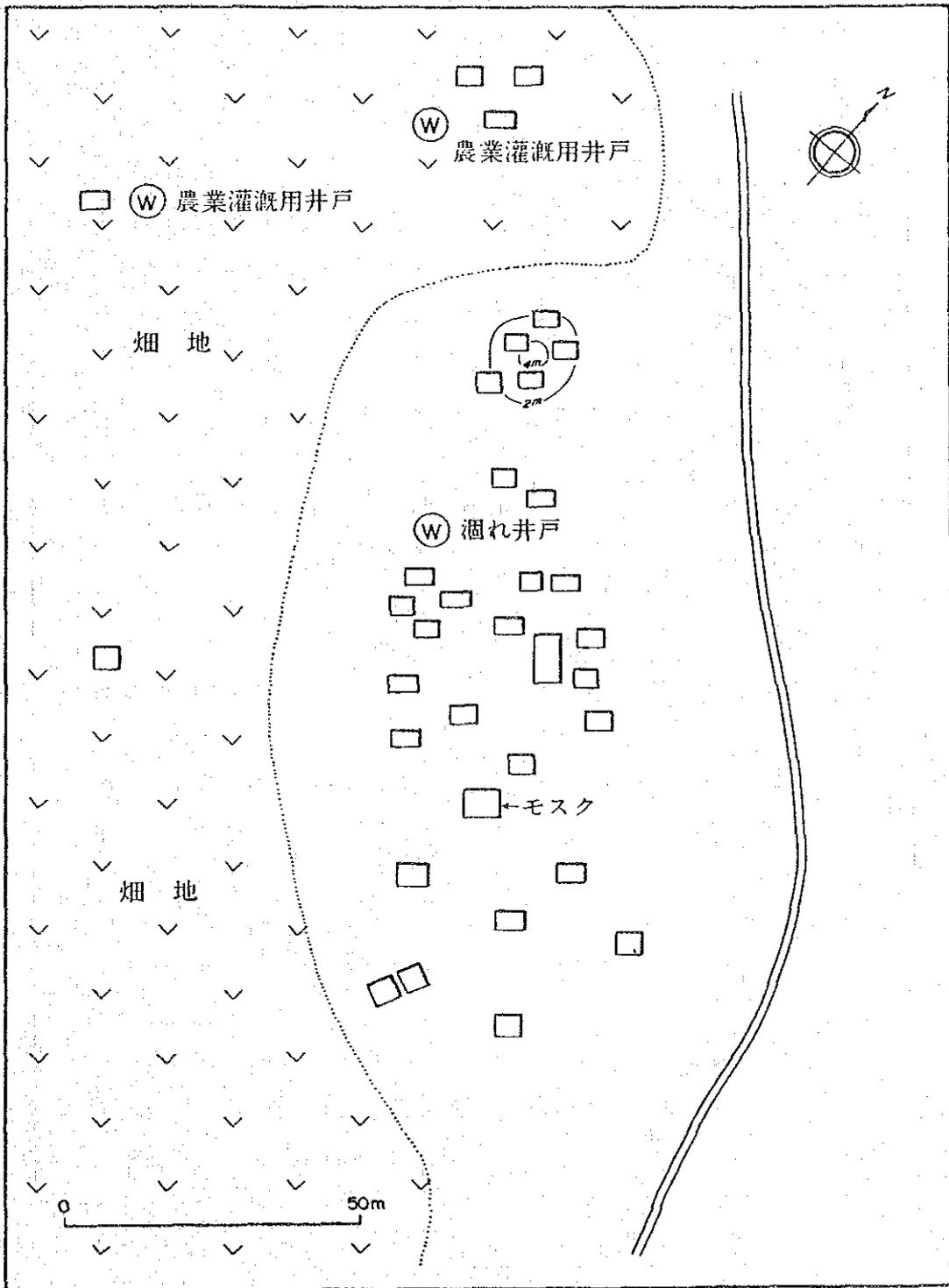
(7) MASLUB

人口 900人 (家屋数 約75戸)



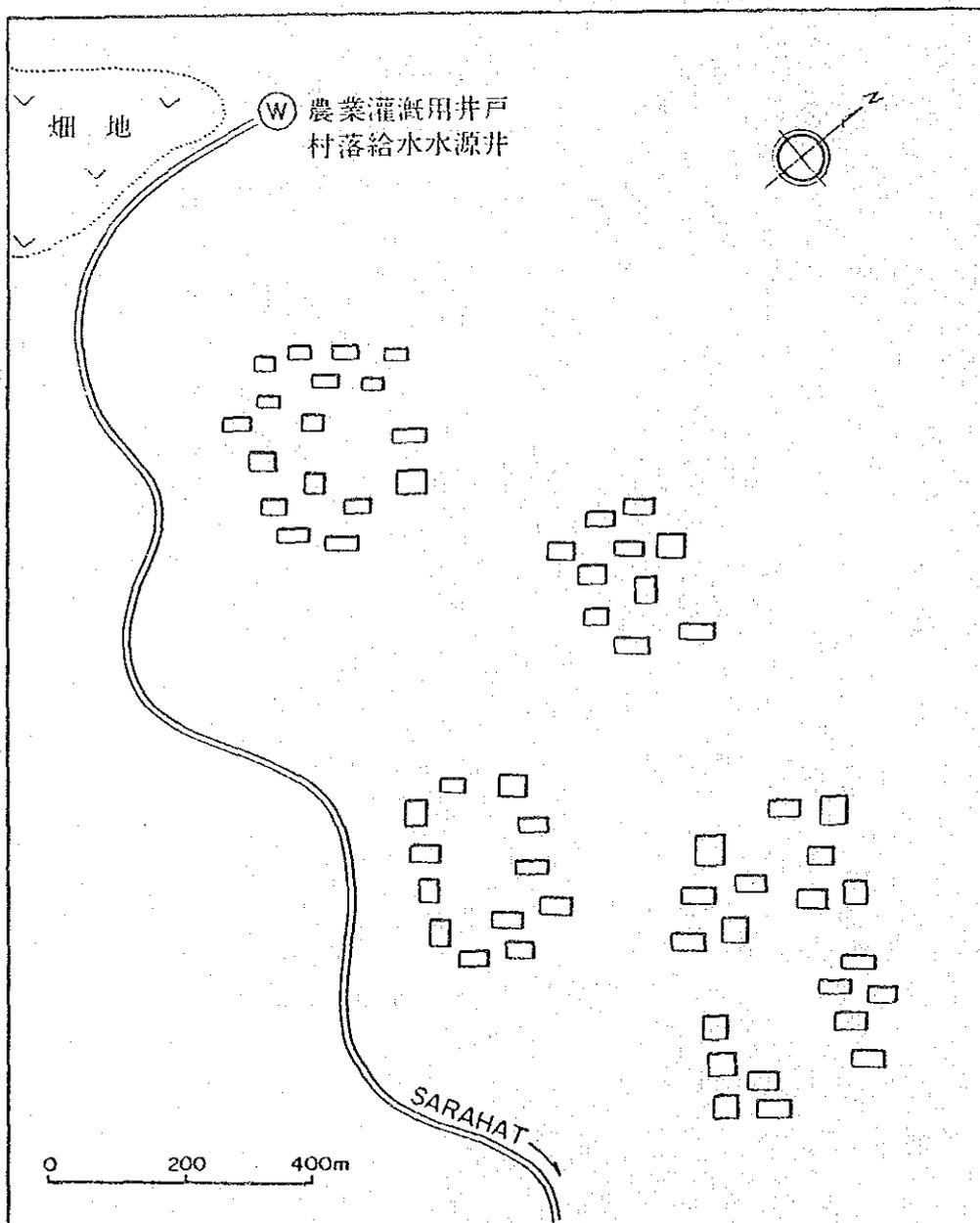
(8) AZ SAMUM

人口 400人 (家屋数 約35戸)



(9) AL MANSAF

人口 1,000人 (家屋数 約100戸)



4. 調査団の見解と協議の結果及び提言

4.1 基本設計調査対象地区

基本設計調査の調査対象地区は、現地で収集した各種資料、特に調査対象地域特有な水質問題、各村落の既存給水施設の整備状況及び先方政府の意向を考慮することによって決定した。

まず、先方により要請のあった20サイトのうち、既に大統領令によって給水設備が完成している村落が6カ所あり（Al Hazm, Al Matun, Husn Al Shenan, Ma' Ayimarah, Sarahat, Saramat）、これらは調査対象地区には含めないこととした。さらに、既に第3章「計画地域の概要」で述べたように、ワディ・アル・ジョーフ地区のかなり広い地域に於いて、地下水に塩分と硬度成分が多量に含まれていて水質が悪い為、良好な水源が得られないサイトは調査地域の対象から除外することとなった。しかし、この水質不適地区に関しては、先方政府との協議の際、本計画実施設計又は施設建設時に過去において試掘井が掘削した深度（200 m）以上に於いて良好な水質の地下水が得られるかどうか試掘井を掘ることを検討して欲しいとの要望があった。この為には新たにボーリング試掘調査の必要があるが、基本設計調査ではボーリングの試掘までは行わないので、F/S調査を新たに北イエメン側より要請する必要がある事、また無償協力の詳細設計、或いはE/N後の工事の中にこのボーリング調査を含める事は無償協力の制度上困難である事を説明した。また、事前調査による調査地域は限られているため、さらに周辺地域の既存深井戸の状況を精査する必要があり、現在ではまだ時期尚早であると判断される。また、技術的見地からも、これらのサイトに於いて良質な地下水を得る事は地表より90 m程度までの砂礫層においては既存データから判断する限り、浅層及び深層地下水において全て水質が悪く不可能である。また、それ以深の石灰岩、砂岩、或いは基盤岩においては、地下水は岩盤中の裂か部分に含まれており、これらの水層を掘り当てることはかなり困難であり、また、掘り当てる確率も低い。さらに地下水源を対象村落周辺ではなく、ワディ周辺山地の裾野近辺に求める案も考えられるが、この為には大規模なボーリング試掘も含むF/S規模の調査が必要となる上、水源から対象村落までのパイプラインがワディを横切る場合もある為、その布設が非常に難しくなり、事業費も高くなる。以上の点を説明の上、北イエメン側要望を受け入れるのは難しい旨調査団見解を示した。水質が飲料に適か不適か現地調査の際判断できかねるサイトについては資料を国内に持ち帰り、更に詳細に検討の上決定することとし、先方の合意を得た。また、今回プロジェクトの給水目的は住民の生活用であり、家畜及び灌漑用水は別水源を利用する事で確認した。

以上の検討結果より、基本設計調査対象地区として妥当なサイトは、水質良好と判定されるサイト (1) Az Zahir, (2) Husn Bin Kurshan, (3) Mubna, (4) Matarif, (5) Al Harashif, (6) Az Samum, (7) Sarahat, (8) Ma' Ayimarah の8村落のうち、Sarahat と Ma' Ayimarah は既に大統領令による給水施設があるため除外され、残りの6サイト及び水質について検討を要するサイトとしての (9) Malaha の1サイトを加えて7サイ

トとするのが妥当と判断した。以上のサイト選定に関する各サイトの評価について表5に示す。

表5 基本設計調査対象サイトの選定

No	村落名	(注1) 既存施設	(注2) 水質	基本設計調査対象サイト
1.	Al Hazm	×	×	×
2.	Al Khalek		×	×
3.	Ar Rawd		×	×
4.	Al Matun	×	×	×
5.	Al Ghayl		×	×
6.	Maslub		×	×
7.	Ad Darb		×	×
8.	Ma' Ayimarah	×	○	×
9.	Husn Bin Said		×	×
10.	Al Mansaf		×	×
11.	Husn Al Shenan	×	×	×
12.	Sarahat	×	○	×
13.	Al Harashif		○	○
14.	Husn Bin Kurshan		○	○
15.	Malaha		△	○
16.	Az Zahir		○	○
17.	Mubna		○	○
18.	Matarif		○	○
19.	Salamat	×	×	×
20.	Az Samum		○	○

(注1) 既存施設：大統領令による給水施設が完成しているサイトは基本設計調査サイトから除外される。

(注2) 水質：水質の良・不良は、今回の事前調査による井戸水分析値により(9サイト分のみ)、電気伝導度の値と水質成分濃度を比較し、電気伝導度値の基準を作り、決定した。

EC値, <1,000 $\mu\text{v}/\text{cm}$ 水質良好

EC値, >1,000, <約1,600 $\mu\text{v}/\text{cm}$ 水質比較的良好

EC値, >約1,600 $\mu\text{v}/\text{cm}$ 水質不良

4.2 水源計画

協議結果に基づいて選定された調査対象地区の全サイトは、灌漑用等の既存地下水源があることが事前調査によって観察又は既存の調査レポートによって報告されており、地下水賦存状況は良好でかなり多くの水量が得られるものと考えられる。但し、水質については既述のように検討を要するサイトがある。

4.3 給水施設計画

実施担当官庁である農水省自体は村落給水整備についての経験が無く、給水施設計画にあたっての設計基準は用意されていないため、設計基準は給水源単位を含め現地事情を調査の上、最終的に決定すべきである。ワディ・アル・ジョーフ総合開発部長との協議では給水源単位は20ℓ/人/日前後を考えている模様である。また、調査団の判断としては15ℓ/人/日で十分であると考えている。そして給水施設は水源井での揚水機関、平地の計画地域に必要な水圧を確保するための高架タンク、配水管、公共水栓より構成されるものとなる。診療所、学校へは分岐管により将来屋内配管ができるようにするか、又は特に学校の場合校内に独立した公共水栓を配置する。但し、これらの公共施設についての将来計画が大規模である場合には独自の給水施設を別途北イエメン側で建設するように計画し、本件内容には含めないとする事が適当である。

4.4 北イエメン側便宜供与体制

本件を担当するワディ・アル・ジョーフ地区総合開発計画部は、世銀プロジェクトオフィスといった性格を帯びている為か農水省に於ける位置付けがはっきりせず、また、同部長S. A. Norman氏の個人の性格と事務取り扱い能力の低さもあり、本件実施機関としての北イエメン側意見の取りまとめ、資料の提出、本件内容の説明等につき非常に対応が悪かった。特に図書資料室にある本件関連レポートの貸出しにつき、在北イエメン日本国大使館より要請書を提出する等して当方より再三請求したにもかかわらず、貸出しを受ける事ができなかった。この為基本設計調査の際には、これら資料の提出をはじめ、現場宿舎の手配・安全の確認・車輛の手配等、調査団の要請する便宜供与につき十分な対応あるよう強く申し入れたが実際に先方がこの事を真剣に受取め、この状況が改善されない限り基本設計調査の実施に非常に大きな支障をきたすと判断される。

5. 基本設計調査方針

基本設計調査を、ワディ・アル・ジョーフ地区上流及び中流域の次の(1)Az Zahir, (2) Husn Bin Kurshan, (3) Mubna, (4) Matarif, (5) Al Harashif, (6) Az Samum, (7) Malaha の7サイトに於いて実施する。計画給水施設は調査対象村落が人口200~900人程度で、家屋が平坦地の小地域の中に密集しているため小規模なものとなる。また、調査対象地域にはワディ(溜れ川)のみで、永久河川が無いため、水源施設は地下水を対象とした深井戸とする。さらに給水施設は集落が平坦地にあるので、給水圧確保のために高架タンクを備えたものとする。

基本設計調査の範囲は、計画の背景、内容、実施体制を明らかにし、本計画の妥当性について検討した上で、施設規模、施設設備設計、機材の選定、維持管理計画の検討、概算事業費の積算等無償資金協力を実施するのに必要な基本設計である。

調査内容は次のような項目を含むものとする。

① 資料、情報の収集及び調査

a 背景に関する事項

国家レベル及び当該地域における水道施設整備計画、外国援助の概要とその進捗状況、既存給水施設の現況、給水事情の現況、水道行政制度、その他社会経済、地理、気象、水理地質等の一般事情の資料収集及び調査。

b 本計画に関する事項

人口、社会経済、水文、気象、水理地質、水質、地政、土地所有制度等の関連資料収集。

② 現地調査

a 社会人文条件

人口、水利用の現況、水需要、土地所有状況等給水計画策定の基礎となる諸資料の収集。

b 既存給水施設

給水施設、給水区域、給水状況、給水対象人口等に関する調査。

c 水理地質/電気探査

地下水開発に必要な地下水の賦存状況、地下地質構造、特に帯水層の深度、広がり等の状況を把握するための水理地質調査及び電気探査(測定深度約100~200m、各村落について2~4測点程度とする)。

d 水道計画

計画対象年における計画給水対象人口、給水原単位、給水量等に関する調査。

e 給水施設設備設計

水源井、高架タンク、給配水管、給水栓等の設備仕様、配置及び設備設計に関する調査。

f 測量

施設計画のために必要な地形及び基線の測量，即ち，地形は1/500スケールを得られるものとし，管路設定のための基線測量に関しては20mに1点程度とする。

g. 水質分析

水質が飲用に適・不適であるかを調べるための水質分析，分析項目，水質基準はWHOに準ずるものとする。

③ 建設/資機材調達事情

a. 現地建設関連事情

現地さく井/給水工事関連企業，労務状況，類似案件工事等の事情調査。

b. 資機材調達事情

資機材調達状況，建設材料，資機材，輸送等の流通価格，関連法規等の調査。

④ 維持管理体制

運営，組織，予算制度，関連法規等の調査。

これらの調査を基にして，基本設計を行うものとする。

尚，基本設計調査に於いては，北イエメンは未だに近代的な市民社会に達しておらず，部族社会であり，本調査地域についても地域によって部族が異なっており，これに基づく利害関係から種々の困難が発生することもありうると予想されるので，注意して実施することが必要である。

6. 建設関連事情

さく井工事関連現地事情としては、現地さく井業者が相当数あり、多い時には首都サナ市だけでも50社に達したと言われているが、現在は淘汰され施工の質はともかく大手として数えられるのはさく井機3～4台を保有する4～5社である。この様に民間のさく井業者が多いため、農水省等官庁に於いても従来はさく井機を保有し、独自にさく井を行っていた一部行政機関があったが、現在ではさく井を完全に民間業者に委託している。

しかしながら、問題はこのボーリング業者の質であって、深度毎の電気検層はおろか地質の相違もろくろく調べずにただ掘るだけの業者がほとんどで技術面では相当見劣りがする。そのため完成された井戸設備についても不適当な構造であることが多い。

水源以外の水道施設工事に於いても信頼できる設備業者の数は数社にしぼられ、質は高いといえない。

資機材については、現地にてケーシング、スクリーン等のさく井用材料、ポンプ、配管材料、鉄骨、鋼材等韓国製、インド製等外国製が出廻っている。セメントは北イエメン製のものが入手可能である。