

3. 農 業

オマーンの農業地域は、気象条件、地理的条件等から、オマーン山脈の両側に展開する北部オマーンと、サラールを中心とする南部オマーンの2つに分けられる。中央部及びサウジアラビア国境付近の沙漠地帯は遊牧民族によりわずかに利用されているのみで、農業地域としての可能性・重要性は現時点では少ないと思える。

農地面積は約83,360 haである。これは全国土面積約30万km²のわずか0.3%に過ぎない。しかもこの農地すべてで作物が栽培されているわけではなく、実際に作物栽培が行われている面積は農地面積の67%にあたる約56,000 ha程度であり、従来からの農地であっても、井戸の枯渇や労働力の都市部への流出等により放棄された農地も散見されるのが現状である。農地の約60%は北部のパティナコースト沿いに広がっている。農家数は83,000戸余りであるので、農家1戸当たりの平均経営規模は約1 ha（作付面積ベースで0.6 ha）となっている。経営規模は地域によって大きく異なり、パティナコースト沿いの地域は約1.6 ha、南部サラール地域は約0.15 haと地域によって大きく異なる。パティナコーストやインテリア地域には6～10 ha規模といったかなり大規模な経営も見られる。農業形態は100%かんがい農業であり、水はファラジあるいは井戸により地下から取水されるが、年による降水量の変動ゆえ地下水の賦存量も不安定なものとなっており、農業の制限要因の一つとなっている。

オマーン国南部ドファール地方は、サラールを中心とする南部の平坦地域、その北約20～50 kmに東西に伸びる山岳地域（カマル山脈・カラ山脈・サムハン山脈）、さらにその北のサウジアラビア国境まで南北約250 kmにわたる広大な平坦地域の3つに分けられる。南部の平坦地域は、6月～9月にかけてモンスーンによる降雨があり、比較的自然条件に恵まれている。このため、ココナツ・バナナ・レモン・パイナップル・野菜等の作物を中心とした耕種農業が主体である。中部の山岳地域は、標高1,000～1,500 mで植生はやや豊かであり、山麓におけるヤギ・牛・ラクダ等を中心とした牧畜が主体である。北部の平坦地域は、モンスーンによる降雨が山岳地域でさえぎられるため、降雨はほとんどなく、植生は貧弱である。広大な地域をラクダを中心とする牧畜飼養をベドウィンが移動生活をしているのが主体で、定着した営農は数少ない井戸の周辺等でのごく限られた範囲で、自給的に行われているのみである。

サラールには、農漁業省の内部部局として、水資源かんがい局・農業局・漁業局等と並ぶ南部地域農漁業局（国の一部地域を管轄する部局としては唯一の地方部局）が置かれ、南部ドファール地方全域の農漁業を管轄している。

(1) ネジド地方の農業

ネジド地方の沙漠・土漠では、厳しい自然環境下で、ラクダ・ヤギ等の遊牧が行われている。従来、農業としては僅かに井戸、泉を利用したデーツ等の小規模栽培が行われてい

るだけであった。1980年代になって、地元住民による浅井戸や自噴井を利用した農場の開発が始まり、近年は農場開発面積が小規模ながら急速に拡大しつつある。特にハイラト・アル・ラーカとシャルスでの自己投資による浅井戸掘削と農場群の開発およびドーカにおけるセンターピーポットによる牧草栽培は、地元住民の高い農業意欲を示している。

また、1985年に40ha規模で始まったP D O試験農場における栽培試験は、砂漠農業の栽培技術を確認しつつある。P D O試験農場では、1987年にはセンターピーポットによる60haの牧草栽培が追加され、生産された牧草は地元住民に乾草として販売されている。

調査地区内にある4地区の農地面積は、54農場で約390haであるが、この中には将来の耕作予定農場も含まれている。このうち、農地として土地登録されているのは20農場の128haである。また、いくつかの農場では共同経営が行われている。

シャルスとハイラト・アル・ラーカの一部を除く農場は土壌条件を考慮せずに設置されている場合が多いため塩害の発生している農場が見られる。しかし、ほとんどの農場がまだ開発途上にあるため、実際の栽培面積は95haである。

作物別の栽培比率は、牧草が52.2%と多く、その他は果樹25.0%、野菜21.3%である。この他調査地区他にP D O農場が100haある。

農家戸数および農地面積

地 区	農場数	農地面積	耕地面積	1農場当たり 農地面積 ha	1農場当たり 耕地面積 ha
ハイラト・アル・ラーカ	42	277.0	69.9	6.60	1.66
ドーカ	5	60.0	17.6	12.00	3.52
シャルス	4	52.5	7.4	13.12	1.35
キトビート	3	0.1	0.1	0.03	0.03
小 計	54	389.8	95.0	7.21	1.76
P D O農場	1	100.0	92.0	—	—
合 計	55	439.8	187.0	7.21	1.76

注 J I C A T Team調査、1989年2月

作物別栽培面積比率

(単位：%)

地 区	飼料作物	野菜類	果 樹	そ の 他	合 計
ハイラト・アル・ラーカ	47.9	23.9	28.2	0	100.0
ドーカ	86.0	9.0	2.3	2.2	100.0
シャスル	11.4	26.0	47.5	15.1	100.0
キトビート	50.0	0	50.0	0	100.0
合 計	52.1	25.0	21.3	1.6	100.0
PDO農場	94.6	1.1	4.3	0	100.0

注 JICA Team調査、1989年2月

なお、政府においては農業振興のため各種補助金制度が行われており、種苗・農薬・肥料・噴霧機・トラクター等の購入に際し原則として50%の補助が行われている。また小麦の生産が特に振興するための施策として、小麦の種子の購入費から生産費にいたるまでの費用に対し100%の補助が行われている。更に、地域振興を図るために、地域別の補助金交付制度も設けられており、政府の指定を受けた地域の農家がデーツ、マンゴーの栽培を開始しようとする際に苗の購入費の50%が補助される。

政府としては補助金は漸減する方針であり、当初100%補助でスタートした制度も徐々に補助率が引き下げられ、現在多くのものが50%となっている。今後も各般の動向を見極めつつ補助率を引き下げていく方針に変わりはなく、将来的には補助金に頼らない農業の構築を図りたいとしている。

① 現地調査(農場)

(ア) ダウカ

ダウカは、サマリットからアスファルトの国道を北へ約110kmの道路沿いに位置する。ここは自噴井が2か所あり、他の地域のようにポンプアップする必要がなく、コストがあまりかからないにもかかわらず、ほとんど利用されておらず、水は暖かく硫黄臭があった。

井戸のすぐ近くに30a程度の小さな畑があり、この畑では、井戸の水を利用して牧草(ラクダの飼料用)・サツマイモ・トマト等を5aとナツメヤシ(植えて間もない幼木)を若干栽培しており、畦間かんがいを主体にスプリンクラーが設置されていた。肥培管理が悪いせいか畑の一部の表層近くに塩類が層状に集積していた。この畑を耕作している者は外国人であり、ベニヤ板等を打ちつけた貧相な住宅があった。この近辺の土壌はPHは高く、作土深が浅く、耕作にはあまり適していないようである。しかし、井戸から1km程度西方には作土深が深く、割合良好な土壌があるとのこと

ある。

また、この畑の近くにセンターピーボットを利用した農場があり、かんがい面積約18 haでローズグラスが栽培されていた。農業機械はトラクター・モア等が完備していた。

(i) ハル・アル・ラーカ

ハル・アル・ラーカは、サマリットとダウカを結ぶ国道の途中（サマリットから北へ約70 km）から西へ約15 kmに位置する。当地には、ポンプアップしている井戸が1本ありこの水を利用して1家族がナツメヤシ・ライム・牧草・ザクロ・スイカ・ナス等を栽培している。その作付面積は3 ha程度で、今回の調査では畑の面積は大きい方であった。かんがいは、牧草ではスプリングラーであり、野菜等は畦間かんがいで実施しており、果樹を緑陰作物として利用していた。ナツメヤシやライムが成木になっていないことから、当地もそれほど古くから営農を行っているわけではないことをうかがわせた。

また、この農家は牛を20～30頭飼育（舎飼い）しており、ねこも見かけた。家畜の牛糞は野菜の肥料として還元するとともに、地力向上を図っている。農業機械はトラクター・ハロー等により、外国人が農作業及び農場管理を行っている。しかし、牧草以外の作物は高品質生産としての栽培が粗放的であり栽培技術の普及が必要である。

第 4 章 調査の基本方針及び内容

第4章 調査の基本方針及び内容

1. 調査の考え方

- (1) 調査は、ワークⅠ調査及びワークⅡ調査よりなる。

なお、ワークⅠは、パイロットファーム運営・モニタリング計画、実施設計調査及び入札・契約書類(案)の作成を行なう。ワークⅡ調査は電気・電磁波探査、観測井の掘削・建設及びパイロットファームのモニタリング・運営指導を行なう長期調査を実施する。

- (2) 調査の内容

ワークⅠ調査

1) 現地調査

国内事前準備にて作成したインセプションレポートを先方に説明・協議する。更に、合意された調査実施内容・手法に基づき既存資料の収集・整理・分析及び現地詳細調査を行ないパイロットファーム運営・実施計画を内容とするデフィニティブプランを作成し先方に説明協議する。

調査項目

- ① パイロットファーム運営計画の立案（作物栽培計画、研修計画、拡張計画、地下水・気象・土壌観測計画、施設維持管理計画）
- ② 地形測量（パイロットファーム50ha及び付属施設予定地、縮尺1:500）
- ③ パイロットファーム施設計画の立案（施設計画、機械整備計画、付属施設計画等）
- ④ その他（物価調査、路線測量等（ファームポンド、パイプライン路線、道路路線、付帯施設の位置を決定するのに必要な測量）等

2) 国内作業

現地調査結果を踏まえパイロットファーム建設にかかる実施設計を行い、入札・書類、仕様書等を作成する。

実施設計（施設設計、設計図、数量計算書、単価表、事業費積算、建設実施計画）

仕様及び入札書等の準備（設計図書、契約書(案)、建設工事仕様書、工事図面、工事実施計画書）

ワークⅡ調査

1) 電気・電磁波調査

ア) 現地調査

国内事前準備にて作成したインセプションレポートを先方に説明・協議する。更に、合意された調査実施内容・手法に基づき電気・電磁波調査を実施する。

調査範囲はネジド地域8100km²（90km×90km）を対象とする。

探査方法は電磁波探査(CSA-MT法)及び電気探査の併用とし10km×10kmのメッシュで行う。なお、必要な箇所(将来の開発が予想される地区)については、精度を上げて行う。以上の調査結果をフィールドレポートにとりまとめる。

1) 国内作業

現地作業結果を整理・解析しネジド地域の3次元の水文地質図を作成する。更にこの調査結果に基づき観測井2本(深度:600m・掘削口径:152mm~610mm・ケーシング径:178mm~340mm、深度:400m・掘削口径:152mm~444mm・ケーシング径:178mm~245mm)の掘削位置を決定する。以上の解析結果をプログレスレポート(1)にとりまとめる。

2) 観測井掘削・地下水調査

ア) 現地調査

プログレスレポート(1)を先方関係機関に説明し観測井の掘削位置及び仕様についての合意を得る。

なお、主な作業項目は下記のとおり。

観測井掘削建設にかかる現地委託業務の実施

工事の指導・監督

各種地下水調査の実施(電気探層、揚水試験、コアリング)

上記の調査結果を踏まえネジド地方の水文・地質構造の解析結果を内容とするインテリムレポートにとりまとめ先方政府と説明・協議を行い今後のパイロットファームの地下水観測の検討とする。

なお観測井についてはリケージがおきない仕様とする。

3) パイロットファーム長期観測調査(2年間)

ア) 現地調査(1年目)主な調査項目

地下水モニタリング

土壌モニタリング

牧草栽培運営指導(含む気象観測)

作物導入試験指導

パイロットファーム運営指導

調査結果をプログレスレポート(2)にとりまとめる。

イ) 現地調査(2年目)主な調査項目

地下水モニタリング

土壌モニタリング

牧草栽培運営指導(含む気象観測)

作物導入試験指導

農業開発に必要な基本資料の収集

地下水開発可能量・開発速度の推定

これまでの調査結果（電気・電磁波探査より）を踏まえ地下水利用可能量、開発規模、開発速度を解析し第二段階の農業開発計画基本方針を策定する。

更にこの基本方針を先方政府に説明協議し基本方針についての基本合意を得る。

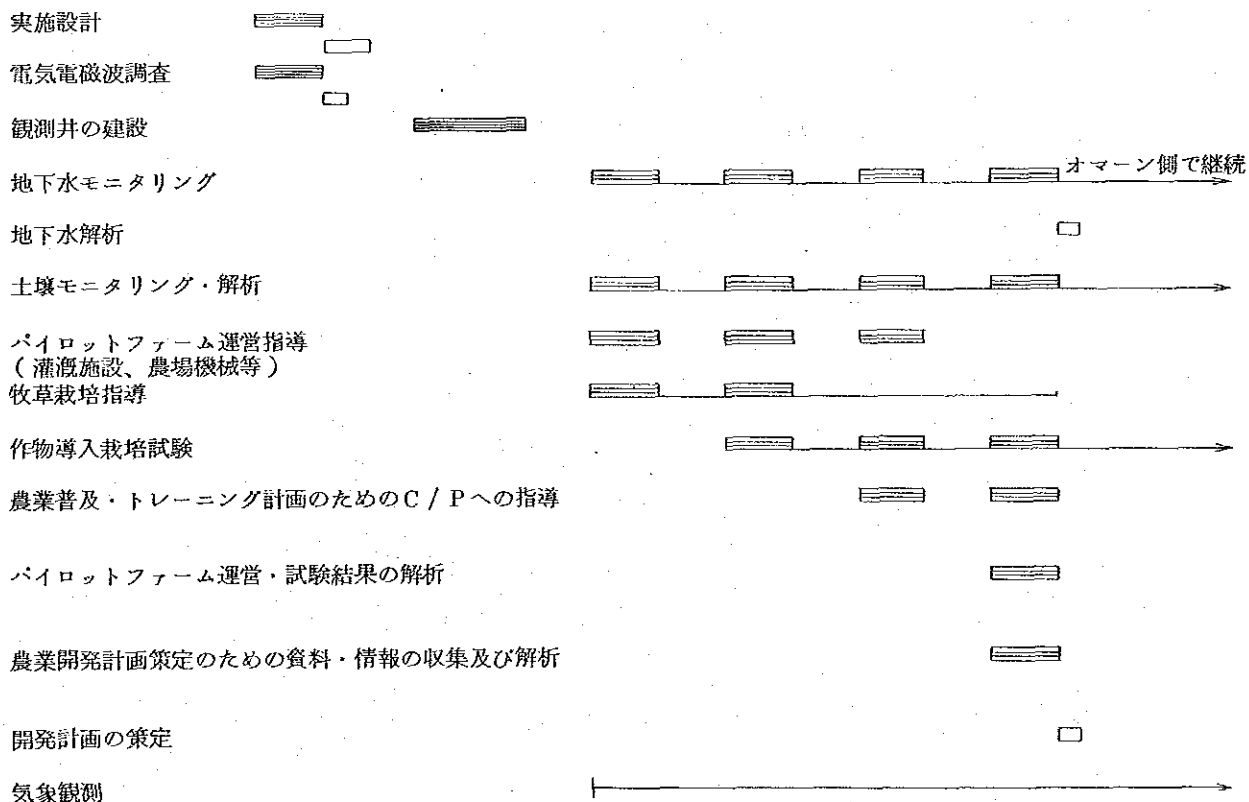
ウ) 国内調査（2年目）

合意結果に基づき第二段階農業開発計画を策定する。

調 査 の 考 え 方

Description	Month In order																							
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44		
(1) WORK-I	■		■																					
(2) WORK-II	■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■		■	
(4) REPORT																								
Inception Report	△																							
Definitive Plan		△																						
Draft Detailed Designs Reports			△																					
Detailed Design Report				△																				
Progress Report (1)			△																					
Interim Report						△																		
Progress Report (2)														△										
Draft Final Report																						△		
Final Report																							△	

Not: Actual monitoring and management in the pilot farm will commence upon the start of farming.



工 程 の 考 え 方

年度 月	平成2年度 4 6 8 10 12 2	平成3年度 4 6 8 10 12 2	平成4年度 4 6 8 10 12 2	平成5年度 4 6 8 10 12 2	平成6年度 4 6 8 10 12 2	平成7年度 4 6 8 10 12 2
実施調査	→ 今回実施計画分 ←					
現地調査	→ 今回実施計画分 ←					
国内作業	□ IC/R D/P DDD/R △ P/R(1) DD/R IT/R △ Fi/R					
フェーズ	ワーク I (実施設計調査)					
	(オマーン側によるパイロットファームの建設)					
	ワーク II (長期調査)					
年 次	(電気・電磁波調査)(観測井の建設) (パイロットファームのモニタリング及び運営指導)					
	第1年次	第2年次	第3年次	第4年次	第5年次	

2. パイロット・ファーム実施計画

(1) パイロット・ファーム計画規模

パイロット・ファーム計画地は、サララの北150kmのC地点でマスカット〜サララ間を結ぶ幹線国道の西側1.2kmに位置する地点である。計画地は土漠地帯で極僅かにイネ科の草があるのみである。計画地周辺には、ドーカ、シャスル、キトビート、ハイラト・アル・ラーカ等の農場があり、放草を主体に野菜等の栽培が行われている。パイロット・ファームでは、既に掘削した2本の試験井から揚水し試験栽培を行うこととし、適性揚水量から農場面積は50haとする。

農場の区画の大きさは、大規模経営から農民の経営に適すると思われる規模の圃場を配置する。また、試験栽培を行うために必要な圃場も準備する。

① 試験栽培圃場

パイロット・ファームは、牧草を基幹作物として野菜の試験栽培を行い、今後ネジド地方で実施される農業開発の導入作物選定のための栽培技術確立に向け各種実証試験を行う。そのため試験圃場として5haを準備しかんがいを行う。5haの内1haにはドリップかんがい方式のかんがいを行い、残り4haではレインガン方式によりかんがいをする。なお、試験栽培圃場では牧草及び野菜の栽培技術確立のための栽培試験を行う。

② 小型実証圃場

小型実証圃場では、地元農民が実際に所有し耕作する考えられる規模の圃場において、農場経営をして行く上で問題となるかんがい方法・栽培技術・経費等を把握するため実証試験を行う。実証試験では、試験栽培圃場で得た成果を取り入れ、モデル圃場の性格も持たせ実証する。また、小型実証圃場では地元農民の伝習圃場としての利用や、将来においては入植希望農民の圃場経営も検討する。圃場の規模は9haと6ha圃場を準備し、レインガン方式及びサイドホイールスプリンクラー方式のかんがい方式でかん水する。

③ 大型実証圃場

大型実証圃場では、大規模経営を想定した圃場運営とし、商業ベースに乗せるための各投入資材費・機材の運転経費等を把握し、農産物市場の状態を踏まえた商品作物生産の試験及び検討を行う。圃場の規模は30haとし、センターピーボットによるかんがいを行う。

各々の圃場においては、違ったかんがい方法による作物別・生育期別に適量かんがいをを行うためのかんがい試験を実施し、かんがい技術の確立に向け調査・検討を行う。

(2) 農業関係資機材

パイロット・ファームでの、作物の栽培のため及び農業機械運転の技術者養成に必要な

農業関係資機材の導入を図る。

○乗用トラクター(80 ps)	2 台
○ディスクプラウ(14 ^{ft} × 3)	1 台
○ディスクハロウ(15 ^{ft} × 24)	1 台
○ツースハロウ(30 × 4 連)	1 台
○マニアスプレダ(縦軸型 2.3 t)	1 台
○フロントローダ	1 台
○ブロードキャスト(660 1)	1 台
○パッカーシーダー(2.4 m)	1 台
○ロータリーモア(2.0 m)	1 台
○テッター(4ローター)	1 台
○レーキ(シリンダ型)	1 台
○タイトベラー(40 × 40 × 50 cm)	1 台
○キューブマシーン(120 ps)	1 台
○トラック(2 ton)	2 台
○ブームスプレーヤー	1 台
○運搬車	1 台
○播種機(野菜)	1 台

(3) 防風施設

パイロット・ファームに近郊のサムリートの気象資料によると、年間を通じての平均風速は6 m/secである。7月には10 m/sec程度の風があり、11月～1月にかけては3～4 m/secと風は弱くなる。しかし、瞬間風速は平均風速の2倍程はあると思われ、作物や施設への影響や土壌の風食が発生すると考えられる。そのため、防風施設は必要であり防風林の設置が必要である。また、防風林が成長し防風効果が出るまでには長時間を要し、それまでの間ラクグの防御棚を兼ねた防風ネットを設置し暫定的に防風効果を持たせる。基幹防風林の他に場合によっては圃場の周囲に、低木の圃場防風林を設置することも必要と思われる。

(4) 維持管理体制

パイロット・ファームに設置する管理事務所・諸施設及び試験圃場の維持・管理については、現地のパイロット・ファームを運営する管理チームで構成する「パイロット・ファーム事業運営管理事務所」が行う。このチームは、パイロット・ファームの主要相業目的をスムーズに運営するため、所長以下運営管理に必要なスタッフで構成する。スタッフとしては、農業技術普及・かんがい施設操作・農業機械(オペレーター・修理工)作物栽培

及び地下水・土壌モニタリング・気象観測の担当スタッフが必要である。また、運営管理事務所内の事務担当（庶務・経理）や、圃場作業員等も必要である。

項 目	人数	業 務 内 容
1. team leader	1 名	チームリーダー、運営総括
2. Agronomist	1 名	試験実証栽培、普及・研修の指導
3. Irrigation Engineer	2 名	かんがい担当、普及・研修の指導
4. Extension Worker	2 名	農業技術巡回指導
5. Observation Worker	4 名	地下水観測、気象観測 土壌モニタリング、資料整理
6. Mechanics	2 名	農作業機械、車両の修理
7. Mechane Operator	2 名	農作業機械の運転
8. Administrator	1 名	事務、会計
9. Office Worker	1 名	庶務、タイプ
10. Laborer	3 名	圃場作業
11. Cook	1 名	料理
20 名		

3. パイロットファームの運営計画

(1) 農場運営計画の検討

ネジト地方のパイロット・ファーム予定地区で農業開発を実施するためには、解決すべき多くの問題点・課題がある。地域に合った農業を展開するための基礎的データが広い分野に渡る上に、データが不足している。水資源賦存量の把握・導入作物・適性栽培技術等であり、開発のために制約条件となっているこれらの条件を現地に設置するパイロット・ファームにおいて系統的に解明していく必要がある。

対象地域の気候・土壌・土地条件や地下水量・水質に合った作物を選定し当地域での営農のモデルとするためには、収益性及び需要等を十分勘案し導入作物の選定を行う必要がある、オマーン国農漁業省関係者の意向を十分把握することが重要である。作物の栽培管理にあたっては地下水の効率的有効活用が重要であり、PH及び塩類集積等生理障害を起こさせないような水管理・肥培管理等が必要である。また、かんがい水の水量・水質や土壌の物理性・化学性を十分調査する必要がある。その他、農業技術水準の高度化を図るためには、専門家・技術者による技術指導と入植農家の選定等に留意する必要がある。ネジト地方で営農を行う場合、リスクが大きく生活の基盤等が未整備であり、営農を定着させ

るためにも他の地域以上に政府等の援助が必要である。また、地域実態は井戸の掘削や農産物の生産コスト・収益性等から見てそれほど大規模に開発が行えるものではないと思われる、地域の実情に合わせて地道に農業開発を実施して行くことが必要であり、パイロット・ファームの運営計画は以下の4計画に集約でき、これらの計画について検討する。

- 1) 試験栽培計画
- 2) トレーニング計画
- 3) 農業技術普及計画
- 4) 地下水及び気象の継続観測

(2) 試験栽培計画

パイロット・ファーム造成当初は、周辺の土漠と同じ様な未熟土壌であり、初年度農場建設後作物作付可能な時点で牧草を播種する。土壌としては牧草栽培可能な土壌として位置付けられているが、50ha規模であれば、場所によってはPHの高い所・塩類集積の影響を受ける所等が考えられ、牧草栽培により地力の向上と同時に土壌の改善方策をさぐりながら、牧草生育の良い圃場を選定し次年度以降野菜等の播種時期に播種し試験栽培を開始して行くこととする。

この場合においても作物栽培は初めてであり、共同作業によりお互いの意見を出し合い作業を進め栽培技術の確立に向け試験を行う。また、一部農場で家畜の堆肥を圃場に還元し地力向上を計っているものも見られ、本格的に野菜生産に取り組む事になれば、段階的に家畜の飼養を検討する必要がある。

1) 作物栽培試験

① 導入作物試験

a. 基本的事項

農漁業省側としては、今後重点を置きたい作物として小麦・ジャガイモ・トマト・タマネギ・スイカ・メロンを挙げており、特に小麦・ジャガイモに対しては独自の補助金制度もあり、政府の力のいれ具合が伺える。

パイロット・ファームにおいては基幹作物として牧草（ローズグラス）を作付し、ある程度地力が向上した時点で野菜等を試験的に導入して行くことを基本とする。

導入作物の基本的な考え方は、

- a) 作物栽培に関する基礎データが極めて少ないため、早期に野菜等の商品作物を導入した商業的栽培を展開するのは無理である。パイロット・ファームおよびPDO試験農場の栽培試験の成果を踏まえて作物栽培を実施している。
- b) 未開拓地の砂漠土壌は有機物含量が極めて低く、土壌構造の発達が悪いため、土壌改良に有効な作物の栽培が必要である。このためにローズグラスが最も適す

る事がP D O試験農場で実証されている。パイロット・ファームでは土壌改良のみならず、農業開発を推進するための育成期間として位置付ける。

b. 作目別の導入について

ア. 牧 草

ネジド地方においては牧草の栽培が一番多く、ローズグラスは耐乾性が高く処女地の開墾作物として適切である。また、乾燥地であり高品質の牧草が年間を通して栽培可能であり、既にネジド地方の既存農家等において栽培・出荷が行なわれており、その栽培・流通の実績がある他、山岳地帯の畜産は、自然草地での過放牧により草地の補完飼料として濃厚飼料や牧草に依存しておりローズグラスの市場価格は高く、パイロット・ファームにおける基幹作物として位置付けられる。

イ. 野 菜

ネジド地方の既存の農場においては、小規模ながら多種類の野菜が栽培されているが栽培方法はまだ未確立であり、今後乾燥地の土漠地帯における栽培技術の確立に向け、P D O試験農場での栽培試験を参考にしながらパイロット・ファームにおける栽培技術を確立して行く。

ウ. 畑作物

オマーン国においては、穀類の自給率は極めて低く、大規模栽培の可能性がある。特に小麦・ジャガイモについては特に補助金制度を設けて生産拡大を図っている。しかし、穀類の国際価格とパイロット・ファームにおいて貴重な地下水を利用し穀類生産を実施することに対し、国家施策と合わせて十分検討する必要がある。

エ. 栽培試験作物

パイロット・ファーム予定地において作物栽培試験を実施して行くにあたっては、土漠地帯の乾燥地であり気温が非常に高温となり、水資源は少なく限られていることから耐旱性に優れている作物を基幹作物とする。また、導入される作物は十分に生産性の高いものでなければならない。地域の市場価格によれば、トマト・カボチャ・キャベツ・カリフラワー等が牧草より高い価格を示している。しかし、作物選定に当たっては価格だけでは判断できず、パイロット・ファームの試験栽培で十分調査し作物選定を行う必要がある。

パイロット・ファームにおいては、地力の向上・土壌改良を行うための作物であり需要の高いローズグラスが最も適し基幹作物とする。これと並行的に野菜の栽培試験を行うことにし、対象作物としてはトマト・カボチャ・キャベツ・ニンジン等である。これらの作物の栽培試験と収益性の検討を行う。

作物栽培試験調査期間

作 目	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
牧 早				☐						☐						☐			
野 菜			☐				☐		☐				☐			☐			

☐ 栽培試験調査

※ 栽培試験調査においては、播種から収穫に至るまでの肥培管理等の指導を行うと共に、生育調査・収量調査・収益性調査等を行う。

② 作付様式試験

パイロット・ファーム予定地の自然環境は非常にきびしく、パトナやサララの農業地帯における作付体系はそのまま応用することは無理である。そのためパイロット・ファームにおいて作付体系を確立して行くこととなる。PDO農場における作期試験（次頁図）では、各作物とも作付時期をずらすことにより収量が大きく変化しさらに作物ごとに作付時期が収量にあたえる影響が大きく異なっていることがわかる。

PDO農場での適切な播種時期は10～11月で、それ以後の播種は生育初期に冬の低温の被害を受けるので収量を減少させ、さらに6～8月の夏期は著しい高温のため、多くの作物が栽培困難である。

野菜を毎年同じところに同一作物を栽培すると連作障害が発生し、収量の低下や病害の発生が多くなり、2～数年間にわたって計画的に野菜を輪作する輪作体系を組んで栽培して行く。

栽培にあたっては作物別に小面積を作付時期をずらし栽培試験を行う。その際PDOの作期試験を見ると早期に播種・定植を行う程収量は良い結果が出ており、直射日光を遮る方法（寒冷紗等）により早期に播種・定植を行う試験も有効と思える。

③ 病虫害防除

一般的な病虫害対策としては、育種（耐病虫害品種の育成）と栽培技術（薬剤防除含む）によるものがある。現地の既存農場の一部においては、病虫害の発生も見られ薬剤散布が行われている。しかし、牧草では茎、葉などをそのまま家畜に与える場合が多いため、薬剤防除を行える時期が限られている。また、技術的にも経済的にも薬剤防除を行えないような場合もよくある。PDO農場における主な病虫害とその対

PDOファームの作期試験結果

作物	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	収 集	備 考
													ton/ha	N P K
トマト				5.7(カ月)	5.9	6.4							124.9	97
													39.5	101
													53.8	110
													46.7	84
													38.1	93
													38.1	87
													14.3	90 20
キュウリ			4.3	4.0	3.8	3.7	4.7	4.2					18.8	74
													8.6	70
													7.5	73
													3.4	64
													6.5	77
													1.5	72
カボチャ		3.6	4.2	3.8	4.4	4.4	2.3						40.3	62
													24.3	73
													7.6	65
													7.0	75
													3.2	76
													2.1	57
トーマロコシ		3.0	3.2	2.8									5.7	44
													3.4	51
													3.6	51
													0.8	49
キャベツ		3.6	4.3	4.0									27.2	61
													32.3	74
													14.9	69
カリフラワー			4.7	4.4	3.9								22.0	81
													14.3	75
													6.9	67

注 : N,P,K … 施肥量, g/plant

出典 : PDO, The Desert Agricultural Project.

A Report on Project Development to March 1988, April 1983

ネジド地方の野菜類栽培適期

作物	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備 考
トマト													
キュウリ													
カボチャ													
トーマロコシ													
キャベツ													
カリフラワー													

注 : 最大収量の約1/2の収量が得られる範囲

出典 : PDO, The Desert Agricultural Project.

A Report on project Development to March 1988, April 1983

策は下表のようで、病害としては胴枯れ病・べと病等である。また、害虫としてはアブラムシ・ダニ等であり湿度の高い施設に病虫害の発生が多い。

パイロット・ファームでは、作物を始めてその土地に導入することになり、当然汚染されていない良い種子を選んで病虫害を持込まないことが大事であり、種子消毒を十分に行う必要がある。作物の播種時期をずらして幅を持たせる場合には、病虫害の蔓延時期を考慮し病虫害の徴候を見たら適期に防除を行うことにより、被害を軽くすることが大切である。

主な病虫害とその対策

1) Fungal Diseases

Fungal	Septoria	Mildev	Late blight	Early Blight
Crop	Wheat	Barley	Potatos	Tomatos
Counter-measure	Hi-spor 45	Colixin	Mancozeb need quick action	Polyram-Combi and Caliixin

2) Insect Pests

Insect Pests	Aphids	Spider	Green Mite	Tarsonemid Aphids	Caterrpillars Mite
Crop	Wide range	Melons	Veg. Cereals	Cucumbers	Alfalfa, Tomato
Counter-measure	Dimethoate Malathion	Torque	Dimethoate, Malathion, etc.	Torque	Okra, Melon Ripcord
	Mealy Bugs	Shoot Flies	Melon Flies	Stem Borer	
Crop	Date palms	Phodes grass, Cereals	Melon	Maize	
Counter-measure	Dimethoate	Ripcord, Diamethoate	Dimethoate	Ripcord	

Source: The desert Agricultural Project, A Report on Project Development to March, April 1988

2) 土壌肥料試験

① 土壌の化学性・物理性モニタリング

土壌は牧草等の生産等の基盤をなすものであり、根圏となる層は長期間にわたって機能しうる状態で管理されなければならない。パイロット・ファーム建設予定地で特に問題となるのは、塩類・PHであると思われる。その他の土壌分析は、短期に急激に変化することは考えられないので大きく2つに分けモニタリングを行う。

a. 塩類・PH

ア. 塩 類

土漠と同じ未熟土壌において試験栽培を行う場合、かん水方法を誤ると塩類集積を起こす原因となる。過度の給水や排水計画の不備など、かんがいと排水の不調和により、地下水位を上昇させるとこれら地下水面から地表への土壌水の毛管上昇により、深層の塩類が地表に運ばれ塩類が沈澱集積することになる。塩類測定には、ビニールハウス等の生産現場で使われている土壌溶液メーターにより簡易に測定できこれにより各圃場の測定を行う。

イ. PH

石灰岩を母材としたパイロット・ファーム予定地ではPHが8.0以上と高く作物を栽培する上からも、PHの測定を定期的の実施する必要がある。PHの測定には土壌挿入式PH計により各圃場のPH測定を実施する。

上記の塩類の対策として、小面積の圃場において暗渠を埋設しコンクリートにより地下水の影響を受けない様な圃場において、他の対策と合わせ塩類集積の対策試験を行う。

b. 土壌の物理性・化学性

土壌の物理性・化学性のモニタリングは下記の様な項目が考えられるが、現地の試験場において分析できる項目と仕訳けを行い実施する。物理性・化学性は急激な変化がなく牧草では年1回、野菜は年2回の調査とする。また、この調査と合わせ土壌断面調査も同時に行う。

○物理性

三相分布・仮比重・粒径組成・PF水分曲線

○化学性

PH・全窒素・全炭素・腐植含量・塩基置換容量・置換性塩基（カリ・石灰・苦土）

リン酸吸収係数、有効態リン酸

土 壌 調 査 予 定 期 間

作 目	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
牧 草					☐						☐						☐		
野 菜					☐		☐			☐			☐				☐		

☐ 土 壌 調 査

② 施肥試験

野菜の施肥量をどの程度にするかは大変難しい問題である。というのは、施肥量は与える肥料の種類、堆肥施用の有無、土壌中の微生物の有無、土質・土性、さらにかん水やマルチなどの栽培管理法などによって、みな変ってくる。前作の有無、それに関連して土壌酸度・肥沃度なども関係が深いし、また施設内から露地かによっても異なることは言うまでもない。したがって、地域・品種・作型・栽培法などによってそれぞれ異なるのでパイロット・ファームにおいては、土壌調査の結果に基づき施肥設計を行い各種試験を実施する必要がある。

ア. 有機物

堆肥を土壌に加えることは、土壌の理化学性を改善し、また微生物活動を盛んにする効果がある。すなわち、堆肥を加えることにより、

- (I) 土壌をほろ軟にし、孔隙率を増大し、通気を良好にする。特に粘質な土壌で効果が大きい。
- (II) 土壌によっては排水性を良くし、あるいは保水性を良くする。
- (III) 土壌の置換容量を増し、養分の保持力を増し、緩衝能力を高める。特に砂質土壌で効果がある。
- (IV) アルミナの溶出やリン酸の不溶下を防ぎ、酸性害を防ぐ。火山灰土など酸性土壌では効果が大きい。
- (V) 微生物活動を大にして、その結果団粒を形成し、物理性の改善に役立つ。特に粘質な土壌で効果が大きい。
- (VI) 肥料養分の補給にも役立ち、窒素はその分解過程で徐々に有効態になって作物に利用される。またその中のリン酸やカリも利用される。その他はほとんどすべての必要成分が含まれているので、微量要素欠乏の起こるのを防ぐ。

以上のような効果があり、有機質肥料の施用に関しては購入時に25%の補助金をだしている。パイロット・ファームにおいても造成時に有機物（牛糞・鶏糞・コンポスト）を10t/ha程度施用し牧草の播種を行うことが有効である。また、野菜等の栽培に当たっては牧草のすき込みを行うと伴に有機物の施用を同時に行う。

4. 化学肥料

パイロット・ファーム予定地の周辺の既存農場においては、化学肥料を施用しているのは1/3程度であり、化成肥料・尿素・重過リン酸石灰である。なお、予定地の土壌はPHが高いため作物の生育に影響を及ぼす事が考えられ、PHを下げるため石膏や硫黄及び生理的酸性肥料である硫酸等を施用する必要がある。また、窒素、リンなど可給態様分が少なく塩基置換容量が低い（保肥力が小さい）特に窒素は少量を頻繁に供給すべきである。

PDO農場においては、下表のように窒素・リンを多量に施用しているが、地力の向上が進むにつれ減肥して行く。なお、土壌は炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）含量が比較的高く、かんがい水のカリ含有量が高いのでカリ肥料の施用は必要ないと思える。

肥料施肥量と施肥方法

	Nitrogen (N)	Method	Phosphorus (P2O5)	Method
Perennial Grasses	2,000kg/Y	83kg/2W	400kg/Y	100kgX3-4T
Alfalfa	200kg/Y	2-4T	500kg/Y	200kgX3-4T
Sorghum, Millet	70kg/M		150kg/M	
Cereals	50kg	in seedbed	125kg	in seedbed
	70kg/4W, 70kg/8W			
Vegetables	20g Urea/Plant/W		20g/Plant	
Y-Year	M-Month	W-Week	T-Times	

Source: The Desert Agricultural Project, A Report on Project Development to March 1988, April 1988

③ かんがい方式と塩類集積の軽減試験

乾燥地域では、水源を求めて利用可能なあらゆる地表水、地下水の開発に非常な努力が払われてきた。しかし乾燥地域では、水源が必ずしも豊かでなくても一般に地表かんがいを用いられることが多く、畦間かんがい・ボーダーかんがいが多く行なわれている。これは、かんがい水の塩類濃度が高く、土壌に塩類が集積しやすいことや、蒸発損失が大きいことなどが関係していると思われる。

かんがい農地の作物の塩害は、用水の塩類濃度よりもむしろ土壤溶液の塩類濃度の影響が大きいとされている。塩類土壌の改良は、かんがい水による洗脱することにより達成される。しかし、有効なかんがい水による洗脱法も、過度の給水や排水計画の不備などその方策をあやまると、逆にかえってかんがいににより土壌に塩類集積を起したりする。かんがいと排水の不調和により、地下水位を上昇させるとこれら地下水面から地表への土壌水の毛管上昇により深層の塩類が地表に運ばれ、水は蒸発するが塩類は地表に集積する。したがって、塩類集積の起さない様な適切な水管理が大事である。

パイロット・ファームにおいては、かんがい方式としてセンターピット・レインガン・スプリンクラー・ドリップかんがいが考えられる。センターピット及びサイドホイールスプリンクラーは、牧草のかん水方式として導入し、レインガンについては牧草及び栽培試験圃場のかん水方式として、また栽培試験圃場の一部にドリップかんがい方式を導入し栽培試験に適用する。建設予定地の土壤調査によれば、表層下5 mの範囲までは不透水層や地下水は存在せず、また土壌及び水質も概ね良好であることから、栽培に大きな支障をきたす塩類の発生は少ないと思われる。しかし、将来において長年作物を作付することにより塩類の発生も考えられ、塩類土壌の改良に際しては、地下排水を促進することが必須の条件である。そのため、試験圃場の一部に暗渠を埋設し塩類除去を試験栽培の中で実施する。

3) かんがい試験

① 作物別かんがい必要水量の検討

かんがいの基本は、的確なかん水開始時期の判定、適正なかん水量の決定、作物並びに栽培法と土壌条件に適合したかんがい方法で実施することにある。つまり、土壌水分を常に作物の正常生育有効水分域（24時間容水量から生長阻害水分点）内に維持管理することであり、土壌中の水収支に見合った量をかん水するという考えが基本になっている。これらはいずれも収量や品質、収穫時期等に大きく影響するものであり、十分検討する必要がある。

畑地かんがいの必要水量は、予定地の土壌水分特性と作物の種類によって決まる。一回あたりのかん水量を算定するには、土壌水分減少法により行うのが一般的であり、その他蒸発散比法・計算法等がある。

パイロット・ファームにおいても、土壌水分減少法により測定を行う。有効土層を24時間圃場容水量の状態にし、有効土層10 cmごとに土壌水分の測定を毎日行う。実測結果から、どこかの土層が生長阻害水分点に達するまでに有効土層で消費された水分総量をTRAMとする。その他、土壌水分消費割合（SMEP）を明らかにし、

制限土層の有効水分量を制限土層のSMEPの値で除してTRAMを求める方法もある。土壌水分の含水比を測定するには、含水比を求める土層を恒温乾燥器で乾燥し測定する方法が一般的である。また土壌水分の日変化を見るため、テンシオメーターにより土壌水分の測定を行い、かん水開始点の判定指標とする。

② かんがい水の節水方法の検討

パイロット・ファームにおいては、各種のかん水方法により作物にかん水を実施して行くが、特にパイロット・ファームのように貴重な地下水を利用し、作物栽培を行なう場合には、かん水も効率的に行い最大の効果を上げることが必要である。かん水方法の選択については、土壌条件・作物の種類・栽培法など他に経済性をも考慮して、かん水方法を選択しなければならない。

散水かんがい法は、各種作物に適用できるが病害発生誘発や品質の低下を見る場合がある。また、風によって散水分布が乱され圃場外への飛散損失があり節水の観点から見ると問題もあるが牧草のような土地利用型作物では、面積も大きく散水かんがいは省力的であり有効である。しかし、試験栽培圃場において野菜の栽培試験を行うにあたっては、他の節水かんがい方法の検討の必要がある。特に節水に有効なのは、ドリップかんがいであり作物の根元のみ部分的にかんがいでるので節水効果がある。水源容量が小さく、塩などの水質の悪いパイロット・ファームでの適用に優れている。又、ポンプ・配水管路が小さくて良く、運転経費も安い。その他、マルチ栽培を行うことにより土壌面蒸散を抑えて保水を良くすると共に、散水かんがいにおいては泥のはねあがりにより病害の発生が誘発されるが、それを防ぐ事が可能である。また、雑草の発生を防止する他、ビニールマルチでは地温上昇効果が認められ収穫も早められる利点もある。

③ かんがい方式別の作物栽培について

パイロット・ファームにおいては、散水かんがい方式及びドリップかんがい方式の2つの方式を計画するが、各々の方式の特徴を良くつかみ各作物のかんがい方式を決定するため試験栽培を行う。

ドリップかんがいの特徴

- 滴下点付近の土壌水分を高く保たせる事ができるので、収量を高める事ができる。
- 根元への部分給水で節水出来る。
- かんがい水に塩分を含む場合は、主根域の水分を高く保たせる事ができるので塩分濃度を低く保ち塩害を軽減出来る。
- 管内流速が小さいため均等給水がしやすい。

- 省力的に管理しやすい。

散水かんがいの特徴

- 管路であるためさまざまな区画に対応しやすく潰れ地が少ない。
- 1回のかんがい水量が少なく、頻繁なかんがいが可能で補給かんがいに適している。
- 根域層の浅い場合においても比較的均等にかんがいができる。
- 小規模で集約的な営農において、かんがい労力が少なく使用が容易である。
- インタークレートが大きく地表かんがい方式では、深層浸透損失が大きいため散水かんがい方式が適用しやすい。

以上の様な特徴があり、パイロット・ファームでは牧草及び野菜の栽培を計画しており、野菜作付圃場では、スプリンクラーとドリップかんがいを組み合わせてかんがいをする。ドリップかんがいによるかん水は単位面積の末端設備経費は比較的高いため、液肥の施用によって品質を高め収益性の高い作物生産を行うまた、圃場に直接播種する作物にはスプリンクラーによるかん水方法が、均等な散布ができ発芽・活着に適している。また、かん水労力の節減と伴に圃場管理作業も容易にすることができる。牧草は、センタービームボット及びレインガン等のかんがい方式により、かん水することになるが、風により散水分布が影響を受けると伴に、散水分布を重ねることによって均等な分布を得る事ができ、風の状態により作業の判断を行う必要がある。

4) 農業機械試験

① 農業機械試験導入試験

農業機械の導入に当たっては、対象とする作物の栽培条件及び圃場条件に適合し、要求する作業精度や作業能率を満たすような、各作業の専業機を選定する。また、一つの機械を複数の作業あるいは複数の作物の同一作業に利用する目的で導入する場合は、各作業または各作物の特性から要求される作業精度等の最高になるような機種選定が重要である。

パイロット・ファームへの導入予定機械は、耕起・整地機械、施肥は種機、収穫作業機械等が考えられる。機械の能力と対象作物の各々の作業時間・時期・作業に及ぼす気象適制約、作物の作付け体系等から利用規模に見合った機械導入になっているか、十分に調査・検討する必要がある。

農業機械の導入に当たっては、主に次のような試験が必要と思われる。

- 作業能率試験
- 作業精度試験
- 機械操作試験

○機械運転試験

また、農業機械の利用に当たっては、農作業の安全の確保を図る事が大事であり、機械になれていない初心者に対しては、事故防止に関する指導は十分に行なう。農業機械の導入に際しても、安全防護装置等の装備されたものの中から機械を選定するよう計画する。

(3) トレーニング計画

パイロット・ファーム予定地周辺には牧草栽培を中心として、小規模ながら野菜等の作付けが行なわれているが、オマーン全体から見ればごく僅かである。そのため、それら作物の栽培技術は未確立であり新しく造成する農場に於いて、農業を成り立たせるためには、各種の技術と知識が必要である。

パイロット・ファームにおける多くの技術・知識を近郊の既存農場の農民や、オマーンの今後の農業を担う農業志向学生に対して、実際の農業技術の習得のため農業体験をさせることは重要であり、パイロット・ファームにおいて技術指導及び知識の啓蒙のため、トレーニング活動を行うこととし以下の内容のものを計画する。

- a) 農業技術の指導者育成
- b) 農業機械運転の技能者養成
- c) 中核的農民の育成
- d) 農業志向学生のための農業実習

① 農業技術の指導者育成

既存農場や新規農場における栽培・経営等を円滑に運営していくためには、優れた農業技術指導者が存在することが重要である。そのためには、ネジド地方の農民層等から農業技術の推進に意欲の燃える人物を選定し、農業技術指導者として育成し農民への技術指導・技術の情報伝達を行っていく。農業技術の指導者育成のために、パイロット・ファームにおいて以下の技術について技術習得のための研修を行う。

- a) 畑地かんがい技術
- b) 作物栽培技術
- c) 土壌管理及び施肥技術
- d) 病虫害防除技術
- e) 農作業技術
- f) 農業技術普及指導技術

農業技術研修者は、技術習得のため作物栽培期間は一貫して、農作業に従事し指導者としての技術知識の習得に努める。

② 農業機械運転の技術者養成

農業機械運転の技術者養成としては、既存農場の農民及び公的機関において技能者として働く者を対象とする。技術者養成のためには、農業機械の調整技能・圃場作業・農業機械利用最低限必要な知識について研修を行う。主な研修項目としては、以下のとお

りとする。

- a) 農業機械の構造把握
- b) 農業機械の運転技術の習得
- c) 農業機械の点検・整備・保守技術の習得
- d) その他（営農一般知識・農作業事故防止策）

これら技術の習得を行うことにより、作業能率・精度の向上が図られ、機械の適性管理による耐久性の確保にもなる。また、作業中に起こる事故の防止いわゆる農作業の安全にも役立つ。パイロット・ファームの機械作業を通して、農業機械運転技術の習得を熟練者から行う。

③ 中核的農民の育成

中核的農民の育成は、既存農場において農業に従事し、また将来において自ら農業を行なおうとする者に対して、農業技術の基礎を十分に習得させ、将来地域における営農を担う素養を身に付ける。中核農民育成にあたっては、主に以下の研修を行う。

- a) 作物栽培実習
- b) 作業実習
- c) 畑地かんがい実習
- d) 農業機械実習

パイロット・ファームにおいて、農業技術の習得を行った農民が、将来ネジド地方に展開されるであろう乾燥地農業の中核となつて、各々の農場において技術を発揮し、ネジド地方農業の将来を担うことになる。

④ 農業志向学生のための農業実習

パイロット・ファームでは、農業技術指導者の養成や中核的農民の育成等のほか、将来オマーンの農業を担う若い農業志向学生の農業実習の場としての役割を持つべきである。パイロット・ファームにおいて、農業に関心を持ち、就農意欲を引き出すため、実際の農作業を通じて農業技術の習得・知識の向上を図り農業者として基礎を身に付ける。

(4) 農業技術普及計画

パイロット・ファームは、ネジド地方における農業開発の初期段階に位置づけられ、この農場の果たす役割は重要である。パイロット・ファームにおける試験成果等を、既存農場の農民及び新規営農者等に対して、体系的な農業技術普及指導を行う。この技術普及活動には、パイロット・ファームでトレーニングを行う農業技術指導者・中核的農民・農業志向学生も一緒に活動に加わる。

① 活動内容

a) 指導業務

パイロット・ファームで農業技術の指導を行なう担当者が主体となり、農民を対象に主に技術指導を行なう。作物の生育時期に応じた肥培管理等（種子消毒・播種・防除・施肥等）を中心に行なう。主な指導業務としては以下のとおりである。

- 巡回指導

ネジド地方を定期的に巡回し、現場で直接技術指導を行う。

- 展示指導

ネジド地方の既存農場において、モデル圃場を設け展示指導する。

- 実習指導

主としてパイロット・ファーム内で、作物栽培・機械運転等の実技を指導する。

- 伝達指導

講演会・講習会を計画し指導する。

- 見学指導

優良農場・試験場・流通市場等の視察を計画し、見聞を広めさせる。

- b) 広報業務

広報業務は、パイロット・ファームにおいて実施した栽培試験の結果に基づく栽培技術のマニュアルの作成や、乾燥地農業に関する技術情報を農民に知らせることを中心に活動する。主な広報業務は以下のとおり。

- 技術情報配布

定期的に技術情報ニュースを発行する。

- 技術マニュアルの作成

課題別に技術マニュアルを作成する。

- パネルの作成

例えば病虫害、生育障害、土壌断面等の標本を写真パネルとし、指導教材を作成する。

- 展示会の開催

機械、装置、施設、資材等を展示し、新技術を紹介する。

- c) 調査・情報収集業務

調査・情報収集業務は、普及活動の中において発生した既存農場等からの生産に関わる問題点を摘出し、パイロット・ファームにおいて問題点解明の為に調査及び試験を行う。また、ネジド地方における農業実態を知るための資料整理はほとんどなされておらず、各種調査を行い実態の把握を行う。そのため、新技術及び情報の収集等を行い、指導・広報業務を通じて新しい情報を提供する。

主な調査・情報収集業務は次のとおり。

- 生産上の問題点摘出

土壌診断、生育診断、病虫害被害調査等の調査・診断を行う。

○統計類の整理分析

土地、人口、戸数、労働力、農業機械、作物面積、収量、生産費、生活費等農業生産上の統計を整理し、実態を把握する。

○情報収集

文献、指導参考書類を収集、閲覧する。

② 活動体制

普及活動にはパイロット・ファームの指導担当者が中心となり実施する。また、パイロット・ファームにトレーニングに集まる農業技術指導者・中核的農民や農業志向学生も活動と一緒に行動い農業技術の普及に努めるものとする。活動に際して、場合によっては農業試験及び普及所とも関係を取りながら行うことも検討する。

(5) 気象等の継続観測計画

① 気象継続観測

パイロット・ファーム予定地点には、本調査を通じて気象観測所が新設されているが、この観測点においては自記雨量計・日射計・風向風速計が設置されているのみで、他の項目についてはパイロット・ファーム予定地点に近いサムリートの観測記録を活用する方法しかない。今後パイロット・ファームにおいて本格的に試験栽培を実施するためには、気象観測の充実が特に必要である。気象観測施設を充実し、継続的観測を実施する事は、ネジド地方の農業開発事業を進める上で大きな助けとなる。

パイロット・ファームにおいて今後観測を充実する項目としては以下のとおりである。

- | | |
|--------------|---------|
| a) 気温(最高・最低) | b) 湿度 |
| c) 蒸発量 | d) 地中温度 |
| e) 日照時間 | |

② 土地資源

パイロット・ファームにおいて実施する土壌モニタリングと関係して、既存農場の土壌モニタリングを行う。各農場における土壌をモニタリングして、土壌の経年変化により発生する。問題点を把握し、パイロット・ファームにおいて対策を検討する。既存農場のモニタリングの結果は、ネジド地方だけでなく他地方での農場開発事業を行う上で貴重な財産となる。

4. 地下水調査計画

(1) 地下水利用可能量の推定

ネジド地方で農業開発を推進する際の最大の規制要因は、地下水利用可能量の確認である。前回の調査では、地域の概略的地下水資源賦存状況の確認と、農業開発対象地域周辺の有望帯水層の決定およびその水平・垂直分布の一部を推定したものの、帯水層がかんがい長期揚水に耐え得る能力を有しているか否かの確認はされていない。そこで下記の調査項目を実施する。

1. 広域電磁・電気探査 帯水層の水平垂直分布、断層位置の確認
(9 0 × 9 0 km²)
2. 観測井の設置 長期揚水試験に伴う影響圏の観測用
(6 0 0 m 1 本、4 0 0 m 1 本)
3. 長期揚水試験 ローズグラスを対象に、5 0 ha の圃場へ約 2 年間給水し、当観測井を含む、他の利用可能な観測井の地下水位変動・水質等を観測・測定する。
4. 地下水開発可能量推定 段階的農業開発のため地下水の長期的利用可能量の推定を行う。

(2) 水文地質調査(広域電磁波・電気探査)

1) 調査の目的

すでに前回調査により広域的な概査、フォトリニアメントの判読、地表踏査は実施されており、水文地質図は完成している。

ここでは 8,1 0 0 km² (約 9. 0 km × 9. 0 km) の範囲で、水文地質構造を電磁探査、電気探査により、より明確に把握する。この結果は、観測井の掘削位置の決定、今後の広域水文循環の把握と、そこから得られる地下水開発可能量の算定、さらに農業開発可能規模決定のための基礎資料となる。

2) 探査方法

前回の電磁波探査は、E L F - M T 法とシュランベルジャー法の併用で実施され主として、比抵抗のマッピング(水平分布) を行なった。

今回は広域的な水文地質構造の把握のため、9 0 km × 9 0 km の範囲で概略的に 1 0 km × 1 0 km のメッシュで C S A M T 法による探査を実施する。この利点は人工発信源を用いることにより、周波数(1 2 - 1 3 周波数) が設定でき、各深度による比抵抗を 3 次元的に知ることができる。この方法は各メッシュ内で任意の点が深度ごとに測定できる利点がある。電極をメッシュの交点に効率的に配置し、推定流下方向に直行するように、測線を配置すれば、各メッシュごとに概略的な水平地質構造が推定でき、全体として、

3次元的な水文地質構造が推定できる。探索深度は800m程度とする。

しかしMT法は電気探査より精度の面で劣り、特に浅部においては不確実である。そこでCSAMTにより断層方向と推定される地点は、CSAMTと電気探査を併用し、探索精度をあげる必要がある。

電気探査は、水平探査が望ましく断層を横切る測線で実施する。電極配置は、断裂系に関しては、

Dipole-Dipole 配置が感度の面で良いようである。

これらの概念図を図-20に示す。

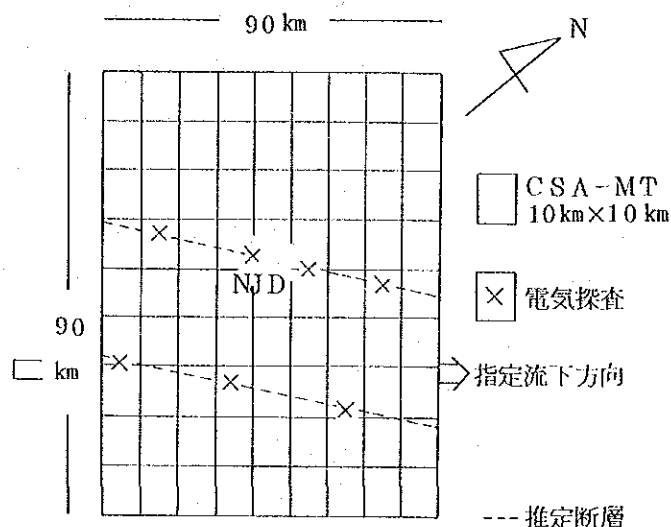


図-20 電磁波、電気探査概念図

注 CSA-MT: Controlled Source Audio-frequency Magneto-Telluric

(3) 観測井の設置

1) かんがい用水取水に相当する長期連続揚水試験を実施し、帯水層の長期的水理定数の推定とともに、長期的地下水利用可能量の推定のため、観測井をパイロット・ファーム地点からある程度離れた(30 km~50 km)位置に、地下水の推定流動方向にパイロット・ファーム地点を中心に観測井を2本設置する。

2) 長期揚水試験に伴う水位低下の影響が井戸を中心とした約20 km~30 kmの範囲に及ぶことから、広域的な地下水利用可能量の推定には、それより外に設置するのが望ましい。しかし、図-20に示したように既設の観測可能な井戸が周辺に多く存在するため、それらがモニタリング時に観測可能であれば、その間を補間する形にするのが良い。

またより精細な水文質調査(電磁探査等)により、より正確な地下水流動が推定されれば、上述のことを考慮し、掘削位置を決める。

3) 井戸深度は下流側で、より深部の情報を得るためにシャーマル・シエルまでの深度を想定し600m程度、もう1本は上流側で、下部UER層上部の良好な地下水を得るため400mとする。下部UER層頂部にスクリーンを設ける。

4) 削井に当たっては、Leaking がないようケーシングの仕上げに注意し、水資源省の井戸掘削のマニュアルに従うものとする。

5) 地層境界の確認のため部分的にコアリングを行う。

6) 検層をステップごとに実施

比抵抗、キャピラリー、 ρf 、中性子水分検層、温度・電気伝導度、ポアホールカメラ

7) 揚水試験は、観測孔がないことを考え、回復試験を重視する。この場合前回問題になった Degassing、Thermal expansion を考慮してみる。

新規観測井の掘削が推奨される地点を図-2.1に示す。

5. パイロットファーム長期観測計画・地下水保全計画

(1) 長期揚水試験・観測計画

揚水量を種々(7段階程度)に設定し、連続揚水(圃場のかんがい)し、揚水に伴う水位変化、水質変化を継続的に観測する。水位観測には、今回新設する2本の観測井と前回 JICA 調査で設置した観測井(2本)、および、他の機関(水資源省等)で設置した観測井が利用可能であればそれも利用する。

また広域的な地下水流動状況把握のため、トリチウム、 δD 、 $\delta^{18}O$ 、 ^{14}C 等の同位体分析および、 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SiO_2 、 Fe 等の一般溶存成分の分析を定期的に行い、揚水による流動状況の変化を把握する必要があると思われる。

ここで重要となるのは、初期、終了条件の把握であり、揚水開始前、揚水終了後の地下水位面、水質の把握はかせない。また、現在、Dauka、Thumrait等で地下水を揚水中であるが、その影響があるかないかを確認する必要がある。

また、長期揚水により、帯水層の水理特性(特にキレッツ水等)の変化が考えられ、短期的な揚水試験を何回か実施する必要がある。

圃場の内と外と、農業気象の観測を充実させる必要もある。

モニタリングのスケジュールは、おおむね表-8のように考えられる。

(2) 地下水保全計画

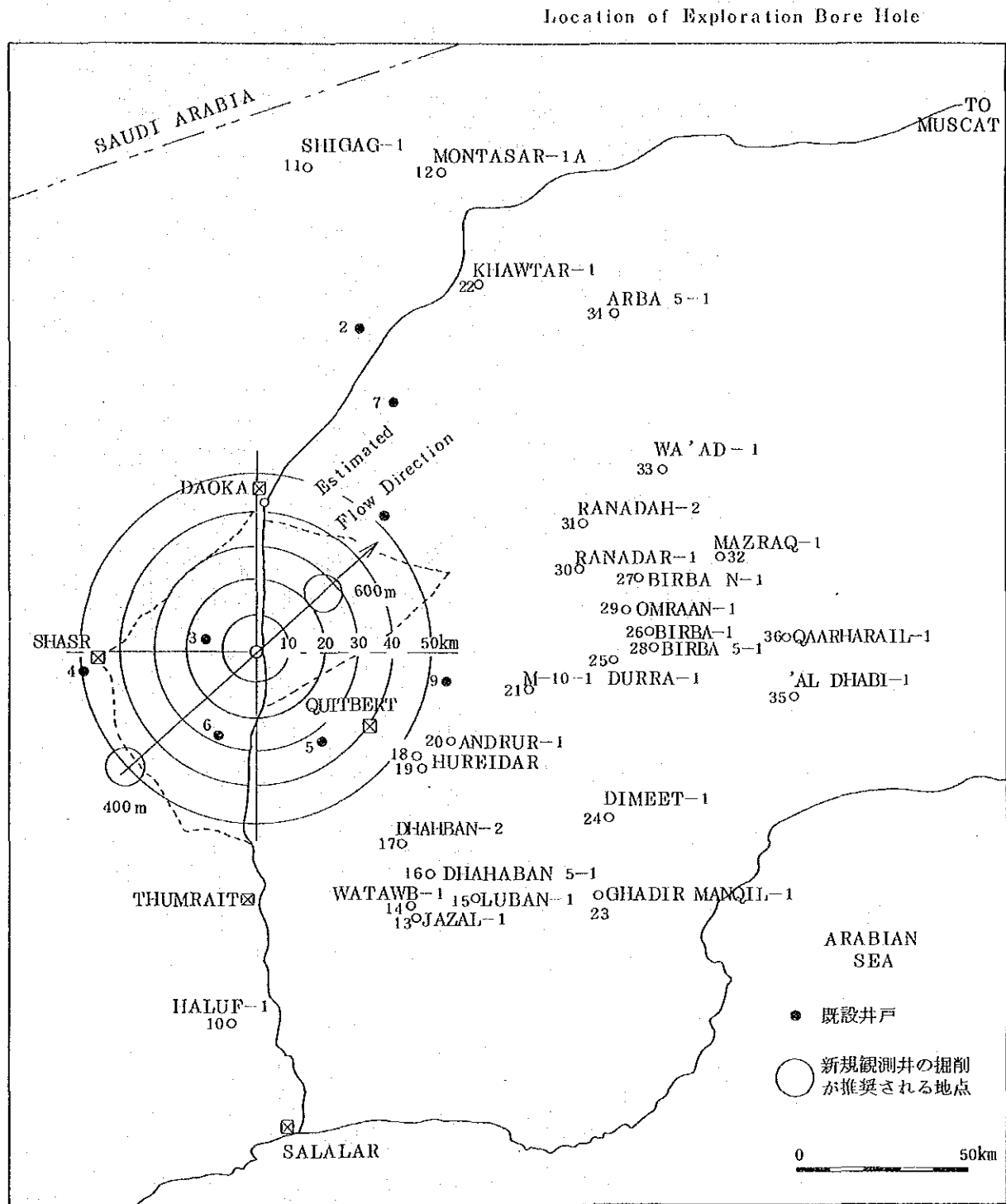
MAF、水資源省の調査および本調査を通して得られる長期揚水試験、水質調査と広域電磁波、電気探査による結果から既存の地下水モデルの見直しをおこない、精度の高い地下水賦存量および開発可能量の再評価をおこない、ネジド地方農業開発計画の開発規模決定の基礎資料とする。

(3) 今後の地下水資源の開発と保全の指針

本調査によってネジド地方の下部UER層地下水について以下の特徴が推定された。

- a) 下部UER層の地下水は化石地下水でありおそらく現在涵養されていない。
- b) 地下水流動はSW-NE方向で、いくつかのゾーンをなして流れている。

図-21 新規観測井掘削地点(予定)



表一 8 長期揚水試験・観測計画のおおむねのスケジュール

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
全域的(南部オ マーン)な観測	○											○												○
地下水位、Ec、T、pH、採水(TR、 ^{14}C 、 δD 、 $\delta^{18}\text{O}$ 、一般水質成分)																								
ネジド域の 一斉観測		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○		
地下水位、Ec、T、pH、採水(TR、 ^{14}C 、 δD 、 $\delta^{18}\text{O}$ 、一般水質成分)																								
地下水頭 自記観測	↓																							↑
気象観測	↓																							↑
地下水長期 揚水試験	↓																							↑
地下水短期 揚水試験			○				○				○					○			○				○	

- c) 地下水の流動は残存水頭勾配によって支配されており、水位の自然垂減の徴候がみられる。

以上の特徴から次の諸点が今後の資源保全にとって必要であると考えられる。

1) 揚水井の配置の適正化

今後の開発の進展にともない多数の生産井が掘削されたことになるが、その際には各井戸の相互干渉をできるだけ少なくする努力が必要である。

帯水層水理定数の地域的分布や、帯水層の構造の広域などが不明な現時点では、明確な井戸配置をきめることはできないが、暫定的には、各揚水拠点で 50 l/sec の総揚水量があるとして、拠点間の距離を $10 \sim 20 \text{ km}$ とすることが望ましい。また今回の調査では SW-N E 方向に帯水層のゾーン構造が展開していると推定され、その構造は局所的にも存在すると考えられるので、揚水拠点間の距離は SW-N E 方向では、SE-NW 方向より大きくとる必要があるかもしれない。この問題は将来の調査によって開発と平行させつつ明らかにされねばならない。ネジド地方の地下水開発と管理は地下水の国有財産宣言を行なった 1988 年の勅令に沿って実施されることになるが、未解明の問題が山積し、秩序正しい開発が必須であるネジド地方にとっては、これは非常に望ましい事態である。今後の展開が期待される。

2) 開発の速度および下部 U E R 層以外の地下水資源の探査

ネジド地方における地下水開発の速度をどのようなものにすべきかについては、1986/87 年に暫定的指針が PAWR や MAF、PCDES R など国内関係機関によって合意されている。それによると約 50 l/sec を 1 単位として段階的に開発すべきであるというものであった。本調査の結論も基本的にはこれと同趣旨であるが、以下の条件を追加する。

- 1) 開発に際しては必ず地下水観測の施設を設置し、観測体制を組織面、人材面ともに整備強化する。次の開発までに最低 2 年の調査機関をおく。

- 2) 次の段階の開発規模はこの間の調査によって査定されるが、必ずしも 50 l/sec に制限される必要はない。当初は 50 l/sec を上回る規模となる可能性が高い。

下部 U E R 層以外の地下水開発については本調査では肯定的な方針を打出せるデータはない。プロジェクト・サイトではダンマーム層の地下水はなく、ラス層は水量も少なく水質は $5,000 \mu\text{S/cm}$ を越すほど悪い。上部 U E R 層は、ある程度の水量は見込まれるが、水質は、 $2,000 \sim 4,000 \mu\text{S/cm}$ で良くない。この帯水層の静水位は深度 40 m ほどであり被圧の恩恵もない。しかしながらこれらの地層中の地下水は水質、水量とも地域的な変動が知られているので、今後の探査によって良い水脈が発見される可能性がある。その際の手法として、CSA-MT 電磁探査法が推奨される。

この手法では使用電磁波の周波数によって探査深度が異なるから、いくつかの周波数を用いれば浅層、深層の帯水層地域分布をかなり簡便に推定できる可能性がある。

3) 地下水資源の管理保全体制

ネジド地方の地下水管理と保全をはかるためには適切な行政体制を整備することが必要である。この体制下では、地下水資源のモニタリング、地下水資源の恒常的探査、地下水資源の開発と管理等を実施する。

(ア) 地下水資源のモニタリング

地下水資源のモニタリングを広大なネジド地方で行う際の見通しとして、オマーン北部で運用されている状況を参考にすることができる。

北部ではすでに多数の観測井が継続して観測されている。その配置密度は50km²に1井程度であるが、ネジド地方のように農業による水利用がまだ初期的で、比較的地質的に単純な地方では、観測井密度はこれより小さくしてもよい。北部では月毎の観測や維持管理のために1,000km²、20井について1人の割合で要員が配置されている。ネジド地方は最大40,000km²の観測対象面積が見込まれ、観測点密度を北部の10分の1としても、80点ほどの観測点が想定される。このような調査地面積と調査地点数から最少で4人、最大で80人の人材確保が必要となる。少なくとも当初4人の専従要員の確保が必要であろう。

(イ) 地下水資源の恒常的探査および将来実施が望ましい水理試験

地下水資源の探査は、地下水資源のモニタリングと新規の探査／観測井の掘削の組合せで進行する。新規の探査／観測井は独自のプロジェクトによる掘削だけでなく、新たな地下水開発計画の中に含めて実施されることが望ましい。

帯水層の水理定数を広域にわたって決定するために、長期的な連続揚水試験を実施することが望ましい。期間としては2週間以上、場合によっては2ヶ月もしくはそれ以上が望まれる。こうした長期揚水試験は試験農場もしくはパイロットファームのような実際の農業開発事業の中の一部としてとり行う方がよい。実際の開発事業によって揚水された水は無駄なく灌漑用水として使われることになるからである。

この報告書ですでに論じたように、井戸掘削が原因で孔壁沿いの地層間の漏水が起らないようにすることも大切である。今後新たな井戸の掘削を実施する場合は、その井戸が目標とする帯水層の上位の帯水層にピエゾメータを掘削することが望ましい。このピエゾメータによって漏水の解析はより完全なものになるだろう。

(ウ) 地下水資源の開発と管理

ネジド地方における地下水資源開発においては当然のことながら行政側の強い関与が必要である。行政側の関与は開発計画の立案だけでなく、事業の実施の際の監督も

含むものでなければならない。特に開発地点の制限、井戸掘削の手法の限定と経験豊かな専門家による施工の管理、井戸構造の規定などが重要である。開発地点の制限では、資源の分布にもとづき、既存の開発点への影響が生じないように、強力な権限を行使する。井戸の掘削や施工には、不適切な井戸工事による地下水資源の悪化が十分あり得るので、施工業者の技術レベルを査定して認可する制度を導入しなければならない。施工法と井戸構造については、4.3.3に具体的な提言がある。総じて強力な行政力の確立と行使がネジド地方の地下水開発と管理には必要であるが、これは1988年の水資源に関する勅令の趣旨に正確に沿うものである。この勅令の趣旨を一層徹底させる最も重要な点は、すぐれた自国人スタッフの確保に努力し、水資源行政における外国人依存を漸時低減させることである。水資源開発は脱石油時代へ向けてのオーナー戦略の要であるから、自国スタッフの主導権の確立を達成する必要がある。外国人への依存は自国人の代替ではなく自国スタッフの養成に主眼を置いたものに重点を移してゆかねばならない。

6. 本格調査の留意点

- (1) 近傍農場では、会社経営または作業員雇用による個人経営の模様であったが、パイロットファーム運営に係わる技術移転の対象者の選定は、将来、その者より二次、三次の技術移転が図れるよう十分配慮する必要がある。
- (2) 砂漠の過酷な自然条件のもと、ネジド地方農業開発事業を取り巻く環境は、幾多の制約と未確認事項がある。従って、本開発事業は系統的開発思想で推進されることが重要であり、水資源、土地資源及び人的資源を有効に管理・活用し、適正な農業開発計画の策定・推進を一元的に行えるよう農漁業省を中心とした関係省庁による総合的開発推進評価機構の設立が望まれる。
- (3) ネジド地方の利用可能地下資源の中で、かんがいにも最も適したものは、下位U E R層頂部の帯水層である。その深度は、パイロットファーム周辺では約300mの位置にある。この帯水層を中心として、地下水盆の規模および被圧度により、農場の規模および分布密度が規定される。しかし、その水源が被圧化石水に近いものであれば、使えばそれに見合うかん養が無い限り地下水位は低下する。現在の技術水準では、深度100m位から設備費が農業生産では引き合わないほど、急激に高くなる。

一般に地下水の水収支は、かん養、流動、流出（揚水）等の水循環の中で論じられるのが普通であり、現状として、閉鎖および準閉鎖域でも、基本的には、少しでもかん養があった場合、そのかん養量を適正揚水量としており、かん養量を上回る地下水揚水の問題は、全く扱われていないと思われる。

この場合に、地下水は揚水すれば少なくなっていくが、その少なくなり方が長期間におよんで、なおかつ、農業経営者にとって有益であることが必要条件になる。この場合の適正揚水量は、自然的条件だけでは決めることができず、そこに住む人々の考え方にもよっている。多少の不利益（地下水量の減少）を我慢しても、ある程度農業生産を行なっていくというコンセンサスが必要である。つまり、地下水を揚水することによる利益を優先させるかという意見決定の問題が入りこんできて、社会的な様相をおびてくる。これは、オマーン国自身の問題である。

今回の調査は、このため、できるだけ精度の高いデータをとることが必要になる。この場合は、地下水盆地中に閉鎖されている水量（一定量）を揚水する場合の揚水に伴う地下水位低下の非定常問題になると思われる。このような条件の中での地下水位低下量の計算は、FEMなどの数値モデルしか事実上ないようである。種々の仮定条件を積み上げて井戸周辺の地下水の問題を考えるよりも、大きな水文地質構造をモデル化して、各揚水量毎の地下水位を計算した方が实际的だと思われる。計算の際は、次の点が重要になる。

- ① 水文地質構造（とくに帯水層厚の分布）
- ② 地下水盆地の形状
- ③ 帯水層の透水係数と貯留係数
- ④ 漏水係数（漏水かん養は0か？）
- ⑤ 境界部からの地下水流入量（ある場合）

FEMの場合、井戸周辺は細かくして、井戸から遠くでは、数km～数10km程度の幅でメッシュをとっても、特に差し支えはなく、今回調査で、必要なデータを精度高く出す必要がある。

(4) パイロット・ファーム運営

- ① パイロット・ファームの造成当初は周辺の土漠と同じ様な未熟土壌であり、初年度農場建設後作物作付可能の時点で牧草を播種し、作物栽培に必要な地力の向上を図るとともに、土壌改善の方策を探りながら試験栽培を実施して行くことが必要である。この場合においても、パイロット・ファームにおける作物栽培は初めてであり、日本側は農業技術指導を積適的に行い、オマーンとの共同作業により栽培技術の確立に向け各種試験（かんがい試験・作物栽培試験・土壌肥料試験等）を設定して、現地の適性技術の導入及び実証試験を行う必要がある。
- ② ネジド地方の栽培作物として、耐乾性・耐塩性が高く乾燥地の造成地でも栽培可能な牧草（ローズグラス）を基幹作物とするのが適していると思われる。土壌条件は必ずしも良い土壌とは言えず、特に塩害の発生が起きない様十分配慮する必要がある。また、水資源の不確実性・栽培技術の未確立等制約要因も多いが、高収量・高品質の牧草生産

が早い段階から行える様に努め、商業ベースに乗る農業経営の推進が必要である。

- ③ パイロット・ファームでは、農業技術等の伝習農場として位置付け、将来地域における中核的農民を養成するため農業実習の場として運営管理する。そのため、農場で行う農業技術等の指導の受け手となる農民の選定は、農民として農業に意欲を持った人物を選ぶ必要がある。

農業技術の指導を受けた農民は、今後ネジド地方で展開される乾燥地農業の農業技術の実践及び普及の中核的役割を担えるよう技術の習得に努める必要がある。

- ④ パイロット・ファームにおける作物栽培は、限りある地下水を有効に効率よく利用する必要がある。そのため、かんがい水を確保すると同時に生理障害（塩類集積等）を起こさせない様な水管理・肥料施設・その他適切な栽培管理等を行う必要がある。また、かんがい水の水質、防除対策、土壌の物理性・化学性等を十分に調査し試験栽培を行う必要がある。

- ⑤ ネジド地方の過酷な自然条件の基で、農業を行うに当たって現地の気象の実態を把握する必要がある。そのため、現地での気象観測の内容を充実し継続観測を行うため、既にパイロット・ファーム予定地に設置してある。自記風向風速計・日射計・自記雨量計の他に、気温・湿度・地中温度・蒸発量・日照時間の観測が出来るよう観測施設の整備を行う必要がある。

- ⑥ パイロット・ファームにおいては、牧草及び野菜の栽培を計画していくが、作物の栽培試験を土漠と同じ未熟土壌において成り立たせるためには、多くの技術と知識が必要である。そのため、パイロット・ファーム開設と同時に日本から技術協力のため調査団員を派遣し、現地の農民と一緒に栽培試験を実施し技術の移転を行う必要がある。なお、調査団員の担当分野は、作物栽培試験・土壌調査・農業機械・かんがい施設操作地下水調査の団員が必要であり、調査に当たってはネジド地方の過酷な自然条件を考えると、複数の団員が同一時期に実施する体制が適当と思われる。

- (5) 第二段階農業開発計画は主に地下水からの制約に対する諸問題を解決しての開発計画の提案となる。

一方農業についていえば、2年間の栽培指導・運営指導等により、オマーン側C/Pへの技術移転を図り、今後のパイロットファームの運営をオマーン側でスムーズに行なえるように指導することにある。

このため、実施設計段階の運営計画の立案時及び農業開発計画策定時には、農場運営・普及・トレーニング等を十分検討すると共に2年間の調査後の、パイロットファームの今後の位置づけ（試験・普及機関）を確認し農業開発と平行する形での2次・3次のパイロットファームの運営計画を提案し、農業開発計画に反映させる。

付 属 資 料

1. S / W

SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY
ON
THE AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT II
IN
THE NEJD REGION
THE SULTANATE OF OMAN

AGREED UPON
BETWEEN
THE MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES
AND
THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Signed in Muscat,

22nd October, 1990



ENG. MUSALLAM BIN SALEM BIN MAHAD
BIN QATAN
UNDERSECRETARY
MINISTRY OF AGRICULTURE
AND FISHERIES



MR. MITSUHIRO GOTO
LEADER OF JAPANESE
PRELIMINARY SURVEY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Sultanate of Oman (hereinafter referred to as "the Sultanate of Oman"), the Government of Japan has decided to conduct the Study on Agriculture Development Project II in the Nejd Region (hereinafter referred to as "the Study"), which is based on the Agricultural Development Project that was conducted from March 1987 to January 1989 (hereinafter referred to as "the Agricultural Development Study"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the Ministry of Agriculture and Fisheries (hereinafter referred to as "MAF"), who is the authority concerned in the Sultanate of Oman.

The present document sets forth the scope of work for the the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objectives of the Study are;

1. to prepare the detailed design and tender document for pilot farm (50ha),
2. to enhance groundwater knowledge from the viewpoint of agricultural development and to formulate the next agricultural development plan,
3. to undertake on-the -job training of the Omani counterpart personnel in the course of the Study.

III. OUTLINE OF THE STUDY

1. Study Area

- (1) The Study area covers about 8,100km² which consists of Dauka, Wadi Makhawrim and Shasr in Nejd Region.
- (2) The pilot farm of 50ha, is located 150km to the north of Salalah adjacent and 1.2km west of the Muscat-Salalah National Highway.

2. Scope of the Study

The outline of the Study to be undertaken by JICA on the basis of the results of the Agricultural Development Study shall be divided into the following two works.

Work I - To prepare the detailed design and tender document.

Work II - To enhance groundwater knowledge from the viewpoint of agriculture development in the Nejd Region and to formulate the next agricultural development plan.

Major items of each works are:

1. Work - I

(1) Formulation of Farm Management Plan

1. Crop cultivation plan,
2. Training plan,
3. Extension plan,
4. Groundwater, meteorology and soil observation plan,
5. Operation and Maintenance plan .

(2) Topographic Survey

1. Site Survey of facilities,
2. Other necessary Survey.

(3) Determination of fundamental matters

To determine fundamental matters based on the review of the Agricultural Development Study and detailed investigations.

1. Determination of specifications of the facilities such as farm size, water supply facilities, irrigation facilities, appurtenant facilities and others,
2. Clarification of design conditions on the basis of the results of field survey and its analysis,
3. Clarification of design criteria for designing the facilities,
4. Determination of unit price for construction cost estimation,
5. Determination of the basic matters on construction schedule,
6. Clarification of the basic matters on tender documents.

(4) Preparation for Detailed Design

On the basis of the definitive plan, the following works shall be

carried out :

1. Structural and irrigation design of each facility,
2. Preparation of design drawings of each facility on the basis of the design,
3. Preparation of chart of quantities calculation on each construction work on the basis of the design drawings,
4. Preparation of unit price chart on each construction work,
5. Estimation of construction cost,
6. Preparation of detailed construction plan,
7. Preparation of construction schedule chart.

(5) Preparation of Specification and Tender Document

In accordance with the forms used in OMAN, specification and tender document on the construction works of the project shall be prepared as follows:

1. Form of tender,
2. Form of Agreement,
3. General conditions of contract,
4. Particular conditions of contract,
5. General and particular specifications of construction work,
6. Contract drawings,
7. Bill of quantities,
8. Construction schedule chart,
9. General information for tender.

2. Work-II

(1) Electric Prospecting

1. Conduct the two prospecting methods, MT and Schlumberger.
The prospecting covers about 8,100 km²,
2. Formulation of three dimension geological map,
3. Data collection and review of the existing relevant study,
4. Geological and hydrogeological analysis of study results.

(2) Construction of two observation wells

1. Selection of suitable site of two observation wells,
2. Drilling and construction of two observation wells including supervision of works.

(3) Monitoring and management in the pilot farm for two years from the start of farming operation.

1. Monitoring of groundwater drawdown,
2. Monitoring of the quality of groundwater,
3. Monitoring and management of soil and cultivation technology for fodder grass.

(4) Formulation of the next agricultural development plan.

1. Clarification of groundwater conditions in Nejd region,
2. Outline of the suitable project development pace and the limitation of the project area.
3. Formulation of the next agricultural development plan

IV. STUDY SCHEDULE

The Study shall be executed in accordance with the attached tentative work schedule.

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to MAF;

1. Inception Report:

Twenty (20) copies at the commencement of the Work I study .

2. Definitive Plan:

Twenty (20) copies at the end of the field work in the Work I study.

3. Draft Detailed Designs Report, Specification and Tender Document:

Twenty (20) copies at the completion of the Study. Within a month after the presentation of the Draft Final Report, MAF shall forward the final comments on the Draft Final Report to JICA through the Embassy of Japan.

4. Detailed Design Report, Specification and Tender Document:

Fifty (50) copies within two (2) months after receiving the comments from MAF on the Detailed Design Report.

5. Progress Report (I)

Twenty (20) copies at the end of the electric prospecting work.

6. Interim Report

Twenty (20) copies at the end of the observation well drilling work.

7. Progress Report(II)

Twenty (20) copies at the middle of the monitoring in the pilot farm.

8. Draft Final Report

Twenty (20) copies at the end of the Work II.

9. Final Report

Fifty (50) copies within two (2) months after receiving the comments from MAF on the Draft Final Report.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE SULTANATE OF OMAN (MAF)

1. To facilitate smooth implementation of the Study, the sultanate of Oman (MAF) shall take necessary measures:

- 1) to secure the safety of the Japanese study team, (hereinafter referred to as the "Team"),
- 2) to permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in the sultanate of Oman for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees,
- 3) to exempt the members of the Team from taxes, duties, fees and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into the sultanate of Oman for the conduct of the Study,
- 4) to exempt the members of the Team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emolument or allowance paid to the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study,
- 5) to provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into the sultanate of Oman from Japan in connection with the implementation of the Study,
- 6) to secure permission for entry into private properties or governmental areas for the conduct of the Study, subject to the permission of respective authorities,
- 7) to secure permission for the Team to take all data and documents related to the Study out of the sultanate of Oman to Japan by the Team, subject of the clearance of respective authorities,
- 8) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on the members of the Team.

2. MAF shall bear claims, if any arising against the members of the Team resulting from occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or wilful misconduct on the

part of the members of the Team.

3. MAF shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.
4. MAF shall, at its own expense, provide the Team with the following ,in cooperation with relevant organizations :
 - 1) Available data and information related to the Study,
 - 2) counterpart personnel as available,
 - 3) suitable office space with necessary equipment(furniture,telephone and copy-machine) both near to the project site during farming operation, in Salalah and Muscat,
 - 4) 5 No,s of four-wheel-drive vehicles(2 equipped movable telephone) with drivers in the Study area, in Salalah, and in Muscat with their running cost,
 - 5) credentials or identification cards.

VII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

- 1.to dispatch, at its own expense, study team to OMAN, including domestic air tickets,
- 2.to carry out ,at its own expense,the drilling and construction of two observation wells and electric prospecting,
- 3.to pursue technology transfer to Omani counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. JICA and MAF shall consult with each other in respect of any matter that may arise from, or in connection with the Study.

ANNEX I

TENTATIVE WORK SCHEDULE

▨ : Activities in Oman
 □ : Activities in Japan

Description	Month In order																							
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44		
(1) WORK- I																								
(2) WORK- II																								
(4) REPORT																								
Inception Report	△																							
Definitive Plan		△																						
Draft Detailed Designs Reports			△			△																		
Detailed Design Report				△																				
Progress Report(1)			△																					
Interim Report							△																	
Progress Report(2)														△										
Draft Final Report																						△		
Final Report																							△	

Note: Actual monitoring and management in the pilot farm will commence upon the start of farming.

2. M/M

MINUTES OF MEETING ON SCOPE OF WORK

FOR

THE STUDY

ON

THE AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT II

IN THE NEJD REGION

THE SULTANATE OF OMAN

AGREED UPON BETWEEN

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FISHERIES

AND

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

MUSCAT, 22nd Oct, 1990



ENG. MUSALLAM BIN SALEM BIN
MOHAD BIN QATAN
UNDERSECRETARY
MINISTRY OF AGRICULTURE
AND FISHERIES.

後藤 光弘

MR. MITSUHIRO GOTO
LEADER OF THE PRELIMINARY
SURVEY TEAM,
THE JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

MINUTES OF MEETING

The Japanese Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as "The Team") sent by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") headed by Mr. MITSUHIRO GOTO visited the Sultanate of Oman from October 11 to October 23, 1990 for the purpose of getting mutual agreement on the scope of work for the Study on the Agriculture Development Project II in Nejd Region in the Sultanate of Oman (hereinafter referred to as "The Study").

The Team has series of discussion with the representatives of Ministry of Agriculture and Fisheries (hereinafter referred to as "MAF") and Ministry of Water Resources (hereinafter referred to as "MWR"), and carried out field study in the Nejd region.

Through these discussions, both sides reached mutual agreement on the scope of work.

The salient results of the discussions are as follows:

1. Both sides have acknowledged that this scope of work shall be effective after the two countries have exchanged the note verbales concerning the Study.
2. Regarding with the number of Study team members, MAF requested to specify the number and speciality of proposed staff. The Team replied that at present temporary about 6 personnel considered, but this figure will be subject to confirmation from the JICA. JICA will be in a position to inform MAF officially exact no. of staff.
3. Both sides agreed that MAF should take all necessary actions and obtain necessary permission from concerned authorities to ensure proper implementation of the field investigation program. Particularly, JICA is concerned about safety working condition for its personnel and insist on

the granting of necessary authorization to use radio-transceiver, mobile telephone.

4. According to the "UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE SULTANATE OF OMAN 4- 2) in the scope of work", the Team requested 13 counterpart personnel (leader 1, hydrogeologist 2, agronomist 2, farm planner 1, design/cost estimation 1, electric prospecting 4, drilling 1, irrigation engineer 1). MAF replied that it is difficult but will do its best fulfill request of JICA.
5. MAF requested that technology transfer to Omani counterpart personnel would be done through technical training (especially for farming system, management system and irrigation system) in Japan, in addition to on-the-job training in the sultanate of Oman. The Team have promised to convey the above request to the Government of Japan.
6. MAF requested that JICA would held the seminar about the result of the study for the technology transfer to Omani counterpart personnel at the end of the study. The Team promised to convey the above request to the Government of Japan.
7. MAF requested that apart from fodder grass experiment as proposed by the Team other suitable crops should be taken in consideration for cultivation on the pilot farm. The Team have promised to convey the above request to the Government of Japan.
8. Both sides agreed that MAF would manage the pilot farm.
9. MAF requested JICA to provided survey equipments (soil survey equipment, irrigation survey equipment, etc.,) for the technology transfer to Omani counterpart personnel through the study, and to donate it after the termination of the Study.

3. 要請書

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS

1803/22245/12210/4133

February 8, 1989

The Ministry of Foreign Affairs of the Sultanate of Oman (Economic and Technical Cooperation Department) presents its compliments to the Embassy of Japan and has the honour to inform that the concerned authorities of the Sultanate (Ministry of Agriculture & Fisheries) and as part of the Omani-Japanese cooperation in the field of Agricultural Development at DOKAH - NEJD AREA, the Omani and Japanese sides have agreed that preparation of the project shall be as follows:

1. Study the possibility of agricultural development in the rugged regions which are: Dokah, Wadi Mikhawrim, Shisr, Hatfeit, Qaibabt.
2. Proposal of efficient usage of the water and soil and management of water for the farm.
3. Preparations for a pioneer farm to achieve a system of agriculture which can be used through suitable usage of underground water.

For the necessity of completing the work, the concerned Ministry see that the Government of Japan and Japan International Cooperation Agency (JICA) prepare the final instructions and infrastructure of the farm as well as tender document.

The Ministry requests the Embassy to take the necessary measures and inform about the extent of acceptance of the Japanese side for the preparation of the final instructions and tender document.

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

To/ The Embassy of Japan
Sultanate of Oman.

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS

1803/22245/12210/2050

19 January 1989

The Ministry of Foreign Affairs of the Sultanate of Oman (Economic & Technical Cooperation Department) presents its compliments to the Embassy of Japan in Muscat and following its note-verbale no. 1803/22245/12210/27462 dated 1 November 1988 concerning the possibility of studying agricultural development in NEJD and conducting a geophysical survey by Apparent Resistivity by ELF-mt method in the Doka Shaiser-Wadi Mikhawrim regions in the NEJD, Southern Region in which The Japan International Cooperation Agency JICA is participating has the honour to inform that the concerned authorities of the Sultanate are still waiting for the reply of the Government of Japan as regards to the above-mentioned subject.

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

Embassy of Japan
Muscat

5. 井戸掘削単価見積

項 目		RO
1. 搬入		1,900
2. 搬出		1,900
3. 移動(サイト間)		520
4. コンダクターパイプ(m当り)		65
5. 掘削 (")		50
6. $9\frac{5}{8}$ ケーシング設置(")		35
7. 井戸開発		450
8. テスト設備設置(1ヶ所)		600
9. ポンプテスト		11,000
10. $3\frac{1}{2}$ ケーシング設置(1m当り)		10
11. 水中ポンプ設置(1ヶ所)		7,800
12. 水質分析(1件)		90
13. Well head 作成(1カ所)		600
固定費		15,770
m当り単価		160
箇所当り単価		9,095
600m 1ヶ所		120,865
400m "		88,865

なお、上記単価には、水資源省のいう井戸掘削マニュアルに従った仕様となっていないため、実際の施工単価にはこの分を考慮する必要がある。

18°00'N

53°30'

53°46'

54°00'E

54°

The Government of Sultanate of Oman
The Study on Agriculture Development Project
in the Nejd Region

HYDROGEOLOGICAL MAP OF THE CENTRAL NEJD

1989

Japan International Co-operation Agency

18°45'

⑤

⑤

e

18°30'

18°15'

300

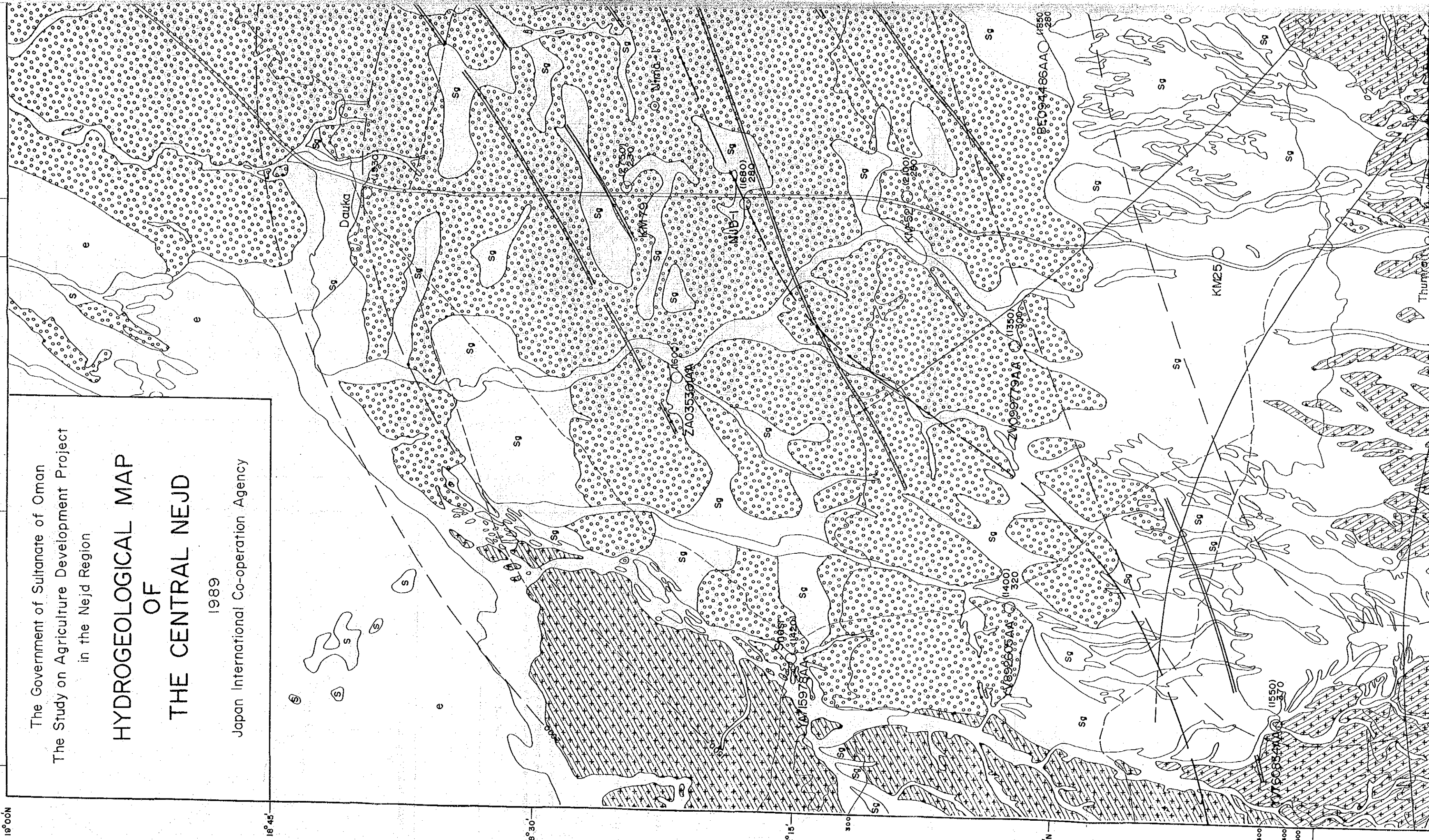
18°00'N

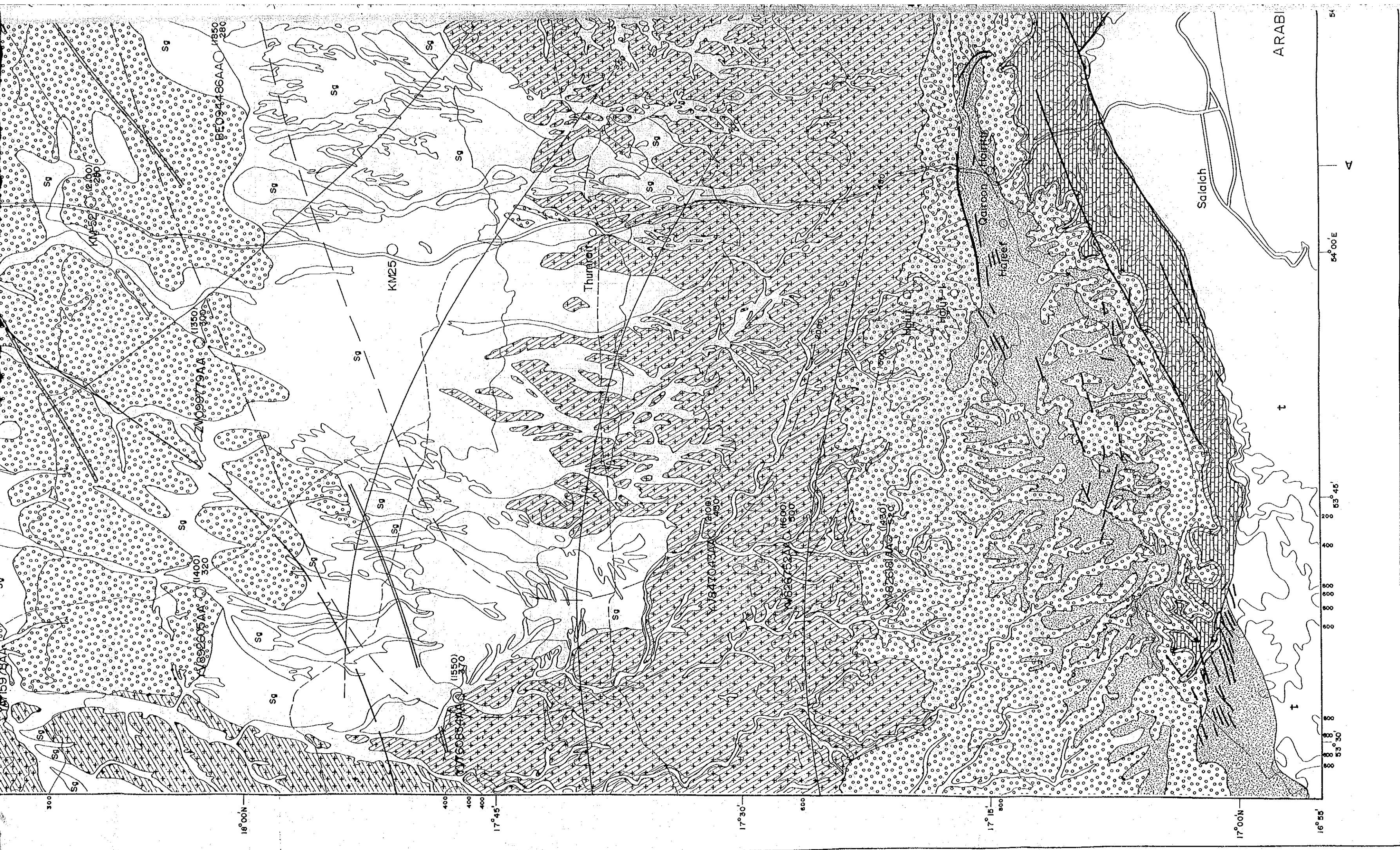
400

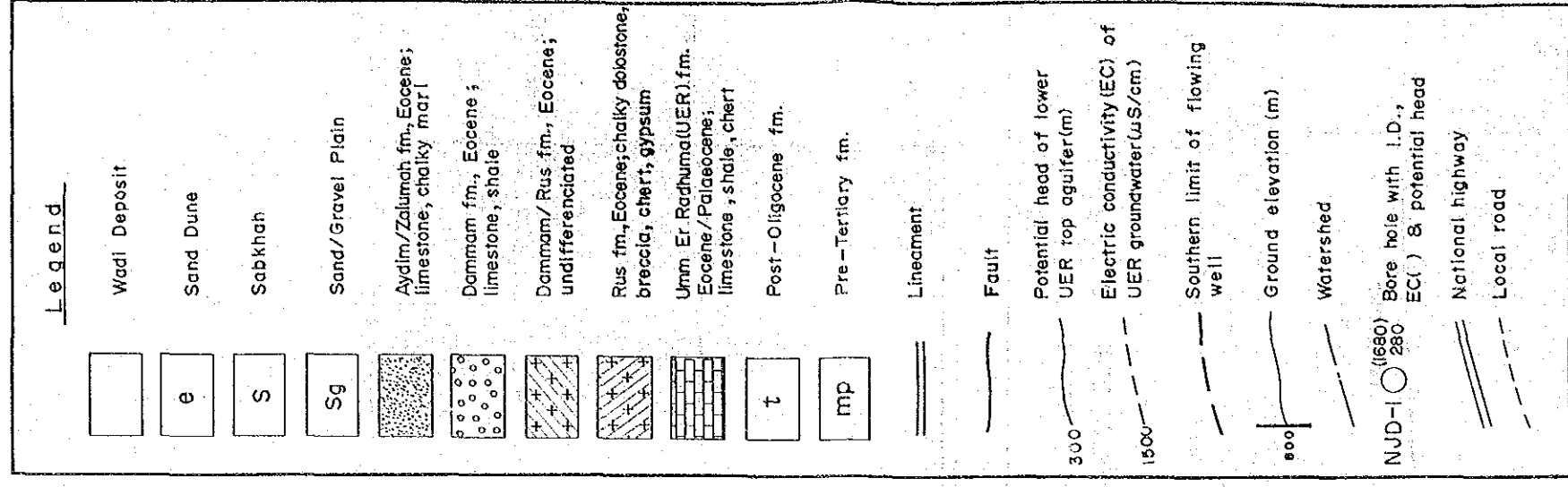
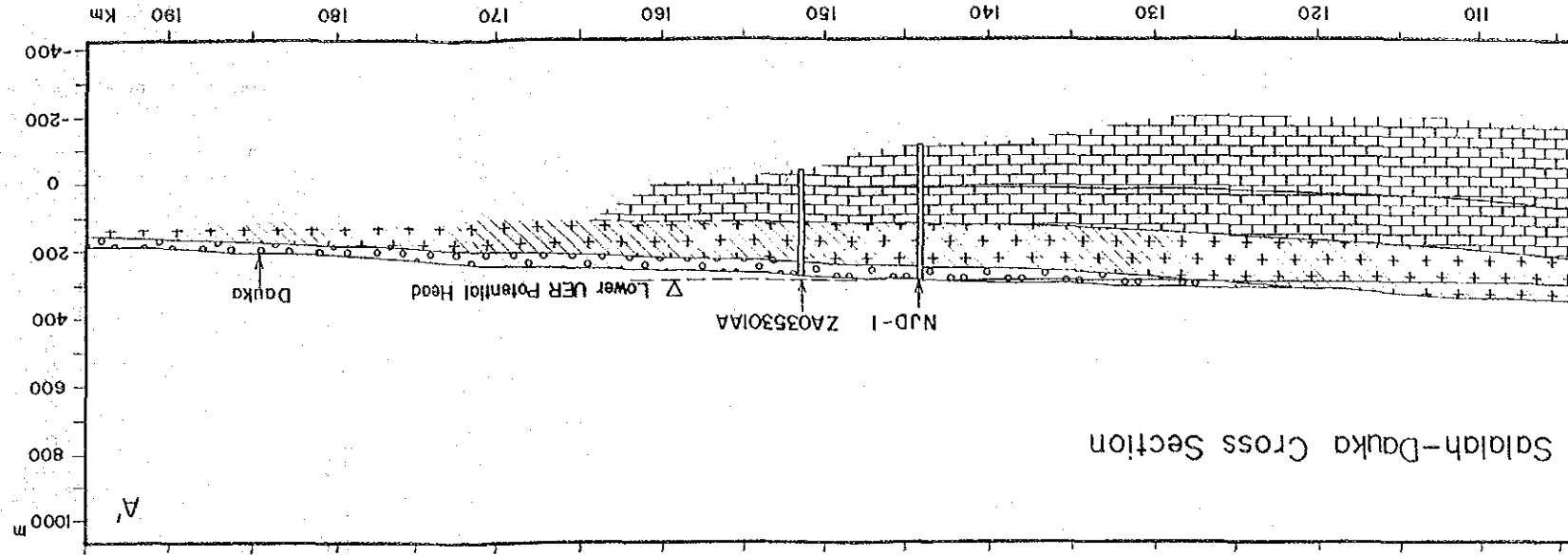
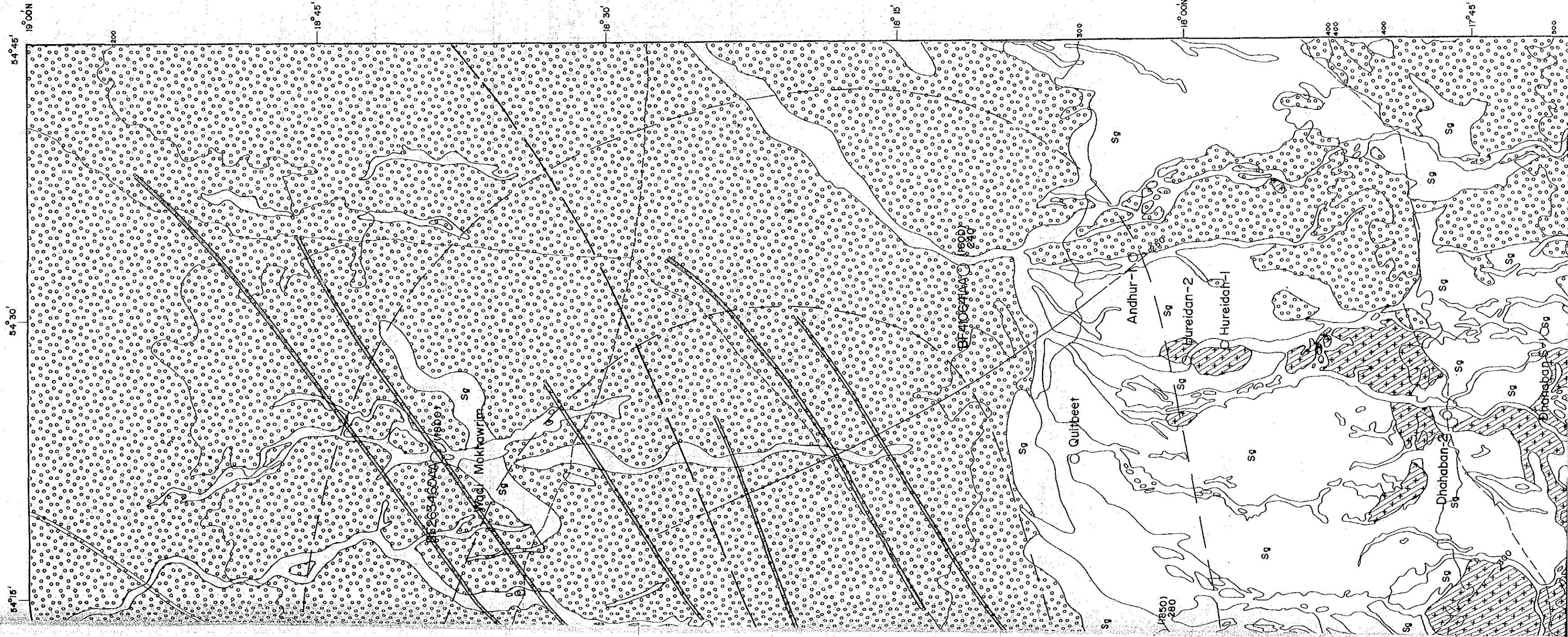
400

400

17°45'

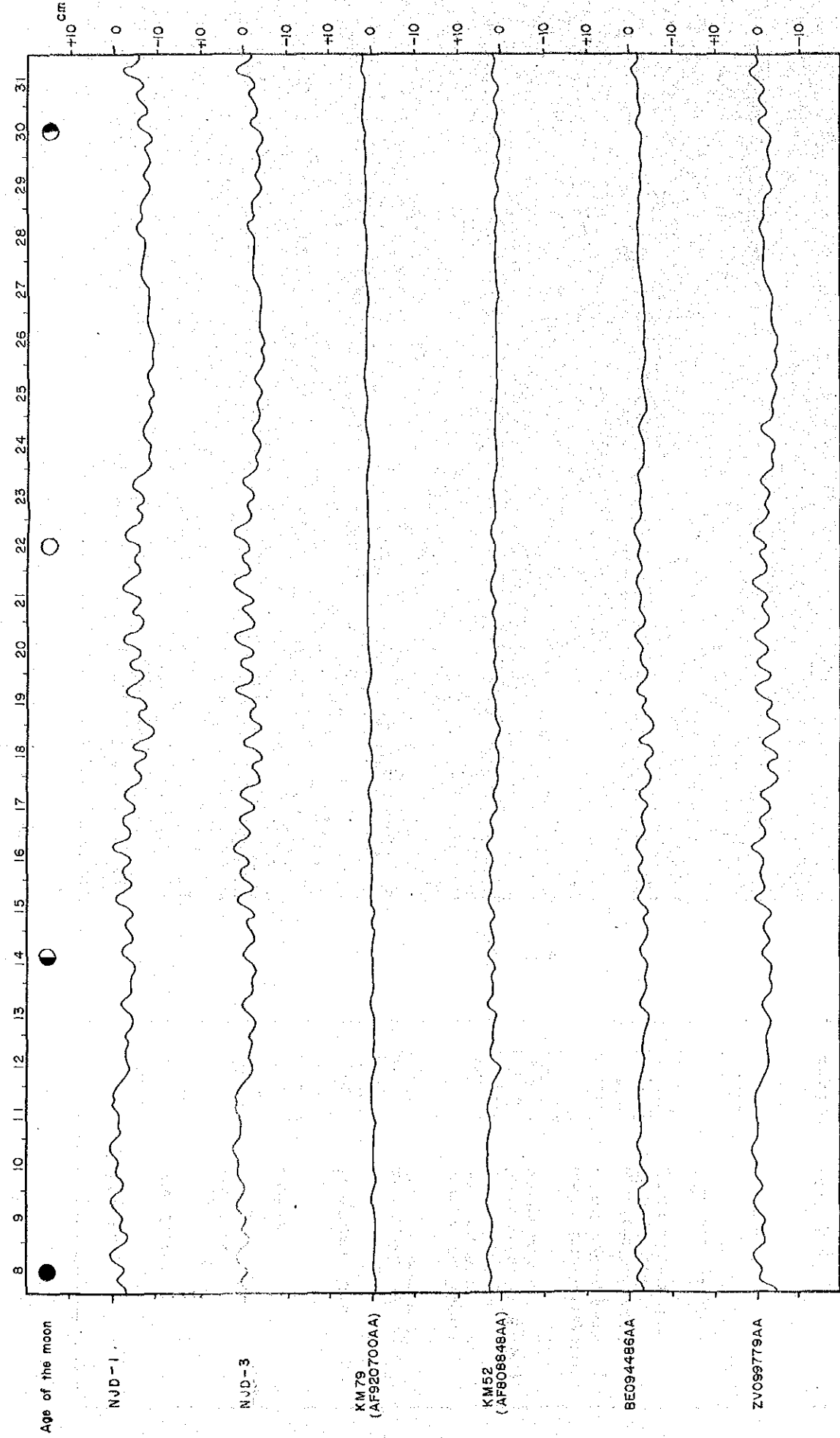




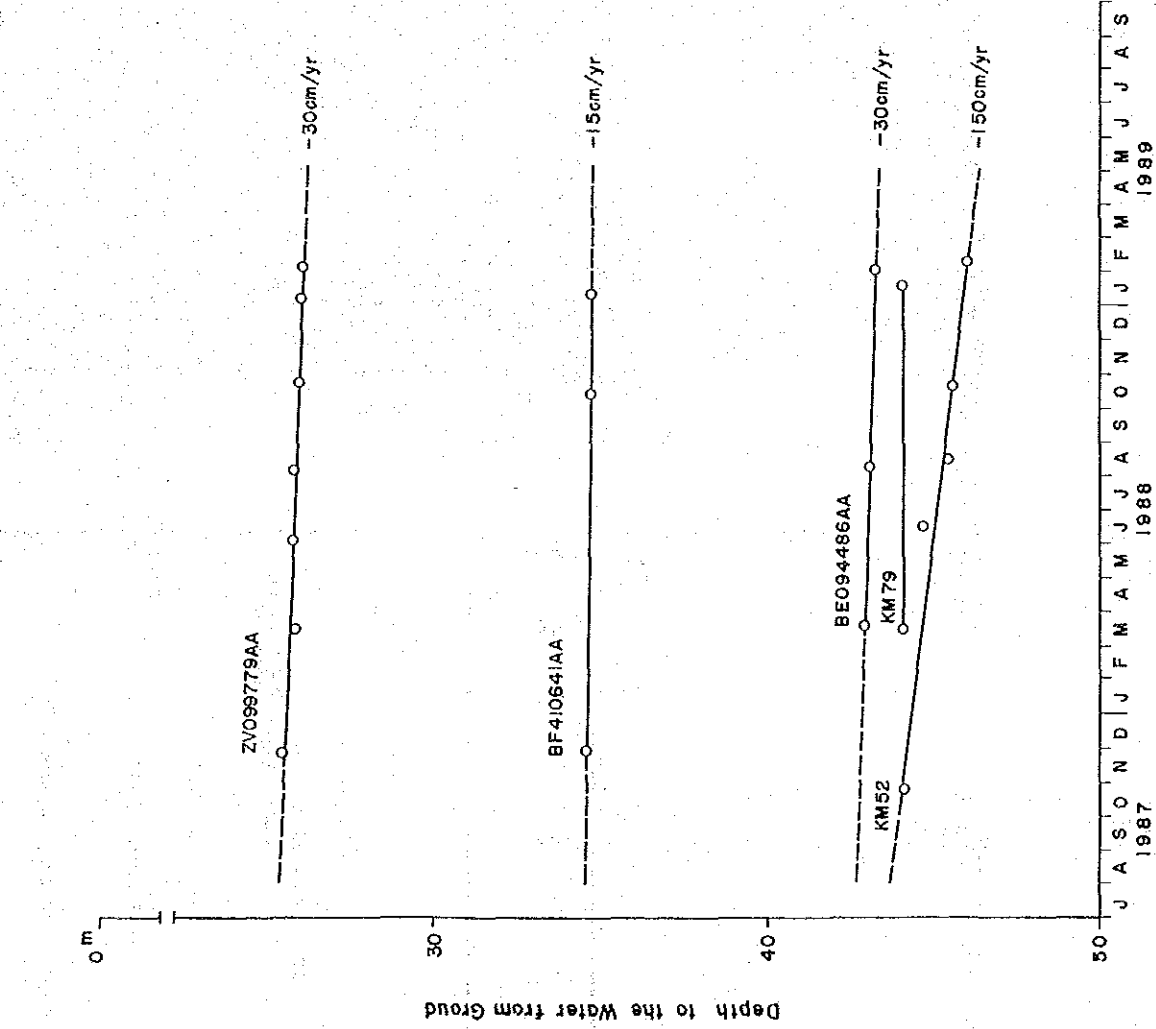


HYDROGRAPH OF PROJECT OBSERVATION WELLS

Jan, 8th — 31st, 1989



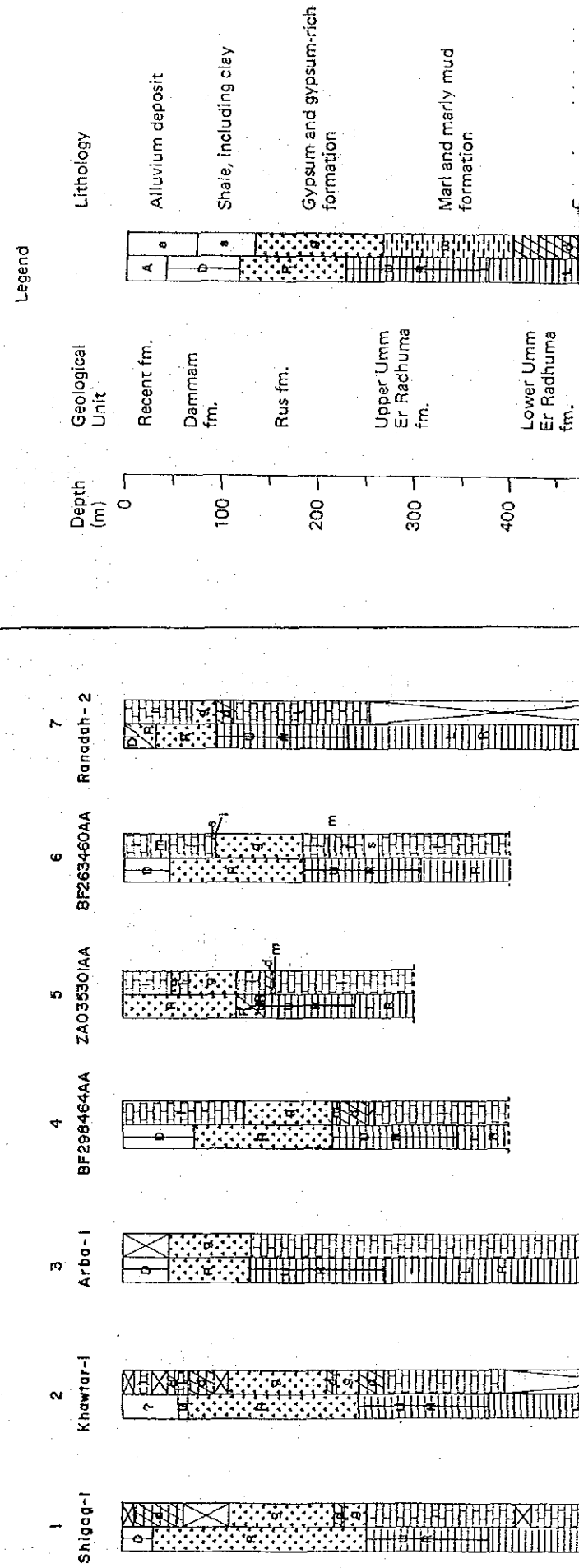
LONG TERM TREND
OF NEJD GROUNDWATER LEVEL



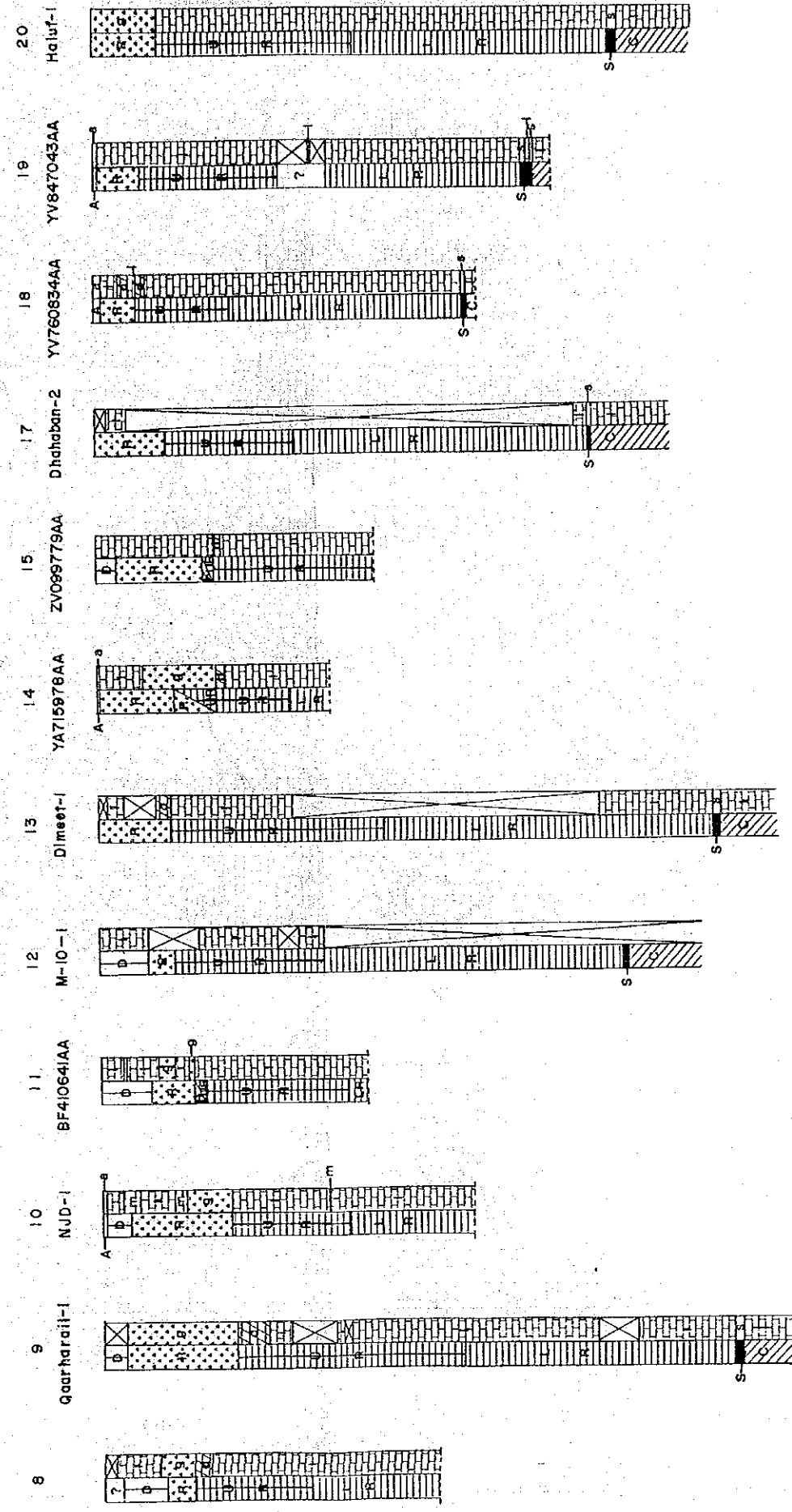
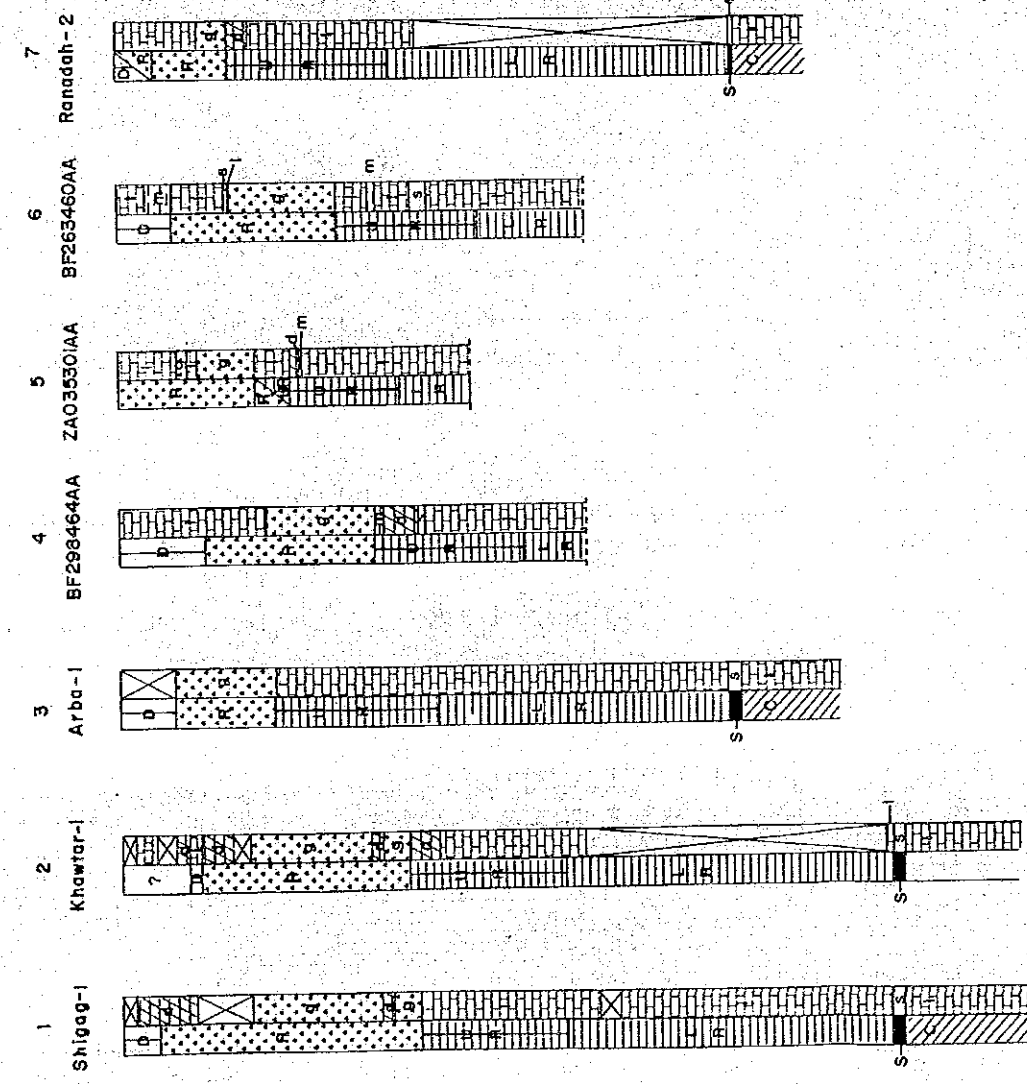
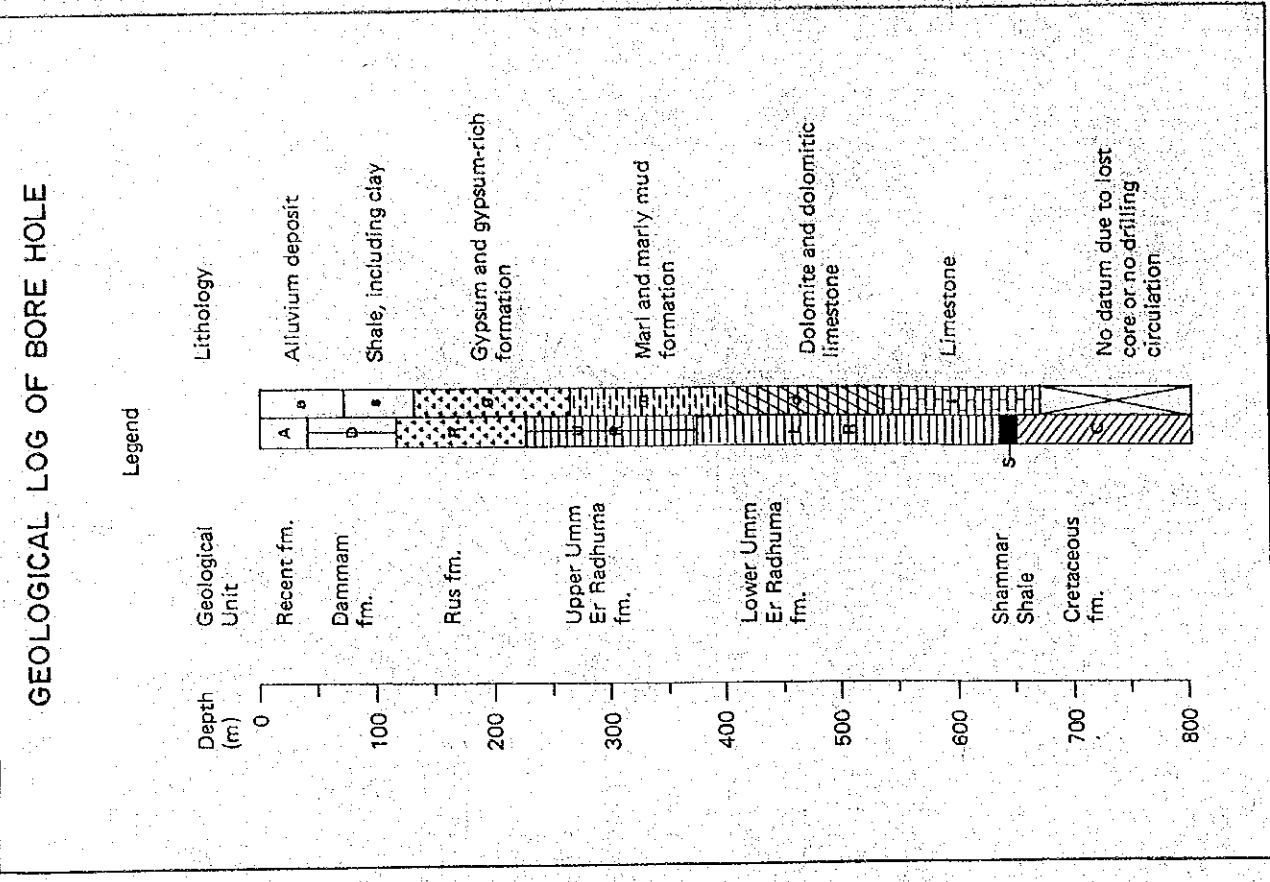
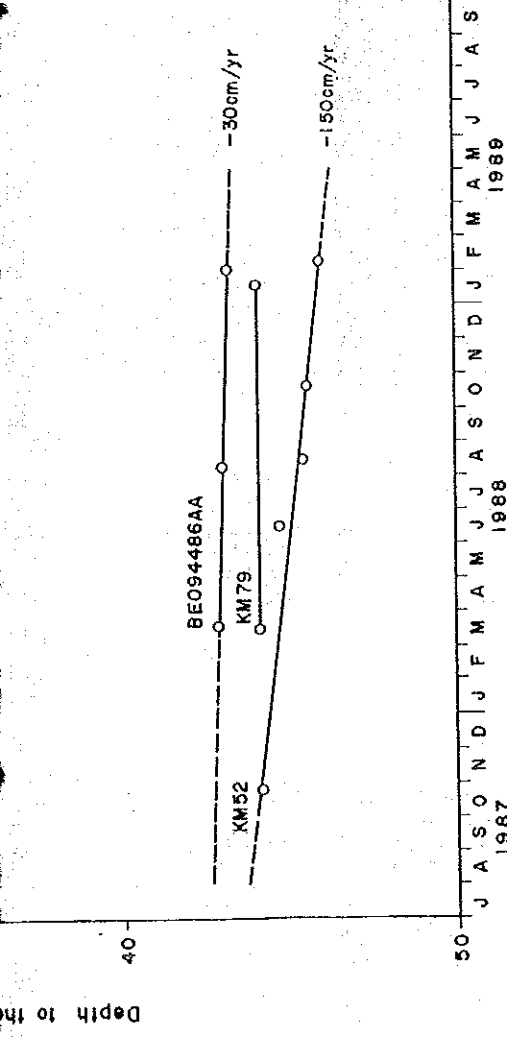
Measured Level(m)

Bore Hole Date	ZV099779AA	BF410641AA	BE094486AA	KM79	KM52
1987, Oct. 25					43.99
Nov. 21		34.60			
22	25.40				
1988, Mar. 15				44.01	44.29
16	25.83		42.87		
Apr. 28				44.02	44.47
Jun. 2	25.77			44.00	44.52
16	25.77			44.00	44.53
Jul. 2				43.98	44.79
Aug. 4	25.78		42.93		45.24
8	25.77			43.97	45.31
12				43.97	45.64
Sep. 1				43.98	45.66
3	25.81		43.00		
30					
Oct. 3				43.98	45.66
10				43.98	45.67
11					
19		34.69		43.98	45.70
23	25.93		43.13		
Nov. 18					45.71
Dec. 4	25.99		43.12		
7				43.98	45.70
1989, Jan. 5					45.87
8	26.03	34.77	43.19		
11				43.98	45.94
19					
Feb. 4	26.08		43.19	43.97	45.87

GEOLOGICAL LOG OF BORE HOLE

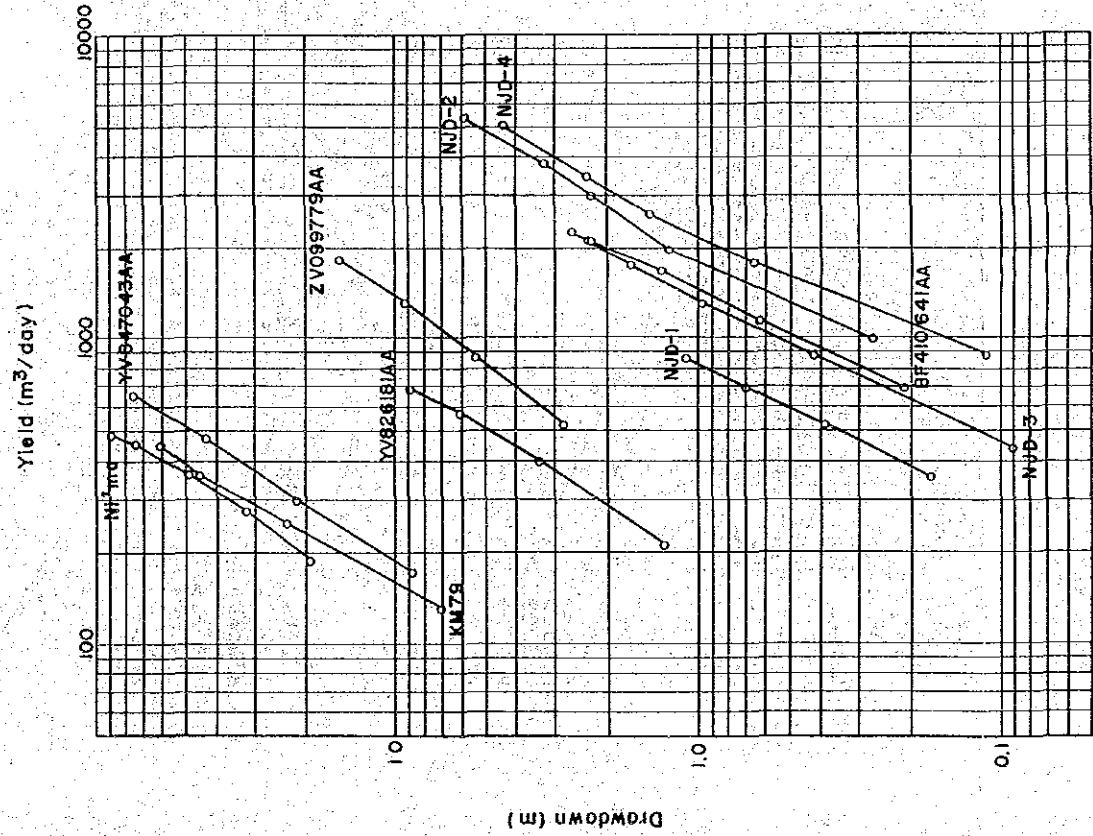


30	25.91		43.98	45.66
Oct. 3			43.98	45.66
10		34.69	43.98	45.67
11				
19			43.98	45.70
23	25.93			
Nov. 18			43.13	
				45.71
Dec. 4	25.99		43.12	45.70
7				
1989, Jan. 5	26.03		43.19	45.87
8				
11		34.77	43.98	45.94
19				
Feb. 4	26.08		43.19	43.97
				45.87

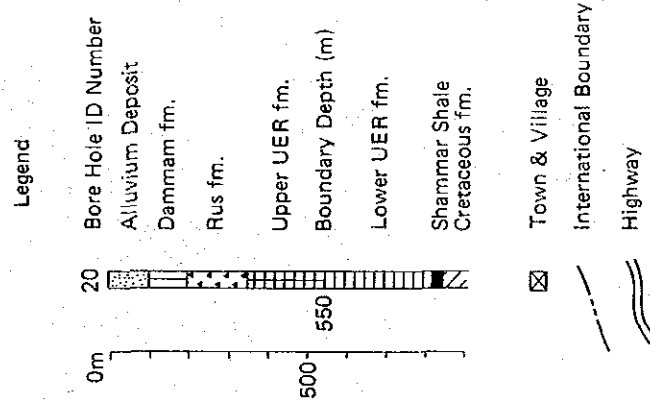


HYDRAULIC PROPERTIES OF
NEJD BORE HOLES

Bore Hole	Total Depth (m)	Aquifer Zone	Specific Capacity (m ³ /day)	Trans- missivity (m ² /day)	Storage Coefficient (x10 ⁻³)
NJD- 1	400	Lower UER	830	3400	-
2	350	"	1800	3800	4.6
3	350	"	1300	4300	4.8
4	350	"	2200	4800	4.3
F8263460AA	400	"	-	400~1000	-
BF410641AA	287	"	1400	1700	-
YA715978AA	250	"	-	110~ 610	-
YV760834AA	412	"	-	26	-
YV847043AA	492	"	43	60~ 120	-
YV826181AA	250	"	170	50~ 200	-
ZV099779AA	300	Upper UER	230	40~ 150	-
KM79 (AF920700AA)	275	" ?	45	1.5	-
KM52 (AF808848AA)	288	" ?	-	11000	-
Ni'ma	220	" ?	23	6.6	-

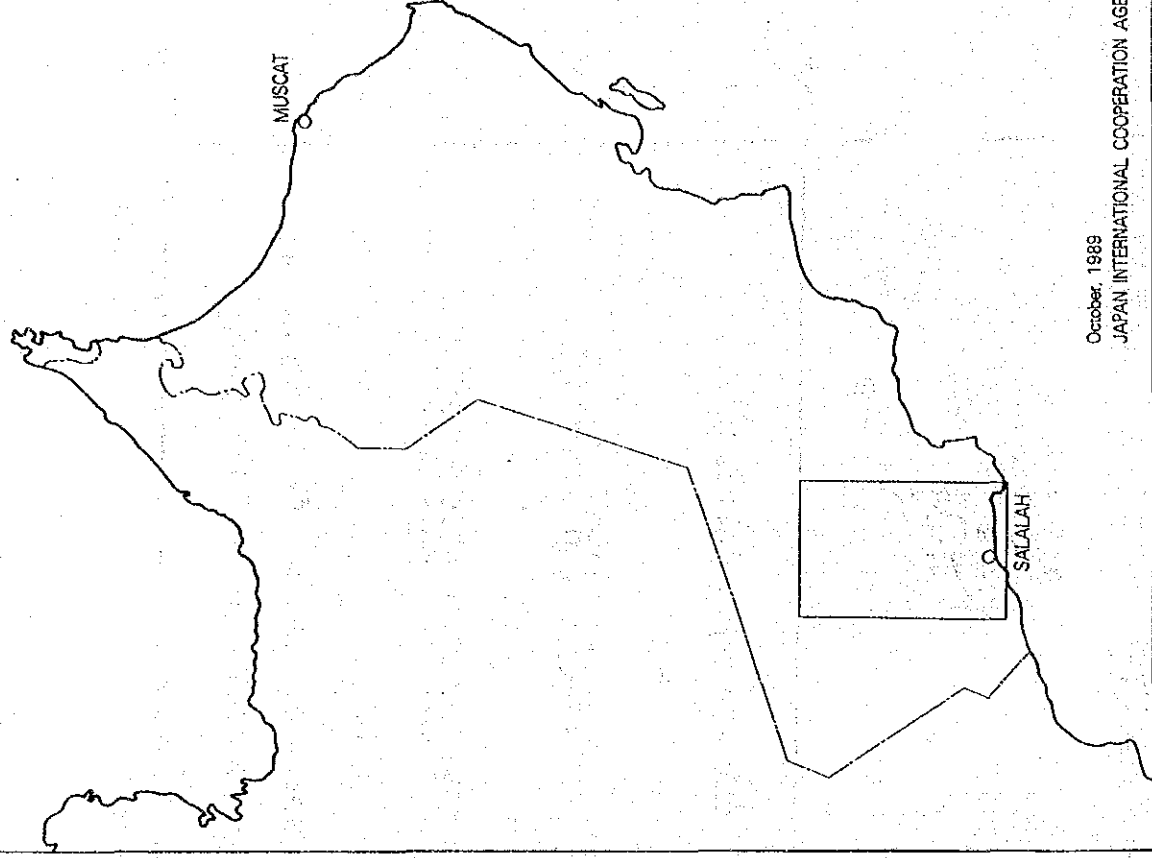


GEOLOGICAL PANNEL DIAGRAM
OF THE NEJD



HYDROGEOLOGICAL MAP
OF THE CENTRAL NEJD

SULTANATE OF OMAN
THE STUDY
ON AGRICULTURE DEVELOPMENT PROJECT
IN THE NEJD



October, 1988
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Acknowledgement

This map was compiled through the discussion and recent data provided by the Directorate General of Petroleum and Minerals, MPM, Salalah. PAWR exploration drilling reports and other MPM reports were also used.

References

MPM, Salalah 1980. Geological Map of Dhofar and Surrounding Areas, Scale: -1:500,000.
Parker, D. H. 1985. The Hydrogeology of the Cainozoic Aquifers in the PDO Concession Area, Sultanate of Oman, PDO report.
Hawkins, T. R. W., D. Hindle and R. Strugnell 1981. Outlines of the Stratigraphy and Structural Framework of Southern Dhofar (Sultanate of Oman). Geologie en Mijnbouw, 16, 247-256.

