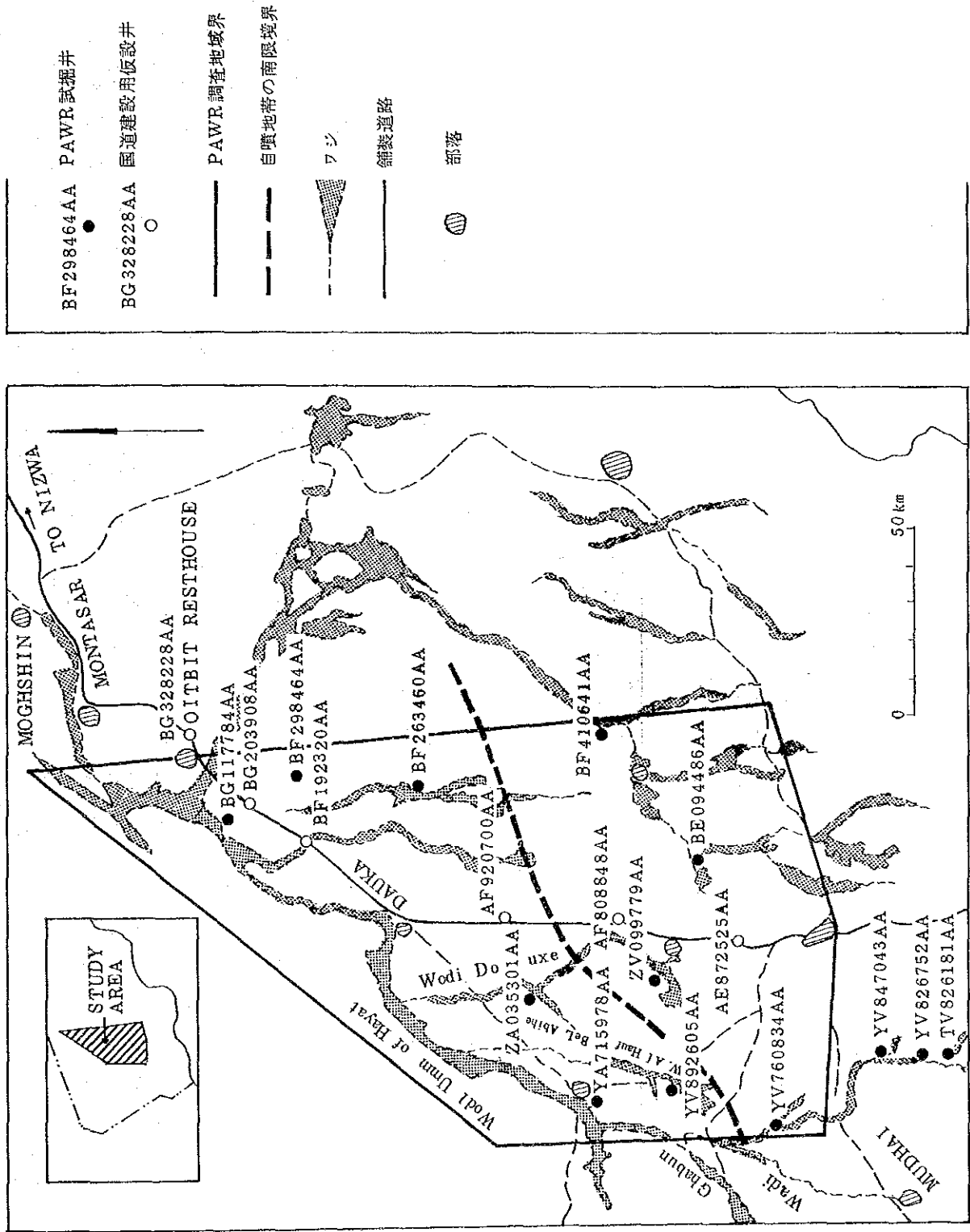


図-6 PAWR 試掘井，国道用井戸位置図



$$V = s t A = 500 \text{ 億 } m^3$$

ここに、s : 貯留係数 = 0.014 (1.4%)

t : 帯水層の平均の厚さ = 600 m

A : 地域面積 = 6,000 km<sup>2</sup>

しかし、この計算に使用された貯留係数の値は過大に過ぎると考えられる。一般に、石灰岩中に生成する二次的空隙は、前述のように、断層破砕帯や節理系に沿って浸透する雨水が炭酸カルシウムを溶かして溶食孔から溶食洞（石灰洞）へと広げることによってできるが、拡大するにつれ特定ゾーンに集中するため、貯留係数をはじめとする水理地質諸定数は、著しく不均一と考えられる。PDO社によるUER層の貯留係数は0.000016~0.000067となっていて（表18）この推論を裏付け、しかもハルザ社が使用した数値の数百分の1以下の値が多い。帯水層の厚さも、介在する不透水層や、地表付近の乾燥した地層までも含めたシャマ-夏岩までの全層厚である600mの値を用いており、これも過大な地下水貯留量の原因となっている。

地下水の水質は、地下水かん養地帯から石灰岩中を北方へ流下するにつれ、次第に溶存物質の量が増して悪化する。PDO社は広域にわたる地下水の等塩素量線図を公表しており（文献3、付図8）、それによると今回の調査対象となる地域は、最も良好であり、1,000mg/l以下の地域内にある。PAWRの実施したB眼の試掘井でも地下水の電気伝導度は1,100~3,400  $\mu\text{v}/\text{cm}$ の間であって、いずれも農業用水として特に問題はなく平均は1,865  $\mu\text{v}/\text{cm}$ となっている。

### 3) ネジドにおける地下水利用現況

ネジドにおける地下水開発は、遊牧民用の小規模な浅井戸の開発に始まるが、深層地下水の開発は1937年に開始された石油探査実施に必要な生活用水と作業用水を確保を目的として始まった。本調査対象地域を含むオマーン石油KK (PDO) の利権地域において掘削された水井戸は、25年間で450眼に達している。これらの井戸は、組織的な水文地質学的調査の一環として掘削されたものではなく、石油井戸近傍で所要の水量を確保するための工事として設置されたもので、石油探査の完了と共に放棄され、水文地質学的データもほとんど残されていない。しかし、1980年からは水文地質学者が参加するようになって、帯水層の種類や性質が解明され、地下水の等塩素量図や被圧地下頭図も発表され、ネジド地域にはカラ山脈を給源とする良質な地下水が存在することが明らかにされた。

PDO社が国王の依頼によって維持しているパイロットファームの水源も石油探査用井戸を強化したものである。深度550mと400mのものがそれぞれ2眼あり、400m井の塩素量は2,000ppmを越えるが、550m井は700~1,000ppmであって混合し

て使用されている。自然水位、揚水水位はそれぞれ約65m、約70～75mである。

ドーガにはPDO社が1955年に掘削した石油井戸を水井戸用として400mまで埋め戻した井戸がある。自噴しており、その量は1955年に44ℓ/秒である。現在は、水浴及び小規模な畑に利用されている。

サララ・マスカット間を結ぶ国道の建設時に工事用水源として掘削された井戸が調査地域内に6眼存在することが、PAWR<sup>5)</sup>によって明らかにされている(図6)。PAWRはこれらの井戸の揚水試験を実施しているが、データは公表されていない。これらの井戸は、いずれも現在は使用されていない。

シジュールには3眼の深井戸があるが、揚水量はいずれも極めてわずかである(表19)利用状況は不明である。シジュールには深度20mの浅井戸が2.3眼あり、畑に利用されている。調査団の訪れた井戸は口径3"のヒューガルポンプが設置されており、揚水量は7～800 $\text{m}^3$ /日と推定される。

サマリットには9眼の井戸が存在する(表20)。揚水量は5～23ℓ/秒となっている。表19に示された井戸との関連は述べられていないが、表19の4眼はこれらの井戸のどれかと考えられる。これらの井戸の設置目的や利用状況は不明である。

以上のほかにも表19、20に示すように数ヶ所の井戸がある。利用状況は未調査であるが、農業用に供されているものは、もしあってもベトビン用のごく小規模な畑に利用されているに過ぎず、サララの市場に出すような換金作物は、ネジドのいづこでも栽培されていない。

地下水調査を目的として設置された井戸としては、1985、6年にPAWRが掘削した13眼の井戸がある。(図6、表21)これらの試掘井の位置決定に際しては、地質条件のみが優先され、土壌や集落の有無等利用をも念頭においた配慮が行われなかった為か砂礫層の卓越するワジ沿いにあるどの井戸も利用されていない。

#### 4) ネジドにおける地下水開発

##### 1) 揚水可能量と掘削深度

PAWRが実施した試掘調査は、今回の調査地域を中心として、水文地質学者の参加のもとに組織的に行われたものである。PAWRサララランチには13眼の試掘井に関して、構造、地質、微化石、諸検層、揚水試験、水質等のデータが保存されている。また国道用仮設井6眼についてPAWRが実施した検層、揚水試験、水質等のデータも保存されており、これらが入手されれば、今後の調査に極めて有効と考えられ、オマーン国農務省に依頼中である。(既供与62.3.17)

ここではPAWR試掘成果概要(表21)を中心に考察する。この表で1つ井戸について複数のデータが示されているものは、帯水層ごとに別々の試験が行われたことを示す、

表 2 1 P A W R 試験井揚水試験結果

井戸番号	深 度 (m)	地下水位 (m)	揚水量 (ℓ/秒)	水位低下量 (m)	揚水時間 (hr)	電気伝導度 (μV/cm)
YV826752AA	26	22	1			1,100
	210	90	8	47	8	1,800
	385	95	4	57	8	1,775
YV826181AA	29~60	20	2			1,100
	195	107	7	7.93	18	1,420
YV847043AA	194	71	17.6	11.80	42	2,200
	375	70	7.5	74.22	8	1,790
YV760834AA	130	32.9	21	3.83	55	1,550
	310以下	24	7	22.50	12	1,430
YV892605AA	94	6*	47	4.70	32	1,500
YV715978AA	130		20	10.72	38	2,500
	220	15*	25	-	-	1,400
ZA035301AA	239.5	16	84	-	-	1,600
ZV099779AA	140	49	12			3,400
	224~253	25.97	18	20.46	38	1,450
BF410641AA	46	34	21	4.95	22.5	2,600
	267	31	24	2.38	24	1,600
BE094486AA	260~300	45	22	13.75	20	2,100
	395以下	42.85	22	16.96	18	1,850
BF263460AA	308	11*	30*	-		1,800
BF298464AA	113	76	14			2,500
	343	20*	45*	-		2,140
BG117784AA	73	34.35	48	0.86		2,300

揚水量 ℓ/秒

なお、深度別の試験井の構造については不明である。またこの表に示された井戸の深度と表 2 2 に示された同じ井戸の深度の関係も不明である。

表 2 1 によれば、揚水量は 1 ℓ/秒から 84 ℓ/秒と極めて変化に富む。20 ℓ/秒を越えるものは 57% (23 試験中 13), 総平均は 22 ℓ/秒で

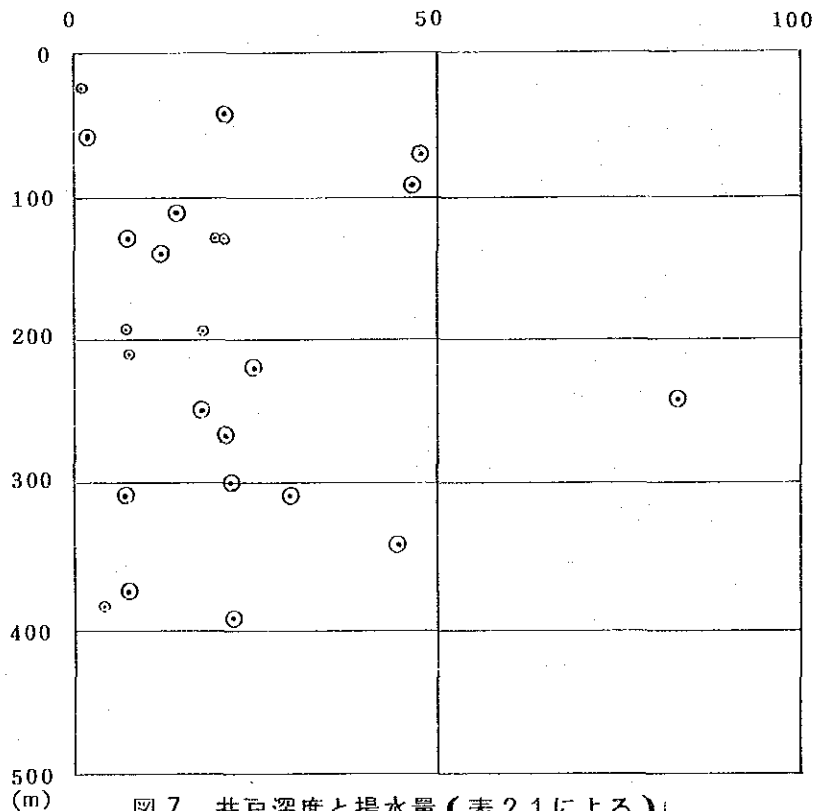


図 7 井戸深度と揚水量 (表 2 1 による)

ある。各井戸の最大揚水量をみると7～84ℓ/秒の間にあり、平均は30ℓ/秒、20ℓ/秒を越えるものは69%（13眼中9）である。

井戸の深度と揚水量の関係を見ると（図7）、揚水量10ℓ/秒以下のものが深度26mから385mにわたり、深度300m以上の井戸の揚水量が4ℓ/秒から45ℓ/秒にわたるなど、相関が認められない。ヘルザ社がとりまとめた井戸資料（表19、20）でも、揚水量は1.3ℓ/秒から91ℓ/秒（自噴）に、比湧出量は0.12ℓ/秒/mから24ℓ/秒/mに、透水量係数は12m<sup>3</sup>/日から3,400m<sup>3</sup>/日にわたるなど、それぞれ変化に富む。

揚水量や水文地質諸定数が水平的垂直的にこのように変化するのは、帯水層の非均質性による。石灰岩中に二次的に生成する空隙である溶食孔や石灰洞は一様には分布せず、特定のゾーンに集中する傾向がある。たまたま大規模な溶食性空隙に遭遇した場合は多量の地下水採取が可能となるが、そうでない場合は少量の地下水しか得られない。水文地質の項で述べたように、石灰岩は不透水性の地層と互層しているので、浅層で地下水を伴う優秀な空隙に当たれば、浅くても多量の地下水が得られることになる。一般には深い井戸程多くの石灰岩層を貫き、空隙に当たる機会が多い。しかし、下部の帯水層の高い圧力を有する被圧地下水が、加圧層を貫いたため、井戸壁とケーシングとの間やケーシング内を通して上位の石灰岩中の低い圧力の地下水を有する、或は全く地下水を伴わない空隙へと逃げる現象が認められており、井戸の構造やさく井技術が悪ければ、帯水層が破壊され、地下水資源の不必要な涸かつを招くようになるとPAWRは警告している。

## ii) 地下水調査手法と問題点

### ① 地質調査（表層地質図）

地下水調査の基本となる地質図の整備状況を見ると、層序单元ごとの分布を示した地質図は学術論文の一部として公表されている。しかし、岩相が読みとれ、さく井の位置や深度、スクリーンの位置等を定める基本となるような地質図はまだ発行されていない。PAWRの行なった水文地質調査もこれを欠いており、帯水層の層位はあいまいな表現となっている。現在、石油・鉱業省（MPM）がドハール地方全域の1/100,000地質図（等高線図を使用）を作成中であるが、カラ山脈周辺は1962年から現地調査に入る段階であり、本調査には間に合わない。

### ② 地質構造調査（リニヤメント解析、物理探査）

ネジドの帯水層は緩い単斜構造を示し比較的単純であるにもかかわらず、井戸の位置や深度により揚水量が著しく変化するため、その選定手法が重要となる。

石灰岩中に二次的に生成する空隙が集中すると考えられる地質構造としては、断層破碎帯と向斜構造が考えられる。

断層破砕帯は一次的なきれつに富み、溶食孔や溶食洞に生成しやすいうえ、浸食されやすく谷地形を作り、地表水も集まりやすいと考えられる。PAWRの試掘井はこの考えに基づき、空中写真判読によるリニヤメント解析（線構造解析）を実施したうえで位置が定められた。その結果として、試掘井はワジ流路沿いの土壌のない砂礫原に設定されることとなった。なお、この手法に基づいて位置選定が行われた13眼の井戸の揚水試験結果は、既に述べた通りで、20ℓ/秒以上の井戸を合格と見なした場合の成功率は69%となっている。農業用井戸は、平坦な西部・中央平原上のワジ流路から離れた土壌条件の良い処に設けなければならない。この手法のみに頼ることはできない。もともと平坦に近いネジドにおいてリニヤメントがどの程度読みと

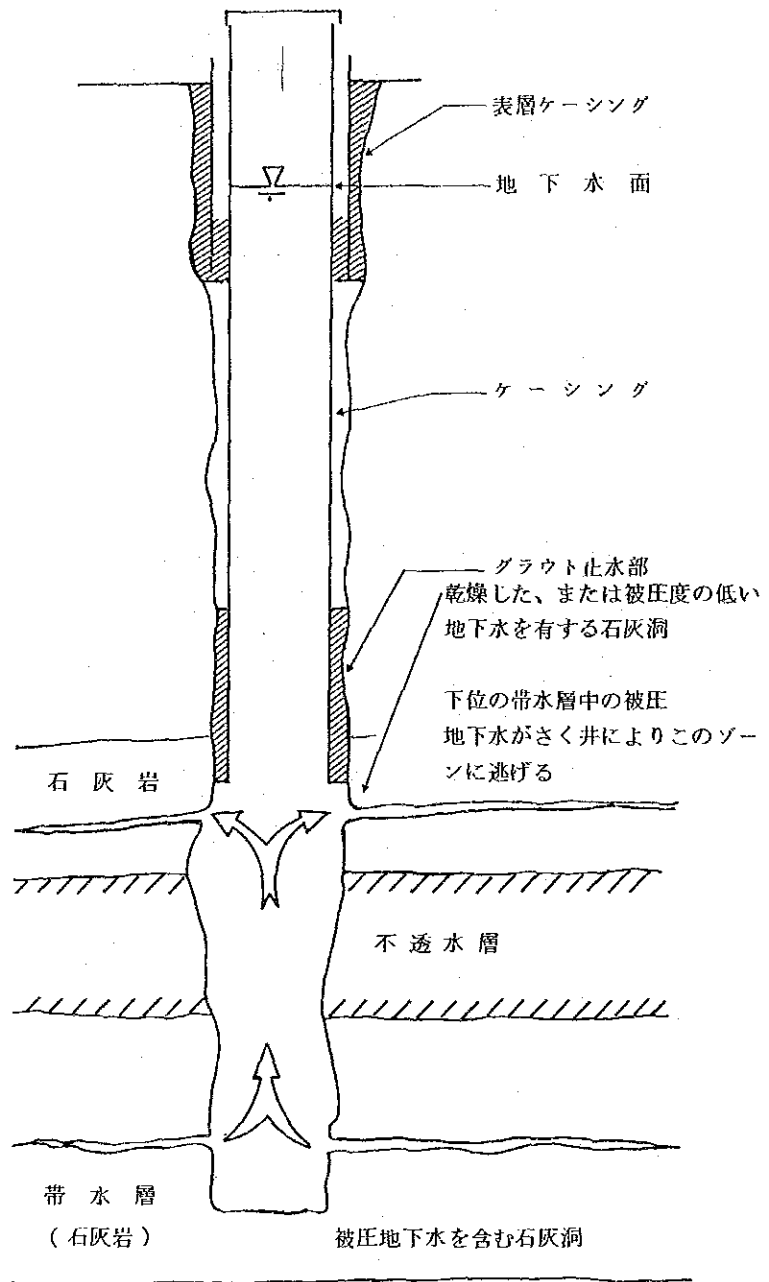


図8 地下水の散逸を招く井戸構造の例  
れるのかも明らかにされていず、PAWR訪門の際も成果物は見られず、十分な説明も受けられなかった。

密度の軽いガスや石油が背斜構造の不透水地層（加圧層）の下部の石灰岩の空隙に貯留されるのと同様に、これらより密度の大きい地下水は向斜構造を示す不透水層の上位の石灰岩の空隙には貯留されやすいと考えられる。傾いた向斜軸に沿っては地下水が集中して流れ、溶食洞も形成されやすい。したがって、このような地質構造を示すシャマー夏岩（不透水性基盤）の上位の、厚い溶食性石灰岩を伴う下部UER層は絶好の開発対象となる。

ネジドの第3紀層は単斜構造を示し、大規模な向斜構造が発見できる可能性はない。しかし、単斜構造中に副次的にこれに平行に生成される小規模な屈曲部が存在する可能性はある。また、ヘルザ社は、ネジドにおいてこの構造と垂直な方向すなわち地層の傾斜方向である南北方向に伸びる副次的屈曲軸 (minor flexure) が存在する可能性があることを指摘している (文献2, P 11)。南北方向の向斜軸は、地下水の流動方向と一致し、土壌条件の良い地域を縦断するため、農業用地下水開発には絶好の地質構造となる。

向斜・背斜構造を探る手法として通常行われている物理探査法は反射法地震探査である。これは石油開発を目的として開発されたもので、反射しやすい岩石 (マーカー) を含む地層の地質構造が探査測線に沿って連続的に画けるため、マーカーの小規模な屈曲部をも探知し得る。ネジドの地下水の不透水性基盤であるシャマー夏岩と下位の白亜紀層との境界面は顕著なマーカーとなっており、都合がよい。現地の地形が平坦で探査車の直進に支障はなく、振動エネルギーを吸収する表層被覆も極めて薄く測定条件にも恵まれている。しかし多額の費用を要する欠点があり、これまで水井戸に応用された例はない。しかも石油の場合より浅部の解析を行う必要上、受・発信間隔を狭くせねばならず、石油探査よりも単価は高くなる。

水井戸調査に一般的に用いられる電気探査は安価ではあるが、特定のマーカーが把握できるものでなく、連続した断面も画けないため、この手法を適用するには深すぎる地下の小規模な屈曲構造の探査にはあまり効果はないと考えられる。

### ③ 貯留係数、有効空隙率の測定

ネジドにおける地下水採取は、地下かん養量が少なく貯留量の減少を招くことから、PAWRは観測井を伴う揚水試験により、貯留係数を地層ごとに詳細に定める必要があるとしている。ヘルザ社は、これとやや視点異なるが、地下水開発の為の詳細調査を行う価値判断の基礎として、やはり観測井を伴う試掘調査の必要性を指摘し、3ヶ所においてそれぞれ揚水井と、帯水層ごとの3本の観測井を設けて詳細な揚水試験を行うことを提言している<sup>2)</sup>。

これらの提案は、均質な帯水層を対象とする場合は、少数の精密な測定成果が広域に適用できる為に極めて有効である。しかし、石灰岩中の不均質な空隙を対象として、少数の精密な測定を行うことの意義は少ないと考えられ、既に知られている貯留係数の極端なばらつきがそれを立証している。

石油埋蔵量の計算諸元の1つである有効空隙率は、多数の試掘井や調査ボーリング孔内における検層データとボーリングコアの有効空隙率の直接測定結果とを総合して定められている。これに用いられる検層は $\alpha$ - $\gamma$ 検層と中性子検層である。これらの手法は、これまで行われていず、提言もないが、従来の地下調査手法にこだわらず、積極的に導入す

べきである。

#### ④ 地下水位の継続観測

地下水位ないしは被圧地下水頭を長期的に観測することは、地下水資源評価の基本であり、これと揚水実績の一定期間の記録から将来の揚水可能量を外挿法等で推定することが可能となる。ドーカから東方へ250 kmに位置するリマ (Rima) において、PDO社がUER層の地下水位を1981年から測定しており、4ヶ年間に40 mの低下が観測されている (図9)。PDOパイロットファームを含め、調査地域付近では地下水位継続観測は全く行われていない。

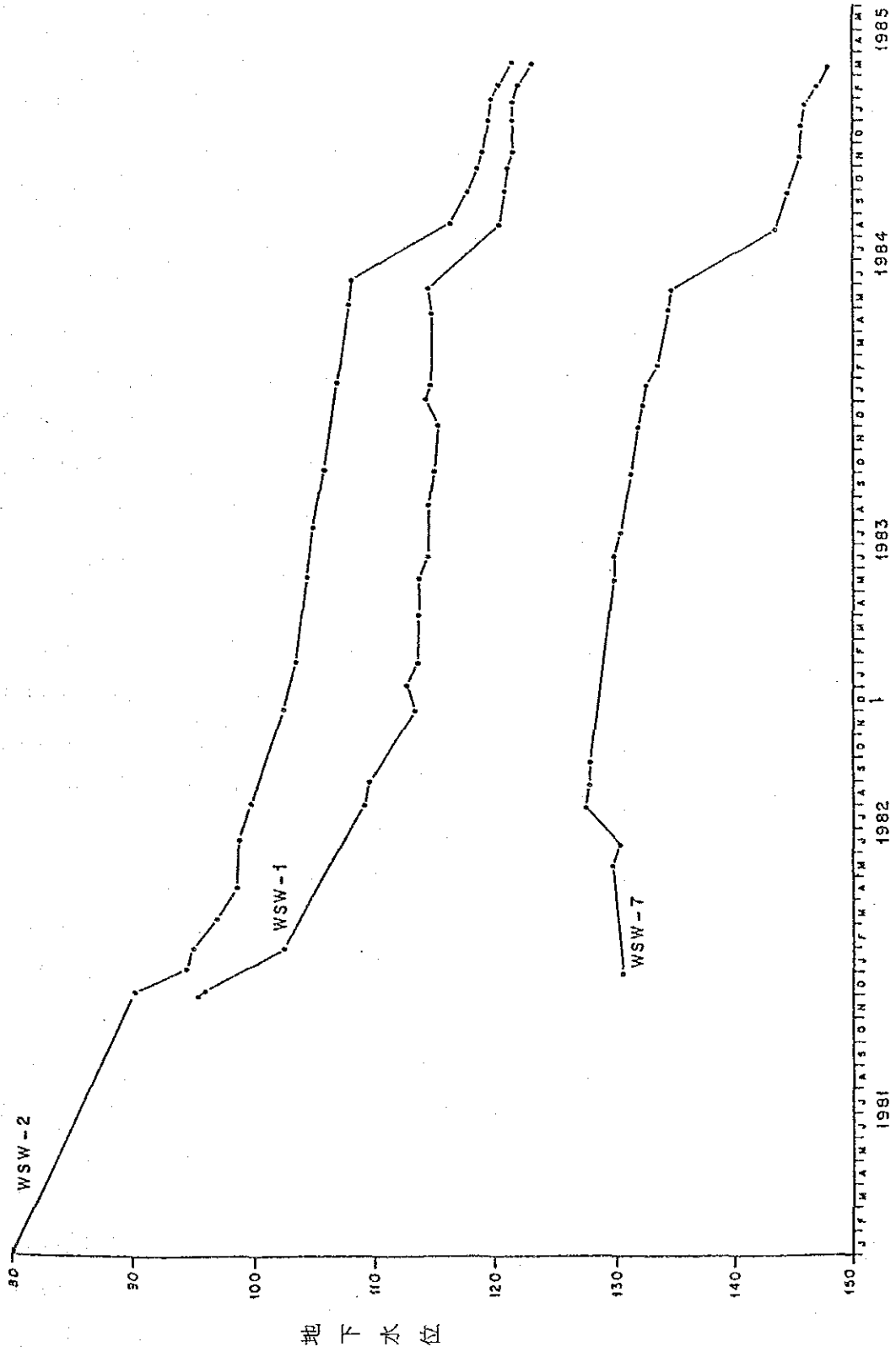
ネジドの帯水層は3単元に分かれ、UER層は更に2、3の単元に細分されており、それぞれが不透水層によって隔てられているため、独自の変動が予想される。主な帯水層ごとに別個の観測井を設ける必要がある。

#### 引用文献

- 1) Planning Committee for Development and Environment in the Southern Region, (1985). Documentation from the Land Use Planning Workshop for the Southern Region.
- 2) HARZA Engineering Company International (1985). Preliminary Soil and Groundwater Survey in Nejd, Southern Region Oman Final Report.
- 3) Petroleum Development of Oman (1985). The Hydrogeology of the Cainozoic Aquifers in the PDO Concession Area, Sultanate of Oman Vol.1.
- 4) Hawkins, T.R.W., Hindle, D., and Strugnell, R., (1981). Outlines of the Stratigraphy and Structural Framework of Southern Phofar (Sultanate of Oman). *Geologie en Mijnbouw*, 16, PP.247~256.
- 5) A. Pendleton, P.Rippon, J.Kay and O.Quinn (1986). Program for Further Exploratory Wells and Discussion of Limited Pilot Development in the Najd Region, Sultanate of Oman. PAWR
- 6) PAWR (1986). Derelict Wells in the Najd.
- 7) Peter W. Rippon (1985) Preliminary Results of Exploratory Drilling in the Najd Area, Southern Region, Sultanate of Oman. Report:PAWR 85~14.
- 8) 菅原通敬, 大室憲一, 藤田正 (1982). オーマン国, ブタバル地区の石油地質について, 石油技術協会誌, Vol.47, No.2 PP.51~58.



図9 リマにおける地下水位観測記録 (U.B.R.層)



#### ④ 土 壤

ア 南部ドフェール地方は、カラ山系の北と南とでは気候がかなり異なり、土壤も砂漠土から湿潤亜熱帯まで変化に富む土壤型が現われている。カラ山系南側の平坦部では、土壤も砂漠土が多く、場所によっては石礫質で土質の良くない土壤が広く分布している。サララの西方に連なる山系とワジ流域には、シルト質植土や砂質植土が分布しており、緩傾斜の山ろくの土壤の性質は割合良好である。

イ カラ山系の北側のネジド地方は、北へ向かって緩やかに傾斜した平原である。ネジド地方南部の山系にある石灰岩、泥灰岩等の岩石が侵食され、これがまれに発生する洪水によりワジを流れ下り、堆積した。このため、ネジド地方の土壤はこれらの堆積土や風により運ばれた風積土等が多い。ワジによる運搬の際、土壤粒子の細かいものほど遠くへ運ばれるため、ネジド地方の北部ほど細粒となる傾向がある。今回の野外調査においても、サマリットから東西へ伸びる道路沿いは礫を多く含み、数十cmの大きな石が多くみられるところもあったが、サマリットから北へ伸びる国道沿いのハンフィット、ダウカと北へ行くに従って礫の含量は少ない傾向がみられた。また、今回の野外調査で、サマリット、オマーン石油公社(PDO)の農場、アル・ハウフ、ハンフィット、ダウカ、シスール等10カ所程度をみたが、表層の土性はほとんどが細砂であり、一部にシルトあるいは粘土質をやゝ多く含んだ砂土もみられた。

ウ ネジド地方については、オマーン国農漁省が1982年にハンフィット及びワジ・キットビート地域において行った土壤調査、A. Gibbらが1984年にアル・ハウフ地域において行った土壤調査、HARZA社(アメリカ)が1985年にダウカ、シスール及びワジ・マクハウリン地域等において行った土壤調査、Groundwater Development Consultants社(G.D.C.社と略す、イギリス)が、1986年にハンフィット及びクィットビート地域において行った土壤調査等がある。今回の調査対象地区であるダウカ、シスール、ワジ・マクハウリン、ハンフィット及びクィットビート地域については、HARZA社及びG.D.C.社の調査が参考になる。これらは、試抗及び調穿調査を合わせて各々平均2km<sup>2</sup>、3km<sup>2</sup>に1点の割合で行い、土壤の物理性、化学性を分析して、各地域について6万分の1の土壤分類図及び土地分類図を作成している。

エ HARZA社の調査報告によれば、ダウカ、シスール、ワジ・マクハウリンの3地域については、土性は多くのところで壤質砂土、砂質壤土や壤土である。PHは6.8~9.2の間で、大部分は7.9~8.2のアルカリ性土壤である。電気伝導度は0.5~9.5ミリmho/cmの幅があり、多くは1ミリmho/cm以下である。土壤は、FAO/UNESCO(及びアメリカ農務省)による土壤分類、地形、土壤の厚さ(単に土壤の断面の厚さではなく、植物が水分や養分を容易に得られるかどうかで分類した。)の3つを加味して分類している。

対象とするこれら3地域140,600haの調査によれば、イエロモソル（砂漠土壌）、フルビソル（流積土壌、ほとんど土壌化の進行していない土壌）、レゴソル（非固結物質上に発達した土層の薄い土壌）が中心となっている。

イエロモソルを中心とする地域は、乾燥地域に多くみられる土壌型で、3地域では113,770haと全体の80.9%を占める。当地域では、炭酸カルシウムを含むカルシック・イエロモソル及び石こうを含むジブシック・イエロモソルの2つの土壌型がみられる。カルシック・イエロモソルを中心とする地域は111,140haと3地域全体の79.0%を占める。この中には、土壌の厚さが深く、土地が平坦で農業開発に割合適する地域が14,680ha（10.4%）、土壌の厚さが深く土地が平坦であるが礫の含量がかなり多く、農業開発にとって限界に近い地域が5,000ha（3.6%）ある。しかし、残り91,460ha（65.0%）とかなりの地域は土壌の厚さが浅く、また、ところにより礫の含量が多く、農業開発には適さない。ジブシック・イエロモソルを中心とする地域は2,630haと全体の1.9%を占める。この型は、高い丘の間の谷の底の部分等にみられ、地形はやや傾斜があるが土壌の厚さが浅く、農業開発には適さない。

フルビソルを中心とする地域は、新しい年代の沖積堆積物に由来する土壌で、3地域ではすべて炭酸カルシウムを含むカルカリック・フルビソルである。その面積は3,840haと2.7%を占める。この土壌型は、大きなワジに沿って分布しており、土壌の厚さは深いのが保水力が低く、農業開発の優先性は劣る。

レゴソルを中心とする土壌型は、3地域ではすべて炭酸カルシウムを含むカルカリックレゴソルである。面積は22,920haで全体の16.3%を占める。この中には、土壌の厚さが深い大きなワジ沿いに分布し、農業開発の優先性が劣る地域が分類されるものが4,340ha（3.1%）あるが、残り18,580ha（13.2%）は岩の丘の間のくぼ地等であって風によって運ばれた粗い砂質土壌で、土壌の厚さも浅く、農業開発には適さない。

オ G.D.C.社の調査報告によれば、ハンフィット、クイットビートの2地域は、土壌をFAO/UNESCOによる土壌分類、地形、土性、礫含量、土壌の厚さ等を加味して分類しています。

ハンフィット地域 40,000

表23 ダウカ、シスール、ワジ・マクハウリン地域における土壌型別面積

中心となる土壌型	土 壌 単 位	面 積
カルシック・イエロモソル	Rg <sub>3</sub> , Dc <sub>3</sub> , D1 <sub>3</sub> , Du <sub>3</sub> D1 <sub>2</sub> , Du <sub>2</sub> , Du <sub>1</sub> , At <sub>3</sub> At <sub>1</sub> , To <sub>1</sub> , Wc <sub>3</sub>	ha % 111,140 ( 79.0 )
ジブシック・イエロモソル	Dg <sub>3</sub>	2,630 ( 1.9 )
カルカリック・フルビソル	WC <sub>1</sub>	3,840 ( 2.7 )
カルカリック・レゴソル	Rs <sub>3</sub> , Tr <sub>1</sub>	22,920 ( 16.3 )
計		140,600 (100.0)

(資料)「Preliminary Soil and Groundwater Survey in Nejd, Southern Region Oman, Final Report」(HARZA社)から作成

ha の調査によれば、フルビソル、イエロモソル、ソロネツ（ナトリウム含量の高い土壌）、ソロンチャック（可溶性塩類が集積している土壌）、リソソル（硬い岩石上の土層の薄い土壌）が分布している。

フルビソルは、本地域ではすべてカルカリック・フルビソルであり、その面積は15,690 ha（イエロモソルと複合する地域 7,350ha を含む）と全体の 39.2% を占め、ワジに沿って分布している。この中には、ワジ・サマリットの末端部付近に土地が平坦で土性は壤土～砂壤土で塩分が少なく、農業を行うのに条件が良い地域が 40 ha 程度ある。これはワジによって粒子の細かい土壌が運ばれ、堆積したものと考えられる。しかし、その他の大部分のフルビソルの地域は、土地が平坦で土壌の厚さが深いところもあるが、全般に砂土で礫や粗砂等が多く含まれており、保水力も肥沃度も低い。

イエロモソルは、本地域では 28,070 ha（他の土壌型と複合する地域 20,305ha を含む）と全体の 70.2% を占める。このうちカルシック・イエロモソルは 1,015 ha（ソロネツと複合する地域 430 ha を含む）と全体の 2.5% を占める。土壌の厚さは深く、沖積層で砂質壤土のところが多い。ジプシック・イエロモソルは 27,055 ha（他の土壌型と複合する地域 19,875 ha を含む）と全体の 67.6% を占める。このうち 3,110 ha（7.8%）は、ワジ・サマリットによって運ばれた古い年代の沖積層で、土壌の厚さは深く、砂質壤土のところが多いが、電気伝導度が高いのが問題である。残りのジプシック・イエロモソルの地域（23,945 ha, 59.9%）は、土壌の厚さが浅く、礫の含量が多く、また表層近くに岩石がある地域も多く存在しており、農業開発には適さない。

ソロネツは、ナトリウム B 層位を持つことが特徴であり、本地域ではすべてオルソック・ソロネツ

（正規ソロネツ）である。面積は 2,440 ha（イエロモソルと複合す

る地域 1,720 ha を含む）で、全体の 6.1% を占める。古い年代の沖積層の上にワジ・サマリットにより運ばれた土壌が堆積したもので、土壌の厚さは深く砂壤土が多いが、ナトリウムの集積がみられ、農業開発にとって問題となる。

表 24 ハンフィット地域の土壌型別面積

土 壤 型	面 積	
	ha	%
カルカリック・フルビソル	8,340	( 20.9)
カルカリック・フルビソル～ジプシック・イエロモソル	7,350	( 18.4)
カルシック・イエロモソル	585	( 1.5)
カルシック・イエロモソル～オルソック・ソロネツ	430	( 1.1)
ジプシック・イエロモソル	7,180	( 18.0)
ジプシック・イエロモソル～オルソック・ソロネツ	1,290	( 3.2)
ジプシック・イエロモソル～リソソル	11,235	( 28.1)
オルソック・ソロネツ	720	( 1.8)
オルソック・ソロンチャック	2,480	( 6.2)
リソソル	390	( 1.0)
計	40,000	(100.0)

（資料）「Preliminary, Soil Survey of Selected Areas Around Hanfit and Qitbeet in Nejd, Southern Region, Draft Final Report」(G.D.C.社)から作成

ソロンチャックは、植物の生育に影響する可溶性塩類を多く含む土壌であり、本地域ではすべてオルシク・ソロンチャック（正規ソロンチャック）である。礫や砂壤土が多いが塩分が非常に多く含まれ、また置換性ナトリウム含量が高く、電気伝導度も非常に高い。土壌中に存在する可溶性塩類により土壌水分の浸透圧は高く、植物は土壌中の水分摂取を妨げられ、良好に生育することはできない。このため、この土壌型を有する地域は農業開発には適さない。

リソソルは、硬岩上にあつて厚さ10cm未満の非常に浅い土壌である。面積は11,625ha（ジブシク・イエロモソルと複合する地域11,235haを含む）で、29.1%を占める。硬い岩盤上にわずかな土壌があるのみであり、農業開発には適さない。

クイットビート地域10,000haの調査によれば、土壌型はイエロモソル及びリソソルである。イエロモソルは7,910ha（他の土壌型を複合する地域3,030haを含む）と全体の79.1%を占め、カルシク・イエロモソルとジブシク・イエロモソルの2つの土壌型がある。カルシク・イエロモソルは4,880haで全体の48.8%を占める。このうち560ha（5.6%）は、土壌の厚さが比較的深く、砂壤土のところが多いがやや礫が多い。残り4,320ha（43.2%）は土壌の厚さが浅く、石礫の含量が多いため農業開発には適さない。ジブシク・イエロモソルは3,030haで全体の30.3%を占め、すべてリソソルと複合している。土壌の厚さは浅く礫を多く含みまた表層近くに岩石があるため、農業開発には適さない。

リソソルは、2,090haで20.9%を占める。硬い岩盤上にわずかな土壌があるのみであり、農業開発には適さない。

表25 クイットビート地域の土壌型別面積

土 壤 型	面 積	
	ha	%
カルシク・イエロモソル	4,880	( 48.8 )
ジブシク・イエロモソル〜リソソル	3,030	( 30.3 )
リソソル	2,090	( 20.9 )
計	10,000	(100.0)

カ HARZA 社及びG.D.C. 社の調査報告では、これら土壌の分類を土地の等級（生産力可能性分級）別に分類、集計している。土地を評価し分類を行うことによって、土地・水利用計画、作物の種類、生産力の可能性、かんがい排水システムの設計等に用いることができる。この分級は、FAOの分類により次の6つに分けている。

（資料）「Preliminary, Soil Survey of Selected Areas Around Hanfit and Qitbeet in Nejd, Southern Region, Draft Final Report」(G.D.C.社)から作成。

⑦ 第1級開発適地 (S<sub>1</sub>)

農業に最も適する土地であり、気候に適合した作物を栽培すれば高生産力が得られる。土地は平坦あるいはゆるやかな傾斜（2%以下）であり、土壌の電気伝導度が低い、かんがい水の水質が良く、肥培管理も適切なら塩類集積は起こりにくい。土壌は深く、物

理性も良い。土壌条件、地形条件ともに良いため、圃場排水等を行わなくてよい。

① 第2級開発適地 (S<sub>2</sub>)

農業開発を行うに当って、1～数項目の条件を改良する必要があるため、S<sub>1</sub> に比べてコストが高くつく。このクラスの生産力は、S<sub>1</sub> に比べて明らかに劣り、適作物の範囲も狭い。土壌はS<sub>1</sub> よりアルカリ性が強く、地形の傾斜もややきつく(5%未満)、圃場排水も必要である。土壌は壤質砂土～浸透性のある植土で土壌が浅いため、利用可能な水分が少ない。塩類集積も、S<sub>1</sub> に比べて起こりやすい。

② 第3級開発適地 (S<sub>3</sub>)

土壌、地形、排水等に多くの悪条件を持つため、農業開発適地としては限界に近い。また、適作物の範囲もほんの少しに限られる。これらの条件を改良するには、コストがかなりかかる。土地の管理も、高い技術水準を要求される。

③ 開発限界地 (S C<sub>2</sub>)

試験研究機関による農業開発のための条件の提示とその実行により、開発できる土地である。土壌は多くの礫を含み、水分保持力も低く、特別の栽培方法が必要である。

④ 開発不適地(現在のところ不適地, N<sub>1</sub>)

開発するのに現在のところコストがかかりすぎて開発が不可能な地域である。

⑤ 開発不適地(半永久的に不適地, N<sub>2</sub>)

土壌が浅いか石礫が多いか砂丘かで、地形は急傾斜であり、水分保持力は低く、半永久的に農業開発は不可能である。

なお、ハンフィット及びクイットビート地域については、S<sub>2</sub> 以下の地域について、その制限要因(礫含量が多い、有効作土層が浅い、傾斜が大きい、塩分を多く含む等)を示している。

キ 各地域における土地分類別面積等についてみると、次のとおりである。

① ダウカ地域

S<sub>1</sub> はなく、S<sub>2</sub> はサマリットからの国道付近の井戸の北西方を中心として2,450haで8.3%を占め、S<sub>3</sub> は井戸の西方10kmから西側へ広く存在し、7,560haと25.5%を占める。また、N<sub>2</sub> は19,590haで66.2%を占める。

② シスール地域

S<sub>1</sub> はなく、S<sub>2</sub> は井戸の東方1kmほど離れたところから東側の方向へ東西20km、南北2～3kmにわたって帯状に存在し、また井戸の北西方8kmにも存在し、その面積は4,920haと18.2%を占める。S<sub>3</sub> は井戸の北方3km、東北東方6kmと12km、東方20kmに存在し、1,140haで4.2%を占める。また、N<sub>2</sub> は20,940haで77.6%を占める。

③ ワジ・マクハウリン地域

S<sub>1</sub> はなく、S<sub>2</sub> はダウカからの道路沿いを中心に6,790haで8.1%を占める。S<sub>3</sub> はなく、SC<sub>2</sub> はダウカからの道路とサマリットからの道路が交叉する地点及びそこから北方へ道路沿いに5,000haで6.0%を占める。また、N<sub>2</sub>は72,210haで86.0%を占める。

④ ハンフィット地域

S<sub>1</sub> はワジ・サマリットの末端部付近のわずか40haで0.1%にすぎず、S<sub>2</sub> はS<sub>1</sub>の周辺部に585haで1.5%にすぎない。これらの地域を開発するには、洪水による土地の荒廃を防止する必要がある。S<sub>3</sub> はS<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>の南西方に帯状に存在し、4,260haで10.7%を占める。また、N<sub>1</sub>は2,850ha、N<sub>2</sub>は32,265haとこの両方で87.8%を占める。S<sub>2</sub>及びS<sub>3</sub>地域における制限要因の多くは塩分含量が多いこと及び置換性ナトリウム含量が多いことであり、農業開発にはこれらの改善が必要である。N<sub>1</sub>及びN<sub>2</sub>地域の制限要因は、礫含量が多く、有効作土層が浅く、傾斜が大きいという3要因の複合が多くみられる。

表26 ダウカ シスール、ワジ・マクハウリン  
地域の土地分類別面積

④ クイットビート地域

S<sub>1</sub> はなく、またS<sub>2</sub> は140haで1.4%にすぎず、またS<sub>3</sub>も420haで4.2%にすぎない。残り9,440haはすべてN<sub>2</sub>である。S<sub>2</sub>及びS<sub>3</sub>地域における制限要因は礫含量が多く、有効作土層も浅く、農業開発にはこれらの改善が必要である。

土地分類	ダウカ地域		シスール地域		ワジ・マクハウリン地域	
	ha	%	ha	%	ha	%
S <sub>1</sub>	-	(-)	-	(-)	-	(-)
S <sub>2</sub>	2,450	(8.3)	4,920	(18.2)	6,790	(8.1)
S <sub>3</sub>	7,560	(25.5)	1,140	(4.2)	-	(-)
SC <sub>2</sub>	-	(-)	-	(-)	5,000	(6.0)
N <sub>2</sub>	19,590	(66.2)	20,940	(77.6)	72,210	(86.0)
計	29,600(100.0)		27,000(100.0)		84,000(100.0)	

(資料) [Preliminary Soil and Groundwater Survey in Nejd, Southern Region Oman, Final Report] (HARZA社)から作成。

表27 ハンフィット、クイットビート地域の土地分類別面積

N<sub>2</sub>地域の制限要因は、作土層が浅く、礫含量が多く、傾斜が大きいという3要因の複合が多くみられる。

(3) 社会

今回調査においては、南部地域に関する社会状況調査としては南部地域における人口関係の資料PCDES Rの組織に関する資料等を入力した(Population base data)。

その中でCentral Nejdの人口はおよそ2,000~6,000と記述されている。それぞれ数字の根

土地分類	ハンフィット地域		クイットビート地域	
	ha	%	ha	%
S <sub>1</sub>	40	(-)	-	(-)
S <sub>2</sub>	585	(1.5)	140	(1.4)
S <sub>3</sub>	4,260	(10.7)	420	(4.2)
N <sub>1</sub>	2,850	(7.1)	-	(-)
N <sub>2</sub>	32,265	(80.7)	9,440	(94.4)
計	40,000(100.0)		10,000(100.0)	

(資料) [Preliminary Soil Survey of Selected Areas Around Hanfit and Qitbeet in Nejd, Southern Region, Draft Final Report] (G.D.C.社)から作成。

拠が異っており、推定部分を含むことからいずれも確かなものとは言いがたい。人口統計に関する不明確さはオマーン全般についても言える事である。

資料の中では詳細に地域を小割りして記載されているが、図等でその地域を示す資料は入手できなかった。

今回入手の人口統計資料については次の3つの統計資料の並記という形でまとめられている。

1. 1977 Ciuil Aid Department rural population census
2. 1983-85 D.G. Statistics house count
3. 1985 Technical Secretariat estimates, extrapolated from a variety of sources, as presented in the position paper "Preliminary Population Projections."

それぞれ以下の点について推定等を行っており、データ引用に当って留意が必要。

1. 実際の詳細な実数調査を実施したのは、Central jabel (Qara) のみであり、その数値を用いて一戸当りの人数を推定している。(1戸当り人数=5.5人)
2. 1983~85にかけて調査が実施されたことになっているが、実際は都市部1983, 地方1985という形で調査が行われている。またNaib Walis, Mandoobs等における聞き取り調査によって実数把握を行っており過大報告されている可能性がある。

さらにTawi A' tair 地区に関しては調査を行っていないためにその人口を6,000と推定している。

その他1977と1985のデータの齟齬についてはその間に行政界の変更があった事も原因となっている。また3については移住者を1983における移住者に対するレイバー・カード発効数として評価しており2の移住者数と比較すると大きくなっている。

	1977調査		1983/85調査		1985調査	
	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	
都市部	(1,125)	(218)	55,105	11,097	70,660	
中部山岳地帯	18,542	3,382	31,457	3,982	21,130	
西部山岳地帯	2,217	396	4,061	828	2,420	
西海岸地帯	3,722	653	7,525	1,155	4,760	
西部ネジド	544	138	2,797	242	1,100	
中部ネジド	1,865	398	6,269	1,059	3,720	
合計	26,890	4,961	52,109	7,266	33,130	

( )はThumraitのみ

1977調査: 1977 Civil Aid Department rural population

1983/85 // : 1983-85 D.G. Statistics house Count

1985 // : Technical Secretariat estimates, extrapolated from a variety of sources, as presented in position paper "Preliminary Population Projections"

表中に記載されている箇所のうち今回調査ではThumrait, Shisur等を訪ずれた。Thumrait 1125~2796人, Shiswr 47~235人となっているが、感覚的にはもっと少ないという印象を受けた。この理由として次のように考えられる。

- (1) 現地調査を実施した点がそれぞれの地区の1部分であり、全住民と接触していない。こ



の場合、例えば Shisur は見渡す限りの砂漠であり、そこに家が 1 軒ある訳で他に家族がいるとすれば Shisur とはかなり広がりのある地域を示す名称ということになる。

(2) 季節的に人口が変動する。Thumrait においては簡素なつくりの家屋が多数集っており移住性の生活を営んでいることが考えられる。

この辺の統計数値と、人口動態の関連づけが今後必要である。

表中に主要部族名が記されており、オマーン国において部族集団が社会的に重要な意味を持つ事を示している。

#### (4) 農業と農業基盤

##### ① 総 論

オマーン国南部ドファール地方は、サララ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、山ろくにおけるやぎ、牛、らくだ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。広大な地域をらくだを中心とするベドウィンが稼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。

サララには、農漁省の内部部局として、水資源かんがい局、農業局、漁業局等を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。

また、サララには数年前に設置された農業試験場があり、果樹、野菜等の園芸作物、育種、病害虫防除、土壌、かんがい等の試験研究を行っている。最近の主要な研究プロジェクトとしては、第 1 にかんがいの研究があげられる。モンスーンによる降雨があるものの降雨量は限られ、水資源の確保と有効利用を図ることが最大の課題となっているからである。第 2 に、害虫による作物被害の防除を図るための天敵利用の研究があげられる。最近、ライムに被害を及ぼす黒ばえの天敵利用の研究があげられる。最近、ライムに被害を及ぼす黒ばえの天敵を発見し、実験室段階では害虫防除に成功したが、まだ実用化には至っていない。第 3 に、施設園芸の研究が行われている。また、土壌、かんがいの研究室では、各地の土壌の化学分析や水質の分析を行い、データを蓄積しつつある。将来の構想としては、各地域の実情に見合った試験研究を行うため、南部平坦地域の東部と西部、山間

地域、ネジド地域の4カ所に農業試験場を設置したいとしている。

普及センターは5カ所設置されており、各々果樹、野菜等の作物、病虫害防除、農業統計の3つの課が置かれている。普及センターでは、農家に対する農業技術の指導を行っているほか、地域農業の振興と生産性の向上を図るため、優良種子・種苗、肥料、農薬噴霧機等の農家への配布を内容とする補助事業を行っている。補助率は、種子・種苗は2分の1、肥料は4分の1、農薬噴霧機は4分の3である。農業試験場に接する場所に果樹、野菜等の配布用の優良種子・種苗圃が設置されており、適切な肥培管理の下に種子・種苗の生産が行われている。また、普及センターでは農家へのトラクターの貸出しも行っている。料金は1時間当たり1RO（約420円）である。民間会社からトラクターを借りれば1時間当たり平均4RO程度であり、実質補助率は4分の3程度とかなり割安に貸出されている。このため、利用者が多く、年間稼働時間は1台当たり1,000時間を超えている。農業統計課では、作物の作付面積、単収、生産量等の調査が行われている。

## ② ネジド地方

サララから国道を北上すると、カラ山脈に至るまでは植生が比較的多いが、それを越え、平坦地に達するとそこがネジド地方であり、サララから北へ約100～150kmに位置している。夏季は平均気温が約30℃であるが、月平均最高気温は45℃にも達する酷暑で、最低気温は約20℃である。冬季は平均気温が約20℃で最高気温は約30℃、最低気温は約5℃と年間を通じて気温の日較差が極めて大きい。降雨はほとんどなく、数年に1度の集中的な降雨があるのみである。このため、植生はワジを中心としてアカシア等の木体性植物（高さ1m内外～1.5m程度）や草木性植物（草丈10～20cm程度）が点在するのみで、極めて貧弱である。当地方は、広大な地域の中にらくだを中心とするベドウィンが生活するのが主体で、その数は500人程度と言われているが、夏季は酷暑のためさらに人口は減少する。今回の調査でも、サマリット付近にらくだの遊牧を行っているベドウィンの簡易な住居が数十軒見られた。当地方は、過酷な自然条件下にあり、水資源の確保が農業を行うに当たっての最大の課題となっており、数少ない井戸の周辺等にわずかな営農が行われているのみである。

今回の野外調査では、サマリットから東西へ伸びる道路沿いのオマーン石油開発公社（PDO）の農場とアル・ハウフ、ナマリットから北上するアスファルトの国道沿いのハンフィット、ダウカ、国道から西に位置するハル・アル・ラーカ及びシスールにおいて行った。これらの広範囲の中で営農を行っているのは、オマーン石油開発公社の農場のほかダウカ、ハル・アル・ラーカ、シスールの井戸の周辺等にわずかに点在するのみで、大部分は砂漠におおわれている。水資源の確保がいかに困難かを示すもので、緑は貴重に感じられた。

なお、ネジド地方では1カ所当たり50ha以上の規模の農業開発を禁止する措置（モラトリアム）が取られることとなっており、当面大規模な開発は規制の対象になる。

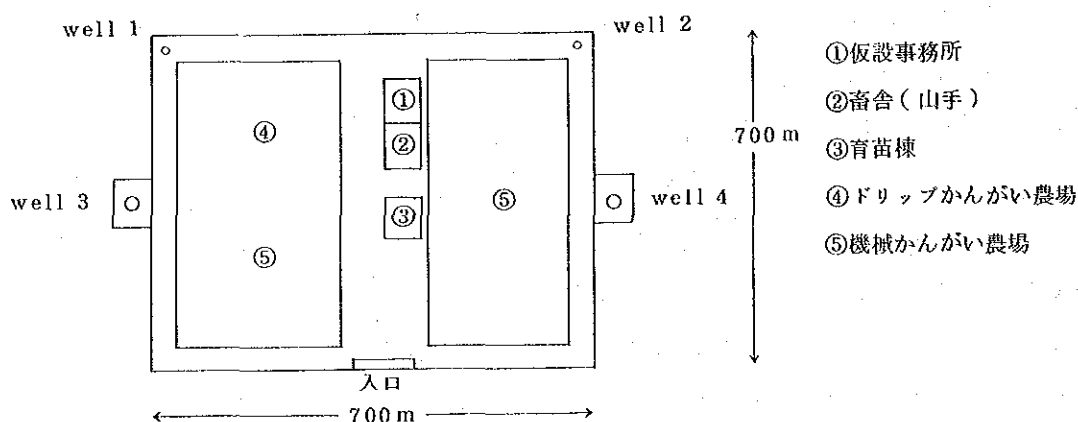
#### (7) オマーン石油開発公社の農場

オマーン石油開発公社の農場は、サマリットから東北東へ約110kmの道路（砂利道）沿いに位置する。国王の意向により1985年8月に設置されたもので、面積は100エーカー（約40ha）であり、農業開発のプロジェクトを行っている。当地方は砂漠であって風紋ができるほどの強風が吹くわけではないが、周囲には防砂のためのフェンスとギンネム、モクマオウ等の防砂林を設けている。設置されて間がないため、防砂林の高さは2m程度である。サマリットへ通ずる道路に近く、土地が平坦で排水も良く、作土も十分確保されており、農業開発のためのプロジェクトを行うには適した場所である。土壌はPHが8.6～9.2と乾燥地特有のアルカリ性土壌であるが、礫まじりの細砂で、作物の栽培には割合適している。降雨がほとんどないので、かんがい水はもっぱら4本の井戸

（400～600m程度掘削）からの取水に頼っており、移動式スプリンクラーとドリップ方式の2種類のかんがいを行っている。水質は割合良好であり、現在のところ塩類集積はみられないが、今後の肥培管理（施肥、水管理等）を適切に行い、塩類による生理障害を来たさないよう留意する必要があると感じられた。本農場の運営は2年ごとの予算で実施されている。農学、農業機械、栽培等の専門家が4名いるが、過酷な条件下にあることも考慮し、2名ずつ交代でイギリスと本農場を往復して指導に当たっている。また、農業者は12名雇っている。本農場には半永久的な建物はなく、簡易な施設（約5m×3m×高さ2.5m程度の施設が2棟）を住居として生活している。

本農場で栽培している作物としては、アルファルファ等のマメ科牧草とイネ科牧草等の飼料作物が中心で、これらが25haと最も多く作付されており、その他、大麦と小麦を合わせて1985年播種分は6ha（1986年播種分は2.5haに減らした）、なつめやし（植付けて1年程度しか経っていないので、現在は幼木）1.5ha、トマト、キュウリかぼちゃ、レタス等の野菜を1ha作付している。単収は、牧草が40t/ha、麦類は1.5～3t/haでオマーン国平均より低い（国平均ではアルファルファが約70t/ha、小麦が4t/ha）。作物被害としては、病害より虫害の方が大きく、サララから害虫が飛来するとのことである。栽培面積の多くを占める牧草は毎月1回刈取り、圃場で乾燥されて梱包し、毎週木曜日に周辺のベッドウィンにらくだの飼料用として販売している。また野菜については近傍にあるオマーン石油開発公社のキャンプに供給している。しかし、農作物の販売による収益は少ないようであり、収益性はあまり考慮していないのではないかと感じられた。

## PDOファーム



well 1, 2 深さ 450 m

ppm > 2,000

well 3, 4 深さ 590 m

ppm 800~1,000

pump 能力 52 m<sup>3</sup>/hr. drawdown 0.8 l/m

1. 経緯 1985年 5月 建設着手  
1985年 9月 完成  
1985年 12月 営農開始
2. 背景 政府からPDOに対して指導又は要請があった模様, PDOの発意によるものではない。
3. 人員 技術者 2名 駐在1ヶ月滞在後交替, 英国にて1ヶ月休暇後戻ってくる。  
作業員 12名 フィリピン人 2年契約
4. かん水量 夏 18 mm/day 冬 12 mm/day
5. その他 ポンプ, エンジン等は他地区からの転用であり, 最適規模とはなっていない。

### (イ) 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110 km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いない。水は硫黄臭があるが電気伝導度は1,500 マイクロmho/cm 程度と割合良く, 水は暖かくて魚が泳いでいた。水があるため周辺にアソ, カヤツリグサ等の雑草が繁茂している。今回の調査中に軍の兵士がやって来て水浴をしていた。

井戸のすぐ近くに最近開いたと思われる20 a程度の小さな農場があり, 周囲を鉄線で囲っていた。この畑では, 井戸の水を利用して牧草(らくだの飼料用), さつまいも, ト

マト等を2~3 aとなつめやし(植えて間もない幼木)を若干栽培していたが、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この近辺に住んでいるようであるが、住宅は見あたらなかった。この近辺の土壌はPH 8.5程度で電気伝導度は1,500マイクロmho/cm程度であるが、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1 km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である。

(ウ) 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家族がなつめやし、ライム、牧草、ざくろ、すいか等を栽培している。その作付面積は1~1.5 ha程度で、今回の調査では畑の面積は大きい方であった。かんがいはスプリンクラー等によって行っている。なつめやし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、この農家はやぎを20~30頭飼育(舎飼い)しており、ねこも見かけた。この近辺の土壌はPH 8.2程度、電気伝導度は2,000マイクロmho/cm程度とのことである。当地には、この農家を含めて9家族が住んでおり、近隣の農家が車にドラム缶を積み、井戸の水をくみ上げて運搬しているところも見られた。

その他

- ① 土水路多く、効率が悪い。浸透水が周辺樹木の生育等に役立っている。
- ② 他の所と同様にハル・アル・ラーカにおいても、軽量ブロック造りの施設が多い。又、日干しレンガも多い。

ここには20 t級リッパードーザが放置してあり、かなり大規模な土扱いを行ったものと想像される。一般にコンクリート構造物の壁厚が厚く、材料・材料管理・施工管理は良くない。型枠組み、表面等もよくないが、特に問題となるような程度ではない。

- ③ 井戸部は深い掘込みとなっている。切土面は直であり、高さ約20 m程度、工事上の安全、安定の面から我が国の事情とはかなり異っている。降雨がほとんどない事、土質の違い等によるものであろう。

(エ) シスール

シスールは、ハル・アル・ラーカからさらに西へ約25 km(国道からは西へ約40 km)に位置する。ハル・アル・ラーカからシスールへは砂漠の中で、道路といえるものはない。この沿線には、地表に塩類集積と思われる白い部分も見られた。

当地には、りっぱな住宅が1軒あり、国旗を掲揚し、また小さなモスク等の施設も設置されていた。当地にもポンプアップしている井戸が1本あり、この水を利用してなつめや

しを中心とし、かんきつ類等も作付していたが、その面積は50～60a程度でそれほど大面積ではない。なつめやしは成木であり、園内に入ると空が見えないほど繁茂していることから、この家族は以前からここに定住しているものと思われる。なつめやし園の中には、幅20cm程度の溝を切ってかんがい水路としており、調査に訪れた時、なつめやしの収穫作業を行っていた。また、らくだを2頭飼っていた。この2km先にさらに1本の井戸があるが、水は硫黄臭があり、現在は利用されていない。

### ③ その他の地域

南部ドフェール地方における耕種農業の中心は、サララ、ミルバット、タカ等の都市がある南部の平坦地域である。この地域の気候は、ネジド地方と大きく異なり、サララにおける気温は年間を通じて最高気温は27～32℃、最低気温は18～26℃、平均気温は23～29℃と夏季も冬季も温暖である。このため、作物の生育に適した地域であり温帯から熱帯までの多くの作物の栽培が可能である。降雨量は年による変動が大きい、当地域はオマーン国で唯一のモンスーン地帯に属し、6～9月にかけて年間100mm程度以上（年によっては300mm以上）の降雨量が期待できる。また、サララから北へ入った山間部では、年間750mm程度の降雨量があると言われ、オマーン国では最も降雨量が多い地域として知られている。このため、中山間地域ではところによってかなりの植生が見られる一方、南部平坦地域では植生はやや少ない傾向がある。また、この地域は夏季には平野部及び山脈をおおう独特の濃霧がある。

カラ山脈の南側には、山ろくに源を発する5つの水源があり、ワジとなって南下している。この水は中山間地域で一部家畜の飲料用等として利用され、下流の平坦地域では農場のかんがい用としても利用されている。

当地方の農場数は1,830で、その面積は2,710haである。中には広大な面積を有する個人農場もあり、スプリンクラーによるかんがいを行っている農場もみられる。作物の栽培面積は2,410haであり、中心作物はココナツ、レモン、野菜（トマト、すいか等）パイナップル、アルファルファ等である。気候的にみてココナツの生育にふさわしく、また逆に高湿のためなつめやしの生育にはあまり適さない。このため、オマーン国北部の主要農業地帯と異なり、なつめやしの作付は比較的少ない。また、当地域には、政府が管理している実験農場がやや山寄りであり、オレンジ、ワシントンネーブル、マンダリン等のかんきつ類、コーヒー、カルダモン、野菜類等の栽培を行っている。

畜産としては、やぎが106千頭、牛が78千頭、らくだが54千頭（ネジド地方の遊牧を含む）、ひつじが4千頭である。前述のように当地方はモンスーンの影響を受けて特に中山間山ろく地帯には多くの降雨量があるため牧草も多く植生しており、牧畜に適している。このため、カラ山脈等中部山ろく地域を中心に、やぎ、牛等の多数の群れをなす遊

牧が多くみられる。

前述したとおり、サララ市の農業局に隣接した試験場が設けられている。栽培、防除等各種の研究が行われており、かんがいもその一つである。具体的な資料入手は難しい面を有しているが、今回の協力を当っては重要な位置にある。

### 1) 試験場

かんがい担当 Mr. Jones によればかんがい方法として以下のように実施している。

6月5日～9月5日(雨季)	20～25日	間断かんがい
その他の期間	6～7日	間断かんがい
かんがい水量	1作期	350 m <sup>3</sup> /エーカー

### 2) 現況かんがい施設

現況のかんがい施設を訪ずれた。山岳地帯の南側山麓にある、湧水を利用したかんがいシステム4ヶ所を視察した。

ア. Aim Galgeez

イ. Aim Sahannot

ウ. Aim Razat

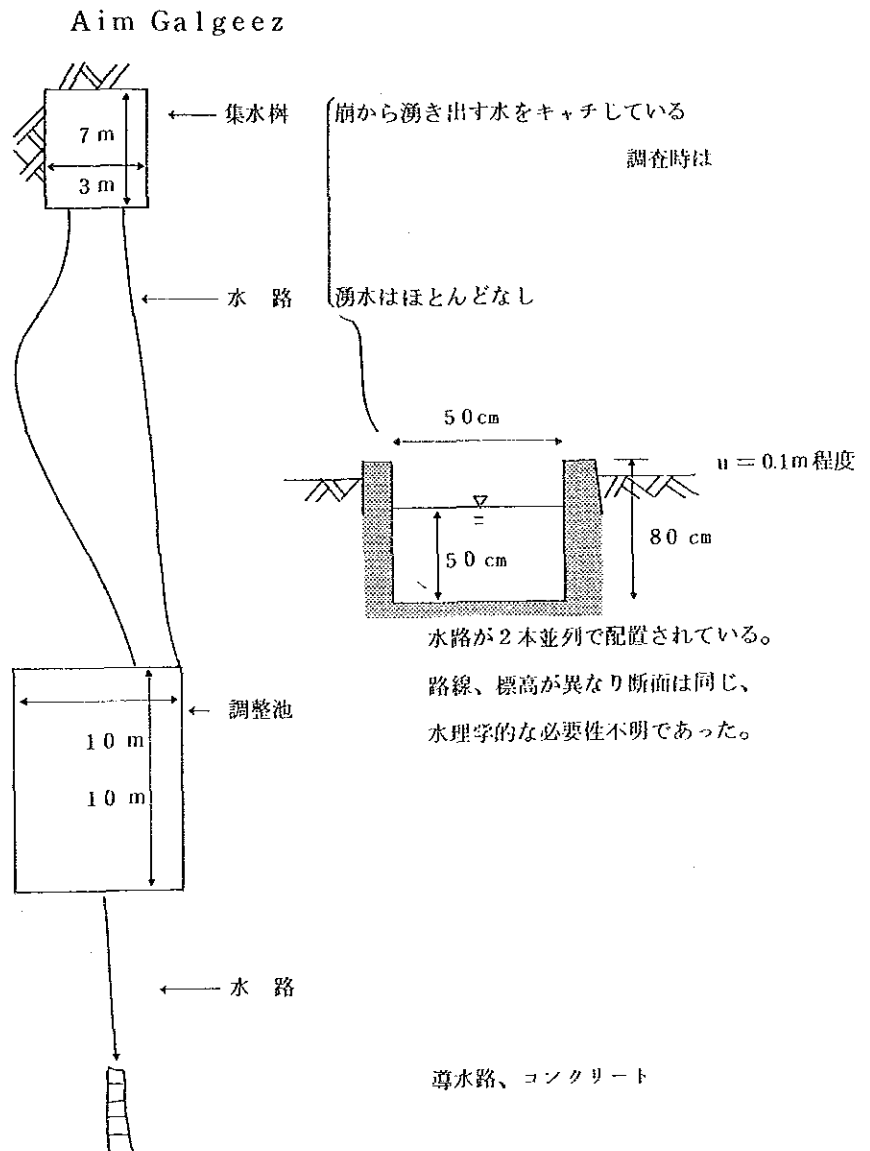
エ. Aim Hamran

イについては、1985年270,000ROをもって水源整備済、水路については建設中。容量は100 l/sec いずれの施設も大規模な投資を行っている。今回調査時には流量が少なく、おそらく年間に亘っての安定的な給水源ではないと思われる。

今回の現地調査各所で水頭・水量を更に有効利用する為に施設設計の点で検討の余地があるように見受けられた。

### 3) Jebel地帯

山岳地帯をJebelと言



っている。ここではラクダ・山羊・ロバ等がいて短い草がはえている。面積的には既に開発の余地が残されていない。小規模な溜池等の設置によって生産性の向上を図る可能性がある。検討に当っては詳しい水文資料が必要である。ネジド地方の開発に関連し、近接する当地域の将来像も想定しておく必要がある。この地帯の幹線道路は設計・施工共にレベルが高い。

## 付 属 資 料

### 栽培・土壌分野

#### 1) HARZA 社の土壌調査報告書のうち次の図面

- ① MAP-2 (ダウカ及びシスール地域の6万分の1の土壌分類図)
- ② MAP-3 (ワジ・マクハウリン地域の6万分の1の土壌分類図)
- ③ MAP-4 (ダウカ及びシスール地域の6万分の1の土地分類図)
- ④ MAP-5 (ワジ・マクハウリン地域の6万分の1の土地分類図)

#### 2) G.D.C.社の土壌調査報告書のうち次の図面

- ① MAP-1 (ハンフィット地域の6万分の1の土壌分類図)
- ② MAP-2 (クイットビート地域の6万分の1の土壌分類図)
- ③ MAP-3 (ハンフィット地域の6万分の1の土地分類図)
- ④ MAP-4 (クイットビート地域の6万分の1の土地分類図)

#### (5) 農業開発一搬

- ① 南部地域の開発に関してはPCDESRが重要な位置を占めている。

##### 正式名称

the Planning Committee for Development and Environment in the Southern Region

これはRoyal decree No 48/84によって設立されたものである。

##### 設立時の名称は

the Committee for planning of development and environment in the Southern Region

1986 Royal Decree No 27/86により現在の名称に改正された。

根拠法令は全7箇条より構成されており、業務内容、組織等について定められている。

主な内容は次のとおり。

この委員会は、南部地域における今後検討すべき土地利用計画のための準備を実施し、また各種開発構想の調査を行うものである。このため、この委員会は予算上及び行政機構上



独立したものである。構成メンバーは、

議長	ドファール世知事
委員	農漁大臣
〃	水利電力大臣
〃	石油鉱業大臣
〃	環境大臣
〃	商工業大臣
〃	大蔵省秘書官
〃	環境保全及び公害防止会議代表

となっている。

具体的な業務内容は、全体を3段階に区分して規定されており、まず第1段階としては牧草専用地、農業専用地、商工業専用地の線引きを実施するとともに、農業・牧畜・水産資源の開発流通に関する客観的、科学的な調査のための順備をすることとなっている。この業務に当っては地元及び海外の専門家、コンサルタント会社、事業団の支援を受け実施する。

Royal Decree 27/86においては、さらにこれらの結果を関連部局に対し、回報することとして法改正が成された。

委員会はこれら調査報告を閣議承認を経て、必要な予算措置をとるため、大蔵省省議にかけることになる。その後、再び関係大臣に対して報告が行われる。

ここで法改正が行なわれた意義は、従来は決定事項のみの周知という形で報告されていたものが、あらかじめ予算化される前段において根廻しが図られる事となった。

次に第2段階においては、①南部地域における開発の計画目標の設定、②各省庁による開発計画実施に対する優先順位の確立、③承認済みとなった計画の実施に際し、関連する実施母体に対する財政支出の割り振り、を行う事になっている。①～③の事項それぞれについて委員会が提言を行い、所管又は関連省庁の承認を得るという形で業務が遂行される仕組みになっている。

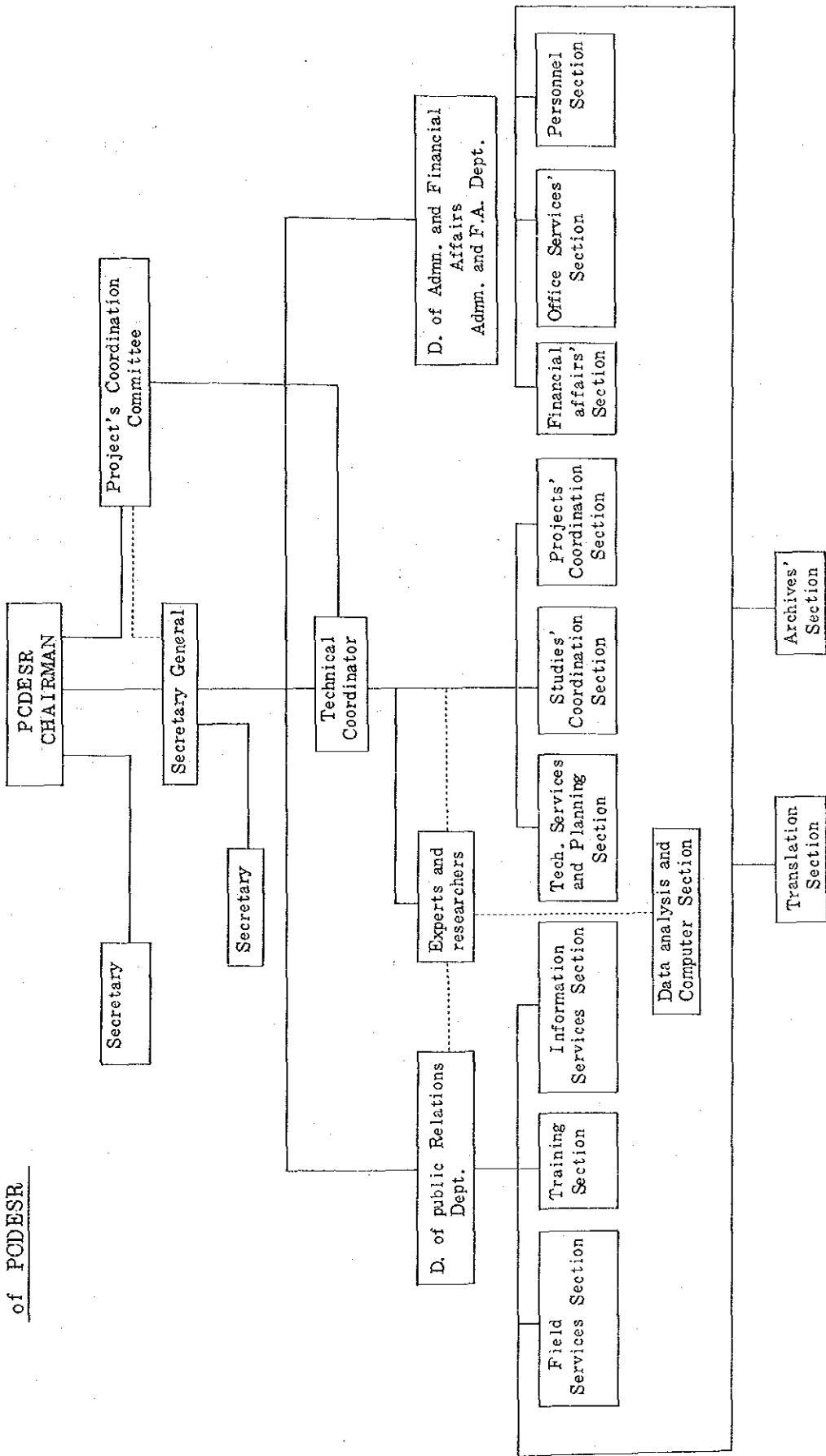
最後に第3段階には、環境の専門家からの提言を受ける事になっている。

これら3段階の具体的な業務内容の記述の中には「順備(preparation)を実施する」という表現が繰り返されている。またメンバーの構成・省庁間の根廻し方法等から、調整機関としての色彩が強い。オマーン国においては各省庁が外人専門家の意見によって運営されている面があり、開発事業実施に際しては、オマーン人としての（即ち真に国益を反映した形での）優先順位づけが出来得る人物あるいは組織が少ない。この委員会は、そういったオマーン国事情を背景に、設立された優先順位づけを行うための外国人専門家によ

る組織という性格を有している。

委員長は委員会の提言に基づき法制及び財務当局の調整を行う。1984年時点では組織規定が成されておらず、法令により定めることとする事が訴われているのみである。その後、1986年改正によって機構が整備されたものである。

Organizational Structure  
of PCDESR



- ② PCDESRによって南部地域の初期区分が実施されている。これは土地利用計画策定のための環境及び社会経済的な検討実施に資するべく土地利用の基本的枠組みを設定したものである。またこの中で開発に際して特に着目すべき地域を選定している。これは土地利用計画が確定しない段階における、単発的な開発から開発適地を守りつつ、必要な調査等を実施するためのものである。

区分方法については、

- 1) 生態学的区分
- 2) 社会経済的区分
- 3) 特定地域

となっている。

- 1) 生態学的区分について

現地調査により、土地利用計画策定のための生態学的区分を形成する地域分けの見直しを行っている。基本的な地域分けは、Land Resources Development Centerにより実施されているものの、重複部分や空白がある。

ここで作成された修正区分図は、50万分の1であり、また10万分の1の地形図上にも転記されている。この区分図は当面、優先度の高い調査の企画・設計のために用いられるものと考えられ、さらに改良を加えることにより開発計画策定の用に資するものとなるだろう。

- 2) 社会経済的区分について

社会経済的区分図に関しては、50万分の1の社会経済インフラストラクチュア図の更新及び拡張を行っている。但し、計画策定のために重要である人口及び社会集団に関する情報を追加するには至らなかった。部分的には、総理府が既に作成中の人口・家畜センサスにより、この種の情報が盛り込まれている。ここで、部族レベルまで社会集団に関する調査を掘り下げていくことは多分に問題があると言える。しかしながら、この情報は、生態学上の区分と相まって、現在及び将来に亘る土地利用と、有効な土地利用に対する阻害要因を制御・変革する可能性を決定する社会経済上の地域区分条件の一つである。

- 3) 特定地区について

Land Resources Development Centerによって、当初選定された12カ所の特定地区に対し、さらに17カ所を追加している。それらはすべて農業、林業、保養地等として開発適地であり、開発に際して特別の注意が必要であるかまたは、何らかの保護が必要な地域である。

この中、オマーン国より要請のあった今回の調査地域に属するものが2ヶ所存在

し、次のように指摘されている。

i) Shisur 18°15' N, 53°39' E

有史以前より黒曜石を産出する崖の下に水源がある。崖の上にとりでが建っている。そこから近くにある Bait Kathir 所有の庭園へと水がポンプアップされている。

ii) Dawka 18°41' N, 54°04' E

1960年代より黄硫分を含んだ温水が湧出している。旅行者の浴用にパイプがひかれており、また水溜りやあしのはえているところは、らくだや移住民の使用するところとなっている。送水方法、使用方法の誤り、その他の障害によって、汚染されている地域がある。付近の常設・仮設の建物は鳥類保護舎やスカウト・キャンプに使用する等地域の向上に資するよう使用するべきである。この地域は「保護区調査(Protected Areas Survey)」による手当て、および教育・青年省による手当てが必要である。

上記両地区ともパイロット・ファームの建設には検討対象となる地域であり、本格調査時にはさらに詳しく委員会からの資料収集をすべきである。

③ 委員会を訪ずれた際、Peter Oates 氏と会見し意見聴取等行った。概要は以下のとおり。

この地域における開発に関して考慮すべき要因としては、次の4つがあげられる。

- 1) 水資源の量
- 2) 社会人口統計学上の変数
- 3) 投資資金が自立する可能性とそのための技術
- 4) 経済性

それぞれについては、次のとおり見解を示している。

1) 水資源の量

ネジド地域では灌漑用水に対する強い需要がある。この地域に生活するベドウィン達はその収入を増加させるための手段をほとんど持ち合わせていない。従って一定の私的投資を早急に認可する必要がある。そのためには最少限の水を適地において確保しなければならない。水量の予測については、

X m <sup>3</sup> 以上の可能性	95%	
Y	"	75%
Z	"	50%

といった形で行われることとなろう。計画策定は、はじめは基本線だけが立てられて、やがてデータの蓄積とともに詳細な形が整えられてゆくであろう。

## 2) 社会人口統計学上の変数

セントラル・ネジドの人口はおよそ次のとおりである。

Thumriat	1,400 (人口)	300 (戸数)
その他	6,200	1,000
計	7,600	1,300

人口は教育等の目的のために都市部に集中する傾向にある。この地域における開発事業がスローペースであるために人口を引き止める力となり得ていないのが現状である。また逆にあまりに急速な開発は資源の過剰につながらず好ましくない。従って水資源の開発と人口増加量は、リンクした形で考えてゆくべきである。

## 3) 投資資金自立の可能性とそのための技術

一般的に投資資金については早期の回収が望まれているところである。従って、牧草作は、牧草が日常的に北部の方から入荷されていること等から、資金の早期回収のためには適合した作物であると言える。しかし、水資源の許容量との関係でその作付は制限されるべきであり、またオーバーヘッドスプリンクラーによる低温時間帯における灌漑等水の効率的利用技術を展開するべきである。

政府は、技術普及と適切な灌漑機材購入のための補助等による支援をすべきである。牧草作は永続的なものでなく、従って地域農民は、ドリップ灌漑やトリクル灌漑等によるデイツや野菜作を行うよう、政府の施策として実施すべきである。

政府はベドウィンや商業的生産者への普及を目的として、作物と灌漑に関する研究を推進すべきである。水耕栽培については、技術的な問題もあり、慎重に検討すべきである。

技術向上は投資資金の自立力と水の可能性によっている。有限の水を使用してゆく過程で、経済発展は技術の向上とともに、より高度な水資源の利用形態が確立されてゆくという形で実現するであろう。

## 4) 経済性

長期的便益より短期的便益が優先する傾向にあるが、これは決して好ましいことではない。地道な開発こそが地域住民の生活向上を実現してゆく方法なのである。

### 結 論

いろいろな関連する要因を考え合わせると、長期的な観点を犠牲にして、短期・中期的な目的で水資源を使用してゆく事は避けられない。

今後30年の水使用及び使用技術の関係は次のようであろう。

1~10年	水資源量全体の40%を使用	技術水準	中級
11~20	" 30% "	"	上級
21~30	" 20% "	"	特上級
31~	" 10% "	高度灌漑等	

以上Oates氏の私見であるが、示唆に富む内容となっている。今後この内容がどの程度オーソライズされていくか、又は修正されてゆくか、追跡が必要である。

#### ④ 灌漑関係

##### 1) 一般状況について

水は近代化推進にとって最も重要なファクターである。オマーンは他の湾岸諸国に比べると山間部を中心に降水量は多く、伝統的に水の供給を井戸とファラジュ・システム（地下含水層より水を導引してくるシステムでカナートと同様）に頼ってきた。現在でも地方ではこのシステムに依存しており、開発計画でもこれらの保守・整備は重視されている。

首都圏では近代化の進展により地下水に依存した水供給には限界があるため、新たな供給源として淡水化プロジェクトが進められてきた。Al-Ghubrahのプラントは74年完成し、82年には第二プラントも完成、現在合計4万5,000 m<sup>3</sup>/日供給能力がある。この結果、現在のところ、水不足は生じていないが、今後の需要増に対応するため新たなプロジェクトも進められている。

淡水化とは別に、Wadi-Khoudhでは自然水を利用するためにワジ（山地に降った雨が伏流水となって流れている所）で真水を塞き止めておく recharge dam（400万m<sup>3</sup>/年の貯水能力が見込まれる）の建設が米国の援助の下、実験的に行なわれている。また、南部ドファールのJebel地区で83年に発見された大規模な地下水脈は、開発が待たれるところである。（「オマーンの経済社会の現状」(財)国際協力推進協会 参照）

##### 2) 当国灌漑一般事情に関して

「オマーン国農業開発事前調査報告書1980.8」よりの抜粋を示すこととする。また当国の伝統的な灌漑施設であるファラジ、及び井戸についても同様に引用する。

この国では、天然水のほぼ100%近い割合を農業用水が占めている。天然水の利用は主に地下水が対象であるが、その取水方法は地域的に様々な形態がとられている。パチナ海岸地帯では100%が井戸で、この井戸は伝統的な営農農家では掘り抜き浅井戸（20m以下）であり、最近10間の間で発展しつつある大規模企業経営農場ではボアホールによる深井戸が利用されている。同じパチナでも山岳地帯やその裾にあたる地域（例えばAr Rustaq）では、農地から比較的近い所で、相対的な

落差がとれる地下水の利用が出来ることから、ファラジシステムが有効に利用されている。内陸地域では主としてファラジの利用であるが、近年次第にポンプが使用されてきている。またシャルキヤ地域でも内陸地域の利用方法と同様である。ドハール地方のサララ平野では、山麓の泉から水路で取水している所もあるが、一般的には井戸による地下水利用をしている。

この国での灌漑の歴史は、人力や蓄力にたよった浅井戸からの汲みあげ利用であったが、1960年代の後半からジーゼルエンジン駆動ポンプによる汲みあげにかわりつつあり、さらに進んで従来ファラジによって給水を受けていた地帯でも、井戸方式による取水及び耕地の拡大がでてきているといわれている。この理由はポンプが比較的経済的であること、労働力の不足等があげられる。一方、政府はジーゼルポンプに対して1975年以降資金援助をおこない、1979～1980年現在では、年間400～600台のペースで農家に提供し、普及につとめている。このことはファラジ方式からポンプ方式への移行を助長しているということではなく、ファラジの維持補修に対しても別途、技術指導と資金援助のプログラムを用意し、1979～1980年で20～25の集落でこの事業を実施している。

灌漑方式は、取水方法がファラジにしる、ポンプにしる、一般的にライニングのない土水路で圃場へ導水し、配水は畦畔のある畑への放水という形式で、いわゆるベイズン灌漑の範ちゅうに入るもので一圃区の大きさが極めて小さく20～50m程度の長方形である場合に適用されている。

灌漑頻度に夏季は大むね7日に1回、冬季は7～15日に1回が標準といわれており、全体の灌漑効率を送水ロス及び配水ロスを見込んだ45%という見方がなされている。最近の灌漑技術水準では、一般的に70%以上の効率となっていることから、この国では今後改良（例えば圃場内水路のライニング等）の余地が充分あると思われる。

灌漑の基本となる消費水量は、作目にかかわらず $0.6 \text{ l/S/ha}$  という推定が通念化している様であるが、大企業農場（オマーンサンファーム）では、土壌及び作目条件等によって土壌水分のコントロールを図りながら灌漑している。即ち政府の農場や企業経営農場での効率的な灌漑技術としてボアーホールの深井戸を使用（一般に連続運転による地下水面低下が小さく、運転中止の必要が少い）し、労働力節約型である点滴灌漑、スプリンクラー、あるいは種々の自動散水システム（センターピボット、ドルフィン、サイドロール）等が採用され良好な成果をえている。一方地方の農業試験場では作物の必要水量の決定と、各種灌漑技術の試行評価についての研究を進めており、特に小麦及び飼料用ソルガムの灌漑については現在施行し



ており、更に柑橘類の点滴灌漑の実験も開始されている。

この国での作目は、周年性の果樹としてデーツ、ライム、多年性の作目としてアルファルファが大半であることから、作目別の灌漑水量及び灌漑方式の研究はこの国の水消費についての大きな問題であり今後の成果が期待される。

#### 1) ファラジ

この国での水資源開発はファラジを抜きにしては語る事が出来ない。ファラジとは、本来は「水利権を持つ人に水を配るしくみ」という意味のようであるが、現在では、一般には、水源から灌漑用（公共用としての生活用水を含む）として、水を引く水路体系を表現することばとなっている。ファラジの水源は泉を含めて地表水である場合もあるが、地下水を水源とする事が多い。泉を利用したものとしての一例は、調査団が見たアル・ハムラの北方のアカダール山脈の山岳集落ミスファである。又、サララ平野開発の目的で最近実施されたサハルノート湧水開発<sup>\*1</sup>もこのタイプである。

図-4は、地下水取水タイプのファラジの模式図である。このタイプでは灌漑農地に比較し、はるかに標高の高い地点で地下水を集水し、地下のトンネルを経由して地表に導びき、さらに最終消費地である圃場へと配水する。この間、ワジ

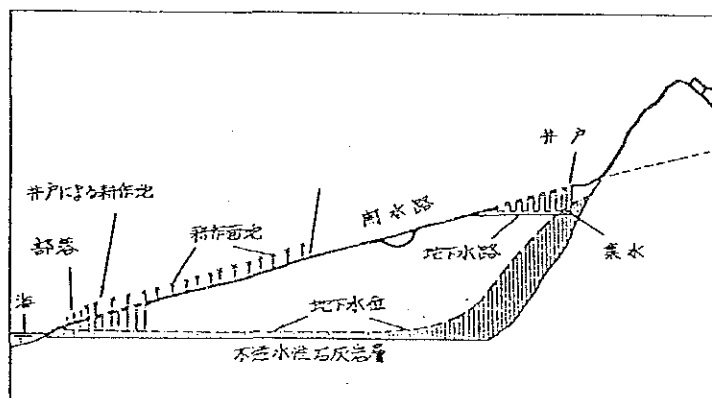


図-4 水利用方式

の横断にあたってサイフォンや水路橋を設ける場合もある。調査団も極く小規模な水路橋を見た。水源地の集水渠は主にワジの河床砂礫層中に設けるか、この場合集水渠と導水地下トンネルは明確に区別し難い。地下のトンネルは、集水渠による導水トンネルにせよ、まず竖坑を適当な間隔で掘り、この坑底から横坑を掘りすすみ連続させて作ったものと云われている。竖坑はトンネル部完成後も補修、維持の為に残され（ワジの流域内では坑の周りに土砂止めの土堤、又はコンクリのかこいがある）、間隔は20~50mでありその深さは10m程度であったが、

30 mに達するものもあるという。

これら地下及び地表の水路をワジの河床深く、また時には硬質の岩盤をうかちながら建設するには多大な費用と高度な土木技術が必要であったことと想像される。しかしながらファラジは公共物ではなく、特定の人所有する私的財産であり、その水利権は建設費の出資割合に応じて分配されている。

ファラジの利用は、公共用の時間と私用の時間とに区分され、私用の時間が水利権として処分される。従って水利権は、1日のうちある長さの時間について、ファラジの全流量を処分する権利として定義されている。平均的な1単位は8日間隔で30分である。水利権者は自己の持ち時間で自己の農地を灌漑する。またこれを他の水利権を持たない人に売ることにも出来る。

一般に水利権者は、自己の持ち時間の一部又は全部を売ることにより収入をえる。この収入によってファラジの維持をまかなう。

一方、公共用の時間の存在が暗示する様にファラジは私的所有物であるが、村落の社会生活全体が利益を蒙るものであり、社会的存在という一面ももっている。

調査団が見たシャルキャのアル・カミルのファラジでは、生活用水の取水場所、洗濯用の場所、葬祭用の取水場所等がきめられていた。

このほかにも様々な規則が社会生活上それぞれのファラジについて取りきめられており、地域社会における位置づけの大きさが推測される。このファラジに関する現在の最大の問題は維持補修にあるといえる。即ち一つには農村人口の流出による労働力不足で、維持補修する人が少なくなったこと。一つには、水利権者が維持補修をおろそかにするようになったことなどがあげられている。かつて1万個といわれたファラジが半減した根本的な理由は、地下水の変動によるものではないかと考えられる。この様な事態を憂慮し、政府ではファラジの改修に技術指導や資金援助を与えるプログラムを開始した。

ファラジの水利権は水資源の有効利用の面からは、過大灌漑、過少灌漑が発生しやすい水利権体系と考えられる。つまり、所定の農地に対してある一定時間分の水量を確保するが、この場合利用する水量は年毎、季節毎に変化し、作物の必要水量と一致する保証はなにもない。この為補助井戸の利用が一部実施されているが、これは過少灌漑についてだけの有効な手段であり、過大灌漑については過湿被害の発生まで注意を払うことをしないということになる。

## ii) 井戸

図-4を注意してながめると、左側に井戸によって灌漑されている農地がある事に気付く。井戸の発明は明らかにファラジの発展に先行するものではあろうが、

灌漑用として、ファラジに先行して発達したかどうかについては、確信がもてない。というのは、井戸の汲上げ能率と経費の面から考えて、地下水面が数m以下であれば、人畜力によって、灌漑水量、特に夏季分についてはこれを汲上げる事が仲々骨の折れる仕事ではなかったかと想像するからである。

バチナ海岸の農業地帯では、現在100%浅井戸（深さ10m以上のものも有る）から汲上げた水で灌漑が行なわれており、その数はSeebからShinasの間で10,000以上と云われている。しかしながら調査団もワジ・ジジでその残跡を見たが、かつてはファラジで水を引き、これに井戸から増水する事によって灌漑が行なわれていたという事である。<sup>\*1</sup> ただし、このファラジから井戸への変換が如何なる理由で何時頃行なわれたかについてはよくわかってない。

現存の井戸は、手掘りの井戸でジーゼルによる渦巻ポンプを使用しているが、吸水水頭が大きい場合はポンプの据え付け場を一段深く掘り下げ、ここから地上に押し上げている。ポンプの導入は1960年代以降急速に進んだもので、従来の畜力時代と比較して、汲上げ水量の急増をもたらしている。

井戸の開発はバチナ海岸地域に限らず、従来はほとんどファラジで灌漑して来た、内陸部や、シャルキャ地方にも普及してきている。この為、これらの地域では灌漑に占める井戸の割合が急激に高くなっており、伝統的なファラジへの依存率が低下している（新設井戸の目的はファラジの補水の場合と、井戸により新しい農場を開発する場合の2つがある。）。この事は井戸の開発が自己完結的で、自由度が大きい事、ポンプに対して政府の補助<sup>\*2</sup>があり、農家経済上では割安であることなどの理由によるものと思われる。

伝統的な手掘り井戸の外にここ10年程の大規模開発として伝統的農家規模（平均1ha止まり）を大巾に上まわる農場及び都市用水などに、ボーリング機械を利用した井戸が使われ始めている。この場合には、吸水試験に基づき、井戸の供給可能量と必要な井戸の数等を、理論的に推定して開発計画が進められる事が通例である。井戸の対象とする地下水層の深さは、一般的には100mまでで水文循環の一部を形成する地下水と考えられる。しかしながら79年12月に設置された水資源庁では、地下水深鉱、即ち、地下水涵養のきわめて少い地下水をさぐり当て、これを調査する作業を開始し、近い将来予想される深度数100m程度の深井戸利用に備えている。

以上の井戸について現在心配されている現象は、バチナ及びサララの海岸地帯における過剰汲上げによる塩水浸入と塩分濃度の上昇であり、この結果もたらされる農業生産の低下及び残留塩分過剰による農地の壊廃がある。特にソハール、

サーハム、アルカブラー、シープの周辺は井戸水の電気伝導度 17,000 MM/cm (75 値) に達する所があり、非均衡地域と想定されている。<sup>\*4</sup> 内陸地域はシャルキヤも含め大むね現在までの所、水量的に余裕があるが、将来井戸がさらに普及すると地下水面の低下を引き起こし、ファラジの利用者の権利をおかす事があるのではないかと心配される。またボアーホールの井戸は、浅井戸とはやや離れた場所で異なる帯水層を対象として設けられるとされているが、浅井戸とボアーホール井戸の相互干渉により浅井戸の能力および水質の低下の可能性も大規模開発が集中している。パチナ及びサララ地域等については心配される所である。

- \* 1 一説によれば 9 ~ 10 世紀にはパチナ海岸地域では現在の農家 14,500 ha の約 3 ~ 4 倍にもあたる農家が、ファラジを主とし、浅井戸を併用して灌漑されていたと云われ、当時のファラジ約 20 程が確認されている。

出典 Wilkinson, J.C. (1977) "Water and Tribal Settlement in South-East Arabia", A Study of the Aflaj in Oman, Oxford.

- \* 2 ポンプ施設は 75 年以降 20 年ローンで農民に提供されて、その数は約 500 台と云われている。ポンプの規模は 5 ~ 6 HP のディーゼル式渦巻ポンプで、一般に 4 インチ径毎時 7,000 ガロン程度で (揚程は 22 フィート) ある。なお 80 年からは無償になった。農水省聴取

Development Council, "Sultanate of Oman," Statistical Year Book, 7th Issue, 1978 p.77

- \* 4 Water Resources Council, Water Resources Council, "Water Resources Assessment and Appraisal" March, 1979 § 2, 3

### 3) バイロット・ファームについて

HARZA 社のレポートのテンダードキュメントの中で、バイロット・ファームの姿がある程度規定されている。

それによれば、バイロット・ファームの広さは約 50 ha、農業生産に関する各種情報、適正作物の選定、作物生産の作業、水管理等に関する技術開発を行うこととなっている。

バイロット・ファーム計画策定に当たっては、必要な施設、設備についての詳細な設計を行う。詳細設計を行い費用算定を行うべき項目は、

ア. 予想されるスタッフに対し、睡眠、衛生、調理、食事等のため十分な設備を備えた居住棟

イ. 休憩所も含めた事務・実験棟

実験棟については書棚，カウンター，実験器具流し，冷蔵庫，ガラス器具洗浄器のための十分な広さが必要である。また，ガスせん，真空吸込み口，蒸留装置のためのスペースも必要である。

ウ. 農作業機械収納庫（トラクター，耕うん機，防除機，刈取機）。

エ. 全棟110及び220Vのさし込み口，ディーゼル発電機。

オ. 居住棟及び事務・実験棟については，上下水道，空調設備が必要。

気象観測をパイロット・ファーム内に設置する。観測項目は，

ア. 気温

イ. 降水量

ウ. 日射量

エ. 風

オ. 土壌水分量

カ. 土壌温度

キ. 蒸発量

また，灌漑システムについての設計も行うものとする。

⑤ その他，入手資料の解説

1) 工事施工単価

事前調査において入手したWadi-Hilti等の工事積算書より，オマーン国における工事施工単価は以下のとおり。

工 程	単位	単 価(R.O)	日本円(1R.O=400円として)
掘 削	m <sup>3</sup>	1.14	456
石 積 み	m <sup>3</sup>	2.28	912
フトン管工	m <sup>3</sup>	7.98~11.40	3,192~4,560
コルゲートパイプ布設 (φ=0.8, 1.0m) (t=1.5%)	m	4560	18,240
"          (φ=2.8m) (t=1.5%)	m	2280	9,1200
井戸設置 (φ=1.0m, コンクリートパイプ)	m	1140	45,600
塩ビ管布設(V.P. φ=100%) 掘削・埋戻込み	m	17.1	6,840

入手資料は積算書の一部であって工事の時期・目的・図面・内容等は入手してい

ない。全体の構成は、

1. Wadi Hilti 貯水池	3 57千RO	( 14 2.8百万円)
2. 分水路	1 68千RO	( 67.2 " )
3. Wadi Salahi 貯水池	2 78千RO	( 111.2 " )
計	8 03千RO	( 321.2 " )

となっている。

それぞれの工事について工程により施工単価の異なるものがあるが、概略前に示した表のとおり。単価毎の詳細な施工条件については不明。特に表中「石積み」は construction using rock 等の工種についての単価。我が国における法面保護壁のようなものではない。

マスカット周辺よりサララでは20%upの単価で考えてよいとの事であった。

## 2) 水井戸の掘削単価

我が国の占油開発業者である Japex のオマーン国営業所において、石油開発に伴い必要となる水井戸の資料を入手した。

1985年10月において実施した水井戸見積り表(A社・B社比較)を示す。

項 目	A 社		B 社	
	単価	数量	単価	数量
1. 搬 入	1,300RO	520千円	5,000RO	2,000千円
2. 搬 出	1,300	520	2,000	800
3. 移動(サイト間)	350	140	2,000	800
4. コンダクターパイプ(m当り)	40	16	200	800
5. 掘 削 ( " )	24	9.6	60	240
6. $9\frac{5}{8}$ ケーシング設置( " )	21	8.4	25	10
7. 井戸開発	300	120	1,000	400
8. テスト設備設置(1ヶ所)	400	160	400	160
9. ポンプテスト	7,392	2,956.8	1,000	400
10. $3\frac{1}{2}$ ケーシング設置(1ヶ所)	25	1.0	12	4.8
11. 水中ポンプ設置(1ヶ所)	5,200	2,080	3,500	1,400
12. 水質分析(1件)	60	24	込	-
13. Well head 作成(1ヶ所)	400	160	250	100

これは、おおむね100~400mの井戸掘削を想定したものである。

	A 社	B 社
固 定 費	10,642 (RO)	16,000 (RO)
m 当たり単価	87.5	297
箇所当たり単価	6,060	4,150
100m1 箇所	25,452	49,850
400m "	51,702	138,950

価格の上からは A 社の方が優れているが、Japex 社では B 社を採用している。これは B 社の業務の信頼性が高いことによっている。

主な水井戸業者としては以下のものがある。

- (1) mc Connel Dowell LLC
- (2) Arab Development Co Ltd.
- (3) Almansoori Waterwell Drilling & Water Supply Co.
- (4) Al Mahfoodh Tard, & Contg. Est.
- (5) General Agricultural Products
- (6) Desert Byrne Drilling

この中では Japex 社においては、(2)の Arab Development Co Ltd. の評価が高い。

本格調査においては、現地作業時にキャンピングカーの使用が必要になる事が予想される。これについては石油掘削作業時にも使用している為、同社からの情報入手を試みたが、掘削業者が前述の価格の中に込で調達しているため、キャンピングカー単独の借上げ単価は不明である。

### 3) 無線機器の使用について

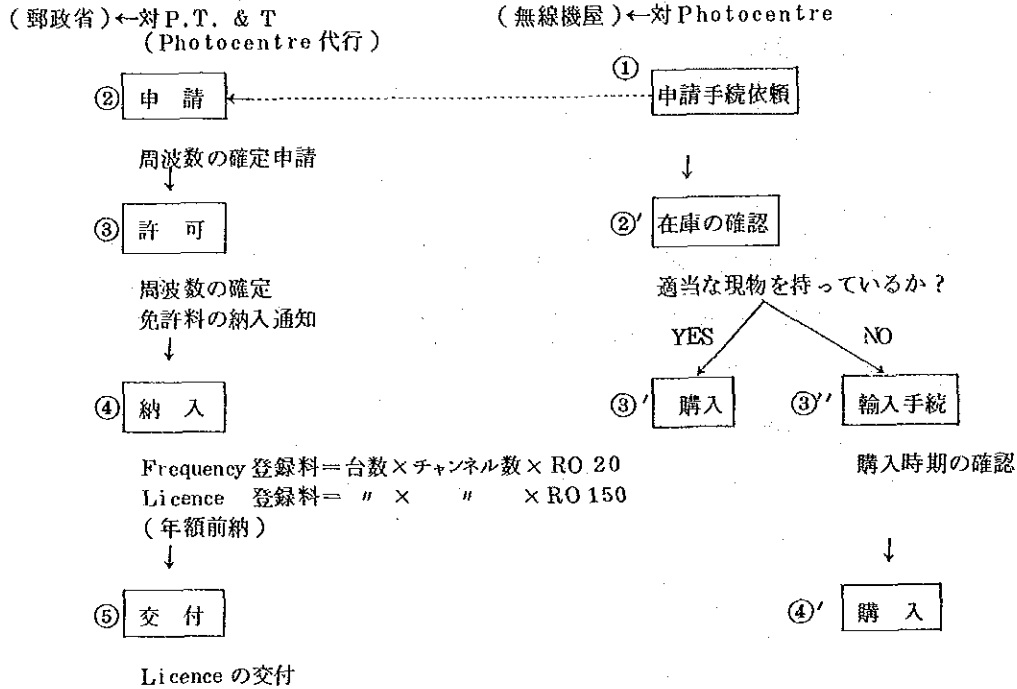
本格調査の現地作業時には無線機器の装備が不可欠であり、その使用許可取得手続きに関する概要は以下のとおりである。

Photocentre 担当は、

Mr. S. Fernandes (Tel Office : 706752, 工場 : 590635~7)

である。

## 無線機取得手続



### 4) 気象データについて

ネジド地域内では Thumrait において詳しい気象観測をしており、1983～1986年における月毎の気温、湿度、風向、風速等に関する各項目を表に掲げる。本格調査時においても最新データ(1987年等)について追加入手が可能である。

1983年気象データ Thumrait Climatological Station													備考
water resources and irrigation dep. - Salalah													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Air Temperature °C													
Average Maximum	25.2	26.2	29.7	33.3	37.8	41.2	40.5	36.7	39.1	33.9	29.0	25.0	
Average Minimum	10.4	13.8	16.5	20.0	22.7	24.4	24.7	23.1	23.8	17.2	12.1	11.3	
Absolute Maximum	30.5	32.3	33.8	39.0	43.0	45.4	45.0	42.7	42.3	38.0	31.0	28.5	
Absolute Minimum	06.6	05.9	10.5	16.4	20.3	23.7	23.0	17.5	20.2	15.5	10.1	06.8	
Relative Humidity %													
Average Maximum	80.2	85.5	77.8	84.4	75.9	79.0	83.0	84.0	64.0	67.0	78.0	77.5	
Average Minimum	36.0	44.9	35.9	45.2	36.1	24.0	30.0	40.0	23.0	21.9	29.0	38.0	
Average R. H.	54.5	61.9	51.3	61.1	56.0	49.0	55.0	55.0	39.0	37.0	47.0	49.4	
Average V. P.	11.9	14.4	14.7	21.4	23.8	23.4	22.0	22.0	18.4	11.2	12.4	10.8	
Average D.P.	09.0	12.0	12.7	18.3	20.0	20.0	26.1	26.1	16.0	12.8	10.0	8.1	
Pan Evaporation mm	08.5	8.9	13.6	13.4	18.4	19.6	18.1	14.6	19.0	15.2	10.5	08.0	
Vapor Pressure millibar													
Dew Point °C													
Precipitation mm	2.1	59.9	00.8	44.4			004.1	38.9					
Wind Speed Km/h													
Prevailing	09	12	15	13	14	12	15	18	08	07	07	07	
Maximum Dust	40	38	43	47	34	33	36	37	26	30	25		



1984年気象データ		Thummrait Climatological Station											
		water resouces and irrigation dep. -Salalah											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
Air Temperature °C													
Average Maximum	24.2	26.9	33.3	38.0	38.5	40.3	37.0	40.9	34.5	34.1	30.3		
Average Minimum	09.4	10.0	16.7	20.3	23.4	25.2	23.4	23.9	20.5	17.5	14.1		
Absolute Maximum	28.6	30.6	37.8	40.0	41.0	43.9	42.2	23.0	41.4	38.3	33.6		
Absolute Minimum	06.8	05.8	12.3	17.9	21.5	22.0	22.5	21.1	30.3	12.6	12.0		
Relative Humidity %													
Average Maximum	71.1	73.0	57.0	47.0	67.0	67.0	83	61.6	75	45.0	77		
Average Minimum	30.3	26.0	18.0	09.0	17.0	14.0	35	12.0	29	12.0	22		
Average R.H.	46.7	81.0	36.0	21.7	39.0	34.0	61	31.5	49	22.0	45.0		
Average V.P.	09.2	16.0	06.0	05.7	14.0	16.1	23.7	14.5	17.1	7.4	12.1		
Average D.P.	04.9	17.0	09.6	08.7	16.5	14.0	20	12.5	15	2.0	1.0		
Pan Evaporation mm	07.9	10.1	15.7	19.7	20.8	20.7	14.1	20.0	14.7	19.2	12.5		
Vapor Pressure millibar													
Dew Point °C													
Precipitation mm													
Wind Speed Km/h													
Prevailing	07	07	12	10	14	14	21	13	16	0.8	0.7		
Maximum Dust			30	26			36	33	35				

1985年気象データ		Thummrait Climatological Station											
		water resouces and irrigation dep. -Salalah											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
Air Temperature °C													
Average Maximum	27.4	27.0	33.8	35.9	40.3	40.1	36.7	38.0	38.6	35.0	30.3	26.3	
Average Minimum	15.2	11.6	16.5	20.4	24.4	24.1	23.3	22.9	21.6	18.8	15.2	11.3	
Absolute Maximum	32.0	33.3	37.3	39.7	43.2	43.3	43.6	41.7	41.7	37.8	31.8	31.2	
Absolute Minimum	06.5	7.0	10.8	16.3	20.6	22.5	21.6	21.3	17.1	14.4	11.7	6.5	
Relative Humidity %													
Average Maximum	78.0	54	51	61	52	75	81	79	72	63	74	73	
Average Minimum	27.0	18	13	14	13	19	35	28	19	13	23	27	
Average R.H.	47.0	35	24	33	29	43	57	52	42	33	45	46	
Average V.P.	11.5												
Average D.P.	09.0												
Pan Evaporation mm	10.7	13.7	18.3	18.3	22.6	18.7	16.0	16.1	17.0	17.3	12.9	10.2	
Vapor Pressure millibar		8.0	7.7	12.0	13.8	18.9	21.6	20.8	16.7	11.7	12.6	10.2	
Dew Point °C		4.0	3.0	10.0	12.0	16.8	19.0	18.0	14.0	8.8	10.0	7.0	
Precipitation mm													
Wind Speed Km/h													
Prevailing	07	9	10	10	10	16	22	17	12	8	7	8	
Maximum Dust	23	27	36	29	27	34	40	38	30	24	22		

1986年気象データ Thumrait Climatological Station													
Water resources and irrigation dep. - Salalah													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考
Air Temperature °C													
Average Maximum	24.6	27.8	33.0	36.3	39.4	40.6	36.0	35.1	36.4	34.9			
Average Minimum	9.2	15.6	17.9	21.9	23.7	26.7	24.0	22.4	20.6	19.0			
Absolute Maximum	30.0	32.1	35.6	39.3	43.6			40.8	40.1	38.8			
Absolute Minimum	4.4	9.2	13.6	17.0	21.2			19.9	18.5	16.4			
Relative Humidity													
Average Maximum	68	80	61	63	83	68	80	79	77	54			
Average Minimum	27	32	18	19	9	14	37	37	19	14			
Average R.H.	30	52	35	36	40	40	64	58	50	28			
Average V.P.													
Average D.P.													
Pan Evaporation mm	9.9	10.5	16.8	19.5	21.7		16.6	16.0	17.1	18.7			
Vapor Pressur millibar	3.9	13.3	11.6	13.9	17.3	20.1	24.1	20.8	18.3	9.8			
Dew Point °C	6.0	10.5	9.0	12.0	15.0		21.0	18.0	16.0	7.0			
Precipitation mm	-	18.5	-	2.7	-	3.3		5.4	-	-			
Wind Speed Km/h		395.6	44.4										
Prevailing	13.0												
Maximum Dust													

### 5) 関連する調査

特に参考とすべき調査については、以下の各社及び機関が実施している。

Sir William Halcrow and Partners	1975
FAO Tetra Tech International, Incorporated	1976, 1978
Pencol International Limited	1979
Watson Hawksley	1981, 1983
Earth Satellite Corporation	1982
Groundwater Development Consultants	1982
Doyel, W.W., et al.	1984
Sir Alexander Gibb and Partners	1984
Harza Engineering Company International	1985

このうちHarza社のものについては、要請書と共に送付済みである。

又、1982 Earth Satellite Corporation社及び1984 Sir Alexander Gibb and Partners社の実施した調査についての報告書の所在を確認するとともに(D.G.W.R. & I. Mr. B. Blasco所蔵) その概要について資料を入手した。

ア) Report on the probable distribution arable soils in the interior desert, sultanate of Oman

今回入手の資料は1985年6月に Earth Satellite Corporation 社より提出された報告書である。

これは1982年に実施されたランドサット調査をもとに1985年に地下水及び土壌についての分析を行っている。

添付の資料は、当該地域の土壌について記述したものであると思われるが、実際の区分図が入手できなかったため、具体的な位置は不明である。

イ) Preliminary soil and groundwater survey for AL-houf area in southern reasion

これは1984年2月に Sir Alexander Gibb & portners 社より提出された報告書である。業務内容は以下のとおり。

1983. 9月	航測図による詳細検討
10~11月	現地調査。調査概要書の提出
1983. 12月	土壌、水質の分析
~1984. 1月	ドラフトファイナル作成

レポートの構成は

1. 結論
2. 土壌調査結果及び2万分の1土壌図
3. 地下水調査結果

となっている。

調査の目的は本格調査の有効性判定であるが、Blasco氏によれば当該地域については、土壌に関する問題点があり、開発可能性が低いという結論づけであるとのこと。




THE RECORD OF DISCUSSION  
ON  
THE PROPOSED PROJECT OF AGRICULTURE DEVELOPMENT  
IN  
NEJD AREA, SOUTERN REGION, SULTANATE OF OMAN  
=====


The Japanese Preliminary Survey Team (hereinafter referred to as "The Team") organized by Japan International Co-operation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Mr. Kanezo TAKEUCHI, visited the Sultanate of Oman from 28 November to 9 December 1986 for the purpose of working out the scope of work for the proposed project of Agriculture Development in Nejd Area, Southern Region, Sultanate of Oman.

During its study in the Sultanate of Oman, the Team exchanged views and had a series of discussions with the representatives of the Ministry of Agriculture and Fisheries (hereinafter referred to as "MAF"), and other concerned Authorities of the Sultanate of Oman, such as the Council for Conservation of Environment and Water Resources (C.C.E.W.R.) and the Ministry of Environment and Water Resources (M.E.W.R.).

As a result of discussions, the Team and the MAF agreed on the scope of work attached hereto.

  
IBRAHIM BIN HAMAD BIN SULEIMAN AL-HARTHY  
Under Secretary  
Ministry of Agriculture and Fisheries



  
Kanezo TAKEUCHI  
Leader,  
Japanese Preliminary  
Study Team,  
The Japan International  
Co-operation Agency

MINUTES OF THE MEETING  
 HELD WITH JICA TEAM CONCERNING THE PROPOSED PROJECT  
 OF AGRICULTURE DEVELOPMENT IN NEJD AREA, SOUTHERN REGION,  
 SULTANATE OF OMAN  
 =====

In response to the request of the Government of the Sultanate of Oman, a Japanese Preliminary Survey Team organized by the Japan International Co-operation Agency, visited the Sultanate of Oman from 28 November 1986 to 9 December 1986 for the purpose of working out the scope of work for the Proposed Project of Agriculture Development in Nejd Area, Southern Region, Sultanate of Oman.

Several meetings were held between the Japanese Team and the Omani Team. The Japanese Team paid several visits to :

- The Technical Secretariat of C.C.E.W.R.
- The Ministry of Petroleum and Minerals
- The Nejd Area, Southern Region

The meetings held in the Ministry of Agriculture and Fisheries were attended by :

From JICA :

- |                        |                                   |                          |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 1. Mr. Kanezo TAKEUCHI | Head, Techn, Aff. Div, Agri. JICA | Leader/<br>Co-ordinator. |
| 2. Mr. kozo INADA      | Staff Develop. Coop. Div. M.F.A.  | Co-opr,<br>Policy        |
| 3. Dr. Toshio SUGAHARA | Hydrogeo. R.D.P.O. M.A.F.F.       | Geology,<br>Groundwater. |
| 4. Mr. Tomohiro NODA   | D.D.Crop. Prod. M.A.F.F           | Cul, Soil.               |
| 5. Mr. Katsuhiko SATO  | Section Chief M.A.F.F.            | Agr, Devel.              |

From M.A.F.

- |                                     |                  |                        |
|-------------------------------------|------------------|------------------------|
| 1. Mr. Zakariya Bin Yahya Al Riyami | Act. Dir, W.R.D. | Leader                 |
| 2. Dr. Wafai T. Saleh               | Legal Dept.      | Co-ordinator           |
| 3. Mr. Wazeir Hassan                | Planning Unit    | Agriculture<br>Expert. |
| 4. Dr. Hassan Wahbi                 | D.G. Agri.       | Irrigation<br>expert.  |
| 5. Dr. M. Ramdan                    | "                | Soil expert            |
| 6. Mr. Abdul Satar Kota             | "                | Agronomist             |
| 7. Dr. Naim Abdel Rahman            | D.G.W.R.I.       | Irrigation<br>expert   |
| 8. Mr. Osman Mokhtar                | "                | Project Eng:           |
| 9. Mr. Blasco                       | "                | Hydrogeologist         |
| 10. Mr. Rifat Abul Magd             | "                | Hydrologist            |

(Contd .. 2/-)

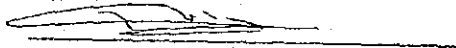
From the Ministry of Environment and Water Resources :

1. Ahmed Al Mostafa                      M.E.W.R.                      Hydrogeologist

As a result of discussions the participants concluded the following:-

1. The attached scope of work which can be summarized as follows :
  - A. The objective of the project is to study the agriculture development in promising areas of Dauka, Shisur, Wadi Makhavrim, Hanfit and Qitbeest.
  - B. Propose plans for efficient utilization of soil and water for on farm water management.
  - C. Formulation of a plan for a pilot farm, leading to adaptable farming system by appropriate utilization of groundwater.
2. MAF shall take all necessary steps to coordinate with appropriate ministries, bodies such as C.C.E.W.R. and M.E.W.R. for implementing the programme.
3. The Japanese and Omani delegations feel there is a great need for training of Omani counterparts during the course of the study.

The Japanese Team will convey it to the concerned authorities in Japan.



Bakariya Bin Yahya Al Riyami  
Acting Director,  
Water Resources Department,  
Leader of the Omani Team




Kanezo TAKEUCHI  
Leader of the Japanese  
Preliminary Survey Team,  
Japan International  
Cooperation Agency

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

AGREED UPON


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

Muscat, 8th December, 1986.



---

Zakariya Bin Yahya Al Riyami  
Acting Director,  
Water Resources Department,  
Leader of the Omani Team



---

Kanezo TAKEUCHI  
Leader of the Japanese  
Preliminary Survey Team,  
Japan International  
Cooperation Agency



## I INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Sultanate of Oman, the Government of Japan decided to conduct a study on the Agriculture Development Project in the Nejd Region (hereinafter referred to as "the study"), in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, 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 authorities of the Sultanate of Oman.

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

## II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the study are;

- 1 to study and evaluate groundwater, with a view to developing agriculture in the Nejd Region.
- 2 to formulate agriculture development plans.

## III. OUTLINE OF THE STUDY

### 1. Study Area

The study covers the following five areas in Nejd Region: Wadi Mukhawrim, Dauka, shisur, Hanfit, Qaitbeet.

### 2. Programmes of Implementation

The Study consists of two stages.

- 2-1 The Stage I: Survey on natural and socioeconomic conditions, and on groundwater for agriculture development

#### 2-1-1 The Phase I: Preliminary survey

- (1) to collect and review the relevant data and information in the Study area and its neighboring areas.
  - a) Topography
  - b) Meteorology and hydrology
  - c) Geology and Hydrogeology
  - d) Soil and land classification

- e) Wells
  - f) Agriculture and Agroecconomy
  - g) Social Structure
  - h) Others
- (2) Field investigation
  - (3) Setting-up of conditions for agriculture development
- 2-1-2 Phase II: Selection of one of the promising area in the study areas and survey for groundwater development therein.
- (1) Selection of suitable test well drilling site
  - (2) Test well drilling survey
  - (3) Monitoring of groundwater (including existing wells)
  - (4) Hydrogeological analysis of survey results
- 2-2. Stage II: Formulation of agriculture development plans in the selected area
- 2-2-1 Phase I : Survey for formulating basic plans of agriculture development.
- (1) Soil survey for irrigable area around the test well
  - (2) Study on the adcpable agriculture
  - (3). Formulation of basic plans of agriculture development
- 2-2-2 Phase II: To formulate a guideline for agriculture development.
- (1) Formulation of a draft guideline for agriculture development
  - (2) Formulation of plans for a pilot farm, leading to adcpable farming system by appropriate utilization of ground-water .

IV. WORK SCHEDULE.

The tentative work schedule is shown in Annex 1.

V. REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of the Sultanate of Oman.

1. Stage I:

(1) Inception Report

Twenty (20) copies at the commencement of the field works in the Phase I.

(2) Progress Report

Twenty (20) copies at the end of the field works in the Phase I.

2. Stage II

(1) Interim Report (I)

Twenty (20) copies at the commencement of the field works in the Phase I

(2) Interim Report (II)

Twenty (20) copies at the end of the field works in the Phase II

(3) Draft Final Report

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

The Government of the Sultanate of Oman provides JICA with its comments on the Draft Final Report through the Embassy of Japan within one (1) month after the receipt of the Draft Final Report.

(4) Final Report

Fifty (50) copies and twenty (20) copies of its summary within two (2) months after the receipt of the Government of the Sultanate of Oman's comments on the Draft Final Report.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE SULTANATE OF OMAN

1. To facilitate a smooth conduct of the Study, the Government of the Sultanate of Oman will take necessary measures:

- (1) to secure the safety of the Japanese study team,
- (2) to permit the members of the Japanese study 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 Japanese study 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 Japanese study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Japanese study team for their services in connection with the implementation of the study,
- (5) to provide necessary facilities to the Japanese study team for the remittance as well as the utilization of funds introduced into the Sultanate of Oman from Japan in connection of the implementation of the Study.

- (6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the study.
  - (7) to secure permission for the Japanese study team to take all data and documents including photographs related to the Study out of Oman to Japan.
2. The Government of the Sultanate of Oman shall bear claims, if any arises, against the members of the Japanese Study 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 Japanese study team.
  3. The Ministry of Agriculture and Fisheries (hereinafter referred to as "MAF") shall act as the counterpart agency to the Japanese Study team and also as the coordinating body in relation to other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth conduct of the Study.
  4. MAF shall, at its expense, provide the Japanese study team with the following, in cooperation with other relevant organizations:
    - (1) Available data and information related to the Study,
    - (2) Additional survey related to the Study, when necessary, such as monitoring of groundwater after the test well drilling survey (including existing wells), and soil analysis,
    - (3) Counterpart personnel,
    - (4) Suitable office space with necessary office furniture in Muscat and Salalah,
    - (5) Two four wheel drive vehicles with drivers,
    - (6) 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, the Study team to Oman,
2. to pursue technology transfer to Omani counterparts in the course of the Study,
3. To carry out at its own expense, the drilling of a test well and observation wells.

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

NNEX I

TENTATIVE WORK SCHEDULE

	Stage I					Stage II																					
	Phase I					Phase II																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Field Work in Oman																											
Home office Work in Japan																											
Reports																											

Inc/R : Inception Report  
 P/R : Progress Report  
 Int/R : Interim Report  
 D.F.R. : Draft Final Report  
 F.R. : Final Report

Muscat,  
8th December, 1986

Mr. Zakariya Bin Yahya Al Riyami,  
Acting Director,  
Water Resources Department,  
Ministry of Agriculture & Fisheries,  
P.O.BOX 467, MUSCAT  
Sultanate of Oman.

Dear Sir,

SUB: DATA REQUEST FOR THE STUDY OF THE AGRICULTURE DEVELOPMENT  
PROJECT IN NEJD REGION.

We, The Japanese Preliminary Survey Team, have executed our  
survey activity during our stay in Oman.

We would like to express our sincere gratitude for your kind  
co-operation to us.

Due to the shortage of time it was impossible to collect the  
necessary data from the concerned authorities. These data are  
very vital for this project.

I would be grateful if you kindly send us these data as early  
as possible through the Japanese Embassy in the Sultanate of  
Oman, for the smooth running of our study. The list of the  
data is enclosed herewith (2pages).

Your kind co-operation is highly appreciated.

We are,

Sincerely yours



Kanezo TAKEUCHI  
Leader,  
Japanese Preliminary Survey Team,  
Japan International Cooperation  
Agency (JICA).

C.C.: The Embassy of Japan,  
Sultanate of Oman,  
MUSCAT.

THE LIST OF DATA AND DOCUMENT REQUIRED

(1) PAWR

- I. PAWR exploratory drilling data (13 wells identified in TABLE I below)
  1. Hydrogeological log and well construction data
  2. Geophysical log (basic data)
  3. Pumping test data
  4. Test pumping data analysis (permiability, transmissibility, storage coef.
  5. Explanation (depth, diameter, screen length and position, profile of wells)
  6. Microscope examination of drilling cutting
  7. Water quality data

II. Highway well data (Wells drilled for highway construction)

Well No. (6 wells)

AE 872525 AA, AF 808848 AA, AF 920700 AA, BF 192320 AA,  
BG 203908 AA, BG 328228 AA

1. Well file contents list
2. Inventory sheet
3. Site log of borehole
4. Step discharge test data
5. Water quality data
6. Logging data

(2) MINISTRY OF PETROLEUM AND MINERALS

- I. P.D.O. and B.P. oil production wells in the Nejd Area.
  1. Mud logging (tertiary deposits part only)
  2. Wire line logging (tertiary deposits part only)
- II. P.D.O. and B.P. Dry hole data in the Nejd Area (location map, depth)
- III. P.D.O. Experimental Farm wells near Murmul.

TABLE I

YV826181AA	YA715978AA	BF263460AA
YV826752AA	ZAO35301AA	BF298464AA
YV847043AA	ZVO99779AA	BG117784AA
YV760834AA	BF410641AA	
YV892605AA	BE094486AA	

(3) MINISTRY OF DEFENCE

Including the area indicated by the Fig.1,  
(53° - 55° east longitude, 17° - 19° north latitude)

1. Topographic maps (contourline map) 1 : 100,000 2 Set
2. Topographic maps 1 : 250,000 2 Set
3. Aerial photographs for stereoscopic use, contact printing with guide map 1 : 60,000 1 Set
4. Satellite image 1 : 250,000 (4, 5 band) 1 Set

Fig.1

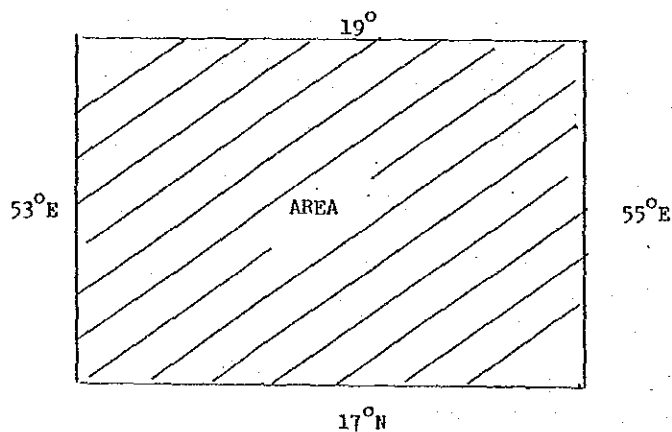
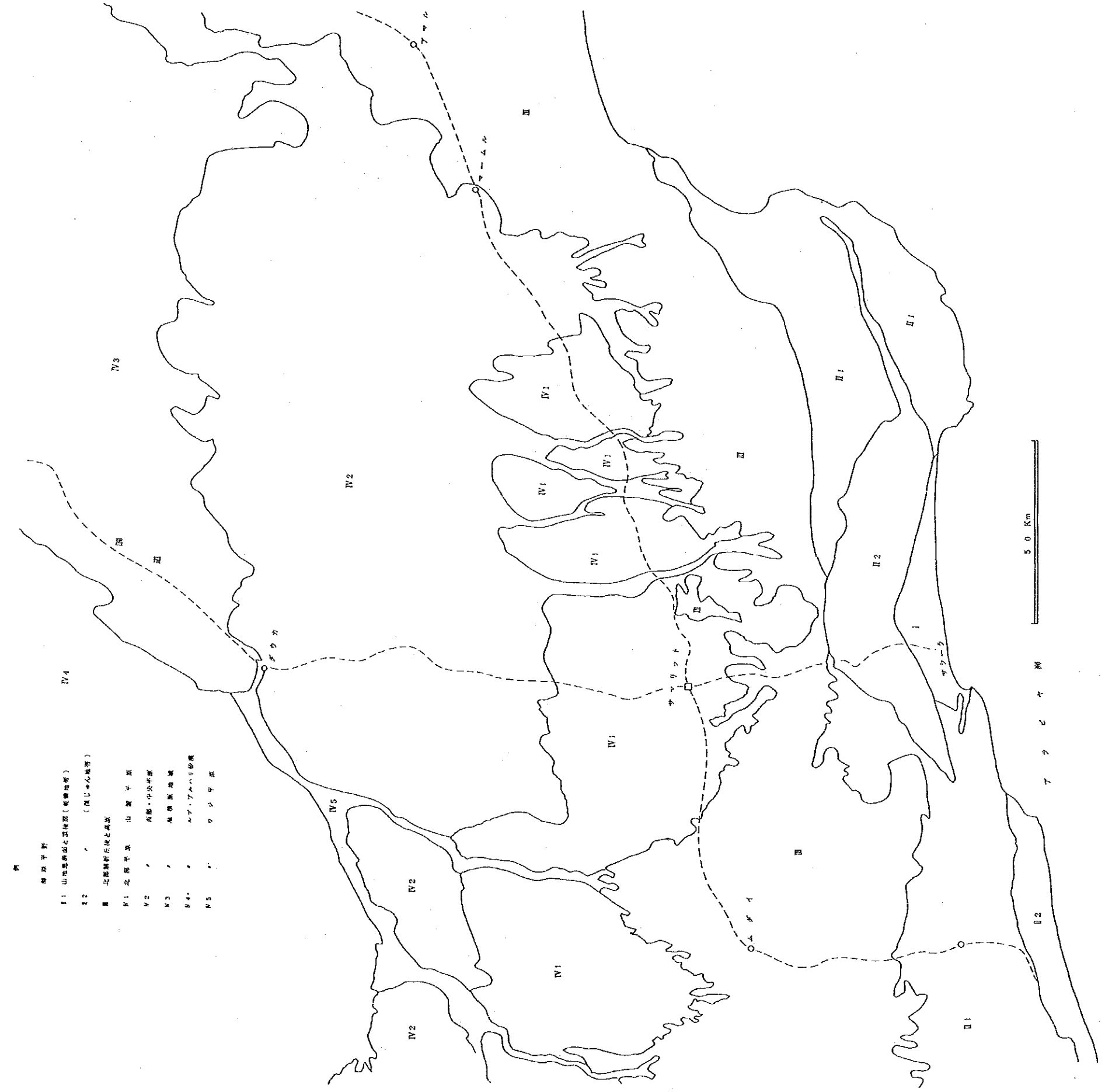








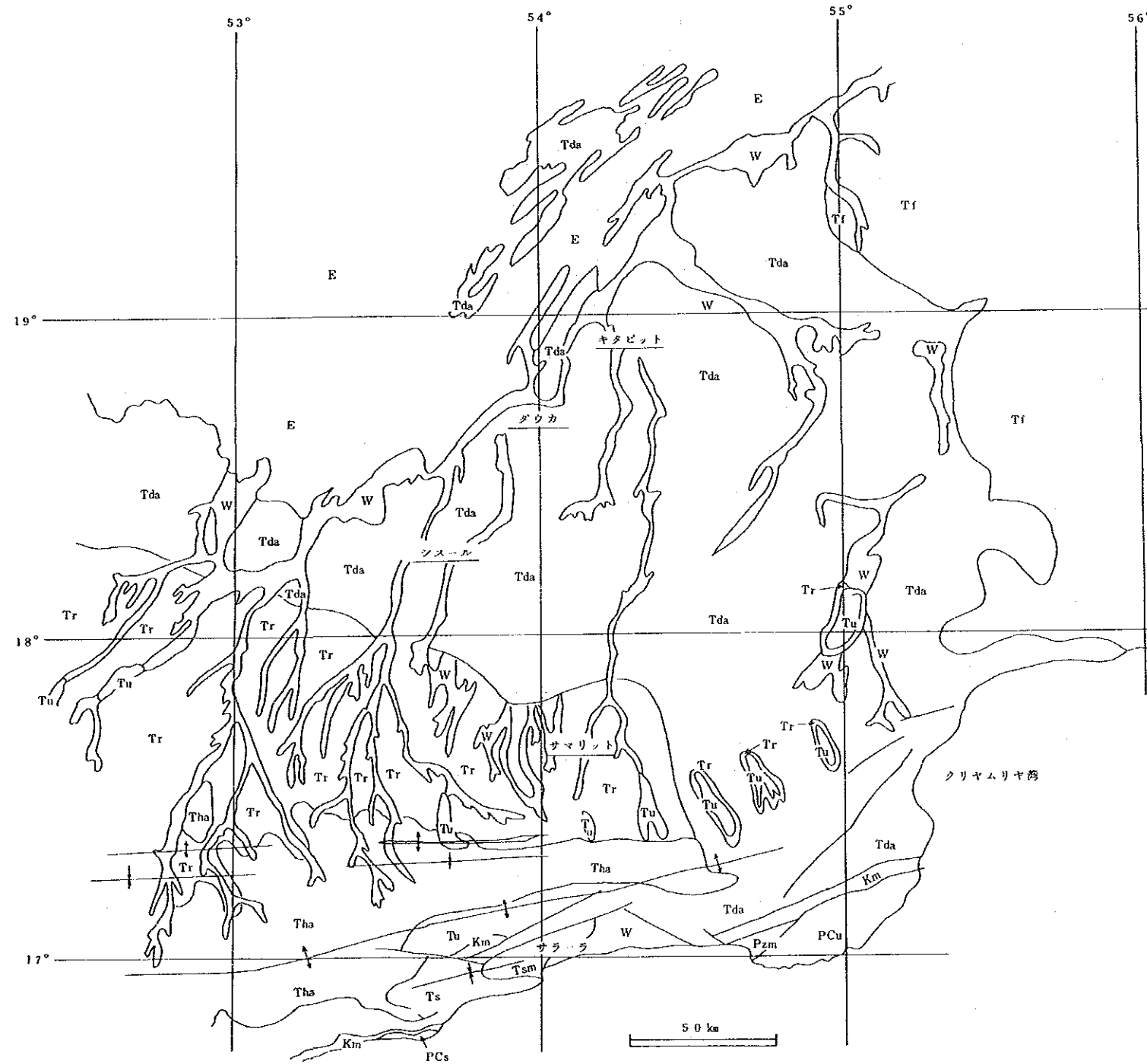
図2 ホソド山周辺地形区分図



- 標高 1000m
- IV4 山頂線以北の区域 (緩急不明)
  - IV3 山頂線以南の区域 (緩急不明)
  - IV2 北麓平野 山麓平野
  - IV1 西麓・中央平野
  - III 南麓平野
  - II2 山頂線以南
  - II1 山頂線以北



図3 南部地方地質図 (文献2による)



- 凡 例
- |       |           |         |
|-------|-----------|---------|
| [E]   | 飛砂        | } 第4紀   |
| [W]   | ワジ堆積物     |         |
| [Tsm] | チョーク質石灰岩  | } 新第3紀  |
| [Tf]  | フェルス層     |         |
| [Ts]  | シール層群     | } 古第3紀  |
| [Tha] | ハブシャ層     |         |
| [Tda] | ダマン層      |         |
| [Tr]  | ラス層       |         |
| [Tu]  | 上部UER層    |         |
| [Km]  | ファータグ層群   | 白亜紀     |
| [Pzm] | ミルバット砂岩   | 三疊紀     |
| [PCs] | 変成岩類(堆積岩) | 古生代     |
| [PCu] | *(火成岩)    | 先カンブリア紀 |
| ↑     | 背斜軸       |         |
| ↓     | 向斜軸       |         |
| —     | 断層        |         |







