

指 導

No. 4

オマーン国農業開発事前調査 報 告 書

1980年 8 月

国際協力事業団

農計技

80-93

No.

オマーン国農業開発事前調査 報告書



1980年 8 月

国際協力事業団

農計技

CR-7

80-93

國際協力事業團 <small>INTERNATIONAL COOPERATION BUSINESS GROUP</small>	
設立 日期 56.8.22	310
登記 No. 13478	833
登記 No. 13478	ART.

はじめに

オマーン国は国土面積約 30 万 km² で、農耕地面積は約 36,000 ha で国土のわずか 0.2 % にすぎない。農耕地はその大半が東北部に集中しており、オマーン湾北部沿岸のバチナ地帯と山ろく地帯が主要農業地域を形成している。雨量は年間 100 mm 前後で、農業を営むにはかんがい用水に依存するしかない。

オマーン政府は第 2 次五ヶ年計画で水資源農業開発計画を最重要政策として推進しており、昭和 55 年 4 月、国際協力事業団、岸田理事を団長とするコンタクトミッションが派遣された際、強く我が国に水資源農業開発の協力の要請がされた。

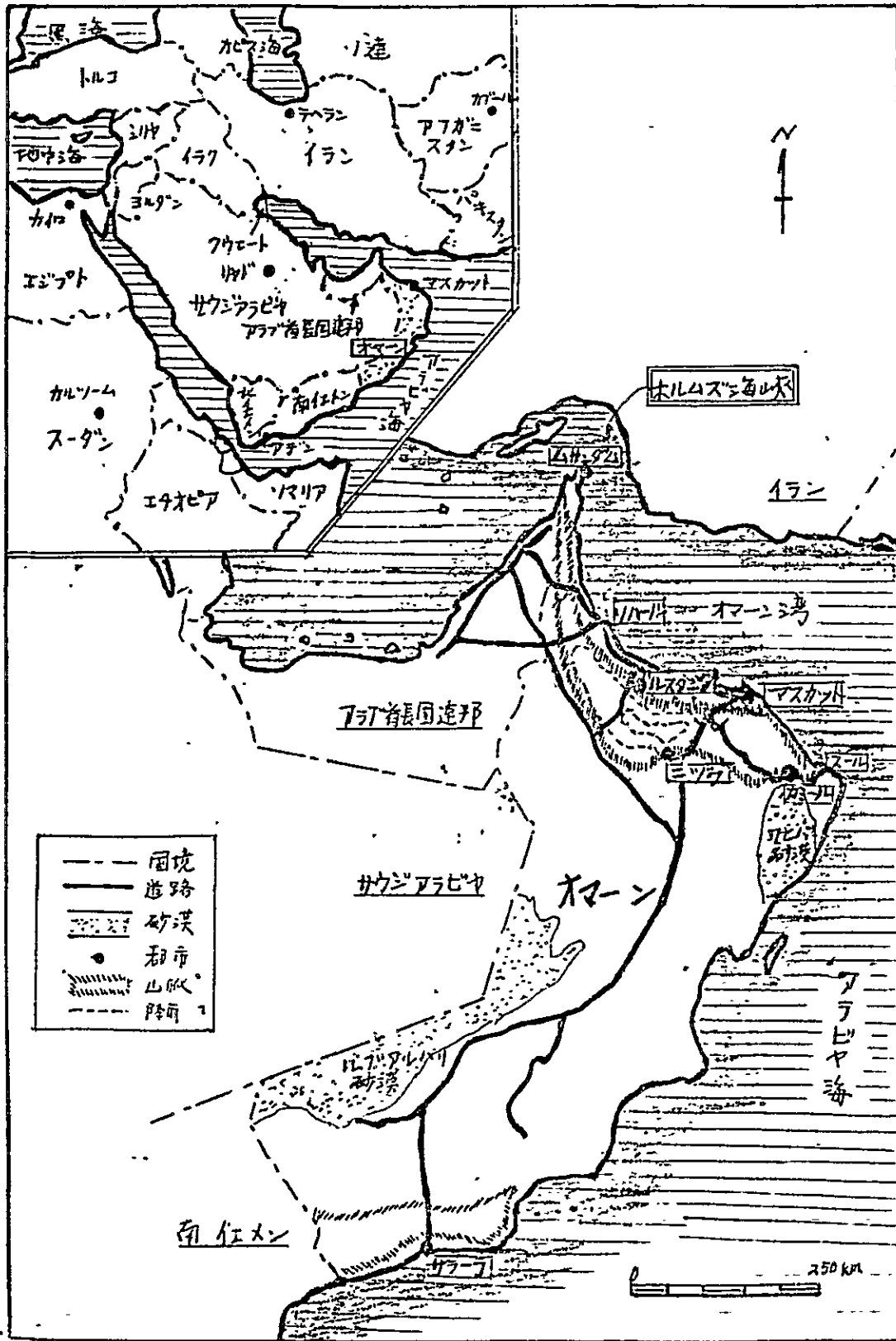
この要請に基づき、昭和 55 年 6 月 21 日から 21 日間 農林水産省 北陸農政局 建設部次長 那須理三郎氏を団長とする事前調査団が派遣された。

本報告書は、この調査結果をとりまとめたもので、今後の実施調査に寄与することを願うとともに、本調査にご協力をいただいた農林水産省、外務省はじめ関係各位に深く謝意を表すものである。

昭和 55 年 8 月

国際協力事業団

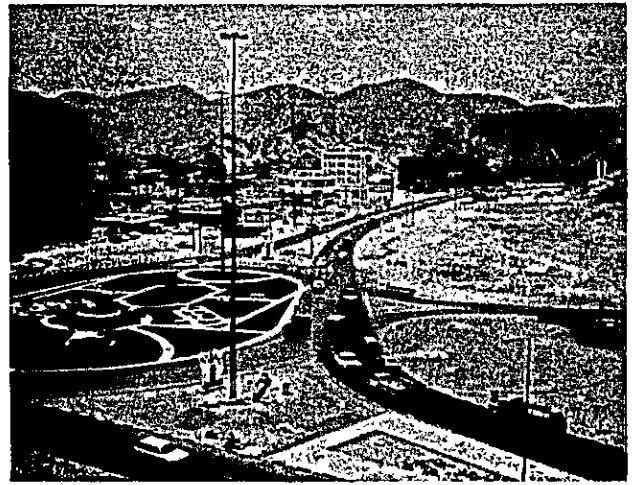
理事 有 松 晃



オマーン国平面図



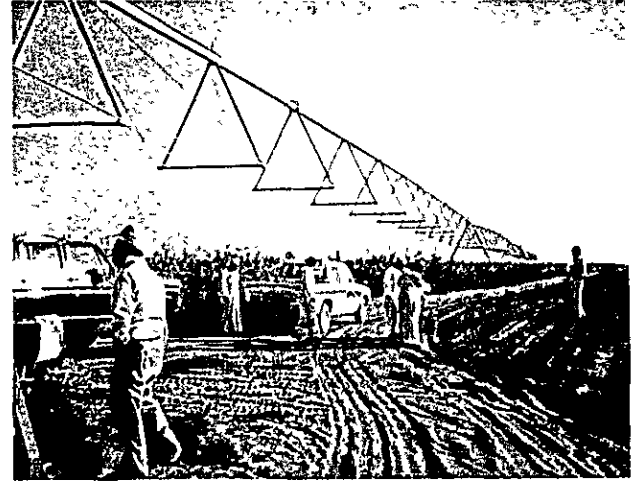
オ側農漁省関係者との打合せ



マスカット市街



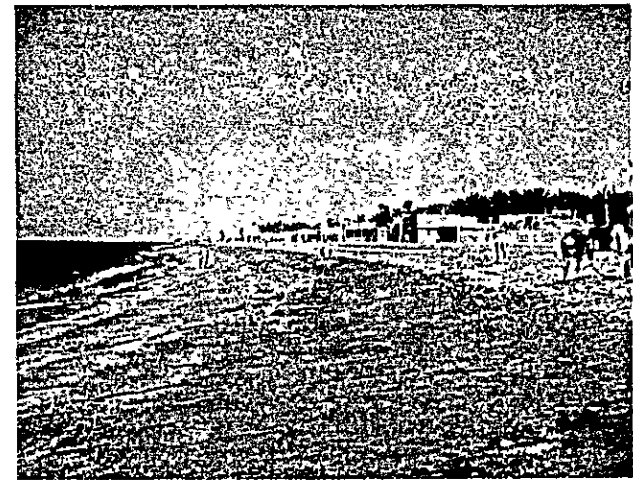
ワジジ



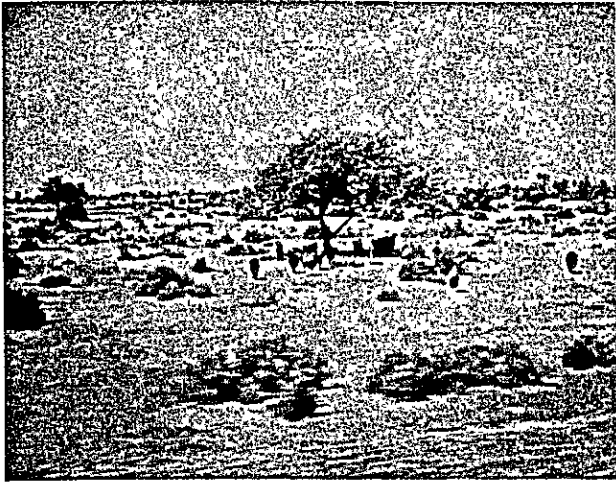
オマーンサンファーム



ルスタック周辺のファラジの改修



バティナ海岸



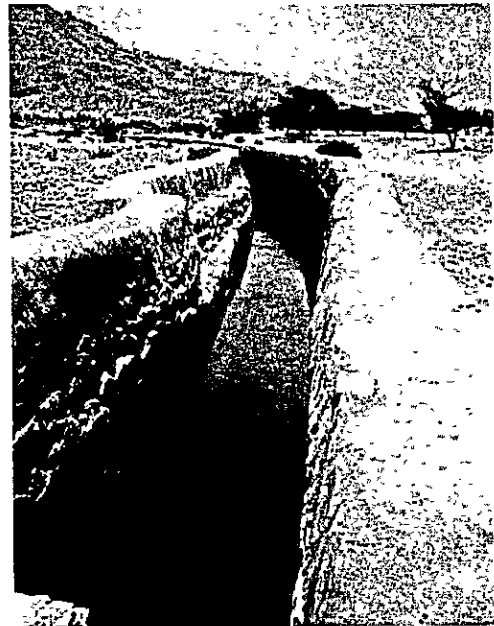
シャルキア



内陸部ミスファ



なつめやし



ニスワのオープンファラジ



サラールワのワジ Darbat



サラールワの高原 Quiroon Heirithi の
果樹試験場

目 次

はじめに

第Ⅰ章 調査の要約	1
1. 事前調査の経緯	1
2. 調査の目的及び経過	1
3. 調査の結果	1
第Ⅱ章 オマーン国の自然、経済概況	3
1. 自然条件	3
(1) 気 象	3
(2) 地 質	4
(3) 水 資 源	6
2. 歴 史	10
3. 社 会	11
4. 経 済	12
第Ⅲ章 オマーン国の農業	15
1. 農業の現状	15
(1) 農業生産	15
(2) 土 壌	18
(3) かんがい	21
2. 長期計画における農業の位置づけ	23
3. 試験研究と普及	24
第Ⅳ章 水資源開発の歴史と方向	27
1. ファラジ	27
2. 井 戸	28
3. 水資源調査の概要	30
4. 水資源開発の方向	32

第Ⅴ章	現地調査地区	35
1.	バチナ海岸地域	35
(1)	ワジ, ジジ流域	35
①	地形と地質	35
②	農業の現状	35
③	開発構想	36
(2)	ルスタック地区	44
①	地形と地質	44
②	農業の現状	44
③	かんがいの現状	45
④	開発構想	45
2.	内陸部	46
(1)	ニズワ地区	46
①	地区の現状	46
(2)	ミスファ地区	47
①	地区の現状	47
②	改善構想	48
3.	シャルキヤ地区	49
(1)	地区の現状	49
(2)	シャルキヤ開発事業の概要	50
(3)	協力構想	51
4.	サララ地域	51
(1)	地形と地質	51
(2)	農業の現状	52
(3)	かんがいの現状	52
(4)	現地視察地区の概要	53
(5)	協力構想	54
第Ⅵ章	意見及び勧告	56
1.	開発調査(F/S)候補地区	56
2.	農業, 水資源開発に関する意見	58

附 録

1. 調査団員名簿	63
2. 調査日程及び行程図	63
3. 面会者名簿	66
4. 収集資料リスト及び参考資料リスト	67
5. Summary of Discussion	73
6. Interim Report	74
7. Scope of Woaks(案)	82
8. 基礎データー	84
9. 参考地図	100
一 般 図	100
農業分布図	101

第I章 調査の要約

1. 事前調査の経緯

園田特使のオマーン訪問時、カブース国王との会談の際、同国への協力として水資源開発計画等につき協議がなされ、つづいて昭和55年4月プロジェクトファインディングミッションがオマーン国を訪れ会談をもった。この会談の際、オマーン政府は水資源（農業）開発計画について我が国の協力を強く要請した。

2. 調査の目的及び経過

オマーン政府は現在第2次5ヶ年計画（1981-1985）を策定中で、その中での水資源（農業）開発計画は雇傭の促進、所得の増大をはかる目的で最優先計画として位置づけられている。この農業開発の可能性を検討するため対象地域の選定、調査手法の検討及び関係情報資料の入手を行った。

3. 調査の結果

オマーン国の水資源開発（農業）計画について、オマーン国政府の提供による各種資料の検討及び、13か所の現地踏査の結果下記のとおり結論となった。

記

(1) バチナ海岸地域

海岸沿いの既耕地の用水は、ポンプによる吸み上げ量が増加し、塩分濃度が増加の傾向にある。従って新規開発または今後改修地区の取水地点は、出来るだけ上流部にもって行く、また取水方式はランニングコストを勘案して自然取水方式を優先させるとともに、今後の農業施策への投資規模に応じて、表流水の地下への導入ひいては地下貯溜を行い、地下水利用方式を併用することが特策である。

又既存の井戸については、出来るだけ複数戸以上の取水に改善し、更に水位観測網の整備を行い適正な水管理を行う必要がある。

ファラージ方式による取水は、コンクリート等により統合又は、埋設施設の改善を行い、パイプライン等により再整備を行うとともに既耕地の区画の整備を行い、余剰水にみあう耕地の拡大を図るべきである。

(2) 内陸部

既存のファラジ方式、及びポンプによる揚水方式の改善は上記と同様であるが、特に内陸部に

については、農業用水、雑用水、飲料水の区分の明確化と部落の再編及び水の高度利用について早急に検討する必要がある。

(3) シャルキヤ地区

この地域は政府により開発計画が進められているが、ワジ、パタは広大な流域をもっており、又ワジ、バニカリドは下流域に既存のファラジがあること、隣接してワヒバサンドがあること等から、水系全域の水文、地質の調査ならびに砂防対策等の解析検討が必要である。

(4) サラーラ地域

本地域の山裾部においては湧水キャッチによる上流取水方式による地下水吸み上げ方式が考えられるが、地形図、地質構造、土壌分析及び解析等の予備があるので早期にこれらの調査を行い、この地域の総合開発プランの設定を急ぐ必要がある。

(5) その他の事項

農業に関する各種の研究、実験等は着々と進められているが、特に肥培管理と育種については計画的な研究、実験を推進する必要がある、又地方局におけるかんがいの技術者の配置と、今後の事業の為に組織作りを検討する必要があり今後の水資源開発の発展の為に各種水文資料のデータの解析及び水文観測の強化拡充が必要である。

以上により当面の課題として、容易に着手出来るワジ、ジジ地区の開発を優先させる。

附 記

中間報告に当ってオマーン国より次の様な強い要請があった。

- (1) 事前調査地区選定については異論はないが、早期に効果発生をさせること。
- (2) サラーラ地区は重点地区であり、日本政府の指導監督のもとに日本のコンサルタントにより、バチナコーストと同様に早期に着手すること（費用はオマーン国が負担する。）。

第II章 オマーン国の自然、経済概況

1. 自然条件

(1) 気象

オマーン国の気候は、概ね乾燥気候に属するが、海洋、地形等様々な要因の影響を受け地域による差が著しい。特に南北両地方における違い、海岸から内陸にかけての変化はきわだった特徴をもっている。

南北の違いの最も大きいのは降雨パターンでマスカットを中心とする北部オマーンでは冬期に降雨が集中するのに対して、サララを中心とする南部地方は夏期に集中する。また海岸沿いでは海洋の影響を受けて湿度が高いのに対して、内陸に入るにつれ乾燥が厳しくなる。

① 降雨

降雨の特徴は、雨期の中の数日間に集中することと、年間変動が極めて大きいことである。この特徴は北部オマーンで特に著しく、降雨の大部分が地下へ浸透して地下水となることなく、海へ流出すると言われている。またマスカットにおける降雨の年間変動は、数mmから250mmまでの巾を持ち、農業開発を実施する上で、また計画立案に際して大きな障害となっている。

北部オマーンでは、12～3月にかけての冬期間が雨期に当り、降雨量はバチナ地区では年間約100mm、ニズワを中心とした内陸部では約130mmと言われている。雨量は、山岳地帯に入るにつれ増加し、オマーン山脈の最高峰 Jabbel Al Akhdar (標高約3,000m, 「緑の山」の意味)では300mm以上にも達すると言われている。

一方、南部オマーンでは降雨は6月から8月にかけての夏期に集中し、平野部で年110mm前後、山岳部では500～750mmに達する。調査団は、雨期入りの直後に南部地方を訪れたが、滞在中はほぼ曇天で、霧雨の如き降雨にしばしば見舞われた。

② 気温

北部では6～7月の夏期には最高気温が40℃を越す日が続き、日較差も10数℃に及ぶ。また冬期と夏期の年較差も15℃近くに達し厳しい気候である。(図-1)

一方、南部地方では、夏期の日中気温は曇天のためそれほど上昇せず、冬期との温度差が少なく、北部にくらべておだやかな気候と言える。

③ 湿度

砂漠の国のイメージに反し、海岸沿いは海洋の影響を受けて湿度が相対的に高く、その最高値は6月の気温の高い時よりもやや低目となった8月に湿度が高くなっており、特にサララはマスカットより高い湿度となっている。

また湿度を年間についてみると、マスカットは日本でいえば日本海側の新潟県と同じ2つの山(2月と8月)をもった傾向であり、サララは太平洋側の高知県と同じ一つの山(8月)をもった型を示し、年平均では夫々71%内外である。(基礎データ参照)

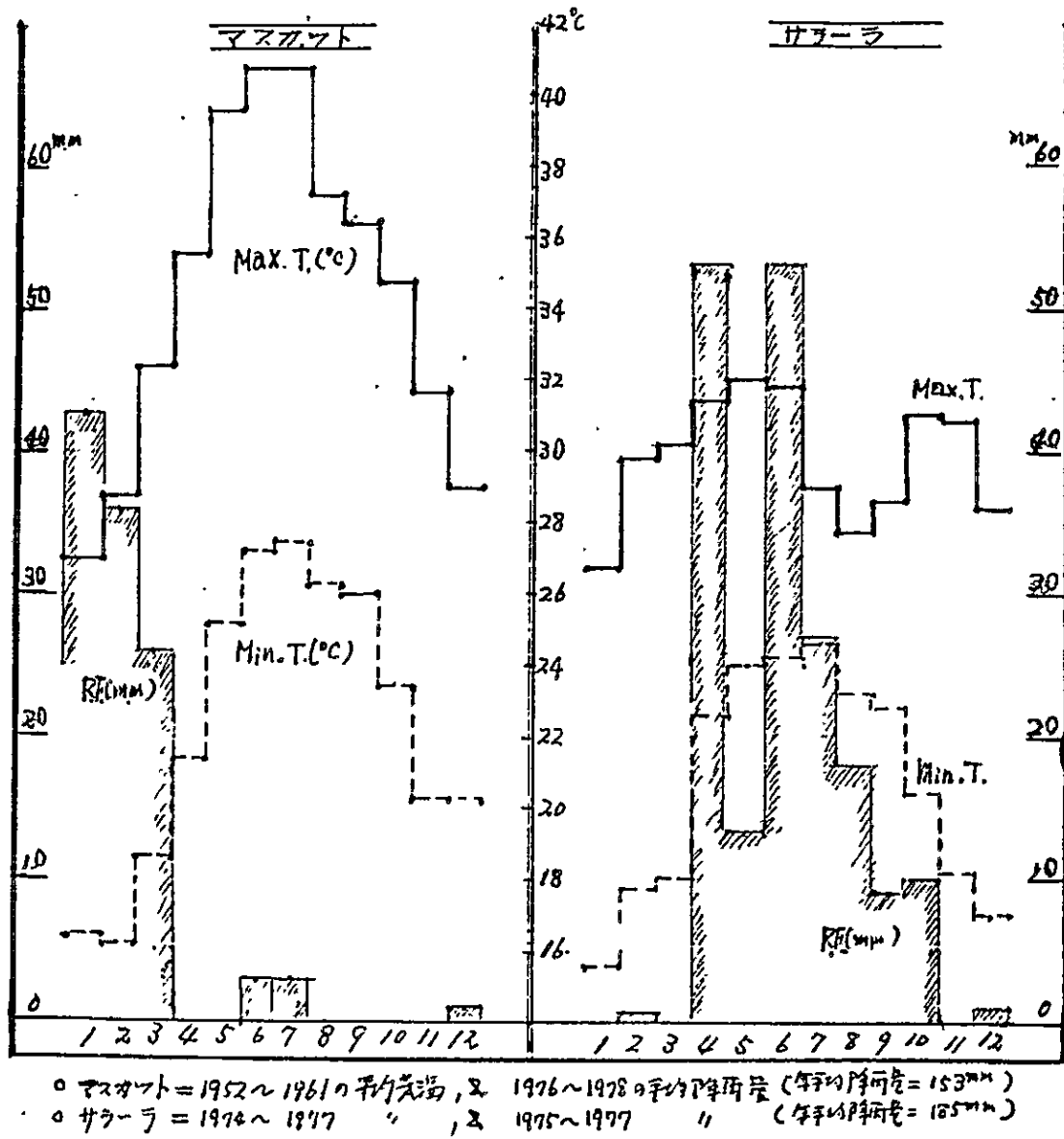


図-1 最高、最低平均気温 & 平均降雨量

(2) 地質

オマーン国の地質の概要を、国際協力事業団、踏査及び同国政府担当官からの聞きとりによって、帯水層に視点を当てながら記すとおよそ次のとおりである(図-2)。

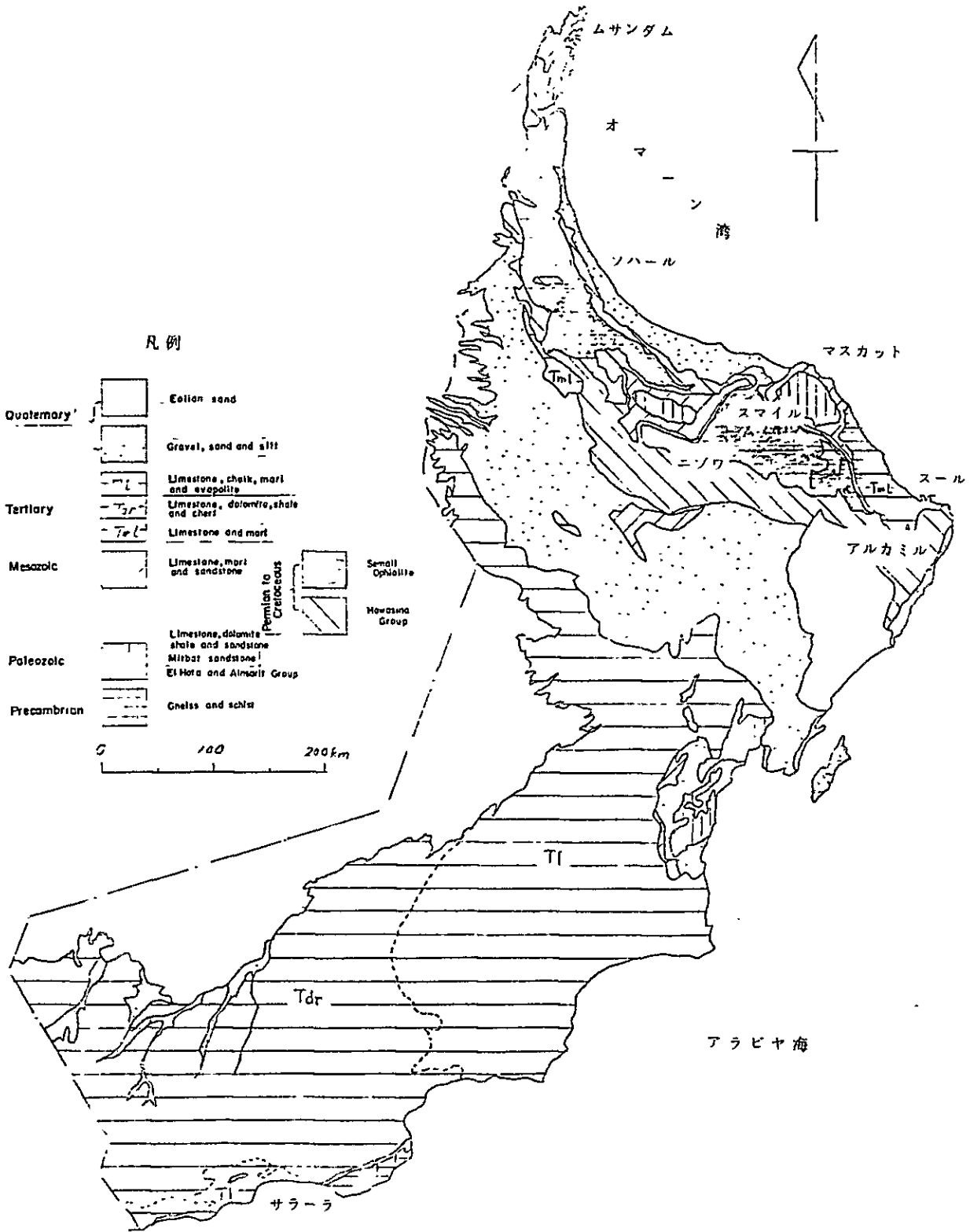


図-2 オマーン国の地質図

オマーン国の地質は、先カンブリア紀層及び古生層によって基盤が構成されており、同国は、これらの岩石の上位に重なる地質の違いによって、北部と南部に大きく2分することができる。北部はオマーン山脈とその周辺部を指し、ここには中生代の堆積岩類及び塩基性火山岩類、第四紀の堆積岩類が広く発達している。南部は、第三紀の石灰岩を主とする堆積岩類が広域に分布している。両者の境界は、DuqmとIbra西方のLekhwaïrを結ぶ線にほぼ一致している。

北部の基盤は、ムサンダム、オマーン山脈、Masira 湾岸に分布し、千枚岩・片岩・珪岩・石灰岩・礫岩・砂岩・頁岩等から形成されている。この上位には、チャート・砂岩・シルト岩・頁岩等からなるHawasina層群によって代表される中生代の堆積岩類が、数1000m以上の厚さに堆積している。更にその上位には中生代の塩基性火山岩類や超塩基性岩類からなるSemailオフィオライトが不整合に重なっている。ムサンダムからスールに達するオマーン山脈は、主としてこれら中生代の岩石で構成されており、マスカットからスールに至るオマーン山脈東半部とQabliからイブリに至る地域には、第三紀の石灰岩及びマールが分布している。以上に述べた岩石から発生した礫・砂・粘土等は、バチナ海岸平野、インテリヤ及びシャルキヤ地方に広域に分布し、第四紀層の主体をなしている。第四紀層は、河成及び海成段丘群・扇状地・ワジ等を構成し、古いものは炭酸塩類によって固結されている。このため、空隙は小さくなっている。アルカミルの南西方には、広大なワヒバ砂丘沙漠が発達している。

南部の基盤は、Mirbatの東方に局地的に分布し、片麻岩類や火成岩類によって構成されている。中生層は、基盤の北西縁とRakhyutの北部に小規模に分布している。南部の大部分の地域は主として第三紀の石灰岩・白亜・マール等から構成されている。またサララ平野に分布する石灰岩は、海の方へ傾斜し、多孔質で洞穴を多層準に発達させ、透水性が著しく大きい。これらを刻んでワジが無数に発達し、第四紀の砂礫層を堆積させている。サウジアラビア国境沿いは、大規模なルブアルハリ沙漠によって占められている。

主要な帯水層は、第四紀の砂礫層及び第三紀の石灰岩類であり、前者は主として北部に、後者は主に南部に発達し、砂礫層地帯ではファラジ及び井戸によって、石灰岩地帯では井戸によって取水されている。

(3) 水資源

アラビヤ半島の国々は、降水量が極度に低いが、これらの国の中でオマーン国は最も緑の多い国で、かんがいによる農業の歴史は2000年以上となっている。

現君主が1970年即位以降、社会経済の開発推進は、水が最も重要な資源であると、強く認識され、1970年代後半から水資源開発の為に様々な努力がなされており、本調査団が滞在し

た期間中にも二つ目の海水淡水化プラントの国際入札が行われた。

この淡水化プラントによる水資源の供給は、生活用水のようなごく限られた用途に利用されるものであり、この水は国全体の水資源利用量から見れば将来とも数%のオーダーであり、降雨のもたらず地表水及び地下水等の天然水の重要性は誰一人疑うものはない。

天然水の利用は、首都圏を除き歴史的にはほぼ100%が、かんがい用で、附随的に生活用水として利用されてきている。従って農業開発を考える場合の水資源は、必要水量の大きさという面からも当然天然水によらざるをえない。

① 降雨特性と水資源

北部オマーンのパチナ、インテリヤ及びシャルキヤ地域の降雨は、地形的、気象的条件等により様々な変化を示し、年降雨量は、平均100～200mm程度の極めて少量で、一降雨の継続時間は6時間程度であり、かなりの降雨強度^{*1}を持ち1年間では数回が一般的である(年間最大は10回)。そしてこの雨は季節的に集中して降ることが特色で、降雨季は冬と夏である。冬の雨は地中海方向から張りだす寒冷前線がもたらす広範囲でやや強度の低い雨で12～24時間強度の最大をもたらす。夏の雨は主に山脈の南西及び山岳地域で発生する強度の局地的な夕立ち型の雨で時間強度以下の最大をもたらすことが多い。これらの雨は、土壌生成の遅れた山がらの地域と平野部に降るが地表流出は洪水被害をもたらす短時間の流出となることはあっても安定的な流出とはならない。従って取水源として安定利用は出来ない。即ち、降雨は露出した岩盤の亀裂や空隙に浸入したもの、谷底または平野の土砂層に滞水されたもの等だけが地下水となり、流出特性は、地表流出に比較してはるかに長い流出時間を持つこととなる。

南部のドハール地域は北部オマーン地域とは異なりモンスーンのもたらず雨と、台風による雨が中心である。前者は6月末から9月初めの約2カ月間に南西モンスーンが引き起すもので、降雨特性は日本のじめじめした梅雨の様なもので2カ月間の総雨量は平野部のサララで約50mm山岳地域、特に南西面ではこれよりかなりの雨量がある。このモンスーンによる雨はその発生の信頼度が極めて高く安定した水資源の供給をおこなう。このことは降雨強度が小さく、地表流出が殆んどとなる為、すべて地下水の涵養に寄与し、水資源上重要な雨となっている。一方台風に伴う雨は、4～5月及び10～11月に発生し、その経路に当れば、400mm程度の大量の雨が期待できる場合が多い。台風の襲来頻度は10年に1～2回といった確率であり、地表流出となる部分も多い為、利用率は低く、降雨は広域性に欠ける。従って水資源は主として地下水となる。

* 1 山間部にある Rostaq Saiq & Nizwa の 1974～1978 の雨量データによれば 31mm/hr の降雨強度の再帰期間は 2 年と計算された。ただし平野部での強度は

これより大分低い見込みである。

F.A.O "Short Period Rainfall Intensities in Oman Project OMA/77
/001 (Appendix A to Field Document No 11)

② 降水量及び地下水と農地面積

P.M. ホーンはバチナ地域の19のワジの山間部から平野部へ移行する地点(流域面積250 Km²~1615Km², 平均454Km²)における水収支を研究した。^{*1}これによれば, 降雨による地下水の涵養率は, 9~15%の範囲にあたり平均で13%あると推定している。

一方地下水の主要な利用者である農業ではha 当りの消費水量は年平均で0.6 ℓ/s^{*2}と見積られている。この水量は約5.2 mm/日(892 mm/年)にあたる。従って1haの農地を地下水でかんがいする為には, 14554mm/ha(1892÷0.13)の降雨が必要となる。このことは, 年平均降雨量が1000 mmの地域であれば農地の約1.45倍の集水面積がいることとなる。

統計によれば^{*3}沙漠を除く海岸平野及び山岳部(標高450 m以上)の面積はそれぞれ9000Km² 45000Km²である。いまこれらの地域の年平均降雨量を1000 mmとすると, 37000 ha(54000 ÷ 1.45)の農地のかんがいが可能となり, 現在のこの国の耕地面積に近い数字となる。しかしバチナ地域では0.42 ℓ/s/ha^{*4}という消費水量の推定がされており, これによれば上記の37,200 ha は53,000 ha となる。一方降水量については, 一般に標高が高くなるにつれて多くなる事が知られており, 現に図-3にみるような降雨分布図が作成されており, 山岳部については平均で2000 mmの年降雨があると推定すると, 耕作可能農地面積は0.6 ℓ/s/haの消費水量を想定しても, 68000 ha となる。

以上をまとめると表-1^{*5}のとおりとなる。

表-1 農地面積と水資源との関係

Case	集水面積		雨量			地下水量	消費水量	農地面積
	山岳	平野	山岳	平野	計			
	Km ²	Km ²	mm	mm	MCM	MCM	ℓ/s/ha	ha
1	45,000	9,000	100	100	5,400	702	0.60	37,000
2	45,000	9,000	100	100	5,400	702	0.42	53,000
3	45,000	9,000	200	100	9,900	1,287	0.60	68,000

* 1 F.A.O., 1979 "Water Resources of the Batinah" P.M. Horn, Hydrologist. Project OMA/77/001 (Field Document No 10)

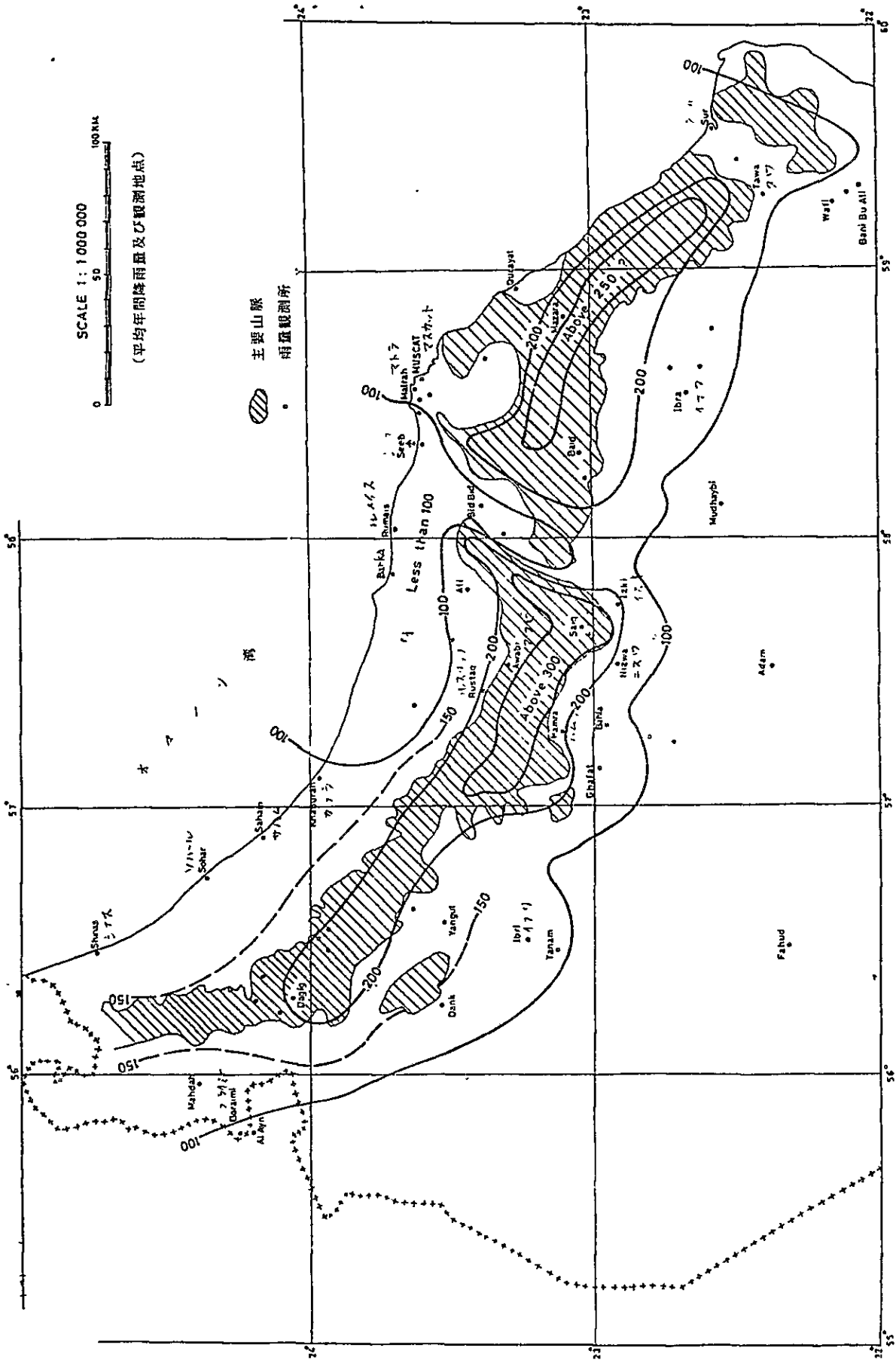


図-3 北部オマーン降雨分布図

- * 2 消費水量 $0.6 \ell/\text{sec}/\text{ha}$ は農業開発計画の常識となっている。例えば、
F.A.O., May 1980 "Ground-Water Development in the Kamil/Wafi District, Sharqiya Region. Report on Phase I Study", Project OMA/77/001 (Field Document No 15) P43。
- * 3 Development Council, 'Sultanate of Oman' Statistical Year Book, 7th Issue, 1978 P3
- * 4 F.A.O., 'Development of the Water Resources in Oman for Agriculture' Project OMA/77/001 (Field Document No 14) Jan., 1980, P5. $265 \text{MCM}/\text{year} \div 365 \text{day}/\text{year} \div 8,6400 \text{sec}/\text{day} \div 20,000 \text{ha} = 0.42 \ell/\text{sec}/\text{ha}$
- * 5 F.A.O., "Rainfall in Oman (1974-1978)"; Project OMA/77/001, Fig.1.

2. 歴 史

オマーン国は、海洋国家としての古い歴史を持つ国である。この国が歴史上初めて姿を現わすのは、古くシュメール・アッカド時代(B.C.3,000~1,750)であり、当時、北部オマーンは銅やディオライト(閃緑岩)の産地として、また、メソポタミアとインダスを結ぶ中継基地として重要な役割をはたした。今回調査団によって開発プロジェクトとして提起したワジ・ジジ流域にも当時の銅採掘、精錬跡が残っており、莫大な精錬残渣を見ることができる。

BC1000年頃には南部オマーンが香料(特に frankincense)貿易の中継港として栄え、イスラム時代に入り、香料貿易が衰えるに従って一部オマーンのソハールが国際港として栄えた。ソハールが最も栄えた9~10世紀には、その周辺の農地は現在の3~4倍はあったと推定され、大小数多くのファラジによるカンガイ農業が営まれていた。これらの農地は、その後ソハールの衰退と共に放棄され、現在、国道の両側には低密度の灌木地帯となって残っている。

その後オマーンは強力な海洋国家を形成し、14世紀には、東アフリカ、インド洋を舞台に活発な商業活動を行うまで成長したが、1507年にマスカットがポルトガルに占領されてから以来ほぼ150年の間ポルトガルの支配を受けることとなる。

1650年にはマスカットをポルトガルから奪回し、オマーンは東インド洋における地歩を着着と固め、18世紀中頃、現王朝ブーサイド朝の成立によって、現在の国土をほぼ確定するとともに、ザンジバルを始めとする東アフリカ沿岸における支配権を確立した。

しかしながら、船を主体として活躍したオマーンは、スエズ運河開通を契機として蒸気船が

交易の主体となりその活動は衰退を余儀なくされ、当時、アラビア湾岸一帯に勢力を伸ばしていたイギリスの保護に頼ることとなる。

その後、1970年までオマーンは、イギリス、アメリカ及びインド以外の諸国に対し門を閉ざし、かたくなに鎖国政策を守って来た。前首長は、外に対しては鎖国政策を、また国内に対しては極めて厳格な政治を行った。1967年から生産が始まった石油による収入は開発投資にまわされることなく、国民経済は依然として中世並みの低い水準にとどまっていた。さらに南部地域でドフェール解放戦線の活動が活発になるに及び、イギリスで教育を受けた現カブース国王が1970年無血宮廷革命を成功させ、オマーンは近代化の途を歩み始めることとなった。

オマーンの人々はこの宮廷革命を革命という言葉でなく、再出発(re-start)と呼んでいる。この再出発以来、オマーンは順調な石油生産の助けもあり、この10年間にめざましい発展をとげた。1975年には南部地方の平定宣言がだされ、社会的、政治的にもアラブ 国の中でも安定した国の一つとなっている。

3. 社会

この国の人口はいまだ全国的な人口センサスが実施されていないため、既存の統計はいずれも推計値である。オマーン政府は長期計画を始めとする施策の前提として人口150万人を採用しているが、世銀はオマーン国の人口を1978年現在で80万人と推定している。このうち34%が農漁業人口とされており、農業部門は依然として社会的に重要な位置を占めている。

人口構成は、3万人余りと推定される遊牧民であるベドウィン族を除けば、オマーン人と外国からの出かせぎ労働者から成り立っている。

1970年の再出発以降の急ピッチな国家開発に伴い、多数の外国人が単純労働者、あるいはまた技術者として流入している。労働許可証の発給状況等からの調査では、1978年現在、政府機関に約12,000人(全職員の約40%)、民間部門に約100,000人が働いている。外国人労働力の約90%は、インド及びパキスタン人であり、オマーン国における単純労働力の主体となっている。これらの出稼ぎ労働者は建設現場の単純労働者のみでなく、基幹労働力が都市部へ流出した後の農村地帯にも代替雇用労働力として流入し、農村における生産構造の変化の要因となっている。この現象は、農業先進地帯であるバチナ地域に著しく、内陸部とかシャルキア地区では都市への労働力流出がみられるものの、外国人労働力による補充はそれほど進んでいないと思われる。

また、オマーン国は、単なる労働力ばかりでなく政府・民間共にプロジェクトの計画・実施の中心となる高級技術者のほとんどが外国人であり、その国籍は欧米諸国から、エジプト・レバノ

ン人を中心とする中近東諸国まで極めて多様である。表-2にみられるように、政府内部の職員構成は、政府首脳に対するアドバイザー等の個人契約を除けば、グループⅠ（大臣・次官クラス）及びグループⅡ（局長・次長クラス）の高級行政官のほとんどがオマーン人であるのに対し、グループⅢ（実務者レベル）では約60%の過半数が外国人である。またさらにグループⅣでは逆にオマーン人が多くなっている。このように、高級技術者レベルでの外国依存が著しい。

鎖国期間中に多数のオマーン人が歴史的につながりの深い東アフリカやインドへ流出した。この海外オマーン人は、専門教育を受けており、1970年の再出発以降続々と帰国し、現在のオマーン政府・民間の中で中・低辺の技術者層をなしている。

表-2 政府機関における職員構成（1978年末現在） (％)

	個人契約	グループⅠ	グループⅡ	グループⅢ	グループⅣ	全 体
オマーン人	0	100	74	39	79	61
外国人	100	0	26	61	21	39
計	100	100	100	100	100	100

出典：Statistical Year Book, Sultanate of Oman, 1978.

4. 経 済

(1) 経 済

前首長治政下の鎖国時代にあっては、農業が経済の中心であったが、1967年から原油生産が伸びるに従い、この国の経済は石油部門依存型に転換していった。これにともない、農漁業部門の産出額は着実に伸びてはいるが、国内総生産に占めるその割合は、1970年の15%から1978年には3%まで急速に低下した。

一方、石油生産は、1967に開始されてから1976年まで順調に増産がつづけられてきたが、1977年に至って、北部油田の枯渇の兆候が表われ、生産量は頭打ちとなり、1980年時点で原油生産は日量30万バレルを下回っていると推測されている。石油部門がその大半を占めている石油鉱物部門の国内総生産に占めるシェアは1974年以降、除々に低下しているものの1978年には国内総生産額（GDP）892.8百万リアルのうち56%（5億リアル）を占めている（表-3）。しかしながら、現在南部油田の開発が積極的に進められており、近い将来生産態勢に入ることから、将来は日量30万バレルを上回る生産が安定的になされるものと思われる。

表-3 国内総生産

百万オマーンリアル

区 分	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
農 漁 業	16.6	16.8	17.0	16.7	17.4	20.2	21.4	24.0	27.1
石 油 ・ 鉱 業	71.6	73.9	76.4	94.5	389.0	486.8	530.4	534.8	498.4
製 造 業	0.2	0.2	0.3	0.6	2.0	2.1	4.0	8.3	11.2
建 設 業	10.6	20.4	22.6	24.0	58.0	70.8	83.0	84.2	85.3
運 輸 ・ 通 信	0.7	2.1	3.2	4.4	12.3	23.5	25.5	28.2	33.2
電 力 ・ 水	0.1	0.3	0.7	0.9	1.2	1.8	5.0	6.3	8.0
国 内 交 易	1.6	2.8	3.8	8.3	27.2	38.5	50.3	65.5	72.2
金 融	0.6	0.7	0.8	0.9	3.5	9.8	11.2	13.3	14.5
住 居 の 所 有 権	1.5	2.1	2.5	2.9	4.8	9.3	13.8	18.3	21.8
公 共 財 産 と 防 備	2.3	4.1	11.0	13.1	46.4	53.0	71.0	83.4	105.9
他 の サ ー ビ ス	1.0	1.7	2.5	3.1	6.7	8.4	11.4	13.8	15.2
市場価格(G・D・P)	106.8	125.1	140.8	169.4	568.5	724.2	827.0	880.1	892.8
間 接 税	-1.1	-1.1	-1.6	-1.7	-2.3	-2.5	-4.5	-4.6	-4.6
卸し売り価格(G・D・P)	105.7	124.0	139.2	167.7	566.2	721.7	822.5	875.5	888.2

(2) 貿易

オマーン国の原油輸出は輸出総額の大部分を占めており、1978年には、輸出総額の95%にあたる521.8百万オマーンリアルに達して、そのうち約57%が日本へ、次いで16%がアメリカ合衆国へ輸出されており(表-4)、オマーン国にとって日本は第一の輸出先国となっている。またオマーンは石油輸出機構(OPEC)に属さず、独自で輸出価格を決定している数少ない産油国の一つである。

原油を除けば輸出産品のほとんどが農水産物であり、1978年には、その総額は3.3百万リアルに達した。第一の輸出産品はドライライムであり、主としてアラブ首長国連邦へ輸出している。その他、ドライデーツ、水産物が主要な輸出産品である。

原油の輸出によって、貿易収支は近年、大巾な黒字が続いているが、食糧品を始め国家開発に必要な建設資機材等の工業製品の大部分は輸入に頼っている。また国内には近代的な石油精製施設が建設されていないため、ガソリン等の石油精製物はアラブ首長国連邦から輸入している。

農水産物の輸入額は1978年に54百万R.O.に達し、全輸入額の15%を占めている。こ

表-4 原油輸出先

百万バレル

輸出先国	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
日本	35.9 (33.8)	43.7 (42.3)	38.0 (35.5)	37.5 (35.4)	46.8 (37.5)	58.2 (43.3)	62.7 (51.4)	65.8 (56.9)
アメリカ 合衆国	-	3.0 (2.9)	-	3.2 (3.0)	1.2 (1.0)	2.12 (15.8)	18.8 (15.4)	18.3 (15.8)
オランダ	12.2 (11.5)	4.8 (4.7)	8.7 (8.1)	1.9 (1.8)	25.6 (20.5)	19.6 (14.6)	11.1 (9.1)	7.3 (6.3)
	-	-	-	-	4.1 (3.3)	10.1 (7.5)	11.1 (9.1)	6.8 (5.9)
フランス	10.7 (10.1)	15.4 (14.9)	18.6 (17.4)	12.7 (12.0)	8.6 (6.9)	8.6 (6.4)	4.7 (3.8)	2.1 (1.8)
カナダ	-	2.2 (2.1)	6.1 (5.7)	12.4 (11.7)	4.8 (3.8)	8.0 (6.0)	-	-
イギリス	5.7 (5.4)	3.7 (3.6)	4.8 (4.5)	5.7 (5.4)	8.3 (6.6)	1.7 (1.3)	1.3 (1.1)	0.8 (0.7)
シンガポール	5.2 (4.9)	8.6 (8.3)	6.8 (6.3)	0.9 (0.9)	7.4 (5.9)	1.4 (1.0)	-	-
西ドイツ	-	-	-	0.6 (0.6)	0.7 (0.6)	1.6 (1.2)	1.3 (1.0)	2.8 (2.5)
イタリア	-	-	-	8.6 (8.1)	0.6 (0.5)	1.2 (0.9)	1.3 (1.1)	3.2 (2.8)
スウェーデン	-	-	-	-	-	-	4.1 (3.4)	1.0 (0.8)
ノルウェー	9.4 (8.8)	10.7 (10.4)	4.8 (4.5)	3.2 (3.0)	1.5 (1.2)	0.6 (0.4)	3.8 (3.1)	7.5 (6.5)
ポルトガル	-	-	-	-	-	-	1.2 (1.0)	-
その他	27.2 (25.5)	11.1 (10.8)	19.1 (18.0)	19.1 (18.1)	15.2 (12.2)	2.1 (1.6)	0.6 (0.5)	-
合計	106.3 (100.0)	103.2 (100.0)	106.9 (100.0)	105.8 (100.0)	124.8 (100.0)	134.3 (100.0)	122.0 (100.0)	115.6 (100.0)

注 ()内は%

のうち、果実・野菜が最も多く、主として、野菜栽培のむづかしい乾期に近隣の中近東・南アジア諸国から輸入している。次いで、主食の米を始めとする穀類、乳製品の輸入が多い。

日本からの輸入割合は輸入総額の15.5%を占め、英国、アラブ首長国連邦に次いで第3位であり、特に、自動車、家庭電化製品等については、7~8割が日本からの輸入であると言われている。

第三章 オマーン国の農業

1. 農業の現状

(1) 農業生産

① 農業地域

オマーン国の農業地域は、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、ベドウィン族によってわずかに遊牧に利用されているのみで、農業地域としての重要性はほとんどない。

北部オマーンは、マスカットから海岸沿いに細く北に伸びているバチナ海岸地域と、オマーン山脈の西側、ニズワを中心とする内陸部、及びアラブ首長国連邦との国境付近のオアシス地帯であるブライミ地区、並びにワヒバ沙漠の北方シャルキア地区に分けることができる。

また南部オマーンは、サラールを中心とするサラール平野と、その北方に広がる山岳部に分けることができる。

② 栽培作物

オマーン国の耕地面積は、1971年の推計で36000 ha(表-5)、1978年のサンプリング調査の暫定結果によれば約40,000 haとされている。いずれにしろ、全国土に占める農地の割合は0.1%と極めて少ない。

このうち、全体の37.1%にあたる13,340 haにはデーツパームが栽培されており(1971年推計)、オマーン国農業における基幹作物となっている。デーツパームは、オマーン国の気候条件に良く適合しているため、その実は生食、または天日乾燥によって長い間オマーンの人々の主食となっていた。しかし、近年主食の座はデーツから、輸入品である米に移り、現在は副食として、また嗜好品として生産され、一部はインド等に輸出されている。北部オマーンではいたる所にデーツを見ることができるが、南部オマーンでは極めてまれである。一般に150~200本/haの密度で栽培され、収量は10トン/haとなっている。現在、ルスタックとニズワに近代的なデーツ処理・加工工場があり、政府の手で運営されている。しかし、これらの工場の操業率は処理能力を大巾に下回っており、集荷体制の整備、収穫前契約等によって、自然条件の変動によるリスクを回避し操業率を高めるよう努める必要がある。デーツパームは、果実の生産のみならず、樹下に栽培される野菜等の作物に対し日蔭を提供し、オマーンを始めとする高温乾燥地帯の農業において重要な役割を果たしている。

ルーサン(アルファルファ)は、オマーン全土で広く栽培されており、放牧草の補完飼料とし

表-5 作物別作付面積

作物	作付面積	
	ヘクタール	パーセント
デーツ	13,340	37.1
ルーサン	5,560	15.4
ライム	3,560	9.9
玉ネギ	3,680	10.2
小麦	1,200	3.3
タバコ	1,000	2.8
バナナ	880	2.4
マンゴー	380	1.1
ココナッツ	200	0.6
その他	6,200	17.2
合計	36,000	100.0

・ 推計

・・・ ソルガム, さつまいも, 休耕地を含む。

で、最も重要な飼料作物である。1971年の推定で5,560 ha とデーツに次ぐ作付がなされており、10年近くの連続収穫が可能で、栽培に手間がかからないことから農村における労働力不足が進むなかで今後益々作付が伸びると思われ、畜産開発と合わせての振興計画が必要であろう。

ライムも、ルーサン同様オマーン全土で栽培されている。特に、山岳地帯においては栽培がさかんで、調査団が訪れた内陸部のミスファ地区は有名なライム産地となっている。ライムは主として、収穫後、天日乾燥されドライライムとして出荷されており、調味料として広く利用され、石油に次ぐ重要な輸出品である。

小麦栽培はニズワを中心とする内陸部に限られ、作付面積も1000 ha を若干越えるにすぎない。収量は2~3.5トン/ha位と言われ、病害による変動が著しい。ワジコリアット近郊に作付拡大の余地があるということであったが、時間がなく今回現地調査することはできなかった。

玉ネギを始め種々の野菜は主として雨期に栽培されてオマーン全土にわたっており一部は輸出にも向けられ、乾期には、ナス、スイカ、オクラ等がわずかに栽培されているにすぎず、大部分を輸入に頼っている。今後、都市部の人口の伸びに伴い、ますます需要が大きくなると予測されている。

表-6 作物別作付状況及び収穫高

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1 ha当り収穫高(トン)				
														オマーンA	日本B	A/B比		
多年生植物	デーツ	●-----●												10.0	-	-%		
	ライム	●-----●												15.0	-	-		
	マンゴ	●-----●												20.0	-	-		
	バナナ	●-----●												15.0	-	-		
	アルファルファ	●-----●												90.0	-	-		
一年生植物	小麦	●-----●												●-----●		2~3.5	3.6	7.6
	綿	●-----●												●-----●		2.5	-	-
	とうもろこし	●-----●												●-----●		3.5	-	-
	落花生	●-----●												●-----●		3.0	-	-
	ひまわり	●-----●												●-----●		1.5	-	-
	トマト	●-----●												●-----●		3.0	53.4	5.6
	ナス	●-----●												●-----●		20.0	30.5	6.6
	スイカ	●-----●		●-----●										●-----●		2.0	33.9	5.9
	キュウリ	●-----●		●-----●										●-----●		10.0	42.1	2.4
	キャベツ	●-----●											●-----●		2.5	36.2	6.9	
	玉ねぎ	●-----●												●-----●		1.5	36.9	4.1
	馬鈴薯	●-----●												●-----●		1.5	27.8	5.4
	飼料とうもろこし	●-----●												●-----●		4.0	52.8	7.5

注 作付けはバチナコスト、インテリヤの標準

日本の収穫高は1978/1979の実績である。

南部のサララ周辺ではバナナ(小型種)の栽培に力が入れられており、国内生産の促進のために、輸入バナナに対して関税をかけている。栽培面積は急激に伸びているものの、栽培技術・病害虫に対する対策は未だ充分とは言えず、各地でK欠乏による葉の黄化などの生育障害がみられた。1980年中には加工、包装工場が完成の予定である。

その他、南部地域におけるココナツ栽培、山岳地域にはグレープ等の果樹栽培がなされている。

③ 農業経営

個々の農家が新規に農地を開発する場合には、土地省に申請をすることによって、極めて安価に(もしくは無料)未墾地を入手することができる。しかし新規開発に当っては水源の確保が一番の問題であり、バチナ地区等の井戸水かんがいが進んだ地区で新たな井戸を掘るには、農漁業省(水資源かんがい局)の承認を必要としている。またバチナ地区、ニズワ地区等の農業中心地における平均経営規模は1.0ha内外であり、大規模な経営は、ワジ、クリアットにおいて見ることができ、平均30ha以上の規模を有している(1975年サンプリング調査)。

(2) 土 壤

世界の土壌図は米ソをはじめとするペドロジストにより作成されているが、それぞれの国や調査機関によって、土壌図作成の基礎概念が異なり、一様に比較することは困難である。ドイツの Ganssen らの土壌図(1/16,000,000)によると、オマーン国の土壌型は次の4つに大別されている。北部オマーンでは①褐色・赤褐色土、②山岳乾燥森林土、③砂丘土(移行土)、④沙漠土である。南部オマーンは①沙漠土、②砂丘土の2種類である。この土壌図は、非常に粗い分類なので、現地踏査による土壌型とは必ずしも一致しない部分がある。例えば、南部オマーンのサララ地区西側にある山岳土壌は、沙漠土として作図されている。

オマーン国だけの詳細な土壌図は、今回の調査では入手できなかった。おそらくまだ作図できるだけの土壌調査が進んでいないと思われる。現在、国土開発計画にそって各地で土壌調査が進められているので、これをもとに近い将来、オマーン国の土壌図が作成されるものと期待される。国土開発のために各種コンサルタントや国連FAOなどの機関で実施した地域的な土壌調査のレポートをもとに、農業地域別の土壌について述べる。なおFAOではオマーン国に分布する主要な土壌型を次のように名づけている。Yermosols(沙漠土)、Regosols(砂礫土)、Lithosols(岩屑土)、Fluvisols(沖積土)などである。

① 南部バチナ地方

この地域はルメイスを中心とする地域で、国営農場、農業試験場、種苗場などが設立され土壌は、Calcaric Regosols と Calcaric Fluvisols であり、表土は浅く、土性は粗粒質で石礫を含む。ときに、性質の悪い Lithosols が現われる場合がある。

土壌肥沃度は一般に低く、有機物含量、有効態リンはともに少く、交換容量は 5 meq/100 g と低い。炭酸塩は 50% と高く、透水性は良好である。

この地域の未耕地における土壌は、塩分化については余り問題ではないが、かんがいを行った場合、かんがい水の salinity が高いので soil Salinity の障害が現われ易い。しかし土壌の排水性がよいので、低塩分のかんがい水で洗脱すれば容易に脱塩できる。また下層が礫層なので、毛管上昇による resalinization は少ないようである。

かんがい農地の土地分級をFAOの分級に従うと、不適の S₃ に合致する。しかし、実際に現地を調査した範囲では、除礫をすれば、農地として利用可能な土地が可成り分布しているようにみうけられる。

② 北部バチナ地方

この地域は、ソハールを中心とする農業地帯であり、オマーン政府も農業開発に力を入れている地域であり、Sohar production Farm, Sohar sun Farm などが設立されている。

土壌は、Haplic Xerosols(乾燥土, セロソル)と Calcic Fluvisols が分布しており、母材は、主に蛇紋岩からなる。

土壌の pH は 8.5 と高く、高い石灰質で、比較的 Mg に富む。有機物と有効態リン酸はきわめて少なく、亜鉛欠乏が現われる。土性は中粒質から細粒質のものが多く分布している。

平坦地の土地分級は、やや適性の S_2 に属し、土層は中程度の厚さを有する。しかし、ワジや扇状地の土壌は、表土が浅く石礫が現われ易く、土地分級は不適合の S_3 に含まれる。

この地帯は海岸に近く、農業適地の標高は 50 m と低いので、かんがい水による塩分化が問題になる。

③ ダヒラ地方

この地域は、オマーン山脈の北西部に位置し、ほとんどが山岳土壌であり、山間オアシスを中心とするブライミ及びイブリなどの農村集落を形成している。

土壌は、Calcic Yermosols が主なもので、Calcic Regosols が小面積に分布し水質源供給力により農業開発が制約されているせいか、土壌調査はおくれ、農地に関するレポートは見当たらない。

④ インテリヤ地方

この地域の中心は、ニズワであり、この周辺の土壌調査は現在進展しつつあり、土壌は、Calcic yermosols に属する。この土地にかんがいすると Calcic Xerosols に変化する。また所々に Calcic Regosols が分布している。

農業開発は、Khatum ファラジの水の供給をうけて Manah 地区でおこなわれ土壌は、ローム質で土性は良く、土層が厚く、農地の土地分級は適性 S'_1 に属する。従ってかんがいの仕方によっては、土壌に塩分障害が起る。また石灰集積層は深土 30 ~ 90 cm 附近に現われている。

⑤ シャルキヤ地方

この地域の農業開発の中心は、アルカミルで現在、農業開発のプロジェクトが進行中である。

アルカミル南部の土壌は、Albic Arenosol といわれ、地形に起伏が多く、内部排水のよい粗粒質の礫土で、土地分級は不適合の S_3 である。

しかしアルカミル北部の土壌は、Calcic Fluvisols であり、土地分級ではきわめて適性の S_1 と考えられる。この S'_1 の評価は、浸蝕をうけず、塩分障害も少ないことによる。

ワジ クリヤットの主要土壌は、Brown Calcarius soil で、構造が発達している。土壌は loam から silty clayey loam で、表層土の排水不良によって、塩類集積を起す。

⑥ ドハール地方

この地域は、サララを中心とした地域で、Jebel と Negd にもわずかばかりの適地がみられ

る。

サララ平野には、石礫質で土質のよくない土壌が広く分布し、除礫などによる農地造成によって開墾できる土地は1300haはあるといわれている。

現在、サララ郊外には大規模農場としてGarziz Farmが設立され、順調な酪農経営が進められている。土壌は砂壤土でpHは適性で、電気伝導度、交換容量なども適性で改良すべき点は現在見あたらない。

サララ平野の西側に連なる山岳(Jebel)とそのワジ流域には、構造の発達したSilty clayやSandy clayの土壌が分布している。緩傾斜のJebelの裾野には、小高い蟻塚が無数にできており、この土壌の性質は良好である。Jebelの南斜面には、7~9月に500~600mmの降雨があり、この雨水で洗われた土壌は酸性を呈し、肥沃度は高い。

Jebelの中腹にある標高約1000mのQuiroon Heirithi Farmには、果樹、穀類、牧草などの試験がおこなわれている。この地帯の土壌は、山岳土でSilty clayの土壌が分布している。表層は有機物に富み、肥沃度は比較的高い。

ドハール地域では、全体として雨量は多いが、場所によって著しく片寄りがあり、沙漠土から湿润亜熱帯土壌までの変化に富む土壌型が現われている。

つぎに、今回の調査で採取した土壌のPH、EC、土性などの現地測定の結果を表-7に示した。いずれの土壌も、pH、EC、ともにさほど高くないが、海岸沿いの既耕地のECはやや高く塩分集積の徴候がみられる。Soil Salinity mapはバチナ平野の土壌について提示されている。全体的にみて標高の低い海岸沿いの土壌はSalinityが高いことから標高50m以下の地域では、かんがい水による脱塩処理に留意する必要がある。

つぎに、今後オマーン国での農業開発可能な土地面積についてFAOのレポートによると、土地分級の農地適性1~3級(アメリカ開拓局基準)の開発可能地は、バチナ地方で55,000ha、インテリヤ地方で15,500ha、シャルキヤ地方で3,500haと推定している。

一方、オマーン国の資料によると、土地分級の1級地開発可能地は、表-8の通りであり、今後土壌調査が進むにつれて、確実なデータが得られるものと思われる。

出典

F.A.O of The united Nations : Development of New Land for Irrigated Agriculture, Soil Consultant's Report, July-November, 1977.

表-7 オマーンの土壌の特徴(現地状況)

*: 125 Suspension

採集地域	PH*	E.C * mΩ/cm	組成	土壌・採集場所	
バチナ及び インテリヤ	ルメイス	8.6	0.72	サンデーローム	農業試験場
	ソハール	8.0	1.70	サンデークレイローム	生産農場
	サンファーム	8.5	0.46	サンデーローム	コーン栽培地
	バルカ	8.6	0.46	ローミーサンド	バチナ海岸地帯農場
	ダヒラ	8.3	0.47	クレイローム	ニツワ
ドハール	タツカ	7.8	2.50	ローミーサンド	海岸地帯農場
	アインガルツ	8.4	0.31	シルトローム	アントの岳
	サララ	8.7	0.41	サンデーローム	サララ局の近傍
	キューロン ハイリツツファーム	8.4	0.31	クレイローム	ピートモント
	ガルジツファーム	8.2	1.04	ローミイサンド	コーン栽培地

表-8 地域別開発可能面積

単位 = ha

地域	既耕地	開発可能面積	同左水手当可能面積	備考
北部バチナ	6,580	2,100	1,050	ファラージ利用 "
南部バチナ	8,480	3,150	1,050	
ダヒラ	8,190	1,050	-	
インテリヤ	6,470	1,050	-	
シャルキヤ	11,040	2,100	1,680	
ドハール	3,030	735	735	
計	43,790	10,185	4,515	

注 開発可能面積は適性土地(1級)の面積である。

(3) かんがい

この国では天然水の利用のほぼ100%に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。バチナ海岸地帯では100%が井戸で、この井戸は伝統的な営農農家では掘り抜きの浅井戸(20m以下)であり、最近10年の間に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。同じバ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、フア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ア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。

この国でのかんがいの歴史は人力や畜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ア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。このことはフア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、フア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。

かんがい方式は、取水方法がフアラジにしる、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、いわゆるベイズンかんがい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20～50㎡程度の長方形である場合に適用されている。

かんがい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、全体のかんがい効率は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。最近のかんがい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。

かんがいの基本となる消費水量は作目にかかわらず0.6ℓ/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かんがいしている。即ち政府の農場や企業経営農場での効率的なかんがい技術としてポ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かんがい、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、各種かんがい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かん断かんがいについては現在施行

しており、更に柑橘類の点滴かんがい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、作目別のかんがい水量及びかんがい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。

2. 長期計画における農業の位置づけ

オマーン政府は、1970年の再出発以降、特に社会基盤の整備に力を入れて国家建設を進めてきた。1976年からは、第一次五ヶ年計画(1976~80)を樹立し、国家開発審議会を中心として総合的な国家開発を推進している。

1970年から1975年までの間に道路、港、空港、通信施設等の基本的な社会・経済基盤の整備が進められ1976年からは社会インフラの整備と共に商工業を始めとする経済活動の推進を図っている。現在までの計画実施状況については、極めて着実なものとして国際援助機関、各国援助担当からは高く評価されている。第一次五ヶ年計画は、石油依存型経済から、非石油資源の活用による経済の多様化を一つの大きな目標としており、その中で農業は、鉱業・漁業と並んで高く位置づけられ、この計画の中には、農業プロジェクトがリストアップされており、このうちのほとんどが実施に移されている。今回調査団が訪れた、ソハール、サララの両オマーンサン・ファーム、シャルキアプロジェクト等もその中の一つとして提起された事業である。現在までのところ、農業部門は1977年には1975年の基準年次に対し、18.8%増となり計画を大きくうわまわる成長を示している。

現在、1986年を開始年度とする第二次五ヶ年計画を策定中である。この中で農漁業部門として、農業に36百万リアル、水資源・かんがいに40百万リアル、漁業に25百万リアルの合計100百万リアルが割り当てられており、調査団滞在中、具体的計画の策定作業が進められていた。漁業部門の計画は既に、FAOコンサルタントによって草案が作成されており、残る農業・水資源かんがい部門については、アメリカのコンサル(Arther D.Little International Co)からの最終稿の提出を待って、国家開発審議会へ提出の予定であった。

第2次5ヶ年計画策定にあたっての、農業開発の基本方針は、個別農家の育成、都市への流出防止と農業への定着促進、研究・普及の強化、国庫補助による農業機械・肥料の普及等である。水資源かんがい部門においては大規模な水資源開発と合わせて、既存のファラジの改修に重点が置かれている。

3. 試験研究と普及

オマーン国農業を発展させるには、まず既存農家の土地生産性を高めることと、新しい農地の開拓によって耕地を拡大し生産向上を計る道がある。後者の農地拡大は水資源開発による水供給が大きく支配する。前者は、農業技術の進歩と農民への技術普及に左右され、さらに農政面から農業振興策のテコ入れが不可欠である。

農業技術の開発は、その土地の風土にあった、作物栽培、肥培管理、病虫害防除などの独自の試験研究の積み重ねによって順次達成されるものである場合は、外国の農業技術でカバーできる場面もあるかも知れない。しかし農業が自然環境の影響を強く受ける生産活動である以上、その土地の環境に芽生えた農業技術の育成が長期的にみてきわめて重要である。

オマーン国政府も、年々農業技術の試験研究の強化と普及に力を入れているが、きびしい気象条件、劣悪な土地条件の中での農業開発としては、今後試験研究機関の一層の強化拡大が望まれる。

オマーン国には現在、農業関係の試験場 (Research Station) がルメイス、ワジ クリアット、サララの地区にあり、animal husbandry の試験場を含めると45ヶ所の試験場がある。1970年7月、H.M. The Sultan Qaboos の指示によって科学振興の一環として農業試験場が開設された。

ルメイスの試験場は、1971年にスタートし、12.5 ha の敷地の中で、野菜、果樹の研究センターとなっており、土壌、水、作物保護 (plant protection) などの実験室を整備した。しかしまだ開設して間もないので、研究施設は必ずしも十分ではなく、研究者の数も少なく発展過程にあることが伺われる。試験場はかなり整備されているが、室内の測定器械の整備が今後の課題と思われる。

Wadi Quriyatの試験場は、1971年にスタートし、ここでは内陸部の小麦栽培の中心地としての発展が期待されている。オマーン国における小麦の自給率は低く、作付面積の拡大を考えているが、標高の高いインテリヤ以外の地域では収量が低く、大きなネックになっている。小麦は、平均気温18℃以上の所では、栽培不適といわれているので、バチナ平野のような高温地帯での栽培は困難である。今後は、小麦の高温障害の研究とか、品種改良の促進などによって生産性の向上を計る必要があろう。Jebel Akhdar のサイクに果樹試験地があり、高山での果樹栽培の試験と指導を行っている。

サララのGarzaiz 地区の農業試験場は、果樹、野菜、穀類などの研究を主な任務とし、土壌、水、作物保護の実験室を作り、1980年からスタートすることとなっている。とくに、サララ地区は比較的雨量が多いために、病虫害防除の問題が重視され、また、農産物とくにバナ

ナの貯蔵法についての試験研究も期待されている。

ドハールの山岳地帯には、標高の高い所での適性作物の栽培法が、Qairoon Harith Stationでおこなわれている。この試験地は、7～9月に雨量が多く、小麦の無かんがい栽培でよい結果を得ている。

以上述べた農業試験場での主要な研究課題を列挙すると、次のようになる。

- ① オマーンの気象に適した作物の選定と導入
- ② 主要作物のかんがい水の効率的利用
- ③ 作物の病虫害防除技術の確立
- ④ 土地生産性向上のための土壌改良と施肥技術の確立

つぎに、農民の栽培技術のレベルアップのために、農業普及所のような施設を全国に配置し、技術の普及につとめており、農業技術の普及及び指導をかねた機関として次の4つの施設がある。

- ① Production farm : 全国9ヶ所
- ② Extension farm : 全国2ヶ所
- ③ Extension Center/Sub-center : 全国35ヶ所
- ④ Nursery garden : 全国4ヶ所

以上のような施設は全国的に配置され、地域別主要作物のモデル栽培がおこなわれ、管理も行きとどいている。現在、農業労働者の多くは、日雇いが多いといわれ、農民の農村ばなれを防ぐ意味からも、農業生産性の向上が緊急な課題といえよう。

とくに、普及センターでは、改良種子の配布、トラクターによる耕耘サービス、病虫害防除、施肥などの技術普及につとめている。表-9は、普及センターから農家に配給される肥料使用量を示したが、使用量がきわめて少なく、今後の施肥技術の指導強化を期待したい。

畜産試験場は現在2ヶ所設けられている。この国では乳製品や肉類の自給率が低いので、畜産物の増産が要請され、とくにドハール地方ではモンスーンによる雨量がかなりあるので、飼料作物の栽培と乳牛や肉牛の飼育がおこなわれ、サララの海岸沿いには乳牛の放牧がみられ、

Garziz Farm では大規模な飼料作物の栽培と乳牛の飼育に成功している。また山岳地では肉牛の放牧飼がみられ、北オマーンの羊の放牧と対照的な畜産農業が営まれている。北部バチナのSun Farm では、飼料作物の生産と乳牛の飼育が軌道にのりつつある。

オマーンでの畜産業は、ベドウィンによる羊の遊牧が慣行的な型式と考えられてきたが、さらに、酪農や養鶏をとり入れた営農形態を育成すべく政府は真剣に対処している。

しかし、現在の畜産業のレベルからみて、急速な発展は期待しがたい。オマーンには獣医がわずか数名しかいないといわれ、家畜の疫病対策にはほど遠いものがある。また飼料作物の自給の

表-9 1978年に Extension Center から農家に配給された肥料

単位：トン

農業地域	Ammonium Sulphate (21%-N)	Complex Fertilizers (N:P:K 15:15:15%)	Super Phosphate Calcium
	北バチイナ	256.0	365.0
南バチイナ	98.3	241.2	7.7
内陸部	184.7	287.5	6.9
ダヒラ	48.2	167.2	2.2
シャルキア	116.7	144.4	2.6
ジャタビヤ	-	25.9	1.4
ムサンダム	0.3	1.6	-
首都圏	12.4	23.9	-
合計	716.7	1,256.7	132.9

ための各種牧草の導入、優良乳牛の改良、屠殺場の整備、肉乳の冷凍施設の整備など、今後の畜産業の振興には技術的にも解決しなければならない多くの問題が残されている。畜産試験場は、技術的課題の解決にあたるだけでなく、農民の技術レベルの向上にも一定の役割を果たすことが期待される。

第Ⅳ章 水資源開発の歴史と方向

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、水源からかんがい用（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^{*1}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。このタイプではかんがい農地に比較し、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

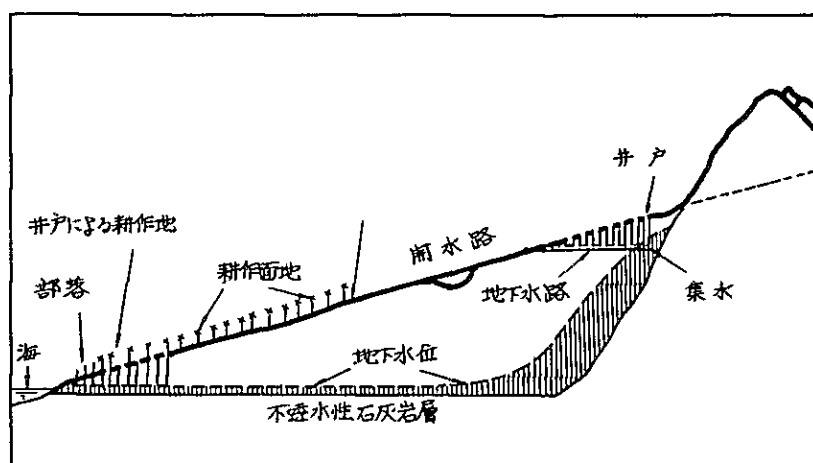


図-4 水利用方式

終消費地である圃場へと配水する。この間、ワジ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、堅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。堅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程であったが30m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かんがいする。またこれを他の水利権を持たない人に売ることも出来る。

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ヤのアル・カミルのファラジでは、生活水の取水場所、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決められており、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、過大かんがい、過少かんがい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、作物の必要少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はいるが、これは過少かんがいについてだけの有効な手段であり、過大かんがい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。

* 1. 3.水資源調査の概要 * 13 参照

2 井 戸

図一4を注意してながめると、左側に井戸によってかんがい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、かんがい用として、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、人畜力によっては、かんがい水量、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）から汲上げた水でかんがいが行なわれており、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かんがいが行なわれていたという事である。^{*1}ただし、このファラジから井戸への変換が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かんがいで来た、内陸部や、シャルキヤ地方にも普及してきている。この為、これらの地域ではかんがい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^{*2}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）を大中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、地下水深鉦、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^{*3}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、シーブの周辺は井戸水の電気伝導度17,000MM/cm（75値）に達する所があり、非均衡地域と想定されている。^{*4}

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。またボアール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、浅井戸とボアール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地14,500haの約3～4倍にもあたる農地が、ファラジを主とし浅井戸を併用してかんがい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 Aflag 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5～6HPのディ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。なを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

- * 3. 3.水資源調査の概要 * 6参照
- * 4. Water Resources Council, "Water Resources Council," Water Resources Assessment and Appraisal" March, 1979 §2,3

3 水資源調査の概要

この国では、第一次五カ年計画に先立ち'73年から'75年にかけて、水及び土地の資源賦存量の調査が行なわれた。この調査は、当国におけるこの種の調査としては初めてのもので、調査地域は北部オマーンと南部のサララを中心とした地域である。調査内容は気象、水文、土壌、地質等多岐にわたる基礎資料の収集であり、水資源及び開発可能地面積の一次的な推量が中心で、具体的な開発プロジェクトの策定には至っていないが、その後の開発プロジェクト等調査の原典としての役割を果たしている。例えば、現在農漁省が実施している気象及水文観測はこの調査によって基礎が定められたものである。

調査対象地域は、北部、オマーンについては、北西部(ソハール、ブライミ等)、中央部(バーカニズワ等)及び南東部(マスカット、イブラ、スール等)に三分し、サララはそのま

ま1地域として、コンサルタント、ILACO^{*1}、GIBB^{*2}、RENARDET^{*3}及びHALCROW^{*4}等4社がそれぞれ各地域を担当し調査の実施に当たった。

地下水に関する調査は75年以降に実施され、主に井戸の開発可能性に関するもの、または地下水帯の特性に関する調査でJebel Al Qura^{*5}、Buraimi^{*6}、Negd^{*7}、Sohar-Saham^{*8}、Sharquiya^{*9}、Capital Area^{*10} (Wadi al Khawd) 等が実施されている。又地下水の水質に関してはもっぱら塩害問題を主としており、バチナ海岸地域^{*11}とサララ平野^{*12}で実施されている。

一方70年代後半には事業計画調査がいくつかの流域で行なわれている。これらの内、カラ山脈の麓の4大湧水の一つであるサハルノートから導水するプロジェクト^{*13}の様に工事が完了したのもあるが、Wadis Dayqah(ダム)^{*14} Al Khawd/Samail (地下水かん養)^{*15}、Far (洪水調節)に見る如く、ほとんどの事業は調査の段階で止まっており、実施に移されたものは少ない。この一因として、近年急速に農業開発が充実されているものの、水文に関する基礎資料が大規模水資源開発に着手するには不十分であるため、事業計画の精度が低くならざるを得ないという事を挙げる事が出来る。

- * 1. ILACO, (1975) 'Water Resources Development Project, Northern Oman,' Final Report.
- * 2. GIBB (1975) 'Water Resources Survey of Northern Oman' Draft Final Report on Phase I soil & Agriculture Studies with an interim Water Resources Assessment.
GIBB : Sir Alexander GIBB and Partners.
- * 3. RENARDET SAUTI ICE. (1975) 'Water Resources Survey in North-East Oman,' Interim Report.
- * 4. HALCROW, (1975), 'Survey and Investigations for Land & Water Resources Development in Dhofar,' Main Report.
HALCROW : William Halcrow and Partners
- * 5. TETRA TECH INTERNATIONAL INC., (1978), 'Ground Water System of Jebel Al Qura & its Relation of Ground Water in Adjacent Salalah Coastal Plain and Negd.'
- * 6. Public Authority for Water Resources (1980), 'Buraimi Area Ground Water Resources Appraisal.'

- * 7. HALCROW, (1977) 'Jebel and Negd Summary Test Pumping.'
- * 8. International Research Institute (1978), 'Draft of Preliminary Report, Schar-Saham Well Drilling and Dump Installation Study.'
- * 9. FAO. (1980) . 'Ground-Water Development in the Kamil/Wafi District, Sharqiya Region.' Project OMA/77/001 (Field Downmeat Na 15)
- *10. Sir Mac Donald and Partners, (1980)' Capital Area Well Field Refurbishing-Al Khawd Wellfield.'
- *11. Tetra Tech International Inc., (1978) 'Ground Water Salinity Sarvey of Southeast Batinah Coastal Plain.'
- *12. " (1978), 'Effect of Ground Water Use on Quality and Availability in Solalah Coastal Plain.'
- *13 Development Consultants LTD, (1977)' Irrigation Water from Sahalnaut.'
- *14. Sir Mac Donald and Partners, (1979) Wadi Dayqah Feasibility Study '
- *15. Public Authority for Water Resources, (1980) 'Preleminary Engineering Design for Wadi Al Khawd.'
- *16. Corps of Engineers, (1979)' Report on Water Resources Study Phase 2 and Technical Proposal for Construction of Water Recharge Projects.'
- *17. Scott Wilson Killpalrick (1977) , 'Rostaq Flood Protection & Reclamation Proposal for Design Consultancy.'

4. 水資源開発の方向

この国の水資源開発の基本認識は、地域毎に水需給関係が異なるという点にある。即ち、地表水及び地下水（水文循環の一環にあるもの）のうち現在の技術で利用可能な水量が、現在の需要量を越える地域と、均衡する地域と下廻る地域があるという事である。具体的には内陸地域及びシャルキヤは余剰のある地域、バチナ海岸とサララ平野はほぼ均衡、不足は首都圏等となる。開発余地のある地域では、まず、一般的にポンプ等を使用して開発を進める事になり、実際、現在農漁省の手によりシャルキヤのカミルワフィで開発が進められつつある。^{*1} 均衡している地

域にあっては、一時的に新たな農業開発等を制限し地域内水収支のバランスを保ちつつ、新しい水源の開発を行う事になる。不足する地域では出来るだけの努力により、淡水化を含め何んらかの新規水源の開発につとめている。

新規水源開発として実用化されているものは海水淡水化があり、これは、将来とも、首都圏やムサンダム半島あるいはマシラ島の様に生活水さえ不足する地域の主要な水源となるであろう。この様な地域ではこのほかにリサイクリングも今後は考えていく必要がある様に思える。次に新たに考えられているものに流域を越えて不足する地域に導水する方法であるが、ワジ・ダイカからの首都圏への導水計画^{*2}、あるいは、首都圏の井戸場のワジ、Al Khawd への流域変換計画^{*3}はこの種のプロジェクトの好例である。

ここ1～2年脚光をあびて来た考え方に、洪水ロスを有効化しようとする案があり^{*4}この基本概念は、洪水としての表流水に対し海岸線からやや内陸寄で、周囲に地下水帯となり得る地層のある場所にチェックダム1～数个設け、この水を洪水拡散域に導水し浸透させる事により地下水の涵養をはかろうとするもので、最終的には地下に貯水された水を、必要に応じて拡散域の下流側で、ポンプにより汲み出し消費地へ送水する計画である。この計画の候補地として、首都圏向けとして、ワジ スマイル ダイカがあり、この他バチナ地域では、ワジ バニ カラス, Far, Ahin, Bani Ghafir それに Al Jizzi が構想されている^{*5}が具体的検討がなされているのはワジ・スマイルだけである。この種の計画はデータベースが不十分であること、地下水の涵養効率と、井戸の効率が調査不十分なことなどの問題があり、現在の段階では、一部実用、一部データ収集の二つの目的を持ったパイロットプロジェクトとしての性格とならざるを得ない。

深層地下水の利用は、永久的な水源としてではなく、有限資源として考えるべきものであり、深いものではバチナ海岸での沖積層の下にあると推定されている石灰岩層（深さ300m以上）の開発、あるいはサララ平野の地下300～1000mと推定されている石灰岩層中の地下水の開発構想などがある。この種の開発の戦略的位置付けは、洪水表流水の利用が定着するまでのつなぎとされている。

既存施設の効率上昇による水資源の有効利用は言うは易く、実行はすこぶる困難な案であるが、かんがい技術の向上、圃場内水路のライニングといったことは当然であるが、地下水の水理に基づく次の提案は興味あるものである。即ち、浅井戸及びファラジは地下水帯からの抽出水率が低く、地表下の浅い地下水層を取水対象とする為、地下水面からの蒸発による損失も少なく、かつ、地下水位が高く保たれている為、地下水の涵養があっても貯溜可能領域が狭く、結果として涵養量が小さく、地表面流出損失が大きくなるという欠点を持つ。さらに海岸地域では浅い地下水を求めて、標高の低い、海岸寄りに井戸を設置する為、地下水面の低下による塩水の浸入が発

生し易くなっている。この様な欠点を改善する為、井戸は現在より内陸寄りの地下水位の相対的に深い所に移設すべきだとするものであり、社会的影響は別として、一考に値すると思われる。

以上の天然水開発の代替案のうち、今後10年くらいの間に進められると想定されるものは、地下水涵養のパイロットプロジェクトと、深層地下水の利用と思われる。

なお、水資源開発に関与する政府機関を表-10に示す。

表-10 水資源に関与する政府機関

省 庁 名	事 務 分 掌
Ministry of Agriculture & Fisheries	Falaj, Land Reclamation Irrigation Project, Data ... Precipitation (60 gauges) ... 流量 (25 ") ... 井戸 (400 ") ... Falaj 流量 (150 ")
M. of Electricity & Water	Drinking Water
M. of Health	Water Supply & Sewage (保健面)
M. of Land Affairs & Municipalities	Sewage
M. of Defence	Its own Water Supply & Sewage
Water Resources Council	水資源行政全般 政策立案, 開発計画策定及水制度
Public Authority for Water Resources	水資源賦存量調査他

* 1. IV - 3 * 9 参照

* 2. IV - 3 * 14 "

* 3. IV - 3 * 10 "

* 4. IV - 3 * 15 "

* 5. Water Resource Council, (1979), 'Water Resources Prospect in Oman.

第V章 現地調査地区

1. バチナ海岸地域

(1) ワジ・ジジ流域

① 地形と地質

ワジ・ジジはオマーン山脈の北部に源を発し、東北東に流路をとってソハールの北約7 Km地点でオマーン湾に至る小規模な水無し川で流域は約860 Km²、流路長は80 Kmとなっている。この河川には、平常流水はなく、まれにまとまった降雨により洪水を流出させている。FAOの資料によると、ソハールの降雨は主に冬期にみられ、1974年から1978年の間の年降雨量の47~252 mmとなっている。

この流域には、海岸線から西へ10数Kmにわたって低平な海岸平野が広がり、河成及び海成の数段の段丘(ILACO, 1975)と扇状地が発達し、緩く東へ傾斜している。これらは第四紀の砂礫層で構成され、厚さは最大200 m以上に及ぶものと推定されている(ILACO, 1975)。段丘堆積物は、炭酸塩類で固結されている。礫は中礫が多く、扇状地では上流側で大きく、下流側への明瞭に小さくなるのが認められる。海岸沿いの農耕は、こうした細粒堆積物の上で行われている。

更に上流へ進むと、ワジ・ジジはSemail オフィオライトの造る山系に達し、河床勾配は比較的大きくなっている。オフィオライトとその下位の堆積岩類は多数の断裂を伴っている。また一般に風化が進んでいるために、わずかの降雨でも土石を流出させやすい状態にある。河谷沿いには、固結した礫で構成される段丘を追跡することができる。河口から約35 Km附近には、オフィオライトが河床及び谷壁の3~4 m付近まで露出し、河床にはこの上面に沿って地下水が湧出し流下している。

② 農業の現状

このワジの流域での農業は、ソハールとマジスの海岸沿いの海岸線と国道にはさまれた、巾2~3 Kmの細長い土地である。最近、国道より西側にも1~2 Km巾でGarden farmやSun Farmのような大規模農場が開設され始めている。

海岸沿いの農地は、昔から農業が営まれてきた地域で10数年経過した大木のうつ蒼たるデーツ畑が遠々と続き樹冠は、ほどよい日蔭を作り炎天下でも涼気を覚えるよい環境にある。

このような樹冠の下には、2~3 m四方に区切られた小さな畑が碁盤の目のように区画されている。この小区画の畑で野菜、穀類、牧草などが作付されいわゆる乾燥地農業の慣行栽培法である。mixed Farmingの作付形態をとっているこの方法によると、冬作だけでなく夏作も可能で

あるが、野菜類の栽培は主に冬期におこなわれている。

小区画ほ場の利点はおそらく、かんがいの仕易さが1つの理由のようにみえる。農場のほ場の中央には、かんがい用の井戸が設けられ、ポンプアップされた水は、曲りくねった細い水路を伝って小区画のほ場に給水される。したがって、かんがい方法は単純で、畦間かんがい、あるいはベースンかんがい形式となる。かんがい水量は、目分量で決められており、長い間の経験をもとに適正なかんがいがおこなわれてきた。この地域の主な果樹はデーツであり、現耕地の50%を占めている。品種はいろいろあるが、ソハールの海岸地帯には、Salti という早熟の品種が多い。このほか、ライム、マンゴ、ココナツ、オレンジなどの果樹が栽培されている。

飼料作物としては、アルファルファが最も多く、冬作、夏作を通して安定した栽培がなされている。このほかにソルガムも栽培されている。

野菜の栽培は、マスカットなどの都市への供給の担い手となり、各種の野菜が作られている。その中でも玉ネギの栽培面積は最も多い。玉ネギの作期は11月～5月の間で、生産量が最も高い。その他の野菜として、トマト、西瓜、キャベツ、菜豆、馬鈴薯、ニンジン、落花生、ナスなど、各種の野菜が栽培されている。

穀物の栽培として、小麦、ライ麦、トウモロコシなどが栽培されているが、とくに小麦は高温障害をうけやすく、低収量となっており、内陸部、地方収量の半分以下となっている。

工芸作物としてはタバコの栽培がMajis方面でおこなわれ、U.A.E.などへ輸出をしている。なおタバコの平均収量は3トン/haとなっている。

この地帯の作物生産性の向上には、かんがい、施肥、病虫害などが大切で、Extension centerでは、これらの生産増強策として農民への肥料の配給、施肥方法の指導、農作業用トラクター、揚水ポンプなどの供与、病虫害防除などにも補助の手が差しのべられている。

一方、畜産業の方は、従来のベトウィンの遊牧畜に殆んど依存しており、定着した牧畜業はほとんど進んでいないが、今後の新しい農法としてソハールのSun Farmにみられる大規模な酪農経営が発達するであろう。また一般の農家では、数頭の牛、羊、鶏などが飼育されているのみであり、これらの飼料確保が将来農業の重要な問題である。

③ 開発構想

④ 基本構想について

ワジ・ジジ流域、或はソハール周辺、或はまたバチナ海岸全地域の農業開発上の制限因子は水である。現行の浅井戸による水資源の利用は、2井戸で述べた様に、既に限界に達したとされ一部の地域では塩害の発生も予想されている。浅井戸以外に、この地域で新たに水資源を開発する方向としてN-4でのべた如くこの国では二つの方法を構想している。一つは、沖積層の下にあ

ると考えられている三紀層の石灰岩層に達する井戸を掘り石灰岩層中の地下水を取水し利用しようとするものであり、今一つは、洪水として海へ流亡している地表水を何んらかの方法で地下水涵養にまわしたり、ダムを作って貯水したりなどして有効利用していこうとするものである。

調査団の案は、上記洪水の利用に移行する一つの段階としてワジの基底流出量を取水利用する方法である。これはワジ・ジジが山岳部のいわゆる硬岩部分を深い溪谷をなして急傾斜で流下し平野に移行しようとする境界地点又はこのやや上流の溪谷に低いダムを作り、このダムにワジの砂礫中の伏流水を取水出来る集水施設を併設する事により、ワジの基底流出部分を取水し、この水を水路で、重力の作用により海岸近くへ導水し、農耕に適した土壌を持つ場所を新に開発しようとするものである。

この構想はかってバチナ海岸でも大々的に利用されていたといわれたファラジを現代風に復活させるものであり、水資源開発の過程で時をかせぎつつ、大規模な洪水利用型のワジ開発の為のデータの体系的な収集が期待できる利点があり、かつ水文条件の類似した近傍河川、例えば Wadis Ahin, Sarami & Hawashina などに幅広く適用される性質を持つものと思われる。

⑥ 水源施設について

調査団の踏査した地点は海岸道路からブライミに向かう道路がワジ・ジジを最初に横切る橋から大よそ 1 Km 下流の地点で湧水が流れていた。この橋の上流約 4 0 0 m の所にも同じ様な湧水カ所があり農漁業省はここでは基底流量の観測を継続している。この流観地点の集水面積は 6 5 0 Km²程で、ワジ・ジジの表流水が一番多い所とされているが、それでも伏流水の量は相当な量が見込まれるであろう。また調査団の踏査した湧水地点から約 3 0 0 m 程上流の表流水が全く無い地点にかつて ILACO が使用していた流量観測施設が残っていた。この観測所での流量資料は 1 9 7 5 年のものだけが記録されたのみであった。これら二つの観測所における流量データを表-11 1 2 に示す。このデータに関連するワジ・ジジ内の雨量観測所位置図を図-5、またこれら観測所のデータを表-1 3 にそれぞれ示す。

これらの表に依れば 1 9 7 5 年にしろ 1 9 7 8 年にしろ、年降水量はまず平均以下である。にもかかわらず、'75年2月11日流量データは、観測値の最大となっている。これら観測所の 1 9 7 5 年の時間降雨のデータは観測されていないが、Rostaq, Saiq 及び Rumais での 1 9 7 5 年 2 月 1 1 日における同一の雨の記録では 1 時間以内で一回の全降雨量の 4 0 % 以上は降り終えており、平均で 1 0 mm/ha の強度¹⁾となっている。降雨強度が大きく流出のピークが大きく出やすい雨がワジ・ジジ流域内で降った事は間違いない。(最大値の原因は流出のピークに近い流量の観測が行われた為ではなかろうか。)

しかしながら降雨強度が大きく、流出のピークの出やすい降雨は、既に II-1-(1)でのべた様

表-11 ワジ・ジジの地表流出量

単位 ℓ/sec

観測年月日	流量	備考	観測年月日	流量	備考
1975 2. 11	30,000	ILACO観測所 集小面積 A = 670km ²	1978. 9 12	152	小洪水
" 2. 12	4,900		11. 22	81	
" 2. 14	1,530		12. 12	79	
" 2. 16	960		1979. 2. 8	125	
" 2. 23	280		3. 25	91	
1977. 6. 9	228	以下農漁省観測所 集小面積 A = 650km ²	4. 4	140	
" 7. 14	273		5. 12	79	
" 8. 23	93		6. 10	77	
" 9. 28	136		7. 11	54	
" 10. 13	565		前夜の洪水	8. 12	
" 11. 28	157	前日の洪水	9. 6	76	
" 12. 21	137		10. 14	77	
1978. 1. 22	99		10. 27	262	
" 2. 12	2,916		11. 13	119	
" 3. 19	145		12. 5	103	
" 4. 18	84		1980. 1. 23	172	
" 5. 25	79		2. 26	177	
" 6. 28	63		3. 26	205	
" 7. 12	62	5. 28	55		
" 8. 16	1,637				

表-12 月別流出量

単位: ℓ/sec

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	通常平均*
1977年	-	-	-	-	-	228	273	93	136	565	157	137	171
1978年	99	2916	145	84	79	63	62	1637	152	-	81	79	94
1979年	-	125	91	40	79	77	54	97	76	77	119	103	85
1980年	172	177	205	-	55								152

* 洪水値を除いた平均値

出典 FAO. Runoff Measurement of Oman, Project OMA. /77/001.

Water Resources Field Document No 7及び農漁省データファイル

表-13 ワジ・ジジ流域内雨量観測データ (mm)

1) 年降水量

名称	Type	Lat	Long	Alt	1974	1975	1976	1977	1978
Sohar	D&R*	24°21	56°43	15	78	53	252	160	47
Hayl al Hayl	D	24°18	56°20	430	67	71	392	160	54
Farfar	D	24°12	56°21	560	83	120	412	223	154
Hayl	D	24°12	56°14	500	51	81	375	107	91
Kitnah	D	24°08	56°13	(700)	55	U	348	U	U
Daqiq	D	24°06	56°15	(840)	87	154	483	161	166

D: Daily gauge R: Recorder

U: Reliability is uncertain

SoharのRは1977年2月6日から

2) 1978年月別降水量

名称	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	計
Sohar	-	34.2	6.5	2.0	-	-	3.6	-	-	-	-	0.3	466
Hayl al Hayl	-	31.0	2.3	4.0	-	-	T	16.5	-	-	-	-	53.8
Farfar	-	54.5	3.0	6.0	-	5.0	12.0	73.0	-	-	-	-	153.5
Hayl	-	31.2	4.3	0.5	-	2.0	22.5	30.5	-	-	-	-	91.0
Kitnah	-	25.2	5.0	-	-	-	18.8	4.5	-	-	-	-	53.5
Daqiq	-	60.5	16.2	-	-	-	63.5	26.0	-	-	-	-	166.2

T: Trace rain fall or drops

出典 FAO. 'Rainfall in Oman (1974-1978)'

FAO Project OMA/77/001

Field Document No.11

に北部オマーンでは通常であり、年間少くとも2~3回以上はかなりの洪水量が一時的にしろ流出する事が想像し得る。M.V. Johnson は河道断面形状から計算した ILACOの流観地点でのピーク流量を求めている。^{*2}

これに依れば、10年確率では316 m³/S、100年では654 m³/secのピーク流量となっている。

調査団が提案する取水施設の設置場所としては、今回踏査した湧水地点はU字谷から平野部に移行した地点で谷巾は既に200m以上あり、プライミに向う道路も高い位置とはいえ谷の内側を通過しているので取水堰を設ける地点としては好ましくない。即ち、ここから上流へ向い ILACOの流観施設があるあたりからは谷巾も100m以下と狭くなり地形的には堰も作り易くな

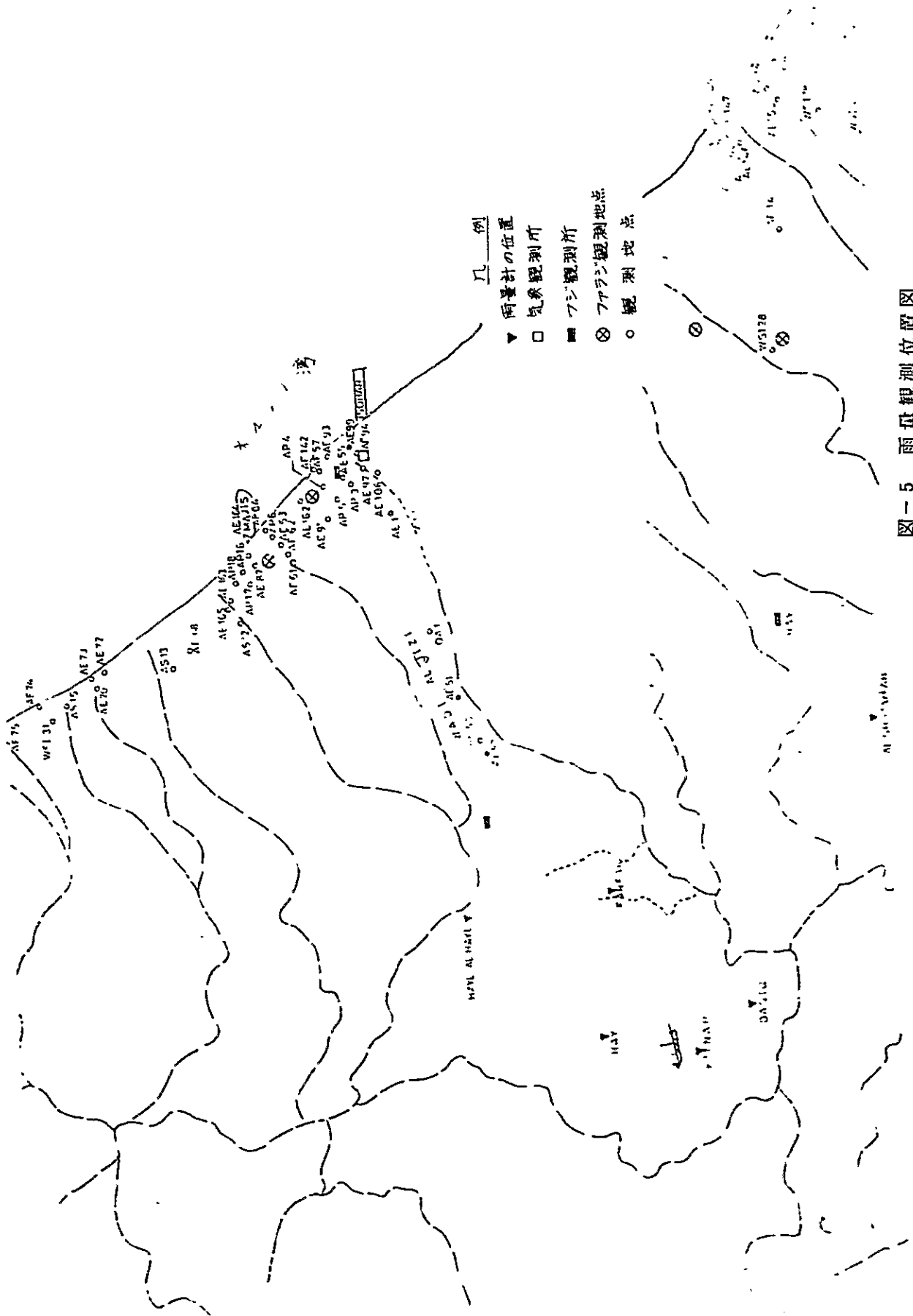


図-5 雨量観測位置図

っているのでこの近辺が適当であろう。

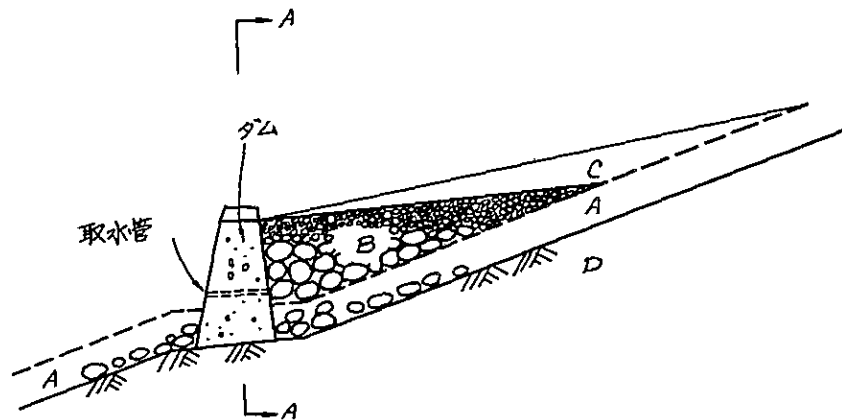
大雨による洪水はワジの河床勾配や地質状況によっては大量の土石を伴う事が多いが、I L A C Oの流観施設から下流の湧水地点の河床礫は直径10~20cmせいぜい30cm程の玉石が主で、巨岩の類は一切見当らなかつた。これら玉石はさらに粒径の小さい砂利、砂等と混在しているが表流水が見えかくれする事から判断して、伏流水の浸透流下には何んらさしつかえない空隙率があるものと思われる。しかしながら、砂、砂利、玉石は洪水の発生する都度、その堆積の位置形状に変化があるものと考えられる。このことからワジの基底流出を取水するには、表流水取水型の頭首工では洪水の土砂による埋没が懸念される。従って伏流水を強制的に河床面上に露出させずに、河床下で取水する方式とし、上流からの流下土砂は自然にまかせて下流へ流下させる方式が好ましいと判断した。

伏流水の取水方法はファラジの様に現河床をそのまま利用する方法と、低いダムを設けその上流側に人工の透水層を作り、この透水層から取水する方法が考えられる。ファラジ方式の場合地下部分の水路延長が長くなり、これを河床に設けた場合は河床変動もあり維持に問題があり、基礎岩盤に設けるとすれば工事費が極度に大きくなりすぎるとい難点がある。一方ダム方式では伏流水の堰上げが可能である為、下流の水路部分を、現河床標高以上に設定する事は簡単であり維持管理しやすい水路の設置が可能である。さらに、ダムを越流する余剰水量については、適当な位置にV字形等切り込みを入れて流下させる事により、流量測定が簡便正確に実施でき今後の大計画の基礎資料集収に大きな貢献をなす事ができる。以上の理由により、取水はダム方式とする。図-6はダム方式の伏流水取水の概念図である。(なおこのダムは貯留を目的とせず、伏流水の堰上げを目的とする取水ダムである。したがって、人工透水層がうまく機能する事を前提とすれば、水の需要地は海岸近くの一カ所であるから複数個作る必要はない。河床変動を制御する目的で砂防堤をこのダムの上流、時には下流に設ける事はこのダムの本来の機能をそこなう事は無いが、このダムの構造が、土砂の流下に耐え得る耐久性をそなえるのであれば、砂防堤設置の必要性は薄いと考えられる。しかし適当な貯溜サイトが地質的に可能であれば貯溜を目的とすることも考えられる。)

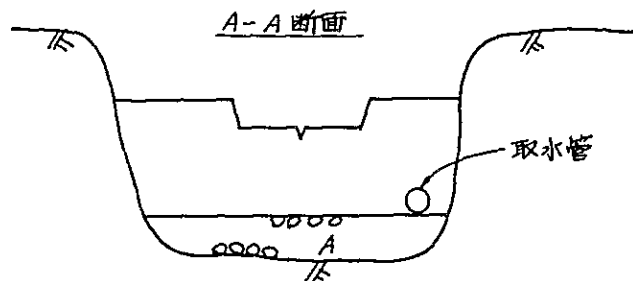
③ 開発可能水量と農業開発について

P.M.Hornによれば、基底流量測定地点における年間の地下水涵養量は、平均年間降水量150百万 m^3 (230***)の14.5% 21.7百万 m^3 と推定されている^{*8}。この地下水涵養量は0.688 m^3/S にあたり、作目の日消費水量を0.6 $l/S/ha$ とすれば、1100haを超える農地のかんがい可能である。しかしこの流量は流観地点の上流で、何がしか使用され、さらに残りは海岸地帯の浅井戸の地下水の涵養源となっている。

図-6 取水概念図



- A : 現河床堆積層
- B : ダム築造と並行して作る人工の透水層，流径に注意
- C : ダム及びBが作られた後，上流からの流下によって出来る堆積層，この層が万一不透水層であっても伏流水はAを浸透して来るので，取水機能は低下しない。
- D : 岩盤



今かりにソハール周辺の水資源状況を負のバランスであると認めるならば、取水施設から物理的に取水出来たとしても水収支上からは新規開発は許されない。従ってこの場合には、開発計画は2段階計画とし、第一段階では取水施設及び導水路は $0.688\text{m}^3/\text{S}$ あるいは、伏流水を含めた安全に取水出来る最大量をもって設計流量とし、農業開発は塩害等水質問題に悩む農家および営農意欲の強い農家を入殖させる農村開発は小規模づつ展開する。そして、これら農家に対しては節水型かんがい農業を励行する事を義務付け代償として既存地の2倍の農地の開発を許可するものとする。このことは水源転換であるから旧農場での水源量だけは振替え開発し得る。また水

文データは農村開発と並行して継続し、一方では、水資源バランスをチェックし、一方では、地下水涵養計画の妥当性について検討を加える。水資源状況が予想以上に良好な事が証明できればその余剰分だけ新規開発に振向ける。かくて地下水涵養プロジェクトの計画立案が第2段階の開発という事となる。

一方開発可能水量があるとする考え^{*5}に立てばその水量までの水源取水施設と導水路計画を立て開発が必要、または可能となりしだい農業開発を進める。

以上いずれの立場に立つにせよワジ・ジジ流域における開発可能水量の把握が大きなポイントである事は動かし難い。

* 1	名 称	日 付	全雨量	ピーク時間	ピーク割合
	Ruma is	10-11/2/'75	24.0 ^{mm}	10.3 ^{mm}	43%
	Rostaq	8/2/'75	18.5	9.9	54
		9/2/'75	12.8	4.2	32
	Saiq	11/2/'75	35.9	15.0	42
	平 均			10.0	43

FAO 'Short Period Rainfall Intensities in Oman'
 Project OMA/77/001
 (Appendix A to Field Document No.11)

* 2	Location	Jizi (Mulayyinah)	
	集積面積	669Km ²	
	ピーク flow	2年	113m ³ /sec
	at	5年	226
	Recurrence	10年	316
	Interval	25年	445
		50年	589
		100年	654

出典：FAO 'Runoff Measurement in Oman'
 Project OMA/77/001
 Field Document No.7 P37

- * 3 F.A.O "Water Resources of the Batinah"
P.M. Horn, Hydrologist, Project OMA77/001
Field Document No. 10
- * 4 W-2 参照
- * 5 Ministry of Agriculture Fisheries "Agriculture Regions,"
Dragt P2

(2) ルスタック地区

① 地形と地質

ルスタックは、ワジFarがオマーン山脈を離れる所に位置する集落である。F A Oの資料によると、ルスタックでは1974~1978年の間の年降雨量は92~277mmを記録し、1978年の例では、雨は冬期と夏期にほぼ2分して降っている。ワジFarの主流は、かつてアル・アワビより上流のワジバニカルスを流域(約300km²)とする、バチナ海岸平野では最も大きな河川の1つであると推定され、下流側より下刻を続けてきたワジバニカルスによって同流域を争奪されたと推定される。ルスタックからアル・アワビに至る谷底平野は延長15km以上に及び広い谷幅と約130km²の流域を有している。このため、ルスタックは旧ワジFarの大きな河床中にあり、山間部としては比較的広い谷底平野を擁している。この谷は、左岸の山地がHawasina層群、右岸の小丘群がSemailオフィオライトから構成されている。Hawasina層群は硬岩より構成され、断裂が発達し、所によっては角礫状に破碎されている。Semailオフィオライトは、風化が進みもろくなっている。谷底には大礫や巨礫を主とする砂礫が、15m以上の厚さで堆積している。この大量かつ大粒径の礫をもたらす背景は、基盤岩類の性質と集中的な降雨が大きく関与していると考えられる。

谷底の砂礫層は良好な帯水層を構成し、同層には井戸やファラジが設けられている。

② 農業の現状

この地域は、Jabal Akhdarの山なみに盆地状にとりかこまれ、これらの山々に降る雨が水源となって、比較的水の供給が潤沢である。しかも、標高が500mと高く、気温較差が大きいために、果樹や穀物の栽培に適している。

この地域の主要農産物はデーツであり、町全体がデーツの樹海で覆われている。郊外にはデーツ工場が設立され、この地域のデーツの加工を一手にひきうけており、選別、乾燥、加工などの工程にはオートメーションシステムがとり入れられている。加工されたデーツは、都市や輸出品として出荷され、唯一の外貨獲得の農産物となっている。

デーツの外にはライムやオレンジなどが栽培され、山間の地形と気象を利用した、果樹栽培が盛んである。

穀物としては、小麦、ライ麦などの栽培が盛んで、平均収量は2-3.5 metric tons/haである。普及センターでは、適性品種の導入や肥培管理の指導などをおこない、生産性向上に努めている。

飼料作物のほとんどは、アルファルファで占められ、平均収量は、90 metric tons/haとなっている。

野菜類は、デーツやライムなどの樹冠下で栽培するmixed farmingで、作物の種類も変化に富んでいる。

ルスタックの盆地から南東20kmのアルファルファには、ワジ・パニカルスの急峻な峡谷が連なる。この峡谷にはオアシス集落はみあたらないが、ワジの下流域には、デーツの集落が散見される。

ルスタックの北側を走るワジ・ファーにも、オアシス集落が点在しているが、その規模は小さく、水源は豊富とは思われない。

③ かんがいの現状

ワジ・パニカルス及びワジ・ファーにそって点在する耕地は、ほとんどがファラジシステムによってかんがいされており、井戸を掘っての揚水は、一部の地区で飲料水として利用されているにすぎない。

両ワジの河床には、いたる所ファラジが走っており100~200mおきに改修用のたて穴の開口部が点在し、このファラジは、耕地のすぐ上流で地表に現われ、ワジの側方に開水路を設け農地へ導水している。

ルスタック地区の農地は、ルスタックの街の周囲を除けば、ワジにそって土壌の堆積がある所に細長く発達している。従って一地区当りの農地は少く、ほとんどの農地にデーツパームが栽培されており、その樹下は、あぜによって約5m四方に区切られ、ファラジの水路からかんがい水が導き入れられている。このかんがい方式は、我国の水田かんがいの小規模で未発達なものと同じであり、大きなベイスンかんがいといえよう。

このように本地区は、ニズワ地区や、ワジ、スマイル地区のような大型ファラジは持たないものの、中小規模のファラジによる水利用が発達している。

④ 開発構想

ルスタックでは、この地域の地形、地質、気象及び既存水利等から、農業用水の開発には次の4つの方法が考えられる。

- ㉓ 既存ファラジの改修
- ㉔ 新しい帯水層の発見及び開発
- ㉕ ダムの建設
- ㉖ 地下ダムの建設

㉓ 既存ファラジの改修は、かなり確実に地下水を得る方法であるが、その費用及び維持管理費が高く、更に改修のための技術者が少ない等、困難な側面を持っている。したがって改修の為の新しい方策としては旧施設の維持的な改修ではなく三米程度のロウダム又は集水暗渠による完全取水型の取入施設に改修し、導水は全区パイプラインとする必要がある。

㉔ この地域で新しい帯水層を発見することは、地区の基盤そのものがSema11オフィオライト及びldawasina 層群であることから期待しにくい。即ち硬岩地帯では、井戸を利用して採取できる地下水は、一般に、山間低地の粘土分を多く含まない破碎帯や、割れ目の発達した岩石等に限られるからである。

㉕ ダムを建設して洪水を貯える方法があるが、この地区での降雨は冬期と夏期の限られた時期に集中して発生し、かつその量が少ないこと、蒸発量が著しく多いこと、ダムサイトの基礎基盤が深いこと等が予想され更に集中豪雨によって土石流が発生する危険がある。また山腹に見られる浸食崖、河床一帯に認められる巨礫を混じえる土石、関係者の話し等から判断するとダムによる貯水方式は困難であろう。

㉖ 地下ダムは、土石流による埋積と危険を避け、かつ、蒸発量を著しく押える利点を持っている。幸い、ルスタックからアル アワビに至る谷底は厚い砂礫層から構成されており地下ダム数量の地形及び地質条件を備えている可能性があると判断された。

しかし、今仮りに地下ダムの建設を行ったとすればその下流へ流れている地下水は遮断され、既存のファラジや井戸へ著しい影響を与えることは必至である。従って地下ダム建設にあたっては既存の地下水取水施設に既得分の水量を補償する方法を考慮する必要がある。また洪水によってもたらされる細粒物質による砂礫層の空隙の目づまりや砂礫層の遮水工法など、解決せねばならない多くの問題がある。いずれにせよ、地形学的、地質学的、水文学的、工学的、経済学的調査研究はもとより、地域住民の合意の上に地下ダムを建設することは言うまでもない。

2. 内陸部

(1) ニズワ地区

① 地区の現状

ニズワの町は、Jabal Akhdar 山脈の南側山麓に位置し、標高はおよそ1000mの台地面にある。この町はJabal Akhdar の山麓を流れるWadi Al Abyadの河岸に帯状に発達している。ニズワの東25Kmにはイズキ、西側25Kmにはバヒラ、南側20Kmにはマサの夫々の町が三方をとりかこみ、ニズワは、内陸部の農業と商業の中心都市といえる。従って人口は、このニズワ地域に集中している。

また農業開発に関係する国立の機関のほとんどは、このニズワに集中し、農業局をはじめ、普及センター、国立生産農場、デーツ工場、家畜クリニックなどが設立されている。

また、ユネスコの援助による農学校が新設され、1年と3年コースがあり、農業教育の振興に力を入れている。

ニズワの西側にあるワジ、コリヤットには、農業試験場があり、穀物、飼料作物、野菜などの試験研究に力を入れている。また、羊や山羊の繁殖のための機関として畜産試験場が設立され、畜産振興に努めている。

この地域の気候は、熱帯性沙漠乾燥気候であり、高温で雨量が少ない。しかし、日夜の温度較差が大きく、雨は集中的に降るので洪水が発生する。ニズワでは、冬の雨のほかに、夏の雨もあるといわれ、雨水に恵まれている。

ニズワのWadi Al Abyad沿いに作られたファラジは、巾約2mで玉石積コンクリート造りの三方ライニングとなっている。水量はきわめて豊富で水質も良好である。

作物は、デーツ、ライム、バナナ、アルファルファ、マンゴ、小麦、玉ネギなどが主なものである。

この地域の小麦は、オマーン国の中での主要な産地となっており、品質のよい小麦が生産されている。一般的に麦は18℃以上の地域では、高温障害をうけ易いので、したがって標高の高いこの地域での作物としては温度的にみても有望な農産物といえる。

またデーツの生産量も比較的高く、デーツ加工工場が設置されている。デーツの害虫としてはDubas等があり、この害虫は4～5月と10～11月に活動するといわれており、この時期にマラチンなどの薬剤散布を施している。

ニズワ地域では、サトウキビの栽培もでき、このほかブドウ、モモなどの果樹栽培も盛んで、多種多様な農業が営まれ、活気を呈している。

(2) ミスファ地区

① 地区の現状

ミスファ地区は、オマーン山脈の最高峰アカダールの南西斜面中腹に位置し、斜面の傾斜は、

山塊を造る地層の傾斜に近似し、硬岩や石礫が露出している。集落は、古生層及び中生層の石灰質堆積岩類を深く浸食した急傾斜の谷壁の中に発達し、ここから雄大な山岳の眺望を楽しむことができる。

住民は、この谷壁から湧く地下水を幅30～40cmの水路によって導水し、生活用水に利用するとともに、その水を谷あいの畑へ導いてナツメヤシやライムにかんがいをしている。集落及び耕地は山岳地のため、農産物の流通はもとより、交通に不便を生じていると推定された。

② 改善構想

本地域の水資源は比較的豊富であり、古来から水利用については、様々な工夫と、改良が施され、この地区の生活の向上に資してきた実態をみたが、今後この国の社会経済の発展にとりこされない為にも現時点において何らかの方向づけをする必要がある。従ってこの地区での改善構想をあげる次のおりとなる。

- ⅰ) 部落への進入路の確保
- ⅱ) 水資源の有効利用の為配水損失をできるだけ少なくする。
- ⅲ) 水利用が多目的となっておりその利用の順序と利用場所の統合整備。
- ⅳ) 水の落差利用による発電事業の導入。
- ⅴ) 上記と併せて太陽電池の導入による電力の確保。
- ⅵ) 岩石住居の合理的配置。

等が考えられる。当面の処理としては第1に進入路の確保であろう。特に峠から部落へ入る部分は非常に危険であるので応急処置を早急に行うとともに、恒久的対策として最適進入路の計画樹立と施行を行う必要がある。

水資源の有効利用は現在も行われているが損失が極めて大きい。従って導水部分はパイプ化し配水損失を少なくする。また水頭がかなりとれることから水力発電に利用し、家庭への照明等に利用することが望ましい。

現在洗場、生活用水等の区分が行われているが、慣行にもとづく利用形態のように推察されるので地域全体を再編して各種の水利用の有効化を計る必要がある。また谷間に作られた各圃場の区画、配水方式等も再検討に価すると判断された。

3 シャルキア地区

(1) 地区の現状

オマーン山脈は、シーブとイズキを結ぶ線 (Semail gap tectonic line) の South East 側が大きく North East へずれている。この S.E. 側のオマーン山脈とその周辺部は、シャルキヤ地方と呼ばれている。

シャルキヤには流路長約 190 km, 流域面積 5,500 km² に達するワジ Al Batha がほぼ直線状 NW-S E 方向へ流れ、途中、アル、カミルの北で多くの集落を伴う支流のワジバニ、カリッドと合流している。ワジは標高 1,800 m を越すオマーン山脈に源を発し、流域沿いには NW より Ibra, Al Mintirib, Al Kamil 及び Bani Bu Ali 等の集落が発達している。

Ibra での観測によると、年間の降雨量はおよそ 50 ~ 200 mm の間にあり、雨は主に冬期と夏期に降っている。

ワジ Batha とその支流沿いには第四紀の河成段丘と扇状地が広く発達し、それぞれ砂礫や砂によって構成されている。砂礫層の厚さは、ボーリング資料によると 40 ~ 50 m あり、この下位には石灰やマール等で構成される未区分層が分布している (FAO, 1980 この未区分層の詳細は不明である)。又シャルキヤ地方の基盤は、Semail オフィオライト及び Hawasna 層群で構成されている (JICA, 1979)。

扇状地砂礫層は、この地方の主要な帯水層を構成し、Renardet Sauti Ice (1975) によると、地下水は Al Batha 平野の上流部で 10 ~ 25 m, 中流部で 30 ~ 50 m, Al Kamil より下流部で 5 ~ 10 m の深さにあり、季節による水位の変化はほとんどない。ワジ Bani Khalid が本川と合流する地点のやや上流部で地下水水位が急に深くなっており、その理由としては、石灰岩を浸食した埋没河谷や断層の存在、基盤の凹凸などが考えられている (Renardet Sauti Ice, 1975; FAO, 1980)。

水質は一般にわずかに Cl⁻ を含み、地下水利用の盛んな一帯では、数 100 ~ 3,000 $\mu\Omega$ / cm の電気伝導度を示す所がある。

地下水は主にファラジによって採取されている。この地方のファラジは、1974 年の実測によると、一般に導水路長が 5 ~ 10 km, 1 ファラジによって 0.5 ~ 155 l/s の地下水を得ている (Renardet Sauti Ice, 1975)。

近年、削井が盛んになって、砂礫層の下部や石灰岩中に帯水層を求めるようになってきている。

農耕地は、集落付近に多く、ナツメヤシ・ライム・アルファルファー・バナナ・マンゴ・野菜類が栽培されている。降雨量が少なく、年間蒸発量が 3,000 mm を越すと言われかんがい用水は、主として前述のファラジから導水している。

(2) シャルキヤ開発事業の概要

当地域の開発調査はコンサルタント（1974-75年 Renardet — Sauti — ICE）による水資源調査に端を発したものである。この調査では1975年3月に中間報告書^{*1}を取りまとめたがこの中ではシャルキヤ地域で最大の集水面積5,500 km²をもっているワジ・Al Bathaの流域内に開発計画候補地区がいくつか選定されている。

この調査結果に基づき、1977年にはFAOの土壤専門家が送り込まれて、北オマーンの土壤調査結果の再検討が行なわれ、シャルキヤ地域における農業開発事業の候補地さがしを行った。その結果アドダリズとアルカミルの周辺が最有力地区として浮び上がった。従ってその後はこの両地区についてのみの土壤と水資源の予備調査が行なわれ、その結果アドダリズは、地下水の水質が悪く、かなり南の方にさがった所には良質の地下水が得られるが、農耕に適した土壤には乏しいと判定された。一方0.6として開発可能面積約500 haとした。しかしながら320 l/sの流入量はカミル・ワフィ地域の全域で利用すべき量であることから調査では、既存農地面積を150 ha、個人開発農場面積を150 haと推定し農漁業省の開発プロジェクトとしては約200 haの開発が可能であると見積った。

またカミル・ワフィ地域における上記以外の開発行為は(1)新規水源が開発できるまで。(2)水資源の状況が調査で推定したより以上に豊富である事が証明できるまでは許可すべきではないと注意を喚起している。

農漁業省開発予定面積の配分は、地下水調査を先行させた第一優先地区に150 ha、もう一つのアカミルとアルワフィの中間にある地区（第二優先地区）に50 haとした。各地区内の農地ブロックの大きさは、地下水の不必要な低下やポンプの相互干渉を避ける意味で1ブロック50 ha以下とすることとし、第一優先地区内では50 haを3ブロック、第二優先地区では25 haを2ブロックとした。

この事業計画の次の段階は、まず第一優先地区内で必要な井戸を増設し、3ブロックの内、AとBの両ブロックおのおの50 haについて実際の農業生産段階に致るまで計画を推進する。さらに第一優先地区内の残る一ブロックと第二優先地区内の二ブロックについての開発を進める為、必要な地下水調査を実施する。また生産計画遂行の上では政府の管理かあるいは農家個人に一定面積を分割譲与するか、といった開発方式を決定し作目の選定ローテーションや栽培体系といった営農計画を策定することが必要であり、かつA、Bブロックの位置を明瞭に明示する一方で開発禁止区域の線引きをも行う。

* 1 N-3 * 3 参照

* 2 F.A.O. (1977) "Development of New Land for Irrigated Agriculture,"
Soil Consultant's Report, Dr. Hatim El-Attar.

* 3 N-3 * 9 参照

(3) 協力構想

我国がシャルキヤ開発プロジェクトに技術的に協力出来るとすれば、前述の開発事業の第2段階における地下水調査に協力すること、A及びBブロックの農業開発計画策定、場内配管の設計やかんがい計画の立案に協力することなどが考えられる。

可能性としては、専門家派遣による末端の施設の設計とともに必ず必要となるかんがい技術を含めた農業技術の協力がある。飼料作物の栽培ということであれば畜産技術の協力となる。

あるいはこの事業の開発方式が農村開発事業方式となり、開発された耕地及水が個々の農家にゆだねられるという事であれば、少なくとも節水型のかんがい技術についての技術助言となるのではなかろうか。

4 サラーラ地域

(1) 地形と地質

Al Qara 山系の南麓には、幅 15 km～20 km、長さ 50 km を越す平野が発達し、サラーラ平野と呼ばれている。この平野では年平均降雨量が 133 mm、山岳では 500～750 mm に及ぶと言われ、オマーン国では最も降雨量の多い地方として知られている。

平野には、Al Qara 山系に源を発し、N-S～W-E 方向へ流下する長さ 15～50 km の小さいワジが数多く発達している。

Al Qara 山系とサラーラ平野の基盤は、広く第三紀の石灰岩によって構成されている。石灰岩は貝類や樹木の化石を多量に含み、多孔質で更に多層準に洞穴を伴っている。平野部には段丘群が発達し、更にこれを切って数多くの小扇状地が Al Qara 山麓に形成されている。段丘の1部は、段丘面がほぼ水平であり、海成であることを想像させる。段丘群や低地は中礫を主とする砂礫によって構成され、礫径は海岸へ近くなるにつれて急激に小さくなっている。砂礫層の下には所々に基盤が露出し、同層が厚くないことを示している。山麓の段丘礫層には、明瞭な赤色風化殻が認められる。また山麓には湧水があり、比較的樹木が生育しているために土壤の生成が促進されているものと考えられる。

(2) 農業の現状

南部のサララとその周辺地域の山脈頂上附近までは熱帯気候であり夏季は南西モンスーンに支配される。またこの地域は夏季には平野部及び山脈を覆う独特の濃霧によって強い影響をうけている。サララ平野・気温は比較的一定しており最高気温は5月の31.8℃最低気温は1月の15.7℃である。降雨量はドファール山脈で最も多く山脈の北部では急激に減少し沙気候となっている。

サララを横切って西の Raysut から広がる海岸平野は砂壤土等から成り、6月より9月にかけてモンスーンによる降雨の恵みがある。海岸平野の後方には樹木の茂った丘陵地帯があり標高1,500 mに達する。

栽培総面積は約3,000 haで伝統的作物はココナツ、バナナ、パパイヤ、グアバ、アルファルファ、トウモロコシ、トマト、ナス等の野菜類である。気候的にみてココナツの生育にふさわしく、また逆にデーツの生育には高湿のため適さない。ドファール山脈は牛の飼育地帯で山地内には約500,000 haの自然の牧草地があり5,000頭もの牛を飼っている。(牛の自然放牧はドファール山脈だけで行なわれている。)

作目別栽培面積は次の通りである。

果 樹	966 ha
野 菜	378 "
畑 作 物	336 "
飼料作物	1,344 "

農漁業省が南部オマーン地域で進めている農業開発の諸活動の主なものは

1. Qairoon Harithi に展示圃場を設け、山岳地帯における果樹野菜の栽培試験。
2. Sahanooth Spring の水資源開発。
3. バナナ加工工場の建設。
4. 政府とS I A Hの合併で出来たOman Sun Farmの牛乳、肥育牛の生産。

この他農業試験場、普及所、家畜病院等が設置あるいは計画されている。

オマーンの中でサララ平野に限定されるココナツの栽培は推定面積約210 haで50,000本の成木から年間百万個の実が生産されている。この植物は土壌の選択性はないが灌漑が必要でありまた耐塩性はあるといわれている。

(3) 灌漑の現状

ドファール地域の中での農業開発可能地域はサララ周辺の海岸平野のみである。この平野は

海岸に沿って広がっており、地下水は平野の下に比較的厚く連続して存在し、炭酸石灰岩やれき岩等の基岩層より取水することが出来る。水質は、サララ市街の後方に広がる平野の中央部を除いて一般的に不良である。過去の土壌調査により開発可能地域が確認されたがこれらの多くは海に隣接している地域で塩分の侵入のおそれがあること及び地下への水のリチャージが不十分なことから好ましい地域とはいえない。

山脈の地下水は、炭酸石灰の帯水層に含まれており山脈の急傾斜面が平野と境になっている一帯で、泉となって湧きでている。湧き水のいくつかはすでにファラジによって利用され一部の平野に灌漑している。平野への水のリチャージは山脈や泉からの地下流出水によっておこなわれている。最近におけるサララ平野の水資源の検討によれば、年間平均水収支は次のように推定されている。

<u>地下水取水量</u>		(単位：百万立方米)
現存の耕作地	12.5	} 24.0
都市飲料	2.5	
将来取水可能	9.0	
<u>泉からの流出量</u>		
耕作地利用	7.0	
<u>地表水流出量</u>		
洪水により海へ流失	11.5	
<u>地下水流出量</u>		
塩分侵入を防ぐ為に必要な量	6.0	

この地方の開発は水開発が主要な課題でありサララ平野の中央部の“淡水域”の水質を悪化させないことは勿論、今後の農業計画地区の選定には細心の注意が必要である。

高原地帯は一般に土壌が瘠薄な状態なので山地での灌漑農業は今の所考えられていない。モンスーン期の降雨は夏場の牧場に適度な用水の補給を行い牧草の植生に貢献しており、家畜飲料や家庭用の水は深井戸により補っている。また Rub Al Khali 沙漠の端まで広がる内陸高原地帯の地下水の状態は現在ほとんど知られていないがこの地域には広範囲な炭酸石灰の帯水層があるといわれており artesian flows がところどころに見られるとのことである。しかし水質は一般に悪く土壌の生成化は進んでいない。また透水性が高く瘠地となっている。

(4) 現地視察地区の概要

Al Qara 山系の麓にはいくつかの湧水がみられ、その一部はサララ平野へ導かれ、かんがい

に利用されている。調査団は、このうち4ヶ所をみた。

(Aynとは、アラビア語で湧水を意味する。各湧水の量はFAOの資料によった。)

Ayn Garziz : 第三紀(鮮新世)の多孔質石灰岩中に形成された洞穴中から湧水しており当日は小魚が生棲し小さなプールとなっていた。オマーン政府の担当者によると、降雨後には増水し、日照が続くと枯れるようだ。1977~1978年にはその湧水量は2~90 l/sとなった。この地区は一般に冬期に水量が多く、洞穴は複数の層準に発達し、石灰岩には多層準にノッチが形成されていた。

Ayn Sahalnawt : 多孔質石灰岩中の洞穴より湧水があり、その直下流に、高さ約3 m、堤長約20 mの小ダムが建設してあった。小ダムの下底からは漏水がみられ、貯水量はあまり多くない。1977~1978年の観測によると、湧水量は31~305 l/sに及び、サララ地方最大級の湧水であることを示している。

湧水か所は石灰岩の崖下にみられ、その下流側には小さいワジが形成されており、石灰岩には多数の樹木の化石が含まれていた。

Ayn Arzat : 多孔質石灰岩の崖下に小湧水群があり、1976~1978年の観測によると、その量は100~182 l/sとなった。4観測地点の中では水量が最も安定している地点で湧水は導水路によって平野へ運ばれていた。現ワジ沿いの数m高所には、明瞭な洞穴が発達していた。

ワジ Darbat : サララ平野東部の山麓に沿って、高さ数10 m、長さ数100 mの垂崖が発達し、断層崖を想像させる。ワジの流水は、記録的な大雨時に垂崖で滝を形成するという。この附近は多孔質石灰岩で形成され、垂崖の下流には深さ80 mの調査井2本が掘られている。地下水は、26 m付近に水位があり、約1,000 $\mu\text{v}/\text{cm}$ の電気伝導度を有している。

(5) 協力構想

オマーン第2の都市サララを中心とした南部地方は、近年までドフェール解放戦線の活動によって開発投資が著しく阻害され、北部オマーンとの開発格差は広がるばかりであった。1975年に平定宣言が出され、治安が回復されたのに伴い、オマーン政府は、南部地方の開発を重点政策の一つとして考えていた。時期を同じくして新しくされた南部油田の開発と合わせて、農業を含めた総合的な開発を旨ざしている。

現在は主として道路網の建設が急ピッチで進められており、1982年には南部と北部を結ぶハイウェイ(完全舗装)が完成する予定である。サララ平野は、北部に比べ気候もおだやかで、雨量も多く、各種農業に適していることから、今後は、油田開発と共に農業開発が、開発の中心となっていくと推察される。

日本がオマーン国にとって極めて重要な意味を持つ南部地域の開発に協力することは、オマーン国全体の調和のとれた発展を促す上からも、極めて重要かつ効果的であると思われる。

調査団はサララ地域滞在中に種々の協力の可能性について検討し、おおむね次のような結論に達した。

現地調査を行なった四つの泉の再開発、ワジ・ダルバートにおける水資源開発、ラグーン開発等についての協力の可能性を検討したが、南部開発を推進する上での一番の問題点は、北部に比べて極めて基礎的データが不足していることであり、これら基礎資料・データの整備が長期的な南部地域の総合開発を進める上で極めて重要であると思われる。従って、日本国としては、当面農業開発の中心となるであろう、サララ平野を対象に、基礎図面（地形図、地質図、土壤図、植生図等）の作成、及び水資源調査、並びに水文解析等を行ない、総合的な農業開発計画（マスタープラン）の樹立に対し協力を行なうのが至当である。