

第8章 開発基本構想の課題

1. 基本構想検討の視点

(1) いうまでもなく、開発基本構想を検討するにあたっては、策定計画の目的、つまり当該計画の実施によりどのような状況の出現を期待しているのか、さらに換言すれば計画策定の真のニーズは何なのか、そして他面では、その計画の実現可能性と効果の発現状況、さらにはその持続可能性はどうか、といった双方の視点が常に念頭になければならない。

本件国家レベルの開発基本計画に即していえば、中・長期的にみて、オマーン国の農業・畜産そして農村を如何なる状況におくことが望ましいと考えるのか、地域別にはどうか等相手国の意向を十分勘案しつつ、他面では、当国の置かれた地域別な気象、土地、水資源等自然の状況、そして一方で当国の置かれた社会・経済的諸条件の現況と将来、就中、財政力、人材、農民の受容能力（技術、融資、補助金、物的手段維持管理、農民組織等）、地域別な既存各種インフラ（Physical, Social）の状況、さらには商・工業の状況や近隣諸国とのかかわりをも考慮し、実現の可能性がある、かつ、効果の持続性の高い計画の策定に寄与することが求められている、ということができよう。

(2) 今回の事前調査では十分な時間的余裕がなかったが、関係者の発言、若干の現地調査、関係資料等を総合してみると、オマーン側は、少なくとも、①適切な価格での食料自給率の向上、農・畜産部門のGDPシェアの増大、②地域格差、就中、関連して農村基幹労働力の都市流出防止、などが求められているものと思われる。なお、本格調査にあたっては、さらに可能な限りオ側関係者との接触機会を増やし、相手国ニーズについてオマーン側と隔たりのないよう十分留意しつつとり進めることが肝要なことは言うまでもない。

(3) 具体的な計画作りにあたっては、上記諸目的に即しつつ、自然や社会経済的諸条件から、実現可能性があり、かつ、効果が高く、持続可能性のある政策手段なりプロジェクトが検討されなければならない。上記目的を念頭におき考えてみれば、基本的には生産性を高め、付加価値の高い良質産品を適切な価格でできるだけ多く消費者（輸出を含む。）の手元に合理的にとどめ、農民の所得を高めてゆく方法、さらには地方における雇用機会の増大方策等を探究する、ということとなろう。そのためには、水資源の開発、保全、かんがいの改良、普及すべき農・畜産技術の開発とその広い普及 — 農民の教育、付加価値を高めるための加工対策の強化、また可能ならば、農・畜産物加工場を地方に立地させるなど農村部での雇用の創出、各種融資・補助金の検討、流通（農・畜産品及び生産手段）の合理化、さらには、各界の人材の養成、諸統計の整備、等多面的な政策手段・プロジェクトの検討が求められる。

この場合、①所要費用と効果（便宜）の関係及び②計画された手段の定着可能性の検討はもちろん重要であるが、さらに③地域別、そして④時系列的な観点にも留意して検討することが

肝要と思われる。当国は、自然的にも社会経済的にも地域差が大きい。それだけに、適地適作の問題一つを考える場合でも地域によりかなり異なった対応が求められ、それに伴いとられるべき政策手段の種類、優先順位等にも差が生じ得る。また、当面効果の出易いもの、長期的に考えるべきもの、継続と新規との関係等にも配慮を要しよう。例えば、ファラジの改良とリチャージダム、あるいは計画リチャージダム相互間の時系列なウェイト付け、さらには当面普及すべき技術開発と当国特有の自然的、社会経済的条件を活かした比較優位産品の中長期的視点に立った研究開発との兼ね合い等々、時間の物差しをも考慮した検討も必要とされよう。そして⑤検討されたこれら各種の政策手段なりプロジェクトが相互に有機的関連性をもち、同時に、国家なり地域の開発目的に対し整合的に合目的なものであることが期待されていることは言うまでもない。なお、この場合、開発制限諸要因の将来展望の如何によっては、政策目標の考え方へのフィード・バックもあり得よう。

(4) 以下に、分野別に当面気付きの諸点につき略述する。なお、開発調査の場合、その性格からして、本格調査は事前調査に比べ、時間的にも資料的にも余裕があるのが通例である。したがって、計画の基本構想についても、本格調査に期待すべき面が大きく、事前調査の段階で性急な方向付けや過度な枠組み作りにはしることはむしろ慎重であるべきものと考えられる。こうした意味で、以下に記されることも、概して、現時点で考えられる一応の案、換言すれば、次章に述べる本格調査実施にあたっての留意点の一部ともいうべきものを多く含んでいることを付言しておきたい。

2. 農業（加工・流通等を含む。）

オマーンの農業に期待されている主要な課題は、自給力の増大と農村人口の維持ということであろう。このことは、消費者（輸出を含む。）ニーズに即し、良質な産品をできるだけ多く、適切な価格で供給することにより、農民の所得を高め、同時に農村人口の定着化にも資するもの、ともいい得よう。

このためには、多面的な検討が必要であるが、ここでは、水資源とのかかわりについて若干ふれておこう。

オマーンの農業は100%かんがい reliant 典型的な乾燥地農業であり、現在行われている農業の形態も限られた地下水の利用を中心とするいわば地下水依存型農業である。今後の農業の推進方向を考えていく上では、水資源の確保が1つの重要なポイントとなり、今後水需給の緩和が望まれるが、水を利用する立場からは、「将来的な水資源をめぐる情勢は必ずしも楽観を許さない。」という前提に立って農業生産を考えていくことも重要なことと思われる。こうした意味で、農産物需給の動向如何等にもよるが、少なくとも、水利用効率が良く付加価値の高い農産品の育成・普及は1つの大きな課題となろう。

(1) 栽培

農漁業省の方針としては、今後重点を置きたい作物として小麦、ジャガイモ、トマト、タマネギ、スイカ、メロンを挙げている。特に、小麦、ジャガイモに対しては独自の補助金制度もあり、政府の力のいれ具合が伺える。しかし、水資源の制約から栽培面積すなわち横方向の拡大を図るといふよりもむしろ生産性向上、多収品種の採用等単位面積当りの生産量すなわち縦方向の拡大を目指すこととしている。また、従来品質面のレベルアップは二の次とされてきたが、今後は量的向上のみならず質的向上にも重点を置きたいとしている。

そのためには、農薬、肥料等農業用資材に適時施用、優良種子・種苗の利用、高収量・高品質品種の導入等をより一層進めることが重要であり、その効率的な推進のための組織、システム作りも併せてやって行かなければならないと考える。

耕地利用（年2作、輪作等）の状況あるいは耕地の利用率については、それらに言及した資料の入手、担当官からの聞き取りとも不可能であった。しかし気候的には酷暑期（6～8月頃）を除けば理論的には野菜及び畑作物の周年栽培が可能であるので、作期の重複しない作物の組合せの年2作等による農地の有効利用を進める必要がある。また、主要果樹であるデーツは、他の作物に樹陰を提供し、強い直射日光から守り、しかも地表面からの水分の蒸発を最小限にする等の利点を持つことから、樹間に果樹や野菜等の他作物を栽培するいわゆる間作栽培が一部で行われているが、これをより一層進めていくことも重要と考える。

(2) 試験研究と普及

研究サイドの不満としては、予算的制約、人的資源の不足を主なものとして挙げている。この両者は互いに密接に関連するが、予算獲得のためには、緊急に解決を要する問題につき重点的にプロジェクトを仕組み予算要求を行っていくのが早道であるが、長期的視点に立った基礎的・先導的研究への取組みを強化することにより、短期間には結果の出にくい息の長い研究に対しても予算を獲得すべく努力を行うことが必要である。

人的資源の不足に対しては、短期的には海外から優秀な人材を確保し、効率的な研究推進を図っていく必要がある。しかし、長期的には現在外国人専門家に頼っている研究部門においてオマーン人研究者を育成し、他国に頼らない体制の確立が不可欠である。そのためには海外への留学制度の充実、カブース大学におけるカリキュラムの充実及び卒業生の積極的採用・育成等の諸方策を講ずる必要がある。

研究機関の体制としては、現在5つの試験場が並列的に機能し、それぞれに地域の問題解決に当たっているが、将来的にはルメイス農業試験場は農業全般の共通基盤的研究を行う中央試験場として位置づけ、その他の試験場は中央で開発された技術を地域に応用するための研究開発を行うところとして位置づける等の研究システムの改革を行い、試験研究の総合化・効率化を図るといった抜本的対策も考慮に入れる必要があると考える。

普及組織の強化のための対策としては、やはり何よりも人を増やすことであろう。しかし人

材の確保が最もむずかしい課題であることは途上国の常であり、一挙に満足すべき水準にまで増員することは不可能であることから、まず普及システムの効率化を図ることが重要である。そのためには、指導の受け手にあたる農民側の意識改革や体制整備を行わなければならない。その方法としては、農業者（農家）の組織化（いわゆる農協制度のようなもの）により農業者を有機的に結び付け、作付指導、農薬散布あるいは収穫等の作業管理もすべてその単位で行うことも検討に値しよう。可能であればその中から地域または集団のリーダーを選び普及所と農家のパイプ役として機能させる等の方策を講ずることも一案であろう。

(3) 農産物加工

政府としては、今後、農産物加工分野に特に力を入れてゆきたいという考えを持っている。現在操業中のものは紅茶を除き原料はすべて国内産でまかなっているが、農産物加工の一層の振興を図るためには国内産の原料に限定せず、例えば原料を輸入し、加工により付加価値を高め輸出するいわゆる加工貿易の形態を積極的に取り入れることも考慮する必要がある。

しかし、その際には、原料のコスト、労賃等のコストベネフィットを勘案した上で比較優位に立てる産品を選択することが望ましい。また、加工場の立地など、地域対策との関連にも留意を要しよう。

(4) 流通

PAMAPによる農産物流通システムはかなり完成度の高いものと見受けられた。しかしコンピュータによる管理システムが高い水準にある反面、実際に現場で流通されている農産物の品質水準がまだまだというのが正直なところである。品質の向上を達成するためには(1)で述べたような生産現場での改善が第一であり、その際には普及サイドの協力が不可欠であるが、PAMAPとしてはポストハーベストの品質保持という観点からアプローチしており、研究施設を設置し研究を行っている。両者の協力により品質の向上を図り、付加価値の高い農産物を生産することが必要である。

また、PAMAPは、農産物の価格安定にも心を砕いている。価格の安定はすなわち生産者、消費者の双方に利益をもたらすものであるが、特に春から夏にかけては野菜や果樹の収穫期が重なるため供給過剰になりがちで価格も下落しやすい。また年によって農家の作付指向が変わるため、年変動も激しいことから、いくつかの作物（小麦、バナナ、キャベツ等）については農家との契約による栽培も行われている。現在は農家に対する作付指導（何を栽培するか）は殆ど行われていない状況であるが、今後はある程度計画的な栽培を指導し、供給量の変化を少しでも小さくすることが望ましいと考える。

3. 畜産

オマーン側によると、農業の当面の課題は自給率の向上と農村（農家）人口の維持とのことである。両者はやり方如何によっては相反する面をも有することから、いかにバランスよく双方の

目的を達成するかが重要な課題である。

(1) 自給率の向上

1986年自給率は、山羊・綿羊肉18.3%、牛肉47.8%、牛乳89.1%との調査結果があるが、なんらかの施策を講じない場合、これらはさらに低下していくものと見込まれている。自給率を高めるためには、自由貿易制度のもとでは輸入品との価格競争が避けられないため、国産品の生産コストの引き下げが必要である。生産コストを引き下げるためには規模拡大がひとつの重要な手段であるが、水資源、草資源に限りがある場合、これら資源の小規模農家との配分を考慮し、小規模農家への影響、すなわち小規模農家の離農、農村人口の減少を促進することのないよう配慮する必要がある。

(2) 農村（農家）人口の維持

農家人口を維持するためには農家所得の向上を図る必要がある。より多くの所得を得るためには生産物の質を高め、より高い値段で販売するののひとつの方法であるが、輸入品との価格競争、消費者利益、消費への影響（高価格は消費を抑制する恐れがある）等の問題がある。販売価格を抑制し、所得を高めるためには、生産コストを引き下げ販売量を多くする必要がある。生産コストの引き下げ、販売量の増加のためには規模の拡大が必要となり、この場合、上述の問題に配慮する必要がある。

(3) 現存資源の有効利用

自給率の向上、農村人口（農家）人口の維持をバランスよく達成するためには、水資源の開発、草地面積の拡大、牧草生産の増大等が有効な手段であるが、基礎となる水資源については不確定要因も多いため、家畜改良、牧草の品種改良、家畜衛生事業普及による事故率の減少を図る等現存資源の有効利用を図ることが重要である。

(4) 畜産関係基礎統計の整備と調査手法の確立

計画作成、計画実施のモニタリング及び結果の評価に必須であるが、基本的データが十分に整備されているとは言い難い。外国のコンサル会社による調査結果がいろいろあるが、必ずしも整合性がとられているとは思われない。また、最新、直近のデータに乏しい。家畜の飼養頭数、畜産物の生産量等の基礎的データについては、経時的に直近のデータを得る統計的調査手法を確立する必要がある。たとえば家畜の飼養頭数等のデータはワクチネーションプログラム等の補助事業との関係で調査を仕組むことにより、成果をあげ得るものと考えられる。

(5) 人材の確保、養成

一般的に、これまでの第一次～第三次5ヶ年計画で立派な容物は作られているが中身が乏しいとの印象を受けた。畜産の分野においても家畜衛生試験場、動物検疫所等施設は立派なものができるが、獣医師、畜産専門家等の人材不足が大きな問題となっており、これらの人材養成のためのプログラムが必要と思われる。

4. 水資源開発

(1) 水資源開発の基本的考え方

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、パティナ海岸とサララ平野は不足かほぼ均衡、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る。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、あるいは、首都圏の井戸場のワジ、Al Khawdへの流域変換計画はこの種のプロジェクトの好例である。

水収支が均衡あるいは不足しているオマーン北部の第四紀堆積層には、地下水強化のためのリチャージダムがパイロット的に建設されている。これは洪水ロスを有効化するものであり、最終的に地下に貯留された水を、下流域でポンプにより揚水する方法である。地下水強化、保全のために有力な手段と思われる。しかし、地下水の涵養効率等、調査資料が不十分な問題もあり、実用に供しつつ、その観測を続けてゆかなければならない。

リチャージダム等により地下浸透した水は、下流へ流下してゆくが、地下水位としては拡散してしまうおそれがあり、下流部に、地下水強化された量の無効流出を防ぎ新規水源とする意味で、地下ダム等建設により、地下貯留することは、このような蒸発散ポテンシャルの高い所では有意義なことと思われる。また海岸部での塩水浸入が生じている所では、塩水浸入を阻止しかつ地下水利用効率を高める意味で今後新たに導入しなければならない方法である。しかし、地下ダム建設には、水文地質的に地下水を貯留できる地下谷と大きな間隙率をもつ貯留層が必要であり、かつダムにより地下水位上昇が大きなことが望ましい。このため、より精細な調査ボーリング等の調査が必須であり、今後精細な調査と必要な水文観測体制の充実が望まれる。

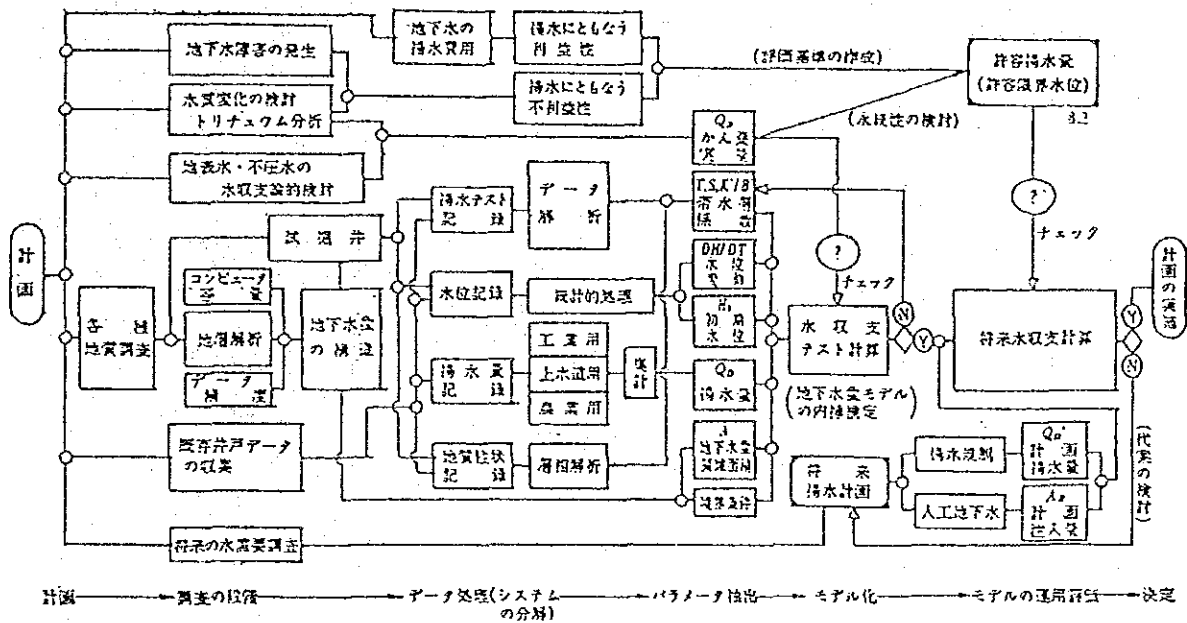
深層地下水の利用は、永久的な水源としてではなく、有限資源として考えるべきものであり、深いものではパティナ海岸での沖積層の下にあると推定されている石灰岩層（深さ300m以上）の開発、あるいはサララ平野の地下300～1000mと推定されている石灰岩層中の地下水の開発構想などがある。この種の開発の戦略的位置付けは、洪水表流水の利用が定着するまでのつなぎとされている。

しかしネジド地域のような表流水のない所では、有用な水源と考えられており、開発と保全のバランスのとれた政策目標が必要である。

地下水開発の立場からみれば、地下水の利点を生かした最大限の利用を主張し、地下水保全の立場からは、地下水障害の抑制のためにくみあげ規制がのぞましい。この関係を調整し、地下水資源の利用はいかにあるべきかを考えるのが、地下水管理ひいては地下水盆の管理の基本であり、地下水資源を国有財産とする勅令が1988年11月に発令され、現在まさに、地下水盆管理のあり方を検討し、開発と保全の調和を図る政府長期政策に基づいた管理計画を作成する好機である。本来ならば、開発にさきだって行なわれるべき管理計画が塩水浸入、地下水涸渇等の現実の跡始末のためにたてられる事態は、好ましいものではない。

地下水盆管理の手順は一般的には、図8-1のフローに沿って行なわれ、シュミレーション作業がその中心を占める。

図8-1 地下水盆管理計画の手順を示す流れ図



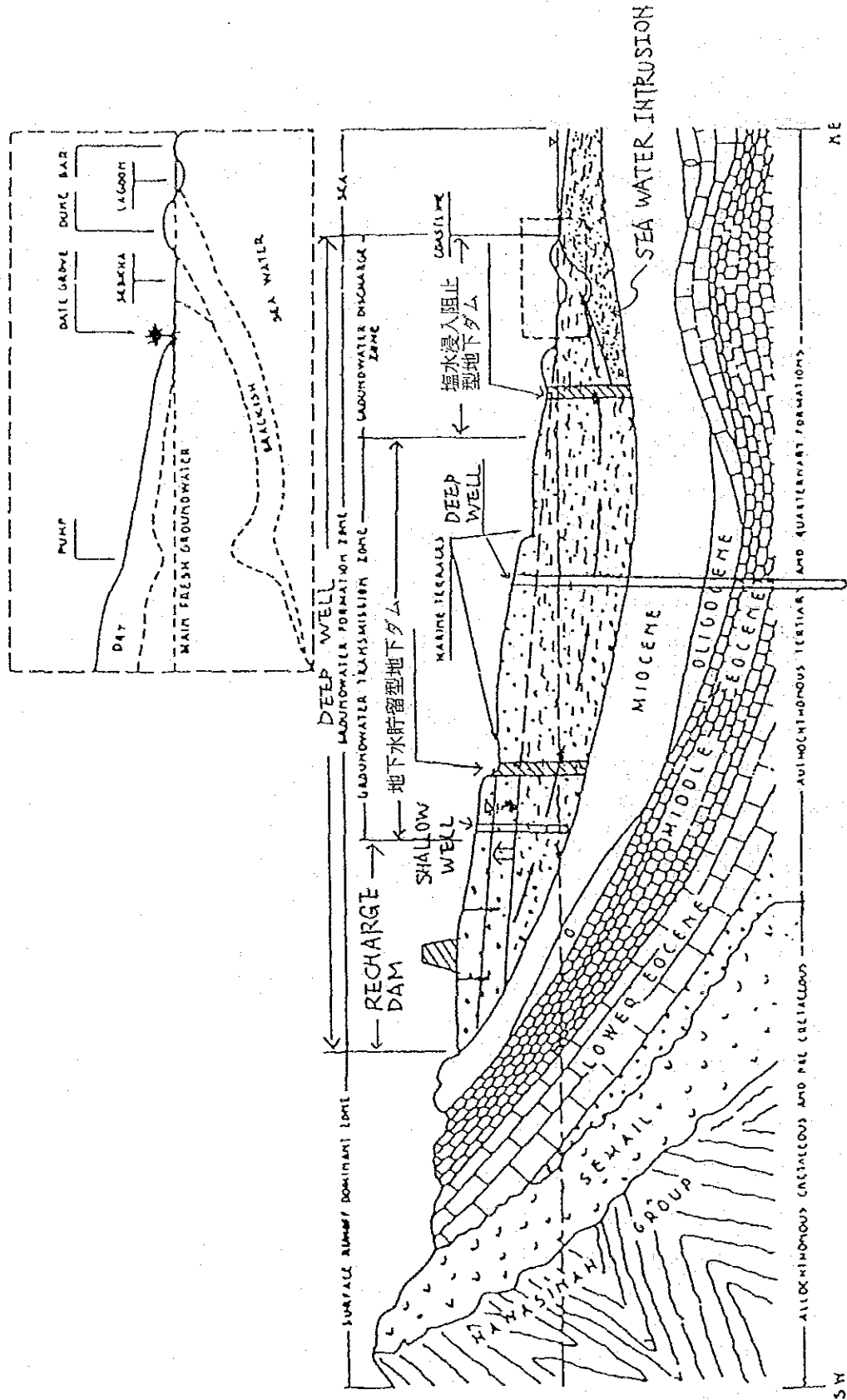
なお、計画の実施においても、計画が予定通り進行しているかどうかを検討するモニタリング・システムの完備がのぞまれる。

(2) ブロック別水資源開発構想

(ア) バティナ平野

バティナ平野はMarginal Wadi Plainと海岸部がかん養域になっている。また降雨による地下水の涵養率は9~15%の範囲にあり平均13%程度であると推定されている。地下水収支としてはほぼ均衡しているかマイナス収支である。また海岸部では地下水の過剰揚水により塩水浸入による地下水障害が発生している所が多い。

Figure 8-2 General schemes of groundwater development in the Batinah coastal plain



このような事情から、地下水のかん養域であるMarginal Wadi Plainにリチャージダムを建設し洪水の海への無効流出を防ぎ、洪水をカットし地下水への涵養率を増大させる。その地下水強化された貯留を有効に貯水するために、Sand/Granal Plainの上部あたりに地下ダム等の地下水貯留施設を作り利用率の増加を計るのが望ましい。利用水量はあくまでも、地下水強化された貯留分だけである。取水施設となる浅井戸ないし集水井はリチャージダムと地下ダムの中間となる。

海岸部では塩水浸入阻止のため連続壁等による不透水性材料を使用した地下ダム建設により、水質の改善を図りながら、新規貯留分を利用するのが有効かと思われる。

概略的な構想を図8-2に示す。

バティナの砂礫層の下には第三紀中新世以下の石灰岩、マールを主体とした地層が連続しており、深井戸による地下水開発の可能性もある。これはまだ、探査上、コスト上の困難があり、あまり開発されていない。

(イ) サラーラ平野

サラーラ平野の地下水の実態はバティナコーストの事情と同じかより深刻である。

地下水資源の開発方針はバティナの場合と同様であり、地下水のかん養域に地下水貯留型の地下ダム、塩水浸入している海岸部には塩水浸入阻止型の地下ダムが考えられる。

深井戸による開発も可能かと思われる。

サラーラ平野では、洪水流量の海効流出が大きく洪水による村、農地の被害を防ぐためのProtection damの計画があり、これらのダムに地下水貯留機能を持たせることも考えられる。つまりダムは不透水のものとし、貯留地に洪水時の砂礫をせき止めるとともに、水も同時にせき止め地下貯留するものである。ダムには取水施設を設け水を利用する。

サラーラ平野の北東部には流水が利用されずに海へ無効流出しているワジが存在し、平野部へトンネル導水も考えられる。

図8-3にその概略的な構想を示した。

(ウ) 北部インテリア

この地区は中世代のHajar, Hawasina層群の上部に、オマーン山脈から洪水時に供給された第四紀の砂礫層が数10mの厚さで堆積しており、砂礫層部での地下水開発構想は平野部上部と考え方は同じである。

かん養域にリチャージダム、その下流に地下ダムを考え、集水井等により利用を計る。

また、Hajar石灰岩中には、裂け水あるいは空洞性の地下水の賦存が考えられ、今後精細な探査が必要とされる。概略を図8-4に示す。

(エ) ドフェール (ネジドを含む)

この地域は、ブロック別の水文地質で述べたように、地下水のかん養はほとんどなく、その年齢が1万年以上前のものであり、地下水位は年々自然低下してゆく流動化石水的な性格

を持ち、300m以深のVER層上部に良好な水質の地下水が賦存していることが判明している。地下水の塩分濃度は流下するに従い増加するため、一応農業用水として利用可能な $2,000\mu s/cm$ を限度として線を引けばブロック区分図のようになる。

ここでは深井戸による流動化石水の開発しか考えられないため、地下水は揚水すれば、その分なくなってゆくため、より精細な地下水盆管理目標の設定と管理が必要となる。

地質断面と概略的な構想を図8-3に示す。

(オ) オマーン山脈

当地域の概念図を図8-4に示したが、山脈中央の急崖部とHajar層群とHawasina層群の境界付近に湧水群が発達しており、前者は規模が小さい。Hajar層群は石灰岩が優勢で、その溶蝕洞からの湧出が多い。また航空写真からの判読によれば節理、リニアメント等が発達しており、裂け水、空洞水の賦存の可能性が高い地域である。

岩盤地帯の深井戸による開発が考えられるが、岩盤地帯に共通にいえることであるが、地下水の賦存状況、流路等未知な部分が多く、探査上困難な場合が多い。

山脈の中央には砂礫が10m以上堆積した盆状地帯、あるいは、Hawasina層群とSemailオフィオライトの谷間にも砂礫が厚く堆積している所がみうけられ、ここには浅層地下水が賦存しており、その開発が、浅井戸、地下ダム等の築造により可能と思われる。

(カ) Wadi Batha~Sur

ここでは大きなワジが地形上台地を浸食しており、砂礫層厚が40mを越える地域が存在している。このような所で自然の地下谷が確認されれば、地下ダム適地となり得るだろう。

(キ) Jabal Qara

この地域の概念図は図8-3に示したが、地下水資源としては、ネジドの場合と同様な状況であり、深井戸による開発が考えられる。

アメリカの調査では、夏期の海洋性モンスーンにより発生する霧をミストネット等により捕獲し利用する実験が進められている。

以上各ブロック別の水資源問方の可能性について述べてきたが、地下水は有限な資源であることと、一部深井戸では探査上困難である事実を忘れてはならない。

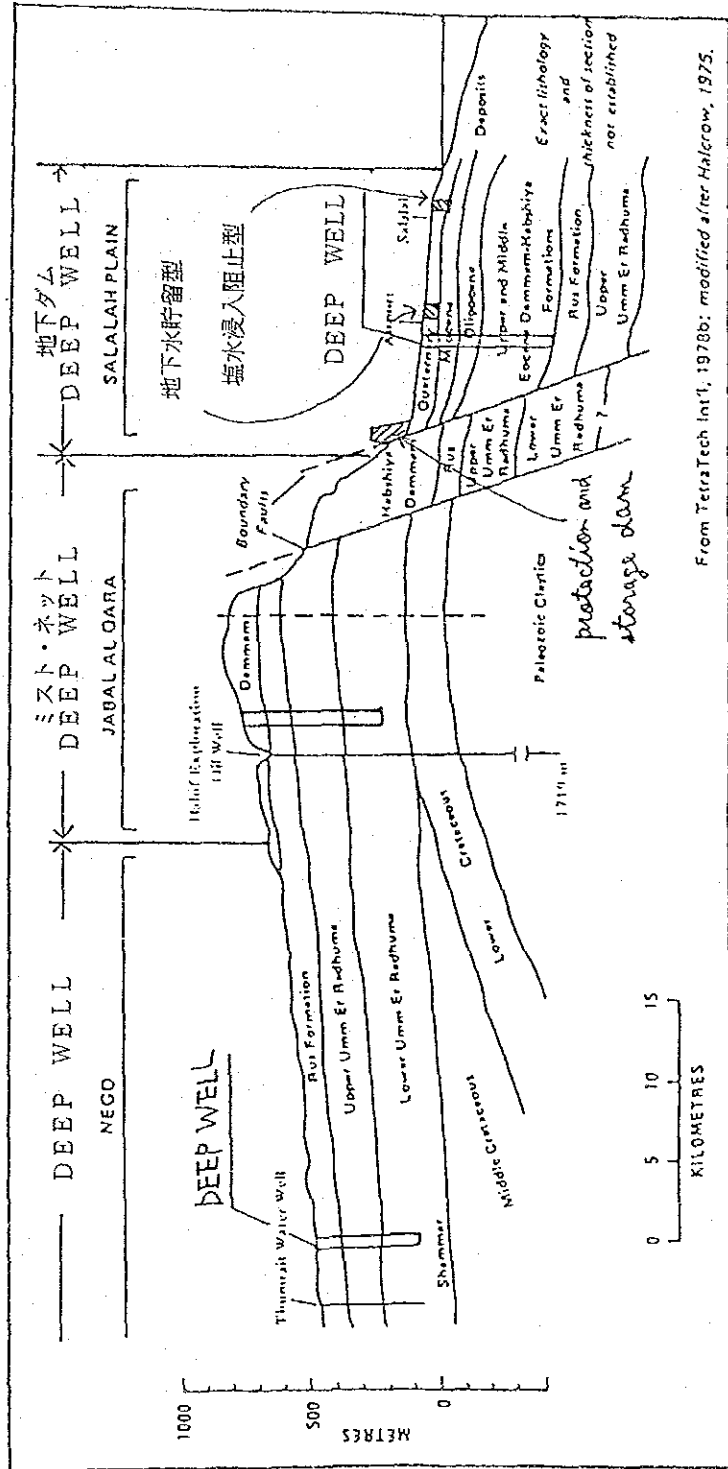
5. 灌漑等生産基盤

水需給の厳しいオマーン国においては、水の有効利用、その適切な涵養方策等の検討は、農・畜産業振興上からも重要な課題である。

(1) ファラジ改良等

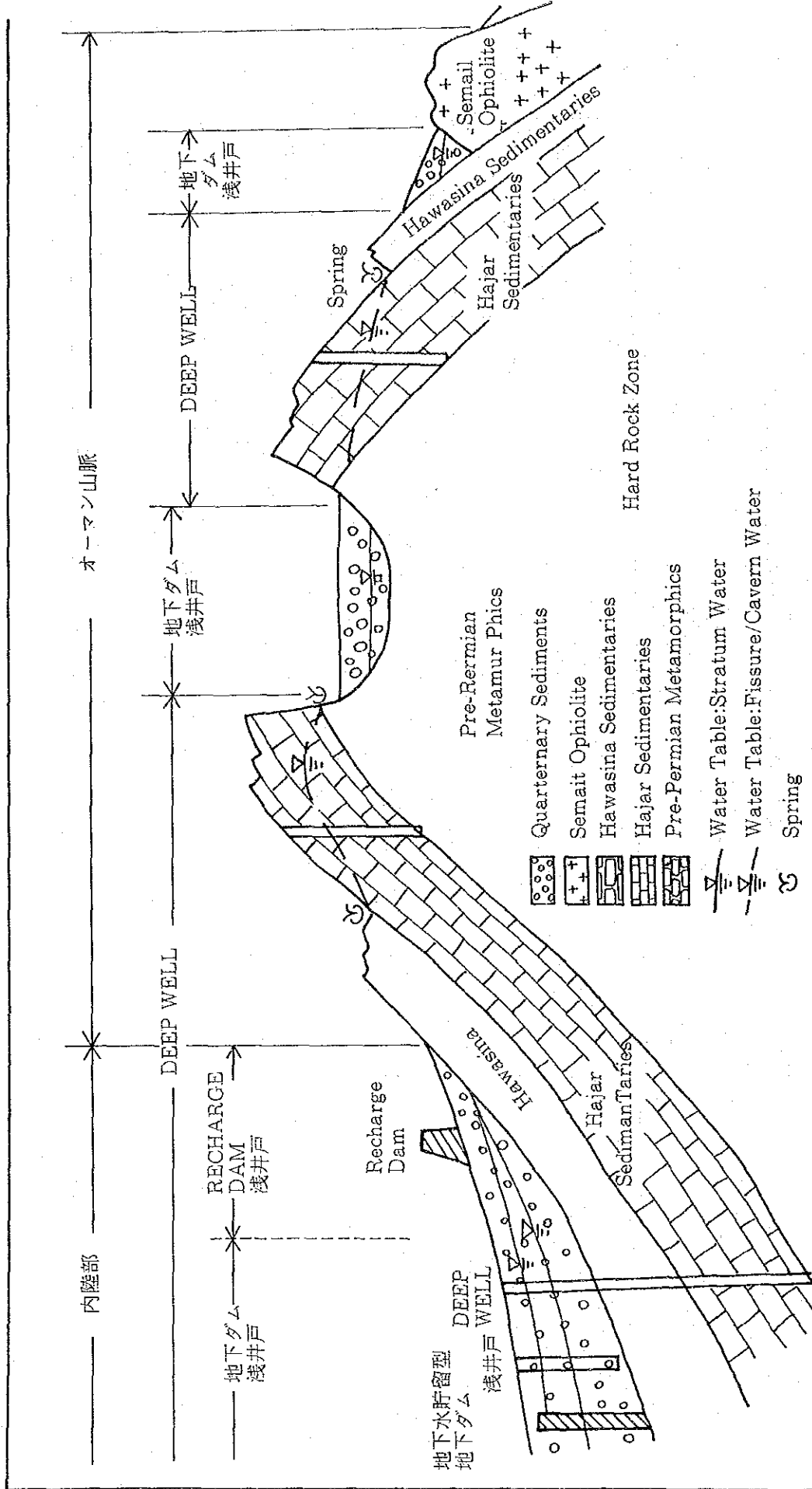
ファラジについては、農漁業省灌漑局が改修事業を行っており、5ヶ年計画の中で予算的にも大きな比重を占めているが、しかしながら現在使用されているファラジは、4000ヶ所もあり、また長い歴史を有しており複雑な構造になっているため改修は、修復程度の部分的なものとな

图 8-3 阿曼南部地下水开发的一般方案



From TetraTech Int'l, 1978b; modified after Halcrow, 1975.

図 8-4 General schemes of groundwater development in the mountain area and the Interior region



っている。

ファラジは、オマーン国の農業を支える基本ともいえるものであるため、従来の改修事業をさらに押し進める必要がある。また、これに加え、ファラジの近代化をも行う必要があると思われる。

ファラジの近代化としては、管路による漏水防止や節水灌漑を行い灌漑面積の拡大などを可能とするものであり、水資源の逼迫しているオマーン国にとって有効な手段と考える。しかしながら、ファラジは、長い年月を経て確立されたものであり複雑な水利権等の慣行を有しており、さらには、各所に井戸を掘り湧水させておりマザーウェルが定かでない複雑な構造等となっているため、ファラジの近代化は、注意深く行うべきである。

このため全国4000ヶ所の代表としてオマーン国内のファラジの大きいものから二つ程度を選びファラジの近代化を検討する。この候補地としては、カナート形式のファラジであるニズワのDarisとイズキのMalikiに焦点をあてることも考えられる。

(2) リチャージダム

リチャージダムの建設は、農漁業省の中でも大きな比重を占めており、第3次5ヶ年計画においては農漁業省全体の開発予算の約26%を占める2千万オマーンリアル（74億円）となっている。

表8-2に、次期5ヶ年計画の候補となると思われるものを示す。これは、リチャージダムの建設計画のあるものについて関連調査の実施状況を示している。なお、この資料は、オマーン国農漁業省灌漑局及び計画局にこの様式を示し作成依頼したものであるが両局とも作成不可能であった。このため、水津長期専門家の協力を得て作成されたものである。

また、農漁業省は、第3次5ヶ年計画策定時農漁業省独自で地域の開発計画を策定しており、これらのうち第3次5ヶ年計画に含まれなかったものや第3次5ヶ年計画期間中に実施できなかったものを次期5ヶ年計画等に取り込む必要も考えられる。

上記リチャージダムは、おおよそ50ダム程度有ると思われる。これらのM/P、F/Sなどの既存資料は、精粗まちまちであるが優先順位をつける作業が必要である。このため、これらの資料を横並びに見るための基準等が必要となる。基準等の作成については、注意深く行なう必要があろう。農漁業省独自で策定した地域の開発計画のなかでも選定基準を使っており参考としても良い。

なお、リチャージダムの建設費を前述したが、これによると第3次5ヶ年計画の予算規模程度であれば5ヶ年間で10数個の建設可能性もありうるとみられる。

(3) 農地開発

ランドサットによる農地開発適地について農漁業省灌漑局が行っており、表8-2に示す。なお、農地開発に関しては、これ以外の計画が存在するかの確認が必要である。

農地開発は、オマーン国にとって耕地を広げ農業生産を高めるものであり非常に重要である。

しかし、水資源の確保はどうか、土壌が農業に適しているかどうか、塩害が起こらないかどうか、生産物の選定はどうか等に注意深い調査と検討が必要である。

表8-2 (その1) リチャージダム

ATTACHED SHEET No. 1

Projects considered to be put in the next National Development Plan in view of the on-going Plan.

Dam (2)

Project	Region	Purpose or target	Area	Products	Population	Any study reports			Maps (scale)	Geology figure	Rain (year)	Data of Geology and hydrology	Temperature	Evaporation	Sunshine	Water discharge including wells and springs	Scale of the major structure	others
						M/P	F/S	D/D										
Sharqiyah	Sharqiyah															2 dams		
Sharqiyah	"							Preliminary Study								8 dams		
Salaiah	Dhofar															3 dams		
Coastal Area	Batnah Dhafar							Preliminary Study										
Jabal Al-Akhdar	Interior							Reconnaissance Study										

表 8-2 (その2) リチャージダム

ATTACHED SHEET No. 1
 Projects considered to be put in the next National Development
 Plan in view of the on-going Plan.

Project	Region	Purpose or target	Area	Products	Population	Any study reports			Maps (scale)	Geology figure	Rain (year)	Data of Geology and hydrology	Temperature	Evaporation	Sunshine	Water discharge including wells and springs	Scale of the major structure	others
						W/P	F/S	D/D										
Wadi Jizi	Northern Batinah	Ground-water Recharge				Water Construction										1 dam		
Suban-Sohar	"	"														4 dams		
Shinas	"	"														2 dams		
Rhaburah-Bamjhalid Al-Bakrain	"	"														4 dams		
Wadi Al-Chul	Interior	"				Water Construction										1 dam		
Wadi Tanuf	"	"				Water Construction										1 dam		
Nizwa-Bahla	"	"														2 dams		
Interior	"	"				Preliminary Study										9 dams		
Wadi Semail	Southern Batinah	"														3 dams		
Barka-Rumais	Southern Batinah	"														4 dams		
Al-Araqi	Dahila	"														1 dam		
Dahila	"	"				Preliminary Study										8 dams		

表 8-3 農地開發

ATTACHED SHEET No. 1

Projects considered to be put in the next National Development Plan in view of the on-going Plan.

Preliminary Study (soil & water)

These regions were selected by Landstat Analysis

Detail Study

Project	Region	Purpose target	Area (km ²)	Products	Population	Any study reports			Maps (scale)	Geology figure	Rain (year)	Data of Geology and hydrology	Temperature	Evaporation	Sunshine	Water discharge including wells and springs	Scale of the major structure	others
						M/P	F/S	D/D										
Landstat Analysis for Land Capabilities	Batin plain		3,470	chees, citrus, mangoes, vegetables														
"	Burai		600	dates, chums mango, livestock herding														
"	Wadi Dank		300	dates, citrus, forage crops														
"	Ibri		400															
"	Bahla, Al-Ghafal		700															
"	Nizwa, Adam, Izki		1,560	dates, chums, vegetables, forage crops														
"	Wadi Andam		1,560															
"	Wadi Al-Batha		1,640															
"	Sala plain		290	Cocconuts, Donanas, mango, vegetables														
"	Ibab Al-Qara		1,425	livestock herding														

第9章 本格調査実施上の留意点

本件本格調査にかかわる留意事項については、既に第2章S/W協議の概要及び前章においてふれたところであるが、本章においては、基本的留意点を若干整理しつつ分野別留意事項につき補完的に記すこととした。

1. 基本的留意点

- (1) まず第1に、本件調査は国家レベルの開発計画にかかわるものである、ということである。したがって、今回調査の対象となる農・畜産関係分野に関する調査が総合的な接近が求められることはもちろん、他の分野や国際的関連にも配慮することが必要とされる。(M/M参照)
- (2) 第2は、調査結果とりまとめの時間的制約の問題である。本件調査は10ヵ年の時間を対象とするものであるが、前記5ヵ年分に相当する部分については、'91年から始まるオ国第4次5ヵ年計画への組み込みが期待されており、それに間に合うよう所要の調査結果を提出する必要がある。
- (3) 若干具体的な調査手法についてふれてみると、目的と手段の明確化と相互のかかわり方、各種手段に関する費用と効果(便宜)、地域別な視点、そして長期的視点と短期的視点の兼ね合い、さらにはそれら各種手段採択の整合的な合目的性などに留意を要しよう。関連して、本格調査団の編成も多様なニーズに応えられるよう専門家の構成等にも配慮を要しよう。

また、本件調査は農漁業者が中心となるものであるが、開発評議会のほか他省庁に關係する面も少なくともそれら機関とのかかわり方、あるいは人口増のテンポ等与件とすべき事項の事前調整等の問題もあり、これらについてはできるだけ早い機会に意見交換を行なっておくことが肝要かと思われる。なお、調査結果のとりまとめ方については、オ国の現況からみても、S/Wの他M/Mにも十分留意した多面的な検討結果を踏まえつつ、論理的に説得力をもったものとするのがとくに望まれるものと思われる。

2. 農業・畜産等(加工・流通等を含む。)

(1) 作物栽培

調査実施において最大の障壁となる点は、各種統計資料の不備であろう。データの未整理、調査年次の不統一等というのはいい方で、農家の平均収入という農業計画を考えていく上で最も重要なデータが存在しないというのが現状である。農家の平均収入、土地利用状況、作付体系等の基本的なデータについては、小規模のサンプル調査(1地域数農家程度)により、モデル的な農家の状況について調査し基礎資料とする必要があると考える。

また、自給率100%を目標として考える向きもあるが、主食である米の生産が困難であるため、

事実上その達成は不可能であることから、既存の農地で最大限の生産性を達成することを主たる目標とし、そのための施策が必要である。

(2) 試験研究及び普及

試験研究のプロジェクト別の予算及び進捗状況については体系だった資料としてはまとめられておらず入手できなかったが、研究担当者とのディスカッションを通じて、主要研究課題、予算、研究期間、予算等について把握する必要がある。

また、人材の確保や適材適所の人材配置等マンパワーの育成・活用方策について長期的に考えていく必要がある。その際に、新設のカブス大学農学部のカリキュラムや指導体制を把握し、1990年に初めてできる卒業生の活用方策等についても検討を加える必要がある。

試験研究体制については、試験研究の目標に即しつつ、その総合的な再編をも含めた根本的な改革を行うことが望ましいと思われるため、研究管理・推進システム、行政と研究の連携体制等について調査を行うことが必要である。

普及組織については、普及所の平均的業務遂行状況や普及員個人の業務の状況等を把握することにより、効率的な業務運営体制を検討することが必要である。その際に、農民側の体制整備も考慮に入れることが望ましく、地域ごとに、経営形態・規模、作付体系等に応じた農家のグルーピングの可能性を探ることも必要であるとともに、サンプリング調査により、農家の普及サイドに対する要望事項を把握する必要がある。

(3) 農・畜産物加工

現在稼働中の工場の稼働率を上げるばかりでなく、新たな原料による新たな農・畜産物加工の可能性を探る必要がある。原料については国内産のみならず海外からの輸入品をも含めて検討するのが望ましい。また、地域振興、農村定住化の観点から、地域の特産物加工のための工場をその地域内に設置し、労働の場を提供する等の方策の検討も重要であろう。

(4) 流通

流通については、PAMAPが組織的にも非常にしっかりしており、かなり明確なポリシーを持って業務を推進していると思われるので、彼らとのディスカッションを軸として調査を行っていくのが望ましいと思われる。PAMAPとしても、全流通量に占めるPAMAPの取扱い量の割合等まだ把握できていないデータも多く、その辺りの調査も必要となろう。また、流通サイドからのニーズをどの段階にまで自らフィードバックできるのか（例えば、流通量をコントロールするための農家に対する作付指導等）については、普及サイドと有機的に結び付いた計画策定が重要であると思われる。

(5) その他

S/W協議での最終日、林業についても若干ふれて欲しい旨言及があった。農業・畜産、さらには水源涵養等のかかわりでどのような扱い方をすべきか、早目に意見交換を行なっておくことが必要かと思われる。（M/M参照）

(6) 畜産

(7) 諸外国の調査報告書の内容検討

いろいろな調査が外国のコンサルタント会社によってなされ、これ迄の5ヶ年計画の基礎となっているため、これらの内容を検討することが重要と思われる。

(イ) 基本データで整備されていないものについては野外調査の実施

畜産農家の平均所得など計画立案に必要な基礎的なデータが欠けているが、これらについては野外調査等を実施する必要があると思われる。

3. 水資源開発・灌漑等

(1) 水資源開発

オマーン国の農業用水は大部分が地下水資源である。地下水資源量の把握には、その賦存量と共に利用可能量である。利用可能量は許容限界揚水量と呼ばれ、自然条件のみならず社会条件をも考慮した環境容量であるということである。

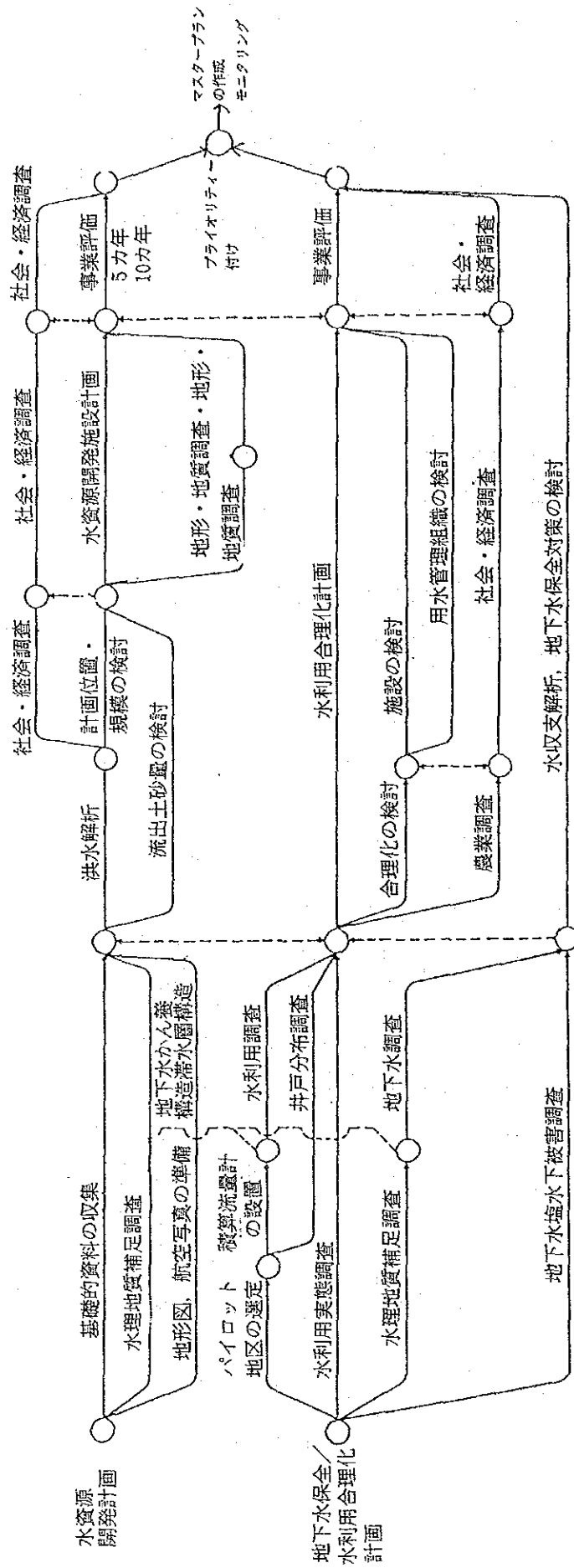
地下水は降雨から地下浸透し海岸部で流出し海に入り、海水が蒸発し、また降雨になるという水文循環系の一員であるが、他と異なるのはその循環速度が著しく遅く数100分の1から数万分の1以上も時間がかかって流動している。したがって、過度の利用は地下水資源の涸渇、水位低下による揚水量の減少、海岸部での塩水浸入等の地下水障害をまねくことになる。これらの地下水障害を生じさせない範囲あるいは、生じても、利用する上でこれだけは許容できる範囲で利用をしていくのがセオリーである。この意見で許容限界揚水量と呼ばれるが、この決定を各地域ごとに行なう必要がある。このためには、水文地質構造、帯水層の水理特性、地下水位等水文観測データ、地下水の揚水量・利用量、水質等の基礎資料が必要不可欠である。

当国においては、水資源関係の資料は多くの省庁に分散（農漁業省、環境水資源省、電力水道省、水資源庁）しており、水資源セクターの政策および目標はカブス国王を議長とする水資源評議会（WRC）により決定される。このため資料収集に当たっては、農漁業省の協力（カウンターパート、レター）により他省方からも資料を収集し、かつ水資源庁の行っている水資源5ヶ年計画との整合性をとらなければならない。これを考慮した政策決定、管理目標の設定をし、開発と保全のバランスのとれた計画にしなければならない。

管理目標を設定するためには基礎データの質、量の問題が精度の良否を決定するために、欠けている資料は現地測定により補完しなければならない。現実に、井戸の本水、揚水量、ファラジからの取水量、単位用水量等の精度の高い資料が存在せず、パイロット地区を選定して、現地調査を行う必要がある。調査地としては、主要農業地帯がバティナコースト、北部インテリア、サララ平野であるためそれぞれ1ヶ所ずつ、1つの代表的な流域を選定して実施することが望ましい。バティナコーストについては南部バティナはJICAの調査資料があり、北部バティナに選定したい。

調査のフローとして表9-1に示したような案が考えられる。

表9-1 調査計画フロー



(3) 灌漑等

(7) ファラジ

ファラジは、長い年月を経て確立されたものであり、複雑な水利権等の慣行を有しており、社会経済的観点からの留意を要する面も大きい。

さらには、各所に井戸を掘り湧水させており、マザーウェルが定かでない複雑な構造等となっている。このためファラジの近代化は、注意深く行うべきものであるが、ファラジはオマーン国の農業を支える中心的役割を果たしてきたものともいい得るものであり、カナートの管路化や節水灌漑の導入などの改善による効果は非常に大きいとも思われる。このため、例えば全国4000ヶ所の代表としてオマーン国内のファラジの大きいものから二つ程度を選びファラジの近代化を検討することも意義ある一案かとも考えられる。この候補地としては、カナート形式のファラジであるニズワのDarisとイズキのMalkiなどが考えられよう。しかしながら、ファラジについては、研究論文などの文献も少なく、また、担当している農漁業省灌漑局でも、従来施設の改修程度であり、ファラジの近代化についての情報をあまりもっていない。

このため、例えば上記の二ファラジについて検討を行なう場合には、現地でのサンプル調査等を行なう必要がある。

(イ) プロテクションダム

農業用プロテクションダムの調査については、農漁業省大臣と交わしたM/Mのなかにも明記されている。本件については、当初はプロテクションダム建設に必要な洪水流量、雨量、ダムサイトの地質などの基本的情報を得ていないとして断った経緯があるが検討につき強い期待があった。

このためプロテクションダムに関する既存資料の収集や現地調査を行なう必要も考えられる。

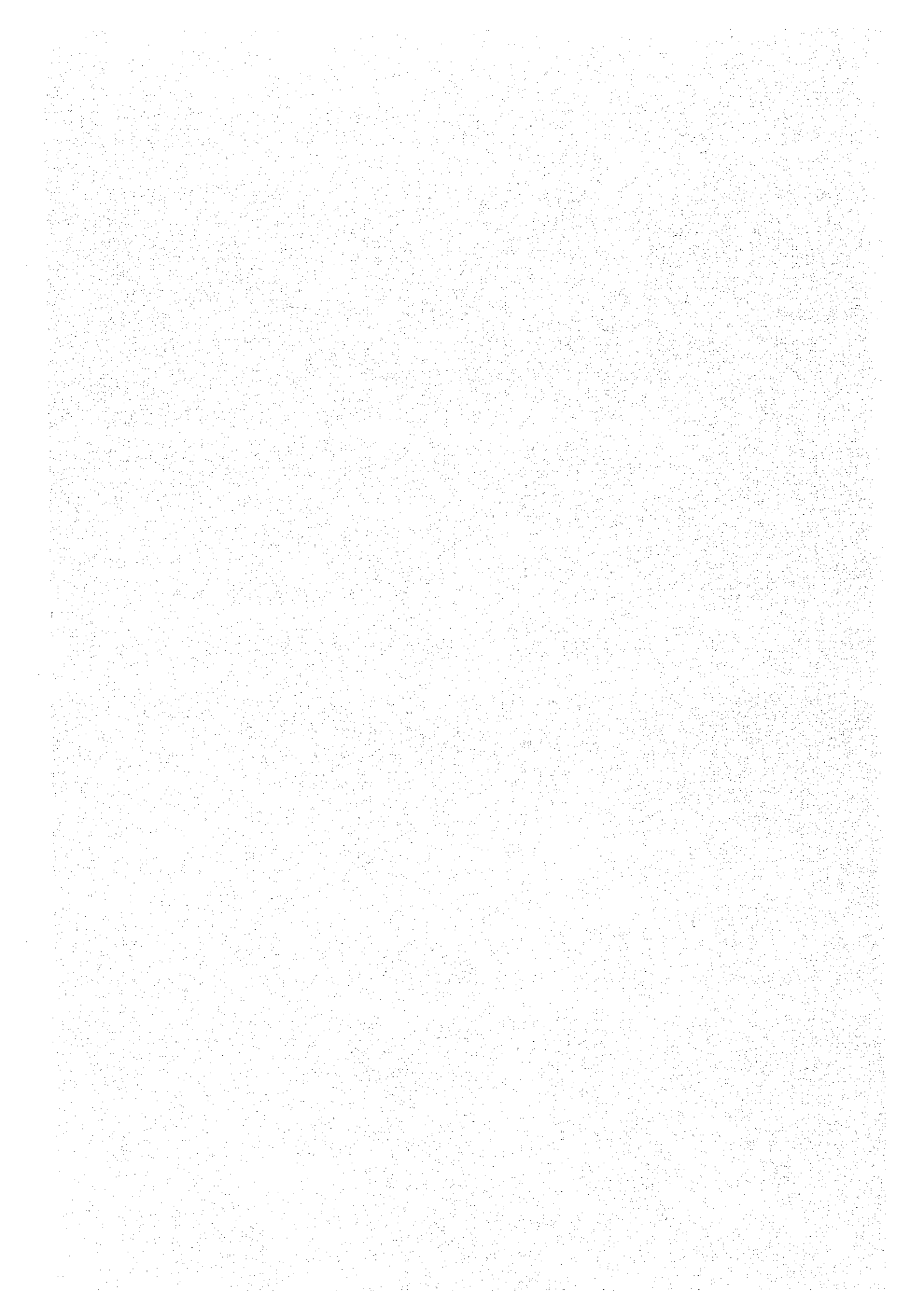
なお、プロテクションダムの対象地区は、南部地域のサララ地区にあると聞いている。

(ウ) 農地開発

農地開発については、水資源の確保、土壌状況、塩害問題、生産物の選定等、注意深い調査と検討が必要である。

資 料 編

- (1) 収集資料リスト
- (2) 地域別にみた水文地質
- (3) 地質図
- (4) 家畜衛生情報



資料編(1)

収集資料リスト (事前調査時収集)

1. 国家開発計画、統計等

- (1) Sultanate of Oman Development Council
The Second Year Development Plan (1976-1980)
- (2) The Third Five-Year Development Plan (1986-1990)
Development Council
- (3) Appendix (A)
Tables of Development
Expenditures by ministries and Government Departments
- (4) Socio-Economic Atlas (1985)
- (5) Sultanate of Oman Development Council, Technical Secretariat
Quarterly Bulletin on main Economic Indicators
March 1989
Directorate General of National Statistics

2. 農業関係資料

- (6) Agric. Exports (1987-88)
- (7) Agric. Imports (1987-88)
- (8) Distribution of Area and Holding (Agriculture Census, 1980)
- (9) Area, Yield and Production of Major Vegetables, Fruits and Field Crops

3. 畜産関係資料

- (10) Feasibility Study for Establishment of Poultry Projects in Sultanate of Oman
June 1988
G. R. M. International Pty. LTD
- (11) Feasibility Study for Establishment of Animal Production Projects in The Sultanate
of Oman F. R. Volum 1, 2
1988
The Consulting Unit for Technical and Economic Studies
Arab Company Livestock Development

(12) A Master Plan for The Development of The Livestock Sector.

F. R Appendices

December 1984

GRM International Pty. Ltd

4. 水資源關係資料

(13) Preliminary Soil and Groundwater Survey of WADI BATHA IN SHARQIYA REGION. F. R.

Volume 1

August 1985

(14) Soil and Groundwater Survey of WADI AL BATHA

August 1985 図面集

(15) Soil and Groundwater Survey for Wadi Quriyot Area, F. R Volume 3

Oct. 1982

(16) Soil and Groundwater Survey for Kamil-Wadi Area, F. R Volume 3

Jul. 1982

(17) Soil and Groundwater Survey for Buraimi Area, F. R Volume 3

Oct. 1982

(18) Soil and Groundwater Survey for BURAIMI Area, F. R Volume 3

Groundwater Resources & Development

Oct. 1982

Groundwater Development Consultants

(International) LTD.

(19) Soil and Groundwater Survey for WADI Quriyat Area F. R Volume 3

Groundwater Resources & Development

Oct. 1982

Groundwater Development Consultants

(International) LTD.

(20) Soil and Groundwater Survey WADI AL-BATHA

1985

Sir Alexander Gibb & Partners W. S. Atkins and Partners

Overseas

(21) Preliminary Soil and Groundwater Survey of WADI AL-BATHA in Sharqiya Region

F. R Volume 1, 2-Report

August 1985

Sir Alexander Gibb & Partners Consulting Engineers Reading
and London England and W. S. Atkins and Partners Overseas

(22) Soil and Groundwater Survey for KAMIL-WAFI Area F.R Volume 3

Groundwater Resources & Development

July 1982

Groundwater Development Consultants

(23) Water and Tribal Settlement in South-East Arabia

A Study of the AFLAJ of Oman

J. C. Wilkinson Oxford Research Studies in Geography

(24) バティナコースト水文観測の地下水位のハイδροグラフ 4葉

(25) サラーラ地域の地下水調査結果報告書

(26) 1/10地形図の位置図(地質図は同位置にある)

収集資料リスト(コンタクトミッション収集)

1. Statistical Year Book (1988), by Development Council. (p.488)
2. Third Five-Year Agricultural Development Plan 1986-1990, by MAF.
Vol. I. Plan Background and Summary. (p.119)
Vol. II. Agriculture and Livestock Plan. (p.361)
Vol. III. Water Resource and Irrigation Plan. (p. 58)
(注:本資料はMAF以外には秘扱いとするようにとのコメントがあった)
3. Bibliography of Agriculture, Animal Wealth, Water Resources, and Fisheries of OMAN.
(1986) by Alam E. Hammad, DBA. (p.93-Copy) Appendix. New Reports & Studies. (p.2-Copy)
4. Regional Development Assessments : Final Report. Vol.6 : North Batinah (p.164), South Batinah(p.186), Dhahira(p.136), Oman Interior(p.140), Sharqiya(p.144) and Southern Region (p.202) (1985) by Arthur D. Little International, Inc.
5. Landsat Analysis for Land Capabilities : Final Report(1982) BY Earth Satellite Corporation. (p.195-Copy)
6. Feasibility Study for the Establishment of a National Company for the Supply of Agricultural Inputs and Services : Main Report (1988) by R Travers Morgan(Oman)Ltd. (p.87-Copy)
7. Feasibility Study for the Establishment of Poultry Projects in the Sultanate of Oman : Executive Summary (1988) by GRM International Pty Ltd. (p. 5)
8. Feasibility Study for Animal Production Projects: Summary Reports by MAF. (p.34-Copy)

9. Master Plan - Livestock : Summary. by MAF. (p.9-15-Copy)
10. Range and Livestock Survey : Summary Review. (1982) by MAF. (p.3-6-Copy)
11. Agricultural Zones. by MAF. (Copy)
12. Distribution of the Area Reported by Land Utilization and Region (1978-79) by MAF.
(Copy)
13. Distribution of the Holding Residents by Sex and by Region (1978-79) by MAF. (Copy)
14. Holdings Reporting, Goats, Cattles, Sheeps Camels, Donkeys and Horses Type of Animals and Number (1978-79) by MAF. (Copy)
15. The Third Five Year Development Plan 1986-1990 : A Concise Presentation. (p.21-Copy)
16. Socio-Economic Atlas (1985) by Development Council. (p.18)
17. Agricultural Research Programme 1987-88 and 1988-89. by MAF. (p.22-Copy, in arabic)

資料編(2)

地域別にみた水文地質

概要で述べたように、地域によって、地形条件、水文地質条件、気象条件に特徴があり、水資源の開発、保全の観点から7ブロックに区分した。地下水の流動状況、電気伝導度のコンターに伴う図-1に示す。区分は考え方のガイドを示す大まかなものである。

- ① バティナ平野
- ② サラーラ平野
- ③ 北部インテリア
- ④ ドフェール(ネジドを含む)
- ⑤ オマーン山脈
- ⑥ Wadi Batha~Sur
- ⑦ Jabal Qara

上記の地域はランドサットによる10の候補地を①、②、③、⑦で全て包含している。主要な地帯のみについて、既存資料^(注)の再録を含め、気象、水文地質等の概要を以下に整理しておきたい。

(1) ①バティナ平野、⑤オマーン山脈

(7) 気象の特徴

(i) 気 候

調査地域の季節は、夏季と冬季とに区分される。夏と冬の季節の期間は、年により変化するが、通常夏は6月から9月、冬は11月から4月であり、それぞれの間は季節の移りかわりの時期である。

夏季には、インド北西部からアラビア湾に低圧部が、インド洋南部に高圧部が広がるために、季節風は南西風となる。熱帯収束帯はアラビア半島上に位置するが、その活動は活発ではない。

冬季には、アジア大陸の高圧部がアラビア半島まで張り出し、インド洋には低圧部があり、熱帯収束帯を形成している。したがって、季節風は乾燥した北よりの風である。この季節風について、低気圧や前線といった総観規模のじょう乱が西から移動し、このじょう乱によって、バティナ・コーストに広範囲な雨がもたらされる。

インド洋、アラビア海で発達する熱帯低気圧は、時折アラビア半島に向かうが、オマーン北部にまで影響を与えることは、極めて稀である。降雨の分布を図1に示す。

(ii) 気 温

年平均気温は27.6℃である。6、7月には日最高気温は40℃、平均気温は34℃、最低気温も29℃を越える。月平均気温はほぼ1年中20℃を越え、4月から9月の半年間は30℃を越え

る。また、日最高気温は3～11月の9ヶ月間も30℃を越える。観測期間中（1983年8月～1985年8月）の最高気温は1985年7月3日の48.3℃であった。このように調査地域は非常に暑い。

気温は、日射量の変化より少し位相が遅れて変化する。気温の中でも、日最高、日平均、日最低の順に位相が遅くなる。

(iii) 相対湿度

年平均相対湿度は64%である。月平均相対湿度の極大値は70～80%であり、夏季（8月）と冬季（11月～1月）に出現する。一方極小値は4～6月に40～50%、9月～10月に50～60%となる。このように、相対湿度は年2回の周期をもつ。

(iv) 水蒸気圧

年平均水蒸気圧は23.7mbであり、月平均水蒸気圧の最大値は約36mbで7月～8月に、最小値は約16mbで2月に出現する。水蒸気圧の変化は、気温の変化より少し位相が遅れている。

(v) 地温

5 cm深の年平均地温は32.8℃であり、最大値は約41℃で6月～7月に、最小値は約23℃で1月に出現する。地温は深くなるにつれて、位相が遅れ、振幅が小さくなる。

(vi) 風

月平均風速の最大値は $2.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ で4月～8月に、最小値は $1.8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ で11月～1月に出現する。月平均最大風速の最大値は $6.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ で4月～6月に、最小値は $5.5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ で12月～1月に出現する。変化の量は少ないが、夏に風が強く、冬に風が弱い。

(vii) 蒸発量

年間可能蒸発量は、ムラッダ農業気象観測所が一部欠測しており推算によれば2052～2218 mmである。

(f) 地形・地質

(i) 地形・地質の概要

オマーン国北部は北方のムサングム半島から南東のシャルキア地方に向かって弓なりに走るオマーン山脈によって特徴づけられ、概して地形・地質はこの山脈に沿って帯条に分布する。

オマーン山脈は西ハジャール山地と東ハジャール山地からなり、西ハジャール山地はアフダル山脈とも呼ばれる。調査地域の主要部は西ハジャール山地の南部に位置し、その源頭にはアフダル山脈の主峰ジャバル・シャムス（2980m）を最高点とした標高2500mを越す山塊がそびえている。この山塊によって海岸部と内陸部の水系が分けられている。

アフダル山脈は一本の背斜軸に沿ったシウ曲山脈である。この背斜軸から北側の海岸に向かって、主山地、前衛山地、周縁ワジ平原、砂礫原の順序で4つの地形区がひろがっている。主山地には背斜軸沿いにいくつかの内陸盆地が連珠状に分布している。また主山地と前衛山地の間は広い谷底平野となっている。

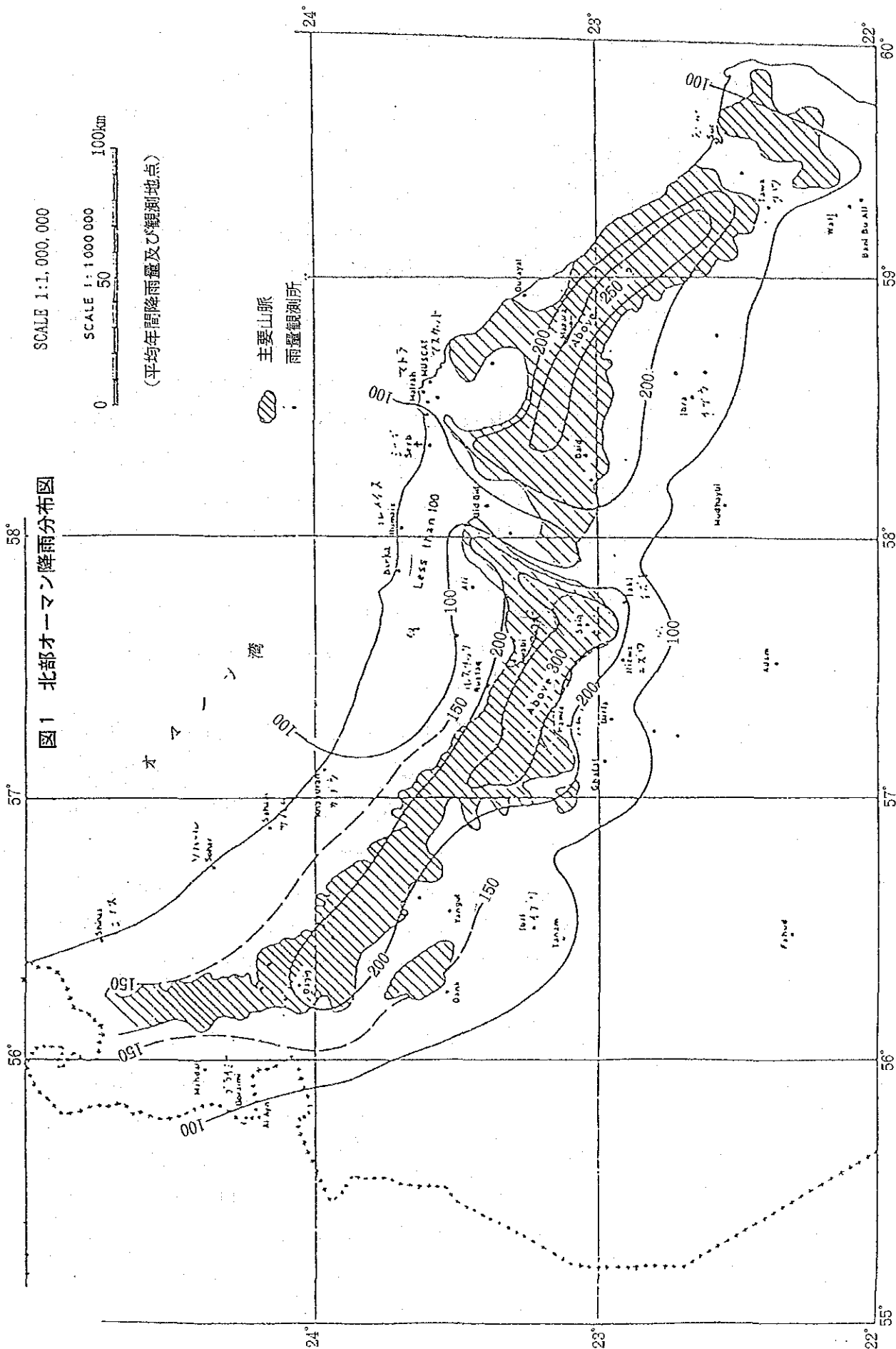
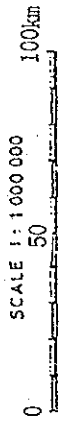


図1 北部オマーン降雨分布図

SCALE 1:1,000,000



(平均年間降雨量及観測地点)

主要山脈
雨量観測所

主山地の盆地の中央部には古い変成岩が露頭するが、山体の地質は主として単斜構造の石灰岩や苦灰岩である。主山地は風化・侵蝕に強い石灰岩や苦灰岩からなるために深い峡谷と険しい山稜からなる。主山地の前面に一段低く分布する前衛山地は、主にオフィオライト・ナッペからなる海底火山性の地質である。オフィオライトは風化・侵蝕に弱いため山容は比較的なだらかであり標高も1000mを越す程度である。前衛山地の麓から海岸に向かっては古いペディメントや古扇状地がひろがる周縁ワジ平原である。更にその外側には沖積層と現在の河川活動による碎屑堆積層が分布し、広い砂礫原が展開している。

(ii) 地形・地質の特徴

地形の特徴として、まず主山地では最高峰ジャバル・シャムスに代表されるような標高3,000mに近い高く急峻な山容があげられる。主山地は本調査地域の南縁と東縁部で分水嶺をつくっている。単斜性の地層が優勢な海側の縁辺部には単斜山陵やケスタ地形の発達が著しい。また主山地の背斜軸に沿って大小の内陸盆が連珠状に分布している。総じて流域の南縁部では山陵は北西-東南方向に走っているが、東縁部では北東-南西方向に向きを変える。

前衛山地は主山地に内陸側から包囲されるようにして広がっており、その頂部標高はほぼ1000mである。

周縁ワジ平原は、主山地または前衛山地の山麓から下流に向って広がり、段丘および侵蝕扇状地からなる。その地形勾配は1/200以上のことが多い。勾配は下流に向ってゆるくなり、平均1/500程度で砂礫原に移行する。

砂礫原は新しい扇状地、現ワジ河床及び氾濫原からなる。上流では段丘や侵蝕扇状地にはさまれて狭いが下流では広くなる。最下流の海岸部では海岸砂丘やシルト原に変わってゆく。

地質の特徴を各地形についてみると、主山地、周縁ワジ平原および砂礫原は原地性(antichthonous)の地層からなるが、前衛山地は異地性(allochthonous)の地層からなる。

調査地域に露頭する最古の地層は、主山地内陸盆の先二畳系の弱変成岩である。主山地と前衛山地の露岩帯は、二畳系から白亜系の地層が主体をなしている。主山地の地質は原地性の堆積岩であるのに対し、前衛山地のオフィオライトは海底火山性で異地性である。主山地の構造を決定しているのは、主山地南縁を走るアフダル背斜と東縁を貫くナハル背斜の2大背斜構造である。一方前衛山地には北から南に向かうナッペ構造が発達している。

周縁ワジ平原部と砂礫原部は、前衛山地にアバットした古第三系の泥岩や石灰岩を基岩とする第三系と第四系の礫層からできている。礫層は岩相の連続性に乏しいが、下位から団結礫層、泥質礫層及び新期の砂礫層の3つに区分できる。これらの中で、特に団結礫層と泥質礫層中には泥層や石灰泥の夾在が認められ、上位の新期の礫層とは様相を異にする。砂礫層及び海岸地域のワジ末端部では更新世/完新世の海進の痕跡が残され、海成層はワジ礫層と指交している。

地形との関連で地質をまとめると表1のようになる。

表1 地形区とその地質構成

地形区	地質構成
主山地	先二畳基盤岩、ハジャール累層群、ハワシナ累層群
前衛山地	セマーイル・オフィオライト
周縁ワジ平原	第3紀石灰岩・碎屑物堆積層
砂礫原	更・完新世碎屑物堆積層

水文地質との関連で概念図に示したのが図2、3である。

(ウ) 水文地質

北部オマーンでこれまでに行われた水資源開発計画では調査地域をその地域の主要な岩質によって大きく2つに区分して扱うことが行われてきた。

特にGibb (1976) は硬岩地帯 (Hard Rock Zone) と軟岩地帯 (Soft Rock Zone) の2区分を用いている。

硬岩地帯は石灰岩やカンラン岩などのよく固結した岩石からなり、一般に帯水性の貧弱な地質からできている。一方軟岩地帯は主として沖積堆積物などの碎屑物からなり、一般に多孔質で帯水性にすぐれている。前節4.1で論じた4つの地形区分はここで更に2つの水理地質区分に再区分されるが、それらは以下のようになる。

硬岩地帯 : 主山地及び、前衛山地

軟岩地帯 : 周縁ワジ平原及び、砂礫原

主山地の主要な地質は、変成を受けたシルト岩や礫岩、苦灰岩、苦灰質石灰岩、および石灰岩である。また前衛山地では、超苦鉄質の海成の火山岩やオフィオライトのハンレイ岩などが主要な岩体をなしている。

軟岩地帯では、周縁ワジ平原部で泥灰岩や砂質泥岩が古第三紀の石灰岩とともに露頭しており、砂礫平原には完新世の碎屑堆積物が広範に分布している。

一般的な傾向として、古い岩体ほど透水性が貧弱であり帯水性も悪い。

散発的な河川活動によって、山間部では深い谷が形成され、山麓部の古扇状地や沖積地帯も開析されているが、沖積平野部には網状流路が発達している。洪水性の河流はそのほとんどが蒸散と地下水涵養で消失するが、一部は海岸部にまで到達し海に流出することもある。地下水涵養速度は地表の地層の浸透能によって大きく変化する。平野部では、通常上流部のワジの河道沿いと中流下流部の砂礫平原部が浸透能にすぐれている。

主山地と前衛山地は、岩質が緻密であり、地質構造が乱れているために広範な帯水層の分布を期待することはできない。この乱れは、主山地では大規模な背斜構造によるものであり、

図2 パートナ・コーストの水理地質模式断面図

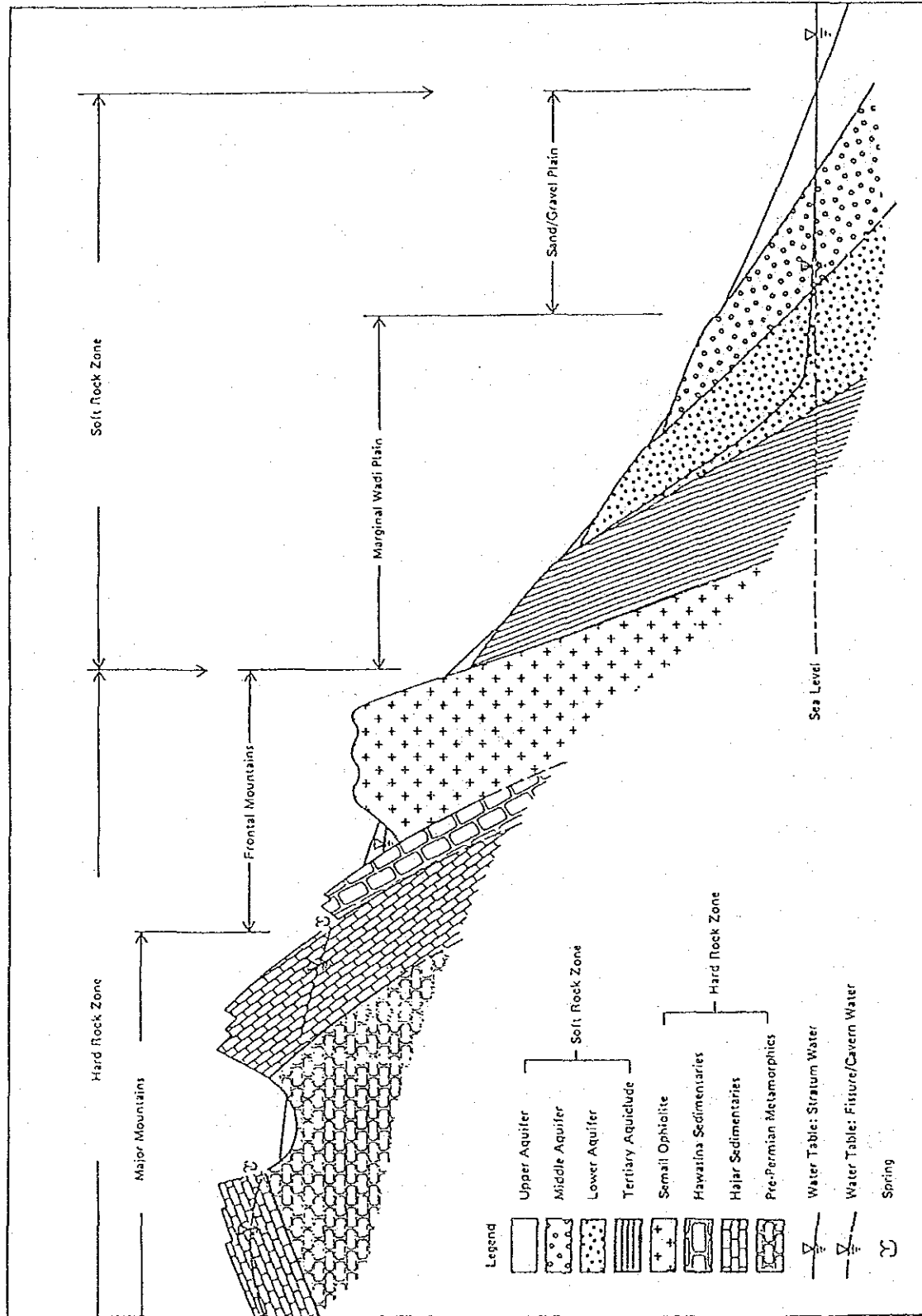
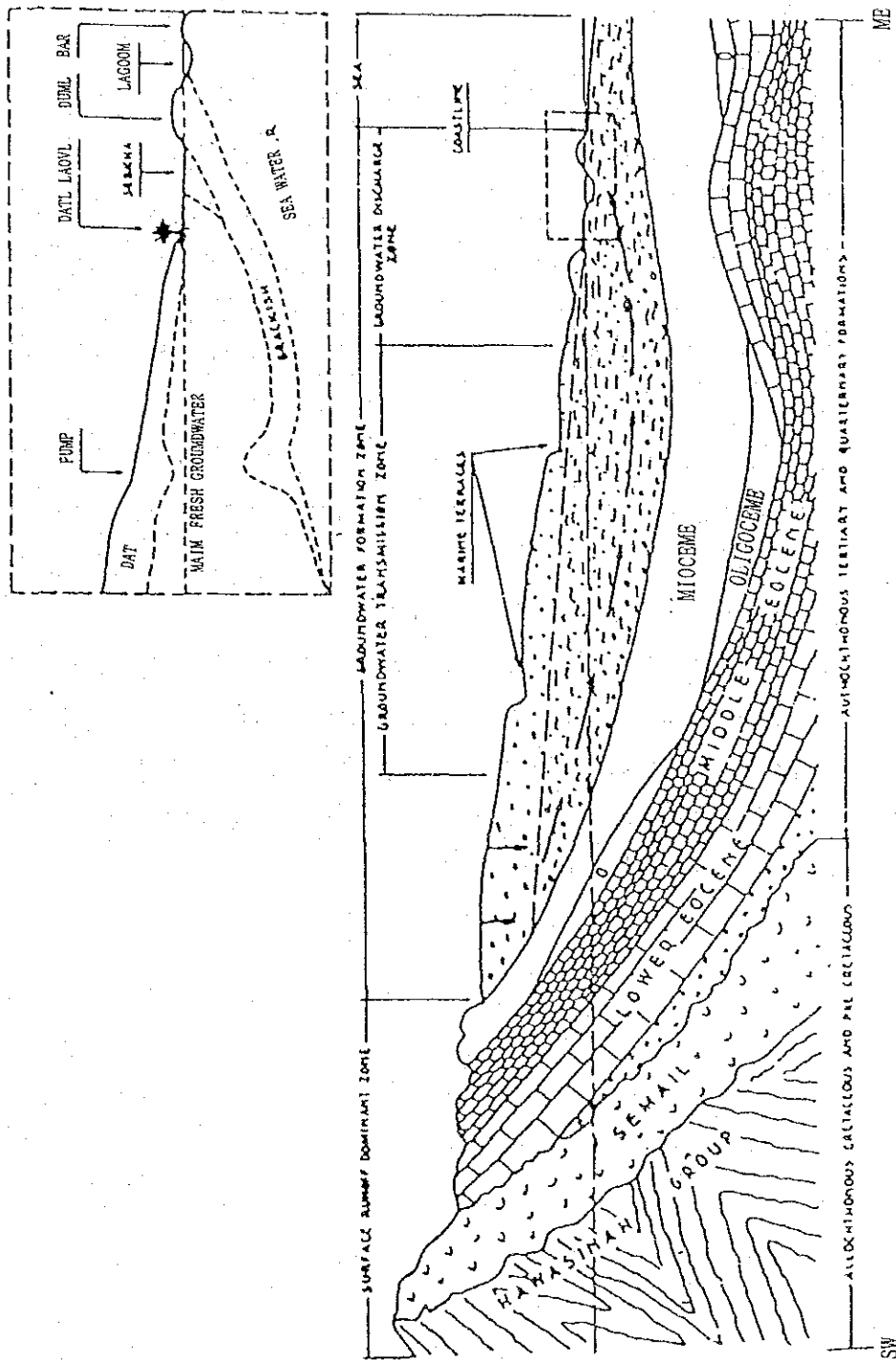


FIG 3 GENERAL HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS IN THE BATINAH COASTAL PLAIN



SW (BASED ON REPORT ON SOIL INVESTIGATION ASSISTANCE MISSION, VOLUME 4 - WATER RESOURCES)

前衛山地の場合は衝上断層によるものである。

周縁ワジ平原では、その層相から推測すると多様な透水性からなる地層によって構成されている。前衛山地に臨接する上流の縁辺部では、第三紀の岩体が下位の地層にアバットし、堆積の均一性を失っている。このような地質の特徴のために、周縁ワジ平原では帯水層の広範な発達はない。

砂礫平原での地下水の賦存量は、山間部に比べてずっと豊かである。

(1) 帯水層

パティナコーストにおける主要な帯水層は第三紀から完新世にわたる堆積物によって構成され、海岸地帯に広く展開している。これらの一部には、古い段丘堆積物として内陸深くまで分布し、標高1,000m程度まで到達しているものがある。しかし、これらは海岸部の軟岩地帯に比較するとずっと小規模である。軟岩地帯の主要部は前衛山地下流側縁辺から海岸部に向かって広がっており、いくつかの堆積系から構成されている。

軟岩地帯で下位を構成している地層は、古第三紀の浅海成石灰岩、泥灰岩および泥岩である。この浅海成石灰岩は軟岩地帯では異端の硬岩的要素であり、ほぼ海岸線に平行して前衛山地近くに露頭している。この岩体中には地方によっては溶蝕孔が存在するが、空洞水の帯水層がどの程度発達しているかは不明である。

軟岩地帯で上位をなしている第四紀の堆積物は、沖積段丘ごとに特徴づけることができる。上位段丘の堆積物は石灰泥によって膠結された砂質礫層である。下位段丘の堆積物と沖積堆積物は膠結されていない。地層水は段丘堆積物と海岸平野の沖積堆積物中に広く存在している。上位の層位の非膠結層は地層水の帯水能力に最も優れているが、海岸に近づくにしたがい、シルト成分が増加し帯水能力が低下している。

帯水層区分は表2の3層に区分されている。

表2 主要帯水層区分要約

帯水層	層厚	地質年代	層相	分布
上位帯水層	10~30m	完新世	シルト・砂 砂質礫	砂礫原下流域、 海岸部
中位帯水層	20~60m	更新世 新第三紀	砂質礫 泥質礫	砂礫原中・下流域
下位帯水層	> 50m	古第三紀	泥質礫 膠結礫	海岸平野全域

帯水層の水利特性は表3に示した。

表3 主要帯水層水理定数の暫定分布域

帯水層	比湧出量 (m ³ /day)	透水量係数 (m ³ /day)	貯留係数 (%)
上位帯水層	7,000~	7,000~	2
中位帯水層	800~9,000	350~9,000	0.5
下位帯水層	100~3,000	20~1,000	0.3

(イ) 地下水

地下水のトリチウムの測定結果は、山間部から山麓部の高濃度ゾーン、砂礫原中部の零濃度ゾーン、海岸部の零濃度・高濃度混合ゾーンの3つのゾーンを示している。

このことから、海岸部の地下水は30年以上以前に涵養されたものが主であり、新しい地下水は特定のワジ流路に沿って部分的に分布していることが分った。

電気伝導度 (EC値) は地下水のイオン組成や濃度や温度によって決定されるものであるが、おたがいによく似たイオン組成や環境にある地下水の場合は、イオン濃度あるいは塩分濃度の目安として用いることが出来る。

地下水EC値が単に内陸から海岸に向かって増加しないことである。EC値の最低値は砂礫原の中央部に現われ、その極小域は水温の分布に似て2ヶ所存在する。

砂礫原中央部は地下水の塩分濃度の面からみても特異的な地域であることが分る。

地下水水質の長期変化は、地下水の塩水化についてGibb (1976年) 及びMAF(1983年) が調査した電気伝導度 (EC値) の分布から比較した。その結果、Abu Abali, Al-Suwadiの一部地域でEC値の増加が認められる。

(カ) 水収支

調査地域の水収支は実測値及び計算値 (降雨量、地下水変動量、海への地下水流出量、水利用量) が得られた範囲で整理した。

主要な水資源である地下水は以下のようにまとめられる。

- (i) 南部4ワジ (ワジ・バニ・ガーフィル、ワジ・アル・ファラア、ワジ・バニ・ハルース、ワジ・アル・マアウィル) の9年間 (1976~1984年) の地下水貯留量はマイナスを示し、海への地下水流出量はゼロと推定された。
- (ii) 北部のワジ・アーヒンは経年的水位データが得られないので、地下水貯留量の変化については明らかでない。海への地下水流出量は5.1MCM/年と推定された。
- (iii) 調査地域の表流水の海への流出量は過去の調査資料によると降雨量の1~3%程度と推定される。
- (iv) 地下水貯留量の変化は調査地域南部の4ワジについての地下水位データが得られた。9年間 (1976~1984年) の地下水位の変動から、地下水貯留量は減少していることが推定された。

(キ) 水利用、土地利用

(i) 山間部のファラジの取水量は通常では、山間部の必要用水量をかなり超過していることが推定された。

1984年の春頃、ファラジの管理者が水不足を訴え始めた頃を山間部の最少必要用水量として仮定すると、年間約73.9MCMと推定される。

(ii) 調査地域海岸部の年間総用水量は調査期間内の年平均で112MCM/年と推定されるが、全体に過剰取水の傾向がある。サンプル調査(16ヶ所の農場)によると、約半数の農場で、必要用水量の2~3倍の過剰取水が認められた。

(iii) 水管理の地域的特徴としては、山間部では伝統的なファラジ・システムによって共同管理されているが、海岸部ではかんがい用ポンプによる個人管理にまかされている。

(iv) 山間部・海岸部ともに多くの放棄農地が認められている。海岸部での質問調査によると、放棄理由として労働力の不足、低農業生産性、揚水施設老朽化への再投資金の不足などをあげる例が多かった。しかし地下水塩水化もその主な理由のひとつと考えられる。

山間部では質問調査を実施していないが、放棄理由としては用水不足や都市への人口流出にともなう労働力不足等が推察される。

(2) ②サララ平野、④ドファール(ネジドを含む)

(7) 気象の特徴

(i) 気候

気候的に乾燥地帯に分類されるが、夏の南西季節風(モンスーン)と冬の北西季節風に強く支配されている。乾燥度は海岸部から内陸部に向かい増加し、ほぼ海岸に平行して気候帯が分布する。

サムリートの観測記録によると、調査地域は気温の日較差が非常に大きく、一年を通して20℃程度である。年最高気温は43~45℃で6月に観測され、1月に年最低気温が2~6℃となる。

年降水量は年により0mmから150mmまで大きく変動する。1980年代の平均値は、32.0mmである。主要な降水はサイクロンの接近通過によってもたらされることが多く、大きなサイクロンは5年に1度の頻度でネジドに到来するといわれる。また、雨期は特定できない。南西モンスーンは6~9月に集中するが、ネジド地方の南縁には標高1,000m級の山岳部が東西に伸びているため、南西モンスーンによる降水はこの山岳部以南と海岸部にかぎられる。海岸部から山岳部にかけての年降水量は300~500mmで、沿岸から内陸約30kmまでの狭い範囲内に限定される。

(ii) 降水

収集可能期間内ではサララとサムリートとも1983年に最大年間降雨量が発生し、各々359.8mmと144.6mmであった。最少年はサララが1981年に53.4mm、サムリートが1982年に7.0

mmとなり年降水量が大きく変化する。年間降水の平均は、海岸部のサララが120.7mm、カラ山脈北側のサムリートが36.3mmであり、カラ山脈の存在が山脈南北両側に大きな影響を与える事を示唆している。

(iii) 気 温

サララでは年平均気温が凡そ26°Cであり、年較差は最大、平均、最低とも5°C内外、日較差は約10°Cである。一方サムリートでは、年平均気温がサララと同じ約26°Cである。しかし最高、平均、最低とも年較差は約15°Cと大きく、日較差は年間を通じてほぼ20°Cと一定である。

(iv) 相対湿度

サララでは、7月、8月に約90%と最大になり、12月、1月の約50%に向かい漸減する。サムリートはピークが12月、1月と7月、8月の2回あり各々55%、60%近辺の値を示す。他の期間は40%程度の値となる。これは気温の日較差が大きい事に依る。

(v) 風

サララは一年を通してほぼ3.5m/sec前後で年較差も小さい。風向は年間を通して南風が卓越するが1月、2月に北風、7月に西風が見られる。サムリートは年平均風速こそ5m/sec前後であるが、年較差は大きく8月に9m/sec前後、冬期に3.5m/secとなる。総じて前半期に6.0m/secの風が吹く。風向は年間を通して南風が卓越する。冬期に北/北西の強風が間欠的に吹き、Shamalと呼ばれ、大規模な砂嵐を引き起こす。

(vi) 蒸発量

サララとサムリートともPiche式簡易蒸発計を使用している。サララは年平均6.4ml/day、冬期に10ml/day、夏期に2ml/dayで年較差4.0ml/day程度と比較的変動は小さい。サムリートは年平均15.5ml/dayで夏期に多蒸発量、冬期に逆となり年変動はSalalahと異なる。

(vii) 日照時間

日照時間の観測はサララのみである。7、8月の夏期には極端に小さくなり、2時間程度であるが、他は9~10時間の日照がある。

(i) 地形の概要

南部地区には、イエーメンからアラビア海に沿って東方向へ、クリヤムリヤ湾(Kuria Muria Bay)まで直線的に伸びる1,000m級の山脈がある。そのオマーン国内における長さは、約250kmである。この山地は、西側から順に、カマール山脈(Jabal al Qamar)、カラ山脈(Jabal al Qara)、サムハン山脈(Jabal Samhan)と続き、中央部のカラ山脈が最も低い。これら一連の山脈(以下ドパール山地と仮称する)の分水嶺は著しく南側に片寄っており、南側斜面は急峻で、オマーン山脈のように大規模な扇状地群や海岸平野を作ることなく、直接アラビヤ海に没している。この急崖は、山脈に平行な断層群によって形成された断層崖である。ドハール州都のサララは、山地と海岸との間にわずかに形成された小規模な海岸平野にある。

分水嶺の北側斜面は、頂稜部付近を除くと極めてゆるやかであって、起伏の感じられない高原あるいは平原状を呈す。標高600mラインから300mラインまでの距離は90km程度あって、その平均こう配は1/300、300mラインから150mラインまでの距離は140km程度で、その平均こう配は約1/1,000にすぎない。この平坦に近い地形面は、ゆるやかに傾斜する地層面を反映したものであって、北方ないしは北東方向に次第に高度を減じ、南・北部オマーンを隔てる標高60m前後のルブアルハリ砂漠に至っている。今回の調査対象となったネジドは、この山地の北側の高原ないしは平原状の緩斜面上に位置する。

(ウ) 水文地質

南部地区を構成する地層は先カンブリヤ紀から現世に至る時代のものがあるが、その主体は地表面下数100mにわたって存在する古第3紀層とその下位にある白亜紀層である。

両者は不整合で接するが、白亜紀最上部層のアルマ層が、石油探査成果ではよく連続し欠如する地域がないことからその浸食面はかなり平坦と推定される。サラール周辺の層位の研究によると地下水開発の面で重要な古第3紀層は、下位からUER層 (Umm Er Raduma Fm.)、ラス層 (Rus Fm.)、アンドラ・カラ層 (Andura Qara Fm.)の順に累重する。アンドラ・カラ層はサウジアラビアのダマン層 (Dammam Fm.) と同時期の堆積物と考えられており、水文地質の文献ではこの地層名が使用されているので本報文でもアンドラ・カラ層にかわってダマン層の名称を用いる。

UER層は、更に上部層と下部層に区分されている。下部層は5単元の部層に分けられている。最下部層は夏岩を主とする層厚60~70mの地層で、黒色夏岩、緑色夏岩、石灰岩などから成る。これが前述のシャマーシェール (Shammer shale)でありネジドにおける不透水性基盤となっている。直上位には有力な帯水層があるため、地下水開発の立場からは、その深度や構造を把握することが重要となる。これに続く3部層はいずれも石灰岩を主とし、苦灰岩、泥灰岩、チョークを挟在する互層で、合計層厚は130~140mである。これらの部層は当地域のみならず、アラビア半島全域にわたって最も有力な帯水層となっており、水質が良ければ地下水開発対象となる。最上位の部層は苦灰岩化へ進んだ黒っぽい石灰岩とラミナを有する薄い夏岩・泥岩・泥灰岩の互層で層厚は120m程度である。平層はカラ山脈の東部では薄くなる。なお、PDO文献ではUER層を上中、下部層の3単元に細分している。この場合は、シャマーシェールのみが下部UER層その上位の4部層が中部UER層に相当するらしい。

上部UER層は3単元の部層に分けられている。上部と下部は石灰岩と泥灰岩の互層、中部はレンズ状の暗色の石灰岩と夏岩の互層である。いずれも石灰岩を挟み、小規模な帯水層 (石灰岩) と不透水層 (泥灰岩、夏岩) の互層となっている。本層の層厚は、カラ山脈においては西方から東方に移行するにつれ厚くなり、山脈から北方へ遠ざかるにつれ薄くなる。

ラス層は、UER層を整合的に覆う層厚100~150mの堆積物である。構成岩石の記載は文献によって多少異なり、石こう、硬石こう、苦灰岩、苦灰岩質泥灰岩などの互層とするもの

と、チョーク質石灰岩、ひうち石、チャート、泥灰岩、泥岩などの互層とするものがある。カラ山脈付近は後者の岩相で、北方或は東方へ移行するにつれ、石こう系の岩石に富む前者の岩相に移行するらしい。いずれにせよ有力な帯水層となり得るような厚い石灰岩はなく、泥灰岩などと互層する薄い石灰岩がある程度で帯水層を形成する場合でも規模は小さい。石こうなど蒸発性堆積物を挟むため、地下水の水質も良好とは云えない。

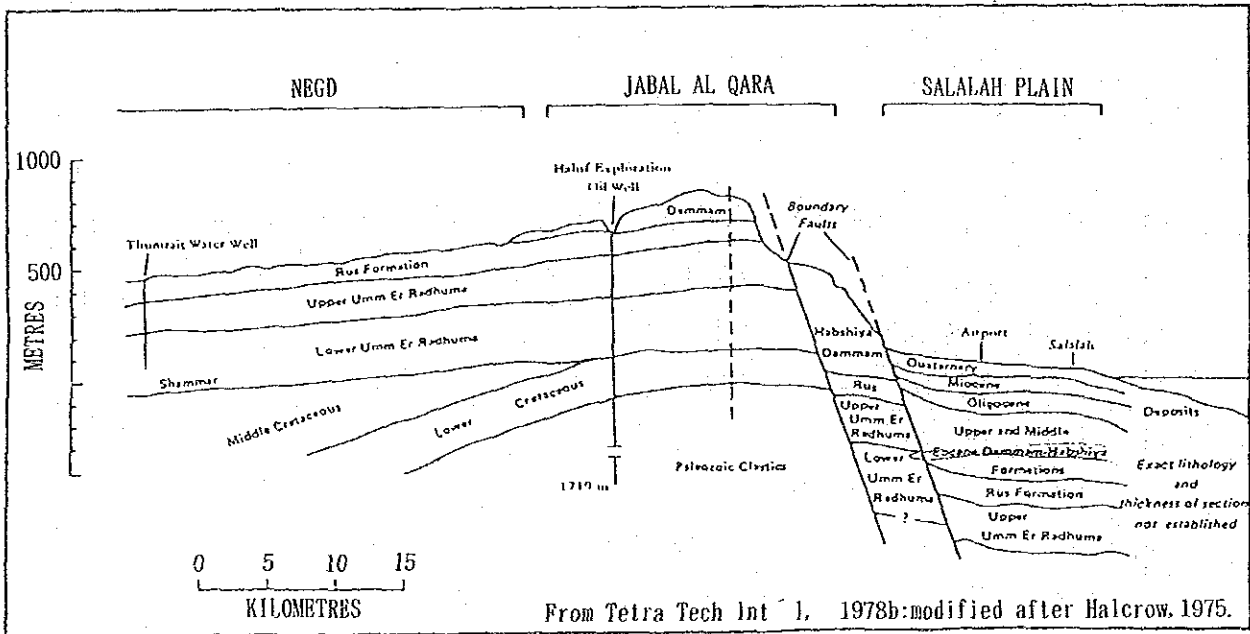
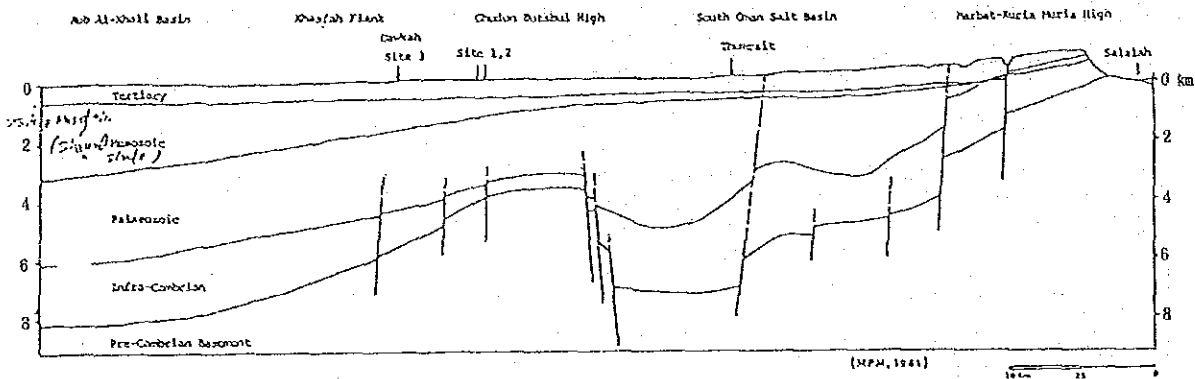
ダマン層（アンドラ・カラ層）は、ラス層を整合的に覆う層厚150m程度の堆積物である。本層を構成する岩石は、カラ山脈付近では石灰岩を主とし、チョーク、再結晶した苦灰岩質石灰岩、泥灰岩などを伴う。石灰岩は良好な帯水層となっている。本層は、カラ山脈から遠く離れると夏岩ないしはチョーク質泥灰岩を主としている。

地質断面と水文地質の一覧をそれぞれ図4、表4に示す。

表4

地 務 名	層厚 (mm)	岩 相	地下水開返ポテンシャル
(第四系)			
飛砂(風成砂) ワジ堆積物	0~30	砂 丘 砂 砂 礫	不 適 地下水面上にあり乾燥している。
(第三系)			
ダ マ ン 層 (Tda)	0~150	淡桃色大理石、赤黄色泥灰岩、苦灰岩、チョーク質石灰岩互層	開発適 空隙に富むが、飽和帯の厚さは地域により変化 水質良~やや悪い
ラ ス 層 (Tr)	100~200	苦灰岩、チョーク、泥灰岩互層、石こうを挟む	開発不適 水質不良
上部UER層 (Tu)	100~200	灰白色泥灰岩質石灰岩を主とする。緑灰色泥灰岩夏岩を挟む	開発適 透水性大、水質良好
下部UER層	250~350	塊状硬質灰白色石灰岩を主とする。濃灰色泥灰岩夏岩の薄層をはさむ。夏岩は下位に多い。石灰洞が多い。	開発最適 南部オマーン全域の主帯水層、透水性大被圧度大きく、自噴井の源となる。 水質良好
シャマー夏岩	10~30	夏岩	ネジドの地下水の不透水性基盤

図4 サラール及びネジド地方構造断面概念図



(イ) 帯水層

(i) サラーラ平野

帯水層は大きく3つの単元に分けられる。第4紀沖積層、石灰砂岩、第三紀のTaqua層群の石灰岩であり、石灰岩中の溶蝕洞には多量の地下水が賦存している。厚さは20m~55m程度となっている。

(ii) ネジド

PAWRとネジドの地下水調査によれば、ネジドの地下水は次の4帯水層に区分される。

A層 : ダンマーム層とラス層 0~140 m

水質は一般に良好で、電気伝導度(EC)は、 $2,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ 以下のことが多い。ただし、ラス層の地下水の中には、 $10,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ を越すものがあるほか、全体に資源量は貧弱である。浅層の若い地下水からなるが一部被圧されている。

B層 : 上位ウムエルラドゥーマ(UER)層の上層 140~270 m

良好な地下水もあるが、泥灰岩層からのものは水質が悪く $2,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ 以上に達する。透水量係数は大きい。全般的に被圧されている。

C層 : 下位UER層頂部 270~310 (?) m

ネジド全体に広がる大地下水帯である。

水質は良好で、EC $1,500 \mu\text{s}/\text{cm}$ 前後である。

還元状態にあり、 H_2S が溶存している。

全般的に被圧度が高く、北部では地表に流出する。

透水量係数は $4.1 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$ 、貯留係数は 4.6×10^{-5} 程度

D層 : 下位UER層 310 (?) m~

C層より水質、水量ともに貧弱である。

水質は、 $2,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ レベルのものが多く、深度とともに増加する傾向がある。

(ウ) 地下水

(i) サラーラ平野

地下水位は年々低下の傾向にあり、地下水の過剰揚水による塩水浸入の被害が深刻である。良質な地下水でEC値が $700 \mu\text{s}/\text{cm}$ 以下であるが、農業用地下水の大部分は $800 \sim 5000 \mu\text{s}/\text{cm}$ のものが使われている。塩水浸入した部分では $10,000 \mu\text{s}/\text{cm}$ をこえており、サラーラ平野での地下水の新規開発は困難である。

(ii) ネジド

地域ではSW-NE方向の地下水流動が優勢であることが分った。

この結果は、PAWRのネジド地下水の放射性炭素年代の分布や、PDOの広域地下水流系分布などによく一致している。またPAWRの年代分布にもとづいて区分した4つの地下水流系ゾーンとも整合し、地質構造の分布とも合致する。

水質分析のうち主要化学成分についてトリリニアダイアグラムで考察すると地下水流の上流から下流に向う水質の変化が追跡できるが、下流に向うほど Mg^{++}/Ca^{++} 値が増大する傾向が認められる。これは帯水層を構成するドロマイト ($Ca \cdot Mg(CO_3)_2$) からのイオン溶出によるものと解釈される。

安定同位体比 $18O/16O$ 、 D/H の分析によると、地下水はサラール平野の地下水とは異なり、ゾファール山地からは涵養されていないようである。トリチウム濃度はどれも低く、現在の水の混入はなく、1.8~2.4万年の年齢を示しており、化石地下水であることがうかがわれる。地下水位は $10^{-3} \sim 10^{-1}$ の水頭勾配で北東に流れており、一方向に地下水位の低下を示す残存水頭勾配を持っている。

(カ) ネジドでの水収支

既存の地質図や水文地質の情報から概観すると、南西端には南イエメンのMahrat山脈にUER層の大きな露頭があり、このゾーンの北東端にはRub Al-Khali大砂漠のほずれに Umm Al-Samimという大サブカ（塩湿地）がある。Mahrat山脈は現在衛星画像の解析によって南アラビアの降水帯からはずれていると考えられるが、降水さえあれば明らかに地下水涵養が行われる地域である。

一方、Umm Al-Samimは南東アラビア最大の内陸流出域として知られこの地域の地表水及び地下水が大量に蒸散しているとされている。

すなわちMahrat山脈で涵養された地下水はネジドを経てUmm Al-Samimへ流れ、そこで地質構造的に地表に流出し蒸散するというモデルが想定できる。

現在の水頭面を上流側に延長すると、水頭面は下位UER層をその露頭帯の北東部で切っている。これを現在の自由地下水面と考えると、現在の自由地下水面は洪積世アラビア多雨期に涵養された地下水が、その後の気候の乾燥化によって涵養を断たれ、漸時水位を低下させて現在に到ったと説明される。

なお、南アラビアでは6,000~36,000年B. P. に2~3回の多雨期があったとされており、調査地域の地下水の放射性炭素年代も15,000~24,000年を示している。

このような地質時代に遡る地下水流動の現象は、化石地下水の残存水頭勾配流動という概念で北アフリカやアラビア半島の地下水について論じられている。

このモデルによる水位低下は、初期および長期の2段階で進行する。

初期水位低下は主として被圧水頭の損失によって起こるが、長期の水位低下は自由地下水面の低下によって進行する。

計算結果によると次の2点が特徴としてあげられる。

- ① 利用可能年数は一般にかなり大きく数千年の単位である。
- ② 揚水量すなわち農地面積の規模は初期水位低下によって規制される。

1,000haの農地規模ではたちまち揚水不能水位に低下する可能性が高い。

(3) その他の地域 (③北部インテリア、⑥Wadi Batha-Sur)

北部インテリア地域は主要な農業地帯の中の1つであり、水資源は第四紀堆積物中の地下水が主体になるが、水質の面から良好な地下水が得られるのはワジぞいのゾーンを形成している部分に限られると思われる。深層地下水も概略的な塩分濃度分布からみられるように、良好な水質を持つ部分は限定されている。

いずれにしても今後資料収集及び精細な検討が必要である。

資料編(4)

家畜衛生情報（海外家畜衛生事情）

1. オマーンの家畜衛生事情（全国ワクチネーション計画）

1. はじめに

第一次全国ワクチネーション計画は、1982年8月から1984年9月まで2年間実施された。この期間中、526,060頭の山羊と91,710頭の緬羊が口蹄疫のワクチン接種を受けた。また、42,746頭の牛が口蹄疫及び牛疫のワクチン接種を受けた。ワクチン接種とともに移動制限装置も講じられたことから、国内の口蹄疫及び牛疫の発生状況はかなり改善されたと考えられる。しかし、他の疾病、特に小反芻獣疫、緬山羊痘、ボツリヌス病及び気腫疽は深刻な経済的損失の原因となっている。オマーン農水産省はこの点に注目し、これらの疾病に対するワクチン接種を1984年12月から始まる第2次全国ワクチネーション計画に含めることを決定した。

同期間中、次の疾病に対するワクチン接種を行うことが検討されており、3年間で全国の飼育頭数の、およそ80%に対して接種する計画である。

- 牛 : 口蹄疫
 牛 疫
 気腫疽（南部地方のみ）
 ボツリヌス病（南部地方のみ）
- 緬山羊 : 口蹄疫
 小反芻獣疫
 緬山羊痘

2. 各疾病に対するワクチン接種の状況

① 口蹄疫（FMD）

ウィルスタイプO、A22及びアジア1を含む不活化3価ワクチンの皮下注射が、4～12週間隔（4週間隔が望ましい）で2回行われている。2回目の注射の12ヵ月後に3回目の注射が行われ、その後、ワクチン製造機関の処方に従い十分な免疫を得るために毎年接種される。1985年5月3日までに、牛6,692頭、山羊95,486頭、緬羊18,658頭に対して口蹄疫ワクチンが接種された。

② 牛 疫

組織培養弱毒生ワクチン（生理食塩水に溶解し、冷暗所に保管したもの）の皮下注射を1回行う。ワクチンは溶解後、その日のうちに使用する。計3,969頭の牛が1985年5月3日まで

に接種を受けた。

③ 小反芻獣疫 (PPR)

溶解された牛疫のワクチンが小型反芻獣に対して1回皮下注射される。PPRの原因ウィルスは牛疫のウィルスと深く関連があるため、適切なワクチン接種によって免疫が獲得される。計、山羊67,907頭と緬羊14,899頭が牛疫のワクチン接種を受けた。

④ 緬山羊痘

組織培養弱毒ボックスウィルスワクチン(生理食塩水に溶解したもの)が緬山羊に対して1回皮下注射される。このケニヤ株はオマーンで分離された緬山羊痘の種々のウィルス株に対する免疫を、緬羊及び羊いずれにも獲得させることが知られている。現在までに山羊27,992頭、緬羊3,802頭が本病に対するワクチン接種を受けている。

⑤ ボツリヌス病

C型、D型両方のトキソイドを含む2価ワクチンが4～6週間隔で2回、南部地域の牛に対して皮下注射されている。1985年5月3日までに計1,730頭の牛が接種を受けた。

⑥ 気種痘

アジュバント2価ワクチン(Clsepticumのトキソイドと、Uchauvoeiのフォルモール培養を精製したものの混合物を含む)が少なくとも4週間隔で南部地域の牛に対して皮下注射されている。1985年5月3日までに1,730頭の牛が接種を受けた。

一般的には小型反芻獣、緬羊及び山羊は、まず、口蹄疫と牛疫のワクチン接種を受け、その4週間後に2回目の口蹄疫と緬山羊痘のワクチン接種を受ける。一方、牛は牛疫ワクチンとともに、まず第1回目の口蹄疫、気種痘並びにボツリヌスC及びD型のワクチンを受ける。

口蹄疫、気種痘、ボツリヌスC及びD型の2回目の接種は、第1回目の接種からおよそ4週間後に行われる。

一般にワクチンの注射後、全身反応を示すことはない。ボツリヌス病のワクチンの場合は、接種部位に小塊が一時的にできることがあるが、短期間で治癒する。

家畜衛生情報（海外家畜衛生事情）

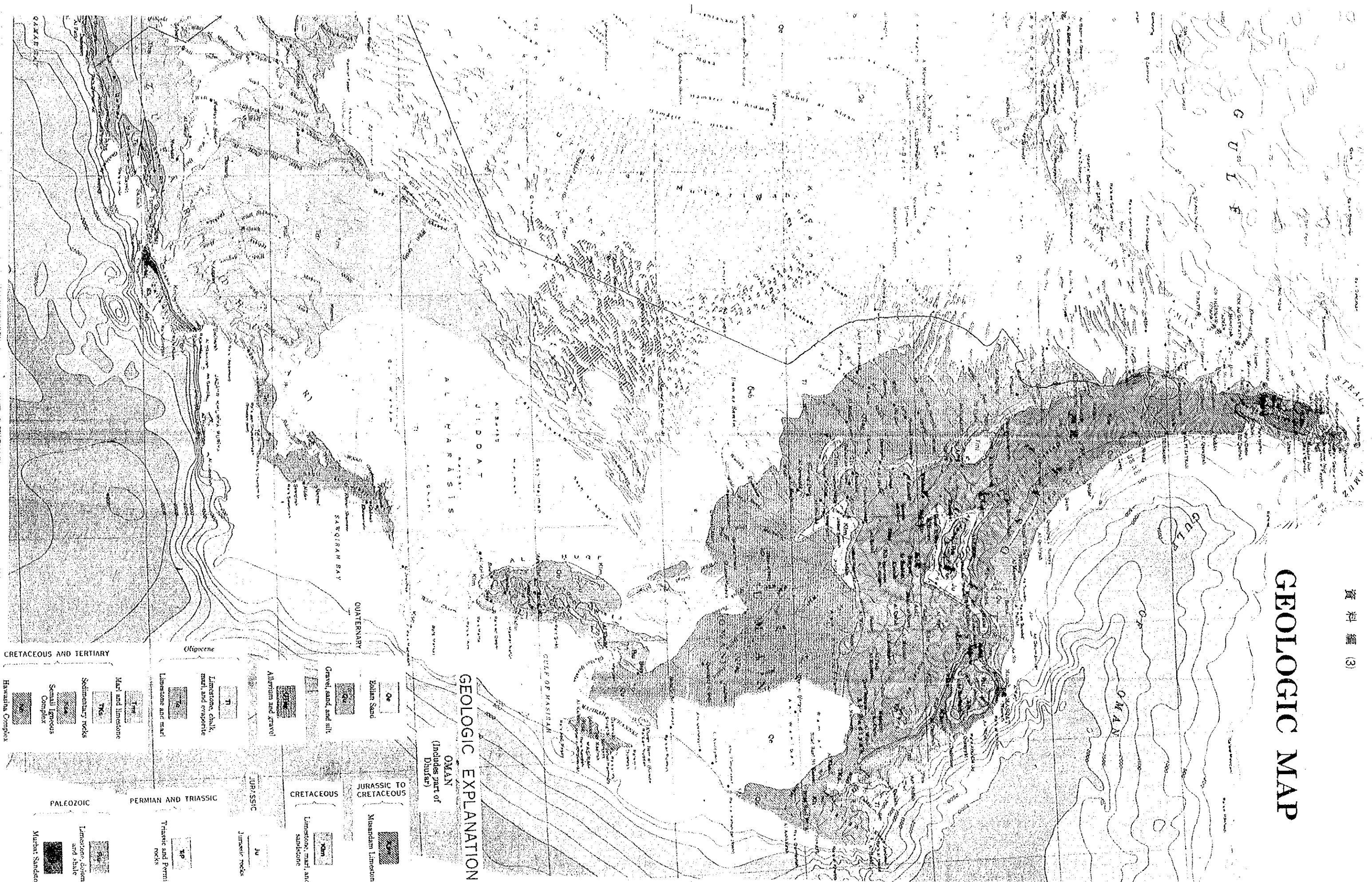
オマーンにおける疾病の発生状況と対応

病名	発生	対応
(リストA疾病)		
牛 疫	1984年には発生はない。最後の発生は1983年4～5月にSeeb、検疫所、Nizwa、Sawailで起こった。感染源：輸入された牛53頭が死亡33頭は殺処分。	1. リングワクチネーションによる発生への封じ込め 2. 汚染地域からの家畜の輸入禁止 3. 牛疫に対する全国的なワクチンプログラムの推進。
口蹄疫	Sohar 地方のワクチン未接種の家畜に散発。	1. タイプA型、O型及びアジア型の3価ワクチンを用いた全国的なワクチンプログラムの推進。
小反芻獣疫	高い発症率と致死率を示し、北オマーンに広く流行。	全国的なワクチンプログラムの推進。
羊 痘	北オマーンに散発し、地方の家畜の個体毎の損失。外来種では深刻な発生状態。	全国的なワクチンプログラムの推進。
ブルータング病	臨床的な発生はないが、血清学的には確認。オマーンでは本病の与える影響がわかっていない。	本病の与える影響を調査中。
アフリカ馬疫	オマーンはアフリカ馬疫の清浄国であることを表明。2年間以上ワクチン接種は行われていない。	アフリカ馬疫の汚染地域からの馬の輸入を制限。
(リストB疾病)		
狂犬病	報告なし。	A. 狂犬病の非汚染国からのみ犬、猫、を輸入。 B. 汚染国からのペットの輸入には6ヵ月間の検疫隔離。
山羊肺疫	全国に広がっている。	A. 患畜の治療 B. ワクチンプログラムを検討中。
ブルセラ病	広がっていると考えられる。しかし、国内での流行状況は確認されていない。国営牧場では高い感染率が診断されている。	1. 全国的調査プログラムにより流行状態や分布状態を調査中。 2. 国営牧場でのワクチン接種。
ヨーネ病	畜産試験場牧場の山羊で散発。	1. 患畜の殺処分。 2. 試験牧場で部分的ワクチン接種が行われている。
蠅蛆症	全国	A. ウジとハエの同定。 B. 発生を減らすため、農家単位で噴霧プログラムを実施。 C. 個々の患畜の治療。
山羊痘	全国、特に北オマーンで深刻。在来種においてさえも高い致死率が報告されている。	全国的なワクチンプログラム。
アナプラズマ病	在来種では重要でない。外来種では深刻。	1. 感染動物に対する化学療法 2. 殺ダニ剤の噴霧

病名	発生	対応
バベシア病	在来種では重要でない。外来種では深刻。	1. 感染動物に対する化学療法 2. 殺ダニ剤の噴霧
タイレリア病	在来種では重要でない。外来種では深刻。	1. 感染動物に対する化学療法 2. 殺ダニ剤の噴霧
ズルラ	北オマーンのラクダに広散。南部でも2～3の例が認められる。南部の6頭の馬に血清学的に摘発された。	化学療法
(リスト疾病以外の疾病)		
気種痘	南部に散発。	南部地域の牛にのみワクチン接種
ボツリヌス病	特に南部地域の牛に季節的に発生	A. 牛のボツリヌスB型、C型ワクチン接種。 B. ボツリヌス感染源の調査。
内部寄生虫	全国に広がっている。	個々の患畜の治療

資料編 (3) 地質図

GEOLOGIC MAP



GEOLOGIC EXPLANATION

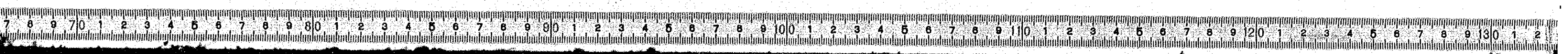
OMAN
(Includes part of Dhufar)

PERMIAN AND TRIASSIC	JURASSIC	CRETACEOUS	JURASSIC TO CRETACEOUS
Triassic and Permian rocks Tp	Jurassic rocks Ju	Musandam Limestone Xm	Musandam Limestone Xm
Limestone, dolomite, and shale Ls	Limestone, marl, and sandstone Lm	Gravel, sand, and silt Gs	Gravel, sand, and silt Gs
Marl and limestone Ml	Aluminum and gravel Al	Bohai Sand Bs	Bohai Sand Bs
Sedimentary rocks Sr			
Small Igneous Complex SIC			
Hawasina Complex Hc			

CRETACEOUS AND TERTIARY

Oligocene

Quaternary



JICA