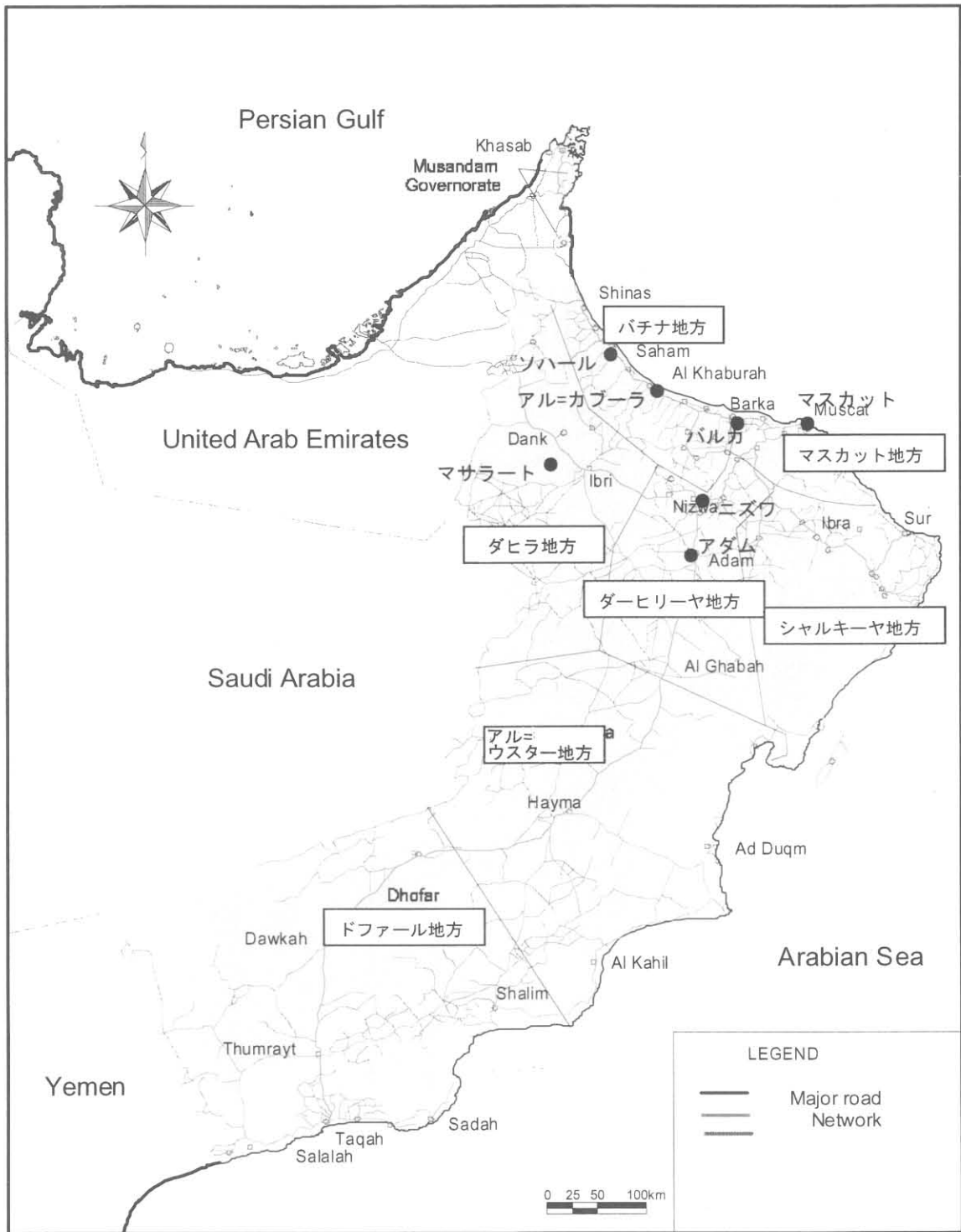


# オマーン・スルターン国 水資源分野プロジェクト形成調査 報告書

平成17年3月  
(2005年)

独立行政法人 国際協力機構  
中東・欧州部

地五
JR
05-05



オマーン・スルターン国 全国地図

## サイト調査 ①

サイト : アル=ハウド・リチャージ・ダム

日時 : 2005年3月6日 12:00~12:30

- 収集情報 :
- ① 1985年にオマーンで最初に建設されたリチャージ・ダム
  - ② 建設費は580万 オマーンリヤール
  - ③ 貯留容量は1,160万 m<sup>3</sup>
  - ④ この日は2月26~28日にかけて降った雨により、ダムはまだ満水状態であった。



## サイト調査 ②

サイト : バルカ淡水化プラント (発電所に併設)

日時 : 2005年3月6日 12:00~12:30

- 収集情報 :
- ① AES Barka Company (米国 AES 社主体のプロジェクト会社) が建設し、運営、保守及び水・電力の供給を行っている (Built Own Operate 方式)。オマーン政府に生産した水を販売。
  - ② フィージビリティ調査 (F/S) は JICA の援助で実施。
  - ③ 日立造船株がエネルパワー社 (イタリア) と共同で建設。
  - ④ 日量 2,000 万ガロン (9 万 1,200 t)。多段フラッシュ方式。
  - ⑤ 発電プラントは、4 万 2,700W ガスタービンコンバインドサイクル。
  - ⑥ 従業員は発電所と併せて 50 名 (うち 37 名が技術者)



### サイト調査 ③

サイト : アダム地区

日時 : 2005年2月28日 11:00~15:00

2005年3月7日 12:00~14:00

- 収集情報 :
- ① ここ数年の旱魃により水不足が問題になっている。
  - ② アダム市街地周辺は白亜紀の石灰岩からなる。石灰岩は層理がよく発達しており、断層運動による割れ目の発達も予想される。
  - ⑤ ファラージによる灌漑でナツメヤシ農園が下流側に広がっている。
  - ⑥ アダムの人口は約 25,000 人。
  - ⑦ モニタリング井戸付近の地下水位は通常深度 15m 程度、農園の所では深度 5m 程度。
  - ⑧ 2月28日夜に大雨が降ったことにより、農園付近のワジのなかに掘られたモニタリング井戸の地下水位は深度約 1m であった。ファラージが3か所で壊れたとのこと。



アダム市街上流の地下ダム建設候補地（市街地がきれるところ）



アダム市街南部に広がるナツメヤシの農園、手前が Jabal Hunayd で、向い側が Jabal Madhmar



白亜紀のワシア層群のナチ層、層理が発達した石灰岩からなる。



モニタリング井戸



ファラージ



ファラージ



ワジのなかに掘られた  
井戸

#### サイト調査 ④

サイト : ムアイディン・リチャージ・ダム、ニズワ

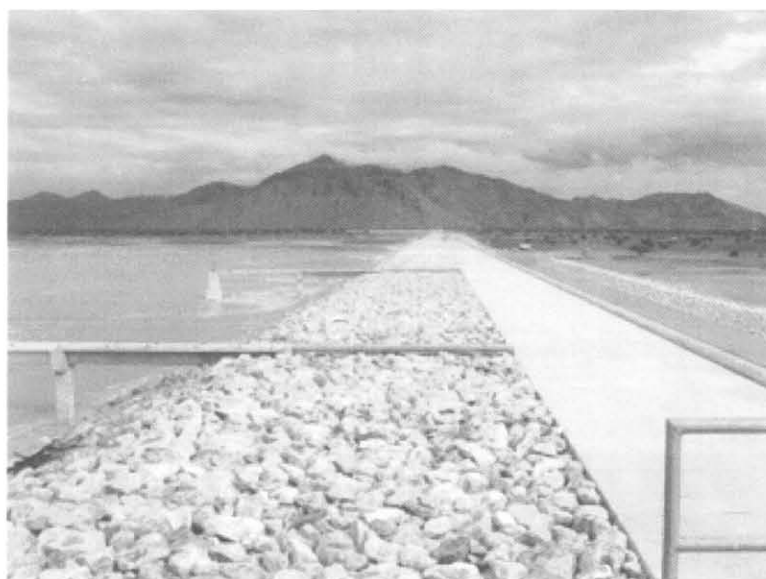
日時 : 2005年3月7日 15:00~15:30

収集情報 : ① 2002年に建設されたリチャージ・ダム

② 建設費は270万オマーンリヤール

③ 貯留容量は250万 m<sup>3</sup>

④ 2月28日朝と夜に降った雨により、ダムは満水状態であった。





## サイト調査 ⑤

サイト : ルスタクのリチャージ・ダムとファラージ、及び温泉

日時 : 2005年3月10日 9:30~11:00

収集情報 : ① ワジ・アル=ファラ・リチャージ・ダム

1992年に完成。貯水容量は0.6 M m<sup>3</sup>。

建設費は120万オマーンリヤール

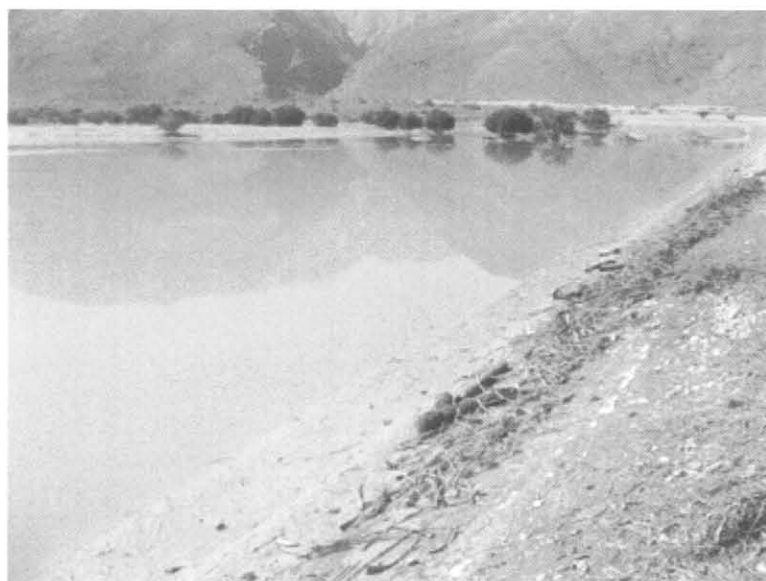
ダムのなかにかかなりのシルトの堆積が認められた。

② 温泉

市街地のなか存在。

男性用の簡易入浴施設と女性用の足湯がある。

泉温は41~42度。





## サイト調査 ⑥

サイト : バルザマン地下水賦存状況調査、シナウ

日時 : 2005年3月19日 10:30~11:30

- 収集情報 :
- ① 水資源局アセスメント部が実施しているプロジェクト。
  - ② 計画深度 400m の調査井戸を 21 孔掘削中。
  - ③ ハジャーユニットのなかのワシア層群のナチ層の石灰岩を掘削しているものと思われる。部分的に挟む泥岩の直上部の石灰岩や礫岩で地下水層を捕捉。
  - ④ なかには 1300/秒の揚水量が得られたものもあった。
  - ⑤ 南に向うと塩分濃度が高くなり、水質が悪くなる。



## サイト調査 ⑦

サイト : アダム北方、アル=マムール

日時 : 2005年3月19日 13:00~14:00

- 収集情報 : ① アダム市街に流下するワジの集水域の確認を行った。
- ⑮ 集水域の東半部について調べた結果、上流に広い集水域をもつワジ・バハラは西南の方に流下しており、アダム市街に流下するワジの集水域は非常に狭いことが判明。
- ⑯ 下の写真でわかるように、アダム側のほうがワジ・バハラ流域より高くなっているようである。



## サイト調査 ⑧

サイト : マサラート水供給プロジェクト

日時 : 2005年3月19日 16:00~17:00

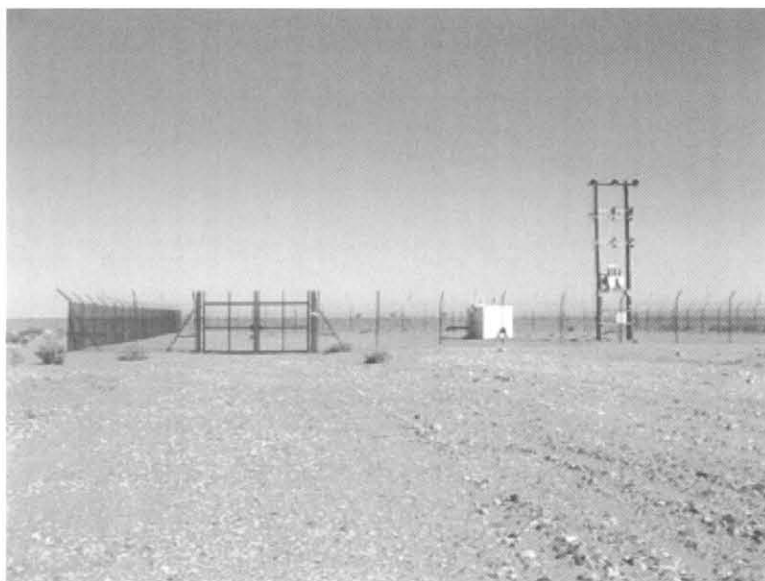
- 収集情報 :
- ① イブリの西方約20kmのワジ・アル=アイン水源地を視察。
  - ⑰ 2002年中に開発完了、パイプラインの施設も完了している。ここでは25孔の井戸が掘削され、そのうち22孔が成功し、地下水を揚水中。現在の生産量は1万1,262m<sup>3</sup>/日。
  - ⑱ 井戸は基本的に上流側から下流側に向かって1列に配列。
  - ⑲ この水源地からイブリ、ヤンクルにパイプラインで水を供給。途中に給水タワー、貯留タンクが配置されている。



水源地の貯留タンク



生産井戸とそのポン  
プ小屋



生産井戸とそのポン  
プ小屋



生産井戸の列。電線に  
沿って配列している。



ヤンクルの給水塔と  
貯留タンク（右の低い  
台形の施設）

## サイト調査 ⑨

サイト : ワジ・ジジ・リチャージ・ダム、ソハール

日時 : 2005年3月20日 10:00~11:00

収集情報 : ① 1989年に建設されたリチャージ・ダム。JICAがF/Sを実施。

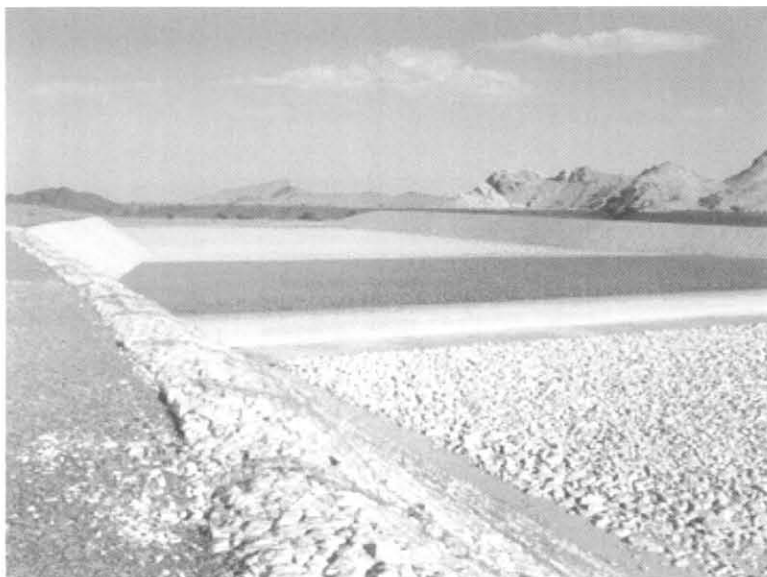
② 建設費は280万オマーンリヤール

③ 貯留容量は540万m<sup>3</sup>

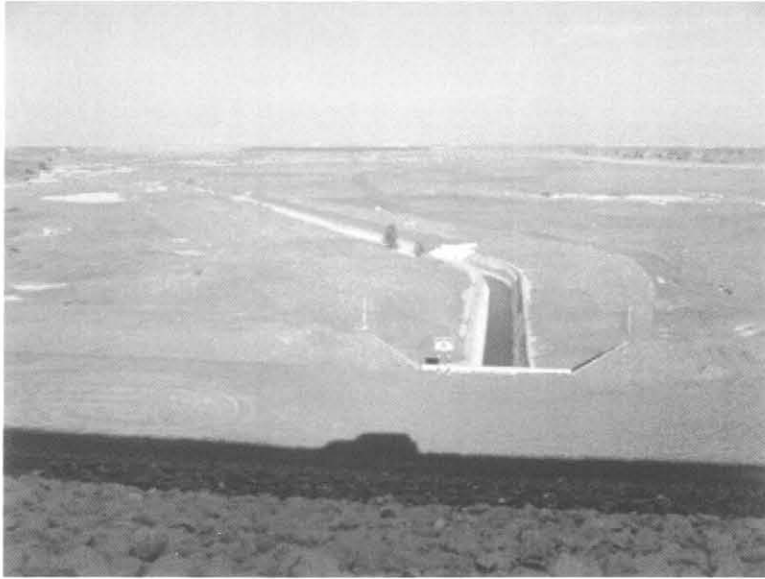
④ ダムは干上がった状態であった。

⑤ シルトの堆積が非常に多いようで、ダムの横に浚渫されたシルトが多量に積まれていた。

⑥ スピルウェイのサイズ、スピルウェイとダムの堤頂との高さの差が他のダムと比較し非常に大きい。



右岸側のスピルウェイ、左岸のも同規模のものあり。



涵養のため放水路



浚渫されたシルト



ダムの竣工記念碑。  
手の先に JICA 名あり。



# 目 次

全国地図

現地写真（サイト調査）

## 目 次

1. 調査の概要	1
1-1 調査の背景と目的	1
1-2 調査基本方針	1
1-3 調査項目	2
1-4 調査団構成	3
1-5 調査日程	3
1-6 水資源分野における技術協力実績	3
1-7 調査結果の要約	3
2. オマーンの水資源政策について	5
2-1 一般情報	5
2-2 水資源情報	13
2-3 水資源政策	15
2-4 水資源関連法規	24
2-5 水資源担当省庁	28
2-6 他主要ドナーの活動	30
3. オマーンの地下水開発について	31
3-1 地下水開発の現状	31
3-2 ダーヒリーヤ地方及び北部地域の自然条件	33
3-3 サイト調査	34
3-4 施設稼働上の問題点	41
4. 我が国の協力の方向性、案件形成の可能性	42
4-1 オマーン水資源開発における課題	42
4-2 要請フィージビリティ調査（F/S）案件に対する協力の可能性	42
4-3 水資源政策分野における技術協力の方向性	43
4-4 調査所感	44

付属資料

1. 調査団員リスト .....	49
2. 調査日程 .....	50
3. 面談者リスト .....	51
4. 面談記録 .....	53
5. 収集資料等 .....	64
6. 国家水資源マスター・プラン（2000） .....	66
7. 過去のオマーン向け日本政府の援助実績 .....	103

# 1. 調査の概要

## 1-1 調査の背景と目的

### (1) オマーンの水資源開発の現状

オマーン・スルターン国（以下、「オマーン」と記す）は、水需要の大半を地下水に依存している。オマーンは1970年代より、伝統的な地下水灌漑システムであるファラージ施設の改修やリチャージ・ダム（地下涵養ダム）の建設を積極的に進め、水資源確保に努めてきた。

しかしながら、過去30年間にわたる水資源整備事業にもかかわらず、人口増加、工業用水需要増加、度重なる旱魃などの影響で、いまだ慢性的な水不足の状況に置かれている。このため、オマーン政府は更なる水資源開発に迫られている。

### (2) 調査の背景

#### ① フィージビリティ調査（F/S）要請背景・目的

農業開発M/P調査（1990年）では、地下ダムの可能性について言及がある。1990年代半ばに、オマーン水資源局からの研修員が日本での研修に参加、日本の地下ダム建設サイトを視察している。これらを踏まえ、オマーン政府は2004年8月、地下ダムに関する開発調査を日本側へ正式要請した。

#### ② プロジェクト形成調査実施の背景・目的

オマーンはリチャージ・ダムや貯留ダムに関する建設技術は有していると思われる。しかしながら、更なる水資源開発が必要であることから、JICAのM/Pや研修員受入れ等を通じ、地下ダムという新技術に注目、日本側へ協力を要請した。

在オマーン日本国大使館は、オマーン政府と協議し、この分野での地下ダムも含めた技術協力案件を形成するため、プロジェクト形成調査を要望、正式に採択された。なお、我が国の対オマーン援助重点分野は人間開発分野と環境分野であるが、水分野は環境分野の一部との位置づけである。

### (3) 調査の目的

既述のとおり、先方政府は地下ダム建設の開発調査を要望している。しかしながら、地下ダム建設には、高度な技術、膨大な資金と時間を必要とするほか、建設地の地形、地質等に大きく左右されるものであり、先方政府が要請しているアダム地区での地下ダム建設は非常に困難である。

本件は、地下ダムの技術移転を含む技術協力につき、適切な協力内容とすべく先方政府と協議し、協力の方向性を提言するものである。

## 1-2 調査基本方針

(1) オマーン水資源政策関連機関との協議等を通じ、同国の水資源政策に係る情報収集・分析を行い、今後のオマーンに対する水資源分野での具体的協力の可能性について検討する。

(2) オマーン水資源政策関連機関との協議やアダム地区等の視察を通じ、地下水開発に係るオマーンの現状や取り組みについて調査し、具体的協力の可能性について検討する。

- (3) 2005年度新規要請案件として要請のある開発調査プロジェクト「ダーヒリーヤ地方における地下水開発」に関し、同プロジェクトはJICA総合評価で不採択であるものの、関連した追加情報等があれば入手する。

### 1-3 調査項目

#### (1) 水資源基礎情報

- ・一般情報：人口、気象、災害、地形、地質、産業
- ・水資源情報：水資源の需要／供給（内訳、用途、水量、年度別経緯）、水不足の実態、水源種類、地下水位、地下水賦存状況（地域：海岸沿い／内陸、深度：浅層／深層）、水質、給水原単位、地盤沈下、塩水化
- ・施設情報：位置、数量、種類、設計、施工実績、建設コスト

#### (2) 水資源関連政策

- ・担当省庁：組織、役割、他省庁とのデマケーション、職員数、事業実績、予算、事業収支、維持管理体制
- ・水資源政策：国家開発計画、「ビジョン2020」（1995）、「全国水資源マスタープラン」（2000）などにおける水資源背策の位置づけ
- ・水資源関連法規：地下水開発に関する法令、規制
- ・実施中のプロジェクトの概要：各種水資源開発関連プロジェクト（新たな水資源開発、必要なダムの建設、老朽化したファラージのメンテナンス、水資源データベースの構築等）の進捗状況
- ・他ドナー：主要ドナーの協力政策、実績、計画
- ・水資源開発における課題、問題点

#### (3) 水資源関連施設

- ・実施中のプロジェクトの概要：各種水資源開発関連プロジェクト（新たな水資源開発、必要なダムの建設、老朽化したファラージのメンテナンス、水資源データベースの構築等）の進捗状況
- ・サイト調査：水資源確保の方策としてのリチャージ・ダム、貯水ダム、地下ダム、井戸、地表水、海水淡水化プラント等の既存施設の概要、取水状況、稼動状況、問題点、維持管理状況（施設が機能していない場合は、事例の原因追及を試みる）など
  - アダム地区周辺            F／S要請サイト、地形／地質状況の調査
  - マスカット～ニズワ      既存施設（リチャージ・ダム）の状況調査
  - マサラート地区           既存水資源開発地区（井戸）の状況調査
  - ソハール地区             既存施設（リチャージ・ダム、1970～1980年代のJICAプロジェクト）の状況調査
  - マスカット地区            淡水化プラントの状況調査
- ・ダーヒリーヤ地方及び北部地域の自然条件：施設の位置する周辺の自然環境（地形、地質、地下水）

#### (4) アダム地区の地下ダム建設案

- ・我が国の地下ダムに関する事例（施設概要、取水量、工事費、他）を紹介し、その問題点、調査／設計／施工／積算に関する情報を提供する。
- ・本開発調査の JICA 総合評価は D（不採択）（外務省協議は未）であり、協力は困難であることを、技術的観点から説明し、納得させる。（アダム地区で検討されている地下ダムは東西 1.7km、南北 7 km、集水域約 4,000km<sup>2</sup> 以上で、日本の地下ダムと比しても巨大で、実行可能性を調査するためには相当な経費が必要。また単純計算でも、水位を 10m 上げるために 10 年以上かかることも予想される）。
- ・地下ダムは、技術的側面、資金的側面、日本の技術の適用可能性(日本のノウハウがそのままオマーンで通用するかどうか)等から、開発調査で日本が丸抱えで協力することは非常に困難であるとの方向へ導く。
- ・先方が地下ダムを日本に造ってもらいたいのか、その技術をほしいのか、どの程度までの支援を期待しているのか、また、建設事業に対する実施方法の考え方、などを確認する。

#### 1-4 調査団構成

「資料 1. 調査団員リスト」のとおり。

#### 1-5 調査日程

「資料 2. 調査日程」とおり。

#### 1-6 水資源分野における技術協力実績

分野	技術協力案件
公益事業	・開発調査：北部バチナコースト水文観測計画調査（1981～1986）、JICA ・専門家派遣：水文観測（応用）（1992.8～1996.8）、JICA
社会基盤	・専門家派遣：水文（1986.1～1992.1）、JICA ・専門家派遣：地図作成及び鉱物探査（1990.1～1990.3）（3人）、JICA ・専門家派遣：ダム工学（1992.1）（3人）、JICA
通信放送	・開発調査：バルカ発電・海水淡水化プラント開発計画（1993）、JICA

※過去のオマーン向け日本政府の援助実績については「資料 7. 過去のオマーン向け日本政府の援助実績」のとおり。

#### 1-7 調査結果の要約

オマーン水資源局との協議を通じ、調査団は案件の候補として、水資源局が希望する JICA スキームのうち、専門家派遣 3 案件、研修員受入れ（集団研修）4 コースが妥当であると判断した。

##### 〈専門家派遣〉

専門家派遣は、①長期専門家「水資源アドバイザー（土木・水利地質）」（TOR：水資源管理全般、水資源 M/P の見直し、水資源取水施設の建設、維持管理技術）、②短期専門家「地下ダム調査（水利地質）」（TOR：地下ダムの調査技術、地下ダム建設サイト候補の選定）、③短期専門

家「地下ダム建設（土木）」（TOR：地下ダムの設計・施工技術）、である。

〈研修員受入れ〉

研修員受入れは、集団研修①「河川及びダム工学」、②「乾燥地における水資源・環境管理」、③「総合的水資源管理」、④「乾燥地水資源の開発と環境評価」である。

〈その他〉

なお、先方から要望の強かった開発調査「ダーヒリーヤ地方における地下水開発」については、技術的、資金的に日本からの協力は困難であることを先方に説明し、改めて開発調査の実施を検討することで、水資源局も了解した。