

## 5. 収集資料等

### (一般情報資料)

1. Final Results of the Census 2003 : Ministry of National Economy
2. Oman - The Development Experience and Investment Climate (2003) : Ministry of National Economy
3. The Fifth Five-Year Development (1996-2000) : Ministry of Development、(Vision for Oman's Economy, 2020)
4. オマーン国概要 (4/2004) : 在オマーン日本国大使館
5. Water in Life (2004) : Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources
6. Water Demand Management in the Sultanate of Oman (2004) : Ali M. Al-Abri、Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources
7. Wadi of Oman - Satellite Image Atlas (2004) : Farouk El-Baz 1、Boston University
8. Oman 2004-2005: Ministry of Information
9. Index for Geological Maps, Sultanate of Oman
10. Road map, 1:1,300,000
11. Dam in the Sultanate of Oman (2004) : Directorate General of Water Resources
12. Hydraulic Structure Project in Jabal Al-Akhdar (Phase 2) : Directorate General of Water Resources
13. Well Protection Zones Map, Directorate General of Water Resources 内部資料

### (技術資料)

1. Adam Anticline Assessment, Southern Dakhliya Project(1995): Draft Internal report, Directorate General of Water Resources Assessment, Ministry of Water Resources
2. Adam Anticline Groundwater Assessment Reporting-Appendices (1993): Ministry of Water Resources
3. Results of Test Drilling for Water in the Nizwa Area, Sultanate of Oman, 1982-1983 (1984): Public Authority of Water Resources
4. Geological Map of Nazwa, 1:250,000 (1992): Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals
5. Geological Map of Oman, 1:1,000,000 (1992): Ministry of Petroleum and Minerals, Directorate General of Minerals
6. Wadi Jizzi Dam Geotechnical Investigation and trial Grouting, Final report (1992): Ministry of Agriculture and Fisheries, Directorate General Irrigation Affairs, Dam Department

(技術データ)

1. Rainfall Data in Adam Area.
2. Water Table Data of Monitoring Wells in Adam Area
3. Water Table Data of Monitoring Wells in Wadi Halfayn

(参考資料)

1. National Water Resources Master Plan (2000): Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources
2. Detailed Design and Construction Supervision of Al Masarrat Water Supply Scheme - Environmental Impact Assessment Report-Final (1999): Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources
3. Detailed Design and Construction Supervision of Ash Sharqiyah Sand Water Supply Scheme - Environmental Impact Assessment Report-Final (1999): Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources
4. Technical Reference for Effective Groundwater Development (2004): Japan Green Resources Agency
5. Integrated Catchments Management Plan (Final Report の一部、法制度関連事項): Ministry of Regional Municipalities, Environment and Water Resources
6. オマーン王国水資源開発・管理計画調査、プロジェクト・ファインディング調査報告書 (2003): 社団法人海外農業開発コンサルタント協会

6. 国家水資源マスター・プラン (2000)

SULTANATE OF OMAN  
NATIONAL WATER RESOURCES MASTER PLAN

(目次)

\* 太字項：特に水資源政策及び  
新規水資源開発に関連。

1. INTRODUCTION
  - 1.1 General
  - 1.2 The need for a National Water Resources Master Plan
  - 1.3 **Scope of the Master Plan**
  - 1.4 Form of the Master Plan Document
  - 1.5 Background to preparation of the Document
2. NATIONAL ECONOMY AND THE ROLE OF WATER
  - 2.1 **National economy**
  - 2.2 Macro-level assessment of water using sections
  - 2.3 Economic value of water
  - 2.4 Virtual water and land
  - 2.5 Future trends
  - 2.6 The role of water in national policy
3. WATER RESOURCES - PRESENT SITUATION
  - 3.1 Introduction
  - 3.2 Availability of the resource assessment
  - 3.3 Desalination
  - 3.4 Wastewater
  - 3.5 Development and use of water
  - 3.6 Period of drought
  - 3.7 International comparisons
4. WATER RESOURCES DEVELOPMENT POTENTIAL AND FUTURE DEMANDS
  - 4.1 Introduction
  - 4.2 Options for augmentation of water resources
  - 4.3 Development potential
  - 4.4 Future water demands
5. MASTER PLAN - BACKGROUND AND RATIONALE
  - 5.1 Introduction
  - 5.2 Background to the Plan
  - 5.3 Planning framework
  - 5.4 Water resources development and management

- 5.5 Study conclusions and key issues
- 5.6 Managing future water consumption
- 5.7 Social acceptability of proposals
- 6. THE MASTER PLAN AND ITS COMPONENTS**
  - 6.1 Introduction
  - 6.2 Components of the Master Plan**
  - 6.3 Implementation**
  - 6.4 Investment
- 7. IMPACT OF THE MASTER PLAN**
  - 7.1 General
  - 7.2 Cost of overall Master Plan proposals
  - 7.3 Impact on agriculture
  - 7.4 Social benefits
  - 7.5 Environmental benefits
  - 7.6 Economic impacts
  - 7.7 Implication for policy
  - 7.8 Conclusions
- 8. REQUIRMENTS FOR INSTITUTIONAL DEVELOPMENT AND LEGISLATION**
  - 8.1 Present institutional responsibilities
  - 8.2 Modification of institutional functions within MWR
  - 8.3 Inter-Ministry coordination within the Water Sector
  - 8.4 Private services in the Water Sector
  - 8.5 Legislative requirements

#### APPENDIX

- 1. Data Sheets - Associated Components of the Master Plan with  
Implementation Programme

#### ACRONYMS & ABBREVIATIONS

#### GLOSSARY

#### EXECUTE SUMMARY

#### SUPPORTING DOCUMENTS

## 国家水資源マスター・プラン（2000）

オマーン国（以下“オ国”）水資源マスター・プランの内容について、水資源政策及び新規水資源開発に関する項目を以下に示す。

### 1. 序論

#### 1.3 水資源マスター・プランの範囲

本マスター・プランの目的は、オ国の持続可能な水資源開発及び管理の枠組みを策定することである。

水資源省は、水資源の開発・管理及び水利用の責任官庁であり、水資源に関する関係官庁は農業・漁業省、電力・水省、地方自治・環境省、サララ下水道公社、工業団地公社、商工省、保健省、オマーン石油開発公社、自治省及び社会・職業訓練省からなる。

#### 1.5.2 統合集水域管理計画（ICMP：Integrated Catchment Management Plans）

ICMP は、ワジ（涸れ沢）の集水域、人口、水需要をベースとして水評価区域（WAA：Water Assessment Area）を基本単位として設定されている（表—1(1)）。さらに、複数の水評価区域を統括管理する範囲を水管理地域（WMA）として設定している（表—1(2)）。

各水評価区域について、表—1 に示すとおり評価区域内の水収支が算定されており、水干渉（地表ダム等の影響等）の無い状態を想定している。

また、水資源省では水管理用データ・ベースが構築されており、データ・ベースの内容は以下のとおりである。

（水管理データ・ベース）

- ・ ファラージ台帳
- ・ ワジ流量台帳
- ・ 井戸台帳（\*注：内容は井戸の位置程度のみで、データとして未だ不完全である。）

表一(1) 水評価区域 (WAA) 及び水管理地域 (WMA)

Water Assessment and Water Management Areas

(1)

Water Management Area (WMA)	Water Assessment Area (WAA)	Area (km <sup>2</sup> )	Estimated Population (2000)	Aflaj Area (1) (ha)	Well Irrigated Area (2) (ha)	Principal Towns (3)
Musandam	Musandam - Madha	1,740	34,964	42	786	Khasab
WMA Totals		1,740	34,964	42	786	
Batinah	Shinas-Liwa	2,396	83,717	665	2,706	
	Sohar	2,812	124,596	688	3,956	Sohar
	Saham	2,792	137,530	730	4,799	Khadra al Saad, Al Bidayah, Al Khaburah, Khadra al bu Rashid, Mutafaat Saham, Saham
	Khaburah	4,019	232,593	2,533	6,439	As Suwayq, Al Musanah, Ar Rustaq, Al Malddah
	Barka	2,728	129,512	2,049	7,300	Barka, Nakhal
	Samail	1,846	215,368	1,690	882	Samail, Seeb, Al Khawd, Fanjah, Al Maabaylah, As Sharadi, Hayl al Awamer, Al Khirayes
WMA Totals		16,539	923,316	8,355	26,082	
Muscat	Muscat	1,059	477,335	359	139	Greater Muscat
	Daymaniyat Is.	1	0	0	0	
WMA Totals		1,060	477,335	359	139	
North East coastal	Seifa-Yiti	953	11,519	177	137	
	Quriyat	2,702	56,835	1,396	372	Quriyat
	Tiwi	1,491	10,656	433	33	
	Sur	2,676	71,854	116	253	Sur
WMA Totals		7,822	150,855	2,122	795	

(National Water Resources Master Plan, 2000)

表一(2) 水評価区域 (WAA) 及び水管理地域 (WMA)

Water Assessment and Water Management Areas

(2)

Water Management Area (WMA)	Water Assessment Area (WAA)	Area (km <sup>2</sup> )	Estimated Population (2000)	Aflaj Area (1) (ha)	Well Irrigated Area (2) (ha)	Principal Towns (3)
Interior	Mahdah	2,967	60,048	471	1,178	Al Buraymi
	Al Masarrat	25,781	143,819	3,930	2,103	Ibri, Ad Diriz, Al Araqi, Yanqul, Dank
	Umayri	27,471	81,475	1,250	1,136	Bahla, Al Hamra
	Andam Halfayn	34,197	206,684	7,062	1,461	Nizwa, Izki, Adam, Sinaw
	Al Balha	14,222	146,844	2,893	1,436	Ibra, Al Minitirib, Al Kamil wa al Wafi, Jalaan Bani bu Hasan, Jalaan Bani bu Ali, Al Ashkarah
WMA Totals		104,638	638,870	15,606	7,314	
Central	Haima	52,469	2,595	0	10.6	
	Huqf	9,870	3,023	0	0.3	
	Duqm	7,959	3,116	0	0	
	Al Batha	659	8,830	0	9.4	Masirah
WMA Totals		70,957	17,564	0	20	
Najd	Najd	89,075	23,765	0	567	
WMA Totals		89,075	23,765	0	567	
Salalah	Salalah	2,121	206,199	0	2,819	Salalah, Taqah
WMA Totals		2,121	206,199	0	2,819	
Southern Coastal	Al Jazer	10,501	4,350	0	0	
	Rakhyut	1,712	7,854	0	0.3	
	Mirbat-Sadh	1,906	12,397	0	2.7	
	Shalim	1,687	1,509	0	4.1	
WMA Totals		15,806	26,110	0	7	
National		309,809	2,498,978	26,484	38,529	

(National Water Resources Master Plan, 2000)

## 2. 国家経済と水の役割

### 2.1.3 GDP (2020) における分野別計画寄与率

2020年のGDPにおける分野別の計画寄与率を表—2及び図—1に示す。農業分野の寄与率は、3%と想定されている。また、2000年現在における国民一人当たりの年間水消費量を以下に示す。

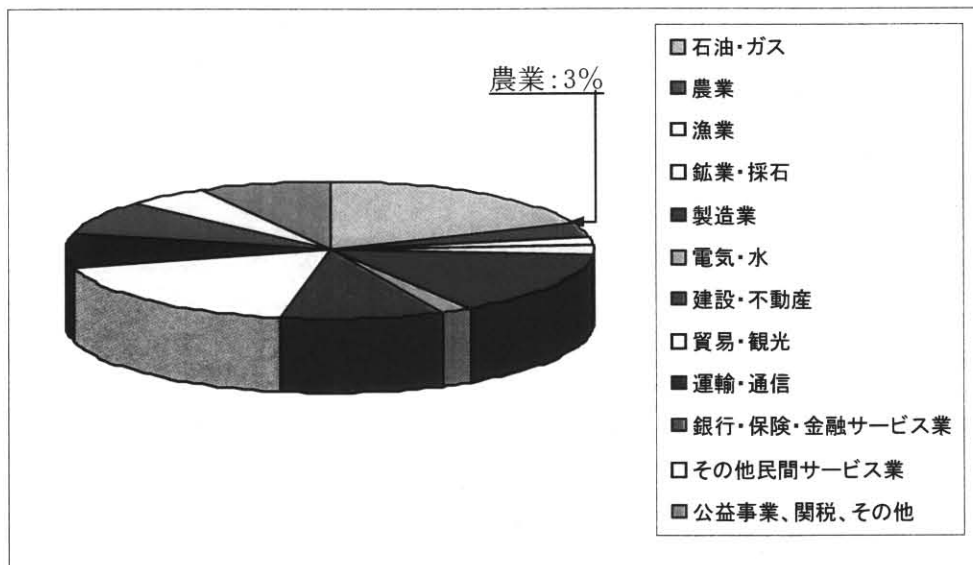
(年間水消費量：m<sup>3</sup>/人・年)：2000年現在

1. バーチャル水 *1	:	1,688
2. 農業 (井戸)	:	291
(ファラージ)	:	162
3. 家庭用	:	10
4. 環境	:	17
5. 工業、商業、地方自治用	:	8
合 計	:	2,176

\*1：オ国に輸入される農産物等について、生産に必要な水量を算定した仮想水及び水量を示す。

表—2 GDP (2020年) 分野別計画寄与率

分 野	割合 (%)	分 野	割合 (%)
石油・ガス	19	建設・不動産	10
農業	3	貿易・観光	18
漁業	2	運輸・通信	8
鉱業・採石	2	銀行・保険・金融サービス業	8
製造業	15	その他民間サービス業	5
電力・水	2	公益事業、関税、その他	8



図—1 GDP (2020年) 分野別計画寄与率



(コメント： GDPにおける農業分野の寄与率が2000年の年間水消費量が453 m<sup>3</sup>/人・年との対応は、多量の農業用水の使用に対し、農業生産の寄与率が極めて小さいことを強調している。この状況から、農業の節水等水消費の低減化及び水の配分政策が計画されている。)

## 2.6 国家政策における水の役割

- ・水政策は“ビジョン2020”に基づいて策定される。
- ・国家目標である“ビジョン2020”の実現は、第5次5カ年計画に盛り込まれる。
- ・第5次5カ年計画では水の重要性が認識されており、水資源は国家経済及び国民生活の向上に寄与するものである。

“ビジョン2020”及び第5次5カ年計画における水資源の関連事項を下記に示す。

### （“ビジョン2020”の中長期計画）

“ビジョン2020”における水資源関連事項のうち、優先項目を以下に示す。

- 利用可能な天然資源の最適利用の試み
- 水資源探査の継続
- 地下水涵養ダムと他の水文施設の継続的建設
- 水道の拡大（飲料水用を優先）
- 農業生産の最大化（限定された水資源において）
- 農業における水保全
  - ・塩水化地域への少水使用作物変換
  - ・多年生草及び多水使用作物の生産地の限定化
  - ・季節作物（1年生草）の栽培促進
  - ・近代的灌漑技術の促進
  - ・塩水の農業用への使用促進（淡水化等）
  - ・水状況に応じた地域別水配分の決定
- 下水の集水と再利用
- 井戸の地下水涵養保全域の拡大
- 水利用モニタリング域の拡大

### （第5次5カ年計画：1995～2000）

水資源の開発及び保全の目的は、以下のとおりである。

- バランスある水利用と更新可能な水資源の確保
- 水資源の保全（水位低下防止、水質汚染防止）
- 飲料水の確保
- 工業、商業、農業用水の確保（利用可能な水源の限界、持続可能な開発への試みを含む）
- 水資源開発への民間投資の拡大
- 植生、動物、魚類の増進

- 飲料水の供給
  - ・水需要の増加
  - ・新規地下水資源の開発と淡水化の開発
  - ・ひでり対策用貯留水の増加
  - ・水道の確保
  - ・水保全へのキャンペーン
  - ・節水の実施

#### 2.6.4 水資源開発方針

水資源マスター・プランにおける効果的な国家水政策の開発方針を以下に示す。

- 特定地域及び国家として水資源の重要性の認識
- 国全域における水資源評価（問題点等）
- 開発の定義
- 開発方針と戦略方向に基づく開発候補地の選定

### 3. 水資源の現状

オ国の水資源の概況を以下に示す。

#### 3.1 水評価区域

- ・オ国において 27 水評価区域（表一1 参照）に区分される。
- ・2000 年までに 18 区域において評価書が作成されている。

評価書の内容： 地形、地勢、水文、水文地質、現在の水資源状況の記載（人口、農業開発状況、ファラージ、井戸、その他の灌漑設備、飲料水用水道、淡水化プラント、下水設備、下水処理設備等、採水状況、水資源計画、水資源実施計画及び将来水資源開発計画：）

- ・当報告書は ICMP（統合集水域管理計画）に利用されている。

#### 3.2 水収支

- ・全国降水量 : 50～350 mm/年（平均 100±mm/年）
- ・蒸発散量 : 1660～2200 mm/年
- ・地下水流出量 : 119 M m<sup>3</sup>/年（流出先：海及び内陸サブカ域）
- ・水収支 : 地下水涵養量の算定

$$R = C + G_o + S_I + E + G_i$$

R	: 地下水涵養量	: m <sup>3</sup> /年
C	: 水利用量	: m <sup>3</sup> /年
G <sub>o</sub>	: 地下水流出量	: m <sup>3</sup> /年
S <sub>I</sub>	: 海水（くさび）浸透量	: m <sup>3</sup> /年
E	: 貯留枯渇量	: m <sup>3</sup> /年
G <sub>i</sub>	: 地下水流入量	: m <sup>3</sup> /年

- ・各水評価区域の水収支算定結果を表一3 に示す。
- ・アダム地区があるアンダム・ハルファイン水評価区域では、採水量が 141.7M m<sup>3</sup>/年、水消費量が 141.7M m<sup>3</sup>/年であり、水収支は0である。因みに、オマーン山脈周辺である北部地域及び内陸側のほとんどの区域では負の水収支であり、ファラージの水位低下あるいは井戸の過剰揚水が行われている状況を示している。

（コメント： したがって、現在の状況がそのまま進行すれば、過剰採水によりファラージの枯渇あるいは井戸の水位低下による全体採水量の低下が予想される。）

- ・アンダム・ハルファイン水評価区域での地下水流出量は 27.0 M m<sup>3</sup>/年である。

（コメント： 流出地下水の利用は十分考慮する必要があるが、水利用量としてファラージが極めて高いことから、流出地下水の利用はファラージを保全するためにも下流（南）側に限定される。）



表一3 (2) 水評価区域別水収支及び過剰揚水量

Regional Water Balances and Areas of Over-abstraction (2) \*1: アダム地区は Andam Halfayn に属する。

Water Management Area	Water Assessment Area	Inflow S'W	Water Available						Water Consumed						Water available		Strge dpltn	Sea Water Intrsn	Overf SW
			Inflow GW (A)	Recharge (B)	Impt. Desal (C)	Tretd. W.W (D)	Oflow GW (E)	Total W (F)	Agri. Wells	Agri. Aftaj	Li. Stk	Dom. Mun	Ind/Com/Mun	Env.	Total Csmtd (G)	Mm3/yr			
WM/A	WAA	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr	Mm3/yr
Interior	Mahdah	-	50.3	-	-	18.8	31.5	24.1	8.3	0.15	0.14	0.03	-	32.8	-1.2	3.9	1.3	-	5.8
	Al Masarrat	-	181.6	-	-	78.0	103.6	47.5	57.7	0.39	0.34	0.07	-	106.3	-2.3	2.2	2.3	-	-
	Umayri	-	59.9	-	-	22.8	37.1	24.0	18.9	0.12	0.19	0.39	-	43.6	-6.5	17.5	6.5	-	-
	<b>Andam Halfayn</b>	-	<b>168.4</b>	-	-	<b>27.0</b>	<b>141.7</b>	<b>33.9</b>	<b>101.3</b>	<b>0.97</b>	<b>0.49</b>	<b>0.10</b>	<b>5.0</b>	<b>141.7</b>	-	-	-	-	-
	Al Balha	-	107.5	-	-	7.0	100.5	31.1	48.6	0.23	0.34	0.07	25.9	106.3	-5.8	5.8	5.8	-	-
	<b>Total</b>	-	567.7	-	-	153.6	414.4	160.6	234.8	1.86	1.50	0.66	30.90	430.7	-15.8	3.8	15.9	-	5.8
Central	Haima	-	30.8	-	-	45.0	0.3	0.3	-	<0.01	0.01	0.01	-	0.3	-	-	-	-	-
	Huqf	-	4.0	-	-	11.0	-	0.0	-	<0.01	0.01	0.01	-	<0.1	-	-	-	-	3.0
	Duqm	-	5	-	-	5.0	-	0.0	-	<0.01	<0.01	0.00	-	<0.1	-	-	-	-	2.0
	Al Batha	-	1.8	0.3	-	1.9	0.2	0.2	-	<0.01	0.01	0.02	-	0.3	-	-	-	-	1.5
	<b>Total</b>	-	34.8	0.3	-	62.9	0.5	0.5	-	-	0.04	0.04	-	0.6	-	-	-	-	6.5
Najd		1.0	41.7	-	-	44.8	11.8	11.7	0.0	0.01	0.06	<0.01	-	11.8	-	-	-	-	1.5
Salalah	Salalah	-	93.2	-	-	30.4	62.8	49.5	7.7	2.74	2.58	0.51	11.0	74.0	-11.3	18.0	6.4	5.0	1.0
Southern Coastal	Al Jazer	-	7.0	-	-	7.0	0.0	0.0	-	<0.01	0.01	0.00	-	<0.1	-	-	-	-	3.0
	Rakhyut	-	5	-	-	5.0	0.0	0.0	-	<0.01	0.02	0.00	-	<0.1	-	-	-	-	3.0
	Mirbat-Sadh	-	3.1	-	-	3.0	0.1	0.1	-	<0.01	0.03	0.01	-	0.1	-	-	-	-	3.0
	Shalim	-	2.1	-	-	2.0	0.1	0.1	-	<0.01	<0.01	0.00	-	0.1	-	-	-	-	2.0
	<b>Total</b>	-	17.2	-	-	17.0	0.2	0.2	-	0.00	0.06	0.01	-	-	-	-	-	-	11.0
National		4	1,294	55	12	399	970	720	404	7	25	19	42	1,217	-247	26.0	134	113	119

- ・アル・マサラート水評価区域では現在地下水開発が終了し配水が開始されているが、地下水流出量が 78.0 Mm<sup>3</sup>/年と最大で、地下水の相当量が更新される可能性が高いことを示している。
- ・水質では、多くの箇所では塩水化と亜硝酸・硝酸化による汚染が表出している。

### 3.3 更新可能～更新不可能水資源

- ・中央内陸部の帯水層は極めて緩い傾斜の第三紀石灰岩層中に賦存する。
- ・地下水の水質は一般にオマーン山脈を離れるに従い悪化傾向にある。
- ・地下水貯留層としては大きいですが、地下水の更新性は小さい。

### 3.4 下水

- ・現在 (2000 年) 下水の 90%が廃棄されている。
- ・マスカットでは下水の 25%が集水され、処理されている。
- ・サララ地区でも下水処理場が建設され、稼働している。
- ・その他の地方都市 (カサブ、イブリ、ブレイミー、サマイル、ニズワ、イブラ、スール) でも設置されつつある。
- ・ルセイル、ソハール、ライストの工業団地では下水を集水している。下水量は 12 Mm<sup>3</sup>/年で、全量蒸発乾固している。

### 3.5 水資源開発及び水利用

#### (水資源開発)

水資源開発プロジェクト (2000 年現在) は、アル・マサラート水資源開発計画及びリアム・アル・シャルキヤ水資源開発計画が行われている (図-2 参照)。また、ドファール地方のネジド農業開発計画及び首都水供給拡大計画にも携わっている。

#### a. アル・マサラート水資源開発計画

アル・マサラート地区の水資源調査は 1994～1996 年に実施され、ワジ・アル・アインとワジ・ブ・ブクハラ の 2 箇所でファルス礫岩層内に有望な地下水貯留であり、両地区で約 2,000 Mm<sup>3</sup> の清水と 15,000 Mm<sup>3</sup> の塩水の賦存量を確認した。

ワジ・アル・アインでは、25 本の生産井で 1 日当り 11,262 m<sup>3</sup> を揚水、ワジ・ブ・ブクハラ では 4 本 (2005 年現在) の生産井で 1 日当り 2,170 m<sup>3</sup> を揚水し、イブリ、ヤンクル、ダンク (約 11 万人) の地方都市に配水する計画であり、両地区の水資源開発計画は順調に進行し、2005 年 3 月から配水が開始された。

水資源省は当開発計画の継続と共に地下水モニタリングを実施し、適正な水資源開発の維持を行うことと、塩水を使用した 5,000 ha の農業開発を計画している。

#### b. リアム・アル・シャルキヤ水資源開発計画

アシュ・シャルキヤ地方は水需要の増大とひでの影響により水不足が深刻化しつつある。この状況下、水資源省は 1989～1997 年に亘り水資源調査を実施し、アシュ・シャルキヤ (ワヒバ) 砂漠での帯水層を捕捉した。ジャーラン・バニ・ブ・アリ地区では 619 Mm<sup>3</sup> 及びアシュ・



図-2 アル・マサラート及びリウム・アル・シャルキヤ水資源開発計画位置図

シャルキヤ地区では 832 Mm<sup>3</sup>の地下水を沖積層及び風成層内に確認している。また、ワジ・バニ・カリッドからは 65 Mm<sup>3</sup>/年の涵養を受けおり、更新性の水資源でもある。

当水資源に対しリアム・アル・シャルキヤ水資源開発計画が 1997 年から開始され、予備開発調査及び詳細設計の後、2001 年 11 月から建設は開始され、フェーズ 1 の一部は 2005 年末までには終了し、配水が開始される予定である。最終的な水供給対象人口は約 79,000 人である。

フェーズ 1 計画は 2 箇所合計 31 本の生産井が掘削されている。生産水は飲料水用としてふっ素添加及び塩素殺菌処理を行っている。また、フェーズ 2 では水配水計画を主としている。

#### c. ネジド農業開発計画

オ国南部のドファール地方の砂漠地帯（ネジド）の農業開発を目指し、水資源開発が計画された。現在、地下水位の低下が継続しており、開発に大きな支障を生じている。PDO によれば、周辺農場を含む過剰揚水を主な原因として、地下水位低下は最大-100m まで下がる可能性がある。因みに-100m の地下水位は揚水の限界水位でもある。

#### d. 首都水供給拡大計画

電力・水省は 200MW の火力発電と 20 Mm<sup>3</sup>/年の淡水化プラントをバルカに建設した。

水資源省はバルカのマーウィルにおける水井戸群開発及びワジ・ダイカの地表貯留ダムを計画している。

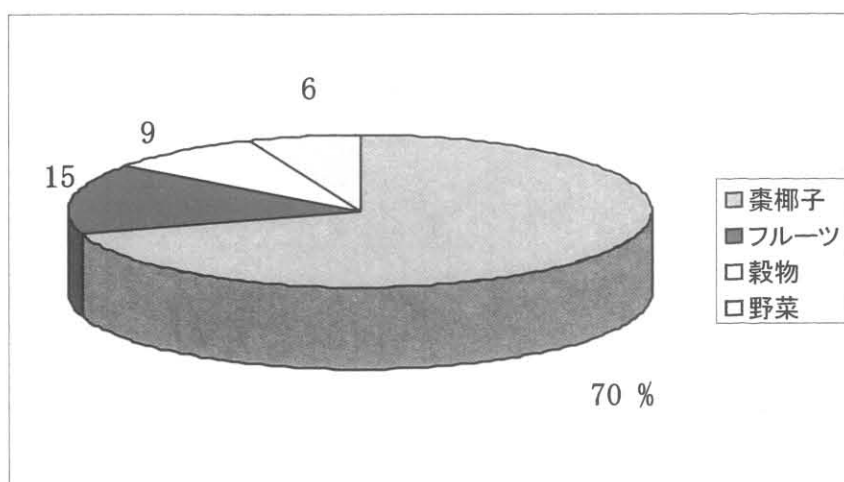
#### (水利用)

- ・地下水は農業、家庭用、地方自治体用及び工業用に回されている。農地面積は 0.2% であるが、農業用水は水消費の 93% を占めている。
- ・地下水は、44,000 本の井戸から 69%、また約 3,000 のファラージでその 31% を採水している。
- ・灌漑水として 116% の地下水を採水しており、16% が過剰揚水である。過剰揚水の結果、地下水位の低下と塩水（塩水くさび）の侵入で補っている。
- ・ファラージは全国で 4,093 箇所あり、2000 年現在 2,969 箇所が使用されている。ファラージからの採水で 26,500 ha の農地を灌漑している。
- ・ファラージの分布はアンダム・ハルファイン区域を含むジャバル・アクダル山地（オマーン山脈中央部）周辺にその 80% が分布している。
- ・農地の作物の割合を図—3 に示す。
- ・掘井戸は、ほとんど灌漑及び家畜用に使用されている。揚水には 20～30 年前からポンプを使用している。また、全体に過剰揚水であり、ファラージの枯渇への影響も大きい。

#### (家庭用水道及び工業用水)

- ・家庭用飲料水は、1993 年の国勢調査では国民の 36% が水道を利用している。その他、57% が水タンカーによる配水及び 7% が井戸を利用している。
- ・家庭用飲料水の総供給量は 169 M m<sup>3</sup>/年であり、そのうち 114 M m<sup>3</sup>/年は地下水から、残りの 55 M m<sup>3</sup>/年は淡水化プラントから供給されている。なお、地下水のうち 2 M m<sup>3</sup>/年は塩水化を受けている。
- ・マスカット首都圏の使用量は 52 M m<sup>3</sup>/年である。





図—3 農地の作物の割合

(衛生施設)

- ・ 全国で 250 箇所の衛生施設が稼働している。現在、衛生施設からの排水が、水質基準をクリアすることが難しくなっている。
- ・ マスカット首都圏の水使用量は 52 M m<sup>3</sup>/年であり、そのうち 12 M m<sup>3</sup>/年が下水として集水・処理され緑地に散水として再利用されている。

(国際比較： アラブ圏)

- ・ FAO (世界食糧農業協会、1999) 及び WB (世界銀行、1998) の資料を基に中近東諸国 (MEC) 11 カ国との比較を表—4 に示す。
- ・ MEC： エジプト、イラン、イラク、ヨルダン、クウェート、レバノン、カタール、サウジアラビア、シリア、UAE、イエーメン

表—4 中近東諸国 (MEC) 11 カ国との比較

項目	数量 (オマーン)	MEC 中の順位
1. 単位耕作面積当りの人数	3,751 人/km <sup>2</sup>	3 位
2. 更新可能な水資源量	408 m <sup>3</sup> /人/年	7 位
3. 総水資源量に対する水利用率	125%	5 位
4. 農業の水消費率	93%	1 位
5. 総水利用中の淡水化水の占有率	5%	5 位
6. 総水利用中の家庭用水/工業の占有率	34%	5 位
7. 灌漑用水中の地下水の占有率	100%	1 位

- ・ オ国は農業灌漑用水は全て地下水に依存している。
- ・ オ国の更新可能な水資源量が比較的少ない。
- ・ 農業に消費する水量が極めて高い。

#### 4. 水資源開発の可能性及び将来需要

FAO (1999) の世界開発指標の基準では、オ国の更新可能な水資源量は“乏しい”にランクされている。また、オ国における農業の国家経済への寄与は小さい。

オ国の水資源開発の可能性と将来需要についてその概要を以下に示す。

##### (水資源量増大の要請)

###### 従来工法

- ・ 貯留ダム
- ・ リチャージ・ダム
- ・ リチャージ井
- ・ 水資源の漏水防止
- ・ 下水の再利用
- ・ 送水

###### 新規工法

- ・ 海水と塩水の淡水化
- ・ 海水によるフラッシング (トイレ用等)
- ・ 油田生産時の地下水の処理と利用
- ・ 霧からの水採取 (オ国南部等)
- ・ 人工降雨
- ・ タンカー等による海外からの水輸入

#### A. 従来工法

##### (貯留ダム)

オ国の小規模貯留ダム・リストを表—5 及び位置図を図—4 に示す。

貯留ダムは 40 箇所が建設され、これらはオマーン山脈のジャバル・アル・アクダル (アクダル山) 周辺にのみ分布している。ダム高は 4~8m、貯留量は 1,000~10,000m<sup>3</sup> と小規模である。

現在、ワジ・ダイカ (ダイカ川) で 44Mm<sup>3</sup> の大規模なダムを計画中である (表 6 参照)。当計画では基盤岩の問題を抱えているが、2000 年現在、詳細設計の段階に達している。

##### (地下水涵養ダム：リチャージ・ダム)

オ国のリチャージ・ダムのリストを表—6 及び位置図を図—4 に示す。

リチャージ・ダムはオマーン山脈の周辺及びサララ平原に分布している。2000 年現在で 17 箇所に建設されているが、10 箇所が計画されている。リチャージ・ダムは洪水性降雨水を一時的に貯め、シルト分を沈殿させた後、下流側に涵養のため放流させている。しかし、最近のリチャージ・ダムの評価では、下流側の水位低下に対しての防止として寄与が小さいとしている。

降雨水の洪水流出量は 119Mm<sup>3</sup>/年と算定されているが、今後のリチャージ・ダム建設の目的は流出量を減少させ、水利用を図ることにある。

表—5 オ国の小規模地貯留ダム・リスト(1)

No.	Storage Scheme	Reservoir capacity (m <sup>3</sup> )	Crest length (m)	Height (m)	Spillway length (m)	Construction materials
<b>Jabal Al Akhdar</b>						
1	Dar Al Hajimat Dar Al Etm	5000	53.20	7.0	30.80	Stone and cement mortar
2	Wad Bani Habib	8600	26.30	8.0	20.70	
3	Sayq	6600	44.75	6.5	29.15	
4	Al Shurayjah	10200	46.00	6.0	42.00	
5	Al Ayn	3600	36.00	4.5	20.40	
6	Hayl Al Yaman	3800	28.65	8.0	23.60	
7	Manakhir – 1	8400	38.05	6.5	23.20	
8	Manakhir – 2	6000	42.20	5.5	22.50	
9	Salut	5500	23.08	5.0	19.10	
10	Masirat Al Ruwajih	8750	94.40	5.5	38.10	
11	Marwa	1050	26.60	8.0	14.75	
12	Al Ru'us	1050	27.35	5.5	13.35	
13	Qarr Shamis	1500	26.50	5.0	13.40	
14	Qayut	1300	29.50	7.0	22.40	
15	Musyrat Al Jawamid	1250	18.85	6.0	10.95	
16	Hulaylat	1300	15.60	5.0	11.40	
17	Hayl Al Hadab	2700	32.55	5.0	22.15	
18	Mahbat	1000	15.30	5.0	15.30	
19	Aqbat Al Bayut	840	19.9	7.5	13.45	
20	Al Ghalil	1200	20.87	5.0	13.90	
21	Salaylah & AlMaqul	1300	20.45	8.0	15.10	
22	Lali Laynah	900	52.55	5.0	26.20	
23	AlGharir Al Sufalah	900	26.20	7.0	15.30	
24	Sharjat	850	27.15	4.0	11.60	
25	Kufuf	750	21.45	5.0	17.95	
26	Kaf Al Ahmar	2200	34.75	5.0	19.20	
27	Dhum	7000	44.3	8.0	41.45	
28	Dar Al Quroun	900	16.0	4.0	14.60	
29	Dar Al Qurnayen	700	18.6	4.0	18.60	
30	Ras Al Wadi	700	20.2	4.2	17.70	

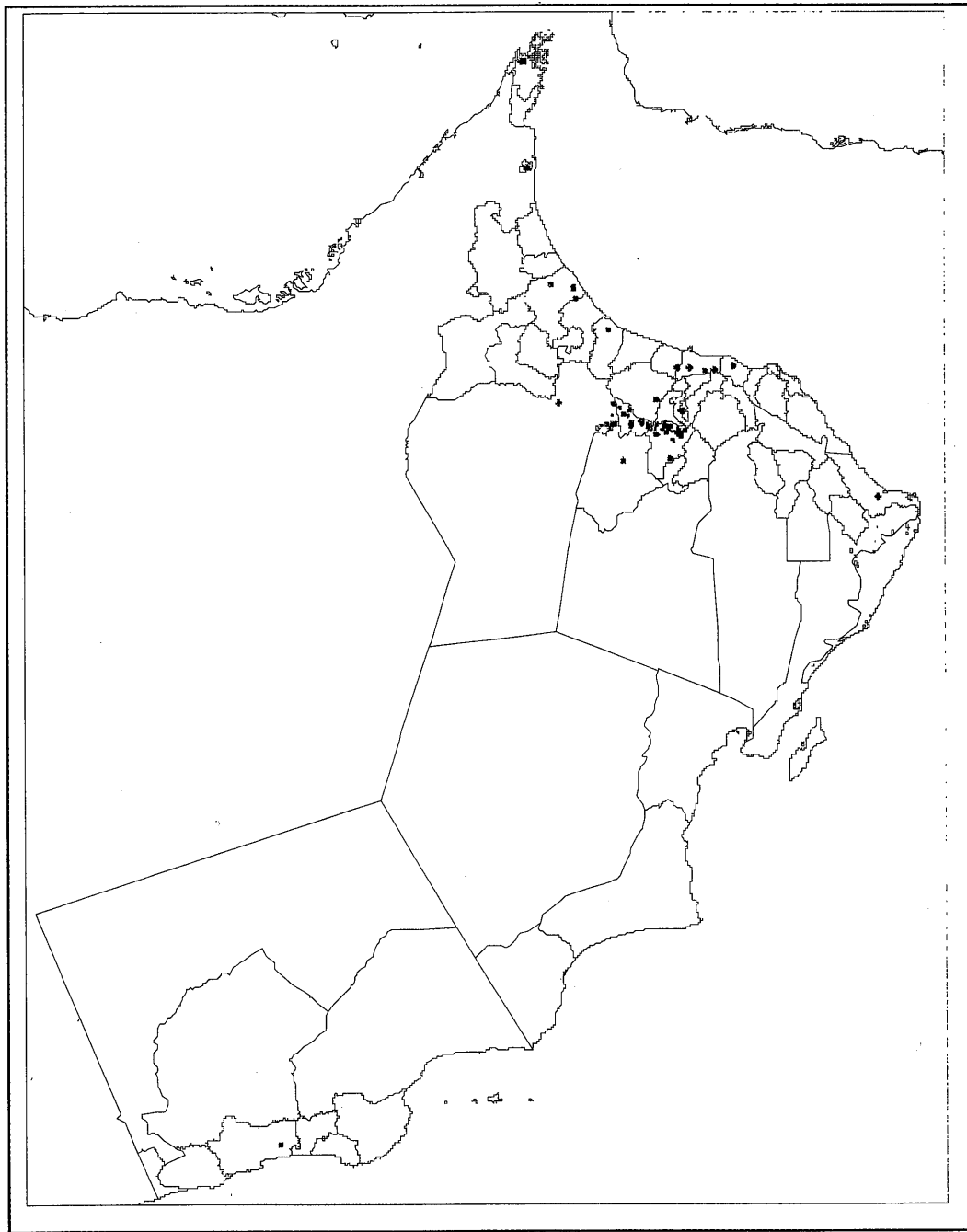
表—5 オ国の小規模地貯留ダム・リスト(2)

<b>Jabal Shams</b>						
31	<b>Hail Al Raq</b>	9500	26.00	6.5	20.00	Stone and cement mortar
32	Hail A'Shibak	2000	22.00	7.0	16.00	
33	A'Suwaiqat (upstream)	525	47.00	4.5	12.30	
34	A'Suwaiqat (downstream)	535	46.00	4.7	12.10	
35	Dar Al Qil	850	14.00	4.25	13.70	
36	Dar Al Lathib	530	36.00	3.5	16.20	
37	Tawi Al Aqabah	1700	30.00	7.0	18.00	
<b>Jabal A'Surah</b>						
38	<b>Hail Al Jawari</b>	535	14.50	4.0	10.00	Stone and cement mortar
39	Dar Al Gnooz	2000	16.00	4.5	12.00	
40	Aqabat Al Mashbak	450	17.00	4.3	13.00	
	<b>Total</b>	<b>114,465 m<sup>3</sup></b>				

表-6 オ国のリチャージ・ダムの一覧

No.	Name of Wadi	Completion	Cost in Millions R. O.	Reservoir Capacity in million (m <sup>3</sup> )	Remarks
1	Al Khawd (Seeb)	1985	5.8	11.6	
2	Hilti Salahi (Sohar)	1985	0.9	0.55	
3	Quriyat (Bahla)	1986	0.5	0.13	
4	Al Jizzi (Sohar)	1989	2.8	5.4	
5	Tanuf (Nizwa)	1989	1.3	0.68	
6	Ghul (Hamra)	1989	1.3	0.45	
7	Al Kabir (Ibri)	1991	1.1	0.5	
8	Ma'awil (Barka)	1991	2.5	10	
9	Fulaij (Sur)	1991	1.4	0.78	
10	Al Fara'i	1992	1.2	0.6	
11	Rubkah (Barka)	1992	2	5.1	
12	Fulayj Halban (Barka)	1993	1.4	3.7	
13	Sahalnout (Salalah)	1993	5.7	6.4	
14	Ahin (Saham)	1994	3.4	6.8	
15	Hawasinah (Khaburah)	1994	2.7	3.7	
16	Alaa (Bahla)	1996	0.3	0.04	
17	Rabha (Bahla)	1996	0.3	0.05	
18	Muaydin (Nizwa)	2002	2.7	2.5	
		Total	37.3	58.98	
19	Bani Kharus (Musannah)	2004	3.75	5	Awarded
20	Sarooj (Madhah-Musandam)	2004	2.2	1.2	Awarded
21	Mistal dam 1 (Nakhal)	2004	0.81	0.182	Awarded
22	Mistal dam 2 (Nakhal)	2004		0.068	Awarded
		Total	6.76	6.45	
23	Khabb (Diba-Musandam)	2005	2.4	2.5	6 <sup>th</sup> FYP*
24	Sahtan (Rustaq)	2005	0.4	0.079	6 <sup>th</sup> FYP
25	Sahtan (Rustaq)	2005	0.4	0.045	6 <sup>th</sup> FYP
26	Umti (Izki)	2006	1.4	0.61	7 <sup>th</sup> FYP
		Total	4.6	3.23	
27	Dayqah (Quriyat-Muscat)	2006-09		100	
	<b>Grand Total</b>		<b>48.66</b> Millions RO	<b>168.7 Mm<sup>3</sup></b>	

\* FYP: 5 年計画



- Recharge dam
- Reserve dam
- Under construction

図-4 ダムの位置 (2003年)

### (地下水涵養井戸)

ワジの帯水層中へ井戸を通じての人工涵養及び下水の地下涵養を行うことは、リチャージ・ダム及びその他の手法より良好である。しかし、第四紀の帯水層は目詰まり問題が表面化する。急速に透水性が減少し、洗浄が必要となる。バチナ地方での深度 40m まで広がっているラグーンでの涵養には有効であろう。また、サララ地域では石灰岩層が帯水層となっており、目詰まりは問題ないが、水質汚染が問題化され、モニタリングの必要がある。

### (地下水流出の阻止)

全国での地下水による流出量、特にムサンダム地方、バチナ海岸部、南海岸部、ナジド及び中央域では、合計 399Mm<sup>3</sup>/年と算定されている。この 50%は開発可能と推定されている。しかし、バルカ集水域では、最近の過剰揚水により塩水化（海水くさび侵入）の影響を深刻化している。また、ムサンダム、サイファ・イチ、クリヤット、ティビ、アル・ジャゼール、ラクユット、ミルバット集水域での第四紀帯水層中に低角度での海水くさびの侵入を受けている。さらに、最近では石灰岩層中の塩水化が認められ、詳細調査が必要となっている。

## B. 新規開発手法

### (塩水あるいは海水の淡水化)

マスカット首都圏での淡水化の量は、11.5Mm<sup>3</sup>/年に達する。

集水域レベルでの内陸部、又は孤立した町では淡水化プラントで生活用水を得る計画をしている。

### (海水によるフラッシング) (トイレ用等)

香港、シンガポールでは、トイレ等のフラッシングに過去 40 年間海水を使用している。もし、オ国で実施すれば約 30%の真水の節水が可能となる。海水の下水処理は既存の処理場で行うことができる。海岸部の都市では検討する必要がある。ただし、以下の点について考慮する必要がある。

- ・ パイプからの漏水
- ・ 下水の再利用
- ・ 海洋生物の保護

### (油田生産時の地下水の処理と利用)

油田生産時に揚水された地下水は、1997 年で約 270ML/日 (100Mm<sup>3</sup>/年) に達し、北部では油田の圧力の維持及び石油回収に全量が再注入されている。一方、南部では技術的に再注入の必要性が低い。注入井による水処理が実施されている。

注入に関し、浅い下部ファルス層への注入は禁止されている。

地下水は 5,000~15,000mg/L の炭化水素と重金属類を含んでいるが、PDO では逆浸透膜法による処理を行っているが、飲料水用には不十分である。今後、農業用水等への利用も検討する必要がある。

### (霧からの水採取)

オ国南部のサララでは75日の霧の日があり、調査では0.500 RO/Lの費用で生産される  
とのことである。霧発生終了後の9ヶ月用に貯留すれば、巨大な貯水池が必要となる。

### (その他)

人工降雨、タンカー等による海外からの水輸入等が検討対象になっている。

(コメント： 新規水資源開発に地下ダム建設については触れていない。)

## C. 開発の可能性

開発の主要要素は、以下のとおりである。

- ・ 持続可能な開発
- ・ 水利用の優先順位
- ・ 水収支における仮想水輸入の役割

### (持続可能な開発)

- ・ 国の水資源開発は、長期で持続可能性、技術的、経済的、環境的、社会的である必要がある。
- ・ 地下水がすでに汚染されている、あるいは過剰揚水により水質悪化している場合、2020年までに帯水層を改善させる必要がある。
- ・ 帯水層への海水侵入を2020年までに改善する必要がある。
- ・ 主要帯水層の開発について、マスター・プランでは2000～2020年を想定し、主要帯水層の開発はより長期間の使用を念頭に検討する必要がある。水資源は有限である。

### (水利用の優先順位)

- ・ 水利用の優先順位： 家庭用と工業用水の供給を優先させる。次はファラージ等の既存の水資源の保守であり、ファラージを除く農業用水は優先させない。
- ・ 淡水化については、地下水利用の方が技術的及び経済的な検討(F/S)で利点が多いことを確認する。

### (水収支における仮想水輸入の役割)

穀物、肉類等を輸入することにより、それらを獲得するために必要な水を仮想的に消費したことになる。この水量が仮想水(VWI)である。

政府はこのVWIを常時チェックする必要がある。

## D. 自然資源の利用最大化

水収支について表—3に示すとおり、12箇所の集水域ですでに供給過剰となっている。特に、パチナ海岸部と内陸部で著しい。農業用として井戸からの過剰揚水は各地で水位低下を生じ、海岸部では海水くさびの侵入を導いており、地下水及び土壌への影響が深刻化している。また、内陸のファラージ地域での井戸開発では多くのファラージの枯渇を生じさせている。したがっ



て、地下水の持続可能な利用を行うためにも地域における節水の議論を行う必要がある。

表一7に新規水資源開発の可能性量を示す。これらの他に、水資源省で検討している開発項目を以下に示す。

- ・ ワジ・サフワン及びワジ・アジランでの沖積扇状地層内帯水層の開発（ブレイミーへの水供給）
  - ・ ワジ・ラウナブ（アル・ジャゼール平原と住民への水供給）の第三紀石灰岩中の地下水レンズ（層厚 130m に及ぶ）の開発
  - ・ 基盤岩中の破碎帯中の帯水層（ボストン大学プロジェクト：El-Baz, 1995）サテライト・イメージ解析、ダルク付近のウム・エル・ラドゥマ石灰岩層中の帯水層開発
- また、検討中の水資源プロジェクトは、以下のとおりである。
- ・ 貯留ダム、リチャージ・ダムによる約 60Mm<sup>3</sup>/年の水利用開発
  - ・ 国境と海へ流出する地下水量の減少：約 40Mm<sup>3</sup>/年ほどを確保、今後の調査を指導
  - ・ 新規帯水層の開発
  - ・ 更新可能水資源の水量・水質の保全は最優先、農業用水の管理、地方水供給の見直し等
  - ・ 水資源の開発、モニタリングについて更なる調査が必要
    - アル・マサラート帯水層の汽水（塩水）域の開発（40Mm<sup>3</sup>/年：1000～2000ha）
    - アシュ・シャルキヤ帯水層での 10Mm<sup>3</sup>/年以上の家庭・農業用水の確保
    - ナジドでの生産水 18.5Mm<sup>3</sup>/年をサララに送水（ステージ2）
    - ナジドでの塩水資源 40Mm<sup>3</sup>/年を 1000～2000ha の農業開発に利用
  - ・ 下水の再利用
    - マスカットでの下水排水量 25Mm<sup>3</sup>/年（2030 年予想）を再利用（全体の 25% に相当）
    - サララでの下水排水量 17Mm<sup>3</sup>/年（2020 年予想）を再利用
  - ・ マスカット首都圏での水道管及び浄化槽からの漏洩の防止・改善
    - 首都圏の緑化に使用

#### E. 既存水資源の管理

既存の水資源の管理は、高い優先度で実施する必要がある。

- ・ バチナ海岸部での過剰揚水の管理： 4000ha の農地
- ・ 水管理により将来の持続可能な水資源の利用を計画
- ・ 節水のアピール

#### F. 将来水需要

将来の水需要の評価項目は以下のとおりである。

- ・ 家庭用水
- ・ 工業、商業、地方自治体（緑地、公園、道路脇等への散水）での用水
- ・ 農業用水、ファラージと井戸
- ・ 灌漑用（各集水域別）

表一7 新規水資源開発の可能性

Means	Unit cost (Baiza/m3)	Potential sites	Potential Yield (Mm <sup>3</sup> /yr)	Application Considered
1. Central well fields	135 139-290	Ma'awil trough Towns >10,000	29.5 1.0-8.8	For Muscat 46 regional towns
2. Storage dams	278	Wadi Dayqah  Various, small	44  0.01	The major surface water storage opportunity. From Hajar Ash' Sharqi mountains. For water supply to Muscat and Quriyat. Technical and economical feasibility still to be proved.  Generally for hill villages.
3. Recharge dams	475 119 302	Bani Kharus/Barka Muaydin/A.Halfayn Halfayn/ A.Halfayn Hatta/S-S-Liwa Sakhin/S-S.Liwa Srami/S-S.Liwa	0.66 0.17 0.40 4.80 1.30 3.50	Development of these schemes would be subject to technical and economic feasibility studies.
4. Desalination of sea water	700-755  <3,000	Ghubrah (Muscat)  Regional towns	11.5	Required during planning of well field option.  Possible need, unit cost high.
5. Wastewater collection, treatment, reuse	720  890-1,300	Muscat  51 regional towns	35.0  0.8-6.5	Further investigation needed for reuse for recharge or for agriculture.

・ 水利用量の計算

- 人口： 人口増加率： 1993年 3.06%： オマーン人：1.53%  
外国籍人：2.44%

2020年予測： 350万人

- 家庭用・商業用水利用量： 現在：80L/人/日、将来：192L/人/日に増加

- 工業用の水利用量：ルセイル、ライスット、ニズワ、スール、ブライミー、  
ソハールでの工業団地： 複数の水源を利用、現在の30%  
の上昇

- 地方自治体での水利用： 緑地、公園、道路脇等への散水： 現在の20%の

## 上昇

- 全体で 52% の上昇： 87Mm<sup>3</sup>/年（2020 年）

### ・ 農業用水将来使用量

#### - 灌漑

- ・ ファラージ： ファラージは自然流下であり、井戸でのポンプ揚水の影響を強く受ける。ファラージ水は灌漑用であり、飲料水に使用していない。内陸部では水位低下により枯渇が多く出ている。政府としてはファラージを国家遺産として保全する方針であり、持続可能な水資源でもある。

ファラージはファラージ・コミュニティが全責任を有しており、政府はメンテナンス及び技術的な面の補助を行っている。

- ・ 井戸： 井戸はファラージと共に農業用水の多くに使用されている。特に、バチナ海岸部で顕著であり、内陸部ではファラージが多い。アダム・ハルファイン（アダム）集水域では、ファラージが多数を占めるため、収支が 0 になっている。しかし、他の集水域では井戸が多数を占めていることから、過剰揚水で水資源の減少傾向を示している。

- ・ バチナ水管理域では地下水位の低下及び塩水化により、26,082 ha が 15,000 ha に減少している。

- ・ 内陸部の水管理域でも地下水位の低下及び枯渇により 7,314 ha が 4,000 ha に減少している。

- ・ サララ水管理域でも地下水位の低下により 2,819 ha が 1,800 ha に減少している。

- 農地面積： 現実的なアプローチとして、水位低下により農地面積の減少を確認する必要がある。

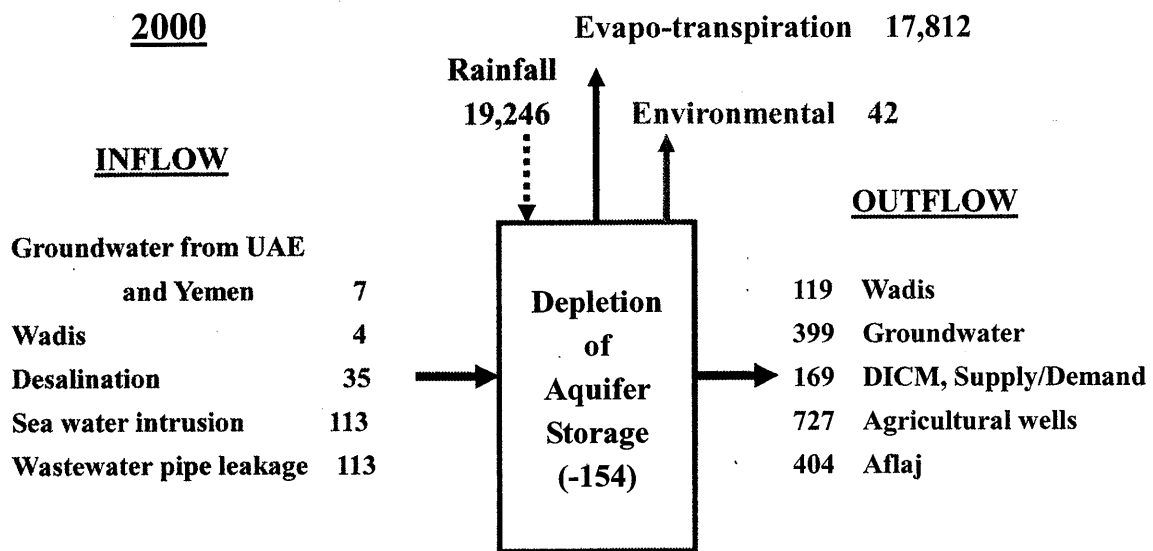
- ・ 井戸による灌漑面積： 38,529 ha が 22,000 ha に減少。

- ・ ファラージを現在のまま保全するとしての灌漑面積： 56,089 ha が 40,000 ha に減少。

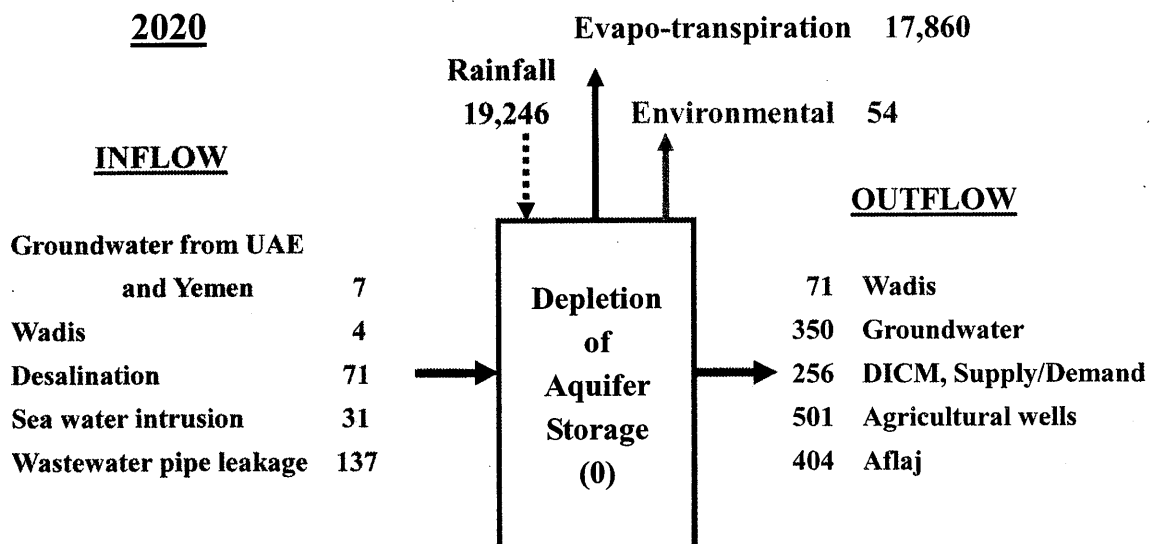
- 水利用の効率： 上記のシナリオの厳しさと不公平さから、重要事項として井戸からの灌漑の減少（節水を含む）を求められる。

### (水収支)

オ国全体の水収支の現況及び 2020 年の予想を図—5 に示す。



(1) 2000年の水収支



(2) 2020年の水収支

図一5 オ国全体の水収支の現況 (2000年) 及び2020年の予想

## 5. マスター・プラン – 背景と根拠

当マスター・プランは、2001年～2020年の水資源の持続可能な開発及び水資源の管理・保全のための戦略的計画である。

マスター・プランの主要課題を以下に示す。

### (持続可能な水資源開発)

- ・ 既存の水収支
- ・ 更新可能及び更新不可能な資源
- ・ 下水再利用の機会
- ・ 水質に関する環境要素
- ・ 水の将来需要
- ・ マスター・プラン期間の水需要は 330 Mm<sup>3</sup>/年であり、採水可能量である。

### (水資源開発のアクション・プラン)

- ・ 供給計画
- ・ 需要管理計画
- ・ 水質管理計画

### (水資源開発計画のフレーム・ワーク)

- ・ 勅令 (RD) No.100/89 (修正 : RDNo.3/94) を基本とする。
- ・ 関係官庁：

水資源省	:	家庭用、工業用、地方自治用水利用
地方自治・環境省	:	下水排水及び公害
農業・漁業省	:	農業用水利用
保険省	:	衛生、水質

### (水資源開発及び管理)

- ・ 原則と目的
  - 一般的問題
  - 農業
  - 家庭用、工業用、商業用、環境用水使用への水供給、下水の再利用
  - 研究と法制度
- ・ 目標
  - 水資源は国家の富である。水資源開発は将来の人口及び経済発展に沿うような持続可能な手法で管理する必要がある。
  - 水文地質的集水域は水質低下及び汚染を防止する必要がある。
  - 統合集水域管理計画 (ICMP) 全体計画及びひでり管理計画は、水保全と共に複数の官庁により管理する。
  - 水開発と水管理への民間参加は、歓迎すべき事項である。
  - 水利用に関する保全、健康、衛生、公共提示は、国を通じて行う必要がある。
- ・ 法制度の整備

- 水資源開発の責任機能は、法的にも水資源管理責任と区別する必要がある。
- 関係所管の選定（ステーク・ホルダー）
- 法制度の制定

#### （研究結果及び問題点）

- ・ 更新可能資源における持続可能性及び水質問題

#### （更新可能資源の増大）

- ・ 追加するリチャージ・ダムと貯留ダムで 100 Mm<sup>3</sup>/年の水資源を拡大する。
- ・ 下水の再利用。
  - 全国で 140 Mm<sup>3</sup>/年（2020 年）
  - マスカット首都圏で 100 Mm<sup>3</sup>/年（2030 年）発生する。

#### （更新可能な水資源の持続可能性）

バチナ、サララ及び内陸部の一部の水管理域では、すでに水不足になっている。都市への水供給は増加し、農業用水の使用も依然と大きいため、このままでは帯水層の貯留不測を招くのは必須と考えられる。したがって、今後 230～330 Mm<sup>3</sup>/年の節水が必要となる。

中央部とナジド水管理域では大規模な地下水量が賦存すると考えられているが、水質に問題があり、飲料水及び農業用水の使用には淡水化が必要となる。なお、ナジドでは塩分が問題ない箇所ではふっ素が高く、やはり水処理を必要とする。

#### （水質汚濁防止等）

- ・ 塩水（くさび）浸入
- ・ 地下水の硝酸性（～亜硝酸性）汚染
- ・ 水井戸用集水域保護区
- ・ ファラージ用集水域保護区
- ・ 水質汚濁防止用保護区

#### （将来水消費管理）

農業用水について表—8 参照。管理内容の概要を以下に示す。

- ・ 家庭用、工業用、商業用、地方自治用水使用（DICM）の水利用量は増加する。
- ・ 環境用水は少し増加。
- ・ ファラージの採水は現状維持。
- ・ 井戸からの農業用水は大幅に減少。
- ・ 全水利用量は減少する。

#### （井戸による灌漑の需要管理）

- ・ 230 Mm<sup>3</sup>/年の節水为目标とする。
- ・ 農業用井戸揚水の低減量（2020 年）を表—9 に示す。

表一8 水配分量の概要 (2000 - 2020 年)

Projected Resources Available						
Year	2000		2010		2020	
(Mm3/yr)	970		1056		1078	
Projected Water Allocations and Consumption (National)						
Year	2000		2010		2020	
Sector	Allocation	Consumption	Allocation	Consumption	Allocation	Consumption
D-I-C-M *1	169	56	207	80	256	119
Environment	42	42	48	48	54	54
Aflaj	475	404	475	404	475	404
Agricultural wells	909	727	805	660	601	501
<b>Totals</b>	<b>1595</b>	<b>1229</b>	<b>1535</b>	<b>1192</b>	<b>1386</b>	<b>1078</b>

\*1 : Domestic, industrial, commercial, municipal

表一9 農業用井戸揚水の低減量 (2020 年)

Water Management Area	Consumption *1 (Mm3/yr)		Reduction Required (%)
	2000	2020	
1. Musandam	14.2	13.4	5.6
2. Batinah	465.4	270.0	42.0
3. Muscat	3.1	0.0	*2
4. North East Coastal	17.4	17.4	0.0
5. Interior	162.5	146.0	10.2
6. Central	0.5	0.5	0.0
7. Najd	11.7	11.7	0.0
8. Salalah	52.2	41.9	19.7
9. Southern Coastal	0.2	0.2	0.0
Total	727.2	501.1	31.1

\*1 : Includes livestock consumption.

\*2 : It is assumed that urbanization will cause well-based irrigation to disappear in Muscat WMA.

(家庭用、工業用、商業用、環境用水使用の水利用)

(表一8 参照。)

## 6. マスター・プラン及びその内容

“国家水資源マスター・プラン”の目的は、2020年代におけるオ国の持続可能な水資源の利用及び管理に基づいて水の配分するアクション・プランの基礎資料を提供することである。

### (マスター・プランの概要)

当プランの内容を以下に示す。

- ・ 2020年までのオ国の更新可能な水資源の持続可能な使用及び水文地質的集水域での井戸とファラージの保全、汚染防止
- ・ 貯留ダム、リチャージ・ダム、その他の水文施設及び域外への流出ロスの低減させる施設の建設を通しての更新可能な資源の確保量の増大化（水文施設は技術的、経済的に可能性のあるものに限る）  
(コメント： 地下ダムも本項の水文施設に該当するものと推定される。)
- ・ 水資源管理の改善： 持続可能な開発の実現： 節水例として、
  - i) 水の配分
  - ii) 井戸水の配分
  - iii) ファラージ水の配分
- ・ 農業従事者へのアドバイス、特に灌漑用井戸の使用、ファラージの節水等
- ・ ファラージ・コミュニティに供給する水資源の保全
- ・ 水道による水供給システムの確保及び下水集水システムの設置  
： 特に10,000人以上の都市で、2020年においては46箇所（都市）に及ぶ（全人口の60%に相当する）。
- ・ 他の町村では水タンカーで供給
- ・ 節水のキャンペーンを実施
- ・ 水保全教育

### (マスター・プランの内容)

当プランの内容は23項目からなる。その内9項目は水資源省に関係し、2項目は全省に係る。合計11項目を下記に示す。

- ① 開発箇所、安全供給源の確保の視点で水資源調査、評価及びモニタリングを実施
- ② 自然資源の入手増大化手法の開発
- ③ 井戸使用の農業従事者への需要管理行動の実施（水配分の割合：表—10参照）
- ④ 国家経済省と共に“仮想水”政策の開発
- ⑤ ファラージの開発
- ⑥ 農業用水として汽水（塩水）の使用の策定
- ⑦ “水配分”の紹介のための法制度（表—11、表—12参照）
- ⑧ 制度改善の実施
- ⑨ HRD（人的資源開発）、トレーニングの継続
- ⑩ 水配分の管理、計画の理論付け
- ⑪ 政策キャンペーンと教育



表一10 井戸揚水による灌漑のための管理要求の概要

Ref.	Demand management action	Economic cost (Bz/m <sup>3</sup> )	Lead agency	Comments
DA1	Improve surface irrigation	7-11	MAF	Basic irrigation development.
DA2	Promote MIS a) with subsidy b) without subsidy	a) 8-49 b) 73-131	MAF	Without subsidy the equipment cost makes it uneconomic for most farms.
DA3	Introduce abstraction control based on a water saving of: a) 5% target b) 20% target	a) 10-115 b) 3-30	MWR	Calculation assumes MWR installs meters. Cost estimated is based on target savings of just 5%. A bigger water saving reduces the unit cost.
DA4	Change cropping pattern by: a) extension b) tax c) market support	a) 13-38	MAF	a) Basic farm development. b) Crop specific taxes unpopular. c) Market support needs PAMAP replacement/private sector.
DA5	Crop area restriction	1-26	MAF	Previous attempts have not been effective.
DA6	Change land use by: a) land purchase b) re-zoning/classification	a) 1-33	MH MCI	May be easy to implement at farms with low returns. Success depends on compensation levels.
DA7	Introduce water tariffs a) volumetric b) on power to pumps c) area based	a) 2 b) 35/kWh c) 50/ha	a) MWR b) MEW c) MAF	Tariff options a), b) or c) estimated to reduce agricultural water use 35% by economic leverage.
DA8	Introduce water markets	-	MWR	Has to be preceded by abstraction rights & sustainability.
DA9	Develop WUA	-	MAF (MWR)	Can be achieved through the proposed RWC.

表一11 農業管理行動計画（提案）

Ref.	Action	Priority rank
DA1	Improve surface irrigation	I
DA2	Promote MIS	I
DA4	Change cropping pattern	I
DA3	Introduce abstraction control (water quotas)	I
DA9	Develop WUA (through RWC)	I
DA5	Crop area restriction	II
DA6	Change land use	II
DA7	Introduction water tariffs	II
DA8	Introduce water markets	III

表一12 地方自治体用水の需要管理行動計画（概要）

Ref.	Demand management action	Economic cost (Bz/m3)	Priority	Lead agency	Comments
DD2	Recycling industrial wastewater	-	I	MRME (MCI)	Cost is industrial dependent.
DD3	Reduce wastage on property	86	I	MEW	Improve standard of plumbing fittings.
DD1	Reduce supply system leakage (UFW)	380	II	MEW	Leak detection and network rehabilitation.
DD4	Progressive domestic water tariff	110	II	MEW	Needs detailed consumption and tariff studies and legislation.

**A. ① 水資源調査、評価及びモニタリング**

**(水資源調査及び評価)**

- ・ 帯水層調査及び評価（優先都市への水供給）
- ・ 広域水文学的研究
- ・ 水文データ評価及び解析
- ・ 集水域モデル： 水配分と管理計画
- ・ ひでり管理戦略

**(水供給計画（井戸域）)**

- ・ 可能性調査の認識と調査

**(水資源モニタリング)**

- ・ 全国レベル（スケール）
- ・ 地方レベル（スケール）
- ・ 農業用井戸群からの揚水（開発計画）
- ・ 同上（実施計画）

**B. ② 自然資源の開発**

- ・ 貯留ダム
- ・ リチャージ・ダム
- ・ 降雨水の確保
- ・ 地下水の回収
- ・ その他の手法

（コメント： 地下ダムも本項の水文施設に該当するものと推定される。）

**C. ③ 井戸使用の農業需要管理**

- ・ 水資源省内に重要管理部の設置
- ・ 水配分の決定
- ・ 水配分の割合
  - 社会調査、割当システムの開発と詳細
  - 農業キャンペーン
  - 試験場の設置
  - モニタリング計画の実施要求
  - 揚水割当の実施
  - 実施とメンテナンス
  - モニタリングと管理・制御
- ・ 他の需要管理方法の評価

**D. ④ 国家経済省と共に“仮想水”政策の開発**

- ・ “仮想水”政策

・モニタリング

**E. ⑤ ファラージの開発**

- ・ メインテナンスの継続
- ・ サポート用井戸の建設
- ・ ファラージ・コミュニティの改善
  - 可能性調査の報告
  - 適正な対策の実施
  - 技術援助の継続

**F. ⑥ 農業用水として汽水（塩水）の使用の策定**

- ・ 農業開発
  - 可能性調査、研究
  - 認可（開発調査等）

**G. ⑦ “水配分”の紹介のための法制度**

- ・ 水割当の制度
- ・ 井戸源である帯水層の保全

**H. ⑧ 制度改善の実施**

- ・ 水資源省における提案の可能性の確認
- ・ マスター・プラン政策実施体の設立
- ・ 中央/地方水管理組織の改善
- ・ 共通認識/教育
- ・ 情報ネット・ワークの開発

**I. ⑨ HRD（人的資源開発）、トレーニングの継続**

- ・ 水資源省内にトレーニング部の設置
  - 自宅コース
  - 広域でのセミナー
  - 管理セミナー
  - 直接トレーニング
  - 海外研修

**J. ⑩ 水配分の管理、理論付け**

- ・ 理論付け（調和性）
- ・ 省庁間の長期計画の設立
- ・ 水配分の同意

K. ⑪ 政策キャンペーンと教育

- ・ 国内キャンペーン
- ・ 当マスター・プランの実施
- ・ 主要キャンペーンと標語計画
- ・ 学校教育
- ・ 水需要節水、水質メンテナンス

(実施スケジュール)

省略。

(投資額)

当マスター・プラン実施のための投資額を表-13に示す。

総投資額は241百万R.O.である。

表-13 当マスター・プラン実施のための投資額

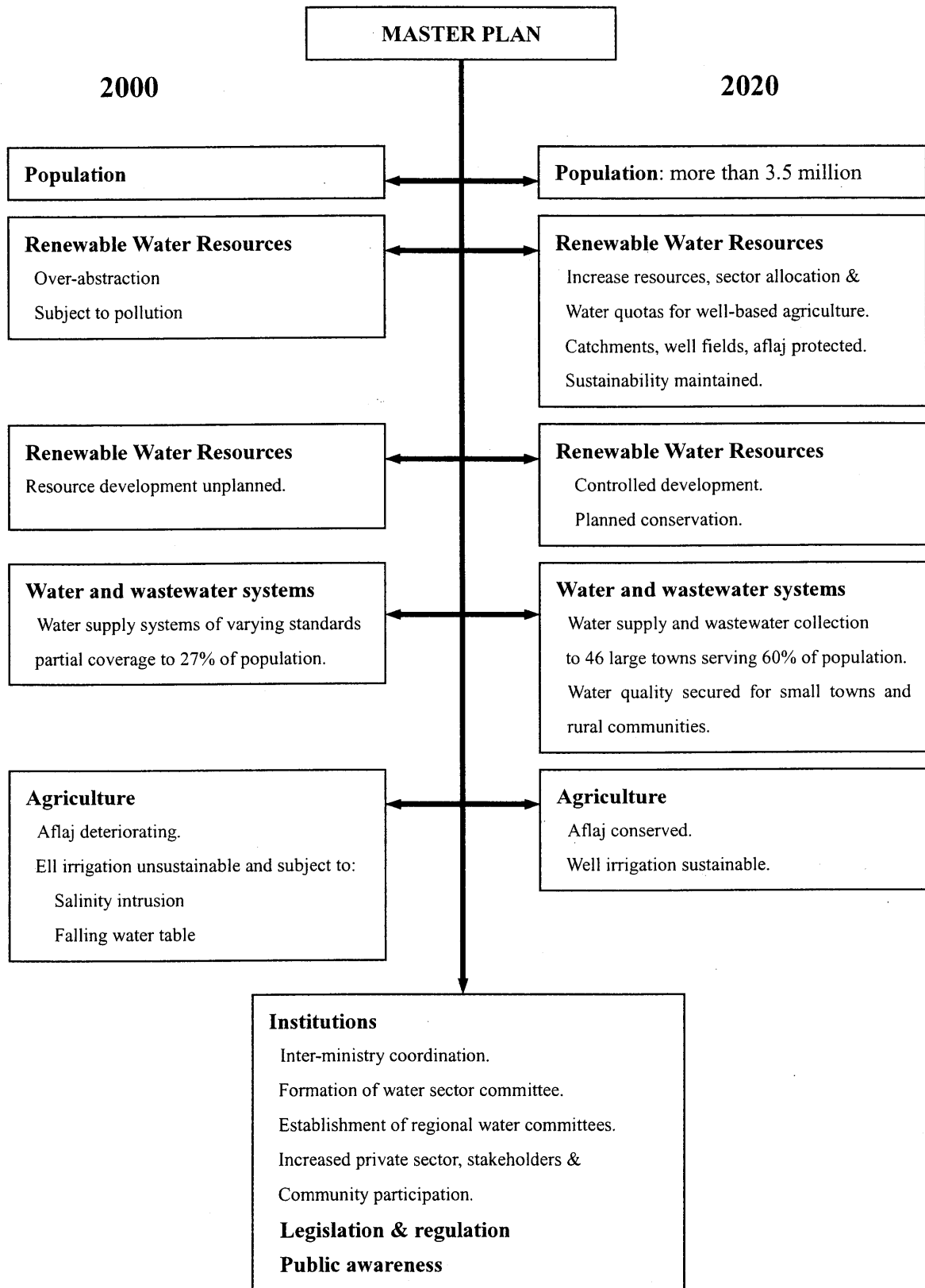
Exploration, Investment and Development Programme	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	Total
1. Locate and secure potable water	18	6	4	4	32
2. Increase recovery of National Water Resources	33	37	23	12	105
3. Conservation and Development, Maintenance Programme	1	19	5	20	45
4. Support and Development Aflaj	16	13	8	4	41
5. Information, Public Awareness, Education	3	2	2	2	9
6. H.R.D., Training *1	2	2	2	2	8
Total (Million R.O.)	73	80	44	44	241

\*1 : 人的資源開発 (Human Resources Development)

7. 国家水資源マスター・プランの影響  
当マスター・プランの影響図を図-6に示す。

8. 制度上の実施要件及び法制定  
(省略。)

(以 上)



図一6 国家水資源マスター・プランの影響





分野	96年度	97年度
運輸交通		<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：港灣運営・管理(97.4-98.4)、JICA</li> <li>専門家派遣：港灣運営(設計)(98.2-98.3)、JICA</li> </ul>
社会基盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：職業訓練(家電修理)(96.4-98.4)、JICA</li> </ul>	
通信放送	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：TV・FM放送技術(96.5-97.8)、JICA</li> </ul>	
水産		<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：アヒル養殖(97.7-00.7)、JICA</li> </ul>
鉱業	<ul style="list-style-type: none"> <li>開調：中央ハブコースト地域資源開発調査(96-97)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開調：南ハブコースト地域資源開発調査(97.8-00.3)、JICA</li> <li>専門家派遣(資源鉱物探査)(98.3-00.3)、JICA</li> </ul>
工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：品質管理(96.11)、JICA</li> <li>専門家派遣：工業技術開発(97.2-98.2)、JICA</li> <li>専門家派遣：中小工業振興(生産性向上)(97.3-97.7)、JICA</li> <li>開調：工業開発センター設立計画(96)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：生産性向上(98.3-98.5)、JICA</li> </ul>
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：風力発電(96.12-96.3)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>開調：電力合理化システム需給管理計画調査(97-98)、JICA</li> </ul>
商業・貿易		<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：貿易振興(97.10-99.10)、JICA</li> </ul>
観光	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：観光誘致(96.11-96.12)、JICA</li> </ul>	
人的資源		<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：教材開発(98.2-93.3)、JICA</li> </ul>
農業	<ul style="list-style-type: none"> <li>専門家派遣：乾燥地農業(栽培)(96.12-99.12)、JICA</li> </ul>	
無償資金(億円)	なし	なし
JICA技術協力(億円)	9.63	8.04
JICA技術協力内訳(95年以前は累計)	研修員受入(新規) 26人 専門家派遣(新規) 8人 調査団派遣 49人 機材供与 69.3百万円 開発調査 4件	研修員受入(新規) 38人 専門家派遣(新規) 7人 調査団派遣 72人 機材供与 45.9百万円 開発調査 3件
有償資金協力	なし	なし

分野	98年度	99年度
行政	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門家派遣：自動車排ガス規制(98.8-98.9)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開調：チラノ港並びに周辺地域開発計画調査(99.12-01.11)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：開発計画(99.12-00.2)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：電力系統運用(99.4-00.4)、JICA</li> </ul>
開発計画		
公益事業		
運輸交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門家派遣：港湾管理(98.4-00.4)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：輸送経済・港湾工学(シハル港)(98.8-98.9)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：港湾(漂砂)(99.2-99.3)、JICA</li> </ul>	
鉱業		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開調：シハル地域鉱害防止F/S調査(99-00)、JICA</li> <li>● 専門家派遣(鉱山開発)(99.5-99.8)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：カスタービオン発電設備出力(99.4)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：鉱業標準化(00.3-02.3)、JICA</li> </ul>
工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開調：還元製鉄所関連施設建設計画(98.1-99.1)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：工業技術(企画)(99.3-01.3)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門家派遣：生産性向上(99.4-99.7)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：工業標準化(工業規格)(00.3)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：カスタービオン運用管理(99.11-01.11)、JICA</li> </ul>
エネルギー		
農業	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門家派遣：乾燥地農業(園芸)(98.9-98.12)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：乾燥地農業(99.2-99.8)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 専門家派遣：乾燥地農業(灌漑)(2人)(99.4-99.5)、JICA</li> <li>● 専門家派遣：乾燥地農業(栽培)(99.11-00.11)、JICA</li> </ul>
無償資金(億円)	なし	なし
JICA技術協力(億円)	8.16	9.54
JICA技術協力内訳 (95年以前は累計)	研修員受入(新規) 27人 専門家派遣(新規) 7人 調査団派遣 63人 機材供与 20.1百万円 開発調査 5件	研修員受入(新規) 38人 専門家派遣(新規) 10人 調査団派遣 67人 機材供与 6.5百万円 機材 1件 開発調査 3件
有償資金協力	なし	なし

分野	00年度	01年度
行政	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：マシゴロブ植林(00.4-04.4)、JICA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 開調：ヤンル・グザン地域資源開発計画(01-02)、JICA</li> </ul>
鉱業	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：鉱物探査(00.7-03.7)、JICA</li> </ul>	
商業・貿易	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：生産性向上(00.4-02.9)、JICA</li> </ul>	
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：製油精製プロジェクト(00.4-00.10)、JICA</li> </ul>	
水産	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無償：水産物品質管理ビルドアップ計画 6.83億円、JICA</li> <li>• 専門家派遣：水産製品品質管理(化学分析)(00.10-02.9)、JICA</li> </ul>	
無償資金(億円)	6.83	なし
JICA技術協力(億円)	8.99	4.18
JICA技術協力実績	研修員受入(新規) 27人 専門家派遣(新規) 5人 調査団派遣 61人 機材供与 16.06百万円 なし	研修員受入(新規) 31人 調査団派遣 31人 機材供与 14.78百万円 開調 1件 なし
有償資金協力	なし	なし

分野	02年度	03年度	04年度以降
行政		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：海洋汚染モニタリング（赤潮等モニタリング体制）、JICA</li> <li>• 専門家派遣：海洋汚染モニタリング（リモートセンシング）、JICA 集団研修：水環境モニタリング</li> </ul>	
運輸交通			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 開調：オマーン国全国道路網開発調査（04.1-05.2）、JICA</li> <li>• 開調：オマーン国全国港湾開発戦略調査（04.6-05.5予定）、JICA</li> </ul>
農業		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：残留毒物分析（03.4-04.4）、JICA</li> </ul>	
工業	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：電気計測標準・校正（02.4-02.4）、JICA</li> </ul>		
人的資源			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 専門家派遣：職業訓練7ト、ハイパー（04.4-05.4）、JICA</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 開調：マングローブ林再生・保全・管理計画調査、JICA</li> </ul>		
無償資金（億円）	なし	なし	
JICA 技術協力（億円）	2.33		
JICA 技術協力実績	研修員受入（新規） 28人 専門家派遣（新規） 1人 調査団派遣 26人 機材供与 0.28百万円 開発調査 1件	研修員受入（新規） 21人 専門家派遣（新規） 3人 開発調査 2件	
有償資金協力	なし	なし	