

イエメン国
2州における水資源開発管理
基本計画策定のための調査
予備調査 報告書

平成17年5月
(2005年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

環境
JR
05-079

序 文

日本国政府は、イエメン政府の要請に基づき、2州における水資源開発・管理基本計画策定のための調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施することといたしました。

当機構は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成17年2月27日より3月19日までの21日間にわたり、JICA地球環境部第三グループ調査役 横倉 順治氏を団長とする予備調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにイエメン政府の意向を聴取し、かつ現地調査の結果を踏まえ、本格調査に関するM/Mに署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終りに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成17年5月

独立行政法人 国際協力機構
理事 北原 悦男

目 次

序 文
目 次
地 図
写 真
略語表

第1章 予備調査の概要

1-1	要請の背景	1
1-2	予備調査の目的	1
1-3	調査団の構成	2
1-4	調査日程	2
1-5	相手国受入機関	3
1-6	協議概要	3

第2章 現状と課題

2-1	「イ」国の国家開発計画、水資源開発・管理、上水道整備 に関する政策、計画	9
2-1-1	国家計画	9
2-1-2	水資源管理政策および計画	9
2-1-3	都市給水計画	10
2-1-4	地方給水計画	11
2-1-5	「イ」国の水資源管理および上水道整備の課題	11
2-2	関連法制度と関係機関	12
2-2-1	水資源開発・管理関連	12
2-2-2	都市給水関連	13
2-2-3	地方給水関連	15
2-3	対象地域・流域の概要	16
2-3-1	対象地域の社会・経済	16
2-3-2	対象流域, 地下水等の自然条件	18
2-3-3	対象流域における水利用、水利権等	22
2-4	対象地域・流域における給水施設の現状	22
2-4-1	給水施設	22
2-4-2	廃水処理施設等	24
2-5	実施中及び計画中のプロジェクト	25
2-5-1	水資源開発・管理	25
2-5-2	給水整備	26
2-5-3	都市衛生整備	27

2-6	国際機関等の動向.....	28
2-7	環境配慮事項	32
2-7-1	環境関連法制度と関係機関.....	32
2-7-2	保全地域および保全動植物.....	33
2-7-3	「イ」国におけるEIAの実施状況.....	34

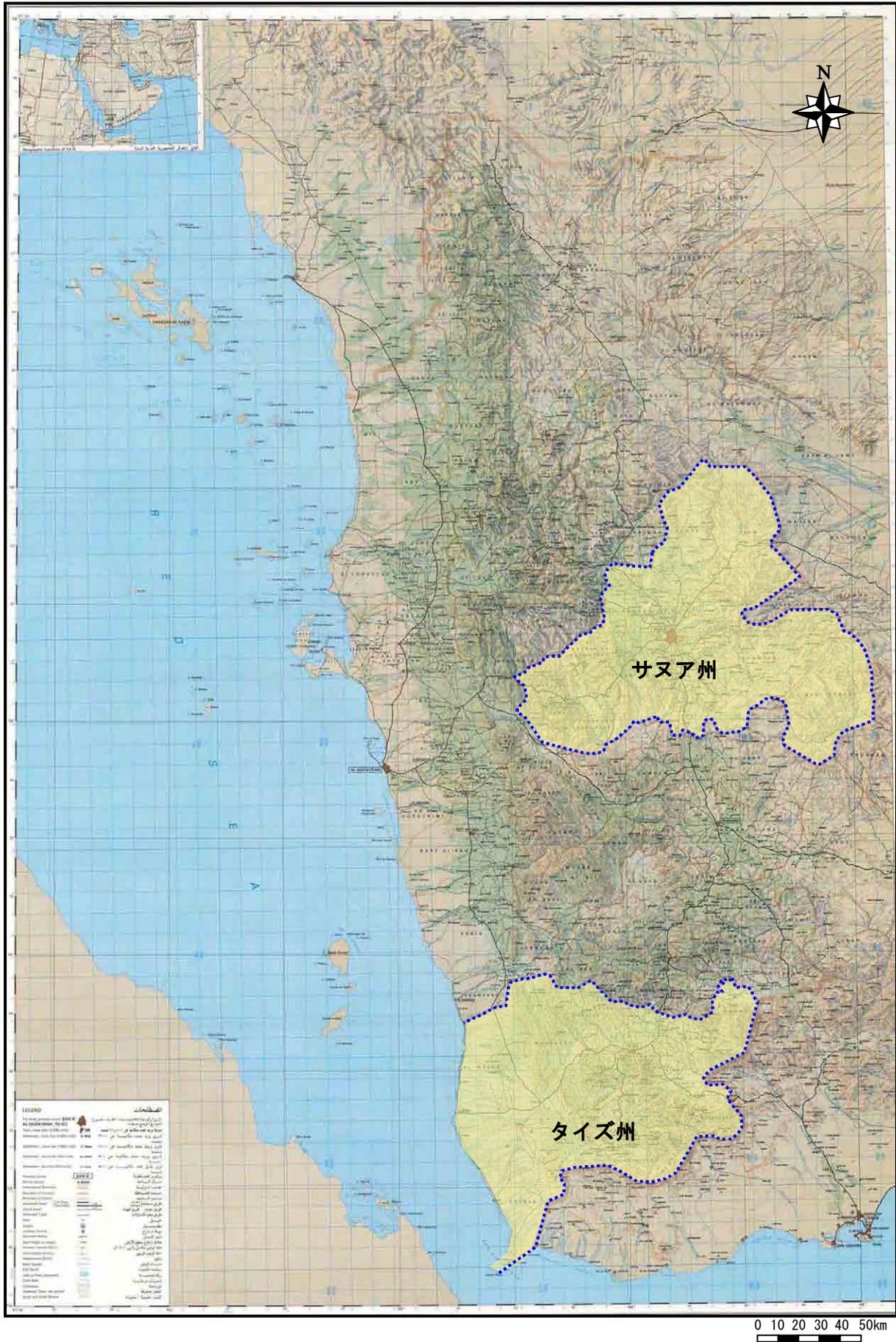
第3章 本格調査の方向性と今後調査すべきこと

3-1	調査の目的	35
3-2	調査対象範囲	35
3-3	相手国調査実施体制.....	36
3-4	調査項目及び内容.....	36
3-5	調査実施上の留意点.....	37

【付属資料】

1.	M/M (JICA)	41
2.	主要面談者リスト	47
3.	打合せ議事録	51
4.	Q/N及び回答	67
5.	収集資料リスト	81
6.	ローカルコンサルタントリスト.....	85
7.	現地確認調査概要	87
8.	補足調査概要	101

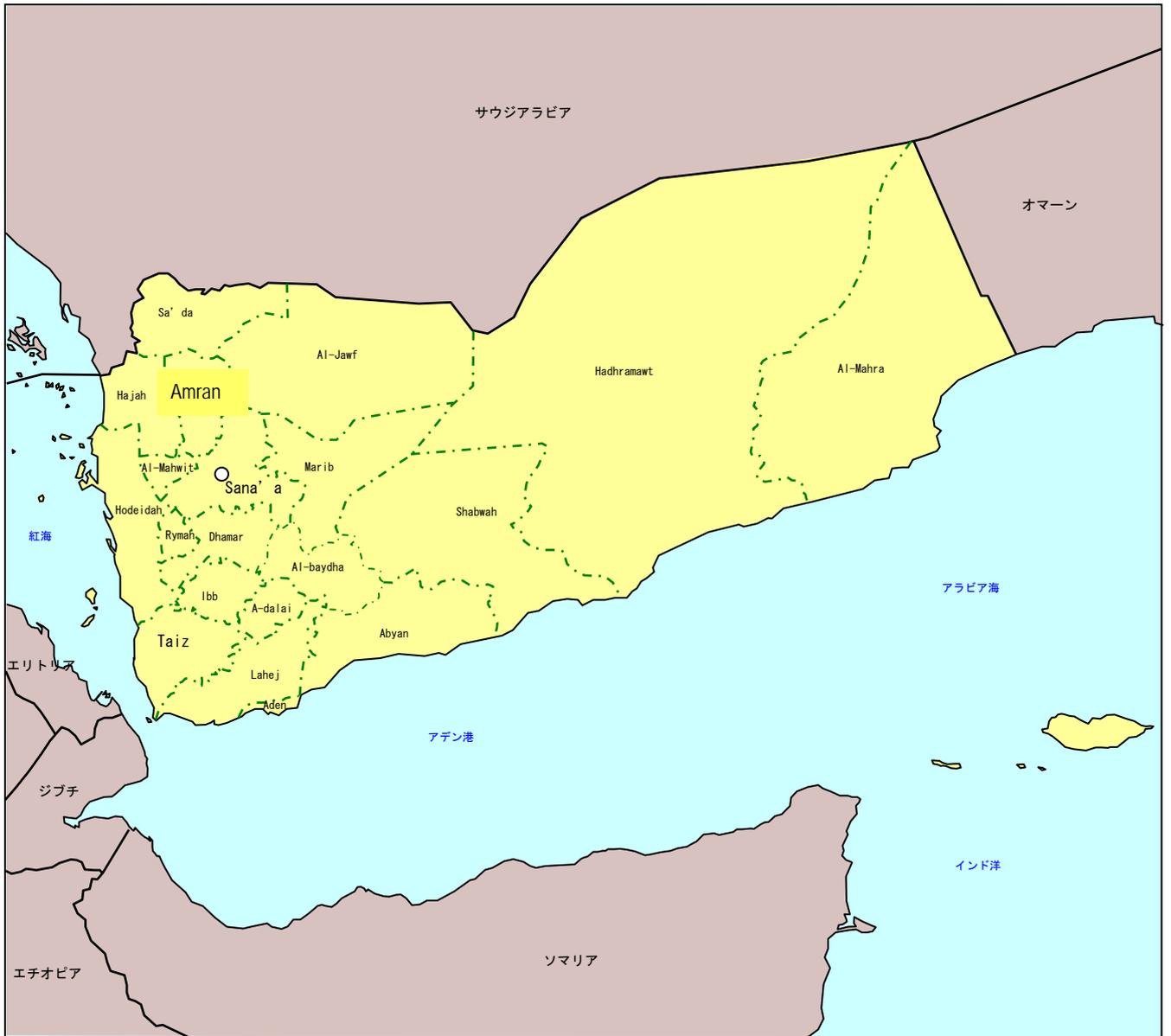
通貨単位	2005年2月29日交換レート	107
------	-----------------------	-----



調査対象位置図



0 50 100 150 200km



現地調査写真



M/M 調印



M/M調印前打ち合わせ



MWE の建物



NWRA 本部の建物



GARWSP 本部の建物

<Aramas Village, Wadi Bana, Dhamar Region>



1997年の無償プロジェクト、水源井戸



当初の発電機が故障し、配電盤に切り替え



中継貯水槽



中継ポンプ、数回取替えられている

<Al-Zakkairah Water Committee, Ash-Shimayatain District, Taiz Region >



1988年の無償プロジェクト、ポンプ小屋および井戸 発電機、ディーゼルエンジン ワジ内の水源より遙か山上まで送水パイプにより給水



第1中継施設



第2中継施設



最終貯水槽は向こうの山上にある



Water Committee Director 宅付近の景観

<Al-Yusfin Water Project, Kahadeer District (Well site)——Al-Gabbaifah District (Water supply site), Taiz Region >



1994年の無償プロジェクト

周辺に井戸が密集し、6ヶ月前より揚水能力低下 (No.2は設置後間もなく枯渇)



No.3 ポンプハウス



第1中継施設



第2中継施設



最終貯水槽、横は GARWSP の新設ポンプ施設



GARWSP が敷設した山地集落への送水パイプ。水源が枯渇、送水されていない。

<Wadi Asfan Project, Gihana District, Sana'a Region >



1988年の無償プロジェクト



井戸および発電機



集落遠景、周囲の井戸は枯渇

略 語 集

EIA:	Environmental Impact Assessment
EPA:	Environment Protection Authority
GARWSP:	General Authority for Rural Water Supply Projects
GDP:	Gross Domestic Product
GTZ:	German Technical Cooperation
HQ.:	Head Quarter
ITC:	International Institute of Aerospace Survey and Earth Sciences, Netherlands
IWRM	Integrated Water Resources Managemen
MAI:	Ministry of Agriculture and Irrigation
MPIC:	Ministry of Planning & International Cooperation
MDG:	Millenium Development Goals
MWE :	Ministry of Water and Environment
NWRA :	National Water Resources Authority
NWSA:	National Water Supply and Sanitation Authority
NWSSIP	National Water Sector Strategy and Investment Plan
KFW:	German Development Bank
RWSSC	Regional Water Supply and Sanitation Corporation
RWSSP:	Rural Water Supply and Sanitation Project
RWSS-TA:	Rural Water Supply and Sanitation Technical Adviser Project SAWAS: Sana'a Water and Sanitation Study (carried out by Dutch TA)
SBWMP:	Sana'a Basin Water Management Project
SFD	Social Fund for Development
TA:	Technical Adviser
UNICEF:	United Nation Children's Fund
UNDP	United Nations Development Program
WEC:	Water and Environment Center, Sana'a University

第1章 予備調査の概要

1-1 要請の背景

イエメンの降雨量は、首都サナアからタイズにかけての高地では年間平均 500mm～800mm、海岸地帯は 50mm～100mm、東部砂漠地帯は 50mm 以下と地域によって異なるが概して少ない。

給水率については様々なデータがあり定まった情報はないが、当国貧困削減計画書(2000年)によれば、給水率は都市で 64%、地方で 25%とされており、低い水準にあることが推察される。

当国第2次社会経済開発5ヵ年計画(2001年～2005年)、貧困削減計画書(2003年～2005年)等では、表流水と地下水の統合的管理、上水道の拡充と実地体制の強化等が重要と指摘されている。

水資源分野では以下の組織が中心となる。

- ① 水資源省(MoWE: Ministry of Water and Environment): 統合的な水資源管理のための政策立案と実施。下記②～④を所轄
- ② 水資源公社(NWRA: National Water Resources Authority): 全国の水資源開発・維持のための戦略・政策・実施の監督、水資源の調査・保護・管理・規制
- ③ 上下水道公社(NWSSA: National Water Supply and Sanitation Authority): 主要都市の上下水道の計画策定と実施等
- ④ 地方給水公社(GARWP: General Authority for Rural Water Projects): 地方都市(3万人以下)の上下水道の計画策定と実施等

水資源分野では、水法に基づき MoWE と NWRA が全国各地に統合的水資源管理のための計画を策定、実施する体制を整備しつつある。

また、MoWE と GARWP の州支所が住民参加のもとで地方給水を整備していくことになっており、当該セクターでも分権化が進められている。

イエメン政府は世銀や DANIDA 等からの支援を得て体制整備を始めており、①GARWP 本部と 8 州支所の体制整備と地方給水整備の実施、②タイズ州と他 1 州における統合的水資源管理のための計画策定と実施体制の強化を 2004 年に日本政府に正式要請を行い、2004 年 11 月に本件開発調査の実施が採択された。

本件予備調査は案件内容の確認と協力内容を整理するために実施するものである。

1-2 予備調査の目的

本件調査は、イエメン政府の要請に基づき派遣されるもので、先方の要請を確認し本格調査の内容を検討するために下記を目的として派遣された。

- 1) 要請内容と協力範囲と先方政府実施体制を確認し、事前評価調査(S/W 協議)の準備

を行う。

- 2) 調査対象地域として要請されているタイズ州において現地調査を実施し本格調査での協力内容の素案を検討する。
- 3) 先方が他1州での調査も希望しているところ、その選定基準とプロセスを確認する。

1-3 調査団の構成

No.	団員氏名	担当業務	所属
1	横倉 順治	総括	JICA 地球環境部調査役
2	益田 信一	調査企画	JICA 地球環境部第三グループ水資源・防災第一チーム
3	大浦 寿	水資源開発/環境配慮	八千代エンジニアリング(株)
4	吉田 健次	水理地質	八千代エンジニアリング(株)

1-4 調査日程

月日		官団員	役務提供団員
2/27	日	日本発→	
2/28	月	→イエメン着 在イエメン日本大使館表敬 水環境省、水資源公社(NWRA)、地方給水公社(GARWSP)表敬	
3/1	火	農業灌漑省打合せ 水環境省、水資源公社(NWRA)、地方給水公社(GARWSP)打合せ	
3/2	水	世銀打合せ オランダ大使館、GTZ 打合せ	
3/3	木	団内打合せ	
3/4	金	サナア→タイズ(陸路移動)	
3/5	土	タイズ州自治体表敬 タイズ州 NWRA、GARWSP 事務所打合せ	
3/6	日	サイト視察	
3/7	月	タイズ州 NWRA、GARWSP 事務所打合せ タイズ→サナア (陸路移動)	
3/8	火	M/M 協議	
3/9	水	M/M 協議	
3/10	木	在イエメン日本大使館報告	
		サナア発→	現地調査
3/11	金	→成田着	現地調査
3月12日～3月18日			現地調査
3/19	土		成田着

1-5 相手国受入機関

- 1) 水環境省 (Ministry of Water and Environment)
- 2) 水資源公社 (National Water Resources Authority)
- 3) 地方給水公社 (General Authority for Rural Water Supply Projects)

1-6 協議概要

水環境省の正式要請は、Component A (地方給水実施体制強化：GARWSP) と Component B (統合水資源管理マスタープラン策定：NRWA) をまとめて日本政府に提出された。本件調査は Component B の採択に基づくものであったが、水環境省ではそのような理解になく Component A, B 双方の実施を期待している。

調査対処方針検討に係る外務省との協議では、地方給水分野に対する無償資金協力の可能性を踏まえた GARWSP の実施体制の強化を本件開発調査で行うべき点について認識が共有されていたので、GARWSP を C/P に加え地方給水分野も含めた案件に整理する方向でイエメン側と協議を行った。

水環境省は、「地方給水実施体制強化」と「統合的水資源管理マスタープラン策定」はそれぞれ独立したプロジェクトと認識しており、各プロジェクトの協力対象地域の調整を行う考えを持っていない。GARWSP は 10 州の地方支局体制強化とそれに続く給水施設整備の実施を期待しており、一方で NRWA は Sana'a と Tuban-Abyan の 2 流域の統合的水資源管理マスタープランの策定を期待している。前者は水利用の観点でのプロジェクトであり、後者は水利用関係者の規制を行うための基本方針の策定であり主旨が異なる。両案件を統合して実施することを水環境省は考えておらず、双方意義の高い案件であるため、何れかを取捨選択することも水環境省は認めなかった。

調査団は Taiz 州の地方給水施設の現況視察で農業用水の過剰な地下水揚水により水源井戸が使用不能となっている現状を確認した。このような現象が当国で一般的に起こっていると報告を受け、地方給水においても持続的な運営のためには水源管理による地下水保全が不可欠と料される。従って、①Sana'a での統合的水資源管理マスタープラン策定と同州の地方給水整備支援、②市街を中心とする流域で統合的水資源管理が進められている Taiz 州における地方給水整備支援をイエメン側に提案し、①または②を実施する方向で検討する旨を伝えた。

①、②全てを実施することが望ましいと考えているが、調査規模を把握した上で外務省、JICA 本部で協議し協力内容を精査する必要がある。

1) 協力コンポーネント(案)

本件調査に関して想定される協力コンポーネントは別添 1 のとおり。先方との協議により下記の考えから協力コンポーネント案を整理した。

① 統合水資源管理マスタープラン

水環境省は特に水資源が逼迫している 5 流域について早急に統合的水資源管理を導入したいとしており、マスタープラン策定とその実施についてドナーからの支援を期待

している。5 流域の水資源管理は基本的には当国主要都市の危機的な水問題に対処するために需要(特に灌漑用地下水)を如何に抑制するかが主要課題になる。NRWA によれば5 流域の進捗は別添2 に整理されるが、世銀、KfW、GTZ 等のドナーと NWRA の間のコミュニケーションが必ずしも良好でなく、ドナー側の情報と整合していない。いずれにせよ Sana' a 流域と Tuban-Abyan 流域においてはマスタープラン作成の目処が立っておらず、JICA による支援が期待されているところである。

NWRA によれば、Sana' a 流域、Tuban-Abyan 流域ともに水理地質、環境、農業、社会経済等の調査が実施済みであり、マスタープラン作成は既存資料の取りまとめ作業と考えられている。

調査団は、緊急性、調査地域のアクセス等を勘案し、Sana' a 州を優先したいと考えており、イエメン側にも伝えている。

予備調査では、Sana' a 流域の既存情報(精度、範囲等)、他流域のマスタープランの内容をもとに当該流域のマスタープラン作成に必要な作業量を検討する。

なお、水環境省、NWRA は Sana' a 流域の水資源管理マスタープラン検討にあたって、Sana' a 市の水源として Sana' a 東約 150km の Sabatayn 流域の水資源量調査を早急に行いたいとしている。しかしながら、①距離 150km、標高差 1,000m 以上の導水が必要で経済的実現性が低いこと、②Sabatayn と同一流域である Wadi-Hadramawt 流域とともに水資源管理計画を策定した上で Sana' a への流域外導水の可否が検討されるべきであること、③当該地域が渡航延期地域であること 等から JICA は Sabatayn での現地調査を行わない旨を NWRA へ伝えた。NWRA からは Sabatayn 流域の水資源調査を外しても問題ない旨を確認している。

② 地方給水整備

当国の地方分権化の推進と合わせて、GARWSP は地方給水施設整備を州支局が中心となって行うよう権限委譲を進める予定にあり、その方針については NWSSIP にも記されている。別添3 のカテゴリーA の支局については一定の人員と機材が整備されているところ、まずはこれらの支局に対して権限委譲を行うこととしており、給水施設整備の実施主体とすべく体制強化について JICA に支援要請があった。

新制度の下では GARWSP 本部が各州に予算配分を行った後、州支局が州、郡議会と協調して、施設整備の必要な村落を確認、適正な優先順位に基づき事業実施の予算配分を行うことが求められる。

給水施設整備では Demand Responsive Approach が採用されている。右アプローチでは、コミュニティが要請書を作成し、裨益住民の支払い能力等から施設規模、サービスレベルを検討され、コミュニティが設立する水管理委員会がプロジェクトコストの応分の負担とする。

GARWSP はこれら一連のプロセスを地方自治体と構築する必要があり、パイロットプロジェクト等を通じてのキャパシティビルディングに対する支援が期待されている。

調査団は Taiz 州支局に対するヒアリングを行ったが支局は当該州の既存の地方給水

施設数についての情報も持っていないことが判明した。州レベルでの改善計画を策定する上で施設インベントリー(位置、規模、建設年次、現況)等の基礎的情報整備から協力をを行う必要があると思われる。

本格調査では本件の予算の許す限り Sana'a 本部、Taiz 州に対する協力の可能性を検討したいが、Taiz についてはオランダが来年度から相当規模の協力を予定しているとの情報があり、今後調整が必要になると思われる

協力コンポーネント案

以下のコンポーネントについて協力の可能性が考えられる。
 地方給水においては Demand Responsive Approach が導入されていること、IWRM は既存調査が実施済みであること等から開発調査で個々のコンポーネントで詳細な技術調査は必ずしも必要ではないと思われるが、コンサルタントによる技術的検討により投入規模を検討したい。

協力事項	協力内容	留意事項
I タイズ州における地方 給水整備計画	タイズ州 IWRM の行動計画に基づき NRWA との連絡を密にしつつ、GARWSP を C/P として実施。	オランダが来年から GARWSP タイズ州支部へ相当規模 (3 mil \$) の協力を予定。事前の調整が必要になる可能性あり。
II タイズ州における GARWSP 支局のキャパシ ティビルディング	タイズ州内の施設維持管理体制の強化、地方行政を交えた施設整備計画策定にかかる T/A 等を必要に応じパイロットプロジェクトを実施しつつ協力。	オランダが来年から GARWSP タイズ州支部へ相当規模 (3 mil \$) の協力を予定。事前の調整が必要になる可能性あり。 GARWSP は分権化プロセスを導入する支部として位置付けている。 JICA スキームに準じた協力内容の精査が必要。
III サナア流域における IWRM の M/P 策定	サナア流域の既存調査結果(水理地質、農業、社会経済、環境等)を取りまとめ、IWRM を策定。	NWWA は喫緊に M/P 策定が必要と考えている。 渡航延期地域である Sabatayn の地下水ポテンシャル調査の実施の取り扱いを整理する必要がある。 地下水の有無を確認する以前に経済分析で調査 TOR から除外しうるか予備的な検討を行うことも考えられる。
IV サナア州における地方 給水整備計画	GARWSP を C/P としてサナア州全体について実施。	IWRM 行動計画がないため Sana'a 流域内においては実施の位置づけが不明確になる。III とセットで考えることが望ましい。 GARWSP は施設整備の必要性が最も高い州と位置付けている。
V サナア州における GARWSP 本部/支局のキ ャパシティビルディン グ	サナア州内の施設維持管理体制の強化、地方行政を交えた施設整備計画策定にかかる T/A 等を必要に応じパイロットプロジェクトを実施しつつ協力。	GARWSP は分権化プロセスを導入する支部として位置付けている。 JICA スキームに準じた協力内容の精査が必要。

重要な流域への取り組み状況

3月1日のMWEからのヒアリングによれば下記のとおり。関連ドキュメントを入手し確認する必要がある。

流域名	NRWA 支部	IWRM マスタープランの有無 と協力ドナー	IWRM の実施状況	備考
Sadah	有り	計画済み（時期未確認） WB	実施中（計画未確認） KfW	実施につきオランダが支援の意向あり
Sana'a	有り	様々な調査は実施されたが IWRM 計画は未着手 WB、オランダによる調査あり。	未着手	オランダ支援の調査により水源開発について8シナリオを検討。 Sana'a の約150km 東に位置する Sabatayn 流域（地下水）を水源として開発可能か至急（6ヶ月以内）に着手したい由。 IWRM 計画は同水源可能性調査と合わせて検討されることになる。
Taiz	有り	計画済み（2001年） オランダ、WB、UNDP	実施中（2004年～） オランダ、UNDP、 Local Fund	IWRM においては包括的に協力が実施されており、さらなる協力は不要の由。
Tuban-Abyan	有り	様々な調査は実施されたが IWRM 計画は未着手 UNDP	未着手	両流域ともに上流域からの洪水の涵養が重要な課題。 一部調査についてオランダが支援の意向あり。
Wadi-Hadramawt	有り	計画済み（2002年） UNDP	未着手	実施計画策定についてオランダが支援の意向あり。
Coastal-Hadramawt		未着手	未着手	

¹ NRWA は5流域を選定して取り組んでいる旨説明していたが、3月1日の打合せでMWEより上記6流域が重要との説明があった。おそらく2月28日のMWE大臣の発言から Hadramawt 海岸部が新たに加えられたものと思われる。

GARWSP'S PLAN OF GIVING MORE AUTHORITY TO ITS BRANCHES AND DELEGATING THEM TO IMPLEMENT THEIR OWN FINANCIAL BUDGETS UNDER THE SUPERVISION OF THE HEADQUARTER

Number of Branches: 20

GARWSP's branches in the governorates are classified according to their existing capabilities (personnel, furniture & apparatus, machinery and equipments) into the following three categories:

No.	Category A	Category B	Category C
1	Sana'a	Al-Baidha	Al-Jawf
2	Taiz	Mareb	Wadi Hadhramawt
3	Ibb	Sa'adah	Al-Mahrah
4	Dhamar	Al-Dhale'	Rayma
5	Hajjah	Shabwa	
6	Al-Mahweet	Coastal Hadhramawt	
7	Amran		
8	Hodeidah		
9	Lahj		
10	Abyan		

第2章 現状と課題

2-1 「イ」国の国家開発、水資源開発・管理、上水道整備に関する政策、計画

2-1-1 国家計画

「イ」国の国家政策、計画には以下のものがあり、これらの骨格は、Millennium Development Goals（国連ミレニアム宣言、2000）に配慮して策定されている。

- ① Strategic Vision 2025
- ② First Five Year Development Plan (1996-2000)
- ③ Second Five Year Development Plan (1996-2000)
- ④ Poverty Reduction Strategy (2003-2005)

③の第2次5カ年計画では、水収支は、2000年で9億 m^3 が不足する。灌漑効率を現状の40%から75%に改良して、2010年に灌漑取水量を35.21億 m^3 から28.69億 m^3 に減ずる。それでも、家庭他の水利用の増加により、年9.21億 m^3 の不足が生じる。また、タイズ、サダ、サナア、アビアンでの過剰揚水が250~400%に達するとされており、水不足に対する対応を行うとしている。

2-1-2 水資源管理政策および計画

水資源管理の政策、計画には以下がある。

- ① National Water Strategy (1998)
- ② National Water Policy (2002)
- ③ National Water Sector Strategy and Investment Program (2004)

また、これらの国家政策、戦略に基づき、2002年にはWater Low（2-2-1節参照）が制定されている。

（1）国家水戦略（National Water Strategy）

1998年に策定された国家水戦略では水資源開発・管理分野で達成すべき23課題を示している。まず水資源開発・管理を行う上では全国レベルの観測網作りが重要であると述べている。次に水資源開発ではその現在の開発レベルを持続可能なレベルに戻すことが重要であり、その為には全国をWater Basinに分けBasin毎に水資源状況、帯水層の枯渇状態を把握し管理を行うと述べている。さらに水源開発については第一に涵養がある浅層地下水を開発し、涵養がない深層地下水（化石水）を開発する場合には十分な調査を行い細心の注意を払って行うこととしている。また地下水と表流水との相互利用、雨水を最大限に利用することなども述べている。水資源保護においては特に汚染からの地下水保護を強調している。また管理を行うために総合水資源管理の考えたかを採用するとしている。水資源管理では都市部の水不足を解消する為農業用水を転用して、地方から都市部への水移動の促進、揚水量の制限、灌漑の効率化、都市水道における漏水防止などを指摘している。

(2) 国家水政策 (National Water Policy)

2002年に制定されている。NWRAの訳出資料によると、水資源開発、水資源管理、水消費者の分担、水価設定、水収支、配分の優先性、水市場・運搬、財務・技術支援・投資、水源環境、水質、法制度、公共認識、技術研究・技術移転、プライベート・セクターおよびステークホルダーの参加等の規定が記述され、NWRAおよびMAIの役割が設定されている。水法の基礎になる事項が述べられている。

(3) 国家水セクター戦略 (NWSSIP)

水セクターの問題解決のために世銀、オランダの支援を受け水環境省と農業灌漑省によって国家水セクター戦略 (NWSSIP) (2004年12月にドラフトが完成) が取りまとめられた。NWSSIPでは水セクターを① Water Resources Management ② Urban Water Supply and Sanitation ③ Rural Water Supply and Sanitation ④ Irrigation ⑤ Environmentの5つのサブセクターに分け、それぞれにワーキンググループを作成し、実施計画を策定した。この水セクター戦略は現在政府内で正式発布に向けて最終調整が行われている。

2-1-3 都市給水計画

都市給水については、Water and Sanitation Sector Reform(1997)により、次のようにNWSAが中心になり、RWSSCを設立して運営維持管理ができるように、その移行過程を含めて規定されている。なお、都市地域は、人口30,000人を越える首都圏、州の中心都市とされている。

NWSAは、a)通常の前算過程、人材および財源の開発、基準およびガイドラインの整備、および調整対策実施の一部としてRWSSCの管理計画の見直し、b)RWSSCが自身の活動計画を実行できるようになるまでの給水衛生プロジェクトの計画、c)支部とRWSSCの能力強化のための技術支援の実施、d)RWSSCが責任を果たすまでの地方給水衛生に関する他の実行機関に対する相談、助言、可能な技術援助、e)他の国内、国際機関に対する給水衛生セクターの代表、f)効果的な水源利用の開発と割当て政策、セクターの効果の増進のための対策の実施の分担の権限を持つと規定されている。

支部は、RWSSCが設立されるまで、必要な管理上および技術的な要求を満たし、給水衛生施設の管理、運営および維持に対して徐々に責任を持つようになり、NWSAによって創設されるガイドライン、法制度、基準に従って、サービスを行うに必要なその他の役割を実行するとされており、RWSSCへの移行についての組織の改正が述べられている。

NWSAの創設するガイドライン、法制度、基準について、a)サービス地域内の全ユーザーに対する妥当な持続可能なサービスを確実に与える長期、短期計画の準備、b)固有の実行目標の設定、詳細な元金の改良プログラムと財務計画を結合させた5年営業計画の開発、c)年度の前算過程の一部としての見直しと承認により、条件の変化と進捗を反映した年ベースの営業計画の改良およびアップデート、d)直接または他の公的、私的およびコミュニティー組織を通しての最適な効果の上がるコストでの給水衛生施設の維持管理があげられている。NWSAからは、中・長期計画は出されていないようである。

2-1-4 地方給水計画

地方給水は、地方の要望に基づき、GARWSP本部（HQ）およびGARWSP支部（Region Branch）により水源（井戸）、揚水施設、貯水槽が建設され、対象地域のWater UserによりWater Committeeが組織され、Water Committeeによって貯水槽からの集落への配管が整備される。通常、複数の村が対象になっている。その後の運営、維持管理は全てWater Committeeが行う。水道料金の決定、徴収、配水、修理に伴う追加費用の徴収、修理に必要な資材の購入、修理の実施等全作業が含まれる。水源が枯渇するような場合には、地元選出の代議士を通じて要望し、GARWSPにより水源のリハビリまたは新設が行われ、それを運用するシステムになっている。

GARWSPの計画に関しては、地方からの要請に基づく年間計画はあるが、中・長期計画は準備されていない。なお、GARWSPの組織改革については、GARWSP Branchesを重要度のカテゴリー分けを行い、カテゴリー別に2010年までの強化計画が立てられている。

2-1-5 「イ」国の水資源管理および上水道整備の課題

「イ」国におけるもっとも重要な水資源開発・管理の課題は水収支のバランスを無視した無秩序な地下水開発をどのように抑えるかという点である。世銀によれば「イ」国の人口の90%近くが住む西部地域では地域全体での年間地下水涵養量が1.1 Bm³しか得られないのに関わらず、地下水使用量が1.8 Bm³にも及んでいる。つまり使用量の70%は再生不可能である。「イ」国においてはこのような現象をgroundwater miningと呼んでいる。世銀はこのままの水使用量が続けば50年以内にこの地域の地下水は完全に枯渇すると予測している。しかし、これは西部地域全体の話で首都サナアなどはさらに深刻で10年以内に主要帯水層であるタイラー砂岩層の地下水は枯渇するとの報告がされている（サナアでは涵養量の400%以上の地下水を汲み上げている。）。また、UNDPによるとサナア流域に貯留されている地下水は2010年に使い尽くされると予測している。

サナアを例にとるとサナア流域において2002年8月に井戸台帳作成のための調査が行なわれ、約13,000本の井戸を確認したが、そのうち30%近くの井戸は、地下水位低下のため井戸枯れをおこしたりして使用不能であった。井戸の最大掘削深度は都市給水に使われているもので1,700mほどあり、水中ポンプは500m以上に設置されている。また、全井戸のうち公共上水道のために使われているものはわずか70本ほどであり、ほとんどの井戸は個人所有であった。

水資源管理上の問題としては観測データの不足が挙げられる。2002年に水法が施行された後、サナア、サダ、タイズの3流域を保護地域として定めたが、それ以外の地域に関しては十分な観測データもなく、地下水資源保護区域の策定ができない状態である。また流域毎の水利用量などもほとんど把握されていないため安全揚水量を算出することもできない。

もうひとつの水資源管理上の課題としては、農業に特化した水利用からの脱却があげられる。現在水利用の90%近くを農業（灌漑）用水として使用しており、飲料水として使われるのは残りの10%ほどである。この水利用の不均衡を是正することは飲料水不足を解消のために急務である。農業活動の広がり例としてサダ流域について述べる。サダ流域にはオルドビス紀のワジッド砂岩層がひろがっている。本来この砂岩層は帯水層としてのポテンシャルは高いものの、過剰揚水により毎年数m地下水位が低下しており、汲み上げら

れた地下水はほとんど灌漑に使われている。サダ流域の衛生画像からもその農業活動の広がりが見てとれる。

水セクターにおける水資源開発の目標としては都市及び地方給水率の改善によるMDG達成が挙げられる。現在「イ」国における給水率は地方部で25%前後、都市部で64%と低くこの給水率の改善は水セクターにおける重要課題のひとつである。MPIC作成のレポート（Millennium Development Goals Progress Report for Yemen, 2003年）によれば水セクターにおけるMDG達成は現時点ではかなり厳しい状況だと述べている。

2-2 関連法制度と関係機関

2-2-1 水資源開発・管理関連

水資源開発・管理関連の法制度は、2-1-2節に関連して水法(Water Law)が、2002年に制定されている。水法の概要は次のとおりである。

<水法 (Water law) 2002年>

2002年8月31日までイエメン国には水法が存在しなかった。この新しい水法は水資源管理を行う上で重要なものである。しかしながら、掘削深度80mまでは許可なしに地下水開発が行なえる、ポンプ揚水量を把握する量水計設置を義務付けていない、灌漑に使用する水に対する課税をかけないなどの問題が指摘されている。水法が発布を受けてサナア、サダ、タイズ流域を水資源保護地域と定める旨の制令（Cabinet decrees # 343 to 346 of November 19, 2002）が作られた。またこの水法に関連して「イエメン国内における掘削活動及び掘削リグ移動の規制に関する首相決議（No277）」（The prime ministers resolution no(277) for the year2004 regarding the regulation of the activities and movements of water well drills within the bounds of the republic）が2004年に発布されている。これにより掘削業者は規制発布された後6ヶ月以内にNWRAに登録し、ライセンスを得なければ掘削ができなくなった。そして違反者には禁固刑を含む厳しい罰則を設けている。「イ」国には200台ほどのリグがあると言われているが（Source: Water Resource Management in Yemen, WB 2000）、そのうち現在までNWRA 本部に届出をし、ライセンスを取得したのは3社、計7リグである。

水資源開発・管理関連の機関としては1995年の法令により設立されたNWRAがある。NWRAは水資源計画、観測活動、法律・条例の制定、水利用に関する啓蒙活動に対する責任を持つ機関として位置づけられている。NWRAは水法2002年に従い全国を14のBasinに区分けしてBasin毎に水資源管理計画を策定して管理を実施していこうとしている。また、国家水セクター戦略（NWSSIP）2003年（2-1-2（3）参照）により、責任分担および権限がより詳細に規定されている。

しかしながら、現状では14 Basinのうち5 Basinでしか調査が行われていない。加え、調査が行われている5 BasinでもBasin全体を対象とせず、その一部のみを調査対象地域とし、管理計画の一部しか実施されていないのが実情である。

NWRA本部の組織図を図2-1に示す。また、NWRA Taiz支部の組織図を図2-2に示す。

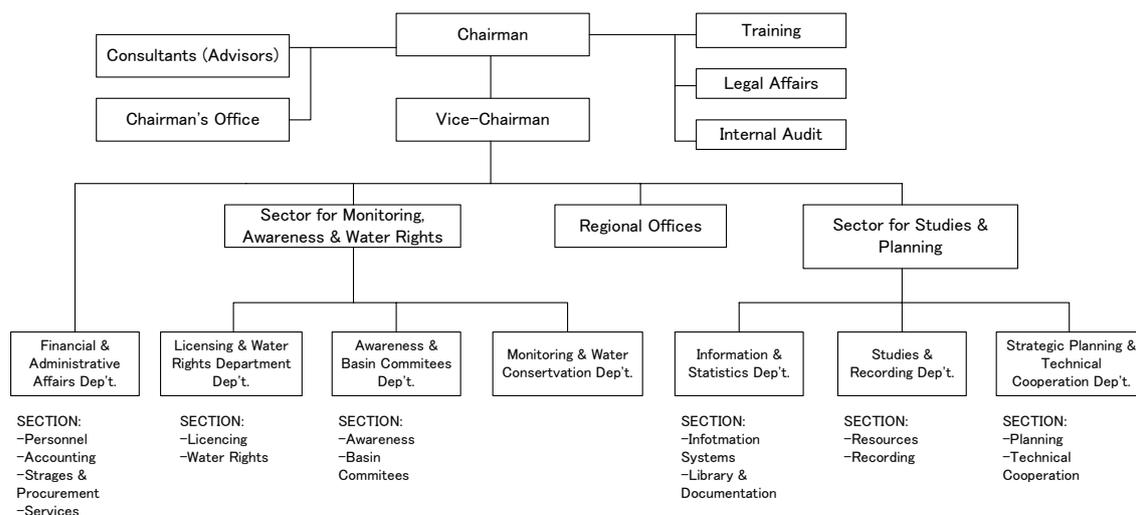


図2-1 NWRA本部組織図

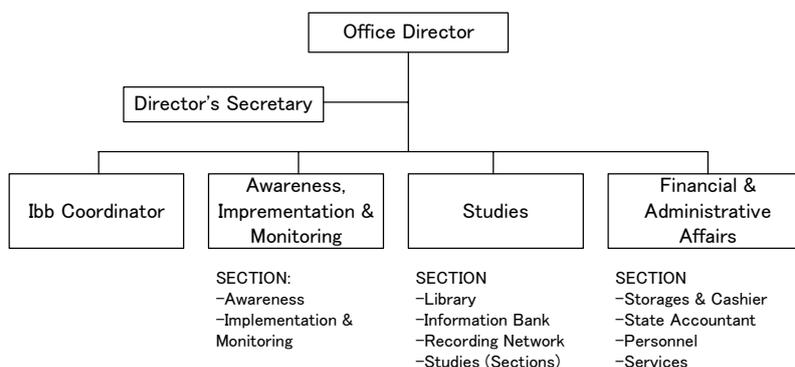


図2-2 NWRA Taiz支部組織図

2-2-2 都市給水関連

Urban Water Sector Strategy (1997)がCabinet Resolution No.237として制定され、都市給水の管理、運営、維持の実施機関としてのRWSSC (Regional Water Supply and Sanitation Corporation)への移行に伴う組織改正が指示された。

現在、New Water and Sanitation Sector ReformがRepublic Decree (2004)として出され、Councils of Ministers Decree No.15 (2005)のNWSAの再組織により、NWSAは主に管理、計画機関になり、上下水道に関する実質的な管理運営は、各地方にRWSSCが組織され、運営されるようになってきている。Sana'aおよびTaizのWSSCは組織済み。Councils of Ministers Decree No.16 (2005)によりHajjah WSSC、No.17 (2005)によりAl Baidha WSSC、No.18 (2005)によりSa'adah WSSC、No.19 (2005)によりDhamar WSSCの創設が規定されている。

NWSAの組織図を図2-3に示す。また、Taiz WSSCの組織図を図2-4に示す。

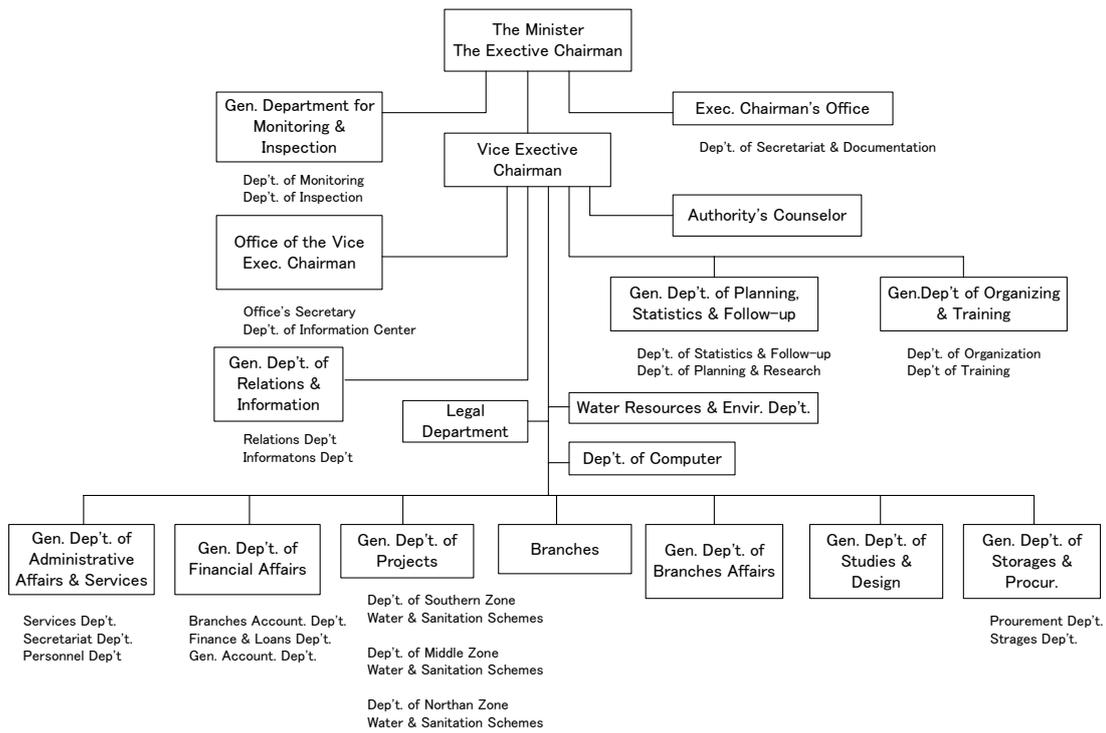


図2-3 NWSA本部の組織図

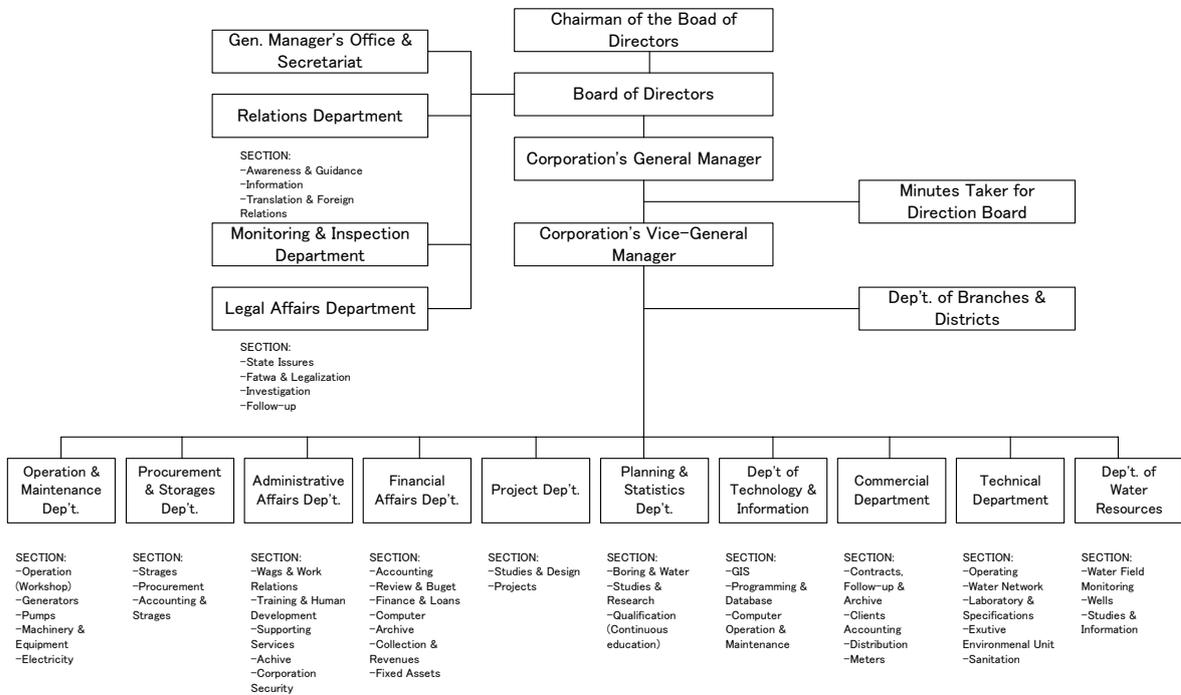


図2-4 Taiz WSSCの組織図

2-2-3 地方給水関連

GARWSPの法規定については、Presidential Decree (2002) によっている。GARWSP本部の組織図を図2-5に示す。タイズ支部の組織図をそれぞれ図2-6に示す。

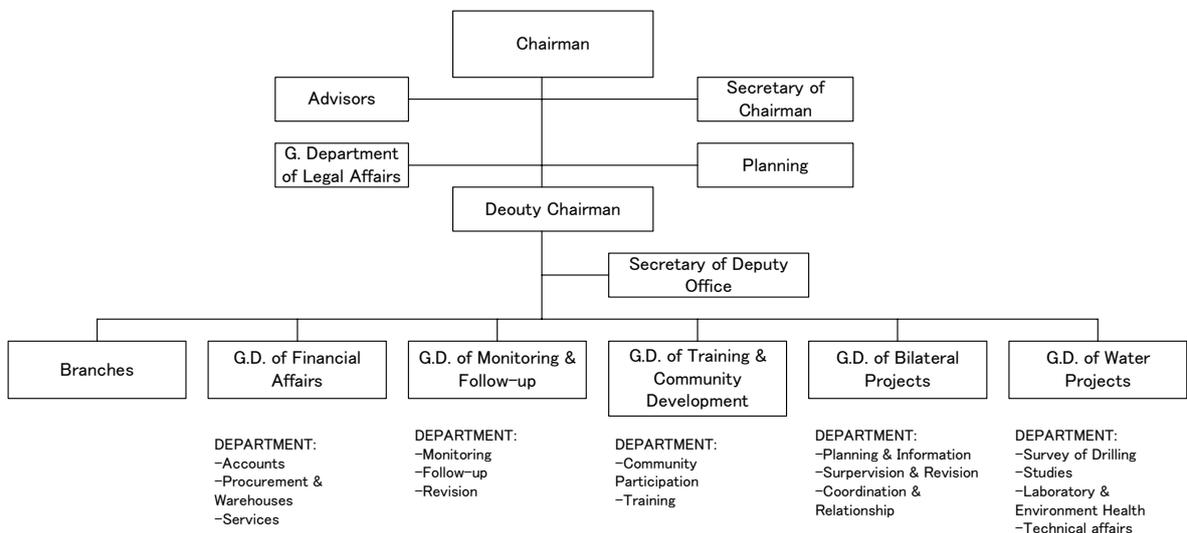


図 2-5 GARWSP 本部の組織図

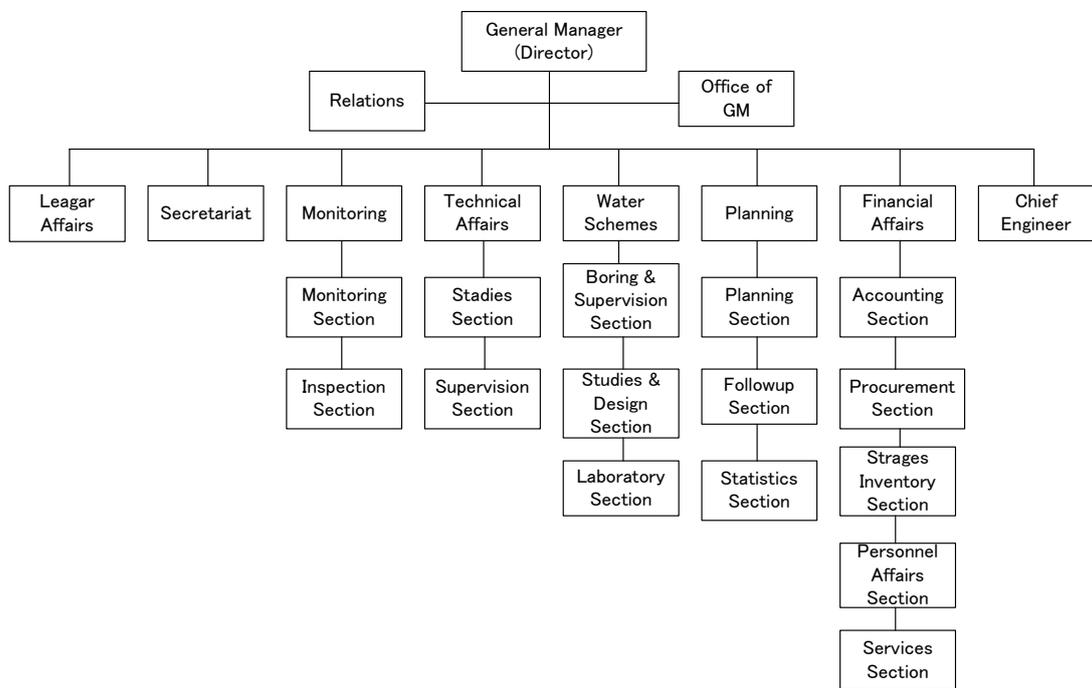


図 2-6 GARWSP タイズ支部の組織図

GARWSPの強化プログラムは次のとおりである。2005～2010年で完成させる計画になっている。

- ① 州のGARWSPのBranchesについて、人、事務所設備、機材の現有能力により次のカテゴリーに分類されている。
 - a) Category A : Sana' a, Taiz, Ibb, Dhamar, Hajjah, Al-Mahweet, Amran, Hodeidah, Lahj, Abyan
 - b) Category B : Al-Baidaha, Mareb, Sa'adah, Al-Dhale', Shabwa, Coastal Hadhramawt
 - c) Category C : Al-Jawf, Wadi Hadhramawt, Al-Mahrah, Rayma
- ② Category Aは、必要人員の60% (→不足分の補充とトレーニング)、必要な家具と器具の60% (→充足)、機械と重器具の40% (→充足)、建物は6 Branchesのみ保有 (→4 Branches分の建設)、Local Councilsの協調による計画、投資プログラムの準備(1st Phase)、現地調査の実施、設計と仕様書の準備(2nd Phase)、建設作業の入札、競争手法の完成、実施作業の監督、支払い請求書の作成(3rd Phase) (→建設作業の財務分担の移転(4th Phase)、年度予算の改良に関する財政分担の移転(5th Phase))
- ③ Category Bは、必要人員の40% (→不足分の補充とトレーニング)、機械と重器具の30% (→充足)、機械と重器具はなし (→充足)、建物は保有なし(レンタルのみ) (→6branches分の建設)、分担公社の現況(1st Phaseのみ→2nd～5thPhaseの完成)
- ④ Category Cは、必要人員なし (→充足とトレーニング)、機械と重器具なし(→充足)、機械と重器具なし (→充足)、建物保有なし (→4branches分の建設)、分担公社の現況 (→1st～5thPhaseの完成)

GARWSPの2005年の投資計画を表2-7に示す。投資の多い州は、Hodeidah、Ibb、Taiz、Dhamar、Lahj、Al-Mahweet、Amran、Sana' aの順であり、2005年の要求額では、Sana' a、Dhanar、Taiz、Rayma、Ibbの順になっている。

2-3 対象地域・流域の概要

2-3-1 対象地域の社会・経済

(1) 人口

2003年の統計資料によれば、「イ」国の人口は2,036万人、サナア州295万人(サナア市183万人)、タイズ州253万人(タイズ市57万人)である。「イ」国全体および対象になる可能性のある主要な州の人口を表2-1に示す。

男女の比率は、国全体で男50.1%、女49.9%である。概略の人口構成は「イ」国全体で0～14歳が46.8%、15～64歳が50.4%、65歳以上が2.8%である。年人口増加率は3.5%とされている。平均年齢は男が20.6歳、女が21.5歳である。平均寿命は男が62.0歳、女が63.8歳である。幼児死亡率は32.5%である。

表2-1 「イ」国および対象になる可能性のある州の人口（2003年データ）

州 (Governorate)	都市部	地方部	全体
「イ」国全体	5,494,028	14,862,672	20,356,700
Sana'a City	1,834,293	—	1,834,293
Sana'a	21,577	1,093,990	1,115,547
Taiz	566,569	1,966,024	2,532,594
Amran	145,782	939,477	1,085,259
Dhamar	156,567	1,164,404	1,320,971
Ibb	320,676	1,893,354	2,214,030
Lahj	30,743	670,344	701,086
Abyan	96,363	366,970	463,333

(The Statistics Year Book 2003による)

(2) 労働力

2003年の統計資料によれば、経済活動者数は、男性3,121,204人、女性969,476人、計4,090,680人、労働者数は男性2,731,569人、女性890,110人（1999年資料）である。2003年の労働許可が男性10,965件、女性3,450件、計14,355件であり、内訳は、私企業が7,253件、教育・大学4,300件、投資1,000件、石油825件、他となっている。公共機関の雇用は67,467人（製造46,572人、サービス20,895人）また、混合機関の雇用は6,412人である。

(3) 健康

2003年の統計資料によれば、医者は3,195人、歯科医は254人である。医者一人当たりの人口は6,372人である。看護師1,662人、ベット数12,252である。マラリアの罹患者数286,909人（25.5%）、腸炎の罹患者数390,520人（28.1%）、その他の病気447,700人（39.78%）である。その他では住血吸虫症、肺炎、赤痢、腸チフス、肝炎の順に罹患率が高い。

(4) 経済

1) GDP

米国CIA資料によると2003年の「イ」国のGDPは15.09億US\$、GDP成長率は2.8%、人口当たりGDPは800US\$である。セクター構成は、農業15.2%、製造業45.1%、サービス業39.7%である。

2) 労働

労働人口は579万人で、農業、畜産業従事者が多く、サービス業、建設業、製造業、商業は労働人口の4分の1以下である。失業率は35%である。（CIA 2003年資料）

3) 国家予算

歳入3.729億US\$、歳出4.107億US\$、負債はGDPの39.5%

4) 農業

主な農業産物は、穀物、果物、野菜、豆類、カット（緩鎮静の灌木）、コーヒー、綿、乳製品、畜産（羊、やぎ、牛、らくだ）、家禽、魚である。

5) 製造業

主な鉱工業生産品は、原油、石油精製、小規模な綿織物および皮革製品、食品、手芸品、小規模アルミニウム製品、セメントである。工業生産成長率は3%。電気の生産3.01億kWhおよび消費2.80億kWh(2001年)。石油生産438,500バレル/日および消費量74,000バレル/日(2001年)。

6) 貿易

輸出額3.92億US\$、主要輸出品目は原油、コーヒー、乾および塩蔵魚で、輸出国は中国31.7%、タイ20.3%、インド15.6%、韓国4.9%、マレーシア4.3%である(2003年)。輸入額3.042億US\$、輸入品目は食料、家畜、機械及び道具、化学品で、輸入国はUAE12.9%、サウディアラビア10.2%、中国8.9%、米国4.9%、クウェート4.4%、フランス4.1%である。

2-3-2 対象流域、地下水等の自然条件

(1) 気象・水文

調査対象地域の気象資料(気温、相対湿度、降水量、風速・風向)を表2-2に示す。月気温、月平均相対湿度、月降水量グラフをそれぞれ図2-7、図2-8、図2-9に示す。また、アイソハイトマップを図2-10に示す。

調査対象地域になる西部山岳地帯は標高1500から2500m程度の高原が多く、最高峰は標高3700mである。山岳地帯ではモンスーンの影響で雨期があり、通常小雨期が3月から4月頃、大雨期が8月から9月上旬頃である。この他の季節は通常乾燥した晴天が続く。気温は季節、標高により大きく変わる。標高2250メートルのサナアでは、最高気温は冬季25℃、夏季30℃程度。高原地帯では気温の日較差が激しく、サナアの最低気温は冬季で約0℃、夏季でも10℃位である。なお、沿岸部や東部低地は砂漠気候で、雨季には若干の雨が降る。海岸部の最高気温は冬季(12~1月)で32℃、夏季(7月)で40℃にもなる。

表2-2 調査対象地域の月別気温、相対湿度、降水量、風速・風向

項目	州	細目	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
気温(°C)	Sana'a	Max.	28.0	30.0	30.6	32.0	32.5	33.4	33.6	33.6	30.8	28.0	27.0	27.8	
		Min.	1.0	0.8	3.5	8.0	11.0	12.0	13.4	11.8	7.6	5.8	3.0	3.2	
		Mean.	15.1	16.1	18.1	19.4	22.6	23.4	23.5	22.3	20.5	17.6	15.5	15.7	
	Taiz	Max.	27.6	30.0	33.6	33.0	34.5	36.5	35.4	33.8	32.8	31.7	30.4	29.0	
		Min.	9.4	10.2	10.4	12.6	16.0	15.6	15.0	15.4	14.0	10.6	9.4	10.4	
		Mean.	18.3	18.6	21.1	21.6	23.9	25.6	24.5	23.5	21.8	20.5	19.3	19.0	
	Dhamar	Max.	25.5	27.4	28.5	28.5	29.0	30.0	31.0	29.0	27.5	26.2	26.4	25.5	
		Min.	0.0	1.0	4.0	5.5	7.5	9.0	9.5	9.6	7.0	3.4	2.0	1.2	
		Mean.	13.1	14.1	16.3	17.3	19.0	19.5	20.3	18.9	17.2	15.3	13.9	13.8	
	Ibb	Max.	27.7	29.4	31.2	31.4	—	—	34.6	31.5	30.3	29.5	28.7	28.0	
		Min.	3.8	3.4	4.6	6.5	—	—	7.6	10.2	8.0	4.5	5.0	4.6	
		Mean.	16.7	17.4	19.5	19.4	—	—	21.2	20.7	19.3	18.0	17.2	17.1	
相対湿度(%)	Sana'a		50.0	43.0	50.0	46.0	35.0	30.0	41.0	47.0	43.0	32.0	41.0	52.0	
	Taiz		76.0	69.0	59.0	63.0	58.0	53.0	58.0	67.0	71.0	58.0	64.0	74.0	
	Dhamar		48.0	38.0	41.0	35.0	33.0	26.0	32.0	46.0	38.0	31.0	34.0	50.0	
	Ibb		55.0	41.0	44.0	49.0	—	—	62.0	67.0	63.0	50.0	53.0	60.0	
月降水量(mm)	Sana'a		0.0	0.4	8.3	15.5	0.0	0.5	11.1	34.0	13.6	0.0	0.0	0.0	83.4
	Taiz		15.6	0.0	15.3	152.2	216.4	23.6	214.5	181.9	180.5	71.0	3.2	45.5	1119.7
	Dhamar		2.1	0.0	12.6	22.1	23.9	0.0	21.1	93.3	16.1	0.0	0.0	10.6	201.8
	Ibb		0.0	5.8	48.0	111.4	—	—	101.8	144.6	129.1	1.4	3.3	11.4	
風速、風向(Knot)	Sana'a	風速	8.5	9.7	9.4	7.5	7.7	10.1	9.8	9.6	9.5	8.4	7.8	9.3	
		風向	N	N	N	E	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SW	
	Taiz	風速	7.4	8.5	9.3	9.4	9.8	11.0	9.4	9.3	8.5	8.2	6.6	6.4	
		風向	S	S	S	S	NW	NW	NW	NW	NW	S	S	S	
	Dhamar	風速	4.8	4.3	6.0	7.3	5.6	7.3	6.7	5.7	7.9	6.7	6.3	6.2	
		風向	E	E	SW	E	E	E	E	W	E	E	E	W	
	Ibb	風速	3.2	3.9	3.9	4.0	—	—	5.5	7.4	6.9	6.1	6.2	5.9	
		風向	W	S	S	S	—	—	W	N	S	S	S	S	

(2002年主要観測所資料、Statistics Year Book 2003)

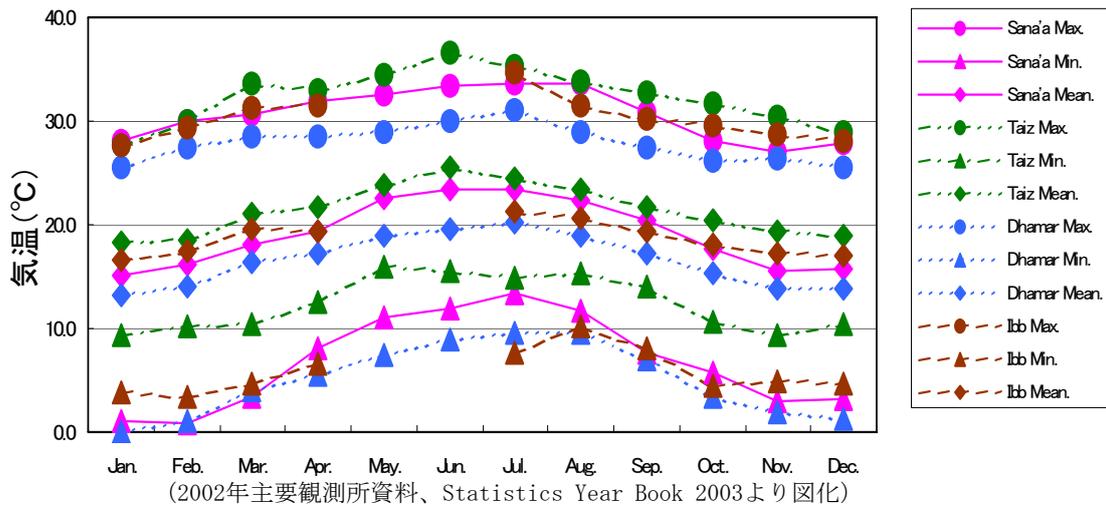


図 2-7 調査対象地域の月気温（最高、最低、平均）

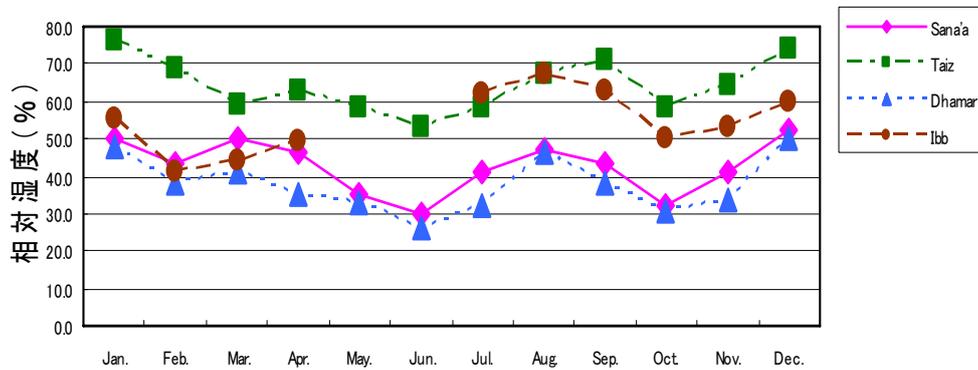


図 2-8 調査対象地域の月平均相対湿度

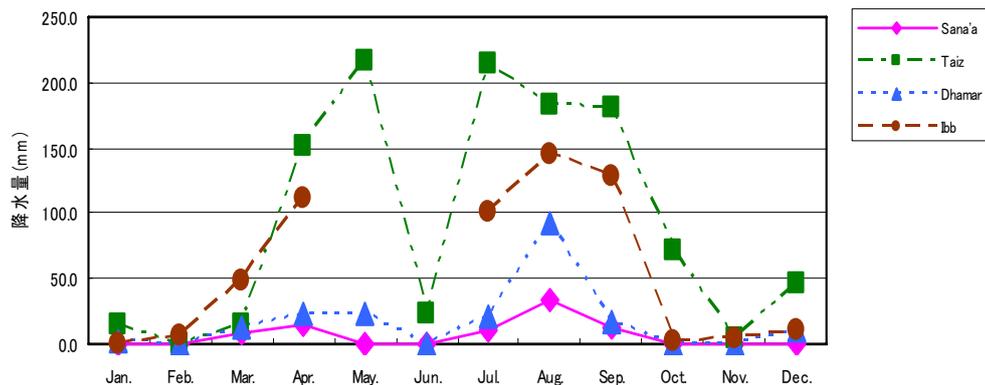
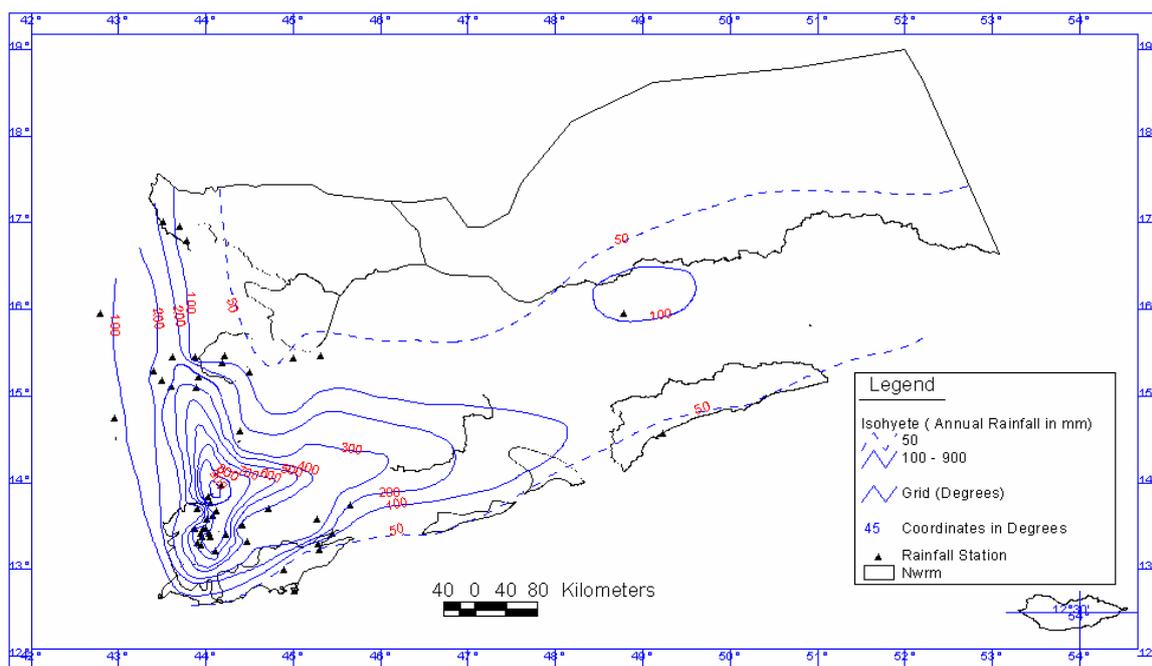


図 2-9 調査対象地域の月降水量



(NWRA資料による)

図2-10 「イ」国のアイソハエトマップ (1999-2000年の年降水量)

調査対象地域に関わる主要なワジの年流出量を、表2-3に示す。

表2-3 調査対象地域に関わる主要なワジの年流出量

ワジ名	流域面積(km ²)	期間 (年)	平均年降水量(mm)	年流出量 (Mm ³)
Wadi Siham	4,900	20	570	73/130
Wadi Rima	2,700	20	560	50/103
Wadi Zabid	4,700	20	400	86/164
Wadi Nakhlah	1,500	20	500	5
Wadi Rasyan	2,000	20	400	45/61
Wadi Al-Jawf	14,000	9	200	150/35
Wadi Tuban	6,500	7	150/250	80/120
Wadi Bana	8,000	15	75/650	169

(FAO資料による)

(2) 地下水

調査対象地域における主要帯水層名と地下水賦存形態は以下の通りである。

表 2-4 調査地域の地下水賦存状態

	帯水層名	分布範囲	特徴
浅層地下水	ワジに広がる第四期沖積層 (別名 Strip aquifer)	ワジ底に帯状分布を示す	砂～砂礫からなる堆積層で透水性に優れているが層厚が薄く地下水の開発ポテンシャルは低い。この帯水層から取水している井戸は乾季に水枯れするものがほとんどである。
深層地下水	ハイランド高原地域に広がる第四期帯水層	大きなワジの下流部に広がっている。対象地域ではサナア、ダマールの一部に堆積している。	開発ポテンシャルは高いが、サナアなどでは過剰揚水のため地下水位が下がりドライとなっている。
	第三期火山岩 (イエメン火山層)	サナア以南の山地帯に広く分布しており、その層厚は場所によっては 2000m を超える。	地下水は層状水としては存在せずほとんどは割れ目や断裂に沿って移動する裂か水である。イエメン火山岩からの地下水開発量は割れ目や断裂の規模により大きく変化する。
	タイラー砂岩層	白亜紀砂岩層でありレンズ状礫岩を伴い層厚は 300m に達する。	地下水ポテンシャルは非常に高い。サナアでは都市給水のための主要帯水層となっている。
	アムラン石灰岩	ジュラ紀石灰岩であり、サナア北部の山地帯に広く分布し、またサナア南部の山地帯の辺縁部にも断続的に分布している。	他の帯水層と比べると地下水開発が難しく空井戸がかなり多い、また揚水量も低い。

表に示すように調査地域にはいくつかの帯水層が存在し、その水理地質学特徴もかなり異なっている。またイエメン火山岩層などはひとつの帯水層内でも亀裂の度合いにより地域的な開発ポテンシャルの違いが大きい。これらのことから調査地域における地下水開発・管理を進めるためには帯水層の特徴を十分理解することが重要であると考えられる。

調査地域の年間降水量 (1999-2000年の平均) は300mmから900mmの範囲にあり「イ」国でも降雨量の多い地域である。特に多いのはイップ州であり、この地域では豊富な水を利用しての農業活動が特に盛んである。しかしながら帯水層への涵養という観点からは、ワジに広がっている沖積層への直接涵養はある程度あるものの、深層地下水への地下水涵養はほとんど見込めない。国際原子力委員会 (IAEA) がサナア地域で地下水同位体による分析を行ったが、その結果浅層から深層への地下水の移動は認められなかった。したがって深層地下水の開発は化石水の開発であり、地下水資源管理を十分に行なわなければならない。

しかし現状では地域毎の全体揚水量の把握、地下水位低下量の観測が一部流域を除いてほとんどなされておらず、各地域において今後どの程度地下水開発が見込まれるのかを判断することはできない。

2-3-3 対象流域における水利用、水利権等

水利用のうち農業用に使われる割合が90%と推定されているが、対象地域ではサナア、タイズ州の一部流域以外では明細な水利用の実態調査はされていない。対象地域における水利用の問題は汲み上げた地下水のほとんどを農業用として使用しており、飲料水として使用しているのはごくわずかであるということである。加え掘削技術の進歩、農業活動の広がり、都市部の人口増加が地下水開発を促進し、揚水井戸が加速度的に増加している。たとえばサナア流域では1996年には9000本ほどであった井戸が2002年井戸台帳調査時には13000本に増加していた。またタイズ（ワジラシアン上流域）においては1970年代後半には300本前後であった井戸は1996年の調査時には2400本に増加した。

「イ」国において伝統的な水利権は表流水のみを扱っており地下水に対してはなんら規定されていなかった。したがって、5万とも10万とも言われている「イ」国内にある井戸の所有者は揚水量を自ら定めることができる主権者となっており、地下水の過剰揚水を増加させていた。この点を改善すべく、2002年に定められた水法では深度60mまでの井戸からの取水のみを水利権として定めている。しかしながら取水量などを規定した水利権などは無く、明確な水利権が示されていないことと使用者の教育水準の低さから受益者の間でしばしば深刻な水紛争が起こっている。下記に水利権に関わる紛争のいくつかを示す。

ケース1：サナア流域（アル・ジャルダ地域）

ある個人がNWRAより新規の井戸掘削の許可を受け掘削を開始した。しかしながら同時に別な個人が同じ地域で違法な掘削を開始した。違法に掘削した個人が権力者だったためNWRAより許可を受けたその個人は掘削を中止させられた。

ケース2：ヤリム地域

「イ」国の他の地域と同じようにヤリム地域では20年ほど前から井戸掘削がブームとなった。当時掘削活動も揚水量の規制もされておらず、その結果地下水の水位低下と水質の悪化が始まった。そのような中2002年にマウエル村のコミュニティがワジナクマの上流にNWRAからのライセンス無しに違法な井戸掘削を行うことを決めた。彼らが決めた掘削地点の600m上流には既存の井戸があった。その為、既存井戸の受益者達（30～40人ほど）とマウエル村の住民たちとの間で争いが始まった。

2-4 対象地域・流域における給水施設の現状

2-4-1 給水施設

(1) 都市給水

都市給水（サナア市およびタイズ市）の水源は、主に深井戸である。統計資料による州

毎の取水量および消費量は、表2-5に示すとおりである。

表2-5 「イ」国および対象になる可能性のある州の公社の給水取水量、消費量、受益者数
および水道加入者数

(2003年データ)

州 (Governorate)	取水量 (x10 ³ m ³)	消費量		受益者数	水道加入 者数	備考
		(x10 ³ m ³)	(m ³ /人/年)			
「イ」国全体	116,346	78,332	25.8	3,033,282	433,326	
Sana'a	20,321	12,912	25.6	503,475	71,925	
Taiz	7,302	3,876	13.6	281,449	40,207	
Amran						資料なし
Dhamar	5,598	3,191	34.8	91,679	13,097	
Ibb	3,538	2,901	24.3	119,231	17,033	
Lahj	841	716	22.4	31,997	4,571	
Abyan						資料なし

(The Statistics Year Book 2003による)

サナア市では、市街地の北側に、逆「ハ」の字型に、水源井戸が並び、主にタウラ層群（主に砂岩層）から取水している。

NWSA資料によると、井戸深度228～1,000m、年間取水量21,843,914m³、月生産量1,820,327 m³、給水戸数74,242、平均使用量85リットル/日/人である。売上げ水量13,202,521m³/年、無収水率36%、受益者数89,600人、普及率45%である。

タイズ市では、Upper wadi Rasyan 帯水盆のal-hawban サブ帯水盆（取水箇所はタイズ市街の北および北東）、Al-Haima サブ帯水盆、Ad Dhabab サブ対水盆から取水し、パイプラインで最大20kmを輸送し、使用している。

両都市の水源は農業用井戸他との相互干渉等により、取水量が低下しており、各都市給水衛生公社からの給水は、Sana'a市では4日に1回、Taiz市では、4週間に1回であり、市民は、その間に貯めた貯水槽の水と、必要に応じ、タンク車による売水を利用し、生活している。

(2) 地方給水

地方給水は、主にGARWSPにより、深井戸を主とした取水施設、貯水槽が設置され、複数の村が集合または大きな村では1村で水委員会 (Water committee) が組織され、水委員会が、貯水槽から先の配水施設の設置、給水の運営、維持管理を行っている。水委員会では各戸給水の水道料金が設定され、基本的に水道メーターにより、使用水量に応じ料金が徴収される。70YR/m³が一般的で、場所により150RY/m³が徴収されているところもある。なお、公共施設、学校、モスクへの配水は無料、水道メーターが設置されていない箇所では、住家の大きさ、家族数での支払いを行っている地域もある。公共水栓は設置しない、または元設置していたが、水量が不足し取りやめた所もある。配管されない民家では、従来の

細々とした自然の湧水、モスクの無料水栓等に依存している。

水委員会の役員、水源井戸、中継地ポンプ場の管理人他の給料、発電機の燃料他、日常の維持管理、小規模な修理費に支出され、水中ポンプの修理等大型の修理では別料金が不定期に徴収され、全て水委員会内で解決されている。井戸の老朽化、水源の枯渇等により、水源を新設する場合には、地元の要請により、GARWSPが、その優先順に合わせ、水源の新設を行っている。今後、貯水槽、送水管を含め水源部分の施設以外は、水委員会が行うように改め、GARWSPの分担範囲を縮小しようとしている。

揚水井戸は、井戸口径8' がほとんどである。GARWSP掘削井戸深度は、60～400mであるが、サナア周辺では600m～最大850mの井戸も増えている。

外国ドナーは、地方給水に関して、UNICEFが児童救援にかかる独自の基準により水源開発、村落給水の一部を行っている。世銀は、Social Found for DevelopmentでWater Harvestingおよび給水施設整備を行っており、Rural Water Supply and Sanitation Projectでは、地方からの要請により、利用できる水源のあることを条件に水源から先の貯水槽、給水配管、衛生施設整備を行っている。GARWSPさく井の水源井戸にこれらのドナーが協力して、給水施設を整備する村または町もみられる。

日本国政府の無償資金協力および有償資金協力で実施された地方給水プロジェクトのサイトを訪問した結果、水委員会の管理については、水源他施設が大切に利用されており、よく管理された状態であったが、施設の老朽化、周辺の急激な開発による井戸枯れ現象も確認された。

2-4-2 廃水処理施設等

「イ」国の下水処理施設は表2-5に示すように一部の都市で活性汚泥法 (Active Sludge Process) またはフィルター処理 (Filter Treatment) が行われ、都市の多くが酸化池 (Oxidation Pond) によっており、地方では下水施設は整備されていない。

サナアの下水について、NWSA資料によると、現在の下水接続戸数43,016、受益者数516,200人、(サナア市人口1,963,762人に対し) 普及率27%である。

サナア下水処理場は、アラブ・ファンド32百万US\$により、国際空港の北側に建設され、2000年5月より稼動している。施設規模概要は以下のとおりである。

表2-6 「イ」国の下水処理施設方式（都市部のみ）

都市名	処理方式	備考
Sana' a	Activated Sludge Process	50,000m ³ /日
Taiz	Oxidation Pond	
Sadah	Oxidation Pond	
Dhamar	Oxidation Pond	
Ibb	Activated Sludge Process	7,000m ³ /日
Aden	Oxidation Pond	
Amran	Oxidation Pond	
Hajjah	Filter Treatment	
Hadramawt	Oxidation Pond	
Yarim	Oxidation Pond	
Rada	Oxidation Pond	

(Sana' a Waste Water Treatment Plantでの聞込みによる)

日流入量；50,000m³/日（1,500,000人口相当）

流入水質；生物化学的酸素要求量（BOD）1,200mg/リットル、総浮遊物質量（TSS）

1,000mg/リットル、アンモニア（NH₄）100mg/リットル

処理水質；BOD 30mg/リットル、TSS 30mg/リットル

入口スクリーン；汚泥スクリーン稼働2（各1,740リットル/秒）、待機1（1,740リットル/秒）

スクリーンプンプ；稼働3（各800リットル/秒）、待機1（800リットル/秒）

汚泥タンク；2mmまでの砂の移動、各タンク容量（1,200リットル/秒）

エアレーションタンク；8タンク、総流入量2,400リットル/秒、混合アルコール浮遊物質量（MLSS）4,000mg/リットル、混合アルコール揮発物質量2,600mg/リットル（=0.65 x MLSS）、付加酸素容量113,600kg/日、総タンク容量；97,000m³

最終沈殿地；総流入量2,400リットル/秒、表面加重101m³/m²/時間=70kg/m²/日

処理水貯留池；流入量50,000m³の4.5日分

塩素処理施設；最大投薬量12mg/リットル、通常投薬量4-6mg/リットル、接触時間20分、塩素消費量300kg/日

活性汚泥；平均流量で1,160リットル/秒

サナア下水処理場での説明では、現在、下水管の接続は40%であり、2005年末には70%になる予定である。

2-5 実施中及び計画中のプロジェクト

2-5-1 水資源開発・管理

水資源開発・管理を行なう機関としてNWRAが設立された。NWRAは全土を14の水資源管理

地域(Water Resources Management Region)に分け流域毎にRegional Water Management Planを策定して水資源開発・管理する方針を取っている。Regional Water Management Planはタイズにおいて水資源管理アクションプランが作成され、ハダラマウトにおいてアクションプラン作成の前段階として、調査のレビューが終了している。その他の地域に関してはサダ流域のアクションプランがGTZによって現在作成中で、2005年中には完成予定である。また、NWRAは水資源管理のため全国レベルの観測システム構築を進めている。そして、これらの観測データはNWRA内に設置されている全国水資源情報センターで管理している。観測項目は地下水位、水質、ワジ水位（流量は測定していない）、気象などである。NWRAは水資源管理のために、掘削業者等の登録、ライセンス発行を行っているが、基本的に業者、井戸所有者が登録に来るのを待って、申請された者のみを審査するだけなので、実質無許可で新規掘削が行われるケースが多い。例えば、タイズNWRA事務所によれば、2004年には45本の不法な掘削が行われた。

NWRAに関係する世銀のプロジェクトで、Sana'a Basin Water Management Project、Ground Water and Soil Conservation Projectがある（プロジェクトの詳細は2-5-3参照）。

2-5-2 給水整備

(1) 都市給水

都市給水に関しては、世銀のSana'a Water Supply & Sanitation Project (1999-2007)が進められている。同PROJECT APPRAISAL DOCUMENT (1999)によると、水資源開発(A1-Sabeen)における探査井1、生産井6のさく井)、給配水(Hasabah網の改修、Akama, Hasabahの接続他)、下水(Akama下水網の整備)、その他、技術援助および法制度のキャパシティ・ビルディング、都市給水セクタープログラムの準備があげられている（プロジェクトの詳細は2-5-3参照）。

(2) 地方給水

GARWSPでは、地方からの要望に対応して、優先箇所が決められ、地方給水の深井戸による水源開発が行われている。2005年の投資計画について、全国及び対象になる可能性のある州の資料を表2-7に示す。

表2-7 GARWSPの2005年投資計画（全国及び対象になる可能性のある州）

A 実施中、維持管理および新プロジェクトの数、受益者数、要求予算

Governorate	On-Going Projects			Projects to be Rehabilitated			New Projects			Total		
	No. of Projects	No. of Beneficiaries	Proposed for 2005	No. of Projects	No. of Beneficiaries	Proposed for 2005	No. of Projects	No. of Beneficiaries	Proposed for 2005	No. of Projects	No. of Beneficiaries	Proposed for 2005
	Sana'a	54	80,980	111,473	12	22,250	34,000	38	87,870	183,000	104	191,100
Taiz	62	241,700	285,231	11	68,000	39,700	0	0	0	73	309,700	324,931
Amran	42	31,220	141,031	8	16,500	40,008	13	11,000	52,000	63	58,720	233,039
Dhamar	84	144,600	235,149	28	40,200	81,800	2	6,000	9,000	114	190,800	325,949
Ibb	54	244,968	191,865	13	80,774	48,897	12	71,130	47,000	79	396,872	287,762
Lahj	65	217,950	152,846	8	63,450	29,540	6	15,720	15,200	79	297,120	197,586
Abyan	40	71,350	166,152	4	12,500	19,658	16	20,870	43,200	60	104,720	229,010
Whole country	840	1,906,817	2,740,459	120	403,514	476,573	245	688,190	1,045,309	1,205	2,998,521	4,262,341

Amounts X 1000

B 項目別予算要求額

Amounts X1000

Governorate	No. of Projects	No. of Beneficiaries	Works to be Implemented in the Year 2005 and Their Estimated Costs											
			Wells		Storage Tanks		Pipes		Others		Pumping Units		Total	
			No.	Cost	No.	Cost	No.	Cost	No.	Cost	No.	Cost	No. of Components	Cost
Sana'a	104	191,100	41	190,131	54	62,242	1	2,000	0	0	21	74,100	117	328,473
Taiz	73	309,700	5	16,304	58	92,251	24	69,048	0	0	31	147,328	118	324,931
Amran	63	58,720	13	52,000	38	16,286	17	47,753	0	0	28	117,000	96	233,039
Dhamar	114	190,800	13	51,000	75	99,649	24	75,200	0	0	33	100,100	145	325,949
Ibb	79	396,872	19	76,175	38	46,087	23	94,500	0	0	16	71,000	96	287,762
Lahj	79	297,120	27	50,347	54	54,818	47	76,921	0	0	8	15,500	136	197,586
Abyan	60	104,720	26	41,745	36	24,665	29	99,600	0	0	24	63,000	115	229,010
Whole country	1,205	2,998,521	332	966,343	613	729,594	336	1,263,858	42	45,918	419	1,256,628	1,742	4,262,341

(GARWSP資料による)

地方給水計画は、UNICEFにより井戸さく井、給水が行われている。また、世銀によるSocial Fund for Development によりWater Harvestingによる表流水を利用した給水が行われ、Rural Water Supply and Sanitation Projectでは水源から後の貯水槽、排水網設置等が行われている。また、オランダのRWSS-TA (Yemen Rural Water Supply & Sanitation Technical Assistance Project)により、GARWSPへのTA派遣が、本部、イップ支部（アビアン支部兼務）、ハジャ支部（ホデイダ支部兼務）で行われ、キャパシティ・ビルディングが進められている。UNICEFも児童保護の観点から、独自の基準により、深井戸による水源開発を含む地方地域の給水施設の整備を行っている。（プロジェクトの詳細は2-5-3参照）。

2-5-3 都市衛生整備

サナア市においては、世銀のSWSSP (Sana'a Water Supply and Sanitation Project)により、都市下水の整備が行われている。1999年のプロジェクト評価文書によると、Akama地区において、PVCパイプライン（径200mm～500mm）30,200m、810マンホール、1,060戸の各戸接続PVC（径150mm）パイプラインの建設、下水ルートに沿う3,100の汚水槽の解体および汚泥の移動および処理、その他地区のPVCパイプライン（径600mm）、GRP（グラス繊維補強）パイプライン（径600～900mm）、70マンホールの建設が行われている。また、既存の下水処理場の将来の拡充のためのサイトの保護、環境モニタリング、汚泥および汚水の再利用からなる環境改善計画および下水工事の監督、料金および公共認識の研究、組織強化が行われている。

サナア市下水処理場の説明では、下水管の接続は現在40%であるが、2005年末には70%までの接続が完了するとのことである。実際に、サナア市内において下水本管の建設工事が行われているのが確認できる。サナア市下水処理場ができるまでは、地区別の不完全な処理が行われており、地下水汚染も進行していたとの説明を受けた。

タイズ市では、都市下水のWadi Rasyanへの流出が現地で認められ、酸化池のラグーンの汚濁が著しいこと、また、それらによりWadi Rasyan沿いのCentral Sub-Basinの地下水汚染が著しいことが報告されているが、これらの対策に対するプロジェクトは現在進められ

ていない。

世銀およびオランダの援助により、Taiz Region (Upper Wadi Rasyan Basin)の水資源管理アクションプランがまもなく実施されると伝えられているが、具体的内容は公表されていない。

2-6 国際機関等の動向

国際機関の水資源管理、地方給水に関わる援助動向を表2-8に示す。

表2-8 国際機関の水資源管理、地方給水に関わる実施中プロジェクト概要

機関名	プロジェクト名	期 間	内 容	プロジェクト・コスト (US\$)
世銀	SWSSP	2002～2007	サナア市の深井戸水源開発、下水整備他、組織・制度の強化	130
	SBWMP	2003～2009	灌漑用小ダム11施設のリハビリおよび兼涵養ダム4の新設	24
	SFD II, III期)	2000～2008	水分野では主に飲料用の雨水表流水貯留施設および関連配水施設の建設	75 (II期全体) 60 (III期全体)
	GSCP	2004～2009	水源開発を含まない灌漑用水の漏水低減引水施設、土壤保全他	40
	RWSSP	2000～2006	地方給水施設整備(水源開発を含まず、正常な水源が確保されていることが実施条件)	20
UNDP	NPIWRM	2003～2007	NWRAの能力・制度強化、全国モニタリング網構築、Basin毎の統括管理	3.15
UNICEF		2000～継続中	児童保護、女子教育にかかる地域水資源開発(深井戸含)および配水施設の建設	5.3 (2003年まで)
オランダ	RWSS-TA		地方給水技術助言。世銀RWSSPに連携、GARWSPへのTA派遣および主に組織改革面での能力強化	不明
GTZ			サダ市、アムラン市の都市給水計画	不明
KFW	WSS Sadah	～2008	サダ市の給水・衛生	不明
	Water Supply and Wastewater Disposal in Provincial Towns 1	2000～	Phase1でティハマ、ハジャを含み、Phase2ではアムランとヤリームが含まれる。水源開発を含む給水・衛生	38MEUR (Phase1) 32MEUR (Phase2)

(1) 世界銀行

1) Sana'a Basin Water Resources Management Project

サナアBasinは水質の悪化を伴った地下水資源の枯渇が深刻な問題である。プロジェクトの目的は ①水の需要と供給を管理することで地下水の枯渇速度を減少させる。②啓蒙活動を通して揚水に対する考え方を改めさせる。③ 浅層部の帯水層への地下水涵養を増大させ、農民を説得することによって、現在行っている深層地下水からの揚水か

ら浅層地下水への揚水へと転換を図る。 現在行なわれているフェーズ1は2008年に終了予定である。

2) Groundwater Soil Conservation Project

プロジェクトでは灌漑用水の損失の低減、灌漑の新技术の導入、Water Harvesting、用水路・小貯水池・テラスの改良が行なわれる予定である。一部のプロジェクト資金は新しいNWRA事務所の設置などNWRAに対する援助に使われることになっている。

3) Sana'a Water Supply and Sanitation Project

プロジェクト評価文書1999年では、以下の内容が含まれる。

- ① 水資源
探査井戸、生産井戸のさく井、既存の井戸フィールドのリハビリ、容積メーターの支給による緊急に必要な飲料水の増加
- ② 給水と配水
漏水探査、高無収水率地域の配水網および各戸接続のリハビリ、配水網の改善
- ③ 下水道
下水タンクの拡張、下水網設置
- ④ 技術援助および法制度キャパシティ・ビルディング
サナア支部の創設、コンピューターの整備
- ⑤ 将来計画の準備
免許、管理契約の入札文書の準備、プロジェクトをフォローする技術指針の準備

4) Social Fund for Development

プロジェクトでは、表2-9に示す水分野のプロジェクトを実施している。2003年には、表流水集水 (Water Harvesting) 51、給水システム14、小ダム10、トレーニングおよび法制度開発他2、計77プロジェクトが実施されている。

SFDは、既存施設のリハビリを除き、地下水を枯渇させる機械化による水プロジェクトを一切行わないとしている。集水は水槽、除砂装置、水路、フェンスの建設で、揚水ではハンドポンプを使用する。給水システムは湧水、雨水の利用、給水ラインの建設他である。なお、小ダムについては、灌漑用取水施設の建設である。

表2-9 世銀SFDの水分野のプロジェクト実施状況

項目	2003年	累積
プロジェクト数	77	583
投入額 (百万US\$)	4.7	36.4
支払額 (百万US\$)	7.3	26.2
直接受益者数 (百万)	0.2	1.6
創出臨時雇用数 (百万/日)	0.2	1.6

5) Rural Water Supply and Sanitation Project

プロジェクト評価文書2000年によると次のとおりである。

① 給水

手掘り井戸、ハンドポンプ、湧水保護、重力給水、雨水集水、ディーゼルか電動ポンプを装備した深井戸からのパイプ計画、および地域の標柱の供給を含むRWSSシステムの建設、リハビリに対する最小のサービスレベルの実施（ただし、建設用地、各戸接続費用は受益者負担）

② 環境衛生

簡易乾燥ピット便所、水栓トイレおよび便槽、村落センターでのデモトイレ、学校、健康センターの便所の建設。人口密集箇所では、1または2の汚水処理システム（地域便槽／汚水沈殿地）をパイロットとして建設。ソーシャル移動チームにより、衛生専門家と教師を基にした地域トレーニングを通して、また、学校の簡易衛生教育プログラムによって、衛生教育が行われる。

③ 法制度強化、プロジェクト管理、研究およびトレーニング

i) 中央、州、地域レベルのトレーニング

ii) 技術援助、セクター見直し、RWSSセクター戦略構築の研究

プロジェクトコストは29.4百万US\$、世銀融資が20.0百万US\$である。2004年第四四半期のプロジェクトの進捗状況を表2-10に示す。

表2-10 世銀RWSSPの2004年第四四半期の進捗状況

項目（プロジェクト数）	Amran	Ibb	Lahje	Abyan	Hajja	Dale' e	計	人口	金額US\$
社会・経済・健康調査	9	18	6	5	8	6	52	130,000	6,240,000
詳細技術調査	3	10	8	10	4	4	39	97,500	4,680,000
小計	12	28	14	15	12	10	91	227,500	10,920,000
入札手続中	3	2			4		9	16,411	720,500
建設中	1	9		8	4		22	55,711	3,172,556
建設完了		11		9	7		27	83,027	3,350,355
小計	4	22	0	17	15	0	58	155,149	7,243,411
合計	15	50	14	32	27	10	149	382,649	18,163,411

(RWSS PMU 4th Quarter Progress Report-2004による)

(2) UNDP

National Program on Integrated Water Resources Management

このプロジェクトはNWRAが中心となっていて行なっているIWRMを援助する目的で始められ下記の3つの基本コンポーネントから構成されている。

① Capacity and Institutional Building of NWRA

② Strategic Planning (National monitoring network)

③ Basin Level Water Governance and Management

(3) UNICEF

UNICEFは児童保護の観点から、独自の基準により、深井戸による水源開発を含む地方地域の給水施設の整備を行っている。UNICEFの水源および施設設置の実施状況を表2-9に示す。地方給水活動の範囲は9州30郡に及んでいる。この範囲は全人口の10%ほどにあたる。水中ポンプはソーラ、ディーゼルの両方を使っている。給水施設整備はEUからの資金援助を受けて行われてきたが、来年度からはUNICEFの資金のみで行われる予定である。なお施設建設においては学校建設と組み合わせるなどしている。

表2-11 UNICEFによる水源および施設設置実施状況 (2001～2003年)

州	予算 (US\$)	実績 (US\$)		残額 (US\$)	プロジェ クト数	実施年	主なタイプ
		施設	水源				
Sana'a	1,084,075	0	37,000	563,354	4	2003	発電装置
Amran	767,201	25,438	63,038	361,833	2	2003	発電装置
Ibb	1,011,903	296,043	505,847	54,538	4	2001～2002	発電装置
Lahej	266,000	72,852	132,570	14,739	17	2001～2002	ディーゼル、太陽光発 電、ハンドポンプ
Abyan	517,026	230,306	248,665	37,661	13	2001～2002	雨水貯留、ディーゼ ル、発電装置
その他	994,359	485,360	609,409	255,262	10	2001～2003	発電装置、ディーセル
全 国	5,298,000	1,109,999	1,648,683	1,258,317	50	2001～2003	

その他 ; Hajjah, HodeidahおよびAl-Dhale'e (UNICEF内部資料2003年7月による)

(4) オランダ

Yemen Rural Water Supply & Sanitation Technical Assistance Project (RWSS-TA)

プロジェクトでは、GARWSPへのTA派遣、本部、イップ支部（アビアン支部兼務）、ハジャ支部（ホデイダ支部兼務）で、RWSSPに連携し、GARWSPへのキャパシティ・ビルディングを行っている。内容は、①RWSSセクター・ポリシーの作成（政府批准のための文書）、②RWSSセクター開発戦略の作成（MWE、GARWSPによる承認および実施のための文書）、③法制度と能力開発、④長期国家RWSS投資枠組み計画（ドラフト）、⑤RWSS実施プログラムの支援、⑥RWSSセクターのケース・スタディである。

なお、このプロジェクトにおいて、Rural Water Supply and Sanitation Reform Policyが作成され、Cabinet Resolutionとして提出されようとしている。衛生部門を強化し、地方給水・衛生の計画、法制度、地方機関管理を管轄するためGARWSSと改称し、地方分権を強化するため州RWSS公社がサービスの実施のとりまとめを行い、コミュニティが運営、維持管理および持続の責任を負うように改変しようとしている。

2-7 環境配慮事項

2-7-1 環境関連法制度と関係機関

環境保護法 (Law No. 26) が1995年に制定されている。5編からなり、以下の内容である。現在、改定のための見直し作業をMWEで行っている。

- 1編 一般規則および原理
引用および定義、目的および全般的な基本、環境保護審議会
- 2編 水、土壌保護および農薬使用
水、土壌保護および自然保護地域の創設、農薬使用
- 3編 環境破壊行為の制御
環境技術標準、基準および仕様、プロジェクト許可およびEIA、危険廃棄物・資材の取扱い、環境保護および経済開発、環境モニタリング
- 4編 海洋公害
海水汚染、記録の通知および保険条件、管理および実施
- 5編 環境破壊に対する処罰および賠償
法的取締機関、環境破壊の可能性と賠償、罰則、最終規則

環境行政にかかる組織はMWE内局のDE (Department of Environment) および外局のEPA (Environment Protection Authority) がある。

DEは主に計画、法制度、環境行政全般の管理、地方審議会との連絡の役割を果たしている。図2-10に示す担当部所があり、DG (General Director) が配置されている。職員は全体で8名である。なお、各州内に環境関連部所があり、連携している。

EPAは、環境監視、管理の実行組織である。図2-11に示す部所があり、職員数は支部をいれて120人、技術者は60人である。支部にはアデン支部10人、ソコトラ支部2人が配置されている。

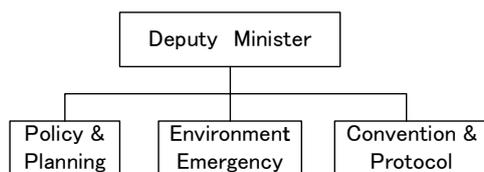


図2-10 MWE 環境部の組織図

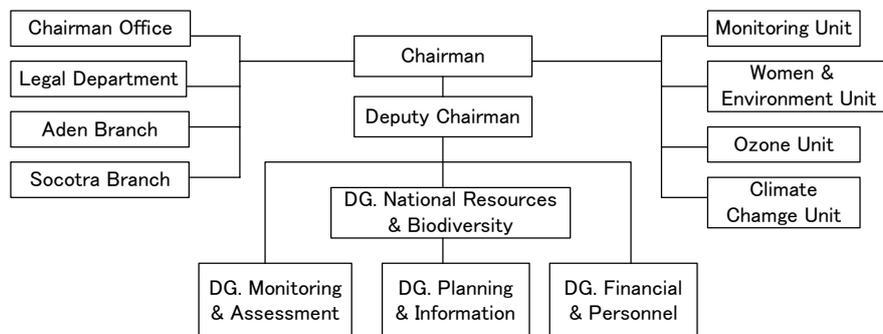


図2-11 EPA組織図

EPAの投資プログラム (Environment and Sustainable Development Investment Program 2003-2008) では、以下の項目があげられている。必要予算は全体で37.8MUS\$とされている。

① 居住環境、生物多様性保全

ソコトラ保全および開発プログラム、保護地域（選定パイロット保護地域の創設・管理および集落保全の支援）事業、海岸地帯の総合管理（保護地域管理、湿地保全、地すべり活動の影響の低減、マングローブ林の不法伐採の停止）、エコ・ツーリズム（実施戦略、パイロット・プロジェクト、マーケティング、推進）、居住環境低下（レッド・リスト）の監視方法の創設、植物園および自然史博物館の創設

② 持続的土地管理

土壌低下および砂漠化地区の改良（土地利用管理計画および標準の開発・改良）、未制御の都市化および土地利用変化の停止のための土地法制度の支援、伝統的および環境に健全な土地利用の実用の支援、森林回復および砂漠化管理の実施プログラム

③ 持続的水管理

水法と情報システムの強化支援、最適水利用および追加水源確保の支援、新鮮水源・給水・集水の公害制御、公害と水資源の過剰取水に対するパブリックコンサルテーション制度の創生

④ 持続的廃棄物管理

廃棄物管理ガイドライン作成の支援、廃棄物管理システム・法制度の改良および強化、廃棄物の減量（再利用・リサイクル戦略、政策、法制度）、危険廃棄物の管理システム、認識キャンペーンの開発

⑤ 持続的エネルギー管理

国家気候変化適用戦略（NAPA）の開発および継続実施、国家新エネルギー（代替エネルギー）政策の支援、エネルギー・バランスおよびシナリオの創設、エネルギー利用戦略の開発等

⑥ 法制度整備

政策、法の強化、情報およびモニタリング、環境の認識および教育、コミュニティ・NGO・ジェンダー分担（環境および健康）、環境に健全な技術の開発、人材開発、および能力強化

2-7-2 保全地域および保全動植物

保全地域は、森林保全地域として、Jabal Bura' a、Jabal Halw、Utma、Jabal Eraf、Al Mawit、Jathmaが「イ」国最後の林地としてあげられている。海岸帯の保全地域として、Jathmon、Sharma、Kameran、El Loheiha諸島があげられている。保護動植物は表2-12があげられている。これら保全地域および保護動植物のリストアップは行われているが、法制度化はされていない。また、国立公園等の指定も行われていない。従って、保護地区を分断するような道路建設も地域開発優先の名目で実施されることもあり、環境行政の力が弱く、後手に回っているとの説明を受けた。

2-7-3 「イ」国におけるEIAの実施状況

環境保護法（1995）では、全国プロジェクトでEIAの実施が義務づけられ、プロジェクト実施機関は、審議会の承認によるライセンスを取得する必要があることになっている。

「イ」国のEIAガイドライン等の実施標準、基準、手続き方法の整備が行われておらず、機能していない。外国ドナーによる大型プロジェクトでは、ドナー各国の基準に基づくEIAが行われている。現段階では、環境行政機関の力が弱く、国内機関のプロジェクトでEIA実施の強制力はないとの説明であった。

表2-12 「イ」国の保護動植物

区 分		科、属または種名	
動物	脊椎動物	哺乳類	Hyaena Hyaena, Oryx leucoryx, Capra ibex, Rattus rattus, Camelus dromedaries, Rinopoma hardwicckii, Camelus dromedaries, Rhinopoma hardwickii, Canis aureus, Caracal caracal, Panthera pardus nimr, Juniperus excelsa, Felis sylvestris, Papio hamadryas,
		鳥類	Chalmydotis undulate, Eremopterix nigriceps, Milvus migrans, Burhinus capensis, Neophron percnopterus, Falcon tiinmunculus, Actitis hypoleucos, Numenius phaeopus, Streptopelia senegalensis, Pelecanus rufescens, Phoenicopterus rubber, Himantopus himantopus himantopus, Avecina mucranata, Hyphane thebaica, Pandion haliateus, Egretta garzetta, Carcharhinus wheeleri, Aquila clanga, Aquila heliaca
		爬虫類	Chamelaeo orientalis, Pristurus abdelkuri,
		両生類	Chelonia mydas, Hyla savignii,
		魚類	Panulirus longipes, Rhinopter javanica, Arthron stellatus, Makaira indica, Gazella gazelle, Hippocampus histrix, Lutijanans malabaricus,
	節足動物	Cartopsilia Florelle, Bablia boydi, Orthochirus bicular, Anacridum melonorhodon, Eucera sp., Nephila sumptosa, Zizeeria knysna, Papilio demodocus	
	軟体動物	Lambis truncate, Danaus chrysippus	
植 物		Dracaena cinnabari, Ziziphus spina-christi, Euphorbia ammak, Avecina marina, Mirabilis jalapa, Hyphane thebaica, Dobra glabra, Kanahia lamiflora, Phoenix	

第3章 本格調査の方向性と今後調査すべきこと

3-1 調査の目的

「イ」国では、ここ数年で深井戸による地下水取水が著しく進行している。石油の採掘による安価な燃料の供給、掘削技術の向上等により、飲料水の地下水取水に留まらず、灌漑用水の地下水取水が急激に伸びたためである。地下水取水量の90%が農業用水に使用されているとされている。また、特に、サナア帯水盆では13,000井戸（10年前2倍弱）に増加し、井戸深度も400～1,000m、最深では1,700mに達している。地下水低下も年数mが記録されている。タイズ帯水盆（ワジ・ラシアン上流盆）では2,365井戸（1996年）が記録され、さらに増加している。井戸の集中する地域での地下水位低下が著しく、過剰揚水と、下水施設の不備により水質の悪化が著しい。都市給水がサナアで4日に1回の給水、タイズ市では4週間に1回の給水にまで逼迫している。このために、郊外または地方の地下水の豊富な箇所から取水し、タンカーによる運搬・売水事業も活発に行われるようになってきており、地下水の乱開発の歯止めが掛からない状態になっている。

地方においても、都市に近く、ワジ沿いの比較的広く農業に適する地域では、地下水取水が密集して行われ、初期に設置した井戸での地下水位低下による井戸枯渇が進行している。

このような状況から、「イ」国政府から要請のあった以下の調査を実施することは重要であると判断される。

- ① サナア帯水盆の水資源管理基本計画（アクションプラン）の策定
- ② 地方給水のためのデータベースの構築、地方給水組織のキャパシティ・ビルディング

①は、水資源管理の立場から、世銀他で実施している相当量のサナア帯水盆の諸資料を検討し、サナア帯水盆の現状、正常な水収支からの乖離の状態を把握し、持続可能な水利利用へ近付けるための施策の提案、行動計画の策定を行ない、NWRAの組織強化への技術支援を行う。

②は、地方給水においても顕在化しつつある過剰揚水による地下水資源の悪化、逼迫を低減するために、データベースを構築し、水収支検討を含む水源開発可能地域の評価の手法を確立し、開発可能地域の色分けを行う。さらに、予備調査またはパイロット・プロジェクトを通して、行政機関の技術強化、地域住民の組織強化により、地域に適した水資源開発、維持管理手法を浸透させる。

3-2 調査対象範囲

下記の3地域を調査対象地域と想定する。

(1) サナア州南西、南東部

サナア州ではサナア流域において世銀プロジェクトで2002年に井戸台帳の整理がされ、その結果、帯水盆内で1万3千本以上の井戸の存在が確認された。帯水盆内では地下水の過剰開発のため地下水の水位低下が激しく、新たな給水施設建設は難しいと考える。また、

今回本格調査でサナア帯水盆の水資源管理アクションプラン等の策定をNWRAより要請されており、帯水盆内での地方給水施設の整備はタイズと同じくこのアクションプランの中で行なわれるべきものであるので、地方給水整備の調査対象地域には含めないほうがよいと考える。

3-3 相手国調査実施体制

本調査は水資源管理と地方給水整備の2つのコンポーネントからなっている。「イ」国の水資源管理はNWRA (National Water Resource Authority) が行っており、今回の水資源管理に関する調査コンポーネントの相手国実施機関はNWRAとなる。NWRAにはPolicy and Studies SectorとMonitoring and Follow-Up Sectorの二つがある。さらにUNDPプロジェクト (IWRM) の窓口としてNational Program Directorが置かれている。またUNDPはNWRAチェアマンへの技術アドバイザーとしてDr Gordon Stangerを派遣して技術的支援をしている。NWRAはドナーの支援を受けツバンアビアンデルタ、ワディハダラマウト、サダ平原、サナア流域などで水資源管理のための調査を行っている。水資源管理アクションプランに関してはタイズ、ツバンアビアン、ハダラマウト、サダ地域において準備が進んでおり、いくつかはすでに終了またはほとんど終了している。今回本格調査で行う予定のサナア流域水資源管理アクションプランについてはNWRA 本部と共にNWRAサナア事務所とも連携を取ることが必要になる。また現在世銀によって行われているSBWMプロジェクトとも協調していく必要がある。

地方給水整備はGARWSPが行っている。地方分権の推進により、組織改組の移行過程にあるが、当面、本部および支部が主導的役割を果たす。サナア州、タイズ州が対象地域になる場合には、本部およびサナアおよびタイズ各支部がCP機関になる。

また、地質技術者、水理地質技術者、土木技術者はドリリング・セクション他に配備されているようであるが、人員が少ない。必要に応じ、補充、体制の強化をしてもらう必要がある。なお、本部には計画および相互協力部に国際機関対応窓口があり、副部長が日本担当になっている。

3-4 調査項目及び内容

(1) 事前調査

事前調査では、本格調査で協力可能な範囲を検討し、本格調査のS/Wをイエメン側と協議し、基本的な合意形成を行う。

統合水資源管理では、サナア帯水盆の基本計画 (アクションプラン) の策定、地方給水整備では、サナア州、タイズ州他の地方給水の対象郡において、水収支を含む開発可能地域の評価を行い、開発整備の手法について調査・検討する・また、可能地域で優先性のあるコミュニティでパイロット・プロジェクトを実施する。調査を通してGARWSP本部と支部のキャパシティ・ビルディングを行う。

事前調査の現地調査では、以下の項目の確認調査を行う。

- ① 先方政府の意向、実施体制の確認
- ② 要請背景、要請内容の確認 (調査の対象、範囲、項目、内容、期間、環境社会配慮)

に関する事項等)

- ③ 関連資料、情報の収集（既存の計画、他援助機関の動向、関連プロジェクト、関連施設、調査経費積算資料、調査用資機材、ローカルコンサルタントの能力等）
- ④ 環境社会配慮に関する調査（予備的スコーピングの実施）
- ⑤ 現地踏査
- ⑥ 調査内容、範囲の検討
- ⑦ S/Wに関する協議、M/Mの作成

事前調査の国内作業では、以下の項目の作業を行う。

- ① 国内準備作業
既往調査結果やその他実施済みおよび実施中の関連プロジェクト資料のレビュー、その他の情報・資料の分析、調査対処方針の検討、環境社会配慮に関するスコーピング案の検討、S/W案の検討および作成、質問票の作成
- ② 帰国後作業
収集資料の整理および分析、本格調査の内容検討、立案、事前調査報告書の作成

3-5 調査実施上の留意点

(1) カウンダパート機関の人材不足

NWRA本部、タイズ支部、サナア支部を訪問し、聞き取り等を行ったが彼らの実施能力に問題があるのではないかという感想を持った。特に観測データなどの管理や資料の所在などきちんとされていない。また人材流出が激しく、能力のある人間はドナーのプロジェクトに引き抜かれている。アクションプラン策定のための専属担当部所またはチームおよび基礎資料の整備担当責任者の設定が必要である。

なお、GARWSPからの人材流出があることを確認していないが、人材は不足している。技術者養成部所の人員補充、強化により移転技術の定着が図られる必要がある。

(2) 資料収集の困難性

地方分権化が進められており、基礎データが地方の担当事務所で保有され、中央（本部）ではその一部が断片的に残されている状態になっており、現地での資料収集（主に州レベル）が必要になる。

地方給水にかかる地下水開発状態を把握するためには地下水水位等の観測データを入手して、その内容を評価しなければならない。前述のようにこれらの観測はNWRAが保有しているがそのデータの入手が困難である。またNWRAは全国を14の流域に分けて全国レベルで観測を行う予定にしているが、現在のところ観測は5流域の一部地域に限られており、それ以外では既存のデータがほとんどない。対象地域になるタイズ州の地下水水位観測地点を図3-1に示す。

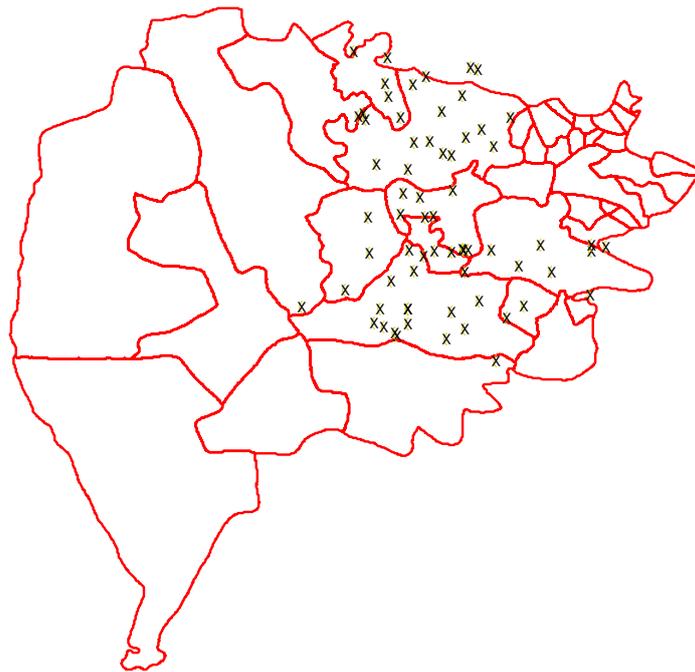


図 3-1 タイズ州での既存の地下水位観測井戸

図からもわかるように沿岸部においてほとんど観測井戸はないが山地部では60箇所程度あり、その中身の評価を行うことによって、ある程度タイズ州山地部における地下水開発の可能性について把握が可能であると考えられる。

(3) 表流水開発の可能性の見極め

地下水開発では、特に都市部およびその周辺において、極めて逼迫した状態になっており、新規地下水源の開発の余地がない可能性が大きい。GARWSPでは、地方給水に表流水・雨水の集水貯留等を取り入れる考えは今のところないようであるが、世銀のSFDおよびRWSSPの実施済みプロジェクトの効果を確認し、地下水開発が困難な箇所では、同手法の適用を検討することも必要になると思われる。

(4) 地下水開発規制、法制度の強化

水法(2002)により、既設井戸の登録、水源井戸さく井の許可制、井戸業者のライセンス制、水権の制限、不法行為に対する罰則規定が制定されているが、現状では効力の弱いものになっている。特に、都市部周辺においては飲料水の給水を優先し、現在揚水量の90%を占めるとされている農業用井戸の揚水量規制については、必要性は認めているものの、農業従事者の生活権を脅かすため、規制が困難とされ、手が付けられていない。

規制、法制度の強化の提案はできても、実施が困難になる可能性がある。とはいえ、地方給水整備で地下水開発を行う場合、取水が成功すると、農業用井戸、売水用井戸が新設、集中する可能性があり、地域単位での開発可能量の認識および上限を超える場合の地域の規制措置について徹底する方法を検討する必要があると考える。

(5) 部族の勢力実態の把握

サナア州の地方部は、部族勢力の影響力の強い土地柄であり、水法の適用が難しいとの情報がある。事前の可能な情報収集により、係争箇所、境界部等での水源開発によるトラブルの惹起を避けるとともに、水源引渡し後の維持管理条件について、地域の受け入れを十分に確認する必要があると考える。

Minutes of Meetings
on
The Study
For the Formation of Water Resources Development Plans in Two Governorates
In the Republic of Yemen

Agreed upon between
The Ministry of Water and Environment
and
The Japan International Cooperation Agency

Sana'a, March 9th, 2005

Mr. Ali. Al-Suremi
The Chairman
General Authority for Rural Water
Supply Projects

Mr. Salem Hassan Bashuaib
The Chairman
National Water Resources Authority

Approved by

Dr. Mohamed Lotf Al-Eryani
Minister
Ministry of Water and Environment

横倉 順治

Mr. Yokokura, Junji
Team Leader
JICA Preliminary Study Team

I. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Yemen (hereinafter referred to as "the Government of Yemen"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preliminary Study Team, headed by Mr. Yokokura Junji (hereinafter referred to as "the Team") to Yemen from 28th February to 17th March 2005 to discuss the rural water and water resources sector and consider the possible technical cooperation proposed by the Government of Yemen.

The Team carried out field surveys and held a series of discussions with the Ministry of Water and Environment (hereinafter referred to as "MWE"), National Water Resources Authority (hereinafter referred to as "NWRA") and General Authority for Rural Water Supply Projects (hereinafter referred to as "GARWSP"), and other organizations concerned. The list of attendants is shown in Appendix.

In respect for the following points from II to V agreed upon between the Government of Yemen and JICA, the Team will consider the possible technical cooperation of JICA and discuss with the authorities concerned in Japan. Before the commencement of the technical cooperation, JICA shall dispatch the mission, which is called a preparatory study team, to Yemen possibly in June 2005 in order to discuss and to agree on the scope of works.

II. The Integrated Water Resources Management

- 1) NWRA mentioned that the Sana'a basin and Tuban-Abyan basin need support to formulate water resources development and management master plans because they have no master plans yet.
- 2) NWRA mentioned that the Sabatayn basin needs to be investigated as water resources in case of the formulation of the master plan of the Sana'a basin. The Team mentioned that JICA is not advised to conduct site surveys in Sabatayn area according to its security guideline.

III. The Improvement of Rural Water Supply

- 1) GARWSP mentioned that the 8 governorates, that are Sana'a, Rymah, Ibb, Lahej, Abyan, Amran, Taiz and Shabwah, are put priorities in terms of improvement of the rural water supply.
- 2) GARWSP mentioned that the 10 branches of the governorates, that are Sana'a, Taiz, Ibb, Dhamar, Hajjah, Al-Mahweet, Amran, Hodeidah, Lahj and Abyan, need capacity building to strengthen the decentralization process of the rural water supply improvement in the first phase.

IV. The Possible Technical Cooperation by JICA

- 1) The Team recognizes that there is urgent need to strengthen the capacity of GARWSP in order to improve the rural water supply systems in sustainable manners.
- 2) The Team recognizes that the water resources management is the critical issue to secure the sustainable water supply even in rural areas.
- 3) The Team thinks that the enforcement of Water Law is essential to make the master plan substantial. Therefore JICA would consider the possibility of assistance to formulate a master plan of Sana'a basin as far as JICA can confirm the prospect of the enforcement of the law.
- 4) The Team mentioned that JICA will consider the possibility of following components however

JICA might select the area of cooperation in Sana'a or Taiz because of its financial resource. The detail of scope of works will be discussed during the coming JICA preparatory study mission.

- (1) Sana'a
 - Technical assistance for the capacity building of GARWSP Headquarters
 - Formulation of water resources management plan of Sana'a basin
- (2) Taiz
 - Technical assistance for the capacity building of GARWSP Taiz branch
- 5) Yemen side requested JICA should include following components. The Team mentioned that it would convey the request to JICA Headquarters to consider the future cooperation.
 - Technical assistance for the capacity building of GARWSP branches of Sana'a, Dammar, Lahej, Amran
 - Formulation of water resources management plan of Tuban-Abyan basin
- 6) Yemen side proposed to change the title of the study in order to make the rural water supply component defined. The Team will make coordination for the change of the title, which Yemen side and the Team agreed to name as follow, in Japan.
Original: "The Study for the Formation of Water Resources Development Plans in Two Governorates"
Revised: "The Study for the Water Resources Management and Rural Water Supply Improvement"
- 7) GARWSP conveyed its expectation of the finance from Japan's Grant Aid for the construction of rural water supply schemes. The Team advised GARWSP to prepare the application to the Government of Japan making use of the outcome of the JICA's technical cooperation.

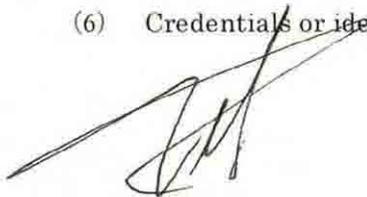
V. RESPONSIBILITIES OF THE GOVERNMENT OF YEMEN

The Team explained that the Government of Yemen shall take responsibilities the following items in case that a JICA development study, hereinafter referred to as "the Study", would be implemented under the JICA's technical cooperation scheme.

1. To facilitate the smooth conduct of the technical cooperation, the Government of Yemen shall take necessary measures as followings;
 - (1) To permit the members of the JICA study team to enter, leave and sojourn in Yemen for the duration of their assignments therein and exempt them from foreign registration requirements and consular fees
 - (2) To exempt the members of the JICA study team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other material brought into Yemen for the implementation of the Study
 - (3) To exempt the members of the JICA study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the JICA study team for their services in connection with the implementation of the Study
 - (4) To provide necessary facilities to the JICA study team for the remittance as well as utilization of the funds introduced into Yemen from Japan in connection with the

implementation of the study

2. The Government of Yemen shall bear claims, if any arises, against the members of the JICA study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the JICA study team.
3. The Ministry of Water and Environment shall, at its own expense, provide the JICA study team with the following, in cooperation with other organizations concerned;
 - (1) Security-related information on as well as measures to ensure the safety of the JICA study team
 - (2) Information on as well as support in obtaining medical service
 - (3) Available data (including maps and photographs) and information related to the Study
 - (4) Counterpart personnel from concerned authorities
 - (5) Suitable office space with necessary equipment
 - (6) Credentials or identification cards



The list of attendants in the meetings with JICA study team

1. Ministry of Water and Environment
Dr. Mohamed Lotf Al-Eryani, Minister
Mr. Anwer Sahoooy, Chairman of the Technical Secretariat
Mr. Yahya Al-Eryani, Director General of Department of Water Resources Management
Mr. Mohamed Ai-Saeedi, Director of Minister Office Secretariat

2. National Water Resources Authority
Eng. Salem Hassan Bashuaib, Chairman
Mr. Qahtan Y. Abdul-Malik, Program Officer of UNDP-NWRA-IWRM Program
Mr. Gordon Stanger, Chief Technical Adviser of NWRA Head Quarter

3. General Authority of Rural Water Supply Projects
Mr. Ali M. Al-Suremi, Chairman
Mr. Ali A. Al-Raboie, Director General of Department of Planning & Bilateral Cooperation
Mr. Fawzy A. Al-Khirbash, Deputy Director of Department of Planning & Bilateral Cooperation

4. National Water Supply Authority
Mr. Mamoud M. AbdulWali, Deputy General Manager of Department of Planning, Statistics & Follow-up

5. Ministry of Agriculture and Irrigation
Mr. Mohamed A. Al Eryani, Assist. Deputy Minister for Irrigation Affairs

