

## 第2章 現状と課題

### 2-1 統合水資源管理

#### 2-1-1 国家レベルでの戦略・方針

イエメン国での統合水資源管理に関連する最初の国家レベルの政策および計画は、1998年に公布された「国家水戦略」(National Water Strategy (NWS)、NWRA (国家水資源局、National Water Resources Authority))であり、この戦略に従い、2002年に「国家水政策」(National Water Policy (NWP)、NWRA)が公布され、さらに2005年には「国家水セクター戦略と投資プログラム」(National Water Sector Strategy and Investment Program (NWSSIP), 2005-2009, MWE)が公布されている。

#### (1) 国家水戦略

##### 1) 国家水戦略の目的

国家水戦略は、①水資源を枯渇と汚染から守る、②水の最大価値を引き出すような水資源の最適な利用を行なう、③社会の全ての用途の需要にこたえる給水を行なう、の3つを目的とし、以下に示す基本原則に基づき策定されている。

- a. 全ての国内の水資源は国家の財産である。
- b. 国家は、水資源に関連する法規制の枠組みの範囲内で、公共の福祉に資するよう水資源の開発を指導・管理する。
- c. 全ての国民は、各家庭で基本的に必要とする量を得られる水源にアクセスする手段を得る権利を有する。国家政策で、これらの需要量の最低レベルを決定する。
- d. 水セクターは、社会・経済開発セクターの中で最も高い優先順位を有する。水の安全保障は、国家の安全保障に順ずる。
- e. 既得の水利権は尊重されなければならない。
- f. ここで規定する国家水戦略は、他の関連する戦略や政策の根幹となるものである。

以上の目的と原則に基づき、国家水戦略では「水資源開発・管理」、「法規制と組織の制定と設立」、「能力開発と実行性」、「健康と環境に関する基準」、「民間の参入」、「投資と水価の設定」、「研究と開発」に関する基本戦略を規定している。

##### 2) 国家水戦略で策定されている統合水資源管理に関連する基本戦略

国家水戦略の中の水資源開発・管理で規定されている主要な基本戦略としては、「流域ごとに水資源開発と管理を行なう」、「従来水資源としてみなされていなかった下水処理水などの“Non-Conventional Water”も水資源としてみなす」、「統合水資源管理の考えを導入し、需要管理と供給管理の2面から水資源管理を行なう」、「水資源の分配に際し第1位の優先順位を生活用水に与え、工業・観光・商業用水に第2位の優先順位を、農業用水に第3位の優先順位を与える」、「農業用水の一部を生活用水に逼迫している都市部への送水を促進する」、「許可を得ていない井戸掘削や地下水揚水を禁止する」、「地下

水の過剰揚水を抑制するために、著しく安い価格に設定されているディーゼル油の輸入に対する補助金をなくして正常な価格に引き戻す、ポンプ機材に高い関税を課す、ポンプ購入に対する補助金交付をなくす、「灌漑効率を向上させるために、ドリップ灌漑などの新しい手法の導入や水路のライニングを促進し、必要な支援を行なう」、「PIM 活動 (Participatory Irrigation Management) を通じて現行の洪水灌漑手法の管理と改善を行なう」、「少ない水で育成できる農作物の導入を促進する」などがある。

以上の水資源管理に関する基本戦略は、後に続く水法や「国家水セクター戦略と投資プログラム」に反映されていくことになる。なお、ディーゼル油への補助金は今年の7月に廃止され、現行の価格の2倍に引き上げられた。

## (2) 国家水政策

### 1) 国家水政策の目的

国家水政策は、上述の国家水戦略の目的を達成するために2002年に策定された。原本はアラビア語であるため、その詳細な内容は不明であるが、NWRAのホームページに掲載されている国家水政策の概要によると、その内容は「水資源開発に関する基本政策」、「通常の水資源 (Conventional Water) に関する開発政策」、「非通常の水資源 (Non-Conventional Water) に関する開発政策」、「水資源管理に関する政策」、「モニタリングと管理に関する政策」、「需要管理に関する政策」、「水利用者参加に関する政策」、「水価設定に関する政策」、「水需給バランスに関する政策」、「水配分優先順位設定のための政策」、「法規制と水利権に関する政策」、「水の市場と水輸送に関する政策」、「送・配水に関する政策」、「水の経済価値設定に関する政策」、「財務的、技術的支援とプロジェクトに対する投資に関する政策」、「水資源と環境に関する政策」、「地下水の過剰揚水抑制に関する政策」、「水質保護に関する政策」、「洪水防御に関する政策」、「灌漑と環境に関する政策」、「下水処理水再利用に関する政策」、「一般ごみと産業廃棄物処分に関する政策」、「水に関連する組織に関する政策」、「情報収集・処理に関する政策」、「職員の能力開発と訓練に関する政策」、「水資源保護と宣伝に関する政策」、「技術移転、調査研究に関する政策」、「民間の役割と関係者参加に関する政策」と多岐にわたっている。国家水政策の内容は、同年に公布された水法の内容に反映されている。

### 2) 国家水政策で策定されている統合水資源管理に関連する基本政策

NWRAのホームページに掲載されている水資源管理に関する政策の主な内容は以下のとおりである。

- a. NWRAが担当している地下水の過剰揚水については、水資源と灌漑の政策を実行に移すことによりこれを解決する。このような危機的な問題を解決するにあたっては、NWRA、MAI (Ministry of Agriculture and Irrigation)、水利用者が共同してこれにあたるものとする。
- b. 灌漑政策で示された灌漑計画管理、特に洪水灌漑の管理は、承認された水需給バランスに従いつつ、国家水戦略や他の政策と調和を図り、実行されなければならない。
- c. 水利用の効率は、水利用の最適化を図るとともに灌漑農業で使用されている水資源

を節約することにより改善されなければならない。水利用の効率化でもたらされた水資源は、より良い需給バランスシナリオの達成のために、需給バランスのギャップを埋めるために利用される。

- d. 灌漑政策と生活用水供給政策は需要管理にとって重要な施策であるので、両者を統合した形態で実行されるべきである。
- e. 生活用水の供給は、最低限のベーシックニーズを満足する適切な給水原単位をもって、全国の国民に行き渡るように拡張していかなければならない。

### (3) 国家水セクター戦略と投資プログラム

国家水セクター戦略と投資プログラム (National Water Sector Strategy and Investment Program (NWSSIP), 2005-2009, MWE) は、国家水戦略と国家水政策を実現に移し水セクターの問題を解決するために、世銀、オランダの支援を受けて 2005 年に水・環境省 (Ministry of Water and Environment (MWE)) が中心となり、関係政府機関、議会、各ドナー国、100 人を超す水セクターの専門家等と協力して策定したものである。

#### 1) 国家水セクター戦略と投資プログラム (NWSSIP) の目的

NWSSIP 策定の目的は、以下のように述べられている。

- ・ 水セクターの発展のために、各関係者・機関と共通する展望を形成する
- ・ 組織形成、法制度策定、およびプロジェクトに対する投資にあたっての、明確な量的および質的な目標を設定する
- ・ 2015 年までに MDG (Millennium Development Goal, UNDP) を達成するための生産的な環境と体制の形成に寄与する
- ・ 水セクターにおける計画目標や施策方針、5 ヶ年投資計画、目標を達成するための行動計画などの明確な設定を行なうために、関係する政府機関や援助機関・国からの支援を結集させる

また、NWSSIP では次の 6 分野について、目標 (Objectives)、政策 (Policies)、目標に到達するための方策 (Approach) が提示されている。

- ・ 水セクターの管理とセクター間の協調
- ・ 水資源管理
- ・ 都市給水・衛生
- ・ 地方給水・衛生
- ・ 灌漑および流域管理
- ・ 人的・環境的側面

#### 2) NWSSIP で提示されている統合水資源管理に関連する施策

NWSSIP で提示されている、水資源管理についての目標、政策、目標を達成するための施策は以下のとおりである。

##### a. 目標

- ・ 持続可能性を最大限に保証する
- ・ 都市部および地方部の住民の生活用水の需要に優先権を与える

- ・生活用水の需要を満たし、経済便益を最大化できるように、公平性、社会形態を考慮に入れ、水配分を改善する
- ・国民一般に現実的かつ共通する水資源に関する展望（認識）を植えつける
- ・効率的な水利用と公平な水配分を行なうことにより、貧困削減に寄与する

#### b. 政策

以上の目的を達成するために、次に示すような政策が提示されている。

- ・水源へのアクセスの不平等感を増幅させる程に地下水の枯渇や汚染が回復不能なレベルまで進んでいることを、国民に知らしめる
- ・水資源管理には、伝統的な地域固有の慣例を無視した法令を適用するような上意下達方式の命令 - 管理方式は採用しない
- ・その代わりに、流域の水資源の共同管理を行う地方機関との連携の形成し、制度面での適切な介入を行なう

#### c. 目標を達成するための施策

政策目標を達成するために次のような施策が提示されている。

- ・実際に機能する組織の枠組みを形成する
- ・水資源に関する情報を利用者を与え、水資源の問題について認識してもらうとともに最適な水資源管理に関する展望を利用者と共有する
- ・水に関連する公共施設の建設（段々畑のリハビリ、地下水涵養を促進するような構造物、転流工、堤防などの整備等）
- ・既得の水利権を保護するとともに水法の適用を促進し、生産的なマクロ経済的環境を創出する

### 2-1-2 統合水資源管理の現況/取組状況と将来計画

イエメン国では、統合水資源管理が行なわれている流域はまだ存在せず、以下に述べるように、1流域で統合水資源管理計画が策定されているだけであり、その運用は今後の課題となっている。

NWRA では、水法の第8条に従い（2-1-3章参照）全国の14流域について地域水管理計画（Regional Water Management Plan）を策定する予定であるが、これが完了したのはタイズ流域だけであり、サナア流域での世銀による流域水資源管理プロジェクト、ハダラマト流域でのUNDPによる水資源管理計画のアクションプランの策定、サダ流域でのGTZによる統合水資源管理計画の策定が進行中である。また、ツバン・アビヤン流域については、NWRA がUNDP に対し水資源管理計画のアクションプランの策定を要請中である。

以上のように、現状では全国14流域の内、水資源管理計画策定が完了した流域が1流域、進行中が3流域、準備中（要請中）が1流域である。NWRA の局長によれば、NWRA では残りの9流域について順次水資源管理計画を策定する予定ではあるが、具体的な計画はまだ決まっていないとのことであった。統合水資源管理に関する計画プロジェクトについては、2-3章を参照されたい。

また、統合水資源管理を担当するNWRA は、地方分権化政策に従い、その権限を各流域事務所へ委譲する方針であり、NWRA 本局の役割は、各流域事務所への支援、政策の策定、全国レベルの水資源管理計画の総括などの、より上流側の業務に移っていくことになってい

る。

### 2-1-3 関連法制度と関連機関

#### (1) 関連法制度

統合水資源管理に関する法制度は、2002年に法務省から公布された水法（正式名：Law No. (33) for the Year 2002 Concerning Water）に規定されている。水法全体の概略については予備調査報告書で述べられているので、ここでは水法に規定された水資源管理に関する条項について記述する。

水資源管理に関する法律の条項は、水法第三章セクション i 水資源管理（Management of Water Resources）の第7条から第12条で規定されており、その内容は以下のようなものである。

- 第7条： 水資源は、本法律および本法律が規定するその実施手順に従い、NWRA（水資源庁）が策定する水政策および水政策に示された水セクターの政策や計画および事業を踏まえて、開発および管理が行なわれなければならない。
- 第8条： イエメン国は、国土を流域および水源区（Water Zone）に分割する。流域および水源区は分割できない独立した単位として、それぞれにおいて水資源が評価され、社会および経済政策と環境保護との整合を図ることを観点に据えて、水資源の開発や利用のための計画が策定される。水源の開発や利用は、統合水資源管理（Integrated Water Resources Management, IWRM）の原則を基本として管理されなければならない。
- 第9条： 水利用に関連する関係団体は、NWRA と連携して、水源開発および水利用配分に関する各自のセクター政策と計画を規定し、その策定を行い、それを施行しなければならない。
- 第10条： 水利用者および受益者の組合、団体、委員会、連盟、連合は、水資源の管理あるいは水源・配水施設の維持管理に住民や水受益者を関与させる目的で、組織されることが許される。このような組織にかかる目的および全ての詳細な規則については、本法律が定める条項執行手続き（Executive Procedures）により適宜設定される。
- 第11条： NWRA は、NWRA の監督の下で関係団体および地方行政組織と連携して、関与するにふさわしい関連 NGO および水利用者の代表が参画する流域・水源区委員会を設立する。本法律の条項執行手続きは、本法律の規定に従い水資源管理の統一性を乱すことの無いように、また同様にこの事柄に関係する2000年に公布された地方自治体法（The Law for the Local Authorities No. (4)）で定められた条項と整合させるように、このような委員会の組織構成、活動上の責務を明示する。
- 第12条： NWRA は、水需要量および水を利用する各セクターの水資源開発量を推計して、流域レベルでの水資源の割当量の予測に責任を有する。水需要量と水資源開発量の推計は、流域レベルの水源と水利用の観測・評価により行なう。水源の開発および管理のために要求される情報およびデータは、各流域の水文観

測ステーションおよび全国の水文観測ステーションから収集する。NWRA は、利用できる水資源から発生する便益の公平な配分を保障すること、および水源を枯渇と汚染から守るために実施できる全ての対策の実施を担当する。

上に示した水法の条文では「NWRA が水資源管理の担当機関である」、「水資源管理は流域ごとに統合水資源管理の原則に従って行なう」、「流域ごとに関係者の代表が参画する委員会を設置する」などが規定され、これが2005年に策定された「国家水セクター戦略と投資プログラム」や、現在世銀の援助を受けて実施されている「サナア流域水管理プロジェクト」の基礎となっている。

また、水法では水資源管理 (Management of Water Resources) を次のように定義しているが、明確になっているとは言いがたい。

*水資源管理とは、全ての水政策と法令、それぞれ異なった対策、調整と行動の手続き、そして適宜これらを実施するために現場、事務所、あるいは研究所により実行される対策のことを示す。*

水法の第49条では、水資源が逼迫し、水資源の貯留量の減少を加速させるような水源開発行為を禁止できる州を保護地域として指定できることになっているが、2002年にサダ州、サナア州、タイズ州の3州がこの水源保護地域に指定されている。

## (2) 関連機関

統合水資源管理を主導する機関は、上述のとおり水法により NWRA であることが明確に規定されており、NWRA は水資源開発や水利用を行なう各関連セクターの機関を統合して、水資源管理を行なう責務を有する。現在サナア流域で実施されているサナア流域水管理プロジェクト (SBWMP) では、2002年に大統領令をもってサナア流域委員会 (Sana'a Basin Commission, SBC) が組織されており、この委員会のメンバーとなっている関連機関は以下のとおりである。

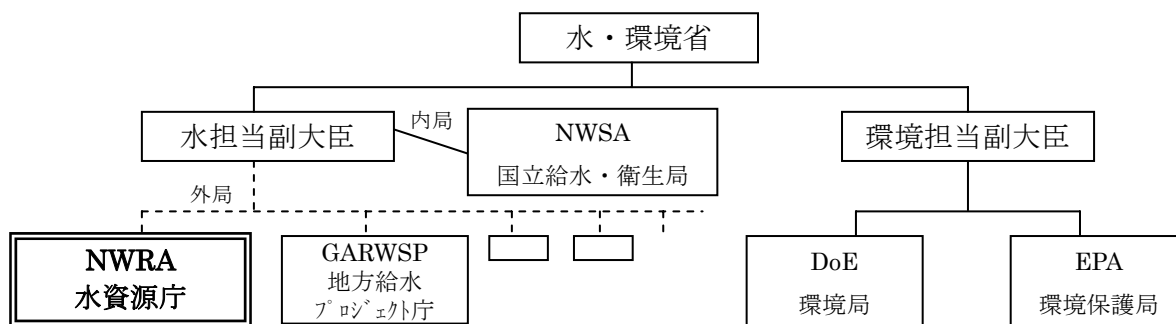
- ・ サナア市長 (委員会の議長)
- ・ サナア州知事事務所
- ・ 計画・開発省 (MoPD)
- ・ 財務省 (MoF)
- ・ 情報省 (MoI)
- ・ 内務省 (MoIA)
- ・ 電力・水省 (MoEW)
- ・ 農業・灌漑省 (MoAI)
- ・ 農業・灌漑省灌漑総局 (General Directorate for Irrigation, GDI)
- ・ NWRA 本庁
- ・ NWRA サナア流域支局
- ・ サナア地方組合 (Sana'a Local Corporation)
- ・ 農業共同組合 (Agricultural Cooperative Union, ACU)
- ・ 水利用者団体 (Water User Association, WUA) の代表者

- ・ 水利用組合 (Water User Federation, WUF) の代表者
- ・ 郡の役所

以上のように、統合水資源管理に関連する機関は多岐にわたる。サナアでの水資源管理プロジェクトでは、水資源管理の上で灌漑管理が非常に大きな比重を占めることから、農業・灌漑省とその傘下の灌漑総局との連携が最も重要視されている。

#### 2-1-4 実施機関の体制

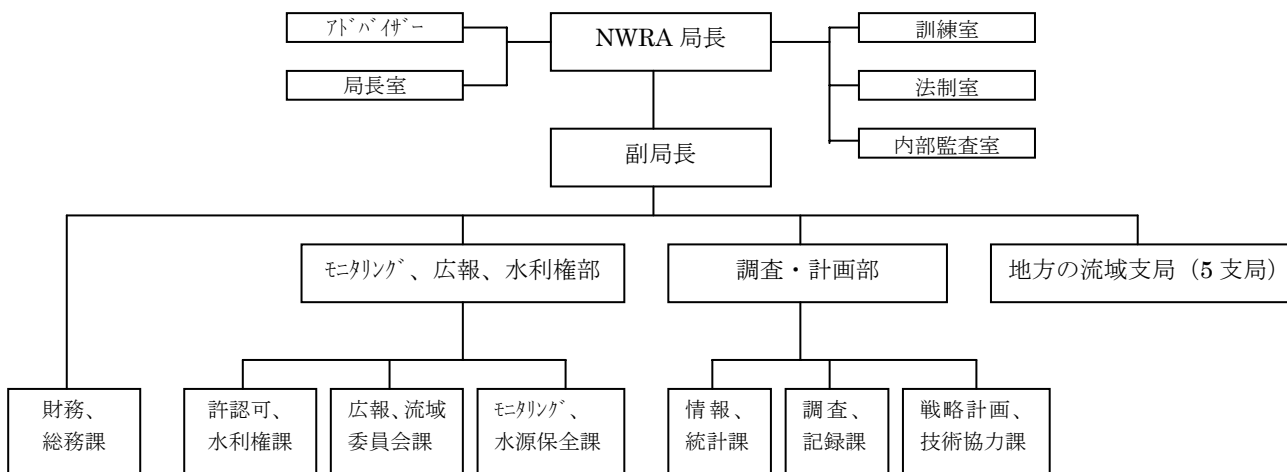
統合水資源管理を実施する機関である NWRA は、MWE (水環境省) の傘下にはあるが独立行政体の性格を有する外局であり、水資源開発計画の策定、モニタリングと情報収集・管理、水資源開発・管理に関する法令の制定、水利用に関する住民の啓蒙活動を担当する機関として、1995年に設立された。NWRAの水環境省内の位置付けは、次の図に示すとおりである。



出典：NWRA 本庁からの聞き取り (詳細は図 2.2.1 参照)

図 2.1.1 NWRA の水環境省内での位置付け

NWRA の、現在の組織は次の図に示すとおりである。



出典：NWRA 本庁からの聞き取り

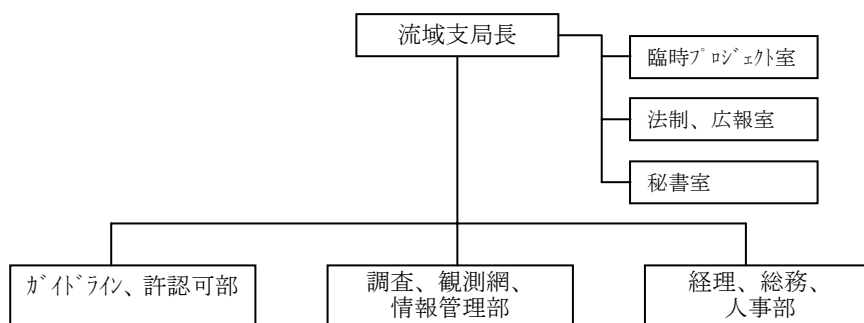
図 2.1.2 NWRA の組織図

NWRA の職員数は全体で 247 名であり、地方の流域支局を除く本部の職員数は約 100 名であるとのことであった。NWRA の年間予算については、回答を得られなかった。

NWRA の地方支局は、現在以下の 5 流域で開設されており、今後順次他流域の支局を設けていく予定であるとのことである。

- ① サナア流域支局、② ハドゥラマツ流域支局、③ タイズ流域支局、
- ④ サダ流域支局、⑤ アデン流域支局

NWA サナア流域支局の、現在の組織は次の図に示すとおりである。



出典：NWRA サナア流域支局からの聞き取り

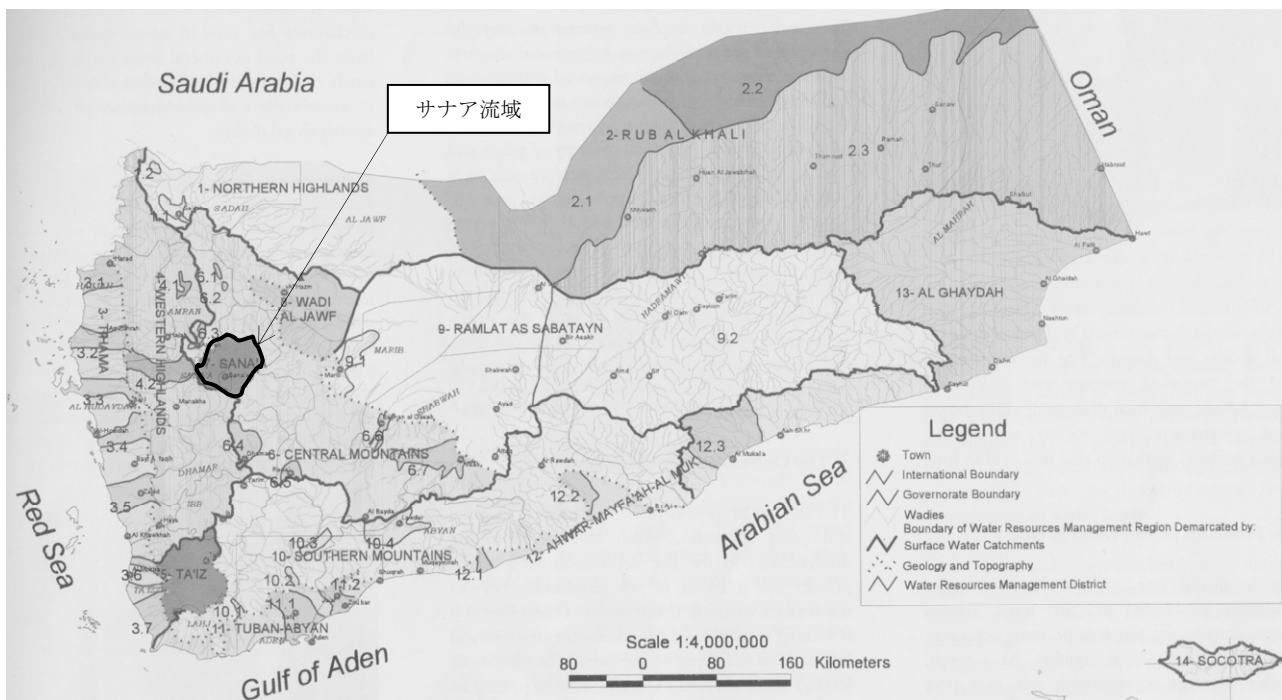
図 2.1.3 NWRA サナア流域支局の組織図

NWRA サナア流域支局の職員数は、約 30 名とのことであった。サナア流域支局の年間予算については、回答を得られなかった。NWRA サナア流域支局からの聞き取りによると、NWRA 本局からは基本的に職員の人件費と事務所の維持費用しか給付されておらず、支局の活動資金としてかなりの額の資金が、世銀のサナア流域水管理プロジェクト事務所（2-1-5 章参照）から供与されているとのことである。

#### 2-1-5 対象流域の水資源管理の現状

対象流域であるサナア流域は、年間降水量が 83mm（2003 年）と非常に少ない反面、サナア首都圏が位置することから水需要量が多い地域である。このため、前述したよう大統領令により 2002 年に水源保護地域に指定されている。以下にサナア流域の位置を示す。





出典：国家水セクター戦略と投資プログラム (NWSSIP)

図 2.1.4 サナア流域の位置図

サナア流域では、世銀の援助で「サナア流域水管理プロジェクト (Sana'a Basin Water Management Project, SBWMP)」が進行中である。SBWMP の概要を、世銀の評価報告書 (Project Appraisal Document on SBWMP, April, 2003) に基づき、以下に述べる。

#### (1) SBWMP の目的と施策

世銀の評価報告書によれば、SBWMP の目的は「サナア流域の経済活動をより水使用量の少ない形態に移行させ、流域外への人口移動を促進するために必要な時間を稼ぐため、現在進行しているサナア流域での地下水源枯渇のペースをスローダウンさせる」としている。つまり、SBWMP においては水資源管理だけではサナア流域の地下水源の枯渇や汚染の問題を解決することは困難であり、産業形態の変革や人口の集中防止と他流域への分散などの抜本的な構造改革を行わなければならないと考えられている。より困難で時間のかかる構造改革を行なうのに必要な条件を整えるために、水資源管理を行なうものであると解釈される。

SBWMP では、この目的を達成するために、以下の需要管理、供給管理、組織・制度改革の施策を講ずるとしている。

##### ① 需要管理

- i. 新しい灌漑技術と進んだ灌漑機材を農民に普及させることにより現行の灌漑水量を 40%削減する
- ii. 流域内の全ての地域を対象とした情報公開・意識改革キャンペーン (Information and Public Awareness Campaign, IPAC) を通じて、流域内の揚水や水利用の慣習を改善する

- ② 供給管理
  - i. 降雨の流出を蒸発から守るため、地下水涵養を促進させる
- ③ 組織・制度改革
  - i. 進んだ水資源管理ができるように、系統的なモニタリングシステムを構築し、流域内の水文状況（水バランスや開発可能量など）について正確に把握する
  - ii. 水に関する法制度の整備やその適用の強化(管理計画立案、水配分計画立案などを含む)。中央政府および各流域事務所による流域管理のために他流域にも適用できる強固かつ持続可能な組織基盤を整備する

SBWMP の実施に当たっては、「国家水セクター戦略と投資プログラム(NWSSIP)」で水資源管理の政策として挙げられた「水資源管理には上意下達方式の命令 - 管理方式は採用しない」ことを基本理念としており、水資源管理マスタープランやアクションプランのような計画を上から提示するようなものではなく、考えられる全ての施策をパイロットプロジェクトで試行し、その有効性、実行可能性、住民の受容性などを検証し、有効であると判断された対策を順次流域全域に広げていく手法を取っている。このため、非常に柔軟性がある計画となっている。

以上に加えて、SBWMP ではサナア流域の絶対的な水不足に対応するため、他流域からの導水も検討しており、その候補地としてサナア流域東側の砂漠地域である Ramlat Assaba' atain が挙げられている。

## (2) SBWMP のフェーズ分けと予算

SBWMP は、世銀の Adaptable Program Loan (APL) の枠組みで行なわれており、フェーズ分けの期間とその予算は次のようになっている。

表 2.1.1 サナア流域水管理プロジェクト (SBWMP) のフェーズと予算

フェーズ	実施期間	実施年数	予算(百万 US\$)
フェーズ I	2003 年 9 月～2009 年 6 月	6 年間	30.00
フェーズ II	2009 年 7 月～2014 年 6 月	5 年間	70.00
フェーズ III	2014 年 7 月～2018 年 9 月	4 年間	50.00
合計		15 年間	150.00

出典：世銀の評価報告書 (Project Appraisal Document on SBWMP, April, 2003)

上表に示すように、SBWMP は 15 年間継続される予定の非常に長いプロジェクトであり、その予算総額は 150 百万 US\$にものぼる（年平均で約 10 百万 US\$の予算が付いている）。予算の 80%が世銀からの融資で、残りの 20%はイエメン政府が負担する計画となっている。

## (3) SBWMP の概要

### 1) SBWMP フェーズ I の対象地域

SBWMP フェーズ I は、サナア流域の代表的な 4 地域、10 小流域（サナア流域は 22 の小

流域に分割されている) で実施されている。これらの代表地域は、「地下水涵養の可能性の高い地域」、「新規の水資源開発施設(ダムなど)の建設やリハビリを行いやすい地域」、「地下水揚水および灌漑改善が行いやすい地域」、「地域住民の参加意欲があり、社会・経済的観点からプロジェクトが行いやすい地域」の4つの条件で選定されている。

表 2.1.2 SBWMP の対象地域

地域	10の小流域が位置する郡
流域西部地域	Southern Hamdan 郡, Bani Matar 郡
流域南東部地域	Bani Baloul 郡, Sanhan 郡の東部
流域東部地域	Bani Hushaish 郡, Bani Al Harith 郡の北部, Kawwlen 郡の一部
流域北東部地域	Nihm 郡, Arhab 郡の一部

出典：世銀の評価報告書 (Project Appraisal Document on SBWMP, April, 2003)

## 2) SBWMP フェーズ I のプロジェクトコンポーネント

### a. プロジェクトコンポーネントの構成

目的達成の第1段階として、SBWMP フェーズ I では次の表に示す7つのプロジェクトコンポーネントの実施が計画されている。この表に示されるように、SBWMP では想定されうる需要管理対策、供給管理対策、組織強化と能力開発対策、情報公開と意識改革キャンペーン対策、環境管理と影響緩和対策などをフェーズ I でパイロットプロジェクトを通じて試し、これらの中で有効であると判定された対策をフェーズ II の段階で範囲を流域全域に広げて実施しようとしている。

表 2.1.3 SBWMP フェーズ I のプロジェクトコンポーネント

プロジェクトコンポーネント	予算 (百万 US\$)	サブコンポーネント	サブコンポーネントの内容
プロジェクトコンポーネント1: 水資源需要管理と灌漑改善	11.7	灌漑管路の改善	1,660ha の灌漑農地に対し灌漑管路を新しいものと交換し、灌漑効率を15%高める
		開水路の管路への転換	600ha の灌漑農地に対し、開水路を管路に転換し、灌漑効率を25%高める
		新しい灌漑技術の導入	1610ha の灌漑農地に対し、バブル灌漑、ドリップ灌漑、スプリングラー灌漑の技術を導入し、灌漑効率を35%高める
		その他	川の護岸、農地の平坦化、蒸発防止のカバー、農民組織形成と啓発活動、MAI の能力強化
プロジェクトコンポーネント2: 水供給管理と涵養促進	10.2	既設涵養ダムのリハビリ	11基の既設ダムをリハビリし地下水涵養ダムとする
		涵養ダムの建設	4基の地下水涵養ダムを建設する
		地下ダム、チェックダムの調査、検討	地下ダムやチェックダム、その他の地下水涵養施設の調査、検討を行なう
		住民組織強化	ダム管理のための住民組織を形成し強化する
		MAI、GDI の強化	ダム管理のため MAI、GDI の職員の能力強化を行なう

プロジェクトコンポーネント3: 組織強化と能力開発	3.2	法規制、モニタリングの強化	NWRA のモニタリングシステムの強化、条例の制定
		NWRA 職員の能力開発	NWRA サア支局への機材供給と職員の能力開発
		関係機関の組織形成	水利用者組合、SBC などの形成、
		水理地質と水源のモニタリングと調査・解析	サア流域の水源のポテンシャルの把握、帯水層貯留量調査、モニタリングと解析、衛星画像解析（土地利用や灌漑面積のモニタリング）、地下水モデル構築、水質モニタリング、他流域からの導水計画
プロジェクトコンポーネント4: 情報公開・意識改革キャンペーン	1.2		情報公開・意識改革キャンペーン（IPAC）を通じて、流域内での地下水揚水の抑制やこれまでの水利用の慣習を改善する
プロジェクトコンポーネント5: 環境管理と影響緩和対策	0.7	環境管理	法制度と整備と適用、ダム安全性の検討、公共衛生、土地収用、住民移転、下水処理と処理水の再利用、殺虫剤の管理、啓発と教育、施設建設時の環境影響、住民協議、組織と能力の強化、灌漑域拡大の監視
		環境影響緩和対策	担当する機関が環境影響の緩和策を講じる
プロジェクトコンポーネント6: サア支局によるプロジェクトの管理とモニタリング	1.5	プロジェクト管理	プロジェクトの管理と情報公開、技術管理・水資源管理、組織の発展促進と社会的な発展の促進
		調達、事務手続き、モニタリング	調達と契約管理、モニタリングと評価、財務管理と経理、事務所の運営
プロジェクトコンポーネント7: フェーズ II プロジェクトの計画・準備	1.5		フェーズ I でパイロットプロジェクトにより検証された水資源管理手法と施設をフェーズ II で流域全域に広げていくための準備と実施計画の策定

出典：世銀の評価報告書（Project Appraisal Document on SBWMP, April, 2003）

b. これまでに実施されたプロジェクト

世銀のサア流域水管理プロジェクト事務所の所長によれば、現在までにフェーズ I で行なわれた作業は、プロジェクト実施地域の選定の他に以下のようなものがある。

表 2.1.4 SBWMP フェーズ I で完了あるいは着手しているプロジェクト

コンポーネント	完了あるいは着手しているプロジェクトの内容	備考
1	水需要と灌漑改善計画調査	報告書作成済み
2	11 基の既設ダムのリハビリと 4 基の地下水涵養ダムの F/S	報告書作成済み
3	井戸台帳作成	完了し、データベースに入力済み
	衛星画像解析	現在実施中
	関係機関の組織形成	組織形成完了
4	住民意識改革キャンペーン計画	計画書作成済み
5	環境影響評価	報告書作成済み

出典：世銀のサア流域水管理プロジェクト事務所からの聞き取り

また、世銀のサア流域水管理プロジェクト事務所の所長によれば、SBWMP 開始以前

に実施されたプロジェクトの結果も、SBWMP に取り入れていく方針であるとのことで、このようなプロジェクトとしては「サナア流域における下水処理水と汚泥の再利用 F/S、CIDA」や「サナア流域における土地および水資源保全プロジェクト、世銀」が挙げられている。

c. 関係機関の組織形成

関係機関の組織形成（プロジェクトコンポーネント3）については、大統領令をもってサナア流域委員会（Sana'a Basin Commission, SBC）が2002年に組織されている（2-1-3章参照）。SBWMPでは、SBCの下に以下のような組織を形成する計画を立てている。

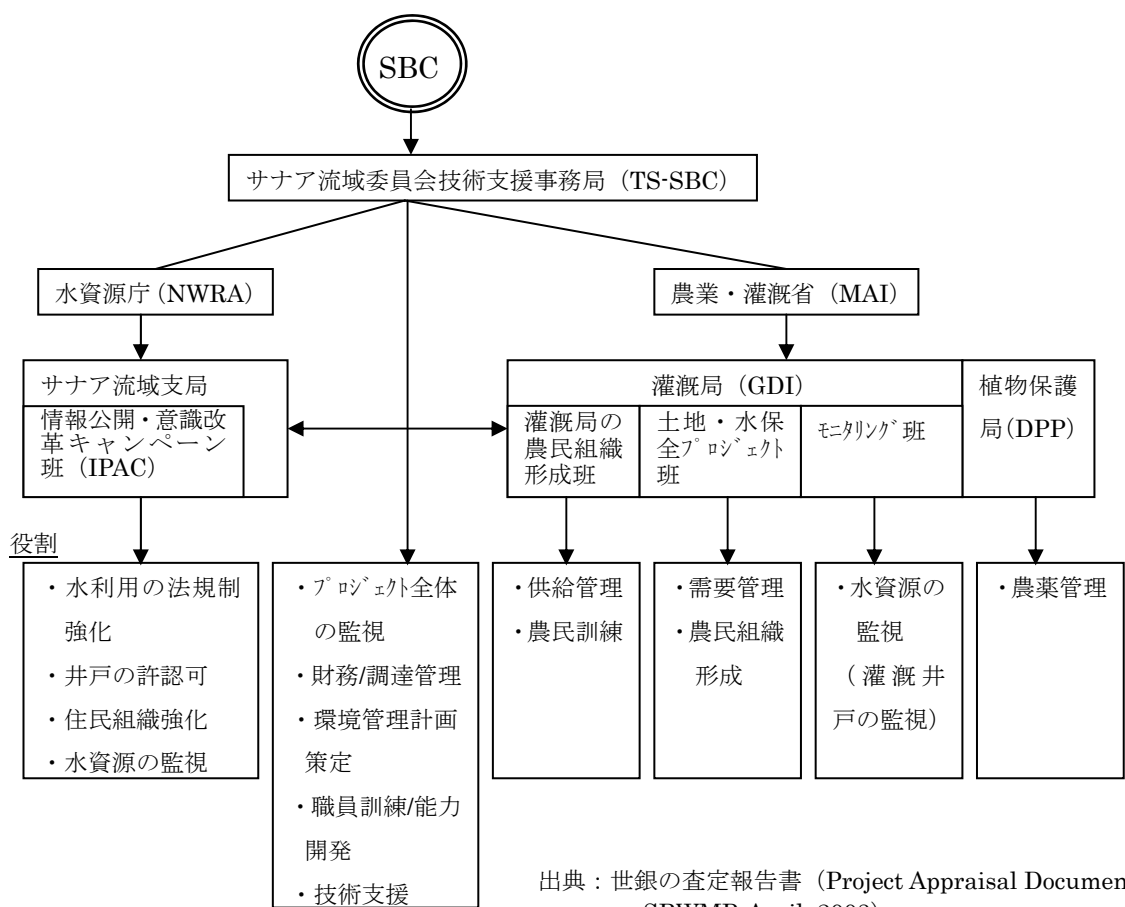


図 2.1.5 SBWMP で計画されているサナア流域の水資源管理体制

図 2.1.5 に示すように、SBWMP ではサナア流域の水資源管理における NWRA サナア流域支局の役割を非常に重視しており、サナア流域委員会 (SBC) に対する技術的なサポートと実質的な水資源管理計画の策定を行なうサナア流域委員会技術支援事務局 (TS-SBC) を支局内に設置すること、情報公開・意識改革キャンペーン (IPAC) を通じて水に関する法規制の強化、井戸設置の許認可、住民組織の強化、水資源の監視と

調査を行なうこととしている。また、SBWMP ではサナア流域委員会 (SBC) をより強い権限を持つ「サナア流域庁 (Sana' a Basin Agency)」に将来昇格させるための調査・検討を行なっている。

#### d. 地下水のモデリング

地下水のモデリング (地下水シミュレーション) については、1995 年に初歩的な検討は行なわれてはいるが (前回の予備調査で収集された番号 65 の資料を参照)、地下水涵養量、安全地下水揚水量、地下水の水収支、地下水位の将来予測など基本的な解析がなされておらず、十分なものとは言いがたい。世銀の評価報告書によれば、表 2.1.3 に示すようにプロジェクトコンポーネント 3 で再度地下水モデルの構築を行うこととなっている。このことを世銀のサナア流域水管理プロジェクト事務所の所長に確認した際にも、地下水の安全揚水量を把握するためには水収支解析が不可欠であり、このため今後改めて MODFLOW (地下水コンピューターシミュレーションモデル) を用いて、地下水のモデリングを実施する予定であるとの返答があった。

### 3) SBWMP の実施体制

SBWMP は、世銀のサナア流域水管理プロジェクト事務所の所長によれば、サナア流域水管理プロジェクト事務所によって実施されており、NWRA サナア流域支局は SBWMP から資金的、技術的支援を受けてはいるが、SBWMP の実施にはほとんど関与していないとのことであった。また、世銀のサナア流域水管理プロジェクト事務所も、実際の調査・解析作業は外部のコンサルタントに発注しており、プロジェクトの実施管理を行なう PMU (Project Management Unit) として機能している。これまで SBWMP で行なわれてきた調査・解析の多くは、サナア大学の水・環境センター (WEC) が受注してきており、WEC の責任者によれば調査計画も WEC で立案しているとのことであった。

### 4) SBWMP のフェーズⅡおよびフェーズⅢについて

世銀の評価報告書 (Project Appraisal Document on SBWMP, April, 2003) によれば、SBWMP のフェーズⅡとフェーズⅢは、フェーズⅠで得られた教訓を流域全体に拡大する段階として位置づけられている。ただし、前述したように SBWMP には世銀の Adaptable Program Loan のスキームが適用されており、フェーズⅡおよびフェーズⅢの内容は前のフェーズの成果によって大きく変わってくる。したがって、現段階ではフェーズⅡとフェーズⅢの内容は未定である。

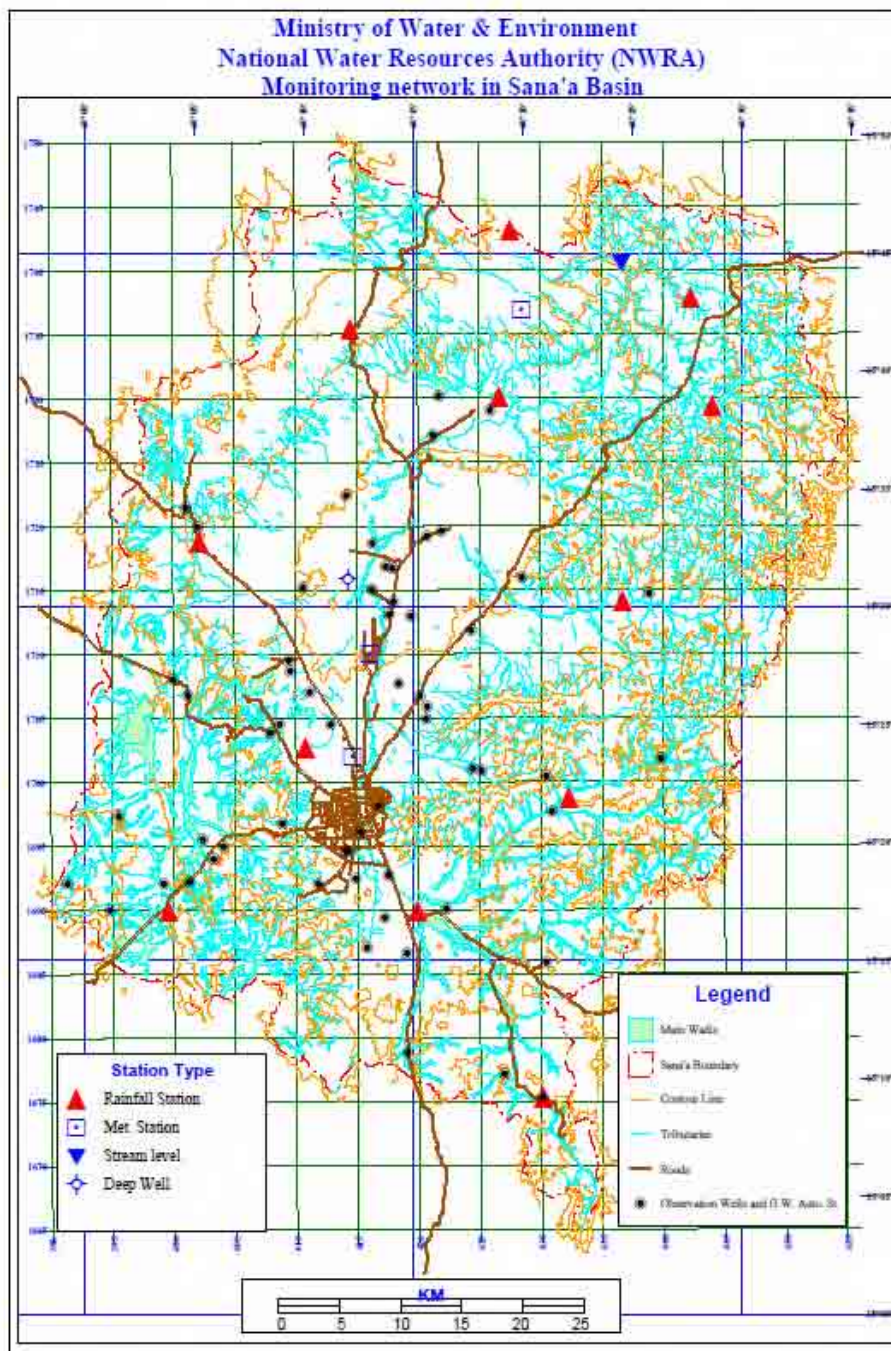
ただし、世銀の評価報告書によれば、フェーズⅡに移行するにあたっては、次のような条件が設定されている。

- 需給管理のための維持管理が良くなされていること (例えばダム維持管理のために政府予算が十分に割り当てられていること)
- イエメン政府がディーゼル燃料に対する補助金削減の努力を続けていること
- サナア下水処理場の処理水の水質が世銀の灌漑用再利用ガイドラインを満足していること
- 2006 年 12 月末までに対象地域の 2/3 で新しい灌漑技術を導入していること

- 対象地域で地下水を利用した灌漑農地が拡大していないこと

#### (4) サナア流域のモニタリング体制

サナア流域には 55 本の観測井、3 ヶ所の気象観測ステーション、12 ヶ所の雨量観測ステーションがある。このモニタリングネットワークは、NWRA のサナア流域支局によって管理されている。次の図にサナア流域のモニタリングネットワークを示す。



出典: NWRA データ  
ベースより

図 2.1.6 サナア流域のモニタリングネットワーク

上図に示すように、観測井は全部で55本あるが、その多くは灌漑用水のための生産井である。観測は毎月～2ヶ月おきに行なうこととしているが、次の図に示す例のように、多くの観測井の観測の開始時期が2年前と新しくデータが十分に蓄積されておらず、また必ずしも計画した頻度で観測が行なわれていないのが実情である。また、UNDPからNWRAに派遣された技術顧問によると、流域内に気象観測ステーションが3カ所しかなく、水収支を解析するのに十分な気象データが得られていないのが現状であるとのことであった。

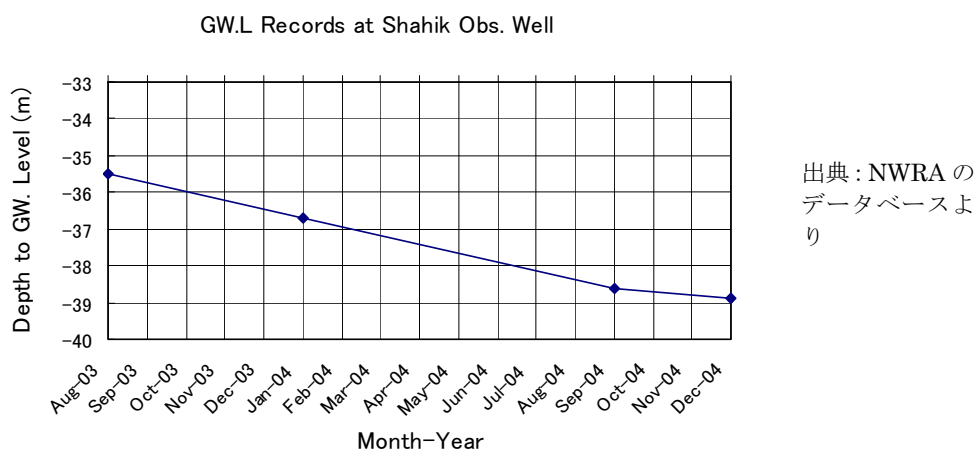
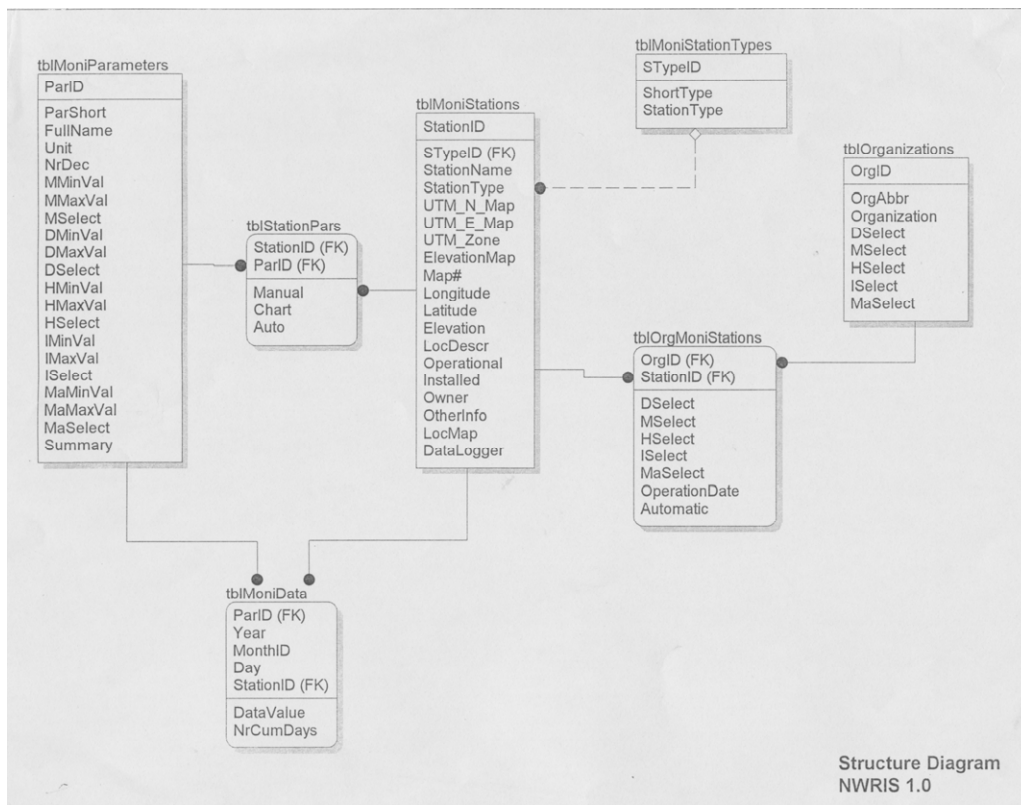


図 2.1.7 サナア流域での地下水位観測結果の1例

#### (5) サナア流域のデータベースの整備状況

サナア流域のデータベースには、既存井戸インベントリー結果、観測井戸の水位データ、気象・水文の観測データが入力されている。しかし、井戸の揚水量、ダムからの取水量などのデータ、および灌漑水量や生活用水給水量などのデータは収集されていない。以下の図に、データベースの構造図を示す。



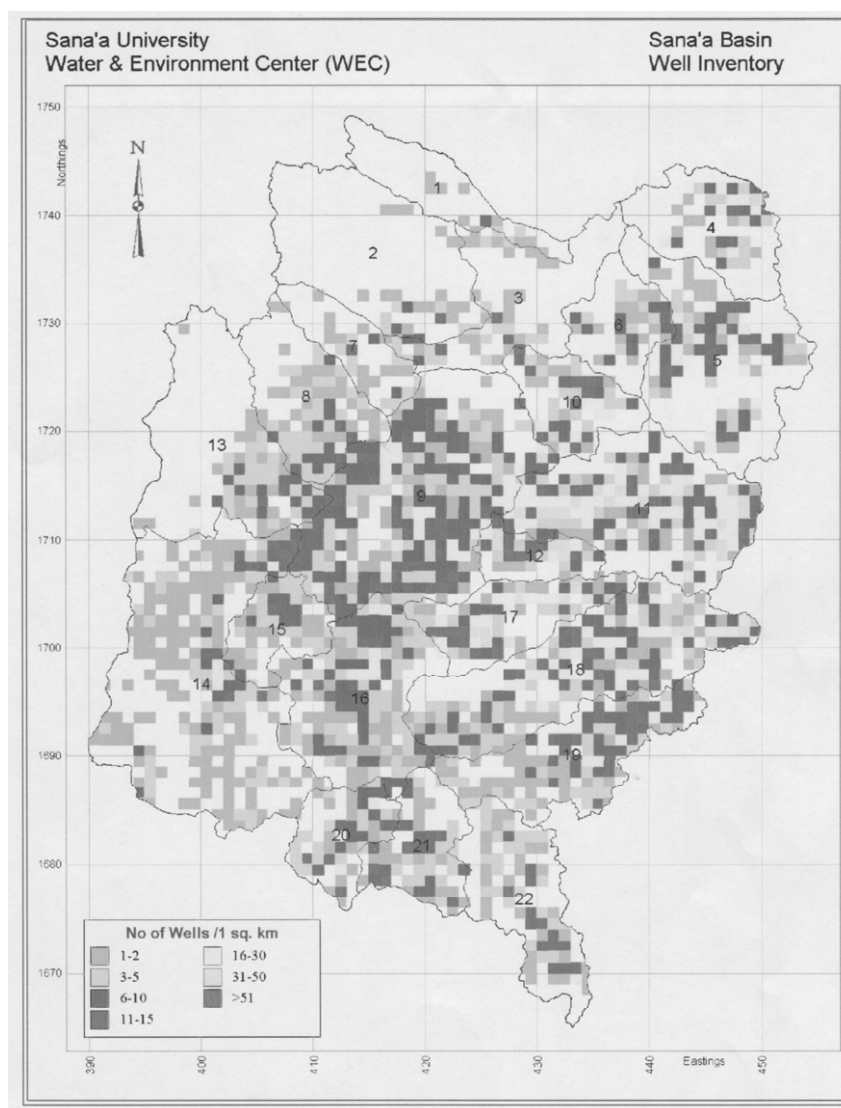


出典：NWRA の  
情報・統計課よ  
り

図 2.1.8 サナア流域のデータベースの構造図

データベースは、NWRA 本庁とサナア流域事務所に同じものが整備されており、両者でデータを共有している。データは流域事務所から 2 ヶ月ごとに CD で本庁に届けられている。データベースの基本ソフトは” ACCESS” であり、このデータベースは” National Water Resources Information System” と呼ばれている。このデータベースは全国共通であり、これにより全流域のデータが管理されている。このデータベースには水系図、行政区分図、等雨量線図が入っているが、NWRA のデータベースの担当者によると、将来このデータベースに GIS を連結し、データの視覚化をより一層図る予定であるとのことである。しかし、供給管理や需要管理に必要な、井戸の揚水量や灌漑に使用した水量などのデータを収集する予定は、今のところ無いとのことであった。

2002 年に実施したサナア流域の井戸台帳調査の結果はデータベースに入力されている。その結果によれば、サナア流域には約 13,500 本の井戸があり、井戸の大半は深井戸であり、その内の約 8,000 本が稼動中である。また井戸の約 90%が灌漑用の井戸である。井戸台帳調査の結果に基づく、サナア流域の井戸分布密度（本数/km<sup>2</sup>）を図 2.1.9 に示す。この図に示されるように、流域の中央部（サナア首都圏）から東の地域にかけて井戸が密集していることが分かる。



出典：NWRA データベースより

図 2.1.9 サナア流域の井戸台帳調査結果に基づく井戸分布密度図

Amran, Teyhama, Rada の流域でも井戸台帳調査が実施されているが、これらの流域事務所では調査結果をそれぞれ独自のデータベースシステムに入力しているとのことである。

#### (6) サナア流域水資源管理に関する世銀プロジェクトとの協調の可能性

SBWMP では、「(3) SBWMP の概要」で述べたように、多方面にわたる水資源管理対策を模索している。一方、SBWMP では「水資源管理には上意下達方式の命令 - 管理方式は採用しない」ことを基本理念とし、水資源管理マスタープランやアクションプランのような計画を上から提示し実行していくようなものではなく、考えられる全ての施策をパイロットプロジェクトで試行し、その有効性、実行可能性、住民の受容性などを検証し、有効であると判断された対策を順次流域内に広げていく手法を取っているため、通常の水資源管理マスタープランやアクションプランと内容が異なる部分も出てきている。下図に、1例として同

じ中東地域のジョルダン国の全国水資源管理計画の内容と、SBWMP のプロジェクトコンポーネントを対比したものを示す。

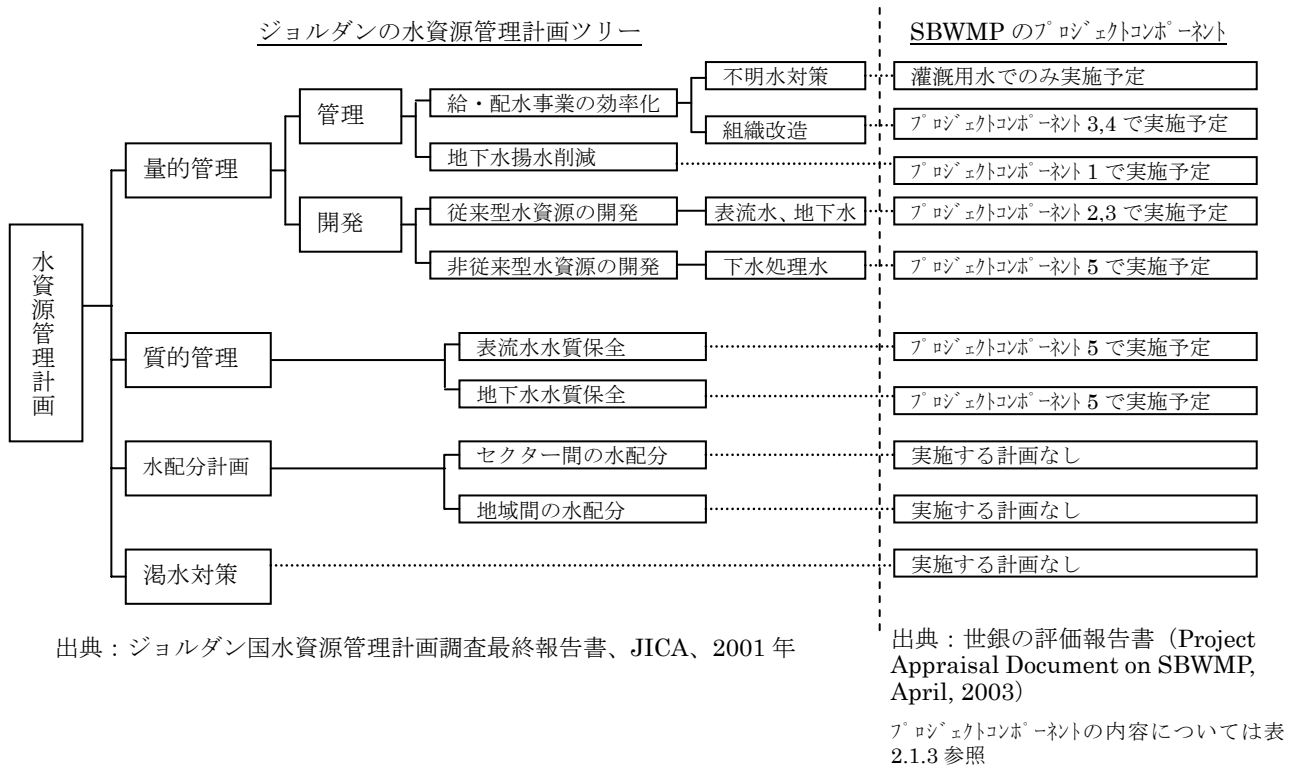


図 2.1.10 ジョルダン国の全国水資源管理計画と SBWMP のプロジェクトコンポーネントの対比

上の図に示すように、ジョルダン国の水資源管理計画の中で挙げられてはいるが、SBWMP で実施する計画の無い分野は以下の 4 分野である。

- ① 生活用水・工業用水などの灌漑用水以外の不明水（漏水）対策
- ② セクター間の水配分
- ③ 地域間の水配分
- ④ 渇水対策

以上の 4 分野が SBWMP に含まれていない理由については、世銀の評価報告書やその他の報告書では述べられていない。しかし、SBWMP は極めて柔軟性のあるプロジェクトであり、将来その内容を状況に応じて変化させることができるため、上記 4 分野のプロジェクトを将来含める可能性があり、これらの分野での世銀との協調は可能と考えられる。

## 2-1-6 他流域の活動状況

2-1-2章で述べたように、NWRA では全国の 14 流域について地域水資源管理計画 (Regional Water Management Plan) を策定する予定であるが、これが完了したのはタイズ流域だけであり、タイズ地域水資源管理行動計画 (Water Resources Management Action Plan for the Taiz Region) の報告書が完成している。このほかにも、2-1-5章で述べたようにサナア流域では世銀によるサナア流域水管理プロジェクト (Sana'a Basin Water Management Project, SBWMP) が進行中である。これら以外に、次に示すように 2 流域で水資源管理計画の策定が進められており、1 流域で策定の準備 (要請) がなされている。

### a. タイズ流域

タイズ地域水資源管理行動計画が完成済み。本章の(1)を参照。

### b. サナア流域

世銀のサナア流域水管理プロジェクトが進行中。2-1-5章を参照。

### c. ハダラマウト流域

ハダラマウト流域では UNDP が水資源管理計画のアクションプランを策定中である。NWRA では現在 UNDP に対し、ハダラマウト流域の“Digital Master Plan” (簡単に言うと、将来の水需給バランスが直ちに視覚化できる、データベースと直結した将来予測コンピューターモデルと理解している、本章の(3)を参照) の構築を要請している。

### d. サダ流域

サダ流域では GTZ が統合水資源管理計画を策定中である。これは、2006 年 10 月に完了する計画となっている。GTZ に対しては“Digital Master Plan” の構築の要請はなされていない。

### e. ツバン・アビヤン 流域

ツバン・アビヤン 流域については、NWRA が UNDP に対し水資源管理計画のアクションプラン策定を要請中である。NWRA の局長によると、これは今年中に開始される予定であるとのことであり、正確な調査期間は不明であるが、開始されれば 1 年以内に完了するものと想定しているとのことであった。ツバン・アビヤン流域についても、NWRA は、UNDP に対し“Digital Master Plan” の構築を要請している。

次に、タイズ地域水資源管理行動計画の概要と、サダ流域で GTZ が実施中の水資源管理計画の概要を述べる。

## (1) タイズ地域水資源管理行動計画の概要

タイズ地域水資源管理行動計画は、NWRA の本庁により策定された。この行動計画では、初めにタイズ地域の水問題の現状を詳しく説明し、これに続き水問題に対する対策案 (アクションプラン) を提示している。その対応策は、次のとおりである。

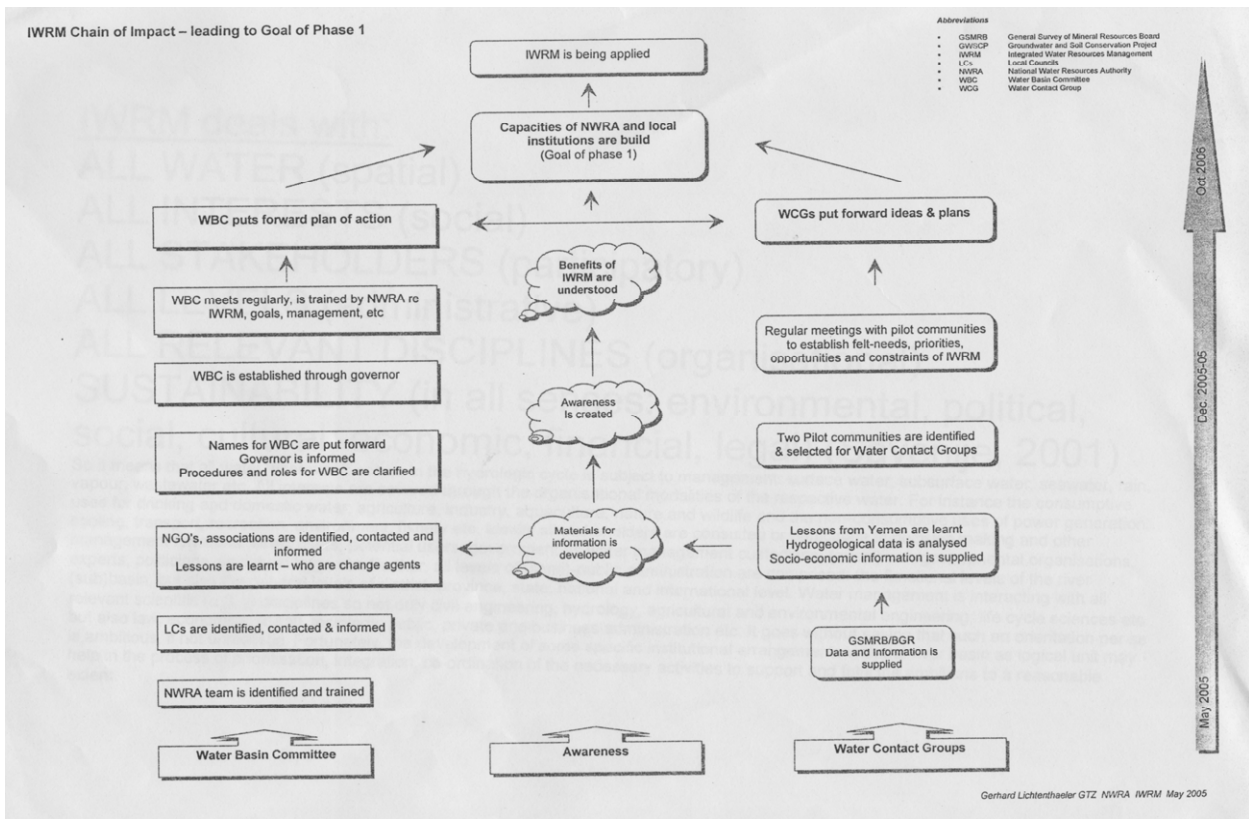
- 水問題と解決策についての住民意識の向上
- 情報の交換と協調
- 持続的利用のための地価水源保護に関する法規制の制定
- 地方部から都市部への送水についての法規制の枠組みの確立

- タイズの都市給水の改善
- 地方部の生活用水給水の改善
- 都市部の下水システム（管網）の改善
- 都市部の下水処理施設の改善
- 工場廃水処理施設の改善
- 洪水被害の軽減
- 下水処理水の再利用の促進
- 都市部での水需要の改善（削減）策
- 非農業産業での雇用促進

以上の行動計画のほとんど項目は、国家水セクター戦略と投資プログラム(NWSSIP)で示されている。また、行動計画の目的、実際の活動、責任部署、財務・総務上の手配について、それぞれ提示されているが、具体的な内容は少なく、どちらかといえば一般的な水資源管理政策について述べた概要書（ポリシーペーパーのようなもの）に近いものである。

## （２）サダ流域統合水資源管理計画

サダ流域では、GTZ が水資源管理計画策定のための調査を実施中である。GTZ では IWRM (Integrated Water Resources Management) の考え方に従い、施設建設などで水資源の管理を行っていくのではなく、地域の社会・経済特性を十分に把握し、持続可能な管理計画を策定することを基本方針としている。GTZ の IWRM では、住民組織の形成、住民の啓発、小規模な伝統的シスターンなどの Water Harvesting による水源開発などを主要施策としている。サダ流域統合水資源管理計画では、このように地方給水に重点を置いた IWRM の策定を目指している。この調査は 2006 年 10 月に完了する計画とはなっているが、完了の時期は不明で、あと 2 年間続く可能性もあるとのことであった。次の図に、GTZ のサダ流域統合水資源管理計画の基本フローを示す。



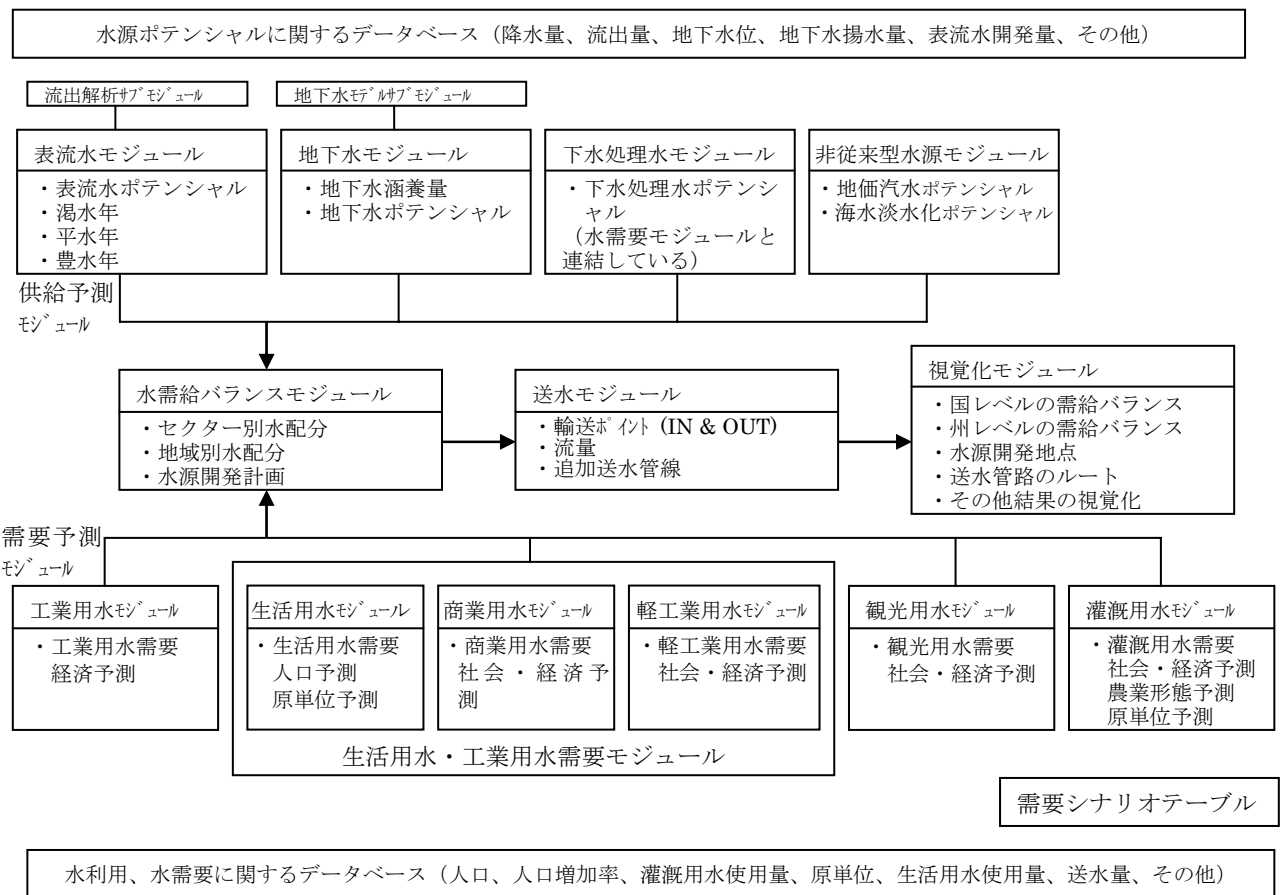
出典：GTZ サダ流域統合水資源管理計画調査団

図 2. 1. 11 GTZ のサダ流域統合水資源管理計画の基本フロー

### (3) サナア流域における“Digital Master Plan”構築の要請について

今回の事前調査では、JICA に対し水・環境大臣からサナア流域における“Digital Master Plan”構築の要請があった。前述のハダラマウト流域とツバン・アビヤン流域での“Digital Master Plan”の構築要請については、UNDP から NWRA へ技術顧問として派遣されている Dr. Stanger によると、イエメン側からの要請は最近あったが、UNDP としてはまだ結論を出していないとのことであった。また、GTZ と世銀に対し“Digital Master Plan”の策定要請がなされていない理由については、NWRA の局長から明確な返答は得られなかった。

イエメン国の水政策に関する上位計画である「国家水戦略」、「国家水政策」、「水法」、「国家水セクター戦略と投資プログラム」には、Digital Master Plan の文言やその内容を示すような記述は一切見当たらない。また、NWRA の局長によると NWRA では Digital Master Plan 構築の促進に関する文書も作成していないとのことであった。Digital Master Plan については、NWRA の局長はその必要性を強調するのみで、地下水のモデリングと関係づけてその内容を説明するが、その目的、全体構成、内容などについては曖昧な返答しか得られず、イエメン側には Digital Master Plan のイメージが無いと判断された。ちなみに、ジョルダンで GTZ が独自に構築した Digital Master Plan の概要は、以下の図に示すとおりである。



出典：GTZ ジョルダン Digital Master Plan 調査団

図 2.1.12 GTZ がジョルダンで構築した Digital Master Plan の概要

上図に示したように、GTZ がジョルダンで構築した Digital Master Plan は、大きく供給予測モジュールと需要予測モジュールからなる。水需要予測はいくつかのシナリオに基づいてなされ、水需要予測のための基本条件である人口予測や原単位をシナリオごとに需要シナリオテーブルに入力すると、シナリオ別の水需要予測がなされる。供給予測と需要予測がなされると水需給バランスモジュールによって両者のバランスが図られ、その結果に基づき送水モジュールによって広域水配分計画がなされる。これらの結果は、視覚化モジュールによって分かりやすい図や表で示され、政策決定者の判断材料に供される。イエメン側の NWRA の局長がこだわった地下水モデルや流出モデルは、表流水や地下水のポテンシャルを求めるためのツールとして取り扱われており、図 2.1.12 に示したように GTZ の Digital Master Plan の全体構成の中では末端のサブモジュールとなっている。

ジョルダンの GTZ 担当者によると、2002 年にはこの Digital Master Plan がほぼ完成したとのことで、その時点で Digital Master Plan のような水資源管理プログラムを有する国はジョルダンだけとのことであった。このように、Digital Master Plan は非常に新しい技術であり、構築のためのマニュアルや標準があるわけではない。また、GTZ が構築した Digital Master Plan を用いて、ジョルダン側が適切な水資源管理を行なっているかについての検証も、完成から 2 年あまりしか経過していないことから、まだ十分にはなされてい

ないものと想定される。

また、ジョルダンの GTZ 担当者によると、Digital Master Plan の構築には、そのバックデータを供給するデータバンクが不可欠であるが、ジョルダンでは USAID により水情報システム (Water Information System, WIS) と呼ばれる巨大なデータバンクがすでに構築されており、これにより GTZ の Digital Master Plan 構築が可能となったとのことである。2-1-5 章の (4) および (5) で述べたように、サナア流域のデータベースには気象・水文、地下水位、井戸台帳などが収められているだけで、供給管理や需要管理に必要な、井戸の揚水量、灌漑水量、送水量などのデータは収集されておらず、集められたデータも質・量ともに十分ではないと指摘されている。このため、図 2.1.12 に示したようなジョルダン型の Digital Master Plan を構築しようとする場合は、観測システムの構築、データの収集、データバンクの構築から着手しなければならない。

以上の様に、①イエメン側に Digital Master Plan のイメージが無いこと、②Digital Master Plan は極めて新しい技術でその有効性の検証がまだ十分には行なわれていないと想定されること、③フルスケールの Digital Master Plan を構築しようとした場合観測システムの構築やデータバンクの構築から始めなければならないことを勘案すると、イエメン側に Digital Master Plan を受け入れる能力が十分にあるとは思われず、サナア盆地における Digital Master Plan の構築を実施するか否かの判断は、慎重になされるべきであると考えられる。